

DIELEKTRISCHE FESTKÖRPER (DF)

Prof. Dr. Horst Beige
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 Fachbereich Physik
 Friedemann-Bach-Platz 6
 06108 Halle
 E-Mail: beige@physik.uni-halle.de

ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE UND FACHSITZUNGEN
 (Hörsäle TU C130, TU TC6, TU A060, TU EMH225, TU HE101)

Hauptvorträge

DF 1.1	Fr	10:00	(TU C130)	Piezokeramische Aktuatoren – Milliardenfach reproduzierbare Dehnung im Prozentbereich? , Jürgen Rödel
DF 1.2	Fr	10:40	(TU C130)	Reliability issues associated with functional ceramics for industrial applications , <u>Martin Selten</u> , Volker Knoblauch, Imke Heeren
DF 2.1	Fr	14:00	(TU C130)	Punktdefekte als Degradationsursachen in Optokeramiken , Wolfgang Rossner
DF 3.1	Sa	08:30	(TU C130)	Polymer ferroelectrics and ferroelectrets , Reimund Gerhard-Multhaupt
DF 5.1	Mo	10:00	(TU TC6)	Physics of Ultra-Thin Dielectrics , <u>James F. Scott</u>
DF 7.1	Mo	10:00	(TU A060)	Domain walls in Ising spin glasses , <u>Timo Aspelmeier</u>
DF 8.1	Mo	14:00	(TU A060)	Neue Anwendungsmöglichkeiten nanopartikelhaltiger Gläser , Klaus-Jürgen Berg
DF 9.1	Di	10:00	(TU EMH225)	Size effects in BaTiO nanopowders and of BaTiO₃ embedded in mesoporous materials , <u>Dieter Michel</u> , Rolf Boettcher, Emre Erdem, Gert Klotzsche, Winfried Boehlmann

Fachsitzungen

DF 1	FV-internes Symposium „Ermüdung in Funktionswerkstoffen“	Fr	10:00–13:00	TU C130	DF 1.1–1.7
DF 2	Optische Eigenschaften	Fr	14:00–18:30	TU C130	DF 2.1–2.11
DF 3	FV-internes Symposium „Polare Polymere und Ferroelektrete“	Sa	08:30–12:00	TU C130	DF 3.1–3.8
DF 4	Poster	Sa	08:30–16:30	Poster TU C	DF 4.1–4.22
SYFS	Symposium „Nichtflüchtige Festkörperspeicher“ gemeinsam mit den Fachverbänden MA, DS und HL	Sa	14:00–16:30	TU HE101	
DF 5	Dielektrische und ferroelektrische dünne Schichten und Nanostrukturen I	Mo	10:00–13:00	TU TC6	DF 5.1–5.8
DF 6	Dielektrische und ferroelektrische dünne Schichten und Nanostrukturen II	Mo	14:00–16:20	TU TC6	DF 6.1–6.7
DF 7	Gläser I (gemeinsam mit FV DY)	Mo	10:00–13:00	TU A060	DF 7.1–7.11
DF 8	Gläser II (gemeinsam mit FV DY)	Mo	14:00–17:45	TU A060	DF 8.1–8.12
DF 9	Phasenübergänge und Spektroskopie	Di	10:00–12:40	TU EMH225	DF 9.1–9.7
DF 10	Elektrische, elektromechanische und optische Eigenschaften	Di	14:00–18:30	TU EMH225	DF 10.1–10.12

Mitgliederversammlung des Fachverbands Dielektrische Festkörper

Mo 16:30–17:30 TU TC6

Tagesordnung

1. Zur Arbeit des Fachverbandes
2. Vorbereitung der 70. Jahrestagung der DPG
3. Verschiedenes

Fachsitzungen

– Haupt-, Kurzvorträge und Posterbeiträge –

DF 1 FV-internes Symposium Ermüdung in Funktionswerkstoffen

Zeit: Freitag 10:00–13:00

Raum: TU C130

Hauptvortrag

DF 1.1 Fr 10:00 TU C130

Piezokeramische Aktuatoren – Milliardenfach reproduzierbare Dehnung im Prozentbereich? — ●JÜRGEN RÖDEL — TU Darmstadt, Institut für Materialwissenschaft, Petersenstr. 23, 64287 Darmstadt

Piezokeramische Aktuatoren ermöglichen in der Physik die Nahfeldspektroskopie und im Maschinenbau die schnelle Einspritzung im Dieselmotor im common-rail Verfahren. Zusätzliche Anwendungen sind in der Druckerindustrie, Textilindustrie, Kommunikations- und Spielzeugindustrie zu finden. Für die Anwendung ist ein reproduzierbares Verhalten als Aktuator (und z.T. als Sensor) über etwa 10^9 bis zu 10^{12} elektrische Zyklen verlangt. Dabei kommt es zur Agglomeration von Sauerstoffionen und zur Ladungskompensation durch elektronische Ladungsträger. Diese Umladungsvorgänge haben vor allem Einfluss auf die Kinetik der Bewegung von Domänenwänden. Im Vortrag werden Untersuchungsmethoden illustriert, die die interaktiven Mechanismen separieren sollen, die bei der Ermüdung von Piezokeramiken auftreten. Abschließend wird ein kurzer Blick auf die Zukunft der Forschung in diesem Bereich geboten. Dabei werden zwei Aspekte angesprochen: a) hohe Dehnungen, umweltverträgliche Materialien und b) der Beitrag der ab initio Modellierung, den vor allem die Physik in diesem spannenden Gebiet der Materialphysik leisten kann.

Hauptvortrag

DF 1.2 Fr 10:40 TU C130

Reliability issues associated with functional ceramics for industrial applications — ●MARTIN SELTEN, VOLKER KNOBLAUCH, and IMKE HEEREN — Robert Bosch GmbH, Abteilung FV/FLW, Postfach 106050, 70049 Stuttgart

When using functional ceramics in industrial applications, reliability issues are of great importance. Due to the brittle failure of ceramic materials the mechanical behavior is an important topic. With electroceramics another reliability issue comes into play: the potential degradation of electrical and electromechanical properties during application.

In this presentation several aspects of reliability of functional ceramic components are addressed. To be able to avoid quality problems, e.g. in sensors and actuators, it is necessary to draw ones attention to fatigue phenomena in the materials of interest. These phenomena must be studied under field relevant loading conditions to make sure the tested components meet operational demands. For automotive applications some of the typical demands are: high accuracy at varying temperatures (often from -40 to $+150^\circ\text{C}$) and throughout lifetime of the component, resistance to mechanical load (e.g. shock, vibration, high pressure) as well as humidity and corrosive atmosphere, high reliability (failure probability under 1ppm) and long lifetime (number of cycles until failure: $1\text{E}09$ to $1\text{E}10$). With these boundary conditions during application it is obvious that fatigue of materials must be taken into account whenever one aims for reliable components.

DF 1.3 Fr 11:20 TU C130

Domäendynamik in Ferroelektrika — ●THORSTEN SCHLEGEL, TORSTEN GRANZOW und DORU C. LUPASCU — Institut für Materialwissenschaft, TU Darmstadt, Petersenstr. 23, 64287 Darmstadt

Das makroskopische Verhalten ferroelektrischer Werkstoffe wird maßgeblich durch die Domänenwandbeweglichkeit bestimmt. In diesem Vortrag wird die Beweglichkeit von Domänenwänden in ferroelektrischen Einkristallen durch optische und elektrische Techniken dargestellt. Für die Nukleation von neuen Domänenwänden wird in Schaltexperimenten mit Schaltzeiten weit unter einer Mikrosekunde eine Initiationszeit beobachtet. Diese hängt sehr stark vom Alterungszustand des Kristalls ab. Beispiele für einachsige Kristalle werden gegeben, in denen Nukleations- und Schaltmechanismen einfach beobachtet werden können.

DF 1.4 Fr 11:40 TU C130

Die Verbesserung der Zuverlässigkeit piezoelektrischer Vielschichtaktoren — ●PATRICK PERTSCH, STEFAN RICHTER, DANIEL KOPSCH und EBERHARD HENNIG — PI Ceramic GmbH, Lindenstraße, 07589 Lederhose

Piezoelektrische Aktoren haben sich als Bewegungsquellen in vielen Bereichen der modernen Technik durchgesetzt. Eigenschaften wie nahezu unbegrenzte Positionsauflösung, hohe Stelldynamik und außergewöhnliche mechanische Leistungsdichten sowie enorme Stellkräfte werden in Systemen mit höchsten Anforderungen, beispielsweise in der Automobil-Einspritztechnik, der Nanopositioniertechnik oder in der Schwingungsdämpfung, ausgenutzt.

Die technisch und wirtschaftlich bedeutendste Klasse dieser Aktoren sind sog. monolithische Aktoren, bei denen einige hundert Piezokeramikschichten zusammen mit Edelmetallelektroden in einer Grünfolientechnologie gestapelt und anschließend gesintert werden.

Im Beitrag werden Ergebnisse von Lebensdaueruntersuchungen an derartigen Aktoren unter extremer Belastung bei Wechsel- und Gleichsignalansteuerung vorgestellt sowie geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit erläutert.

DF 1.5 Fr 12:00 TU C130

Schaltverhalten reduzierter ferroelektrischer Keramiken — ●T. GRANZOW¹, D.C. LUPASCU¹, J. RÖDEL¹ und E. SUVACI² — ¹FG Material- und Geowissenschaften, TU Darmstadt — ²Dept. of Materials Science and Engineering, Anadolu University, Eskisehir, Turkey

Blei-Zirkonat-Titanat (PZT) nimmt eine besondere Stellung unter den elektrischen Funktionskeramiken ein und hat auch auf dem Gebiet der nicht-flüchtigen ferroelektrischen Speicher (FE-RAMs) Einsatz gefunden. Dabei ist trotz intensiver Forschung noch ungeklärt, welchen Einfluss Störungen wie Dotier-Ionen bzw. Sauerstoff-Fehlstellen auf die Bildung und das Schalt-Verhalten ferroelektrischer Domänen in PZT haben. Man geht aber davon aus, dass Sauerstoff-Fehlstellen das Schalten behindern, wodurch die Koerzitivfeldstärke E_c heraufgesetzt und eine stärkere Ermüdung, d.h. ein Nachlassen der ferroelektrischen Eigenschaften unter zyklischer elektrischer Belastung, induziert wird. In diesem Vortrag werden Messungen der ferroelektrischen Hysterese an PZT-Keramiken präsentiert, in die durch Reduktion unterschiedliche Konzentrationen von Sauerstoff-Fehlstellen gezielt eingebracht wurden. Dabei werden die Eigenschaften von undotiertem PZT mit denen von donor- bzw. akzeptordotiertem Material verglichen. Es wird gezeigt, dass sich entgegen den Erwartungen die Koerzitivfeldstärke nicht erhöht und das Ermüdungsverhalten sogar verbessert wird. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf mögliche Ermüdungs-Mechanismen diskutiert.

DF 1.6 Fr 12:20 TU C130

Modellvorstellungen zur Alterung von perovskitischen Ferroelektrika — ●DORU C LUPASCU, YURI GENENKO, HERMANN RAUH und NINA BALKE — Institut für Materialwissenschaft, TU Darmstadt, Petersenstr. 23, 64287 Darmstadt

Alterung eines Werkstoffs ist die zeitabhängige Veränderung seiner Eigenschaften bei konstanten thermodynamischen Randbedingungen. In ferroelektrischen Werkstoffen führt Alterung zur Reduktion des dynamischen ferroelektrischen Schaltverhaltens. Auf mikroskopischer Skala wird eine Vielzahl von Mechanismen diskutiert, die die Beweglichkeit ferroelektrischer Domänenwände beeinflussen können. Hierfür kommen die lokale Blockierung der Bewegung durch Defekte an der Domänenwand, die Kompensation der Polarisierung an inneren und äußeren Rändern oder die Reorientierung von Defekt-Dipolen in Frage. In diesem Vortrag werden einfache Modellvorstellungen auf ihre quantitative Plausibilität hin verglichen. Dabei werden insbesondere die Unterschiede zwischen Defekt-Dipol-Modellen und Driftmodellen einander gegenübergestellt. Ausgehend von 1D-Modellen werden die Zeitabhängigkeiten diskutiert, die durch die unterschiedlichen Feldgeometrien in 1D und 2D entstehen.

DF 1.7 Fr 12:40 TU C130

Towards a microscopic understanding of aging and fatigue in functional ceramics — ●RÜDIGER-A. EICHEL — Eduard-Zintl-Inst., TU Darmstadt

Electron paramagnetic resonance (EPR) provides a sensitive tool for

investigating structure and dynamics of point and extended defects in oxide ceramics, which are thought playing a major role in aging and fatigue mechanisms. In particular, high-frequency EPR is used in order to elucidate the anisotropic nature of such phenomena.

DF 2 Optische Eigenschaften

Zeit: Freitag 14:00–18:30

Raum: TU C130

Hauptvortrag

DF 2.1 Fr 14:00 TU C130

Punktdefekte als Degradationsursachen in Optokeramiken — ●WOLFGANG ROSSNER — Siemens AG, Corporate Technology, Otto-Hahn-Ring 3, 81739 München

Keramische Werkstoffe für optische Anwendungen (Optokeramik) unterliegen auf allen Ebenen der Eigenschaftsperformance höchsten Ansprüchen. Dies gilt sowohl für Keramiken mit hoher optischer Transparenz, als auch für Licht emittierende Szintillatorkeramiken. An den Beispielen transluzenter Aluminiumoxid-Keramik für Hochdruckentladungslampen und lumineszenter Gadoliniumoxydsulfid-Keramik wird der Einfluss spezifischer Punktdefekte (Farbzentren, Haftstellen) auf die Eigenschaftsbildung aufgezeigt. Die Möglichkeiten zur Werkstoffverbesserung durch das Verständnis der Wirkung dieser Defektzentren werden diskutiert.

DF 2.2 Fr 14:40 TU C130

Untersuchungen zur Lebensdauer kleiner Polaronen in reduzierten, nominell reinen LiNbO₃-Kristallen — ●C. MERSCHJANN, M. IMLAU, D. BERBEN und M. WÖHLECKE — Fachbereich Physik, Universität Osnabrück, Barbarastraße 7, D-49069 Osnabrück

In kongruent schmelzendem Lithiumniobat können durch Reduktion (Nb_{Li}⁴⁺:Nb_{Nb}⁴⁺)-Bipolaronen stabil erzeugt werden. Dabei ist es in reduzierten Kristallen möglich, die Bipolaronen bei tiefen Temperaturen durch Lichtbestrahlung in kleine gebundene (Nb_{Li}⁴⁺) und kleine freie Polaronen (Nb_{Nb}⁴⁺) aufzuspalten ('optisches gaten'). Es wird angenommen, dass auch bei Raumtemperatur eine optische Aufspaltung der Bipolaronen erfolgen kann. Allerdings wurde in Pump-Probe-Experimenten bislang nur die Existenz kleiner gebundener Polaronen nachgewiesen. Im Speziellen fehlt ein Nachweis zur Existenz kleiner freier Polaronen bei Raumtemperatur. Wir präsentieren zeitaufgelöste Messungen der lichtinduzierten Absorption im blauen, roten und infraroten Spektralbereich nach Beleuchtung mit kurzen, intensiven Lichtpulsen ($\lambda = 532$ nm). Die Untersuchungen weisen die Existenz kleiner freier Polaronen bei Raumtemperatur nach und geben Aufschluss über die Lebensdauer der gebundenen und der freien Polaronen in Abhängigkeit von Pumpintensität, Temperatur und Reduktionsgrad. Gleichmaßen wird das Verhalten der Bipolaronen studiert. Konsequenzen für die Anwendung von nominell reinem, reduziertem LiNbO₃, z.B. für die Aufzeichnung von Hologrammen im infraroten Spektralbereich, werden aufgezeigt. Gefördert durch die DFG (IM 37/2-1, TFB 13-04)

DF 2.3 Fr 15:00 TU C130

Optische Untersuchungen an hoch eisendotierten Lithiumniobat-Kristallen* — ●JULIUS JAPS, MATTHIAS FALK und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstraße 8, D-53115 Bonn, Germany

Lithiumniobat-Kristalle sind ein viel versprechendes Material für die nichtlineare Optik. Lichtinduzierte Brechungsindexänderungen bei hohen Lichtintensitäten ("optischer Schaden") schränken die Anwendung dieser Kristalle in der nichtlinearen Optik ein. Durch eine sehr hohe Dotierung der Kristalle mit Eisen wollen wir die Leitfähigkeit der Kristalle soweit steigern, dass sich auch bei hohen Lichtintensitäten keine störenden Raumladungsfelder aufbauen können, die sonst zusammen mit dem linearen elektrooptischen Effekt für den optischen Schaden verantwortlich sind. Holographische Gitter werden in hoch eisendotierte (1 bis 2 mol% Fe), oxidierte Lithiumniobat-Kristalle mit einem gütegeschalteten Nd:YAG-Pulslaser (Wellenlänge 532nm) geschrieben. Die Beugung eines Laserstrahls an dem Gitter erlaubt die Beobachtung der Dynamik der Beugungsindexänderungen. Dunkelspeicherdauern der Gitter von wenigen Millisekunden zeigen Rekordwerte für die Leitfähigkeit auf.

*Gefördert von der DFG (FOR 557) und von der Deutschen Telekom AG.

DF 2.4 Fr 15:20 TU C130

Optical damage in Kristallen für die nichtlineare Optik — ●M. IMLAU¹, C. MERSCHJANN¹, K. BETZLER¹, P. HERTH² und TH. WOIKE² — ¹Fachbereich Physik, Universität Osnabrück, Barbarastraße 7, D-49069 Osnabrück — ²Institut für Mineralogie, Universität zu Köln

Wir haben lichtinduzierte Prozesse in periodisch gepoltem Lithiumniobat (PPLN), KNbO₃, LiB₃O₅ und KTiOPO₄ bei Beleuchtung mit intensivem Laserlicht - unterhalb der mechanischen Zerstörschwelle - untersucht. Diese Kristalle werden vorwiegend in der nichtlinearen Optik eingesetzt und sind durch eine hohe Transparenz über den sichtbaren Spektralbereich charakterisiert. Bei sehr hohen Lichtintensitäten lassen sich jedoch lichtinduzierte Änderungen des Brechwertes und des Absorptionskoeffizienten beobachten, die für Anwendungen in Lasersystemen stören und als *optical damage* bezeichnet werden. Wir zeigen die Ergebnisse unserer systematischen Untersuchungen zum *optical damage* bei Bestrahlung mit intensivem Puls- und Dauerstrichlicht ($\lambda = 1064$ nm und 532 nm) in den verschiedenen NLO-Kristallen. Hierzu zählen Untersuchungen der zeitaufgelösten lichtinduzierten Absorption, der Pulsholographie sowie ferroelektrische Untersuchungen. Die Rolle von kleinen Polaronen (Nb_{Li}⁴⁺ bzw. Nb_{Nb}⁴⁺) und OH⁻-Lochpolaronen wird in PPLN und in KNbO₃ diskutiert. In KTiOPO₄ finden wir, dass die Lichtbestrahlung zu einer Umverteilung von K⁺-Ionen führt und der Brechwert über den elektrooptischen Effekt verändert wird. Wir zeigen, wie in PPLN-Kristallen durch Reduktion der Effekt des *optical damage* beeinflusst werden kann. Gefördert durch die DFG (TFB 13-04).

DF 2.5 Fr 15:40 TU C130

Modifikation des Brechungsindex von Lithiumniobat-Kristallen mit Hilfe von Ionen-Durchschuss* — ●BIRK ANDREAS¹, KARSTEN BUSE¹, MATZ HAAKS², MOHAMMAD REZA ZAMANI MEYMIAN², KONRAD PEITHMANN² und KARL MAIER² — ¹Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstrasse 8, 53115 Bonn — ²Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn, Nussallee 14-16, 53115 Bonn

Lithiumniobat-Kristalle (LiNbO₃) werden am Bonner Zyklotron mit 40 MeV ³He⁺⁺-Ionen durchstrahlt. Im Gegensatz zur Ionenimplantation, bei der Ionen mit Energien von einigen MeV schon nach wenigen μ m im Material deponiert werden, ist es so möglich, den Brechungsindex von 0.5 mm dicken LiNbO₃-Kristallen auf der kompletten durchstrahlten Strecke zu verändern. Brechungsindexänderungen von etwa 1×10^{-3} werden erreicht. LiNbO₃-Kristalle sind doppelbrechend: Es zeigt sich, dass sich der ordentliche Brechungsindex durch die Bestrahlung verringert, während sich der außerordentliche Brechungsindex erhöht. Beide Änderungen lassen sich durch Temperatur-Behandlungen bei 400 °C wieder abbauen. Die vorgestellte Methode ist für die Strukturierung von LiNbO₃-Kristallen für Anwendungen in der integrierten Optik und der nichtlinearen Optik von Interesse. Erste 6 mm lange Lichtleiter wurden bereits mit dieser Methode in Kristallplättchen hergestellt.

*Gefördert von der DFG (FOR557) und von der Deutschen Telekom AG.

DF 2.6 Fr 16:30 TU C130

Parametrische Streuprozesse in Natriumnitrosylprussiat — ●S. HAUSFELD¹, M. IMLAU¹, M. FALLY², D. SCHANIEL³ und TH. WOIKE³ — ¹Fachbereich Physik, Universität Osnabrück, Barbarastraße 7, D-49069 Osnabrück — ²Institut für Experimentalphysik, Universität Wien — ³Institut für Mineralogie, Universität zu Köln

In zentrosymmetrischen Na₂[Fe(CN)₅NO]·2H₂O-Einkristallen (NaNP) ist mit der lichtinduzierten Erzeugung metastabiler Molekülzustände eine Brechwertänderung von bis zu $1 \cdot 10^{-2}$ ($\lambda = 514$ nm, T = 100 K) verbunden. Diese ausgeprägte Brechwertänderung ist die Ursache verschiedener photorefraktiver Phänomene, wie die Entstehung der isotropen und anisotropen Lichtstreuung. Obwohl vergleichbare Streuprozesse in elektrooptischen, photorefraktiven Kristallen erklärt werden können, ist die Entstehung der lichtinduzierten Streuung in NaNP weitestgehend

unverstanden. Wir haben die Entstehung und die Eigenschaften der isotropen und anisotropen Streuung in NaNP systematisch studiert und die Ergebnisse den Untersuchungen zum Aufzeichnen elementarer holographischer Beugungsgitter gegenübergestellt. Dabei gelingt es zu zeigen, dass parametrische Streuprozesse für die Entstehung der anisotropen Lichtstreuung in NaNP verantwortlich sind. Weiter können auf der Basis einer Ewaldkonstruktion die Eigenschaften des anisotropen Streukegels modelliert und eine Methode zur Bestimmung der lichtinduzierten Doppelbrechung in NaNP abgeleitet werden. Wir stellen unsere experimentellen Befunde vor und diskutieren die Rolle der parametrischen Prozesse bei verschiedenen Streuphänomenen und der Zweistrahlholographie in NaNP. Gefördert durch die DFG (OS55/12-1 und GRK 695).

DF 2.7 Fr 16:50 TU C130

Der Einfluss der Mehrwellenmischung auf die optische Zerstörschwelle von LiB_3O_5 - Kristallen bei der Erzeugung von UV-Laserlicht — ●C. MERSCHJANN, S. TORBRÜGGE, K. BETZLER und M. IMLAU — Fachbereich Physik, Universität Osnabrück, Barbarastrasse 7, D-49069 Osnabrück

Lithiumtriborat-Kristalle (LiB_3O_5 , LBO) finden in der nichtlinearen Optik Anwendung. Die Kristalle sind in einem weiten Spektralbereich (0.16 μm - 2.6 μm) transparent und weisen eine hohe optische Zerstörschwelle auf. LBO wird häufig in Nd:YAG-Lasersystemen zur Erzeugung von intensivem grünen Laserlicht mittels Frequenzverdopplung ($\lambda = 1064 \text{ nm} \rightarrow \lambda = 532 \text{ nm}$) eingesetzt. Von steigendem Interesse ist der Einsatz von LBO-Kristallen als Frequenzmischer zur Erzeugung von intensivem ultraviolettem Laserlicht ($\lambda = 355 \text{ nm}$). Bei der Frequenzmischung entstehen jedoch optische Schädigungen sowohl im Kristallvolumen als auch an den Austrittsoberflächen, deren Ursache bislang ungeklärt ist. Wir haben daher den Einfluss der gleichzeitigen Bestrahlung mit Licht unterschiedlicher Wellenlängen ($\lambda = 1064 \text{ nm}$, 532 nm, 355 nm) auf die optischen Eigenschaften von LBO-Kristallen untersucht. Wir präsentieren zeitaufgelöste Messungen der lichtinduzierten Absorption nach Pulslichtbeleuchtung, sowie infrarotspektroskopische und elektrische Messungen. Die Ergebnisse werden in Bezug auf die Existenz von Störstellen, insbesondere von OH^- -Gruppen, diskutiert. Weiter werden mögliche Prozesse, die zur Entstehung der optisch induzierten Schädigungen führen, vorgeschlagen. Gefördert durch die DFG (TFB 13-04).

DF 2.8 Fr 17:10 TU C130

Random fields als Ursache der Initialstreuung in Strontium-Barium-Niobat — ●K. BASTWÖSTE¹, S. MÖLLER¹, M. IMLAU¹ und M. GOULKOV² — ¹Fachbereich Physik, Universität Osnabrück, Barbarastrasse 7, D-49069 Osnabrück — ²Institute of Physics, Kiev, Ukraine

Bei der holographischen Lichtstreuung ist bislang die Frage nach der Natur der initialen Streuzentren unbeantwortet. In Strontium-Barium-Niobat ($\text{Sr}_{0.61}\text{Ba}_{0.39}\text{Nb}_2\text{O}_6$, SBN) wird ein Zusammenhang zwischen der Initialstreuung und der polaren Struktur angenommen. Dabei führt die Existenz interner elektrischer Felder (*random fields*) über den elektrooptischen Effekt zu lokalen Störungen des Brechungsindex. Es wird angenommen, dass die Beugung eines Pumpstrahls an solchen optischen Inhomogenitäten den größten Beitrag zur initialen Lichtstreuung in SBN leistet. Wir zeigen, dass aus diesem Modell eine quadratische Abhängigkeit der Intensität des initial gestreuten Lichts von der Amplitude der Brechungsindexmodulation sowie vom elektrooptischen Koeffizienten folgt. Dies haben wir durch Messungen der räumlichen Streulichtverteilung von SBN:Ce experimentell bestätigen können. Es gelingt weiter die Größe der internen elektrischen Felder, die für die Ausbildung der polaren Struktur in SBN eine besondere Rolle spielen, abzuschätzen. Gefördert durch die DFG (Graduiertenkolleg 695).

DF 2.9 Fr 17:30 TU C130

Origin of dark holographic scattering patterns in photorefractive crystals — ●SIMON SCHWALENBERG and ECKHARD KRÄTZIG — Universität Osnabrück, Fachbereich Physik, Barbarastrasse 7, 49069 Osnabrück

Recently we have observed and reported dark parametric holographic scattering patterns (dark rings and lines) on a bright scattering background in photorefractive strontium-barium niobate (SBN) and barium-calcium titanate (BCT) crystals. In this talk, we explain the origin of these dark light patterns by applying the model for parametric four-wave mixing processes in photorefractive crystals. According to this model exponential gain factors are calculated for the scattering patterns and compared to the gain calculated for the corresponding scattering background. We interpret the dark scattering patterns as a result of counteracting energy transfer processes.

DF 2.10 Fr 17:50 TU C130

Lichtinduzierte Reduktion der Koerzitivfeldstärke in Lithiumniobatkristallen — ●M. C. WENGLER, B. FASSBENDER, U. HEINEMEYER und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn

Periodisch gepolte Lithiumniobatkristalle (PPLN) werden in der nichtlinearen Optik zur Frequenzkonversion genutzt, wobei die periodische Domänenstruktur eine Quasi-Phasenanpassung ermöglicht. Seit kurzem ist bekannt, dass die Koerzitivfeldstärke von Lithiumniobat durch Licht beeinflussbar ist. Dies eröffnet neue Möglichkeiten der Domänenstrukturierung zur Herstellung von PPLN. Beleuchtet man magnesiumdotierte Lithiumniobatkristalle mit ultraviolettem Licht, so kann eine Reduktion der Koerzitivfeldstärke um bis zu 50 % erzielt werden. Die Erniedrigung hängt vom Dotierungsgrad der Kristalle sowie der Beleuchtungsintensität und -wellenlänge ab; auch ein Temperatureinfluss konnte nachgewiesen werden. Experimente mit Licht der Wellenlängen 334 und 305 nm werden präsentiert. Das Ziel ist PPLN mittels periodischer Beleuchtung zu erzeugen, erste Ergebnisse sind vielversprechend und werden vorgestellt. * Gefördert von der DFG und von der Deutschen Telekom AG.

DF 2.11 Fr 18:10 TU C130

Mit Licht beeinflusste Nukleation und Dynamik ferroelektrischer Domänen in Lithiumniobat-Kristallen — ●U. HEINEMEYER, M. C. WENGLER und K. BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn, Germany

Zur effizienten Frequenzverdopplung und -mischung wird periodisch gepoltes Lithiumniobat (PPLN) eingesetzt. Eine neue Möglichkeit zur Erzeugung solcher Strukturen bietet die vor kurzem demonstrierte Reduktion der Koerzitivfeldstärke durch ultraviolettes (UV) Licht. Es ist bekannt, dass bei der Umpolung von Lithiumniobat in der Regel zunächst Domänenkeime auf der $-z$ -Seite des Kristalls entstehen, um danach durch das Material hindurchzuwachsen und Volumendomänen zu bilden. Wir untersuchen den Einfluss von UV-Licht ($\lambda = 334$ und 305 nm) auf die Nukleation und das Wachstum von Domänen in magnesiumdotierten Lithiumniobat-Kristallen. Das Licht verringert die zur Keimbildung benötigte elektrische Feldstärke und kann die bevorzugte Kristallseite für die Keimbildung ändern. Die Ergebnisse unsere Untersuchungen helfen, die Ursache für die lichtinduzierte Koerzitivfeldstärkenerniedrigung zu verstehen. * Gefördert von der DFG und von der Deutschen Telekom AG.

DF 3 FV-internes Symposium Polare Polymere und Ferroelektrete

Zeit: Samstag 08:30–12:00

Raum: TU C130

Hauptvortrag

DF 3.1 Sa 08:30 TU C130

Polymer ferroelectrics and ferroelectrets — ●REIMUND GERHARD-MULTHAUPT — Department of Physics, University of Potsdam, Am Neuen Palais 10, D-14469 Potsdam

The orientation of molecular dipoles in the polymer chains and their stabilisation within crystalline domains by means of structural features and/or electrical charges render several semicrystalline polymers ferroelectric. Recent research shed new light on copolymers of polyvinylidene

fluoride (PVDF), on odd-numbered polyamides and on polymeric relaxor ferroelectrics obtained through irradiation or copolymerisation. In addition, voided space-charge electret polymers have been shown to exhibit ferroelectric-like behavior and are thus often called "ferroelectrets" [1]. In this review, some recent developments will be reported and discussed with respect to fundamental mechanisms of ferroic behavior in polar or voided polymer electrets and to applications-relevant properties such as pyro- and piezoelectricity. It will be emphasized that polymer ferroelectrics and ferroelectrets usually contain at least two phases and are

thus closely related to the well-known ferroelectric oxide-polymer micro- or nanocomposites.

[1] S. Bauer, R. Gerhard-Multhaupt, G. M. Sessler, "Ferroelectrets: Soft Electroactive Foams for Transducers", *Physics Today* **57**(2), 37–43 (February 2004).

DF 3.2 Sa 09:10 TU C130

Charged polymer foams as piezoelectric transducer materials: Enhancement of piezoelectric properties by optimisation of the elastic properties, the internal charging and the stacking of ferroelectret films — ●MICHAEL WEGENER — Department of Physics, University of Potsdam, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam, Germany, mwegener@rz.uni-potsdam.de

Ferroelectrets are foams of electret polymers with an anisotropic cellular structure. In ferroelectrets, an internal void charging leads to charge layers of opposite polarity at opposite void surfaces. The charged voids represent large macroscopic dipoles which can be deformed by application of mechanical stresses or electric fields yielding a direct or inverse piezoelectric response of the polymer foam. During the last five years, the preparation, the structural modification and the electric charging of ferroelectrets have been investigated in detail. Here, several approaches to the optimisation of polymer-foam ferroelectrets are described and discussed, such as (i) the variation of elastic properties by structural modification with suitable inflation procedures, (ii) the optimised electric charging, taking into account the electric field threshold for micro-discharges within the voids, and (iii) the enhancement of the piezoelectric activity by stacking two or more foamed polymer-film ferroelectrets.

DF 3.3 Sa 09:30 TU C130

Three-dimensional mapping of polarization profiles in ferroelectric polymers with thermal pulses — ●AXEL MELLINGER¹, RAJEEV SINGH^{1,2}, MICHAEL WEGENER¹, WERNER WIRGES¹, REIMUND GERHARD-MULTHAUPT¹, and SIDNEY B. LANG³ — ¹Department of Physics, University of Potsdam, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam, Germany — ²Department of Electronics & Communication, University of Allahabad, Allahabad, (U.P.)-211002, India — ³Department of Chemical Engineering, Ben-Gurion University of the Negev, P.O.B. 653, 84105 Beer Sheva, Israel

The probing of polarization and space-charge depth profiles via thermal methods has been an area of ongoing research for nearly 30 years. Recent thermal-pulse measurements with state-of-the-art equipment have demonstrated that individual data points can be acquired on a timescale of seconds [1]. Using a focused laser beam as excitation source thus opens up the possibility of obtaining high-resolution, large-area three-dimensional polarization maps. This technique was tested on films of ferroelectric polyvinylidene fluoride poled with patterned electrodes, yielding a lateral resolution of 38 μm and a near-surface depth resolution of less than 0.5 μm . At larger depths, the lateral resolution is limited by fast thermal diffusion in the metal electrode rather than the laser spot size. Finite-element solutions of the heat-conduction equation show a transient temperature distribution differing significantly from the one-dimensional case, with potential impacts on the data-analysis procedure.

[1] A. Mellinger, R. Singh and R. Gerhard-Multhaupt, *Rev. Sci. Instr.* **76** (in press), 2005.

DF 3.4 Sa 10:20 TU C130

Charging and Switching of Ferroelectrets: How Much Can Ferroelectrets Behave Like Ferroelectrics? — ●REINHARD SCHWÖDIAUER, INGRID GRAZ, MARIO DANSACHMÜLLER, and SIEGFRIED BAUER — Johannes Kepler Universität, Altenbergerstr. 69, A-4040 Linz

Nonpolar porous charge electrets with internally charged surfaces can exhibit pronounced piezoelectricity and have been termed "Ferroelectrets". Their puzzling and unexpected features resemble those normally known from traditional ferroelectrics: Ferroelectrets are piezo- and pyroelectric, their polarization can be reversed by means of an external field and electrical as well as mechanical hysteresis loops were observed. Here we report about the very different charging and switching mechanism in ferroelectrets, both in simple model-systems and in less simple foam structures. We also want to address some of the specific peculiarities and pitfalls related to present ferroelectrets and their characterization. Interfacial charge injection at high electric fields and anelastic non-linearities, for instance, can be the cause for false ferroelectric-like hysteresis effects which do not reflect any polarization reversal. Our contribution is an attempt towards a more comprehensive picture of how much ferroelectrets behave like ferroelectrics.

DF 3.5 Sa 10:40 TU C130

Pyroelektrische Composites mit leitfähiger Matrix — ●SABINE KOPF and BERND PLOSS — FB Physikalische Technik, Fachhochschule Jena, Carl-Zeiss-Promenade 2, 07745 Jena

Composites aus ferroelektrischen Keramikpartikeln in einer Polymermatrix sind hochinteressante Materialien für pyroelektrische Sensoren, speziell wegen ihrer Prozesskompatibilität mit der Fertigung integrierter Schaltungen. Im Gegensatz zu homogenen Ferroelektrika können solche pyroelektrischen Composites auch so präpariert werden, daß die sonst störende piezoelektrische Aktivität vollständig kompensiert wird.

Die schlechte Anpassung zwischen der hohen Dielektrizitätszahl der Keramikpartikel und der substantiell kleineren Dielektrizitätszahl der Polymermatrix begrenzt allerdings den pyroelektrischen Koeffizienten dieser 0-3 Composites. Um die Auskopplung der pyroelektrischen Aktivität zu verbessern, wurde Polyurethan (PU) als Matrixmaterial mit Alkalihalogenen dotiert. Eine drastische Erhöhung des pyroelektrischen Koeffizienten wurde mit leitfähigem PU erreicht.

Untersucht wurden Dielektrizitätszahl und Gleichstromleitfähigkeit sowie der pyroelektrische Koeffizient von Composites mit Blei-Zirkonat/Titanat (PZT). Die empirischen Ergebnisse werden mit theoretischen Simulationen nach dem Maxwell-Wagner- und dem Bruggeman-Modell verglichen.

DF 3.6 Sa 11:00 TU C130

Time-domain electrostatic force spectroscopy (EFS) on Solid Electrolytes using an AFM — ●AHMET TASKIRAN, ANDRE SCHIRMEISEN, HARALD FUCHS, BERNHARD ROLING, SEVI MURUGAVEL, HARTMUT BRACHT, and FRANK NATRUP — Physikalisches Institut und CeNTech, University of Muenster, Wilhelm-Klemm-Str.10, 48149 Münster, Germany

Ion conducting solid materials are widely used as solid electrolytes in batteries, etc. An important prerequisite for further progress in this field is a better understanding of ion transport mechanisms on nanoscopic length scales. We are using an AFM for EFS to measure the ionic conductivity in nanoscale volumes of homogeneous and heterogeneous solid electrolytes. The AFM is operated in the non-contact mode under ultra-high-vacuum conditions. After a change of the tip voltage the relaxation of the electrostatic force between tip and sample is measured as a function of time. The measurements are carried out at different temperatures ranging from 200 K to 675 K and at different places on the sample. The relaxation times at different temperatures can be fitted with an Arrhenius function. From the Arrhenius plot we obtain the activation energy of the ion hopping processes in the sample. In our work we focus on nanostructured solid electrolytes, where dramatic changes in the ion conductivity are caused by incorporated nanocrystallites. We find that the activation energies for the ions in the nanocrystallites and in the glass regions are different, in agreement with macroscopic results. Our measurements show that EFS is capable of probing the ion dynamics and transport in nanoscopic subvolumes of the samples.

DF 3.7 Sa 11:20 TU C130

Stacks of piezoelectric cellular polypropylene films: Characterisation of audio and ultrasound transducer properties — ●MICHAEL WEGENER, STEFFEN BERGWELER, OLENA VORONINA, WERNER WIRGES, and REIMUND GERHARD-MULTHAUPT — Department of Physics, University of Potsdam, Am Neuen Palais 10, 14469-Potsdam, Germany

Transducer films of cellular polypropylene typically show high piezoelectric activity with piezoelectric coefficients of several hundred pC/N or pm/V. Their piezoelectric activity can be adjusted and enhanced by suitably modifying preparation, inflation and electric charging. However, a further enhancement of the piezoelectric activity is also possible by stacking two or more transducer films. Here, we describe the piezoelectric responses that are possible with a two-layer stack of cellular polypropylene films. Piezoelectric thickness-extension resonances as well as the emitted sound-pressure levels were measured as a function of frequency and electric field in order to determine the frequency spectrum of the piezoelectric activity and to evaluate the amplification that is possible with stacking. A significant decrease of the thickness-extension resonance of the clamped transducer film within the stack was found. However, at lower frequencies in the range between 1 and around 40 kHz, a doubling of the piezoelectric response was achieved, which makes such stacks attractive for transducers operating in the audible and lower ultrasonic frequency range.

DF 3.8 Sa 11:40 TU C130

Influence of the amorphous phase on piezoelectricity in polyamide 11 — •PETER FRUEBING, ALEXANDER KREMMER, and REIMUND GERHARD-MULTHAUPT — Department of Physics, University of Potsdam, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam

Odd-numbered polyamides can form ferroelectric domains, in which the polymer chains are aligned in parallel and all amide-group dipoles are oriented perpendicular to the chains and parallel to each other. The domain structure is thermally stable up to the melting region (170 °C) because the amide groups are linked by hydrogen bonds. However, the piezoelectric d_{33} coefficient of 4 pC/N that can be achieved on extruded polyamide-11 films after uniaxial stretching at room temperature and

electrical poling above the coercive field (75 MV/m) is relatively small. This is probably a consequence of the existence of a rigid amorphous phase where dipole orientation is sterically hindered. Furthermore, there are also relaxation contributions to the polarisation which may arise from a glass-forming amorphous phase.

Dielectric relaxation spectroscopy, dynamic mechanical analysis, differential scanning calorimetry and infrared spectroscopy are employed after various preparation steps (stretching, poling and annealing) in order to understand in particular the role of different amorphous phases for dipole orientation and dipole libration and thus possible restrictions for the piezoelectric response.

DF 4 Poster

Zeit: Samstag 08:30–16:30

Raum: Poster TU C

DF 4.1 Sa 08:30 Poster TU C

Numerical Study of the Fabrication Tolerance in Photonic Crystal Devices — •JAVAD ZARBAKHSH, FARNAZ GHODS ISFAHANI, and KURT HINGERL — Christian Doppler Labor fuer Oberflaechenoptische Methoden, Institut fuer Halbleiter und Festkoerperphysik, Universitaet Linz, A-4040 Linz, Austria

We studied the fabrication tolerance and design flexibility of conventional Photonic Crystals(PC) structures. In fact, theoretically how flexible the PCs could be regarding to change of periodicity and the size of the elements to retain the favorable band gap width. Adhering to some constraints the changes in the photonic band gap width is negligible and the confine modes do not penetrate the PCs. The results of Finite Difference Time Domain (FDTD) are in agreement with the results of plain wave expansion (PWE). This brings another degrees of freedom for designing of the photonic crystal nanodevices.

DF 4.2 Sa 08:30 Poster TU C

Photoconductivity measurements at the surface of titanium dioxide — •ROGER AMADE¹, SYLVIO INDRIS¹, PAUL HEITJANS¹, ANDREAS HAEGER², MINA FINGER², and DIETHARDT HESSE² — ¹Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Universität Hannover, 30167 Hannover, Germany. — ²Institut für Technische Chemie, Universität Hannover, 30167 Hannover, Germany.

The electrical photoconductivity σ_{ph} and conductivity σ at the surface of a TiO₂ single crystal (rutile) was studied in a range of temperatures between 300 K and 573 K and under different ambient gases (oxygen and nitrogen) by means of impedance spectroscopy. The long times required (many hours) to reach steady state photoconductivity suggests the presence of slowly emptying traps. A single exponential could be used to fit the rise curves. In the dark, surface adsorbed oxygen gas acts as a recombination center increasing the decay rate of the photoconductivity. At about 473 K a maximum is observed in the equilibrium photoconductivity and a minimum in the rate constants of the rise and decay.

DF 4.3 Sa 08:30 Poster TU C

Structure and latticedynamics in Bismuth Triborate, BiB₃O₆ — •W.-D. STEIN¹, A. COUSSON², and M. BRADEN¹ — ¹II. Physikalisches Institut, Universität zu Köln — ²Laboratoire Léon Brillouin, C.E.A./C.N.R.S., France

Bismuth Triborate, BiB₃O₆, is a particularly interesting material due to its outstanding non-linear optical properties [1,2], such as second harmonic generation and stimulated raman scattering. We are interested in the influence of the electron lone-pair on these effects, which is located at the bismuth-ion and was not included in the methods used to explain the measured features of optical nonlinearity [3]. We present a study of the structural properties with combined x-ray and neutron diffraction experiments at different temperatures. We find a temperature dependent shift of the bismuth ion with respect to the boron and oxygen ions which are not affected so much. This shift corresponds to a stronger localisation of this lone-pair. We also present our results of an inelastic neutron scattering experiment for determining the phonon dispersion curves. The effect of the lone-pair on the dispersion should be perceivable at the boundary of the Brillouin zone, so that a neutron experiment was necessary to study their contribution.

[1] H. Hellwig *et al.* Solid State Comm. **109**, 249 (1999)

[2] A. Kaminskii *et al.* Opt. Comm. **206**, 179 (2002)

[3] D. Xue *et al.* Solid State Comm. **114**, 21 (2000)

DF 4.4 Sa 08:30 Poster TU C

Theorie des Wärmeübertrags in einem UHV-Rasterthermometer — •DANIEL REDDIG, SVEND-AGE BIEHS, STEFAN PIEPER und MARTIN HOLTHAUS — Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Experimentelle Ergebnisse für den abstandsabhängigen Wärmestrom zwischen Sondenspitze und Probe eines UHV-Rasterthermometers zeigen immer noch große Unterschiede zur bisherigen Beschreibung durch die Theorie. Auf unserem Poster zeigen wir, wie man über eine Bornsche Näherung die Greensche Funktion für die Anordnung eines sehr kleinen dielektrischen Körpers über einer dielektrischen Platte hinreichend gut approximieren kann. Die dadurch gewonnene recht einfache Greensche Funktion wird dann benutzt, um den Wärmestrom zwischen dem kleinen Körper und der Platte zu bestimmen. Die mit dieser Modellrechnung gewonnenen Ergebnisse liefern eine gute Beschreibung der abstandsabhängigkeit des Wärmestroms in einem UHV-Rasterthermometer.

DF 4.5 Sa 08:30 Poster TU C

Wärmeabstrahlung einer Kugel — •STEFAN PIEPER, SVEND-AGE BIEHS, DANIEL REDDIG und MARTIN HOLTHAUS — Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Die Berechnung der Strahlungswärmeverluste kleiner dielektrischer Körper hat im Rahmen der UHV-Rasterthermometrie zunehmend an Bedeutung gewonnen. Auf unserem Poster wird gezeigt, wie Greensche Funktionen in sphärischer Geometrie berechnet und mit ihnen die Wärmeabstrahlung einer Kugel ins Vakuum numerisch exakt bestimmt werden kann. Untersucht werden die Material- und abstandsabhängigkeiten des Wärmestroms sowie der Einfluß des Kugelradius' auf die Modenstruktur.

DF 4.6 Sa 08:30 Poster TU C

Das fluktuierende Nahfeld einer dielektrischen Platte — •SVEND-AGE BIEHS, STEFAN PIEPER, DANIEL REDDIG und MARTIN HOLTHAUS — Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Die Anwendung der Rytov'schen fluktuierenden Elektrodynamik auf einen unendlich ausgedehnten Halbraum mit einer gegebenen Permittivität, der an das Vakuum angrenzt, gibt das bekannte Kirchhoff-Plancksche Strahlungsgesetz und damit für den Fall des Schwarzen Strahlers das Stefan-Boltzmann-Gesetz zurück. Ein Vorteil der Rytov'sche Formulierung besteht darin, dass zusätzlich der Einfluss der evaneszenten Moden auf die Energiedichte im Nahfeld des dielektrischen Körpers untersucht werden kann. Betrachtet man endlich ausgedehnte Körper, findet man eine Modifikation des Kirchhoffschen Strahlungsgesetzes und der Energiedichte im Nahfeld des Körpers in Abhängigkeit von seiner Größe. Dieser Endlichkeitseffekt wird für den Fall einer dielektrischen Platte diskutiert.

DF 4.7 Sa 08:30 Poster TU C

All-electron and pseudopotential calculations for PZT — •IGOR CHAPLYGIN, SIBYLLE GEMMING, and GOTTHARD SEIFERT — Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, TU Dresden, D-01062 Dresden

Perovskites of the PbZr_(1-x)Ti_xO₃ (PZT) type are the most important ferroelectric materials. The main aim of the current study, carried out in the framework of the DFG project "Ferroic functional el-

ements: physical basics and concepts", was the comparison of the results obtained using a pseudopotential code (ABINIT) with those of precise full-electron calculations. The latter were obtained using the FPLO (full-potential local-orbital) calculation scheme. Both schemes are based on density functional theory in local-density approximation. The structural and electronic ground state properties of PZT were studied for $x=0.00, 0.25, 0.50, 0.75$, and 1.00 . Several types of the atomic pseudopotentials were tested. We found that the Teter extended norm-conserving pseudopotential gives most reliable results for all compositions, the lattice constant being slightly underestimated compared with that given by FPLO. The pseudopotential code was used for the optimization of the crystal structure. The resulting ground state crystal structures are in good agreement with experiment and other theoretical calculations.

DF 4.8 Sa 08:30 Poster TU C

Messung und Modellanpassung nichtlinearer Eigenschaften einer Metall-Ferroelektrikum-Silizium Struktur — ●M. DIESTELHORST¹, K. BARZ¹, H. BEIGE¹, B. MEREU² und M. ALEXE² — ¹Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Physik Friedeman-Bach-Platz 6, Halle, 06108 — ²Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Weinberg 2, Halle, 06120

Untersuchungen an Metall-Ferroelektrikum-Silizium (MFS) Strukturen sollen die Anwendbarkeit eines Modells überprüfen, welches aus der allgemeinen Theorie des MOS-Kondensators abgeleitet wurde. Die untersuchte Probe besteht aus einer 300nm dicken ferroelektrischen Schicht ($\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$), aufgebracht auf der SiO_2 -Schicht eines p-Si-Waivers. Wird die Probe als nichtlineare Kapazität eines seriellen Schwingkreises verwendet, zeigt sich eine Amplituden-Frequenz-Charakteristik, deren Verlauf mit bestehenden Modellrechnungen verglichen werden soll. Dazu wurden Netzwerkanalysen des Schwingkreises und Kapazitäts-Spannungsmessungen der Probe durchgeführt und ausgewertet.

DF 4.9 Sa 08:30 Poster TU C

X-ray induced polarisation degeneration in ferroelectric thin films — ●A. SOLBACH¹, J.L. CAO¹, U. BÖTTGER², U. ELLERKMANN², P. GERBER², P.J. SCHORN², R. WASER² und U. KLEMRADT¹ — ¹II. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen, Germany — ²Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik 2, RWTH Aachen, Germany

X-rays are an important tool for sample characterisation and the influence of x-rays is in general negligible. However, in conjunction with ferroelectric thin films and in-situ studies of electrical properties this assumption has to be reconsidered.

The influence of 11 keV x-rays on the electrical properties of ferroelectric $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ (PZT) thin film capacitors has been studied using synchrotron radiation from HASYLAB bending magnet beamline E2. The 220 nm thick films were deposited by chemical solution deposition on a Pt/TiO₂/SiO₂/Si substrate. The Pt top electrode was 70 nm thick.

The capacitors ($370 \mu\text{m} \times 370 \mu\text{m}$) have been irradiated at grazing incidence ($\alpha_i = 0.7^\circ$) with various doses up to 1200 kGy at $\approx 54 \text{ kGy/h}$. The x-ray dose does have an influence on the electrical properties, depending on the polarisation state during irradiation. The remanent polarisation and the coercitive voltage are decreased by 40% and the effect of imprint is enhanced. Subsequent continuous switching was able to recover 75% of the remanent polarisation as compared to unirradiated samples.

DF 4.10 Sa 08:30 Poster TU C

Effects of the fabrication process and thermal treatment on $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ thin films — ●JIANG-LI CAO¹, A. SOLBACH¹, T. WEIRICH², J. MAYER², U. BÖTTGER³, P.J. SCHORN³, P. GERBER³, R. WASER³, and U. KLEMRADT¹ — ¹II. B Physikalisches Institut, RWTH Aachen — ²Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie, RWTH Aachen — ³Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik 2, RWTH Aachen

The effects of the fabrication process and annealing treatment on the structure of $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_3$ (PZT) thin films prepared by chemical solution deposition on Pt/Ti oxide electrodes were investigated. By using atomic force microscopy (AFM) and transmission electron microscopy (TEM), the microstructures of the samples were examined. The density, surface and interface roughness as well as the thickness of each layer were determined using x-ray specular reflectivity. The structure of the PZT thin films was found to be influenced by the thermal history to a great extent. The Pt surfaces become roughening after the annealing treatment. A density decrease of the Pt bottom and top electrodes upon annealing was observed. The x-ray reflectivity and TEM observations revealed a sublayer structure of the PZT ceramic induced by the differ-

ent annealing treatment. Based on the results obtained, the influences of the thermal-induced structure changes on the electrical properties were examined.

DF 4.11 Sa 08:30 Poster TU C

Structural and electrical characterization of multiferroic BiFeO_3 thin films — ●CLAUS-HENNING SOLTERBECK, MOHAMED BOUAZZA, SERGUEI IAKOVLEV, and MOHAMMED ES-SOUNI — Institute for Materials and Surface Technology, University of Applied Sciences, Kiel

Pure and Gd-doped polycrystalline BiFeO_3 thin films were fabricated by chemical solution deposition. The microstructural characterization was performed by X-ray diffractometry, electron microscopy, and atomic force microscopy. The films show a preferred out-of-plane orientation of (100) (pseudocubic). Annealing in oxygen instead of air leads to smaller roughness and grain size.

Emphasis was put on the electrical properties, which were characterized by measurements of the polarization, leakage current, and impedance as well as the piezoelectric coefficient. The films have a relatively weak ferroelectric polarization, $2P_r$, of approximately $1 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ and a low frequency dispersion of the dielectric constant. The resistance depends drastically on the atmosphere during crystallization with an increase by two orders of magnitude when annealing in oxygen. The piezoelectric coefficient d_{33} of samples annealed in oxygen has a value of $12 \text{ pm}/\text{V}$.

Preliminary magnetic measurements are reported, too. BiFeO_3 has a small magnetic hysteresis with a coercitivity of 230 G.

DF 4.12 Sa 08:30 Poster TU C

Ionic Motion in Ion Beam Sputtered Thin Film Glasses — ●FRANK BERKEMEIER and GUIDO SCHMITZ — Institut für Materialphysik, Wilhelm-Klemm-Str. 10, 48149 Münster, Westfälische-Wilhelms-Universität Münster

Ion-conducting, amorphous thin films of a thickness between 50 nm and $1 \mu\text{m}$ are prepared using the ion beam sputter technique. A sodium borate glass of the composition $0.20 \text{ Na}_2\text{O} \cdot 0.80 \text{ B}_2\text{O}_3$ serves as the target. The glass layers are deposited on a silicon substrate between two sputtered silver electrodes. Temperature-dependent electrical measurements on the glass films performed by impedance-spectroscopy and direct-current technique reveal a specific dc-conductivity of the films independent of their thickness but about one order of magnitude higher than the dc-conductivity of the target material. The activation enthalpies of the dc-conductivity are found to be about 20 kJ mol^{-1} less compared to that of the bulk material. Cross-section investigations obtained by TEM give inside in the surface reactions between the solid electrolyte and the silver electrode after the flow of an ionic current caused by impedance-spectroscopy or dc-measurements, respectively.

DF 4.13 Sa 08:30 Poster TU C

Optical detection of ferroelectric domain orientation on the sub-wavelength scale — ●THOMAS HÄRTLING and LUKAS ENG — Institut für Angewandte Photophysik, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden

Ferroelectric crystals are promising materials for applications in new information storage devices. These memories record information encoded in the direction of the remanent polarization of the material. Commercially available devices so far read and write information by addressing storage positions electrically. As optical methods of data transportation and processing advance, the challenge arises to read and write information in such devices optically allowing for higher working speed.

Here, we present a method which facilitates "optical reading" of the polarization state in a ferroelectric material. The process makes use of optical properties of noble metal clusters dispersed on the surface of a ferroelectric material and their dependence on the surrounding medium. The process is able to resolve domain dimensions below the diffraction limit.

DF 4.14 Sa 08:30 Poster TU C

Phase formation sequence during thin film solid-state reactions in the BaO-TiO_2 system — ●ANDRIY LOTNYK, ANDREAS GRAFF, STEPHAN SENZ, and DIETRICH HESSE — Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, D-06120 Halle, Germany

A BaCO_3 target is e-beam evaporated in a high vacuum system with an oxygen background pressure of $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$. The single crystal TiO_2 rutile substrate is heated between 300°C and 900°C . Reaction products are investigated by XRD and analytical TEM (EELS). A deposition at 500°C followed by solid-solid reaction at 600°C for 30 min produced the

metastable intermediate Ba_2TiO_4 phase without any evidence of BaTiO_3 formation. It may be explained by Ti diffusion into the BaO thin film. The epitaxial relationship of the Ba_2TiO_4 (B2T) to the (110) rutile surface (T) is $(110)_{\text{B2T}} \parallel (110)_T$ and $[001]_{\text{B2T}} \parallel [001]_T$. The Ba_2TiO_4 phase is completely decomposed after two weeks of storage in air by reaction with H_2O and CO_2 . A gas-solid and solid-solid reaction at 700°C and 800°C leads to the formation of BaTiO_3 and Ba_2TiO_4 . The orientation relationship of the Ba_2TiO_4 changes compared to the 600°C solid-solid reaction.

A gas-solid reaction at 900°C resulted in large pores between the substrate and the thin film. The film was converted almost completely to a Ti-rich phase covered by the remaining BaTiO_3 . The Ti-rich phase was identified by pole figure analyses as $\text{Ba}_4\text{Ti}_{12}\text{O}_{27}$.

DF 4.15 Sa 08:30 Poster TU C

Dielectric Spectroscopy of Glass Behaviour in Mixed Betaine Phosphate/Betaine Phosphite Crystals — ●JURAS BANYS¹, GEORG VOELKEL², CAROLA KLIMM², and JAN MACUTKEVIC¹ — ¹Faculty of Physics, Vilnius University, Sauletekio 9, Vilnius 10222, Lithuania — ²Fakultaet fuer Physik, Universitaet Leipzig, Linnestr 5, Leipzig D - 04103, Germany

The complex permittivity of mixed protonated and deuterated crystals BPx/BPI1-x (with $x = 0.15$ to 0.5) has been studied in a wide frequency range (20Hz-1MHz). The distribution of relaxation times have been obtained directly from dielectric spectra. The parameters of the double-well potentials of the hydrogen bonds, the local polarization distribution function and the glass order parameter have been extracted from the distribution of relaxation times. An unusual result is that in contradiction to usual proton glasses the average of asymmetry A_0 of the local potentials of the hydrogen bonds is nonzero, and does disappear only at low temperatures. The nonzero average of the local polarization asymmetry can be interpreted as result of a finite average cluster polarization which is averaged out at macroscopic scale. The cluster nature is unknown up to now. The new interesting result from dielectric spectroscopy is the vanishing of this cluster polarization at low temperatures. One could suspect that this disappearance of the cluster polarization is related with the real glass transition into the low-temperature nonergodic glass phase. One can conclude that the glassy behavior of the quasi-one dimensional protonated and deuterated mixed crystals BPx/BPI1-x is qualitatively different from that one in KDP-type orientational glasses.

DF 4.16 Sa 08:30 Poster TU C

Investigation of Slow Li Diffusion in Amorphous Lithium Niobate by Multiple Time Spin-Alignment Echo NMR Spectroscopy — ●MARTIN WILKENING and PAUL HEITJANS — Universität Hannover, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie

Recently, three-dimensional Li diffusion in amorphous LiNbO_3 was investigated by temperature ($140\text{ K} \leq T \leq 450\text{ K}$) and frequency ($23\text{ MHz} \leq \omega_0/2\pi \leq 78\text{ MHz}$) dependent spin-lattice relaxation NMR [1]. Measurements of the spin-lattice relaxation rate T_1^{-1} had to be restricted to below 450 K in order to avoid crystallization of the sample. Thus, only the low-temperature flank of the diffusion induced peak of T_1^{-1} was experimentally accessible yielding information about short-range Li diffusion. Long-range diffusion parameters below 450 K , however, can be probed, e.g., by multiple time stimulated-echo NMR spectroscopy, being sensitive to slow Li dynamics. Jump rates extracted from spin-alignment echo decays exhibit Arrhenius behaviour between 293 K and 413 K with an activation energy of $0.41(1)\text{ eV}$. This value is in good agreement with the activation energy of the not accessible high-temperature flank of the relaxation peak $T_1^{-1}(1/T)$. The latter one was predicted to be about 0.4 eV [1] taking into account the frequency dependence of the diffusion induced spin-lattice relaxation rates on the low- T flank.

[1] M. Wilkening, D. Bork, S. Indris, and P. Heitjans, Phys. Chem. Chem. Phys. 4, 3246 (2002).

DF 4.17 Sa 08:30 Poster TU C

Mixed Alkali Effect in (Li, Na) Niobium Silicate Glasses – Probing Cation Dynamics by Impedance Spectroscopy and by Solid-Echo and Multiple-Time Spin-Alignment Echo ⁷Li NMR Spectroscopy — ●MUAYAD MASOUD¹, MARTIN WILKENING¹, RUDOLF WINTER², and PAUL HEITJANS¹ — ¹Universität Hannover, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Callinstraße 3-3a, 30167 Hannover, Germany — ²University of Wales, Institute of Mathematical and Physical Sciences, Ceredigion SY23 3BZ, Wales, UK

Glasses with the composition $\frac{1}{3}[x\text{Li}_2\text{O}, (1-x)\text{Na}_2\text{O}]:\frac{1}{3}\text{Nb}_2\text{O}_5:\frac{1}{3}\text{SiO}_2$ ($0 \leq x \leq 1$) were prepared by conventional quenching of the corresponding molten oxides. Conductivities σ_{dc} probed by impedance spectroscopy exhibit a typical minimum at $x \approx 0.4$ whereas the corresponding activation energies ($0.61(1)\text{ eV} \leq E_{\text{dc}}^{\text{act}} \leq 0.91(1)\text{ eV}$) show a maximum at this composition (mixed alkali effect). In contrast to the σ_{dc} measurements detecting the overall cation diffusion, with multi-pulse NMR techniques the Li and Na diffusion can be studied separately from each other. For instance, solid-echo ⁷Li NMR line narrowing showed an enhancement of Li diffusivity with both increasing temperature and Li content x . Consistently, lithium jump rates τ_{echo}^{-1} , directly probed by recording two-time correlation functions via spin-alignment echoes, decrease exponentially with the introduction of Na ions. The corresponding activation energies $E_{\text{A}}^{\text{echo}}$ increase with increasing Na content.

DF 4.18 Sa 08:30 Poster TU C

Strukturelle Phasenübergänge mit Protonenordnung in TiH_2PO_4 — ●IN-HWAN OH, STEFAN MATTAUCH und GERNOT HEGGER — Institut für Kristallographie der RWTH Aachen, 52056 Aachen

TiH_2PO_4 gehört zu den $\text{X}(\text{H},\text{D})_2\text{PO}_4$ -Verbindungen der KDP-Familie ($\text{X} = \text{K}, \text{Rb}, \text{Tl}, \text{Cs}$), die sich durch interessante ferroische Eigenschaften auszeichnen. Charakteristisch ist eine reiche Polymorphie mit vielen Phasenübergängen, die durch H/D-Ordnung in Wasserstoffbindungen hervorgerufen werden. Protonierte und deuterierte Verbindungen zeigen einen Isotopen-Effekt (T_C -Werte bzw. Polymorphismus unterschiedlich). Durch Neutronenbeugung an Einkristallen kann die H/D-Verteilung detailliert untersucht werden. Die Kristallstruktur der orthorhombischen Hochtemperaturphase von $\text{Ti}(\text{H},\text{D})_2\text{PO}_4$ (RG P 2/c 2₁/a 2₁/n) ist gekennzeichnet durch n(H,D)₂PO₄-Doppelschichten, die durch Wasserstoffbindungen verbrückt sind. Alle drei unterschiedlichen O-(H,D)-O Bindungen sind fehlgeordnet. Die (H,D)-Verteilung lässt sich entsprechend einem Doppelminimumpotential beschreiben. Die ferroelastische Phase von TiH_2PO_4 unterhalb von 350 K (RG P 1 2₁/a 1) zeigt eine partielle Protonenordnung mit einer asymmetrischen O-H...O-Bindung. Mit sinkender Temperatur verstärkt sich diese Asymmetrie und bei 230 K wird der Übergang zu einer antiferroelektrischen Struktur (RG P $\bar{1}$) erreicht, die eine komplette Protonenordnung aufweist.

DF 4.19 Sa 08:30 Poster TU C

Broadband Dielectric Spectroscopy of Water confined in MCM-41 Molecular Sieve Materials — ●BANYS JURAS¹, KINKA MARTYNAS¹, MESKAUSKAS AGNIUS¹, POEPL ANDREAS², VOELKEL GEORG², BOEHLMANN WINFRIED², UMAMAHESWARI VENKATESAN², and HARTMANN MARTIN³ — ¹Faculty of Physics, Vilnius University, Sauletekio 9, 2040 Vilnius, Lithuania — ²University of Leipzig, Faculty of Physics and Geoscience, Linnestr. 5, D-04103 Leipzig, Germany — ³Department of Chemistry, Chemical Technology, University of Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Str. 54, D-67663 Kaiserslautern, Germany

Dielectric properties of water adsorbed in pure siliceous and aluminum containing mesoporous MCM - 41 materials have been investigated in the frequency range 20 Hz to 1 MHz . The dielectric spectra revealed three dispersion regions, liquid like free water in the center of the mesopores, an intermediate water layer with reduced mobility, and an interfacial water layer at the inner surface of the mesopores. The latter displays features of the glassy state of a hydrogen-bonded system although the temperature dependence of the mean relaxation time follows the Arrhenius law. The analysis of the relaxation time distribution by means of a double well potential indicates a strong dependence of the water hydrogen bond strength in the interfacial layer on the framework aluminum concentration. Typical saddle point have been obtained for the relaxation time at higher temperatures.

DF 4.20 Sa 08:30 Poster TU C

Nanoindentierungen an SrTiO_3 Einkristallen zum Beginn der plastischen Deformation — ●ANDRE BELGER, BEATE BERGK und PETER PAUFLER — Institut für Strukturphysik der Fachrichtung Physik, TU Dresden, D-01062 Dresden, Germany

Mit einem Nanoindenter Hysitron TriboScope wurden mittels konischem Indenter (Öffnungswinkel 60°) mit sphärischer Spitze (Spitzenradius 400 nm) Eindruckversuche an $\{100\}$, $\{110\}$ - und $\{111\}$ -orientierten Oberflächen von einkristallinem SrTiO_3 (Lieferant: Crys Tec) bei Raumtemperatur durchgeführt. Die Kraft - Eindringtiefe - Kurven weisen nach anfänglicher reiner elastischer Verformung oberhalb von $500\ \mu\text{N}$

Tiefensprünge bei konstanter Kraft („pop-in“) auf die mit irreversibler Verformung verbunden waren. Nach der Entlastung zeigten sich an der Oberfläche der Einkristalle im Einklang mit der jeweiligen Oberflächensymmetrie scharfe Gleitbänder entlang von Geraden, die sich vom Eindruck ausgehend mit zunehmender Last in den Kristall ausbreiteten. Diese Oberflächensymmetrien können auf Gleitebenen des Typs {011} oder {100} zurückgeführt werden. Aus der Auftragung der „pop-in“-Tiefe Δh über dem Kontaktdruck p bei Beginn der plastischen Verformung konnte durch Extrapolation $\Delta h \Rightarrow 0$ ein kritischer Kontaktdruck von 22 GPa für (111)- und 20 GPa für (110)-Indentierung bestimmt werden. Der Anstieg $\delta(\Delta h)/\delta p$ ist für die Probe mit (111) Orientierung (2.62nm/GPa) etwa 40 % größer als für die (110) Probe (1.84nm/GPa). Die Entlastung nach dem „pop-in“ erfolgt entgegen der Erwartung nicht rein elastisch, sondern ist bei nachfolgender Belastung mit Energiedissipation verbunden. Dies deutet auf eine druckinduzierte Phasenumwandlung hin.

DF 4.21 Sa 08:30 Poster TU C

DIELECTRIC RELAXATION IN STRONTIUM TITANATE CONTAINING A- AND B- SUBSTITUTIONS — ●ANDREY SOTNIKOV^{1,2}, ELENA SMIRNOVA², WOLFGANG HÄSSLER¹, MANFRED WEIHNACHT¹, and VLADISLAV V. LEMANOV² — ¹Leibniz Institute for Solid State and Materials Research Dresden, Dresden, Germany — ²A.F.Ioffe Physical-Technical Institute, St. Petersburg, Russia

Over the many years a number of ferroelectrics and high permittivity systems closely related to ferroelectrics showing a strong dielectric relaxation, have been studied. Some of them were solid solutions based on Sr-

TiO₃ and KTaO₃ incipient ferroelectrics. In the present work, we studied systematically the effect of A-, B- and complex A- and B- simultaneous substitution in SrTiO₃ on dielectric relaxation processes. For this purpose ceramic samples of strontium titanate containing Pb(2+), Ba(2+), Zr(4+), and Pb(2+)Zr(4+) were prepared. Dielectric spectra were measured between 0.1 Hz and 1 MHz in a wide temperature range from 4.2 K to 400 K. A well-developed dielectric relaxation of different types (from simple Debye-type to relaxor-type with broad distribution of relaxation times) were observed. The main features and possible mechanisms of the relaxation are discussed.

DF 4.22 Sa 08:30 Poster TU C

Broadband dielectric spectroscopy of 0.4PZN-0.3PMN-0.3PSN ceramics — ●JURAS BANYS¹, JAN MACUTKEVIC¹, ALGIRDAS BRILINGAS¹, KARLIS BORMANIS², ANDRIS STERNBERG², and VISMANT ZAULS² — ¹Faculty of Physics, Vilnius University, Lithuania — ²Institute of Solid state Physics, University of Latvia, Latvia

Dielectric properties of 0.4PZN/0.3PSN/0.3PMN ceramics in the frequency range 20 Hz to 100 THz and temperature range 20 K to 500 K ranges are reported. At higher temperatures dielectric dispersion occurs in microwave and THz range. At low temperatures anomalous broadening of dielectric dispersion has been observed. Distribution of relaxation times has been calculated directly from dielectric spectra. Over the temperature of the maximum permittivity, the distribution of the relaxation times is symmetrically shaped. At lower temperatures, the distribution of relaxation times becomes asymmetrically shaped. On further cooling the second maximum appears.

DF 5 Dielektrische und ferroelektrische dünne Schichten und Nanostrukturen I

Zeit: Montag 10:00–13:00

Raum: TU TC6

Hauptvortrag

DF 5.1 Mo 10:00 TU TC6

Physics of Ultra-Thin Dielectrics — ●JAMES F. SCOTT — Symetrix Centre for Ferroics, Department of Earth Science, University of Cambridge, Cambridge CB2 3EQ, UK

A combined Cambridge-Belfast collaboration has prepared and characterized high-dielectric single crystals, emphasizing barium titanate, down to 35 nm thickness. Rather surprisingly these materials exhibit perfectly bulk characteristics, with sharp first-order phase transitions at the known bulk Curie temperatures and dielectric constants peaking over 25 000. This shows that previously reported effects of broadening or conversion to second-order thermodynamics in ceramic films are due to extrinsic causes, such as oxygen vacancy gradients. With these data as a clue, we have studied the broad phase transitions in equally thin fine-grained (40 nm) ceramic films of barium strontium titanate (BST) and find that if the samples are cooled to $T = 50$ K, the sharp bulk transitions are observed as reentrant upon warming; this shows clearly that transitions in such thin films are limited by sluggish kinetics and not by thermal equilibrium. Finally, we measure leakage currents up to $E = 1.4$ GV/m (5 x the highest previous values) and show that at high fields these are space charge limited and not variable range hopping.

DF 5.2 Mo 10:40 TU TC6

Structure of nanocrystalline BaTiO₃-films prepared at different temperatures. — ●KESAV REDDY¹, DIETER MERGEL¹, STEFAN REUTER¹, VOLKER BUCK¹ und MARTIN SULKOWSKI² — ¹AG Dünnschicht-Technologie, Universität Duisburg-Essen, 45117 Essen — ²Institut für Umwelt-Analytik, Universität Duisburg-Essen

BaTiO₃ films were prepared by rf magnetron sputtering at substrate temperatures between 450°C and 750°C and analyzed by means of XRD, optical transmittance and Raman spectroscopy.

The films prepared at 450°C exhibit a distinct close-range order but no higher-order XRD reflexes. The films prepared below or above 650°C grow preferentially in (100)- or (110)-direction, respectively. The position of the XRD-reflexes is closest to those of the hexagonal phase. Raman spectra exhibit peaks of both the hexagonal and cubic structure.

These results are discussed on the basis of a structural model of nanocrystallites comprising the stacking of close-packed planes (111 in the cubic structure) with a high degree of twinning.

DF 5.3 Mo 11:00 TU TC6

Flache und tiefe Störstellen in Perowskiten mit hoher Dielektrizitätskonstante: Ihr Einfluss auf das Leckstromverhalten — ●HERBERT SCHROEDER — IFF (IEM) und CNI, FZ Jülich, 52425 Jülich

Mischoxide mit Perowskit-Struktur (z.B.(Ba,Sr)TiO₃) mit hohen Dielektrizitätskonstanten sind Kandidaten als Ersatz für die immer dünner werdenden SiO₂- und SiN_x-Dielektrika in Speicherkondensatoren von DRAMs und als Gateoxide in MOSFETs, unter anderem wegen zu hoher Leckströme, die zu unerwünschten Ladungsverlusten führen. Leckströme, die auch in den Ersatzmaterialien zu Problemen führen können, sind in den Perowskiten noch wenig verstanden. Ein kürzlich vorgestelltes Modell, dass die sich sonst ausschließenden Mechanismen der Ladungsinjektion an den Elektroden (Interface limitiert) und des Ladungstransportes im Film (Bulk limitiert) miteinander verbindet, konnte experimentelle Daten in BST in Abhängigkeit vom angelegtem Feld, Temperatur und Filmstärke beschreiben. In diesem Beitrag werden Simulationsrechnungen für dieses Modell in Abhängigkeit von experimentell schwer zugänglichen Parametern wie der Defektkonzentration von Donatoren und Akzeptoren und ihrer Defektenergie in Bezug auf die Fermienergie des Systems (flache und tiefe Störstellen) präsentiert und die neuen Erkenntnisse mit experimentellen Daten verglichen.

DF 5.4 Mo 11:20 TU TC6

Characterization of laterally confined ferroelectric nanostructures — ANDREAS RÜDIGER¹, FRANK PETER¹, SVEN CLEMENS², KRISTOF SZOT¹, THEO SCHNELLER², STEPHAN TIEDKE³, RAINER WASER¹, ●ANDREAS RÜDIGER¹, FRANK PETER¹, SVEN CLEMENS², KRISTOF SZOT¹, THEO SCHNELLER², and STEPHAN TIEDKE³ — ¹center of nanoelectronic systems for information technology, FZ Jülich, 52425 Jülich — ²Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik II, RWTH Aachen, 52074 Aachen — ³Aixacct-Systems GmbH, Dennewartstr. 25-27, 52068 Aachen

Ferroelectricity is a cooperative phenomenon of coupled electric dipoles in a crystal lattice. For only a few nanometers lateral extension, Landau theory predicts the disappearance of macroscopic polarization. As we now experimentally approach this regime, quantitative measurements become imperative to determine the phase change behavior at this critical size. As it turns out, the ultimate limit of ferroelectricity is to a large extent governed by extrinsic effects such as lattice mismatch with the substrate, local stoichiometry, and surface contaminations. We discuss a new fabrication method, recent measurements and ways to make use of some side-effects. Direct electrical characterization and piezoelectric force microscopy of individual structures as well as a careful integration over numerous structures are presented.

DF 5.5 Mo 11:40 TU TC6

Leckströme in ferroelektrischen dünnen Filmen — ●HERBERT SCHROEDER — IFF (IEM) und eni, FZ Jülich, 52425 Jülich

Ferroelektrische dünne Filme sind die wichtigsten Bestandteile für neuartige nicht-flüchtige, hochintegrierbare Speicherelemente wie z.B. FeRAM (ferro-electric random access memory), FeFET (ferroelektrischer Feldeffekttransistor) und ReRAM (Resistive RAM). Für die ersten beiden Bauelemente sollte der Leckstrom bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten, für das ReRAM-Bauelement ist ein polarisationsabhängiger Leckstrom essentiell, der ein Schalten zwischen verschiedenen Strom-Spannungs-Kennlinien ermöglicht. Ein kürzlich für die Beschreibung von Leckströmen durch MIM-Dünnschicht-Kondensatoren entwickeltes Modell ist auf ferroelektrische dünne Filme zwischen Elektroden übertragen worden. Das Modell kombiniert die Injektion von elektronischen Ladungsträgern durch thermionische Emission an den Elektroden mit der Bandleitung der Ladungsträger im ferroelektrischen Film. Ergebnisse der numerischen Simulationen des Leckstroms für dieses Modells werden präsentiert. Neben der Variation von extrinsischen Parametern wie angelegte Spannung, Temperatur, Filmdicke, etc. wurden vor allem die experimentell nur schwierig zu kontrollierenden Eigenschaften der Interface (Barrierrhöhe, Interfaceschichten mit reduzierter Polarisierbarkeit, d.h. dead layer, verschiedene Defektkonzentrationen und -energien) systematisch untersucht. Die Ergebnisse zeigen generell einen von der ferroelektrischen Polarisation abhängigen Leckstrom und unter bestimmten Bedingungen das für ein ReRAM nutzbare Schalten.

DF 5.6 Mo 12:00 TU TC6

Structure of Plain and Stepped BaTiO₃ Surfaces — ●WALTER ALSHEIMER, SIBYLLE GEMMING und GOTTHARD SEIFERT — Institut für Elektrochemie und Physikalische Chemie, TU Dresden, D-01062 Dresden

In the framework of miniaturization of semiconductor devices ferroelectric compounds in the perovskite structure attract much interest. For example one of our aims is to deliver a density-functional based understanding of an organic field effect transistor on a ferroelectric template like BaTiO₃.

Because of the low computational costs of the density-functional based tight binding (DFTB) method allows one to study complex and large structures. Therefore in a first step we choosed this technique to perform calculations on the relaxation of plain and stepped surfaces with a slab model geometry. Trends for the interplanar spacings and the local coordination at the step edge are discussed for vicinal (10n) surfaces.

DF 6 Dielektrische und ferroelektrische dünne Schichten und Nanostrukturen II

Zeit: Montag 14:00–16:20

Raum: TU TC6

DF 6.1 Mo 14:00 TU TC6

Impact of the thermal annealing on Pb(Zr_{0.3}Ti_{0.7})O₃ thin film capacitors — ●JIANG-LI CAO¹, A. SOLBACH¹, T. WEIRICH², J. MAYER², U. BÖTTGER³, P.J. SCHORN³, P. GERBER³, R. WASER³, and U. KLEMRADT¹ — ¹IL B Physikalisches Institut, RWTH Aachen — ²Gemeinschaftslabor fuer Elektronenmikroskopie, RWTH Aachen — ³Institut fuer Werkstoffe der Elektrotechnik 2, RWTH Aachen

The understanding of the physics of low dimensional ferroelectrics and the related engineering is of crucial importance for the full commercialization of ferroelectric random access memories and is enlightening for other ferroelectric thin film applications. In the present study, the effects of different annealing treatment on the Pt/Pb(Zr_{0.3}Ti_{0.7})O₃(PZT)/Pt/Ti oxide/SiO₂/Si capacitors with PZT prepared by chemical solution deposition were investigated by using atomic force microscopy and x-ray specular and diffuse reflectivity. A density decrease of the Pt bottom and top electrodes upon annealing was observed from fitting the specular reflectivity and further confirmed by diffuse reflectivity. Measurements of the electrical properties of the capacitors revealed a 12 percent reduction of the remanent polarization induced by the thermal treatment. Based on the results obtained, the effects of the thermal annealing on the multilayered structure and in turn the electrical properties of the capacitors will be discussed in correlation with the polarization change.

DF 5.7 Mo 12:20 TU TC6

Collecting the nanoscale optical hysteresis in ferroelectrics — ●TOBIAS OTTO, FRANK SCHLAPHOF, HASSAN CHAIB, STEFAN GRAFSTRÖM, and LUKAS ENG — Institut für Angewandte Photophysik, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden

Ferroelectric switching is of clue interest for determining temporal and dynamic stability, but equally for the quantitative deduction of electronic and dielectric properties of ferroelectric domain structures. The methods reported so far, such as monitoring the switching current with macroscopic surface electrodes or collecting the nanoscale ferroelectric hysteresis by means of scanning probe techniques such as piezoresponse force microscopy (PFM), are all based on electrical or electro-mechanical effects.

In this paper we present for the first time nanoscale optical hysteresis measurements in barium titanate (BaTiO₃) single crystals using the electro-optical response [1] to monitor the polarization reversal. Nanoscale optical hysteresis loops obtained for several tip-sample separations are compared with nanoscale electrical switching recorded by PFM at the same surface spot. Finally, our experiments are discussed with respect to the effective electric field distribution under the probing tip as calculated by finite-element modelling [2].

[1] T. Otto et al., Appl. Phys. Lett. 84, 1168 (2004)

[2] T. Otto et al., Ferroelectrics 303, 149 (2004)

DF 5.8 Mo 12:40 TU TC6

TEM and HRTEM Study Perovskite Nanoparticles Prepared by High-Energy Ball Milling — ●LUU TIEN HUNG^{1,2}, DO HUNG MANH³, STEFFEN SCHULZE¹, VO VONG³, and MICHAEL HIETSCHOLD¹ — ¹Solid Surfaces Analysis Group, Institute of Physics, Chemnitz University of Technology, Germany — ²Department of Physics, Vinh University, Vinh, Vietnam — ³Institute of Materials Science, VAST, Hanoi, Vietnam

Nanocrystalline perovskite materials are of interest for applications like catalysis and magnetoelectronics. Using a milling technique perovskites of the type $AA'BB'O_3$ ($A = La, A' = Sr, B = Co, Mn, B' = Zn$) have been prepared from powder raw component oxides La_2O_3, Co_3O_4, \dots

XRD as well as TEM are applied for sample characterization. The material is found to consist of crystallites till to 5..15 nm size which show a strong tendency to cluster. Thermomagnetization measurements suggest that these clusters are the magnetic subunits responsible for magnetization domain formation.

DF 6.2 Mo 14:20 TU TC6

Impact of electrode interfaces on epitaxial Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃ thin film capacitors — ●REGINA DITTMANN¹, RAFAEL PLONKA², NIKOLAY PERTSEV³, and RAINER WASER¹ — ¹Institut für Festkörperforschung und Center of Nanoelectronic Systems for Information Technology, Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich — ²Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, RWTH Aachen University of Technology, 52056 Aachen — ³A. F. Ioffe Physico-Technical Institute, Russian Academy of Sciences, 194021 St. Petersburg, Russia

We observed significant influence of the top-electrode material on the permittivity of Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃ (BST) thin-film capacitors epitaxially grown by pulsed laser deposition. For film thicknesses in the order of 100nm, SrRuO₃\BST/SrRuO₃ thin-film capacitors exhibit a sharp paraelectric-to-ferroelectric phase transition at 350 K with a maximum permittivity of about 6660 [1]. This value is comparable to that of bulk ceramics and exceeds by several times the highest values reported for BST thin film capacitors. The phase transition temperature of SrRuO₃\BST/Pt samples with comparable thickness is 60 K lower and the maximum permittivity is about 3 times lower than those of samples with SrRuO₃ top electrode. For SrRuO₃\BST/SrRuO₃ samples, the transition temperature shifts to lower temperatures with decreasing film thickness, whereas the samples with Pt top electrodes exhibit an opposite trend. Experimental results are analyzed theoretically in the light of the depolarizing-field and strain effects on the transition temperature and permittivity.

[1] R. Dittmann et al. Appl. Phys. Lett. 83, 5011 (2003)

DF 6.3 Mo 14:40 TU TC6

Size effects in chromium doped PbTiO₃ nanopowders — ●EMRE ERDEM¹, ROLF BÖTTCHER¹, ANKE WELLER², H.-JÜRGEN GLÄSEL², EBERHARD HARTMANN², and JURAS BANYS³ — ¹Institute of Experimental Physics II, University of Leipzig, Linnestr. 5, D-04103, Leipzig Germany — ²Leibniz-Institute of Surface Modification, Permoserstr. 15, D-04318, Leipzig Germany — ³Radiophysics Department, Faculty of Physics, Vilnius University, LT-10222 Vilnius, Lithuania

Lead titanate (PbTiO₃) nanopowders with mean particle sizes down to 10 nm were prepared from a metal-organic precursor through combined polymerisation and pyrolysis (CPP). Further reduction in particle diameter was achieved by soft milling. In delineating the structural changes which occur in correlation with size effects and size driven phase transition in PbTiO₃, dielectric (1 GHz - 1 MHz) and multi-frequency (9.5, 34.0 and 94.5 GHz) EPR measurements were carried out on chromium doped micro- and nanopowders. The size-dependent multi-frequency EPR spectra are discussed, the spin Hamiltonian parameters are determined and correlated with structural investigations and dielectric measurements.

DF 6.4 Mo 15:00 TU TC6

Self-assembled SrZrO₃ nanostructures epitaxially grown on SrRuO₃ — ●REGINA DITTMANN, ENRIQUE VASCO, SILVIA KARTHÄUSER, JIAQING HE, CHUNLIN JIA, and RAINER WASER — Institut für Festkörperforschung and Center of Nanoelectronic Systems for Information Technology, Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich

We investigated the possibility to grow self-assembled nanostructures of Cr-doped SrZrO₃ (SZO), which is a promising candidate for resistive switching non-volatile memories, by pulsed laser deposition. AFM-measurements with a conducting tip allow to identify SZO during its first growth stages on basis of the difference between the electrical conductivities of SZO and the SrRuO₃ (SRO) template layer. We are able to fabricate strain-induced SZO nanodots on SRO films grown on vicinal SrTiO₃ in a step flow growth mode. In a second approach, we used a nanopatterned SRO ripple pattern as template, which is created by self-organization in a step-flow inhibited regime employing surface modified SrTiO₃ substrates [1]. In that case, we observe the formation of regular dielectric SZO nanowires separated by deep and narrow boundaries that extend up to the conductive buffer layer. The switching properties of SZO nanodots and nanowires are investigated by AFM with a conducting tip.

[1] E. Vasco et. al, accepted for publication in Advanced Materials

DF 6.5 Mo 15:20 TU TC6

Ti-doping of Pr silicate layers for high-k dielectrics applications — ●GRZEGORZ LUPINA¹, THOMAS SCHROEDER¹, JAREK DABROWSKI¹, DIETER SCHMEISSER², and HANS-JOACHIM MUESSIG¹ — ¹IHP, Im Technologiepark 25, D-15236 Frankfurt (Oder) — ²BTU Cottbus, PF 101344, D-03013 Cottbus

Near-term downscaling of the metal-oxide-semiconductor field-effect transistors (MOSFETs) requires the replacement of the SiO₂ gate oxide

with a material having a higher dielectric constant. Recent studies indicate that silicate materials are the most promising candidates; among them are Pr silicates. Applying a combination of x-ray photoelectron spectroscopy (XPS), electrical measurements (C-V), and ab initio calculations, we investigated the effect of thin Ti doping on the structural and electrical properties of the gate stacks composed of a Pr silicate film and a SiO₂-based interfacial buffer layer. Metallic Ti was deposited at room temperature after the formation of the Pr silicate dielectric. The resulting layered structures were annealed under ultra-high vacuum (UHV) at various temperatures between 70°C and 880°C. XPS indicates that the evaporated layer preserves its metallic character over the whole range of UHV annealing temperatures. Synchrotron radiation XPS at BESSY II shows that large amounts of Ti atoms incorporated into the Pr silicate remain metallic even after air exposure at room temperature. Annealing in nitrogen ambient at 300°C leads to the oxidation of these atoms so that a mixed Pr:Ti silicate is formed. We show that the so formed dielectrics exhibit an improved equivalent oxide thickness and a reduced density of interface states.

DF 6.6 Mo 15:40 TU TC6

High Performance PrTiO_{3-x} MIM Capacitors for RF Applications — ●CHRISTIAN WENGER, ROLAND SORGE, ANIL MANE, THOMAS SCHRÖDER, GUNTHER LIPPERT, and HANS-JOACHIM MÜSSIG — IHP Microelectronics, Im Technologiepark 25, 15236 Frankfurt (Oder)

Metal-insulator-metal (MIM) capacitors with amorphous PrTiO_{3-x} high-k dielectric films have been investigated. The MIM capacitors with 5 nm PrTiO_{3-x} show very high capacitance densities of 15 fF/mm². As well as the capacitance density and the voltage coefficient of capacitance (VCC) decreases with increasing dielectric thickness. Optimized MIM capacitors with 20 nm thickness provide high capacitance density and low VCC values within the thermal budget of back end processes.

DF 6.7 Mo 16:00 TU TC6

Modes in circular photonic crystal cavities and local density of states — ●JAVAD ZARBAKHS¹, JIRI CHALOUPKA², and KURT HINGERL¹ — ¹Christian Doppler Labor fuer Oberflaechenoptische Methoden, Institut fuer Halbleiter und Festkoerperphysik, Universitaet Linz, A-4040 Linz, Austria — ²Department of Solid State Physics, Institute of Condensed Matter Physics, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlarska 2, CZ-61137 Brno, Czech Republic

The penetration depth of light in the band gap is of the order of lattice constant of a photonic crystal, novel structures such as circular photonic crystals (CPC) confine light. By using the photonic local density of states (LDOS) components in a CPC, the eigenfrequencies of localized cavity modes can be efficiently found. Applying the Bloch-Floquet theorem in such a rotationally symmetric case leads to a decomposition of the Green's tensor. Decomposed LDOS shows sharp resonance peaks which correspond to cavity modes. We demonstrate that our method can be a valuable tool to design circular photonic crystal nanodevices.

DF 7 Gläser I (gemeinsam mit FV DY)

Zeit: Montag 10:00–13:00

Raum: TU A060

Hauptvortrag

DF 7.1 Mo 10:00 TU A060

Domain walls in Ising spin glasses — ●TIMO ASPELMEIER — Institut für Theoretische Physik, Universität Göttingen

Domain walls, i.e. the boundaries of energetically low-lying droplets of overturned spins, are at the heart of the droplet theory of spin glasses. They are, however, not limited to droplet theory and their effects can also be found in the rivalling replica field theory (RFT). In particular it is possible to calculate the domain wall exponent θ within RFT exactly. The result of this calculation differs markedly from droplet picture expectations. Numerical measurement of θ can therefore provide a new test to distinguish between the two theories.

DF 7.2 Mo 10:30 TU A060

Atomic Dynamics in Molecular Dynamics Simulations of Glassy CuTi Thin Films — ●SEBASTIAN VAUTH and S.G. MAYR — I. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen

We present results on atomic dynamics in metallic glass thin films below the glass transition temperature using molecular dynamics simula-

tions. Thin CuTi films of different compositions are prepared by quenching the liquid to an amorphous state. The atomic dynamics on the amorphous surface and inside the bulk of the samples are quantitatively compared by calculating diffusion constants and jump length distributions. We focus on the collective or single particle character of the diffusion mechanism in dependence of the atom type. In addition, single atom exemplifications are analyzed for the different kinds of atomic dynamics. We find that Cu surface atoms diffuse with a single atom jump dynamics, whereas inside the bulk collective behavior dominates for both species. Our investigations are extended to ion irradiation of the surface with an energy of some keV or less. This work is financially supported by the DFG Sonderforschungsbereich 602, TP B3.

DF 7.3 Mo 10:45 TU A060

Atomic structure and dynamics of alumina melt: A computer simulation study — ●SANDRO JAHN¹ and PAUL A. MADDEN² — ¹GeoForschungsZentrum Potsdam, Sektion 4.1, Telegrafenberg, 14473 Potsdam — ²PTCL, University of Oxford, South Parks Road, Oxford OX1 3QZ, UK

The construction of accurate and transferable interatomic potentials for oxides and silicates is still a challenging task. The problem is related to the complex electronic structure that is profoundly affected by the interactions of neighboring ions. Effective interactions represented by pair potentials subsume many-body effects in some average sense and may work for a restricted set of coordination environments. However, they do not transfer well to other phases with different coordination environment or mixtures. Here we use an advanced ionic potential that allows for ion polarization, compression and aspherical deformation, and that was optimized by fitting to properties obtained from first principles calculations to study the atomic structure and dynamics of alumina melt. We show that the model is able to reproduce a number of experimental results, such as the static structure factor $S(Q)$, the dynamic structure factor $S(Q, \omega)$ and the transport properties. Different cation coordination numbers lead to the splitting of the first peak of the Al-Al radial distribution function which might indicate the dynamic existence of high and low density regions in the melt. Extensions of the current model to multicomponent oxides and silicates will be discussed.

DF 7.4 Mo 11:00 TU A060

Beta-peak dynamics in the hard-sphere colloidal system — ●MATTHIAS SPERL — Duke University, Department of Physics, Box 90305, Durham, NC 27708, USA

The nearly-logarithmic decay of the correlation functions found recently in glass-forming *molecular* liquids is identified in the data for the mean-squared displacement of the *colloidal* hard-sphere system at the liquid-glass transition. The solutions of mode-coupling theory (MCT) fit the data well. An asymptotic expansion of the MCT equations of motion explains the nearly-logarithmic decay as a manifestation of the critical relaxation near a simple glass-transition singularity. The later phenomenon is therefore clearly different from the logarithmic decays at higher-order glass-transition singularities. A Cole-Cole formula can be derived rigorously for the nearly-logarithmic relaxation from the leading-order asymptotic expansion. The next-to-leading approximation describes the experimental data for three decades in time.

While previously only known for schematic models, the results identify a beta-peak phenomenon in a microscopic MCT calculation and clarify the origin of this feature of glassy dynamics.

DF 7.5 Mo 11:15 TU A060

Computer Simulations of liquid GeO₂ — ●MICHAEL HAWLITZKY, JÜRGEN HORNBACH, and KURT BINDER — Institut für Physik, Universität Mainz, Staudingerweg 7, D-55128 Mainz

We present molecular dynamics computer simulation results for liquid GeO₂ (at temperatures $6100\text{K} \geq T \geq 2530\text{K}$) and compare it with the appropriate results for the homologous substance SiO₂. This has been done by using classical MD (using a model pair potential developed by Oeffner and Elliott) as well as with the Car-Parrinello *ab initio* technique. We show that the structure and dynamics of GeO₂ exhibit similarities but also distinct differences compared to SiO₂.

In particular, we find that GeO₂ as well as SiO₂ displays a so-called fragile-to-strong transition, i.e. transport coefficients such as the diffusion constants show a change from a power-law behaviour as predicted by mode coupling theory (MCT) at high temperatures to an Arrhenius law at low temperatures. However, in GeO₂ the MCT regime is smaller and the activation energy within the Arrhenius law regime is, in agreement with experiment, smaller than SiO₂.

DF 7.6 Mo 11:30 TU A060

Intermediate range order and transport processes in viscous aluminium silicates: A computer simulation study — ●PATRICK PFLEIDERER, JÜRGEN HORNBACH, and KURT BINDER — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudinger Weg 7, D-55099 Mainz, Germany

Glassforming mixtures of SiO₂ with Al₂O₃ with different compositions are investigated by molecular dynamics (MD) computer simulations. These systems form tetrahedral network structures, i.e. both Al and Si are four-fold coordinated by oxygens. We show that these systems exhibit intermediate range order (IRO) that is reflected by prepeaks in partial static structure factors around 0.5 \AA^{-1} . The underlying structure is a microphase-separated system where Al-O-rich regions form a percolating network through the Si-O structure. We study how the latter IRO is reflected in dynamical quantities such as the Debye-Waller factor and wave-vector dependent relaxation times. In the temperature range under investigation, i.e. for $T > 2000 \text{ K}$, structural relaxation can be well described by mode coupling theory.

DF 7.7 Mo 11:45 TU A060

Structure and transport in amorphous alkali silicates: Computer simulation studies — ●JÜRGEN HORNBACH, HANS KNÖTH, and KURT BINDER — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudinger Weg 7, D-55099 Mainz, Germany

Mixtures of SiO₂ with an alkali oxide such as Na₂O, Li₂O or K₂O are ion-conducting materials for which the mobility of the alkali ions is much higher than that of silicon and oxygen atoms. We present molecular dynamics simulations for different alkali silicates with an alkali oxide content of about 33 mol%. In combination with inelastic neutron scattering [1] we show in the case of sodium disilicate the existence of a network of diffusion channels for the mobile sodium ions that are reflected by a pre-peak in the static structure factor around 0.9 \AA^{-1} . In systems with two alkali components (namely Li₂O and K₂O) the mixed alkali effect is seen which is most pronounced at low temperatures where the Si-O matrix is not in equilibrium anymore. We find the formation of two subnetworks of diffusion channels for each alkali component, and we discuss how aging effects in the Si-O matrix affect the diffusion of the alkali ions.

[1] A. Meyer, J. Horbach, W. Kob, F. Kargl, and H. Schober, Phys. Rev. Lett. **93**, 027801 (2004).

DF 7.8 Mo 12:00 TU A060

Is there a connection between microscopic particle arrangements and local heterogeneous dynamics in supercooled liquids? — ●HANS KÖNIG — Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Physik, D-55099 Mainz

A binary 2D glass former of superparamagnetic colloids is experimentally investigated. The particles are confined to a plane water-air interface of hanging droplet geometry due to gravity. The particle positions are time-dependently distinguished by video-microscopy. An external magnetic field perpendicular to the monolayer allowed tuning the repulsive dipole-interaction between the induced magnetic moments from outside. The system is described by an interaction parameter Γ , given by the magnetic potential divided by $k_B T$. Because of this ratio, Γ corresponds to an inverse system temperature.

The amorphous particle configurations are microscopically characterized by triangles of nearest neighbouring particles (TNNP). These triangles form the cages around each particle. Their stability is responsible for locally resolved heterogeneous dynamics and α -relaxations. The local packing is compared to the idealized local density optimized so-called elementary triangles (ET). Large deviations between TNNP and ET detect less densely packed regions in the monolayer. There, fast moving particles are expected. However, does local structure rules dynamics like mode coupling theory predicts?

DF 7.9 Mo 12:15 TU A060

Konnektivität von α - und β -Relaxation in Glasbildnern — ●ANDRE NOWACZYK^{1,2}, MANFRED WINTERLICH^{1,2}, GREGOR DIEZEMANN³, GERALD HINZE³ und ROLAND BÖHMER^{1,2} — ¹Experimentelle Physik III, Universität Dortmund, 44221 Dortmund, Germany — ²Interdisziplinäres Zentrum für magnetische Resonanz, Universität Dortmund, 44221 Dortmund, Germany — ³Institut für Physikalische Chemie, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Germany

Ungeordnete Materialien zeigen neben der strukturellen Relaxation meist auch einen sekundären Prozess vom Johari-Goldstein-Typ. In der Nähe des kalorimetrischen Glasüberganges sind die typischen Relaxationszeiten der beiden Prozesse um mehrere Größenordnungen getrennt. Deshalb liegt die Vermutung nahe, dass α - und langsame β -Relaxation unabhängige Prozesse darstellen. Um diese Vermutung zu testen, untersuchen wir unterkühlte Flüssigkeiten und ungeordnete Kristalle, die sich in der relativen Stärke ihrer β -Relaxation unterscheiden. Als Messmethode setzen wir die im ms...s-Bereich empfindliche stimulierte Echo-Spektroskopie in Kombination mit einem Spin-Gitter-Relaxationsfilter ein. Dies gestattet eine experimentell einstellbare Wichtung der langsamen Echozerfälle durch Relaxationsbeiträge im ms...ns-Bereich. Durch Vergleich der experimentellen Daten mit einem einfachen Modell diskutieren wir, inwieweit eine Selektion nach sekundären Eigenschaften das Erscheinungsbild der Primärrelaxation beeinflusst.

DF 7.10 Mo 12:30 TU A060

Low temperature dielectric properties of molecular glasses — ●CATALIN GAINARU¹, A. RIVERA¹, E.A. RÖSSLER¹, and G. ESKA² — ¹Physikalisches Institut Experimentalphysik II, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany — ²Physikalisches Institut Experimentalphysik V, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany

We present a systematic study of the dielectric response of simple molecular glass formers below the glass transition temperature T_g down to 4K. The investigations were carried out by applying the new Andeen Hagerling ultra-precision capacitance bridge (resolution $\tan \delta \sim 10^{-6}$, 50Hz - 20kHz). For systems showing no secondary relaxation peak ("type A") a nearly constant loss with an exponential temperature dependence prevails below T_g while for the other systems ("type B") the fluctuations are dominated by the β -process. Though the dynamics can be well distinguished between "type A" and "type B" systems down to 50 - 70 K, below the classification becomes meaningless: for all the investigated systems a crossover to another relaxation phenomena is found. For some systems the dynamics can be described by thermally activated transitions in asymmetric double well potentials. For others this model does not apply. Nevertheless, at temperatures below 10 K, an universal weak frequency dependence similar to the one for inorganic glasses is found for all the systems indicative of the tunneling regime.

DF 8 Gläser II (gemeinsam mit FV DY)

Zeit: Montag 14:00–17:45

Hauptvortrag

DF 8.1 Mo 14:00 TU A060

Neue Anwendungsmöglichkeiten nanopartikelhaltiger Gläser — •KLAUS-JÜRGEN BERG — Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FB Physik, Friedemann-Bach-Pl.6, D-06108 Halle

Der seit langem und allgemein bekannte Grund zum Einbau metallischer Nanopartikel in eine Glasmatrix ist die Erzeugung charakteristischer Farben. So führen z.B. sphärische Goldpartikel zu einem tiefroten Glas, dem im Kunsthandwerk häufig verwendeten Goldrubin. Technisch interessantere Anwendungen sind noch neu oder wurden erst in jüngster Zeit vorgeschlagen. Sie basieren auf nichtlinearen optischen Eigenschaften dieser Gläser, ihren anisotropen optischen Eigenschaften im Fall nichtsphärischer Metallpartikel und der Möglichkeit der Mikrostrukturierung von Eigenschaften unter Verwendung von Laserstrahlung oder Elektronenbestrahlung. Zur Mikrostrukturierung kann sowohl die Partikelbildung selbst als auch die gerichtete Deformation oder die Formrelaxation der Partikel ausgenutzt werden. Beispiele für den Einsatz der Effekte und Verfahren reichen von der lasergestützten Markierung, Beschriftung und Dekoration von Gläsern über die Herstellung farbiger Polarisatoren für den Einsatz in Flüssigkristall-Displays und Polarisatoren mit extrem hohem Kontrastverhältnis für den UV- und NIR-Spektralbereich bis zur Mikrooptik, Sensorik und optischen Datenspeicherung.

Alle erwähnten Beispiele lassen sich mit handelsüblichem Floatglas realisieren, in das nachträglich Nanopartikel aus Silber auf der Basis von Ionenaustauschprozessen eingebaut werden.

DF 8.2 Mo 14:30 TU A060

Berechnung der optischen Konstanten von Gläsern mit rotationsellipsoidförmigen metallischen Nanopartikeln — •F. REDMANN, K.-J. BERG und G. BERG — Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FB Physik, Friedemann-Bach-Platz 6, 06108 Halle

Größe, Form und Konzentration von metallischen Nanopartikeln in Gläsern lassen sich durch Vergleich experimentell ermittelter und theoretisch berechneter Extinktionsspektren bestimmen. Basis für die Berechnungen ist im Fall sphärischer Partikel die auf der klassischen Elektrodynamik aufbauende Mie-Theorie. Sie gilt für geringe Konzentrationen, unterliegt aber hinsichtlich der Partikelgröße keinen Beschränkungen.

Für Partikel, die klein gegen die Wellenlänge sind, folgt aus der Mie-Theorie die sogenannte Dipolnäherung, in der die Extinktion nur aus der Absorption besteht und die Lichtstreuung an den Partikeln vernachlässigt wird.

Im selben Näherungsgrad liefern Effektiv-Medien-Theorien, mit denen eine effektive Dielektrizitätsfunktion aus den Dielektrizitätsfunktionen von Glasmatrix und Nanopartikel berechnet werden kann, neben dem Absorptionskoeffizienten auch noch den Brechungsindex des partikelhaltigen Glases. Hinsichtlich der Partikelkonzentration gibt es hier keine Beschränkungen.

Der Weg zu analogen Formeln für den Fall rotationsellipsoidförmiger Partikel ist in der Literatur skizziert. Allerdings existieren bisher keine expliziten Formeln dafür und auch keine numerischen Ergebnisse für konkrete Fälle. Im Vortrag werden entsprechende analytische Ausdrücke hergeleitet und erste numerische Ergebnisse für Silberpartikel diskutiert.

DF 7.11 Mo 12:45 TU A060

Molecular reorientation dynamics of a supercooled molecular liquid, ionic liquid, and liquid crystal: a comparison — •ALEXANDER BRODIN, ALEXEI PUGACHEV, and ERNST RÖSSLER — LS Experimentalphysik II, Universität Bayreuth

We report on a comparative depolarized light scattering study of three rather different supercooled systems: glycerol (molecular liquid), LiCl:5H₂O (ionic liquid) and 5CB (nematic liquid crystal), at temperatures that cover the range from a deeply supercooled glassy state to a high temperature equilibrium liquid state, including the isotropic and supercooled nematic phases of 5CB. In molecular systems composed of anisotropic molecules, the main contribution to the depolarized light scattering comes from molecular reorientations - unrestricted and isotropic in the case of an isotropic liquid (glycerol, H₂O), and restricted about the director in the case of a liquid crystal (5CB). Despite the different nature of the studied systems, they all exhibit qualitatively similar spectra and temperature evolution thereof.

Raum: TU A060

DF 8.3 Mo 14:45 TU A060

Mikro- und Nanostrukturierung der optischen Eigenschaften von metallpartikelhaltigen Gläsern — •GERHARD SEIFERT, ALEXANDER PODLIPENSKY, AMIN ABDOLVAND und HEINRICH GRAENER — Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Physik, 06099 Halle(Saale)

Metallische Nanopartikel in Gläsern dominieren deren optische Eigenschaften im sichtbaren und angrenzenden Spektralbereichen durch die Plasmonenresonanz der Partikel. Neben einem seit vielen Jahren etablierten thermo-mechanischen Deformationsprozess zur Herstellung ellipsoidaler Partikel, verbunden mit entsprechendem optischen Dichroismus dieser Materialien, wurde vor kurzem auch die gezielte Deformation zunächst sphärischer Metallpartikel durch intensive, ultrakurze Laserimpulse entdeckt. Dieses Verfahren erlaubt eine Strukturierung der optischen Eigenschaften solcher Verbundmaterialien bis herab zu Strukturgrößen der beugungsbedingt gegebenen Grenze (etwa der halben Wellenlänge des eingesetzten Lichtes). In diesem Jahr wurde eine weitere Möglichkeit der Strukturierung solcher Verbundmaterialien (z.B. mit eingelagerten Silberpartikeln) gefunden, die es erlaubt, durch starke elektrische Gleichfelder und erhöhte Temperaturen die Nanopartikel vollständig aufzulösen und damit die Mikro- und Submikrometerstrukturen geeigneter Elektroden in Form transparenter Bereiche auf Proben aus den erwähnten nanostrukturierten Verbundmaterialien zu übertragen. In dem Beitrag werden die Grundlagen und mögliche Anwendungen dieser neuartigen Technologie zur Herstellung optischer und optoelektronischer Funktionselemente diskutiert.

DF 8.4 Mo 15:00 TU A060

Reaction-Diffusion in Glasses — •KNUD ZABROCKI and STEFFEN TRIMPER — Fachbereich Physik, Martin-Luther-Universität, Friedemann-Bach-Platz, 06108 Halle

The formalism of reaction-diffusion rate equations is applied to an experimental measured phenomenon of particle creation in glasses. The description of the kinetic growth is major task of our investigation. There are three partial processes, which are proceeding in parallel: (i) Reduction of silver ions to silver atoms; (ii) Nucleation of the silver atoms; (iii) Creation of silver particles. Most of the known theoretical models are using homogeneous distribution of the silver ions in the first step. In our case we take a possible mobility of the silver ions into account resulting in a system of partial differential equation instead of ordinary ones. Whereas an effective linear theory is solved exactly in form of Fourier series, the complete non-linear system of equations is performed numerically. After the implementation of the other two steps of the kinetics, first in sequential manner and then in a parallel one we find the spatial distribution of the silver particles as well as the size distribution of them which influence the macroscopic properties of the glass like the colour and the rigidity.

DF 8.5 Mo 15:15 TU A060

Violation of the Frequency Temperature Superposition — •OLIVER BALDUS and ERNST ROESSLER — Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Experimentalphysik II, 95440 Bayreuth

Meth-Tricresylphosphate (m-TCP) was studied in mixtures with different polystyrenes. By carrying out ^{31}P -NMR on m-TCP and 2D-NMR on polystyrene and using deuterated polystyrene we were able to investigate each component of the mixture independently. Two-phase spectra consisting out of a superposition of a solid state spectrum and a Lorentzian line were not only obtained for the small component (m-TCP) but also for deuterated polystyrenes of different chain length. That indicates that the dynamical distribution of reorientational jump times broadens in mixtures even for the large component in comparison to neat polystyrene. Therefore the frequency temperature superposition cannot be applied in those mixtures.

DF 8.6 Mo 15:30 TU A060

Röntgenbeugungsstudie zu Konzentrationsfluktuationen in ternären Metaphosphatgläsern — ●RAINER KRANOLD, GÜNTER WALTER und UWE HOPPE — Institut für Physik, Universität Rostock, D-18051 Rostock

Die strukturellen Effekte einer schrittweisen Substitution von K_2O für Na_2O , BaO für SrO und BaO für Na_2O in ternären Metaphosphatgläsern wurden mit Hilfe der Röntgenbeugung untersucht. Ein Maß für die in jedem Glas eingefrorenen Fluktuationen der Konzentration und/oder der topologischen Dichte ist durch den Grenzwert, $S(0)$, des totalen Strukturfaktors für den Streuwinkel Null gegeben. Die Abhängigkeit der experimentell bestimmten $S(0)$ -Werte von der Glaszusammensetzung wird diskutiert, indem diese mit der zu erwartenden Konzentrationsabhängigkeit von $S(0)$ für den Fall einer idealen bzw. einer regulären Mischung verglichen wird. Die experimentellen $S(0)$ -Werte der K-Na-Metaphosphatgläser lassen sich durch eine ideale Mischung von KPO_3 - und NaPO_3 -Einheiten erklären, während die $S(0)$ -Werte der Ba-Sr-Gläser offenbaren, dass eine Nachbarschaft von ungleichen Metaphosphateinheiten deutlich bevorzugt wird. Im Gegensatz dazu wird für das Ba-Na-System eine starke Tendenz zur Segregation in Cluster von NaPO_3 - und $\text{Ba}(\text{PO}_3)_2$ -Einheiten festgestellt. Bei Zugrundelegung des Modells der regulären Mischung ergibt sich eine kritische Temperatur von $T_c=340$ K, die beträchtlich unterhalb der Temperatur des Glasübergangs liegt. Die beobachteten Unterschiede im Mischungsverhalten verschiedener Metaphosphateinheiten werden auf verschiedenartige Bauprinzipien der Ordnung mittlerer Reichweite zurückgeführt.

DF 8.7 Mo 15:45 TU A060

Cathodoluminescence of Hydrogen-related Defects in SiO_2 Layers — ●ROUSHDEY SALH, ANDREAS VON CZARNOWSKI, and HANS-JOACHIM FITTING — Institute of Physics, University of Rostock, Universitätsplatz 3, D-18051 Rostock

Hydrogen related defects in anhydrous "dry", hydrated "wet" and hydrogen implanted amorphous silicon dioxide (a- SiO_2) layers are investigated using scanning electron microscopy (SEM) and cathodoluminescence (CL) techniques in a wave length range $\lambda=200$ -800 nm at specimen temperatures between room and liquid nitrogen temperature. Particular luminescent defect centers have been identified including the non-bridging oxygen hole center (NBOHC) associated with the red luminescence at 650 nm (1.9 eV), the oxygen deficient centers (ODC) with the blue (460 nm ; 2.7 eV) and the ultraviolet (295 nm ; 4.2 eV) bands and a yellow luminescence band at 580 nm (2.1 eV) associated with the self trapped exciton (STE) or a water state in the silicon dioxide network. The dose behavior of the red (R) luminescence in wet and dry oxide is quite different, decreasing in wet oxide from a high initial level and increasing in dry oxide from almost zero at room temperature. Additionally implanted hydrogen diminishes the red luminescence but increases the blue and the UV bands. Thus hydrogen passivates the NBOHC and keeps the ODC's in active emission state. A preliminary model of luminescence center transformation is based on radiolytic dissociation and re-association of mobile oxygen and hydrogen at the centers as well as formation of interstitial H_2 , O_2 , and H_2O molecules.

DF 8.8 Mo 16:30 TU A060

Mapping of Microwave-Induced Phonons by micro-Brillouin Spectroscopy: High Resolution Access To Acoustic Fields In Piezoelectric Materials — ●J.K. KRÜGER, J. MAINKA, L. LE BRIZOUAL, B. VINCENT, O. ELMAZRIA, L. BOUVOT, R. SANCTUARY, D. ROUXEL, and P. ALNOT — Laboratoire Européen de Recherche Universitaire : Saarland-Lorraine, Universität des Saarlandes, Bau 38, D-66041 Saarbrücken

Brillouin spectroscopy (BS) is a versatile technique to measure acoustic properties at hypersonic frequencies and has been proven to be capable to

detect thermally excited surface- and guided acoustic waves at microwave frequencies. BS on microwave induced phonons, generated at the surface of a piezoelectric crystal can be used to determine the hypersonic attenuation from the decay of the Stokes intensity of the BS. Only recently, BS was used for studying acoustic microscopy (BM). It turns out that this new technique is able to characterize the distribution of acoustic fields, generated by inter digital finger structures (IDT) at microwave frequencies in piezoelectric materials. The aim of this talk is to elucidate the efficiency of the electro-acoustic generation of hypersonic waves in thin piezoelectric films including their field properties and especially their spatial decay within the film plane.

DF 8.9 Mo 16:45 TU A060

Type A and type B glass formers: a ^2H NMR approach — ●SORIN A. LUSCEAC, M. VOGEL, C. KOPLIN, P. MEDICK, and E. A. RÖSSLER — Lehrstuhl Experimentalphysik II, Uni. Bayreuth, Universitätsstrasse 30, 95440 Bayreuth

Concerning the manifestation of the secondary relaxation process in molecular glasses, the classification of glass formers in two groups was introduced based on dielectric spectroscopy investigations; type B glass formers present a secondary relaxation process (β -process) while type A do not. Since then ^2H NMR studies became a complementary approach. New NMR results, including mean spin-lattice relaxation time measurements ($< T_1 >$) and solid-echo line shape analysis will be presented for the type B glass former m-fluoroaniline, which has a β -process with a significantly smaller dielectric strength than the previous studied systems. The findings will be compared with those in glycerol, toluene, polybutadiene. We will estimate the relaxation strength of the β -process from NMR data and try to rationalize the different temperature dependence of $< T_1 >$ for the various systems.

DF 8.10 Mo 17:00 TU A060

Temperature-volume scaling of small molecule organic glass formers — ●ANDREAS REISER, GERNOT KASPER, CHRISTIAN ENNS und SIEGFRIED HUNKLINGER — Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 227, 69120 Heidelberg

The use of pressure besides temperature as a further external variable allows a variety of approaches to the glass-formation phenomenon. We have investigated the prototypical small molecule organic glass formers meta-fluoroaniline, propylene carbonate and glycerol using dielectric spectroscopy and dilatometry under hydrostatic pressure up to 700 MPa. We show that the volume and temperature dependence of the α -relaxation of these glass formers can be described by a single scaling variable $\Gamma := 1/(TV^w)$ with a material dependent parameter w and density independent fragilities.

DF 8.11 Mo 17:15 TU A060

Pressure dependent ionic conductivity of sodium-rubidium borate glasses — ●ÁRPÁD W. IMRE¹, STEPHAN VOSS^{1,2}, IOANNIS KONIDAKIS³, FRANK BERKEMEIER¹, MALCOLM INGRAM³, and HELMUT MEHRER¹ — ¹Institut für Materialphysik, Universität Münster, Wilhelm-Klemm-Str.10, D-48149 Münster, Germany — ²now at: Infineon Technologies, München, Germany — ³Department of Chemistry, University of Aberdeen UK AB24 3UE

Measurements of the ionic conductivity as a function of pressure have been performed in a series of $0.3[X\text{Na}_2\text{O} \cdot (1-X)\text{Rb}_2\text{O}] \cdot 0.7\text{B}_2\text{O}_3$ mixed- and single-alkali borate glasses. The activation volumes of the electrical conductivity are obtained at 453 K. The following fingerprints of the mixed-alkali effect were observed earlier in these glasses: i) the glass-transition temperature has a minimum near $X = 0.2$, ii) the diffusivities of ^{22}Na and ^{86}Rb crossover near $X = 0.2$, iii) the ionic conductivity σ_{dc} shows a minimum with composition near $X = 0.4$, iv) the activation enthalpy of σ_{dc} times temperature has a maximum near $X = 0.4$. As an additional feature of the mixed-alkali effect a maximum in the activation volume was found close to $X = 0.4$. The activation volumes obtained in the case of single-alkali borate glasses compare well with the corresponding ionic volumes for Na and Rb, respectively. In the single-alkali glasses the activation volume shows a constant behavior as a function of alkali content.

DF 8.12 Mo 17:30 TU A060

Translational and reorientational dynamics in room temperature ionic liquids — ●ALBERTO RIVERA, ALEX BRODIN, and ERNST A. RÖSSLER — Experimentalphysik II, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany.

We present a study of the dynamics of molten salts, so called "room temperature ionic liquids", based on the 1-butyl-3-methylimidazolium cation with different anions, by means of dielectric spectroscopy and depolarized light scattering. Ionic liquids in general are easily supercooled, but the different anions determine the dynamics of the sample, changing the glass transition temperature (T_g) and eventually preventing supercooling. Two dynamic process can be accessed separately, the diffusion of ions and their reorientation. The electric spectra are dominated by the translational contribution, showing a typical ionic conductor behav-

ior, a dc-plateau in the conductivity and, equivalently, a relaxation in the electric modulus representation. We find that both the conductivity characteristic times and the dc conductivity increase with the anion size. Below T_g diffusion of ions is still observed at sufficiently long times. To probe orientational dynamics, depolarized light scattering experiments were performed in a sample with a symmetric anion (PF6-). The time constants obtained correlate well with conductivity ones, indicating a strong rotational/translational coupling at high temperatures.

DF 9 Phasenübergänge und Spektroskopie

Zeit: Dienstag 10:00–12:40

Raum: TU EMH225

Hauptvortrag

DF 9.1 Di 10:00 TU EMH225

Size effects in BaTiO nanopowders and of BaTiO₃ embedded in mesoporous materials — •DIETER MICHEL, ROLF BOETTCHER, EMRE ERDEM, GERT KLOTZSCHE, and WINFRIED BOEHLMANN — Leipzig University, Institute of Experimental Physics II, Linnéstrasse 5, 04103 Leipzig

Studies of size effects on ferroelectric properties of oxide perovskites have obtained a great impetus in recent years. EPR and NMR methods can sensitively probe small changes of the local symmetry at the particular crystal sites and, thus, are sensitive to subtle structural short-range changes in nanocrystallites. The main field of this research is the application of multi-frequency EPR to the perovskitic nanocrystallites doped by 3d ions and of quadrupole distorted NMR. Ultrafine powders are prepared through combined-solid state polymerization and pyrolysis (CPP) /1-3/. The CPP prepared oxide perovskite nanopowders were characterized by various methods (TGA, DSC, FT-Raman, XRD, SEM and EDX). Moreover, the behavior of BaTiO₃ embedded into mesoporous MCM 41 materials is studied. The lecture intends to give also a survey on recent studies in this field. References: /1/ R. Boettcher et al., 9th Cimtec-World Ceramics Congress, Ceramics: Getting into the 2000s, Part A (1999) 289-292. /2/ H. J. Glaesel et al., J. Mater. Sci. 34(1999)1-5. /3/ E. Erdem et al., J. Mater. Sci. 38 (2003) 3211-3217

DF 9.2 Di 10:40 TU EMH225

Lithium-Spin-Alignment-Echospektroskopie am Ionenleiter β -Spodumen — •CHRISTOPH RIER^{1,2} und ROLAND BÖHMER^{1,2} — ¹Experimentelle Physik III, Fachbereich Physik, Universität Dortmund — ²Interdisziplinäres Zentrum für magnetische Resonanz, IZMR, Universität Dortmund

Die Translationsdynamik des festen Alumosilikat-Ionenleiters β -Spodumen wurde mit Hilfe der stimulierten Lithium-Echospektroskopie, d.h. einem Kernresonanzverfahren untersucht [1], welches auf langsame Bewegungsprozesse empfindlich ist. In unserem Beitrag berichten wir über Versuche, rein quadrupolare Echospektren durch Variation von experimentellen Parametern wie beispielsweise den Pulslängen zu erhalten.

[1] F. Qi, C. Rier, R. Böhmer, W. Franke, P. Heitjans, Phys. Rev. B (eingereicht)

DF 9.3 Di 11:00 TU EMH225

Creep and relaxation dynamics of domain walls in periodically poled KTiOPO₄ — •WOLFGANG KLEEMANN¹, THOMAS BRAUN¹, JAN DEC^{1,2}, and PAMELA A. THOMAS³ — ¹Angewandte Physik, Universität Duisburg-Essen, 47048 Duisburg — ²Institute of Physics, University of Silesia, PL 40-480 Katowice, Poland — ³Department of Physics, University of Warwick, Warwick, England

Creep and relaxation of domain walls under *ac* electric fields in an ideal model system, periodically-poled single-crystal KTiOPO₄, occurs in different regimes, which are separated by dynamic phase transitions at frequencies $f_m(T) = f_{m0} \exp(-\Delta E/k_B T)$ with $f_{m0} = 3 \cdot 10^9$ Hz and $\Delta E = 0.6$ eV. Power law dispersion of the creep susceptibility, $\chi \propto 1 + (i\omega\tau)^{-\beta}$ with $\beta \approx 0.4$, and large non-linearity encountered at $f < f_m$, is contrasted with Cole-Cole-type relaxational dispersion, $\chi \propto (1 + [i\omega\tau]^{1-\alpha})^{-1}$ with $\alpha \approx 0.3$ at $f > f_m$.

DF 9.4 Di 11:20 TU EMH225

Magnetoelektrischer und anti-magnetoelektrischer Effekt in ferroelektrischen Manganiten — •M. FIEBIG¹, TH. LOTTERMOSER¹ und T. LONKAI^{1,2,3} — ¹Max-Born-Institut, Max-Born-Straße 2a, 12489 Berlin — ²Institut für Angewandte Physik, Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen — ³Hahn-Meitner-Institut, Glienicke Straße 100, 14109 Berlin

Die Verknüpfung dielektrischer und magnetischer Eigenschaften, die durch den magnetoelektrischen Effekt ($P = \alpha H$, $M = \alpha^* E$) zum Ausdruck gebracht wird, besitzt ein hohes anwendungstechnisches Potential, seit vor kurzem magnetisch geordnete Ferroelektrika als Quelle besonders großer ME Effekte erkannt wurden, mit deren Hilfe Phasenübergänge gesteuert werden können. Die mikroskopischen Prozesse dieser ME Kopplung sind jedoch noch weitgehend ungeklärt. Hier erläutern wir die mikroskopischen Ursachen ME Verhaltens in den magnetisch geordneten Ferroelektrika RMnO₃ (R = Sc, Y, In, Ho-Lu). Die ferroelektrische Verzerrung führt zu einer Modifikation der $R^{3+} - O^{2-} - Mn^{3+}$ -Superaustauschpfade, was zu einer Änderung der freien Energie des Systems führt. Auch in den Manganiten, in denen der ME Effekt symmetriebedingt verboten ist, sind diese asymmetrischen Superaustauschprozesse aktiv. Da sich die mikroskopischen ME Beiträge somit lediglich in der Summe zu $\alpha = 0$ kompensieren, liegt hier *anti-magnetoelektrisches* Verhalten vor. Basierend auf diesen Ergebnissen formulieren wir allgemeine Kriterien für Substanzen, die kontrolliertes ME Schalten ermöglichen sollen.

DF 9.5 Di 11:40 TU EMH225

Non-linear and scaling properties of the dielectric response of SrTi¹⁸O₃ in the quantum paraelectric regime — •WOLFGANG KLEEMANN¹, JAN DEC^{1,2}, and MITSURU ITOH³ — ¹Angewandte Physik, Universität Duisburg-Essen, 47048 Duisburg, Germany — ²Institute of Physics, University of Silesia, PL 40-007 Katowice, Poland — ³Materials and Structures Laboratory, Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta, Yokohama 226-853

Critical behavior, scaling and non-linear properties of the susceptibility $\chi = \chi' - i\chi''$ in ¹⁸O isotope exchanged SrTiO₃ are revisited in a crystal, which was perfectly single dominated by an external electric field in the quantum paraelectric regime above $T_c \approx 24$ K. Corrections due to random-field induced nanoregions turn out to be important, if not decisive, for a reliable description. We find quantum critical exponents $\gamma \approx 1.9 \pm 0.1$, $\delta \approx 2.7 \pm 0.1$ and $\Delta \approx 3.1 \pm 0.1$, and a cusplike behavior of the nonlinear coefficient B with an exponent $3\gamma - 2\Delta \approx 0.4$. Below T_c the critical and scaling analysis is inhibited by large contributions of domain walls to the susceptibility.

DF 9.6 Di 12:00 TU EMH225

Dielectric response due to stochastic motion of pinned domain walls — •ANDREI FEDORENKO, VOLKMAR MUELLER, and SEMJON STEPANOW — Martin-Luther-Universität Halle, Fachbereich Physik, D-06099

We study the contribution of stochastic motion of a domain wall to the dielectric AC susceptibility for low frequencies. Using the concept of waiting time distributions, which is related to the energy landscape of the domain wall in a disordered medium, we derive the power-law behavior of the complex susceptibility observed recently in some ferroelectrics below Curie temperature.

DF 9.7 Di 12:20 TU EMH225

Dielectric spectroscopy of $\text{CuInP}_2(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})_6$ (with $x=0.4-0.95$) layered crystals — ●JURAS BANYS¹, JAN MACUTKEVIC¹, ROBERTAS GRIGALAITIS¹, ALGIRDAS BRILINGAS¹, and JULIAN VYSOCHANSKI² — ¹Departament of Radiophysics, Faculty of Physics, Vilnius University, Lithuania — ²Institute of Solid State Physics and Chemistry of Uzhgorod University, Ukraine

The complex dielectric response of $\text{CuInP}_2(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})_6$ crystals were investigated in the frequency range 20 Hz to 1.2 GHz. At low frequencies and high temperatures the dielectric spectra is mainly caused by high ionic conductivity. At higher frequencies and lower temperatures

the dielectric spectra is caused by a broad distribution of relaxation times. The maximum of real and imaginary parts of dielectric permittivity shifts to the higher temperatures with increasing frequency. Obtained dielectric spectra were fitted with Cole-Cole formula and the mean relaxation time has been obtained. On cooling the Cole-Cole mean relaxation time strongly increase and distribution of relaxation times broaden. The temperature dependence of mean relaxation time was fitted with Fogel-Vulcher law. All features of the dielectric dispersion at low temperatures of present crystals are typical for the dipolar glasses. In the crystals with sulfur concentration $x=0.95$ ferroelectric phase transition has been observed together with the glass state at low temperatures.

DF 10 Elektrische, elektromechanische und optische Eigenschaften

Zeit: Dienstag 14:00–18:30

Raum: TU EMH225

DF 10.1 Di 14:00 TU EMH225

In-situ small-angle x-ray scattering study of interface morphology in sintered nano-ceramics — ●RUDOLF WINTER and DANIEL A LE MESSRIER — Materials Physics, University of Wales Aberystwyth, Aberystwyth, Wales, UK

The bonding of granular ceramics depends in reactions at the grain interface. These reactions can be pure solid-state or solid-liquid interface reactions. The former require ionic diffusion and are usually diffusion limited once an interface of a certain thickness has been formed.

We report here on combined small and wide angle x-ray scattering experiments performed under *in-situ* heating conditions at beamline 6.2 at Daresbury. Sol-gel prepared ZrO_2 nanoparticles were mixed with a powdered silicate ($\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$) glass, pelletised and heated up to 1000°C while acquiring data at photon energies of 8.3 keV and near the absorption edge of zirconium, 18 keV. Macroscopic grain surface scattering following Porod's law is subtracted from the raw data.

The evolution of the scattering pattern enables us to model the change of the morphology of the interface. While the original powder mixture is characterised by fractal aggregates of small primary particles, larger product particles with smoother interfaces are formed above about 550°C. The solid-state reaction kinetics is deceleratory in line with a diffusion-based model of interface growth.

DF 10.2 Di 14:20 TU EMH225

Dependence of the band gap in the high-k dielectric HfO_2 on crystalline phase — ●K. NISHITANI^{1,2}, P. RINKE¹, P. EGGERT¹, S.J. HASHEMIFAR¹, P. KRATZER¹, and M. SCHEFFLER¹ — ¹Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4–6, D-14195 Berlin — ²Corporate Manufacturing Engineering Center, Toshiba Corporation, 33, Shin-Isogo-cho, Isogo-ku, Yokohama, Kanagawa, 235-0017, Japan

Recently HfO_2 has attracted considerable attention as a gate dielectric for CMOS technology, because it combines a wide band gap and good thermal stability with a low-frequency dielectric constant much higher than that of SiO_2 . While the exact values of the band gap and band alignment with $\text{Si}(001)$ are important for the application as gate dielectric, experimental data show some scatter possibly due to ill-defined crystallinity of the samples. We analyze the structural and electronic properties of both cubic and tetragonal HfO_2 employing density-functional theory within the local-density approximation (LDA) in a pseudopotentials, plane-wave approach. We find that cubic HfO_2 has a direct band gap, while the tetragonal phase exhibits a slightly larger indirect gap. Applying many-body perturbation theory in the *GW* approximation corrects the underestimation of the LDA band gap and gives band gaps within the experimentally reported range. We find that the energy shifts introduced by the *GW* self-energy are largely independent of the structure and show that the differences in band structure between the two phases arise mainly from internal relaxations of the oxygen atoms in the tetragonal phase, while the *c/a* value has little effect on the character of the band gap.

DF 10.3 Di 14:40 TU EMH225

X-ray diffraction study of the microscopic origin of dielectric and piezoelectric properties in single crystals — ●S. GORFMAN^{1,2}, V. TSIRELSON², and U. PIETSCH¹ — ¹Institute of physics, Potsdam University, Am Neuen Palais 2, 14469, Potsdam, Germany — ²Quantum chemistry department, Mendeleev University of Chemical Technology, 121047, Moscow, Russia

The interaction of an external electric field with a crystal generates the number of phenomena, which are of great interest both for industrial

applications and fundamental theoretical and experimental research. The aim of this work is to describe the response of the crystal to the external electric field in terms of the electron density and atomic structure - the quantities which can be studied by means of the X-ray diffraction experiment. We developed a lattice dynamical theory of the atomic displacements, induced by the external electric field, and related them to the properties of the phonon spectra and the charge density redistribution inside a crystal. On the basis of this general theory various simplified models have been derived which are appropriate for the analysis of real X-ray diffraction data. The models are validated for data taken from GaPO_4 single crystal, where the measurements have been performed at D3 beamline at HASYLAB.

DF 10.4 Di 15:00 TU EMH225

Electrical, optical, and electrooptical properties of $\text{BaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ superlattices with symmetric and asymmetric structures — ●HASSAN CHAIB, LUKAS ENG, and TOBIAS OTTO — Institute of Applied Photophysics, University of Technology Dresden, D-01062 Dresden, Germany

The electrical, optical, and electrooptical properties of $\text{BaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ superlattices are theoretically investigated using a microscopic quantum mechanical model based on the orbital approximation in correlation with the dipole-dipole interaction. First-, second-, and third-order electronic polarizabilities of the constituent ions have been considered in this calculation in order to obtain accurate results for both the dielectric spontaneous polarization, the relative dielectric constant, the refractive indices, and the linear electrooptic coefficients of the $\text{BaTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ superlattices with symmetric ($n = m$) and asymmetric ($n \neq m$) structures (" n/m " represents the stacking periodicity of n unit cells for BaTiO_3/m unit cells for SrTiO_3). The present calculation shows that the BaTiO_3 -rich structures ($n > m$) possess the largest values of the spontaneous polarization, optical birefringence, and linear electrooptic coefficients while the SrTiO_3 -rich structures ($n < m$) show the largest values of the relative dielectric constant.

DF 10.5 Di 15:20 TU EMH225

Holographic reflection filters in photorefractive LiNbO_3 channel waveguides for applications as add/drop multiplexers — ●DANIEL RUNDE and DETLEF KIP — Clausthal University of Technology, Institute of Physics and Physical Technologies, Leibnizstr. 4, 38678 Clausthal-Zellerfeld

A slanted refractive index grating in a bi-modal waveguide section breaks the orthogonality of the fundamental and first order mode. It couples the forward propagating fundamental mode into the backward propagating first order mode. A mode selective coupler splits the reflected signal from the passing signal into a drop channel. In a symmetrically designed device, a second coupler works as the add channel. The gratings are recorded with the green light of a Nd:YVO_4 laser ($\lambda = 532$ nm) in photorefractive $\text{LiNbO}_3:\text{Ti}:\text{Cu}$ channel waveguides operating in the infrared wavelength region around 1.55 μm . The bandwidth (FWHM) of these gratings is about 0.1 nm and makes the filter applicable for DWDM telecommunication devices. Due to the electrooptic effect the Bragg wavelength is adjustable by applying a bias electric field. A modulation of the electric field allows switching of the filter.

DF 10.6 Di 15:40 TU EMH225

Thermoelektrisches Verfahren zur vollständigen Oxidation hoch eisendotierter Lithiumniobat-Kristalle — ●MATTHIAS FALK und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn

Lithiumniobat ist für die nichtlineare Optik eines der viel versprechendsten Materialien. Anwendungen wie z. B. Frequenzverdopplung werden aber bei hohen Lichtintensitäten durch lichtinduzierte Brechungsindexänderungen („Optischer Schaden“) behindert. Ein neuer Ansatz zur Verminderung des „Optischen Schadens“ besteht in der sehr hohen Dotierung der Kristalle mit Eisen. Dadurch soll die elektrische Leitfähigkeit so weit gesteigert werden, dass Raumladungsfelder sich nicht aufbauen können. Da diese Raumladungsfelder zusammen mit dem elektrooptischen Effekt in der Regel für den „Optischen Schaden“ verantwortlich sind, sollten diese Kristalle für die nichtlineare Optik dann besser geeignet sein. Ein Problem stellt aber die durch Fe^{2+} hervorgerufene starke Absorption für sichtbares Licht dar. Wir stellen ein Verfahren zur vollständigen Oxidation des Fe^{2+} zu Fe^{3+} in Kristallen mit bis zu 2 mol% Fe durch kombinierte thermische und elektrische Behandlung vor. Die Dauer der Behandlung, die Temperatur und der elektrische Stromfluss bestimmen das Ergebnis. Bemerkenswert ist, dass die Oxidation stets von der Kathode startet und sich dann zur Anode fortsetzt. Aufnahmen von Kristallen aus unterschiedlichen Temperphasen zeigen das deutlich.

*Gefördert von der DFG und von der Deutschen Telekom AG.

DF 10.7 Di 16:30 TU EMH225

Elektrisches Fixieren in Lithiumniobat-Kristallen* — ●HELGE A. EGGERT, BENEDIKT HECKING, FELIX KALKUM und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn

Mit Hilfe strukturierter ferroelektrischer Domänen in eisendotierten Lithiumniobat-Kristallen (LiNbO_3) lassen sich auf Grund des Pockels-Effekts elektrisch schaltbare diffraktive optische Elemente realisieren. Das „elektrische Fixieren“ bietet die Möglichkeit beliebige, holographisch erzeugte Raumladungsfelder durch Anlegen eines externen elektrischen Feldes in ein Muster ferroelektrischer Domänen umzuwandeln. Das ist eine neue Methode, um Domänenmuster in LiNbO_3 zu erzeugen. Dazu wird der Kristall mit einem Interferenzmuster beleuchtet. Ladungen werden unverteilt und ein Raumladungsmuster baut sich auf. Zusätzlich legen wir ein elektrisches Feld knapp unterhalb der ferroelektrischen Koerzitivfeldstärke an. In einigen Bereichen überschreiten Raumladungsfeld und externes Feld die Koerzitivfeldstärke und Domänen klappen um. Die Feldmuster führen über den Pockels-Effekt zu Brechungsindexmodulationen, so dass der Vorgang optisch beobachtet werden kann. Bereits eine Umorientierung von 0.01% der Domänen führt in einem 1 mm dicken Kristall zu 30% Beugungseffizienz. *Gefördert von der DFG und von der Deutschen Telekom AG.

DF 10.8 Di 16:50 TU EMH225

Die Existenz lichtinduzierter Polaronen in LiNbO_3 auf der Femtosekunden Zeitskala* — OLIVER BEYER, ●THEO WOIKE und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstraße 8, 53115 Bonn

Bestrahlt man LiNbO_3 mit intensiven kurzen Laserpulsen, werden Elektronen aus dem Valenzband in das Leitungsband angeregt. Das angeregte Elektron kann eine Gitterdeformation über die Elektron-Phonon-Kopplung hervorrufen und gräbt sich damit eine stabile Potentialmulde, ein Elektronen-Polaron wird erzeugt. Das Loch wandert zu einem Sauerstoffatom des Niob-Sauerstoff-Oktaeders und bildet dort ein Loch-Polaron.

Wir zeigen, dass beide Polaronen über eine Zwei-Photonen-Anregung erzeugt werden und dass sie bereits nach ca. 200 fs existieren. Ihr zeitlicher Zerfall wird mit einer gestreckten Exponentialfunktion beschrieben, da in den ungeordneten oxydischen Materialien eine Summe von exponentiellen Zerfällen auftritt. Wir erklären an Hand eines Bandschemas die Erzeugungs- und Rekombinationsprozesse. Die Messungen zeigen, dass bereits im Leitungsband große Polaronen gebildet werden, die als kleine Elektronen-Polaronen an einem Nb-Atom auf Li-Platz stabilisiert werden.

*Gefördert von der DFG und von der Deutschen Telekom AG.

DF 10.9 Di 17:10 TU EMH225

Holographische Streuphänomene in LiNbO_3 :Fe-Kristallen bei Beleuchtung mit kurzen Laserpulsen — ●A. SELINGER¹, U. VÖLKER¹, M. IMLAU¹ und M. GOULKOV² — ¹Fachbereich Physik, Universität Osnabrück, Barbarastraße 7, D-49069 Osnabrück — ²Institute of Physics, Academy of Sciences, Kiev, Ukraine

In dünnen eisendotierten LiNbO_3 -Kristallen haben wir bei Untersuchungen zur holographischen Streuung mit Pulslaserlicht eine in der Literatur bislang nicht dokumentierte Streufigur beobachtet. Diese ist durch eine ellipsenförmige Streuverteilung um den direkt transmittierten Laserstrahl gekennzeichnet und weist eine zum einfallenden Licht orthogonale Polarisation auf. Die Vielzahl der Eigenschaften dieser neuen Streufigur, wie die Kinetik und Abhängigkeit von der Intensität, der Wellenlänge, der Lichtpolarisation und der Kristalldicke werden vorgestellt. Weiter präsentieren wir Untersuchungen zur Rolle des Pulslaserlichts bei der Entstehung der Streufigur. Im Vergleich zeigen wir die Eigenschaften des anisotropen Streurings, des 'beam fannings' und der domäneninduzierten Lichtstreuung, die in diesen Kristallen - auch mit Dauerstrichlicht - beobachtet werden. Die Entstehung der ellipsenförmigen Streufigur wird zunächst im Rahmen der bekannten Streuprozesse, insbesondere der parametrischen Streuung, diskutiert. Es zeigt sich aber, dass ferroelektrische Domänen, die sich im Kristallvolumen durch die intensive Laserlichtbestrahlung ausbilden, bei der Erklärung der neuen Streufigur berücksichtigt werden müssen. Gefördert durch die DFG (Projekt IM-37/2-1).

DF 10.10 Di 17:30 TU EMH225

Starke, absorptionsinduzierte Brechungsindexgitter in kupferdotierten Lithiumniobat-Kristallen* — ●ULRICH HARTWIG¹, KONRAD PEITHMANN¹, KARSTEN BUSE¹ und BORIS STURMAN² — ¹Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstraße 8, D-53115 Bonn, Germany — ²Institute of Automation and Electrometry, 630090 Novosibirsk, Russia

Elementare Volumenphasenhologramme können in kupferdotierten Lithiumniobat-Kristallen geschrieben werden, ohne den üblichen photorefraktiven Mechanismus zu nutzen, der auf dem elektrooptischen Effekt basiert. Dazu werden die Kristalle bei hohen Temperaturen (ca. 180 °C) mit einem Interferenzmuster beleuchtet. Das Licht verteilt Elektronen um, und die entstehenden Raumladungsfelder werden durch Ionen kompensiert. Daher setzt sich die lichtinduzierte Elektronenumverteilung fort, und es resultiert eine starke räumliche Modulation von $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$ -Zentren, die ein Absorptionsgitter zur Folge hat. Aus diesem Absorptionsgitter ergibt sich über einen weiten Wellenlängenbereich eine Brechungsindexmodulation, denn beide Gitter sind über die Kramers-Kronig-Relation miteinander verknüpft. Diese permanenten und zugleich reversiblen Brechungsindexgitter erreichen eine Amplitude bis zu $\Delta n \approx 10^{-4}$ und können unabhängig von der Orientierung der c-Achse realisiert werden. Die Gitter sind z. B. für Resonatoren in nichtlinear-optischen Anwendungen von großem Interesse.

*Gefördert von der DFG (FOR 557) und von der Deutschen Telekom AG.

DF 10.11 Di 17:50 TU EMH225

Integrated optical sensors based on photorefractive LiNbO_3 channel waveguides — ●CHRISTIAN E. RÜTER, FLORIAN WERUNSKY, and DETLEF KIP — Clausthal University of Technology, Institute of Physics and Physical Technologies, Leibnizstr. 4, 38678 Clausthal-Zellerfeld

We present results of simulations and preliminary measurements of an integrated interferometric optical sensor based on singlemode LiNbO_3 :Ti:Fe channel waveguides. The sensor is designed to work in the near infrared wavelength region around $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$. The evanescent field of the guided mode senses changes in the refractive index of the layer covering the waveguide. This changes the effective refractive index of the guided mode which alters the transfer function of the interferometer in dependence of the light wavelength. Phase change of the interferometer can be compensated by applying an electric field and utilizing the electro-optic effect. Thus the applied field is the measurement signal of the sensor. Covering the waveguide with a thin layer of higher refractive index than the refractive index of the waveguide region (e.g. TiO_2) leads to an increase of the evanescent field and therefore to higher sensitivity. In combination with an additional functional layer that is sensitive only to, e.g., specific molecules a highly sensitive sensor with a resolution in the ppb range may be realized.

DF 10.12 Di 18:10 TU EMH225

Einfluss von Raumladungsfeldern auf das ferroelektrische Verhalten von Lithiumniobatkristallen* — ●FELIX KALKUM, HELGE A. EGGERT, BENEDIKT HECKING und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn

Kürzlich wurde gezeigt, dass als Raumladungsfelder gespeicherte Hologramme in eisendotierten Lithiumniobat-Kristallen durch Anlegen eines äußeren elektrischen Feldes dauerhaft in ferroelektrische Domänenmuster überführt werden können (H.A.Eggert et al., Opt. Lett. **29**, 2476 (2004)). Die so realisierbaren stabilen Strukturen ermöglichen elektrisch

kontrollierte diffraktive optische Elemente oder Datenspeicher. Durch den Richtungswechsel der Spontanpolarisierung entstehen an Grenzen aufeinander zulaufender entgegengesetzter Domänen sehr große elektrische Felder. Diese kompensieren das Raumladungsfeld und verhindern, dass die Ladungsträger durch Beleuchtung umverteilt werden können. Für ein besseres Verständnis dieses als "elektrisches Fixieren" bezeichneten Prozesses beschreiben wir die Wechselwirkung zwischen Raumladungsfeld und Domänenmuster und entwickeln eine quantitative Modellvorstellung zur Erklärung der experimentellen Ergebnisse.

* Gefördert von der DFG und von der Deutschen Telekom AG.