

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 Eigenschaftsausprägung 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-Phasen Anpassung 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.