

DF 12: Electric, Electromechanical and Optical Properties II

Time: Friday 10:30–12:50

Location: H11

Invited Talk

DF 12.1 Fri 10:30 H11

Piezoelektrische Gradientenkeramik – Herstellung und Charakterisierung — ●RALF STEINHAUSEN — Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Physik, Friedemann-Bach-Platz 6, 06108 Halle

Monolithische piezoelektrische Keramiken mit einer inhomogenen chemischen Zusammensetzung und den damit verbundenen inhomogenen Materialeigenschaften sind spätestens seit der Einführung des RAINBOW-Aktuators durch Haertling et al. für Anwendungen insbesondere als Biegeaktuatoren interessant geworden. Ausgehend von Schichtstrukturen mit unterschiedlichen Ausgangsmaterialien und Schichtdicken kann der chemische Gradient gezielt beeinflusst werden. Es wird eine Reihe von Kombinationen von stark und schwach sowie harten und weichen piezoelektrischen, leitfähigen und elektrostriktiven Keramiken diskutiert. Allen ist gemeinsam, dass der chemische Gradient erst durch einen Polungsvorgang in einen piezoelektrischen Gradienten umgewandelt werden muss. Auf Grund der ebenso veränderlichen ferroelektrischen Eigenschaften kommt es zu einer stark inhomogenen Feldverteilung und damit zur Bildung eines Polarisationsgradienten. Der Polungsprozess kann durch ein einfaches Schichtmodell beschrieben werden, wobei die Einzelschichten durch ein Preisach-Modell modelliert werden. Die Rolle der elektrischen Leitfähigkeit wird dabei diskutiert. Mit der LMM-Methode wurde die Polarisationsverteilung an Ba(Ti,Sn)O₃-Keramiken untersucht. Das elektromechanische Verhalten von bleifreien Gradientenkeramiken auf der Basis von BaTiO₃ wurde mit Hilfe von Biegeexperimenten untersucht.

DF 12.2 Fri 11:10 H11

Doped Polyurethane as Matrix Material for Pyroelectric Composites — ●MARKUS KRAUSE and BERND PLOSS — Fachbereich SciTec, Fachhochschule Jena, Carl-Zeiss-Promenade 2, 07745 Jena

Composites of pyroelectric ceramic particles in a polymer matrix appear attractive as materials for pyroelectric sensors, in particular because of their compatibility with the process technology for integrated circuits.

There is, however, a substantial dielectric mismatch between the high dielectric permittivity of the ferroelectric ceramic particles and the significantly lower dielectric permittivity of the polymer matrix. This mismatch limits the pyroelectric activity and it is the reason for a relative low performance of such pyroelectric composites.

In recent theoretical studies we had shown that the dielectric mismatch can be reduced substantially when a well specified electric conductivity is introduced into the matrix material. Therefore, we have investigated experimentally how the dielectric function of polyurethane can be modified by doping in solutions of alkali halides. Parameters for an optimization of polyurethane as matrix material have been identified.

By applying this optimized doping to 0-3 composites of lead zirconate-titanate (PZT) particles in polyurethane an increase in the pyroelectric coefficient by a factor of twenty has been achieved.

DF 12.3 Fri 11:30 H11

The influence of particle agglomeration on the dielectric and magnetic properties of a nanocomposite — ●BÉATRICE HALLOUET¹, BERND WETZEL², and ROLF PELSTER¹ — ¹Fachrichtung 7.2, Experimentalphysik, Universität des Saarlandes Postfach 151150, 66 041 Saarbrücken, Germany — ²Institut für Verbundwerkstoffe (IVW GmbH), University of Kaiserslautern D-67663 Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger Str. Geb. 58, Germany

We have investigated a composite consisting of magnetic nanoparticles (magnetite) in a polymer matrix. We study permittivity and permeability for different particle concentrations using dielectric measurements in the frequency range from 5 Hz to 1 GHz as well as magnetic measurements from 10 MHz to 6 GHz. The measured permittivity shows already a relaxation of the pure matrix which is enhanced by the addition of particles. We use the spectral representation of Bergman in order to show that this effect is partly due to a polarization of the conducting particles, and partly due to a change of molecular polarizability at the interfaces between particles and matrix. The high frequency permittivity reflects the existence of the agglomerates. Com-

binning this structural information and the measured permeability, the spectral representation allows us to evaluate the intrinsic permeability of the nanoparticles. In addition the ferromagnetic resonance is analyzed and it is shown that the resonance frequency doesn't depend on the filling factor.

DF 12.4 Fri 11:50 H11

Temperaturabhängige Ladungstransportprozesse in Lithiumniobat-Kristallen* — ●KATHARINA BRANDS, MATTHIAS FALK, DANIEL HAERTLE, THEO WOIKE und KARSTEN BUSE — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Wegelerstr. 8, 53115 Bonn

Ladungstransportprozesse in eisendotierten Lithiumniobatkristallen wurden mit Hilfe der Leitfähigkeitsspektroskopie temperaturabhängig untersucht. Mit dem „free energy random barrier“-Modell lassen sich aus den Spektren die Gleichspannungsleitfähigkeit und die Zeitkonstante τ_e , die der Grenzfrequenz zwischen dem frequenzunabhängigen Teil und dem frequenzabhängigen Teil des Spektrums entspricht, bestimmen. Über die Temperaturabhängigkeit dieser Größen wird auf Aktivierungsenergien geschlossen.

Es wurden zwei Aktivierungsenergien beobachtet, von ca. 0.3 eV, die den Elektronen zugeordnet wird, und von ca. 1.2 eV, die von Li⁺-Ionen herrührt. Durch diese Experimente lässt sich auch das Konzentrationsverhältnis $c_{Fe^{2+}}/c_{Fe}$ sehr genau bestimmen. Damit konnten wir zeigen, dass dieses Verhältnis für thermoelektrisch oxidierte Kristalle auf bis zu 4.6×10^{-6} absinkt.

*Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (FOR 557) und der Deutschen Telekom AG für die finanzielle Unterstützung.

DF 12.5 Fri 12:10 H11

Brechungsindex- und Absorptionsänderungen in Lithiumniobat-Kristallen durch Strahlenschäden und ihr Temperaturverhalten* — ●MOHAMMAD-REZA ZAMANI-MEYMIAN, KONRAD PEITHMANN und KARL MAIER — Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn

Durch Bestrahlung mit leichten, hochenergetischen Ionen wie ³He mit 40 MeV werden Änderungen des Brechungsindex Δn (bis zu 3×10^{-3}) sowie der Absorption $\Delta \alpha$ in kongruent schmelzenden Lithiumniobat-Kristallen erzeugt, was z. B. fuer die Herstellung vergrabener Wellenleiter genutzt werden kann. Die thermische Stabilität der erreichten Änderungen wird systematisch untersucht, um Aussagen ueber die Haltbarkeit der Materialmodifikationen machen zu koennen.

* gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (FOR557)

DF 12.6 Fri 12:30 H11

Association of oxygen vacancies with impurity metal ions in lead titanate: first-principles calculations and kinetic modeling — PAUL ERHART¹, R.-A. EICHEL², PETRA TRÄSKELIN³, and ●KARSTEN ALBE¹ — ¹TU Darmstadt, Institut für Materialwissenschaft — ²TU Darmstadt, Eduard-Zintl-Institut — ³University of Helsinki, Finland

Oxygen vacancies (V_O) and their associates are widely believed to play an important role in the ageing and the fatigue of ferroelectrics. Knowledge of their energetics is therefore instrumental in order to understand these processes. We have used DFT calculations in order to study the energy landscape for the formation and migration of free and complexed V_O in Cu and Fe doped PbTiO₃. It is found that nearest neighbor configurations are preferred and the migration barriers for V_O in the vicinity of metal impurities are significantly higher than for uncomplexed V_O . These insights permit us to review the assumptions underlying the Arlt-Neumann model for ageing. On the basis of our calculations we present a kinetic model which allows to study the redistribution of free and complexed oxygen vacancies in a tetragonal perovskite. It is shown that the conversion between free and complexed vacancies readily occurs during growth. In the absence of an electric field, one specific impurity atom-vacancy configurations is dominating. Upon application of an oscillating electric field near room temperature, however, a dynamic equilibrium between different impurity atom-vacancy configurations is installed. We propose that the fatigue of ferroelectric material is closely related to this dynamic balance.