Roland Niefanger (Autor)
Quasi-statische Rissausbreitung in PZT-Keramiken infolge elektrisch gesteuerter Umpolung

Roland Niefanger

Quasi-statische Rissausbreitung in PZT-Keramiken infolge elektrisch gesteuerter Umpolung

Cuvillier Verlag Göttingen

https://cuvillier.de/de/shop/publications/3041

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

experimentellen Ergebnissen. Es ergab sich, dass transiente Vorgänge beim Domänenschalten die Ergebnisse stark beeinflussen und diese zeitlichen Effekte zukünftig in die Modellierung integriert werden sollten. Insgesamt konnte mit der vorliegenden Arbeit ein Betrag zum besseren Verständnis der Vorgänge bei der Rissausbreitung in ferroelektrischen Keramiken geleistet werden.

8 Anhang

Bild 8.1 zeigt schematisch die Schaltung, die zum Ausrichten des leitfähigen Schaumstoffs dient. Dargestellt ist die Funktionsweise für die beiden ersten Goldkontakte a_1 und a_2 im Probeneinlaufbereich (siehe Bild 3.12, Seite 45). Für die weiteren Kontakte b_1 und b_2 sowie c_1 und c_2 existiert die gleiche Schaltung.

Sobald der elektrisch leitfähige Schaumstoff (liegt auf Massepotential) einen der beiden Goldstreifen a_1 oder a_2 berührt, wird der Stromkreis für die entsprechende Leuchtdiode geschlossen und die LED leuchtet auf. Dadurch wird ein Eingang des EXOR-Gatters und somit auch einer der Eingänge des folgenden AND-Gatters gesetzt. Der zweite Eingang des AND-Gatters ist mit einem externen Frequenzgenerator beschaltet, der ein Rechtecksignal mit 1000 Hertz liefert. Dadurch wird bei jeder positiven Flanke die Anzeige um eine Einheit erhöht. Bei kontinuierlicher Bewegung wird schließlich auch der zweite Goldstreifen durch den Schaumstoff kontaktiert. Ab diesem Zeitpunkt sind beide Eingänge des EXOR-Gatters beschaltet und am Ausgang liegt kein Signal mehr an. Das UND-Gatter gibt somit keine weiteren „Zählimpulse“ aus und in der Anzeige stellt sich ein fester Endwert ein. Dieser Wert ist ein direktes Maß für die Verdrehung des Schaumstoffs relativ zu den Goldstreifen. Mit den Präzisionsjustiertischen kann die Probe jetzt ausgerichtet werden.

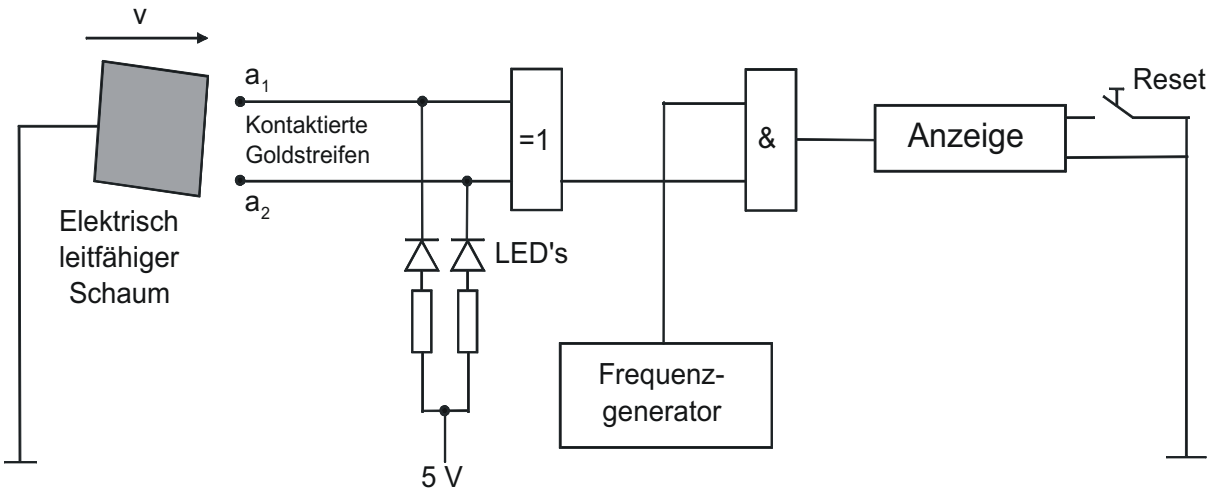

Bild 8.1 Elektronische Schaltung, mit der die Verdrehung des Schaumstoffs relativ zu den Goldstreifen bestimmt werden kann.

9 Literatur

[3M93] Fluorinert Dielektrika – Produktinformation, 3M Deutschland GmbH, Chemische Produkte, Neuss, Deutschland 1993.

[Ann87] Annual Book of ASTM Standards Vol. 03.01: *ASTM E 399: Standard Test Method for Plain Strain Fracture Toughness of Metallic Materials, American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, PA 1997, 408-438.

[All95] C. Allain, L. Limat: *Regular Patterns of Cracks Formed by Directional Drying of a Collodial Suspension*, Phys. Rev. Let. **74** [15] (1995) 2981 – 2984.

[Add95] M. Adda-Bedia, Y. Pomeau: *Crack instabilities of a heated glass strip*, Phys. Rev. E 1995 **52** [4] 4105 – 4113.

[Bac02] Persönliche Mitteilung Dr. Van-Bac Pham, Institut für Festkörpermechanik, TU Dresden.

[Bah86] H: A. Bahr, G. Fischer, H.-J. Weiss: *Thermal-shock crack patterns explained by single and multiple crack propagation*, J. Mater. Sci. **21** (1986) 2716 – 2720.

[Bah92] H. A. Bahr, U. Bahr, A. Petzold: *1-d Deterministic Crack Pattern Formation as a Growth Process with Restrictions*, Europhys. Let. **19** [6] (1992) 485 – 490.

[Bar95] H.-A. Bahr, A. Gerbatsch, U. Bahr, H.-J. Weiss: *Oscillatory instability in thermal cracking: A first-order phase transition phenomenon*, Phys. Rev. E **52** [1] (1995) 240 – 243.

[Bar96] H.-A. Bahr, U. Bahr, A. Gerbatsch, I. Pflugbeil, A. Vojta, H.-J. Weiss: *Fracture Mechanical Analysis of Morphological Transitions – Transitions in Thermal Shock Cracking*, in: Fracture Mechanics of Ceramics, Eds. R. C. Bradt, D. P. H. Hasselman, D. Munz, M. Sakai, V. Y. Shevchenko, Plenum Press, New York and London, **11** 1996 507 – 522.

[Baz79] Z. P. Baznat, H: Ohtshubo, K. Aoh: *Stability and post-critical growth of a system of cooling or shrinkage cracks*, Int. Journ. of Fracture **15** [5] (1979) 443 – 446.

[Bec96] P. F. Becher, C.-H. Hsueh, K. B. Alexander, E. Y. Sun: *Influence of Reinforcement Content and Diameter on the R-Curve Response in SiC-Whisker-Reinforced Alumina*, J. Am. Ceram. Soc **79** [2] (1996) 298 –403.

[Boe99] T. Boeck, H. A. Bahr, S. Lampenscherf, U. Bahr: *Self-driven propagation of crack arrays: A stationary two-dimensional model*, Phys. Rev. E **59** [2] (1999) 1408 – 1416.

[Cla83] N. Claussen: *Microstructural Design of Zirconia-Toughened Ceramics (ZTC)*, in: Science and Technology of Zirconia II, Eds. N. Claussen, M. Rühle, A. H. Heuer, The American Ceramic Society, Columbus, Ohio, 1983 325 – 351.

[CR80] B. Cottrell, J. R. Rice: *Slightly Curved or Kinked Cracks*, Int. J. Fract., **16** (1980) 155.

[Dee02] R. D. Deegan, P. J. Petersan, M. Marder, H. L. Swinney: *Oscillating Fracture Path in Rubber*, Phys. Rev. Let. **88** [1] (2002) 014304.

[Eva80] A. G. Evans, A. H. Heuer: Review – Transformation Toughening in Ceramics: Martensitic Transformations in Crack-Tip Stress Fields, J. Am. Ceram. Soc. 63 [5-6] (1980) 241 – 248.

[Ger96] A. Gerbatsch: *Morphologische Phasenübergänge beim Wachstum von Rissstrukturen unter stationärer thermischer Belastung*, Technische Universität Dresden, Dissertation 1996.

[Fer99] B. D. Ferney, M. R. Devary, K. J. Hsia: *Oscillatory crack growth in glass*, Scripta Materialia **41** [3] (1999) 275 – 281.

[Gri21] A. A. Griffith: *The Phenomena of Rupture and Flow in Solids*, Phil. Trans. Roy. Soc. A221, (1921) 163-198.

[Hae99] G. H. Heartling: *Ferroelectric Ceramics: Histroy and Technology*, J. Am. Ceram. Soc. **82** [4] (1999) 797 – 818.

[Ham98] M. Hammer, C. Monty, A. Endriss, M. J. Hoffmann: *Correlation between Surface Texture and Chemical Composition in Undoped, Hard and Soft Piezoelectric PZT Ceramics*, J. Am. Ceram. Soc. **81** [3] (1998) 721 – 724.

[Hay94] Y. Hayakawa: *Numerical study of oscillatory crack propagation through a two-dimensional crystal*, Phys. Rev. E **50** [3] (1994) 1804 – 1807.

[Hec83] K. Heckel: *Einführung in die Technische Anwendung der Bruchmechanik*, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1983.

[Hei01] C. Heilig: *Transiente Vorgänge in piezoelektrischen Keramiken für Aktoranwendungen*, Dissertation, Dissertation, Universität Karlsruhe, Fortschrittsberichte VDI Reihe 5 Nr. 618, VDI Verlag, Düsseldorf 2001.

[Hey00] V. Heyer: *Bestimmung bruchelektrischer und bruchmechanischer Parameter von Piezoelektrika und linearen Dielektrika*, Dissertation, TU Hamburg-Harburg, Fortschrittsberichte VDI Reihe 18 Nr. 254, VDI Verlag, Düsseldorf 2000.

[Hob01] T. Hobbiebrunken. *Konstruktion einer Versuchsanlage zur Bildung von Ein- und Mehrfachrissen in Piezokeramiken infolge elektrische gesteuerter Umpolung*. Studienarbeit an der TU Hamburg-Harburg, 2001.

[Hüb77] H. Hübner, W. Jillek: *Sub-critical Crack Extension and Crack Resistance in Polycristalline Alumina*, J. Mater. Sci. **12** (1977) 117 – 125.

[Hut92] J. W. Hutchinson, Z. Suo: *Mixed Mode Cracking in Layered Materials*, Adv, Appl. Mech. **29** (1992) 63 – 91.

[Irw58] G. R. Irwin: *Fracture*, in: Handbuch der Physik Vol. 6, Springer Verlag, Berlin 1958.

[Jac83] J. D. Jackson: *Klassische Elektrodynamik*, Nummer 2, Walter de Gruyter, Berlin, New York 1983.

[Jaf71] B. Jaffe, W. R. Cook: *Piezoelectric Ceramics*, Academic Press, London, New York 1971.

[Jen87] M. G. Jenkins, A. S. Kobayashi, K. W. White, R. C. Bradt: *Crack Initiation and Arrest in a SiC Whisker/Al_2O_3 Matrix Composite*, J. Am. Ceram. Soc. **70** [6] (1987) 393 – 395.

[Kne82] R. Knehans, R. Steinbrech: *Memory Effect of Crack Resistance During Slow Crack Growth in Notched Al_2O_3 Bend Specimen*, J. Mater. Sci. Letters. **1** (1982) 327 – 329.

[Kne94] M. Knechtel, H. Prielipp, H. Müllejans, N. Claussen, J. Rödel: *Mechanical Properties of Al/Al_2O_3 and Cu/Al_2O_3 Composites with Interpenetrating Networks*, Scr. Metall. Mater. **32** [8] (1994) 1085 – 1090.

[Kol00] A. Kolleck, G. A. Schneider, F. A. Meschke: *R-Curve Behavior of $BaTiO_3$- and PZT-Ceramics under the Influence of an Electric Field Applied Parallel to the Crack Front*, Acta Mater. **48** [16] (2000) 4099 – 4113.

[Kol00a] A. Kolleck: *Einfluss der ferroelastischen Domänenschaltprozesse auf die Bruchzähigkeit und Bruchfestigkeit von $BaTiO_3$ und PZT*, Dissertation, TU Hamburg-Harburg, Fortschrittsberichte VDI Reihe 5 Nr. 614, VDI Verlag, Düsseldorf 2000.

[Law93] B. R. Lawn: *Fracture of Brittle Solids*, Cambridge University Press, Cambridge 1993.

[Leh02] B. Lehmann. *Morphologische Phasenübergänge bei der Rissausbreitung in Piezokeramiken infolge elektrisch gesteuerter Umpolung*, Diplomarbeit TU Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Technische Keramik, 2001.

[Luc00] S. L. dos Santos e Lucato, D. C. Lupascu, J. Rödel: *Effect of Poling Direction on R-Curve Behavior in Lead Zirconate Titanate*, J. Am. Ceram. Soc **83** [2] (2000) 424 – 426.

[Luc01] S. L. dos Santos e Lucato, D. C. Lupascu, M. Kamlas, J. Rödel, C. S. Lynch: *Constraint-Induced Crack Initiation at Electrode Edges in Piezoelectric Ceramics*, Acta Mater. **49** [14] (2001) 2751 – 2759.

[Lyn95] C. S. Lynch, L. Chen, W. Yang, Z. Suo, R. M. McMeeking: *Crack Growth in Ferroelectric Ceramics Driven by Cyclic Polarization Switching*, J. Intel. Mat. Syst. Str. **6** [2] (1995) 191 – 198.

[Mac92] E. Macherauch: *Praktikum in Werkstoffkunde*. Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden 1992.