

Berichte aus der Informatik

Dan S. Decasper

A Software Architecture for Next Generation Routers

Shaker Verlag
Aachen 1999

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Kailer, Andreas:

Lokale Schädigung von Oberflächen und Phasenumwandlungen in harten, spröden Materialien verursacht durch mechanischen Kontakt/

Andreas Kailer. - Als Ms. gedr. - Aachen : Shaker, 1999

(Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten (TGA) Reihe E: Mineralogie, Petrologie und Geochemie ; Bd. 99,7)

Zugl.: Tübingen, Univ., Diss., 1999

ISBN 3-8265-6114-7

Copyright Shaker Verlag 1999

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISBN 3-8265-6114-7

ISSN 1431-4533

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

1 Zusammenfassung

Während eines mechanischen Kontaktes sind Festkörper einer extrem hohen, jedoch lokal eng begrenzten Belastung ausgesetzt. Gerade für harte und spröde Werkstoffe sind diese Kontaktbelastungen besonders hoch und bewirken eine nachhaltige Schädigung der Oberfläche.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Beschreibung der mechanischen Kontaktbelastung, die durch die "einfachen" Bedingungen eines Hertz'schen Kontaktes (Kugel auf Oberfläche) und durch die eher punktförmigen Kontaktbedingungen bei Härtemessungen erzeugt werden.

Die Folge derart hoher Kontaktbelastungen in harten und spröden Werkstoffen (einige GPa) ist einerseits die Bildung von Rissen in der Umgebung des Kontaktes durch Zugspannungen. Andererseits wird durch Druck- und Schubspannungen plastische Deformation der Materialien bei Raumtemperatur durch Versetzungsgleiten induziert, das bei polykristallinen Werkstoffen von Mikrorißbildung begleitet wird.

Ein besonderer Schwerpunkt besteht in der vorliegenden Arbeit aus der Untersuchung von Hochdruck-Phasenumwandlungen, die durch mechanischen Kontakt verursacht werden. Dies wird durch die einfache Kombination von Mikrohärte-Prüfung und Mikro-Raman-Spektroskopie erreicht, eine Versuchsmethode, deren wesentlicher Vorteil in ihrer Einfachheit und Schnelligkeit besteht, und die dennoch wichtige Ergebnisse bezüglich der mechanischen Belastbarkeit von Werkstoffoberflächen liefern kann.

Am klarsten sind die kontakt-induzierten Phasenumwandlungen an Silicium (Si) darstellbar. Während der Härteprüfung findet ein Übergang zu einer metallischen Phase statt, die aus Hochdruckexperimenten bekannt ist. Weitere metastabile Modifikationen von Si, die sich nach Druckentlastung aus der metallischen Phase bilden, können im Bereich der Härteeindrücke nachgewiesen werden. Die Metallisierung und die Bildung metastabiler Phasen wurden auch in Germanium (Ge) beobachtet und können im Wesentlichen analog zu den Ergebnissen an Si beschrieben werden. Die Verbindungshalbleiter Gallium-Arsenid und Indium-Antimonit wurden hinsichtlich einer möglichen Metallisierung während der Härteprüfung untersucht. Gerade bei Halbleitern scheinen diese kontaktinduzierten Phasenumwandlungen ein

generelles Phänomen zu sein. Dafür spricht insbesondere eine signifikante Korrelation zwischen Härte und Metallisierungsdruck.

Desweiteren wurden andere Werkstoffe hinsichtlich Kontakt-induzierter Phasenumwandlungen bzw. Amorphisierung untersucht. Dazu gehören die Bildung von monoklinem Zirkonoxid (ZrO_2) in einer tetragonal stabilisierten ZrO_2 -Keramik, genauso wie die Entstehung von amorphem bis graphitischem (sp^2 -hybridisiertem) Kohlenstoff bei Härteeindrücken in Diamant.

Amorphisierung durch mechanischen Kontakt wurde außerdem in Quarz (SiO_2) und Silicium-Karbid (SiC) beobachtet.

Die verschiedenen Formen der plastischen Deformation (einschließlich der Phasenumwandlungen) wurden schließlich hinsichtlich ihrer Schädlichkeit für Werkstoffoberflächen diskutiert. Wichtige Anwendung der erhaltenen Ergebnisse ist unter anderem die mechanische Bearbeitung von Halbleiteroberflächen und die Beschreibung von Verschleißvorgängen in keramischen Werkstoffen.