



Bergische Universität Wuppertal

Fachbereich Elektrotechnik, Informationstechnik,
Medientechnik
Lehrstuhl für Elektronik
Prof. Dr. rer. nat. Balk

Zusammenfassung der Masterthesis

Nanoscale determination of thermoelastic properties using complementary Scanning Thermal Microscopy and Scanning Joule Expansion Microscopy

von Morteza Fakhri

In den letzten Jahren ist die Miniaturisierung von integrierten Schaltungen in Hinblick auf deren Zuverlässigkeit zu einer wachsenden Herausforderung geworden. Während die Strukturgrößen von Leiterbahnen kontinuierlich verkleinert werden, wachsen die Leistungsdichten und somit die damit verbundenen thermischen, mechanischen und elektrischen Beanspruchungen der Materialien stetig an. Die daraus resultierenden typischen Fehler, wie z.B. Elektromigration, Degradationsprozesse und Materialermüdung, führen letztendlich zu Fehlfunktionen der elektronischen Bauelemente. Daher sind für Zuverlässigkeitsuntersuchungen die thermoelastische Charakterisierung dieser Nanostrukturen und die Tiefenanalyse von Schichtsystemen von besonderer Bedeutung.

Um diese thermoelastische Größen zu bestimmen, wurde in dieser Arbeit basierend auf der sogenannten Jouleschen Wärmeexpansion und der dazu komplementären thermischen Rastersondenmikroskopie eine neuartige Nanoanalytik entwickelt. Während die Anwendung von herkömmlichen Techniken zur Erforschung von Nanostrukturen bislang völlig intolerable Grenzen aufweisen, konnte in dieser Arbeit eine Technik für hochauflösende und präzise Messungen von thermoelastischen Größen entwickelt werden. Erstmals wurde gezeigt, dass mit einer örtlichen Auflösung von 30nm die lokale Ausdehnung des Materials bis auf 10fm genau bestimmt werden kann, was gerademal der Größenordnung eines Atomkerns entspricht. Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieser neuen Technik ist die Möglichkeit der Vermessung thermisch induzierter Verspannung in Schichtsystemen. Durch die in dieser Arbeit entwickelten Oberflächenmessungen in Kombination mit Finite-Element-Simulationen ist es auch erstmals möglich tiefenaufgelöste Aussagen über das thermoelastische Verhalten solcher Schichtsystemen zu gewinnen.