



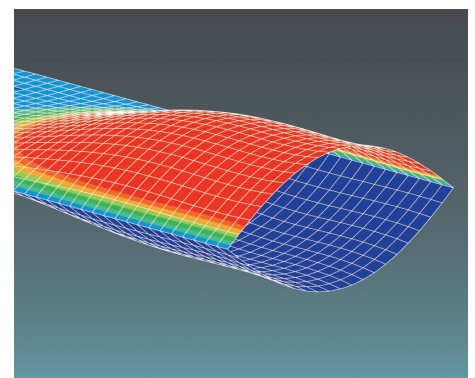
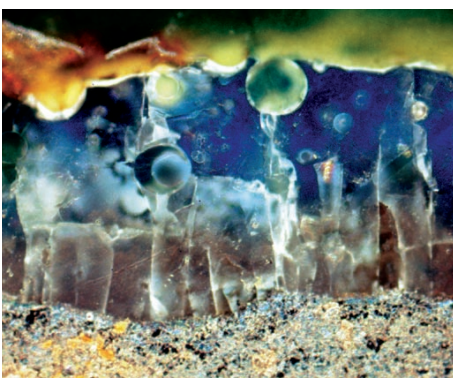
Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 1999

Lokalisierung von Gate-Leckströmen in integrierten
Schaltkreisen mittels Lock-in-Thermografie

Leistungsbereich
Werkstoffe und Komponenten der
Mikrosystemtechnik

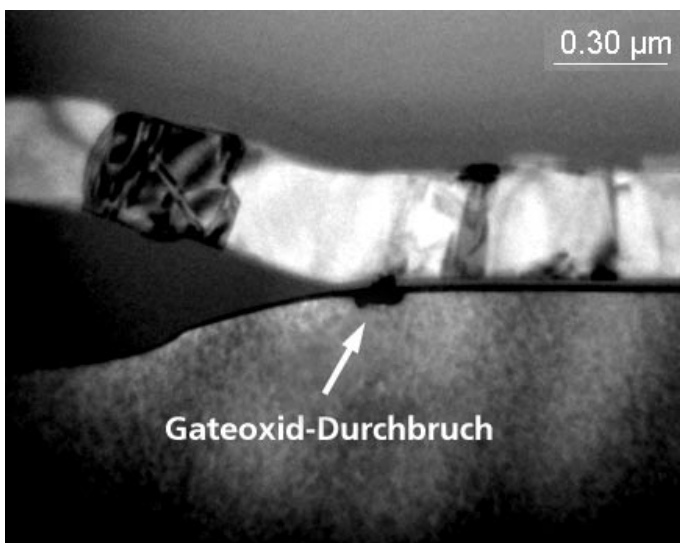
Leiter: Dr. Matthias Petzold
Tel. +49 (0) 3 45/55 89-1 30
E-Mail: matthias.petzold@iwmh.fhg.de



Werkstoffe und Komponenten der Mikrosystemtechnik

Die Lokalisierung von Defekten in integrierten Schaltkreisen ist Voraussetzung für eine schnelle und gezielte Aufklärung strukturell-morphologischer Ursachen elektronischen Versagens. Leckstromverursachende Defekte wie Gateoxid-Durchbrüche in Transistorstrukturen können mittels elektrischer Testverfahren allein meist nicht aufgefunden werden. Da lokal abfließende Leckströme punktuelle Wärmequellen darstellen, werden zusätzlich temperaturempfindliche Verfahren mit hoher Ortsauflösung zu deren Lokalisierung eingesetzt.

TEM-Querschnittsabbildung eines Gateoxid-Durchbruches, einer möglichen Ursache für lokal abfließende Leckströme



Lokalisierung von Gate-Leckströmen in integrierten Schaltkreisen mittels Lock-in-Thermografie

Frank Altmann, Dieter Katzer

Bei der Thermografie wird die lokal abgestrahlte Wärme mit einer speziellen für den Infrarotbereich empfindlichen CCD-Kamera erfasst. Die Empfindlichkeit bei Standard-Thermografieuntersuchungen liegt in der Größenordnung von 0,01 bis 0,1 K. Die Nachweisempfindlichkeit lässt sich jedoch um mehrere Größenordnungen steigern, wenn statt der direkten Abbildung ein Modulationsverfahren angewendet wird. Dabei wird eine periodische Betriebsspannung mit definierter Frequenz an das mikroelektronische Bauelement angelegt. Die mit der gleichen Frequenz aufgenommenen thermografischen Abbildungen werden mit einer phasenstarr oszillierenden Gewichtsfunktion multipliziert und aufintegriert. Dieses Verfahren wird als Lock-in-Thermografie bezeichnet.

Neben der verbesserten Temperaturauflösung des Verfahrens ist auch die Ortsauflösung gegenüber der Standard-Thermografie deutlich erhöht, da die Dämpfung der von jeder punktuellen Wärmequelle ausgehenden Wärmewelle mit der Frequenz der angelegten Betriebsspannung (Lock-in-Frequenz) ansteigt.

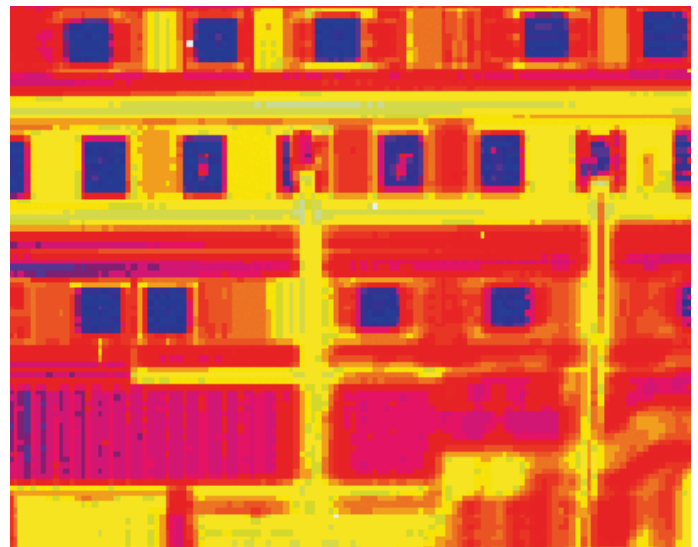
Beispielmessungen an IC-Teststrukturen

Im vorliegenden Beispiel wurden an IC-Teststrukturen, bestehend aus mehreren parallel geschalteten Feldeffekttransistoren, geringe Leckströme zwischen Gate- und Source/Drainanschlüssen gemessen. Die Teststruktur wurde mit der Thermokamera unter Benutzung eines Mikroskopobjektives aufgenommen. Im stationären Infrarotbild ist bei konstanter angelegter Spannung noch kein Leuchtfleck erkennbar. Bei der Lock-in-Thermografie-Messung desselben Gebietes wurde während der Messung eine periodische Spannung mit einer Frequenz von 13,56 Hz zwischen Gate- und Source-/Drainanschluss angelegt. Im Lock-in-Thermogramm erkennt man einen hellen Punkt, umgeben von einem schwachen Halo. Durch Vergleich mit dem Infrarotbild der Teststruktur kann hier die Position des gesuchten Gate-Lecks auf 13 μm genau lokalisiert werden.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass die Nachweisempfindlichkeit des verwendeten Lock-in-Thermografie-Systems bei einigen μW liegt. In Verbindung mit der hohen Ortsauflösung ist das Verfahren damit zur Lokalisierung schwacher Wärmequellen in integrierten Schaltungen geeignet. Die Lock-in-Thermografie lässt sich darüber hinaus zur zerstörungsfreien Untersuchung von Defekten unter der Oberfläche bei periodischer Bestrahlung oder für thermoelastische Stress-Untersuchungen an Konstruktionsteilen einsetzen.

Stationäres Infrarotbild der Teststruktur



Lock-in-Thermogramm mit lokalisierter Leckstromstelle

