

Zuverlässige Schaltkreis-Verdrahtungen für automobiler Radaranwendungen

Dr. André Clausner, Dr. Matthias Kraatz

Die Anzahl von Radarsensoren in Automobilen nimmt – auch im Hinblick auf autonomes Fahren – kontinuierlich zu. Deshalb muss die betreffende Elektronik im Automobil für hohe Frequenzen befähigt sein. Im Projekt ARAMID soll eine von GlobalFoundries entwickelte Halbleitertechnologie für automobiler Radaranwendungen qualifiziert werden. Dafür entwickelt das Fraunhofer IKTS spezifische Zuverlässigkeitstests für die Prüfung von On-chip-Leiterbahnen in der Verdrahtungsebene von Halbleiterkomponenten.

Elektromigration als Basis der Zuverlässigkeitsprüfung

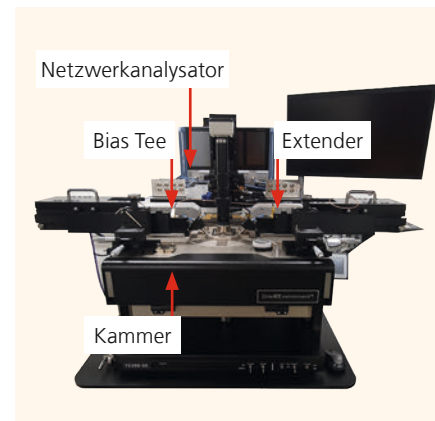
Klassischerweise besteht die Zuverlässigkeitsprüfung der Verdrahtungsebene in der Mikroelektronik aus dem Prüfen des Verhaltens der Elektromigration (EM) und des zeitabhängigen dielektrischen Durchbruchs (TDDB). Die Arbeiten im Projekt ARAMID fokussierten EM. EM ist ein Transportvorgang von Metallionen in Leitern. Dieser erfolgt bei hohen Stromdichten ($\sim 10 \text{ mA}/\mu\text{m}^2$), die typischerweise in On-chip-Leiterbahnen von Mikroprozessoren auftreten. Die dabei entstehenden Poren (Voids) können zu Ausfällen der Leiterbahn durch Unterbrechung bzw. Kurzschluss führen. Standardmäßig wird das EM-Verhalten mit Gleichstrom geprüft, beschleunigt durch erhöhte Temperatur und erhöhten Strom. Für die Qualifizierung der Technologie für Radaranwendungen muss zusätzlich der Einfluss von Hochfrequenzsignalen (HF) untersucht werden. Dazu wurde ein HF-Messplatz eingerichtet (Bild 1). Der Messplatz besteht aus einem Waferprober mit Heizplatte, einem Netzwerkanalysator, einer kombinierten Quellen- und Mess-Einheit (SMU) für die Strommessung inklusive Überlagerung mit Gleichspannung. Mit diesem Aufbau können Frequenzen bis 90 GHz und eine Temperatur

bis 300 °C erreicht werden. Bei der Evaluierung des experimentellen Aufbaus zeigte sich, dass für die verwendeten Temperaturen, Ströme und Zeitbereiche zunächst keine Unterschiede zwischen HF und nicht-HF festzustellen waren. In der für EM-Vorgänge kurzen Versuchszeit konnten erwartungsgemäß keine Widerstandsänderungen durch mögliche EM-Degradation nachgewiesen werden. Deshalb werden gegenwärtig die Ströme und Temperaturen erhöht.

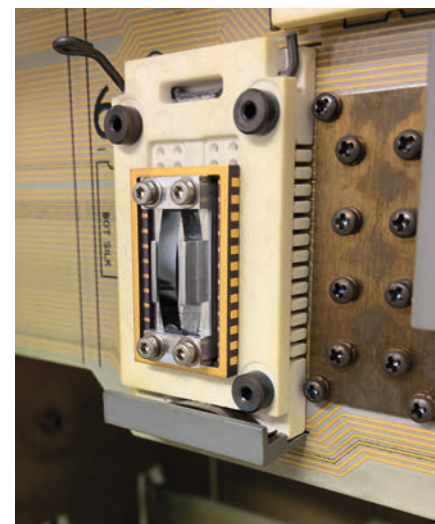
Thermomechanisch-elektrische Versuche

Weitere Einflussparameter auf die EM sind mechanische Spannungen. Diese nehmen zu, da mehr Leistungselektronik in der Automobiltechnik bis zu einer Temperatur von 250 °C arbeitet und neues Nutzungsverhalten (Car-Sharing) mit häufigerem Start/Stop zu zahlreicheren Temperaturzyklen führt, was die Materialermüdung fördert. Daher wird am Fraunhofer IKTS mit speziellen Biegestationen (Bild 2) untersucht, wie sich mechanische Spannungen auf das EM-Verhalten auswirken. Zusätzlich wird die Materialermüdung in thermo-mechanisch-elektrischen Versuchen unter zyklischer Temperaturbelastung in einer Klimakammer geprüft.

Diese Untersuchungen leisten einen Beitrag zur Erhöhung der Lebensdauer künftiger mikroelektronischer Bauteile für die Automobiltechnik und damit auch zu mehr Sicherheit und Nachhaltigkeit. Sie bilden zudem die Grundlage für weitergehende Aufträge aus dem Bereich der Zuverlässigkeit für die Automobilelektronik.



Waferprober zum Testen von Chips auf Waferbasis.



Biegestation mit gebogenem Siliciumstreifen im EM-Ofen; der verdrahtete EM-Chip befindet sich im Si-Streifen.