

Akustische Rastermikroskopie an TSVs 3-D-Integration in der Nanoelektronik

Thomas WINDISCH^{*}, Rüdiger ROSENKRANZ^{*}, Yvonne RITZ^{*}, Peter HOFFFROGGE^{**},
Peter CZURRATIS^{**}, Ehrenfried ZSCHECH^{*}, Bernd KÖHLER^{*}

^{*} FhG-IZFP Dresden (Maria-Reiche-Str.2, 01109 Dresden)

^{**} PVA TePla (Deutschordenstrasse 38, 73463 Westhausen)

thomas.windisch@izfp-d.fraunhofer.de

Kurzfassung. Akustische Rastermikroskopie ist eine vielfach erprobte und zuverlässige Methode zur Prüfung und Prozesskontrolle großskaliger Proben sowie kleinskaliger Strukturen auf Packaging-Ebene der mikroelektronischen Fertigung. Ausgehend von der Anordnung mehrere funktionaler Schichten übereinander entstehen bei der 3-D-Integration neue Prüfaufgaben sowie Anforderungen an die Prüfmethode selbst. Von besonderem Interesse ist die sich rasant entwickelnde 3-D-Technologie der Through-Silicon-Vias (TSVs). Hier geht es sowohl um die Beurteilung der Qualität der Waferbonds als auch um ein zuverlässiges Monitoring der TSV-Ätz- und Füllprozesse sowie um die Anzeige von fehlerhaften Vias.

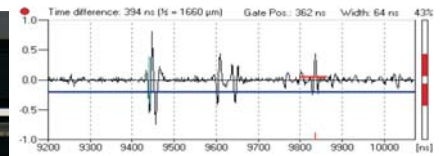
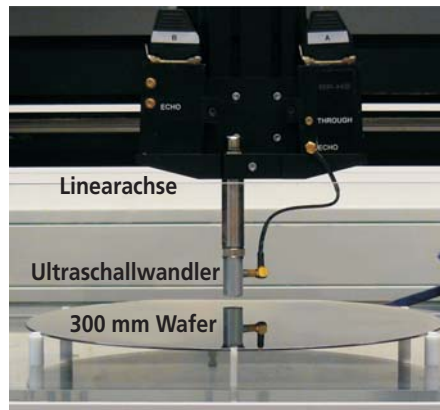
Die typischen Größen der TSV führt die akustische Rastermikroskopie an ihre physikalischen Grenzen. Dabei sind zur Abbildung kleinster Strukturen sehr hohe Frequenzen zu wählen, die ihrerseits mit einer raschen Abnahme der Amplituden der Schallwellen verbunden sind. Als Folge ist es schwierig die an den Mikrostrukturen rückgestreuten Signalanteile zu detektieren.

Demonstriert werden Messungen an Bonded-Waivers sowie an TSV-Arrays unterschiedlicher Größe. Es zeigt sich, dass durch die Wahl besonders gestalteter Prüfköpfe sowie in Kombination mit einer abgeänderten Signalverarbeitung eine Erhöhung der Abbildungsqualität über die bisherigen Grenzen hinaus ermöglicht wird. Anhand der vorgestellten Ergebnisse wird deutlich, dass die Akustische Rastermikroskopie eine wichtige Prüfmethode aktueller Fertigungsschritte in der Mikroelektronik darstellt.

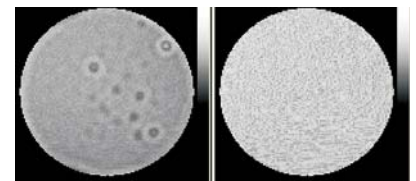
Akustische Rastermikroskopie an TSVs 3-D-Integration in der Nanoelektronik

Akustisches Rastermikroskop

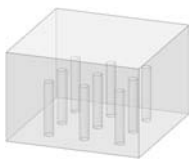
- Abtasten des Prüflings durch hochfrequente Schallfelder
- Auflösung bis zu 15 μm lateral und 30 nm in Tiefenrichtung
- Abbildung von Materialgrenzen, Delaminationen, Einschlüssen
- Kontrastmechanismus: Unterschiede in akustische Kennimpedanz, Schallgeschwindigkeit und Dämpfung



Zeitsignal (oben) und C-Scan (unten) an gebondeten Wafern

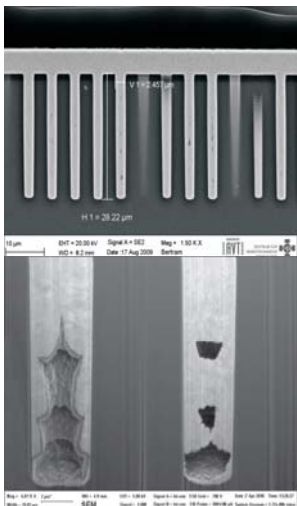


Akustische Mikroskopie an Through Silicon Via - Arrays

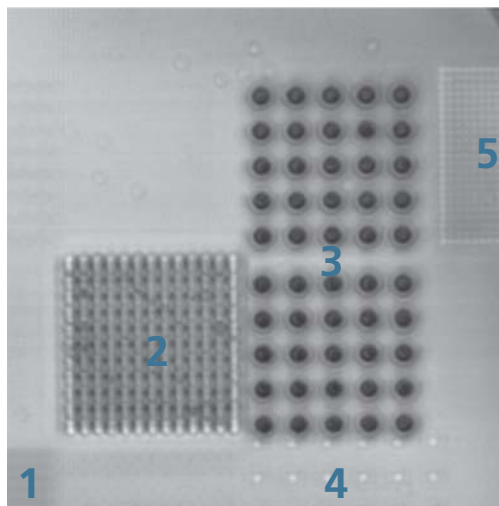


Rückseitiges TSV-Array in Si vor dem Rückschleifen (Prüfzustand)

- Abbilden von TSVs führt die akustische Mikroskopie an ihre Grenzen.
- Optimierung der Signalverarbeitung und Schallwandler führt zu aussagefähigen Mikroskopien.
- Nachweis der Abbildung von TSV-Kanälen bis zu 10 μm Durchmesser
- Unterschiede im Füllungsgrad oder der Gestalt des Lochbodens sichtbar



SEM-Schnittbilder an Cu-TSV-Array mit Fehler in der Füllung (Voids)



Akustische Mikroskopie an TSVs unterschiedlicher Größe, Form und Grad der Füllung: Langloch 1) 5x25 μm , 2) 20x60 μm ; Rundloch 3) \varnothing 50 μm , 4) \varnothing 20 μm Raster 140 μm , 5) \varnothing 20 μm Raster 31 μm , 6) \varnothing 15 μm , 7) \varnothing 10 μm

