



MESSUNG DES MIKRO-SPANNUNGSZUSTANDS IN 3D-ELEKTRONIK-STRUKTUREN MIT FIB-DAC

Dr. Rüdiger Rosenkranz, Dr. André Clausner, Prof. Dr. Ehrenfried Zschech

Die Bestimmung von Spannungen neben Through-Silicon-Vias (TSVs) ist eine sehr wichtige Aufgabe in der modernen Mikroelektroniktechnologie. TSVs sind Kupferkontakte mit einem Durchmesser von 5 bis 10 μm . Sie führen durch den Siliziumchip hindurch und verbinden verschiedene Ebenen in gestapelten 3D-Aufbauten miteinander. Da das Kupfer sich aufgrund seines höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten nach einer Wärmebehandlung bei 350 $^{\circ}\text{C}$ bei der Abkühlung auf Raumtemperatur stärker zusammenzieht als das Silizium, werden in der Umgebung der TSVs hohe mechanische Spannungen induziert. Dies kann Zuverlässigkeitsprobleme hervorrufen und die elektrischen Parameter von Transistoren in der Nähe der TSVs verändern. Diese Effekte können durch die Messung des Mikrospannungszustands in 3D-Elektronik-Strukturen kontrolliert werden. Dafür wird die FIB-DAC-Methode eingesetzt. Der Name FIB-DAC steht für »Digital Auto Correlation« von rasterelektronischen Bildern, die vor und nach einem Materialabtrag mittels »Focused Ion Beam« aufgenommen werden. Dazu werden folgende Schritte ausgeführt:

Schritt 1: Erzeugen eines stabilen, kontrastreichen Musters ohne Translationssymmetrie auf dem zu untersuchenden Probenbereich durch Abscheiden von Mikrodots aus Platin

Schritt 2: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines ersten Bilds in hoher Qualität (Bild 1)

Schritt 3: Entfernen des gesamten Materials um die Probenstelle mit dem Focused Ion Beam durch Schneiden eines ringförmigen Schlitzes. Damit werden die In-Plane-Spannungen abgebaut, was zu kleinen Dehnungen oder Schrumpfungen

(je nach vorherigem Spannungszustand) des Probengebiets führt

Schritt 4: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines zweiten Bilds in hoher Qualität (Bild 2)

Schritt 5: Berechnung des resultierenden Dehnungsfelds mit Subpixelgenauigkeit durch Verwendung einer Software zur digitalen Bildkorrelation (Bild 3)

Schritt 6: Berechnung der Spannungen aus den Dehnungen unter Zuhilfenahme eines numerischen oder analytischen Modells für die betreffende Geometrie

Wir bedanken uns für die Förderung durch die Europäische Union im Rahmen des Projekts »iSTRESS«, Grant agreement no: 604646.

- 1 REM-Aufnahme des erzeugten Musters im Probengebiet vor der FIB-Bearbeitung.
- 2 REM-Aufnahme des erzeugten Musters im Probengebiet nach der FIB-Bearbeitung.
- 3 Verschiebungsfeld, berechnet mit einer Bildkorrelationssoftware aus den Bildern vor und nach der FIB-Bearbeitung.

