

Messmethodiken

Vorlesung

Die Aussage, dass Halbleiterbauelemente die Welt erobert hätten, passt auf unsere heutige Welt noch viel besser zu, als dies noch vor 30 Jahren galt. Kaum eine Anwendung, von der medizinischen bis zur buchhalterischen wäre ohne Halbleiter heutzutage mehr denkbar. Durch die kontinuierliche Verkleinerung der Strukturgröße der Herstellungsprozesse von Halbleitern liegt diese gegenwärtig bei 7 nm. Im Vergleich: ein menschliches Haar ist 50 μm bis 80 μm dick und Feinstaub liegt in der Größe von 100 nm bis 2,5 μm . Gleichzeitig bestehen moderne Computerprozessoren aus bis zu 10 Milliarden und mehr Transistoren. Anhand dieser Zahlen wird schnell klar, dass moderne Halbleiter nur dann prozessiert werden können, wenn zum einen die notwendige Reinheit beim Prozess gegeben ist und zum anderen die notwendigen Charakterisierungsverfahren in ausreichender Qualität und Auflösung zur Verfügung stehen. Die Veranstaltung knüpft exakt an diesem Punkt an. Beispielhaft werden anhand eines Halbleiterprozesses die generellen Anforderungen an die einzelnen Materialien besprochen. Die Studierenden lernen eingangs Funktion und Aufbau zahlreicher optischer interferometrischer Verfahren (z.B. Weißlichtinterferometrie) kennen, um die Oberflächenbeschaffenheit von Siliziumwafern exakt zu vermessen. Die oberflächennahen bzw. Volumenverunreinigungen werden anhand von FTIR und eines Massenspektrometers bestimmt. Um die Qualität von Dotierprofilen weiter zu analysieren gehen wir unter anderem auf die Methoden der Sekundärmassenspektroskopie und der spreading resistance Messung ein. Wichtig ist hierbei ebenso die exakte Vermessung der elektrischen Eigenschaften (elektrische Kontakt- und Schichtwiderstände) der dotierten Bereiche, zum Beispiel mittels Vier-Punkt-Messung und der Wirbelstrommessmethode. Vertiefend wird ebenso auf die Ultraschallmikroskopie eingegangen, welche ein hochmodernes Werkzeug zur visuellen Analyse von Oberflächen- und Volumenprofilen von verpackten und unverpackten Halbleitern darstellt. Abschließend werden Methoden der Lebensdauerermessung (z.B. μ -PCD) von Halbleitern vorgestellt, die einen Einblick in die „Haltbarkeit“ von Ladungsträgern in Halbleitern geben. Am Ende der Veranstaltung haben die Studierenden einen Werkzeugkasten an Messmethoden zur Verfügung, um zahlreichen möglichen Problemen im Halbleiterprozess oder der verwendeten Materialien auf die Spur gehen zu können.