

# **Standardfreie Bestimmung der TEM-Lamellendicke mit Hilfe des Energie selektiven Rückstreuelektronen-Detektors (Crossbeam<sup>TM</sup>, Carl Zeiss<sup>TM</sup>), während der FIB-Präparation in einer Zweistrahlanlage.**

Roland Salzer

Diagnostic of Semiconductor Technologies

Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials, Halle, Germany

Die FIB-Präparationsmethode zur Herstellung von TEM-Lamellen, und insbesondere die FIB-Präparation in kombinierten Geräten (FIB und REM) ist etabliert und findet breite Anwendung. Die Anforderungen an TEM-Proben für die Nano-Analytik und für quantitative Untersuchungen im TEM steigen in Bezug auf Probendicke und Artefaktfreiheit, nicht zu letzt auch dank der neuen Generation von höchstauflösenden TEM's. Die gezielte Herstellung von ultra dünnen TEM-Lamellen birgt verschiedene Herausforderungen. Bisher war es nicht möglich die Restdicke einer TEM-Lamelle während der Präparation standardfrei zu bestimmen, deshalb ist es schwer die Präparation rechtzeitig (bei der gewünschten Zieldicke) zu stoppen und eine Zerstörung der Lamelle zu vermeiden. Außerdem erschwert die Lamellenverbiegung die Präparation mitunter so stark, dass es unmöglich wird die Lamelle bis zur notwendigen Zieldicke zu dünnen.

Im Vortrag soll ein heuristischer Ansatz vorgestellt werden, der auf der Basis von Monte-Carlo (MC)-Simulationen entwickelt wurde und dessen Endergebnis eine allgemeine normierte Transparenzfunktion (engl. Abk. GNTF) ist, mit deren Hilfe die Grauwertbilder des energieselektiven Rückstreuelektronendetektors zu farbkodierten Dickenkarten von dünnen Proben verschiedener Materialien standardfrei korreliert werden können.

In diesem Zusammenhang sollen einige Anwendung der GNTF, wie die Dickenkartenerstellung und die direkte Ausgabe der maximalen Rückstretiefen in Abhängigkeit von Material und Primärelektronen Energie, dargestellt werden. Es sollen Experimente vorgestellt werden, die das Verfahren und die abgeleiteten Zusammenhänge belegen.

Weiterhin werden Überlegungen, Experimente und zusätzliche MC-Simulationen gezeigt, welche die physikalischen Eigenheiten des Detektorsystems berücksichtigen (beschreiben). Dabei soll u. a. auf Gitterführungseffekte und deren Einfluss auf die Dickenkorrelation eingegangen werden.

Im letzten Teil werden Ergebnisse zur Problematik der Lamellenverbiegung vorgestellt. Es wurden Ergebnisse aus Molekulardynamischen (MD)-, MC- und FE-Simulationen in Bezug auf Spannungsinduktion durch den Gallium-Beschuss während der FIB-Präparation kombiniert, wobei das FE-Modell der Lamelle auf Grundlage von Messungen mit der entwickelten Dickenbestimmungsmethode erstellt wurde. Hiermit konnten schlussendlich die MD-Simulationen qualitativ und insbesondere die vorhergesagten Spannungsinduktionen bestätigt werden.