



MATERIAL- UND PROZESSANALYSE

CHARAKTERISIERUNG ORGANISCHER DÜNN- SCHICHTEN MITTELS NIEDERSPANNUNGS-REM

M. Sc. Aránzazu Garitagoitia Cid, M. Sc. Mona Sedighi, Dr. André Clausner, Dr. Rüdiger Rosenkranz, Prof. Ehrenfried Zschech

Bei der Untersuchung von Materialien, die sich in ihrer Zusammensetzung nur wenig unterscheiden, ergibt sich bei der Rasterelektronenmikroskopie (REM) oft nur ein sehr geringer Materialkontrast. Zudem können strahlempfindliche Proben während der Beobachtung beschädigt werden. Um das Wechselwirkungsvolumen im Elektronenmikroskop deutlich zu reduzieren und wesentliche Informationen aus dem Oberflächenbereich der Probe zu gewinnen, können niedrige Primärstrahlenergien (E_p) eingesetzt werden. Durch Fortschritte im Design der Feldemissionsquelle, eine aberrationskorrigierte Optik sowie die Verbesserung der Detektorempfindlichkeit sind moderne Niederspannungs-REMs (LVSEM) heute in der Lage, zusätzliche analytische Informationen zu liefern. Die Kombination des Signals der rückgestreuten Elektronen mit niedriger Primärstrahlenergie eröffnet neue bildgebende Möglichkeiten zur Charakterisierung von strahlempfindlichen Materialien. Besonders für Dünnschichten, organische Proben und einige Hybridmaterialien ist diese Verminderung von Strahlenschäden essenziell.

Dünnschichten aus Organosilikatglas (OSG) werden in modernsten mikroelektronischen Produkten als Low-k-Dielektrikum zwischen den metallischen Leitbahnen verwendet. Tritt das Glasnetzwerk des OSG in Wechselwirkung mit dem Elektronenstrahl, kann es sich verdichten. Das führt zu einer signifikanten Schrumpfung des Materials. Durch die Kombination einer niedrigen Primärstrahlenergie ($E_p = 1000$ eV) mit einem energiselektiven Rückstreuelektronendetektor (EsB) können jedoch der Zusammensetzungs- und Kontrast zwischen dem OSG-Dünnschicht und dem Si-Substrat erhöht und das Schrumpfungphänomen deutlich gemindert werden (Bild 1).

Die Charakterisierung der Probenmorphologie ist ein wichtiger Schritt zur Verbesserung grundlegender Eigenschaften funktionaler Materialien, wie der Energieumwandlungseffizienz von organischen Dünnschicht-Photovoltaik-Zellen. Mit einem EsB-Detektor können für REM-Abbildungen nur die Elektronen eines ausgewählten Energiebereichs verwendet werden (zum Beispiel die »backscattered electrons«, BSE). Die geringe Primärstrahlenergie reduziert die Probenaufladung für nichtleitende Materialien. Bild 2 zeigt eine aktive Zink-Phtalocyanin-Schicht (ZnPc, Donor) mit eingebetteten Fullerenpartikeln (C_{60} , Akzeptor), die in Bulk-Heteroübergangsarchitekturen für OPV-Zellen verwendet wird. Im Transmissionselektronenmikroskop (Bild 2A) sind zwar lange Stäbchen und kleinere (hellere und dunklere) Domänen erkennbar, die zwei Komponenten können aber nicht identifiziert werden. Für optimierte REM-Arbeitsbedingungen erlaubt das BSE-Bild (Bild 2B) hingegen eine Unterscheidung zwischen ZnPc (helle lange Stäbchen) und Fulleren (dunkle Nanopartikel).

- 1 SE-Bilder (A, B, C) der Schrumpfung im OSG-Dünnschicht auf Si-Substrat nach 3 min. Scannen mit hoher Vergrößerung zeigt nur in BSE-Bild D keine Schrumpfung (EsB Gitterspannung = 500 V).
- 2 Aktive Zink-Phtalocyanin-Schicht mit eingebetteten Fullerenpartikeln. Die beiden Komponenten sind in TEM-Bild A nicht erkennbar; anders in BSE-Bild B (EsB Detektorgitter = 900 V).

