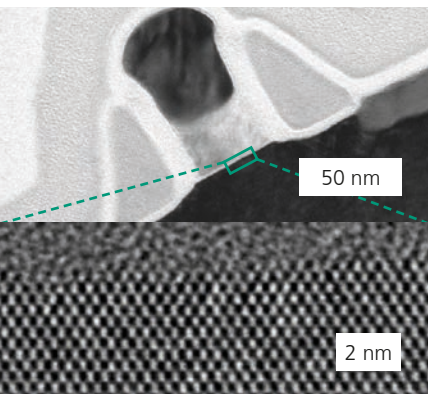
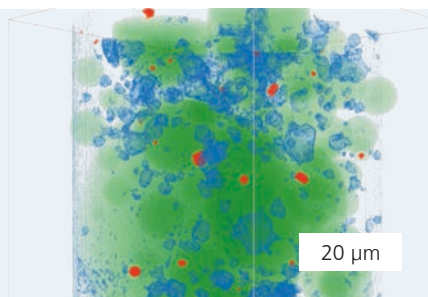


Mikroelektronik-Materialien und Nanoanalytik für verbesserte Leistung und Zuverlässigkeit

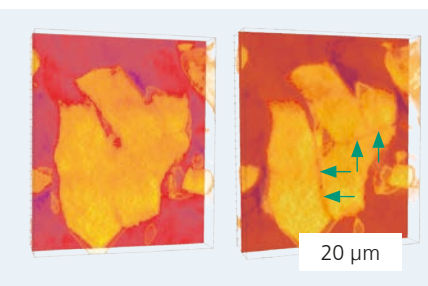
Dr. André Clausner, Dr. Birgit Jost, Dr. Zhonquan Liao, Dr. Jürgen Gluch, M. Sc. Kristina Kutukova, Dipl.-Ing. Christoph Sander



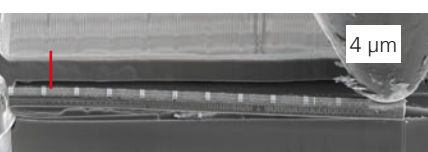
HR-TEM-Aufnahme einer Transistorstruktur mit atomar aufgelöster Kanalstruktur.



Röntgentomografische 3D-Mikroskopie einer heterogenen Vergussmasse.



Röntgenmikroskopisches Operando-Experiment an einer aktiven Batteriezelle, links: Kathodenpartikel vor Zyklierung, rechts: Rissbildung nach 37 Zyklen.



In-Situ-Biegeexperiment in einem Rasterelektronenmikroskop an einer nano-strukturierten Mikroelektronikprobe.

Neuartige und komplexe Werkstoffsysteme sind ein Schlüssel für Innovationen in der Mikro-, Nano- und Optoelektronik sowie in der Energie-, Umwelt- und Medizintechnik.

Die meisten makroskopischen Eigenschaften von Materialien und strukturierten Systemen haben ihren Ursprung in der mikroskopischen Welt. Mit dem richtigen Wissen über die relevanten Struktur-Eigenschaftsbeziehungen lässt sich die Entwicklung neuer Produkte beschleunigen, die Zuverlässigkeit von Bauteilen gezielt verbessern und die Effizienz von technologischen Prozessen erhöhen.

Die Abteilung »Mikroelektronik-Materialien und Nanoanalytik« am Fraunhofer IKTS beschäftigt sich intensiv mit modernsten Nanoanalytik-Methoden sowie mit innovativen, problemangepassten Experimentaldesigns in Mikroskopen, um mikroskopische Effekte messbar zu machen und weiter verwerten zu können. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Kombination von Verfahren und der Betrachtung zeitaufgelöster Wechselwirkungen.

Ein wichtiges Anwendungsfeld stellt die Mikroelektronik dar. In enger Kooperation mit der Industrie bearbeiten wir Fragestellungen auf Chipebene – in Größenbereichen zwischen wenigen Nanometern und einigen Mikrometern. Die Methoden umfassen dabei:

- Hochauflösende analytische Transmissionselektronenmikroskopie (HR-TEM inkl. EDX und EELS)
- Hochauflösende Röntgen-Nanotomografie (nXCT)
- Rasterelektronenmikroskopie/Plasma-FIB (REM/FIB) für flexible Probenpräparation sowie EDX/EBSD für chemische und kristallografische Charakterisierung

- Modernste nanomechanische Testsysteme (z. B. Nanoindentation)

Damit lassen sich beispielsweise Transistorstrukturen und deren Fehlermodi bis hin zu atomarer Auflösung (Bild oben) oder in Vergussmassen Strukturen und Materialien in 3D mit Auflösungen von mehreren 10 nm (zweites Bild) abbilden. Dadurch wird ein deutlich tieferer Einblick in die Struktur und das Verhalten von Mikroelektronik-Materialien ermöglicht.

Über die bildgebenden Verfahren hinaus arbeiten wir intensiv am Verständnis und der Optimierung von Zuverlässigkeitsthemen, wie Elektromigration, thermomechanische Zuverlässigkeit und Hochfrequenzverhalten. Dafür stehen spezifisches Equipment wie ein HF-Wafer-Prüfer und EM-Testöfen zur Verfügung.

Eine Kernexpertise ist das Integrieren von Experimenten in verschiedene Mikroskope in Form von In-situ- und Operando-Tests, z. B. für Mikroelektronik- oder Energiesysteme. Ein Beispiel für die innovative Umsetzung von Operando-Experimenten in der Röntgenmikroskopie ist der Aufbau einer aktiven Batteriezelle in einem nXCT, womit die mikroskopische Rissbildung in Kathodenpartikeln bei der Zyklierung einer Batteriezelle beobachtet werden kann (drittes Bild). Auch In-situ-Experimente in Mikroskopen liefern aufschlussreiche Informationen. Beispielsweise kann so in einem Rasterelektronenmikroskop der System-E-Modul einer nanostrukturierten Mikroelektronikprobe in-situ bestimmt werden (Bild unten).