

Das Rasterelektronenmikroskop - Einsatzbereich, Aufbau und Funktion

Das Rasterelektronenmikroskop (REM) wird hauptsächlich zur Betrachtung von Oberflächenformen räumlich strukturierter Objekte eingesetzt. Der nutzbare Vergrößerungsbereich reicht von etwa 5x bis zu etwa 100000x. Das erreichbare Auflösungsvermögen ist im Vergleich zum Lichtmikroskop um etwa den Faktor 100 besser, die erreichbare Tiefenschärfe sogar etwa um den Faktor 300 besser.

Aus diesen Vorteilen ergeben sich zahlreiche Anwendungen, z.B. im Bereich der Materialuntersuchung (Metallegierungen, Keramiken, moderne Verbundwerkstoffe), Oberflächenbeurteilung, Schadensanalyse (Untersuchung von Bruchflächen), Kriminalistik (Vergleichsuntersuchungen an sehr kleinen Objekten), Biologie und Medizin (Morphologische Untersuchungen), Halbleitertechnologie (Qualitätskontrolle der Bauelemente), und viele weitere Anwendungen.

Ein Rasterelektronenmikroskop besteht aus:

- Einer Elektronenquelle mit Hochspannungsversorgung (typisch 1000 bis 30000 Volt), die einen Elektronenstrahl erzeugt,
- einer Elektronenoptik, die den Elektronenstrahl sehr fein bündelt und in einem zeilenförmigen Raster über das Objekt führt,
- einer Probenkammer mit einem Probenstisch, der mit dem darauf befestigten Objekt in vielen Richtungen verschoben und gedreht werden kann,
- einem Sekundärelektronendetektor, der sogenannte Sekundärelektronen, die beim Beschuß des Objektes mit Elektronen aus der Objektoberfläche herausgeschlagen werden, einsammelt und als Bildinformation nutzbar macht,
- einem Vakuumsystem, das die vorgenannten Systeme unter Vakuum hält, da sich ein wirksamer Elektronenstrahl nicht bei atmosphärischem Druck erzeugen läßt,
- einer Elektronikeinheit, die die erforderlichen Ströme und Spannungen zur Verfügung stellt und die Bildinformation verstärkt,
- einer Bildröhre, deren Elektronenstrahl synchron zu dem Elektronenstrahl auf dem Objekt in einem zeilenförmigen Raster über den Bildschirm geführt wird, und dabei in seiner Intensität von dem Signal, das der Sekundärelektronendetektor liefert, geregelt wird.

Objektstellen, die viele Sekundärelektronen freisetzen, erscheinen daher auf dem Bildschirm heller als solche, die weniger freisetzen. Die Sekundärelektronenausbeute ist abhängig von der Lage der Oberfläche in Bezug zu den eingestrahlenen Elektronen und von der elementaren Zusammensetzung der Oberfläche.

- Zum Abphotographieren des Schirmbildes steht meist eine zweite Bildröhre zur Verfügung.

Auf der Rückseite dieser Information wird eine Kurzinformation zu dem Röntgenmikroanalyse-system (EDX), einem wichtigen Zusatz, der das Rasterelektronenmikroskop zu einem chemisch-analytischen Werkzeug macht, gegeben.

Das energiedispersive Röntgenmikroanalyzesystem (EDX-System) Einsatzbereich, Aufbau und Funktion

Das energiedispersive Röntgenmikroanalyzesystem wird zur Analyse der chemischen (elementaren) Zusammensetzung sehr kleiner (typischerweise wenige Kubikmikrometer) Bereiche an der Oberfläche von Objekten im Rasterelektronenmikroskop eingesetzt. Innerhalb von etwa einer Minute kann man eine quantitative Analyse einer Objektstelle erhalten. Die Nachweisempfindlichkeit beträgt im günstigsten Fall etwa 0.1 Gewichtsprozent, die Genauigkeit ist stark abhängig von dem Gehalt an dem betrachteten Element, und liegt für die wichtigsten Anwendungsfälle zwischen etwa 1 und 20% relativ.

Das energiedispersive Röntgenmikroanalyzesystem bietet außerdem die Möglichkeit, die Verteilung eines Elementes in der Oberfläche eines Objektes darzustellen. Durch den Vergleich mit dem normalen Bild des Rasterelektronenmikroskopes wird es damit möglich, die Verteilung eines Elementes mit Strukturen des Objektes zu korrelieren.

Ein energiedispersives Röntgenmikroanalyzesystem besteht aus:

- Einem Röntgendetektor, der die beim Beschuß des Objektes mit Elektronen aus dem Objekt freigesetzte charakteristische Röntgenstrahlung der getroffenen Elemente aufnimmt, und in der Energie der jeweiligen Röntgenstrahlung proportionale Stromstöße umwandelt,
- einem Pulsprozessor, der diese Stromstöße verstärkt und ihre Größe ausmißt,
- einem Vielkanalspeicher, in dem die Anzahl der Stromstöße, sortiert nach ihrer Größe, also das komplette Röntgenspektrum einer Objektstelle, festgehalten wird,
- einem Computer mit Rechenprogrammen, die den Inhalt des Vielkanalspeichers lesen können, und eine qualitative als auch quantitative Bearbeitung und Auswertung des Röntgenspektrums ermöglichen.

