

NANO CT AN AL-LEGIERUNG

Am Lehrstuhl für Röntgenmikroskopie (LRM) der Universität Würzburg wird in Zusammenarbeit mit der Projektgruppe NanoCT Systeme des Fraunhofer EZRT ein NanoCT System entwickelt. Dies hat zum Ziel, dreidimensionale Strukturen in der Größenordnung von wenigen hundert Nanometern abzubilden, wie sie z. B. in der Materialcharakterisierung von Metallgefügen von Bedeutung sind. Hier wird eine erste CT-Aufnahme dieses Instruments präsentiert. Die Probe ist die binäre Legierung Al-Cu₂₁ (Massen%).

Das System

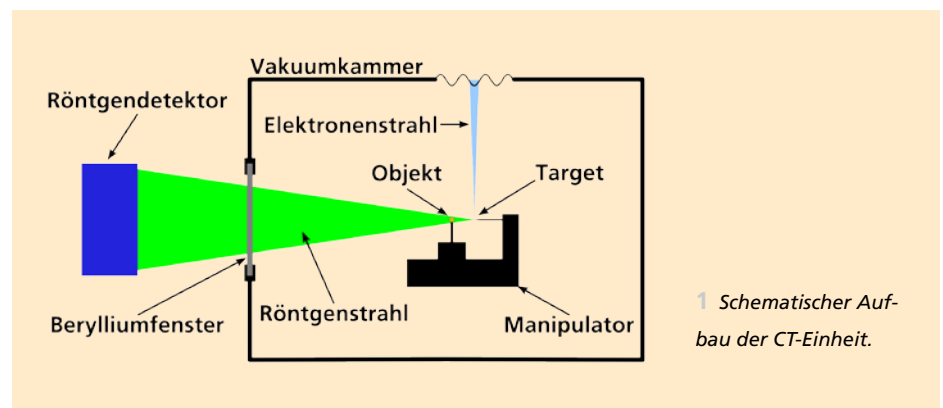
Als Basis für das Instrument dient ein Rasterelektronenmikroskop (JEOL JSM 7100F), das mit einem Nanomanipulator (Klocke Nanotechnik) ausgestattet ist. Auf dem Manipulator werden das Target, hier eine W-Folie, sowie das Objekt montiert. Über ein Beryllium-Fenster fällt die Strahlung auf den außerhalb der Vakuumkammer installierten CdTe Pixirad Detektor (Abb. 1). Für die iterative Bildrekonstruktion mit anschließender Phasenkorrektur (Paganin-Methode) wurde am LRM entwickelte Software verwendet.

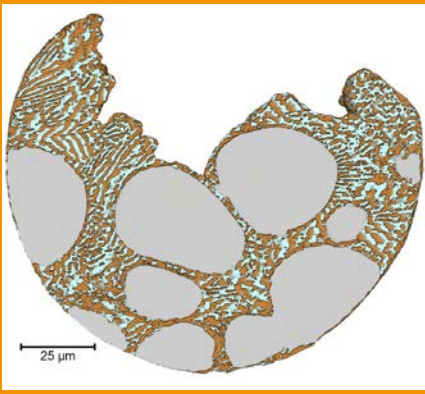
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT
Josef-Martin-Weg 63
97074 Würzburg

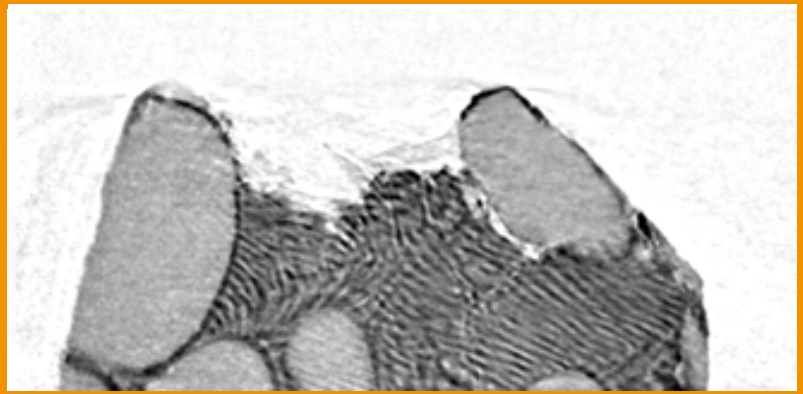
Ansprechpartner
Dr. Jens Engel
Telefon +49 931 31-89308

www.iis.fraunhofer.de/ezrt





2 Schnitt parallel zur y-z-Ebene der segmentierten Daten (Avizo Fire); Das α -Aluminium ist grau und in dem Eutektikum ist das Aluminium hellblau sowie die intermetallische Phase Al_2Cu dunkel orange eingefärbt.



3 Sagitaler Schnitt entlang der x-z-Ebene der rekonstruierten Grauwertdaten.

Anwendung: Legierung

Für die erste CT wurde die binäre Legierung Al-Cu21 gewählt, die aus den Phasen α -Aluminium und Al_2Cu besteht, die im Gefüge als Primär-Aluminium und Eutektikum vorliegen. Die Probe wurde als Spitze aus dem Ingot abgedreht. Aufgrund der mechanischen Bearbeitung ist ein Teil der Spitze abgebrochen. Die Phasen bzw. Gefüge der Legierung wurden aus den Daten segmentiert (Abb. 2).

In der Probe ist das primäre Aluminium als rundliche Partikel von 20–30 μm Durchmesser zu erkennen, das in einem Eutektikum aus Sekundär-Aluminium sowie Al_2Cu -Phase eingebettet ist. Das eutektische Gefüge bildet aufgrund der schnellen Abkühlung des Ingots sehr feine Lamellen aus, mit Breiten um ca. 0,6 μm und Lamellenabständen von ca. 1,2 μm . Auch ohne Segmentation ist das Gefüge der Legierung sehr gut zu erkennen (siehe Abb. 3).

Zusammenfassung / Ausblick

Die gezeigten Resultate der NanoCT sind sehr vielversprechend. Sie übersteigen deutlich die Leistung einer Standard-Mikro-CT. Welche typischer Weise eine Ortsauflösung von 1–1,5 μm (FWHM der Punktspreizfunktion) zeigen, und die eutektischen Lamellen nicht auflösen. Durch die Verwendung einer sehr spitzen Nadel als Target, kann die Auflösung noch gesteigert werden. Die NanoCT liefert im Gegensatz zur Schlifffbildgebung 3D Daten zur exakten Volumenbestimmung der Phasen sowie z. B. die Möglichkeit, die Orientierung der Lamellen im Eutektikum zu bestimmen, wie dies z. B. zum Verständnis des Abkühlvorgangs, extrem hilfreich ist.

Elektronenquelle: REM (JEOL)

| | |
|-------------------------|------------|
| Target | W-Folie |
| Beschleunigungsspannung | 30 kV |
| Probenstrom | ca. 300 nA |

Detektor: CdTe Pixirad

| | |
|---------------|------------------------|
| Pixel | 1024 x 476 |
| Pixelgröße | 60 μm (hexagonal) |
| Aktive Fläche | 61,8 x 25 mm |
| Bit-Tiefe | 15 |

Messung

| | |
|-----------------------|------------------|
| Messbereich | 150 x 70 μm |
| Vergrößerung | ca. 350 x |
| Voxelsampling | ca. 150 nm |
| Ortsauflösung (FWHM) | ca. 450 nm |
| Messzeit / Projektion | 15 min |
| Projektionen (360°) | 600 |