

Technische Universität Ilmenau

Abscheidung von reinen und legierten Refraktärmetallschichten aus ionischen Flüssigkeiten

Refraktärmetalle (lat.: refractarius = widerpenstig, halsstarrig) zeichnen sich durch ihren hohen Schmelzpunkt von über 2.000 °C und ihre extreme Beständigkeit gegenüber chemischen und mechanischen Belastungen aus. Aufgrund dieser Eigenschaften finden Refraktärmetalle unter anderem für Komponentenwerkstoffe in der Mikroelektronik und in Nuklearreaktoren Anwendung. Als funktionelle Schichten bieten sie die Möglichkeit, andere Materialien vor aggressiven Chemikalien und mechanischem Verschleiß zu schützen.

Im Vergleich zu gängigen Beschichtungsverfahren wie physikalische und chemische Gasphasenprozesse oder die galvanische Abscheidung aus Hochtemperaturschmelzen bietet eine Abscheidung aus ionischen Flüssigkeiten die Möglichkeit, komplexe Geometrien bei niedrigen Temperaturen vergleichsweise umwelt-schonend und kostengünstig zu beschichten.

Das Interesse an ionischen Flüssigkeiten hat in den vergangenen 15 Jahren stark zugenommen. Das liegt vor allem an der Vielzahl ihrer besonderen Eigenschaften. Von ihren elektrischen Eigenschaften her sind sie vergleichbar mit anorganischen Salzschnmelzen, haben jedoch einen wesentlich niedrigeren Schmelzpunkt, der teilweise weit unter 100 °C liegt. Im Vergleich zu organischen Lösungsmitteln zeichnen sie ihr oftmals zu vernachlässigender Dampfdruck und die damit verbundene geringe Flüchtigkeit aus, weshalb sie in der chemischen Synthese und Katalyse eine breite Anwendung finden. Ihre geringe Toxizität und Entzündbarkeit machen sie auch für die Umweltchemie zum Beispiel als Lösungs-

mittel zur Zelluloseverarbeitung interessant. Im Vergleich zu wässrigen Lösungen heben sie sich durch ein breites elektrochemisches Fenster von bis zu 5 Volt hervor. Dadurch sind sie hervorragend geeignet für die galvanische Abscheidung von Refraktärmetallen, die aufgrund ihres negativen Standardpotenzials nicht aus wässrigen Lösungen abgeschieden werden können.

Obwohl die elektrochemische Abscheidung von Refraktärmetallen aus ionischen Flüssigkeiten schon seit einiger Zeit erforscht wird, gibt es immer noch eine Reihe von Herausforderungen. Die in der Forschung weit verbreitete Anwendung von Metallhalogeniden als Ausgangsmaterial bringt einige Schwierigkeiten mit sich. Dazu gehören zum einen der komplexe Reduktionsmechanismus, der immer noch nicht vollständig verstanden ist. Da Refraktärmetalle in Metallhalogeniden oftmals in Oxidationsstufen höher als 4 vorliegen, ergibt sich für die Abscheidung aus ionischen Flüssigkeiten mit hoher Wahrscheinlichkeit ein mehrstufiger Reduktionsmechanismus. Dies birgt die Gefahr der Bildung von stabilen intermediären Verbindungen, die mit in die Beschichtung eingebaut werden können und für raue, verunreinigte und schlecht haftende Schichten sorgen. Weiterhin folgt aus dem hohen Ordnungsgrad und der starren Grenzflächenstruktur der ionischen Flüssigkeiten an den Elektroden eine langsame Kinetik für die Metallreduktion. Um diese Aufgaben zu lösen, bedarf es einer intensiven Erforschung der während der Abscheidung ablaufenden Reaktionen und Prozesse. Dafür müssen neue Konzepte erarbeitet werden, um den Abschei-

Zur Person

Thomas Engemann studierte an der Technischen Hochschule Georg-Simon-Ohm in Nürnberg „Neue Materialien und Nanotechnologie“ und erhielt dort den Abschluss Master of Engineering. Schon während seiner Masterarbeit beschäftigte er sich intensiv mit Reaktionsmechanismen in flüssigen Medien. Er promovierte nun im Fachgebiet Elektrochemie und Galvanotechnik an der Technischen Universität Ilmenau unter der Betreuung von Prof. Andreas Bund mit dem Thema „Galvanische Abscheidung von reinen und legierten Refraktärmetallen aus ionischen Flüssigkeiten“.



dungsprozess besser zu verstehen und so die Grundlagen für eine kostengünstige und umweltfreundliche Beschichtungstechnologie zu schaffen

Hier setzt das Verbundprojekt GALACTIF an. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Gemeinschaftsprojekt, an dem neben der TU Ilmenau die TU München, die TU Clausthal, die TU Chemnitz, das Fraunhofer IST aus Braunschweig und das Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie aus Schwäbisch Gmünd beteiligt sind, soll die elektrochemische Abscheidung von ausgewählten Metall- und Legierungsschichten aus ionischen Flüssigkeiten erforschen. Die erfolgreiche Umsetzung des Forschungsvorhabens wird zu großen Innovationen in der mittelständisch geprägten galvanotechnischen Branche führen. Neuartige Verfahren werden die ressourcenschonende Herstellung langlebiger Bauteile ermöglichen und ökologisch bedenkliche Prozesse werden sich entschärfen oder gar substituieren lassen.

Weitere Informationen:

Prof. Andreas Bund,

Tel.: +49 (0)3677/69-3107

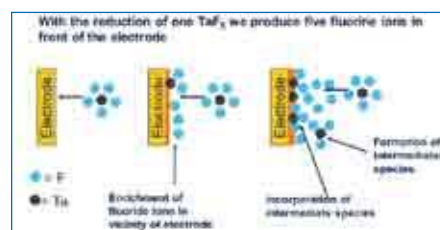
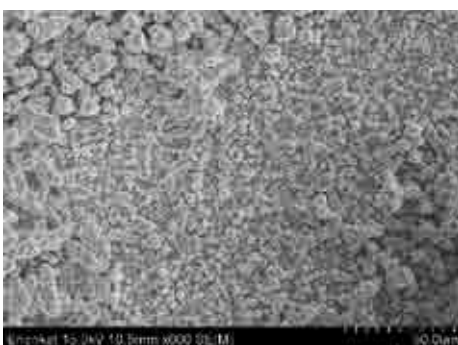
andreas.bund@tu-ilmenau.de

www.tu-ilmenau.de/wt-ecg

Thomas Engemann

Tel.: +49 (0)3677 69-3667

thomas.engemann@tu-ilmenau.de



REM-Aufnahme einer Tantalschicht auf einem Goldsubstrat (I.) und Schema des Abscheidungsprozesses unter Verwendung von Tantal(V)-fluorid (o.)