

Gefüge und Bruchzähigkeit von Hartstoffschichten

Paul H. Mayrhofer

Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, TU Wien, 1060 Wien

Übergangsmetallnitride sind bevorzugte Materialien für struktur- und funktionsorientierte Hartstoffbeschichtungen, insbesondere bei mechanisch dominierten Lastprofilen. Wie solche Nitride entwickelt werden können, die gleichzeitig hohe mechanische Festigkeit und Bruchzähigkeit sowie außergewöhnliche thermische Stabilität bieten, ist Gegenstand dieses Beitrags.

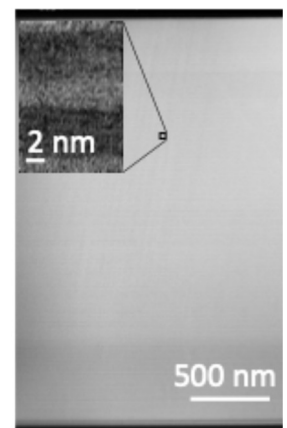
Basierend auf experimentellen und theoretischen Untersuchungen werden zentrale Materialentwicklungskonzepte vorgestellt, die auf die Verbesserung mechanischer und thermischer Eigenschaften abzielen. Dabei spielt die Kontrolle des Gefüges eine Schlüsselrolle, da es entscheidend für die Bruchzähigkeit ist. Nanolamellare Mikrostrukturen, wie sie in Übergitter- und Nanolagenbeschichtungen vorkommen, erhöhen durch gezieltes Gefügedesign sowohl die Widerstandsfähigkeit gegen Rissausbreitung als auch die mechanische Stabilität bei hohen Temperaturen.

Darüber hinaus ermöglichen legierungstechnische Konzepte nicht nur eine signifikante Steigerung der thermomechanischen Eigenschaften, sondern auch eine deutliche Erhöhung der Beschichtungsrate und eine Reduktion der notwendigen Beschichtungstemperaturen (bei gleichbleibender Zerstäubungsleistung). Diese Ansätze tragen zu einem effizienteren Herstellungsprozess bei, ohne die Materialeigenschaften zu kompromittieren, und bieten zudem auch den Vorteil, dass sie unempfindlicher gegenüber Beschichtungsparametervariationen sind, was ihre industrielle Umsetzung erheblich erleichtert.

Abschließend wird die Bedeutung der Gefügemodifikation in elektrochemischen Anwendungen hervorgehoben. Offenporige Mikrostrukturen, hergestellt durch innovative Abscheidetechniken, kombinieren herausragende elektrochemische Energiespeicherfähigkeiten mit außergewöhnlicher mechanischer Flexibilität. Solche gezielten Gefügedesigns verdeutlichen, wie vielseitig und anpassungsfähig Übergangsmetallnitride für anspruchsvolle Anwendungen sind.

Die vorgestellten Konzepte zeigen, wie durch gezielte Gefügemodifikationen und Materialentwicklungsstrategien Beschichtungen mit außergewöhnlichen und maßgeschneiderten Eigenschaften gestaltet werden können, um den stetig steigenden Anforderungen gerecht zu werden.

[1] Z. Gao, J. Buchinger, R. Hahn, Z. Chen, Z.L. Zhang, N. Koutná, P.H. Mayrhofer, Acta Mat. 279 (2024) 120313 1–10



TEM-Bild einer Übergitterschicht mit $\Lambda = 7,5 \text{ nm}$ [1].