

Institut für Anorganische Chemie

ALON - Herstellungsverfahren für Spinell-ALON mit hohem Stickstoffgehalt

HINTERGRUND

Aluminiumoxynitride mit Spinellstruktur (ALON) sind transparente Keramiken mit hoher Härte, Festigkeit und Beständigkeit. Sie werden für schusssichere Fenster, optische Linsen und Hochleistungsverbunde eingesetzt. Konventionelle Verfahren erzeugen Defekt-Spinellstrukturen mit geringem Stickstoffanteil (<30 mol% AlN) und Aluminium-Leerstellen, was die mechanischen und optischen Eigenschaften beeinträchtigt.

TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Das Verfahren ermöglicht die Herstellung von ALON mit idealer Spinellstruktur (stöchiometrisches $\text{Al}_3\text{O}_3\text{N}$) oder gezieltem Stickstoffüberschuss. Die Umsetzung der Al-O-N-Precursormaterialien erfolgt bei Temperaturen ≥ 1700 °C und Drücken ≥ 4 GPa. Geeignet sind unterschiedliche Precursorrouten, darunter Aluminoxane mit stickstoffhaltigen Reagenzien wie Ammoniak oder Hydrazin sowie Pulvergemische aus Al_2O_3 und AlN. Der Hochdruck-/Hochtemperaturschritt zeichnet sich durch kurze Reaktionszeiten von bis zu 60 s, maximal 60 min, aus. Zudem ist eine Dotierung mit Seltenen Erden oder Übergangsmetallen wie Eu, Y oder Ce möglich.

ANWENDUNGSFELDER

Die Beschichtungen sind ideal für

- Hochfeste und harte Keramik-Matrix-Verbundwerkstoffe (Keramik-Keramik, Keramik-Metall)
- Abrasivstoffe und Schneidstoffe für Metallbearbeitung mit geringer Anhaftungsneigung
- Transparente Schutzfenster (z. B. für Luft- und Raumfahrt, Sensoren, Optiken)
- optische Linsen
- Leuchtstoffe für LEDs (durch Dotierung mit Seltenen Erden)

VORTEILE

- ✓ Deutlich weniger Al-Leerstellen
→ höhere Härte, Festigkeit und Risszähigkeit
- ✓ Einsatz bei der Zerspanung von Stahl > 62 HRC
- ✓ Verbesserte Transparenz und höherer Brechungsindex
- ✓ Hoher Stickstoffgehalt, Gitterkonstante bis 7,999 Å
- ✓ Sehr hohe Reinheit ohne störende Fremdatome
- ✓ Flexible Prozessrouten (Pulver- oder Precursorroute)
- ✓ Dotierbar für gezielte optische oder magnetische Eigenschaften

STATUS

- ✓ Prototyp in Einsatzumgebung, TRL 6
- ✓ Patentanmeldung: DE102023108389B4

ZUSAMMENARBEIT

- ✓ F&E-Kooperation
- ✓ Auftragsforschung
- ✓ Lizenzierung
- ✓ Patentkauf

Kontakt

Zentrale Transferstelle

Dr. Iaroslav Petrenko

Tel.: 03731 392836

iaroslav.petrenko@zuv.tu-freiberg.de

Institut of Inorganic Chemistry

ALON – Herstellungsverfahren für Spinell-ALON mit hohem Stickstoffgehalt

BACKGROUND

Aluminum oxynitrides with spinel structure (ALON) are transparent ceramics characterized by high hardness, strength, and chemical stability. They are used for bulletproof windows, optical lenses, and high-performance composite materials. Conventional production routes result in defect spinel structures with low nitrogen content (<30 mol% AlN) and aluminum vacancies, which impair mechanical and optical properties.

TECHNICAL DESCRIPTION

The presented process enables the production of ALON with an ideal spinel structure (stoichiometric $\text{Al}_3\text{O}_3\text{N}$) or with a controlled nitrogen excess. The conversion of Al–O–N precursor materials is carried out at temperatures $\geq 1700\text{ °C}$ and pressures $\geq 4\text{ GPa}$. Various precursor routes are suitable, including aluminoxanes combined with nitrogen-containing reagents such as ammonia or hydrazine, as well as powder mixtures of Al_2O_3 and AlN. The high-pressure/high-temperature step is characterized by short reaction times (up to 60 s, max. 60 min). In addition, doping with rare earth or transition metals such as Eu, Y, or Ce is possible.

APPLICATION AREAS

These coatings are ideally suited for use in

- High-strength ceramic matrix composites (ceramic–ceramic, ceramic–metal)
- Abrasive and cutting materials for metal processing with low adhesion tendency
- Transparent protective windows (e.g., aerospace, sensors, optics)
- Optical lenses
- Phosphor materials for LEDs (via rare earth doping)

ADVANTAGES

- ✓ Significantly reduced Al vacancies → higher hardness, strength, and fracture toughness
- ✓ Application in machining of steel > 62 HRC
- ✓ Improved transparency and higher refractive index
- ✓ ✓ High nitrogen content, lattice parameter up to 7.999 Å
- ✓ Very high purity without detrimental foreign atoms
- ✓ Flexible processing routes (powder or precursor route)
- ✓ Tailorable optical or magnetic properties through doping

STATUS

- ✓ Technology demonstrated in relevant environment, TRL 6
- ✓ patent applications: DE102023108389B4

COLLABORATION OPTIONS

- ✓ R&D cooperation
- ✓ contract research
- ✓ licensing
- ✓ patent acquisition

Contact

Central Transfer Office

Dr. Iaroslav Petrenko

Phone: +49 3731 392836

iaroslav.petrenko@zuv.tu-freiberg.de