

3D-MANIA

3D manufacturing of complex aluminium nitride components

Programm / Ausschreibung	KS 24/26, KS 24/26, IraSME 35.Call	Status	laufend
Projektstart	01.12.2025	Projektende	30.11.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Projektförderung	€ 493.471		
Keywords	additive manufacturing; ceramics; simulation;		

Projektbeschreibung

Aluminiumnitrid (AlN) ist aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit und elektrischen Isolation in der Leistungselektronik und im Wärmemanagement von großer Bedeutung. Die Verarbeitung ist jedoch aufgrund teurer Ausgangsmaterialien und präziser Prozesssteuerung anspruchsvoll, insbesondere bei komplexen Strukturen. Ein weiteres Hindernis ist der Einsatz von Sinteradditiven wie Yttriumoxid, die die Prozesskontrolle erschweren. Innovative additive Fertigungstechnologien wie lithographiebasierte Vat Photopolymerisation (VPP), Lithography-Based Ceramic Manufacturing (LCM) und Multi Material Jetting (MMJ) ermöglichen nun die Herstellung komplexer Geometrien mit angepassten Eigenschaften.

Das Projekt 3D-MANIA zielt darauf ab, numerische Verfahren zur Material- und Topologieoptimierung für AlN zu entwickeln. Dabei werden Finite-Elemente-Methoden (FEM) eingesetzt und mit multimodaler Analytik validiert. Es werden Entwicklungstandems aus KMUs und Forschungseinrichtungen gebildet, um die Expertise in additiver Fertigung, Analytik und Simulation zu bündeln. Zu den verwendeten Verfahren gehören dabei u.a.:

- 3D-Mikroskopische Computer-Tomographie (μ CT) zur Geometrie- und Porenanalyse.
- Ramanspektroskopie zur Identifizierung von oxidischen Phasen.
- Mechanische Prüfungen zur Erfassung von Festigkeitseigenschaften.

Ein Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung einer neuen Prüfmethode zur bauteilnahen Festigkeitsbewertung additiv gefertigter Strukturen. Ergänzend werden Gefüge- und Versagensanalysen mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM), Lichtmikroskopie und Laser-Konfokalmikroskopie durchgeführt. Die Dichte wird mittels Archimedes-Methode bestimmt. Ein weiteres Ziel ist die Modellierung und Simulation des Sintervorgangs, um eine formgenaue Fertigung zu ermöglichen. Das Projekt optimiert die gesamte Fertigungskette und berücksichtigt auch die Recyclingfähigkeit. Ziel ist eine "First-Time-Right"-Fertigung mit einer Steigerung der Gutteilquote von 50 % auf 75 %.

Abstract

Aluminum nitride (AlN) is of great importance in power electronics and thermal management due to its high thermal conductivity and electrical insulation. However, processing is challenging due to expensive starting materials and precise

process control, especially for complex structures. Another obstacle is the use of sintering additives such as yttrium oxide, which make process control more difficult. Innovative additive manufacturing technologies such as lithography-based Vat Photopolymerization (VPP), Lithography-Based Ceramic Manufacturing (LCM) and Multi Material Jetting (MMJ) now enable the production of complex geometries with adapted properties.

The 3D-MANIA project aims to develop numerical methods for material and topology optimization for AlN. Finite element methods (FEM) are used and validated with multimodal analytics. Development tandems of SMEs and research institutions are formed to pool expertise in additive manufacturing, analytics and simulation. The methods used include:

- 3D microscopic computed tomography (μ CT) for geometry and pore analysis.
- Raman spectroscopy for the identification of oxide phases.
- Mechanical tests to determine strength properties.

One focus is on the development of a new test method for component-related strength assessment of additively manufactured structures. In addition, microstructure and failure analyses are carried out using scanning electron microscopy (SEM), light microscopy and laser confocal microscopy. The density is determined using the Archimedes method. A further aim is to model and simulate the sintering process in order to enable accurate production. The project optimizes the entire production chain and also takes recyclability into account. The aim is to achieve “first-time-right” production with an increase in the good parts rate from 50% to 75%.

Projektkoordinator

- Lithoz GmbH

Projektpartner

- Montanuniversität Leoben