

CerAMfactoring: Multimaterialbauteile aus leitfähigem und isolierendem Si_3N_4 -SiC-MoSi₂

Dipl.-Ing. Steven Weingarten, Dipl.-Ing. Johannes Abel, B. Eng. Lisa Gottlieb, Justin Ziener, B. Eng. Maria Reichel, Dipl.-Ing. Robert Johne, Dr. Eveline Zschippang, Dr. Uwe Scheithauer, Dr. Tassilo Moritz

Additive Fertigung funktionaler Bauteile

Um den immer höheren Anforderungen an die Funktionalisierung und Miniaturisierung von Bauteilen gerecht zu werden, ist es notwendig, verschiedene Werkstoffe in Bauteilen mit hochkomplexen Geometrien zu kombinieren. Additive Fertigungstechnologien (AM) erlauben hierbei erstmals Eigenschaftskombinationen wie dicht/porös oder elektrisch bzw. thermisch leitend und isolierend in einem Bauteil. Für die Herstellung von Multimaterialbauteilen eignen sich besonders AM-Technologien auf Basis thermoplastischer Bindersysteme, bei denen die Werkstoffe nur an den Stellen aufgebracht werden, an denen sie benötigt werden. Diese AM-Technologien bieten zudem die Möglichkeit, ein nahezu unbegrenztes Materialportfolio zu verarbeiten.

Elektrisch leitende und isolierende Eigenschaften in einem Bauteil

Elektrisch leitfähiges Siliciumnitrid ist eine hochtemperaturstabile Mischkeramik. Sie besteht aus Siliciumnitrid (Si_3N_4), einer oxidischen Korngrenzenphase sowie einer oder mehreren elektrisch leitfähigen Komponenten, z. B. TiN, SiC oder verschiedene Metallsilicide. Bereits durch eine geringe Änderung der Zusammensetzung kann ein leitfähiger oder ein nichtleitfähiger Werkstoff hergestellt werden. Durch Kombination von elektrisch leitfähigem und nichtleitfähigem Si_3N_4 -SiC-MoSi₂ können komplexe hochtemperaturgeeignete keramische Sensoren, Heizer und Zünder in nur einem Herstellungsschritt additiv gefertigt werden, die bei Temperaturen bis über 1000 °C einsetzbar sind (Bilder 1–3). Am Fraunhofer IKTS stehen hierfür verschiedene AM-Technologien zur Verfügung.

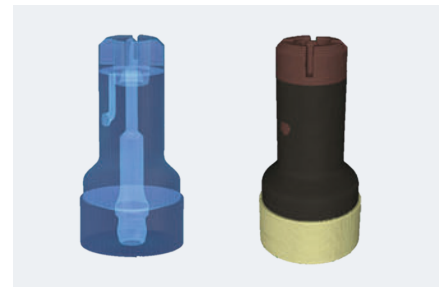
Verfahrensvielfalt am Fraunhofer IKTS

Multi Material Jetting (CerAM MMJ) ist ein am Fraunhofer IKTS entwickeltes tropfenbasiertes Verfahren, mit dem Bauteile aus einem oder mehreren Werkstoffen gleichzeitig durch Verschmelzen von thermoplastischen Einzeltropfen, direkt nach der selektiven Ablage, hergestellt werden können. Die CerAM MMJ-Technologie wird derzeit im Rahmen eines Exist-Forschungstransferprojekts (03EFQSN180) des BMWK in Form einer IKTS-Ausgründung kommerzialisiert. Die Ausgründung wird unter dem Namen AMAREA Technology GmbH als Systemanbieter für MMJ-3D-Drucker und den zugehörigen Druckmaterialien sowie Service-Dienstleistungen ab 2023 auf dem Markt auftreten.

Bei der *Fused Filament Fabrication* (CerAM FFF) werden homogene, hochgefüllte Endlosfilamente aufgeschmolzen und linienbasiert abgelegt. Das Fraunhofer IKTS entwickelt kundenspezifische Endlosfilamente mit der Partikelfüllung verschiedenster keramischer Sinterwerkstoffe. Die vorhandene Anlagentechnik verfügt über einen Dual-Druckkopf und bietet somit ebenfalls die Möglichkeit mehrkomponentige, funktionale Bauteile zu fertigen (Bild 3).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Bauteilentwicklung (Design und Fertigung) auf Basis verschiedener AM-Verfahren und Werkstoffe
- Filamententwicklung und -vertrieb für CerAM FFF



CAD von einem keramischen Zünder für Aerospike-Triebwerke.



Mit CerAM MMJ gedruckter keramischer Zünder: co-gesintert (links); im Betrieb (rechts).



Mit CerAM FFF gedruckter keramischer Heizer im Betrieb (Partner: PolyMerge GmbH, 3D Ceram Sinto Tiwari).