



1



2

VERARBEITUNG VON TITAN-ALUMINIDEN (TiAl) MITTELS HOCHTEMPERATUR-SELECTIVE LASER MELTING (HT-SLM)

Aufgabenstellung

Zur Verringerung der Schadstoffemission von Turbomaschinen werden zunehmend Leichtbauwerkstoffe eingesetzt. Titanaluminid (TiAl) bietet hierbei aufgrund der Kombination aus ausreichender Materialfestigkeit, geringem Gewicht und hoher thermischer Beständigkeit großes Potenzial. Aufgrund der Sprödigkeit und der Sauerstoffkonzentrationsabhängigen mechanischen Eigenschaften ist die Verarbeitung von TiAl mittels konventionellen Fertigungsverfahren schwierig. Das Selective Laser Melting (SLM) als pulverbettbasiertes additives Fertigungsverfahren bietet grundsätzlich die Möglichkeit, komplexe metallische Strukturen werkzeugfrei und endkonturnah zu fertigen. Deshalb ist das Ziel, eine SLM-Prozessführung für die Herstellung rissfreier TiAl-Bauteile mit einer Dichte > 99,5 Prozent zu entwickeln. Die mechanischen Eigenschaften der Bauteile sollen dabei im Bereich von gegossenem TiAl liegen.

Vorgehensweise

Das lokale Aufschmelzen während des SLM-Prozesses führt zu großen thermischen Gradienten, die besonders bei spröden Werkstoffen ursächlich für die Rissentstehung sein können. Zur rissfreien Verarbeitung von TiAl mittels SLM wird daher die Bearbeitungsebene über die Spröd-Duktil-Temperatur vorgewärmt.

- 1 *Belichtung von SLM-Probekörpern aus TiAl bei Vorheiztemperatur > 800 °C.*
- 2 *Mittels HT-SLM gefertigter Leitschaufelring aus TiAl.*

Für diesen Zweck wird eine SLM-Laboranlage mit einer Induktionsheizung verwendet, mit der Vorwärmtemperaturen von > 1000 °C erreicht werden. Für die Ermittlung der mechanischen Kennwerte »Bruchdehnung« und »Zugfestigkeit« werden Zugproben aufgebaut und mittels HIP wärmebehandelt, bevor sie im Zugversuch bei Raumtemperatur untersucht werden. Abschließend wird ein Leitschaufelring gefertigt und dessen Maßgenauigkeit mit Hilfe eines 3D-Scanners überprüft.

Ergebnis

Durch das Vorwärmen ist eine rissfreie Verarbeitung von TiAl mit Dichten > 99,95 Prozent und einem Duplex-Mirkrogefüge mittels SLM möglich. Die Zugfestigkeit von 917 ± 97 MPa bei Raumtemperatur ist vergleichbar mit der Zugfestigkeit gegossener Zugproben, die Bruchdehnung ist allerdings kleiner. Grund dafür ist eine Zunahme der Sauerstoffkonzentration durch die Prozesskette. Wird eine während des Abkühlens auftretende Schrumpfung des Leitschaufelrings in Form eines Aufmaßes in der CAD-Datei berücksichtigt, kann eine Maßgenauigkeit von < 80 µm erreicht werden.

Anwendungsfelder

Mögliche Anwendungsfelder für mittels SLM gefertigter Bauteile aus TiAl sind der Turbomaschinenbau sowie der Automobil- und Luftfahrtsektor.

Das diesem Bericht zugrundeliegende KMU-Innovativ-Projekt wird im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF unter dem Förderkennzeichen 033RK035C durchgeführt.

Ansprechpartner

Andreas Vogelpoth M.Sc.
 Telefon +49 241 8906-365
 andreas.vogelpoth@ilt.fraunhofer.de