



MESSUNG DER ABSORPTION BEIM SLM-PROZESS

Aufgabenstellung

Das Selective Laser Melting (SLM), auch bekannt als Laserstrahlschmelzen oder Laser-Powder Bed Fusion (L-PBF), ist eine relativ junge Technologie, deren physikalische Teilprozesse noch nicht vollständig erforscht und verstanden sind. Ein bisher unzureichend untersuchter Teilprozess ist die Absorption der Laserstrahlung während des SLM-Prozesses. Dabei müssen sowohl verschiedene Prozessregime (Wärmeleitungs- oder Keyhole-Regime) als auch verschiedene Materialzustände (Absorption der Laserstrahlung im Substrat, Bauteil, in der Pulverschicht und Schmelze) betrachtet werden. Damit ergeben sich unterschiedliche Gesamtabsorptionsgrade für den SLM-Prozess.

Vorgehensweise

Das Kernstück des experimentellen Aufbaus ist eine in einer industriellen SLM-Anlage platzierte Ulbrichtkugel, mit der die diffuse und gerichtete Reflexion für die verschiedenen Materialzustände sowie für den Gesamtprozess am Beispiel von TiAl6V4 experimentell gemessen werden kann. Da diese Methode für den SLM-Prozess nicht erprobt ist, wird zunächst die Messgenauigkeit des Systems untersucht. Die experimentell mit der Ulbrichtkugel bestimmten Messwerte für Substrate und Pulverschichten werden mit vorhandenen Literaturwerten verglichen. Nach erfolgter Validierung des Messsystems wird das Absorptionsverhalten während des SLM-Prozesses analysiert.

Ergebnis

Die experimentell ermittelten Absorptionsgrade für das Substrat und die Pulverschicht stimmen mit vergleichbaren Kalorimeter-basierten Ergebnissen aus der Literatur mit einem relativen Fehler von unter 3,2 Prozent überein. Mit der Messmethode konnte nachfolgend sowohl die Absorption der Laserstrahlung in der flüssigen Phase $A_{\text{liq}} \approx 63$ Prozent als auch für den SLM-Gesamtprozess bestimmt werden. Außerdem konnte die Korrelation des Absorptionsgrades mit den Prozessregimen Keyhole $A_{\text{keyhole}} \approx 70 - 80$ Prozent und Wärmeleitschweißen $A_{\text{heat}} \approx 50$ Prozent nachgewiesen werden. Da durch den Aufbau Limitierungen hinsichtlich der maximal verwendbaren Laserleistung (ca. 30 bis 50 Prozent der üblich verwendeten Leistung) und der prozessrelevanten Schutzgasströmung bestehen, muss die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den SLM-Prozess durch weitere Untersuchungen bestätigt werden.

Anwendungsfelder

Die experimentell bestimmten Absorptionsgrade der verschiedenen Prozessregime und Materialzustände sowie des Gesamtprozesses sind relevante Eingangsgrößen für Simulationen des SLM-Prozesses. Außerdem dienen diese Messungen zur Erweiterung des allgemeinen Prozessverständnisses. Dieses Projekt wurde durch das Forschungs- und Innovationsprogramm »Horizon 2020« der Europäischen Union gefördert (Grant Agreement No. 690725 EMUSIC).

Ansprechpartner

Jonas Zielinski M.Sc.
Telefon +49 241 8906-8054
jonas.zielinski@ilt.fraunhofer.de