

Rapid alloying by LDMD

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Dr. Valerio Romano, Dr. Hossein Najafi

Experte: Andreas Thüler

Laser based Direct Metal Deposition (LDMD) ist eine additive Fertigungstechnologie, die auch unter dem Namen Laserauftragsschweißen bekannt ist. Bei diesem Verfahren wird Metallpulver mit hoher Geschwindigkeit durch Düsen in den Fokusbereich eines Laserstrahls geführt. Das Metallpulver schmilzt auf und verfestigt sich schichtweise auf dem Grundmaterial zu einem mehrschichtigen Bauteil.

Ausgangslage

Die LDMD-Anlage wurde in vorgängigen Arbeiten an der BFH in Burgdorf entwickelt und getestet. Mit der Anlage sind bereits erfolgreich Titanlegierungen und Nickelbasis-Superlegierungen gedruckt worden, wobei das verwendete Pulver bereits die gewünschte Legierung vorwies.

Die NiAl- und Ni₃Al-Legierungen sind hochtemperaturbeständige Werkstoffe. Im Vergleich zur Nickelbasis-Superlegierungen besitzen die Legierungen eine geringere Dichte und könnten diese in Zukunft ersetzen. Besonders in der Raum- und Luftfahrtindustrie ist ein grosses Anwendungsgebiet vorhanden.

Ziel der Arbeit

Das Hauptziel dieser Thesis ist das Herstellen einer NiAl- sowie Ni₃Al-Legierung mittels LDMD-Verfahren. Bei diesem Legierungsverfahren werden Nickel und Aluminium als reine Elementpulver in den Prozess eingebracht. Das Verhältnis der einzelnen Elemente lässt sich in Echtzeit regulieren und ist mit Dosier- und Prozessparameter einstellbar.

Verfahren

Die Pulver liegen in Elementarform in den beiden Behältern vor. Durch die Rotation der Dosierscheibe wird Pulver vom Behälter zur Absaugvorrichtung transportiert. Des Weiteren wird das Pulver mit einem Fördergas in den Prozess geleitet. Die Menge des transportierten Pulvers wird mittels der Dosierparameter gesteuert, wobei die Drehzahl der Dosierscheibe und der Gasstrom variabel sind. Die Pulverlegierung wird in den Fokusbereich gespritzt. An dieser Stelle bringt der Laser seine Wärme ins System, um die Pulverlegierung aufzuschmelzen. Damit der Laserstrahl fokussierbar ist, wird eine Linse zwischen Laserquelle und dem Fokusbereich benötigt. Die in flüssiger Form vorliegende Legierung verfestigt sich auf der Grundplatte.

Damit nicht nur eine punktuelle Auftragung machbar ist, sondern auch Linien und 3D-Formen, wird ein Achsantrieb eingesetzt. Dieser wird mittels einer CNC-Steuerung gesteuert. Die Höhe der jeweiligen Schichten wird mithilfe des Massenstroms und der Vorschubgeschwindigkeit eingestellt. Die Z-Achse wird nach jeder Schicht verfahren, um den Fokus beizubehalten.

Ergebnis

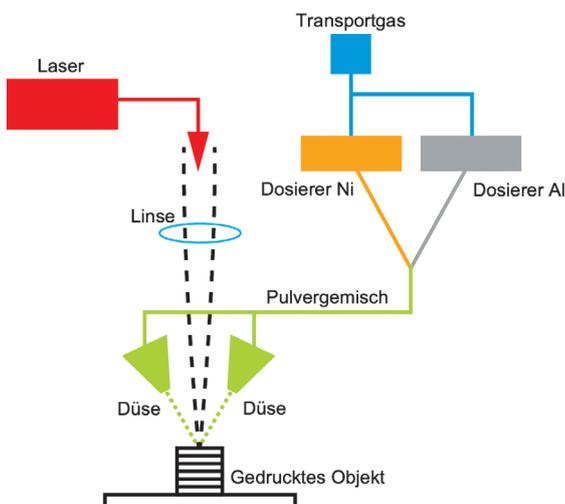
Als Ergebnis liegen die Dosier- und Prozessparameter für die Herstellung einer NiAl- und Ni₃Al-Legierung vor. Die beiden Legierungen sind somit mittels Rapid Alloying by LDMD herstellbar und sind auf die chemischen und mechanischen Eigenschaften untersucht worden. Die Prozesskenntnisse aus den verschiedenen Versuchen sind analysiert und mithilfe des theoretischen Hintergrundes erklärt und erläutert. Mithilfe einer vorgeheizten Nickelgrundplatte wurde die chemische Zusammensetzung erreicht und Rissempfindlichkeit der Legierung auf ein Minimum reduziert.



Marco Fasel



Matthias Steck



LDMD-Verfahren als schematischer Aufbau