

PROZESSMONITORING BEIM LASERSTRAHLSCHWEISSEN VON TITANLEGIERUNGEN

DIE AUFGABE

Die Bearbeitung von Nichteisenmetallen durch Laser stellt hohe Anforderungen an die Wahl und Einhaltung der Prozessparameter. Vor allem in der Medizintechnik kommt es auf höchste Präzision und hohe Festigkeiten beim Fügen von titanbasierten Bauteilen an. Durch unzureichende Zufuhr von Schutzgas und die hohe Reaktionsfreudigkeit zu atmosphärischen Gasen kommt es zur Bildung von Anlauffarben im Bearbeitungsbe- reich. Die entstehenden Oxide sind nicht nur ein optisches Problem, sondern beeinflussen auch die Biokompatibilität von Implantatprodukten und die Korrosionsbeständigkeit der Füge- verbindung.

Beim Fügen von Materialien mit mittlerem bzw. niedrigem Schmelzpunkt sind Systeme zur Prozessanalyse weitgehend etabliert. Der Prozess für das Fügen von Nichteisenmetallen mit einem sehr hohen Schmelzpunkt lässt sich derzeit nicht zufriedenstellend überwachen.

Eine genaue Bestimmung der Parameter, die zu Abweichungen im Bearbeitungsprozess führen, ist vor allem wegen der starken Abhängigkeit der zu messenden Strahlungsintensität vom Emis- sionskoeffizient des Materials schwierig. Dieser hängt wiederum von der Materialoberfläche, von der Homogenität des Material- gefüges und der Wellenlänge ab.

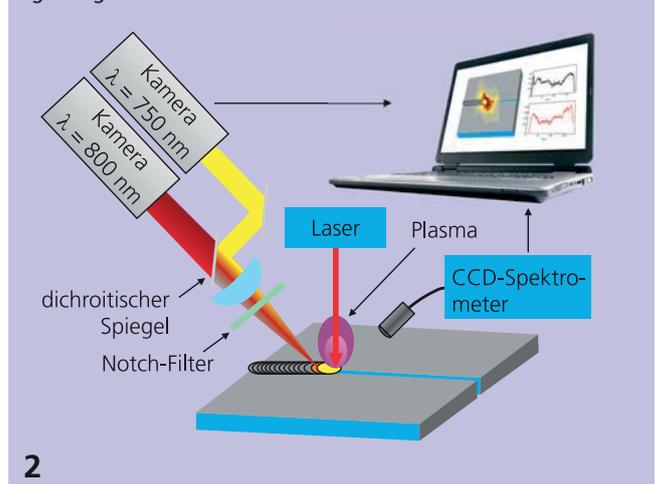
Ziel des Projektes war deshalb die Entwicklung einer kamera- basierte Online-Prozesskontrolle, basierend auf der ortsaufge- lösten pyrometrischen Messung von Temperaturen der Material- oberfläche. Dabei sollten Inhomogenitäten im Temperaturver- lauf zur Detektion von Fehlstellen beim Fügeprozess genutzt werden.

UNSERE LÖSUNG

Das ortsaufgelöste Messen von Temperaturen bis 2500 °C wird über spezielle CMOS-Kamerasensoren umgesetzt. Dabei kommt es vor allem darauf an, sowohl sehr hohe als auch niedrige Intensitäten zu erfassen. Durch die Verwendung zwei voneinander getrennter Kamerasysteme mit einer Dynamik von 120 dB können auch bei großer Intensität Temperatur- informationen vom Bearbeitungsort ermittelt werden.

Für den Aufbau des Pyrometers wurden zwei Kameras des Typs UI-5120SE orthogonal zueinander angeordnet. Jede dieser Kameras detektiert die Abstrahlintensität beim Bearbeitungs- prozess in einem genau definierten Wellenlängenbereich. Eine Kamera filtert die Wärmestrahlung bei 800 nm, die zweite bei 750 nm. Die Bereiche wurden so gewählt, dass die Kameras im empfindlichen Bereich arbeiten und ein hoher Anteil an Photonen vom Messobjekt über einen möglichst großen Tem- peraturmessbereich erfasst werden kann.

Kamerabasierte Online-Prozesskontrolle zum Fügen von Titan- legierungen

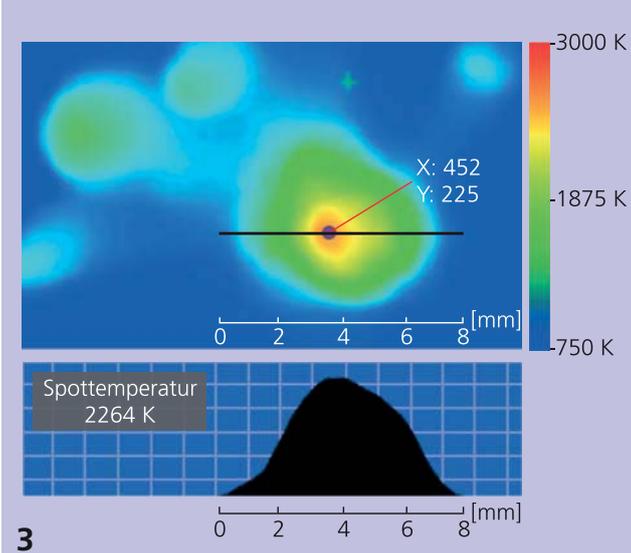


ERGEBNISSE

Die vom Probenstück emittierte Strahlung wird durch abbildende Elemente fokussiert und der Strahlengang mittels Strahlenteiler zu beiden Kameras aufgeteilt. Mittels dieses Pyrometeraufbaus kann die thermische Strahlung, unabhängig von den Einflussgrößen des untersuchten Objektes, erfasst werden. Vor jeder Messung wird ein Kalibrierprozess durchgeführt. Dabei wird eine Probeschweißnaht erstellt und parallel das System an die auftretenden Intensitäten angepasst. Durch die in die Software integrierte Lagekorrektur für die aufgenommenen Intensitätsinformationen können die beiden Bilder exakt miteinander überlagert werden.

In Abbildung 3 ist die orts aufgelöste Temperaturverteilung auf der Oberfläche eines Titanwerkstückes zu sehen. Der Verlauf des laserbasierten Punktschweißprozesses, bei dem es durch

Darstellung eines orts aufgelösten Temperaturprofils zur Detektion von Anomalien beim Punktschweißen von Titan



3

falsche Schutzgaszufuhr zu einem inhomogenen Wärmeeintrag und Materialspritzern kommt, kann durch die quotientenbasierte Temperaturüberwachung aktiv überwacht und kontrolliert werden. Durch Registrierung dieser Ereignisse kann neben der Prozessregelung eine Qualitätskontrolle durchgeführt werden. Dabei kann die Temperatur der zentralen Bearbeitungszone über eine Spotmessung ermittelt werden. Eine Messung des Temperaturprofils zeigt die Homogenität der Wärmeeinflusszone auf. Durch die Einbindung des Systems in eine Maschinensteuerung kann eine echtzeitfähige Prüfung und Regelung bei Fügeprozessen von Nichteisenmetallen umgesetzt werden.

Das Kamerapyrometer hat folgende Parameter:

- Steuerung der Pyrometereinstellungen,
- echtzeitfähige Messvorgänge,
- halbautomatische Kalibrierung,
- vergrößerte Abbildung im Bereich bis 3:1 Abbildungsmaßstab,
- 50 Bilder pro Sekunde zur Bildgebung bei entsprechenden Schweißgeschwindigkeiten,
- Online-Analyse des Schweißpunktes in Form von Spot- bzw. Linienmessung.

1 Laserschweißen mit Online-Prozesskontrolle

KONTAKT

Dipl.-Ing. (FH) Benjamin Lempe

+49 375 536-1973

benjamin.lempe@iws.fraunhofer.de

