



SIMULATION DER ABSORPTIONSVERTEILUNG BEIM LASERSTRAHLMIKROSCHWEISSEN VON METALLEN

Aufgabenstellung

Das Laserstrahlweißen von metallischen Werkstoffen auf der Submillimeterskala wird bei der Fertigung von elektronischen Bauteilen in der Elektromobilitätsbranche eingesetzt. Die kleinen räumlichen Skalen sowie die großen thermischen Leitfähigkeiten von Kupfer- und Aluminiumwerkstoffen bringen Herausforderungen für die Prozessstabilität mit. Mithilfe von experimenteller Diagnostik und numerischer Simulation können Ursachen von Instabilitäten analysiert und Maßnahmen für eine Qualitätssteigerung der Schweißnaht abgeleitet werden.

Vorgehensweise

Der Laserschweißprozess wird in einem angepassten Aufbau am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) durchgeführt und mit hochbrillanter Röntgenstrahlung der Strahlquelle PETRA III in-situ belichtet. Aus den erfassten Kontrastaufnahmen wird die dreidimensionale Form der Schweißkapillare rekonstruiert. Zur Berechnung der Strahlungsausbreitung und der Strahlungsabsorption wird ein GPU-parallelierter Raytracing-Algorithmus verwendet.

Ergebnis

Im zeitlichen Verlauf der berechneten Absorptionsverteilung zeigt sich eine vorwiegend gleichmäßige Ausleuchtung des Kapillargrunds. Die dynamische Variation der Kapillarform äußert sich vor allem durch Absorptionsschwankungen in mittleren Tiefenbereichen sowie in der Detektion des zurückreflektierten Lichts. Das aus der Analyse des Zeitverlaufs von Absorptionsverteilung und Kapillarform gewonnene Prozessverständnis liefert Ansätze für die Reduktion von Porenbildung und Oberflächenrauheit.

Anwendungsfelder

Die Modellierung und numerische Simulation findet Anwendung in der Prozessentwicklung des Laserstrahlmikroschweißens von metallischen Werkstoffen, die in Bauteilen der Elektromobilindustrie (Batteriepacks, Brennstoffzellen) und Leistungselektronik (Direct-Bonded-Copper-Substrate) eingesetzt werden.

Ansprechpartner

Dr. Ulrich Halm, DW: -680
ulrich.halm@nld.rwth-aachen.de

Prof. Wolfgang Schulz, DW: -204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de

- 2 Berechnete Absorptionsverteilung auf der Oberfläche einer aus Röntgenaufnahmen rekonstruierten Schweißkapillare.
- 3 Maskierte Röntgenaufnahme einer Schweißkapillare.