



PROZESSANGEPASSTE LEISTUNGSDICHTEVERTEILUNGEN DURCH DYNAMISCHE LASERSTRAHLFORMUNG UND VERSTÄRKUNG

Aufgabenstellung

Die Leistungsdichteverteilung (LDV) des Laserstrahls beeinflusst als wesentlicher Prozessparameter signifikant das Bearbeitungsergebnis laserbasierter Bearbeitungsverfahren. Insbesondere prozessangepasste LDVs ermöglichen eine deutliche Erhöhung der Bearbeitungsgeschwindigkeit und -qualität. Änderungen der Prozessparameter oder der lokalen Geometrie des Werkstücks erfordern jedoch oftmals eine dynamische Anpassung der LDV, um z. B. konstante Bearbeitungsergebnisse zu erzielen.

Vorgehensweise

Bei der dynamischen Laserstrahlformung für die Lasermaterialbearbeitung besteht ein Zielkonflikt bezüglich der notwendigen Laserleistung und der benötigten Anzahl von Freiheitsgraden. Dynamische Strahlformungselemente wie Liquid Crystal on Silicon (LCoS) und Digital Micromirror Devices (DMD) mit einer ausreichend hohen Anzahl von Freiheitsgraden (>> 100) sind bisher auf Laserleistungen < 200 W begrenzt. Zur Umgehung dieses Zielkonflikts kann ein Laserstrahl zunächst

bei geringen Laserleistungen geformt und erst anschließend auf die Zielleistung verstärkt werden. Nichtlineare Effekte in optischen Verstärkern führen in der Regel jedoch zu einer signifikanten Veränderung der LDV im Verstärker und in der Zielebene. Durch eine simulative und/oder messtechnische Berücksichtigung dieser Veränderungen wird die LDV in der Zielebene iterativ angepasst, bis die Ziel-LDV erreicht wird. Dabei kann auch der Einfluss beliebiger weiterer optischer Elemente berücksichtigt und kompensiert werden.

Ergebnis

Der entwickelte Ansatz zur Berücksichtigung der nichtlinearen Effekte ermöglicht die Nutzung moderner, hochdynamischer Strahlformungselemente für Anwendungen, deren benötigte Laserleistung weit über den Zerstörschwellen dieser Strahlformungselemente liegt. Der Ansatz und die entwickelten Softwaretools sind dabei für nahezu beliebige Verstärkergeometrien und optische Systeme anwendbar.

Anwendungsfelder

Mit der Möglichkeit zur hochdynamischen Laserstrahlformung auch bei hohen Laserleistungen (> 200 W) wird die Voraussetzung geschaffen, die Produktivität und/oder die Qualität einer Vielzahl von laserbasierten Verfahren zu erhöhen.

Die Arbeiten werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Ansprechpartner

Oskar Hofmann M. Sc., DW: -395
oskar.hofmann@tos.rwth-aachen.de

Dr. Jochen Stollenwerk, DW: -411
jochen.stollenwerk@ilt.fraunhofer.de

1 Beispielhafte Ziel-LDV (links) und die LDV nach Durchgang durch einen idealen Verstärker ohne (Mitte) bzw. mit (rechts) Kompensation von nichtlinearen Effekten. Alle LDVs sind normiert.