



HYBRIDER 1,5 KW UKP-LASER: FASER – INNOSLAB – SCHEIBE

Aufgabenstellung

Die Steigerung der mittleren Ausgangsleistung von Ultrakurzpulslasern (UKP-Laser) ist ein Weg, um die Herausforderung wirtschaftlicher Prozessgeschwindigkeiten in der Ultrakurzpulsbearbeitung anzunehmen. Grundlegend neue Möglichkeiten eröffnen sich außerdem durch die Kombination von UKP- und Hochgeschwindigkeitsbearbeitung.

Vorgehensweise

In einem Ytterbium-basierten UKP-Laser werden Faser-Oszillatoren und -Vorverstärker kleiner Leistung, INNOSLAB-Verstärker mit hoher Verstärkung und ein Scheibenverstärker mit hoher mittlerer Leistung kombiniert.

Ein kommerzieller UKP-Faserlaser mit 7 W Ausgangsleistung und 400 fs Pulsdauer wird mit zwei INNOSLAB-Verstärkern auf 630 W Ausgangsleistung und $M^2 = 1,2$ verstärkt. Die nachgeschaltete Scheibenendstufe ermöglicht es, die Leistung in den Multi-kW-Bereich zu erhöhen. Die Verstärkung der dünnen Yb:YAG-Scheibe von ~5 Prozent pro Durchgang erfordert eine mehrfache Faltung der zu verstärkenden Strahlung über die Scheibe. Die entwickelte, kompakte Multipassanordnung ermöglicht 18 Durchgänge der Scheibe bei einem vergleichsweise geringen Gesamtstrahlweg von 22 m. Eine Drehung des Seedstrahls zwischen jedem Durchgang stellt ein Abräumen der Inversion der Scheibe des leicht elliptischen (1:1,2) Seedstrahls sicher.

1 *Detailansicht der Multipassanordnung
des Scheibenverstärkers.*

Ergebnis

Mit dem beschriebenen System konnte bei ersten Versuchen eine mittlere Leistung von 1,5 kW erreicht werden. Die Pulsdauer beträgt 710 fs, die Strahlqualität ist $M^2 = 1,5 \times 2,0$. Dies ist die bisher höchste erreichte mittlere Leistung eines Ultrakurzpulslasers. Bei einer Pulsrepetitionsrate von 40 MHz entspricht das einer Pulsenergie von 37,5 μ J. Die Gesamtverstärkung der Scheibenendstufe beträgt zurzeit 2,4 und ist nicht durch die Pumpleistung sondern nur durch die maximale Verstärkung pro Durchgang begrenzt. Durch einen Doppeldurchgang durch die Verstärkeranordnung lässt sich die Leistung theoretisch auf > 3 kW steigern. Die hierfür notwendige Verbesserung der Isolation der Verstärkerstufen untereinander ist in Vorbereitung.

Anwendungsfelder

Lasersysteme der Leistungsklasse > 1 kW eignen sich für das schädigungsarme Schneiden von Verbundwerkstoffen, den Abtrag von Dielektrika oder das Schwärzen von Metallen und Halbleitern durch Erzeugung von Oberflächenstrukturen. Die Scheibe und das zugehörige Pumpmodul wurden von der Firma TRUMPF Laser GmbH für die Experimente zur Verfügung gestellt.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 13N11628 durchgeführt.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Thomas Sartorius
Telefon +49 241 8906-615
thomas.sartorius@ilt.fraunhofer.de
Dr. Peter Rußbüldt
Telefon +49 241 8906-303
peter.russbueldt@ilt.fraunhofer.de