



ND:INNOSLAB HIGH-GAIN-LASERVERSTÄRKER MIT 400 W AUSGANGSLEISTUNG

Aufgabenstellung

Kurzpuls laser mit Puls dauern im sub-ns-Bereich werden heute in zahlreichen Anwendungen im Bereich der Lasermaterialbearbeitung wie zum Beispiel im Automobilbau, in der Elektronik oder auch bei der Strukturierung von Dünnschichten eingesetzt. Herausforderungen sind dabei die Skalierung der Laserleistung, die Vereinfachung der Strahlquelle mit dem Ziel einer hohen Robustheit und die Senkung der Herstellkosten. Derzeit bestehen Hochleistungs-Kurzpulsstrahlquellen in der Regel aus einem modengekoppelten Oszillator und einem nachgeschalteten mehrstufigen Verstärker. Ziel des BMBF-geförderten Verbundprojekts »IMPULS« ist unter anderem die Entwicklung eines Laserverstärkers für sub-ns-Pulse, der eine möglichst hohe Verstärkung und eine Skalierung der Ausgangsleistung in den Bereich über 300 W bei Pulsrepetitionraten von einigen 100 kHz ermöglicht. Dabei soll nur eine Verstärkerstufe verwendet werden.

Vorgehensweise

Die Zielsetzung soll durch Optimierung des etablierten, auf Nd:YVO₄-Kristallen basierenden INNOSLAB-Konzepts erreicht werden. Dazu werden Techniken wie das »in-band«-Pumpen, die Anpassung von Kristallgeometrie und Wärmesenke sowie ein vorteilhaftes Dotierungsprofil im Laserkristall untersucht. Die Strahlpropagation des zu verstärkenden Strahls im Laserverstärker stellt einen weiteren Freiheitsgrad dar, der für das Erreichen einer maximalen Verstärkung optimiert wird.

1 Einstufiger 400 W Nd:YVO₄-Laserverstärker.

Ergebnis

Bei Puls wiederholraten von mehr als 400 kHz und Pulslängen von 10 ps und 300 ps wird eine mittlere Laserleistung von mehr als 400 W mit einem einstufigen INNOSLAB-Verstärker erreicht. Hierbei konnte eine Pulsenergie von 950 μJ auch für Pulslängen von 10 ps bei gleichzeitig 392 W mittlerer Leistung gezeigt werden. Die Strahlqualität liegt ohne weitere Filterung bei $M^2 < 1,5$ bei einer o/o Effizienz von mehr als 40 Prozent. Eine effiziente einstufige Verstärkung von mehr als 470 für eine Eingangsleistung von 0,5 auf 235 W Ausgangsleistung wird nachgewiesen.

Anwendungsfelder

Die entwickelte Laserstrahlquelle eignet sich mit den dargestellten Parametern insbesondere als Fundamentalstrahlquelle für die Frequenzkonversion. Daher sind im Rahmen des Verbundprojekts »IMPULS« neben der Bereitstellung der Grundwellenlänge von 1064 nm auch Arbeiten zur Frequenzkonversion ins UV und MIR sowie die Durchführung von vergleichenden Experimenten zur Lasermaterialbearbeitung vorgesehen. Die Experimente sollen an unterschiedlichen Komponenten aus der Automobilindustrie durchgeführt werden und insbesondere Bauteile aus Polymerwerkstoffen und Faserverbundwerkstoffen adressieren.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF unter dem Förderkennzeichen 13N13966 durchgeführt.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Marco Höfer
 Telefon +49 241 8906-128
 marco.hoefler@ilt.fraunhofer.de