



SKALIERBARER ULTRAKURZ- PULSLASER MIT < 30 FS PULSDAUER UND > 500 W AUSGANGSLEISTUNG

Aufgabenstellung

Ultrakurzpulslaser basierend auf Ytterbium-dotierten Lasermedien mit Pulsdauern < 1 ps haben sich in vielen wissenschaftlichen und industriellen Anwendungen etabliert. Ihre Leistungsskalierung bis in den kW-Bereich bei Repetitionsraten von einigen 100 kHz ermöglicht hohe Durchsätze und kurze Messzeiten in Industrie und Wissenschaft bei reduzierten Kosten pro Watt. Dieses Potenzial soll auch für Anwendungen erschlossen werden, die deutlich kleinere Pulsdauern unter 100 fs erfordern.

Vorgehensweise

Pulsdauern < 100 fs können zwar durch andere Lasermaterialien wie z. B. Ti:Saphir direkt adressiert werden, allerdings ist deren Leistung auf Werte unter 100 W begrenzt. Daher ist die nichtlineare Pulskompression leistungsfähiger Ytterbium-basierter Ultrakurzpulslaser naheliegend. Diese wird durch spektrale Verbreiterung in einer gasgefüllten Multipasszelle mit anschließender Kompression durch dispersive Spiegel realisiert. Gegenüber anderen Kompressionsschemata ist dieses Verfahren aufgrund der hohen Effizienz > 90 Prozent und der Abwesenheit begrenzender Aperturen besonders gut für hohe Leistungen geeignet.

Ergebnis

Zur Demonstration der Skalierbarkeit des Ansatzes wurde ein Lasersystem basierend auf einem kommerziellen Ultrakurzpulslaser, einem 2-stufigen Yb:INNO SLAB-Verstärker und einer nichtlinearen Pulskompression realisiert. Diese besteht aus einer gasgefüllten (4 bar Argon) Multipasszelle (800 mm lang, 22 Umläufe) und einem Kompressor mit 9 dispersiven Spiegeln. Die Pulse des Lasersystems mit 590 fs Pulsdauer und 1,1 mJ Pulsenergie werden hiermit auf 30 fs bei 1,06 mJ Pulsenergie verkürzt (26 GW Pulsspitzenleistung). Bei 500 kHz Repetitionsrate beträgt die Ausgangsleistung 530 W bei nahezu unveränderter Strahlqualität $M^2 < 1,2$.

Anwendungsfelder

Das realisierte Lasersystem kann gewinnbringend eingesetzt werden, wenn besonders kurze bzw. breitbandige Pulse mit hoher mittlerer Leistung erforderlich sind. Das gilt insbesondere für nichtlineare Prozesse wie die Frequenzkonversion in das MIR, EUV oder die Erzeugung von THz-Strahlung. Eine weitere Skalierung der mittleren Leistung auf ~ 2 kW bei ähnlichen Repetitionsraten ist geplant.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 13N13782 sowie durch das Fraunhofer Cluster of Excellence Advanced Photon Sources CAPS gefördert.

Ansprechpartner

Dr. Peter Rußbüldt
Telefon +49 241 8906-303
peter.russbuelدت@ilt.fraunhofer.de

1 Pulskompressionseinheit.