

Kompakte, hochrepetierende Excimerlaser für industrielle Anwendungen

Andreas Görtler, Claus Strowitzki

TuiLaser AG, Germering

<mailto:andreas.goertler@tuilaser.com>

Hochrepetierende Excimerlaser sind inzwischen nicht nur für die Anwendung in der Lithographie verfügbar. Auch in der kompakten Laserklasse sind Systeme mit 1 kHz Repetitionsrate kommerziell erhältlich. Diese Laser haben eine typische maximale Ausgangsenergien < 20 mJ. 2 kHz Betrieb konnte in Prototypen gezeigt werden. Die Laserausgangsdaten, insbesondere ausgewählte Laserstrahlparameter werden dargestellt..

1 Einführung

Excimerlaser haben sich in den vergangenen 30 Jahren verschiedenen Anwendungsfelder erobert. Die Laser der Kompaktklasse wurden ursprünglich für die medizinische Anwendung in der Augenheilkunde (Korrektur der Sehschärfe durch "Mikromaterialbearbeitung" der Hornhaut) entwickelt. In den vergangenen Jahren wurde diese Systeme aber auch für industrielle und meßtechnische Aufgaben weiterentwickelt und werden in diesen Gebieten eingesetzt.

Für die dargestellten Messungen wurde ein für Repetitionsraten von mehr als 1 kHz modifiziertes Lasersystem Excistar S Industrial verwendet, die speziell für den Einsatz im industriellen Umfeld konzipiert sind. In diesen "table-top" Systemen sind alle für den Laserbetrieb notwendigen Komponenten eingebaut – ausgenommen die Gasversorgung. Alle derzeit gebräuchlichen Laserwellenlängen zwischen 351 nm und 157 nm können realisiert werden. In der Abbildung 1 ist ein derartiger Laser gezeigt.



Abb. 1 Lasersystem Excistar S Industrial

2 Laserausgangsparameter – Energie und Puls-zu-Pulsstabilität

In den folgenden Abbildung 2 und 3 sind die Ausgangsenergie und die Puls-zu-Pulsschwankungen eines Fluorlaser bei 157 nm dargestellt.

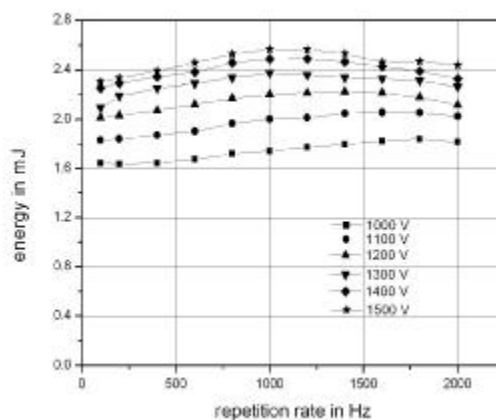


Abb. 2 Ausgangsenergie eines Fluorlasers bei 157 nm als Funktion der Ladespannung und Repetitionsrate

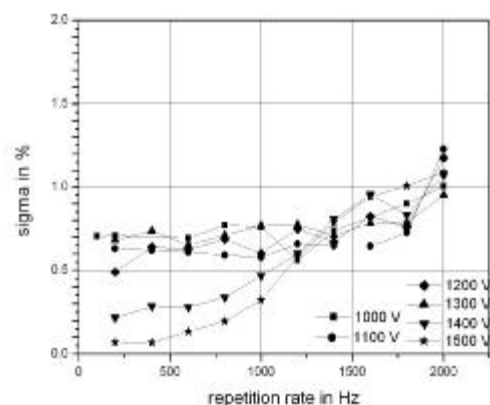


Abb. 3 Puls-zu-Pulsschwankungen (1 Sigma) eines Fluorlasers bei 157 nm als Funktion der Ladespannung und Repetitionsrate

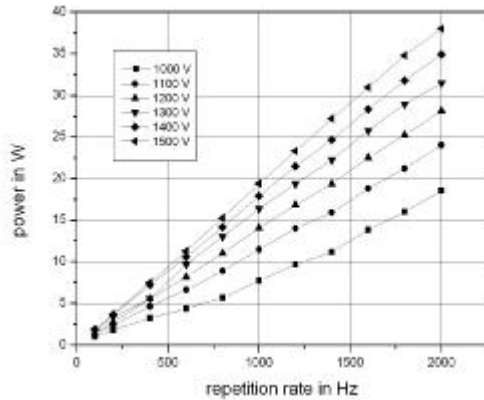


Abb. 4 Ausgangsleistung eines ArF-Lasersystem (193 nm) als Funktion der Ladespannung und Repetitionsrate

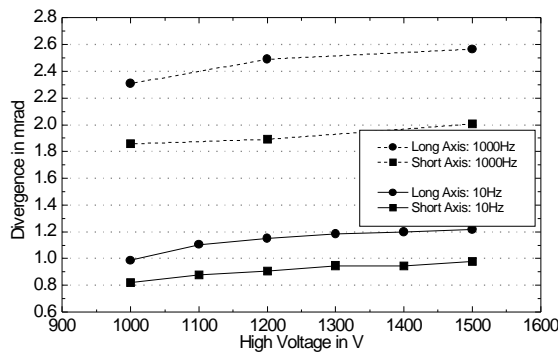


Abb. 5 Divergenz bei 157 nm bei 10 Hz und 1 kHz abhängig von der Ladespannung

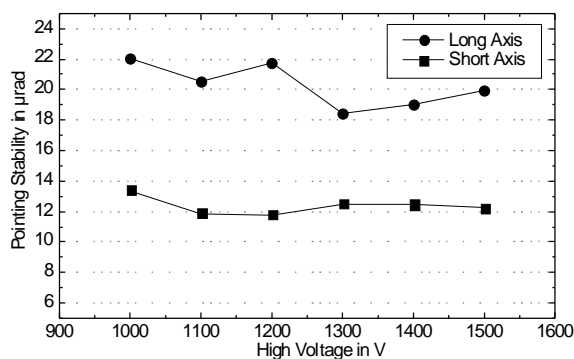


Abb. 6 "Pointing Stability" in Abhängigkeit von der Ladespannung bei 10 Hz für 157 nm für die beiden Strahlachsen

In Abbildung 4 ist die Ausgangsleistung für einen ArF-Laser dargestellt. Hier wird eine maximale Einzelpulenergie von 18 mJ erreicht. Bei 157 nm sind dies im Vergleich dazu nur 2,5 mJ (vgl.

Abb. 2). Die Puls-zu-Puls-Schwankungen sind bei 193 nm im Bereich zwischen 1,5 und 2,5 %.

3 Laserausgangparameter – Laserstrahlcharakterisierung

Exemplarisch sind in der Abbildung 5 Messungen von Divergenz und in Abbildung 6 der Beam-Pointing-Stabilität für 157 nm dargestellt. Die Werte sind nahezu spannungsunabhängig. Die Messungen bei 193 nm zeigen qualitativ dasselbe Verhalten, die Werte sind für beide Parameter jedoch größer.

4 Langzeittests

In der Abbildung 7 ist ein Ausschnitt aus einem Langzeittest dargestellt. Bei einer konstanten Ausgangsenergie von 8 mJ und 1 kHz sind 1 Milliarde Pulse dargestellt. Nach 500 Millionen Pulsen wurde die Resonatoroptik getauscht und der Testlauf fortgesetzt. Die Puls-zu-Puls-Stabilität ist nahezu konstant bei 1.5 % (ein Sigma), später im Verlauf des Tests auf 2.5 % ansteigend. Die Fortführung des Testlaufes wurde eine Lebensdauer der Laseröhre von 3 Milliarden Pulsen erreicht. Dies entspricht einer Verdoppelung der Röhrenlebensdauer gegenüber den alten Laserröhrendesign.

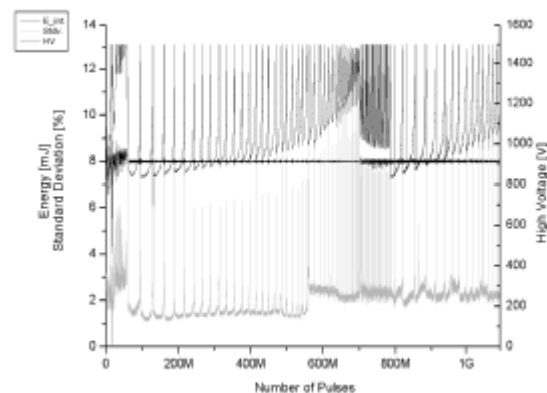


Abb. 7 Langzeittest eines ArF Lasers bei 193 nm und 8 mJ Ausgangsenergie mit 1 kHz Repetitionsrate

5 Zusammenfassung

Der derzeitige Stand der Technik von kompakten Excimerlasern wurde dargestellt. Repetitionsraten von 2 kHz sind realisiert worden, wobei die betrachteten Laserausgangparameter im gesamten Arbeitsbereich des Lasers nahezu konstante Werte zeigen.

Die dargestellten Arbeiten wurden vom BMBF unter AZ 01M2995F und AZ 02PP1134 gefördert, die Arbeiten bei 157 nm sind Teil des Europäischen Medea+ FLUOR Projekts T401.