



GLASBOHRUNGEN: SKALIERBARKEIT DES SLE-VERFAHRENS

Aufgabenstellung

Hochleistungs-Ultrakurzpulslaser mit einer mittleren Leistung bis 500 W und Puls wiederholraten bis 54 MHz ermöglichen in Kombination mit neuen Hochgeschwindigkeitsscannern Produktivitätssteigerungen bei der Bearbeitung transparenter Werkstoffe. Insbesondere mit dem neuen Laserfertigungsverfahren SLE (Selektives Laserinduziertes Ätzen) sind Effizienzsteigerungen zu erwarten, da das Material nicht verdampft sondern eine 3D-Kontur umgeschmolzen wird, welche in einem nachfolgenden nasschemischen Ätzprozess selektiv entfernt wird.

Vorgehensweise

Ein neu entwickelter 3D-Hochgeschwindigkeitsscanner erreicht Bahngeschwindigkeiten von bis zu 200 m/s mit einer Optik-Brennweite von $f = 160$ mm bzw. 12 m/s bei $f = 10$ mm oder 2 m/s bei Einsatz eines Mikroskop-Objektivs für 2-Photonen-Polymerisation mit $f = 1,6$ mm. Der Scanner wird mit fs- und ps-Laserstrahlquellen für die Belichtung von Quarzglas eingesetzt, um Durchgangsbohrungen mit SLE zu erzeugen. Dazu wird der Fokus auf einer Kreisbahn bewegt und gleichzeitig durch das 1 mm dicke Werkstück geführt. Untersucht wird, ob Lochdurchmesser und Bearbeitungsgeschwindigkeit mit der Laserleistung skaliert werden können.

1 Bohrungen von 120 μ m Durchmesser in 1 mm Quarzglas.

2 Hochgeschwindigkeitsscanner.

Ergebnis

Ein minimaler Bohrlochdurchmesser < 25 μ m wird mit fs-Laserstrahlung ab einer Laserleistung von 0,5 W in Quarzglas von 1 mm Dicke erreicht. Mit ps-Laserstrahlung werden Bohrungen von 100 μ m Durchmesser bei 6 - 12 W, 200 μ m Durchmesser bei 11 - 30 W und 400 μ m Durchmesser bei 23 - 80 W realisiert. Das SLE-Verfahren kann insgesamt für die Verwendung von Hochleistungs-Laserstrahlung zu deutlich größeren Prozessgeschwindigkeiten hochskaliert werden.

50 Bohrungen pro Sekunde werden in 1 mm dickem Quarzglas mit Bohrlochdurchmessern von 25 - 500 μ m demonstriert. Im zeitlichen Mittel entspricht das beispielsweise einer Abtragerate von 370 mm^3/min und einer maximalen Effizienz von 16 mm^3/min pro Watt eingesetzter ps-Laserleistung bei einem Bohrlochdurchmesser von 400 μ m nach dem Ätzen.

Anwendungsfelder

Die Bohrungen und Mikrokanäle können für Mikrofluidiken z. B. in der medizinischen Diagnostik, für Filteranwendungen in der Lebensmittelindustrie und als Durchlässe in der Elektronikindustrie eingesetzt werden.

Ansprechpartner

Christian Kalupka M.Sc.
Telefon +49 241 8906-276
christian.kalupka@ilt.fraunhofer.de