



LASERSTRAHL-WENDEL-BOHREN VON MIKRO-BOHRUNGEN MIT GROSSEM ASPEKTVERHÄLTNIS

Aufgabenstellung

Das Aspektverhältnis von einer mittels Ultrakurzpulslaser (UKP) gebohrten Präzisionsbohrung mit hoher Rundheit am Ein- und Austritt ist durch unterschiedliche Faktoren begrenzt. Insbesondere sind die verwendete Bohrtechnik bzw. -optik und die verfügbare maximale Pulsenergie der UKP-Laserstrahlung relevant. Das Laserstrahl-Wendelbohren ist eine geeignete Technologie zur Herstellung von Formbohrungen mit großer Präzision, allerdings ist das erzielbare Aspektverhältnis durch die Strahlpropagation im Bohrkanal auf etwa 20:1 begrenzt. Die Abtragrate nimmt mit steigender Bohrtiefe aufgrund der Strahldivergenz und Mehrfachreflexion stark ab. Daher stellt die Herstellung von Mikrobohrungen mit hohem Aspektverhältnis in dickem Material die Fertigung vor große Herausforderungen.

Vorgehensweise

Mit einer am Fraunhofer ILT entwickelten Wendelbohroptik wurden Untersuchungen in Kombination mit einer ultrakurz gepulsten Laserstrahlquelle mit großer Pulsenergie durchgeführt. Die Laserstrahlquelle hat eine Wellenlänge von 532 nm, eine Pulsdauer von 12 ps und eine maximale Einzelpulsenergie von 650 μ J. Der Fokusbereich beträgt 25 μ m. Einfallswinkel, Position und Rotationsgeschwindigkeit der Laserstrahlung werden während des Wendelbohrprozesses dynamisch

angepasst, wodurch der Grad der Mehrfachreflexionen der Laserstrahlung und die zeitliche und örtliche Energiedeposition im Bohrloch gezielt angepasst werden können.

Ergebnis

Die große Einzelpulsenergie führt zu einer hohen Abtragrate. Dadurch wird eine Durchbohrzeit von weniger als 25 s in 3 mm dickem Stahl erreicht. Das Aspektverhältnis ist durch den Durchmesser des Bohrungseintritts und -austritts von ca. 60 μ m auf etwa 50:1 begrenzt. Die Rundheit von Ein- und Austritt beträgt $> 0,92$. Der Längsschliff zeigt, dass Bohrlöcher vertikal zur Materialoberfläche mit einem Kantenwinkel von nahezu 90° im Eintrittsbereich realisiert werden können. Die Rauheit R_a an der Bohrlochwand beträgt weniger als 0,5 μ m.

Anwendungsfelder

Präzisionsmikrobohrungen mit großem Aspektverhältnis in Stahl, Glas und Keramik können zum Beispiel als Spinddüsen, Einspritzdüsen, Injektoren oder Entlüftungsbohrungen verwendet werden. Zunehmend kommen solche Präzisionsbohrungen auch in der Sensorik und der Filtertechnik zum Einsatz.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Stefan Janssen M.Sc.
Telefon +49 241 8906-8076
stefan.janssen@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Martin Reininghaus
Telefon +49 241 8906-627
martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de

- 3 Bohrlocheintritt mit 60 μ m Durchmesser.
4 REM-Aufnahme von Bohrungslängsschliffen in 3 mm dickem Edelstahl.