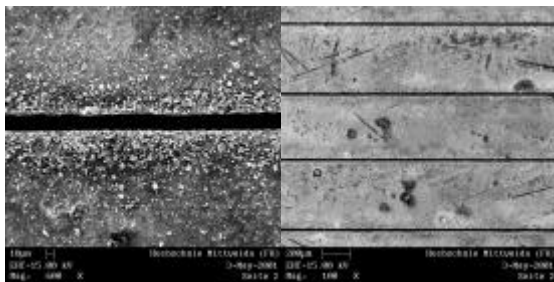


R.Ebert, B.Keiper, U.Löschner, J.Bachale, H. Exner

Anwendungen der Lasermikrobearbeitung

Die Lasermikrobearbeitung etabliert sich derzeit vor allem in technologischen Nischen, in denen konventionelle Verfahren nicht eingesetzt werden können. Im Rahmen des Projektes „Sächsisches Kompetenzzentrum Laserbearbeitung“, durch das KMU kostengünstige Beratungs- und Erprobungsleistungen bekommen können, wurde festgestellt, dass die Nachfrage nach Technologien der Lasermikrobearbeitung stetig zunimmt. Gefragt ist vor allem die Erzeugung von Mikrodurchbrüchen in verschiedenste Materialien. Im Folgenden sollen drei Bearbeitungsbeispiele kurz vorgestellt werden.

Sputtermaske



Schlitzunterseite einer Molybdän-Sputtermaske (Schlitzbreite 18,5 µm, keine Nachbehandlung)

Für die Herstellung einer neuartigen Feldeffekt Solarzelle (TU Chemnitz / Lehrstuhl Elektronische Bauelemente) wurde eine Sputtermaske aus 300µm starken Molybdän benötigt. Insgesamt waren 74 Schlitze mit einer Länge von 10 mm und einer Austrittsbreite von 20µm +/- 2µm einzubringen.

Die ersten technologischen Untersuchungen waren auf das Schneiden der Schlitze mit einem gepulsten Nd:YAG Laser ausgerichtet. Trotz umfangreicher Optimierung konnte die vom Auftraggeber geforderte Qualität der Schlitze bezüglich Schlitzbreite und Gratfreiheit nicht erreicht werden.

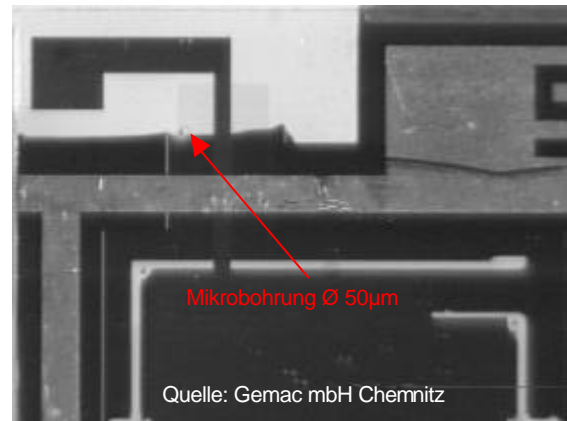
Die weiteren Untersuchungen wurden mit dem Abtragsverfahren durchgeführt. Dazu wurde ein gütegeschalteter Nd:YAG Laser im Monomode eingesetzt. Das Abtragen erfolgte mit einem Scanner, die Positionierung der Schlitze mit einem Präzisionspositioniersystem. Die eingesetzte Laserleistung betrug zu Beginn des Prozesses 1 W und wurde dann schrittweise auf 3 W hochgeregelt. Es waren pro Schlitz 50.000 Überfahrten notwendig. Die gesamte Bearbeitungsdauer betrug 24 Stunden mit zwei zwischenliegenden Pausen.

Insgesamt war während der Bearbeitung kein thermischer Verzug an der Maske festzustellen, alle Schlitze verlaufen parallel. Für die erzielte Bearbeitungsqualität und Präzision gibt es kein alternatives Verfahren.

Neigungssensor

Ein Neigungssensor (Gemac mbH Chemnitz) aus einem Silizium/Pyrex-Verbund benötigt eine Abdichtung eines im Si befindlichen Kanales, der zur Durchführung eines Leiterzuges dient. Dazu muss in das Pyrex-Glas ein Loch eingebracht werden, durch welches das Dichtungsmittel dosiert werden kann. Bisher wurde das Loch mit Ultraschallbohren eingebracht. Der Nachteil dieser Technologie bestand darin, dass das Bohren nicht im Waferverbund erfolgen kann.

Zunächst sollten Löcher mit Durchmessern zwischen 500 und 1000µm erzeugt werden. Dazu wurde das Bohren mit einem CO₂-Laser und das Schneiden mit einem Excimerlaser untersucht.

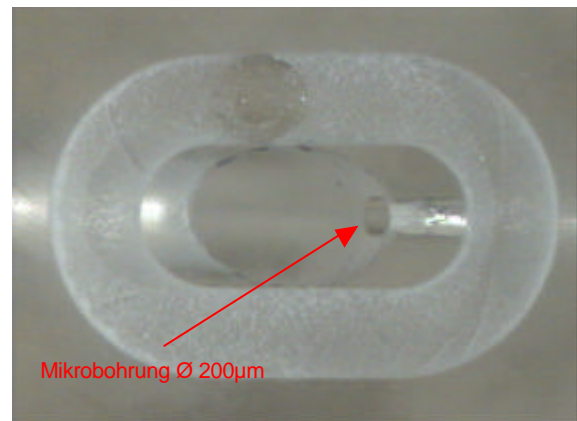


Teilansicht eines Neigungssensors

Im ersten Fall waren die geringe Qualität und im zweiten Fall die hohen Kosten nicht zu akzeptieren.

Die Lösung ergab sich durch Einbringung einer Mikrobohrung. Zur Anwendung kam ein ArF-Excimerlaser mit 193 nm Wellenlänge, 10 ns Pulsdauer, 500 Hz Puls wiederhol-frequenz und maximal 8 mJ Pulsenergie. Die Löcher mit einem Durchmesser von 50µm wurden mit einer Fluenz von 5 J/cm² erzeugt. Ein Serienprozess mit einem akzeptablen Preis für die Bohrungen ist damit möglich.

Minidurchflusszelle



Dichtfläche und Mikrobohrung für eine Minidurchflusszelle

Für einen Biosensor (SensLab GmbH Leipzig) war eine Minidurchflusszelle aus Kunststoff zu fertigen. Die dafür benötigten Mikrostrukturen waren nicht mehr vollständig mechanisch zu fertigen, da die Energieeinbringung zu einer partiellen Deformation des Kunststoffes führte.

Durch Einsatz eines KrF-Excimerlasers mit 248 nm Wellenlänge, 30 ns Pulsdauer, 10 Hz Puls wiederhol-frequenz und 0,5 J Pulsenergie konnte eine Mikrobohrung mit einem Durchmesser von 200µm auf eine Länge von 4mm im Maskenprojektionsverfahren in PMMA eingebracht werden. Die benötigte 3D Dichtfläche wurde durch definierte Probenbewegung und dadurch hervorgerufene teilweise Pulsüberlappung erzeugt. Randaufschmelzungen konnten vollständig unterdrückt werden.

Kontakt:

R. Ebert

Hochschule Mittweida (FH)

Laserinstitut Mittelsachsen e.V.

Technikumplatz 17

D-09648 Mittweida

Tel.: 03727 581401 / Fax. 03727 581496

e-mail: ebert@htwm.de