

Gehen, wohin kein anderer Laser gehen kann

Derzeit werden in der Mikrobearbeitung Laserschneidmaschinen auf Trockenschnittbasis eingesetzt. Mit diesen Verfahren können die verschiedensten Materialien bearbeitet werden, die zur Herstellung von Halbleiterkomponenten, Uhren, medizinischen Geräten, Lochschablonen, Maschinenwerkzeugen usw. verwendet werden.

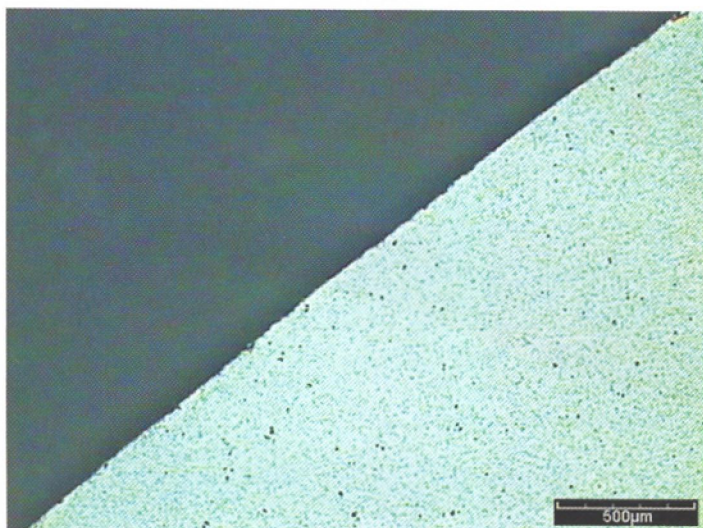
Diese herkömmlichen Lasertechnologien können zum Präzisionsschneiden verwendet werden, wenn das zu schneidende Material relativ dünn ist (im Bereich von weniger als 200 μm). Wenn jedoch dickere Materialien geschnitten werden müssen, ist eine andere Lösung erforderlich. Die Einschränkungen, die bei herkömmlicher Laserbearbeitung auftreten, beruhen auf der Divergenz des Laserstrahls, denn er kann nur auf einen Punkt fokussiert werden und verfügt so über eine eingeschränkte Tiefenschärfe. Oberhalb und unterhalb des Brennpunktes weitet sich der Laserstrahl auf und liefert nicht mehr genügend Energiedichte für einen zufriedenstellenden Materialabtrag, so dass schräge Schnittspalten entstehen und somit eine schlechte Schnittqualität erzielt wird. Diese ist eine Einschränkung jeder konven-

tioneller Laserbearbeitung. Weitere Probleme des herkömmlichen Laserschneidens sind die Entfernung des abgetragenen Materials aus der Schnittspalte, das Ausbrechen der Schneidkante, Beschädigungen durch Wärmeeinflusszone (HAZ) und die Redeposition von Materialien oder Verunreinigungen auf dem Werkstück. Ein typisches Beispiel ist das Schneiden von dicken Siliziumscheiben. Dies ist mit einem herkömmlichen Laser praktisch unmöglich, da zusätzlich zu den genannten Verarbeitungsproblemen nur eine eingeschränkte Schnitttiefe erreicht werden kann.

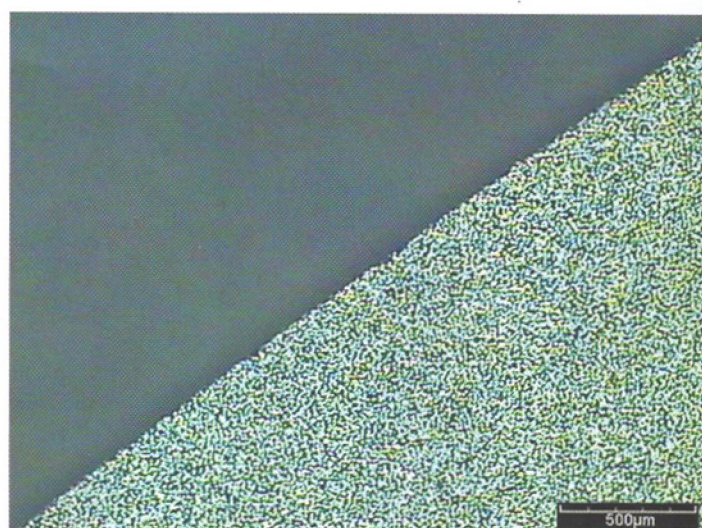
Mit der wasserstrahlgeführten Lasertechnologie Laser Microjet® der Synova SA in Lausanne (Schweiz) ist dies jedoch möglich. Diese Technologie arbeitet mit einem gepulsten Laserstrahl. Ein haarfeiner laminarer Was-

serstrahl dient als Lichtleiter. Durch ihn wird die Hochleistungslaserstrahlung direkt auf das Werkstück und tief in die Schnittspalte geführt. So lässt sich die Tiefenschärfe deutlich erhöhen. Die nominale Länge des Wasserstrahls beträgt etwa das Tausendfache seines Durchmessers, der je nach Größe der installierten Düse zwischen 25 und 150 μm variieren kann. Die sich daraus ergebende Arbeitslänge beträgt daher zwischen 25 und 150 mm.

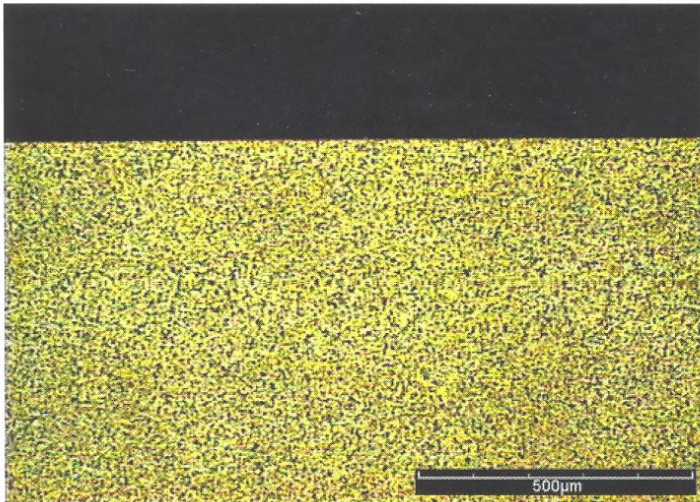
Mit Hilfe dieses Verfahrens lassen sich Werkstücke von bis zu mehreren Millimetern Dicke in beliebigen 2D-Formen schneiden. Es entstehen absolut parallele und sauber verlaufende Schnittspalten, ohne dass das Silizium seine hohe Bruchfestigkeit verliert. Außerdem entstehen keine Wärmeeinflusszonen, denn der Wasserstrahl bewirkt eine ständige Kühlung zwischen den Laserimpulsen. Das abgetragene Material wird aus der Schnittspalte ausgespült und zusammen mit anderen Verunreinigungen von der Werkstückoberfläche entfernt.



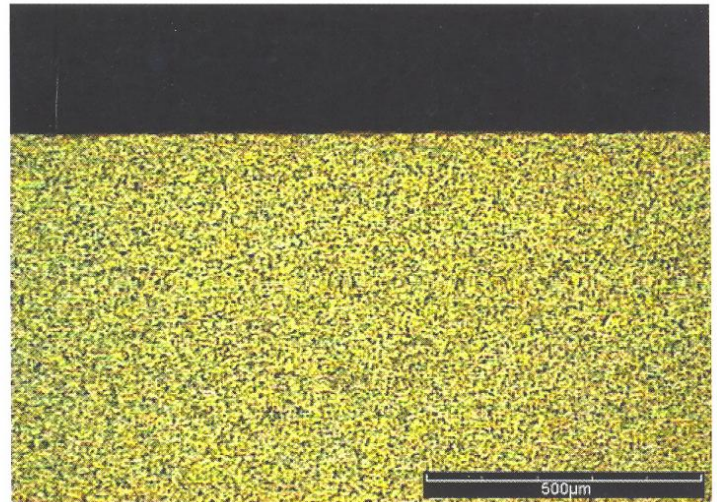
▲ Abb. 1: Mikroskopische Ansicht der Vorderseite der 825 μm dicken Scheibe
 Fig. 1: Microscopic image of the 825 μm wafer front side edge



▲ Abb. 2: Mikroskopische Abbildung der Unterseite der 825 μm dicken Scheibe
 Fig. 2: Microscopic image of the 825 μm wafer bottom side edge



▲ **Abb. 3:** Hochvergrößerte mikroskopische Ansicht der vorderen Schnittkante
Fig. 3: High magnification microscopic view of the front side edge of the cut



▲ **Abb. 4:** Hochvergrößerte mikroskopische Ansicht der rückwärtigen Schnittkante; die geringen Ausbrüche sind beachtenswert
Fig. 4: High magnification microscopic view of the backside edge of the cut; note the very minor chipping

Der durch den Materialabtrag entstehende Schnittspalt ist wenige Mikrometer breiter als der Wasserstrahl, so dass eine Luftschicht um den Wasserstrahl herum entsteht. Dadurch ist eine verlustfreie Führung des Laserstrahls auch innerhalb des Schnittspaltes möglich.

Das Schneiden des Materials erfolgt in einem mehrstufigen Prozess. Es wird ein mit einem 532 nm Laser ausgestatteter Laser MicroJet® verwendet. Die Laserleistung, die Pulsfrequenz und die Pulsweite sowie die Schnittgeschwindigkeitsparameter können so variiert werden, dass man optimale Ergebnisse erzielt. Die erforderlichen Parameter und die Anzahl der notwendigen Arbeitsgänge werden durch den Typ und die Dicke des Materials bestimmt. Die typischen Ergebnisse für kreisförmige Schnitte in eine Scheibe mit einem Durchmesser von 100 mm sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Abb. 1 und Abb. 2 zeigen die hohe Qualität der Schnittkanten.

Die typischen Ergebnisse für ein weiteres Beispiel sind in Tabelle 2 für gera-

de Schnitte in eine Scheibe mit einem Durchmesser von 150 mm dargestellt. Abb. 3 und Abb. 4 zeigen auch für diese Anwendung eine außergewöhnlich hohe Qualität der Schnittkanten.

Unter Laborbedingungen konnte be-

tragsverlust der Laserstrahlung, da der Wasserstrahl den Laserstrahl immer bis ans Ende der Schnittspalte leitet. Die oben genannten Beispiele demonstrieren die außergewöhnlichen Möglichkeiten des wasserstrahlgeführ-

Tabelle 1

Dicke der Probe (µm)	Schneidgeschwindigkeit (mm/s)	Anzahl der Schneidgänge	Gesamtgeschwindigkeit (mm/Min.)
320	100	5	1200
825	100	13	462
1560	120	21	343
1770	120	28	257

Tabelle 2

Dicke der Probe (µm)	Schneidgeschwindigkeit (mm/s)	Anzahl der Schneidgänge	Gesamtgeschwindigkeit (mm/Min.)
1200	200	35	129

reits gezeigt werden, dass eine 100 mm dicke Siliziumscheibe mit einer Schnittbreite von 80 µm geschnitten werden kann. Die Schnitttiefe ist nur begrenzt durch die stabile Länge des Wasserstrahls und nicht durch einen Leis-

ten Laser MicroJet®. Mit seiner Hilfe können auch dicke Materialien präzise und schadenfrei geschnitten werden, beispielsweise das Siliziumscheiben. Das ist mit keinem der herkömmlichen Laserverfahren bisher möglich.



Informationen auf den Punkt gebracht

