



Schonend und schnell

## Präzisionsbearbeitung von Hightech-Werkstoffen mittels Wasser-Laser

17.02.2022 | Von Klaus Vollrath

Wasser plus Laser: Beim patentierten LMJ-Verfahren (Laser Micro Jet) erfolgt die Bearbeitung durch einen haardünnen Wasserstrahl, in den energieintensive Laserimpulse geleitet werden. Dabei kühlt das Wasser den Arbeitsbereich und verhindert Materialschäden.



*Detailaufnahme eines großflächigen Sensors mit filigranen, nur 30 µm breiten Stegen, der aus einem Kupferblech geschnitten wurde.*

*(Bild: Synova)*

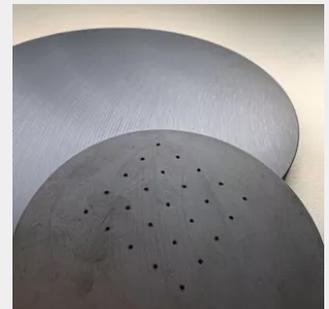
„Der entscheidende Unterschied unseres Laser-Micro-Jet (LMJ)-Verfahrens zu allen anderen Laserverfahren ist die Führung des Laserstrahls im Inneren eines haardünnen, formstabilen Wasserstrahls“, weiß Dr. Amédée Zryd, Direktor Applikation/F&E der Synova S.A. in Duillier/Nyon (Schweiz). Die energieintensiven Nanosekunden-Laserimpulse werden mithilfe eines ausgeklügelten Arbeitskopfs in das Innere des nur wenige 10 µm dicken Wasserstrahls eingekoppelt. Das Wasser hat hierbei die gleiche Funktion wie die optischen Fasern in Kommunikationskabeln, indem das Laserlicht an den Grenzflächen des Wassers zur Luft vollständig reflektiert wird. Im Gegensatz dazu

weist der Arbeitsbereich konventioneller Laseranlagen aufgrund der Fokussierung durch Optiken nur eine geringe Tiefe auf. Diese Besonderheit des LMJ-Lasers ermöglicht sehr tief reichende Schnitte mit faktisch vertikalen und sehr glatten Oberflächen. Auch verhindert der mit mittlerem Druck (bis zu 500 bar) auftreffende Wasserstrahl thermische Schädigungen und spült zugleich Reaktionsprodukte aus dem Arbeitsbereich. Das Ergebnis sind saubere Oberflächen sowie Materialeigenschaften, die denen des unbearbeiteten Werkstoffs entsprechen. Die dünne Wasserfaser ermöglicht extrem enge, weitgehend parallele Schnittspalte von 25 bis 80 µm mit minimaler Flankenrauheit.

## Einsatzbereiche: Werkzeuge, Bleche und Sonderlegierungen

„Ein Einsatzgebiet mit stark wachsender wirtschaftlicher Bedeutung ist die Bearbeitung von Hartmetallen und Schneidkeramiken wie CBN, SiC oder Korund“, sagt Zryd. Dabei gehe es nicht nur um die grundlegende Geometrie, sondern immer häufiger auch um die Darstellung der gewünschten Schneidwinkel sowie um das Schärfen der Schneiden. Für letzteres kommen fünfschichtige Systeme zum Einsatz.

### BILDERGALERIE



Eine weitere zukunftssträchtige Aufgabenstellung ergab sich bei der Herstellung von Permanentmagnet-Werkstoffen wie NdFeB, die aufgrund ihrer hohen Härte und Sprödigkeit nur schlecht spanend bearbeitet werden können. Hier kommt Synova außerdem zugute, dass mit dem Verfahren auch große Wanddicken bearbeitet werden können. Zudem gibt es aufgrund der hervorragenden Kühlung des Werkstücks durch den Wasserstrahl so gut wie keine Beeinträchtigung der magnetischen Eigenschaften des Werkstoffs. Weitere interessante Einsatzgebiete für das LMJ-Verfahren sind das Einbringen von Kühlbohrungen in die unter Umständen keramikbeschichteten Schaufeln von Gasturbinen sowie in große Siliziumteile, die in Waferreaktoren als Verschleißteile verwendet werden. In letzterem Fall wurden für einen Großkunden speziell hierfür ausgelegte Anlagen entwickelt. Dort stünden, so Zryd, mittlerweile zahlreiche dieser

Systeme praktisch das ganze Jahr über im dreischichtigen Betrieb im Einsatz und erreichten dabei Verfügbarkeiten von 98 %. Dies dokumentiere die Reife der LMJ-Technologie zur Durchführung von Arbeiten, an die höchste Anforderungen bezüglich Qualität und Zuverlässigkeit bei zugleich strengen Sicherheitsvorgaben gestellt werden.

## Auch andere Werkstoffe können bearbeitet werden

„Obwohl klare Diamanten unser grünes Laserlicht kaum absorbieren, können wir alle Diamantwerkstoffe gut bearbeiten“, verrät Zryd. Der Grund ist einfach: Schon beim Auftreffen des ersten Laserstrahls entsteht auf der Oberfläche des Diamanten schwarzer Graphit, der die nachfolgenden Laserimpulse hervorragend absorbiert. Bei Bedarf lässt sich die dünne Graphitschicht hinterher problemlos wegpolieren. Zu den wichtigsten Vorteilen der Synova-Technologie gehört dabei der besonders schmale Schnittspalt, weil dadurch nur wenig wertvolles Steinvolumen verloren geht. Für die Schmuckherstellung gibt es spezielle Lösungen wie die Da Vinci Diamond Factory, mit deren Hilfe aus Rohdiamanten fertig facettierte Steine (Brillanten) entstehen.

Ein immer bedeutenderes Einsatzgebiet sind auch künstlich mithilfe des CVD-Verfahrens hergestellte Steine, aus denen unter anderem auch Zucht-Rohlinge mit definierter Kristallorientierung geschnitten werden. Die Schnitttiefen nehmen dabei immer weiter zu: Aktuell liege der Standard noch bei ungefähr 10 mm, doch seien auch bereits 20 mm erreicht. Da man die Werkstücke wenden und auch von der Rückseite her bearbeiten kann, ließen sich somit Scheiben mit einer Breite von bis zu 40 mm erzeugen. Auch andere industriell hergestellte Diamantwerkstoffe wie MKD, PKD bzw. Metall-Matrix-Diamant-Verbundwerkstoffe sind gut bearbeitbar.

„Prinzipbedingt können wir natürlich nahezu jede Variante von Keramiken oder Keramik-Verbundwerkstoffen bearbeiten, soweit sie für grünes Licht nicht-transparent sind“, sagt A. Zryd. Hier gebe es interessante Entwicklungen beispielsweise im Bereich sogenannter Oxid-Oxid Ceramic Matrix Composites (OxOx-CMCs). Bei diesen Werkstoffen werden hochwertige keramische Fasern in eine ebenfalls keramische Matrix eingebettet. Aufgrund ihrer hervorragenden thermischen Beständigkeit bei guter Hochtemperaturfestigkeit und geringem Gewicht kommen sie hauptsächlich im Bereich Luft- und Raumfahrt zum Einsatz und konkurrieren dort mit Titanwerkstoffen und anderen Hochtemperaturlegierungen. Vergleichbar gut bearbeitbar sind auch Kohlefaser-Verbundwerkstoffe sowie zahlreiche weitere Keramikwerkstoffe mit teils recht komplizierten Zusammensetzungen, die bei der Herstellung von

Leistungshalbleitern oder Sensoren zum Einsatz kommen, sowie Diamond Grained Composites. Bei diesen sind Diamantkörner in eine Metall- oder Keramikmatrix eingebettet. Einsatzbereiche sind konturierte Schleifscheiben oder auch Uhrengehäuse, die durch die Diamantkörner eine besondere Widerstandsfähigkeit gegen Kratzer und Beschädigungen erhalten. Zu den keramischen Werkstoffen gehöre auch das Halbmetall Silizium. Einsatzbeispiel seien teils massive Siliziumscheiben mit Dicken bis zu 10 mm. Diese werden für die Chipherstellung mit zahlreichen exakt platzierten und dimensionierten Bohrungen versehen. Durch diese Öffnungen werden bei der Chipherstellung aggressive Reaktionsgase in genau bemessener Dosierung auf die Wafer geleitet.

## Nicht nur Makro- sondern auch Mikrobearbeitung

„Ein weiterer Vorteil unseres Schneidverfahrens ist die Möglichkeit, hochpräzise Mikrostrukturen herzustellen“, weiß Zryd. Beispiel hierfür sind sogenannte Spinnerets, das sind Spinddüsen für die Herstellung von Textilfasern. Diese Strukturen bestehen aus Arrangements von sehr kleinen Durchbrüchen, durch welche dünne Stränge von flüssigem Kunststoff extrudiert werden. Nach dem Austreten polymerisiert der Kunststoff und bildet die gewünschte Textilfaser. Oft werden durch geschickte Anordnung zahlreicher solcher Spinnerets gleich ganze Bündel dünner Fasern erzeugt, die anschließend zu einem Garn zusammengefasst werden. Für die Erzeugung dieser Strukturen eigne sich das LMJ-Verfahren ganz besonders, da die damit erzeugten Durchbrüche und Bohrungen sehr saubere Kanten und glatte, exakt vertikale Flanken aufwiesen. Letzteres sei wichtig für eine einwandfreie Qualität der Fasern. Andererseits ließen sich mit dem LMJ-Verfahren auch größere Strukturen mit extrem dünnen, teils nur 30 µm breiten Stegen zum Beispiel für Erschütterungssensoren erzeugen. Bezüglich der flächigen Ausdehnung der Werkstücke gebe es für das LMJ-Verfahren keine wirkliche Begrenzung: Es sei jederzeit möglich, einen Arbeitskopf beispielsweise auf einen Roboterarm oder eine Linearschiene zu setzen und über nahezu beliebige Strecken hinweg zum Einsatz zu bringen.

---

### **ERGÄNZENDES ZUM THEMA**

Info

#### **Kombination von Feuer und Wasser**

**Das von Synova patentierte LMJ-Verfahren: Ein haardünnere Wasserstrahl kühlt und führt dabei den Laserstrahl.**

Die Kühlung durch das Wasser beim LMJ-Verfahren (Laser Micro Jet) verhindert Beeinträchtigungen des zu bearbeitenden Werkstoffs. Wichtige Einsatzbereiche sind zum Beispiel die Feinmechanik, die Medizintechnik, die Uhrenherstellung, die Elektronik, die Werkzeugherstellung und die Luft- und Raumfahrt. Aktueller Entwicklungsschwerpunkt ist die Vollautomatisierung mit Blick auf Industrie 4.0.

## Hoch zuverlässige Prozesstechnologie

„Um auch bei längerem Einsatz reproduzierbare Ergebnisse zu erreichen, müssen wir zahlreiche Parameter überwachen und stabil halten“, ergänzt A. Zryd. Immerhin gehe es um oft sehr teure Werkstücke. Hierfür habe Synova im Laufe der Jahre zahlreiche Lösungen entwickelt. Dank dieser Perfektionierung bewährten sich LMJ-Anlagen auch im ständigen Dauereinsatz mit Verfügbarkeiten bis zu 98 %.

Standardanlagen gibt es in drei- oder fünfschiger Ausführung mit Bauraumabmessungen von 50 x 50 x 50 mm bis zu 1.000 x 1.200 x 1.000 mm. Aufgrund der Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten gibt es eine Vielzahl von spezialisierten Ausführungen für besondere Einsatzbereiche wie die Bearbeitung von Diamanten, den Zuschnitt und die Schärfung von Werkzeugschneiden, das Einbringen von Kühlbohrungen in Turbinenschaufeln oder die Bearbeitung von Halbleitermaterialien für die Computerchip-Herstellung.

Wie bei jeder bahnbrechenden Entwicklung werde auch die LMJ-Technologie leider immer häufiger illegal kopiert. Interessanterweise liege der Schwerpunkt dieser Schutzrechtsverletzungen nicht etwa in Asien, sondern in Europa. Dies werde natürlich nicht tatenlos hingenommen. Patentrechtlich seien die wesentlichen Entwicklungen durch rund 20 Patentfamilien mit insgesamt gut 100 Einzelpatenten gut abgesichert. „Wir verfolgen das Geschehen am Markt sehr aufmerksam und gehen gegen jede Verletzung unserer Schutzrechte rigoros vor“, bekräftigt A. Zryd.

(ID:47946769)

## KARRIERECHANCEN



Schmitz Cargobull AG

**Solution Engineer IoT & Cloud (m/w/d)**

in Berlin (+1 weiterer Standort) | Flexible Arbeitszeit | Homeoffice | Weiterbildung