

Delphine Perrottet, Frank Wagner, Roy Housh und Bernold Richerzhagen

Der wasserstrahlgeführte Laser

Der hier vorgestellte, wasserstrahlgeführte Laser steht für eine innovative Methode, einen Niedrigdruck-Wasserstrahl mit einem Laser zu kombinieren. Diese Methode des Feinschneidens erreicht in einem einzigen Prozessschritt höchste Schnittqualitäten bei gleichzeitig geringen Kosten und hohem Durchsatz.

Die Herstellung von Metallschablonen für den Lotpastendruck erfordert höchste Präzision, Geschwindigkeit und Qualität. Da man sicherstellen muss, dass sich die Lotpaste gut von der Maske löst, ist auch die Reproduzierbarkeit des Querschnitts der Öffnungen wichtig. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Konstanz und die Präzision des Pastenvolumens, die nur über einen Präzisionsschnitt erreicht werden kann. Schließlich ist es beim Schneiden dieser dünnen Metallfolien wichtig die einwirkenden Kräfte und die Wärmeeinflusszone minimal zu halten.

Isotropes Ätzen und elektrolytisches Abscheiden

Beide Methoden – das Isotrope Ätzen und das elektrolytische Abscheiden – sind als solche besonders produktiv, wenn es um die Herstellung vieler Öffnungen pro Schablone geht.

Isotropes Ätzen wird in zwei Schritten, von Vorder- und Rückseite, durchgeführt, was zu einer Ausbuchtung in der Mitte des Loches führt. Diese Ausbuchtung er-



trieb verstärkt außerdem den Wärmeeintrag in das Material, was die Wärmeeinflusszone vergrößert, die Oxidierung fördert und Positionierfehler erhöht.

Der minimale Abstand zwischen zwei Öffnungen muss mindestens der Materialstärke entsprechen, was bei besonders dichten Strukturen einen Nachteil darstellt. Da die Schablone den Gasstrahl praktisch vollständig umlenkt, wirkt eine Kraft von 1 bis 5 N auf die Probe, was zu Problemen beim Schneiden feinsten Strukturen führt.

Der wasserstrahlgeführte Laser

schwert die Ablösung der Lotpaste und ist deswegen als bedeutender Nachteil dieser Methode zu sehen.

Mit elektrolytischem selektivem Abscheiden wird eine hohe Präzision erreicht. Das Verfahren ist jedoch recht kostenintensiv.

Konventionelles Schneiden mit Laser

Das Schneiden von Schablonen mit dem Laser ist eine sehr attraktive Methode, die gleichzeitig eine gute Qualität und eine sehr hohe Flexibilität erreicht. Die laufenden Kosten sind verglichen mit den schon angesprochenen Methoden gering. Die gute Präzision der Schnitte eliminiert Brückenbildungen, ermöglicht ein gleichbleibende Qualität der Löcher über die ganze Schablone und verbessert das Ablöseverhalten der Lotpaste.

Ein Schwachpunkt ist jedoch eine mögliche punktuelle Überhitzung, die die Anwendung dieser Methode bei Finepitch-Komponenten erschwert. Außerdem werden oft kleine Grate und Partikel beobachtet, die zeitaufwendige Nachbearbeitungsschritte, wie z. B. Bürsten, notwendig machen. Der breite Gasstrahl (Durchmesser 0,5 bis 1,0 mm), der bei dieser Methode verwendet wird, ist nicht sehr effizient, um die Schmelze aus dem Schnittspalt zu treiben (Druck 6 bis 15 bar). Der unvollständige Schmelzaus-

Der wasserstrahlgeführte Laser des Laser Microjet kombiniert einen Niedrigdruck-Wasserstrahl mit einem Laser. Diese Methode des Feinschneidens erreicht in einem einzigen Prozessschritt höchste Schnittqualitäten bei gleichzeitig geringen Kosten und hohem Durchsatz. Dieses Verfahren umfasst alle Vorteile des klassischen Laserschneidens, eliminiert aber auch dessen Nachteile.

Um Wasser- und Laserstrahl zu kombinieren, wird der Laserstrahl durch ein Fenster und eine Druckkammer in die Wasserstrahldüse fokussiert. Der Wasserstrahl, der von der Düse ausgeht, leitet den Laserstrahl durch Totalreflektion an der Wasser-Luft-Grenzfläche, so wie man es von Lichtwellenleitern her kennt (**Bild 1**).

Nur der Laserstrahl führt die nötige Energie für den Materialabtrag zu. Der Wasserstrahl „leitet“ die Laserleistung konzentriert auf das Werkstück.

Der Düsendurchmesser liegt zwischen 30 und 75 μm , während der Wasserdruck von 100 bis 500 bar variiert wird. Mit einer 30- μm -Düse werden ca. 0,5 Liter DI-Wasser pro Stunde verbraucht. Das ermöglicht u. a. die geringen Unterhaltskosten des Systems.

Der Wasserstrahl sorgt zudem für einen effektiven Austrieb des gesamten geschmolzenen Materials und verringert damit den Wärmeeintrag in die Folie, was saubere Schnitte erzeugt. Die Gratbil-

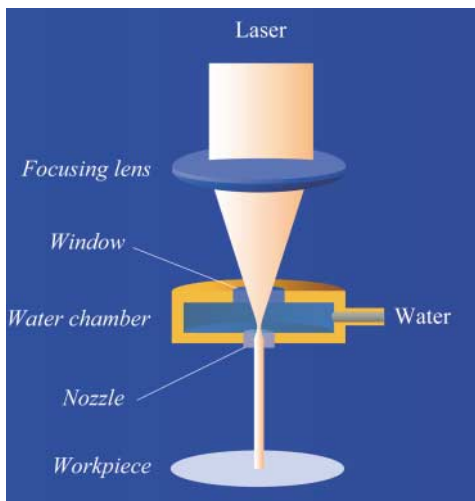


Bild 1: Das Prinzip des wasserstrahlgeführten Lasers



all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!





Bild 2: Das Laser Microjet-System LSS 800 von Synova

dung wird stark reduziert. Oxidationen treten erst gar nicht auf. Partikelkontaminationen sind nicht feststellbar. Dabei sind die Kräfte, die auf die Folie wirken, rund zehnmal kleiner als beim konventionellen Laserschneiden ($<0,1$ N). Deshalb hinterlässt der Wasserstrahl auch keine Spuren, auch nicht bei feinsten Strukturen. Zusätzlich verhindert er die Ausbildung einer Wärmeeinflusszone, weil er die Schnittkanten zwischen den Laserpulsen kühlt.

Trepannieren und Perkussionsbohren

Der Laser Microjet (**Bild 2**) kann Öffnungen in einer Schablone grundsätzlich auf zwei Arten erzeugen.

- Durch Trepannieren können beliebige Formen mit Eckradien von nur $14 \mu\text{m}$ erzeugt werden.
- Mittels Perkussionsbohren können runde Löcher mit sehr hoher Geschwindigkeit gefertigt werden.

Trepannieren

Ca. 23 000 runde Aperturen höchster Qualität mit Durchmessern zwischen 80 und $250 \mu\text{m}$ können innerhalb einer Stunde in $50 \mu\text{m}$ dicke Folie gebohrt werden. Bei Quadraten mit $90 \mu\text{m}$ Kantenlänge werden ca. 15 000 Öffnungen/h erreicht.

Bild 3 zeigt ein rundes Loch in $50 \mu\text{m}$ dicker Edelstahlfolie im Vergleich zum konventionellen Schneiden mit dem Laser. Der Wasserstrahlradius betrug $19 \mu\text{m}$ und der Wasserdruck 300 bar. Mit diesen Einstellungen wurden 20 000 Löcher/h er-

reicht. Bild 3 zeigt unten rechteckige Öffnungen, die in $150 \mu\text{m}$ dicker Edelstahlfolie bei einer Geschwindigkeit von $3\,000/\text{h}$ gefertigt wurden. Auch hier die Kante sauber, ohne Oxidation und ohne sichtbare Wärmeeinflusszone.

Perkussionsbohren

Mit dieser Methode können insbesondere sehr kleine Löcher mit hoher Geschwindigkeit und leicht reduzierter Rundheit produziert werden. Es werden bis zu $72\,000$ Löcher/h in $50 \mu\text{m}$ dicke

Schablonen erreicht.

BGA- und Wafer-Bump-Schablonen

In der Elektronikfertigung wird Lotpaste nicht nur auf die gedruckte Schaltung (PCB) sondern auch auf Package-Substrate (Ball Grid Array Packages) und direkt auf Chips (Flipchip-Technologie) aufgebracht. Verglichen mit der Verwendung auf Leiterplatten sind die hierzu eingesetzten Schablonen komplexer. Sie weisen bis zu $10\,000$ oder $100\,000$ Löcher

auf und müssen mit entsprechend höherer Positioniergenauigkeit gefertigt werden. Diese Schablonen sind vergleichsweise dünn und deshalb schwierig mit konventionellen Lasern zu schneiden. Der Hitzeeintrag muss minimal bleiben und sowohl die Rückseite der Schablone als auch die Öffnungen müssen extrem sauber sein.

Der Laser Microjet ist für diese Anwendung besonders gut geeignet: Runde Öffnungen von 50 bis $60 \mu\text{m}$ Durchmesser können in diesen Schablonen mit bis zu $40\,000$ Löcher/h mit der Trepanniermethode gefertigt werden.

Schablonen für die Flachbildschirmherstellung

Bei der Herstellung flacher Bildschirme werden Schablonen als Kontaktmasken verwendet. Diese Schablonen enthalten $100\,000$ bis 1 Mio. Öffnungen, die von ausgezeichneter Qualität sein und mit hoher Geschwindigkeit gefertigt werden müssen. Die zur Zeit meistverwendete Methode ist das Ätzen, was kostenintensiv und bei größeren Schablonen mit Präzisionsproblemen verbunden ist. Der Laser Microjet produziert Öffnungen exzellenter Qualität mit der drei- bis fünffachen Geschwindigkeit eines klassischen Laserschneidesystems.

Ausblick

Durch die Technologie des wasserstrahlgeführten Lasers konnte die Leistungsfähigkeit eines Lasers wesentlich gesteigert werden. Höhere Geschwindigkeiten werden erreicht. Der Schnitt ist regelmäßiger, sauber und ohne Nachbehandlung frei von Partikeln. Kleinste Öffnungen und scharfe Ecken können geschnitten werden. Die Schablonen werden nicht mehr durch Wärmeeintrag und mechanische Kräfte belastet. Diese Methode, Metallschablonen für verschiedene Anwendungen zu schneiden, ist schnell, sauber und kostengünstig. Als nächstes Entwicklungsziel soll der minimale Wasserstrahldurchmesser von heute $28 \mu\text{m}$ auf kleiner $20 \mu\text{m}$ verringert werden.

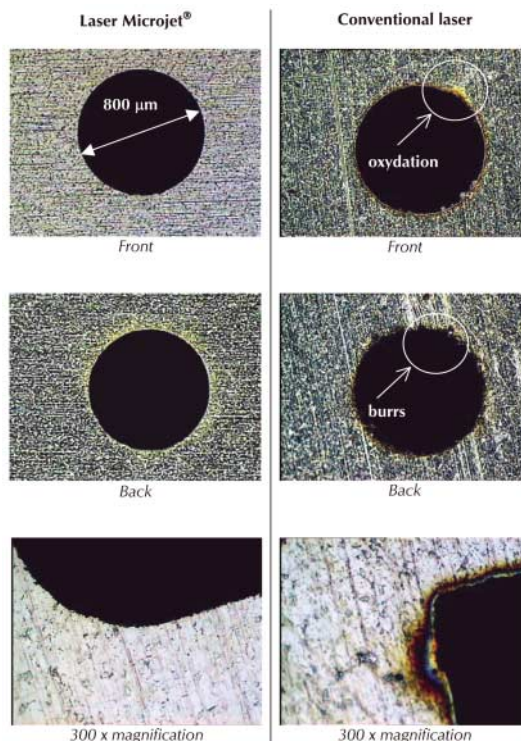


Bild 3: Oben und Mitte: Rundes Loch in $50 \mu\text{m}$ dicker Edelstahlfolie (Durchmesser: $250 \mu\text{m}$, Geschwindigkeit: $20\,000$ Löcher/h); Unten: Rechteckige Öffnungen $850 \mu\text{m} \times 450 \mu\text{m}$ groß in $150 \mu\text{m}$ dicker Edelstahlfolie (Geschwindigkeit: $3\,000$ Öffnungen/h)

Fax +41/21/6 94 35 01

www.synova.ch

productronic 407

Delphine Perrottet, Frank Wagner, Roy Housh und **Bernold Richerzhagen** sind Mitarbeiter der Synova SA in CH-1024 Ecublens, Switzerland.