

Lasertechnik für die Zukunft der Elektronikproduktion

Die zunehmende Funktionsintegration in der Elektronikproduktion ist im zweidimensionalen Raum einer Leiterplatte nur eingeschränkt zu realisieren. Um die Packungsdichte weiter zu steigern, werden die Bauteile deshalb **DREIDIMENSIONAL** integriert. Die Lasertechnik leistet dazu einen entscheidenden Beitrag.

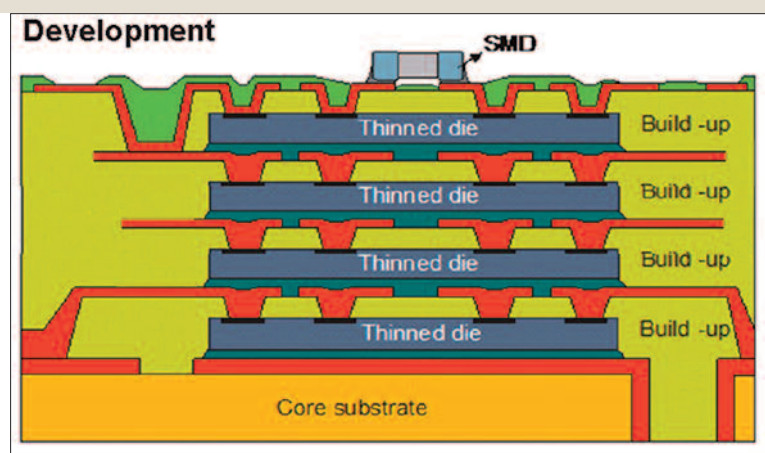


Bild 1. Embedded Components, CIPOS-Modul

(Quelle: Hermes Projekt, IZM Berlin)

MARKUS VOS UND GRANT CHRISTIANSEN

Um in der (Mikro-)Elektronikproduktion immer kleinere und zugleich smartere Geräte entwickeln zu können, müssen die Beschränkungen der zweidimensionalen Leiterplatte mit ihrer begrenzten Fläche überwunden werden. Deshalb werden die elektronischen Komponenten und Halbleiterstrukturen nicht nur einfach, sondern auch gestapelt in das Trägermaterial Leiterplatte integriert. Somit entwickelt sich die Leiterplatte in Zukunft vom einfachen Träger von Komponenten zum multifunktionalen System mit integrierten aktiven und passiven Elektronikkomponenten. Einerseits ergeben sich dadurch neben der Platzersparnis auch Vorteile von kürzeren Verbindungsstrukturen, wie Verbesserungen der Signalintegrität und der EMV-Eigenschaften. Andererseits werden die Bestückungskosten eingespart, und die Zuverlässigkeit der Baugruppe kann gleichzeitig gesteigert werden.

Laserbohren von Micro-Vias mit Pikosekundenlasern

Diese Technologie bedingt allerdings neue Fertigungsprozesse. Um den in **Bild 1** gezeigten Halbleiterchip mit anderen Halbleiterchips und der Umgebung zu verbinden, sind hochgenau eingebrachte Micro-Vias nötig. Dabei handelt es sich um Mikro-

bohrungen beziehungsweise Sacklöcher mit einem Durchmesser von 20 bis 100 µm, die in großer Anzahl und Geschwindigkeit eingebracht werden.

Diese Micro-Vias werden jeweils in den schichtweisen Aufbau mit einem Laser eingebracht. Die Herausforderung besteht darin, dass der Laserabtrag auf dem Halbleiterelement beziehungsweise auf dem Kontaktpad des Halbleiters gestoppt werden muss, ohne den sensiblen Halbleiter zu beschädigen. Durch die Integration der Halbleiterelemente stellt die so bestückte Leiterplatte bereits einen erheblichen Wert da, da die Halbleiterelemente bei einem Fehler in der Prozessführung nicht mehr genutzt werden können.

Für diese Anwendung setzt Schmol Ultrakurzpuls laser ein, die aufgrund ihrer hohen Pulsspitzenleistung einen weitgehend kalten Materialabtrag ermöglichen. Trotz der Schichtdicke von teilweise weniger als 1 µm muss auf dem Kontaktpad

> KONTAKT

HERSTELLER
Schmol Maschinen GmbH
 63322 Rödermark/Ober-Roden
 Tel. +49 60 74 89 01-0
 Fax +49 60 74 89 01-58
www.schmol-maschinen.de

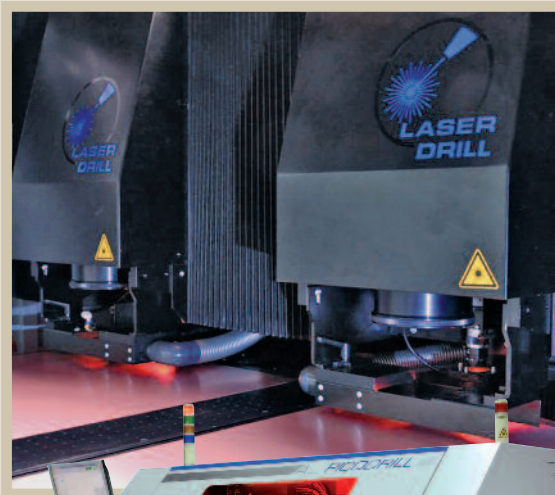


Bild 2. Doppelgalvo-system mit zwei unabhängigen Bearbeitungsköpfen, plus vollautomatisches Bauteilhandling für die Massenproduktion



pad des Siliziumchips ohne Zerstörung gestoppt werden. Dazu ist der Pikosekundenlaser das Werkzeug der Wahl, da mit jedem Laserschuss eine Materialstärke von circa 0,1 µm abgetragen wird.

Hohe Materialvielfalt als weitere Hürde

Die Laserbearbeitung von Leiterplatten stellt hohe Anforderungen an die Prozessführung, da unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Absorptionsverhalten und Ablationsschwellen bearbeitet werden müssen. Eine Leiterplatte besteht aus Kupfer, Glasfasern und Kunstharz. Für alle diese Materialien ist der Bearbeitungsprozess optimal abzustimmen. Je nach Material bietet Schmolz Pikosekundenlaser mit unterschiedlichen Wellenlängen an, so reicht das Spektrum von 355 über 532 bis zu 1064 nm.

Neben dem Einfluss der unterschiedlichen Materialien stellen auch die Schichtdicken oder die Glasfaseranordnung eine zusätzliche Schwierigkeit dar. Der Prozess kann sowohl mit dem Perkussieren (Pulsen auf einer Position) als auch mit dem Trepanieren (Bewegung auf einer Kreisbahn) durchgeführt werden. Der Laserstrahl wird dazu mit einem Galvoscaner hochfrequent abgelenkt, sodass je nach Materialeigenschaft und Materialstärke bis zu 1000 Bohrungen pro Sekunde hochgenau in die Leiterplatte eingebracht werden können (**Bild 2**).

Die Ablenkspiegel sind aus Siliziumkarbid und mittels FEM-Methoden optimiert, der gesamte Galvokopf ist über eine Wasserkühlung hochgenau temperiert. Um den Ultrakurzpuls laser in der Massenproduktion wirtschaftlich einzusetzen, wird der Laserstrahl auf zwei Galvoablenkeinheiten aufgeteilt. Die Investitionskosten für den Pikosekundenlaser können so halbiert und der Durchsatz verdoppelt werden. Zudem sind die Maschinen mit einem vollautomatischen Stack-to-Stack-Handling ausgestattet, sodass ein mannloser Dreischichtbetrieb realisiert werden kann.

Time-Bandwidth® Products

ultrafast lasers enabled by **SESAM technology**



Fast
Robust
Flexible

Applications:

Micromachining
Semiconductor
Photovoltaic



5 W 15W 45W

Duetto™ Laser
with FlexBurst™

- ☞ higher process speed
- ☞ higher surface quality



Made in Switzerland

www.time-bandwidth.com

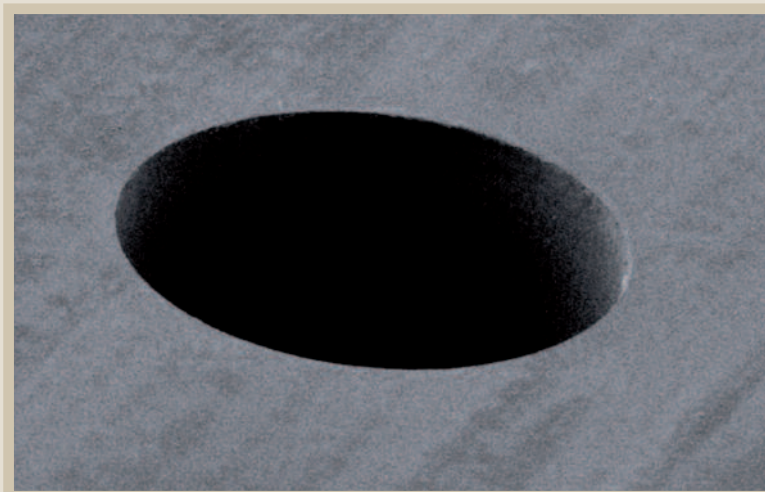
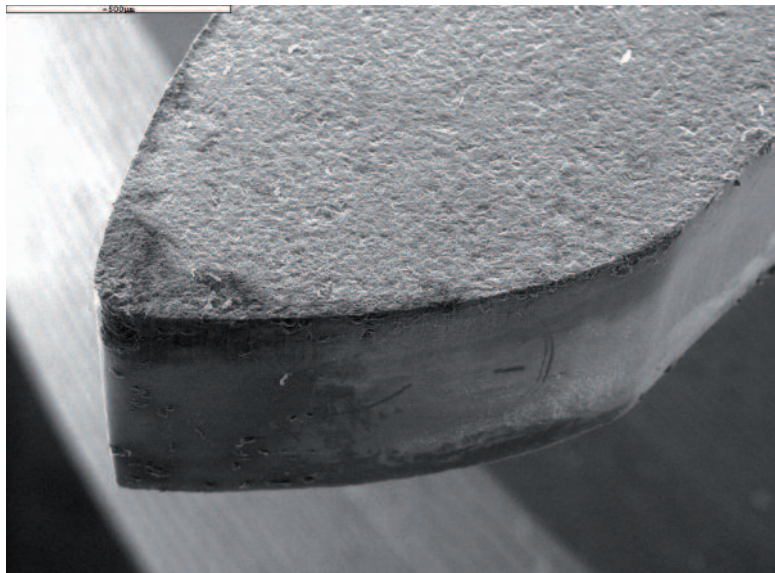


Bild 3. Oben: Siliziumbohrung mit 150 µm Durchmesser; unten: Saphirbearbeitung mit dem Pikosekundenlaser

(Quelle: Lumera)



Bearbeitung von Silizium, Glas und Saphir

In Zukunft wird neben der Bearbeitung von Leiterplatten auch die Laserbearbeitung von Silizium immer interessanter, da mit den Pikosekundenlasern Bearbeitungsqualitäten erreicht werden, die mit anderen Verfahren nicht möglich sind. **Bild 3** zeigt eine Bohrung von 150 µm Durchmesser in Silizium, insbesondere der scharfkantige Übergang gibt eine Vorstellung von der geringen thermischen Belastung beim Bohren mit Ultrakurzpulslasern.

Diese Laser können aufgrund der hohen Bearbeitungsqualität sowie Flexibilität praktisch jedes Material schadungsarm bearbeiten. Die Ursachen hierfür sind die extrem kurzen Pulsdauern und die hohe Leistungsdichte der Laserstrahlung. Mit den industriellen Pikosekundenlasern können bei einer Fokussierung auf Durchmesser zwischen 10 und 50 µm Energiedichten von einigen J/cm² erreicht werden. Mit einem einzelnen Pikosekundenpuls kann typischerweise ein Materialabtrag von circa 20 nm bis zu einigen 100 nm erzielt werden, ohne dass Mikrorisse, Gratbildungen und thermische Schädigungen in nennens-

wertem Maße auftreten.

Auch härteste Materialien wie Saphir oder Naturdiamant können mit dem Pikosekundenlaser auf einfache Weise hochgenau bearbeitet werden (**Bild 3**). In der Elektronikindustrie sind Glaswafer für vielfältige Anwendungen interessant. Die optischen Eigenschaften von Glas ermöglichen einen Aufbau von elektrooptischen Sensoren, sodass Glaswafer im Waferlevel-Packaging eingesetzt werden. Auch bei diesen Anwendungen ist das Ziel, Elektronikkomponenten immer kompakter

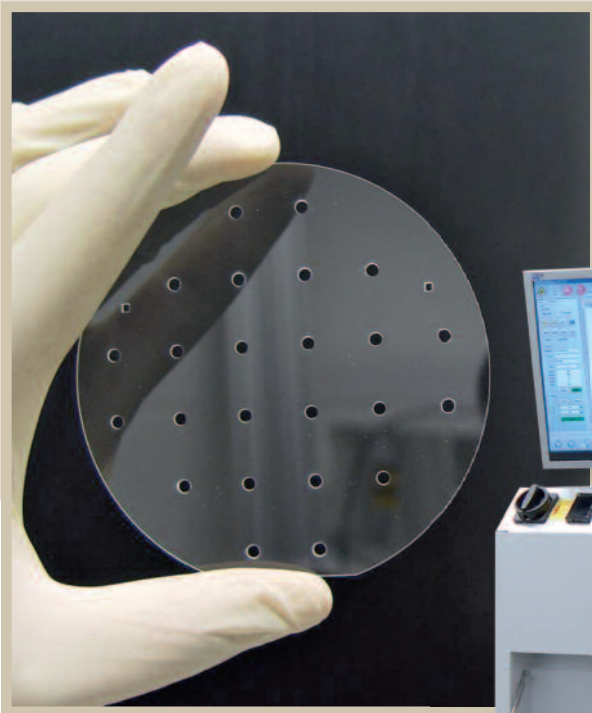
und leistungsfähiger herzustellen.

Speziell für die Glasbearbeitung hat Schmolz die kompakte Laseranlage ›Laserflex‹ mit einem 50-W-Nanosekundenlaser entwickelt (**Bild 4**). Auf einer Stellfläche von nur 1,64 m² kann der Anwender eine Mikrobearbeitung mit Strukturen von 5 µm Strukturbreite mit einem UV-Laser erreichen.

Solche Strukturgrößen findet man heute bei der Herstellung von Waferlevel-Packaging-Anwendungen. Bei diesen Technologien wird der Halbleiterchip nicht mehr in ein Kunststoffgehäuse eingespritzt, sondern auf Chip-Level zur Umgebung kontaktiert.

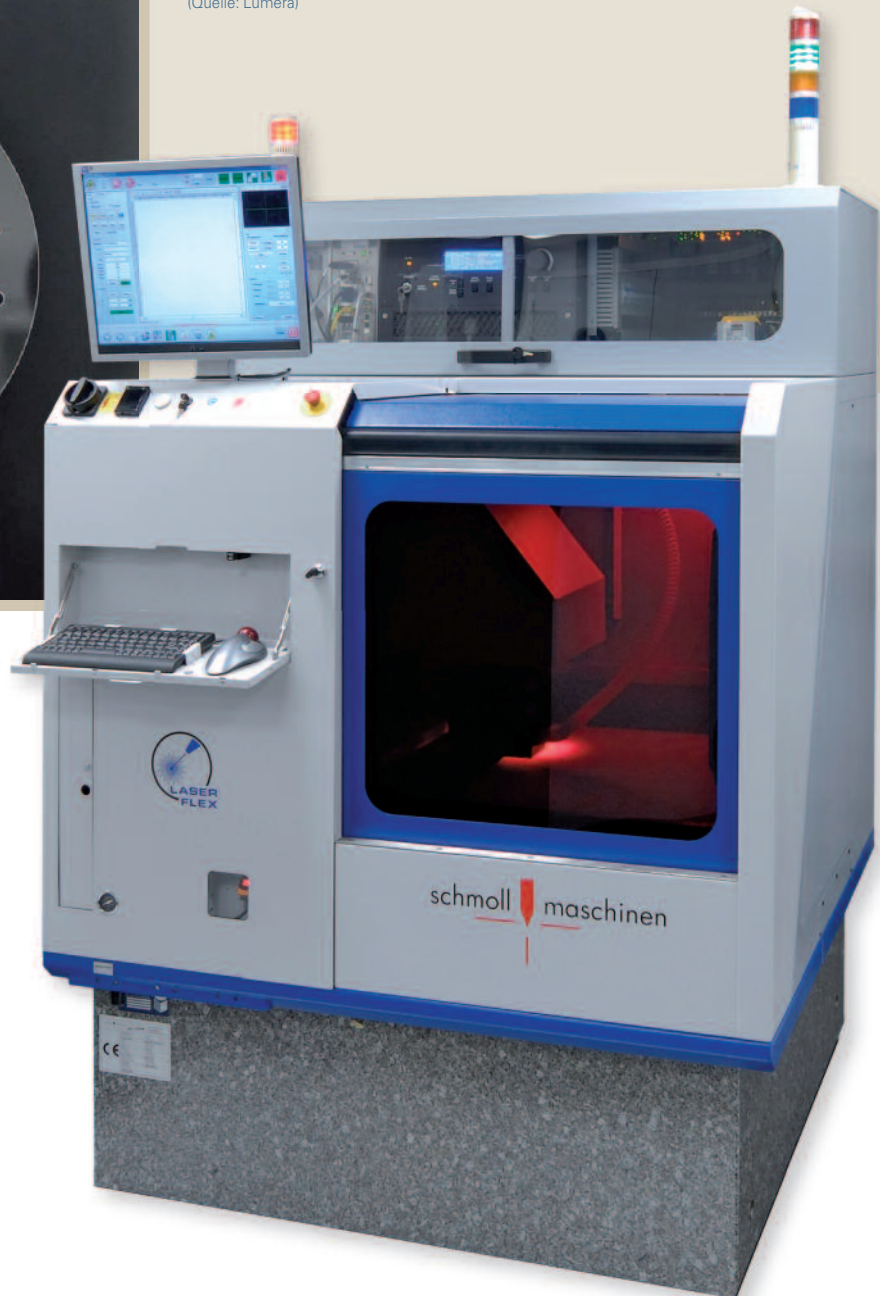
Integration von Lichtleitern und optischen Komponenten

In zukünftigen Anwendungen werden Signalfrequenzen von mehreren Gigahertz gefordert. Dies kann durch die Integration von optischen Komponenten wie Lichtleitern in der Leiterplatte realisiert werden. Das Einbetten optischer Strukturen und Komponenten ermöglicht somit eine Verknüpfung von elektrischen und optischen Signalwegen. Der Lasertechnik begegnet damit ein immer breiteres



**Bild 4. Unten: »Laserflex«-Baureihe mit Nanosekundenlaser in 50 W bei 532 nm und 10 W bei 355 nm;
links: 3 mm-Bohrungen in 0,5 mm Borosilikatglas**

(Quelle: Lumera)



Materialspektrum in der Elektronikproduktion.

Moderne Laseranlagen sind daher gefordert, sensible Prozesse mit hoher Dynamik zu realisieren. Zugleich sind der Kostendruck und die Qualitätsansprüche der Kunden enorm, sodass nur robuste und zugleich dynamische Prozesse mit geringsten Kosten zum Zuge kommen. Weitere Aspekte betreffen eine bestmögliche Automation und Verkettung der Laseranlagen. Bei Schmolz sorgt Linearmotorteknik in Verbindung mit der hochpräzisen handgeläpften Granitbasis für Achs-Beschleunigungen von bis zu 2g. Trotzdem bleiben Konturfelder aufgrund des minimalen Schleppfehlers gering. Damit auch ein Upscaling in die Massenproduktion möglich ist, bietet Schmolz bewährte Linienkonzepte an. Die Maschinen sind vom Grundaufbau so designt, dass mehrere Maschinen zu einem Fertigungscluster in einer Reihe zusammengestellt werden können. Trotzdem können alle Maschinen einzeln beschickt und von vorne gewartet werden.

Plant ein Anwender eine Fertigung im internationalen Umfeld, so steht dazu ein umfangreiches Service- und Vertriebsnetz zur Verfügung. Allein in Asien kann Schmolz trotz seiner mittelständischen Struktur den Kunden mit 200 Mitarbeitern unterstützen. Alle Standorte sichern die Verfügbarkeit und die Ersatzteilbeschaffung vor Ort ab. Aufgrund der großen Anzahl zeichnen sich die von Schmolz

produzierten Maschinen durch ein besonders günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis aus. ■

MI110246

AUTOREN

Dr. MARKUS VOS ist technischer Leiter bei Schmolz Maschinen in Rödermark
GRANT CHRISTIANSEN ist Vertriebsleiter im Bereich Laserbearbeitungsmaschinen im selben Unternehmen;
christiansen@schmolz-maschinen.de