

Laserschweißen von Glas für die Serienproduktion

Die Herstellung von Glaskomponenten mit den für diese Anwendungen erforderlichen Abmessungen und engen Toleranzen stellt eine Herausforderung für die Fertigung dar. Das Glasschweißen mit **UKP-LASERN** ist ein leistungsfähiges Verfahren, das inzwischen robust und kostengünstig genug für die Serienfertigung ist.

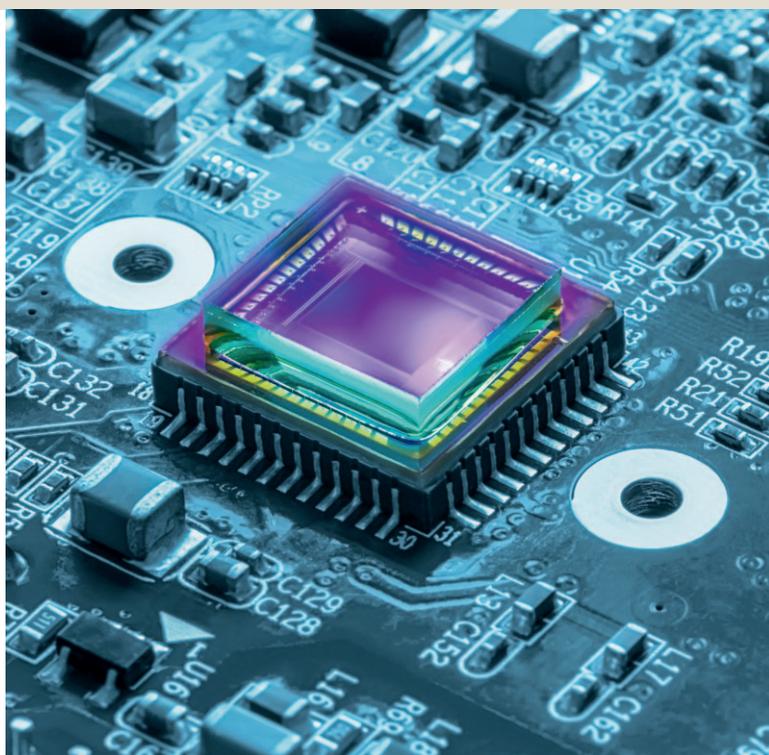


Bild 1. Laser-Glasschweißen kommt häufig im Bereich der Mikroelektronik zum Einsatz

DIRK MÜLLER

Glas besitzt eine einzigartige und interessante Kombination physikalischer Eigenschaften. Es ist transparent für sichtbares Licht, mechanisch stabil, relativ kratzfest, reagiert nicht mit den meisten Chemikalien (einschließlich vieler starker Säuren), und weder Flüssigkeiten noch Gase können es durchdringen. Glas ist sogar biokompatibel, was bedeutet, dass sterilisiertes Glas sicher in den menschlichen Körper implantiert werden kann.

Aus diesen Gründen hat sich die Verwendung von Glas in den letzten Jahrzehnten weit über die traditionellen Anwendungen in der Architektur und im Automobilbau hinaus auf immer anspruchsvollere Produkte ausgeweitet. So wird Glas bereits in großem Umfang in medizinischen Geräten, biowissenschaftlichen Instrumenten, Halbleiterwerkzeugen und in der Unterhaltungselektronik verwendet, insbe-

sondere für Bildschirme in Telefonen, Laptops, Tablets und Fernsehern.

Herausforderungen beim Glasschweißen

Bei vielen dieser Hochtechnologieanwendungen besteht das Ziel darin, die Produkte komplexer und anspruchsvoller, aber auch kleiner und leichter zu machen. In Bezug auf Glaskomponenten bedeutet dies in der Regel immer dünnere Teile, oft mit gebogenen Kanten oder Ausschnitten. Diese Glas-teile müssen häufig miteinander verklebt oder mit anderen Materialien wie Metallen und Halbleitern verbunden werden (**Bild 1**).

Diese Anforderungen stellen eine Herausforderung dar, da herkömmliche Klebmethoden bei diesen kleineren, dünneren Teilen, die begrenzte Toleranzen haben, nicht gut funktionieren. Insbesondere haben die bestehenden Verbindungstechnologien Schwierigkeiten, die Kombination aus Präzision, Verbindungsqualität und Durchsatzgeschwindigkeit zu liefern, die für eine kosteneffiziente Serienfertigung erforderlich ist.

Das Kleben ist beispielsweise eine kostengünstige Methode, kann aber Klebstoffreste auf den Teilen hinterlassen und sogar Ausgasungen verursachen. Beim Schweißen mit Glasfritte (bei dem pulverförmiges Material geschmolzen wird, um eine Verbindung herzustellen) wird dem Werkstück große Hitze zugeführt. Dies ist besonders bei empfindlichen mikroelektronischen Produkten und vielen medizinischen Geräten ein Problem. Das Ionenschweißen bietet eine extrem starke Verbindung und erfordert keine

> KONTAKT

HERSTELLER
COHERENT
D-64807 Dieburg
Tel. +49 6071 9680
sales.germany@coherent.com
www.coherent.com

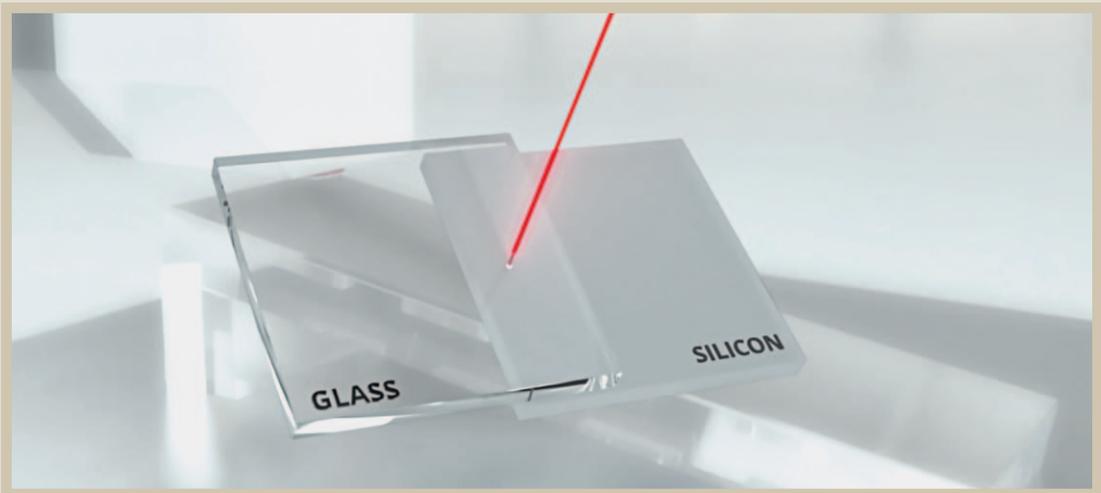


Bild 2. Das Glas-schweißen mit Ultrakurzpluslasern eignet sich hervorragend zum Verbinden von Glas mit Glas, Glas mit Silizium und Glas mit Halbleitern

Erwärmung der Teile, aber es funktioniert nur bei zwei makellosen und extrem flachen Glasoberflächen. Diese lassen sich in der Produktion nur schwer herstellen.

Glasschweißen mit Ultrakurzpluslasern

Einige der Eigenschaften, die Glas so nützlich machen – wie sein extrem hoher Schmelzpunkt, seine Transparenz und seine mechanische Steifigkeit

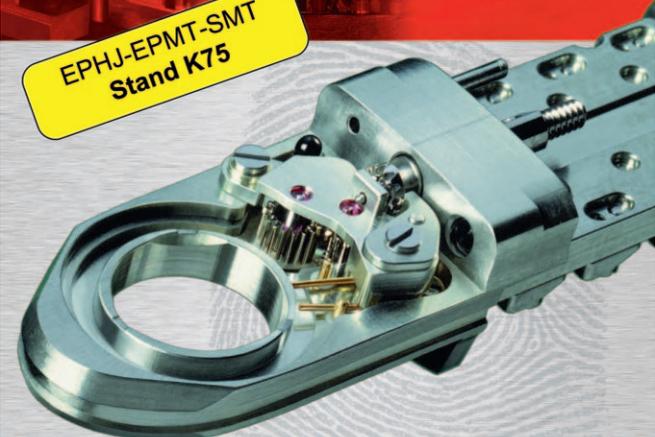
– erschweren auch das Schweißen mit Lasern. Daher sind die typischen industriellen Laser und Verfahren, die zum Schweißen von Metallen und anderen Materialien verwendet werden, für Glas nicht geeignet.

Die effektivste Art, Glas zu schweißen, ist die Verwendung eines Ultrakurzpluslasers (UKP) mit Infrarot-Wellenlänge (Bild 3). Glas ist im infraroten Bereich transparent, sodass der fokussierte Laserstrahl größtenteils direkt hindurchgeht. Im Bereich des Strahlfokus wird die Laserintensität jedoch so

MIKROTECHNISCHE LÖSUNGEN NACH MASS

Seit 1887, Akribie und Präzision bringen aussergewöhnliche Ergebnisse.

EPHJ-EPMT-SMT Stand K75



ISO 13485:2016

Piguet Frères SA
Le Rocher 8
1348 Le Brassus
Switzerland

Tel. +41 (0)21 845 10 00

PIGUET
FRÈRES

info@piguet-freres.ch
www.piguet-freres.ch

Ihr Partner für Präzisions-optik & optische Systeme.

SPECTROS AG 4107 Ettingen Schweiz Tel. +41 61 726 20 20

www.spectros.ch

HAAG-STREIT
SPECTROS

Look closer. See further.



Bild 3. Der Ultrakurzpuls-Laser »HyperRapid NXT« eignet sich auch zum Laserschweißen von Glas

hoch, dass es zu einer nichtlinearen Absorption kommt. Dies geschieht nur aufgrund der hohen Spitzenleistung der Ultrakurzpulse, weshalb andere Lasertypen nicht ohne Weiteres dasselbe erreichen können.

Durch die Absorption des Laserlichts schmilzt das Glas schnell in einem sehr kleinen Bereich, in der Regel weniger als 10 µm im Durchmesser um den Brennpunkt herum. Das Glas erstarrt schnell wieder, wenn der Laser ausgeschaltet oder wegbewegt wird. Um eine Schweißnaht zu erzeugen, wird der fokussierte Strahl daher wie bei anderen Formen des Laserschweißens entlang der gewünschten Bahn gescannt.

Das Glasschweißen mit UKP-Lasern bietet drei wesentliche Vorteile. Erstens entsteht eine starke Verbindung, da beide Teile teilweise aufgeschmolzen werden und dann wieder erstarren, um die Schweißnaht zu bilden. Außerdem funktioniert das Verfahren gleichermaßen gut beim Verbinden von Glas mit Glas, Glas mit Metall und Glas mit Halbleitern (Bild 2).

Zweitens wird bei diesem Verfahren nur sehr wenig Wärme in das Bauteil eingebracht, und das auch nur auf einer Fläche von höchstens ein paar Hundert Mikrometern. Dadurch kann die Schweißnaht sehr nahe an elektronischen Schaltkreisen oder anderen wärmeempfindlichen Komponenten platziert werden. Dies verschafft sowohl den Konstrukteuren als auch den Herstellern mehr Freiheit und ermöglicht eine stärkere Miniaturisierung der Produkte.

Wenn das Glasschweißen mit UKP-Lasern richtig ausgeführt wird, entstehen keine Mikrorisse in der Umgebung der Schweißstelle. Mikrorisse schwächen das Glas mechanisch. Außerdem können sie bei Geräten, die anschließend Temperaturschwankungen ausgesetzt sind, zu einem späteren Ausfall führen.

Axial verlängerter Fokus birgt das Risiko von Mikrorissen

Die Vorteile des Glasschweißens mit UKP-Lasern ergeben sich aus der Tatsache, dass vom Glas nur ein sehr kleines Volumen erhitzt wird. Das stellt aber

auch eine Herausforderung in der Umsetzung dar. Denn die Position des Laserfokus muss an der Schnittstelle zwischen den beiden zu verschweißenden Bauteilen sehr genau eingehalten werden, auch wenn sich die Teile bewegen. In der Praxis ist dies schwer zu bewerkstelligen, da die Teile in der realen Welt nicht perfekt flach sind. Außerdem sind sie beim Einlegen in das Schweißsystem möglicherweise nicht genau waagrecht positioniert.

Eine Lösung besteht darin, einen axial verlängerten Fokus zu verwenden. Dadurch wird der Fokus des Laserstrahls »gestreckt«, um das Problem der Positionsempfindlichkeit zu lösen. Der Nachteil dieses Ansatzes ist jedoch, dass dieser verlängerte Strahlfokus ein Schmelzbad im Glas erzeugt, das im Querschnitt nicht mehr rund ist. In diesem asymmetrischen Schmelzbad ist die Wahrscheinlichkeit der Bildung von Mikrorissen sehr viel größer, wenn das Glas in der Schmelzzone erstarrt.

Optiken mit hoher numerischer Apertur

Coherent hat einen neuartigen Ansatz entwickelt, der mikrorissfreie Schweißnähte liefert und gleichzeitig erhebliche Änderungen der Grenzflächenposition während des Prozesses zulässt. Er nutzt Optiken mit hoher numerischer Apertur (NA), um in Kombination mit einer hochdynamischen Fokussiertechnologie einen kleinen Brennfleck zu erzeugen. Darüber hinaus wird die Lage der zu verschweißenden Grenzfläche erfasst und die Optik kontinuierlich angepasst, sodass der Fokus immer perfekt platziert wird. Das Ergebnis sind qualitativ hochwertige Schweißnähte an praktisch allen Bauteilformen sowie ein Verfahren, das unabhängig von Bauteiltoleranzen und -positionen ist. ■ MI110751

AUTOR

DIRK MÜLLER ist Director Strategic Marketing bei Coherent