Wolfgang Horn

# Mikrolöten mit Diodenlaser

Bild 3: Sensor mit Laser im Reflow-Verfahren kontaktiert

**Das Laserstrahllöten ist ein selektives Verfahren und wird in der Elektronikproduktion unter anderem zum Löten von Kontakten, Sensoren und Schaltern sowie zur Nachbestückung von Leiterplatten angewendet. Es zeichnet sich gegenüber konventionellen Lötverfahren durch einen berührungslos arbeitenden Prozess mit lokal begrenzter Wärmeeinbringung aus. Die genaue Dosierung der eingebrachten Energie und die gute Zugänglichkeit auch bei schwierigen Geometrien sind weitere Vorteile.**

Durch ihre kompakte Bauweise und hervorragend regelbare Ausgangsleistung eignen sich insbesondere Hochleistungsdiodenlaser (HLDL) dafür, schwierige Lötaufgaben sicher und wirtschaftlich auszuführen. Die Einsatzmöglichkeiten dieser kleinen Halbleiterlaser im Submillimeterbereich lassen sich an zwei beispielhaften Anwendungen gut zeigen.

*Bild 1: Diodenlasersystem DFx03 mit Faserkopplung, integriertem Peltierkühler und Netzteil*

## Punkt- und Simultanlöten

In der Elektronikfertigung wird das Laserstrahllöten in zwei Varianten eingesetzt:

- Punktlöten und
- simultanes Löten.

Beim Punktlöten erfolgt die Bearbeitung der Kontaktstellen sequenziell. Das Lot kann in Form von Draht oder Paste zugeführt werden. Auch das Reflowlöten mit massiven Lotdepots (SSD) findet häufig Anwendung.
Das simultane Löten ermöglicht die Bearbeitung mehrerer Kontakte gleichzeitig. Dies wird durch eine entsprechende Strahlformung realisiert. In Abhängigkeit von der Geometrie der zu lötenden Teile kann auf eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Strahlformung zurückgegriffen werden. Angewendet wird das simultane Löten im Allgemeinen mit SSD oder mit Lotpaste. Die erheblich verbesserte Brillanz (Quotient aus Leistungsdichte und Abstrahlwinkel) der hier eingesetzten Diodenlasertypen – Dilas bietet eine fasergekoppelte Bauform mit 30 W Ausgangsleistung (DFx03) und einen direkt strahlenden Typ mit 120 W Ausgangsleistung (DLX12) – ermöglichen erst den erfolgreichen Diodenlaser-Einsatz in den hier vorgestellten Anwendungsfeldern.
Welche Möglichkeiten das Laserlöten als Kontaktierverfahren bietet, zeigt sich im Folgenden am Beispiel von zwei ausgewählten Bauteilen. Neben der visuellen und der elektronischen Prüfung wurden die Lötstellen in Zusammenarbeit mit der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Mannheim mit einer Röntgenanlage untersucht.

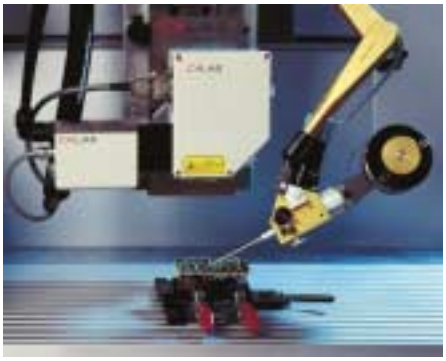

*Bild 2: Diodenlaser DLx12 mit interner CCD-Kamera, Pyrometer und Lotdrahtvorschubeinheit*

## Kontaktierung eines Sensorelements

Im ersten Beispiel werden Kontakte an ein Sensorelement (ca. 2 mm x 3 mm x 3 mm) angelötet. Die Zuleitungen haben eine Größe von 150 µm x 180 µm und sind vorverzinnt. Die 6 vergoldeten Anschlusspads haben eine Größe von 450 µm x 1000 µm. Sowohl das Punktlöten mit einem fasergekoppelten Lasersystem DFx03 (**Bild 1**) als auch das simultane Löten mit einer angepassten Strahlformung DLx12 (**Bild 2**) erbrachten visuell einwandfreie Ergebnisse (**Bild 3**). Die Prozesszeiten liegen mit 0,2 s und 0,5 s deutlich unterhalb einer Sekunde pro Lötstelle beziehungsweise pro Bauteil.
Die Röntgenbilder zeigten jedoch eine erhöhte Porenbildung. Die Poren entstehen unabhängig davon, ob punkt- oder simultan gelötet wird (**Bild 4**). Bei Vergleichslötungen mit Lotdraht waren fast keine Poren festzustellen (**Bild 5**). Die Ursache für die erhöhte Porenbildung ist demnach bei der Aufbringung der Vorverzinnung zu suchen. Wie das Beispiel einer Durchkontaktierung PCB-Pin zeigte, lässt sich die Entstehung von Prozess-Poren beim Löten mit Lotdraht durch den Einsatz einer Pyrometerregelung reduzieren (**Bild 6**).

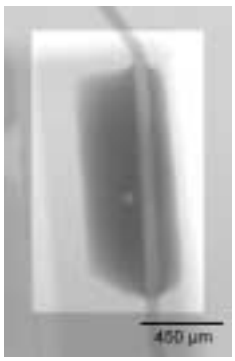


*Bild 5: Röntgenaufnahme eines mit Lotdraht gelöteten Sensors (Ausschnitt). Es sind fast keine Poren zu erkennen. Das Anschlusspad ist mit einem Kupferdraht mit 75 µm Durchmesser kontaktiert*

## Kontaktierung eines Halbleiterbauelements

In diesem Beispiel geht es um die Kontaktierung eines Halbleiterbauelements mit einem Kupferdraht (75 µm Durchmesser). Die Anschlusspads sind vergoldet und haben die Größe 400 µm x 800 µm. Das Aufbringen von SSD oder Lotpaste ist in diesem Fall nicht möglich, daher kommt beim Löten ein ▷

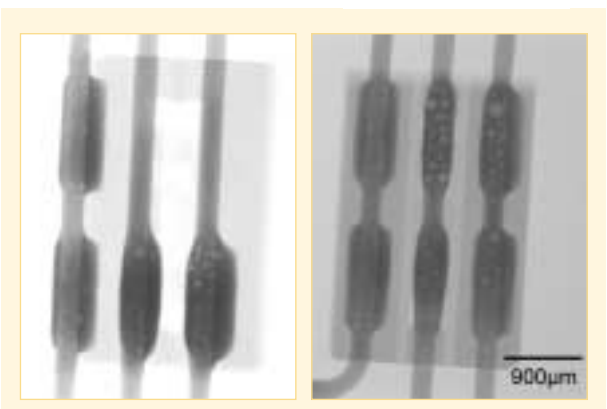


*Bild 4: Röntgenaufnahme eines im Reflow-Verfahren gelöteten Sensors. Die Zuleitungen sind vorverzinnt. Die Anschlusspads haben eine Größe von 450 µm x 1000 µm und sind vergoldet. Deutlich zu erkennen ist die starke Porenbildung. Diese tritt unabhängig davon auf, ob die Lötpunkte sequentiell (links) oder simultan (rechts) erzeugt werden*

all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG

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

Hier klicken & informieren!

*Bild 6: Vergleich einer Durchkontaktierung (Prinzip-Querschnitt: Bildecke oben links) beim geregelten (links) und ungeregelten (rechts) Löten. Beide Lötpunkte sind visuell einwandfrei, im Röntgenbild ist jedoch beim ungeregelten Löten eine erhöhte Porenhäufigkeit und -größe festzustellen (siehe Einkreisungen)*

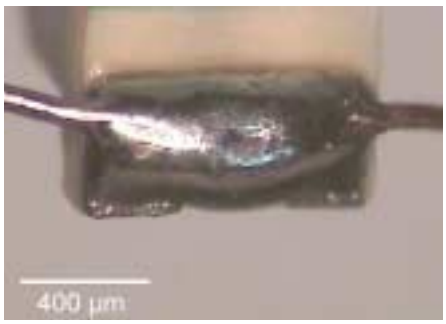


*Bild 7: Anschlusskontaktierung eines 75 µm dicken Drahtes an eine Bauelement. Das Anschlusspad hat eine Größe von 400 µm x 800 µm ist vergoldet. Die Lötung erfolgt mit Lotdraht mit Ø 300 µm*

*Bild 8: Die Röntgenaufnahme (vgl. Bild 7) lässt keine Porenbildung zu erkennen*

Lotdraht mit 300 µm Durchmesser zum Einsatz. Da der benachbarte Kunststoff die Laserstrahlung gut absorbiert, ist der Laserfokus durch entsprechende Optiken genau an die Padgeometrie anzupassen. Visuell beurteilt, ist die Lötung einwandfrei (**Bild 7**). Auch im Röntgenbild ist keine Porenbildung zu erkennen (**Bild 8**). Die genaue Einstellung der Lotmenge erfordert eine sehr präzise arbeitende Drahtvorschubeinrichtung, mit der auch sehr dünne Lotdrähte exakt gefördert und dosiert werden können. Ein Vergleich verschiedener am Markt verfügbarer Ausführungen ergab Schwankungen in der Fördermenge von bis zu 15 %.

## Ausblick

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten: Das Laserstrahllöten mit Hochleistungsdiodenlaser ist ein sicheres und wirtschaftliches Verfahren, mit dem sich auch schwierige Lötaufgaben im Submillimeterbereich erfolgreich durchführen lassen. Lötungen mit Anschlussflächen von einigen 100 µm und Anschlüssen von einigen 10 µm sind mit der heute verfügbaren Technologie bereits sicher beherrschbar. Die Weiterentwicklung der Laserquellen zu immer besserer Fokussierbarkeit lässt erwarten, dass das selektive Löten künftig auch im Submillimeterbereich zu einem Standardverfahren werden wird.

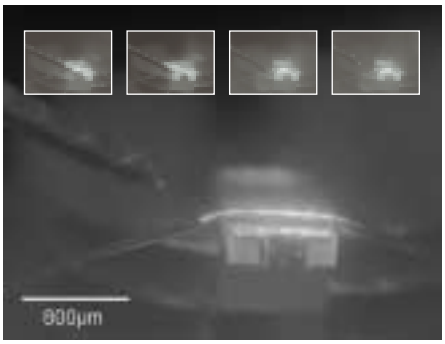


*Bild 9: Mikrolöten eines Bauteils mit Diodenlaser und Lotdraht*

Fax +49/61 31/9 22 62 57
www.dilas.de
productronic **422**

***Wolfgang Horn** ist Leiter des Applikationslabors der DILAS Diodenlaser GmbH in Mainz.*