



4

REFLOW-LÖTPROZESS FÜR LASERKRISTALLE

Aufgabenstellung

Laserkristalle stellen das Herzstück eines jeden Festkörperlaser dar. Für die steigenden Anforderungen hinsichtlich Strahlqualität, Pump- und Ausgangsleistung, thermischer Stabilität und Robustheit hat eine zuverlässige und gut wärmeleitende Verbindung von Kristall und Wärmesenke eine zentrale Bedeutung. Insbesondere zur Steigerung der thermischen Belastbarkeit und Langzeitstabilität werden Klemm- bzw. Klebetechniken durch Reflowlöten ersetzt. Das Verfahren soll für unterschiedliche Kristalltypen geeignet sein.

Vorgehensweise

Unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Kristallmaterialien wie Yttrium-Aluminium-Granat (z. B.: Nd:YAG oder Yb:YAG) oder Yttrium-Vanadat (z. B. Nd:YVO₄) werden aktiv oder passiv gekühlte Wärmesenken eingesetzt und hinsichtlich einer homogenen Kühlung mit niedrigem thermischen Widerstand optimiert. Der im Fraunhofer ILT entwickelte Reflow-Lötprozess erzeugt dabei das thermische Interface zwischen Kristall und metallischem Fügepartner. Die Prozesskette, bestehend aus Lotapplikation, Metallisierung der Komponenten und Lötprozess, wird aufgabenspezifisch abgestimmt und definiert.

Ergebnis

Ein flussmittelfreies Lötverfahren wurde insbesondere zur Montage von quaderförmigen Kristallen (= Slab) entwickelt. Die Ergebnisse wurden auf verschiedene Kristallgeometrien und Anwendungen übertragen. Auf diese Weise werden zuverlässige Verbindungen mit hoher Wärmeleitung erzeugt. Eine mechanische Verspannung der Laserkristalle kann vermieden werden. In Temperaturzyklustests konnte die Zuverlässigkeit der Verbindung in einem Bereich von -30 °C bis +50 °C nachgewiesen werden. Mit auf diese Weise gekühlten Yb:YAG-Laserkristallen mit den Abmessungen 10 x 10 x 1 mm³ wurde beispielsweise eine mittlere Laserleistung von mehr als 700 W erzielt. Als Kühlinterface dienen dabei die 10 x 1 mm² großen Flächen.

Anwendungsfelder

Mittels Reflow-Lötprozess hergestellte Laserkristallmodule werden in Laseroszillatoren und -verstärkern für Festkörperlaser, d. h. sowohl für Hochleistungs-Ultrakurzpuls laser als auch in LIDAR-Strahlquellen für Luft- und Raumfahrtanwendungen eingesetzt. Das vorhandene Know-how zur flussmittelfreien, spannungsarmen und robusten Löttechnologie kann auch für die Befestigung anderer thermisch und mechanisch belasteter Komponenten eingesetzt werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Winzen
 Telefon +49 241 8906-173
 matthias.winzen@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Michael Leers
 Telefon +49 241 8906-343
 michael.leers@ilt.fraunhofer.de

3 Kühlkreislauf im Laserkristallmodul.

4 Gelötetes Laserkristallmodul.