

μ -Metallpulverspritzguss zur Fertigung von ausdehnungs-angepassten Kühlkörpern für die Hochleistungsoptoelektronik

Forschungsstellen:

Lehrstuhl für Lasertechnik der RWTH Aachen
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung

Aufgabenstellung:

Der Einsatz von Diodenlasern hat sich in den vergangenen Jahren in vielen industriellen Bereichen aufgrund ihrer Effizienz, der geringen Baugröße und des relativ einfachen Aufbaus ausgeweitet. Der Vorteil und somit der weitere Einsatz der Diodenlaser wird durch technisch ungenügend angepasste Wärmesenken eingeschränkt. Eine Ausdehnungsanpassung und Korrosionsvermeidung der wassergekühlten Wärmesenken mit den derzeit angewandten Fertigungs- und Fügungsmethoden sind wirtschaftlich nicht sinnvoll. Die technische Verbesserung der Wärmesenken kann nur durch den Einsatz eines alternativen Fertigungsverfahrens gewährleistet werden.

Der μ -Metallpulverspritzguss (μ -MIM) ist ein flexibles Fertigungsverfahren, welches die Produktion komplexer Bauteile in einer großen Vielfalt von Materialien erlaubt. Der Einsatz einer neuen, speziell an technische Vorgaben angepasste, Werkstoffkombination erfordert beim μ -MIM besondere Anforderungen an die eingesetzten Pulver (bzgl. Form und Partikelgröße) und Binderzusammensetzung sowie an die Abformung, Entbinderungs- und Sinterungsprozesse.

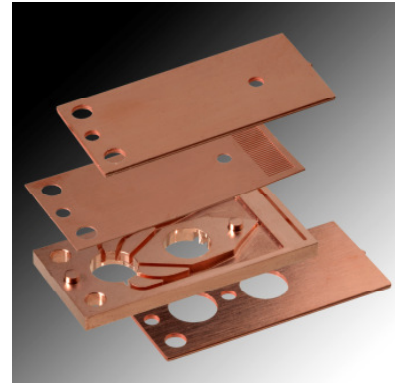


Abb.: Aufbau einer konventionellen Kupfer-Mikrokanalwärmesenke

Vorgehensweise:

Begonnen wird mit einer thermischen Simulation zur Vorauswahl möglicher Materialien bzw. Materialpaarungen. Anschließend werden mögliche Legierungszusammensetzungen, Pulvergrößen und -formen ermittelt. In mehreren Iterationsschritten werden die Parameter für den Feedstock (Binderzusammensetzung, Bindergehalt), für den Spritzgussprozess und zunächst mit Standardgeometrien für die Sinterung ermittelt. Diese Proben werden thermisch untersucht und mit den Simulationsergebnissen verglichen. Tests zur Co-Sinterung, direktes Fügen der Wärmesenkenbauteile während des Prozesses, werden durchgeführt. Ein Werkzeug für ein konkretes Wärmesenkenbauteil wird konstruiert und gefertigt. Damit werden Bauteile mit ausgewählter Kühlstruktur hergestellt. Nach anschließender Oberflächenbearbeitung und Beschichtung mit Ni und Au und Aufbringen des Lotes werden die Diodenlaser montiert. Die fertigen Diodenlaser werden getestet bezüglich thermischer und elektrischer Eigenschaften, Strömungsverhaltens sowie Lastwechselfestigkeit und Langzeitstabilität der Kühlkörper-Prototypen.

Ergebnisse und Anwendungen:

Im wissenschaftlich-technischen Sinne wird eine Fertigung von Geometrien mit definierter Wärmeleitfähigkeit sowie definiertem thermischen Ausdehnungskoeffizienten angestrebt, die im Vorfeld mittels FEM-Simulation ermittelt worden sind.

Ziel aus wirtschaftlicher Sicht ist die Kosteneinsparung einer Serienproduktion durch den Prozess selbst, insbesondere Materialersparnis gegenüber abtragenden Verfahren, Minimierung der Fertigungs- und Fügenschritte, sowie durch Verlängerung der Produktlebensdauer.

Gesamtziel ist die Fertigung von Probekörpern als Vorprodukt einer kostengünstigen, ausdehnungsangepassten und korrosions-/erosionsbeständigen Wärmesenke für Diodenlaserbarren.

Dabei sollen die erweiterten Formgebungsmöglichkeiten und die Flexibilität der einsetzbaren Materialien durch das μ -MIM Verfahren genutzt werden.

Die Verbesserung von Wärmesenken und damit den Diodenlasersystemen wird der Ausdehnung der industriellen Anwendung von Diodenlasern und der Investition in dieser System zu einem Schub verhelfen.

Die Erkenntnisse werden ebenfalls in anderen Branchen, in denen lokales Wärmemanagement eine Rolle spielt, von Nutzen sein und zu Produktoptimierung führen.