

ZELLULARE SCANNERSPIEGEL FÜR DIE SCHNELLE STRAHLABLENKUNG

CELLULAR SCANNER MIRRORS FOR FAST BEAM DEFLECTION

High-power lasers enable fast remote cutting and welding. Large working areas and maximum beam intensity on the workpiece require scanner systems with large apertures. These large deflection mirrors currently limit a further increase in dynamic behavior. An IWS research team has now developed cost-effective scanner mirrors with a weight-saving and yet stiff support structure.

Maximum possible dynamics for large beam apertures beyond 50 millimeters and avoidance of toxic materials – these are the objectives of the project “Scanner mirror with support structure based on cellular metallic materials”. An additional challenge is to achieve at least equivalent or better properties in weight and mechanics compared to mirrors made of aluminum, silicon carbide and beryllium. At the same time, the costs should not exceed those of silicon carbide (SiC) mirrors available on the market. Together with the Dresden branch of the Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials IFAM, Fraunhofer IWS researchers have theoretically and practically investigated and evaluated three different cellular metallic materials:

- Open cell metallic foam
- Open cell metallic fiber structures
- Open cell screen printed structures

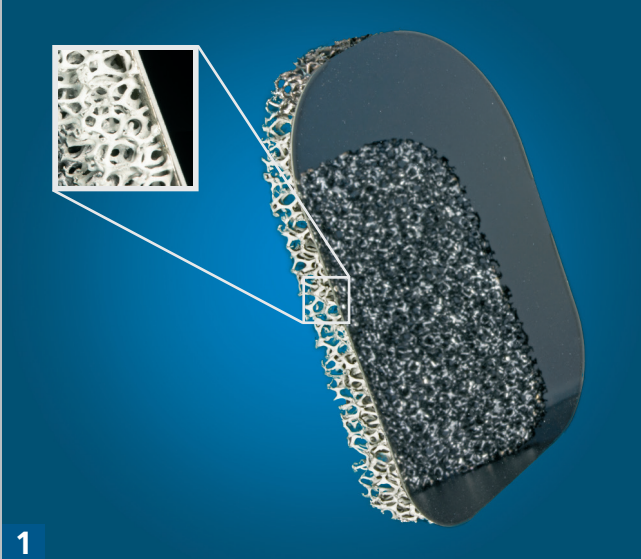
With regard to optical quality, the challenge was the reflective surface. The task was to optimize and develop alternative joining technologies for the interface of reflective elements (silicon single crystal wafer) and lightweight support structures made of cellular metallic materials.

Hochleistungslaser sorgen für schnelles Remote-Schneiden und Schweißen. Großflächige Arbeitsfelder und maximale Strahlintensität auf dem Werkstück erfordern Scannersysteme mit großer Apertur. Die dafür benötigten großen Ablenkspiegel limitieren aktuell eine weitere Steigerung des dynamischen Verhaltens. Ein IWS-Forscherteam entwickelte nun kostengünstige Scannerspiegel mit leichter und zugleich steifer Tragstruktur.

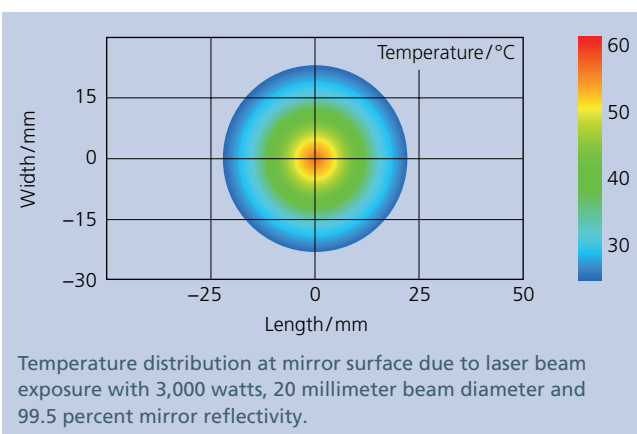
Höchstmögliche Dynamik für große Strahlaperturen jenseits von 50 Millimetern und Verzicht auf toxische Werkstoffe – darin liegt die Zielstellung des Projektvorhabens »Scannerspiegel-Tragstruktur auf Basis zellulärer metallischer Werkstoffe«. Eine zusätzliche Herausforderung besteht darin, mindestens äquivalente oder bessere Eigenschaften in Gewicht und Mechanik im Vergleich zu Spiegeln aus Aluminium, Siliziumkarbid und Beryllium zu erreichen. Gleichzeitig sollen die Kosten diejenigen der am Markt verfügbaren Siliziumkarbid-Spiegel (SiC) nicht überschreiten. Gemeinsam mit dem Dresdner Institutsteil des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM untersuchten und bewerteten Forschende des Fraunhofer IWS theoretisch und praktisch drei zelluläre metallische Werkstoffe (ZMW):

- Offenzelliger metallischer Schaum
- Offenzellige metallische Faser-Strukturen
- Offenzellige siebgedruckte Strukturen

Bezüglich der optischen Güte bestand die Herausforderung in der reflektierenden Oberfläche. Alternative Fügetechnologien für die Verbindung von Reflektiv-Element (Silizium-Einkristall-Wafer) und Leichtbau-ZMW-Tragstrukturen galt es zu optimie-



ren bzw. zu entwickeln. Dabei untersuchten die Forschenden den Einsatz der Reaktionsschicht-Lot-Technik zum Fügen eines Silizium-Einkristall-Wafers direkt auf die zelluläre Struktur. Die Scannerspiegel wiegen in etwa so viel wie das derzeit beste massive, aber toxische Referenzmaterial Beryllium. Die praktisch erreichten spezifischen Biegesteifigkeiten fallen niedriger aus als die theoretisch ermittelten, was das Forschungsteam auf die komplexen Eigenschaftsbeziehungen der ZMW zurückführt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sollten sich Werte erreichen lassen, die sich auf dem Niveau des zweitbesten Referenzmaterials Siliziumkarbid bewegen könnten. Preislich werden die ZMW-Scannerspiegel günstiger als Beryllium- und Siliziumkarbid-Scannerspiegel sein. Mit entsprechender Prozess- und weiterer Struktur-Optimierung erwarten Fraunhofer IWS und IFAM konkurrenzfähige Scannerspiegel-Alternativen zu Siliziumkarbid bzw. Beryllium innerhalb von einem bis zwei Jahren. Neben den Spiegeln selbst gewannen sie wertvolle Erkenntnisse im Hinblick auf den Fügeprozess mit reaktiven Multischicht-Systemen und die optimierte Kühlung von Scannerspiegeln für Hochleistungslaserprozesse. Interessierten Anwendern können sie nun Prototypen zur Prüfung und Charakterisierung zur Verfügung stellen. Daraus lassen sich angepasste und individuelle Lösungen für spezifische Kundenanforderungen entwickeln, die auf den vorgestellten Werkstoffsystemen aus metallisch-zellularem Träger und reaktiv gefügtem Spiegelement basieren. So lässt sich das volle Potenzial der neuartigen Laserscanner entfalten.



The researchers studied the use of the reaction layer solder technique for joining a silicon single crystal wafer directly to the cellular structure. The scanner mirrors are about the same weight as beryllium, the currently best massive but toxic reference material. The specific bending stiffnesses achieved in practice are lower than those theoretically determined, a fact which the team of scientists attributes to the complex property relationships of cellular metallic materials. With high probability, values should be achievable equivalent to those of the second-best reference material, silicon carbide. In terms of price, scanner mirrors made of cellular metallic materials will be more cost-effective than beryllium and silicon carbide scanner mirrors. With appropriate process and further structural optimization Fraunhofer IWS and IFAM are expecting competitive scanner mirror alternatives to silicon carbide or beryllium within one to two years. The researchers not only gained valuable insights into the mirrors themselves, but also into the joining process with reactive multilayer systems and the optimized cooling of scanner mirrors for high-power laser processes. They can now provide prototypes to interested users for testing and characterization. These can be used to develop adapted and individual solutions for specific customer requirements based on material systems consisting of a metallic cellular carrier and on a reactively joined mirror element. In this way, the full potential of the novel laser scanners can be developed.

1 A novel scanner mirror features a cellular metallic support structure and an RMS-attached mirror substrate.

CONTACT

Dr. Jan Hauptmann

High Speed Laser Processing

+49 351 83391-3236

jan.hauptmann@iws.fraunhofer.de

