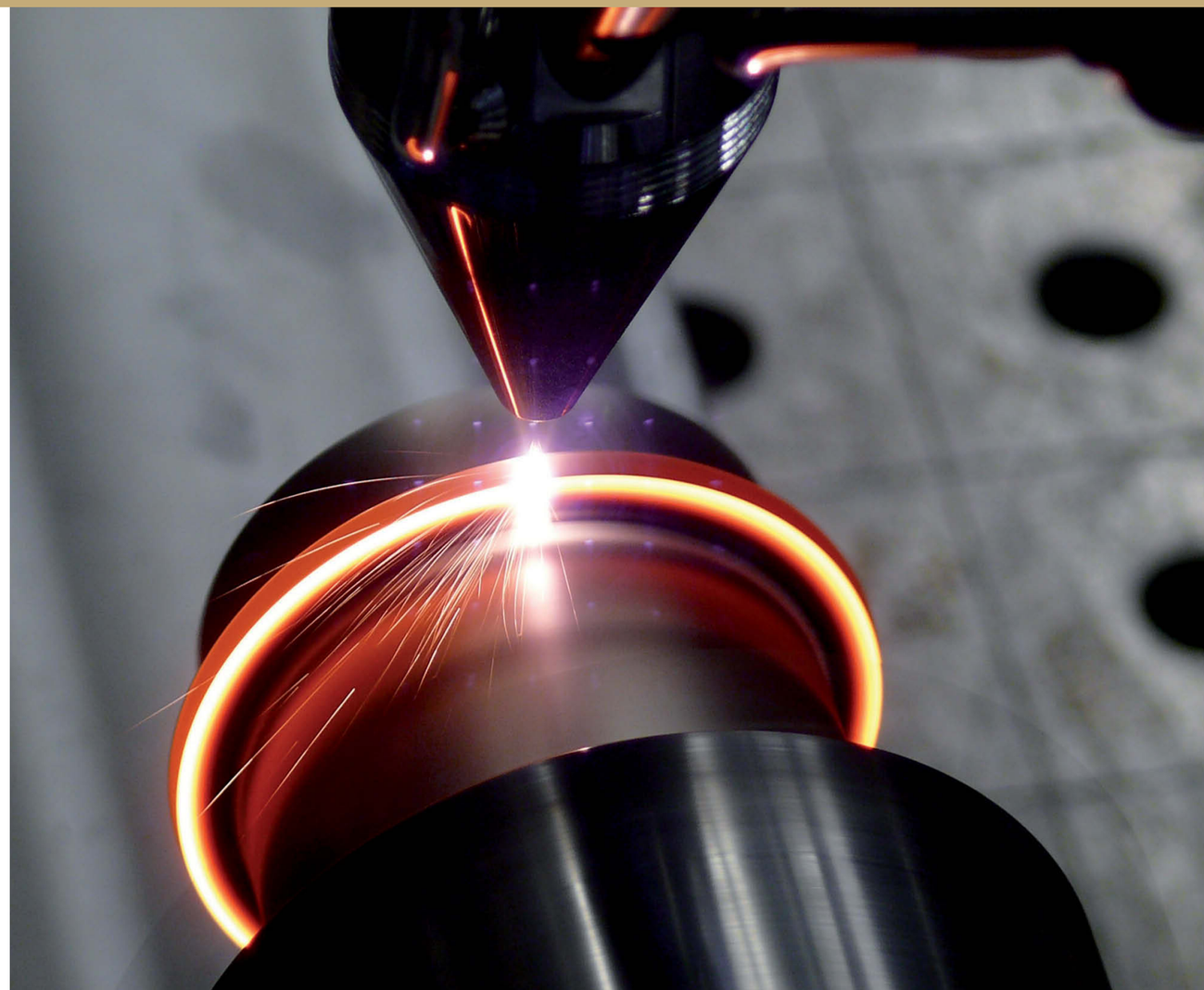
Fraunhofer
ILT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR LASERTECHNIK ILT

LASERTECHNIK FÜR INSTANDSETZUNG UND FUNKTIONALISIERUNG



DQS zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001
Reg.-Nr. DE-69572-01

Fraunhofer-Institut
für Lasertechnik ILT
Institutsleitung
Prof. Dr. Reinhart Poprawe M.A.

Steinbachstraße 15
52074 Aachen
Telefon +49 241 8906-0
Fax +49 241 8906-121

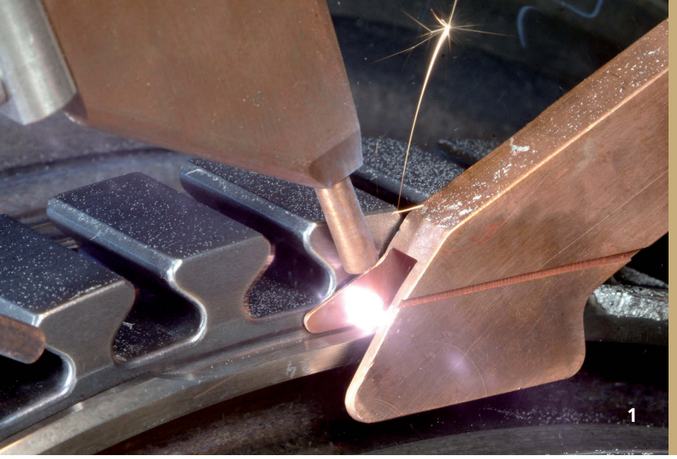
info@ilt.fraunhofer.de
www.ilt.fraunhofer.de

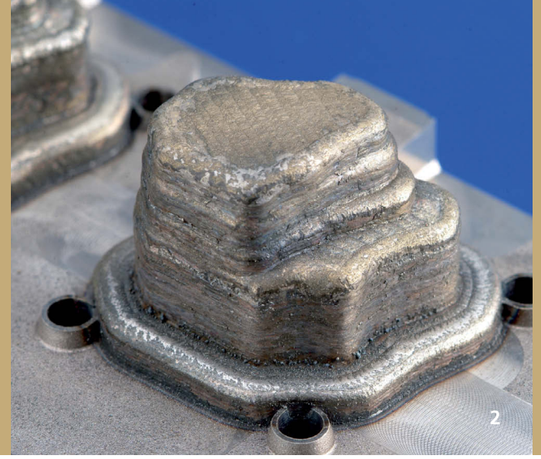
Fraunhofer ILT - Kurzprofil

Mit rund 370 Mitarbeitern und über 11.000 m² Nutzfläche zählt das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten im Bereich Laserentwicklung und Laseranwendung. Unsere Kernkompetenzen umfassen die Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und -komponenten, Lasermess- und Prüftechnik sowie Laserfertigungstechnik. Hierzu zählt beispielsweise das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie das Oberflächenvergüten, die Mikrofertigung und das Rapid Manufacturing.

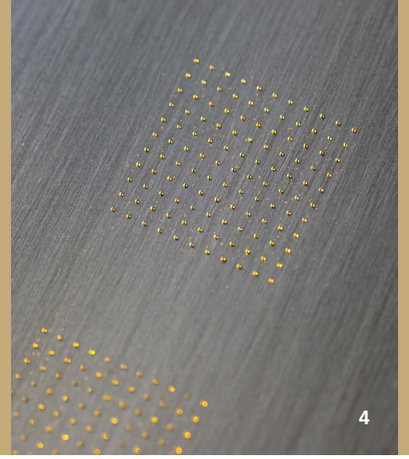
Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagentechnik, Prozessüberwachung und -regelung, Modellierung sowie der gesamten Systemtechnik. Unser Leistungsspektrum reicht von Machbarkeitsstudien über Verfahrensqualifizierungen bis hin zur kundenspezifischen Integration von Laserprozessen in die jeweilige Fertigungslinie. Das Fraunhofer ILT ist eingebunden in die Fraunhofer-Gesellschaft mit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, 20.000 Mitarbeitern und einem jährlichen Forschungsvolumen von über 1,8 Mrd. EUR.

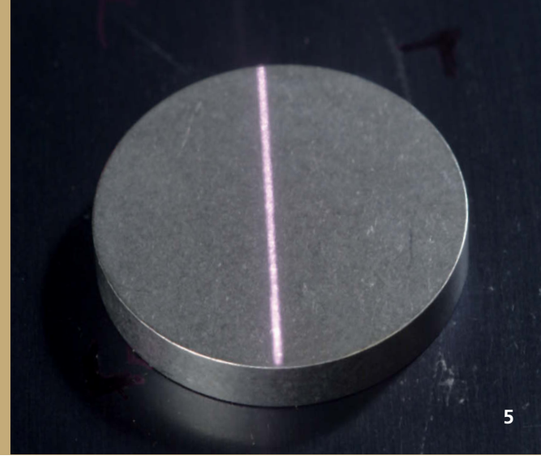
Änderungen bei Spezifikationen und anderen technischen Angaben bleiben vorbehalten. 09/2012.


1


2

3


4


5

LASERTECHNIK FÜR INSTANDSETZUNG UND FUNKTIONALISIERUNG

Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT nutzt Laserlicht zur Instandsetzung hochwertiger Bauteile und Werkzeuge, um deren Lebenszyklus signifikant zu verlängern. Der Laserstrahl wird zudem zum Schutz der Materialien vor Verschleiß und Korrosion eingesetzt.

Das Verfahren

Lasertechnik kann in zwei Verfahrensvarianten für das Beschichten eingesetzt werden. Zum einen durch direkten Auftrag eines Werkstoffes und zum anderen durch die Nachbehandlung einer Beschichtung, die mit einem anderen Verfahren aufgetragen wurde. Die erste Variante wird als Laserauftragschweißen bezeichnet. Dabei wird ein Zusatzwerkstoff mit dem Laserstrahl aufgeschmolzen und schmelzmetallurgisch mit dem Grundwerkstoff verbunden. Der Zusatzwerkstoff wird in Form von Pulver oder Draht zugeführt. Pulverförmige Werkstoffe bieten hinsichtlich der Verfahrenstechnik als auch der Werkstoffauswahl eine größere Flexibilität. Aufgrund der hohen Genauigkeit des Materialauftrags, der ausgezeichneten Steuerbarkeit des Prozesses und der geringen thermischen und mechanischen Belastung der Bauteile ist das Laserauftragschweißen zu einem Standardverfahren im Werkzeug- und Formenbau sowie in der Luft- und Raumfahrt geworden. Neuere Entwicklungen des Verfahrens ermöglichen auch das Auftragschweißen in Dimensionen von einigen 10 Mikrometern in Höhe und Breite. Bei der Nachbehandlung einer bereits aufgetragenen Schicht können unterschiedliche Prozesse eingesetzt werden. Thermisch gespritzte Schichten werden z. B. durch einen Schmelzprozess verdichtet. Aus Sol-Gel-Schichten können über einen Sinterprozess dichte oxidkeramische Beschichtungen hergestellt werden.

Instandsetzung und generative Fertigung

Bereits kleine Beschädigungen oder die normale Abnutzung an Turbinenkomponenten, Maschinenteilen, Werkzeugen, Formen und Bauteilen verursachen immense Kosten. Betroffene Teile müssen oftmals komplett ausgetauscht werden. Deshalb lohnt sich ihre Instandsetzung. Mit Blick auf die hohen Werkstoff- und Genauigkeitsanforderungen sowie auf den Sicherheitsaspekt in der Triebwerkstechnik ist hierfür das Laserauftragschweißen ein geeignetes Verfahren. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die geschlossene Prozesskette. Basierend auf dem dreidimensionalen Datenmodell des unbeschädigten Bauteils oder Werkzeugs wird das Originalmaterial via Pulverzufuhrdüse mithilfe des Laserstrahls an den Schadenstellen hochpräzise schichtweise aufgetragen. So wird das verschlissene Volumen konturnah wieder generiert. Durch den äußerst geringen Eintrag von Wärme in die Schweißzone bleibt der Verzug innerhalb der engen vorgegebenen Toleranzen. Die feine Gefügestruktur des auftraggeschweißten Materials erfüllt bzw. übertrifft für viele Anwendungen die mechanischen und tribologischen Anforderungen, die an die Originalteile gestellt werden.

Die Vorgehensweise zur Instandsetzung kann auch genutzt werden, um Bauteile generativ zu fertigen. Gearbeitet wird z. B. an der Herstellung von Werkzeugeinsätzen aus gradierten Werkstoffen.

Funktionalisierung von Oberflächen

Die große Werkstoffpalette erlaubt beim Laserauftragschweißen eine optimale Anpassung der Schicht an die jeweilige Funktion. Für den Verschleißschutz reicht die Auswahl von klassischen Verschleißschutzwerkstoffen wie hochlegierten Werkzeugstählen, Kobalt- und Nickelbasislegierungen über Hartmetalle, bis hin zu gradierten Werkstoffen. Alle in der Technik verwendeten metallischen Gebrauchswerkstoffe können beschichtet werden. Ein Beispiel für den Verschleißschutz ist das Auftragschweißen von Werkzeugen für die Ölförderung. Zum Korrosionsschutz kann das Verfahren z. B. für das Nachverzinken von Schweißnähten oder Stanzkanten verzinkter Bleche verwendet werden. In kleinsten Dimension kann das Verfahren u. a. genutzt werden, um elektrische Kontaktstellen aus Gold herzustellen (z. B. auf Bipolarplatten für Brennstoffzellen).

Neuartige, auf nanopartikulären Werkstoffen basierende Verfahren werden in den letzten Jahren zunehmend zur Herstellung funktionaler Schichten eingesetzt. Die verwendeten Nano-Dispersionen beziehungsweise Sol-Gel-Gemische werden mittels drucktechnischer Verfahren ortsselektiv auf ein Substrat aufgebracht. Allerdings müssen die Schichten (typische Dicken 0,1 - 5 µm) zur Ausbildung einer kristallinen Schicht thermisch bei Temperaturen von bis zu 1000 °C im Ofen nachbehandelt werden. Aufgrund der hierbei auftretenden hohen thermischen Belastung ist eine Beschichtung von empfindlichen Substraten nicht möglich. Der Laserstrahl bietet die Möglichkeit, sehr kurze Wechselwirkungszeiten mit dem zu bearbeitenden Werkstück zu realisieren und damit die Belastung der Substrate signifikant zu reduzieren. Die Kombination aus nasschemischen Verfahren und Laserbearbeitungsverfahren eröffnet die Möglichkeit, den gesamten Beschichtungsprozess in eine Inline-Fertigungsanlage zu integrieren und somit den Durchsatz von beschichteten Bauteilen in der Produktion signifikant zu erhöhen.

Anlagentechnik

Für die Entwicklung verschiedener anwendungsspezifischer Verfahren und Machbarkeitsstudien verfügt das Fraunhofer ILT über eine umfangreiche Systemtechnik aus Laserstrahlquellen und Handhabungssystemen mit bis zu sechs Achsen, Strahlformungsoptiken, Pulverzufuhrdüsen, Prozessdiagnostik sowie Software zur Erzeugung von NC-Programmen. In enger Kooperation mit Laser- und Anlagenherstellern bieten wir unseren Kunden zudem die anlagentechnische Umsetzung der Verfahren in die Produktion an.

Ansprechpartner

Dr. Andres Gasser (Laserauftragschweißen)
Telefon +49 241 8906-209
andres.gasser@ilt.fraunhofer.de

Dr. Andreas Weisheit (Beschichten)
Telefon +49 241 8906-403
andreas.weisheit@ilt.fraunhofer.de

Dr. Jochen Stollenwerk (Dünnschichtverfahren)
Telefon +49 241 8906-411
jochen.stollenwerk@ilt.fraunhofer.de

1 Reparatur des Frontrotors einer Flugzeugturbine.
2 Generativ gefertigter Werkzeugeinsatz mit gradiertem Werkstoffaufbau.
3 Formkern aus Kupfer für ein Spritzgießwerkzeug beschichtet mit einer Verschleißschutzlegierung.
4 Mikrogoldpunkte auf Edelstahl.
5 Funktionalisierung einer dünnen Schicht auf einer Probe aus 100 Cr 6.