

# Laser Chemical Machining

## Eine neue Welt der Präzision

In Kooperation mit:



Das Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH (BIAS) ist ein individuell wirtschaftliches Forschungs- und Entwicklungsinstitut, das am 1. Juli 1977 als erstes außeruniversitäres Laserinstitut in Europa gegründet wurde. Der Wissenstransfer aus der Grundlagenforschung in die Anwendung ist Anliegen und Arbeitsschwerpunkt. Auf den Gebieten der laser-gestützten Materialbearbeitung und der optischen Messtechnik betreibt das BIAS erfolgreich Forschung in Eigenprojekten, in Verbundprojekten und auf Auftragsbasis, Entwicklungen für Kunden der Wirtschaft und der öffentlichen Hand sowie Lohnarbeiten für Forschungskunden als Vorlauf zur Eigenfertigung.

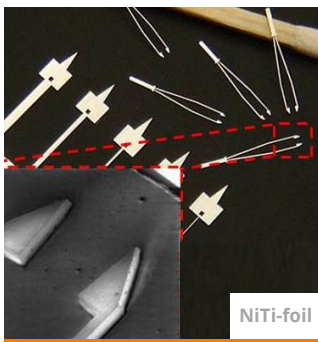
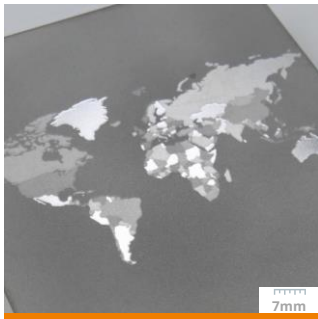
## Das LCM Verfahren

### Die Kombination aus Laser und Chemie

#### EINLEITUNG

Mit dem fortschreitenden Trend der Miniaturisierung erhöht sich der Stellenwert der Mikrobearbeitung in der Produktionstechnik stetig. Um die steigenden Anforderungen an Komplexität und Multifunktionalität der zu produzierenden Bauteile nachzukommen, wächst die Nachfrage nach innovativen nicht-konventionellen Fertigungsverfahren, welche die Mikrostruktur und die Funktionseigenschaften des Bauteilwerkstoffes nicht beeinflussen.

Die konventionelle mechanische Bearbeitung wie z. B. Drehen, Fräsen oder Schleifen ist zunehmend mit mehreren technisch bedingten Herausforderungen konfrontiert: hoher Werkzeugverschleiß, die unzureichende Zugänglichkeit, Unschärfen im Mikrobereich und die hohen thermischen und mechanischen Bauteilbelastungen, welche zur Veränderung der Werkstoffeigenschaften an der Oberfläche oder zur Verformung des Bauteils führen können. Eine einfache und präzise Bearbeitung von metallischen Objekten kann hier die Produktion von neuen Formen und Teilen ermöglichen.



## VERFAHREN

Am Bremer Institut für angewandte Strahltechnik (Bias) wurde das laserchemische Verfahren (LCM) entwickelt. Dieses Verfahren stellt eine materialabtragende Oberflächenbearbeitung mittels laser-induzierter thermischer Aktivierung chemischer Reaktionen zwischen einem Elektrolyten und einer metallischen Oberfläche dar.

Diese selektive Materialauflösung ist bei nahezu allen Metallen möglich, die eine material-spezifische Passivierungsschicht bei Raumtemperatur ausbilden und somit das Werkstück im Elektrolytbad vor Korrosion schützen. Aufgrund der geringen Temperaturen werden sowohl temperaturbedingte als auch mechanische Eigenschafts-änderungen der Werkstoffe sowie Schmelzbildung vermieden.

Mit dem Laserstrahl als ein berührungsloses Werkzeug wird zudem ein selektiver und präziser Energieeintrag ermöglicht, bei dem sich Größe und Energieverteilung der Wechselwirkungsfläche beliebig variieren lassen. Damit kann auf der einen Seite der große Aufwand für die Herstellung von passenden Elektroden vermieden werden und auf der anderen Seite bieten sich flexible und vielfältige Bearbeitungskonzepte an.



Steigerung der Abtragseffizienz



Steigerung der Abtragspräzision



Materialschonende Bearbeitung

## EINSATZ

Bei geeigneten Werkstoff-Elektrolyt-Kombinationen können Strukturen vom Millimeterbereich bis in den unteren Mikrometerbereich sowie Oberflächenrauheiten von bis zu 0.1 µm erzielt werden. Zudem lassen sich freistehende Strukturen in µm-dünnen Folien verzugsfrei erzeugen. Dabei ist die Kombination geeigneter Prozessparameter der Schlüssel zur Fertigung komplexer Bauteile aus hochharten oder empfindlichen Formgedächtnislegierungen.

## VERGLEICH

Im Hinblick auf die erzielbare Prozessgeschwindigkeit, die erreichbare Präzision und die materialschonende Bearbeitung ist in der folgenden Tabelle ein Vergleich der laserchemischen Bearbeitung mit konkurrierenden Verfahren dargestellt:

Verfahren	Abtragsrate [mm <sup>3</sup> /min]	Min. Strukturgröße [µm]	Aspektverhältnis (Ø zu Tiefe)	Rauheit [µm]	Wärmeeinfluss	Verschleiß
<b>Mikrofräsen</b>	1	Bis zu 3 üblich ≥ 50	≤ 20	bis zu 0.01 üblich ≥ 0.1	gering	ja
<b>Mikro-EDM</b>	10 <sup>-1</sup>	≥ 10 (Löcher) ≥ 25 (Kanäle)	≤ 100	≥ 0.2	mittel	ja
<b>Mikro-ECM</b>	10 <sup>-6</sup> *...10 <sup>-2</sup>	≥ 5	≤ 20	≥ 0.005	kein	ja
<b>ns-LBM</b>	1	≥ 25	≤ 50	≥ 1	hoch	nein
<b>ps/fs-LBM</b>	Bis zu 7** Üblich ≥ 0.5	0.06*** ≥ 5 (Löcher)	≤ 200	≥ 0.1	gering	nein
<b>LCM</b>	10 <sup>-2</sup>	≥ 8	≥ 50	≥ 0.1	kein	nein

\*Unter der Nutzung einer Elektroden mit einem Durchmesser von 50 µm; \*\*Bei fs-laser mit mittlerer Leistung > 30 W und Pulsrepetitionraten im MHz-Bereich; \*\*\*Periodische Nanostrukturen LIPSS: laser induced periodic surface structures

## FAZIT – Eine neue Welt der Präzision

### Ihr Ansprechpartner:

Peter Perkuhn  
INVENCE GmbH

lcm@invence.de  
0421 331153-0  
0179 6 93 37 76

Karl-Ferdinand-  
Braun Str. 5  
28359 Bremen

Die laserchemische Bearbeitung stellt eine sehr schonende und einfache Technologie zur präzisen Herstellung metallischer Mikro-Bauteile dar. Es basiert auf der selektiven thermischen Aktivierung der elektrochemischen Materialauflösung von selbstpassivierenden Metallen in einer Elektrolytumgebung. Dieses Verfahren eignet sich besonders gut in der Werkzeugtechnik und ist damit eine Schlüsseltechnologie für innovative Produkte. Daneben kann LCM bestehende Herstellungsergebnisse verbessern sowie Kosten und Verlässlichkeit der Produktion optimieren.

**Für weitere Informationen oder Fragen kontaktieren Sie uns bitte direkt!**

Werden Sie Partner bei der Entwicklung und setzen Sie in Ihrem Unternehmen dieses neue Verfahren gewinnbringend ein!