Einsatz von Ultrakurzpulslasern in der Lasermikrobearbeitung

- Applikationsübersicht -

PULSAR PHOTONICS

Im **Überblick**

Die Technologie: Ultrakurzpulslaser

03 Was sind Ultrakurzpulslaser?

04 Warum UKP-Laser?

UKP-Anwendungen

06 Werkzeugeinsätze für Mikrospritzguss und Mikroprägen

07 Mikrostrukturen zum hydrodynamischen Druckaufbau in Gleitlagern

08 Aufrauung von Oberflächen

09 Hydrodynamisch wirksame Förderstrukturen

10 Lasermikrobohren

11 Laserbohren von Mikrosieben

12 Widerstandsfähige Markierungen

13 Oberflächenfunktionalisierung

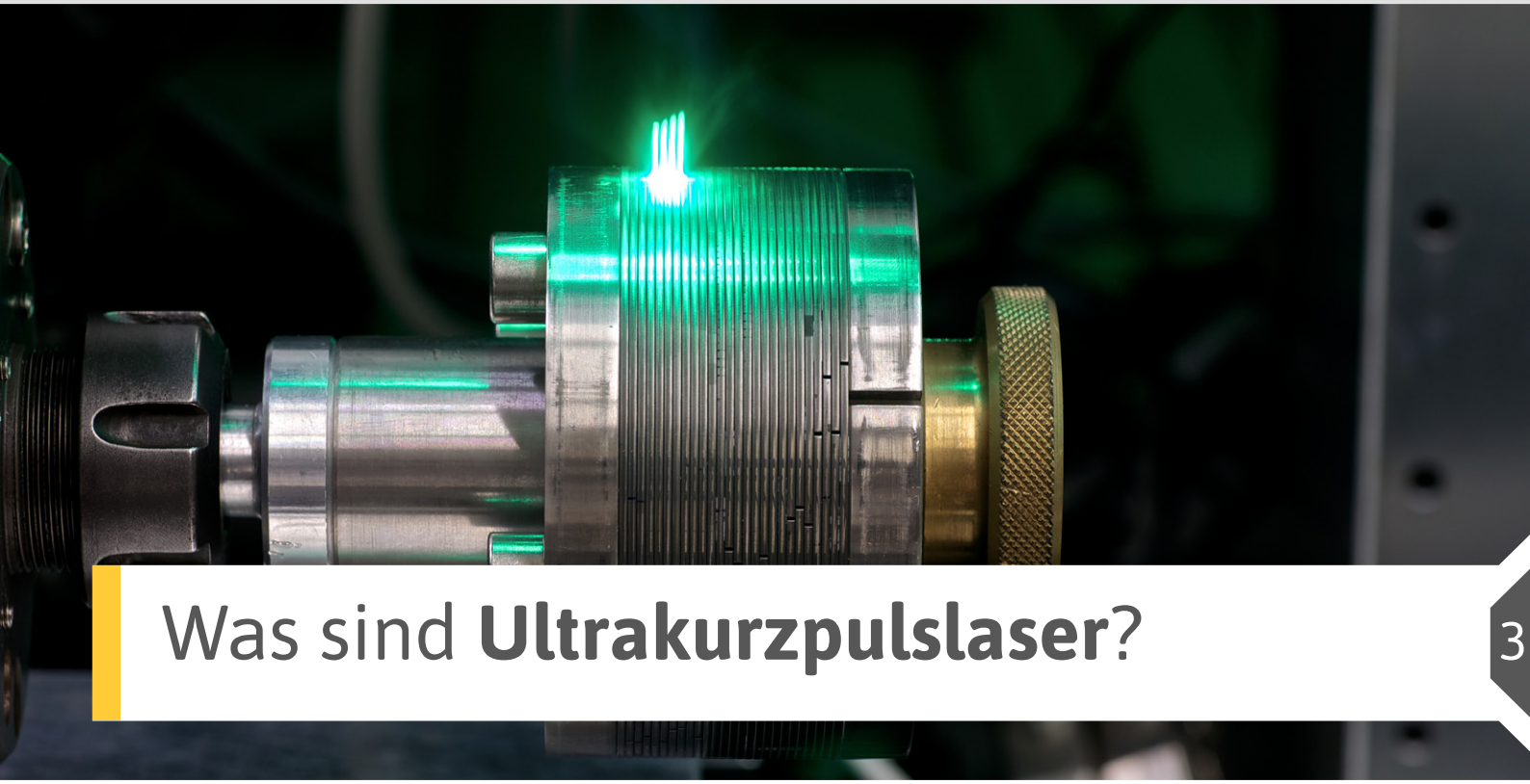
Das Unternehmen

15 Wir entwickeln Ihre Applikation

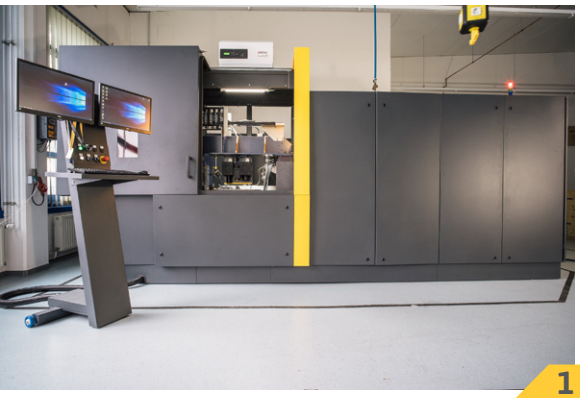
16 Unsere Produkte

17 Ihr Partner für die professionelle Lasermikrobearbeitung

18 Kontakt



Was sind **Ultrakurzpulslaser**?



1

Ultrakurzpulslaser (UKP-Laser)

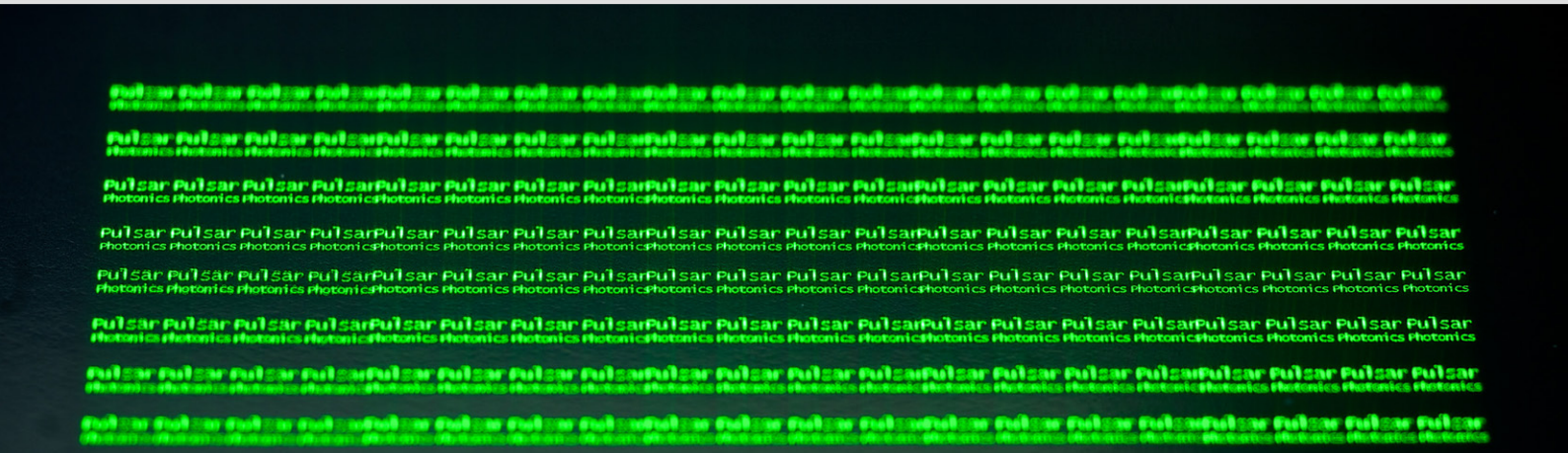
Ultrakurzpulslaser sind ein in der Lasertechnik etabliertes Werkzeug für die Mikrobearbeitung von Bauteilen **mit höchster Präzision**.

Die Laser emittierten die Laserstrahlung in Form einzelner ultrakurzer Laserpulse. Die Pulsdauer dieser Laser liegt dabei im Bereich von Femtosekunden (10^{-15}s) bis zu wenigen Pikosekunden (10^{-12}s). Die sich daraus ergebenden hohen Lichtintensitäten bei der Fokussierung der Laserstrahlung auf ein Werkstück ermöglichen eine Ablation mit starker Lokalisierung der eingebrachten Energie und eine Absorption in jedem Material.

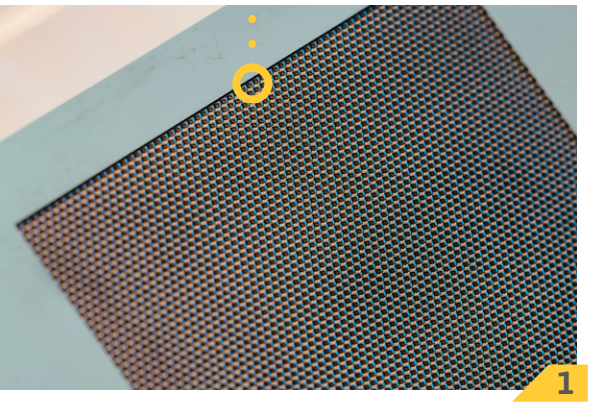
Präzises Werkzeug in der Materialbearbeitung

Aufgrund der herausragenden charakteristischen Eigenschaften dieser Laser ergeben sich immer mehr Anwendungen in den unterschiedlichsten Bereichen der Materialbearbeitung – insbesondere beim **Mikrostrukturieren, Mikrobohren, Feinschneiden und dem Funktionalisieren von Oberflächen**.

1 Lasermaschine P1000-R2R zur Bearbeitung flexibler Substrate



Warum UKP-Laser?



1

Produktqualität erhöhen: Werkzeug für höchste Anforderungen

Die meist deutlichen Qualitätsvorteile der UKP-Bearbeitung im Vergleich zu etablierten Bearbeitungsverfahren und auch bekannter Laserverfahren sind der wesentliche Grund für einen Wechsel auf diese Technologie.
Laterale Auflösungen von wenigen Mikrometern und eine Tiefenauflösung von weniger als einem Mikrometer ermöglichen grundsätzlich die unterschiedlichsten Anwendungen.

Was sind die Vorteile der UKP-Bearbeitung?

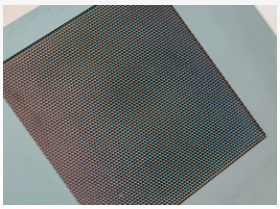
- Jedes Material ist bearbeitbar
- Hohe laterale Strukturauflösung bis zu 5µm
- Tiefenauflösung bis <1µm
- Geringste thermische Einflusszonen
- Hohe Reproduzierbarkeit
- Keine Nachbearbeitung notwendig

2

1 Werkzeugeinsatz für Mikrospritzguss und Mikroprägen

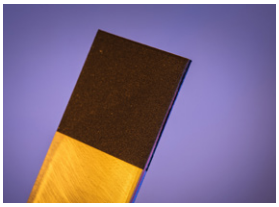
2 Laser-feingeschnittenes Glaszahnrad mit Markierung

UKP-Anwendungen



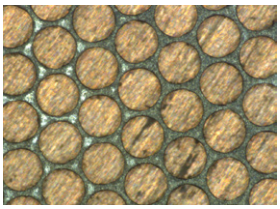
Werkzeugeinsätze für Mikrospritzguss und Mikroprägen

Mikrostrukturen zum hydrodynamischen Druckaufbau in Gleitlagern

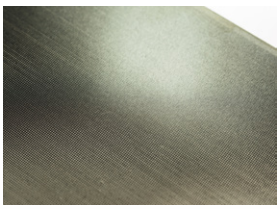


Aufrauung von Oberflächen

Hydrodynamisch wirksame Förderstrukturen

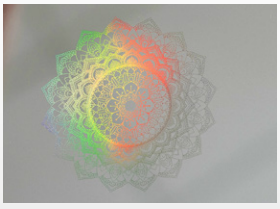


Lasermikrobohren



Laserbohren von Mikrosieben

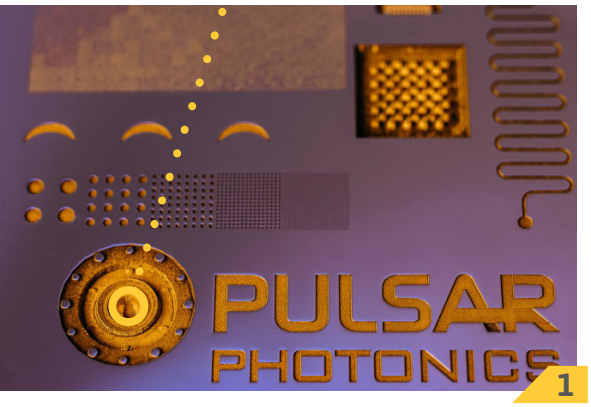
Widerstandsfähige Markierungen



Oberflächenfunktionalisierung

PULSAR PHOTONICS

Werkzeugeinsätze für **Mikrospritzguss und Mikroprägen**



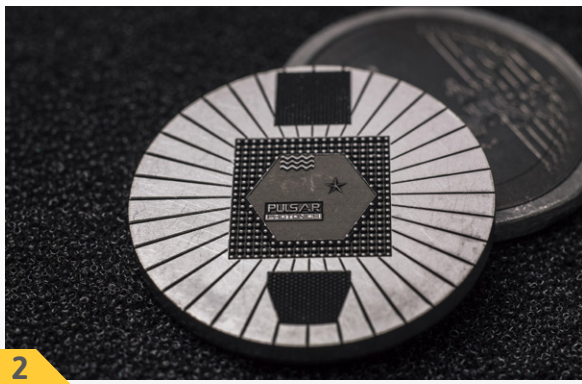
1

Lasermikrostrukturierung von Edelstahl und Hartmetall zur Herstellung von replikativen Werkzeugen

Die Lasermikrostrukturierung hat sich zunehmend als eingesetztes Verfahren für die Werkzeugtechnik etabliert.
Wesentliche Vorteile einer Laserstrukturierung sind neben einem Höchstmaß an Geometrie- und Materialflexibilität die geringen erreichbaren Strukturgrößen und Oberflächenrauheiten. Zudem ermöglichen die durchgängig digitalen Prozessketten schnellstmögliche Änderungen im Design mit signifikanten Auswirkungen auf Produktionsflexibilität.

Erzielbare Qualitäten

- Strukturauflösung: typ. ab 10 µm
- Oberflächenrauheit: typ. Ra=1 µm, kleinere Rauheiten durch Laserpolitur

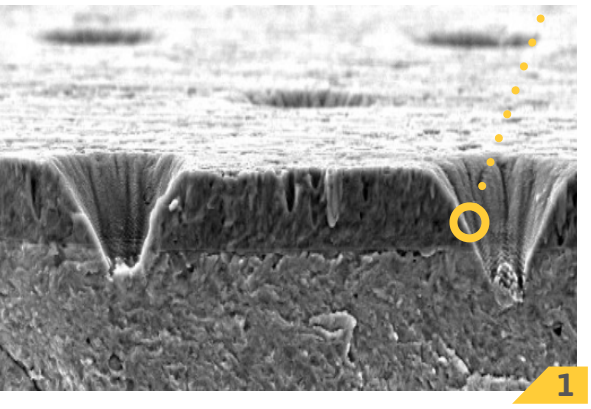


2

1 Werkzeugeinsatz für den Mikrospritzguss

2 Prägewerkzeug in Edelstahl und Hartmetall

Mikrostrukturen zum **hydrodynamischen Druckaufbau** in Gleitlagern



1

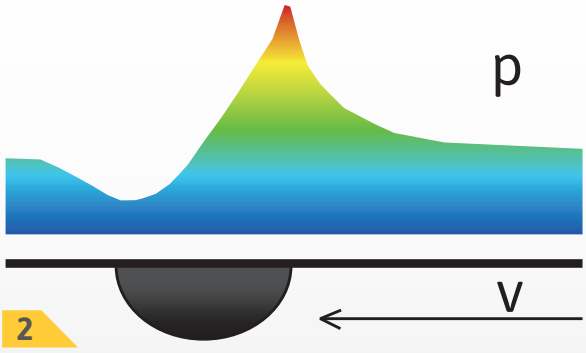
Näpfchenstrukturen zur gezielten Beeinflussung der Stribeck-Kurve in Tribosystemen

Ziel:
Reduktion von Reibung und Verschleiß in flächigen Reibkontakten durch Reduktion der Haftreibung und Verschiebung des Mischreibungsbereichs zu geringeren Gleitgeschwindigeiten.

Funktionalisierung:
Einbringen von Näpfchenstrukturen, die einen hydrodynamischen Druckaufbau und damit eine Vergrößerung des Schmierspalts bewirken. In Kombination mit Förderstrukturen kann die Dichtwirkung beibehalten werden.

Vorteil der UKP-Laserbearbeitung:

- Hohe Strukturauflösung: Strukturtiefen ab 1µm Tiefe sowie 3D Topografien realisierbar
- Nachbearbeitungsfreiheit: Laserbearbeitung ohne Aufwürfe
- Hohe Designfreiheit bei der Struktgeometrie
- Materialfreiheit: Bearbeitung von Gleitflächen aus Metallen, Hartmetallen und Keramik

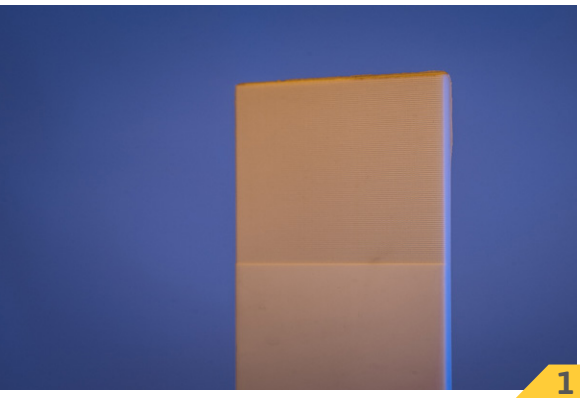


2

1 Näpfchenstrukturen in PVD-Beschichtung (REM-Aufnahme)

2 Funktionsschema des hydrodynamischen Druckaufbaus (*pressure/ velocity*)

Aufrauung von Oberflächen



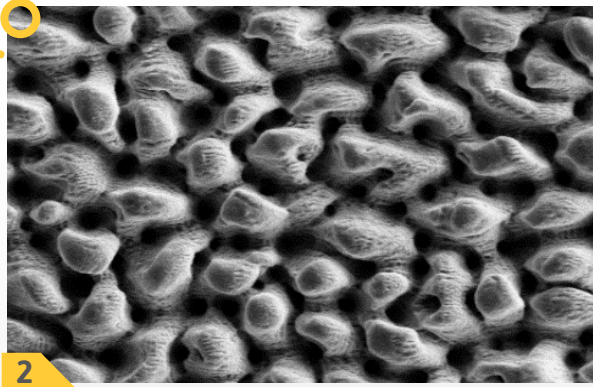
1

Aufrauung durch Laserstrukturierung

Mit der Verwendung einer immer größeren Materialvielfalt in z.B. elektronischen Produkten werden Fügeprozesse artungleicher Materialien (wie Metall-Kunststoff-Verbindungen) zunehmend wichtiger.
Durch eine Laserbearbeitung lassen sich die Oberflächen der Partner gezielt aufrauen oder strukturieren. Dies führt zu einer Optimierung von hybriden Fügeprozessen.

Optimierung von Fügungsprozessen

Mit dem UKP-Laser lassen sich insbesondere Metalloberflächen mit hinterschnittigen Strukturen versehen.
Diese ermöglichen eine besonders feste Metall-Kunststoff Verbindung.

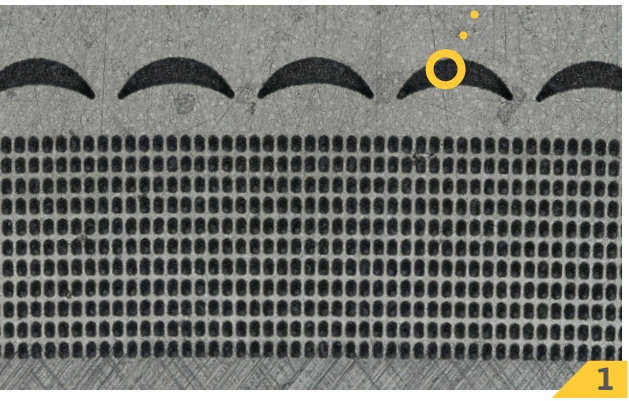


2

1 Durch Laserstrukturierung aufgeraute Keramikoberfläche

2 Hierarchische Strukturen in Stahl mit Hinterschneidungen (REM-Aufnahme)

Hydrodynamisch wirksame **Förderstrukturen**



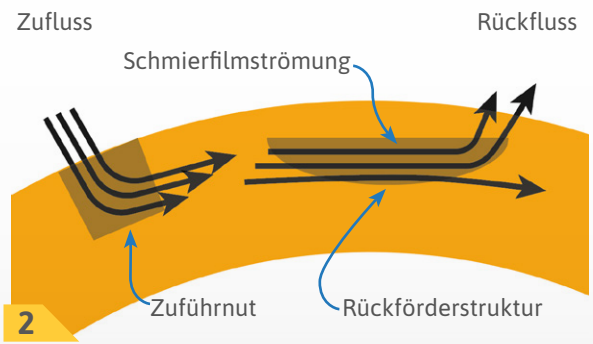
Einbringen von Förderstrukturen zur Optimierung der Dichteigenschaften von Gleitringdichtungen

Ziele:

- Ausbildung eines thermischen Keils in hochbelasteten Gleitlagern durch gezielte Schmierstoffkühlung
- Rückförderung von Schmierstoff zum Erhalt der Dichtwirkung
- Förderung von Sperrflüssigkeit in Abdichtbereich

Funktionalisierung:

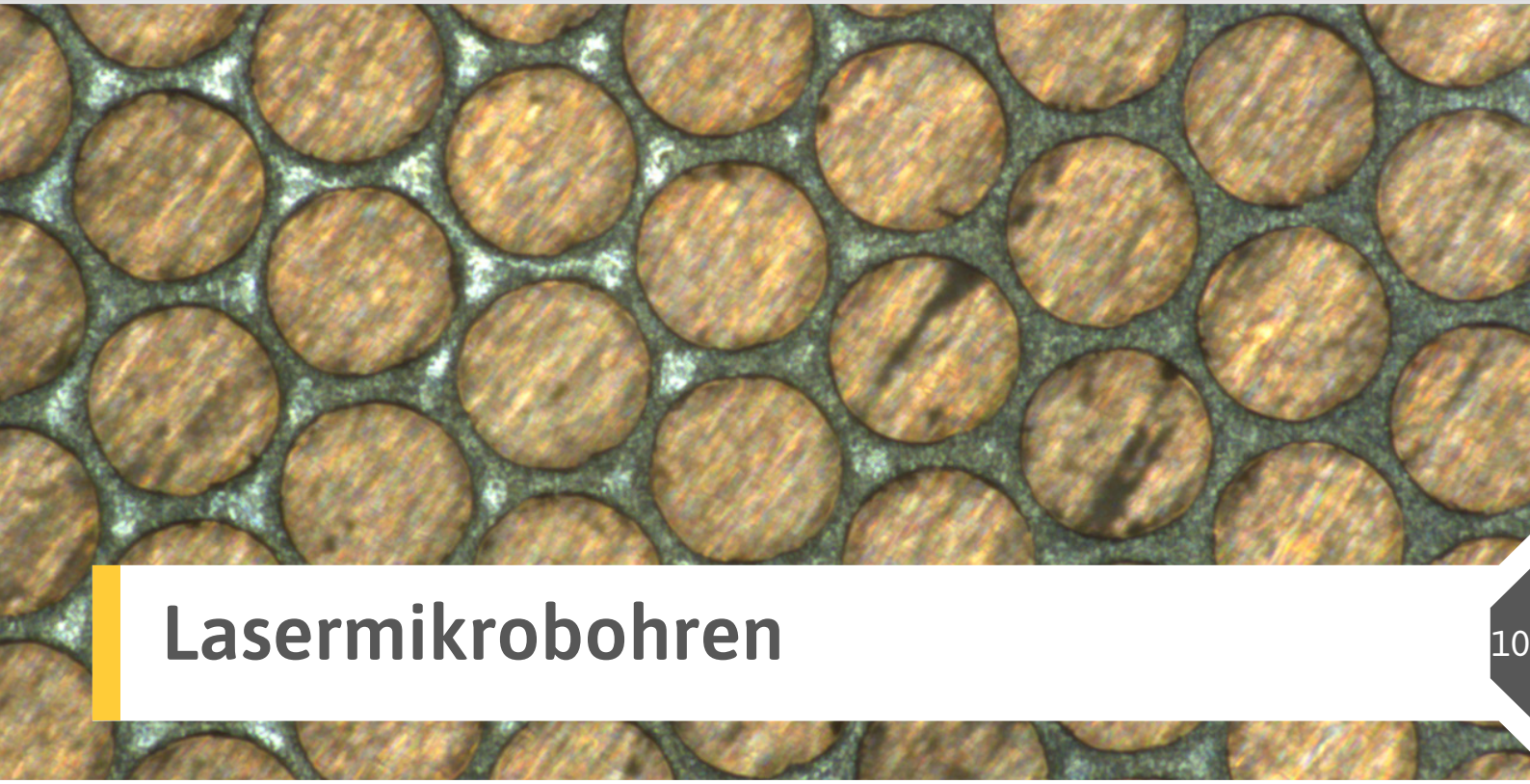
- Einbringen von radial nach außen offenen Nuten, die Flüssigkeit in den Dichtspalt schleppen und somit eine Kühlung der Gleitflächen bewirken. Resultat ist die Einstellung eines Keilspalts durch die Ausbildung eines radialen Temperaturfeldes.
- Herstellung von Förderstrukturen mit geometrischer Konvergenz (Squeeze Effekt)
- Einbringen von hydrodynamischen Fördernuten



vgl. Neumann et. al. in „Laufwerkdichtungen werden leistungsfähiger“, in: *DICHT*, 01-2015, S. 14 f.

1 Kombination aus Förderstruktur und Näpfchenstruktur in einem Gleitlager

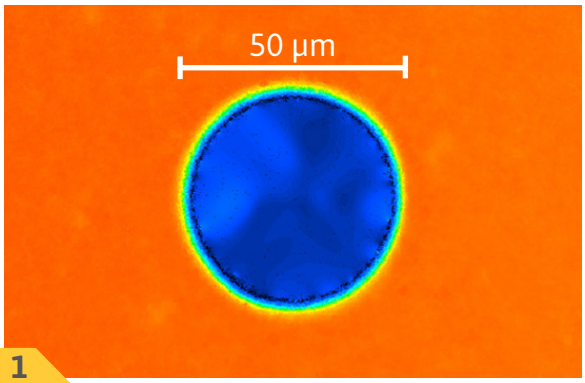
2 Funktionsschema Förderstruktur



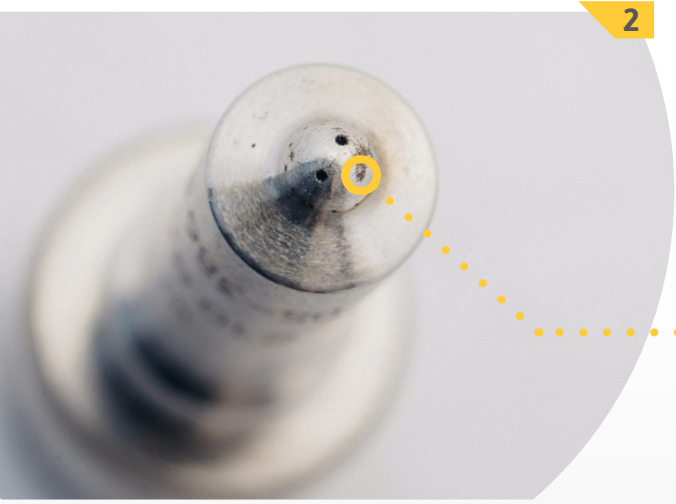
Lasermikrobohren

Präzisionsbohrungen mit dem Laser

Das Laserbohren ist ein berührungs- und spanloses Bohrverfahren, das sowohl Feinbohrungen von wenigen Mikrometern und Präzisionsbohrungen bis zu einigen Millimetern Durchmesser ermöglicht.



1



2

Aufgrund des schmelzfreien Ablationsprozesses werden durch das Laserbohren nachbearbeitungsfreie Präzisionsbohrungen erzeugt.

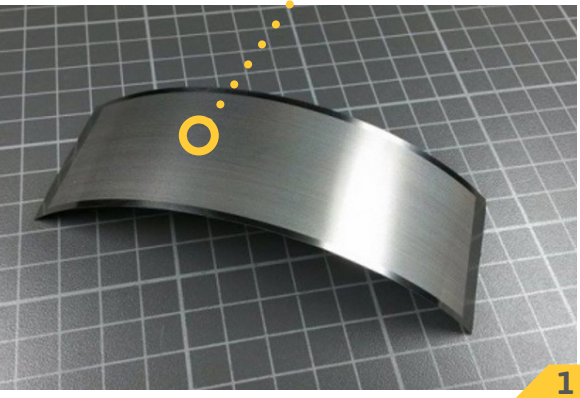
Mögliche Anwendungen sind Düsenbohrungen, Siebe und Filter, sowie Bohrungen in Rohre.

Vorteile liegen in einer hohen Reproduzierbarkeit sowie einer hohen Rundheit.

1 Topografieaufname Präzisionsbohrung

2 Lasergebohrte Einspritzdüse

Laserbohren von **Mikrosieben**



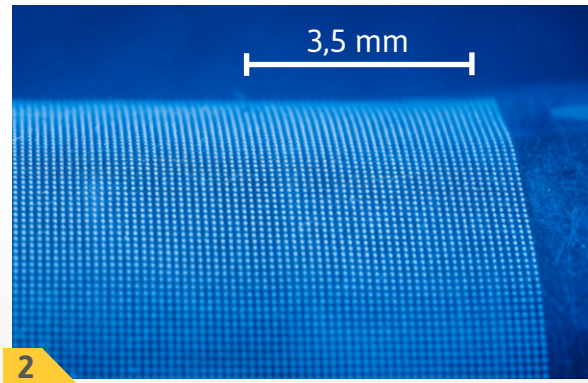
1

Lasergebohrte Mikrosiebe als Alternative zu Ätzverfahren und Galvanik

Metallische Mikrosiebe mit definierten Austrittsgeometrien werden heutzutage durch Ätzverfahren oder elektrochemische Abscheidungsverfahren hergestellt. Lasergebohrte Mikrosiebe bieten hier eine Alternative: Durch das Lasermikrobohren lassen sich Mikrosiebe aus Folien oder dünnen Platten aus nahezu beliebigem Material und hoher Dichte herstellen.
In ausgewählten Verfahren konnte durch Verwendung lasergebohrter Edelstahlsiebe der Durchsatz um bis zu einem Faktor 4 erhöht und die Lebensdauer maßgeblich gesteigert werden.

Erzielbare Qualitäten
- Materialien: Edelstähle, Aluminium, Titan, Keramik
- Materialstärken: 5-100 µm
- Bohrungsdurchmesser: <10µm - 50µm
- Anzahl der Bohrungen pro Bauteil:
  typ. bis 2 Mio Bohrungen

Anwendungen
Mikrofiltration, Analysetechnik, Mikrofluidik, Mikro-Dispenser/ Low-Volume-Dispenser

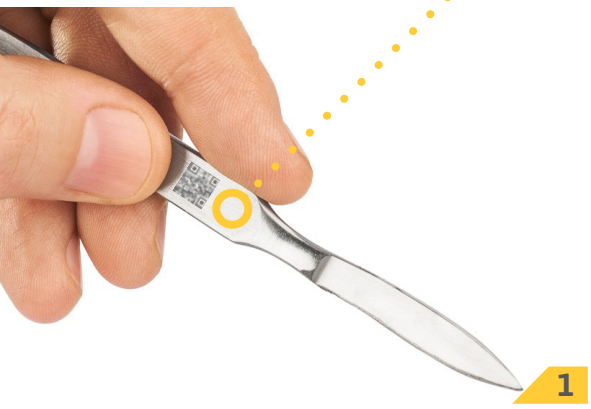


2

1 Mikrosieb für die Verfahrenstechnik

2 Lasergebohrte PTFE-Membran, Bohrungsdurchmesser 15µm

Widerstandsfähige Markierungen



1

Markierungen für anspruchsvolle Umgebungen

Mit Ultrakurzpulslasern lassen sich korrosionsfeste, hoch kontrastreiche und abriebfeste Markierungen in vielen Metallbauteilen, insbesondere aus Edelstahl, herstellen.
Die Markierung erfolgt hierbei, anders als bei konventionellen Markierlasern, über das Einbringen einer speziellen Mikrostruktur.

Die eingebrachte Mikrostruktur hat breitbandige Lichtabsorptionseigenschaften, was zu einem hohen Kontrast bei gleichzeitiger Abriebfestigkeit führt.

Die chemische Beständigkeit der Markierung erfolgt vor allem durch den verwendeten, topografiebedingten Absorptionsmechanismus und bei Edelstählen durch den Erhalt der Schutzwirkung gegen Korrosion durch eine Chromoxidschicht.

2

1 Skalpell mit widerstandsfähiger Lasermarkierung

2 Widerstandsfähige Lasermarkierung in Stahloberfläche

Oberflächenfunktionalisierung

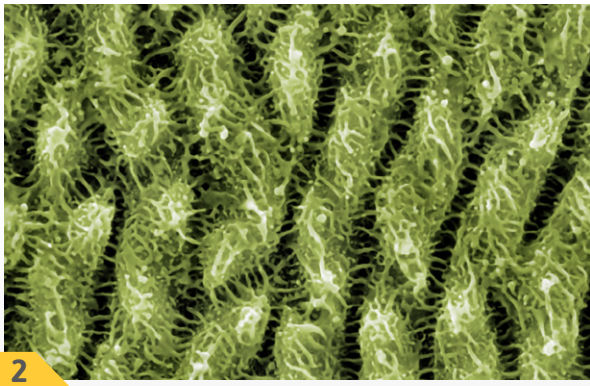
1

Nanostrukturierung von Oberflächen mit dem Laser

Durch den Einsatz der sogenannten Laserinterferenzstrukturierung können mit dem Laser auch Nanostrukturen mit hoher Flächenrate in metallische, keramische und Kunststoffoberflächen eingebracht werden.
Somit können zum Beispiel optisch wirksame Gitterstrukturen für den Produktschutz erzeugt werden.

Die Technologie erlaubt auch die Herstellung antibakteriell wirksamer Oberflächen.
Durch die Nanostrukturierung kann weiterhin das Zellwachstum, die Haftfähigkeit und die Benetzung von Oberflächen gezielt beeinflusst werden.

Mit dem Maschinentyp RDX500 bietet Pulsar Photonics Lasermaschinen zur Industrialisierung dieser Technologie an.

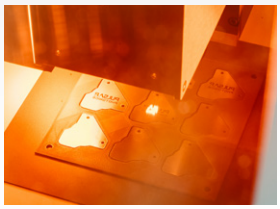


2

1 Nanostrukturierte Stahloberfläche mit optisch wirksamer Struktur

2 Durch Laserstrukturierung erzielte biomimetische Oberfläche

Das Unternehmen



Wir entwickeln Ihre Applikation

Unsere Produkte

Ihr Partner für die professionelle Laser-mikrobearbeitung

Kontakt

PULSAR PHOTONICS

Wir entwickeln **Ihre Applikation**

Applikationsentwicklung mit Ultrakurzpulslasern

Pulsar Photonics ist Ihr kompetenter Ansprechpartner und Dienstleister für die Präzisionsbearbeitung im Mikrometerbereich. Unsere langjährige Erfahrung im Umgang mit Ultrakurzpulslasern und unser Zugriff auf sämtliche Maschinenfunktionen und Softwares ermöglicht es uns, auch komplexe Fragestellungen der Lasermaterialbearbeitung und der Oberflächenfunktionalisierung für nahezu jeden Werkstoff zu lösen.

Ihre Applikation

Ihre Applikation erfordert eine präzise Laserfertigung im Mikrometerbereich?

Applikationsentwicklung

Wir entwickeln Schritt für Schritt die besten Parameter zur Fertigung Ihres Bauteils.

Fertigung bei Ihnen!

Lassen Sie sich von der ersten Machbarkeits-studie an bis hin zu Ihrer eigenen Anlage von uns unterstützen.

Aufgabenstellung

Wir erörtern die Anforderungen und Möglichkeiten für eine vorstellungsgenaue Fertigung.

Fertigung bei uns?

Sie benötigen mehr als einen Prototypen? Verlagern Sie die komplette Produktion bequem zu uns.

Service

Unser Service geht weit über die Auslieferung Ihrer Anlage hinaus. Profitieren Sie bei Problemen von unserem Serviceangebot.

Unsere Produkte

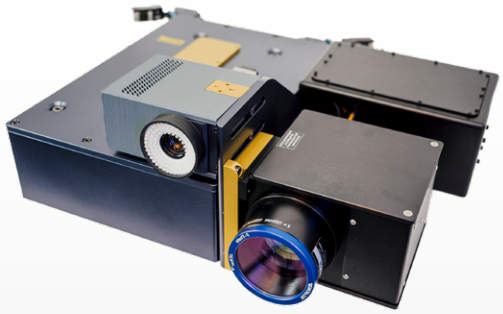
1

Laseranlagenbau

Pulsar Photonics entwickelt Maschinen für die Lasermaterialbearbeitung, insbesondere mit UKP-Lasern.
Die Systeme zum Strukturieren, Bohren und Schneiden sind flexibel konfigurierbar und sowohl für die manuelle Bedienung als auch für voll-automatischen Prozessabläufe geeignet.
Die eigene Maschinensteuerungssoftware ermöglicht eine einfache Anpassung an die jeweiligen Anforderungen.

Lasersystemtechnik

Die Pulsar Photonics Systemtechnik ermöglicht den effizienten Einsatz der UKP-Technologie für die industrielle Fertigung.
Neue optische Konzepte reduzieren die Prozesszeiten um ein Vielfaches und erhöhen damit die Wirtschaftlichkeit der Technologie.



2

1 Lasermaschine RDX1000 für die UKP-Lasermikrobearbeitung

2 MultiBeamScanner MBS-G3 zur massiven Prozessbeschleunigung

Ihr Partner
für die professionelle Lasermikrobearbeitung

Die **Pulsar Photonics GmbH** entwickelt und produziert System- und Maschinentechnik für die Mikromaterialbearbeitung mit UKP-Lasern. Die Maschinen werden in Bezug auf die enthaltenen Komponenten dem Prozess und den Kundenwünschen angepasst und mit einer individualisierten Softwarelösung ausgestattet.

In unseren Applikationslaboren werden **anwendungsspezifische Lösungen** für unsere Kunden entwickelt und bei Bedarf auf unseren eigenen Maschinen in (Vor-)Serie produziert. Durch die langjährige Erfahrung besteht ein sehr breites und fundiertes Fachwissen im Bereich der UKP-Bearbeitung.

Wir haben eigene Maschinenkapazitäten, umfangreiche und hochauflösende Messtechnik und können mit einem Team von engagierten Prozess-Experten und Software-Entwicklern auf eine große Zahl an absolvierten Projekten zurückblicken.

Die Pulsar Photonics GmbH wurde im Jahr 2013 gegründet und beschäftigt aktuell etwa 30 Mitarbeiter.

PULSAR
PHOTONICS

PULSAR PHOTONICS

KONTAKT

Pulsar Photonics GmbH
Kaiserstraße 100
52134 Herzogenrath
GERMANY

+49 2407 555-55-0

info@pulsar-photonics.de
www.pulsar-photonics.de