

## Finalist des Innovation Award Laser Technology 2012

### Dreidimensionale Mikrostrukturierung von großen Oberflächen für Druck- und Präge-Anwendungen mit Hochleistungs-Ultrakurzpuls-Lasern



#### **Dr. Stephan Brüning**

R&D Laserapplication  
Schepers GmbH & Co KG, Vreden

#### **Mitglieder des Projektteams**

Dr. Stephan Brüning, R&D Laserapplication (Teamsprecher),  
Schepers GmbH & Co KG, Vreden

Dr. Gerald Jenke, FuE Abteilung, SAUERESSIG GmbH + Co. KG, Vreden

Dieter Hüls, FuE Abteilung, SAUERESSIG GmbH + Co. KG, Vreden

Dr. Ralf Knappe, FuE Leiter, LUMERA LASER GmbH, Kaiserslautern

Dr. Sergey Naumov, FuE Abteilung, LUMERA LASER GmbH, Kaiserslautern

Dr. Daijun Li, Manager Optic, EdgeWave GmbH, Würselen

Dipl.-Phys. Marco Höfer, Gruppenleiter Festkörperlaser,

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen

Dipl.-Phys. Stephan Eifel, Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung,

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen

Dr. Arnold Gillner, Kompetenzfeldleiter Abtragen und Fügen,

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen

#### **Anwendungsfelder**

Wesentliche Industriebranchen, die aus der Innovation Nutzen ziehen, sind:

- Die Rotogravur-Druckindustrie: Verpackungs-, Sicherheits-, Tief- und elektronischer Druck
- Industriebranchen, die Mikroprägungen für funktionale Oberflächen oder Sicherheitsanwendungen einsetzen

#### **Technologische Auswirkungen**

- Reduzierte Fertigungskosten für bestehende Produkte
- Erhöhte Qualität bestehender Produkte
- Neue Produkteigenschaften
- Reduzierte Prozesskosten
- Bessere Arbeitsbedingungen
- Gesteigerte Qualitätssicherung

## Zusammenfassung

Das Laserabtragen mit ultrakurzen Pulsen erlaubt eine höhere Bearbeitungsqualität als das Abtragen mit längeren Pulsen. Die hohe Präzision und Auflösung der Strukturen, die mit Ultrakurzpuls-Lasersystemen realisierbar sind, stoßen auf größtes Interesse in der Druck-, Gravur- und Prägeindustrie (z.B. Sicherheitsdruck, elektronischer Druck, Display und Smartphone Herstellung). Feinste dreidimensionale Strukturen können mit dem Laser direkt und schmelzfrei in Kupfer-, Nickel-, Aluminium- und Stahl-Oberflächen erzeugt werden. Für die Oberflächenbearbeitung von großen Prägewalzen mit Durchmessern von mehr als 100 mm und Längen größer 1 m sind jedoch hohe Flächenraten zum Laserstrukturieren und -abtragen notwendig, um eine wirtschaftliche Produktion zu gewährleisten. Mit den zurzeit verfügbaren Pikosekunden-Lasersystemen, die mit einer Pulswiederholungsrate unter 1 MHz arbeiten, ist die Abtragraten auf  $\sim 1 \text{ mm}^3/\text{min}$  begrenzt. Neue Hochleistungs-Lasersysteme mit hohen Pulswiederholungsraten im Multi-MHz-Bereich ermöglichen es, die Laserabtragsraten deutlich zu erhöhen. Leider können aber mit den zurzeit verfügbaren Laser-Scannern nur Ablenkgeschwindigkeiten von rund 5 m/s bei kleinen Laserstrahldurchmessern erreicht werden. Dies führt zu einer starken Pulsüberlagerung bei hohen Wiederholungsraten. Daraus resultiert eine hohe lokale thermische Belastung und eine Puls-Plasma-Wechselwirkung an der Oberfläche mit einem qualitativ reduzierten Bearbeitungsergebnis, das eher dem ps- bis ns-Laserpulsbereich zuzurechnen ist. Als Konsequenz wird eine neue Hochgeschwindigkeits-Scanner-Technologie benötigt, um das gesamte Potenzial der Hochleistungs-Ultrakurzpuls-Laser für hohe Bearbeitungsqualität nutzen zu können.

Um die schnelle und wirtschaftliche Oberflächenstrukturierung von großen Rotationswalzen mit geringeren thermischen Effekten gewährleisten zu können, mussten mehrere innovative Entwicklungen realisiert und kombiniert werden:

- Ein Pikosekundenlaser mit einer Multi-Pass-Zelle zur Generierung von Pulsraten von 10 MHz
- Ein Hochleistungsverstärker, um die ps-Pulse zu einer mittleren Leistung von 400W hochzutreiben
- Eine Materialauswahl und eine Prozessstrategie, die derartig hohe Leistungen zulassen
- Eine Hochgeschwindigkeits-Scanner-Technologie
- Eine Anlage und eine Software-Regelung, die diese Komponenten zusammenführen und synchronisieren

Im Rahmen des öffentlich geförderten Projektes PIKOFAT, haben die Schepers GmbH und das gesamte Projektteam eine neue Scannertechnologie und neue Abtragprozesse entwickelt, die Scan-Geschwindigkeiten bis zu 50 m/s erlauben. Mit einem schnell drehenden Rotationszylinder und einem zusätzlichen schnellen Scanner auf Basis eines akustooptischen Deflektors, können Pikosekunden-Laserpulse von über 10 MHz für die qualitativ hochwertige Mikrobearbeitung eingesetzt werden. Das Projektteam hat ein 400W Pikosekunden MOPA-Lasersystem auf der Basis eines 10,6 MHz Seeder-Lasers und eines Slab-Laserverstärkers realisiert. Das Lasersystem und das neue Scannersystem wurden in eine Digilas Zylinderlasergravuranlage integriert. Diese stellt nun eine neue Maschinenteknologie dar, die alle gängigen rotierenden Gravursysteme in der Bearbeitungsqualität übertrifft. Mit diesem System können mit Ultrakurzpuls-Lasern erstmals Abtragsraten in Metall bis zu  $20 \text{ mm}^3/\text{min}$  realisiert werden.



Bild 1: Kalotte und bearbeitetes Leder einer mit Pikosekunden-Laser dreidimensional strukturierten Prägwalze  
(Bildquelle: Schepers GmbH & Co KG, Vreden und Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen)



Bild 2: Mit Pikosekunden-Laser dreidimensional strukturierte Oberfläche einer Prägwalze (Durchmesser 100mm)  
(Bildquelle: Schepers GmbH & Co KG, Vreden und Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen)