

Projekt

Laserdirektschreiben metallischer Nanostrukturen aus der Gasphase mittels Zwei-Photonen-Absorption (LAMETA)

Koordinator:

Dr. rer. nat. Thomas Klotzbücher
Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM
Carl-Zeiss-Str. 18-20
55129 Mainz
Tel.: +49 6131 990-143
E-Mail: thomas.klotzbuecher@imm.fraunhofer.de

Projektvolumen:

ca. 298.000 € (Förderquote 100%)

Projektlaufzeit:

01.01.2019 – 30.06.2021

Projektpartner:

➔ Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme (IMM), Mainz

Wissenschaftliche Vorprojekte – Erkenne die Anfänge: Wer frühzeitig innovative Ideen testet, ist später ganz vorn dabei!

Grundlage technologischer Innovationen sind der Entdecker- und Erfindergeist des Menschen. Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung erschließt der menschlichen Erkenntnis permanent vormals unbekannte und unverstandene Wirkungsweisen der Natur. Viele dieser naturwissenschaftlichen Erkenntnisse lassen sich für technische Zwecke nutzen. Mit der Förderinitiative „Wissenschaftliche Vorprojekte (WiVoPro)“ innerhalb des Förderprogramms Optische Technologien verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Ziel, diejenigen neuen Erkenntnisse aufzugreifen, die mittelfristig eine Verwertbarkeit für neue Technologien versprechen. Beispiele hierfür sind die Quantenoptik oder photonische Metamaterialien, die gerade beginnen, der reinen Grundlagenforschung zu entwachsen und Potenziale für konkrete Anwendungen aufzeigen.

Neue Ergebnisse der Grundlagenforschung sind hinsichtlich ihres späteren Marktpotenzials oft kaum zu beurteilen. Es besteht somit die Notwendigkeit, durch wissenschaftlich-technische Vorarbeiten eine Grundlage zu schaffen, die eine Bewertung ermöglicht, welches Potenzial in der neuen Erfindung bzw. der neuen wissenschaftlichen Erkenntnis tatsächlich steckt. Oft muss dabei schnell reagiert werden, denn je früher den interessierten Unternehmen die Bedeutung des neuen Themas plausibel gemacht werden kann, desto eher werden diese in das neue Thema investieren und versuchen ihre Marktchancen zu nutzen.

Wissenschaftliche Vorprojekte leisten somit einen wichtigen Beitrag zu einem schnellen Transfer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in innovative Produkte.

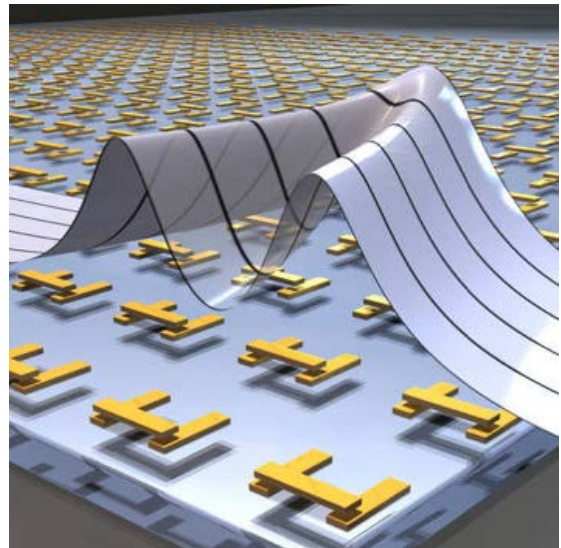


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

Erzeugung kleinster 3D-Strukturen aus Metall mit Laserlicht

Die Erzeugung kleinster Strukturen mit Skalen von einigen millionstel Millimeter (Nanostrukturen) gewinnt in vielen technischen Anwendungen immer mehr an Bedeutung. So kennen wir alle die elektronischen Mikrochips, die durch immer kleinere Strukturgrößen zu immer höheren Packungsdichten getrieben werden, um unsere Computer immer schneller und leistungsfähiger zu machen. Erweitert man die Strukturen in die dritte Dimension bei gleichzeitiger Verkleinerung ihrer Größe in den Bereich der Wellenlänge von Licht, lassen sich neue, interessante Phänomene adressieren und für die Anwendung nutzbar machen. Insbesondere wenn die Nanostrukturen aus Metall sind, ergeben sich ganz spezielle Wechselwirkungen mit Licht. Gelingt es diese Strukturen mit einfach zugänglichen Technologien, wie z. B. der Lasertechnik, zu erzeugen, kann dies eine treibende Kraft für neue Anwendungen in diesem Bereich bedeuten. Deutschland ist seit Jahren Vorreiter bei der Entwicklung und Anwendung von laserbasierten Technologien zur Erzeugung von Nanostrukturen in Fotolacken. Die Erschließung neuer Materialklassen für neue Anwendungen kann daher dazu beitragen, den Technologievorsprung in Deutschland auf diesem Gebiet zu sichern und neue Anwendungen zu generieren.

Gasphasenabscheidung von Metallen mit Nanometer-Auflösung unter Ausnutzung von Zwei-Photonen-Absorption

Die Abscheidung von Metallen aus der Gasphase ist eine bekannte Technologie, die für viele Anwendungen eingesetzt wird, um metallische Funktionsschichten zu erzeugen. Auch die laserbasierte Abscheidung aus der Gasphase unter Verwendung spezieller Metall-Prekursoren (Ausgangsmaterialien) wurde bereits mehrfach demonstriert, allerdings lag die Auflösung der Strukturgrößen dabei eher im Mikrometerbereich. Um die Auflösungsgrenze in den Nanometerbereich herunter zu skalieren, soll die Methode der Zwei-Photonen-Absorption (2PA) in Kombination mit kommerziell verfügbaren Metall-Prekursoren angewendet werden. Bei der 2PA wird der Umstand ausgenutzt, dass im Brennpunkt eines intensiven Laserstrahls die Wahrscheinlichkeit für die gleichzeitige Absorption von zwei Lichtteilchen (Photonen) deutlich erhöht ist. Die extrem hohe Intensität im Brennpunkt wird durch die Verwendung eines Ultrakurzpuls-Lasers erreicht, welcher Pulse mit einer Dauer von etwa 10 Femtosekunden (der hunderttausendste Teil einer millionstel Sekunde) abgibt. Durch die Auswahl geeigneter Metall-Prekursoren werden so punktgenau Metallatome freigesetzt.

Durch eine dreidimensionale Bewegung des Laserbrennpunkts durch das Gasmedium können so durch Aneinanderheftung der Metallatome 3D-Nanostrukturen aus Metall direkt erzeugt werden. Die Auflösungsgrenze des Verfahrens soll untersucht werden. Zum Abschluss des Forschungsprojekts sollen Funktionsdemonstratoren für eine gezielte Wechselwirkung von Licht mit diesen periodischen 3D-Metallstrukturen hergestellt werden, welche das Anwendungspotenzial der Methode demonstrieren. Mögliche zukünftige Anwendungen sind unter anderem die Sensortechnik für die mobile Patientenüberwachung sowie Verfahren der biochemischen Analytik.

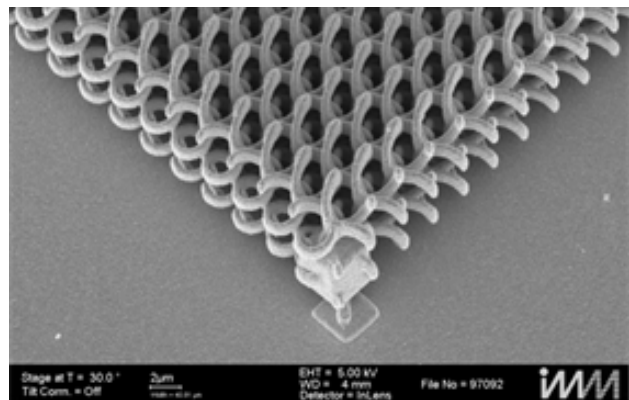


Bild 2: Mittels laserbasierter Abscheidung hergestellte Nanostruktur (Quelle: Fraunhofer IMM)