

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION3. September 2020 || Seite 1 | 4

Nanostrukturen kostengünstig erzeugen

Wie lassen sich Strukturen erzeugen, die kleiner als ein Mikrometer sind? Und wie kann man sogar noch kleinere Strukturen unter 100 Nanometer ohne großen Aufwand herstellen? Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT haben für solche Fragen mehrere Technologien entwickelt. Damit können sie periodische Mikrostrukturen simulieren, herstellen und vermessen. Sie nutzen dafür phasenschiebende Transmissionsmasken, die Nanostrukturen bis hinunter zu 28 Nanometern effizient generieren können.

Seit über 50 Jahren verdoppelt sich die Dichte der Transistoren auf den integrierten Schaltkreisen etwa alle zwei Jahre. Die Einhaltung dieses von Gordon Moore formulierten Gesetzes wird durch immer neue Fortschritte in der Mikrolithografie ermöglicht. Der technische Fortschritt dahinter ist immens. Immens ist inzwischen aber auch der systemtechnische Aufwand zur Herstellung kleinster Strukturen. Ein Mikrolithografiesystem der neuesten Generation kostet deutlich über 100 Millionen Dollar und wiegt 180 Tonnen.

»Wir entwickeln Technologien zur Herstellung von Nanostrukturen, die auch Start-ups oder Mittelständler bezahlen können« beschreibt Dr. Serhiy Danylyuk, Teamleiter EUV and DUV Technology am Fraunhofer ILT in Aachen die Strategie seiner Arbeitsgruppe.

Sub-Mikrometer-Strukturierung von Oberflächen mit Deep-UV-Lasern

Die Grundidee ist die Erzeugung periodischer Strukturen über Interferenzeffekte kohärenter Strahlung, wie den achromatischen Talbot-Effekt. Dabei entsteht im Nahfeld, also weniger als 500 µm hinter einer Maske, eine Intensitätsverteilung, mit der mikrolithografisch Strukturen erzeugt werden können.

Mit einem KrF-Excimer-Laser bei 248 nm Wellenlänge lassen sich so Strukturen mit einer Periode von mehreren hundert Nanometern erzeugen. Am Fraunhofer ILT wurde das mit einem LEAP150K Lasersystem der Firma Coherent erprobt. 180 nm breite Linien lassen sich so mit einer Periode von 600 nm in Fotolack generieren. Mit höheren Energien von 250 mJ/cm² kann außerdem Silizium auf Glas in diesen Strukturgrößen abgetragen werden. Darüber hinaus ist diese Technologie gut geeignet für den Abtrag von PET-Kunststoff-Oberflächen auf 300 nm-Skala.

Redaktion

Petra Nolis M.A. | Gruppenleiterin Kommunikation | Telefon +49 241 8906-662 | petra.nolis@ilt.fraunhofer.de
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT | Steinbachstraße 15 | 52074 Aachen | www.ilt.fraunhofer.de

Entladungsbasierte EUV-Quelle für Strukturen kleiner 100 nm

Das Prinzip funktioniert auch mit den Wellenlängen im extremen Ultraviolett (EUV). Dafür haben die Aachener mit der »FS5440« eine eigene Strahlquelle entwickelt. Auf Basis einer Gasentladung wird die notwendige Strahlung bei 13,5 nm erzeugt. Sie ist erheblich kompakter als die laserbasierte EUV-Quelle, wie sie in den großindustriellen Anlagen zum Einsatz kommt. Dennoch ist die Leistungsfähigkeit für viele Anwendungen bei der Herstellung oder Vermessung von Nanostrukturen mehr als ausreichend.

Die EUV-Quelle ist mit einer Überwachung der Leistung und des Spektrums ausgerüstet. Sie erzeugt bis zu 40 W bei 13,5 nm in +/-1 Prozent Bandbreite. Die verfügbare Intensität in der Maskenebene beträgt mehr als 0,1 mW/cm². Damit werden in der Anlage des Fraunhofer ILT Wafer mit bis zu 100 mm Durchmesser bearbeitet. Im Test konnten mit Hilfe des achromatischen Talbot-Effektes Strukturen mit einer Strukturgröße von 28 nm (half pitch) hergestellt werden. Für so eine kleine Anlage ist das Weltrekord. In Zukunft soll die Auflösung noch weiter bis zu 10 nm gesteigert werden.

Den Mittelstand im Blick

Periodische Nanostrukturen haben unterschiedliche Anwendungen. Sie sind zum Beispiel optimal, um neue Fotolacke (engl. *resists*) im EUV-Bereich zu testen. Die am Fraunhofer ILT entwickelte Technologie ermöglicht es zudem, komplexe Geometrien und Strukturen zu erzeugen. Dafür werden Methoden der computergestützten Lithografie genutzt. So können nanostrukturierte Beschichtungen auf breitbandig reflektierenden Spiegeln für Hochleistungslaser oder Nanoantennen für spezielle plasmonische Strukturen aufgebaut werden.

Das Ziel der Experten am Fraunhofer ILT ist dabei eine nachhaltige Technologieentwicklung: »Für uns ist es wichtig, die Prozesskette komplett anbieten zu können«, sagt Projektleiter Danylyuk. »Deshalb haben wir auch von der Simulation über die Maskenfertigung bis hin zur Vermessung von Oberflächen und Schichten die Prozesse im Haus aufgebaut.« Startups oder interessierten Mittelständlern wird so der Zugang zu dieser Spitzentechnologie zu vertretbaren Investitionskosten ermöglicht. Weitere Details werden auf der Online-Konferenz SPIE Photomask Technologies + EUV Lithography vom 21. bis 25. September präsentiert.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR LASERTECHNIK ILT



Bild 1:
Am Fraunhofer ILT wurde ein Laborsystem für die EUV-Bearbeitung von Wafern mit bis zu 100 mm Durchmesser aufgebaut.
© Fraunhofer ILT, Aachen.

PRESSEINFORMATION
3. September 2020 || Seite 3 | 4



Bild 2:
Die EUV Quelle am Fraunhofer ILT liefert 40 W bei 13,5 nm (+/- 1 Prozent Bandbreite).
© Fraunhofer ILT, Aachen.

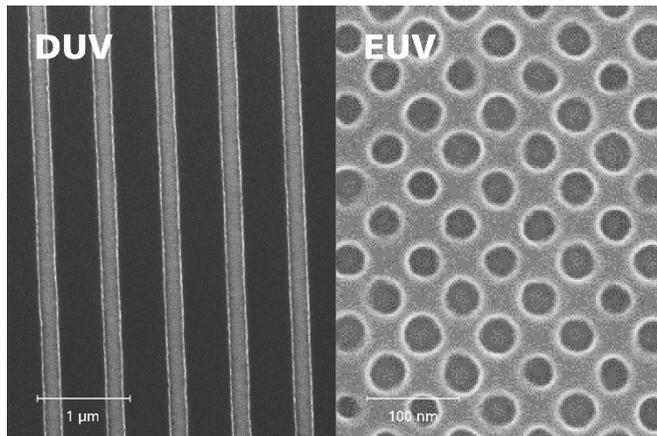


Bild 3:
Die Nanostrukturen mit 300 nm (links, DUV) und 28 nm (rechts, EUV) half-pitch (HP) – die weltweit kleinsten Strukturen, generiert mit laborbasierter EUV-Quelle.
© Fraunhofer ILT, Aachen.

PRESSEINFORMATION

3. September 2020 || Seite 4 | 4

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.

Ansprechpartner

Dr. Serhiy Danylyuk | Gruppe Mikro- und Nanostrukturierung | Telefon +49 241 8906-525 | serhiy.danylyuk@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Martin Reininghaus | Gruppenleiter Mikro- und Nanostrukturierung | Telefon +49 241 8906-627

martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT | Steinbachstraße 15 | 52074 Aachen | www.ilt.fraunhofer.de