

Projekt:	System- und Prozesstechnik zum Präzisionsschneiden von Halbleitern und refraktären Metallen mit Ultrakurzpulslasern (Semilas)
Koordinator:	Herr Dr. Ralph Wagner Osram Opto Semiconductors GmbH Leibnizstraße 4 93055 Regensburg Tel: 0941/8501790 e-Mail: ralph.wagner@osram-os.com
Projektvolumen:	3,9 Mio. € (ca. 54 % Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit:	01.01.2012 bis 30.06.2015
Projektpartner:	➔ Osram Opto Semiconductors GmbH ➔ Kugler GmbH ➔ Ingeneric GmbH ➔ Topag Lasertechnik GmbH ➔ Lumera Laser GmbH ➔ Fraunhofer-Institut für Lasertechnik

Ultrakurz und hochpräzise – die neue Dimension der Lasermaterialbearbeitung

Ultrakurze Laserpulse mit Dauern von einigen Femtosekunden ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) bis hin zu wenigen Pikosekunden ($1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$) erlauben völlig neue Bearbeitungsverfahren, die mit konventionellen Werkzeugen so nicht möglich sind. Im medizinischen Bereich eröffnen sie gänzlich neue Therapiemöglichkeiten, beispielsweise durch hochpräzise und schädigungsarme Schnitte im Auge. Wesentliches Merkmal dieser Laserblitze sind extrem hohe Spitzenintensitäten, die auf Grund der starken zeitlichen Kompression bereits mit sehr geringen Pulsenergien erreicht werden können. Dies ermöglicht einen hochpräzisen Materialabtrag ebenso wie die Bearbeitung temperatursensibler Materialien ohne thermische Schädigung. In der Photovoltaikfertigung führt diese hochpräzise Bearbeitung zu effizienteren Solarzellen, bei Herstellung von LEDs oder Computerchips steigt die Ausbeute pro Wafer und bei einem der weltweit häufigsten chirurgischen Eingriffe, der Therapie des grauen Stars, werden wesentlich effizientere und kostengünstigere Verfahren möglich. Neue Therapiemöglichkeiten der Altersweitsichtigkeit machen der Lesebrille ernsthafte Konkurrenz.

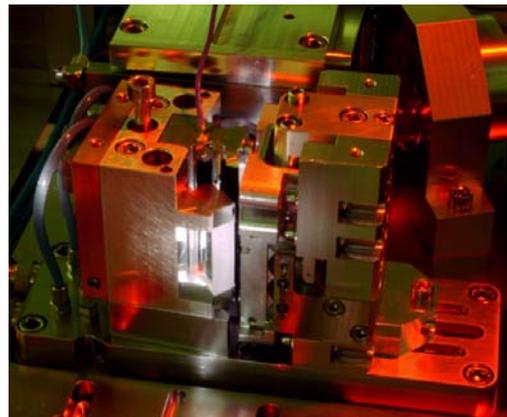


Bild 1: Im Labor konnten bereits Ultrakurzpulslaser mit Ausgangsleistungen im kW-Bereich demonstriert werden. (Quelle: Fraunhofer ILT)

Die führende Rolle deutscher Unternehmen auf diesem Gebiet gilt es zu nutzen, um die für die vollständige Erschließung des Potenzials ultrakurzer Laserpulse wichtigen nächsten Schritte zu tun. Dazu gehören neben innovativen kostengünstigen und leistungsfähigen Strahlquellenkonzepten vor allem auch leistungsfeste, langlebige Komponenten und eine hochdynamische Strahlführung und –formung. Den Herausforderungen des Wettbewerbs stellen sich die Partner der Förderinitiative „Ultrakurzpulslaser für die hochpräzise Bearbeitung“, für die das BMBF in zehn Verbundprojekten etwa 20 Millionen Euro bereitstellt.

Effiziente und ressourcenschonende Halbleiterfertigung mit Ultrakurzpulslasern

Die industrielle Herstellung von elektrischen Bauteilen geschieht heutzutage in Batchprozessen, das heißt: es werden viele identische Bauteile parallel auf einem großen Wafer gefertigt, die am Ende vereinzelt werden müssen, ohne dabei Schaden zu nehmen. Dies geschieht derzeit entweder durch Diamantsägen oder Nanosekundenlaser. Beide Verfahren erhitzen das Material beim Schneiden, was zu Verformungen an der Schnittkante führen kann und so der minimalen Schnittbreite harte Grenzen auferlegt. Außerdem sind Diamantsägen nicht geeignet, um extrem dünne Wafer zu bearbeiten, da sie sich an diesen nicht selbst nachschärfen können.

Ultrakurzpulslaser bieten hier das Potential berührungslos deutlich kleinere Schnittbreiten zu erzielen, ohne das Material thermisch zu beeinflussen oder zu verformen. Eine Verkleinerung der Schnittbreite führt durch eine höhere Bauteilanzahl pro Wafer unmittelbar zu einer besseren Materialausnutzung in der Produktion und damit zu einer Effizienzsteigerung bei gleichzeitiger Ressourcenschonung. Neben dem Trennen von Halbleitern bei der Fertigung von LEDs, Solarzellen oder Transistoren ist auch das Schneiden von Refraktärmetallen für die Fertigung von Energiesparlampen eine mögliche Anwendung. Damit erhielt die deutsche Industrie in wichtigen Wachstumsbranchen eine neue Fertigungstechnik, die einen klaren Wettbewerbsvorteil bietet.



Bild 2: Wafer aus der LED-Fertigung mit 150 bzw. 100 mm Durchmesser (Quelle: Osram OS)

Mit neuen Konzepten zu Materialbearbeitung in Höchstgeschwindigkeit

Um die Materialbearbeitung mit Ultrakurzpulslasern zu ermöglichen, muss zum einen der Leistungsbereich der Laser auf 50 W erhöht werden, zum anderen müssen Maschinen und Verfahren in der Lage sein, die schnell aufeinander folgenden Pulse gezielt zu beherrschen. Um diese Punkte zu adressieren, haben sich im Semilas-Projekt ein Entwicklungsinstitut (Fraunhofer ILT), ein Laserhersteller (Lumera), Hersteller von Freiformoptiken (Ingeneric) und diffraktiven optischen Elementen (Topag), Maschinenhersteller (Kugler) und zwei Endanwender (Osram OS und Osram GmbH) zusammengetan, die die gesamte Prozesskette abdecken.

Voraussetzung für die Erreichung dieser Ziele ist eine geeignete Lasertechnik, die bei ultrakurzen Pulsdauern genügend hohe mittlere Leistung zur Verfügung stellt bei gleichzeitig geringer Pulsenergie, um eine hohe Abtragsqualität zu gewährleisten. Um trotz geringer Pulsenergie einen wirtschaftlichen Abtragsprozess zu erlangen, muss der Abtrag im Multi-MHz-Bereich mit einem Multi-Pass-Verfahren geschehen. Der Laser muss also jeden zu bearbeitenden Punkt möglichst kurz nacheinander mehrfach treffen. Um dies zu ermöglichen, wird eine Maschinen- und Systemtechnik benötigt, die Geschwindigkeiten über 20 m/s erlaubt. Auch eine Aufteilung des Strahls in mehrere Teilstrahlen soll untersucht werden.

Mit dem Projekt wird die Konkurrenzfähigkeit Deutschlands nicht nur in der Halbleiter- und Lampenfertigung sondern auch in der Laser-, Optik- und Maschinenherstellung gestärkt. Dies führt nicht nur unmittelbar zur Sicherung und Entstehung neuer Arbeitsplätze, sondern trägt durch Ressourcenschonung auch zum Umweltschutz bei.