

Mehr zu Laser und Optoelektronik auf der LASER World of PHOTONICS 2015

Von Molekül-Sprengung über Photonenzähler bis Piezopositionierung

Ultrakurzpuls laser haben den Sprung in den Serienprozesse der Automobilindustrie bereits geschafft. In der Mikrobearbeitung sprengen ihre Billionstelsekunden kurzen Laserblitze einzelne Moleküle aus Metallen, ohne dass angrenzendes Material schmilzt. Fast klinisch graben solche Pikosekunden laser wulst- und gratfreie Furchen in Stahl und kommen dabei dank des hochfrequenten, energiegeladenen Pulses erstaunlich zügig voran. Neben Piko- sind Femtosekunden laser auf dem Vormarsch. Selbst den Attosekundenbereich, in dem Lichtpulse kürzer als eine Billionstel Sekunde dauern, erschließen die Laserentwickler. Im Stakkato der Attosekundenblitze lässt sich unter anderem beobachten, wie chemische Verbindungen entstehen.

Laser sind auch der Schlüssel zur so genannten STED-Mikroskopie, deren Auflösung in den Bereich unter 50 nm vordringt. Um das trotz typischerweise eingesetzter Strahlquellen im Wellenlängenbereich um 640 nm zu erreichen, gilt es, die Physik zu überlisten. Dafür grenzen die Entwickler den Sichtbereich mithilfe schaltbarer fluoreszierender Farbstoffe stark ein – und nehmen dann viele aufeinander folgende Scans dieses Bereichs. Software fusioniert die Einzelscans zum Gesamtbild. Nur durch diesen Trick ist die Auflösung jenseits des Beugungslimits möglich. Das Werkzeug steuern Laser- und Optoelektronik-Entwickler bei: Pikosekunden-Laserdioden in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen inklusive Steuerungstechnik, zudem Photonenzähler, hoch präzise Optiken sowie die Galvo- oder Piezoantriebe des Scanners.

Positioniersysteme auf Basis von Piezokeramiken, die sich beim Anlegen elektrischer Spannung minimal verformen und darum als nm-genaue Antriebe genutzt werden, sind für die hochauflösende Bildgebung unabdingbar.

Auch eine zweite Gruppe von energetisch anregbaren Materialien spielt in der Lasertechnik eine zentrale Rolle: thermoelektrische Werkstoffe. Sie wandeln die reichlich vorhandene Abwärme von Hochleistungsdioden in Strom. Das sofortige Abführen der Wärme mit den halbleitenden Peltier-Elementen direkt an den Dioden gilt als ein Schlüssel zum zuverlässigen Dauereinsatz energieeffizienter Hochleistungs-Laserdioden in industriellen Prozessen.

Laser führen Chirurgie und Messtechnik in neue Dimensionen

Noch sind die effizienten Halbleiter-Dioden weniger in der Materialbearbeitung als in der Messtechnik und Bildverarbeitung des industriellen Qualitätswesens im Einsatz. Mal legen sie Lichtmuster auf Karosserieteile, anhand derer Kamerasysteme binnen Millisekunden komplexe Geometrien überprüfen und dabei selbst Abweichungen im Mikrometerbereich aufdecken. Mal helfen sie den Herstellern von Wafern und Mikrochips bei der Highend-Justierung ihrer Produktionsanlagen. Oder Ärzte richten damit Patienten für die Diagnostik

mit bildgebenden Verfahren aus. Auch bei robotergestützten Zahnimplantationen oder bei Augenoperationen sorgen Laser für nie dagewesene Präzision.

Seit knapp zwei Jahren operieren führende Augenkliniken hierzulande Katarakt-(Grauer Star)-Patienten mit Femtosekundenlasern. Durch die Femtopulse im Nah-Infrarotbereich und eine automatisierte Schnittführung sind weit präzisere, feinere Schnitte machbar, als von Menschenhand. Die Wundheilung verkürzt sich drastisch. Komplikationen bleiben aus. In dieser Anwendung sind diodengepumpte Festkörperlaser oder Faserlaser im Einsatz.

Strahlquellen: Auffächerung im Technologiemarkt schreitet voran

Ob Galliumnitrid (GaN)-basierte UV-Laserdioden, die zum energieeffizienten Härten von Lacken oder zum Entkeimen von Trinkwasser und Oberflächen benötigt werden. Ob im Pikosekundenbereich gepulste grüne Laserdioden (560 nm), die biochemische Analytiker und Qualitätskontrolleure in der Halbleiterbranche lange herbeigesehnt hatten. Ob rote Hochleistungsdioden (670 nm) im Leistungsbereich bis 2 Watt peak, 18-Watt-Dioden im Spektralbereich um 980 nm für Anwender aus Medizintechnik oder Luft- und Raumfahrt oder gelb leuchtende Dioden im Spektralbereich zwischen 1100 und 1200 nm - fast wöchentlich finden sich Meldungen über Zuwächse im Technologiemarkt.

Immer zielgenauer richten die Hersteller ihre preisgünstigen Fabry-Pérot-Dioden, ihre brilliant strahlenden Distributed feedback-(DFB) oder Bragg-gespiegelte DBR-Dioden der unterschiedlichen Leistungs-, Wellenlängen- und Frequenzklassen auf die Anforderungen der Anwender aus.

Natürlich schreitet auch die Entwicklung herkömmlicher Lasertechnologien voran. Neue Faserlaser, die Femtosekundenpulse in mehreren Anregungswellenlängen liefern, gelten als kompakte und kosteneffiziente Alternative zu Titan:Saphir-Lasern. Auch der Markt der kontinuierlich durchstimmbaren Laser wird breiter, die besonders in der Spektroskopie für schnelle, höchst genaue Analysen sorgt. Hier haben Diodenlaser für spürbare Belebung im Wettbewerb der Verfahren gesorgt. Und auch in der Detektion und Filterung von Tief-UV- bis Terahertzbereich sowie bei Photonenzählern schreiten die technologische Vielfalt und Brillanz im Gleichschritt voran.