

02

Licht schafft Werte

Innovationen fordern Pioniergeist: Licht als industrielles Werkzeug eröffnet vielfältige Möglichkeiten. Sie zu erkennen, weiterzuentwickeln und nutzbar zu machen, erfordert die Bündelung von Kompetenz und Forschungskraft. Hierauf beruht jener Pioniergeist, den Jenoptik ganz im Sinne ihrer Tradition lebt.

Produkte und Lösungen werden möglich, die einzigartig sind und dadurch unseren Kunden – und deren Kunden – im internationalen Wettbewerb oder im täglichen Leben Vorsprung, Sicherheit, Wissen, Qualität, Stil und Freiräume verschaffen.

Die folgenden Seiten geben einen kleinen Einblick in die Leistungen der Jenoptik – in der Medizintechnik, der digitalen Bildverarbeitung, der industriellen Messtechnik, der Verkehrssicherheitstechnik, in der Materialbearbeitung sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie und der Sicherheits- und Wehrtechnik.

JENOPTIK – SPEZIALIST FÜR PHOTONISCHE UND MECHATRONISCHE TECHNOLOGIEN.

Kompetenzkerne im Wachstum.

- Die Jenoptik bedient anspruchsvolle Märkte – und erweitert, vernetzt und vertieft ihre Kompetenzen.
- So entstehen maßgeschneiderte Investitionsgüter, dicht an der aktuellen Forschung.
- Von der Lasertechnik über Mikrooptiken bis hin zur hoch sensiblen Sensortechnik entwickelt Jenoptik Produkte, die das Unternehmen im weltweiten Vergleich auf seinen Märkten zu einem Schwergewicht werden lassen.

Der Jenoptik-Konzern ist ein Netzwerk aus hoch spezialisierten Unternehmen, wobei das Netz von Jahr zu Jahr dichter geknüpft wird: Besonders beim übergreifenden Thema „Licht als Werkzeug“ münden die Spezialkompetenzen einzelner Jenoptik-Unternehmen in zahlreiche gemeinsame Produkte. Jenoptik bietet den Kunden in der Regel maßgeschneiderte Investitionsgüter, dicht an der aktuellen Forschung. Die Kompetenzkerne lässt Jenoptik systematisch wachsen: Kundenanforderungen, eigene Entwicklungsinitiativen und neu zum Konzern gekommene Unternehmen bilden den Nährboden für neue Produkte, für neue Kompetenzen, für Wachstum. Die Kunden erleben in der Jenoptik ein Unternehmen, das äußerst anspruchsvolle Aufgaben löst, das komplexe, technologieintensive Produkte auch in hohen Stückzahlen fertigen kann, das aus vorhandenem Wissen Neues entstehen lässt – und ihnen Zugang zum neuesten technologischen Stand verschafft.

Beispielsweise in der Lasertechnik: Hier sind es die Lasermaterialbearbeitung, die Medizintechnik und Laserprojektion, die sich als Spezialgebiete herauskristallisiert haben.

So ist Jenoptik auf Lasersysteme spezialisiert, mit denen sich Nichtmetalle bearbeiten lassen. Mittlerweile stößt die Jenoptik-Lasermaterialbearbeitung auch in die Flachbildschirmproduktion vor: Prozesse auf Laserbasis ermöglichen neue Produktionstechniken für Flüssigkristallbildschirme (LCD), aber auch für organische Leuchtdioden-Displays aus OLEDs, die als innovative Anwärter für den künftigen Displaymarkt gelten.

„Chiptaugliche“ TFT-Displays.

Jene entscheidende Schicht, die auf LCD-Displays Bilder und Schrift entstehen lässt, ist typischerweise 50 Nanometer dünn, besteht aus Silizium und wird auf einen Glaträger von 0,6 Millimeter Dicke aufgedampft. Zunächst ist die Siliziumschicht von amorpher Struktur und damit ein schlechter elektrischer Leiter. Das ändert sich erst, wenn das Silizium aufgeschmolzen wird und sich danach wieder verfestigt: Sind die Bedingungen richtig gewählt, entsteht ein polykristalliner Siliziumfilm mit einer Leitfähigkeit, welche die der amorphen Schicht um das 100- bis 500-Fache übertrifft. Und aus dieser Schicht werden mikroskopische

Auf der ganzen Welt gibt es einen Kreis von weniger als zehn Produzenten, die so genannten Premium-supplier, die in der Optikfertigung solche Qualitäten liefern können wie wir.

DR. HANS LAUTH | LEITER BEREICH OPTIK, JENOPTIK LASER, OPTIK, SYSTEME GMBH



Dünnschichttransistoren (TFT) aufgebaut, die als Schalter jedes einzelne Pixel des Displays ein- oder ausschalten können. Besonders in den kleinen Displays mobiler Geräte – vom Mobiltelefon bis zum GPS – sind diese hochauflösenden Bildschirme unübertroffen.

Die Jenoptik-Lasertechnologie setzt da an, wo das amorphe Silizium in polykristallines verwandelt wird – und bringt dabei den grünen Scheibenlaser ins Spiel. Der Laserstrahl erwärmt nur die dünne Siliziumschicht; das Glassubstrat ist für seine Wellenlänge transparent, erhitzt sich also nicht.

Ganz im Unterschied zu der herkömmlichen Methode in Öfen: Hier erwärmt sich auch das Glassubstrat. Zudem ist dieser Prozess aufwändig, da metallische Zusatzschichten eingebracht und Kontaminationen auf den Displaysubstraten vermieden werden müssen. Ein anderer Laserprozess, das ELA-Verfahren (Excimer Laser Annealing), wird derzeit schon eingesetzt. Dabei wird das Substrat mit UV-Excimerlaserstrahlung bearbeitet – und das sauber und berührungslos in perfekter Reinraummanier. Bei einer kurzen Pulsdauer von 50 bis 300 Nanosekunden bedarf es nur wenig Energie, um das Silizium zu verflüssigen, während der Glasträger kalt bleibt und nicht beeinträchtigt wird. Doch der grüne Scheibenlaser erlaubt eine ganz neue Qualität: Mit ihm lassen sich Kristallstrukturen in einer Richtung

sehr lang ziehen, sodass die Elektronenbeweglichkeit erheblich steigt – sie liegt bei 200 bis 500 Quadratcentimetern pro Voltsekunde. Damit reichen die elektronischen Eigenschaften der Siliziumschicht fast an einkristalline Siliziumwafer heran, wie sie in der Chipindustrie verwendet werden. Möglich wird das durch die hohe Frequenz von bis zu 50 Kilohertz.

In diesem industrietauglichen Prozess arbeitet sich das Lasersystem zeilenweise vor: Zwischen 8 und 100 Millimeter hoch und 5 Mikrometer breit ist die intensive, sehr homogene Laserlinie. Die hohe Frequenz lässt kleine Belichtungszyklen und einen hohen Produktionsdurchsatz zu. Die neue Schichtqualität führt aber auch zu neuen Ideen: Weil die Siliziumschicht „chiptauglich“ ist, kann schon heute die Treiberelektronik am Rand des Displays aufgebracht werden, und zwar in TFT-Technik. Denkbar ist auch, digitale Speicher- und Prozessortechnik auf dem Glassubstrat aufzubauen. Damit werden die Geräte leichter und dünner, und sie verbrauchen weniger Strom.

An dieser Lasertechnologie für zukunftsweisende Displays sind gleich mehrere Jenoptik-Unternehmen beteiligt: Die Produktidee und die Entwicklung der optischen Anordnung kommt von der INNOVAVENT GmbH; in ihrer Verantwortung liegt auch die Strahlqualität der Subsysteme. Dazu



kooperiert das Unternehmen mit Systemintegratoren und übernimmt die technische Betreuung der Displayhersteller in Asien.

Bei der JENOPTIK Laser, Optik, Systeme GmbH entstehen sowohl die Objektive, die für diese Anwendung optimiert sind, als auch die in ihrer Art einzigartige Laserquelle, die derzeit mit 100 Watt strahlt und auf 200 Watt ausbaufähig ist. Diodenlasermodule, die den Festkörperlaser pumpen, stammen von der JENOPTIK Laserdiode GmbH. Am Ende dieser langen Wertschöpfungskette steht ein Produkt, das bereits im Jahr 2006 an Entwicklungsabteilungen von großen Displayherstellern geliefert wurde, die den Prozess derzeit entwickeln und verifizieren. Er soll die Grundlage bilden für die nächste Generation neuer Produktionslinien.

Die Jenoptik-Lösung stößt auf großes Interesse bei LCD-Herstellern – nicht zuletzt, weil die Technologie auch geeignet ist, um OLED-Displays zu produzieren, die als Grundlage der zukünftigen Display-Technologie gehandelt werden. Gelingt es der Industrie, die organischen Substanzen in den OLEDs stabil zu machen und damit den Displays zu einer langen Lebensdauer zu verhelfen, dann steht die Jenoptik-Lasertechnik als Standard bereit, um die dafür nötigen TFT-Glassubstrate herzustellen.

Neues Konzept: Durchbruch für EUV-Leistung.

Auch in der Halbleiterindustrie soll bald Jenoptik-Technologie einziehen. Das Joint-Venture XTREME technologies GmbH des japanischen Konzerns Ushio und der Jenoptik entwickelt Lichtquellen im extrem ultravioletten Spektralbereich (EUV), die in der Chipproduktion zukünftig Strukturen von weniger als 32 Nanometern ermöglichen sollen – das entspricht Leiterdurchmessern von gerade noch etwa 100 Atomlagen. Dazu bedient sich Xtreme des extrem ultravioletten Spektrums, das jenseits des sichtbaren Lichts im weichen Röntgenspektrum liegt. Im vergangenen Jahr nahm man eine neue Stufe: Die EUV-Gasentladungsplasmaquellen erreichten eine nutzbare Leistung von 10 Watt und kommen dem industriellen EUV-Einsatz erneut ein ganzes Stück näher.

Neben dem Plasmagenerator, der die EUV-Strahlung aussendet, gehört ein hoch präziser Kollektorspiegel zur Ausstattung der Lichtquelle – und damit ein optisches System, das die EUV-Strahlung in gewünschter Weise formt und an den Eingang des Waferbelichters lenkt. Es entstand in Kooperation mit Carl Zeiss und der italienischen Firma Media Lario.

Zudem erntete Xtreme technologies 2006 erste Früchte ihrer außerordentlich flexiblen Forschungen: Von Anfang an

Unser Know-how sitzt im Werkzeug. Wir polieren die Spritzgussform nicht die Linse. Und diese Qualität bestimmt am Ende die Qualität unseres Produktes, das in hohen Stückzahlen automatisiert gefertigt wird – für die Medizintechnik, die Automobilindustrie, die Fototechnik und Bildverarbeitung oder die Beleuchtungs- und Messtechnik.

DIETER KLEY | LEITER WERKZEUGBAU, JENOPTIK POLYMER SYSTEMS GMBH



hatte das Unternehmen zwei Pfade der EUV-Entwicklung vorangetrieben – den der laserinduzierten Plasmen und den der Gasentladungsplasmen. Beide wurden jetzt zur lasergestützten Gasentladungs-EUV-Quelle vereint. Dabei verdampft ein schwacher Laserstrahl ein Zinntröpfchen und heizt es weiter bis zum Plasma auf. Dieses Plasma wird im Anschluss durch eine Gasentladung zwischen zwei rotierenden Elektroden extrem aufgeheizt und verstärkt. So entsteht eine besonders effiziente Strahlquelle.

Wird dieses Prinzip weiter verfolgt, ließen sich noch weit höhere Leistungen erzielen, sind sich die Forscher von Xtreme sicher. Damit wäre der Mindestleistungsbedarf für die Massenproduktion in der Halbleiterindustrie erfüllt.

Mehrere Quellen von Xtreme mit einer Leistung von bis zu drei Watt werden bei Halbleiterherstellern und Halbleiterkonsortien eingesetzt, um die neuen Chipherstellungsprozesse zu entwickeln. Nach heutigem Stand geht EUV ab 2010 in die Vorproduktion der Chiphersteller. Xtreme technologies kooperiert mit einer Reihe von Unternehmen der Halbleiter- und Halbleiterzuliefer-Industrie in Europa, Japan und den USA, um die EUV-Technologie möglichst schnell zur Serienreife zu bringen. Das Unternehmen wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der Europäischen Union gefördert.

Abgesehen von Xtreme-Lasern handelt es sich bei den meisten Jenoptik-Lasern um diodengepumpte Festkörperlaser, besonders in deren Sonderform des Scheibenlasers, dessen sich die Jenoptik frühzeitig angenommen hat. In beiden Fällen handelt es sich eigentlich um zwei Laserquellen: Das Licht aus dem Diodenlaser regt den Laserkristall eines Festkörperlaser an, Laserlicht zu emittieren. An den dazu nötigen Hochleistungsdiodenlasern arbeiten die Unternehmen der Jenoptik-Diodenlasergruppe. Sie hatten den Markt in den vergangenen Jahren mit besonders zuverlässigen und langlebigen Hochleistungsdiodenlasern auf sich aufmerksam gemacht. In einem Gemeinschaftsprojekt mit der Jena-Optronik GmbH bereitet die Jenoptik Laserdiode ihr Produkt nun für den Einsatz im All vor.

Diodenlaser auf Weltraummission.

Hierbei geht es vor allem um die wissenschaftliche Erdbeobachtung vom Satelliten aus, und die kommt ohne zuverlässige Hochleistungslaser nicht aus. Wissenschaftlich relevante Informationen – etwa zum Treibhauseffekt, zur Erderwärmung oder zur Verbreitung von Luftverschmutzung – lassen sich aus Satellitendaten generieren. Die Satelliten werden dafür mit LIDAR-Lasersystemen ausgestattet. Ähnlich wie RADAR dient LIDAR zum Messen – mit Lichtwellen.



Dazu wird der Strahl eines Festkörperlaser auf die Zieloberfläche gerichtet; anhand der Zeit, die vergeht, bis das Licht zurückgestreut wird, berechnen Mikrorechner die Entfernung. Berücksichtigt man die spezifische Lichtabsorption der unterschiedlichen Moleküle bei bestimmten Lichtwellenlängen, lässt das auf bestimmte Partikel schließen, lassen sich Aerosole oder Gasanteile wie Ozon, Methan oder Kohlendioxid nachweisen. Aber auch Höhenreliefs der Erde oder anderer Planeten lassen sich mit der LIDAR-Methode vom Satelliten aus bestimmen.

Der Festkörperlaser, der die LIDAR-Funktion ausübt, benötigt eine Pumpquelle, die das Lasermedium anregt. Dazu werden Diodenlaser eingesetzt. Die Diodenlaser, die derzeit in den Satelliten der Europäischen Weltraumorganisation ESA eingesetzt werden, entsprechen allerdings dem technischen Stand der 80er Jahre und könnten mit der heutigen Technik effizienter, leistungstärker und vor allem zuverlässiger sein.

Die Jenoptik Laserdiode entwickelt ihr Produkt nun für den Weltraumeinsatz weiter: Während in der Industrie ein Laser nach einer bestimmten Nutzungsdauer abgeschrieben werden darf, muss ein Laser auf Weltraummission jahrelang gelagert werden können, bei Bedarf jedoch kurzfristig und für viele Jahre im Weltraum einsatzfähig sein. Außerdem muss das Produkt Temperaturschwankungen, Raketenbeschleunigung und Schwerelosigkeit standhalten.

Die Jena-Optronik, die die Gesamtverantwortung trägt, prüft die fertigen Module, setzt sie Vibrations- und Vakuumtests aus und simuliert insgesamt die typischen Umwelteinflüsse beim Raketenstart und im All. Bis 2009 soll die Produktentwicklung dauern, ab 2013 ist geplant, sie auf wissenschaftlichen Satelliten einzusetzen. Mit dem Projekt eröffnen sich beide Jenoptik-Unternehmen neue Standards und Zugang zu neuen Märkten.

Die Jena-Optronik, zu Hause in der Sensorik-Sparte der Jenoptik, bedient bereits zahlreiche Raumfahrtmissionen – beispielsweise mit Lageregelungssensoren, die Satelliten an der Sonne oder an den Sternen ausrichten, sowie mit Rendezvous- und Dockingsensoren für verschiedene Raumfahrtmissionen, darunter auch für die Flüge zur Internationalen Raumstation ISS. Zum Produktspektrum gehören weiterhin Instrumente wie Kamerascanner für Erdbeobachtungssatelliten.

Zu den Kompetenzkernen der Jenoptik, die im Unternehmen je nach Bedarf der Kunden vernetzt werden, gehört auch der Bereich Digital Imaging. Er verschaffte der ROBOT Visual Systems GmbH mit einer 11-Millionen-Pixel-Kamera für die Verkehrssicherheitstechnik Wettbewerbsvorteile, die sich heute am Markt auszahlen.

Bei Hochleistungsdiodenlasern beherrschen wir die gesamte Prozesskette – beginnend bei der Waferstrukturierung. Das gibt uns die Möglichkeit, die Technologien bei Halbleiter, Montage und optischer Weiterverarbeitung aufeinander abzustimmen und so zu besseren Produkten zu kommen als der Wettbewerb, der häufig nicht alle drei Stufen in der Hand hat.

DR. DETLEV WOLFF | LEITER VERTRIEB, JENOPTIK LASERDIODE GMBH



Minuten statt Tage: Asphärische Linsen im Schnellverfahren.

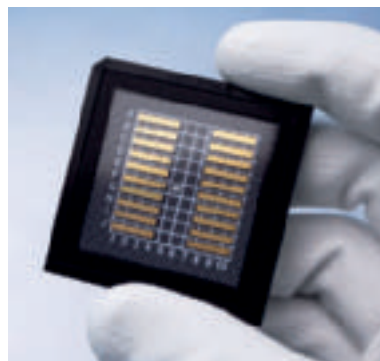
Die industrielle Messtechnik, zusammengefasst in der Hommel-Etamic, arbeitet inzwischen nicht mehr nur mit Optik, sondern auch für die Optik – namentlich für asphärische Linsen, die eine Spezialität der Jenoptik-Optikfertigung darstellen. Asphärische Linsen sind optische Multitalente. Bei sphärischen Linsen, also Linsen mit kugelige Oberfläche, entstehen physikalisch bedingte Abbildungsfehler. Diese zu korrigieren, braucht man immer ein System aus mehreren solcher Linsen. Asphärische Linsen dagegen vermeiden solche Fehler durch ihre Form. Die Brechungswinkel ändern sich, indem die Linse gezielt deformiert wird und von der Kugelform abweicht.

Eine einzelne asphärische Linse kann mehrere sphärische Linsen ersetzen, im Fall der Jenoptik-Produkte speziell in anspruchsvollen und in Hochleistungsoptiken: Sie werden in Teleskopen eingesetzt, in der Weltraumtechnologie und für militärische Anwendungen, aber auch für die Lasermaterialbearbeitung, die optische Präzisionsmesstechnik und die Lithografie in der Halbleiterherstellung. Um Asphären zu fertigen, die nur Bruchteile einer Wellenlänge von ihrer Sollkontur abweichen dürfen, braucht es heute noch enormen zeitlichen und technischen Aufwand. Der Prozess ist nicht automatisiert, sondern hängt stark von individueller Erfahrung ab; für eine neue Linse einer kleinen

Serie benötigt man bis zu mehreren Tagen. Im Vergleich zu sphärischen Linsen kostet ihre Herstellung etwa das Zehnfache.

Das Projekt Asphero5 des Bundesministeriums für Bildung und Forschung ist ehrgeizig: 5 steht dafür, dass man in Zukunft eigentlich nur noch Minuten, auf jeden Fall aber eine deutlich kürzere Zeitspanne als bisher für eine neue asphärische Linse ansetzen will – und das ohne Ausschuss. Mehrere Unternehmen haben sich der wirtschaftlicheren Herstellung von Asphären des gehobenen Standards verschrieben. Unter der Projektkoordination der Schneider GmbH & Co. KG, einem Optikmaschinenhersteller aus Hessen, arbeiten daran auch die Jenoptik-Töchter Hommel-Etamic und Jenoptik Laser, Optik, Systeme; zudem sind auch Carl Zeiss und das Institut für Mess- und Regeltechnik der Universität Hannover beteiligt.

Entwickelt wird ein Schleif- und Bearbeitungsprozess für asphärische Linsen, der die Messtechnik integriert und Rüst- und technologische Liegezeiten deutlich senkt. Mitte 2007 soll die Vorlage für künftige Maschinen abgeschlossen sein. Dabei fungiert Hommel-Etamic als Spezialist für hoch präzise Messverfahren: Im Wavecontour®-Verfahren wird eine Präzisionskugel mit konstantem Anpressdruck über die Linsenoberfläche geführt – mit ihrer Hilfe entsteht ein



Profilschnitt in Nanometerauflösung. Die tastende Messmethode erhielt gegenüber der optischen den Vorzug: Zum einen spiegelt die Linsenoberfläche in diesem Stadium noch nicht, reflektiert also auch keinen Messstrahl, zum anderen könnten noch Reste der Schleifemulsion auf den Linsen liegen und das Ergebnis verfälschen. Somit verspricht das tastende Verfahren insgesamt präzisere Ergebnisse.

Die Aufgabe der Jenoptik Laser, Optik, Systeme im Projekt ist es, die Maschine auf Herz und Nieren zu prüfen, mit ihr verschiedene Schleifmittel zu testen oder den Druck beim Schleifen zu variieren – letztlich mit dem Ziel, dass die Nachbearbeitung so gering wie möglich ausfällt. Mit dem ersten Produktionseinsatz einer fertigen Maschine kann in zwei bis drei Jahren gerechnet werden. Da es einen derartigen Prozess derzeit auf dem Weltmarkt noch nicht gibt, verspricht er wesentliche Wettbewerbsvorteile in der Asphärenherstellung.

Damit stärkt Jenoptik ihre Optikfertigung – ohnehin eine der besten der Welt – um eine weitere Spezialkompetenz. Hochleistungsoptiken sind ihr Spezialgebiet, beispielsweise für die Halbleiterindustrie: Für die nanometerfeinen Chipstrukturen müssen die Optiken, die den Laserstrahl in den Lithografiesystemen formen und lenken, in äußerster

Präzision gearbeitet sein. Dafür bietet Jenoptik Interferenzfilter, die für einen streng monochromatischen Strahl sorgen, oder Prismen, die einen Laserstrahl äußerst parallel werden lassen. Zum Portfolio zählen zudem komplette Objektive beispielsweise für die Messtechnik, aber auch Infrarotoptiken. Mikrooptik ist ein weiteres, relativ junges Zugpferd der Jenoptik Laser, Optik, Systeme: Die diffraktiven optischen Elemente beruhen auf dem Prinzip des Beugungsgitters und können Laserstrahlen beliebig formen und lenken.

Mit ihren vielfältigen Materialien, den Beschichtungsmöglichkeiten und dem Know-how ihrer Mitarbeiter hat sich Jenoptik vollkommen auf High-End-Abnehmer spezialisiert. Letztlich gilt für alle Jenoptik-Sparten: Die Jenoptik bedient Märkte, wie sie anspruchsvoller kaum sein könnten. Und das so passgenau und zuverlässig, dass der Kundenstamm stetig wächst.



Sicherheit ist bei Flugzeugen oberstes Gebot. Unsere Flugzeugtechnik, zum Beispiel für den Airbus, ist immer mit Netz und doppeltem Boden ausgestattet und auf extrem lange Haltbarkeit ausgelegt.

DR. KLAUS STÖLTING | DIREKTOR MARKETING, ESW GMBH