

Finalist des Innovation Award Laser Technology 2012

Excimer Laser für die Herstellung von Flachbildschirmen auf Basis von Active-Matrix-LCD's und Active-Matrix-OLED's



Dipl.-Ing. Rainer Pätzel
Director of Marketing
Coherent GmbH, Göttingen

Mitglieder des Projektteams

Dipl.-Ing. Rainer Pätzel, Director of Marketing, (team representative),
Coherent GmbH, Göttingen

Dr. Kai Schmidt, Director Research and Development, Coherent GmbH, Göttingen

Dr. Ralph Delmdahl, Product Marketing Manager, Coherent GmbH, Göttingen

Dipl.-Ing. Andreas Targsdorf, Pulser Development Team Leader, Coherent GmbH,
Göttingen

Dr. Igor Bragin, Laser Tube Development, Team Leader, Coherent GmbH, Göttingen

Dipl.-Phys. Frank Simon, Beam Delivery Systems, Team Leader, Coherent GmbH,
Göttingen

Dipl.-Ing. Ludolf Herbst, Product Line Manager, Coherent GmbH, Göttingen

Anwendungsfelder

Wesentliche Industriebranchen, die aus der Innovation Nutzen ziehen, sind:

- Flachbildschirm-Industrie
- Mikroelektronische Industrie

Technologische Auswirkungen

- Reduzierte Fertigungskosten für bestehende Produkte
- Erhöhte Qualität bestehender Produkte
- Neue Produkte
- Reduzierte Prozesskosten

Zusammenfassung

Flachbildschirmhersteller stellen sich den Herausforderungen eines geringeren Stromverbrauchs, schnellerer Reaktionszeiten, erhöhter Kontraste und besserer Bildschirmauflösungen, die die Leistungsgrenzen konventioneller Backplanes auf Basis amorphem Siliziums übertreffen. Insbesondere Hochleistungs-Touch-Displays von Smartphones und Tablet-Computern stützen sich auf noch kleinere und schnellere Dünnschichttransistoren und fordern deshalb genügend hohe Beweglichkeit der Elektronen in der leitenden Silizium-Backplane.

Excimer Laser Annealing (ELA) ist die Schlüsseltechnologie zur Umwandlung von amorphem Silizium (a-Si) in polykristallines Silizium (p-Si), so dass eine hundertfach höhere Elektronenbeweglichkeit ermöglicht werden kann. Aus technischer Sicht wird ein 308 nm Excimer-Laserstrahl über eine dünne (typischerweise 50 nm) a-Si-Schicht gescannt, die die UV-Strahlung absorbiert. Dies hat eine teilweise schmelzende Wirkung an der Oberfläche und eine anschließende Rekristallisation zur Konsequenz. Letztere führt wiederum zu dem sogenannten LTPS - Low Temperature Poly-Silicon. Der linienförmige Laserstrahl hat eine finale Homogenität von 1.8% (2σ), um beim Scannen des Substrates mit der gleichen Fluenz 10 bis 20 überlappende Bestrahlungen einer einzelnen Fläche zu gewährleisten. Der ELA-Prozess läuft bei niedrigen Temperaturen und benötigt daher keine teuren Glas-Substrate.

Bis vor Kurzem wurden die meisten Hochleistungs-LTPS-Displays mit AM-LCDs or AM-OLEDs auf der Basis von Backplanes der 4. Generation mit Hilfe von 500 W-Excimer-Lasern mit einer 465 mm breiten Linienstrahlung hinter der optischen Strahlformung hergestellt. In den ELA-Systemen neuester Generation liefern zylindrische Optiken eine homogene Linienstrahlung mit den Abmaßen 750 mm x 0,4 mm. Dies ermöglicht einen Annealing-Process mit Substraten der 6. Generation. Das Ergebnis ist eine Backplane mit einer sehr homogenen 50nm Polysilizium-Schicht und einer Korngröße von ca. $0.3\ \mu\text{m} \times 0.3\ \mu\text{m}$. Mit den erzielbaren $150\ \text{cm}^2/\text{Vs}$ ist die Elektronenmobilität um zwei Größenordnungen höher als jene von amorphem Silizium-Backplanes.

Somit bestand die Aufgabe darin, einen Hochleistungs-Excimer-Laser mit 308 nm und Pulswiederholungsraten von 600 Hz sowie einer stabilisierten Ausgangsleistung von 1,2 kW zu entwickeln, der kurze Taktzeiten ermöglicht. Die Ausgangsleistung von 1,2 kW wurde durch die räumliche Überlagerung und zeitliche Synchronisierung von zwei Hochleistungs-UV-Oszillatoren erreicht. Jeder dieser Oszillatoren leistet eine Pulsenergie von 1 Joule pro Puls bei einer Pulsfrequenz von 600 Hz. In Ergänzung zu der resultierenden dual-oscillator-Laser Plattform namens VYPER wurde ein neues Strahlführungssystem zur Formung, Überlagerung, Homogenisierung und Leitung der beiden einfallenden Laserstrahlen in einen einzigen homogenen Linienstrahl entwickelt. Der neue 308 nm Excimer Laser ist der Schlüssel zu schnelleren, brillanteren und dünneren AM-LCD und AM-OLED Flachbildschirmen und somit beispielsweise zur Herstellung von großen OLED-TV Flachbildschirmen mit einem Durchmesser von 55 Zoll. Durch die Überführung der Produktion von der 4. zur größeren 6. Generation, können die Flachbildschirmhersteller den Durchsatz um einen Faktor 4 erhöhen und die Stückkosten um den Faktor 4 senken.



Bild 1: 308 nm Hochleistungs-Excimer-Laser VYPER mit Pulswiederholungsfrequenz von 600 Hz und stabilisierter Ausgangsleistung von 1.2 kW integriert in einem LineBeam System
 (Bildquelle: Coherent GmbH, Göttingen)

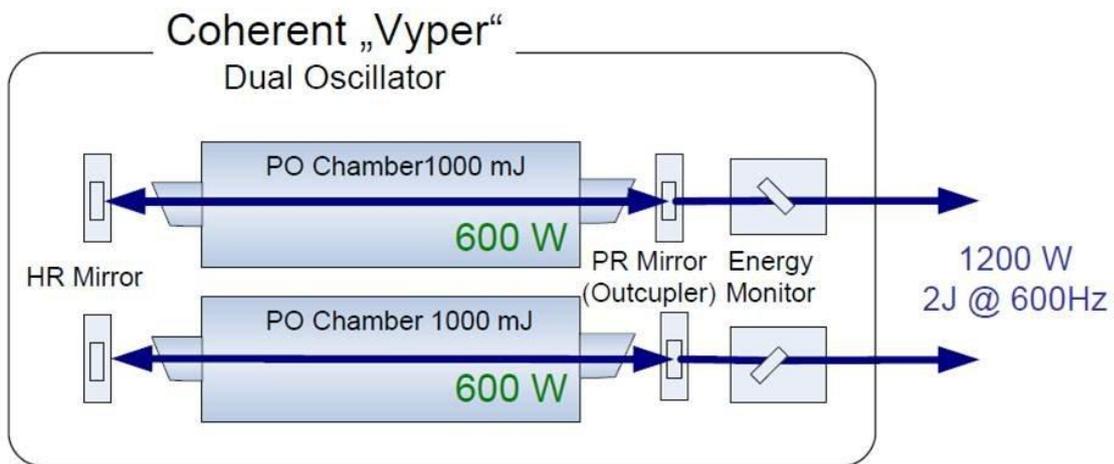


Bild 2: Dual-oscillator Laser Plattform für Hochleistungs-Excimer-Laser VYPER
 (Bildquelle: Coherent GmbH, Göttingen)