

Bildschirmtechnologie von Morgen

→ LCD- und Plasmabildschirme sind mittlerweile zum Allgemeingut geworden – und schon kündigt sich die nächste Displaygeneration an: die OLEDs – in den Varianten PLEDs und SM-OLEDs. Die Firma OTB Display aus Eindhoven, in den Niederlanden, entwickelte eine Fertigungstechnologie, die die kostengünstige Herstellung dieser hauchdünnen Bildschirme möglich macht. Das Unternehmen sorgte im vergangenen Jahr für eine echte Weltpremiere: steckerfertige Produktionsanlagen für PLEDs, ausgestattet mit PC-Steuerungstechnik von Beckhoff.



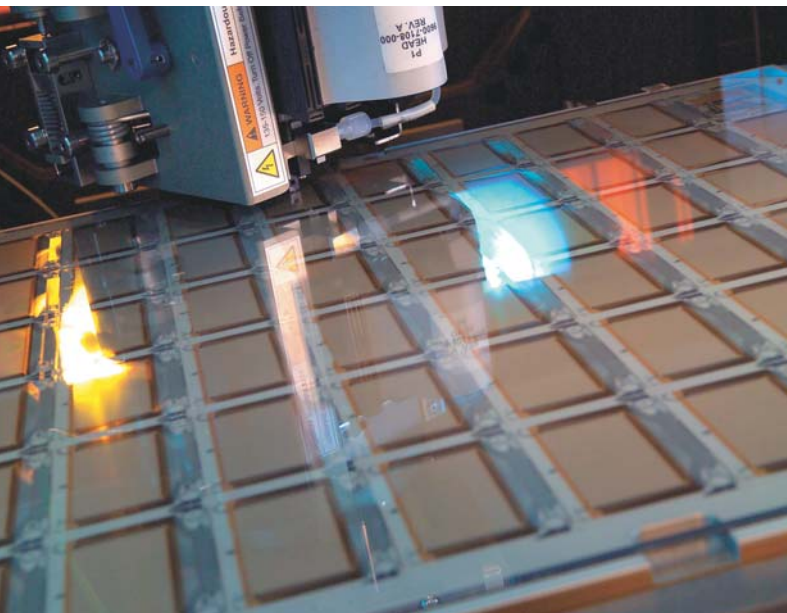
Steckerfertige Produktionsanlage für PLEDs von OTB Display, Eindhoven, ausgerüstet mit Beckhoff-Steuerungstechnik.

Aufrollbare Computerbildschirme, so dünn, dass man sie als Etikett auf Weinflaschen kleben kann; beispielsweise um den Kunden in einem Video über das Anbaugesicht zu informieren. – Zukunftsvision oder Realität? „Mit den neuen PLEDs sind derartige Anwendungen in fünf bis zehn Jahren durchaus denkbar“, so die Einschätzung von John Verwoerd, Operations Manager bei OTB Display.

Extrem flach, biegsam, selbstleuchtend, farbecht und kontrastreich – das sind die Vorteile der organischen Leuchtdioden (Organic Light Emitting Diodes). Bei OLED-Displays existieren zwei Basistechnologien, die bereits in den verschiedensten Varianten auf dem Markt sind:

- | PLED (Polymer OLED): organische Leuchtdioden auf Basis von längererkettigen Polymeren, die in flüssiger Lösung aufgebracht werden,
- | SM-OLED (Small Molecules OLED): organische Leuchtdioden aus im Vakuum aufgedampften kleinen Molekülen.

Die „Dicke“ der OLEDs ist mit heutigen Fertigungstechniken so gering, dass sie mit bloßem Auge kaum zu erkennen ist: In der Regel sind sie 500 nm stark. Die PLEDs sind nicht nur hauchdünn, sie kommen auch ohne Hintergrundbeleuchtung aus. PLEDs bestehen aus Polymeren, die Elektronen nur in einer Richtung durch-



OLEDs werden mit einem Inkjet-Drucker Schicht für Schicht auf eine Glasplatte aufgetragen.

Beleuchtete Tastatur – eine der ersten OLED-Anwendungen.

OLEDs kommen auch in MP4-Playern, PDAs und Mobiltelefonen zum Einsatz.



lassen und durch diesen Strom stark aufleuchten. Die internationale Elektronikindustrie, die sich mit der Herstellung dieser OLEDs befasst, ist Kunde bei OTB Display. Dabei reicht das Know-how so weit, dass die Anlagen vollständig für den speziellen OLED-Typ, den der Kunde herstellen will, eingerichtet werden. Die Fertigungsanlagen von OTB Display sind somit direkt für die Produktion einsatzbereit.

PC-basierte Anlagensteuerung

Bei der Steuerung einer kundenspezifischen PLED-Fertigungsanlage (siehe Kastentext „Herstellungsprozess von PLEDs“) entschied sich OTB für ein PC-basiertes Steuerungssystem von Beckhoff mit Industrial-Ethernet- und PROFIBUS-DP-Vernetzung. 21 Industrie-PCs vom Typ C6320 und C5102 steuern die gesamte Anlage. Zwanzig dieser IPCs sind mit einer 2-Kanal-PROFIBUS-Karte FC3102 ausgestattet; damit verfügt das Netzwerk über 40 PROFIBUS-Master. Rund 2300 analoge und 3000 digitale Ein- und Ausgänge werden über die Beckhoff-I/O-Systeme Busklemmen in IP 20 und Feldbus-Box-Module in IP 67 erfasst.

Die SPS- und Motion-Control-Funktionalitäten sind mit der Automatisierungssoftware TwinCAT realisiert. Insgesamt werden 200 Achsen – sowohl rotierende als auch lineare – gesteuert. Über den PROFIBUS werden u. a. Vakuumpumpen,

Herstellungsprozess von PLEDs

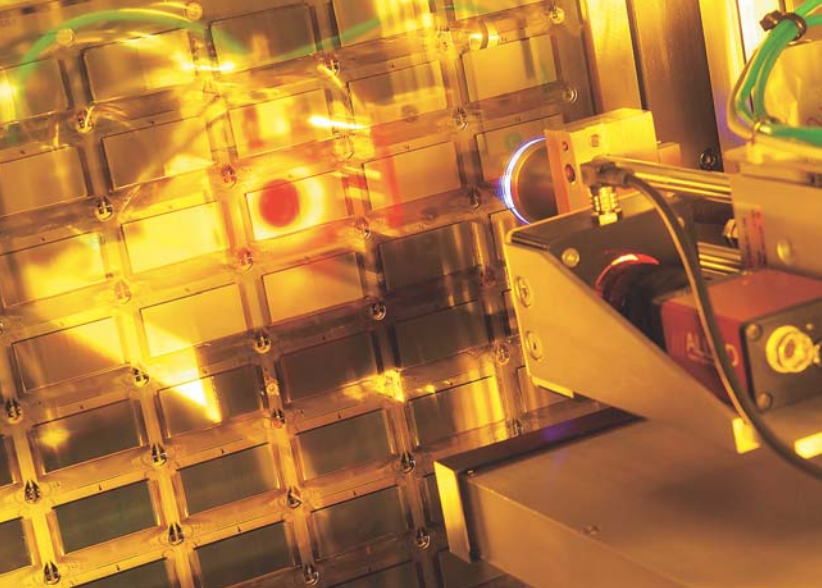
John Verwoerd Operations Manager bei OTB Display erläutert den Produktionsprozess von OLEDs anhand einer kundenspezifischen Anlage für PLEDs: „Die PLEDs, von denen wir hier reden, sind als Massenprodukt gedacht. Das bedeutet: Für sehr hohe Stückzahlen muss eine konstante Qualität garantiert sein. Da man bei PLEDs im Nanometerbereich arbeitet, sind kontrollierte Bedingungen sehr wichtig. Weiterhin ist dafür zu sorgen, dass das Endprodukt vor Sauerstoff und Wasser geschützt ist. Bislang wurde in großen Reinräumen gearbeitet – sehr kostspielig, aber auch äußerst problematisch beim Transport von einem zum nächsten Produktionsschritt. Deshalb haben wir uns in dieser neuen Anlage für eine Inline-Produktion entschieden. Das heißt, wir arbeiten mit einem Transportsystem, das durch einen hermetisch geschlossenen Raum mit Reinraum-Bedingungen läuft. In einem Teil der Maschine herrscht außerdem ein Vakuum. Umgebungsfaktoren, die einen Einfluss auf das Endergebnis haben könnten, haben wir somit voll unter Kontrolle. Unter diesen Bedingungen können wir produzieren.“

Inkjet-Drucker

„In der Straße beginnen wir mit dem Reinigen des Substrats bzw. der Glasplatte, auf die anschließend die PLEDs gedruckt werden“, erläutert Verwoerd die weiteren Arbeitsschritte. „Die Glasplatte hat eine bestimmte Oberflächenstruktur; sie weist „Grübchen“ auf, die später als Pixel dienen. Diese Maschine stellt PLEDs unter anderem für MP3-Player her. Die Displays haben 96 x 48 Pixel, wobei jeder Pixel seinerseits aus drei Subpixeln besteht. Ein Subpixel ist 79 x 234 Mikrometer groß. Nach dem Reinigen der Platte kommt sie zum Inkjet-Drucker. Dieser Drucker muss mit hoher Präzision jedes Subpixel mit einem Gemisch aus Lösungsmittel und Polymeren füllen. Es handelt sich um sehr kleine Tropfen, die exakt aufgetragen werden müssen. Daher ist eine sehr genaue Positionierung erforderlich, zumal der gesamte Prozess „on the fly“ abläuft!“

Polymere sorgen für ein leuchtkräftiges Bild

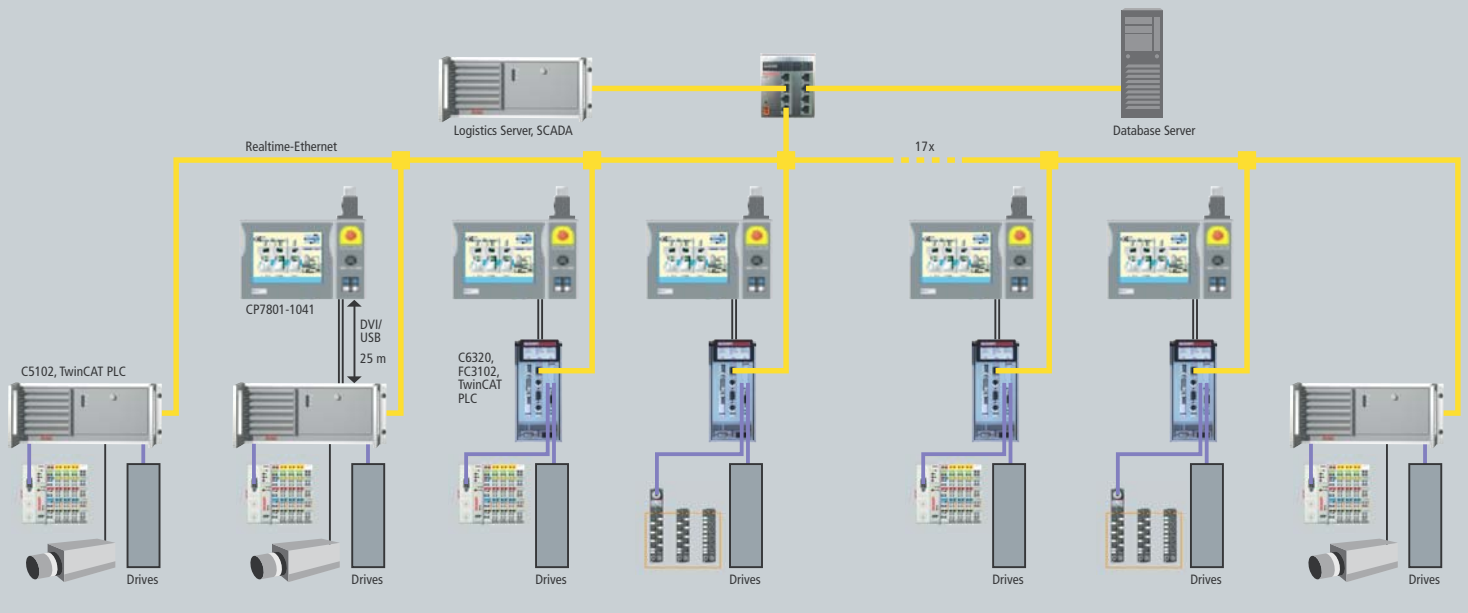
Anschließend kommt die Glasplatte zum Backen in den Ofen. Dabei verdampft das Lösungsmittel und wird abgesaugt. Im nächsten Arbeitsschritt gelangen die im Entstehen begriffenen PLEDs zu einem weiteren Inkjet-Drucker, der in drei Arbeitsgängen ein Gemisch aus Lösungsmitteln und Farbkomponenten aufdrückt. Bei den Farbkomponenten handelt es sich um Polymere in den Farben Rot, Grün und Blau; sie sorgen später für das leuchtkräftige Bild. Danach folgt ein weiterer Ofen, in dem unter anderem das Lösungsmittel aus dem Produkt entfernt wird. Im Anschluss gelangt die Platte in einen Vakuumkessel: Unter einem starken Vakuum wird eine Barium-Aluminium-Kathode aufgedampft. Diese dient zur Injektion der Elektronen, die wiederum die Leuchtwirkung der Polymere hervorrufen. Die Kathode wird mit mehreren Schichten aus Siliziumnitrid und organischen Verbindungen umgeben – ein Vorgang, den Operations Manager Verwoerd als „Thin Film Encapsulation“ bezeichnet. Nach der Behandlung im Vakuumkessel wird die gesamte PLED mit einer weiteren Beschichtung zum Schutz vor Kratzern und Stößen versehen. Im letzten Produktionsschritt werden die PLEDs aus der Glasplatte geschnitten.



Aufbau der Leuchtdioden aus mehreren organischen Materialien, die in dünnen Schichten aufgetragen werden. OLEDs sind in der Regel nicht dicker als 500 nm.

Organic Light Emitting Diodes (OLEDs)

Die Abkürzung OLED steht für Organic Light Emitting Diodes. OLEDs bestehen aus verschiedenen organischen Materialien, die in dünnen Schichten aufgetragen werden, und sind in der Regel nicht dicker als 500 nm. Fließt ein elektrischer Strom durch sie hindurch, leuchten diese Materialien sehr stark auf. Dieses Phänomen wird als Elektrolumineszenz bezeichnet. Da der Bildschirm selbst aufleuchtet, ist keine Hintergrundbeleuchtung mehr erforderlich. Damit haben OLEDs einen entscheidenden Vorteil: Sie verbrauchen nur ein Drittel der Energie heutiger Bildschirme. Eine Spannung von 2 bis 10 Volt reicht aus. Zudem haben diese Bildschirme einen viel größeren Betrachtungswinkel (179 Grad). OLED-Displays sind außerdem weniger temperaturempfindlich und kostengünstiger in der Herstellung. OLEDs mit 2-Zoll-Bildschirmdiagonale werden gegenwärtig vor allem in kleineren mobilen Geräten, wie Telefonen, Kameras, PDAs und MP3-Playern verwendet. Es gibt aber auch bereits OLED-Displays mit 1-Meter-Bildschirmdiagonale.



HF-Stromversorgungen für Plasmaquellen, Servomotoren, in Vakuum umgekehrt arbeitende Linearmotoren und SMC-Ventilinseln gesteuert.

Neben dem PROFIBUS-Protokoll verarbeiten die 20 Industrie-PCs auch das Realtime-Ethernet-Protokoll von Beckhoff. Die PC-Steuerungen tauschen bei der Ausführung ihrer Aufgaben Informationen in Echtzeit über Ethernet zwischen den einzelnen Prozessschritten aus. Die Daten einer Glasplatte – auf die die PLEDs gedruckt werden – werden gewissermaßen an den nächsten PC übertragen, wo der nächste Arbeitsgang stattfindet.

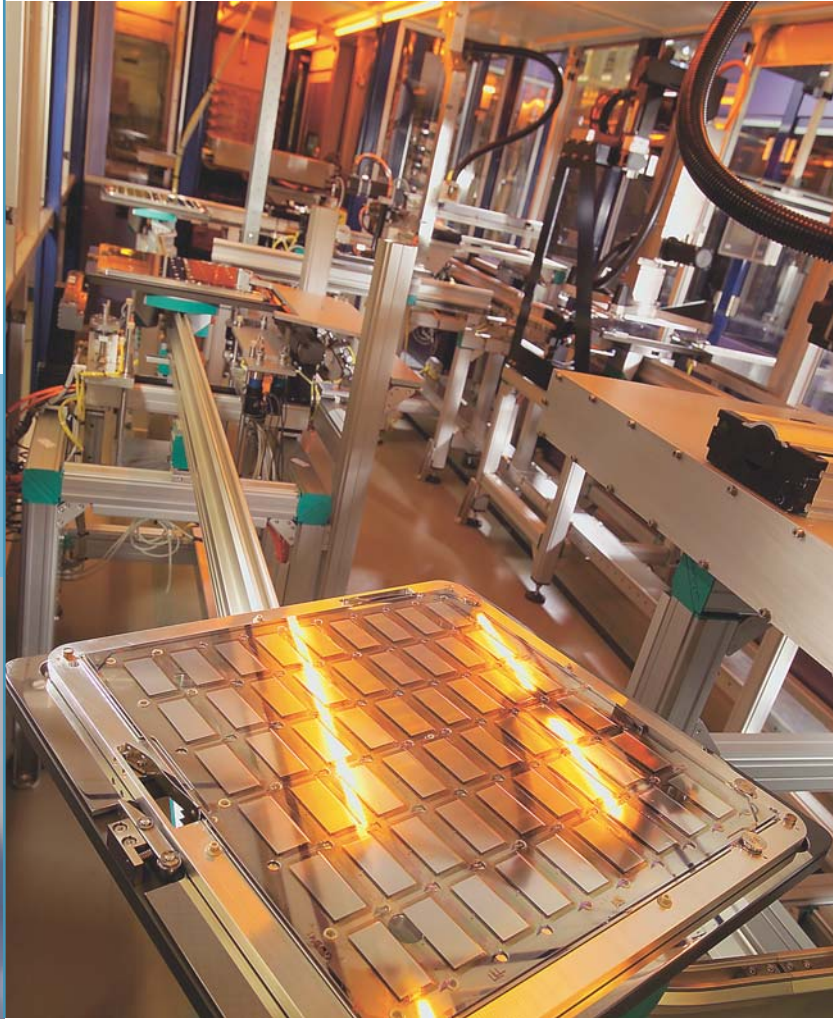
Über Ethernet werden auch SCADA-Aufgaben erledigt. Dafür verwendet OTB Display MachineWorX 32, das Teil der SCADA-Suite Genesis 32 von Iconics ist. Damit wird der Prozess überwacht, und es werden Alarmmeldungen, Trends und Statusinformationen an den Benutzer übermittelt. Zwei weitere Industrie-PCs C5102 protokollieren alle Daten in einer Datenbank. Über 18 Beckhoff Control Panel in kundenspezifischer Ausführung kann der Bediener auf das SCADA-System zugreifen.

Internetanbindung ermöglicht Fernwartung

Die Anwender der Fertigungsanlagen von OTB Display befinden sich in aller Welt – mit Schwerpunkten in Fernost und in den USA. Um von Eindhoven aus Service leisten zu können, verfügt das Unternehmen über Niederlassungen in Singapur, New Delhi und Hilliard (Ohio). Es ist aber auch möglich, per Internet direkt auf eine Anlage zuzugreifen. „Aus Eindhoven unterstützen wir kontinuierlich den Fertigungsprozess bei unseren Kunden“, erklärt John Verwoerd. „Bei der Wahl des Steuerungssystems haben wir besonderen Wert auf Fernwartungs- und Fernsteuerfunktionen gelegt. Mit TwinCAT lassen sich nicht nur Prozessdaten über eine Remote-Verbindung betrachten, es können auch problemlos online (d.h. ohne Stopp der SPS) Änderungen am Programm vorgenommen oder I/O-Punkte direkt überwacht bzw. zwangsweise gesteuert werden. Die verwendeten Steuerungen sind auch mit dem Büro- oder ERP-Netzwerk verbunden und – selbstverständlich abgesichert – über das Internet erreichbar.“

OTB Display verwendet ein Beckhoff-Steuerungssystem mit Industrial-Ethernet und PROFIBUS-DP. Für Steuerungsaufgaben sind 21 Beckhoff Industrie-PCs zuständig.

Der Transport der Glasplatten mit OLEDs im Inneren der Maschine. Durch das Inline-Fertigungsverfahren sind keine kostspieligen Reinnräume mehr erforderlich.



Entscheidung pro Beckhoff

„Die Entscheidung für Beckhoff als Steuerungskomponenten-Lieferant kam nach reiflicher Überlegung zustande“, erinnert sich John Verwoerd: „Nach einer umfassenden Auswahl vergleichbarer Produkte haben wir Hardware- und Softwaretests durchgeführt. Aus diesen Tests ist Beckhoff als Sieger hervorgegangen – unter anderem, weil das Unternehmen seiner Konkurrenz in technischer Hinsicht überlegen ist. Auch das Preis-Leistungs-Verhältnis stimmte unserer Ansicht nach. Da es sich um eine neue Maschine handelt, legten wir viel Wert darauf, dass die Anzahl der Ein- und Ausgänge modular und leicht zu erweitern ist. Die Flexibilität und Transparenz haben für uns den Ausschlag gegeben. Ebenso wichtig war die Möglichkeit, Software online hoch- und herunterzuladen. Auf diesem Wege können wir ohne Stillstand der Maschinen neue Programmteile installieren. Auch die lokale Unterstützung vor Ort durch IAL, den Beckhoff-Partner in den Niederlanden, war ein wichtiger Faktor.“

Nach dem erfolgreichen Herstellungsverfahren für PLEDs sind nun Maschinen zur Herstellung von SM-OLEDs bei OTB Display in Vorbereitung.

→ OTB Display www.otbdisplay.com

→ Industrial Automation Link BV www.ial.nl