

Leuchtdioden als Pixel

Welche Technik macht nach LCD und OLED das Rennen?

Displays aus winzigen LED-Punkten sollen die Platzhirsche LCD und OLED in absehbarer Zeit verdrängen. Die Vorteile der Leuchtdioden-Schirme liegen auf der Hand, der Weg zum erschwinglichen LED-Display ist jedoch steinig.

Von Ulrike Kuhlmann

Die LCD-Technik ist in Sachen Preis/Leistung derzeit unschlagbar: Lang erprobte Fertigungsprozesse und jede Menge Fabriken liefern preiswerte Displays mit ausgezeichneter Darstellungsqualität. Die organischen (OLED-)Displays tun sich deshalb seit langem schwer, gegenzuhalten – trotz Vorzügen wie Blickwinkelunabhängigkeit, besserem Schwarzwert und flinkeren Schaltzeiten. Nun wird bereits über den Nachfolger der etablierten Techniken spekuliert: Leuchtdioden, die im LC-Display bislang nur als Lichtquelle dienen, sollen künftig selbst zu Bildpixeln werden.

Die Vorteile von anorganischen LEDs gegenüber ihrem organischen Pendant: Sie arbeiten effizienter, leuchten heller, sind langlebiger und unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit und Wärme – die aufwändige Verkapselung wie beim OLED kann bei ihnen entfallen. Einen Burn-in kennen die anorganischen Halbleiter-Dioden nicht, sie sind aber ebenso blickwinkelstabil, flink und kontraststark wie ihre organischen Verwandten und erreichen wie diese sehr satte Farben. Die Winz-LEDs können außerdem locker 10.000 cd/m² hell leuchten. Solche hohen Leuchtdichten strebt man für künftige HDR-Displays an – LCDs erreichen aktuell etwa 2000 cd/m², OLEDs bleiben mit 700 cd/m² deutlich darunter.

Außerdem lassen sich mit Micro-LEDs sehr hohe Pixeldichten erzeugen. Diese werden dringend für kommende Augmented-Reality-Anwendungen benötigt. Für kleine AR-Displays wünschen sich die Brillenhersteller Leuchtdichten von mehreren 10.000 cd/m² und deutlich

über 1000 dpi, also Pixel mit Kantenlängen unter 0,02 Millimeter. Das lässt sich mit LCD und OLED kaum realisieren.

Teure Fertigung

LEDs werden meist auf sehr gut isolierenden Saphir-Wafern produziert. Anschließend werden sie vom Wafer abgelöst und in kleinen Gruppen (bei großen Displays) oder im großen Verbund (bei kleinen Displays unter zwei Zoll Diagonale) auf das Substrat mit der Ansteuerelektronik übertragen.

Bei großen Displays mit Glassubstrat und darauf aufgebrachter TFT-Matrix nutzt man zum Übertragen sogenannte Pick&Place-Verfahren: Stempel aus formbarem Kunststoff nehmen die kleinen LEDs auf und drücken sie auf das Substrat an die gewünschte Position. Je größer der Stempel ist, umso mehr Mikro-LEDs können in einem Zug übertragen werden. Für ein Full-HD-Display mit sechs Millionen RGB-Pixeln können schon mal 10.000 Übertragungsschritte anfallen, wobei jeder Schritt bis zu 10 Sekunden dauert. Zusätzlich müssen defekte LEDs repariert werden: Auf jedem LED-Wafer befinden sich etliche komplett ausgefallene oder nicht vorschriftsmäßig funktionierende Dioden. Während des Pick & Place fallen außerdem einige Mikro-LEDs aus, sitzen nicht korrekt oder fehlen ganz. Die Reparatur solcher Fehler ist mindestens so zeitaufwendig wie das eigentliche Bestücken.

Sonys beeindruckende 8K-Videowand aus Mini-LEDs wird sehr teuer. 2012 zeigte das Unternehmen bereits einen TV-Schirm mit LED-Pixeln.

Auch für sehr kleine, sehr hochauflösende Displays werden die Dioden zunächst auf einem eigenen Wafer produziert und von dort abgelöst. Man könnte die nötigen Ansteuertransistoren auch direkt auf dem LED-Wafer aufbringen. Doch falls dessen Auflösung höher ist als die des Displays, lässt man dabei teure Dioden ungenutzt. Oder man muss mit Pixeldefekten leben, wenn die Auflösungen identisch sind, da es keine zu 100 Prozent fehlerfreien LED-Wafer gibt. Geht man von 6,2 Millionen roten, grünen und blauen Mikro-LEDs für ein kleines AR-Display aus, dessen Yield bei 99,99 Prozent liegt, sind immer noch über 60.000 LEDs darauf defekt.

Fazit

Bereits heute kann man Displays mit Mikro-LED-Pixeln produzieren. So hat Sony auf der CES 2017 eine LED-Wand mit 8K-Auflösung vorgestellt. Sie bestand wie herkömmliche Videowände aus nahtlos aneinandergesetzten LED-Kacheln – nur dass diese Kacheln viele winzige Mini-LEDs enthielten. Trotz des einfachen Prinzips wird Sonys hochauflösende Videowand ein Vermögen kosten.

Apple hat vor drei Jahren den Mikro-LED-Spezialist LuxVue aufgekauft und damit die Diskussion über Mikro-LEDs angeheizt. Apple möchte die Technik für seine Smartwatch nutzen; seit der Übernahme hat man allerdings wenig von LuxVue gehört. Auch andere Hersteller wie Epistar, Osram oder LETI forschen an den Mikro-LEDs für große und kleine Displays. Der Durchbruch steht hier aber noch aus – aktuell ist die Fertigung von Displays aus Mikro-LED-Pixeln sehr kompliziert, fehleranfällig und deshalb im Vergleich zu den etablierten Techniken viel zu teuer. (uk@ct.de) **ct**

