

Che cosa è, come funziona: OLED, una tecnologia emergente per i display

ricerca bibliografica e testo:
ing. Marzio **Barbero** e
ing. Natasha **Shpuza**

grafica 3D: ing. Mario **Muratori**

1. Premessa

OLED (*Organic Light Emitting Diode*) è un modo nuovo di generare luce, utilizzando materiali organici invece della complessa struttura cristallina su cui si basano i tradizionali LED (*Light Emitting Diode*)

Recentemente sono stati realizzati prototipi di display anche di ampie dimensioni che dimostrano che questa tecnologia ha il potenziale per essere impiegata anche per schermi ad uso informatico e televisivo.

2. Cenni storici

Nel 1936 Destriau notò la creazione di luce quando veniva applicato un campo elettrico AC ad un sale inorganico di zinco, nel 1950 fu osservato da Bernanose un effetto simile nel caso di film di materiali organici.

Negli anni '80 Ching Tand e Stephen Van Slyke alla Eastman Kodak Company (che detiene un elevato numero di brevetti sulla tecnologia di base e sui materiali) ottennero una più elevata efficienza luminosa applicando un campo elettrico DC a strati estremamente fini di un composto dell'alluminio (ALq). Nel 1998 sono stati proposti i primi prodotti a colori. I dispositivi furono denominati OLED perché sono attivati, come i LED (che però sono dispositivi discreti di dimensioni dell'ordine del millimetro), utilizzando una tensione continua e sono caratterizzati da una elevata efficienza luminosa.

A differenza del lungo percorso di sviluppo che ha caratterizzato la tecnologia LCD, questa sembra presentare uno sviluppo incredibilmente rapido e sono in arrivo i primi display full color, a matrice attiva.

3. Principio di funzionamento degli OLED

La struttura convenzionale di una cella OLED consiste di una pila di strati di materiale organico compresi fra un anodo, trasparente, e un catodo metallico (oppure nella struttura con emissione superiore, da un catodo semi-trasparente e un anodo metallico).

Gli strati organici sono uno strato per l'iniezione delle lacune, uno strato per il trasporto delle lacune, uno strato emettitore e uno strato di trasporto degli elettroni (figura 1). Quando è applicata una tensione (alcuni volt) alla cella, le cariche iniettate, positive e negative, si ricombinano e si produce luce (elettroluminescenza). La struttura degli strati organici e di anodo e catodo è progettata al fine di massimizzare il processo di ricombinazione nello strato di emissione e, in definitiva, il flusso luminoso in uscita.

Con una opportuna scelta dei materiali costituenti i vari strati, l'intera struttura può avere lo spessore di un decimo di mm.

Le molecole OLED di piccole dimensioni sono prodotte in camere sotto vuoto e sono ampiamente disponibili, prodotte dalle industrie

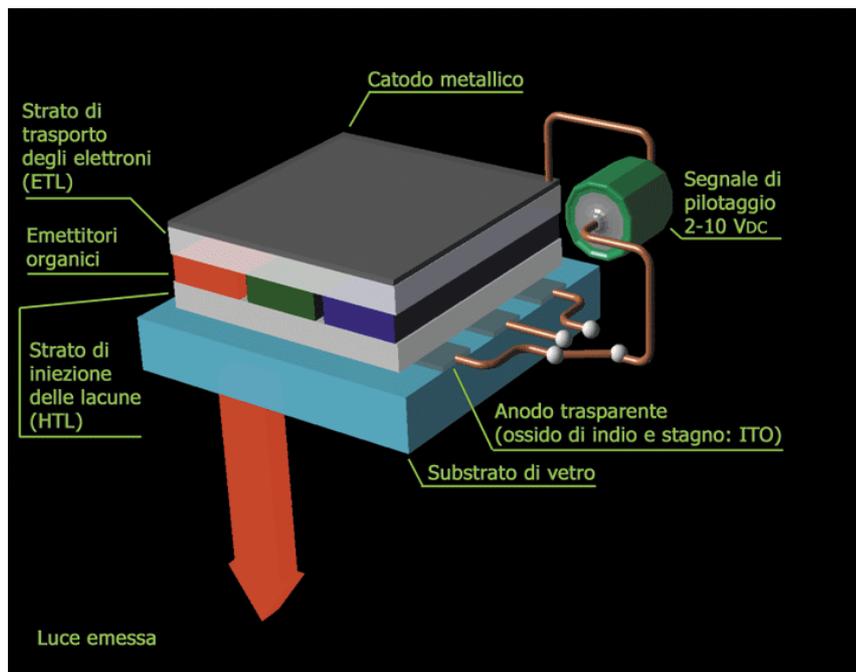


Fig. 1 - Schema della struttura OLED

dei semiconduttori. Nel caso dei Poly-OLED, il materiale organico è un polimero speciale, di semplice applicazione al substrato e quindi il processo di produzione può divenire economico, per produzioni in grandi volumi.

Sono stati sviluppati materiali per l'emissione di verde e blu, adatti ad usi pratici, ma è tuttora in atto l'attività di sviluppo di un materiale emittente che sia in grado di produrre un rosso di efficienza luminosa elevata e sufficiente purezza di colore.

Analogamente agli LCD, esistono display OLED a matrice passiva e a matrice attiva (spesso indicati anche come AMOLED, Active Matrix OLED).

Nei display a matrice passiva, un sottile strato di polimero è applicato ad un substrato, tipicamente vetro coperto da una struttura di linee, l'anodo, ottenute a partire da uno strato conduttore depositato sul vetro. Un'altra struttura è il catodo, le cui linee sono applicate in direzione perpendicolare a quelle dell'anodo. Per l'attivazione, una tensione opportuna viene applicata ad una linea anodica e sono quindi attivate in sequenza tutte le linee catodiche.

Poi viene attivata la linea anodica successiva, e nuovamente tutte quelle catodiche. Si attua quindi una scansione riga dopo riga.

Nel caso di matrice attiva, una struttura di transistor attivi è integrata sul substrato del display, almeno due transistor per ciascun pixel. Questi transistor sono connessi in sequenza alle linee perpendicolari anodiche e catodiche e sono in grado di "mantenere" attivo ciascun pixel fino al periodo di scansione successivo. I display OLED a matrice attiva sono più complessi e quindi più costosi, ma offrono immagini più luminose e definite che quelli di tipo passivo.

Vantaggi specifici di OLED, rispetto alle tecnologie trasmissive come LCD, sono legati al fatto che si basa sull'elettroluminescenza, cioè all'emissione diretta della luce: l'angolo di visione è ampio, il consumo di energia è basso, non è necessaria la sorgente di luce sul retro del display (con vantaggi per lo spessore totale del display e soprattutto dal punto di vista dell'inquinamento ambientale, poiché le lampade contengono mercurio).

D'altro canto occorrono ulteriori progressi per quanto riguarda il decadimento dei colori e la

Fig. 2 - Prototipo di display OLED da 13" (SVGA 800 x 600, 1,4 mm di spessore, luminanza 300 cd/m², contrasto 500:1) presentato dalla SONY al CEATEC nell'ottobre 2001.



vita del display e i vantaggi di basso consumo energetico sono sensibili soprattutto nel caso di schermi che devono essere retroilluminati con continuità (ad esempio per i notebook), mentre possono essere meno importanti nel caso dei telefoni cellulari.

4. Il mercato

Il mercato dei display piatti a LCD sta ampliandosi rapidamente e tale crescita facilita la possibilità di crescita anche dei dispositivi OLED, che si indirizzano allo stesso tipo di mercato. La tecnologia OLED è promettente in quanto può in teoria fornire caratteristiche superiori rispetto agli LCD: spessore e peso ridottissimi, ampio angolo di visione ed elevata velocità di risposta. Sono quindi particolarmente adatti come display per applicazioni quali: telefoni mobili, autoradio, sistemi di navigazione, PDA (*Personal Digital Assistant*), telecamere e macchine fotografiche digitali, giochi. OLED a matrice passiva sono già diffusi per alcune di queste applicazioni. La velocità di penetrazione sul mercato dei display OLED dipende dal costo e dal differenziale di costo rispetto agli LCD.

E' stata dimostrata la possibilità di realizzare OLED a matrice attiva di ampie dimensioni, adatte per applicazioni quali notebook, monitor e TV. In figura 2 è riprodotto un prototipo di 13" della Sony e la Toshiba ha dimostrato nel maggio di quest'anno (al SID, Society for Information Display, a Boston) un prototipo per illustrare la fattibilità di display da 17" (1280 x 768 pixel, 64 livelli di grigio, 256 k colori, luminanza 300 cd/m², contrasto 200:1). Vi sono previsioni che indicano che OLED di dimensioni adatte per notebook e TV compariranno sul mercato entro il 2006.

Riferimenti bibliografici

Sono reperibili informazioni sulla tecnologia OLED e sui primi prodotti sviluppati sul sito della Kodak (www.kodak.com) e su quello della DuPont (www.dupont.com). Informazioni sulla tecnologia e sulle previsioni di sviluppo del mercato sono disponibili sul bollettino FPD Update della SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International), disponibile anche su web (www.semi.org).