

Leonardo Baleani (shadonvy)

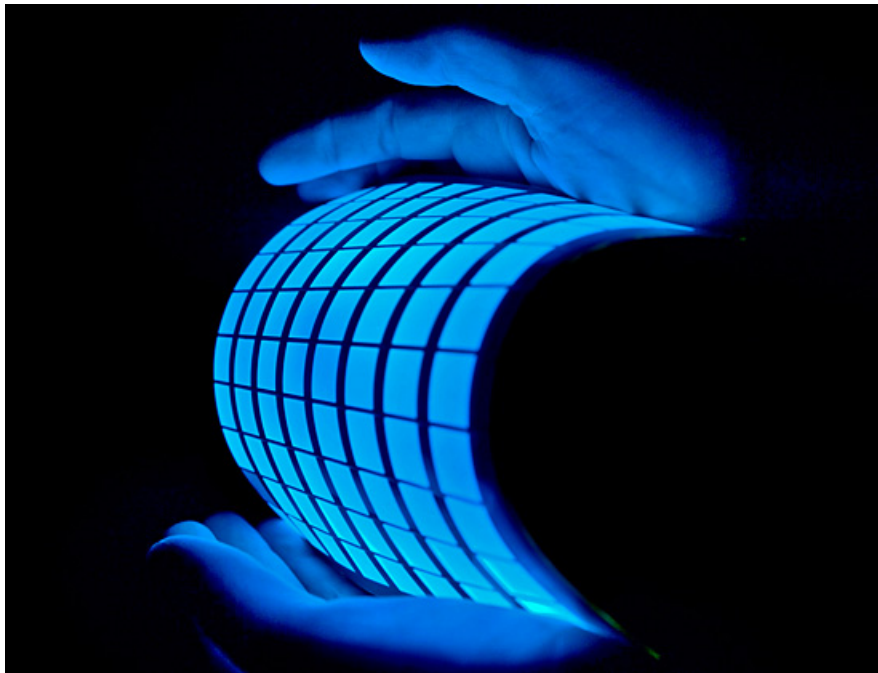
TECNOLOGIA OLED NUOVI SVILUPPI E UTILIZZO IN ILLUMINOTECNICA

23 December 2011

Prefazione

Questo per me è il primo articolo di electroyou. In questo articolo tratto la tecnologia oled spiegando il funzionamento di base e alcuni modelli attualmente prodotti. Come scriverò nell'articolo questa tecnologia viene studiata più per i display che per la produzione di **luce per ambienti**. Spero di poter approfondire l'argomento con i vostri commenti.

Introduzione



OLED-matrix

Tutti conoscono l'ormai consolidata tecnologia a led e le sue applicazioni specialmente in ambito illuminotecnico ed elettronico.

Il led è un particolare diodo opportunamente drogato che sottoposto a una tensione genera fotoni. Il colore della radiazione emessa dipende dalla diversa composizione di semiconduttori (arseniuri di gallio, carburi di silicio, ecc..).

Esiste anche un'altra tecnologia, gli OLED (**organic light emitting diode**).

Nati nel 1987 sulla base di ricerche effettuate dalla Kodak, si tratta di particolari diodi dove l'emissione luminosa avviene allo stesso modo dei normali led, ma la luce attraversa uno strato di materiale organico che permette l'emissione dell'intero spettro del visibile.

Tale tecnologia, dopo un inizio segnato da una scarsa applicazione nei mercati, sta subendo ultimamente parecchi sviluppi, con l'adozione di nuove tecniche di costruzione e nuove tecnologie che consentono di risolvere alcuni dei problemi che l'affliggevano, come scarsa durata di vita, fragilità meccanica, costi di produzione elevati; sia per il processo produttivo, che per la retta da pagare a costosi brevetti in mano alla Kodak.

Scienza e costruzione

Cercherò di spiegare il funzionamento di tali dispositivi senza entrare troppo nello specifico in quanto esula dall'articolo e in quanto troppo lungo e complesso.

Nei limiti dell'approssimazione cercherò di darvi informazioni precise e concise in maniera tale da consentire anche a chi non è pratico di chimica di comprenderne il funzionamento.

Teoria di base

Da un punto di vista energetico gli atomi di una qualsiasi molecola possono trovarsi in due stati:

- fondamentale, cioè quando l'energia dell'atomo è al minimo possibile.
- eccitato, cioè quando un atomo si trova ad un livello energetico superiore. Tale differenza di energia è dovuta allo spostamento dell'elettrone ad un orbitale con un livello energetico superiore (cioè più distante dal nucleo), spostamento causato da una fonte di energia esterna che nel nostro caso sarà la differenza di potenziale applicata all'oled. Ogni atomo cerca sempre di arrivare ad un livello energetico più basso possibile, e nello stato eccitato questo accade quando l'elettrone ritorna all'orbitale di livello inferiore. Questo genera un rilascio di energia da parte dell'elettrone (quanto di luce).

Come in ogni diodo, ci troviamo di fronte a una forma di giunzione PN.

Tale giunzione, come si sa, è composta da due parti: uno strato composto da un materiale drogato in maniera tale da avere nella sua struttura atomica delle buche (cioè elementi con un numero inferiore di elettroni), e un'altra parte drogata appositamente per avere un "eccesso di elettroni"; tutto ciò ovviamente rispetto al materiale di base.

Per esempio diodo in silicio con: drogaggio p (alluminio 3 elettroni), drogaggio n (fosforo 5 elettroni).

Le buche, nel drogaggio tipo p, possono essere viste come delle cariche positive. Quando l'elettrone salta dentro la buca si lascia dietro un'altra buca. In questo modo la buca si comporta come una carica positiva in movimento permettendo la conduzione.

Nel caso del drogaggio tipo n invece ci si trova davanti a un eccesso di elettroni che possono muoversi liberamente nella struttura, similmente a ciò che accade nei metalli.

Quando ad un diodo viene applicata una differenza di potenziale, si costringono gli elettroni di

conduzione n a muoversi nella buche. Ciò rappresenta la caratteristica del diodo di permettere il passaggio di elettroni solo in un verso.

Struttura oled e funzionamento

La struttura di un oled odierno è composta da diversi strati posizionati verticalmente:

- un substrato di vetro usato come deposito per i successivi elementi

Iniettori di carica

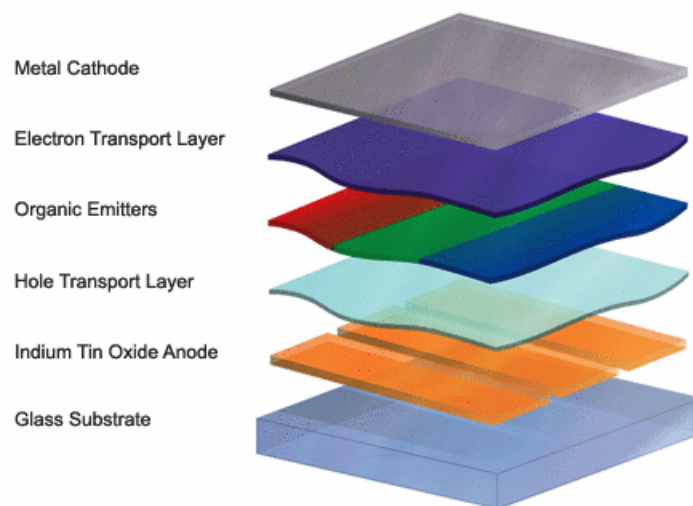
- un anodo composto da indio e stagno
- un catodo metallico composto da una lega di Mg-Ag o Li-Al

Strati conduttori di carica

- strato che inietta buche (htl)
- strato trasportatore di elettroni (Etl)

Strato organico emettitore

- strato emettitore composto da molecole con proprietà luminescenti.



Organic Light Emitting Diode Diagram

Quest'ultimo strato è quello chiave per gli oled.

Difatti il colore della luce emessa dipende dalla composizione di questo strato che conta principalmente tre materiali emittenti luce blu, rossa, verde, potendo in questo modo riprodurre tutto lo spettro del visibile.

Tali sostanze sono racchiuse dentro un film ospitante che garantisce una solida base per le molecole fluorescenti. Nei primi dispositivi erano piccole molecole organiche fluorescenti.

Successivamente per aumentare l'efficienza degli oled è stato inserito un dopante fosforescente. Si può stilare una classificazione degli oled in base al tipo di strato emettitore.

- OLED formati da piccole molecole in fase cristallina: SMOLED
- OLED composti da polimeri: POLED o PLED
- OLED basati su dendrimeri

Gli smoled sono quelli attualmente in commercio e quelli più promettenti a nuovi sviluppi. I pled hanno riscontrato un notevole interesse per via della possibilità dei polimeri di creare uno strato che abbia la capacità di trasportare di carica ed emissione di luce. I dendrimeri come possibili macrosistemi utilizzabili negli oled.

Funzionamento

Basato sulla nascita di luce per elettroluminescenza lo si può dividere in tre parti.

- formazione degli eccitoni
- Trasferimento dell'energia dagli eccitoni all'emettitore
- Emissione di luce

Formazione degli eccitoni

Quando tra i due elettrodi è applicato un potenziale l'anodo strappa elettroni al htl ossidandolo e creando al suo interno delle buche.

L'ETL si riempie e viene ridotto dagli elettroni spinti dal campo applicato (elettroni sottratti all'htl). Buche ed elettroni si incontrano nello strato emettitore (elm), dove si ricombinano per dare l'eccitone. L'eccitone altro non è che l'iterazione di elettrone e buca. Tale eccitone può essere in stato di tripletto o singoletto. Tali stati dipendono dalla configurazione spin degli elettroni. Lo spin elettronico rappresenta la rotazione intorno al proprio asse dell'elettrone.

Trasferimento dell'energia dagli eccitoni all'emettitore

Per indurre elettrochemiluminescenza nella molecola fluorescente ospitata, deve avvenire un trasferimento di energia dalla molecola donatrice di elettroni a la molecola accettrice che può avvenire in tre modi:

- trasferimento di Förster.
- trasferimento di Dexter,
- intrappolamento di carica.

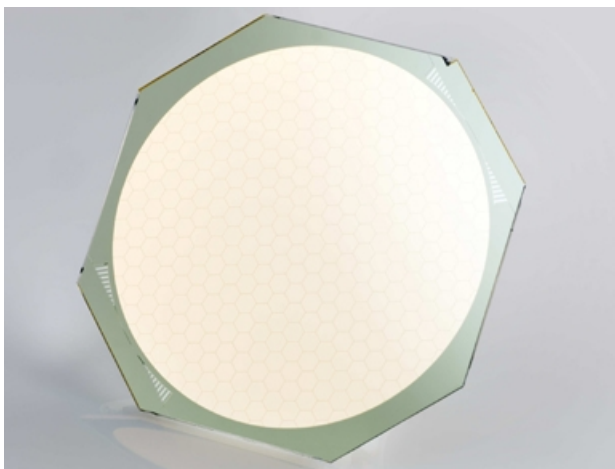
Nel förster parliamo di un'interazione donatore accettore a lunga distanza (questo processo interessa l'eccitone nello stato di singoletto), mentre nel dexter a corta distanza (eccitone nello stato di tripletto). La competizione tra i tre meccanismi per il trasferimento di energia dipende dal tempo di vita dell'eccitone e dallo spessore dello strato emettitore.

Emissione di luce

Gli eccitoni interagiscono con le molecole dello strato emettitore portandole in uno stato eccitato. Tramite processi di decadimenti radiativi e non radiativi (passaggio dell'elettrone dall'orbita eccitata all'orbita iniziale più stabile) si genera un quanto di luce per elettrone che permetterà l'emissione luminosa. L'efficienza interna e quindi l'emissione di elettroluminescenza è però limitata dalla possibilità di usare solo eccitoni nello stato di singoletto e a causa di ciò si può arrivare ad un massimo di 25% circa di efficienza.

Ciò che si tenta di fare negli ultimi anni è di cercare materiali dopanti che permettano di sfruttare anche gli eccitoni nello stato di tripletto.

Lampade Osram



Osram-Orbeos-OLED-Panel

Osram ha presentato una delle prime applicazioni di oled per l'illuminazione di ambienti.

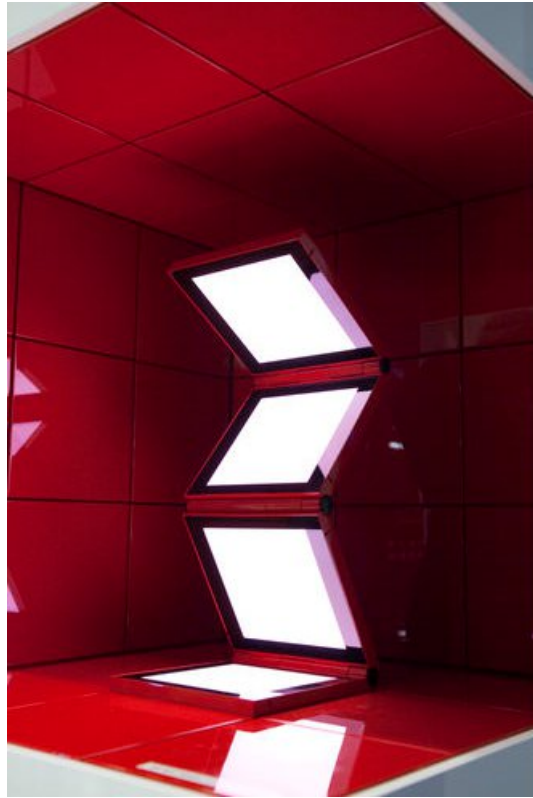
Si chiama ORBEOS e si presenta come una superficie luminosa rotonda di 80mm e appena 2.1mm di spessore dal peso di 24g. Dà una luce calda priva di abbagliamento con una temperatura di colore di 2.800 K (simile ad una lampada ad incandescenza e quindi con un buon indice di resa cromatica pari a 75) e un'efficienza luminosa di 25 lm/W che la colloca sopra le normali lampade alogene.

La osram assicura una luminanza di 1000 cd/m² ottenute con una potenza specifica di 0.65 W a una tensione di 3.4 volt in continua.

In tali condizioni l'apparecchio ha una durata di vita di 50000 ore.

Questo apparecchio è destinato a una fascia medio alta di mercato e consente l'utilizzo sia come luce funzionale che scenografica; è dimmerabile e, a differenza dei LED, la gestione del calore è più semplice. Il pannello non contiene mercurio ed è privo di emissioni UV/IR.

Pannelli Verbatin



Verbatim-OLED-lamp-L-B-2010

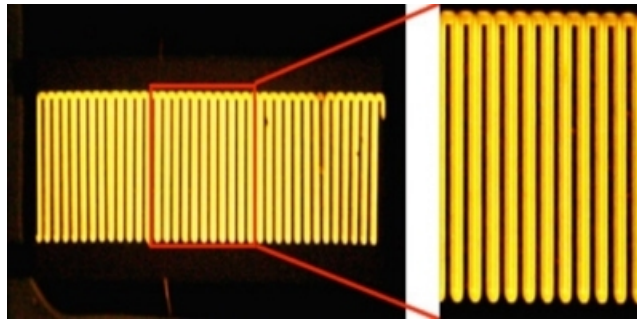
Nell'aprile del 2011 la Verbatin con il progetto Velve è entrata ufficialmente nel mondo dell'illuminazione oled.

Si tratta di particolari pannelli con una superficie di 150 cm^2 modulabili.

La Verbatim immetterà alla fine del 2011 in commercio uno dei più grandi pannelli oled in circolazione.

Dimensioni $14\text{cm} \times 14\text{cm}$ luce morbida e ultra satura con 1000 Cd/m^2 con un consumo energetico che assicura 28 lm/W . Inoltre sono dotati di un sistema che permette la regolazione della luce da bianco freddo 6500 K ad un bianco più caldo 2500 K .

Il futuro: gli Olet



olet

Gli olet rappresentano la tecnologia più promettente per l'elettroluminescenza e per la fabbricazioni di display a basso costo.

Nati in Italia e realizzati dal gruppo di ricerca capitanato da Michele Muccini, ricercatore all'Istituto ISMN di Bologna per i materiali nanostrutturati, sono componenti a struttura planare (non verticale come gli oled) con forma a transistor.

Sono composti da tre strati: un substrato di vetro, seguito da uno strato di ossido di indio e stagno e un altro di poli metalli per uno spessore totale di 62 nm.

Tali poli sono stati accuratamente scelti in base alle proprietà per dare la maggior efficienza possibile. Il vantaggio di questa tecnologia è che consente la realizzazione di apparecchiature più efficienti e meno costose degli oled, grazie proprio alla loro differente struttura non più a strati verticali.

Display



oled-screen

L'altro campo di applicazione in alcuni versi più importati ma che non voglio approfondire, è l'uso degli oled nella realizzazione di schermi per computer o smartfone di grande qualità caratterizzati da un spessore praticamente inesistente, da colori più vivaci e accesi, da un angolo di visuale illimitato. A questo si unisce un consumo estremamente basso che apre le porte per innumerevoli applicazioni.

Philips, Samsung ecc. stanno investendo su questa tecnologia e puntano proprio sulle caratteristiche degli oled.

Grazie a loro negli schermi è stato eliminato l'effetto scia presente nei televisori lcd; questo grazie a un tempo di risposta molto breve (molto apprezzato per la visione di film).

La prima TV in commercio è la Xel-1, 11 pollici di Sony, ma molte altre ne stanno nascendo.

Conclusioni

L'idea di quest'articolo è nata quando, studiando illuminotecnica all'università, mi sono imbattuto nei led.

Peccato che nel mio libro led e oled erano spiegati in maniera approssimativa e incompleta in quanto il testo si concentrava più sulle lampade standard e sui calcoli illuminotecnici.

Da quel poco che lessi capii che mi trovavo di fronte a una tecnologia superlativa che permette di eliminare alcuni dei difetti dell'illuminazione a led.

Le informazioni di quest'articolo sono prese dal mio libro di illuminotecnica e chimica e da una tesi di laurea sugli oled che mi hanno permesso di capire questa tecnologia.

Nella mia ricerca poi mi sono imbattuto sugli oled che rappresentano un ulteriore passo avanti anche per l'ingegneria e scienza italiana.

Nel mondo del futuro forse abiteremo in case dove l'illuminazione sarà molto più efficiente e non limitata da una singola lampada ma bensì diffusa su di una intera superficie con costi energetici bassissimi.

Spero che l'articolo vi sia piaciuto.

Estratto da "<https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Shadonvy:n-a>"