

OLED-, PLED-kijelzők

E folyóirat hasábjain már tájékoztattuk az olvasókat a LED-ekkel kapcsolatos fontosabb ismeretekről. Ott hivatkoztunk az akkor még gyermekcipőben járó OLED és PLED-ek jövőbeni megjelenésére. Ebben a cikkben ismeretjük az említett típusú fényemittáló eszközökkel kapcsolatos tudnivalókat. Ez annál is inkább indokolt, mert ezekkel az elemekkel valósítható meg pl. a gépjárművek szélvédőjébe épített képernyők alkalmazása.

Az OLED működése

Az OLED (Organic Light Emitting Diode) technológia lassan piacéretté vált. Mobiltelefonokban, digitális kamerákban már elterjedtek kisméretű kijelzőkkel. Maga az OLED rövidítés a szerves fénykibocsátó dióda szavak angol megfelelőjéből épül fel. A technológia olyan szerves anyagokat alkalmaz, amelyek zöld, kék, piros vagy fehér színű fény kibocsátására képesek. Mint annyi más találmány, ez is a természetből származik. Ez a jelenség az elektrolumineszcencia. Ezáltal mindennemű megvilágítás nélkül nyerhetünk fényes, nagy szögben olvasható képet. Egy OLED-kijelző több rétegből épül fel. A rétegek között található a szerves anyag, ami feszültség hatására a képet előállítja. A működése azon alapul, hogy elektromos térben az elektródákból kilépő töltéshordozók (elektronok és ún. „lyukak”, azaz kationok) energiaállapotukat tekintve egymás felé közelednek a szerves anyagban. Az elektromos erőter az elektronokat az elektronszállító rétegben (Electron-Transport Layer - ETL) mindig a legalacsonyabb el nem foglalt molekuláris pályára, a lyukakat pedig a lyukszállító rétegben (Hole-Transport Layer - HTL) a legmagasabb elfoglalt molekuláris pályára készíti. A szerves anyag határfelületén az egymáshoz energia szempontjából közel kerülő két töltéshordozó „rekombinálódik”, és azok a felszabaduló energia következtében semleges, gerjesztett állapotba kerülnek (mint a felajzott szentjánosbogarak). A gerjesztett részecskeállapot az elektrolumineszcencia szerves anyagban lecseng, és eközben egy foton (a fény elemi egysége) keletkezik (1. ábra).

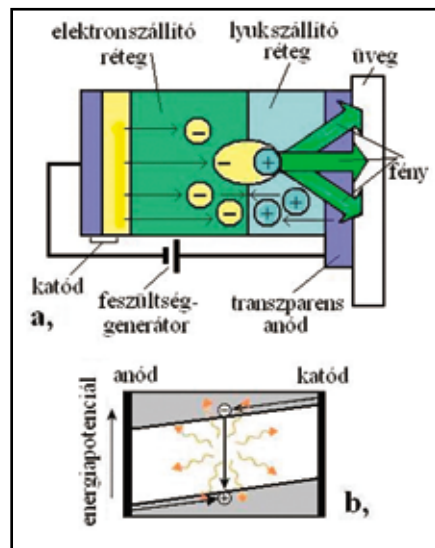
A fenti folyamat persze egy másodperc alatt több milliószor megy végbe, és ez jelentős fény mennyiséget állít elő. Az OLED fénykibocsátó (emittáló) anyagát és előállítását tekintve kétféle technológia létezik. Az egyik technológia ún. „kis” molekulákat (Small Molecule), a másik polimereket alkalmaz emittáló

anyag gyanánt. Az OLED-et alkotó rétegeket, a kis molekulákat alkalmazó technológiánál vákuumgőzöléssel, a polimerek alkalmazása esetén a tintasugaras nyomtatáshoz hasonlóan viszik fel a hordozó üveglapra.

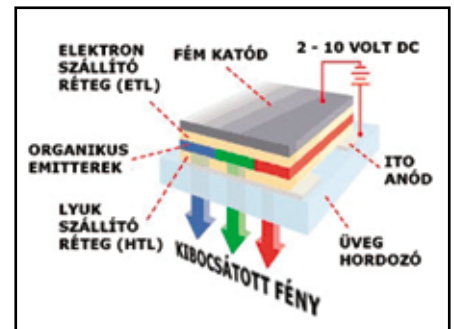
Mindkét esetben azonos Indium-Tin Oxid (ITO) alkotja az átlátszó anódot, ezután jön a lyukelőállító és -szállító réteg, majd az organikus emittáló anyag (kis molekula- vagy polimerréteg), és végül az elektron-előállító és -szállító réteg, rajta a fémkatóddal (2. ábra).

Az akár képek megjelenítésére is alkalmas kijelzőhöz szükség van az OLED-ek alkotta pixelmátrix meghajtására, vezérlésére. A két ismert vezérlési mód a passzív, illetve aktív.

Az egyszerűbb passzív vezérlés esetén az egyes OLED-képelemek egymást keresztező anód-, illetve katódsínekhez kapcsolódnak. Az egyes, elektromosan kapacitásként viselkedő pixeleket, a hozzá tartozó sor és oszlop árammal történő meghajtásával kell megcímezni. Egyszerűsége ellenére ez a felépítés csak olcsó, kis információtartalmú, például alfanumerikus kijelzőkben használatos (3. ábra).



1. ábra



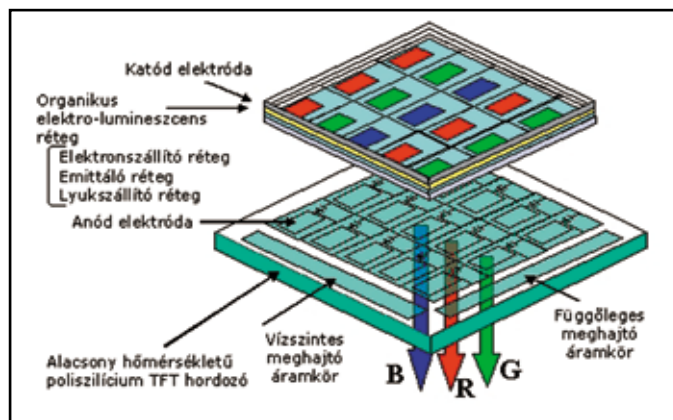
2. ábra

Video képmegjelenítők esetén az aktív mátrixvezérlés az alkalmasabb megoldás, melynél minden egyes pixelhez tartozik egy kapcsolótranszisztor és tárolókapacitás. A megoldást az LCD-kijelzőknél már elterjedten alkalmazott alacsony hőmérsékletű poliszilícium (Low Temperature PolySi) technológiájú vékonyréteg-transzisztorok (TFT) kínálják, melyek nagyáramú és gyors kapcsolást tesznek lehetővé. Az aktív mátrix OLED-kijelzőn minden egyes pixel függetlenül címezhető a hozzá tartozó TFT-vel és kapacitással. Elvileg minden kiválasztott pixel bekapcsolva tartható a teljes képfrissítési időtartama alatt.

Előnyök és hátrányok

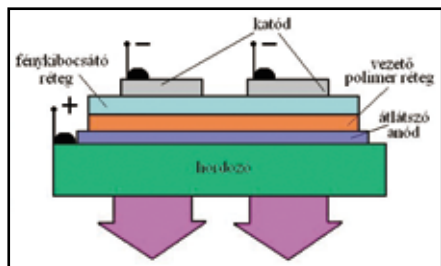
Az OLED-kijelzők számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek. Mivel az egyes OLED-ek meghajtásához csupán alacsony feszültségre (2-10 V DC) van szükség, ezért – és a hatásfokot javító TFT^[1] aktív mátrixvezérlés miatt – a kijelző teljesítményigénye csekély. A kijelző igen vékony és kis tömegű kivitelben állítható elő, gyakorlatilag a hordozó üveg- vagy átlátszó műanyag hordozó (ez akár rugalmasan hajlítható is lehet), vastagsága és súlya a meghatározó.

A következők jelentős pozitívum a kijelzőképek fényessége és tisztasága. A fényes kép az OLED-kijelzők magas kontrasztjának és fényűrűségének köszönhető. Már



3. ábra

a kísérleti berendezésekkel is elérték a kb. 500 cd/m² felületi fényességet, ezért akár napfényes környezetben is jól látható képet lehet előállítani. Az LCD-ekkel ellentétben nem igényelnek háttérvilágítást, sőt, rálátási szögük is jóval magasabb azoknál. Mivel a képpontok nagyon rövid időközök alatt ki-, illetve bekapcsolhatók, ezért a mozgókép megjelenítése jóval folyamatosabbnak tűnik az eddigi megoldásokhoz viszonyítva, az LCD-kenél tapasztalható „utánhúzás” jelensége megszűnik. Egy átlagos OLED-kijelző közel háromszor akkora képráfrissítési



4. ábra

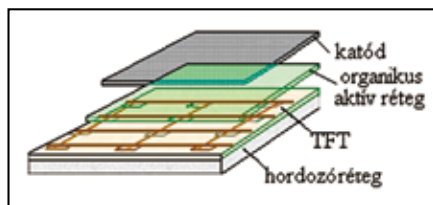
értékkel bír, mint amennyi egy átlagos videó zavartalan megtekintéséhez szükséges. A szerves fénykibocsátó diódás megjelenítők kifejlesztésével nagy ugrás történt a színhűség esetében is, nagyságrendekkel élethűbbnek tűnik ugyanaz a kép egy ilyen kijelzőn, mint egy „egyszerű” LCD-n.

Azonban az éremnek, mint mindig, ez esetben is két oldala van. Ezen kijelző minőségének legfontosabb paramétere az élettartam, ugyanis az organikus anyag „szökése” idővel csökkenti a kép minőségét.

Az előző bekezdésben taglalt témáink pozitívum mellett az OLED-kijelzőknek éppen a rövid élettartam az egyik legnagyobb hátrányuk. Ezt az értéket a fényesség mértéke határozza meg, hiszen magas fényesség esetén rövid, alacsony fényesség esetén pedig (relatív) hosszú ideig képes működni a kijelző. Át-

jelenítőt a levegőtől.

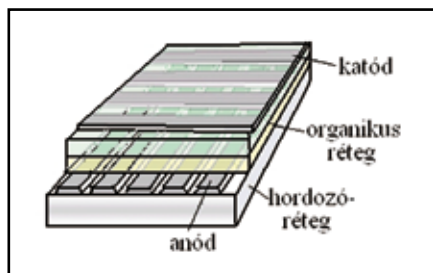
A legújabb Polymer LED-technológia pillanatnyilag még nem ad hosszabb élettartamot a tipikus OLED-kijelzőknél, azonban a jóval leegyszerűsített technológia nagy fejlődési lehetőséget biztosít ezen a területen



5. ábra

is. A PLED-technológia organikus világító molekulákon alapul, amelyek a kijelzőben többszörözött (polimer) formában rendeződnek. A PLED-molekulák két, elektródként ellentétes töltések találkozásakor a polimer rétegben fénykibocsátás következik be. Ez a PLED-kijelző működési elve (4. ábra).

A PLED-kijelzők pozitív tulajdonságai: kis vastagság és tömeg (mivel háttérvilágítás nem szükséges), kis áramfelvétel, nagyon széles látószög, jó láthatóság napfénynél, nagy képsebesség, széles üzemi hőmérséklet-tartomány. Mostanra már kialakultak az elődökhöz hasonló standard méretek is. A



6. ábra

lagosan, viszonylag alacsony fényerőértékek mellett körülbelül tízezer órák üzemidőről beszélhetünk, amin még lenne mit javítani. Problémát jelenthet a környezeti hatásoktól való védelem, ugyanis a kijelző oxigén és víz hatására egyaránt oxidálódik. Emiatt gyártás során hermetikusan el kell zárni a befogadó készülék belsejében a meg-

prognózisok a PLED-kijelzők exponenciális elterjedését ígérik mind a monokróm, mind színes kijelzők területén.

Az OLED típusai

a, Amoled (Active Matrix OLED)

Az AMOLED rövidítés az aktív mátrixos OLED fogalmát rejtje magában. Egy ilyen képernyő a következőképpen épül fel: egy katód- és anódréteg között helyezkedik el a szerves anyag. Ez a „szendvics” egy nyomtatott áramkört tartalmazó lapka tetején található (5. ábra). A képpontok helyzetét a szerves anyag folyamatos, pontszerű mintában történő mozgatása határozza meg. Minden egyes képpont külön kerül vezérlésre, amikor a megfelelő helyen az áramkört tartalmazó lapka feszültséget bocsát a katódra és az anódra, ezzel stimulálva a szerves réteget is.

b, Pmoled (Passive Matrix OLED)

A passzív mátrixos kijelzők egy rácsmintához hasonlóan épülnek fel (6. ábra), a katódokból és szerves rétegből álló oszlopok vannak ráhelyezve az anódok által alkotott sorokra. Minden egyes metszéspont tartalmazza a három réteg mindegyik tagját. A szerves anyag stimulálásához szükséges feszültség egy külső áramkört tartalmazó lapka vezérlésével érkezik a rácsra. A képpontok ki- és bekapcsolási folyamatának eredményeként jelenik meg a kijelzőn a kép.

Az aktív mátrixos megjelenítési formát főleg folyamatos mozgókép megjelenítésére alkalmazzák, köszönhetően a képpontok gyors ki- és bekapcsolhatóságának. Ezzel



7. ábra

szemben a passzív mátrixos OLED-kijelzők inkább a szöveg megjelenítéséhez használhatók a legjobban, így ideálisan funkcionálnak egy műszerfali elemként vagy az audio-rendszer fejegységének kijelzőjeként.

c, Foled (Flexible OLED)

Első pillantásra túlzottan futurisztikusnak tűnhetnek a hajlékony kijelzők, de ez már a jelen. A FOLED-ek olyan szerves fénykibocsátó diódák, amik rugalmas, könnyen hajlítható felületen helyezkednek el, például műanyag lapkán vagy fémes fólián. Számátalan előnye van annak, hogy ilyen „mozgékony” képességekkel rendelkezik a



9. ábra

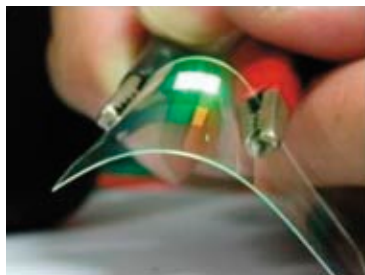
megjelenítő eszköz. Ahhoz, hogy egy felület könnyen hajlítható legyen, relatíve vékonynak kell lennie. Ez a FOLED-ek esetében sincs másként: vékonyabbak, könnyebbek, mint bármely más típusú képernyő. Kevésbé érzékenyek is, hiszen eltörni meglehetősen nehéz őket. A fenti képességeiknek köszönhetően a FOLED-kijelzők felhasználása a vékony, falra szerelhető televízióktól a hordozható számítógépeken át az egyre csak csökkenő méretű mobiltelefonokig is terjedhet. Felépítése a 7. ábrán, kivitele pedig a 8. ábrán látható.

d, Soled (Stacked OLED)

A SOLED-kijelzőket függőlegesen egymásra helyezett TOLED alkeppontok tömbje alkotja. A fényerő és a színek külön-külön történő beállításához az összes piros, zöld és kék alkeppont vezérlése egyedileg és közvetlenül történik. A három szín között folyó áram arányának variálásával a színt, a teljes árammennyiség szabályozásával pedig a fényerőt lehet beállítani. Így - felépítésének köszönhetően - törvényszerű, hogy minden egyes keppont képes a teljes színskála lefedésére (9. ábra).

e, Toled (Transparent OLED)

A TOLED nem más, mint az átlátszó OLED-kijelzőket jelöli. A különlegességük abban rejlik, hogy gyártáskor olyan felületet alkalmaznak, aminek segítségével felül- vagy aluláteresztő, illetve teljesen átlátszó felületet hoznak létre.



8. ábra



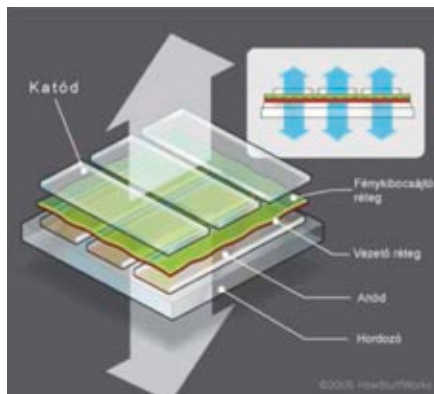
Hatékony LED-fény a fényszórókban 2010-től

Az Osram cég LED-technológiája hozzájárul a Volkswagen által a Frankfurti Autószalonon bemutatott L1 típus energiahatékonyágához. A 2013-tól sorozatban gyártott autó az Osram Joule JFL2 LED-rendszerű fényszórójával és reflektorával lesz felszerelve. A LED-modulok mindkét fajta világítás funkcióját biztosítják, és eközben kevesebb energiát fogyasztanak, mint a hagyományos fényszórók. A Joule JFL2 rendszerű LED-fényforrások a 2010-es év elején kerülnek a piacra, és bármelyik új modellbe integrálhatók lesznek. Tompított fényenél 19 watt az energiafelvétel, így az 1 literes tüzelőanyag-fogyasztású autó világítása energiahatékonyabb lesz, mint hagyományos társaié, melyekben főként 55 wattos halogén izzók működnek. A 35 wattos xenon fényszórók is 20%-kal több energiát fogyasztanak, mint a két Joule JFL2 LED-modul, tompított fényenél. Hatékonyságuk mellett a LED-egységek élettartama is kimagasló, kialakításuk pedig robusztus, így ellenállnak a vibrációnak és a lökéseknek.

A Volkswagen L1 műszerfala



Az L1-en nincsenek klasszikus visszapillantó tükrök az ajtókon. Helyükön kamerák szolgáltatják a képet egy OLED-aktív kijelzőn, amely központi műszerként funkcionál a kormánykerék előtt. Cikkünket az autóról a 20. oldalon olvashatják.



10. ábra



11. ábra

Magas kontrasztjuknak köszönhetően a transzparens kijelzők a közönséges OLED-ekhez viszonyítva könnyebben olvashatóak erős napfényben. Mivel kikapcsolt állapotban 75%-85%-ban átlátszanak, ideális

megoldásként szolgálnak a gépjárművek szélvédőjébe épített képernyők alapanyagának, vagy éppen szemüvegek „extratartozékának”. Ugyanakkor a felül áteresztő verziók könnyedén alkalmazhatók nem átlátszó felületeken is (például fém, fólia, szilíciumostyák stb.). A TOLED felépítése a 10. ábrán, egy alkalmazási példa pedig a 11. ábrán látható. Itt jól láthatók a fólia mögötti ujjak, amelyek az átláthatóságot tükrözik.

DR. OLÁH FERENC