



Kiss Zoltán - Export Igazgató - Head of R&D

Telepes táplálású elektronikai eszközök alternatív kijelzői

Az elmúlt hónapok általam publikált cikkei az Endrich általunk fejlesztett lot eszközeinek ismertetését tűzte ki céljául. Hogy egy kicsit megszakítsuk e hagyományt, a következőkben néhány olyan elektronikai eszköz, alkatrész és technológia kerül górcső alá, melyek nemcsak az lot eszközökben, hanem az ezekhez hasonló bármilyen telepes táplálású elektronikai megoldásokban kiválóan használhatók. Elsőként a kijelész-technika területén, a klasszikus LCD és TFT kijelzőkön túlmutató megoldásokat szeretnénk bemutatni, elsősorban az olvashatóságot, és az energiafogyasztást fókuszban tartva. Az ilyen készülékek kijelzőinél általában a kis méretek dominálnak, ezért sok esetben a TFT fogyasztása is elfogadható lehet, sokszor találkozunk ezek alkalmazásával. Azonban az olvashatóság, azaz a kontraszt nagyon fontos tényező, és ha lehet miért ne takarékoskodjunk még többet a rendelkezésre álló energiával? Cikkünkben két passzív technológia a pmOLED és az E-papír technológia kerül bemutatásra.

A passzív mátrix OLED (pmOLED) technológia olyan OLED kijelzőket jelent, amelyek nem igényelnek háttérvilágítást, mivel az OLED pixelek közvetlenül képesek fényt kibocsátani. Ez az eljárás hatékonyabb energiagazdálkodást tesz lehetővé és lehetővé teszi a vékonyabb kijelzők kialakítását. A pmOLED kijelzők

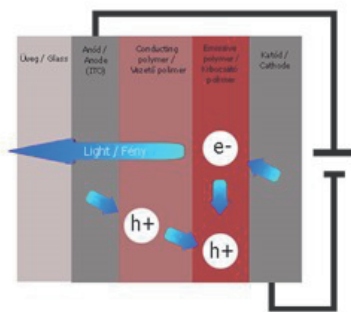
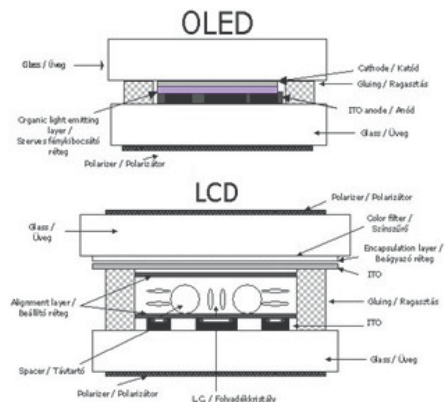


endrich

képesek élénk és gazdag színeket megjeleníteni, amelyeket a pixelenkénti fénykibocsátás révén érnek el. Ezek a kijelzők elemes táplálású eszközök kisméretű kijelzőjeként alkalmazhatóak, mint például okosórák, kisebb képernyős eszközök vagy mobiltelefonok. A pmOLED technológia egyre népszerűbbé válik a fogyasztói és az ipari elektronikában, részben az energiatakarékos működésének és a lenyűgöző kontrasztjának és színmegjelenítésének köszönhetően. A másik bemutatásra kerülő technológia a kisméretű e-papír olyan megoldást kínál, amely lehetővé teszi a digitális tartalom megjelenítését olvashatóság szempontjából papírszerű felületen. Ezek a kijelzők általában vékonyak és könnyűek, ami ideálissá teszi őket hordozható eszközökbe, például e-könyv olvasókba, mérőórák, termosztátok vagy okosórákba való beépítésre, általában olyan alkalmazásokba, ahol viszonylag ritka képernyőtartalom frissítés szükséges. Az e-papír kijelzők lényegében csak akkor igényelnek energiát, amikor a képernyő tartalma megváltozik, így hosszú üzemidőt biztosítanak egyetlen feltöltéssel. A kisméretű e-papír kijelzők olvashatóak a napfényben is, és nagyon hasonlítanak a hagyományos papíralapú könyvek olvasásához, ami kellemes olvasási élményt nyújt. Ezek a kijelzők egyre népszerűbbek az e-könyv olvasók, az okosórák és az ipari okoseszközök

piacán, részben az energiatakarékos működésük és a kényelmes olvasási élményük miatt.

A pmOled kijelzők



Az OLED elnevezés az Organic Light Emitting Diode kifejezés rövidítése, jelentése szerves alapú világító dióda, melynek fénykibocsátó rétege két elektróda által közbezárt szerves vegyület, ami külső feszültség hatására látható tartományba eső hullámhosszú

sugárzást, fényt bocsát ki. Működése a hagyományos LED-hez nagyon hasonlít, a gerjesztő áram hatására az elektronok az atomon belül magasabb energiaszintre kerülnek, majd rekombináció hatására ismét alacsony szintre esve sugárzás keletkezik, melynek hullámhossza a vegyület összetételétől függ, de a látható tartományba esik, így az emberi szem fényként érzékeli. A tipikus OLED cella lyuk és elektron közvetítő polimer réteggel (HTL/ETL – hole/electron transport layer), és kibocsátó szerves polimer réteggel (EML – emitting material layer) rendelkezik, melyet az anód és katód fog közre. Az ezekre az elektródákra kapcsolt feszültség hatására a katódra elektronok, az anódra lyukak injektálódnak a vezető polimeren keresztül a kibocsátó rétegbe, ahol az elektron-lyuk párok rekombinációja során az atomon belül az elektronok alacsonyabb energiaszintű pályára kerülnek és a vegyület látható fényt emittál. Különböző anyagkombinációkkal a sugárzás hullámhossza változtatható, így a fény színe beállítható. Vörös, kék és zöld fényt kibocsátó vegyületekkel RGB pixelek hozhatók létre, de léteznek olyan megoldások is, ahol fehér fény emitter vegyületekkel és színszűrők alkalmazásával operálnak a gyártók.

OLED típusok

Az OLED különböző fajtái nevüket az alkalmazott vezérlési, meghajtási

módozatok után kapták. A passzív mátrix OLED (továbbiakban pmOLED) egyszerű vezérlése során az elektronika a sorokat szekvenciálisan kezeli, a pixelek rövid bekapcsolás után a következő frissítési ciklusig inaktíválódnak. Az emberi szem a tehetetlensége folytán nem képes ezt a változást érzékelni, ha a frissítés frekvenciája elég nagy, a ki és bekapcsolt állapot idejének arányában átlagolja az érzékelt fényerősséget, emiatt halványabbnak látjuk a pixelt, mintha folyamatosan világítana. Ezt a hatást a meghajtó feszültség arányos növelésével lehet kompenzálni, minél nagyobb az eltelt idő a két frissítés között, azaz minél több sorból és soronként minél több képpontból áll a kijelző, annál nagyobb feszültség szükséges a működtetéséhez. Ez adja a pmOLED mechanikai méretkorlátját és ez okozza az aktív mátrix OLED-hez képest gyengébb kontraszt és válaszidő értékeket, melyek azonban a hagyományos folyadékkristályos panelekhez képest még mindig kiválóak, ahogyan azt később látni fogjuk. A pmOLED címzési sajátosságaiból fakad az áthallás problematikája is, a gyors sorváltásból adódóan véletlenül a kikapcsolt állapotú pixelek is aktiválódhatnak, ami elmosódott megjelenítést eredményez.

Az aktív mátrix OLED (továbbiakban amOLED) képpontja egy vékony film tranzisztorból (TFT) és tároló

kapacitásból álló kapcsolóelemet tartalmaz, mely a kiválasztott pixelt folyamatosan aktivált állapotban tartja, ezzel kiküszöböli a multiplexelés okozta korlátokat, így az AMOLED esetében nincs fizikai méretkorlát, nincs felbontásbeli korlátozás, nincs áthallás, nincs szükség nagy feszültségre a villogásból eredő fényerővesztésig kompenzálására, így kisebb a fogyasztás is. Míg a pmOLED esetén az alkalmazott nagy feszültség miatt élettartam problémák lépnek fel, az AMOLED esetében csak a komplikáltabb felépítésből eredő viszonylag drága előállítási költség a probléma. Ha a kis méret elfogadható, akkor a pmOLED

olcsósága és kiváló optikai jellemzői miatt megfelelő választás lehet a tradicionális LCD kijelzők kiváltására.

Az OLED összehasonlítása tradicionális LCD kijelzőkkel

Az OLED, az LCD kijelzők más és más tulajdonságokkal rendelkeznek. Az egyik legfontosabb mechanikai jellemzőjük a vastagság és fontos a kijelző aktív felületének nagysága a külső mérethez képest. Az OLED szerkezete lehetővé teszi, hogy a kijelző aktív része egészen a hordozó üvegfelület széléig nyúljon. Mivel az eszköz aktív megjelenítésre alkalmas, nincs szükség a hagyományos

Karakter COB 16*02	OLED	LCD
Látószög	H:175 V:175	H:60 V:60
Kontraszt	2000:1	10:1
Élettartam	25-50kóra	30k~50kóra
Vastagság	6.90 mm	9.70mm
Olvashatóság napfényben	Megoldott	Nem megoldott
Felbontás	0.02*0.02mm	0.05*0.05mm
Hőmérséklet tartomány	-40C ~ +80C	-20C ~ +70C
Folyasztás @100% bekapcsolva	200 mW	500 mW
Tömeg	22g	30g
Válaszidő	+25C 10µ Sec. -20C 10µ Sec.	+25C 0.25 Sec. -20C 4 Sec.
Feszültség	3~5V	3V or 5V
Karakterkészlet	4 féle	1 féle

LCD esetén alkalmazott háttérvilágításra, ami lehetővé teszi a vékony kialakítást. Mechanikailag tehát az OLED jelentős előnyökkel rendelkezik, vékony és könnyű.

Az optikai jellemzőket tekintve is számos pozitív tulajdonsága van, sokkal magasabb felbontással, gyors válaszidővel rendelkezik, látószöge nagyobb és kontrasztja nagyságrendekkel kedvezőbb, mint az LCD eszközöké. Az OLED technológia kis fogyasztása okán környezetkímélőbb kijelzési megoldásokat tesz lehetővé. Az LCD, mivel passzív eszköz, működéséhez a legtöbb esetben háttérvilágításra van szükség, és emiatt fogyasztása nagyobb, kivételt képeznek ez alól a reflektív típusok, ahol viszont a kontraszt és a látószög jellemzők kedvezőtlenebbek. Az OLED-ben alkalmazott szerves fénykibocsátó vegyületek színszűrők alkalmazása nélkül képesek természetes színek létrehozására és a háttérvilágítás szükségtelensége miatt ez a kijelző típus alkalmas a fekete szín hibátlan megjelenítésére is. A kontraszt még rossz külső fényviszonyok (pld sötét helyiség) mellett is kiváló a saját fénykibocsátásnak köszönhetően. A hagyományos folyadékkristályos kijelzők képalkotási mechanizmusára jellemző, hogy a kristálmolekulák vagy átengedik vagy blokkolják a visszaverődő, vagy háttérvilágítás keltette fényt, emiatt a válaszidejük

sokkal magasabb, mint a fénykibocsátó OLED eszközöké, ami az élesebb, kevésbé szellemképes megjelenítést biztosítja – főleg mozgóképes megjelenítéskor - ez utóbbi esetben. Az OLED gyártástechnológiája lehetővé teszi a szimpla polarizátor réteg alkalmazását, ezáltal még Polaroid szemüvegben is jól látható a kép. A fent tárgyalt jellemzőkre vonatkozó számszerű összehasonlítást egy RayStar pmOLED-re az alábbi táblázat mutatja be.

Az OLED alkalmazhatósága

Ahogy az előzőekben írtakból látható, az OLED technológia számos előnnyel rendelkezik a hagyományos LCD megoldásokkal szemben. A teljesség érdekében azonban meg kell említeni, hogy az előállítási költségek – elsősorban amOLED esetén- igen magasak. Ezért, ha az említett méretkorlát nem okoz problémát, a pmOLED lehet a jó megoldás. A legnagyobb technikai probléma a szerves vegyületekre jellemző korlátozott élettartam kérdése, elsősorban a kék OLED kijelzők esetén, de az anyagtechnológusok és az OLED gyártók folyamatos törekvései hatására a hagyományos LCD és OLED élettartama mára közelít egymáshoz. A gyártás során megoldandó gondot jelent továbbá az érzékenység a tartós UV sugárzásra, és a nedvességre, mely tönkre teheti a szerves

anyagot. Előbbit egy - az üvegre felvitt - átlátszó műanyag UV szűrő, utóbbit gondos tömítési technológia alkalmazásával küszöbölik ki a gyártók. Az OLED technológia használata sok esetben elkerülhetetlen, olyan eszközökben, mint mobil telefonok, hordozható média lejátszók, fényképezőgépek, autórádiók, - ahol fontosak a kimagasló optikai jellemzők, a napfényben és rossz látási körülmények közti láthatóság és a kis fogyasztás, valamint az időszakos használat miatt az élettartam kérdése kevésbé kritikus - ezek a kijelzők a legjobb alternatívák.

Az elektronikus papír – monokróm és színes EPD kijelzők

Az E-papír, illetve EPD (Electronic Paper Display) kifejezések olyan optoelektronikai kijelző technológiát takarnak, mely a hagyományos papíron fekete vagy színes tintával írott szöveg természetes fényben való olvashatóságát közelíti meg elektronikus úton. Ezek az eszközök általában sokkal jobb megjelenítést biztosítanak, mint a hagyományos folyadékkristályos, vagy TFT kijelzők, mivel a kontrasztjuk, betekintési szögük sokkal nagyobb azokénál, és a külső fényt verik vissza ahelyett, hogy saját fénykibocsátással jelenítenének meg tartalmakat, hasonlóan, mint a hagyományos papírra nyomtatott médiák. Az ideális e-papír



direkt napfényben is jól olvasható, sokszor kontrasztosabb, mint az újságpapíron megjelenő szöveg. A más technológián alapuló elektronikus kijelzőkkel szemben az E-papír olvasásakor a szem kevésbé fárad, ráadásul energiát csak a tartalom változtatásakor fogyasztanak, a statikus kijelzéshez nincs szükség táplálásra.

A hagyományos papír alapú megjelenítés minőségét közelítő megoldásokat e-book olvasók, elektronikus menetrendek, e-árcédulák, statikus hirdetőtáblák, Iot eszközök, okosmérők, okosotthon vezérlők és hozzájuk hasonló termékek tervezői számára fejlesztenek a gyártók. A kifejezetten magas kontraszt, a rendkívül alacsony fogyasztás, a jó mechanikai tulajdonságok, mint például a fóliaszerű vékony kivitel, a hajlékonyság kiváló betekintési szöggel párosul, emellett a legtöbb EPD statikus tartalmakat, - energiafelhasználás nélkül - végtelen hosszú ideig képes megjeleníteni. Fogyasztás csak akkor jelentkezik, ha a tartalmat változtatni kell. A hagyományos kijelző technológiák általában háttérvilágítást



igényelnek, emiatt a láthatóságukat nagyban befolyásolja a külső fény, direkt napfényben való használatot csak speciális rétegek beépítésével, illetve ezek bonyolult optikai ragasztással történő illesztésével lehet biztosítani. Az EPD ugyanúgy a külső fényt veri vissza, mint a hagyományos könyv, vagy újságpapír, emiatt ez a probléma egyáltalán nem jelentkezik. Működése az elektroforézis tudományos elvén alapszik, melynek során speciális folyadékba kevert elektromos töltéssel bíró részecskék mozognak elektromos erőter hatására. Fizikai megvalósítását tekintve az EPD mikron nagyságrendbe eső átmérőjű (az emberi hajszál vastagsága) mikrokapszulákból, és azokba zárt átlátszó, víztiszta folyadékba kevert pozitív és negatív töltésű, fekete és fehér részecskékből áll. A kapszulák egymás mellé fektetve egy folyékony polimerbe vannak mártva, és elektródák határolják az így kialakított felületet, melyek közül a felső átlátszó és földelt, az alsó pedig a vezérléstől függően

ehhez képes pozitív, illetve negatív potenciálon van. A lap pixelekre osztódik, és minden pixelt a hozzá tartozó alsó, úgynevezett pixel elektróda vezérli, mely a vezérlő elektronikához kapcsolódik és a parancsoknak megfelelően felváltva ki- és bekapcsol. Az így kialakított struktúra még a védőlaminálással sem vastagabb, mint egy kartonlap. A pixel elektróda pozitív potenciálra kapcsolva magához vonzza a negatív töltésű fehér, és taszítja a pozitív fekete részecskéket, melyek aztán a polaritás változásáig helyben maradnak, így a pixel maga felülről nézve fekete lesz, váltásig energiára nincs is szükség a helyzet fenntartására. Inverz feszültség pixel elektródára kapcsolásakor fordított folyamat játszódik le. Gyakori az olyan megoldás is, ahol töltéssel csak a fehér részecskék rendelkeznek, a feketék egyenletes eloszlásban a folyadékban lebegnek, feszültség hatására csak a fehérek mozognak, a felülethez szorulva ők verik vissza a fényt, tehát a pixel fehér lesz, míg ellenkező polaritás esetén

alulra tömörülve döntően fekete anyagról verődik vissza a fény, tehát a pixelt feketének látjuk.



Természetesen ilyen úgynevezett kétpigmentes rendszert nem csak fekete-fehér, hanem bármilyen más színű pigmentekkel is meg lehet valósítani. A pigmentek ugyanolyanok, mint amit a festékipar használ, így ha nem kisméretű kijelzőben, hanem nagy felületekben gondolkozunk, falborítást, álmennyezet burkolatot is alakíthatunk dinamikussá.

Az elsősorban elektronikus árcédulákhoz (ESL – electronic shelf labels) kialakított hárompigmentes technológia annyiban tér el a fentiektől, hogy abban a pozitív töltésű fekete részecskék mellett szintén pozitív töltésű harmadik színű (pl piros) pigmentek is találhatók a negatív töltésű fehérek mellett. A felső átlátszó

elektródára kapcsolt negatív feszültség a színes pigmenteket a felső felületre vonzza, majd további szétválasztó töltés applikálásával ezek kicserélődnek a fekete részecskékre.

A legújabb E-ink fejlesztések lehetővé teszik a teljes nyomdaiparban használható színskála alkalmazásával létrehozott színes EPD kijelzők elterjedését. A negatív töltésű reflektív fehér részecskék mellett áttetsző cián, magenta és sárga (CMY) részecskék alkalmazásával és egyidejű megjelenítésével a nyomdaiparhoz hasonlóan pixelenként lehet létrehozni a kívánt színt mindenféle színszűrő réteg alkalmazása nélkül.

A működés alapjainak áttekintése után a kijelző viselkedéséről is kell néhány szót ejteni. Ahogy azt részleteztük, reflexiós elven működő eszközről lévén szó, nincs szükség háttérvilágításra, ezért a konstrukció fizikai méretei (elsősorban a vastagságra gondolunk) is minimálisak, és fogyasztása is alacsony, ráadásul, mivel a papírhoz hasonlóan veri vissza a fényt, még direkt napfényben sem probléma az olvasása akár oldalról, alacsony szögben sem. Természetesen ez a tulajdonsága adja a technológia egyik hátrányát is, hogy sötétben külső megvilágítás nélkül nem látható. A kijelző a vezérléstől függően lehet pozitív vagy negatív típus, fekete alapon fehér vagy fehér alapon fekete, illetve

színes. Mivel bi-stabil eszközről van szó, energiát csak a kép megváltoztatása igényel, statikus módban a kijelzésnek nincs energiaszüksége. Ez teszi kiválóná olyan alkalmazásokban, ahol az idő nagy részében állandó ábrát kell kontrasztosan megjeleníteni, mint például elektronikus árcédulák, polcfeliratok, menük, poszterek vagy e-könyv olvasók esetében. Sajnos a technológia másik hátránya, hogy az elektroforézis nem gyors folyamat, az EPD nagyságrenddel nagyobb frissítési idővel rendelkezik a hagyományos kijelző technológiákkal összehasonlítva. Emiatt összetett interaktív megjelenítési feladatokra, mint pl. mozgóképek, legördülő menük és egérkurzor követéssel, vagy görgetéssel járó műveletek esetén korlátozottan használhatóak. A megjelenítendő ábra gyors változásakor elmosódás, illetve szellemkép figyelhető meg, ami akár meg is marad a kijelzőn („beégés”), és amit csak a pixelek többszöri ki és bekapcsolásával lehet eltüntetni, ez megfigyelhető számos terméken, amikor a tartalom megváltoztatását rövid idejű villogás követi. Ezeket a hátrányokat az alkalmazási terület megfelelő kiválasztásával elkerülhetjük és a számos jó tulajdonság teljesen háttérbe szorítja őket, ideális eszközök minden olyan termékben, ahol az alacsony energiaszükséglettel járó kiváló statikus megjelenítés igénye dominál. További előny a jó kezelhetőség (hajlékonyság,

felületre ragaszthatóság), illetve az egyedi igényekre való tervezés lehetősége. Néhány területen hátrányt jelenthet még a 0-50 oC fok terjedelmű működési hőmérséklettartomány.

A leggyakoribb alkalmazási területek:

- Elektronikus árcédula, polejzelés
- E-könyv olvasók
- Hirdetőtáblák
- Jelzőtáblák
- Menetrendek, információs táblák
- Termékjelzések
- Üdvözlőkártyák
- Okosotthon kijelzők (termosztát, vezérlőpanel, okosmérő)

A pmOled és az E-papír megoldások összehasonlítása TFT kijelzőkkel

A TFT technológia aktív mátrixú kijelzőt használ, míg a pmOLED és az E-Paper passzív mátrixú kijelzőket alkalmaz, azaz előbbiek háttérvilágítással rendelkeznek, míg a pmOLED és az E-Paper kijelzők fényt bocsátanak ki, amelyek jól láthatóak sötét környezetben. Egyes esetekben a mechanikai jellemzők, mint például a hajlékonyság előtérbe helyezi az E-Papír kijelzők használatát, mivel rugalmasabb anyagból készülnek, míg a TFT és pmOLED kijelzők általában merevek. Energiahatékonyság tekintetében is az E-Papír technológia vezet, ezek az

eszközök rendelkeznek a legalacsonyabb fogyasztással, mivel csak akkor igénylik az energiát, amikor a kép megváltozik, míg a TFT és pmOLED kijelzők folyamatosan energiaigényesek. A TFT kijelzők viszont gyorsabb frissítési sebességet tesznek lehetővé, mivel az aktív mátrixú technológiát alkalmazzák, míg az E-Paper (és egyes esetekben a pmOLED kijelzők) lassabbak lehetnek. Az E-Paper kijelzők magas kontrasztarányt biztosítanak, ami kiváló olvashatóságot eredményez napfényes környezetben is, míg a pmOLED és a TFT kijelzők kontrasztaránya változó lehet. Kültéren világosban az E-papír verhetetlen, a pmOLED általában jó láthatóságot biztosít, azonban a TFT itt - a direkt napfénynek kitett kijelzők olvashatóságát nagyban rontó rétegek közti reflexókat kizáró optikai ragasztás nélkül - szinte láthatatlan képet ad. A pmOLED kijelzők élénk és gazdag színeket képesek megjeleníteni, míg az E-Papír és a TFT kijelzők általában korlátozottabb színskálát kínálnak. Az E-Papír kijelzők inkább úgy működnek, mint a hagyományos nyomtatott oldalak, mivel csak akkor változik meg a képük, amikor az információ változik, míg a TFT és pmOLED kijelzők folyamatosan frissülnek, így mozgókép megjelenítésre leginkább a TFT technológia használható. Ez azonban ritkán feladat egy Iot felhasználású telepes táplálású ipari készüléknél, jellemzően inkább a szórakoztató elektronikai fogyasztási

termékek piacán jelentős elvárás, ahol mára az OLED technológia veszi át az uralmat. A TFT kijelzők általában nagyobbak és magasabb felbontásúak lehetnek, míg az E-Papír és a pmOLED kijelzők kisebb méretben gazdaságosak. Az E-Papír kijelzők hosszabb ideig üzemeltethetők telepről, mivel nincs háttérvilágítás, ami gyorsan merítheti az elemeket, míg a TFT és pmOLED kijelzők élettartama változó lehet. A TFT kijelzők általában magasabb felbontást kínálnak, mivel aktív mátrixú technológiát alkalmaznak, míg az E-Paper és pmOLED kijelzők felbontása kisebb lehet, de ezek felhasználása is a kisebb készülékek területén ideális. A pmOLED kijelzők jobban őrzik a színek élességét és kontrasztját, mint a másik két technológia. Az E-Papír kijelzők leginkább olyan alkalmazásokban használatosak, ahol statikus információkat kell megjeleníteni hosszabb ideig, míg a TFT és pmOLED kijelzők alkalmasabbak olyan alkalmazásokhoz, amelyek dinamikus képi tartalmat igényelnek.

Összességében elmondható, hogy az itt bemutatott alternatív kijelző megoldások a telepes táplálású elektronikai eszközökben felmerülő igényeknek sok esetben jobban eleget tesznek, mint a hagyományosnak tekinthető TFT képernyők. Elsősorban az olvashatóság (kontraszt, kültéri megjelenítés), másrészt a hosszabb elem élettartamot

biztosító energiahatékony működés teszi lehetővé, hogy ezek a megoldások erőteljesebben jelen legyenek az újonnan megjelenő eszközök ember-gép interfészeiként. Nagyon fontos azonban a dizájn elvárásainak pontos felmérése, mert az eltérő ár- és szolgáltatás szintek egyeztetése komoly felelősséget ró a tervezőre, érdemes a fenti megfontolásokkal élni a hibás, ár-értékarányban túl- vagy alulméretezett megvalósítások elkerüléséhez.

