



Az elektronikus papír – monokróm és színes EPD kijelzők

Az E-papír, illetve EPD (Electronic Paper Display) kifejezések olyan opto-elektronikai 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. Jelen írásunkban a technológia alapjaival, előnyeivel és hátrányaival szeretnénk megismertetni az érdeklődő kollégákat, az Endrich által forgalmazott E-papír kijelzők bemutatásán keresztül.

A hagyományos papír alapú megjelenítés minőségét közelítő megoldásokat e-book olvasók, elektronikus menürendek, e-arcédlapok, statikus hirdetőtáblák 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



1 | monokróm E-papír

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) mikro-kapszulákból, 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 védőlaminalással 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.



2| monokróm E-papír működése



3| színes kétpigmentes rendszer

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.



4| hárompigmentes E-ink technológia

Az elsősorban elektronikus árcédulákhoz (ESL – electronic shelf labels) kialakított hárompigmentes technológia annyiban tér el a fentiekől, hogy abban a pozitív töltésű fekete részecskék mellett szintén pozitív töltésű harmadik színű (pl piros) pigmentek is találhatóak 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



5| Színes E-ink kijelzők

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 energiaszükséglete.

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 °C fok terjedelmű működési hőmérséklettartomány.

A leggyakoribb alkalmazási területek:

- Elektronikus árcédula, polcjelzés
- E-könyv olvasók
- Hirdetőtáblák
- Jelzőtáblák
- Menetrendek, információs táblák
- Termékjelzések
- Üdvözlőkártyák

