

LED-k, DVD-k, plazmaképernyők: műanyagok az optikai technológiában

A fényemittáló diódák, LED-ek energiatakarékos fényforrások, amelyek hamarosan megjelennek majd az utcai világításban is. A híradástechnikai cégek között erős küzdelem folyik saját DVD-technológiájuk egyeduralmukodóvá válásáért. A számítógépes monitorokban a plazmaképernyők már győztek, most a tv-k meghódítása van soron. Mindez nem volna lehetséges műanyagok nélkül, amelyek között ugyancsak erőteljes a verseny a piac meghódításáért.

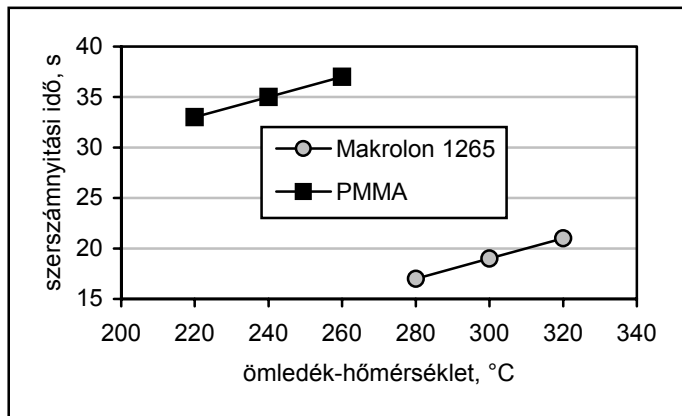
Tárgyszavak: LED; optika; fényforrás; lencse; DVD; kék lézer; HD-DVD; Blue-ray eljárás; festékanyag; lapos képernyő; plazmaképernyő; műanyag-feldolgozás; polikarbonát; poli(metil-metakrilát); Noryl; Celanex; Styron; Zytel.

Fényemittáló diódák (LED) és optikájuk

A LED-ek, amelyek viszonylag kis energiafelhasználással, viszonylag nem túl széles hullámhossz-tartományban képesek modulált látható fényt kibocsátani, fontos szerepet játszottak és játszanak az optikai távközlésben, de az optikai technológia más területein is. Az 1990-es évektől már a fehér fény emissziója is elérhető LED-ekkel, amelyek az izzó és kisülésszerű fényforrásokhoz képest energiatakarékosabbak és hosszabb élettartamúak, vagyis fenntartásuk kevesebb pénzbe kerül. Várható tehát, hogy az optikai technológián kívül hódítani fognak a világítástechnikában is: az utcai világításban, a folyadékkristályos kijelzőkben, a hirdetőablakon, de még az autók fényszóróiban is. A LED-ek azonban diffúz fényforrások, amelyek fénysűrűsége nem túl nagy, ezért optikával kell koncentrálni fényüket. Különösen nagy jövőt jósolnak a nem szabályos alakú lencséknek, amelyek felülete szabadon, az optimális fényfelhasználás szempontjai szerint alakítható. A hagyományos optikákat rendszerint több lencséből állítják össze, ezeknek az új, integrált rendszereknek azonban csak egyetlen feladatuk van: a fényt fókuszálni. Ezzel a megoldással nem csak a veszteségek csökkenthetők, hanem sokkal kisebb méretű, egyszerűbb, könnyebben felszerelhető optikák is előállíthatók.

Az ilyen optikák lehetséges alapanyaga a polikarbonát, pl. a **Bayer Material-Science** cég *Makrolon* márkanévű terméke, amely 130 °C-os terhelés alatti behajlási hőmérsékletével kielégíti a LED-ek igényeit. Sűrűsége kisebb az üvegénél, és a fröccsöntés segítségével a lencsék olcsón, nagy tömegben állíthatók elő. Többkompo-

nensű fröccsöntést használva a funkciók könnyen integrálhatók, pl. a lencsék házát, a rögzítőszerkezetet és magát a lencsét egyetlen műveletben lehet előállítani. A PC lehetséges versenytársa ebben az alkalmazásban a *poli(metil-metakrilát)* (PMMA), amelynek átlátszósága hasonló a PC-éhez, de hővezető képessége kisebb, ami hátrány ennél az alkalmazásnál, ahol viszonylag vastag (kb. 10 mm-es) lencsét kell előállítani. A hűlési idő ugyanis négyzetesen nő a falvastagsággal, és itt perces nagyságrendű ciklusidőkkel kell számolni. Összehasonlító kísérletekben azt tapasztalták, hogy egy 4 mm vastag falú PC próbatestet fele annyi idő után lehet kivenni a szerszámból, mint egy PMMA-ból készítettet (1. ábra). A PC további előnyei között említhető a nagy ütésállóság (amely bizonyos robusztusságot kölcsönöz az optikának), és a mikrométeres tartományban is érvényesülő méretpontosság. A jó hőállóság egyrészt a felhasználás során előnyös (a fényforrás ugyanis hőt is kibocsát), másrészt lehetővé teszi pl. antireflex fémbevonatok felhordását a lencsegeometria megváltozása nélkül.



1. ábra
Polikarbonátból (PC) és poli(metil-metakrilát)-ból (PMMA) készülő, 4 mm vastag lencsék ciklusidejének összehasonlítása

A **Bayer** cég maga is alkalmazás- és feldolgozástechnikai kutatásokba kezdett, hogy megfelelő támogatást tudjon adni potenciális vevőinek. Az anyagfejlesztés ugyanis ebben az esetben elválaszthatatlan a feldolgozástechnológia fejlesztésétől. Nem csak a geometriának kell nagyon pontosnak lennie, nem maradhat inhomogenitás, befagyott feszültség sem, mert az is torzítja az optikai leképezést. Folyamatban van egy nagy precizitású fröccsöntő és fröccspréglő berendezés beszerzése, amellyel a kísérleti munkát fogják végezni, és egyidejűleg vizsgálják a fröccsszimulációs programok közül is azokat, amelyek alkalmasak vastagabb falú tárgyak gyártásának virtuális megjelenítésére. Erre egyrészt az összecsapási zónák, másrészt az esetleges légzárványok valószínű helyének megállapításához van szükség, hogy a szerszám vagy a beömlés helyzetének, geometriájának megváltoztatásával ki lehessen küszöbölni őket. Szükség van a zsugorodás és a vetemedés pontos előrejelzésére is. A szimulációs programok jó szolgálatot tesznek a többkomponensű fröccsöntés vagy a ráfröccsöntés tervezésekor is. A programozás mai fejlettsége mellett a számított és mért eredmények jó egyezést mutatnak.

Harc a nagyobb adatsűrűségű DVD-k gyártási technológiái között

A polikarbonát felhasználásának másik igen fontos piaca a CD/DVD lemezek gyártása. *A hagyományos DVD-k kapacitását kb. 3,5-szeresre növelte az ún. kék lézerek bevezetése*, amelyek rövidebb hullámhosszuk miatt finomabb felbontást tesznek lehetővé. A megvalósításhoz azonban két, kissé eltérő technológia áll rendelkezésre. Az ún. *Blue-ray eljárást* a **Sony**, a **Philips**, az **MGM** és a **Fox** támogatja, az ún. *HD-DVD eljárás* mögött a **Sanyo**, a **Toshiba** és a **Warner** áll. Ezek között hasonló háború várható az általánosan elfogadott „standard” érdekében, mint amilyen annak idején a videokazetták piacán kirobbant. Az új technológiákkal 15-25 Gb adatmennyiség rögzíthető egy lemezen, kétoldalú lemezeken ennek a duplája. A Blue-ray eljárással a lemezek valamivel olcsóbban gyárthatók és kapacitásuk is valamivel nagyobb, mint a HD-DVD lemezeké, de az alkalmazott újfajta szilícium-dioxidos védőréteg új technológiát tesz szükségessé; a HD-DVD pedig lényegében az eddigi technológia továbbfejlesztése.

A **General Electric (GE)** cég azzal próbálkozik, hogy a Blue-ray eljáráshoz a szokott polikarbonát helyett saját *Noryl* márkanevű poli(fenilén-oxid)/polisztirol (PPO/PS) keverékét vezesse be, amelyet korábban soha nem használtak optikai lemezek gyártásához. Ennek legfőbb oka az, hogy a *Noryl* nem átlátszó, legjobb esetben is áttetsző, de ezt a Blue-ray technológia nem is igényli, mert a jelek leolvasása nem a műanyagrétegen keresztül történik. A PC lemezeken vízgőzzáró réteget és védőlakk réteget kell alkalmazni, a kevésbé nedvszívó *Norylon* erre nincsen szükség, és ez a műanyag még merevebb is a PC-nél. *A Noryl lemezek gyártása tehát egyszerűbb, és kisebb a veszélye a deformálódásnak, vetemedésnek is.* A GE-nek további újító javaslatai is vannak: a Blue-ray technológiában alkalmazott védő és kemény fedőréteget egy lépésben, egy anyagból, egy speciális gyanta segítségével készítené el, amelyet ún. *spin-coating* eljárással (centrifugális bevonással) vinnének föl a lemez felületére.

A német **Degussa** cég más úton indult el, mert véleménye szerint a 100 µm vastag spin-coat rétegek térhálósítása a lemezgyártás ciklusidejéhez képest túl sok időt vesz igénybe, ezért ők inkább maradtak a hagyományos PC lemez mellett, és laminált védőréteget visznek fel. A **Degussa** kb. 100 µm vastag fóliát fejlesztett ki a Blue-ray lemez számára, amelyet utólag, spin-coating segítségével vonnak be védőréteggel, miután laminálták – de ez utóbbi réteg már csak mikrométer vastagságú. Hogy melyik eljárás lesz végül az olcsóbb, majd kiderül. *Az anyagköltségek összemérhetők, a technológia termelékenysége fog dönteni.*

A GE újítása ellenére a polikarbonátot, és azon belül is a **Bayer** cég *Makrolon*ját természetesen nem szabad leírni, hiszen ma is ez a legelterjedtebb anyag az adathordozók gyártásában. A Bayer cég folyamatosan lépést tartott a tárolási technológia fejlesztésével, így azokkal az igényekkel is, amelyeket a nagy sűrűségű adathordozókkal szemben támasztanak. Ezt segítették elő az Európában, Észak-Amerikában és Ázsiában működő kutatólaboratóriumaik, amelyek szorosan együttműködtek a helyi piacon legbefolyásosabb multimédiás és távközlési cégekkel. A Bayer arra is ügyel, hogy

polikarbonátja megfeleljen mindkét versengő technológiai szabványnak, és azonos minőségben álljon rendelkezésre a világ bármelyik pontján.

Festékanyagok segítik a DVD-k tárolóképességének javítását

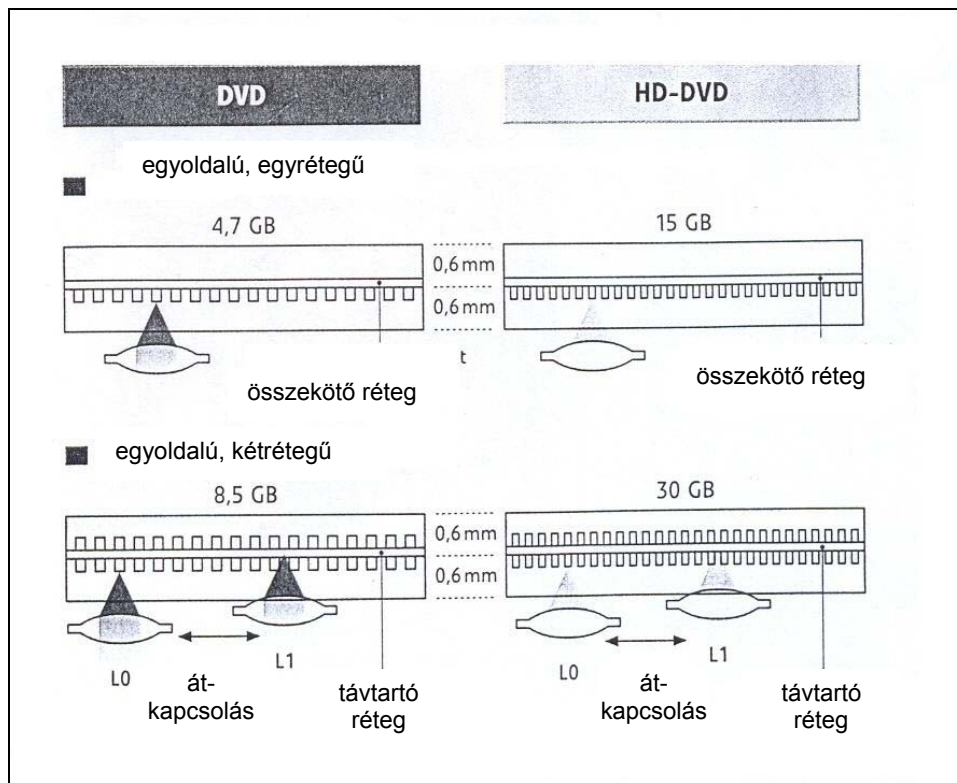
Miután korábban komoly tapasztalatokat szereztek az egy oldalon leolvasott HD-DVD lemezekben alkalmazott szerves festékanyagok fejlesztésében és alkalmazásában, a **Clariant** és a **Toshiba** közösen fogott hozzá a kétrétegű (L0 és L1) lemezekben alkalmazható festékek fejlesztéséhez. A festékeknek többféle tulajdonságot kell egye-síteniük: jó visszaverő képesség, jó áteresztőképesség, jó hővezető képesség és a tech-nológiához szükséges érzékenység. Az új, szerves festékekre építő, 15–30 Gb-os HD-DVD-k új lépést jelentenek az információtárolásban. A nagy felbontású tv-k és más médiumok jelentősen növelték a nagy sűrűségű adattárolás iránti igényt. *A kék fényű lézerek alkalmazásával a DVD-k 4,7 Gb-os tárolóképessége közel tízszeresére növel-hető (2. ábra). Az egyoldalú HD-DVD-k 15, a kétoldalúak 30 Gb adat tárolására ké-pesek.* A DVD-k két, kb. 0,6 mm vastag rétegből állnak, ezért a hagyományos DVD-gyártás eszközei minden további nélkül felhasználhatók az új típusú DVD-k gyártásá-hoz is. A szerves festékek az olcsó spin-coating eljárással vihetők fel a lemezekre, ezért a HD-DVD ára nem sokkal nagyobb a hagyományos DVD-nél, viszont az 1 Gb-ra jutó költségek kisebbek. *2004-ben 1,4 milliárd lejátszható és írható DVD-t állítottak elő (ezek 90%-a egyszer írható), és legalább hasonló nagyságrend várható a HD-DVD-k esetében is.*

Műanyagok a lapos képernyők gyártásában

A lapos képernyők megszerezték a vezetést a tv-gyártásban: ma már 48%-ot tesz-nek ki az LCD-tv-k, és ez az arány 2010-re 56%-ra nőhet, miközben ugyanebben az időpontban a plazma tv-k és a projektorok aránya elérheti a 10%-ot. Nem csoda tehát, hogy az alapanyag-szállítók, a feldolgozó-gép-gyártók is erre a piaci területre koncent-rálnak. A számítógép-monitorokban az átállás gyakorlatilag teljesnek tekinthető, most a tv-piac meghódítása van soron. A feldolgozó-gép-gyártók ezt az igényt próbálják ki-szolgálni. A **Mitsubishi Heavy Industries Plastic Technology Co. pl.** olyan szer-szám-hővezérlést dolgozott ki, amellyel nagy felületen is tükörsima felület alakítható ki. Ehhez gyors szerszámfűtésre és hűtésre van szükség. A hagyományos megoldások-tól eltérően itt nem különálló temperáló aggregátokról van szó, hanem a szerszámba és a hőszabályozó rendszerbe integrált hűtő-fűtő rendszerről. Ugyanez a cég teljesen vil-lamos fröccsöntő géppel öntött, *16 kg-s ABS tv-házat* is bemutatott, amelyen teljesen kiküszöbölték a hegedési vonalakat és elhagyható volt a festés. Ugyanez a megoldás használható PMMA esetében is.

A lapos képernyők gyártása az alapanyaggyártókat is új feladatok elé állítja: a tv-k mérete egyre nő, és ez megnehezíti az egységesen lapos felületek kialakítását. *Ma már nem ritkák a 2,5 méteres plazma- vagy LCD-képernyők sem, amelyek vastagsága*

ugyanakkor nem haladja meg a 10 cm-t sem. Ez azt jelenti, hogy az anyagnak egyszerre kell rendkívüli szívósnak, szilárdnak, hőállóknak és könnyen folyónak lennie. A képernyőházakban ugyanakkor egyre kevesebb anyagot használnak, egyre nehezebb elvezetni a keletkező hőt – ami különösen a magas hőmérsékleten működő plazma tv-ben jelent problémát. Az Európai Unió nemrég bevezetett, a káros anyagok felhasználására és az elektronikus hulladéokra vonatkozó szabályai tovább nehezítik a gyártók életét – különösen az égésgátlás vonatkozásában. Kaliforniában az elektronikai termékekben 2008-tól nem engednek meg 0,1%-nál több brómozott égésgátlót. A **Dow** cég *Styron A-Tech 6085* polimerje már megfelel ezeknek az előírásoknak, mégsem rosszabb az ütésállósága vagy a feldolgozhatósága, mint a hagyományos típusoké. A **Dow** PC/ABS keverékből is kínál halogén- és foszformentes típusokat.



2. ábra A hagyományos DVD és a HD-DVD működésének sematikus összehasonlítása

A képernyők házain kívül még más műanyag alkatrészek is vannak a lapos képernyőkben. A kép kontrasztossága érdekében a tv-képernyőket hátulról neoncsövekkel világítják meg, amelynek foglalatait pl. PBT-ből gyártják. A **Ticona** cég *Celanex XFR* nevű polimerje pl. 10% üvegszál mellett szerves foszfortartalmú égésgátlót tartalmaz, és megfelel az UL-94 V0 minősítésnek. Kapcsolókhöz és csatlakozókhoz a **Du Pont** olyan *Zytel* típusú poliamidokat ajánl, amelyek lehetővé teszik az ólommentes, maga-

sabb hőmérsékleten végzett hegesztést, ugyanakkor nagy a villamos kúszással szembeni ellenállásuk is, ami nagyfeszültségű alkalmazások esetében elengedhetetlen. A műanyagoknak nagy jelentősége van a képernyő anyagában is, amely rendszerint polikarbonátból készül. A **General Electric Plastics** cég olyan speciális PC fóliákat készít, amelyek megszüntetik a moiré mintázat (szabálytalan felület miatti interferenciahiba) képződését és növelik a képernyő fényességét. A PC filmek magas hőmérsékletű, nedves környezetekben ellenállóbbak a korábban használt PET-fóliáknál.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György
www.polygon-consulting.ini.hu

Döbler M.; Schiemann, F.: Linsenoptiken von LEDs aus Polycarbonat. = Kunststoffe, 96. k. 11. sz. 2006. p. 116–117.

Block, D. G.: New materials and methods for optical disks. = Plastics Technology, 52. k. 6. sz. 2006. p. 53.

Mehr Leistung. = Kunststoffe, 96. k. 10. sz. 2006. p. 35.

Speicherqualität in HD-DVDs verbessern. = Kunststoffe, 96. k. 10. sz. 2006. p. 36–37.

Moore, S.: Flatscreens display domination. = Modern Plastics Worldwide, 83. k. 9. sz. 2006. p. 32, 34.