

Az okos matricák egyre okosabbak

Az elektronikus kijelzők, kártyák gyártásának nagy lendületet adhat, hogy ezeket már szokásos nyomdatechnikával is elő tudják állítani. Egy német cég, a PolyIC ennek a technológiának a fejlesztését tűzte ki célként. Eddigi első eredményeit mutatjuk be.

Tárgyszavak: elektronikus matricák; rádiófrekvenciás aktiválás; nyomdatechnika; csomagolóipar; interakció.

Amióta felfedezték, hogy az elektronikus áramköröket az újságokhoz hasonlóan hengerosonkon is lehet nyomtatni, meglódult a fejlesztők fantáziája, megszülettek a funkciós matricák, amelyek funkcióit rádiófrekvenciás jeladóval lehet aktiválni. Ezeket az okos matricákat folyamatosan fejlesztik, ezért egyre okosabbak lesznek. Létüket annak köszönhetik, hogy ma már ipari méretekben gyártják a műanyagalapú félvezető és vezető – ún. funkciós – polimereket, amelyek révén egészen újszerű építőelemeket és gyártási eljárásokat lehet létrehozni. Általuk az elektronika szinte bármilyen ipari termékkel és eljárással kombinálható, mert a nyomtatott áramköröket vékony, hajlékony és rugalmas műanyag fóliára viszik fel, amely csomagolóanyagban vagy címkéként szinte minden terméken alkalmazható.

Számos funkciós műanyagot oldat formájában, „elektronikus tinta”-ként visznek fel a hordozófóliára, amelyet nyomtatás után feltekerceselnek. A késztermék a fényképezésben használt filmre hasonlít, amelynek egyes „kockáit” egy-egy elektronikus matrica képezi. A korszerű és gyors nyomdatechnikával rövid idő alatt óriási számú elektronikus matricát lehet előállítani nagyon méltányos költséggel.

A nyomtatott funkciós matricák gyártásának úttörője a németországi **PolyIC GmbH & Co. KG** (Fürth), a Kurz-csoport tagja. Háromféle típusú, fóliára nyomtatott elektronikus eszközöket gyárt:

- RFID típusú felismerő címkéket, ezek márkaneve *PoliID*,
- átlátszó vezetőképes műanyag fóliákat, ezek márkaneve *PolyTC*, és elsősorban érintőképernyőkhöz használják őket,
- olyan „nyomtatott okos eszközöket” (*smart objects*), márkanevük *PolyLogo*, amelyek felhasználási területei jelenleg még beláthatatlanok.

Az RFID matricák

Az RFID (radio frequency identification, rádiófrekvenciás azonosító) matricák a nyomtatással előállított elektronikus címkék első változatai, amelyeket ma már a gya-

korlatban is viszonylag széles körben alkalmaznak. Az ilyen címkét viselő termékeket (vagy egy ilyen címkét hordozó igazolvánnyal rendelkező személyt) érintésmentesen, rádiófrekvenciás leolvasó készülékkel lehet azonosítani.

A csomagolóberendezéseket és csomagolási rendszereket gyártó **MULTIVAC Sepp Haggemüller GmbH & Co. KG** (Wolfertschwenden) sokoldalúan alkalmazza az RFID matricákat. A cég gyakorlatáról és tapasztalatairól a vállalat vezérléstechnikai részlegének vezetője a *Neue Verpackung* című szaklap újságírójának nyilatkozott.

Eszerint az RFID matricák alkalmazása a kezdeteknél tart. Az eredmények biztatóak, az áttörésre azonban az iparágban még várni kell.

A cég sikerrel alkalmazza az RFID technikát IPC-vezérlésű csomagológépein az illetékeség ellenőrzésére. A gépen ugyanis csak az dolgozhat, akinek arra jogosítványa van. Korábban ezt egy jelszó tette lehetővé, de a jelszót el lehet felejteni vagy el lehet lopni. Az RFID matricát tartalmazó igazolvánnyal ennek kisebb az esélye, a gépkezelőt a gépen lévő leolvasófej érintésmentesen azonosítja. Az igazolvány egyúttal kulcsként is szolgál, mert ellenőrzésével az is kiderül, hogy képzettsége a gépen milyen jellegű tevékenységre jogosítja fel, hogy pl. azon termelőmunkát vagy karbantartást végezhet. A leolvasófejből ugyanis a vezérlőrendszerbe jutó válasz alapján válik hozzáférhetővé a gép megfelelő része. Ugyanez az igazolvány teszi lehetővé, hogy a kérdéses személy belépjen az üzem területére. A cégnek a világ minden részébe eljutó csomagolóberendezéseiből mintegy 10%-ot rendelnek meg ilyen RFID rendszerrel, de ezek részaránya növekszik. A legtöbb matricás gépet Németországba és Svájcba szállítják.

Egészen másféle okból alkalmaznak RFID matricákat a gyógyszeripar számára gyártott zárt kamrás zacskós csomagolóberendezésekben (*Spezialkammermaschine C 400TC*). Ebben a leolvasófej a zacskók tartószerkezetét azonosítja, a vezérlőrendszer pedig azt ellenőrzi, hogy a tartószerkezeten lévő zacskó a megfelelő anyagot tartalmazza-e. A dupla biztonság érdekében a gépkezelő egyúttal a töltet és a zacskó vonalkódját is beszkeneli. Ha ezek nem egyeznek, a gépkezelő beavatkozhat. A gép a zacskót csak akkor hegeszti le, ha minden adat egyezik.

A cégnél a matricákat közvetlenül a kapott tekercsről használják fel. Az RFID matricák a bennük lévő mikrocsip és antenna miatt merevebbek, mint a papír- vagy fóliacímkék, ezért óvatosabban kezelendők. Emiatt letekerésükre külön eljárást dolgoztak ki.

Az RFID matricák egyik leggyakoribb alkalmazása a nagyobb értékű áru ellopása vagy hamisítása elleni védelem. A cég azt ajánlja ügyfeleinek, hogy az ilyen matricákat lezárás előtt a csomagolás belsejébe rejtsék el.

A cég saját gépeit is védi a hamisítás ellen. 2008–2011 között a Müncheneri Műszaki Egyetem (**Technische Universität München**) három karával együttműködve dolgozott ki olyan rendszert, amellyel beépített RFID matricák segítségével mindenkor ellenőrizhető egy csomagológép egy-egy alkatrészének eredetisége.

Érintőképernyős eszközök gyártása PolyTC fóliás IMD/IML fröccsöntéssel

Az IMD (in-mould decoration, szerszámban díszítés) és az IML (in-mould labelling, szerszámban címkézés) a fröccsöntés széles körben elterjedt változatai, ame-

lyek lényege, hogy egy szöveggel vagy mintázattal előre nyomtatott fóliát fektetnek a fröccsszerszámba, majd a szerszámzárás után a fólia hátoldalára fröccsöntik rá a műanyagömléket. Megdermedés után a szerszámból kivett darabon rajta van a szükséges felirat és/vagy díszítés, ezt nem kell külön munkaműveletben felvinni.

A PolyIC cég *PolyTC* márkanevű termékei olyan PET alapú, hengereken nyomtatott elektronikát hordozó átlátszó vezetőképes fóliák, amelyek IMD/IML fóliaként is alkalmazhatók. Alkalmazásukat érintőképernyős kijelzőt tartalmazó eszközökhöz ajánlja. Az első ilyen fröccsöntött képernyős egységeket a cég Friedrichshafenben, a 2012-es *Fakuma kiállításon* mutatta be, amelyeket a **Sumitomo (SHI) Demag**, ill. a **KraussMaffei** egy-egy fröccsgépén, az utóbbiak kiállítóhelyén gyártottak.

Az SHI 210 tonnás *Systec 210-430* típusú gépén fémes hatású keretben 87,5 mm-es (3,5 inch) képernyőt tartalmazó elemet fröccsöntöttek. Az egyfészes szerszámot gyártója, a **HBW-Gubesch** cég *varioterm hőszabályozással* látta el. A szerszámból kivett darabról a fólia feleslegét lézerrel vágják le, a képernyőt az esetleg rákerült lakk-részecskéktől ionizálással és finom kefével tisztították meg, majd elszívást és szűrést alkalmaztak. Utolsó lépésként a darabot UV-védő lakkal vonták be. A tárolóba csak a lakk teljes megszáradása után vitték a kész elemet. A gyártás teljes ciklusideje kb. 50 s volt.

A **KraussMaffei** standján felállított CX 160-750 típusú fröccsgépen a **Roth** szerszámgyártó cégnél készített szerszámban ugyancsak IMD/IML technikával gyártottak PolyTC fóliás érintőképernyős szabályozót egy gépkocsi komputeréhez. A szabályozó háza 77 g ABS-ből (**BASF** gyártmánya) készült. A ciklusidő 45 s volt.

A PolyIC a kiállításon bejelentette, hogy további 20 feldolgozóval közösen dolgoznak az eljárás adaptálásán. Az eljárás szabad forgalmazását 2014 elejére tervezik. A cég felkészült évi 100 ezer érintőképernyős elem gyártására, de évi egy milliós kapacitást is ki tudna építeni. Ezek az elemek nem tartalmaznak a jelenlegi érintős képernyőkben alkalmazott indium-titán-oxidot (ITO), ehelyett könnyebben hozzáférhető ezüsttel, alumíniummal és rézzel dolgoznak.

Egy németországi lámpagyárban, az **Occhio** cégnél PolyTC fólia felhasználásával olyan asztali lámpát készítettek, amelyet érintőmentesen, a kéz mozgásával lehet ki/be kapcsolni, ill. fényerősségét szabályozni. Hasonló rendszer kifejlesztése lakások klímaberendezéseinek szabályozására folyamatban van.

PolyTC-vel készített okostelefonok és olvasótáblák is piacra kerülhetnek. Érintőképernyős eszközökön kívül, pl. gépkocsitükrök fűtéséhez ugyancsak hasznosak lehetnek ezek a fóliák.

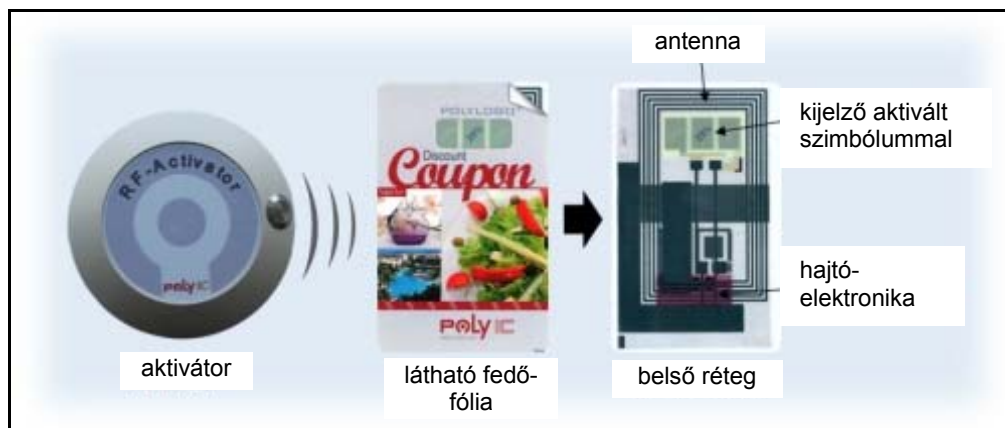
Az interaktív PolyLogo matricák

A *PolyLogo* matricák a nyomtatott elektronika különböző elemeinek kombinációját tartalmazzák. Van benne adatbeviteli elem, kijelző, energiaforrás (akkumulátor vagy napelem), szenzor és vezérlőegység. Ezekből az elemekből számos új alkalmazáshoz lehet interaktív eszközöket – matricákat vagy kártyákat – készíteni. A matricá-

kat fóliatekeres formájában forgalmazzák; a tekeres egyes „kockáit” laminálással lehet a csomagolóeszközre vagy a műanyag kártyára felvinni.

A *PolyLogo* termékek első változatainak jelzése *PolyLogo-RAD* (RAD: rádióhullámokkal aktiválható display), ezek előzőleg megfelelő információkkal ellátott és rádióhullámokkal aktiválható kijelzője a sugárforrásból veszi fel az aktiváláshoz szükséges energiát.

Egy ilyen kártyát mutat az 1. ábra. Az ábra bal oldali képén a rádiófrekvenciás (RF) aktivátor látható. A kártya külső felületét (középső kép) díszítéssel ellátott vékony fólia fedi, de ennek felső részén jelenik meg a kijelző. Az alsó fóliaréteg hordozza a nyomtatott elektronikát (jobb oldali kép), amely jelfogóból (antenna), szerves anyagú hajtóelektronikából és az aktiválható elektrokróm kijelzőernyőből épül fel. Inaktív állapotban a képernyő üres. Az információ megjelenéséhez az aktivátorral energiát kell bevinni. Ehhez a hagyományos RFID címkénél már megszokott 13,56 MHz-es rádióhullámokat alkalmazzák. Az energiát a nyomtatott elektronikus rezgőkör antennájának kondenzátora veszi fel, az ugyancsak nyomtatott egyenirányító egyenárammá alakítja és ebben a formában továbbítja a kijelzőhöz. Ez bekapcsol, a képernyőn megjelenik a betáplált jel (logo). Ha a *PolyLogo-RAD* kártyát kiveszik a rádióhullámok erőteréből, az információs jel rövid időn belül eltűnik. A folyamat reverzibilis, az aktiválás többször megismételhető.

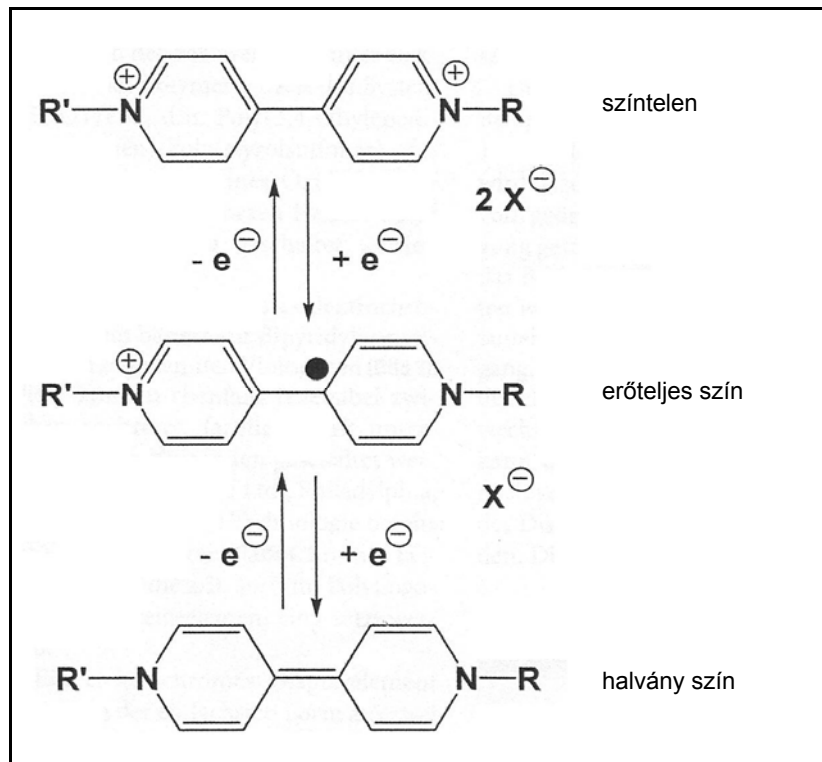


1. ábra A rádióhullámokkal aktiválható PolyLogo kártya aktivátora, ill. a kártya látható felszíne és belső felépítése

A kijelző aktivizálására többféle technikát használnak. Vannak elektrofor és elektrokróm kijelzők. A *PolyLogo-RAD* matricákban túlnyomóan elektrokróm kijelzők találhatók, mert ezek könnyebben nyomtathatók. Működésük olyan vegyületeken alapszik, amelyek az elektromos tértől függően változtatják színüket. Néhány konjugált polimer pl. reverzibilisen oxidálódik vagy redukálódik. Feltöltött (aktivált) állapotban a vegyület polarizálódik, pl. kationgyökök és dikationok képződnek, amelyek adszorpciós tulajdonságai eltérőek. Ilyen a többféle rendszerben alkalmazott PEDOT/PSS

[poli(3,4-etilén-dioxi-tiofén)/poli(sztírol-szulfonát) rendszer, amely oxidációs állapota szerint világos vagy erősen sötétkék színt vesz fel.

A *PolyLogo-RAD* kártyák kijelzőiben viologéneket (bipiridilsókat) alkalmaznak, amelyek oxidációs állapotuktól függően reverzibilisen erősen eltérő színt mutatnak (2. ábra). Az elektrokróm kijelző legegyszerűbb formájában két elektródból, egy elektrokróm polimerrétegből és a hordozófóliára felvitt elektrolitrétegből épül fel. A felső elektródrétegnek átlátszónak kell lennie, hogy a felhasználó az aktiválás után megjelenő szimbólumot ezen a rétegen keresztül észlelni tudja.



2. ábra Az elektrokróm kijelzőben lévő bipiridilvegyület (viologén) reverzibilis színváltozásai különböző redoxfokozatokban

A kijelző általában akkor kapcsol be, ha benne a feszültség 0,5–1 V között van. A bekapcsolásnak, azaz az oxidáció vagy a redukció folyamatának időtartama kevesebb, mint 1 s. Ennyi idő alatt következik be a színváltozás. A folyamat energiaigénye 1 cm² kijelzőfelületre számítva kevesebb, mint 1 mJ. Hengersoron, ismert nyomtatási eljárással, pl. szitanyomással állítják elő. A feltekereselt „smart object” elektronikus kijelzők (*PolyLogo-RAD* elemek) hajlékonyak, rugalmasak, összvastagságuk kb. 20 μm, ezért bármilyen termékre könnyen ráépíthetők.

Azok a termékek, amelyek ilyen kijelzőt hordoznak, egészen újszerű interaktív kapcsolatot tesznek lehetővé a felhasználóval. Ahhoz, hogy a csomagolásba vagy a kártyába beépített információt a felhasználó észlelhessen, a terméket egy aktiváló-

berendezés hatókörébe kell tartania. Ez az információ lehet pl. egy rendezvény belépőkártyájának érvényessége vagy egy termék valóságának igazolása. A *PolyLogo-RAD* kártya kitűnő marketingeszköz. A 3. ábrán látható aktivált kártya pl. azt mutatja, hogy egy vásárló – aki a kártyához egy folyóirat mellékleteként jutott hozzá – jogos valamilyen áru árengedményére, amelynek mértéke csak az üzletben derül ki. Hasonló kártyákat nyeremény ígéretével is terjesztenek. Az ajándéknak szánt kártyákon az ajándékozó által előre kifizetett elkölthető összeg jelenik meg. Egy vállalat *PolyLogo-RAD* kártyák formájában kiállítási vagy bemutatóira érvényesíthető belépőt küldhet ügyfeleinek. Ezek csupán a kezdeti alkalmazások. A fejlesztők azt remélik, hogy a jövőben számos, ma még elképzelhetetlen új területeken jelennek meg ezek az okos és egyre okosabb kártyák.



3. ábra A kártya kijelzőjén aktiválás után megjelenő színes jel mutatja a korábban nem ismert árengedmény mértékét vagy a nyeremény elismerését

Összeállította: Pál Károlyné

Allgaier, A.: Identification per Funktechnologie – Einsatz von RFID in der Verpackungindustrie = Neue Verpackung, 2013. febr. www.neue-verpackung.de

Eldridge, D.: Making touch devices with in-mould films = European Plastics News, 2013. jan. www.europeanplasticsnews.com

Ludwig, K.; Rost, H.: Interaktion mit dem Nutzer = Kunststoffe, 101. k. 6. sz. 2011. p. 72–75. PolyIC The chip printers = www.polyic.com