

Tadeja MUCK, Marica STAREŠINIČ
Univerza v Ljubljani; Naravoslovnotehniška fakulteta; Oddelek za tekstilstvo
Snežniška ulica 5, 1000 Ljubljana
<http://www.ntf.uni-lj.si/>

Urška BOGATAJ
Valkarton, d. d.

Podjetje za izdelavo in predelavo valovitega kartona
Tržaška c. 1, 1370 Logatec
<http://www.valkarton.si>



Naložba v vašo prihodnost

OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

ORGANSKA

TISKANA ELEKTRONIKA

Tokratni prispevek o tiskani organski elektroniki je nadaljevanje članka, objavljenega v *Grafičarju* v številkah 6/2008 in 1/2009, kjer sta bila razložena izvor in pomen tiskane organske elektronike, materiali, ki se pri tisku uporabljajo, tehnologije tiska in aplikacije. Članek v nadaljevanju predstavlja povzetek tretje izdaje brošure, ki jo je letos pripravilo združenje OE-A. Tako je v uvodu na kratko spet predstavljen pomen razvoja tiskane organske elektronike, nato pa organizacije, ki delujejo kot promotorji razvoja organske elektronike in najnovejše aplikacije, ki so že ali pa bodo v najbližji prihodnosti prišle na trg. Na koncu prispevka so opisani primeri natisnjenih vzorcev, ki so dostopni kot promocijski material združenja OE-A, ter novi materiali za tisk organske elektronike.

Za področje tiskane elektronike se uporabljajo različni izrazi, kot so tiskana plastika, tiskani polimeri, fleksibilna tiskana elektronika, organska tiskana elektronika, tanka tiskana elektronika, ter oznake OALE – velikoformatna organska elektronika (ang. Organic Large Area Electronics) ali FOALAE – fleksibilna in/ali velikoformatna organska elektronika (ang. Flexible and/or Organic Large Area Electronics). Vsi ti izrazi se uporabljajo za isto tehnologijo/materialne na področju elektronike, ki presega klasični pristop oziroma dosedanje izdelavo konvencionalne tiskane elektronike.

Promotorji razvoja organske tiskane elektronike

Leta 1983 je nemška inženirska zveza VDMA ustanovila novo združenje oziroma sektor za člane, ki so bili aktivni na področju razvoja materialov in opreme za proizvodnjo elektronike. Združenje se je poimenovalo VDMA Productronics, njegovo poslanstvo pa je povečanje konkurenčnosti na svetovnem trgu in inovativen razvoj industrije visoke tehnologije. Nabor naprav, ki se proizvajajo znotraj medsebojnega povezovanja članov združenja, je naslednji:

- ↗ polprevodniki, p. enote (integrirana vezja) in pasivne komponente ter SMDs – naprave, površinsko integrirane (ang. Surface Mount Devices),
- ↗ plošče tiskanih vezij (PCBs), moduli (PWBS) in hibridne naprave,
- ↗ solarni elektronski sistemi (fotovoltaika),
- ↗ ravni stenski zaslони (FDP),
- ↗ mikrosistemi (MEMS),
- ↗ podatkovne spominske naprave (Hard Disk Drivers, CDs, DVDs),
- ↗ senzorji in pametne kartice.

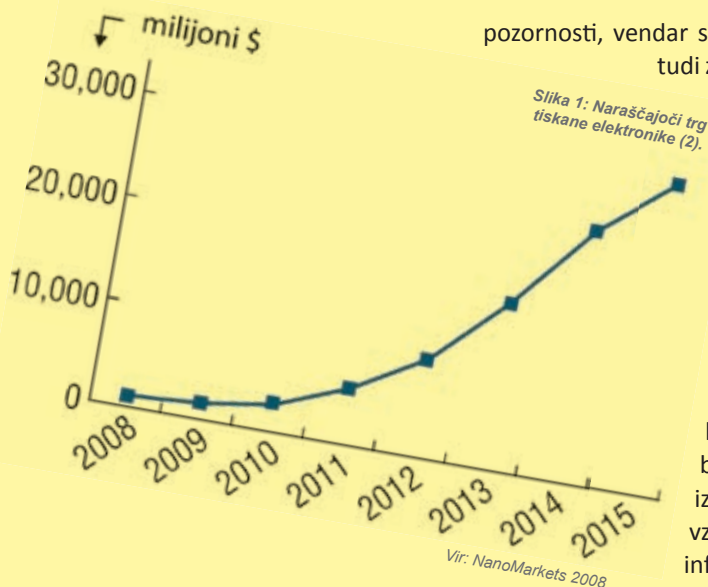
Trenutno je v združenje vključenih 70 podjetij, največ iz Nemčije. V letu 2000 je VDMA podprla ustanovitev delovne skupine znotraj zveze, imenovane German Flat Panel Display Forum (DFF). Delovna skupina je zelo aktivna in tako so prve velikoformatne aplikacije že dostopne na trgu; zaslони, zasnovani na OLED-tehnologiji, kažejo veliko konkurenčnost danes zelo razširjeni LCD-tehnologiji. V letu 2004 pa je VDMA zaradi vse večjega interesa v razvoju organske elektronike odprla vrata tudi raziskovalnim inštitucijam, proizvajalcem in končnim uporabnikom organske elektronike in tako ustanovila organsko elektronsko združenje – Organic Electronic Association OE-A.

Aplikacije

Aplikacije s področja, kot so RFID-značke, fotovoltaične celice, OLED-svetila, samostojne diagnostične naprave, fleksibilne senzorične celice, fleksibilni zaslони ali enostavne igre, se predstavljajo na trgu v vedno večjem merilu. Od leta 2006 se povečuje udeležba na trgu¹, kot je predstavljeno na sliki 1.

Na sliki 1 je opazna rast aplikacij za tiskano elektroniko od leta 2010, vedno več je novih izdelkov ter njihovih uporabnikov. To je posledica razvoja novih materialov in tehnologij. Nove aplikacije se kažejo na področjih: 1) medicinske diagnostike (tiskani senzorji in baterije), 2) različnih senzorjev za varnost (pametne kartice), 3) RFID-značk, 4) pametne embalaže, 5) tankih fotovoltaičnih celic, 6) OLED-svetil ter 7) na področju zabavne elektronike – igre, mobilni telefoni, tanki zaslони itn.

Novi materiali in nove tehnologije omogočajo nove izdelke, ki so tanki, fleksibilni, okolju prijazni in se uporabljajo za najrazličnejše izdelke². V nadaljevanju je navedenih nekaj ključnih aplikacij s področja organske tiskane elektronike, a večina od njih je še v fazi pilotne proizvodnje.



Organska fotovoltaika je komercialno na voljo od leta 2007, danes so napredaj že fleksibilne celice za napajanje mobilnih telefonov in druge zabavne elektronike. Fleksibilni zasloni, ki prihajajo na trg in so narejeni z R2R – z zvitka na zvitek (ang. roll-to-roll) tehnologijo, so namenjeni za uporabo v raznih »rolo« čitalnikih (ang. roll out e-readers). V OLED-tehnologiji novosti predstavlja napredek na področju izkoristka, podaljšane uporabnosti ter dimenzije zaslonov, svetil in svetlobnih napisov (ang. e-signage). Pojavljajo pa se tudi prve OLED-svetilke, delo znanih oblikovalcev.

OPV - fotovoltaične solarne celice (ang. Organic Photovoltaic) so na voljo trgu od letos, vendar se pričakuje povečanje komercialne uporabe, ker na trg stopajo fleksibilne celice, ki se bodo uporabljale za polnilnike raznih naprav, luči, obcestnih znakov ter v obliki pripomočkov za šport in rekreacijo. Pričakuje se tudi uporaba v sistemih za napajanje, ki bo dopolnilo obstoječega električnega sistema predvsem na težje dostopnih krajih. To bo seveda zahtevalo večji razvoj na področju materialov, tehnologije prenosa ter povečanje izkoristka ter stabilnosti celic.

Fleksibilni zasloni se z novo tehnologijo R2R pojavljajo na trgu v raznih upogljivih čitalnikih (ang. e-readers). Zasloni temeljijo na elektroforetični ali elektrokromni, v zadnjem času pa tudi na OLED-tehnologiji (ang. Organic Electroemitting Diodes). Tej v zadnjem času namenjajo veliko

pozornosti, vendar so na trgu še vedno tudi zasloni na osnovi tekočih kristalov. Pričakuje se uporaba reflektivnih in emisiivnih zaslonov v obliki velikih fleksibilnih zaslonov, npr. OLED-televizij, vendar je potrebnega še nekaj dela na področju barv, ločljivosti ter izboljšav zaslonских vzorcev prikazovanja informacij.

OLED-svetila so inovacije na področju kakovosti, večjega izkoristka in daljšega časa uporabe. Uporabljajo se na različnih področjih, zanimiva pa so tudi za osvetljevanje prostorov. V uporabi so že E-napisi (ang. E-signage) in svetlobne table z osvetljenim ozadjem (ang. Backlighting), na trgu pa lahko opazimo tudi že oblikovane svetilke na bazi OLED3, kot je predstavljeno na sliki 2.

Na področju tiskanih RFID-značk je viden napredek v uporabljeni R2R-tehnologiji za tisk anten, ki delujejo na visoki frekvenci z 1- do 4-bitnimi CMOS-napravami. Pojavljajo se tudi RFID-naprave brez vgrajenih čipov. Tiskane antene so že dolgo del konvencionalnih RFID-jev na osnovi silicija, uporablja pa se tudi že nanosilicij. V prihodnosti se pričakuje razvoj standardov za označevanje z EPC - elektronsko kodo proizvoda (ang. Electronic Product Code) ter kompatibilnega zapisa informacij. Pričakuje se razvoj za povečanje zmogljivosti spomina ter delovanje na še višji frekvenci UHF za potrebe zaščite blagovnih znamk, zaščite kartičnih sistemov, identifikacijskih oznak, logistike in avtomatizacije. Ključ za uspeh omenjene tehnologije je cenovno ugodna proizvodnja v velikih količinah, manjše dimenzije, razvoj in uporaba CMOS in podobne tehnologije čipov ter seveda razvoj primernih standardov.

Tiskane spominske enote so se pojavile na trgu kot enote za branje podatkov ROM ali kot možnost enkratnega zapisa

WROM (ang. Write-once-read-many). Z uporabo R2R-tehnologije pričakujemo zapis na novih polimerih z možnostjo večkratnega zapisa podatkov ter seveda zmanjšanje potrebnega časa za pisanje/branje podatkov ter zmanjševanje dimenzij.

Organski senzori predstavljajo veliko zelo uporabnih novosti posebno za medicinske namene. Od vseh predstavljenih aplikacij je na tem področju opazen največji napredek. Senzorji za temperaturo, pritisk, senzori na osnovi fotodiod ter skupine povezanih sensorjev bodo na trgu že konec leta. Povezave med različnimi senzori, vgrajeni v enoten sistem s spominskimi enotami ter povezavo za komunikacijo, bodo nove pametne naprave (ang. smart objects). Seveda bodo ti vključevali tudi fleksibilne baterije, ki bodo vgrajene v sistem. Napredek na področju fleksibilnih baterij je predvsem na poenostavljeni vgradnji v sisteme pametnih naprav oz. v tehnologiji za direkten tisk v elektronsko pametno napravo. V prihodnosti lahko pričakujemo tehnologijo tiskane elektronike, ki bo omogočala uporabo R2R-tehnologije in zaporeden tisk vseh naprav, eno za drugo, na izbran fleksibilen substrat.

Aplikacije na pametnih oblačilih so bile predstavljene na konferenci LOPE-C v Frankfurtu kot integracija komunikacije in energetske shrambe v pametno oblikovani kolekciji firme Francital - Nomadic Jacket. Oblačilo obsega komunikacijo, solarne naprave za proizvodnjo energije,





Slika 3: Jakna s foto-voltaičnimi celicami.

grelne elemente v obliki termalnih materialov, integrirano tipkovnico ter fleksibilni zaslon (slika 3).

Na področju tiskanih RFID-značk je viden napredek v uporabljeni R2R-tehnologiji za tisk anten, ki delujejo na visoki frekvenci z 1- do 4-bitnimi CMOS-napravami. Pojavljajo se tudi RFID-naprave brez vgrajenih čipov. Tiskane antene so že dolgo del konvencionalnih RFID-jev na osnovi silicija, uporablja pa se tudi že nanosilicij. V prihodnosti se pričakuje razvoj standardov za označevanje z EPC - elektronsko kodo proizvoda (ang. Electronic Product Code) ter kompatibilnega zapisa informacij. Pričakuje se razvoj za povečanje zmogljivosti spomina ter delovanje na še višji frekvenci UHF za potrebe zaščite blagovnih znamk, zaščite kartičnih sistemov, identifikacijskih oznak, logistike in avtomatizacije. Ključ za uspeh omenjene tehnologije je cenovno ugodna proizvodnja v velikih količinah, manjše dimenzije, razvoj in uporaba CMOS in podobne tehnologije čipov ter seveda razvoj primernih standardov.

Tiskane spominske enote so se pojavile na trgu kot enote za branje podatkov ROM ali kot možnost enkratnega zapisa WROM (ang. Write-once-read-many). Z uporabo R2R-tehnologije pričakujemo zapis na novih polimerih z možnostjo večkratnega zapisa podatkov ter seveda zmanjšanje potrebnega časa za pisanje/branje podatkov ter zmanjševanje dimenzij.

Organski senzori predstavljajo veliko zelo uporabnih novosti posebno za medicinske namene. Od vseh predstavljenih aplikacij je na tem področju opazen največji napredek. Senzorji za temperaturo,

pritisek, senzori na osnovi fotodiod ter skupine povezanih senzorjev bodo na trgu že konec leta. Povezave med različnimi senzori, vgrajenimi v enoten sistem s spominskimi enotami ter povezavo za komunikacijo, bodo nove pametne naprave (ang. smart objects). Seveda bodo ti vključevali tudi fleksibilne baterije, ki bodo vgrajene v sistem. Napredek na področju fleksibilnih baterij je predvsem na poenostavljeni vgradnji v sisteme pametnih naprav oz. v tehnologiji za direkten tisk v elektronsko pametno napravo. V prihodnosti lahko pričakujemo tehnologijo tiskane elektronike, ki bo omogočala uporabo R2R-tehnologije in zaporeden tisk vseh naprav, eno za drugo, na izbran fleksibilen substrat.

Aplikacije na pametnih oblačilih so bile predstavljene na konferenci LOPE-C v Frankfurtu kot integracija komunikacije in energetske shrambe v pametno oblikovani kolekciji firme Francital - Nomadic Jacket. Oblačilo obsega komunikacijo, solarne naprave za proizvodnjo energije, grelne elemente v obliki termalnih materialov, integrirano tipkovnico ter fleksibilni zaslon (slika 3).

Torba z vgrajenimi foto-voltaičnimi celicami je predstavljena na sliki 4 in nam daje možnost polnjenja baterij za mobilne naprave.

Ključni parameter za razvoj aplikacij na področju tiskane organske elektronike je velika kompleksnost tiskanih vezij (procesorji, vodila, napajanje, preklopna stikala, novi senzori ter zaslani), ki so vgrajeni v izdelke in imajo velik vpliv na zanesljivost delovanja ter kompleksnost izdelave. S tem se povečujejo tudi frekvenca delovanja naprav, zahteve po hitrejših preklopnih stikalih ter zmanjšani porabi električne energije. Seveda je potrebna tudi povečana stabilnost delovanja, čim boljši izkoristek in seveda znižanje produkcijskih stroškov.

Prednosti OLED-tehnologije

OLED-tehnologija predstavlja eno prvih aplikacij organske elektronike, ki je že vstopila na trg z velikim potencialom nadaljnjih raziskav in razvoja. Emitiranje

svetlobe tankega sloja majhnih molekul organokovinskih komponent so prvič odkrili leta 1987 razvojni inženirji v podjetju Kodak. OLED-zaslani imajo širok vidni kot, visoko svetilnost in moč, višjo od 30 lm/W, kar pomeni dva- do trikrat večjo učinkovitost kot 100 W inkandescentna žarnica. Na trgu so se že pojavili prvi zaslani, in sicer 31" OLED TV s HDTV-ločljivostjo proizvajalca Samsung (slika 5). V letu 2008 so začeli prodajati prve OLED TV-zaslone, in sicer na Japonskem in v Združenih državah Amerike.

Razvoj večjih, velikoformatnih OLED-zaslonov bo potreboval še nekaj let, da bo dosegel visoko kakovost, a člani delovne skupine DFF so prepričani, da se bodo dosedanje težave pri proizvodnji velikoformatnih zaslonov presegle že v naslednjih treh letih, in sicer do leta 2012.



Slika 4: Torba s foto-voltaičnimi celicami.



Slika 5: Trenutno največji 31" HD-OLED TV na svetu in komercialno dostopne 11" OLED-televizije (2).

Obetajo se nam torej fotovoltaične celice v povezavi s klasičnim elektrosistemom, elektronski časopisi, »rolo« zaslona, fleksibilni svetlobni element OLED, integrirani senzorji ter pametna embalaža. Naokoli pa bomo hodili oblečeni v pametna oblačila.

Primeri vzorcev tiskane organske elektronike, predstavljene v 3. izdaji OE-A

Nabor tiskanih vzorcev elektronike je nastal v sodelovanju naslednjih podjetij in institucij:

- Acreo AB Printed Electronics
- Agfa-Gevaert N.V.
- CEA – LITEN
- COPACO Gesellschaft für Verpackungen
- mbH & Co. KG
- DuPont Teijin Films (UK) Ltd.
- Felix Schoeller GmbH & Co. KG
- Fraunhofer IAP
- FUJIFILM Dimatix Inc.
- GSI Technologies
- H.C.Starck Clevios GmbH
- Hochschule der Medien IAF, IAD
- ITRI Industrial Technology Research Institute
- Leonhard Kurz Stiftung & Co. KG
- Mitsubishi Polyester Film GmbH
- M-Solv Ltd
- NTERA Inc.
- Plextronics Inc.
- PolyIC GmbH & Co. KG
- Schreiner Group GmbH & Co. KG
- VARTA Microbattery GmbH

V Grafičarju 6/2008 in 1/2009 je bil predstavljen prvi nabor vzorcev tiskane organske elektronike iz leta 2007, letos pa je v tretji izdaji brošure OE-A dodan nov set vzorcev, pri katerem je viden velik na-

predek v kompleksnosti natisnjenih organskih enot. Šest primerov tiskanih vzorcev enostavnejših komponent je dostopnih kot promocijski material znotraj zadnje izdaje. Kompleksnejši primeri organskih tiskanih enot, sistemov oziroma naprav – multifunkcionalne naprave pa so bili predstavljeni na sejmu, ki je bil vključen v program letošnje konference LOPE-C.

Enostavnejše komponente (slika 6)

- **Tiskana baterija in zaslon (ang. Printed Battery and Display)**
Gre za fleksibilen tiskan elektrokromni zaslon podjetja Acero z napajalno enoto napetosti 1-3 V, ki jo lahko uporabimo kot samostojno enoto ali pa kot enoto, vključeno v sistem. Vključuje tudi tiskano baterijo Varta na ravni upogljivi podlagi, pripravljeno za vključitev v organske kompleksnejše naprave. Za tisk je uporabljen Agfin prevodni, polimerni material PEDOT/PSS.
- **Tiskana S/D-struktura (ang. Printed S/D-Structure)**
Izvorno/ponorno (ang. Source/Drain) strukturo za tiskan krožni oscilator je oblikoval CEA-Liten in je natisnjena v tehniki sitotiska na Hochschule der Medien IAF, IAD. Uporabljen je polimerni material (firme H. C. Starck Clevios) visoke prevodnosti PEDOT/PSS, posebej prilagojen za sitotisk, kot tiskovni material pa je uporabljen specialni papir proizvajalca Felix Schoeller. Širina kanalne linije je manjša od 100 µm.
- **Tiskan pritiski "gumb" (ang. Printed Push Button)**
Komponenta v obliki gumba je natisnjena s prevodnim črnilom na specialnem tiskovnem materialu Mitsubishi PET. Zamisel o integraciji tovrstnih komponent na embalažo je iniciralo podjetje COPACO group.
- **Tiskana RFID-značka (ang. Printed Frequency Tag)**
Omenjen izdelek je nastal v sodelovanju dveh podjetij, in sicer PolyIC (masovna proizvodnja tiskanega mikroprocesorja – čipa) in podjetja Acero, ki masovno tiska pasivne

antene na osnovi aluminija. Izdelana RFID-značka deluje v frekvenčnem območju HF in je namenjena predvsem za uporabo pri kodiranju izdelkov, kartičnih sistemih in zaščiti blagovnih znamk.

- **Tiskana elektroluminiscentna komponenta (ang. Printed Electroluminescence)**
Gre za inovativni sistem, zasnovan na filmu, polimerni foliji, ki vključuje elektronske funkcije. Primarni cilj akterjev, predvsem Mitsubishija in Agfe, je tisk elektroluminiscentnih zaslonov.
- **Tiskan NCDTM zaslon (ang. Printed NCDTM Display)**
Nanokromni (NanoChromic) zasloni so funkcionalne elektrokromne naprave. Gre za večslojne strukture nanokristaliničnih črnih proizvajalca NTERA. Presevni, transparentni prevodni polimer je izdelalo podjetje H.C. Starck Clevios, tisk pa je izvedlo podjetje GSI Technologies na sitotiskarskem stroju.

Pomembna prednost tiska organske elektronike je v tem, da se lahko enostavnejše komponente (npr. tiskane spominske enote, logična vezja, baterije, senzorji, zasloni, stikala ipd.) počasi gradijo v kompleksnejše strukture, naprave ali celo sisteme. V nadaljevanju sledi predstavitev nekaterih multifunkcionalnih naprav:

- **Organska tiskana elektronska igralna plošča (ang. Organic and printed electronics game board) (slika 7)**
Vključuje OLED-kocko (aktiviramo jo prek organskega integriranega, natisnjenega vezja) in elektrokromne zaslone kot aktivna polja. Napaja se prek natisnjene baterije. Projekt izdelave igralne plošče je koordiniralo podjetje PolyIC.
- **Elektroda, natisnjena s kapljičnim tiskalnikom, kot gonilnik tiskarske glave (ang. Inkjet printed electrode to drive inkjet print head) (slika 8).**
Elektroda na osnovi piezo kristala je jedro tehnologije, ki poganja vsako tiskarsko glavo FujiFilm Dimatrix. Elektroda je generirana s



Slika 6: Enostavnejše komponente organske elektronike (2).

Odlične barve izpis za izpisom.

Xerox DocuColor® 7002/8002
Ponujamo vam vrhunsko kvaliteto
za primerno ceno.



Nekaj glavnih novosti:

- inline spectrophotometer
- nov "low gloss" toner za mat izpis
- razširjen izbor dodelovalnih enot
- avtomatska kalibracija
- širok izbor medijev

Izberite perfektni RIP in ustrezite potrebam vaših naročnikov. Izbirate lahko med:



CX Creao Print Server



Fiery EX Print Server



FreeFlow Print Server

Pokličite nas na: 01 600 10 83

Xerox Slovenija d.o.o., Bravničarjeva 13, 1000 Ljubljana
Admir Joldić, vodja programa, admir.joldic@xerox.com, www.xerox.si

Pooblaščen partnerji:

Marsha d.o.o.
Brodišče 17,
1236 Trzin

Za dodatne informacije klikni na: www.xerox.si





Slika 7: Organska tiskana igralna plošča (2).



Slika 8: Elektroda, natisnjena s kapljičnim tiskalnikom kot gonilnik tiskarske glave (2).

kapljičnim tiskom ob uporabi črnila na osnovi organskega topila z vključenimi srebrovimi nanodelci, prevlečenimi s polimernim ovojem na piezo električni element. Po tisku se za povečanje preciznosti tiskane elektrode ta obdela z laserjem.

➤ **Fleksibilen tlačni senzor in baterija (ang. Flexible pressure sensor and battery) (slika 9)**

Predstavljata skupni izdelek DuPont Teijin Films in Industrial Technology Research Institute (ITRI). Gre za na pritisk občutljivo LED-stikalo. Vezje je sestavljeno iz fleksibilne baterije, fleksibilnega tlačnega sensorja in LED-enote z električno povezavo na osnovi tiskane srebrne paste. Omenjen senzor dosega odlično odzivno linearnost. Izdelan je na osnovi tehnike sitotiska.

➤ **Pametna kartica (ang. Smart Card) (slika 10)**

Predstavlja majhen natisnjen sistem v obliki fleksibilne naprave z vključenim prikazovalnikom. Sestavljen je iz elektrokromnega zaslona, električnega vezja, mehanskega tlačnega gumba za aktiviranje sistema in baterije pametne kar-



Slika 9: Fleksibilen tlačni senzor in baterija (2).

tice, ki zagotavlja napajanje sistema. Zaslona in elektronsko vezje sta natisnjena na PET-substrat. Pritisni gumb za aktivacijo je izdelan s pomočjo sitotiska in laminacije. Ob aktivaciji sistema se avtomatsko vključijo elementi zaslona v predhodno določenem zaporedju. Omenjen sistem je nastal kot rezultat sodelovanja podjetij Acero, VARTA Microbattery, Agfa in Mitsubishi Polyester Films (PET foil).

➤ **Organski fotovoltaični prikazovalnik (ang. Organic photovoltaic demonstrator)**

Tudi ta je nastal kot posledica sodelovanja različnih podjetij. NTERA je vključila svojo tehnologijo izdelave nanokromatičnega prikazovalnika, ki je natisnjen na DuPontov tiskovni material. Naprava se napaja neposredno prek Plextroni-

Slika 10: Pametna poslovna kartica (2).



cs' Organic Photovoltaic OPV (ang. Organic Photovoltaic), organskih fotovoltaičnih sončnih celic, tiskana s tehnologijo Plexcore ink.

Tehnologije tiska in novi materiali

Za tisk organske elektronike se uporablja širok spekter klasičnih tiskarskih tehnologij in v zadnjem času prevladuje R2R-tehnologija.

Materiali, ki se uporabljajo, so elektroprevodni in delujejo kot prevodniki, polprevodniki, dielektriki, luminiscenti, elektrokromni, elektroforeti ter mikrokapsulirani materiali. Na sliki 11 so predstavljeni primeri novih prevodnikov.

Zanimanje za čim manjše molekule prevodnikov narašča in tehnologija se seli na nanopodročje. Doslej se je za nanos nanomaterialov uporabljalo tehnologijo vakuumske evaporacije, zdaj se materiali lahko nanašajo v raztopini s klasičnimi tehnologijami. Kovinski oksidi ali silicijeve raztopine se lahko nanašajo na substrat v obliki nanodelcev. Ogljikove nanocevice ali hibridni (organski-anorganski) materiali, kot npr. CMOS, se uporabljajo za optimizacijo delovanja naprav. Nanocevice se uporabljajo kot polprevodniki ali kot osnova za transparentne, prevodne filme. Bistvo je, da se zdaj za tiskano elektroniko lahko uporabljajo veliki, fleksibilni in cenovno ugodni substrati, kot so poliesterski, poliamidni in polikarbonatni filmi.

Na področju tehnologij tiska se uporabljajo že uveljavljene tehnologije. Kapljična tehnologija se uporablja za nanos funkcionalnih materialov. Razvoj na področju tiskarskih glav pri kapljičnem tisku omogoča proizvodnjo vse manjših šob, velikosti 1 μm , ter uporabo več tiskarskih glav naenkrat (ang. multhead printers). Laserska ablacija, tehnologija vakuumskega nanašanja ter fotolitografija velikega formata se uporabljajo kot subtraktivni ali aditivni proces tiskanja. Litografski tisk na osnovi uporabe nanodelcev (ang. nanoimprint lithography) ter mikrokontaktno tiskanje se trenutno uporabljata pri raziskavah, vendar omogočata zelo veliko ločljivost pri nizki porabi materiala. Na sliki 12 je prikazano razmerje hitrosti tiska in ločljivosti za različne tiskarske tehnike.

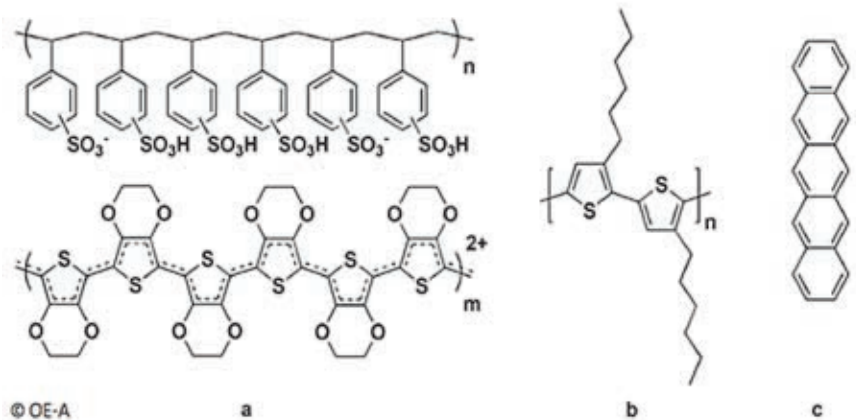
Navedene tehnologije se uporabljajo za tisk aktivnih komponent, kot so tranzistorji, diode, senzorji, spominske enote, fotovoltaične celice ter zasloni. Kot pasivne naprave se tako lahko tiskajo npr. antene, uporniki ali induktorji.

Vodilni parametri za različne aplikacije so tako: 1) mobilnost uporabe različnih prevodnikov (različne električne lastnosti, npr. frekvenca), 2) ločljivost (minimalne razdalje med tiskanimi elementi), ki omogočajo zanesljivo delovanje, 3) zaščitne plasti (zaščita pred zunanji dejavniki okolja – barrier properties), ki zmanjšajo občutljivost naprav pred dostopom kisika, vlage, 5) fleksibilnost, odpornost proti upogibanju pri delovanju naprave ter 6) nizki stroški in velika produkcija.

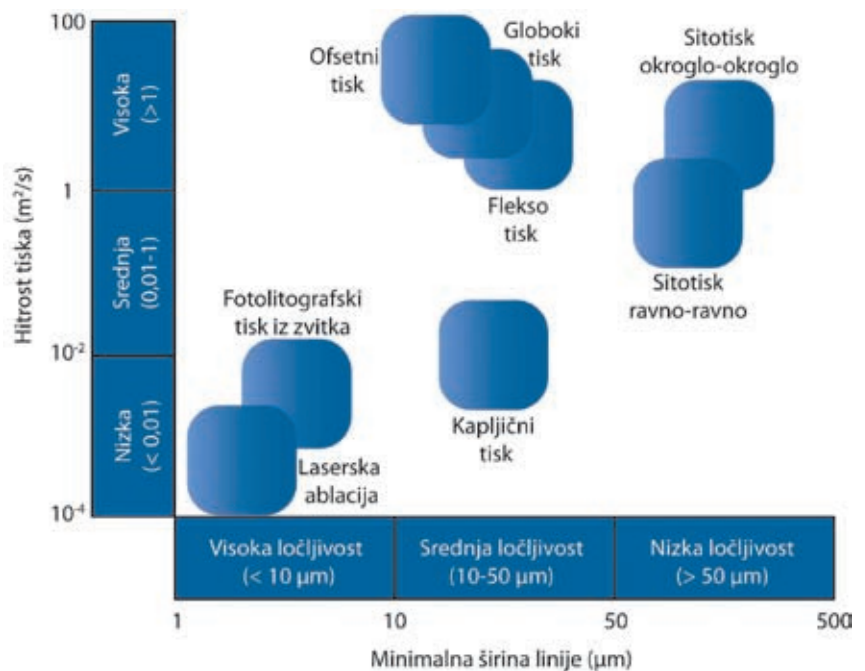
Seveda se na področju pričakuje razvoj metod za nadzor procesov tiska v produkciji, za nadzor nad kakovostjo izdelave ter hitro proizvodnjo naprav po nizki ceni. Standardizacija na področju materialov in tehnoloških postopkov ter oblikovanja naprav je vedno bolj pomembna, ker se tiskana organska elektronika hitro širi tako v proizvodnjo kot na trg.

Literatura

1. *Applications based assesment for the printable electronic applications market, Solid State Technology, on-line: < http://www.solid-state.com/display_article/333011/5/none/none/Feat/Applications-based-assessment-for-the-printable-electronics-marke >.*
2. *Organic electronic, OE-A Organic Electroni Association, 3rd Edition, VDMA, 2009.*
3. *OSRAM OLED svetilka, OLED-info. Com dostopno on-line: < http://www.oled-info.com/osram_opto_semiconductors/worlds_first_oled_lamp >.*



Slika 11: Novi prevodni materiali, a) prevodni PEDOT:PSS (Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(stirensulfonate)), b) polprevodni politiopen PH3HT, c) polprevodni pentacene (2).



Slika 12: Razmerja med hitrostjo tiska in ločljivostjo za različne tehnike tiska (2).

OKOLJU PRIJAZNA »EF« BARVILA

Okolju prijazna (EF) barvila predstavljajo 5,8-milijardno evrsko rast trga do leta 2014, to je skoraj osem odstotkov na leto. Čeprav EF barvila niso novost na grafičnem razvojnem in tiskarskem področju, je nedavni interes po bolj vzdržljivem in hkrati »bolj zelenem« izpisu zbudil večje zanimanje tudi za njihov vpliv na okolje.

Prihodnost so zagotovo okolju prijazna barvila.

To so izsledki poglobljene analize podatkov in petletnih tržnih napovedi s področja EF barvil, ki so razdeljene glede na merila tehnike tiska, končne aplikativne uporabe in geografske regije.

Poročilo je globalnega značaja in v smislu tržnih napovedi obravnava ključne materiale, postopke, tehnologije in področja končne uporabe. To poročilo naj bi vsak soudeležen v grafični industriji obvezno prebral.

Za promocijsko brošuro in več informacij obiščite na portal ali www.infotechpira.com.

