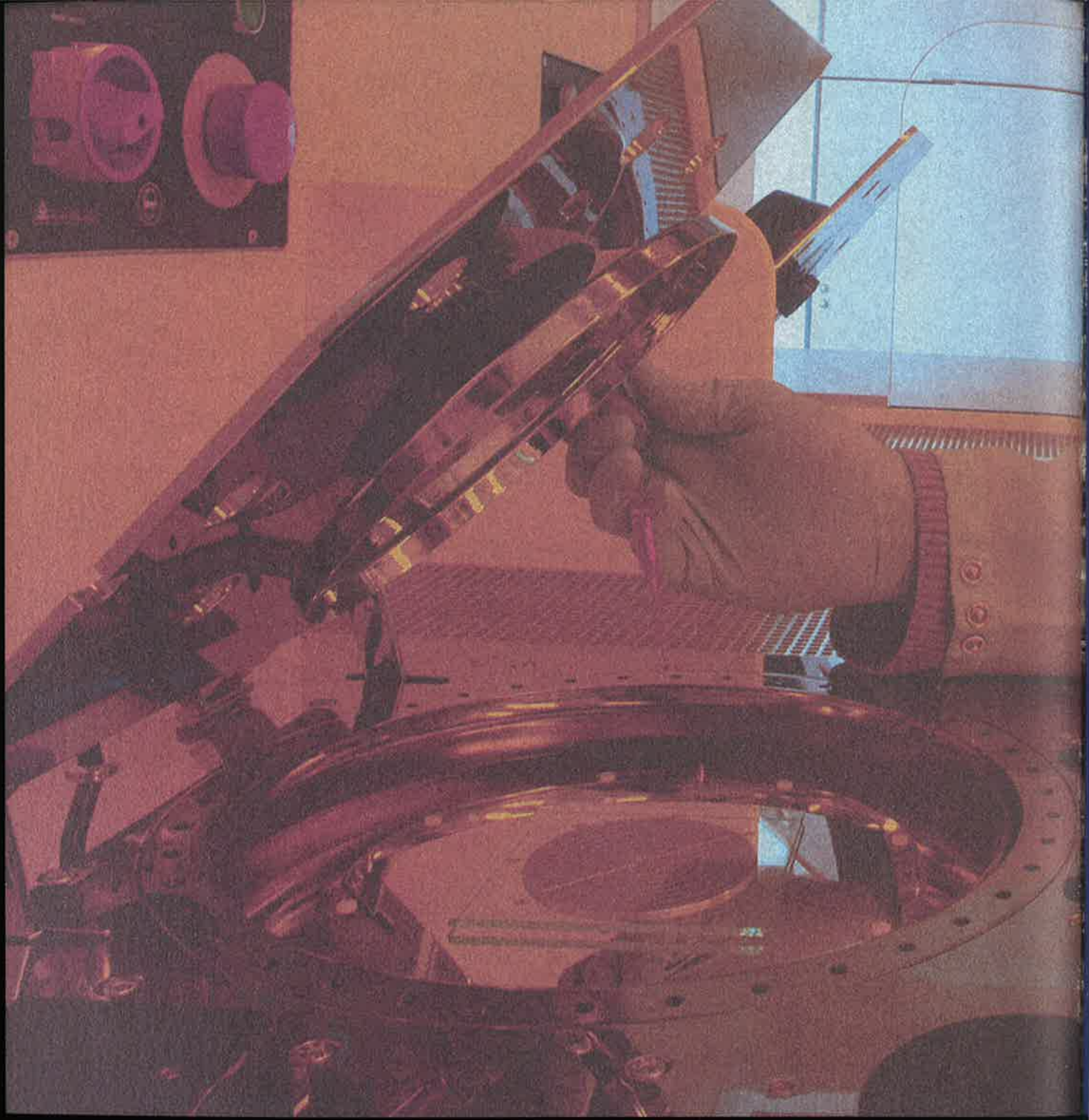




TNO Industrie

Polymere elektronica Casebook



Polymere elektronica Casebook



Plastic toekomst

Er is een stille revolutie gaande in het door silicium gedomineerde elektronische landschap. Daar waar kunststof voorheen in elektronische toepassingen alleen gebruikt kon worden als gemakkelijk vorm te geven isolator of als materiaal voor vervaardiging van de behuizing en mechanische onderdelen, verschijnen er nu elektronische componenten van kunststof: polymere elektronica.

Dit leidt tot veranderingen in productiemethoden en productiekosten, maar ook tot een vergroting van de ontwerpvrijheid voor productontwikkelaars.

In dit casebook worden -de soms futuristische en onvermoede- toepassingsmogelijkheden van polymere elektronica gepresenteerd en daarmee getracht een toekomstbeeld van de technologie te schetsen. Naast het doel verklarend en informatief te zijn, dient het casebook vooral als inspiratiebron.

Inhoud

Inleiding	06	02 PolyFET - Plastic elektronica	30
Polymeertechnologie	08	Scheur- en lekdetectie in ondergrondse leidingen	32
Polymere LEDs	10	Gedrukte elektronica	34
Flexibele elektronica	12	Dynamische labels supermarkt	36
Alledaagse plastic elektronica	12	Elektronische strippenkaart en afwaardeersystemen	36
Sensoren	14	Low cost elektronische labels	37
Zonnecellen	15	ID card	37
Applicaties en productontwikkeling	16		
01 PolyLED - Plastic licht	18	03 PolySENS - Plastic sensoren	38
Interieurverlichting vliegtuig, bus, trein en metro	20	Zelfklevende thermometer	40
Dynamische wegmarkering in wegdek en vangrail	22	Alcoholtester	42
Gevelbelettering	24	Doordrukstrip	44
Bewegwijzering	24	Voedseltester	44
Dynamisch behang en wandscherm	25	Doseerpleister	45
Laagspanningsverlichting	25	Tester voor water- en luchtkwaliteit	45
Dynamische transparantie, camouflage en zonwering	26	04 PolyPV - Plastic zonnecellen	46
Buitenreclame	26	Elektronisch textiel	48
Exterieurverlichting voor twee- en vierwielers	27	Kleding en uitrusting	50
Matrixborden, stoplichten en verkeersborden	27	Zonne-energie centrale	50
Kassenverlichting, daglichtdoorlatend en kunstlichtreflecterend	28	Project X	52
Feestverlichting	28	Integratie van plastic elektronica in producten	
Bord- en foliespellen	29		
Design lichtsieraden en lampen	29	Geraadpleegde bronnen	55
		Colofon	56

Inleiding

Toepassing
van polymere elektronica
in eindproducten



Polymeren ('plastics') worden alom toegepast vanwege hun goede mechanische eigenschappen, lage kosten en goede verwerkbaarheid. Voor elektronische toepassingen hebben ze echter een nadeel: het zijn meestal isolatoren. Niet voor niets zit om elke stroomdraad een relatief dikke laag plastic. Toch bestaat er een speciale klasse van polymeren, de zogenaamde geconjugeerde polymeren, die wel stroom kunnen geleiden.

Zulke moleculen zijn rijk aan beweeglijke elektronen en kunnen stroom geleiden nadat het materiaal door een verontreiniging een klein overschot of tekort aan elektronen heeft gekregen.

In 1977 ontdekte de Japanse onderzoeker Hideki Shirakawa per ongeluk een methode om de kunststof polyacetyleen als folie te synthetiseren. Door een fout in het voorschrift gebruikte een medewerker in zijn laboratorium duizend keer de normale hoeveelheid katalysator bij de bereiding van de kunststof. In plaats van de onhandelbare, plakkerige zwarte stof die de reactie normaalgesproken oplevert, ontstond een glanzende zwarte folie. De Amerikaanse natuurkundigen Alan Heeger en Alan MacDiarmid slaagden er datzelfde jaar nog in om langs deze weg een polyacetyleenfolie te bereiden die uitstekend stroom geleidt. Voor de ontdekking van deze elektrisch geleidende materialen kregen Shirakawa, McDiarmid en Heeger in 2000 de Nobelprijs voor de chemie.


Eind jaren '80 werden de eerste halfgeleider-devices op basis van geconjugeerde polymeren gemaakt, zoals veld-effect transistoren en fofovoltaïsche cellen. De grote doorbraak

kwam toen Richard Friend's onderzoeksgroep in Cambridge in 1989 ontdekte dat polyphenyleen-vinyleen (PPV) licht uitzendt als er een elektrische spanning op wordt gezet. Het potentieel van deze polymere licht emitterende diode (polyLED) werd vrijwel meteen onderkend door de elektronica industrie. Slechts 10 jaar na de ontdekking stond er een PolyLED proeffabriek van Philips in Heerlen.

Naast de PolyLED wordt er gewerkt aan een chip geheel bestaand uit plastic; zowel de elektrisch geleidende contacten als de halfgeleider is van een organisch materiaal gemaakt. Alhoewel schakelingen op basis van deze transistoren zeer traag zijn in vergelijking met silicium, zijn ze bij uitstek geschikt voor goedkope wegwerp-elektronica. Daarbij is een hoge schakelsnelheid niet van belang, maar flexibiliteit en prijs des te meer.

Polymeertechnologie

Polymeren vallen onder de organische stoffen, dus stoffen met één of meer koolstofatomen. Het woord is afgeleid van het de Griekse woorden polus (veel) en meros (deeltje): een aaneengeregen ketting van dezelfde stukjes. Inmiddels is het begrip polymeer veel breder geworden. Zo heb je ster-vormige en bolvormige polymeren. Ook een eiwit is een polymeer. Je kunt als het ware allerlei soorten kralen aan elkaar rijgen, waarmee je de eigenschappen van een polymeer kunt bepalen. Zo kun je een polymeer een kleur geven, doorzichtig of halfgeleidend maken of van een katalytische eigenschap voorzien.



Polymeertechnologie binnen TNO Industrie richt zich op het ontwikkelen van nieuwe kunststofproducten, coatings en polymeer materialen waaraan hoge eisen worden gesteld of waarvan bijzondere eigenschappen worden verwacht, bijvoorbeeld voor wat betreft bescherming, duurzaamheid, decoratie, barrière voor gassen, corrosiewering, elektrische geleiding of lichtgevendheid. Soms worden kunststoffen gecombineerd met metaal, glas of keramiek om het gewenste resultaat te bereiken. Dit gebeurt op macroschaal (vezelversterkte kunststof), microschaal (coatings) of nanoschaal (biologisch afbreekbaar kunststof). Wat de toepassingen betreft, ligt het accent op de polymere elektronica, coatings, membranen en milieuvriendelijke oplossingen voor gewasbescherming.

De polymeertechnologen van TNO doen ook productonderzoek, waarbij het gedrag van polymere materialen onder specifieke gebruikscondities in kaart wordt gebracht. Dit gebeurt bijvoorbeeld om schadegevallen te onderzoeken en om materialen en producten te certificeren of te keuren.

De fundamentele kennis betreffende nieuwe materialen wordt opgebouwd in (inter)nationale onderzoeksprojecten (zoals Europese onderzoeksprogramma's) en in samenwerkingsverbanden (met universiteiten en in het Dutch Polymer Institute). De opgedane kennis wordt gebruikt in praktijkgerichte projecten met de opdrachtgevers.

Polymere krijgen een steeds veelzijdiger rol in de elektronica. Naast bestaande toepassingen zoals Molded Interconnect Devices (MID) en elektrisch geleidende compo-

sieten voor elektromagnetische afscherming worden inmiddels ook met intrinsiek geleidende en halfgeleidende polymeren diverse toepassingen gerealiseerd. Geleidende polymeren worden gebruikt voor antistatische eigenschappen, elektromagnetische afscherming, of als actieve component in zogenaamde devices: zeer kleine elektronische basiscomponenten, zoals een diode of een transistor. Zo worden polymere halfgeleiders toegepast om displays te maken en zijn er belangrijke vorderingen bij de realisatie van all-plastic transistoren.

Deze toepassingen zijn de voorlopers van een ontwikkeling naar vele soorten devices gebaseerd op organische materialen: fotodiodes, zonnecellen, IC's, en lasers.

De mogelijkheid om eigenschappen zoals geleiding, maar ook verwerkbaarheid en stabiliteit te kunnen beïnvloeden d.m.v. de chemische structuur en de relatief eenvoudige productietechnieken van de polymeren maakt ze extra aantrekkelijk, zoals spin-coating (plastic oplossing vormt homogene dunne film op snel roterend substraat), dip-coating (substraat wordt ondergedompeld in plastic oplossing) en printtechnieken (ink-jet en roll-to-roll). De lage kosten resulteren in een goede concurrentiepositie voor kunststof devices in bestaande toepassingen, maar bieden bovendien nieuwe marktkansen in gebieden waar de prijs van bestaande elektronica te hoog is.

Polymere LEDs

Een van de toepassingen van polymere halfgeleiders is de polymere LED.

LED staat voor 'Light Emitting Diode' (licht uitstralende diode) - voor de meeste mensen bekend als het lichtpuntje dat gaat branden als je de tv of de audioapparatuur op 'stand-by' zet.

Een polymere LED bestaat uit een dun laagje polymere halfgeleider tussen twee elektroden. Als er een spanning over de elektroden staat, straalt het polymeer licht uit. Dit komt doordat de stroom de polymeermoleculen in een hogere energietoestand brengt. Als een molecuul vervolgens weer naar zijn grondtoestand terugvalt, komt de eerder opgenomen energie als licht vrij. De kleur van het uitgestraalde licht hangt af van het soort polymeer dat wordt gebruikt of, om preciezer te zijn, van de grootte van de kloof tussen geleidings- en valentieband van het materiaal. De eerste polymere LEDs op basis van polyfenyleenvinyleen (PPV) straalden slechts een zwak groenig licht uit, maar inmiddels zijn er ook groen-gele, rode, oranje en blauwe polymere LEDs.

Een grote uitdaging voor elektronicaconcerns vormt de flexibele polymere LED, waarmee in feite oprolbare beeldschermen gemaakt zouden kunnen worden. De benodigde systemen, een combinatie van een polymeer beeldscherm, plastic transistors voor aansturing van de beeldscherm-punten en flexibele elektroden voor de stroomvoorziening, zijn nog instabiel. Met name de gevoeligheid voor de invloed van zuurstof en water is een beperkende factor.



Links: Prototype van een gesegmenteerd display op basis van polymere LEDs

Rechts: Sensotec scheerapparaat van Philips

(foto's: Philips Research)



Alleen door het device in te pakken in glas (zoals ook LCD displays samengesteld worden), is een langere levensduur nu nog te realiseren.

De ontwikkeling van zogenaamd flexibel glas, een laagje glas zo dun dat het buigzaam is, kan hier de komende jaren een belangrijke doorbraak betekenen.

In het algemeen spreekt men dus over het maken van devices: zeer kleine elektrische basiscomponenten, zoals een diode of een transistor. Een transistor schakelt een elektrisch stroompje aan of uit: een soort lichtschakelaar die 'aan' zorgt voor een elektrische stroompje - dus licht - en 'uit' voor geen licht. Een processor, zoals de Pentium 4 in een computer, bevat zeer veel transistoren.

Oorspronkelijk worden deze devices gemaakt van anorganisch materiaal zoals metaal- of siliciumoxides. Zo'n twintig jaar geleden kwam men op het idee om het actieve materiaal te vervangen door een polymeer. Er waren twee belangrijke redenen voor. Zo zou je door de gemakkelijke verwerking de kostprijs kunnen verlagen. Bovendien kun je met polymeren grotere oppervlakken bedekken. Met anorganisch materiaal kan dat niet. Je kunt daardoor bij een polymere LED een groter oppervlak laten oplichten. Dit zorgt voor een nieuwe toegevoegde waarde. Het werkelijke device is de polymere film die minder dan een micron dik is.

Het eerste commerciële product waarin een display op basis van polymere LED is opgenomen, is het scheerapparaat Sensotec van Philips, recent op de markt gebracht met publicitaire steun van onder meer James Bond.

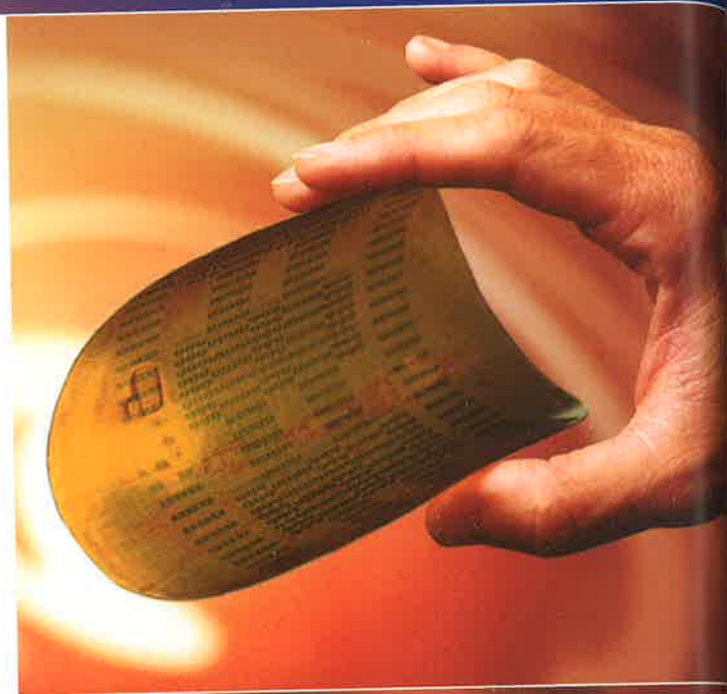
Flexibele elektronica

TNO doet onderzoek naar de productie van plastic elektronica, gemaakt van polymeren en andere organische materialen. Daarnaast worden devices geproduceerd en getest. De polymere LEDs komen nu op de markt. Met de transistoren staan we nog aan het begin. De levensduur en de schakelsnelheid moeten nog flink omhoog verhoogd worden, want ten opzichte van hun oudere silicium broertjes schakelen de polymere transistoren nog erg langzaam. Toch gaan de ontwikkelingen snel. Inmiddels kunnen we al eenvoudige IC's (Integrated Circuits) maken en een TFT-display sturen, bijvoorbeeld een schermpje van een mobieltje. TFT staat voor: Thin Film Transistor.

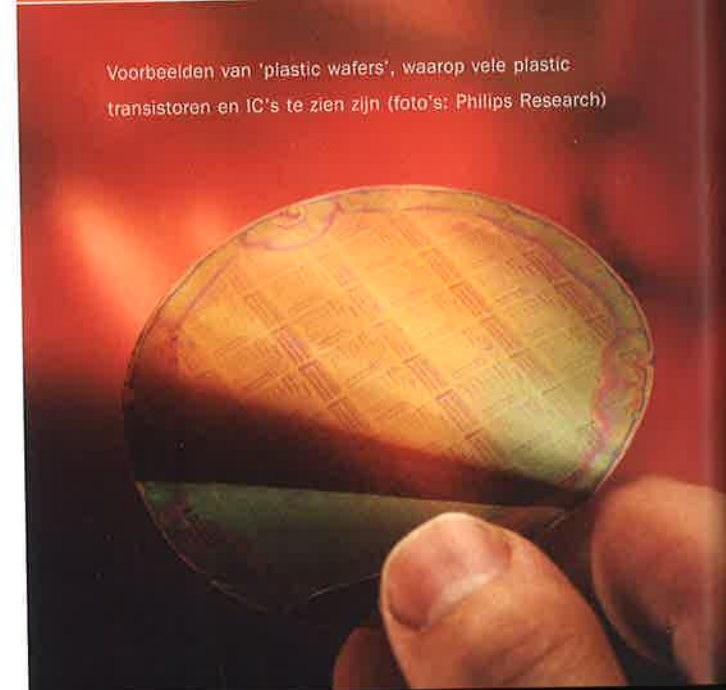
De displays van nu bevatten uit starre, niet flexibele silicium transistoren. Met plastic TFT kun je displays maken op flexibele folies en daarmee gaat de productiekostprijs weer naar beneden.

Alledaagse plastic elektronica

Bij barcodering is de hoeveelheid productinformatie beperkt en zijn de gegevens niet op afstand te lezen of te wijzigen. Nieuwe 'smart labeling'-technieken hebben die nadelen niet of in mindere mate. De mogelijkheden van radio frequency identificatie (RFID) lijken bijna magisch. De kosten daarvan zijn echter relatief hoog. Daarom blijven de toepassingen van RFID beperkt tot grootverpakkingen en is voor individuele producten barcodering voorlopig de nuchterste oplossing. Het wachten is op goedkope RFID-chips van kunststof.



Voorbeelden van 'plastic wafers', waarop vele plastic transistoren en IC's te zien zijn (foto's: Phillips Research)





Gedeelte van de cleanroom-devicelijn waarop
bij TNO Industrie devices worden geproduceerd

TNO Industrie onderzoekt samen met onder andere Philips de mogelijkheid om aan elk product, zoals die in de rekken in winkels hangen en op de schappen in de supermarkt liggen, een goedkope, polymere identificatie-chip of ID-tag te bevestigen. In die chip kun je alle informatie stoppen die je kwijt wilt: prijs, kleur, maat, materiaal e.d. Bovendien kun je de chip op een afstand uitlezen. Bij de ID-tag gaan de producten op een lopende band door een poortje. Het maakt niet uit hoe je de producten neerlegt: alle prijzen worden geregistreerd.

De droom is natuurlijk dat je gewoon met je volle boodschappenkarretje door een poortje heen loopt en betaalt via je vingerafdruk of via een irisscan. Je hoeft dan nauwelijks meer in de rij te staan voor een kassa.

Voor de toekomst van RFID is de ontwikkeling van de polymere elektronica bepalend. Sommige geconjugeerde polymeren hebben, net als silicium, halfgeleidende eigenschappen. Hierdoor is het mogelijk om een RFID-tag te maken, waarbij de processor vrijwel geheel uit plastic bestaat. Een dergelijke chip is flexibel en past op nagenoeg iedere verpakking.

Het belangrijkste voordeel van RFID op basis van polymeren is echter dat het goedkoop is. De vervaardiging van siliciumchips kost weken. Met polymeerchips ben je binnen enkele uren klaar, omdat kunststoffen veel gemakkelijker kunnen worden verwerkt. Een werkbare productiemethode is een fotolithografisch proces dat lijkt op vierkleuren printen. Weliswaar werken de verkregen polymeerchips niet zo snel als een Pentium processor - polymeren schakelen veel trager dan silicium - maar dat is bij RFID niet van belang.

RFID-tags die uit polymeren bestaan zijn flexibel, goedkoop en passen op nagenoeg iedere verpakking.

Bovendien zijn polymere tags typische wegwerpproducten. Op het gebied van polymere elektronica zijn onder meer TNO Industrie, Philips en Siemens actief. Sinds 2001 is Philips een van de ruim 25 industriële participanten binnen het Auto-ID Centrum van het Massachusetts Institute of Technology (MIT). Eén van de doelstellingen van deze non-profit organisatie is om binnen 10 jaar een polymere tag te maken die bij grote aantallen geproduceerd nog slechts één eurocent kost. Bovendien wordt er gewerkt aan de ontwikkeling van standaarden voor de opslag van productinformatie.

Sensoren

Sensoren zijn devices waarin bij uitstek van de geleidende en halfgeleidende eigenschappen van polymeren gebruik gemaakt kan worden. Het ontwerp en de constructie van sensorsystemen op moleculair niveau zijn hiermee mogelijk. Geleidende polymeren kunnen een grote hoeveelheid moleculaire en biomoleculaire wisselwerkingen ondergaan. Deze interactiemogelijkheden kunnen gemakkelijk bijgestuurd worden door bijvoorbeeld functionele groepen aan het polymeer te bevestigen. Er kunnen op die manier bijvoorbeeld gassen, vloeistoffen en enzymen waargenomen worden.

Biosensoren zijn een mooi voorbeeld van een technologie die pas mogelijk werd dankzij de plastic revolutie. Hun succes is immers pas verzekerd wanneer op een goedkope



Polymere halfgeleiders kunnen eenvoudig worden verwerkt tot devices; hier is het spincoaten te zien



manier wegwerpbare bio-chips kunnen gemaakt worden. Innogenetics in België ontwikkelde samen met IMM (Institut für Mikrotechnik Mainz) een biochip voor de detectie van DNA-sequenties en antigenen of antilichamen. Dit opent nieuwe perspectieven voor het snel opsporen van erfelijke ziekten en bacteriële infecties.

Binnen TNO wordt met name onderzoek verricht naar de ontwikkeling van optische sensoren waarbij in de sensor een combinatie toegepast wordt van twee devices, nl. een polymere lichtbron (LED) en een polymere fotodiode. Tussen deze twee devices bevindt zich het reactieve medium dat gevoelig is voor veranderingen in de (te meten) omgeving. De invloed op de lichtdoorvoer in die stof uit zich in een meetbare verandering van golflengte of brekingsindex. In het verschiep liggen dunne, flexibele, goedkope, in massa te produceren sensoren. Ook hier vormt de permeabiliteit voor water en zuurstof nog een van de belangrijkste op te lossen problemen.

Zonnecellen

TNO doet ook onderzoek naar zonnecellen, gemaakt van polymeren. Zowel de efficiëntie als de levensduur van deze polymere zonnecellen moet nog flink verbeterd worden. Een silicium zonnecel zet tot nu toe zes tot tien maal efficiënter zonlicht in elektrische stroom om dan zijn polymere broertje.

Toch is een doorbraak noodzakelijk om op grotere schaal gebruik te kunnen maken van zonne-energie. Het silicium ('veredeld zand') waarvan zonnecellen worden gemaakt, is

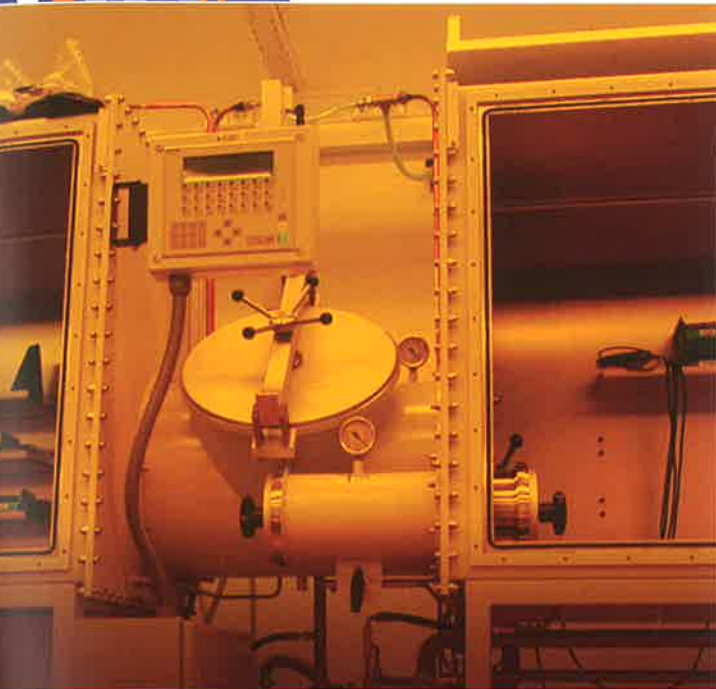
in feite een afvalproduct van de informatie- en communicatie industrie: de chipsfabrieken. Dit afval wordt opgekocht en gebruikt voor de productie van zonnecellen. Als zonne-energie echt gaat doorbreken, hebben we te weinig silicium-afval voor de productie en zullen we duur nieuw silicium moeten gebruiken. De productie van zonnecellen wordt daardoor veel te duur. Dat is de reden dat de zonnecellen op polymere films in beeld komen. Ook hier ligt voor polymeren een zonnige toekomst in het verschiet.

Applicaties en productontwikkeling

Binnen TNO Industrie wordt op velerlei gebieden technologische kennis ontwikkeld. Vaak blijkt het lastig om vervolgens deze technologie te verkopen. De verkoopwaarde van de nieuwe technologieën zit vaak niet in de unieke kenmerken van de technologie zelf, maar in de toegevoegde waarde die de technologie levert voor een product of proces en dus voor een marktpartij. Ook blijken de risico's die gepaard gaan met het inzetten van een nieuw materiaal of nieuwe productietechnologie ten opzichte van kant en klaar verkrijgbare technologie vaak een drempel. Productontwikkelaars kunnen technologieontwikkelaars ondersteunen bij het bedenken van toepassingskansen voor nieuwe technologieën en bij het implementeren daarvan in innovatieve producten. De integratie van toegepaste research in eindproducten richt zich daarbij voor een belangrijk deel ook op het midden- en kleinbedrijf. Het toepasbaar maken van technologische kennis is een van de doelstellingen van TNO.



Een indruk van de cleanroom
devicelijn bij TNO Industrie



Op het gebied van polymere elektronica is de afdeling Productontwikkeling ook nauw betrokken bij het genereren van concrete toepassingen in innovatieve eindproducten op korte en middellange termijn, dit op basis van de toegevoegde waarde ten opzichte van alternatieve technologieën. Op basis van een grondige analyse van de beschikbare technologie worden vervolgens in verschillende creatieve sessies met in- en externe vertegenwoordigers van verschillende disciplines ideeën voor applicaties bedacht, geordend en beoordeeld. Kansrijke productideeën worden op patenteerbaarheid onderzocht en voorstellen voor concrete onderzoeks- en vervolprojecten worden geformuleerd. Dit geeft voor de onderzoekers weer richting aan het onderbouwen van en eventuele bijsturing van de benodigde kennisontwikkeling gericht op ontwikkeling en toepassing van polymere elektronica.



In de herfst van 2003, bij het in gebruik nemen van de nieuwe clean room van de afdeling Polymeertechnologie, worden de brede toepassingsmogelijkheden van polymere elektronica in producten in boekvorm door de afdelingen Productontwikkeling en Polymeertechnologie gezamenlijk gepresenteerd. Dit zogenaamde casebook schetst een toekomstbeeld van de technologie, maar dient vooral als inspiratiebron voor het bedrijfsleven om polymere elektronica in eindproducten daadwerkelijk te kunnen gaan gebruiken. ■

01 | PolyLED

Plastic licht

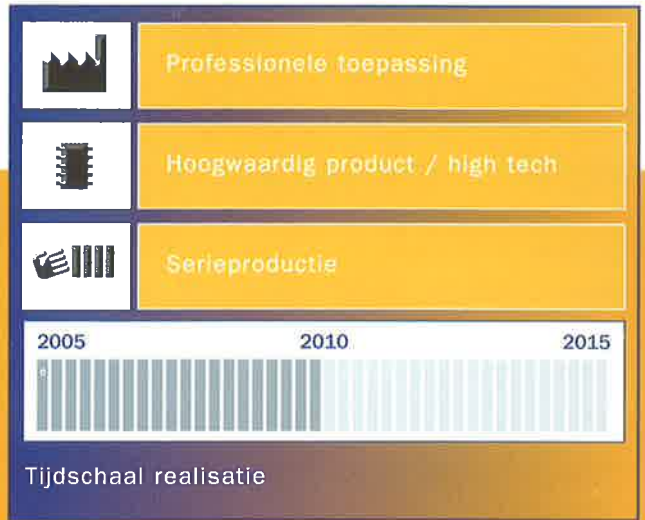
Een van de toepassingen van de ontwikkeling van polymere halfgeleiders is de polymere LED. LED staat voor 'Light Emitting Diode' (licht uitstralende diode) - voor de meeste mensen bekend als het lichtpuntje dat gaat branden als je de tv of de audioapparatuur op 'stand-by' zet. Een polymere LED bestaat uit een dun laagje polymere halfgeleider tussen twee elektroden. Als er een spanning over de elektroden staat, straalt het polymeer licht uit. Dit komt doordat de stroom de polymeermoleculen in een hogere energietoestand brengt. Als een molecuul vervolgens weer naar zijn grondtoestand terugvalt, komt de eerder opgenomen energie als licht vrij. De kleur van het uitgestraalde licht hangt af van het soort polymeer dat wordt gebruikt of, om preciezer te zijn, van de grootte van de kloof tussen geleidings- en valentieband van het materiaal. De eerste polymere LEDs op basis van polyfenyleenvinyleen (PPV) straalden slechts een zwak groenig licht uit, maar inmiddels zijn er ook groen-gele, rode, oranje en blauwe polymere LEDs.

Een grote uitdaging voor elektronicaconcerns vormt de flexibele polymere LED, waarmee in feite oprolbare beeldschermen gemaakt zouden kunnen worden. De benodigde systemen, een combinatie van een polymeer beeldscherm, plastic transistors voor aansturing van de beeldscherm punten en flexibele elektroden voor de stroomvoorziening, zijn nog instabiel. Met name de gevoeligheid voor de invloed van zuurstof en water is een beperkende factor. Alleen door het device in te pakken in glas (zoals ook LCD displays samengesteld worden), is een langere levensduur nu nog te realiseren. De ontwikkeling van zogenaamd flexibel glas, een laagje glas zo dun dat het buigzaam is, kan hier de komende jaren een belangrijke doorbraak betekenen.

Interieurverlichting in vliegtuig, bus, trein en metro

Op basis van polymere LED technologie kunnen componenten voor automotieve en transport sector ontwikkeld worden t.b.v. interieurverlichting, dashboardverlichting en informatie-displays met een grote mate van vormvrijheid. Panelen kunnen in verschillende afmetingen, kleuren en vormen geproduceerd worden. Het feit dat de polymere LED technologie het mogelijk maakt lichte, uiterst dunne verlichtingspanelen te realiseren, geeft de mogelijkheid de indicaties voor noodverlichting op verantwoorde wijze op te nemen in vloeren en wanden van vliegtuigen, treinen, metro's en bussen. Het lage gewicht van de polymere verlichtingspanelen heeft nog een bijkomend gunstig effect op het brandstofverbruik.



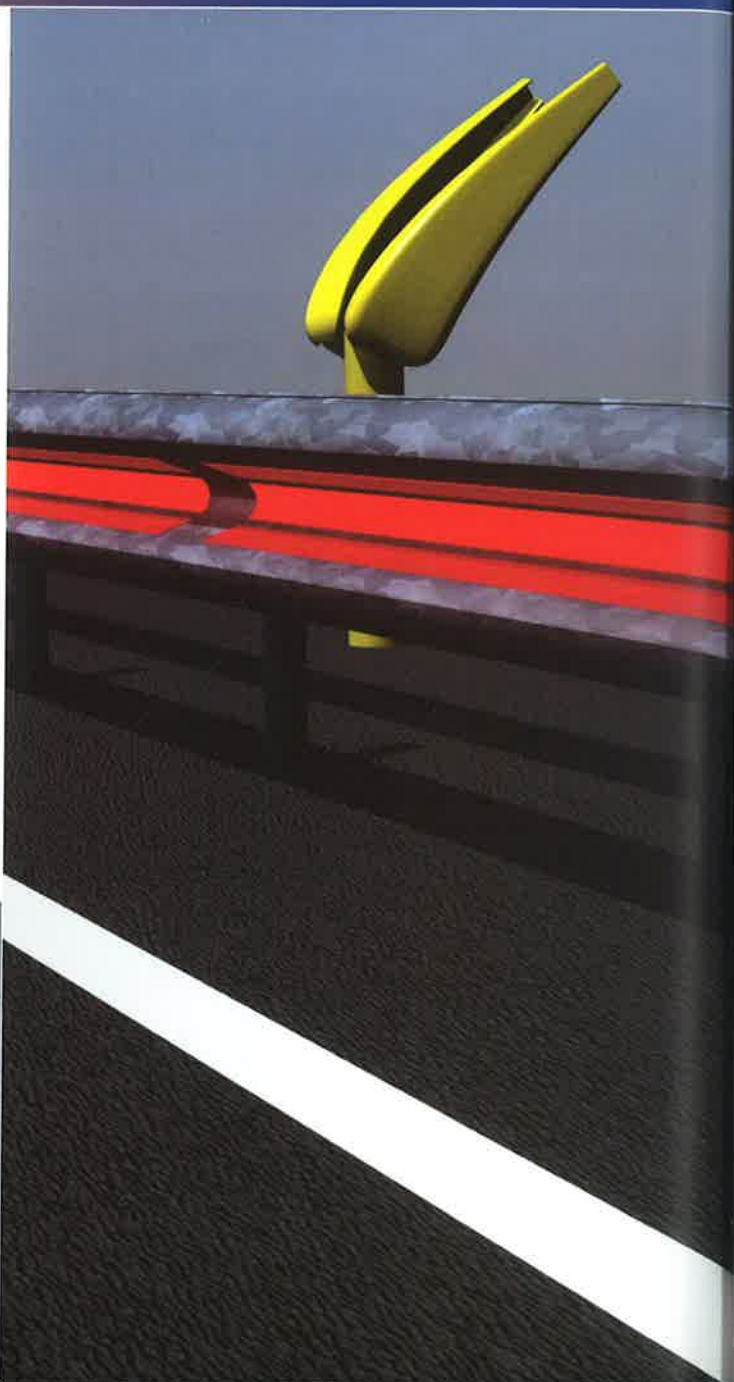


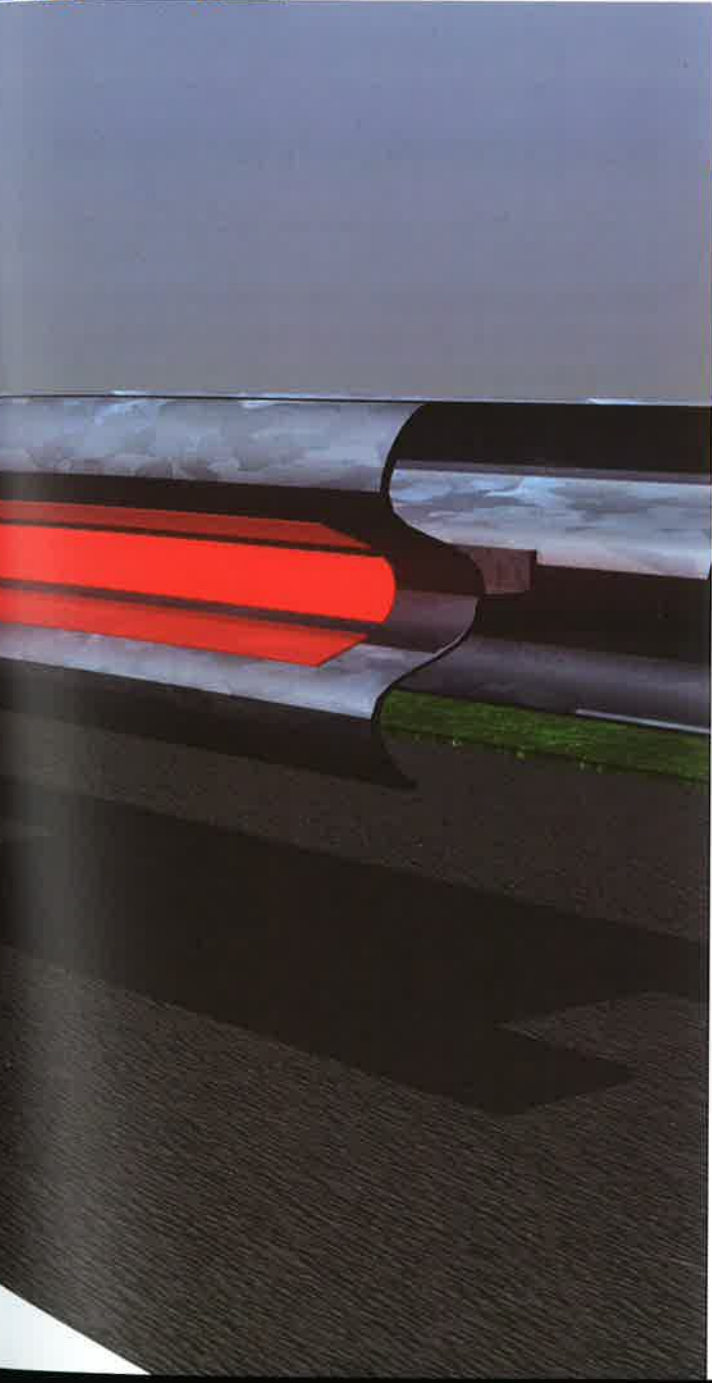
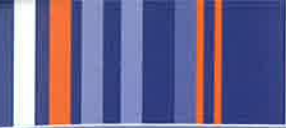
Lichtelementen voor signalering in noodsituaties toegepast in het vliegtuiginterieur door integratie in vloerdelen, stoelen en interieurdelen zoals bagagecompartimenten.





Dynamische wegmarkering in wegdek en vangrail

Het feit dat de toepassing van polymeren zich bij uitstek leent voor seriereproductie (in aantallen of meters) geeft mogelijkheden voor ontwikkeling van dynamische polymere LED wegmarkering opgenomen in het wegdek of als onderdeel van het ontwerp van de vangrail.

Te denken valt aan indicatoren voor rijstrookverandering, afsluiting en dynamische snelheidsindicatie van 120-100-70-50 km/h door bijvoorbeeld het oplichten of kleurverandering van lichtstroken. Toepassing hiervan vindt plaats tijdens het spitsuur, bij filevorming, ongevallen of calamiteiten.





	Professionele toepassing
	Hoogwaardig product / high tech
	Grootschalige productie
2005 2010 2015	
	
Tijdschaal realisatie	



Elementen voor dynamische lichtsignalering ten behoeve van verkeersregulering, in de vorm van stroken op rol geproduceerd, toegepast in vangrailconstructies langs de weg.

Gevelbelettering

Op basis van polymere LED technologie kan verlichte gevelbelettering met een grote mate van vormvrijheid ontwikkeld gaan worden. Logo's, symbolen en letters kunnen in verschillende afmetingen, kleuren en vormen geproduceerd worden. Compacte, energiezuinige lichtelementen met daarbij nog de mogelijkheid enkel- of dubbelvoudig gekromde vormen te kunnen realiseren, vormen het resultaat.

Dergelijke lichtelementen kunnen op horizontale (dak of luifel) en verticale gevelelementen toegepast worden. Een alternatief voor relatief dure en kwetsbare doosconstructies voor neonverlichting.



Bewegwijzering

Op basis van polymere LED technologie kunnen panelen voor interne bewegwijzering en noodverlichting met een grote mate van vormvrijheid ontwikkeld gaan worden. Panelen kunnen in verschillende afmetingen, kleuren en vormen geproduceerd worden. Bewegwijzering en noodverlichting zijn elementen in de gebouwde omgeving die een gebruiker eigenlijk alleen wil zien en ervaren als er behoefte aan is. Het feit dat de polymere LED technologie het mogelijk maakt lichte, dunne verlichtingspanelen te realiseren, geeft interieurarchitecten juist de mogelijkheid bewegwijzering en indicaties voor noodverlichting op esthetische wijze in het gebouw op te nemen op deuren en wanden, plafonds en vloeren.



Dynamisch behang en wandscherm

Op termijn is het met de polymere LED technologie mogelijk om grote, muurvullende, fullcolour displays te realiseren: de wand als beeldscherm.

Zakelijke, dynamische bedrijfsinformatie in bedrijfsomgevingen, afwisselende sfeerbeelden in ontspanningsruimten zowel als homecinema entertainment in de consumentensfeer behoren dan tot de mogelijkheden.



Laagspanningsverlichting

De polymere LED technologie heeft het potentieel om de toekomstige lichtbron te worden waarmee grote vlakken, stroken, letters, symbolen e.d. een gewenste kleur en helderheid kunnen krijgen en daarmee huidige verlichtingsapplicaties kunnen vervangen.

Een kansrijk toepassingsgebied is de verlichting in de utiliteitsbouw. Onderzoeksactiviteiten zullen zich mede richten op vraagstukken die beantwoord moeten worden om dit toepassingsgebied tot een succes te maken. Naar verwachting is met de polymere LED technologie een middel voorhanden om de verlichting van de werkomgeving comfortabeler te maken zodat welbevinden, gezondheid en productiviteit zullen kunnen verbeteren.



Dynamische transparantie, camouflage en zonwering

De polymere elektronica maakt het mogelijk om lichttransmissie te beïnvloeden: afhankelijk van de spanning op bepaalde polymeren wordt de lichtdoorlaatbaarheid veranderd. Op die manier kan in een gevelpaneel privacy (inkijk) en zonwering automatisch gestuurd of door de gebruiker individueel bediend worden.

Polymere folies met dergelijke eigenschappen kunnen uiteindelijk met glazen panelen geïntegreerd worden.



Buitenreclame

Op termijn is het met de polymere LED technologie mogelijk om grote fullcolour matrix beeldschermen voor buitengebruik te realiseren: reclamebillboards.

Dynamische commerciële informatie op straat en belangrijke openbare locaties als stations en vliegvelden. Ook toepassingen als grote, verplaatsbare videoschermen (zoals bij grote evenementen gebruikt worden) behoren dan tot de mogelijkheden.



Exterieurverlichting voor twee- en vierwielers

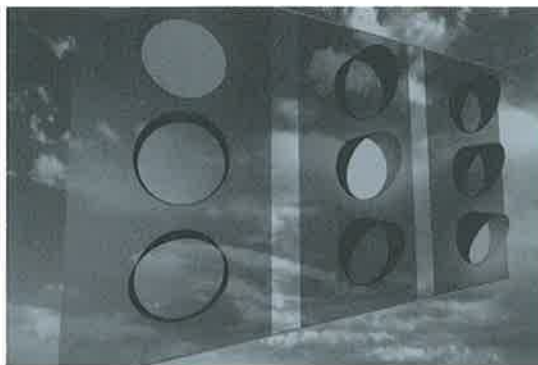
Op basis van polymere LED technologie kunnen componenten voor automotieve en transport sector ontwikkeld worden t.b.v. uitwendige verlichting als koplampen, achterlichten, remlichten, mistlampen, kentekenplaten en belettering.

De vormvrijheid die de toepassing van polymere LED technologie met zich meebrengt is met name in de automotieve sector een essentieel voordeel vanuit het oogpunt van styling. De zeer geringe dikte van de polymere LEDs leveren daarbij ook aanzienlijke ruimtebesparing op. Het lage gewicht van de polymere verlichtingspanelen heeft nog een bijkomend gunstig effect op het benodigde brandstofverbruik van het voertuig.



Matrixborden, stoplichten en verkeersborden

Met de polymere LED technologie is het mogelijk om monochrome schermen voor buitengebruik te realiseren: matrixborden. Dynamische verkeersinformatie op belangrijke locaties op de rijkswegen. De polymere LED technologie maakt het mogelijk om een nieuwe generatie energiezuinige stoplichten en oplichtende verkeersborden te realiseren.



Kassenverlichting, daglichtdoorlatend en kunstlichtreflecterend

Ontwikkeling van op polymere LED technologie gebaseerde 'glazen' panelen voor kassenbouw. Mogelijk geïntegreerde functionele verlichting t.b.v. de groei van gewassen, overdag naar binnen toe transparant en daglichtdoorlatend en 's nachts uittreding van kunstlicht naar buiten toe (voorkomen lichtvervuiling) tegengaan. Innovatieve toepassing van polymere elektronica en mogelijke innovatie in kasconstructies.

Polymere folies met dergelijke eigenschappen kunnen uiteindelijk in glazen panelen geïntegreerd worden.



Feestverlichting

Ontwikkeling van op polymere LED technologie gebaseerde lichtfiguren die in een verlichtingssnoer opgenomen worden zoals bij party-, tuin- of kerstboomverlichting.



Bord- en foliespellen

Op basis van polymere LED technologie kunnen dynamisch oplichtende velden gerealiseerd worden die in nieuwe bord- en foliespellen toegepast kunnen worden. Denk aan lichtgevende puzzels, halma, schaken, Twister, Electro, Monopoly etc. Kleine vlakken in verschillende kleuren kunnen afhankelijk van bijvoorbeeld aanraken met de hand, het plaatsen van speelstukken of elektronisch aangestuurd op verschillende momenten en in verschillende kleuren oplichten.

Ook het op de juiste wijze aanleggen van losse elementen tegen elkaar kan het oplichten van een of meerdere licht-elementen tot gevolg hebben. Alleen door het op de juiste wijze plaatsen van de elementen wordt elektrisch contact gemaakt en licht de afbeelding of een deel daarvan op. Van dit principe kan gebruik gemaakt worden bij leg-puzzels, vraag- en antwoordspellen en educatieve toepassingen zoals figuren / vormen herkennen en leren lezen met behulp van lichtgevende plaatjes en letters.



Design lichtsieraden en lampen

Ontwikkeling van op polymere LED technologie gebaseerde lichtelementen die als sieraad of als designverlichting functioneren.



02 | PolyFET

Plastic elektronica

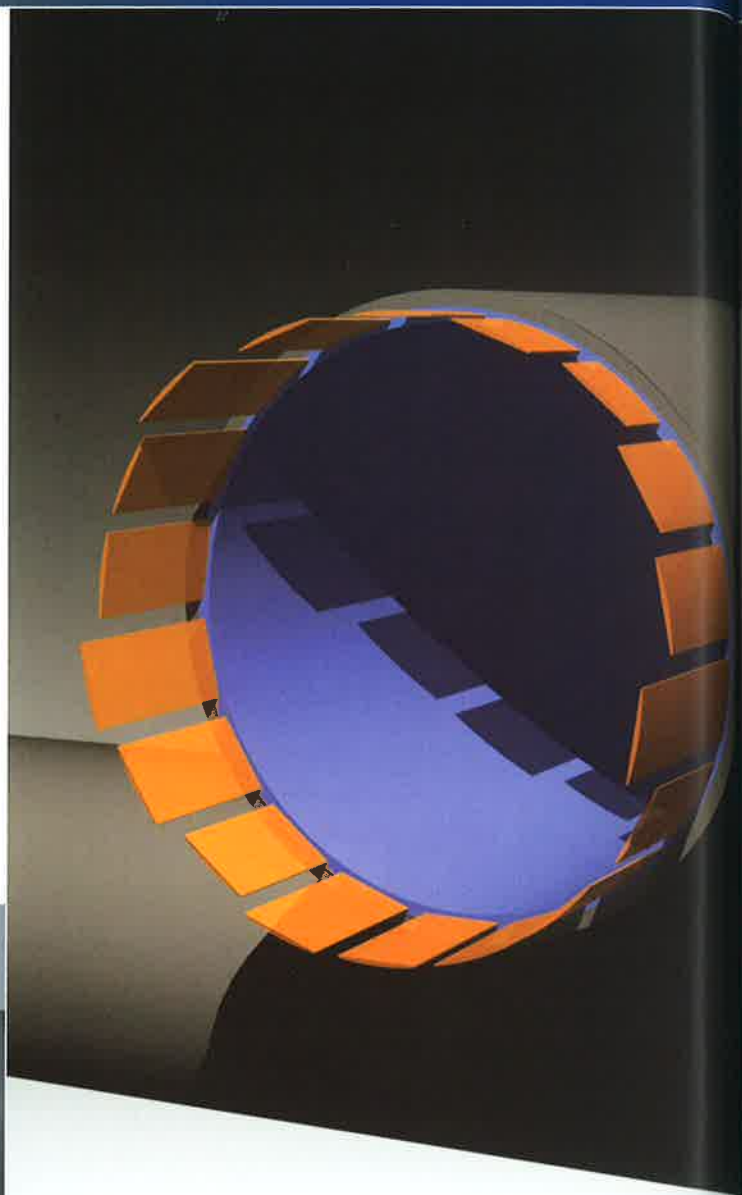
De polymere LEDs komen nu op de markt. Met de transistoren staan we nog aan het begin. De levensduur en de schakelsnelheid moeten nog flink omhoog worden gebracht, want ten opzichte van silicium schakelen de polymere transistoren nog erg langzaam. Toch gaan de ontwikkelingen snel. Immiddels kunnen er al eenvoudige IC's (Integrated Circuits) gemaakt worden en een TFT-display aangestuurd worden, bijvoorbeeld een schermje van een mobieltje (TFT staat voor: Thin Film Transistor). De displays van nu bestaan uit starre, niet flexibele silicium transistoren. Met plastic TFT kun je displays maken op flexibele folies en daarmee gaat de productiekostprijs weer naar beneden.

Aan elk product, zoals die in de rekken in winkels hangen en op de schappen in de supermarkt liggen, kan een goedkope, polymere identificatie-chip of ID-tag bevestigd worden. In die chip kun je alle informatie stoppen die je kwijt wilt: prijs, kleur, maat, materiaal e.d. Bovendien kun je de chip op een afstand uitlezen. Bij de RFID-tag (RFID staat voor: radio frequency identification) gaan de producten op een lopende band door een poortje. Het maakt niet uit hoe je de producten neerlegt: alle prijzen worden geregistreerd. De droom is natuurlijk dat je gewoon met je volle boodschappenkarretje door het poortje heen loopt en betaalt via je vingerafdruk of via een irisscan. Je hoeft dan nauwelijks meer in de rij te staan voor een kassa.

Het belangrijkste voordeel van identificatie op basis van polymeren is dat het goedkoop is. De vervaardiging van siliciumchips kost weken. Met polymeerchips ben je binnen enkele uren klaar, omdat kunststoffen veel gemakkelijker kunnen worden verwerkt. Een werkbare productiemethode is een fotolithografisch proces dat lijkt op vierkleuren printen. RFID-tags die uit polymeren bestaan zijn flexibel, goedkoop en passen op nagenoeg iedere verpakking.

Scheur- en lekdetectie in ondergrondse leidingen

Door het tijdens de productie mee-extruderen van een of meerdere strips van geleidend polymeer materiaal in kunststof (bijvoorbeeld pvc) leidingen en buizen, ontstaat de mogelijkheid bij ondergrondse of in pandige elektriciteits-, water-, gas- of rioolleidingen breuk of lekkage op afstand op elektronische wijze te kunnen detecteren en lokaliseren. In een volledig kunststof product zijn op die manier elektrisch geleidende banen te integreren. Beschadiging van een geleidende baan, en dus ook van de leiding zelf, zijn elektronisch op afstand waar te nemen. Onnodig graven en breken kan op die manier sterk beperkt worden.





Strips van geleidend polymeer materiaal tijdens het extrusieproces geïntegreerd in kunststof leidingen maken inspectie en diagnose op afstand mogelijk.

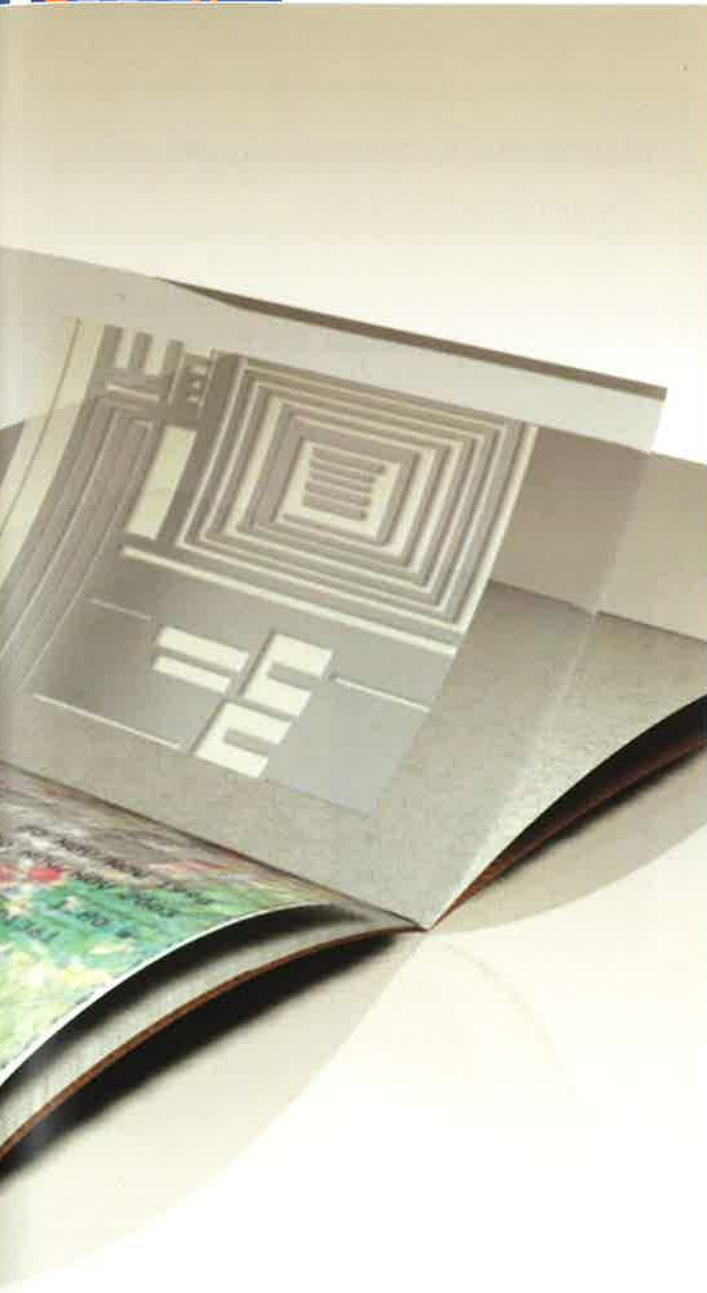
Gedrukte elektronica





Door toepassing van gangbare druktechnieken als offset en ink jet met geleidende polymeren als 'inkt' kunnen low cost elektronische circuits op grote schaal gedrukt gaan worden op allerlei dragermaterialen als kunststof, folie, papier e.d. Elektronische functionaliteit kan op die manier toegevoegd worden aan diverse soorten documenten waardoor bijvoorbeeld fraudegevoeligheid afneemt en de kans op misbruik verminderd kan worden. Het aanbrengen van de elektronische circuits kan op termijn in het productieproces als drukgang geïntegreerd worden waardoor ook groot-schalige productie mogelijk wordt.

Identiteitsbewijzen zoals paspoorten en rijbewijzen en reisbescheiden zoals visa zijn voorbeelden van dergelijke documenten waarin geïntegreerde elektronische functionaliteit toegevoegde waarde kan hebben.

Door zeer nauwkeurig te maskeren, waarbij de patronen alleen met geschikte uitleesapparatuur herkenbaar zijn, kan de fraudegevoeligheid van identificatiekaarten aanzienlijk verminderen.





	Professionele toepassing
	Hoogwaardig product / high tech
	Serieproductie
2005 2010 2015	
	
Tijdschaal realisatie	



Paspoort met toegevoegde functionaliteit door het aanbrengen van elektronische circuits van geleidende polymeren als extra drukgang in het productieproces te integreren.

Dynamische labels supermarkt

Door toepassing van gangbare druktechnieken als offset en ink jet met geleidende polymeren als 'inkt' kunnen low cost elektronische circuits op grote schaal gedrukt gaan worden op allerlei dragermaterialen als kunststof, folie, papier e.d.

De grote oplage en relatief lage materiaal- en productiekosten maken het mogelijk goedkope elektronische labels te integreren in verpakkingsmaterialen. Deze elektronische labels kunnen op enige afstand radiografisch uitgelezen worden. Dit maakt het mogelijk in een supermarkt een winkelwagen met boodschappen in een keer gezamenlijk te scannen zonder de boodschappen een voor een op de band te hoeven plaatsen. Radiografische labels hoeven ook geen echt 'zichtcontact' met het leesapparaat te hebben zoals met barcodescanners het geval is. Ook een label op een product ergens onder in de winkelwagen wordt 'gezien'.



Elektronische strippenkaart en afwaardeersystemen

De grote oplage en relatief lage materiaal- en productiekosten maken het mogelijk eenmalige wegwerpproducten te realiseren zoals de elektronische strippenkaarten voor openbaar vervoer en toegangs- en entreebewijzen voor dagattracties. De kaarten worden elektronisch gelezen en afgewaardeerd. Relevante gegevens zoals gevolgde route- en trajectinformatie kunnen ook weer opgeslagen worden.

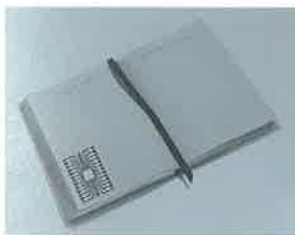


Low cost elektronische labels

De relatief lage materiaal- en productiekosten van polymeren maken het mogelijk eenmalige of voor beperkt gebruik bedoelde elektronische labels te vervaardigen. Toegangs- en bezoekerspasjes, het labelen van bagage, informatie t.b.v. archiveren en sorteren zijn mogelijke toepassingen. Dit soort labels kan ook weer radiografisch uitgelezen worden.

Voor individuele gebruikers, zowel in een zakelijke omgeving als in de consumentensfeer, wordt het op termijn mogelijk om low cost elektronische circuits aan te brengen op verschillende soorten informatiedragers ten behoeve van eigen gebruik.

Te denken valt aan toepassingen als een anti-diefstal voorziening waarbij het label gedetecteerd kan worden bij de huisdeur of een poortje, een verzegelingssticker waarbij het verbroken zijn van het zegel elektronisch te signaleren is of een elektronisch echtheidskennmerk op waardepapieren door toepassing van transparante polymeren (bij fotokopieën is dit dan niet meer waar te nemen).



ID card

Identificatie op basis van polymere LED technologie: door een fijn gemaskerd patroon met behulp van nauwkeurige printtechnieken zoals ink jet in een polymere LED device op te nemen, kan een optische kaartlezer dit (licht)patroon herkennen en bijvoorbeeld toegang verlenen. Uitgevoerd in de vorm van een creditcard, toepasbaar als kamersleutel in bedrijven of hotels, vergelijkbaar met elektronische dotcode. Door de kaart in contact met de lezer te brengen wordt de benodigde elektrische voedingsenergie voor de polymere LED verkregen. Ook bestaat de mogelijkheid om bijvoorbeeld een gezichtsafbeelding, vingerafdruk of irisafbeelding in het maskerpatroon op te nemen. Dit vormt een persoonlijk identificatiemiddel: de optische lezer vergelijkt het beeld op de kaart met de echte persoon. Door zeer nauwkeurig te maskeren, waarbij de patronen alleen met geschikte uitleesapparatuur herkenbaar zijn, kan de fraudegevoeligheid van identificatiekaarten aanzienlijk verminderen.



03 | PolySENS

Plastic sensoren

Sensoren zijn devices waarin bij uitstek van de geleidende en halfgeleidende eigenschappen van polymeren gebruik gemaakt kan worden. Geleidende polymeren kunnen een grote hoeveelheid moleculaire en biomoleculaire wisselwerkingen ondergaan. Deze interactiemogelijkheden kunnen gemakkelijk bijgestuurd worden door bijvoorbeeld functionele groepen aan het polymeer te bevestigen. Er kunnen op die manier bijvoorbeeld gassen, vloeistoffen en enzymen waargenomen worden.

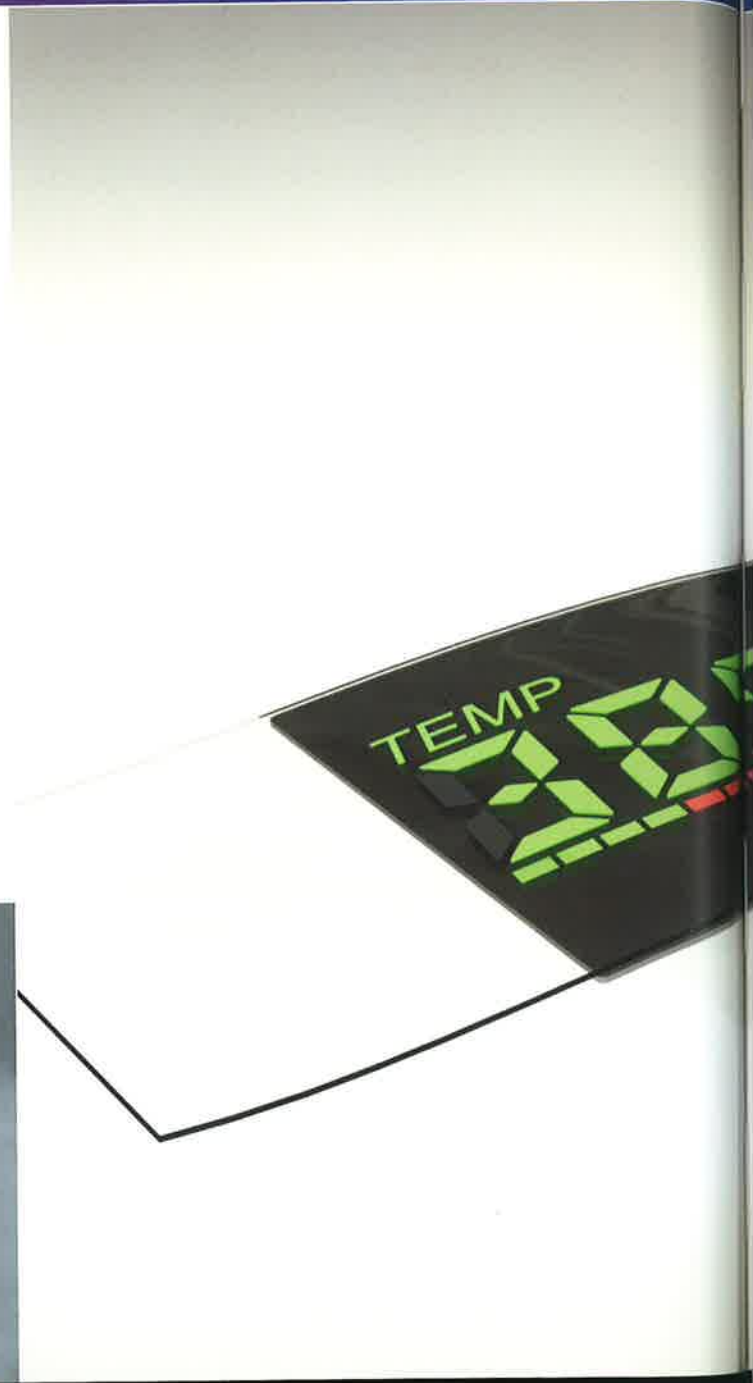
Het combineren van mogelijkheden en eigenschappen van de geleidende polymeren (zoals stroom geleiden en licht geven), vormt de basis voor de ontwikkeling van wegwerp sensoren en testers. Deze producten zijn gebaseerd op een sensorprincipe op basis van polymere LED technologie in combinatie met een polymere photodiode. Uiteindelijk worden dit all-plastic producten. Zo'n wegwerpproduct bevat mogelijk een display en benodigde elektronica als condensatoren en transistoren. De productopbouw is gelaagd (gelamineerd) en het product heeft bijvoorbeeld een creditcardachtige vorm. Toepassingen als alcoholtester, glucosemeter en tester van (drink)waterkwaliteit zijn denkbaar. In feite de ontwikkeling van het lakmoes-papiertje van de toekomst waarin chemie, polymere elektronica, fysica en biotechnologie samen kunnen komen.

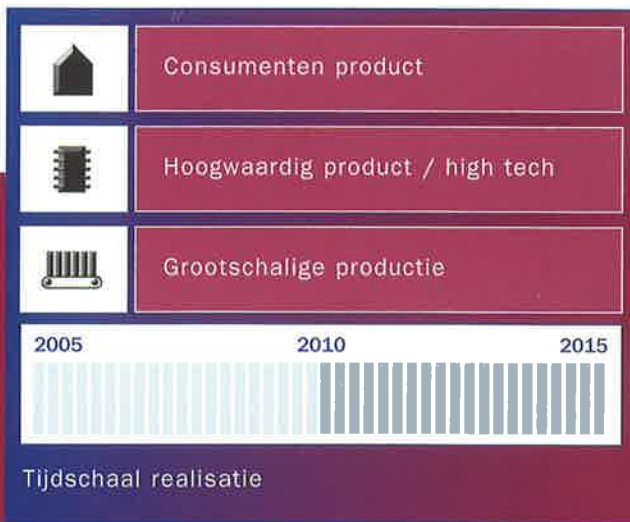
Binnen TNO wordt met name onderzoek verricht naar de ontwikkeling van optische sensoren waarbij in de sensor een combinatie toegepast wordt van twee devices, nl. een polymere lichtbron (LED) en een polymere fotodiode. Tussen deze twee devices bevindt zich het reactieve medium dat gevoelig is voor veranderingen in de (te meten) omgeving. De invloed op de lichtdoorvoer in die stof uit zich in een meetbare verandering van golflengte of brekingsindex. In het verschiep liggen dunne, flexibele, goedkope, in massa te produceren sensoren. Ook hier vormt de permeabiliteit voor water en zuurstof nog een van de belangrijkste op te lossen problemen.

Zelfklevende thermometer

Thermometer in kaart- of stickervorm gebaseerd op optisch principe op basis van een polymere LED in combinatie met een polymere photodiode. Daartussen wordt een medium(stof) aangebracht waar onder invloed van de temperatuur een elektrisch meetbare verandering plaats vindt.

Temperatuurindicatie is zichtbaar op een geïntegreerd polymere LED display. Gelaagde opgebouwd, dun, flexibel product. Toepassingen: medisch (bijvoorbeeld koortspleister), in oven, in koelkast, op motoronderdelen e.d. Uit te voeren als wegwerpproduct.

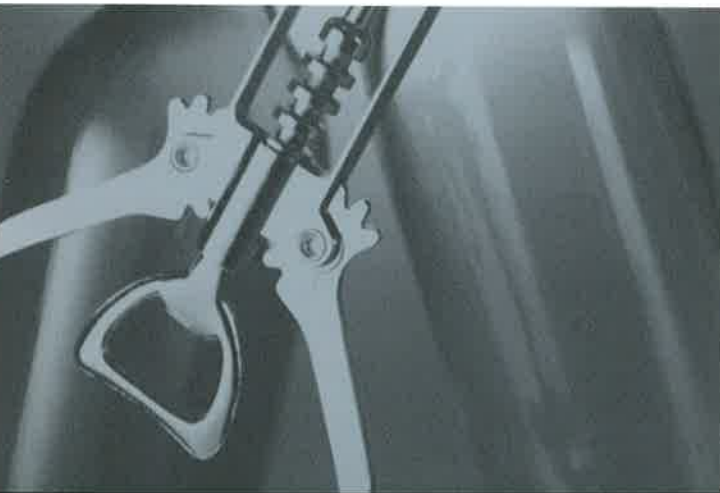


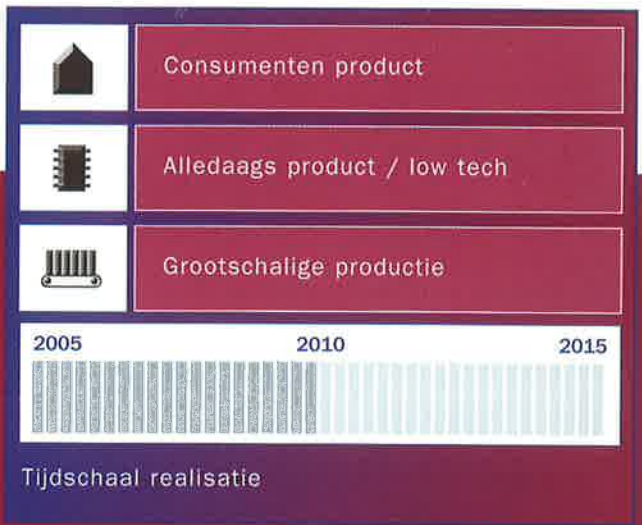


Koortsthermometer in pleistervorm met een uitleesvenster en energievoorziening gebaseerd op polymere (half)geleidereigenschappen en folietechnologie: gelaagd, dun en flexibel.

Alcoholtester

Alcoholtester in kaartvorm of uitgevoerd als spuitgietproduct gebaseerd op optisch principe op basis van een polymere LED in combinatie met een polymere photodiode. Daartussen wordt een medium(stof) aangebracht waar onder invloed van de ademproef een elektrische meetbare verandering plaats vindt. Het alcoholpromillage wordt zichtbaar op een geïntegreerd polymere LED display. Gelaagde opgebouwd, dun, creditcard-achtig product. Toepassingen: politiediensten zowel als consumentenmarkt. Uit te voeren als wegwerp-product.





Blaaspipje waarin het werkingsprincipe gebaseerd is op de halfgeleidende eigenschappen van polymeren, uitgevoerd als consumentenproduct of in professionele uitvoering.

Doordrukstrip

Tabletdoordrukstrip waarin een elektronisch circuit in de door te drukken laag is opgenomen. Het circuit maakt een indicatie van medicijngebruik in de vorm van een aanduiding (dag, tijdstip) zichtbaar middels de polymere LED technologie: een oplichtende tekst of kleurvlak. Door het doordrukken van de tabletten wordt het elektronisch circuit plaatselijk gedeeltelijk beschadigd. Dit resulteert in een andere, gewenste verandering van de indicatie.



Voedseltester

Voedseltester in stickervorm of staafvorm waar door tijdsverloop of temperatuursveranderingen een indicatie in relatie tot de houdbaarheid gegeven kan worden door bijvoorbeeld kleurverandering. Toepassingen op verpakkingen in supermarkten of als consumententester thuis. Ook voedseltesters waarbij de aanwezigheid van bepaalde, niet gewenste stoffen (bijvoorbeeld met het oog op allergieën) zichtbaar gemaakt wordt, behoort tot de mogelijkheden.



Doseerpleister

Doseerpleister waarin een elektronisch gestuurde polymeer membraanfunctie is geïntegreerd en medicijngebruik gedoseerd kan plaatsvinden. Het product heeft een pleistervorm en wordt op de huid gedragen. Het integreren van elektronica maakt het mogelijk een zekere mate van intelligentie aan het product toe te voegen en het medicijngebruik te monitoren en controleren.



Tester voor water- en luchtkwaliteit

Tester in kaart-, strip- of staafvorm waar een indicatie van de kwaliteit van lucht- of drinkwater gegeven kan worden door bijvoorbeeld kleurverandering of indicatie op een geïntegreerd display. Toepassingen in de professionele sector waarbij gevaarlijke stoffen een rol spelen, werken in ruimten waar zuurstofgebrek kan optreden en in de recreatieve sector (outdoor).



04 | PolyPV

Plastic zonnecellen

TNO doet onderzoek naar zonnecellen, gemaakt van polymeren. Zowel de efficiëntie als de levensduur van deze polymere zonnecellen moet nog flink verbeterd worden. Een silicium zonnecel zet tot nu toe zes tot tien maal efficiënter zonlicht in elektrische stroom om dan zijn polymere broertje.

Toch is een doorbraak noodzakelijk om op grotere schaal gebruik te kunnen maken van zonne-energie. Het silicium ('veredeld zand') waarvan zonnecellen worden gemaakt, is in feite een afvalproduct van de informatie- en communicatie industrie: de chipsfabrieken. Dit afval wordt opgekocht en gebruikt voor de productie van zonnecellen. Als zonne-energie echt gaat doorbreken, hebben we te weinig siliciumafval voor de productie en zullen we duur nieuw silicium moeten gebruiken. De productie van zonnecellen wordt daardoor veel te duur. Dat is de reden dat de zonnecellen op polymere films in beeld komen. Ook hier ligt voor polymeren een zonnige toekomst in het verschiet.





Elektronisch textiel

Textiele materialen waarin vlakken en banen van geleidende polymeren zijn geïntegreerd op basis van textiele weef- en druktechnieken: op een drager (folie/doek) kunnen op die manier zowel displays, verlichtingsvlakken, zonnecellen als elektronische verbindingen opgenomen worden. Het aldus verkregen elektronische laminaat wordt tegen omgevingsinvloeden beschermd door transparante lagen van kunststof of zogenaamd flexibel glas. Het doek wordt in laminaatvorm geproduceerd.

Met dit elektronische doek kunnen bijvoorbeeld tijdelijke onderkomens (zoals UNHCR en Rode Kruis vluchtelingenkampen) van energie worden voorzien t.b.v. communicatie, verlichting, verwarming en voedselbereiding. Ook flexibele, oprolbare displays, bijvoorbeeld voor tijdelijk gebruik bij evenementen, kunnen met dit elektronisch laminaat op termijn gerealiseerd worden.





	Professionele toepassing	
	Hoogwaardig product / high tech	
	Serieproductie	
2005	2010	2015
		
Tijdschaal realisatie		



Semi-permanente onderkomens in vluchtelingenkampen vervaardigd van zogenaamd elektronisch doek waarin verbindingen en voorzieningen geïntegreerd zijn t.b.v. communicatie, verlichting en verwarmingsdoeleinden.

Kleding en uitrusting

Ook voor hulpverlenende instanties zoals politie, brandweer, rampenbestrijdingsdiensten en militair gebruik in kleding en uitrusting zijn verschillende toepassingen denkbaar. In de recreatieve sector kan gedacht worden aan outdoor kleding en uitrusting.

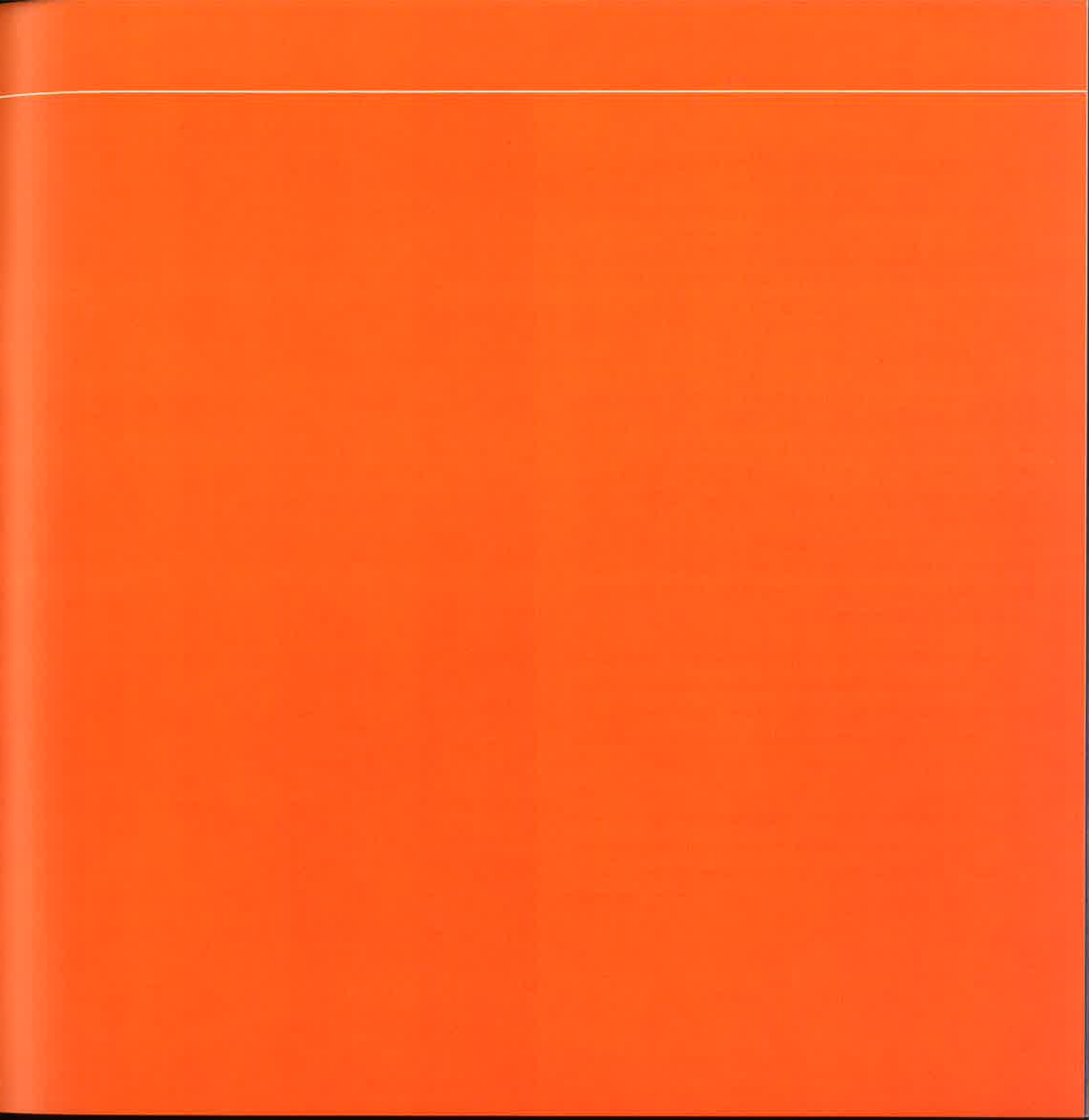


Zonne-energie centrale

Door op grote schaal zonnecellen en elektronische verbindingen productiematig te integreren in folie / doek, kunnen in afgelegen gebieden met veel ruimte en veel zonne-uren snel en goedkoop energiecentrales gerealiseerd worden.

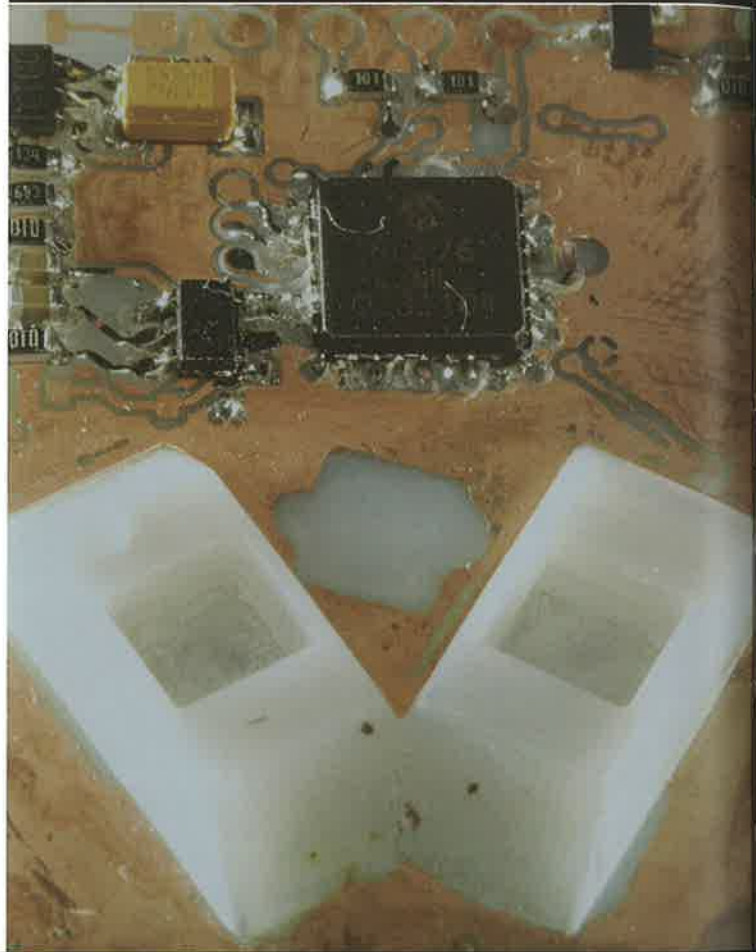
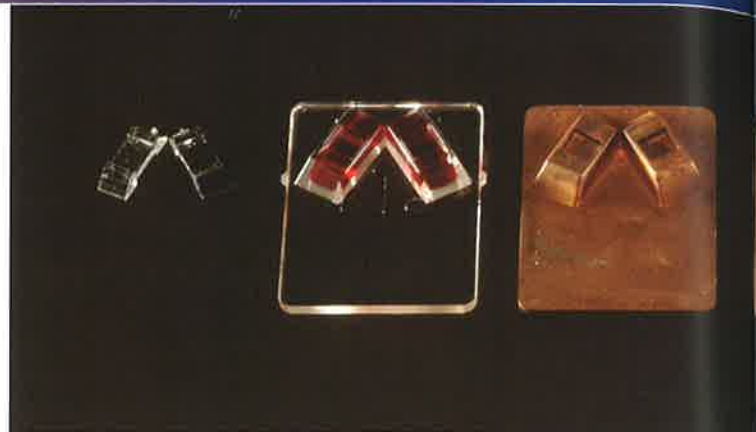
De zonnepanelen kunnen van de rol gelegd worden in woestijngebieden en drijvend op zee. Dergelijke centrales kunnen een tijdelijk karakter hebben.

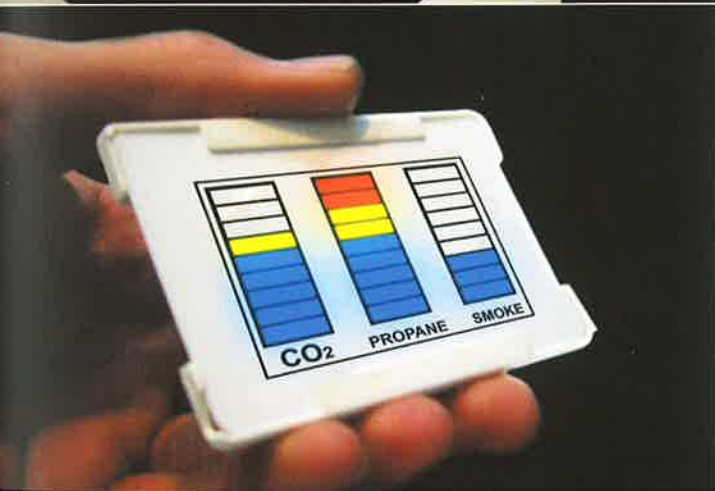
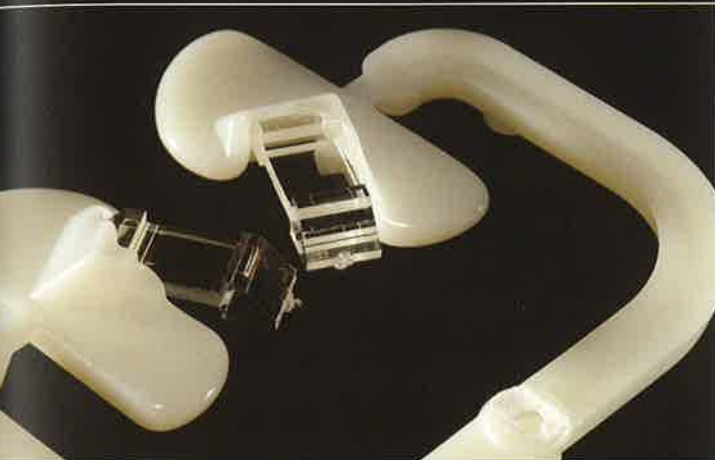
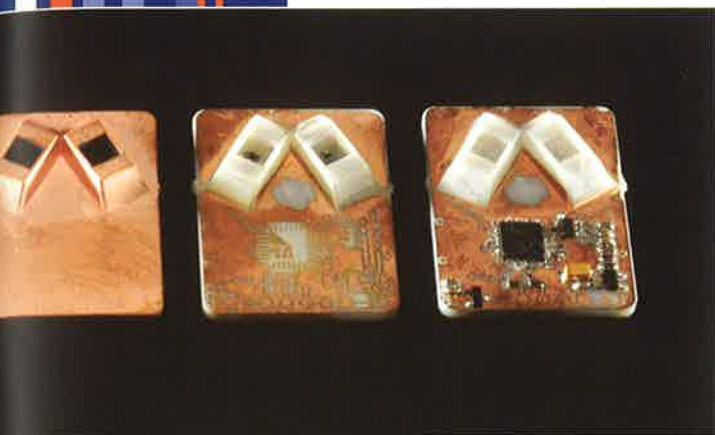




Integratie van plastic elektronica in producten

Het overgrote deel van de activiteiten wereldwijd op het gebied van plastic elektronica is erop gericht om vanuit een bepaald type device een toepassing te ontwikkelen. Zo leiden polymere LEDs bijvoorbeeld tot displays en verlichting, en polymere FETs tot geïntegreerde schakelingen. Wanneer echter verschillende plastic elektronica componenten gecombineerd kunnen worden, ontstaat er een hele range van nieuwe mogelijkheden. Sowieso is de integratie van plastic devices in producten nog een sterk onderbelicht gebied. Veelal worden de devices na productie pas als modules geassembleerd in het eindproduct, zoals nu ook met conventionele oplossingen gebeurt. De plastic technologie biedt echter vele mogelijkheden om devices werkelijk te integreren in het eindproduct, en de fabricagetechnieken zijn relatief eenvoudig op te nemen in het totale productieproces van (plastic) voorwerpen.





Een voorbeeld van een dergelijk product, waarmee TNO al hands-on ervaring heeft opgebouwd, is een optische plastic sensor. Hiervoor zijn globaal 5 basisonderdelen nodig: lichtbron, lichttransport, sensing materialen, lichtmeting en elektronica om data te verwerken. Al deze onderdelen zijn in principe van plastic te maken. Hier wordt een voorbeeld beschreven van een sensor systeem dat uiteindelijk het formaat van een credit card moet krijgen, waarin twee polymere LEDs, een plastic lichtgeleider met polymeer composiet sensing medium en een polymere fotodiode geïntegreerd zijn tot een optische sensor. Dit alles is uitgevoerd op een plastic drager, welke d.m.v. MID technologie voorzien wordt van een elektronisch circuit. Alleen de elektronica waarmee de data verwerkt wordt is in dit voorbeeld nog conventioneel, maar in de toekomst zal ook dit vervangen kunnen worden door plastic (transistor) componenten. ■



Te zien is hoe de optische lichtweg (twee microgestructureerde spuitgegoten waveguides) in verschillende stappen wordt omhuld met de plastic drager, waarop vervolgens het elektrische circuit wordt aangebracht d.m.v. Molded Interconnect Devices (MID).



Uitwerking van het hier besproken concept zal leiden tot dunne, lichtgewicht autonome sensoren, welke bovendien (d.m.v. polyLED display) direct de meetgegevens aan de gebruiker kunnen terugkoppelen.



Geraadpleegde bronnen

Plastic elektronica

Ir Marga van Zundert

Natuur & Techniek, 1998, jaargang 66, afl. 4, pag. 66 e.v.

Sigma Symposium 13 maart 2001

Katholieke Universiteit Nijmegen

Polymer electronics - Dr. G.H. Gelinck (Philips)

Geleidende polymeren

Eindrapport 2002 - Rutger Claes

Sint-Jozefcollege Aarschot

Technological status and potential of light-emitting polymers and their applications

Herman F.M. Schoo, Peter J. Warman,

Albert J.J.M. van Breemen, Bea M.W. Langeveld-Voss

TNO-report Div 499.1151

Kennis voor zaken

TNO Industrie ontwikkelt innovatieve producten en processen, door het uitvoeren van projecten samen met haar opdrachtgevers. Daarbij wordt kennis op het gebied van productontwikkeling, productieprocessen en materiaaltoepassingen vertaald naar praktische oplossingen. Dit maakt TNO Industrie voor de gehele industrie tot een aantrekkelijke partner in ontwikkeling.

TNO Industrie

De Rondom 1
5612 AP Eindhoven
Postbus 6235
5600 HE Eindhoven

T +31 40 265 00 00

F +31 40 265 03 01

E info@ind.tno.nl

www.ind.tno.nl

