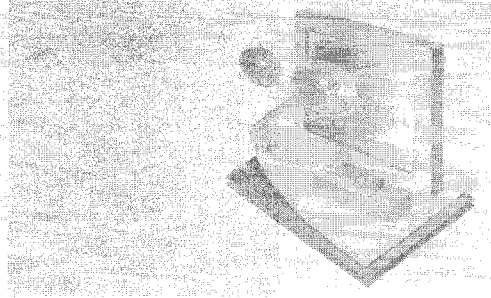


인쇄전자 기술 개발 동향



최주환 책임연구원 (전자부품연구원 전북지역사업본부) | 신진국 본부장 (전자부품연구원 전북지역사업본부)

1. 서론

우리가 일상적으로 집이나 오피스에서 사용하는 프린터가 휴대폰이나 디스플레이를 프린트하게 된다면 당신은 어떻게 생각하시나요? 인쇄 기술의 발달이 궁극적으로 보여주는 미래상은 샤를리즈 테론 주연의 2005년 영화 "Aeon Flux"에서 휴대폰을 프린트를 하는 장면이나 이완 맥그리거와 스칼렛 요한슨 주연의 "아이랜드"의 "스마트 윈도우와 톰 크루즈 주연의" "마이너리티 리포터" 등 미래를 소재로 다룬 영화에 간간이 묘사되어 있다.

수백 년에 걸쳐 진보한 인쇄 기술은 이제 일상적으로 신문이나, 잡지 등의 인쇄에서부터 OA용 인쇄, 산업용 인쇄산업, 광고 산업까지 적용되면서 더욱 정밀해 졌으며 또한 다양한 기판위에 프린팅 할 수 있도록 주변 기술들의 비약적인 발전이 이루어져 왔다. 이러한 인쇄 기술은 최근 전자산업 분야에서 혁신적인 기술개발을 통한 경쟁력 제고를 위한 노력들이 진행되는 과정에서 이에 적합한 기술로 받아들여졌고 인쇄전자 (Printed Electronics)라는 새로운 개념이 생성되었으며 이 기술을 전자부품 및 회로의 생성에 적용하고자 하는 노력이 증대되고 있다.

현재 대부분의 반도체, 디스플레이, 전자부품 등은 노광 (Photolithography) 기술을 기반으로 하여

필요로 하는 회로 등을 미세패터닝하고 있다. 특히 반도체의 경우 가격 경쟁력을 높이기 위해 큰 실리콘 웨이퍼에 한꺼번에 많은 수의 반도체 칩을 만드는 방식을 사용하고 있으나 기본적으로 고가의 재료와 고가의 장비, 복잡한 공정으로 인하여 단순 용도의 값싼 제품을 만드는 것엔 한계가 있다는 것이 이미 주지의 사실이다.

인쇄전자는 현재 단순한 회로나 전자부품 등의 제조에 있어 이러한 고가의 재료와 매우 복잡한 공정, 고가의 장비가 필요한 전통적인 노광공정을 대체 할 수 있는 기술로 대두되고 있으며 복잡한 공정

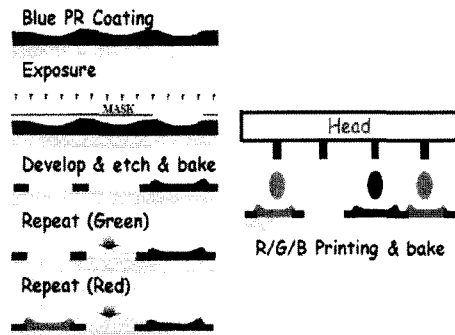


그림 1. Display용 Color Filter 제조에서의 Photo-lithography 공정과 잉크젯 공정 비교.

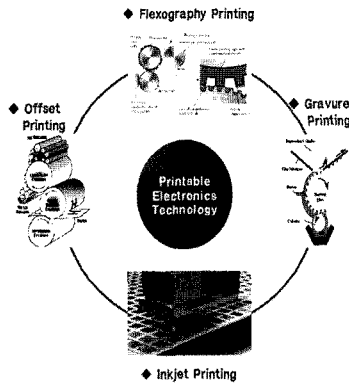


그림 2. Photolithography 공정 대체 인쇄전자 프린팅 공정.

없이 원하는 위치에 직접 원하는 물질을 패터닝 할 수 있는 기술로서 커다란 매력력을 보이고 있다.

인쇄전자 기술을 제품생산에 적용할 경우 청정생산이 가능하고, 공정의 절감을 통한 생산성 증가와 노광공정에서 낭비되는 재료비용의 절감을 통한 원가절감으로 제품의 경쟁력을 높일 수 있으며 제품마진의 향상을 통해 기업경쟁력 증가에 긍정적인 영향을 미친다.

인쇄전자 기술엔 Inkjet, Roll-to-Roll (Gravure, Flexo, Offset), Nanoimprint, Micro Contact Printing, Laser Induced Thermal Imaging 방식 등이 포함될 수 있으며 비록 대부분의 방식들에서 얻어지는 패턴의 정밀도는 수~수십 마이크로 정도로 노광공정에 비해 정밀도는 떨어지지만 생산성은 높은 기법으로써 현재 이를 이용하는 공정·장비·재료·소자 등이 연구개발되고 있다.

이러한 인쇄전자 기술은 전자부품부터 디스플레이 영역뿐만 아니라 바이오 및 신재생에너지 분야를 포함한 다양한 응용이 가능한 기술로서 현재는 특정한 응용 분야 (RFID, Display용 C/F 등)에 상용화가 진행되고 있으나 많은 기업, 대학과 연구소가 다양한 영역에 인쇄전자 기술을 적용하기 위해 연구를 진행하고 있다.

표 1. 프린팅 기술의 비교.

프린팅 구분	Gravure 방식	Flexo 방식	Offset 방식	잉크젯 방식
Lateral resolution[μm]	> 15	> 40	> 15	> 50
Average layer thickness[μm]	0.8 ~ 8	0.8 ~ 2.5	0.5 ~ 2	0.3 ~ 20
Viscosity of ink[pas]	0.05 ~ 0.2	0.05 ~ 0.5	30 ~ 100	0.001 ~ 0.04

1.1 기술적 중요성

인쇄전자 기술을 적용한 소자를 제작하려면 기본적인 형상을 균일하게 인쇄하여 저항, 인덕터, 축전기 등의 수동소자 또는 Thin Film Transistor와 같은 능동 소자를 기존의 증착 식각 방식이 아닌 프린팅 방식으로 제조하여야 하고 이를 위해서는 다양한 방식의 장비, 이를 활용한 공정, 그리고 다양한 종류의 금속 및 절연물질의 소재가 필요하게 된다.

이는 저온공정이 가능케 할 수 있고 이를 통하여 플라스틱 기판 등에 쉽게 박막을 형성할 수 있으며 대면적 공정이 용이하며, 소재의 낭비를 최소화 하고 진공장비의 사용을 최소화함으로써 공정단가를 낮출 수 있다.

우리나라는 반도체·디스플레이·전자 산업이 세계적 우위를 차지하고 있으나, 전통적인 패터닝 기술만을 중시하고 집중하게 되면 가까운 미래에 수요자의 요구에 맞는 제품 생산이 어려워 것으로 예상되며 가격 경쟁력 또한 우위를 유지하기 어려울 것이다.

그러나 비록 주요 요소 기술에서 선진국 수준에 미치지 못하나, 국내에서도 인쇄전자 기술에 있어서 많은 연구개발이 진행되고 있고 기술에 대한 관심도 또한 점점 증대되고 있다.

현재 국내에서는 인쇄전자 기술의 한축을 차지하는 잉크젯 인쇄 방식, Roll to Roll 인쇄, 스크린 인쇄 등을 이용한 C/F를 형성하는 기술이 개발되고 있다. 생산 공정의 간소화와 고가의 컬러필터 재료의 절감 면에서 상업적인 가치는 지대하나, 양산에 있어서의 문제점이 걸림돌로 남아있다. 그러나 이러한 기술개발을 바탕으로 다른 소자의 개발에 필요한 요소기술

표 2. Printed Electronics Market 2006-2013.

Exhibit E-1 Printable Electronics Markets (\$ Millions)								
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Displays	6.1	45.1	463.7	970.7	1,962.8	3,801.0	6,669.4	10,231.2
Signage	12.3	77.8	391.7	604.7	938.2	1,249.5	1,416.7	1,488.0
Lighting	3.0	7.6	68.0	116.6	254.5	392.4	580.4	846.6
Backplanes	0.6	54.9	290.3	477.9	800.4	1,134.3	1,479.7	1,842.2
Sensors	0.2	0.6	5.8	54.5	250.6	634.0	1,245.0	1,500.0
RFIDs	5.8	31.2	161.4	484.3	1,105.0	2,557.0	5,049.9	9,272.3
Batteries	3.8	20.2	42.7	67.2	118.4	174.3	264.2	371.3
PV	10.1	51.4	120.2	284.5	580.1	1,041.7	1,726.5	2000.0
Memory	0.0	0.0	0.0	5.2	27.0	126.3	396.9	1,300.8
Smart cards	21.4	47.6	75.5	134.5	239.6	379.5	563.6	676.3
Keyboards	2.0	6.0	16.3	28.4	46.6	72.1	101.8	122.2
Toys and novelties	0.8	3.5	20.7	74.6	203.0	453.9	1,083.6	1,300.3
Other	5.0	8.5	14.5	24.6	41.8	71.0	120.7	205.2
Total	71.0	354.4	1,670.7	3,327.6	6,567.8	12,087.1	20,698.3	31,156.4

〈출처 : Nanomarket Report PE 2006〉

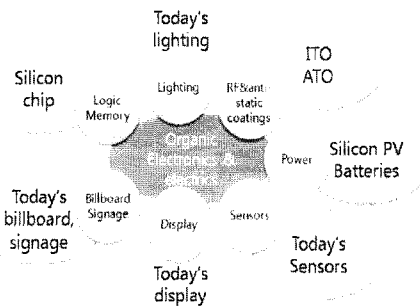


그림 3. Printable Electronics 응용분야.

의 확보에 있어 중요한 역할을 기대할 수 있다.

또 다른 응용분야로 각광받는 것은 고분자나 Soluble한 저분자를 이용한 유기발광디스플레이나 Oxide TFT와 유기박막트랜지스터이다. 스마트카드, 스마트 ID 등 플라스틱 칩, 메모리 등에 적용할 수 있는 유기박막트랜지스터는 유기반도체의 특성상 전하이동도가 낮아 빠른 속도를 요구하는 소자에는 사용이 어려우며 넓은 면적위에 소자를 제조하거나 낮은 공정온도를 필요로 하는 경우, Flexible 해야

하는 경우, 또는 저가의 생산이 필요한 경우에는 경쟁력을 갖출 것으로 보인다.

인쇄방식으로 박막트랜지스터를 제조할 경우 미세선폭의 패터닝 제작은 물론 전극패터닝, 현상, 식각, 및 PR 제거 공정이 필요하지 않으므로 노광공정보다 20단계 이상의 공정을 줄일 수 있어 공정의 최적화가 가능하다.

1.2 경제·산업적 중요성

인쇄전자 산업의 시장은 대부분 유기물을 이용한 전자산업분야로 예측하고 있으며, 이에 따라 2006년 10억 이하 규모에서 2025년에는 유기물질 관련 시장 2500억, 무기물 관련 시장 500억 등 총 3000억 (300조)으로 기하급수적인 규모로 성장할 것으로 예측되고 있다.

인쇄전자 분야는 앞으로 1~2년 이내에는 직접적인 산업적 파급효과는 적을 것으로 예상되나 그 성장성은 지대하며, 현재의 기술 개발 진행 속도를 볼 때 향후 5년 이내에는 많은 분야에서 산업화가 진행될 것이고 그 규모도 획기적으로 증대할 것으로 예상된다.

이미 선진국에서는 인쇄전자 기술을 적용한 제품들의 시장이 형성되고 있으며, 새로운 제품들이 하나둘씩 나오고 있다. 특히 E-Wallpaper 및 Disposable Signage 분야는 반도체·디스플레이에 비해 패턴의 사이즈가 크며 이에 따라 여타 다른 응용분야에 비해 산업화 시점이 가깝고, 단순한 형태의 제품들은 이미 판매되고 있다.

수년전까지만 하여도 국내에서는 몇몇 대기업 및 연구소에서만 관련 기술을 개발하고 있었으며 장비 및 재료와 주요 요소기술들을 해외에 의존하고 있는 상황이었으며, 지속적으로 요소기술을 해외에 의존한다면 향후 인쇄전자 관련 반도체·디스플레이 시장뿐만 아니라 기타 전자부품 산업 시장을 국외로부터 잠식당할 것으로 보였다.

그러나 최근 관련 장비 업체를 비롯한 여러 중소기업에서도 인쇄전자 기술에 관심을 보이고 있으며, 인쇄전자 시장 진출에 필요한 기술개발을 위하여 국가·기업·대학 및 연구기관들의 협력도 점차 증대되고 있는 추세이다.

그럼에도 불구하고 현재 국내에서는 장비분야의 핵심기술인 Head, Software 등의 기술은 선진국에 의존하고 있으며, 핵심 부품을 조립하여 System을 제작하는 정도의 기술력을 보유하고 있는 실정으로 원천 및 응용기술 등의 부재는 향후 인쇄전자 기술을 응용할 수 있는 다양한 시장에서 우위를 선점하기 위한 걸림돌이 될 것으로 예상된다.

이에 따라 현재 진행 중인 인쇄전자 분야 국내·외 기술개발 현황에 파악함으로써 앞으로 우리가 나아가갈 방향에 대하여 생각하는 기회를 갖고자 한다.

2. 기술 개발 현황

인쇄전자 분야는 인쇄기술에 있어 선두적인 위치를 차지하는 독일·일본과 제지 분야에 우수한 미국 등이 현재 기술면에서 선두주자로 대두되고 있으며 이외에도 현재 여기에 언급되지 않더라도 많은 회사와 연구소에서 기술의 개발을 통하여 상업화를 진행하고 있다.

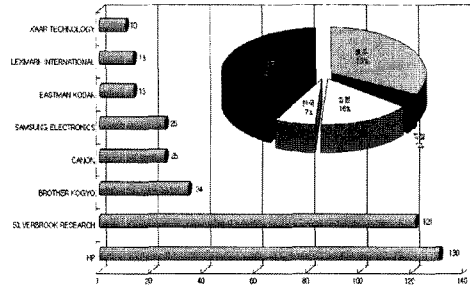


그림 4. 최근 5년간 잉크젯 프린터 특허 건수 비율(미국).

2.1 국내의 특허 현황

그림 4는 그래프는 단순 비교 검색이 가능하고 대표적인 인쇄전자 공정 방식인 잉크젯 프린팅 기술의 국가통합 다출원 출원인별 특허출원현황을 나타내는 것으로 다출원 기업의 특허 점유도는 미국기업이 전체의 41%, 호주기업이 33%의 특허를 보유하고 있으며, 그 외에도 일본기업이 16%, 한국기업이 7%, 독일기업이 3%의 비중을 차지하고 있다. 이렇듯 현재까지 잉크젯 프린팅 기술에 대한 국외 의존도가 매우 높음을 보여준다.

2.2 국외 기술 개발 현황

Printable Electronics 분야는 선진국에서 Head, System, 재료 등 다양한 분야에서 많은 기술개발이 진행되었으며 이와 함께 다양한 응용에 대한 연구개발이 진행되고 있다. 이미 관련 선도 기업들은 인쇄전자 기술을 적용한 다양한 제품과 기술들을 발표하고 있다. 아래에서는 각 국가별 업체위주의 기술개발 현황에 대하여 조사하였다.

2.2.1 일본

일본은 디스플레이 산업에 잉크젯과 인쇄기술을 적용하는 것을 제외하고는 소수의 기업 및 연구소들이 실험실 수준으로 인쇄전자 연구를 진행하고 있다. 일본 정부는 산·관·학 국책 연구 프로젝트인 "퓨처비전" 사업을 통해 잉크젯 기술을 개발하고 있

으며 참가하고 있는 장비·재료 업체들에 관련기술에 대해 해외 판매를 금지하는 등 기술 보안에 많은 신경을 쓰고 있다.

Sharp는 디스플레이 분야에 잉크젯 프린팅 공정을 적용하기 위해 많은 노력을 하고 있으며, 잉크젯 방식을 이용하여 202 ppi PLED 소자와 4세대 장비를 이용한 AMOLED를 개발하였다. 현재는 LCD Color Filter 패터닝 공정에 적용하기 위해 8세대 잉크젯 프린터를 개발하고 있다. DNP (Dai Nippon Printing)는 평판 디스플레이 산업에 뛰어들어 Roll-to-Roll 기술을 이용해 대각선 기준 1m에 달하는 Flexible 기판을 이용한 고분자 OLED와 OTFT를 개발하고 있다.

일본의 인쇄 분야 선두업체인 토폰 프린팅 (Toppa Printing)은 2003년에 Roll-to-Roll 프린팅 공정을 이용해 고분자 발광 재료를 유리 기판에 프린팅하는 기술 개발을 완료하였으며, 2004년에는 롤 방식으로 프린팅 되는 디스플레이의 성능을 향상시키는데 중점을 둔 "2단계 프로그램"을 발표하였다. 2006년에는 Relief Printing 방식을 이용하여 210 ppi Patterning 공정을 개발하였다. 스미토모는 Color Filter 및 PLED 잉크를 연구개발하고 있으며 영국의 CDT와 함께 Sumation이란 회사를 설립 PLED용 잉크를 연구·생산·판매하고 있다.

Seiko-Epson은 OLED용 잉크젯 프린터 장비를 개발했을 뿐만 아니라 잉크젯 프린팅 기술을 적용한 40" OLED 디스플레이를 제작하여 발표하였다. 또한 NEDO의 잉크젯법에 의한 회로기판제조 프로젝트를 추진하여 잉크젯 프린팅 방식으로 배선 절연층을 적층하여 20층의 다층회로기판을 2004년도에 발표하였다. 동경대학교의 Takao Someya 교수는 상용 가능성이 높은 인쇄센서 기술을 개발하고 있으며, 로봇이나 다른 응용이 가능하고 피부 표면 같은 곳에 적용될 수 있는 압력과 온도 센서를 개발했다. 또한 인쇄된 Photodiode와 트랜지스터를 이용하여 얇은 sheet 스캐너를 만들었다.

2.2.2 미국

미국은 DARPA와 NIST의 ATP를 통하여 인쇄전자 제품과 생산 장비에 관한 연구를 수행하고 있으

며, 주요 장비업체인 Litrex와 Microfab, Optomec, nScript 등이 관련된 장비를 개발하고 판매하고 있다. Litrex는 디스플레이용 잉크젯 프린팅 장비 제조 기술을 보유하고 있으며 이미 디스플레이용 4세대 장비를 세계적으로 납품을 하고 있으며, 7세대용 잉크젯 프린팅 장비도 이미 일본에 납품하였다. Dimatix社는 디스플레이에 적용하기 위해 고정밀, High Frequency의 피에조 Type의 잉크젯 헤드, MEMS 공정을 적용한 잉크젯 헤드 등을 개발하여 판매하고 있으며, 수년전부터 자체적으로 잉크 테스트용으로 사용할 수 있는 소형 카트리지 교환 방식의 프린터를 개발 판매하고 있다.

Cabot社의 경우 PDP BUS 전극, RFID Tag 등에 적용할 수 있는 Silver Ink를 개발하여 발표하였으며, 반도체 소자에 적용할 수 있는 Ni 잉크를 개발하고 있다. NanoMas Technologies社는 높은 전도도와 낮은 소성온도를 가지는 NanoSilver와 NanoGold Ink를 개발하였고, 반도체잉크와 유전체잉크 등을 개발 중이다. Cima NanoTech은 나노입자를 이용한 전도성 잉크와 자기조립이 가능하고 EMI 차폐 등에 적용 가능한 투명 전도막을 개발 양산하고 있다.

현재 Weyerhaeuser에 넘어간 OrganicID는 미국 기술투자사인 ITU Ventures와 텍사스 대학이 설립하였으며 세계적인 제지회사인 International Paper와 RFID 태그를 개발하고 이를 상용화하기 위해 연구개발 중이나 아직까지 상용화된 제품은 없다. Thin Battery Technologies는 배터리회사로 이름이 널리 알려진 Ever Ready로부터 기술을 이전받아 Carbon Zinc 배터리를 개발하고 있다.

Dow의 Spin-off인 Aveso는 스마트카드에 디스플레이가 가능하도록 인쇄전자 기술을 개발하고 있다. Aveso에서는 장난감이나 카드 같은 노벨티 아이템에 인쇄전자 기술 응용 역시 개발하고 있으며 영국 Retail Chain인 Marks & Spencer와 파트너십을 가지고 벨런타인데이 카드를 시험하였다. NanoSolar는 나노입자 잉크를 Roll Printing 방식으로 CIGS 태양 전지를 개발하였다. 이들은 CIGS Precursors를 포함한 나노입자를 적절한 비율로 섞어 잉크를 개발하였고 이는 종전의 단결정 Si 태양전지와 비슷한 효율과 내구성을 가진다고 한다.

2.2.3 유럽

전통적으로 인쇄기술이 발달한 유럽은 인쇄산업을 이끌던 기관들과 반도체 공정 관련 기업이 인쇄시스템에 관한 연구를 활발히 진행하고 있다. 이들은 또한 장비, 공정, 재료 업체가 컨소시엄을 구성하여 기업이나 정부의 재정적인 지원 하에 연구를 진행하고 있어 시너지 효과를 극대화 하고 있다.

스웨덴의 Link Ping 대학, Mono Paper 등은 Smart Paper 프로젝트를 통하여 유기물과 폴리머 잉크로 디스플레이를 오프셋 방식으로 종이 위에 실험 개발하였고 트랜지스터와 인쇄전지, 인쇄센서 등을 개발하고 있다. 스웨덴의 Cypak은 고성능 RFID와 저가 컴퓨터 기술로 종이 패키징, 카드나 다른 데이터 수집용 소자를 조절하는 기술을 라이선싱하고 있다. 이는 일회용 의약 패키징이나 타이머 기능을 포함한 훼손 감지 가능한 소자가 가능토록 한다.

영국 Cambridge 대학의 Inkjet Research Centre를 중심으로 기업과 주변대학과의 컨소시엄을 구성하여 잉크젯 프린팅의 원천기술에 대해 활발한 연구를 진행하고 있다. Elumin8은 다양한 대형 EL 디스플레이를 개발 판매하고 있으며 또한 프린팅 방식으로 EL 조명을 개발하고 자동차 내부 장식과 항공기 등에 응용하고 있다. CDT는 Polymer OLED 재료를 개발하는 업체로 잉크 및 프린팅 공정에 대해서는 세계 제일의 기술을 보유하고 있는 회사로서 PLED의 원천특허를 가지고 있으며 주요 사업으로 기술이전 및 잉크를 Formulation하여 판매하고 있다.

이스라엘의 Power Paper는 인쇄전지 기술 개발자 중의 하나로 스크린 프린팅 방식으로 두께 1mm 이하의 친환경적인 Zinc / Manganese Dioxide (Zn/MnO₂)에 근거한 Battery Cell을 개발하였다. Power ID와 Power Cosmetic이란 자회사를 두어 Passive UHF RFID 라벨시스템과 주름제거를 위한 제품을 유명 화장품회사인 Estee Lauder와 개발하였다.

핀란드의 VTT는 Polyaniline 기반으로 일정온도를 넘으면 색깔과 전도도가 변하는 인쇄온도센서를 개발하였다. 또한 핀란드의 Enfucell社는 Soft BatteryTM를 통해 Disposable한 소자에 적용하도록

얇고 유연한 배터리를 개발하였다.

독일의 반도체회사인 Siemens와 인쇄회사인 Kurz가 각각 출자하여 설립한 PolyIC는 Roll-to-Roll 방식으로 대량생산이 가능한 칩 등의 디자인 개발 등을 수행하고 있으며, 2004년 세계 최초의 인쇄IC를 개발하고 이를 이용한 상용화에 박차를 가하고 있다. 또한 인쇄 RFID를 개발하고 있으며 최근 13.56 MHz에 작동하는 16비트의 시제품을 시장에 내놓았다.

Printed Electronics Consulting은 인쇄화학센서를 개발하여 습도, 산, 염기, 천연가스나, 독성 유기물을 감지할 수 있도록 하였다. 그들은 이를 이용하여 생선이 상하는가를 감지하도록 하였다. Florence 대학에서는 스크린 프린터로 증금속과 제조체를 감지하는 센서를 개발하여 EcoBioservice에서 상품화하고 있다.

OE-A (Organic Electronics-Association)에 속한 여러 업체는 다양한 인쇄전자 응용 제품을 준비 중에 있으며, 일부 업체에서는 게입카드 등이 현재 상용화 단계에 이르렀다. 이스라엘의 Power Paper, Visson Enterprise 영국의 Gorix, Elekesen 등 많은 회사들이 향후 Ubiquitous Computing에 적용될 수 있는 Smart Textile을 개발하고 있다.

스웨덴의 Thin Film Electronics 등은 현재 유기 메모리 관련 기술을 개발하고 있으나 아직 특별한 성과를 내놓지는 못하고 있다. 대다수의 관련 연구자는 이 분야의 시장은 크지 않을 것으로 바라보고 있다. 그럼에도 불구하고, HP, Infineon, PolyIC, Xerox나 일본의 Cannon, DNP, Pioneer 등에서도 끊임없이 관심을 보이고 있다.

2.3 국내 기술 개발 현황

국내에서 디스플레이/반도체 분야에 Printable Electronics 기술을 적용하기 위해 국가 과제가 2001년부터 도출되어 국내 기업 및 연구소를 중심으로 진행되고 있으나 현재까지 요소기술의 개발이나 System 개발 또는 잉크 등의 재료개발 위주이고 상용화를 위한 개발된 기술의 활용은 매우 미비한 상황이다.

Unijet은 국내 잉크젯 장비 업체로 자체적으로



Inkjet Head의 각각 노즐을 제어 할 수 있는 S/W를 개발하여 System과 함께 판매하고 있으며, 미국 Optomec과 협력하여 Aerosol 장비사업을 진행하고 있으나, 핵심부품은 국외에서 수입하여 System을 제작하고 있는 실정이다.

SFA는 삼성전자와 함께 부품소재기술개발 사업을 통해 TFT-LCD용 Color Filter 제조용 Roll / Inkjet Printer 장비 개발 사업에 참여 사업을 진행 중에 있으며, 이미 롤피딩이 가능한 2세대 금속배선용 잉크젯 장비를 납품하였다. DGI는 실사프린터 양산에서 얻은 기술을 바탕으로 현재 디스플레이에 응용이 가능하도록 제작된 2세대급 잉크젯 장비를 납품하였으며, TFT 배선 형성을 위한 장비 요소기술 개발을 준비하고 있다. 포톤데이즈는 2004년 OLED, LCD, PDP 등 평판디스플레이의 패터닝 공정에 적용이 가능한 잉크젯 패터닝 시스템을 개발하고 독자적인 Head를 개발하고 정밀메커니즘, 광학, 비전기술 및 제어 S/W까지를 독자적으로 개발하여 System을 제작하였으나 성능 면에서 국외 업체에 비교하여 뒤지고 있다.

DMS는 현재 정부과제로 롤프린팅 및 스크린프린팅 방법으로 OLED 면광원 개발 과제를 진행 중이며 잉크젯 프린팅을 사용하여 CMOS 회로 패터닝 공정 진행 중, 스크린 프린팅법으로 LCD 컬러필터 패터닝 공정 개발하였고, 임프린팅 장비를 이용하여 컬러필터, ONC, TFT 패터닝 공정 진행 중이다. ADP Engineering은 C/F를 패터닝하는 2세대급 Imprint 장비 개발을 나노메카트로닉스 사업단과 공동연구중이며 잉크젯, 평판프린터, 롤 프린터 분야에도 역량을 키우고자 한다. 아바코는 현재 순천대학교와 Flexible 기관용 롤투롤 공정 개발을 진행할 계획으로, 순천대학교로부터 롤투롤 장비 1대를 수주 받아 개발 중이다. STI는 국책사업으로 잉크젯 기술을 이용한 Color Filter 제작 및 2세대용으로 배향막 프린팅 기술을 개발 중이며, 향후 Gen. 4를 목표로 장비개발을 진행할 계획이다.

SSCP는 2004년부터 인쇄전자 분야에서 Roll to Roll, Offset 프린터를 개발 하였으며, 실크스크린용 잉크의 개발하였고, EU와 공동과제를 진행 중에 있다. 나레나노텍은 회로 인쇄용 오프셋 프린터와 잉

크젯 프린터 개발에 역량을 집중하고 있다.

잉크 소재 전문업체인 잉크테크는 “부품소재기술개발사업”에서 “OLED용 핵심소재 및 부품개발” 과제를 삼성전자 및 제일모직 등과 공동으로 수행하고 있으며, 잉크젯용 청색 인광 재료 및 잉크를 개발할 계획이며 잉크젯뿐만 아니라 다양한 인쇄 방식에 적용 가능한 투명 나노실버 잉크를 개발하였고, RFID에 응용하기위한 연구개발 및 상용화에 집중하고 있다.

LG화학과 동우화인켐은 Inkjet Printer용 Color Filter 잉크를 개발하고 있으며, ABC 나노테크와 석경에이티는 건식/습식 공정을 적용하여 나노 Ag 입자를 제조 후 Ag 전도성 잉크를 개발하였다. NPC는 플라즈마를 이용한 금속 나노분말 제조하고 EMI 차폐용 등에 적용하였고 또한 이 분말을 이용한 전도성 잉크를 개발하였다.

삼성전자는 잉크젯 프린팅 공정을 공격적으로 개발하고 있고 SFA와 2005년부터 Color Filter용 잉크젯 프린터 개발 국가과제를 수행 중에 있으며 2006년에 Color Filter 공정에 적용할 Inkjet Printer를 개발하여 양산시험을 하고 있고, 최종 목표는 7세대급 이상의 잉크젯 프린터 개발을 목표로 하고 있다. 또한 2007년 IMID에서는 잉크젯 방식을 이용한 OTFT 어레이 기판을 개발 전시하였다.

LG는 잉크젯 프린터를 이용한 C/F 개발 중이며 14인치 LCD용 Color Filter를 구현하여 발표하였고, 전도성 메탈라인의 잉크젯 공정과 롤 그라비아 / 오프셋 방식 배선 인쇄 등의 기술개발이 진행되었다. 또한 부품소재기술개발 사업을 통하여 디스플레이에 적용하기위한 Gen. 2 장비와 대면적 프린팅 장비를 개발 중이다.

한국기계연구원에서는 그라비아 오프셋 기술을 인쇄전자산업에 적용하기위한 연구를 진행 중이다. 순천대학교는 현재 저가 RFID 제조를 위한 기술개발을 파루 및 여러 업체와 함께 진행하고 있다. 또한 SI2010 사업에서는 프린팅 기술을 이용한 소자 및 회로형성 기술 개발과 전자소자 개발 과제가 진행 중이다. 그 외에도 전자통신연구원 한국화학연구원 등에서 소자 응용연구를 수행하고 있으며, 경희대에서도 소자에 관하여 다년간 기초연구를 수행중이며,

건국대학교 FDRC에서는 Roll to Roll 장비 및 공정에 대한 연구를 진행 중이다.

전자부품연구원은 국가나노기술집적센터(전북)의 주관기관으로써 인쇄전자를 나노센터의 특화분야로 지정하고 잉크젯, Roll to Roll 및 Aerosol Deposition 등 관련된 장비 및 공정 개발의 지원을 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 특히 장비개발자들을 위한 기술교류회를 운영하고 있으며 인쇄전자연구회를 구성하여 국제포럼을 개최하는 등 인쇄전자 관련 연구개발의 중심축으로 성장하기 위한 노력을 기울이고 있다.



그림 7. Enfucell의 SoftBattery.

2.4 관련사진

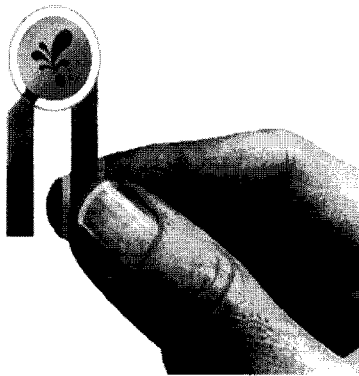


그림 5. Aveso의 Smart Label.



그림 8. Thin Film Electronics의 게임카드.



그림 6. PolyIC의 Integrated Circuit.

3. 결론

국내·외에서 여기에 언급한 곳 외에도 많은 기업과 연구소에서 조만간 가시적으로 다가올 인쇄전자 시장에서의 Key Player로 성장하고자 기술 개발에 매진하고 있다. 또한 독일, 일본, 미국 등 선진국에서는 국가적인 지원도 이루어지고 있다. 이러한 상황에서 우리는 기술적인 면에서 "유럽이 일본이나 미국, 그 밖의 다른 지역보다 반드시 앞서 있다고는 볼 수 없다"고 그러나 업계가 여전히 디스플레이 응용에 집중하고 있고, 이로 인한 기술적 난관에 직면해 있는 동안 "유럽은 단순한 전자부품을 개발하는 데 역점을 두고 있다"는 OE-A의 클라우스 헤커 (Klaus Hecker)의 지적을 깊이 생각해볼 필요가 있다.

2008년은 국내 인쇄전자의 주요시점 중 하나가 될



것이다. 전라기술개발사업을 통하여 프린팅 기술개발도 진행될 계획으로 알려져 있으며, 다양한 부품 소재기술개발 사업을 통하여 인쇄전자에 필요한 요소기술 개발 및 평가기술 개발이 진행 내지는 진행될 계획이다.

국내의 인쇄전자 기술개발은 디스플레이 위주의 부품 요소기술 및 금속잉크 등의 소재 개발로 한정적이므로 향후 디스플레이 분야의 여타 산업에 적용 가능한 연구 개발이 절실히 필요하다. 또한 제품 생산을 위한 소재 응용기술이나 생산 공정기술의 개발이 필요하다. 이 분야에서 아직 미국·유럽·일본과 비교할 때 상대적으로 뒤쳐져 있다.

인쇄전자는 산업 분야별 특성에 맞는 소재와 공정 기술이 접목되어야 하는 융합기술 분야로 다양한 요소기술 개발이 필요하며 이에 따라 산개되어 있는 기업, 대학, 연구소 등 각 기관들이 서로 연계할 수 있는 연구거점이 절실히 필요하다. 현재는 인쇄전자 기술개발을 위해 중앙정부에서는 System이나 소재 개발에 치중하고 있으므로, 그 외의 원천기술 개발 및 응용분야에 대한 연구개발과 개발된 기술의 상용화를 위한 지원이 절실히 필요한 실정이다.

인쇄전자는 국가의 신성장동력을 이끌어낼 새로운 기회를 제공하고 있다. 국내 주요 수출 제품인 반도체·디스플레이에 활용이 가능하다는 점이나 전 세계적으로 관심이 폭발적으로 증대하고 있다는 것을 보면 인쇄전자의 정부차원의 지원은 전자산업의 시장 경쟁력을 계속 유지할 수 있게 만드는 원동력이 될 것이라고 확신한다.

참고 문헌

- [1] Printed Electronics Europe 2006, Cambridge, UK, April 2006.
- [2] Printed Electronics USA 2007, San Francisco, USA, November 2007.
- [3] Printable Electronics, NanoMarkets Report, September 2006.
- [4] 3rd Global Plastic Electronics, Germany, October 2007.
- [5] 인쇄전자 기술, 기계와재료, 19권 4호, 한국기계연구원.

- [6] Satoshi Ookubo, Nikkei Electronics Asia, March, 2007.
- [7] DNP : www.dnp.co.jp/index_e.html
- [8] Toppan Printing : www.toppan.com/english
- [9] Litrex : www.litrex.com
- [10] Cabot : www.cabot-corp.com
- [11] OrganicID : www.organicid.com
- [12] Thin Battery Technologies : www.thinbattery.com
- [13] Aveso : www.avesodisplays.com
- [14] NanoSolar : www.nanosolar.com
- [15] CDT : www.cdftld.co.uk
- [16] Power Paper : www.powerpaper.com
- [17] Enfucell : www.enfucell.com
- [18] Elumin8 : www.elumin8.com
- [19] PolyIC : www.polyic.com/en
- [20] OE-A : www.vdma.org/oe-a

저자|약력



성 명 : 최주환

◆ 학 력

- 1991년 전북대 물리학과 이학사
- 1996년 매사추세츠 주립대 물리학과 이학 석사
- 2000년 매사추세츠 주립대 물리학과 이학 박사

◆ 경 력

- 2004년 - 2005년 전북대 Post. Doc.
- 2005년 - 2006년 전북대 나노기술집적센터 선임연구원
- 2006년 - 현재 전자부품연구원 책임연구원



성 명 : 신진국

◆ 학 력

- 1991년 서울대 무기재료공학과 공학사
- 1993년 KAIST 재료공학과 공학석사
- 1998년 KAIST 재료공학과 공학박사

◆ 경 력

- 2001년 - 2002년 LG종합기술연구원 선임연구원
- 2002년 - 현재 Technological Univ. 연구원
- 2007년 - 현재 전자부품연구원 책임연구원
- 현재 나노기술집적센터 소장
- 현재 전자부품연구원 전북지역사업 본부장