

# 플렉시블 터치스크린 및 IC 기술 동향

나경민·변영재 (울산과학기술대)

## I. 서론

최근 디스플레이 패러다임은 기존의 평판 디스플레이(FPD)에서 플렉시블 디스플레이(flexible display)로 변화하고 있다. 플렉시블 디스플레이란 종이처럼 얇고 유연한(bendable) 기판 위에 디스플레이 회로를 입혀 손상이 없이 휘 수 있고, 구부릴 수 있는 차세대 디스플레이이다. 플렉시블 디스플레이는 2017년경이 되면 물량 기준으로 전체 FPD 시장의 34%를 차지 할 것으로 예측된다.<sup>[1]</sup>

플렉시블 디스플레이는 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing) 시대에 대응하는 전략적 기반기술 산업으로, 우선적으로 생활 용품, 시계, 전자책, 모바일기기 등에 적용 될 것으로 보이며, 넓은 면적 공정기술이 확보되면 기존 평판 디스플레이가 사용되던 모니터, TV 등 중대형 가전기기에서도 이를 대체할 수 있을 것이다. 또한 플렉시블 디스플레이는 모양에 구애를 받지 않기 때문에 기존의 디스플레이와는 달리 보다 다양한 모습으로 일상생활에 다가올 것으로 보인다.<sup>[2]</sup>

이 차세대 디스플레이 기술을 실현시키기 위해 현재 많은 노력이 진행되고 있고, 향후 5년 이내에 플렉시블 디스플레이 기술이 상용화 될 것으로 보인다. 이 플렉시블 디스플레이 기술이 성공적으로 실현되기 위해 갖추어야 할 기술은 크게 네 가지로 휘거나 말 수 있으며 쉽게 깨지지 않는 기판 제조 기술, 모양의 변형에도 원하는 색을 구현할 수 있는 디스플레이 기술과 이와 더불어 플렉시블 터치스크린 기술과 플렉시블 IC(integrated circuit) 기술이 있다.

본고에서는 디스플레이의 새로운 패러다임이 될 플렉시블 IC와 플렉시블 기판 동향을 살펴보고자 하겠다.

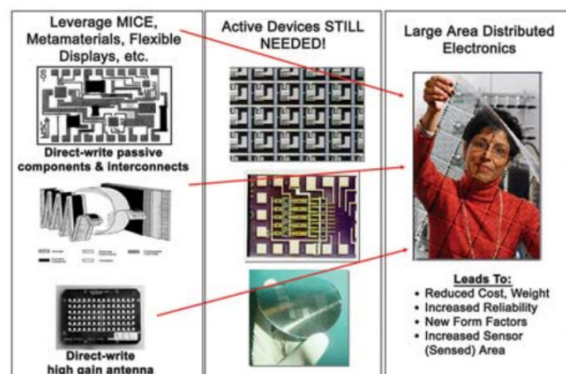
## II. 기술 동향

### 1. 플렉시블 IC

플렉시블 IC란 플렉시블 디스플레이와 플렉시블 터치스크린을 제어하는 회로로 기존의 실리콘 기판 위에 제작 되던 유연한 기판 위에 제조한 집적회로를 말한다.(그림 1) 은 미국 DARPA(Defense Research Projects Agency)에서 진행되는 플렉시블 회로의 모습이다.<sup>[3]</sup>

플렉시블 IC는 플렉시블 디스플레이 X-ray 이미지 장치, 접하는 안테나 등의 적용 가능한 잠재력 가져 많은 관심을 받으며, 연구가 활발히 진행되고 있다. 박막형태의 반도체를 구현하기 위해 적합한 물질로 작은 분자 또는 폴리머 유기체 등에 관한 연구부터 비결정성 실리콘 등이 있다.<sup>[4]</sup>

최근 국내 반도체 패키징 전문기업인 하나마이크론에서는 한국기계연구원 이학주 박사팀과 함께 실리콘 메모리를 유연



〈그림 1〉 The Macroelectronics program at DARPA



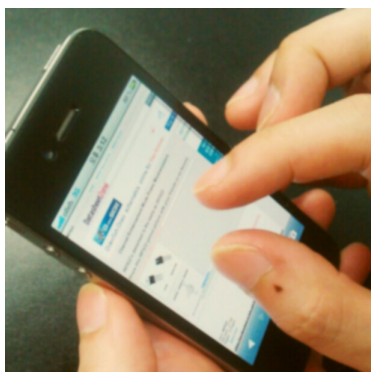
〈그림 2〉 하나마이크론이 개발한 유연한 기판에 전사된 실리콘 소자 (ZDnetkorea, 2012, 06, 07)

하게 제조할 수 있는 기술을 발표했다. 이 기술은 실리콘 메모리(memory)를 얇게 만든 후 플렉시블 기판에 접합시키는 공정 방법으로 넓은 면적의 실리콘 메모리를 롤(roll) 방식으로 플렉시블기판위에 대량의 휘어지는 메모리를 제조할 수 있다. 또한 구부리거나 휘어도 고용량과 내구성을 유지함으로써 앞으로의 플렉시블 IC 기술 발전에 큰 동력이 될 것으로 보인다(그림 2).

## 2. 플렉시블 터치스크린

터치스크린은 키보드나 마우스 없이 즉각적이고, 직관적으로 단순한 입력을 가능하게 하는 인터페이스이다. 터치 스크린기술은 애플이 모바일 기기에 멀티 터치와 부드러운 터치기능을 부가하고 구현하여 새로운 전환기를 맞이하였다. 멀티터치 기능을 부가하면서 단순 on/off 방식이 아닌 다양한 명령인식 기능 추가가 가능하게 되어 모바일 기기 사용에 혁신적인 변화가 이루어졌다.<sup>[6]</sup>(그림 3)

현재 터치스크린 기술은 플렉시블 디스플레이와 발맞추어 플렉시블 터치스크린 기술로 전환되고 있다. 기존의 터치스크린패널(TSP)에 적용된 인듐주산화물(ITO) 전극 소재는 유연성이 약해 휘거나 곡면인 플렉시블 디스플레이에 사용하



〈그림 3〉 애플의 아이폰, 멀티터치 구현

기 어렵기 때문에 차세대 터치스크린패널용 소재 개발이 활발히 이루어지고 있다.

ITO 필름을 대체할 차세대 신소재로 주목 받는 물질로는 탄소나노튜브(CNT), 그래핀, 은나노 와이어, 전도성폴리머 등이 있다.

CNT는 균일한 품질 추출이 어렵고, 기존의 ITO 필름의 면저항이  $1\text{m}^2$  당  $100\Omega/\square$  이고 투과성이 90% 인 반면 CNT 필름은 면저항이  $400\sim 500\Omega/\square$ 이고 80%대로 기존 ITO를 대체하기에는 기술적으로 미흡한 상황이다.

그래핀은 CNT보다 강도 및 전도성이 훨씬 뛰어나지만 공정방법이 어려워 상용화 수준에 다다르지 못했다.

은나노 필름은  $1\text{m}^2$  당  $80\Omega/\square$ 이고 92%의 투과율을 보여 ITO를 대체할 물질로 매우 적합하였으나, 공기 중 산화되는 문제 때문에 상용화가 되지 못했다. 하지만 현재 산화 방지 기술 등이 크게 발전하고 있어 적용가능성이 커지고 있다.

## 3. 플렉시블기판

플렉시블 기판은 디스플레이의 성능(performance), 신뢰성(reliability), 가격(cost)을 결정하는 비중 있는 부품이다. 〈표 1〉은 플렉시블 기판의 향후 시장규모 전망이다.<sup>[5]</sup>

플렉시블기판중 하나의 후보인 플라스틱 기판은 메탈 호일, 유리에 비해 무게가 가볍고, 충격에 강하고 가공이 용이해 형태/두께에 제약을 적게 받는 점과 저가격화 실현을 위한 연속공정에(roll-to-roll)에 가장 적합한 소재로서 플렉시블 디스플레이 산업에서의 주목을 받았다.

플라스틱 기판은 유리와 비교해 장점도 있으나, 기존의 유리 기판에서 문제가 되지 않던 내화학성, 내열성, 흡습성, 투과도 등에서 많은 문제점을 안고 있다. 유리의 유리전이온도가  $690^\circ\text{C}$ 인해 반면, 열가소성 세미 결정성 고분자(PET, PEN)는 유리경정온도가  $80\sim 120^\circ\text{C}$ , 고내열성 무정형 고분자(PC, PES, PAR)는  $150\sim 325^\circ\text{C}$ 에 불과해 유리에 비해 낮은 공정 온도를 요구한다. 플라스틱 기판을 일정 고온까지 상승 후 상온으로 냉각 시 기판이 수축하는 현상이 있어 플라스틱 기판 공정에 큰 걸림돌이 되고 있다.

또한 플라스틱 소재는 유리와는 달리 성긴 분자 구조에 분자간력이 약해 열 또는 용매 변화에 대해 화학적, 열적 공정에 매우 취약한 구조를 가진다.

플라스틱 소재는 유리와 달리 외부의 오염인자에 대해 투과성을 보이므로 외부로부터의 침투를 방지하기 위한 패키징 방법 등이 요구된다.

최근 코닝이 미국 보스턴에서 열리는 산업 박람회인 세계정보디스플레이학회의 디스플레이위크(Society for Information Display's Display Week)에 매우 얇은 유연한 유리 기판을 소

〈표 1〉 플렉시블 기판 대체시장 규모 - 금액기준

(단위: 백만 달러)

Size	Main Application	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Small & Medium	Mobile Phone (low-end), others	121.1	222.7	573.8	948.5	1,413.9	1,751.0
	Mobile Phone (high-end), others	52.0	238.8	369.3	646.0	1,692.1	2,755.5
	Mobile others.	-	18.9	45.7	194.9	294.0	491.7
Large	Notebook	-	-	-	-	270.1	461.5
	Monitor	-	-	-	-	16.5	38.9
	TV	-	-	-	-	48.6	121.7
Total		173.1	480.4	988.7	1,789.4	3,735.2	5,640.4



〈그림 4〉 코닝사의 휘는 유리 기판 (Corning Willow Glass)

개하였다(그림 4). 이 기판은 얇고, 내구성이 강하면서도 구부러지는 유리로 전자기기나 구조물을 종이처럼 말 수도 있는 플렉시블 디스플레이 기판으로서의 가능성을 가지고 있다.

코닝사의 플렉시블 유리 기판은 최고 500°C까지의 공정 온도를 견딜 수 있는 열적 특성을 보여, 위에서 언급했던 플라스틱 소재에 비해 300~400°C 가량 높은 공정 온도를 가능하게 하여, 앞으로 보다 다양한 공정 기술을 접목시킬 수 있다.

또한 유리 고유의 성질을 가지고 있어서 습기나 산소 투과성이 낮아 쉽게 OLED와 같이 습기와 산소에 민감한 소재에도 적합하다.

또한 연속공정(roll-to-roll) 방식으로 제조되어 대량생산에 용이하여 기존 유리 기판의 단가 또한 낮추는 저단가 디스플레이를 가능하게 할 것으로 예측된다.<sup>[7]</sup>

### Ⅲ. 향후 연구 및 결론

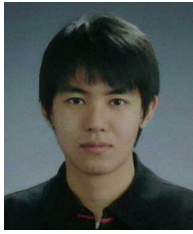
본고에서는 플렉시블 디스플레이 기술 동향에 대하여 살

펴보았다. 플렉시블 디스플레이는 언제 어디서나 정보를 전달하는 유비쿼터스 컴퓨팅 매체로서 높은 휴대성과 내충격성을 가지는 장치이다. 플렉시블 디스플레이는 모바일 디스플레이, 휘는 디스플레이 시장뿐 아니라 중/대형 디스플레이인 LCD, PDP의 뒤를 이을 차세대 주자이다. 향후 디스플레이 산업의 발달은 현재의 평판 디스플레이를 넘어서 플렉시블 디스플레이로 시대로 넘어가고 있는 것이 자명하다.

하지만, 현재 이를 구현하기 위해서는 디스플레이뿐만 아니라 이를 구동하는 IC, 플렉시블 터치스크린, 그리고 플렉시블 기판 등 매우 넓은 분야, 그리고 민관의 협력과 교류가 필요하다. 대한민국의 차세대 산업이 될 디스플레이 기술 발전을 위해 국내 산학연의 상용화 연구지원을 위한 인적, 물적 인프라 확충이 필요하다.

### 참고문헌

- [1] Displaybank, “플렉시블 디스플레이 기술 및 시장 (2007~2017),” 2007년 5월.
- [2] 이진호 외, ‘플렉시블 디스플레이’ 전자통신동향분석 제20권 제6호 2005년 12월.
- [3] R H. REUSS 외, ‘Macroelectronics: Perspectives on Technology and Applications’, Proceedings of the IEEE 2005, P 1239-1256.
- [4] Sun Y., Ahn J.-H., Rogers J.A., “Printable semiconductors for flexible electronics”, McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology, 192-197 (2007).
- [5] 지식경제부, “전략기술개발사업 화학공정분야 경제성 분석보고서,” 2008.
- [6] 광민기, ‘스마트폰용 터치 기술 동향’, Semiconductor Insight, 2010년 12월.
- [7] <http://www.corning.com/>



나 경 민

2010년 2월 한양대학교 (학사).  
2012년 2월 광주과학기술원 (석사).  
2012년 3월 울산과학기술대학교 (박사 과정).  
<관심분야> Flexible IC, IR-UWB transceiver



변 영 재

1997년 3월 연세대학교 (학사).  
2000년 5월 Georgia Institute of Technology (석사).  
2006년 12월 Georgia Institute of Technology (박사).  
2000년 5월~2002년 12월 Agilent Technologies, SanJose, CA.  
2003년 1월~2004년 12월 Quellan, Inc. Atlanta, GA, Senior Engineer.  
2007년 3월~2009년 2월 Staccato Communication, SanDiego, CA, Senior Engineer.  
<관심분야> Analog/RF IC design, IR-UWB, Antenna locked loop, DC-DC converters, Wireless Power transform