

## (A) 플렉시블 탄소나노튜브 에미터 제조기술

■ 보유기관 한국기계연구원

■ 주요 발명자 이지혜/ 김기돈/ 정준호

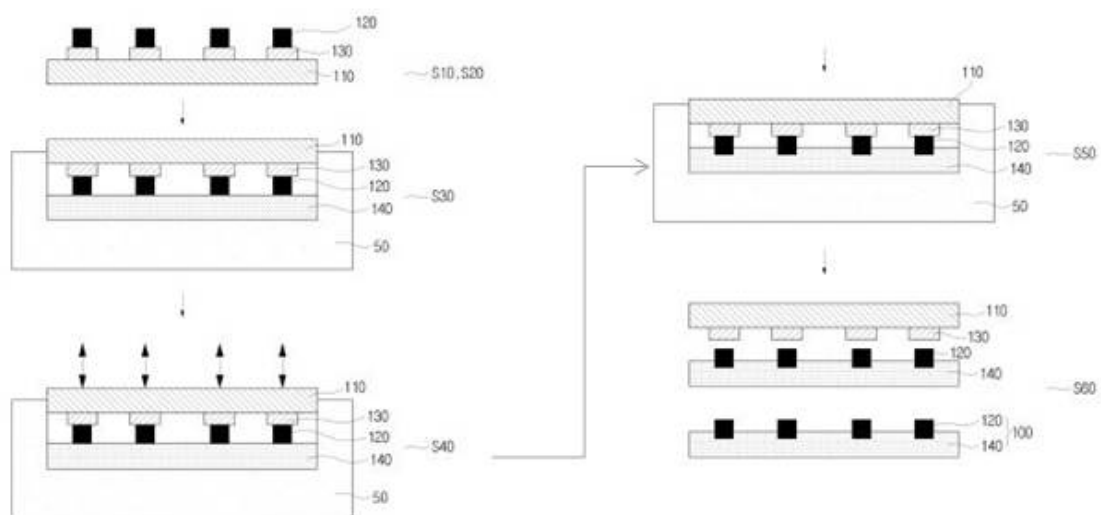
■ 권리사항	등록
· 출원번호	10-2009-0121702
· 출원일	2009년 12월 09일
· 현재상태	■ 등록 □ 공개(심사중) □ 미공개
■ 기술완성도	□ 기초연구단계 □ 실험단계 ■ 시작품단계 □ 제품화단계

■ 적용가능분야 및 목표시장 : 플렉시블 디스플레이, 플렉시블 에미터

### ■ 기술 개요

플렉시블 기판에서 탄소나노튜브와 접촉한 부분의 온도만 국부적으로 상승시켜 플렉시블 기판과 탄소나노튜브를 결합하는 플렉시블 탄소나노튜브 에미터 제조기술

### ■ 기술 개념도



[그림] 개념도

## ■ 기술 내용 및 동향

### [상세 기술 내용]

본 기술은 플렉시블 탄소나노튜브 에미터 제조방법 및 이에 의해 제조된 플렉시블 탄소나노튜브 에미터의 제조방법에 대한 것으로서, 매개 기판 상에 탄소나노튜브를 성장시키는 성장단계; 상기 탄소나노튜브에 맞닿으며 상기 매개 기판과 마주보도록 플렉시블 기판을 정렬하는 정렬단계; 상기 탄소나노튜브와 상기 플렉시블 기판 간의 접촉을 유지하면서 상기 매개 기판을 진동시키는 진동단계; 상기 플렉시블 기판에서 상기 탄소나노튜브와 접촉된 부분이 소프트닝되며 상기 탄소나노튜브가 상기 플렉시블 기판에 압입되는 압입단계; 및 상기 매개 기판과 상기 탄소나노튜브를 분리시키는 분리단계;를 포함하는 것을 특징으로 함

### [기술의 특징점]

- 종래 플렉시블 기판 상에 탄소나노튜브 에미터를 제조하는 방법에서는 탄소나노튜브를 스프레이, 잉크젯 등의 방식으로 도포하여 제작하였으나 이러한 방식은 플렉시블 기판과 탄소나노튜브 간의 전기적 접합이 좋지 않아, 에미터의 성능이 떨어지고 발열량이 많은 등의 단점이 있음
- 본 발명은 탄소나노튜브와 플렉시블 기판간의 강한 기계적 결합을 형성하여, 플렉시블 기판에서 탄소나노튜브와 접촉한 부분의 온도만 국부적으로 상승시켜 플렉시블 기판의 열변형을 방지하고, 플렉시블 기판과 탄소나노튜브간의 전기적 접합성이 우수하고, 플렉시블 기판과 탄소나노튜브의 결합을 위해 플렉시블 기판 전체를 가열할 필요 없어 플렉시블 기판의 열 변형을 방지함

### [기술동향]

국내에서는 삼성전자, 삼성SDI, LG디스플레이, LG전자, LG화학, 제일모직, 소프트픽셀, 아이컴포넌트 등의 기업 연구소를 비롯하여 KETI, ETRI, 경희대, 동아대, 한양대 등에서 플렉시블 LCD, OLED, E-Paper에 대한 연구를 진행하고 있음

차세대 플렉시블 디스플레이 기술은 현재 전세계 패널 관련 업체, 기업 및 국가연구소, 학계 등에서 광범위하게 연구되고 있으며, 기술 발전속도가 점차 가속화되어 근년에 시장형성이 급속히 진행될 것으로 시장예측기관들은 예상하고 있으며, LCD, OLED, E-Paper 방식의 플렉시블 디스플레이의 경우 세계적으로 약 30~40개의 업체에서 연구개발을 진행중이고, 수백 개 연구소 및 학계에서 관련 연구를 수행하고 있음

미국에서는 IBM, Sarnoff, UDC, E-Ink, Bell Labs, PARC 등의 기업연구소를 중심으로 플렉시블 LCD, OLED, E-Paper 등에 대한 연구가 수행되고 있으며, 특히 플렉시블 디스플레이에 대한 많은 원천 기술, 핵심 기술 및 특허 등을 확보하고 있고, 정부기관 및 업체들의 집중적인 투자가 이루어지고 있어 향후 플렉시블 디스플레이 분야에 있어 매우 중요한 위치를 점할 것으로 예상됨

E-Ink는 ToppanPrinting과 손잡고 PET 기재에 ITO 공통 전극층과 E-Ink microcapsule 층 그리고 접착제 층을 포함하는 imaging film을 제조하여 판매하고 있으며, 또 필립스와 손잡고 E-Ink를 이용한 전자종이 모듈기술을 개발함

유럽에서는 필립스가 중심이 되어 고분자 재료를 이용한 연구가 진행중인데, 필립스의 경우 플렉시블 디스플레이의 개발과 상용화 추진을 위한 Polymer Vision을 설립하고 집중 투자 중이며, 영국의 PlasticLogic에서는 잉크젯 기반의 OTFT와 이를 이용한 플렉시블 디스플레이용 backplane 개발을 진행 중임

## [경쟁사 제품 현황]

### <국내 플렉시블 디스플레이 개발동향>

기관	개발동향
삼성전자	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 플라스틱 적용 5인치급 이상의 플렉시블 TFT LCD 등과 E-Paper 등을 개발 완료</li> <li>- 모바일 디스플레이용 2.2인치 풀컬러 투과형 플라스틱 TFT-LCD 모듈과 5~6인치급 e-book용 전기영동 디스플레이를 개발중</li> <li>- 2007년 10월 일본 FPD 전시회에서 14.3인치 컬러 플렉시블 디스플레이를 선보임</li> </ul>
삼성SDI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2006년 5.6인치 플렉시블 LTPS-TFT AM-OLED를 제작하였고, 스테인리스 포일을 기판으로 사용한 OLED 기반의 4.1인치 플렉시블 디스플레이를 개발</li> </ul>
LG 디스플레이	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2005년 10.1인치, 2006년 14.1인치 E-Paper용 플렉시블 디스플레이를 개발하였고, 2007년 13.1인치 E-Paper용 컬러 플렉시블 디스플레이를 개발</li> <li>- 2007년 8월 용액형 유기반도체를 사용한 패널로써 고해상도 풀 컬러 영상을 구현할 수 있는 LCD 패널을 개발</li> <li>- 2008년 1월 기존 컬러 플렉시블 E-Paper에 비해 무려 4배 향상된 해상도를 구현하는 세계 최고 해상도 (1280×800) 14.3인치 컬러 플렉시블 E-Paper를 개발</li> </ul>
ETRI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1999년부터 정보통신부 지원 하에 플렉시블 OLED의 핵심기반기술을 연구</li> <li>- 2000년 1.8인치급 60×21 플렉시블 수동형 단분자 OLED와 고분자 OLED 시연</li> <li>- 2003년 2인치급 128×64 플렉시블 PM-OLED를 시연</li> <li>- 플라스틱 기판 상에서 컬러 전자잉크를 이용, 컬러필터를 사용하지 않는 다색 전자종이 개발 및 용액공정에 기반을 둔 roll-to-roll 프로세스에 대한 연구 진행</li> </ul>
아이컴퍼넌트	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2000년 창업 후 플렉시블 디스플레이에서 가장 기본이 되는 플라스틱 기판 개발</li> <li>- BASF와 폴리에테르설폰(PES) 관련 전략적 파트너십 맺고 기판 개발에 주력</li> </ul>
소프트픽셀	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2006년 4월 세계 최초로 플렉시블 디스플레이 양산 라인을 구축</li> <li>- 스마트카드, 시계·3차원(3D)안경·휴대폰·PDA·게임기 등 소형 애플리케이션을 시작으로 다양한 규격의 제품으로 라인업해 나갈 계획</li> </ul>
홍익대	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2007년 4월 플라스틱 기판상에 방전 셀을 형성해 초대면적 디스플레이에 적합한 휘는 플라즈마 패널을 개발하는 데 성공</li> <li>- 휘어지는 플라즈마디스플레이는 기판과 격벽(PDP에서 해상도를 표현하는 단위 구조)에 폴리머 재질을 사용</li> <li>- 우선 발광만을 구현하는 데 성공했는데, 상용화를 하는 데 3~4년 이상 소요될 전망</li> </ul>
기계연구원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2007년 9월 플렉시블 디스플레이 기판에 형성되는 투명 박막의 전기적 특성을 기존 대비 3배 이상 증가시킬 수 있는 새로운 제조 기술을 개발</li> <li>- 그동안 플렉시블 디스플레이 기판 제조시 주요 애로 기술 중 하나였던 박막의 전기전도도 문제가 해결될 수 있을 것으로 기대</li> <li>- 전기 비저항이 낮을수록 전기전도율은 높아져 선명한 화면구현이 가능해짐</li> </ul>

<자료>: 전자신문, 디지털타임스, EIC, 전자통신동향분석, 주간기술동향 등을 재구성

## ■ 관련 기술

출원번호 10-2009-0121702

1 발명의 명칭 플렉시블 탄소나노튜브 에미터 제조방법 및 이에 의해 제조된 플렉시블 탄소나노튜브 에미터

## ■ 시장 동향

### [시장 정의 및 시장규모]

현재의 디스플레이 산업이 대형화 및 고품격 이미지 구현을 중심으로 제품 개발이 진행되어 왔다면 향후에는 적당한 가격 기반의 플렉서블 디스플레이의 대중화가 주요 발전 방향이 될 것으로 예측됨

플렉서블 디스플레이는 기존의 유리 기반 디스플레이에 비해 얇고 가볍고, 깨지지 않는 새로운 특성을 가지며, 이러한 특성을 바탕으로 기존의 디스플레이가 적용하기 어려웠던 기존 시장을 대체하고 신규 시장을 만들 것으로 기대됨

전체 디스플레이 시장은 2012년 37억대 수준에서 2020년 61억대 수준까지 성장할 것으로 전망되며, 이중 플렉서블 디스플레이는 2012년 1QORAKSEOP 수준에서 2020년 9억대 수준까지 성장하여 출하량 기준으로 디스플레이 시장의 약 15%를 차지할 것으로 전망됨

#### 국내시장

- 국내 플렉시블 디스플레이 시장은 삼성전자, 삼성SDI, LG 디스플레이 등 대기업과 잉크테크, 아이스테이션, 아이컴포넌트 등 중소기업들이 관련 기술개발에 힘쓰고 있음.
- 2018년 국내시장은 세계 시장의 34%를 점유하며 5조 7,800억 원의 규모 전망(디스플레이서치, 2010)
- 한국은 TFT-LCD 및 PDP, OLED 와 같은 디스플레이 산업에서 전 세계 시장을 주도한 경험을 바탕으로 플렉서블 디스플레이 연구를 주도하고 있음

#### 해외시장

- 플렉시블 디스플레이 시장은 기존 제품을 대체하는 replacing market과 신규 제품이 창출되는 new market이 형성될 것으로 예측.
- 비교적 기술개발이 용이한 e-Paper가 초기 플렉시블 시장을 형성하고, 기술 성숙도가 높아짐에 따라 replacing market이 더 크게 성장할 것으로 예상.
- 플렉시블 디스플레이 세계 시장규모는 2010년 2.8억 불에서 2017년 전체 121억 불로 전망 (Display bank, 2007).
- 소니, 삼성, LG 등 세계 디스플레이 시장을 이끌어왔던 주요기업들을 필두로 PlasticLogic, E-INK, Gyricon Media 등 중소 전문 제조 및 기술기업들이 다양한 응용기술들을 접목시키고 있음

향후 플렉시블 디스플레이는 시장 규모가 폭발적으로 증가될 것으로 예측됨에 따라 이에 대응하기 위한 원천기술 및 지적재산권 등의 확보에 적극 노력해야 할 것임. 현재 플렉시블 디스플레이의 기술 수준은 외국 업체에 비해 뒤떨어지지만 국제 표준이 아직 등장하지 않았으므로 국내 산학연의 연구개발 성과에 따라 전 세계 시장을 주도할 수 있는 여지가 충분함

■ 문의처	
· 소속	기술마케팅팀
· 담당자	오정민
· 연락처	042-868-7532, ojm@kimm.re.kr