

탄소나노튜브를 접목시킨 디스플레이 산업분야 특허출원 동향분석 ①

본 해설논문 연재는 산업재산권의 중요성을 한층 더 실감하는 시대에 살고 있는 연구자들이 산업재산권 제도의 취지와 산업재산권의 권리범위에 대한 이해를 돕고 그 필요성을 인식할 수 있는 계기를 만들고자, 총 8회에 걸쳐서 게재한다.

1. 서론

나노기술 (NT)은 차세대 성장산업으로 부각되고 있는 21세기의 미래기술로써 그 파급효과는 대단히 크다고 할 수 있다. 나노과학기술분야 중에서도 특히 탄소나노튜브 (CNT)는 새로운 물질특성 구현이 가능하여 기초연구의 중요성과 산업적 응용성이 동시에 크게 각광받고 있는데 이러한 탄소나노튜브기술을 최근 새롭게 개발되어지는 디스플레이산업분야인 전계 방출형디스플레이 (Field Emission Display, 'FED'), 플라즈마디스플레이(Plasma Display Panel, 'PDP'), 액정디스플레이 (Liquid Crystal Display, 'LCD')의 기술 분야에 접목하면 디스플레이기술을 한층 더 향상시킬 수 있는 것으로 밝혀졌다.

본 해설논문은 디스플레이산업의 FED, PDP, LCD 기술 분야에 차세대소재인 탄소나노튜브소재를 접목한 기술에 대한 국내특허정보를 체계적으로 수집 정리하여 특허출원동향을 파악하고, 기술개발 동향의 분석을 통해 미래 디스플레이산업분야의 기

술개발방향을 제시함으로써, 우리나라가 일본, 미국 등과 함께 치열하게 경쟁하는 디스플레이산업의 세계시장에서 경쟁력을 갖출 수 있는 방향을 제시하기 위함이다.

2. 분석대상 특허 선정방법

한국특허정보원의 특허검색 프로그램인 특허기술정보서비스 (KIPRIS)[1]에서 제공하는 특허정보 중에서 2008년 3월 31일 현재까지 공개된 특허를 대상으로 하여 표 1의 내용과 같은 검색어를 조합하여 검색한 결과를 분석대상으로 하고, 분석대상의 특허출원동향 파악과 등록여부 및 기술개발동향을 분석하여 향후 탄소나노튜브를 이용한 디스플레이산업분야의 기술개발방향을 제시하였다.

표 1. 특허선행기술 검색식.

산업 분야	검색식
FED	[제목:(FED+전계)] and [자유검색:(탄소+카본)*나노튜브] 출원일자 and (제목:FED) 출원일자 and (IPC분류:H01)
PDP	[제목:(PDP+패널)] and [자유검색:(탄소+카본)*나노튜브*PDP] 출원일자 and (제목:PDP) 출원일자 and (IPC분류:(H01)+G09G)
LCD	[제목:(LCD+액정+엘시디)] and [자유검색:(탄소+카본)*나노튜브] 출원일자 and (제목:LCD+액정) and (IPC분류:G02F)

3. 탄소나노튜브를 접목시킨 디스플레이기술

3.1 전계방출형디스플레이 (FED) [3]

FED는 평면상태의 전자방출원 (Emitter)으로 부터 진공 중에 전자가 방출하는 현상인 전계방출현상을 이용하여 형광체에 부딪쳐 전자에 의해 빛을 발광시켜 영상을 표시하는 장치이다. 전계방출현상이란 진공 내에 있는 금속 표면에 일정 전압 이상의 전계가 인가될 경우, 금속 표면의 전위 장벽이 낮아지면서 금속 내의 전자들이 양자역학적으로 터널링하여 진공내로 전자가 방출되는 현상을 말한다. FED의 작동원리는 브라운관의 전자총에 해당하는 장치를 평면상태로 한 기술로써, 브라운관 (CRT, Cathode Ray Tube)과 같이 밝고 콘트라스트의 높은 화면을 대형 평면 디스플레이로 실현된다.

일반적인 팁형 전계방출형 표시소자의 구조를 살펴보면, 그림 1(a) 및 그림 1(b)에 도시된 바와 같이, 진공 갭을 유지하기 위한 스페이서(1)가 가운데에 있고, 위쪽에는 유리 기판 소재의 애노드플레이트(2), 아래쪽에는 백플레이트(3)로 구성된다. 애노드플레이트(2)에는 애노드전극(2a)이 코팅되어 있고, 애노드전극(2a)에는 흑연재료의 블랙매트릭스(4)와 R(Red), G(Green), B(Blue)의 포스퍼 도트들이 배열된 형광체(5) 및 형광체보호막 (Metal Back ; Al)(6)이 형성되어 있으며, 백플레이트(3)에는 전자방출원인 캐소드전극(7)과 게이트전극(8)이 절연층(9)을 통해 절연되어 있는 구조이다. 이때, 전계방출형 표시소자의 고진공 유지기술에 있어 종래에는 패널 제작 시, 블랙매트릭스 (Black Matrix)(4) 주변부에 게터 (Getter)(10)를 실장하거나 별도의 게터 방울 패널 외부에 설치하는 등의 방법을 이용하여 왔다.

발광원리는 두 장의 진공 상태인 유리판을 사이에 두고 전자파가 한 장의 유리판을 방출하고 방출된 전자파는 다시 형광물질을 통과하고, 형광물질을 통과한 전자파는 다시 남은 한 장의 유리판에 부딪쳐 화면을 구성하게 되는 원리를 이용한 것으로써, 각각의 FEA (Field Emitter Array) Cell이 초소형 전

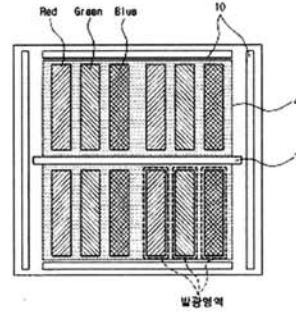


그림 1(a). 팁형 전계방출형 표시소자의 구조를 보인 평면도.

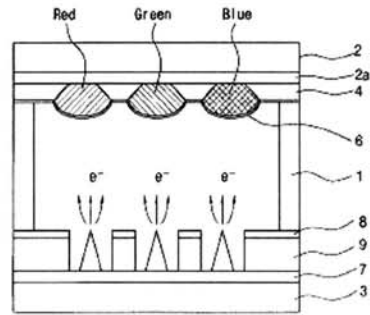


그림 1(b). 팁형 전계방출형 표시소자의 구조의 개략도.

자총으로 동작하며, 게이트와 팁 간에 일정 전압 (수십 V)이 인가되면, 전자들이 팁으로부터 양자역학적으로 터널링되어 방출된다. 이 방출된 전자들은 더욱 큰 양극전압 (수백 V~수 kV)에 의해 형광체가 도포되어 있는 양극 쪽으로 가속되며, 전자들이 형광체에 충돌하게 되면 충돌에너지에 의해 형광체의 특정 원소 내에 있는 전자들이 여기 되었다가 떨어지면서 빛을 발생하는 것이다.

그리고 FED는 전자총을 편향/주사할 필요가 없고, 전자방출을 위한 열이 불필요하기 때문에 CRT의 부피, 무게, 소비전력의 한계를 극복할 수 있는 장점을 가지고 있으며, 또한 음극선 발광에 의해 동작하기 때문에 자체 광원, 높은 효율, 높은 휘도와 넓은 휘도 영역, 천연색 및 높은 색 순도, 넓은 시야각 등이 가능한 특징을 가지고 있고, 동시에 LCD처럼 평판 (Flat Panel) 디스플레이가 가능한 디스플레이장치로써, 액정이나 PDP와 함께 차세대의 대형

평면 TV/디스플레이를 실현하는 기술로서 기대되고 있지만 아직까지는 가격이 매우 고가이며, 전계의 방출이 물질의 표면에 따라 매우 민감하고, 제조과정에서 고도의 진공장비가 필요한 단점이 있다.

3.2 플라즈마디스플레이(PDP)

PDP는 혼합가스로 채워진 셀(Cell)에 고전압을 가해 전자의 충돌로 일어나는 전기적 방전을 이용하여 영상을 형성하는 장치이다. 휘도나 시야각 등의 표시성능이 우수하여 그래픽영상작업에 알맞은 기술로써 그 사용이 날로 증대되고 있다. 이러한 플라즈마디스플레이 패널은 전극에 인가되는 직류 또는 교류전압에 의하여 전극 사이에 있는 가스에서 방전이 일어나고, 가스방전과정에서 수반되는 자외선의 방사에 의하여 형광체가 여기 되어 가시광을 발산하게 된다.

일반적인 PDP의 구조를 살펴보면, 그림 2(a) 및 그림 2(b)에 도시된 바와 같이 배면기판(10)의 상면에는 다수의 어드레스전극(11)이 배열되어 있으며, 이 어드레스전극들(11)은 제1 유전체층(12)에 의해 매립되어 있다. 그리고 제1 유전체층(12)의 상면에는 다수의 격벽(13)이 서로 소정의 간격을 두고 형성되어 있고, 이 격벽(13)에 의해 구획된 방전공간(14)의 내면에는 형광체층(15)이 소정 두께로 도포된다. 전면기판(20)은 가시광이 투과될 수 있는 투명기판으로써 주로 유리로 만들어지며, 격벽(13)이 마련된 배면기판(10)에 결합된다. 전면기판(20)의 저면에는 상기 어드레스전극들(11)과 직교하는 유지전극쌍(21a, 21b)이 형성되고, 이 유지전극쌍(21a, 21b)은 가시광이 투과될 수 있도록 주로 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명한 도전성재료로 이루어지며, 유지전극쌍(21a, 21b)의 라인저항을 줄이기 위하여, 유지전극쌍(21a, 21b) 각각의 저면에는 금속재로 이루어진 버스전극쌍(22a, 22b)이 유지전극쌍(21a, 21b)보다 폭을 좁게 하여 형성되어 있다. 이러한 유지전극쌍(21a, 21b)과 버스전극들(22a, 22b)은 투명한 제2 유전체층(23)에 의해 매립되어 있으며, 제2 유전체층(23)의 저면에는 보호층(24)이 형성되는 구조이다.

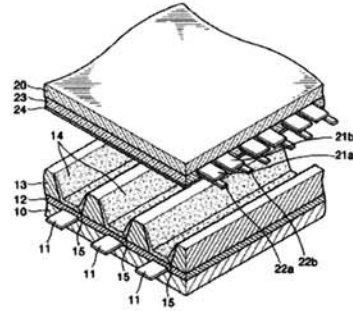


그림 2(a). 반사형 플라즈마디스플레이 패널의 일부를 절제한 분리사시도.

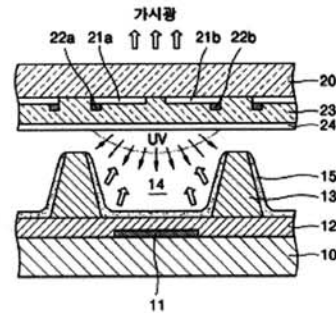


그림 2(b). 그림 2(a) 도시된 플라즈마디스플레이 패널의 내부 구조의 수직단면도.

그리고 PDP는 화면 떨림이 없고 해상도 및 선명도가 좋으며, 두께가 얇고 가벼워 휴대하기가 편리하고, 화면의 표시속도가 빠르다는 장점이 있지만 전력 소비량이 크고 많은 열을 발생하므로 열을 식히는 냉각장치가 필요하다는 단점이 있다.

3.3 액정디스플레이(LCD)

LCD는 액정물질이 들어있는 두 장의 유리판에 전압을 가해 반사되는 빛의 양을 변화시켜 영상을 표시하는 원리로서, 주로 휴대용컴퓨터(노트북)에 사용되는 표시장치로 최근에는 데스크탑 PC의 표시장치로도 활용되고 있다.

일반적인 LCD 표시장치의 구조를 살펴보면, 그림 3에 도시된 바와 같이, LCD(20)은 여러 종류의 소자들이 형성된 두 장의 기판(2, 4)이 서로 대응되게 형성되어 있고, 상기 두 장의 기판(2, 4) 사이에 액

참고 자료

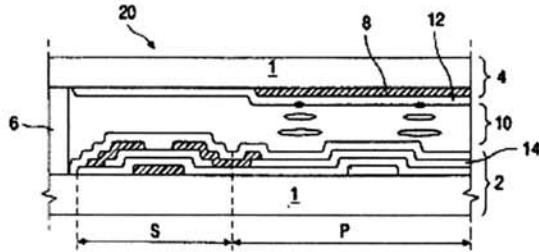


그림 3. 일반적인 LCD 표시장치의 단면을 나타낸 도면.

정층(10)이 개재된 형태로 위치하고 있다. LCD(20)에는 색상을 표현하는 컬러필터가 형성된 상부 기판(4)과 액정 층(10)의 분자배열방향을 변환시킬 수 있는 스위칭회로가 내장된 하부기판(2)으로 구성된다. 그리고 상부기판(4)에는 색을 구현하는 컬러필터층(8)과, 상기 컬러필터층(8)을 덮는 공통전극(12)이 형성되어 있고, 공통전극(12)은 액정 층(10)에 전압을 인가하는 한쪽 전극의 역할을 한다. 하부기판(2)은 스위칭 역할을 하는 박막트랜지스터(S)와, 박막트랜지스터(S)로부터 신호를 인가받고 상기 액정(10)으로 전압을 인가하는 다른 한쪽의 전극역할을 하는 화소전극(14)으로 구성되며, 화소전극(14)이 형성된 부분을 화소부(P)라고 한다. 그리고 상부기판(4)과 하부기판(2)의 사이에 주입되는 액정(10)의 누설을 방지하기 위해, 상부기판(4)과 하부기판(2)의 가장자리에는 실란트(Sealant : 6)로 봉인되어 있는 구조이다.

그리고 LCD는 화면 떨림이 없고 비발광체이므로 눈의 피로가 적으며, 음극선관(CRT)보다 소비 전력이 작고, 부피가 작고, 가볍고 소형이라 휴대하기가 편리하다는 장점이 있는 반면에 문자표시속도가 느리고, 보는 각도에 따라 선명도가 다르고 비발광체로 어두운 곳에서는 화면이 잘 보이지 않으며, 음극선관에 비해 화면의 표시속도가 느리다는 단점이 있다.

- [1] 특허검색 도메인 주소 (http://www.kipris.or.kr/new_kipris/index.jsp).
- [2] 탄소나노튜브 제조 및 응용기술(특허청 2005) p. 17-19.
- [3] 전계방출디스플레이기술 및 특허동향(특허청 2006), (<http://www.patentmap.or.kr/>).

※ 저자 ※

박환돈, 백승준, 신훈규*, 김종민**, 장상목†, **

신태양국제특허법률사무소

*포스텍 나노기술집적센터

**동아대학교 나노공학과

†교신저자

※ 탄소나노튜브를 접목시킨 디스플레이산업분야 특허출원 동향분석 ②는 2월호에 게재예정

