

ITO (투명전극재료)

한국과학기술정보연구원

<제 목 차 례>

제1장 서론	1
제2장 기술동향 및 전망	3
1. 기술의 개요	3
가. 투명전극의 개요	3
나. 투명전극의 종류	5
다. 투명전극재료 특성의 평가방법	10
2. 투명전극재료의 응용분야	12
가. 각종 평판형 디스플레이의 투명전극	12
나. 터치패널용 투명전극	16
다. 각종 백라이트용 투명전극	17
라. flexible 디스플레이의 투명전극(미래 시장)	17
마. 기타	18
3. 연구개발 동향	18
가. ITO 타겟재의 연구개발 동향	18
나. 기타 투명전극용 타겟재 연구개발 동향	20
다. 페타겟의 재활용	20
4. 비교분석	21
5. 전망	22
제3장 기술특허정보 분석	23
1. 분석의 범위 및 방법	23
2. 특허 동향	23
가. 한국 특허동향	23
나. 한국 등록 특허 현황	25
3. ITO Target 특허 동향	26
4. 전망	27

제4장 시장동향 및 전망	29
1. 산업동향	29
2. 시장동향	30
가. 해외시장	30
나. 국내시장 동향	33
제5장 결론	35
<참고문헌>	36

<표 차례>

<표 2-1> 습식에칭과 건식에칭 비교	11
<표 2-2> 국내 PDP 핵심 소재의 선진국 대비 기술 수준	21
<표 4-1> LCD용 ITO유리의 세계시장변화 (단위 :억 원)	30
<표 4-2> PDP 소재 세계시장 현황 및 전망	33
<표 4-3> PDP 소재 국내시장 현황과 전망	34

<그림 차례>

<그림 2-1> 디스플레이용 전극	4
<그림 2-2> PDP에서의 ITO 전극	5
<그림 2-3> In ₂ O ₃ 의 결정구조	6
<그림 2-4> 각종 평판 디스플레이	12
<그림 2-5> LCD 구조도	12
<그림 2-6> 컬러 LCD	13
<그림 2-7> TFT LCD 제조공정	14
<그림 3-1> 출원인의 연도별 출원분포	24
<그림 3-2> 출원인별 분포	25
<그림 3-3> 삼성 SDI의 등록률 현황	25
<그림 3-4> LG전자의 등록률 현황	26
<그림 3-5> 기타 출원인의 등록률 현황	26
<그림 3-6> ITO target에 대한 각국의 특허출원 동향	27
<그림 3-7> ITO target에 대한 각국의 특허 분포	27
<그림 4-1> 디스플레이 산업의 구조	29
<그림 4-2> ITO 필름의 세계시장규모 전망	31
<그림 4-3> ITO필름의 국가별 생산동향	32

제1장 서론

디스플레이는 전달된 시각정보를 인간이 인지할 수 있도록 인터페이스 역할을 하는 제품으로, 그 동안 브라운관으로 불리는 CRT(Cathode Ray Tube)가 화질과 가격 면에서의 경쟁력을 바탕으로 시장을 주도해 왔다.

그러나 최근 이동성이 중요시되는 정보환경에 대응하여 나타나는 기기의 경박 단소화 추세나 디지털 기술의 진전과 융합에 따라 보편화되는 멀티미디어 환경 등으로 인해 디스플레이에 대한 수요가 변화하고 있다.

특히 디지털 TV 방송에 따른 TV의 대형화, 고화질화가 중요시되고 있는데 이러한 사용자의 요구에 따라 현재까지 평판 표시패널(Flat Panel Display : FPD)로서 TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), FED(Field Emission Device), EL(Electro Luminescence), DMD(Digital Micro-mirror Device) 등 다양한 디스플레이 소자에 대한 연구가 이루어져 왔다. 그러나 상기 다른 소자에 없는 CRT에 필적하는 화질과 대화면화가 용이하다는 특징을 구비하고 있다는 장점으로 인해 고화질 벽걸이 TV의 꿈을 실현하는 디스플레이 소자로서 PDP가 주목받고 있다.

디스플레이 산업은 하부 산업의 기반없이 상위 산업의 발전을 기대할 수 없으며, 하부 산업 기반의 중요성이 큰 산업이라 할 수 있다. 특히 디스플레이 부품산업의 경우 몇몇 부품 및 소재들은 국산화에 성공하여 국산화율을 높이고 있으나, 아직까지 국내에서 개발이 안된 소재들도 많아 이에 대한 대책이 시급한 상황이다. 그 중에서도 투명전극재료는 국내의 연구개발이 활발하게 진행되고 있지 않다.

투명전극재료는 평판디스플레이, 및 태양전지 등의 소자에서 투명전극으로 사용되고 있는 물질을 통칭한다. 투명전극재료라고 불리려면 우선 가시광영역(400nm ~ 700nm)에서 80%정도의 광투과도를 가지며 $\sim 10^3$ /옴센티의 높은 전기전도도를 가지는 재료여야 한다. optical band gap이 3.5eV 정도이기 때문에 자외선영역은 모두 투과시키고 적외선영역의 높은 반사율, 적절한 에칭 특성을 가지고 있어야 한다.

본 보고서에서는 이러한 투명전극재료(ITO)에 대한 이론적 개요, 국내외의

연구동향 및 시장동향을 파악함으로써 전반적 기술동향과 산업동향을 파악하도록 하겠다.

제2장 기술동향 및 전망

1. 기술의 개요

가. 투명전극의 개요

ITO는 Indium-Tin Oxide(인-주석 산화물)의 줄인 말로 투명하면서 전기가 통한다. 모든 디스플레이에서 필요한 것이 아니라 매트릭스 방식으로 구동되는 PDP, LCD 등의 얇고 편평한 디스플레이에 사용된다.

매트릭스 구동방식은 기본적으로 다수의 가로전극과 다수의 세로전극을 모기장처럼 배치하고 가로 몇 번째 세로 몇 번째 전극에 신호를 주어 그 위치의 셀이 발광하도록 하는 원리인데, 이 전극들이 불투명하면 전극 사이에서 발생하는 빛이 전극에 가려서 외부에서 잘 안보이게 되기 때문에 투명한 전극이 필요한 것이다. 특히 요즘 시판되는 PDP는 모두 상판 유리에 전극이 나란히 있고 그 뒤에서 발광이 일어나는 방식인데, 만일 전극이 불투명하다면 대부분의 빛이 전극에 가려서 나오지 못한다.

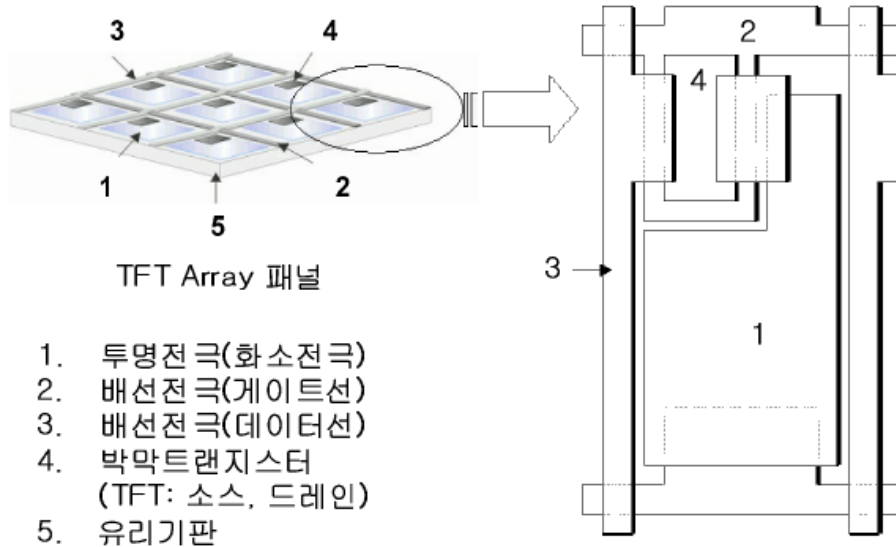
지금까지 개발된 재료 중에는 ITO가 가장 투명하면서 전기도 잘 통하고 생산성도 좋기 때문에 이것을 투명전극의 재료로 사용한다. 한마디로, 매트릭스 구동 디스플레이에 사용되는 투명전극의 재료가 ITO이다.

투명전극은 비저항이 $1 \times 10^{-3} \Omega/\text{cm}$ 이하, 면저항이 $10^3 \Omega/\text{sq}$ 이하로 전기전도성이 우수하고 380에서 780nm의 가시광선 영역에서의 투과율이 80%이상이라는 두 가지 성질을 만족시키는 박막이다.

기존의 평판디스플레이의 경우, 금속 산화물 투명전극이 진공 공정을 통해 도포된 유리기판상의 각 화소를 포토리소그래피 공정으로 제조된 박막트랜지스터(TFT : thin film transistor)로 제어함으로써 화상을 구현한다.

디스플레이용 전극은 박막트랜지스터를 이루는 게이트, 소스, 드레인의 세 개의 단자 전극과 이들을 드라이버와 연결하는 배선전극 및 이미지를 구현하는 화소전극으로 구성된다.

<그림 2-1> 디스플레이용 전극

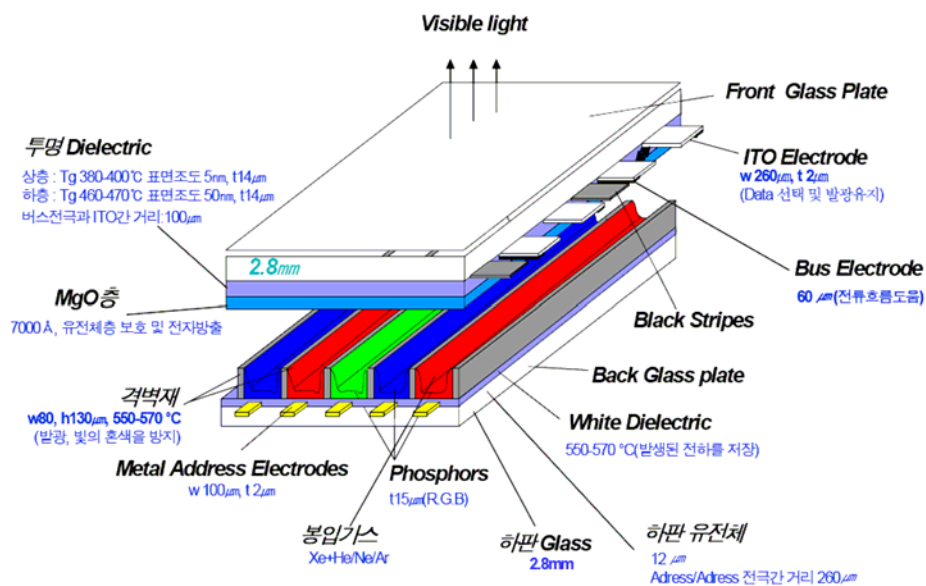


자료 : TRC R&D Library, 2001

기존의 평판디스플레이의 화소전극은 주로 ITO(인듐 주석 산화물)가 스퍼터링에 의해 유리기판상에 박막으로 코팅된 유리가 주로 사용되고 있다. 유리기판은 전극 생성이나 TFT제조 등의 공정상에서는 안정성이 있어 유리하지만 무겁고 단단하기 때문에 두루마리 디스플레이나 이동 통신용의 차세대 디스플레이에는 적합하지 않고 플라스틱 기판에 비해 고가이다.

기존 평판디스플레이에 이용되고 있는 금속산화물전극은 진공 상태에서 유리기판상에 코팅이 이루어지며, 화소의 패터닝을 위하여 포토리소그래피 및 에칭 공정을 이용해야하기 때문에 사용하는 화학약품 처리 및 공정 중에 소모되는 비용이 상당히 큰 단점이 있다.

<그림 2-2> PDP에서의 ITO 전극



나. 투명전극의 종류

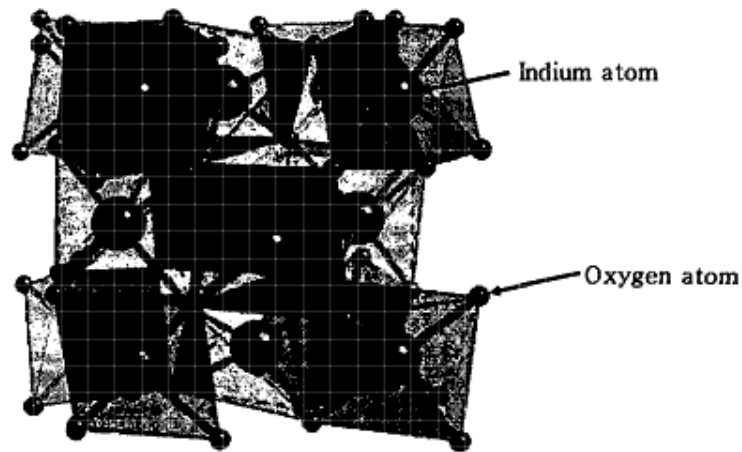
(1) ITO

ITO는 In_2O_3 에 SnO_2 를 고용시켜 제조한 재료로서 가시광선 영역에서는 투광 특성이, 적외선 영역에서는 반사 특성이 우수하며 비교적 낮은 전기저항을 갖는 상온에서 안정한 산화물이다. ITO는 In_2O_3 의 결정구조에서 In 자리에 Sn이 치환고용된 형태인데 <그림 2-3>의 (a)에 In_2O_3 의 결정구조를 나타내었다.

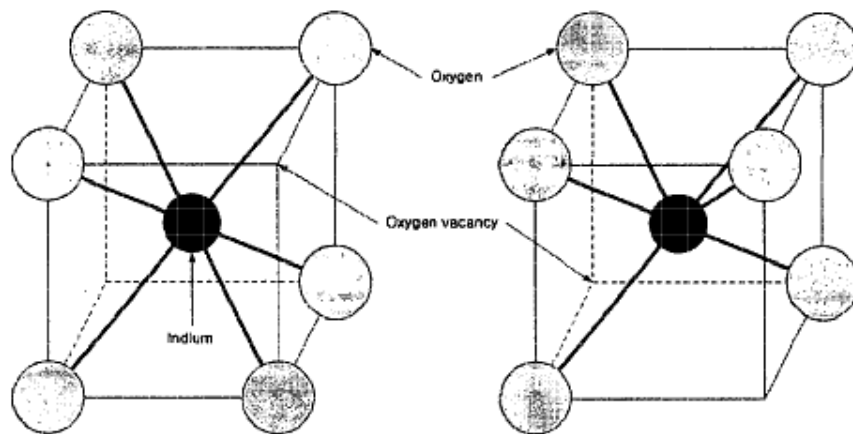
ITO의 전기전도성이 최대화된 적정 SnO_2 의 첨가량은 5~10 wt%로 알려져 있으며, 그 이상의 SnO_2 가 첨가되면 $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$ 의 화합물이 생성되거나 Sn_2O_3 의 전기적 중성 cluster를 유발시켜 자유전자의 움직임을 막으면서 전기적 특성을 저하시킨다. 또한 Manificier의 연구에 의하면 Ar 분위기에서 400°C로 열처리된 ITO 박막의 표면저항 변화를 관찰한 결과 ITO의 전기적 특성은 내부 산소 공공(oxygen vacancy)에 직접적인 영향을 받으며, ITO에서 Sn이 3 atomic% 미만으로 도핑되어 있을 때는 첨가된 dopant보다 전체 carrier의 농도가 크게 나타나지만 3 atomic% 이상 도핑할 경우 dopant의 농

도가 carrier의 농도보다 크게 나타나는 현상을 보인다. 즉, ITO는 비화학량론에 의한 전도특성이 나타나며, 일정량 이상의 도핑이 전도특성에 주된 공헌을 하고 있다.

<그림 2-3> In₂O₃의 결정구조



(a)



(b)

(c)

(2)SnO₂

SnO₂ (tin oxide)는 ITO에 비해 값가격이 싸며 화학적으로 안정한 재료이지만 전극 패턴 형성 시 에칭에의 난점과 고저항의 단점을 지닌다.

일반적으로 도핑하지 않은 SnO₂ 박막은 입자크기가 200~300 Å 인 다결정으로 이루어져 있고, 정방정인 rutile 구조로 되어 있다. 주로 비화학량론성에 의해서 도핑되지 않은 SnO₂는 n-type 전도도를 나타내지만 박막이 염화물로부터 증착된 경우 Cl⁻ 이온이 격자 내부로 침투하여 전도도에 기여하기도 한다.

순수한 SnO₂ 박막의 direct optical band gap이 3.87~4.3eV이고, 가시광선 및 근적외선에 대하여 80% 이상의 높은 투과율을 나타낸다. 또한 화학적 내구성이 우수하여 아연과 HCl 사이의 반응으로부터 생성된 수소에 의해서만 식각할 수 있다. SnO₂ 박막은 유리 기판에 화학적으로 부착되기 때문에 접착 강도가 약 200 kgf/cm²로서 우수하다.

SnO₂는 ITO ZnO와 비교하였을 때 내산, 내염기 및 기계적 성질이 우수하며 값이 싼 원료를 사용하기 때문에 이를 투명전극으로 적용하기 위한 연구 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

그러나 SnO₂ 박막의 장점이자 단점인 내마모성으로 인해 에칭이 어렵기 때문에 평판디스플레이의 전면 전극으로 사용될 때에는 공정이 상대적으로 복잡한 리프트오프(lift-off)법을 사용하여야 하는 것이 불리한 점이다. 또한 SnO₂ 박막은 결정화 온도가 다른 TCO 박막에 비하여 높기 때문에 유기 EL 등에 사용되는 플라스틱 기판에 증착하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 이 박막은 주로 오븐용 유리(self cleaning oven), 냉동고용 성에방지 유리, 복사기 등의 정전 방지막에 더 적합한 것으로 알려져 있다.

(3)ZnO

이에 비하여 ZnO(zinc oxide)는 3.4 eV 근처의 band gap을 갖는 전형적인 n-type 반도체로서 광전 소자로 사용하기 위한 투명전도 물질로 많은 장점을 가지고 있다. ZnO 박막은 도핑이 용이하여 좁은 전도대역을 가지기 때문에 도핑물질에 따라 전기 광학적 성질의 조절이 용이하다. 저비용으로 제작 가능하며 높은 광투과성과 전도성을 가지므로 실용적인 투명 전도막 재료로 유망하다. 진성 ZnO의 전기적인 성질은 거의 부도체에 가깝기 때문에 전도성의 부여하기 위한 별도의 공정이 필요하고 이에에는 크게 세 가지 방법이

있다. 첫 번째 방법은 열처리를 통해 ZnO 박막의 결함 형성 농도를 증가시켜 내부 결함에 의해 저항을 낮추는 것이다. 그러나 열처리에 의한 방법은 결함의 제어가 쉽지 않고 온도 등의 외부 환경에 의한 박막의 특성 변화가 크다는 단점이 있다. 두 번째 방법은 implantation이나 plasma 공정을 이용한 불순물의 주입방법인데 고가장비를 상용한다는 것과 재현성이 낮다는 문제가 있고, 특히 PL측정 시 박막의 물성변화가 초래될 위험성이 크다. Al, Ga, In, B등의 불순물 (dopant)을 도핑함으로써 전하 농도 및 전기 전도도를 높여주고 환경에 안정적인 외인성 ZnO를 만드는 것으로 현재까지 다양한 연구가 이루어져 왔다.

(4) 유기투명전극재료 (탄소 나노 튜브)

컴퓨터와 각종 가전 기기, 통신 기기가 디지털화 되고 급속히 고성능화 됨에 따라 대화면 및 휴대 가능한 디스플레이의 구현이 절실히 요구되어지고 있다. 휴대가능한 대면적의 flexible 디스플레이를 구현하기 위해서는 신문처럼 접거나 말수 있는 재질의 디스플레이 재료가 필요하다. 이를 위해서 디스플레이용 전극 재료는 투명하면서도 낮은 저항값을 나타낼뿐만 아니라 소자를 휘거나 접었을 때에도 기계적으로 안정할 수 있도록 높은 강도를 나타내어야 하고, 플라스틱 기판의 열팽창계수와 유사한 열팽창계수를 갖고 있어서 기기가 과열되거나 고온인 경우에도 단락되거나 면저항의 변화가 크지 않아야 한다. 기존의 LCD의 투명전극으로는 유리에 코팅되어 있는 ITO가 주로 이용되고 있다. 유리기판위에 코팅되는 ITO의 두께를 증가시키면 저항은 낮아지지만 투과도도 함께 저하되기 때문에 80%이상의 투과도를 나타내기 위해서는 $30\Omega/\text{sq}$ 이하의 면저항을 얻기 어렵다. 또한 ITO sputtering시 열처리 조건에 따라 투명전극의 저항값이 변화하는 데, 낮은 저항을 얻기 위하여 200°C 정도에서 열처리를 할 경우 플라스틱 기판은 대부분 변형을 일으키기 때문에, ITO를 이용하여 대면적의 flexible 디스플레이 전극을 제조하는 것이 매우 어렵다. 따라서 국내외에서 투명 전극을 indium, tin, zinc, titanium, cesium등 다양한 금속의 oxide를 chemical vapor deposition (CVD), magneton sputtering, reactive evaporation등의 공정을 이용하여 제조하는

방법에 대해 활발히 연구가 진행되고 있으며, 폴리아닐린 등 전도성 고분자를 이용하는 방법 등이 연구되고 있다. 기관에 금속 산화물을 코팅하기 위해서는 진공 조건이 필요하며, 공정이 까다로운 반면에 전도성 고분자 전극의 경우에는 기존의 다양한 고분자 코팅 방법을 이용할 수 있기 때문에 공정 비용과 작업을 크게 줄일 수 있는 장점이 있다. 그러나 일반적으로 전도성 고분자 자체의 저항이 금속에 비해 크고 가시광선 영역의 빛을 대부분 흡수하기 때문에 코팅 두께를 수백 나노미터로 얇게 하여 투명도를 유지할 경우 ITO에 비해 수천에서 수만배가량 저항이 크게 나타나기 때문에 투명전극으로 적합하지 않다. 요즘 나노입자 형태로 수분산된 전도성 고분자를 이용하여 투명도, 면저항, 열팽창계수, 강도 등이 모두 향상되어 대면적 flexible 디스플레이의 투명전극으로 실제 이용 가능한 유기투명전극을 개발하고 있다. 현재 전도성 고분자의 도핑상태를 조절함과 동시에 코팅된 나노입자들의 연결 상태, 접촉 저항등을 조절하여 투과도 80%, 면저항 300Ω/sq인 유기투명전극 시제품을 개발하여 터치패널, 백라이트용 유기EL, 광고판용 LCD등의 투명전극으로 용도 개발중이다. 현재 세계적으로 유기투명전극의 면저항은 수백 Ω/sq 수준이며, 면저항을 수십 Ω/sq 수준까지 향상시킬 경우 LCD, 유기 EL등 기존의 평판디스플레이의 ITO 투명전극을 대체하여 저가의 디스플레이를 구현하는 것이 가능해진다. 유기투명전극의 전도특성을 기존의 ITO 유리 수준으로 더욱 향상시키기 위하여, 차세대 제품으로 전기적 특성이 매우 우수한 탄소나노튜브와 전도성 고분자의 복합재를 개발하고 있다. 기존의 연구는 탄소나노튜브와 전도성 고분자를 단순히 혼합하여 복합체를 만드는 경우가 대부분인데, 탄소나노튜브는 강한 van der Waals force에 의해 전도성 고분자 매트릭스 내에서 심하게 응집된다. 따라서 탄소나노튜브의 우수한 전도 특성에도 불구하고 percolation에 의해 전도도의 향상을 가져오기 위해서는 1내지 10wt%의 탄소나노튜브를 혼합하여야 하며, 마이크로 스케일로 응집된 탄소나노튜브들은 전극의 투명도를 크게 저하시키기 때문에 투명전극으로 이용하기에는 부적절하였다. 따라서 탄소나노튜브의 응집을 막고 전도성 고분자 매트릭스내에 탄소나노튜브를 나노 스케일로 분산시키는 연구 및 나노 분산된 탄소나노튜브와 전도성 고분자를 조합하여 전극을 제조하는 연구를 통해, 우수한 특성의 유기투명전극을 개발하고 있다. 유기투명전극의

장점으로는 플라스틱 기판상에 전극을 구성하였을때 접거나 구부려도 전기적 특성의 변화가 매우 적다. (기존의 ITO 전극의 경우에는 접거나 구부리면 저항이 급격하게 증가한다.) 또 코팅공정을 이용하기 때문에 제조공정이 간단하다. (기존의 ITO 전극의 경우에는 전극을 구성하기 위하여 진공공정, 에칭공정을 거치기 때문에 제조가가 비싸고 환경에 유해한 화학약품등이 폐기물로 발생하는 문제점이 있다.) 현재의 평판디스플레이는 전부 ITO 유리(금속 산화물 전극)를 투명전극으로 사용하고 있지만 플라스틱 기판을 사용할 경우에는 유기투명전극이 기판과의 친화성(접착력, 열팽창력 등) 측면에서 우수한 특성을 나타낸다.

다. 투명전극재료 특성의 평가방법

(1)광학적 특성

투명전극재료로 쓰이려면 특별한 광학적인 특성을 보여야한다. 투명전도막의 광흡수, 반사 및 투과특성은 박막 내에 존재하는 전공밴드의 전자, 자유전자, polar optical phonon 등의 빛과의 반응에 의해 결정된다. 투명 전도막은 부도체인 유전체 물질보다는 많은 자유전자를 갖지만 금속보다는 적기 때문에 빛에 대해서도 도체와 부도체의 중간적인 특성을 보이는 것이다. 가시광선 영역에서 높은 투과도 특성을 또 자외선영역에서도 모두 투과시키며 적외선 영역에서는 높은 반사도 특성을 보여야 투명전극재료로 쓰일 수 있다.

(2) 전기적 특성

투명전극재료라고 불리려면 우선 가시광영역(400nm ~ 700nm)에서 80% 정도의 광투과도를 가지며 $\sim 10^{-3}$ /옴센티의 높은 전기전도도를 가지는 재료이어야 한다. Optical bandwidth가 3.5eV 정도이기 때문에 자외선영역은 모두 투과 시키고 적외선영역의 높은 반사율, 적절한 에칭 특성을 가지고 있어야 한다.

(3) 에칭 특성

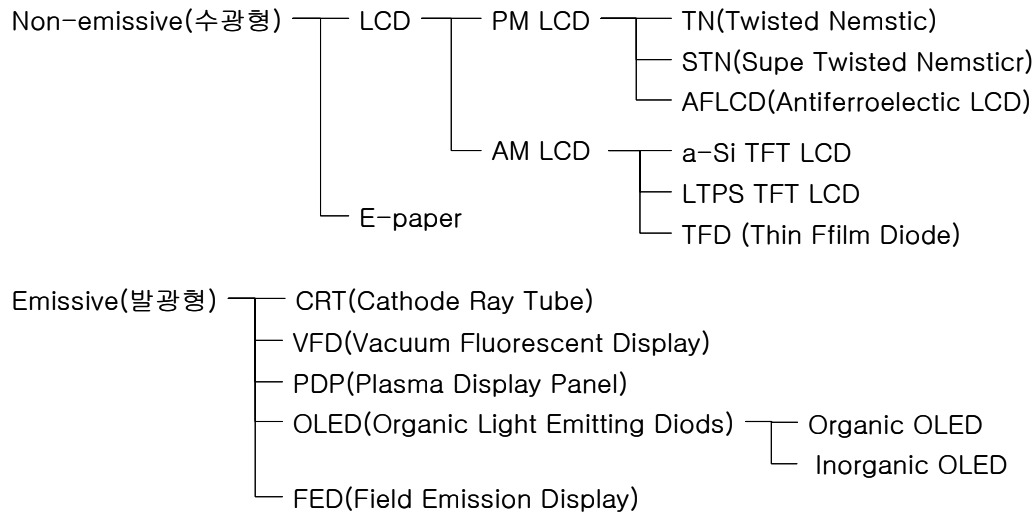
투명전극 재료로 쓰이려면 적절한 에칭특성을 가져야한다. 박막이 소자에 응용될 때 patterning의 용이성 여부는 생산성과 직결되기 때문에 에칭특성은 중요한 요소로 자리잡고 있다. 소자의 제조과정에서 박막을 패터닝하는 공정은 감광제 (photoresist)를 이용한 사진 식각공정(photolithography)과 에칭공정으로 구성된다. 마이크론 단위 이하의 선폭과 이방성 에칭의 요구가 엄격하지 않은 소자의 패터닝에는 습식에칭이 이용되는데 이는 간단하며 공정속도가 빠르고 경제적이란 이유에서이다. 또한 습식에칭은 선택비가 우수하고 에칭속도의 제어가 용이하다. 에칭액의 농도 및 온도를 조절함으로써 에칭속도가 조절되기 때문이다. 구조가 단순한 저가의 에칭장비를 사용하는 점 또한 장점이 된다. 현재 습식에칭은 주로 blanket film 제거(박막의 전면 제거) 시에 사용된다. 투명전극재료로 사용되려면 에칭이 빠르고 에칭 후 잔사가 남지 않는 물질이어야 한다.

<표 2-1> 습식에칭과 건식에칭 비교

	습식에칭	건식에칭
최소선폭	3 μ m	0.1 μ m이하
에칭 방향성	등방성	이방성 및 등방성(조절가능)
에칭 속도	높음	충분함
에칭 선택성	높음	충분함
장비가격	낮음	높음
처리속도	높음(배치식)	충분함(조절가능)
화학물질 사용량	많은	적음

2. 투명전극재료의 응용분야

<그림 2-4> 각종 평판 디스플레이

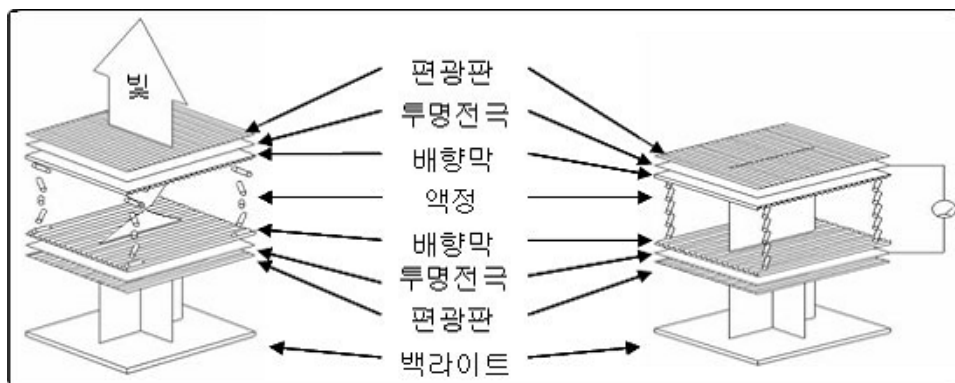


가. 각종 평판형 디스플레이의 투명전극

(1) LCD(liquid crystal display)

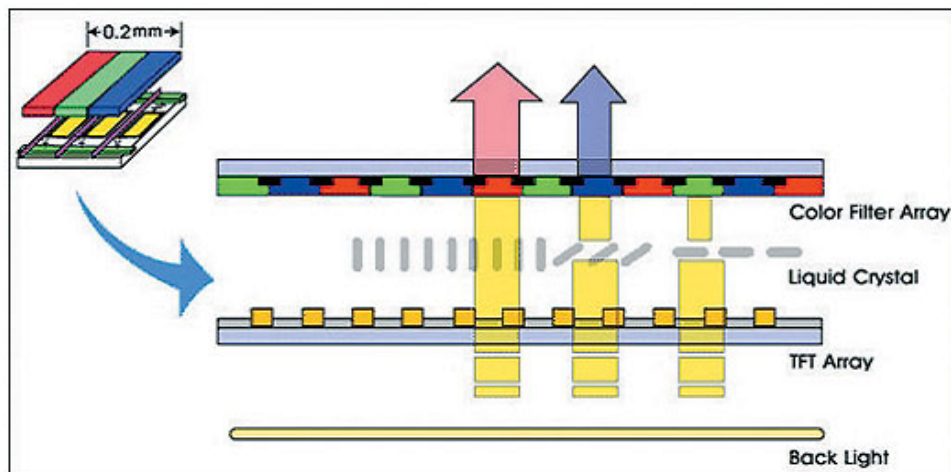
LCD는 Liquid Crystal Display의 약자로 우리말로는 액정디스플레이라고 할 수 있는데 기술의 핵심은 빛의 편광방향을 회전시키는 액정의 성질에 있다고 할 수 있다.

<그림 2-5> LCD 구조도



위 <그림 2-5>은 LCD를 간략화시킨 구조도인데 투명전극 사이에 배향막과 액정이 충전되어 있고 투명전극의 아래위는 직교하는 편광판이 배열된 상태로 되어있다. 정상상태(OFF상태)에서는 백라이트의 빛이 아래쪽 편광판을 통과하여 1차로 편광되고 다시 액정을 통과하면서 편광방향이 90도 회전하여 위쪽의 편광판을 통과할 수 있는 구조로 되어 있다. 만약 투명 도전막 사이에 전압을 인가하면 액정분자들이 정상배열을 유지하지 못하고 양쪽 극에 끌려 세워지는 구조가 되므로 빛의 편광방향을 회전시키는 성질을 잃어버려 빛이 위쪽의 편광판을 통과해 나오지 못해 OFF상태가 된다 즉 우리는 액정의 양쪽에 전압을 인가함으로써 빛의 통과를 능동적으로 제어할 수 있게 된다. 여기에서 다시 액정의 양쪽전극에 인가되는 전압을 적절히 조절해 주면 액정분자의 세워지는 정도에 차이가 발생하여 빛의 통과량을 적절히 조절할 수 있고 흑색에서부터 백색까지(Gray상태)의 디스플레이를 구현할 수 있다.

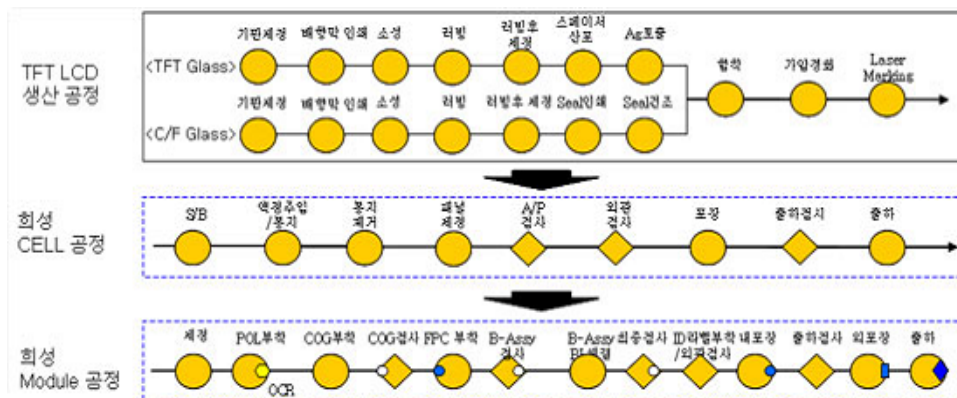
<그림 2-6> 컬러 LCD



여기에서 한층 더 발전한 형태가 컬러LCD인데, 위 Gray상태의 LCD 3조각을 나란히 배열하고 RGB의 칼라필터를 올려 놓은 상태에서 각각의 LCD 조각을 적절히 제어하여 빛의 세기를 조절하면 색의 조합으로 인한 컬러구현이 가능하고 바로 컬러LCD의 원리가 된다(<그림 2-6> 참조). 또, LCD에서 액정이 인가된 전압에 반응하는 속도(호트리지거나 재배열되는 속도)가 동영상 구현하기에 다소 느린 단점과 LCD가 갖는 낮은 광투과율로 인한 백라

이트 빛의 손실을 보상하기 위하여 각각의 LCD조각을 개별적으로 제어할 수 있는 기술을 LCD에 사용하였는데 이것이 바로 TFT(Thin Film Transistor) LCD이다.

<그림 2-7> TFT LCD 제조공정



TFT LCD 제조공정은 TFT 생산공정, C/F(컬러필터) 생산공정, CELL 생산공정 및 Module 생산공정 등 4공정으로 나눌 수 있고 현 회성에서 생산 중인 CELL 생산공정을 살펴보면 위의 <그림 2-7>과 같다.

LCD는 초기 개발된 이후에 급격한 성장을 계속하여 많은 분야에 각광 받는 디스플레이로서 자리를 굳히고 있다. 최근에는 TFT LCD가 휴대폰의 디스플레이 창을 대부분 석권하고 있고 최근에는 20" 이상의 브라운관을 급속히 대체하고 있으며 40" 이상의 대형 TV분야에서도 PDP와 어깨를 나란히 하고 있다.

(2) PDP(Plasma display panel)

플라즈마 디스플레이는 기체방전시에 생기는 플라즈마로부터 빛을 문자 그래픽을 소자이다. 플라즈마 디스플레이는 기체 방전 현상을 이용한 표시소자이므로 기체 방전(Gas Discharge) 표시 소자라고도 부른다.

PDP는 현재 활발히 연구되고 있는 LCD(Liquid Crystal Display), FED(Field Emission Display), ELD(Electroluminescence Display)와 같은 여러 분야의 평판형 디스플레이 중에서도, 대형화에 적합한 많은 장점을 가지고 있다. PDP가 평판으로서 대형화가 가능한 이유는 구조가 두께가 각각 3

mm 정도 되는 유리기판을 2장 사용하여 각각의 기판위에 적당한 전극과 형광체를 도포하고 약 0.1~0.2mm 정도의 간격을 유지하여 그 사이의 공간에 플라즈마를 형성하는 방법을 채택하기 때문이다.

(3) 유기 EL(Organic Electrolumine-scent display)

영상응답속도가 높고(LCD에 1000배), 가격이 저렴하며 경량, 박형화등의 장점을 가지고 있으나 대형화 애로, 자체 발광구조로 수명 短 단점을 가지고 있다. Size는 20" 보다 작으며 휴대 통신기기, 전장용 표시장치, IMT-2000 등에 사용된다.

(4) FED(Field emission display)

영상응답속도(LCD에 1000배)가 높고, 고화질, 경량, 박형화, 시야가 무한대라는 장점을 가지고 있다. 그러나 구동전압이 높고 (LCD대비), 수명 短, 대형화 공정애로, 저전압형 광체 개발 要 등의 단점이 있다. Size는 20" 보다 작으며 IMT-2000, Car-navigator, PDA, Avionic display등에 쓰인다.

(5) 3D(3dimention display)

입체감을 일으키는 여러 요인 중, 우리들의 눈이 가로 방향으로 약 65mm 떨어져서 존재하여 나타나게 되는 양안시차(binocular disparity)가 입체감을 나타내는 가장 중요한 요인이라 할 수 있다. 즉, 좌우의 눈은 각각 서로 다른 2차원 화상을 보게되고, 이 두 화상이 망막을 통해 뇌로 전달되면, 뇌는 이를 정확히 서로 융합하여 본래 입체 영상의 깊이감과 실제감을 재생하는 것이다

인간이 현실에서 느끼는 것과 같은 현실성과 자연성이 뛰어난 완벽한 3차원 영상통신의 구현을 위해서는 입장감을 극대화할 수 있어야 하며, 입장감의 극대화는 결국 인간생활 공간의 3차원화에 기인한 영상의 3차원적 입체 디스플레이를 의미한다. 또한, 대상체의 움직임도 생생하게 표현할 수 있는 입체 동화상의 실현을 요구하게 된다

고감도, 입체감, 실감, 3D, 자연세계표현이 가능하다는 장점이 있지만 다시점 제한(6~8人), 저해상도, 가격 高, 대형화 공정이 어렵다. Size는 10~50"이며, 3D모니터, 3D TV, 3D게임, 원격의료, 탐사장비IMT-2000가상현실등에 이용된다.

나. 터치패널용 투명전극

최근 컴퓨터 기술의 발달에 따라 다양한 용도의 Computer Based System 이 개발되고 있으며 또한 key 입력은 사람 손의 조작 범위 내에서 어느 정도 개수의 key를 누르거나 접촉하는 것에 의해 그 key에 맞는 명령을 기기에 의해 행한다. 그러나 컴퓨터를 사용하는 본래의 목적인 정확·신속·편리 등을 위해서 사용자가 편리하게 사용할 수 있는 장치가 필요해지며, 이것은 key를 쳐서 선택하는 것보다 디스플레이화면을 손가락으로 직접 눌러 선택 터치패널은 컴퓨팅의 입력장치이다. 그 컴퓨터는 근년 급속히 고속화와 저가격화가 진행되고 보급되고 있다. 또 user 인터페이스에 관해서는 키보드 입력 중심의 CUI에서 마우스를 중심으로 한 포인팅디바이스에 의한 GUI로 이행했다. User needs는 컴퓨터에 대해서 고속성과 저가격과 함께 사용이 간편한 것을 추구하고 있다. 터치패널은 디스플레이에 표시되어 있는 버튼을 손가락으로 접촉하는 것만으로 컴퓨터를 대화적, 직감적으로 조작함으로써 남녀노소 누구나 쉽게 사용할 수 있는 입력장치이다. 고속정보화 사회에 돌입한 요즘에 있어서 거의 매일 사람들은 무슨 일이던 간에 컴퓨터와 접하고 있다. MS-windows의 보급과 네트워크의 발달에 의해 데이터베이스에 간단하게 액세스를 할 수 있게 되고 점점 다양한 인간들이 여러 곳에서 컴퓨터에 접속하는 필요성이 증가하고 있다. 컴퓨터를 누구라도 간단하게 사용할 수 있기 위해서 인터페이스로서 터치패널은 상당히 유용한 디바이스이다. 수년동안 년 30%이상의 급격한 신장을 계속하고 있고 몇 년 전부터는 가속경향을 보인다. 은행 등의 ATM은 물론 가두의 검색안내시스템, 무인계약단말, POS, 게임기 등 폭 넓은 분야에서 발견할 수 있게 되었다.

(1) 터치스크린

Keyboard, Mouse 등을 이용한 문자의 입력 또는 프로그램 실행과는 달리, Touch Screen을 이용한 입력은 화면에 표시된 메뉴를 화면상에 직접 펜과 손으로 선택하는 것만으로 쉽게 실행시킬 수가 있으며, 또한 문자 인식 소프트웨어 등과 같은 프로그램을 이용하면 문자 입력도 간단히 할 수 있는 제품을 말한다.

(2) PDA

PDA는 휴대성을 높인 컴퓨터라고 할 수 있는데 사실 PDA차지하는 위치가 좀 애매하다. 노트북처럼 데스크탑PC에 버금가는 성능을 가지지 못했고, MP3, 핸드폰, 전자수첩(사전)등과 같은 소형 멀티미디어 기기들이 가지는 기능을 가졌으나 그것들보다는 휴대성이 떨어지거나 비싸다.

(3) PDA폰

우선 명시되어있는 PDA폰은 PDA의 일부라고 할 수 있다. 기본적으로 PDA폰은 PDA에 핸드폰 모듈(국내에서는 CDMA 모듈)이 포함되어 있을 경우 PDA폰이라고 부른다. 하지만 요즘은 폰 기능이 내장된 "작은" PDA라는 인식이 강해지고 있다.

다. 각종 백라이트용 투명전극

LCD 패널 뒤에 위치한 조명 장치로서, 주로 직경이 가는 형광등을 사용한다. 여기에는 EL 백라이트, 휴대폰 키패드용 투명전극이 있다.

라. flexible 디스플레이의 투명전극(미래 시장)

Electronic Paper(또는 Digital-paper)는 종이 질감의 얇고 유연하면서도 디

스플레이처럼ダイナミック하게 반복적으로 읽고 쓸 수 있는 신개념의 차세대 정보표시 매체로서, 전자 디스플레이와 종이의 장점을 겸비한 미래의 정보표시매체로 주목을 받고 있다. 전자 페이퍼는 지금까지 실현할 수 없었던 꿈의 표시매체라 할 수 있는데 최근 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

마. 기타

각종 광고판의 투명전극(미래시장), 면상 발열체용 투명전극 등이 있다.

3. 연구개발 동향

가. ITO 타겟재의 연구개발 동향

투명전극재로 널리 사용되고 있는 ITO는 산화인듐(In_2O_3)에 소량의 산화주석(SnO_2)를 혼합하여 사용하며 산화주석이 5~10wt% 함유되었을 경우 투명전극으로의 특성이 가장 좋으므로 상품화된 타겟의 경우 산화주석을 10wt% 함유한 조성을 널리 사용하고 있다.

이러한 ITO타겟재는 통상 소결법으로 제조하나 In_2O_3 , SnO_2 모두 소결이 잘 되지 않는 난소결체로 널리 알려져 있다. 일반적인 소결체의 경우 소결성을 높이기 위하여 미량의 소결조제를 첨가하는 경우가 많으나 ITO 투명전극의 경우 전도성 확보를 위하여 99.99%이상의 고순도를 요하므로 첨가제에 의한 소결밀도 향상은 어렵다.

이에 1980년대에는 소결밀도가 이론밀도의 70%대인 타겟도 상용화되어 사용되었다. 타겟재는 주로 진공하의 스퍼터링 장치에서 투명전극재로 유리 등의 기판 위에 증착되며, 타겟재를 장시간 사용할 경우 노줄(Nodule)이라는 이물질이 표면에 생성되며, 이는 투명전극막의 증착속도를 떨어뜨리고 투명전극 표면에 파티클 등의 불량을 생성하는 원인이 되기도 한다.

노줄은 고진공의 스퍼터링 장치 내에서 고전압의 인가에 따른 국부적인 Arching이 원인이 되는 경우가 많으므로 소결밀도가 낮을수록 많이 생성된다. 이러한 노줄을 줄이기 위해 고밀도 타겟의 제조방법에 대한 연구가 지속

적으로 진행되어 왔으며 최근에는 소결밀도 99%이상의 타겟이 상용화되어 널리 사용되고 있다. 소결밀도를 높이기 위하여 가장 손쉬운 방법으로 HP, HIP 등의 고온가압소결법이 1990년이후 널리 이용되었다. 하지만 이러한 방법으로 제조된 소결체의 경우 타겟재로 사용하기 위해서는 가공공정을 거쳐야 하며 대체로 가공Loss가 크므로 경제성이 떨어지는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 최근에는 상압(常壓)분위기소결법이 실용화되고 있다. 이러한 상압소결을 위해서는 사용되는 분말의 입자크기를 최소화할 필요성이 크게 대두되어 현재는 평균 1차입자 크기가 100nm이하인 나노급 분말이 상용화되어 사용되고 있다.

10%정도 함유되어 있는 산화주석 분말의 분산성도 노즐 형성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있으므로 분말단계에서부터 분산성을 좋게 하기 위한 연구도 진행되고 있다. 그리고 타겟재의 표면조도(Roughness)도 노즐생성에 영향을 끼친다는 분석결과도 있어 타겟재 가공시 표면조도를 조절하여 노즐생성을 최소화하는 연구결과 및 특허도 발표되고 있다.

그 밖에도 소결체의 입자크기 및 기공의 분산성을 향상시켜 노즐 발생을 최소화하기 위한 연구도 진행되고 있다. 하지만 이러한 방법으로도 노즐의 발생량을 줄일 수 있을 뿐이므로 완전히 발생을 억제하는 방법에 대해서는 아직도 많은 연구가 필요한 것으로 생각된다.

타겟재를 양산하기 위해서는 성형방법도 매우 중요하다. 타겟재는 통상 두께 5~10mm의 판상이 주를 이루고 있으며 대형타겟의 경우 크기가 1 m 전후에 이르는 경우도 많으므로 이러한 성형체의 경제적인 성형방법은 양산성 확보에 매우 중요한 요소이다.

ITO타겟의 상용화 초기에는 최대크기 200~300mm의 타겟이 많이 사용되었으므로 주로 일반적인 프레스법(Cold Press)으로 성형하는 것이 보통이었으나 타겟의 크기가 커짐에 따라 대형 프레스가 필요하게 되어 상대적으로 균일한 밀도의 대형제품 성형이 용이한 CIP(Cold Isostatic Press)법이나 주입성형(Slip Casting)법이 상용화되었다. 하지만 CIP법의 경우, 원하는 치수에 가깝게 성형하는 것이 어려우므로 성형후 혹은 소결후 많은 양을 가공해야 하는 어려움이 있다. 이러한 가공량을 최소화하고 최적의 성형체를 제조하기 위한 연구가 타겟 생산업체를 중심으로 진행되고 있다.

나. 기타 투명전극용 타겟재 연구개발 동향

투명전극재로는 ITO 이외에도 SnO_2 , ZnO 등도 개발되어 사용되고 있으나 ITO에 비하여 상대적으로 높은 저항값으로 인하여 높은 저항값을 필요로 하는 Touch Panel이나 저급의 투명전극재로 일부 사용되고 있다.

최근에는 ITO의 특성을 보완한 IZO(Indium Zinc Oxide)가 개발되어 TFT-LCD 및 유기EL용 전극재를 중심으로 상용화가 진행되고 있다. ITO막을 투명전극으로 사용하기 위해서는 에칭공정을 거쳐야 하는데 통상 왕수 등의 강산을 사용하게 되며 이에 따라 TFT Module의 경우 하부에 증착되어 있는 Al 등의 금속배선까지도 부식하게 되어 공정수율을 저하시키게 되는 주요 원인이 된다.

이러한 에칭특성을 보완하여 약산에서도 쉽게 에칭할 수 있으며, 결정구조가 비정질이므로 타겟재로 스퍼터링 장치내에서 장기간 사용시에도 노출의 발생을 최소화하는 것을 특징으로 하는 것이 IZO이다. IZO는 에칭특성 등에서 ITO보다 뛰어나 최근 많은 관심을 받고 있으나 비저항이 상대적으로 크며 상대적으로 고가인 단점이 있다.

다. 폐타겟의 재활용

ITO타겟 등의 산화물타겟은 증착속도를 높이기 위하여 통상 DC Magnetron Sputtering법으로 증착하게 된다. 이경우 실제 타겟의 사용효율은 20~30% 정도이며, 사용하고 난 나머지 70~80%는 폐타겟(Used Target)으로 남게 된다.

이 폐타겟은 고순도, 고가의 인듐을 함유하고 있으므로 타겟업체에서는 이를 정제하여 재사용하는 리사이클링공정을 거쳐 산화인듐분말로 재활용하게 된다. 폐타겟의 리사이클링공정에서는 1차로 고순도 금속인듐으로 정제하며 이를 원료로 다시 산화인듐 분말을 제조하는 2단계를 거치는 것이 보통이다. 따라서 리사이클링 비용이 많이 들게 되므로 최근에는 폐타겟에서 직접 산화인듐분말을 합성하는 방법이 연구되고 있다.

또한 희토류는 아 니나 아연광 등에서 ppm단위로 존재하는 미량원소인 인

듬의 재활용을 극대화하기 위하여 일부 업체에서는 수명이 다하여 버려지는 LCD패널에서 인듐을 추출하는 방법에 대해서도 연구를 진행하고 있다.

4. 비교분석

PDP 관련 핵심 소재의 대부분은 일본과 국내 기업들에 의하여 생산되고 있다. 이들의 기술 수준을 정량적으로 평가하기는 매우 곤란하나, 현재 PDP 모듈업체들의 수입 비중, 기술 개발 현황 등을 근거로 선진국 대비 기술 수준을 비교하여 나타내면 아래의 <표 2-2>과 같다.

국내 PDP 관련 핵심 부품 소재는 약 60%가 해외 업체로부터 수입하여 생산하고 있다. 이것은 우리나라 PDP 핵심 소재 전문 기업들이 세계 시장을 선도하기 보다는 선진 업체를 추종하는 것에 기인하는 것이다. 즉 우리나라의 부품 소재 산업의 능력이 선진국에서 개발된 소재에 근접한 특성을 가진 모방 소재를 개발하여 모듈업체에 공급하는 수준이기 때문이다. 즉 새로운 재료를 설계하고, PDP 산업을 선도할 수 있는 기술 경쟁력 및 연구 개발 능력이 확보되지 않았기 때문이다.

<표 2-2> 국내 PDP 핵심 소재의 선진국 대비 기술 수준

기술항목	선진국 대비 기술수준					비고
	부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월	
유리기판	○					전량 수입 의존
유전체			○			일부 수입
격벽재				○		에칭 격벽 소재 최초 개발
seal재		○				저온 봉착재 수입
투명전극		○				대부분 수입
Bus/address 전극		○				전량 수입
형광체			○			국산화/일부 수입
보호막		○				대부분 수입/일부 국산화
DRF		○				국산화/일부 수입

자료 : PDP 기술동향분석보고서, 한국과학기술정보연구원, 2005.09

5. 전망

차세대 디스플레이가 저가격화, 대면적화, 경량화를 추구하고 있는 상황에서, 이를 실현하기 위해서는 유리보다 가벼운 플라스틱을 기판 재료로 사용하려는 시도들이 활발히 전개되고 있다.

플라스틱 기판에서는 경제적, 기술적 이유 등으로 유리기판에 사용되었던 포토 레지스트 및 에칭 공정과는 다른 공정의 적용이 불가피한, 이를 위해 플라스틱기판 상에서 최적의 물성을 나타낼 수 있는 유기투명전극의 개발이 진행되어야 한다.

기존 ITO 전극을 사용할 경우, ITO전극과 플라스틱 기판의 열팽창계수차에 의해 공정 및 구동중 기판이 변형되는 문제, 전극 기판의 구부러짐에 따른 전극 파괴에 의한 전극 표면 저항의 급격한 증가 등의 문제가 있다.

금, 은, 구리 등의 금속을 스퍼터링하여 플라스틱 기판상에 얇은 박막으로 코팅하여 전도성이 우수한 전극을 제조할 경우, 투과도를 유지하기 위하여 박막으로 코팅할 경우 금속 필름의 표면 강도가 약하기 때문에 마찰 저항이 충분하지 못하며, 플라스틱 필름과의 접착력이 우수하지 못하여 전극 기판의 안정성이 취약하다.

전도성 고분자나 탄소나노튜브, 탄소나노섬유 등의 전도성 나노입자를 포함하고 있는 투명전극재의 경우 플라스틱 기판과의 접착력, 열팽창이나 변형에 대한 전도도의 안정성이 우수하여 차세대 디스플레이용 전극 소재로 많은 관심을 받고 있다.

제 3장 기술특허정보 분석

본 장에서는 플라즈마 디스플레이 패널에서 투명전극의 국내 특허 출원 현황, 연도별 출원 현황, 등록률, 등록 현황 등을 통해 투명전극 구조의 동향에 대해서 살펴 보고자 한다. 또한 본보고서를 통해 자사의 특허 방향성을 수립하는 것과 타사의 특허에 대비하기 위하여 다출원사들의 사례분석을 통해서 살펴보고자 한다.¹⁾ 또한 ITO Target에 대한 특허동향도 함께 살펴보았다.

1. 분석의 범위 및 방법

- 1) 분석대상 범위(기술) : 플라즈마 디스플레이 패널(PDP) 전극에서 표시전극에 포함되는 투명전극 기술 분야
- 2) 분석대상 연도 : 2005년 6월 30일까지 공개된 자료
- 3) 분석대상 국가 및 특허건수 : 국내 출원된 국가(한국, 일본, 미국), 출원건수 222건

2. 특허 동향

가. 한국 특허동향

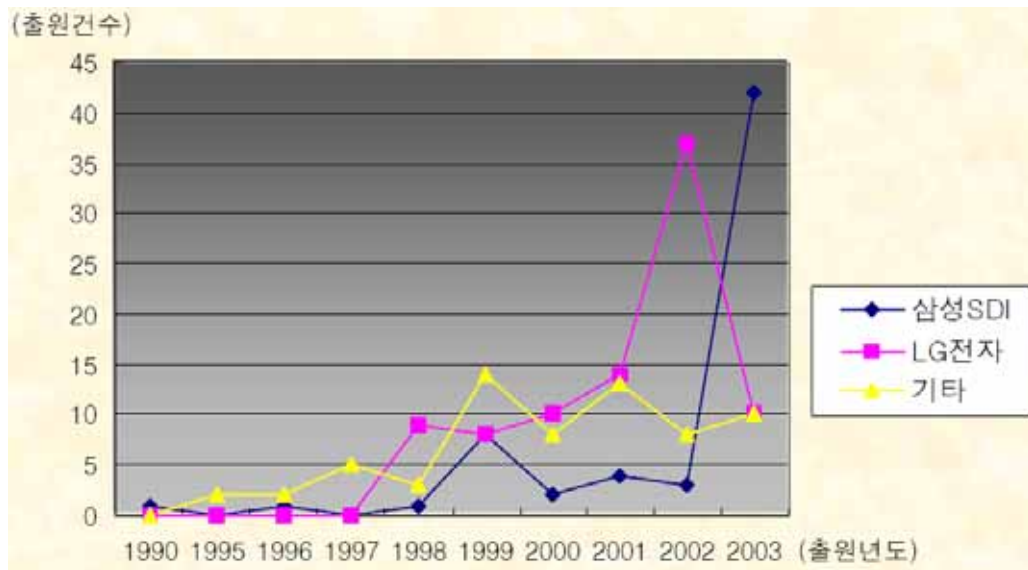
(1) 연도별 특허동향

각 출원인별 분포를 비교하면, 삼성SDI는 국내에서 가장 먼저 투명전극 구조에 대해서 특허출원을 하였으나 1998년까지는 출원건수가 증가 추세를 보이고 있지 않다. 1999년을 기점으로 해서 그 이후로 점차 증가하는 추세이며 2003년에 들어서면서 출원량(42건)이 급격히 증가하는 추세를 보이고 있

1) PDP 투명전극 특허동향보고서, 한국특허정보원, 2005. 12

다. LG전자는 삼성SDI보다 늦게 특허출원을 실시하였으나, 1998 년을 기점으로 해서 꾸준히 증가하기 시작하였으며 2002년에는 급상승 증 가세(37건)를 보이고 있다. 그 밖에 기타 출원사(오리온전기, 하이닉스반도 체, 마쯔시다, 후지쯔 등)들도 국내 출원분포에 꾸준히 기여하고 있음을 알 수 있다.

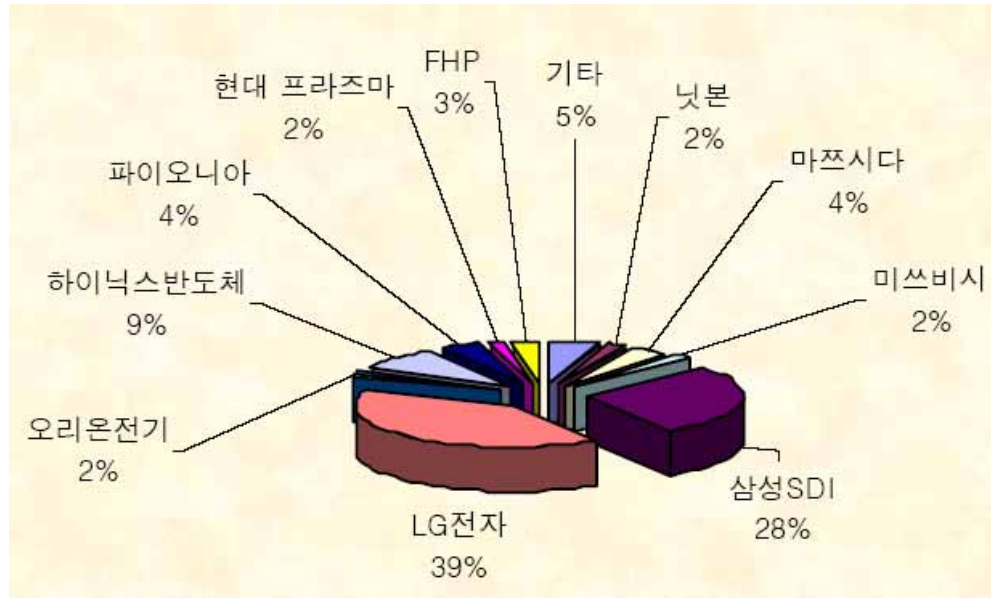
<그림 3-1> 출원인의 연도별 출원분포



(2) 출원인별 특허동향

삼성SDI와 LG전자의 출원수는 전체 출원건수의 67%를 차지하고 있으므로 타출원인들과 비교하여 주요 출원인임을 알 수 있다. 특히 LG전자는 전체 39%로 투명전극 구조에 대한 가장 많은 연구개발을 하고 있음을 알 수 있으며 그 뒤를 삼성SDI가 28%로 잇고 있음을 알 수 있다. 그 밖에 출원인들의 출원수는 두 기업에 비교하여 적은 수치를 가지고 있지만 지속적인 출원을 보이고 있으며 꾸준한 연구개발을 하고 있음을 알 수 있다.

<그림 3-2> 출원인별 분포

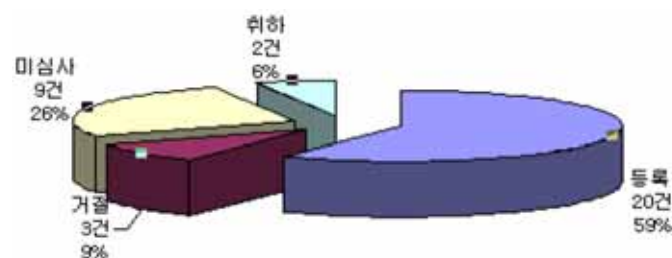


나. 한국 등록 특허 현황

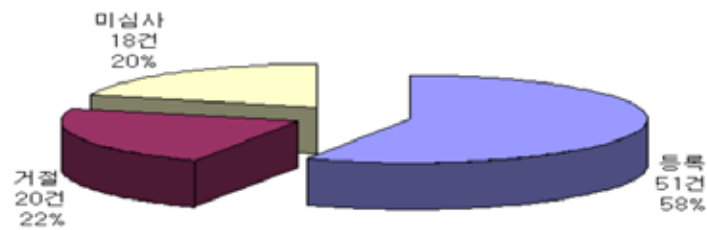
(1) 출원인별 특허 점유율

삼성SDI는 가장 높은 등록율을 나타내고 있으나 전체 출원건수에 있어서는 LG전자보다 낮은 수치를 보이고 있다. LG전자는 투명전극 구조 기술 분야에 대해서는 가장 높은 등록 특허를 보유하고 있으며 국내 등록된 특허에서도 50%이상을 차지하고 있음을 알 수 있다. 오리온 전기는 등록된 특허를 2건(출원: 총5건) 가지고 있으나 특허 출원이 미약함을 알 수 있다(현황 미도시). 기타 출원인들의 등록률은 낮은 수치를 보이며 거절율과 미심사율은 높은 수치를 보이고 있음을 알 수 있다.

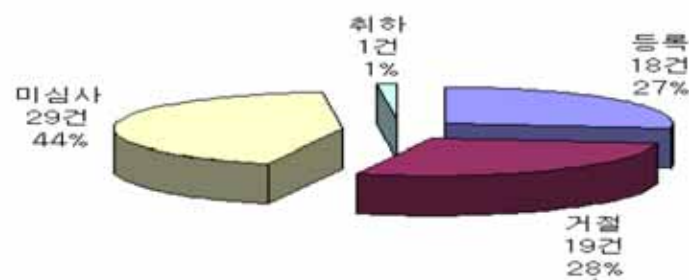
<그림 3-3> 삼성 SDI의 등록률 현황



<그림 3-4> LG전자의 등록률 현황



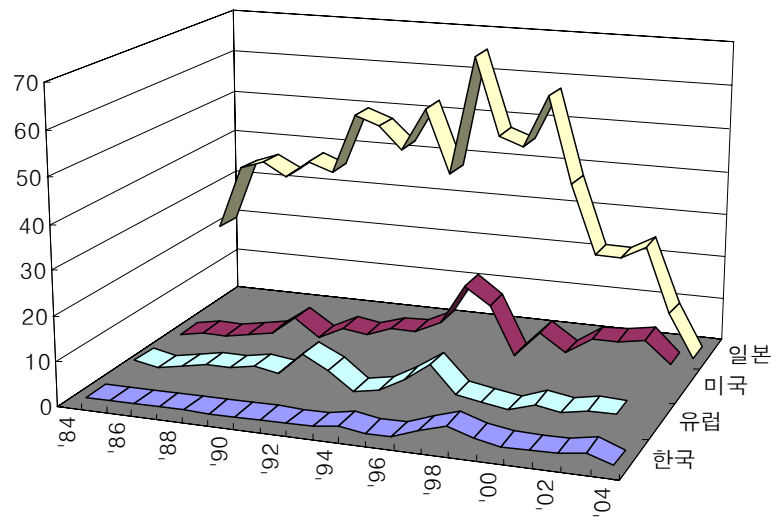
<그림 3-5> 기타 출원인의 등록률 현황



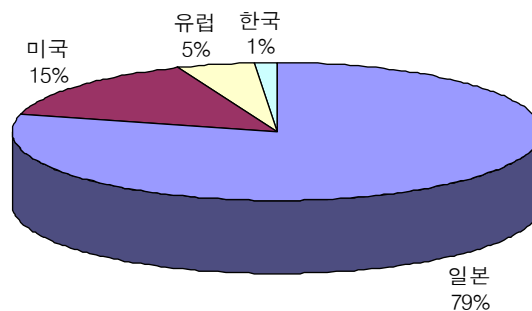
3. ITO Target 특허 동향

<그림 3-6>은 ITO target에 대한 각국의 특허출원 동향을 나타낸 것이다. ITO target에 대한 특허를 가장 많이 출원한 국가는 일본으로 767건의 특허가 출원된 것으로 나타났다. 이어 미국 특허가 143건, 유럽이 45건, 한국이 14건인 것으로 나타났다. ITO 기초 소재에 대한 기술개발이 일본에서 가장 활발하게 전개되고 있는 것을 볼 수 있다. <그림 3-7>은 각국의 특허 분포를 나타낸 것이다.

<그림 3-6> ITO target에 대한 각국의 특허출원 동향



<그림 3-7> ITO target에 대한 각국의 특허 분포



4. 전망

앞서 살펴본 특허동향 및 사례 분석을 통해서 플라즈마 디스플레이 패널 (PDP)의 투명전극 구조는 다양한 형태로 계속 발전되고 있음을 알 수 있었다. 또한 앞으로의 출원형태도 계속적으로 투명전극의 형태 변화가 주류를 이룰 것으로 예측된다. 하지만 투명전극 한 부분에서만 변화를 주는 것이 아니라 버스전극, 어드레스전극, 보조전극들과 연관관계를 통해서 복합적인 구조를 가지고 있는 특허들이 출원될 것으로 보인다.

특허동향에 있어서는 국내 출원 및 등록률이 주요 출원인 위주로 확연히

구분이 되어 나타난 것처럼, 앞으로도 주요 출원인들이 계속적인 상승세를 이어갈 것으로 보인다.

국내 출원인들이 특허를 다출원하며 보유하게 되는 것은 세계시장의 주도권을 잡는데도 많은 영향을 끼치는 것은 당연한 사실이다. 그러나 국내 출원인들이 추후에 어떠한 방향으로 특허를 출원할 것이며 기술적 측면에서도 어떻게 하면 선두주자로서 자리매김 할 것인지에 대해 끊임없는 연구와 노력이 함께 가지 않으면 경쟁시장에서 승리할 수 없을 것이다.

따라서 기술투자와 연구개발을 통해서 경쟁관계에 있는 출원인들의 특허 동향을 철저히 분석하고 약점과 강점을 파악하여 공격과 방어를 해야 하며, 특허 소송 분쟁에 대해서도 대비하기 위한 자사특허 분석 등에 더욱 박차를 가해야 하는 시기인 것이다.

제4장 시장동향 및 전망

1. 산업동향

투명전극재료는 디스플레이 부품소재산업의 하나로 디스플레이 부품소재 산업은 디스플레이 모듈을 생산하는데 필요한 유리기판, 드라이버 IC, 컬러 필터 등 부품 및 소재를 생산하여 디스플레이 모듈 생산업체에 공급하는 산업을 말한다. 때문에 디스플레이 부품소재산업은 디스플레이 산업의 후방산업으로 위치하며, 디스플레이 패널 생산에 중대한 영향을 미친다.

<그림 4-1> 디스플레이 산업의 구조



이러한 특성 때문에 디스플레이용 부품 및 소재는 디스플레이 산업의 중요성만큼이나 차세대 핵심소재로 주목받고 있으며, 국가 산업의 경쟁력을 강화시킬 수 있는 고부가가치의 영역이라고 할 수 있다.

특히 국내의 디스플레이 부품소재산업이 중요한 이유는 완제품시장에서 세계 1위의 경쟁력을 보유하고 있는 국내의 디스플레이산업이 핵심부품을 공급받고 있기 때문에 핵심장비 및 부품소재의 국산화율에 따라 디스플레이 시장 전체의 지속적 성장의 걸림돌로 작용할 수 있기 때문이다.

디스플레이 부품소재 분야에서 경쟁력을 확보하지 못한다면,

첫째, 선진국 특히 일본에 대한 부품소재 수입 의존도가 높아져 디스플레이 모듈 및 완성품 생산의 자율성이 떨어지게 된다.

둘째, 국산화되지 못한 핵심 부품소재의 원천특허가 외국의 부품소재 전문 기업이 소유하고 있으며, 이에 대한 막대한 로열티의 지불이 불가피하게 된다.

셋째, 부품소재의 수입의존은 결과적으로는 제조원가를 높이게 되어 가격 경쟁력에서 경쟁우위를 확보하기 어렵게 된다 .

넷째, 독창적인 제품 생산이나 차세대 디스플레이 분야에 대한 선점이 어렵게 되어 결국은 선진국 따라 잡기식의 사업 운용이 불가피하게 된다.

현재 디스플레이 부품소재의 국산화율은 관련업계에 따르면 LCD는 35% 비율, PDP는 40% 비율 정도로 보고 있으며, 인쇄회로기판을 제외하고 컬러 필터, 백라이트, 구동 IC 등 주요부품은 일본에서의 수입에 의존하고 있어 주요 부품의 국산화가 시급한 것으로 판단된다.

2. 시장동향

가. 해외시장

2005년 현재 투명전극 시장은 평판디스플레이 시장에 집중되어 있으며, 평판디스플레이가 점차 고화질화, 대화면화되고 있고, 다양한 용도로 개발되면서 시장이 크게 늘어나고 있는 상황이다.

<표 4-1> LCD용 ITO유리의 세계시장 변화 (단위 :억 원)

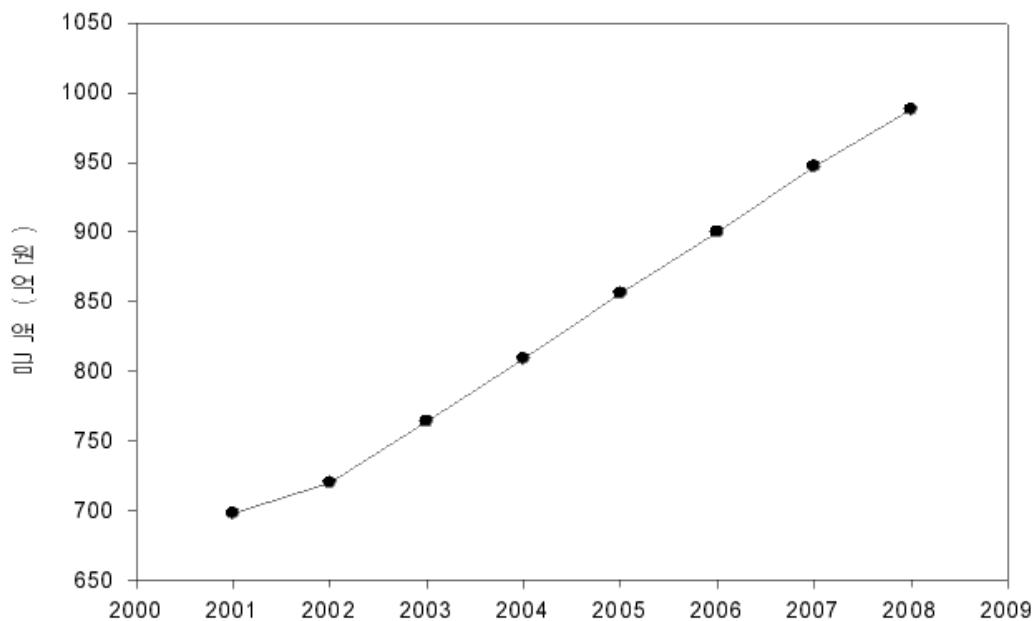
구분 \ 연도	1995	2000	2010	2020
세계	3,150	6,250	13,000	22,000

자료 : Stanford resources, Inc

평판디스플레이용 투명전극으로는 대부분 ITO 소재가 사용되고 있으며, 터치패널, EL 백라이트 등에 사용되는 ITO필름은 전체 시장의 10% 이내로 미미한 수준이다.

모바일 기기의 휴대성을 높이기 위해서는 경량화가 필수적인 요소이기 때문에 앞으로 ITO유리를 ITO필름으로 대체할 가능성이 높으며, 유비쿼터스 시대에 입출력이 자유로운 터치패널의 사용도 늘어날 것이므로 ITO필름을 필요로 하는 응용분야는 점차 증가하는 추세이다.

<그림 4-2> ITO 필름의 세계시장 규모 전망



자료 : Fuji Chimera, 2003

ITO는 고가의 인듐을 사용하고 있기 때문에 ITO필름의 경우 생산량이나 사용량이 증가하여도 2008년까지는 평균단가가 4000엔/m²수준에서 거의 변화되지 않을 것으로 추정된다.

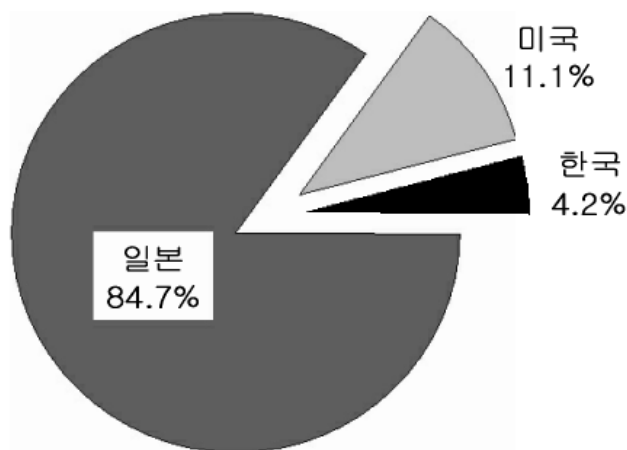
ITO필름의 경우 고가라는 단점 외에도 터치패널이나 플렉서블 디스플레이와 같이 기계적인 충격을 지속적으로 받는 응용분야에 사용할 경우 금속산화물의 깨지기 쉬운 특성(Brittleness)으로 인해 내구성이 취약한 문제점과 플라스틱 기판과의 접착력, 열팽창계수의 차이 등으로 인한 공정상의 문제점 등으로 인해 유기투명전극으로 점차 대체될 가능성이 있다.

전도성 고분자나 탄소나노튜브와 같은 재료를 이용한 유기투명전극이 상용화되면 ITO필름 시장을 급격하게 대체할 뿐만 아니라 플렉서블 디스플레이

이를 이용하는 새로운 응용분야를 창출하고 기존 평판디스플레이 시장으로 까지 영역을 확대할 수 있을 것으로 기대된다.

현재 우리나라는 ITO필름 생산의 약 4.2%만을 차지하고 있으며 대부분의 기술력이 일본에 집중되어 있는 상황이다.

<그림 4-3> ITO필름의 국가별 생산동향



자료: Fuji Chimera, 2003

유기투명전극은 상용화된 전극은 있으나 아직 본격적으로 전자디바이스에 적용되고 있지 않은 시장 진입 초기 단계이다.

<표 4-2>는 PDP 소재에 대한 세계시장 현황 및 전망을 나타낸 것이다. 전극재료의 경우 세계시장 규모는 2002년도에 8,600백만엔이었으며, 2006년도에는 47,902백만엔으로 추정된다.

<표 4-2> PDP 소재 세계시장 현황 및 전망

(단위 : 백만 ¥)

구분 \ 년도	2002	2003	2004	2005	2006
유리기판	10,511	16,445	25,096	38,954	58,546
전극	8,600	13,445	20,533	31,872	47,902
Black Stripe 재료	1,194	1,869	2,852	4,427	6,653
투명 유전체	3,085	4,784	7,301	11,332	17,032
백색 유전체	956	1,495	2,281	3,541	5,322
격벽	4,778	7,475	11,407	17,706	26,612
형광체	3,583	5,606	8,555	13,280	19,959
상판 Filter	14,333	22,426	34,222	53,119	79,836
Seal재	4,778	7,475	11,407	17,706	26,612
방전기체	956	1,495	2,281	3,541	5,322
보호막	2,102	3,289	5,019	7,791	11,709
Preformed Glass	956	1,495	2,281	3,541	5,322
배기관	956	1,495	2,281	3,541	5,322
DFR	1,433	2,243	3,422	5,312	7,984
합계	60,193	93,051	138,940	215,664	324,133

자료 : PDP 부품소재 산업동향, 전자부품연구원, 2003

나. 국내시장 동향

<표 4-3>은 PDP 소재의 국내 시장 현황과 전망을 나타낸 것이다. ITO 전극의 경우 국내시장 규모는 2003년도에 1,600억원인 것으로 추정되며, 2006년도에는 2,968억원 정도에 이를 것으로 예상되고 있다.

<표 4-3> PDP 소재 국내시장 현황과 전망

(단위 : 억원)

구분 \ 년도	2003	2004	2005	2006
유리기판	2,480	2,861	3,920	6,322
ITO 전극	1,600	1,840	2,337	2,968
전극	(540)	(810)	(1,350)	(1,822)
Black Stripe 재료	187	280	420	630
투명 유전체	(93)	(-)	(298)	(535)
백색 유전체	(30)	(-)	(120)	(130)
격벽	(114)	(-)	(340)	(587)
형광체	(48)	(-)	(123)	(197)
상판 Filter	448	672	1,008	1,512
Seal 재	(54)	(84)	(135)	(209)
방전기체	30	45	67.5	101.3
보호막	157	157	267	371
Preformed Glass	30	45	67.5	101.3
배기관	53	80	120	180
DFR	30	45	67.5	101
합계	5,894	6,919	10,640.5	60,193

자료(추정근거) :: 디스플레이뱅크 「PDP 패널 업체의 공급능력 전망, 2003」,

·()은 파인세라믹 기술로드맵, 2004, 전극, 유전체, 격벽, 형광체, Seal재

·그 외 소재는 생산기업으로부터 조사된 수치임.

·1\$=1,150원, 1¥=10원

제5장 결론

세계 경제의 패러다임이 무한경쟁의 세계화·개방화로 치닫고 있는 국제적인 트렌드 속에서 디스플레이 산업은 우리나라의 경제를 견인할 수 있는 새로운 원동력으로 기대되고 있다. 디스플레이 산업의 3대 분야로 알려진 LCD, PDP 및 OLED 산업 모두 완제품 기준으로 이미 세계 1위의 시장점유율을 차지하고 있어, 우리나라는 디스플레이 산업의 최강국이라고 할 수 있다. 그러나 경쟁력과 부가가치의 열쇠가 되는 핵심 부품소재의 기술수준 및 공급능력은 2004년을 기준으로 아직 국내 수요의 10%를 넘지 못하고 있고, 따라서 90%이상이 부품소재를 수입에 의존하고 있는 산업구조를 가지고 있다. 특히 투명전극재료에 대한 국내의 연구개발은 아주 미약한 수준이다.

그러나 국내의 디스플레이 부품소재 산업은 빠르게 경쟁력을 갖추어 가고 있으며, 향후에도 이러한 추세는 계속 될 것으로 전망된다. 특히, 국내 유수의 화학기업을 중심으로, 기술혁신형 중소기업들이 가세하여 국내 디스플레이 부품소재 산업의 전망을 밝게 하고 있다. 그러나 아직도 원천기술과 기본소재는 미국, 일본, 유럽 등의 원천기술 보유회사에 의존하고 있는 취약한 구조를 벗어나지 못하고 있기 때문에 국가적으로 소재 원천기술 확보에 대한 지원과 연구개발 장려정책의 일관된 추진 등을 통한 적극적인 지원이 요구된다.

< 참고문헌 >

1. Fuji Chimera Research Inc, Liquid crystal related market, 2003
2. H. Hatakeyama, US Patent 4663192
3. 투명전극 재료의 동향연구, 월간세라믹스, 2003. 4월호
4. 디스플레이뱅크 「PDP 패널 업체의 공급능력 전망, 2003」
5. T. Nagamura, Novel Materials and Devices for Molecular Electronics and Photonics, pp68-71, CMC (2003)
6. Wessling, B., Synth. Met., 135, 265 (2003)
7. www.tda.com
8. www.agfa.com
9. Hyperion Catalysis, Plastics Additives and Compounding, 3, 20 (2001)
10. C.Park et. al., Chemical Physics Letters, 364, 303 (2002)
11. 파인세라믹 기술로드맵, 2004, 전극, 유전체, 격벽, 형광체, Seal재