

기술 특 집

PDP용 소재 기술개발 동향

최 병 현 (요업기술원 전자부품소재본부)

I. 서 론

PDP의 저가화, 고화질화, 친환경화는 RoHS에 대비하고 타 디스플레이와 경쟁을 위해 필수적으로 소재의 개발이 필요하다. 저가화는 부품, 모듈 및 공정에서도 가능하나 소재에서의 저가화는 원가의 상당부분을 차지하고 있기 때문에 매우 중요하며, 친환경화는 현재 사용하고 있는 유해소재를 친환경 소재로 대체해야 하기 때문에 개발을 해야 한다.

PDP용 소재중 저가화가 가능한 소재는 유리기판, 투명전도체(ITO), 전극, 형광체, 보호막 소재, 광학 filter이고 친환경화가 필요한 소재는 격벽, 투명유전체, 백색유전체, 전극, 봉착재, 배기소자 등이 있다.

PDP에 사용되는 소재는 PDP의 시장수요 성장과 함께 동반성장한다고 할 수 있다. [표 1]에는 PDP 국내·외 시장규모를 나타내고 있는데 '06년도 세계시장 규모가 10.5조 원이고 우리나라는 2003년부터 본격적으로 개발되어 불과 4년만에 5,690억원의 국내 시장을 형성하였다. 따라서 소재가 PDP 가격의 43% 정도를 점유하므로 '06년 세계 모듈시장의 57%를 생산(9,025천대, 105,072억원)하고 있으므로 국내 소재시장은 25,753억원 정도이나 상당부분을 '07년 현재에도 수입하여 사용하고 있다. 이러한 소재들의 일부를 최근에 국산화 하면서 점차 국내 산업도 활성화되고 있으나 품질수준은 아직 일본에 비해 낮은 편이다.

[표 1] PDP 국내외 시장 규모

구 분		년 도			
		'04	'06	'08	'10
국 외	물량(천대)	3,481	9,025	13,110	17,036
	금액(억원)	52,380	105,072	122,424	133,687
국 내	물량(천대)	160	489	765	1,022
	금액(억원)	2,401	5,690	7,140	8,021

자료 : Display bank 2004, 1\$=1,200원

따라서 본 고에서는 PDP 구성 소재를 중심으로 부품소재의 구성, 기술개발 동향 및 생산기업현황에 대해 논하고자 한다.

II. 본 론

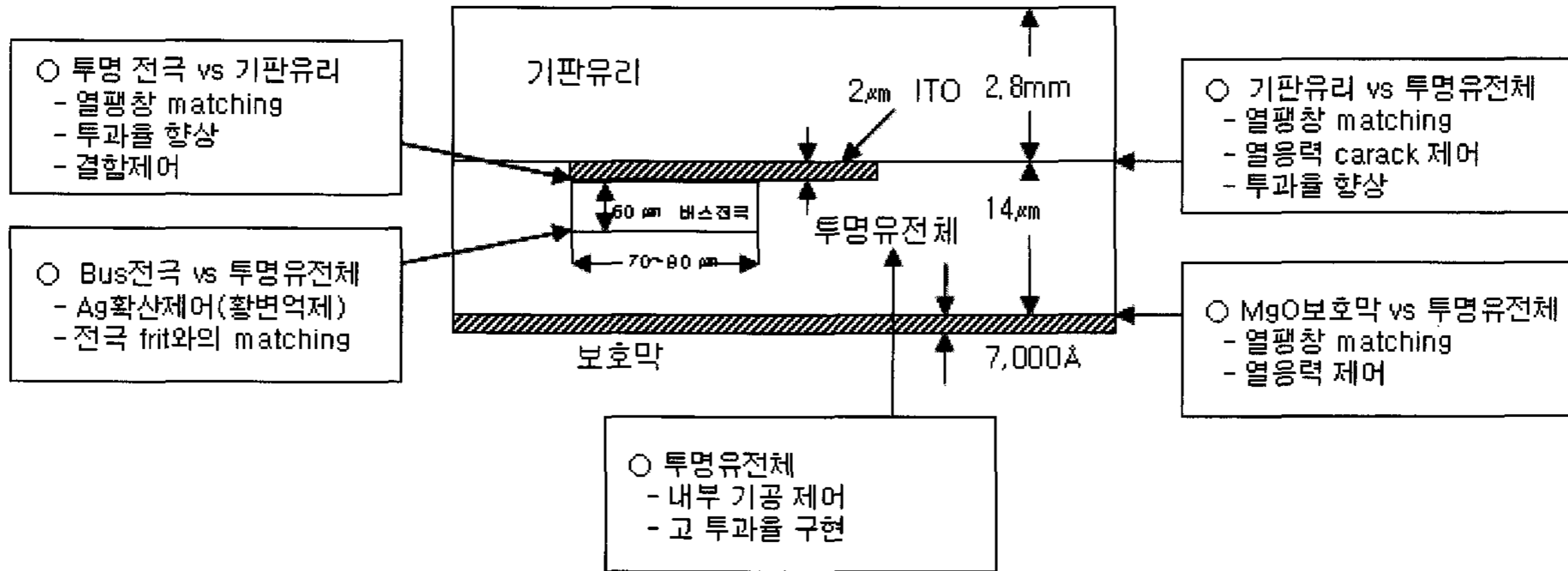
1. PDP용 부품소재 구성

PDP 부품 소재와 구성은 [표 2]에 나타내었다. 구성은 전면, 배면 그리고 전면과 배면을 봉착하는 실링재, 실링 후 잔류가스 흡입 및 가스 주입을 위한 배기관으로 구성되어 있다.

[표 2] PDP 부품 소재 구성 “예”

구 성	부품소재	부 품	소재1	소재2	소재3
전 면	기판	평판유리	붕규산 유리		
	투명전도막	ITO 코팅막	ITO-target		
	버스 전극	전극재 paste	금속 분말	유리분말	유기 vehicle
	투명유전체	유전체 paste	유리분말	filler (결정)	유기 vehicle
	보호막	MgO 보호막	MgO target		
	광학 filter	Filter	Glass	PET	색감 및 차폐 분말
실링재	실링재	실링재 paste	유리분말	filler	유기 vehicle

구 성	부품소재	부 품	소재 1	소재 2	소재 3
배 면	형광체	형광체 paste	형광체 분말	유기 vehicle	
	격벽	격벽재 paste	유리분말	Filler, pigment	유기 vehicle
	백색유전체	유전체 paste	유리분말	Filler	유기 vehicle
	어드레스 전극	전극재 paste	금속분말	유리분말	유기 vehicle
	기판	평판유리	붕규산 유리		
배기관	배기관	유리관, 배기소자	소다라임 유리관 저 알칼리 유리관	유리분말	Binder



[그림 1] 전면 패널에서 소재간의 matching을 위한 특성 제어 “예시”

패널에 사용하기 위한 부품소재는 세라믹소재, 유기소재, 금속소재 등을 혼합하여 paste나 slurry, 또는 ion beam이나 sputtering하여 막형태의 부품상태로 만들어 사용하게 된다.

따라서 기초소재인 유리, 유리분말, 금속분말, binder, 용매 등 각각의 성상과 혼합시 성상 등을 파악한 후 부품소재로서 특성을 파악할 수 있어야 응용을 할 수 있다.

한편 각 소재간의 matching을 위해 제어해야할 특성 및 두께는 [그림 1]에 나타내었다. 각각의 소재를 이용하여 전면 패널을 제작할 경우 각 소재의 특성이 다른 것을 이용하여 이종접합을 해야 접합된 부품에서 원하는 특성을 확보할 수 있으므로 [그림 1]에 나타낸 소재특성과 각 소재의 두께를 고려하여 부품소재를 설계해야 고화질, 고정세화된 PDP를 만들 수 있을 것이라 사료된다.

2. PDP 구성소재 기술개발 동향

PDP 구성소재에 대한 기술개발은 각각 소재마다 [표 3]과 같이 요구특성이 있으나 가장 큰 핵심 이슈는 친환경화, 저가화 이므로 이에 대한 현황과 향후 기술개발 동향에 대해 언급한 후, 각각 소재별 기술개발동향을 다루고자 한다.

1) 친환경화

RoHS에 의하면 PDP 구성소재에 들어있는 Pb는 2010년까지 유의조항으로 하고 있으나 '06년 하반기에 일본의 마쓰시다가 친환경 PDP를 출시하였고 국내 LG 전자도 친환경

경 PDP를 개발했다고 보도한 바 있다.

그러나 친환경(Pb-free) 소재의 상용화는 아직 이루어지지 않고 있는데 그 이유는 가격이 저렴하지 않고, 이를 생산하기 위해서는 제반 설비를 신설 또는 보완해야 한다. 또한 이 소재를 사용하는 수요업체에서는 부품화 공정을 다시 설계해야 하기 때문이다. 따라서 현재 친환경 PDP를 개발했다 하더라도 가격적인 면에서 저가화할 수 없기 때문에 EU의 유예 기간까지는 현재 소재를 사용하여 PDP를 생산할 것이며, 그 유예기간동안 친환경 PDP를 생산할 수 있는 기반을 2010년까지는 구축할 것으로 예측되고 있다.

그러나 PDP를 저가화하기 위한 방법의 하나로 soda-lime 유리를 기판으로 사용하고자 개발할 경우 [표 3]의 요구특성에서 볼 수 있듯이 처음부터 친환경 소재를 사용하여 PDP 패널을 제작할 수 있다. 왜냐하면 soda-lime 유리를 사용할 경우 현재 사용하고 있는 PD-200보다 모든 소재를 패널화할 때 60°C 정도 낮추어 소성해야 되고, 또한 기존의 Pb를 함유한 소재를 Pb-free로 대체하여 공정을 설계할 수 있기 때문이다.

PDP에서 유해성분인 PbO는 [표 4]에 나타낸 것처럼 상당량이 유리성분으로 들어가 있는데, 이때 PbO의 역할은 network former로의 역할과 modifier의 역할을 동시에 작용할 수 있다. 유리분말의 소성온도를 저온으로 해야하기 때문에 보통 network former 성분은 필요한 양보다 적게 넣는다. 그래서 양쪽성을 띄는 PbO가 modifier로도 되지만 network former로 역할을 하게 된다. 유전체, 격벽, 실링재는 소성후 vehicle은 휘발되고 대부분이 고형분인 frit

[표 3] PDP 구성소재의 요구특성

구성소재	요구특성	구성소재	요구특성
Glass Substrate	- 저가화 - 경량화, 유연화, size의 안정화 - 높은 투과율, 낮은 열수축율 - 빛의 왜곡이 없는 평탄한 면	격벽재	- 친환경화 - 고 반사율, 고강도 - 표면의 평활성, 재소성시 치수의 변화가 적을것 - 높은 종횡비 (Aspect ratio)
투명전극	- 저가화, 고정세화 - 낮은 저항, 높은 투과율, 균일두께, - 버스전극과의 밀착성 - 내열성, 내약품성, 에칭성	보호막	- 저가화 - 2차 전자 방출 특성 향상 - 빠른 응답속도, 고절연, 내Sputter성 확보 - Sealing 전/후 투과도가 높고 균일할 것
버스전극	- 저가화, 친환경화(유리분말 소재) - 저저항, 내열성	형광체	- 저가화 - 균일한 도포 - 색순도, 낮은 휘도열화
어드레스 전극	- 선평의 Uniformity - 투명전극, 유전체와의 Matching성	Seal재	- 친환경화 - 유리기관과의 젖음성 양호 - 도포폭과 높이의 균일성 - 형성위치의 정확도, 응력 발생 억제
유전체 (투명/백색)	- 친환경화 - 투과율 90%(투명), 반사율 80% 이상(백색) - 적당한 유전율, 높은 내전압, 평판성(균일두께) - 전극과의 matching성, 낮은 반응성(황변현상)	Filter	- 리모콘에 의한 오작동 방지 - 명실에서의 반사 감소 - 굽힘강도, 파괴강도 유지 - 전송 곡선 제어, 산란 방지

[표 4] PDP 소재중의 PbO의 함량

재 료	성 분(wt%)						비 고
	PbO	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Vehicle	filler 등	
투명유전체	65~70	25	3~5	0.5	구성소재 에서 모두 사용	PbTiO ₃	◦ Frit glass와 filler의 합이 100임 ◦ 전극의 경우 frit glass 양이 3~4wt.%임
백색유전체	55~60	20~25	4~6	3~5		TiO	
격벽	40~50	15~20	3~5	20~25		Al ₂ O ₃	
어드레스전극	70~80	1~2	10			Ag분말	
버스전극	60~65	15	5			Ag분말	
Seal재	75~80	1~2	5~10	1~3		PbTiO ₃	

[표 5] PDP 소재중에 들어있는 PbO양

소 재	회 사	국내(g)		일본(g)		비 고
		A 사	B 사	A 사	B 사	
유전체	투 명	75 (39)	53 (45.7)	121	32~89	◦ 년 Ten Million대 생산을 기준 ◦ 42" 기준 ◦ ()는 부품소재 구성 전체에 대한 중량%임 ◦ 는 실제 함유하고 있으나 EU에 유예 신청시 표시하지 않은 부분임
	백 색	20 (30)	19 (37.7)	24	10~32	
전 극	Address	2.2 (1)	4.8 (10.3)	-	-	
	Bus&black stripe	-	14.8	13	-	
격 벽		90 (28.7)	95.2 (35)	-	37~247	
봉착재	seal재	13.5 (66)	18.2 (60.6)	14	10~21	
	배기 소자 링	0.8 (84.2)	1.7 (13.0)	-	1	
함유량(g/1대)		200.3	193.1	172	90~390	
사용량(ton/년)		2,003	1,930	1,720	900~3,900	

[표 6] PbO 화합물의 물에 대한 용출량

구 분	화학식	용출량(물 100g, 25°C)
산화물	PbO	10.7mg
염화물	PbCl ₂	1,080mg
황산염	PbSO ₄	45mg
질산염	Pb(NO ₃) ₂	61.1g

glass가 filler로 남게된다. 고품분중 PbO의 함량은 매우 높은 편이다. 그러나 전극은 frit glass가 금속의 접착제 역할로 3~4% 포함되어 있다. 이때 접착제의 상당량이 PbO 성분을 함유하고 있다.

PDP 1대당 들어가는 PbO양을 보면 [표 5]에 나타낸 바와 같이 국내·외를 막론하고 42" PDP 1대당 약 200g 정도의 PbO를 함유하고 있으며 연간 1천만대를 생산한다면 약 2,000톤의 유해물질이 포함되고 PDP의 생산이 증가하거나 대면적화 될 때 PbO 함유량은 계속적으로 증가하게 될 것으로 예측되고 있다.

한편 PDP용 소재에 포함되어 있는 PbO는 왜 유해물질로 구분하고 있는가? 그 이유는 PbO가 frit glass로서 사용될 때는 [표 6]에 나타낸 바와 같이 산화물로서는 안정하나 PDP가 염산이나 질산등과 화학적으로 반응하여 Pb²⁺ 상태로 되어 지하 침출수로서 용출되기 때문에 환경적으로 오염을 일으키게 된다.

그래서 유해물질로 규제하고 있기 때문에 network former와 modifier의 역할을 대체할 수 있는 소재를 개발해야 하는데 PDP용으로 적합한 network former로서 용점이 낮은 산화물로는 B₂O₃, V₂O₅, P₂O₅, Bi₂O₃, SnO 등이 있고 modifier로는 SnO, ZnO 등이 있으므로 이를 조합하여 응용온도에 맞는 frit glass를 개발해야 된다. 일부 2~3개 network former 성분을 조합한 후 소량의 Al₂O₃, La₂O₃ 등의 intermediate나 알카리토류 또는 알카리류 산화물의 modifier를 첨가한 경우 전체의 eutectic temperature를

낮출 수 있는 경우가 있으므로 성분의 선택 및 함량의 조절은 매우 중요하다고 할 수 있다.

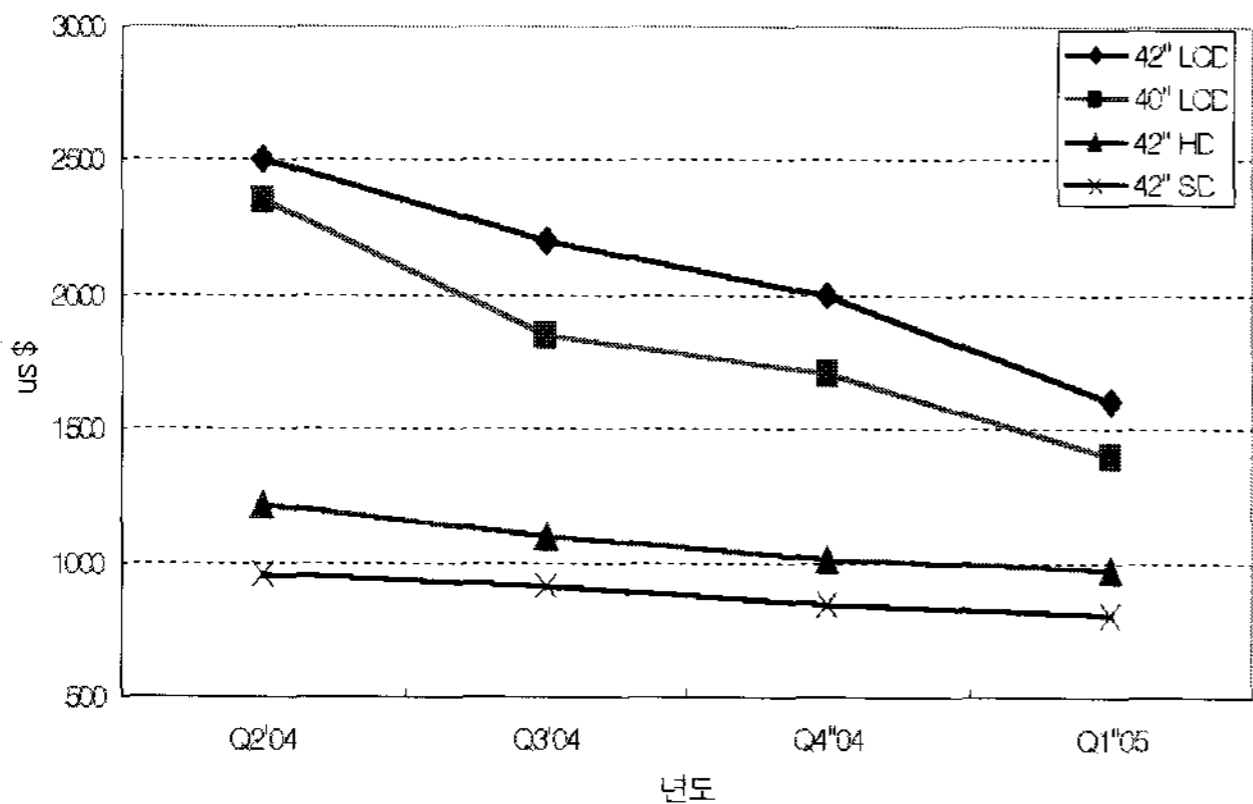
2) 저가화

PDP는 소재비중이 높기 때문에 친환경화와 함께 최대 이슈는 소재의 저가화에 있다. 소재를 저가화할 수 있는 방법은 현재 소재를 합성이나 제조방법을 개선하여 소재의 성능을 향상 또는 동일 수준으로 하면서 저가화할 수 있는 방법과 소재 자체를 새로운 소재로 대체하는 것이다. [그림 2]는 HD, SD급 42" PDP 패널과 소재의 가격 추이를 나타낸 것이다. 소재의 가격이 6년동안 40% 수준으로 낮아짐을 알 수 있다. 공정비는 조사기간중에 매우 완만하게 낮아진 것으로 보아 향후에는 소재들 간의 sheet로의 일체화, 소재들의 소성온도를 저온화, 막형성 방법으로 개선 등이 이루어지지 않고서는 크게 절감되지 않을 것으로 보인다. 구체적인 저가 소재개발 동향에 대해서는 각론에서 다루기로 하겠다.

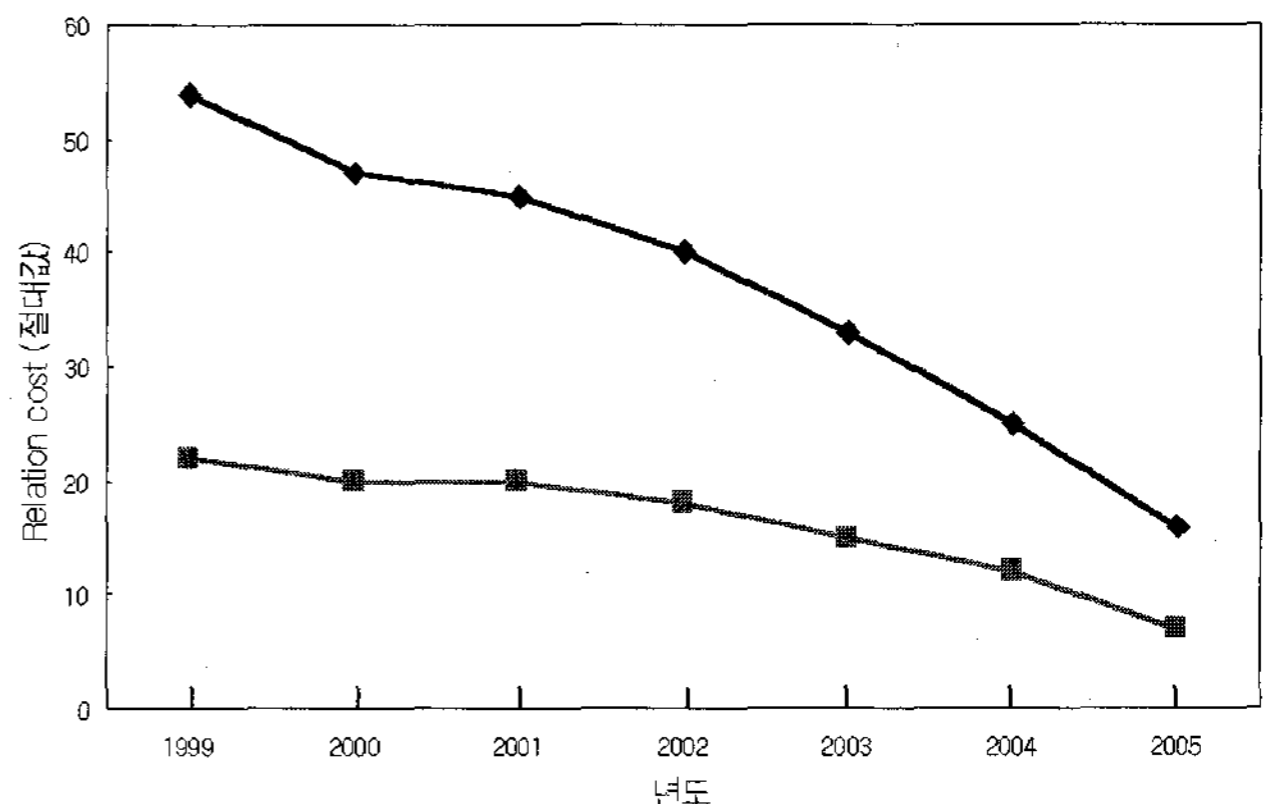
현재 기술개발 동향을 보면 기판유리를 저가의 soda lime 유리 기판으로 사용하려는 연구가 진행하고 있다. 기판유리를 PD-200에서 soda lime 유리로 대체 사용하려면 우선적으로 현재 사용되고 있는 PDP 소재의 상당부분이 현재의 PD-200보다 저온화가 이루어져야 됨은 물론 soda lime 유리 자체도 현재의 PD-200과 동등한 성능을 갖게끔 일부 성분적으로 대체가 이루어져야 할 것이다. 또한 내약품, 강도 등의 성능개선도 함께 개선되어야 할 것이다.

한편 soda lime 유리에서 modifier 성분인 Na₂O가 공기 중 탄산가스 또는 수분과 반응 하거나 투명전극(ITO)과 반응이 일어나 투과율의 저하가 일어나지 않도록 일부 공정을 보완하여야 할 것이다.

향후 기판의 대형화를 위해서는 경량화와 저가화를 이루어야하며 그래야만 2면취에서 6면취도 행할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 기판성분을 대체하거나 용융하여 기판을 제조하는 통상적인 판유리 제조방법인 float법을 개선하는 기술이 개발되어야만 한다.



(a)



(b)

[그림 2] PDP 패널 및 재료 가격 추이(자료 : Displaybank, '05) (a) PDP 패널 가격 추이, (b) PDP 소재(◆) 및 공정비(■)추이

3) 소재 기술개발 동향

(1) 유리 기판

유리기판은 이미지를 전달하고 주요부품을 보호하는 역할을 하는 소재이다. 현재 사용하고 있는 PD-200 기판유리는 [표 7]에 나타낸 바와 같이 성분적으로 SiO₂-B₂O₃-RO계로 구성되어 있는데 그중에 RO 성분은 BaO와 SrO의 함량이 높다. 구성 성분으로 보아 용융시 점도가 높고, 용융온도가 soda-lime 유리(SiO₂-CaO-Na₂O)보다 60°C 높으며, 내알칼리성 특성이 우수하다. 또한 전이점이 40~50°C 높고, 연화점도 100°C 정도 높으며, strain 점도 60°C 정도 높으나, 열팽창계수는 5×10⁻⁷/°C 낮다. 그래서 가격적으로 고가이다.

[그림 3]은 soda lime 유리와 PD-200 유리 기판과의 연화점을 비교하기 위하여 고온현미경으로 연화상태를 관찰한 것이다. 관찰결과 연화온도가 soda-lime 유리의 경우 유리

가 변화되는 온도는 700°C이고 PD-200은 800°C로서 100°C 가량 높게 나타났다.

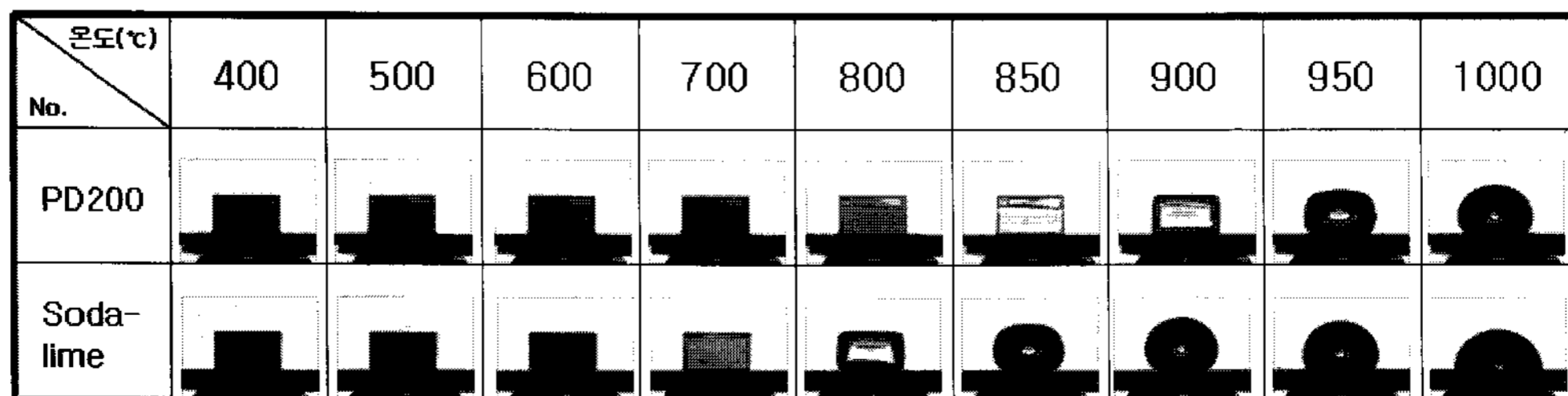
이러한 PDP 전용유리는 일본의 AGC가 개발하여 전세계적으로 대부분을 공급하고 있다. AGC에 이어 NEG가 일본 시장의 5% 시장을 점유함으로써 고왜점 유리 분야에서도 시장경쟁 체제로 진입하고 있으며 NSG, Saint Gobain, Central Glass 등 기타 업체에서도 일부 생산하여 판매를 하고 있다. 한편 국내에서는 soda-lime 유리(판유리) 제조 업체인 KCC가 고왜점 유리 개발을 진행 중이며, 한국유리에서도 외국업체와 합작으로 개발하고 있다.

(2) 투명 전극

투명전극은 cell내에서 플라즈마가 형성된 후 방전시 지속적으로 다음 펄스에 의해 유지될 수 있도록 하는 기능을 하는 소재로서 주로 90% 이상을 ITO로 사용하고 있다.

[표 7] PD 200과 soda-lime glass 기판의 특성비교

분류	Glass	항목(단위)	PD-200 glass	Soda lime glass
화학 조성(Wt.%)		SiO ₂ B ₂ O ₃ 알카리토족(Mg, Ca, Ba, Sr) 산화물 알칼리(Na, K) 산화물 ZrO ₂	58 7 22(BaO, SrO=15.1) 10(K ₂ O=6) 3	72.5 2 12(CaO=8) 13.5(Na ₂ O=13) -
밀도		(g/cm ²)	2.75~2.77	2.48~2.50
표면조도		Ra(μm)	0.070	0.072
열특성		열팽창 계수(×10 ⁻⁷ /°C, 25~500°C)	82±5	87±5
		연화점(°C)	826~830	730~740
		전이점(°C)	587~595	550
		Strain 점(°C)	570~578	500~510
		Liquidus temp(°C)	1053	990
광학 특성		굴절률(n _D)	1.55	1.52
		투과율(% , 550nm)	89	>90
기계적 특성		Vicker 경도(kg/m ²)	580	580
전기적 특성		체적 저항률(Ω·cm, 150°C)	10 ¹²	10 ^{8.5}
		유전률(1MHz, 25°C)	7.9	7.0
내약품성		내수성(90°C×20h, mg/cm ²)	<0.01	<0.01
		내산성(mg/cm ²)	<0.01	<0.01
내알칼리성		NaOH(N/10, 90°C×20h)	0.2	0.8



[그림 3] PD-200 유리와 soda lime 유리에 대한 연화점 비교

[표 8] 투명전극의 제조방법 및 특성

화학조성	증착법	기판 온도 (°C)	비저항 (Ω cm)	광투과도 (%)	참고문헌
ITO-10%Sn	DC magnetron sputtering	RT	1×10	85	Vacuum, 59, 641 (2000)
ITO-5%Sn	Spray pyrolysis	500	4×10	90	Vacuum, 59, 641 (2000)
ITO-10%Sn	Ion-beam assisted evaporation	90	5.4×10	90	Thin Solid Films, 408, 218 (2002)
ITO-5%Sn	Pulsed laser deposition	200	1.6×10	80	Surface and coating technol., 153, 131 (2002)
ZnO-0.8%Al	DC reactive sputtering	650	0.2	85	Mat. Chem. Phys., 72, 273 (2001)
ZnO-2%Al	RF magnetron sputtering	250	4×10	80	Thin Solid Films, 386, 79 (2001)
SnO (undoped)	Sol-gel	60	6×10	90	Thin Solid Films, 258, 268 (1995)
SnO-9%Sb	Spray pyrolysis	400	9×10	80	J. Cryst. Growth, 197, 858 (1999)
SnO-6%Sb	RF bias sputtering	200	1.8×10	70	Appl. Surf. Sci., 189, 157 (2002)
IZO-1%Zn	DC magnetron sputtering	RT	2.9×10	95	Thin Solid Films, 290, 1 (1996)
IZO-1%Zn	Spray pyrolysis	400	5.9×10	90	Vacuum, 64, 281 (2002)

투명전극 즉 현재 대부분 사용하고 있는 ITO 전극의 경우 먼저 In_2O_3 와 SnO_2 를 혼합, 소결하여 sputtering용 타겟을 제조하게 되는데 그 공정은 세라믹스 생산 프로세스인 원료혼합 → 성형 → 소결 → 가공 → 본딩 → 출하 공정으로 제조한다. 각각의 공정을 살펴보면, 원료 혼합공정은 ITO의 기본 조성 물질인 In_2O_3 와 SnO_2 분말을 slurry상으로 혼합, spray drying하여 유동성을 가지는 혼합분말 조성물로 제조한 뒤, 냉간 정수압 성형을 행하고 성형된 ITO는 소결로를 이용하여 산소분위기에서 소결하여 제조한다. 소결한 ITO target은 가공을 거쳐 sputtering을 위해 B/P(Backing Plate)에 metal 용재를 이용하여 부착한 후 sputter에 장착한다. sputtering을 통하여 유리위에 증착함으로써 투명전극이 코팅된 전면유리 기판(PDP의 경우)이 되게 한다.

ITO target 소재로 갖추어야 할 특성을 In_2O_3 가 고온에서 승화하기 때문에 소결에 의한 고밀도화가 어려우므로 입자를 나노화 하거나 과립화에 의해 밀도향상(99% 이상)을 이루어야만 한다. 이때 Sn의 함량이 균일하게 유지되어야 하며, 또한 grain size가 균일하면서 적당해야 한다.

ITO 박막은 고가의 인듐(In)을 주성분(약 90~95%)으로 하고 있으며 계속적으로 현재 수요(세계 1500톤)로 사용하면 원소재의 고갈이 예측되므로 이를 대체할 만한 투명전극재료에 대한 기술개발이 [표 8]에 나타난 바와 같이 끊임 없이 이루어지고 있다.

ZnO를 이용한 투명전극은 ITO와 마찬가지로 저온(200°C 이하)에서 증착이 가능하고 에칭도 쉬우며 가격 또한 저렴하나 내마모 및 안정성이 취약하다. 네사막이라 불리는 SnO 및 SnO_2 전극은 ZnO 전극보다 가격이 비싸나 ITO 전극(\$1,000/kg)보다는 매우 저렴하여 ITO 대신

Sb-doped SnO_2 (ATO)로 하여 일본에서 일부 현재 사용하고 있는데 내산, 내염기 및 기계적 성질이 우수하며 값이 저가이나 내마모성이 커서 에칭이 어려우므로 박막공정이 리프트오프법으로 변경되어야 하는 문제가 있다. ITZ도 일본 出光興産에서 연간 10ton 정도를 생산하고 있다. ITO외에 대체 성분을 투명전극으로 사용할 때는 저항값이 크기 때문에 Sb, Cl, F, P 등으로 doping하여 Sb doped SnO_2 , Al doped ZnO, Zn doped IZO 소재로 합성하여 낮은 저항값을 갖게끔 하고 있다.

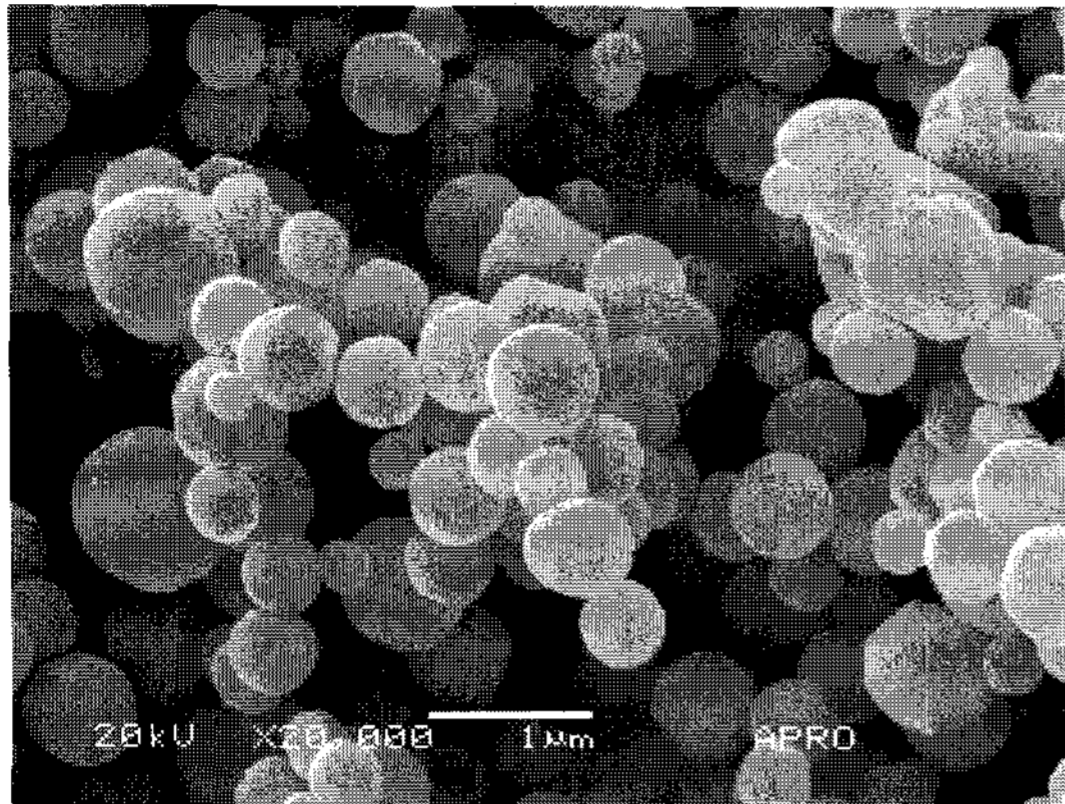
그러나 ITO에 비해 ATO나 ITZ 사용량이 많지 않은데 사용량이 많아지기 위해서는 향후 위 물질의 특성을 향상시키는 개발이 이루어져야 한다.

한편 최근에는 고가의 ITO 투명전극을 쓰지 않는 방법이나 사용이 끝난 ITO target을 회수하거나 인듐 등의 금속에 대해서도 정제하여 재이용하는 방법 등에 대해 연구개발이 진행중에 있다.

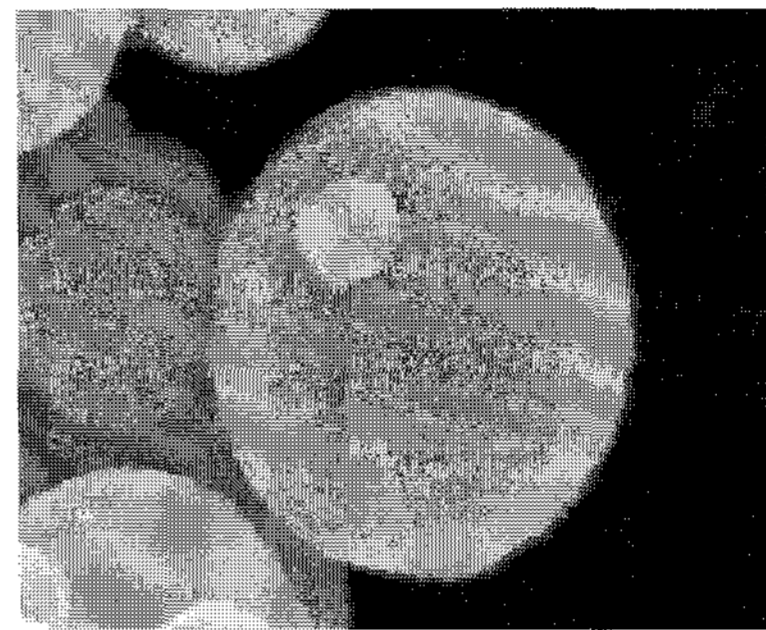
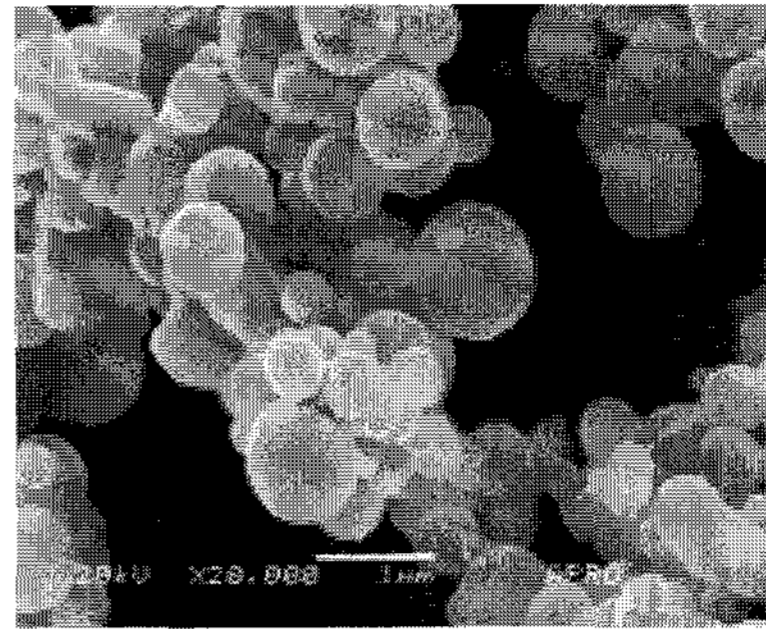
(3) Bus/Address 전극

전극은 전면 버스전극, 배면에 어드레스 전극으로 구분할 수 있으며 버스전극은 투명전극의 저항값이 높기 때문에 부전극으로 전기에너지를 원하는 곳까지 펄스신호의 찌그러짐 없이 전달 또는 방전시 투명전극의 저항에 의한 전압감차를 줄이는 역할을 하고, 어드레스 전극은 유지방전에서 점등된 cell이 선택되도록 방전을 일으키는 작용을 한다. 이때 버스전극은 [그림 1]에 나타난 바와 같이 투명전극위에 막을 형성하여 사용한다.

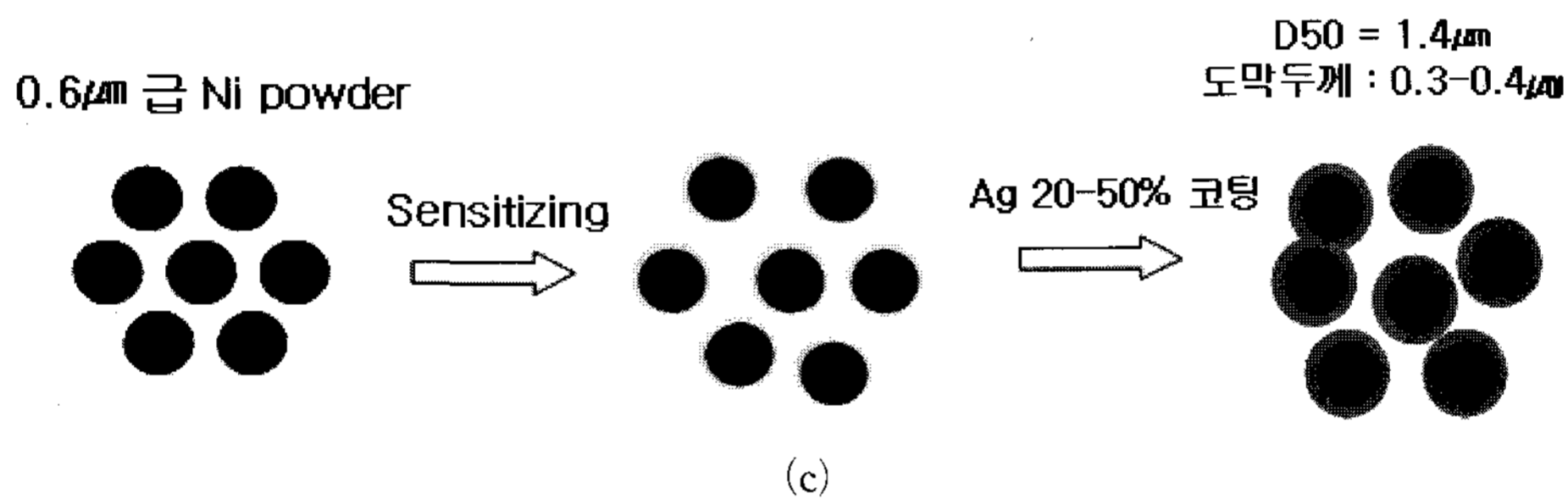
버스 및 어드레스 전극은 국내의 경우 Ag paste를 주로 사용하는데 Ag paste로서 특성은 점도 220~280CPS, TI



(a)



(b)



(c)

[그림 4] 전극에 사용되는 Ag분말(a), Ag 30% coated metal 분말(b), Base metal에 30~50% Ag를 코팅한 model (자료: 창성 제공)

2.0 정도일 때가 적합하다. 버스나 어드레스 Ag paste의 구성은 금속분말, vehicle(감광성 vehicle의 경우 negative photoresist), 유리분말, 첨가제(도포향상, 분산안정, 접착향상)로 되어 있고, black stripe의 경우는 이들 소재 외에 CO₃O₄, RuO₂ 등의 pigment를 첨가한다. 금속 분말로는 Ag, vehicle로는 감광성 polymer, 유리분말로는 PbO를 주 성분으로 한 PbO-B₂O₃-SiO₂계가 주로 사용되고 있는데 감광성 polymer는 대부분 수입하고 있다. 일본의 경우는 Cr/Cu/Cr, Cr/Al/Cr 등의 금속소재를 이용한 막 형태로 사용하고 있으며, 한편으로 일본의 Dupont, JSR, E레이사에서 개발한 감광성 paste가 세계시장의 70% 점유하고 있다. 또한 일본의 sharp, 미국의 HP 등은 잉크젯 프린트 제조 기술을 이용 전극 형성 기술을 개발중에 있다.

현재 전극에 사용되는 Ag 분말의 형상은 [그림 4]의 (a)에 나타낸 바와같이 0.3~0.6µm의 구형분말이다.

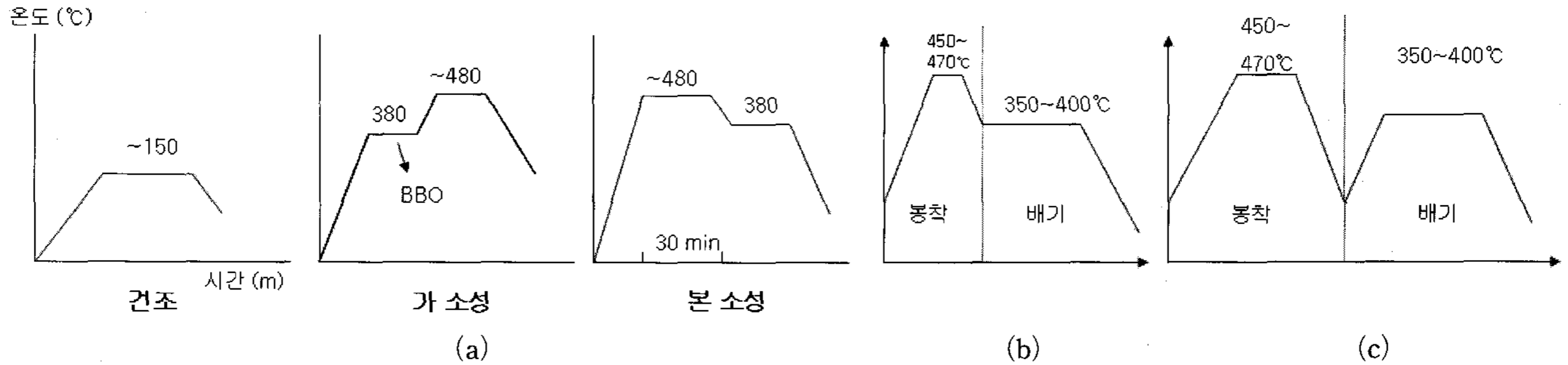
향후 기술개발동향을 보면 친환경화, 저가화 및 잉크젯 printing을 하기 위한 금속분말, 유리분말 소재가 개발되어야 할 것이다. 전극은 저가화(전극은 현재 원가비용이 10% 이상임)를 위한 개발과 대면적화에 대비한 금속 분말의 나

노화가 이루어질 것이다. 예를 들면 [그림 4]의 (b)에서 보여준 바와 같이 metal(Ni)에 Ag를 코팅한 구형의 금속분말로 대체하는 것이다. Coating model은 [그림 4]의 (c)에 나타낸 바와 같이 0.6µm 정도의 base metal을 sensitizing 한 후 활성화 시키고 Ag를 20~50% 코팅하여 Ag가 코팅된 금속입자를 제조하는 것이다. 코팅된 Ag 분말의 입자크기는 1.4µm이고, 코팅두께는 0.3~0.4µm의 구형이다.

전극에서 금속분말의 접착제로서 사용되는 유리분말의 기술개발 동향을 보면 PbO-free이면서 현 PD-200에 적합한 유리분말 또는 soda-lime 유리에 적합한 유리분말로서 panel 유리와 유사한 열팽창계수, 소성시 panel 유리가 변형하지 않는 소성온도, 플라즈마 방전에 대한 내구성이 있는 분말을 개발하고 있다. 또한 대면적화에 대비한 접착재료는 sol-gel 방법에 의한 유리분말의 초미립화가 연구될 것이다.

Vehicle에 대한 기술개발로는 저가화, 대면적화에 적합한 감광성 paste로 하기 위한 감광성 vehicle이 개발될 것이다.

일본의 개발동향은 NEC나 Pioneer의 경우 소재업체인 JSR(Japan Synthetic Rubber)과 공동으로 새로운 소재



[그림 5] 봉착재 소성 Profile (a) 봉착재, (b) 배기관(일체형), (c) 배기관(분리형)
 자료 : PDP Winter School 2007. 문철희 편, 김형순편

를 개발하고 있고, 금속소재를 이용한 막형성 공정을 green sheet로 대체하는 것을 개발중에 있어, 이것이 실현되면 급격히 수요가 증가될 것이다.

(4) Seal재

Seal재는 전면기판과 배면기판을 배기 후 봉착하고, 또한 봉착 후 가스를 주입할 수 있게 하는 소재로서 PbO계 유리 분말(frit), filler, vehicle로 구성되어 있다.

유리분말의 조성은 85% 이상 PbO-B₂O₃ 등으로 구성되어 있고 filler는 대개 PbTiO₃로 되어 있다. 이 조성계에서는 [그림 5]에서처럼 본 소성시 380°C 부근에서 비정질의 일부가 결정화되어 결정과 비정질이 혼재되어 있는 형태로 존재하게 되는데 이때 열팽창계수는 비정질일 때는 85~89×10⁻⁷/°C이며, 결정일 때는 71~78×10⁻⁷/°C이 된다. 그러므로 filler로 첨가한 PbTiO₃ 결정과 비정질이 혼재된 유리분말에 의해 전체적인 팽창계수는 유리기판과 유사하게 제어 된다.

Seal재의 요구특성으로는 PDP 패널 제조공정 중 가장 나중에 소성(430~450°C에서 소성)하므로 저온에서 봉착할 수 있어야 하며 타 재료와의 열팽창계수 matching(특히 기판유리)이 우수해야하며, sealing 강도를 유지하면서 동시에 고 진공을 유지해야 하므로 sealing 과정에서 crack source로 작용할 수 있는 기포를 최대한 억제할 수 있어야 하고, 또한 유전특성, 절연특성, 강도 등의 특성이 우수해야 한다.

Seal재에 대한 기술개발 동향은 무연화, 저온화 연구에 집중되고 있다. 무연화 연구의 유리조성계는 P₂O₅-SnO₂계, P₂O₅-ZnO계, V₂O₅-P₂O₅계, B₂O₃-BaO계, Bi₂O₃계가 연구되고 있는데, 450°C 이하에서 점성유동이 가능한 조성계는 P₂O₅계이다. 또한 저온화 연구는 한정된 위 조성계로부터 RO나 기타성분을 첨가해 PD-200 기판뿐만 아니라 soda-lime 유리기판에 적용할 수 있는 조성을 개발하는 것이다.

Filler로는 위 유리조성에 적합한 corderite, mullite, Eucryptite, spodume계 등이 개발되고 있다. 그러나 2000년 이후 일본회사가 갖는 무연조성의 특허의 청구범위는 매우 넓어 seal재를 개발함에 있어 국내업체에 어려움이 수반되고 있다.

(5) 유전체(투명/백색)

AC형 PDP에는 전면유리 기판의 투명전극위에 투명유전체가, 배면유리에는 백색유전체가 사용되고 있다. 전면유전체는 투명, 버스 및 어드레스 전극을 보호하며 condensor로서 역할을 하며 배면유전체는 방전셀 내에서 플라즈마 방전에 의해서 생성된 전자를 저장하는 콘덴서로 작용하여 전류를 제한하는 역할을 하는데 통상적으로 paste 상태로 사용된다.

유전체 구성소재는 유리 분말(frit), filler 및 유기 vehicle로 되어 있고 구성비는 [표 11]과 같이 유리분말과 filler의 고형분이 73~75%, vehicle이 25~27%이다. 현재 사용되고 있는 유리분말은 [표 9]에 나타낸 바와 같이 투명유전체의 경우 PbO-ZnO-B₂O₃, SiO₂계에 filler로 Al₂O₃나 TiO₂가 주로 사용되고 있다.

그러나 최근 환경오염문제가 있어, PbO-free 유리분말이 개발되고 있다. 개발되고 있는 PbO-free 유리분말의 조성을 보면 대체적으로 3종류로 대별될 수 있는데 Bi₂O₃계, B₂O₃계, P₂O₅계로 [표 10]과 같이 구분할 수 있다. Bi₂O₃계의 경우 PbO계와 유사한 반응을 보이거나 용기와 반응이 심해 용융이 쉽지 않기 때문에 특별한 용융방법의 개발이 필요하고 원재료 가격이 고가인 문제가 있으며(PbO의 8배), B₂O₃계는 가격이 저렴하나 첨가되는 RO(R=Ba, Zn) 성분에 의해 소성온도가 높고 매칭이 어려운 단점이 있다. P₂O₅계는 저온소성이 가능하나 내수성이 약하고, 유전율이 높아(10~15) 소비전력이 높은 관계로 상용화에 문제점을 가지

[표 9] 유전체 조성 및 열처리 온도

구 분	성 분(wt, %)					열처리 온도(°C)
	PbO	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	ZnO	
투명 유전체	65~70	25	3~5	0~5	5~10	550~600
백색 유전체	55~60	20~25	4~6	3~5	소량	570~590

[표 10] PDP 재료에서 Pb-free glass frit “예”

구분 \ 조성	PbO계	Bi ₂ O ₃ 계	B ₂ O ₃ 계	P ₂ O ₅ 계
조성	PbO-SiO ₂ -B ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃ -SiO ₂ - B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ Bi ₂ O ₃ :20-50%	BaO-ZnO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ BaO:5-20% ZnO:10-20%	P ₂ O ₅ -ZnO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ P ₂ O ₅ -SnO-B ₂ O ₃
장점	기검증된 특성, 풍부한 기존 데이터	PbO계와 유사한 거동	현공정에 적용가능 PbO-free 환경대응 가능 식각 양호	PbO계와 유사한 거동 낮은 소성온도 가능 에칭 양호
단점	환경 문제	백금과 반응, 고가, 잔류물과다	소성온도 낮추기가 어려움 (첨가물 필요) PbO계와 다른 소성 거동	다량 첨가시 내수성 약화, 원료 배합의 어려움

고 있다. 또한 Ag와 반응하여 황변현상(“예” $2Ag^+ + Sn^{2+} \rightarrow 2Ag + Sn^{4+}$)을 일으켜 휘도가 낮아지는 경우도 있기 때문에 황변현상을 억제하기 위해서 R₂O(Na₂O, K₂O 등)를 위 조성계에 10% 이하로 첨가하거나 이산화 경향이 높은 산화물을 첨가하는 방법이 제안되고 있으나 유리 조성물마다 다른 특성을 나타내고 있다. 그러나 용융방법 개발, 주조성계에 첨가물 첨가 조합 방법 등을 개발하면 해결될 것이고 이미 일부는 이러한 단점을 보완하여 개발을 완료한 경우도 있다.

투명 유전체 특성을 보면 PbO계 경우 T_g 440~470°C이기 때문에 열처리 온도는 550~600°C이고, 열처리 후 특성으로는 유전상수 10~12, 광 투과율이 85% 이상이고, 열팽창계수는 $75 \sim 85 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 이다. PbO-free의 경우 T_g 420~480°C, 유전상수 12~14, Hage(555nm) 6, 열팽창계수 $75 \sim 90 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, 투과율(450nm) 80% 이상이다.

유전체로서의 요구사항은 기포의 발생이 적어야 하며, 내

전압에 양호해야 하고 또한 Ag 전극 및 MgO 보호층과의 matching이 양호해야 한다.

최근의 연구동향은 나노 유전체 소재를 사용하여 미세 성형성 및 성형 밀도의 향상을 위한 기술개발이 시도되어 전면/배면 기관에서의 유전체층 형성에 이용하고 있으며 기존의 screen printing 공법 대신 나노 유전체 소재를 사용하여 sheet를 제작한 후 이를 이용하여 유전체 층을 형성시키는 dry film 공법이 연구되고 있다.

(6) 격벽재

격벽은 플라즈마의 방전공간을 제공하여 화소를 정의하고 화소간에 광학적 혼색을 방지하여 표시 소자의 콘트라스트를 향상시키며 형광체가 코팅될 수 있는 공간을 제공하여 PDP 표시소자의 효율과 휘도를 향상시키는 역할을 하는 소재로서 PbO-B₂O₃-SiO₂계 유리 분말, Al₂O₃, TiO₂ filler, pigment 및 vehicle로 구성되어 있다. [그림 6]와 같은 격

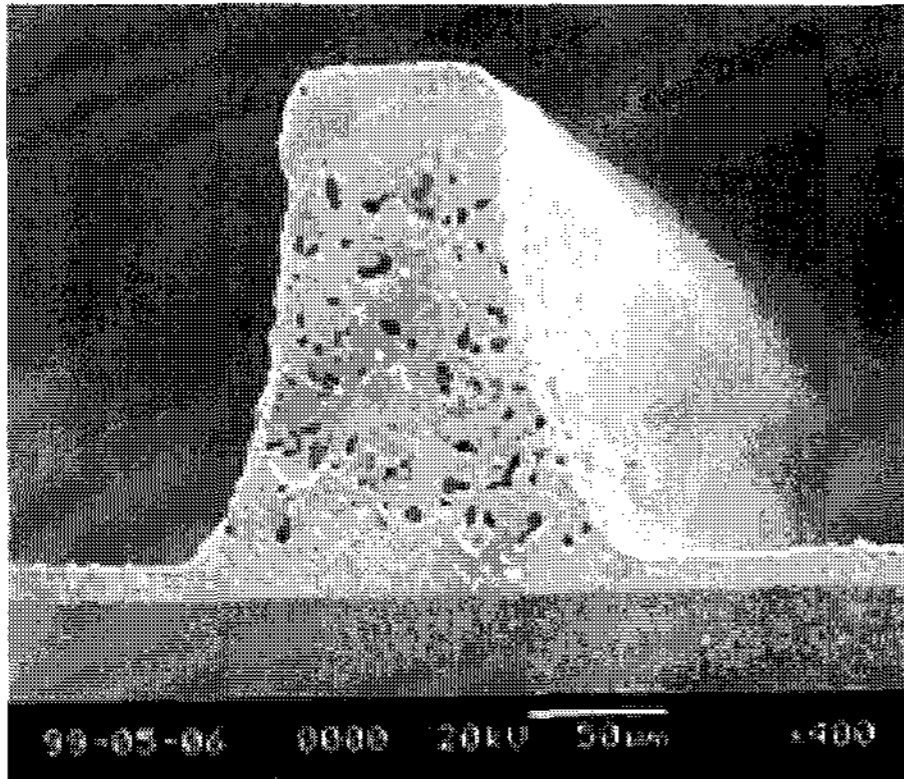
[표 11] PDP 페이스트의 구성

구분	고형분		Vehicle			
	성분	함량(%)	바인더	용제	첨가제	
유전체	투명	PbO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ -Al ₂ O ₃	75	EC (2%)	Terpineol BCA	BHT
	백색	PbO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ -Al ₂ O ₃ TiO ₂	73	EC (3%)	Terpineol BCA	BHT
격벽	PbO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , Pigment	78	EC	Terpineol MEK, EA		
전극	Ag	Ag PbO-B ₂ O ₃ -SiO ₂	71	MMA/ MAA (11%)	TPM	EDMAB, DMPA, IPT, DOP, BHT
	Stripe	PbO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ -Al ₂ O ₃	57	MMA/ MAA	TPM	EDMAB, IPT, BHT
봉착재	PbO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ , TiO ₂ , Cr/Fe/Co	87	PIBMA	BCA		
형광체	R	(Y, Gd)BO ₃ : Eu ⁺³	50	EC	BC, BCA	
	G	Zn ₂ SiO ₄ : Mn ⁺²	48	EC	BC, BCA	
	B	BaMgAl ₁₀ O ₁₇ : Eu ⁺²	48	EC	BC, BCA	

자료 : PDP Winter School 2007. 문철희 편

[표 12] 격벽의 특성

항 목	특 성	항 목	특 성
열처리온도(°C)	570~590	Tg(°C)	440~470
높이(μm)	100~150	열팽창계수(×10 ⁻⁷ /°C)	78~83
폭(μm)	상	유전상수	10~13
	하	투과율(%)	80이상
유전율	13±1.5	비중	4.7~4.9
표면조도(μm)	<2	소성온도(°C)	560~600



[그림 6] 소성후 격벽

벽을 만들기 위해서는 이들 구성 성분으로 이루어진 paste가 사용되는데 이들의 구성비를 보면 [표 11]에서와 같이 유리분말, filler, pigment가 78% 정도이고 vehicle이 22% 정도로 되어 있다.

격벽의 요구특성은 <표 12>에 나타낸 바와 같이 소성후 치밀성이 있어야 하고 표면이 평활해야 하여 재소성시의 치수 변화가 없어야 하고 강도가 유지되어야 한다. 또한 기관 유리와의 열팽창 계수가 유사하여 matching 특성이 우수해야 한다. 격벽의 소성은 소성후 소재가 치밀하고 강도가 유지되어야 하기 때문에 300~450°C에서 먼저 calcination을 행한 후 570~590°C에서 30분간 유지하여 소성한다. 격벽이 형성된 후 [그림 6]과 같이 상쪽의 폭은 60~100μm, 하쪽의 폭은 100~130μm, 높이는 100~150μm가 되게끔 해야 한다.

개발동향을 보면 친환경화를 위해 유리분말의 경우 PbO계 대체조성으로 Bi₂O₃계, B₂O₃-ZnO계를, vehicle의 경우 감광성을 갖는 소재를 개발하고 있다.

(7) 배기소자 및 배기관

배기관 및 배기소자는 PDP의 제조 과정 중 마지막 과정으로 PDP 특성을 나타내기 위해 패널 내부에 잔류하는 불순 gas를 [그림 5]의 (b)와 (c)의 소성 schedule로 가열하여 잔여가스의 배기 및 Ne, Xe 등의 가스를 주입하는 역할을 하는 소재이다.

배기소재는 배기관과 sealing용 소자(배기소자)로 구성되어 있으며, 배기관은 soda-lime 또는 저알카리계 유리를 주 성분으로 하는 유리관(glass tube)이 사용되고 있으며, sealing용 소자는 seal재와 유사한 PbO-B₂O₃계의 유리분말이 주로 사용되고 있다.

기술개발 동향을 보면 glass frit는 소성온도 480°C용으로는 Bi₂O₃-B₂O₃-BaO(ZnO)계를, 430°C 이하의 소성온도는 P₂O₅계로 무연화하고 있고, filler로는 cordierite와 eucryptite에 대해 연구하고 있는데 그 조성등은 seal재와 유사하다. 그러나 배기관과 배기소자가 현재 대부분이 분리형으로 사용하고 있으나 향후는 소성의 단순화를 위해 배기관과 배기소자가 일체화 된 형태로 대부분이 전환되어 사용되어질 것으로 예측된다.

(8) 형광체

형광체는 방전에 의해 발생하는 진공자외선을 가시광선으로 변환하는 역할을 하는 소재로서 주로 paste 상태로 사용되고 있다.

현재 사용되고 있는 형광체는 CRT나 형광등에 사용되어 온 것을 개량한 것으로 청색의 경우 CaWO₄:Pb, CaWO₄:W, Sr₃(PO₄)₂:Eu⁺², Ba₃(PO₄)₂:Eu⁺², Y₂SiO₅:Ce⁺³, YP_{0.85}V_{0.15}O₄, SrMg(SiO₄)₂:Eu⁺², BaMg₂Al₁₄O₂₄:Eu⁺², Sr₅Cl(PO₄)₃:Eu⁺²가 있으며 최근 BaMgAl₁₀O₁₇:Eu⁺²가 주로 사용되고 있다. 녹색의 경우 Zn₂SiO₄:Mn, YBO₃:Tb, BaMgAl₁₀O₁₇:Mn, Y₃(Al,Ga)₅O₁₂:Ce, BaMg₂-Al₁₄O₂₄:Eu, Mn, CeMgAl₁₁O₁₉:Tb, Mg(Ga,Al)₂O₄:Mn 등이 있는데 2003년도 이전에는 주로 Zn₂SiO₄:Mn이 사용되었으나 2003년 이후에는 열화 특성이 많이 개선된 BaMgAl₁₀O₁₇:Eu⁺² 형광체가 일본의 니치아화학공업 및 LG화학 등에서 개발되어져 국내·외적으로 사용되어지고 있다. 또한 2004년도 이후에는 CMS:Eu⁺²란 조성의 청색 발광 형광체가 VUV하에서 좋은 발광 특성을 가지면서 BAM:Eu⁺² 형광체에서와 같은 열화 현상이 없기 때문에 새로운 청색 형광체 재료로 사용되어지고 있다.

그러나 현재 사용되어지고 있는 형광체는 [표 13]에 나타낸 바와 같이 청색의 경우 형광체의 휘도와 수명, 녹색의 경우 잔광, 적색의 경우 색도 등에 문제점이 있다. 따라서 기존 형광체들의 특성을 보완하기 위해 [표 13]과 같이 다양한 조성으로 개선을 위한 기술개발과 현재에는 가격적인 면에서 고상반응으로 합성하고 있으나 성능개선 측면에서 향후 액상이나 기상 반응에 의한 합성이 이루어 질 것이기 때문에, 이에 대한 연구개발이 진행될 것으로 전망된다.

(9) 보호막

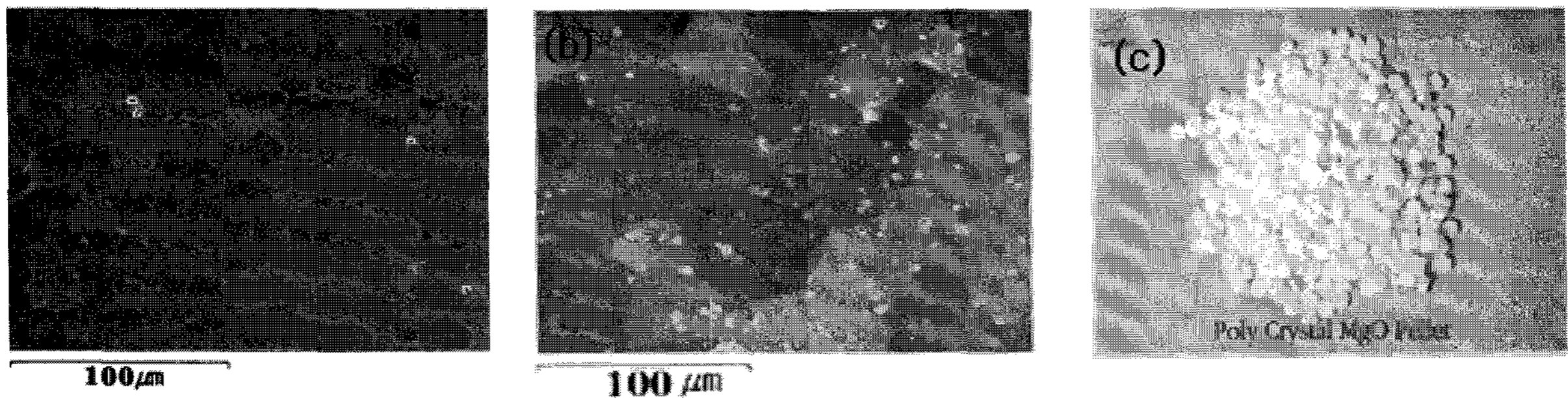
보호막은 유전체층의 성분인 PbO가 플라즈마에 노출되어 이온 충격에 의해 분해 반응을 일으키는 것을 방지시키는 유전체층 위에 보호막으로서 역할과 방전시 이차전자를 발생시켜 보다 낮은 전압에서 플라즈마 방전을 일으킴으로써 방전 효율을 증가시키는 전기적 역할을 하는 소재이다.

보호막 소재로는 주로 MgO 단결정(밀도 3.5g/cm³)과

[표 13] PDP용 형광체의 문제점 및 개선방향

구분	소재	문제점	개선방향
RED	(Y, Gd)BO ₃ :Eu ⁺³	색좌표, 잔광시간 (4.3ms)	<ul style="list-style-type: none"> - (Y, Gd)BO₃:Eu의 발광스펙트럼은 592nm의 영역에 강한 발광을 가지고 있어 색순도가 저하되므로 칼라 필터 사용: 휘도 저하 - Y₂O₃:Eu, Gd₂O₃:Eu 및 YPO₄:Eu 등의 형광체를 혼용 - (Y, Gd)₂O₃:Eu는 상대적으로 우수한 휘도와 색순도를 나타내지만 VUV-조사에 대한 내성이 없어 수명특성이 나쁨 - 이상적인 경우 600~650nm에서의 띠 발광: 아직 VUV 여기 하에 좋은 띠 발광 특성을 보이는 형광체에 관한 보고는 없음 - 형광체 신조성(문헌): (Y, Gd)(P, V)O₄:Eu 등
GREEN	Zn ₂ SiO ₄ :Mn ⁺²	방전전압, 이온충격에 의한 수명 잔광시간(12ms)	<ul style="list-style-type: none"> - ZnO의 증기압이 SiO₂보다 커서 제조 공정에서 휘발하여 결정 표면에 과잉의 SiO₂ 존재로 (-)대전을 유발시켜 방전전압 증가 - 형광체 표면을 MgO로 코팅하여 표면전하를 (+)전하로 변화: 휘도 저하 유발 - 이온충격에 내성을 가지고 방전전압에 문제가 없는 YBO₃:Tb, YPO₄:Tb를 단독 사용하거나 혼용: 색좌표 문제 발생 - 대체 신조성(문헌): La₂Al₂₂O₃₆:Mn, Li 등-열화에 우수한 내성
BLUE	BaMgAl ₁₀ O ₁₇ :Eu ⁺²	VUV 조사 및 소성후, 휘도 열화 (Eu ²⁺ → Eu ³⁺)	<ul style="list-style-type: none"> - SiO₂, TiO₂, AlPO₄ 등에 의한 코팅처리: 형광체의 효율 저하 초래 - 다른 청색형광체와 혼합 사용: Yal₃(BO₃)₄Gd-자외선 발광 LaPO₄:Tm-452nm 발광 - 방전가스 조성 변화: 높은 Xe 함량 - 대체 형광체 조성: CaMgSi₂O₆:Eu, Sr₆PO₅O₂₀:Eu

<자료 PDP Winter School 2007. 정하균 편>



[그림 7] 다결정의 grain 크기(a), (b) 및 sintered MgO target(c)

[그림 7]의 (c)와 같이 다결정(밀도 3.52g/cm³)이 있다. 특성은 소재로서 이론 밀도는 95% 이상(단결정은 100%)이고 막으로서 투과율 95% 이상, 표면조도 200Å 이하이다. 단결정 MgO는 제법상 성분의 조절이 어렵고, 고가이며, 성분 및 물성의 품질 편차가 있으며 성막의 속도가 느려 PDP 구동에서 늦은 방전속도, 높은 오방전을 등의 문제가 있다. 그래서 최근 다결정 MgO가 주로 사용되고 있다.

[그림 7]은 다결정에서의 grain 크기를 나타내고 있다. (a)의 경우 grain 크기가 작고 균일하나 (b)의 경우는 grain 크기가 불균일하다. Grain 크기가 불균일한 target을 이용하여 보호막을 형성할 경우 방전 특성 저하에 영향이 미칠 것으로 예측되고 있다.

기술개발 동향을 보면 다결정 MgO는 온도 의존성과 Jitter 문제, 보다 빠른 응답성이 요구되고 있기 때문에 순수 MgO pellet 외에 doped MgO 및 저온 소성기술, green sheet화에로의 연구가 이루어지고 있다.

한편 MgO 대체 소재 또는 특성향상 소재에 대한 연구가 진행중인데 대체소재 대상으로는 SrCaO, MgCaO, Be doping MgO 등이 있다.

3. 소재 생산 기업 현황

[표 14]는 국내·외 PDP 소재의 생산기업 현황을 나타내었다.

[표 14] PDP용 세라믹 소재 생산 기업현황

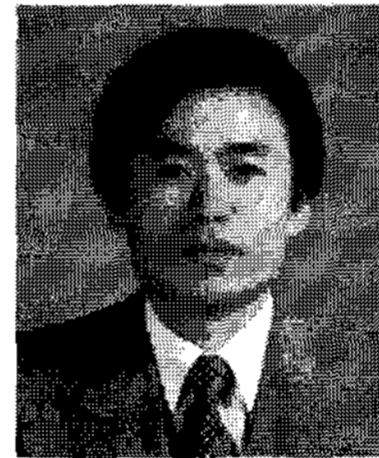
소 재	생산기업		
	국 내	일본 등	
전 면	기관 (Glass)	개발중 (KCC, 한국유리)	AGC, 일본전기초자, CPT
	버스 전극	동진세미켄, IMD, LG DRM	듀퐁, JSR, 도레이
	투명 전극	삼성코닝	Hapan Energy, Tosoh, 삼성금속
	투명유전체	대주전자재료, 휘닉스피디이, 제일모직	AGC, 일본전기초자, 도레이
	실링재	일동화학, 세라	AGC
	보호막소재	삼화화학, C&chem	Tatech, 미쓰비시
배 면	기관 (Glass)	개발중 (KCC, 한국유리)	AGC, 일본전기초자 CPT
	어드레스 전극	제일모직, 동진세미켄, 창성	듀퐁, JSR, 도레이
	백색유전체	대주전자재료, 휘닉스피디이	AGC
	격벽재	대주전자재료, 휘닉스피디이, LG DRM	도레이, Okuno, 일본전기초자
	형광체	LG화학	Kasei, 니치아 화학
	배기관 소재	정관산업, 센불	ATG

III. 결 언

향후 PDP가 다른 디스플레이와의 경쟁과 차세대형으로 발전하기 위해서는 PDP의 핵심 소재가 친환경화, 저가격화, 경량화 되어야만 한다. 그래야 소재와 함께 동반 발전하는 PDP의 저가화, 고정세화, 저소비전력화 및 고화질화가 이루어질 수 있을 것이다.

따라서 PDP 생산의 종주국으로서 소재를 수입하던 것을 친환경, 저가 및 새로운 대체소재로 개발하여 국산화해야 global 경쟁 체제를 갖출 수 있을 것으로 사료된다.

저 자 소 개



최 병 현 (崔炳鉉)

1981. 2 연세대학교 요업공학과 학사, 1983. 2 연세대학교 대학원 요업공학과 석사, 1990. 8 아주대학교 대학원 재료공학과 박사, 1981~1999. 5 : 국립공업기술원 요업기술원 공업연구원, 1999. 5~1999. 12 : 산업자원부 요업기술원 공업연구원, 2000~현재 : 요업기술원 수석연구원, 전자부품소재 본부장, 2001~2002 : 한국세라믹학회 운영위원, 2000. 3~2003. 2 : 세종대학교 신소재공학과 겸임교수, 2004. 1~현재 : KT, NET, 장영실상 심사위원