

# 스크린 인쇄를 이용한 PDP 격벽형성 연구

민경재 · 남수용 · 김광영\* · 최병오\* · 함영복\*  
부경대학교 화상정보공학부, \*한국 기계 연구원

## A Study on method to form PDP barrier rib by screen printing

Kyung-Jae Min · Su-Young Nam ·  
Goang-Young Kim · Byung-Oh Choi · Young-Bok Ham

Dept. of Graphic Arts Information, Pukyong National University, Pusan, Korea  
\*Korea Institute of Machinery & Materials, 171 Jang Dong, U-sung Gu, Daejun, Korea

### 1. 序 論

지금의 컬러 TV는 1965년경 동경 올림픽을 계기로 보급되기 시작되었고, 약 3년 전부터 대형 벽걸이 TV에 대한 관심을 가지게 되었다. 그러나 대(大)화면의 CRT의 경우에는 100kg 이상의 무게와 브라운관에 맞는 두께를 요구함으로써, CRT의 경우는 대형 벽걸이 TV가 불가능하다. 그래서, CRT 외의 다른 Display로 대형 벽걸이 TV의 가능성을 열고 있다.

TFT-LCD의 대형 벽걸이 TV의 경우는 배후의 광으로 비춰 투과광으로 표시하기 때문에 휘도가 떨어지며 대형화에는 고 평활도 유리기판 제작기술이 필요하다.

이에 반해 PDP의 경우는 CRT에 비해 1/5정도의 중량이고 패널 자체의 두께는 유리판 2매를 맞붙인 약 5~6mm(유리 1매의 두께는 약 2.5~3.0mm) 정도로 얇고 TFT와 달리 자외선의 자극에 의해서 셀로 구성된 형광체가 CRT와 같이 셀 자체가 자체 발광을 하기 때문에 높은 화질을 나타낼 수 있다는 장점을 가지고 있다.

이와 같은 장점에도 불구하고 실용화가 되지 않는 이유 중 가장 큰 것은 대형 벽걸이 PDP의 가격이 비싸다는 것이다. PDP가 고가인 이유는 제작 방법에 대한 것이 가장 큰 이유이다.

일본의 경우는 스크린 인쇄를 이용하여 인치당 10만원의 목표를 2003년 이후로 계획하고 있다. 스크린인쇄 기술은 그 원리를 생각하면 필요한 재료를 필요한 개소에 패턴을 형성할 수

있으며, 또한 저렴하며 공정 시간이 짧기 때문에 PDP처럼 재료비용 비율이 높은 제품에 이용하는 것이 상당히 유리한 프로세스인 것임에는 틀림없는 사실이다.

스크린 인쇄방법은 PDP 공정 중 전극, 유전체, 형광체 및 격벽형성의 공정법으로 스크린의 메시와 격벽재료의 점도 조절등에 의한 화면의 대면적화에 적용이 가능하다는 장점이 있다. 이 방법은 patterning 된 스크린을 일정간격을 유지하여 하부기판 위에 놓고 격벽 형성에 필요한 페이스트를 인쇄하여 원하는 형상을 기판에 인쇄하는 방식이다. 표 1은 PDP 제조 공정에서의 스크린 인쇄법으로 할 수 있는 공정을 나타내었다.

인쇄시 페이스트의 레올로지 특성으로 인쇄되는 페이스트의 형태를 확인함으로써 스크린 인쇄에 대한 가능성을 확인하는 것을 본 연구에서 연구 목적으로 한다.

Table 1. Manufacture process for PDP by screen printing

구분	공정	형성물	주요제조공정
전 면 기 판	투명전극	ITO SnO <sub>2</sub>	- Sputter에 의한 Photoetching법 - CVD에 의한 lift-off법 - 스크린인쇄법(개발중)
	Bus 전극	Ag Cr/Cu/Cr Cr/Al/Cr	- 스크린인쇄법 - 감광성 Paste법 - Sputter에 의한 Photoetching법
	Black stripe	저융점 유리(흑색) 안료(흑색)	- 스크린인쇄법 - 감광성 Paste법
	투명유전체	저융점 유리(투명)	- 스크린인쇄법 - 각종 코트에 의한 도포법
	MgO보호막	MgO	- 전자 Beam 증착법 - Sputter법 - Ion Plating법(개발중) - 스크린인쇄법(개발중)
배 면 기 판	data 전극	Ag Cr/Cu/Cr Cr/Al/Cr	- 스크린인쇄법 - 감광성 Paste법 - Photo-etching법 - life-off법
	백색유전체	저융점 유리(백색)	- 스크린인쇄법 - 코터에 의한 도포법 - Sheet laminate법
	Barrier	저융점 유리 + ceramics	- 스크린인쇄법 - sand blast법 - additive법 - 감광성 paste법
	형광체	형광체(RGB)	- 스크린인쇄법 - 감광성 paste법

## 2. 實 驗

### 2-1. 시료

스크린 인쇄용 paste는 정지해 있을 때에는 고체이며, 탄성을 가지고 있다. 이것에 squeeze로 외력을 가해 변형시켜 일정치를 넘으면 유동하여 점도가 나타난다. 이 때의 값을 항복가라고 한다. 점도는 유동속도(전단속도)에 따라 변화한다. 결국, paste가 squeeze의 이동에 의해 유동되고, 스크린 위에서 mesh를 통과해 기판에 도달하는 사이에 점도가 변화하고 있다. 또 판에서 분리된 직후는 paste에 대해서 외력이 0이 된 상태이며, paste는 점성체에서 어느 정도 시간이 지나 탄성체로 되 돌아온다. 이 시간을 완화시간이라고 한다.

본 연구에 사용한 격벽 형성 paste는 인쇄직후 점도로 인한 퍼짐 현상을 방지하기 위하여 기판에 도달한 후 인쇄된 모양을 유지하기 위해 높은 점도와 강한 텍스트로픽성을 부여하였다.

여기에 사용된 재료는 격벽의 지지체 역할을 하는 세라믹 분말과 인쇄가 가능하게 하는 binder를 혼합하여 paste로 만들어 사용하였다. 사용된 세라믹 분말은 국내에서 제조한 것으로 평균밀도는  $2.7\mu\text{m}$ 이며, 흰색으로서  $620^\circ\text{C}$ 에서 열처리한 것으로 팽창계수는  $80 \times 10^7$  정도이다. binder로 사용한 oil은 비중이  $0.92 \sim 0.93$ 이며 비점은 약  $200^\circ\text{C}$  정도이다.

두 재료의 혼합비는 여러 비율을 실험해본 결과 ceramic과 binder의 비율이 7:3일 경우가 가장 좋았으며, 여기에 텍스트로픽성을 부여하기 위하여 텍스트로픽 부여제를 첨가하여 paste를 제조하였다.

### 2-2. Film 제작 및 Paste 제조

스크린 인쇄판을 제판하기 위해서 격벽의 두께와 형광체 부분을 고려하여 필름을 제작하였다. Film은 Cam으로 작업하여 PCB제작시 사용되는 필름을 사용하여 출력하였고, 격벽의 두께는  $80\mu\text{m}$ 이며 형광체 부분의 공간은  $200\mu\text{m}$ 으로 격벽과 형광체 부분의 pitch는  $280\mu\text{m}$ 으로 하였다. Film의 제작도 그림은 아래와 같다.

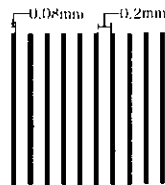


Fig. 1. The design of film used in the PDP barrier rip.

Paste의 제조는 위에 서술되어 있는 비율로 제조하였고, 제조시 binder안에 형광체의 분산을 좋게 하기 위해서  $15^\circ\text{C}$ 에서 아래와 같은 그림으로 제조하였다.

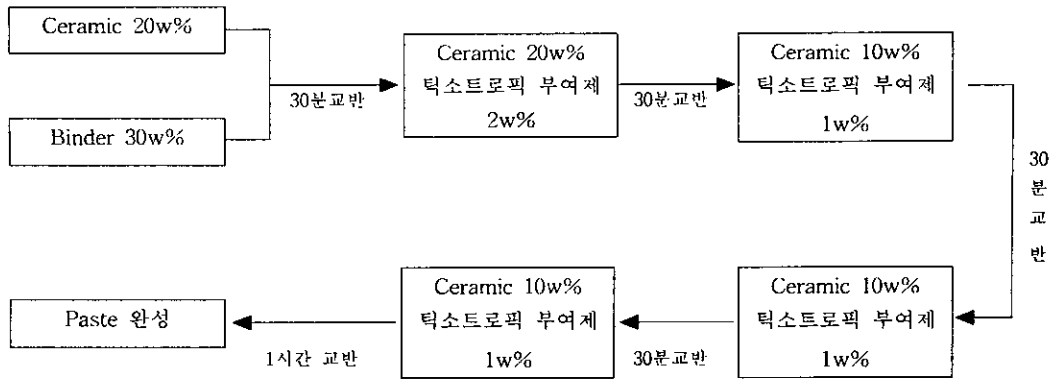


Fig. 2. The diagram for make the ceramic paste.

### 2-3. 스크린 인쇄판 제판

망사는 국내에서 제조한 스테인레스 망사로서 325메쉬를 사용하였다. 망사의 wire diameter 은  $29\mu\text{m}$ 이며, mesh opening은  $46\mu\text{m}$ , open area은 43%이고, thickness는  $64\mu\text{m}$ 의 망사를 사용하였다. 견장은 기계식 견장기를 사용하였고, 망사의 각도는  $22.5^\circ$  이며 텐션은 8.8~8.9로 견장한 인쇄판을 사용하였다.

감광유제는 diazo계 photo-polymer type으로서 선해도와 해상력이 우수한 정밀 제판용으로 SERICOL사의 dirasol 915를 사용하였다.

감광유제 도포는 수작업으로 적은 횟수로 인쇄가 가능하게끔 하기 위해서  $50\mu\text{m}$ 을 스크린 판에 도포하여 사용하였다.

제판에 사용한 노광기는 ps판용 노광기로서 두겹게 도포된 감광유제를 충분히 경화 시키기 위해서 양면으로 노광을 주었다. 노광기의 램프는 메탈할라이드 등으로서 8kW를 사용하였고, 피인쇄체와 접촉하는 부분은  $264\text{mJ}/\text{cm}^2$ 로 노광하였으며 뒷부분은  $131\text{mJ}/\text{cm}^2$ 로 노광하였다. 현상후 감광유제의 완전한 경화를 위하여 앞면과 뒷면 각각 1분씩 다시 노광을 하였다.

### 2-4. 스크린 인쇄

스크린 인쇄는 2개의 CCD 카메라가 부착된 반자동 인쇄기와 CCD 카메라가 부착되지 않은 반자동 인쇄기를 사용하여 인쇄를 하였다.

스크린 인쇄판은 위에 서술된 스크린 판을 사용하였으며, 유리 기판과 스크린 인쇄판의 간격은 약 1mm 정도 하였고, 스퀴즈 경도는  $75^\circ$  로 스퀴즈 각도는  $75^\circ$  를 기준으로 인쇄하였다. 인쇄 속도는 0.03m/sec이며, 도포 속도는 0.05m/sec로 고정하였다. 7회 겹 인쇄를 기준으로 하였다. 겹 인쇄에 사용된 ceramic과 binder의 비율은 7:3으로 고정하였고, 텍스트로픽 부여제의 w%는 처음과 두번째 인쇄에 사용된 paste의 경우에는 인쇄시 인압에 의한 퍼짐을 방지하기 위해서 텍스트로픽성이 가장 우수한 paste의 4w%로 하였고, 3~4회의 인쇄에는 3w%로, 5~7회 인쇄에는 2w%를 첨가하여 인쇄하였다.

인쇄후 건조 방식은  $150^\circ\text{C}$ 에서 약 10분간 표면 건조하였으며, 7회 인쇄가 끝난 후  $150^\circ\text{C}$ 에서 약 1시간 정도 다시 건조하여 완전 건조시켰다.

### 3. 結果 및 考察

#### 3-1. Paste의 동적 점탄성

스크린 인쇄법에 의한 PDP 격벽형성 과정에서 사용한 paste의 텍소트로픽성에 대한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 여기서 알수 있는 것은 텍소트로픽성 부여제의 첨가량에 따라서 paste의 텍소트로픽성이 변화한다는 것이다. 이것은 격벽을 형성하기 위하여 겹 인쇄시 각 층의 paste의 특성이 변화해야 격벽 형성후 퍼짐이나 맨 윗층의 균일성을 위한 것이다. 가장 밑에 인쇄되는 격벽의 형태는 인압과 유동성에 의한 퍼짐을 작게 하기 위해서 텍소트로픽성이 가장 우수한 부여제 혼합비가 4%인 paste를 사용하였다. 이는 격벽 치수의 안정성을 위한 것으로 그 위에 인쇄되는 paste는 같은 비율이라도 그 퍼짐이 맨 밑에 인쇄된 격벽보다 작다. 이는 처음 인쇄된 paste의 ceramic이 형성하는 공극에 의하는 것으로 사료된다. 그 위에 인쇄되는 paste의 부여제의 양을 감소한 이유는 격벽의 높이에 맞게 인쇄하기 위하여 인압을 감소하고, 기관과의 이격거리를 조절하기 위함이다. 유동성을 좋게 함으로서 인쇄시 스크린 인쇄판에서의 paste의 빠짐을 좋게 하고, 이로 인해 쌓여진 격벽의 높이를 인압에 의해 눌러지는 것을 방지하며, 스크린 판의 메쉬 자국으로 인한 굴곡을 없애기 위한 것이다. 그리고, 맨위에 인쇄되는 paste의 부여제 양을 0%로 한 것은 인쇄후 paste의 유동성에 의한 levering으로 겹겹이 쌓여진 격벽의 맨 위층을 평탄하게 하기 위한 것이다.

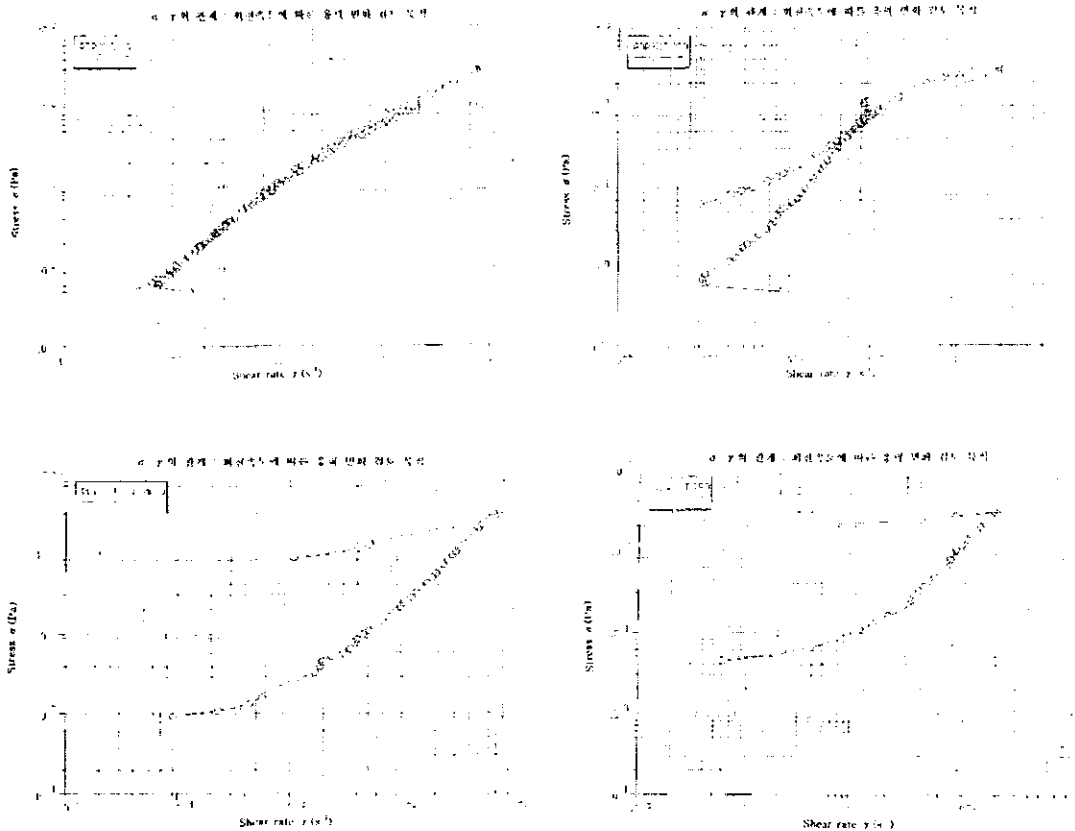


Fig. 3. Behaviors of thixotropy for ceramic, binder and annex blends.

### 3-2. Binder의 TGA 측정 온도

PDP 발광시 발생하는 열로 인해 잔존하는 유기물로 인한 발광 특성의 저하를 방지하기 위해서 소성을 하게 된다. paste에 사용된 유기물은 ceramic을 paste로 만들기 위한 binder뿐이므로 여기서는 binder의 TGA를 측정함으로써 소성시 binder의 잔류량을 측정하였다. Binder의 TGA의 그래프를 아래 Fig. 4에 나타내었다.

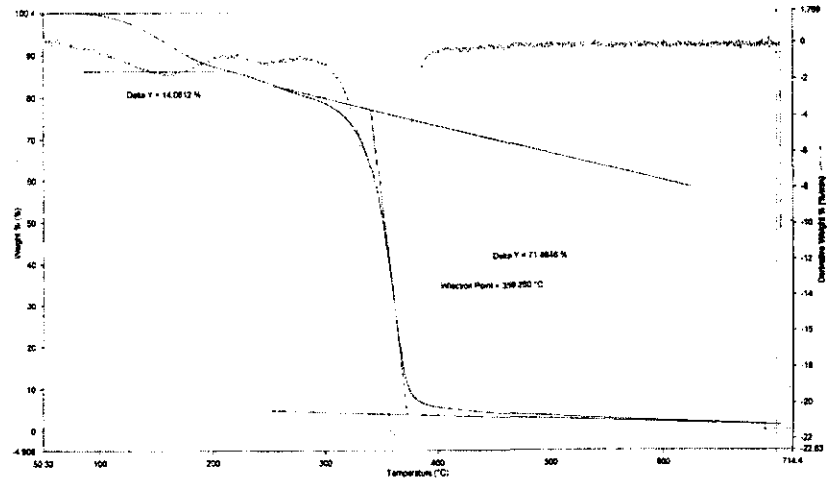


Fig. 4. TGA curves of the binder

### 3-3. 격벽의 형태

스크린 인쇄로 형성한 PDP 격벽을 Fig. 5에 나타내었다.

처음 인쇄한 격벽의 형태와 7회 인쇄 후 150 $\mu$ m 높이에 맞는 격벽을 나타낸 것이다.

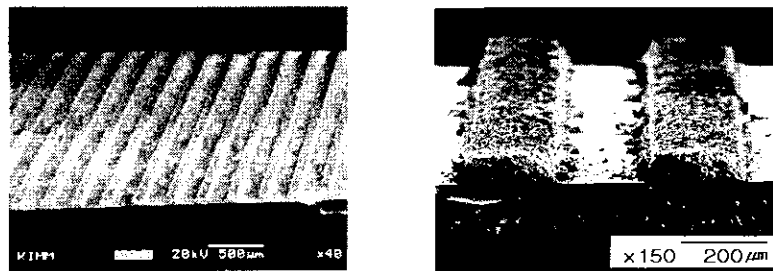


Fig. 5. The SEM of the barrier rip by screen printing

## 4. 結 論

이상과 같은 결과로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. PDP 격벽 스크린 인쇄공정에서 인쇄시 paste의 퍼짐으로 인한 격벽 두께의 불안정성이 나타나므로 제판시 인압을 고려하여 격벽 두께를 필름상에서 조절하여야 하는 것을 알수 있었다.
2. 가장 밑에 인쇄된 격벽의 폭이 필름상에서는  $80\mu\text{m}$ 이었으나, 인쇄후에는  $90\mu\text{m}$ 까지 넓어졌다. 이것으로 표면 장력과 텍소트로픽성이 부족하다는 것을 알수 있었다.
3. 한번 인쇄시  $20\mu\text{m}$ 이상 인쇄할 수 있었으며 격벽두께의 오차는  $\pm 10\mu\text{m}$ 정도 이다.
4. 겹 인쇄시 인쇄된 paste가 다음에 인쇄되는 paste의 인압에 의해서 무너질수 있으므로 겹 인쇄시 인압을 조절하여야 하는 것과 이격거리를 조금씩 늘려 나가야 된다는 것을 알수 있었다.
5. 스크린 인쇄법으로 격벽을 형성하기 위해서는 paste 레올로지 특성이 중요하며 첫 번째는 텍소트로픽성이 우수한 paste를 사용하여야 하고, 2~5번째 층은 처음보다는 유동성이 있는 동일한 paste를, 마지막 층은 leveling성이 우수한 paste가 요구됨을 알수 있었다.

## 5. 참고 문헌

1. 在野: 予稿集 「스크린印刷の進歩と具体的な適用方法」, PDPにおけるパネル製造と材料開発 세미나(1999.9.30)
2. 在野 康: 月刊ディスプレイ, PDPプロセスにおけるスクリーン印刷の進歩とその適用例(2000.2)
3. 南壽龍 編著, “알기 쉬운 스크린인쇄의 세계”, 부경대학교 인쇄정보공학과(1998)
4. 윤종태 編著, “인쇄과학 개론”, 부경대학교 인쇄정보공학과(1996)
5. 노봉규 외 17인, “LCD ENGINEERING”, 서울, 성인당(2000.2)