

15-11-9

유기물을 사용한 PDP 저온 접합

Low Temperature Sealing of Plasma Display Panel using Organic Material

문승일*, 이덕중*, 김영조**, 이윤희***, 주병권*

(Seung-IL Moon*, Duck-Jung Lee*, Young-Cho Kim**, Yun-Hi Lee***, and Byeong-Kwon Ju*)

Abstract

This paper reports on low temperature sealing process of PDP using binder and capping glass. The exhausting hole on rear glass of PDP was sealed by capping glass using screen-printed binder without exhausting glass tube. Based on the tubeless packaging process, out gassing problem could be reduced and vacuum conductance could be improved by eliminating exhaust tube.

Key Words : PDP, Tubeless Packaging, Low temperature sealing, Organic binder

1. 서론

현대는 정보화시대이며, 정보를 전해주는 매체는 매우 다양하다. 특히 인간의 시각에 의존하는 정보 전달은 다량의 정보가 좀 더 빠르고 정확하게 전달된다. 따라서 정보를 시각적으로 표시하는 디스플레이 장치의 필요성이 점점 더 증가하고 있다. 지금의 디스플레이 장치는 대형화, 경량화 및 평면 박형화를 요구하고 있으며, CRT는 현 시대가 요구하는 다양한 분야에 응용하기에는 어려움이 있다. 플라즈마 디스플레이 소자를 이용한 PDP는 다른 디스플레이 소자에 비해서 대형화와 평면 박형화가 용이하고, 넓은 시야각과 형광체를 이용한 완전한 색상의 구현 및 고휘도가 가능하여 차세대 벽걸이형 고화질 TV를 실현할 수 있다. 그러나 현재의 PDP 패키징 공정은 CRT 제작 공정과 유사한 방법으로, sealing 이후의 공정에서 배기 및 가스 주입과 봉입을 위하여 기관과 같은 재질의 유리로서 직경 5mm, 길이 60cm 이상의 배기용 세관을

을 후면판 배기홀에 부착하여 제작하고 있다[1,2]. 배기용 세관을 이용한 패키징 방법은 좁고 긴 세관을 통해 진공 배기하기 때문에 낮은 진공 컨덕턴스를 가지며, 고진공을 얻기 위해서 많은 배기 시간을 필요로 한다. 또한 봉입 공정시 배기용 유리 세관을 국부적으로 가열하여 반응용 상태로 만들어 봉입하기 때문에 그 과정에서 발생하는 배출 가스들은 부피가 작은 패널내부로 유입되어 진공도를 악화시킨다. 그리고 패널의 두께에 비해 수십 배 이상 긴 세관은 제조과정에서 핸들링에 어려움을 주게 된다.

본 연구에서는 배기용 세관이 가지는 문제점을 해결하기 위해 배기용 세관을 사용하지 않고 밀봉 기관과 바인더를 사용하여 높은 진공 컨덕턴스, 낮은 온도 및 척을 이용한 진공인라인 방법을 사용하여 패널 내부의 진공도를 개선하여 패키징 하였다.

2. 실험

전면판과 후면판은 각각 3mm 두께에 크기가 4인치급 PDP용 소다리임 유리를 사용하였다. 전면판은 전극과 유전층, 그리고 유전체를 보호하고 2차 전자 방출계수를 증가시키는 MgO 보호막이 형성되어 있으며[3], 후면판에는 격벽이 없고 250 μ m

* : 한국과학기술연구원 마이크로시스템 연구센터

(서울시 하월곡동 39-1,

Fax: 02-958-5692

E-mail : jbk@kist.re.kr

** : 청운대학교 전자공학과

*** : 고려대학교 물리학과

2002년 5월 8일 접수, 2002년 6월 5일 1차 심사완료,

2002년 8월 12일 최종 심사완료

의 spacer를 패널의 모서리 부분에 고정시켜 방전 공간을 확보하였다. 또한 형광체는 스크린 인쇄법을 사용하여 후면판에 형성 하고 직경 3mm인 배기홀을 후면판 가장자리에 위치시켰다. 그리고 봉착을 위해 전면판과 후면판은 유리 프리트를 사용하여 dispenser로 후면판 가장자리에 sealine을 형성하였다. 그리고 100℃ 분위기의 오븐에서 열처리를 하였으며, 전면판과 후면판을 정렬시켜 클립으로 상하판을 고정 한 후에 430℃ 분위기에서 열처리를 하여 봉착하였다. 또한 배기홀을 capping하기 위한 밀봉기판을 두께 1mm, 크기는 12mm×12mm의 소다라임 유리로 제작하였다.

그림1은 패키징 장비의 개략도이며, 진공 챔버, 히터, Z-motion, 진공 펌프 및 가스 주입장치로 구성되어 있다. 진공 챔버는 척 형식으로 제작되어 패널의 배기홀 부분만 접촉하도록 작은 부피로 만들어졌다.

Z-motion은 밀봉기판을 얹고 가열 한 후에 바인더가 있는 방향으로 밀어 패널에 접착시키며, 가스 주입장치는 혼합가스를 일정 압력으로 주입하는 역할을 한다.

패키징 장비를 이용하여 그림2와 같이 유기물 바인더를 이용한 저온 PDP 패키징에 대한 제작 공정 개략도를 보였다. 그림2에서 보이는 바와 같이 전공정을 마친 패널에 마스크를 이용해서 배기홀 주변에 스크린 인쇄법으로 바인더를 프린팅 한다(그림2-a). 그리고 바인더가 프린팅 된 패널을 100℃ 분위기의 오븐에 넣고, 탈가스 및 바인더 경화를 위해 1시간 동안 분위기 열처리를 하였다(그

림2-b). 그리고 밀봉기판을 Z-motion 상부에 있는 히터에 고정시키고, 패널의 배기홀 부분을 챔버 상부에 올려놓고 진공 배기를 시작하였다(그림2-c). 진공은 약 10^{-4} Torr를 유지하면서, 밀봉기판을 가열하여 가열될 때 발생하는 배출 가스를 함께 배기 시켰다.(그림2-d). 이후 밀봉기판의 온도가 182℃가 되면 펌프의 밸브를 닫고, 플라스마 방전을 위한 혼합 가스를 He(70%)-Ne(27%)-Xe(3%)의 비율로 혼합하여 manometer를 이용하여 설정된 압력으로 주입한다.(그림2-e).

혼합 가스를 주입 한 후에 Z-motion을 이용해서 밀봉기판을 패널에 밀어 접착시킨다. 접착 후 3초

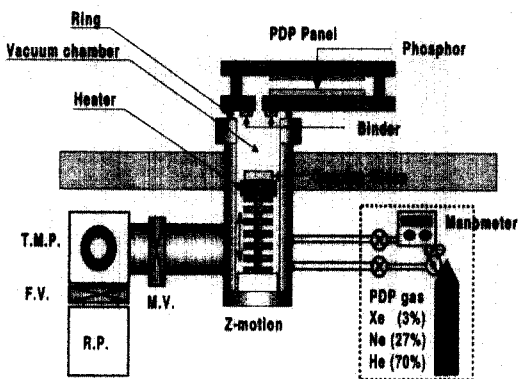


그림 1. PDP 패키징 장비 개략도.

Fig. 1. Schematic diagram of PDP packaging equipment.

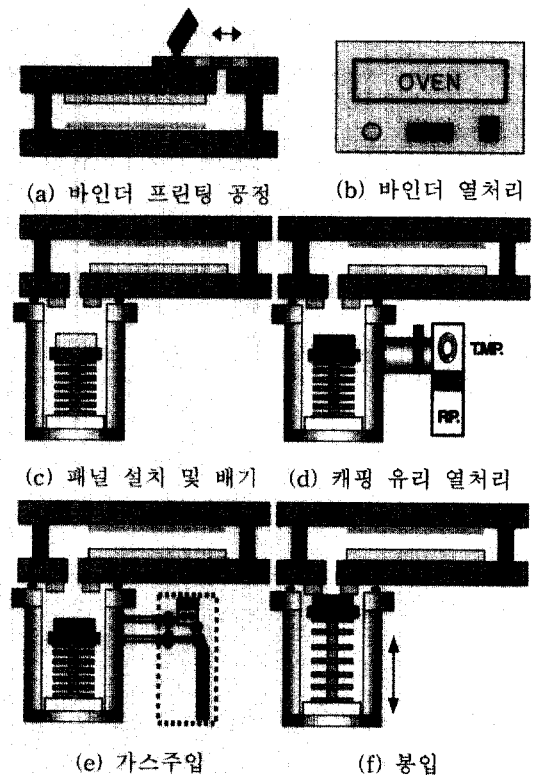


그림 2. 유기물 binder를 이용한 PDP 패키징 제작 공정 개략도.

Fig. 2. Schematic diagram of PDP packaging fabrication process using organic binder. (a) binder screen printing (b) binder-sintering (c) capping glass and panel loading on chamber (d) pumping-out and capping glass heating (e) gas injection (f) sealing.

가 지나면 Z-motion을 밀봉기판과 분리시킨다(그림2-f). 밀봉기판의 가열 및 Z-motion 압력에 의한 접착으로 유기물 바인더는 2차 경화를 하고 봉입공정이 끝나게 된다.

3. 결과 및 고찰

봉입 후에 발생하는 문제는 가스 리크(leak)와 유리기판의 크랙(creak)이 있다. 이 두 가지 문제점은 서로 연관성을 가지고 있으며, 리크의 경우는 유기물 바인더 표면의 평탄한 정도에 영향을 받고, 크랙의 경우는 밀봉기판과 Z-motion의 접촉 시간에 관계되어 있다.

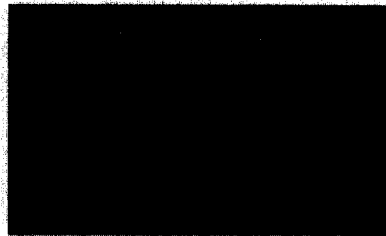
패키징은 혼합 가스가 주입된 상태에서 가열된 밀봉기판이 Z-motion의 압력으로 바인더 표면에 접촉하게 되고, 밀봉기판이 가지고 있던 열에너지는 바인더로 전달된다. 열전달을 받은 바인더는 Z-motion의 압력에 의해 밀봉기판의 표면에 대해 2차 경화를 하게 된다. 바인더의 경우 밀봉기판과 접촉시간이 길면 리크는 없어지지만 열에 의한 크랙이 발생하게 되고, 반대로 밀봉기판과 접촉을 짧게 하게 되면 크랙은 없지만 접착될 바인더 표면이 거칠어 2차 경화하는 부분이 적어져 리크가 발생하게 된다. 따라서 바인더를 1차 경화시킨 후에 바인더 표면을 평탄화 시키고 Z-motion을 빨리 이격시켜 순간적인 접착이 되도록 한다. 그림3은 히터를 분리시키지 않았을 때 발생한 크랙을 보여주고 있다.



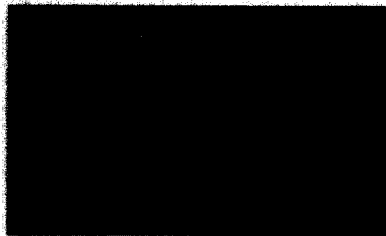
그림 3. 히터를 장시간 접촉하였을 때 발생된 크랙.
Fig. 3. Photograph of cracked glass by long time contact of heater.

다른 경우로 밀봉기판의 가열을 마친 상태에서 히터를 끄고 Z-motion을 상승시켜 접착시킬 경우, 바인더 표면이 밀봉기판에 눌린 자국만 있고 접착되지 않았다. 따라서 계속적인 가열을 하면서 밀봉기판을 바인더와 접촉시킨 후에 히터를 분리해야 했다. 그러나 접촉 후 분리시키는 시간 또한 너무 짧으면 밀봉기판이 완전히 접착을 하지 않고 일부만 접착을 하게 되어 micro-leak가 발생한다. 이것은 바인더가 열을 받은 후에 순간적으로 접착되는 것이기 때문에 그 특성을 살려 바인더의 표면 상태를 평탄화하여 짧은 시간에 넓은 면적이 접착될 수 있도록 하였다.

평탄 작업은 1차 경화를 마친 바인더 표면을 일정한 높이로 유지할 수 있도록 기계적인 칼날로 표면을 커팅 하였다. 평탄 작업을 마친 바인더의 표면 높이차이는 a-step으로 측정된 결과 평균 5 μm 이하로 나왔으며, 이에 대한 접착 테스트로 접착된 면적을 비교 확인해 보았다. 그림4는 평탄 작업을 한 경우의 접착 면적과 평탄 작업을 하지 않은 경우의 접착 면적을 비교한 것이다. 결과에 따라 평탄 정도가 5 μm 이하일 경우에는 전면적에서 접착이 이루어짐을 알 수 있다.



(a) 평탄화 실행 상태



(b) 최초상태

그림 4. 평탄 작업을 한 경우(a)와 평탄 작업을 하지 않은 경우(b)의 접착면적 비교.

Fig. 4. Comparison of adhered area:(a) after leveling of binder (b) without leveling of binder.

주입된 혼합 가스의 압력 변화에 대한 발광 전압의 변화는 Paschen 법칙이 있으며[4,5], 본 실험에서는 측정을 통해 가장 낮은 전압에서 발광되는 압력을 설정하였다. 그림5는 혼합 가스의 압력을 변화시키면서 방전 개시 전압을 측정한 값이다.

그림6은 제작된 패널의 구동 전압 특성을 나타낸 그래프이다. 구동 전압의 특성은 aging 시킨 후에 동작 전압이 점차 낮아지는 경향을 보였으며 방전 유지 전압은 10 ~ 15V 낮은 상태를 유지하였다.

그래프의 곡선은 점차 낮아지다가 불안정한 상태의 그래프 곡선을 보였다. 이와 같은 현상에 대

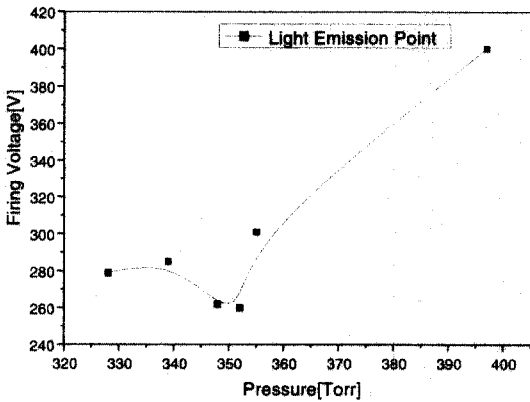


그림 5. 패널에 가스를 주입한 후 측정한 경우.

Fig. 5. Characteristics of firing voltage for injected gas pressure variation.

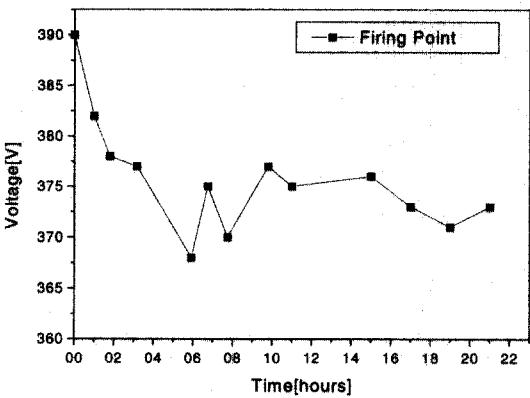


그림 6. 패널을 봉입한 후에 측정한 구동전압.

Fig. 6. Characteristic of firing voltage after packaging.

하여 생각해볼 수 있는 것은 첫 번째로 바인더의 배출 가스에 의한 오염이 있을 수 있다. 그러나 바인더는 1차 경화를 시키면서 다량의 배출 가스를 제거 하였고, 플라즈마에 의한 직접적인 가열이 아니므로 바인더에서 배출 가스가 발생하여 내부를 오염시킬 가능성은 매우 적다. 그림7은 플라즈마 방전시에 밀봉기판과 바인더의 접촉위치를 보여준다. 그림7에서와 같이 플라즈마가 발생되는 전극 부분과 바인더가 접촉되어 있는 부분은 거리를 두고 있다. 두 번째는 리크에 의한 내부 압력이 변화 및 공기가 유입되는 경우인데, 리크가 발생하면 외부의 높은 압력에 의해 패널 내부로 산소를 포함



그림 7. 밀봉된 바인더 및 제작된 패널의 발광 위치.

Fig. 7. Photograph of sealed binder and emission area in panel.

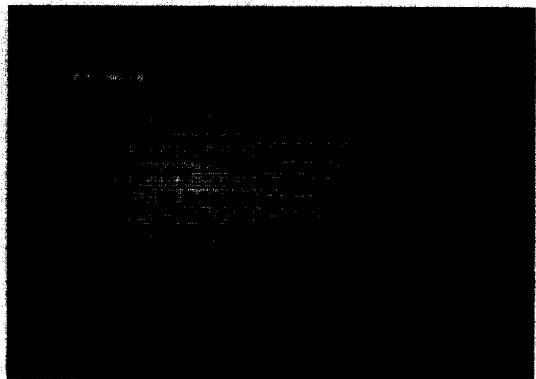


그림 8. 제작된 AC-PDP 패널의 발광.

Fig. 8. Photograph of light emission from packaged AC PDP by the organic binder.

한 공기가 유입되게 된다. 그리고 산소의 유입으로 Xe로부터 나오는 147nm의 자외선인 진공자외선(Vacuum Ultraviolet)을 산소가 모두 흡수하여 자외선이 형광체에 이르지 못하게 되어 발광이 일어나지 않게 된다. 그러나 발광을 한 것으로 미루어 보면 리크에 의한 현상과 무관하다고 사료된다. 세 번째로는 MgO 보호막의 오염으로 볼 수 있다. MgO 보호막은 유전체를 보호하고, 2차 전자 방출계수 특성이 있어 구동 전압을 낮추는 역할을 한다. 그러나 결점으로는 흡습성이 매우 높다는 점이 다.

따라서 MgO가 공기 중에 노출되면, 공기 중에 있는 수분 등의 불순물 가스를 흡습해서 Mg(OH)₂ 등으로 박막의 특성이 변화되고, 특히 후공정에서 sealing 할 때 저용점 유리 프린트에 포함된 불순 가스를 MgO가 흡착하면 MgO와 CO₂가 화학 반응해서 MgCO₃가 되어 처음 상태로 돌아가지 않기 때문에 보호막으로서 기능이 크게 저하된다. 그렇게 되면 유전체에서 플라즈마 방전에 의한 스퍼터링 현상에 의해 CO 또는 CO₂가 발생하게 되어 구동 전압을 높이게 된다. 또한 MgO 막은 자체 erosion 현상이 나타나므로 인해 내부 조건에 많은 영향을 끼친다[6]. 따라서 불안정한 그래프 곡선이 나타나는 원인은 패널 내부 오염일 가능성이 가장 높다고 판단된다.

봉입에 사용된 바인더는 반도체 패키징에 사용되는 RP-598-2라는 유기물 에폭시이며, 1차 경화된 상태에서 열을 가하게 되면 순간 녹았다가 2차 경화를 일으키는 2단계 스텝을 가진 바인더이다. 위와 같은 공정을 통해 패널을 제작하고 발광시킴으로써 유기물 바인더를 이용하여 낮은 온도에서 PDP 패키징을 실현하였다. 그림8은 제작된 패널의 발광사진이다.

4. 결 론

본 실험에서는 유기물 바인더를 이용한 저온 접합을 실현하였다. 배기용 세관을 사용하지 않았기 때문에 tip-off시 발생하는 배출 가스의 유입을 막았으며, 온도는 182℃에서 봉입을 하여 열에 의한 스트레스를 최소화 하였다. 그리고 배기홀을 통해 직접 배기하여 진공 컨덕턴스를 높이고, 척을 이용하여 공정을 간단히 하였다. 이러한 결과를 통해 PDP 인라인 저온 접합 공정에 유용하게 응용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 청운대학교 학술 연구조성비 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다. 또한 실험에 도움을 주신 KIST 동료 연구원 여러분께 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] Y. R. Cho, J. Y. Oh, H. S. Kim, and J. D. Mun, "A new panel structure for field emission displays", IVMC 97 Tech. Digest, p. 271, 1997.
- [2] Brodie, Ivor Gurnick, Henry R. Holland, Christopher E. Moessner, and Helmut A., "Method for providing polyimide spacers in a field emission panel display", United States Patent, No. 4923421, 1990.
- [3] 하홍주, 조정수, 박정후, 이우근, 남상욱, 박영찬, "반응성 스파터링에 의한 PDP 용 MgO 보호층 형성과 그 방전특성에 관한 연구", 전기전자재료학회추계학술대회논문집, p. 357, 1996.
- [4] 김영권, 김영삼, 김진구, 조대식, 안정철, 조대근, 조태승, 고재준, 최은하, 조광섭, "평판 및 공면 전극의 방전 점화 특성", The Korean Physical Society, Vol. 12, No. 1, p. 39, 1999.
- [5] 박장식, "AC 플라즈마 디스플레이패널의 방전개시전압의 모델과 실험의 비교에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, 13권, 12호, p. 1039, 2000.
- [6] 최훈영, 이석현, "플라즈마 디스플레이 보호막으로 사용되는 마그네슘 산화막(MgO)의 내식각 특성", 전기전자재료학회논문지, 13권, 2호, p. 163, 2000.