

기술특집

PDP(Plasma Display Panel)의 진공 인-라인 실장장치 개발

권상직 (경원대학교 전자전기정보공학부)

I. 요약

차세대 디스플레이로 부각되는 FPD(Flat Panel Display)의 제작과정에서 수행되고 있는 기존의 배기 봉착 공정을 진공 인-라인 방식으로 대체함으로써 PDP나 FED의 생산성 및 효율성을 혁신적으로 높일 수가 있다. 매우 취약한 진공실장 기술 및 관련 장비를 개발함으로써 FPD 양산화에 절대적으로 필요한 패널의 생산성 및 수율, 수명을 높일 수 있다.

국내 첨단산업의 경우 생산 장비의 해외 의존도가 너무 높아 국가 기술경쟁력 약화의 한 원인이 되고 있으므로 FPD의 개발 초기단계에서부터 장비 제작업체와의 유기적 협력을 통해 필수적 생산 장비의 조기개발을 통해 장비 국산화를 이룰 수 있다.

본 고에서는 현재 21세기 차세대 신기술 산업으로 평가 받고 있는 평판디스플레이의 진공 인-라인 실장 기술을 할 수 있는 경원대학교에서 자체 개발한 진공 인-라인 실장장치에 대해 기술하고자 한다.

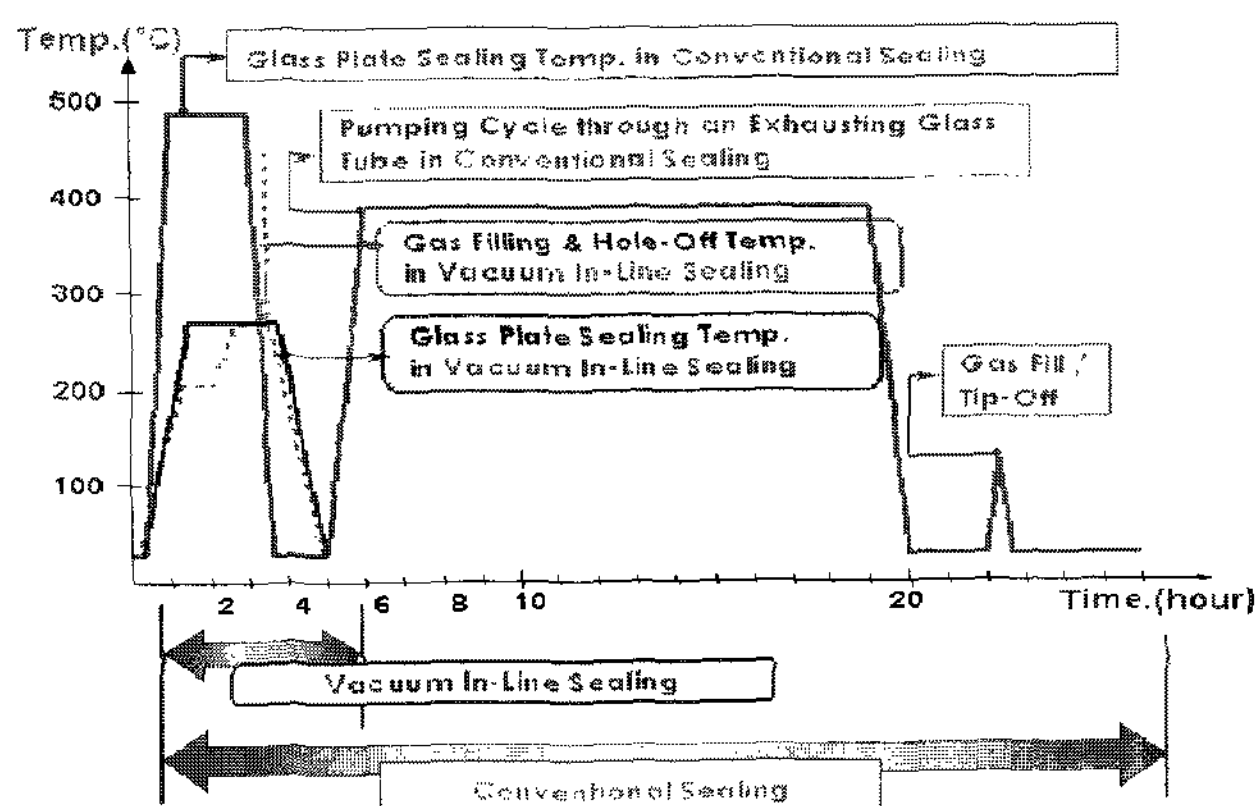
II. 서론

PDP나 FED와 같이 진공을 기초로 하는 FPD(Flat Panel Display)의 제작은 상·하판 두장의 유리에 구조물을 형성한 후 유리와 특성이 같은 frit glass를 사용하여 두장의 유리를 붙이는 과정을 수행하게 된다.

이와 같은 두 장의 유리를 붙이는 봉착 공정을 수행한 후 패널 내부를 진공 상태로 만들기 위해 별도의 장치를 통해 배기 공정을 수행하게 된다.

이러한 공정 방식은 봉착과 배기 공정을 수행하기 때문에 많은 시간과 수율이 좋지 않은 결과를 초래하게 되므로 양산에 비효율적이라 할 수 있다.

또한 최근에 PDP의 효율을 높이기 위한 barrier ribs의 구조에서는 상·하판의 구조물이 밀폐형 구조를 이루기 때



[그림 1] PDP의 일반적인 배기 봉착 방식과 진공 인-라인 실장 공정을 비교한 그림.

문에 배기과정에서 패널내부의 오염원들의 배기가 어려운 단점을 가질 수 있다.

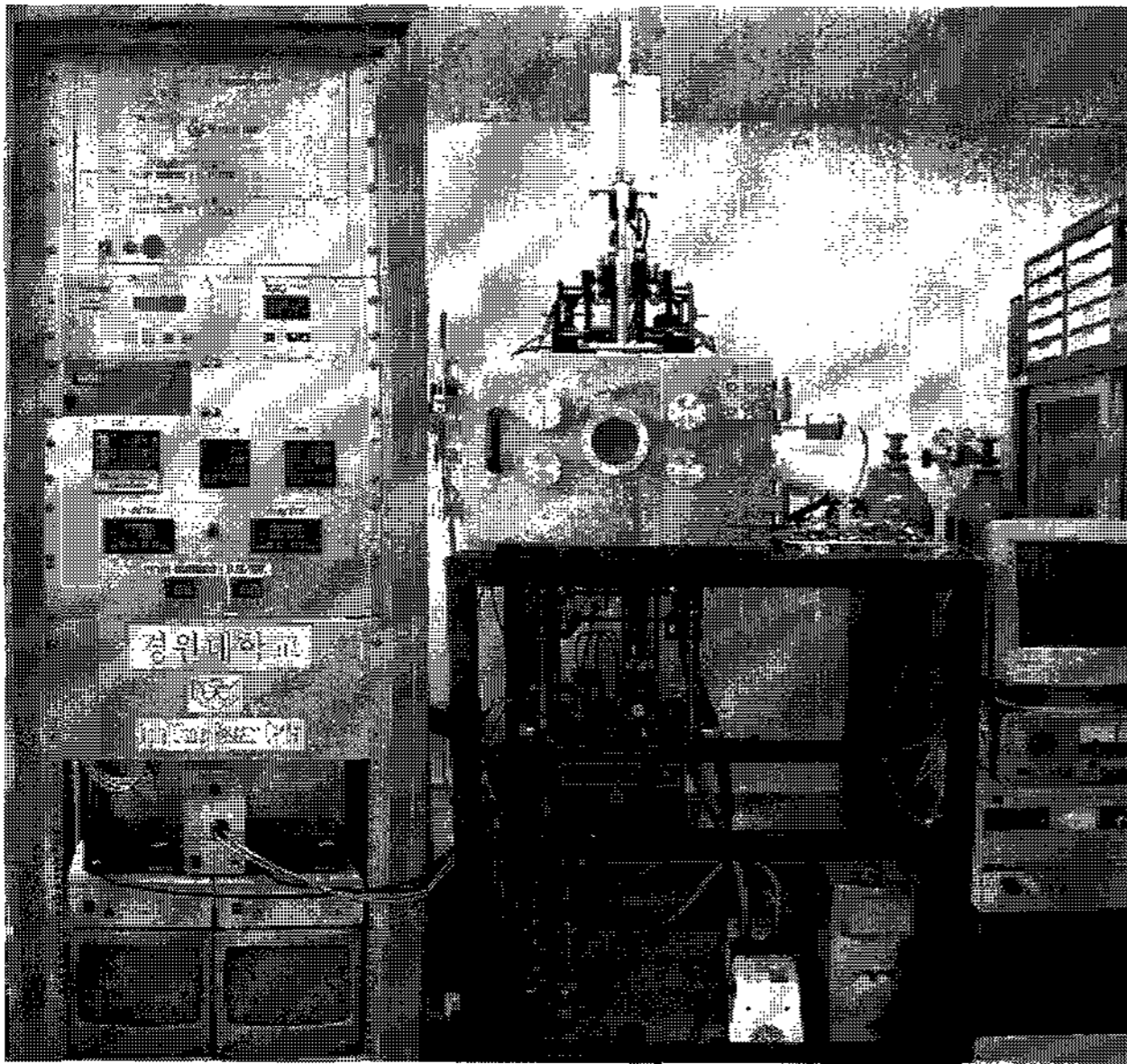
이러한 단점을 해결하기 위해 진공 상태에서 봉착을 할 수 있는 진공 인-라인 실장 공정과 이를 수행할 수 있는 장비를 본 연구실에서 자체 고안하여 제작하였다.

위의 [그림 1]은 일반적인 FPD의 배기 봉착 방식과 진공 인-라인 실장 공정을 비교한 그림이다.

위의 [그림 1]에서 볼 수 있듯이 일반적인 패키징 방식은 상·하판을 봉착과 배기 공정을 수행 하는데 500°C 정도의 온도와 24시간 정도의 공정시간이 요구된다. 하지만 진공 인-라인 실장 기술은 온도도 350°C로 낮고 봉착하는 시간도 5시간 정도로 단축됨을 알 수 있다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 패널의 봉착시 진공 분위기에서 봉착 과정이 수행되기 때문에 패널의 내부진공도에 대한 신뢰성을 갖는 장점이 있다.

III. FPD의 진공 인-라인 실장 공정을 수행 하기 위한 장비.

위에서 언급한 일반적인 배기 봉착 공정보다 많은 장점을



[그림 2] FPD의 진공인-라인 실장 공정을 수행하기 위해 자체 개발한 장비.

가지고 있는 진공 인-라인 실장 공정을 수행하기 위해 연속적으로 공정을 수행할 수 있고 보다 안정적인 진공 인-라인 실장을 할 수 있는 장치를 자체 고안하여 제작하였다.

[그림 2]에서 좌측 부분은 챔버를 전체적으로 조절할 수 있는 main controller rack이고 우측부분이 실제적인 진공-인라인 실장을 하기 위해 패널을 넣는 챔버이다. 하부에는 패널의 실장시 상·하판의 align과 봉착을 할 수 있도록 하기 위한 구동 부분이 구성되어 있다.

또한 우측 부분의 위쪽은 휘도 측정과 align 마크의 선폭 30 μm까지 상·하판의 정확한 align을 할 수 있는 system 부분이다.

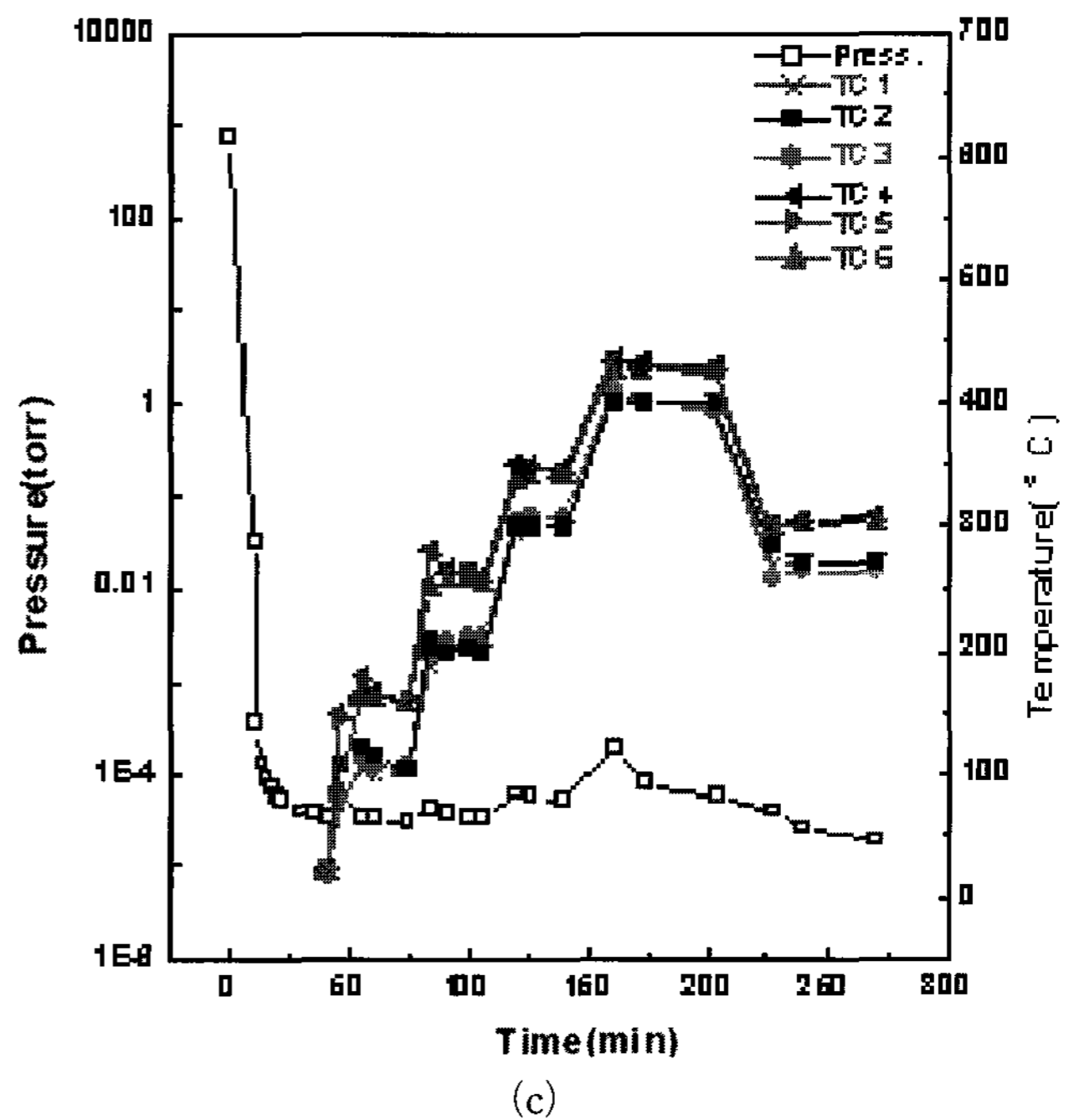
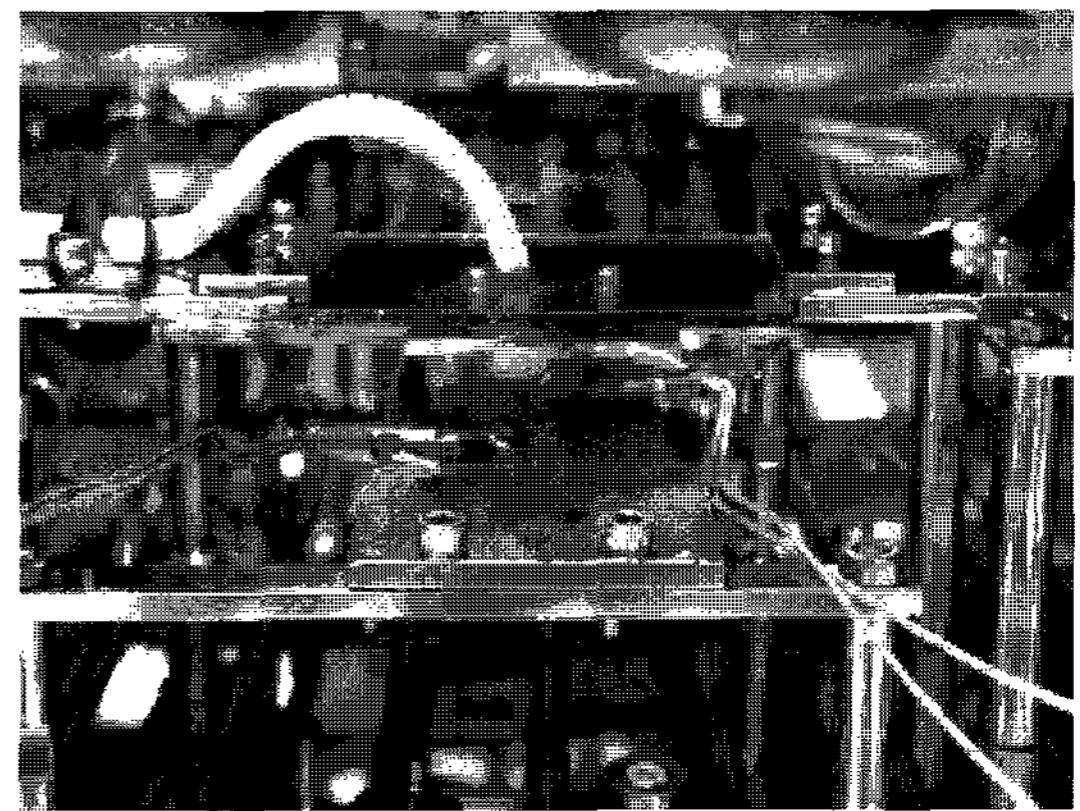
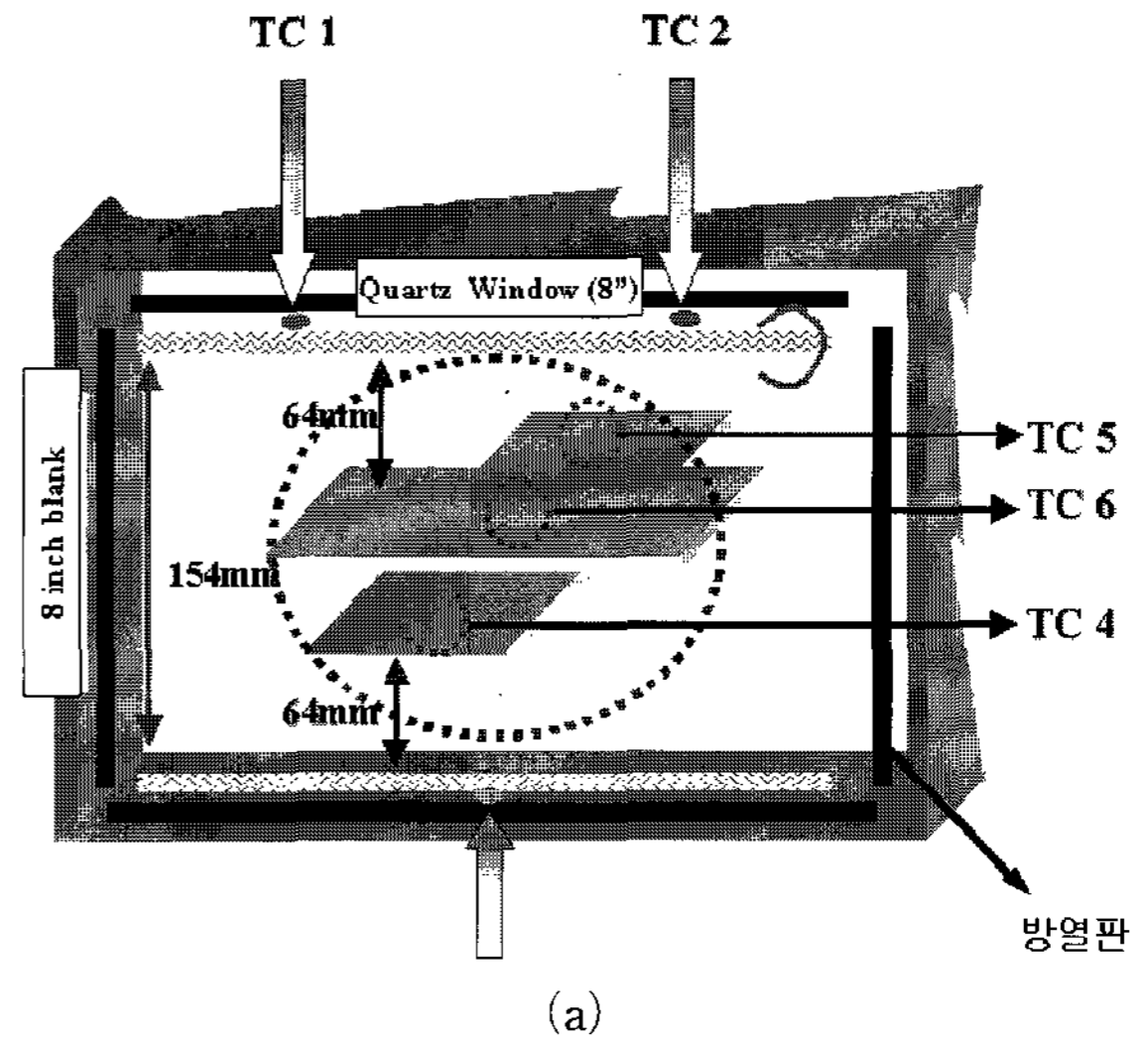
1. Tubular heater의 구조.

[그림 3]에서는 사용된 heater의 외형 및 내부구조를 보여주고 있다. 니켈-크롬 저항선을 열원으로 하고 그 외부에 산화마그네슘의 절연체로 채워져 있는 튜브타입의 heater로 고온에서도 안정된 가열을 한다.

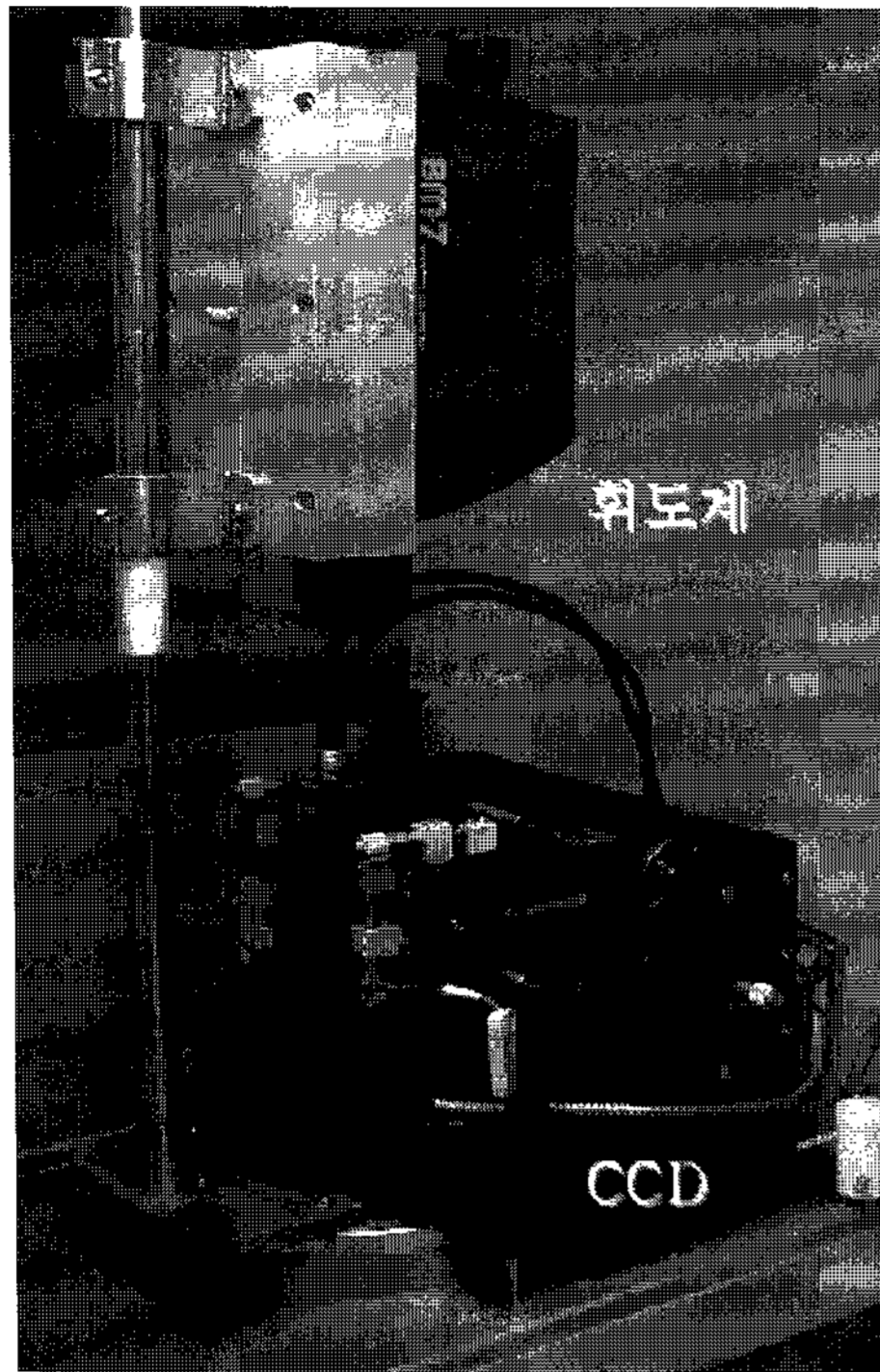
2. Tubular Heater를 이용해 제작된 FPD의 진공 인-라인 실장 장비에서의 패널의 온도 변화 특성.

[그림 3]에서 볼 수 있듯이 tubular heater를 상·하에 위치시켜 heating시 4인치급 패널의 위치별 온도 특성 변화를 나타내었다.

[그림 3(c)]에서 볼 수 있듯이 상·하부의 온도 변화는 약 ±5°C이고 그에 따른 각각의 온도 특성 변화는 약 ±2°C로써 매우 안정적인 상태를 이루고 있음을 알 수 있다.



[그림 3] Front 및 Rear Heater에 의한 (a) thermocouple의 위치, (b) 실제 모습 및 (c) 위치별 온도 특성에 의한 그래프.



[그림 4] FPD의 진공 인-라인 실장을 위한 정밀 align시스템 및 휘도 특성 평가 장치의 사진.

3. FPD의 진공 인-라인 실장을 위한 정밀 align 시스템 및 휘도특성 평가 장치.

PDP, FED의 경우 발광효율을 높이기 위해 상·하판의 픽셀을 일대일 대응시키는 연구가 활발히 진행되고 있다.

이를 대비해서 진공 인-라인 실장시 30 μm 까지의 선폭을 정확히 align할 수 있는 CCD를 장착했고 또한 패널의 발광 특성을 평가하기 위해 휘도계를 챔버의 상부에 장착하였다.

[그림 4]에서는 정밀 align 시스템과 휘도계의 사진을 볼 수 있다.

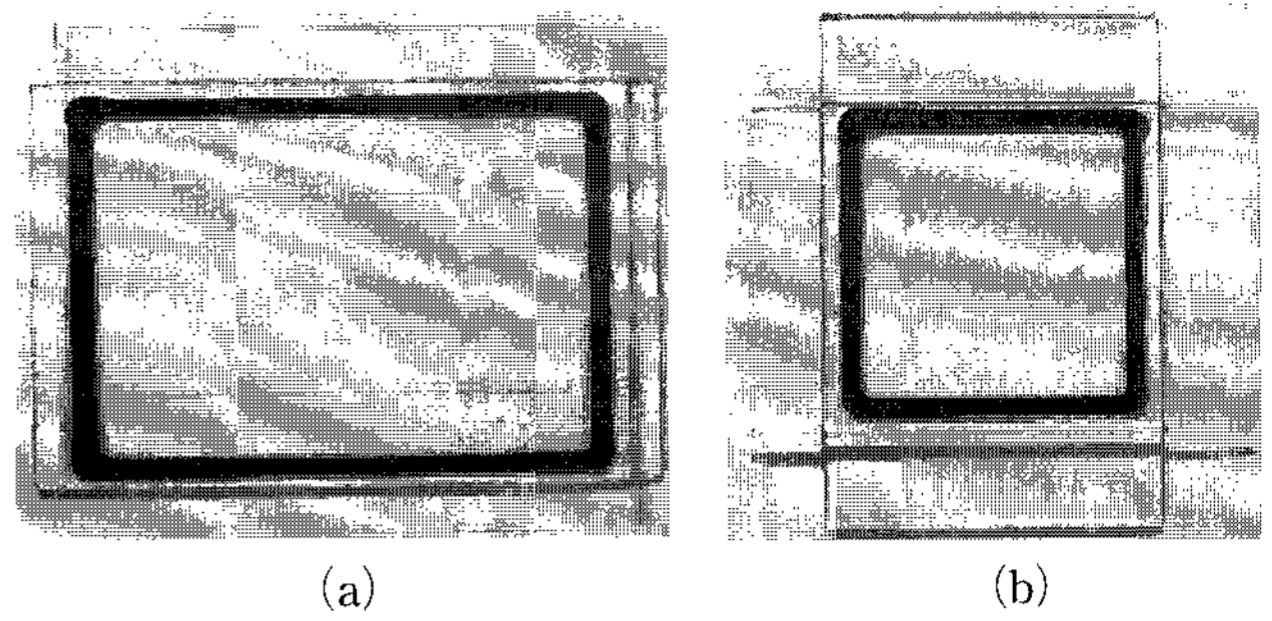
이를 위해 챔버의 윗부분에 빛의 산란 현상 없이 챔부 내부를 볼 수 있도록 지름 10인치 크기의 quartz 윈도우를 장착하였다.

4. FPD의 진공 인-라인 실장 장비를 이용한 4인급 test 패널의 진공 인-라인 실장.

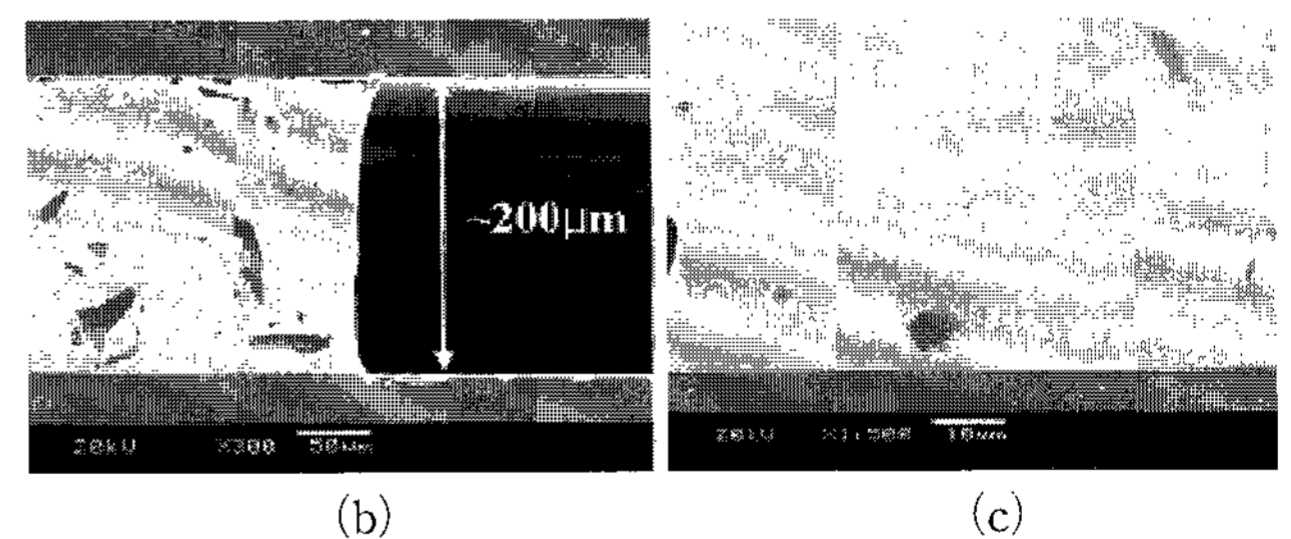
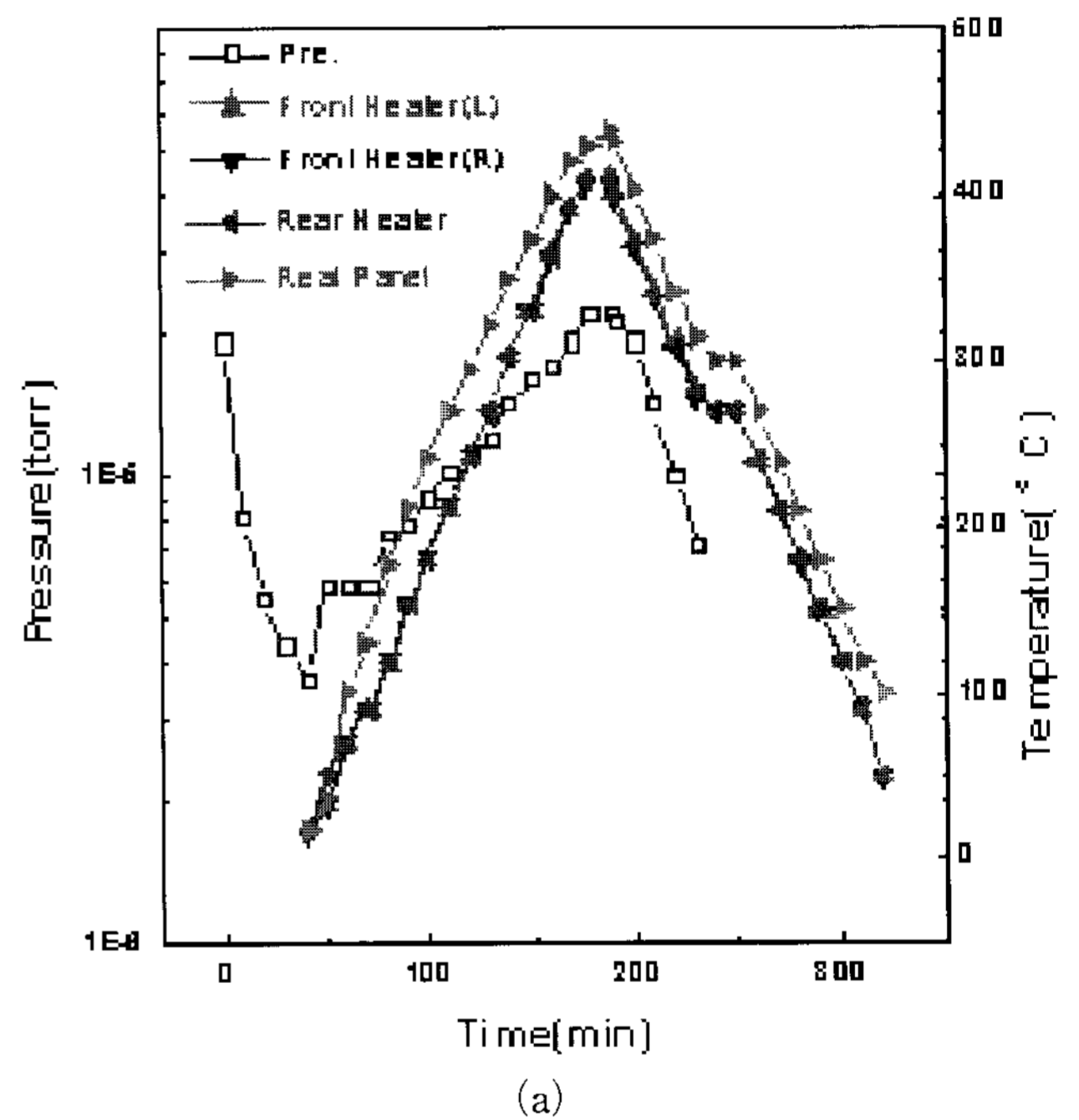
위에서 본 바와 같이 장비의 안정적인 온도 특성과 진공도를 바탕으로 4인급 test 패널의 진공 인-라인 실장을 수행하였다.

[그림 5(a), (b)]는 자체 설계·제작한 FPD용 진공 인-라인 실장 장비를 이용해서 봉착한 후의 사진이다.

[그림 5(a), (b)]에서 볼 수 있듯이 2인치 및 4인급 단위 패널의 봉착 상태가 아주 좋음을 알 수 있다.



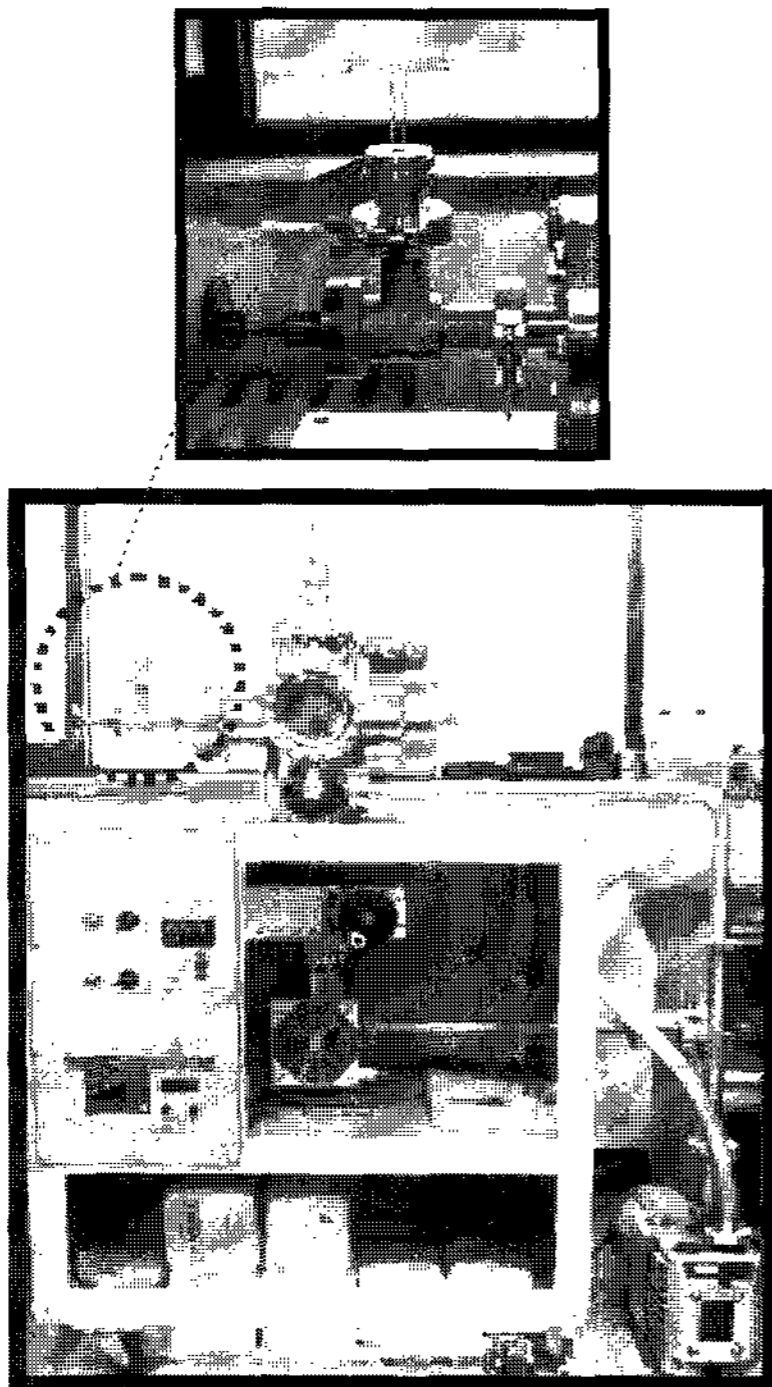
[그림 5] 경원대에서 자체 착안·제작한 FPD용 진공 인-라인 실장 장비를 이용해서 봉착한 (a) 4인치급 단위 패널 및 (b) 2인치급 단위 패널의 사진.



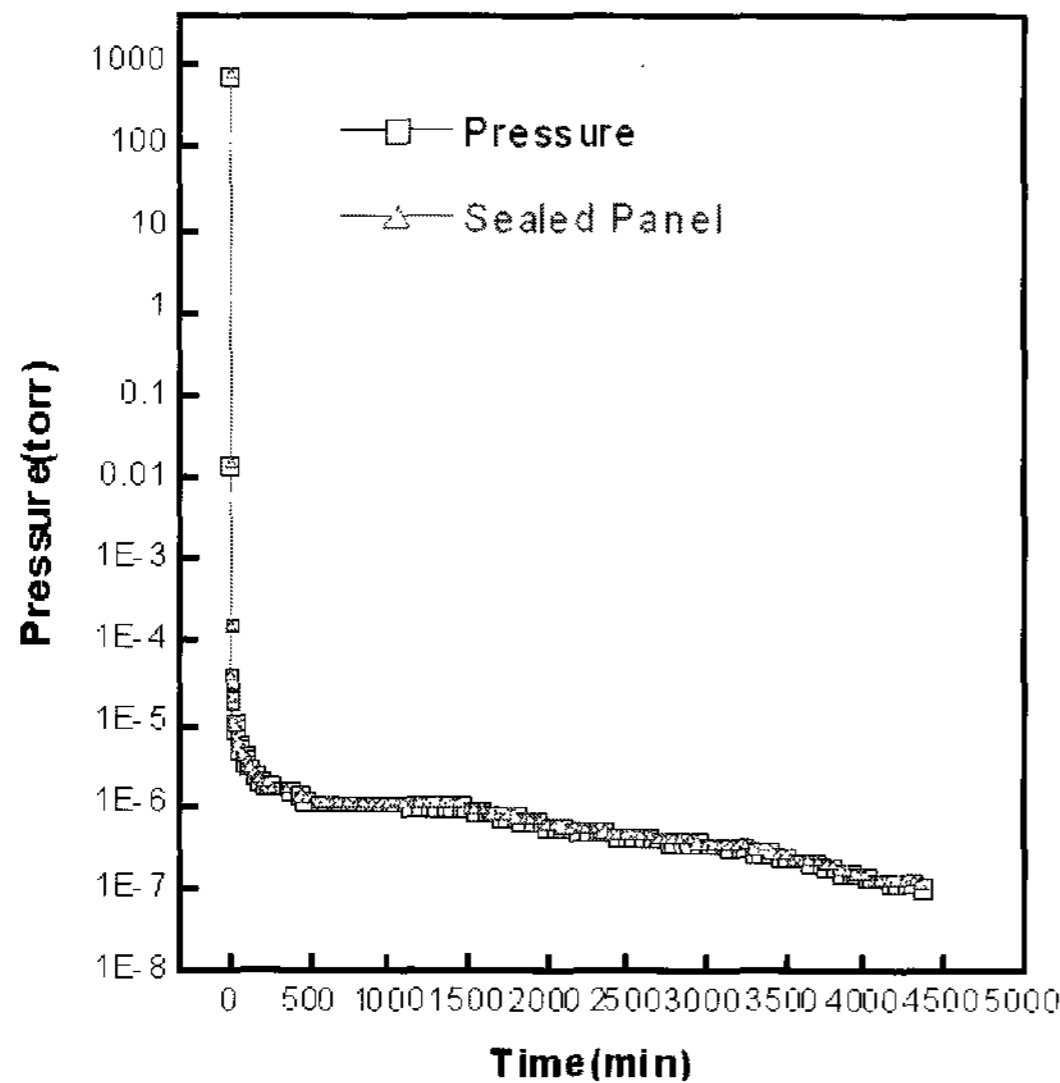
[그림 6] (a) 진공 인-라인 실장 후 패널의 (b) 단면 및 (c) 확대 단면 SEM 사진.

패널의 신뢰성 즉, leak의 유무와 내구성 test를 수행해 본 결과 다음의 [그림 6]의 SEM 사진에서 볼 수 있듯이 leak의 원인인 pore들이 연속적으로 존재하지 않음을 볼 수 있었다.

또한 다음 [그림 7]에서 볼 수 있는 leak test 장비를 이용해 진공 인-라인 실장 한 후 패널의 내부와 패널 밖의 압력 차이에 의한 깨짐 현상이 발생하지 않음을 확인하였다.



[그림 7] 경원대학교에서 자체 설계·제작한 leak test장비.



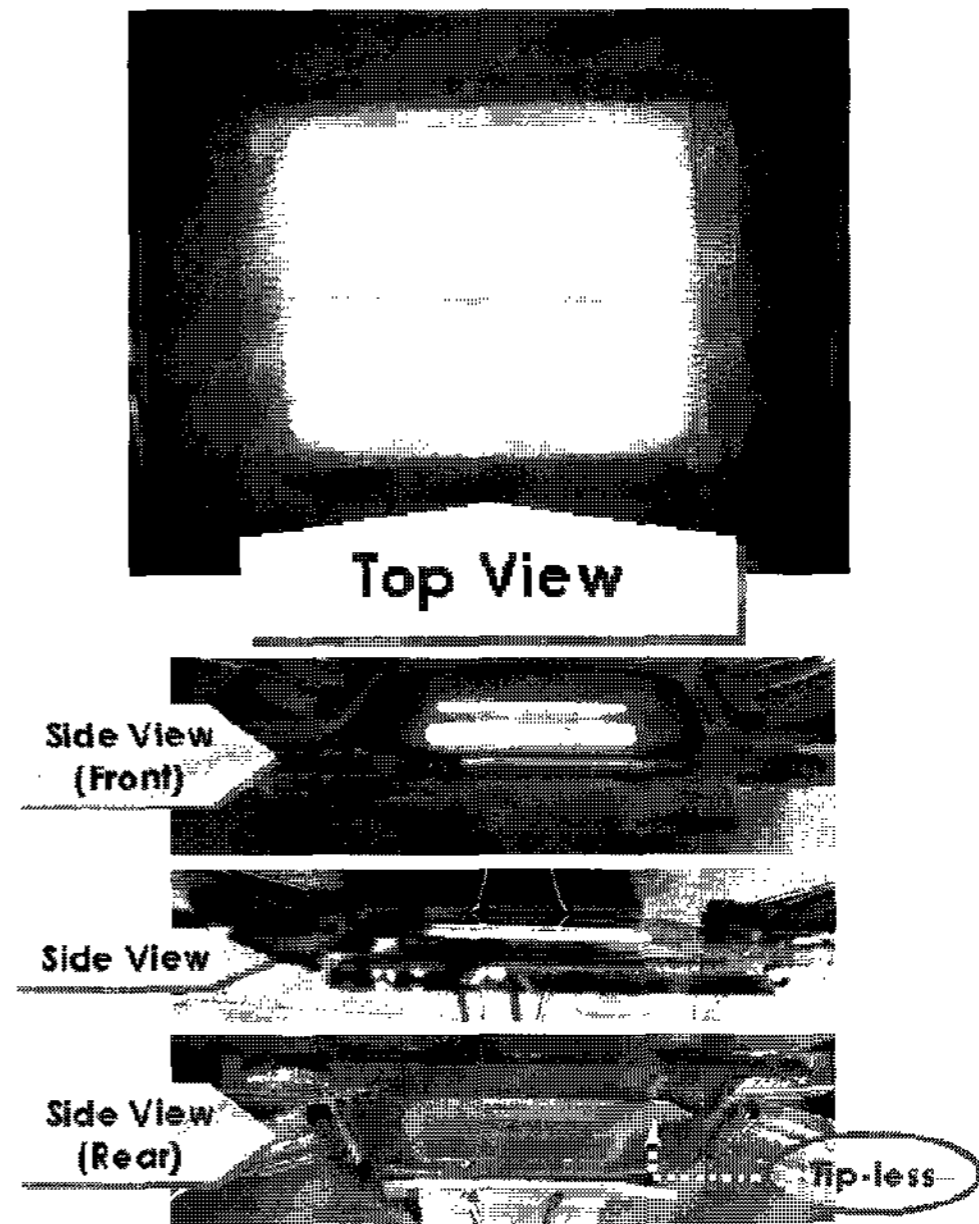
[그림 8] Leak test 장비를 이용한 진공 배기 test 결과.

5. 진공 인-라인 실장 방식에 의한 tip-less형 2인치급 PDP 동작 패널의 제작.

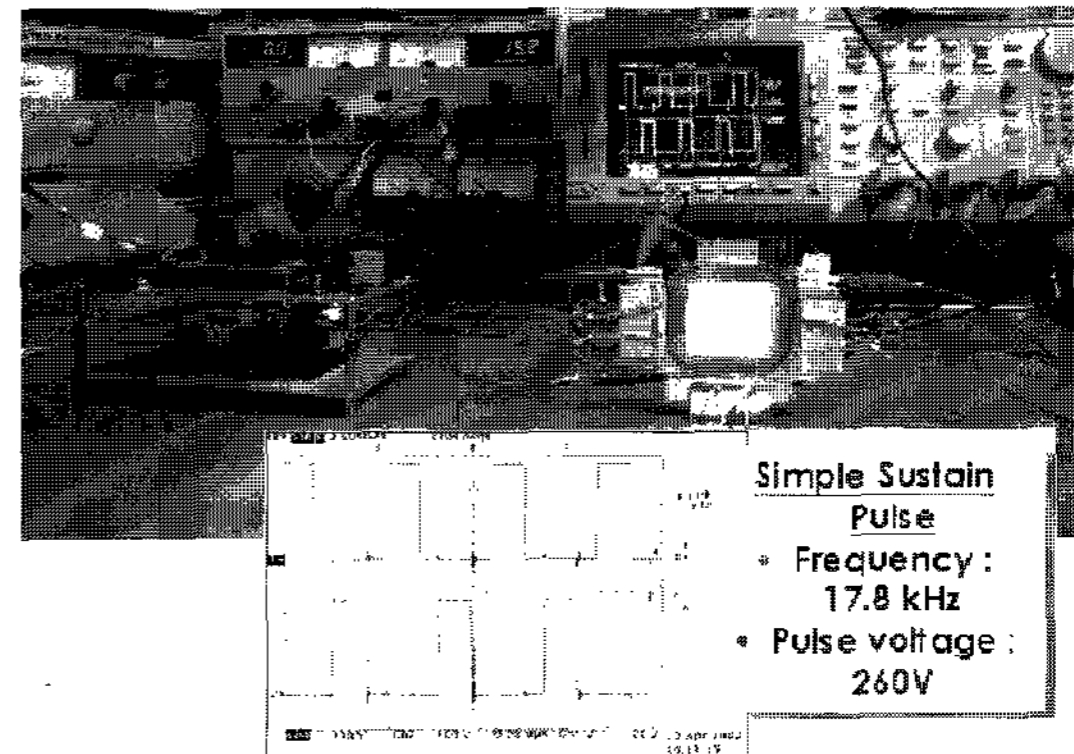
Test 패널의 실험결과를 바탕으로 하여 FPD의 진공 인-라인 실장 장치를 이용해 2인치급 PDP동작 패널을 제작하였다.

[그림 9]에서와 같이 진공 인-라인 방식으로 실장된 PDP패널이 정상적으로 동작함을 볼 수 있으며 기존의 배기 봉착 방식과는 달리 패널의 뒷면에 tip이 존재하지 않는 tipless 형태임을 알 수 있다.

이는 기존의 배기 봉착에서는 패널에 부착된 배기관을 통해 패널 내부를 진공 상태로 만들고 gas를 주입하고 나서



[그림 9] 진공 인-라인 실장 방식에 의한 tip-less형 2인치급 PDP 동작 패널.



[그림 10] PDP 회로와 인가 파형.

tip-off를 해야 하기 때문에 패널의 뒷면에 tip이 존재한다.

하지만 진공 인-라인 실장 기술은 진공 분위기에서 패널을 봉착하고 PDP gas를 주입하기 때문에 별도의 tip이 존재하지 않는다.

PDP 패널의 동작을 위해 본 연구실에서 제작한 PDP 회로를 사용하였으며 [그림 10]에서 PDP 회로와 인가 파형을 보여 주고 있다.

IV. 결 론

FPD의 양산화를 위한 여러 가지의 연구 분야 중에 패널의 수율과 발광효율을 높이기 위해서는 패널 제작 과정의 마지막 공정인 패키징 분야의 발전이 이뤄져야 한다.

본 연구실에서 개발한 진공 인-라인 실장 기술과 이를 위해 제작한 진공 인-라인 실장 장비를 이용한다면 PDP나 FED와 같이 진공을 기초로 하는 FPD의 제작에 있어서 생산성 및 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다.