

PDP Panel Alignment 정도 향상을 위한 상하판 고정용 클립 개선에 관한 연구

김시홍* · 이태근** · 장성호***†

*LG 마이크론 공정기술센터 장비개발그룹 연구원

**LG. Philips Displays 신사업부문 개발 그룹 장

***금오공과대학교 산업시스템공학과 교수

A Study on Redesigning of a Fixing Clips for a PDP Panel Alignment

Sihong Kim* · Taegeun Lee** · SungHo Chang***†

*Researcher, Equipment Development Group, Process Technology Center, LG micron

**General Manager, New Business Division, LG. Philips Displays

***Department of Industrial and Systems Engineering, Kumoh National Institute of Technology

Bonding glasses is one of the important PDP (Plasma Panel Display) manufacturing processes. Bonding process includes aligning front and rear glasses with fixing clips. In this process, clips have to maintain perfect alignment between the front and rear glasses. The panel which is fixed by clips goes to next process called sealing. The sealing process is performed in high temperature (465°C). During sealing process, alignment is very important because it can affect seriously on the PDP screen quality. This study suggests redesigned clips to improve PDP panel alignment and also shows stabilization of clips in a high temperature during sealing process.

Keywords : PDP, Clip, Bonding, Alignment, Sealing

1. 서론

정보화시대, 멀티미디어 시대의 핵심 디바이스로서 평판 디스플레이에 거는 기대가 매우 크다. 디스플레이 디바이스는 정보를 시각적으로 구현해 주는 휴먼 인터페이스(interface : 기계-인간 연결) 장치라고 말할 수 있다. 즉, 전자기기와 시각을 통해서 사람과의 정보교환을 위한 전자적 기계라고 말할 수 있다. 다른 의미로 사람과 전자기기를 연결하는 가교적인 역할을 담당하는 요소 장

치로 정의될 수 있다. 따라서 정보화 사회에 있어서 디스플레이 디바이스의 역할은 매우 중요하며, 최근 이러한 디스플레이 디바이스가 산업, 문화, 엔터테인먼트, 의료 분야를 불문하고 다양한 응용 분야에 광범위하게 사용되고 있다.

불과 몇 년 전까지만 하더라도 100년이 넘는 역사를 자랑하는 CRT(Cathod Ray Tube)가 디스플레이 부분에서 주를 이루었지만 1990년 이래 심각한 도전을 받아왔으며 지금은 FPD(Flat Panel Display)가 디스플레이 산업

논문접수일 : 2010년 01월 15일 논문수정일 : 2010년 05월 04일 게재확정일 : 2010년 05월 07일

† 교신저자 changsh@kumoh.ac.kr

※ 본 연구는 금오공과대학교 교내연구비지원에 의한 연구임.

의 주를 이루고 있다. FPD 디바이스인 PDP는 화면의 크기에 상관없이 구동회로를 포함한 제품의 두께가 10cm 미만이고, 40인치 이상의 대형화와 컬러화가 가능하며 넓은 시야각을 갖는 등 다른 FPD 디바이스에서 찾아볼 수 없는 고유한 장점을 많이 갖고 있어 차세대 고선명 벽걸이 TV, TV와 PC의 기능이 복합된 멀티미디어용 대형표시장치로서 유력시되고 있어 이에 대한 관심이 집중되고 있다.

PDP 생산 공정에서 사용되는 라인의 설비는 대부분 수입에 의존하고 있다. 국내에서 제작되지 않는 설비는 생산업체가 기술이전을 약속한다고 하더라도 완벽한 기술의 이전과 지원이 이루어지지 않고 있다. 또한 이러한 설비에서 알 수 없는 원인들로 인한 불량 발생하고 있으며 이런 미세한 불량률의 합이 전체 생산 수율에 미치는 영향은 상당한 수준에 미치고 있다.

본 연구는 다양한 불량 요인 중에서 합착과 봉착 공정에서 정렬 정도에 있어 클립이 영향을 줄 것이라 생각하였다. 이에 합착과 봉착 공정에서의 정렬 정도 향상을 위한 새로운 형태의 클립을 제안하고 실제 공정에 적용하고자 한다.

PDP 상하판의 합착은 PDP 전체 공정에서 상하판 정렬을 위한 중요한 공정중의 하나이다. 합착 공정은 완성된 상하판을 표시를 이용하여 정렬하고 클립으로 고정하는 작업까지를 포함한다. 이 공정에서 클립은 상하판 패널을 정확히 정렬해 주고, 이를 임시로 고정하는 역할을 한다. 이렇게 클립으로 고정한 상하판 패널은 봉착 공정으로 넘겨져 열에 의해 접합한다. 공정특성상 봉착 공정은 고온에서(465℃) 이루어진다. 상하판 합착과 봉착공정에서의 정렬 틀어짐 정도는 PDP 생산 수율 및 화질에 매우 심각한 영향을 미친다.

본 연구에서는 정렬 정도 향상을 위한 클립을 제안하고 개선 클립이 기존 클립에 비해서 압력분포가 균일함을 보여주고자 한다. 또한 고온에서(465℃) 이루어지는 공정특성을 반영하여 실제공정과 같은 시간, 같은 온도에 클립을 노출시켜 반복 실험에 따른 클립의 안정화를 알아보고자 한다.

이와 같은 연구목적을 달성하기 위해서 본 연구에서는 다음과 같은 실험을 수행하였다.

- 1) 스트레인 게이지를 통한 기존 클립과 개선 클립의 압력을 측정하고 분석한다.
- 2) 스트레인 게이지를 통해 기존 클립과 개선 클립의 압력의 분포를 분석하고 이를 통해 압력의 균일도 향상에 대해 알아본다.
- 3) 고온의 로(furnace)에서 시간에 따른 클립의 안정성을 분석한다.

2. 실험환경

본 연구에 사용된 장비는 크게 스트레인 게이지, SCXI, LabVIEW 그리고 로(furnace)로 구성된다. 본 절에서는 실험에 사용된 각각 장비중 하드웨어에 관련된 특성을 간략히 알아본다.

2.1 스트레인 게이지

스트레인 게이지에서 나오는 저항은 매우 작으므로 브리지 회로 내에서 아주 작은 저항변화를 발생시키는 요인일지라도 그것이 출력전압에 미치는 요인은 상당히 크기 때문에 매우 신중히 다루어야 한다. 본 연구에 사용된 스트레인 게이지는 금속 박막(thin film)형 게이지이고 규격은 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> 스트레인 게이지 규격

Temperature Compensation For	Steel
Gage Factor	2.1 ± 0.5%
Transverse sensitivity K	3%
Resistance	350Ω ± 1.5%

2.2 로(furnace)

실험에 사용된 로는 크게 chamber, transformer, controller로 나뉜다.

chamber는 고품질의 내화 벽돌을 사용하여 단열성이 우수하며 열손실을 극소화 할 수 있게 제작 되었다. 내부 사이즈는 20cm×20cm×44cm이며 뒷부분에 온도 측정기가 연결되어 있다. 열원은 적은 전기용량으로 높은 열을 얻을 수 있는 실리콘이트(siliconit)로 되어있다. 실리콘이트(siliconit)는 SiC를 주체로 하는 전기저항 발열체이다. 사용된 로의 규격은 <표 2>와 같다.

<표 2> 로 규격

Max Temperature	1700℃
Controller	HY-P100
Temperature 오차	± 5℃
Rising Time	임의 조정가능
Accessories	A-meter Transformer
Power	AC 220V

실험에 사용된 transformer는 건식 단권형 트랜스로 용량 30KVA, 1차 전압(input) 380V, 2차 전압(output) 220V,

주파수(frequency)는 60Hz이다.

Controller에서는 영역 별로 시간과 온도를 입력할 수 있다. 실험을 제대로 수행하기 위해서는 원하는 정보를 입력하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 영역을 세 개로 구분하였고 클립을 식히는 시간까지 포함하여 총 6시간 동안 클립을 열에 노출시켰다.

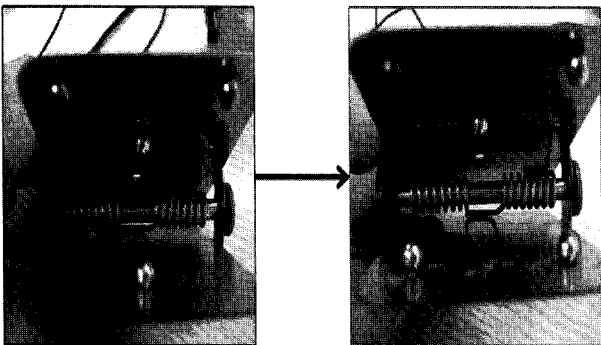
3. 연구내용 및 실험방법

본 절에서는 새로운 형상의 클립을 개발한 배경과 구체적인 내용에 대해서 알아보고 실험의 방법과 내용에 대해서 집중적으로 알아본다.

실험은 크게 3가지로 분류하였다. 개선 전후 클립의 압력 차이와 균일도 차이를 알아보기 위한 실험과 클립을 실제 봉착공정과 같은 시간과 열에 노출시켜 반복에 따른 클립의 압력변화 추세를 알아보는 실험을 실행하였다.

3.1 클립 개선안 제안

자유도라는 것은 주어진 조건 하에서 자유롭게 변화할 수 있는 점수, 변인의 수 또는 한 변인의 범주의 수를 말한다. 한 직선은 두 점을 잡아주면 고정되어 한 평면은 세 점을 잡으면 고정이 된다. 이처럼 간단한 자유도의 원리를 이용해서 클립의 개선안을 제안하였다.



<그림 1> 초기 제안 클립과 최종 개선 클립

평면의 접촉은 기하학적으로 3점이면 그 평탄도 오차가 없으므로 상하판의 합착 시 3점을 이용한 접촉을 응용한 클립을 사용하는 것이 합당할 것으로 보여진다. 따라서 어떻게 3점을 이용한 클립 형상을 만들 것인가를 설계요소로 착안하였다.

실제로 3점을 균등한 거리를 두고 클립을 제작하여 실험을 시작하였으나 처음 설계의도와 달리 평탄도 오

차가 발생함으로써 상하판을 1개의 평면으로 보는 것이 평탄도 오차의 주원인으로 밝혀졌다. 따라서 상하판을 1개의 평면이 아닌 2개의 평면으로 간주하였을 때 필요한 자유도를 전부 흡수하기 위해서는 한 면은 3개의 점, 나머지 한 면은 2개의 점으로 합착하면 평탄도 오차를 제거할 수 있을 것으로 판단하여 새로운 클립의 형상을 변경하여 설계제작 후 실험을 실시한 결과 <그림 1>과 같은 결과를 얻을 수 있었으며, 규격은 <표 3>과 같다.

<표 3> 기존 클립과 개선 클립 규격

기존 클립	개선 클립
클립 압력 : $1.3 \pm 0.2\text{kg/cm}^2$	클립 압력 : $1.6 \pm 0.1\text{kg/cm}^2$
교체내용 : 클립의 유리판 접촉부분이 roller에서 ball로 교체, 재질을 스테인리스로 교체	

3.2 예비실험

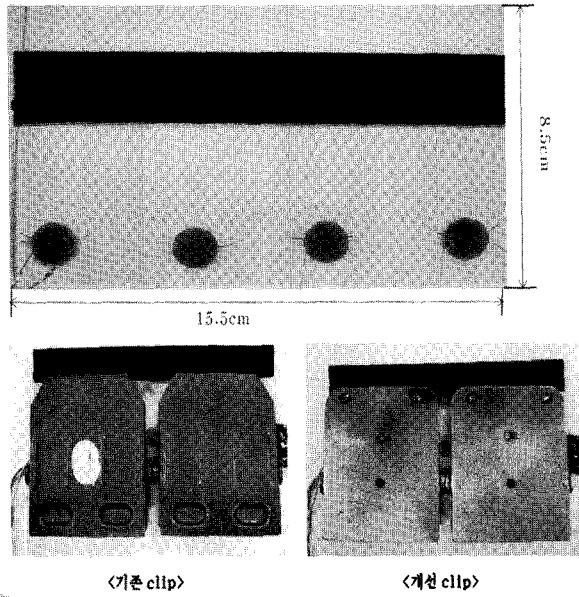
실제 PDP의 상판과 하판은 유리로 만들어진다. 클립의 압력을 측정하기 위해 PDP 기판과 비슷한 두께의 유리판 두 개로 예비 실험을 실시하였다. 9cm×15cm크기로 재단한 두께 1.80mm의 유리판을 사용하였고 일정한 간격으로 스트레인 게이지 4개를 부착하였다.

유리는 변형률이 크지 않아 기존 클립과 개선 클립의 압력 차이를 알기에는 부족했고 이 문제를 해결하기 위해 변형률이 큰 아크릴판을 실험 재료로 제안하게 되었다. 실제 실험에는 유리판이 아닌 아크릴 판을 사용하였고 로실험에서는 유리판에 클립을 물려 열에 노출시켰다.

3.2.1 개선 전후 클립 압력 측정

기존 클립과 개선 클립의 단순한 압력의 차이를 측정하는 실험이다. 두께 1.20mm의 아크릴 판을 8.5cm×15.5cm 크기로 재단하고 일정한 간격으로 스트레인 게이지 4개를 부착하였다. 실험 중 아크릴 판이 움직이지 않도록 하기 위해 게이지가 부착된 반대편 모서리를 테이블에 고정시켰다.

<그림 2>에서와 같이 일정시간 간격으로 두 개의 클립을 아크릴 판에 물린다. 클립을 물리기 전의 변형률을 20초 동안 측정하고 물린 후 변형률을 20초 동안 측정하였고 이를 통해 전후 변형률 차이 값을 알아낼 수 있다. SCXI는 초당 1,000개의 데이터를 읽을 수 있고 LabVIEW 프로그램은 이를 저장한다. 그러므로 20초 동안 총 2만 개의 데이터를 확보할 수 있다.

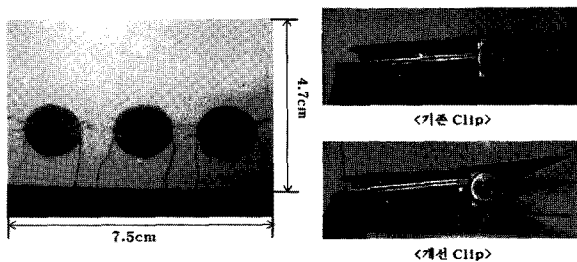


〈그림 2〉 개선 전후 클립의 압력 측정

3.2.2 개선 전후 클립 압력의 균일도 측정

기존 클립과 개선 클립이 얼마나 균일하게 압력을 주는지를 알아보기 위한 실험이다. 두께 1.20mm의 아크릴을 사용하였다. 이번에는 클립을 하나 몰릴 수 있는 7.5cm×4.7cm의 크기로 아크릴 판을 재단하였다. 스트레인 게이지는 일정한 간격으로 3개를 부착하였다.

제 3.2.1절의 실험과는 달리 본 실험에서는 <그림 3>에서 보는바와 같이 게이지가 부착된 아크릴 판과 같은 크기의 아크릴 판을 하나 더 준비하여 게이지가 부착된 아크릴 판위에 얹어 클립을 물렸다. 이는 스트레인 게이지 3곳에 비교적 균일한 압력을 가하기 위함이다. 클립을 물리기 전과 후의 변형률 데이터를 20초 동안 수집하였다.

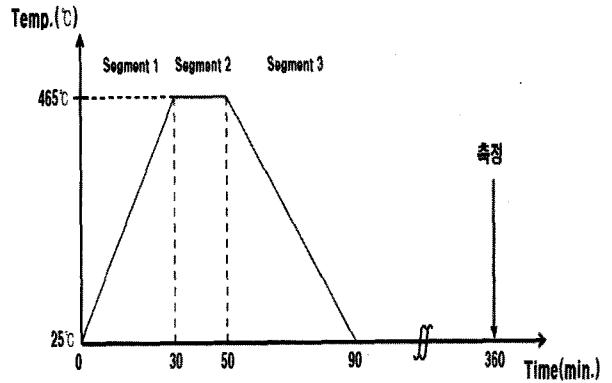


〈그림 3〉 개선 전후 클립의 압력 균일도 측정

3.2.3 로 실험에서의 측정

기존 클립과 개선 클립이 반복적으로 열에 노출되었을 때 압력의 변화 추이를 알아보기 위한 실험이다. 클

립은 465℃의 열에 20분 동안 노출된다. 실제로 실험에 사용된 로는 ± 5℃의 오차를 가지고 있어 HY-P100을 이용한 패턴 프로그램에 470℃로 입력하였다. 온도를 높이는 시간과 가열 후 식히는 시간까지 포함하여 90분이 소요되고, 최초 로에 클립을 삽입한 시점부터 6시간 뒤에 변형률을 측정하였다. 반복적 열 노출에 의한 변형률 변화를 알아보기 위해 실험은 1일 2회, 7일 동안 진행되었고 총 14회 실험을 하였다.



〈그림 4〉 로(furnace) 실험 Pattern

변형률 측정용(7.5cm×4.7cm)의 크기로 아크릴 판을 재단하여 같은 방법으로 측정하였다. 아크릴 판은 1.20mm의 두께를 가진 것으로 앞의 실험에서와 같은 종류의 것을 사용하였다. 스트레인 게이지는 일정한 간격으로 2개를 부착하였다. 앞의 실험에서와 같이 클립을 물리기 전과 후의 변형률 데이터를 20초 동안 수집하였다. 로 실험에서의 패턴을 간단히 정리하면 <그림 4>와 같이 총 3개의 영역으로 나누어진다. 영역1에서는 로의 온도가 분당 약 15℃(440℃/30min)로 증가한다. 영역2에서는 20분 동안 465℃의 온도를 유지하고 영역 3에서는 온도가 분당 11℃(440℃/40min)씩 감소한다. 90분 이후에는 로 작동이 멈춘다.

4. 결과 및 분석

본 장에서는 개선 전후 클립의 압력, 균일도, 로 실험에서의 클립 안정성 등 3가지 실험의 결과를 알아본다.

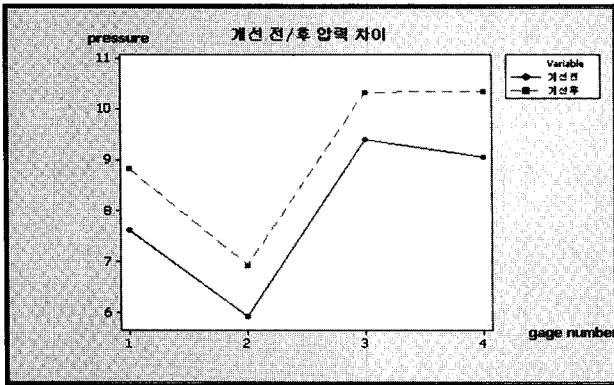
4.1 개선 전후 클립 압력

기존 클립과 개선 클립을 아크릴 판에 물린 상태에서 20초 동안 데이터를 수집하였다. 앞에서 언급한 것과 같이 아크릴 판에 4개의 스트레인 게이지를 부착하였고

게이지들의 신호를 수치화 하였다. <그림 5>, <표 4> Minitab을 통해 데이터분석 이전에 정규성 검정을 하였다. 아래 <그림 6>에서 보여지는 것과 같이 데이터는 직선성을 가지고 있고 p-value가 0.1보다 큰 것으로 보아 유의수준 0.05와 비교하였을 때 크므로 정규분포를 따른다고 할 수 있다.

<표 4> 개선 전후 클립 압력

gage #	기존 클립	개선 클립
1	7.6192	8.8271
2	5.9209	6.9342
3	9.4217	10.344
4	9.0573	10.354



<그림 5> 개선 전후 클립 압력

위의 <그림 5>를 통해서 개선 전과 후의 클립압력을 비교해 볼 수 있다. 각각의 게이지에서 개선 클립의 압력이 높은 것을 알 수 있다.

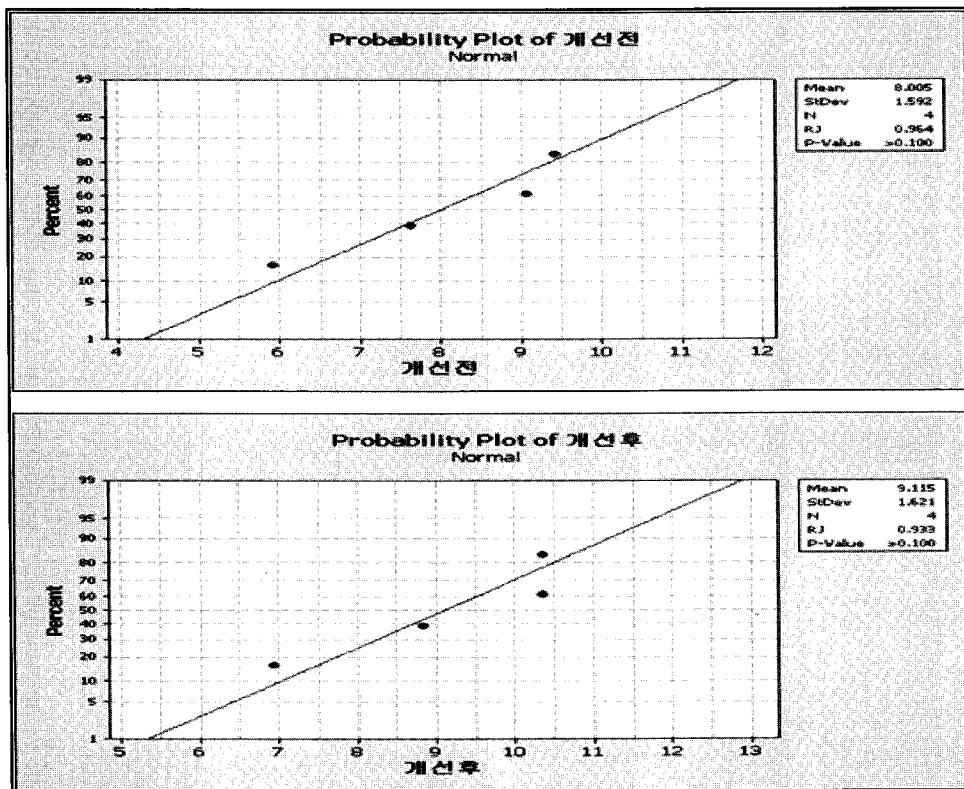
Box-plot은 데이터의 이상치, 최대값, 최소값, 중앙값을 보여준다. 각각의 게이지에서 기존 클립과 개선 클립의 압력 신호를 비교해 볼 수 있다. <그림 7>에서 보는바와 같이 압력이 증가한 것을 확인할 수 있고 p-value가 0.000으로 유의수준 0.05보다 작으므로 귀무가설을 기각한다. 즉, 압력의 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 이는 개선 클립의 압력이 크다는 것을 의미한다.

이때의 귀무가설과 대립가설은 아래와 같다.

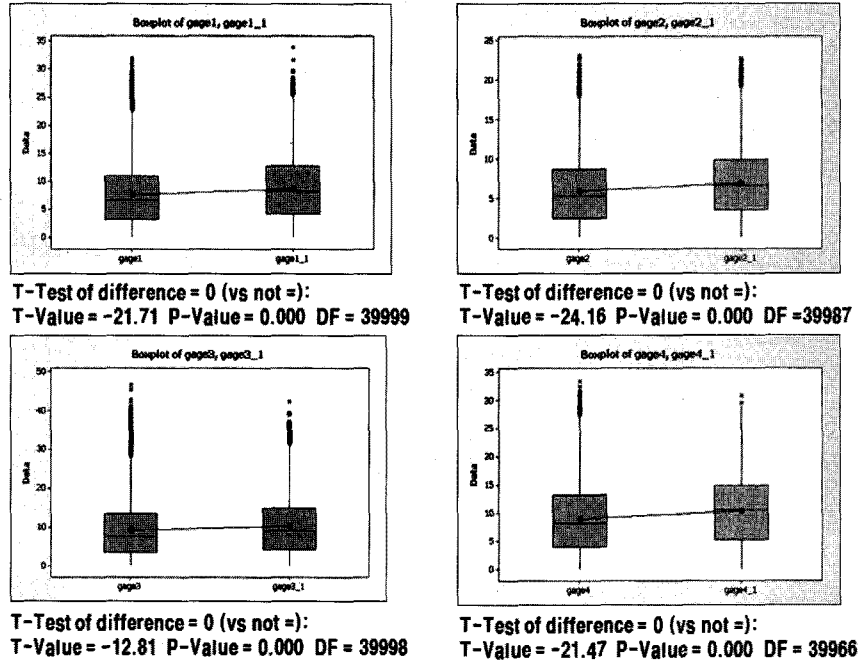
- 귀무가설(H_0) : 데이터가 정규분포를 따른다.
- 대립가설(H_1) : 데이터가 정규분포를 따르지 않는다.

4.2 개선 전후 클립 압력의 균일도

기존 클립과 개선 클립을 아크릴 판에 물리기 전과 물린 후의 20초 동안 데이터를 수집하였다. 앞에서 언



<그림 6> 정규성 검정



<그림 7> 정규성 검정

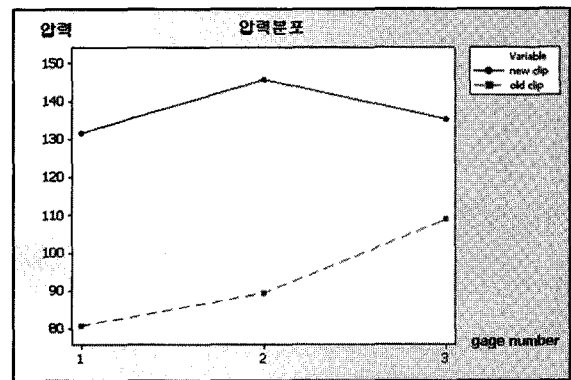
<표 5> 개선 직후 클립 압력 평균치 데이터

기존 클립 물리기 전	기존 클립 물린 후	gap	개선 클립 물리기 전	개선 클립 물린 후	gap
604.749	685.509	80.760	514.417	645.911	131.495
825.155	735.804	89.352	696.807	842.347	145.540
523.626	632.433	108.807	630.740	495.578	135.162

급한 것과 같이 아크릴 판에 3개의 스트레인 게이지를 부착하였고 게이지들의 신호를 수치화하여 평균으로 그 압력값을 산출하였다. 그리고 이 데이터들을 기본으로 하여 값의 차이를 분석하여 압력의 균일도를 알아 볼 수 있었다.

색의 균일도나 휘도의 균일도에 관한 기존 연구는 많이 있었지만 압력 균일도의 척도에 관한 기존 연구가 없었다. 클립 압력의 균일도를 알아보기 위한 척도가 필요했고 기존의 휘도 균일도(luminance uniformity)에 이를 반영하여 압력의 균일도를 산출하였다.

압력의 균일도는 스트레인 게이지가 받는 압력이 얼마나 균일한가를 측정하는 것이다. 100%의 균일도는 서로 다른 위치에서의 압력이 동일하다는 것을 의미한다. 예를 들어 90%의 균일도는 압력이 동일함으로부터 작은 편차가 발생한 것을 의미한다. 이것은 10%의 불균일도를 말하며, 때때로 균일도를 말하는 것이 불균일도를 의미하기도 한다. 전통적으로 균일도를 따르지만 원하는 측정법은 불균일도이다. 균일도와 불균일도의 합은 100%이다.



<그림 8> 개선 전후 클립 압력 균일도

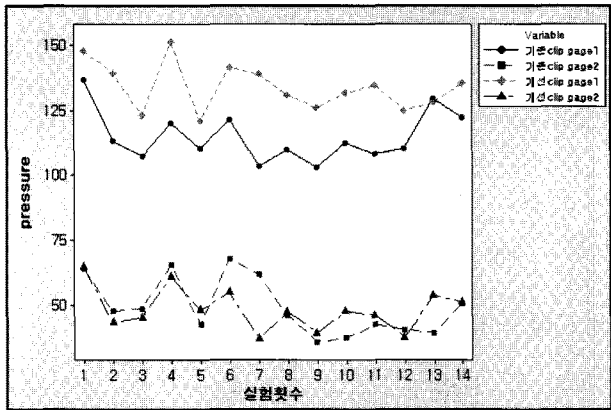
압력의 균일도를 정의하기 위해 아래의 방법을 제안하였다.

- (1) 최대값으로부터 편차인 $100\%(L_{max}-L_{min})/L_{max}$ 를 불균일도의 근거로 한다.
- (2) 평균값 $100\%(L_{max}-L_{min})/L_{ave}$ 를 불균일도의 근거로 한다.
- (3) 표준편차 $100\%(\sigma_L/L_{ave})$ 을 불균일도의 근거로 한다. 여기서, σ_L 은 측정된 $L_i(i = 1, 2, 3, \dots)$ 의 표준편차이

다. <표 5>는 개선 전후 클립 압력 평균치이며 <그림 8>은 개선 전후 클립의 균일도를 보여주며 <표 6>에서 보는바와 같이 균일도면에서 개선 클립이 기존 클립보다 월등히 앞서는 것을 볼 수 있다.

<표 6> 개선 전후 클립 압력의 균일도 비교

	$100\% \times \frac{P_{min}}{P_{max}}$	$100\% \times \left(1 - \frac{P_{max} - P_{min}}{P_{ave}}\right)$	$100\% \times \left(1 - \frac{\sigma_p}{P_{ave}}\right)$
기존 Clip	74.22	69.83	84.54
개선 Clip	90.35	89.79	94.70



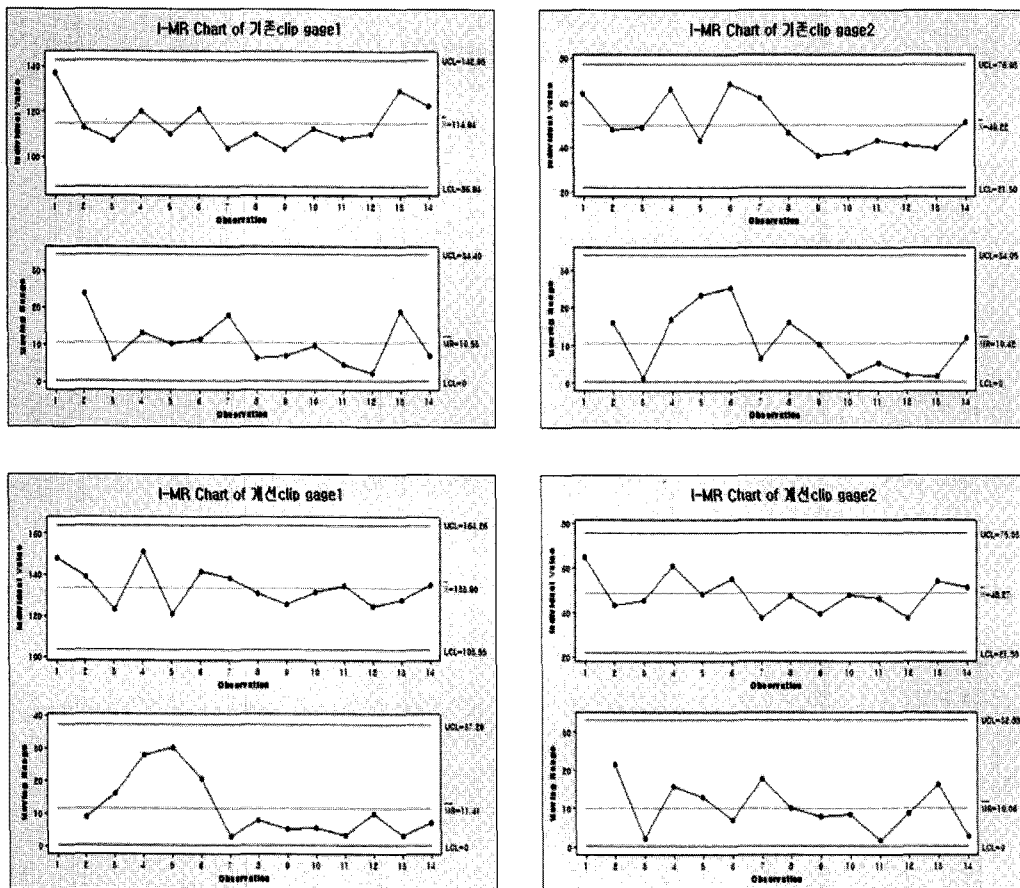
<그림 9> 반복 실험에 따른 클립 압력 추이

4.3 로 실험에서의 클립 안정화

로 실험은 실제 봉착 공정과 최대한 비슷한 환경에서 이루어지도록 노력하였다. 1회 실험하기 위해 필요한 시간은 6시간으로 14회 실험을 위해 총 7일이 소요되었다. 다음 <그림 9>에서도 확인할 수 있겠지만 전체적으로 클립의 압력에 변화가 있었다고 볼 수 없다.

I-MR 관리도는 동일한 그래프에 개체 관리도와 이동

범위 관리도를 함께 그린 것이다. 개체 관리도는 화면 위쪽에 그려지고 이동 범위 관리도는 화면 아래쪽에 그려진다. 두 관리도를 동시에 볼 수 있어서 이상 원인이 있는지 탐지할 수 있을 뿐만 아니라 공정 수준과 공정 변동도 추적할 수 있다. <그림 10>에서와 같이 각각의 클립은 실험횟수가 반복됨에 따라 차이를 보이지 않았다. 즉, 관리 상태에 있다는 것을 알 수 있다. 관리도에



<그림 10> 클립 안정화 추이분석 I-MR 관리도

서 타점이 관리 한계선으로 벗어난 것을 관측할 수 없다. 즉, 관리 상태에 있다는 것을 알 수 있고 시간에 따른 클립의 압력에 이상이 있는 것으로 추정할 수 없다.

5. 결론 및 향후 연구과제

5.1 최종 결론

본 연구는 PDP의 합착과 봉착과정에서 상하판 정렬정도 향상에 있어서 클립이 중요한 역할을 할 것이라 예상하고 클립의 개선안을 마련하고 실제 공정에 적용하기 위해 실시되었다. 연구목적을 달성하기 위해서 본 연구에서는 다음과 같은 실험을 수행하였고 그에 따른 결과는 아래와 같다.

- 1) 스크레인 게이지를 통한 기존 클립과 개선 클립의 압력차이 분석 : 스크레인 게이지 4개를 통해 받아들인 데이터 분석결과 개선 클립이 기존 클립보다 압력이 크다는 것을 알아냈다.
- 2) 스크레인 게이지를 통해 기존 클립과 개선 클립의 압력의 분포를 분석하고 이를 통해 압력의 균일도 향상에 대해 알아보았다 : 압력의 균일도에 대한 척도가 없어 디스플레이의 휘도 균일성에 관한 척도를 본 실험에 적용하였다. 3가지 척도(평균값, 표준편차, 최대값으로부터 편차)를 통해 개선 클립이 기존클립보다 균일도 면에서 월등히 앞서는 것을 확인하였다.
- 3) 고온의 로에서 시간에 따른 클립의 안정성을 분석하였다 : 짧은 시간에 진행된 실험이라 예상했던 결론은 얻지 못했다. 7일간의 로 실험을 통해 기존 클립이나 개선 클립이나 안정성에 있어서는 큰 차이가 없는 것으로 결론지었다.

5.2 향후 연구과제

PDP 합착과 봉착 과정에 있어서 클립이 중요한 역할을 하기에 이것을 개선하고 공정상의 정도를 높이기 위해 본 연구는 시작되었다. 자유도라는 간단한 원리를 통해 클립의 개선안을 제안하였고 기존 클립과 비교실험을 진행하였다.

최초 연구를 시작하면서 개선 클립이 기존 클립보다 좋다는 결론을 이끌어 내고자 했다. 그리고 개선 클립을 직접 공정상에 적용하여 수율향상에 얼마나 영향을 미치는지 알아보려고 했다. 이 연구를 통해 개선 클립이 기존 클립에 비해서 압력이 강하고 또 압력을 가하는 분포가 균일함을 알 수 있었다. 그렇지만 클립의 안

정화를 알아보기 위한 로 실험에서 시간의 제약으로 인해 많은 실험을 하지 못한 아쉬움이 남는다. 로 실험에서 7일 동안의 데이터 결과를 보면 기존 클립이나 개선 클립 모두 안정화된 결과를 얻었다. 실제 공정에서 7일이라는 시간은 긴 시간이 아니다. 클립의 안정화 추이를 알아보기 위해서는 클립의 수명이 다할 때 까지 파괴실험을 해야 한다. 이를 통해 데이터를 수집하고 이 데이터를 통해서만이 기존 클립과 개선 클립의 압력변화 정도를 알아낼 수 있을 것이다. 즉, 기존 클립과 개선 클립 중에 어느 클립이 빨리 노후가 되는지 알 수 있는 것이다.

언급한 바와 같이 실험이 끝까지 진행되었다면 클립의 압력이나 균일도 뿐만 아니라 안정화까지 알아낼 수 있다. 이런 실험이 완벽하게 진행 되어 개선 클립이 기존 클립보다 우월하다는 결론을 얻었다면 실제 공정에 적용해 볼 수 있었을 것이다.

향후 로에서의 클립과파 실험이 필요할 것으로 생각되며, 이 실험의 결과로 클립의 안정화에 대해서 조금 더 타당성 있게 얘기할 수 있을 것이다. 그리고 나아가서 실제 공정에 적용해 봄으로써 클립이 수율 향상에 어떠한 영향을 미치는지 실험이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 황기웅, 김근배 외; “디스플레이공학”, 첨범 출판사, 2000.
- [2] 전략기술연구원; “LCD, PDP, OLED Material and Components Market Forecast”, 2005.
- [3] Joel R. Fried; “고분자공학개론”, 자유아카데미, 1996.
- [4] 일본세라믹협회; “세라믹재료의 기초와 응용”, YES media, 2002.
- [5] 이주현; “PDP용 형판테의 표면코팅에 따른 광학적 특성”, 경북대학교, 2006.
- [6] 박기태, 이규관, 한병원, 전재홍; “측정환경에 따른 센서 유형별 응답 비교를 위한 실험적 연구”, 「학술발표회논문집」, 2002(1), 2002
- [7] 김봉석, 정희영, Weatermo, B. D.; “변형률 측정 센서의 특성에 관한 실험적 연구”, 「학술발표회논문집」, 1998(2), 1998.
- [8] 윤희삼; “분광타원법을 이용한 PDP 다층박막 분석”, 아주대학교, 2003.
- [9] 박기률; “부재의 축과 Strain Gage 부착축의 불일치로 인한 Strain 값의 변화”, 호남대학교, 2003.
- [10] 차정준; “Strain Gege 이용기술”, 한국강구조학회지, 2001.
- [11] 이준신; “평탄 디스플레이 공학”, 홍릉출판사, 2005.

- [12] 김용석, 문희철; “PDP 엔지니어링”, 생능출판사, 2007.
- [13] 황효창; “광전효과에 대한 LabVIEW 시뮬레이션 활용 수업 연구”, 대구대학교, 2007.
- [14] 정혜선; “교류형 플라즈마 방전 표시장치에서 MgO 보호막 및 형광체의 열화와 표면처리에 따른 이차 전자방출 계수 및 방전특성분석”, 광운대학교, 2003.
- [15] 정유철; “일체형 Ni48Cr40Fe2 Thin Film Strain Gage 제작과 Sidewall이 Strain Gage 특성에 미치는 영향에 관한 연구”, 한국과학기술원, 2001.
- [16] 황인승, 이상철; “LabVIEW 그래픽 언어를 사용한 인체 동작 분석 컴퓨터 프로그램 개발”, 연세대학교, 「학국체육학회지」, 37 : 484-491, 1998.
- [17] 이승현; “LabVIEW 기반 생물공정의 모니터링 기술”, wjsskaeogkrry, 2006.
- [18] 황성주; “LabVIEW 응용 가상 모의실험의 단계형 수준별 학습 프로그램 설계 및 구현 : 공업고등학교 전자회로살습 중심으로”, 부경대학교, 2002.
- [19] 김래현; “LabVIEW를 이용한 압력제어 및 총 질소 측정 공정개발”, 서울산업대학교, 2004.
- [20] 신범철; “LabVIEW를 이용한 운동분석 프로그램 개발 및 활용”, 한국교원대학교, 2005.
- [21] 정규민; “LabVIEW를 이용한 원격측정 및 제어시스템의 구현”, 동의대학교, 2003.