

## 기술 특 집

# PDP용 Tape Carrier Package 개발

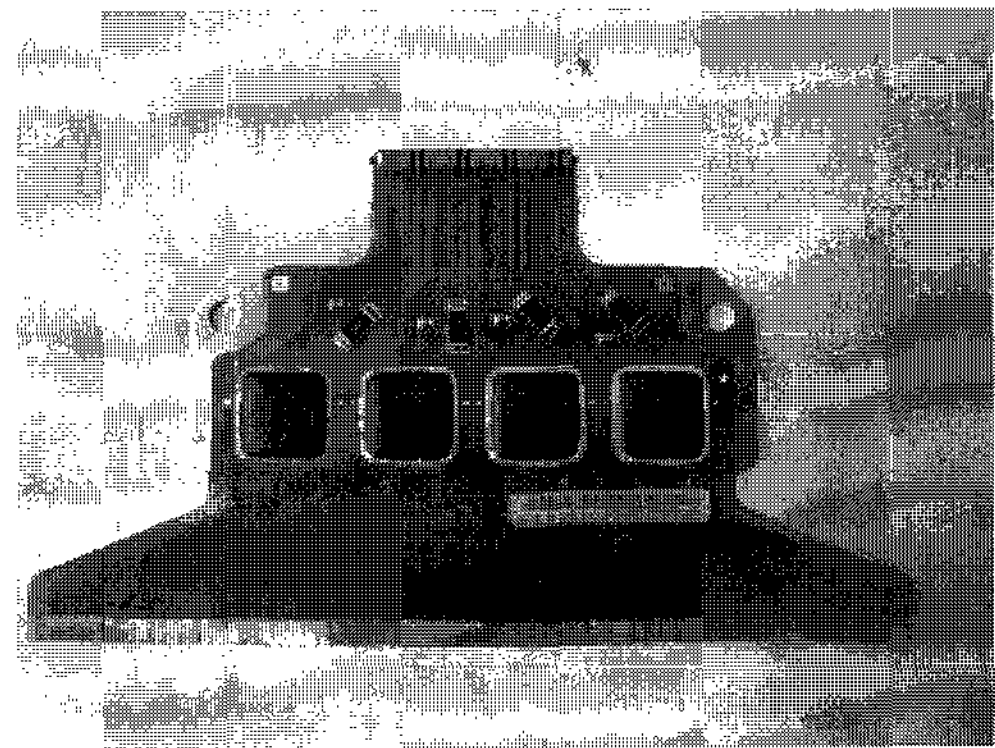
유세준, 조삼제, 류병길, 장우성, 유은호 (LG전자 Digital Display 연구소 PDP Gr.)

## I. 서 론

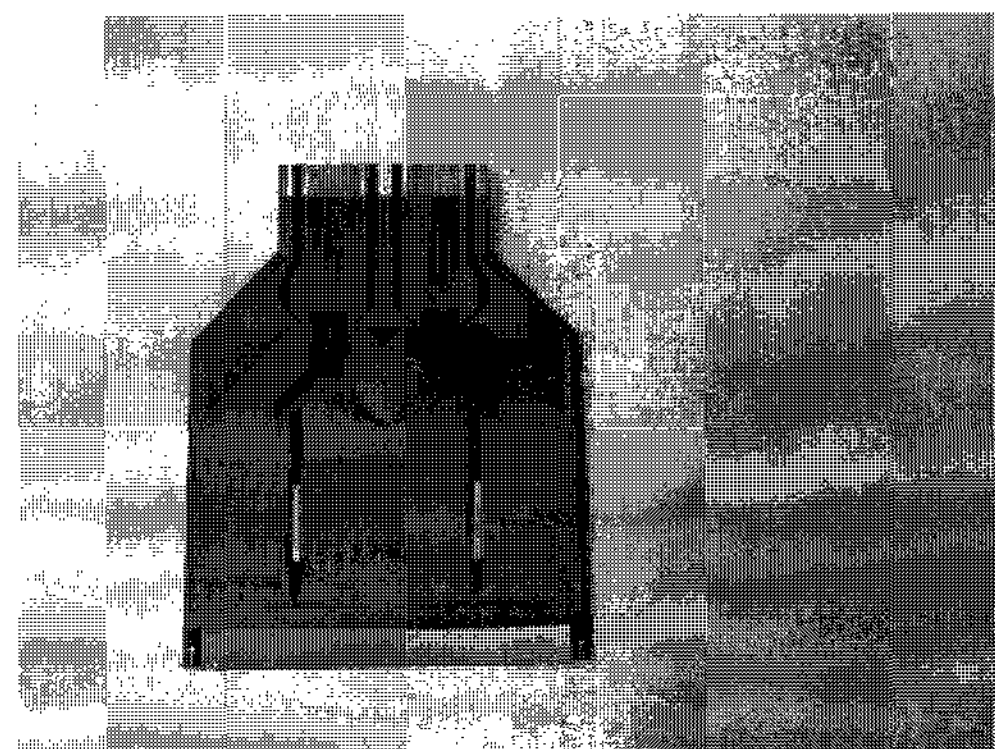
최근 디스플레이 시장은 고품질화에 대한 수요 증가로 인하여 FPD(Flat Panel Display)가 주류를 이루고 있다. 이 중 40인치 이상의 대형 디스플레이 시장에서는 PDP, LCD 소자가 경합을 하고 있다. 종래에는 대형 디스플레이 시장에서 PDP가 가장 우수한 경쟁력을 가진 것으로 평가되었으나 LCD가 성숙된 기술력을 근간으로 해서 비약적인 발전을 이루고 있어 치열한 경쟁이 예상되고 있는 실정이다. 이러한 상황변화에 대응하기 위해서는 PDP의 고품질화를 추구함과 동시에 LCD에 비하여 가격 경쟁력을 확보해야 한다.

PDP의 가격 경쟁력을 확보하기 위한 여러 가지 방법 중 데이터 드라이버 IC의 패키지를 COF(Chip On Flex)에서 TCP(Tape Carrier Package)로 변경시키는 것도 한 가지 방법이다. COF는 Fig. 1(a)와 같이 알루미늄으로 이루어진 방열기(Heat sink)가 직접 부착되어 있어 열 방출 능력이 우수하기 때문에 기존에 널리 사용되어온 패키지 방식이나 패키지 제작 비용이 많이 들고 자동화 공정에 대응하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이에 비하여 TCP는 Fig. 1(b)와 같이 자동화 공정에 적합하여 LCD에서 널리 사용되고 있는 패키지 형태이지만 방열기를 직접 부착하는 것이 불가능하기 때문에 발열량이 큰 PDP용 패키지로는 그간 사용되지 못하였다.

금번 LG전자에서는 PDP용 데이터 드라이버 IC의 패키지 형태를 기존 COF에서 TCP로 변경하여 개발하였다. 이번에 개발된 TCP는 기존 COF대비 약 20% 정도의 원가 절감 효과를 갖게 되기 때문에 PDP가 대형 디스플레이 시장에서 LCD보다 우위를 점하는데 기여를 할 것으로 기대된다. 또한 IC의 온도도 기존 COF보다 30% 이상 낮아질 수 있도록 방열 설계를 실시하여 우수한 구동 특성을 가질 수 있도록 하였다.



(a) COF Image



(b) TCP Image

Fig. 1 The Photographs of COF and TCP.

## II. TCP 설계

### 1. TCP

TCP는 기존 패키지와는 달리 릴(Reel) 방식으로 제작되고 공급되므로 규격화된 설비를 사용할 수 있어 자동화가 용이하다. 또한 제조과정에서 IC를 전극 패턴과 연결하는 경우에 모든 전극 패턴과 IC를 한번에 연결하는 갱 본딩(Gang bonding) 방식을 사용하기 때문에 전극 패턴과 IC

를 하나씩 와이어 본딩(Wire bonding) 방식으로 연결해야 하는 COF 보다 가격 경쟁력을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 출력채널 수가 계속하여 증가하는 향후 데이터 드라이버 IC 에도 대응 가능하다는 장점을 가지게 된다. 따라서 대다수의 LCD업체에서 기본 패키지 형태로 TCP를 사용하고 있을 뿐만 아니라 일본의 몇몇 PDP업체에서도 TCP를 데이터 드라이버 IC의 패키지로 채택하고 있는 실정이다. 그러나 발열량이 큰 PDP에 TCP를 적용하기 위해서는 IC의 열이 잘 방출될 수 있도록 TCP의 방열 설계뿐만 아니라 기구 부에 대한 방열 설계도 함께 이루어져야 한다.

### 2. TCP 설계

TCP설계 시 원가 절감과 방열 특성 개선이라는 2가지 목표가 달성될 수 있도록 하였다. TCP의 길이를 가능한 짧게 할 수 있도록 슬릿부 위치, IC 위치, 패드 부 위치를 적절한 위치에 놓이도록 설계하여 TCP의 제조 원가를 최소한으로 하였다. 그리고 TCP의 GND 패턴을 가능한 넓게 하고 연결 가능한 IC의 더미 패드부와 전극 패턴을 많이 연결시켜 방열 특성을 개선할 수 있도록 하였다. 특히 IC의 더미 패드부와 전극 패턴을 가능한 많이 연결 함으로서 방열 특성뿐 아니라 포팅(Potting)공정 시 작업성도 향상될 수 있도록 설계하였다.

### 3. 기구 부 설계

TCP를 PDP에서 사용하기 위해서는 기존 PDP의 기구 부를 TCP가 사용 가능 하도록 변경하여야만 한다. 특히 TCP에 방열기를 부착하는 방법은 방열 특성뿐 아니라 IC의 파손 문제도 고려하여야 하므로 가장 중요하게 고려해야 할 설계 요소이다. LG전자에서는 TCP의 방열기를 설계하는데 있어서 제작성과 경제성을 고려하여 Fig. 2 같이 압출로 방열기 블록을 제작한 후 방열기 블록을 방열기 고정 판에 TCP 2개당 1개씩 고정시키는 방법을 사용하였다. 또한 IC 파손을 방지하기 위해서 Fig. 3 같이 방열기 고정판과 TCP 지지 프레임 사이에 스페이서(Spacer)를 사용하여 가공공차에 의하여 치수 변동이 발생하더라도 항상 일정한 간격을 유지할 수 있도록 설계하였다.

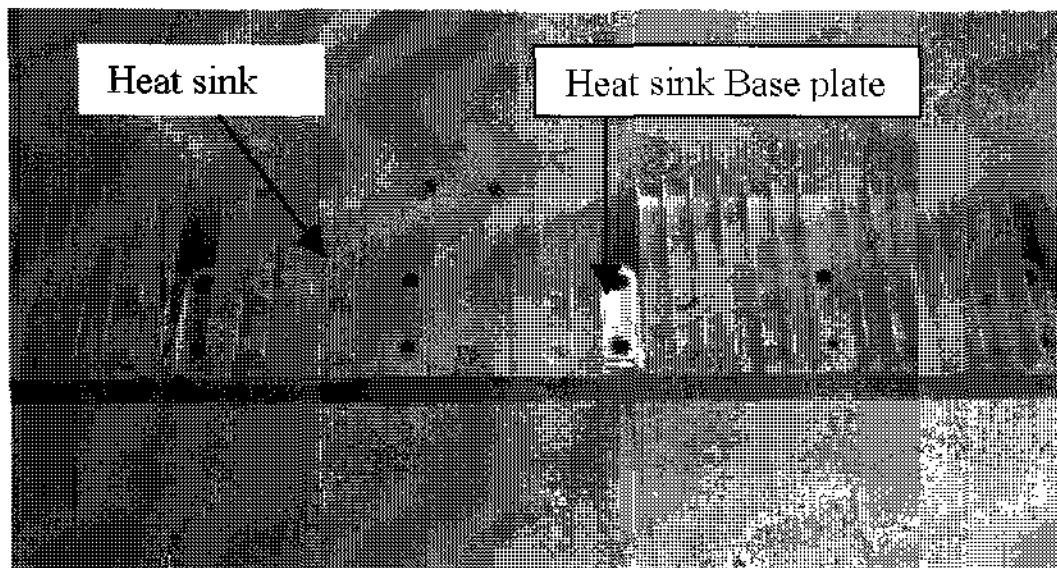


Fig. 2 The Front View of LG Heat Sink Assembly

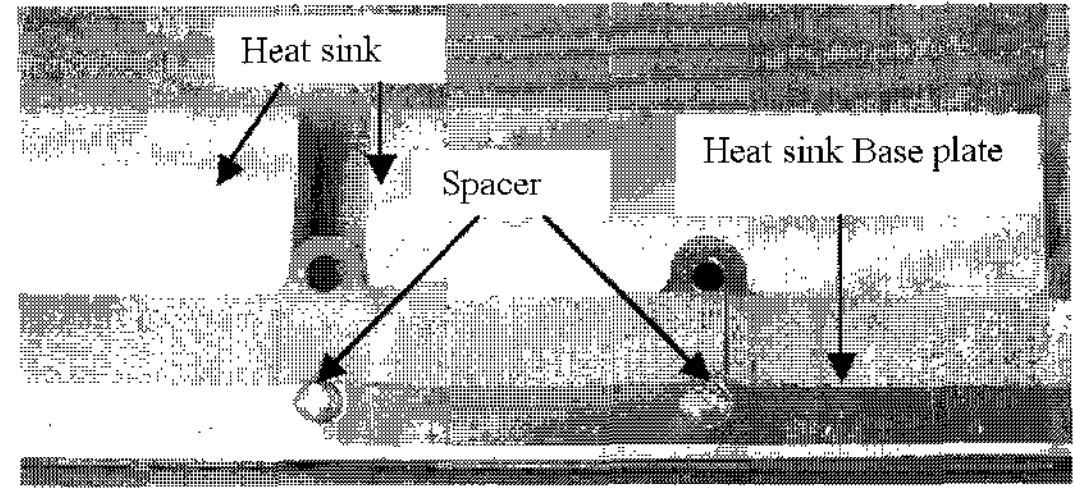


Fig. 3 Rear View of LG Heat Sink Assembly

일반적으로 IC의 방열기를 설계하는 경우에 전체 열 저항은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\theta = \theta_{j-c} + \frac{\theta_{c-a} \times (\theta_c + \theta_s + \theta_{f-a})}{\theta_{c-a} + \theta_c + \theta_s + \theta_{f-a}} \quad (1)$$

여기서,  $\theta_{j-c}$ : 접합부-케이스간의 열 저항,  $\theta_{c-a}$ : 케이스-대기간의 열 저항  $\theta_c$ : 접촉 열 저항,  $\theta_s$ : 절연물의 열 저항,  $\theta_{f-a}$ : 방열기의 열 저항이다.

이때 일반적으로 식 (2)와 같은 조건이 성립하므로 필요한 방열기의 열 저항은 식 (3)과 같이 나타낼 수 있고 식 (3)에서 방열기의 치수를 결정할 수 있다.

$$\theta_{c-a} \gg \theta_c, \theta_s, \theta_{f-a} \quad (2)$$

$$\theta_{f-a} = \theta - \theta_{j-c} - \theta_c - \theta_s \quad (3)$$

### 4. TCP 온도 분포 해석

해석적인 방법을 통하여 TCP의 온도를 사전에 파악하여 방열 설계의 참고자료로 활용하고자 유한 요소 해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 Fig. 4 같이 온도 분포 해석을 실시하였다. 일반적인 CFD(Computational Fluid Dynamics) 프로그램과 다르게 ANSYS를 이용하여 대류 열 전달을 해석하기 위해서는 자연 대류 상태에서의 대류 열 전달 계수를 이론적인 방법으로 구하여 사용하여야만 한다. 식 (4)는 해석 시 대류 열 전달 계수를 구하기 위해 사용한 Yovanovichi 상관 식을 나타낸 것이고 식 (5)에서 평균 대류 열전도 계수를 구할 수 있다.

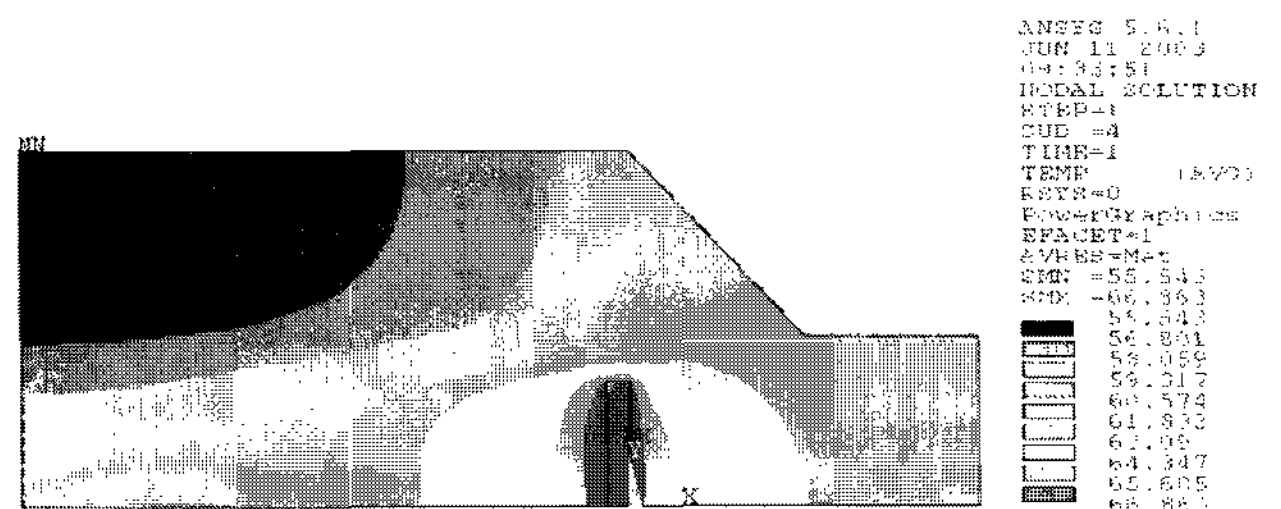


Fig. 4 Analysis Result of Temperature of TCP

$$Nu_{\sqrt{A}} = \frac{3.192 + 1.868(H/L)^{0.76}}{[1 + 1.189(H/L)]^{0.5}} + f(Pr) G_{\sqrt{A}} Ra_{\sqrt{A}}^{0.25} \quad (4)$$

$$f(Pr) = \frac{0.67}{[1 + (0.5/Pr)^{9/16}]^{4/9}}$$

$$G_{\sqrt{A}} = 1.0904 \left[ \frac{L(bn + \delta_p + W)^2}{(\delta bn + \delta_p W + L(bn + \delta_p + W))^{3/2}} \right]^{1/4}$$

$$Ra_{\sqrt{A}} = \frac{g\beta Pr \Delta T (\sqrt{A})^3}{\nu^2}$$

H : 방열기 높이, L : 방열기 길이, W : 방열기 넓이 b : 핀 높이, n : 핀 수,  $\delta$  : 핀 두께,  $\delta_p$  : 베이스 두께이다.

$$h = Nu_{\sqrt{A}} \frac{k}{\sqrt{A}} \quad (5)$$

그리고 모델링 시 전극 패턴을 모두 모델링 하는 것이 불가능하므로 전극 패턴은 유효 물성 치(Effective material property)를 구하여 사용하였다. 또한 해석의 편의성을 위하여 1/2만 모델링 하여 해석을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 온도 측정

TCP 사용 시 가장 중요하게 고려해야 할 IC의 온도를 열전 대(Thermo-couple)를 이용하여 직접 측정하여 보았다. IC에 열전대를 직접 부착시킨 상태에서 온도 측정 패턴으로 구동 시켜 온도를 측정하였으며 전압을 변경시켜 가면서 측정 실시하였다. 측정 결과 Fig. 5 같이 TCP가

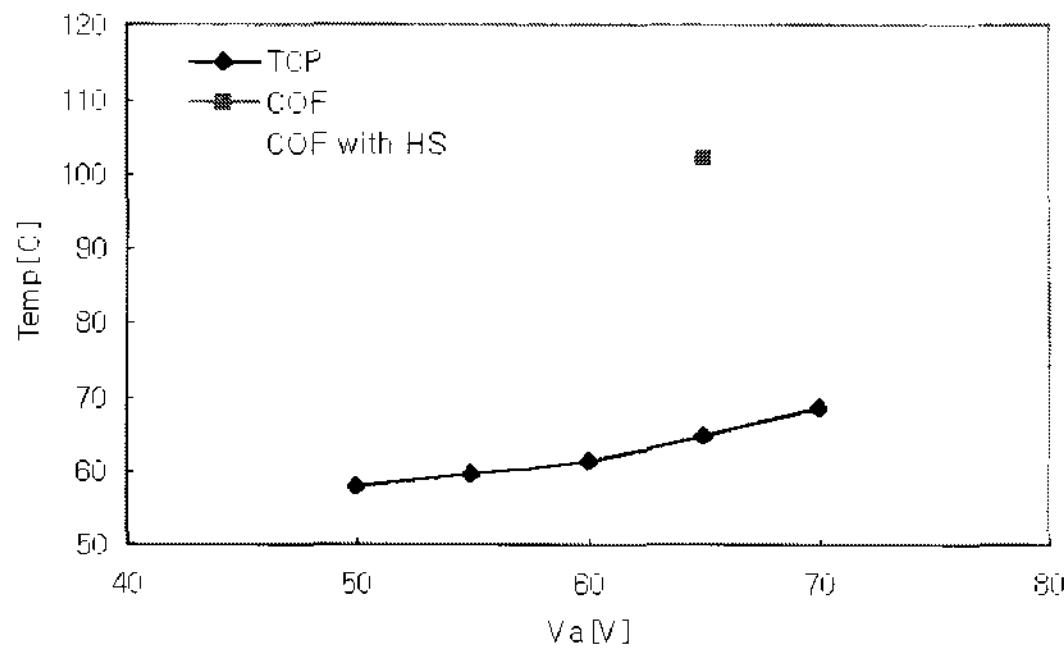


Fig. 5 Experiment Result of Temperature in accordance with Va

[Table. 1] Sensitivity Analysis Result of Temperature of TCP

	Analysis	Experiment
Reference	66.8°C	64.4°C
Thermal Pad k (2.5->0.9W/mK)	69.6°C	68°C
Thermal Pad Thickness (0.5->0.6mm)	67.3°C	65.4°C

COF보다 IC 온도가 더 낮아서 방열 특성이 좋다는 것을 알 수 있다. 또한 방열 패드(Thermal pad) 재질, IC와 방열 패드간의 간섭 량을 변경시켜가면서 민감도 분석을 실시하였다. Table. 1은 민감도 분석 결과를 해석 결과와 비교한 것으로 해석 치와 비슷한 경향성을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

#### 2. 고온 및 저온 구동 테스트

PDP 모듈을 저온(0°C)서 일정 시간 방치한 후 정상적으로 동작하는 지 구동 시켜본 결과 아무런 이상 없이 동작하였다. 이후 고온(60°C)에서 동작시키면서 일정 시간을 경과 시켰을 때도 아무런 이상 없이 동작하였다. 따라서 TCP를 사용한 PDP 모듈이 다양한 온도 조건에서도 사용 가능하다는 신뢰성을 확보할 수 있었다.

#### 3. 진동 및 낙하 충격 테스트

TCP는 기존 COF와 달리 방열기 고정 판과 TCP지지 프레임 사이에 일정한 힘을 가해 패키지를 체결하는 형태로 제작되기 때문에 진동 및 낙하 충격 테스트 시 불량 발생 가능성이 커지게 된다. 그러나 테스트 결과 불량이 발생하지 않아서 열 패드(Thermal pad)의 재질과 열 패드와 IC의 간섭량을 적절하게 설계하면 크게 우려하지 않아도 될 것이라는 것을 알 수 있었다.

### IV. 결 론

PDP가 LCD보다 우위를 점하기 위해서는 가격 경쟁력을 가져야만 한다. 이번에 LG전자에서 데이터 드라이버 용 IC의 패키지를 TCP로 변경시킨 것은 이러한 가격 경쟁력을 가지는데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 향상된 방열 특성으로 인하여 기존 COF보다 우월한 구동 특성을 가질 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] K. Takahashi, A. Fujiwara, S. Kawahigashi and M. Itou, "Development of SOI PDP Address Driver ICs Using Tape Carrier Package," IDW 02., pp. 737-740, 2002.
- [2] A. Fujiwara, K. Takasugi, A. Hosokawa and K. Takahashi, "Development of 192-Output SOI PDP Address Driver IC with Over Temperature Detection Circuit," SID 03 Digest, pp. 1130-1132, 2003.
- [3] 류재화 and 김중균, "AC PDP의 고화질화 기술 동향," Information Display 3권 6호, pp. 8-12, 2002.