

## 해석적 방법을 통한 PDP TV 의 PCB 보드 소음저감

### Noise Reduction of PCB boards of PDP TV using Analytical Method

곽형택\* · 정재은\* · 양인형\* · 박군동\* · 오재웅†

Hyung-Taek Kwak, Jae-Eun Jeong, In-Hyung Yang, Gon-Dong Park and Jae-Eung Oh

#### 1. 서론

최근 가전제품의 소음진동 문제는 세탁기나 냉장고 등에 비해 상대적으로 문제시 되지 않았던 디스플레이 장치에도 소음저감의 요구가 발생하고 있는 실정이며, 보급이 증가하고 있는 PDP TV 의 소음 발생 장치에 관련된 문제들이 새로이 발생하고 있다.

PDP 화면을 발광시키기 위해 고전압 펄스가 전기 소자들에게 공급되면서, 이것이 전기적인 충격력이 되어 각각의 회로 소자들을 가진하고 진동을 발생시킨다. 소자들의 진동은 소음을 유발시키며, 방열을 돕기 위해 부착되는 발열핀(heat sink)은 이러한 소자들의 진동을 증폭시켜 소음을 발생시킨다.

PDP 의 외관 케이스를 이용해 전기 소자들에서 발생하는 소음을 차폐할 수 있지만, 소자 발열에 의한 과열 문제로 완전히 차폐할 수는 없는 상황으로 PDP 의 소음 저감을 위해서는 PDP 모듈의 소음 저감이 우선적으로 수행되어야 한다.

PDP 모듈은 Fig. 1 에 나타난 것과 같이 SMPS, X, Y 보드와 DSP 보드 등으로 구성되어있다. SMPS 에서 전력을 공급하고 좌우측의 X, Y 보드에서는 DSP 보드의 영상신호를 전달받아 PDP 화면을 켜주는 역할을 한다.

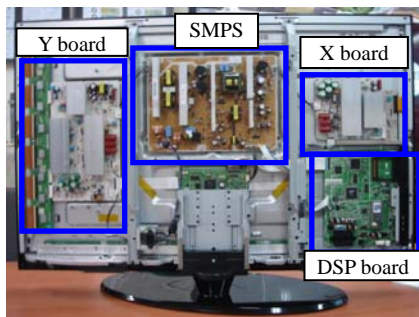


Fig. 1 Back Side of PDP TV(42inch model)

#### 2. 소음 저감 대책 및 실험

앞서 진행된 실험을 통하여 vent hole 에서 직접 방사되는 소음저감이 필요하며, 특히 Y 보드 측(좌측) vent hole 을 통해서 누출되는 소음의 영향이 큰 것으로 파악되었다. 또한 후면 케이스에 의해서 차단효과가 크지 않았고 케이스에 의한 차단 외의 다른 대책이 필요함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 미리 선정된 목적주파수에 대한 소음 차단 외에 방열효과도 고려해야 함으로 금속재질의 판넬을 이용한 다공성 흡음판넬의 사용을 제안하며 실험과 해석적으로 그 효과를 검증하고자 한다.

##### 2.1 실험 내용 및 방법

가장 문제시 되는 Y 보드 측(좌측) vent hole 에서 부터 직접 방사되는 소음을 저감하기 위해 Y 보드 위치에 다공판넬을 부착 후 후면케이스를 닫고 후방 50cm 에서 출력소음을 측정하였다. 다공판넬의 사양은 Table. 1 과 같다.

Table. 1 Specification of Porous Panel

Material	Steel
Thickness	1t
width×height	300×400
Hole space	3mm
Hole diameter	5Φ
Array angle	60°

방열효과를 고려하여 vent hole 의 크기와 동일한 5Φ 의 지름을 갖는 다공판넬을 사용하였다. 다공판넬은 구멍마다 공기층을 갖게 되므로 구멍 수만큼 공명기가 배치되어 있다고 할 수 있으며 공명주파수는 다음과 같은 식으로 구한다.

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{p}{L(t+\delta)}}$$

여기서,  $c$ : 공기중의 음속 [m/s],

$p$ : 다공판의 개구율(=천공면적/판 전체면적),

$L$ : 다공판에서 벽체까지의 공기층 두께,

$t$ : 판 두께,

$\delta=0.8d$  ( $d$ 는 다공판의 구멍지름)

† 교신저자; 한양대학교 기계공학부

E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr

Tel : (02) 2220-0452, Fax : (02) 2299-3153

\* 한양대학교 기계공학과

공기중의 음속 340m/s, 개구율 0.5, 공기층 두께 10mm, 다공판 두께 10mm, 구멍지름 5mm 에서 예측한 공명주파수는 약 3800Hz 이며 목적주파수 중 3900Hz, 3950Hz 의 소음이 감소될 것으로 예상되었다.

## 2.2 실험 결과 및 고찰

Fig. 2 에 출력소음 측정 spectrum 을 나타내었다. 0~20kHz 까지 Overall level 은 약 2.7dB 감소하였으며, 목적주파수인 1600Hz, 3200Hz, 3950Hz, 4800Hz 의 피크레벨이 감소하는 것을 확인하였다.

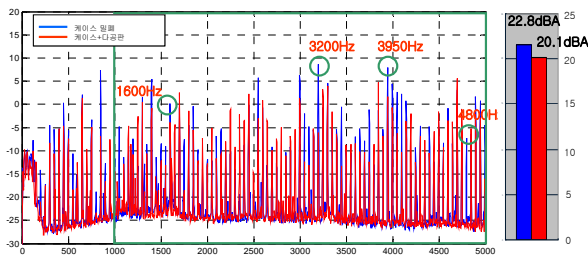


Fig. 2 Output Spectrum of using Porous Panel

다공판 시스템의 흡음성능의 경우 시스템의 공명 주파수 대역에서는 높은 흡음 성능을 발휘하지만 반 공명주파수 대역에서는 흡음성능이 저하되는 특성이 있음을 알게 되었고 케이스 내부에 소량의 흡음재 부착하여 다공판의 성능을 향상시켜 보기로 하였다.

소량의 PU 폼 흡음재(두께 10mm)를 후면케이스 안쪽에 부착하였다. 크기는 200×350mm 이며 Y 보드가 vent hole 에 노출되는 것을 고려하여 좌측 vent hole 을 약 50%정도 덮었다.

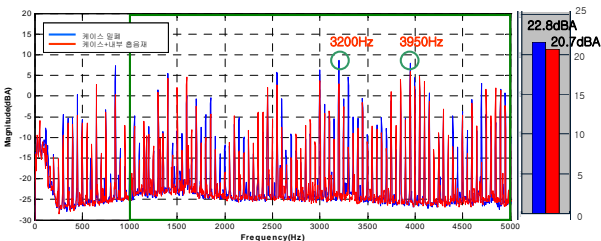


Fig. 3 Output Spectrum of using PU foam

Fig. 4 Output Spectrum of using PU foam and Porous Panel  
Fig. 3 은 후면케이스 안쪽에 PU foam 을 부착하였을 때 출력소음 spectrum 을 나타내었다. 0~20kHz 의 Overall level 은 2.1dB 감소하였고, 목적주파수 3200Hz 와 3950Hz 의 피크레벨이 감소한 것을 확인하였다.

Fig. 4 은 내부에 PU foam 을 부착한 후면케이스 와 다공판넬을 사용하였을 때의 출력소음 spectrum 이다. 0 ~ 20kHz 의 Overall level 은 약 3.1dB 감소하였고, 목적주파수 3200Hz 가 약 23dB, 3950Hz 의 피크레벨이 약 3dB 감소한 것을 확인하였다. 또한 4kHz 및 4500Hz 부근 다수의 피크가 감소하였다.

## 2.2 해석적 방법을 통한 소음저감 효과 검증

본 절에서는 2.1 절에서 제안한 Y 보드에 대해서 다공판넬과 흡음재를 사용했을 때의 소음저감효과를 다차원해석 방법을 통하여 대책 전/후를 비교하여 검증하고자 한다.

Table. 2 에 대책 전/후의 부분기여도함수(PCF)를 구한 값을 표로 나타내었다. Y 보드에서 가장 높았던 목적주파수 3950Hz 의 기여도 순위가 바뀐 것을 확인할 수 있었고, 투과손실이 높은 4850Hz 는 기여도 변화가 없이 높은 기여도를 나타냈다.

Table. 2 Specification of Porous Panel

PCF	$\gamma_{1y}^2$	$\gamma_{2y-1}^2$	$\gamma_{3y-12}^2$
1600Hz	0.42	0.28	0.19
3200Hz	0.08	0.67	0.48
3900Hz	0.18	0.72	0.65
3950Hz	0.66	0.56	0.01
4800Hz	0.23	0.50	0.60
4850Hz	0.64	0.28	0.27

(a) without PU foam and Porous Panel

PCF	$\gamma_{1y}^2$	$\gamma_{2y-1}^2$	$\gamma_{3y-12}^2$
1600Hz	0.82	0.01	0.12
3200Hz	0.28	0.08	0.47
3900Hz	0.11	0.64	0.90
3950Hz	0.26	0.62	0.65
4800Hz	0.65	0.25	0.53
4850Hz	0.92	0.94	0.77

(b) with PU foam and Porous Panel

## 3. 결론

본 연구를 통하여 vent hole 에서부터 직접 방사되는 목적주파수의 소음을 저감하기 위해 다공판넬과 흡음재에 의한 소음저감안을 제시하였으며 해석적 방법에 의해 소음저감효과를 검증하였다.

## 참고문헌

- (1) Bendat, J. S., and Piesol, A., G., "Random Data": Analysis and Measurement Procedures, 2nd Edition, Wiley-Interscience, New York, 1986
- (2) 오재응, "기계구조물의 소음원규명을 위한 다차원스펙트럼 해석의 응용", 동경공대 박사학위논문, 1983
- (3) 이동훈, 허성춘, 허성욱, 김민배, "다중 다공판 시스템의 음향입피턴스와 계산모델에 관한 고찰", 한국소음진동공학회 2002 년도 춘계학술대회논문집, 2002