

# PDP 모듈의 소음 저감

## Noise Reduction of PDP Module

최수용\*·이석영\*\*·주재만\*·강정훈\*·오상경\*

Sooyong Choi, Seokyeong Lee, Jaeman Joo, Junghun Kang, Sangkyoung Oh

Key Words : PDP, SMPS, Circuit noise(회로소음), Power MOSFET, Heat sink(방열핀), Condenser, Transformer

### ABSTRACT

A PDP(Plasma Display Panel) module consists of a discharge panel, a SMPS(Switched Mode Power Supply) for power supply, driving boards for panel control, and a logic board. Driving boards supply high voltage pulses to induce glow discharge in the PDP panel. The electrical pulses excite the circuit elements and subsequently generate acoustic noises. The main sources of the noise in the circuit are the transformer of SMPS and the power MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) of driving boards, and the heat sinks often amplify the noise level. The reduction of the acoustic noises was achieved by modifying both the structural and circuit elements. The structural method was executed by the improvement of heat sinks. The optimization of SMPS and condensers was carried out for the circuit elements.

## 1. 서론

PDP는 Plasma Display Panel의 약자로 방전가스와 형광체를 이용하여 화면을 구성하는 차세대 디스플레이로 주목 받는 제품이다. PDP의 구조는 Fig 1에서 보는 바와 같이, 전극을 갖는 2장의 유리 기판 사이에 수많은 작은 격벽들이 일정한 간격을 유지하며 포개어져 있고, 그 사이 공간 내에 수백 torr의 압력으로 방전가스(Ne, Xe)가 채워져 밀봉되어 있다. 이 전극에 수백 볼트의 전압을 걸어주게 되면 방전가스에서 자외선이 발생하고, 이 자외선이 형광체에 부딪혀 가시광선을 방출하게 된다.<sup>(1)</sup>

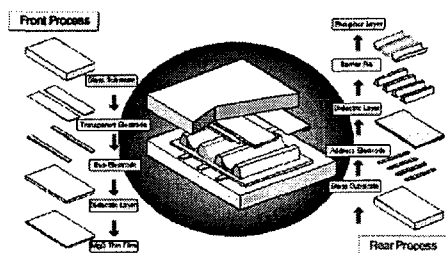


Fig 1. A schematic view of PDP

PDP는 기본모듈과 화면을 구성하는 영상보드, 외관 케이스로 구성되며, Fig 2에서 보여주고 있는 PDP 모듈은 방전패널, 전력을 공급하는 SMPS(Switched Mode Power Supply), 화면을 제어하는 X, Y 구동보드와 Logic 보드로 구성되어 있다.

패널의 방전을 위해서, 구동보드에서는 고전압 펄스를 공급해주며 이것이 전기적인 충격력이 되어 각각의 회로 소자들을 가진하고 소음을 유발시킨다. 주된 소음발생은 SMPS와 X,Y 구동보드에서 발생하며 소음 주파수 대역은 500 Hz 부터 10 kHz 대역까지 넓은 대역에 분포하고 있다. 본 연구에서는 이러한 소음을 저감하기 위해 구조적인 측면에서의 개선과 회로 자체의 전기적 가진력을 줄이기 위한 회로 개선을 수행하였다.

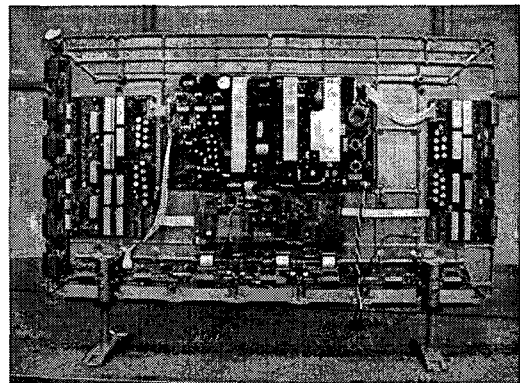


Fig 2. A picture of PDP module

## 2. 소음 측정 시험 및 결과

### 2.1 PDP 소음 측정 조건 및 소음 수준

PDP 모듈의 방사소음은 뒷면 중앙으로부터 50 cm 떨어진 위치에서 측정하며, 전기적인 부하는 Full White 조건이다. 측정 주파수 범위는 50Hz에서 8000Hz 이고 A-보정값으로 측정한다. Fig 3은 PDP 모듈의 전형적인 소음 특성을 보여주고 있다.

\* 정희원, 삼성전자(주) DA 총괄 기반기술연구팀  
E-mail : sooyong.choi@samsung.com  
Tel : (031) 218-5045, Fax : (031) 218-5195  
\*\* 삼성 SDI(주) PDP 본부 개발팀

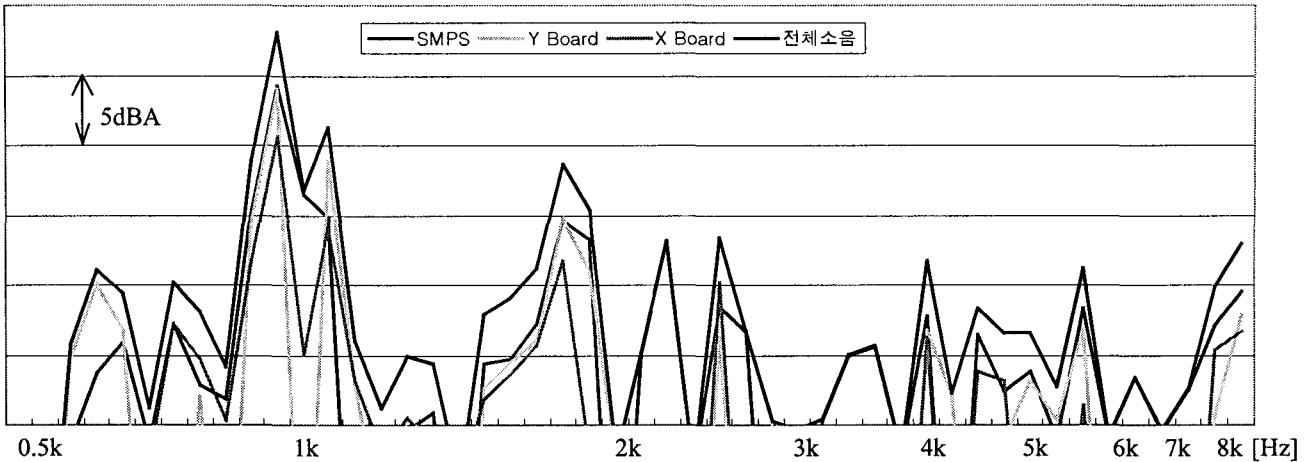


Fig 3. A typical noise spectrum of PDP module

Fig 3 에서 볼 수 있듯이 PDP 모듈의 소음은 900Hz 대역과 1700Hz 대역의 소음이 지배적이며, 그 주파수 대역은 SMPS 와 Y 보드에서 주로 발생하고 있음을 알 수 있다.

2.2 기여도 시험

각각의 보드의 소음 수준을 알아보기 위해서 기여도 시험을 수행하였다. 기여도 시험은 각 보드를 하나씩 차폐한 후 소음을 측정하는 방식으로 수행하였다. 해당 보드의 소음은 전체 소음으로부터 차폐시 소음을 차감하여 산출하였다. 기여도 시험을 통해 구하여진 각 보드의 소음 기여도는 Table 1 과 같다. Fig 3 과 Table 1 에서 볼 수 있듯이 PDP 모듈의 소음을 저감하기 위해서는 SMPS 와 Y 보드의 소음을 우선적으로 저감해야 한다.

Table 1. Noise contribution of each board

구분	기여도
SMPS	52%
Y 보드	30%
X 보드	18%

2.3 각 보드의 소음 편차

보드의 소음수준의 편차를 측정하기 위하여 동일한 방전패널에 대하여 10 세트의 보드를 교환하면서 시험하였다. 시험 결과 각각의 보드는 소음 편차를 가지고 있었으며 보드별로 소음 주파수 특성도 조금씩 다르다는 것을 발견하였다. 각 보드의 소음 특성은 주위 조합에 따라 영향을 거의 받지 않고 독립적인 특성을 가지고 있었다. 예를

들어 소음이 큰 Y 보드에 소음이 큰 SMPS 가 부착되는 경우와 소음이 작은 SMPS 가 부착되는 두 가지 경우에 있어서 Y 보드의 소음은 항상 일정 수준의 레벨을 보여주었다. 소음 변동 수준은 보드 조합에 따라, 전체 소음의 최고 값과 최소 값이 약 3dBA 정도의 차이를 갖는 것을 확인 할 수 있었다.

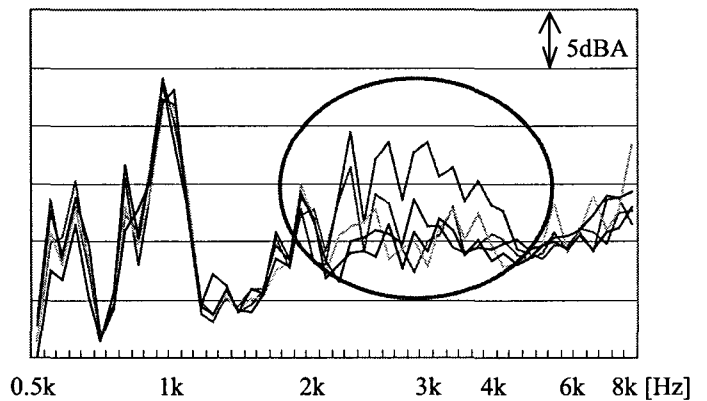


Fig 4. Radiation noise of PDP module by applying the different SMPS boards

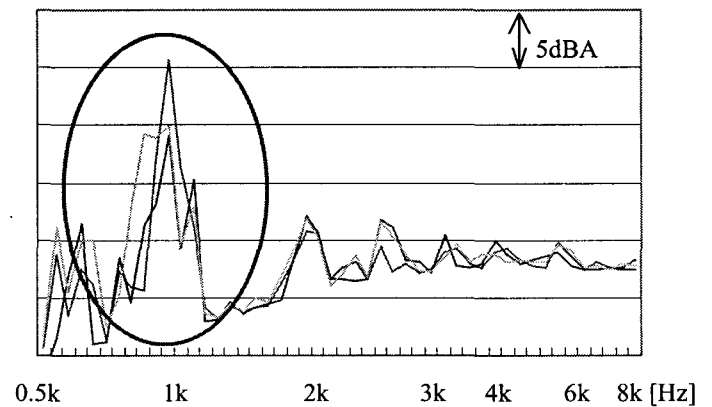


Fig 5. Radiation noise of PDP module by applying the different Y boards

소음 편차는 주로 SMPS 와 Y 보드에서 발생하였으며 X 보드의 경우는 소음편차가 비교적 적게 발생하였다. Fig 4 는 SMPS 보드에 따른 PDP 모듈의 방사 소음 편차를 보여주고 있다. SMPS 의 소음 편차는 주로 2000 - 4000Hz 대역에서 분포하는 것을 볼 수 있다. Fig 5 에서는 Y 보드에 따른 PDP 모듈의 방사 소음 편차를 보여주고 있으며 편차는 주로 900Hz 대역에서 발생하고 있음을 알 수 있다.

시간에 따라서 소음 편차가 발생하는 것을 확인하였으며, 약 1dBA 의 편차가 발생하였다. Fig 6 에서 보는 바와 같이 시간에 따른 소음편차는 30 분 정도가 지나면 소음 수준이 안정되는 경향을 보였으며, 보드의 조합에 따라 증가하는 경우와 감소하는 경우가 있었다.

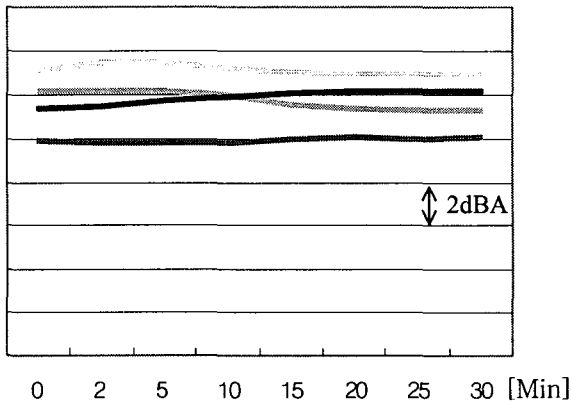


Fig 6. Noise changes in time aging

2.4 주파수별 소음 발생 위치

해당 주파수의 소음원을 확인하기 위하여, 관심 주파수 대역에서의 소음방사 패턴을 Acoustic Image 를 활용하여 측정하였다.<sup>(2)</sup>

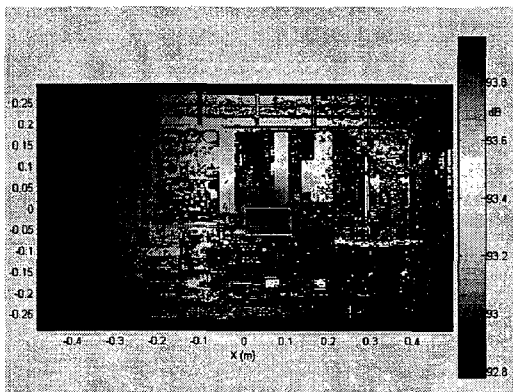


Fig 7. A noise radiation pattern of PDP module (2000 - 3000Hz)

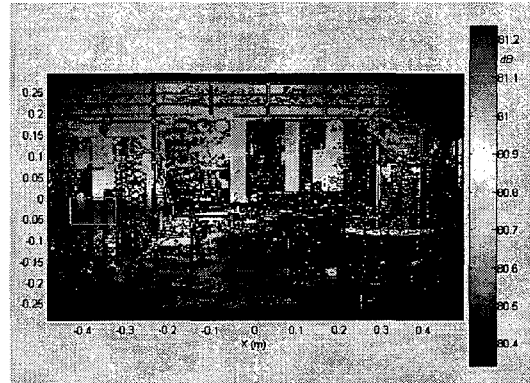


Fig 8. A noise radiation pattern of PDP module (500 - 1500Hz)

Fig 8 과 9 로부터 보드의 부품별 소음원을 분석한 결과, SMPS 의 주요 소음원은 Vs 측 컨덴서 부위와 메인 트랜스 부분이며 소음 편차는 주로 이 부분에서 나는 것으로 확인되었다. Y 보드의 경우, 주요 소음 발생지역은 Power MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 의 방열핀이었다.

3. 소음원 분석

3.1 방열핀에서의 소음 방사

Y 보드에서의 주요 소음 방사지역인 방열핀은 Power MOSFET 에서 발생하는 열을 발산하여 냉각시키는 역할을 한다. 이때 MOSFET 에서 발생하는 진동이 방열핀을 가진하여 소음을 유발하기도 한다. 방열핀에서부터 방사되는 소음특성이 PDP 의 주요 소음 주파수와 일치하는지 확인하기 위해, 방열핀의 진동을 측정하였다. Fig 11 은 방열핀의 주요 진동 주파수 성분이 900 과 1740Hz 로, 주요 소음 주파수와 일치하는 것을 보여주고 있다.

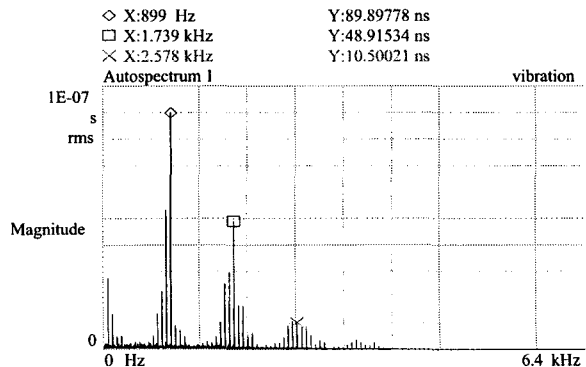


Fig 11. A vibration spectrum of heat sink

Fig 9 와 10 은 방열핀이 각각 1 차, 2 차 고유 모드에서 진동하는 형상을 보여주고 있다. 해석 결과, 1 차 고유진동수는 1768 Hz, 2 차는 2774 Hz 로 나타났다.

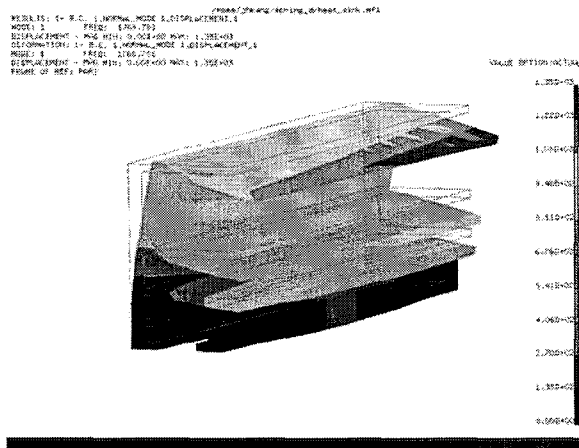


Fig 9. 1<sup>st</sup> natural mode of heat sink

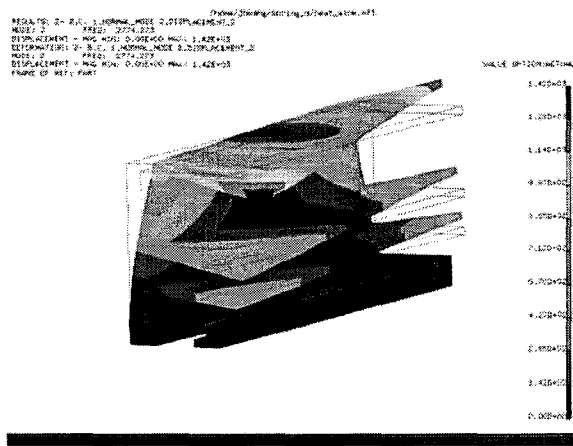


Fig 10. 2<sup>nd</sup> natural mode of heat sink

### 3.2 방전 펄스와 소음의 관계

Power MOSFET 에 전류가 흐르면 내부에 정 전기력이 생기게 되고 이것은 MOSFET 의 진동을 유발시킨다. 1 개의 MOSFET 에서 발생하는 순간 가진력은 14N 정도이며 이 힘은 방열핀을 가진 시켜 소음을 유발한다.<sup>(3)</sup> Fig 12 는 패널 방전을 위해서 공급하는 고전압 펄스의 파형이다. 고전압 펄스를 발생시키기 위해서 사용되는 주요 소자 중의 하나가 Power MOSFET 이며, 이 Power MOSFET 에 인가되는 전압의 주파수 특

성은 Fig 13 과 같다. 그림에서 볼 수 있듯이 패널방전을 위한 고전압 펄스는 900 과 1740Hz 주파수 대역이 지배적인 특성을 가지며, 이 주파수 대역은 PDP 모듈의 소음 방사 특성과 일치함을 알았다. 따라서 방전을 위해 공급되는 고전압 펄스가 전기 소자를 가진하고 이것이 주요 소음을 유발시키는 것을 알 수 있다.

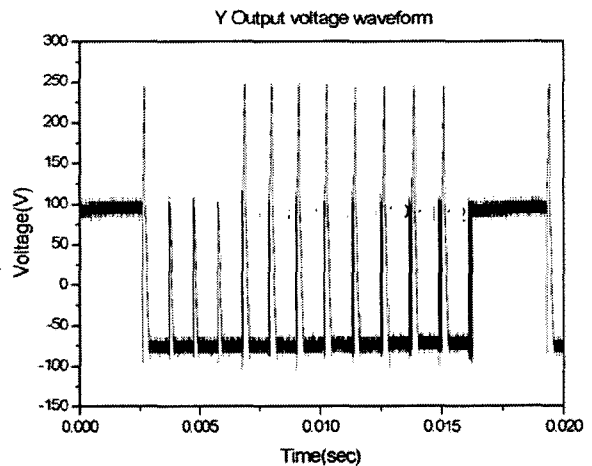


Fig 12. A typical pattern of high impressed voltage for panel discharge

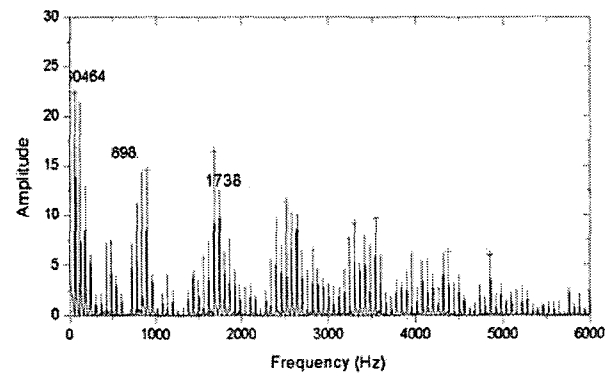


Fig 13. A spectrum of impressed voltage pulses

Fig 14 와 15 는 Y 보드에서 Power MOSFET 에 흐르는 전류를 측정된 결과이다. 두개의 그래프는 소음이 작은 Y 보드와 소음이 큰 Y 보드의 전류 스펙트럼을 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 900 과 1700Hz 대역에서 소음이 큰 보드의 전류 스펙트럼이 작은 보드의 것보다 더 크게 나타났다음을 알 수 있다. 이것은 소음이 큰 보드가 전류적인 측면에서 맥동이 더 심하며, 불안정한 것으로 판단된다.

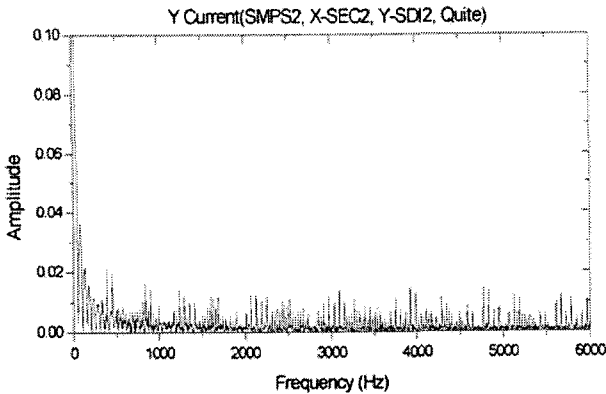


Fig 14. A spectrum of an electric current by applying the quiet Y board

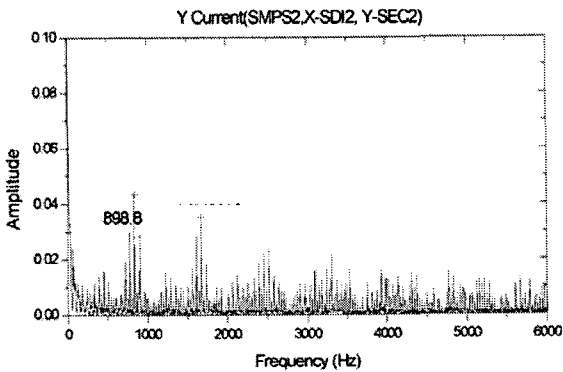


Fig 15. A spectrum of an electric current by applying the noisy Y board

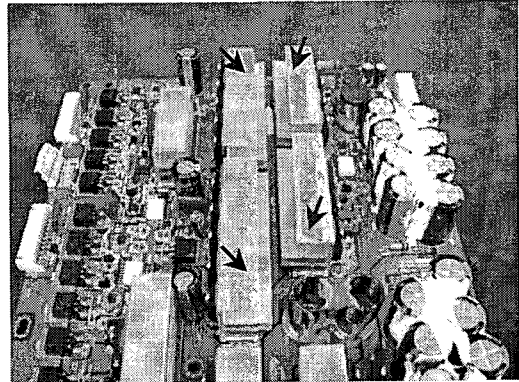


Fig 16. A picture of modified heat sinks

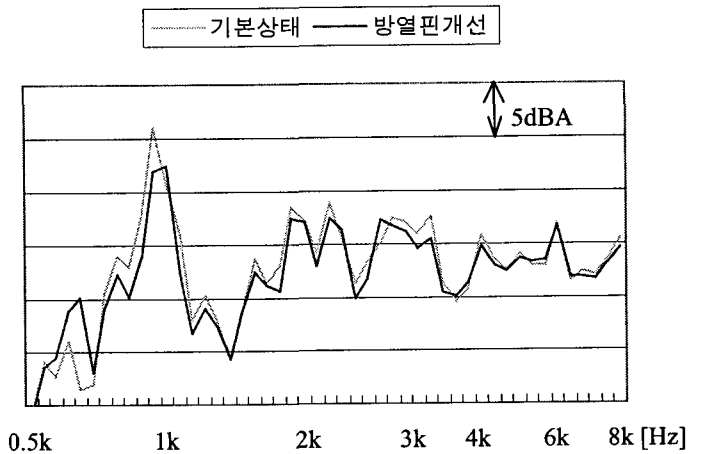


Fig 17. Noise radiation of modified heat sink (Y Board)

#### 4. 개선 적용 시험

SMPS의 주요 소음원은 메인 트랜스와 Vs 커패시터 부분의 각종 전자 부품 등에서 발생하였고, Y 보드에서는 주로 방열핀에서 소음이 방사되는 것을 확인하였다. 소음의 가진원은 방전패널에 공급되는 고전압 펄스에 의해 가진이 되는 것이었으며, 소음의 편차는 회로적인 것과 관련되어 발생하는 것으로 확인되었다. 위의 결과로부터 몇 가지 개선사항을 검토하여 확인 시험을 수행하였다.

##### 4.1 방열핀 개선 시험

방열핀은 Power MOSFET을 냉각시켜 주는 동시에 진동을 소음으로 방사하는 역할을 한다. 방열핀을 모두 없애는 것이 소음에는 유리하나, 냉각 성능을 같이 고려해야하므로, 소음 방사가 제일 클 것으로 기대되는 상단 부분의 끝 단을 5mm 절단한 후 소음을 측정하였다.

Fig 16은 방열핀 상단 끝부분을 절단한 모습이며 Fig 17은 이것에 대한 소음 저감효과를 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 900Hz 대역에서 약 3dBA 정도의 저감 효과를 보여주고 있으며 전 주파수 대역에서 또한, 전반적인 저감 효과를 보여주고 있다.

방열핀 절단에 따른 냉각성능 저하가 우려되어 온도 상승효과 시험이 수행되었다. 시험 결과 온도 상승치는 전체 성능에 큰 영향이 없는 것으로 드러났다.<sup>(4)</sup>

##### 4.2 SMPS 개선시험

전류의 불안정성은 SMPS의 용량과 관련된 것으로 추정되어 SMPS의 용량을 개선하여 소음측정 시험을 수행하였으며 그 결과 Fig 18과 같다. 시험 결과 900Hz 대역과 2000Hz 대역에서 SMPS의 소음이 현저히 줄어드는 것을 확인 할

수 있었다. SMPS 의 용량과 전류의 불안정성에 따른 소음 변화는 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

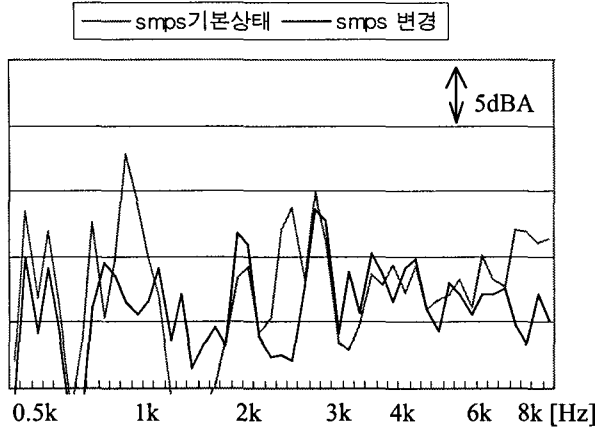


Fig 18. Noise spectrum by applying the improved SMPS

#### 4.3 컨덴서 개선시험

컨덴서는 PDP 패널에 방전을 시키기 위한 전력의 임시 저장장소 역할을 하며 충방전을 반복한다. 동시에 컨덴서는 회로 내에서 일종의 완충장치 역할을 하기도 한다. 전류의 불안정과 고전압 펄스에 의한 맥동효과를 저감하고자 컨덴서의 개선시험을 수행하였다. 컨덴서의 용량이 적절하지 못한 경우, 충방전시 구동보드에 필요한 전원이 직접 SMPS 로부터 흡입하게 되고 이것은 SMPS 전류의 불안정을 유발한다.

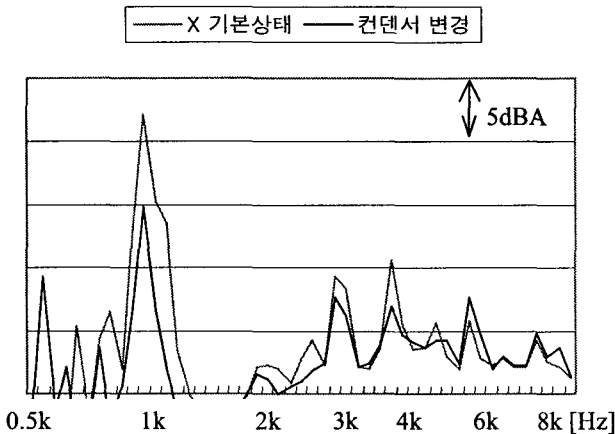


Fig 19. Noise spectrum by applying the improved condenser

Fig 19 는 컨덴서 용량 변경 및 개선에 따른 소음 특성을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 900Hz 대역의 소음이 현저하게 저감 됨을 확

인 할 수 있었다.

## 5. 결론

PDP 의 소음 측정 결과, 주된 소음원은 900Hz 대역과 1700Hz 대역의 소음이며, 소음 기여도 순위는 SMPS, Y 보드, X 보드 순으로 나타났다. SMPS 와 Y 보드가 전체소음의 80% 이상 차지하는 것을 알 수 있었으며 900Hz 와 1700Hz 대역의 소음은 모든 보드에서 전반적으로 발생하고 있었다.

X, Y 구동보드와 SMPS 의 조합 상태에 따라서 소음이 달라지는 것을 확인하였으며 최대 3dBa 의 차이가 발생하였다. SMPS 의 주요 소음원은 Vs 측 컨덴서 부분과 메인 트랜스 부분이며, 소음 편차는 900Hz 대역과 2000 에서 3000 Hz 대역의 편차로 확인되었다. Y 보드의 경우 주요 소음원은 방열핀이며 주 소음 편차는 900Hz 대역에서 발생하는 것으로 확인 되었다. 시간에 따른 소음 편차는 30 분 정도가 지나면 수치가 안정되는 경향을 보였다.

구동 보드의 전압을 측정한 결과, 900Hz 와 1740Hz 의 주파수 성분이 주요 소음 주파수 성분과 일치함을 확인하였으며, 이것은 PDP 패널에 방전을 하기 위한 고전압 펄스였다.

구조적 소음 방사를 저감하기 위하여 방열핀을 개선하였으며, 전기적인 불안정성에 의해 유발되는 소음을 저감하기 위하여 SMPS 및 컨덴서의 최적화를 수행하였다.

본 연구에서는 구조물에 의한 소음 방사의 특성 파악 뿐만 아니라, 전기 회로적인 특성이 기계적인 소음에 직접적인 영향을 주는 것을 확인하였다. 앞으로, 전기 회로적인 특성과 기계적인 소음 간의 정확한 인과관계를 파악하기 위해서는 추가적인 연구가 이루어져야 한다.

## 참고문헌

- (1) 최수용, 이석영 등, 2002, " PDP 소음원 분석 및 대책 보고서", 삼성전자 기술보고서.
- (2) ACB Engineering, 2002, "User guide for acoustic imaging system ANT64 V.2.1", pp. 3~5.
- (3) 안호영, 2002, " Power MOSFET 소자 내부의 정전 기적 Force 에 대한 연구", 삼성 SDI 기술보고서
- (4) 배성원, 2002, "PDP 온도 성능 시험 보고서 ", 삼성 SDI 기술보고서