

평판 디스플레이에 적용된 2채널 자기 변형 스피커 개발

Development of Two Channels Magnetostrictive Speaker applied in Flat Panel Display

*최동주¹, #박영우¹

*D. J. Choi¹, #Y. W. Park(ywpark@cnu.ac.kr)¹

¹ 충남대학교 BK21메카트로닉스 사업단 메카트로닉스공학과

Key words : Speaker, Flat Panel Display, Vibration Speaker, Magnetostrictive principle

1. 서론

국내의 디스플레이 산업은 세계 최고의 수준으로 성장하였고 꾸준히 발전하고 있는 추세이나 디스플레이의 크기가 커짐에 따라 비례하게 부피도 커진다는 발전에 따른 문제도 뒤따른다. 그러나 기술의 발전으로 인해 FPD(Flat Panel Display)가 개발되었고 초기 LCD를 시작으로 PDP 그리고 최근에는 LED까지 발전하여 현재 우리들의 생활에서 사용되고 있다. 이렇게 디스플레이 산업은 빠른 발전을 보이는 반면에 디스플레이에 내장되는 스피커는 디스플레이 산업에 비해 더디게 발전하고 있는 추세이다. 기존 스피커인 콘 스피커에서 크게 발전되지 않았고 앰프나 필터 부분에 대한 간헐적인 개선만 이루어졌다. 또한 내장스피커가 아닌 외장형스피커로 5.1 채널이나 7.1채널의 Surround, Stereo 방식으로 발전하였으나 기존 스피커의 틀에서 벗어나지 못했으며 부피의 한계점을 극복하지 못했다. 초기 CRT나 Projection 표시장치에 내장된 스피커는 디스플레이의 크기가 커짐에 따라 스피커 또한 같이 커져야 했다. 이러한 기존의 스피커를 현재의 FPD와 같이 매우 얇은 두께의 디스플레이에 적용하기에는 출력이나 디자인 측면에서 상당한 어려움이 따른다. 따라서 고음질 및 고출력을 표현하기 위해 고가의 부가적인 외장형스피커를 설치하는 추세이다. 이러한 문제점들을 극복하고자 평판 디스플레이에 적용된 2채널 자기 변형 스피커 (Development of Two Channel Magnetostrictive Speaker applied in Flat Panel Display)를 개발하게 되었다.

2. 자기 변형 스피커 설계

자기변형(Magnetostriction)이란 자성체의 자화 현상과 관련된 현상으로 자성체 주변에 자기장을 인가하였을 경우에 크기가 변화하는 자성체를 통해 확인 할 수 있다. 이러한 자기변형이 가능한 물질을 자기변형재료(Magnetostrictive material)로 칭한다. 이러한 특성을 갖는 자기변형 재료를 사용하여 스피커로 만든 것이 자기 변형 스피커이다. 자기변형 스피커를 설계하기 위해 우선 자기변형재료의 크기를 설정한 후에 분석 프로그램으로 시뮬레이션을 해야 한다.

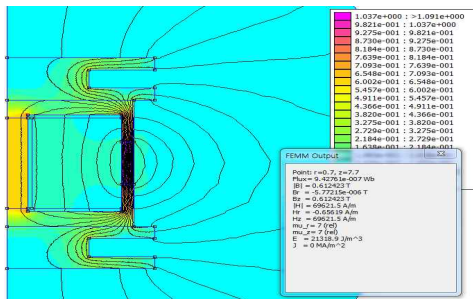


Fig. 1. Finite Element Method Magnetics Analysis

Fig.1 는 FEMM(Finite Element Method Magnetics)을 사용하여 자기장 분석한 것을 나타낸다. 음신호가 증폭되어 나오는 전류 값의 최대치를 1A로 자기장의 전류 크기를 1A로 변수를 지정하고 분석한 것이며 자기변형의 변위 최대치를 사용하기 위해서는 Density값이 0.6T 이상이야 하는데 분석한 결과

0.612429T로 나오는 것을 확인할 수 있다.이 수치의 도출 방법은 [2]에 자세히 기술되어있다. 이것을 토대로 자기변형재료, End cap, Top cap, 솔레노이드 코일, 영구자석, Push rod, 보빈의 크기 및 재료가 정해진다. 각 파트의 역할은 자기변형재료의 주위에는 보빈과 그 안에 솔레노이드 코일이 감겨 있고 코일에 전류가 인가되면 자기장이 형성되어 자기장의 크기에 따라 재료의 형태를 팽창 시키거나 수축시킨다. 영구자석은 Bias magnetic field를 형성하는데 사용되어 자기변형재료의 변위를 -(마이너스)로 사용하여 양 방향으로 제어할 수 있는 효과가 있다. 개발에 사용된 자기변형재료의 직경은 5 mm이고 길이는 15 mm이다. 코일의 턴수는 900~800턴, 그 저항은 8Ω이다. Fig. 2.는 자기 변형스피커의 구동기부분의 단면도와 실제 제작된 사진을 나타낸다.

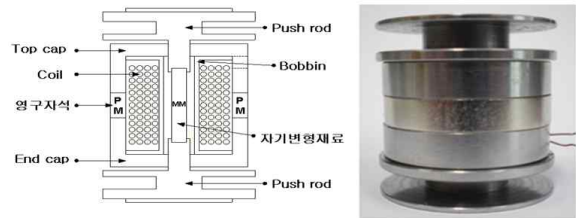


Fig. 2. Actuator for Magnetostrictive Speaker

자기변형스피커의 울림판은 진동 스피커의 마찬가지로 울림판의 재질의 따라 음질이 틀릴 수 있다. 일반적인 FPD 케이싱은 플라스틱 재질을 사용한다. 하지만 실제 Prototype에 사용된 것은 유리로 한쪽의 울림판으로 사용했고 반대쪽 울림판은 LCD TV의 BLU(Back Light Unit)의 케이싱으로 사용하였다. 울림판을 양쪽으로 사용하면 판이 흔들리면서 서로 공명해서 더 큰 소리를 낼 수 있다. 울림판의 고정은 PVC Rod를 제작하여 LCD Panel Guide Bar와 유리를 고정하여 이때 고정할 때 생기는 압력으로 자기변형스피커의 예압을 주게 하였다.

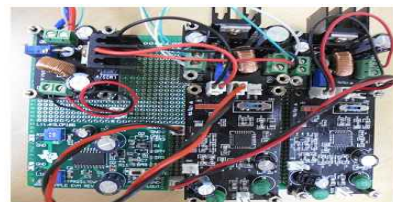


Fig. 3. Stereo Amplifier (Prototype)

Fig. 3.은 Prototype으로 제작된 앰프이다. 자기 변형 스피커에서 소리를 발생하기 위해서는 음원을 앰프를 통과시켜 증폭을 해야 스피커로서의 역할을 할 수 있다. 앰프를 2차로 사용하여 처음 들어오는 신호를 5W로 증폭하고 filter처리를 한 후 각 채널을 40W로 증폭하여 출력으로 내보냈다. 1차 앰프는 TPA1517DWP로 구성하였고 2차 앰프는 TPA3106D1으로 구성하였다.



Fig. 4. Two Channel Magnetostrictive Speaker applied in Flat Panel Display

Fig. 4.는 실제 완성된 평판 디스플레이에 적용된 자기 변형 스피커의 Prototype으로 올림판을 내부가 보이게 하기 위해 유리로 하였다.

3. 특성 평가

특성평가를 위한 실험 장치는 Fig. 5.처럼 평판 디스플레이에 적용된 자기변형스피커(Prototype), 컴퓨터, 음을 발생하기 위한 주파수 발생기 그리고 Shock-Sensor인 ADXL001과 Eval - ADAU1701MINIZ를 사용하여 진동을 측정하여 그것을 음역으로 나타나게 하기 위해 SpectraLab v4.32를 사용하여 실험을 하였다. 실험은 외부 진동이나, 충격 같은 외란을 막기 위해 optical table에서 수행되었다.

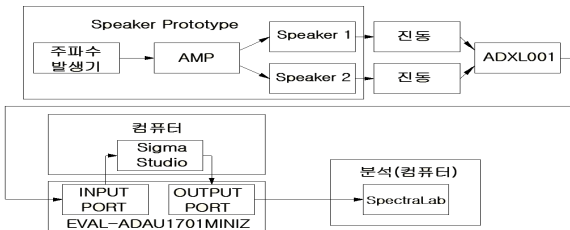


Fig. 5. Experimental Set up

실험의 각각의 설정은 ADXL001을 Control하기 위해 사용된 Eval - ADAU1701MINIZ의 기능 중 입력과 출력만 사용하도록 설정하였고 SigmaStudio 프로그램에서도 바로 입력을 받아 레벨 표시기를 거친 후 출력을 보내게 해 신호의 왜곡을 최소한으로 한 상태로 설정하여 분석 프로그램인 SpectraLab을 사용 주파수와 dB값에 대한 Spectrum으로 분석하도록 설정하였다. Y축은 Relative Amplitude(dB) X축은 주파수로 측정했다. 실험에서 사용된 신호는 주파수 발생기에서 제공되는 White Noise와 임의 주파수 6개 그리고 거리에 따른 dB의 크기를 실험하였다. sinusoid 형태로 진동 발생치는 실제 음인 신호의 Peak값의 1A이하로 설정하여 신호 발생 시간은 무한대로 각각 10번씩 실험했다.

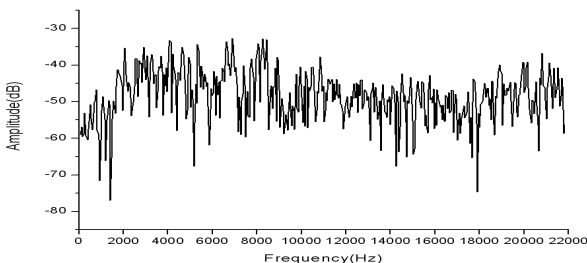


Fig. 6. Experiment Result of White Noise

Fig. 6.은 White Noise 신호를 주어 분석한 것이며 일반 스피커 처럼 전 대역주파수를 다 출력하는 것을 알 수 있다. 일부 보이스코일 스피커는 외부적인 회로가 구성되어 모든 음역대를 출력하게 하거나 고음역대와 저음역대를 나누어 출력을 해야 한다.

하지만 반면에 자기변형스피커는 부수적인 외부 회로 없이 전 대역 주파수를 출력할 수 있다.

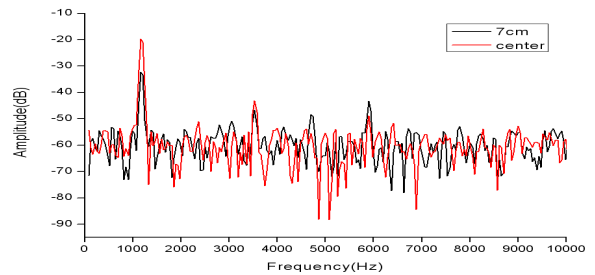


Fig. 7. Analysis of different Position on Flat Panel(1179.84Hz)

Fig. 7.은 1179.84Hz로 입력을 주고 올림판의 위치에 따른 특성을 나타낸 것이며 Prototype에 쓰인 올림판은 565×350×5의 유리로 Push rod에서 대략 7cm 떨어진 곳에서 진동이 약해진 것을 알 수 있었다.

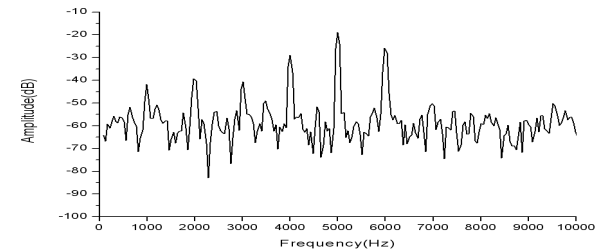


Fig. 8. Experiment Result of Six Frequency (1KHz, 2KHz, 3KHz, 4KHz, 5KHz, 6KHz)

Fig. 8.는 주파수를 1KHz, 2KHz, 3KHz, 4KHz, 5KHz, 6KHz를 입력으로 넣고 분석한 것이다. 6개의 주파수는 중 음역대로 주파수가 중복되었을 때의 특성을 나타낸다. 주파수를 하나씩 입력했을 때 보다 dB값이 떨어지는 것을 확인 되었지만 각각의 주파수가 정확하게 나오는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 논문은 자기변형 원리를 이용하여 스피커를 만들고 FPD에 적용하여 일반스피커보다 뛰어난 음향을 제공하고자 개발하게 되었다. 성능 평가를 수행하기 위해 간단한 prototype이 개발되었고 실험을 통해 아래와 같은 결과를 도출하였다.

1. 다른 장치를 달지 않아도 전 대역 주파수의 음을 출력할 수 있다.
 2. Push rod의 크기에 따라 올림판의 일정한 반경에서 진동이 작아지며 그 영역을 지나면 다시 원래대로 돌아온다.
 3. 올림판의 재질에 따라 특정 주파수에서 음인 신호로 인한 진동과 별도로 진동이 발생할 수 있지만 재질의 두께 및 필터 로 인해 제거가 가능하다.
 4. 체결에 따른 예압으로 출력의 크기를 조절할 수 있다.
- 위 도출된 결과 중 몇 개의 문제점을 보완하기 위해 부수적인 필터 및 Equalizer를 달면 문제점을 최소화할 수 있다.

후기

본 연구는 중소기업청 산학협력단 지원사업으로 수행된 연구 결과임

참고문헌

1. 노명규 외 3명, “평판 진동형 스피커 모델의 실험적 검증” 한국 정밀공학회 2009.
2. 최형욱, 박영우, 지기현 “실형계획법과 유한요소법을 이용한 자기변형 구동기의 최적 설계” 한국 정밀공학회 2009.