

자기변형원리를 이용한 테이블 진동 스피커의 특성평가 The characteristics Evaluation of Table Vibration Speaker using Magnetostrictive principle

*지기현¹, #박영우¹,

*K.H. Ji, Y. W. Park (ywpark@cnu.ac.kr)¹

¹ 충남대학교 BX21 메카트로닉스 사업단 메카트로닉스공학과

Key words : magnetostrictive, speaker, Bluetooth, characteristics evaluation

1. 서론

전기적인 음향신호를 공기의 진동으로 변환하여 소리를 발생시키는 스피커는 근래에 와서 다양한 소재의 개발, 멀티미디어의 발달 등 기술개발의 흐름에 발맞추어 빠르게 발전을 이루었다. 다양한 음향 재생기기의 발달, 무선방식의 대중화 등에 힘입어 고성능과 휴대성을 동시에 요구하는 시대가 되었다. 기존의 스피커는 주로 보이스 코일의 콘타입을 사용한다. 이 방식은 내부의 진동판을 움직여 소리를 내는데 큰 음량을 필요할수록 크기가 커지는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 다양한 방법이 개발되었는데 그 중 진동판 대신 평판을 진동시켜 소리를 발생시키는 평판 진동 기술이 등장하였다. 본 논문에서는 압전재료와 비슷한 특징을 보이면서도 기존의 압전재료(피에조)보다 더 큰 변위, 힘을 발생하는 자기변형재료인 Terfenol-D 를 이용하여 작은 크기로도 큰 음향을 제공할 수 있는 스피커를 설계하였다. 자기변형원리를 이용하여 구동기를 설계하였으며, 휴대성을 높이기 위해 무선방식 중의 하나인 블루투스 방식을 적용하고, 충전식 배터리를 전원으로 사용하였다. 또한, 스피커의 음향 특성평가를 위해 자기변형원리를 이용한 테이블 진동 스피커의 출력과 평판에 따른 특성평가를 실시하였다.

2. 테이블 진동 스피커의 개발

테이블 진동 스피커는 자기변형 구동기, 회로 모듈, 배터리, 케이스로 구성된다. 테이블 진동 스피커의 목표는 다음과 같다.

1. 가볍고 무게가 가벼운 스피커
2. 휴대용 스피커(블루투스 적용, 충전방식 전원 사용)
3. High-quality 음향 제공

첫번째 목표를 달성하기 위해, 자기변형재료인 Terfenol-D 를 이용한 자기변형 구동기를 설계하였다

자기변형 구동기는 자기바이어스를 걸어주는 영구자석 (PM)과 자기변형재료(MM), 자기변형재료를 감싸고 전류에 따라 자기장을 발생시키는 코일(Coil), 영구자석과 코일에 의한 합성자기장을 자기변형재료에 인가시켜주는 플럭스패스(Flux pass), 예압을 걸어주는 스프링(Spring), 자기변형재료에서 발생된 변위를 외부로 전달하는 진동자(Push rod)로 이루어져있다. 전류가 흐르면 이때 발생하는 자기장과 영구자석에 의해 자기변형재료에 자기장이 인가된다. 자기변형재료는 인가된 자기장에 의해 그 크기를 수축 및 팽창을 하고, 발생한 변위는 진동자를 통해 외부로 전달되게 된다. 자기변형 구동기의 설계과정은 [1]에 자세히 기술되어있다.

두,세번째 목표를 달성하기 위해서 블루투스 와 앰프를 결합한 회로를 설계하였다. 블루투스 칩은 BT.2.1+EDR 을 사용하였다. 또한, 고음질을 구현하기 위하여 파워앰프를 설계하였다. Class-D 타입의 TPA3106D1 을 사용하여 저전력 소비에 강점을 둔 모노 앰프를 적용하였다.

회로 모듈은 Fig. 1 에서 보는 것과 같이 5 개의 스위치와 블루투스 모듈, 파워 앰프 모듈, 전원 스위치, 충전단자, 유선 연결잭, 상태 LED 로 구성되어 있다. 휴대성을 높이기

위해 블루투스 모듈뿐만 아니라 충전방식의 배터리를 전원으로 사용하였다.

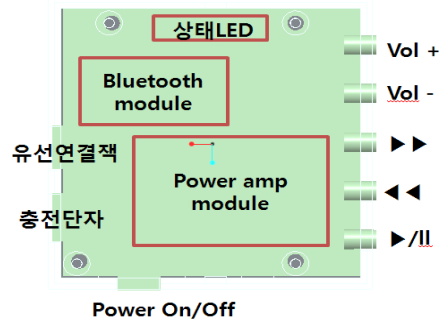


Fig. 1 Bluetooth & Power amplifier circuit module

리튬-폴리머 2 차 전지(3.7 x 4.2Ah) 3cell 을 적용하였다. 충전회로를 따로 구성하지 않으며 어댑터를 사용해 충전시 용이하다. 무게도 기존 전지의 30%정도로 가벼운 장점을 가지고 있고 총 용량은 4,110mAh 이다. 자기변형 구동기는 시간당 0.6~0.7A 의 전류를 필요로 한다. 따라서 스피커를 5~6 시간 충전 없이 사용 가능하다.

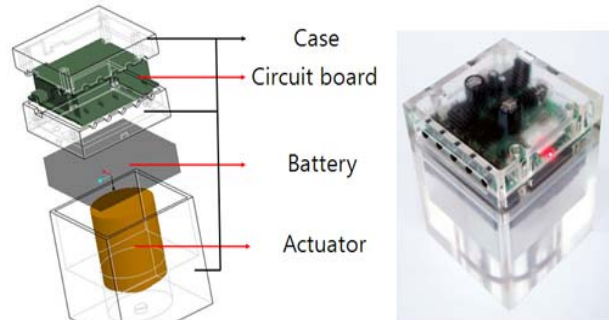


Fig. 2 Assembled of Speaker

Fig. 2 는 테이블 진동 스피커의 실제 그림과 구성도를 나타낸다. 케이스는 아크릴 재료를 사용하여 반투명형식으로 제작하였다. 전체적인 케이스 시스템은 슬라이딩 결합 방식을 적용하였다. 회로모듈은 2 개의 상단 케이스에 결합되고, 배터리와 자기변형 구동기는 하단 케이스에 결합된다. 최종적으로 상단케이스와 하단 케이스를 결합하여 테이블 진동 스피커를 완성한다. 스피커의 무게는 0.65kg 이며, 그 크기는 64mm(W) x 64mm(D) x 82mm(H)이다.

테이블 진동 스피커의 변위는 진동자에 의해 스피커가 놓여있는 평판을 진동시켜 소리를 발생시킨다. 내부에 진동판이 없이 소리를 발생시키며, 그 소리는 평판 전체로 분산되어 발생된다.

3. 테이블 진동 스피커의 특성평가

스피커의 특성평가를 위하여 Fig. 3 과 같이 실험을 실시하였다. PC 의 주파수발생기 프로그램을 이용하여 입력 신호를 주고, 스피커 출력은 Analog Device 社 ADXL001 Sensor 를 사용하여 측정한다. 그 출력값은 PC 로 보내지고, SpectraLab 프로그램을 이용하여 그 결과를 분석하였다.

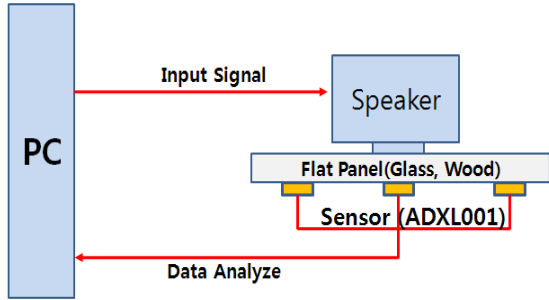


Fig. 3 Experimental setup to measure the specification

실험은 크게 2 가지로 나누어 진행하였다. 같은 임피던스(8Ω)를 가지는 상용 스피커(콘타입)와 테이블 진동 스피커의 출력을 비교하는 실험과 평판별 실험을 통하여 평판에 따른 특성을 평가하였다. 실험을 위하여 평판은 300mm(W) x 300m(D) x 5mm(H)의 크기를 갖는 나무판과 유리판을 사용하였다. 상용 스피커와 테이블 진동 스피커의 비교 실험을 위하여 입력은 White noise 를 주어진 주파수 대역에 대한 응답을 측정하였다. 그 결과 Fig. 4(a)와 같이 기준 dB 에서 상용 스피커는 저주파대역에서는 높게 나왔지만 그 이상에서는 낮은 출력을 보였다. 하지만, 테이블 진동 스피커는 저주파수 대역에서는 상용스피커에 비해 낮은 출력을 보이지만 전 주파수 대역에서 고르고 높은 출력을 보였다.

Fig. 4(b)는 평판별 비교실험 결과를 나타낸다. 6 개의 입력에 따른 응답은 유리판이 더 높게 나왔고, 저주파수 대역에서는 나무판이 더 좋은 특성을 보였다. 그 결과 평판에 따라 스피커의 음색이 달라짐을 알 수 있다. 저주파수 대역에서는 나무판의 음량이 풍부하며, 고주파수 대역으로 갈수록 유리판의 음량이 더 풍부한 결과를 보인다.

4. 결론

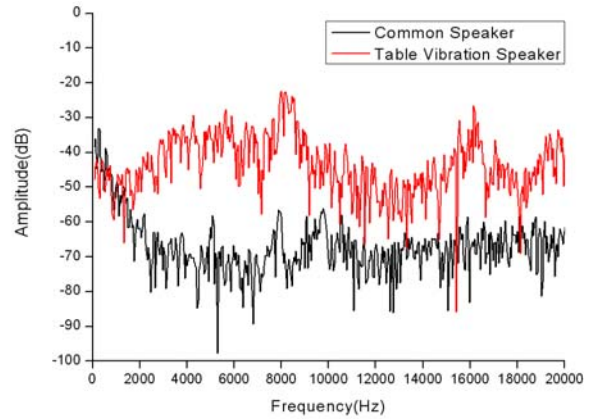
본 논문은 자기변형원리를 이용한 테이블 진동 스피커의 설계와 특성평가를 실시하였다. 무게는 0.65kg, 크기는 64mm(W) x 64mm(D) x 82mm(H)로 소형화를 구현하였으며, 블루투스를 적용하여 무선방식의 편리성을 제공함과 동시에 충전식 배터리를 사용하여 충전 없이 5 시간 이상 사용 가능하다. 또한, 저전력의 Power amplifier 를 설계하여 고품질의 음향을 제공한다. Shock-sensor 인 ADXL001 을 이용하여 스피커의 특성을 측정하였다. 일반적인 스피커와 비교 실험을 통해 일반적인 스피커는 저주파수 대역을 제외한 부분에서 낮은 특성을 보이지만, 테이블 진동 스피커는 전체적으로 고르고 높은 반응을 보임을 확인하였다. 평판에 따른 비교 실험을 통해 평판에 따라 다양한 음색을 표현할 수 있음을 보였다.

후기

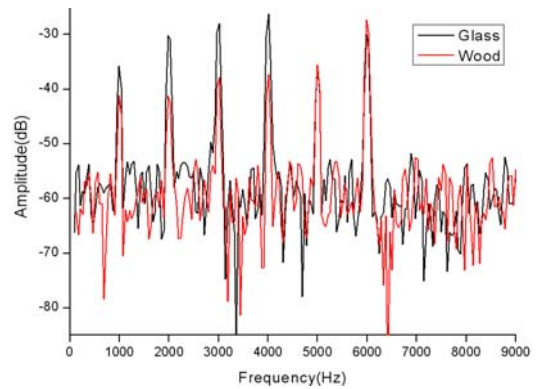
본 연구는 중소기업청 산학협력단 지원사업으로 수행된 연구 결과임.

참고문헌

1. 최형욱, 박영우, 지기현 “실험계획법과 유한요소법을 이용한 자기변형 구동기의 최적 설계”한국 정밀공학회 2009.
2. H. W. Choi, Y. W. Park “Development of Mobile Speaker with Magnetostrictive Vibrator” 11th Joint MMM-Inermag Conference 2010.



(a)



(b)

Fig. 4 Result of Experiment

(a) Comparison of common and proposed speaker

(b) Comparison of Wood and Glass panel