

PC용 무방향성 스피커 시스템의 개발

권오균, 임혁, 송문빈, 정연모, 전계석

경희대학교 전자공학과

전화 : 031-201-2585 / 핸드폰 : 011-719-0712

Design of an Omni-directional Speaker System for Personal Computers

Ohkyun Kwon, Hyuk Lim, Moonvin Song, Yunmo Chung, Kyesuk Jun

Department of Electronic Engineering, Kyung Hee University

email : chung@khu.ac.kr

Abstract

PC용 멀티미디어 스피커는 일반 오디오 스피커에 비해 공간상의 제약을 많이 받기 때문에 최적의 설치가 어렵고 따라서 제 성능을 발휘하기 어렵다. 본 논문에서는 설치 장소 및 위치에 구애받지 않고 쾌적한 음악감상을 할 수 있는 PC용 무방향성 스피커 시스템을 설계 및 구현하였으며 성능평가에 대해 연구하였다.

I. 서론

스피커는 설치하는 높이와 위치에 따라서 음상이 달라지기 때문에 쾌적한 감상을 위해서는 최적의 위치를 찾아 설치해야 한다. 그러나 현재의 비좁은 멀티미디어 스피커 사용 환경을 고려할 때, 이와 같은 위치 선정에는 많은 어려움이 있다.

본 논문에서는 현재의 PC용 오디오를 위한 환경 내에서 설치 위치에 구애받지 않고 좀 더 뛰어난 스테레오 오디오 이미지를 얻을 수 있는 무방향성 스피커 설계에 관해 연구하였다.

또한 이를 기초로 하여 스피커의 특성과 기능을 포함한 기본적인 2.1채널 스피커 시스템을 이용하여 음의 출

력 방향에 상관없이 쾌적한 음악감상을 할 수 있는 스피커 시스템을 설계하고 위치에 관계없이 설치하여 어떤 방향에서도 고른 음향을 청취할 수 있는 시스템을 제시하였다.

덧붙여서 본 논문에서는 시스템 설계에 관한 내용 그리고 설계된 제품에 대한 테스트 결과를 기술하였으며 설계된 제품에 대한 사용자들의 평가결과를 제시하였다.

II. 시스템 설계

2.1 전기회로 블록다이어그램

시스템 설계에서는 기본적인 음파, 소리의 성질에서 앰프 회로 특성과 합성 기술의 응용을 검토하고 전체 시스템 구성에서 전기적 및 음향적 구성 요소의 합리적인 사양 구성을 해야한다. 전기적 및 기구적인 방식 등의 음향시스템의 기본 구성을 설계하였다. 스피커 구동회로도 그림 1과 같다. 이퀄라이징 및 각종 이펙트를 담당하는 유닛 및 이를 구동하는 제어유닛, 그리고 스피커 유닛을 구동하는 앰프로 나뉜다.

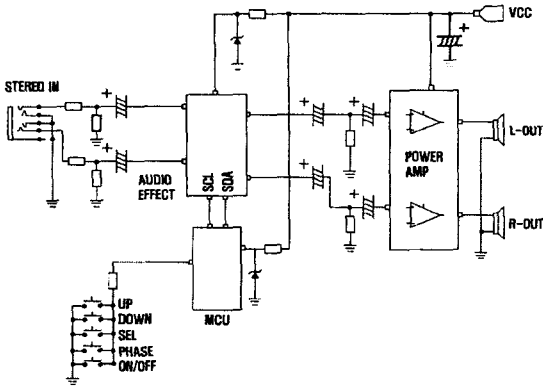
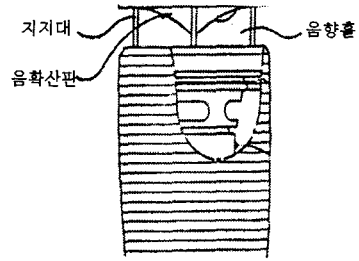


그림 1. 스피커 제어 및 구동회로

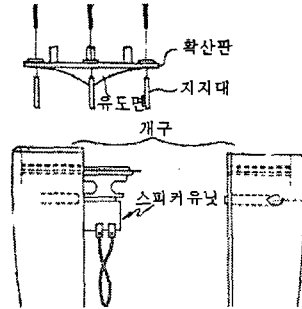
인간의 귀에 도달한 음파는 고막까지 전달되는 동안 180도 위상 반전 효과 및 2.5kHz 부근에서의 공진 현상이 일어난다. 또한 1.3kHz~1.5kHz 부근에서 양쪽 귀의 방향성 판별이 곤란하다. 저역의 20~200Hz는 측방, 음성대역의 주파수 300~4kHz는 전방, 500~2kHz는 후방으로부터 소리를 분해해서 듣는 기능이 있다. 이러한 주파수 방향성의 판별력을 마이크로 프로세서 IC를 이용하여 PHASE 스위치를 선택하면 프리앰프단에서 나오는 출력 L과 R 신호를 L+R로 구성하여 20~300Hz의 저음은 서브우퍼로 구동시키고 중간주파수 300~4KHz는 L-R하여 L-OUT에 500~2KHz 고역주파수는 R-L하여 R-OUT에 강조하여 출력하게하고 4KHz이상의 고음에서 L과 R을 시간차를 두고 강조할 수 있다. L과 R의 신호차를 조합함으로써 방위나 위치를 현장감 있게 하고 각 채널의 주파수 특성을 원음대로 출력하면 음의 강약에 따라 위상차를 만들기도 하면서 청취음의 방향성을 조절할 수 있는 것이다.

2.2 스피커 유닛 설계

무방향성 스피커의 내부적인 모양은 그림2와 같다. 그림 2(a)와 같이 입방 형상의 캐비넷과 음향 신호를 공급받는 케이블과 전기적으로 연결된 스피커 상부에 음확산판이 설치된다. 그림 2(b)의 개구와 음확산판 사이에 지지대를 달아 음향홀을 구성하면 음확산판의 중심이 스피커의 중심을 향해 돌출되어 파워포인트 역할로써 경사진 유도면을 따라 지향성을 높여주고 어느 방향에 설치하여도 재생되는 음향은 360도 전 방향에서 균일한 소리를 들을 수 있다.



(a) 외부 구조도



(b) 내부 구조도

그림 2. 스피커 구조도

2.3 시스템 특성비교 및 분석

그림 3, 4, 5는 각각 시스템의 주파수 응답, 임피던스, 위상에 대한 측정 그래프이다. 입력전압 180mV에 출력전압 2.0V(1.0W)에서 불륨을 최소화하여 시스템의 레스폰스 커브를 측정한 그래프이다. 최저 공진주파수 f_0 는 125Hz이며 임피던스는 40ohm f_1 주파수는 225Hz, f_2 주파수는 450Hz이다.

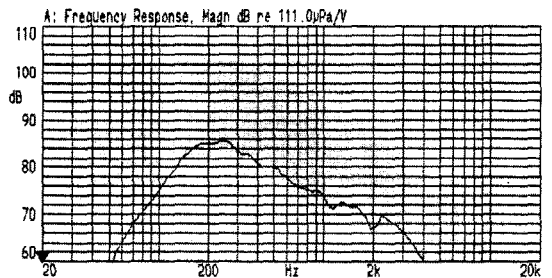


그림 3. 시스템 특성 - 주파수응답

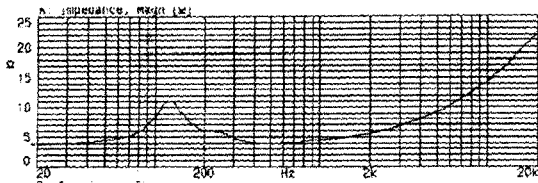


그림 4. 시스템 특성 - 임피던스

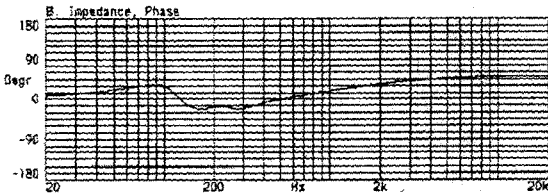


그림 5. 시스템 특성 - 위상

파장은 주파수에 반비례하므로 진동면의 크기가 같다면 주파수가 높은 소리일수록 지향성이 커진다. 이것은 스피커가 기울어진 방향에서 소리를 들으면 고음이 작고 저음이 강조되는 현상과 같다. 공기중의 소리 전파속도는 약340m/s이므로 주파수 1KHz인 파장은 34cm이며, 사람들이 들을 수 있는 최고 주파수는 20KHz로 17mm이다.

일반적인 시스템에서 마이크를 이용하여 L/R의 주파수 특성을 지연, 조합하고 음 확산판 포트를 사용하여 소리 에너지를 확산시켜 소리의 강도를 360°방향으로 분산하고 가청음과 비교하여 주파수가 높은 부분을 진폭 변조시키는 음파를 출력하면 방향과 위치에 관계없이 동일한 소리를 전달할 수 있다.

그림6과 그림7은 기존 시스템과 비교된 주파수 특성 그래프와 시스템 전체 회로도이다. 본 논문에서 제안한 무방향성 스피커 시스템의 고역주파수 특성이 우수함을 알 수 있다.

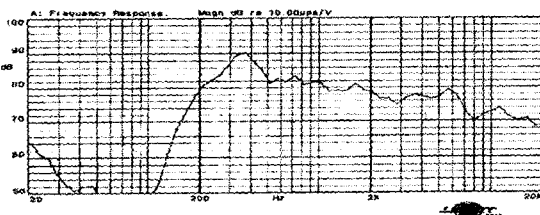


그림 6. 기존 시스템의 고역주파수 특성

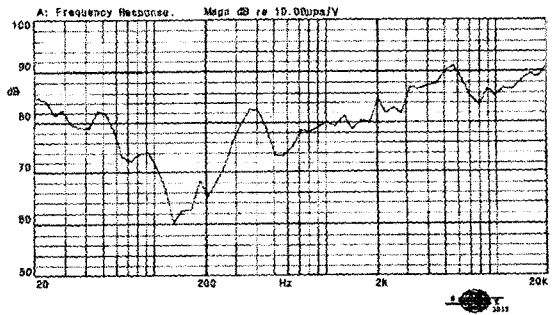
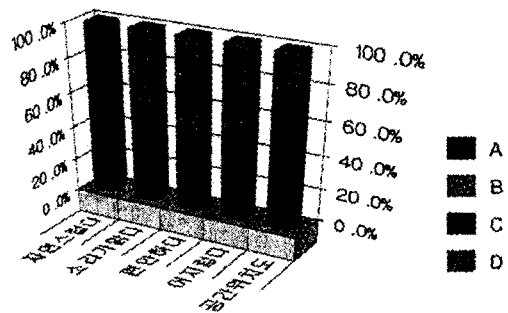


그림 7. 무방향성 시스템의 고역 주파수 특성

2.4 실험환경 및 시스템 측정

시스템 동작 및 측정 실험은 상온 26℃ 습도 65% 이상의 일상 실험실에서 진행하였다. 입력 이득(input sensitivity)는 1KHz 300mV를 기본으로 하고 왜율 0.5% 이내의 실효값에서 측정하였다. 스테레오 분리도는 표준 출력 상태에서 50dB 이상으로 비교적 좋은 상태를 갖고 있으며 S/N비는 75dB이상으로 측정되었다. 부하저항은 4Ω 50W를 사용하였으며 인가 전압은 DC 12V 5A로 설정하였다. 주파수 특성이 고역에서 방향성이 좋아지면서 고역 응답이 50KHz 이상으로 출력되는 것이 공통된 측정치이다.

III. 음질 평가와 신뢰성에 관한 평가



A:만족 B:보통 C:불만 D:모름

그림 8. 음질평가 결과그래프

그림 8은 음질평가 결과그래프이다. 음질 평가를 위하여 무작위로 30명을 선발하여 각 장르의 음악을 듣고

루 듣게 하며 실험하였다. 음악에 대한 선호도는 조금씩 차이가 있기는 하지만 전반적인 평가는 사운드 전체 음향을 집중하고 듣지 않아도 된다는 의견과 자연스럽다는 의견이 압도적이었으며 소리가 맑고 방향성에 대하여 편안하다는 의견도 볼 수 있었다. 물론 개개인이 느끼는 훌륭한 소리도 설계 목표와 평가의 척도가 될 수는 없다. 좋아하는 소리의 기준과 개인의 기호에 따라 시시각각 다양하게 변하기 때문이다.

그러나 결과 그래프에서 나타나듯이 소리를 들을 때 사람들은 소리의 높이, 세기, 음색은 물론 잔향감 등의 여러 가지 요소를 느끼는 개인의 차가 별로 없다. 그리고 주로 자연스러움과 설치공간, 위치에 대하여 제약을 받지 않는다는 반응을 보이고 있는 것으로 긍정적인 결과가 나타났다. 특히 멀티미디어 환경에서는 가까운 거리에서 컴퓨터를 사용하면서 좁은 공간을 이용하여 음악이나 방송 등을 감상하는데 기존의 시스템과 비교하여 사용의 편리성 면에 있어서 탁월한 효과를 갖추었다. 또한 음질도 만족할 수 있는 수준의 음향 방사능력을 인정하였다. 제품의 신뢰성은 지속적으로 일반인을 대상으로 사용 환경과 기존 시스템과의 비교 자료 등을 접수, 분석한 결과 음질이나 음향 감도에 대하여 대체적으로 제품의 성능과 효율의 우수성을 높이 평가하고 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 PC 멀티미디어 환경에서 필수적으로 사용하는 스피커 시스템의 전기적인 회로 특성과 기구적인 구조를 개선하여 공간과 위치에 관계없이 동일한 음향을 청취할 수 있는 무방향성 스피커 시스템을 구현하였다.

PC 사용환경의 개선으로 누구나 쉽게 각종 멀티미디어 소스를 재생 할 수 있게 되었다. 사용자들은 이전보다 훨씬 나은 출력장치 - 디스플레이장치, 오디오장치를 원하게 되었고 실제로 디스플레이장치에는 많은 발전이 있었다. 하지만 오디오장치는 큰 변화가 없었으며 오히려 설치공간의 제약 때문에 기존의 홈 오디오에 비해 훨씬 열악한 환경에 놓여 있었다. 이러한 문제점을 개선하여 누구나 쉽게 연결하고 공간과 위치의 제약 없이 고음질의 자연스런 음향을 감상할 수 있는 시스템 구현에 따른 설계에 중점을 두었다.

일반적으로 스피커를 실내에 두고 음향설계 및 흡음

처리 등으로 검토되어 왔다. 그러나 고음역과 저음역을 조합하고 각각의 주파수 특성을 지연시켜 음장감을 최대화하면서 캐비닛 구성에서는 음확산판과 음향홀을 두었다. 그리고 스피커 중심을 향해 돌출 되게 하는 방법이 음확산판의 경사진 유도면을 따라 어느 방향에서도 균일한 음향이 재생된다는 것을 음질 평가의 신뢰성으로도 검토되었다.

직접음을 방사 분리하기 위해 소리의 감각적 성질을 갖는 진폭과 음압 레벨에 기초를 두고 음압 레벨 80dB 이상에서 L채널과 R채널 오디오 신호를 조합하는 데에는 마이콤 16비트 4304를 이용하였다. 또한 모노 형태로 출력하면서 L과 R의 각각의 고유 주파수 특성을 재생하면 여러 형태의 음장감을 가질 수도 있다. 이러한 기능을 실효 출력 5W이상으로 음 확산판을 사용하여 재생하면 한쪽으로만 전달되는 방향성을 무시한 특성을 확인할 수 있다. 그렇지만 고출력을 요구하게 되는 대구경 스피커와 밀폐되지 않는 공공 장소에서 이용하기에는 아직은 문제점을 갖고 있다.

수학적이고 과학적인 수치를 표분화하여 공간을 많이 차지 않아도 음질이나 음향에 만족할 수 있으며 공공 장소 등에서도 소리가 잘 전달되는 대중 방송용 시스템이나, 일반 오디오에도 쉽게 적용할 수 있는 다양한 제품의 무방향성 스피커 시스템을 개발 과제로 삼았으면 한다.

참고문헌

- [1] 차일환, "음향공학개론", 한신문화사, 1976.
- [2] 강성훈, "음향시스템 이론 및 설계", 기전연구원, 1999.
- [3] 나기환, "스피커 자기회로 설계에 관한 연구", 연세대 석사논문, 1994.
- [4] J.Dinsdale, "Horn Loudspeaker Design" Wireless world, NY, 1975
- [5] L.Beranek, "Acoustics Measurements", pp651-660, AIP, NY, 1998.