



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0111248
(43) 공개일자 2007년11월21일

(51) Int. Cl.

G10K 11/178 (2006.01) F16L 55/04 (2006.01)
F16L 55/033 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0044380

(22) 출원일자 2006년05월17일

심사청구일자 2006년05월17일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

이승배

인천광역시 남구 용현5동 금호아파트 10-301

김영호

인천 남동구 만수5동 898-21

송우석

인천 부평구 삼산동 주공아파트 415동-1403호

(74) 대리인

김윤배, 임재룡

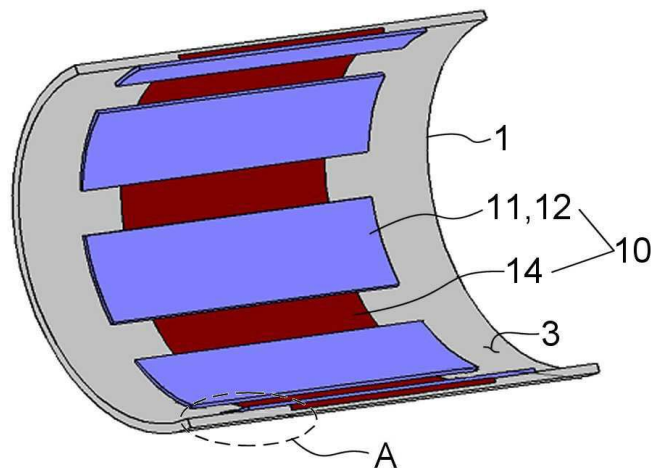
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 능동소음제어시스템

(57) 요약

본 발명은 덕트 소음의 능동제어를 통해 덕트 음향과 동시에 유동유발소음을 동시에 저감하도록 하는 능동소음제어시스템에 대한 것으로, 상기 본 발명은 덕트 내에 소음원에 인접하게 배치되며, 소음원으로 부터 발생하는 원신호를 센싱하는 참조 마이크로폰; 참조 마이크로폰 후방에 배치된 오차 마이크로폰; 참조/오차 마이크로폰 사이에 배치되는 액츄에이터; A/D 및 D/A 겸용 컨버터; 및, 제어부;를 포함하며, 제어부는 오차 마이크로폰으로부터 들어온 오차신호를 LMS 알고리즘에 의해 오차를 줄이도록, 상기 참조 마이크로폰에 의해 센싱된 참조신호를 필터링하여 상기 A/D 및 D/A 겸용 컨버터를 통하여 아날로그 신호로 변환후 변환된 제어신호를 상기 액츄에이터로 전달하여 액츄에이터로 하여금 원신호와 같은 크기 및 반대 위상을 갖는 음파를 생성토록하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

덕트 내에서 발생하는 소음 및 이 소음에 의해 유발되는 소음을 줄이기 위한 능동소음제어시스템에 있어서,
상기 덕트 내에 소음원에 인접하게 배치되며, 소음원으로 부터 발생하는 원신호를 센싱하는 참조 마이크로폰;
상기 참조 마이크로폰 후방에 참조 마이크로폰과 간격을 두고 배치되는 오차 마이크로폰;
상기 참조 및 오차 마이크로폰 사이에 배치되는 액츄에이터;
상기 참조 및 오차 마이크로폰과 액츄에이터에 각각 전기적으로 연결되며, 참조 및 오차 마이크로폰에 의해 센싱된 아날로그 신호를 디지털 신호로 컨버팅하거나 디지털신호를 아날로그 신호로 컨버팅하기 위한 A/D 및 D/A 겸용 컨버터;
상기 A/D 및 D/A 겸용 컨버터에 전기적으로 연결된 제어부;를 포함하며,
상기 제어부는 오차 마이크로폰으로부터 들어온 오차신호를 LMS 알고리즘에 의해 오차를 줄이도록, 상기 참조 마이크로폰에 의해 센싱된 참조신호를 필터링하여 상기 A/D 및 D/A 겸용 컨버터를 통하여 아날로그 신호로 변환 후 변환된 제어신호를 상기 액츄에이터로 전달하여 액츄에이터로 하여금 원신호와 같은 크기 및 반대 위상을 갖는 음파를 생성토록하는 것을 특징으로 하는 능동소음제어시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 액츄에이터는
서로 다른 전극에 접지된 한쌍의 바이모프 피에조 필름을 겹쳐, 이를 덕트 내벽을 따라 간격을 두고 원주방향으로 다수 설치한 것을 특징으로 하는 능동소음제어시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 덕트 내벽과 다수의 바이모프 피에조 필름 사이에 배치되도록 덕트 내벽에 삽입되는 다공성 폼을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 능동소음제어시스템.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 다수의 바이모프 피에조 필름은 덕트 내벽과 접하는 측에 부착되는 비닐수지를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 능동소음제어시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <15> 본 발명에서는 능동소음제어시스템에 관한 것으로, 특히, 덕트 소음의 능동제어를 통해 덕트 음향과 동시에 유동유발소음을 동시에 저감하도록 하는 능동소음제어시스템에 대한 것이다.
- <16> 일반적으로 빌딩 및 주거용 HVAC(Heating Ventilating Air conditioning & Cooling) 시스템 및 기타 여러 기계 시스템에 적용되는 덕트는 필수적인 에너지 전달 장치이다. 그런데, 이와 같은 덕트는 송풍기 혹은 팬 등에 의해 발생하는 소음을 전달하는 매개가 되어 주택에 거주하는 사람 혹은 근무하는 재실자에게 지속적인 소음에 전가함에 따라 스트레스를 유발케 하여 심신을 피로하게 하는 문제가 있었다.
- <17> 일반적으로 덕트 소음을 제어하는 방법으로는 흡음재와 같은 재료를 이용한 수동소음제어와 음파의 중첩(영의 법칙)을 이용하여 제어하는 능동소음제어가 있다. 수동소음제어는 고주파 영역에서 소음을 제어하는데 효율적인데 반하여, 저주파를 제어하기에는 저주파에 해당하는 파장만큼의 길이를 확보하기가 쉽지 않아 주로 고주파 영역에서만 사용된다. 능동소음제어는 수동소음제어에 비해 저주파 영역에서의 제어성능이 좋아 최근에 많은 연구

가 이루어져 있다.

<18> 종래의 능동소음제어는 피드 포워드(Feed-Forward)방식의 능동소음제어와, 참조 마이크로폰이 제외되는 피드 백워드(Feed-Backward)방식의 능동소음제어가 있다. 피드포워드방식은 오차 마이크로폰으로 받은 오차신호를 줄이는 방향으로 참조 마이크로폰으로 받은 참조신호를 필터링하여 필요한 제어신호를 만들어 내는 방법이고, 피드백워드방식은 참조신호 없이 단지 오차신호를 바탕으로 제어신호를 만들어내는 방법이다. 피드포워드방식은 참조신호가 있기 때문에 피크주파수 이외의 광대역 소음도 제어될 수 있으나 제어신호가 참조 마이크로 다시 들어오는 음향회환의 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 참조신호와 제어신호를 내보내는 액츄에이터의 거리를 최대한 멀리 떨어지게 한다. 이에 비해 피드백워드방식은 음향회환의 문제는 없으나 기초가 되는 원 신호를 알지 못하므로 광대역소음의 제어 성능이 매우 나빠지게 된다.

<19> 상기 능동소음제어에서 사용되는 알고리즘은 주로 LMS(Least Mean Square)알고리즘이다. 이것은 오차 마이크로폰으로 받은 오차신호의 제곱을 최소화하는 방법으로 신호제어기를 통해 제어신호를 생성하는 방법이다. 현대에 들어서 DSP 기술이 발달하면서 대용량의 컴퓨터의 발달로 실시간 신호처리가 가능해 지면서 다양한 방식의 능동소음제어가 연구되었다.

<20> 주로 제어신호를 음파로 생성하는 액츄에이터로써 스피커가 이용되었다. 스피커는 원형의 덕트시스템에서는 설치공간의 문제가 있으며, 또한 덕트 내 유동에 의해 스피커가 손상을 입을 수 있으며 유동에 영향을 미칠 수 있는 단점이 있다. 그러므로 제어성능을 유지하면서 작은 크기로 유동에 영향을 주지 않을 가진기의 필요성이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 대한민국특허공개 제2002-79098호에서는 액츄에이터로써 PVDF 필름을 환형으로 이은 구조체를 이용한 능동소음제어기가 게재되어 있다.

<21> 그러나, 이와 같이 PVDF 필름을 액츄에이터로 사용한 경우, 저주파 영역에서 높은 성능을 기대할 수 없는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<22> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, PVDF 필름보다 저주파 영역에서 가진성능이 우수하고, 적용이 용이한 바이모프 피에조 필름을 도입한 능동소음제어시스템을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

<23> 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 덕트 내에서 발생하는 소음을 줄이기 위한 능동소음제어시스템에 있어서, 상기 덕트 내에 소음원에 인접하게 배치되며, 소음원으로 부터 발생하는 원신호를 센싱하는 참조 마이크로폰; 상기 참조 마이크로폰 후방에 참조 마이크로폰과 간격을 두고 배치되는 오차 마이크로폰; 상기 참조 및 오차 마이크로폰 사이에 배치되는 액츄에이터; 상기 참조 및 오차 마이크로폰과 액츄에이터에 각각 전기적으로 연결되며, 참조 및 오차 마이크로폰에 의해 센싱된 아날로그 신호를 디지털 신호로 컨버팅하거나 디지털신호를 아날로그 신호로 컨버팅하기 위한 A/D 및 D/A 겸용 컨버터; 상기 A/D 및 D/A 겸용 컨버터에 전기적으로 연결된 제어부;를 포함하며, 상기 제어부는 오차 마이크로폰으로부터 들어온 오차신호를 LMS 알고리즘에 의해 오차를 줄이도록, 상기 참조 마이크로폰에 의해 센싱된 참조신호를 필터링하여 상기 A/D 및 D/A 겸용 컨버터를 통하여 아날로그 신호로 변환후 변환된 제어신호를 상기 액츄에이터로 전달하여 액츄에이터로 하여금 원신호와 같은 크기 및 반대 위상을 갖는 음파를 생성토록하는 것을 특징으로 하는 능동소음제어시스템을 제공한다.

<24> 상기 액츄에이터는 서로 다른 전극에 접지된 한쌍의 바이모프 피에조 필름을 겹쳐서, 이를 덕트 내벽을 따라 간격을 두고 원주방향으로 다수 설치하는 것이 바람직하다.

<25> 또한, 가진에 따른 움직임에 성능향상을 위해 자유도를 최대한 부여할 수 있도록, 상기 덕트 내벽과 다수의 바이모프 피에조 필름 사이에 배치되도록 덕트 내벽에 삽입되는 다공성 폼을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<26> 더욱이, 상기 다수의 바이모프 피에조 필름은 덕트 내면과 접하는 측에 비닐수지를 부착하여 가진성능을 향상시키는 것도 가능하다.

<27> 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일실시예에 따른 능동소음제어시스템을 상세히 설명하면 다음과 같다.

<28> 첨부된 도 1은 본 발명에 따른 능동소음제어시스템을 나타내는 개략도이고, 도 2는 도 1에 도시된 액츄에이터에 적용된 바이모프 피에조 필름의 구조를 나타내는 사시도이고, 도 3은 도 1에 도시된 원형덕트 내의 바이모프 피에조 필름의 배열을 나타내는 사시도이고, 도 4는 도 3에 표시된 A부분을 나타내는 개략도이다.

- <29> 먼저, 본 발명의 일실시예에 따른 능동소음제어시스템은 도 1과 같이, 덕트(1) 내에 배치된 참조 마이크로폰(61), 참조 마이크로폰(61)과 소정 간격으로 배치되는 오차 마이크로폰(63) 및 참조 및 오차 마이크로폰(61,63) 사이에는 액츄에이터(10)가 배치된다. 참조 마이크로폰(61)은 소음원으로 부터 발생하는 원신호를 센싱한다. 액츄에이터(10)는 원신호와 같은 크기 및 반대 위상을 갖는 음파를 생성한다. 오차 마이크로폰(63)은 액츄에이터(10)에 의해 제어된 음파를 센싱한다.
- <30> 액츄에이터(10)는 도 1과 같이 덕트(1) 내에 설치함에 있어서, 종래기술인 환형 폐곡면으로 이어진 PVDF 필름으로 인하여 가진 주파수에 따라 모드가 생성되는 문제점을 피하기 위해, 한쌍의 바이모프 피에조 필름(11,12, 도 2 참조)을 도 3과 같이 하나의 단위로 하여 소정 간격으로 각각 배열함으로써 모드 생성을 피할 수 있다. 이 바이모프 피에조 필름(Bimorph Piezo Film)은 전기적인 힘을 받을 때 길이 방향으로 변위가 생성되는 피에조 재료를 두 장을 겹쳐놓아 전기적인 힘에 의해 횡 방향으로 파동을 생성하여 음파를 생성할 수 있는 재료이다. 종래의 액츄에이터를 스피커로 사용할 경우, 덕트가 원형이거나 이물질 등에 의한 파손이 우려되는 상황에서는 액츄에이터로 스피커를 설치하기 어렵게 되는데 반하여, 본 발명에 따른 바이모프 피에조 필름(11)를 적용할 경우, 덕트(1) 내측에 설치가 용이하다.
- <31> 아울러, 도 2와 같이, 덕트 내벽(3)의 요홈(4)에는 덕트 내벽(3)과 한쌍의 바이모프 피에조 필름(11,12) 사이에는 다공성 폼(13)을 배치시켜 유동에 제약이 없도록하면서, 도 4와 같이, 한쌍의 바이모프 피에조 필름(11,12)의 움직임에 대하여 최대한의 자유도가 부여되도록 하였다. 이와 같은 바이모프 피에조 필름(11,12)은 그 특성상 진동을 전달하는 매질이 있어야 더 큰 음압을 낼 수 있으므로 도 4와 같이, 얇은 비닐수지(15)와 바이모프 피에조 필름을 겹쳐 설치하는 것이 바람직하다.
- <32> 이 경우 상기 액츄에이터(10)는 서로 다른 전극에 접지된 한쌍의 바이모프 피에조 필름을 겹쳐, 이를 덕트 내벽(3)을 따라 간격을 두고 원주방향으로 다수 설치하는 것이 바람직하다. 그 이유는 하나의 단면 객체로 액츄에이터를 제작하였을 경우 도 7b와 같은 가진형상 나타나며, 이는 도 7a와 같은 본 발명에 따른 능동제어시스템을 통해 얻을 수 있는 이상적인 가진형상과 같이 될 수 없기 때문이다.
- <33> A/D 및 D/A 겸용 컨버터(20)는 참조 마이크로폰(61), 오차 마이크로폰(63) 및 액츄에이터(10)와 각각 배선(21,22,23,24)을 통해 전기적으로 연결되며, 참조 및 오차 마이크로폰(61,63)에 의해 센싱된 아날로그 신호를 디지털 신호로 컨버팅하여 제어부(30)로 전달하고, 제어부(30)로부터 입력된 디지털신호를 아날로그 신호로 컨버팅하여 액츄에이터(10)로 전달한다.
- <34> 제어부(30)는 A/D 및 D/A 겸용 컨버터(20)와 연결되어, 오차 마이크로폰(63)으로부터 들어온 오차신호를 LMS 알고리즘에 의해 줄이도록, 참조 마이크로폰(61)에 의해 센싱된 참조신호를 필터링하여 A/D 및 D/A 겸용 컨버터(20)를 통하여 아날로그 신호로 변환후 변환된 제어신호를 액츄에이터(10)의 한쌍의 바이모프 피에조 필름(11,12)에 가진한다.
- <35> 본 발명에 따른 능동소음제어시스템에서 사용하는 액츄에이터(10)는 서로 다른 전극에 접지된 한쌍의 바이모프 피에조 필름(21,22)을 구비한다.
- <36> 이와 같이 구성된 본 발명에 따른 능동소음제어시스템은 종래의 PVDF 필름과의 저주파 영역에서의 가진성능을 비교하였다. 도 9와 같은 실험세트를 구성하여 동일한 크기의 1.5cm× 6.5cm 의 두 재료(바이모프 피에조 필름, PVDF 필름)(F)가 일정 거리에서 특정한 주파수로 가진되었을 시 각각에 대한 음압을 마이크로폰(M)으로 측정하였다.
- <37> 측정한 결과 중 덕트 내 소음과 관련이 있는 저주파 영역 200Hz, 300Hz, 500Hz 에 대한 주파수 분석결과는 도 5a 내지 도 5c와 같으며, 이를 참조하면 바이모프 피에조 필름을 사용한 경우가, PVDF 필름을 사용한 경우보다 가진성능이 모두 2배 이상 우수한 것으로 측정되었다.
- <38> 또한, 도 6은 상기 저주파 영역 200Hz, 300Hz, 500Hz에서 이를 바탕으로 두 재료를 실험된 주파수 별로 비교한 것으로, 이 비교 결과와 같이 바이모프 피에조 필름(11,12)을 액츄에이터(10)에 적용할 경우, PVDF 필름을 액츄에이터로 사용할 때 보다 저주파 영역에서 가진성능이 우수함을 알 수 있다.

발명의 효과

- <39> 이상에서 상술한 바와 같이 본 발명은 빌딩의 HVAC 시스템, 자동차 배기 소음제어 시스템, 냉장고 및 에어컨의 소음제어의 방법으로 활용 가능성이 높으며, 종래기술에 비해 덕트 내 소형장착이 가능하고, 유동에 방해되지 않으며, 이러한 유동에 의해 손상되지 않는 액츄에이터를 갖으며, 가진 주파수에 의한 모드 형성을 피할 수 있

는 이점이 있으므로 다양한 능동소음제어에 적용이 가능한 이점이 있다.

<40> 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였 으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진자라면 누구든지 다양한 변형이 가능할 것이다.

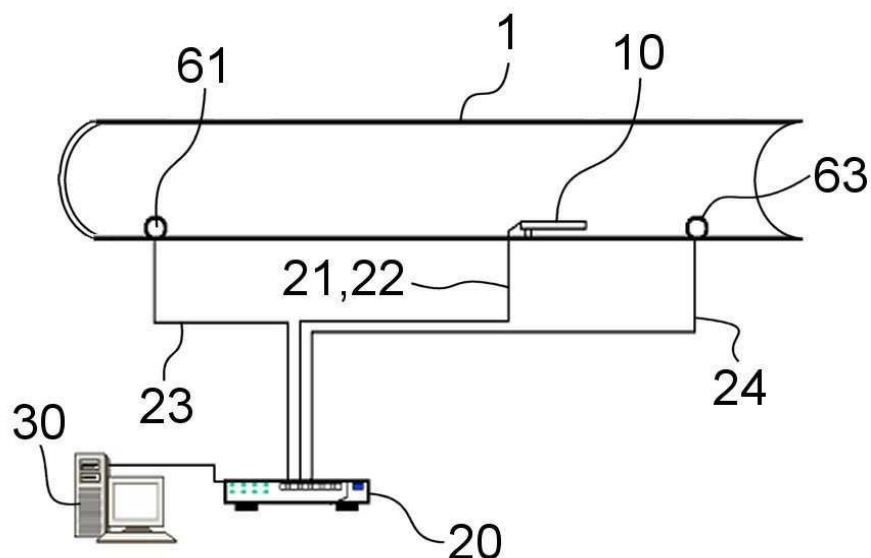
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명에 따른 능동소음제어시스템을 나타내는 개략도,
- <2> 도 2는 도 1에 도시된 액츄에이터에 적용된 바이모프 피에조 필름의 구조를 나타내는 사시도,
- <3> 도 3은 도 1에 도시된 원형덕트 내의 바이모프 피에조 필름의 배열을 나타내는 사시도,
- <4> 도 4는 도 3에 표시된 A부분을 나타내는 개략도,
- <5> 도 5a 내지 도 5c는 각각 200Hz, 300Hz 및 500Hz에서 바이모프 피에조 필름 및 PVDF 필름의 성능을 비교한 그래프,
- <6> 도 6은 바이모프 피에조 필름과 PVDF 필름의 가진성능 비교 그래프,
- <7> 도 7a은 본 발명에 따른 능동제어시스템을 통해 얻을 수 있는 이상적인 가진형상을 나타내는 개략도,
- <8> 도 7b는 종래의 하나의 닫힌 객체로 액츄에이터를 제작하였을 경우의 가진형상을 나타내는 개략도이다.
- <9> *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명*

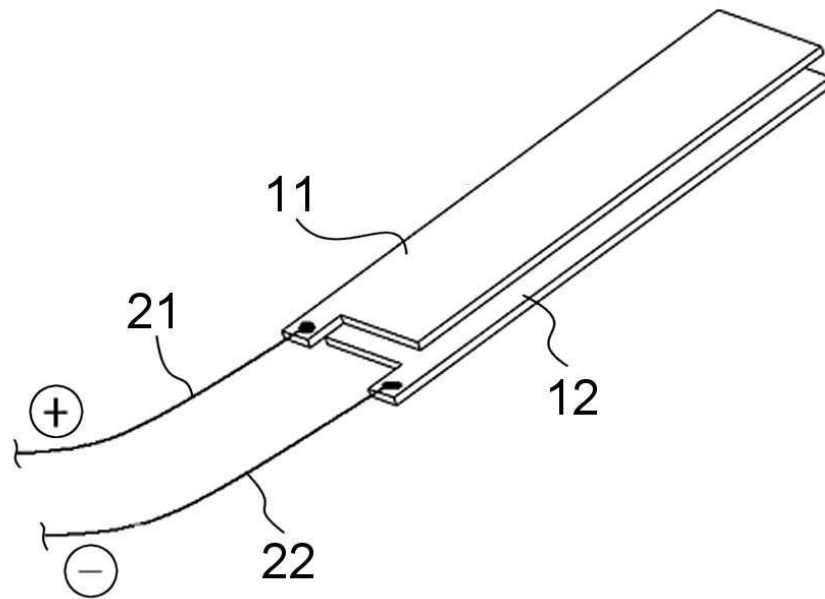
- | | | |
|------|---------------------|--------------------|
| <10> | 1: 덕트 | 3: 내벽 |
| <11> | 10: 액츄에이터 | 11,12: 바이모프 피에조 필름 |
| <12> | 13 : 다공성 폼 | 15 : 비닐 수지 |
| <13> | 20: D/A 및 A/D 겸용컨버터 | 30: 제어부 |
| <14> | 61: 참조 마이크로폰 | 63: 오차 마이크로폰 |

도면

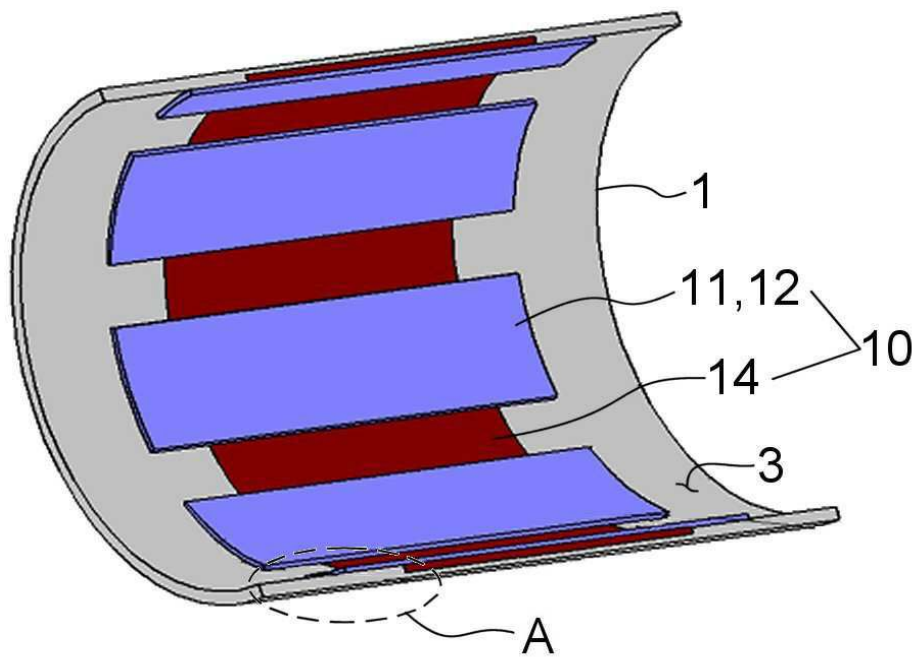
도면1



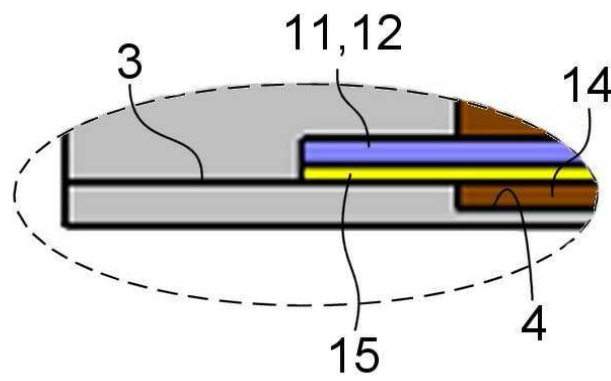
도면2



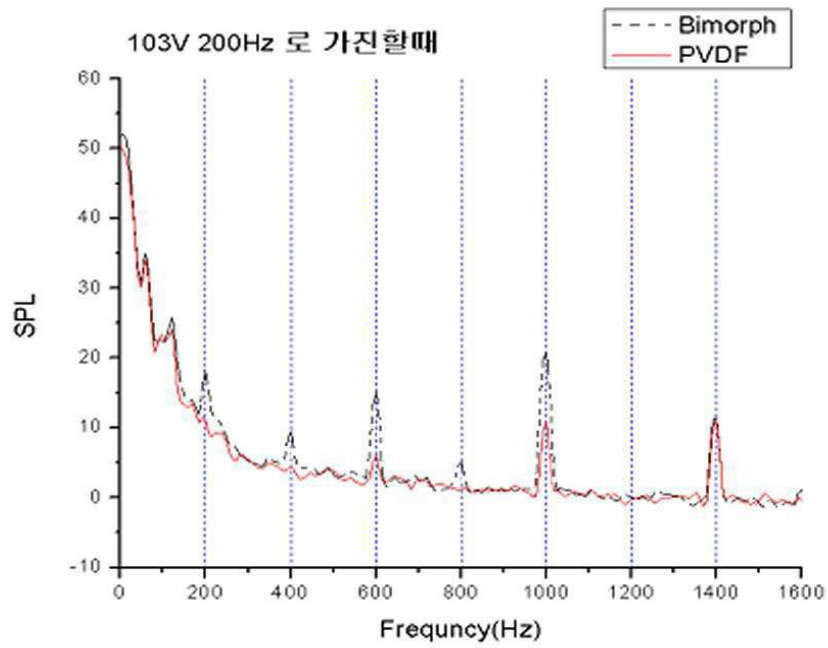
도면3



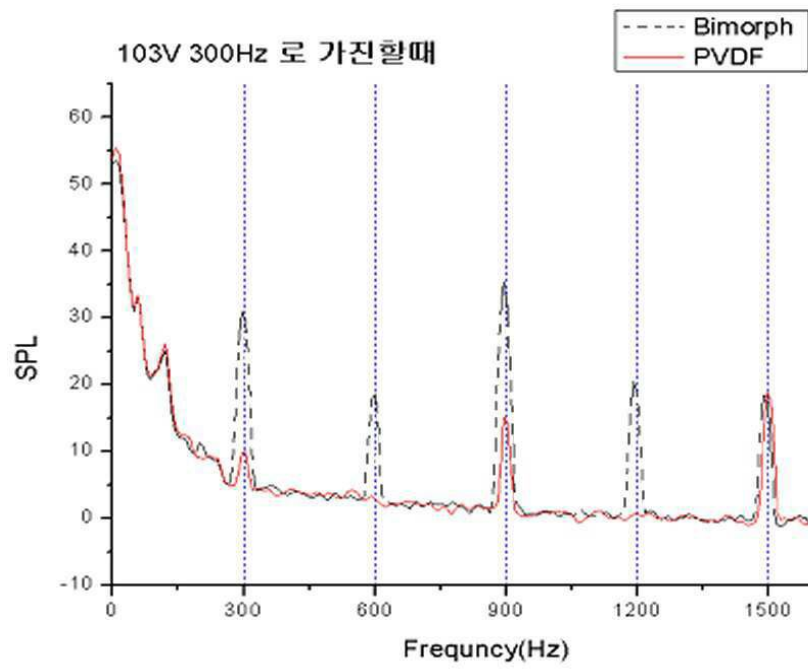
도면4



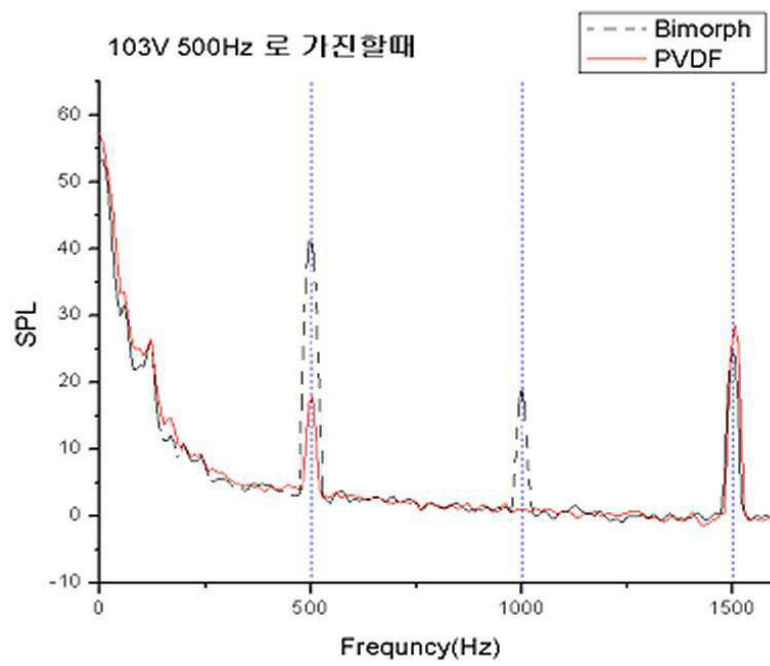
도면5a



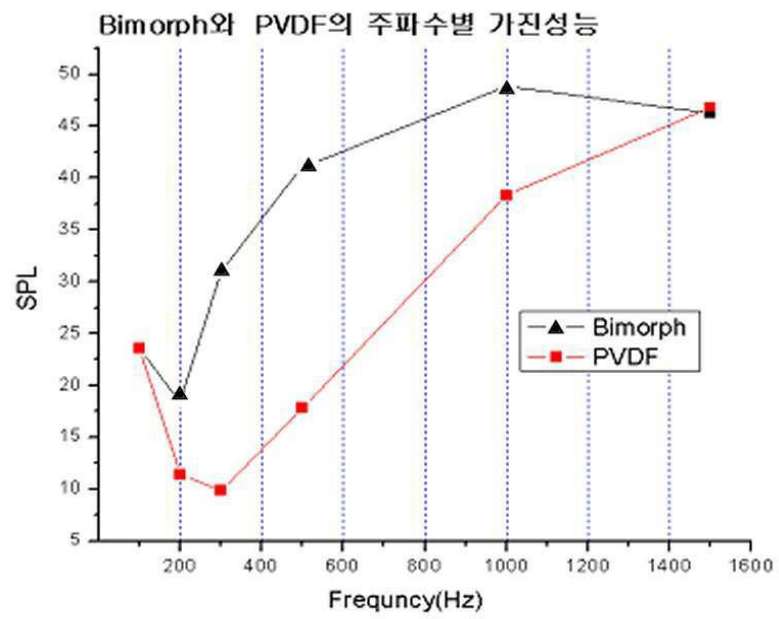
도면5b



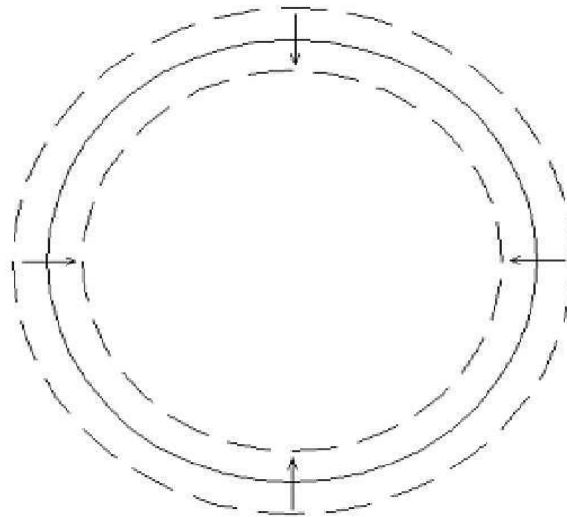
도면5c



도면6



도면7a



도면7b

