



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월08일  
(11) 등록번호 10-2727548  
(24) 등록일자 2024년11월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G10K 11/175 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
G10K 11/175 (2020.05)  
G10K 2210/129 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0177718

(22) 출원일자 2016년12월23일

심사청구일자 2021년12월09일

(65) 공개번호 10-2018-0074053

(43) 공개일자 2018년07월03일

(56) 선행기술조사문헌

JP5736036 B2\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

장경진

경기도 수원시 장안구 이목로 24 (정자동, 수원 SK SKY VIEW) 105동 801호

(74) 대리인

특허법인세림

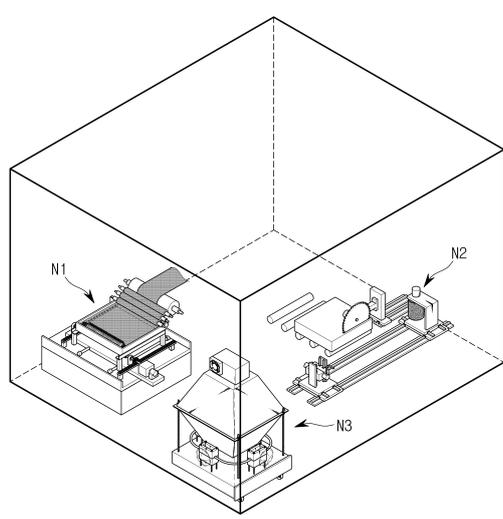
심사관 : 이상호

(54) 발명의 명칭 **소음 제어장치 및 그 제어방법**

(57) 요약

소음 제어장치, 및 그 제어방법이 개시된다. 일 측에 따른 소음 제어장치는, 가진원이 포함된 케이스 상에 마련된 레퍼런스 센서로부터 문제 주파수 또는 레퍼런스 신호를 수신하는 통신부; 및 상기 문제 주파수 및 상기 레퍼런스 신호 중 어느 하나와 에러 센서로부터 수신한 소음 신호를 기초로 적응 제어로직을 통해 적응 필터 값을 계산하고, 상기 계산한 적응 필터 값을 기초로 구동 신호를 생성하여 가진기를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G10K 2210/30231 (2013.01)

G10K 2210/3028 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101270358 B1\*

KR1019960016251 B1\*

KR1020090010039 A\*

JP08509823 A

US20140243048 A1

JP07181980 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

기 측정된 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 기 측정된 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 가진원의 고유 주파수에 관한 정보가 저장된 메모리;

상기 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 상기 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 상기 가진원의 고유 주파수를 비교하여 복수 개의 문제 주파수 중에서 적어도 하나의 목표 주파수를 결정하고, 상기 결정한 적어도 하나의 목표 주파수를 기초로 레퍼런스 신호를 생성하는 레퍼런스 신호 생성부; 및

상기 생성한 레퍼런스 신호를 적응 제어로직 상의 인수로 입력하여 적응 필터 값을 계산하고, 상기 계산한 필터 값을 기초로 구동 신호를 생성하여 가진기를 제어하는 제어부;

를 포함하고,

상기 레퍼런스 신호 생성부는,

미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수가 존재하면, 상기 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수를 1순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 미리 설정된 주파수 범위를 벗어난 주파수 중에서, 상기 공장 내 소음 신호의 주파수를 2순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 가진원의 고유 주파수를 3순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 복수 개의 문제 주파수 중에서 우선순위에 따라 기 설정된 개수의 문제 주파수를 목표 주파수로 결정하는 소음 제어장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 구동 신호를 작동 앰프에 전달하고,

상기 작동 앰프는, 상기 구동 신호를 기초로 상기 가진기에 구동 전압을 인가하는 소음 제어장치.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제6항에 있어서,

상기 가진원이 포함된 케이스의 일 면에는, 복수 개의 후보부착 위치가 마련되고,

상기 제어부는,

상기 복수 개의 후보 부착 위치 각각에 부착된 가진기 상에서의 소음 전달함수를 생성하고, 상기 소음전달 함수를 기초로 상기 복수 개의 부착 위치 후보군 중에서 적어도 하나의 위치를 부착 위치로 결정하는 소음 제어장치.

**청구항 10**

제6항에 있어서,

상기 복수 개의 문제 주파수는,

기 설정된 문제 주파수 대역 내에서 결정되는 소음 제어장치.

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

기 측정된 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 기 측정된 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 가진원의 고유 주파수를 비교하여 복수 개의 문제 주파수 중에서 적어도 하나의 목표 주파수를 결정하는 단계;

상기 결정한 적어도 하나의 목표 주파수를 기초로 레퍼런스 신호를 생성하는 단계; 및

상기 생성한 레퍼런스 신호를 적응 제어로직 상의 인수로 입력하여 적응 필터 값을 계산하고, 상기 계산한 필터 값을 기초로 구동 신호를 생성하여 가진기를 제어하는 단계;

를 포함하고,

상기 결정하는 단계는,

미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수가 존재하면, 상기 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수를 1순위 문제 주파수로 결정하고,

상기 미리 설정된 주파수 범위를 벗어난 주파수 중에서, 상기 공장 내 소음 신호의 주파수를 2순위 문제 주파수로 결정하고,

상기 가진원의 고유 주파수를 3순위 문제 주파수로 결정하고,

상기 복수 개의 문제 주파수 중에서 우선순위에 따라 기 설정된 개수의 문제 주파수를 목표 주파수로 결정하는 것을 포함하는 소음 제어장치의 제어방법.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 구동 신호를 통해 작동 앰프가 상기 가진기에 구동 전압을 인가되도록 제어하는 단계;  
 를 더 포함하는 소음 제어장치의 제어방법.

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

제16항에 있어서,

상기 가진원이 포함된 케이스의 일 면에는, 복수 개의 후보부착 위치가 마련되고,

상기 제어하는 단계는,

상기 복수 개의 후보 부착 위치 각각에 부착된 가진기 상에서의 소음 전달함수를 생성하고, 상기 소음전달 함수를 기초로 상기 복수 개의 부착 위치 후보군 중에서 적어도 하나의 위치를 부착 위치로 결정하는 단계;

를 더 포함하는 소음 제어장치의 제어방법.

**청구항 20**

제16항에 있어서,

상기 복수 개의 문제 주파수는,

기 설정된 문제 주파수 대역 내에서 결정되는 소음 제어장치의 제어방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 소음을 저감시키는 소음 제어장치, 및 그 제어방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 공장 내에는 다양한 작업을 수행하기 위한 기계 장비가 마련될 수 있으며, 이러한 기계 장비로 인해 소음이 발생될 수 있다. 이때, 공장 내 발생하는 소음은 기계 장비의 구조 자체로 인해 증폭되는 경우가 많다. 예를 들어, 왕복 절삭 또는 회전 절삭을 수행하는 공작 기계의 경우, 내부에 마련된 가진원, 일 예로 모터가 주변 기계 부품 및 케이스를 가진시킴에 따라 소음은 증폭되어 방사된다.

[0003] 일반적으로, 가진원의 진동으로 인해 방사되는 공장 내 소음을 저감시키기 위해, 방진 고무, 진동절연 구조 마운트, 진동 흡수장치(예를 들어, 매스 댐퍼, 또는 동흡진기 등) 등을 기계 장비의 외부 또는 내부에 부착하여, 수동적으로 소음을 저감시키는 방식이 이용되고 있다. 다만, 장치의 부착에 따른 기계 장비의 중량 증가 및 기계 장비의 설계 제약 등의 단점이 있다.

[0004] 또한, 가진원의 진동으로 인해 방사되는 공장 내 소음 신호는 대부분 구조 전달 중에 발생되어 주로 저주파수 대역의 신호에 해당하나, 전술한 방진 고무, 진동 절연 구조 마운트 등의 부착에 따른 소음 신호의 저감 효과는 고주파수 대역에서 크다는 단점이 있다. 이에 따라, 공장 내 기계 장비의 진동에 기인한 소음을 저감시키기 위한 연구가 진행 중이다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0005] 개시된 발명의 일 측면은, 구조전달에 의한 소음을 저감시키는 소음 제어장치 및 그 제어방법을 제공한다.

[0006] 일 측면에 따른 소음 제어장치는, 기 측정된 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 기 측정된 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 가진원의 고유 주파수에 관한 정보가 저장된 메모리; 상기 가진원의 진동에 따른 소음 신호

의 주파수, 상기 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 상기 가진원의 고유 주파수를 비교하여 복수 개의 문제 주파수 중에서 적어도 하나의 목표 주파수를 결정하고, 상기 결정한 적어도 하나의 목표 주파수를 기초로 레퍼런스 신호를 생성하는 레퍼런스 신호 생성부; 및 상기 생성한 레퍼런스 신호를 적응 제어로직 상의 인수로 입력하여 적응 필터 값을 계산하고, 상기 계산한 필터 값을 기초로 구동 신호를 생성하여 가진기를 제어하는 제어부; 를 포함하고, 상기 레퍼런스 신호 생성부는, 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수가 존재하면, 상기 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수를 1순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 미리 설정된 주파수 범위를 벗어난 주파수 중에서, 상기 공장 내 소음 신호의 주파수를 2순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 가진원의 고유 주파수를 3순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 복수 개의 문제 주파수 중에서 우선순위에 따라 기 설정된 개수의 문제 주파수를 목표 주파수로 결정할 수 있다.

[0007] 삭제

[0008] 삭제

[0009] 삭제

[0010] 삭제

[0011] 삭제

[0012] 또한, 상기 제어부는, 상기 구동 신호를 작동 앰프에 전달하고, 상기 작동 앰프는, 상기 구동 신호를 기초로 상기 가진기에 구동 전압을 인가할 수 있다.

[0013] 삭제

[0014] 또한, 상기 가진원이 포함된 케이스의 일 면에는, 복수 개의 후보부착 위치가 마련되고, 상기 제어부는, 상기 복수 개의 후보 부착 위치 각각에 부착된 가진기 상에서의 소음 전달함수를 생성하고, 상기 소음전달 함수를 기초로 상기 복수 개의 부착 위치 후보군 중에서 적어도 하나의 위치를 부착 위치로 결정할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 복수 개의 문제 주파수는, 기 설정된 문제 주파수 대역 내에서 결정될 수 있다.

[0016] 일 측에 따른 소음 제어장치의 제어방법은, 기 측정한 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 기 측정한 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 가진원의 고유 주파수를 비교하여 복수 개의 문제 주파수를 중에서 적어도 하나의 목표 주파수를 결정하는 단계; 상기 결정한 적어도 하나의 목표 주파수를 기초로 레퍼런스 신호를 생성하는 단계; 및 상기 생성한 레퍼런스 신호를 적응 제어로직 상의 인수로 입력하여 적응 필터 값을 계산하고, 상기 계산한 필터 값을 기초로 구동 신호를 생성하여 가진기를 제어하는 단계; 를 포함하고, 상기 결정하는 단계는, 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수가 존재하면, 상기 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수를 1순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 미리 설정된 주파수 범위를 벗어난 주파수 중에서, 상기 공장 내 소음 신호의 주파수를 2순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 가진원의 고유 주파수를 3순위 문제 주파수로 결정하고, 상기 복수 개의 문제 주파수 중에서 우선순위에 따라 기 설정된 개수의 문제 주파수를 목표 주파수로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[0017] 삭제

[0018] 삭제

- [0019] 삭제
- [0020] 삭제
- [0021] 삭제
- [0022] 또한, 상기 제어하는 단계는, 상기 구동 신호를 통해 작동 앰프가 상기 가진기에 구동 전압을 인가되도록 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 삭제
- [0024] 또한, 상기 가진원이 포함된 케이스의 일 면에는, 복수 개의 후보부착 위치가 마련되고, 상기 제어하는 단계는, 상기 복수 개의 후보 부착 위치 각각에 부착된 가진기 상에서의 소음 전달함수를 생성하고, 상기 소음전달 함수를 기초로 상기 복수 개의 부착 위치 후보군 중에서 적어도 하나의 위치를 부착 위치로 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 복수 개의 문제 주파수는, 기 설정된 문제 주파수 대역 내에서 결정될 수 있다.
- [0026] 실시예에 따른 소음 제어장치 및 그 제어방법은, 전술한 방진 고무 등과 같은 별도의 장치를 기계 장비에 부착하지 않고도, 효과적으로 기계 장비의 소음을 저감시킬 수 있다.
- [0027] 또한, 실시예에 따른 소음 제어장치 및 그 제어방법은, 가상의 레퍼런스 신호를 생성하고, 생성한 레퍼런스 신호를 기초로 기계 장비의 소음을 효과적으로 저감시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 공장 내부 환경을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 소음 제어장치 및 가진원이 포함된 케이스의 제어 블록도를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 공장 내부 환경에 배치된 케이스 및 에러 센서를 도시한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 케이스에 가진기의 부착 위치를 설정하는 경우를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 적응 제어로직의 블록 구성도를 도시한 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 소음 전달함수를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 7은 도 2와 다른 실시예에 따른 가상의 레퍼런스 신호를 발생시켜 소음을 제어하는 소음 제어장치 및 가진원이 포함된 케이스의 제어 블록도를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 소음 제어 시스템의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 도 8과 다른 실시예에 따른 소음 제어 시스템의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0029] 도 1은 일 실시예에 따른 공장 내부 환경을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0030] 공장 내부에는 다양한 소음원이 마련될 수 있다. 여기서, 소음원들은 소음을 발생시키는 각종 기계 장비 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 공장 내부에는 도 1에 도시된 바와 같이 각종 작업을 수행할 수 있는 소음원(N1, N2, N3)들이 마련될 수 있다.
- [0031] 다만, 공장에 마련된 소음원(N1, N2, N3)들에 의해 발생하는 소음 신호는 소음원 자체의 구조로 인해 발생하는 구조 전달 소음 신호가 대부분이다. 이러한 구조 전달 소음 신호는 소음원(N1, N2, N3) 자체의 구조에 따른 진동에 의해 증폭되는 경우가 많다. 다시 말해서, 소음 신호는 진동에 의해 유발 또는 증폭될 수 있다. 예를 들

어, 소음원(N1, N2, N3) 내부에 마련된 가진원이 진동함에 따라, 가진원을 둘러싸고 있는 기계 부품, 케이스 등이 함께 진동하여, 소음 신호는 증폭된다.

- [0032] 일반적으로 소음 신호를 줄이기 위해, 소음원(N1, N2, N3) 상에 소음 신호를 유발하는 진동을 절연하는 방진재 등을 추가하거나 또는 흡차음재를 추가하였으나, 이러한 경우 구조 전달음에 대해서는 효과가 적다는 단점이 있다. 특히, 저주파 대역의 소음 신호의 경우, 기존의 흡차음재를 이용한 차단 효과가 낮다는 단점이 있다.
- [0033] 실시예에 따른 소음 제어장치는 진동에 의해 전달되는 소음 신호의 전달경로 상에, 예를 들어 가진원 또는 가진원이 부착된 케이스 상에 가진기를 부착한 다음, 능동 제어로직을 적용할 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 소음 제어장치는 능동 제어로직을 통해 에러 센서의 소음 신호가 최소화되도록 필터 값을 지속적으로 업데이트하여 가진기를 작동시킴으로써, 구조 전달 소음을 저감시킬 수 있다. 이하에서는 소음 제어장치에 대해 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0034] 도 2는 일 실시예에 따른 소음 제어장치 및 가진원이 포함된 케이스를 포함하는 소음 제어 시스템의 제어 블록도를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 3은 일 실시예에 따른 공장 내부 환경에 배치된 케이스 및 에러 센서를 도시한 도면이다. 또한, 도 4는 일 실시예에 따른 케이스에 가진기의 부착 위치를 설정하는 경우를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 일 실시예에 따른 적응 제어로직의 블록 구성도를 도시한 도면이고, 도 6은 일 실시예에 따른 소음 전달함수를 개략적으로 도시한 도면이다. 이하에서는 설명의 중복을 방지하기 위해 함께 설명하도록 한다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 소음 제어 시스템은 에러 센서(E), 소음 제어장치(100), 작동 앰프(A), 및 가진기(200)가 부착된 케이스(C)를 포함할 수 있다. 에러 센서(E), 소음 제어장치(100), 작동 앰프(A), 및 케이스(C) 간에는 전기적으로 연결될 수 있다. 여기서, 전기적 연결이라 함은 유선 라인을 통해 연결된 즉, 유선 통신망을 통해 연결된 경우뿐만 아니라, 무선 통신망을 통해 연결된 경우 전부를 포함할 수 있으며 제한은 없다.
- [0036] 도 2를 참조하면, 소음 제어장치(100a)는 통신부(110), 및 제어부(120)를 포함하는 것으로 도시되어 있으나 이에 한정되는 것은 아니고, 에러 센서(E), 및 작동 앰프(A) 중 적어도 하나가 포함되도록 구현될 수도 있는 등 제한은 없다. 이하에서는 소음 제어 시스템을 구성하는 구성요소 각각에 대해 설명하도록 한다.
- [0037] 에러 센서(E)는 공장 내에서 발생하는 각종 소음 신호를 수신할 수 있다. 예를 들어, 에러 센서(E)는 마이크론(microphone)을 포함할 수 있다. 에러 센서(E)는 마이크론을 통해 다양한 소음 신호를 수신하고, 이를 전기적 신호로 변환할 수 있다. 에러 신호(E)는 변환한 전기적 신호를 소음 제어장치(100a)에 전달할 수 있다.
- [0038] 일 실시예에 따르면, 에러 센서(E)는 에러 신호를 입력 받을 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 사운드 제어장치(100a)는 에러 센서(E)를 통해 입력 받은 에러 신호를 적응 제어로직에 인수로 입력하여 적응 필터 값을 업데이트함으로써, 공장 내부 소음을 지속적으로 추종하여 소음을 최소화할 수 있다. 이에 관한 구체적인 설명은 후술하도록 한다.
- [0039] 에러 센서(E)는 공장 내부 어디에도 위치할 수 있다. 예를 들어, 에러 센서(E)는 도 3에 도시된 바와 같이 공장 내부에 마련된 복수 개의 소음원(N1, N2, N3) 중 하나로부터 발생하는 소음을 입력 받을 수 있는 곳이면 어디에도 마련될 수 있다. 한편, 이하에서 설명되는 케이스(C)는 기계 장비를 둘러싸고 있는 외층부 또는 기계 장비 자체를 의미한다.
- [0040] 케이스(C)에는 기계를 구동하기 위해 진동이 발생하는 가진원(1), 케이스(C) 내부에 마련되는 기계 부품(2), 및 레퍼런스 센서(3)를 포함할 수 있다. 여기서, 기계 부품(2)은 보다 쉽게 도식화하기 위해 도 2에 도시된 바와 같이 블록 처리하여 도시하였으나, 실제 케이스(C)의 내부가 도 2에 도시된 바와 같은 형태로 존재하는 것은 아닐 수 있다.
- [0041] 가진원(1)은 공장 소음을 유발시키는 소음원으로써, 예를 들어, 모터 등과 같이 구동력을 생성함에 따라 진동을 발생시키는 장치를 의미할 수 있다. 이외에도, 가진원(1)은 공장 내에서 각종 작업을 수행하기 위한 구동력을 생성하는 모든 장치를 포함할 수 있으며, 제한은 없다.
- [0042] 가진원(1)과 기계 부품(2)은 기계적으로 연결되어, 이로 인해 기계 부품(2)은 가진원(1)으로부터 발생된 진동을 케이스(C)로 직접 전달하게 되며, 케이스(C)는 진동을 소음 신호를 증폭시켜 방사한다.
- [0043] 케이스(C)는 가진원(1), 및 기계 부품(2)을 포함하여, 각종 작업을 수행하는데 이용될 수 있다. 이때, 실시예에 따른 케이스(C)에는 레퍼런스 센서(3)가 더 마련되어, 케이스(C)에서 방사되는 소음을 입력 받아, 전기적 신

호로 변환한 레퍼런스 신호(reference signal), 즉 참조 신호로 생성할 수 있다.

- [0044] 레퍼런스 센서(3)와 가진원(1) 간에는 기계적으로 연결될 수도 있고, 전기적으로 연결될 수도 있는 등 제한은 없다.
- [0045] 예를 들어, 레퍼런스 센서(3)는 마이크로폰을 포함할 수 있다. 레퍼런스 센서(3)는 마이크로폰을 통해 케이스(C1)에서 방사되는 소음 신호를 수신하고, 이를 전기적 신호로 변환할 수 있다. 레퍼런스 센서(3)는 변환한 전기적 신호를 소음 제어장치(100)에 전달할 수 있다. 이때, 레퍼런스 센서(3)는 케이스(C1)의 일 면에 장착될 수 있는 등, 장착 위치에는 제한이 없다. 후술할 바와 같이, 소음 제어장치(100a)는 레퍼런스 신호를 기준으로 필터 값을 지속적으로 업데이트 함으로써, 소음을 적절하게 차폐할 수 있도록 적절하게 가진기(200)를 구동시킬 수 있다.
- [0046] 레퍼런스 센서(3)는 마이크로폰을 통해 수신한 소음 신호로부터 적어도 하나의 문제 주파수를 도출할 수 있다. 예를 들어, 레퍼런스 센서(3)는 소음 신호의 주파수를 분석하여 적어도 하나의 문제 주파수를 도출할 수 있다. 여기서, 문제 주파수는 소음 신호를 구성하는 주파수 중에서 소음을 일으키는 주요 주파수으로써, 특히 구조 공진에 의해 발생된 신호의 주파수일 수 있다.
- [0047] 문제 주파수를 결정하는 문제 주파수 대역은 미리 설정될 수 있으며, 레퍼런스 센서(3)는 미리 설정된 문제 주파수 대역에 관한 정보를 이용하여 문제 주파수를 도출할 수 있다. 예를 들어, 문제 주파수 대역은 주로 진동에 의해 발생된 소음 신호의 주파수 대역으로써, 저주파 대역에 대응될 수 있다. 일 실시예로, 문제 주파수 대역은 50Hz에서 100Hz 사이의 대역으로 기 설정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0048] 또 다른 예로, 레퍼런스 센서(3)는 엔코더를 포함할 수 있다. 이때, 엔코더는 가진원(1)에 부착될 수 있고, 레퍼런스 센서(3)는 엔코더로부터 전달 받은 가진원(1)의 구동 펄스를 측정하고, 이를 기초로 적어도 하나의 문제 주파수를 도출할 수 있다.
- [0049] 한편, 문제 주파수를 도출하는 동작 주체가 레퍼런스 센서(3)로 한정되는 것은 아니고, 후술할 바와 같이 소음 제어장치(100a)의 제어부(120)가 레퍼런스 센서(3)로부터 수신한 소음 신호로부터 적어도 하나의 문제 주파수를 도출할 수도 있는 등 제한은 없다.
- [0050] 한편, 실시예에 따른 케이스(C1)에는 가진기(200)가 부착될 수 있다. 이때, 가진기(200)는 케이스(C1) 외부에 부착되거나 또는 케이스(C1) 내부에 부착될 수 있는 등 제한은 없다.
- [0051] 가진기(200)는 소음을 발생시키는 진동을 억제시키기 위한 장치로써, 동작 방식에 따라 기계식 가진기, 전기식 가진기, 유압식 가진기로 분류될 수 있다. 이하에서 설명되는 가진기(200)는 전술한 동작 방식 중 적어도 하나를 통해 구현될 수 있으며, 제한은 없다.
- [0052] 가진기(200)는 후술할 바와 같이 작동 앰프(A)로부터 구동 신호를 전달 받고, 전달 받은 구동 신호에 기초하여 진동을 발생시켜, 케이스(C1)의 진동 및 케이스(C1) 내부의 가진원(1)의 진동 중 적어도 하나를 상쇄시킬 수 있다. 이에 따라, 케이스(C1) 또는 케이스(C1) 내부 가진원(1)의 진동이 억제됨에 따라 소음은 저감될 수 있다.
- [0053] 한편, 소음을 보다 효과적으로 상쇄시키기 위해, 실시예에 따른 가진기(200)의 부착 위치는 기 설정될 수 있다. 후술할 바와 같이, 케이스(C1) 상에는 부착 위치 후보군을 설정한 다음, 설정한 복수의 부착 위치 후보군에 대응되는 위치에 가진기가 부착될 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 소음 제어장치(100a)는 사전 측정을 통해 부착 위치 후보군 각각에서의 소음 전달함수를 생성할 수 있다.
- [0054] 소음 제어장치(100a)는 생성한 소음 전달함수를 기초로 문제 소음대역에서 감도가 가장 높은 부착 위치를 가진기(200)의 부착 위치로 설정할 수 있다. 그러면, 사용자, 예를 들어 공장 책임자 또는 근무자가 선택된 부착 위치에 가진기(200)를 부착시킴으로써, 소음을 효과적으로 차폐할 수 있다. 다시 말해서, 실시예에 따른 소음 제어장치(100a)는 최적의 부착 위치를 선택함으로써, 소음 저감 효과를 최대화시킬 수 있다. 이에 관한 구체적인 설명은 후술하도록 한다.
- [0055] 도 2를 참조하면, 소음 제어장치(100a)는 통신부(110) 및 제어부(120)를 포함할 수 있다. 이때, 통신부(110) 및 제어부(120)는 MCU(Micro Control Unit, MCU) 등과 같은 각종 연산 처리가 가능한 프로세서(processor)를 통해 동작될 수 있다.
- [0056] 통신부(110) 및 제어부(120)는 각각 별개로 구현되어, 소음 제어장치(100a)에 포함될 수 있다. 또는, 통신부(110) 및 제어부(120)는 하나의 구성요소로 통합되어 소음 제어장치에 포함될 수 있다. 예를 들어, 통신부

(110) 및 제어부(120)는 시스템 온 칩(System On Chip, SOC)에 통합 집적되어, 소음 제어장치(100a)에 포함될 수 있는 등 제한은 없다.

[0057] 통신부(110)는 유선 통신방식 및 무선 통신방식 중 적어도 하나의 통신방식을 통해 외부 기기와 다양한 신호를 주고 받을 수 있다. 예를 들어, 통신부(110)는 유선통신 모듈, 및 무선통신 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 여기서, 유선통신 모듈은 유선통신을 지원하는 모듈을 의미한다. 유선통신 방식에는, HDMI(high definition multimedia interface), PCI(Peripheral Component Interconnect), PCI-express, USB(Universe Serial Bus) 등과 같이 유선 케이블을 통해 유선 신호를 송수신하는 방식이 포함될 수 있으며, 이외에도 당업자에게 공지된 다양한 유선통신 방식이 포함될 수 있다.

[0058] 한편, 무선통신 모듈은 무선통신을 지원하는 모듈을 의미한다. 무선통신 방식에는, LTE(long-term evolution), LTE-A(LTE Advance), CDMA(code division multiple access), WCDMA(wideband CDMA) 등과 같이 기지국을 거쳐 무선 신호를 송수신하는 무선통신 방식과, 이외에도 무선 랜(Wireless LAN), 와이파이(Wi-Fi), 블루투스(Bluetooth), 지웨이브(Z-wave), 지그비(Zigbee), BLE (Bluetooth Low Energy), NFC(Near Field Communication) 등과 같이 소정 거리 이내의 외부 기기와 무선 신호를 송수신하는 방식이 포함될 수 있다. 여기서, 무선 신호는, 음성 호 신호, 화상 통화 호 신호 또는 문자/멀티미디어 메시지 송수신에 따른 다양한 형태의 데이터를 포함할 수 있다.

[0059] 유선통신 모듈은 하나 이상의 유선통신 방식을 지원하는 통신모듈이 집적된 integrated chip(IC) 또는 IC 패키지에 대응될 수 있으며, 무선통신 모듈은 하나 이상의 무선통신방식을 지원하는 통신모듈이 집적된 integrated chip(IC) 또는 IC 패키지에 대응될 수 있다.

[0060] 예를 들어, 통신부(110)는 유/무선 통신망을 통해 레퍼런스 센서(3)로부터 레퍼런스 신호를 수신할 수 있다. 일 실시예로, 통신부(110)는 미리 설정된 주기에 따라 레퍼런스 센서(3)로부터 레퍼런스 신호를 주기적으로 수신할 수 있다. 이에 따라, 제어부(120)는 통신부(110)가 수신한 레퍼런스 신호를 적응 제어로직 상에 입력하여, 적응 필터 값을 지속적으로 업데이트 함으로써, 소음을 적응적으로 줄일 수 있다. 다른 일 실시예로, 통신부(110)는 사용자의 요청이 있을 때 레퍼런스 센서로부터 레퍼런스 신호를 수신할 수 있는 등 제한은 없다.

[0061] 한편, 소음 제어장치(100a)에는 제어부(120)가 마련될 수 있다. 제어부(120)는 소음 제어장치(100a) 내 구성요소의 전반적인 동작을 제어할 수 있다.

[0062] 제어부(120)는 소음 제어를 위한 제어 데이터가 기 저장된 메모리(121), 및 메모리(121)에 기 저장된 제어 데이터를 기초로 일련의 연산을 수행하여 제어 신호를 생성하고, 생성한 제어 신호를 통해 소음 제어장치 내 구성요소뿐만 아니라, 외부 구성요소의 동작 또한 제어 가능한 프로세서(125)를 포함할 수 있다.

[0063] 메모리(121)는 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory: RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 통해 구현될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 당업계에 알려져 있는 임의의 다른 형태로 구현될 수 있다.

[0064] 메모리(121)에는 소음 제어장치(100a)의 구성요소 또는 외부 구성요소를 제어하기 위한 제어 프로그램, 제어 데이터 등이 기 저장될 수 있다. 또한, 메모리(121)에는 소음을 제어하기 위한 각종 데이터가 기 저장될 수 있다. 예를 들어, 메모리(121)에는 레퍼런스 신호를 기준으로 필터 값을 지속적으로 업데이트하여, 소음을 점진적으로 줄여가는 적응 제어로직에 관한 알고리즘, 프로그램 형태의 데이터가 저장될 수 있다. 이에 따라, 프로세서(125)는 메모리에 기 저장된 데이터를 기초로 필터 값을 결정하고, 작동 애플에 구동 전압을 인가함으로써, 가진원의 구동을 제어할 수 있다. 이외에도, 메모리(121)에는 소음을 점진적으로 줄여가기 위한 전반적인 동작을 제어하는 다양한 데이터가 저장될 수 있으며, 제한은 없다. 이하에서는 프로세서(125)에 대해 설명하도록 한다.

[0065] 프로세서(125)는 소음 제어장치(100a)의 내부 구성요소 및/또는 소음 제어장치(100)의 외부 구성요소의 전반적인 동작을 제어하기 위한 일련의 처리를 수행할 수 있다.

[0066] 예를 들어, 프로세서(125)는 제어신호를 생성하고, 생성한 제어신호를 통해 통신부(110)의 동작을 제어하여, 외

부 기기와 다양한 데이터가 포함된 신호를 주고 받을 수 있다.

- [0067] 프로세서(125)는 통신부(110)를 제어하여, 레퍼런스 센서(3)로부터 레퍼런스 신호를 수신할 수 있다. 그러면, 프로세서(125)는 수신한 레퍼런스 신호를 기초로 적어도 하나의 문제 주파수를 도출할 수 있다. 또는, 프로세서(125)는 통신부(110)를 제어하여, 레퍼런스 센서(3)로부터 레퍼런스 센서(3)가 도출한 적어도 하나의 문제 주파수에 관한 데이터를 전달 받을 수도 있다.
- [0068] 프로세서(125)는 레퍼런스 신호 또는 레퍼런스 신호로부터 도출한 문제 주파수를 피드백하는 오픈 루프 형태의 적응 제어로직을 통해 소음을 최소화할 수 있다. 이하에서는 적응 제어로직에 대해 간단하게 설명하도록 한다.
- [0069] 도 5를 참조하면, 적응 제어로직에는 신호  $x(n)$ 이 입력될 수 있다. 이때, 신호  $x(n)$ 은 레퍼런스 신호 자체일 수도 있고, 레퍼런스 신호로부터 도출된 적어도 하나의 문제 주파수에 관한 신호일 수도 있다.
- [0070] 한편, 신호  $x(n)$ 은 도 3에 도시된 바와 같이, 공장 내부 환경을 거쳐 에러 센서(E)로 전달될 수 있다. 이때, 신호  $x(n)$ 은 내부 환경, 외부 기기에서 발생된 진동, 또는 소음으로 인해 변형될 수 있다. 따라서, 에러 센서(E)로 입력되는 신호  $d(n)$ 은  $x(n)$ 과 같거나 또는 다를 수 있다. 여기서,  $d(n)$ 은 프라이머리 신호라 하기도 한다.
- [0071] 따라서,  $x(n)$ 을 변형시키는 요인을 전달함수  $P(z)$ 로 나타내면, 도 4에 도시된 바와 같이,  $x(n)$ 은 1차경로 전달함수  $P(z)$ 를 거쳐  $d(n)$ 으로 변형되는 것으로 표현될 수 있다. 일 실시예로, 1차경로는 가진원(1)이 마련된 영역 또는 가진원(1)을 포함하는 케이스(C)가 위치한 영역부터 에러 센서(E)가 마련된 영역 사이의 경로에 대응될 수 있으며,  $d(n)$ 은  $x(n)*P(n)$ 으로 나타낼 수 있다. 여기서,  $P(z)$ 는 1차경로 전달함수라 하기도 하나, 프라이머리 경로(primary path) 전달함수라 하기도 한다.  $n$ 은 시간에 대응되며,  $z$ 는 주파수에 대응된다.
- [0072] 한편, 가진기(200)가 마련된 영역과 에러 센서(E)가 마련된 영역 사이의 경로를 2차경로라 하면, 가진기(200)의 진동에 의한 신호는 2차경로 전달함수  $S(z)$ 를 거쳐 에러 센서(E)에 입력될 수 있다.
- [0073] 일반적으로, 1차경로를 거친 신호  $d(n)$ 와 2차경로를 거친 신호  $y'(n)$ 간의 차이, 즉 에러 신호  $e(n)$ 이 0에 가까워질수록 소음은 최소화된다.
- [0074] 다시 말해서, 에러 신호  $e(n)$ 은 1차 경로를 거친 신호와 2차 경로를 거친 신호 간의 차이로써, 하기 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 1**

$$e(n) = d(n) - y'(n)$$

- [0075]
- [0076] 이때, 실시예에 따른 제어 블록은 적응 필터를 설계함에 있어,  $x(n)$ 에 2차경로에 대한 추정 전달함수를 적용하여, 인수로 이용할 수 있다. 여기서, 2차경로에 대한 추정 전달함수는 2차경로 보상 필터라 하기도 한다.
- [0077] 도 4를 참조하면,  $\hat{S}(z)$ 는 2차경로에 대한 추정 전달함수를 의미한다. 다시 말해서,  $\hat{S}(z)$ 는 미리 예측된 2차 경로에 대한 전달함수를 의미한다.
- [0078] 예를 들어, 2차 경로에 대한 추정 전달함수에 관한 데이터는 모델링을 통해 미리 결정되어, 소음 제어장치(100a)의 메모리(121)에 저장될 수 있다. 또는, 2차 경로에 대한 추정 전달함수에 관한 데이터는 외부 서버 등에 저장될 수 있으며, 통신부(110)는 유/무선 통신망을 통해 외부 서버로부터 전송한 데이터를 전달 받을 수 있는 등 제한은 없다.
- [0079] 공장 내 환경에 따라 변화된 소음 신호를 상쇄시키기 위해서는, 2차경로에 의한 영향이 미리 고려되어야 한다. 예를 들어, 실시예에 따른 소음 제어장치(100a)는 적응 제어 알고리즘의 일 예 중 하나로써, filtered-X LMS(FxLMS) 알고리즘을 기초로, 2차경로에 따른 영향을 미리 계산하고, 계산 결과를 기초로 가진기(200)의 구동을 제어할 수 있다.
- [0080] 입력, 즉 레퍼런스 신호를 바로 적응 필터의 인수로 이용하는 LMS 알고리즘과 달리 FxLMS 알고리즘에서는 레퍼

런스 신호를 모델링된 2차경로 함수  $\hat{S}(z)$  에 통과시키고, 이를 FxLMS 적응 필터 알고리즘의 입력 값, 즉 적응 필터의 인수로 이용할 수 있다.

[0081] 프로세서(125)는 모델링된 2차경로 추정 전달함수를 이용하여 2차경로를 미리 반영함으로써, 실제적으로 2차경로에 따른 영향이 제거되는 효과를 획득할 수 있다. 이때, 적응 필터값은 하기 수학식 2과 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 2**

$$w(n+1) = w(n) + \mu \cdot e(n) \cdot x'(n)$$

[0082] 여기서, n은 시간을 의미하며, w(n)은 시간 n에서의 필터 계수, w(n+1)은 시간 n+1에서의 업데이트된 필터 계수를 의미한다. 또한, x'(n)은 2차경로 보상필터를 통과한 참조 신호를 의미한다. 또한, μ는 업데이트 때의 스케일 팩터(Scale Factor)인 스텝 사이즈(step-size)를 나타낸다.

[0084] 수학식 2를 참조하면, 실시예에 따른 프로세서(125)는 신호 y'(n), 및 e(n) 및 이전 필터값 w(n)을 기초로 적응 필터값을 업데이트 함으로써, 공장 내 환경 변화를 지속적으로 반영할 수 있다. 제어 블록은 미리 설정된 샘플링 레이트에 따라 적응 필터 값을 업데이트함으로써, 환경변화에 따른 영향을 지속적으로 줄여갈 수 있다. 여기서, 미리 설정된 샘플링 레이트는 레퍼런스 신호 수신 주기와 대응되도록 설정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0085] 한편, 적응 필터를 거친 사운드 신호 y(n)은 하기 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 3**

$$y(n) = w(n) * x(n)$$

[0086] 이때, 프로세서(125)는 예러 신호 e(n)이 0에 가까워지도록 적응 필터 값을 결정할 수 있다. 소음원(N)의 특성, 소음이 전달되는 환경 등은 시간에 따라 변하는 특성을 갖으며, 이로 인해 소음의 크기, 위상 및 주파수 성분 역시 변화된다. 따라서, 실시예에 따른 소음 제어장치(100)는 적응 필터 값을 지속적으로 업데이트하는 적응 제어 알고리즘을 적용함으로써, 환경변화를 반영할 수 있다.

[0088] 프로세서(125)는 업데이트된 필터 값으로 계산된 구동 신호를 작동 앰프(A)에 전달할 수 있다. 그러면, 작동 앰프(A)는 구동 신호에 기초하여 증폭시킨 구동 전압을 가진기(200)에 인가함으로써, 가진원(1)의 진동에 의한 소음을 저감시킬 수 있다.

[0089] 한편, 가진기(200)의 부착 위치에 따라 소음 저감효과는 다를 수 있다. 따라서, 실시예에 따른 프로세서(125)는 복수 개의 부착 위치 후보군에서의 소음 저감 효과를 확인한 다음, 확인 결과를 기초로 최적의 부착위치를 설정할 수 있다.

[0090] 케이스(C1)의 내부에는 가진원(1)의 일 예로써, 모터(1a)가 마련될 수 있다. 이때, 케이스(C1)에는 복수의 후보 부착 위치에 복수 개의 가진기가 각각 부착될 수 있다. 도 5를 참조하면, 케이스(C1) 상에는 6개의 후보 부착 위치(H1, H2, H3, H4, H5, H6)를 포함하는 부착 위치 후보군이 마련될 수 있으며, 후보 부착 위치(H1, H2, H3, H4, H5, H6) 각각에는 가진기가 부착될 수 있다.

[0091] 프로세서(125)는 사전 측정을 위해, 작동 앰프(A)를 통해 복수 개의 가진기에 샘플 신호가 인가되도록 제어할 수 있다. 여기서, 샘플 신호는 문제 소음대역에서의 신호 감도를 파악하기 위한 것으로써, 스위프 사인(sweep sine) 신호, 랜덤(random) 신호 등에 대응될 수 있다.

[0092] 그러면, 프로세서(125)는 예러 신호를 통해 2차 경로가 반영된 샘플 신호를 수신하고, 이를 기초로 소음전달 함

수를 도출할 수 있다. 예를 들어, 6개의 후보 부착 위치(H1, H2, H3, H4, H5, H6) 각각에 가진기를 부착시킨 경우, 프로세서(125)는 도 6에 도시된 바와 같이 6개의 소음전달 함수를 도출할 수 있다.

- [0093] 이때, 프로세서(125)는 기 설정된 문제 소음대역(B)에서 감도가 가장 높은 순으로, 즉 소음 레벨이 높은 순으로 우선 순위를 설정한 다음, 우선 순위가 높은 순으로 부착 위치를 설정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(125)는 1순위를 제1 후보 부착 위치(H1), 2순위를 제3 부착 위치(H3)로 설정할 수 있다. 프로세서(125)는 기 결정된 부착 개수에 따라, 사용자에게 가진기(200)를 부착할 개수를 제공할 수 있다. 일 실시 예로, 프로세서(125)는 제1 후보 부착 위치(H1)에만 가진기(200)가 부착되는 것으로 결정할 수 있으며, 또는 제1 후보 부착 위치(H1)와 제3 후보 부착 위치(H3) 각각에 가진기(200)가 부착되는 것으로 결정할 수도 있다. 사용자는 소음 제어장치(100a)를 통해 사전 측정 결과를 전달 받고, 사전 측정 결과에 대응되도록 가진기(200)를 케이스(C) 상에 부착시킬 수 있다.
- [0094] 한편, 레퍼런스 신호를 기초로 필터 값을 지속적으로 업데이트하여 소음을 지속적으로 제거하는 적응 제어로직을 이용하고자 하는 경우, 레퍼런스 신호의 지속적인 수신에 요구되는 바, 레퍼런스 센서(3)가 가진원(1) 근처, 예를 들어 케이스(C)의 일 면에 설치되어야 한다. 이 경우, 소음을 제거하는데 소비되는 비용이 증가된다는 단점이 있다.
- [0095] 실시예에 따른 소음 제어장치(100a)는 레퍼런스 센서(3)가 가진원(1) 근처에 설치되지 않더라도, 가상의 레퍼런스 센서를 생성하고, 가상의 레퍼런스 센서로부터 생성된 가상의 레퍼런스 신호를 적응 제어로직의 인수로 활용함으로써, 비용을 감소시킬 뿐만 아니라, 사용자가 보다 간단하게 소음 제어장치를 이용하게끔 할 수 있다. 이하에서는 가상의 레퍼런스 센서를 생성하고, 가상의 레퍼런스 센서로부터 생성된 가상의 레퍼런스 신호를 적응 제어로직의 인수로 활용하는 소음 제어장치에 대해 설명하도록 한다.
- [0096] 도 7은 도 2와 다른 실시예에 따른 가상의 레퍼런스 신호를 발생시켜 소음을 제어하는 소음 제어장치 및 가진원이 포함된 케이스의 제어 블록도를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0097] 도 7을 참조하면, 소음 제어장치(100b)는 가상의 레퍼런스 신호를 생성하는 레퍼런스 신호 생성부(130)를 더 포함할 수 있으며, 이로 인해 도 7의 케이스(C2)에는 레퍼런스 센서(3, 도 2)가 생략될 수 있다.
- [0098] 레퍼런스 신호 생성부(130)는 실시간 제어를 수행하기 전에 앞서, 사전에 측정된 신호의 주파수를 분석하여 가상의 레퍼런스 신호를 생성할 수 있다.
- [0099] 예를 들어, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 실시간 제어를 수행하기 전에 앞서, 공장 내 소음 신호와 기계 장비, 일 예로 케이스(C2)의 진동 신호를 사전에 측정하여 각각의 주파수를 도출할 수 있다. 그러면, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 각각의 주파수를 분석하여 문제 주파수를 도출할 수 있다.
- [0100] 또한, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 케이스(C2)의 고유 진동수, 즉 고유 주파수를 도출할 수 있다. 예를 들어, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 가진원(1) 또는 가진원(1)이 포함된 케이스(C2)에 대해 모달 테스트를 수행하여, 가진원(1) 또는 가진원(1)이 포함된 케이스의 고유 주파수를 파악함으로써, 문제 주파수를 도출할 수 있다.
- [0101] 레퍼런스 신호 생성부(130)는 도출한 복수의 문제 주파수를 포함하는 목표 주파수 후보군을 생성할 수 있다. 이때, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 목표 주파수 후보군 내에 포함된 복수 개의 문제 주파수에 대해 우선순위를 설정하고, 우선순위에 따라 목표 주파수를 선택할 수 있다. 여기서, 목표 주파수는 소음 저감의 대상이 되는 주파수로서, 목표 주파수의 개수는 미리 설정될 수 있다.
- [0102] 목표 주파수의 개수가 증가할수록 제어부(120)에 요구되는 연산량은 늘어날 수 있다. 또한, 목표 주파수의 개수가 불필요하게 증가할수록 중요한 목표 주파수에서의 소음 제어성능이 감소될 수도 있다. 따라서, 목표 주파수의 개수는 소음 제어장치, 예를 들어 제어부의 제어 성능, 즉 연산 처리 능력에 기초하여 기 설정될 수 있다. 일 실시예로, 목표 주파수는 5개에서 10개 이내로 기 설정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0103] 레퍼런스 신호 생성부(130)는 미리 설정된 기준에 따라 문제 주파수에 대해 우선 순위를 설정하여, 목표 주파수를 결정할 수 있다.
- [0104] 예를 들어, 대부분 공장 내 소음이 가장 문제가 되는 경우는 가진원(1)의 진동에 따른 소음 신호의 주파수와 공장 내 마련되는 적어도 하나의 소음원의 주파수가 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 경우일 수 있다. 따라서, 소음 제어장치(100b)의 메모리(121)에는 사전 측정을 통해 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수와 공장 내 마련되는 적어도 하나의 소음원의 주파수에 관한 정보가 기 저장될 수 있다.

- [0105] 또한, 제어장치(100a)의 메모리(121)에는 모달 테스트를 통해 사전에 측정된 가진원의 고유 주파수에 관한 정보가 저장될 수 있다. 이에 따라, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 메모리(121)에 저장된 정보를 기초로 주파수를 분석하여 복수의 문제 주파수를 도출한 다음, 복수의 문제 주파수에 대해 미리 설정된 기준에 따라 우선 순위를 설정할 수 있다.
- [0106] 예를 들어, 기 측정된 공장 내 소음 신호를 구성하는 주파수, 및 기 측정된 가진원(1)의 진동에 따른 소음 신호를 구성하는 주파수, 및 가진원(1)의 고유 주파수 간에 비교하여 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수가 존재한다면, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수를 1순위로 설정할 수 있다. 소음 신호가 가장 큰 문제가 되는 경우는 가진원(1)의 진동에 따른 소음 신호를 구성하는 주파수와 공장 내 소음 신호를 구성하는 주파수 간에 근접한 경우이다. 따라서, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 가진원(1)의 진동에 따른 소음 신호를 구성하는 주파수, 및 가진원(1)의 고유 주파수, 및 공장 내 소음 신호를 구성하는 주파수 중에서, 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수를 1순위로 설정할 수 있다.
- [0107] 또한, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 비교 결과 미리 설정된 주파수 범위를 벗어난 주파수 중에서, 소음 레벨이 높은 공장 내 소음 신호의 주파수를 2순위 목표 주파수로 설정할 수 있다.
- [0108] 또한, 레퍼런스 신호 생성부(130)는 공장 내 소음에 의한 주파수를 분석한 결과, 소음에 기인하는 영향은 적으나, 많은 에너지가 분포하는 가진원(1)의 고유 주파수를 3순위 목표 주파수로 설정할 수 있다.
- [0109] 레퍼런스 신호 생성부(130)는 설정된 목표 주파수를 기초로 조화함수 신호를 생성하고, 생성한 조화함수 신호를 레퍼런스 신호로써 적응 제어로직의 인수로 활용할 수 있다. 이때, 초기 조화함수 신호, 즉 초기에 인수로써 입력되는 신호  $x(n)$ 의 초기 위상과 초기 진폭은 적응 제어로직을 통해 도출되는 필터 값에 의해 업데이트될 수 있으므로, 임의 값으로 설정되어도 무방하다.
- [0110] 실시예에 따른 소음 제어장치(100b)는 별도의 흡차음재, 방진고무 등을 부착할 필요 없이, 가진원을 적응적으로 제어하여 소음을 저감시킴으로써, 기계 장비의 생산 비용을 줄일 수 있다. 뿐만 아니라, 실시예에 따른 소음 제어장치(100b)는 전술한 흡차음재, 방진고무 등으로 인해 저감시킬 수 없는 구조전달에 따른 소음을 효과적으로 저감시킬 수 있다.
- [0111] 도 7의 소음 제어장치(100b)에는 가상의 레퍼런스 신호를 생성하는 레퍼런스 신호 생성부(130)를 더 포함되었으며, 나머지 구성요소들은 도 2의 소음 제어장치(100a)와 동일하므로, 이에 관한 구체적인 설명은 생략하도록 한다. 이하에서는 소음 제어 시스템의 동작에 대해 간단하게 설명하도록 한다.
- [0112] 도 8은 일 실시예에 따른 소음 제어 시스템의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면이다.
- [0113] 소음 제어장치와 레퍼런스 간에는 전기적으로 연결되어, 각종 데이터를 주고 받을 수 있다. 이에 따라, 도 8을 참조하면, 소음 제어 시스템의 소음 제어장치는 가진원이 포함된 케이스 상에 마련된 레퍼런스 센서로부터 문제 주파수 또는 레퍼런스 신호를 수신할 수 있다(800).
- [0114] 소음 제어장치는 레퍼런스 센서로부터 수신한 문제 주파수 및 레퍼런스 신호 중 어느 하나와 에러 센서로부터 수신한 소음 신호를 기초로 적응 제어로직을 통해 적응 필터 값을 계산할 수 있다(810).
- [0115] 예를 들어, 레퍼런스 센서로부터 레퍼런스 신호를 수신한 경우, 소음 제어장치는 레퍼런스 신호의 주파수를 분석하여, 적어도 하나의 문제 주파수를 도출할 수 있다. 여기서, 문제 주파수는 기 설정된 문제 주파수 대역 상에서 소음 레벨이 큰 주파수를 의미할 수 있다. 또 다른 예로, 레퍼런스 센서가 수신한 레퍼런스 신호의 주파수를 분석하여 문제 주파수를 도출하고, 도출한 문제 주파수에 관한 정보를 소음 제어장치에 전달한 경우, 소음 제어장치는 전술한 문제 주파수 도출 프로세스를 생략할 수도 있다.
- [0116] 소음 제어장치는 적응 제어로직 상에, 문제 주파수를 기초로 생성한 신호를 인수로 입력함으로써, 적응 필터 값을 계산할 수 있다. 이때, 적응 제어로직은 오픈 루트 형태로써, 시간에 따라 변화될 수 있는 레퍼런스 신호를 인수로 지속적으로 입력하여, 적응 필터 값이 업데이트 되는 로직을 의미할 수 있다.
- [0117] 소음 제어장치는 계산한 적응 필터 값을 기초로 구동 신호를 생성하여 가진기를 제어할 수 있다(820). 소음 제어장치와 작동 앰프 및 가진기 간에는 전기적으로 연결되어, 각종 신호를 주고 받을 수 있다.
- [0118] 소음 제어장치는 구동 신호를 소음 제어 시스템의 작동 앰프에 전달할 수 있다. 그러면, 작동 앰프는 구동 신호에 따라 증폭된 구동 전압을 소음 제어 시스템의 가진기에 입력할 수 있다. 이에 따라, 가진기는 구동 전압에 따라 진동될 수 있으며, 이로 인해 케이스 또는 케이스 내부의 가진원의 진동이 상쇄되어 소음이 저감될 수

있다. 이하에서는 가상의 레퍼런스 신호를 생성하고, 이를 기초로 적응 필터 값을 계산하는 소음 제어 시스템의 동작 흐름에 대해 간단하게 설명하도록 한다.

- [0119] 도 9는 도 8과 다른 실시예에 따른 소음 제어 시스템의 동작 흐름을 설명하기 위한 도면이다.
- [0120] 소음 제어 시스템 상에는 도 2에 도시된 바와 달리, 레퍼런스 센서가 생략될 수 있다. 이때, 소음 제어 시스템은 사전 측정을 통해 복수 개의 문제 주파수를 도출하고, 우선순위에 따라 복수 개의 문제 주파수를 분류한 다음, 우선순위에 따라 적어도 하나의 문제 주파수를 결정할 수 있다.
- [0121] 도 9를 참조하면, 소음 제어 시스템의 소음 제어장치는 기 측정된 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 기 측정된 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 가진원의 고유 주파수를 비교하여 복수 개의 문제 주파수 중에서 적어도 하나의 목표주파수를 결정할 수 있다(900).
- [0122] 예를 들어, 소음 제어장치는 에러센서를 통해 가진원의 진동에 따른 소음 신호, 및 공장 내 소음 신호를 미리 수신할 수 있다. 그러면, 소음 제어장치는 미리 측정된 가진원의 진동에 따른 소음 신호, 및 공장 내 소음 신호 각각의 주파수를 분석하여 문제 주파수를 도출할 수 있다.
- [0123] 또 다른 예로, 소음 제어장치는 모달 테스트를 통해 케이스의 고유 진동수를 미리 분석할 수 있다. 소음 제어장치는 케이스의 고유 진동에 기초하여 문제 주파수를 도출할 수 있다.
- [0124] 그러면, 소음 제어장치는 도출한 문제 주파수를 종합하여, 우선순위를 설정할 수 있다. 여기서, 목표 주파수는 소음 저감의 대상이 되는 주파수로서, 목표 주파수의 개수는 미리 설정될 수 있다.
- [0125] 예를 들어, 소음 제어장치는 도출한 복수 개의 문제 주파수를 포함하는 목표 주파수 후보군을 생성할 수 있다. 이때, 소음 제어장치는 목표 주파수 후보군 내에 포함된 복수 개의 문제 주파수에 대해 우선순위를 설정하고, 우선순위에 따라 목표 주파수를 선택할 수 있다.
- [0126] 소음 제어장치는 기 설정된 기준에 따라 복수 개의 문제 주파수에 대해 우선순위를 설정할 수 있다.
- [0127] 소음 제어장치는 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 및 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 가진원의 고유 주파수를 비교하여 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수가 있는지 여부를 판단할 수 있다. 미리 설정된 주파수 범위 내로 근접한 주파수가 있는 것으로 판단되면, 소음 제어장치는 전술한 주파수를 1순위 문제 주파수로 결정할 수 있다.
- [0128] 다음으로, 소음 제어장치는 가진원의 진동에 따른 소음 신호의 주파수, 및 공장 내 소음 신호의 주파수, 및 가진원의 고유 주파수 중에서 공장 내 소음 신호의 주파수를 2순위 문제 주파수로 결정할 수 있다. 또한, 소음 제어장치는 가진원의 고유 주파수를 3순위 문제 주파수로 결정할 수 있다.
- [0129] 소음 제어장치는 복수 개의 문제 주파수 중에서 기 설정된 개수에 따라 우선순위 별로 목표 주파수를 결정할 수 있다. 예를 들어, 목표 주파수의 개수가  $N(N \geq 1)$ 개로 기 설정된 경우, 소음 제어장치는 우선순위에 따라 N개의 문제 주파수만을 목표 주파수로 설정할 수 있다.
- [0130] 소음 제어장치는 결정한 적어도 하나의 목표 주파수를 기초로 레퍼런스 신호를 생성할 수 있다(910). 예를 들어, 소음 제어장치는 적어도 하나의 목표 주파수를 기초로 조화함수로 구성된 레퍼런스 신호를 생성할 수 있다.
- [0131] 소음 제어장치는 레퍼런스 신호를 적응 제어로직 상의 인수로 입력하여 적응 필터 값을 계산하고, 계산한 필터 값을 기초로 구동 신호를 생성하여 가진기를 제어할 수 있다(920). 소음 제어장치와 작동 앰프 및 가진기 간에는 전기적으로 연결되어, 각종 신호를 주고 받을 수 있다.
- [0132] 소음 제어장치는 구동 신호를 소음 제어 시스템의 작동 앰프에 전달할 수 있다. 그러면, 작동 앰프는 구동 신호에 따라 증폭된 구동 전압을 소음 제어 시스템의 가진기에 입력할 수 있다. 이에 따라, 가진기는 구동 전압에 따라 진동될 수 있으며, 이로 인해 케이스 또는 케이스 내부의 가진원의 진동이 상쇄되어 소음이 저감될 수 있다.
- [0133] 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 개시된 발명의 바람직한 일 예에 불과할 뿐이며, 본 출원의 출원시점에 있어서 본 명세서의 실시예와 도면을 대체할 수 있는 다양한 변형 예들이 있을 수 있다.
- [0134] 또한, 본 명세서에서 사용한 용어는 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 개시된 발명을 제한 및/또는 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품

또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는다.

[0135] 또한, 본 명세서에서 사용한 "제1", "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

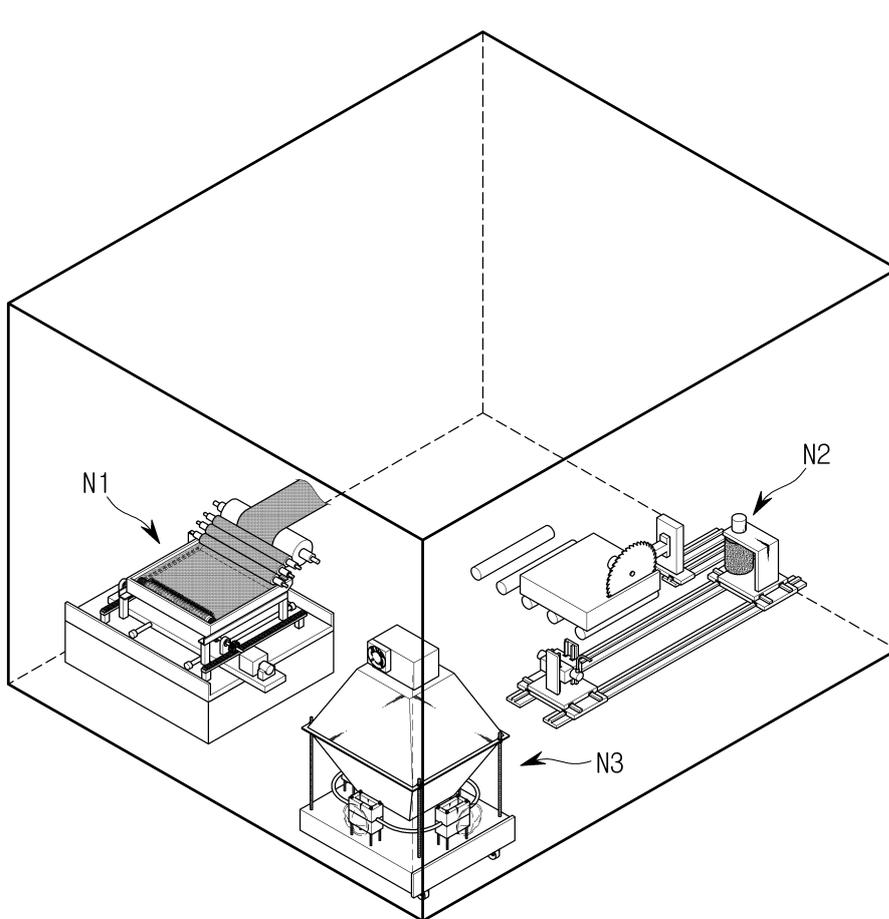
[0136] 또한, 본 명세서 전체에서 사용되는 "~부(unit)", "~기", "~블록(block)", "~부재(member)", "~모듈(module)" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어를 의미할 수 있다. 그러나, "~부", "~기", "~블록", "~부재", "~모듈" 등이 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, "~부", "~기", "~블록", "~부재", "~모듈" 등은 접근할 수 있는 저장 매체에 저장되고 하나 또는 그 이상의 프로세서에 의하여 수행되는 구성일 수 있다.

**부호의 설명**

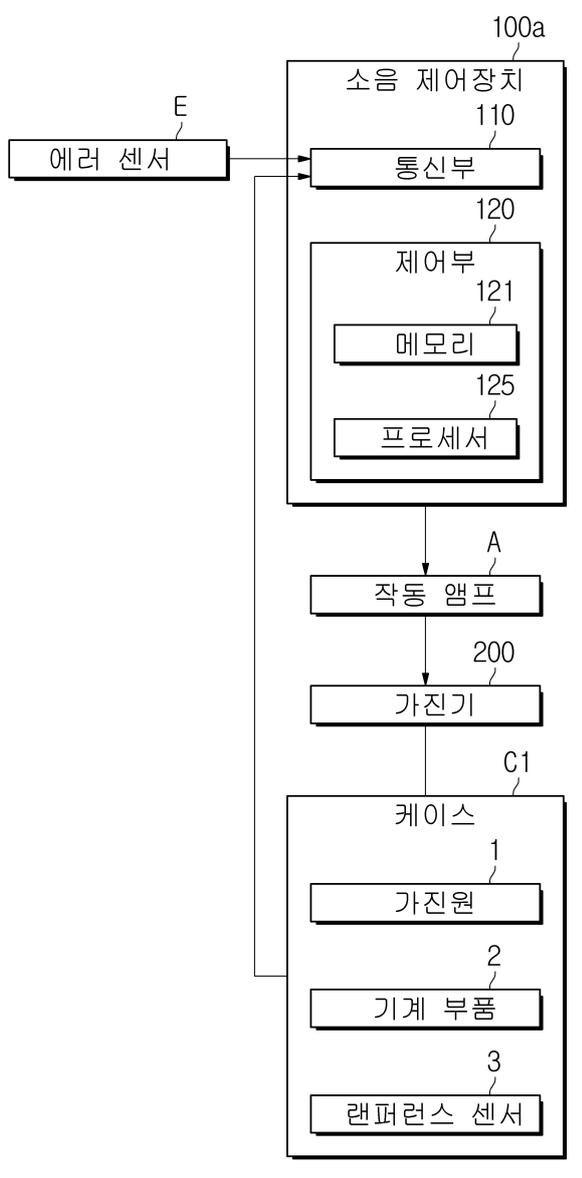
[0137] 200: 가진기

**도면**

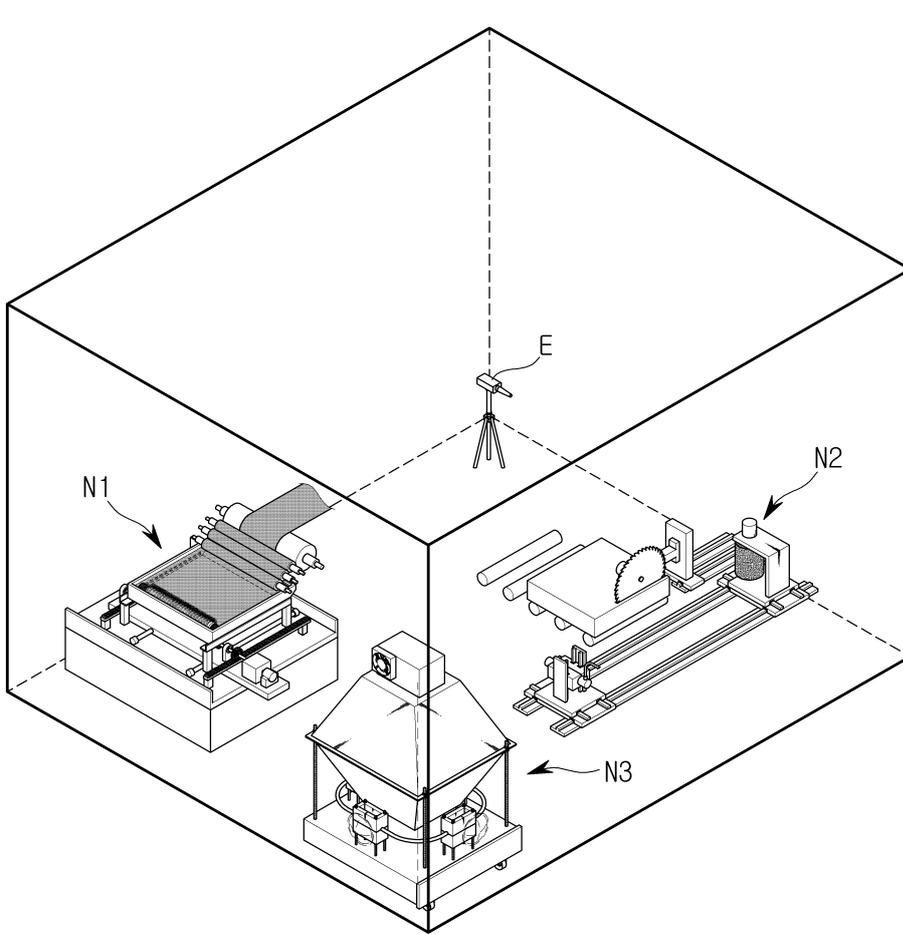
**도면1**



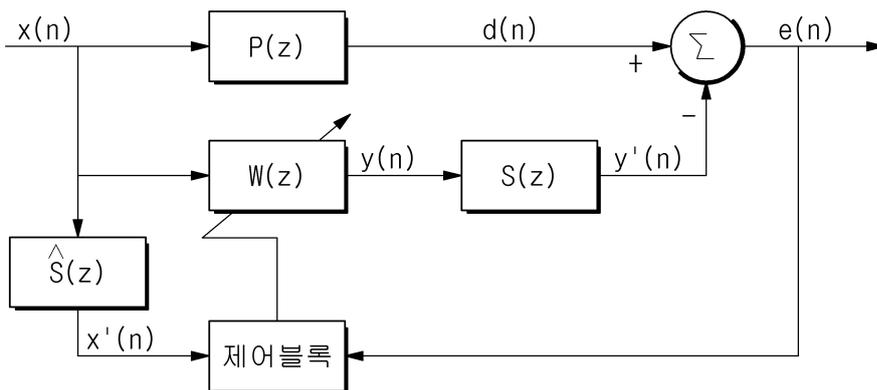
도면2



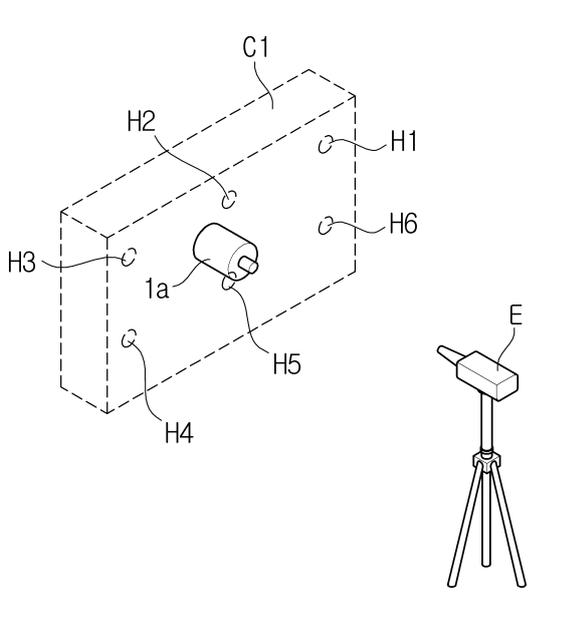
도면3



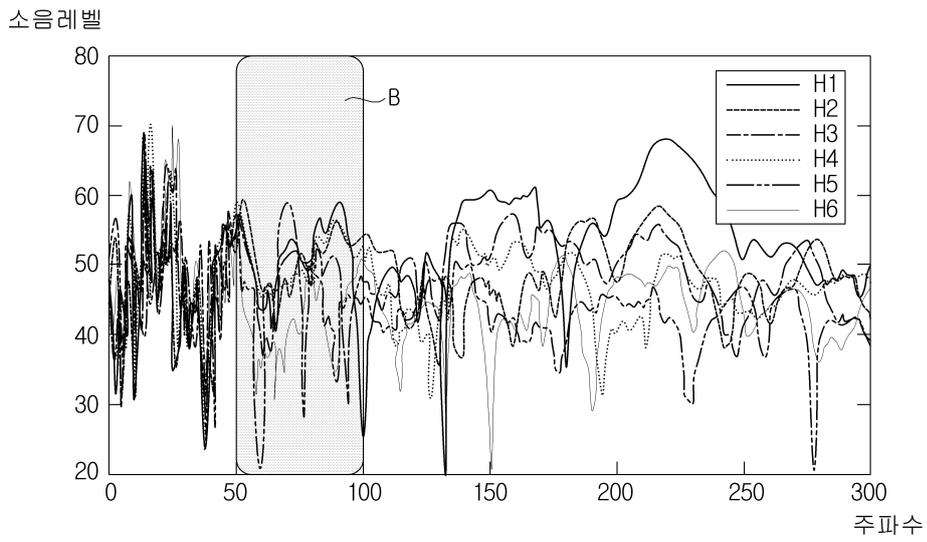
도면4



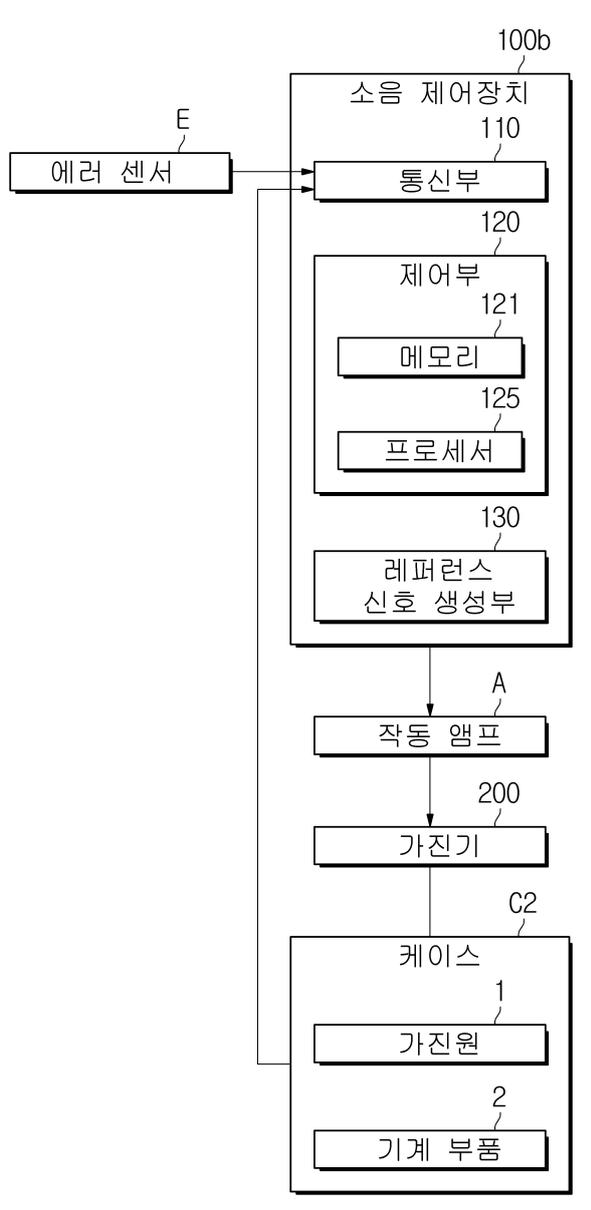
도면5



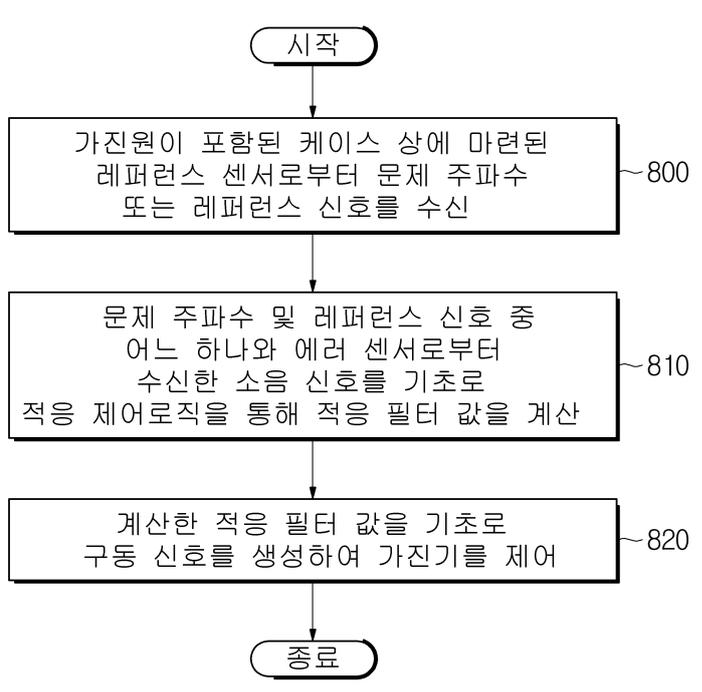
도면6



도면7



도면8



도면9

