



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0054328
(43) 공개일자 2016년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01H 11/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0153809

(22) 출원일자 2014년11월06일

심사청구일자 2014년11월06일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)

(72) 발명자

윤종락

부산광역시 남구 분포로 113 LG메트로시티4차아파
트 133동 905호

박지현

부산광역시 해운대구 삼어로 55, 102동 1801
호(반여동, 센텀 SK VIEW 아파트)

서철원

경상북도 포항시 남구 오천읍 충무로 51-2, 103동
309호

(74) 대리인

특허법인네이트

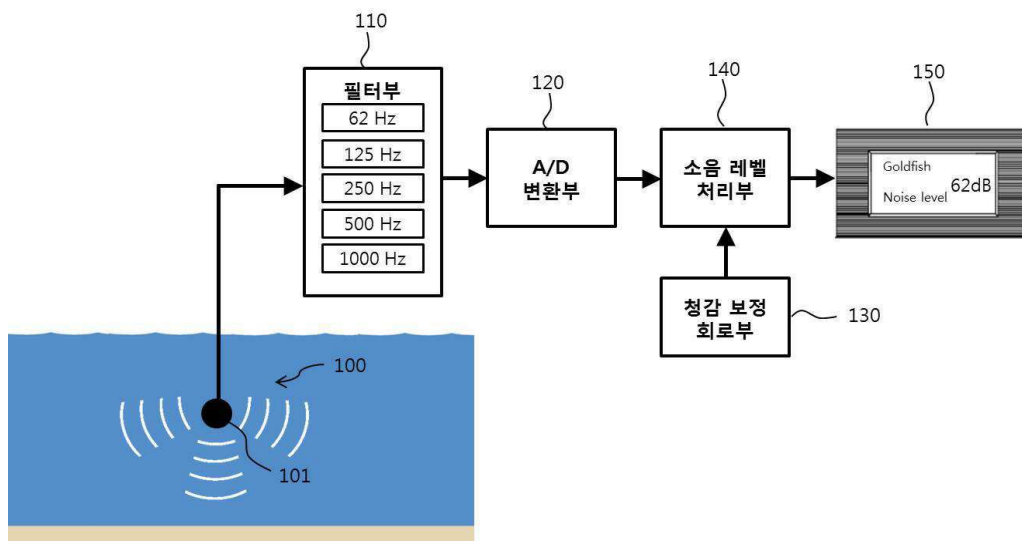
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 수서 생물용 소음계 및 이를 이용한 소음 레벨 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 수서 생물용 소음계에 관한 것으로, 소음을 측정하기 위한 지역의 수중 소음 신호를 획득하는 입력부; 입력부에서 획득한 수중 소음 신호를 상기 지역에 서식하는 수서 생물의 청감 주파수 대역에 대해 중심주파수 값을 토대로 필터링하는 필터부; 필터부에서 필터링된 수중 소음의 아날로그 신호 값을 디지털 신호 값으로 변환하는 A/D변환부; 지역에 서식하는 수서 생물이 반응하는 중심주파수에서의 청감 보정 값을 포함하는 알고리즘이 입력된 청감 보정회로부; A/D변환부에서 변환된 디지털 신호 값에 대해 청감 보정 값을 포함하는 청감 보정회로부의 알고리즘을 토대로 보정하는 소음 레벨 처리부;와 소음 레벨 처리부에서 보정한 해당 수서 생물에 대한 소음 값을 표시하는 디스플레이부;를 포함하여 이루어진다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

소음을 측정하기 위한 지역의 수중 소음 신호를 획득하는 입력부(100);

상기 입력부(100)에서 획득한 수중 소음 신호를 상기 지역에 서식하는 수서 생물의 청감 주파수 대역에 대해 중심주파수 값을 토대로 필터링하는 필터부(110);

상기 필터부(110)에서 필터링된 수중 소음의 아날로그 신호 값을 디지털 신호 값으로 변환하는 A/D변환부(120);

상기 지역에 서식하는 수서 생물이 반응하는 중심주파수에서의 보정을 위한 알고리즘이 입력된 청감 보정회로부(130);

상기 A/D변환부(120)에서 변환된 디지털 신호 값에 대해 청감 보정 값을 포함하는 청감 보정회로부(130)의 알고리즘을 토대로 보정하는 소음 레벨 처리부(140);와

상기 소음 레벨 처리부(140)에서 보정한 해당 수서 생물에 대한 소음 값을 표시하는 디스플레이부(150);를 포함하여 이루어진 수서 생물용 소음계.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 중심주파수 값은 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz와, 1,000Hz 중 적어도 하나인 수서 생물용 소음계.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 청감 보정 값은 해당 수서 생물이 가장 민감하게 반응하는 중심주파수 값에서의 청감 보정 값을 "0(제로)"로 하고, 이외의 중심주파수에서의 청감 보정 값을 "-(마이너스)"로 수치화한 수서 생물용 소음계.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 필터부(110)에서 각 중심주파수별 필터(111)는 4차 내지 6차 중 어느 하나의 차수이고, 각 중심주파수의 이득은 대상 생물의 (-청감역치)±1dB 이내인 수서 생물용 소음계.

청구항 5

소음을 측정하기 위한 지역의 수중 소음 신호를 획득하기 위한 하이드로폰(101) 또는 수중 소음 획득용 센서를 포함하는 수중 소음 획득기기를 구비하는 입력부(100);

상기 입력부(100)에서 획득한 수중 소음을 입력받는 소음 입력 라인(102), 입력된 수중 소음 신호를 상기 지역에 서식하는 수서 생물의 청감 주파수 대역에 대해 중심주파수 값을 토대로 필터링하는 적어도 1개의 필터(111)와, 상기 필터(111)에서 필터링된 수중 소음 신호를 출력하는 수중 소음 출력 라인(103)을 구비하는 필터부(110);

상기 필터부(110)에서 필터링되어 입력된 수중 소음의 아날로그 신호 값을 디지털 신호 값으로 변환하도록 설치

된 소음 레벨 변환기(121)를 구비하는 A/D변환부(120);

상기 지역에 서식하는 수서 생물이 반응하는 중심주파수에서의 보정을 위한 알고리즘이 입력된 청감 보정회로부(130);

상기 A/D변환부(120)에서 변환된 디지털 신호 값에 대해 상기 청감 보정회로부(130)의 알고리즘을 토대로 보정하는 중앙처리장치를 구비한 소음 레벨 처리부(140);와

상기 소음 레벨 처리부(140)에서 보정한 해당 수서 생물에 대한 소음 값을 디지털 방식 또는 아날로그 방식으로 표시하는 디스플레이부(150);를 포함하여 이루어진 수서 생물용 소음계.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 입력부(100)의 하이드로폰(101) 또는 수중 소음 획득용 센서, 필터부(110)의 필터(111), A/D변환부(120)의 소음 레벨 변환기(121), 청감 보정회로부(130), 소음 레벨 처리부(140), 디스플레이부(150)의 액정 및 밝기 등에 요구되는 전력을 제공하는 전원부(160)를 더 구비하는 수서 생물용 소음계.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 필터(111)는 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz와 1,000Hz의 중심주파수 값 중 어느 하나의 값을 갖도록 제작된 수서 생물용 소음계.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 소음 레벨 변환기(121)는 각각의 필터(111)마다 연결되도록 설치된 수서 생물용 소음계.

청구항 9

각각의 수서 생물에 대한 수중 소음 레벨 측정 방법은,

측정 지역에서의 수중 소음 신호를 획득하는 제10단계(S10);

획득된 소음 신호를 수서 생물의 청감 반응역치에 상응하는 주파수 대역이 잔존하도록 필터링하는 제11단계(S11);

필터링된 주파수 대역에 대한 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하는 제12단계(S12);

상기 디지털 값에 대해 해당 수서 생물에 해당하는 청감 보정 값을 처리 또는 미처리하도록 된 알고리즘으로 연산 및 보정하고, 해당 수서 생물에 대한 소음 값을 획득하는 제13단계(S13);를 포함하는 수서 생물의 수중 소음 레벨 측정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제11단계(S11)에서 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1,000Hz를 중심주파수 값으로 하여 해당 생물의 청감 반응역치에 대한 주파수 대역을 필터링하는 수서 생물의 수중 소음 레벨 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 수중 소음이 수서 생물에 미치는 영향을 평가하기 위한 수서 생물용 소음계 및 이를 이용한 소음 레벨 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 대기 중에서도 마찬가지로 해수 중에는 여러 가지의 소음이 항상 존재한다. 불특정 다수의 음원에 의해 발생되어 해수 중을 전파하여 해수 중의 특정위치에 형성된 이러한 소리를 통틀어 수중 소음이라 한다. 해수 중 수중 소음을 발생 원인에 따라 분류하면, 자연적인 환경에서 저절로 발생하는 자연 수중 소음과 인간의 산업활동에 의해 발생하는 인공 수중 소음으로 나눌 수 있다. 주요한 자연 수중 소음에는 해표면 위에서 부는 바람에 의해 발생하는 풍랑 소음, 어류 및 해산 포유류 등 해양생물에 의해 발생하는 생물 소음, 해저지진에 의해 생기는 지진 소음 등이 있다. 그리고 주요한 인공 수중 소음에는 항해하는 선박에 의해 발생하는 선박 수중방사 소음, 준설 및 수중구조물 설치 등 토목공사에 의해 발생하는 산업활동 수중 소음, 해저유전 탐사 및 수중물체 탐지 등에 사용되는 각종 능동소나에 의해 발생하는 소나핑(sonar ping) 소음 등이 있다.

[0003] 한편, 고래류 및 돌고래류 등 대부분의 해산 포유류와 여러 종류의 어류는 수중음파를 적극적으로 사용하여 의사소통, 섭이행동(攝餌行動), 성군행동(成群行動), 장애물 식별 및 산란행동 등에 활용하고 있다. 그런데 해수 중 수중 소음은 매년 서서히 증가하고 있어 수중음파를 활용하는 해산 포유류 및 어류의 서식환경은 날로 악화되는 실정이다. 이것의 주요한 원인은 점차 증가하고 있는 선박 통행량, 해저유전 개발, 해상 어로작업 및 연안 토목공사 등에 기인한 인공 수중 소음의 증가에 의한 것으로 알려져 있다. 이와 관련하여 단순히 수중 소음의 크기를 측정할 수 있는 장치의 경우, 대한민국 등록특허 제10-1357763호 또는 대한민국 등록특허 제10-1384661호에서 처럼 그 개발이 활발히 이루어지고 있다.

[0004] 이처럼 수중 소음에 대한 기술 개발은 진행되고 있지만, 수서 생물에 미치는 영향은 단지 수치 모의실험을 통한 평가만 이루어지고 있다. 즉, 수중 소음이 수서 생물의 종(種)에 따라 실제 미치는 영향에 대한 기술 개발이 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1357763호(2014.02.03. 공고)
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1384661호(2014.04.14. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기된 문제점을 해소하기 위해 개발된 본 발명의 목적은, 종에 따른 수서 생물에 대해 청감을 보정한 상태에서 충격음이나 연속음 등을 포함한 수중 소음에 대해 해당 수서 생물에게 미치는 소음의 정도를 평가할 수 있도록 한 수서 생물용 소음계 및 이를 이용한 소음 레벨 측정 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기된 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 수서 생물용 소음계는 소음을 측정하기 위한 지역의 수중 소음 신호를 획득하는 입력부; 입력부에서 획득한 수중 소음 신호를 상기 지역에 서식하는 수서 생물의 청감 주파수 대역에 대해 중심주파수 값을 토대로 필터링하는 필터부; 필터부에서 필터링된 수중 소음의 아날로그 신호 값을

디지털 신호 값으로 변환하는 A/D변환부; 지역에 서식하는 수서 생물이 반응하는 중심주파수에서의 보정을 위한 알고리즘이 입력된 청감 보정회로부; A/D변환부에서 변환된 디지털 신호 값에 대해 청감 보정 값을 포함하는 청감 보정회로부의 알고리즘을 토대로 보정하는 소음 레벨 처리부;와 소음 레벨 처리부에서 보정한 해당 수서 생물에 대한 소음 값을 표시하는 디스플레이부;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0008] 여기서, 중심주파수 값은 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz와, 1,000Hz 중 적어도 하나인 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 청감 보정 값은 해당 수서 생물이 가장 민감하게 반응하는 중심주파수 값에서의 청감 보정 값을 "0(제로)"로 하고, 이외의 중심주파수에서의 청감 보정 값을 "-(마이너스)"로 수치화한 것을 특징으로 한다.

[0010] 또, 필터부에서 필터는 4차 내지 6차 중 어느 하나의 차수이고, 각 중심주파수의 이득은 대상 생물의 (-청감역치)±1dB 이내인 것을 특징으로 한다.

[0011] 한편, 본 발명에 따른 수서 생물용 소음계의 구성을 구현한 장치는, 소음을 측정하기 위한 지역의 수중 소음 신호를 획득하기 위한 하이드로폰 또는 수중 소음 획득용 센서를 포함하는 수중 소음 획득기기를 구비하는 입력부; 입력부에서 획득한 수중 소음을 입력받는 소음 입력 라인, 입력된 수중 소음 신호를 지역에 서식하는 수서 생물의 청감 주파수 대역에 대해 중심주파수 값을 토대로 필터링하는 적어도 1개의 필터와, 필터에서 필터링된 수중 소음 신호를 출력하는 수중 소음 출력 라인을 구비하는 필터부; 필터부에서 필터링되어 입력된 수중 소음의 아날로그 신호 값을 디지털 신호 값으로 변환하도록 설치된 소음 레벨 변환기를 구비하는 A/D변환부; 지역에 서식하는 수서 생물이 반응하는 중심주파수에서의 보정을 위한 알고리즘이 입력된 청감 보정회로부; A/D변환부에서 변환된 디지털 신호 값에 대해 청감 보정회로부의 알고리즘을 토대로 보정하는 중앙처리장치를 구비한 소음 레벨 처리부;와 소음 레벨 처리부에서 보정한 해당 수서 생물에 대한 소음 값을 디지털 방식 또는 아날로그 방식으로 표시하는 디스플레이부;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0012] 여기서, 입력부의 하이드로폰 또는 수중 소음 획득용 센서, 필터부의 필터, A/D변환부의 소음 레벨 변환부, 청감 보정회로부, 소음 레벨 처리부, 디스플레이부의 액정 및 밝기 등에 요구되는 전력을 제공하는 전원부를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 필터는 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz와 1,000Hz의 중심주파수 값 중 어느 하나의 값을 갖도록 제작된 것을 특징으로 한다.

[0014] 그리고, 소음 레벨 변환기는 각각의 필터마다 연결되도록 설치된 것을 특징으로 한다.

[0015] 한편, 본 발명에 따른 각각의 수서 생물에 대한 수중 소음 레벨 측정 방법은, 측정 지역에서의 수중 소음 신호를 획득하는 제10단계; 획득된 소음 신호를 수서 생물의 청감 반응역치에 상응하는 주파수 대역이 잔존하도록 필터링하는 제11단계; 필터링된 주파수 대역에 대한 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하는 제12단계; 디지털 값에 대해 해당 수서 생물에 해당하는 청감 보정 값을 처리 또는 미처리하도록 된 알고리즘으로 연산 및 보정하고, 해당 수서 생물에 대한 소음 값을 획득하는 제13단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 여기서, 제11단계(S11)에서 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1,000Hz를 중심주파수 값으로 하여 해당 생물의 청감 반응역치에 대한 주파수 대역을 필터링하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 상술된 바와 같이 본 발명에 따르면, 인간과 다른 청감특성을 가진 수서 생물의 청감 특성과 소음 평가 기준을 제시할 수 있고, 연안 및 수변 산업시설 증가와 해양산업의 발전으로 인한 인위적인 수중 소음이 수서 생물에 미치는 영향에 대한 평가 기준을 제시할 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한, 강, 연안 등의 수변 산업 활동에 필요한 수중 소음공해 관리가 가능해지고, 항만 또는 교각 공사, 선박 운항에 따른 어업 피해에 대한 객과적 근거 자료로 활용할 수 있는 효과가 있다.

[0019] 그리고, 강이나 연안에서의 수중 환경 소음에 대한 수서 생물의 피해에 대한 과학적 근거를 제시하여 이와 관련된 분쟁조정사례의 과학적 자료로 활용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 안된다.
- 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 수서 생물용 소음계가 개략적으로 도시된 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 구성에 따라 제작된 소음계가 도시된 평면도이다.
- 도 3은 도 2의 소음계의 계통도이다.
- 도 4는 도 2의 소음계에 내장된 대역 통과 필터가 도시된 도면이다.
- 도 5a 내지 도 5e는 도 4에 도시된 중심주파수의 해당 차수 필터가 도시된 회로도이다.
- 도 6은 도 2의 소음계에 내장된 소음 레벨 변환기가 도시된 회로도이다.
- 도 7은 도 2의 소음계에서 수서 생물의 청감을 보정하기 위한 알고리즘 및 구성도이다.
- 도 8a와 도 8b는 도 2의 소음계에 장착된 디스플레이부의 실시 예가 도시된 도면이다.
- 도 9는 본 발명에 따른 수서 생물에 대한 소음의 보정 방법이 도시된 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 쉽게 실시할 수 있도록 바람직한 실시 예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0022] <구성>
- [0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 수서 생물용 소음계가 개략적으로 도시된 구성도이다.
- [0024] 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 수서 생물용 소음계는 도 1에 도시된 바와 같이, 입력부(100), 필터부(110), A/D변환부(120), 청감 보정회로부(130), 소음 레벨 처리부(140)와, 디스플레이부(150)를 포함하여 이루어진다.
- [0025] 입력부(100)는 소음이 발생하는 구역의 수중에서 소음을 획득하는 부위이다. 이 입력부(100)는 일 예로 하이드로폰(101, Hydrophone) 또는 수중 소음 획득용 센서를 이용할 수 있다.
- [0026] 필터부(110)는 종(種)에 따른 각각의 수서 생물에 대해 소음에 반응하는 청감 반응역치(response threshold)의 주파수 대역을 취하기 위한 부위이다. 이 필터부(110)는 입력부(100)로부터 입력된 소음 신호에 대해 각각의 수서 생물에 따라 반응하는 주파수 대역을 벗어나는 주파수를 제거하도록 필터링한다. 이 필터부(110)는 일 예로, 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz와 1,000Hz를 필터링 중심주파수 값으로 하여 필터링 대역을 구성할 수 있고, 이때의 중심주파수의 이득은 대상 생물의 (-청감역치)±1dB 이내로 설정한다. 물론, 수서 생물의 종류에 따라 다른 주파수 값을 제시하여 필터링 대역을 다르게 설정할 수 있다. 필터부(110)는 예를 들어, 아틀란틱 연어(salmon)가 380Hz 이하에서 소리에 반응하므로 250Hz의 중심주파수 값을 기준으로 그 이하의 주파수 대역을 설정하고, 이 주파수 대역 내의 주파수만 취하면서 중심주파수 값 이상의 주파수 대역은 필터링하여 제거한다. 물론, 필터부(110)의 필터링 대역은 수서 생물의 크기와 종류, 장소 등에서의 반응하는 주파수 대역에 따라 다르게 설정할 수 있고, 위에 제시된 중심주파수 값을 더 낮거나 더 높게 설정하면서 더 낮거나 더 높은 필터 대역을 갖도록 구성할 수도 있다.
- [0027] A/D변환부(120)는 필터부(110)에서 필터링되어 입력된 주파수에서의 수중 소음에 대한 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키는 부위이다. 즉, A/D변환부(120)는 해당 수서 생물에 대해 중심주파수 값을 기준으로 필터링한 필터부(110)로부터 수중 소음에 대한 아날로그 신호가 입력되면, 이를 디지털 신호로 변환시킨다. 이때, 필터링하여 잔존하는 주파수 대역 전체에 대해 변환시킬 수도 있고, 일 예로, 62Hz, 125Hz, 250Hz의 주파수대에서의 소음 신호를 아날로그에서 디지털로 변환시킨다.
- [0028] 소음 레벨 처리부(140)는 A/D변환부(120)에서 입력된 중심주파수에서의 수중 소음에 대한 디지털 신호에 대해,

후술된 청감 보정회로부(130)에서 제공된 청감 보정 값을 포함한 알고리즘 또는 청감 보정 값을 처리하지 않는 알고리즘으로 연산처리하고, 이를 수치상으로 추출한다. 이를 위해, 소음 레벨 처리부(140)는 A/D변환부(120)로부터 디지털로 변환된 수중 소음 신호와, 청감 보정회로부(130)로부터 해당 수서 생물에 적용되는 알고리즘을 입력받도록 구성된다. 그리고, 소음 레벨 처리부(140)는 디지털화된 중심주파수에서의 수중 소음 신호를, 이 중심주파수 값에 해당하는 알고리즘으로 연산하여 해당 수서 생물이 받아들이는 소음의 정도를 수치(단위 dB)상으로 추출하고, 이 추출된 소음 값을 디스플레이부(150)로 전송한다. 이러한 소음 레벨 처리부(140)는 어느 하나의 수서 생물뿐만 아니라 다수의 수서 생물에 대해서도 동시 처리할 수 있다. 여기서, 청감 보정 값을 처리하지 않는 알고리즘은 해당 수서 생물에 적용되는 청감 보정 값이 없는 경우에 사용할 수도 있고, 소음 측정 지역에서 수서 생물을 배제한 일반적인 소음의 크기를 측정하기 위해 사용할 수도 있다.

[0029] 청감 보정회로부(130)에는 학술에 발표된 자료(J.R. Nedwell, B. Edwards, A.W.H. Turnpenny, J. Gordon, Fish and Marine Mammal Audiograms 2004.)를 토대로 수서 생물이 반응하는 청감 반응역치의 주파수 대역 내에서 가장 민감한 반응을 하는 중심주파수 값을 중심으로, 반응하는 주파수 대역 내에서 낮은 주파수에서의 반응과 높은 주파수에서의 반응 정도에 따른 해당 알고리즘이 입력되어 있다.

[0030] 한편, 이러한 청감 보정 값 설정에 대해 간략히 설명하기로 한다.

[0031] 먼저, 인간의 소음계 역시 청감보정회로(weighting network)가 존재한다. 이는 인간이 같은 크기의 소리라도 저음과 중음과 고음을 비교하면, 중음(1,000Hz 내외)이 가장 크게 들리고, 다음이 고음, 그리고 저음(대략 100Hz 내외)은 가장 작게 들린다. 이러한 조건을 보완하는 것을 청감보정회로를 사용한다고 한다.

[0032] 또한, 어류의 청감특성으로 대부분의 어류는 100Hz~2,000Hz 범위에서 음을 감지하고, 인간에 비해 청감은 상대적으로 낮으며, 청감역치는 80dB~120dB/μPa의 범위를 갖는다. 여기서 수중 소음이 수서 생물에 미치는 범위를 결정하는 지배방정식은 아래 [식 1]로 정의된다. 이 [식 1]은 해양에서 사용되는 음향 표적체의 탐지거리를 해석하는 소나 방정식으로 어류의 피해 영향거리 산출에 적용하는 경우, 인위적인 수중 소음원이 음향표적체이고, 탐지거리는 어류가 음을 수신하여 도피행동 또는 손상을 일으키는 거리이다.

[0033] [식 1]

$$SL-TL=NL+RT$$

[0034]

[0035] (여기서, SL(Source Level:음원준위)은 수중 음원의 음원준위로, 음원으로부터 1m 떨어진 거리에서 측정되는 음압준위(dB/μPa at 1m)이고, TL(Transmission Loss:전달손실)은 음원으로부터 대상 생물체까지 전달하는 동안 손실되는 양으로 확산손실과 흡수손실로 구성되며, 거리 및 해양 환경에 좌우된다. NL(Noise Level)은 해양 생물이 평상시에 적응하고 있는 해양 배경소음으로 평상시의 해상상태, 통행 선박의 평균적인 특성에 의해 결정된다. RT(Response Threshold:반응역치)는 생물체가 반응하는 음압준위에서 배경 소음준위를 뺀 값이다.)

[0036] 또한, 동일한 소음의 경우에도 어종에 따라 영향도가 달라진다. 그러므로, 어류나 수서 생물에 미치는 영향을 평가하기 위해서는 음의 특성에 따라 평가 척도를 달리해야 한다. 즉, 수중 충격음의 경우 연속음과 달리 지속 시간이 짧고, 광대역의 특성을 가지고, 아주 큰 최대치 음압을 갖는 음이다. 따라서, 충격파는 선형적인 음향 특성을 갖지 않으므로 평균 음압으로 평가하는 연속음에 대한 평가방법과 다르다. 어류에 미치는 영향을 평가하기 위한 충격음의 특성은 최대치 음압, 유효치 음압, 에너지 밀도, 노출소음도 SEL(Sound Exposure Level)로 평가되어야 하며 특히 각각의 수서 생물의 청감 보정이 요구된다.

[0037] 이를 감안하여 각각의 수서 생물에 대해 청감을 측정하기 위해 청감뇌간반응(ABR:Auditory Brainstem Response) 검사를 실시한다. 이 검사는 소리 자극에 의해 얻을 수 있는 뇌의 중추부로부터 나오는 뇌파를 평균 가산한 것으로 정밀청력검사로 청력의 역치 판정에 이용한다. 이 검사를 위한 실험은 물을 채운 안전한 사각 플라스틱 통에 어류를 고정시킨다. 근육조직에서 발생하는 잡음을 줄이기 위해 약물을 투여하여 일시적으로 움직일 수 없게 한다. 이때, 실험어류의 위치는 실험 어항의 수면에서 머리가 1mm정도가 수면에서 노출되게 하고, 기록전극은 실험어류의 두개골 위의 중앙에 위치한 골수 부분에 위치시킨다. 참조전극은 기록전극의 위치에서 5mm앞쪽에 위치시킨다. 실험어류의 청각기관 근처에 위치시킨 하이드로폰을 통해 어류가 인식하는 음의 크기를 추정하고, 실험 음원의 음압을 측정한다. 이와 같은 검사는 모든 수서 생물에 대해 시행할 수 있고, 경우에 따라 소음 측정 장소에 군락을 이루고 있는 수서 생물에 대해 수행하여 해당 수서 생물의 청감 데이터를 얻을 수 있다. 이에 대한 청감뇌간반응(ABR:Auditory Brainstem Response) 검사 및 청감 데이터는 학술에 발표된 자료(T. N. Kenyon F. Ladich H. Y. Yan, comparative study of hearing ability in fishes: the auditory brainstem response

approach, J Comp Physiol A, 1998.)를 참고한다.

[0038] 이러한 검사를 토대로 한 수서 생물인 어류의 청감반응의 특성을 보면, 어류의 청감능력은 소음에 특히 민감한 히어링 스페셜리스트(Hearing specialist)와 일반적인 청감능력을 갖는 히어링 제너럴리스트(Hearing generalist) 두 그룹으로 분류된다. 히어링 제너럴리스트는 대평양 연안의 대부분 어종이 여기에 속한다. 히어링 스페셜리스트는 34kHz 까지 들을 수 있고, 히어링 제너럴리스트보다 약 20dB 낮은 청감역치를 가지며 청어류 및 대구류 이와 유사한 어종들로 알려져 있다. 일반적으로 대부분의 어류의 소음 반응은 100Hz~2,000Hz 범위에서 아주 높은 감도를 보이며 금붕어의 청감이 가장 좋다.

[0039] 한편, 본 발명에 따른 수중 소음계의 청감 보정 값은 학술에 발표된 자료 (J.R. Nedwell, B. Edwards, A.W.H. Turnpenny, J. Gordon, Fish and Marine Mammal Audiograms 2004.)를 토대로 한다. 이를 적용한 일 예로, 알고리즘은 어느 하나의 수서 생물에 대해 가장 민감한 반응을 하는 중심주파수 값에서의 청감 보정 값을 "0(제로)"로 하고, 낮은 중심주파수 또는 높은 중심주파수에서의 청감 보정 값을 "-(마이너스)"로 하여 중심주파수에 대한 디지털 값을 연산한다. 아래 [표 1]에서는 일 예로, 두 가지 종류의 수서 생물에 대해 해당 중심주파수에서의 청감 반응역치에 대한 청감 보정 값을 보여주고 있다.

표 1

주파수(Hz)	62	125	250	500	1,000
Fish A-Weighting	-7.5	0	-8.5	.	.
Fish G-Weighting	-9	-8.2	0	-2.1	-0.1

[0041] 여기서, Fish A는 연어(salmon)를 대상으로 한 것으로, 연어는 380Hz 이하에서 반응하므로 그 이상인 500Hz와 1,000Hz의 청감 보정 값은 입력과정에서 입력되지 않았고, 가장 민감하게 반응하는 중심주파수 값을 중심으로 각각의 중심주파수에서의 반응하는 정도에 따른 각각의 청감 보정 값이 기재되어 있다. 또한, Fish G는 금붕어(goldfish)를 대상으로 한 것으로, 금붕어는 62Hz에서 1,000Hz의 주파수 대역에서 모두 반응하고, 이때 금붕어가 청감 반응역치에 따른 청감 보정 값이 기재되어 있다.

[0042] 이 청감 보정회로부(130)는 소음 레벨 처리부(140)의 요청에 따라 해당 수서 생물에 따라 청감 보정 값을 처리 또는 미처리하는 알고리즘을 제공하도록 구성된다. 따라서, 청감 보정회로부(130)는 소음 레벨 처리부(140)에서 어느 하나의 해당 수서 생물에 대한 알고리즘을 요청하면 그 해당하는 알고리즘을 소음 레벨 처리부(140)에 제공한다.

[0043] 디스플레이부(150)는 소음 레벨 처리부(140)에서 연산하여 추출된 소음 값을 연구원을 포함한 관찰자가 육안으로 쉽게 인지할 수 있도록 디지털로 표시하는 부위이다. 이때, 해당 수상 생물이 느낄 수 있는 소음의 크기를 수치로 표시한다. 물론, 디스플레이부(150)는 디지털 방식(도 8a 및 도 8b 참조) 또는 눈금을 이용한 아날로그 방식으로도 표시하도록 제작할 수 있다. 또한, 디스플레이부(150)는 소음 레벨 처리부(140)가 한번에 다수의 수서 생물에 대해 그 소음 값을 처리하여 전송하는 경우, 다수의 구역으로 분할하여 이를 동시에 표시할 수도 있다.

[0044] 이와 같이 본 발명에 따라 구성된 수서 생물 소음계의 처리 과정을 간단히 설명하자면, 수중 소음을 입력부(100)에서 획득하고, 이 획득된 소음이 필터부(110)에 입력되면 필터부(110)에서는 선정된 어느 하나의 수서 생물에 대해 그 수서 생물의 반응역치 주파수 대역을 잔존하도록 필터링한다. 이렇게 필터링된 주파수의 아날로그 값을 A/D변환부(120)에서 디지털 값으로 변환하고, 이 디지털화된 주파수 값이 소음 레벨 처리부(140)에 입력되면, 소음 레벨 처리부(140)에서 디지털 값으로 입력된 주파수 값에 대해 청감 보정회로부(130)에서 입력된 해당 알고리즘으로 연산 처리한다. 이렇게 처리된 소음 값이 디스플레이부(150)에서 표시된다. 이 디스플레이부(150)에서 제시된 어느 수서 생물의 소음에 대한 반응 정도를 확인함으로써, 현재 발생하고 있는 소음 크기에 대해 어느 하나의 수서 생물의 민감 또는 스트레스 정도를 인지할 수 있다.

[0045] <장치>

[0046] 도 2는 도 1의 구성에 따라 제작된 소음계가 도시된 평면도이다. 도 3은 도 2의 소음계의 계통도이다. 도 4는 도 2의 소음계에 내장된 대역 통과 필터가 도시된 도면이다. 도 5a 내지 도 5e는 도 4에 도시된 중심주파수의 해당 차수 필터가 도시된 회로도이다. 도 6은 도 2의 소음계에 내장된 소음 레벨 변환기가 도시된 회로도이다.

도 7은 도 2의 소음계에서 수서 생물의 청감을 보정하기 위한 알고리즘 및 구성도이다. 도 8a와 도 8b는 도 2의 소음계에 장착된 디스플레이부의 실시 예가 도시된 도면이다.

[0047] 이하에서는 도 1을 참조한 상술된 수서 생물용 소음계의 구성을 바탕으로 실제로 구현된 장치에 대해 자세히 설명한다.

[0048] 본 발명에 따른 수서 생물용 소음계는 도 2 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 입력부(100), 필터부(110), A/D변환부(120), 청감 보정회로부(130), 소음 레벨 처리부(140), 디스플레이부(150)와, 전원부(160)를 포함하여 이루어진다.

[0049] 입력부(100)는 소음이 발생하는 구역의 수중에서 소음을 획득하기 위해 하이드로폰(101, Hydrophone) 또는 수중 소음 획득용 센서(미도시) 등을 포함한 수중 소음 획득기기를 포함한다. 이 하이드로폰(101)은 소음 측정을 위한 구역 내의 해수면 아래로 내린 후 적정 깊이에서 소음을 획득하게 된다. 또한, 입력부(100)는 이와 같이 획득한 소음을 필터부(110)에 전송하도록 후술된 필터부의 소음 입력 라인(102)과 연결되도록 설치한다.

[0050] 필터부(110)는 도 3과 도 4에서와 같이, 각각의 수서 생물이 소음에 반응하는 반응역치의 주파수 대역을 취하기 위해 일정 값을 갖는 주파수 대역을 제공한다. 이를 위해 필터부(110)는 회로기판에 일 예로, 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1,000Hz를 중심주파수 값으로 필터링할 수 있는 부품을 실장하여 제작된 필터(111, 예를 들면 옥타브 필터)를 구비한다. 이 필터의 차수는 아래 [표 2]에서와 같이 4차~6차로 하고, 중심주파수 이득은 대상 생물의 (-청감역치)±1dB 이내로 설계한다. 이때, 중심주파수에서의 해당 차수에 대한 필터(111)의 회로는 도 5a 내도 도 5e에 도시된 바와 같다.

표 2

[0051]

주파수(Hz)	62	125	250	500	1,000
차수	4	5	6	4	4

[0052] 이외에도, 수서 생물의 종류나 반응하는 주파수 대역에 따라 상술된 중심주파수 값을 다른 주파수 값으로 대체할 수도 있다. 또한, 필터부(110)는 입력부(100)에서 획득한 수중 소음을 수신하기 위한 소음 입력 라인(102)과, 필터(111)에 의해 필터링된 아날로그 신호를 A/D변환부(120)로 전송하기 위한 소음 출력 라인(103)을 더 구비한다. 즉, 입력부(100)에서 전송된 소음은 소음 입력 라인(102)을 통해 입력되어 필터(111)를 통과하면서 필터링되고, 이후 소음 출력 라인(103)을 통해 A/D변환부(120)로 전송된다.

[0053] A/D변환부(120)는 도 3과 도 6에 도시된 바와 같이, 필터부(110)를 통과하여 출력된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 소음 레벨 처리부(140)의 중앙처리장치에 전달하기 위해 각 필터(111)에서 입력된 아날로그 값을 디지털 값으로 변환하는 A/D변환 과정을 수행하는 소음 레벨 변환기(121)를 구비한다. 이 소음 레벨 변환기(121)는 각각의 필터(111), 예를 들어 5개의 필터(111) 마다 1개씩 적용되고, 도 6에서의 왼쪽부터 62Hz 필터 순으로 입력과 출력이 되도록 설치된다. 물론, 그 순서는 역순으로 배치될 수도 있고, 무작위로 배치될 수도 있다.

[0054] 청감 보정회로부(130)는 학술에 발표된 자료 (J.R. Nedwell, B. Edwards, A.W.H. Turnpenny, J. Gordon, Fish and Marine Mammal Audiograms2004.)를 토대로 한다. 이를 적용한 일 예로, 어느 하나의 수서 생물에 대해 가장 민감한 반응을 하는 중심주파수에서의 청감 보정 값을 "0(제로)"로 하고, 낮은 중심주파수 또는 높은 중심주파수에서의 청감 반응역치 정도에 대한 청감 보정 값을 처리 또는 미처리하기 위한 알고리즘(도 7 참조)이 입력된다. 이 알고리즘을 통해 얻은 청감 보정 값의 일 예가 위의 [표 1]에 기재되어 있다. 여기서, 청감 보정회로부(130)는 어느 하나의 수서 생물에 대한 알고리즘을 토대로 소음 레벨 처리부(140)의 중앙처리장치가 A/D변환부(120)에서 출력된 디지털 값이 해당 알고리즘으로 보정될 수 있도록 다수의 선택스위치(131)를 구비한다. 즉, 도 7에서와 같이, 선택스위치(131)들 중 어느 하나의 수서 생물의 알고리즘을 선택하느냐에 따라 기반으로 소음 레벨 처리부(140)의 중앙처리장치가 Fish-A의 알고리즘 또는 Fish-G의 알고리즘 또는 청감 보정 값을 적용하지 않는 알고리즘을 기반으로 연산하게 된다.

[0055] 소음 레벨 처리부(140)는 도 7에서와 같이, 중심주파수에서의 수중 소음에 대한 디지털 신호와, 청감 보정 값을 추출하기 위한 알고리즘을 연산처리할 수 있는 중앙처리장치를 구비한다. 또한, 소음 레벨 처리부(140)는 수중 소음에 대한 디지털 값을 A/D변환부(120)에서 수신하고, 이 디지털 값을 청감 보정회로부(130)의 알고리즘을 기반으로 연산처리하여 이를 수치(단위 dB)로 추출하며, 이 추출된 값을 디스플레이부(150)로 전송하도록 설치된

다. 이때, 중앙처리장치는 선택스위치(131)에서 지정된 어느 하나의 알고리즘을 기반으로 하여 입력된 디지털 값을 해당 알고리즘으로 보정한 후 해당 수서 생물에 미치는 소음의 정도를 수치(단위 dB)로 연산한다. 이 중앙처리장치는 일례로 아두이노(Arduino) 프로세서 또는 이외의 공지된 프로세서를 사용할 수 있다.

[0056] 디스플레이부(150)는 도 2, 도 8a와 도 8b에서와 같이, 디지털 방식인 경우 소음 레벨 처리부(140)에서 연산된 소음 값을 표시하는 액정(151)과, 이 액정(151)의 밝기를 조정하는 다이얼 스위치(152)를 구비한다. 여기서, 액정(151)은 LED를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 액정(151)의 밝기는 적어도 1개의 가변저항을 이용하도록 설치된다. 이외에도 디스플레이부(150)가 아날로그 방식으로 구현될 수도 있다. 또한, 디스플레이부(150)에서는 테스트 실험을 통해 일 예로, Fish-A의 아틀란틱 연어(salmon)가 느낄 수 있는 소음의 정도를 도 8a에서 수치상으로 나타내고 있고, Fish-G의 금붕어(goldfish)가 느낄 수 있는 소음의 정도를 도 8b에서 수치상으로 나타내고 있다.

[0057] 전원부(160)는 도 2와 도 3에 도시된 수서 생물용 소음계의 전원을 입력하는 부위로, 외부 전력이나 내장된 배터리 전력을 ON/OFF하도록 설치된 전원스위치(161)를 포함한다. 이 전원부(160)는 필터부(110)의 필터(111), A/D변환부(120)의 소음 레벨 변환기(121), 청감 보정회로부(130), 소음 레벨 처리부(140)의 중앙처리장치, 디스플레이부(150)의 액정 표시 및 밝기 조정 등에 필요한 전력을 제공하도록 연결한다. 또한, 전원부(160)는 도 2에서와 같이 외부 전원을 제공하기 위한 외부전원 입력단자(P)를 더 구비한다.

[0058] <방법>

[0059] 도 9는 본 발명에 따른 수서 생물에 대한 소음의 보정 방법이 도시된 블록도이다.

[0060] 상술된 본 발명에 따른 수서 생물용 소음계를 이용하여 각각의 수서 생물이 받아들이는 소음 값을 측정하는 방법은 도 9에 도시된 바와 같이 먼저, 수중의 소음 신호를 획득한다(S10). 소음을 측정하기 위한 특정 지역에서 수중 소음을 하이드로폰(101) 또는 소음 계측용 센서를 이용하여 소음 신호를 획득한다.

[0061] 다음으로, 획득된 소음 신호를 수서 생물의 청감 반응역치에 상응하는 일정 주파수 대역이 잔존하도록 필터링한다(S11). 여기서, 최종 소음 값을 얻기 위한 적어도 하나의 수서 생물을 선택하고, 이 해당 수서 생물의 청감 반응역치에 상응하는 일정 주파수 대역을 취한다. 이를 위해 일 예로, 62Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz와 1,000Hz를 필터링 중심주파수 값으로 하여 필터링 대역을 구성하고, 중심주파수의 이득은 대상 생물의 (-청감역치)±1dB 이내로 설계할 수 있다. 여기서, 자료(T. N. Kenyon F. Ladich H. Y. Yan, comparative study of hearing ability in fishes: the auditory brainstem response approach, J Comp Physiol A, 1998.)를 참고하여 각종 수서 생물의 청감 반응역치에 대한 일정 주파수 대역을 취한다. 일 예로, 아틀란틱 연어의 경우 380Hz 이하에서 소리에 반응하므로 250Hz의 이하의 주파수 대역을 설정하고, 이외의 주파수 대역은 필터링하여 제거한다. 이와 같이, 각종 수서 생물에 대한 청감 반응역치 주파수 대역을 취할 수 있다.

[0062] 다음으로, 필터링된 소음 신호의 아날로그 값을 디지털 값으로 변환한다(S12). 중심주파수 값을 기준으로 필터링된 해당 수서 생물에 대한 청감 반응역치의 주파수 대역에 대한 아날로그 값을 디지털 값으로 변환한다.

[0063] 끝으로, 해당 수서 생물에 해당하는 알고리즘을 통해 디지털 값을 보정한 소음 값을 획득한다(S13). 여기서, 알고리즘은 자료(J.R. Nedwell, B. Edwards, A.W.H. Turnpenny, J. Gordon, Fish and Marine Mammal Audiograms 2004.)를 토대로 하는 청감 보정 값을 포함하고, 이 청감 보정 값은 어느 하나의 수서 생물에 대해 가장 민감한 반응을 하는 중심주파수 값에서의 청감 보정 값을 "0(제로)"로 하고, 낮은 중심주파수 또는 높은 중심주파수에서의 청감 보정 값을 "-(마이너스) 값"으로 수치화된 것이다. 이 청감 보정 값을 포함한 알고리즘으로 청감 반응역치의 주파수 대역에 대한 디지털 값을 보정하여 해당 수서 생물이 느낄 수 있는 소음의 정도를 수치(단위 dB)상으로 획득할 수 있다. 이때, 수서 생물의 종류나 환경 또는 필요에 따라 청감 보정 값 처리를 하지 않는 알고리즘을 선택하여 소음의 정도를 획득할 수도 있다.

[0064] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 상술한 실시예들은 모든 면에 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

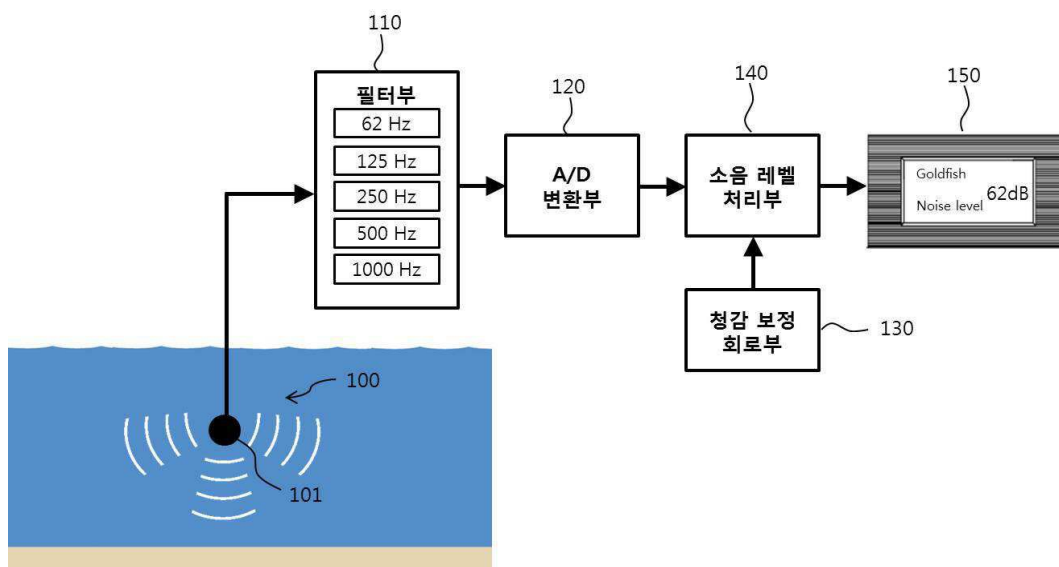
부호의 설명

[0065]

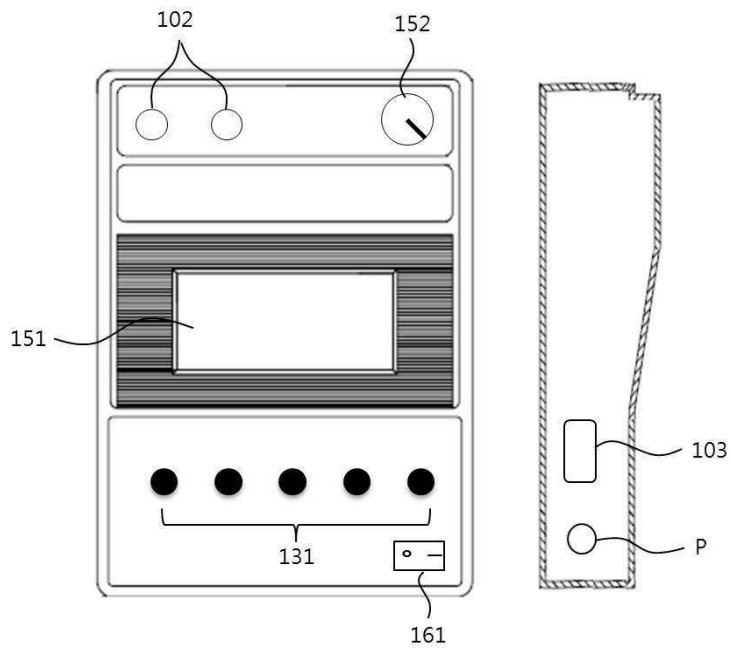
- 100: 입력부
- 101: 하이드로폰
- 102: 소음 입력 라인
- 103: 소음 출력 라인
- 110: 필터부
- 111: 필터
- 120: A/D 변환부
- 121: 소음 레벨 변환기
- 130: 청감 보정 회로부
- 131: 선택스위치
- 140: 소음 레벨 처리부
- 150: 디스플레이부
- 151: 액정
- 152: 다이얼 스위치
- 160: 전원부
- 161: 전원스위치
- P: 외부전원 입력단자

도면

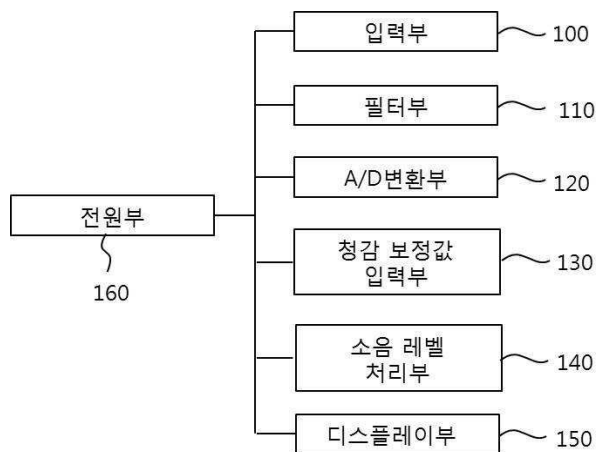
도면1



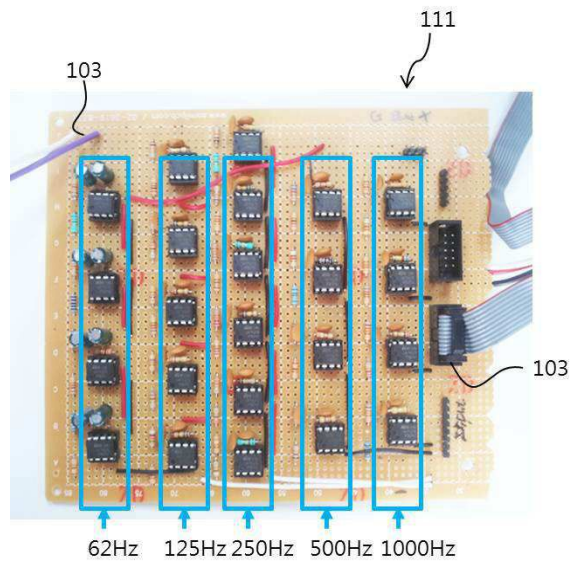
도면2



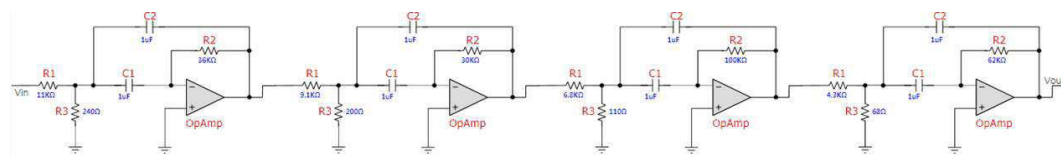
도면3



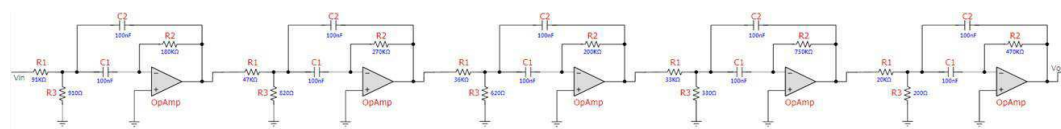
도면4



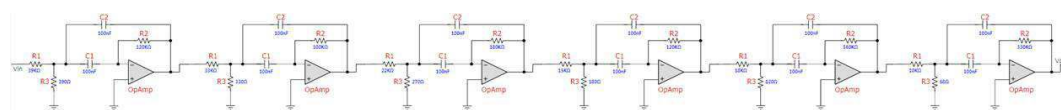
도면5a



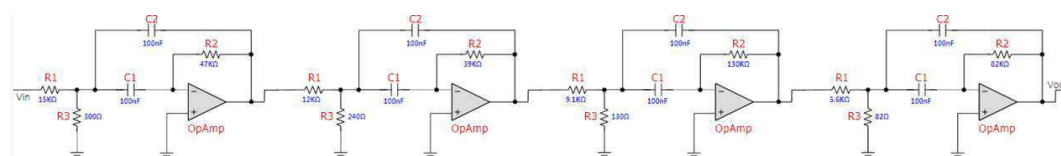
도면5b



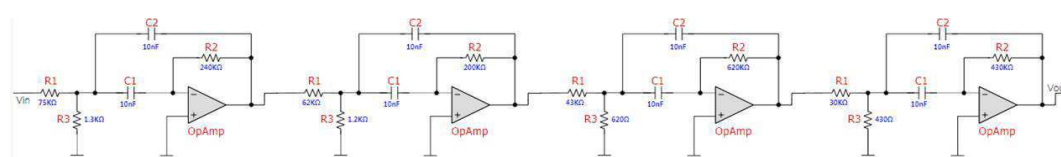
도면5c



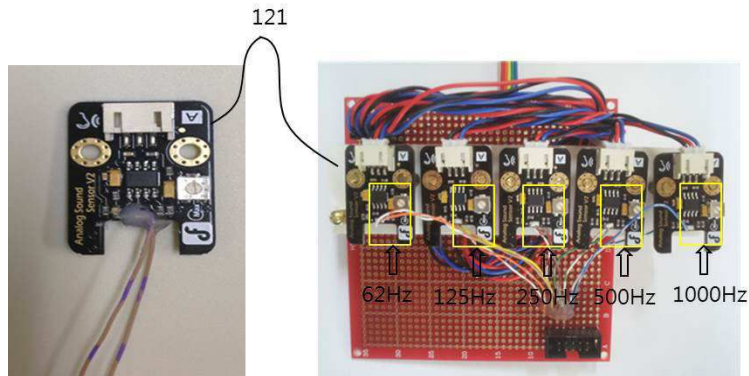
도면5d



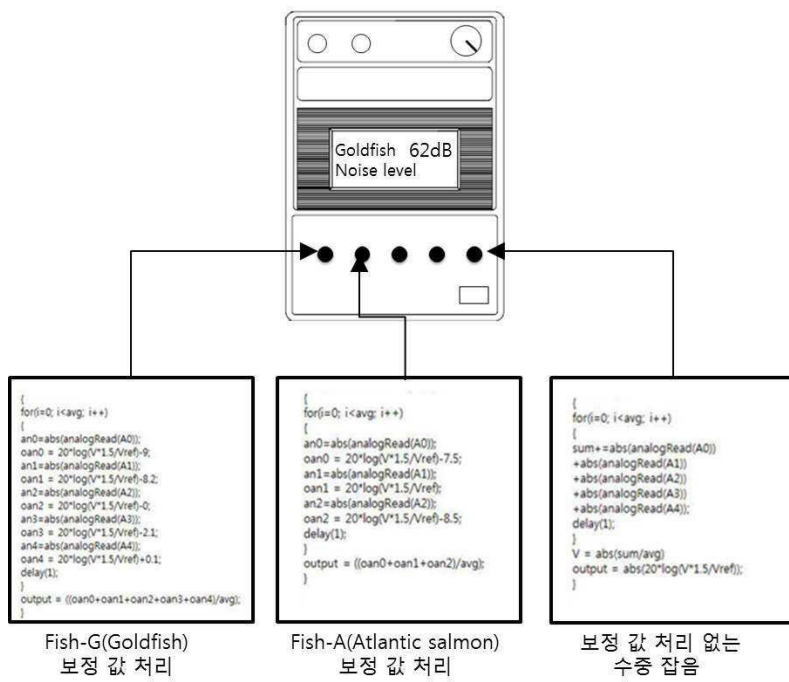
도면5e



도면6



도면7



도면8a



도면8b



도면9

