



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0011890
(43) 공개일자 2017년02월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01V 1/00 (2006.01) G01N 29/04 (2006.01)
G01N 33/24 (2006.01) G01V 1/147 (2006.01)
G01V 1/16 (2006.01) G01V 1/18 (2006.01)
G01V 1/20 (2006.01) G01V 1/28 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01V 1/00 (2013.01)
G01N 29/045 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0105336

(22) 출원일자 2015년07월24일

심사청구일자 2015년07월24일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이중섭

서울특별시 송파구 양재대로 1218 (방이동, 올림픽션수기자촌아파트) 122동 901호

강성훈

광주광역시 광산구 풍영로330번길 34, 104동 1501호

(74) 대리인

홍동우

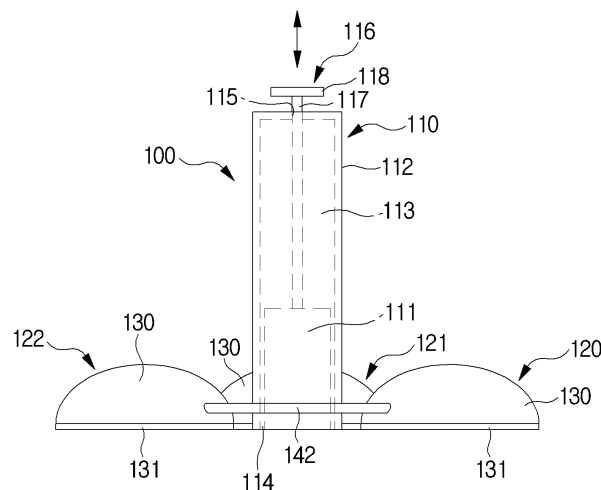
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **지반 탐사용 비파괴 탐사장치**

(57) 요약

본 발명은 음파 반사를 이용하여 지반의 상태에 따라 달라지는 음파 스펙트럼을 분석함으로써 지반의 특성을 파악할 수 있는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치에 관한 것이다. 본 발명의 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는, 웨이트 가이드 및 지면을 타격하여 지반에 진동을 발생시키기 위해 웨이트 가이드에 상하 이동 가능하게 지지되는 웨이트를 갖는 진동 발생기와, 하단에 지면을 향해 개방된 개방부가 마련되고 지면을 부분적으로 덮을 수 있도록 웨이트 가이드에 결합되는 하우징 및 지반에서 발생하는 음파를 검출할 수 있도록 하우징의 내측에 설치되는 음파 센서를 구비하는 복수의 음파 수신기와, 복수의 음파 수신기로부터 음파 센서가 검출한 음파를 수신하여 음파에 대한 주파수 해석을 수행하는 주파수 분석기를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 33/24 (2013.01)

G01V 1/147 (2013.01)

G01V 1/16 (2013.01)

G01V 1/162 (2013.01)

G01V 1/18 (2013.01)

G01V 1/20 (2013.01)

G01V 1/28 (2013.01)

G01V 2210/62 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

웨이트 가이드와, 지면을 타격하여 지반에 진동을 발생시키기 위해 상기 웨이트 가이드에 상하 이동 가능하게 지지되는 웨이트를 갖는 진동 발생기;

하단에 지면을 향해 개방된 개방부가 마련되고 지면을 부분적으로 덮을 수 있도록 상기 웨이트 가이드에 결합되는 하우징과, 지반에서 발생하는 음파를 검출할 수 있도록 상기 하우징의 내측에 설치되는 음파 센서를 구비하는 복수의 음파 수신기; 및

상기 복수의 음파 수신기로부터 상기 음파 센서가 검출한 음파를 수신하여 음파에 대한 주파수 해석을 수행하는 주파수 분석기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 음파 수신기는 이들 각각에 구비된 음파 센서가 음파의 검출 주파수 영역대가 서로 다른 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 복수의 음파 수신기는 각각 상기 음파 센서를 복수로 구비하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 음파 수신기는 각각 상기 하우징의 외부로부터 노이즈가 상기 하우징의 내측으로 전파되지 못하도록 막기 위해 상기 하우징의 외면을 덮는 방음재를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 5

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 복수의 음파 수신기는 각각 지면으로부터 진동이 상기 하우징에 전달되는 것을 방지하기 위해 상기 하우징의 하단에 상기 하우징을 떠받치도록 구비되는 방진재를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 음파 수신기는 각각 상기 음파 센서와 지면 사이에 배치되도록 상기 하우징에 결합되는 보호망을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 음파 수신기를 상기 웨이트 가이드로부터 이격되도록 지지하기 위해 상기 복수의 음파 수신기와 결합되고 상기 웨이트 가이드에 회전 가능하게 결합되는 지지 프레임; 및

상기 웨이트 가이드에 결합되고 상기 지지 프레임의 일부분이 삽입될 때 상기 웨이트 가이드에 대한 상기 지지

프레임의 회전이 제한될 수 있도록 상기 웨이트 가이드의 둘레를 따라 이격되는 복수의 안착홈을 갖는 가이드 부재;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 가이드 부재는, 상기 복수의 안착홈 사이에 배치되고 상기 지지 프레임의 일부분을 상기 복수의 안착홈 각각으로 가이드하기 위해 상기 복수의 안착홈 각각을 향해 하향 경사지게 배치된 가이드 경사면을 갖는 복수의 경사 가이드를 구비하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 지지 프레임이 상기 웨이트 가이드에서 벗어나는 것을 방지하기 위해 상기 지지 프레임이 걸릴 수 있도록 상기 웨이트 가이드에 구비되는 차단 부재;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

사용자가 상기 웨이트를 들어올릴 수 있도록 상기 웨이트에 결합되어 상기 웨이트 가이드의 외측으로 연장된 조작 레버;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지반 탐사용 비파괴 탐사장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 음파 반사를 이용하여 지반의 상태에 따라 달라지는 음파 스펙트럼을 분석함으로써 지반의 특성을 파악할 수 있는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 비파괴 탐사법은 구조물이나 제품을 검사하는 검사법의 일종으로, 구조물이나 제품의 형상이나 기능을 변화시키지 않고 결함을 검출하거나 품질이나 내부의 구조적 특성을 확인하는 방법이다.

[0003] 지반에 대한 비파괴 탐사법은 관입시험과 같은 탐사 지역의 파괴 없이도 탐사를 진행할 수 있고, 조사방법이 간편하고 빠르며 넓은 범위에 걸쳐 조사를 진행할 수 있는 장점이 있다. 종래의 지반에 대한 비파괴 탐사 방법으로는 GPR(Ground Penetrating Radar)과 CSWS(Continuous Surface Wave System)를 예로 들 수 있다.

[0004] GPR은 전자기파를 탐사 지반에 대해 발생시키고 반사된 전자기파를 해석함으로써 탐사를 진행하는 방식이다. GPR은 구조물에 철근, 전선과 같은 전자기파에 방해를 일으키는 요소가 있는 경우 오차가 심하고 조사가 어렵다는 단점이 있다. CSWS를 이용한 탐사 방법은 비파괴 탐사법 중 소요 시간이 길지 않은 편에 해당하지만, 전단파 센서를 설치하는 과정이 필요하다는 단점이 있다.

[0005] 이 밖에, 탄성과 탐사법은 인공적으로 발생시킨 탄성파가 대상 매질을 투과, 반사, 굴절하는 등의 물리적 현상을 이용하는 방법이다. 이러한 탐사 원리는 의료 기기나 소규모 비파괴검사에서 응용되는 초음파 탐사와 기본적으로 동일하지만 대상체가 지질 매체인 경우, 획득하는 파동의 정보방식에 따라 실질적으로 다양한 현장 자료 획득 방식이 구사되며, 이러한 방식에 따라 이론적인 접근 방식과 해석의 단계에서 차이가 있다.

[0006] 탄성과 탐사에 적용되는 가장 중요한 물리적 법칙은 반사각 일정의 법칙과 스넬(Snell)의 법칙이다. 즉, 특정 매질에 입사되는 파는 투사된 각도와 동일한 각도로 반사되며, 굴절되어 매질 내로 전파되는 파는 매질이 가지고 있는 탄성과 통과 속도에 따라 굴절 각도가 변하게 된다는 법칙이다. 매질 경계에서의 반사의 경우, 반사계수(reflection coefficient)가 중요한 역할을 하게 되며, 이 반사계수는 경계를 이루는 두 매질의 밀도와 탄성파 속도의 곱으로 표현되는 음향 임피던스(acoustic impedance)의 차이에서 기인된다.

[0007] 탄성과 탐사는 크게 파의 반사된 형태와 시간을 이용하여 지하 매질의 형태를 추정하는 경우와, 임계각을 따라 굴절 전파되는 탄성파의 거리, 시간 정보를 이용하는 방식으로 구분된다. 전자의 경우, 탄성과 반사법 탐사, 후

자의 경우 탄성과 굴절법 탐사라고 명명된다. 또한 표면 경계와 수반되어 반드시 발생하는 표면파를 이용한 방식도 지반 공학적인 정보의 수집을 위하여 적용되고 있다.

[0008] 이와 같이, 현재 다양한 방식의 비파괴 탐사법이 개발되어 있지만, 지반 탐사를 신속하게 수행하면서 탐사 오차를 줄일 수 있는 비파괴 탐사장치나 방법을 개발하려는 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제2010-0083149호 (2010. 07. 21)
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제1197323호 (2012. 11. 05)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 것과 같은 점을 감안하여 안출된 것으로, 단순한 구조로 지반 탐사를 신속하고 정확하게 수행할 수 있는 지반 탐사용 비파괴 탐사장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위하여 본 발명의 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는, 웨이트 가이드와 지면을 타격하여 지반에 진동을 발생시키기 위해 상기 웨이트 가이드에 상하 이동 가능하게 지지되는 웨이트를 갖는 진동 발생기와, 하단에 지면을 향해 개방된 개방부가 마련되고 지면을 부분적으로 덮을 수 있도록 상기 웨이트 가이드에 결합되는 하우징과 지반에서 발생하는 음파를 검출할 수 있도록 상기 하우징의 내측에 설치되는 음파 센서를 구비하는 복수의 음파 수신기와, 상기 복수의 음파 수신기로부터 상기 음파 센서가 검출한 음파를 수신하여 음파에 대한 주파수 해석을 수행하는 주파수 분석기를 포함한다.

[0012] 상기 복수의 음파 수신기는 이들 각각에 구비된 음파 센서가 음파의 검출 주파수 영역대가 서로 다른 것이 바람직하다.

[0013] 상기 복수의 음파 수신기는 각각 상기 음파 센서를 복수로 구비할 수 있다.

[0014] 상기 복수의 음파 수신기는 각각 상기 하우징의 외부로부터 노이즈가 상기 하우징의 내측으로 전파되지 못하도록 막기 위해 상기 하우징의 외면을 덮는 방음재를 더 구비할 수 있다.

[0015] 상기 복수의 음파 수신기는 각각 지면으로부터 진동이 상기 하우징에 전달되는 것을 방지하기 위해 상기 하우징의 하단에 상기 하우징을 떠받치도록 구비되는 방진재를 더 구비할 수 있다.

[0016] 상기 복수의 음파 수신기는 각각 상기 음파 센서와 지면 사이에 배치되도록 상기 하우징에 결합되는 보호망을 더 구비할 수 있다.

[0017] 본 발명의 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는, 상기 복수의 음파 수신기를 상기 웨이트 가이드로부터 이격되도록 지지하기 위해 상기 복수의 음파 수신기와 결합되고 상기 웨이트 가이드에 회전 가능하게 결합되는 지지 프레임과, 상기 웨이트 가이드에 결합되고 상기 지지 프레임의 일부분이 삽입될 때 상기 웨이트 가이드에 대한 상기 지지 프레임의 회전이 제한될 수 있도록 상기 웨이트 가이드의 둘레를 따라 이격되는 복수의 안착홈을 갖는 가이드 부재를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 가이드 부재는, 상기 복수의 안착홈 사이에 배치되고 상기 지지 프레임의 일부분을 상기 복수의 안착홈 각각으로 가이드하기 위해 상기 복수의 안착홈 각각을 향해 하향 경사지게 배치된 가이드 경사면을 갖는 복수의 경사 가이드를 구비할 수 있다.

[0019] 본 발명의 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는, 상기 지지 프레임이 상기 웨이트 가이드에서 벗어나는 것을 방지하기 위해 상기 지지 프레임이 걸릴 수 있도록 상기 웨이트 가이드에 구비되는 차단 부재를 더 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는, 사용자가 상기 웨이트를 들어올릴 수 있도록 상기 웨이트에 결합되

어 상기 웨이트 가이드의 외측으로 연장된 조작 레버를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 웨이트를 이용하여 간단하게 지반에 진동을 발생시키고 복수의 음파 수신기로 지반에서 발생하는 음파를 검출하는 것으로 지반의 상태를 유추할 수 있기 때문에, 방법이 간편하고 탐사 소요 시간도 짧다.
- [0022] 또한 본 발명에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 구조물을 파괴하지 않고도 구조물이 설치된 지반의 상태를 탐사할 수 있다. 또한 음파를 이용하기 때문에, 철근, 전선 등의 방해물을 받는 전자기와 탐사 방법이나, 진단과 탐사 방법에 비해 정확하고 빠른 탐사가 가능하다.
- [0023] 또한 본 발명에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 구조가 단순하고 조작이 쉽다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 일부 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 음파 검출유닛을 나타낸 정면도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 음파 검출유닛을 나타낸 평면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 음파 수신기를 나타낸 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 음파 수신기를 나타낸 저면도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 주파수분석기의 예시적인 주파수 해석 결과를 표시한 화면을 나타낸 것이다.
- 도 7 및 도 8은 본 발명에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치에 구비되는 음파 검출유닛의 변형예를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하에서는 본 발명에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 일부 구성을 나타낸 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 음파 검출유닛을 나타낸 정면도이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치의 음파 검출유닛을 나타낸 평면도이다.
- [0027] 도 1 내지 도 3에 나타난 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 광대역 음파 검출유닛(100)과, 주파수 분석기(200)를 포함한다. 광대역 음파 검출유닛(100)은 지반에 대해 진동을 발생시키는 진동 발생기(110)와, 지반에서 발생하는 음파를 검출하는 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 포함한다. 주파수 분석기(200)는 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)로부터 음파를 수신하여 음파에 대한 주파수 해석을 수행한다. 이러한 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 지반의 상태에 따라 달라지는 음파 스펙트럼을 해석함으로써 지반에 대한 비파괴 탐사를 간단하고 신속하게 수행할 수 있다.
- [0028] 도 2 및 도 3을 참조하면, 진동 발생기(110)는 검사 대상 지반에 진동을 발생시키기 위한 것으로, 웨이트(111)와, 웨이트 가이드(112)와, 조작 레버(116)를 포함한다. 웨이트(111)는 웨이트 가이드(112)의 내측에 상하 이동 가능하게 설치되어 지면을 타격함으로써 지반에 진동을 발생시킨다. 웨이트 가이드(112)는 그 내측에 웨이트(111)가 이동할 수 있도록 상하 방향으로 연장된 가이드홈(113)을 갖는다. 웨이트 가이드(112)의 하단에는 개구(114)가 구비되고, 웨이트 가이드(112)의 상단에는 관통구멍(115)이 마련된다. 웨이트(111)는 가이드홈(113)을 따라 승강하여 개구(114)를 통해 지면을 타격하게 된다. 조작 레버(116)는 웨이트(111)와 결합되어 사용자가 웨이트(111)를 들어올릴 수 있도록 한다. 조작 레버(116)는 일단이 웨이트(111)에 결합되어 웨이트 가이드(112)의 외측으로 연장된 연결축(117)과, 연결축(117)의 타단에 결합되는 손잡이(118)를 구비한다. 연결축(117)은 웨이트 가이드(112)의 관통구멍(115)에 슬라이드 이동 가능하게 삽입된다. 사용자가 조작 레버(116)의 손잡이(118)를 당겨 웨이트(111)를 들어올린 후 손잡이(118)를 놓으면 웨이트(111)가 하강하여 지면을 타격하게 된다.
- [0029] 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)는 진동 발생기(110)가 지반을 진동시킬 때 지반에서 발생하는 음파를 검출할 수 있도록 진동 발생기(110)의 웨이트 가이드(112)에 결합된다. 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)는 지반

에서 발생하는 음파를 세 범위의 대역으로 나누어 각각의 주파수 대역을 검출한다. 즉, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122) 중 하나의 음파 수신기(120)는 지반에서 발생하는 음파의 가청대역을 검출하고, 다른 하나의 음파 수신기(121)는 음파의 저주파 대역을 검출하고, 나머지 다른 하나의 음파 수신기(122)는 고주파 대역을 검출한다. 이와 같이, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)가 음파의 서로 다른 주파수 대역을 검출함으로써, 전체적으로는 지반에서 발생하는 음파에 대한 광대역 주파수 검출이 가능하며, 지반에 대한 보다 정확한 비파괴 탐사를 수행할 수 있다.

[0030] 도 2 내지 도 5를 참조하면, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)는 각각 지면을 부분적으로 덮을 수 있는 하우징(125)과, 하우징(125)의 내측에 설치되는 한 쌍의 음파 센서(127)를 구비한다. 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)는 모두 동일한 구조로 이루어진다. 다만, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)에 각각 구비되는 음파 센서(127)는 검출할 수 있는 음파의 주파수 대역이 가청대역이나 저주파 영역 또는 고주파 영역으로 서로 다르다. 즉, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122) 중에서 하나의 음파 수신기(120)에 구비되는 음파 센서(127)는 지반에서 발생하는 음파의 가청대역을 검출할 수 있는 것이고, 다른 하나의 음파 수신기(121)에 구비되는 음파 센서(127)는 음파의 저주파 대역을 검출할 수 있는 것이며, 나머지 다른 하나의 음파 수신기(122)에 구비되는 음파 센서(127)는 음파의 고주파 대역을 검출할 수 있는 것이다.

[0031] 이하에서는, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122) 중에서 도 4 및 도 5를 참조하여 하나의 음파 수신기(120)의 구체적인 구성에 대해 설명하고, 나머지 음파 수신기(121)(122)에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0032] 도 4 및 도 5를 참조하면, 음파 수신기(120)의 하우징(125)은 내측이 빈 아치형 캡 형상으로 이루어진다. 하우징(125)의 하단에는 지면을 향해 개방된 개방부(126)가 구비된다. 하우징(125)은 지반에서 발생하는 음파를 그 내측에 설치된 한 쌍의 음파 센서(127) 쪽으로 유도한다. 즉, 하우징(125)이 지면을 부분적으로 덮으면서 지면에 놓일 때, 지반에서 발생하는 음파가 하우징(125)의 개방부(126)를 통해 하우징(125)의 내부 공간으로 전달될 수 있다.

[0033] 한 쌍의 음파 센서(127)는 하우징(125)의 내측에 고정되는 한 쌍의 고정대(128)에 각각 결합되어 하우징(125)의 내측에 지면을 향하도록 설치된다. 한 쌍의 음파 센서(127)는 상호 이격되도록 배치되어 각각 지반에서 발생하여 하우징(125)의 개방부(126)를 통해 전달되는 음파를 검출한다. 하우징(125)의 내측에서 한 쌍의 음파 센서(127)로 음파를 검출함으로써 음파에 대한 검출 정확도를 높일 수 있다.

[0034] 하우징(125)의 중앙에는 한 쌍의 음파 센서(127)와 전기적으로 연결되는 단자(129)가 구비된다. 음파 센서(127)와 단자(129)를 전기적으로 연결하기 위해 고정대(128) 내측에 전기선을 설치하거나, 고정대(128) 외측에 전기선을 설치할 수 있다. 단자(129)의 외측에는 주파수 분석기(200)에 연결되는 신호선(미도시)이 연결되어 한 쌍의 음파 센서(127)에서 발생한 검출 신호가 단자(129)와 신호선을 통해 주파수 분석기(200)에 전송될 수 있다. 다른 예로, 무선통신장치를 단자(129)와 연결되도록 설치하여 한 쌍의 음파 센서(127)에서 발생하는 검출 신호를 무선통신장치를 통해 주파수 분석기(200)로 송신할 수도 있다.

[0035] 하우징(125) 내측에 설치된 음파 센서(127)가 진동 발생기(110)에 의해 지반에서 발생하는 음파를 정확하게 검출하기 위해 외부의 노이즈나 지면의 진동이 하우징(125)의 내측으로 전파되는 것을 방지할 필요가 있다. 이를 위해, 하우징(125)에는 방음재(130)와 방진재(131)가 설치된다. 방음재(130)는 하우징(125)의 외면을 덮도록 설치된다. 방음재(130)는 하우징(125)의 외부에서 발생하는 노이즈를 차단하여 하우징(125)의 내측으로 전파되지 못하도록 막을 수 있는 다양한 방음성 소재로 이루어질 수 있다. 방진재(131)는 하우징(125)의 하단에 설치되며, 지면에 접하여 하우징(125)을 떠받침으로써 지면에서 발생하는 진동을 하우징(125)에 전달되지 못하게 차단한다. 방진재(131)로는 외부 진동을 감쇄할 수 있는 다양한 소재의 것이 이용될 수 있다. 이러한 방음재(130)와 방진재(131)의 작용으로 진동 발생기(110)에 의해 발생하여 지반 속으로 전파되지 않고 하우징(125) 측으로 직접 전달되는 진동이 하우징(125) 내측의 음파 센서(127)로 전파되는 것을 방지할 수 있다. 그리고 이를 통해 음파 센서(127)의 검출 정확도를 더욱 높일 수 있다.

[0036] 하우징(125)에는 음파 센서(127)를 지면의 이물질로부터 보호하기 위한 보호 커버(132)가 설치된다. 보호 커버(132)는 음파 센서(127)와 지면 사이에 놓이도록 하우징(125)에 결합되는 복수의 지지 리브(135)에 의해 지지된다. 보호 커버(132)의 한 쌍의 음파 센서(127)와 마주하는 부분에는 각각 음파 수신구멍(133)이 마련된다. 한 쌍의 음파 센서(127)는 이들 음파 수신구멍(133)을 통해 각각 하우징(125)의 내측으로 전파되는 음파를 수신할 수 있다. 음파 수신구멍(133)에는 지면의 이물질이 음파 센서(127)로 유입되지 못하게 막기 위한 보호망(134)이 구비된다.

- [0037] 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)는 상호간의 간섭을 최소화하기 위해 상호 이격되도록 지지 프레임(140)에 지지되어 진동 발생기(110)의 웨이트 가이드(112)에 결합된다. 지지 프레임(140)은 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 웨이트 가이드(112)의 외측면으로부터 동일한 간격으로 이격되도록 지지한다. 또한 지지 프레임(140)은 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 일정한 각도 간격으로 웨이트 가이드(112)의 둘레에 배치되도록 웨이트 가이드(112)에 결합시킨다. 지지 프레임(140)은 웨이트 가이드(112)와 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 각각 연결하는 복수의 지지대(141)와, 음파 수신기들(120)(121)(122)을 상호 인접하는 것끼리 연결하는 복수의 연결대(142)를 포함한다. 지지 프레임(140)은 도시된 구조 이외에, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 웨이트 가이드(112)로부터 이격되도록 웨이트 가이드(112)에 결합시킬 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.
- [0038] 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 지지 프레임(140)을 이용하여 웨이트 가이드(112)의 둘레에 일정한 각도 간격으로 상호 이격되도록 웨이트 가이드(112)에 결합하면, 지반의 비파괴 탐사시 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 순서대로 같은 위치에 위치시키면서 지반에서 발생하는 음파를 각각의 음파 수신기(120)(121)(122)로 검출하는데 유리하다. 즉, 지반의 비파괴 탐사시 복수의 음파 수신기(120)(121)(122) 중 어느 하나가 지면 상의 임의의 설정 위치에 위치하도록 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 지면 상에 배치하여 지반에서 발생하는 음파를 검출한다. 이후, 광대역 음파 검출유닛(100)을 음파 수신기들(120)(121)(122) 간의 이격 각도 간격만큼 회전시키면 복수의 음파 수신기(120)(121)(122) 중 다른 하나가 설정 위치에 위치하도록 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)를 지면 상에 배치시키고 음파 검출 과정을 반복한다. 이런 방식으로 음파 수신기들(120)(121)(122)을 순서대로 설정 위치에 위치하도록 각각의 위치를 바꿔주면서 지반에서 발생하는 음파를 검출함으로써, 더욱 정확하게 지반의 상태를 탐사할 수 있다.
- [0039] 주파수 분석기(200)는 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)로부터 각각의 음파 센서(127)가 검출한 음파를 수신하여 주파수 해석을 수행한다. 주파수 분석기(200)는 수신한 음파의 주파수 스펙트럼 해석 과정을 통해 해당 지반의 상태를 평가할 수 있다. 즉, 주파수 분석기(200)는 음파 수신기들(120)(121)(122)로부터 음파를 수신하고 해석 프로그램을 이용하여 음파 스펙트럼을 구한 후 주파수 해석과정을 거쳐 지반의 상태를 검사할 수 있다.
- [0040] 상술한 것과 같은 본 실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치를 이용한 지반의 비파괴 탐사과정을 간단하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0041] 먼저, 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)가 지면을 향하도록 광대역 음파 검출유닛(100)을 탐사 대상 지반 위에 위치시킨다. 그리고 조작 레버(116)로 웨이트(111)를 들어올렸다 놓음으로써 웨이트(111)를 지면에 충돌시켜 지반에 진동을 발생시킨다. 이때, 발생한 진동은 지반 속으로 전파되며, 이러한 진동에 의한 음파를 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)로 검출한다.
- [0042] 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)에서 검출된 음파는 주파수 분석기(200)로 전송되며, 주파수 분석기(200)는 주파수 스펙트럼 해석과정을 통해 해당 지반의 상태를 평가하게 된다. 예컨대, 구조물이 설치된 지반을 구성하는 흙의 밀도, 함수비, 싱크 홀의 존재 유무에 따라서 감지되는 음파의 주파수 대역이 다르게 나타난다. 따라서 진동 발생기(110)로 지반을 진동시킬 때 발생하는 음파를 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)로 검출하고, 음파에 대한 가청대역, 저주파 대역, 고주파 대역에 해당하는 주파수 스펙트럼을 얻어 주파수 스펙트럼 전구간을 비교 및 해석함으로써 이상 구간을 추정할 수 있다. 도 6은 주파수 분석기(200)의 예시적인 주파수 해석 결과를 표시한 화면을 나타낸 것으로, 해석 프로그램을 이용하여 주파수 해석과정을 걸쳐 지반의 상태를 검사할 수 있다.
- [0043] 상술한 것과 같이, 본 실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 웨이트(111)를 이용하여 간단하게 지반에 진동을 발생시키고 복수의 음파 수신기(120)(121)(122)로 지반에서 발생하는 음파를 검출하는 것으로 지반의 상태를 유추할 수 있기 때문에, 방법이 간편하고 탐사 소요 시간도 짧다.
- [0044] 또한 본 실시예에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 구조물을 파괴하지 않고도 구조물이 설치된 지반의 상태를 탐사할 수 있다. 또한 음파를 이용하기 때문에, 철근, 전선 등의 방해 받는 전자기와 탐사 방법이나, 전단파 탐사 방법에 비해 정확하고 빠른 탐사가 가능하다.
- [0045] 본 발명에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치에 있어서 광대역 음파 검출유닛(100)의 구조는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다. 예컨대, 도 7 및 도 8은 광대역 음파 검출유닛의 다른 변형예를 나타낸 것이다.
- [0046] 도 7 및 도 8에 나타낸 광대역 음파 검출유닛(300)은 지반에 대해 진동을 발생시키는 진동 발생기(110)와, 지반에서 발생하는 음파를 검출하기 위한 수신기 조립체(310)와, 가이드 부재(330)와, 차단 부재(340)를 포함한다.

진동 발생기(110)는 상술한 것과 같은 것으로, 웨이트(111)와, 웨이트 가이드(112)와, 조작 레버(116)를 포함한다.

[0047] 수신기 조립체(310)는 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)와, 지지 프레임(320)을 구비한다. 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)는 진동 발생기(110)가 지반을 진동시킬 때 지반에서 발생하는 음파를 검출할 수 있도록 지지 프레임(320)에 의해 진동 발생기(110)의 웨이트 가이드(112)에 결합되는 것으로, 이들 각각의 구조는 앞서 설명한 광대역 음파 검출유닛(300)의 음파 수신기(120)(121)(122)와 동일하다. 즉, 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316)은 각각 지면을 부분적으로 덮을 수 있는 하우징(125)과, 하우징(125)의 내측에 설치되는 한 쌍의 음파 센서(127; 도 4 참조)를 구비한다. 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)는 지반에서 발생하는 음파를 서로 다른 범위의 대역으로 나누어 각각의 주파수 대역을 검출한다. 따라서 전체적으로는 지반에서 발생하는 음파에 대한 광대역 주파수 검출이 가능하며, 지반에 대한 보다 정확한 비파괴 탐사를 수행할 수 있다.

[0048] 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)는 상호간의 간섭을 최소화하기 위해 상호 이격되도록 지지 프레임(320)에 지지되어 진동 발생기(110)의 웨이트 가이드(112)에 결합된다. 지지 프레임(320)은 웨이트 가이드(112)에 이동 가능하게 결합되는 이동 결합부재(321)와, 이동 결합부재(321)로부터 외측으로 연장되는 복수의 지지대(322)와, 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316)을 상호 인접하는 것끼리 연결하는 복수의 연결대(323)를 포함한다. 이동 결합부재(321)는 링 형상으로 이루어져 웨이트 가이드(112)에 끼움 결합됨으로써 웨이트 가이드(112)에 대해 상하 이동 및 회전할 수 있다. 복수의 지지대(322)는 이동 결합부재(321)의 둘레를 따라 상호 이격되도록 배치되어 이동 결합부재(321)와 연결대(323)를 연결한다. 지지대(322)의 일단은 이동 결합부재(321)에 결합되고 지지대(322)의 타단은 연결대(323)에 결합된다.

[0049] 지지 프레임(320)은 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)를 웨이트 가이드(112)의 외측면으로부터 동일한 간격으로 이격되도록 지지함과 동시에, 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)를 일정한 각도 간격으로 웨이트 가이드(112)의 둘레에 배치되도록 지지한다. 지지 프레임(320)의 이동 결합부재(321)는 웨이트 가이드(112)에 대해 상하 이동 및 회전할 수 있으므로, 지지 프레임(320)에 지지되는 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)는 웨이트 가이드(112)에 대해 상하 이동 및 웨이트 가이드(112)의 둘레를 따라 이동할 수 있다. 따라서 지지 프레임(320)을 움직임으로써 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316) 각각의 위치를 변경할 수 있다. 지지 프레임(320)은 도시된 구조 이외에, 웨이트 가이드(112)에 이동 가능하게 결합되어 복수의 음파 수신기(311)(312)(313)(314)(315)(316)를 지지할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0050] 가이드 부재(330)는 웨이트 가이드(112)에 결합되어 지지 프레임(320)이 웨이트 가이드(112)에 대해 자유 회전하지 못하고 일정 각도 간격씩 회전할 수 있도록 지지 프레임(320)의 회전을 제한한다. 가이드 부재(330)는 웨이트 가이드(112)의 둘레를 따라 일정한 간격으로 이격되는 복수의 안착홈(331)과, 복수의 안착홈(331) 사이에 배치되는 경사 가이드(332)를 갖는다. 복수의 안착홈(331)은 복수의 경사 가이드(332) 사이에 배치되어 지지 프레임(320)이 부분적으로 안착홈(331)에 삽입될 때 지지 프레임(320)의 회전이 제한된다. 즉, 지지 프레임(320)의 지지대(322)가 안착홈(331)에 삽입되면 지지대(322)가 삽입된 안착홈(331)의 양쪽에 배치된 한 쌍의 경사 가이드(332)가 지지대(322)를 지지함으로써 지지 프레임(320)이 회전할 수 없는 상태가 된다. 경사 가이드(332)는 안착홈(331)을 향해 하향 경사지게 마련되는 가이드 경사면(333)을 갖는다. 가이드 경사면(333)은 지지 프레임(320)의 지지대(322)를 안착홈(331) 쪽으로 가이드함으로써 지지대(322)가 안정적으로 안착홈(331)에 삽입될 수 있게 한다.

[0051] 이러한 가이드 부재(330)를 이용함으로써 사용자는 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316)을 웨이트 가이드(112)의 둘레를 따라 일정한 각도 간격으로 움직여 지면에 대한 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316) 각각의 위치를 정해진 위치로 손쉽게 변경할 수 있다. 도 8에 나타난 것과 같이, 지면에 대한 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316) 각각의 위치를 변경하고자 할 때, 작업자는 지지 프레임(320)을 그 지지대(322)가 경사 가이드(332)의 상단보다 높게 위치하도록 들어올린 후, 지지 프레임(320)을 웨이트 가이드(112)에 대해 회전시킨다. 그리고 지지대(322)를 위치하고자 하는 안착홈(331)에 인접하는 경사 가이드(332)의 가이드 경사면(333)을 따라 이동시킴으로써 지지대(322)를 선택한 안착홈(331)에 위치시킬 수 있고, 이를 통해 지지 프레임(320)을 원하는 각도만큼 회전시킬 수 있다. 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316)의 배치 각도 간격과 안착홈들(331)의 배치 각도 간격이 같으므로, 이러한 방법으로 지지 프레임(320)을 회전시키면 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316)을 손쉽게 순서대로 정해진 위치로 이동시킬 수 있다. 이런 방식으로 음파 수신기들(311)(312)(313)(314)(315)(316)의 위치를 순차적으

로 바뀌가면서 지반에서 발생하는 음파를 검출함으로써 지반의 상태를 더욱 정확하게 탐사할 수 있다.

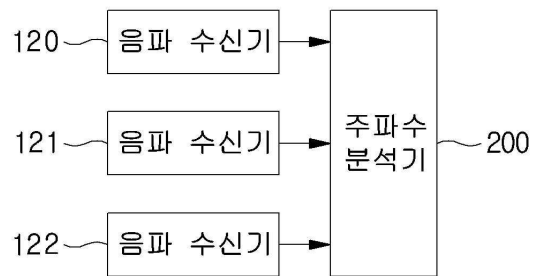
- [0052] 사용자가 지지 프레임(320)을 웨이트 가이드(112)에 대해 회전시키기 위해 들어올릴 때, 지지 프레임(320)의 높이가 일정 높이 이상이 되면 웨이트 가이드(112)의 가이드 부재(330) 상측에 배치된 차단 부재(340)에 지지 프레임(320)에 걸림으로써 지지 프레임(320)은 웨이트 가이드(112)로부터 벗어나지 못하게 된다. 따라서 사용자가 부주의로 지지 프레임(320)을 과도하게 들어올려 지지 프레임(320)이 웨이트 가이드(112)로부터 분리되는 문제는 발생하지 않는다.
- [0053] 본 실시예에 따른 광대역 음파 검출유닛(300)에 있어서 가이드 부재(330)나 차단 부재(340)의 구조는 도시된 것으로 한정되지 않고 다양하게 변경될 수 있다. 예컨대, 가이드 부재에 구비되는 안착홈이나 경사 가이드의 개수나, 배치 간격은 다양하게 변경될 수 있다. 그리고 도면에는 차단 부재(340)가 하측으로 돌출된 복수의 돌출부를 갖는 것으로 나타냈으나, 차단 부재는 웨이트 가이드로부터 일정 높이 이상 들어올려지는 지지 프레임과 접하여 지지 프레임을 웨이트 가이드에서 벗어나지 못하게 막을 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.
- [0054] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 지반 탐사용 비파괴 탐사장치는 지면을 타격할 수 있는 웨이트를 갖는 진동 발생기로 지반에 진동을 발생시키고, 복수의 음파 수신기로 지반에서 발생하는 음파를 검출하여 주파수 분석기로 음파에 대한 주파수 해석을 수행하여 지반의 상태를 탐색할 수 있는 구조를 이루는 범위에서 다양한 구성이 가능하다.
- [0055] 예를 들어, 음파 수신기의 설치 개수나 배치 간격, 진동 발생기와의 결합 구조 등은 도시된 것으로 한정되지 않고 다양하게 변경될 수 있다.
- [0056] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

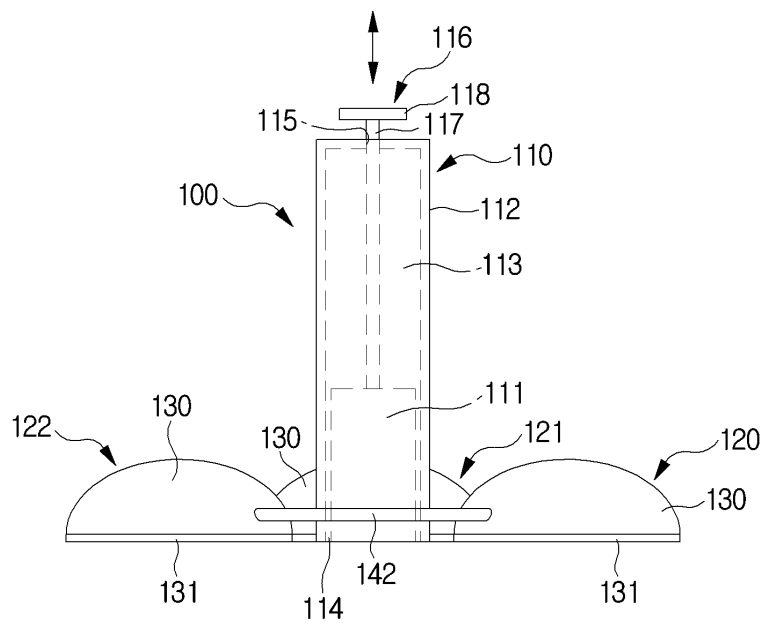
- [0057] 100, 300...광대역 음파 검출유닛 110...진동 발생기
- 111...웨이트 112...웨이트 가이드
- 116...조작 레버 120~122, 311~317...음파 수신기
- 125...하우징 126...개방부
- 127...음파 센서 128...고정대
- 129...단자 130...방음재
- 131...방진재 132...보호 커버
- 134...보호망 135...지지 리브
- 140, 320...지지 프레임 141, 322...지지대
- 142, 323...연결대 200...주파수 분석기
- 310...수신기 조립체 321...이동 결합부재
- 330...가이드 부재 331...안착홈
- 332...경사 가이드 333...가이드 경사면
- 340...차단 부재

도면

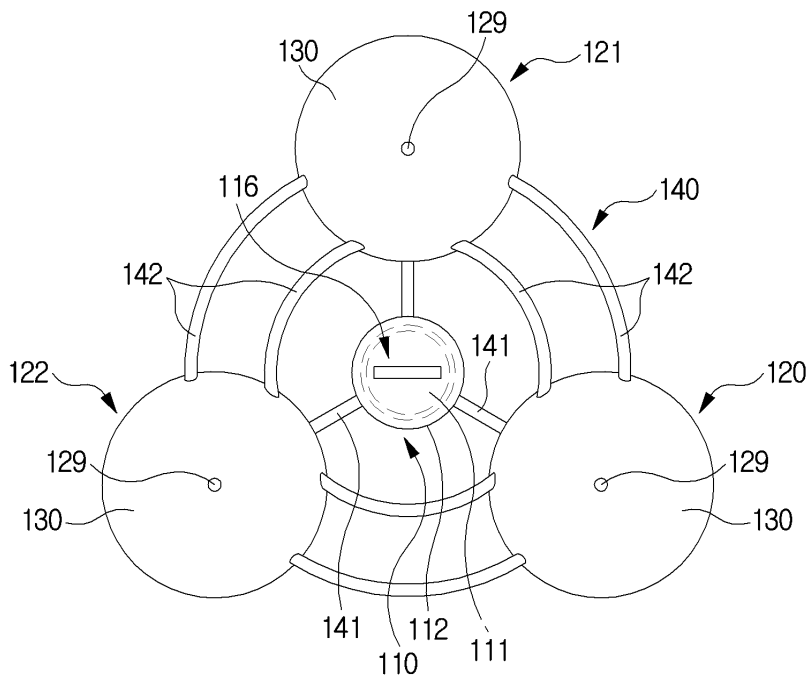
도면1



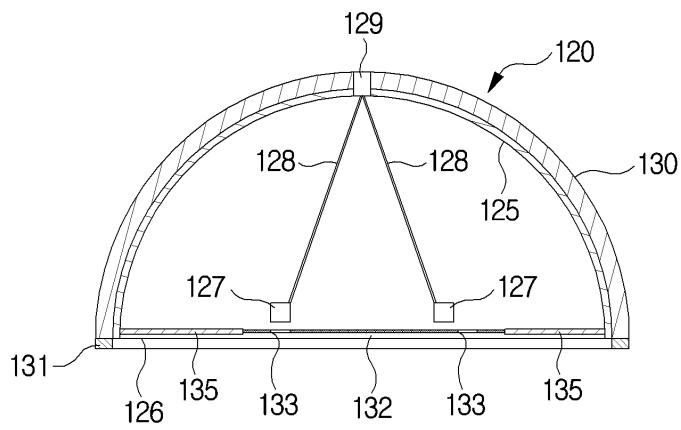
도면2



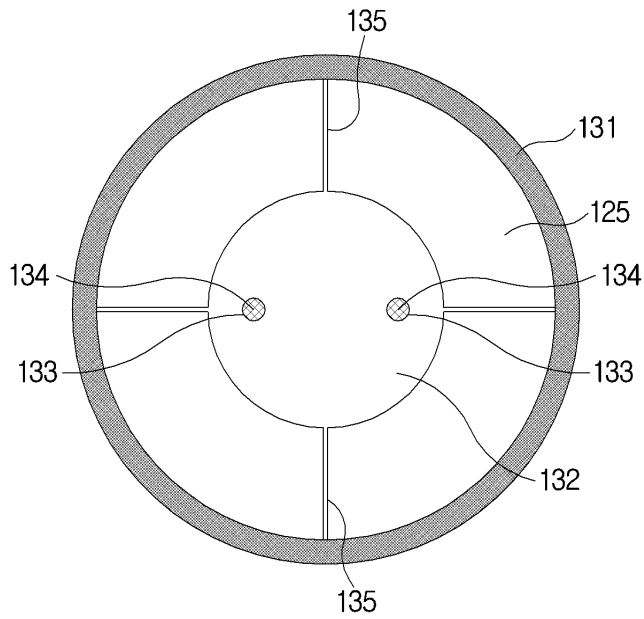
도면3



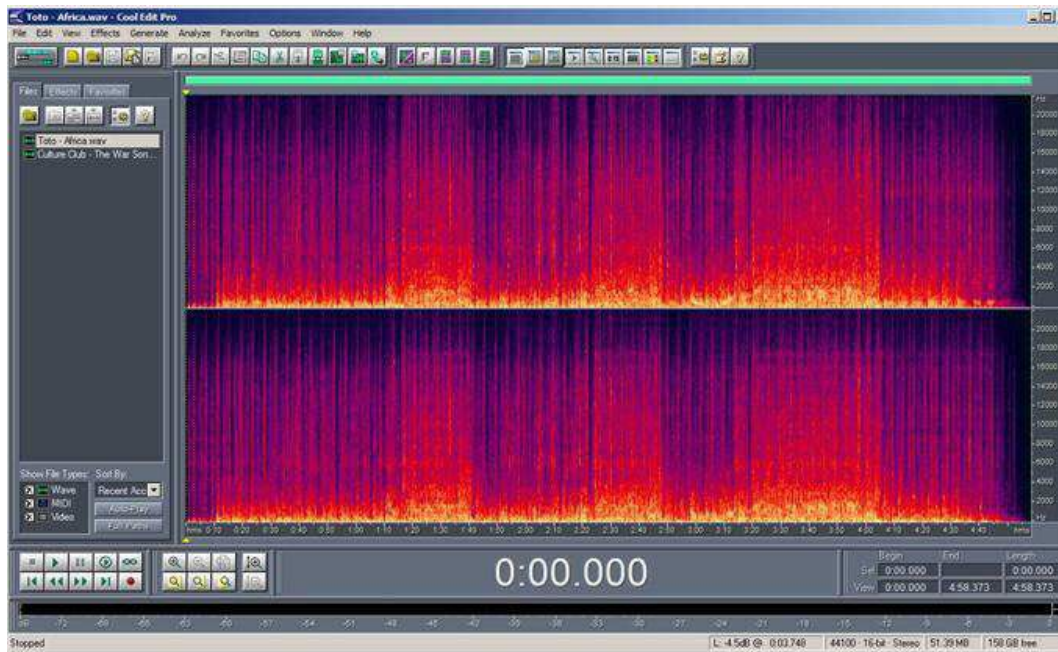
도면4



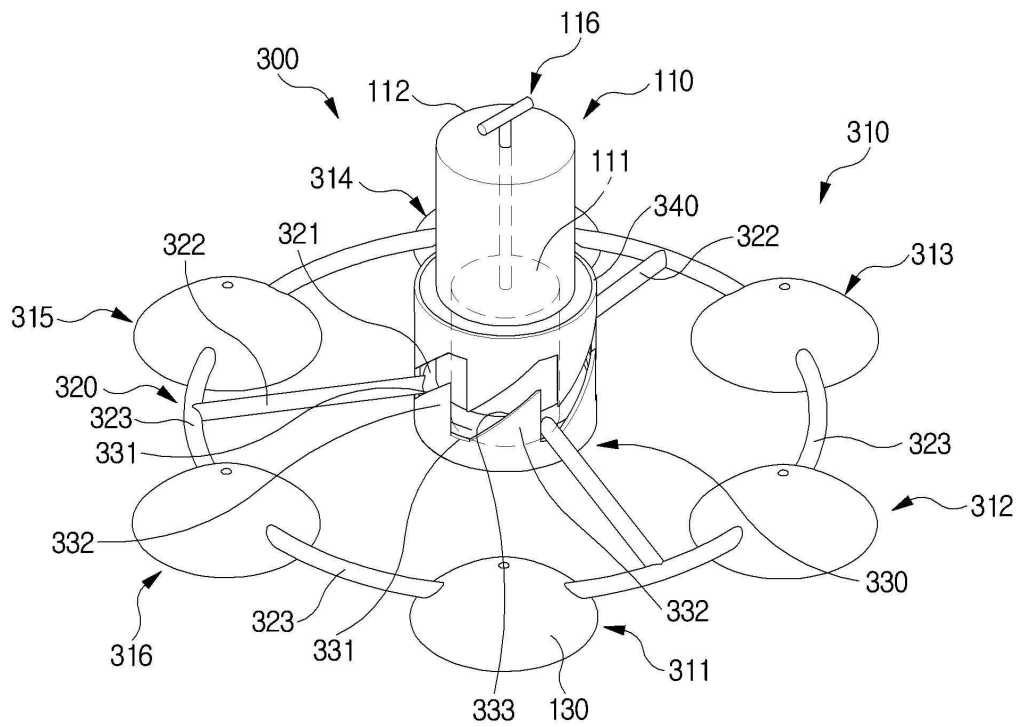
도면5



도면6



도면7



도면8

