



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월11일
 (11) 등록번호 10-1418382
 (24) 등록일자 2014년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01H 15/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0081162
 (22) 출원일자 2013년07월10일
 심사청구일자 2013년07월10일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2001355384 A
 JP2010122173 A
 KR1020090117402 A
 JP10253763 A

(73) 특허권자
 한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
 (72) 발명자
 정용복
 대전광역시 유성구 노은로 416 송림마을아파트
 504동 603호
 천대성
 대전광역시 유성구 상대로 17, 한라비발디아파트
 302동 1403호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 전수진, 윤정호, 김종승

전체 청구항 수 : 총 12 항

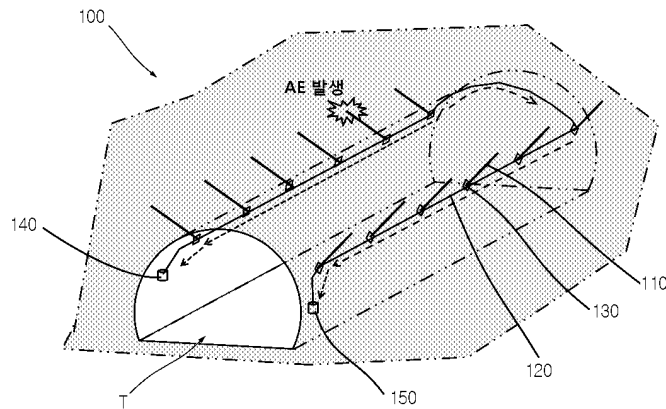
심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 **광역 미소파괴음 계측장치 및 계측방법**

(57) 요약

본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치는, 대상지에서 상호 거리를 두고 고정되는 복수의 록볼트; 상기 각 록볼트를 연결하며, 미소파괴음 음파를 전달할 수 있게 형성된 와이어; 상기 와이어를 상기 록볼트에 고정시켜 상기 록볼트에 전달된 미소파괴음 음파를 상기 와이어에 전달시킬 수 있게 구성된 연결부; 상기 와이어의 일측 단부와 타측 단부 각각 배치되며, 각각의 위치에서 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파를 감지할 수 있게 형성된 제1센서부 및 제2센서부; 및 상기 제1센서부 및 상기 제2센서부의 감지결과에 따라 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파로부터 상기 대상지의 역학거동을 측정할 수 있게 구성된 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박의섭

경기도 용인시 수지구 진산로 90 삼성5차아파트
512동 301호

신중호

대전광역시 유성구 은천서로 35-24, 아름아파트
404호

최병희

대전광역시 서구 청사로 269 은초롱아파트 1동
1303호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GP2012-001

부처명 지식경제부

연구사업명 주요사업-기관고유임무형-기본

연구과제명 지하암반대 열에너지 저장을 위한 핵심기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2012.01.01 ~ 2014.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

대상지에서 상호 거리를 두고 고정되는 복수의 록볼트;

상기 각 록볼트를 연결하며, 미소파괴음 음파를 전달할 수 있게 형성된 와이어;

상기 와이어를 상기 록볼트에 고정시켜 상기 록볼트에 전달된 미소파괴음 음파를 상기 와이어에 전달시킬 수 있게 구성된 연결부;

상기 와이어의 일측 단부와 타측 단부에 각각 배치되며, 각각의 위치에서 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파를 감지할 수 있게 형성된 제1센서부 및 제2센서부; 및

상기 제1센서부 및 상기 제2센서부의 감지결과에 따라 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파로부터 상기 대상지의 역학거동을 측정할 수 있게 구성된 제어부를 포함하는, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 와이어는 하나의 라인 형태로서 상기 복수의 록볼트를 하나씩 순차적으로 연결할 수 있게 형성된, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1센서부의 감지결과와 상기 제2센서부의 감지결과의 감지시각의 차이에 의해 상기 미소파괴음의 발생위치를 산출할 수 있게 구성된, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 대상지는 터널의 내벽인, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 터널 내벽에 형성되며, 상기 연결부 및 상기 와이어를 덮는 라이닝층을 더 포함하는, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 록볼트는,

상기 대상지에 삽입되는 록볼트몸체;

상기 록볼트몸체의 노출되는 단부에 배치되는 엔드플레이트; 및

상기 엔드플레이트를 상기 록볼트몸체에 고정시키는 고정나사를 포함하는, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 연결부는,

조여짐에 의해 상기 와이어를 가압할 수 있게 형성된 제1가압부재 및 제2가압부재; 및

상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 가압할 수 있게 형성된 체결부재를 포함하는, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1가압부재 및 상기 제2가압부재는 상기 록볼트몸체에 삽입될 수 있게 형성되고,

상기 체결부재는 상기 록볼트몸체에 체결되어 상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 조일 수 있게 암나사 형태로 형성된, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1가압부재는 상기 고정나사 또는 상기 엔드플레이트에 용접되어 고정되고,

상기 체결부재는 상기 제1가압부재에 체결되어 상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 조일 수 있게 암나사 형태로 형성된, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제1가압부재는 상기 고정나사를 둘러쌀 수 있는 형태로 형성되고,

상기 체결부재는 상기 제1가압부재에 체결되어 끝단이 상기 고정나사를 가압함으로써 상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 조일 수 있게 슛나사 형태로 형성된, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 11

대상지에서 상호 거리를 두고 고정되는 복수의 록볼트;

상기 각 록볼트를 연결하며, 미소파괴음 음파를 전달할 수 있게 형성된 와이어;

상기 와이어를 상기 록볼트에 고정시켜 상기 록볼트에 전달된 미소파괴음 음파를 상기 와이어에 전달시킬 수 있게 구성된 연결부;

상기 와이어의 일측 단부에 배치되며, 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파를 감지하기 위한 제1센서부를 탈착 가능하게 장착할 수 있게 구성된 제1접속부; 및

상기 와이어의 타측 단부에 배치되며, 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파를 감지하기 위한 제2센서부를 탈착 가능하게 장착할 수 있게 구성된 제2접속부를 포함하는, 광역 미소파괴음 계측장치.

청구항 12

대상지에서 상호 거리를 두고 고정된 복수의 록볼트를 하나의 라인 형태로 연결하는 와이어를 따라 전달된 미소파괴음 음파를, 상기 와이어의 일측 단부에 연결된 제1센서부에 의해, 감지하는 단계;

상기 와이어를 따라 전달된 상기 미소파괴음 음파를, 상기 와이어의 타측 단부에 연결되도록 배치된 제2센서부에 의해, 감지하는 단계; 및

상기 제1센서부의 감지결과와 상기 제2센서부의 감지결과로부터 상기 대상지의 역학거동을 측정하는 단계를 포함하는, 광역 미소파괴음 계측방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 미소파괴음(Acoustic Emission;AE)을 이용하여 넓은 범위에 걸쳐진 터널 등 대상지의 역학 상태를 계측하고 거동을 모니터링하기 위한 광역 미소파괴음 계측장치 및 그 계측방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 터널이나 지하공동 등의 주요 지하구조물이나 시설의 안정성을 모니터링하고 사전적인 예방을 위해서는 내부의 역학거동을 정확히 감지해야 할 필요가 있다.

[0003] 지반이나 암반이 붕괴되는 데까지의 변형량이 매우 작을 뿐만 아니라, 변형량 발생경향이나 응력 발생경향의 특이점을 찾는 것이 용이하지 않기 때문에, 변위계측이나 응력계측에 의한 방식으로는 전조 현상을 파악하기 어렵다. 미소파괴음 센서는 이러한 전조 현상의 예측의 어려움을 해결하기 위한 것으로, 물체가 파괴에 이르는 초기 단계에서 물체의 내부에서 발생하는 미소한(microscopic) 파괴음을 신호로서 이용한다. 미소파괴음은 재료에 축적된 변형에너지가 갑작스럽게 방출할 때 발생하는 탄성파로서 일반적으로 대규모파괴에 앞서 미소파괴음 발생이 급격히 증가하는 경향을 보인다.

[0004] 일본 공개특허 제2001-264303호는 터널 내의 벽면에 터널의 길이방향으로 배열시킨 복수의 AE센서를 설치한 예를 보이고 있다. 위 문헌은 터널 벽내부의 크랙이나 균열의 유무를 검사하는 방법을 제시하고 있으나, 센서가 벽내부에 각각 설치되는 것이므로 설치 깊이가 얕고, 그에 따라 내부의 역학거동을 정확하게 알 수 없다는 한계가 있다.

[0005] 일본 공개특허 제2001-355384호는 터널의 내벽면에 시공되는 록볼트에 전달되는 AE를 이용하여 록볼트가 삽입된 내부에서 일어나는 역학거동을 계측하고자 하였다. 그러나, 위 문헌은 록볼트마다에 센서를 부착하는 방법으로서, 넓은 대상지에 대하여는 센서의 설치를 위한 비용이 증가될 수밖에 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기한 점을 감안한 것으로, 저비용으로 광범위한 대상지의 역학거동을 측정할 수 있도록 하는 광역 미소파괴음 계측장치 및 계측방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 내압이나 봉합효과를 구현하기 위해 흔히 사용되는 록볼트를 미소파괴음의 로컬 수신자로서 활용하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 과제를 해결하기 위해, 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치는, 대상지에서 상호 거리를 두고 고정되는 복수의 록볼트; 상기 각 록볼트를 연결하며, 미소파괴음 음파를 전달할 수 있게 형성된 와이어; 상기 와이어를 상기 록볼트에 고정시켜 상기 록볼트에 전달된 미소파괴음 음파를 상기 와이어에 전달시킬 수 있게 구성

된 연결부; 상기 와이어의 일측 단부와 타측 단부에 각각 배치되며, 각각의 위치에서 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파를 감지할 수 있게 형성된 제1센서부 및 제2센서부; 및 상기 제1센서부 및 상기 제2센서부의 감지 결과에 따라 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파로부터 상기 대상지의 역학거동을 측정할 수 있게 구성된 제어부를 포함한다.

- [0009] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 와이어는 하나의 라인 형태로써 상기 복수의 록볼트를 하나씩 순차적으로 연결할 수 있게 형성될 수 있다.
- [0010] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 제어부는 상기 제1센서부의 감지결과와 상기 제2센서부의 감지결과와 감지시각의 차이에 의해 상기 미소파괴음의 발생위치를 산출할 수 있게 구성될 수 있다.
- [0011] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 대상지는 터널의 내벽일 수 있다. 이 경우, 상기 광역 미소파괴음 계측장치는, 상기 터널 내벽에 형성되며, 상기 연결부 및 상기 와이어를 덮는 라이닝층을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 록볼트는, 상기 대상지에 삽입되는 록볼트몸체; 상기 록볼트몸체의 노출되는 단부에 배치되는 엔드플레이트; 및 상기 엔드플레이트를 상기 록볼트몸체에 고정시키는 고정나사를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 연결부는, 조여짐에 의해 상기 와이어를 가압할 수 있게 형성된 제1가압부재 및 제2가압부재; 및 상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 가압할 수 있게 형성된 체결부재를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 제1가압부재 및 상기 제2가압부재는 상기 록볼트몸체에 삽입될 수 있게 형성되고, 상기 체결부재는 상기 록볼트몸체에 체결되어 상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 조일 수 있게 암나사 형태로 형성될 수 있다.
- [0015] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 제1가압부재는 상기 고정나사 또는 상기 엔드플레이트에 용접되어 고정되고, 상기 체결부재는 상기 제1가압부재에 체결되어 상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 조일 수 있게 암나사 형태로 형성될 수 있다.
- [0016] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 제1가압부재는 상기 고정나사를 둘러쌀 수 있는 형태로 형성되고, 상기 체결부재는 상기 제1가압부재에 체결되어 끝단이 상기 고정나사를 가압함으로써 상기 제2가압부재를 상기 제1가압부재에 대하여 조일 수 있게 슷나사 형태로 형성될 수 있다.
- [0017] 본 발명은 또한, 대상지에서 상호 거리를 두고 고정되는 복수의 록볼트; 상기 각 록볼트를 연결하며, 미소파괴음 음파를 전달할 수 있게 형성된 와이어; 상기 와이어를 상기 록볼트에 고정시켜 상기 록볼트에 전달된 미소파괴음 음파를 상기 와이어에 전달시킬 수 있게 구성된 연결부; 상기 와이어의 일측 단부에 배치되며, 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파를 감지하기 위한 제1센서부를 탈착 가능하게 장착할 수 있게 구성된 제1접속부; 및 상기 와이어의 타측 단부에 배치되며, 상기 와이어에 전달된 미소파괴음 음파를 감지하기 위한 제2센서부를 탈착 가능하게 장착할 수 있게 구성된 제2접속부를 포함하는, 광역 미소파괴음 계측장치를 제시한다.
- [0018] 본 발명은 또한, 대상지에서 상호 거리를 두고 고정된 복수의 록볼트를 하나의 라인 형태로 연결하는 와이어를 따라 전달된 미소파괴음 음파를, 상기 와이어의 일측 단부에 연결된 제1센서부에 의해, 감지하는 단계; 상기 와이어를 따라 전달된 상기 미소파괴음 음파를, 상기 와이어의 타측 단부에 연결되도록 배치된 제2센서부에 의해, 감지하는 단계; 및 상기 제1센서부의 감지결과와 상기 제2센서부의 감지결과로부터 상기 대상지의 역학거동을 측정하는 단계를 포함하는, 광역 미소파괴음 계측방법을 제시한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치 및 계측방법에 의하면, 대상지에 복수로 분포되어 있는 록볼트를 와이어로서 연결하고 말단에서 거리를 두고 연결된 제1센서부와 제2센서부를 포함하는 것으로서, 넓은 대상지의 록볼트를 미소파괴음의 수신자로서 활용하면서도 와이어에 의해 해당 신호의 발생지를 정확히 파악할 수 있으며, 설치의 간이함 및 비용면에서 획기적이다.
- [0020] 또한, 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치는 대상지에 록볼트를 시공하는 단계나 록볼트가 시공된 후에도 노출되어 있는 록볼트를 이용하여 사후적으로 설치가 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명과 관련된 일 예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(100)가 터널인 대상지(T)에 설치된 것을 보인 개념도
- 도 2는 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치(100)를 설명하기 위한 개념적 단면도
- 도 3은 본 발명과 관련된 다른 일 예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(100')가 터널인 대상지(T)에 설치된 것을 보인 개념도
- 도 4는 본 발명과 관련된 또다른 일 예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(100'')를 설명하기 위한 개념적 단면도
- 도 5는 본 발명과 관련된 제1실시예에 따른 연결부(230)의 단면도
- 도 6은 본 발명과 관련된 제2실시예에 따른 연결부(330)의 단면도
- 도 7은 본 발명과 관련된 제3실시예에 따른 연결부(430)의 단면도
- 도 8은 본 발명과 관련된 제4실시예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(500)를 설명하기 위한 구성도
- 도 9는 본 발명과 관련된 일 예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(600)가 터널인 대상지(T)에 설치된 것을 보인 개념도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치 및 계측방법을 첨부된 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다.
- [0023] 도 1은 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치(100)가 터널인 대상지(T)에 설치된 것을 보인 개념도이고, 도 2는 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치(100)를 설명하기 위한 개념적 단면도이다.
- [0024] 이들 도면에 도시된 것과 같이, 본 발명과 관련된 광역 미소파괴음 계측장치(100)는 터널과 같이 넓거나 긴 대상지(T)에서 붕괴를 막기 위해 삽입되는 금속 록볼트(110)를 미소파괴음의 일차 수신자로서 사용한다. 즉, 광역 미소파괴음 계측장치(100)는 대상지(T)에서 상호 거리를 두고 고정되는 복수의 록볼트(110)를 와이어(120)에 의하여 상호 연결한 후 와이어(120)를 따라 전달된 미소파괴음을 분석함으로써 대상지(T)의 역학적인 거동을 모니터링할 수 있게 구성되어 있다. 광역 미소파괴음 계측장치(100)는 록볼트(110) 및 와이어(120) 외에도, 와이어(120)를 록볼트(110)에 고정시켜 록볼트(110)에 전달된 미소파괴음 음파를 와이어(120)에 전달시킬 수 있게 구성된 연결부(130), 제1센서부(140)와 제2센서부(150) 및, 제어부(160)를 구비한다.
- [0025] 제1센서부(140) 및 제2센서부(150)는 와이어(120)의 일측 단부와 타측 단부에 각각 배치되어 있으며, 각각의 위치에서 와이어(120)에 전달된 미소파괴음 음파를 감지하는 음향센서 형태로 형성된다. 그에 따라, 제1센서부(140) 및 제2센서부(150)는 모두, 대상지(T) 내부의 특정 지점에서 발생한 후 록볼트(110), 연결부(130) 및 와이어(120)를 따라 전달된 미소파괴음을 감지한다. 다만, 제1센서부(140)에 도달하는 시각과 제2센서부(150)에 도달하는 시각이 다르므로, 이 시각차를 이용하여 미소파괴음이 발생한 위치를 역으로 추출한다. 이를 위하여, 와이어(120)는 하나의 라인 형태로서, 복수의 록볼트(110)를 하나씩 순차적으로 연결할 수 있게 형성된다. 다만, 경우에 따라 와이어(120)는 특정 열(row)에 있는 록볼트(110)를 직선형태로 연결되는 것도 가능하다.
- [0026] 록볼트(110)는 미소파괴음의 정확한 전달과 하중 지지를 위하여, 예를 들어 강재 등이 사용될 수 있으며, 와이어(120) 역시 록볼트(110)를 따라 전달되는 미소파괴음을 제1센서부(140) 및 제2센서부(150)로 정확하게 전달할 수 있도록 강재 등이 사용될 수 있다.
- [0027] 제1센서부(140)와 제2센서부(150)는 제어부(160)에 연결된다. 제어부(160)는 컴퓨터 또는 마이컴 등의 프로세서로서, 제1센서부(140)와 제2센서부(150)의 감지결과에 따라 와이어(120)에 전달된 미소파괴음 음파로부터 대상지(T)의 역학거동을 측정한다. 구체적으로, 제어부(160)는 제1센서부(140)와 제2센서부(150)에 의해 감지된 결과의 감지시각의 차이에 의해 미소파괴음의 발생위치를 산출한다. 도 1 및 도 2에서는 대상지(T)의 내부에서 미소파괴음(AE)이 발생되면 AE가 록볼트(110)를 따라 전달되고 다시 와이어(120)를 따라 전달되어 시차(Δt)를 두고 제1센서부(140)와 제2센서부(150)에 각각 도달되는 것을 개념적으로 보이고 있다(도 1 및 도 2 내의 점선 화살표 참조). 복수의 록볼트(110)는 와이어(120)에 의해 하나의 라인 형태로 연결되어 있으므로 센서부(140, 150)로부터의 어느 한 록볼트(110)에 대한 거리는 유일하게 된다. 따라서, 시차로부터 그것이 어느 록볼트(110)에 대한 거리를 산출할 수 있다.

0)에 해당하는 것인지를 알 수 있다. 또한, 제어부(160)는 제1센서부(140)와 제2센서부(150)의 감지된 미소파괴음의 특성과 그에 따른 균열이나 응력의 정도를 분석할 수도 있다.

- [0028] 도 3은 본 발명과 관련된 다른 일 예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(100')가 터널인 대상지(T)에 설치된 것을 보인 개념도이다. 본 예에서는 도 1과 달리, 대상지(T) 내에 설치된 록볼트들(T)을 연결하는 와이어(120, 120')를 복수로 구성한 후, 제1센서부(140, 140')와 제2센서부(150, 150')를 이들 와이어(120, 120')에 각각 연결한 것이다. 이때, 도 3과 같이, 제1센서부(140, 140')와 제2센서부(150, 150')는 대상지(T)의 양 단부에 각각 위치하도록 구성할 수도 있다. 넓거나 긴 대상지(T)에 대하여는 본 예의 방법이 유용할 수 있다.
- [0029] 도 4는 본 발명과 관련된 또다른 예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(100')를 설명하기 위한 개념적 단면도이다.
- [0030] 본 예에서는, 도 2와 달리, 대상지(T)의 내벽에 라이닝(L)이 포함되어 있다. 라이닝(L)은 록볼트(110)의 노출된 부분과 함께 와이어(120) 및 연결부(130)를 덮고 있다. 즉, 대상지(T)를 구축하는 과정에서 먼저 록볼트(110)를 설치한 후, 라이닝(L)을 설치하기 전에 와이어(120), 연결부(130)를 시공함으로써, 록볼트(110)와 나머지 구성들 즉, 와이어(120) 및 연결부(130)가 계속적으로 대상지(T)의 거동을 감지하도록 하는데 활용될 수 있다. 이 경우, 제1센서부(140)와 제2센서부(150)는 록볼트(110)에 의해 수신된 미소파괴음(AE) 외에도 라이닝(L)에서 발생한 미소파괴음(AE)의 수신도 가능하며, 이를 통하여, 대상지(T)의 내부 및 라이닝(L)까지도 역학 거동을 파악할 수 있게 된다.
- [0031] 도 5는 본 발명과 관련된 제1실시예에 따른 연결부(230)의 단면도이다. 록볼트(210)는 대상지(T)에 삽입되는 록볼트 몸체(211)와, 록볼트 몸체(211)의 노출되는 단부에 배치되는 엔드플레이트(212) 및, 엔드플레이트(212)를 록볼트 몸체(211)에 고정시키는 고정나사(213)를 포함할 수 있다. 다만, 록볼트(210)의 이러한 구성은 예시적인 것으로서, 엔드플레이트(212)와 고정나사(213)가 일체형으로 결합된 형태도 가능하다.
- [0032] 연결부(230)는 이러한 록볼트(210)의 대상지(T)로부터 노출되는 단부에 설치되는 것으로서, 도 4에 의하면, 조여짐에 의해 와이어(220)를 가압할 수 있게 형성된 제1가압부재(231) 및 제2가압부재(232)와, 제2가압부재(232)를 제1가압부재(231)에 대하여 가압할 수 있게 형성된 체결부재(233)가 구비되어 있다. 제1가압부재(231) 및 제2가압부재(232)는 록볼트 몸체(211)에 삽입될 수 있는 형태이며, 체결부재(233)는 록볼트 몸체(211)에 체결되어 제2가압부재(232)를 제1가압부재(231)에 대하여 조일 수 있게 암나사 형태로 형성되어 있다. 이 경우, 록볼트(210)를 대상지(T)에 고정하기 위해 사용되는 나사 구조를 그대로 활용할 수 있는 장점이 있다. 가압을 위하여 제1가압부재(231) 또는 제2가압부재(232) 중 어느 하나는 생략될 수도 있으며, 체결부재(233)의 체결에 의하여 와이어(220)가 직접 고정나사(213)에 가압되는 것도 가능하다. 와이어(220)의 접촉면적을 증가시키고 음파의 전달이 잘 이루어질 수 있도록, 제1가압부재(231) 및 제2가압부재(232)에는 그루브(231a, 232a)가 형성될 수 있다.
- [0033] 도 6은 본 발명과 관련된 제2실시예에 따른 연결부(330)의 단면도이다.
- [0034] 본 예에서도 록볼트(310)는 록볼트 몸체(311)와, 엔드플레이트(312) 및 고정나사(313)를 구비하고 있으며, 연결부(330)도 제1가압부재(331), 제2가압부재(332) 및 체결부재(333)를 구비하고 있다. 다만, 도 4와 달리, 제1가압부재(331)는 고정나사(313) 또는 엔드플레이트(312)에 용접되어 고정되어 있으며, 체결부재(333)는 제1가압부재(331)에 체결되어 제2가압부재(332) 제1가압부재(331)에 대하여 조일 수 있게 암나사 형태로 형성되어 있다.
- [0035] 도 7은 본 발명과 관련된 제3실시예에 따른 연결부(430)의 개념적 구성도이다.
- [0036] 본 예에서도 록볼트(410)는 록볼트 몸체(411)와, 엔드플레이트(412) 및 고정나사(413)를 구비하고 있으며, 연결부(430)도 제1가압부재(431), 제2가압부재(432) 및 체결부재(433)를 구비하고 있다. 다만, 제1가압부재(431)는 고정나사(413)를 둘러쌀 수 있는 형태로 형성되어 있으며, 체결부재(433)는 제1가압부재(431)에 체결되어 끝단이 고정나사(413)를 가압함으로써 제2가압부재(432)를 제1가압부재(431)에 대하여 조일 수 있게 숫나사 형태로 형성되어 있다. 이러한 구조는 연결부(430)에 의하여 와이어(420)를 고정작업이 단순하면서도 신속하게 이루어질 수 있다.
- [0037] 도 8은 본 발명과 관련된 제4실시예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(500)를 설명하기 위한 구성도이다. 본 예의 광역 미소파괴음 계측장치(500)는 범위가 넓은 대상지(T')에 대하여 설치된 복수의 와이어(521, 522, 523, 524)를 포함하고 있다. 즉, 와이어에 의한 미소파괴음의 도달 거리가 지나치게 먼 경우, 와이어를 분할하고 각 위치에서의 신호를 추출하여 역학거동이 일어난 위치를 파악할 수 있다. 도 8에 의하면, 제1와이어(521)의 양 단부에 설치된 제1센서부(541) 및 제2센서부(551)와, 제2와이어(522)의 양 단부에 설치된 제1센서부(542)와 제2

센서부(552)를 근접한 영역에 설치하고, 제1멀티플렉서(571)에 연결한 후 메인 제어기(560)에 연결한 것이다. 마찬가지로 방법으로, 제3와이어(523)의 양 단부에 설치된 제1센서부(543) 및 제2센서부(553)와, 제4와이어(524)의 양 단부에 설치된 제1센서부(544)와 제2센서부(554)를 근접한 영역에 설치하고, 제2멀티플렉서(572)에 연결한 후 메인 제어기(560)에 연결할 수 있다. 이와 같은 방법으로 넓은 대상지(T')에 대하여 분할된 복수의 와이어(521, 522, 523, 524) 및 멀티플렉서(571, 572)를 사용함으로써 정밀한 측정결과를 얻을 수 있다.

[0038] 도 9는 본 발명과 관련된 일 예에 따른 광역 미소파괴음 계측장치(600)가 터널인 대상지(T)에 설치된 것을 보인 개념도이다.

[0039] 본 예의 광역 미소파괴음 계측장치(600)는 록볼트(610), 와이어(620) 및 연결부(630) 외에 접속부(681, 682)를 추가하고 있다. 접속부(681, 682)는, 와이어(630)의 일측 단부에 배치되는 제1접속부(681)와, 와이어(630)의 타측 단부에 배치되는 제2접속부(682)를 갖는다. 접속부(681, 682)는 제1센서부(640) 및 제2센서부(650)를 탈착 가능하게 장착할 수 있게 구성된 것으로서, 제1센서부(640) 및 제2센서부(650)는 접속부(681, 682)에 접속됨으로써 와이어(630)에 전달된 미소파괴음 음파를 감지하게 된다. 이와 같이, 대상지(T)에 록볼트(610), 와이어(620), 연결부(630) 및 접속부(681, 682)가 설치된 상태에서, 검사나 진단이 필요한 경우에 제1센서부(640), 제2센서부(650) 및 제어부(660)를 가지고 대상지(T)에 가서 측정을 수행하는 것이므로 모든 대상지(T)에 센서부까지 설치하는 것에 비하여 설치비용을 절약할 수 있다.

[0040] 상기와 같은 광역 미소파괴음 계측장치 및 계측방법은 위에서 설명된 실시예들의 구성과 작동 방식에 한정되는 것이 아니다. 상기 실시예들은 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 구성될 수도 있다.

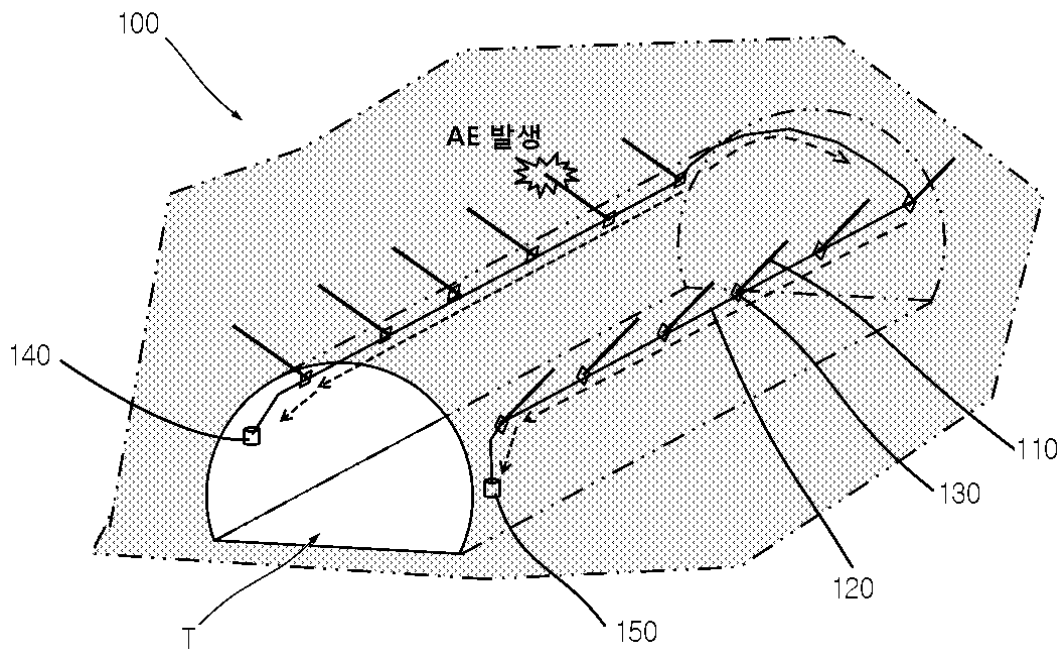
부호의 설명

[0041] 100: 광역 미소파괴음 계측장치

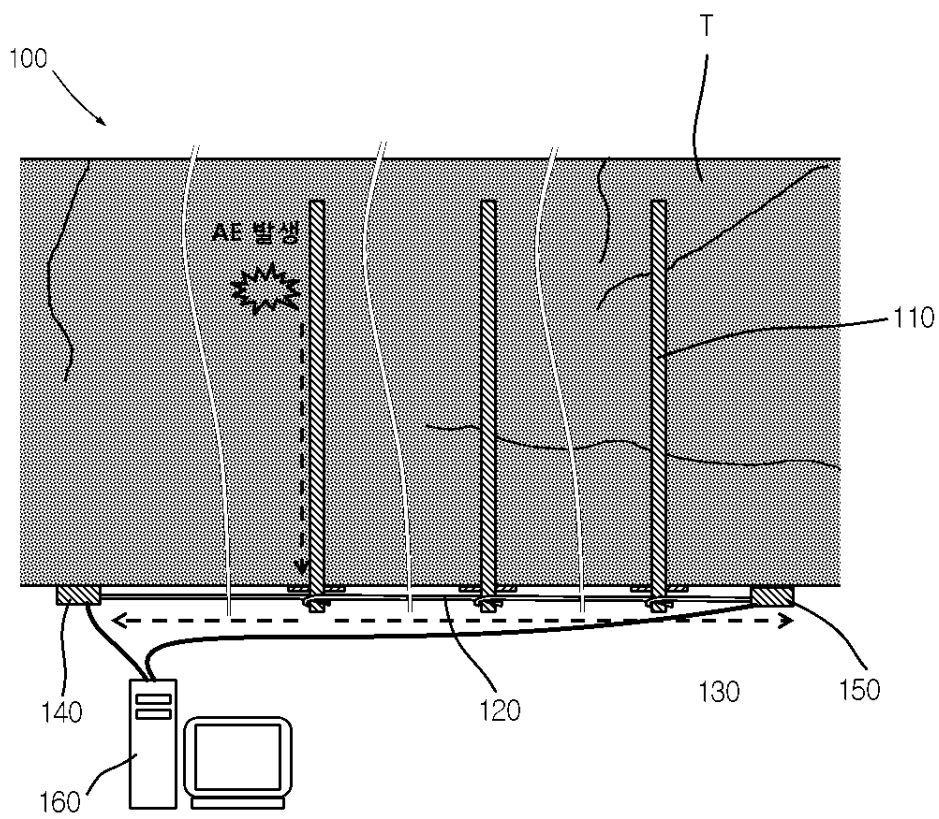
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 110, 210, 310, 410: 록볼트 | 120, 220, 320, 420: 와이어 |
| 130, 230, 330, 430: 연결부 | 140: 제1센서부 |
| 150: 제2센서부 | 211, 311, 411: 록볼트 몸체 |
| 212, 312, 412: 엔드플레이트 | 213, 313, 413: 고정나사 |
| 231, 331, 431: 제1가압부재 | 231a, 232a: 그루브 |
| 232, 332, 432: 제2가압부재 | 233, 333, 433: 체결부재 |

도면

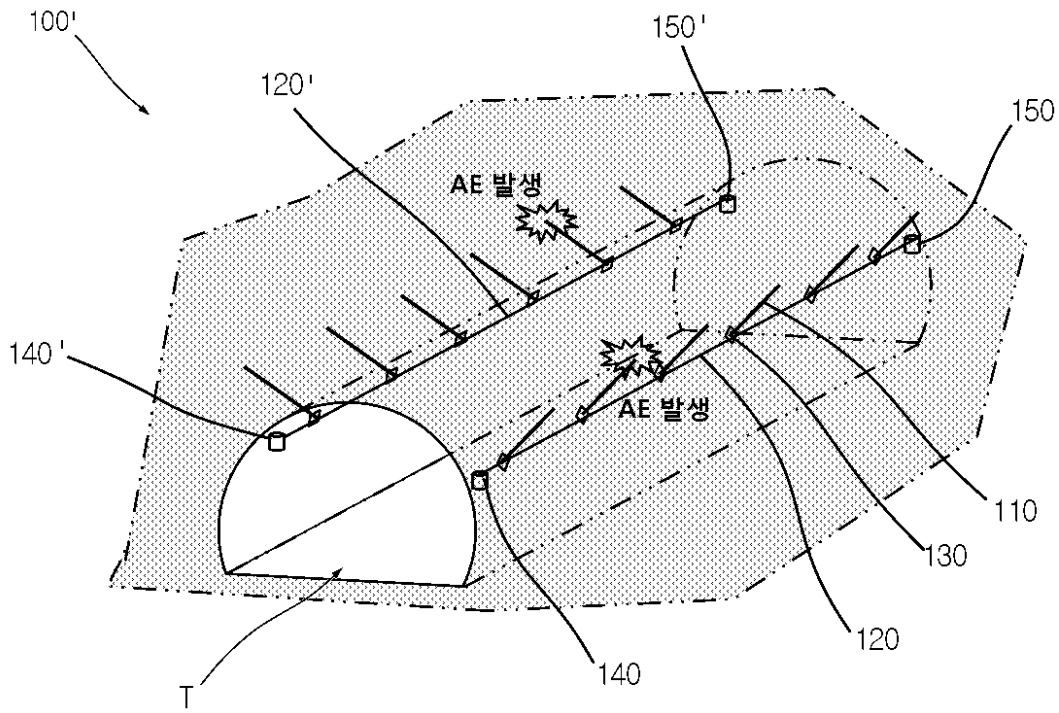
도면1



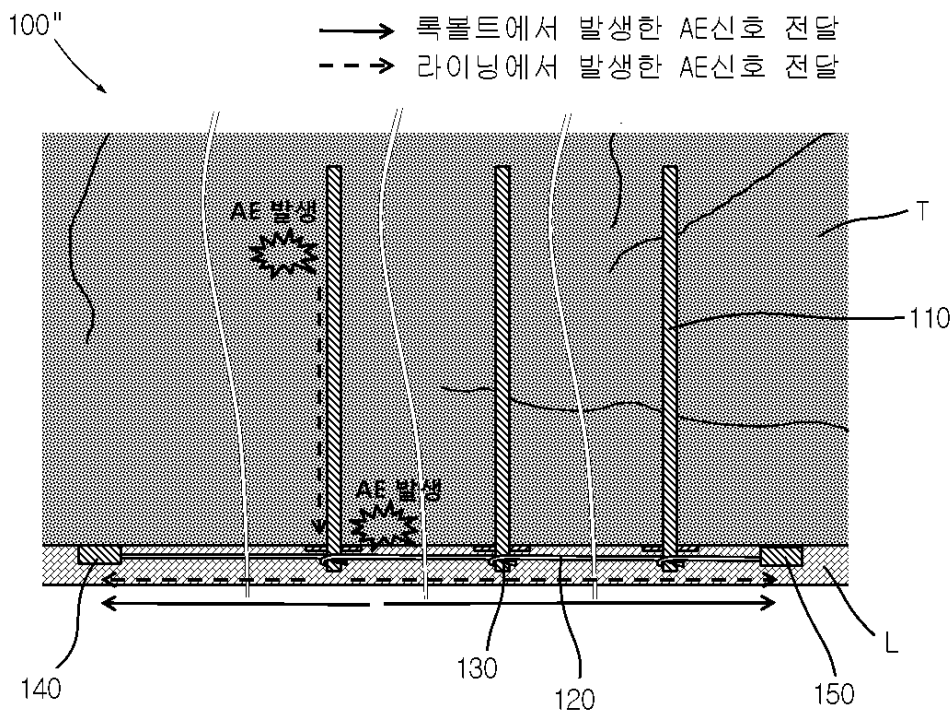
도면2



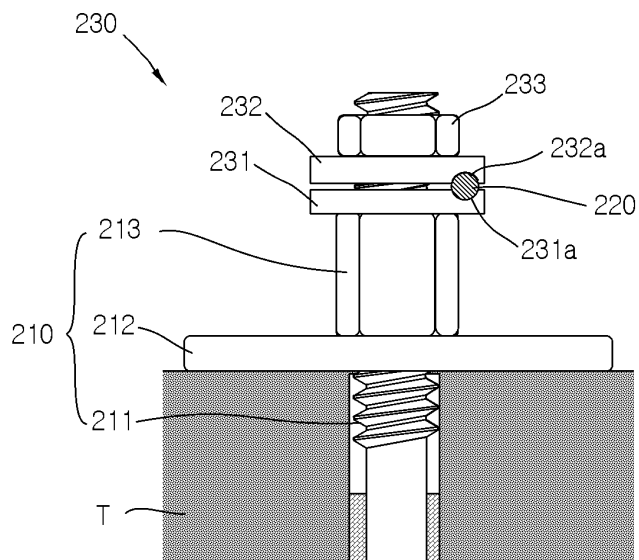
도면3



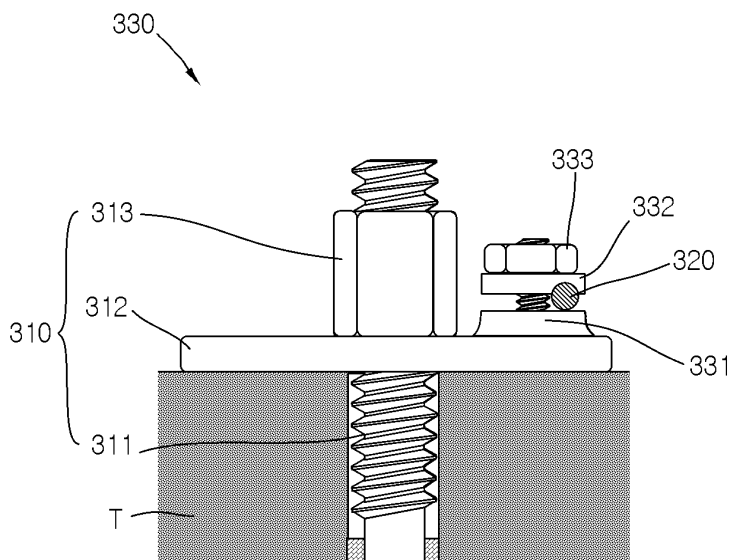
도면4



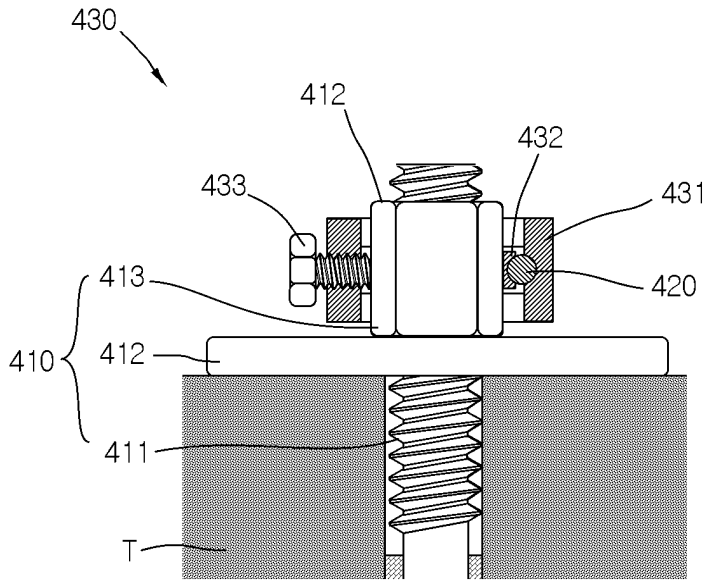
도면5



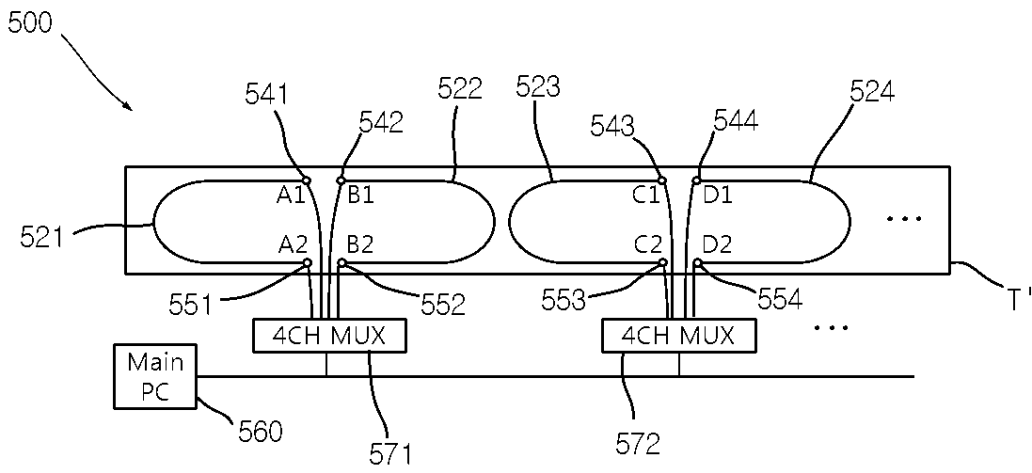
도면6



도면7



도면8



도면9

