



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년10월23일
(11) 등록번호 10-0769683
(24) 등록일자 2007년10월17일

(51) Int. Cl.

E02D 1/00 (2006.01) E02D 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0047758

(22) 출원일자 2006년05월26일

심사청구일자 2006년05월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP05134050 A

JP2001004606 A

논문(2003.3)

논문(2006.3.24)

(73) 특허권자

한국해양연구원

경기 안산시 상록구 사동 1270번지

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 수원 캠퍼스내

(72) 발명자

권오순

경기도 수원시 장안구 정자2동 69-45 금강에스쁘
아아파트101동 1104호

장인성

경기도 광명시 철산2동 철산주공아파트 902-401호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김문재

전체 청구항 수 : 총 2 항

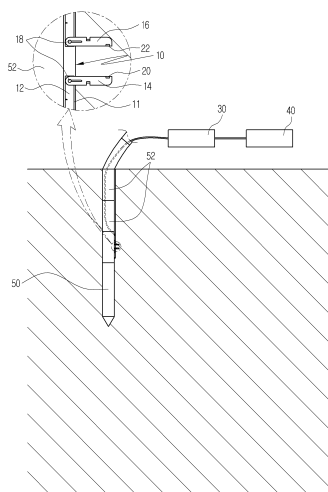
심사관 : 최우준

(54) 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법

(57) 요약

연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 탄성파콘을 통하여 연약지반의 역학적 특성을 측정하기 위한 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법이 개시된다. 본 발명은 연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 탄성파의 발,수진부가 구비되는 탄성파콘을 장착하는 단계; 연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 상기 콘관입시험기의 콘과 관입로드의 관입에 따라 상기 탄성파콘을 해당되는 측정 지점으로 관입하는 단계; 상기 탄성파콘이 측정 지점에 도달하면 상기 콘관입시험기의 작동을 정지시켜 관입을 멈추고, 상기 발진부에 전압을 가하여 진동을 발생하고 상기 수신부로 감지하는 단계; 및 상기 수신부로 감지되는 전기적 신호를 지반 위에 구비되는 기록장치로 기록하여 컴퓨터로 분석하고, 상기 탄성파콘을 측정 전 상태로 복원하는 단계;로 이루어진다. 이와 같이 구성되는 인홀형 탄성파콘 관입시험 방법은 연약지반에 대한 콘관입시험시 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 장착되어 측정 지점으로 관입되는 탄성파콘을 통하여 연약지반의 역학적 특성을 깊이에 따라 실시간으로 측정할 수 있고, 지반조사 작업을 간단하고 경제적으로 실시할 수 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

목영진

경기도 과천시 부림동 주공아파트 804호 107호

한만진

경기도 수원시 장안구 연무동 61-38

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 탄성파의 발,수진부가 구비되는 탄성파콘을 장착하는 단계; 연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 상기 콘관입시험기의 콘과 관입로드의 관입에 따라 상기 탄성파콘을 해당되는 측정 지점으로 관입하는 단계; 상기 탄성파콘이 측정 지점에 도달하면 상기 콘관입시험기의 작동을 정지시켜 관입을 멈추고, 상기 발진부에 전압을 가하여 진동을 발생하고 상기 수진부로 감지하는 단계; 상기 수진부는 진동을 감지하여 전압으로 변환하는 단계; 및 상기 수진부로 감지되는 전기적 신호를 지반 위에 구비되는 기록장치로 기록하여 컴퓨터로 분석하고, 상기 탄성파콘을 측정 전 상태로 복원하는 단계를 포함하고,

상기 발진부와 수진부는 두 개의 피에조 세라믹판 사이에 금속판을 접합하여 형성되는 벤더 엘리먼트로 이루어지되,

상기 발진부는 두 개의 전선 중 하나를 피에조 세라믹판의 외부에 연결하고 다른 하나를 금속판에 연결하여 형성되는 병렬연결 벤더 엘리먼트로 이루어지고,

상기 수진부는 하나의 전선을 피에조 세라믹판의 외부에 연결하여 형성되는 직렬연결 벤더 엘리먼트로 이루어진 것을 특징으로 하는 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 발진부와 상기 수진부의 외부에는 습기로부터 보호하기 위한 코팅층이 형성되고, 상기 코팅층의 외부에는 혼선과 전기적 잡음을 방지하기 위한 차폐층이 형성되는 것을 특징으로 하는 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <9> 본 발명은 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 탄성파의 발,수진부가 구비되어 형성되는 탄성파콘을 연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 부가적으로 장착하여 연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 콘과 관입로드를 통해 연약지반의 심층으로 탄성파콘을 관입시켜가면 해당되는 측정 지점에서 바로 탄성파를 발,수진하여 전단파속도의 정확한 계측을 통해 연약지반의 역학적 특성을 깊이 따라 실시간으로 측정할 수 있고, 지반조사 작업을 간단하고 경제적으로 실시할 수 있는 인홀형 탄성파콘 관입시험 방법에 관한 것이다.
- <10> 일반적으로, 각종 건설공사에서와 마찬가지로 안전하고 경제적인 설계 및 시공을 위해서는 지층구조, 지반강도, 지지력 및 간극수압 등의 지반특성에 대한 정확한 평가가 반드시 선행되어야 한다.
- <11> 특히, 연약지반은 지질이 매우 연약하고 지반공학적으로 불안정한 상태에 있기 때문에 PS검층시험, 탄성파콘 관입시험 등의 다양한 지반조사가 선행되어야 하는 것은 필수적이다.
- <12> 상기한 PS검층시험에 의한 지반조사는 대부분 지반에 시추공을 뚫어 조사하는 시추조사에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 시추조사는 지반에 시추공을 뚫어 지하물질의 특성을 직접 파 뚫으로써 지반의 상태를 알아내는 정확성이 있으나, 지반에 시추공을 뚫어야 하는 단점으로 인하여 지반조사 작업의 수행에 많은 시간과 비용이 소

용되는 문제점이 있었다.

- <13> 또한, 탄성파콘 관입시험에 의한 지반조사는 지반에 수진기를 관입하고, 지표에서 충격을 가하는 진동원에 의해 발생하는 탄성파를 지반에 관입된 수진기로 감지하여 기록장치로 기록하며, 기록장치에 수집된 자료를 컴퓨터로 분석하여 지반의 상태를 알아내는 것이다. 이러한 탄성파콘 관입시험은 지표에서 충격을 가하는 진동원이 별도로 구비되어야 하고, 진동원에 의한 파동의 이동경로가 사선으로 진행되어 수진기에 감지되므로 해당지층의 전단파속도를 정확하게 측정할 수 없는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <14> 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해소하기 위하여 안출한 것으로, 본 발명의 기술적 과제는 탄성파의 발,수진부가 구비되는 탄성파콘을 연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 부가적으로 장착하여 연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 콘과 관입로드에 의해 지반의 심층으로 관입되는 탄성파콘을 통하여 전단파속도를 정확하게 측정하여 연약지반의 역학적 특성을 깊이로 따라 실시간으로 측정할 수 있고, 지반조사 작업을 간단하고 경제적으로 실시할 수 있는 수단을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <15> 상기와 같은 기술적 과제를 해소하기 위한 본 발명은,
- <16> 연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 탄성파의 발,수진부가 구비되는 탄성파콘을 장착하는 단계; 연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 상기 콘관입시험기의 콘과 관입로드의 관입에 따라 상기 탄성파콘을 해당되는 측정 지점으로 관입하는 단계; 상기 탄성파콘이 측정 지점에 도달하면 상기 콘관입시험기의 작동을 정지시켜 관입을 멈추고, 상기 발진부에 전압을 가하여 진동을 발생하고 상기 수진부로 감지하는 단계; 및 상기 수진부로 감지되는 전기적 신호를 지반 위에 구비되는 기록장치로 기록하여 컴퓨터로 분석하고, 상기 탄성파콘을 측정 전 상태로 복원하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법을 제공한다.
- <17> 또한, 상기 수진부는 진동을 감지하여 전압으로 변환하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <18> 또한, 상기 발진부와 수진부는 두 개의 피에조 세라믹판 사이에 금속판을 접합하여 형성되는 벤더 엘리먼트로 형성되되, 상기 발진부는 두 개의 전선 중 하나를 피에조 세라믹판의 외부에 연결하고 다른 하나를 금속판에 연결하여 형성되는 병렬연결 벤더 엘리먼트로 형성되고, 상기 수진부는 하나의 전선을 피에조 세라믹판의 외부에 연결하여 형성되는 직렬연결 벤더 엘리먼트로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- <19> 또한, 상기 발진부와 상기 수진부의 외부에는 습기로부터 보호하기 위한 코팅층이 형성되고, 상기 코팅층의 외부에는 혼선과 전기적 잡음을 방지하기 위한 차폐층이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- <20> 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- <21> 도 1 내지 도 5에는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 인홀형 탄성파콘의 관입시험 과정을 나타낸 것으로, 도 1에는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 인홀형 탄성파콘이 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 장착된 상태가 도시되어 있고, 도 2a와 도 2b에는 도 1에 도시된 탄성파의 발진부 및 수진부의 내부구조가 도시되어 있으며, 도 3에는 콘관입시험기의 콘과 관입로드의 관입에 따라 탄성파콘을 해당되는 측정 지점으로 관입하는 상태가 도시되어 있고, 도 4에는 연약지반의 측정 지점에 도달한 탄성파콘에 의해 탄성파를 발,수진하는 상태가 도시되어 있으며, 도 5에는 연약지반에 대한 측정이 완료되어 탄성파콘을 측정 전 상태로 복원하는 상태가 도시되어 있다.
- <22> 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 인홀형 탄성파콘 관입시험 방법은 연약지반에 관입되는 콘관입시험기(도면에 미도시)의 콘(50)과 연결된 관입로드(52)에 탄성파의 발,수진부(20,22)가 구비되는 탄성파콘(10)을 장착하는 단계, 연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 콘관입시험기의 콘(50)과 관입로드(52)의 관입에 따라 탄성파콘(10)을 해당되는 측정 지점으로 관입하는 단계, 탄성파콘(10)이 측정 지점에 도달하면 콘관입시험기의 작동을 정지시켜 관입을 멈추고, 발진부(20)에 전압을 가하여 진동을 발생하고 수진부(22)로 감지하는 단계 및 수진부(22)로 감지되는 전기적 신호를 지반 위에 구비되는 기록장치(30)로 기록하여 컴퓨터(40)로 분석하고, 탄성파콘(10)을 측정 전 상태로 복원하는 단계를 포함한다.
- <23> 도 1 및 도 5를 참조하여 상기와 같이 구성된 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 인홀형 탄성파콘의 관입시험

과정을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

- <24> 우선, 도 1에 도시된 바와 같이, 연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘(50)과 연결된 관입로드(52)에 탄성과의 발,수진부(20,22)가 구비되는 탄성파콘(10)을 장착한다. 이때, 탄성파콘(10)은 일정한 길이를 가지는 로드(11)의 외측면에 서로 일정간격 떨어지도록 설치홈(12)을 각각 형성하고, 설치홈(12)에는 로드(11)와 평행한 상태에서 로드(11)와 직각을 이루어 서로 마주보도록 회전하는 작동부재(14,16)를 힌지(18)로 각각 설치한다. 이때, 작동부재(14,16)는 탄성파콘(10)에 내장된 모터(도면에 미도시)에 의해 힌지(18)를 중심으로 회전하게 된다. 그리고 작동부재(14,16)의 서로 마주보는 면에는 진동을 발진하고 수신하기 위한 발,수진부(20,22)를 각각 설치한다. 이때, 발진부(20)는 탄성파콘(10)의 관입되는 하부에 위치되고, 수신부(22)는 탄성파콘(10)의 상부에 위치하도록 작동부재(14,16)의 서로 마주보는 면에 각각 설치된다.
- <25> 이와 같이 탄성파콘(10)은 콘관입시험기의 콘(50)과 연결된 관입로드(52)에 공지된 장착수단을 통해 장착된다. 이때, 모터와 발,수진부(20,22)는 연약지반 위에 구비되는 기록장치(30) 및 컴퓨터(40)와 전선으로 연결되고, 이들의 전기적 신호에 의해 제어된다. 이때, 기록장치(30) 및 컴퓨터(40)와 탄성파콘(10)을 연결하는 전선은 관입로드(52)의 내부를 통해 탄성파콘(10)과 연결된다.
- <26> 상기한 발진부(20)와 수신부(22)는 도 2a와 도 2b에 도시된 바와 같이, 두 개의 피에조 세라믹판(23A,23B) 사이에 금속판(23C)을 접합하여 형성되는 벤더 엘리먼트로 형성된다. 이러한 벤더 엘리먼트는 전압이 가해질 때 한쪽 피에조 세라믹판(23A)이 신장하는 동안 반대편 피에조 세라믹판(23B)이 수축하게 됨으로써 만곡형태의 변형이 발생된다. 즉, 전압을 가하면 벤더 엘리먼트가 외팔보 변형형태로 진동하므로 발진부(20)의 역할을 하게 된다. 이와는 달리, 외부로부터 벤더 엘리먼트에 힘 변형이 생기면 각 피에조 세라믹판(23A,23B)에 각각 압축 및 신장 변형이 발생하여 벤더 엘리먼트 내부에 전하가 일어난다. 즉, 진동을 전압으로 변환할 수 있어 수신부(22)의 역할을 할 수 있게 된다.
- <27> 이와 같이 벤더 엘리먼트로 형성되는 발,수진부(20,22)를 이용하여 간단하게 진동을 발생하고 진동을 측정하는 것이 가능하게 된다.
- <28> 상기한 벤더 엘리먼트는 정해진 표준 단면이나 제작법이 있는 것이 아니며, 그 모양이나 단면, 제작 방법은 다양하다. 각 시험 조건이나 시험 대상 매질에 따라 가장 잘 반응할 수 있도록 그 단면을 제작하여야 한다. 벤더 엘리먼트는 피에조 세라믹판(23A,23B)과 금속판(23C)의 접합 방식이나 단자연결 방법에 따라 직렬과 병렬의 두 가지 방법이 있다.
- <29> 본 실시 예에서의 발진부(20)는 컴퓨터(50)와 연결된 두 개의 전선 중 하나를 피에조 세라믹판(23A)의 외부에 연결하고, 다른 하나를 금속판(23C)에 연결하여 형성되는 병렬연결 벤더 엘리먼트로 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 병렬연결 벤더 엘리먼트는 같은 전압을 가하였을 때 직렬연결보다 더 많은 변위가 발생하기 때문이다.
- <30> 반면에, 수신부(22)는 하나의 전선을 피에조 세라믹판(23A)의 외부에 연결하여 형성되는 직렬연결 벤더 엘리먼트로 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 직렬연결 벤더 엘리먼트는 압전 특성상 작은 변위에서 높은 전압이 발생하기 때문이다.
- <31> 이러한 발진부(20)와 수신부(22)의 외부에는 젖은 흙이나 습기로부터 보호되도록 폴리우레탄으로 적어도 한번 이상 코팅되는 코팅층(24)이 형성된다. 바람직하게는, 코팅층(24)은 완벽한 방수를 위해 4~5번 코팅처리된다. 코팅층(24)의 외부에는 혼선과 전기적 잡음을 방지되도록 전도성 페인트에 의해 차폐층(26)이 형성된다. 그리고 차폐층(26)에는 접지선이 연결된다.
- <32> 이와 같은 발진부(20)와 수신부(22)를 형성하는 벤더 엘리먼트의 공진주파수는 시료에 가해지는 구속력이나 응력 상태, 밀도, 강성뿐만 아니라, 벤더 엘리먼트의 크기와 두께, 길이에 따라 다르므로, 이러한 변수를 조정하여 용도에 따라 최상의 벤더 엘리먼트를 제작할 수도 있을 것이다.
- <33> 그 다음, 도 3에 도시된 바와 같이, 연약지반의 지반조사에 따른 콘관입시험시 콘관입시험기의 콘(50)과 연결된 관입로드(52)의 관입을 통해 탄성파콘(10)을 해당되는 측정 지점으로 관입한다. 이때, 콘(50)과 관입로드(52)가 관입되면서 지반에 밀착되고, 이에 의해 탄성파콘(10)은 지반에 밀착된다.
- <34> 그 다음, 도 4에 도시된 바와 같이, 관입로드(52)에 의해 연약지반에 관입되는 탄성파콘(10)이 측정 지점에 도달하면 콘관입시험기의 작동을 정지시켜 관입을 멈춘다. 그리고 발진부(20)에 전압을 가하여 진동을 발생하고 수신부(22)로 이를 감지한다.
- <35> 즉, 컴퓨터(40)의 전기적 신호에 의해 모터가 구동되면, 작동부재(14,16)가 로드(11)와 평행한 상태에서 고속으

로 파고들도록 로드(11)와 직각을 이루어 서로 마주보도록 회전하게 되어 발,수진부(20,22)가 서로 마주보게 된다. 작동부재(14,16)가 흡속으로 파고들어 발,수진부(20,22)가 서로 마주보는 상태에서, 컴퓨터(40)의 전기적 신호를 통해 발진부(20)에 전압을 가하면 벤더 엘리먼트의 한쪽 피에조 세라믹판(23A)이 신장함과 동시에 반대편 피에조 세라믹판(23B)이 수축하게 되어 만곡 형태의 변형이 발생하게 되고, 이에 의해 외팔보 변형형태로 진동하게 된다. 그리고 발진부(20)에 의해 발생하는 진동에 따른 파동은 흡을 통과하여 수신부(22)에 의해 감지된다. 이때, 파동은 발진부(20)의 직상방에 수신부(22)가 위치되어 서로 마주보기 때문에 직진성을 띠도록 수신부(22)에 감지된다.

<36> 이때, 발진부(20)와 수신부(22)에 형성되는 코팅층(24)과 차폐층(26)은 흠이나 습기로부터 방수되도록 보호하고, 전기적 신호에 따른 혼선과 전기적 잡음을 방지하는 기능을 한다.

<37> 그 다음, 도 5에 도시된 바와 같이, 수신부(22)로 감지되는 전기적 신호를 지반 위에 구비되는 기록장치(30)로 기록하여 컴퓨터(40)로 분석하고, 탄성파콘(10)을 측정 전 상태로 복원한다.

<38> 이때, 수진부(22)는 외부로부터 벡터 엘리먼트에 변형이 생기면 각 피에조 세라믹관(23A, 23B)이 각각 압축 및 신장 변형이 발생하여 벡터 엘리먼트 내부에 전하가 일어나게 되고, 이에 의해 진동을 전압으로 변환하게 되므로 수진부(22)로 감지되는 진동은 전압으로 변환된다. 따라서, 수진부(22)에 의해 진동이 전압으로 변환된 전기적 신호는 기록장치(30)에 실시간으로 기록되고, 기록장치(30)에 수집된 자료는 컴퓨터(40)의 분석을 통해 지반의 동적인 특성에 따른 진단과를 예측하게 된다.

<39> 그 뒤, 연약지반의 측정 지점에 대한 전단파의 계측이 완료되면, 컴퓨터(40)의 전기적 신호를 통해 모터를 작동 시켜서 로드(11)와 직각을 이루어 서로 마주보도록 회전된 작동부재(14,16)를 로드(11)와 평행하도록 측정 전 상태로 복원한다.

<40> 여기에서 기록장치(30)에 기록된 자료를 컴퓨터(40)로 분석하는 것은 당업자가 용이하게 실시할 수 있는 공지된 기술이므로 이에 관한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

<41> 위와 같이 연약지반에 지반조사에 따른 콘관입시험시 연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘(50)과 연결된 관입로드(52)를 통해 탄성파콘(10)을 지반의 심층까지 관입시켜가면 해당되는 측정 지점에서 멈춘 후 바로 지반의 동적인 특성에 따른 전단파를 계측하여 연속적으로 변화하는 연약지반의 역학적 특성을 지반의 깊이에 따라 실시간으로 정밀하게 측정할 수 있을 뿐만 아니라, 지반조사에 따른 탄성파콘(10)의 관입시험을 간단하고 경제적으로 실시할 수 있는 것이다.

발명의 효과

<42> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 인홀형 탄성파콘의 관입시험 방법은 탄성파의 발,수진부가 구비되는 탄성파콘을 연약지반에 관입되는 콘관입시험기의 콘과 연결된 관입로드에 부가적으로 장착하여 연약지반에 대한 콘관입시험시 콘관입시험기의 콘과 관입로드에 의해 탄성파콘을 지반의 심층으로 관입시켜가며 해당되는 측정 지점에서 바로 탄성파를 발진하고 그에 따른 파동을 직진으로 수신함으로써 전단파속도를 정확하게 측정하여 연약지반의 역학적 특성을 깊이에 따라 실시간으로 측정할 수 있고, 종래의 PS검층시험이나 탄성파콘 관입시험에 따른 시추공이나 진동원이 필요 없기 때문에 지반조사 작업을 간단하고 경제적으로 실시할 수 있는 효과가 제공되는 것이다.

<43> 이상에서는 본 발명을 각 실시 예로써 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 특허청구 범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형이 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1 내지 도 5는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 인홀형 탄성파콘의 관입시험 과정을 나타낸 도면이다.

〈2〉 < 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

<3> 10 : 탄성파콘 12 : 설치홈

<4> 14.16 : 작동부재 20 : 발진부

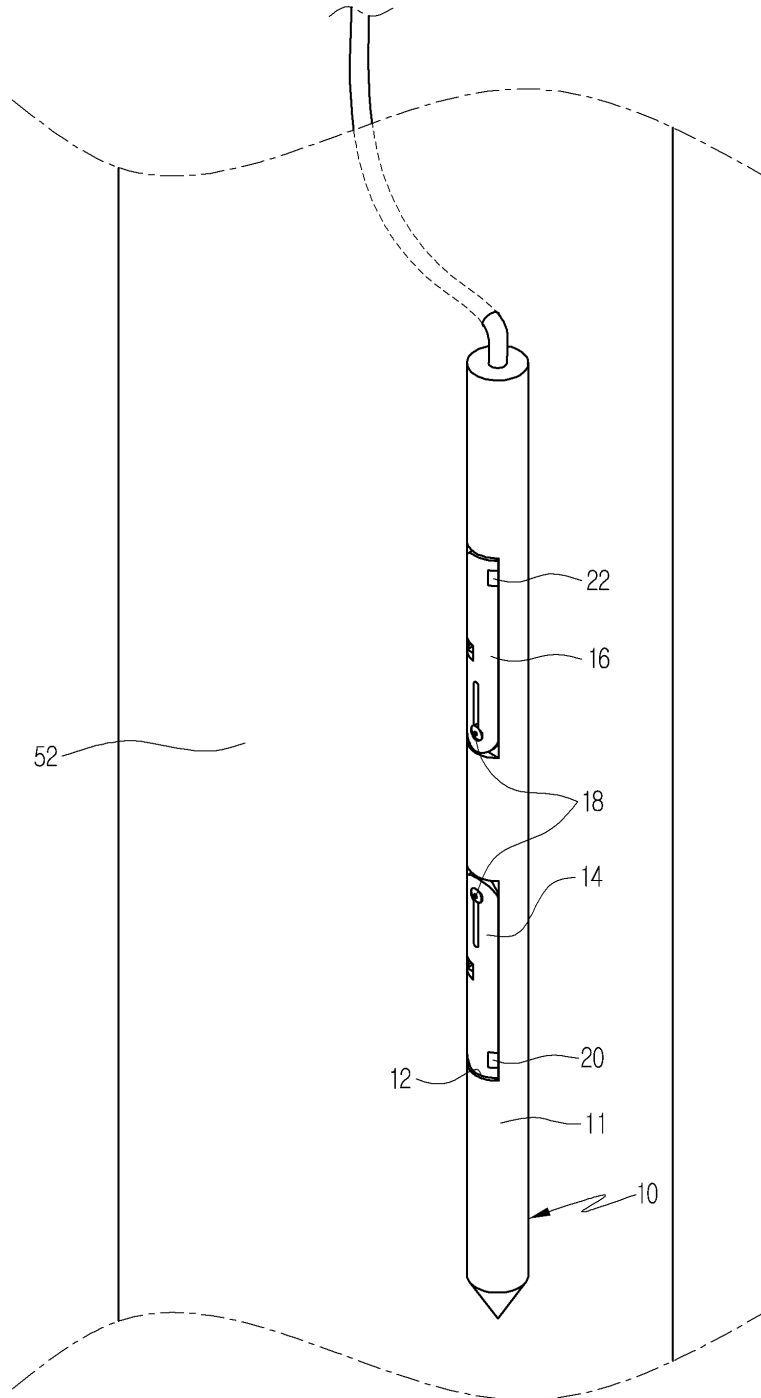
<5> 22 : 수지부 24 : 코팅층

- <6> 26 : 차폐층
- <7> 40 : 컴퓨터
- <8> 52 : 관입로드

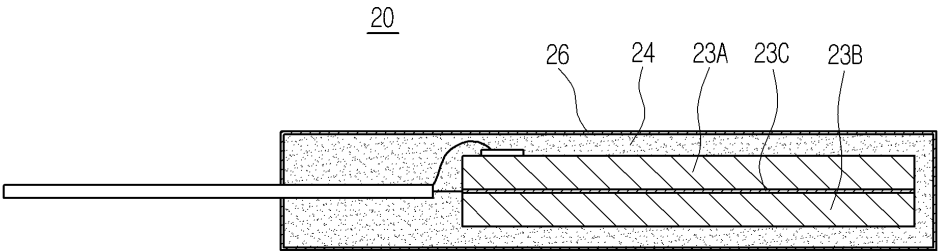
- 30 : 기록장치
- 50 : 콘

도면

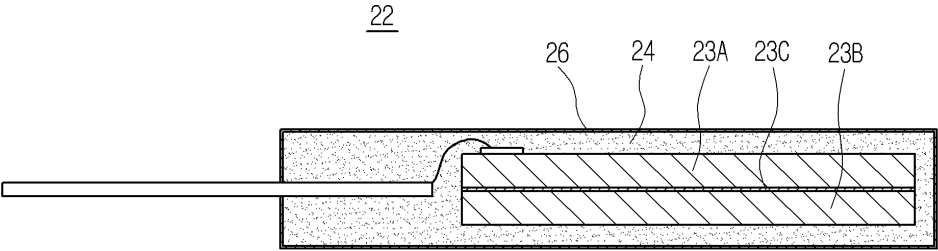
도면1



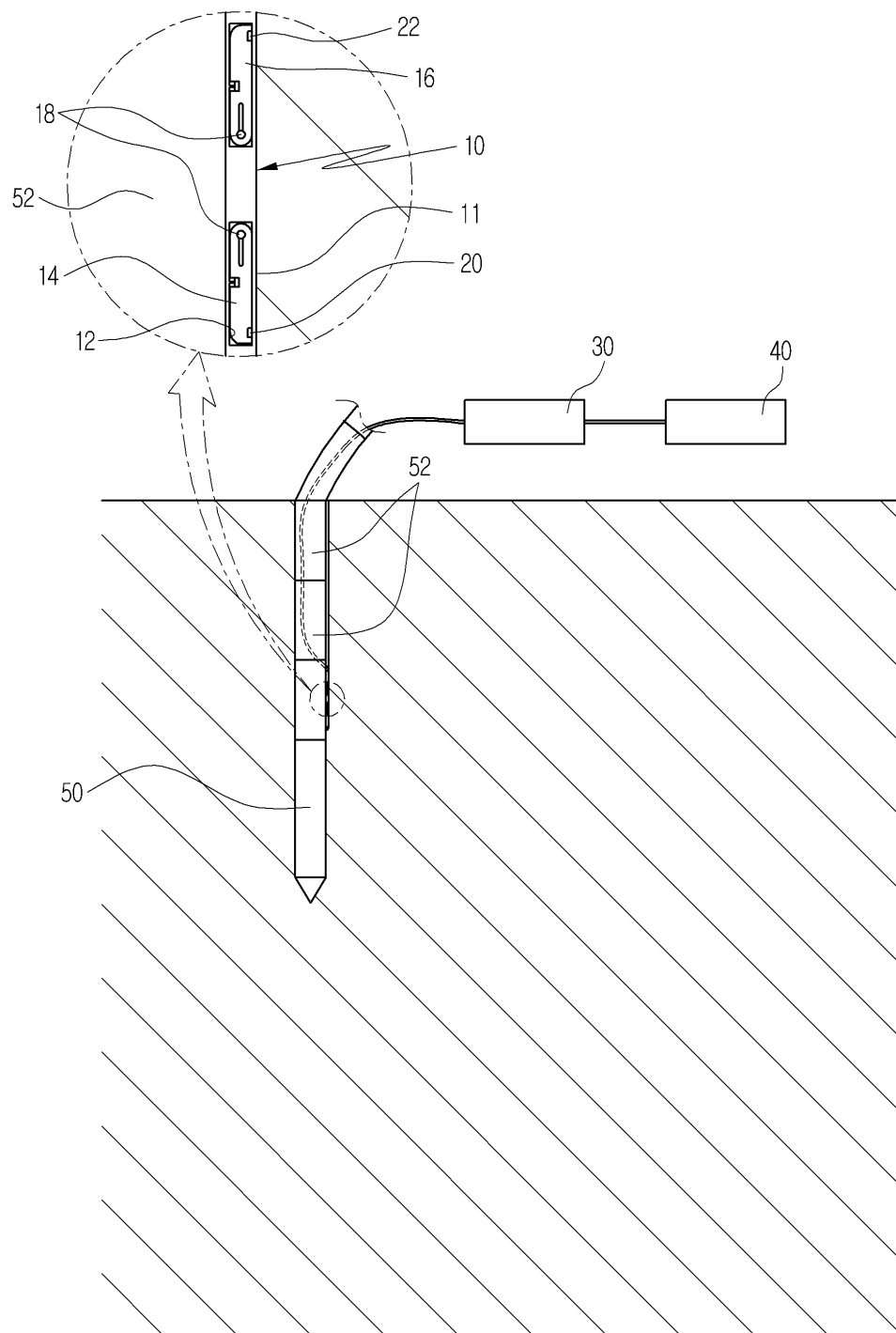
도면2a



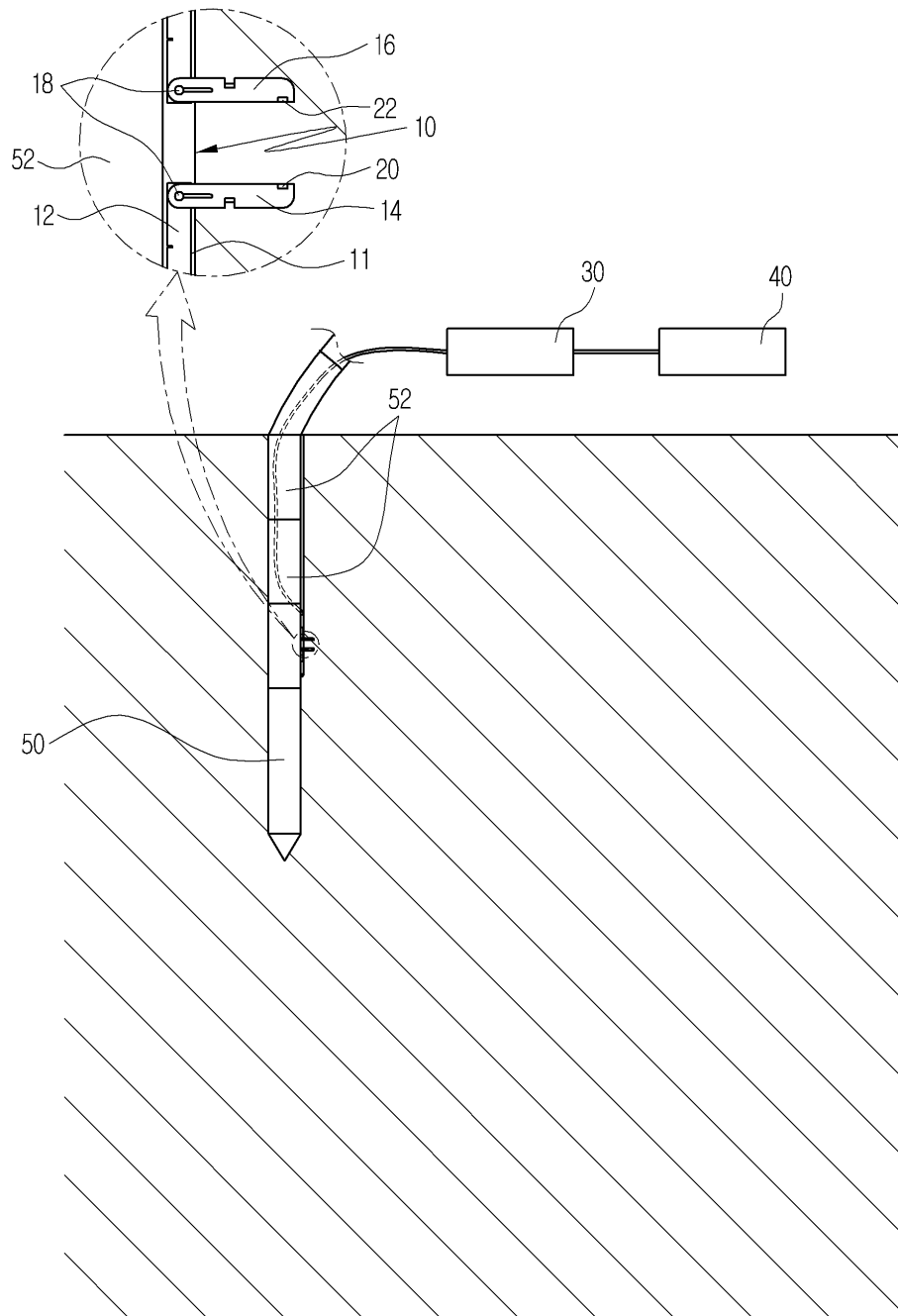
도면2b



도면3



도면4



도면5

