(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0097428
(43) 공개일자 2010년09월03일

(51) Int. Cl.
G01V 8/16 (2006.01) *G01B 11/16* (2006.01)
G01B 21/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0016361
(22) 출원일자 2009년02월26일
심사청구일자 2009년02월26일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
이종섭
경기 성남시 분당구 구미동 까치마을롯데아파트 111동 703호
이우진
서울특별시 성동구 옥수동 극동그린아파트 105동 403호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 13 항

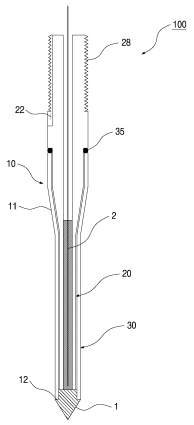
(54) 광섬유를 이용한 콘 관입시험기

(57) 요 약

광섬유를 이용한 콘 관입시험기가 제공된다.

본 발명에 따른 콘 관입시험기는 선단에 콘이 결합되며 상기 콘이 지반에 관입될 수 있도록 하는 관입 로드를 포함하고, 상기 관입 로드의 내부에는 계측 센서로서 광섬유가 삽입되고, 상기 관입 로드는 그 내부에 상기 광섬유가 매설되는 중공의 내부관과 상기 내부관이 끼워지는 외부관으로 이루어진 이중관인 것을 특징으로 하며, 이를 통해 기존의 소형 콘과 달리 선단저항력과 주면마찰력을 분리하여 측정함으로써 광섬유 센서를 통해서 주면마찰력이 완전히 제거된 선단지지력 데이터의 획득이 가능하다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김래현

서울특별시 은평구 신사1동 361번지 삼부아파트 301호

윤형구

서울 도봉구 쌍문동 122-47

특허청구의 범위

청구항 1

선단에 콘이 결합되며 상기 콘이 지반에 관입될 수 있도록 하는 관입 로드를 포함하고,

상기 관입 로드의 내부에는 계측 센서로서 광섬유가 삽입되고,

상기 관입 로드는 그 내부에 상기 광섬유가 매설되는 중공의 내부관과 상기 내부관이 끼워지는 외부관으로 이루어진 이중관인 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 관입 로드는 그 길이 방향을 따라 외경이 변화되는 변단면부를 가지는 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 변단면부는 상기 콘의 방향을 향해 그 외경이 점점 작아지는 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 관입 로드의 후단부에는 상기 관입 로드의 길이방향을 따라 홈이 형성되어 있고, 상기 홈에는 온도 보정용 센서로서 광섬유가 내부에 매설된 튜브가 삽입되어 있는 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 내부관은 상기 콘이 일단에 결합되는 선단 직선부, 상기 선단 직선부의 타단으로부터 연장형성된 테이퍼부, 상기 테이퍼부로부터 연장형성된 중간 직선부 및 상기 중간 직선부와 단차를 이루며 연결형성된 후단 직선부를 포함하고,

상기 중간 직선부의 외경은 상기 선단 직선부의 외경보다 크고 상기 후단 직선부의 외경보다 작은 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 외부관은 그 후단이 상기 내부관에 형성된 상기 단차에 의해 지지되어 상기 내부관을 수용하는 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 내부관의 상기 단차에는 고무링이 구비되어 있는 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 내부관의 후단 직선부에는 상기 내부관의 길이방향을 따라 홈이 형성되어 있고, 상기 홈에는 온도 보정용 센서로서 광섬유가 내부에 매설된 튜브가 삽입되어 있는 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 9

제4항 또는 제8항에 있어서,

상기 튜브의 열팽창률은 상기 관입 로드의 열팽창률과 동일한 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 내부관의 후단 직선부에는 다른 관입 로드와의 연결을 위한 나사부가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 내부관과 상기 광섬유 사이에는 에폭시가 충전된 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 12

제4항 또는 제8항에 있어서,

상기 튜브와 상기 광섬유 사이에는 에폭시가 충전된 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 관입 로드의 선단 외경은 5㎜ 이내인 것을 특징으로 하는 광섬유를 이용한 콘 관입시험기.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 콘 관입시험기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 광섬유를 계측 센서로 이용한 콘 관입시험기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 연약 지반에 토목 및 건축 구조물을 축조할 경우 대상 지반에 대한 상세하고 정밀한 지반 정수의 획득은 매우 중요한 과제이다. 잘못된 지반 조사의 결과로 인해 지반 붕괴 및 구조물 파손이 발생되며 이는 심각한 인명피해로 직결될 수 있기 때문이다. 현장지반 조사는 실제 대상 지반에서 실시하는 조사기법으로 매우 다양한 시험기법과 장치들이 있으며, 그 중 콘 관입시험법은 원추 모양의 콘 프로브(cone probe)를 지반에 일정한 속도로 관입시킬 때 발생되는 저항력을 측정하여 지반의 공학적 성질을 추정하는 방법으로서 원지반의 특성을 연속적으로 획득할 수 있는 장점이 있다. 또한 콘의 단면적의 크기가 작을수록 정밀한 지층 분석 및 지반 탐사가 가능하기 때문에 최근에는 소형 콘에 대한 관심이 증대되고 있다.

[0003] 일반적으로 사용되는 종래의 콘 관입시험기(cone penetration test)를 현장에 적용할 경우 대형 관입장치를 필요로 하며 심도가 깊어질수록 관입 로드를 계속하여 연결하여야 하므로 구성장비가 거대하고 시험비가 고가인 단점이 있다. 또한 이동이 불편하고 다양한 지층에서 신속하게 많은 자료를 획득하기 어려운 문제점이 있다. 아울러 기존의 일반 콘은 직경이 35.7㎜로 단면적이 크기 때문에 콘이 지중에 관입될 경우 주변 지반을 심하게 교란시키면서 선단 저항력을 획득하기 때문에 소형 콘에 비해 데이터의 신뢰성도 떨어진다. 즉, 콘의 크기가 작을 수록 관입 시 발생되는 소성 영역의 범위가 작고 교란 정도가 적어 원지반의 강도에 가까운 지반정수를 획득하게 되며 다층으로 구성된 지반의 지층 분할도 가능하나 계측 센서의 크기 한계로 인해 기존의 소형 콘은 여러 가지 문제점을 내포하고 있다.

[0004] 기존의 소형 콘은 대체로 전기저항식 스트레인 게이지나 로드셀을 콘 내부에 장착하여 지반의 선단저항력과 주

면마찰력을 측정하나 이러한 계측 장치를 이용할 경우 직경 10㎜ 이하의 소형 콘 제작에 어려움이 있다. 또한 직경 5㎜ 내외의 초소형 콘을 제작한 사례가 있으나 지반의 선단지지력과 주면마찰력을 분리하여 측정할 수 없는 한계가 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 광섬유를 계측 센서로 이용함으로써 초소형의 콘 관입시험기를 구현하여 관입 시 소성영역의 범위 및 교란을 감소시켜 원지반의 강도에 가까운 지반정수를 획득함과 동시에, 지반의 선단지지력과 주면마찰력을 분리하여 측정할 수 있는 광섬유 센서를 이용한 콘 관입시험기를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 따른 광섬유 센서를 이용한 콘 관입시험기는,

[0007] 선단에 콘이 결합되며 상기 콘이 지반에 관입될 수 있도록 하는 관입 로드를 포함하고,

[0008] 상기 관입 로드의 내부에는 계측 센서로서 광섬유가 삽입되고,

[0009] 상기 관입 로드는 그 내부에 상기 광섬유가 매설되는 중공의 내부관과 상기 내부관이 끼워지는 외부관으로 이루어진 이중관인 것을 특징으로 한다.

[0010] 여기서, 상기 관입 로드는 그 길이 방향을 따라 외경이 변화되는 변단면부를 가지는 것이 바람직하다.

[0011] 또한, 상기 변단면부는 상기 콘의 방향을 향해 그 외경이 점점 작아지는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 관입 로드의 후단부에는 상기 관입 로드의 길이방향을 따라 홈이 형성되어 있고, 상기 홈에는 온도보정용 센서로서 광섬유가 내부에 매설된 튜브가 삽입되어 있는 것이 바람직하다.

[0013] 또한, 상기 튜브의 열팽창률은 상기 관입 로드의 열팽창률과 동일한 것이 바람직하다.

[0014] 또한, 상기 내부관은 상기 콘이 일단에 결합되는 선단 직선부, 상기 선단 직선부의 타단으로부터 연장형성된 테이퍼부, 상기 테이퍼부로부터 연장형성된 중간 직선부 및 상기 중간 직선부와 단차를 이루며 연결형성된 후단 직선부를 포함하고,

[0015] 상기 중간 직선부의 외경은 상기 선단 직선부의 외경보다 크고 상기 후단 직선부의 외경보다 작은 것이 바람직하다.

[0016] 또한, 상기 외부관은 그 후단이 상기 내부관에 형성된 상기 단차에 의해 지지되어 상기 내부관을 수용하는 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 내부관의 상기 단차에는 고무링이 구비되어 있는 것이 바람직하다.

[0018] 또한, 상기 내부관의 후단 직선부에는 상기 내부관의 길이방향을 따라 홈이 형성되어 있고, 상기 홈에는 온도보정용 센서로서 광섬유가 내부에 매설된 튜브가 삽입되어 있는 것이 바람직하다.

[0019] 또한, 상기 튜브의 열팽창률은 상기 관입 로드의 열팽창률과 동일한 것이 바람직하다.

[0020] 또한, 상기 내부관의 후단 직선부에는 다른 관입 로드와의 연결을 위한 나사부가 형성되어 있는 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 상기 내부관과 상기 광섬유 사이에는 에폭시가 충전된 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 상기 튜브와 상기 광섬유 사이에는 에폭시가 충전된 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 관입 로드의 선단 외경은 5㎜ 이내인 것이 바람직하다.

효 과

[0024] 본 발명에 따른 콘 관입시험기에 의하면 계측 센서로 광섬유를 사용함으로써 종래의 스트레인 게이지를 계측 센서로 사용했을 때 발생되는 발열 및 주변 전자파에 의한 간섭효과를 해소할 수 있으며, 전기 신호가 아닌 광원을 이용하므로 원거리 측정에 따른 데이터의 손실을 방지할 수 있다. 나아가, 연약 지반 뿐 아니라 강성이 강

한 지반에서도 관입이 용이할 뿐만 아니라, 기존의 소형 콘과 달리 선단저항력과 주면마찰력을 분리하여 측정함으로써 광섬유 센서를 통해서는 주면마찰력이 완전히 제거된 선단지지력 데이터의 획득이 가능한 콘 관입시험기를 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서는 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절히 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 광섬유를 이용한 콘 관입시험기(100)의 개략 단면도이다. 콘 관입시험기(100)는 그 선단(12)에 콘(1)이 결합되어 이 콘이 지반에 관입될 수 있도록 하는 관입 로드(10)를 포함하여 이루어진다. 이 관입 로드(10)의 내부에는 종래의 전기저항식 스트레인 게이지나 로드셀 대신에 계측 센서로서 머리카락 굵기의 광섬유(2)가 삽입되어 있다. 따라서, 기존의 계측 센서로는 도달하기 어려운 직경 5㎜ 이하의 초소형 콘 관입시험기를 구현할 수 있다. 이와 같이, 콘 관입시험기의 크기를 초소형으로 구현함으로써 관입 시 발생되는 소성영역의 범위를 감소시키고 교란 정도를 감소시켜 원지반의 강도에 가까운 지반 정수를 획득할 수 있다. 또한, 계측 센서로서 광섬유를 이용하므로, 종래의 스트레인 게이지에서 일어날 수 있는 발열 및 주변 전자파에 의한 간섭효과와 같은 문제점을 해소할 수 있고 전기 신호가 아닌 광원을 이용하므로 원거리 측정에 따른 데이터의 손실을 방지할 수 있다.

[0027] 도 1에 도시된 바와 같이, 관입 로드(10)는 내부에 광섬유 센서가 삽입 매설되는 중공의 내부관(20)과 이 내부관(20)이 끼워지는 외부관(30)의 이중관으로 이루어져 있다. 즉, 관입 로드(10)를 구성하고 있는 내부관(20)과 외부관(30)은 서로 완전히 분리 가능하게 설치되어 있으므로, 마찰 슬리브로서의 역할을 하는 외부관을 통해 주면마찰력을 측정하고, 내부관에 삽입 매설된 광섬유 센서를 통해서는 주면마찰력이 완전히 제거된 선단지지력에 관한 데이터의 획득이 가능하게 된다.

[0028] 한편, 관입 로드(10)는 그 길이 방향을 따라 외경이 변화되는 변단면부(11)를 가진다. 이 변단면부(11)는 콘(1)의 방향을 향해 관입 로드의 외경이 점점 작아지는 형태로 이루어져 있다. 이와 같은 변단면부(11)는, 본 발명에 따른 콘 관입시험기(100)의 외경이 5㎜ 이하의 초소형으로 구현될 경우, 대심도 지중 관입시 토압에 의한 굴절 및 꺾임 현상이 발생하는 것을 방지하기 위한 구성이다. 즉, 관입 로드(10)에 변단면부(11) 구간을 두어 좌굴을 방지하고 콘 관입시험기(100)의 강성을 확보할 수 있다.

[0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 관입 로드(10)의 후단부에는 관입 로드의 길이 방향을 따라 홈(22)이 형성되어 있으며, 이 홈(22)에는 온도 보정용 센서로서 광섬유가 내부에 매설된 튜브가 삽입되는데, 이에 대한 자세한 구성은 후술하기로 한다. 또한, 관입 로드(10)의 후단부에는 다른 관입 로드(10)와의 연결을 위한 나사부(28)가 형성되어 있다.

[0030] 도 2는 본 발명에 따른 콘 관입시험기(100)의 관입 로드(10)를 구성하는 내부관(20) 및 외부관(30)의 구성을 구체적으로 도시한 도면이다. 본 발명에 따른 관입 로드(10)는 내부관과 외부관이 분리되는 이중관식 마찰 슬리브이다.

[0031] 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 내부관(20)은 콘(1)이 일단에 결합되는 선단 직선부(23), 이 선단 직선부(23)의 타단으로부터 연장형성된 테이퍼부(24), 이 테이퍼부(24)로부터 연장형성된 중간 직선부(25) 및 이 중간 직선부(25)와 단차(26)를 이루며 연결형성된 후단 직선부(27)를 포함한다. 여기서, 테이퍼부(24)는 관입 로드(10)의 변단면부(11)에 대응되는 부분으로서, 외경이 상대적으로 작은 선단 직선부(23)와 외경이 상대적으로 큰 중간 직선부(25)를 연결하고 있다. 후단 직선부(27)의 외경은 중간 직선부(25)의 외경보다 크며, 후단 직선부(27)와 중간 직선부(25) 사이에는 단차(26)가 제공된다. 이 단차(26) 부분에 외부관(30)의 후단(34)이 지지되어 외부관(30)의 내부에 내부관(20)이 끼워진다. 이 단차(26)에는 고무링(35)(도 1에 도시됨)이 구비되어 내부관(20)과 외부관(30) 간의 결합을 보다 용이하게 하며 결합력을 높일 수 있다.

[0032] 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 외부관(30) 역시 선단 직선부(31) 및 후단 직선부(33)와 이들을 서로 연결시키는 테이퍼부(32)를 포함하고 있다. 테이퍼부(32)는 관입 로드(10)의 변단면부(11)에 대응되는 부분이다. 외부관(30)의 내경 형상은 내부관(20)의 외경 형상에 대응되도록 형성되며, 외부관(30)의 관통공(36)에 내부관(20)이

삽입되어 관입 로드(10)가 이중관으로 이루어진다.

[0033] 도 3은 온도 보정용 광섬유(41)가 내부에 매설된 튜브(40)가 관입 로드(10)의 후단부에 형성된 홈에 설치된 본 발명에 따른 콘 관입시험기를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 4는 A-A의 단면 상세도, 도 5는 B-B의 단면 상세도이다.

[0034] 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 콘 관입시험기 주변의 온도에 의한 영향을 보정하기 위해, 온도 보정용 센서로서 광섬유(41)가 관입 로드(10)의 내부관(30)에 설치된다. 이 온도 보정용 광섬유(41)는 콘 관입시험기가 지중에 관입되는 동안 온도변화에 의한 팽창 및 수축 영향을 보정하기 위한 것이다. 이 온도 보정용 센서로서의 광섬유의 설치 위치는 당업자의 선택에 따라 적절히 변경될 수 있으며 반드시 콘 관입시험기의 후단부에 한정될 필요는 없다. 내부관(30)의 후단 직선부(27)에는 그 길이방향을 따라 온도 보정용 센서로 사용되는 광섬유를 매설하기 위한 홈(22)이 형성되어 있다. 이 홈(22)에는 내부에 광섬유(41)가 매설된 튜브(40)가 설치되어 있으며, 광섬유(41)를 튜브(40) 내부에 고정시키기 위해 에폭시(42)가 주입된다.

[0035] 한편, 온도 보정용 센서의 오차를 줄이기 위해서, 광섬유(41)가 매설된 튜브(40)는 그 열팽창률이 이 튜브가 접촉하고 있는 관입 로드(10)의 내부관(20)의 열팽창률과 동일한 재료로 제작되는 것이 바람직하다.

[0036] 도 5에 도시된 바와 같이, 중공의 내부관(20)에는 계측 센서로서의 광섬유(2)가 매설되어 있으며, 이 광섬유(2)와 내부관(20) 사이에는 에폭시(3)를 충전하여 광섬유(2)가 콘 내부의 중심에 정위치하여 휨이나 편심에 의한 영향이 없도록 설치된다.

[0037] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해해야 할 것이다. 그러므로, 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 상술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명에 따른 광섬유를 이용한 콘 관입시험기의 개략도이다.

[0039] 도 2는 본 발명에 따른 콘 관입시험기의 관입 로드를 구성하는 내부관 및 외부관의 구성을 구체적으로 도시한 도면이다.

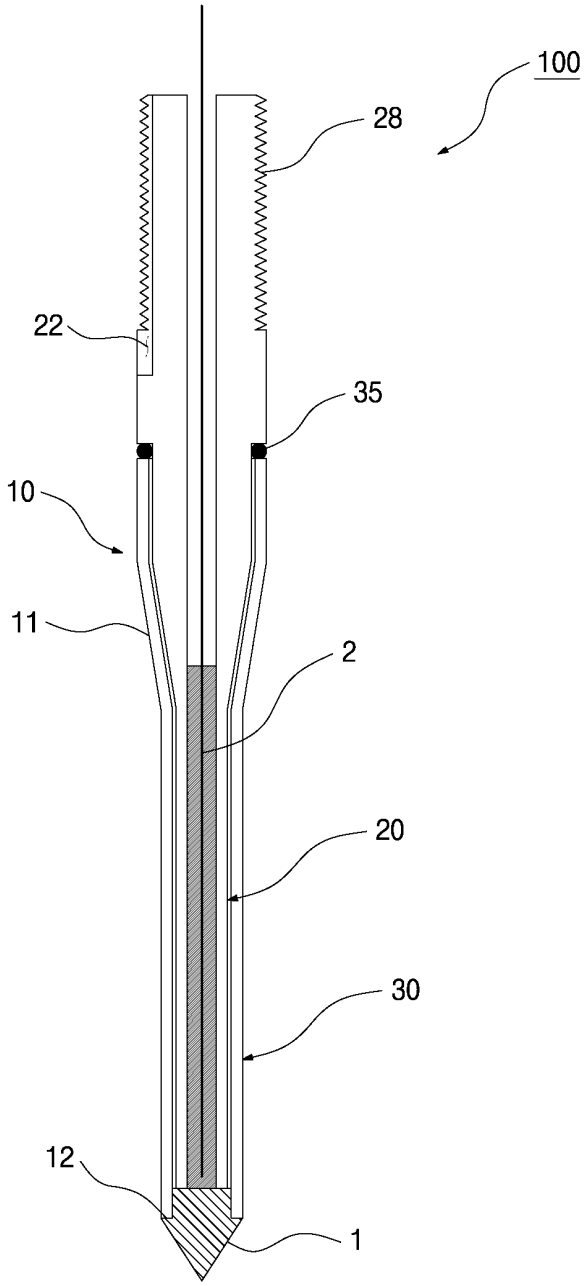
[0040] 도 3은 온도 보정용 광섬유가 내부에 매설된 콘 관입시험기의 개략도이다.

[0041] 도 4는 도 3의 A-A 부분의 단면도이다.

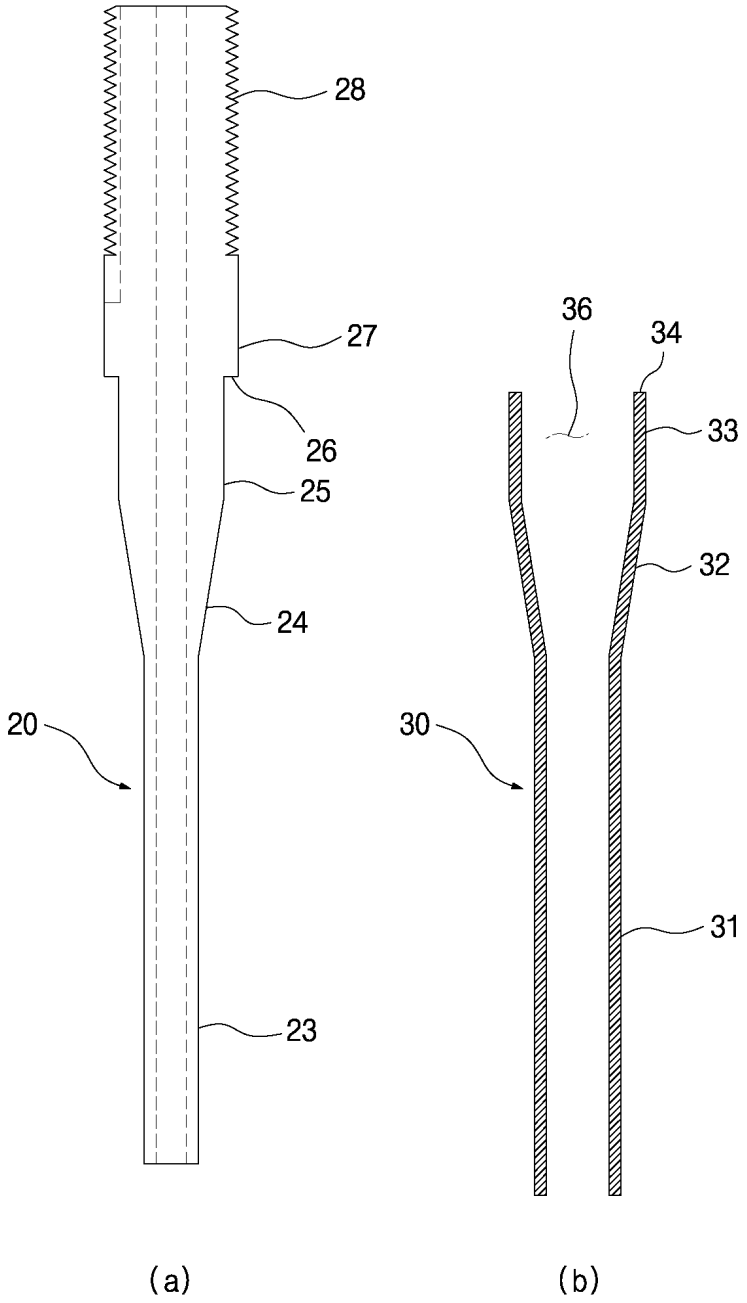
[0042] 도 5는 도 3의 B-B 부분의 단면도이다.

도면

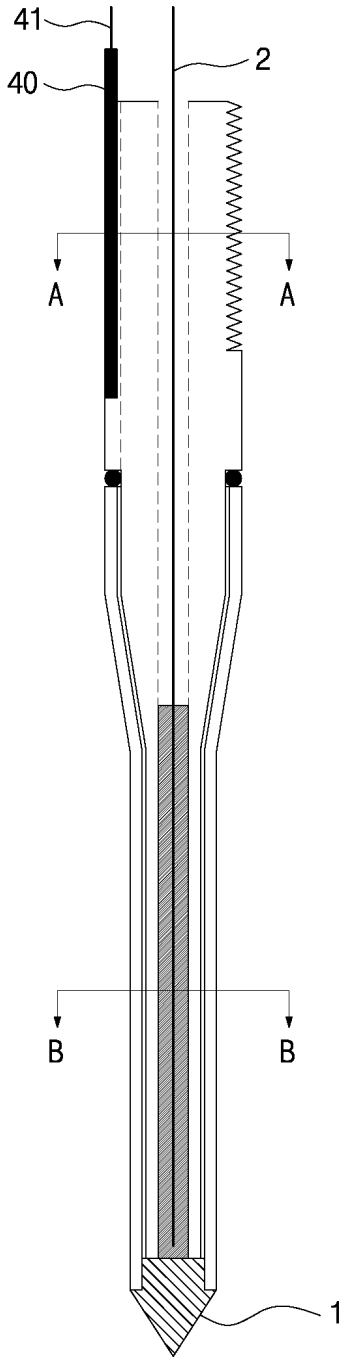
도면1



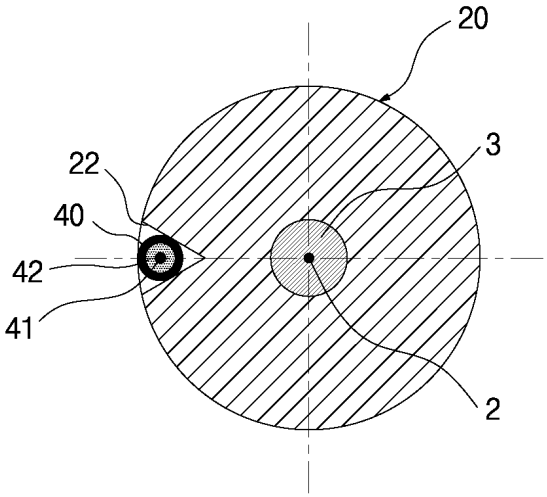
도면2



도면3



도면4



도면5

