



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월26일  
(11) 등록번호 10-1037359  
(24) 등록일자 2011년05월20일

(51) Int. Cl.

G21C 17/112 (2006.01) G21C 23/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0080516

(22) 출원일자 2010년08월19일

심사청구일자 2010년08월19일

(56) 선행기술조사문헌

KR100411100 B1\*

KR1020060036169 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

(주)일진에너지

울산 울주군 온산읍 화산리 412-7

(72) 발명자

이민우

대전광역시 유성구 용산동 666 대덕테크노밸리12  
단지아파트 1203-203

김재현

서울특별시 영등포구 문래동6가 베어스타운아파트  
101-105

(74) 대리인

이철희

전체 청구항 수 : 총 6 항

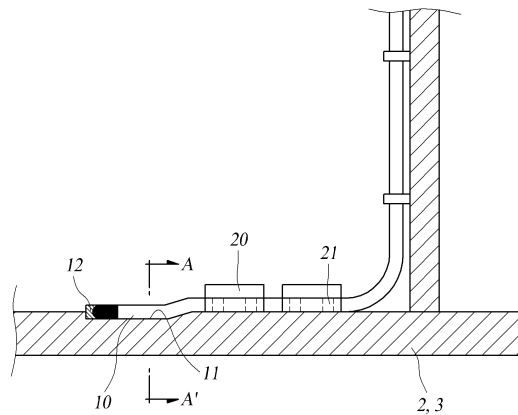
심사관 : 김용훈

(54) 온도센서 부착방법 및 이 방법이 적용된 구조물

(57) 요약

본 발명은 온도센서 부착방법 및 이 방법이 적용된 구조물에 관한 것으로, 이는 구조물에 온도센서를 설치할 위치의 표면에 홈을 형성하는 단계, 상기 홈에 온도센서를 삽입하는 단계, 및 상기 온도센서의 주변에 용융된 은납을 주입하여 온도센서를 견고하게 고정하는 단계를 포함하여서, 구조물의 표면에 온도센서를 안정하게 부착하게 됨으로써, 필요한 온도 데이터를 안정적으로 취득할 수 있게 된다.

대표도 - 도3



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

구조물에 온도센서를 설치할 위치의 표면을 따라 상기 온도센서의 직경의 절반에 해당하는 깊이로 홈을 형성하는 단계,

상기 홈에 상기 온도센서를 삽입하는 단계,

상기 온도센서의 주변에 용융된 은납을 주입하여 상기 온도센서를 고정하는 단계, 및

고정브라켓을 준비하여 상기 온도센서의 일부를 둘러싸도록 상기 구조물의 표면에 위치시키고 상기 고정브라켓을 용접하여 고정하는 단계를 포함하는 온도센서 부착방법.

를 포함하는 온도센서 부착방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 홈에 상기 온도센서를 삽입하는 단계는, 은납을 용융시켜 상기 홈의 표면에 떨어뜨리고 응고되기 전에 상기 온도센서를 삽입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 온도센서 부착방법.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 구조물에 온도센서를 설치할 위치의 표면에 홈을 형성하는 단계에서, 상기 홈은 그 길이가 상기 온도센서의 직경의 3.5 ~ 4.5배가 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 온도센서 부착방법.

**청구항 7**

고온 고압의 환경에서 온도를 측정하기 위해 온도센서를 구비한 구조물에 있어서,

상기 구조물의 표면을 따라 상기 온도센서의 직경의 절반에 해당하는 깊이로 형성되어 상기 온도센서가 삽입되는 홈,

상기 온도센서의 주변에 용융된 은납이 주입되고 응고되어 상기 온도센서를 고정하도록 형성된 은납용접부, 및

상기 온도센서의 일부를 둘러싸도록 상기 구조물의 표면에 위치되어 용접되는 고정브라켓

을 포함하는 것을 특징으로 하는 구조물.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제7항에 있어서, 상기 고정브라켓은 그 길이방향의 중간에서 상기 온도센서의 직경만큼 구부러져 있으며, 양측에 용접을 위한 구멍이 각각 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 구조물.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제7항에 있어서, 상기 홈의 길이는 상기 온도센서의 직경의 3.5 ~ 4.5배인 것을 특징으로 하는 구조물.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 온도센서 부착방법 및 이 방법이 적용된 구조물에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 예컨대 일체형 원자로 등과 같은 설비를 설계하기 위한 시험용 모형(구조물) 내에서 가혹한 시험조건을 견디어 원하는 표면 온도 데이터를 얻을 수 있도록 온도센서를 안정하게 부착하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 원자력발전소는 보통 100개 이상의 개별적 기능을 가진 계통으로 구성된다. 이들은 크게 원자로를 중심으로 한 핵증기 공급계통(Nuclear Steam Supply System)과, 증기를 공급받아 발전기를 돌리는 터빈 등의 발전기계통, 그리고 기타 부수설비로 구분된다.

[0003] 원자로는 핵 분열성 물질의 연쇄 핵 분열반응을 인공적으로 제어하여 열을 발생시키거나 방사성 동위원소 및 플루토늄의 생산, 또는 방사선장 형성 등의 여러 목적에 사용할 수 있도록 만들어진 장치로서, 핵증기 공급계통에서의 핵심적 구성 요소이다.

[0004] 도 1은 상용의 분리형 원자로와 달리 배관을 없앤 일체형 원자로의 단면을 도시하고 있으며, 이에 대해 설명하면 다음과 같다. 일체형 원자로(100)는 도시된 바와 같이 핵증기 공급계통을 구성하는 가압기(130), 증기 발생기(140), 주 냉각재 펌프(150) 등의 주기가 원자로와 함께 동일한 한 개의 압력용기(110)에 배관 없이 설치된다.

[0005] 원자로에서 가열된 냉각재는 주 냉각재 펌프(150)로 공급되고, 냉각재가 주 냉각재 펌프(150)를 지나면서 흐름 방향이 아래로 바뀌어 증기 발생기(140)의 상부에 있는 환형 공동부로 공급된다. 증기 발생기(140)를 지나면서 열교환에 의해 냉각된 냉각재는 하향수로를 지나 다시 원자로심(120)으로 공급되는 것이다.

[0006] 일체형 원자로(100)는 배관이 없어서 기존의 분리형 원자로의 대형 냉각재 상실사고를 근원적으로 배제할 수 있다. 즉, 안전성이 뛰어나고 소형화가 가능하며 경제성을 크게 향상시키는 장점이 있다.

[0007] 이러한 일체형 원자로는 압력용기 내의 수력학적 성능 및 영향을 평가하여 수력설계에 반영해야 하는데, 이를 위해 시험용 모형을 상사적 원리에 의해 설계하여 제작한 후 시험해야 하며, 각 시험을 통하여 생성된 데이터는 원자로심의 열적 여유도 분석 등을 하여 성능 평가에 이용하게 된다.

[0008] 시험용 모형은 물리적 영향을 실제 압력용기와 동일하게 적용해야 한다. 통상적으로, 압력 200 bar, 온도 370 °C 등의 조건을 견딜 수 있도록 제작되며, 이에 따라 시험용 모형의 두께는 50 mm에 이르고, 외부 용기 안에 내부 용기가 들어가는 2중 또는 3중의 다중 구조가 대부분이다.

[0009] 시험용 모형은 유량분포, 압력분포, 온도분포 등의 시험에 주로 이용된다. 특히 시험용 모형 내부의 온도분포의 데이터를 취득하기 위해 온도센서를 부착하게 된다.

[0010] 하지만, 앞에서 언급한 다중 구조로 인하여 내부 용기 중심부에서의 온도분포 측정이 매우 어렵고, 시험용 모형을 완전히 밀폐해야 하기 때문에 온도센서로부터 나오는 신호선을 시험용 모형의 외부로 인출하기도 어렵다.

[0011] 더구나, 가혹한 조건(고온, 고압, 빠른 유속 등) 하에 놓이는 특정 부분의 온도를 반드시 측정해야 하는 데 반해 해당 온도센서의 부착은 더욱 어려우며, 어렵게 부착하더라도 시험 중 탈락의 위험이 상존하고 있다. 일단 온도센서가 정상위치에 있지 못하고 탈락하게 되면, 온도센서의 재부착을 위해서는 시험용 모형을 다시 제작해야 하는 실정에 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0012] 이에 본 발명은 가혹한 시험 조건을 견디어 원하는 표면 온도 데이터를 얻을 수 있도록 온도센서를 안정하게 부착하는 방법 및 이 방법이 적용된 구조물을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0013] 본 발명에 따른 온도센서 부착방법은, 구조물에 온도센서를 설치할 위치의 표면을 따라 상기 온도센서의 직경의 절반에 해당하는 깊이로 홈을 형성하는 단계, 상기 홈에 상기 온도센서를 삽입하는 단계, 상기 온도센서의 주변에 용융된 은납을 주입하여 상기 온도센서를 고정하는 단계, 및 고정브라켓을 준비하여 상기 온도센서의 일부를 둘러싸도록 상기 구조물의 표면에 위치시키고 상기 고정브라켓을 용접하여 고정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 구조물은, 고온 고압의 환경에서 온도를 측정하기 위한 온도센서를 구비한 구조물에 있어서, 상기 구조물의 표면을 따라 상기 온도센서의 직경의 절반에 해당하는 깊이로 형성되어 상기 온도센서가 삽입되는 홈, 상기 온도센서의 주변에 용융된 은납이 주입되고 응고되어 상기 온도센서를 고정하도록 형성된 은납 용접부, 및 상기 온도센서의 일부를 둘러싸도록 상기 구조물의 표면에 위치되어 용접되는 고정브라켓을 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0015] 이상과 같이 본 발명에 의하면, 구조물의 표면에 온도센서를 안정하게 부착하게 됨으로써, 필요한 구조물의 표면 온도 데이터를 안정적으로 취득할 수 있게 된다. 이렇게 취득된 표면 온도 데이터는 예를 들어 일체형 원자로 등과 같은 설비를 설계하는 데에 도움이 되며, 나아가서 일체형 원자로의 상용화에 크게 이바지할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 도 1은 일체형 원자로의 일부를 절개하여 도시한 사시도이다.  
 도 2는 본 발명에 따른 온도센서 부착방법이 적용된 구조물의 한 예를 나타낸 것으로, 실제 일체형 원자로의 압력용기를 대체하는 시험용 모형의 단면도이다.  
 도 3은 본 발명에 따른 온도센서 부착방법에 의해 부착된 온도센서를 개략적으로 나타낸 단면도이다  
 도 4는 도 3의 화살표 A-A' 방향에서 바라본 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 당업자에게 자명하거나 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0018] 도 2는 본 발명에 따른 온도센서 부착방법이 적용된 구조물의 한 예를 나타낸 것으로, 실제 일체형 원자로의 압력용기를 대체하는 시험용 모형의 단면도이다. 도시된 시험용 모형(1)은 전술된 바와 같이 물리적 영향을 실제 원자로와 동일하게 적용시켜야 하기 때문에 통상 압력 200 bar, 온도 370 °C 등의 조건을 견딜 수 있도록 제작된다. 시험용 모형(1)의 두께는 약 50 mm로 될 수 있으며, 외부 용기(2) 안에 내부 용기(3)가 들어가는 이중 구조를 갖고 있다. 또, 시험용 모형(1)은 실제 원자로의 압력용기와 동일한 재질, 예컨대 스테인리스강으로 만들어진다.

[0019] 필요에 따라, 시험용 모형(1)에는 온도분포에 대한 데이터를 취득하기 위해 온도센서(10)를 다수개 부착하게 된다. 이러한 온도센서(10)는 예를 들어 원자로의 설계 및 성능 시험을 위한 시험용 모형(1)인 경우에 대략 100 ~ 150개 정도가 설치되게 된다. 특히 온도센서(10)는 노즐의 위치나, 유동 또는 열수력(Thermo-hydraulics)이 예상되는 위치 등에 부착된다. 도 2에서는, 설명의 편의를 위해 몇 개의 온도센서(10)의 장착 상태만 도시하였다.

[0020] 도 3은 본 발명에 따른 온도센서 부착방법에 의해 부착된 온도센서를 개략적으로 나타낸 단면도이고, 도 4는 도 3의 화살표 A-A' 방향에서 바라본 단면도이다.

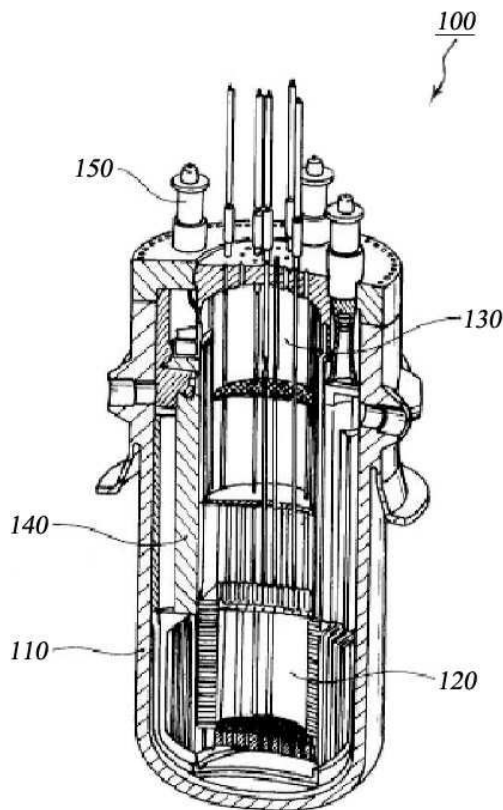
- [0021] 이들 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 온도센서 부착방법은 구조물, 여기서는 시험용 모형(1)에 온도센서(10)를 설치할 위치의 표면에 홈(11)을 형성하는 단계, 형성된 홈(11)에 온도센서(10)를 삽입하는 단계, 및 온도센서(10)의 주변에 용융된 은납을 주입하여 적어도 측은 접점을 덮어씌워서 온도센서(10)를 견고하게 고정하는 단계를 포함한다.
- [0022] 또한, 홈(11)에 온도센서(10)를 삽입하는 단계는, 미리 고주파 용접기 등을 이용하여 은납을 한 방울 정도 용융시켜 홈(11)의 표면에 떨어뜨리고 응고되기 전에 온도센서(10)를 삽입하는 단계를 포함한다.
- [0023] 추가로, 온도센서(10)의 견고한 고정을 위하여, 온도센서(10)의 외형에 맞게 모양이 형성된 고정브라켓(20)을 준비하여, 온도센서(10)의 일부를 둘러싸도록 구조물, 즉 시험용 모형(1)의 표면에 고정브라켓(20)을 위치시키고 이 고정브라켓(20)을 용접하여 고정하는 단계를 포함한다.
- [0024] 본 실시예에 대해 더욱 상세히 설명하자면, 먼저 원자로의 설계 및 성능 시험을 위한 시험용 모형(1)에서 온도데이터를 취득하기 위한 온도센서(10)로는 금속 시스(Sheath)와 전기적으로 절연된 측은 접점 방식인 비접지형 시스 열전대를 이용하는 것이 바람직하다. 이 경우에, 대략 1 ~ 2 mm의 직경을 가진 비접지형 시스 열전대를 채택하여 사용한다.
- [0025] 여기서, 열전대(Thermocouple)란 서로 다른 2종의 금속선(소선)으로 폐회로를 만들어 그 접합점에 온도를 가하면 온도차에 대응하는 열기전력이 발생하여 폐회로에 열전류가 흐르게 되는 제벡효과(Seebeck's Effect)를 이용하여 온도를 검출하는 장치이다. 한쪽 접합점을 떼어 미전압계를 연결하면 기전력을 측정할 수 있고, 이 기전력은 온도에 비례하므로 온도를 측정할 수 있다. 열전대의 접속단을 측은 접점(온접점), 도선 또는 계기와의 접속단을 기준 접점(냉접점)이라고 한다.
- [0026] 열전대는 구조적으로 간단하고 조작이 간편하여 산업현장이나 실험실 등에서 많이 쓰이는 전기 신호식 온도계이다. 측정값이 전기적 신호인 전압크기로 출력되고 측정값을 먼 거리까지 전송할 수 있어서, 중앙제어에 활용되고 있는 범용의 온도센서이다.
- [0027] 이러한 열전대는 측은 접점이 형성되는 소선의 보호형태에 따라 일반 열전대(General Thermocouple)와 시스 열전대(Sheath Thermocouple)로 구분된다. 일반 열전대는 분리 제작된 보호관, 소선, 절연관, 단자함이 결합되어 구성되는 한편, 시스 열전대는 금속 시스와 소선의 사이에 분말상의 산화마그네슘(MgO) 등과 같은 무기 절연물을 충전, 봉입하여 일체가 된 구조로 가공한 것이다.
- [0028] 시스 열전대 중 접지형 시스 열전대는 소선을 시스의 선단부에 직접 용접하여 열접점을 만든 것이며, 비접지형 시스 열전대는 소선을 시스와 완전히 절연시키고 열접점을 만든 것으로, 비접지형 열전대가 접지형에 비해 응답속도는 떨어지지만 열기전력의 경시변화가 적고 장시간의 사용에 적합하며, 잡음전압에도 영향을 받지 않고 가혹조건 하에서도 안전하게 사용할 수 있는 장점이 있다. 비접지형 시스 열전대는 시중에서 구입가능하고 이미 널리 공지된 것이므로, 본 명세서에서는 그 구조 및 작동에 대한 구체적인 설명은 생략한다. 또한, 비접지형 시스 열전대에만 한정되지 않으며, 동일하게 안정되고 정확한 온도를 측정할 수 있다면 다른 유형의 열전대 뿐만 아니라 다른 형태의 온도센서도 사용될 수 있음을 밝혀둔다.
- [0029] 한편, 시험용 모형(1)에서, 온도센서(10)를 설치할 위치의 표면에 홈(11)을 형성한다. 표면의 온도를 측정하고자 할 때에 이상적인 홈(11)의 깊이는 온도센서(10)의 직경의 절반이며, 홈(11)의 길이는 온도센서(10)의 직경의 3.5 ~ 4.5배가 적당하다. 홈(11)을 형성할 때에는 그라인더(Grinder) 또는 다이아몬드 끌과 같은 공구를 사용할 수 있다.
- [0030] 이와 같이 시험용 모형(1)과 같은 구조물의 표면에 홈(11)을 형성함으로써, 길고 가느다란 형태의 온도센서(10)를 쉽고 안정적으로 고정할 수 있으며, 특히 용기들(2, 3)의 표면 온도를 오차 없이 측정할 수 있어 신뢰성도 제고하는 효과가 있게 된다.
- [0031] 이렇게 형성된 홈(11)에 온도센서(10)를 삽입할 때에는 미리 고주파 용접기 등을 이용하여 은납을 한 방울 정도 녹여 홈(11)의 표면에 떨어뜨리고 응고되기 전에 온도센서(10)를 삽입하는 것이 좋다.
- [0032] 또, 온도센서(10)가 삽입된 후에는 온도센서(10)의 주변에 용융된 은납을 주입하여 적어도 측은 접점을 덮어씌우는 은납용접부(12)를 형성한다. 이러한 은납용접부(12)는 홈(11)의 전체 길이에 걸쳐 형성되어도 무방하다. 은납은 450 °C 이상의 고온에서 녹는 재료를 사용하는 경납땜(Brazing)의 일종으로서, 유동성이 좋으며 강도 및 연신율이 우수하다. 더구나, 은납은 열전도율이 다른 종류의 납땜 또는 용접보다 훨씬 우수하다. 결론적으로, 본 출원인은 은납이 고온을 견딜 수 있고 열전도율이 우수한 점에 착안하여, 가혹한 시험 조건 하에 놓이는 온

도센서를 안정하게 부착하는 데에 적용함으로써 본 실시예를 안정하게 된 것이다.

- [0033] 은납용접부(12)를 형성할 때에는 고주파 용접기 등을 이용하여 온도센서(10)가 부착될 구조물의 표면, 구체적으로 홈(11)의 주변부도 소정의 온도까지 미리 가열한 후에, 은납용접부(12)가 견고하게 고정될 수 있게 하는 것이 좋다.
- [0034] 추가로, 온도센서(10)의 더욱 견고한 고정을 위하여, 온도센서(10)의 직경만큼 구부러진 고정브라켓(20)을 준비하여, 이 고정브라켓(20)으로 온도센서(10)의 일부를 둘러싼 후 구조물, 즉 시험용 모형(1)의 표면에 고정브라켓(20)을 용접하여 고정한다.
- [0035] 도 4에 더욱 상세히 도시된 바와 같이, 고정브라켓(20)은 대략 관형상 부채로서, 그 길이방향의 중간에서 온도센서(10)의 직경만큼 돌출되도록 구부러져 있으며, 양측에 점용접을 위한 구멍(21)이 각각 형성되어 있다. 이러한 고정브라켓(20)의 개수는 온도센서(10)가 충분히 견고하게 고정될 수 있도록 그 길이에 따라 결정될 수 있다.
- [0036] 끝으로, 부착 및 고정이 완료된 온도센서(10)의 이상 유무를 판단하기 위해 계측기로 절연저항 등을 확인한다.
- [0037] 본 명세서에서는, 본 발명에 따른 온도센서 부착방법이 원자로의 설계 및 성능 시험을 위한 시험용 모형(1)과 같은 구조물에 적용된 예를 들어 설명하였지만, 이에 한정되지 않고 증기 발생기나 압력용기 등과 같이 고온 및 고압의 환경 하에 놓이는 다른 임의의 구조물에도 이용될 수 있음은 물론이다.
- [0038] 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 실시예는 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.

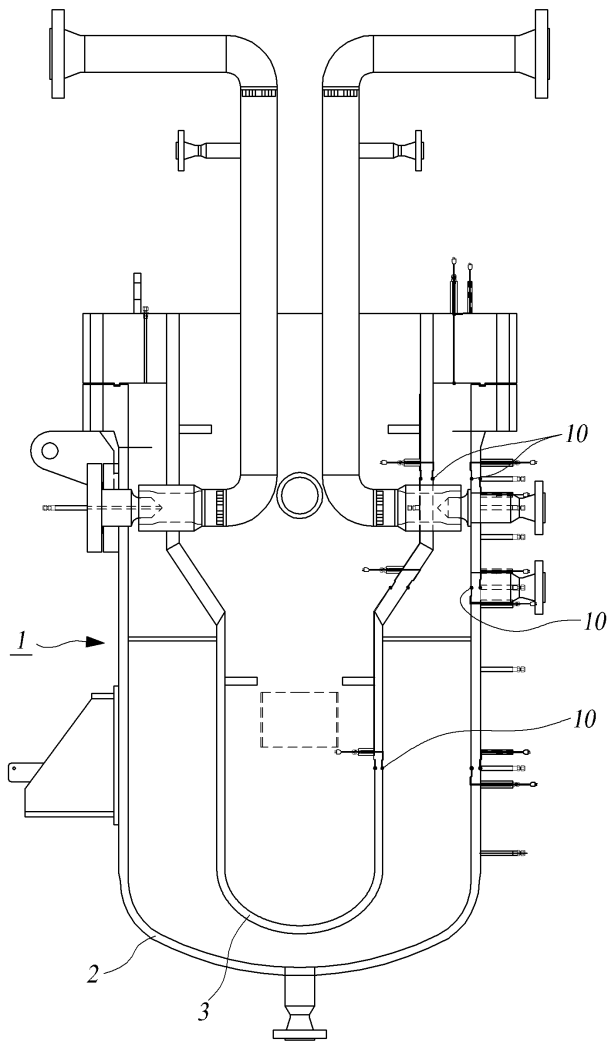
**도면**

**도면1**

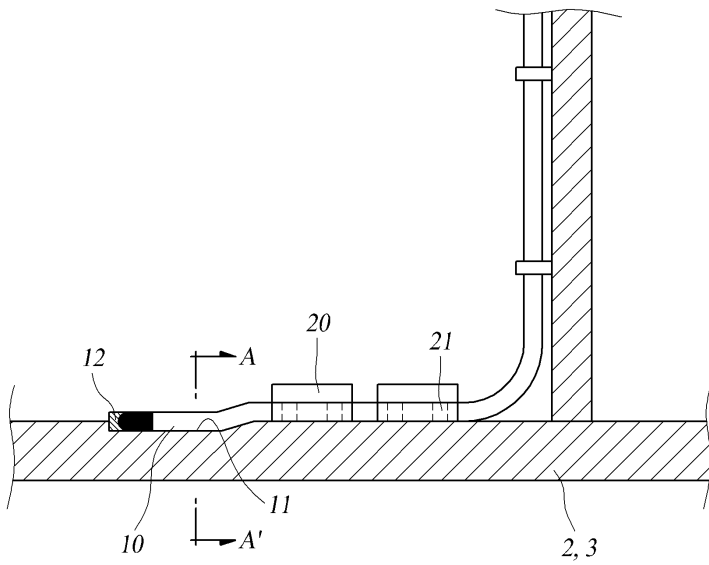




도면2



도면3



도면4

