



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0024846
(43) 공개일자 2012년03월14일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 17/013 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7030970</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2010년05월27일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년12월26일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2010/036489</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2010/138774
국제공개일자 2010년12월02일</p> <p>(30) 우선권주장
61/181,560 2009년05월27일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
알.브룩스어쏘시에이츠인코포레이티드
미국 뉴욕 14589 윌리엄슨 파운드 로드 6546</p> <p>(72) 발명자
던 유라이어 씨.
미국 14425 뉴욕주 파밍턴 헬든 로드 354
주잇 매튜 알.
미국 14450 뉴욕주 페어포트 펜필드 로드 2771
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
유미특허법인</p> |
|--|---|

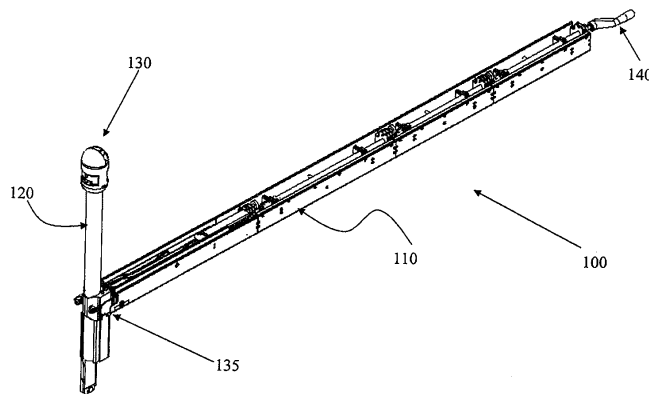
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **증기 발생기 상부 다발 검사 기구**

(57) 요약

증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 검사 시스템은 일 양태에 있어서, 제 1 붐 및 상기 제 1 붐에 선회가능하게 부착되는 근위 단부 및 저장 베이가 형성되어 있는 전달 캡슐을 지탱하는 원위 단부를 갖는 제 2 신축자재형 붐을 포함한다. 본 검사 시스템은 또한, 상기 전달 캡슐의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있고 저장 베이가 형성되어 있는 제 1 로봇형 검사 차량을 포함한다. 상기 제 1 로봇형 검사 차량은 구동 시스템, 적어도 하나의 검사 카메라와 적어도 하나의 조명 시스템을 포함한다. 제 1 로봇형 검사 차량은 또한 이 제 1 로봇형 검사 차량을 상기 전달 캡슐에 연결하는 케이블을 더 포함한다. 상기 검사 차량은 제 1 로봇형 검사 차량의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있는 제 2 로봇형 검사 차량을 또한 포함한다. 상기 제 2 로봇형 검사 차량은 적어도 하나의 검사 카메라 및 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하며, 또한 제 2 로봇형 검사 차량을 제 1 로봇형 검사 차량에 연결하는 케이블을 더 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

모샤노 스티브

미국 14551 뉴욕주 소더스 버치우드 랜드 5931

들라크루아 브래들리

미국 14568 뉴욕주 월위스 캐넌다이크 로드 4229

특허청구의 범위

청구항 1

증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 검사 시스템으로서,

제 1 분:

상기 제 1 분에 선회가능하게 부착되는 근위 단부 및 전달 캡슐을 지탱하는 원위 단부를 가지며, 상기 전달 캡슐은 저장 베이(bay)를 형성하는 제 2 신축자재형 분;

상기 전달 캡슐의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있는 제 1 로봇형 검사 차량으로서, 저장 베이를 형성하며, 적어도 하나의 검사 카메라와 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하며, 또한 상기 제 1 로봇형 검사 차량을 상기 전달 캡슐에 연결하는 케이블을 더 포함하는 상기 제 1 로봇형 검사 차량; 및

상기 제 1 로봇형 검사 차량의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있는 제 2 로봇형 검사 차량으로서, 구동 시스템, 적어도 하나의 검사 카메라 및 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하며, 또한 상기 제 2 로봇형 검사 차량을 제 1 로봇형 검사 차량에 연결하는 케이블을 더 포함하는 상기 제 2 로봇형 검사 차량을 포함하는, 증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 검사 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전달 캡슐은 적어도 하나의 카메라와 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하는 검사 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 로봇형 검사 차량은 복수의 카메라와 복수의 조명 시스템을 포함하는 검사 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 로봇형 검사 차량은 복수의 카메라와 복수의 조명 시스템을 포함하는 검사 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 로봇형 검사 차량은 복수의 궤도나 바퀴를 포함하는 검사 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 전달 캡슐은 상기 제 2 신축자재형 분의 원위 단부에 회전가능하게 부착되고 또한 회전 액츄에이터에 의해 그 제 2 신축자재형 분의 원위 단부에 연결되는 검사 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 로봇형 검사 차량의 구동 시스템은 단일 궤도를 포함하는 검사 시스템.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 로봇형 검사 차량의 저장 베이를 위한 개구가 그 제 1 로봇형 검사 차량의 측면에 배치되어 있는 검

사 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 로봇형 검사 차량은 1.0 인치 미만의 폭을 갖는 검사 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 로봇형 검사 차량은 0.5 인치 미만의 폭을 갖는 검사 시스템.

청구항 11

증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 차량형 검사 시스템으로서,

구동 시스템을 포함하는 자기(magnetic) 검사 차량으로서, 상기 구동 시스템은 자석, 전자석 또는 이들의 조합을 이용하여 철함유 금속을 포함하는 수직면을 따르는 상기 자기 검사 차량의 수직 방향 이동을 용이하게 해주며, 상기 자기 검사 차량은 저장 베이를 형성하며, 적어도 하나의 검사 카메라 및 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하고, 또한 원위 단부에서 상기 자기 검사 차량을 증기 발생기의 외부에 있는 케이블 관리 시스템, 비디오 스크린, 동력 공급부 및 제어기 중의 하나 이상에 연결해 주는 케이블을 더 포함하는 상기 자기 검사 차량; 및

상기 자기 검사 차량의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있는 다발내 로봇형 검사 차량으로서, 구동 시스템, 적어도 하나의 검사 카메라 및 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하며, 또한 상기 다발내 로봇형 검사 차량을 상기 자기 검사 차량에 연결하는 케이블을 더 포함하는 상기 다발내 로봇형 검사 차량을 포함하는, 증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 차량형 검사 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 자기 검사 차량은 복수의 카메라 및 복수의 조명 시스템을 포함하는 차량형 검사 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 다발내 로봇형 검사 차량은 복수의 카메라와 복수의 조명 시스템을 포함하는 차량형 검사 시스템.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 자기 검사 차량은 복수의 레도나 바퀴를 포함하는 차량형 검사 시스템.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 다발내 로봇형 검사 차량은 단일 레도를 포함하는 차량형 검사 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 자기 검사 차량의 저장 베이를 위한 개구가 그 자기 검사 차량의 측면에 배치되어 있는 차량형 검사 시스템.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 로봇형 검사 차량은 1.0 인치 미만의 폭을 갖는 차량형 검사 시스템.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 로봇형 검사 차량은 0.5 인치 미만의 폭을 갖는 차량형 검사 시스템.

청구항 19

증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 차량형 검사 시스템으로서,

이중 궤도 구동 시스템, 복수의 검사 카메라 및 복수의 조명을 포함하며, 내부 저장 베이를 형성하는 샤프를 포함하며, 자기 검사 차량은 이 자기 검사 차량을 원위 제어기에 연결해 주는 케이블을 더 포함하는 제 1 검사 차량; 및

단일 궤도 구동 시스템을 포함하는 다발내 로봇형 검사 차량으로서, 상기 제 1 검사 차량의 내부 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있고, 또한 복수의 검사 카메라와 복수의 조명을 포함하며, 또한 상기 다발내 로봇형 검사 차량을 상기 제 1 검사 차량에 연결하는 케이블을 더 포함하는 상기 다발내 로봇형 검사 차량을 포함하는, 증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 차량형 검사 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 2009년 5월 27일에 "증기 발생기 상부 다발 검사 기구" 라는 명칭으로 출원된 미국 가 특허 출원 제 61/181,560에 대해 우선권의 이익을 주장하는 바이며, 이의 전체 내용은 본원에 참조로 관련되어 있다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 검사 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 발전소 증기 발생기 검사 장치, 보다 더 구체적으로는 핵발전소 증기 발생기 검사 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 핵반응 발전소에서는 핵반응기를 사용하여 증기와 전기의 생성을 위한 열을 발생시킨다. 이 반응기는 일반적으로 핵연료 코어와 냉각수를 내장하는 압력 용기이다. 이러한 핵발전소는 일반적으로 3개의 주 구성 요소를 포함하는데, 하나 이상의 증기 발생기에 전달되는 초가열된(superheated) 물을 생성하는 연료를 담고 있는 반응기가 그중 하나이며, 증기 발생기는 증기를 출력해 다단 증기 터빈을 구동시켜 전력을 발생시키게 된다.

[0004] 초가열된 물은 파이프를 통해 증기 발생기에 전달된다. 이들 파이프는 증기 발생기내의 많은 관안으로 물을 이송한다. 이들 관은 U 형이고, 증기 발생기의 출구에서 물을 파이프 안으로 되이송시켜 반응기로 재순환되게 한다. 핵 증기 발생기의 관은 일반적으로 통로에 의해 분리되어 있는 역 "U" 를 형성하는데, 이는 일정한 수직 방향 간격으로 서로 떨어져 있는 다수의 지지 플레이트에 의해 유지 된다. 각 관 열의 높이는 32 피트를 넘을 수도 있다. 6 내지 8 개 또는 그 이상의 지지 플레이트가 사용되며, 각각의 지지 플레이트는 3 내지 6 피트의 간격으로 수직 방향으로 서로 떨어져 있다. 증기 발생기안에서, 초가열된 물을 이송하는 관은냉각수로 급냉되며, 이 냉각수는 터빈을 구동하여 전기를 생성하는 증기를 발생시킨다.

[0005] 증기를 발생시키는 이러한 과정은 몇가지 문제를 갖는다. 관을 급냉시키는데 사용되는 물은 종종 불순물과 화학 물질을 갖고 있는데, 이들은 증기 발생기 관과 지지 플레이트를 부식시키고 다른 손상을 유발할 수 있다, 안전 규정에 따라 핵 증기 발생기의 정기적인 검사가 필요하지만, 증기 발생기의 청정도를 모니터링하는 것도 문제가 있다. 전세계적으로 사용되고 있는 더 오래된 많은 핵 반응기에서는 증기 발생기의 고 부식성 환경이 특히 문제가 된다.

[0006] 과거에, 증기 발생기 관과 지지 플레이트는 시각적 검사를 위한 접근이 불가능했다. 관과 지지 플레이트의 모든 부분을 적절히 검사하지 못할 수 있는 복잡한 시스템에 의해 정보를 수집했다. 고 방사성 환경과 파이프의 열 때문에, 사람이 직접 눈으로 검사하는 것은 6개월의 기간 당 한 사람 마다 3분 내지 5분으로 제한되고 있다. 이러한 시간으로는 부식, 구멍 및 누출에 대한 주의 깊은 검사를 할 충분한 기회를 얻을 수 없다. 그러므로, 열과 방사선이 존재하고 또한 관을 분리하는 통로가 좁기 때문에, 지지 플레이트에서 좁은 통로와 관 분리 틈내에서 검사를 하는 것은 어렵다.

[0007] 상기 관은 일반적으로 사업 구멍에서 지지 플레이트를 통과하게 된다. 이들 구멍은 발생기에서 물 유동을 개선시키고 또한 지지 플레이트에 앙금이 쌓이는 것을 줄여주는 관류 특성을 준다. 그럼에도 불구하고, 사업 구멍이 관과 접촉하는 작은 영역으로 인해, 관에 물질이 쌓이는 영역이 나타나게 되며, 또는 심지어 "침적되는" 물질이 관에 부착된다. 이러한 물질은 관의 조기 부식에 기여한다. 알려져 있는 검사 장치를 사용해도 이러한 조건은 거의 통과와 인접하는 관에서는 발견되지 않을 것이다.

[0008] 또한, 증기 발생기내의 구성 요소의 배향은 이러한 영역을 검사하기 위한 작업 장치를 설계하는데 큰 어려움을 준다. 증기 발생기의 바닥에 있는 삽입 구멍(또한 손구멍으로도 알려져 있음)의 직경은 종종 5 내지 6 인치 만 큼 작다. 본원에서 이러한 입구를 포괄적으로 접근 포트라고 할 것이다. 증기 발생기 내부의 유동 분배 배플은 종종 그 발생기 내부에서 장비를 이동시키는데 방해가 된다. 30 피트 이상의 높은 높이에서 증기 발생기내부에서 검사를 하는 것은 상당한 공학적인 어려움을 준다. 또한, 관 열 사이의 유동 슬롯의 폭은 종종 2 인치 미만이고, 관 분리 틈의 치수는 종종 1 인치 미만이다(약 0.30 인치까지 작을 수 있음).

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 여기서 개시된 본 사상의 양태는 일반적으로 허가되지 않은 접근 및/또는 사용을 막고/막거나 발행된 증표나 협상가능한 기구의 위조를 방지하기 위한 보안 조치를 제공하도록 되어 있는 동전 교환 기계에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 사상의 일부 양태에 있어서, 증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 검사 시스템은 제 1 붐(boom) 및 상기 제 1 붐에 선회가능하게 부착되는 근위 단부 및 저장 베이가 형성되어 있는 전달 캡슐을 지탱하는 원위 단부를 갖는 제 2 신축자재형 붐을 포함한다. 본 검사 시스템은 또한, 상기 전달 캡슐의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있고 저장 베이가 형성되어 있는 제 1 로봇형 검사 차량을 포함한다. 상기 제 1 로봇형 검사 차량은 구동 시스템, 적어도 하나의 검사 카메라와 적어도 하나의 조명 시스템을 포함한다. 제 1 로봇형 검사 차량은 또한 이 제 1 로봇형 검사 차량을 상기 전달 캡슐에 연결하는 케이블을 더 포함한다. 상기 검사 차량은 제 1 로봇형 검사 차량의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있는 제 2 로봇형 검사 차량을 또한 포함한다. 상기 제 2 로봇형 검사 차량은 적어도 하나의 검사 카메라 및 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하며, 또한 제 2 로봇형 검사 차량을 제 1 로봇형 검사 차량에 연결하는 케이블을 더 포함한다.

[0011] 본 사상의 다른 양태에 있어서, 증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 차량형 검사 시스템은 구동 시스템을 포함하는 자기(magnetic) 검사 차량을 포함하며, 상기 구동 시스템은 자석, 전자석 또는 이들의 조합을 이용하여 철 함유 금속을 포함하는 수직면을 따르는 상기 자기 검사 차량의 수직 방향 이동을 용이하게 해주며, 상기 자기 검사 차량은 저장 베이가 형성되어 있으며 또한 적어도 하나의 검사 카메라 및 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하고, 또한 원위 단부에서 자기 검사 차량을 증기 발생기의 외부에 있는 케이블 관리 시스템, 비디오 스크린, 동력 공급부 및 제어기에 연결해 주는 케이블을 더 포함한다. 본 차량형 검사 시스템은 상기 자기 검사 차량의 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있는 다발내 로봇형 검사 차량을 또한 포함하고, 이 다발내 로봇형 검사 차량은 구동 시스템, 적어도 하나의 검사 카메라 및 적어도 하나의 조명 시스템을 포함하며, 또한 다발내 로봇형 검사 차량을 자기검사 차량에 연결하는 케이블을 더 포함한다.

[0012] 본 사상의 또 다른 양태에 있어서, 증기 발생기의 내부를 검사하기 위한 차량형 검사 시스템은 제 1 검사 차량을 포함하고, 이 검사 차량은 이중 궤도 구동 시스템, 복수의 검사 카메라 및 복수의 조명을 포함한다. 제 1 검사 차량은 내부 저장 베이가 형성되어 있는 샤프를 포함하며, 자기 검사 차량은 이 자기 검사 차량을 원위 제어기에 연결해 주는 케이블을 더 포함한다. 다발내 로봇형 검사 차량이또한 제공되며 단일 궤도 구동 시스템을 포함하며, 상기 다발내 로봇형 검사 차량은 상기 제 1 검사 차량의 내부 저장 베이 안에 장착될 수 있는 크기로 되어 있고, 또한 다발내 로봇형 검사 차량은 복수의 검사 카메라와 복수의 조명을 포함하며, 또한 다발내 로봇형 검사 차량을 상기 제 1 검사 차량에 연결하는 케이블을 더 포함한다.

[0013] 본 발명의 상기 요약은 본 발명의 각 실시 형태나 모든 양태를 나타내는 것은 아니다. 본 발명의 추가적인 특징 및 이점은 이하의 상세한 설명, 도면 및 청구범위에서 명백히 알 수 있을 것이다.

[0014] 본 발명의 다른 목적 및 이점들은 첨부 도면과 함께 이하의 상세한 설명을 통해 명백히 알 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015]

- 도 1 은 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 증기 발생기를 위한 수직 전개 시스템(VDS)의 사시도를 나타낸다.
- 도 2a 및 도 2b 는 도 1 의 VDS의 일 부분을 나타내는 것으로, 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 전달 캡슐이 나타나 있다.
- 도 3 은 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 증기 발생기 안으로 삽입되는 앞 도면의 VDS 를 나타낸다.
- 도 4 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 증기 발생기 안에서 설치되어 내려 앉은 상태에 있는 앞 도면의 VDS 를 나타낸다.
- 도 5 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 증기 발생기 안에서 설치되어 연장된 상태에 있는 앞 도면의 VDS 를 나타낸다.
- 도 6 은 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 증기 발생기 안에서 설치되어 연장된 상태에 있는 앞 도면의 VDS 를 다르게 본 것을 나타낸다.
- 도 7 은 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 증기 발생기 안에서 설치되어 연장된 상태에 있는 앞 도면의 VDS 를 다르게 본 것으로, 증기 발생기 안에는 로버가 전개되어 있다.
- 도 8 은 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 전달 캡슐, 전개된 로버 및 전개된 다발내 로버를 다르게 나타낸 것이다.
- 도 9 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 전달 캡슐을 나타낸 것으로, 이 전달 캡슐 안에는 로버가 유지되어 있다.
- 도 10 은 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 전개된 로버 및 전개된 바달내 로버를 나타낸다.
- 도 11a 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 증기 발생기를 검사하기 위한 검사 차량의 다른 실시 형태를 나타낸다.
- 도 11b 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 다발내 로버를 전개시키는 도 11a 의 검사 차량을 나타낸다.
- 도 12a ? 12c 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 도 11a 및 11b 의 검사 차량의 이동 과정을 나타낸 것으로, 검사 차량은 증기 발생기의 랩퍼를 따른 이동에서 증기 발생기의 지지 플레이트로 가는 도중에 있다.
- 도 12d 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 검사 차량의 정면도를 나타낸 것으로, 이 검사 차량은 증기 발생기의 정상 지지 플레이트 상에 배치되어 있다.
- 도 12e ? 12f 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 도 11a 및 11b 의 검사 차량의 이동 과정을 나타낸 것으로, 검사 차량은 증기 발생기의 지지 플레이트를 따른 이동에서 증기 발생기의 랩퍼로 가는 도중에 있다.
- 도 12g ? 12h 는 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 다발내 로버를 전개시키는 검사 차량의 사시 절개도를 나타낸 것으로, 로버는 증기 발생기의 정상 지지 플레이트 상에 배치되어 있다.
- 도 13 은 본 사상의 적어도 일부 양태에 따른 도 11a 및 11b 의 검사 차량의 다른 도면을 나타낸다.
- 도 14 는 도 1 ? 10 의 VDS 를 위한 제어 구성의 일예를 나타낸다.

본 발명은 다양한 수정과 대안적인 형태를 취할 있지만, 특정한 실시 형태가 도면에 예시적으로 나타나 있고 또한 여기서 상세히 설명될 것이다. 그러나, 본 발명은 개시된 특정 형태에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 본 발명은 첨부된 청구범위에 기재되어 있는 본 발명의 요지와 범위내에 속하는 모든 수정, 등가물 및 대안을 포함하는 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016]

도 1 - 9 는 수직 전개 시스템(vertical deployment system: VDS)(100)의 다양한 양태를 보여주는데, 일반적으로 이 시스템의 구조는 2000년 11월 14일에 Gay 등에게 허여된 미국 특허 제 6,145,583 에 개시되어 있는 증기 발생기의 내부를 검사하는 장치와 같으며, 이 장치는 증기 발생기 관의 상부, 지지 플레이트의 정상부와 바닥부, 랩퍼(wrapper)와 지지 플레이트 간의 용접부 및 증기 발생기의 다른 내부 구조를 포함하여 증기 발생기 관을 시각적으로 검사하도록 되어 있다.

- [0017] 일반적으로 상기 VDS(100)는 검사될 특정 종류의 증기 발생기의 구조에 따라 기구, 센서, 공구 및/또는 탑재 장치를 약 30 ? 33 피트 이상으로 수직 상승시키기 위해 설계되어 있다. 첨부 도면에서, 나타나 있는 증기 발생기는 FRAMATOME 모델 68/19 이지만, VDS는 웨스팅하우스 모델 F 증기 발생기 같은 다른 증기 발생기에서도 이용될 수 있으며, 이러한 증기 발생기에 한정되는 것은 아니다. VDS(100)는 중심부에 또는 증기 발생기 안으로 들어가는 최소 4"(102 mm) 직경으로 뚫려 있는 접근부를 갖는 손구멍 접근부 아래에서 유동 분배 배플(FDB)(275) (도 3 참조)을 갖는 증기 발생기 모델에서 전개될 수 있다. 대안적인 구성에서, 증기 발생기의 다른 구성 요소나 표면을 지지하기 위해, 전개가능한 지지부를 레일 어셈블리(110)과 함께 이용할 수도 있다. 또 다른 구성에서 레일 어셈블리는 증기 발생기 내부에서 외팔보 처럼 되도록 접근 포트(205)에 단순히 연결될 수 있다. 증기 발생기 지지 플레이트(225)는 약 3.5"(89 mm) 이상의 직경 또는 직사각형인 경우에는 이러한 크기 이상의 폭을 갖는 유동 구멍을 또한 포함해야 한다.
- [0018] VDS(100)는 두개의 주 구성 요소, 즉 레일 어셈블리(110)(예컨대, "제 1 붐(boom)") 및 신축자재형(telescoping) 붐 어셈블리(120)(예컨대, "제 2 붐")을 포함한다. 본 개념의 적어도 일부 양태에 있어서, 신축자재형 붐 어셈블리(120)는 유압 작동식 적층 실린더 세트 및 원위 단부에 있는 전달 캡슐(130)(이에 대해서는 후술함)을 포함한다.
- [0019] 도 1 ? 5 에서 보는 바와 같이, VDS(100)의 레일 어셈블리(110)는 예컨대 증기 발생기(200)의 접근 포트(205)를 통해 배치되며, 접근 포트 설치판(미도시)에 의해 접근 포트 플랜지(미도시)에 부착된다. 레일 어셈블리(110)가 근위 단부에서 접근 포트(110)에 부착되면, 이 레일 어셈블리는 미국 특허 제 5,265,129, 미국 특허 제 5,504,788 및 미국 특허 제 6,145,583 (이들 각 미국 특허의 전체 내용은 본원에 참조로 관련되어 있음)에 나타나 있는 것과 같은 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 전개를 위한 시스템 안정성을 주는 안정화 다리부를 제공한다. 원위 단부에서 레일 어셈블리(110)는 피벗 클램프(135)에서 신축자재형 붐 어셈블리(120)에 부착되며, 상기 피벗 클램프는 손으로 작동되거나 아니면 회전 액츄에이터나 선형 액츄에이터와 같은 통상적인 조작 장치를 통해 작동될 수 있다.
- [0020] 적어도 일 구성에서, 랙 구동 서보 모터가 접근 포트 설치판에 부착되며, 수동 크랭크 핸들(140)이 피벗 클램프(135)의 원위 단부에 부착된 링크(예컨대, 기어(들) 또는 기어(들)와 로드(들))를 구동하며, 상기 피벗 클램프는 신축자재형 붐 어셈블리(120)에 고정된다. 일단 VDS(100)가 도 3 ? 5 에서 보는 바와 같이 관 통로 또는 "무관 통로"(가끔 이렇게 불림) 안으로 삽입되어 고정되면, 신축자재형 붐 어셈블리(120)는 기계적 크랭크 핸들(140)을 사용해서 직립될 수 있다. 관 통로는 최내측 역 U 관으로 형성되는 좁은 영역이다. 증기가 U 굴곡부의 일측(고온 파이프)에 들어가서 파이프의 U 굴곡부를 돌아서 증기 발생기내의 냉각수로 냉각되고 U 굴곡부의 다른 측(저온 파이프)으로 가게 된다. 신축자재형 붐(120)을 전개시키고 또한 VDS(100)를 꺼내기 위해 그 신축자재형 붐을 후퇴 위치로 후퇴시키기 위해 상기 수동 크랭크 핸들(140)을 작동시킬 수 있다. 수동 크랭크 대신에, 하나 이상의 액츄에이터(예컨대, 선형 액츄에이터(들), 회전 액츄에이터(들) 또는 이들을 조합한 것 등)를 대안적으로 사용할 수 있다. 도 3 에서 보는 바와 같이, VDS(100)를 증기 발생기(200)의 접근 포트(205)에 고정시킨 다음에, 후퇴된 또는 접혀진 VDS는 플랜지 불이 접근 포트 및 증기 발생기 랩퍼(201)를 통해 증기 발생기 안으로 수평으로 연장된다. 이 상태에서, 신축자재형 붐 어셈블리(120)는 레일 어셈블리(110)와 실질적으로 평행하게 정렬되어 접근 포트(205)를 통한 삽입이 용이하게 된다.
- [0021] 상기 VDS(100)는 처음에는 도 3 에서 보는 바와 같이 관 통로(최내측 역 U 관(210))으로 형성되는 좁은 영역 안에서 그리고 보다 구체적으로는 그의 "무관 통로"를 통해 증기 발생기(200)의 기부 근처에 배치된다. 이러한 설치 상태에서, VDS(100) 시스템은 길이가 약 90" 이고 높이가 4" 이며 폭은 4" 이다. 설비의 기하학적 구조와 철수 요건에 따라 이 길이는 삽입 및 제거가능한 부분을 통해 설치 과정 중에 더 크거나 더 작은 길이로 조절될 수 있다.
- [0022] 일단 VDS(100)가 도 3 에서 보는 바와 같이 접근부를 통해 수평으로 설치되면, 신축자재형 붐 어셈블리(120) 및 이에 지탱되는 전달 캡슐(130)은 관 통로 내의 수직 위치로 약 30" 의 높이까지 상승되고, 도 4 에서 보는 바와 같이, 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 적층 실린더 세트의 작동에 의해 증기 발생기의 지지 플레이트(225)에 있는 유동 슬롯(220)을 통과하여 연장된다. 도 5 는 신축자재형 붐 어셈블리(120) 및 이에 지탱되는 전달 캡슐(130)이 더 높은 지지 플레이트(225)에 있는 연속적으로 더 높은 유동 슬롯(220)까지 계속 연장되어 있는 상태를 나타내며, 이는 도 6 에 더 나타나 있다.
- [0023] 카메라(134)가 전달 캡슐(130)의 정상부에 제공되는데, 이 카메라는 고정 카메라 또는 도 2b 에서 보는 바와 같은 팬(pan), 틸트(tilt) 및/또는 줌(zoom) 카메라를 포함할 수 있다. 전달 캡슐(130) 자체는 신축자재형 붐 어

셈블리(120)의 원위 단부에 고정될 수 있으며, 또는 전달 캡슐(130)을 선택된 범위로 회전시키는 관련 구동 시스템(예컨대, 모터, 회전 액츄에이터 등)으로 그 원위 단부에 회전가능하게 부착될 수 있다. 카메라(134)는 유동 슬롯(220)을 통과해 전달 캡슐(130)을 수직방향으로 이동시키는 작업자의 능력을 향상시켜 주며 또한 팬, 틸트 및/또는 줌형의 경우에는 추가적인 시각적 검사 능력도 제공한다. 도 7 은 내부 유동 슬롯(220)을 통과하여 증기 발생기(200)의 지지 플레이트(225)의 상방에 있는 전달 캡슐(130)을 나타낸다.

[0024] 레일 어셈블리(110)는 신축자재형 붐 어셈블리(120)를 지지 플레이트(225)를 따라 원하는 유동 슬롯과 정렬시키기 위해 증기 발생기(200)의 내외로 움직일 수 있도록 구성된다. 전달 캡슐(130)이 각 지지 플레이트(225)내의 유동 슬롯(220)과 정렬된 상태로 유지되도록 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 수직방향 이동을 용이하게 하기 위해 레일 어셈블리(110)를 앞뒤로 약간 이동시키거나 살짝 칠 수 있다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)는 유동 슬롯(220)을 따라 증기 발생기(200)내의 원하는 수직 위치까지 신축자재하게 연장될 수 있다. 전술한 바와 같이, 지지 플레이트(225)는 증기 발생기의 제작과 모델에 따라 그 증기 발생기의 높이 전체에 걸쳐 약 3 ? 6 피트의 간격으로 수직방향으로 서로 이격되어 배치된다.

[0025] 도 3 ? 5 에 나타나 있는 바와 같이, 예컨대 유압 제어식 신축자재형 붐 어셈블리(120)가 작동되어 증기 발생기(200)내의 원하는 높이까지 수직 방향으로 연장된다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 수직 방향 운동 및/또는 레일 어셈블리(110)의 수평 방향 운동은 컴퓨터로 제어되거나 대안적으로는 수동으로 제어될 수 있다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)가 처음에 원하는 수평 위치에서 수직 위치로 전개될 때, 그 수평 위치가 확인된다. 이 확인은 시각적으로(예컨대, 관 칼럼이나 다른 시각적 표지를 참조하여), 또는 기계적 또는 전기기계적 장치(예컨대, 풀리나 기어, 회전 인코더 등과 같은 기계적 간격 유지 장치), 또는 하나 이상의 위치결정 센서를 통해 이루어질 수 있다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 수평 또는 횡방향 운동을 용이하게 하기 위해, 정렬 장치가 바람직하게 제공되는데, 이 정렬 장치(미도시)는 정렬 가이드 세트(예컨대, 핑거형 돌출부)를 포함하고, 이 정렬 가이드 세트는 휴지 상태의 후퇴 위치에서 외측으로 또는 연장 위치에서 안쪽으로 선택적으로 공압으로 움직일 수 있다. 각각의 가이드 세트가 연장되면, 한 가이드 세트는 U 관의 고운 다리부와 접촉하고 한 가이드 세트는 그 U 관의 "저운" 다리부와 접촉하게 된다.

[0026] 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 유압 제어는 통상적인 전기 구동식 유압 펌프 시스템에 의해 제공된다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)를 위한 현재 선호되는 유압 펌프는 원심 베인 펌프, 압력 방출 밸브, 두개의 비례 제어 밸브, 솔레노이드 블럭 밸브, 유체 저장부 및 압력 게이지를 포함한다. 제어 전력 및 신호는 신호 케이블을 통해 주 제어 콘솔에서 공급되며, 펌프를 작동시키기 위한 주 110V AC 전력은 펌프 근처의 공급원에서 주어진다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)는 대안적으로 유압 구동식과는 반대로 공압 구동식 설계를 포함할 수 있다.

[0027] VDS(100)의 작동은 주 작동부에 의해 제어되며, 이 작동부에는 VDS 기구 및 카메라(그리고 VDS에 의해 전개되는 시스템)로부터 주어지는 데이터가 물리적 저장 매체에 저장되고/저장되거나 보여진다. 도 14 에는 VDS(100)를 위한 한 가능한 제어 구성이 개략적으로 나타나 있다. 구역 모니터(300), 제어 인터페이스 컴퓨터(302), 선택적 보조 전자장비(304) 및 유압 펌프(306)가 바람직하게는 바이오셴드(308)의 외부에 배치되고, 제어 전자장비(312) 및 전력/공기 공급부(314)에 연결되는 케이블(310)을 가지며, 이들은 발생기의 접근 개구(321)에 인접하여 설치된다. 랙/피니언 구동기(316)가 피봇 클램프(135)에 부착되어 있는 레일 어셈블리(110)에 부착되어 있다. 본 발명을 위한 제어 하드웨어는 선택적으로 기본 제어 하드웨어 및 작업자 스테이션 하드웨어로 나누어지며, 기본 제어 하드웨어는 증기 발생기 플랫폼에 설치된다. 이 구성에서, 기본 제어 하드웨어는 두개의 작은 여행 가방 크기의 케이스(312, 314)를 포함하는데, 제 1 케이스는 주 제어 콘솔(312)을 내장하고 제 2 케이스(314)는 벌크 전력 공급부를 내장한다. 플랜트에서 공급되는 AC 전력 및 압축 공기가 시스템 작동을 위해 이들 케이스에 공급된다. 절환형 전력 공급부가 주 제어 콘솔 케이스로부터 전력을 컴퓨터 하드웨어에 공급한다.

[0028] 주 제어 콘솔(312)은 시스템 수동 제어 능력을 제공한다. 모터 부하, 조명, 카메라 및 보조 회로를 위한 전력은 적절한 전기 커넥터(317)를 통해 벌크 전력 공급 케이스(314)에 의해 제공된다. 라인(318)은 전달 캡슐(130) 및 모든 관련 시스템(모든 전달 캡슐 시스템과 하위 시스템을 작동시키기 위한 전력 케이블, A/V 케이블, 공압 공급 라인 등을 포함하며 이에 한정되는 것은 아님)을 위한 제어 케이블을 나타낸다. 모든 시스템 구성요소 연결부는 주 제어 콘솔(302)에서 끝난다. 장장치를 위한 작업자 스테이션은 바람직하게는 그래픽 사용자 인터페이스(예컨대, Microsoft Windows? 플랫폼)를 실행하는 제어 컴퓨터(302), 관련된 제어 하드웨어(304), 비디오 모니터(300) 및 기록 장비 그리고 오디오 통신 장비를 포함한다. 일 실시 형태에서, 오디오 통신 장비가 증기 발생기 플랫폼과 작업자 스테이션을 연결하여 셋업, 설치 및/또는 작업을 보조해 준다.

[0029] 전술한 바와 같이, VDS(100)는 증기 발생기의 내부 영역, 구체적으로는 다양한 지지 플레이트(225)의 높이에 접

근하는데 사용된다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 원위 단부가 도 7 에서 보는 바와 같이 원하는 지지 플레이트(225)까지 연장된 후에, 도 8 에서는 보는 바와 같이 로봇 또는 "로버(rovers)"(150)가 전달 캡슐(155)로부터 전개된다. 이 로버(150)는 로버(150) 및 모든 관련 시스템의 작동 및 확고한 유지를 위해 필요한 모든 제어부, 비디오 및 보조 컨덕터를 내장하는 테더/엄빌리컬 케이블(155)를 통해 제어된다. 로버(150)를 위한 탑재된 장치는 하나 이상의 카메라, 비디오 기록 장치, 하나 이상의 LED 패키지 또는 다른 조명 시스템, 하나 이상의 검사 프로브, 와전류 센서 및 전개 공구 및/또는 회수 공구를 포함할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.

[0030] 로버(150)의 샷시는 주 프레임(152)을 포함하며, 이 프레임에는 모든 구성요소들이 부착되거나 그 안에 내장된다. 트윈 폴리머 궤도(154)가 프레임 중심선의 양측에 설치되며, 페루프 제어 시스템에 사용되는 각각의 DC 서보 기어 모터 또는 개루프 제어 시스템의 사용을 가능케 해주는 DC 스텝퍼 모터에 의해 독립적으로 구동된다.

[0031] 증기 발생기의 내부 구성요소의 작동 및 검사를 용이하게 하기 위해, 다수의 탑재된 카메라 어셈블리가 유리하게 제공되어 증기 발생기의 내부 구성요소 뿐만 아니라 내비게이션을 용이하게 해주는 로버의 바로 주변부의 시각적 피드백을 제공한다. 일 양태에서, 흑백 카메라이거나 LED 조명을 이용하는 칼라 카메라 또는 적외선 LED를 이용하는 적외선 카메라일 수 있는 제 1 카메라 어셈블리(155)가 크롤러(crawler)의 전방에 설치된다. 다른 양태에서, 제 2 카메라 어셈블리(미도시)가 로버(150)의 다른 측(예컨대, 후방측이나 옆측)에 설치된다. 다수의 카메라가 제공되는 로버(150)를 위한 이들 카메라 시스템은 유리하게는 LED 조명을 이용하는 칼라 카메라 및 적외선 LED를 이용하는 적외선 카메라를 함께 포함한다. 증기 발생기의 무관 통로나 다른 접근가능한 부분에 대한 검사는 로버(150)의 하나 이상의 카메라를 사용하여 행해질 수 있으며, 이때 이 로버는 전달 캡슐(130) 내부에 안전하게 유지된다.

[0032] 다발내 검사(즉, 증기 발생기의 U 관(203) 사이의 검사)는 로버(150)의 공동부나 저장 베이(158)에서 작은 기계화된 다발내 로버(160)을 전개하여 수행될 수 있으며, 이 작은 기계화된 다발내 로버 자체는 탑재된 비디오와 조명(칼라 비디오, IR, UV, CCD 등) 및 선택적으로는 하나 이상의 추가적인 센서 및/또는 공구(예컨대, 회수 공구)를 포함한다. 상기 다발내 로버는 구동 시스템(예컨대, 모터 작동식 벨트(들), 궤도(들), 바퀴 등)을 포함하는데, 이 구동 시스템에 의해 다발내 검사 로버가 로버(150)로부터 멀어지게 옆으로 이동하여 관 다발 영역내로 들어갈 수 있다. 증기 발생기의 U 관 사이에서의 다발내 로버(160)의 이동을 용이하게 하기 위해, 다발내 로버(160)의 폭은 인접하는 U 관들 사이의 간격 보다 작아야 하는데(예컨대, 0.5" 미만, 약 0.25" 미만 등) 적어도 일 양태에서는 약 0.25" 이다.

[0033] 다발내 로버(160)는 캘리포니아 아나하임에 소재하는 디지털 페리퍼럴 로버 시스템즈사에서 제조된 Q-SEE QMSCC 초소형 칼라 카메라와 같은 전방 카메라(164)를 포함하는데, 이 카메라는 직경이 4.6 mm 이고 길이는 약 17 mm 이다. 다른 양태에서, 다발내 로버(160)의 탑재된 비디오 및 조명은 가요성 스테인레스 재킷을 포함하는 비디오 프로브 또는 어느 정도의 가요성을 허용해 주고 관련된 모든 카메라와 조명 컨덕터를 포함하면서 구조적 지지를 제공하는 구조 보강부를 포함하는 적층 가요성 봉을 포함한다. 선택적으로, 후방 카메라 및/또는 하방 카메라(전방 및/또는 후방)도 제공되며, 이에는 조명이 달려 있다(예컨대, LED, IR LED 등). 다발내 로버(160)는 선택적으로 센서(예컨대, 비파괴 시험/검사 등) 및/또는 회수(예컨대, 파지) 공구를 포함할 수 있다.

[0034] 다발내 로버(160)는 케이블(169)(예컨대, 전기 케이블, A/V 케이블 등)에 의해 로버(150)에 부착되며, 이 케이블은 외부 케이블 재킷에 통합될 수 있으며, 이 재킷은 회전 드럼에 연결된다. 이 회전 드럼은 다발내 로버(160)가 증기 발생기 관(203)의 칼럼을 통해 외측으로 또한 후방으로 각각 이동할 때 케이블(169)를 풀어주고 후퇴시키도록 되어 있다. 다발내 로버(160)의 다발내 배치는 적어도 일부 양태에서는 전개 거리와 관 위치에 대한 피드백을 제공할 수 있는 탑재된 비디오와 함께 전자 인코딩(예컨대, 회전 드럼과 함께 사용되는 회전 인코더)을 사용하여 수행된다.

[0035] 일단 VDS(100)가 삽입되고 신축자재형 붐 어셈블리(120)가 직립 위치에 잠금되면, 안정화 다리부(미도시)가 내려와 시스템을 더 안정시키게 된다. 그런 다음 신축자재형 붐 어셈블리(120)가 적층 유압 실린더를 통해 원하는 지지 플레이트의 높이까지 전개되며, 스트링 인코더와 같은 센서에 의해 높이 위치 피드백이 제공된다. 일단 전달 캡슐(130)이 원하는 높이에 있으면, 로버(150)는 전달 하우징으로부터 지지 플레이트(225) 상으로 전개될 수 있고 관 칼럼을 가리킬 수 있으며 또한 그의 탑재된 비디오 시스템을 사용해서 검사를 시작할 수 있다. 시스템의 회수는 다발내 로버(160)를 로버(150)의 저장 베이(158) 안으로 불러들여 로버(150)를 전달 캡슐(130)의 저장 베이(132) 안으로 불러들이는 것으로 시작된다. 일단 로버(150)가 위치 고정되면, 적층 실린더 세트는 유체 압력을 서서히 방출시켜 시스템을 도 4 에 나타나 있는 내려 앉은 상태로 만들고 그런 다음에 신축자재형 붐 어셈블리(120)를 회전시켜 도 3 에 나타나 있는 삽입 상태로 있게 한다. 그리 하여 VDS(100)는 접근 포

트(205)에서 분리되어 제거될 수 있다.

[0036] 그런 다음 유압 제어식 신축자재형 붐 어셈블리(120)가 작동되어 장치가 원하는 높이까지 수직 방향으로 연장될 수 있으며 이는 상기 장치가 연속된 지지 플레이트(225)의 유동 슬롯을 통해 전진하도록 해줄 수 있다. 컴퓨터로 제어되거나 수동으로 제어되는 기계가 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 원위 단부의 높이를 고감도로 정확히 측정하여, 증기 발생기(200)내에서의 전달 캡슐의 정확한 수직 방향 배치를 보장해 준다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 수직 방향 연장과 수직 위치의 모니터링과 함께, 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 수평 위치가 또한 시각적으로(예컨대, 전달 캡슐 카메라(134)를 통해) 그리고/또는 수치적으로(예컨대, 인코더, 풀리나 기어 같은 기계적 거리 유지 장치, 위치 센서, 패턴 확인 센서 등) 바람직하게 확인된다. 신축자재형 붐 어셈블리(120)의 수평방향 운동은 공압 작동식 정렬 장치를 사용하여 예컨대 "보행 운동"을 제공하는 정렬 가이드 세트(제 1 위치에서 제 2 위치로 연장되도록 구성되어 있는 핑거형 가동 부재)를 순차적으로 연장 및 후퇴시켜서 이루어질 수 있다. 각각의 정렬 가이드 세트가 연장되면, 한 가이드는 고온의 관과 접촉하고, 반대쪽의 다른 가이드는 동일 U 관의 저온 관과 접촉하게 된다.

[0037] 따라서, 상기한 VDS(100) 및 그에 지탱되어 있는 로버(150, 160)에 따라, 작업자는 전달 캡슐을 원하는 지지 플레이트(225)까지 이동시킬 수 있고 로버(150)를 지지 플레이트의 중심 통로를 따라 원하는 위치에 전개시킬 수 있으며 또한 다발내 로버(160)를 전개시킬 수 있으며, 이 다발내 로버는 전술한 바와 같이 다발내 검사 로버가 플레이트 로버로부터 멀어지게 옆으로 관 다발 영역 안으로 이동할 수 있게 해주는 그 자신의 구동 시스템(예컨대, 벨트(들), 레도(들), 바퀴 등)을 포함한다.

[0038] 도 11a - 11b 에는 증기 발생기(200)이나 다른 용기 또는 밀폐된 영역의 접근 포트(205)(예컨대, 손 구멍) 안으로 삽입되도록 구성되어 있는 자기(magnetic) 로버 전달 시스템(500)이 나타나 있다. 이 자기 로버(500)의 전체적인 치수로서 길이가 약 8", 높이가 3.2" 이고 폭은 3.5" 이다. 자기 로버(500) 시스템은 중심부에서 또는 최소 4"(102mm)의 접근 포트나 손구멍을 갖는 손구멍 접근부, 폭이 3.75"(95.25mm) 이고 램퍼 접선에서 절개부의 후방까지 측정된 깊이가 3.6"(91.4 mm)인 지지 플레이트내의 램퍼 컷아웃의 아래에서 유동 분배 배플(FDB)를 갖는 증기 발생기 모델에서 전개될 수 있다. FDB가 손구멍 접근부 위에 있으면, FDB 는 이들 컷아웃을 또한 포함해야 한다.

[0039] 자기 로버(500)의 작업자는 증기 발생기의 외부에 있으며(예컨대, 멀리 떨어져서) 사용자 인터페이스(예컨대, GUI 조이스틱 등)를 사용해서 자기 로버(500)로부터 센서 피드백(예컨대, 시각적 피드백, GPS 신호 등)을 받아서 그 자기 로버의 운동을 제어하게 된다. 자기 로버(500)는 레도(554) 안에서 또는 이 레도(554)(또는 스크레이퍼가 선택적으로 제공되는 바퀴)의 아래에서 회토류 자석(예컨대, 네오디뮴 등) 또는 전자석을 포함한다. 레도에 있는 자석의 총 갯수는 변할 수 있다. 일부 양태에서, 대략 20개의 자석이 각 레도를 따라 분산되어 있다. 다양한 양태에서, 자기 로버가 램퍼에 수직으로 배치될 때 그 자기 로버를 위치에 단단히 유지하는데 필요한 총 자기력은 5 파운드의 힘을 넘을 수 있고 더욱 바람직하게는 약 10 파운드의 힘을 넘을 수도 있다.

[0040] 예컨대, 레도(554)는 자석 러그(lug)를 갖는 고무 러그형 레도나 맞춤형 고무 레도를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 독립적으로 조작가능한 개별적인 복수의 전자석(예컨대, 전방, 중간, 후방)이 제공된다. 도 12a 에서 보는 바와 같이, 자기 레도(554)(또는 바퀴)에 의해 자기 로버(500)는 램퍼(201)와 관(203) 사이에서 FRAMATOME 68/19 증기 발생기에 있는 개구(210)와 같은 관 지지 플레이트(225)내의 개구(210)를 통해 증기 발생기 램퍼(201)의 내경(ID)을 따라 수직 방향으로 오를 수 있다. 자기 레도(554)(또는 바퀴)는 유리하게는 자기 로버가 또한 뒤집힌 상태에서도 움직일 수 있도록 구성되는데, 이는 필수적인 것은 아니다.

[0041] 도 11a 및 11b 에서 보는 바와 같이, 전방 카메라(555) 및 관련된 조명(556)(예컨대, LED 등)이 길 찾기를 위해 제공된다. 후술할 저장 베이(558)가 또한 제공되어 있다. 도 11b 에는 자기 로버(500)의 저장 베이(558)로부터 전개된 전술한 바와 같은 다발내 로버(160)가 나타나 있으며, 다발내 로버(160)는 전술한 바와 같이 후퇴가 능한 케이블(169)에 의해 자기 로버(500)에 연결된다. 복수의 위치/검사 센서(예컨대, HD CCD 카메라)(557) 및 빛을 비추기 위한 대응 조명(예컨대, 백색 LED)가 유리하게 자기 로버(500)의 주위 지점에 제공되어, 위치 피드백 및 검사를 위한 광범위한 또한 심지어 중복될 수 있는 이미지 데이터를 제공한다.

[0042] 다발내 영역에 접근하기 위해, 자기 로버(500)는 다발내 로버(160)를 이용하여 다발내에 검사 카메라를 전달하여, 얻을 수 있는 많은 관 칼럼을 검사할 수 있게 해준다. 일 양태에서, 하나의 카메라/조명 어셈블리(555)가 크롤러의 전방에 설치되고, 두개의 카메라/조명 어셈블리가 자기 로버의 측면에 설치된다. 자기 로버(500)는 상이한 덮개를 갖는 상이한 카메라 시스템의 조합(예컨대, LED 조명을 이용하는 하나 이상의 칼라 카메라(들) 및 적외선 LED 를 이용하는 하나 이상의 적외선 카메라의 조합)을 포함하는 것이 유리한데, 이는 필수적인 것은

아니다.

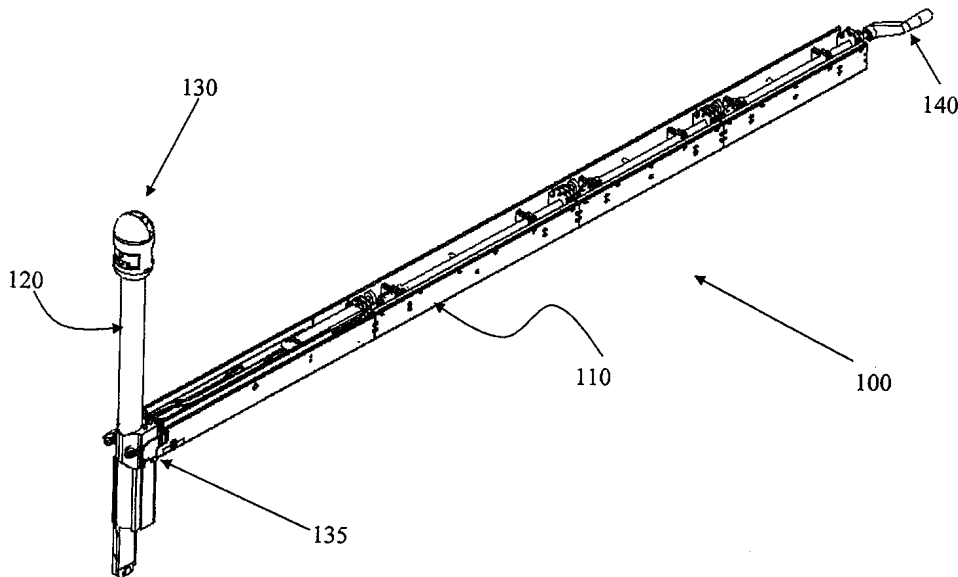
- [0043] 자기 로버(500)의 샤프는 주 프레임을 포함하며, 이 프레임은 프레임 중심선의 양측에 장착되는 이중 폴리머/자석 웨도(554)를 갖는다. 폴리머/자석 웨도(554)는 페루프 제어 시스템에 사용되는 DC 서보 기어 모터나 개루프 제어 시스템의 사용을 가능케 해주는 DC 스텝퍼 모터에 의해 독립적으로 구동된다. 자기 웨도(554)에 결합되어 있는 주 프레임은 또한 유리하게도 자기 로버(500)를 다양한 지지 플레이트(225)의 높이로 전개하는 중에 사용될 수 있는 하나 또는 복수의 전자석을내장한다. 자기 로버(500)의 웨도 캐리지 측에는 전기 기계적 또는 공압식 아암과 같은 액츄에이터 부재(550)가 장착되어 있는데, 이는 랩퍼로부터 로버를 멀어지게 밀거나 그 로버를 랩퍼까지 상승시켜서 자기 로버(500)가 랩퍼(201)로부터 지지 플레이트(225) 상으로 또는 그 반대로 가는 것을 도와 주도록 되어 있다.
- [0044] 도 12b 에는 증기 발생기 랩퍼(201)를 따르는 이동과 지지 플레이트(225)를 따르는 이동 사이의 중간 위치에 있는 자기 로버(500)가 나타나 있다. 전술한 바와 같이 자기 액츄에이터 부재(550)는 랩퍼를 밀어, 자기 로버(500)를 랩퍼에 부착시키는 자기력에 대항하도록 되어 있다. 액츄에이터 부재(550)는 랩퍼(201)을 밀고 자기 로버(500)의 전진 운동과 일반적으로 동기적으로 회전하게 되며, 그리 하여 자기 로버는 자기 로버의 증가되는 전진 이동을 위한 증가하는 각도로 랩퍼에서 분리된다. 어떤 때에는 자기 로버(500)의 무게 중심이 충분히 이동하여, 중력에 의해 자기 로버의 전방부가 도 12c 에 나타난 위치로 아래쪽으로 끌리게 된다.
- [0045] 대안적으로, 압축 공기를 불어 내는 공압 노즐이나 연장가능한 선형 액츄에이터와 같은(이에 한정되지 않음) 다른 장치를 사용해서도 랩퍼(201)에서 자기 로버(500)를 분리시킬 수 있다. 자기 로버가 복수의 전자석을 포함하는 경우, 액츄에이터 부재의 작용과 함께 전방, 중간 및 후방 전자석이 순차적으로 비활성화되어, 자기 로버(500)가 랩퍼(201)에서 분리되는 것이 용이하게 된다.
- [0046] 도 12c 는 개구(210)(도 12c 에서는 보이지 않음) 위에 배치되어 있는 자기 로버(500)를 나타내는데, 그런 다음 자기 로버는 지지 플레이트(225)를 따르는 이동을 재개하여 일반적으로 도 12g ? 12h 에 나타나 있는 바와 같은 임의의 원하는 위치로 갈 수 있다(또는 선택적으로 개구(210)를 통해 복귀하고 아래쪽으로 다시 내려갈 수 있다).
- [0047] 도 12d 는 U 관(203)의 고온 다리부와 저온 다리부 사이의 관 통로 영역안에서 지지 플레이트(225)상에 있는 자기 로버(500)를 나타낸다. 따라서, 자기 로버(500)는 전술한 바와 같이 검사를 하고 다발내 로버(160)를 전개하도록 되어 있으며, 위치로 가기 위해 전술한 VDS(100) 또는 뉴욕 윌리엄슨에 있는 R.Brooks Associate 가 개발한 다른 관련 시스템(예컨대, 미국 특허 제 6,145,583 및 미국 특허 제 5,265,129에 나타나 있음)을 사용할 필요가 없다.
- [0048] 도 12e ? 12f 는 자기 로버(500)가 증기 발생기의 랩퍼(201)와 접촉하기 위해 복귀하고 있을 때 개구(210) 안으로 들어가는 도중에 있는 상태를 나타내는데, 그러면 자기 로버는 랩퍼를 따라 위쪽이나 아래쪽으로 다시 이동할 수 있다. 이 작동에서, 액츄에이터 부재(550)가 자기 로버(500)의 운동과 관련하여 전술한 바와 다른 방식으로 지지 플레이트(225) 상으로 전개된다. 구체적으로, 액츄에이터 부재(550)는 자기 로버(500)의 하향 운동을 방해하기 위해 지지 플레이트에 대해 저항력을 제공하는 것으로 나타나 있다. 자기 로버(500)가 랩퍼와 더 많이 접촉함에 따라, 액츄에이터 부재(550)는 자기 로버의 증가된 전진 운동을 허용하지 않도록 회전할 수 있다. 어떤 때에는 자기 로버(500)의 자석의 자기력은 자기 로버를 랩퍼에 안전하게 부착시키기에 충분하다.
- [0049] 도 12g ? 12h 는 다발내 로버(160)가 전개 위치에 있는 것을 나타내는데, 다발내 검사 로버는 그 자신의 구동 시스템(162)(예컨대, 벨트(들), 웨도(들), 바퀴 등)의 제어하에서 자기 로버(500)로부터 멀어지게 옆으로 이동하여 관(203) 다발 영역안으로 갈 수 있다. 다발내 로버(160) 자체는 전술한 바와 같이 다발내 로버를 기동 및/또는 위치시키고 또한 유용한 검사 데이터를 얻는데 유용한 위치 데이터를 제공하는 다양한 카메라(예컨대, 전방, 후방, 하방) 및 관련 조명(예컨대, 백색 LED)을 포함한다.
- [0050] 자기 로버(500)는 관련된 모든 제어부, 비디오, 자기 로버, 다발내 로버(160) 및 관련된 모든 시스템(예컨대, 조명, 비디오, 액츄에이터 등)의 작동을 위한 보조 컨덕터를 내장하는 케이블(539)을 통해 제어된다. 자기 로버(500) 및/또는 다발내 로버(160)를 위한 탑재된 장비는 넓은 범위를 볼 수 있게 해주는 다양한 종류(예컨대, 칼라, 흑백, IR 등)의 카메라/LED 유닛, 보관되어 있는 검사 프로브/장치, 센서 및 자기 로버(500)의 저장 베이(558)나 다른 저장 베이로부터 전개될 수 있는 공구 및 회수 공구를 포함하며, 이에 한정되지 않는다. 예컨대, 로봇 아암(미도시)을 사용해서, 다양한 공구와 센서를 다발내 로버(160)의 대응 포트에 부착하고 제거할 수 있다.

[0051] 자기 로버(500) 시스템은 적절한 양의 케이블을 공급하고 회수하기 위해 본 출원인의 미국 특허 출원 제 12/714,090 ("자기 검사 차량을 이용한 검사 시스템 및 검사 방법")에 나타나 있는 것과 유사한 케이블 관리 시스템을 이용하며, 이 특허 출원의 내용 전체는 본원에 참조로 관련되어 있다. 이러한 케이블 관리 시스템은 자기 로버(500)를 외부 시스템(예컨대, 작업자가 사용하는 컴퓨터, 개루프 제어 박스 등)에 연결하는 케이블과 관을 공급 및 제어하고, 예컨대 케이블 관리 시스템을 증기 발생기의 접근 포트(205)에 설치할 수 있게 해주는 설치 플랜지 및 작업자가 자기 로버에 제공하는 제어 신호에 응답하여 또는 그에 동기해서 케이블을 잡거나 "집어서" 증기 발생기 안으로 확실하게 들어 보내거나 그로부터 인출하는 롤러와 모터를 내장하는 롤러 하우징을 포함한다. MicroMo 2842S012S + 30/1 246:1 모터와 같은 전기 구동 모터를 롤러와 함께 사용하여, 케이블을 집어서 접근 포트 안으로 또는 그 밖으로 밀 수 있다. 상기 케이블 관리 시스템은 또한 유리하게도 장력 조절기를 포함하는데, 이 장력 조절기는 케이블 설치를 용이하게 해주도록 끌어 당겨질 수 있는 축 및 케이블(들)에 대한 장력을 유지하는 스프링을 포함한다. 전기 인터페이스 박스는 케이블 관리 시스템의 내부 전기 DC 서보 모터와 제어 모듈, 개루프 제어 시스템(OLCS) 사이의 전기적 접속점 또는 인터페이스를 포함한다. 검사를 위해 자기 로버(500)를 설치하기 위해, 케이블 관리 설치 플레이트가 접근 포트에 설치되고, 자기 로버가 증기 발생기(200) 안으로 삽입되며 또한 케이블(도 11a 에서 참조 번호는 "539")이 케이블 가이드의 케이블 입구를 통해 끼워지며, 그런 다음 이 케이블 가이드는 접근 포트에 설치된다. 그리고 나서, 동력화된 케이블 이송기가 접근 포트 설치부 및 스프링 장착 플레이트에 당겨 케이블 슬롯을 통해 삽입된 케이블(539)에 설치된다. 케이블(539)이 이송 바퀴들 사이에 적절히 위치되면, 스프링 플레이트가 풀리고 전후방 케이블(539)이 배치되고 위치에 유지된다. 케이블 컨테이너는 케이블 관리 시스템 및 내부에 감겨 있는 케이블의 바로 뒤에 배치되어 얽힘이 최소화된다.

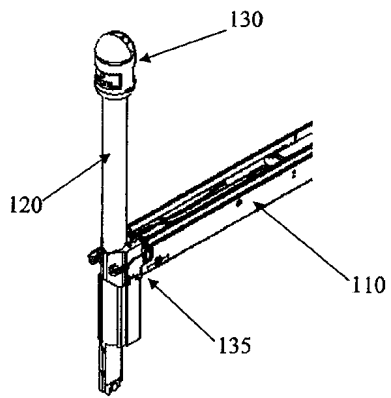
[0052] 전술한 바는 실례의 제시와 설명의 목적으로 주어진 것이다. 전술한 설명은 발명의 사상을 여기서 예로서 설명된 형태, 특징, 구성, 모듈 또는 적용에 한정하고자 하는 것은 아니다. 언급되지 않은 다른 구성, 그러한 형태, 특징, 구성, 모듈 및/또는 적용의 조합 및/또는 하위 조합도 개시된 사상의 범위에 속하는 것이다.

도면

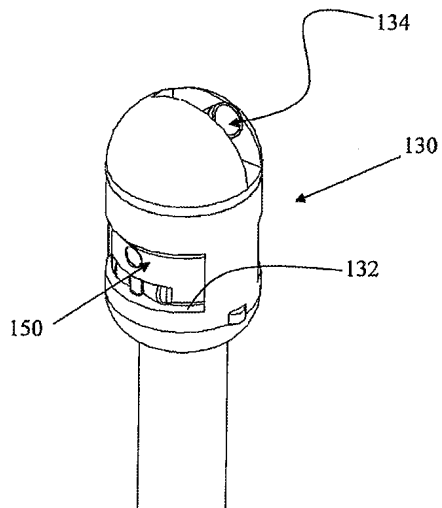
도면1



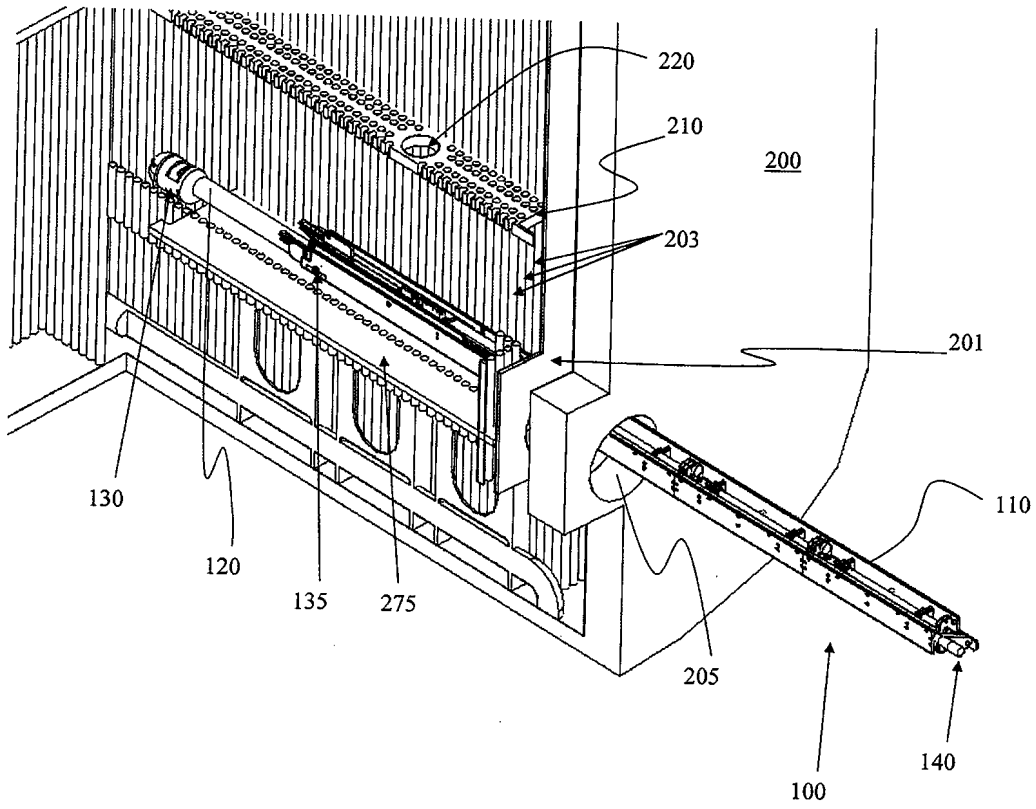
도면2a



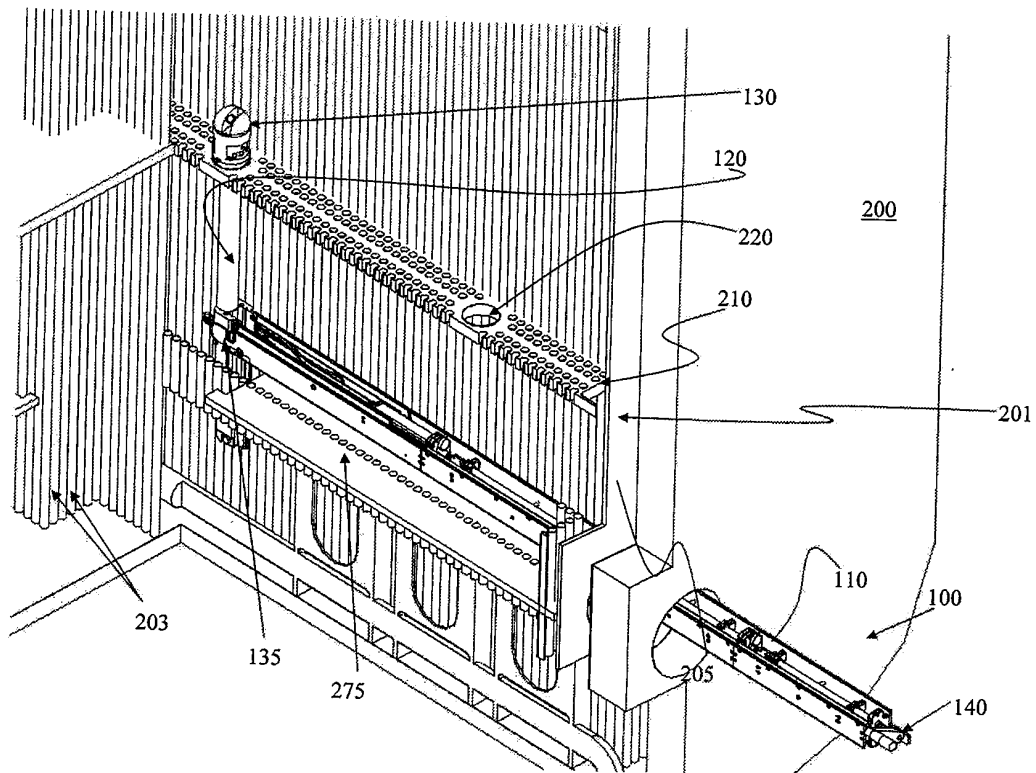
도면2b



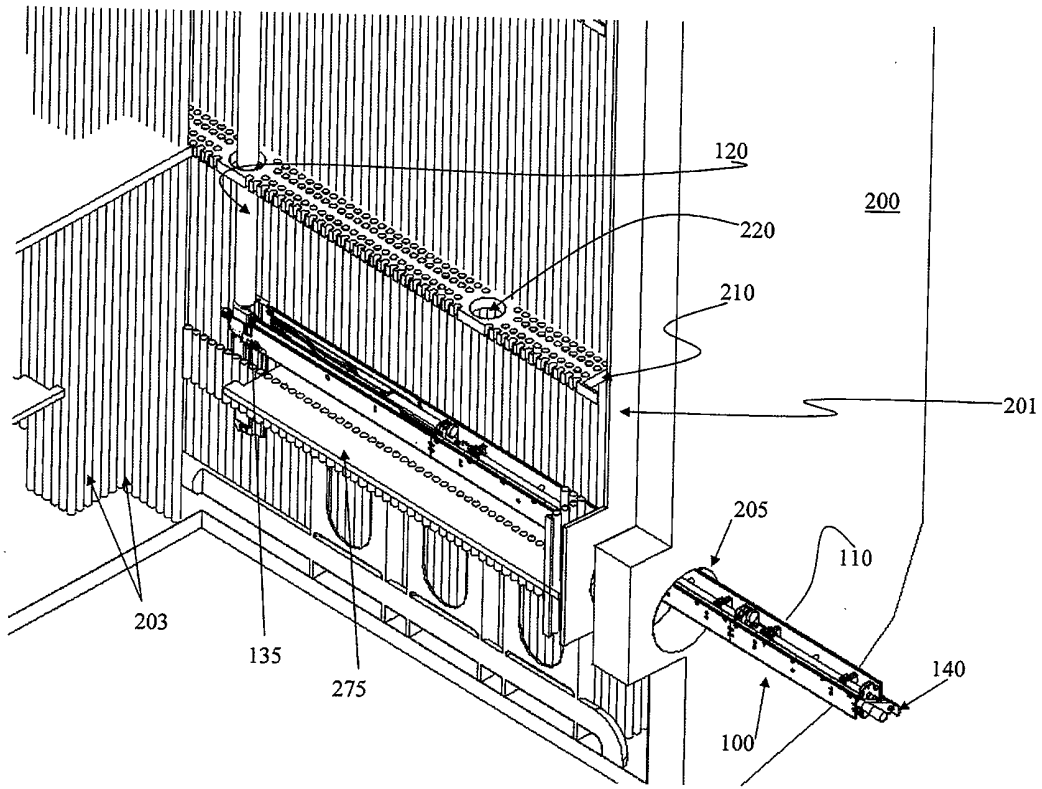
도면3



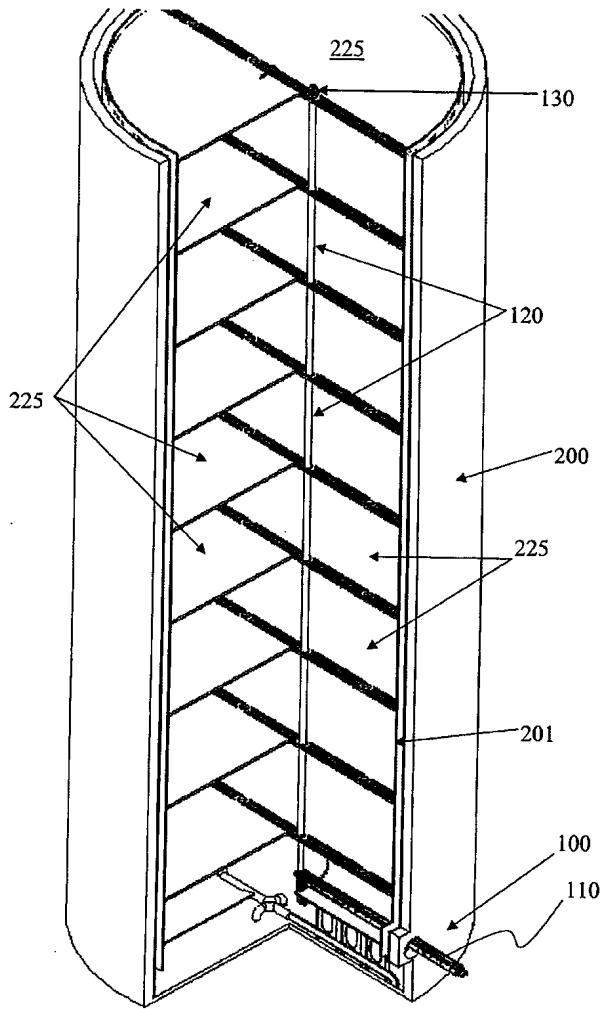
도면4



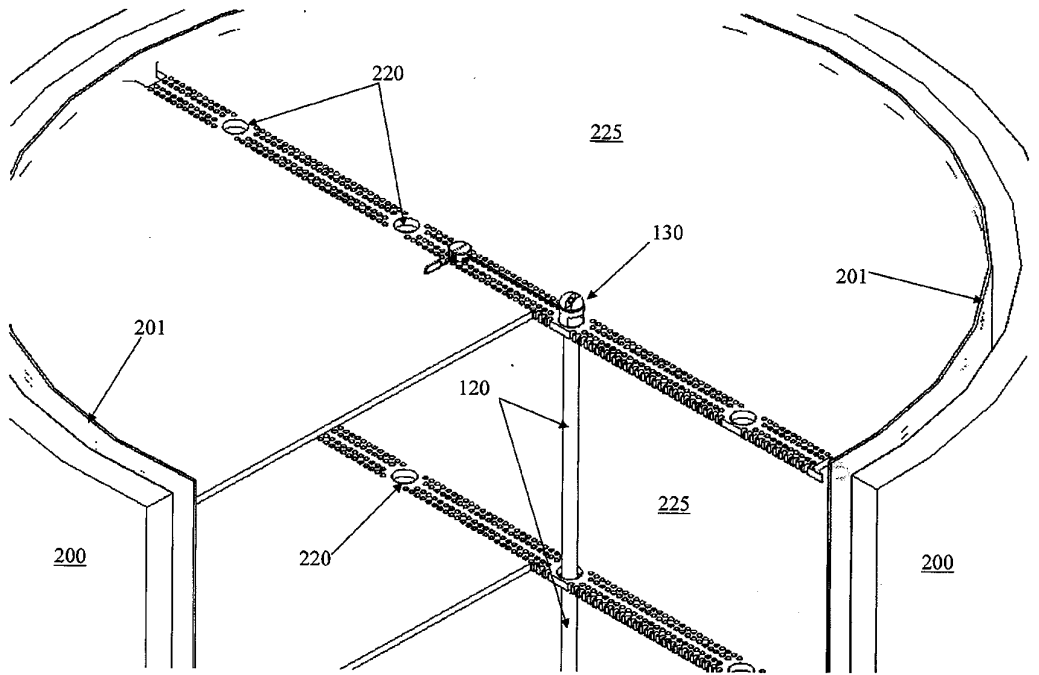
도면5



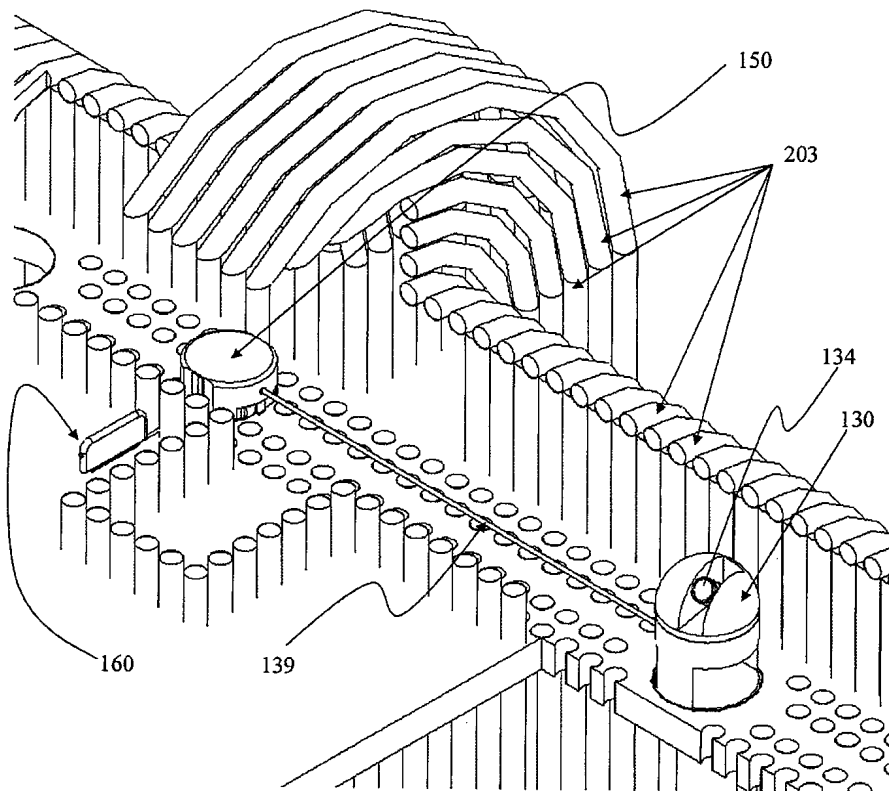
도면6



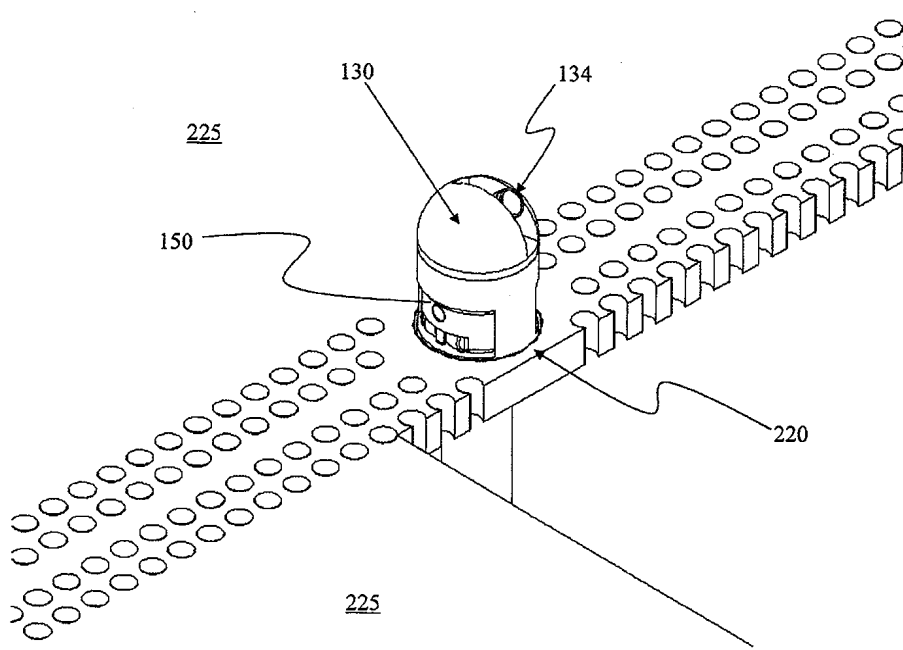
도면7



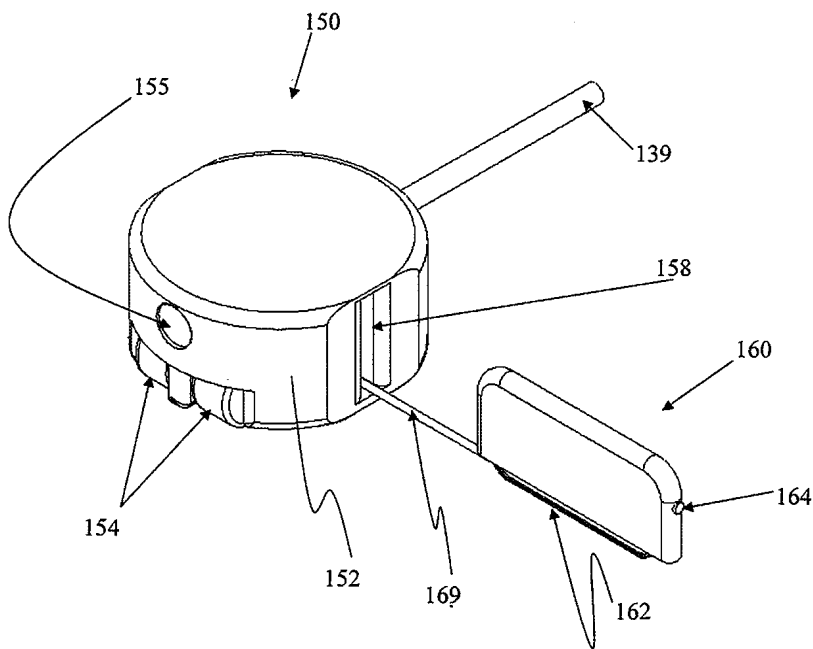
도면8



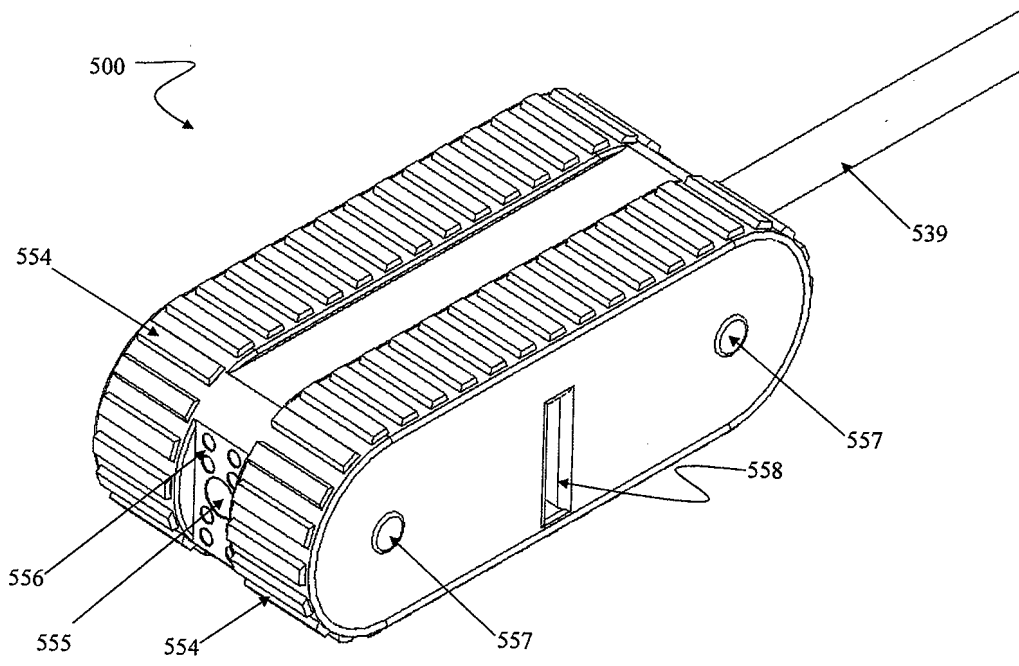
도면9



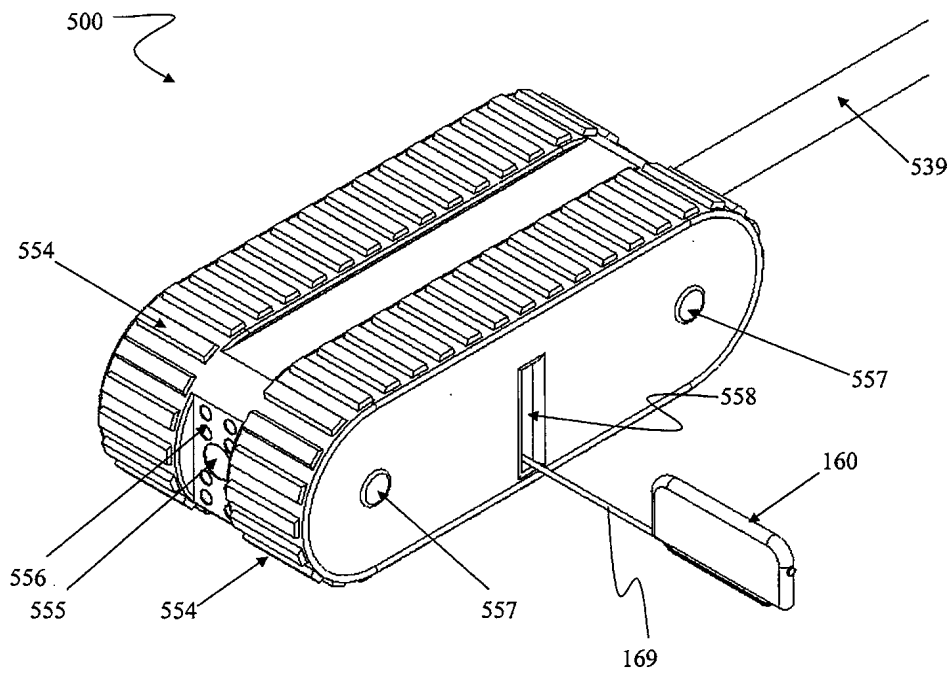
도면10



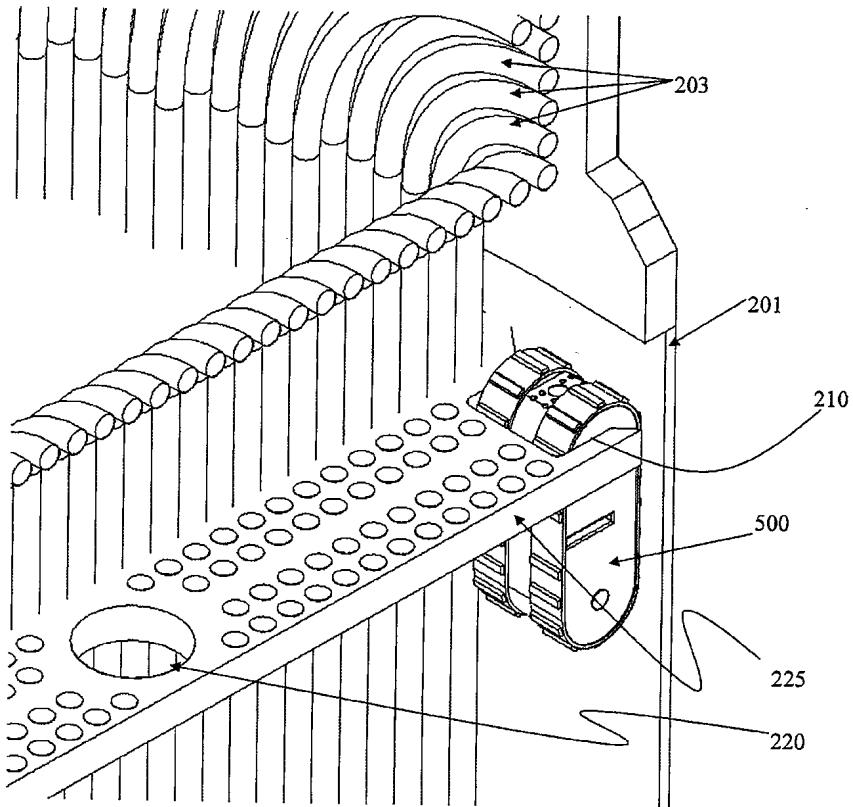
도면11a



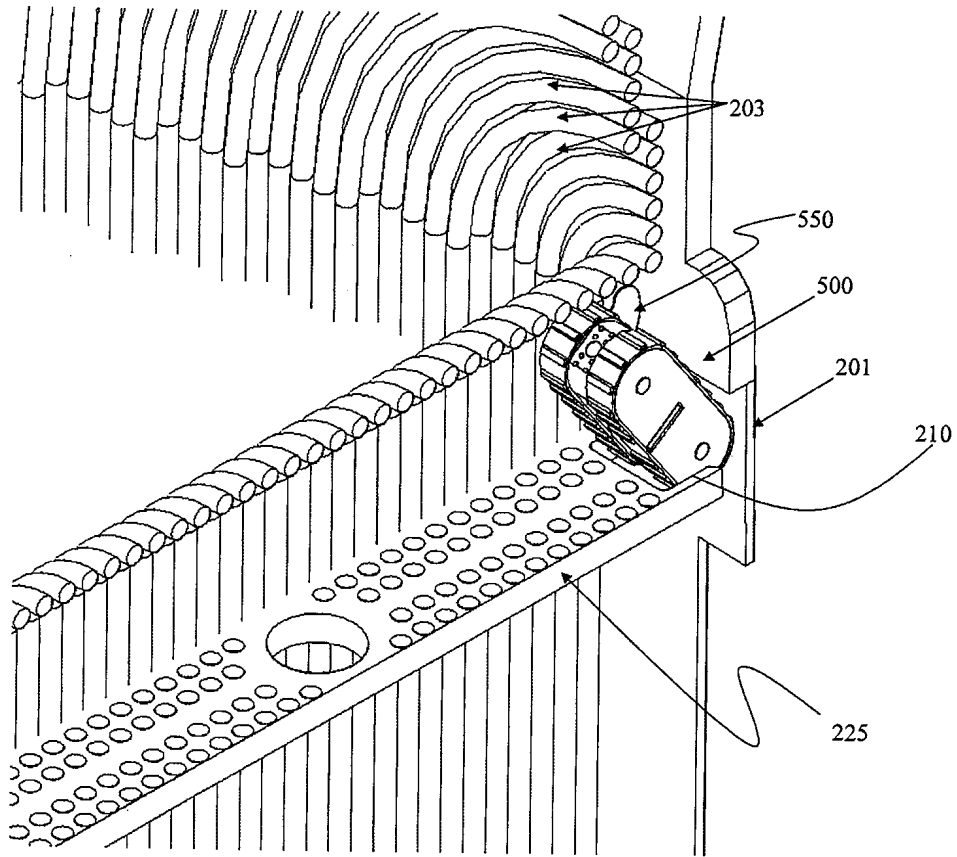
도면11b



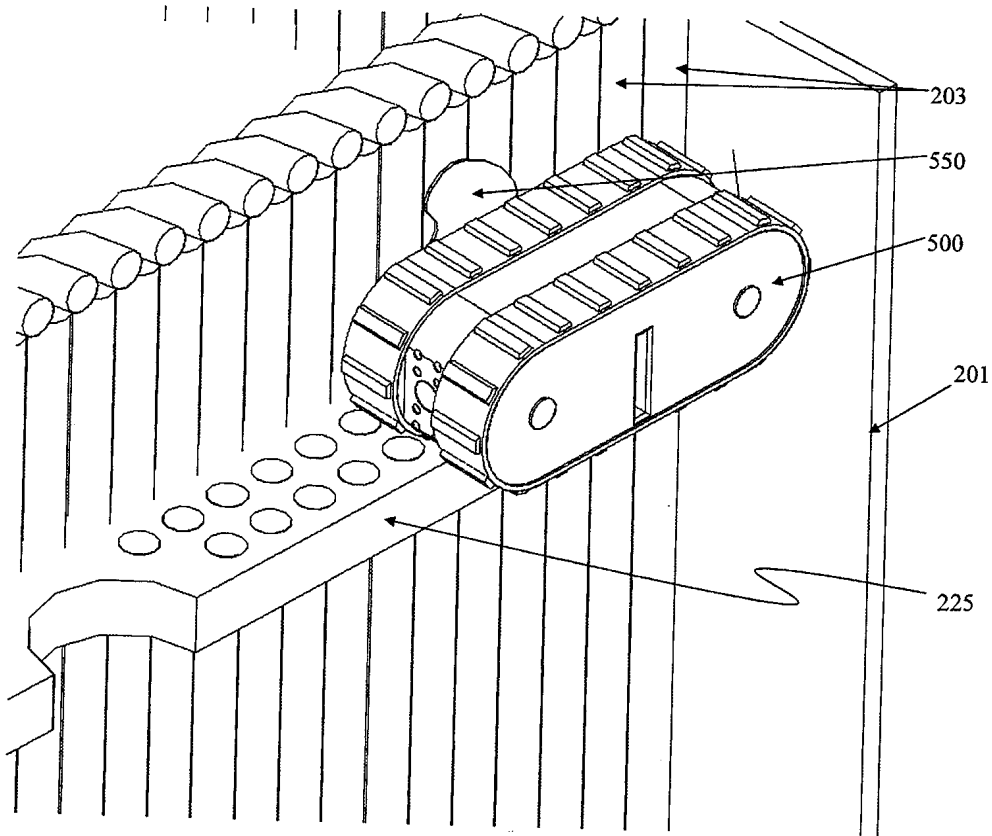
도면12a



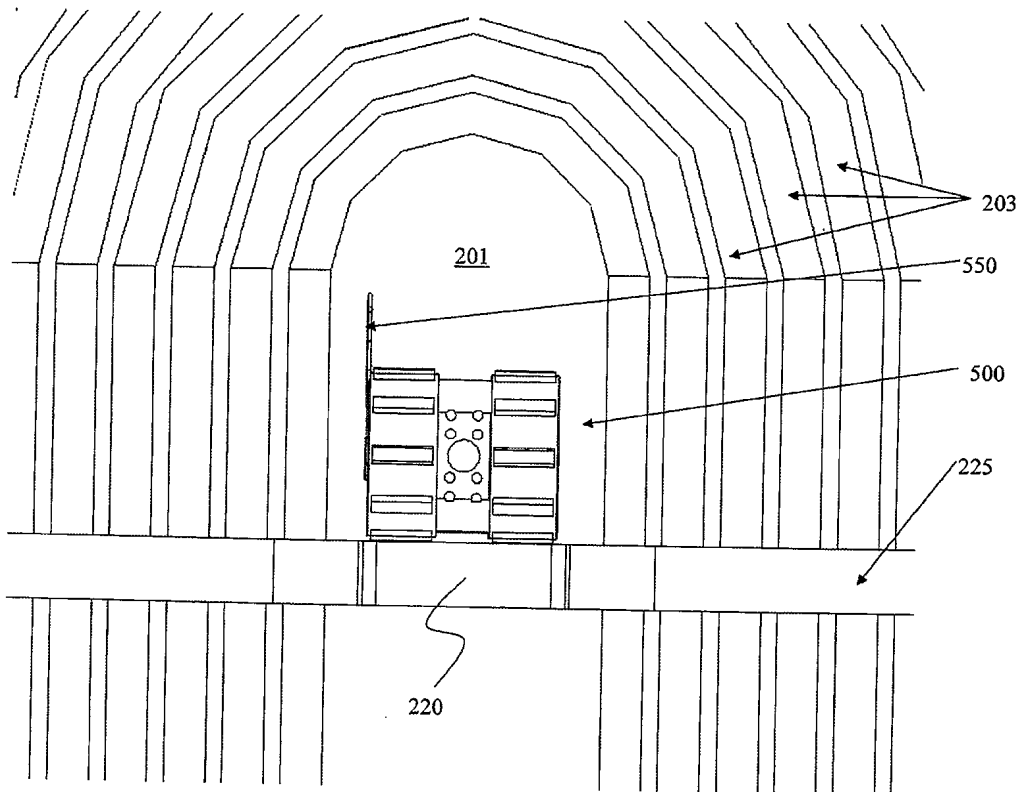
도면12b



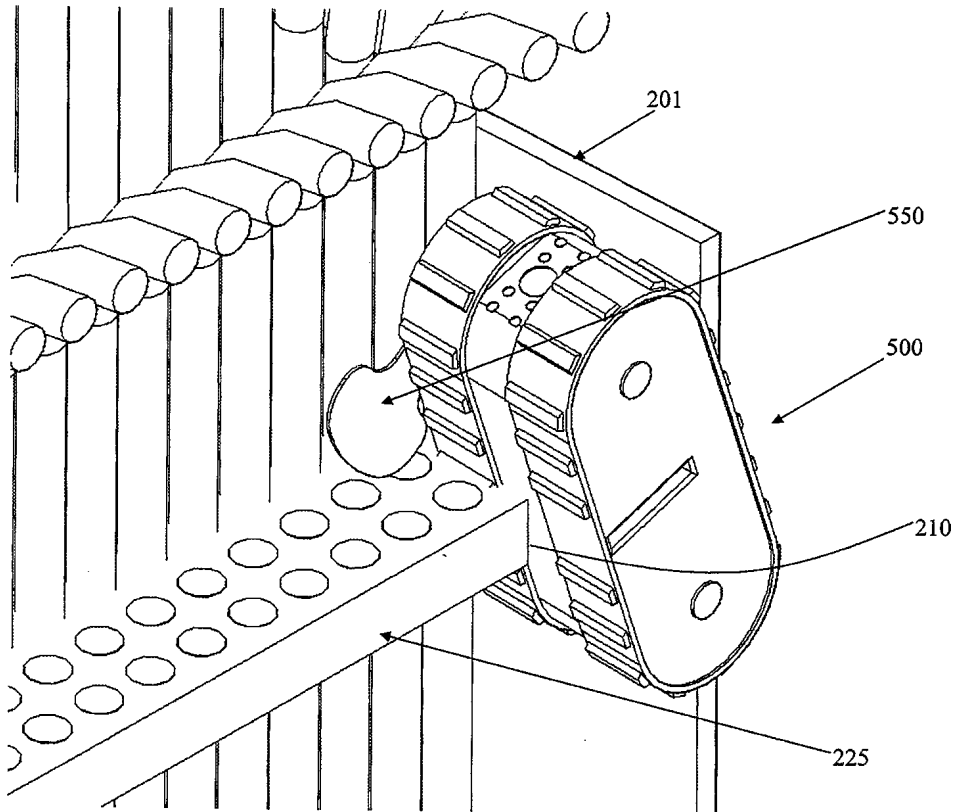
도면12c



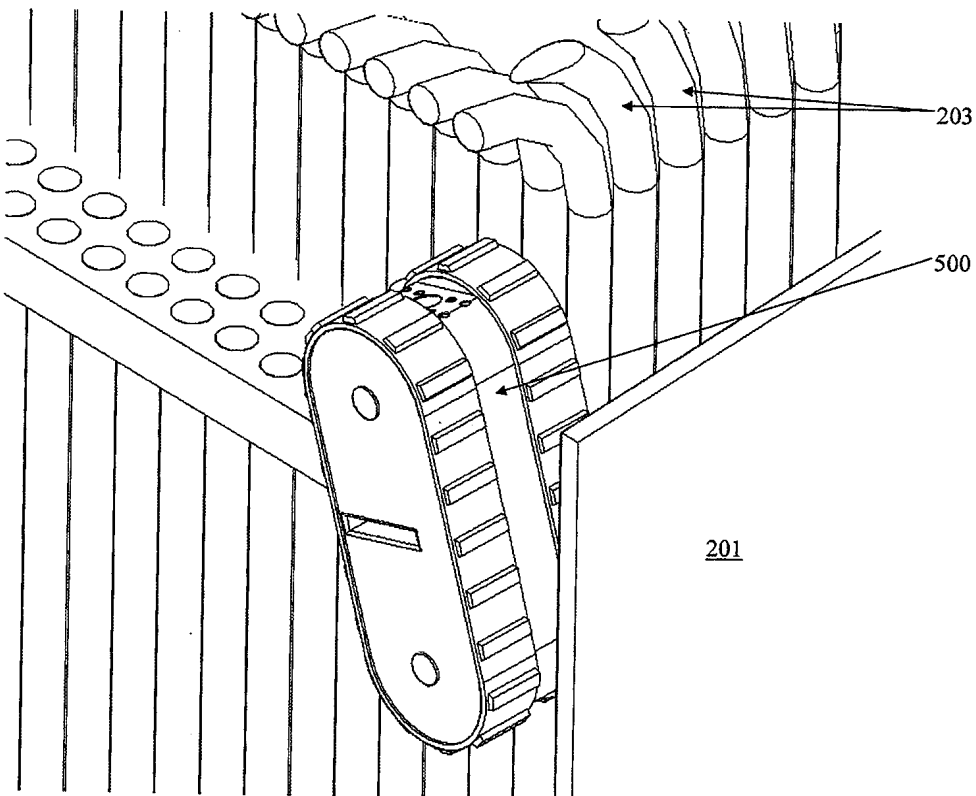
도면12d



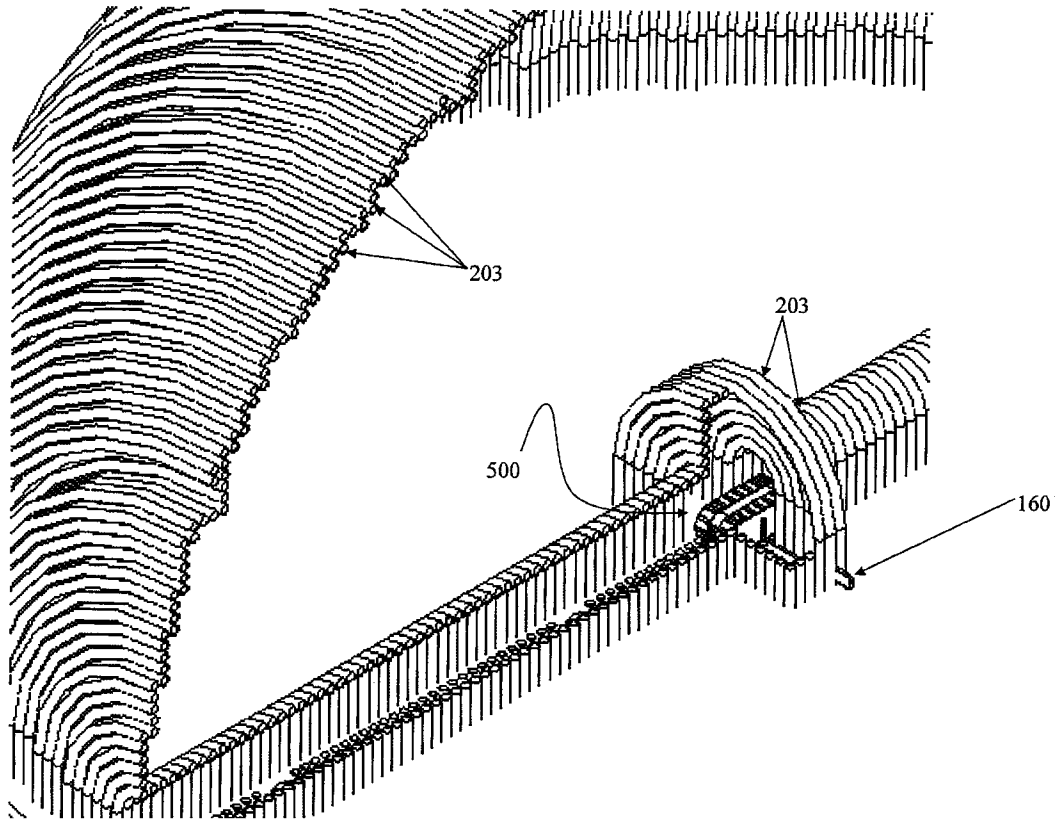
도면12e



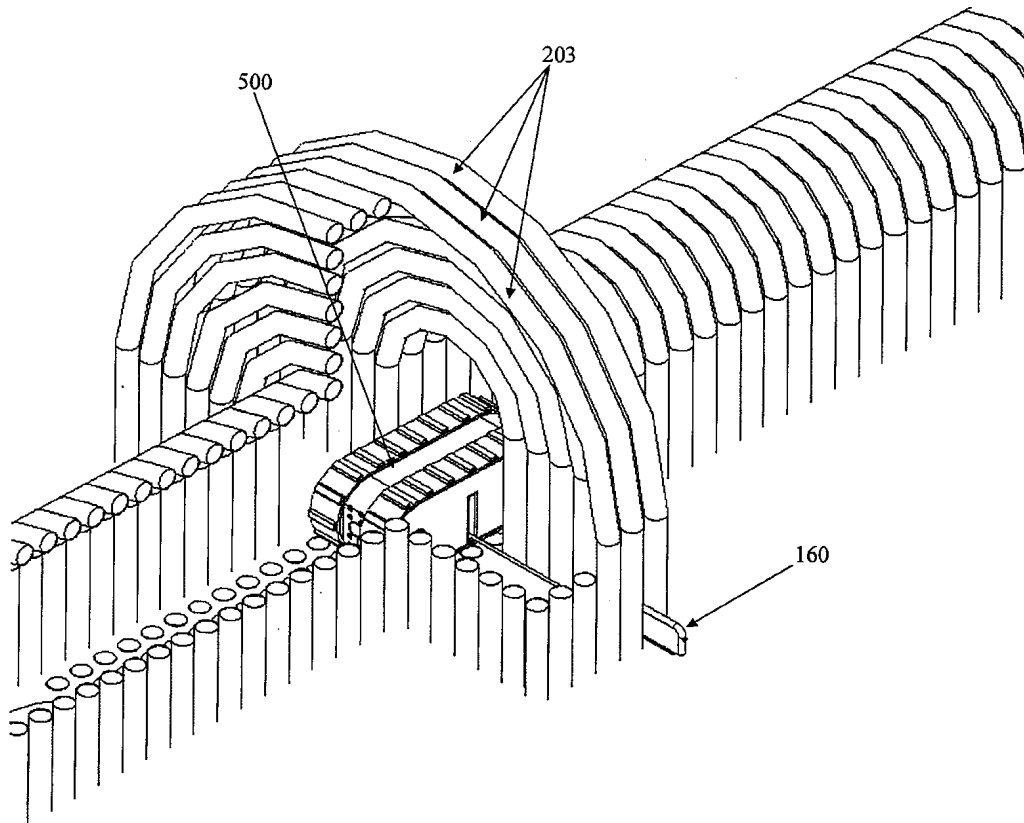
도면12f



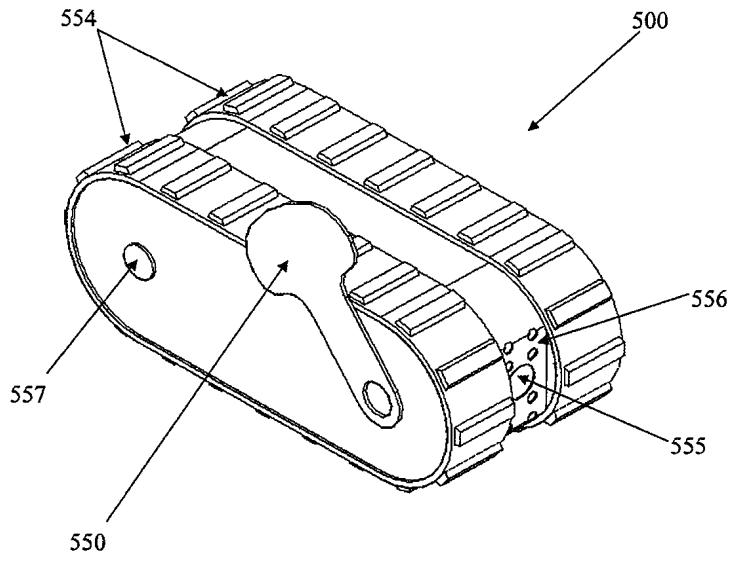
도면12g



도면12h



도면13



도면14

