



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월27일  
(11) 등록번호 10-2651491  
(24) 등록일자 2024년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G21F 5/008 (2006.01) G21F 1/04 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G21F 5/008 (2013.01)  
G21F 1/04 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7018623  
(22) 출원일자(국제) 2016년11월30일  
심사청구일자 2021년11월24일  
(85) 번역문제출일자 2018년06월29일  
(65) 공개번호 10-2018-0081150  
(43) 공개일자 2018년07월13일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/064246  
(87) 국제공개번호 WO 2017/095943  
국제공개일자 2017년06월08일  
(30) 우선권주장  
62/260,791 2015년11월30일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2004069591 A\*  
JP2015093677 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
티엔 아메리카즈 엘엘씨  
미국 메릴랜드 (우편번호 21046) 컬럼비아 리버우드 드라이브 7160 스위트 200  
(72) 발명자  
살리흐 아흐마드 이.  
미국 메릴랜드 20902 콜롬비아 굿 헌터스 라이드 6162  
울프 우웨  
미국 메릴랜드 20902 실버 스프링즈 와이즈만 로드 2916  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 15 항

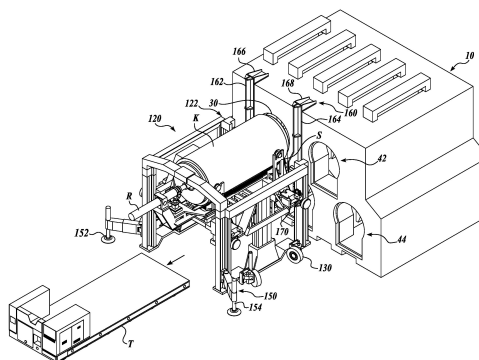
심사관 : 윤연숙

(54) 발명의 명칭 수평 저장 모듈, 캐리지 어셈블리, 및 캐니스터 이송 어셈블리

(57) 요약

수평 저장 모듈(HSM)은 캐니스터를 수용하도록 구성된 복수의 컴파트먼트를 형성하는 바디를 포함하고, 이 컴파트먼트는 제1 높이의 제1 열 및 제1 높이보다 높은 제2 높이의 제2 열로 배열되어 있고, 제1 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부는 제2 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부와 동일한 수평 축 위치 내에 있다. HSM을 제조하는 방법은 인접한 세그먼트들을 배치하는 단계를 포함한다. HSM을 위한 캐리지 어셈블리는 프레임 및 캐니스터를 포함하는 캐스크를 들어올리기 위한 작동 수단을 포함한다. 리프팅 방법은 캐스크를 수용하는 단계 및 HSM으로의 캐니스터의 운송을 위해 캐스크를 들어올리는 단계를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

**파유모 빌라플로레스 안쏘니**

미국 메릴랜드 20707 로럴 카반 코트 7506

**코프만 알렉산드르**

미국 메릴랜드 20902 록빌 가이 코트 10

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

방사성 재료를 포함하는 복수의 캐니스터를 저장하기 위한 수평 저장 모듈(HSM: horizontal storage module)로서,

상기 복수의 캐니스터 중 하나를 각각 수용하도록 구성된 복수의 컴파트먼트를 형성하는 일체형 바디로서, 상기 컴파트먼트는 제1 높이의 제1 열의 컴파트먼트 및 상기 제1 높이보다 높은 제2 높이의 제2 열의 컴파트먼트를 포함하고, 상기 복수의 컴파트먼트는 분할 벽에 의해 분할되어 있는 일체형 바디; 및

상기 캐니스터가 상기 분할 벽으로부터 떨어져 있고 상기 제1 열의 컴파트먼트내의 캐니스터와 제2 열의 컴파트먼트내의 캐니스터가 수직으로 겹치지 않도록, 상기 복수의 캐니스터를 상기 복수의 컴파트먼트의 대응하는 하나의 중앙에 지지하도록 구성되고, 상기 분할 벽에 고정되어 있는 복수의 캐니스터 지지체;

를 포함하고,

상기 제2 열의 컴파트먼트의 아래쪽 부분은 상기 제1 열의 위쪽 부분보다 낮은 위치에 있는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 실질적으로 수직인 경로를 가지는 벤트 경로를 포함하는 상기 복수의 컴파트먼트 각각에 통풍 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 각각의 컴파트먼트는 적어도 2개의 다른 컴파트먼트와 인접한 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 각각의 컴파트먼트는 다각형의 단면 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 컴파트먼트는 육각형의 단면 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 컴파트먼트는 엇갈림 구조로 배열된 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 바디 상에 지붕을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 지붕은 복수의 배출 벤트를 가지고, 각각의 배출 벤트는 상기 복수의 컴파트먼트의 대응하는 하나와 유체 연통되어 있는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서, 상기 지붕은 바디의 전면 벽 및 바디의 후면 벽에 의해서만 지지되는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 복수의 공기흐름 경로를 더 포함하고, 각각의 공기흐름 경로는 하부 흡입 벤트로부터 상기 복수의 컴파트먼트의 대응하는 하나로 그리고 상기 복수의 컴파트먼트의 대응하는 하나로부터 상부 배출 벤트로 뻗어 있는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 캐니스터를 상기 제2 높이로 들어올리기 위한 캐리지 어셈블리를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서, 바디 부는 모듈화되어 있고, 복수의 세그먼트로부터 만들어진 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 복수의 세그먼트는 서로의 상부에 수직으로 적층된 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 14

제 12 항에 있어서, 인접한 세그먼트들은 오직 수직 부착 시스템만 이용하여 서로 부착된 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 수직 부착 시스템은 인접한 세그먼트들의 벽 내의 복수의 수직 방향의 홈, 및 그러한 홈들을 연결하는 타이틀 포함하는 것을 특징으로 하는 HSM.

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

### 배경 기술

- [0001] 수평 저장 모듈(HSM: horizontal storage module)은 전형적으로 원자로 또는 다른 저장 위치에 있는 벤틸레이티드(ventilated) 캐니스터 저장과 같은 방사성 물질의 건식 저장 및 격납(containment)을 위해 사용된다. 이전에 설계된 HSM은 일반적으로 부착 가능한 뚜껑 또는 지붕 꼭대기가 있는 단일 바디 유닛으로서 철근 콘크리트로 제조된다. 이러한 HSM은 대략 16-20피트의 높이, 대략 8-10피트의 폭, 및 대략 20-22피트의 길이의 치수를 가질 수 있다. 이러한 단일 바디 유닛 HSM의 중량은 (무부하 상태에서, 즉, 캐니스터 제외) 대략 300,000 lbs(145,000 kg)일 수 있다. 설치면적은 저장 시설의 용량을 제한한다.
- [0002] HSM 유닛은 전형적으로 두 피스(베이스와 뚜껑 또는 지붕)로 제조 위치에서 구성된다. 그 다음, 이 피스들은 사용을 위해 원자로 또는 저장 위치로 운송된다. 선박 규정으로 인해, 단일 바디 유닛 HSM는 레일 또는 바지선(barge)에 의해 선적되어야 한다. 크기와 중량 면에서 볼 때, 이러한 크고 무거운 유닛 HSM의 운송비는 매우 높아지게 되며 몇몇 경우에는 과도하게 비싸다.
- [0003] 더 작은 설치 면적을 가짐으로 인해 저장 시설의 용량을 늘릴 수 있는 향상된 HSM 설계에 대한 필요성이 존재한다. 또한, 현장에서 구성될 수 있는 모듈형 HSM에 대한 필요성이 존재한다. 또한, HSM로부터 및 HSM로 이동되는 캐니스터의 향상된 접근 및 취급에 대한 필요성이 존재한다. 본 개시물의 실시예들은 이러한 및 다른 요구를 충족시키기 위한 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

### 과제의 해결 수단

- [0004] 본 '발명의 내용'은 간단한 형태의 개념 선택을 소개하기 위해 제공된 것이며, 이는 아래의 '발명을 실시하기 위한 구체적인 내용'에 더 상세하게 설명된다. 본 '발명의 내용'은 청구된 주제의 주요 특징을 파악하기 위한 것이 아니며, 청구된 발명의 내용의 범위를 판단하는데 도움을 주기 위해 사용되기 위한 것도 아니다.
- [0005] 본 개시물의 일 실시예에 따라, 수평 저장 모듈(HSM: horizontal storage module)이 제공된다. 이 HSM은 캐니스터를 수용하도록 구성된 복수의 컴파트먼트를 형성하는 바디를 포함하고, 이 컴파트먼트는 제1 높이의 제1 열 및 제1 높이보다 높은 제2 높이의 제2 열로 배열되어 있고, 제1 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부는 제2 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부와 동일한 수평 축 위치 내에 있다.
- [0006] 본 개시물의 다른 실시예에 따라, HSM 어셈블리를 구성하는 방법이 제공된다. 이 방법은 HSM 어셈블리의 바디부를 위한 복수의 세그먼트를 형성하는 단계 및 인접한 세그먼트들을 배치하는 단계를 포함한다.
- [0007] 본 개시물의 다른 실시예에 따라, 고밀도 HSM을 위한 캐리지 어셈블리가 제공된다. HSM은 캐니스터를 수용하도록 구성된 복수의 컴파트먼트를 형성하는 바디를 포함하고, 이 컴파트먼트는 제1 높이의 제1 열 및 제1 높이보다 높은 제2 높이의 제2 열로 배열되어 있고, 제1 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부는 제2 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부와 동일한 수평 축 위치 내에 있다. 캐리지 어셈블리는 프레임 어셈블리 및 제2 높이의 제2 열로의 운반을 위해 캐니스터를 담고 있는 캐스크를 들어올리기 위한 작동 수단을 포함한다.
- [0008] 본 개시물의 다른 실시예에 따라, 고밀도 HSM을 위한 캐리지 어셈블리가 제공된다. HSM은 캐니스터를 수용하도록 구성된 복수의 컴파트먼트를 형성하는 바디를 포함하고, 이 컴파트먼트는 제1 높이의 제1 열 및 제1 높이보다 높은 제2 높이의 제2 열로 배열되어 있고, 제1 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부는 제2 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부와 동일한 수평 축 위치 내에 있다. 캐리지 어셈블리는 프레임 어셈블리 및 제2 높이의 제2 열로의 운반을 위해 캐니스터를 담고 있는 캐스크를 들어올리기 위한 작동 시스템을 포함한다.
- [0009] 본 개시물의 다른 실시예에 따라, 고밀도 HSM 내에 캐니스터를 적재하는 방법이 제공된다. HSM은 캐니스터를

수용하도록 구성된 복수의 컴파트먼트를 형성하는 바디를 포함하고, 이 컴파트먼트는 제1 높이의 제1 열 및 제1 높이보다 높은 제2 높이의 제2 열로 배열되어 있고, 제1 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부는 제2 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부와 동일한 수평 축 위치 내에 있다. 이 방법은 제1 높이에서 캐리지 어셈블리의 프레임 어셈블리 내에 캐니스터를 담고 있는 캐스크를 수용시키는 단계, 및 캐니스터를 제2 높이의 제2 열로 운반하기 위해 캐니스터를 담고 있는 캐스크를 들어올리는 단계를 포함한다.

- [0010] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, HSM은 실질적으로 수직 경로를 가지는 벤트 경로를 포함하는 복수의 컴파트먼트 각각에 통풍 수단을 더 포함할 수 있다.
- [0011] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 각각의 컴파트먼트는 적어도 2개의 다른 컴파트먼트와 인접할 수 있고, 바람직하게는 적어도 3개의 다른 컴파트먼트와 인접할 수 있고, 바람직하게는 적어도 4개의 다른 컴파트먼트와 인접할 수 있다.
- [0012] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 각각의 컴파트먼트는 다각형의 단면 형상일 수 있다.
- [0013] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 컴파트먼트 중 적어도 일부는 육각형의 단면 형상일 수 있다.
- [0014] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 복수의 컴파트먼트는 엇갈림 구조로 배열될 수 있다.
- [0015] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 복수의 컴파트먼트는 바디 상에 지붕을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 지붕은 내충격 수단을 가지며, 바람직하게는 내충격 폴리머 블랭킷; 미리 변형된 강철 파이프에 의해 지지되는 철근 콘크리트 슬래브; 하프 파이프; 프리-텐션드(pre-tensioned) 콘크리트 슬래브 중 하나 이상의 엘리먼트를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 지붕은 전벽 및 후벽에 의해서만 지지될 수 있다.
- [0018] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 적어도 제1 수직 경로는 각각의 흡입 벤트에서 각각의 컴파트먼트까지 뻗을 수 있고, 적어도 제2 수직 경로는 각각의 컴파트먼트에서 각각의 배출 벤트까지 뻗을 수 있다.
- [0019] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, HSM은 캐니스터를 제2 높이로 들어올리기 위한 캐리지 어셈블리를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 바디 부는 모듈화될 수 있고, 복수의 세그먼트로 만들어질 수 있다.
- [0021] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 복수의 세그먼트는 서로의 상부상에 수직으로 적층될 수 있다.
- [0022] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 인접한 세그먼트들은 오직 수직 부착 시스템을 이용해서만 서로 부착될 수 있다.
- [0023] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 수직 부착 시스템은 인접한 세그먼트들의 벽 내의 복수의 수직 방향의 홈, 및 그러한 홈을 연결하는 타이틀 포함할 수 있다.
- [0024] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 복수의 세그먼트들은 철근 콘크리트로 만들어질 수 있다.
- [0025] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 구성하는 방법은 인접 세그먼트들을 수직으로 부착시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 프레임 어셈블리는 이동 구성으로 접힐 수 있고, 리프팅 구성으로 연장될 수 있다.
- [0027] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 캐리지 어셈블리는 트랙과 짝을 이루도록 구성된 운반 어셈블리를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 본 명세서에 서술된 임의의 실시예에서, 프레임 어셈블리는 캐스크를 운반하기 위해 지지 스키드와 결합하기 위한 캐치 어셈블리를 포함할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0029] 본 개시물의 전술한 양상 및 많은 수반 이점들은 첨부된 도면과 함께 아래의 상세한 설명을 참조함으로써 더 쉽게 이해될 것이다.

도 1은 본 개시물의 일 실시예에 따른 고밀도 수평 저장 모듈(HSM)의 등각도이다.

도 2는 도 1의 고밀도 HSM의 절단된 전면도이다.

도 3a 및 도 3b는 이전에 설계된 HSM 배열(도 3a) 및 도 1의 고밀도 HSM(도 3b)인 두 시스템의 전면 비교도를 도시한다.

도 4a 내지 도 4d는 이전에 설계된 HSM 배열(도 4a 및 4b) 및 본 개시물의 실시예에 따른 다른 배열(도 4c 및 4d)의 전면 및 상면의 비교도를 도시한다.

도 5는 본 개시물의 또 다른 실시예에 따른 고밀도 HSM의 등각도이다.

도 6 내지 도 8은 본 개시물의 실시예에 따른 고밀도 HSM에 대한 다양한 지붕 설계의 등각도이다.

도 9 내지 도 11은 본 개시물의 일 실시예에 따른 고밀도 HSM의 일 제조 방법을 보여주는 등각도이다.

도 12 내지 도 18은 본 개시물의 일 실시예에 따른 고밀도 HSM의 컴파트먼트의 상열 내에 적재하기 위해 캐니스터를 들어올리는 연속 단계들 및 캐리지 어셈블리를 보여주는 등각도이다.

도 19 내지 도 25는 본 개시물의 다른 실시예에 따른 고밀도 HSM의 컴파트먼트의 상열 내에 적재하기 위해 캐니스터를 들어올리는 연속 단계들 및 캐리지 어셈블리를 보여주는 등각도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 첨부된 도면과 관련하여 아래에 제공된 상세한 설명은 개시된 본 발명의 다양한 실시예의 설명으로서 의도되었고, 유일한 실시예를 나타내기 위한 것은 아니다. 도면에서 유사한 부재번호는 유사한 구성요소를 나타낸다. 본 개시물에서술된 각각의 실시예는 단지 예시 또는 설명을 위해 제공된 것일 뿐, 다른 실시예보다 바람직하거나 유리한 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 명세서에 제공된 예시적인 예는 하나도 빠짐없이 철저하게 서술하거나 개시된 정확한 형태로 본 개시물을 제한하도록 의도된 것이 아니다. 이와 유사하게, 본 명세서에 서술된 임의의 단계들은 동일하거나 실질적으로 유사한 결과를 달성하기 위해 다른 단계 또는 단계들의 조합들과 상호 치환 가능할 수 있다.
- [0031] 아래의 설명에는, 본 개시물의 예시적인 실시예의 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 특정 세부사항들 제공되어 있다. 그러나, 본 개시물의 다양한 실시예들이 그 특정한 세부사항의 일부 또는 전부가 없이도 실시될 수 있음이 당업자들은 이해될 것이다. 몇몇 경우에, 공지된 공정 단계는 본 개시물의 다양한 양상들을 불필요하게 모호하게 하기 않기 위해 상세하게 설명되지 않았다. 또한, 본 개시물의 실시예들이 본 명세서에 서술된 특징의 임의의 조합을 채용할 수 있음이 이해될 것이다.
- [0032] 본 개시물의 실시예들은, 예컨대, 모듈러 구조를 가지는 벤틸레이티드 캐니스터 저장 시스템과 같은 방사성 재료의 건식 저장 및 격납을 위해 사용되는 수평 저장 모듈(HSM) 및 그것의 제조 방법에 관한 것이다. 제조 방법은 제조, 구성 및/또는 생산을 포함할 수 있다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 개시물의 일 실시예에 따라 구성된 고밀도 HSM 어셈블리(10)가 제공된다.
- [0033] 도 1 및 도 2에 도시된 실시예의 HSM(10)는 방사성 재료를 담을 수 있는 캐니스터(C)를 수용하도록 구성된 복수의 컴파트먼트(22)를 형성하는 바디(20)를 포함한다. 바디(20)는 전면 벽(24), 후면 벽(26) 및 복수의 컴파트먼트(22)를 형성하는 복수의 내부 분할 벽(28)을 포함한다.
- [0034] HSM(10)는 각각의 캐니스터(C)를 지지하기 위해 복수의 컴파트먼트(22) 각각에 이어진 복수의 전방 진입 구멍(30)을 포함한다. (도시되지 않은) 차폐 도어(shielding door)는 캐니스터(C)가 수용된 후 HSM(10)의 전방 진입 구멍(30)을 폐쇄하기 위해 사용될 수 있다. 지붕 또는 뚜껑(32)은 분할 벽(28)과 일체로 구성될 수도 있고, 또는 바디(20)와 별개로 제조되어 HSM(10)이 사용을 위해 현장에서 조립될 때 바디(20)의 상부에 놓여질 수 있는데, 이에 대해서는 아래에 더 상세하게 설명된다.
- [0035] 컴파트먼트(22) 내에서, 캐니스터(C)는 필로우 블록, 베어링 블록, 또는 레일 또는 이들의 임의의 조합과 같은 적절한 레스팅 장치(resting device)(34) 상에 놓일 수 있다(도 5의 필로우 블록(234) 참조). 캐니스터(C)는 아래에 상세하게 설명한 바와 같이, 예컨대, 레일 또는 베어링 블록을 따라 진입 구멍(30)으로 푸쉬되어 또는 지지 필로우 블록 상에 설치되어 삽입될 수 있다. 레일, 필로우 블록, 또는 베어링 블록의 구성 및/또는 크기 조절과 함께 진입 구멍(30)의 크기조절은 다양한 직경을 갖는 캐니스터(C)를 수용하기 위해 사용될 수 있다.
- [0036] HSM은 (지진 발생의 경우) 수평 방향으로 캐니스터(C)를 유지하기 위한 캐비티 앞 뒤로의 프로비전(provision)을 포함한다. 일 실시예에서, 캐니스터(C)는 컴파트먼트 캐비티(36) 내에서 어느 정도의 미끄러짐에 자유로울



수 있다. 일 실시예에서, 캐니스터(C)는 상당한 미끄러짐을 방지하기 위해 필로우에 고정될 수 있다.

- [0037] 본 개시물의 일 실시예에서, 각각의 컴파트먼트(22)는 적어도 하나의 다른 컴파트먼트(22)와 공통의 분할 벽(28)을 공유한다. 다른 실시예에서, 각각의 컴파트먼트(22)는 적어도 2개의 다른 컴파트먼트(22)와 공통의 분할 벽(28)을 공유한다.
- [0038] 도 1 및 도 2에 도시된 실시예에서, HSM(10)은 5개의 별개의 캐니스터(C)를 수용하기 위한 5개의 컴파트먼트(22)를 포함한다. 5개의 컴파트먼트(22)는 하열(40) 및 상열(42)을 갖는 엇갈림 구조(staggered configuration)로 배열된다. 예시적인 엇갈림 구조는 도시된 실시예에서 볼 수 있는데, 컴파트먼트들은 제1 높이에 제1 열로, 그리고 제1 높이 보다 큰 제2 높이에 제2 열로 배열되어 있고, 제1 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부는 제2 열의 하나의 컴파트먼트의 적어도 일부와 동일한 수평 축 위치에 있다. 이와 관련하여, 제2 열의 컴파트먼트는 제1 열의 컴파트먼트의 상부에 직접 배치될 수 없다. 그 대신, 컴파트먼트들은 엇갈리게 배치되고, 수평 축을 따라 어느 정도의 겹치는 지점을 가질 뿐이다.
- [0039] 일 실시예에서, 각각의 컴파트먼트(22)는 적어도 2개의 다른 컴파트먼트(22)와 인접한다. 다른 실시예에서, 인접 컴파트먼트(22)는 공통의 분할 벽을 공유할 수 있다. 상부 컴파트먼트(22)는 3개의 다른 컴파트먼트(22)와 인접한다. 하부 중앙 컴파트먼트(22)는 4개의 다른 컴파트먼트(22)와 인접한다.
- [0040] 도시된 실시예에서, 각각의 컴파트먼트(22)는 단면 형상이 다각형이다. 몇몇 실시예에서, 컴파트먼트(22)는 평평한 벽 대신 둥근 벽을 가질 수도 있고, 또는 이들의 조합일 수도 있다(예컨대, 키홀 형상). 다른 실시예에서, 컴파트먼트(22)는 원형 형상을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 이 구조물은 복수의 인접한 육각셀을 포함하는 벌집 구조를 가질 수 있다. 컴파트먼트(22)에 대한 전방 개구는 원형, 부분적으로 라운딩된 다른 형상, 및 HSM 컴파트먼트(22)로 삽입되는 롤러 트레이 또는 다른 장치들을 수용하기 위해 다른 위치에 다른 개구를 가지는 원형과 같은 다양한 형상으로부터 선택될 수 있다.
- [0041] 하나의 제한하지 않는 예로서, 컴파트먼트(22)의 적어도 일부는 단면 형상이 육각형일 수 있다. 컴파트먼트는 또한 삼각형, 직사각형, 또는 오각형과 같은 다른 다각형 형상을 가질 수 있다. 도 1 및 도 2에 도시된 실시예에서, 하열(40)의 컴파트먼트(22)는 5개의 측 단면 형상을 가진다. 상열의 컴파트먼트(22)는 5개의 측면을 가지고, 하열의 5개의 측 패턴과 상호작용하도록 설계되어 있다.
- [0042] 벌집 구조로 배열된 5개의 컴파트먼트를 포함하는 것으로 도시되어 있으나, 다른 엇갈림 구조 및 배열도 본 발명의 범위에 속한다. 제한하지 않는 예로서, 컴파트먼트의 개수, 컴파트먼트의 배열, 열의 개수, 및/또는 컴파트먼트의 단면 형상은 다양할 수 있다. 일례로서, 도 4c 및 도 4d에 도시된 실시예는 11개의 컴파트먼트를 가지는 엇갈림 배열의 HSM이다. 다른 예로서, HSM는 적어도 하나의 다른 컴파트먼트와 공통의 분할 벽을 공유하는 비육각형 단면 형상을 가지는 컴파트먼트를 포함할 수도 있다. 도 5에서, HSM(210)는 키홀 형상의 컴파트먼트(222)를 포함한다. 다른 실시예에서, HSM은 3개 이상의 열의 컴파트먼트(22)를 포함할 수 있다.
- [0043] 본 개시물의 실시예에 따른 HSM들은 철근 콘크리트로 제조될 수 있다. 예를 들어, 차폐 벽은 스틸 섬유 콘크리트(steel fiber concrete)로 만들어질 수 있다. 철근, 해비 듀티(heavy duty), 철 또는 다른 유형의 섬유로 보강된 다른 유형의 콘크리트도 가능하다.
- [0044] 이전에 설계된 HSM는 향상된 방사성 차폐 성능, 내진 성능, 열 거부 능력(heat rejection capability), 및 사보타주 행위(acts of sabotage)에 저항하기 위한 견고성을 포함한다. 또한, 이전에 설계된 HSM은 격납 위치에서 임의의 주된 건설을 필요로 하지 않도록 현장에서 떨어진 위치(off-site)(또는 그 부근의 위치)에서 제조된다. 본 개시물의 실시예들은 또한 이러한 기준을 충족하도록 설계된다. 본 개시물에 따른 HSM은 이전에 설계된 HSM과 비교하여 감소된 캐니스터당 HSM 설치면적을 가지도록 설계되어, 특정 저장 어레이의 저장 능력이 향상된다. 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 이전에 설계된 HSM 어레이는 HSM-H 2x11를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 이와 비교하여, 본 개시물의 일 실시예에 따른 엇갈림 배열의 HSM 2x11 어레이는 상당히 감소된 설치 면적을 가진다(도 4c 및 도 4d 참조). 이 예에서, 엇갈림 배열의 HSM의 감소된 설치면적은 이전의 HSM-H 어레이의 대략 50%이다.
- [0045] HSM 모델(102) 어레이와 엇갈림 배열의 HSM의 어레이의 나란한 비교가 도 3a 및 도 3b에 도시되어 있다.
- [0046] 본 개시물의 실시예에 따라 설계된 HSM의 높이는 이전에 설계된 HSM의 높이보다 높을 수 있다(도 3a 및 도 3b 참조), 예컨대, 대략 20 인치 내지 대략 40인치(대략 50 내지 대략 100cm)의 높이 증가. 이러한 높이 증가에도 불구하고, 고밀도 HSM(10)의 엇갈림 배열은 HSM 건설을 위한 철근 콘크리트의 대략 30 내지 45% 범위의 감소를



허용한다.

- [0047] HSM은 원자력 규제 위원회(NRC: Nuclear Regulatory Commission) 또는 임의의 다른 사용후 핵연료 관리 규제 당국에 의해 제시된 요구사항을 충족해야 하는 콘크리트 패드에 의해 지지된다. 또한, HSM의 감소된 설치면적은 콘크리트 패드 길이, 콘크리트 경도, 토양 강성, 및 다른 토양 조건에 대한 요구사항의 감소를 기초로 콘크리트 패드와 관련된 비용 및 복잡도를 줄이는 것을 가능하게 한다. HSM은 패드에 고정될 수도 있고 미끄러짐에 자유로울 수도 있다.
- [0048] 도 4d에 도시된 바와 같이, 본 개시물의 HSM(10)은 백투백 식으로 어레이로 배열될 수 있어 공간 사용을 최대화한다.
- [0049] 도 1 및 도 2를 참조하면, HSM(10)은 컴파트먼트(22) 위에 위치하는 복수의 배출 벤트(44)를 포함하는 지붕 또는 뚜껑(32)을 포함한다. 흡입 벤트(46)는 컴파트먼트(22) 아래 HSM(10)의 바닥에 위치한다. 배출 및 흡입 벤트로부터의 방사선 도즈(radiation dose)를 줄이기 위해, 이들 벤트는 파이프, 관, 또는 임의의 적절한 하드웨어와 같은 도즈 감소 하드웨어와 함께 포함될 수 있다. 부가적으로 또는 대안으로서, 도그 레그(dog leg)형 흡입 및/또는 배출 벤트가 도즈를 줄이기 위해 사용될 수 있다. 또한, 도즈를 줄이기 위해 배출 벤트 커버가 사용될 수도 있다.
- [0050] 도시된 실시예에서, 각각의 컴파트먼트(22)는 그들 자신의 실질적으로 수직인 기류 경로를 갖는다. 적어도 제1 경로(48)는 각각의 흡입 벤트(46)로부터 각각의 컴파트먼트(22)까지 뻗어 있고, 적어도 제2 경로(50)는 각각의 컴파트먼트(22)로부터 각각의 배출 벤트(44)까지 뻗어 있다. 흡입 벤트(46)를 위한 바닥 위치 및 배출 벤트(44)를 위한 상부 위치를 포함하는 시스템이 유리한데, 이는 홍수 수위에 따라 홍수시 흡입 벤트(46)와 배출 벤트(44)가 모두 막힐 가능성이 없기 때문이다.
- [0051] 다른 실시예에서, 하열(40)의 컴파트먼트(22)로부터의 상부 벤트는 주변 공기로 배출되기 전에 상열(42)의 다른 컴파트먼트(22)로 배출될 수 있다.
- [0052] 이전에 설계된 HSM과 비교하여 본 개시물의 HSM(10)의 높이 증가는 컴파트먼트(22)의 하열(40)로부터의 열 제거를 보상한다. 또한, 컴파트먼트(22)에 대하여 크기조절하는 캐비티(36)는 컴파트먼트(22)의 내측면과 캐니스터(C)의 외측면 사이의 열 차폐를 위한 공간을 포함할 수 있다.
- [0053] 또한, HSM(10)은 바디(20)의 측벽 또는 후벽에 추가 벤트를 포함할 수 있다(예컨대, 도 1의 측면 덮개 벤트(52) 참조). 그러므로, HSM(10)은 모듈당 하나 이상의 흡입 벤트 및 하나 이상의 배출 벤트를 포함할 수 있다.
- [0054] 공통의 뚜껑(32)과 더불어, HSM(10)은
- [0055] 미사일 및 항공기 충돌 또는 임의의 다른 충격 또는 폭발 하중에 대한 저항력 증가를 위해 보강된 지붕 디자인을 더 포함할 수 있다. 도 6 내지 도 8에 도시된 실시예에서, 대안의 지붕 디자인이 제공된다. 이러한 예시적인 지붕 디자인은 충격 스프레더를 제공하고 개별적으로 또는 서로 조합하여 함께 사용될 수 있고, 지붕 및 벽에 적용될 수 있다. 도 6에서, HSM(210)은 지붕(232)의 상부에 철근 콘크리트 슬래브(260) 및 미리 변형된 강철 파이프(262)를 포함한다. 도 7에서, HSM(210)은 지붕(232) 상에 일련의 인접한 하프 파이프(270)를 포함한다. 도 8에서, HSM(210)은 지붕(232) 상에 미리 인장된 콘크리트 슬래브(272)를 포함한다.
- [0056] 몇몇 실시예에서, 지붕(232)은 미사일 보호를 위한 내충격성 폴리머 블랭킷으로 라이닝될 수 있고, 및/또는 항공기 충돌에 대한 저항력이 있도록 크게 보강될 수 있다. 본 개시물의 일 실시예에서, 지붕(232)은 상당한 하중이 내부 분할 벽(28)으로 전달되지 않지 않도록 HSM(10)의 전방 및 후방 벽(24 및 26) 상에 완전히 지지된다.
- [0057] 엇갈림 배열의 고밀도 HSM(10)의 유리한 효과는 다음을 포함한다. HSM(10)은 적어도 부분적으로 갭이 없는 모놀리식 구조로 인해, 이전에 설계된 HSM에 비해 추가적인 자가 차폐(self-shielding)를 포함한다. 또한, 고밀도 HSM(10)은 컴파트먼트(22)의 하열(40)에 대한 지붕이 존재하지 않기 때문에, HSM 어레이 지붕으로부터의 스카이사인(skyshine) 및 다이렉트 도즈(direct dose)의 대략 50%의 감소를 가진다. 또한, 벤트의 긴 굴뚝으로 인해 바닥 HSM 지붕으로부터의 스카이사인 도즈의 상당한 감소가 존재한다. HSM 바닥 어레이에서의 도즈 감소 하드웨어는 흡입 벤트 도즈 레이트를 감소시킨다.
- [0058] 적어도 일부의 컴파트먼트(22)가 육각 단면 형상을 가지는 도시된 실시예에 따른 HSM(10)의 다른 유리한 효과는 공간 및 재료 사용에 있어서의 효율 향상, 직사각형 어레이와 비교하여 열 전달을 위해 각각의 캐니스터를 둘러싸는 콘크리트 표면적의 증가, 및 엇갈림 구조에서의 우수한 중량 분포로 인해 야기되는 구조적 강도 증가를 포함한다. 또한, 서로 인접한 모듈들은 직사각형 어레이와 유사하게 자가 차폐하며, 직사각형 어레이와 비교하여

차폐 효율 측면에서 저하를 나타내지 않는다. 또한, 육각 단면 형상은 압축 강도 및 인장 강도에 특히 효과적인 형상이다.

- [0059] 폭발물, 미사일 또는 항공기로 인한 충격 하중 저항력과 더불어, 본 개시물의 HSM은 또한 지진 발생에 대한 저항력 증가를 위해 더 설계된다. 모놀리식 어레이는 높은 내진 성능을 제공한다. 모놀리식 어레이의 크기 및 컴파트먼트의 개수 증가는 더 강한 내진 성능 및 더 낮은 무게 중심을 제공할 수 있다. 모놀리식 어레이는 높은 내진 패드 설계에 대한 필요없이, 패드 상에 미끄러짐에 자유로울 수 있다. 또한, 컴파트먼트 및 벤트 흐름 경로는 눈으로 볼 수 있고, 지진 또는 홍수 또는 쓰나미와 같은 다른 유형의 이벤트 후 무결성에 대한 검사에 용이하다.
- [0060] 본 개시물의 HSM(10)은 제조 및 선적을 단순화하기 위해 모듈식으로 제조될 수 있고, 또는 모놀리식으로 제작에서 주조될 수도 있으며, 이는 아래에 더 상세하게 설명된다.
- [0061] 이제, 도 9 내지 도 11을 참조하여, HSM(10)에 대한 모놀리식 주조 방법이 설명될 것이다. HSM 어셈블리(10)는 서로의 상부에 구성될 수 있는 복수의 세그먼트 또는 층(70, 72, 74)(도 11 참조)을 가지는 바디 부(20)를 포함한다.
- [0062] 이러한 주조 층은 아래에 더 상세하게 설명한 바와 같이 구조 조인트 기술(construction joint technique)을 채용한다. 도시된 실시예에서, 바디 부(20)는 3층으로 분할되지만, 임의의 개수의 바디 부 층도 본 개시물의 범위 내에 속한다.
- [0063] 도 11에 도시된 실시예에서, 바디 부(20)의 3개의 층(70, 72, 및 74)은 컴파트먼트(22)를 통해 발생하는 수평면 내의 층들 간의 구조 조인트를 가진다. 본 개시물의 일 실시예에서, 세그먼트(70, 72, 및 74)는 크기, 형상, 및 무게 중 적어도 하나의 측면에서 실질적으로 유사하다. 용어 "실질적으로"는 업계에서의 수용 가능한 범위의 공학적 허용 오차 내에 속하는 것으로 본 명세서에서 사용된다. 본 개시물의 범위 내의 다른 수평 층에서, 세그먼트(70, 72, 및 74)는 크기, 형상, 및 무게 중 적어도 하나의 측면에서 실질적으로 유사하지 않다.
- [0064] 이제, 본 개시물의 일 실시예에 따른 적층형 바디 부(20) 제조 방법이 설명된다. 모듈러 층 HSM 어셈블리(10)는 (도 9에 도시된) 금속 및/또는 나무 틀(form)에 부어지는 철근 콘크리트(또는 다른 유형의 콘크리트)를 이용하여 만들어질 수 있다. 바디 부(20)의 제1 층(70)이 틀에 부어지고 경화된다. 그 다음, 바디 부(20)의 제2 층(72)이 (도 10에 도시된 바와 같이) 경화된 제1 층(70)의 상부 상의 틀에 부어지고 형성된다. 그 다음, 바디 부(20)의 제3 층(74)이 (도 11에 도시된 바와 같이) 경화된 제2 층(72)의 상부 상의 틀에 부어진다. 지붕 또는 뚜껑(32)은 개별적으로 형성될 수도 있고, 경화된 제3 층(74)의 일부분으로서 또는 그 상부 상에 형성될 수 있다.
- [0065] 경화된 이전 층에 대하여 후속 층들을 주조함으로써, 조인트는 거의 보이지 않는다.
- [0066] 복수의 층(70, 72, 및 74)으로 주조하기 때문에, 각각의 층 내의 정수압(hydrostatic pressure)은 단일 바디 유닛 HSM과 비교하여 층 높이와 선형 관계로 실질적으로 감소된다. 정수압이 감소함에 따라, 층(70, 72, 및 74) 내의 치수 편차에 대한 가능성이 상당히 감소된다. 제한하지 않는 예로서, 3층 개념의 경우, 각각의 층 내의 정수압은 비교 가능한 단일 바디 유닛 HSM에서의 정수압의 대략 1/3이 되도록 층 높이에 대하여 선형 관계로 감소될 수 있다. 마찬가지로, 2층 개념의 경우, 각각의 층 내의 정수압은 비교 가능한 단일 바디 유닛 HSM에서의 정수압의 대략 1/2이 되도록 감소될 수 있다.
- [0067] 모듈러 층 HSM 어셈블리(10)를 제조하기 위한 틀은 값싸고, 더 신뢰성이 있는데, 이는 그들이 비교 가능한 단일 바디 유닛 HSM의 높이 요구사항을 다루기 위해 뻣뻣해질(stiffen) 필요가 없기 때문이다.
- [0068] 단일 틀을 이용하는 것으로 서술되었으나, 바디 부(20)의 다양한 상이한 세그먼트에 대하여 복수의 틀을 이용하는 것도 본 개시물의 범위에 속함을 이해해야 한다.
- [0069] 적절한 수직 부착 시스템은 철근 타이 또는 철근 스플라이싱 기술(rebar ties or rebar splicing technique)과 같은 타이(76)를 이용하는 것을 포함한다. 층(70)의 형성 및 설치 동안 수직 철근은 노출된 채로 남겨진다. 그 다음, 철근은 스플라이싱되고 층(72)의 철근에 묶여진다. 이와 유사하게, 수직 철근은 층(72)에서 층(74)으로 뻗어 있고, 층(74) 내의 일치하는 철근과 스플라이싱된다. 다른 수직 부착 기술이 또한 본 개시물의 범위에 속한다.
- [0070] 이제 도 2를 참조하여, 수평 세그먼트 부착 방법을 이용한 분할된 바디 부(20)를 제조하는 다른 방법이 설명될 것이다. 모듈러 층 HSM 어셈블리(10)는 단일 틀에 부어진 철근 콘크리트를 이용하여 만들어질 수 있다. 세그

먼트(80, 82, 84, 86, 88, 및 90)는 벤트 경로 라인을 따라 분할되어 있다. 뚜껑(32)은 개별적으로 형성될 수도 있고, 완전히 경화된 바디 부(20)의 상부 상에 형성될 수도 있다. 포스트 텐션 시스템과 같은 수평 부착 시스템 또는 임의의 다른 적절한 부착 시스템이 세그먼트(80, 82, 84, 86, 88, 및 90)를 부착시키기 위해 사용될 수 있다. 유사한 제조 기술이 다른 수직 세그먼트를 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0071] 캐리지 어셈블리

[0072] 이제, 도 12 내지 도 18을 참조하여, 캐스크(K)로부터 HSM(10)의 상열(42) 내의 진입 구멍(30)으로 이동시키기 위해 캐니스터(C)를 들어올리기 위한 캐리지 어셈블리(120) 및 방법이 설명될 것이다. 캐리지 어셈블리(120)는 캐니스터(C)를 포함하는 캐스크(K)를 수용하기 위한 제1 및 제2 프레임 부(124 및 126)를 갖는 프레임 어셈블리(122)를 포함한다. 제1 및 제2 프레임 부(124 및 126)는 (도 12에는 접힌 위치로 도시되어 있고, 도 13에는 연장된 위치로 도시되어 있는) 조인더 암(128)에 의해 서로 연결되어 있다.

[0073] 캐리지 어셈블리(120)는 캐리지 어셈블리(120)가 HSM(10)을 따라 또는 저장 시설 내의 다수의 위치에 놓여질 수 있도록 복수의 휠(130)로 도시된 운반 수단에 의해 지지된다. 도 12 및 도 13을 참조하면, 휠(130)은 여러 방향으로 이동 가능하도록 프레임 어셈블리(122)에 대하여 피벗될 수 있다.

[0074] 또한, 운반 수단은 트랙, 롤러, 베어링 패드, 베어링 먼, 에어 스키드, 및 이들의 조합과 같은 휠 이외의 다른 적절한 유형의 운반 수단을 포함할 수도 있다. 도시된 실시예에서, 휠(130)은 HSM(10)에서 캐리지 어셈블리(120)를 위치 조절하기 위해 측방향 이동, 및 접힘 및 연장(도 12 및 도 13의 캐리지 어셈블리(120)의 구조 비교) 가능하도록 구성된다.

[0075] 도 12 및 도 13을 비교하여 알 수 있듯이, 캐리지 어셈블리(120)는 콤팩트 저장 및 저장 시설로의 이동을 위해 접을 수 있다. 리프팅 위치에 도달하면, 캐리지 어셈블리(120)는 그것의 리프팅 구조로 연장될 수 있다(도 13 참조). 도 13에 도시된 바와 같이, 폭방향의 연장은 제1 및 제2 프레임 부(124 및 126)를 서로로부터 바깥쪽으로 이동시킴으로써 달성된다. 조인더 암(128)은 제1 및 제2 암 부(140 및 142) 및 엘보우 커플링(144)을 포함한다. 암 부(140 및 142)는 제1 및 제2 프레임 부(124 및 126)에 대하여 회전하고, 암 연장을 위해 엘보우 커플링(144)에 대하여 회전한다. 조인더 암(128)이 연장된 때, 제1 및 제2 프레임 부(124 및 126)는 리프팅을 위해 캐스크(K)를 수용하기에 적절한 거리만큼 서로 이격된다(도 15 참조). 도 13 및 도 14와 비교하면, 엘보우 커플링(144)이 그것의 완전히 연장된 위치에 있을 때, 잠금 부(146)가 잠금 위치로 이동되어 엘보우 커플링(144)을 덮고 사용하는 동안 그것이 구부러지는 것을 방지할 수 있다. 조인더 암(128)의 다른 고정 구조 또한 본 개시물의 범위에 속한다.

[0076] 도 14에서 알 수 있듯이, 캐리지 어셈블리(120)는 그것의 수용 및 리프팅 구조로 연장되었고, HSM(10)과 연결되도록 이동되었다. 캐리지 어셈블리(120)는 이동 과정 중에 발생할 수 있는 지진 이벤트 동안 움직임을 방지하기 위해 캐리지 어셈블리(120)를 안정화하고 캐리지 어셈블리(120)를 HSM(10)에 고정시키기 위한 안정화 시스템을 포함한다. 안정화 시스템은 캐리지 어셈블리(120)가 이동 위치에서 수용된 때 캐리지 어셈블리(120)를 안정화시키기 위해 사용되는 제1 비결합 위치(도 12 참조)에서 제2 결합 위치(도 14 참조)로 전개된 제1 및 제2 앵커(152 및 154)로 도시된 그라운드 앵커 또는 아웃트리거 시스템(150)을 포함한다. 그라운드 앵커 시스템 내의 임의의 적절한 개수의 앵커 또는 아웃트리거(예컨대 하나 또는 2 이상의)는 본 개시물의 범위에 속한다.

[0077] 안정화 시스템은 HSM 앵커 시스템(160)을 더 포함한다. 도시된 실시예에서, HSM 앵커 시스템(160)은 HSM(10)의 전면과 결합하도록 구성된 제1 및 제2 수직 암(162 및 164)을 포함한다. 암(162 및 164)은 제1 및 제2 프레임 부(124 및 126)의 전면과 각각 부착된다. 각각의 암(162 및 164)은 HSM(10)의 상부 수평면과 결합하기 위한 각각의 연장부(166 및 168)를 포함한다. 캐리지 어셈블리(120)가 HSM(10)을 향해 이동하여 HSM(10)에 도달한 때, 암(162 및 164)은 HSM(10)의 상면 위에 위치하는 연장부(166 및 168)와 함께 프레임 어셈블리(122)에 대하여 위로 들어올려진다(도 13 참조). 캐리지 어셈블리(120)가 그것의 이동 위치로 고정된 때, 암(162 및 164)은 프레임 어셈블리(122)에 대하여 아래로 후퇴하여, 암(162 및 164)은 HSM(10)의 전방의 실질적으로 수직인 면과 결합되고 연장부(166 및 168)는 HSM(10)의 상부의 실질적으로 수평인 면과 결합된다(도 14 참조).

[0078] 동시에, 그라운드 앵커 또는 아웃트리거 시스템(150)은 운송 수단이 비활성화되도록 전개될 수 있다. 도 14에 도시된 바와 같이, 그라운드 앵커 시스템(150)을 통해 전개된 휠(130)은 지면으로부터 들어올려져 프레임 어셈블리(122)에 대하여 자유롭게 피벗 가능하다.

[0079] 이제, 도 15를 참조하면, 캐니스터(C)를 포함하는 캐스크(K)를 홀딩하는 스키드(S)를 포함하는 트레일러(T)가 캐리지 어셈블리(120)로 접근하고 있다. 스키드(S) 및 캐스크(K)를 지지하는 트레일러(T)는 HSM(10)을 향해 회

전하고, 캐리지 어셈블리(120)의 제1 및 제2 프레임 부(124 및 126) 사이에 수용된다.

- [0080] 도 16을 참조하면, 캐리지 어셈블리(120)로부터의 그림핑 장치(170)는 스킴드(S)와 결합하여 스킴드(S)를 캐리지 어셈블리(120) 내에 고정시키고 리프팅 중 이동을 방지한다.
- [0081] 이제, 도 17 및 도 18을 참조하여, 캐리지 어셈블리(120)의 리프팅 특성이 설명될 것이다. 캐리지 어셈블리(120)는 스킴드(S) 및 캐스크(K)를 제1 높이 위치(도 17 참조)에서 제2 높이 위치(도 18 참조)로 이동시키는데 사용하기 위한 복수의 리프팅 액추에이터 또는 충격 리미터(172)를 포함한다. 스킴드(S) 및 캐스크(K)를 제1 높이 위치에서 제2 높이 위치로 이동시키기 위한 리프팅 메커니즘은 쇼크 흡수기, 충격 리미터, 래크 및 피니언 래치 및 마찰 브레이크, 유압 부하 유지 및 안전 회로를 포함할 수 있는 복수의 페일 세이프(fail safe) 메커니즘을 포함한다. 다른 리프팅 시스템 또한 본 개시물의 범위 내에 속한다.
- [0082] 도 17 및 도 18을 비교하면, 캐리지 어셈블리(120)는 캐니스터(C)를 포함하는 캐스크(K)를 홀딩하는 스킴드(S)를 제1 지면 레벨 높이 위치에서 제2 높이 위치로 들어올린다. 제2 높이 위치에서, 캐니스터(C)는 캐스크(K)로부터 HSM(10)의 상열(42)의 진입 구멍(30)으로 이동된다. 스킴드(S) 및 캐스크(K)가 제2 높이 위치에 있을 때, 텔레스코핑 램 장치(R)로 도시된 선행 액추에이터는 연장되어 캐니스터(C)를 캐스크(K) 밖으로 그리고 HSM(10)의 상열(42)의 진입 구멍(30)으로 밀어내낸다.
- [0083] HSM(10)의 상열(42)의 진입 구멍(30)으로의 캐니스터(C)의 적재를 위한 적재 시퀀스가 도시되고 서술되어 있으나, 캐리지 어셈블리(120)는 또한 HSM(10)의 상열(42)의 진입 구멍(30)으로부터 캐니스터(C)를 제거하기 위한 언로딩 시퀀스로 사용될 수 있다. 이와 관련하여, 텔레스코핑 램 장치(R)는 또한 캐니스터를 HSM(10)의 상열(42)의 캐비티(36)로부터 회수하여 캐스크(K)로 밀기 위해 사용될 수도 있다. 회수된 후, 캐리지 어셈블리(120)는 캐니스터(C)를 담고 있는 캐스크(K)를 홀딩하는 스킴드(S)를 제2 높이 위치에서 제1의 지면 레벨 높이 위치로 하강시킨다.
- [0084] 캐니스터를 HSM(10)의 컴파트먼트(22)로 또는 그로부터의 미끄러짐 이동을 위한 HSM(10) 내의 미끄럼 레일에 대한 대안으로서, 아래에 서술된 저마찰 수평 이송 장치(220)가 HSM(10)의 컴파트먼트(30)로 또는 그로부터 캐니스터(C)를 이동시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0085] 제2 높이 위치로의 리프팅으로 도시되어 있으나, 본 개시물의 실시예는, 예컨대, 2 열 이상의 컴파트먼트를 가지는 HSM(10)에서, 더 높은 높이 위치로 들어올리도록 구성될 수도 있다.
- [0086] 이제 도 19 내지 도 25를 참조하면, 캐스크(K)로부터 본 개시물의 다른 실시예에 따른 HSM(10)의 상열 및 하열 모두의 진입 구멍(3)으로 캐니스터(C)를 운반 및/또는 들어올리는 캐리지 어셈블리(320) 및 방법이 설명될 것이다. 도 19 내지 도 25의 캐리지 어셈블리(320)는 트랙 상에서의 캐리지 어셈블리의 운반, 캐리지 어셈블리에 대한 스킴드의 고정 및 스킴드의 리프팅과 같은 차이를 제외하면, 도 12 내지 18의 캐리지 어셈블리(120)와 실질적으로 유사하다. 도 12 내지 도 18의 실시예에서의 유사한 부분을 위해, 도 19 내지 도 25의 실시예에 대하여 유사하지만 300번대인 부재번호가 사용된다.
- [0087] 캐리지 어셈블리(320)는 캐니스터(C)를 담고 있는 캐스크(K)를 수용하기 위한 제1 및 제2 프레임 부(324 및 326)를 가지는 프레임 어셈블리(322)를 포함한다. 제1 및 제2 프레임 부(324 및 326)는 하나 이상의 조인더(328)(도시된 실시예에서의 2개의 조인더)에 연결된다. 도시된 실시예의 조인더(328)는 그것이 상부 위치에 있을 때(예컨대, 도 23의 캐스크(K) 및 스킴드(S)의 위치 참조) 캐스크(K) 및 스킴드(S)를 수용하기 위해 만곡된다. 캐리지 어셈블리(320)는 도 19에서 연장된 위치로 도시되어 있으나, 도 12 내지 도 18의 이전에 설명한 실시예의 캐리지 어셈블리(120)와 유사하게, 후퇴된 위치로 후퇴 가능할 수 있다(예컨대, 도 12 참조).
- [0088] 캐리지 어셈블리(320)는 캐리지 어셈블리(320)가 HSM(10) 따라 또는 저장 시설 내의 다수의 위치에 위치할 수 있도록 복수의 휠(330)로 도시된 운반 어셈블리에 의해 지지된다. 휠(330)은 여러 방향으로 이동 가능하도록 프레임 어셈블리(322)에 대하여 피벗 가능할 수 있다. 휠(330)은 또한 도 20 내지 도 23에 도시된 바와 같이 하나 이상의 트랙(332)과 나란하게 구성될 수 있다. 트랙(332)은 캐리지 어셈블리(320)에 대한 방향 및 위치적 정확도를 제공하기 위해 설치된 HSM(10)의 길이로 뻗어 있다. 트랙(332)의 간격 및 캐리지 어셈블리(320)의 양방향 대칭성은 이중 어레이의 HSM(10)(도 20 참조) 또는 단일 어레이의 HSM(10)(도 22 참조)에서 사용 가능하게 만든다.
- [0089] 이제, 도 20 내지 도 23을 참조하여 캐니스터(C)를 HSM(10)으로 적재하는 방법이 설명될 것이다. 이제 도 21을 참조하면, 캐니스터(C)를 담고 있는 캐스크(K)를 홀딩하는 스킴드(S)를 포함하는 트레일러(T)가 트랙(332) 상에 위치하는 캐리지 어셈블리(320)에 접근하고 있다. 스킴드(S) 및 캐스크(K)를 지지하는 트레일러(T)는 캐리지

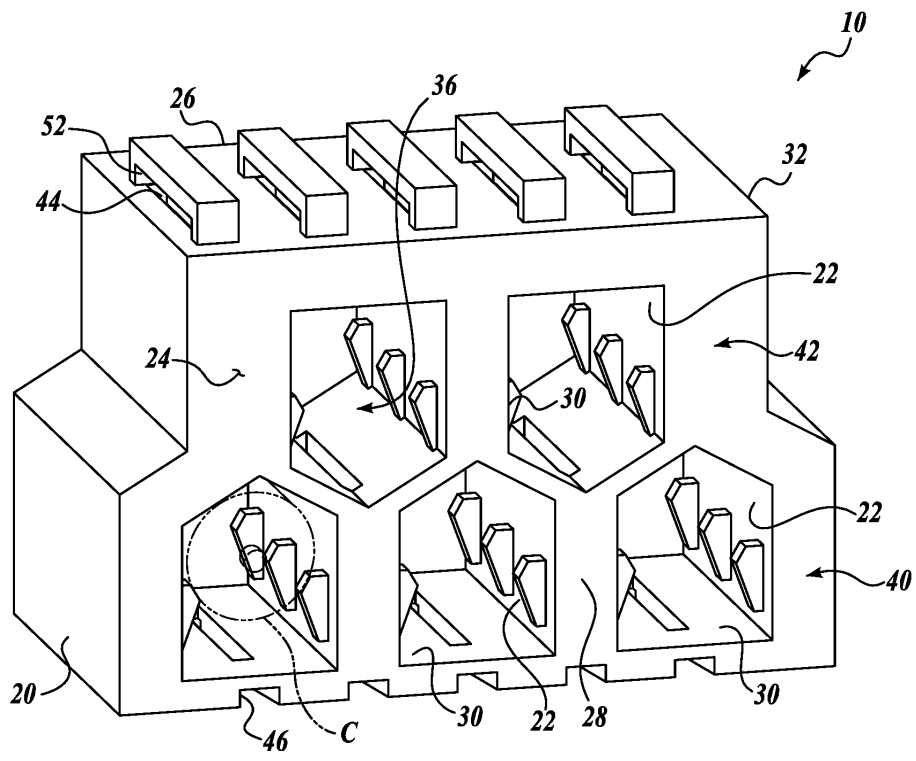


어셈블리(320)의 제1 및 제2 프레임 부(324 및 326) 사이에 수용된다.

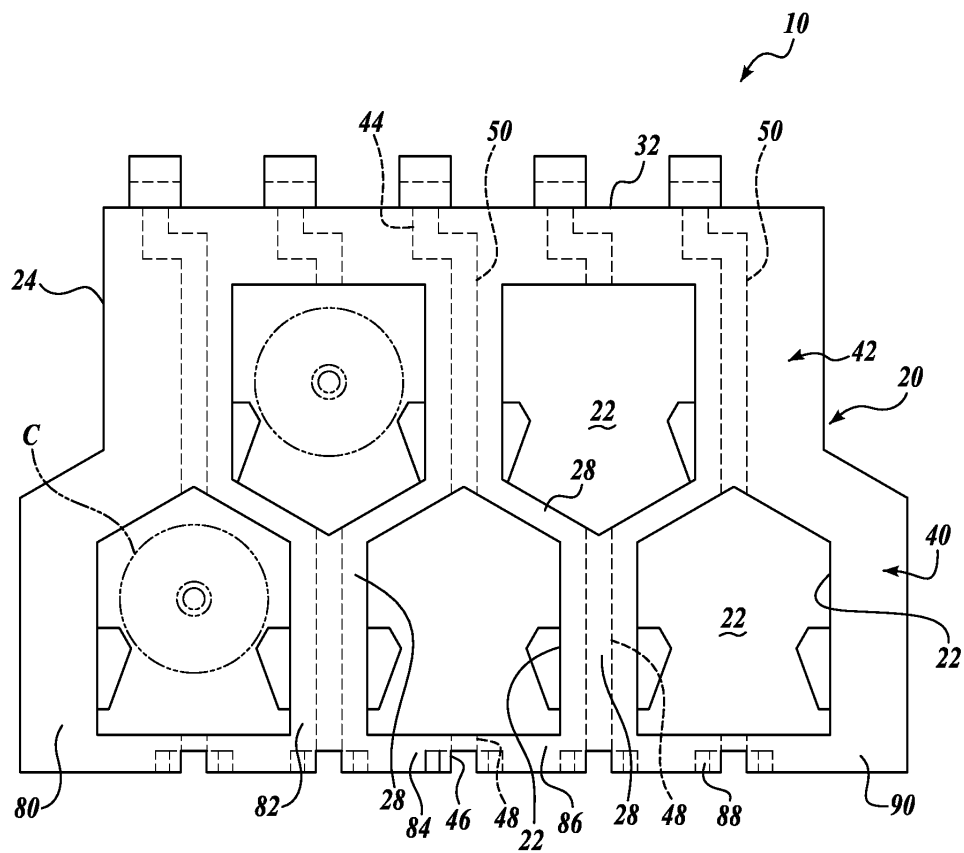
- [0090] 도 22를 참조하면, 캐리지 어셈블리(320)는 스키드(S)와 결합하여 트레일러(T)가 스키드(S) 아래로부터 제거되고 HSM(10)의 특정 컴파트먼트(22)와 정렬될 준비된 때 스키드(S)를 캐리지 어셈블리(320) 내에 고정시킨다. 도 19 및 도 24를 참조하면, 캐처(370)는 이송 스키드(S) 상에 놓인 (도시되지 않은) 트러니언(trunnion)과 결합하도록 구성되어 있다. 캐처(370)는 그들의 최상부 위치(도 24 참조)에 위치하고, 그 다음 캐처(370)는 이송 스키드(S) 상의 트러니언과 결합하기 위해 하강된다(도 25 참조). 캐처(370)가 하강될 때, 그들은 트러니언과 고정식으로 결합된다.
- [0091] 본 개시물의 일 실시예에서, 캐리지 어셈블리(320)는 이송 스키드(S) 상의 4개의 트러니언과 결합하기 위한 4개의 캐처(370)를 포함한다. 캐처 및 트러니언의 다른 개수 또한 본 개시물의 범위 내에 속한다. 또한, 캐처(370)는 캐스크(K) 또는 스키드(S)와 결합하도록 구성될 수 있다. 캐리지 어셈블리(320)의 다른 지지 암 또한 스키드(S)가 캐리지 어셈블리(320)에 의해 지지될 때 고정 위치로 옮겨질 수 있다.
- [0092] 도 23을 참조하면, 캐리지 어셈블리(320)는 HSM(10) 내의 특정 컴파트먼트(22)에 캐스크(K)를 위치시키기 위해 트랙(332)을 따라 이동된다. 스키드(S) 및 캐스크(K)가 정렬된 때, 텔레스코핑 램 장치(R)로 도시된 선형 액추에이터가 연장되어 (도시되지 않은) 캐니스터를 캐스크(K) 밖으로 HSM(10)의 컴파트먼트(22) 내로 밀어낸다.
- [0093] 도 20 내지 도 23에서, 캐니스터는 하열의 컴파트먼트(22) 내에 배치될 수 있다. 그러나, 캐리지 어셈블리(320)는 또한 상열의 상부 레일 컴파트먼트(22)(도 22 참조)로 캐니스터를 들어올리도록 구성된다.
- [0094] 이제, 도 19, 도 24 및 도 25를 참조하여 캐리지 어셈블리(320)의 리프팅 특성이 설명될 것이다. 캐리지 어셈블리(120)는 스키드(S) 및 캐스크(K)를 제1 높이 위치(도 25 참조)와 제2 높이 위치(도 24 참조) 사이에서 이동시키기 위해 사용될 수 있는 복수의 리프팅 장치(372)를 포함한다. 캐리지 어셈블리(320) 상의 각각의 4개의 캐처(370)는 스크류 잭(screw jack)과 같은 리프팅 장치(372)에 의해 지지되고 수직으로 이동된다. 각각의 잭은 전기 또는 유압 모터에 의해 구동될 수 있다. 다른 리프팅 시스템도 본 개시물의 범위에 속한다.
- [0095] 본 개시물의 원리, 대표적인 실시예 및 동작 모드들이 앞선 설명에서 서술되었다. 그러나, 보호받고자 하는 본 개시물의 양상은 개시된 특정 실시예로 제한되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에 서술된 실시예들은 제한이 아니라 설명을 위한 것으로 간주되어야 한다. 본 개시물의 정신을 벗어나지 않고 당업자들에게 의한 변형 및 변경이 이루어질 수 있고 동등물이 사용될 수 있음이 이해될 것이다. 따라서, 모든 그러한 변형, 변경, 및 동등물이 청구된 본 개시물의 정신 및 범위에 속하도록 분명하게 의도되었다.
- [0096] 배타적 특성 또는 특권이 청구되는 본 개시물의 실시예들은 아래와 같이 정의된다.

도면

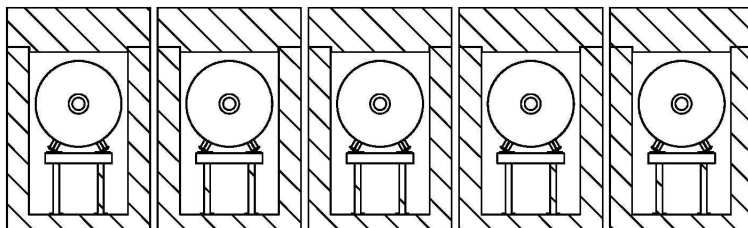
도면1



도면2

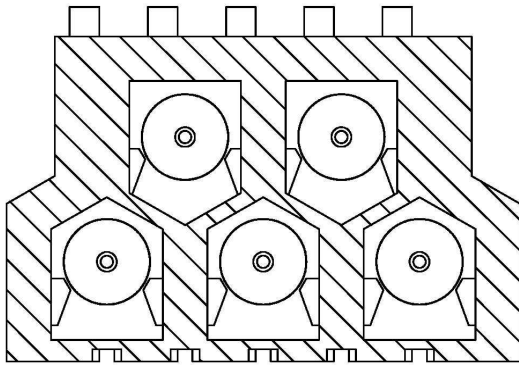


도면 3a

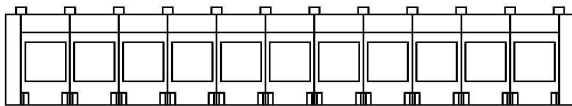




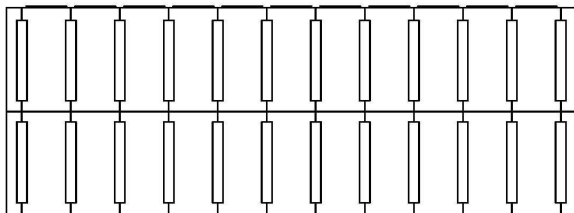
도면3b



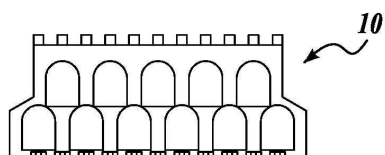
도면4a



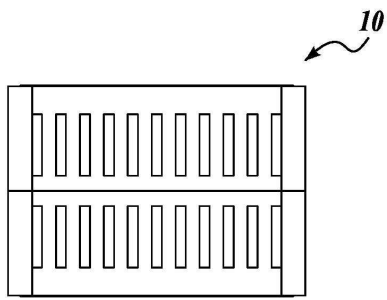
도면4b



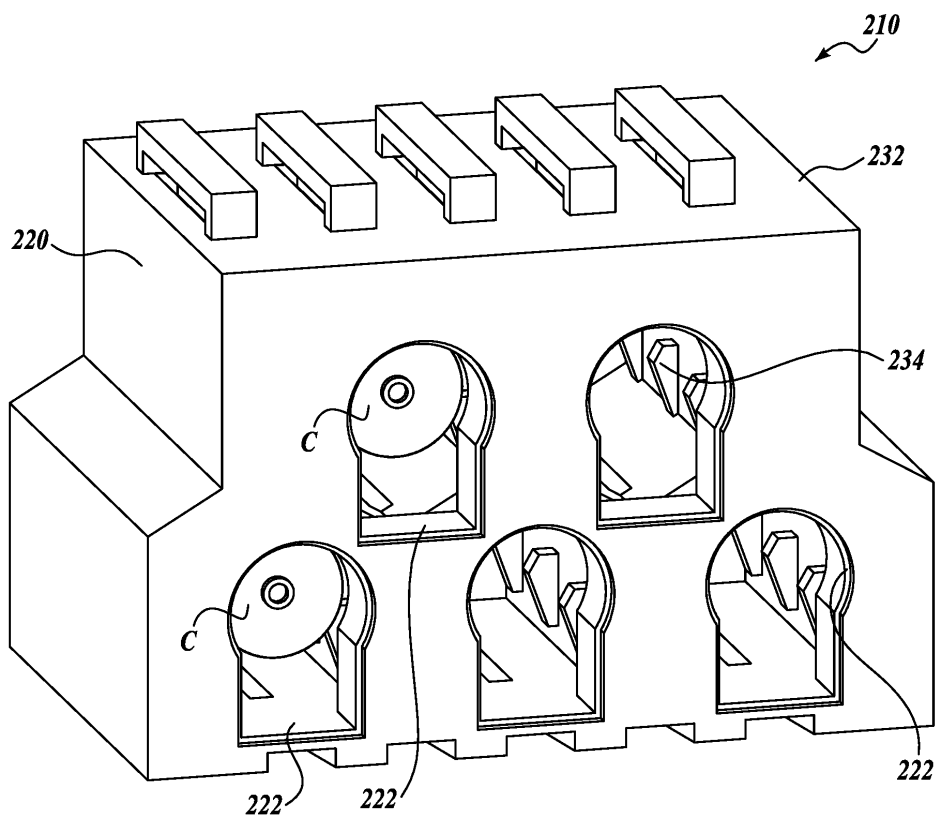
도면4c



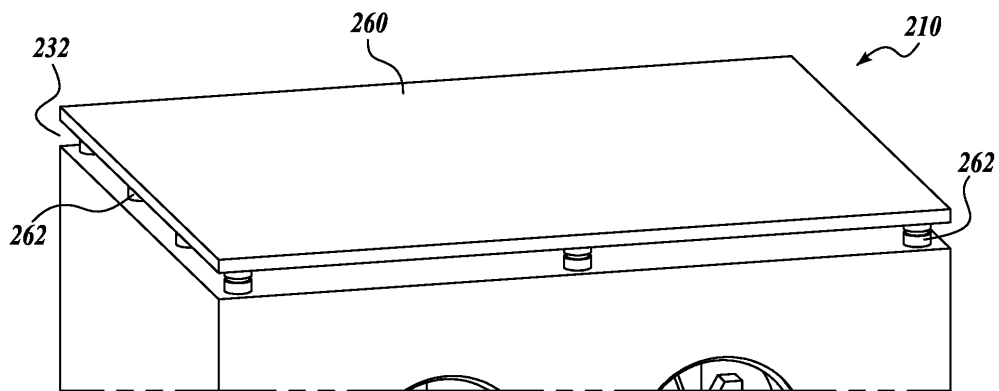
도면4d



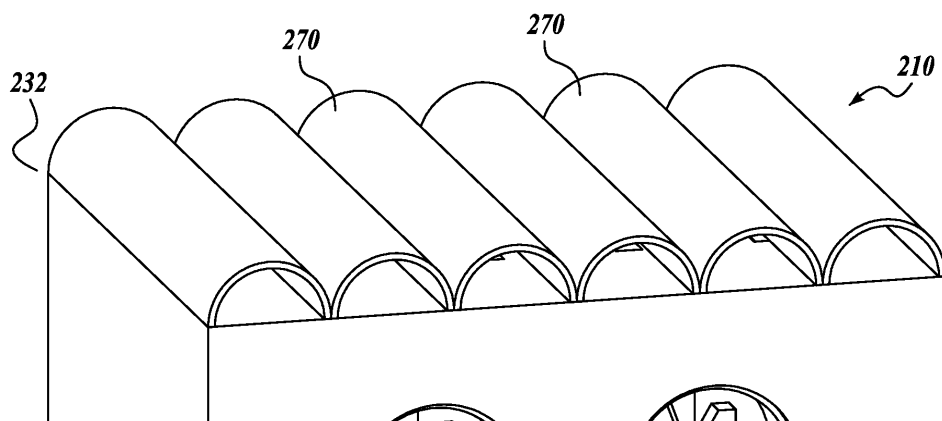
도면5



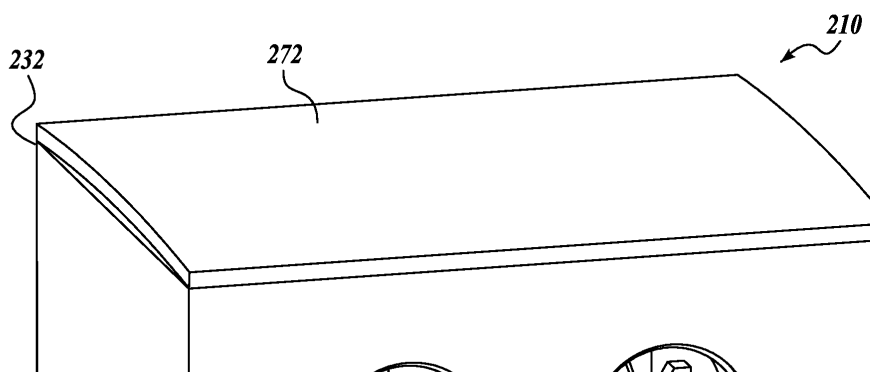
도면6



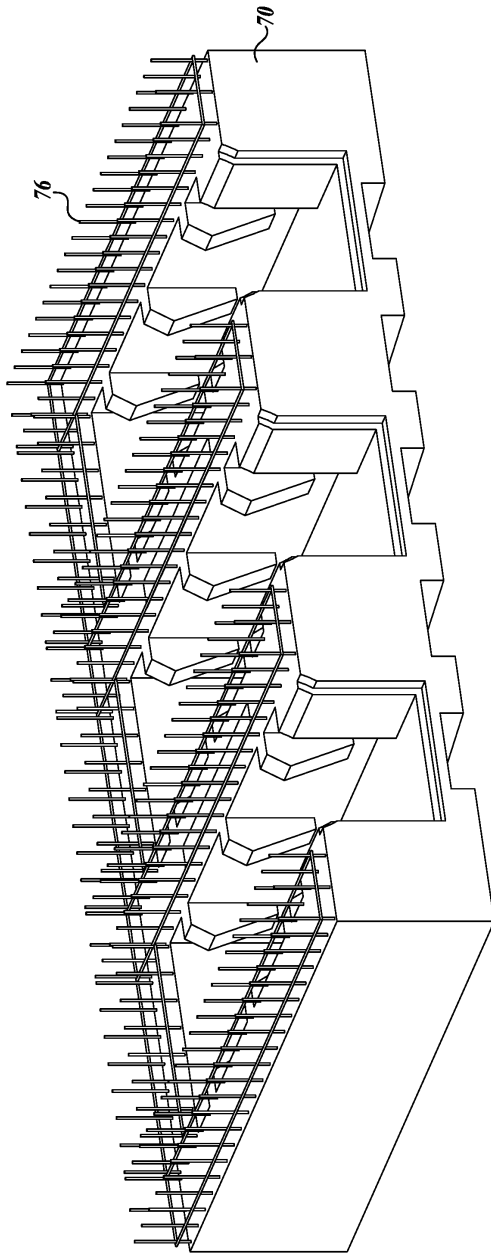
도면7



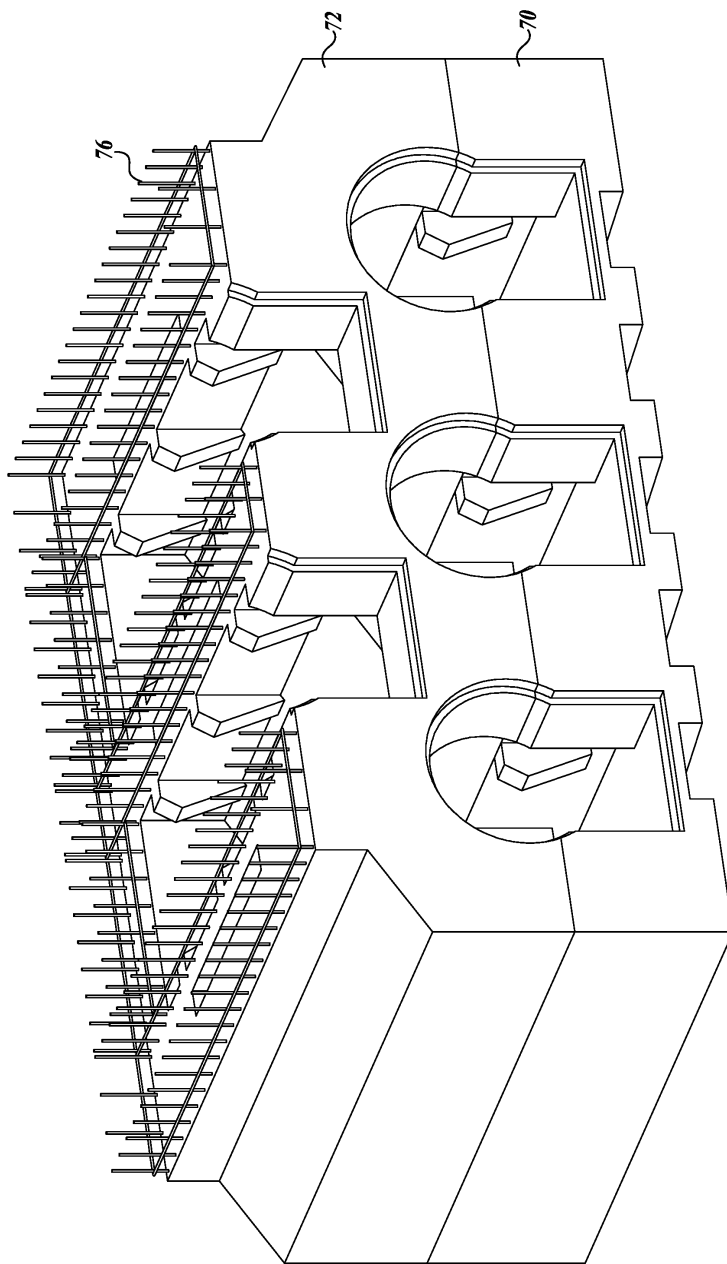
도면8



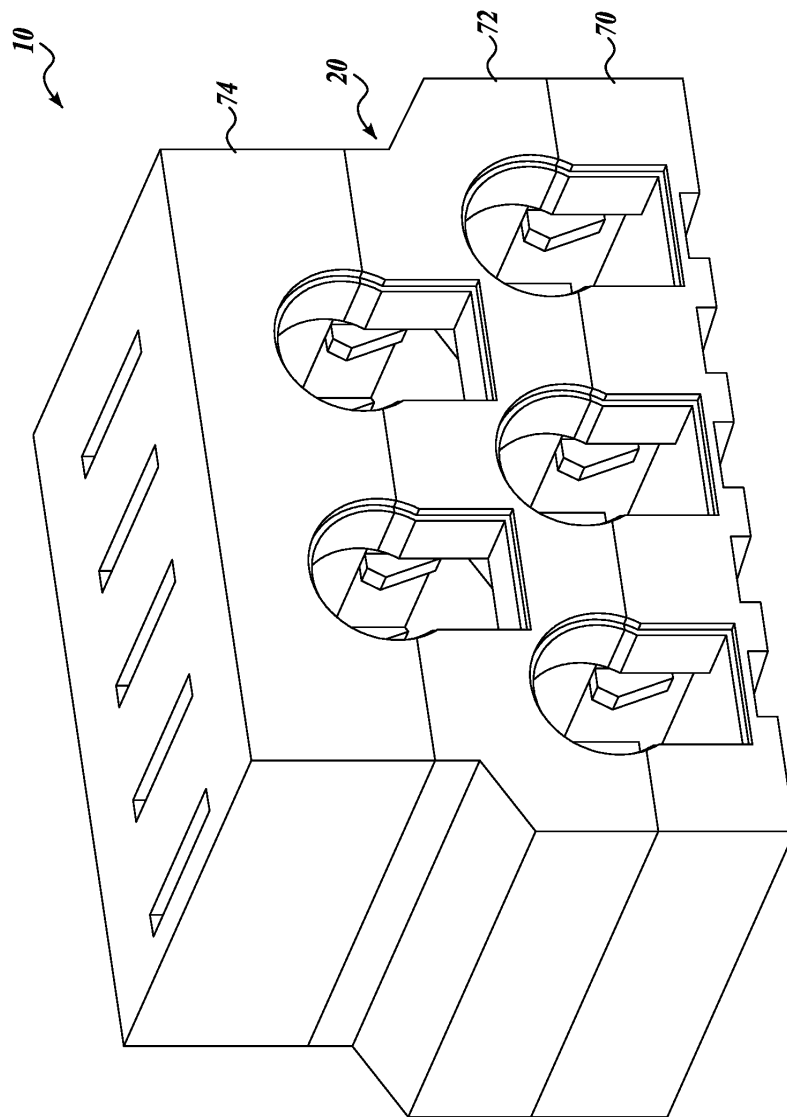
도면9



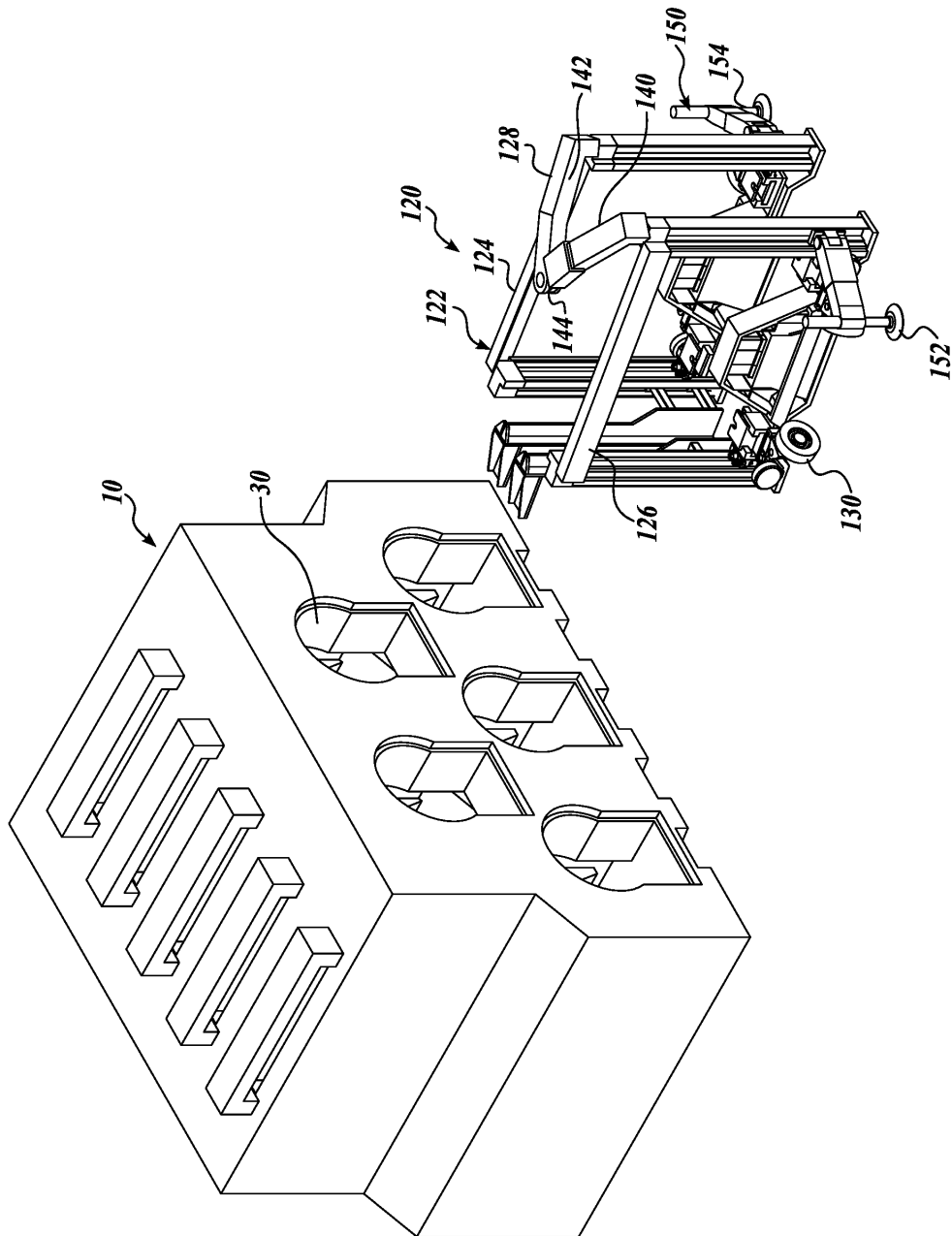
도면10



도면11

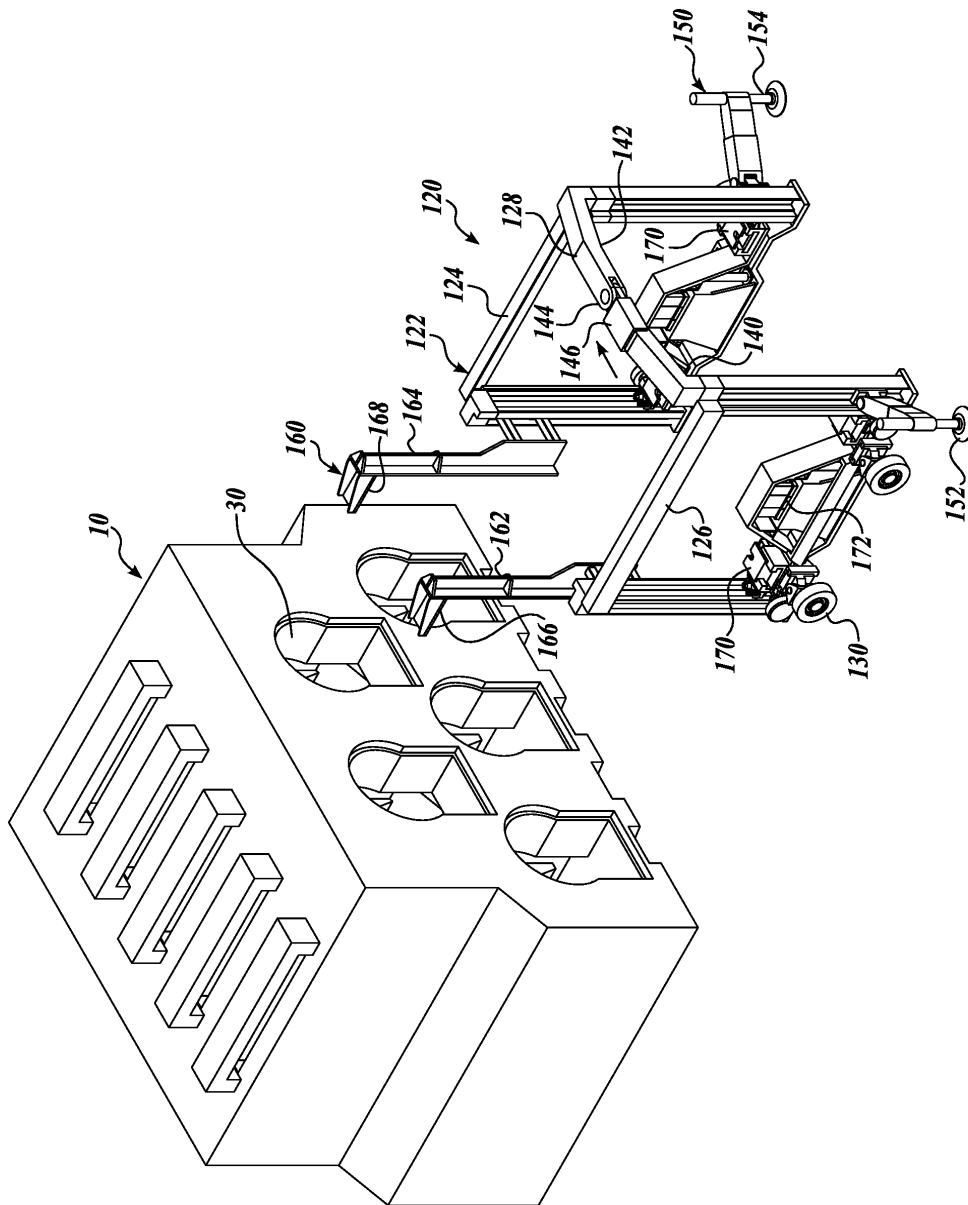


도면12

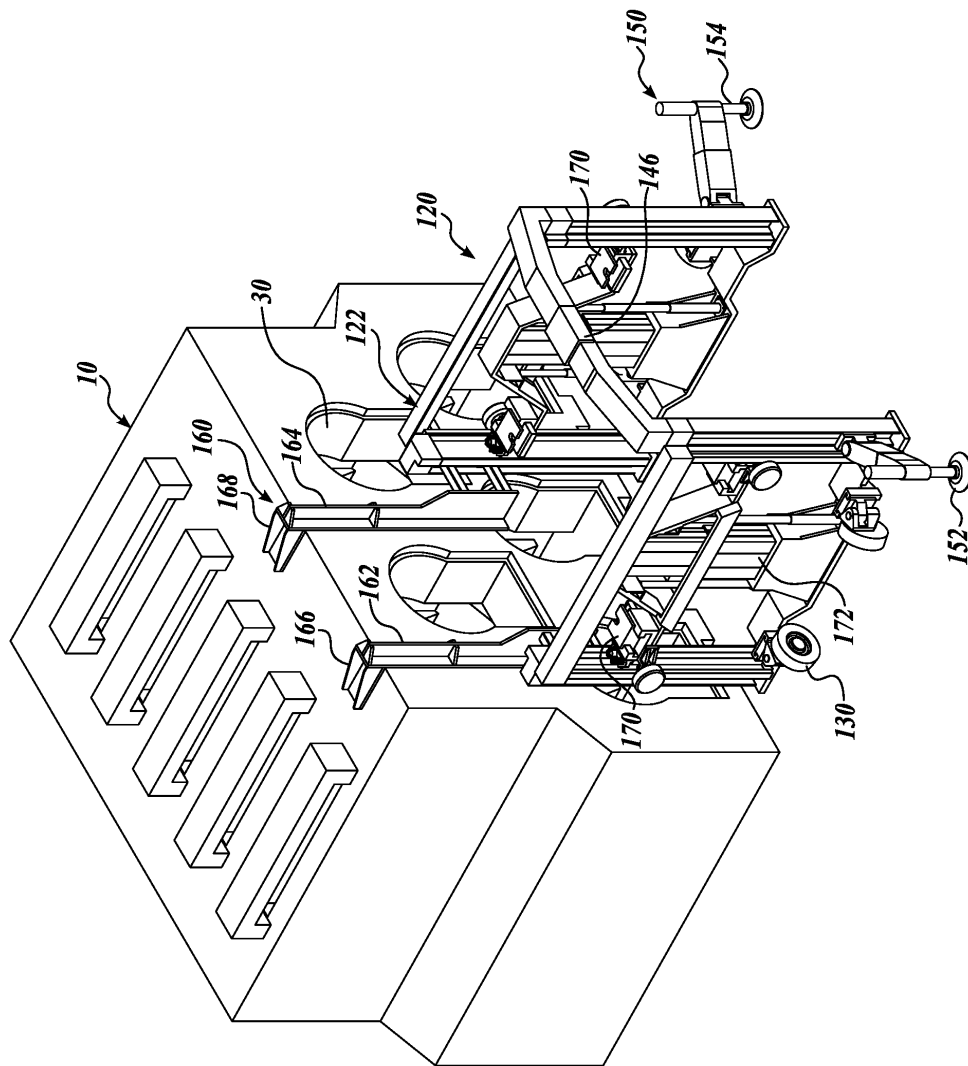




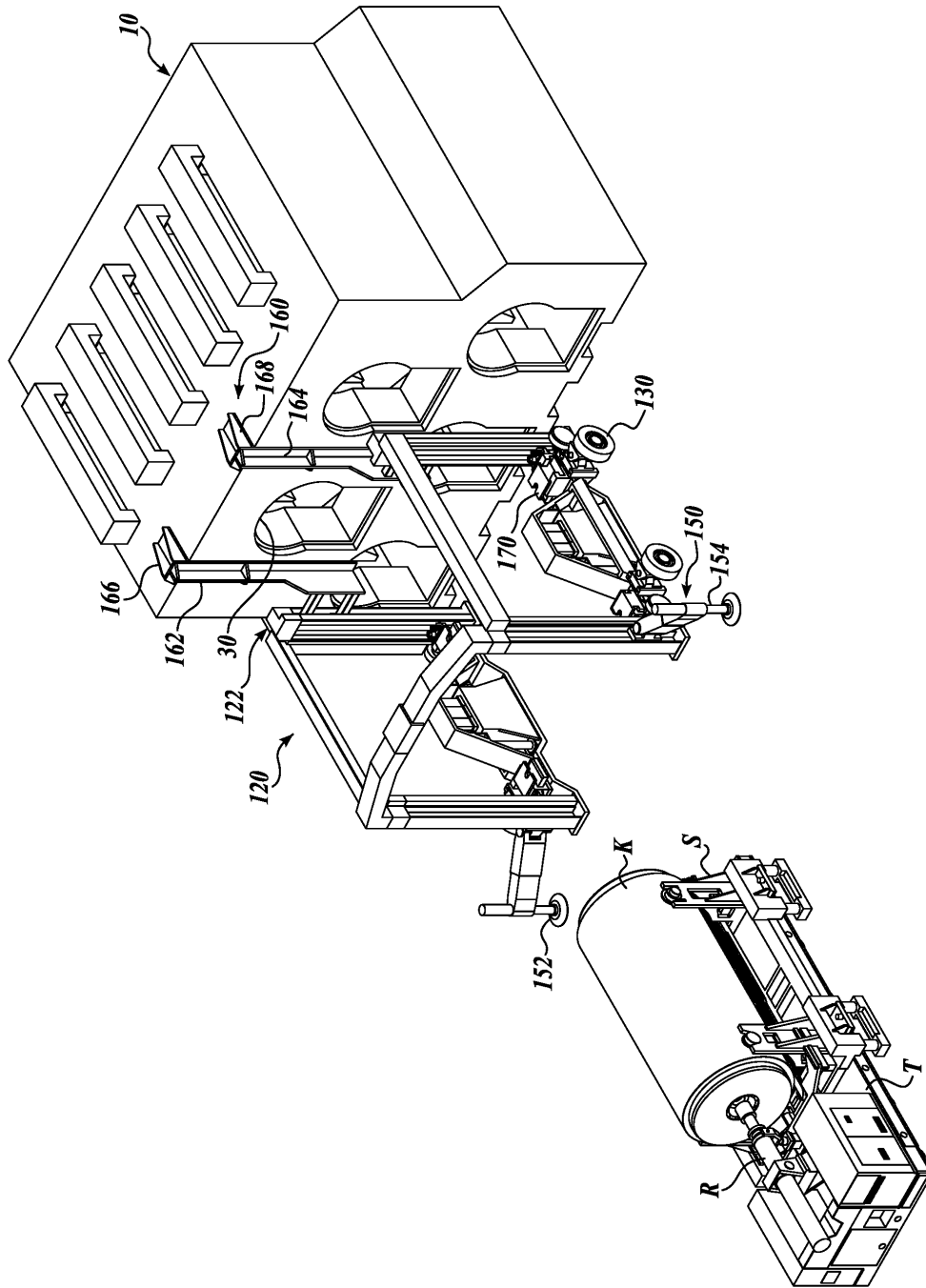
도면13



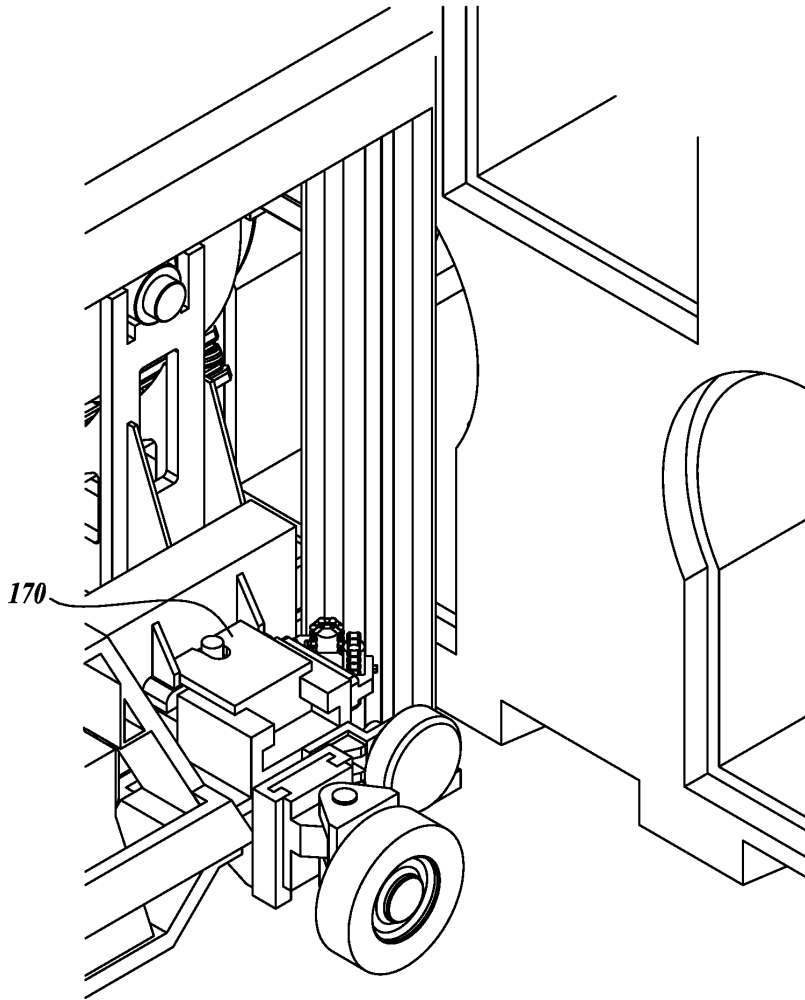
도면14



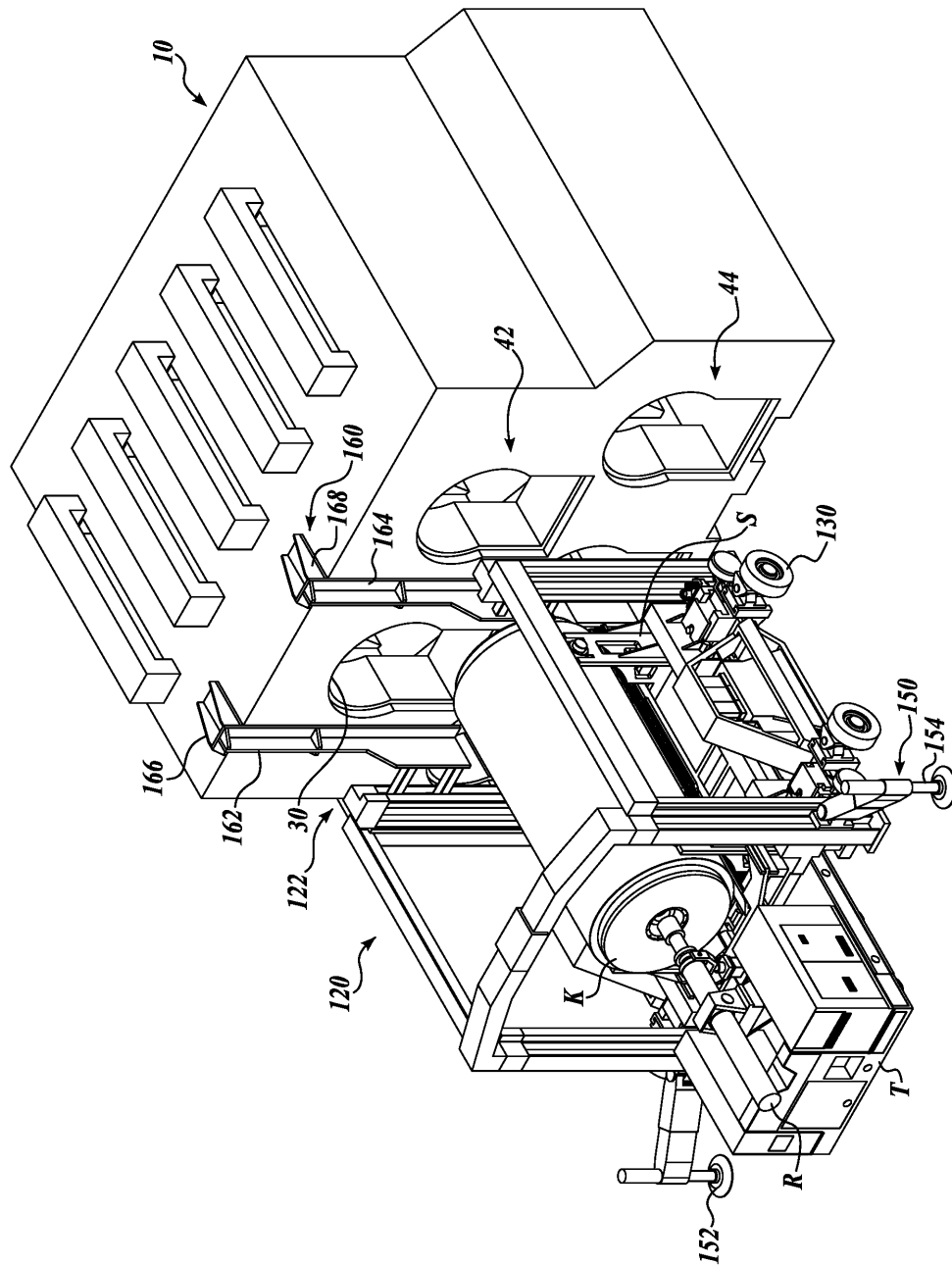
도면15



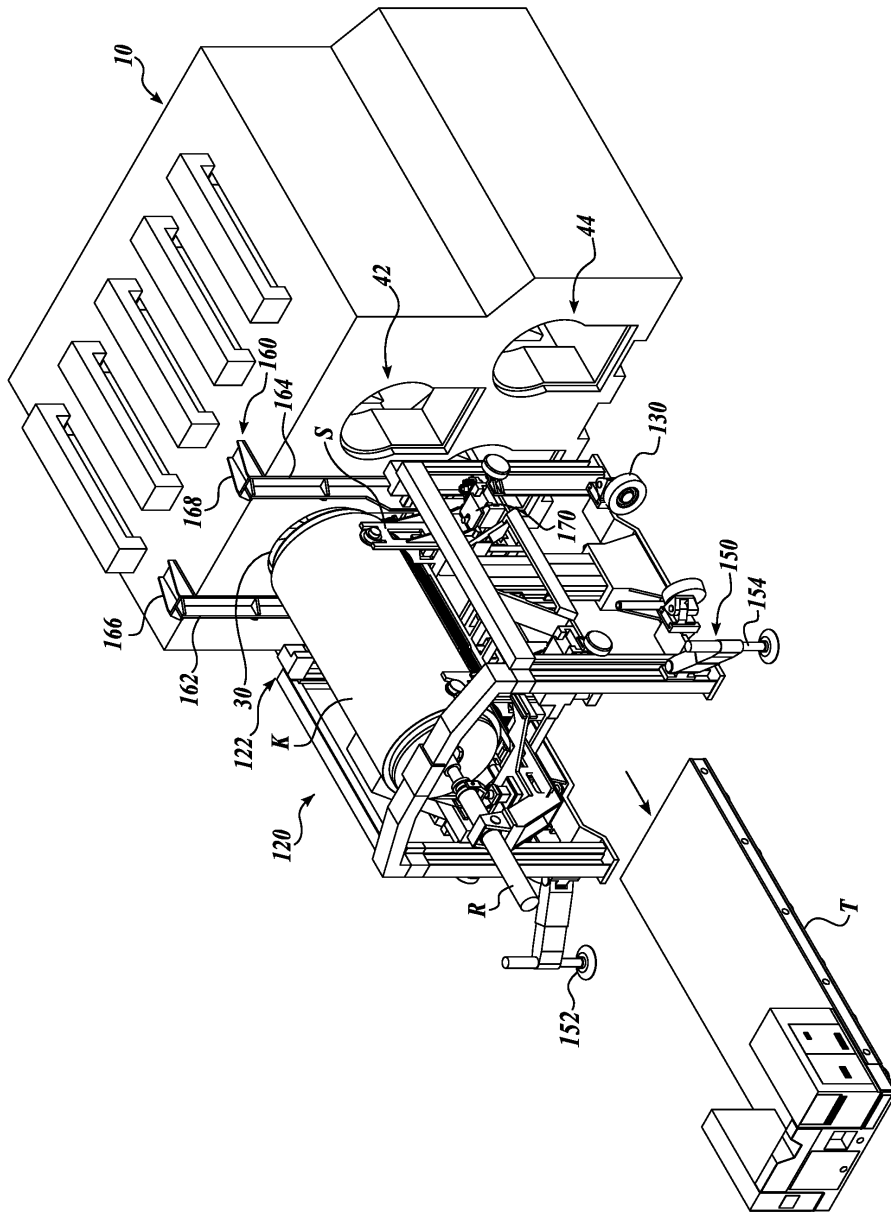
도면16



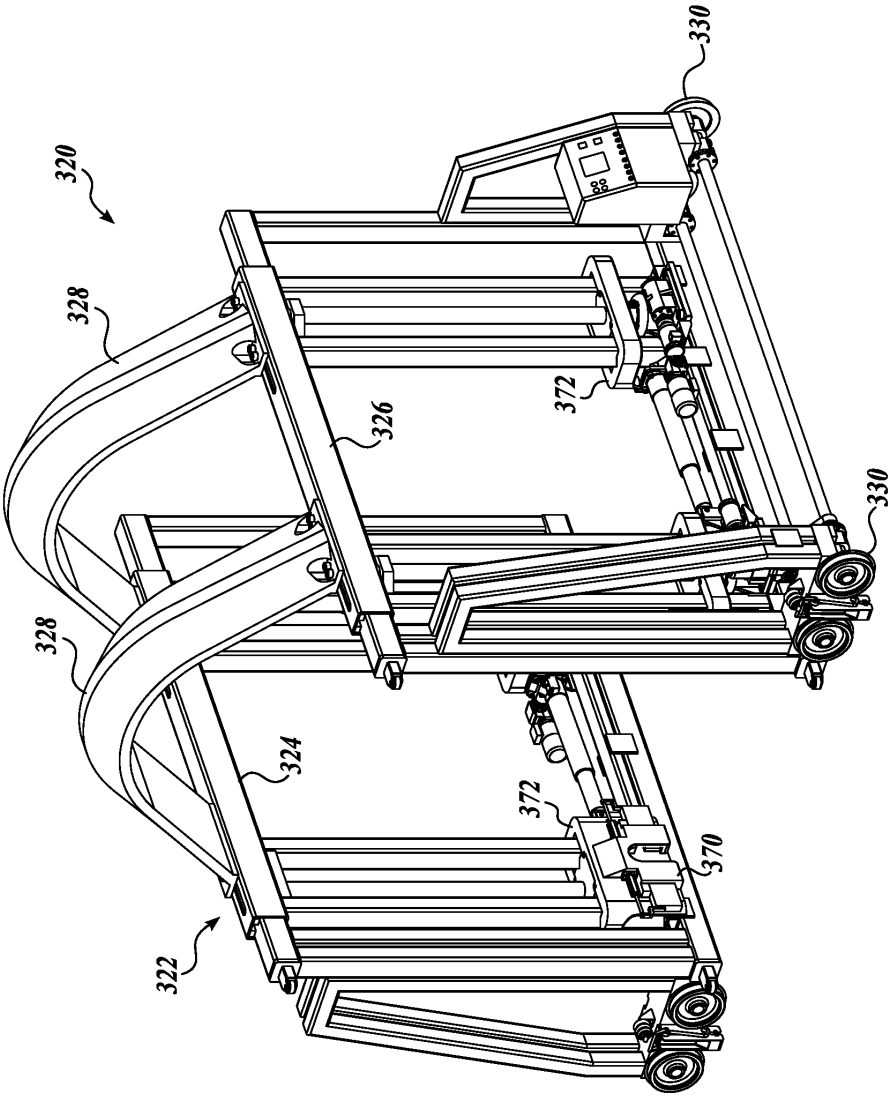
도면17



도면18

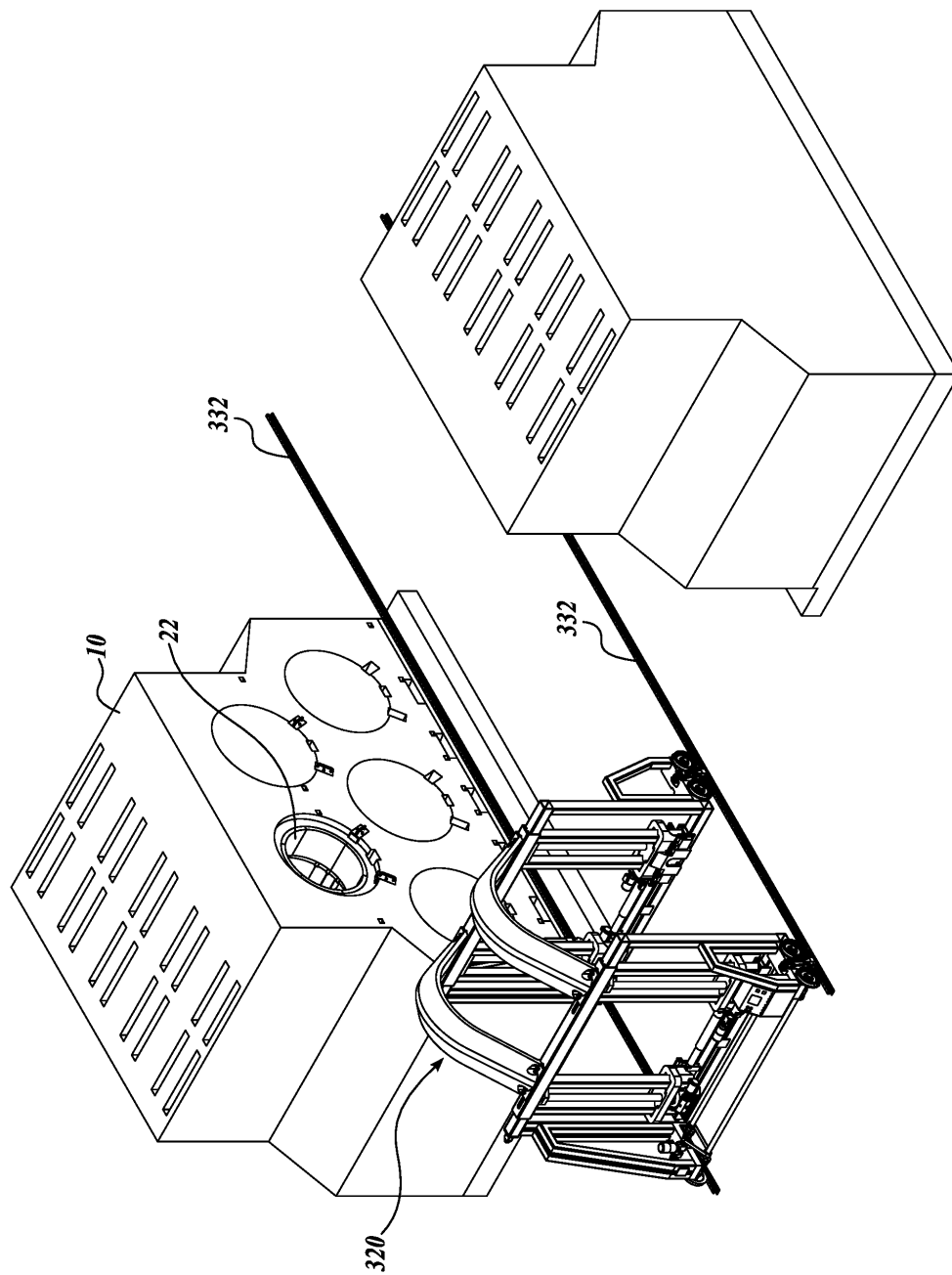


도면19

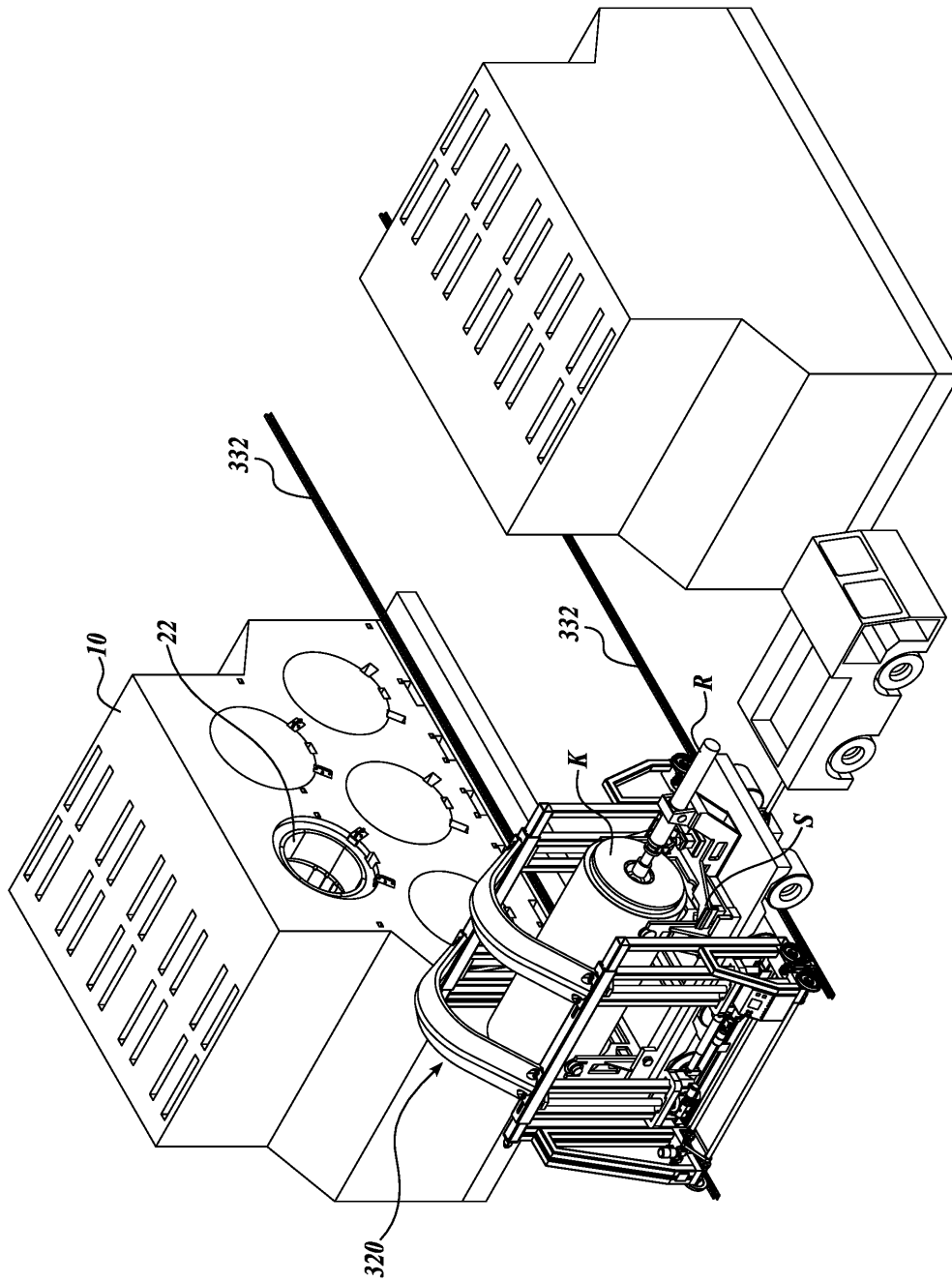




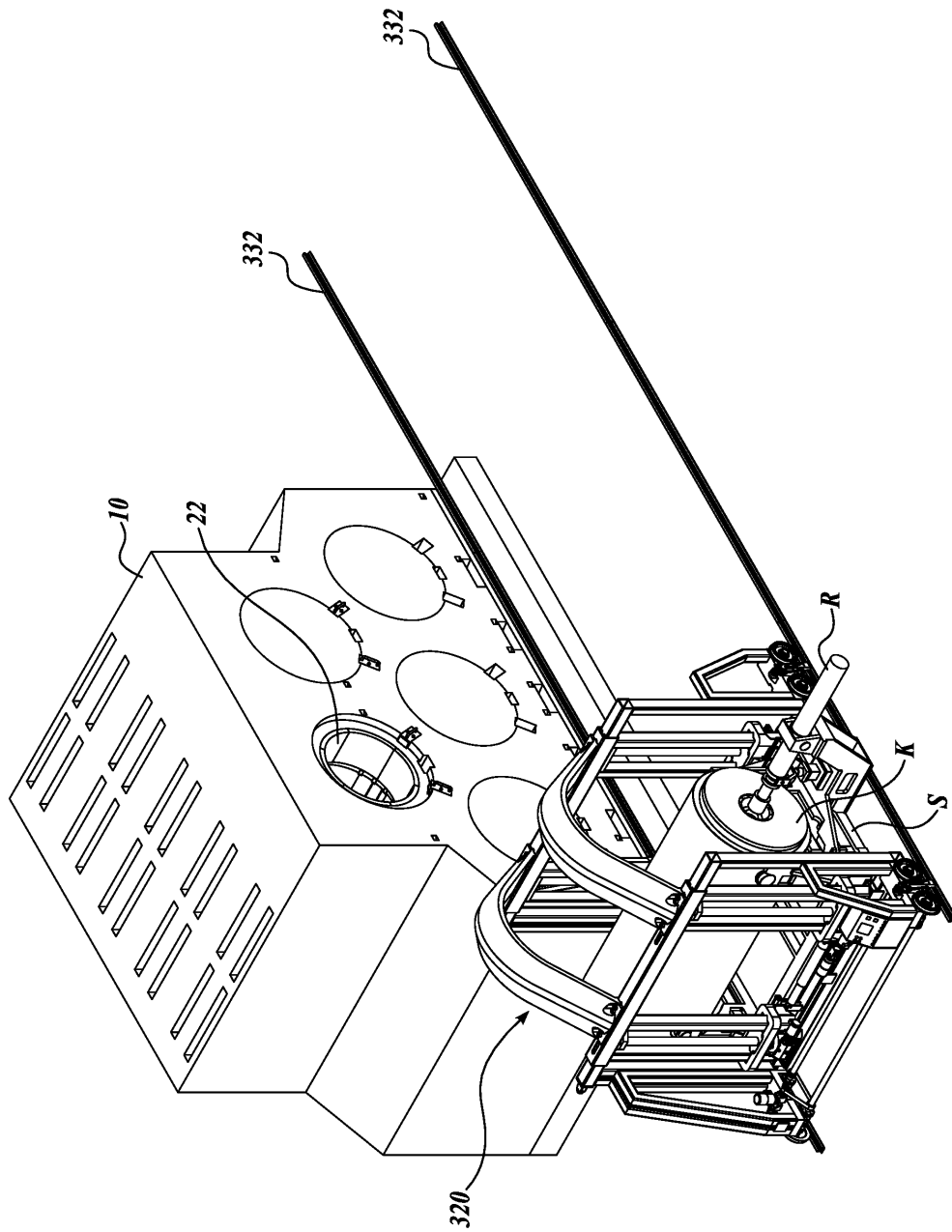
도면20



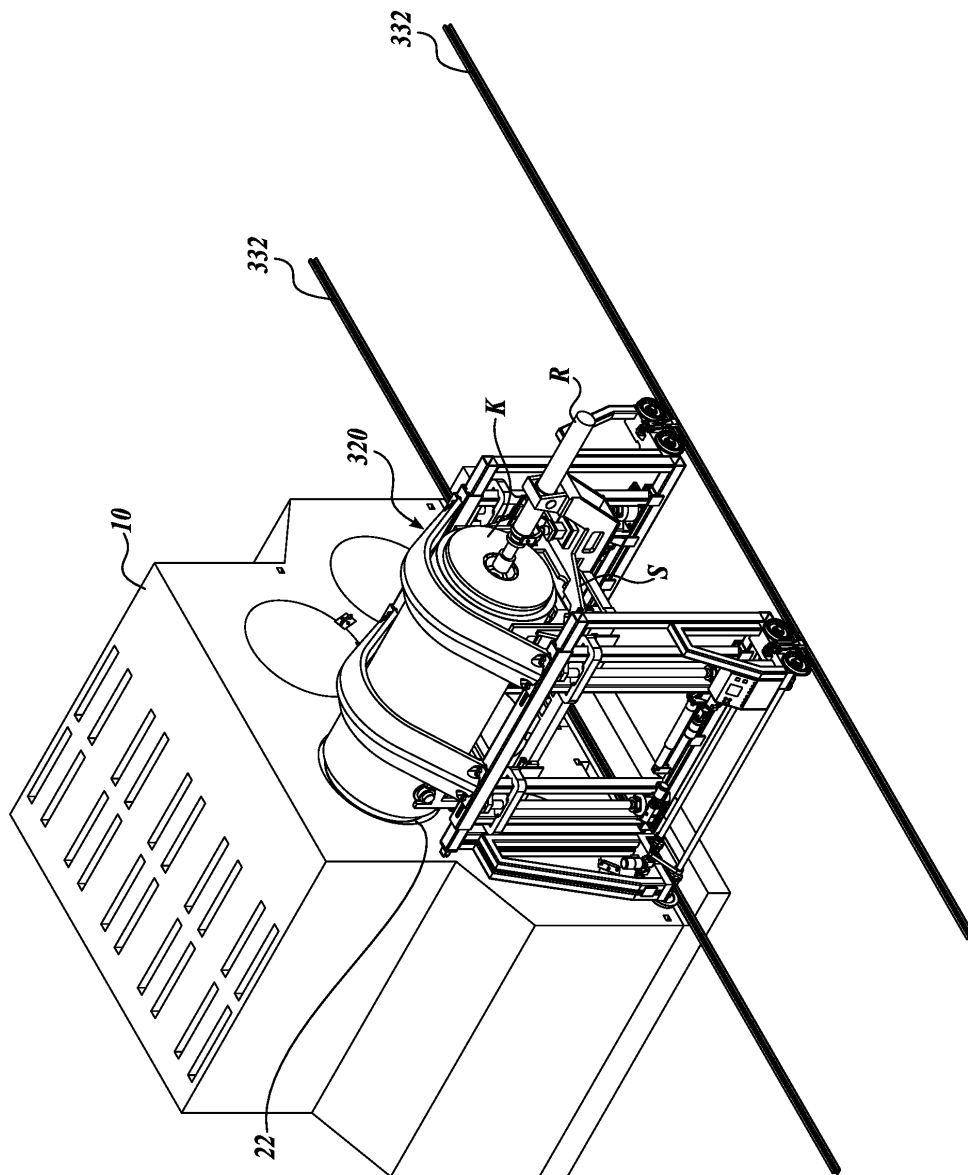
도면21



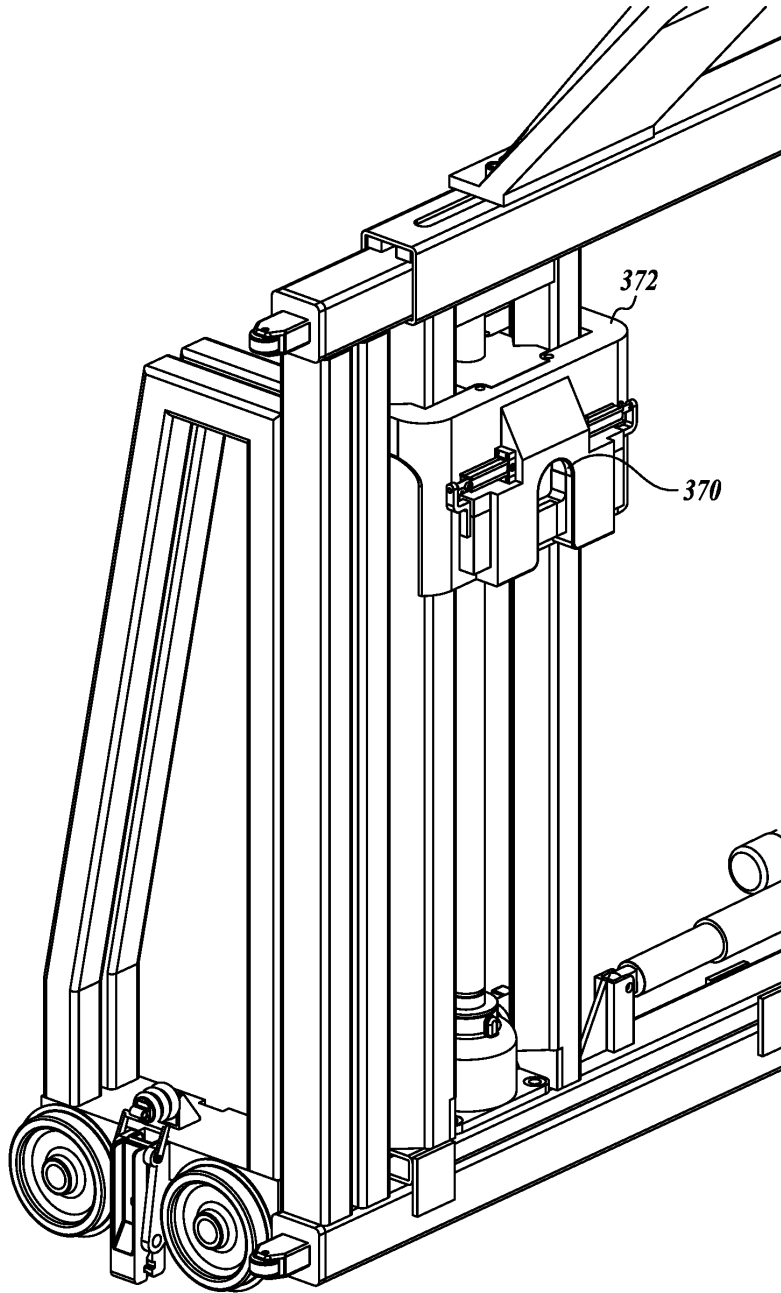
도면22



도면23



도면24



도면25

