

CERTIFICATE OF PATENT

Patent Number: 10-2756889

Application Number: 10-2022-7030185
Filing Date: August 31, 2022
Registration Date: January 15, 2025

Title of Invention

STORAGE AND TRANSPORT CASK FOR NUCLEAR WASTE

Patentee

HOLTEC INTERNATIONAL
One Holtec Boulevard, Camden, NJ 08104, U.S.A

Inventors

SINGH, Krishna, P.
490 Mariner Road, Jupiter, FL 33477, U.S.A.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

January 15, 2025

**COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허 제 10-2756889 호

Patent Number

출원번호 제 10-2022-7030185 호

Application Number

출원일 2022년 08월 31일

Filing Date

등록일 2025년 01월 15일

Registration Date

발명의명칭 Title of the Invention

핵폐기물 저장 및 운송 캐스크

특허권자 Patentee

홀텍 인터내셔널

미국 08104 뉴저지 캠던 원홀텍 블리바드

발명자 Inventor

싱 크리쉬나 피.

미국 33477 플로리다 주피터 490 마리너 로드

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청

Korean Intellectual
Property Office

2025년 01월 15일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장

COMMISSIONER,

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



김완기

명세서

청구범위

청구항 1

방사성 물질을 담기 위한 캐스크로서,

상기 캐스크의 내부 저장 공동으로의 통로를 형성하는 개구를 포함하는 캐스크 본체 - 상기 캐스크 본체는 기다란 직사각형의 입방체(rectangular cuboid) 구성을 가짐 -;

상기 캐스크 본체에 착탈 가능하게 결합되어 상기 개구를 둘러싸도록 구성된 폐쇄 덮개 - 상기 덮개는 직사각형 구성을 가짐 -; 및

적어도 하나의 제1 잠금 부재 및 적어도 하나의 제2 잠금 부재를 포함하는 잠금 기구로서, 상기 제1 잠금 부재 및 상기 제2 잠금 부재는 (1) 상기 캐스크 본체로부터 상기 폐쇄 덮개가 제거될 수 있는 제1 상태 및 (2) 상기 제1 잠금 부재 및 상기 제2 잠금 부재가 서로 맞물려서 상기 폐쇄 덮개가 상기 캐스크 본체로부터 제거되는 것을 방지하는 제2 상태 사이에서 상기 잠금 기구를 변경하기 위해 서로에 대해 활주 가능한, 잠금 기구를 포함하고,

상기 제1 잠금 부재는 복수의 이격된 제1 잠금 돌출부를 포함하고, 상기 제2 잠금 부재는 상기 캐스크 본체에 상기 덮개를 잠그도록 상기 제1 잠금 돌출부와 선택적으로 맞물릴 수 있는 복수의 이격된 제2 잠금 돌출부를 포함하고,

상기 제1 잠금 돌출부가 있는 상기 제1 잠금 부재는 상기 덮개에 배치되고, 상기 제2 잠금 부재는 상기 제2 잠금 돌출부가 상기 캐스크 상에 고정적으로 배치되는 상기 저장 공동내에 상기 캐스크 본체의 부분을 포함하고,

상기 제1 잠금 돌출부는 상기 제2 잠금 돌출부 아래의 캐스크 본체 상의 상기 제2 잠금 부재에 형성된 기다란 내측으로 개방된 선형 잠금 슬롯 내에 수용되고 활주 가능한,

캐스크.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 잠금 기구는, 상기 잠금 기구가 상기 제1 상태에서 상기 제2 상태로 변경될 때 상기 내부 저장 공동을 유체 밀봉하기 위해 상기 폐쇄 덮개와 상기 캐스크 본체가 함께 당겨지도록 구성되는, 캐스크.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 잠금 부재 및 상기 제2 잠금 부재는, 상기 잠금 기구가 상기 제1 상태에서 상기 제2 상태로 변경될 때, 서로에 대해 선형으로 병진이동하는, 캐스크.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 캐스크 본체와 상기 폐쇄 덮개 사이의 계면에 위치한 개스킷을 더 포함하고, 상기 개스킷은 상기 제1 상태보다 상기 제2 상태에서 더 많이 압축되는, 캐스크.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제 1 잠금 부재 및 상기 제 2 잠금 부재 중 하나는 상기 캐스크 본체 또는 상기 폐쇄 덮개에 대해 고정되고, 상기 제 1 잠금 부재 및 상기 제 2 잠금 부재 중 다른 하나는 상기 캐스크 본체 및 상기 폐쇄 덮개 모두에 대해 활주가능한, 캐스크.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 잠금 기구는 상기 제2 상태에서 나사식 패스너를 포함하지 않는, 캐스크.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제 1 잠금 돌출부 및 상기 제 2 잠금 돌출부는 각각 테이퍼진 제 1 및 제 2 잠금 표면을 정의하는 썸기형 (wedge shape)이고, 상기 제 1 잠금 표면은 상기 잠금 기구가 상기 제2 상태에 있을 때 상기 제2 잠금 표면과 활주 가능하게 맞물릴 수 있는, 캐스크.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 잠금 표면은 상기 제2 잠금 표면과 마찰식으로 맞물려 상기 덮개를 상기 캐스크 본체 쪽으로 당기는 썸기 작용을 통해 상기 캐스크 본체에 상기 덮개를 잠그는, 캐스크.

청구항 11

제9항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 잠금 부재는 긴 잠금 바를 포함하고 상기 제1 잠금 돌출부가 그 위에 배치되고, 상기 잠금 바가 상기 덮개에 대해 이동가능하도록 상기 잠금 바는 상기 덮개에 형성된 대응하는 긴 가이드 채널에 활주 가능하게 배치되는, 캐스크.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 덮개의 상기 제 1 잠금 돌출부는 상기 캐스크 본체의 상기 제 2 잠금 돌출부 사이에 그를 통해 삽입될 수 있고, 그 반대도 마찬가지인, 캐스크.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 잠금 바는 상기 캐스크 본체에 상기 덮개가 결합될 때 상기 캐스크 본체에 대해 상기 덮개를 이동시키지 않고 상기 제1 잠금 돌출부 및 상기 제2 잠금 돌출부를 맞물리도록 이동 가능한, 캐스크.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 잠금 바는 상기 제 1 잠금 돌출부 및 상기 제 2 잠금 돌출부가 상기 캐스크 본체로부터 상기 덮개가 분리 되는 것을 방지하기 위해 서로 맞물리는 잠금 위치와, 상기 제1 잠금 돌출부 및 상기 제2 잠금 돌출부가 상기 캐스크 본체로부터 상기 덮개의 분리를 허용하도록 분리되는 잠금 해제 위치 사이에서 이동가능한, 캐스크.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 덮개의 상기 제1 잠금 돌출부는 상기 잠금 바가 상기 잠금 위치에 있을 때 상기 캐스크 본체의 상기 제2 잠금 돌출부 아래에 위치되는, 캐스크.

청구항 16

삭제

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 제1 잠금 부재에 결합되고 상기 제1 잠금 부재를 활주시켜서 상기 제1 상태와 상기 제2 상태 사이에서 상기 잠금 기구를 변경하도록 작동 가능한 유압 또는 공압 액추에이터를 더 포함하는, 캐스크.

청구항 18

제17항에 있어서,

각각의 액추에이터는 상기 제1 잠금 부재에 고정 결합된 신축가능한 피스톤 로드를 포함하는, 캐스크.

청구항 19

제5항에 있어서,

상기 캐스크 본체에 장착된 잠금 핸들 어셈블리를 더 포함하고, 상기 잠금 핸들 어셈블리는 상기 제2 상태에서 상기 잠금 기구를 유지하도록 구성되고 이동 가능한, 캐스크.

청구항 20

삭제

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 덮개는 복수의 제1 잠금 부재를 포함하고, 상기 캐스크 본체는 서로 활주가능하게 결합 가능한 복수의 제2 잠금 부재를 포함하는, 캐스크.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 고준위 방사성 핵폐기물을 운반 및 저장하기 위한 시스템 및 용기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 일 실시형태에서 방사성 핵폐기물을 운반 및 저장하기 위한 상자형 캐스크에 관한 것이다.

[0002] <관련 출원에 대한 상호 참조>

[0003] 본 출원은 2020년 2월 21일에 출원된 미국 가출원 번호 62/979,640의 이익을 주장하며, 이는 그 전체가 참조로 여기에 포함된다.

배경 기술

[0004] 중성자 활성 금속 및 기타 방사성 비핵분열성 고준위 방사성 폐기물, 예를 들어 원자력 발전소 또는 기타 유형 시설의 작동으로 인한 것과 같은 저장에 사용되는 오버팩 또는 캐스크는 일반적으로 볼트로 고정된 원형 덮개를 가진 개방형 상부 원통형 구조이다. 이러한 캐스크는 사용후 핵연료에 국한되지 않는 모든 종류의 핵폐기물을 캐스크에 적재하는 데 비효율적이다. 방사선 폐기물은 종종 내부 저장 공동으로 이어지는 원통형 캐스크의 좁은 상부 접근 개구를 통해 삽입하기에는 너무 크거나 불규칙한 모양일 수 있다. 또한, 원통형 캐스크에 핵폐기물이 채워진 후 볼트를 조이는 작업은 폐쇄 볼트의 지루한 설치를 완료하는 데 필요한 시간에 비례하여 작업자를 방사선량에 노출시키는 시간 소모적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 다양한 폐기물을 수용할 수 있고, 캐스크를 취급하는 작업자의 방사선 피폭을 감소시키기 위해 편리한 방식으로 추가로 폐쇄 및 밀봉될 수 있는 개선된 핵폐기물 저장 캐스크에 대한 요구가 남아 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 출원은 다양한 종류의 핵폐기물을 저장하기 위한 진술한 원통형 저장 캐스크의 단점을 극복한 방사선 차폐된 핵폐기물 저장 캐스크를 포함하는 핵폐기물 저장 시스템을 제공한다. 일 실시형태에서, 핵폐기물을 보유하도록 구성된 직선형 단면 내부 저장 공동을 갖는 본질적으로 직사각형 본체, 및 일치하는 직사각형 폐쇄 덮개를 포함하는 길이방향으로 연장된 상자형 캐스크가 개시된다. 저장 공동으로 이어지는 길고 큰 상단 개구(opening)는 캐스크의 길이방향 길이의 대부분을 차지한다. 원통형 캐스크의 상단에 있는 작은 원형 개구와는 대조적으로, 본 발명의 직사각형 개구는 크고 불규칙한 모양의 폐기물의 방사성 금속 조각을 작업자의 과도한 취급 없이 효율적이고 편리한 방식으로 캐스크 저장 공동 내부에 적재할 수 있으므로, 잠재적인 방사선량을 줄일 수 있다.

[0007] 일 실시형태에서, 폐쇄 덮개는 임의의 나사식 패스너를 사용하지 않는 빠른 연결-분리 조인트를 통해 상부 개구를 폐쇄하기 위해 캐스크 본체에 결합 및 밀봉된다. 대신에, 덮개 및 캐스크 상부 개구 주변의 대응하는 캐스크 본체 각각의 주변 부분에 제공되는 기계적으로 맞물리는 돌출부를 포함하는 슬라이더 잠금 기구가 사용된다. 덮개가 캐스크 본체에 고정되어 있는 동안 덮개의 잠금 돌출부는 잠금 위치와 잠금 해제 위치 또는 상태 사이에서 캐스크 본체의 잠금 돌출부에 대해 활주 가능하다. 잠금 돌출부는 덮개와 캐스크 본체 둘레에 둘레 방향으로 배열되고 이격될 수 있다. 잠금 돌출부는 일 실시형태에서 췌기형이어서 서로 맞물릴 때 덮개를 효과적으로 캐스크 본체에 잠그고 캐스크 내부의 핵폐기물 내용물을 밀봉하는 췌기 작용을 생성할 수 있다. 덮개와 캐스크 본체 경계면의 개스킷은 췌기 작용에 의해 압축되어 격리 장벽을 완성하는 캐스크 저장 공동의 기밀 밀봉을 형성한다. 일 실시형태에서 주변 환경과 저장 공동 사이에는 공기 교환이 없다.

[0008] 본 명세서에 사용된 "핵폐기물"이라는 용어는 방사선원에 의해 조사된 임의의 유형 또는 형태의 방사성 폐기물을 의미하는 것으로 넓게 해석되어야 한다. 이러한 조사는 원자료가 있는 원자력 발전소 또는 기타 유형의 시설에서 발생할 수 있다. 하나의 비제한적 예로서, 방사성 핵폐기물은 원자력 시설의 해체 또는 수리/유지 보수와 관련될 수 있으며, 따라서 조사되어 방사선을 발생시키는 다양한 크기 및 모양의 장비 조각(원자로 부품 포함), 구성 요소/부재, 부품, 파편, 스크랩 또는 이와 유사한 것을 포함한다.

[0009] 일 양태에서, 방사성 물질을 수용하기 위한 캐스크는, 캐스크의 내부 저장 공동으로의 통로를 형성하는 개구를 포함하는 캐스크 본체; 상기 캐스크 본체에 착탈 가능하게 결합되어 개구를 둘러싸도록 구성된 폐쇄 덮개; 및 적어도 하나의 제1 잠금 부재와 적어도 하나의 제2 잠금 부재를 포함하는 잠금 기구를 포함하고, 상기 제1 및 제2 잠금 부재는 (1) 폐쇄 덮개가 상기 캐스크 본체로부터 제거될 수 있는 제1 상태와 (2) 제1 및 제2 잠금 부재가 서로 맞물리도록 하여 폐쇄 덮개가 캐스크 본체로부터 제거되는 것을 방지하는 제2 상태 사이에서 잠금 기구를 변경하도록 서로에 대해 활주가능(예를 들어, 선형 병진이동 등)하다. 또한, 잠금 기구는, 잠금 기구가 제1 상태에서 제2 상태로 변경될 때 내부 저장 공동을 유체 밀봉하기 위해 상기 폐쇄 덮개와 상기 캐스크 본체가 함께 당겨지도록 구성될 수 있으며, 제2 상태에서 나사식 패스너를 포함하지 않을 수 있다.

[0010] 다른 양태에 따르면, 방사성 물질을 담기 위한 캐스크는, 길이방향 축; 비-실린더형 단면 구성의 내부 저장 공동으로의 입구를 형성하는 상부 개구를 정의하는 축방향으로 연장된 캐스크 본체(상기 공동은 방사성 폐기물 물질을 보유하도록 구성됨); 및 상부 개구에서 캐스크 본체에 착탈가능하게(분리가능하게) 결합된 폐쇄 덮개를 포함한다.

[0011] 다른 양태에 따르면, 방사성 폐기물 저장 캐스크를 잠그는 방법은, 내부 저장 공동으로 이어지는 개구 위에 캐스크 본체 상의 폐쇄 덮개를 위치시키는 단계; 개구 주위에 캐스크 본체 상에 배치된 제2 잠금 돌출부의 주변 어레이 사이 및 이를 통해 덮개 상의 제1 잠금 돌출부의 주변 어레이를 삽입하는 단계; 제2 잠금 돌출부 아래에서 제1 잠금 돌출부를 활주 가능하게 이동시키는 단계; 및 제1 잠금 돌출부를 제2 잠금 돌출부와 마찰식으로 결합하는 단계를 포함하고, 여기서 덮개는 캐스크 본체에서 제거될 수 없다.

[0012] 본 발명의 적용 가능성의 추가 영역은 하기 제공되는 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 상세한 설명 및 특정 실시형태는 본 발명의 바람직한 실시형태를 나타내면서 단지 예시를 위한 것이며 본 발명의 범위를 제한하려는 것이 아님을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명은 상세한 설명 및 첨부 도면으로부터 더욱 완전히 이해될 것이며, 여기서 유사한 요소는 유사하게 표시된다.

도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 핵폐기물 저장용으로 구성된 다각형 캐스크의 상면 사시도이다.

도 2는 도 1의 확대 상세도이다.

도 3은 도 1의 캐스크의 저면 사시도이다.

도 4는 덮개가 제거된 상태를 보여주는 분해 평면 사시도이다.

도 5는 그 분해 저면 사시도이다.

도 6은 그 길이방향 측부도이다.

도 7은 그 측단면도이다.

도 8은 그 평면도이다.

도 9는 그 저면도이다.

도 10은 그 길이방향 단면도이다.

도 11은 도 10의 확대 상세도이다.

도 12는 폐쇄 덮개의 상부 사시도이다.

도 13은 덮개의 단부의 확대된 상면 사시도이다.

도 14는 덮개의 저면 사시도이다.

도 15a는 덮개의 상부 분해 사시도이다.

도 15b는 도 15a로부터 취해진 확대된 상세도이다.

도 16은 덮개의 저면 분해 사시도이다.

도 17a는 잠금 위치 또는 상태에 있는 캐스크 잠금 기구를 도시하는 덮개의 부분 길이방향 단면도d1다.

도 17b는 잠금 해제 위치 또는 상태에 있는 캐스크 잠금 기구를 도시하는 덮개의 부분 길이방향 단면도이다.

도 18은 캐스크 본체 잠금 돌출 배열을 도시하는 상부 개구에서 캐스크 내부의 일부의 확대된 상세 사시도이다.

도 19는 분해도에서 잠금 핸들 어셈블리를 도시하는 캐스크 본체의 길이방향 측벽의 일부의 분해 사시도이다.

도 20은 제자리에 케이블 잠금 보안 태그/셸로 잠긴 내측 차단 위치에 있는 잠금 핸들 어셈블리의 확대된 사시도이다.

도 21은 캐스크 본체의 외측 비차단 위치에 있는 잠금 핸들 어셈블리의 제2 확대 사시도이다.

도 22는 캐스크 본체의 인접 벽 상의 캐스크 본체 잠금 돌출 배열을 도시하는 코너 영역의 상부 개구에서 캐스크 내부의 일부의 확대된 상세도이다.

도 23은 덮개가 제거된 상태를 나타내는 캐스크 본체 및 덮개의 횡단면도이다.

도 24는 도 23의 확대 상세도이며, 외측 비차단 위치에서 캐스크 본체의 길이방향 측벽에 있는 잠금 핸들 어셈블리를 도시한다.

도 25는 캐스크 본체 상의 제 위치에 있는 덮개를 보여주는, 캐스크 본체 및 덮개의 횡단면도이다.

도 26은 도 26의 확대된 상세도이다. 도 25는 내측 차단 위치에 있는 잠금 핸들 어셈블리를 도시한 도면.

도 27은 덮개의 잠금 바를 이동시키기 위한 액추에이터 어셈블리의 사시도이다.

도 28은 그 단면도이다.

도 29는 도 29의 캐스크를 잠그는 순차적인 방법의 제1 개략도이다.

도 30은 그 제2 개략도이다.

도 31은 그 제3 개략도이다.

도 32는 그 제4 개략도이다.

모든 도면은 도식적이며 반드시 축척에 맞춰진 것은 아니다. 다른 도면에서 번호가 매겨지지 않은 것처럼 보일 수 있는 특정 도면에서 번호가 표시된 요소는 여기에 달리 언급되지 않는 한 동일한 요소이다. 동일한 정수 (whole number)를 공유하지만 다른 알파벳 접미사를 갖는 관련 도면을 포함하는 정수에 의한 도면에 대한 일반적인 참조는 달리 명시적으로 언급되지 않는 한 모든 도면에 대한 참조로 해석되어야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명의 특징 및 이점은 비제한적인 예시적("예시") 실시형태를 참조하여 본 명세서에서 예시되고 설명된다. 예시적인 실시형태의 이러한 설명은 전체 상세한 설명의 일부로 간주되어야 하는 첨부 도면과 관련하여 관독되도록 의도된다. 따라서, 본 개시는 단독으로 또는 특징들의 다른 조합으로 존재할 수 있는 특징들의 일부 가능한 비제한적 조합을 예시하는 그러한 예시적인 실시형태들에 명시적으로 제한되어서는 안 된다.

[0015] 본 명세서에 개시된 실시형태들의 설명에서, 방향 또는 배향에 대한 임의의 참조는 단지 설명의 편의를 위한 것이며 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다. "하부의", "상부의", "수평", "수직", "위", "아래", "위로", "아래로", "상단" 및 "하단"과 같은 상대적 용어 및 파생어(예를 들어, "수평으로", "아래로", "위쪽으로" 등)은 당시 설명되거나 논의 중인 도면에 표시된 방향을 참조하는 것으로 해석되어야 한다. 이러한 상대적인 용어는 설명의 편의를 위한 것일 뿐이며 장치를 특정 방향으로 구성하거나 작동할 필요가 없다. "부착된", "고정된", "연결된", "결합된", "상호 연결된" 및 이와 유사한 용어는, 달리 명시되지 않는 한, 구조물이 중간에 있는 구조물을 통해 직접 또는 간접적으로 고정되거나 서로 부착되는 관계 및 움직일 수 있거나 단단한 부착물 또는 관계를 나타낸다.

[0016] 전체에 걸쳐 사용된 바와 같이, 본 명세서에 개시된 임의의 범위는 범위 내에 있는 각각의 모든 값을 설명하기 위한 약칭으로 사용된다. 범위 내의 모든 값을 범위의 끝으로 선택할 수 있다. 또한, 여기에 인용된 모든 참고 문헌은 그 전체가 참고로 여기에 포함된다. 본 개시내용의 정의와 인용된 참고문헌의 정의가 상충하는 경우, 본 개시내용이 우선한다.

[0017] 본 명세서에서 사용될 수 있는 "밀봉 용접 또는 용접"이라는 용어는 용접에 의해 결합된 부품 사이에 기밀하게 기밀하게 밀봉된 조인트를 형성하는 연속 용접으로 당해 기술 분야의 통상적인 의미에 따라 해석되어야 한다. 본 명세서에서 사용될 수 있는 "밀봉된"이라는 용어는 기밀 밀봉을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[0018] 도 1-28은 핵폐기물 운송 및 저장 시스템의 다양한 측면을 보여준다. 이 시스템은 고준위 핵폐기물을 운반 및/또는 저장하는 데 사용할 수 있는 핵폐기물 이송 및 저장 캐스크(100)(이하 간결함을 위해 핵폐기물 캐스크)를 포함한다. 캐스크(100)는 길이방향 축(LA)과 핵폐기물을 위한 격납 장벽의 하부를 정의하는 기다란 직선형 캐스크 본체(101)를 포함한다. 본체(101)는 축방향으로 연장된 저부벽(102), 저부벽에 부착된 평행한 한 쌍의 길이방향 측벽(103), 및 측벽 사이의 저부벽의 대향 단부에 부착된 한 쌍의 측방향 단부벽(104)을 포함하는 일 실시형태에서 직사각형 직육면체 구성을 가질 수 있다(도시된 바와 같음). 길이 방향 측벽은 저부벽의 길이 방향 측면 또는 가장자리에 부착된다. 단부벽(104)은 길이방향 축(LA) 및 길이방향 측벽(103)에 대해 횡방향 및 수직으로 배향되고, 길이방향 측벽은 도시된 상자형 구조를 형성하기 위해 축에 평행하게 배향된다. 일 실시형태에서, 측벽 및 단부벽은 서로 용접될 수 있고 차례로 저부벽에 용접물을 형성할 수 있다. 네 코너(107)는 캐스크 본체(101)의 높이를 따라 수직으로 연장되는 측벽(103)과 단부벽(104)의 교차점에 형성된다.

- [0019] 저부벽(102)은 평평한 상부 표면(102a) 및 평행하게 대향하는 평평한 저부면(102b)을 갖는다. 저부벽은 콘크리트 패드와 같은 수평 지지면에 안착되도록 구성된다. 길이방향 측벽(103) 및 단부벽(104) 각각의 내부 및 외부 표면은 일반적으로 평평하고 또한 서로 평행할 수 있다.
- [0020] 캐스크(100)는 핵폐기물을 운반하고 저장할 때 도시된 바와 같이 수평 위치에서 사용될 수 있다. 이때 수직 방향은 참조의 편의상 길이방향 축(LA)을 가로지르고 그에 수직인 것으로 정의한다. 측방향은 참조의 편의를 위해 길이방향 축을 가로지르고 그에 수직인 것으로 정의된다.
- [0021] 저부벽(102), 길이방향 측벽(103), 및 단부벽(104)은 집합적으로 본 명세서에서 이전에 설명된 핵폐기물을 저장하도록 구성된 내부 저장 공동(105)을 정의한다. 저부벽, 길이방향 측벽 및 단부벽은 내부에 핵폐기물을 장전하기 위한 공동으로의 입구를 형성하는 측방향으로 연장된 상부 개구(106)를 구획하고 경계를 구성한다. 길이방향으로 연장되는 상부 개구(106)는 캐스크 본체의 전체 길이의 실질적인 대부분에 대해 연장된다(측벽 및 단부벽의 두께는 적음). 이것은 많은 상이한 모양과 크기의 핵폐기물을 캐스크(100)에 적재하는 것을 용이하게 하는 큰 개구를 제공한다.
- [0022] 캐스크의 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽(104)은 각각 저장 공동(105)에 인접한 금속성 내부 격납 플레이트(110) 및 이에 인접하는 금속성 외부 방사선량 차단 플레이트(111)를 포함하는 복합 구조를 가질 수 있다. 저부벽(102)은 유사하게 저장 공동에 인접한 금속성 내부 격납 플레이트(112) 및 금속성 외부 방사선량 차단 플레이트(113)를 포함하는 복합 구조를 가질 수 있다. 일부 실시형태에서, 도시된 바와 같이, 중간 선량 차단 플레이트(114)는 내부 추가 방사선 차폐를 제공하기 위해 필요할 때 내부 격납 플레이트와 외부 선량 차단 플레이트 사이에 끼워진다. 일부 비제한적인 실시형태에서, 격납 플레이트는 강철 합금으로 형성될 수 있고 방사선량 차단 플레이트는 외부 주변 환경에 의한 부식에 대한 보호를 위해 예를 들어 스테인리스강과 같은 상이한 강철 재료로 형성될 수 있다. 격리 캐스크에 대한 규정을 준수하는 외부 수준 내로 캐스크에서 방출되는 방사선을 효과적으로 줄이기 위해 필요에 따라 격리 및 차단 플레이트의 적절한 두께를 사용할 수 있다. 언급된 바와 같이, 캐스크(100)의 저부벽 및 벽은 콘크리트를 사용하지 않고 전체 금속 구조를 가질 수 있다. 그러나, 다른 가능한 실시형태에서, 중성자 감쇠를 위한 붕소 함유 재료 및 이들의 다양한 조합을 포함하는 콘크리트 및 추가 또는 기타 방사선 차폐 재료가 추가 방사선 차단이 필요한 경우 제공될 수 있다. 따라서 사용된 저부벽 및 벽 구성 재료는 본 발명을 제한하지 않는다.
- [0023] 계속해서 도 1 내지 도 28을 참조하면, 캐스크(100)는 상부 격납 배리어를 형성하는 길이방향으로 연장된 밀폐 덮개(200)를 더 포함한다. 덮개(200)는 도시된 캐스크 본체(101)의 직사각형 직육면체 구성과 일치하도록 일 실시형태에서 직사각형 형상일 수 있다. 덮개(200)는 캐스크의 내부 저장 공동(105) 및 핵 폐기물 물질을 완전히 둘러싸고 밀봉하기 위해 캐스크의 상부 개구의 완전한 폐쇄를 형성하기에 충분한 길이 및 폭을 갖는다. 덮개(200)는 그 위에 위치될 때 캐스크 본체(101)의 공동(105)을 향하는 바깥쪽을 향하는 상부 표면(201) 및 평행한 저부면(202), 평행한 길이방향 측부(203)(즉, 덮개의 긴 측면), 길이방향 측부 사이에서 연장되는 평행한 측방향 단부(204)(즉, 캐스크 본체(101)의 짧은 측면), 및 길이 방향 측면과 측방향 단부의 교차점에서 코너(205)(도시된 바와 같이 4개)를 포함한다. 상부면 및 저부면(201, 202)은 덮개 상의 다른 표면보다 더 큰 표면적을 갖는 덮개의 주요 표면이다.
- [0024] 추가로 도 10 내지 도 17b를 참조하면, 폐쇄 덮개(200)는, 덮개가 캐스크 본체(101) 상에 위치할 때 저장 공동(105)에 인접하게 위치된 저부(바닥)의 금속성 내부 격납 플레이트(206), 및 상부 금속성 외부 방사선량 차단 플레이트(207)를 포함하는 복합 구조를 가질 수 있다. 격납 플레이트(206)는 덮개의 저부면(202)을 형성하고 차단 플레이트(207)는 상부면(201)을 형성한다. 단열판(208)은 화재 사건에 대한 보호를 위해 플레이트(206, 207) 사이에 끼워질 수 있다.
- [0025] 일 실시형태에서, 주변 덮개 스페이스 프레임(209)은 덮개(200)의 저부 격납 플레이트(206)에 부착될 수 있다. 프레임(209)은 덮개의 저부면(202) 주변에서 둘레방향으로 연장되는 개방 공간-프레임 구조를 갖는다. 프레임(209)은 구조적 보강 및 브레이싱을 추가하기 위해 프레임의 주변 선형 부재에 의해 정의된 내부 공간을 통해 연장되는 X-브레이스(209a)를 포함할 수 있다. 덮개(200)가 캐스크 본체(101) 상에 위치될 때, 내부 격납 플레이트(206) 및 프레임(209)은 캐스크의 저장 공동(105) 내로 완전히 수용된다(예를 들어, 도 10 및 11 참조).
- [0026] 압축성 개스킷(220)은 덮개(200)의 저부면(202) 상에 배치되어 덮개와 캐스크 본체 사이의 계면에서 기밀 밀봉을 형성할 수 있다. 개스킷(220)은 모든 면에서 캐스크 본체(101)의 상단부를 둘러싸고 그에 일치하도록 치수적으로 상보적으로 구성된 연속적인 둘레방향으로 연장되는 형상을 갖는다. 따라서 개스킷(220)은 효과적인 밀봉을 형성하기 위해 캐스크의 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽(104)의 상부를 따라 둘레방향으로 연장된다.

캐스킷(220)은 일부 실시형태에서 엘라스토퍼 재료와 같은 임의의 적절한 압축성 재료로 형성될 수 있다.

- [0027] 본 개시내용의 일 양태에 따르면, 덮개(200)를 캐스킷 본체(101)에 잠그고 밀봉하기 위해 볼트가 없는 캐스킷 잠금 기구가 제공된다. 도 10 내지 도 18 및 도 22 내지 도 28은 특히 볼트가 없는 캐스킷 잠금 기구의 다양한 양태를 도시하며, 이는 이제 더 상세히 설명될 것이다.
- [0028] 덮개(200) 및 캐스킷 본체(101)는 잠금 기구를 형성하도록 협력하는 복수의 잠금 특징부를 포함한다. 캐스킷 잠금 기구는 덮개 상에서 이격되어 있는 복수의 제1 잠금 돌출부(212)를 포함할 수 있고, 이는 덮개를 캐스킷 본체에 잠그기 위해 캐스킷 본체 상에서 이격된 복수의 제2 잠금 돌출부(214)와 선택적으로 그리고 기계적으로 상호 잠금될 수 있다. 제1 잠금 돌출부(212)는 덮개 및 캐스킷 본체(101)에 대해 이동 가능한 반면, 제2 잠금 돌출부(214)는 제 위치에 고정되고 캐스킷 본체 상에 대해 고정된다.
- [0029] 덮개(200)의 잠금 특징부는 적어도 하나의 제1 잠금 부재(212a)를 포함하며, 이는 덮개를 캐스킷 본체에 잠금하기 위한 선형으로 긴 잠금 바(210)의 형태일 수 있다(예를 들어, 도 15b 및 도 29-32 참조). 일 실시형태에서, 복수의 기다란 잠금 바(210)가 길이방향 측부(203) 및 측방향 단부(204) 상의 덮개의 외주 부분 둘레에 둘레방향으로 배열된다. 잠금 돌출부(212)는 일 실시형태에서 주조 또는 단조 금속의 단일 모놀리식 조각으로 형성되는 잠금 바의 일체적인 단일의 구조적 부품 상에 형성되고, 해당 일체적인 단일의 구조적 부품일 수 있다. 덜 바람직하지만 만족스러운 다른 가능한 실시형태에서, 잠금 돌출부(212)는 기계적 패스너 또는 용접을 통해 잠금 바(210)에 개별적으로 부착된 개별 요소일 수 있다.
- [0030] 잠금 바(210)는 덮개(200)의 길이방향 측부 및 측방향 단부에 형성된 대응하는 외향 연장 선형 가이드 채널(211)에 활주 가능하게 배치된다. 잠금 바는 덮개에 대해 가이드 채널 내에서 반대 방향으로 앞뒤로 이동할 수 있다. 각각의 잠금 바(210)는 덮개의 길이방향 측부(203) 및 측방향 단부(204)의 외측을 향하는 표면을 넘어 바로부터 외측으로 돌출하는 복수의 제1 잠금 돌출부(212)를 포함한다. 잠금 돌출부(212)의 선형 어레이는 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 캐스킷 본체(101) 상의 제2 잠금 돌출부(214)를 관통하기 위해 인접한 잠금 돌출부 사이에 개구(213)를 형성하도록 이격된다.
- [0031] 덮개(200)의 길이방향 측부(203) 및 측방향 단부(204)는 각각 적어도 하나의 잠금 바(210)를 포함할 수 있다. 예시된 바와 같이, 바람직하지만 비제한적인 일 실시형태에서, 덮개의 측방향 단부(204)는 한 쌍의 잠금 바를 포함할 수 있다. 잠금 바(210) 및 덮개의 길이방향 측부(203)는 유사하게 한 쌍의 잠금 바를 포함할 수 있다. 이는 본 명세서에 추가로 설명되는 바와 같이 잠금 위치를 유지하기 위해 잠금 바 사이의 고유한 배열 및 상호 작용을 형성한다.
- [0032] 캐스킷 본체(101) 상의 무볼트 캐스킷 잠금 기구의 대응하는 잠금 특징부는 제2 잠금 돌출부(214)를 포함하는 적어도 하나의 제2 잠금 부재(214a)를 포함한다. 돌출부(214) 및 후술하는 잠금 슬롯(216)과 같은 관련 특징부는 저장 공동(105) 내부의 캐스킷 본체와 일체로 형성된다. 잠금 돌출부(214)는 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽의 상단부에 인접한 캐스킷 본체 상의 선형 어레이로 고정적으로 배치된다. 따라서, 제2 잠금 돌출부(214)는 고정되어 있고 캐스킷 본체에 대해 움직일 수 없다. 제2 잠금 돌출부(214)는 캐스킷 본체의 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽(104)의 내부 표면으로부터 핵폐기물 저장 공동(105) 내로 내측으로 돌출한다. 따라서 제2 잠금 돌출부(214)는 덮개(200)의 제1 잠금 돌출부(212)와 인터페이스하도록 캐스킷 본체의 전체 둘레 주위에 배열된다.
- [0033] 제2 잠금 돌출부(214)의 선형 어레이는 덮개 상의 제1 잠금 돌출부(212)를 통과시키기 위해 인접한 잠금 돌출부 사이에 개구(215)를 형성하도록 이격된다. 선형으로 연장된 잠금 슬롯(216)은 캐스킷 본체의 길이방향 측벽(103) 및 단부벽(104) 각각의 제2 잠금 돌출부(214) 바로 아래에 캐스킷 본체(101) 내로 형성되고 함몰된다. 잠금 슬롯(216)은 도시된 바와 같이 캐스킷 본체의 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽(104) 각각의 제2 잠금 돌출부 모두 아래로 연장되는 길이를 갖는 연속적이고 중단되지 않은 내측으로 개방된 구조를 형성한다. 따라서 잠금 슬롯(216)은 캐스킷 본체 길이방향 측벽 및 단부벽의 길이/폭의 대부분에 대해 연장된다. 잠금 슬롯(216)은 제2 잠금 돌출부(214) 사이의 개구(215)와 연통하여 덮개(200)의 제1 잠금 돌출부(212)가 잠금 슬롯에 진입하기 위한 삽입 경로를 형성한다.
- [0034] 하나의 바람직하지만 비제한적인 구성에서, 제2 잠금 돌출부(214)와 세장형(elongated) 잠금 슬롯(216) 사이의 개구(215)는 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽(104)으로부터 재료를 제거함으로써 캐스킷 본체(101) 내로 가공된 리세스로서 형성될 수 있다. 따라서 남은 재료는 제2 잠금 돌출부(214)를 릴리프 상태로 남겨둔다. 따라서, 이 경우에 제2 잠금 돌출부(214)는 캐스킷 본체 재료의 일체형 단일체 부분으로서 형성된다. 그러나, 다른

가능한 구성에서, 제2 잠금 돌출부(214)는 캐스크 본체(101)에 용접되거나 고정 부착되는 별도의 구조물일 수 있다. 이 후자의 가능한 구성에서, 잠금 슬롯(216)은 형성되지 않지만, 캐스크 잠금 기구는 그럼에도 불구하고 덮개를 캐스크 본체에 충분히 잠글 수 있도록 여전히 기능할 수 있다. 또 다른 가능한 구성에서, 제2 잠금 돌출부(214) 및 잠금 슬롯(216)은 본 명세서에서 이전에 설명된 길이방향 측벽(103) 및 단부벽(104)과 동일한 복합 구성을 갖는 선형으로 연장된 금속 폐쇄 바에 형성될 수 있다. 폐쇄 바는 차례로 각각의 길이방향 측벽 및 단부벽의 상부(top)에 용접되어 본 명세서에 예시된 바와 같이 단부에서 동일한 구조를 생성한다.

[0035] 계속해서 도 10 내지 도 18 및 도 22 내지 도 28에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 잠금 돌출부(212, 214)는 일반적으로 직사각형 구성을 갖는 블록 형상의 구조일 수 있다. 하나의 바람직하지만 비제한적인 실시형태에서, 제1 및 제2 잠금 돌출부는 각각 적어도 하나의 테이퍼진 잠금 표면(217 또는 218)을 갖는 잠금 웨지를 정의하는 웨지형일 수 있다. 잠금 돌출부는, 덮개(200) 상의 제1 잠금 돌출부(212)의 각각이 캐스크 본체(101)의 대응하는 제2 잠금 돌출부(214)의 테이퍼진 잠금 표면(218) 중 하나와 활주 가능하게 맞물릴 수 있도록 구성되고 배치될 수 있다. 하나의 실시형태에서, 상면에는 덮개(200)의 제1 잠금 돌출부(212)의 테이퍼진 잠금 표면(217)이 형성되고, 저면에는 캐스크 본체(101)의 제2 잠금 돌출부(214)의 테이퍼진 잠금 표면(218)이 형성될 수 있다. 제1 및 제2 잠금 돌출부가 캐스크 본체에 덮개를 잠그기 위해 맞물릴 때, 테이퍼진 잠금 표면(217, 218)은 그 사이에 일반적으로 편평한 인터페이스를 형성하면서 활주 가능하게 맞물리게 된다. 이것은 덮개(200)를 캐스크 본체(101) 쪽으로 당기는 썸기 작용(wedging-action)을 생성하여 그 사이에 개스킷(220)을 완전히 압축하여 캐스크 내부 저장 공동(105) 및 그 핵폐기물 내용물의 기밀 밀봉을 형성한다.

[0036] 테이퍼진 잠금 표면(217, 218)은 바람직하게는 썸기 작용을 통해 상호 및 마찰 결합될 때 그 사이에 일반적으로 편평한 계면을 형성하기 위해 동일한 테이퍼 각도(A1)(예를 들어, 도 29 참조)를 갖는다. 임의의 적절한 테이퍼 각도(A1)가 사용될 수 있다. 하나의 대표적이지만 비제한적인 예에서, 테이퍼 각도(A1)는 바람직하게는 약 2 내지 20도일 수 있다. 적절한 경우 다른 테이퍼 각도를 사용할 수 있다.

[0037] 덮개(200) 상에 제1 잠금 돌출부(212)가 있는 잠금 바(210)는 제1 및 제2 돌출부(212, 214)가 서로 맞물리는 잠금 위치 또는 상태(예를 들어, 도 17a 참조)와, 캐스크 본체(101)로부터의 덮개(200)(예를 들어, 도 11 참조), 및 제1 및 제2 돌출부가 캐스크의 길이방향 축(LA)을 가로지르는 수직 방향으로 캐스크 본체로부터 덮개의 제거를 허용하도록 해제되는 잠금 해제 위치 또는 상태(예를 들어, 도 17b 참조) 사이에서 활주 가능하게 이동할 수 있다.

[0038] 제1 및 제2 잠금 돌출부(212, 214)를 마찰적으로 연동시키기에 충분한 인가된 힘으로 잠금 바(210)를 이동시키고, 동시에 작업자에 대한 방사선량을 최소화하기 위해, 원격 덮개 작동 시스템이 제공될 수 있다. 이 시스템은 각각의 잠금 바(210)에 작동 가능하게 연결되고 원격 방사선 안전 거리 및 영역으로부터 잠금 위치와 잠금 해제 위치 사이에서 잠금 바(210)를 유리하게 이동시키도록 구성된다. 이렇게 하면 덮개에서 캐스크 본체를 닫고 잠그는 과정에서 작업자가 캐스크에서 직접 잠금 바를 수동으로 작동할 필요가 없다.

[0039] 일 실시형태에서, 원격으로 작동되는 덮개 작동 시스템은 각각의 잠금 바(210)를 위해 덮개(200)의 상부 표면(201)에 장착되고 이에 결합된 로컬 액추에이터(240)를 포함한다. 도 27 및 28은 액추에이터(240)를 개별적으로 상세하게 도시한다. 각각의 액추에이터(240)는 일반적으로 실린더(245) 및 실린더 내부에 활주 가능하게 수용된 연장 가능/후퇴 가능한 피스톤 로드(242)를 포함하는 실린더-피스톤 어셈블리(241)를 포함할 수 있는 어셈블리이다. 실린더-피스톤 어셈블리는 덮개(200)에 고정 부착된다. 실린더(245)는 도시된 바와 같이 관형 근위 장착 단부(242b)를 통과하는 볼트(249)를 통해 덮개에 고정 장착될 수 있다. 피스톤 로드(242)는 덮개를 통해 형성된 세장형 작동 슬롯(243)을 통해 잠금 바(210)에 고정 결합된 관형 원위 작업 단부(242a)를 갖는다. 따라서 피스톤 로드(242)는 본 명세서에 설명된 방식으로 잠금 바(210)를 이동시킨다. 일 실시형태에서, 슬롯(243)은 차례로 덮개에 장착되는 덮개 삽입 플레이트(243a)에 형성될 수 있다. 나사산이 있는 볼트(249)는 상부 장착 블록(246) 및 하부 장착 블록(247)을 포함하는 중간 블록 어셈블리를 통해 피스톤 로드를 잠금 바(210)에 결합하는 데 사용될 수 있다. 상부 블록(246)은 일부 실시형태에서 덮개 삽입 플레이트(243a)의 일체부로서 형성될 수 있다. 피스톤 로드(242)는 상부 장착 블록(246)에 고정 볼트로 고정된다. 상부 장착 블록(246)은 상부 장착 블록을 통해 연장되고 잠금 바(210)와 나사식으로 맞물리는 복수의 나사식 패스너(248)를 통해 하부 장착 블록(247)에 고정 장착된다(참조: 예를 들어, 도 28). 장착 블록 어셈블리는 실린더-피스톤 어셈블리(241)가 덮개(200) 및 캐스크 본체(101)의 잠금 돌출부(212, 214)를 잠금 결합으로 구동하도록 작동될 때 생성되는 전단력을 견딜 수 있는 잠금 바(210)에 피스톤 로드(242)의 견고한 결합을 제공한다.

[0040] 실린더-피스톤 어셈블리(241)는 (1) 작동 유체가 오일인 유압식으로 작동되거나, 또는 (2) 작동 유체가 압축 공

기인 공압식으로 작동될 수 있다. 오일 또는 공기 호스는 실린더-피스톤 어셈블리(도시되지 않음)에 유체 연결되고 제공된 시스템 유형에 따라 적절한 밸브가 있는 공기 압축기 또는 유압 펌프를 포함하는 기존 방식으로 원격 유압 또는 공압 제어 장치에서 작동된다. 작동될 때, 잠금 바 액추에이터(240)는 피스톤 로드(242)를 연장하거나 수축함으로써 잠금 위치와 잠금 해제 위치(도 17a 및 17b) 사이에서 잠금 바(210)를 활주시키는 기능을 한다. 잠금 바(210)는 잠금 바(210)를 수동으로 작동함으로써 제공될 수 있는 것보다 덜개와 캐스크 본체의 제1 및 제2 잠금 돌출부 사이의 췌기 작용을 통해 단단한 잠금 맞물림을 형성하기 위해 잠금 바에 더 큰 힘을 가한다. 작업자나 방사선량에 노출되는 것을 피하는 것과 함께 현재 원격 덜개 작동 시스템의 주목할만한 이점이 있다.

[0041] 잠금 돌출부(212, 214)간의 상호작용 및 핵폐기물 캐스크(100)(즉, 캐스크 본체(101)에 덜개(200))를 잠그기 위한 관련 프로세스/방법은 아래에서 더 설명된다. 그러나, 잠금 바(210)의 이동 및 기능이 먼저 추가로 설명된다.

[0042] 도 17a 및 도 17b는 덜개(200)에 있는 잠금 바(210)의 잠금 및 잠금 해제 위치를 보여준다. 잠금 위치에서 잠금 바를 잠그고 유지하여 덜개(200)이 캐스크 본체(101)에서 의도치 않게 잠금 해제되는 것(예를 들어, 캐스크를 운송 및 취급하는 동안(예: 운반 차량/선박에 캐스크를 들거나 내리거나 적재하는 동안) 또는 규정에 따른 캐스크 낙하 이벤트 중에 발생하는 상당한 힘의 영향으로 인해 잠재적으로 발생할 수 있음)을 방지하는 안전 기구로서 유지 기능이 제공된다.

[0043] 일 실시형태에서, 덜개(200)의 길이방향 측부(203) 상의 잠금 바(210)는 도시된 잠금 해제 위치를 형성하기 위해 서로를 향해 이동가능하고 도시된 잠금 위치를 형성하기 위해 서로 멀어질 수 있다. 반대로, 덜개의 측단부(204) 상의 잠금 바(210)는 잠금 위치를 형성하기 위해 서로를 향해 이동가능하고 잠금 해제 위치를 형성하기 위해 서로 멀어질 수 있다. 이 명백한 이분법은 목적을 달성한다. 따라서, 덜개의 측단부(204) 상의 잠금 바(210)가 잠금 위치에 함께 위치하고 맞닿아 있을 때, 덜개의 길이방향 측부(203) 상의 잠금 바의 말단부(210a)는 덜개의 측단부(204) 상의 잠금 바에 겹쳐져서 결합하여, 잠금 해제 위치로 떨어뜨려서 이동되는 것을 차단한다(예를 들어, 도 17a 참조). 이것은 잠금 위치에서 덜개 측방향 단부 잠금 바(210)를 잠그는 제1 잠금 바 유지 특징부를 형성한다.

[0044] 제2 잠금 바 유지 특징부는 덜개(200)의 길이방향 측부(203) 상의 잠금 바(210)에 작용하여 잠금 위치에서 덜개 길이방향 측부 잠금 바를 잠근다. 이 유지 특징부는 캐스크 본체(101)의 길이방향 측벽(103) 각각에 활주 가능하게 장착된 잠금 핸들 어셈블리(230)를 포함한다(예를 들어, 도 17a-b, 19-21, 및 23-26 참조). 각각의 잠금 핸들 어셈블리(230)는 파지 또는 도구를 통해 사용자에게 의해 생성된 인가된 힘을 수용하도록 구성된 긴 근위 핸들(231), 긴 원위 잠금 블록(233), 및 고정 바(235)를 포함한다. 잠금 블록(233)은 임의의 적절한 다각형 또는 비다각형 단면 형상의 하나 이상의 연장된 커플링 로드(232)에 의해 핸들(231)에 결합된다. 바람직하게는, 한 쌍의 커플링 로드(232)가 제공된다. 고정 바(235)는 캐스크 본체 길이방향 측벽(103)의 외부 표면에 고정 부착되고(예를 들어, 용접됨), 핸들(231)의 개구(236)을 통해 삽입될 수 있는 근위 단부(235a)를 갖는다. 핸들 어셈블리가 완전히 안쪽에 있고 제자리에 고정될 수 있을 때, 단부(235a)는 개구(236)을 통해 돌출될 수 있다(예를 들어, 여기에 추가로 설명된 도 20).

[0045] 잠금 핸들 어셈블리(230)는 캐스크 본체(101)의 각각의 길이방향 측벽(103) 상에 위치되어, 잠금 블록(233)이 캐스크 본체 측벽 상의 잠금 슬롯(216) 내부 및 외부로 수동 및 선택적으로 이동될 수 있게 한다. 각각의 길이방향 측벽(103)에 형성된 창(234)은 잠금 블록(233)이 가이드 채널(216)에 접근할 수 있게 한다. 보다 구체적으로, 창(234)은 캐스크 본체의 길이방향 측벽(103)의 내부 격납 플레이트(110)에 형성되고 이를 통해 완전히 연장된다. 잠금 블록(233)은 잠금 슬롯(216)으로부터 격납 플레이트(110) 내로 완전히 후퇴 가능하여 잠금 바(210) 상의 제1 잠금 돌출부(212)가 캐스크 본체의 제2 잠금 돌출부(214) 내로 삽입되고 잠금 슬롯(216)을 따라 활주 가능하게 이동된다. 외부 방사선량 차단 플레이트(111)은 두 개의 결합 로드(232)가 내부 격납 플레이트(110)의 창(234)에서 차단 플레이트 내부에 위치한 잠금 블록(233)에 결합되도록 하는 한 쌍의 개구(237)을 포함한다(예를 들어, 도 18 참조). 한 쌍의 원통형 장착 플랜지 유닛(239)은 캐스크 본체(101)의 길이방향 측벽(103) 상의 선량 차단 플레이트(111)에 각각의 잠금 핸들 어셈블리(230)를 고정 장착하기 위해 사용될 수 있다(예를 들어, 도 20 참조). 플랜지 유닛(239)은 외부 차단 플레이트(111)에 볼트로 조이거나 나사로 고정되거나 용접될 수 있다. 플랜지 유닛(239)은 캐스크 본체의 잠금 슬롯(216) 내로 잠금 블록(233)의 최대 내측 돌출을 제한하는 스탠드오프로서 추가로 작용한다. 커플링 로드(232)는 잠금 핸들 어셈블리(230)의 위치를 변경하기 위해 플랜지 유닛을 통해 내측/외측으로 활주 가능하다.

- [0046] 잠금 핸들 어셈블리(230)는 (1) 잠금 블록(233)이 제2 잠금 돌출부(214) 아래의 캐스크 본체(101)의 잠금 슬롯(216) 내로 돌출하는 내측 차단 위치와 (2) 잠금 블록(233)이 잠금 슬롯으로부터 완전히 후퇴되는 외측 비차단 위치 사이에서 핸들(231)을 통해 이동가능하다. 비차단 위치는 덮개(200)가 캐스크 본체(101)에 위치될 때 제1 잠금 돌출부(212)가 있는 잠금 바(210)가 잠금 슬롯(216)에 진입하여 잠금 위치와 잠금 해제 위치(둘 다 앞서 설명됨) 사이에서 앞뒤로 미끄러지는 것을 허용한다. 잠금 바가 잠금 위치에 있으면, 덮개의 길이방향 측부(203) 상의 잠금 바의 각 쌍 사이에 갭(G)이 형성된다(예를 들어, 도 12 및 도 17a 참조). 잠금 핸들 어셈블리(230)를 내측 차단 위치로 이동시키면, 잠금 블록(233)이 캐스크 본체의 각 길이방향 측벽(103) 상의 갭(G) 내에 위치하여, 그 갭을 채운다(덮개(200)의 가이드 채널(211) 내). 따라서, 잠금 바(210)는 그들의 잠금 해제 위치로 다시 당겨질 수 없고, 이에 의해 잠금 블록(233)과 잠금 바 사이의 간섭으로 인해 잠금 바를 잠금 위치에 잠그게 된다. 길이방향 측벽(103) 상의 잠금 바(210)를 잠금 해제 위치로 이동시키기 위해, 잠금 블록(233)은 먼저 잠금 핸들 어셈블리(230)의 핸들(231)을 통해 후퇴되어 갭(G)을 다시 개방하고, 이에 의해 길이방향 측벽 잠금 바가 다시 함께 잠금 해제 위치로 미끄러지도록 허용한다.
- [0047] 각각의 핸들 어셈블리(230)가 내측 차단 위치에 있을 때, 고정 바(235)의 고정 단부(235a)는 핸들(231)의 개구(236)을 통해 돌출된다. 내부 차단 위치에서 핸들 어셈블리를 잠그기 위해 임의의 시판되는 케이블-록 보안 태그(cable-lock security tag) 또는 실 태그(seal tag)(238)를 고정 바(235)의 관통 개구(235b)에 결합된다(도시된 바와 같음). 취급하는 동안 캐스크(100)가 충격을 받거나 떨어뜨리면, 핸들 어셈블리(230)가 덮개를 잠금 해제하기 위해 바깥쪽으로 이동할 수 없기 때문에 덮개(200)는 캐스크 본체(101)에 잠긴 상태로 유지될 것이다. 또한 보안 태그는 덮개가 잠금 위치에 있다는 시각적 표시를 작업자에게 제공한다. 이것은 캐스크 덮개(200)에 방사성 물질이 적재되고 한 위치에서 캐스크 본체(101)에 고정되어 그 캐스크가 더욱 먼 수령 위치로 이동되는 상황에서 특히 도움이 된다. 수령 위치의 승무원들은 덮개가 잠긴 위치 또는 상태에 있는지 쉽게 확인할 수 있다.
- [0048] 상기와 같은 특징을 이용하여 핵폐기물 저장 캐스크(100)를 잠그는 과정 또는 방법을 간략히 설명하면 다음과 같다. 도 29 내지 도 32는 덮개 장착 및 캐스크 잠금 과정에서 제1 및 제2 잠금 돌출부(212, 214) 사이의 관계를 도시한 순차적인 도면이다.
- [0049] 프로세스 또는 방법은 일반적으로 잠금 해제 위치에 있는 덮개(200)의 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽(104)에 잠금 바(210)를 배치하고, 잠금 블록(233)을 캐스크 본체(101)의 길이방향 측벽(103)상의 잠금 슬롯(216)으로부터 후퇴시키는 비차단(non-blocking) 위치의 잠금 핸들 어셈블리(230)에 잠금 블록(233)을 위치시키는 것을 포함한다(도 17b). 잠금 바 액추에이터(240) 또는 수동 수단이 전술한 단계를 수행하는 데 사용될 수 있다. 덮개(200)의 길이방향 측부(203) 상의 잠금 바(210)는 함께 있고, 도시된 바와 같이 덮개의 측단부(204) 상의 잠금 바는 이격되어 그 사이에 갭(G)을 형성한다. 덮개는 캐스크 본체(101) 위에 위치되어 정렬되며, 여기서 덮개의 제1 잠금 돌출부(212)는 캐스크 본체의 제2 잠금 돌출부(214) 사이의 개구(215)와 수직으로 정렬된다(도 29).
- [0050] 다음으로, 폐쇄 덮개(200)가 낮아지고 상부 개구(106) 위의 캐스크 본체(101)의 상부에 위치된다. 이 단계는 먼저 덮개(200)의 잠금 바(201) 상의 제1 잠금 돌출부(212)의 주변 어레이를 상부 개구 주위에서 캐스크 본체(101) 상에 배치된 제2 잠금 돌출부(214) 주변 어레이 사이에 수직으로 삽입한다(도 30). 덮개가 캐스크 본체(101)의 상부와 맞물리면, 제1 잠금 돌출부가 제2 잠금 돌출부(214) 사이의 개구(215)를 완전히 통과하고 제2 잠금 돌출부 아래 위치에서 수평으로 연장된 잠금 슬롯(216)으로 들어간다(도 31). 차례로, 제2 잠금 돌출부(214)는 제1 잠금 돌출부(212) 사이의 개구(213)를 통과하여 제1 잠금 돌출부 위에 위치된다.
- [0051] 프로세스 또는 방법은 그 다음 잠금 바(210)를 그들의 잠금 위치로 활주시키는 것(도 17a 및 31)(저부벽(102)에 평행하게 배향된 수평 잠금 평면에서 제1 잠금 돌출부(212)를 제2 잠금 돌출부(214) 아래로 이동시킴)과 잠금 슬롯(216)을 통과시키는 것으로 이어진다. 이 단계는 작동 인력의 방사선 노출을 최소화하기 위해 캐스크로부터 멀리 떨어진 위치에서 잠금 바 액추에이터(240)의 유압 또는 공압 실린더-피스톤 어셈블리(241)를 작동시킴으로써 수행될 수 있다. 잠금 바(210)의 활주는 덮개의 제1 잠금 돌출부(212)와 캐스크 본체(101)의 제2 잠금 돌출부(214)의 저부면과 활주 가능하고 마찰적으로 맞물린다. 구체적으로, 썩기형 잠금 돌출부(212, 214)의 테이퍼진 잠금 표면(217, 218)은 생성된 썩기 작용을 통해 점점 더 조여지는 마찰 맞물림에 서로 잠기게 된다. 이것은 덮개만의 무게를 넘어서는 힘으로 덮개(200)를 캐스크 본체(101) 쪽으로 아래쪽으로 당겨 가스켓(220)을 완전히 압축하고 캐스크 공동(105)을 밀봉한다. 캐스크 잠금 기구가 작동되어 덮개를 더 아래쪽으로 당기기 전에 덮개(200)가 처음으로 캐스크 본체와 맞물릴 때보다 가스켓이 더 압축된다.
- [0052] 이제 덮개(200)가 캐스크 본체(101)에 완전히 결합되었으므로, 잠금 핸들 어셈블리(230)는 내부 차단 위치로 이

동되어 잠금 블록(233)을 덮개의 길이방향 측부(103)에 있는 각 쌍의 잠금 바(210) 사이에 삽입함으로써, 길이 방향 측부 잠금 바의 활주 및 잠금 해제를 방지한다(그림 17A). 따라서 핸들 어셈블리는 캐스크 길이방향 측벽(103) 상의 잠금 바의 잠금 위치를 유지하고, 이는 차례로 본 명세서에서 앞서 설명된 잠금 위치에서 캐스크 단부벽 상의 잠금 바를 유지한다.

[0053] 잠금 돌출부(212)를 갖는 잠금 바(210)가 본 명세서에서 덮개(200)에 활주 가능하게 장착되는 것으로 도시 및 설명되지만, 하나의 실시형태에서 잠금 돌출부(214)가 캐스크 본체(101)에 고정 장착되는 것으로 도시 및 설명된다는 점에 유의한다. 다른 실시형태에서 배열은 역전될 수 있다. 따라서, 잠금 바(210)는 캐스크 본체에 형성된 가이드 채널(211)에 활주 가능하게 장착될 수 있고, 대신에 고정된 잠금 돌출부(214)는 폐쇄 덮개에 고정 장착될 수 있다. 이 대안적인 배열은 동일한 이점을 제공하고 여기에서 이전에 설명된 동일한 방식으로 작동된다. 잠금 바 유압 또는 공압 액추에이터(240)는 차례로 잠금 바(210)를 작동시키기 위해 캐스크 본체에 장착될 것이다.

[0054] 잠금 바(210) 및 잠금 돌출부(212, 214)를 갖는 캐스크 잠금 기구가 상자 형상의 직사각형 직육면체 캐스크 본체 및 직사각형 덮개에 적용되는 것으로 여기에서 도시되고 설명되지만, 잠금 기구는 기존의 원통형 캐스크 본체와 원형 덮개에 대한 동일한 이점을 가지는 것으로 적용될 수 있다. 고정된 제2 잠금 돌출부(214)는 원통형 캐스크 본체 또는 덮개에 배치될 수 있고, 잠금 바(210)는 캐스크 본체 또는 덮개 중 다른 하나에 장착될 수 있다. 원통형 캐스크 적용을 위한 잠금 바 및 가이드 채널은 아치형으로 만곡될 수 있고, 캐스크 본체 또는 원형 덮개에 장착되는 경우 본 명세서에서 이전에 설명된 유압 또는 공압 잠금 바 액추에이터(240)를 통해 작동될 수 있다. 대안적으로, 잠금 돌출부(212, 214) 둘 모두는 원통형 캐스크 본체 및 덮개에 고정적으로 장착될 수 있고, 활주 가능한 잠금 바는 생략될 수 있다. 이 경우에, 덮개는 원통형 캐스크 본체에 대해 단순히 회전되어 췌기형 잠금 돌출부를 활주 가능하고 마찰식으로 결합하여 브리치(breech) 로크 유형 덮개를 형성할 수 있다. 덮개는 유압/공압 액추에이터의 도움을 받아 회전할 수 있다. 캐스크 잠금 기구의 전술한 대안적인 실시형태 및 이미 여기에 제공된 설명에 기초하여, 과도한 실험 없이 이들 옵션 중 임의의 것을 구현하는 것은 당업자의 영역 내에 있다.

[0055] 도 1-10 및 21-23을 참조하면, 충격 흡수 시스템은 운송 및 취급 중에 캐스크가 강제로 충격을 받거나 떨어질 경우 캐스크(100) 및 격납 장벽을 과도한 손상으로부터 보호하기 위해 제공된다. 일 실시형태에서, 캐스크 본체(101)의 길이방향 측벽(103) 및 측방향 단부벽(104) 각각은 그에 고정 결합된 복수의 외측으로 돌출하는 충격 흡수체 바(140)를 포함한다. 캐스크 본체의 폐쇄 덮개(200) 및 저부면(102)은 또한 그에 고정 결합된 다중 충격 흡수체 바(140)를 포함할 수 있다. 바(140) 각각은 가정된 캐스크 충격/낙하 사건에서 생존하기 위한 규제 요건(예를 들어, 원자력 규제 위원회 또는 NRC)을 충족하기에 적절한 패턴으로 적절한 위치에 구성 및 배열될 수 있다. 일 실시형태에서, 충격 흡수체 바(140)는 의도된 목적에 적합한 두께 및 치수의 직사각형 블록으로 구성될 수 있다. 캐스크 본체(101)의 길이방향 측벽(103) 상의 잠금 핸들 어셈블리(230)는 각각의 측면 상의 어셈블리에 근접하게 위치된 적어도 한 쌍의 흡수체 바(140) 사이에서 보호될 수 있다. 이러한 보호용 충격 흡수체 바는 핸들 어셈블리(230)가 바를 넘어 바깥쪽으로 돌출하지 않도록 캐스크 본체 길이방향 측벽(103)의 외부 표면에 수직으로 측정된 깊이를 갖는다. 일 실시형태에서, 충격 흡수체 바(140)는 캐스크 본체 및 덮개에 볼트로 고정될 수 있다(예를 들어, 도 23-26 참조). 이렇게 하면 캐스크 낙하/충격 이벤트 중에 손상된 경우 바를 쉽게 교체할 수 있다. 다른 실시형태에서, 바(140)는 그에 용접될 수 있다.

[0056] 캐스크 본체(101)의 각 코너(107) 및 덮개(200)의 코너(205)는 코너 영역에 고정 결합된 코너 충격 흡수체(141)에 의해 보호될 수 있다. 상부 및 하부 코너 충격 흡수체 세트는 각각 캐스크 본체의 덮개 및 인접한 상부 코너 영역, 및 캐스크 본체의 하부 벽(102) 및 인접한 하부 코너 영역을 덮고 차폐하도록 제공된다. 일 실시형태에서, 코너 충격 흡수체(141)는 내부 코너 브래킷(142) 및 이에 고정 결합된 외부 코너 블록(143)을 포함하는 어셈블리일 수 있다. 내부 코너 브래킷(142)은 본체의 하부 코너에서 캐스크 본체(101)에, 상부 코너에서 덮개 및/또는 캐스크 본체에 고정 결합될 수 있다. 일 실시형태에서, 내부 코너 브래킷(142) 및 코너 블록(143)은 본 명세서에 도시된 바와 같이 덮개(200)에 고정 결합되고 덮개(200)와 함께 이동할 수 있다. 내부 코너 브래킷(142)은 캐스크 본체 및 덮개의 직각 코너에 일치하도록 구성된 내향 오목 리세스를 갖는다. 외부 코너 블록(143)은 내부 코너 브래킷(142)의 외부 형상과 일치하도록 구성된 외향 리세스를 갖는다. 상부 코너 충격 흡수체(141)는 캐스크 본체의 상부 코너 위로 덮개로부터 수직 하향으로 연장되고, 캐스크 본체(101) 및 덮개(200) 모두에서 코너의 측면 영역 주위를 길이방향으로 및 측방향으로 수평으로 감싼다. 상부 코너 충격 흡수체 또한 코너의 덮개 상단 위로 부분적으로 확장한다. 하부 코너 충격 흡수체(141)는 캐스크 본체(101) 및 저부벽(102) 상의 코너의 측면 영역 주위에서, 그리고 부분적으로 저부벽 아래에서 길이방향 및 측방향으로 수평으로

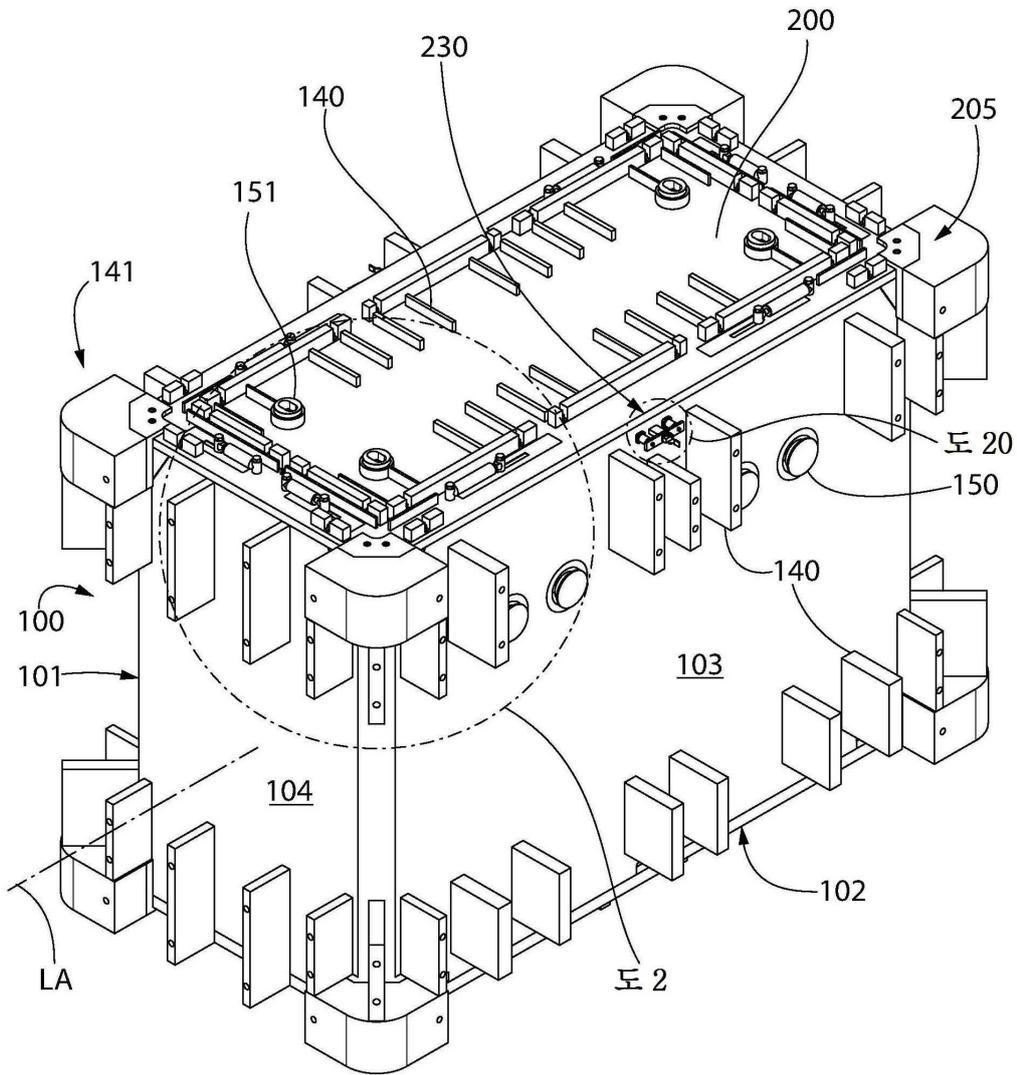
감싼다. 일 실시형태에서, 내부 코너 브래킷(142) 및 외부 코너 블록(143)은 나사식 패스너를 통해 함께 볼트로 조이거나 나사로 고정될 수 있다. 내부 코너 브래킷(142)은 차례로 적용 가능한 경우 캐스크 본체(101) 및 캐스크 본체 및/또는 덮개(200)에 나사식 패스너를 통해 볼트로 조이거나 나사로 고정될 수 있다.

[0057] 캐스크(100)의 취급을 용이하게 하기 위해, 캐스크 본체(101)의 길이방향 측벽(103) 각각은 그에 고정 부착된 복수의 외향 돌출 리프팅 트러니언(150)을 포함할 수 있다. 리프팅 트러니언(150)은 일반적으로 구성이 원통형일 수 있고, 당업계에 공지된 일 실시형태에서 후퇴가능한(retractable) 유형일 수 있다. 덮개(200)는 덮개를 핸들링하기 위한 복수의 리프팅 러그(151)를 차례로 포함할 수 있다. 러그(151)는 덮개에 고정 부착된다. 리프팅 러그는 일 실시형태에서 구성이 일반적으로 원통형일 수 있다. 적절한 수의 리프팅 트러니언과 러그는 캐스크 본체와 덮개를 안전하게 들어 올리고 조작하기 위해 필요에 따라 제공될 수 있다. 안정적인 방식으로 캐스크 본체와 덮개의 중량을 들어 올리고 조종하기에 적합한 리프팅 트러니언 및 러그의 다른 구성 및 구성이 제공될 수 있다.

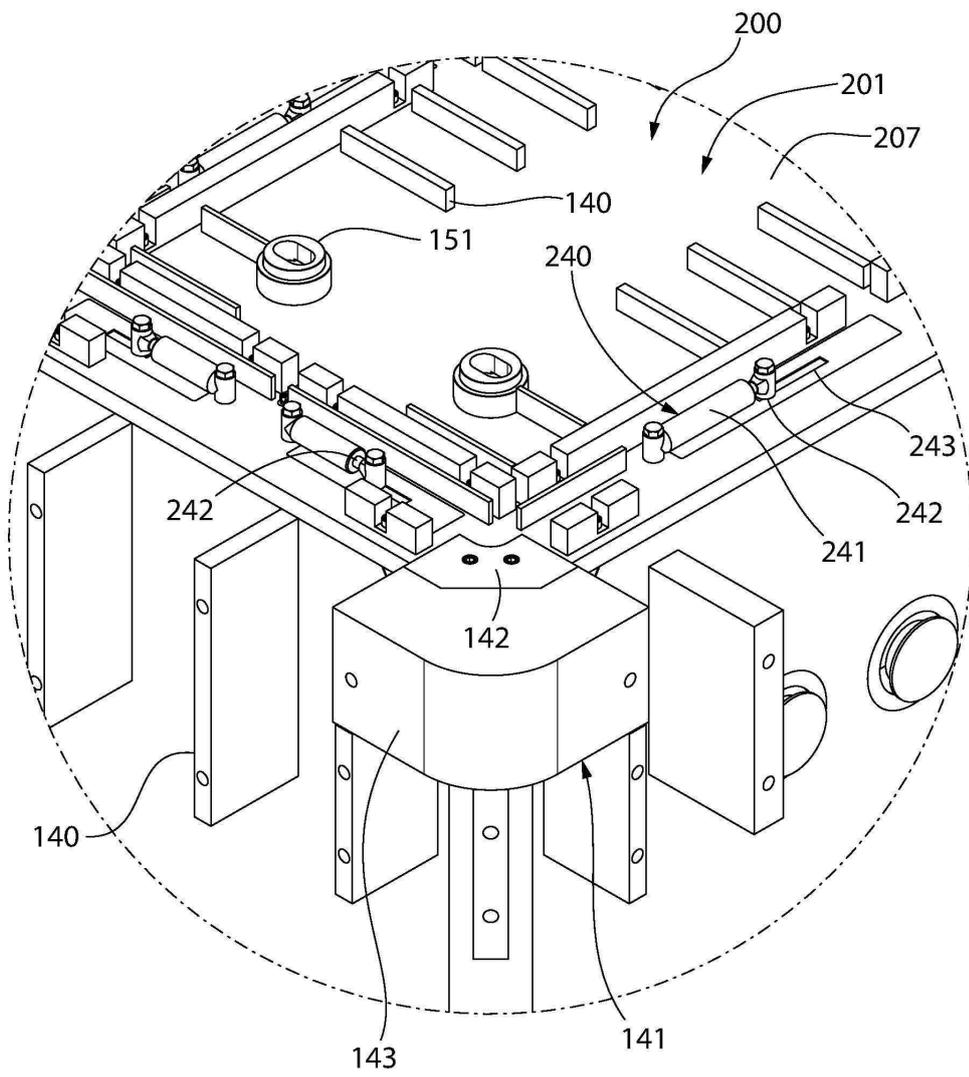
[0058] 전술한 설명 및 도면은 일부 예시적인 시스템을 나타내지만, 첨부된 청구범위의 등가물의 사상 및 범위 및 범위를 벗어나지 않고 다양한 추가, 수정 및 대체가 이루어질 수 있음을 이해할 것이다. 특히, 본 발명은 그 사상 또는 본질적인 특성을 벗어나지 않으면서 다른 형태, 구조, 배열, 비율, 크기 및 기타 요소, 재료 및 구성요소로 구현될 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다. 또한, 본 명세서에 기술된 방법/공정에서 다양한 변형이 이루어질 수 있다. 당업자는 본 발명이 구조, 배열, 비율, 크기, 재료 및 구성요소의 많은 수정과 함께 사용될 수 있고 그렇지 않으면 특정 환경 및 작동에 특히 적응되는 본 발명의 실시예에 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 원리를 벗어나지 않으면서 요구 사항을 충족할 수 있다. 따라서 현재 개시된 실시형태는 모든 면에서 예시적이며 제한적이지 않은 것으로 간주되어야 하며, 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위 및 그 균등물에 의해 정의되며 전술한 설명 또는 실시형태에 제한되지 않는다. 오히려, 첨부된 청구범위는 본 발명의 등가물의 범위 및 범위를 벗어나지 않고 당업자에 의해 만들어질 수 있는 본 발명의 다른 변형 및 실시형태를 포함하도록 광범위하게 해석되어야 한다.

도면

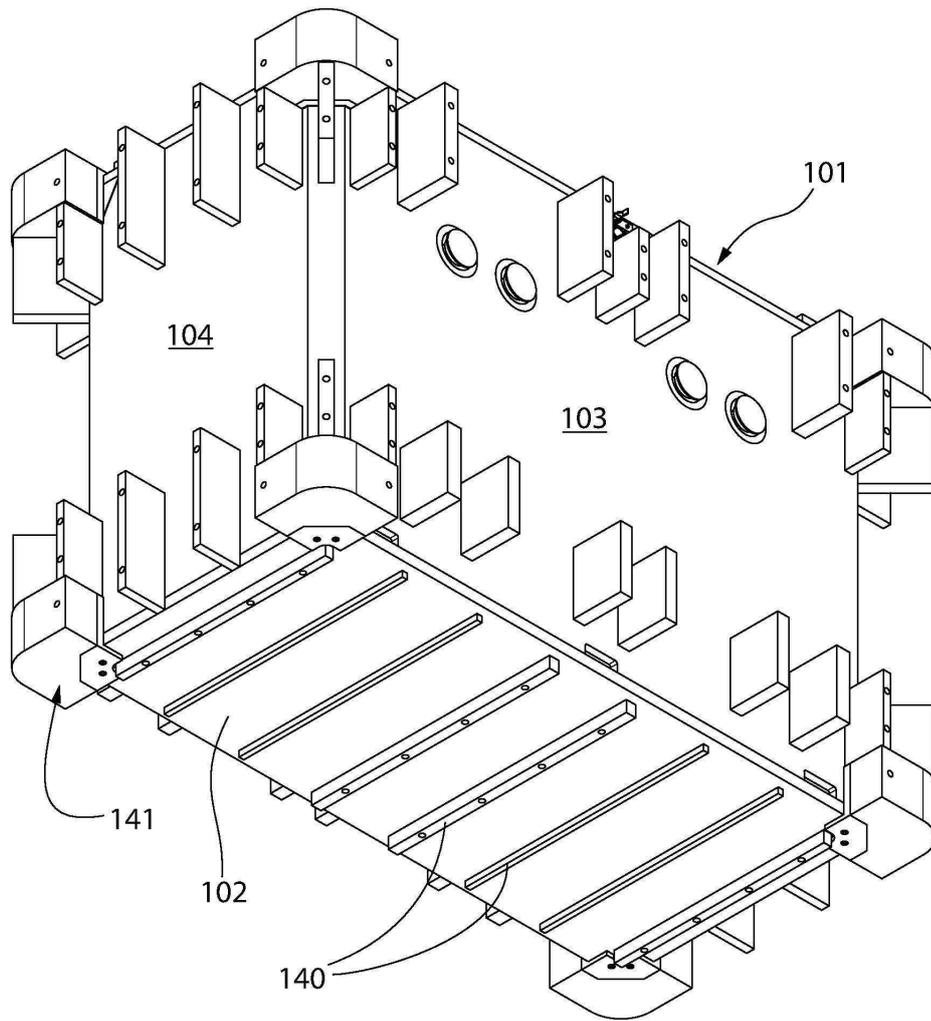
도면1



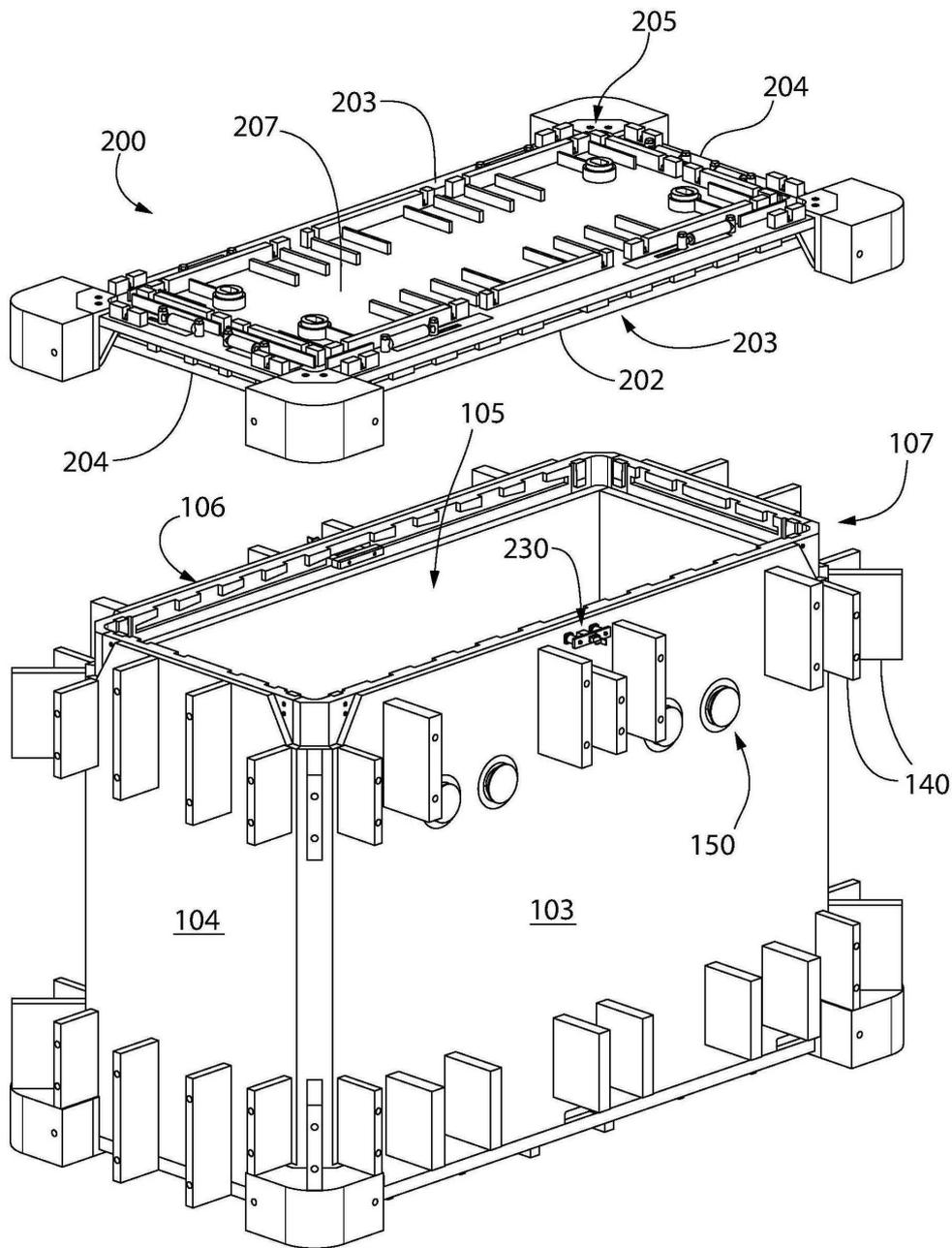
도면2



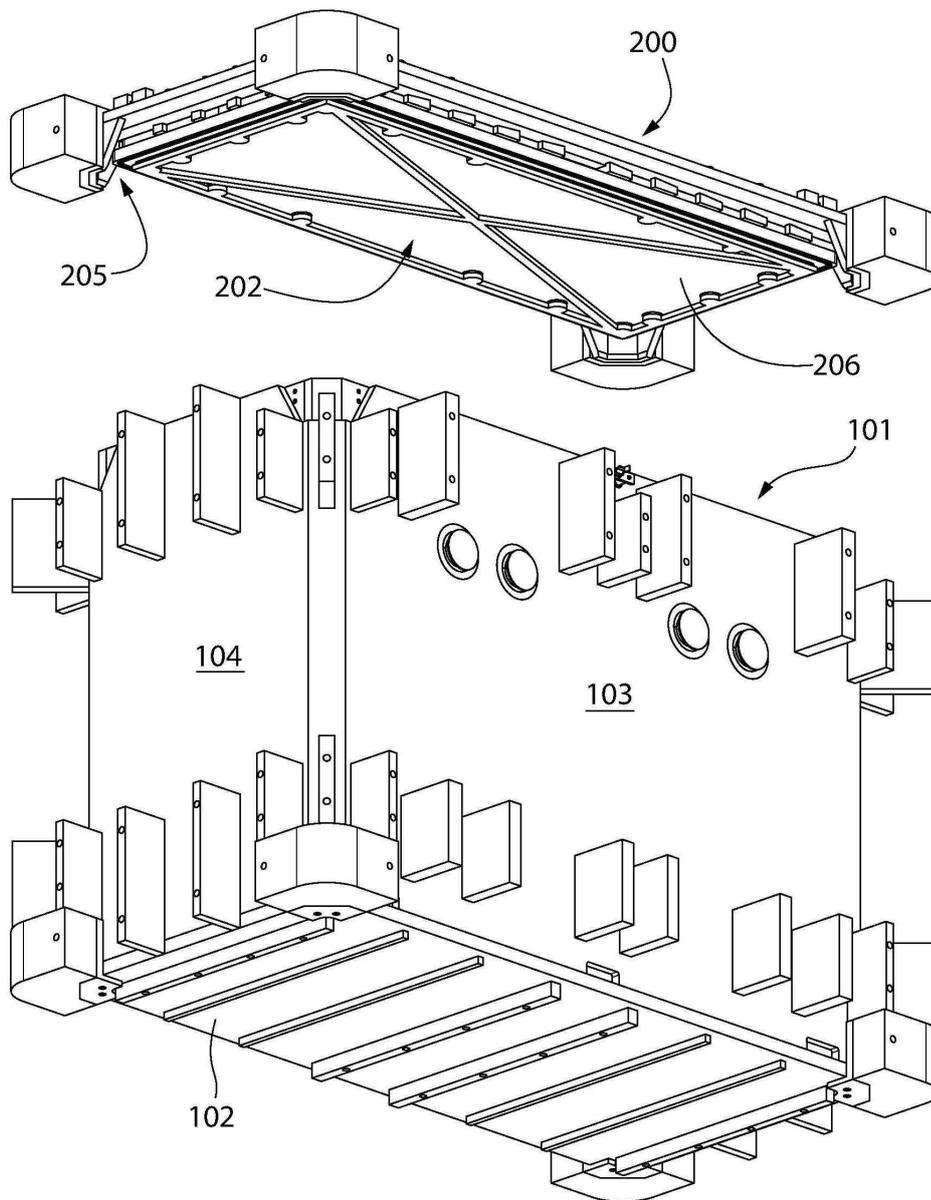
도면3



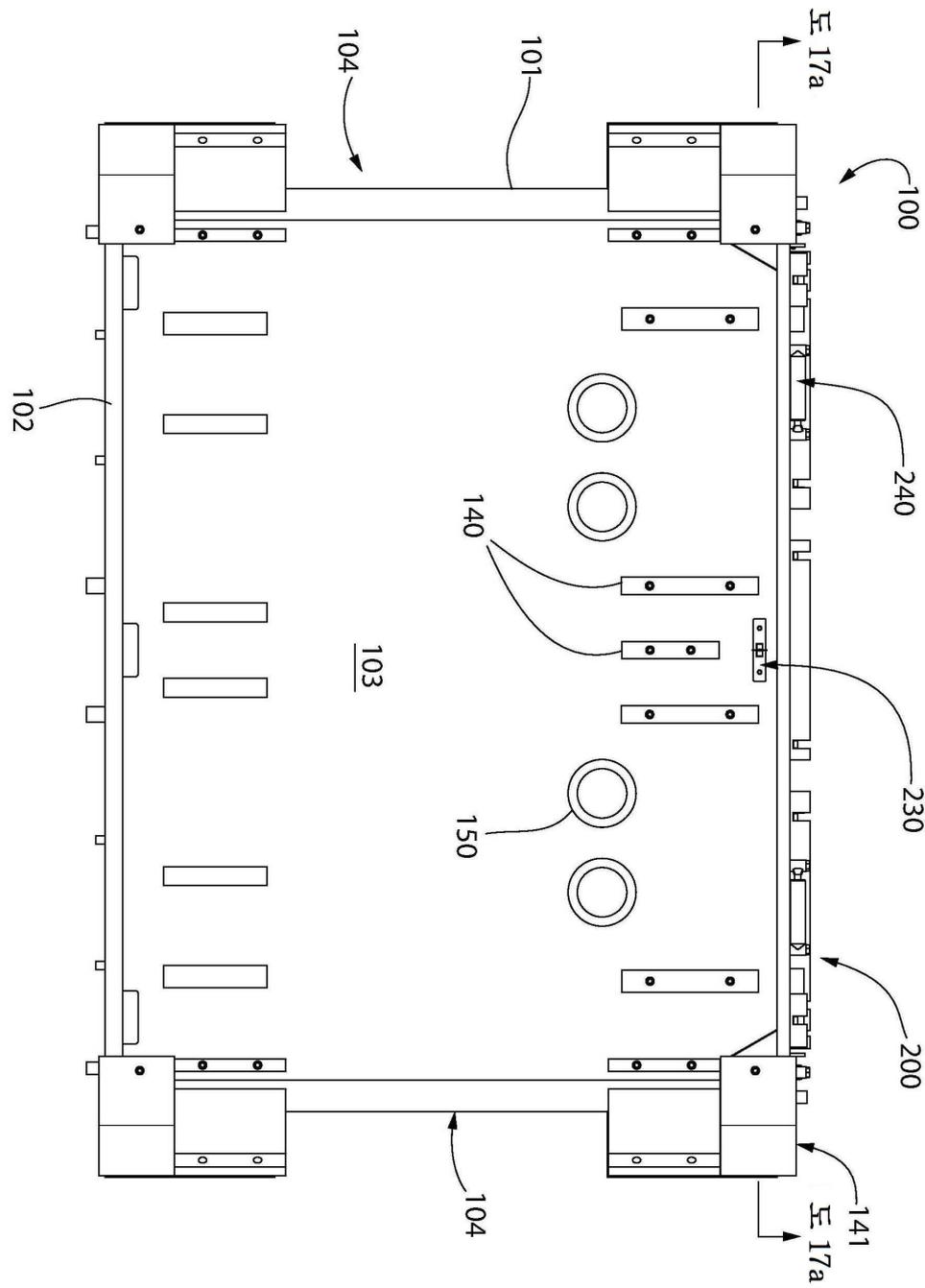
도면4



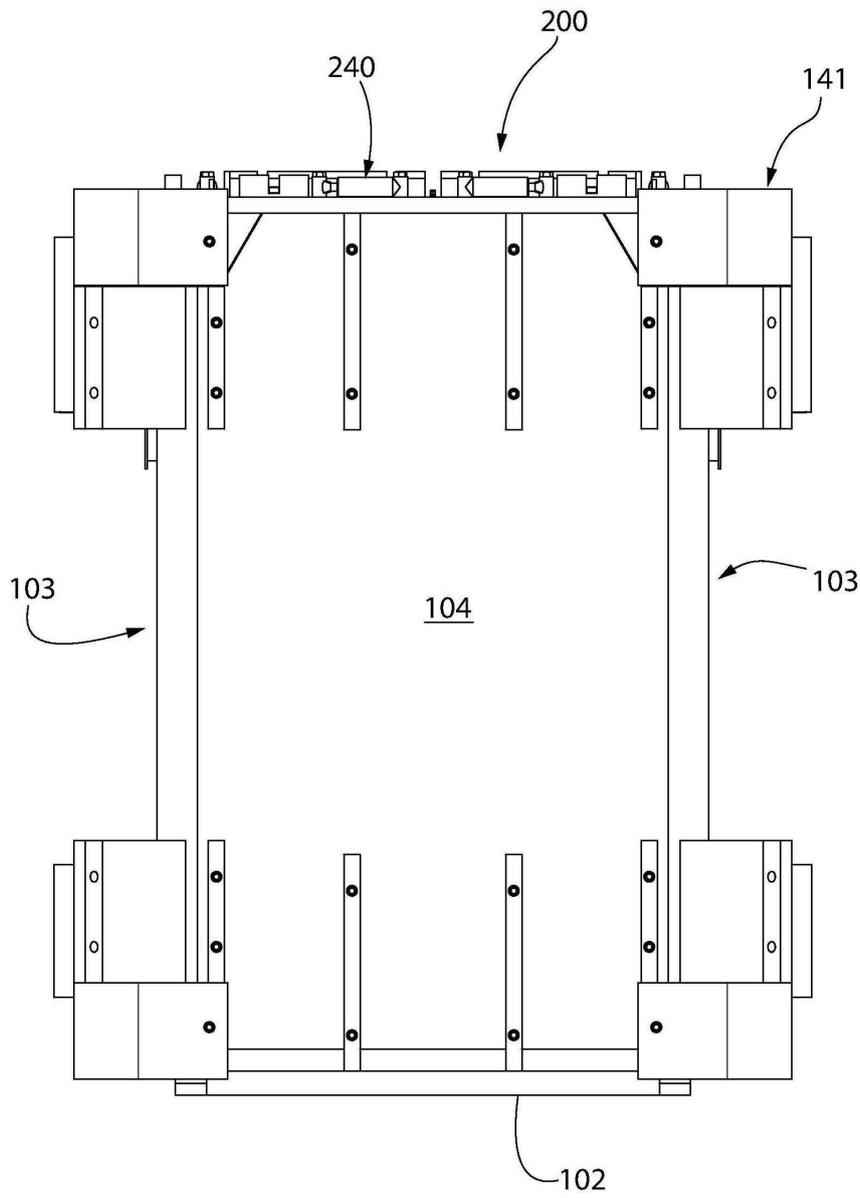
도면5



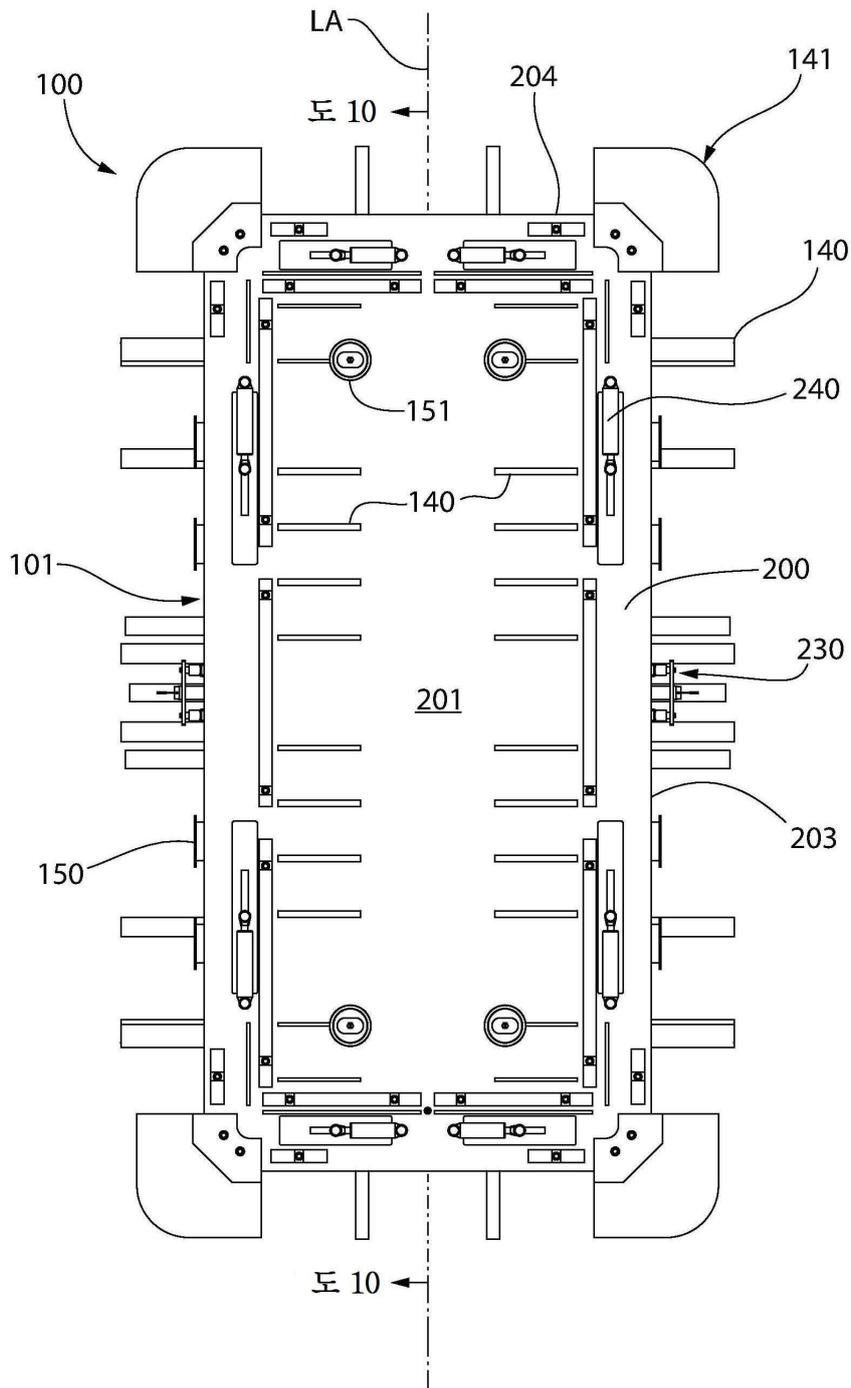
도면6



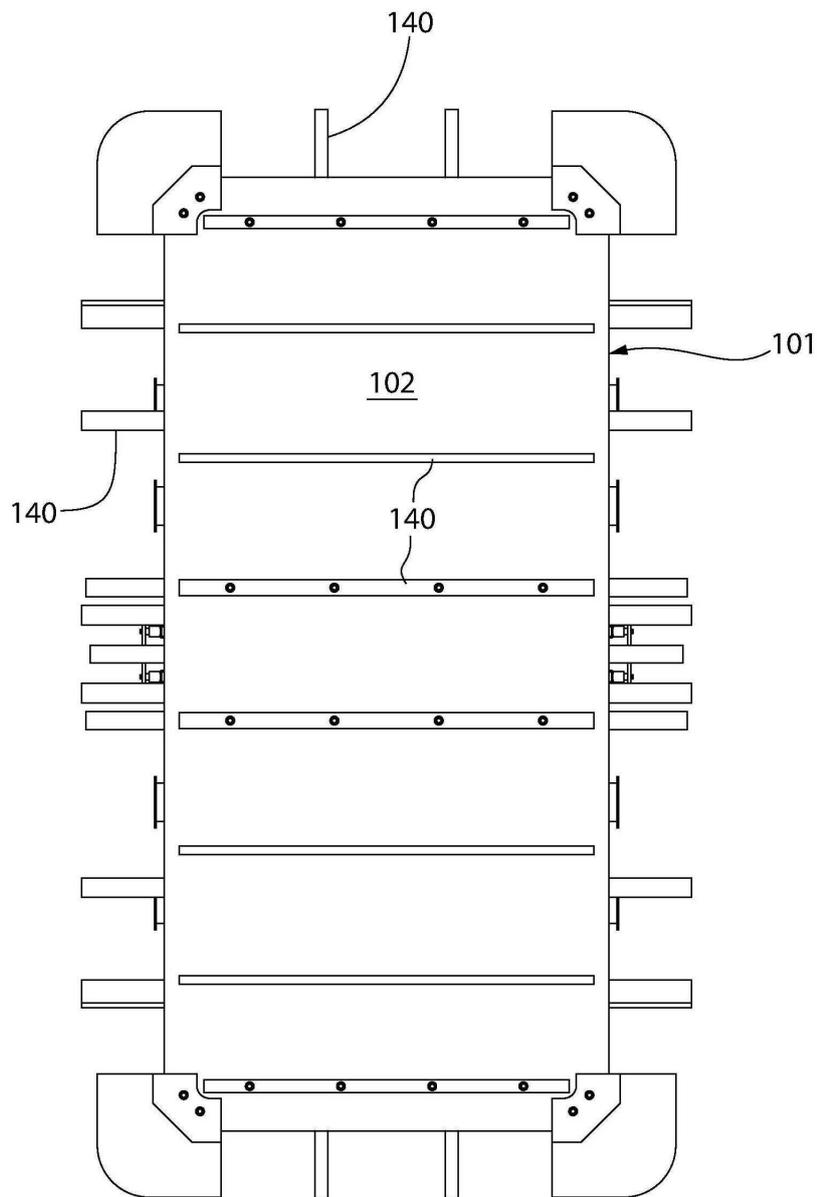
도면7



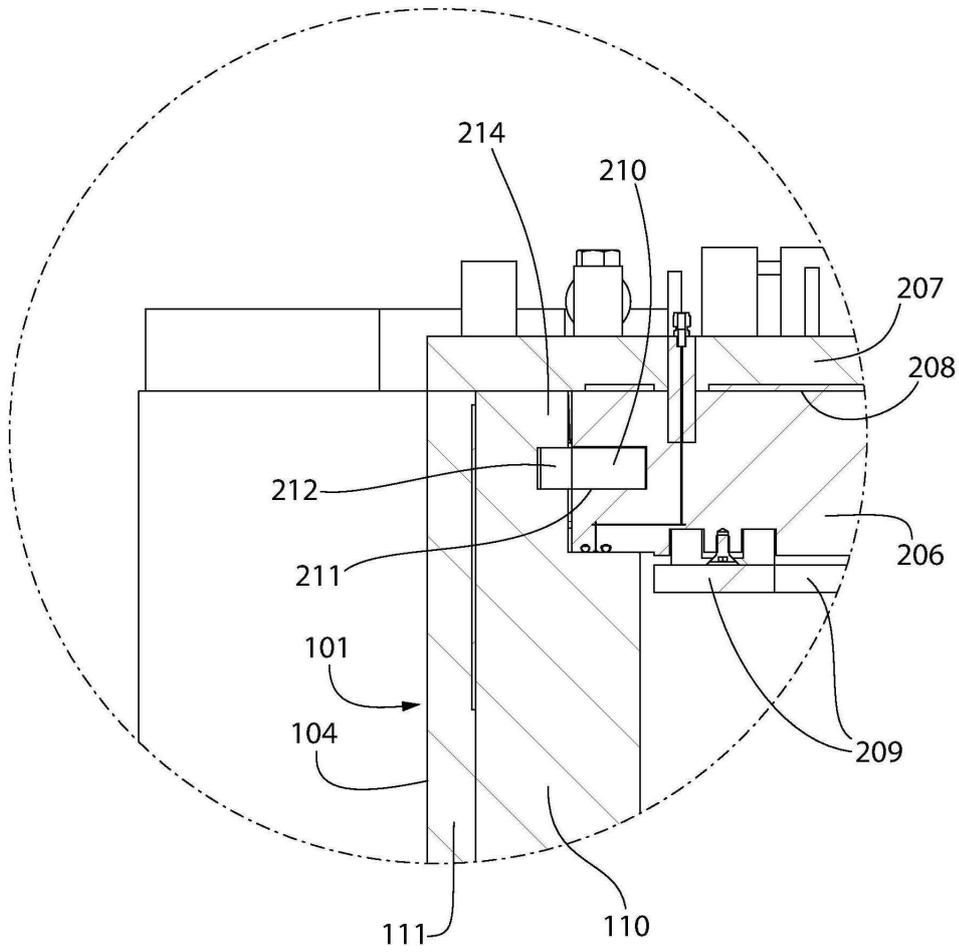
도면8



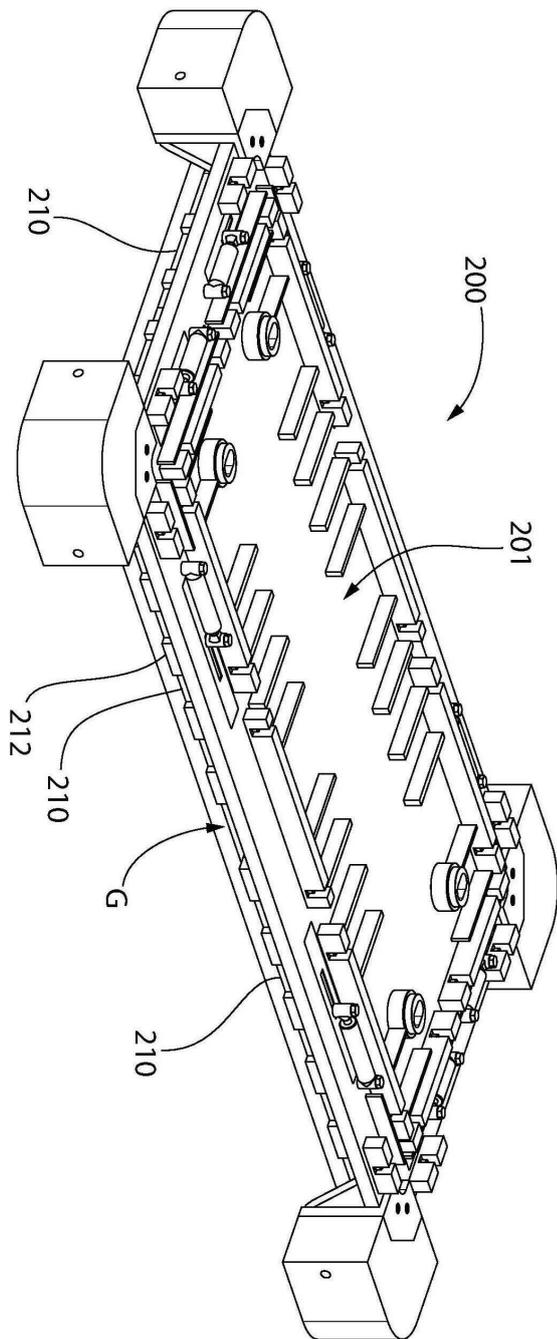
도면9



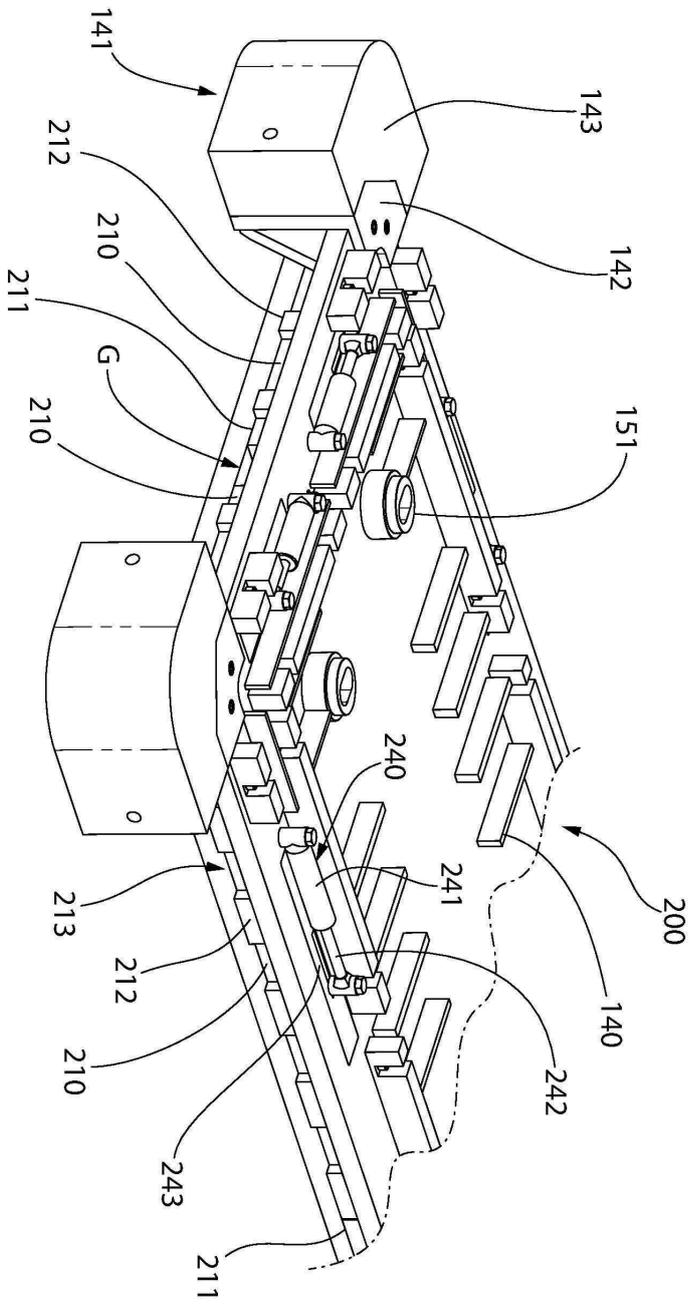
도면11



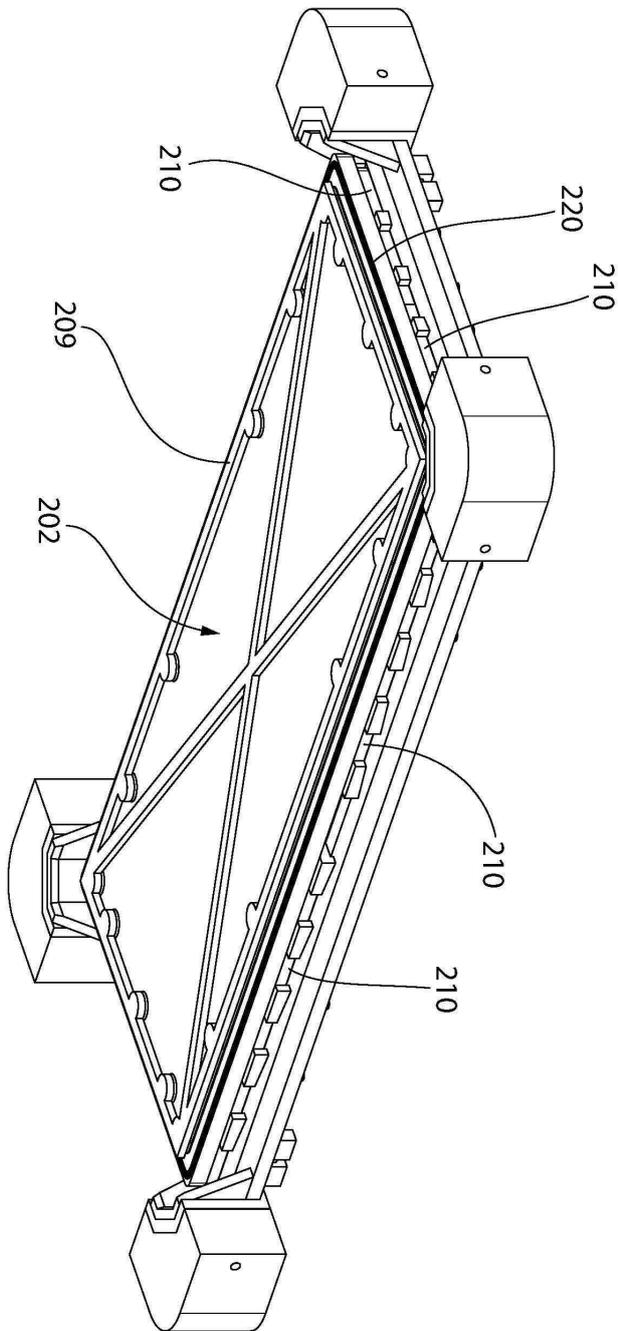
도면12



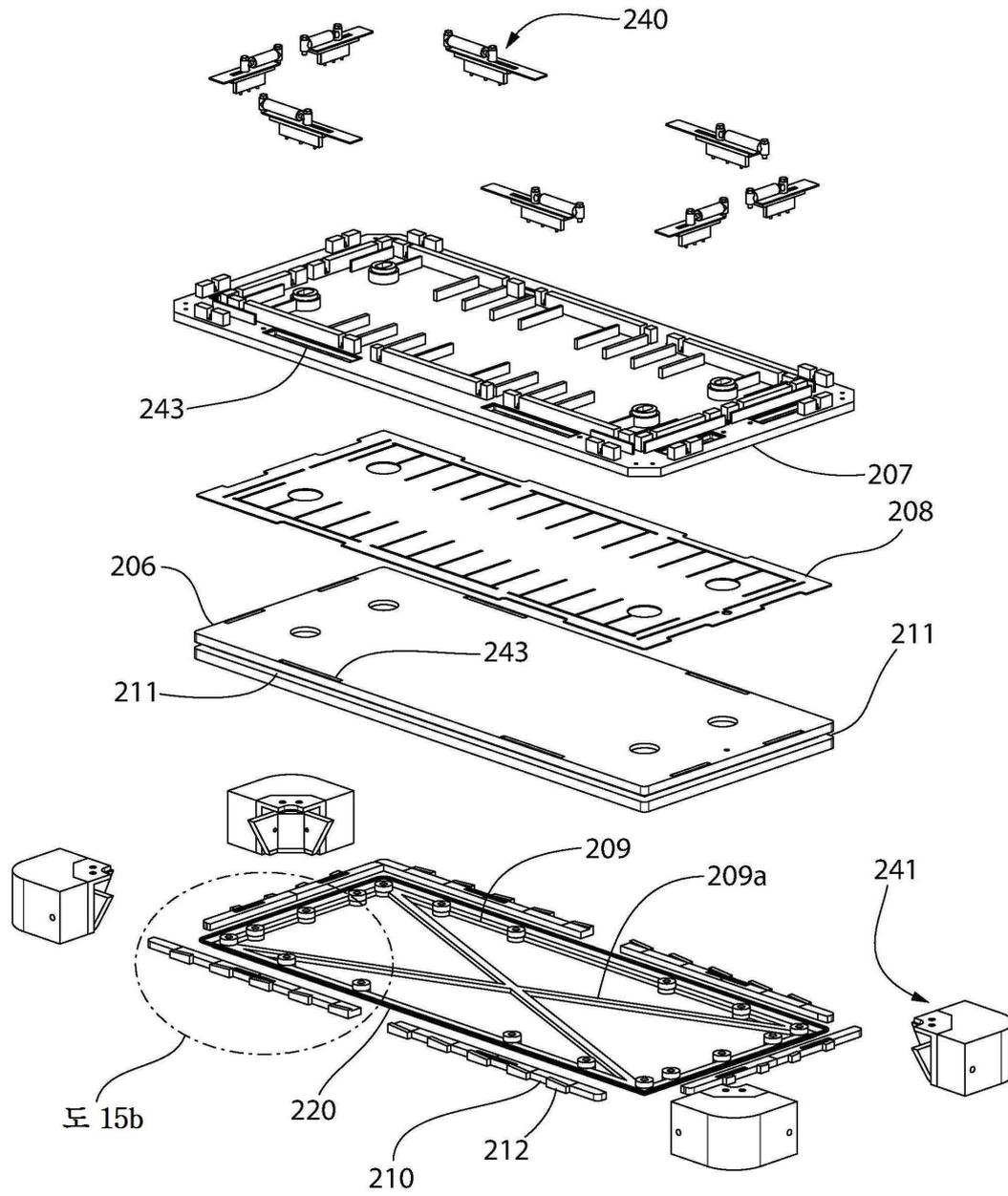
도면13



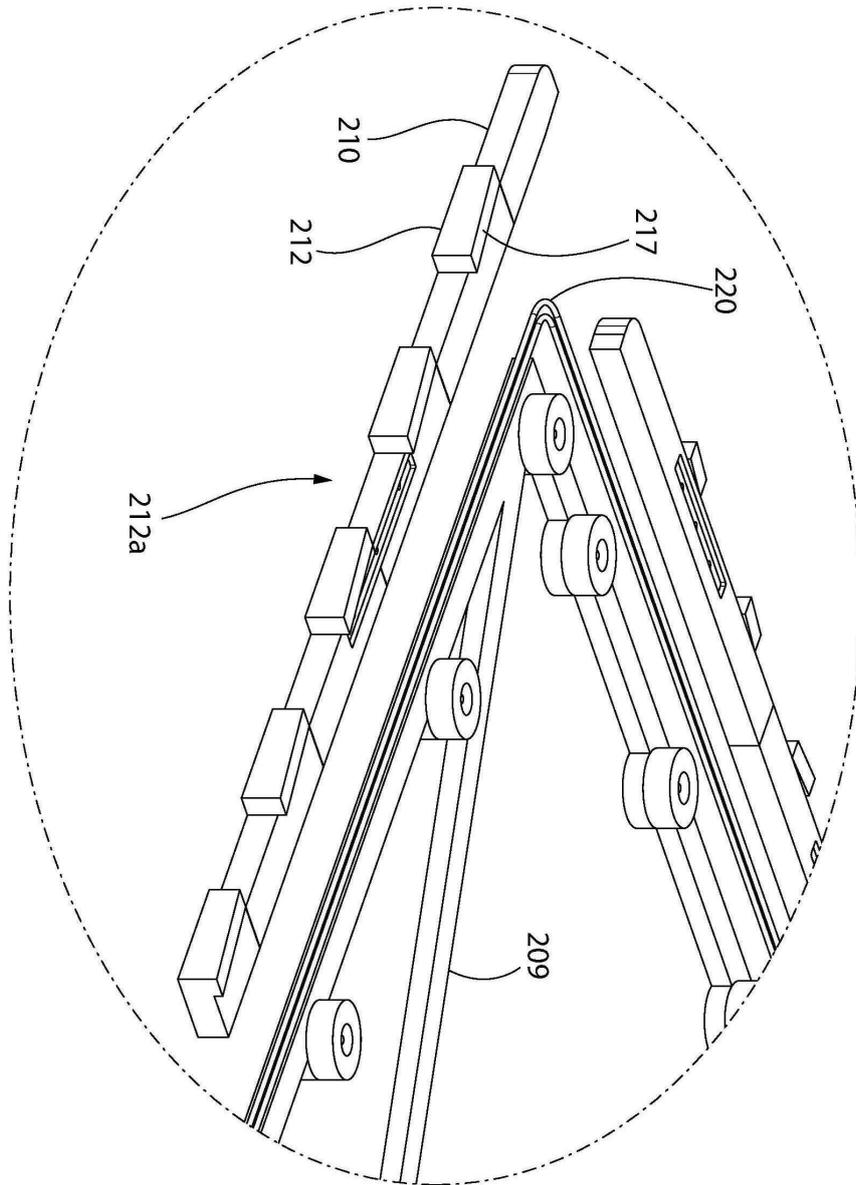
도면14



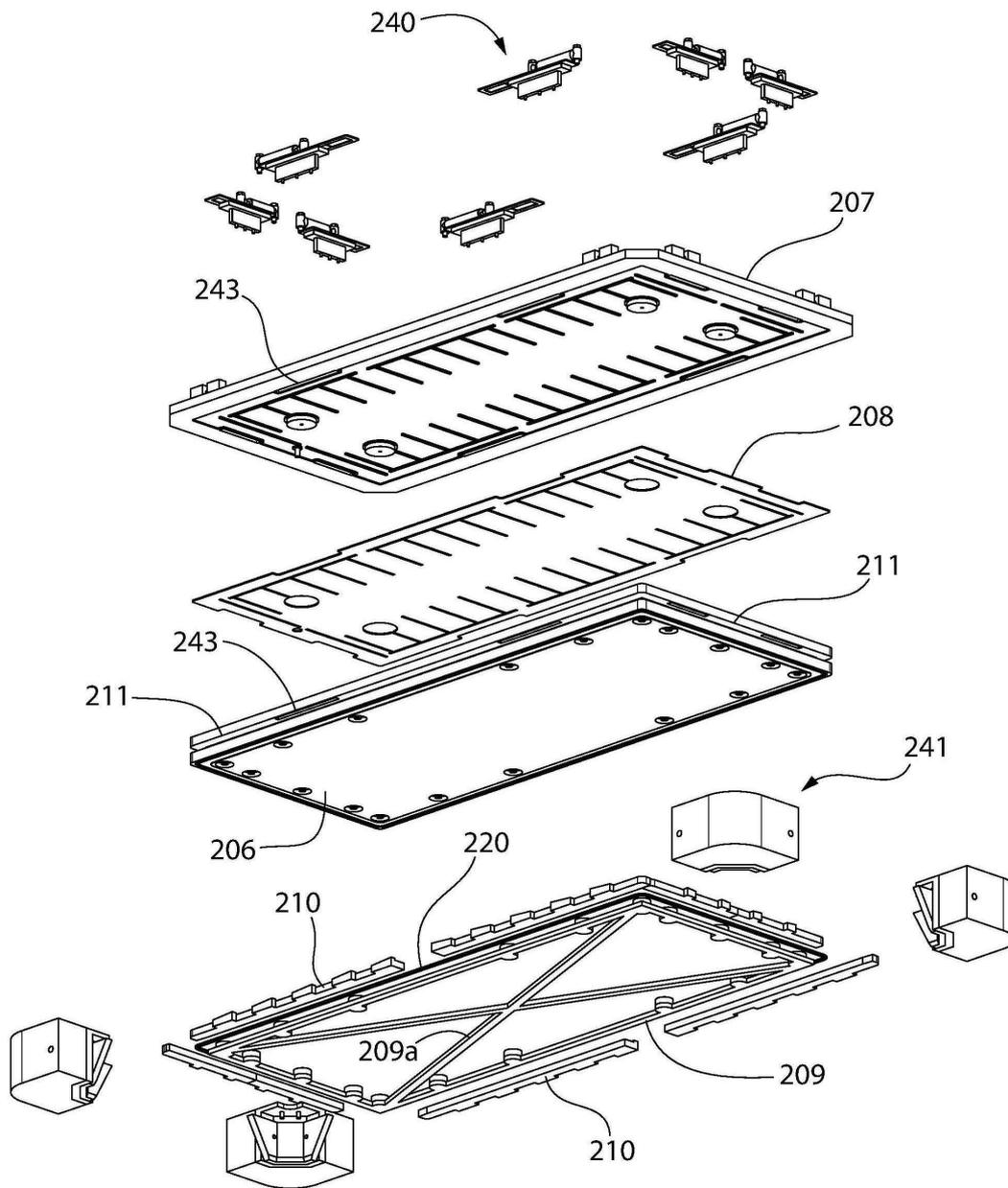
도면15a



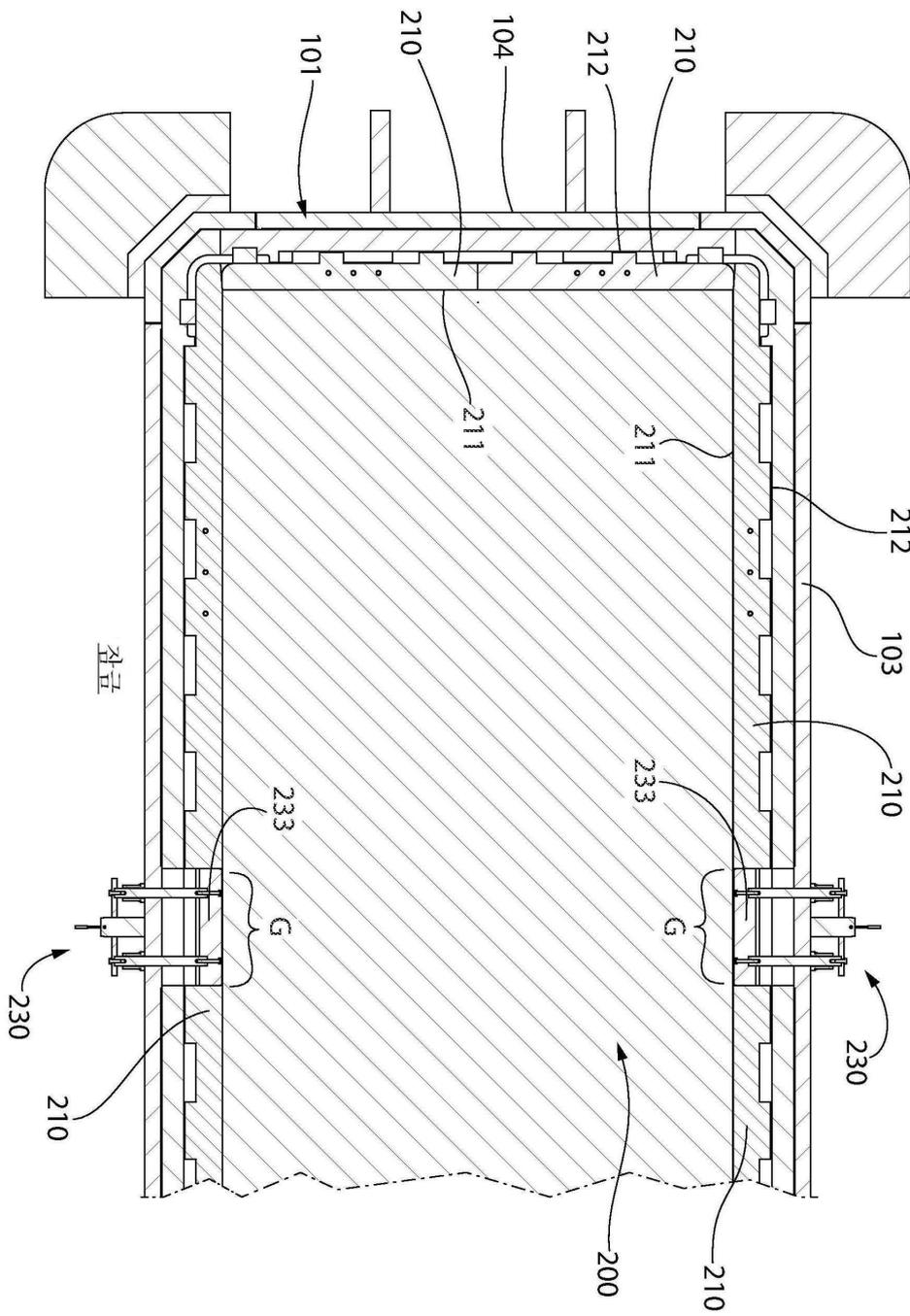
도면15b



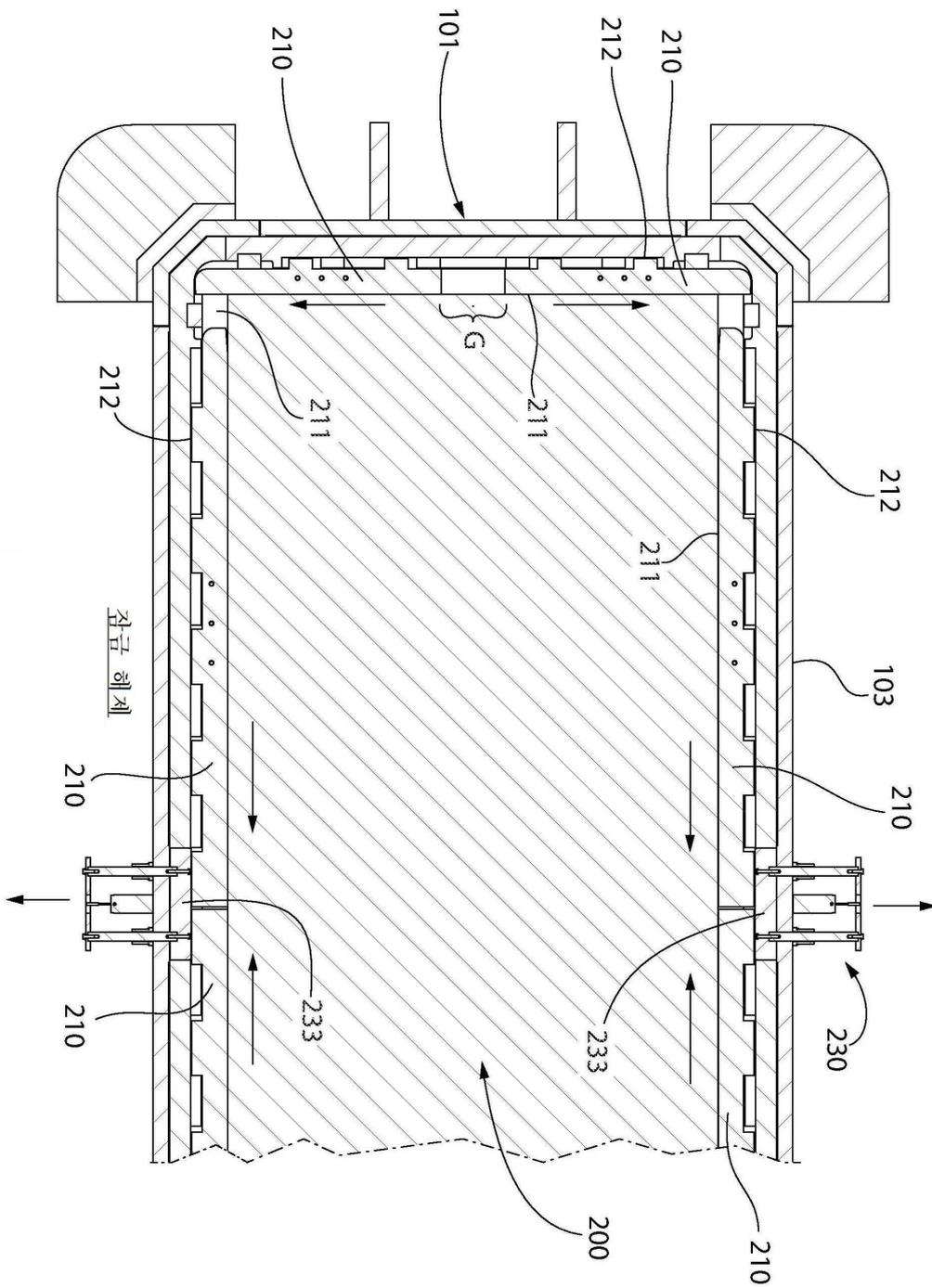
도면16



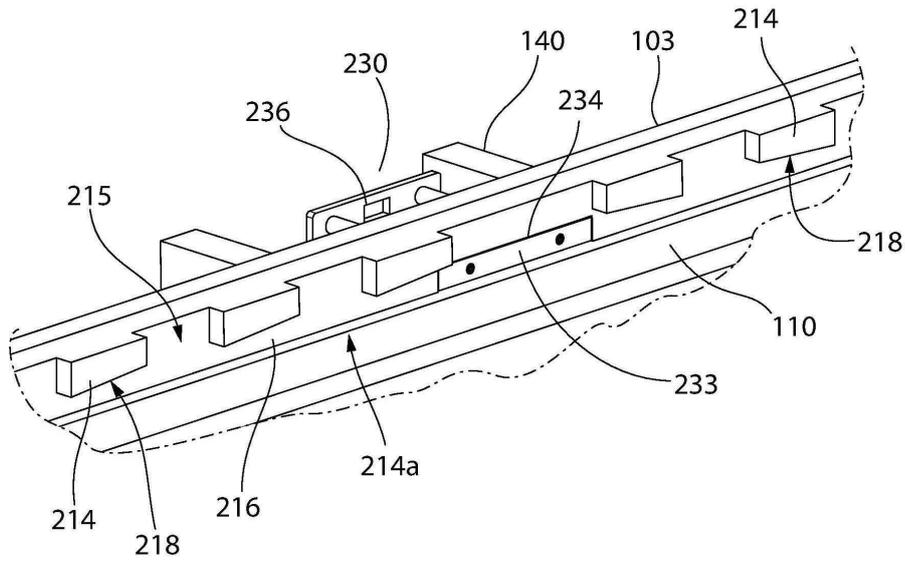
도면17a



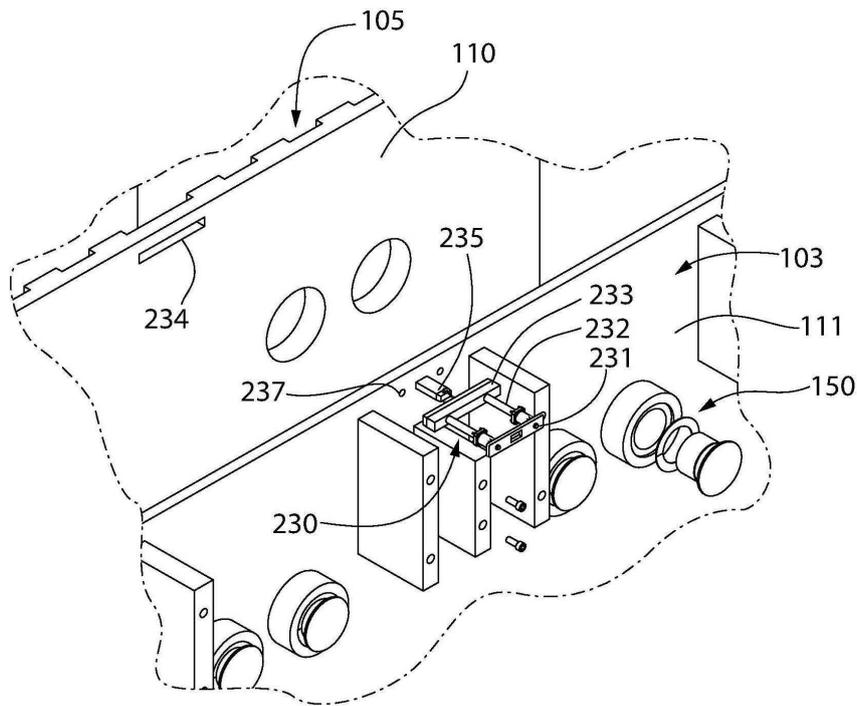
도면17b



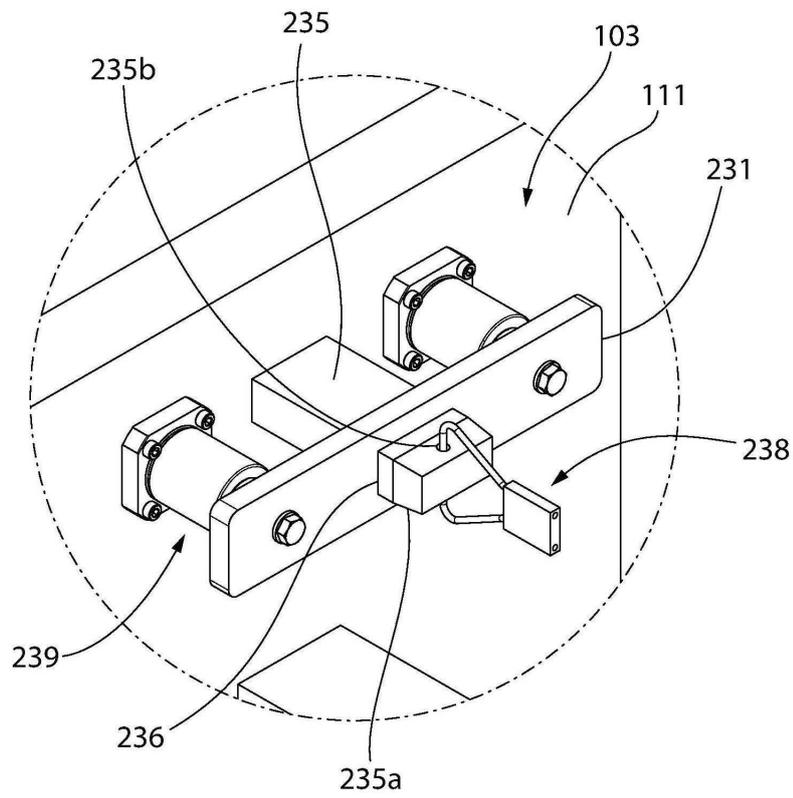
도면18



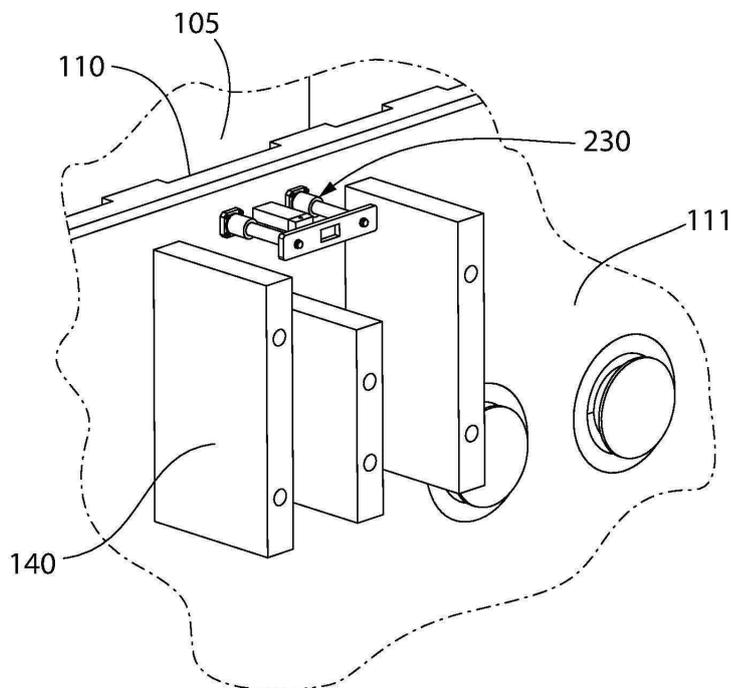
도면19



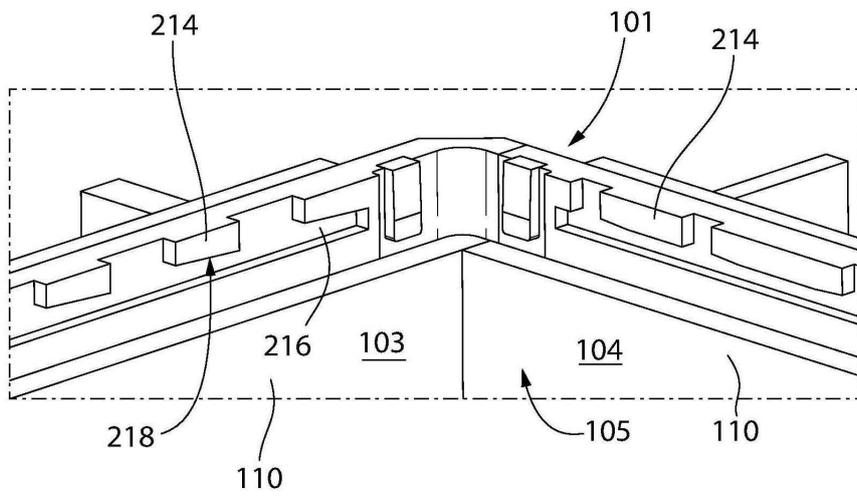
도면20



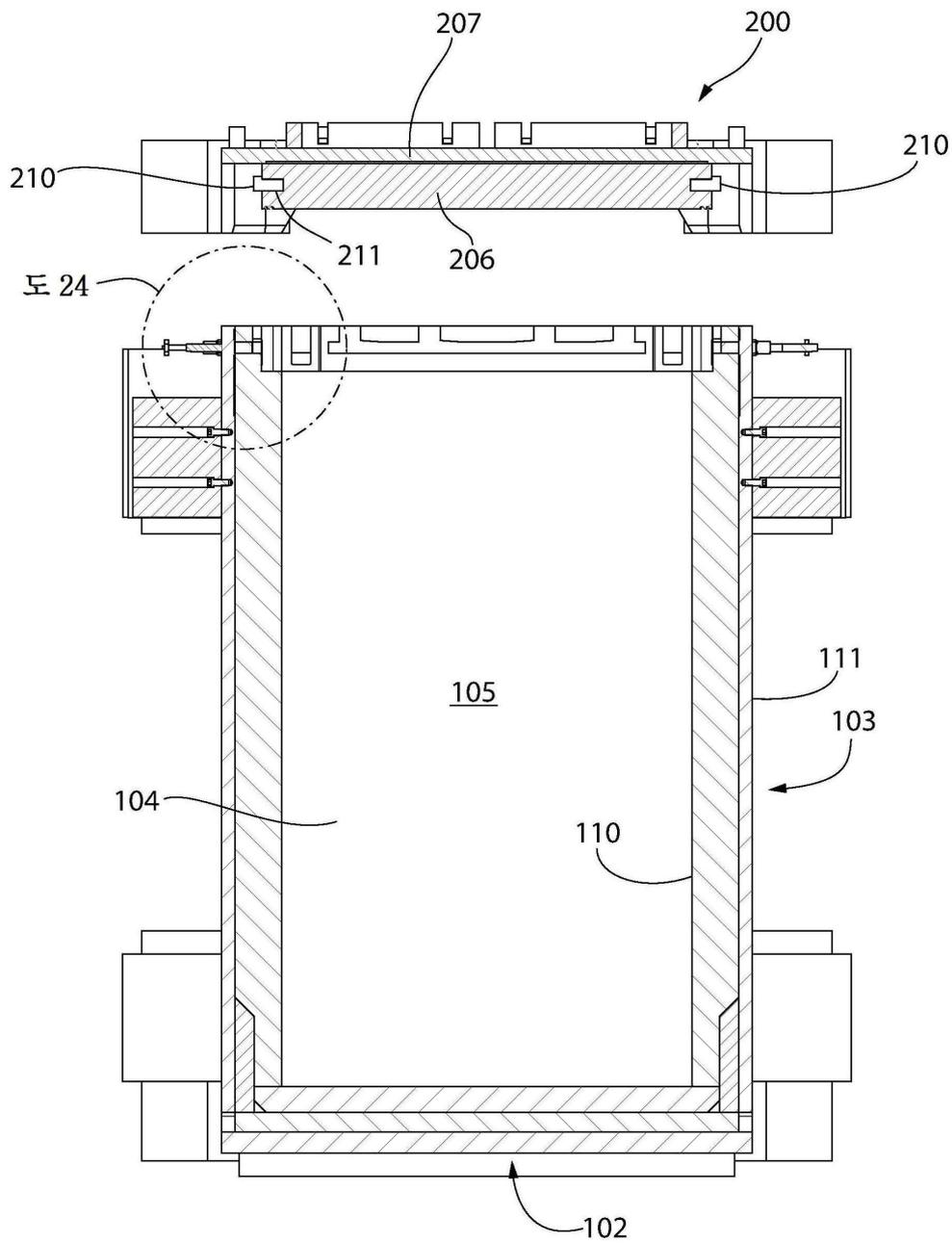
도면21



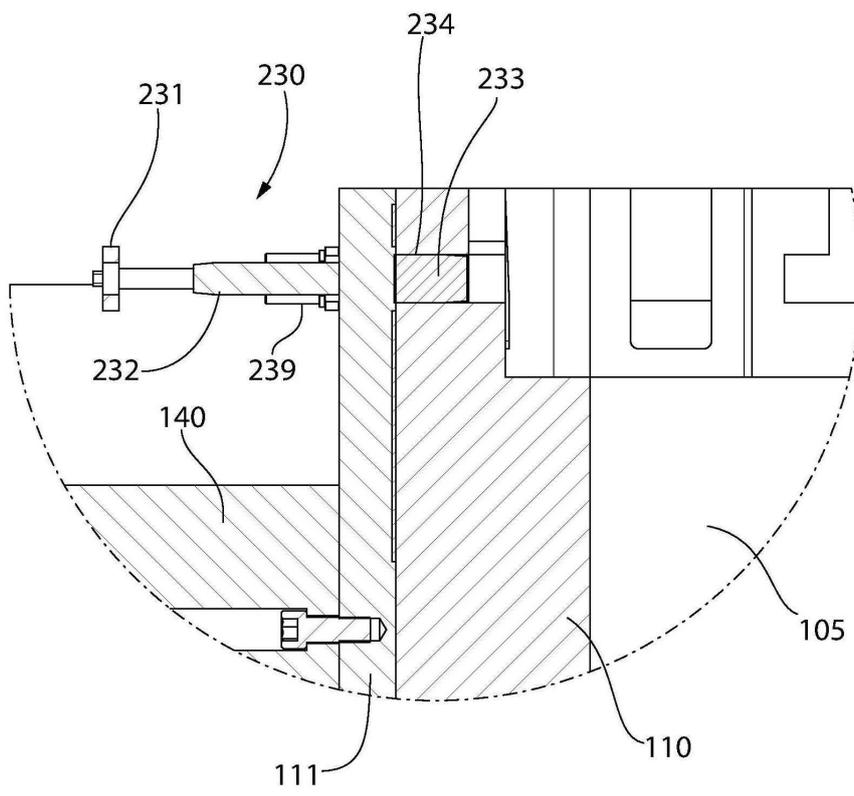
도면22



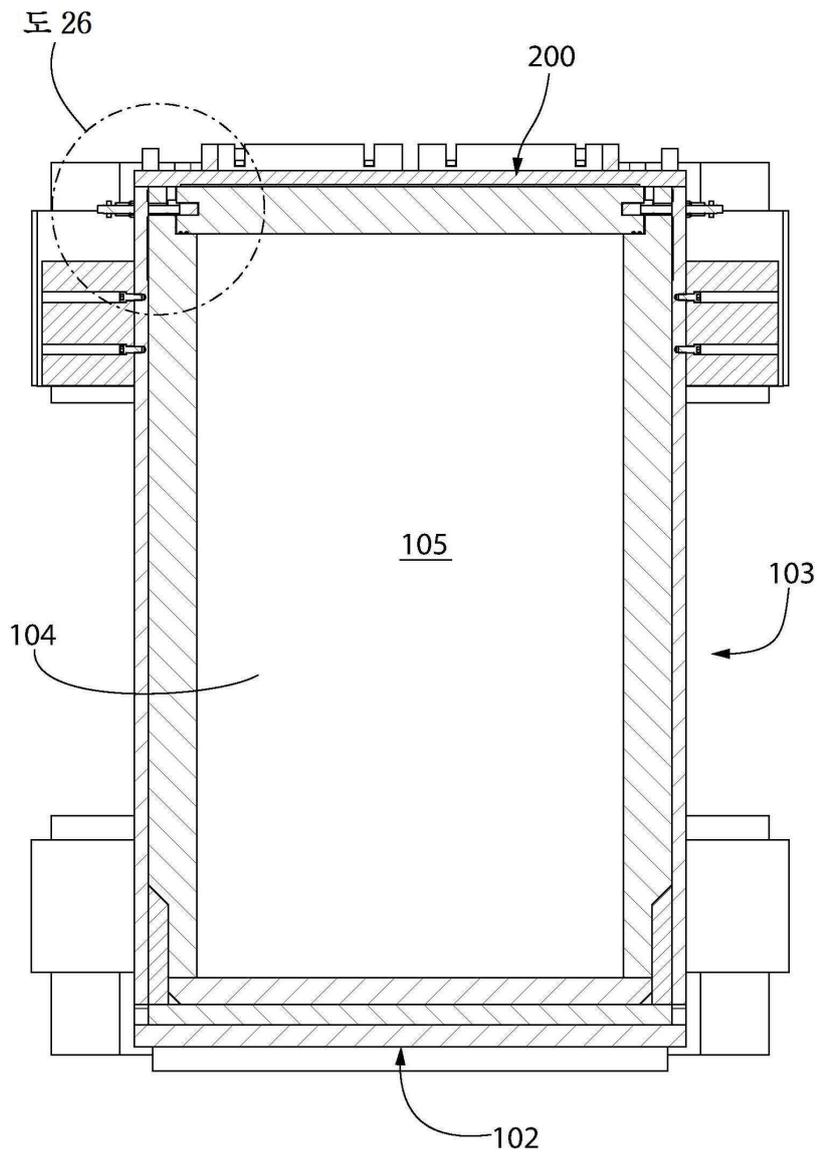
도면23



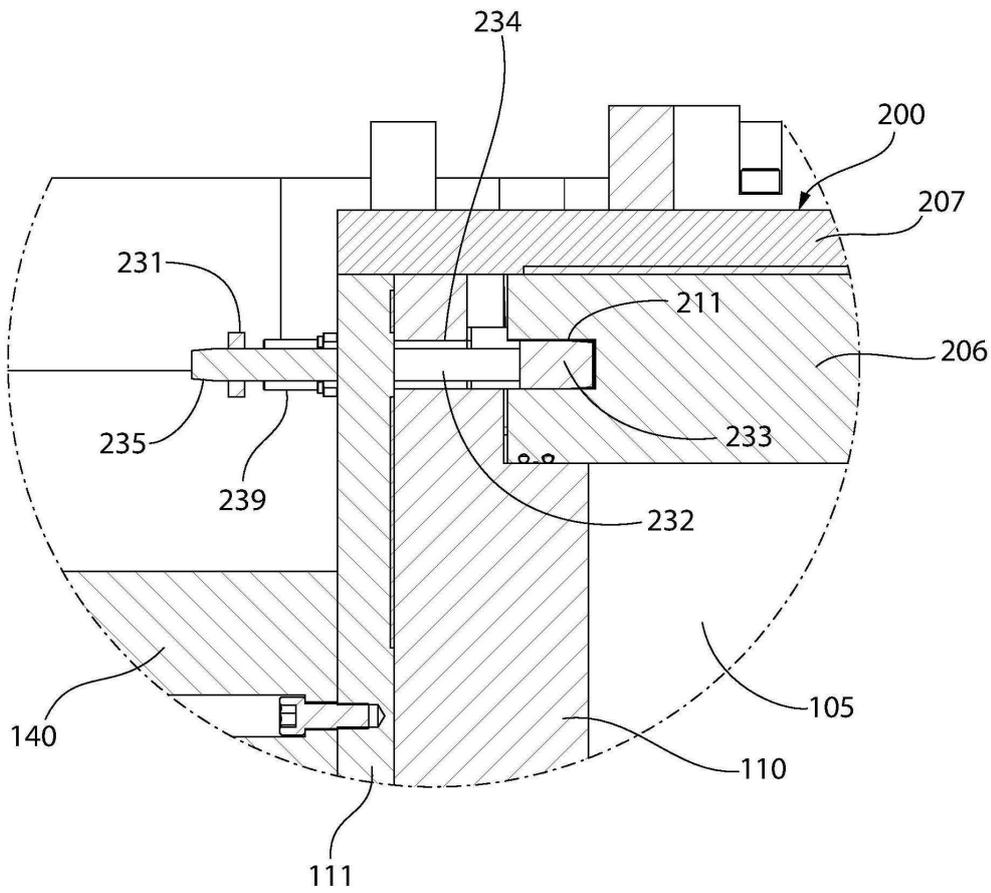
도면24



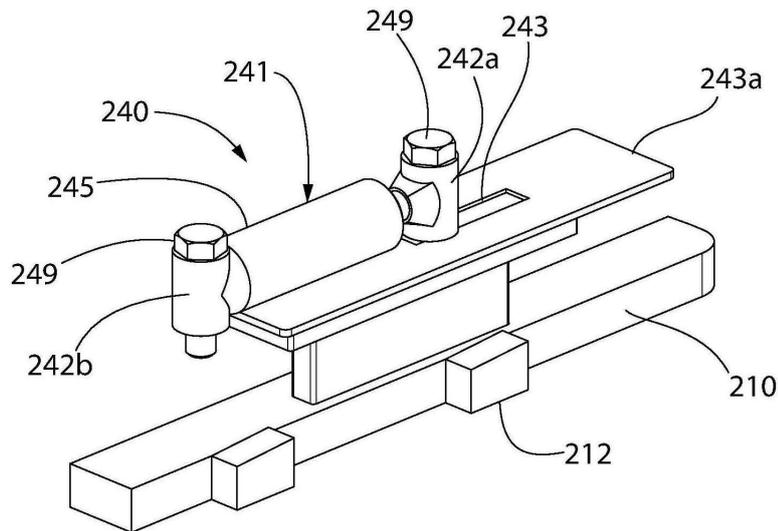
도면25



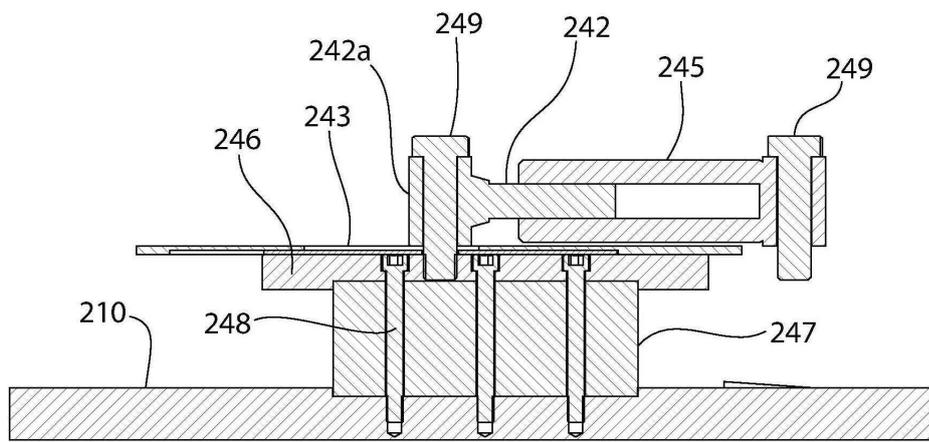
도면26



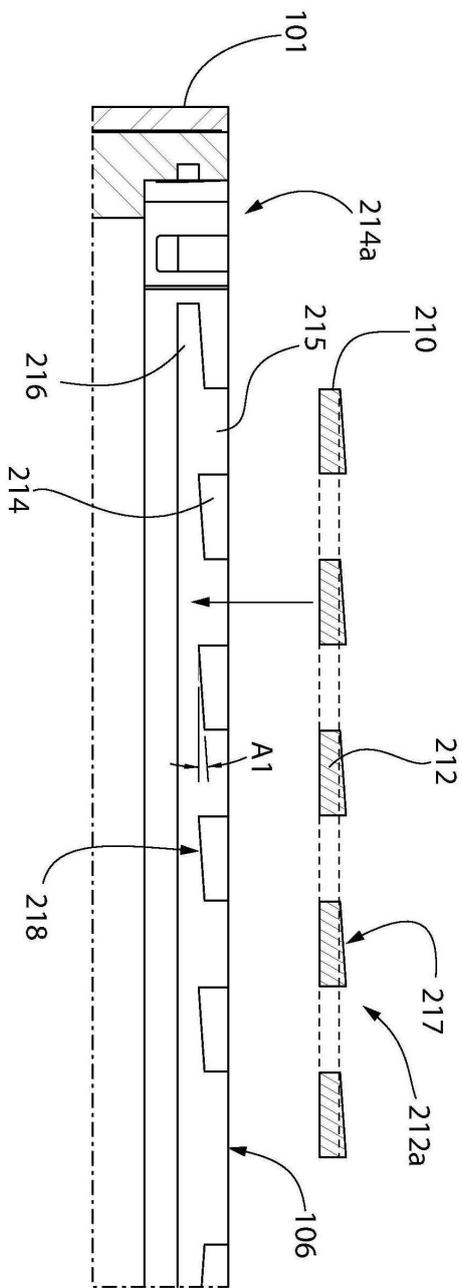
도면27



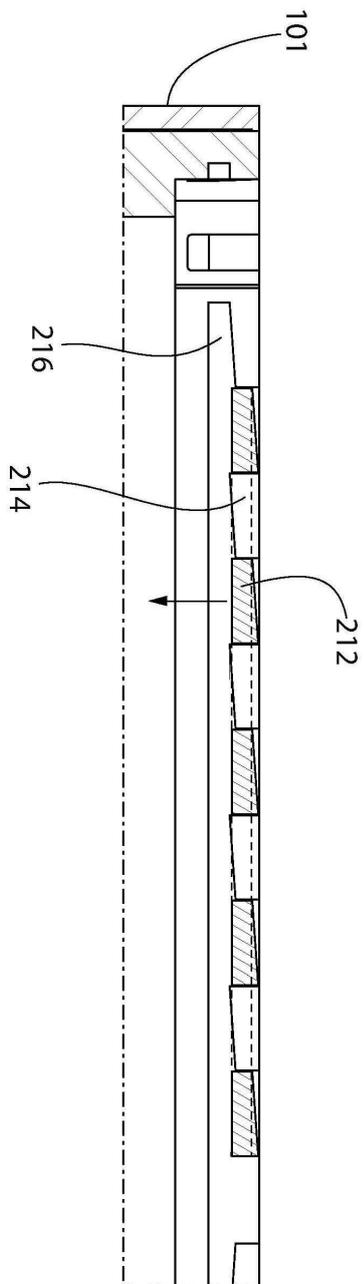
도면28



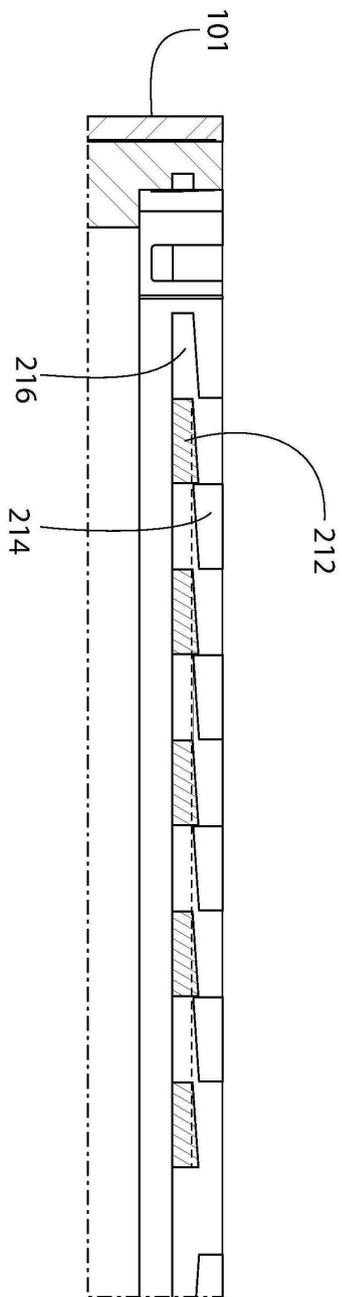
도면29



도면30



도면31



도면32

