

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허 제 10-2791156 호

Patent Number

출원번호 제 10-2022-7009721 호

Application Number

출원일 2022년 03월 23일

Filing Date

등록일 2025년 03월 31일

Registration Date

발명의명칭 Title of the Invention

사용후 핵연료 캐스크용 방사선 차폐 인클로저

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 03월 31일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장

COMMISSIONER,

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



김완기

CERTIFICATE OF PATENT

Patent Number: 10-2791156

Application Number: 10-2022-7009721

Filing Date: March 23, 2022

Registration Date: March 31, 2025

Title of Invention

RADIATION SHIELDED ENCLOSURE FOR SPENT NUCLEAR FUEL CASK

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.

March 31, 2025

**COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월07일
(11) 등록번호 10-2791156
(24) 등록일자 2025년03월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21F 5/008 (2006.01) G21F 5/02 (2006.01)
G21F 5/08 (2006.01) G21F 5/10 (2006.01)
G21F 5/12 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G21F 5/008 (2013.01)
G21F 5/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7009721
- (22) 출원일자(국제) 2020년08월24일
심사청구일자 2022년03월23일
- (85) 번역문제출일자 2022년03월23일
- (65) 공개번호 10-2022-0050975
- (43) 공개일자 2022년04월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2020/047576
- (87) 국제공개번호 WO 2021/041285
국제공개일자 2021년03월04일
- (30) 우선권주장
62/890,813 2019년08월23일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20180190401 A1*
W02019046683 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
홀텍 인터내셔널
미국 08104 뉴저지 캠던 원홀텍 불리바드
- (72) 발명자
싱 크리쉬나 피.
미국 33477 플로리다 주피터 490 마리너 로드
- (74) 대리인
김성호

전체 청구항 수 : 총 41 항

심사관 : 이용호

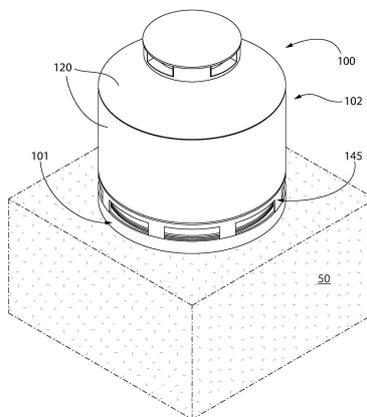
(54) 발명의 명칭 **사용후 핵연료 캐스크용 방사선 차폐 인클로저**

(57) 요약

사용후 핵연료봉과 같은 핵폐기물이 실린 내부 캐니스터를 포함하는 외부 캐스크를 차폐하기 위한 격납 인클로저. 상기 인클로저는 콘크리트 패드에 적어도 부분적으로 매립된 하부 베이스 부분과 둘레방향 조인트에서 하부 베이스 부분에 결합되고 그에 의해 지지되는 차폐 재킷에 의해 구획되는 상부 방사선 차폐 부분을

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



포함한다. 상기 베이스 및 차폐 부분의 공동들은 집합적으로 캐스크에 대한 연속적인 격납 공간을 형성한다. 캐스크의 일부는, 캐스크를 둘러싸는 환경에서 개인의 방사선량을 최소화하기 위해 캐스크를 완전히 둘러싸고 차폐하는 각각의 베이스 및 차폐 부분에 존재한다. 캐스크는 인클로저의 둘레방향 조인트에 있는 공기 유입구를 포함하는 자연 대류로 구동되는 주변 냉각 공기 환기 시스템에 의해 냉각된다. 콘크리트 패드는 복수의 캐스크 격납 인클로저를 포함하는 사용후 핵연료 저장 설비의 일부일 수 있다.

(52) CPC특허분류

G21F 5/08 (2013.01)

G21F 5/10 (2013.01)

G21F 5/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

핵폐기물 캐스크를 차폐하기 위한 격납 인클로저로서,

콘크리트 패드에 적어도 부분적으로 매립되며, 동축으로 정렬된 복수의 웰을 지지하는 베이스 플레이트를 포함하여 하부 공동을 구획하는 하부 베이스 부분과,

상기 하부 베이스 부분에 결합되어 지지되며, 상부 공동을 구획하는 상부 방사선 차폐 부분

을 포함하고, 상기 차폐 부분은 감마 및 중성자 방사선을 차단하도록 구성된 방사선 차폐 재료를 포함하고, 상기 하부 공동과 상기 상부 공동은 상기 캐스크를 유지하도록 구성된 연속적인 격납 공간을 집합적으로 구획하고, 상기 베이스 부분과 상기 차폐 부분은 상기 캐스크를 둘러싸고, 상기 하부 베이스 부분의 환형 상부 밀봉 플레이트와 상기 차폐 부분의 환형 하부 밀봉 플레이트 사이에 압축된 환형 개스킷에 의해 수평방향 조인트에서 상기 하부 베이스 부분으로부터 분리되고 밀봉되는, 격납 인클로저.

청구항 2

제1항에 있어서,

방사선 차폐 재료는 붕소를 포함하는 격납 인클로저.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 차폐 부분은 외벽, 내벽, 및 이들 벽 사이에 끼워지고 붕소를 포함하는 중간층을 포함하는 복합 벽 구조를 갖는 격납 인클로저.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 외벽 및 상기 내벽은 강철로 형성되는 것인 격납 인클로저.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 차폐 부분은 직선 원통형 측벽 섹션 및 상단 개구에서 끝나는 절두원추형 상단 벽 섹션을 포함하는 격납 인클로저.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 환형 개스킷은 상기 캐스크 격납 인클로저의 외부 표면으로부터 반경방향 내측으로 이격되는 격납 인클로저.

청구항 8

제1항 내지 제4항 및 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하부 베이스 부분에 형성된 환형 다운코머, 및 상기 캐스크와 상기 베이스 및 차폐 부분 사이의 상기 하부

베이스 및 차폐 부분에 집합적으로 형성된 환형 라이저를 포함하는 주변 냉각 공기 환기 시스템을 더 포함하는 격납 인클로저.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 환기 시스템은,

상기 베이스 부분과 상기 차폐 부분 사이의 둘레방향 조인트에서 둘레방향으로 이격되는 복수의 상부 공기 유입구;

상기 상부 공기 유입구 및 상기 다운코머와 유체 연통하는 환형 상부 공기 유입구 플리넘;

상기 베이스 부분의 바닥에서 둘레방향으로 이격되고, 상기 다운코머 및 상기 라이저와 유체 연통하는 복수의 공기 교환 통로; 및

상기 라이저와 유체 연통하는 상기 차폐 부분에 형성된 상부 배출 개구

를 포함하는 격납 인클로저.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 환기 시스템은 공기가 측면 내부 방향으로 상기 상부 공기 유입구로 들어가고, 상기 공기 교환 통로로 상기 다운코머에서 하향으로 흐르고, 방향을 반전하고, 상기 라이저에서 상기 상부 배출 개구로 상향으로 흐르는, 자연 대류에 의해 구동되는 환기 공기 통로를 구획하는 격납 인클로저.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 차폐 부분의 하단부는 상기 상부 공기 유입구를 구획하는 성곽형 구성을 갖는 격납 인클로저.

청구항 12

제11항에 있어서,

둘레방향으로 이격된 복수의 성곽을 포함하는 차폐 부분의 하단부에 용접된 성곽형의 환형 공기 유입구 스커트를 더 포함하는 격납 인클로저.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 성곽의 하단부는 상기 베이스 부분의 상단부에 용접되는 격납 인클로저.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 환형 상부 공기 유입구 플리넘은 상기 둘레방향 조인트에 위치되고 상기 차폐 부분 내부에 움푹 들어간 격납 인클로저.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 둘레방향 조인트는 상기 환형 공기 유입구 플리넘의 안쪽에 위치한 환형 개스킷을 포함하는 격납 인클로저.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 캐스크 위의 상기 차폐 부분에 위치한 절두원추형 배출 폴리넴을 더 포함하는 격납 인클로저.

청구항 17

제9항에 있어서,

직선 방사선 스트리밍을 방지하기 위해 상기 상부 공기 유입구를 통해 외부로의 직선 시선이 존재하지 않는 격납 인클로저.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 격납 공간은 상기 캐스크 중 단지 하나를 유지하도록 구성되는 격납 인클로저.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 캐스크는 내부에 핵폐기물을 수용하는 사용후 핵연료 캐니스터를 포함하는 격납 인클로저.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 베이스 부분의 셀은 외부 셀, 및 한 쌍의 접합 셀을 포함하고, 상기 한 쌍의 접합 셀은 상기 한 쌍의 접합 셀 사이에 형성된 반경방향 갭보다 큰 거리만큼 상기 외부 셀로부터 반경방향 내측으로 이격된 격납 인클로저.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 차폐 부분의 하단부는 상기 베이스 부분의 상기 접합 셀들 사이의 상기 반경방향 갭과 동일한 반경방향 갭만큼 반경방향으로 이격된 한 쌍의 접합 벽을 포함하는 안쪽으로 오목한 단차부를 포함하는 격납 인클로저.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 접합 벽에 부착된 제1 환형 밀봉 플레이트, 상기 접합 셀에 부착된 제2 환형 밀봉 플레이트, 상기 제1 및 제2 환형 밀봉 플레이트 사이에 압축된 환형 개스킷을 더 포함하는 격납 인클로저.

청구항 23

제1항 내지 제4항, 제7항 및 제9항 내지 제22항 중 어느 한 항에 따른 복수의 격납 인클로저를 포함하는 핵폐기물 저장 시설.

청구항 24

다음을 포함하는 핵폐기물 저장 시스템:

콘크리트 패드; 및

상기 콘크리트 패드에 배열된 복수의 캐스크 격납 인클로저로서, 각 격납 인클로저는 방사성 핵폐기물을 담은 캐니스터를 포함하는 저장 캐스크를 수용하는, 복수의 캐스크 격납 인클로저

를 포함하고, 상기 격납 인클로저는 각각

상기 콘크리트 패드에 적어도 부분적으로 매립된 원통형 하부 베이스 부분으로서, 동측으로 정렬된 복수의 셀을 지지하는 베이스 플레이트를 포함하여 하부 공동을 구획하는 하부 베이스 부분;

붕소 함유 방사선 차폐 재료를 포함하는 벽 구조를 가지고, 상기 하부 베이스 부분에 결합되고 지지되며, 상부

공동을 구획하는, 별개의 상부 차폐 재킷;

상기 차폐 재킷에 형성되고, 상기 베이스 부분과 상기 차폐 재킷 사이의 둘레방향 조인트에서 둘레방향으로 이격되는 복수의 주변 냉각 공기 유입구;

상기 차폐 재킷의 안쪽으로 오목한 단차 부분에 의해 상기 차폐 재킷의 바닥에 형성된 환형 공기 유입구 플리넨으로서, 둘레방향 조인트에 위치하고, 상기 하부 베이스 부분에 형성된 다운코머와 상기 공기 유입구와 직접 유체 연통하는, 공기 유입구 플리넨;

상기 베이스 부분의 바닥에서 둘레방향으로 이격된 복수의 공기 교환 통로로서, 상기 캐스크와, 상기 하부 베이스 부분 및 상기 차폐 재킷의 가장 안쪽 표면 사이에 수직방향으로 연장되는 라이저와 상기 다운코머와 유체 연통하는, 복수의 공기 교환 통로; 및

상기 라이저와 주변 공기와 직접 유체 연통하는 차폐 재킷에 형성된 상부 배출 개구

를 포함하고, 핵폐기물을 포함하는 상기 저장 캐스크는 상기 하부 베이스 부분과 상기 차폐 재킷의 상기 상부 및 하부 공동 모두에 부분적으로 위치되는, 핵폐기물 저장 시스템.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 차폐 재킷의 상부에 부착된 캡을 더 포함하고, 상기 캡은 상기 캐스크에 의해 상기 라이저에서 가열된 공기를 대기로 배출하기 위한 복수의 측방 개방 공기 배출 개구를 구획하는 시스템.

청구항 26

제24항에 있어서,

상기 냉각 공기 유입구가 상기 차폐 재킷의 하단부에 부착된 환형의 성곽형 스키투에 의해 형성되는 시스템.

청구항 27

제24항에 있어서,

상기 둘레방향 조인트는 상기 냉각 공기 유입구의 반경방향 안쪽에 위치되고, 상기 둘레방향 조인트는 상기 하부 베이스 부분과 상기 차폐 재킷 사이에서 압축된 환형 개스킷을 포함하는 시스템.

청구항 28

제24항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 상부 및 하부 공동은 단지 단일의 저장 캐스크를 유지하도록 집합적으로 구성되는 시스템.

청구항 29

제24 항에 있어서,

주변 냉각 공기 흐름이 자연 대류 순환에 의해 구동되고, 상기 냉각 공기는 상기 냉각 공기 유입구를 통해 상기 유입구 플리넨으로, 상기 다운코머를 통해 하향으로, 상기 공기 교환 통로를 통해 상기 라이저의 바닥으로 안쪽으로, 그리고 상기 라이저를 통해 상기 차폐 재킷의 배출 개구로 상향으로 흐르는 시스템.

청구항 30

제24항 내지 제27항 및 제29항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 차폐 재킷은 상부 절두원추형 섹션, 하부 원통형 섹션, 및 냉각 공기 유입구를 위한 개구를 구획하는 상기 하부 원통형 섹션에 부착된 환형 공기 유입구 스키투를 포함하는 시스템.

청구항 31

핵폐기물 캐니스터를 포함하는 캐스크에 대한 방사선 차폐를 제공하는 방법으로서,

(a) 콘크리트 패드에 상향으로 개방된 베이스 부분을 적어도 부분적으로 매립하는 단계;

(b) 상기 베이스 부분의 상향으로 개방된 하부 공동 내로 상기 캐스크를 낮추는 단계;

(c) 상기 캐스크 위에 차폐 재킷을 배치하는 단계; 및

(d) 상기 차폐 재킷과 상기 베이스 부분을 인접하게 맞물리도록 하여 이들 사이에 둘레방향 조인트를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 캐스크는 상기 차폐 재킷과 상기 베이스 부분에 의해 완전히 둘러싸이는, 방법.

청구항 32

제31항에 있어서,

상기 (d) 단계는 상기 둘레방향 조인트에서 상기 베이스 부분과 상기 차폐 재킷 사이에 개스킷을 압축하는 것을 더 포함하는 방법.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 가스켓은 상기 둘레방향 조인트에서 상기 베이스 부분 및 상기 차폐 재킷의 외부 표면으로부터 반경방향 내측으로 이격되고, 상기 둘레방향 조인트에서 상기 베이스 부분에 상기 차폐 재킷의 외부 표면을 용접하는 것을 더 포함하는 방법.

청구항 34

제31항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

둘레방향으로 이격되고 측방으로 개방된 복수의 냉각 공기 유입구가 상기 (d) 단계에 의해 상기 둘레방향 조인트에 형성되는 방법.

청구항 35

제34항에 있어서,

공기 유입구는 상기 차폐 재킷의 하단부에 부착된 성곽형 스킵트의 개방 영역에 의해 구획되는 방법.

청구항 36

제34항에 있어서,

상기 공기 유입구는 상기 콘크리트 패드의 상부 표면에 의해 구획되는 그레이드의 근위에, 그리고 상기 차폐 재킷의 상부의 원위에 배치되는 것인 방법.

청구항 37

제31항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (d) 단계는 상기 둘레방향 조인트에서 안쪽으로 오목한 환형 플리넵을 추가로 형성하는 방법.

청구항 38

제34항에 있어서,

상기 공기 유입구는 상기 베이스 부분에서 주변 환형 다운코머의 상부와 직접 유체 연통하고, 상기 다운코머는 상기 베이스 부분의 가장 안쪽 셸을 통해 반경방향으로 형성된 둘레방향으로 이격된 복수의 공기 교환 통로에 의해 상기 베이스 부분의 상기 하부 공동과 유체 연통하는 것인 방법.

청구항 39

제31항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (b) 단계는, 상기 캐스크가 상기 베이스 부분의 하부 공동 밖으로 상향 돌출되게 하는 것인 방법.

청구항 40

제31항에 있어서,
상기 차폐 재킷이 붕소 함유 방사선 차단 재료를 포함하는 방법.

청구항 41

제40항에 있어서,
상기 방사선 차단 재료가 한 쌍의 금속 셸 사이에 끼워지는 방법.

청구항 42

제31항 내지 제33항, 제40항 및 제41항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 차폐 재킷은 상기 베이스 부분과 인접하게 맞물리는 원통형 부분에 결합된 절두원추형 섹션을 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 사용후 핵연료 또는 사용후 핵연료를 저장하기 위한 시스템에 관한 것으로, 특히 저장 시스템의 일부를 형성하는 개선된 핵연료 캐스크에 관한 것이다.

[0002] <관련 출원에 대한 상호 참조>

[0003] 이 응용 프로그램은 2019년 8월 23일에 출원된 미국 가출원 제62/890,813호의 이익을 주장하며, 그 전체가 참조로 포함된다.

배경 기술

[0004] 원자로 작동에서 원자력 에너지원은 농축 우라늄으로 채워진 속이 빈 지르칼로이 튜브 형태이며, 집합적으로 연료 집합체라고 하는 여러 집합체로 배열된다. 연료 집합체의 에너지가 미리 결정된 특정 수준으로 고갈되면 사용되었거나 "사용된" 핵연료(SNF) 집합체가 원자로에서 제거된다. 외부 선적 또는 현장 건식 저장을 위해 경수로에서 배출된 사용 또는 사용후 핵연료 집합체를 포장하는 데 사용되는 표준 구조를 연료 바스켓이라고 한다. 연료 바스켓은 본질적으로 각각의 사용후 핵연료봉 매체를 포함하는 하나의 연료 집합체를 저장할 수 있는 크기의 각형 저장 셸의 집합체입니다. 연료 바스켓은 실린더형 금속 저장 캐니스터(일반적으로 스테인리스 스틸) 내부에 배열되며, 이는 주로 MPC(다목적 캐니스터)라고도 하며 1차 격납고를 형성한다.

[0005] 그런 다음 SNF가 적재된 캐니스터는 다중 사용후 핵연료 집합체의 안전한 운송 및 저장을 위해 2차 격납고를 형성하는 외부 환기 오버팩 또는 캐스크에 배치된다. 캐스크는, 사용후 핵연료의 최종 저장소가 연방 정부로부터 입수가능할 때까지, 원자로 격납 구조의 사용후 핵연료 풀("이송 캐스크")에서 SNF 캐스크를 온사이트 또는 오프사이트 독립 사용후 핵연료 저장시설(ISFSI)의 건식 캐스크 저장 시스템과 같은 중간 기간 저장을 위해 더 먼 준비 지역으로 이송하는 데 사용된다.

[0006] 그러나 ISFSI 패드에 모인 SNF를 포함하는 상당한 수의 건식 저장 캐스크는 종종 지역 관할권 및/또는 연방 정부의 허용 한계를 초과하는 방사선량을 원자력 발전소 부지 경계에서 발생시킨다. 이러한 캐스크에서 나오는 선량은 ISFSI에서 중기 저장 역할에 사용할 수 있도록 감쇠되어야 한다.

[0007] 전술한 결점을 극복하는 건식 저장 캐스크에 대한 방사선 수준 감소의 개선이 요망된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 핵 시설에서의 사용후 핵연료(SNF) 또는 원자로에서 발생하는 기타 고준위 사용후 핵연료(SNF) 또는 핵 시설에서 핵 반응기에 의해 발생하는 고준위 방사성 핵폐기물의 중간 저장에 관한 기술 분야의 전술한 한계를 극복하

기 위해, 본 개시내용은 여전히 허용되는 선량 한도를 초과하는 방사선을 방출할 수 있는 건식 저장 캐스크 및 캐니스터의 1차적 및 2차적 격납 조치를 보완하기 위한 3차적인 방사선 격납 접근법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 개시내용에 따른 핵폐기물 저장 시스템은 일반적으로 내부에 핵폐기물 건식 저장 캐스크(폐기물을 수용하는 방사성 SNF 캐니스터를 포함함)를 수용하도록 구성된 외부 방사선 차폐 캐스크 수용 인클로저를 포함한다. 차폐 인클로저는 앞서 언급한 독립 사용후 핵연료 저장 시설(ISFSI) 또는 기타 중간 핵폐기물 저장 시설에 직접 통합될 수 있다. 일부 설치에서 ISFSI의 캐스크 어레이의 각 저장 캐스크는 3차적 방사선 차폐 외부 인클로저를 포함할 수 있다.
- [0010] 특정 실시 형태에서, 외부 차폐 캐스크 격납 인클로저는 두꺼운 콘크리트 덩어리의 감마 및 중성자 방사선 차단/감쇠 특성을 활용하기 위해 ISFSI(독립 사용후 핵연료 저장 시설)의 콘크리트 패드에 적어도 부분적으로 매립될 수 있다. 차폐 인클로저는 콘크리트 패드에 적어도 부분적으로 매립된 하부 베이스 부분, 및 둘레방향 조인트에서 이에 결합된 별개의 분리된 상부 방사선 차폐 부분을 포함하는 2개의 부분을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 부분들은 절반 섹션을 나타내는 대략 같은 높이일 수 있으나, 일부 구현에서는 어느 한 부분이 다른 부분보다 높을 수 있다. 베이스 및 방사선 차폐 부분은 ISFSI의 현장에서 함께 결합되어 핵폐기물 캐스크를 완전히 둘러싸는 캐스크 격납 인클로저를 완성한다. 상부 차폐 부분은 캐스크가 베이스 부분 내부에 배치된 후에 하부 베이스 부분에 결합된다. 일부 실시 형태에서, 환형 개스킷이 인클로저의 하부 부분과 상부 부분 사이에 기밀 밀봉을 형성한다.
- [0011] 상부 차폐 부분은 하부 베이스 부분을 넘어 위쪽으로 돌출하고 그렇지 않으면 콘크리트 패드(즉, 등급)의 상부 표면 위로 노출되는 캐스크의 상부 위에 위치되는 방사선 차단 차폐 재킷으로 구성될 수 있다. 재킷은 캐스크에서 방출되는 방사선을 줄이기 위해 방사선 차단/차폐 재료로 제작된다. 바람직한 실시 형태에서, 차폐 재료는 감마 및 중성자 방사선 모두를 효과적으로 차단/감쇠시키는 금속 및 붕소-함유 물질을 포함한다.
- [0012] 일부 경우에, 캐스크 격납 인클로저는 환기될 수 있어 인클로저 내부의 공기가 캐스크에서 외부로 방출되는 열에 의해 가열될 때 자연 대류 열 사이펀 효과 유도 공기류를 통해 주변 냉각 공기가 격납 인클로저와 캐스크 사이에서 안쪽으로 흐르게 할 수 있다. 냉각 공기 환기 시스템은 하부 베이스 부분과 상부 차폐 부분 사이의 수평 둘레방향 조인트에서 캐스크 격납 인클로저의 중간 허리 영역에 형성될 수 있는 복수의 상부 공기 유입구를 포함할 수 있다. 따라서 자연 흐름 공기 환기 시스템은 사용 가능한 전원에 의존하지 않는 동력 송풍기 또는 팬의 도움을 받지 않는다. 이를 통해 캐스크 격납 인클로저를 원격 사이트에 배치할 수 있으며 인클로저를 과열시키고 캐스크 용기 격납 용기의 구조적 무결성을 손상시킬 수 있는 정전에 취약하지 않다.
- [0013] 임시 저장 시설의 콘크리트 패드는 길이와 너비의 치수가 확장되어 복수의 차폐된 인클로저 어레이를 유지할 수 있다. 이러한 시설의 예로는 뉴저지주 캠프에 있는 Holtec International의 HI-STORE 통합 중간 저장 시설이 있다.
- [0014] 유리하게는, 저장 장소의 전체 둘레 주위에 흙 덩 또는 두꺼운 콘크리트 벽을 건설하는 것과 같이 ISFSI의 부지 경계에 초점을 맞춘 다른 가능한 접근과 대조적으로, 본 명세서에 개시된 캐스크 격납 인클로저는 그 근원에서 캐스크에 의해 방출되는 방사선을 감소시킨다. 방사선량 문제의 이러한 주변 개선은 둘레방향으로 연장되는 덩 또는 벽의 필요한 길이로 인해 비용이 많이 들 뿐만 아니라, 이러한 조치는 작업자가 일하는 ISFSI 자체 내부의 주변 방사선 수준을 눈에 띄게 감소시키지 않는다. ISFSI 내의 방사선역은 본 발명의 캐스크 격리 인클로저에 의해 유리하게 개선되어 ISFSI의 공장 직원에 대한 방사선량을 감소시킨다. 또한, 방사선 차단 차폐 재킷에 사용 및 결합할 수 있는 차폐의 양 및/또는 유형에는 제한이 없다. 따라서 흙 덩 건설에서는 불가능한 상당한 선량 감소를 실현할 수 있다.
- [0015] 일 양태에 따르면, 핵폐기물 캐스크를 차폐하기 위한 격납 인클로저는 콘크리트 패드에 적어도 부분적으로 매립되고, 동축으로 정렬된 복수의 션을 지지하는 베이스 플레이트를 포함하여 하부 공동을 구획하는, 하부 베이스 부분; 상부 공동을 구획하고, 하부 베이스부에 결합되어 그에 의해 지지되는 상부 방사선 차폐 부분을 포함하고, 상기 차폐 부분은 감마 및 중성자 방사선을 차단하도록 구성된 방사선 차폐 재료를 포함하고, 상기 하부 및 상부 공동은 캐스크를 유지하도록 구성된 연속적인 격납 공간을 집합적으로 형성하며, 상기 베이스 부분과 차폐 부분은 상기 캐스크를 둘러싼다.
- [0016] 다른 측면에 따르면, 핵폐기물 저장 시스템은 콘크리트 패드; 및 콘크리트 패드 상에 배열된 복수의 캐스크 격납 인클로저를 포함하고, 각각의 격납 인클로저는 방사성 핵폐기물을 담은 캐니스터를 포함하는 저장 캐스크를

수용한다. 각각의 격납 인클로저는 콘크리트 패드에 적어도 부분적으로 매립된 원통형 하부 베이스 부분으로서, 하부 공동을 정의하는 동축으로 정렬된 복수의 션을 지지하는 베이스 플레이트를 포함하는 하부 베이스 부분; 붕소 함유 방사선 차폐 재료를 포함하는 벽 구조를 갖고 하부 베이스 부분에 결합되고 지지되며 상부 공동을 정의하는 별개의 상부 차폐 재킷; 상기 차폐 재킷에 형성된 복수의 주변 냉각 공기 유입구로서, 상기 베이스 부분과 상기 차폐 재킷 사이의 둘레방향 조인트에서 둘레방향으로 이격된 주변 냉각 공기 유입구; 차폐 재킷의 안쪽으로 오목한 단차 부분에 의해 차폐 재킷의 바닥에 형성된 환형 공기 입구 플리넨으로서, 둘레방향 조인트에 위치하고 상기 하부 베이스 부분에 형성된 다운코머 및 공기 유입구와 직접 유체 연통하는 공기 입구 플리넨; 및 베이스 부분의 바닥에서 둘레방향으로 이격되어 있는 복수의 공기 교환 통로로서, 차폐 재킷과 하부 베이스 부분의 가장 안쪽 표면과 캐스크 사이에서 수직으로 연장되는 라이저 및 상기 다운코머와 유체 연통하는 복수의 공기 교환 통로; 및 라이저 및 주변 공기와 유체 소통하는 차폐 재킷에 형성된 상부 배출 개구를 포함하고, 핵폐기물을 포함하는 저장 캐스크는 하부 베이스 부분과 차폐 재킷의 상부 및 하부 공동 모두에 부분적으로 위치된다.

[0017] 다른 양태에 따르면, 핵폐기물 캐니스터를 수용하는 캐스크에 대한 방사선 차폐를 제공하는 방법은, 콘크리트 패드에 상향으로 개방된 베이스 부분을 적어도 부분적으로 매립하는 단계; 베이스 부분의 위쪽으로 개방된 하부 공동 내로 캐스크를 낮추는 단계; 캐스크 위에 차폐 재킷을 배치하는 단계; 및 그 사이에 둘레방향 조인트를 형성하도록 베이스 부분과 차폐 재킷을 인접하여 결합시키는 단계를 포함하고, 여기서 캐스크는 차폐 재킷과 베이스 부분에 의해 완전히 둘러싸여 있다.

[0018] 본 발명의 적용 가능성의 추가 영역은 이후 제공되는 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 상세한 설명 및 특정 실시 형태는 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내면서 단지 예시의 목적으로 의도된 것이며 본 발명의 범위를 제한하려는 의도가 아님을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 본 발명은 상세한 설명 및 첨부 도면으로부터 더욱 완전히 이해될 것이며, 이에 의해 유사한 요소는 유사하게 표시되고 다음과 같다:

도 1은 콘크리트 패드의 섹션에 부분적으로 매립되어 도시된 인클로저와 함께 방사선 핵폐기물을 수용하는 캐니스터를 내부에 저장하는 캐스크를 방사성 차폐하기 위한 격납 인클로저의 평면 사시도이다.

도 2는 격납 인클로저 단독의 평면 사시도이다.

도 3은 그 상부 분해 사시도이다.

도 4는 그 저면 분해 사시도이다.

도 5는 그 측면도이다.

도 6은 도 1의 격납 인클로저 및 콘크리트 패드의 평면도이다.

도 7은 그 단면 사시도이다.

도 8은 도 7의 확대 상세도이다.

도 9는 도 1의 격납 인클로저 및 콘크리트 패드의 측단면도이다.

도 10은 인클로저의 자연 대류 구동 공기 환기 시스템의 주변 냉각 공기 유입구를 보여주는 제1 확대 상세도이다.

도 11은 공기 교환 통로를 나타내는 도 9의 제2 확대 상세도이다.

도 12는 격납 인클로저의 상부 차폐 부분을 통해 도 9에서 취한 제1 횡단면도이다.

도 13은 격납 인클로저의 상부 차폐 부분의 공기 유입구를 통해 도 9에서 취한 제2 횡단면도이다.

도 14는 격납 인클로저의 하부 베이스 부분을 통해 도 9의 제3 횡단면도이다.

도 15는 본 개시내용에 따른 캐스크 격납 인클로저의 어레이를 포함하는 독립 사용후 핵연료 저장 설비(ISFSI)의 상부 사시도이다.

모든 도면은 도식적이며 반드시 축척에 맞춰진 것은 아니다. 다른 도에서는 부호가 매겨지지 않은 것처럼 보일

수 있는 특정 도에 번호가 표시된 특징은 달리 명시되지 않는 한 동일한 특징이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명의 특징 및 이점은 실시 형태를 참조하여 예시되고 설명된다. 예시적인 설명은 전체 서면 설명의 일부로 간주되는 첨부 도면과 관련하여 읽도록 의도된다. 따라서, 본 개시는 단독으로 또는 특징들의 다른 조합으로 존재할 수 있는 특징들의 일부 가능한 비제한적인 조합을 예시하는 그러한 예시에 명시적으로 제한되어서는 안 된다.
- [0021] 본 발명의 특징 및 이점은 예시적인(즉, "예시") 실시 형태를 참조하여 본 명세서에서 예시되고 설명된다. 예시적인 실시 형태의 이러한 설명은 전체 서면 설명의 일부로 간주되어야 하는 첨부 도면과 관련하여 판독되도록 의도된다. 따라서, 본 개시는 단독으로 또는 특징들의 다른 조합으로 존재할 수 있는 특징들의 일부 가능한 비제한적 조합을 예시하는 그러한 예시적인 실시 형태들에 명시적으로 제한되어서는 안 된다.
- [0022] 본 명세서에 개시된 실시 형태들의 설명에서, 방향 또는 배향에 대한 임의의 참조는 단지 설명의 편의를 위한 것이며 본 발명의 범위를 어떤 식으로든 제한하도록 의도되지 않는다. "하부의", "상부의", "수평", "수직", "위에", "아래에", "위로", "아래로", "상부" 및 "하부"와 같은 상대적인 용어 및 파생어(예를 들어, "수평으로", "아래로," "위쪽으로" 등)은 당시 설명되거나 논의 중인 도면에 표시된 방향을 나타내는 것으로 해석되어야 한다. 이러한 상대적인 용어는 설명의 편의를 위한 것일 뿐이며 장치를 특정 방향으로 구성하거나 작동할 필요가 없습니다. "부착된", "고정된", "연결된", "결합된", "상호 연결된" 등과 같은 용어는 구조물이 직접 또는 간접적으로 개입하는 구조물을 통해 서로 고정되거나 부착되는 관계 및 명시적으로 설명되지 않는 한 움직일 수 있거나 단단한 부착물 또는 관계를 나타낸다.
- [0023] 전체에 걸쳐 사용되는 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 개시 내용의 정의와 인용된 참고문헌의 정의가 상충하는 경우, 본 개시 내용이 우선한다.
- [0024] 본 명세서에 사용된 바와 같이, "밀봉 용접 또는 용접"이라는 용어는 해당 기술 분야의 통상적인 의미에 따라 용접에 의해 결합된 부품 사이에 기밀 조인트를 형성하는 연속 용접으로 해석되어야 한다.
- [0025] 도 1 내지 도 14는 사용후 핵연료(SNF) 또는 캐스크 내부에 포함된 SNF 캐니스터에 수용된 다른 고 레버 방사성 폐기물에 의해 방출되는 감마 및 중성자 방사선을 개선하기 위해 핵폐기물 캐스크(20)를 수용하고 차폐하기 위한 캐스크 격납 인클로저(100)를 포함하는 핵폐기물 저장 시스템을 도시한다. 캐스크(20)는 뉴저지주 캠프의 홀텍 인터내셔널(Holtec International)로부터 입수가 가능한 HI-STORM 캐스크와 같은 임의의 상업적으로 입수가 가능한 저장 및/또는 수송 캐스크일 수 있다.
- [0026] 캐스크(20)는 개방된 상단부(21), 하단부(23)를 형성하는 원형 바닥 폐쇄 플레이트(22), 이들 단부 사이에서 연장되는 원통형 측벽(24), 및 내부 공동(28)을 포함하는 수직으로 연장된 금속 원통형 본체를 갖는다. 방사성 SNF 또는 기타 핵폐기물(W)을 함유하는 원통형 금속 SNF 캐니스터(30)(본 기술분야에 잘 알려져 있으며, 점선으로 표시됨)는 상단부(21)를 통해 공동(28) 내로 삽입될 수 있고, 그 다음 상단부(20)를 밀봉하기 위해 볼트-온(bolt-on) 뚜껑(25)에 의해 폐쇄된다. 공동(28)은 캐스크의 전체 높이를 통해 연장된다. 공동(28)은 통상적으로 단일 SNF 캐니스터(30)만을 보유하도록 구성된다(예를 들어, 치수 및 횡단면 영역).
- [0027] 캐스크(20)는 단일의 긴 원통형 셸(24)로 구성될 수 있거나, 대안적으로 도 9에 가장 잘 도시된 바와 같이 이들 사이의 조인트에서 함께 용접된 축방향으로 정렬되고 수직으로 적층된 실린더 세그먼트 밀봉에 의해 형성되어서, 캐스크 본체를 집합적으로 형성한다. 한 쌍의 리프팅 러그 또는 돌출부(26)(예: 도 3-4 참조)는 일반적으로 매우 무거운 캐스크(예: 30톤 이상)를 운반하기 위한 탱크형 트랙에 의해 구동되는 전동식 캐스크 크롤러를 통해 캐스크(20)를 들어올리고 운반하기 위해 제공된다. 이러한 견고한 캐스크 크롤러는 추가 설명이 필요 없이 당업계에 잘 알려져 있으며 원자로 시설(예: 발전소 또는 기타) 또는 중간 핵폐기물 저장 시설에서 캐스크를 운반 및 상승/하강시키기 위해 통상적으로 사용된다. 캐스크 크롤러 운송기는 위스콘신주 Mukwonago의 J&R Engineering Co.(예: LIFT-N-LOCK(등록상표)) 및 기타 회사에서 상업적으로 입수할 수 있다.
- [0028] 캐스크(20)의 바닥 폐쇄 플레이트(22)는 일 실시 형태에서 캐스크 내로 적재될 때 SNF 캐니스터(30)가 위치되는 폐쇄 플레이트의 수평의 평평한 캐니스터 지지 표면(22b)으로부터 짧은 거리 위로 상승하는 원통형 수직 스테르브 벽(22a)을 갖는 컵-형상으로 간주될 수 있다. 그러나, 다른 가능한 방식으로, 바닥 폐쇄 플레이트(22)는 평판일

수 있고 원통형 셸(24)의 하단부는 플레이트의 주변 에지에 직접 용접될 수 있다.

- [0029] 캐스크(20)의 측벽(24)은 적어도 하나의 원통형 금속 셸(29) 및 방사선 차폐 재료(27)를 포함하는 복합 구조를 가질 수 있다. 일부 경우에, 차폐 재료(24)는 콘크리트, 납, 붕소 함유 재료, 또는 이들 또는 이들의 조합, 캐스크(20)에 의해 둘러싸인 캐니스터(30) 내의 핵폐기물(W)에 의해 방출되는 감마 및 중성자 방사선을 차단 및/또는 감쇠하는 데 효과적인 기타 재료를 포함할 수 있다. 특정 상황에서 방사선 차폐 재료는 재료의 특성 및 경도에 따라(명확성을 위해 그림에 하나의 셸만 표시됨), 한 쌍의 셸(29) 사이에 끼워질 수 있다.
- [0030] 핵폐기물 저장 시스템의 캐스크 격납 인클로저(100)는 이제 도 1 내지 도 14를 계속 참조하여 설명될 것이다.
- [0031] 캐스크 격납 인클로저(100)는 일반적으로 ISFSI(200) 또는 다른 중간 저장 시설(예를 들어, 도 15 참조)에서 둘레방향 조인트(107)에서 하부 베이스 부분(101) 및 이에 결합된 별도의 분리된 상부 방사선 차폐 부분(102)을 포함하는 2부분 용기이다. 상부 방사선 차폐 부분(102)은 대안적으로 간결함을 위해 단순히 "상부 차폐 부분"으로 지칭될 수 있다. 캐스크 격납 인클로저(100)는 인클로저(도 9에 도시됨)의 기하학적 중심과 정렬된 수직방향 축(LA)을 정의한다.
- [0032] 일부 경우에, 하부 베이스 및 상부 차폐부(101, 102)는 절반 섹션을 나타내는 높이 H1, H2(각각)가 대략 동일할 수 있고; 그러나 일부 실시 형태에서 어느 한 부분이 다른 부분보다 짧거나 클 수 있다. 하부 베이스 부분(101)과 상부 차폐 부분(102)은 각각 캐스크(20)의 높이(H3)보다 낮은 각각의 높이(H1, H2)를 갖는다. 따라서, 하부 부분과 상부 부분은 함께 결합되어 캐스크의 전체 높이를 완전히 둘러싼다.
- [0033] 하부 베이스 부분(102)은 도시된 바와 같이 ISFSI(200)의 콘크리트 패드(50)에 적어도 부분적으로 매립될 수 있다. 하부 베이스 부분(101)의 높이(H1)의 대부분, 바람직하게는 상부 차폐 부분(102)에 결합되는 최상부 부분을 제외한 실질적으로 전체 하부 베이스 부분이 매립될 수 있다(예를 들어, 도 9 참조). 이것은 캐스크(20)의 높이(H3)의 약 절반 이상이 발사체 충돌(projectile impact)의 경우 캐스크 및 그 안의 핵폐기물(W)을 보호하는 데 도움이 되도록 등급(grade) G 미만인 것을 제공한다. 또한, 매립은 캐스크 격납 인클로저(100)의 더 낮은 전체 노출 프로파일을 초래하며, 이는 공격 및 악천후 사고 모두에 덜 감지되고 덜 취약하다. 일부 실시 형태에서, 하부 베이스 부분(101)은 캐스크(20) 높이의 대부분이 안착되고 등급 G 아래로 보호되도록 상부 차폐 부분(102)의 높이(H2) 보다 실질적으로 더 큰 높이(H1)를 가질 수 있다. 예시된 것보다 더 낮은 노출 프로파일을 갖는 더 짧은 상부 차폐 부분(102) 및 예시된 것보다 콘크리트 패드(50)에 더 아래쪽으로 매립된 하부 베이스 부분(101)을 포함한다. 본 발명의 캐스크 격납 인클로저(100)는 어느 부분이든 원하는 대로 높이가 맞춤화될 수 있게 한다.
- [0034] 완전한 ISFSI(200)의 예를 보여주는 도 15에 선행하는 도면들은, 간결한 예시 목적으로 각 캐스크 격납 인클로저(100)를 바로 둘러싸고 있는 콘크리트 패드(50)의 깃아웃 부분만을 보여준다는 점에 유의해야 한다.
- [0035] 계속해서 도 1 내지 도 14를 참조하면, 하부 베이스 부분 및 상부 차폐 부분(101, 102)은 각각 캐스크(20)의 높이에 대해 특정 수직방향 깊이의 부분 높이 공동(partial-height cavity)을 정의한다. 하부 베이스 부분(101)은 캐스크 수용 인클로저(100)의 하부 공동(103)을 규정한다. 상부 차폐 부분(102)은 하부 공동과 직접 연통하는 상부 공동(103)을 형성한다. 분리 가능한 상부 차폐 부분이 하부 베이스 부분에 결합될 때, 공동(103, 104)은 결합되어 캐스크(20) 전체를 유지하고 둘러싸도록 구성된 인접한 공동 수용 공간(105)을 집합적으로 구획한다. 공동(103, 104)의 깊이는 건축 또는 기타 설계 고려 사항에 맞게 원하는 대로 조정된다.
- [0036] 특히 도 7 내지 도 11 및 도 14에 도시된 바와 같이, 하부 베이스 부분(101)은 하부 공동(103)을 정의하는 동축으로 정렬되고 수직으로 배향된 복수의 원통형 셸을 지지하는 수평 베이스 플레이트(106)를 포함할 수 있다. 베이스 부분(101)의 셸은 외부 셸(110), 및 상부 차폐 부분(102)의 중량을 콘크리트 패드(50)로 더 잘 지지하고 전달하기 위해 이중벽으로 보강된 단일 셸로서 구조적으로 작용하는 한 쌍의 밀접하게 이격된 가장 안쪽의 "접합" 셸(111, 112)을 포함한다. 셸(112)은 캐스크(20)을 둘러싸는 베이스 부분(102)의 내부 경계를 형성하고, 하부 공동(103)을 형성한다.
- [0037] 한 쌍의 접합 셸(conjugate shell)은 접합 셸 사이에 형성된 반경방향 갭(R2)보다 실질적으로 더 큰 대응 거리를 규정하는 반경방향 갭(R1)만큼 외부 셸(110)로부터 반경방향 내측으로 이격된다(예를 들어, 도 14 참조). 일부 실시 형태에서, 갭(R2)은 약 1인치 이하일 수 있다. 특정 상황에서 갭(R2)은 1/2인치 미만, 예를 들어 하나의 비제한적인 구성에서 약 1/8인치일 수 있다. 갭(R2)은 셸을 통한 열 전달에 대한 열 저항을 증가시키기 위해 비워질 수 있다. 이것은 추가로 설명되는 바와 같이 공기가 캐스크의 외부 주위에 고르게 분포될 수 있을 때까지 캐스크(20)로부터 반경방향으로 전달된 열이 냉각 공기 다운코머(130)(도 9)로 하강하는 주변 냉각 공기를

예열하는 것을 방지한다.

- [0038] 접합 셀(111, 112)의 하단부는 베이스 플레이트(106)에 기밀 밀봉 용접된다. 접합 셀(111, 112)의 상단부는 반경방향 갭(R2)을 완전히 둘러싸는 환형 밀봉 플레이트(142)에 의해 폐쇄된다. 외부 셀(110)과 접합 셀 사이의 반경방향 갭(R1)은 환형 다운코머(130)로의 냉각 환기 공기 유입구의 일부를 정의하기 위해 상단에서 열린 상태로 유지된다. 갭(R1)은 하부 베이스 부분(101)에서 냉각 환기 공기 다운코머(130)를 구조적으로 규정한다.
- [0039] 외부 셀(110) 및 한 쌍의 접합 셀(111, 112)은 강철로 형성될 수 있으며, 바람직하게는 일 실시 형태에서 내부식성 스테인리스강으로 형성될 수 있다. 그러나 다른 적절하게 강한 구조용 금속을 사용할 수 있다.
- [0040] 상부 차폐 부분(102)은 감마 및 중성자 방사선을 효과적으로 차단/감쇠하도록 구성되고 선택된 방사선 차폐 재료를 포함하는 이중벽 방사선-차단 차폐 재킷(120)의 형태일 수 있다. 차폐 재킷(120)은 콘크리트 패드(50)의 등급 G 위에 전적으로 위치하기 때문에, 바람직하게는 허용 가능한 지역 및 국가 선량 한계를 초과할 수 있는 캐스크(20)만의 차폐에 의해 차단되지 않은 방사선 방출을 보상하는 데 필요한 보조 방사선 차폐를 제공한다. 차폐 재킷(120)은 바람직하게는 상부 차폐 부분(102)의 본체의 실질적으로 전체 높이에 대해 연장된다(예를 들어, 도 9 참조). 차폐 재킷은 외벽(121), 내벽(122), 및 방사선 차폐 재료가 형성되는 그 사이에 끼워진 중간층(123)을 포함하는 복합 벽 구조를 갖는다. 중간층(123)은 도시된 바와 같이 일부 경우에 내벽 및 외벽보다 두꺼운 것이 바람직하다.
- [0041] 벽(121, 122) 및 중간층(123)에 의해 형성된 상부 차폐 부분(102)의 차폐 재킷(120)은 일부 비제한적인 용어로 하부 원통형 섹션(120a) 및 상부 절두원추형 섹션(120b)을 포함하는 복합 형상을 가질 수 있다. 절두원추형 섹션(120b)은 내부 상승 및 가열된 환기 공기 흐름을 집중시키고 상단 배출 개구(124)를 떠나는 속도를 증가시켜, 자연 구동되는 열 사이펀(thermo-siphon) 효과와 캐스크 격납 인클로저(100)로 유입되는 주변 냉각 공기의 양을 증가시키는 벤츄리 역할을 한다. 섹션(120a, 120b)은 개별적으로 제작될 수 있으며 제조업체의 제작 공장에서 함께 밀봉 용접되어 단일 단위로 들어 올려지고 운반될 수 있는 자체 지지형 차폐 재킷 구조를 형성할 수 있다. 상부 공동(104)의 상부는 재킷(120)의 상단부(126)에 규정된 상부 통기 또는 배출 개구(124)에서 종료된다. 상부 개구는 가열된 냉각 공기가 상부 차폐 부분(102)을 빠져나갈 수 있도록 하는 캡(125)에 의해 보호되지만, 파편과 비가 재킷으로 침투하는 것을 방지한다. 캡(125)은 캐스크 격납 인클로저(100)에서 상승하는 가열된 냉각 공기가 대기로 배출되는 복수의 측방향 개방 공기 배출구(125a)를 규정한다.
- [0042] 방사선 차단 차폐 재킷(120)의 벽(121, 122)은 강철로 형성될 수 있고, 바람직하게는 일 실시 형태에서 내부식성 스테인리스 스틸로 형성될 수 있다. 그러나 다른 적절하게 강한 구조용 금속을 사용할 수 있다. 강철은 감마선 차단에 효과적이다.
- [0043] 재킷(120)의 중간층(123)은 중성자 방사선을 편향시키고 감쇠시키는 데 효과적인 붕소 함유 재료를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 중간층(123)은 일반적으로 탄화붕소 입자가 함침된 수소 풍부 중합체를 포함하는 홀다이트(상표)(뉴저지주 캠프 소재 홀텍 인터내셔널의 독점 제품)로 형성될 수 있다. 그러나 다른 붕소 함유 물질이 사용될 수 있으며 본 발명은 전술한 독점 제품의 사용으로 제한되지 않는다. 금속성 벽(121, 122)은 더 부드럽고 덜 충격에 강할 수 있는 중간층(123)을 보호한다. 따라서 중간층(123)은 직접적인 중성자 스트리밍에 대해 보호하고, 어떤 경우에는 내벽 또는 외벽(121, 122)보다 더 두꺼운 두께를 가질 수 있다. 다른 감마 또는 중성자 차단/감쇠 물질이 방사선 차단 차폐 재킷(120)의 구성에 포함되고 사용될 수 있다(예를 들어, 일부 비제한적인 예로서 납 또는 구리).
- [0044] 상부 차폐 부분(102)은 하부 베이스 부분의 평평한 환형 상부 밀봉 플레이트(142)와 차폐 부분의 평평한 환형 하부 밀봉 플레이트(141) 사이에서 압축된 평평한 환형 개스킷(140)에 의해 수평 둘레방향 조인트(107)에서 하부 베이스 부분(101)과 분리되고 그에 밀봉된다(도 9 및 10에 가장 잘 표시됨). 밀봉 플레이트 및 개스킷은 기밀 밀봉을 형성하기 위해 대략 동일한 반경 방향 폭을 갖는 것이 바람직하다. 밀봉 플레이트는 접합부에서 각각의 하부 및 상부(101, 102)에 용접되는, 적당한 바람직하게는 내식성 금속(예를 들어, 스테인리스 스틸)으로 형성될 수 있다. 밀봉 플레이트(141, 142) 사이의 조인트(107)에서 기밀 밀봉을 형성할 수 있는 임의의 적절한 상업적으로 입수가능한 개스킷 재료가 사용될 수 있다(예를 들어, 네오프렌 등). 상부 차폐 부분(102)의 중량은 압축된 상태에서 개스킷(140)을 유지한다.
- [0045] 이제 주변 냉각 공기 환기 시스템에 대해 자세히 설명한다. 냉각 공기 환기 시스템은 본질적으로: (1) 하부 베이스 부분(101)에 형성된 환형 다운코머(130); (2) 캐스크(20)와 베이스 및 차폐 부분 사이의 하부 베이스 및 상부 차폐 부분(101, 102) 모두에 집합적으로 형성된 환형 라이저(132); (3) 하부 베이스 및 차폐 부분 사이의

조인트(107)에 형성된 둘레방향으로 이격된 복수의 상부 공기 유입구(133); (4) 상부 공기 유입구 및 다운코머와 직접 유체 소통하는 상부 공기 유입구 플리넘(131); (5) 냉각 공기를 베이스 부분의 하부 공동(103)의 하부 부분으로 도입하기 위해 다운코머 및 라이저 모두의 바닥과 유체 연통하는 하부 베이스 부분(101)의 둘레방향으로 이격된 복수의 내부 공기 교환 통로(134); (6) 상부 차폐 부분의 차폐 재킷(120)에 형성된 상부 배출 개구(124); 및 (7) 캡(125)에 형성된 상부 배출 개구(125a)를 포함한다. 이들 구성요소는, 인클로저의 격납 공간(105)에서 캐스크에 의해 가열된 공기가 도 9에 점선의 공기 흐름 라인(CA)에 의해 도시된 냉각 공기 흐름 순환 또는 경로를 형성할 때, 자연 중력 구동 열 사이펀 효과를 통해 주변 냉각 공기를 캐스크 격납 인클로저(100)로 끌어들이도록 유체적으로 협력한다. 냉각 공기는 내부의 캐니스터(30)에 저장된 붕괴 핵 폐기물로부터 캐스크(20)에 의해 방출된 열을 분산시킨다. 냉각 공기 환기 시스템의 전술한 부분에 대한 세부 사항은 아래에서 추가로 설명된다.

[0046] 냉각 공기 유입구 플리넘(131)은 하부 베이스 부분과 상부 차폐 부분(101, 102) 사이의 둘레방향 조인트(107)에 형성된다. 방사선 차단 차폐 재킷의 하단부는 도 9 및 10에 가장 잘 도시된 것과 같은 내측으로 단차가 있는 구성을 가질 수 있다. 이것은 냉각 공기 환기 시스템의 환형 상부 공기 유입구 플리넘(131)을 정의하기 위해 캐스크 격납 인클로저(100)의 중간 허리 부분에 안쪽으로 영역을 생성한다. 이 허리 부분과 부수적으로 공기 유입구 플리넘(131)은 등급 G 위에 위치한다. 우세한 또는 다른 날씨 관련 바람의 경우, 유입구 플리넘은 주변 공기가 바람이 불어오는 쪽의 기압이 더 높은 쪽에서 바람이 불어오는 쪽의 기압이 낮은 쪽까지 캐스크 격납 인클로저(100) 주위를 순환하여 다운코머(130)로의 주변 공기의 균일한 분배를 보장한다.

[0047] 파편 및 과도한 비 침투로부터 공기 유입구 플리넘(131)을 부분적으로 보호하기 위해, 환형 성곽형의 (castellated) 공기 유입구 스커트(145)가 차폐 재킷(120)의 외벽(122)의 하단부에 부착된다. 따라서 스커트(145)는, 공기 플리넘(131)을 적어도 부분적으로 둘러싸거나, 그렇지 않으면, 바깥쪽으로 개방한다. 차폐 재킷(120)의 외벽(122)은 하부 베이스 부분 외부 셸(110)의 상단 위의 수직 거리를 종료하고, 이 공간은 스커트(145)가 차지하게 된다. 따라서 스커트(145)는 재킷(120)의 외벽(122)과 동일한 외경을 가져서, 도시된 바와 같이 재킷과 하부 베이스 부분(101) 사이에 같은 평면(같은 높이)의 전이(flush transition)를 형성한다. 일 실시 형태에서, 도 10에 가장 잘 도시된 바와 같이, 평평한 환형 링 플레이트(147)는 외벽(122)의 하단부에 용접될 수 있다. 스커트(145)의 상단부는 링 플레이트에 용접된다.

[0048] 하향 연장된 성벽(146)의 하단부에 의해 구획된 스커트(145)의 하단부는 상부 차폐부(102)가 하부 베이스부(101)에 배치된 후 하부 베이스부 외부 셸(110)의 상단부(149)에 차례로 필드 용접될 수 있다(예를 들어, 도 10 참조). 이것은 몇 가지 이점을 제공한다. 첫째, 이것은 지진 사건(예: 지진)에 의해 생성될 수 있는 것과 같은 측면으로 작용하는 힘에 저항하기 위해 이 두 부분 사이의 결합을 물리적 및 측면으로 안정화한다. 따라서, 스커트(145)는 공기 유입구 플리넘에 의해 생성된 캐스크 격납 인클로저(100)의 허리 부분에서 수직 간극 또는 공극을 메움으로써 차폐 재킷(120)의 최외곽 벽(122)과 하부 베이스 부분(101)의 최외각 셸(110) 사이에 수직으로 연속적인 구조를 생성하여, 상부 차폐 재킷의 자중의 일부를 캐스크 격납 인클로저(100)의 주변에 있는 하부 베이스 부분으로 전달한다. 조인트(107)의 내부 개스킷된 부분에서 하부 베이스 부분(101)과 상부 차폐 부분(102)과의 결합에 추가로, 이는 제2의 외부 결합을 제공한다. 이것은 하부 베이스 부분(101)과 상부 차폐 부분(102) 사이의 내부 개스킷된 인터페이스의 안정성을 추가로 보장한다. 따라서 둘레방향의 조인트(107)는 내부 측면에서 개스킷되고 주변 외부 측면에서 용접된 것으로 간주될 수 있다.

[0049] 예시된 실시 형태에서, 복수의 상부 공기 유입구(133)는 공기 유입구 스커트(145)의 성벽(146) 사이에 형성된 개방 영역에 의해 정의되며; 이는 스커트의 추가 기능을 나타낸다. 공기 유입구는 공기 유입구 플리넘(131)을 주변 냉각 공기와 직접 유체 연통하도록 배치한다. 환형 냉각 공기 다운코머(130)는 차례로 공기 유입구 플리넘(131)과 직접 유체 연통한다. 공기 유입구(133)는 바람직하게는 캐스크 격납 인클로저(100)의 전체 둘레 주위로 둘레방향으로 이격된다. 다각형과 같은 임의의 적합한 형상 공기 유입구가 사용될 수 있다(예: 도시된 직사각형) 또는 비다각형. 유리하게는, 공기 유입구 스커트(145)는 공기 유입구(133)를 모두 정의하도록 구성되는 반면, 스커트의 성벽은 차폐 재킷(120)의 중량 하중의 일부를 하부 베이스 부분(101)의 외부 셸(110)에 분배하는 구조적 목적을 제공한다. 일 실시 형태에서, 환형 공기 유입구 스커트(145)는 원형일 수 있고 구조가 둘레방향으로 연속적일 수 있다.

[0050] 반경 방향 두께보다 더 큰 높이를 갖는 환형 링 벽(148)은 공기 유입구 플리넘(131)의 안쪽 부분 또는 측면을 닫는다. 링 벽(148)은 상부(top)에서 링 플레이트(147)에 밀봉 용접되고, 하부(bottom)에서 차폐 재킷(12)의 플레이트(141)를 밀봉할 수 있다(예를 들어 도 10 참조). 링 벽(148)과 상부 차폐부(101)의 접합 셸의 가장 안쪽 벽(121) 사이에 형성된 반경방향 갭(R3)은 중간층(123)의 동일한 연속 방사선 차폐 재료로 채워진다. 이는 공기

유입구 폴리넴(131) 및 공기 유입구(133)가 캐스크 격납 인클로저(100)의 허리 영역으로부터 주변 환경으로의 캐스크(2)로부터의 직선 방사선 스트리밍에 대해 보호하는 것을 보장한다. 도시된 바람직한 실시 형태에서, 차폐 재킷(120)의 링 벽(148) 및 최내측 벽(121)은 하부 베이스 부분(101)의 한 쌍의 접합 셸(111, 112) 사이의 반경 방향 거리(갭 R2에 의해 정의됨)와 동일한 반경 방향 거리(갭 R3에 의해 정의됨)만큼 반경방향으로 이격되어 있다. 이는, 상부 차폐 부분(102)로부터의 하부 베이스 부분(101)로의 중량 하중의 고른 분산 및 캐스크(140)의 압축 돌 다를 보장한다.

[0051] 일 실시 형태에서 내부 공기 교환 통로(134)는 하부 베이스 부분(101)의 한 쌍의 접합 셸(111, 112)에 반경방향으로 정렬된 관통 구멍에 의해 집합적으로 형성될 수 있다. 바람직하게, 통로(134)는 셸(111, 112)의 말단 하단부에 형성되어, 하부 베이스 부분(101)의 베이스 플레이트(106)에서 캐스크 격납 인클로저(100)의 캐스크 격납 공간(105)의 가능한 가장 낮은 지점으로 냉각 공기를 도입한다. 통로(134)는 둘레방향으로 이격되어 있고 임의의 적합한 다각형 또는 비다각형 형상을 가질 수 있다. 비제한적으로 예시된 실시 형태에서, 통로(134)는 바닥판(106)이 통로의 바닥면을 형성하도록 아래쪽으로 개방되어 있다. 공기 교환 통로는 다운코머(130)로 하강하는 공기가 캐스크 격납 공간(105) 내로 반경방향 안쪽으로 끌어당겨지고 캐스크(20)의 최적 냉각을 위해 냉각 공기 라이저(132)의 하단부로 들어가도록 한다.

[0052] 환형 냉각 공기 라이저(132)는 도 9에 가장 잘 도시된 바와 같이 하부 베이스 부분(101)과 상부 차폐 부분(102)의 가장 안쪽 벽 또는 셸과 캐스크(20) 사이에 생성된 반경방향 갭에 의해 캐스크 수용 인클로저(100)의 수용 공간(105)에 형성된다. 따라서, 격납 인클로저의 내경은 바람직하게는 환형 라이저의 반경방향 폭이 되도록 선택된 양만큼 캐스크의 외경보다 더 크다. 라이저(132)는 캐스크(20)의 상부와 상부 차폐 부분(102)의 차폐 재킷(120)의 상단(126) 사이에 공통의 배출 공기 폴리넴(135)을 형성하도록 상부에서 종료된다. 폴리넴(135)은 재킷(120)의 절두원추형 부분(120b)의 형태로 인해 절두원추형을 가정한다. 본 명세서의 다른 곳에서 언급된 바와 같이, 배출 공기 폴리넴의 상향 전환 형태(upwardly conversing shape)는 집중되어 캐스크에 의해 가열된 상승 공기의 속도를 증가시켜 캐스크의 냉각을 최적화하는 열 사이펀(굴뚝 효과라고도 함)을 효과적으로 구동한다.

[0053] 작동시, 도 9의 냉각 공기 흐름 라인(CA)을 참조하면, 주위 온도의 공기는 상부 공기 유입구(133) 내부로 그리고 이를 통해 반경방향 내부로 끌어당겨지고 캐스크 격납 인클로저(100)의 모든 측면에서 냉각 공기 유입구 폴리넴(131)으로 반경 방향으로 흐른다. 이어서 공기는 다운코머(130)내로 인클로저(100)의 저부로 수직방향 하향으로 끌어당겨진다. 공기는 공기 교환 통로(134)를 통해 격납 공간(105)으로 반경방향 안쪽으로 흐르고, 캐스크(20)에 의해 가열될 때 캐스크(20)의 측면을 따라 라이저(132)에서 수직 상향으로 흐르는 방향을 역전한다. 이제 가열된 바닥 공기는 상부 배출 개구(124)를 통해 캐스크 위의 배출 폴리넴(135)내에 모이고, 캡(125)으로 들어가고, 그로부터 복수의 공기 배출구(126a)를 통해 반경방향/측방향 외측으로 그로부터 다시 대기로 배출된다. 이 자연적으로 구동되는 공기 냉각 시스템은 도시된 바와 같이 통풍(vented) 설계가 아닐 수 있는 캐스크를 냉각한다는 점에 유의해야 한다. 핵폐기물을 담는 SNF 캐니스터(30)를 포함하는 캐스크는 캐스크와 캐니스터 모두의 구조적 무결성을 보호하기 위해 소산되어야 하는 붕괴열을 방출한다.

[0054] 위의 냉각 공기 환기 시스템 설계에서 캐스크 격납 인클로저(100) 내부의 격납 공간(105)으로부터 캡(125)의 공기 유입구(133) 또는 공기 배출구(125a)를 통해 외부 환경으로의 직선 시야(straight line of sight)가 존재하지 않는다는 점에 유의해야 한다. 캡(125)은 캐스크(20)의 상부에서 대기까지 수직 방향으로 시선의 직선을 제거하기 위해 상부에서 뚜껑(125b)으로 종결된다.

[0055] 냉각 공기 환기 시스템, 특히 공기 유입구 폴리넴(131) 및 공기 유입구(133)는 상부 차폐 재킷(120)이 콘크리트 패드(50)에 매립된 하부 베이스 부분(101)에 배치된 후에만 작동을 위해 완전히 형성되고 완료된다는 점에 주목해야 한다.

[0056] 캐스크 격납 인클로저(100)를 사용하여 핵폐기물 캐니스터(30)를 수용하는 캐스크(20)에 방사선 차폐를 제공하기 위한 방법 또는 프로세스가 이제 간략하게 요약될 것이다. 다음 설명에서는 필요에 따라 언급된 특정 도면을 참조하면서 일반적으로 도 1 내지 도 14를 참조한다.

[0057] 방법은 먼저 콘크리트 패드(50)에 캐스크 격납 인클로저(100)의 하부 베이스 부분(101)을 매립하는 단계로 시작한다. 일부 구현에서 이 단계는 콘크리트 패드를 형성하기 위한 2번의 타설(pour) 공정을 포함하는 하위 단계를 포함할 수 있다. 이것은 콘크리트 패드의 평평한 상부의 기초 섹션(flat-topped lower foundation section, 50a)을 먼저 타설/형성하는 것을 포함한다(도 7 참조). 이것은 하부 베이스 부분(101)에 대한 임시 지지를 제공한다. 다음으로, 하부 베이스 부분(101)은 타설된 기초 섹션의 상부에 위치된다. 하부 베이스 부분(101)의 베이스 플레이트(106)는 도시된 바와 같이 기초 섹션에 직접 안착된다. 다음으로, 두 번째 타설은 캐스크 격납 인클

로저(100)의 하부 베이스 부분(101)을 내장하는 콘크리트 패드(50)의 상부 섹션(50b)을 생성하도록 이루어진다. 상부 섹션(50b)은 콘크리트 패드(50)의 최종 등급 G가 냉각 공기 유입구(133) 아래에 남도록 하는 깊이까지 타설되어서, 유입구를 노출된 상태로 유지시킨다. 그 매립으로 인해, 하부 베이스 부분(101)은 바람직하게는 미경화 콘크리트가 베이스 부분에 들어가는 것을 방지하기 위해 측방향 개구를 갖지 않는다는 것을 주목해야 한다. 하부 베이스 부분(101)의 외부 셸(110)의 노출된 부분은 바람직하게는 유출수(runoff)가 공기 유입구(133)에 들어가는 것을 방지하도록 선택된 충분한 높이를 갖는다.

[0058] 주요 방법 또는 공정은 내부에 핵 폐기물(W)이 있는 캐니스터(30)를 포함하는 캐스크(20)를 하부 베이스 부분(101)의 위쪽으로 개방된 하부 공동(103)으로 낮추고 위치 설정함으로써 계속된다. 환형 개스킷(140)은, 하부 베이스 부분에 캐스크를 위치시키기 전 또는 후에 베이스 부분(101)의 환형 밀봉 플레이트(142) 상에 배치될 수 있다.

[0059] 그 다음, 상부 차폐 부분(102)(즉, 차폐 재킷(120))을 캐스크 위에 그리고 캐스크 격납 인클로저(100)의 매립된 하부 베이스 부분(101)의 상부에 위치시킴으로써 프로세스가 계속된다. 프로세스 중에, 둘레방향 조인트(107)에서 개스킷(140)은 하부 베이스 부분 및 상부 차폐 부분 사이(즉, 하부 베이스 부분의 밀봉 플레이트(142)와 상부 차폐 부분의 밀봉 플레이트(141) 사이)에 압축된다. 바람직하게는 차폐 재킷(120) 상에 이미 공장 용접된 공기 유입구 스커트(145)의 성벽(146)은 하부 베이스 부분(101)의 외부 셸(110)과 동시에 인접하게 맞물린다. 그 다음, 성곽은 셸(110)에 용접될 수 있다. 임의의 적절한 구성의 리프팅 리그(150)(도 5에 나타냄)가 하부 베이스 부분(101) 및 상부 차폐 부분(102)에 용접되어, 캐스크 운반 크롤러, 크레인, 또는 다른 적절한 리프팅 장치를 가진 캐스크 격납 인클로저(100)의 이들 부분의 리프팅을 용이하게 할 수 있다는 점에 유의한다.

[0060] 전문한 간단한 프로세스는 캐스크(20)를 효과적으로 차폐한다. 자연 대류 공기 냉각 환기 시스템은 이제 완전히 조립된 캐스크 격납 인클로저(100)에 일단 둘러싸이면 캐스크에서 방출되는 열에 의해 자동으로 활성화된다.

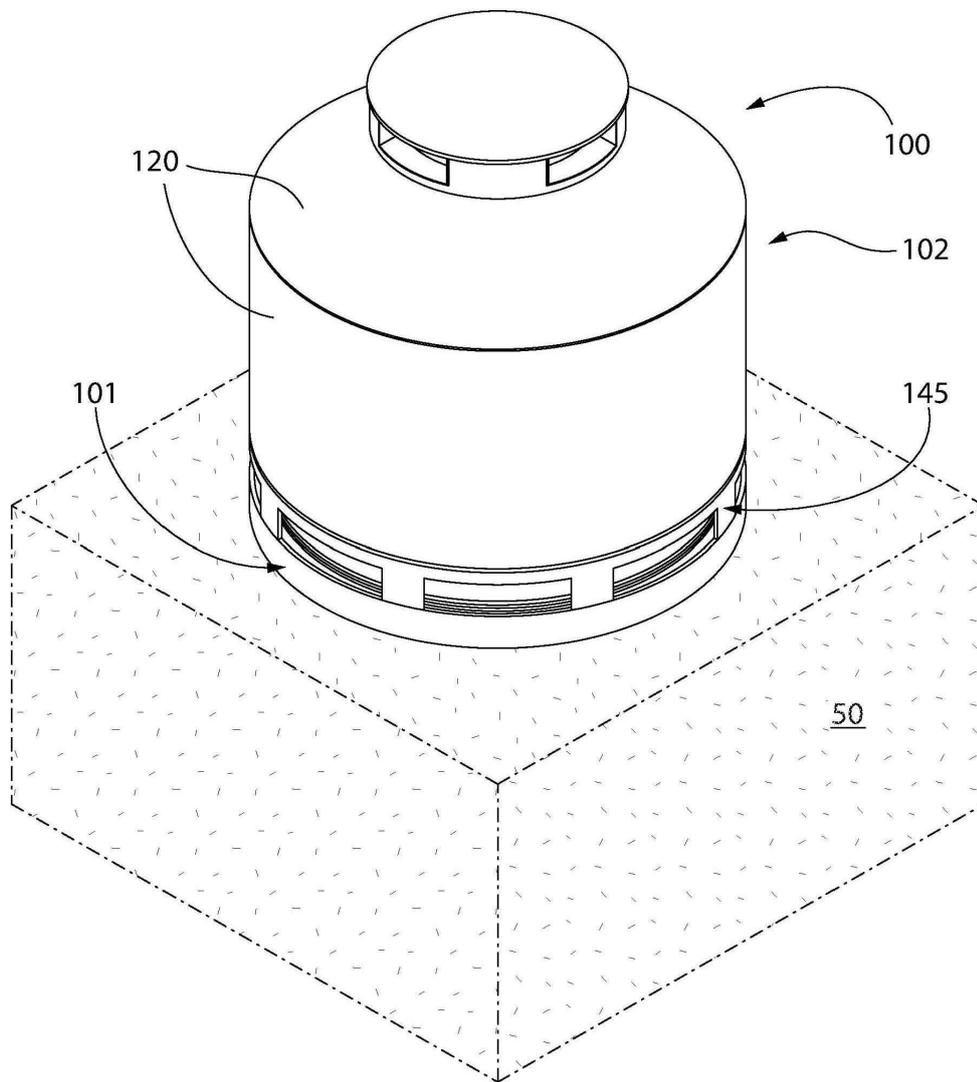
[0061] 도 15는 본 개시내용에 따른 캐스크 격납 인클로저(100)의 어레이를 포함하는 완전한 ISFSI(독립적 사용후 핵연료 저장 설비)의 예를 도시한다. 인클로저의 열(row) 사이에 형성된 빈 통로는, 캐스크 크롤러의 트랙 또는 휠이, 이전에 내장된 하부 베이스 부분(101)에 캐스크를 먼저 적재하고 그 위에 상부 차폐 부분(102)을 배치하기 위해 각 인클로저에 걸칠 수 있도록 하는 충분한 너비가 필요할 뿐이다. 이것은 캐스크 격납 인클로저가 콘크리트 패드(50)의 어레이에 단단히 채워질 수 있도록 한다. 패드는 한 번에 형성된 단일 대형 콘크리트 구조물로 형성되거나, 시간이 지나서 추가 캐스크 저장 공간이 필요함에 따라 형성되는 복수의 섹션으로 형성될 수 있다.

[0062] 많은 이점이 2피스 캐스크 격납 인클로저(100)에 기인할 수 있다. 예를 들어, 현장 조립되는 2파트 시스템은, 원형 상단 폐쇄 뚜껑을 가진 더 큰 단일의 공장 제작(shop-fabricated) 인클로저 캐스크 저장 인클로저 보다는, 하부 베이스 부분(101) 및 상부 차폐 부분(102) 각각을 개별적으로 취급하고 운반하는 것을 더 쉽게 만든다. 다른 양태에서, 앞서 설명된 원통형 동축 금속 셸로 형성된 다수의 하부 베이스 부분(101)은 ISFSI에서 임의의 SNF 또는 다른 고준위 방사선 폐기물을 저장하기 전에 콘크리트 패드(50)에 미리 설치되고 매립될 수 있다. 따라서 ISFSI는 이전에 설명된 방법에 따라 필요할 때 이후의 어느 시점에서든 핵폐기물을 포함하는 캐스크(20)를 수용할 준비가 되어 있다. 미리 설치된 하부 베이스 부분(101)은 캐스크 저장 공간이 필요할 때까지 빗물의 침입을 방지하기 위해 임시로 덮힐 수 있다. 또한, 하부 베이스 부분(101)은 콘크리트 패드(50)에 의해 제공되는 방사선 차폐의 이점을 받기 때문에, 캐스크 저장 인클로저의 전체 비용을 감소시키는 이 하부 유닛에 대한 추가적인 방사선 차폐 재료가 필요하지 않다.

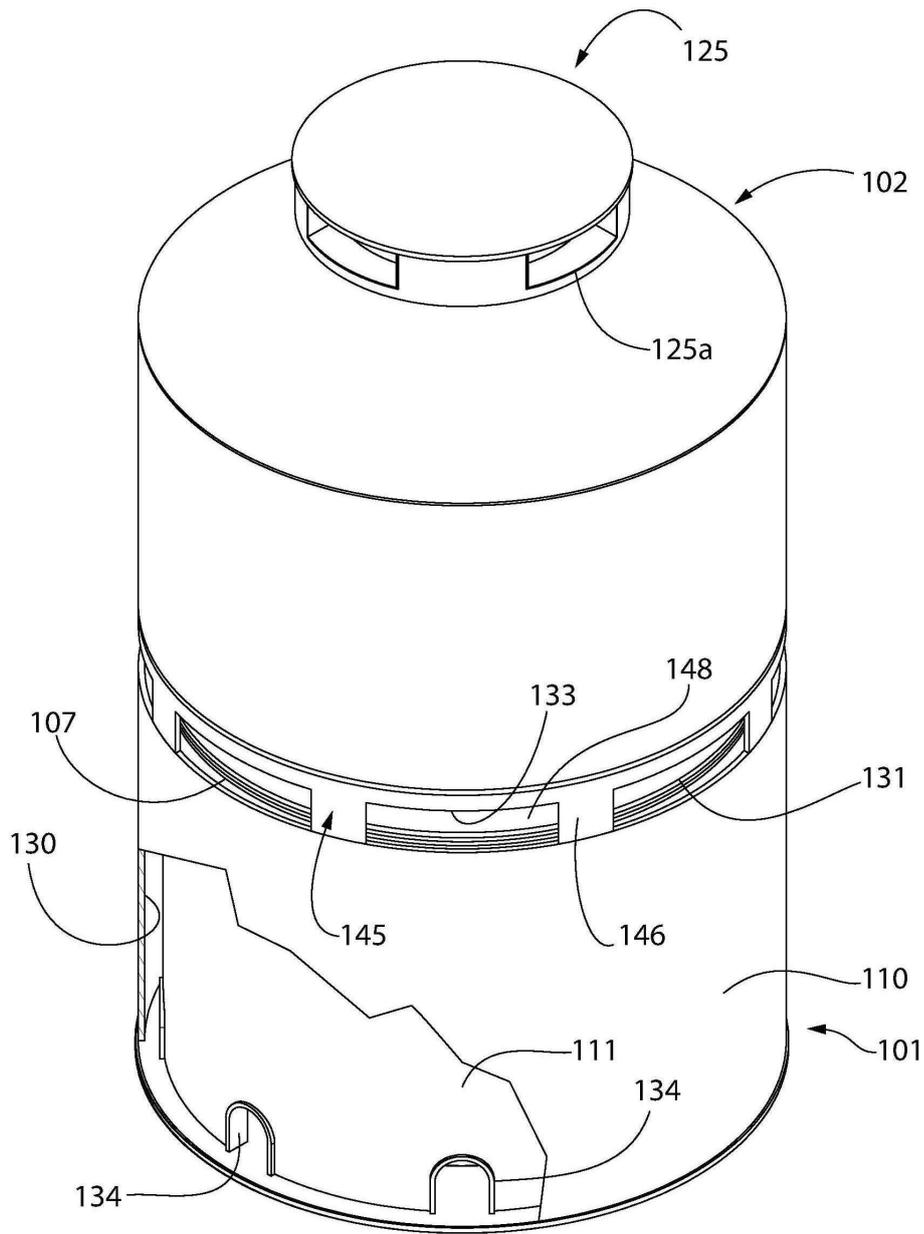
[0063] 위의 설명 및 도면은 일부 예시적인 시스템을 나타내지만, 첨부된 청구범위의 등가물의 사상 및 범위 및 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 추가, 수정 및 대체가 이루어질 수 있음이 이해될 것이다. 특히, 본 발명은 그 사상 또는 본질적인 특성을 벗어나지 않으면서 다른 형태, 구조, 배열, 비율, 크기 및 기타 요소, 재료 및 구성요소로 구현될 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다. 또한, 본 명세서에 기술된 방법/프로세스의 다양한 변형이 이루어질 수 있다. 당업자는 본 발명이 구조, 배열, 비율, 크기, 재료 및 구성요소의 많은 수정과 함께 사용될 수 있고 그렇지 않으면 특정 환경 및 작동에 특히 적용되는 본 발명의 실시예에 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 원리를 벗어나지 않으면서 요구 사항을 충족해야 한다. 따라서 현재 개시된 것은 모든 면에서 예시적인 것으로 간주되어야 하며 제한적이지 않은 것으로 간주되어야 하며, 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위 및 그 균등물에 의해 정의되며, 전문한 설명 또는 속임수로 제한되지 않는다. 오히려, 첨부된 청구범위는 본 발명의 등가물의 범위 및 범위를 벗어나지 않고 당업자에 의해 만들어질 수 있는 본 발명의 다른 변형 및 수단을 포함하도록 광범위하게 구성되어야 한다.

도면

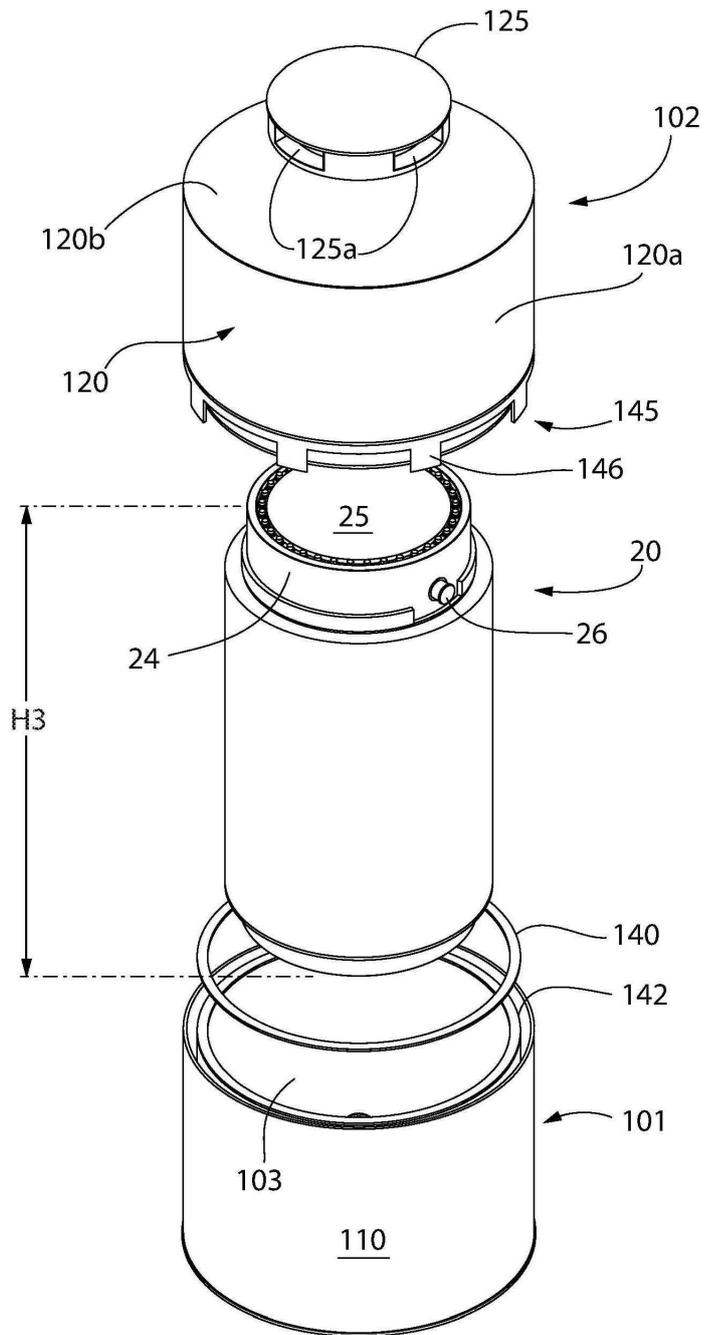
도면1



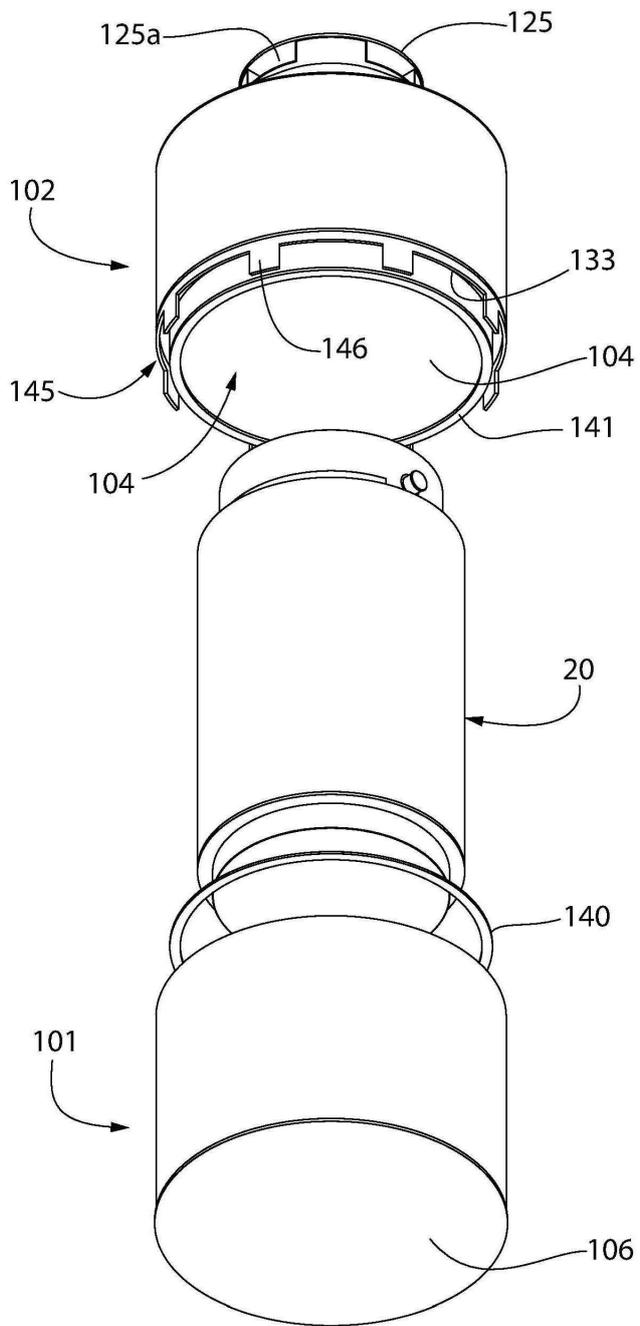
도면2



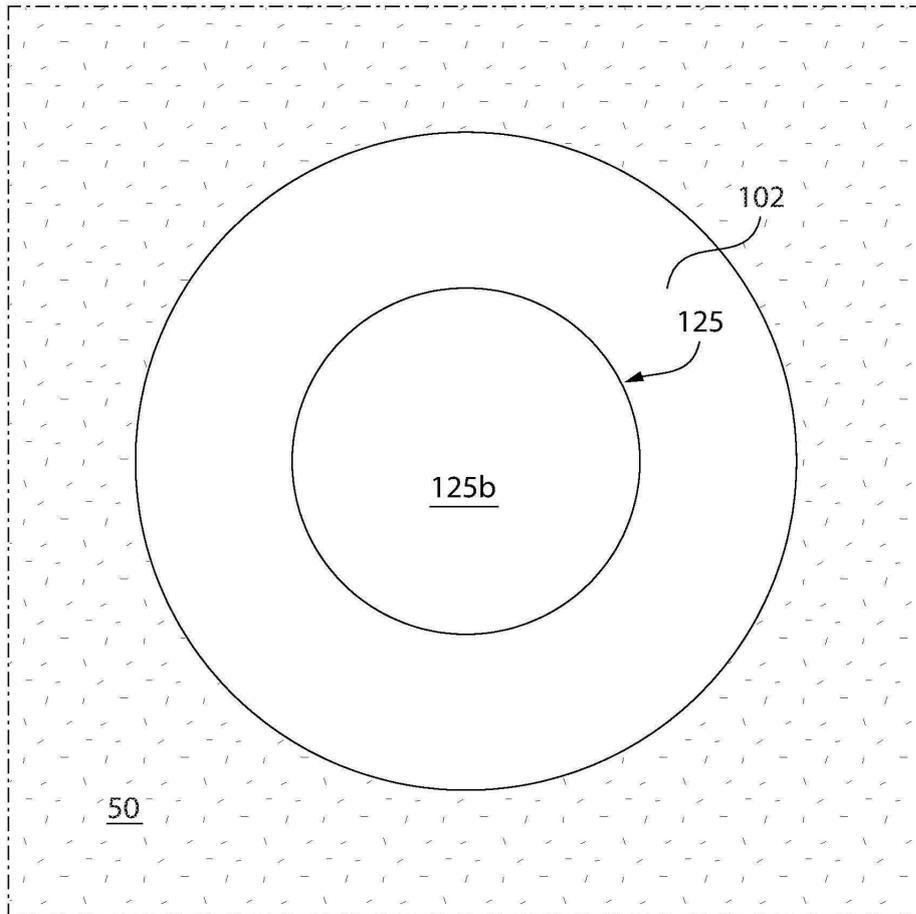
도면3



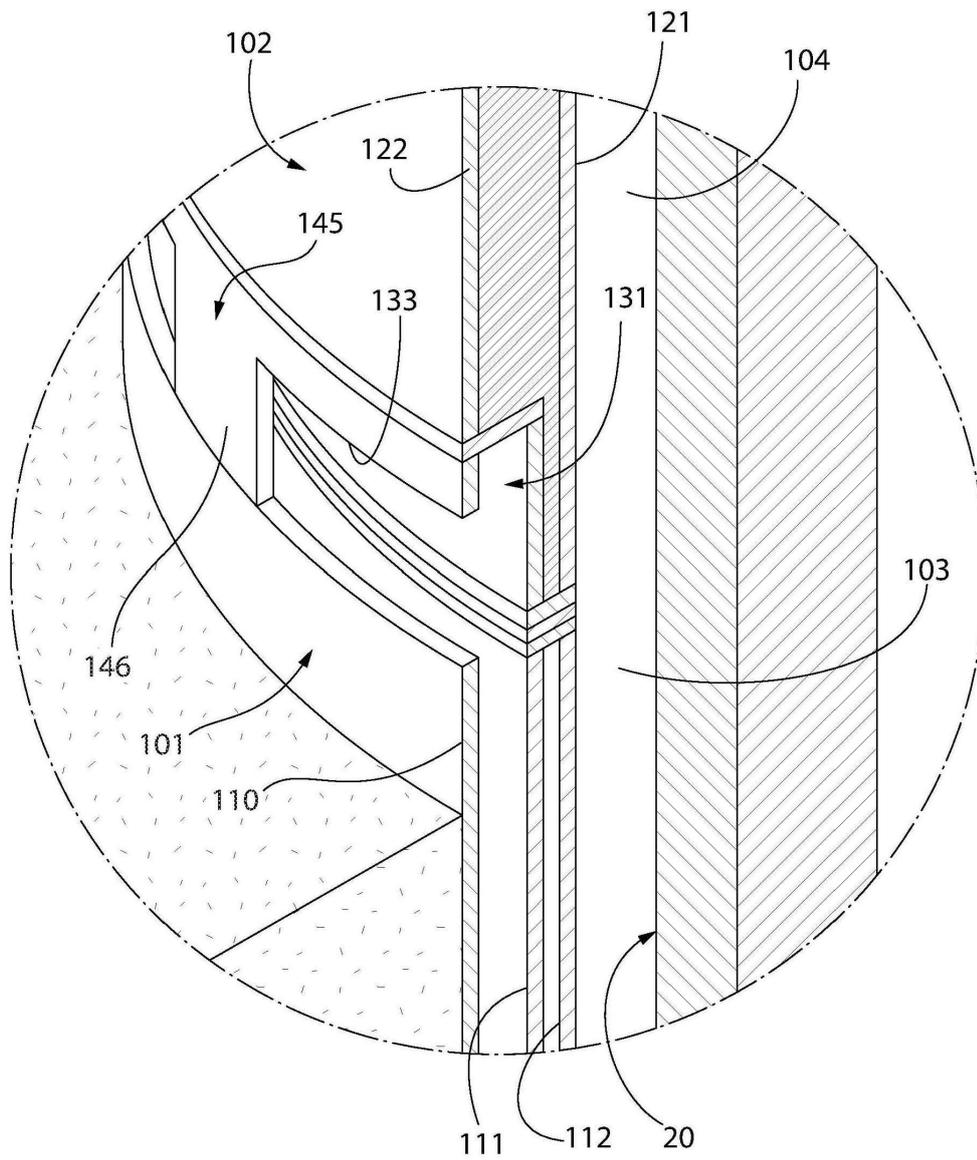
도면4



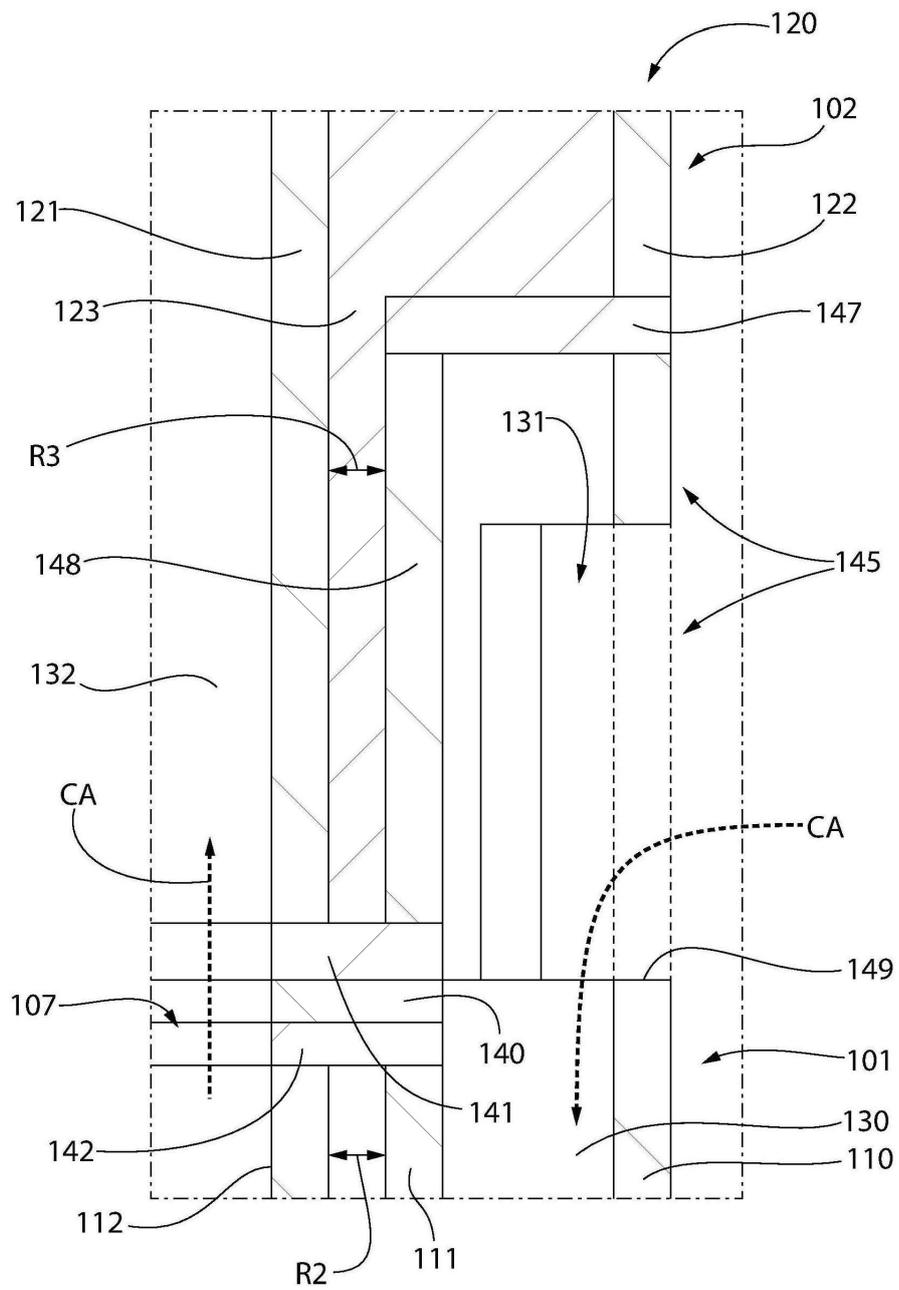
도면6



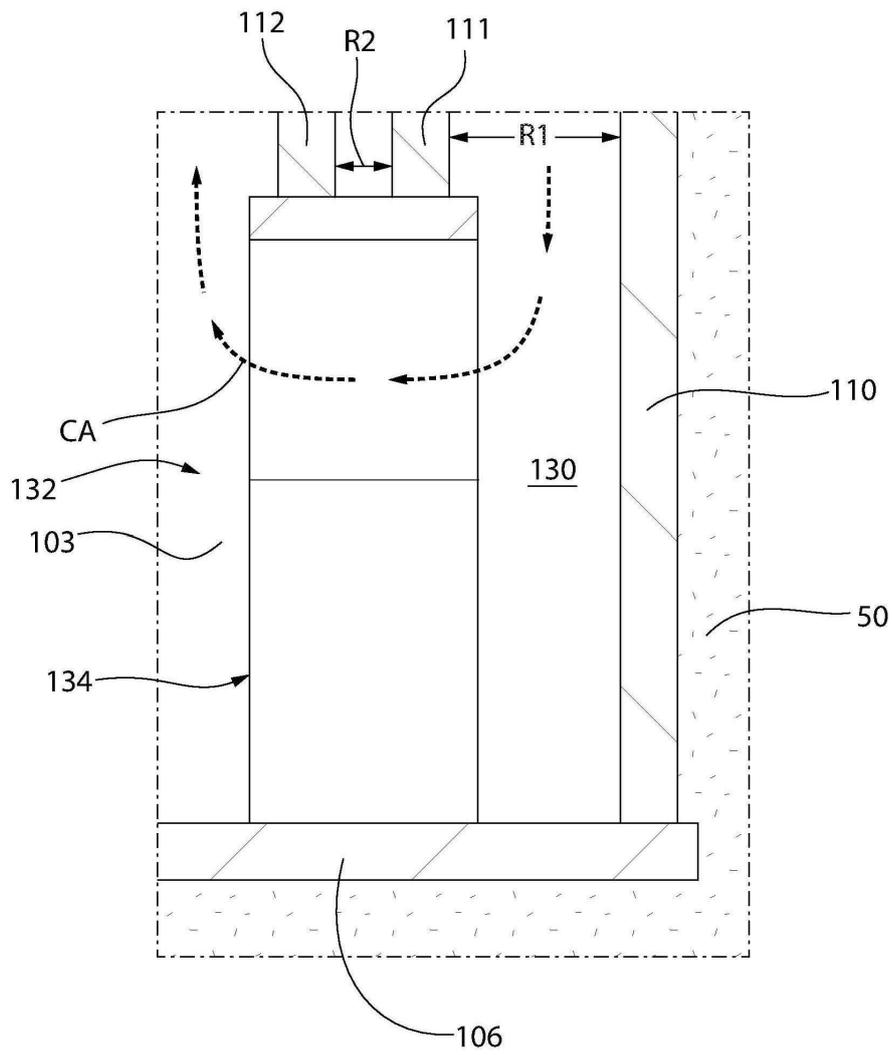
도면8



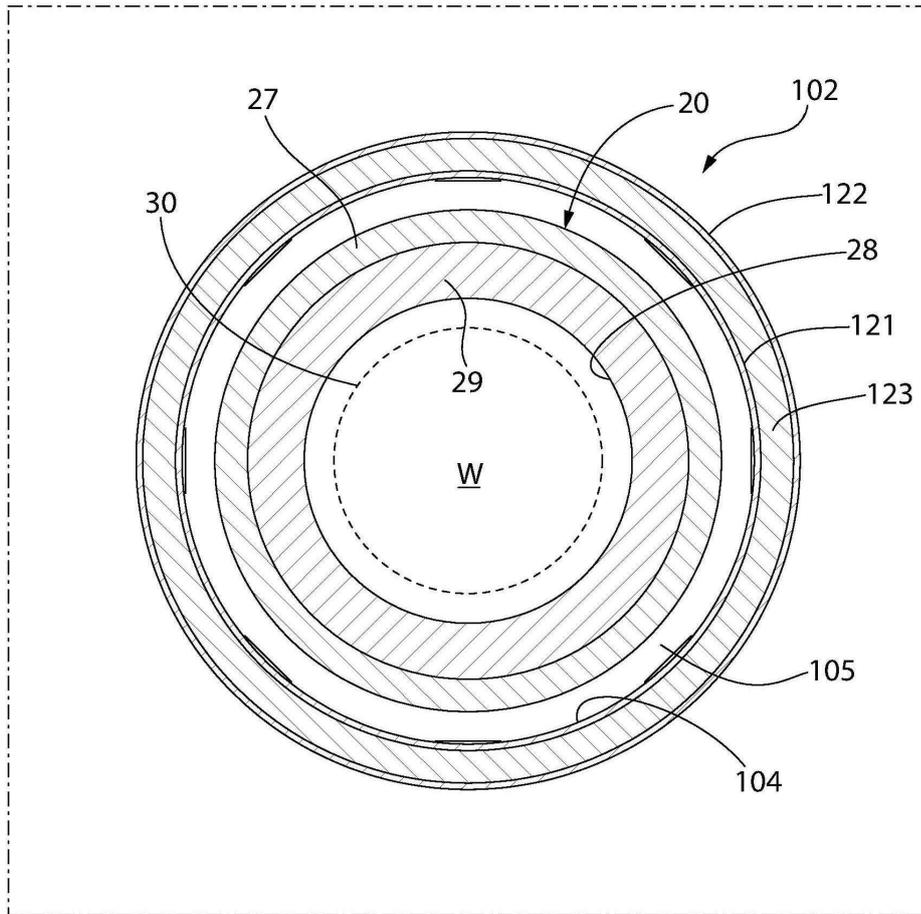
도면10



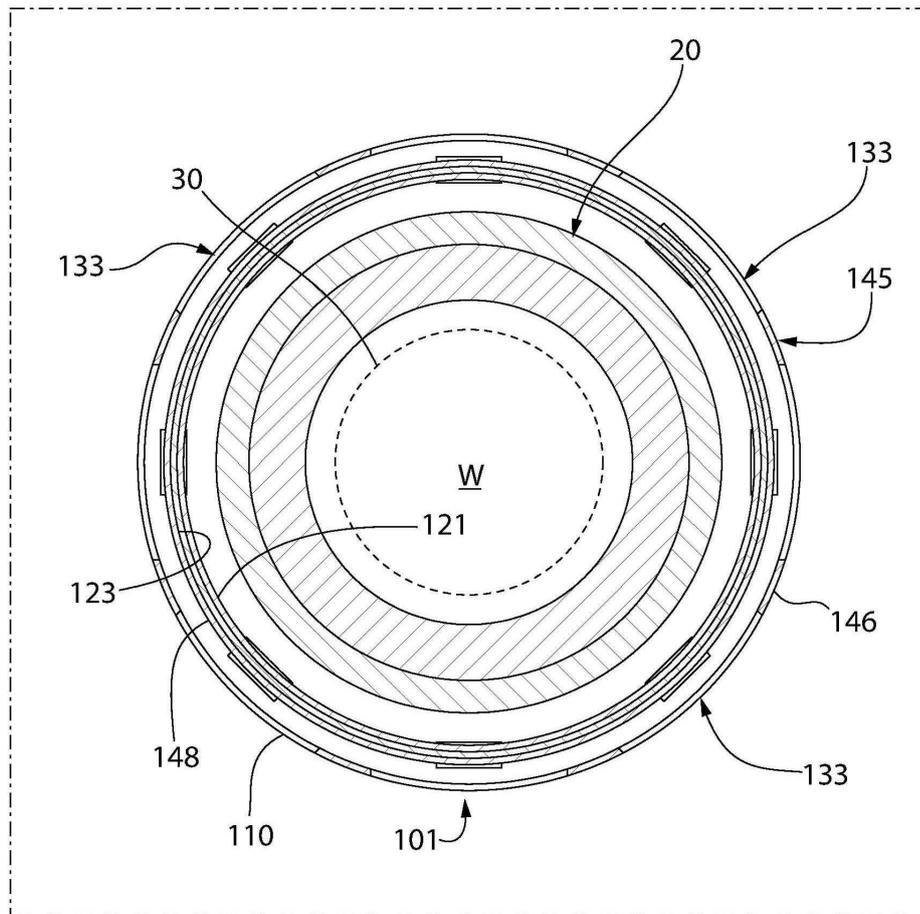
도면11



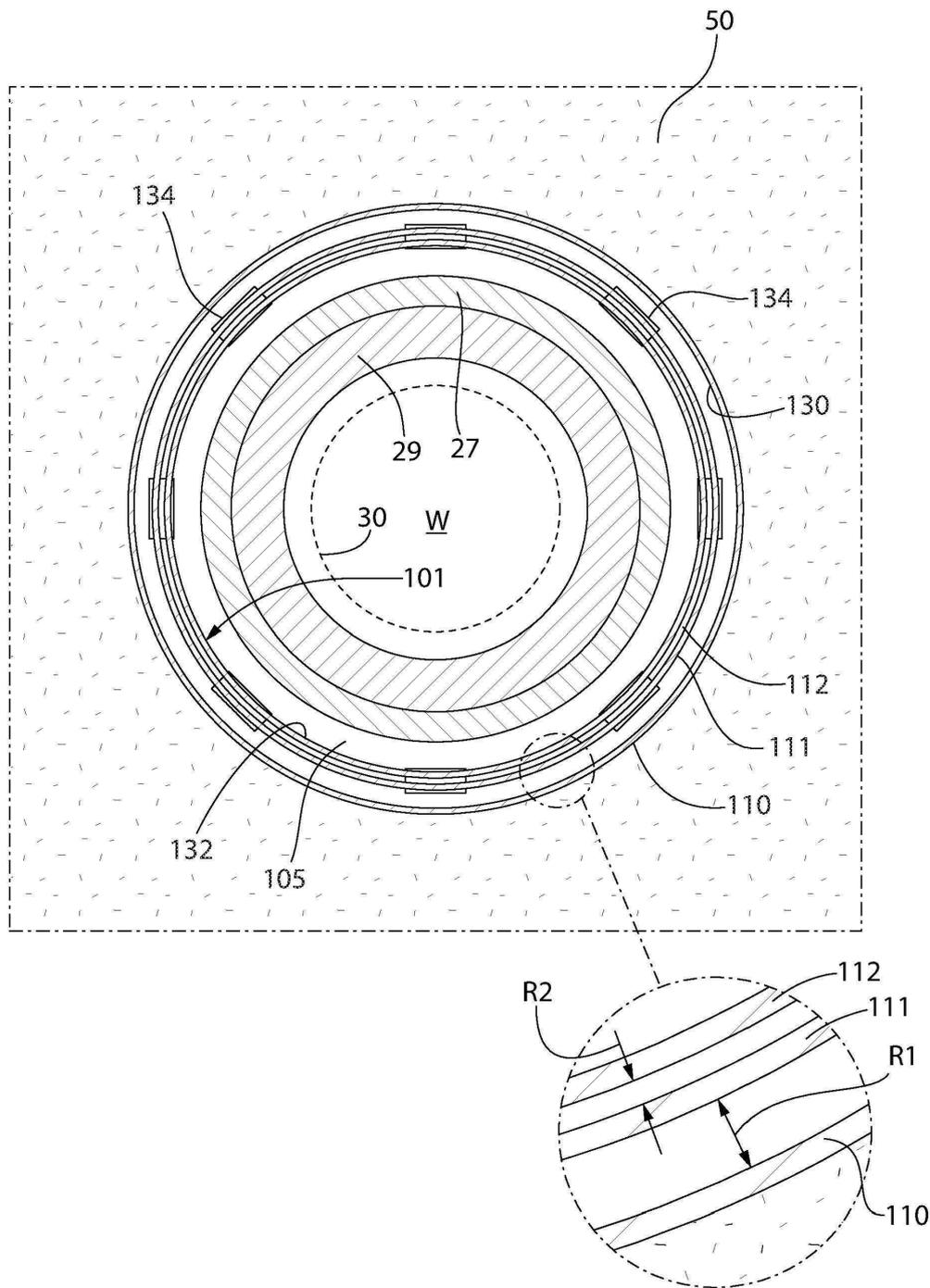
도면12



도면13



도면14



도면15

