



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0084200
(43) 공개일자 2016년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21D 7/04 (2006.01) G21C 15/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21D 7/04 (2013.01)
G21C 15/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0000797
(22) 출원일자 2015년01월05일
심사청구일자 2015년01월05일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
방인철
울산광역시 울주군 범서읍 굴화1길 55 굴화강변월드메르디앙아파트 107동 705호
김인국
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교 학생기숙사 102동 404호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

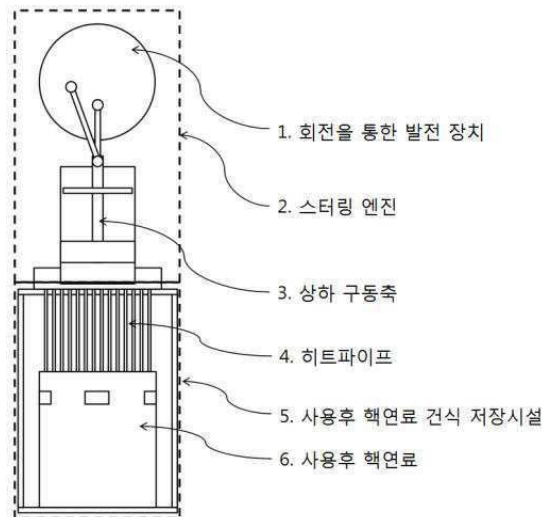
(54) 발명의 명칭 사용 후 핵 연료의 잔열 냉각 및 발전 장치

(57) 요약

본 발명은 사용 후 핵연료의 저장에 대한 문제점을 보완함과 동시에, 사용되지 않고 사라지고 있던 사용 후 핵연료의 잔열을 통한 에너지 생산법을 제안함으로써 핵연료의 에너지 효율을 증가시키고 사용 후 핵연료의 임계안전성에도 기여할 수 있는, 히트 파이프를 이용한 사용 후 핵 연료 냉각 및 발전 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

이와 같은 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 의한 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치는, 사용 후 핵 연료(21)를 내부에 저장하도록 구성된 사용 후 핵 연료 저장유닛(20); 상기 사용 후 핵 연료 저장장치와 열적으로 커플링된 열 수송유닛(30); 및 상기 열 수송장치에 의하여 전달된 열을 구동원으로 하여 발전하도록 구성된 발전 유닛(10)을 포함하여 이루어진다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김경모

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교 학생기숙사

정영신

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교 학생기숙사 303동 2503호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013M2A8A1041442

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 원자력기술개발사업

연구과제명 플렉서블 히트파이프 요소 기술 개발 및 성능 실험

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치로서,
 사용 후 핵 연료(21)를 내부에 저장하도록 구성된 사용 후 핵 연료 저장유닛(20);
 상기 사용 후 핵 연료 저장장치와 열적으로 커플링된 열 수송유닛(30); 및
 상기 열 수송장치에 의하여 전달된 열을 구동원으로 하여 발전하도록 구성된 발전유닛(10)
 를 포함하여 이루어지는
 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 사용 후 핵 연료 저장유닛은 복수의 삽입구를 포함하고,
 상기 열 수송유닛은 복수의 히트 파이프를 포함하고,
 상기 복수의 히트 파이프는 상기 핵 연료 저장유닛에 형성된 복수의 삽입구에 삽입되는 것에 의하여 상기 사용 후 핵 연료와 열적으로 커플링되는 것을 특징으로 하는
 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 히트 파이프가 삽입되도록 구성된 삽입구는, 핵 연료의 출력을 조절하는 제어봉과 계측기를 위해 핵 연료 집합체에 존재하던 삽입구인 것을 특징으로 하는
 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 발전유닛은 스테어링 엔진을 포함하는 것을 특징으로 하는
 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 스테어링 엔진은 상기 열 수송유닛의 상부에 설치되고,
 상기 스테어링 엔진은, 상기 열 수송유닛을 통하여 전달된 에너지가 상기 스테어링 엔진 내의 기체를 팽창시키고 내부의 상하 구동축이 상부로 이동한 후 온도감소로 인한 부피 감소 현상을 통해 반복 피스톤 운동을 하여 발전하

도록 구성되는 것을 특징으로 하는
사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 열 수송유닛은 중성자 흡수체(Inconel)의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는
사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치.

청구항 7

사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치로서,
사용 후 핵 연료(21)를 내부에 저장하도록 구성된 사용 후 핵 연료 저장유닛(20);
상기 사용 후 핵 연료 저장장치와 열적으로 커플링된 열 수송유닛(30); 및
상기 열 수송장치에 의하여 전달된 열을 외부 환경으로 방사하도록 상기 열 수송유닛과 열적으로 커플링된 열 수송유닛 냉각핀(40)
을 포함하여 이루어지는
사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 사용 후 핵 연료 저장유닛은 복수의 삽입구를 포함하고,
상기 열 수송유닛은 복수의 히트 파이프를 포함하고,
상기 복수의 히트 파이프는 상기 핵 연료 저장유닛에 형성된 복수의 삽입구에 삽입되는 것에 의하여 상기 사용 후 핵 연료와 열적으로 커플링되는 것을 특징으로 하는
사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 히트 파이프가 삽입되도록 구성된 삽입구는, 핵 연료의 출력을 조절하는 제어봉과 계측기를 위해 핵 연료 집합체에 존재하던 삽입구인 것을 특징으로 하는
사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 열 수송유닛은 중성자 흡수체(Inconel)의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는
사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 원자력 발전소의 사용 후 핵 연료 분야에서 사용이 가능한 기술로서, 구체적으로는 히트파이프 등과 같은 열 수송 장치를 통하여 사용 후 핵연료에서 생성되는 잔열을 제거하거나, 스팀 엔진 등을 구동하여 에너지를 생산하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 사용 후 핵연료의 경우 수십 년 이상 잔열이 발생하며 이 잔열의 경우 냉각문제와 더불어 방사선 차폐문제로 인해 저장에 대한 문제가 대두되고 있다.
- [0003] 이와 관련하여, 사용 후 핵연료는 현재 저장공간이 포화상태에 이를 정도로 매우 많은 양이 존재하며 사용 후 핵연료에서 생성되는 잔열의 경우 사용되지 않고 사라지고 있는 실정이다.
- [0004] 따라서 사용 후 핵연료의 잔열을 이용한 발전 시스템은 연료부족의 문제에서 자유로우며 또한 방치하고 있는 에너지원의 재활용 측면에서 유용하다고 할 수 있다.
- [0005] 결국, 핵연료 당 가용 에너지의 양을 증가시켜 에너지 효율을 높일 수 있으며, 히트파이프를 이용한 냉각시스템을 통한 냉각기능을 통해 사용 후 핵연료 저장에 대한 안전성을 증가시킬 수 있으며, 아울러, 히트파이프를 중성자 흡수체(가령, Inconel)를 이용하여 제작하여 사용 후 핵연료의 임계안전성을 향상시킬 수 있는 장치에 대한 개발이 시급하게 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 이와 같은 현 상황을 반영하여 고안된 것으로서, 사용 후 핵연료의 저장에 대한 문제점을 보완함과 동시에, 사용되지 않고 사라지고 있던 사용 후 핵연료의 잔열을 통한 에너지 생산법을 제안함으로써 핵연료의 에너지 효율을 증가시키고 사용 후 핵연료의 임계안전성에도 기여할 수 있는, 히트 파이프를 이용한 사용 후 핵연료 냉각 및 발전 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 이와 같은 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 의한 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치는, 사용 후 핵 연료(21)를 내부에 저장하도록 구성된 사용 후 핵 연료 저장유닛(20); 상기 사용 후 핵 연료 저장장치와 열적으로 커플링된 열 수송유닛(30); 및 상기 열 수송장치에 의하여 전달된 열을 구동원으로 하여 발전하도록 구성된 발전유닛(10)을 포함하여 이루어진다.
- [0008] 상기 사용 후 핵 연료 저장유닛은 복수의 삽입구를 포함하고, 상기 열 수송유닛은 복수의 히트 파이프를 포함하고, 상기 복수의 히트 파이프는 상기 핵 연료 저장유닛에 형성된 복수의 삽입구에 삽입되는 것에 의하여 상기 사용 후 핵 연료와 열적으로 커플링되는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 바람직하게는, 상기 히트 파이프가 삽입되도록 구성된 삽입구는, 핵 연료의 출력을 조절하는 제어봉과 계측기를 위해 핵 연료 집합체에 존재하던 삽입구에 해당한다.
- [0010] 상기 발전유닛은 스팀 엔진을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0011] 여기서, 상기 스팀 엔진은 상기 열 수송유닛의 상부에 설치되고, 상기 스팀 엔진은, 상기 열 수송유닛을 통하여 전달된 에너지가 상기 스팀 엔진 내의 기체를 팽창시키고 내부의 상하 구동축이 상부로 이동한 후 온도 감소로 인한 부피 감소 현상을 통해 반복 피스톤 운동을 하여 발전하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 열 수송유닛은 중성자 흡수체(Inconel)의 물질을 포함하도록 구성된다.

- [0013] 한편, 앞서 설명한 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 의한 사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치는, 사용 후 핵 연료(21)를 내부에 저장하도록 구성된 사용 후 핵 연료 저장유닛(20); 상기 사용 후 핵 연료 저장장치와 열적으로 커플링된 열 수송유닛(30); 및 상기 열 수송장치에 의하여 전달된 열을 외부 환경으로 방사하도록 상기 열 수송유닛과 열적으로 커플링된 열 수송유닛 냉각핀(40)을 포함하여 이루어진다.
- [0014] 상기 사용 후 핵 연료 저장유닛은 복수의 삽입구를 포함하고, 상기 열 수송유닛은 복수의 히트 파이프를 포함하고, 상기 복수의 히트 파이프는 상기 핵 연료 저장유닛에 형성된 복수의 삽입구에 삽입되는 것에 의하여 상기 사용 후 핵 연료와 열적으로 커플링되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 상기 히트 파이프가 삽입되도록 구성된 삽입구는, 핵 연료의 출력을 조절하는 제어봉과 계측기를 위해 핵 연료 집합체에 존재하던 삽입구인 것이 바람직하다.
- [0016] 나아가, 바람직하게는, 상기 열 수송유닛은 중성자 흡수체(Inconel)의 물질을 포함하도록 구성된다.

발명의 효과

- [0017] 이러한 본 발명에 의하면, 사용 후 핵연료의 저장에 대한 문제점을 보완함과 동시에, 사용되지 않고 사라지고 있던 사용 후 핵연료의 잔열을 통한 에너지 생산법을 제안함으로써 핵연료의 에너지 효율을 증가시키고 사용 후 핵연료의 임계안전성에도 기여할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치의 구성도, 도 2는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 의한 사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치의 구성도, 및 도 3은 도 1, 2의 실시예들에 사용되는 열 수송유닛(히트 파이프) 삽입구의 구성도를 각각 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0020] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0021] 본 발명은, 사용 후 핵연료의 저장에 대한 문제점을 보완함과 동시에, 사용되지 않고 사라지고 있던 사용 후 핵 연료의 잔열을 통한 에너지 생산법을 제안함으로써 핵연료의 에너지 효율을 증가시키거나 사용 후 핵연료의 임계안전성에도 기여할 수 있는 효과를 창출하기 위하여, 기본적으로, 복수의 히트 파이프를 핵 연료 저장유닛에 형성된 복수의 삽입구에 삽입하는 것에 의하여 사용 후 핵 연료와 열적으로 커플링되는 것을 특징으로 하고, 바람직하게는, 이러한 히트 파이프가 삽입되도록 구성된 삽입구로서, 핵 연료의 출력을 조절하는 제어봉과 계측기를 위해 핵 연료 집합체에 존재하던 삽입구를 사용한다는 점이다.

[0022] 제 1 실시예

- [0023] 본 발명에 의한 일 실시예로서, 사용 후 핵 연료의 잔열을 이용한 발전장치에 관한 것이다.
- [0024] 본 실시예에 의한 발전장치는, 도 1에 도시된 바와 같이, 기본적으로, 사용 후 핵 연료(21)를 내부에 저장하도록 구성된 사용 후 핵 연료 저장유닛(20), 상기 사용 후 핵 연료 저장장치와 열적으로 커플링된 열 수송유닛

(30), 및 상기 열 수송장치에 의하여 전달된 열을 구동원으로 하여 발전하도록 구성된 발전유닛(10)을 포함하여 이루어진다.

[0025] 사용 후 핵 연료 저장유닛(20)인 사용 후 핵연료 건식 저장시설(22) 내부에 저장되어 있는 사용 후 핵연료(21)는 도 3에 도시된 바와 같은 사용 후 핵연료 단면(23)과 같은 형태를 취하고 있다. 도 3에서와 같이 저장유닛(20)은 복수의 삽입구(24)를 포함하고, 상기 열 수송유닛(30)은 복수의 히트 파이프를 포함하고, 상기 복수의 히트 파이프는 상기 핵 연료 저장유닛(20)에 형성된 복수의 삽입구(24)에 삽입되는 것에 의하여 상기 사용 후 핵 연료(21)와 열적으로 커플링되는 것을 특징으로 한다.

[0026] 여기서 열 수송유닛인 히트 파이프(30)가 삽입되도록 구성된 삽입구(24)는, 핵 연료 집합체(25)에 이미 존재하던 삽입구에 해당한다. 즉, 본 실시예에 의한 히트 파이프 삽입구(24)는 핵 연료의 출력을 조절하는 제어봉과 계측기를 위해 핵 연료 집합체에 이미 존재하던 삽입구이며, 본 실시예에 의한 발전 시스템은 이러한 삽입구를 이용하여 히트 파이프(30)와 같은 열 수송유닛을 삽입하여 사용 후 핵연료 건식 저장시설(저장유닛; 20) 상부에 존재하는 발전유닛(10)을 통하여 발전하는 방식이다.

[0027] 발전유닛(10)은 스테링 엔진을 포함한다. 스테링 엔진은 상기 열 수송유닛(30)의 상부에 설치되고, 상기 열 수송유닛을 통하여 전달된 에너지가 상기 스테링 엔진 내의 기체를 팽창시키고 내부의 상하 구동축(12)이 상부로 이동한 후 온도감소로 인한 부피 감소 현상을 통해 반복 피스톤 운동을 하여 발전하도록 구성된다. 이러한 반복 피스톤 운동을 회전을 통한 발전장치(11)에서 회전운동으로 변화시켜 발전을 하는 방식이다. 한편, 본 실시예에서는 스테링 엔진을 발전유닛의 하나로 설명하였지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 동일한 원리의 다양한 발전유닛이 본 발명에 적용될 수 있음은 물론이다.

[0028] 바람직하게는, 상기 열 수송유닛은 중성자 흡수체(Inconel)의 물질을 포함하도록 구성되며, 이로써, 사용 후 핵연료의 임계안전성을 향상시킬 수 있다.

[0029] 제 2 실시예

[0030] 한편, 앞서 설명한 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 사용 후 핵 연료의 잔열 냉각장치를 또 다른 실시예로 들 수 있다. 본 실시예는 히트 파이프를 이용하여 내부 열을 제거하는 방식으로서 예를 들면 히트 파이프 핀을 이용하여 열전달 성능을 향상시켜 내부 잔열을 제거하는 방법에 관한 것이다.

[0031] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의한 잔열 냉각장치는, 사용 후 핵 연료(21)를 내부에 저장하도록 구성된 사용 후 핵 연료 저장유닛(20), 상기 사용 후 핵 연료 저장장치와 열적으로 커플링된 열 수송유닛(30), 및 상기 열 수송장치에 의하여 전달된 열을 외부 환경으로 방사하도록 상기 열 수송유닛과 열적으로 커플링된 열 수송유닛 냉각냉각핀(40)을 포함하여 이루어진다.

[0032] 앞선 제 1 실시예에서와 마찬가지로, 사용 후 핵 연료 저장유닛(20)인 사용 후 핵연료 건식 저장시설(22) 내부에 저장되어 있는 사용 후 핵연료(21)는 도 3에 도시된 바와 같은 사용 후 핵연료 단면(23)과 같은 형태를 취하고 있다. 도 3에서와 같이 저장유닛(20)은 복수의 삽입구(24)를 포함하고, 상기 열 수송유닛(30)은 복수의 히트 파이프를 포함하고, 상기 복수의 히트 파이프는 상기 핵 연료 저장유닛(20)에 형성된 복수의 삽입구(24)에 삽입되는 것에 의하여 상기 사용 후 핵 연료(21)와 열적으로 커플링되는 것을 특징으로 한다.

[0033] 앞선 실시예와 관련하여 이미 설명한 바와 같이, 열 수송유닛인 히트 파이프(30)가 삽입되도록 구성된 삽입구(24)는, 핵 연료 집합체(25)에 이미 존재하던 삽입구에 해당한다. 즉, 본 실시예에 의한 히트 파이프 삽입구(24)는 핵 연료의 출력을 조절하는 제어봉과 계측기를 위해 핵 연료 집합체에 이미 존재하던 삽입구이며, 본 실시예에 의한 잔열 냉각 시스템은 이러한 삽입구를 이용하여 히트 파이프(30)와 같은 열 수송유닛을 삽입하여 사용 후 핵연료 건식 저장시설(저장유닛; 20) 상부에 존재하는 히트파이프 냉각핀(40)과 열적으로 커플링시켜 내부 잔열을 효율적으로 제거하는 방식이다.

[0034] 마찬가지로, 사용 후 핵연료의 임계안전성을 향상시킬 수 있도록 상기 열 수송유닛은 중성자 흡수체(Inconel)의 물질을 포함하도록 구성되는 것이 바람직하다.

[0035] 이와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어

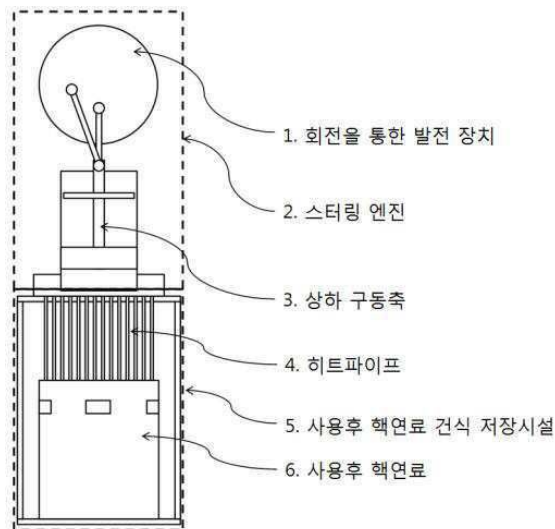
정해져서는 안되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

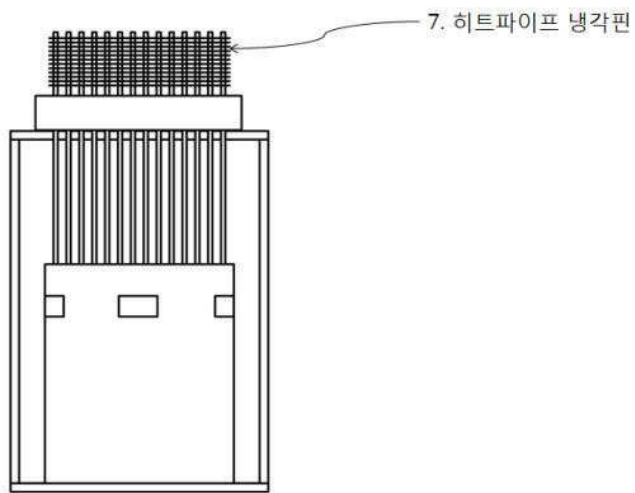
- [0036]
- 10 발전유닛(가령, 스테링 엔진)
 - 11 회전을 통한 발전장치 12 상하 구동축
 - 20 사용 후 핵연료 저장유닛
 - 21 사용 후 핵연료 22 사용 후 핵연료 건식 저장시설
 - 23 사용 후 핵연료 단면 24 히트 파이프 삽입구
 - 25 사용 후 핵연료 집합체
 - 30 열 수송유닛(가령, 히트 파이프)

도면

도면1



도면2



도면3

