



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0054304
(43) 공개일자 2019년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F28D 20/02 (2006.01) F28D 1/02 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F28D 20/023 (2013.01)
F28D 1/0206 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0150418
(22) 출원일자 2017년11월13일
심사청구일자 2017년11월13일

(71) 출원인
(주)에너지허브
경기도 용인시 수지구 포은대로 229, 상가동301호(상현동)
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
나인식
경기도 용인시 기흥구 이현로30번길 7, 107동101호(보정동, 솔피마을 현대홈타운아파트)
(72) 발명자
정해용
서울특별시 강남구 논현로 213 (역삼역키 아파트 104동 710호)
나인식
경기도 용인시 기흥구 이현로30번길 7, 107동101호(보정동, 솔피마을 현대홈타운아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
안재열

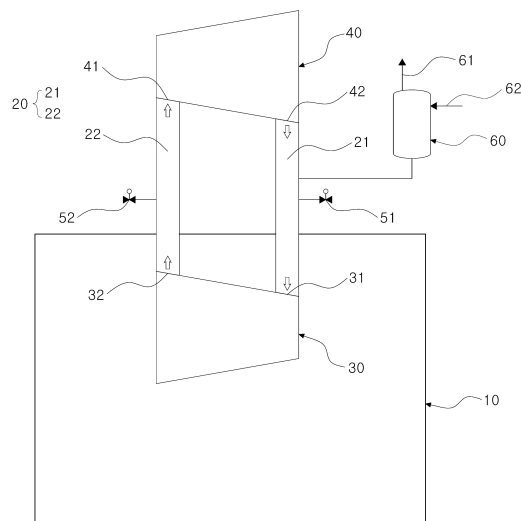
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 캡슐형태의 상변환물질을 이용한 피동냉각 열교환 시스템

(57) 요약

본 발명은 냉각 대상의 내부로 연통된 인입부와 외부로 연통된 배출부를 포함하며, 내/외부에 유체와 캡슐이 수용되는 배관; 상기 냉각 대상 내부에 구비되는 배관에 연결된 내부열교환기; 및 상기 냉각 대상 외부에 구비되는 배관에 연결된 외부열교환기;를 포함하여 구성되되, 상기 캡슐은 내부에 상변환물질(PCM)이 저장되어, 액체 상태 또는 고체 상태로 상변환이 이루어져 달라지는 부피변화에 따라 배관 내의 밀도 차이로 인하여, 상기 냉각 대상 내부와 외부로 순환되면서 냉각 대상 내부의 열을 외부로 배출시키는 것을 기술적 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
F28D 2021/0028 (2013.01)

(72) 발명자

나윤빈

경기도 용인시 기흥구 이현로 30번길 7, 107동 10
1호(보정동, 솔피마을현대홈타운아파트)

나지원

경기도 용인시 기흥구 이현로 30번길 7, 107동 10
1호(보정동, 솔피마을현대홈타운아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

냉각 대상(10)의 내부로 연통된 인입부(21)와 외부로 연통된 배출부(22)를 포함하며, 내/외부에 유체와 캡슐(100)이 수용되는 배관(20);

상기 냉각 대상(10) 내부에 구비되는 배관(20)에 연결된 내부열교환기(30); 및

상기 냉각 대상(10) 외부에 구비되는 배관(20)에 연결된 외부열교환기(40);를 포함하여 구성되되,

상기 캡슐(100)은

내부에 상변환물질(PCM)이 저장되어, 액체 상태 또는 고체 상태로 상변환이 이루어져 달라지는 부피변화에 따라 배관(20) 내의 밀도 차이로 인하여, 상기 냉각 대상(10) 내부와 외부로 순환되면서 냉각 대상(10) 내부의 열을 외부로 배출시키는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 캡슐(100)은

내부에 기체층(110)이 형성된 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 캡슐(100) 내부에 형성되는 기체층(110)의 비율은 다음식,

$$\frac{\rho_{PCM,L} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,L} - \rho_{gas}} \leq \text{기체층부피비율} \left(\frac{V_{gas}}{V_{capsule}} \right) \leq \frac{\rho_{PCM,S} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,S} - \rho_{gas}}$$

(여기에서, ρ 는 밀도, V 는 부피, 아래 첨자 PCM,L은 캡슐내 PCM의 액체 상태, PCM,S는 캡슐내 PCM의 고체 상태, liquid는 유체, gas는 기체이다.)

을 만족하는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 캡슐(100) 내부에 형성되는 기체층(110)의 비율은 다음식,

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{PCM,L} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,L} - \rho_{gas}} - \frac{\rho_{PCM,L} - \rho_{shell}}{\rho_{PCM,L} - \rho_{gas}} \times \frac{V_{shell}}{V_{capsule}} \leq \text{기체층부피비율} \left(\frac{V_{gas}}{V_{capsule}} \right) \\ & \leq \frac{\rho_{PCM,S} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,S} - \rho_{gas}} - \frac{\rho_{PCM,S} - \rho_{shell}}{\rho_{PCM,S} - \rho_{gas}} \times \frac{V_{shell}}{V_{capsule}} \end{aligned}$$

(여기에서, ρ 는 밀도, V 는 부피, 아래 첨자 PCM,L은 캡슐내 PCM의 액체 상태, PCM,S는 캡슐내 PCM의 고체

상태, shell은 캡슐 shell, liquid는 유체, gas는 기체이다.)

을 만족하는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 기체층(110)은

경질의 기체캡슐 내부에 형성되어, 상기 기체캡슐이 캡슐(100) 내부에 구비되는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 배관(20)은

냉각 대상(10) 외부에 구비되는 배관(20)을 따라 이송되는 캡슐(100)이 상기 인입부(21)를 통해 냉각 대상(10) 내부로 인입되도록 하기 위한 체크밸브(51); 및

냉각 대상(10) 내부에 구비된 배관(20)을 따라 이송되는 캡슐(100)이 냉각 대상(10) 외부에 구비되는 배관(20)을 따라 이송되도록 하기 위한 체크밸브(52);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 배관(20)의 경로 중 배출부(22)가 구비되는 부분에 완충탱크(60)가 더 구비되며,

상기 완충탱크(60)는

냉각 대상(10) 내부 기체를 외부로 배출시키는 릴리프밸브(61); 및

외부의 공기가 인입되도록 하는 에어밸브(62);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 내부열교환기(30)는

상기 캡슐(100)이 내부로 인입되도록 하는 내부열교환기인입부(31)와 캡슐(100)이 외부로 배출되도록 하는 내부열교환기배출부(32)를 포함하여 구성되며,

상기 외부열교환기(40)는

상기 캡슐(100)이 내부로 인입되도록 하는 외부열교환기인입부(41)와 캡슐(100)이 외부로 배출되도록 하는 외부열교환기배출부(42)를 포함하여 구성되며,

상기 내부열교환기(30)는 사다리꼴 형태로 이루어져 내부열교환기인입부(31)가 형성되는 높이보다 내부열교환기배출부(32)가 형성되는 높이가 높게 이루어지며,

상기 외부열교환기(40)는 사다리꼴 형태로 이루어져 외부열교환기인입부(41)가 형성되는 높이보다 외부열교환기배출부(42)가 형성되는 높이가 낮게 이루어지는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 내부열교환기(30) 및 외부열교환기(40) 각각은 상측과 하측면이 기울어진 형태의 사다리꼴 형태로 이루어 지되,

기울어진 면의 경사각은 10도 이상인 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 내부열교환기(30) 및 외부열교환기(40)은 내부에 다수의 열교환통로(33, 34)가 각각 형성되되,

상기 열교환통로(33, 34) 각각은 사이사이의 간격(L)이 상기 상변환물질(PCM)이 액체 상태일 때의 캡슐(100) 지름(D)보다 2배 이상인 것을 특징으로 하는 열교환 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 냉각 대상의 내부와 외부를 순환하면서 간접열교환에 의해 열교환을 수행하는 열교환 시스템에 관한 것이다.

[0002] 더욱 상세하게는, 냉각 대상 내부와 외부를 연결하는 배관이 구비되고, 상기 배관 내에 상변환물질(PCM)이 저장 된 캡슐이 구비됨에 따라, 상변환물질(PCM)의 상변환시 발생하는 상들 간의 현저한 밀도 차에 의해 캡슐이 배관 을 따라 자연대류 순환하면서 열교환이 이루어지도록 함으로써, 별도의 운전원 조치나 외부전원 등의 능동형 기 기들의 사용 없이 상변환물질(PCM)을 이용하여 피동적으로 냉각 대상의 압력 및 온도 상승을 효과적으로 감소시 켜 냉각 대상의 건전성을 유지하고 안전성을 도모할 수 있는 열교환 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 일반적으로 열교환 시스템은 냉각 대상이 열매체가 순환하는 과정에서 유체와의 열접촉을 통해 열교환이 이루어 지도록 함으로써, 유체의 열에너지를 원하는 목적에 따라 흡열 또는 가열하는 기능을 수행하도록 구성된다.

[0005] 이러한 열교환 시스템은 구조나 열교환 방법에 따라 다양한 종류로 분류되는데, 다관식 열교환기(Shell&Tube Heat Exchanger), 블록식 열교환기 (Block Type Heat Exchanger), 자켓트식 열교환기(Jacketed Type Heat Exchanger), 공냉식 열교환기(Air Cooled Heat Exchanger), 스파이럴 열교환기(Spiral Type Heat Exchanger), 판형식 열교환기(plate Heat Exchanger) 등이 있다.

[0007] 수냉식 열교환기는 액체인 냉각수를 냉각 매체로 한 열교환기이며, 펌프를 이용하여 전열면 외표면에 유체를 강 제 유동시켜 내부 유체를 냉각시키는 구조로 이루어진다. 반면, 공냉식 열교환기는 액체인 냉각수 대신 기체인 공기를 냉각 매체로 한 열교환기로서, 팬을 이용하여 전열면 외표면에 공기를 강제 통풍시켜 내부 유체를 냉각 시키는 구조로 이루어진다.

[0008] 이러한 수/공냉식 열교환기는 펌프/팬을 구동하여 유체가 순환되도록 하며, 순환되는 유체가 냉각 대상 내부의 열 매체와 접촉되도록 함으로써, 열교환이 이루어지도록 한다.

[0010] 그러나 종래 수/공냉식 열교환기는 유체를 순환시키기 위해 펌프/팬을 강제로 가동해야 하는데, 이때, 지속 적인 열교환을 위해서는 가동을 유지하기 위해 별도의 동력을 필요로 함으로써, 전력의 과다 소비로 이어지질 수 있으며, 별도의 운전원을 항시 대기시켜야 하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1541781호(2015.07.29.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 냉각 대상 내부와 외부에 연결하는 배관이 구비되고, 상기 배관 내에 상변환물질(PCM)이 저장된 캡슐이 구비됨에 따라, 상변환물질(PCM)의 상변환시 발생하는 상들 간의 현저한 밀도 차에 의해 캡슐이 배관을 따라 자연대류 순환하면서 열교환이 이루어지도록 함으로써, 별도의 운전원 조치나 외부전원 등의 능동형 기기들의 사용 없이 상변환물질(PCM)을 이용하여 피동적으로 냉각 대상의 압력 및 온도 상승을 효과적으로 감소시켜 냉각 대상의 건전성을 유지하고 안전성을 도모할 수 있는 열교환 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 위와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 따른 열교환 시스템은 냉각 대상의 내부로 연통된 인입부와 외부로 연통된 배출부를 포함하며, 내/외부에 유체와 캡슐이 수용되는 배관; 상기 냉각 대상 내부에 구비되는 배관에 연결된 내부열교환기; 및 상기 냉각 대상 외부에 구비되는 배관에 연결된 외부열교환기;를 포함하여 구성되되, 상기 캡슐은 내부에 상변환물질(PCM)이 저장되어, 액체 상태 또는 고체 상태로 상변환이 이루어져 달라지는 부피변화에 따라 배관 내의 밀도 차이로 인하여, 상기 냉각 대상 내부와 외부로 순환되면서 냉각 대상 내부의 열을 외부로 배출시키는 것을 특징으로 하는 열교환 시스템을 제공함으로써, 기술적 과제를 해결하고자 한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명은 상변환물질(PCM)을 이용하여 냉각 대상 내부의 열을 피동적으로 제거할 수 있는 현저한 효과를 보유하고 있다.

[0018] 또한, 본 발명은 최종 열제거원으로 냉각 대상의 외부 대기 등을 이용함으로써, 전기 또는 냉각수의 공급과 같은 별도의 운전원조치를 필요로 하지 않아 외부동력없이 냉각이 가능한 현저한 효과를 보유하고 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 상변환물질(PCM)이 저장된 캡슐이 냉각 대상의 내/외부 온도 범위에서 상변환시 발생하는 상들 간의 현저한 밀도 차에 의해 자연대류 순환되도록 함으로써, 시간제한 없이 장기적으로 냉각 수행이 가능한 현저한 효과를 보유하고 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 상변환물질(PCM)이 저장된 캡슐 내부에 기체층을 형성하고, 상변환시 상기 기체층에 의해 밀도가 조절되도록 함으로써, 밀도 차이로 인한 자연대류를 효율적으로 증진시킬 수 있는 효과를 보유하고 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 열교환 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 캡슐이 액체 상태인 경우와 고체 상태인 경우를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 내부열교환기를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 내부열교환기와 외부열교환기를 나타낸 평면측 단면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 외부열교환기를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 내부열교환기와 외부열교환기의 다른 예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 실시예들에 대한 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0025] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 안되며, 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.
- [0027] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것이 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0029] 이하, 도면을 참조하여 설명하기에 앞서, 본 발명의 요지를 드러내기 위해서 필요하지 않은 사항, 즉 통상의 지식을 가진 당업자가 자명하게 부가할 수 있는 공지 구성에 대해서는 도시하지 않거나, 구체적으로 기술하지 않았음을 밝혀둔다.
- [0031] 본 발명은 냉각 대상(10) 내부와 외부를 연결하는 배관(20)이 구비되고, 상기 배관(20) 내에 상변환물질(PCM)이 저장된 캡슐(100)이 구비됨에 따라, 상변환물질(PCM)의 상변환시 발생하는 상들 간의 현저한 밀도 차에 의해 캡슐(100)이 배관(20)을 따라 자연대류 순환하면서 열교환이 이루어지도록 함으로써, 별도의 운전원 조치나 외부 전원 등의 능동형 기기들의 사용 없이 상변환물질(PCM)을 이용하여 피동적으로 냉각 대상(10)의 압력 및 온도 상승을 효과적으로 감소시켜 냉각 대상(10)의 건전성을 유지하고 안전성을 도모할 수 있는 열교환 시스템에 관한 것이다.
- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 열교환 시스템에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0035] 도 1은 본 발명에 따른 열교환 시스템의 개략도이고, 도 2는 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 캡슐이 액체 상태인 경우와 고체 상태인 경우를 나타낸 도면이며, 도 3은 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 내부열교환기를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 내부열교환기와 외부열교환기를 나타낸 평면측 단면도이며, 도 5는 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 외부열교환기를 나타낸 도면이다.
- [0037] 먼저, 본 명세서에서 상변환물질(PCM)은 고체 상태에서 액체 상태로 상변환시 열을 흡수하고, 액체 상태에서 고체 상태로 상변환시 열을 방출하는 기능을 수행하는 의미로 명시되었으며, 온도의 변화에 따라 상(phase)이 변하는 PCM(phase change material)과 동일한 의미로 기재되었음을 밝혀둔다.
- [0038] 또한, 냉각 대상(10)은 내부와 외부의 열교환을 통해 안전성을 도모함에 있어, 냉각기능을 필요로 하는 건물 또

는 기기 등을 의미한다.

- [0040] 본 발명에 따른 열교환 시스템은 냉각 대상(10)으로 유입되는 열에너지를 외부로 배출시켜 냉각 대상(10) 내부의 온도와 압력 상승에 의해 초래될 수 있는 냉각 대상(10)을 감시하는 계측기기들과 안전계통의 기능상실 및 건물, 기기 등의 건전성 위협을 미연에 방지하기 위한 것으로, 배관(20), 내부열교환기(30), 외부열교환기(40) 및 상기 배관(20)에 수용되어 이송되는 유체와 캡슐(100)을 포함하여 구성된다.
- [0042] 배관(20)은 도 1에 도시된 바와 같이, 냉각 대상(10)의 내부로 연통된 인입부(21)와 외부로 연통된 배출부(22)를 포함하되, 상기 인입부(21)와 배출부(22)를 통해 배관(20)의 일부분이 냉각 대상(10) 내부로 구비되도록 하고, 나머지 일부분이 냉각 대상(10) 외부로 구비되도록 함으로써, 상기 배관(20)이 냉각 대상(10) 내부와 외부로 연통할 수 있도록 구비된다.
- [0043] 이러한 인입부(21)는 후술되는 내부열교환기(30)의 내부열교환기인입부(31)와 외부열교환기(40)의 외부열교환기배출부(42)와 연결되며, 배출부(22)는 내부열교환기(30)의 내부열교환기배출부(32)와 외부열교환기(40)의 외부열교환기인입부(41)와 연결될 수 있다.
- [0044] 이에, 배관(20)에 수용되어 이송되는 캡슐(100)은 내부열교환기(30), 내부열교환기배출부(32), 배출부(22), 외부열교환기인입부(41), 외부열교환기(40), 외부열교환기배출부(42), 인입부(21), 내부열교환기인입부(31)를 순차적으로 통과하면서 순환이 이루어진다.
- [0046] 설계조건에 따라, 배관(20)은 내식성이 우수하여 녹이 잘 슬지 않으며, 내구성이 강해 쉽게 휘거나 찌그러지지 않고, 내마모성이 높으며, 저온특성이 우수하고, 내화 및 내열성이 높아 약 1400도를 넘는 온도에도 강도를 유지할 수 있으며, 내 산화성이 크고, 가공성 및 경제성이 우수한 재질로 이루어질 수 있다.
- [0047] 바람직하게, 배관(20)은 스테인리스 스틸(stainless steel)로 이루어질 수 있음은 물론이다.
- [0049] 한편, 배관(20)에 수용되는 캡슐(100)은 상기 배관(20)을 따라 순환하면서 냉각 대상(10) 내부의 열을 흡수하여 배출부(22)를 통해 냉각 대상(10) 외부로 이송되며, 빼앗은 열을 외부로 방출시키는 기능을 수행한다.
- [0050] 여기에서, 캡슐(100)은 도 2를 참조하여 설명하면, 온도의 변화에 따라 상(phase)이 변하는 PCM(Phase change material)이 외부와 격리되는 탄성 재질의 캡슐 내부에 포함된 형태로 이루어지는 것으로, 고체 상태에서 액체 상태로 변하거나 또는 액체 상태에서 고체 상태로 변하는 과정에서 열을 흡수하거나 흡수한 열을 방출시키는 기능을 수행한다.
- [0052] 이때, 캡슐(100)은 탄성이 있는 연질의 재질로 이루어져 내부에 저장된 상변환물질(PCM)이 상변환됨에 따라 형상의 변화가 가능하고, 외부 온도를 내부에 저장된 상변환물질(PCM)이 용이하게 흡수하고 방출시킬 수 있도록 열전달이 우수하며, 가벼운 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0053] 이러한 캡슐(100)은 배관(20) 내에 유체와 함께 수용되며, 유체 100중량부에 대하여 캡슐(100) 1 ~ 300 중량부로 구성될 수 있다.
- [0054] 유체 100중량부에 대하여 캡슐(100)이 1 중량부 미만이면, 냉각 대상(10) 내부의 열을 흡수하는 정도가 미미하여 열 방출 효과를 크게 얻을 수 없으며, 유체 100중량부에 대하여 캡슐(100)이 300 중량부를 초과하면, 캡슐(100)이 유체에 비례하여 배관(20) 내부에 많이 수용됨으로써 이송이 원활하지 못하는 문제점이 있다.
- [0056] 또한, 캡슐(100) 내에 저장되는 상변환물질(PCM)은 유기계 PCM, 무기계 PCM, 공융 PCM 또는 이중 둘 이상의 혼합물로 이루어질 수 있다.

- [0058] 유기계 PCM은 유사한 용해, 자가 핵형성을 가지며, 화학적으로 안정하고 상분리가 잘 일어나지 않는 온도범위를 가지는 이점이 있다. 그러나 낮은 잠열 용적을 나타내므로 후술되는 무기계 PCM과 적절하게 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.
- [0059] 또한, 상기 유기계 PCM은 파라핀계 PCM 및/또는 비파라핀계 PCM일 수 있다. 구체적으로, 비파라핀계 PCM으로는 1-dodecanol, 1-tetradecanol, vinyl acetate 등이 있다.
- [0061] 무기계 PCM은 단위 체적당 높은 잠열을 가지며 부피가 작고 비인화성인 물질이다. 상기 무기계 PCM은 이의 비체한적인 예로써, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{KF} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}(\text{CH}_3\text{COO}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 등이 있으나 특별히 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0063] 공융 PCM은 둘 이상의 성분의 혼합물인 것으로서 최저 온도에서 용해하는 공융 혼합물의 특성을 갖는다. 이러한 공융 PCM은 액화되는 속도가 빨라 냉매와 빠르게 열교환이 되는 장점이 있다. 상기 공융 PCM은 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 의 공융 PCM, 우레아(urea)와 아세트아미드(acetamide)의 공융 PCM, CaCl_2 , NaCl , KCl 및 H_2O 의 공융 PCM, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 의 공융 PCM, $\text{Na}(\text{CH}_3\text{COO}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{CO}(\text{NH}_2)$ 의 공융 PCM, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 와 NH_4NO_3 의 공융 PCM, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 와 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 의 공융 PCM 및 나프탈렌(Naphthalene)과 벤조산(Benzoic acid)의 공융 PCM을 예로 들 수 있으나 특별히 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0065] 설계조건에 따라, 도 2를 참조하여 설명하면, 캡슐(100)은 내부에 기체층(110)이 형성될 수 있다.
- [0066] 이러한 기체층(110)은 캡슐(100)이 내부열교환기(30)에 위치할 때, 캡슐(100) 내의 상변환물질(PCM)은 액체 상태가 되고, 액체 상태의 상변환물질(PCM)과 기체층(110) 부력의 합에 의해 캡슐(100)이 유체 위로 떠오를 수 있을 만큼 많은 양의 기체가 주입된다.
- [0067] 반면, 캡슐(100)이 외부열교환기(40)에 위치할 때, 캡슐(100) 내의 상변환물질(PCM)은 고체 상태가 되고, 고체 상태의 상변환물질(PCM)과 기체층(110) 부력의 합에 의하여 캡슐(100)이 유체 아래로 가라앉는 만큼 적은 양의 기체가 주입되어야 한다.
- [0068] 즉 상기 캡슐(100) 내부에 형성되는 기체층(110)의 비율은 다음 수학식 1을 만족하는 범위 내에서 이루어지는 것이 바람직하다.

수학식 1

$$\frac{\rho_{PCM,L} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,L} - \rho_{gas}} \leq \text{기체층부피비율} \left(\frac{V_{gas}}{V_{capsule}} \right) \leq \frac{\rho_{PCM,S} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,S} - \rho_{gas}}$$

[0069]

- [0070] (여기에서, ρ 는 밀도, V 는 부피, 아래 첨자 PCM,L은 캡슐내 PCM의 액체 상태, PCM,S는 캡슐내 PCM의 고체 상태, liquid는 유체, gas는 기체이다.)
- [0071] 이에, 캡슐(100) 내에 저장된 상변환물질(PCM)은 내부에 형성된 기체층(110)에 의해 상변환물질(PCM)이 액체 상태인 경우, 유체보다 가벼워 떠오를 수 있게 되고, 반대로, 고체 상태인 경우, 유체보다 무거워 가라앉을 수 있게 된다.
- [0073] 한편, 상기 수학식 1은 캡슐(100)의 셸(shell) 부피와 무게를 고려하지 않은 상태에서 기체층(110)의 비율을 구하였으나, 상기 셸(shell)의 부피 및 무게를 고려하여 기체층(110)의 비율을 구할수도 있다.
- [0074] 이를 아래의 수학식을 통해 상세히 설명하면,

[0075] 캡슐 셸(shell)의 부피 및 무게를 고려한 상태에서 캡슐(100) 내부에 형성되는 기체층(110)의 비율은 다음 수학적 식 2를 만족하는 범위 내에서 이루어질 수 있다.

수학적 식 2

$$\begin{aligned} & \frac{\rho_{PCM,L} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,L} - \rho_{gas}} - \frac{\rho_{PCM,L} - \rho_{shell}}{\rho_{PCM,L} - \rho_{gas}} \times \frac{V_{shell}}{V_{capsule}} \leq \text{기체층부피비율} \left(\frac{V_{gas}}{V_{capsule}} \right) \\ & \leq \frac{\rho_{PCM,S} - \rho_{liquid}}{\rho_{PCM,S} - \rho_{gas}} - \frac{\rho_{PCM,S} - \rho_{shell}}{\rho_{PCM,S} - \rho_{gas}} \times \frac{V_{shell}}{V_{capsule}} \end{aligned}$$

[0076]

[0077] (여기에서, ρ 는 밀도, V 는 부피, 아래 첨자 PCM,L은 캡슐내 PCM의 액체 상태, PCM,S는 캡슐내 PCM의 고체 상태, shell은 캡슐 셸(shell), liquid는 유체, gas는 기체이다.)

[0079] 상기에서 서술한 바와 같이, 캡슐(100) 내에 저장되는 기체층(110)의 비율이 수학적 식 1 또는 수학적 식 2를 만족하는 범위 내에서 이루어지는 경우, 캡슐(100) 내에 저장된 상변환물질(PCM)이 고체 상태일 때, 유체보다 무거운 상태임을 알 수 있으며, 반대로, 액체 상태일 때, 유체보다 가벼운 상태임을 알 수 있다.

[0081] 이에 따라, 캡슐(100)은 배관(20)을 따라 이송되되, 인입부(21)를 통해 냉각 대상(10) 내부로 캡슐(100)이 이송되면, 상변환물질(PCM)은 후술되는 내부열교환기(30)에서 고체 상태에서 액체 상태로 상변환되면서 냉각 대상(10) 내부의 열을 빼앗아 흡수하게 된다. 이때, 내부열교환기(30)에서 상변환을 일으켜 발생된 상들 간의 현저한 밀도 차에 의해 캡슐(100)은 유체보다 가벼워져 부력에 의해 떠오르게 되고 배관(20)을 따라 이송되므로, 상기 밀도 차에 의해서 생기는 자연대류에 의해 이송된다.

[0082] 또한, 자연대류에 의해 이송되는 캡슐(100)은 배관(20)을 따라 이송되면서 후술되는 외부열교환기(40)에서 액체 상태에서 고체 상태로 상변환되면서, 응고되어 대기로 열을 방출하며, 액체 상태에서 고체 상태로 상변환되면서 상들 간의 현저한 밀도차가 다시 발생하여 냉각재의 대류를 가속시켜 계통 내부의 순환 속도를 현저히 증가시킨다.

[0083] 열을 방출하면서 상변환된 고체 상태의 캡슐(100)은 배관(20)을 따라 이송되면서 자연대류 순환에 의해 다시 인입부(21)로 이송된다.

[0084] 이와 같은 과정을 통해, 캡슐(100)은 배관(20)을 따라 자연대류에 의해 이송되며, 순환하게 된다.

[0085] 부연하면, 자연대류에 의해 이송되는 캡슐(100)은 상변환물질(PCM)의 상변환을 통해 액체 상태 또는 고체 상태일 때 유체보다 가볍거나 또는 유체보다 무거운 상태의 변화, 즉 기체층(110)에 의한 밀도 조절을 통해 열전달이 향상될 뿐만 아니라, 극대화된 밀도 차이로 인하여 자연대류를 보다 효과적으로 증진시킬 수 있다.

[0087] 따라서, 본 발명에 따른 열교환 시스템에서의 캡슐(100)은 배관(20) 내에서 보다 효율적으로 자연대류가 이루어지도록 할 수 있다.

[0088] 즉 PCM캡슐(100)은 고체 상태일 때와 액체 상태일 때의 각각의 밀도 차이로 인해 자연대류를 증진시킬 수 있어, 본 발명에 따른 열교환 시스템에 따른 열 흡수 및 열 배출과정을 효율적으로 수행할 수 있도록 한다.

[0090] 한편, 기체층(110)은 외부의 압력에 의하여 부피가 변화하는데, 자연 대류에 의해 순환하는 캡슐(100) 내에서 기체층(110) 부피 변화의 영향을 제거하기 위하여, 설계조건에 따라서는 기체층(110)을 경질의 기체캡슐(도면에 미표시)에 삽입하고, 기체층(110)이 삽입된 기체캡슐을 캡슐(100) 내에 배치시켜 구성될 수도 있다.

- [0092] 설계조건에 따라, 냉각 대상(10)의 외부에 구비되되, 배관(20)의 경로 중 인입부(21)가 구비되는 부분과 배출부(22)가 구비되는 부분에 각각 체크밸브(51, 52)가 구비될 수 있다.
- [0093] 이러한 체크밸브(51, 52)는 유체를 한쪽 방향으로만 흐르게 하고 반대 방향으로 흐르지 못하도록 하는 밸브로, 배관(20)에 수용된 캡슐(100)이 인입부(21)와 배출부(22)를 순차적으로 순환하도록 일방향으로 이송될 수 있도록 한다.
- [0095] 그러나 체크밸브(51, 52)를 설치하는 것은 피동적으로 순환되는 캡슐(100)의 흐름에 방해 요인이 될 수 있기에, 필요시에만 설치할 수 있음은 물론이다.
- [0097] 나아가, 배관(20)에 연결되는 완충탱크(60)가 구비될 수 있다.
- [0098] 이러한 완충탱크(60)는 배관(20)에 연결되어, 상변환물질(PCM)이 상변환하는 과정에서 발생하는 부피변화를 수용하고 불순물이 계통내부로 유입되는 것을 방지하는 기능을 수행한다.
- [0100] 이때, 완충탱크(60)는 릴리프밸브(relief valve, 61) 및 에어밸브(air valve, 62)가 더 구비될 수 있다.
- [0101] 릴리프밸브(61)는 배관(20)과 완충탱크(60) 내부의 압력이 소정 압력 이상이 되었을 때 계통내부 유체를 외부로 분출되도록 함으로써, 계통 압력이 설계압력을 초과하는 것을 방지할 수 있어 계통의 건전성을 유지시킨다.
- [0102] 에어밸브(62)는 외부의 공기를 완충탱크(60) 및 배관(20) 내부로 유입되도록 함으로써, 계통 내부의 음압을 방지할 수 있다.
- [0104] 더 나아가, 완충탱크(60)에 의한 가스 배출 및 공기 유입은 배관(20) 내부의 압력을 체크하고, 상기 체크된 압력 값에 의해 피동적으로 동작되도록 구성될 수 있음은 물론이다.
- [0105] 이에 따라, 배관(20)을 순환하는 캡슐(100)에 저장된 상변환물질(PCM)이 액체 상태 또는 고체 상태로 상변환됨에 따라, 팽창 또는 수축이 발생되어도, 배관(20) 내의 일정한 압력을 유지할 수 있도록 할 수 있다.
- [0107] 내부열교환기(30)는 캡슐(100)이 내부로 인입되도록 하는 내부열교환기인입부(31)와 캡슐(100)이 외부로 배출되도록 하는 내부열교환기배출부(32)를 포함하여 구성되며, 사다리꼴 형태로 이루어질 수 있다.
- [0108] 이때, 내부열교환기(30)는 도 3에 도시된 바와 같이, 상측면과 하측면이 기울어진 형태의 사다리꼴로 이루어질 수 있으며, 내부열교환기인입부(31)가 형성되는 높이보다 내부열교환기배출부(32)가 형성되는 높이가 높게 형성될 수 있다.
- [0109] 바람직하게, 내부열교환기(30)는 상측면과 하측면이 기울어진 형태로 이루어지되, 기울어진 면의 경사각은 약 10도 이상으로 이루어질 수 있다.
- [0110] 이에, 캡슐(100)이 내부열교환기(30)를 통해 순환하는 예를 도 3을 참조하여 상세히 설명하면, 상변환물질(PCM)이 고체 상태인 캡슐(100)은 후술되는 외부열교환기(40)로부터 배출되어 인입부(21)를 통해 냉각 대상(10) 내부로 이송되되, 내부열교환기인입부(31)를 통해 내부열교환기(30) 내로 이송된다.
- [0111] 이때, 내부열교환기(30) 내로 이송된 캡슐(100)은 상변환물질(PCM)이 고체 상태에서 액체 상태로 상변환되는 과정에서, 캡슐(100) 중 유체보다 무거운 상태의 캡슐(100)은 내부열교환기(30)의 기울어진 형태의 하측면을 따라 내부열교환기배출부(32)의 하측 부분으로 이동되도록 유도하고, 유체보다 가벼운 상태의 캡슐(100)은 내부열교환기(30)의 기울어진 형태의 상측면을 따라 내부열교환기배출부(32) 측으로 이동되도록 유도함으로써, 냉각 대상(10) 내부의 열을 흡수하면서 상변환물질(PCM)은 고체 상태에서 액체 상태로 상변환이 완전히 이루어지며, 이에, 유체보다 가벼워져 유체 위로 캡슐(100)이 떠오르게 되고, 내부열교환기배출부(32) 측으로 이동이 유도된 캡슐(100)은 상기 내부열교환기배출부(32)를 통해 외부로 이송된다.
- [0112] 따라서 내부열교환기(30)로 이송된 캡슐(100)은 내부에 저장된 상변환물질(PCM)이 고체 상태에서 액체 상태로

상변환됨에 따라, 사다리꼴로 형성된 내부열교환기(30)의 형태적 특성에 의해 내부열교환기배출부(32)로 원활하게 이동될 수 있도록 유도함으로써, 자연대류 효과를 보다 증진시킬 수 있다.

- [0114] 설계조건에 따라, 내부열교환기(30)는 도 4를 참조하여 설명하면, 내부에 다수의 열교환통로(33)가 형성되되, 상기 열교환통로(33)의 사이사이 간격(L)은 상변환물질(PCM)이 액체 상태일 때의 캡슐(100) 지름(D)보다 2배 이상으로 이루어질 수 있다.
- [0115] 이에, 내부열교환기(30)로 이송된 캡슐(100)이 순환되는 과정에서 캡슐(100)이 움직이는 공간을 충분히 확보하여 상기 열교환통로(33)와의 간섭을 최소화함으로써, 원활한 순환이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0117] 나아가, 내부열교환기(30)는 도면에 상세히 도시하지 않았으나, 열교환통로(33)가 외부와 연결된 형태로 이루어져 냉각 대상(10) 내부의 열원이 상기 열교환통로(33)를 통해 내부열교환기(30) 내측으로 이동되도록 할 수 있다.
- [0118] 이에, 냉각 대상(10) 내부의 열원이 다수 개 구비된 열교환통로(33)를 통과하면서 내부열교환기(30) 내의 캡슐(100)에 저장된 상변환물질(PCM)에게 열을 빼앗기게 되고, 상기 상변환물질(PCM)은 고체 상태에서 액체 상태로 상변환되도록 한다.
- [0120] 외부열교환기(40)는 캡슐(100)이 내부로 인입되도록 하는 외부열교환기인입부(41)와 캡슐(100)이 외부로 배출되도록 하는 외부열교환기배출부(42)를 포함하여 구성되며, 내부열교환기(30)에 대응되도록 사다리꼴 형태로 이루어질 수 있다.
- [0122] 이때, 외부열교환기(40)는 도 5에 도시된 바와 같이, 상측면과 하측면이 기울어진 형태의 사다리꼴로 이루어질 수 있으며, 외부열교환기인입부(41)가 형성되는 높이보다 외부열교환기배출부(42)가 형성되는 높이가 낮게 이루어질 수 있다.
- [0123] 바람직하게, 외부열교환기(40)는 상측면과 하측면이 기울어진 형태로 이루어지되, 기울어진 면의 경사각은 약 10도 이상으로 이루어질 수 있다.
- [0124] 이에, 캡슐(100)이 외부열교환기(40)를 통해 순환하는 예를 도 5를 참조하여 설명하면, 상변환물질(PCM)이 액체 상태인 캡슐(100)은 내부열교환기(30)로부터 배출되어 배출부(22)를 통해 냉각 대상(10) 외부로 이송되되, 외부열교환기인입부(41)를 통해 외부열교환기(40) 내로 이송된다.
- [0125] 이때, 외부열교환기(40) 내로 이송된 캡슐(100)은 상변환물질(PCM)이 액체 상태에서 고체 상태로 상변환되는 과정에서, 캡슐(100) 중 유체보다 가벼운 상태의 캡슐(100)은 외부열교환기(40)의 기울어진 형태의 상측면을 따라 외부열교환기배출부(42)의 상측 부분으로 이동되도록 유도하고, 유체보다 무거운 상태의 캡슐(100)은 외부열교환기(40)의 기울어진 형태의 하측면을 따라 외부열교환기배출부(42) 측으로 이동되도록 유도함으로써, 외부열교환기(40)에서 흡수한 열을 방출하고 상변환물질(PCM)은 액체 상태에서 고체 상태로 상변환이 완전히 이루어지며, 이에, 유체보다 무거워져 유체 아래로 가라앉게 되고, 외부열교환기배출부(42) 측으로 이동이 유도된 캡슐(100)은 상기 외부열교환기배출부(42)를 통해 외부로 이송된다.
- [0126] 따라서 외부열교환기(40)로 이송된 캡슐(100)은 저장된 상변환물질(PCM)이 액체 상태에서 고체 상태로 상변환됨에 따라, 사다리꼴로 형성된 외부열교환기(40)의 형태적 특성에 의해 외부열교환기배출부(42)로 원활하게 이동될 수 있도록 유도함으로써, 자연대류 효과를 보다 증진시킬 수 있다.
- [0128] 설계조건에 따라, 외부열교환기(40)는 내부에 다수의 열교환통로(43)가 형성되되, 상기 열교환통로(43)의 사이사이 간격은 상변환물질(PCM)이 액체 상태일 때의 캡슐(100) 지름보다 2배 이상으로 이루어질 수 있다.
- [0130] 한편, 도 1 내지 도 5를 통해서는 내부열교환기(30)와 외부열교환기(40)가 냉각 대상(10)의 격벽을 기준으로 하

측과 상측에 위치한 형태로 도시하였으나, 이에 한정되지 않고 다양한 형태로 배치되어 설치될 수 있음은 물론이다.

[0131] 이하, 내부열교환기(30)와 외부열교환기(40)가 배치되는 형태의 다른 예를 도 6을 참조하여 설명한다.

[0133] 도 6은 본 발명에 따른 열교환 시스템에서 내부열교환기와 외부열교환기의 다른 예를 나타낸 도면이다.

[0135] 도 6을 참조하여 설명하면, 내부열교환기(30)와 외부열교환기(40)는 냉각 대상(10)의 측면에 형성된 격벽을 기준으로 냉각 대상(10)내측과 외측에 각각 배치되도록 설치될 수 있다.

[0136] 이때, 내부열교환기(30)와 외부열교환기(40)는 도 6에 도시된 바와 같이, 평행사변형 형태로 이루어질 수 있으며, 내부열교환기(30)에 형성된 내부열교환기인입부(31)는 내부열교환기배출부(32) 보다 낮게 형성되는 것이 바람직하며, 외부열교환기(40)에 형성된 외부열교환기인입부(41)는 외부열교환기배출부(42) 보다 높게 형성되는 것이 바람직하다.

[0137] 이에, 도 6에 도시된 바와 같이, 내부열교환기인입부(31)를 통해 내부열교환기(30)로 이송된 캡슐(100)은 상변환물질(PCM)이 고체 상태에서 액체 상태로 상변환되면서 열을 흡수하고 유체 위로 떠오르게 됨으로써, 내부열교환기(30)의 경사진 상측면을 따라 안내되어 내부열교환기배출부(32) 측으로 이동됨에 따라 배출부(22)를 통해 외부열교환기인입부(41)로 이송되도록 한다.

[0138] 또한, 외부열교환기인입부(41)를 통해 외부열교환기(40)로 이송된 캡슐(100)은 상변환물질(PCM)이 액체 상태에서 고체 상태로 상변환되면서 흡수한 열을 방출하고 가라앉게 됨으로써, 외부열교환기(40)의 경사진 하측면을 따라 안내되어 외부열교환기배출부(42) 측으로 이동됨에 따라 인입부(21)를 통해 내부열교환기인입부(31)로 이송되도록 한다.

[0140] 이러한 구성에 따라, 본 발명에 따른 열교환 시스템은 캡슐(100)의 상변환을 통해 냉각 대상(10) 내부의 열을 피동적으로 제거할 수 있는 이점이 있다.

[0141] 또한, 최종 열제거원으로 냉각 대상(10)의 외부 대기를 이용함으로써, 전기 또는 냉각수의 공급과 같은 별도의 운전원조치를 필요로 하지 않아 외부동력없이 냉각이 가능한 이점이 있다.

[0142] 또한, 캡슐(100)에 형성된 기체층(110)에 의해 상기 상변환물질(PCM)이 고체 상태일 경우, 유체보다 무거워 가라앉게 되고, 반대로, 액체 상태일 경우, 유체보다 가벼워 떠오르게 됨으로써, 상들 간의 현저한 밀도 차에 의해 자연대류 순환되도록 하여 시간제한 없이 장기적으로 냉각 수행이 가능한 이점이 있다.

[0143] 또한, 사다리꼴이나 평행사변형으로 이루어진 내부열교환기(30)와 외부열교환기(40)의 형태적 특성에 의해 상변환물질(PCM)의 상변환에 따른 캡슐(100)의 이동을 유도함으로써, 자연대류를 보다 효율적으로 증진시킬 수 있다.

[0145] 이상의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시예들을 제시하여 설명하였으나 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함을 알 수 있다.

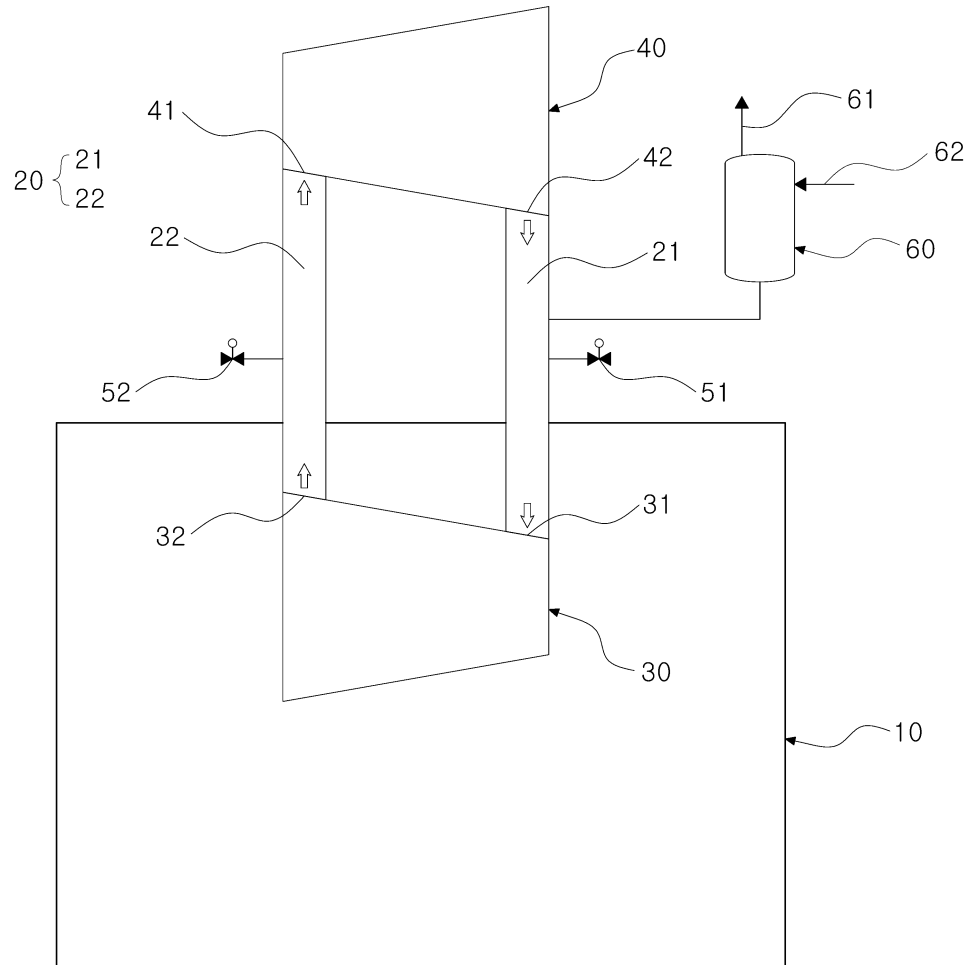
부호의 설명

[0147]	10 : 냉각 대상	20 : 배관
	21 : 인입부	22 : 배출부
	30 : 내부열교환기	31 : 내부열교환기인입부
	32 : 내부열교환기배출부	33, 43 : 열교환통로

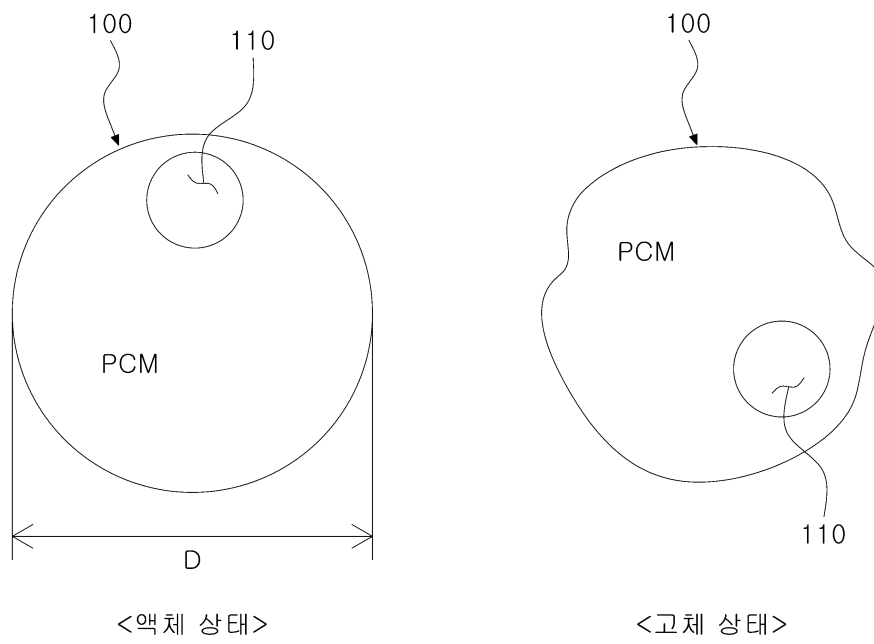
- | | |
|----------------|---------------|
| 40 : 외부열교환기 | 41 : 외부열교환인입부 |
| 42 : 외부열교환기배출부 | 51, 52 : 체크밸브 |
| 60 : 완충탱크 | 61 : 릴리프밸브 |
| 62 : 에어밸브 | 100 : 캡슐 |
| 110 : 기체층 | |

도면

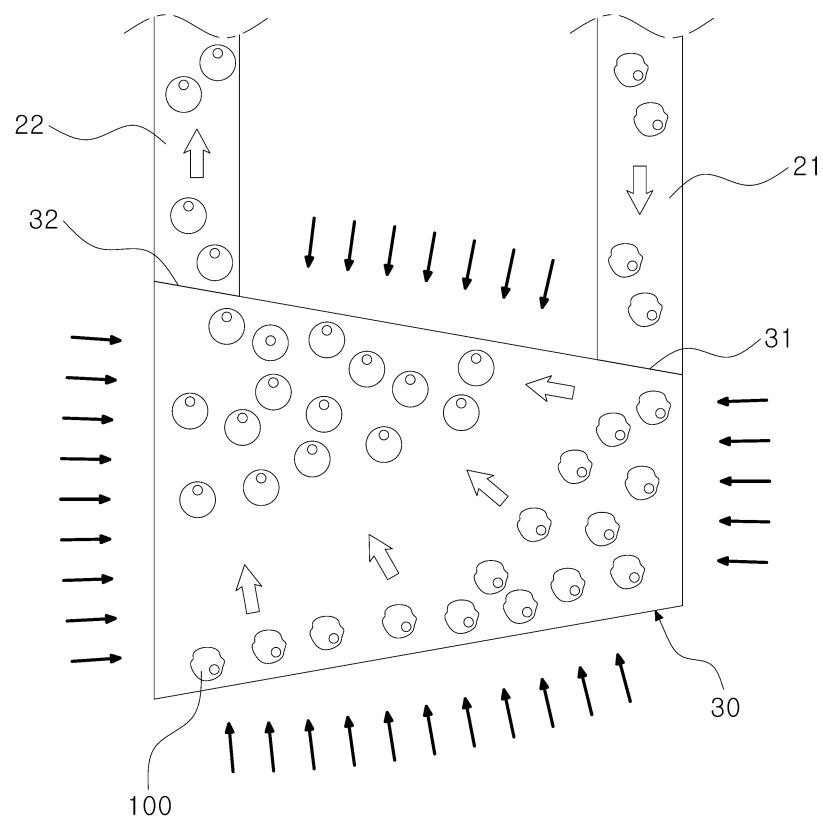
도면1



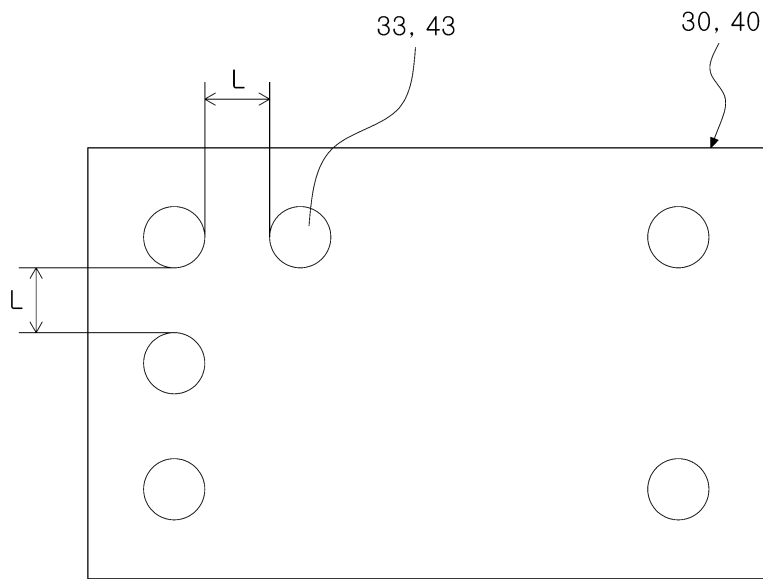
도면2



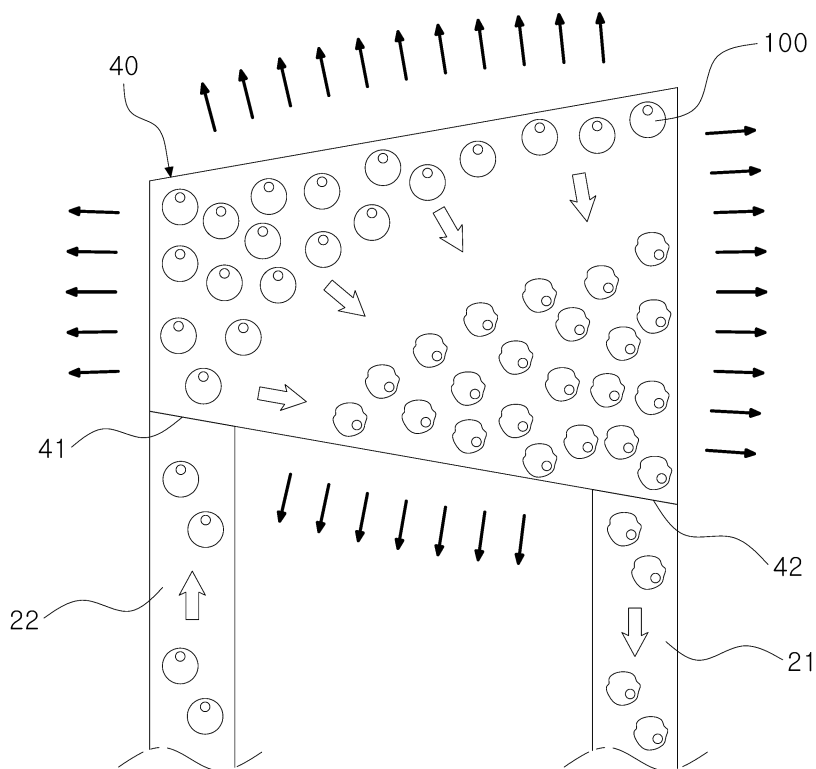
도면3



도면4



도면5



도면6

