(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월22일
(11) 등록번호 10-1147328
(24) 등록일자 2012년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F28D 15/02 (2006.01) *F25B 41/00* (2006.01)
F24D 19/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0070574
(22) 출원일자 2011년07월15일
심사청구일자 2011년07월15일
(56) 선행기술조사문헌
JP07286790 A*
JP2006170606 A
KR1019990050355 A
KR1020100030037 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
고준석
대전광역시 유성구 송강로 15, 송강 104동 707호 (송강동, 한솔아파트)
박성제
대전광역시 유성구 유성대로783번길 38, 104동 402호 (장대동, 월드컵패밀리타운)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
나승택, 조영현

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 박환수

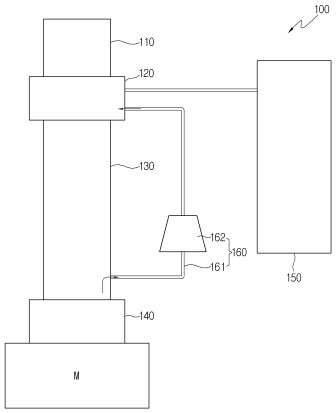
(54) 발명의 명칭 **강제순환형 극저온 열사이펀**

(57) 요 약

본 발명은 강제순환형 극저온 열사이펀에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀은 냉동기; 작동유체가 중력방향으로 이동하도록 상기 냉동기와의 열교환을 통하여 상기 작동유체를 응축시키는 응축부; 상기 응축부의 하방에서 냉각대상과 접촉되게 배치되며, 상기 응축부로부터 유입된 작동유체가 증발되도록 상기 냉각대상으로부터 열을 흡수하는 증발부; 상기 작동유체의 유동로로서 상기 응축부와 상기 증발부의 사이에 배치되는 단열부; 상기 응축부에 작동유체를 추가적으로 공급하는 기체 저장부; 상기 응축부와 상기 증발부 사이에서 작동유체가 강제적으로 순환되도록 상기 증발부로부터 상기 응축부 측으로 이동하는 작동유체의 일부를 상기 단열부의 하단에서 추기하여 상기 응축부 내로 강제 이송시키는 강제순환부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이에 의하여, 최저 냉각 온도에 신속하게 도달할 수 있는 강제순환형 극저온 열사이펀이 제공된다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

고득용

대전광역시 서구 둔산북로 215, 10동 1406호 (둔산동, 가람아파트)

염한길

대전광역시 서구 청사로 70, 108동 1503호 (월평동, 누리아파트)

홍용주

대전광역시 서구 둔산로 201 우성아파트 506-506

김효봉

대전광역시 유성구 반석동로 33, 501동 509호 505동 1401호 (반석동, 반석마을5단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NE3790
부처명	지식경제부
연구사업명	지경부-국가연구개발사업(I)
연구과제명	2.5MJ 고온초전도 SMES용 Cryostat 개발 (4/4)
주관기관	한국기계연구원
연구기간	2011.01.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

냉동기;

작동유체가 중력방향으로 이동하도록 상기 냉동기와의 열교환을 통하여 상기 작동유체를 응축시키는 응축부;

상기 응축부의 하방에서 냉각대상과 접촉되게 배치되며, 상기 응축부로부터 유입된 작동유체가 증발되도록 상기 냉각대상으로부터 열을 흡수하는 증발부;

상기 작동유체의 유동로로서 상기 응축부와 상기 증발부의 사이에 배치되는 단열부;

상기 응축부에 작동유체를 추가적으로 공급하는 기체 저장부;

상기 응축부와 상기 증발부 사이에서 작동유체가 강제적으로 순환되도록 상기 증발부로부터 상기 응축부 측으로 이동하는 작동유체의 일부를 상기 단열부의 하단에서 추기하여 상기 응축부 내로 강제 이송시키는 강제순환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 강제순환형 극저온 열사이펀.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 강제순환부는 상기 단열부의 하단과 상기 응축부를 연결하는 바이패스; 상기 바이패스에 장착되어 강제 이송력을 제공하는 강제 이송부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 강제순환형 극저온 열사이펀.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 강제순환부는 상기 응축부의 외면과 열전달 하는 열전달부; 상기 기체 저장부로부터 상기 열전달부로 작동유체를 강제 이송시키는 강제 이송부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 강제순환형 극저온 열사이펀.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 강제 이송부는 상기 응축부의 온도가 일정해지는 시점까지 작동되도록 설정되는 것을 특징으로 하는 강제순환형 극저온 열사이펀.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 강제순환형 극저온 열사이펀에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 냉각온도에 신속하게 도달할 수 있는 강제순환형 극저온 열사이펀에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 극저온 냉각 시스템에서 냉각 대상의 냉각 방식은 극저온을 생성할 수 있는 극저온 냉동기와 냉각 대상 사이의 열전달 메커니즘에 따라 전도 냉각, 대류 냉각, 복사 냉각으로 구분될 수 있다.

[0003] 전도 냉각 방식에서는 극저온 냉동기와 냉각 대상이 직접적으로 연결됨으로써 냉각되고, 대류 냉각 방식에서는 극저온 유체가 극저온 냉동기와 냉각 대상 사이클을 순환하며 냉각이 이루어진다. 복사 냉각 방식에서는 극저온 냉동기와 냉각 대상이 물리적으로 연결되어 있지 않고, 복사 열전달에 의하여 냉각이 이루어진다.

[0004] 상술한 세가지 방식 중에서 전도 냉각 방식에서는 주로 극저온 냉동기와 냉각 대상을 연결하기 위하여 열전도

도가 높은 구리가 사용되는데, 특정한 경우에는 열사이펀이 이용되기도 한다. 열사이펀은 내부에 사용되는 작동 유체의 증발 잠열을 이용하기 때문에 형상 설계에 따라 구리와 같은 금속 재질보다도 열전도도가 훨씬 큰 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

[0005] 도 1은 종래의 극저온 열사이펀의 일례를 도시한 것이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 이러한 극저온 열사이펀은 일반적으로 극저온 냉동기에 의하여 응축부가 냉각되고, 응축부에서 응축된 작동유체의 액적이 중력에 의하여 증발부로 이동하고, 냉각대상으로부터 잠열만큼의 열을 회수하여 다시 증발하여 순환하는 구조로 구성된다.

[0007] 도 2는 도 1의 종래의 극저온 열사이펀의 시간에 따른 내부의 온도변화를 도시한 것이다.

[0008] 도 2를 참조하면, 종래의 극저온 열사이펀은 자연대류에 의하여 작동유체가 순환함으로써, 응축부 내부가 상대적으로 큰 감온율로 냉각되어 일정한 온도를 유지하고, 상대적으로 원활한 열전달이 발생하지 않는 증발부의 내부는 작은 감온율로 냉각된다.

[0009] 일정하게 유지되는 응축부와 증발부의 내부온도가 동일하게 되는 지점부터 응축부와 증발부는 최종 온도까지 동시에 냉각된다.

[0010] 즉, 이러한 종래의 극저온 열사이펀에 의하면 증발부 내부와 응축부 내부와의 온도차를 극복하는 시간이 오래 걸리고, 전체적으로 상온에서부터 최종온도에 도달하기까지 많은 시간이 소모된다는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 최저 냉각 온도에 신속하게 도달할 수 있는 강제순환형 극저온 열사이펀을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 냉동기; 작동유체가 중력방향으로 이동하도록 상기 냉동기와의 열교환을 통하여 상기 작동유체를 응축시키는 응축부; 상기 응축부의 하방에서 냉각대상과 접촉되게 배치되며, 상기 응축부로부터 유입된 작동유체가 증발되도록 상기 냉각대상으로부터 열을 흡수하는 증발부; 상기 작동유체의 유동로로서 상기 응축부와 상기 증발부의 사이에 배치되는 단열부; 상기 응축부에 작동유체를 추가적으로 공급하는 기체 저장부; 상기 응축부와 상기 증발부 사이에서 작동유체가 강제적으로 순환되도록 상기 증발부로부터 상기 응축부 측으로 이동하는 작동유체의 일부를 상기 단열부의 하단에서 추기하여 상기 응축부 내로 강제 이송시키는 강제순환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 강제순환형 극저온 열사이펀에 의해 달성된다.

[0013] 삭제

[0014] 또한, 상기 강제순환부는 상기 단열부의 하단과 상기 응축부를 연결하는 바이패스; 상기 바이패스에 장착되어 강제 이송력을 제공하는 강제 이송부;를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 강제순환부는 상기 응축부의 외면과 열전달 하는 열전달부; 상기 기체 저장부로부터 상기 열전달부로 작동유체를 강제 이송시키는 강제 이송부;를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 강제 이송부는 상기 응축부의 온도가 일정해지는 시점까지 작동되도록 설정될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 초기에 증발부가 냉각되는 속도를 가속화함으로써, 증발부와 응축부가 동일해지는 시점을 앞당길 수 있다.

[0018] 또한, 최저 냉각온도에 신속하게 도달할 수 있는 강제순환형 극저온 열사이펀이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 종래의 극저온 열사이펀의 일례를 도시한 것이고,

도 2는 도 1의 종래의 극저온 열사이펀의 시간에 따른 내부의 온도변화를 도시한 것이고,

도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀을 도시한 것이고,

도 4는 도 3의 강제순환형 극저온 열사이펀의 시간에 따른 내부의 온도변화를 도시한 것이고,

도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀을 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 제1실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 제1실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀(100)에 대하여 상세하게 설명한다.

[0022] 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀을 도시한 것이다.

[0023] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀(100)은 냉동기(110)와 응축부(120)와 단열부(130)와 증발부(140)와 기체 저장부(150)와 강제순환부(160)를 포함한다.

[0024] 상기 냉동기(110)는 후술하는 응축부(120)와의 열교환을 통하여 응축부(120) 내에 존재하는 작동유체의 온도를 낮추는 부재이다.

[0025] 상기 응축부(120)는 냉동기(110)와의 열교환을 통하여 내부의 작동유체의 온도를 낮춤으로써 작동유체를 액체로 상변화시키는 부재이다. 응축부(120) 내에서 상변화한 작동유체는 액적의 상태로 후술하는 단열부(130)를 통하여 증발부(140) 측으로 흘러내린다.

[0026] 상기 단열부(130)는 응축부(120)와 후술하는 증발부(140)를 상호 연결시킴으로써, 증발부(140)로부터 증발과정에 의하여 기화되는 작동유체 중 일부를 응축부(120)로 전달하는 역할을 함과 동시에, 응축부(120)에서 액화된 작동유체 액적이 중력에 의하여 증발부(140)로 흘러내리는 경로로서의 역할을 수행하게 된다.

[0027] 상기 증발부(140)는 단열부(130)의 하측에 배치되어, 냉각대상(M)으로부터 열을흡수하기 위하여 냉각대상(M)과 접촉 배치되는 부재로서, 증발부(140)에서는 액적 상태의 작동유체가 잠열에 해당하는 열을 냉각대상(M)으로부터 흡수함으로써 기화하게 된다.

[0028] 상기 기체저장부(150)는 상온에 배치되고 내부에는 작동유체가 저장됨으로써 응축부(120)에 작동유체를 추가적으로 유입시키는 부재이다.

[0029] 상기 강제순환부(160)는 증발부(140)로부터 증발되어 상측으로 이동하는 작동유체의 일부 또는 전부를 단열부(130)에서 응축부(120)내로 강제 이송함으로써 작동유체의 강제순환이 발생되도록 하는 것으로서, 바이패스(161)와 강제 이송부(162)를 포함한다.

[0030] 상기 바이패스(161)는 단열부(130) 하단의 측벽과 응축부(120)를 상호 연결하는 파이프 형태의 부재로서, 자연대류로 인하여 상승하는 작동유체 일부 또는 전부를 상측의 응축부로 강제 유동시키기 위한 경로에 해당한다.

[0031] 상기 강제 이송부(162)는 바이패스(161)에 장착됨으로써, 소정 전원이 인가되어 작동유체를 응축부로 강제 이송시키기 위한 이송력을 제공한다.

[0032] 지금부터는 상술한 강제순환형 극저온 열사이펀(100)의 제1실시예의 작동에 대하여 설명한다.

[0033] 도 4는 도 3의 강제순환형 극저온 열사이펀의 시간에 따른 내부의 온도변화를 도시한 것이다.

[0034] 도 4를 참조하여 작동을 설명하면, 본 실시예의 강제순환형 극저온 열사이펀(100)에 의한 동작의 구간을 시간 따라, 최초 작동시부터 응축부(120)의 온도가 일정해지는 지점까지의 구간을 제1구간(T_1)으로 정의하고, 제1구간(T_1)의 종점에서부터 응축부(120)의 온도와 증발부(140)의 온도가 같아지기 시작하는 지점까지의 구간을 제2구간(T_2)으로 정의하며, 제2구간(T_2)의 종점 이후에 증발부(140)와 응축부(120)의 온도가 동일하게 변화하는 구간을 제3구간(T_3)이라 정의하여 설명한다.

[0035] 먼저, 제1구간(T_1)에서의 동작에 대해서 설명한다. 본 실시예의 강제순환형 극저온 열사이펀(100)이 최초 동작을 시작하면, 냉동기(110)가 작동하고 응축부(120) 내의 기체 상태의 작동유체가 냉각됨으로써, 작동유체의 온도가 떨어진다.

[0036] 냉동기(110)는 작동유체가 액체로 상변화할 때 까지 지속적으로 작동유체를 냉각하고, 액화된 작동유체는 자연적으로 중력에 의하여 단열부(130) 측으로 이동한다. 즉, 작동유체는 액적의 상태로 단열부(130)의 내벽면을 따라서 중력방향을 따라 흘러내리게 되고, 증발부(140)에 도달하게 된다.

[0037] 증발부(140)에 도달하는 액적상태의 작동유체는 증발부(140)와 접촉중인 냉각대상(M)으로부터 기화에 필요한 잠열을 흡수함으로써 기화된다. 이때, 기체 상태의 작동유체는 자연대류에 의하여 단열부(130)가 배치된 상측으로 상승한다.

[0038] 이때, 소정의 전원을 인가하여 강제 이송부(162)를 작동시킨다. 강제 이송부(162)의 작동에 의하여 기화된 작동유체 중 일부가 바이패스(161) 내부로 추기되고, 바이패스(161)를 따라서 응축부(120) 내로 강제 이송된다. 다만, 강제 이송부(162)에 의하여 이송되지 않은 나머지 작동유체는 자연대류에 의하여 기체상태로 상측의 응축부(120)로 유입된다.

[0039] 이러한 과정 중에서, 응축부(120)와 증발부(130)의 온도가 낮아짐에 따라 압력강하가 발생하고, 기체저장부(150)로부터 작동유체가 응축부(120)내로 추가 제공됨으로써 작동에 필요한 양의 작동유체가 공급된다.

[0040] 작동유체의 응축과 증발이 반복적으로 수행되는 상술한 순환과정에 의하여, 응축부(120)의 온도는 비교적 급격하게 하강하다 소정의 지점에서 일정온도를 유지하게 되며, 이 지점까지 증발부(140)의 온도는 상대적으로 완만하게 떨어진다. 응축부(120)의 온도가 일정하게 유지되는 순간에 제1구간(T_1)이 종료되고, 제1구간(T_1)이 종료됨과 동시에 작동유체의 강제순환을 유도하는 강제순환부(160)의 작동은 중지된다.

[0041] 제2구간(T_2)에서는 강제순환부(160)의 동작이 중단되므로, 응축부(120)에서의 작동유체의 응축 및 증발부(140)에서의 작동유체 증발에 의하여 발생하는 자연대류만으로 작동유체가 순환한다.

[0042] 이러한 계속적인 순환에 의하여, 응축부(120)의 온도는 일정하게 유지되나, 냉각대상(M)을 직접 냉각하는 증발부(140)의 온도는 지속적으로 하강하게 된다. 지속적으로 하강하는 증발부(140)의 온도가 응축부(120)의 온도에 도달하면 이러한 지점이 제2구간(T_2)의 종점이 된다.

[0043] 제3구간(T_3)에서는 증발부(140)의 온도가 응축부(120)의 온도에 도달한 지점을 시점으로 도달 가능한 최저온도까지 증발부(140)와 응축부(120)는 동시에 동일한 온도로 감소하게 된다. 따라서, 이러한 제3구간(T_3)에 의하여 증발부(140)로부터 열을 빼앗기는 냉각대상(M)도 최종 온도에 도달하게 된다.

[0044] 즉, 도 4에서 도시된 바와 같이, 종래의 열사이펀의 응축부 내의 온도의 감온율보다, 본 발명의 일실시예의 응축부(120)가 더 큰 감온율로 냉각됨으로써 응축부(120)의 내부온도가 증발부(140)의 내부온도에 신속하게 도달하여 동시에 냉각되므로, 최초의 상온에서부터 최종 냉각온도에 도달하는 시간이 줄어들 수 있다.

[0045] 다음으로 본 발명의 제2실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀(200)에 대하여 설명한다.

[0046] 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀을 도시한 것이다.

[0047] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 강제순환형 극저온 열사이펀(200)은 냉동기(110)와 응축부(120)와 단열부(130)와 증발부(140)와 기체 저장부(150)와 강제순환부(260)를 포함한다. 다만, 냉동기(110)와 응축부(120)와 단열부(130)와 증발부(140)와 기체저장부(150)는 상술한 제1실시예에서의 구성과 동일한 것이므로 중복설명은 생략한다.

[0048] 본 실시예에서 상기 강제순환부(260)는 열전달부(261)와 강제 이송부(262)를 포함한다.

[0049] 상기 열전달부(261)는 응축부(120)의 외면에 장착되어, 기체저장부(150)로부터 공급되는 작동유체를 냉동기(110)에 의하여 온도가 낮아지는 응축부(120)와의 열전달을 통하여 1차 냉각한 후에 응축부(120)에 제공하도록 하는 구성이다.

[0050] 상기 강제 이송부(262)는 작동유체를 기체저장부(150)로부터 열전달부(261)에 강제 이송하기 위한 부재이다.

[0051] 본 실시예의 강제순환형 극저온 열사이펀(200)의 동작에 대해 설명하면, 작동유체의 순환에 의하여 낮아진 압력을 보충하기 위하여, 강제 이송부(262)가 작동한다. 강제 이송부(262)에 의하여 기체저장부(150) 내의 작동유체가 강제 이송되어 열전달부(261)로 유입된다.

[0052] 열전달부(261)에 의하여 작동유체는 응축부(120)와 1차적으로 열교환을 함으로써 냉각되고, 1차로 냉각된 작동유체는 응축부(120)에 유입된다. 1차 냉각된 작동유체는 응축부(120) 내에서 최종 냉각됨으로써 액체로 상변화하고, 액적상태로 자연대류에 의하여 중력방향으로 이동하게 된다.

[0053] 즉, 제1실시예의 강제순환부(160)가 동력을 이용하여 작동유체를 응축부(120)로부터 증발부(140)로 강제순환시키는 것과는 달리, 본 실시예의 강제순환부(260)는 기체저장부(150)로부터 작동유체를 1차 냉각한 후에 응축부(120)에 제공하므로, 상온에서 제공되는 작동유체가 응축부(120)에 바로 주입됨으로써 응축되는데 소요되는 시간을 최소화할 수 있다.

[0054] 또한, 작동유체의 강제 이송으로 인하여 응축부(120)의 압력이 높아지는 현상을 1차 냉각을 통하여 방지하는 동시에, 본 실시예의 강제순환형 극저온 열사이펀(200) 내에 최종적으로 필요한 양의 작동유체를 신속하게 공급할 수 있다.

[0055] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

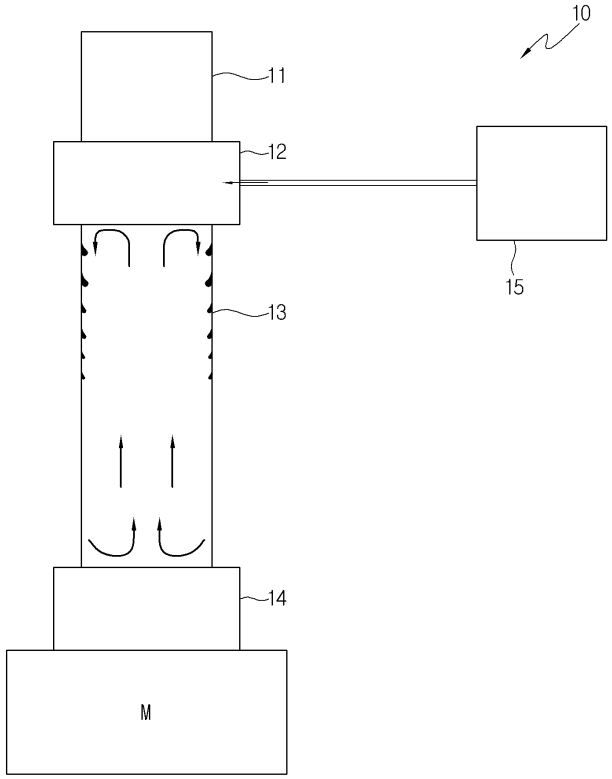
부호의 설명

[0056]

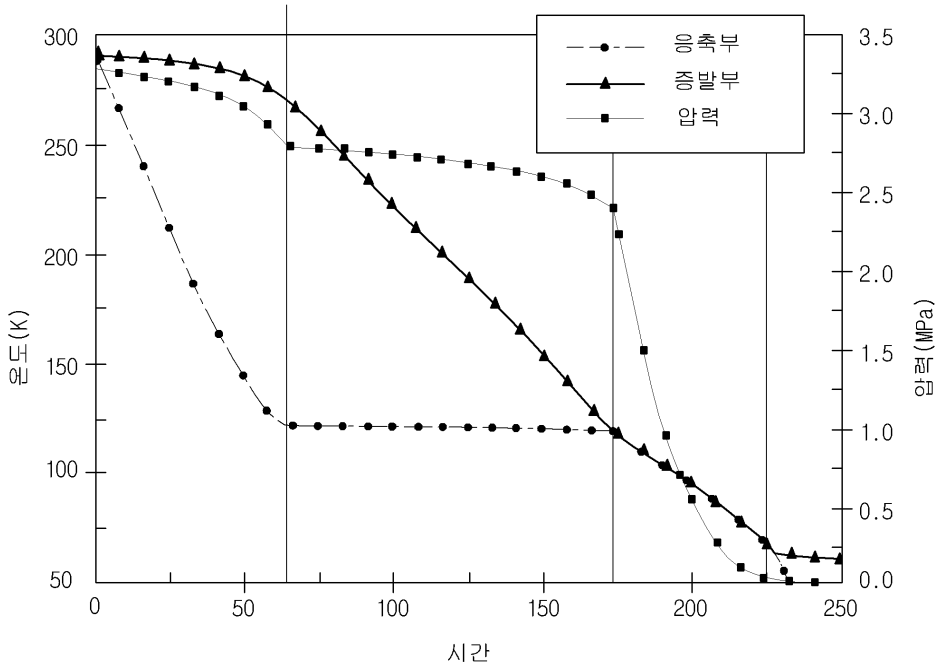
110 : 냉동기	140 : 증발부
120 : 응축부	150 : 기체저장부
130 : 단열부	160 : 강제순환부

도면

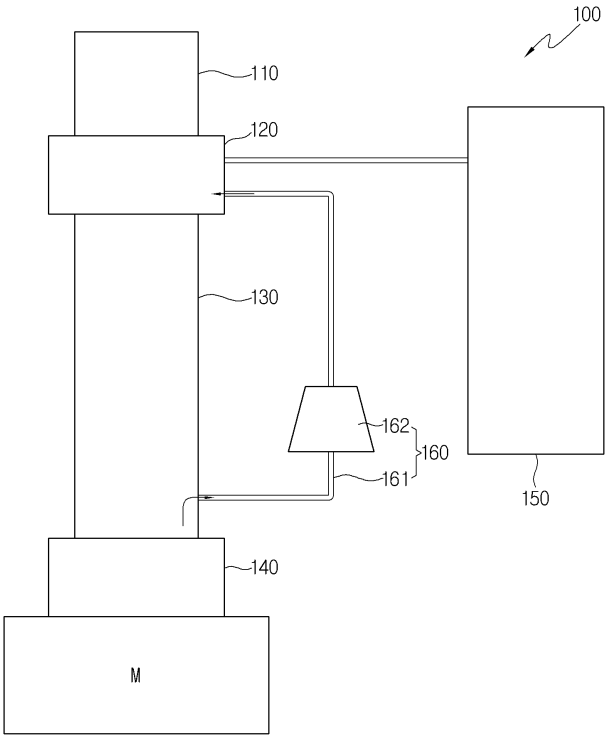
도면1


10
11
12
13
14
15
M

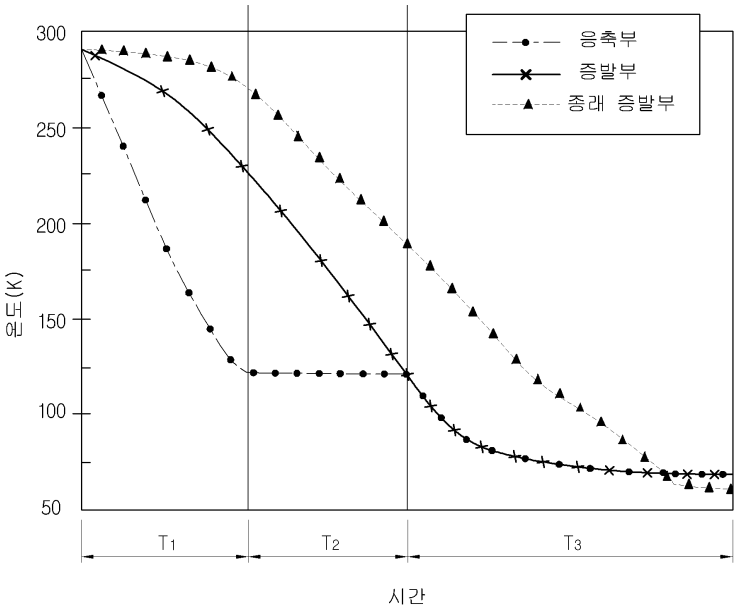
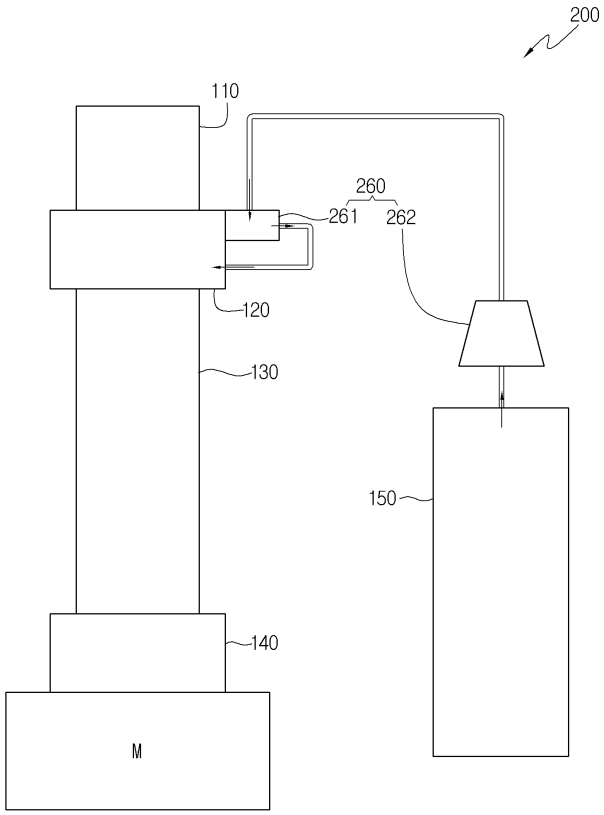
도면2


300
250
200
150
100
50
온도(K)
0
50
100
150
200
250
시간
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
압력(MPa)
응축부
증발부
압력

도면3


100
110
120
130
162
160
161
150
140
M

도면4


300
250
200
150
100
50
온도(K)
응축부
증발부
종래 증발부
T1
T2
T3
시간

도면5