



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월26일
(11) 등록번호 10-1762056
(24) 등록일자 2017년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 27/00 (2006.01) F25B 1/10 (2006.01)
F25B 11/02 (2006.01) F25B 25/00 (2006.01)
F25B 41/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 27/00 (2013.01)
F25B 1/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7033129
(22) 출원일자(국제) 2014년03월20일
심사청구일자 2015년11월19일
(85) 번역문제출일자 2015년11월19일
(65) 공개번호 10-2016-0002990
(43) 공개일자 2016년01월08일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/057678
(87) 국제공개번호 WO 2014/178240
국제공개일자 2014년11월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-097143 2013년05월02일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP02143057 A*
JP2009210138 A*
JP05272357 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시끼가이샤 마에가와 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 코토쿠 보탄 3쵸메 14방 15고
(72) 발명자
나카무라 나오코
일본국 도쿄도 코토쿠 보탄 3쵸메 14방 15고 가부
시끼가이샤 마에가와 세이사꾸쇼 내
고마츠 슌스케
일본국 도쿄도 코토쿠 보탄 3쵸메 14방 15고 가부
시끼가이샤 마에가와 세이사꾸쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 6 항

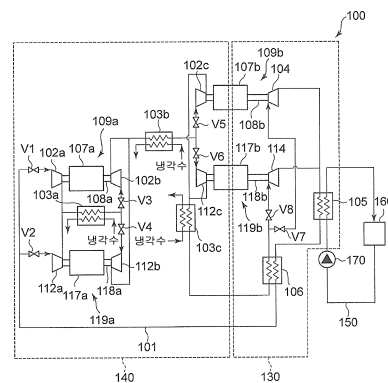
심사관 : 황동율

(54) 발명의 명칭 냉동 시스템

(57) 요약

우수한 신뢰성을 확보하면서, 한정된 배치 공간에 효율적으로 부설 가능한 냉동 시스템을 제공하는 것을 목적으로 하며, 본 발명에 관련된 냉동 시스템은, 냉매가 흐르는 순환 경로(101)에, 냉매를 압축하는 컴프레서(102)와, 상기 압축된 냉매를 냉각하는 열교환기(103)와, 상기 냉각된 냉매를 팽창시켜 냉열을 발생시키는 팽창 터빈(104)과, 상기 냉열에 의해 냉각 대상을 냉각하는 냉각부(105)가 순서대로 설치된 냉동 사이클을 가지며, 특히 컴프레서 및 팽창 터빈 중 적어도 하나는, 순환 경로에 대해 병렬로 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F25B 11/02 (2013.01)

F25B 25/005 (2013.01)

F25B 41/04 (2013.01)

F25B 2339/047 (2013.01)

F25B 2400/075 (2013.01)

F25B 2400/14 (2013.01)

(72) 발명자

우에다 쇼타

일본국 도쿄도 코토쿠 보탄 3쵸메 14방 15고 가부
시끼가이샤 마에가와 세이사꾸쇼 내

고메다 마사오

일본국 도쿄도 코토쿠 보탄 3쵸메 14방 15고 가부
시끼가이샤 마에가와 세이사꾸쇼 내

구도 미즈오

일본국 도쿄도 코토쿠 보탄 3쵸메 14방 15고 가부
시끼가이샤 마에가와 세이사꾸쇼 내

마치다 아키토

일본국 도쿄도 코토쿠 보탄 3쵸메 14방 15고 가부
시끼가이샤 마에가와 세이사꾸쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

냉매가 흐르는 순환 경로 상에, 냉매를 압축하는 컴프레서와, 상기 압축된 냉매를 냉각하는 열교환기와, 상기 냉각된 냉매를 팽창시켜 냉열을 발생시키는 팽창 터빈과, 상기 냉열에 의해 냉각 대상을 냉각하는 냉각부가 순서대로 설치된 냉동 사이클을 가지는 냉동 시스템으로서,

상기 컴프레서 및 상기 팽창 터빈 중 적어도 상기 컴프레서는, 상기 순환 경로에 대해 병렬로 복수 설치되어 있고,

상기 열교환기는, 병렬로 설치된 복수의 상기 컴프레서에 의해 공유되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 냉동 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 순환 경로에 대해 병렬로 복수 설치된 상기 컴프레서는, 각각 전환 밸브를 통하여 상기 순환 경로에 대해 접속 단절 가능하게 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 냉동 시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 팽창 터빈은 상기 냉각부와 함께 외부로부터 단열된 콜드 박스 내에 수납되어 있고,

상기 컴프레서는, 상기 콜드 박스와는 다른 압축기 유닛에 수납되어 있으며,

상기 압축기 유닛은, 상기 콜드 박스에 비해 상기 냉각 대상으로부터 떨어진 위치에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 냉동 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 압축기 유닛은, 전환 밸브를 통하여 상기 콜드 박스에 대해 병렬로 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 냉동 시스템.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 콜드 박스 및 상기 압축기 유닛은, 상기 냉각 대상에 대해 병렬로 각각 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 냉동 시스템.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 컴프레서는, 상기 순환 경로 상에 직렬로 설치된 제1 컴프레서, 제2 컴프레서, 및, 제3 컴프레서를 포함하고 있으며,

상기 제1 컴프레서는 상기 제2 컴프레서와 함께 제1 전동기의 출력축 상에 연결되어 있고,

상기 제3 컴프레서는 상기 팽창 터빈과 함께 제2 전동기의 출력축 상에 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 냉동 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 냉매가 흐르는 순환 경로 상에, 냉매를 압축하는 컴프레서와, 압축된 냉매를 냉각하는 열교환기와, 냉각된 냉매를 팽창시켜 냉열을 발생시키는 팽창 터빈과, 냉열에 의해 냉각 대상을 냉각하는 냉각부가 순서대로 설치된 냉동 사이클을 가지는 냉동 시스템의 기술 분야에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 컴프레서나 팽창 터빈을 이용한 냉동 사이클에 의해 냉매를 냉각함으로써, 대상물을 냉각하는 냉동 시스템이 널리 알려져 있다. 이런 종류의 냉동 시스템에서는, 예를 들면 특허 문헌 1이나 특허 문헌 2와 같이, 복수의 컴프레서나 팽창 터빈을 냉매가 흐르는 순환 경로 상에서 직렬적으로 설치함으로써, 다단계에 걸쳐 압축·팽창하여 냉각 능력을 향상시키는 것이 알려져 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 2003-148824호 공보
(특허문헌 0002) 일본국 특허공개 평9-329034호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 냉각 대상에 의한 열부하가 큰 경우, 보다 큰 냉동 능력을 얻기 위해 냉동 시스템의 대형화가 필요해진다. 이러한 경우, 일반적으로, 축냉기 방식의 냉동기는 대형화가 곤란하기 때문에, 브레이튼 사이클과 같은 항류형 열교환기 방식의 냉동기가 이용된다. 예를 들면 초전도 기기는 극저온 상태를 유지하기 위해 대형의 냉동 시스템을 필요로 한다. 구체적으로 말하면, 초전도 기기를 선박용의 초전도 모터나, 시가지에 전력 수송용으로 부설되는 초전도 케이블에 응용하려면, 대규모 냉동 시스템의 설치 스페이스가 필요해져 버리기 때문에, 보급의 방해가 되고 있다.

[0005] 또 초전도 기기에 이용되는 냉동 시스템에서는 안정적인 운용이 요구되기 때문에, 예를 들면 고장 발생 시와 같이 냉동 시스템에 이상이 생긴 경우에도 동작을 계속할 수 있도록, 종래, 동등한 냉동 시스템을 백업용으로서 병설함으로써, 신뢰성을 확보할 필요가 있었다. 이러한 경우, 냉동 시스템의 전체 사이즈가 더 대형화되어 버린다는 문제가 있었다.

[0006] 본 발명은 상술한 문제점을 감안하여 이루어진 것이며, 우수한 신뢰성을 확보하면서, 한정된 배치 스페이스에 효율적으로 부설 가능한 냉동 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 관련된 냉동기 시스템은 상기 과제를 해결하기 위해, 냉매가 흐르는 순환 경로 상에, 냉매를 압축하는 컴프레서와, 상기 압축된 냉매를 냉각하는 열교환기와, 상기 냉각된 냉매를 팽창시켜 냉열을 발생시키는 팽창 터빈과, 상기 냉열에 의해 냉각 대상을 냉각하는 냉각부가 순서대로 설치된 냉동 사이클을 가지는 냉동 시스템으로서, 상기 컴프레서 및 상기 팽창 터빈 중 적어도 하나는, 상기 순환 경로에 대해 병렬로 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명에 의하면, 냉각 사이클을 구성하는 회전기인 컴프레서 또는 팽창 터빈을, 냉매가 흐르는 순환 경로에 대해 병렬로 복수 설치함으로써, 만일 일방의 회전기에 이상(예를 들면 고장 등)이 발생한 경우에도, 다른 회전기를 백업용으로서 기능시킬 수 있으므로, 운전을 계속할 수 있다. 일반적으로 냉동 시스템에서는 회전기는 다른 구성 요소에 비해 이상이 발생할 리스크가 높은 경향이 있다. 그 때문에, 본 발명에서는, 이상 발생 리스크가 높은 회전기에 대해서만 백업을 준비함으로써, 시스템 전체의 사이즈 업을 억제하면서, 신뢰성을 높일 수 있다.

[0009] 본 발명의 일양태에서는, 상기 순환 경로에 대해 병렬로 복수 설치된 상기 컴프레서 또는 상기 팽창 터빈은, 각

각 전환 밸브를 통하여 상기 순환 경로에 대해 접속 단절 가능하게 구성되어 있다.

- [0010] 이 양태에 의하면, 컴프레서 또는 상기 팽창 터빈과 같은 회전기에 이상이 발생한 경우에는, 전환 밸브를 개폐함으로써, 백업용의 회전기로 전환하여, 운전을 계속할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 양태에서는, 상기 팽창 터빈은 상기 냉각부와 함께 외부로부터 단열된 콜드 박스 내에 수납되어 있고, 상기 컴프레서는, 상기 콜드 박스와는 다른 압축기 유닛에 수납되어 있으며, 상기 압축기 유닛은, 상기 콜드 박스에 비해 상기 냉각 대상으로부터 떨어진 위치에 배치되어 있다.
- [0012] 이 양태에 의하면, 냉열을 발생시키는 팽창 터빈을 냉각부와 함께, 외부로부터 단열된 콜드 박스 내에 배치함으로써, 열손실을 억제하여, 냉각 효율을 향상시킬 수 있다. 한편, 컴프레서에서는 냉매가 비교적 고온이 되기 때문에, 콜드 박스와는 다른 압축기 유닛에 수납된다. 특히, 압축기 유닛을 콜드 박스에 비해 냉각 대상으로부터 떨어진 위치에 배치함으로써, 냉동 능력을 확보하면서, 냉각 대상 주변의 적은 부설 스페이스에도 설치 가능한 냉동 시스템을 실현할 수 있다.
- [0013] 이 경우, 상기 압축기 유닛은, 전환 밸브를 통하여 상기 콜드 박스에 대해 병렬로 복수 설치되어 있어도 된다.
- [0014] 이 양태에 의하면, 복수의 압축기 유닛을 전환 밸브로 선택 가능하게 구성함으로써, 정상 동작 시에 사용하고 있는 압축기 유닛에 이상이 발생한 경우에도, 다른 압축기 유닛으로 전환함으로써, 운전을 계속하여, 안정적인 운용이 가능해진다.
- [0015] 또, 상기 콜드 박스 및 상기 압축기 유닛은, 상기 냉각 대상에 대해 각각 복수 설치되어 있어도 된다.
- [0016] 이 양태에 의하면, 콜드 박스와 압축기 유닛을 모두, 냉각 대상에 대해 각각 복수 설치함으로써, 보다 신뢰성이 높은 시스템을 구축할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 양태에서는, 상기 컴프레서는, 상기 순환 경로 상에 직렬로 설치된 제1 컴프레서, 제2 컴프레서, 및, 제3 컴프레서를 포함하고 있으며, 상기 제1 컴프레서는 상기 제2 컴프레서와 함께 제1 전동기의 출력축 상에 연결되어 있고, 상기 제3 컴프레서는 상기 팽창 터빈과 함께 제2 전동기의 출력축 상에 연결되어 있다.
- [0018] 이 양태에 의하면, 컴프레서를 순환 경로 상에 직렬로 복수 설치함으로써 다단 압축이 가능하게 구성되어 있다. 특히 제1 컴프레서는 제2 컴프레서와 함께 제1 전동기의 출력축 상에 연결됨으로써, 컴프레서마다 동력원을 설치하는 경우에 비해 구성을 심플화할 수 있다. 제3 컴프레서도 또한, 팽창 터빈과 함께 제2 전동기의 출력축 상에 연결됨으로써 구성을 심플화할 수 있는 것에 더하여, 팽창 터빈에서 발생한 동력이 제3 컴프레서의 압축 동력에 기여함으로써, 효율화를 도모할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 의하면, 냉각 사이클을 구성하는 회전기인 컴프레서 또는 팽창 터빈을, 냉매가 흐르는 순환 경로에 대해 병렬로 복수 설치함으로써, 만일 일방의 회전기에 이상(예를 들면 고장 등)이 발생한 경우에도, 다른 회전기를 백업용으로서 기능시킬 수 있으므로, 운전을 계속할 수 있다. 일반적으로 냉동 시스템에서는 회전기는 다 른 구성 요소에 비해 이상이 발생할 리스크가 높은 경향이 있다. 그 때문에, 본 발명에서는, 이상 발생 리스크 가 높은 회전기에 대해서만 백업을 준비함으로써, 시스템 전체의 사이즈 업을 억제하면서, 신뢰성을 높일 수 있 다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 실시예에 관련된 냉동 시스템의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 도 1에 나타내는 냉동 시스템에 있어서의 전환 밸브의 조작예를 나타낸 것이다.
- 도 3은 제1 변형예에 관련된 냉동 시스템의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.
- 도 4는 도 3에 있어서 파선으로 둘러싼 영역의 상세를 나타내는 도이다.
- 도 5는 제2 변형예에 관련된 냉동 시스템의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.
- 도 6은 관련 기술에 관련된 냉동 시스템의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.

도 7은 냉동 시스템이 채용하는 브레이튼 사이클의 T-S선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 도면에 의거하여 본 발명의 실시의 형태를 예시적으로 상세하게 설명한다. 단, 이 실시의 형태에 기재되어 있는 구성 부품의 치수, 재질, 형상, 그 상대 배치 등은, 특별히 특징적인 기재가 없는 한은 이 발명의 범위를 그것에만 한정하는 취지가 아니며, 단순한 설명에 지나지 않는다.
- [0022] (관련 기술)
- [0023] 우선, 본 발명에 관련된 실시예를 설명하기 전에, 본 발명에 이르는 배경이 된 관련 기술에 대해서, 도 6 및 도 7을 참조하여 설명한다. 도 6은, 관련 기술에 관련된 냉동 시스템(100')의 전체 구성을 나타내는 모식도이다. 도 7은 냉동 시스템(100')이 채용하는 브레이튼 사이클의 T-S선도이며, 종축이 온도 T [K]를 나타내고, 횡축이 엔트로피 S [KJ/kgK]를 나타내고 있다. 또한, 도 7(b)는, 도 7(a)의 파선으로 둘러싼 영역을 확대해서 나타낸 것이다.
- [0024] 냉동 시스템(100')은, 냉매가 흐르는 순환 경로(101) 상에, 냉매를 압축하는 컴프레서(102)와, 압축된 냉매를 냉각수와 열교환함으로써 냉각하는 열교환기(103)와, 냉각 후의 냉매를 팽창하는 팽창 터빈(104)과, 냉매와 냉각 대상의 열교환을 행하는 열교환기로 이루어지는 냉각부(105)와, 냉매의 냉열을 회수하기 위한 냉열 회수 열교환기(106)가 순서대로 설치되어 있으며, 정상 순환 흐름의 냉동 사이클에 의한 향류형 열교환기 방식의 브레이튼 사이클이 형성되어 있다.
- [0025] 냉동 시스템(100')은, 극저온 상태에서 초전도체를 이용한 초전도 기기(도시하지 않음)를 냉각 대상으로 하고 있다. 초전도 기기에서는 극저온 상태를 유지하기 위해, 그 내부에 냉매로서 액체 질소를 순환시키고 있으며, 도 6에서는 상기 액체 질소가 순환하는 순환 경로(150)만이 나타나 있다. 순환 경로(150)는, 냉각부(105)에 있어서 냉동 시스템(100')의 순환 경로(101)를 흐르는 냉매와 열교환 가능하게 구성되어 있다. 이것에 의해, 초전도 기기의 열부하에 의해 승온된 순환 경로(150)를 흐르는 액체 질소가, 냉동 시스템(100')에 의해 냉각된 순환 경로(101)를 흐르는 냉매와 열교환함으로써, 냉각되게 되어 있다.
- [0026] 또한, 냉동 시스템(100')의 순환 경로(101)에는 냉매로서 네온 등을 이용하고 있지만, 이것에 한정되는 것이 아니라, 냉각 온도 등에 따라 적절히, 가스의 종류를 변경할 수 있는 것은 말할 필요도 없다.
- [0027] 냉동 시스템(100')은, 순환 경로(101) 상에 복수의 컴프레서(102a, 102b, 102c)와 열교환기(103a, 103b, 103c)를 구비한다. 열교환기(103a, 103b, 103c)는, 컴프레서(102a, 102b, 102c)의 하류측에 각각 설치되며, 단열 압축에 의해 승온된 냉매를, 냉각수와 사이에서 열교환함으로써 냉각할 수 있게 되어 있다.
- [0028] 순환 경로(101)를 흐르는 냉매는, 우선 최상류측에 있는 컴프레서(102a)에 의해 단열 압축되어 온도가 상승한 후(도 7(b)의 부호 151에 상당), 하류측에 설치된 열교환기(103a)에 있어서 냉각수와 열교환함으로써 냉각된다(도 7(b)의 부호 152에 상당). 그 후, 냉매는 다시 컴프레서(102b)에 의해 단열 압축되어 온도가 상승한 후(도 7(b)의 부호 153에 상당), 하류측에 설치된 열교환기(103b)에 있어서 냉각수와 열교환함으로써 냉각된다(도 7(b)의 부호 154에 상당). 그리고 또한, 냉매는 재차, 컴프레서(102c)에 의해 단열 압축되어 온도가 상승한 후(도 7(b)의 부호 155에 상당), 하류측에 설치된 열교환기(103c)에 있어서 냉각수와 열교환함으로써 냉각된다(도 7(b)의 부호 156에 상당).
- [0029] 이와 같이 냉동 시스템(100')에서는, 복수단에 걸쳐 컴프레서(102)에 의한 단열 압축과, 열교환기(103)에 의한 냉각을 반복함으로써 효율 향상이 도모되고 있다. 즉, 단열 압축과 냉각의 반복을 복수단에 걸쳐 행함으로써, 브레이튼 사이클의 압축 공정을 이상적인 등온 압축에 가깝게 하고 있다. 이 단수는 많을 수록, 등온 압축에 근사하게 되지만, 단수가 증가하는 것에 의한 압축비의 선택, 장치 구성의 복잡화, 운용의 간이성 등을 고려하여 단수를 결정하면 된다.
- [0030] 열교환기(103c)를 통과한 냉매는, 냉열 회수 열교환기(106)에 의해 온도가 더 냉각된 후(도 7(a)의 부호 157에 상당), 팽창 터빈(104)에 의해 단열 팽창되어, 냉열을 생성한다(도 7(a)의 부호 158에 상당).
- [0031] 또한, 도 6의 예에서는, 단일의 팽창 터빈(104)을 가지는 냉동 시스템(100')을 나타내고 있지만, 컴프레서(102)와 마찬가지로, 순환 경로(101)에 대해 직렬로 복수의 팽창 터빈이 설치되어 있어도 된다.
- [0032] 팽창 터빈(104)으로부터 배출된 냉매는, 냉각부(105)에 있어서, 냉각 대상인 초전도 기기 내의 순환 경로(150)를 흐르는 액체 질소와 열교환되어, 열부하에 의해 온도가 상승한다(도 7(a)의 부호 159에 상당).

- [0033] 냉각부(105)에서 승온된 냉매는, 냉열 회수 열교환기(106)에 도입되어, 상술한 열교환기(103c)를 통과한 고온의 압축 냉매와 열교환함으로써, 남은 냉열을 회수한다. 이것에 의해, 냉각 대상을 냉각한 후에 냉매에 남아 있는 냉열을 이용하여, 팽창 터빈(104)에 도입되는 냉매의 온도를 저하시킬 수 있으므로, 냉각 효율의 향상이 도모되고 있다.
- [0034] 이와 같이 냉동 시스템(100')에서는, 컴프레서(102)나 팽창 터빈(104)과 같은 복수의 회전기를 이용하여 브레이톤 사이클이 구성되어 있다.
- [0035] 상류측의 2개의 컴프레서(102a 및 102b)는, 공통의 동력원인 전동기(107a)의 출력축(108a)의 양단에 각각 연결됨으로써 제1 유닛(109a)을 구성함으로써, 부품점수를 삭감하여, 적은 설치 스페이스에 부설 가능하게 구성되어 있다. 하류측의 컴프레서(102c) 및 팽창 터빈(104)도 또한, 공통의 동력원인 전동기(107b)의 출력축(108b)의 양단에 각각 연결됨으로써 제2 유닛(109b)을 구성함으로써, 부품점수를 삭감하여, 적은 설치 스페이스에 부설 가능하게 구성되어 있지만, 이것에 더하여, 팽창 터빈(104)에서 발생한 동력이 컴프레서(102c)의 압축 동력에 기여함으로써, 효율화가 도모되고 있다.
- [0036] 또한, 공통의 전동기의 출력축(108) 상에 연결된 컴프레서(102) 또는 팽창 터빈(104)은, 각각 도시하지 않은 가대(架臺) 상에 올려 유닛화해도 된다.
- [0037] 이러한 냉동 시스템(100')에서는, 냉각 대상의 열부하가 커지면 대형화가 필요해져, 광대한 부설 스페이스를 필요로 하게 되어 버리는 것이 문제가 된다. 또 냉동 시스템(100')의 안정적인 운용을 행하는 경우, 고장 발생 시와 같이 불측의 사태에 빠졌을 때에도 운전을 계속할 수 있도록, 동등한 백업용의 냉동 시스템을 준비하여 신뢰성을 확보하는 것을 생각할 수 있지만, 이러한 수법에서는, 시스템 전체의 사이즈가 매우 대규모의 것이 되어 버린다(단순하게 1개의 백업 시스템을 도입하면, 설치 스페이스도 배가 되어 버린다).
- [0038] 이러한 문제는, 이하에 설명하는 냉동 시스템에 의해 해결할 수 있다.
- [0039] (실시예)
- [0040] 도 1은 본 실시예에 관련된 냉동 시스템(100)의 전체 구성을 나타내는 모식도이다. 또한, 도 1에서는 상술한 관련 기술과 공통되는 개소에는 동일한 부호를 붙이는 것으로 하고, 중복되는 설명은 적당히 생략하는 것으로 한다.
- [0041] 또한, 도 1에서는 초전도 기기가 냉각 대상(160)으로서 나타나 있으며, 그 냉각 대상(160)을 냉각하기 위한 순환 경로(150) 상에는 액체 질소를 순환시키기 위한 펌프(170)가 나타나 있다.
- [0042] 냉동 시스템(100)은, 상술한 냉동 시스템(100')과 기본적으로는 동일한 브레이톤 사이클에 의거하여 냉각을 행할 수 있지만, 컴프레서(102) 또는 팽창 터빈(104)과 같은 회전기 중 적어도 하나가, 순환 경로(101)에 대해 병렬로 복수 설치되어 있는 점에서 상이하다.
- [0043] 구체적으로 설명하면, 공통의 전동기(107a)의 출력축(108a)의 양단에 컴프레서(102a 및 102b)가 설치된 제1 유닛(109a)에 대해서, 공통의 전동기(117a)의 출력축(118a)의 양단에 컴프레서(112a 및 112b)가 설치된 백업용 유닛(119a)이, 순환 경로(101)에 대해 병렬로 설치되어 있다. 제1 유닛(109a)과 백업용 유닛(119a)은, 전환 밸브 V1, V2의 전환으로 선택 가능하며, 정상 시에 사용되는 제1 유닛(109a)에 이상이 발생했을 때에 백업용 유닛(119a)이 선택되도록 조작된다.
- [0044] 또한, 열교환기(103a)는 제1 유닛(109a)과 백업용 유닛(119a)의 사이에서 공유되어 있다. 이것은, 열교환기(103a)는 컴프레서(102a, 102b)와 같은 회전기가 아니기 때문에 이상 발생 리스크가 낮고, 유닛 간에서 공유함으로써 공간 절약을 도모하고 있기 때문이다.
- [0045] 열교환기(103a)는, 그 하류측에 제1 유닛(109a)과 백업용 유닛(119a)의 사이에 각각 전환 밸브 V3, V4가 설치되어 있어, 사용되는 유닛에 따라 전환되게 되어 있다.
- [0046] 또, 공통의 전동기(107b)의 출력축(108b)의 양단에 컴프레서(102c) 및 팽창 터빈(104)이 설치된 제2 유닛(109b)에 대해서, 공통의 전동기(117b)의 출력축(118b)의 양단에 컴프레서(112c) 및 팽창 터빈(114)이 설치된 백업용 유닛(119b)이, 순환 경로(101)에 대해 병렬로 설치되어 있다. 제2 유닛(109b)과 백업용 유닛(119b)은, 전환 밸브 V5, V6의 전환으로 선택 가능하고, 정상 시에 사용되는 제2 유닛(109b)에 이상이 발생했을 때에 백업용 유닛(119b)이 선택되도록 조작된다.
- [0047] 또한, 열교환기(103b)는 제2 유닛(109b)과 백업용 유닛(119b)의 사이에서 공유되어 있다. 이것은, 열교환기

(103b)는 컴프레서(102c)나 팽창 터빈(104)과 같은 회전기가 아니기 때문에 이상 발생 리스크가 낮고, 유닛 간에서 공유함으로써 공간 절약을 도모하고 있기 때문이다.

[0048] 열교환기(103c), 냉열 회수 열교환기(106)는, 그 하류측에 제2 유닛(109b)과 백업용 유닛(119b)의 사이에 각각 전환 밸브 V7, 밸브 V8이 설치되어 있어, 사용되는 유닛에 따라 전환되게 되어 있다.

[0049] 도 2는 도 1에 나타내는 냉동 시스템(100)에 있어서의 전환 밸브 V1~V8의 조작예를 나타낸 것이다.

[0050] 우선 도 2의 상단은, 냉동 시스템(100)이 정상적으로 동작하고 있는 경우(통상 운전시)에 있어서의 전환 밸브 V1~V8의 상태를 나타내고 있다. 이 때, 제1 유닛(109a)측에서는, 전환 밸브 V1을 열음으로써 제1 유닛(109a)측에 냉매를 유도함과 함께, V2를 닫음으로써 백업용 유닛(119a)측으로의 냉매가 차단된다. 이 때, 전환 밸브 V3을 열음과 함께 전환 밸브 V4를 닫음으로써, 컴프레서(102a)로 압축된 냉매가 열교환기(103a)를 통하여, 하류측에 있는 컴프레서(102b)에 유도된다.

[0051] 한편, 제2 유닛(109b)측에서는, 전환 밸브 V5를 열음으로써 제2 유닛(109b)측에 냉매를 유도함과 함께, V6을 닫음으로써 백업용 유닛(119b)측으로의 냉매가 차단된다. 이 때, 전환 밸브 V7을 열음과 함께 전환 밸브 V8을 닫음으로써, 컴프레서(102c)로 압축된 냉매가 열교환기(103c), 냉열 회수 열교환기(106)를 통하여, 하류측에 있는 팽창 터빈(104)에 유도된다.

[0052] 계속해서 도 2의 하단은, 냉동 시스템(100)의 정상 작동 시에 사용되는 제1 유닛(109a)을 구성하는 컴프레서(102a 또는 102b)에 있어서 이상이 발생한 경우에 있어서의 전환 밸브 V1~V8의 상태를 나타내고 있다. 이 때, 제1 유닛(109a)측에서는, 전환 밸브 V1을 닫음으로써 이상이 발생한 제1 유닛(109a)측으로의 냉매가 차단됨과 함께, V2를 열음으로써 백업용 유닛(119a)측에 냉매가 유도된다. 이 때, 전환 밸브 V3을 닫음과 함께 전환 밸브 V4를 열음으로써, 컴프레서(112a)로 압축된 냉매가 열교환기(103a)를 통하여, 하류측에 있는 컴프레서(112b)에 유도된다.

[0053] 한편, 제2 유닛(109b)측에서는, 컴프레서(102c) 및 팽창 터빈(104)이 정상적으로 동작하고 있으므로, 전환 밸브 V5~V8의 개폐 상태는 상단과 다르지 않다. 또한, 제2 유닛(109b)측에서도 컴프레서(102c) 및 팽창 터빈(104)에 이상이 생긴 경우에는, 동일한 방식에 의해 전환 밸브 V5~V8이 조작된다(구체적으로 말하면, 제2 유닛(109b)으로의 냉매 공급이 차단되도록 전환 밸브 V5가 닫혀짐과 함께 전환 밸브 V6을 열음으로써 백업용 유닛(119b)측에 냉매를 도입한다. 그리고, 전환 밸브 V7을 닫고 전환 밸브 V8을 열음으로써, 컴프레서(112c)를 통과한 냉매를 열교환기(103c), 냉열 회수 열교환기(106)를 통하여 팽창 터빈(114)으로 유도한다).

[0054] 이와 같이 전환 밸브 V1~V8을 전환 조작함으로써, 메인의 유닛에 이상이 발생한 경우에 있어서도 백업용의 유닛을 구동하여, 냉동 시스템(100)의 운용을 계속할 수 있다.

[0055] 또한, 이러한 전환 밸브 V1~V8의 전환 조작은, 오퍼레이터가 이상을 발견한 경우에 수동에 의해 행해져도 되고, 마이크로 프로세서 등으로 구성되는 컨트롤러에 제어 프로그램을 내장함으로써, 이상을 검출했을 때에 자동적으로 전환 제어되어도 된다.

[0056] 본 실시예에 관련된 냉동 시스템(100)에서는, 도 1에 나타내는 바와 같이 냉각 대상측에 배치되어, 비교적 저온의 냉열이 흐르는 팽창 터빈(104 및 114), 냉각부(105), 냉열 회수 열교환기(106)를, 외부와 단열 가능한 쿨드 박스(130) 내에 하나의 유닛으로서 수납되어 있다. 이 쿨드 박스(130)는, 예를 들면 내외표면 간에 진공의 단열층을 가짐으로써, 외부로부터의 열침입을 방지하고, 비교적 저온의 팽창 터빈(104, 114), 열교환기(105), 냉열 회수 열교환기(106)로부터의 열손실을 방지한다.

[0057] 한편, 컴프레서(102a, 102b, 102c), 열교환기(103a, 103b, 103c)는 비교적 고온의 냉매가 흐르기 때문에, 상술한 쿨드 박스(130)의 외부에 있어서, 압축기 유닛(140)으로서 일체적으로 모아져 있다.

[0058] 쿨드 박스(130)는, 압축기 유닛(140)에 비해 냉각 대상에 가까운 위치에 배치된다. 이것에 의해, 쿨드 박스(130)에서 발생시킨 냉열을, 적은 손실로 냉각 대상으로 공급할 수 있어, 양호한 냉동 효율을 달성할 수 있다.

[0059] 반대로 말하면, 압축기 유닛(140)은 쿨드 박스(130)와 별체로서 구성되어 있기 때문에, 쿨드 박스(130)로부터 떨어진 위치에 분산시켜 배치할 수 있다. 그 결과, 냉각 대상의 주변에 부설 스페이스가 적은 경우에도, 쿨드 박스(130)만을 냉각 대상의 근방에 배치함과 함께, 압축기 유닛(140)을 떨어진 스페이스에 분산 배치함으로써, 좁은 부설 스페이스에도 냉동 장치(100)를 도입할 수 있다.

- [0060] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시예에 관련된 냉동 시스템(100)에 의하면, 냉동 사이클 중 압축 공정과 팽창 공정을 담당하는 회전기를, 냉매가 흐르는 순환 경로(101)에 대해 병렬로 복수 설치함으로써, 만일 일방의 회전기에 이상(예를 들면 고장 등)이 발생한 경우여도, 다른 회전기를 백업용으로서 기능시킬 수 있으므로, 운전을 계속할 수 있다. 일반적으로 냉동 시스템에서는 회전기는 다른 구성 요소에 비해 이상이 발생할 리스크가 높은 경향이 있기 때문에, 이상 발생 리스크가 높은 회전기에 대해서만 백업을 준비함으로써, 시스템 전체의 사이즈업을 억제하면서, 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0061] (제1 변형예)
- [0062] 계속해서, 도 3을 참조하여, 제1 변형예에 관련된 냉동 시스템(200)의 구성에 대해서 설명한다. 도 3은, 제1 변형예에 관련된 냉동 시스템(200)의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.
- [0063] 또한, 도 3에서는 상술한 실시예와 공통되는 개소에는 동일한 부호를 붙이는 것으로 하고, 중복되는 설명은 적당히 생략하는 것으로 한다.
- [0064] 제1 변형예에 관련된 냉동 시스템(200)은, 콜드 박스(130) 및 압축기 유닛(140)으로 구성되어 있는 점에서, 상술한 실시예와 공통되고 있지만, 1개의 콜드 박스(130)에 대해, 3개의 압축기 유닛(140a, 140b, 140c)이 설치되어 있는 점에서 상이하다. 각각의 압축기 유닛(140)은, 냉매를 순환시키기 위한 배관을 통하여 콜드 박스(130)에 접속되어 있다.
- [0065] 여기서 도 4는 도 3에 있어서 파선으로 둘러싼 영역의 상세를 나타내는 도이다. 도 4에서는, 도 3에 나타내는 3개의 압축기 유닛에 대응해서 설치되는 3계통 중 1개를 대표적으로 나타내고 있으며, 다른 2개의 계통도 동일한 구성을 가지고 있다.
- [0066] 각 압축기 유닛(140)과 콜드 박스(130)의 사이에는, 각각 박스(180)가 설치되어 있다. 각 박스(180)에는, 압축기 유닛(140)과 콜드 박스(130) 사이의 냉매 입출 라인의 연통 상태를 전환하기 위한 전환 밸브(181a 및 181b)와, 제2 압축기 유닛(109b)의 컴프레서(102c)와, 전동기(107b)와, 컴프레서의 출입 접속 배관이 배치되어 있다. 박스(180)에는, 압축기 유닛(140)에서 컴프레서(102a 및 102b)에 의해 압축된 냉매가 공급되고, 압축 유닛(102c)에 의해 더 압축한 것을, 압축 가스 접속 라인을 통하여 열교환기(103c)에 송출하도록 되어 있다.
- [0067] 또한, 전환 밸브(181a 및 181b)는 V5 및 V1과 견해도 된다.
- [0068] 냉동 시스템(200)이 정상적으로 동작하고 있는 경우에는, 3개의 압축기 유닛(140) 중 어느 하나를 선택적으로 구동시킴으로써, 냉동 시스템(200)의 동작이 행해지지만, 상기 선택된 압축기 유닛(140)에 이상이 발생한 경우에는, 각각의 박스(180) 내의 전환 밸브(181a 및 181b)를 조작함으로써, 다른 2개의 압축기 유닛(140)으로 전환되어 냉동 시스템(200)의 운전이 계속된다.
- [0069] 또한, 냉동 시스템(200)의 정상 동작 시에, 3개의 압축기 유닛(140) 중 복수를 동시에 병렬로 동작시켜도 된다. 이 경우, 1개의 압축기 유닛(140)당 부하가 적어지므로, 시스템의 효율화를 도모할 수 있지만, 그 만큼, 백업용의 압축기 유닛(140)이 실질적으로 감소하므로, 그에 맞추어 압축기 유닛(140)의 동작수를 결정하면 된다.
- [0070] 이와 같이 제1 변형예에 관련된 냉동 시스템(200)에서는, 압축기 유닛(140)을 복수 구비함으로써, 보다 높은 신뢰성을 확보할 수 있다. 또 각각의 압축기 유닛(140)은, 냉각 대상의 가까이에 배치해야 하는 콜드 박스(130)로부터 떨어져 배치 가능하므로, 냉각 대상의 주변에 냉동 시스템 전체에 필요한 넓은 설치 스페이스를 확보할 수 없는 경우여도, 압축기 유닛(140)을 콜드 박스(130)로부터 떨어진 다른 설치 스페이스에 설치함으로써, 적은 설치 스페이스에 배치 가능한 냉동 시스템(200)을 실현할 수 있다.
- [0071] (제2 변형예)
- [0072] 계속해서, 도 5를 참조하여, 제2 변형예에 관련된 냉동 시스템(300)의 구성에 대해서 설명한다. 도 5는, 제2 변형예에 관련된 냉동 시스템(300)의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.
- [0073] 또한, 도 5에서는 상술한 실시예와 공통되는 개소에는 동일한 부호를 붙이는 것으로 하고, 중복되는 설명은 적당히 생략하는 것으로 한다.
- [0074] 제2 변형예에 관련된 냉동 시스템(300)은, 콜드 박스(130) 및 압축기 유닛(140)으로 구성되어 있는 점에서, 상술한 실시예와 공통되고 있지만, 2개의 콜드 박스(130a, 130b)를 가지고 있고, 각각의 콜드 박스(130)에 대해 1개의 압축기 유닛(140a, 140b)이 설치되어 있는 점에서 상이하다. 즉, 1개의 콜드 박스(130)와 1개의 압축기

유닛(140)을 세트로 하여, 그 백업을 구비하고 있다.

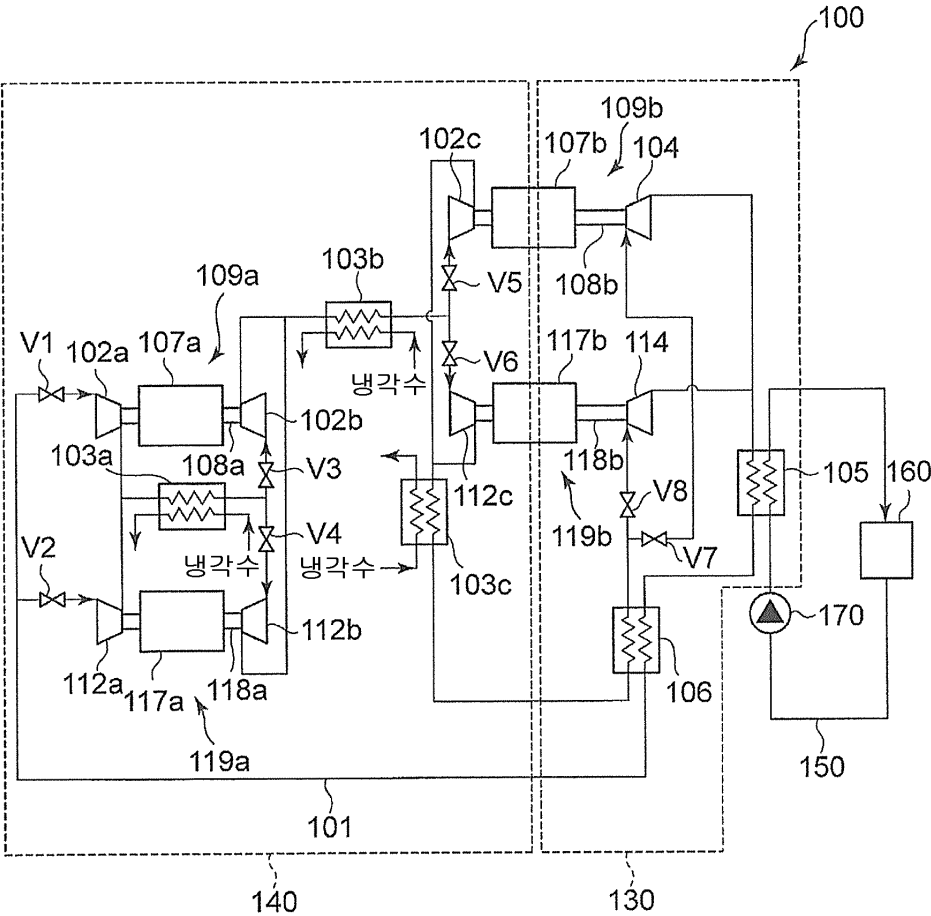
[0075] 이 변형예에서는, 냉동 시스템(300)의 정상 동작 시에는, 예를 들면, 콜드 박스(130a)와 압축기 유닛(140a)의 세트가 동작되고, 고장 발생 시에 콜드 박스(130b)와 압축기 유닛(140b)의 세트가 동작되도록 전환됨으로써, 계속적인 운전이 가능해진다.

[0076] <산업상의 이용 가능성>

[0077] 본 발명은, 냉매가 흐르는 순환 경로 상에, 냉매를 압축하는 컴프레서와, 상기 압축된 냉매를 냉각하는 열교환기와, 상기 냉각된 냉매를 팽창시켜 냉열을 발생시키는 팽창 터빈과, 상기 냉열에 의해 냉각 대상을 냉각하는 냉각부가 순서대로 설치된 냉동 사이클을 가지는 냉동 시스템에 이용 가능하다.

도면

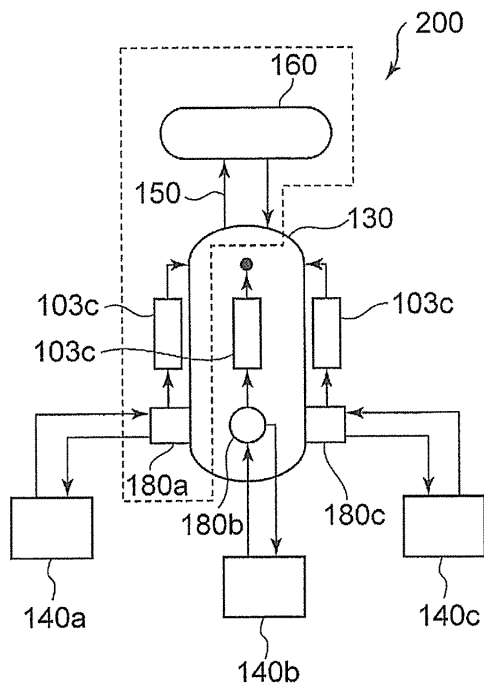
도면1



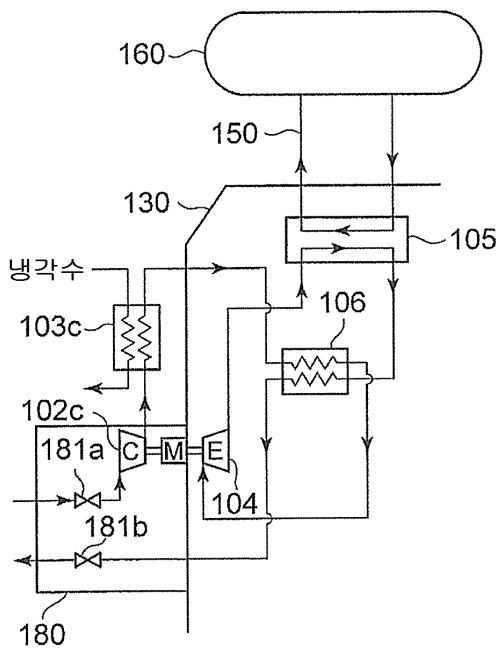
도면2

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
정상 운전시	개	폐	개	폐	개	폐	개	폐
압축기(1단재) 고장	폐	개	폐	개	개	폐	개	폐

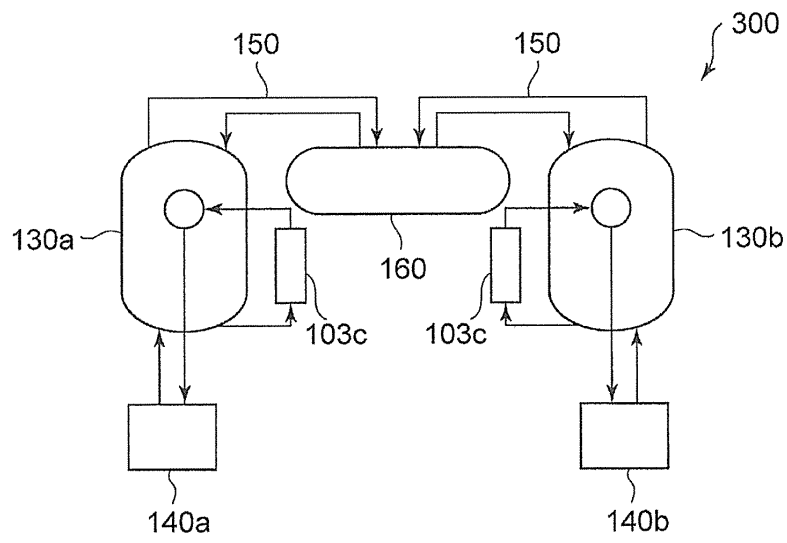
도면3



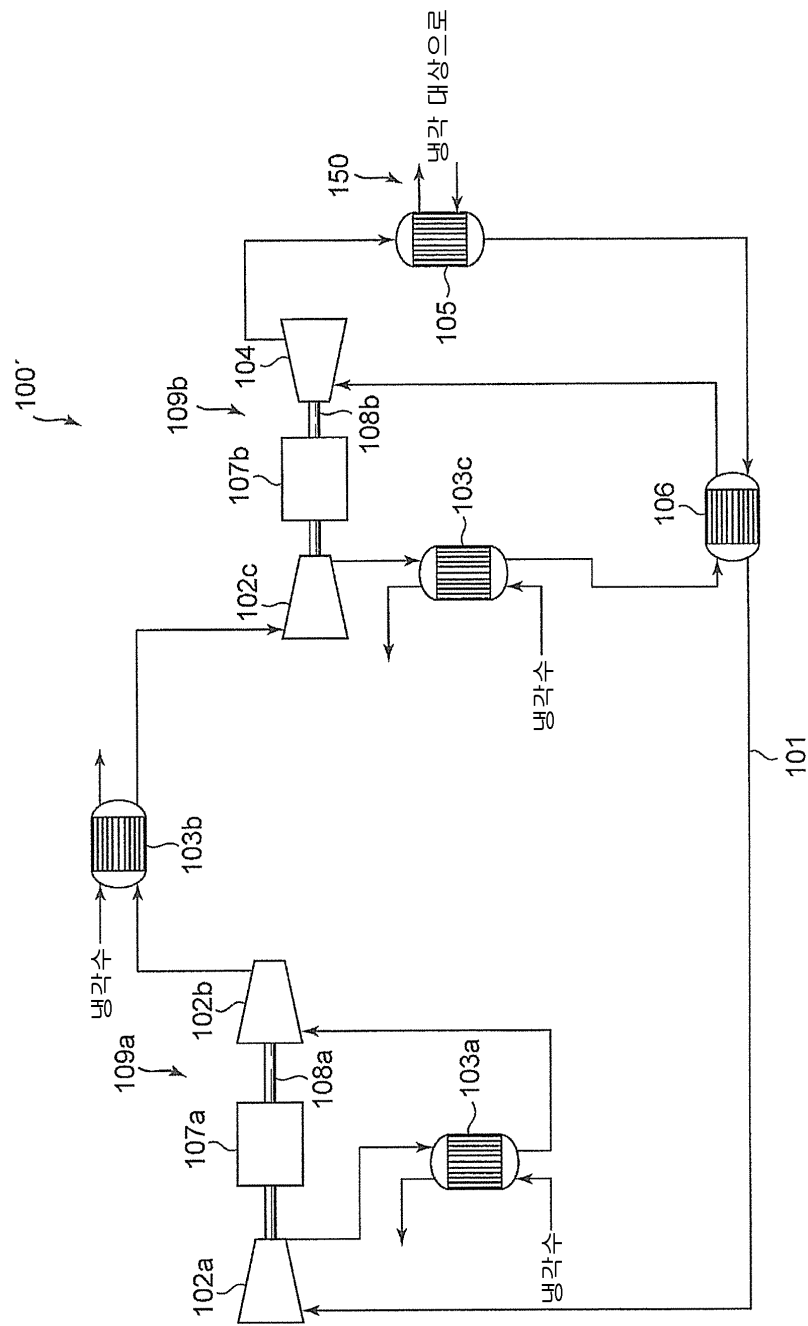
도면4



도면5

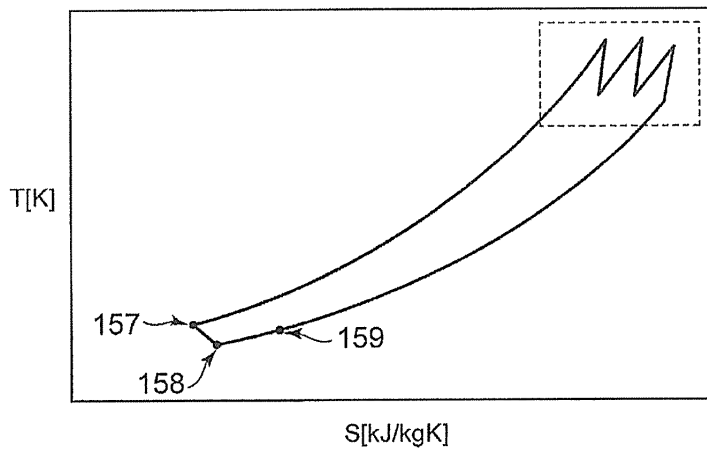


도면6



도면7

(a)



(b)

