



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0099442
(43) 공개일자 2024년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 15/10 (2006.01) F01D 25/24 (2006.01)
F01K 25/10 (2006.01) H02K 7/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01D 15/10 (2013.01)
F01D 25/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7018946
(22) 출원일자(국제) 2021년11월09일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년06월05일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/041242
(87) 국제공개번호 WO 2023/084619
국제공개일자 2023년05월19일

(71) 출원인
미쓰비시주요마린마시나리 가부시카가이사
일본국 나가사키켄 나가사키시 아쿠노우라마치 1
반 1고
(72) 발명자
가와나미 아키라
일본국 나가사키켄 나가사키시 아쿠노우라마치 1
반 1고 미쓰비시주요마린마시나리 가부시카가이사
나이
다카타 료
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸메 2방 3
고 미쓰비시 주교교 가부시카가이사 나이
(74) 대리인
특허법인코리어나

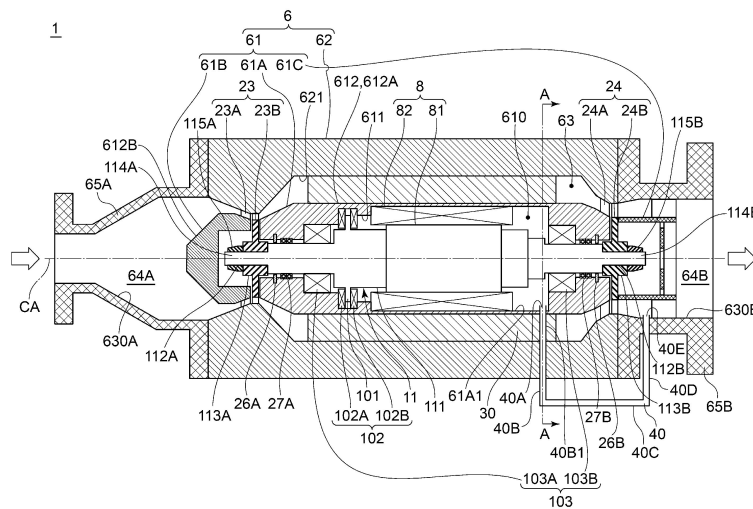
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 냉열 발전용 터빈 및 냉열 발전용 터빈을 구비하는 냉열 발전 시스템

(57) 요약

액화 가스를 가열하기 위한 열매체를 순환시키도록 구성된 열매체 순환 라인에 형성된 냉열 발전용 터빈으로서, 로터 샤프트와, 내측 케이싱과, 외측 케이싱과, 발전기 로터 및 발전기 스테이터를 포함하는 발전기와, 제 1 단 동익과, 제 1 단 정익과, 제 2 단 동익과, 제 2 단 정익과, 내측 케이싱의 외주면과 외측 케이싱의 내주면의 사이에 획정되는 열매체 유로로서, 제 1 단 정익의 상류로부터 제 2 단 동익의 하류에 이르기까지 로터 샤프트의 축방향을 따라 연장되는 열매체 유로를 구비하는 냉열 발전용 터빈을 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

F01K 25/10 (2013.01)

H02K 7/1823 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

액화 가스를 가열하기 위한 열매체를 순환시키도록 구성된 열매체 순환 라인에 형성된 냉열 발전용 터빈으로서,
 로터 샤프트와,
 상기 로터 샤프트를 회전 가능하게 수용하는 내측 케이싱과,
 상기 내측 케이싱의 외주면에 배치되는 외측 케이싱과,
 상기 로터 샤프트의 외주면에 형성되는 발전기 로터와, 상기 내측 케이싱의 내주면에 지지되는 발전기 스테이터를 포함하는 발전기와,
 상기 발전기 로터보다 상기 로터 샤프트의 일방측에 형성된 제 1 단 동익과,
 상기 제 1 단 동익보다 상기 일방측에 있어서 상기 외측 케이싱의 내주면 또는 상기 내측 케이싱의 외주면에 지지되는 제 1 단 정익과,
 상기 발전기 로터보다 상기 로터 샤프트의 타방측에 있어서 상기 외측 케이싱의 상기 내주면 또는 상기 내측 케이싱의 상기 외주면에 지지되는 제 2 단 정익과,
 상기 제 2 단 정익보다 상기 타방측에 형성된 제 2 단 동익과,
 상기 내측 케이싱의 외주면과 상기 외측 케이싱의 상기 내주면의 사이에 획정되는 열매체 유로로서, 상기 제 1 단 정익의 상류로부터 상기 제 2 단 동익의 하류에 이르기까지 상기 로터 샤프트의 축방향을 따라 연장되는 열매체 유로를 구비하는, 냉열 발전용 터빈.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 단 동익보다 상기 타방측, 또한 상기 발전기 로터보다 상기 일방측에 있어서, 상기 로터 샤프트와 상기 내측 케이싱의 사이를 시일하는 일방측 시일부를 추가로 구비하는, 냉열 발전용 터빈.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 제 2 단 동익보다 상기 일방측, 또한 상기 발전기 로터보다 상기 타방측에 있어서, 상기 로터 샤프트와 상기 내측 케이싱의 사이를 시일하는 타방측 시일부를 추가로 구비하는, 냉열 발전용 터빈.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 내측 케이싱의 내부와, 상기 열매체 유로에 있어서의 상기 제 2 단 동익보다 하류측의 위치를 연통하는 바이패스 라인을 추가로 구비하는, 냉열 발전용 터빈.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 로터 샤프트의 직경 방향을 따라 상기 열매체 유로 내를 연장하는 적어도 1 개의 지지부로서, 일단이 상기 외측 케이싱의 상기 내주면에 접속되고, 타단이 내측 케이싱의 외주면에 접속되는 적어도 1 개의 지지부를 추가로 구비하고, 바이패스 라인의 일부는 지지부의 내부에 형성되는, 냉열 발전용 터빈.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 냉열 발전용 터빈은, 상기 로터 샤프트의 상기 일방측의 단부가 상기 로터 샤프트의 상기 타방측의 단부보다 연직 방향에 있어서 높아지도록 설치되는, 냉열 발전용 터빈.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 기재된 냉열 발전용 터빈을 구비하는 냉열 발전 동시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 액화 가스를 가열하기 위한 열매체를 순환시키도록 구성된 열매체 순환 라인에 형성된 냉열 발전용 터빈 및 냉열 발전용 터빈을 구비하는 냉열 발전 동시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액화 가스 (예를 들어, 액화 천연 가스) 는, 수송이나 저장을 목적으로 하여 액화되고, 도시 가스나 화력 발전 등의 공급처에 공급할 때에 있어서, 해수 등의 열매체로 승온하여 기화시키는 것이 행해진다. 액화 가스를 기화시킬 때에, 냉열 에너지를 해수에 버리는 것이 아니라 전력으로서 회수하는 냉열 발전이 있다.

[0003] 액화 천연 가스를 이용한 냉열 발전 사이클로는, ORC (Organic Rankine Cycle) 가 알려져 있다. ORC 는, 클로로드 루프 내를 순환하는, 물보다 비점이 낮은 저온의 작동 유체를, 응축기 (복수기) 에서 액화 천연 가스로 냉각, 응축시킨 후, 펌프에 의해 승압하고, 증발기에서 해수 등을 열원으로 하여 가열하여 증발시키고, 이 증기를 냉열용 발전용 터빈에 도입하여 동력을 얻는 사이클 프로세스이다.

[0004] ORC 등에 사용되는, 냉열 에너지를 회수하여 발전하는 냉열 발전용 터빈은, 일반적으로 발전기의 축의 일단에만 터빈을 배치하는 구조가 된다. 그러나, 이 구조의 경우에는 다른 일방의 축단에 카운터 웨이트를 형성할 필요가 있었다.

[0005] 특허문헌 1 에서는, 냉열 발전 장치의 소형화를 위해, 동일 케이싱 내에 2 개의 레이디얼 터빈과 발전기를 동축상에 배치한 냉열 발전용 터빈이 개시되어 있다. 이 냉열 발전용 터빈에서는, 축의 중앙부에 발전기가 배치되고, 축의 양단에 레이디얼 터빈이 배치되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평8-218816호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 발전기는 고속으로 회전하기 때문에 냉각을 필요로 하지만, 그 냉각 방식으로는 수랭 방식이 일반적이다. 특허문헌 1 에 개시되어 있는 기술에서는, 발전기의 냉각을 위해서, 냉각원 (냉각수) 의 확보가 필요하고, 냉각에 필요한 기기나 냉각 유로 등의 냉각 기구를 형성할 필요가 있다. 이 때문에, 냉열 발전 장치가 대형화되어 버릴 우려가 있다.

[0008] 상기한 사정을 감안하여 본 개시의 적어도 일 실시형태의 목적은, 냉각 기구를 불필요, 또는 소규모화함으로써, 장치의 대형화를 억제할 수 있는 냉열 발전용 터빈을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해서, 일 양태에 관련된 냉열 발전용 터빈은,

[0010] 액화 가스를 가열하기 위한 열매체를 순환시키도록 구성된 열매체 순환 라인에 형성된 냉열 발전용 터빈으로서,

- [0011] 로터 샤프트와,
- [0012] 상기 로터 샤프트를 회전 가능하게 수용하는 내측 케이싱과,
- [0013] 상기 내측 케이싱의 외주측에 배치되는 외측 케이싱과,
- [0014] 상기 로터 샤프트의 외주면에 형성되는 발전기 로터와, 상기 내측 케이싱의 내주면에 지지되는 발전기 스테이터를 포함하는 발전기와,
- [0015] 상기 발전기 로터보다 상기 로터 샤프트의 일방측에 형성된 제 1 단 동익(動翼) 과,
- [0016] 상기 제 1 단 동익보다 상기 일방측에 있어서 상기 외측 케이싱의 내주면 또는 상기 내측 케이싱의 외주면에 지지되는 제 1 단 정익(靜翼) 과,
- [0017] 상기 발전기 로터보다 상기 로터 샤프트의 타방측에 있어서 상기 외측 케이싱의 상기 내주면 또는 상기 내측 케이싱의 상기 외주면에 지지되는 제 2 단 정익과,
- [0018] 상기 제 2 단 정익보다 상기 타방측에 형성된 제 2 단 동익과,
- [0019] 상기 내측 케이싱의 외주면과 상기 외측 케이싱의 상기 내주면의 사이에 형성되는 열매체 유로로서, 상기 제 1 단 정익의 상류로부터 상기 제 2 단 동익의 하류에 이르기까지 상기 로터 샤프트의 축방향을 따라 연장되는 열매체 유로를 구비한다.

발명의 효과

- [0020] 본 개시의 냉열 발전용 터빈에 의하면, 냉각 기구를 불필요, 또는 소규모화함으로써, 장치의 대형화를 억제할 수 있는 냉열 발전용 터빈을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1 은, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 냉열 발전용 터빈을 구비하는 냉열 발전 시스템의 전체 구성을 개략적으로 나타내는 개략 구성도이다.
- 도 2 는, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 냉열 발전용 터빈의 개략 단면도이다.
- 도 3 은, 도 2 에 나타난 냉열 발전용 터빈의 A-A 단면도이다.
- 도 4 는, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 냉열 발전용 터빈의 개략 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 개시의 몇 가지 실시형태에 대해 설명한다. 단, 실시형태로서 기재되어 있거나 또는 도면에 도시되어 있는 구성 부품의 치수, 재질, 형상, 그 상대적 배치 등은, 본 개시의 범위를 이것에 한정하는 취지는 아니며, 단순한 설명에 불과하다.
- [0023] 예를 들어, 「어느 방향으로」, 「어느 방향을 따라」, 「평행」, 「직교」, 「중심」, 「동심」 혹은 「동축」 등의 상대적 혹은 절대적 배치를 나타내는 표현은, 엄밀하게 그러한 배치를 나타낼 뿐만 아니라, 공차, 혹은 동일한 기능이 얻어질 정도의 각도나 거리를 갖고 상대적으로 변위되어 있는 상태도 나타내는 것으로 한다.
- [0024] 예를 들어, 「동일」, 「동등한」 및 「균질」 등의 사물이 동등한 상태인 것을 나타내는 표현은, 엄밀하게 동등한 상태를 나타낼 뿐만 아니라, 공차, 혹은 동일한 기능이 얻어질 정도의 차이가 존재하고 있는 상태도 나타내는 것으로 한다.
- [0025] 예를 들어, 사각 형상이나 원통 형상 등의 형상을 나타내는 표현은, 기하학적으로 엄밀한 의미에서의 사각 형상이나 원통 형상 등의 형상을 나타낼 뿐만 아니라, 동일한 효과가 얻어지는 범위에서, 요철부나 모따기부 등을 포함하는 형상도 나타내는 것으로 한다.
- [0026] 한편, 하나의 구성 요소를 「구비한다」, 「포함한다」, 또는 「갖는다」라는 표현은, 다른 구성 요소의 존재를 제외하는 배타적인 표현은 아니다.
- [0027] 또한, 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 부여하고 설명을 생략하는 경우가 있다.
- [0028] (냉열 발전 시스템)

- [0029] 도 1 은, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 냉열 발전용 터빈을 구비하는 냉열 발전 시스템의 전체 구성을 개략적으로 나타내는 개략 구성도이다.
- [0030] 본 실시형태의 일 실시형태에 관련된 냉열 발전 시스템 (100) 은, 액화 가스를 가열하기 위한 열매체를 통해서, 액화 가스가 갖는 냉열 에너지를 전력으로서 회수하기 위한 냉열 발전 시스템 (100) 이다.
- [0031] 냉열 발전 시스템 (100) 은, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 이하에 설명하는 수상 부유 구조체 (10A) 또는 육용 (陸用) 액화 가스 기지 (10B) 에 설치된다.
- [0032] 수상 부유 구조체 (10A) 는, 수상에 부유 가능한 구조체이다. 수상 부유 구조체 (10A) 는, 프로펠러 등의 추진기를 구동시키도록 구성된 추진 장치를 갖고, 추진 장치를 구동시킴으로써 자주 (自走) 가능한 선박이나, 추진 장치를 갖지 않는 부체를 포함하는 것이다. 수상 부유 구조체 (10A) 에 있어서는, 액상의 액화 가스를 저류하고 있으며, 액상의 액화 가스를 해수 등으로 데워서 기화시키고, 도시하지 않은 엔진에 유입시켜 추진력을 얻고 있다. 액화 가스를 기화시킬 때에, 냉열 발전 시스템 (100) 에 의해 냉열 에너지를 해수로 버리는 것이 아니라, 후술하는 냉열 발전용 터빈 (1) 에 의해 전력으로서 회수한다.
- [0033] 육용의 LNG (액화 가스) 기지 (10B) 에서는, LNG 운반선이 수송한 액화 가스를 수용하여, 저장한다. 그리고, 도시 가스나 화력 발전소 등의 액화 가스의 공급처에 공급할 때에, 액화 가스를 해수 등으로 데워서 가스로 되돌리는 것이 행해진다. 액화 가스를 기화시킬 때에, 냉열 발전 시스템 (100) 에 의해 냉열 에너지를 해수로 버리는 것이 아니라, 후술하는 냉열 발전용 터빈 (1) 에 의해 전력으로서 회수한다.
- [0034] 여기서, 이하의 실시예에서는, 본 개시의 냉열 발전 시스템 (100) 이, 상기 서술한 수상 부유 구조체 (10A) 중, 액화 가스를 연료로 하는 선박 (10) 에 설치되는 경우를 예로 들어 설명한다.
- [0035] 냉열 발전 시스템 (100) 은, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 냉열 발전용 터빈 (1) 과, 액화 가스 공급 라인 (2) 과, 응축기 (3) 와, 가열 유체 공급 라인 (4) 과, 냉열용 펌프 (5) 와, 증발기 (7) 와, 열매체 순환 라인 (9) 을 구비하고 있다. 냉열 발전용 터빈 (1) 과 응축기 (3) 와 냉열용 펌프 (5) 와 증발기 (7) 는, 열매체 순환 라인 (9) 에 의해 각각 접속되어 있다. 또한, 액화 가스 공급 라인 (2) 은, 응축기 (3) 에 접속되어 있다. 또한, 가열 유체 공급 라인 (4) 은, 증발기 (7) 에 접속되어 있다. 열매체 순환 라인 (9), 액화 가스 공급 라인 (2) 및 가열 유체 공급 라인 (4) 의 각각은, 예를 들어 관로 등 유체가 유통되는 유로를 포함하는 것이다. 그리고, 열매체가 액체나 기체로 상태 변화를 하면서 열매체 순환 라인 (9) 안을 순환함으로써, 냉열 발전 시스템 (100) 이 구동되도록 구성되어 있다.
- [0036] 열매체 순환 라인 (9) 은, 물보다 응고점이 낮은 열매체를 순환시키도록 구성되어 있다. 이하, 액화 가스의 구체예로서 액화 천연 가스 (LNG) 를, 열매체 순환 라인 (9) 을 흐르는 열매체의 구체예로서 프로판을 예로 들어 설명하지만, 본 개시는, 액화 천연 가스 이외의 액화 가스 (액화 수소 등) 도 적용 가능하며, 또한, 프로판 이외의 열매체, 예를 들어 R1234yf 나 R1234ze 등을 열매체 순환 라인 (9) 에 흐르는 열매체로 한 경우에도 적용 가능하다.
- [0037] 응축기 (3) 는, 열매체와 액화 가스가 열 교환함으로써 작동 유체를 응축시키도록 구성되어 있다. 응축기 (3) 의 내부에는, 열매체 순환 라인 (9) 에 접속되어 열매체 순환 라인 (9) 을 순환하는 열매체가 유입되는 가열측 관로 (31) 와, 액화 가스 공급 라인 (2) 에 접속되어 액화 가스 공급 라인 (2) 을 흐르는 액화 가스가 유입되는 피가열측 관로 (32) 가 형성되어 있다. 그리고, 가열측 관로 (31) 를 흐르는 열매체와 피가열측 관로 (32) 를 흐르는 액화 가스가 열 교환하도록 구성되어 있다. 응축기 (3) 에 있어서, 열 교환에 의해 열매체는 냉각되어 응축되고, 액화 가스는 가열된다.
- [0038] 응축기 (3) 보다 상류측의 액화 가스 공급 라인 (2) 은, 액화 가스용 펌프 (22) 에 접속되고, 액화 가스용 펌프 (22) 의 좀더 상류측은 액화 가스 저류 장치 (21) 에 접속되어 있다.
- [0039] 액화 가스용 펌프 (22) 의 구동에 의해, 액화 가스 저류 장치 (21) 에 저류되어 있는 액체상의 액화 가스는, 액화 가스 공급 라인 (2) 으로 보내지고, 액화 가스 공급 라인 (2) 을 상류측에서부터 하류측을 향하여 흘러, 응축기 (3) 에 공급된다. 그리고, 응축기 (3) 의 내부에 있어서의 열 교환에 의해 기화된 액화 가스는, 피가열측 관로 (32) 를 흐른 후, 다시 액화 가스 공급 라인 (2) 을 흘러, 응축기 (3) 의 하류측에 설치되는 선박 (10) 의 엔진 (도시 생략) 에 연료로서 공급된다.
- [0040] 냉열용 펌프 (5) 는, 응축기 (3) 로부터 공급된 열매체를 송압하도록 구성되어 있다. 열매체 순환 라인 (9) 에 접속되는 냉열용 펌프 (5) 가 구동함으로써, 열매체 순환 라인 (9) 을 열매체가 순환한다. 열매체는, 응

축기 (3) 에서 냉열용 펌프 (5) 로, 냉열용 펌프 (5) 에서 증발기 (7) 로, 증발기 (7) 에서 냉열 발전용 터빈 (1) 으로, 냉열 발전용 터빈 (1) 에서 응축기 (3) 로 흐른다.

[0041] 냉열용 펌프 (5) 는, 열매체를 승압할 수 있으면 되고, 그 형식은 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 터보형 펌프 (원심 펌프, 사류 펌프, 축류 펌프 등) 나 용적형 펌프 (왕복형 펌프, 회전형 펌프), 특수형 펌프 (수중 모터 펌프) 등, 실시형태에 맞추어 형식을 적절히 선택할 수 있다.

[0042] 증발기 (7) 는, 냉열용 펌프 (5) 에 의해 승압된 열매체와, 냉열 발전 시스템 (100) 의 외부로부터 도입된 가열 유체가 열 교환함으로써 열매체를 증발시키도록 구성되어 있다. 증발기 (7) 의 내부에는, 냉열용 펌프 (5) 에 의해 승압된 열매체가 유입되고, 열매체 순환 라인 (9) 에 접속되는 열매체 피가열측 관로 (71) 와, 가열 유체 공급 라인 (4) 에 접속되고, 냉열 발전 시스템 (100) 의 외부로부터 도입되는 가열 유체가 유입되는 열매체 가열측 관로 (72) 가 형성되어 있다. 그리고, 열매체 피가열측 관로 (71) 를 흐르는 열매체와 가열측 관로 (72) 를 흐르는 가열 유체가 열 교환하도록 구성되어 있다. 증발기 (7) 에 있어서, 열 교환에 의해 열매체는 가열되어 증발되고, 가열 유체는 냉각된다.

[0043] 증발기 (7) 보다 상류측의 가열 유체 공급 라인 (4) 은, 가열 유체용 펌프 (42) 에 접속되어 있다. 가열 유체 공급 라인 (4) 에 있어서의 가열 유체용 펌프 (42) 의 좀더 상류측은, 냉열 발전 시스템 (100) 의 외부로부터 가열 유체가 도입되도록, 가열 유체의 공급원과 접속되어 있다.

[0044] 가열 유체용 펌프 (42) 의 구동에 의해, 가열 유체의 공급원으로부터 가열 유체가 가열 유체 공급 라인 (4) 으로 보내지고, 가열 유체 공급 라인 (4) 을 상류측에서부터 하류측을 향하여 흘러, 증발기 (7) 로 공급된다. 그리고, 증발기 (7) 의 내부에 있어서의 열 교환에 의해 냉각된 가열 유체는, 열매체 가열측 관로 (72) 를 흐른 후, 다시 가열 유체 공급 라인 (4) 을 흘러, 냉열 발전 시스템 (100) 의 외부로 배출된다.

[0045] 상기 서술한 「가열 유체」는, 증발기 (7) 에 있어서 열매체로서 열매체 순환 라인 (9) 을 순환하는 열매체를 가열시키는 유체이면 되고, 증기나 온수, 해수나, 엔진 냉각수, 상온의 물이어도 된다.

[0046] 냉열 발전 시스템 (100) 이 선박 (10) 에 탑재되는 경우에는, 가열 유체는, 선박 (10) 에 있어서 입수가 용이한 물 (예를 들어, 해수 등의 선외수나, 선박 (10) 의 엔진을 냉각한 엔진 냉각수 등) 을 바람직하게 이용할 수 있다.

[0047] 냉열 발전용 터빈 (1) 은, 증발기 (7) 에서 생성된 기체상의 열매체에 의해 구동되도록 구성되어 있다.

[0048] 또한, 냉열 발전용 터빈 (1) 은 발전기 (8) 를 가지고 있다. 그리고, 증발기 (7) 에서 생성된 기체상의 열매체에 의해 후술하는 냉열 발전용 터빈 (1) 의 로터 샤프트 (11) 가 회전함으로써, 발전기 (8) 를 구동하도록 구성되어 있다. 냉열 발전용 터빈 (1) 을 구동한 기체상의 열매체는, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 하류측에 설치되는 상기 서술한 응축기 (3) 를 향하여 열매체 순환 라인 (9) 을 흐른다.

[0049] (냉열 발전용 터빈)

[0050] 도 2 는, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 냉열 발전용 터빈의 개략 단면도로서, 냉열 발전용 터빈을 가로로 배치한 경우의 도면이다. 도 3 은, 도 2 에 나타난 냉열 발전용 터빈의 A-A 단면도이다. 도 4 는, 본 개시의 일 실시형태에 관련된 냉열 발전용 터빈의 개략 단면도로서, 냉열 발전용 터빈을 세로로 배치한 경우의 도면이다.

[0051] 이하, 냉열 발전용 터빈 (1) 에 있어서 열매체의 흐름 방향에서의 상류측을 간단히 상류측으로 표기하는 경우가 있고, 냉열 발전용 터빈 (1) 에 있어서 열매체의 흐름 방향에서의 하류측을 간단히 하류측으로 표기하는 경우가 있다.

[0052] 또한, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 직경 방향을 간단히 직경 방향으로 표기하고, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 둘레 방향을 간단히 둘레 방향으로 표기하는 경우가 있다.

[0053] 또한, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축선 (CA) 을 따른 방향을 간단히 축방향으로 표기하는 경우가 있다.

[0054] 몇 가지 실시형태에 관련된 냉열 발전용 터빈 (1) 은, 도 2, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 로터 샤프트 (11) 와, 케이싱 (6) 과, 발전기 (8) 와, 제 1 단 축류 터빈 (23) 과, 제 2 단 축류 터빈 (24) 과, 열매체 유로 (63) 를 구비하고 있다. 제 1 단 축류 터빈 (23) 은, 제 1 단 동익 (23B) 과 제 1 단 정익 (23A) 에 의해 구성되어 있다. 제 2 단 축류 터빈 (24) 은, 제 2 단 동익 (24B) 과 제 2 단 정익 (24A) 에 의해 구성되어 있다.

- [0055] 도시되는 실시형태에서는, 로터 샤프트 (11) 는, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축선 (CA) 을 따라서 길이 방향을 갖는 샤프트부 (111) 와, 샤프트부 (111) 의 일방측 (상류측) 에 있어서의 외면 (112A) 으로부터 직경 방향에 있어서의 외측으로 원판상으로 돌출되는 일방측 디스크부 (113A) 와, 샤프트부 (111) 의 타방측 (하류측) 에 있어서의 외면 (112B) 으로부터 직경 방향에 있어서의 외측으로 원판상으로 돌출되는 타방측 디스크부 (113B) 를 포함한다.
- [0056] 또한, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축선 (CA) 은, 로터 샤프트 (11) 의 축선, 및 케이싱 (6) 의 축선과 일치하고 있다.
- [0057] 또한, 도 2 에 나타내는 실시형태에서는, 로터 샤프트 (11) 의 축선 (CA) 이 수평 방향과 일치하고 있고, 샤프트부 (111) 의 일방측의 단부와 샤프트부 (111) 의 타방측의 단부가, 연직 방향에 있어서 같은 높이 레벨에 배치되어 있다.
- [0058] 샤프트부 (111) 의 축방향에 있어서의 일방측의 단부에는, 후술하는 내측 케이싱 부재 (61A) 보다 축방향의 외측으로 돌출되어 있는 일방측 돌출부 (114A) 가 형성되어 있다. 또, 샤프트부 (111) 의 축방향에 있어서의 타방측의 단부에는, 내측 케이싱 부재 (61A) 보다 축방향의 외측으로 돌출되어 있는 타방측 돌출부 (114B) 가 형성되어 있다. 일방측 돌출부 (114A) 및 타방측 돌출부 (114B) 는, 샤프트부 (111) 의 다른 부분보다 소직경으로 형성되어 있다. 상기 서술한 일방측 디스크부 (113A) 는, 일방측 돌출부 (114A) 의 외면 (112A) 에 장착되어 있다. 마찬가지로, 상기 서술한 타방측 디스크부 (113B) 는, 타방측 돌출부 (114B) 의 외면 (112B) 에 장착되어 있다. 또한, 일방측 돌출부 (114A) 에 있어서의 일방측 디스크부 (113A) 보다 일방측에는 일방측 너트 (115A) 가 나사로 조여져 있어, 이것에 의해 일방측 디스크부 (113A) 가 샤프트부 (111) 에 고정되어 있다. 마찬가지로, 타방측 돌출부 (114B) 에 있어서의 타방측 디스크부 (113B) 보다 타방측에는 타방측 너트 (115B) 가 나사로 조여져 있어, 이것에 의해 타방측 디스크부 (113B) 가 샤프트부 (111) 에 고정되어 있다.
- [0059] 케이싱 (6) 은, 로터 샤프트 (11) 를 회전 가능하게 수용하는 내측 케이싱 (61) 과, 내측 케이싱 (61) 의 외주측에 배치되는 외측 케이싱 (62) 에 의해 구성된다.
- [0060] 도시되는 실시형태에서는, 내측 케이싱 (61) 은, 내측 케이싱 부재 (61A) 와, 내측 케이싱 부재 (61A) 에 대해 축방향에 있어서의 일방측 (상류측) 에 배치되어 있는 일방측 커버 부재 (61B) 와, 내측 케이싱 부재 (61A) 에 대해 축방향에 있어서의 타방측 (하류측) 에 배치되어 있는 타방측 커버 부재 (61C) 를 포함하고 있다.
- [0061] 내측 케이싱 부재 (61A) 는, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축방향을 따라 길이 방향을 갖고, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축방향에 있어서의 제 1 단 동익 (23B) 과 제 2 단 동익 (24B) 사이에 배치되어 있다. 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에는 공간 (610) 이 형성되어 있고, 샤프트부 (111) 나 후술하는 발전기 (8) (도시예에서는, 발전기 로터 (81) 및 발전기 스테이터 (82)) 가 수용된다.
- [0062] 일방측 커버 부재 (61B) 는, 제 1 단 동익 (23B) 보다 축방향에서의 일방측에 있어서, 일방측 돌출부 (114A) 및 이것에 나사로 조여져 있는 일방측 너트 (115A) 를 포함하는 샤프트부 (111) 의 일방측 단부를 덮도록, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 일방측에 배치되어 있다.
- [0063] 타방측 커버 부재 (61C) 는, 제 2 단 동익 (24B) 보다 축방향에서의 타방측에 있어서, 타방측 돌출부 (114B) 및 이것에 나사로 조여져 있는 타방측 너트 (115B) 를 포함하는 샤프트부 (111) 의 타방측 단부를 덮도록, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 타방측에 배치되어 있다.
- [0064] 발전기 (8) 는, 로터 샤프트 (11) 의 외주면에 형성되는 영구 자석을 포함하는 발전기 로터 (81) 와, 내측 케이싱 (61) 의 내주면 (611) 에 지지되는 발전기 스테이터 (82) 를 포함하도록 구성되어 있다.
- [0065] 도시되는 실시형태에서는, 발전기 로터 (8) 는 로터 샤프트 (11) 의 외주면에 일체적으로 형성되어 있고, 양자는 일체 구조를 이루고 있다. 단, 발전기 로터 (8) 와 로터 샤프트 (11) 가 별체로 형성되고, 로터 샤프트의 외주면에 발전기 로터 (8) 가 지지되도록 구성되어 있어도 된다. 발전기 스테이터 (82) 는, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내주면 (611) 에 지지되어 있고, 발전기 로터 (81) 보다 직경 방향에 있어서의 외측에 배치되어 있다. 또, 발전기 로터 (81) 와 발전기 스테이터 (82) 는, 로터 샤프트 (11) 의 축방향에 있어서, 후술하는 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 보다 타방측, 또한 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 보다 일방측에 배치된다. 요컨대, 발전기 로터 (81) 와 발전기 스테이터 (82) 는, 로터 샤프트 (11) 의 축방향에 있어서, 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 과 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 의 사이에 위치하고 있다.

- [0066] 제 1 단 동익 (23B) 은, 발전기 로터 (81) 보다 로터 샤프트 (11) 의 일방측에 형성되어 있다. 또한, 제 1 단 정익 (23A) 은, 제 1 단 동익 (23B) 보다 로터 샤프트 (11) 의 일방측에 있어서, 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 또는 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) 에 지지되어 있다.
- [0067] 도시한 실시형태에서는, 제 1 단 동익 (23B) 은, 상기 서술한 일방측 디스크부 (113A) 의 외주면에, 둘레 방향으로 간격을 두고 장착되어 있다. 또한, 제 1 단 정익 (23A) 은, 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 에 지지되어 있고, 내주면 (621) 에 둘레 방향으로 간격을 두고 형성되어 있다. 또한, 다른 실시형태에서는, 제 1 단 정익 (23A) 은, 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) (일방측 커버 부재 (61B) 의 외주면 (612B)) 에 지지되고, 외주면 (612) (외주면 (612B)) 에 둘레 방향으로 간격을 두고 형성되어 있어도 되고, 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 과 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) (일방측 커버 부재 (61B) 의 외주면 (612B)) 의 양방에 지지되어 있어도 된다.
- [0068] 제 2 단 정익 (24A) 은, 발전기 로터 (81) 보다 로터 샤프트 (11) 의 타방측에 있어서, 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 또는 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) 에 지지되어 있다. 또한, 제 2 단 동익 (24B) 은, 제 2 단 정익 (24A) 보다 로터 샤프트 (11) 의 타방측에 형성되어 있다.
- [0069] 도시한 실시형태에서는, 제 2 단 동익 (24B) 은, 상기 서술한 타방측 디스크부 (113B) 의 외주면에, 둘레 방향으로 간격을 두고 장착되어 있다. 또한, 제 2 단 정익 (24A) 은, 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 에 지지되어 있고, 내주면 (621) 에 둘레 방향으로 간격을 두고 형성되어 있다. 또한, 다른 실시형태에서는, 제 2 단 정익 (24A) 은, 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) (내측 케이싱 부재 (61A) 의 외주면 (612A)) 에 지지되고, 외주면 (612) (외주면 (612A)) 에 둘레 방향으로 간격을 두고 형성되어 있어도 되고, 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 과 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) (내측 케이싱 부재 (61A) 의 외주면 (612A)) 의 양방에 지지되어 있어도 된다.
- [0070] 열매체 유로 (63) 는, 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) 과 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 의 사이에 확정되고, 제 1 단 정익 (23A) 의 상류에서부터 제 2 단 동익 (24B) 의 하류에 이르기까지 로터 샤프트 (11) 의 축 방향을 따라 연장되도록 구성되어 있다.
- [0071] 도시한 실시형태에서는, 열매체 유로 (63) 는, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축방향을 따라서 길이 방향을 갖는 동시에, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 주위를 둘러싸는 환상 단면을 가지고 있다. 그리고, 외측 케이싱 (62) 과 내측 케이싱 (61) 의 사이에서, 열매체를 일방측에서부터 타방측으로 유도하도록 구성되어 있다.
- [0072] 또한, 열매체 유로 (63) 의 일방측에는, 열매체 유로 (63) 에 일방측으로부터 축방향을 따라 열매체를 도입하기 위한 일방측 도입로 (64A) 가 형성되어 있다. 일방측 도입로 (64A) 는, 일방측 커버 부재 (61B) 보다 축방향의 일방측에 있어서, 외측 케이싱 (62) 의 일방측에 접속되어 있는 입구 케이싱 (65A) 의 내면 (630A) 에 의해 확정되어 있다.
- [0073] 또한, 열매체 유로 (63) 의 타방측에는, 열매체 유로 (63) 에서부터 타방측으로 축방향을 따라 열매체를 배출하기 위한 타방측 배출로 (64B) 가 형성되어 있다. 타방측 배출로 (64B) 는, 타방측 커버 부재 (61C) 보다 축방향의 타방측에 있어서, 외측 케이싱 (62) 의 타방측에 접속되어 있는 출구 케이싱 (65B) 의 내면 (630B) 에 의해 확정되어 있다.
- [0074] 그리고, 일방측 도입로 (64A) 로부터 열매체 유로 (63) 에 도입된 열매체는, 제 1 단 정익 (23A) 을 통과한 후, 제 1 단 동익 (23B) 에 작용하여 샤프트부 (111) 에 회전력을 부여함으로써, 제 1 단 축류 터빈 (23) 을 구동시킨다. 제 1 단 동익 (23B) 을 통과한 열매체는, 열매체 유로 (63) 를 흐르는 동안에, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에 형성된 공간 (610) 에 수용되어 있는 발전기 (8) (발전기 로터 (81), 발전기 스테이터 (82)) 에 있어서 발생하는 열과 열 교환을 실시한다. 요컨대, 발전기 (8) 에 있어서 발생한 열을, 열매체 유로 (63) 를 흐르는 열매체가 흡수한다. 이로써, 발전기 (8) 는 냉각되고, 열매체 유로 (63) 를 흐르는 열매체는 가열된다.
- [0075] 가열된 열매체는, 제 2 단 정익 (24A) 을 통과한 후, 제 2 단 동익 (24B) 에 작용하여 샤프트부 (111) 에 회전력을 부여함으로써, 제 2 단 축류 터빈 (24) 을 구동시킨다. 요컨대, 제 2 단 축류 터빈 (24) 에는, 열매체 유로 (63) 에 있어서 발전기 (8) 와의 열 교환에 의해 가열된 열매체가 흘러들어오고, 이 가열된 열매체가 제 2 단 축류 터빈 (24) 을 구동시키도록 되어 있다. 제 2 단 축류 터빈 (24) 을 흐른 열매체는, 열매체 유로 (63) 로부터 타방측 배출로 (64B) 로 배출되어, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 외부로 유출된다.

- [0076] 본 개시에 관련된 냉열 발전용 터빈 (1) 에 의하면, 발전기 로터 (81) 의 일방측에 제 1 단 동익 (23B) 과 제 1 단 정익 (23A) 으로 이루어지는 제 1 단 축류 터빈 (23), 타방측에 제 2 단 동익 (24B) 과 제 2 단 정익 (24A) 으로 이루어지는 제 2 단 축류 터빈 (24) 을 형성한 구조이다. 요컨대, 발전기 로터 (81) 를 사이에 두고 양단에 축류 터빈이 형성되어 있다. 축류 터빈은, 레이디얼 터빈과 같이 큰 스크롤 (케이싱) 이 불필요하기 때문에, 냉열 발전용 터빈의 전체를 소형화하는 것이 가능해진다.
- [0077] 또한, 열매체는 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) 과 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 의 사이에 형성되는 열매체 유로 (63) 안을, 제 1 단 동익 (23B), 제 1 단 정익 (23A), 제 2 단 동익 (24B), 제 2 단 정익 (24A) 의 순서로 흐른다. 요컨대, 제 1 단 축류 터빈 (23) 을 통과한 열매체는, 열매체 유로 (63) 를 흐르면서 발전기 로터 (81) 와 발전기 스테이터 (82) 에 있어서 발생하는 발전기 (8) 의 열을 흡수하여, 제 2 단 축류 터빈 (24) 으로 흘러들어가게 된다.
- [0078] 이 구성에 의해, 열매체를 사용하여 발전기 (8) 를 냉각할 수 있기 때문에, 냉각에 필요한 기기나 냉각 유로 등의 냉각 기구를 추가로 설치하는 것이 불필요 또는 소규모화하는 것이 가능하게 되어, 장치의 대형화를 억제할 수 있다.
- [0079] 또한, 열매체가 발전기 (8) 의 배열을 회수함으로써, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 입구에 있어서의 열매체의 온도가 상승하기 때문에, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0080] 즉, 발전기 (8) 의 냉각과 배열 회수를 양립시킬 수 있다.
- [0081] 또한, 로터 샤프트 (11) 의 양단에 축류 터빈이 형성되어 있기 때문에, 중량의 균형도 잡을 수 있으므로, 카운터 웨이트도 불필요하게 된다.
- [0082] 도시한 실시형태에서는, 도 2, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에 형성된 공간 (610) 에, 샤프트부 (111) 를 회전 가능하게 지지하는 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 과 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 이 수용되어 있다. 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 은, 발전기 로터 (81) 보다 일방측에 배치되어 있고, 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 은, 발전기 로터 (81) 보다 타방측에 배치되어 있다.
- [0083] 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 및 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 은, 각각의 내주에 있어서, 로터 샤프트 (11) 의 샤프트부 (111) 의 외주면에 접하고, 샤프트부 (111) 를 회전 가능하게 지지하도록 배치된다. 또, 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 및 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 은, 각각의 외주에 있어서, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내주면 (611) 에 지지되어 있다.
- [0084] 또한, 이하의 설명에서는, 이들 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 및 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 을 포함하는 장치를 간단히 레이디얼 베어링 장치 (103) 로 부르는 경우가 있다.
- [0085] 도시한 실시형태에서는, 도 2, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에 형성된 공간 (610) 에는, 스러스트 칼라 (101) 와, 스러스트 칼라 (101) 보다 축방향의 일방측에 스러스트 칼라 (101) 에 대면하여 배치되는 일방측 스러스트 베어링 (102A) 과, 스러스트 칼라 (101) 보다 축방향의 타방측에 스러스트 칼라 (101) 에 대면하여 배치되는 타방측 스러스트 베어링 (102B) 이 수용되어 있다.
- [0086] 또한, 이하의 설명에서는, 이들 일방측 스러스트 베어링 (102A) 및 타방측 스러스트 베어링 (102B) 을 포함하는 장치를 간단히 스러스트 베어링 장치 (102) 로 부르는 경우가 있다.
- [0087] 일 실시형태에서는, 일방측 레이디얼 베어링 (103A), 타방측 레이디얼 베어링 (103B), 일방측 스러스트 베어링 (102A) 및 타방측 스러스트 베어링 (102B) 은, 자기 (磁氣) 베어링에 의해 구성되어 있어도 된다.
- [0088] 상기 구성에 의하면, 윤활유를 사용할 필요가 없어지고, 윤활유의 공급을 위한 장치 형성도 불필요해지기 때문에, 장치의 대형화를 억제할 수 있다. 또한 윤활유를 사용하지 않기 때문에, 열매체로의 유분 (윤활유) 의 혼입도 방지할 수 있다.
- [0089] 도시한 실시형태에서는, 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 보다 타방측, 또한 발전기 로터 (81) 보다 일방측에 스러스트 칼라 (101) 및 스러스트 베어링 장치 (102) 가 배치되어 있다. 즉, 발전기 로터 (81) 및 발전기 스테이터 (82) 는, 로터 샤프트 (11) 의 축방향을 따라, 스러스트 베어링 장치 (102) 와, 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 의 사이에 배치되어 있다.
- [0090] 또한, 도시한 실시형태에서는, 제 1 단 정익 (23A) 의 날개 높이는 제 2 단 정익 (24A) 의 날개 높이보다 작고, 제 1 단 동익 (23B) 의 날개 높이는 제 2 단 동익 (24B) 의 날개 높이보다 작게 구성되어 있다. 그 때문에,

제 1 단 축류 터빈 (23) 및 제 2 단 축류 터빈 (24) 을 수용하는 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 은, 제 1 단 축류 터빈 (23) 이 배치되어 있는 위치보다, 제 2 단 축류 터빈 (24) 이 배치되어 있는 위치에 있어서 직경 방향으로 열매체 유로 (63) 를 넓게 하도록 형성되어 있다.

[0091] 몇 가지 실시형태에서는, 상기 서술한 냉열 발전용의 터빈 (1) 은, 도 2, 도 4 에 나타내는 바와 같이 제 1 단 동익 (23B) 보다 타방측 (하류측), 또한 발전기 로터 (81) 보다 일방측 (상류측) 에 있어서, 로터 샤프트 (11) 와 내측 케이싱 (61) 의 사이를 시일하는 일방측 시일부 (26A) 를 추가로 구비한다.

[0092] 도시되는 실시형태에서는, 일방측 시일부 (26A) 는, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에 형성된 공간 (610) 에 있어서, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내주면 (611) 과 로터 샤프트 (11) 의 샤프트부 (111) 의 외주면 사이의 간극을 시일하고 있다. 일방측 시일부 (26A) 는, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축방향에 있어서, 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 보다 일방측에 배치되어 있다.

[0093] 또, 일방측 시일부 (26A) 와 일방측 레이디얼 베어링 (103A) 의 사이에는, 볼 베어링 (27A) 이 배치되어 있다. 마찬가지로, 타방측 시일부 (26B) 와 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 의 사이에는, 볼 베어링 (27B) 이 배치되어 있다. 냉열 발전용 터빈 (1) 이 정지, 혹은 트러블로 트립했을 때에, 이들 볼 베어링 (27A), 볼 베어링 (27B) 이 로터 샤프트 (11) 를 지지함으로써, 자기 베어링에 의해 구성되는 레이디얼 베어링 (103) 과 로터 샤프트 (11) 의 접촉을 방지한다.

[0094] 또, 일방측 시일부 (26A) 는, 메카니컬 시일을 포함하고 있어도 되고, 샤프트부 (111) 또는 내측 케이싱 부재 (61A) 에 요철 가공하여 형성되는 라비린스 시일을 포함하고 있어도 된다.

[0095] 이러한 구성에 의하면, 제 1 단 동익 (23B) 을 통과한 열매체가 내측 케이싱 (61) 내부로 리크되는 것을 억제할 수 있기 때문에, 시일 부재 (26) 를 형성하지 않은 경우와 비교하여 열매체 유로 (63) 를 흐르는 열매체의 감소를 억제할 수 있다. 이로써, 시일 부재를 형성하지 않은 경우에 비해, 발전기 로터 (81) 와 발전기 스테이터 (82) 에 있어서 발생하는 발전기의 열을 보다 많이 회수할 수 있기 때문에, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 입구 온도가 상승하여, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0096] 또한, 제 1 단 축류 터빈 (23) 측의 고압 영역과 제 2 단 축류 터빈 (24) 측의 저압 영역의 사이에서, 내측 케이싱 (61) 의 내부로 리크되는 열매체를 시일할 수 있기 때문에, 시일 부재를 형성하지 않은 경우에 비해, 내측 케이싱 (61) 의 내부의 압력을 낮게 유지할 수 있다. 이로써, 로터 샤프트 (11) 에 작용하는 스트레스힘이나, 내측 케이싱 (61) 의 내부에 있어서 발생하는 풍손 (로스) 을 저감시킬 수 있다.

[0097] 그런데, 일방측 시일부 (26A) 를 형성하여 리크를 억제하고, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 효율을 향상시키는 것은, 열매체에 의한 발전기 (8) 의 냉각 능력과 트레이드 오프의 관계에 있다. 즉, 일방측 시일부 (26A) 를 형성하지 않은 경우, 내측 케이싱 (61) 의 내부로 열매체가 누설되기 때문에, 발전기 (8) 로부터 발생하는 열 (발전기 로터 (81) 와 발전기 스테이터 (82) 에서 발생하는 열) 에 의해 온도가 높아지는 내측 케이싱 (61) 의 내부를 직접 냉각할 수 있게 된다. 그 때문에, 발전기 (8) 를 냉각하는 능력은, 일방측 시일부 (26A) 를 형성하는 경우에 비해 높아진다.

[0098] 본 발명자들이 검토한 바에 따르면, 출력이 100 kw 이하인 소형의 냉열 발전용 터빈 (1) 에 있어서는, 내측 케이싱 (61) 의 내부를 직접 냉각하지 않아도, 열매체 유로 (63) 를 흐르는 열매체에 의해 발전기 (8) 를 충분히 냉각할 수 있는 것이 명확해졌다. 이 때문에, 소형의 냉열 발전용 터빈 (1) 의 경우에는, 일방측 시일부 (26A) 를 형성하여 리크를 억제하고, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 효율을 향상시키면 된다.

[0099] 몇 가지 실시형태에서는, 상기 서술한 냉열 발전용 터빈 (1) 은, 도 2, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 제 2 단 동익 (24B) 보다 일방측, 또한 발전기 로터 (81) 보다 타방측에 있어서, 로터 샤프트 (11) 와 내측 케이싱 (61) 의 사이를 시일하는 타방측 시일부 (26B) 를 추가로 구비한다.

[0100] 도시되는 실시형태에서는, 타방측 시일부 (26B) 는, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에 형성된 공간 (610) 에 있어서, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내주면 (611) 과 로터 샤프트 (11) 의 샤프트부 (111) 의 외주면 사이의 간극을 시일하고 있다. 타방측 시일부 (26B) 는, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 축방향에 있어서, 타방측 레이디얼 베어링 (103B) 보다 타방측에 배치되어 있다.

[0101] 또, 일방측 시일부 (26B) 는, 메카니컬 시일을 포함하고 있어도 되고, 샤프트부 (111) 또는 내측 케이싱 부재 (61A) 에 요철 가공하여 형성되는 라비린스 시일을 포함하고 있어도 된다.

[0102] 이러한 구성에 의하면, 열매체 유로 (63) 로부터 내측 케이싱 (61) (내측 케이싱 부재 (61A)) 의 내부에 유입된

열매체가 제 2 단 정익 (24A) 과 제 2 단 동익 (24B) 사이로부터 열매체 유로 (63) 로 유출되는 것을 저감시켜, 제 2 단 축류 터빈 (24) 을 통과하는 열매체에 있어서 와류가 발생하는 것을 억제할 수 있다. 이로써, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0103] 몇 가지 실시형태에서는, 상기 서술한 냉열 발전용 터빈 (1) 은, 도 2 ~ 도 4 에 나타내는 바와 같이, 내측 케이싱 (61) 의 내부와, 열매체 유로 (63) 에 있어서의 제 2 단 동익 (24B) 보다 하류측의 위치를 연통하는 바이패스 라인 (40) 을 추가로 구비한다.

[0104] 도시되는 실시형태에서는, 바이패스 라인 (40) 의 일방측의 단부에는, 로터 샤프트 (11) 의 축방향에 있어서의 제 2 단 동익 (24B) 보다 일방측에 있어서, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에 형성되어 있는 공간 (610) 에 개구되도록 입구측 개구부 (40A) 가 형성되어 있다.

[0105] 또한, 도 2 에 나타내는 실시형태에서는, 바이패스 라인 (40) 은, 냉열 발전용 터빈 (1) 의 연직 방향 하측에 있어서의, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 저면측의 축방향 연장부 (61A1) 를 관통하고 있다. 입구측 개구부 (40A) 는, 샤프트부 (111) 의 하면보다 하방이면서, 축방향 연장부 (61A1) 의 내면 근방에 위치하고 있다. 축방향 연장부 (61A1) 는, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 축방향을 따라 연장되고, 축선 (CA) 으로부터의 거리가 직경 방향에 있어서 일정해지도록 형성된 측면부를 가리키며, 내측 케이싱 (61) 의 내부로 누설된 열매체가 고이기 쉬워지는 연직 방향 하측의 저면측의 면이다. 이 축방향 연장부 (61A1) 의 근방에 입구측 개구부 (40A) 를 형성함으로써, 입구측 개구부 (40A) 로 열매체가 흘러들어가기 쉽게 할 수 있다.

[0106] 도시되는 실시형태에서는, 바이패스 라인 (40) 의 단부에 있는 입구측 개구부 (40A) 는, 바이패스 라인 (40) 의 직경 방향 연장 도입부 (40B) 에 접속되어 있어, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부로 누설된 열매체는, 입구측 개구부 (40A) 를 통과하여, 바이패스 라인 (40) 의 직경 방향 연장 도입부 (40B) 를 흐르게 된다. 직경 방향 연장 도입부 (40B) 는, 직경 방향을 따라 내측 케이싱 부재 (61A), 열매체 유로 (63), 외측 케이싱 (62) 을 관통하여, 외측 케이싱 (62) 의 외부까지 연장되도록 형성된다.

[0107] 직경 방향 연장 도입부 (40B) 는 축방향 연장부 (40C) 에 접속되어 있어, 직경 방향 연장 도입부 (40B) 를 흐른 열매체는, 축방향 연장부 (40C) 로 흘러들어간다.

[0108] 축방향 연장부 (40C) 는, 외측 케이싱 (62) 의 외부에 있어서, 로터 샤프트 (11) 의 축방향을 따라 형성되어 있다.

[0109] 축방향 연장부 (40C) 는 직경 방향 연장 배출부 (40D) 에 접속되어 있어, 축방향 연장부 (40C) 를 흐른 열매체는, 직경 방향 연장 배출부 (40D) 로 흘러들어간다.

[0110] 직경 방향 연장 배출부 (40D) 는, 직경 방향을 따라 외측 케이싱 (62), 열매체 유로 (63) 를 관통하도록 형성된다. 또한, 바이패스 라인 (40) 의 타방측의 단부는, 로터 샤프트 (11) 의 축방향에 있어서의 제 2 단 동익 (24B) 보다 타방측에 있어서, 열매체 유로 (63) 에 개구되도록 출구측 개구부 (40E) 가 형성되어 있다. 직경 방향 연장 배출부 (40D) 는 출구측 개구부 (40E) 에 접속되어 있어, 직경 방향 연장 배출부 (40D) 를 흐른 열매체는, 출구측 개구부 (40E) 로부터 바이패스 라인 (40) 의 외부로 배출된다.

[0111] 이러한 구성에 의하면, 내측 케이싱 (61) 의 내부를 흐르는 열매체를, 열매체 유로 (63) 에 있어서의 제 2 단 동익 (24B) 보다 타방측 (하류측) 으로 흐르게 함으로써, 내측 케이싱 (61) 의 내부에 열매체가 고이는 것을 억제할 수 있다.

[0112] 또한, 내측 케이싱 (61) 의 내부를 흐르는 열매체가 제 2 단 정익 (24A) 과 제 2 단 동익 (24B) 의 사이로부터 열매체 유로 (63) 로 유출되는 것을 저감시켜, 제 2 단 축류 터빈 (24) 을 통과하는 열매체에 있어서 와류가 발생하는 것을 억제할 수 있다. 이로써, 제 2 단 축류 터빈 (24) 의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0113] 도시되는 실시형태에서는, 냉열 발전용 터빈 (1) 에 상기 서술한 타방측 시일부 (26B) 및 바이패스 라인 (40) 의 양방을 형성하고 있다.

[0114] 바이패스 라인 (40) 을 형성하지 않고, 타방측 시일부 (26B) 를 형성한 냉열 발전용 터빈 (1) 에서는, 내측 케이싱 (61) 의 내부 공간 (610) 에 유입된 열매체가 제 2 단 정익 (24A) 과 제 2 단 동익 (24B) 의 사이로부터 열매체 유로 (63) 로 유출되는 것을 저감할 수 있지만, 타방측 시일부 (26B) 가 형성되어 있기 때문에, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부로 누설된 열매체의 배출처가 없어, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부에 있어서 계속 고이게 된다. 그러나, 타방측 시일부 (26B) 와 함께 바이패스 라인 (40) 을 형성함으로써, 내측 케이싱 부재 (61A) 의 내부로 누설된 열매체를 내측 케이싱 부재 (61A) 의 외부로 배출할 수 있기 때문에, 내측 케이싱 부재

(61A)의 내부에 열매체가 고이는 것을 억제할 수 있다.

- [0115] 몇 가지 실시형태에서는, 상기 서술한 냉열 발전용의 터빈 (1)은, 도 2 ~ 도 4에 나타내는 바와 같이, 로터 샤프트 (11)의 직경 방향을 따라서 열매체 유로 (63)내를 연장하는 적어도 1개의 지지부 (30)를 추가로 구비한다. 지지부 (30)는, 일단이 외측 케이싱 (62)의 내주면 (621)에 접촉되고, 타단이 내측 케이싱 (61)의 외주면 (612)에 접촉된다.
- [0116] 상기 서술한 지지부 (30)에 의해, 내측 케이싱 (61)은, 외측 케이싱 (62)에 지지되어 있다. 도시되는 실시형태에서는, 내측 케이싱 (61)의 내측 케이싱 부재 (61A)가 지지부 (30)에 의해 지지되어 있다.
- [0117] 또한, 지지부 (30)는, 열매체 유로 (63)에 형성됨과 함께, 내측 케이싱 (61)의 외주면 (612)(내측 케이싱 부재 (61A)의 외주면 (612A))에 접촉됨으로써, 발전기 (8)의 냉각을 촉진하기 위한 냉각용 핀으로서의 기능도 가지고 있다.
- [0118] 지지부 (30)는, 냉열 발전용 터빈 (1)의 축방향을 따라 적어도 1개 배치되어 있으면 되고, 내측 케이싱 (61)의 외주면 (612)의 둘레 방향에 있어서도 적어도 1개 배치되어 있으면 된다. 도 3에 나타낸 실시형태에서는, 둘레 방향에 있어서 등간격으로 8개의 지지부 (30)가 배치되어 있다. 또한, 도 2 및 도 4에 나타낸 실시형태에서는, 열매체 유로 (63)내에 로터 샤프트 (11)의 축방향에 있어서 1개의 지지부 (30)가 배치되어 있다.
- [0119] 또한, 도 2 및 도 4에 나타낸 실시형태에서는, 지지부 (30)의 상류단은, 로터 샤프트 (11)의 축방향에 있어서, 발전기 스테이터 (82)보다 일방측(상류측)에 위치하고 있다. 또한, 지지부 (30)의 하류단은, 로터 샤프트 (11)의 축방향에 있어서, 발전기 스테이터 (82)보다 타방측(하류측)에 위치하고 있다.
- [0120] 이러한 구성에 의하면, 지지부 (30)에 의해 발전기 스테이터 (82)를 효과적으로 냉각할 수 있다.
- [0121] 그리고, 바이패스 라인 (40)의 일부는, 지지부 (30)의 내부에 형성되어 있다. 도시한 실시형태에서는, 지지부 (30)의 내부에는, 지지부 (30)를 직경 방향을 따라서 관통하는 관통부 (40B1)가 형성되어 있다. 일 실시형태에서는, 바이패스 라인 (40)의 일부는, 이 관통부 (40B1)로 구성되어 있다. 또한, 다른 실시형태에서는, 바이패스 라인 (40)의 일부는, 이 관통부 (40B1)에 삽입된 배관으로 구성되어 있다.
- [0122] 이러한 구성에 의하면, 내측 케이싱 (61)을 지지하는 지지부 (30)의 내부에 바이패스 라인 (40)이 형성되게 된다. 따라서, 바이패스 라인 (40)을 지지부 (30)의 내부에 형성하지 않고, 지지부 (30)의 외부에 있어서 열매체 유로 (63)내를 연장하도록 바이패스 라인 (40)을 형성하는 경우에 비해, 새로운 유로 손실의 발생을 억제할 수 있다.
- [0123] 몇 가지 실시형태에서는, 상기 서술한 냉열 발전용의 터빈 (1)은, 도 4에 나타내는 바와 같이, 로터 샤프트 (11)의 일방측의 단부가 로터 샤프트 (11)의 타방측의 단부보다 연직 방향에 있어서 높아지도록 설치된다.
- [0124] 도 4에 나타내는 실시형태에서는, 로터 샤프트 (11)의 축선 (CA)이 연직 방향과 일치하고 있어, 샤프트부 (111)의 일방측의 단부가, 샤프트부 (111)의 타방측 단부의 연직 방향의 상부에 배치되어 있다.
- [0125] 이러한 구성에 의하면, 연직 방향에 있어서, 제 1 단 축류 터빈 (23)측이 높고, 제 2 단 축류 터빈측 (24)이 낮아지므로, 열매체 유로 (63)내의 열매체는 제 2 단 축류 터빈 (24)을 통과하여 냉열 발전용 터빈 (1)의 외부로 배출되게 된다. 특히, 부분 부하시에는, 열매체 유로 (63)를 흐르는 열매체의 유량이 감소하기 때문에, 제 2 단 정익 (24A)의 입구(제 1 단 동익 (23B)의 출구)에 있어서의 압력이 저하되고, 이에 수반하여 포화 온도도 저하되기 때문에, 액적(드레인)이 발생할 우려가 있지만, 상기 구성에 의하면, 부분 부하시에 있어서 열매체 유로 (63)에 액 고임이 발생하는 것을 억제할 수 있다.
- [0126] 또한, 도 4에 나타내는 실시형태에서는, 바이패스 라인 (40)은, 냉열 발전용 터빈 (1)의 연직 방향 하측에 있어서, 내측 케이싱 부재 (61A)의 저면측의 직경 방향 연장부 (61A2)로부터 내측 케이싱 부재 (61A)를 관통하고 있다. 직경 방향 연장부 (61A2)는, 내측 케이싱 부재 (61A)의 직경 방향을 따라 연장되고, 축선 (CA)과 직각을 이루도록 형성된 측면부를 가리키며, 내측 케이싱 (61)의 내부로 누설된 열매체가 고이기 쉬운 연직 방향 하측의 저면측의 면이다. 이 직경 방향 연장부 (61A2)에 입구측 개구부 (40A)를 형성함으로써, 입구측 개구부 (40A)로 열매체가 흘러들어가기 쉬워지게 된다.
- [0127] 본 개시는 상기 서술한 실시형태에 한정되지는 않으며, 상기 서술한 실시형태에 변형을 가한 형태나, 이들 형태를 적절히 조합한 형태도 포함한다.

- [0128] 상기 서술한 몇 가지 실시형태에 기재된 내용은, 예를 들면 이하와 같이 파악되는 것이다.
- [0129] 1) 일 양태에 관련된 냉열 발전용 터빈 (1) 은, 액화 가스를 가열하기 위한 열매체를 순환시키도록 구성된 열매체 순환 라인 (9) 에 형성된 냉열 발전용 터빈 (1) 으로서,
- [0130] 로터 샤프트 (11) 와,
- [0131] 로터 샤프트 (11) 를 회전 가능하게 수용하는 내측 케이싱 (61) 과,
- [0132] 내측 케이싱 (61) 의 외주측에 배치되는 외측 케이싱 (62) 과,
- [0133] 로터 샤프트 (11) 의 외주면에 형성되는 발전기 로터 (81) 와 내측 케이싱 (61) 의 내주면 (611) 에 지지되는 발전기 스테이터 (82) 를 포함하는 발전기 (8) 와,
- [0134] 발전기 로터 (81) 로부터 로터 샤프트 (11) 일방측에 형성된 제 1 단 동익 (23B) 과,
- [0135] 제 1 단 동익 (23B) 보다 일방측에 있어서 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 또는 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) 에 지지되는 제 1 단 정익 (23A) 과,
- [0136] 발전기 로터 (81) 보다 로터 샤프트 (11) 의 타방측에 있어서 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 또는 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) 에 지지되는 제 2 단 정익 (24A) 과,
- [0137] 제 2 단 정익 (24A) 보다 타방측에 형성된 제 2 단 동익 (24B) 과,
- [0138] 내측 케이싱 (61) 의 외주면 (612) 과 외측 케이싱 (62) 의 내주면 (621) 의 사이에 획정되는 열매체 유로 (63) 으로서, 제 1 단 정익 (23A) 의 상류로부터 제 2 단 동익 (24B) 의 하류에 이르기까지 로터 샤프트 (11) 의 축 방향을 따라 연장되는 열매체 유로 (63) 를 구비한다.
- [0139] 본 개시에 관련된 냉열 발전용 터빈에 의하면, 발전기 로터의 일방측에 제 1 단 동익과 제 1 단 정익으로 이루어지는 제 1 단 축류 터빈, 타방측에 제 2 단 동익과 제 2 단 정익으로 이루어지는 제 2 단 축류 터빈을 형성한 구조이다. 요컨대, 발전기 로터를 사이에 두고 양단에 축류 터빈이 형성되어 있다. 축류 터빈은, 레이디얼 터빈과 같이 큰 스코틀 (케이싱) 이 불필요하기 때문에, 냉열 발전용 터빈의 전체를 소형화하는 것이 가능해진다.
- [0140] 또한, 열매체는 내측 케이싱의 외주면과 외측 케이싱의 내주면의 사이에 획정되는 열매체 유로 안을, 제 1 단 동익, 제 1 단 정익, 제 2 단 동익, 제 2 단 정익의 순서로 흐른다. 요컨대, 제 1 단 축류 터빈을 통과한 열매체는, 열매체 유로를 흐르면서 발전기 로터와 발전기 스테이터에 있어서 발생하는 발전기의 열을 흡수하여, 제 2 단 축류 터빈으로 흘러들어가게 된다.
- [0141] 이 구성에 의해, 열매체를 사용하여 발전기를 냉각할 수 있기 때문에, 냉각에 필요한 기기나 냉각 유로 등의 냉각 기구를 추가로 설치하는 것이 불필요 또는 소규모화하는 것이 가능하게 되어, 장치의 대형화를 억제할 수 있다.
- [0142] 또한, 열매체가 발전기의 배열을 회수함으로써, 제 2 단 축류 터빈의 입구에 있어서의 열매체의 온도가 상승하기 때문에, 제 2 단 축류 터빈의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0143] 즉, 발전기의 냉각과 배열 회수를 양립시킬 수 있다.
- [0144] 또한, 로터 샤프트의 양단에 축류 터빈이 형성되어 있기 때문에, 중량의 균형도 잡을 수 있으므로, 카운터 웨이트도 불필요하게 된다.
- [0145] 2) 다른 양태에 관련된 냉열 발전용 터빈 (1) 은, 1) 에 기재된 냉열 발전용 터빈 (1) 으로서, 제 1 단 동익 (23B) 보다 타방측, 또한 발전기 로터 (81) 보다 일방측에 있어서, 로터 샤프트 (11) 와 내측 케이싱 (61) 사이를 시일하는 일방측 시일부 (26A) 를 추가로 구비한다.
- [0146] 이러한 구성에 의하면, 제 1 단 동익을 통과한 열매체가 내측 케이싱 내부로 리크되는 것을 억제할 수 있기 때문에, 시일 부재를 형성하지 않은 경우와 비교하여 열매체 유로를 흐르는 열매체의 감소를 억제할 수 있다. 이로써, 시일 부재를 형성하지 않은 경우에 비해, 발전기 로터와 발전기 스테이터에 있어서 발생하는 발전기의 열을 보다 많이 회수할 수 있기 때문에, 제 2 단 축류 터빈의 입구 온도가 상승하여, 제 2 단 축류 터빈의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0147] 또한, 제 1 단 축류 터빈측의 고압 영역과 제 2 단 축류 터빈측의 저압 영역의 사이에서, 내측 케이싱의 내부로

리크되는 열매체를 시일할 수 있기 때문에, 시일 부재를 형성하지 않은 경우에 비해, 내측 케이싱의 내부의 압력을 낮게 유지할 수 있다. 이로써, 로터 샤프트에 작용하는 스러스트힘이나, 내측 케이싱의 내부에 있어서 발생하는 풍손(로스)을 저감시킬 수 있다.

[0148] 3) 또 다른 양태에 관련된 냉열 발전용 터빈(1)은, 1) 또는 2)에 기재된 냉열 발전용 터빈(1)으로서, 제 2 단 동익(24B)보다 일방측, 또한 발전기 로터(81)보다 타방측에 있어서, 로터 샤프트(11)와 내측 케이싱(61)의 사이를 시일하는 타방측 시일부(26B)를 추가로 구비한다.

[0149] 이러한 구성에 의하면, 열매체 유로로부터 내측 케이싱의 내부로 유입된 열매체가 제 2 단 정익과 제 2 단 동익의 사이로부터 열매체 유로로 유출되는 것을 저감시켜, 제 2 단 축류 터빈을 통과하는 열매체에 있어서 와류가 발생하는 것을 억제할 수 있다. 이로써, 제 2 단 축류 터빈의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0150] 4) 또 다른 양태에 관련된 냉열 발전용 터빈은, 1) 내지 3) 중 어느 하나에 기재된 냉열 발전용 터빈(1)으로서, 내측 케이싱(61) 내부와, 열매체 유로(63)에 있어서의 제 2 단 동익(26B)보다 하류측의 위치를 연통하는 바이패스 라인(40)을 추가로 구비한다.

[0151] 이러한 구성에 의하면, 내측 케이싱의 내부를 흐르는 열매체를, 열매체 유로에 있어서의 제 2 단 동익보다 하류측으로 흐르게 함으로써, 내측 케이싱의 내부에 열매체가 고이는 것을 억제할 수 있다.

[0152] 또한, 내측 케이싱의 내부를 흐르는 열매체가 제 2 단 정익과 제 2 단 동익의 사이로부터 열매체 유로로 유출되는 것을 저감시켜, 제 2 단 축류 터빈을 통과하는 열매체에 있어서 와류가 발생하는 것을 억제할 수 있다. 이로써, 제 2 단 축류 터빈의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0153] 5) 다른 양태에 관련된 냉열 발전용 터빈(1)은, 4)에 기재된 냉열 발전용 터빈(1)으로서, 로터 샤프트(11)의 직경 방향을 따라 열매체 유로(63)내를 연장하는 적어도 1개의 지지부(30)으로서, 일단이 외측 케이싱(62)의 내주면(621)에 접속되고, 타단이 내측 케이싱(61)의 외주면(612)에 접속되는 적어도 1개의 지지부(30)를 추가로 구비하고, 바이패스 라인(40)의 일부는, 지지부(30)내부에 형성된다.

[0154] 이러한 구성에 의하면, 내측 케이싱을 지지하는 지지부의 내부에 바이패스 라인이 형성되게 된다. 따라서, 바이패스 라인을 지지부의 내부에 형성하지 않고, 지지부의 외부에 있어서 열매체 유로내를 연장하도록 바이패스 라인을 형성하는 경우에 비해, 새로운 유로 손실의 발생을 억제할 수 있다.

[0155] 6) 또 다른 양태에 관련된 냉열 발전용 터빈(1)은, 1) 내지 5) 중 어느 하나에 기재된 냉열 발전용 터빈(1)으로서, 냉열 발전용 터빈(1)은, 로터 샤프트(11)의 일방측의 단부가 로터 샤프트(11)의 타방측의 단부보다 연직 방향에 있어서 높아지도록 설치된다.

[0156] 이러한 구성에 의하면, 연직 방향에 있어서, 제 1 단 축류 터빈측이 높고, 제 2 단 축류 터빈측이 낮아지므로, 열매체 유로내의 열매체는 제 2 단 축류 터빈을 통과하여 냉열 발전용 터빈의 외부로 배출되게 된다. 이로써, 운전 정지시에 있어서 열매체 유로에 액 고임이 발생하는 것을 억제할 수 있다.

부호의 설명

- [0157] 1 : 냉열 발전용 터빈
2 : 액화 가스 공급 라인
3 : 응축기
31 : 가열측 관로
32 : 피가열측 관로
4 : 가열 유체 공급 라인
5 : 냉열용 펌프
6 : 케이싱
7 : 증발기
71 : 열매체 피가열측 관로

72 : 열매체 가열측 관로

8 : 발전기

9 : 열매체 순환 라인

10A : 수상 부유 구조체

10 : 선박

10B : 액화 가스 기지

11 : 로터 샤프트

21 : 액화 가스 저류 장치

22 : 액화 가스용 펌프

23 : 제 1 단 축류 터빈

23A : 제 1 단 정익

23B : 제 1 단 동익

24 : 제 2 단 축류 터빈

24A : 제 2 단 정익

24B : 제 2 단 동익

26 : 시일 부재

26A : 일방측 시일부

26B : 타방측 시일부

27A : 일방측 볼 베어링

27B : 타방측 볼 베어링

30 : 지지부

40 : 바이패스 라인

40A : 입구측 개구부

40B : 직경 방향 연장 도입부

40B1 : 관통부

40C : 축방향 연장부

40D : 재 배출부

40E : 출구측 개구부

42 : 가열 유체용 펌프

61 : 내측 케이싱

61A : 내측 케이싱 부재

61A1 : 축방향 연장부

61A2 : 직경 방향 연장부

61B : 일방측 커버 부재

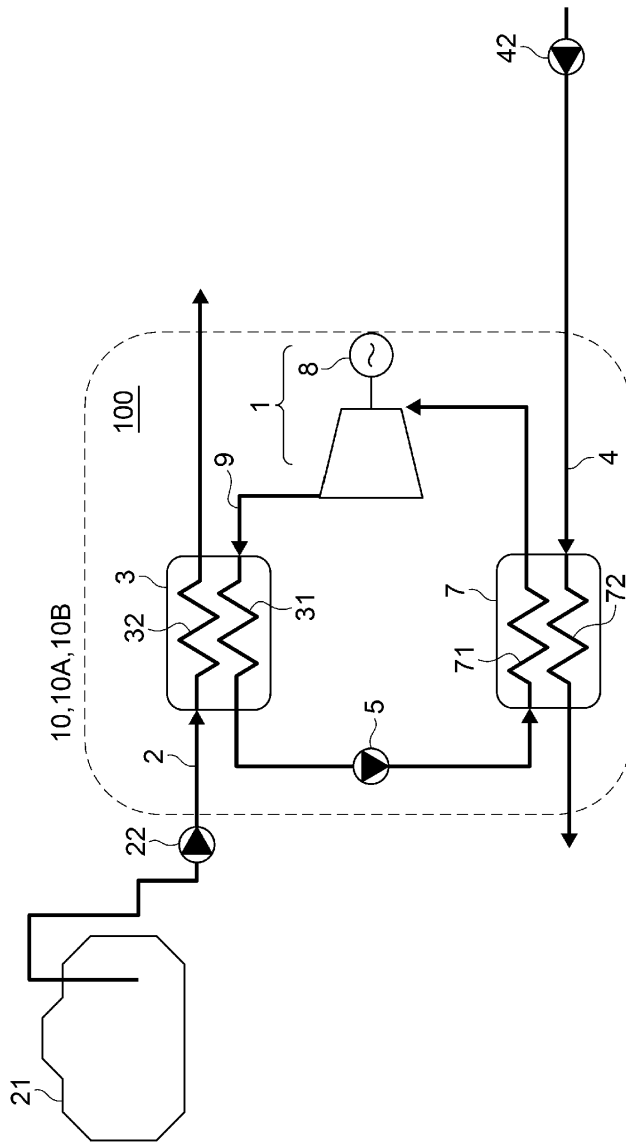
61C : 타방측 커버 부재

610 : 공간

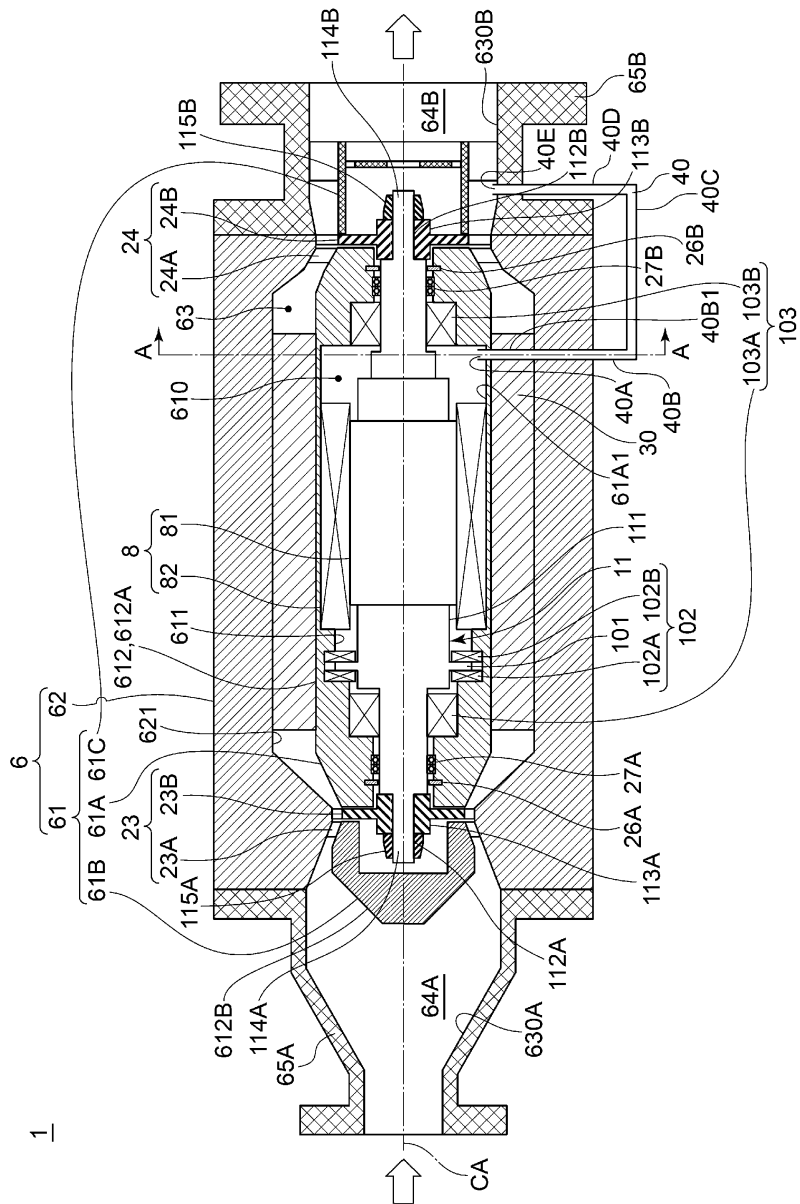
611 : 내주면
612 : 외주면
612B : 외주면
62 : 외측 케이싱
621 : 내주면
63 : 열매체 유로
64A : 일방측 도입로
64B : 타방측 배출로
65A : 입구 케이싱
630A : 내면
65B : 출구 케이싱
630B : 내면
81 : 발전기 로터
82 : 발전기 스테이터
100 : 냉열 발전 시스템
101 : 스러스트 칼라
102 : 스러스트 베어링 장치
102A : 일방측 스러스트 베어링
102B : 타방측 스러스트 베어링
103 : 레이디얼 베어링 장치
103A : 타방측 레이디얼 베어링
103B : 타방측 레이디얼 베어링
111 : 샤프트부
112A, 112B : 외면
113A : 일방측 디스크부
113B : 타방측 디스크부
114A : 일방측 돌출부
114B : 타방측 돌출부
115A : 일방측 너트
115B : 타방측 너트
CA : 축선

도면

도면1



도면2



도면4

