



등록특허 10-2110066



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월12일
(11) 등록번호 10-2110066
(24) 등록일자 2020년05월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 11/08 (2006.01) *F02C 7/28* (2006.01)

F16J 15/447 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F01D 11/08 (2013.01)*F02C 7/28* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7024427

(22) 출원일자(국제) 2017년02월24일

심사청구일자 2018년08월24일

(85) 번역문제출일자 2018년08월24일

(65) 공개번호 10-2018-0107176

(43) 공개일자 2018년10월01일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2017/007028

(87) 국제공개번호 WO 2017/150365

국제공개일자 2017년09월08일

(30) 우선권주장

JP-P-2016-038047 2016년02월29일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2013124554 A*

JP2015140916 A*

US05632598 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤
일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3-1

(72) 발명자
마쓰모토 가즈유키

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반
5고 미츠비시 쥬고교 가부시키가이샤 내

후지카와 겐이치

일본 2208401 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나
토미라이 3초메 3반 1고 미츠비시히타치파워시스
템즈가부시키가이샤 내

(74) 대리인

한상옥, 김성환, 성재동

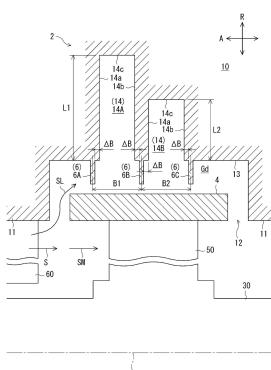
전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 시일 구조 및 터보 기계

(57) 요 약

불안정 진동을 효과적으로 억제할 수 있도록 한, 시일 구조 및 터보 기계를 제공한다. 축심선(CL) 주위로 소정 방향으로 회전하는 회전 구조체(4)와, 회전 구조체(4)의 외주측에 간극(Gd)을 두고 직경 방향(R)에 대향하는 정지 구조체(10) 사이의 간극(Gd)으로부터, 작동 유체의 리크류(SL)의 흐름을 억제하는, 시일 구조이며, 정지 구조체(10)에는, 회전 구조체(4)를 수용하는 캐비티(12)가 구비됨과 함께, 이 캐비티(12)의 내주면(13)에는, 축심선(CL)측을 향하여 연장되는 시일 핀(6)이 설치됨과 함께, 리크류(SL)의 흐름 방향을 따라 복수의 정지측 오목부(14)가 형성되고, 상기 흐름 방향에서 최상류측의 제1 정지측 오목부(14A)보다도, 상기 흐름 방향에서 제1 정지측 오목부(14A)의 직하류측에 배치된 제2 정지측 오목부(14B) 쪽이, 깊이 치수가 작게 설정된다.

대 표 도 - 도2

(52) CPC특허분류
F16J 15/447 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

축심선 주위로 소정 방향으로 회전하는 회전 구조체와, 상기 회전 구조체의 외주측에 간극을 두고 직경 방향에 대향하는 정지 구조체 사이의 상기 간극으로부터, 작동 유체의 리크류의 흐름을 억제하는, 시일 구조이며,

상기 정지 구조체에는, 상기 회전 구조체를 수용하는 캐비티가 구비됨과 함께,

상기 캐비티의 내주면에는, 상기 내주면으로부터 내주측을 향하여 연장되는 시일 핀이 설치됨과 함께, 상기 내주면으로부터 외주측을 향하여 마련된 정지측 오목부가 상기 리크류의 흐름 방향을 따라 복수 마련되고,

상기 정지측 오목부의 저면과 상기 내주면의 상기 직경 방향에 관한 거리인 깊이 치수는, 상기 흐름 방향에서 최상류측의 제1 정지측 오목부보다도, 상기 흐름 방향에서 상기 제1 정지측 오목부의 직하류측에 배치된 제2 정지측 오목부 쪽이 작게 설정된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 정지 구조체는 터빈 케이싱이며,

상기 회전 구조체는, 축방향을 따라 복수 설치되고, 동익의 선단에 설치된 텁 슈라우드이며,

상기 시일 핀은, 상기 텁 슈라우드에 대하여 상기 직경 방향에 대향하여 배치된 것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 정지측 오목부가 상기 흐름 방향을 따라 3개 이상 구비되고, 상기 깊이 치수가, 상기 흐름 방향에서 하류측일수록 작게 설정된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 시일 핀이 상기 흐름 방향을 따라 복수 설치되고,

상기 흐름 방향에서 최상류측의 제1 시일 핀과, 상기 흐름 방향에서 상기 제1 시일 핀의 직하류측에 배치된 제2 시일 핀의 상호간에, 상기 제1 정지측 오목부가 마련된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 정지측 오목부의 상기 깊이 치수는, 상기 제1 시일 핀과 상기 제2 시일 핀 사이의 피치의 2배보다도 크게 설정된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 시일 핀의 상호간의 피치는 서로 동일하게 설정된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 시일 핀의 적어도 하나는, 인접하는 상기 정지측 오목부로부터 축방향으로 소정의 거리를 두고 설치된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 정지측 오목부와 상기 제2 정지측 오목부의 적어도 한쪽이, 상기 직경 방향으로 연장된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 정지측 오목부의 적어도 하나에, 축 방향으로 연장 형성된 축방향 오목부가 연속 형성된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 정지측 오목부는, 상기 시일 편의 상호간에 마련되고,

상기 축방향에 관한 치수이며 상기 정지측 오목부와 상기 축방향 오목부의 전체 치수가, 상기 시일 편의 상호간의 폐치보다도 크게 설정된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 정지측 오목부에 대향하여 상기 회전 구조체에 회전측 오목부가 마련되고,

상기 회전측 오목부로서, 적어도, 상기 제1 정지측 오목부에 대향하여 마련된 제1 회전측 오목부, 또는 상기 제2 정지측 오목부에 대향하여 마련된 제2 회전측 오목부가 마련된 것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 회전 구조체에 상기 제1 회전측 오목부 및 상기 제2 회전측 오목부가 마련되고,

상기 제1 정지측 오목부의 저면과 상기 제1 회전측 오목부의 저면의 거리보다도, 상기 제2 정지측 오목부의 저면과 상기 제2 회전측 오목부의 저면의 거리 쪽이 짧게 설정된

것을 특징으로 하는 시일 구조.

청구항 13

축심선 주위로 소정 방향으로 회전하는 회전 구조체와, 상기 회전 구조체의 외주측에 간극을 두고 직경 방향에 대향하는 정지 구조체와, 제1항 또는 제2항에 기재된 시일 구조를 구비한

것을 특징으로 하는, 터보 기계.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 회전 구조체로서, 축방향으로 복수 설치된 텁 슈라우드를 구비함과 함께, 상기 정지 구조체로서, 상기 복수의 텁 슈라우드를 둘러싸는 터빈 케이싱을 구비하고,

상기 복수의 텁 슈라우드 중, 적어도 하나의 텁 슈라우드에 대하여, 상기 시일 구조를 구비한 터빈인 것을 특징으로 하는 터보 기계.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 적어도 하나의 텁 슈라우드가, 상기 작동 유체의 입구의 가장 가까이에 배치된 텁 슈라우드인

것을 특징으로 하는 터보 기계.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 적어도 하나의 텁 슈라우드가, 축방향 중앙에 배치된 텁 슈라우드인 것을 특징으로 하는 터보 기계.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 불안정 진동을 억제하기에 적합한, 상대 회전하는 2개 구조체의 상호간으로부터 작동 유체가 누설되는 것을 억제하는 시일 구조 및 그것을 사용한 터보 기계에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

증기 터빈, 가스 터빈 및 터보 압축기 등의 터보 기계에 있어서는, 정지 구조체와 회전 구조체 사이에 생기는 간극으로부터 증기 등의 작동 유체가 누설(리크)되면, 이 작동 유체의 리크가 터빈에 있어서의 효율의 손실(리크 손실)을 야기한다. 이로 인해, 터보 기계에서는, 작동 유체의 리크를 방지하기 위하여, 당해 간극에 시일용 핀을 설치하여 시일 구조를 형성한다(예를 들어 특허문현 1 참조).

[0003]

그런데, 터보 기계에 있어서는, 불안정 진동이라고 생각되는 저주파 진동이 발생하는 경우가 있다. 불안정 진동이 발생하면 동작 불량으로 이어질 우려가 있기 때문에 터보 기계를 정지해야 한다. 불안정 진동이 발생하는 큰 요인의 하나로서 생각되고 있는 것이 시일 여진력이다. 어떠한 원인에 의해 발생한 회전 구조체의 미소 진동에 대하여, 시일 여진력은, 회전 구조체의 진동 회전을 조장시키도록 회전 구조체에 작용하고, 나아가서는 불안정 진동을 야기한다.

[0004]

시일 여진력에 대하여 더 설명하면 시일 부분(시일용 핀이 설치된 부분)을 흐르는 작동 유체는, 축방향(흐름 방향) 속도 성분뿐만 아니라, 주위 방향 속도 성분을 갖고 흐르고 있으며, (이하, 이 주위 방향을 향하는 흐름을 「선회류」라고 칭한다), 시일 여진력은 이선회류가 원인으로 발생한다.

[0005]

즉, 회전 구조체가 직경 방향으로 미소하게 변위되면(편심되면), 회전 구조체와 시일용 핀 사이의 유로가 좁아져 정압이 높아지는 부분과, 당해 유로가 넓어져 정압이 낮아지는 부분이 발생함과 함께, 리크된 작동 유체의 선회류에 기인하여 시일용 핀의 상류측과 하류에서 정압 분포에 위상차가 발생하고, 이러한 정압의 불균일성에 기인한 힘이 회전체에 작용하여 시일 여진력이 발생한다.

[0006]

이러한 터빈의 불안정 진동을 억제하는 기술로서 특허문현 2에 개시된 기술이 있다. 이하, 특허문현 2에 개시된 기술을 설명한다. 그 설명에서는, 참고로, 특허문현 2에서 사용되고 있는 부호를 괄호 넣기로 나타낸다.

[0007]

특허문현 2에 개시된 기술에서는, 동익(11)의 정상부에 설치된 슈라우드(12)에 대향하여 복수의 시일 핀(42)이 로터 축심선 방향(L)을 따라 복수 마련되고, 이들 시일 핀(42)이 설치된 시일 링(41)에는, 시일 핀(42)의 각 상호간에 있어서 동일 깊이(D2)의 홈부(43)가 마련되어 있다. 홈부(43)의 깊이(D2)는, 시일 핀(42)을 지지하는 강도를 저하시키지 않을 정도로 설정되어 있다. 홈부(43)를 마련함으로써, 시일 핀(42)의 상호간의 공간을, 홈부가 없는 종래의 증기 터빈의 시일 구조의 경우와 비교하여 실질적으로 크게 할 수 있어, 스텁휠(불안정 진동)의 발생을 억제할 수 있다고 한다(단락 [0025] 내지 [0028], 도 4 등 참조).

선행기술문헌

특허문현

[0008]

(특허문현 0001) 일본 특허 공개 제2011-208602호 공보

(특허문현 0002) 일본 특허 공개 제2013-076341호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 그러나, 특허문헌 2에 개시된 기술에서는, 홈부(43)의 깊이(D2)는, 시일 핀(42)을 지지하는 강도를 저하시키지 않을 정도로 제한되어 버린다. 이로 인해, 시일 핀(42)의 상호간의 공간을 실질적으로 확대할 수 있는 범위, 나아가서는 불안정 진동의 발생을 억제하는 효과도 제한되어 버린다.

[0010] 본 발명은 상기와 같은 과제를 감안하여 창안된 것으로, 불안정 진동을 효과적으로 억제할 수 있도록 한, 시일 구조 및 터보 기계를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] (1) 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 시일 구조는, 축심선 주위로 소정 방향으로 회전하는 회전 구조체와, 상기 회전 구조체의 외주측에 간극을 두고 직경 방향에 대향하는 정지 구조체 사이의 상기 간극으로부터, 작동 유체의 리크류의 흐름을 억제하는, 시일 구조이며, 상기 정지 구조체에는, 상기 회전 구조체를 수용하는 캐비티가 구비됨과 함께, 상기 캐비티의 내주면에는, 상기 축심선측을 향하여 연장되는 시일 핀이 설치됨과 함께, 정지측 오목부가 상기 리크류의 흐름 방향을 따라 복수 마련되고, 상기 흐름 방향에서 최상류측의 제1 정지측 오목부보다도, 상기 흐름 방향에서 상기 제1 정지측 오목부의 직하류측에 배치된 제2 정지측 오목부 쪽이, 깊이 치수가 작게 설정된 것을 특징으로 하고 있다.

[0012] (2) 상기 정지 구조체는 터빈 케이싱이며, 상기 회전 구조체는, 축방향을 따라 복수 설치되고, 동익의 선단에 설치된 팁 슈라우드이며, 상기 시일 핀은, 상기 팁 슈라우드에 대하여 상기 직경 방향에 대향하여 배치되는 것이 바람직하다.

[0013] (3) 상기 정지측 오목부가 상기 흐름 방향을 따라 3개 이상 구비되고, 상기 깊이 치수가, 상기 흐름 방향에서 하류측일수록 작게 설정되어 것이 바람직하다.

[0014] (4) 상기 시일 핀이 상기 흐름 방향을 따라 복수 설치되고, 상기 흐름 방향에서 최상류측의 제1 시일 핀과, 상기 흐름 방향에서 상기 제1 시일 핀의 직하류측에 배치된 제2 시일 핀의 상호간에, 상기 제1 정지측 오목부가 마련되는 것이 바람직하다.

[0015] (5) 상기 제1 정지측 오목부의 상기 깊이 치수는, 상기 제1 시일 핀과 상기 제2 시일 핀 사이의 피치의 2배보다도 크게 설정되어 있는 것이 바람직하다.

[0016] (6) 상기 시일 핀의 상호간의 피치는 서로 동일하게 설정되는 것이 바람직하다.

[0017] (7) 상기 시일 핀의 적어도 하나는, 인접하는 상기 정지측 오목부로부터 축방향으로 소정의 거리를 두고 설치되는 것이 바람직하다.

[0018] (8) 상기 제1 정지측 오목부와 상기 제2 정지측 오목부의 적어도 한쪽이, 상기 직경 방향으로 연장되는 것이 바람직하다.

[0019] (9) 상기 정지측 오목부의 적어도 하나에, 축 방향으로 연장 형성된 축방향 오목부가 연속 형성되는 것이 바람직하다.

[0020] (10) 상기 정지측 오목부는, 상기 시일 핀의 상호간에 마련되고, 상기 축방향에 관한 치수이며 상기 정지측 오목부와 상기 축방향 오목부의 전체 치수가, 상기 시일 핀의 상호간의 피치보다도 크게 설정되는 것이 바람직하다.

[0021] (11) 상기 정지측 오목부에 대향하여 상기 회전 구조체에 회전측 오목부가 마련되고, 상기 회전측 오목부로서, 적어도, 상기 제1 정지측 오목부에 대향하여 마련된 제1 회전측 오목부, 또는 상기 제2 정지측 오목부에 대향하여 마련된 제2 회전측 오목부가 마련되어 것이 바람직하다.

[0022] (12) 상기 회전 구조체에 상기 제1 회전측 오목부 및 상기 제2 회전측 오목부가 마련되고, 상기 제1 정지측 오목부의 저면과 상기 제1 회전측 오목부의 저면의 거리보다도, 상기 제2 정지측 오목부의 저면과 상기 제2 회전측 오목부의 저면의 거리 쪽이 짧게 설정되는 것이 바람직하다.

[0023] (13) 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 터보 기계는, 축심선 주위로 소정 방향으로 회전하는 회전 구조체와, 상기 회전 구조체의 외주측에 간극을 두고 직경 방향에 대향하는 정지 구조체와, (1) 내지 (12) 중 어느 것에 기재된 시일 구조를 구비하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하고 있다.

[0024] (14) 상기 회전 구조체로서, 상기 축방향으로 복수 설치된 팁 슈라우드를 구비함과 함께, 상기 정지 구조체로서, 상기 복수의 팁 슈라우드를 둘러싸는 터빈 케이싱을 구비하고, 상기 복수의 팁 슈라우드 중, 적어

도 하나의 텁 슈라우드에 대하여, 상기 시일 구조를 구비한 터빈인 것이 바람직하다.

[0025] (15) 상기 적어도 하나의 텁 슈라우드가, 상기 작동 유체의 입구의 가장 가까이에 배치된 텁 슈라우드인 것이 바람직하다.

[0026] (16) 상기 적어도 하나의 텁 슈라우드가, 축방향 중앙에 배치된 텁 슈라우드인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에서는, 회전 구조체와 시일 편을 수용하는 정지 구조체의 캐비티의 내주면에, 정압 분포의 불균일성을 완화시키는 정지측 오목부로서, 상류측부터, 제1 정지측 오목부와, 제2 정지측 오목부가 이 순서대로 마련됨과 함께, 제1 정지측 오목부보다도 제2 정지측 오목부 쪽이, 깊이 치수를 작게 설정되어 있다.

[0028] 제1 정지측 오목부와 제2 정지측 오목부에서 깊이 치수를 동일하게 하는 것 보다도, 상기 불균일성이 작은 하류 측의 제2 정지측 오목부의 깊이 치수를 작게 설정하여 정지 구조체의 강도의 저하를 억제하고, 그만큼, 상기 불균일성이 큰 상류측의 제1 정지측 오목부의 깊이 치수를, 정지 구조체의 강도를 확보하면서 크게 설정할 수 있다.

[0029] 따라서, 본 발명에 따르면, 오목부를 마련하는 것에 의한 정지 구조체의 강도의 저하를 억제하면서, 불안정 진동을 효과적으로 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 각 실시 형태에 관한 증기 터빈의 전체 구성을 나타내는 모식적인 종단면도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 시일 구조의 구성을 도시하는 모식도이며 직경 방향을 따라 절단한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 시일 구조의 구성을 도시하는 모식도이며 직경 방향을 따라 절단한 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 시일 구조의 구성을 도시하는 모식도이며 직경 방향을 따라 절단한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 형태에 대하여 설명한다.

[0032] 본 실시 형태에서는, 본 발명의 시일 구조 및 터보 기계를 증기 터빈에 적용한 예를 설명한다.

[0033] 또한, 이하에 나타내는 각 실시 형태는 어디까지나 예시에 지나지 않으며, 이하의 각 실시 형태에서 명시하지 않는 다양한 변형이나 기술의 적용을 배제할 의도는 없다. 이하의 각 실시 형태의 각 구성은, 그것들의 취지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변형되어 실시할 수 있음과 함께, 필요에 따라 취사 선택할 수 있거나, 혹은 적절히 조합하는 것이 가능하다.

[0034] 이하의 설명에서는 상류, 하류라고 기재한 경우는, 특별한 설명이 없는 한, 리크 증기(SL)의 축방향(A)의 흐름 성분에 관한 상류, 하류를 의미하는 것으로 한다. 즉, 도 1 내지 도 4에 있어서의 좌측을 상류측, 우측을 하류 측으로 한다.

[0035] 또한, 증기 터빈의 로터 축심선(이하, 「축심선」이라고도 칭한다)(CL)을 향하는 방향을 내주측 또는 내측으로 하고, 그 반대측, 축심선(CL)으로부터 이격되는 방향을 외주측 또는 외측으로 하여 설명한다.

[0036] 또한, 이하의 설명에서 주위 방향이라고 기재한 경우는, 특별한 설명이 없는 한, 축심선(CL)을 중심으로 한 주위 방향을 의미하는 것으로 한다.

[0037] [1. 제1 실시 형태]

[0038] [1-1. 증기 터빈의 전체 구성]

[0039] 본 실시 형태의 증기 터빈(1)에 대하여 도 1을 참조하여 설명한다.

[0040] 본 실시 형태의 증기 터빈(1)은, 도 1에 도시하는 바와 같이, 터빈 케이싱(정지 구조체, 이하 「케이싱」이라고

도 청한다)(10)과, 케이싱(10)의 내부에 회전 가능하게 설치되고, 동력을 도시하지 않은 발전기 등의 기계로 전달하는 로터축(30)과, 케이싱(10)에 설치된 정익(60)과, 로터축(30)에 설치된 동익(50)과, 축심선(CL)을 중심으로 로터축(30)을 회전 가능하게 지지하는 베어링부(70)를 구비하여 구성되어 있다. 정익(60) 및 동익(50)은 로터축(30)의 직경 방향(R)으로 연장되는 블레이드이다.

[0041] 케이싱(10)은 정지하고 있는 것에 대하여, 동익(50)은 축심선(CL)을 중심으로 회전한다. 즉, 케이싱(10)과 동익(50)(후술하는 텁 슈라우드(4)를 포함한다)은 상대 회전한다.

[0042] 케이싱(10)은, 내부 공간이 기밀하게 밀봉되어 있음과 함께, 증기(유체)(S)의 유로로 되어 있다. 증기(S)는, 도시하지 않은 증기 공급원과 접속된 증기 공급관(20)을 통하여, 케이싱(10)에 형성된 주 유입구(21)로부터 도입되고, 증기 터빈(1)의 하류측에 접속된 증기 배출관(22)으로부터 배출된다.

[0043] 또한, 케이싱(10)의 내벽면에는 링상의 구획판 외륜(11)이 견고하게 고정되어 있다.

[0044] 베어링부(70)는, 저널 베어링 장치(71) 및 스러스트 베어링 장치(72)를 구비하고 있으며, 로터축(30)을 회전 가능하게 지지하고 있다.

[0045] 정익(60)은, 케이싱(10)으로부터 내주측을 향하여 연신되어, 로터축(30)을 둘러싸도록 방사상으로 다수 배치되는 환상 정익군을 구성하고 있으며, 각각 상술한 구획판 외륜(11)에 보유 지지되어 있다.

[0046] 이들 복수의 정익(60)으로 이루어지는 환상 정익군은, 로터축(30)의 축방향(A)으로 간격을 두고 복수 형성되어 있고, 증기(S)의 압력 에너지를 속도 에너지로 변환하여, 하류측에 인접하는 동익(50)에 유입시킨다.

[0047] 동익(50)은, 로터축(30)의 로터축 본체(31)의 외주부에 형성된 디스크(32)에 견고하게 설치되고, 각 환상 정익군의 하류측에 있어서, 방사상으로 다수 배치되어 환상 동익군을 구성하고 있다.

[0048] 이들 환상 정익군과 환상 동익군은, 1조 1단으로 되어 있다. 각 동익군을 구성하는 복수의 동익(50)의 선단부 끼리는, 링상의 텁 슈라우드(회전 구조체)(4)에 의해 연결되어 있다.

[0049] [1-2. 시일 구조]

[0050] 본 실시 형태의 시일 구조에 대하여, 도 2를 참조하여 설명한다.

[0051] 복수의 구획판 외륜(11)의 각 상호간에는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 구획판 외륜(11)의 내주면으로부터 오목 해진 캐비티(12)가 형성되어 있다. 캐비티(12)는, 축심선(CL)을 중심으로 하는 원환상의 공간이며, 케이싱(10)의 내주면(이하, 「캐비티 저면」이라고도 표기한다)(13)을 저면으로 한다.

[0052] 캐비티(12)에는, 텁 슈라우드(4)가 수용되고, 캐비티 저면(13)은, 텁 슈라우드(4)와 간극(Gd)을 사이에 두고 직경 방향(R)에 대향하고 있다.

[0053] 증기(S) 중 대부분의 증기(SM)는, 동익(50)에 유입되고, 그 에너지가 회전 에너지로 변환되어, 이 결과, 로터축(30)에 회전이 부여된다. 그 한편, 증기(S) 중의 일부(예를 들어, 약 수%)의 증기의 흐름(리크류, 이하 「리크 증기」라고도 칭한다)(SL)은, 동익(50)에 유입되지 않고 간극(Gd)로 리크한다. 리크 증기(SL)의 에너지는 회전 에너지로 변환되지 않으므로, 리크 증기(SL)는, 증기 터빈(1)의 효율을 저하시키는 리크 손실을 초래한다.

[0054] 그래서, 케이싱(10)과 각 텁 슈라우드(4) 사이의 각 간극(Gd)에는, 각각, 본 발명의 제1 실시 형태로서의 시일 구조(2)가 설치되어 있다. 바꾸어 말하면, 각 텁 슈라우드(4)에 대하여 본 발명의 제1 실시 형태로서의 시일 구조(2)가 각각 설치되어 있다.

[0055] 이하, 시일 구조(2)에 대하여 설명한다.

[0056] 텁 슈라우드(4)는, 상술한 바와 같이 링상의 것이고, 도 2에 도시하는 바와 같은 축방향(A)으로 긴 직사각형의 횡단면 형상을, 전체 주위에 걸쳐 일정하게 갖고 있다.

[0057] 캐비티 저면(13)에는, 텁 슈라우드(4)를 향하여 내주측으로 연장되는 시일 핀(6A, 6B, 6C)이 설치되어 있다(도 1에서는 생략). 이들 시일 핀(6A, 6B, 6C)은 동일 형상으로 설정되어 있고, 축심선(CL)을 중심으로 한 링상이며, 도 2에 도시하는 직경 방향(R)으로 긴 직사각형의 횡단면 형상을 전체 주위에 걸쳐 일정하게 갖고 있다.

[0058] 또한, 시일 핀(6A, 6B, 6C)은, 축방향(A)을 따라 소정의 피치(B1, B2)로 배치되어 있고, 본 실시 형태에서는, 시일 핀(6A)과 시일 핀(6B)의 피치(B1)와, 시일 핀(6B)과 시일 핀(6C)의 피치(B2)는 동일 치수로 설정되어 있다(B1=B2). 즉, 시일 핀(6A, 6B, 6C)은 등피치로 배치되어 있다.

- [0059] 여기에서 말하는 퍼치(B1, B2)란, 시일 핀(6A, 6B, 6C)의 두께 방향(환연하면 축방향(A)) 중심선의 상호간 거리를 의미한다.
- [0060] 이하, 시일 핀(6A, 6B, 6C)을 구별하지 않는 경우에는, 시일 핀(6)이라고 표기한다.
- [0061] 또한, 시일 핀(6A, 6B, 6C)은 동일 형상일 필요는 없고, 상이한 형상이어도 된다.
- [0062] 캐비티 저면(13)에는, 시일 핀(6A, 6B, 6C)의 각 상호간에 있어서, 외주측을 향하여 직경 방향(R)으로 연장 형성된 케이싱 오목부(이하, 「오목부」 또는 「직경 방향 오목부」라고도 칭한다)(14A, 14B)가 형성되어 있다. 이하, 오목부(14A, 14B)를 구별하지 않는 경우에는 오목부(14)라고 표기한다. 오목부(14)는, 본 실시 형태에서는, 축심선(CL)을 중심으로 하여 캐비티 저면(13)의 전체 주위에 걸쳐 형성된 링상의 오목부이며, 서로 대향하고 직경 방향(R)으로 폭을 갖는 링상의 측면(14a, 14b)과, 이들 측면(14a, 14b)의 외주연을 연결하여 축방향(A)으로 폭을 갖는 링상의 저면(14c)에 의해 구획 형성되어 있다.
- [0063] 오목부(14)는, 하류측일수록 얇게 설정되어 있고, 상류측의 오목부(14A)의 깊이 치수(L1)보다도 하류측의 오목부(14B)의 깊이 치수(L2) 쪽이 작게(얇게) 설정되어 있다($L2 < L1$).
- [0064] 여기서, 캐비티 저면(13) 및 오목부(14A, 14B)를 구획 형성하는 저면(14c)은 각각 축심선(CL)을 중심으로 한 원주면이며, 오목부(14A, 14B)의 깊이(L1, L2)란, 캐비티 저면(13)과 저면(14c)의 직경 방향(R)에 관한 거리이다.
- [0065] 또한, 각 오목부(14)는, 축방향(A)에 관하여, 인접하는 시일 핀(6)에 대하여 소정의 거리(ΔB)($\Delta B > 0$)를 두고 형성되어 있다.
- [0066] [1-3. 작용 · 효과]
- [0067] 본 발명의 제1 실시 형태로서의 시일 구조(2)의 작용 · 효과를, 도 2를 참조하여 설명한다.
- [0068] 「발명이 해결하고자 하는 과제」의 란에 기재한 바와 같이, 캐비티 저면(13)이나 텁 슈라우드(4)의 주변의 정압 분포가, 주위 방향에 대하여 불균일해지는 경우가 있다. 그러나, 캐비티 저면(13)에는, 오목부(14A, 14B)가 형성되어 있는 점에서, 간극(Gd)을 실질적으로 확대하게 되어, 주위 방향의 정압 분포의 변동을 완화시킬 수 있다. 즉, 오목부(14A, 14B)는, 정압 분포의 불균일성(비일양성)을 완화시키는 업소버로서의 기능(이하, 「업소버 기능」이라고 칭한다)을 갖고 있다.
- [0069] 또한, 정압 분포의 불균일성은, 상류측일수록 크고, 하류측일수록 작아지는 경향을 갖고 있다. 그래서, 시일 구조(2)에서는, 정압 분포의 불균일성이 상대적으로 큰 상류측에는, 상대적으로 깊이 치수가 커 용적이 큰(업소버 기능이 상대적으로 높은) 오목부(14A)를 형성하고, 정압 분포의 불균일성이 상대적으로 작은 하류측에는, 상대적으로 깊이 치수가 작아 용적이 작은(업소버 기능이 상대적으로 낮은) 오목부(14B)를 형성하도록 하고 있다.
- [0070] 오목부(14A, 14B)를 깊게 할수록, 업소버 기능을 향상시킬 수 있는 한편, 케이싱(10)의 강도를 저하시키게 된다. 그러나, 이 시일 구조(2)에서는, 정압 분포의 불균일성이 작은 하류측에서는, 오목부(14B)의 깊이 치수(L2)를 작게 설정하여 케이싱(10)의 강도를 필요 이상으로 저하시키는 것을 억제하고 있다. 그리고, 오목부(14B)의 깊이 치수(L2)를 작게 한만큼, 정압 분포의 불균일성이 큰 상류측에서는, 오목부(14A)의 깊이 치수(L1)를 크게 설정하여 업소버 기능을 향상시킬 수 있다.
- [0071] 따라서, 오목부(14A, 14B)의 깊이 치수(L1, L2)를 동일 치수로 설정하는 경우에 비하여, 케이싱(10)의 강도의 저하를 억제하면서 터빈의 불안정 진동을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0072] 또한, 시일 핀(6A)과 시일 핀(6B) 사이의 오목부(14A), 즉 최상류측의 오목부(14A)의 깊이 치수(L1)를, 시일 핀(6A)과 시일 핀(6B)의 퍼치(B1)의 2배보다도 크게 설정했으므로($L1 > B1 \times 2$), 정압 분포의 균일화 나아가서는 터빈의 불안정 진동의 억제를 한층 효과적으로 행할 수 있다.
- [0073] 또한, 각 오목부(14)는, 축방향(A)에 관하여, 인접하는 시일 핀(6)에 대하여 소정의 거리(ΔB)를 두고 형성되어 있다($\Delta B > 0$). 바꾸어 말하면, 각 시일 핀(6)에는, 그 루트부(시일 핀(6)과 캐비티 저면(13)의 접속부)를 지지하는 지지부가, 오목부(14)로부터 소정의 거리(ΔB)에 걸쳐 형성되어 있다. 따라서, 시일 핀(6)을, 오목부(14)의 측면(14a)이나 측면(14b)과 같은 평면에 있도록 설치하는 경우($\Delta B = 0$)에 비하여, 시일 핀(6)의 루트의 강도를 향상시킬 수 있다.
- [0074] [2. 제2 실시 형태]
- [0075] 이하, 도 3을 참조하여 본 발명의 제2 실시 형태에 대하여 설명한다. 또한, 제1 실시 형태와 동일 요소에 대해

서는 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 생략한다.

[0076] [2-1. 시일 구조]

본 발명의 제2 실시 형태의 시일 구조(2A)는, 도 2에 도시하는 제1 실시 형태의 시일 구조(2)에 대하여, 직경 방향 오목부(14A)에, 그 외주단으로부터 하류측을 향하여 축방향(A)으로 연장되는 축방향 오목부(14A')를 연속 형성하고, 직경 방향 오목부(14B)에, 그 외주단으로부터 하류측을 향하여 축방향(A)으로 연장되는 축방향 오목부(14B')를 연속 형성한 것이다.

축방향 오목부(14A', 14B')는, 직경 방향 오목부(14A, 14B)측이 개구됨과 함께 축심선(CL)을 중심으로 하여 링상으로 형성된 오목부이다. 축방향 오목부(14A', 14B')는, 외주측 저면(14d), 내주측 저면(14f) 및 측면(14e)에 의해 구획 형성되어 있다. 외주측 저면(14d), 내주측 저면(14f)은, 서로 대향하고, 각각 축방향(A)으로 폭을 갖는 링상의 면이다. 또한, 외주측 저면(14d)은, 직경 방향 오목부(14)의 저면(14c)에 같은 평면을 이루도록 형성되어 있다. 측면(14e)은, 이를 저면(14d, 14f)의 하류연을 연결하여 직경 방향(R)으로 폭을 갖는 링상의 면이다.

축방향 오목부(14A')를 마련함으로써 직경 방향 오목부(14A)를 실질적으로 확대할 수 있어, 본 실시 형태에서는, 직경 방향 오목부(14A)와 축방향 오목부(14A')의 전체의 축방향 치수(D1)를, 핀(6A)과 핀(6B)의 피치(B1)보다도 크게 설정하고 있다(D1>B1). 마찬가지로, 축방향 오목부(14B')를 마련함으로써 직경 방향 오목부(14B)를 실질적으로 확대할 수 있어, 본 실시 형태에서는, 오목부(14B)와 축방향 오목부(14B')의 전체의 축방향 치수(D2)를, 핀(6B)과 핀(6C)의 피치(B2)보다도 크게 설정하고 있다(D2>B2).

그 밖의 구조는 제1 실시 형태의 시일 구조(2)와 마찬가지이므로 설명을 생략한다.

[0081] [2-2. 작용 · 효과]

본 발명의 제2 실시 형태에 따르면, 직경 방향 오목부(14A, 14B) 외에도 축방향 오목부(14A', 14B')를 마련함으로써, 정압 분포의 불균일성(비일양성)을 완화시키는 오목부의 용적을 증가시킬 수 있으므로, 터빈의 불안정 진동을, 제1 실시 형태보다도 효과적으로 억제할 수 있다.

특히, 시일 핀(6A, 6B, 6C)의 각 상호간에 있어서 직경 방향(R)으로 연장되는 직경 방향 오목부(14A, 14B)만으로는, 축방향(A)의 치수를, 시일 핀(6A, 6B, 6C)의 피치(B1, B2)보다도 큰 치수로 할 수는 없지만, 축방향 오목부(14A', 14B')를 형성함으로써, 부분적이지만, 직경 방향 오목부(14A, 14B)의 축방향(A)의 치수를 피치(B1, B2)보다도 길게 할 수 있다.

또한, 상류측의 직경 방향 오목부(14A)보다도 하류측의 직경 방향 오목부(14B)가 얇게 형성되어 있으므로, 직경 방향 오목부(14A)의 외주부 하류측에는 빈 공간이 형성되게 된다. 이 빈 공간을 이용하여 직경 방향 오목부(14A)의 외주부 하류측에 축방향 오목부(14A')를 형성할 수 있어, 효율적으로 오목부를 배치할 수 있다.

[0085] [2-3. 기타]

(1) 상기 제2 실시 형태에서는, 축방향 오목부(14A', 14B')를, 직경 방향 오목부(14A, 14B)의 외주단에 마련했지만, 직경 방향 오목부(14A, 14B)의 외주단에 마련하는 것은 필수는 아니다. 예를 들어, 도 3에 이첨쇄선으로 나타내는 바와 같이, 직경 방향 오목부(14A)의 직경 방향(R)에 관한 중간부에 축방향 오목부(14A')를 연접하도록 해도 된다.

(2) 상기 제2 실시 형태에서는, 축방향 오목부(14A', 14B')를, 직경 방향 오목부(14A, 14B)의 하류측에 마련했지만, 축방향 오목부(14A', 14B')를, 직경 방향 오목부(14A, 14B)의 상류측에 마련해도 된다.

[0088] [3. 제3 실시 형태]

이하, 도 4를 참조하여 본 발명의 제3 실시 형태에 대하여 설명한다. 또한, 제1 실시 형태와 동일 요소에 대해서는 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 생략한다.

[0090] [3-1. 시일 구조]

본 발명의 제3 실시 형태의 시일 구조(2B)는, 도 2에 도시하는 제1 실시 형태의 시일 구조(2)에 대하여, 텁 슈라우드(4)에 형성된 슈라우드 오목부(이하, 「오목부」라고도 칭한다)(41A, 41B)가 추가된 것이다. 슈라우드 오목부(41A)(제1 회전측 오목부)는 케이싱 오목부(14A)에 대향하여 배치되고, 슈라우드 오목부(41B)(제2 회전측 오목부)는 케이싱 오목부(14B)에 대향하여 배치되어 있다. 이하, 오목부(41A, 41B)를 구별하지 않는 경우에는

오목부(41)라고 표기한다.

[0092] 오목부(41)는, 본 실시 형태에서는, 축심선(CL)을 중심으로 하여, 슈라우드(4)의 외주면(42)의 전체 주위에 걸쳐 형성된 링상의 오목부이다. 오목부(41)는, 텁 슈라우드(4)의 외주면으로부터 내주측으로 오목해져 있으며 (즉 직경 방향(R)을 따라 연장 형성되어 있으며), 서로 대향하고 직경 방향(R)으로 폭을 갖는 링상의 측면(41a, 41b)과, 이들 측면(41a, 41b)의 내주연을 연결하여 축방향(A)으로 폭을 갖는 링상의 저면(41c)에 의해 구획 형성되어 있다.

[0093] 상술한 바와 같이, 슈라우드 오목부(41A)와 대향하여 배치되는 케이싱 오목부(14A)의 깊이 치수(L1)보다도, 슈라우드 오목부(41B)와 대향하여 배치되는 케이싱 오목부(14B)의 깊이 치수(L2) 쪽이 작게 설정되어 있다. 그 외에도, 상류측의 슈라우드 오목부(41A)의 깊이 치수(L1')보다도, 하류측의 슈라우드 오목부(41B)의 깊이 치수(L2')는 작게(얕게) 설정되어 있다($L2' < L1'$).

[0094] 따라서, 오목부(14A, 41A)의 상호간의 공간(100A)의 높이 치수(즉, 「케이싱 오목부(14A)의 저면(14c)」과 「슈라우드 오목부(41A)의 저면(41c)」의 거리)(H1)보다도, 오목부(14B, 41B)의 상호간의 공간(100B)의 높이 치수(즉, 「케이싱 오목부(14B)의 저면(14c)」과 「슈라우드 오목부(41B)의 저면(41c)」의 거리)(H2) 쪽이 작게 설정되어 있게 된다(H1>H2).

[0095] 공간(100A, 100B)은, 캐비티 저면(13)과 텁 슈라우드(4) 사이의 간극(Gd)을 실질적으로 확대하여 정압 분포의 불균일성을 완화시키는 것이며, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 상대적으로 불균일성이 큰 상류측일수록 큰 공간(100A)을 마련하고, 상대적으로 불균일성이 작은 하류측일수록 작은 공간(100B)을 마련하고 있다. 이하, 공간(100A)과 공간(100B)을 구별하지 않는 경우에는 공간(100)이라고 칭한다.

[0096] 여기서, 텁 슈라우드(4)의 외주면(42) 및 오목부(41A, 41B)를 구획 형성하는 저면(41c)은 각각 축심선(CL)을 중심으로 한 원주면이며, 슈라우드 오목부(41A, 41B)의 깊이(L1', L2')는, 텁 슈라우드(4)의 외주면(42)과 저면(41c)의 직경 방향(R)에 관한 거리이다. 또한, 높이 치수(H1)란, 케이싱 오목부(14A)의 저면(14c)과, 슈라우드 오목부(41A)의 저면(41c)의 직경 방향(R)에 관한 거리이며, 높이 치수(H2)란, 케이싱 오목부(14B)의 저면(14c)과, 슈라우드 오목부(41B)의 저면(41c)의 직경 방향(R)에 관한 거리이다.

[3-2. 작용 · 효과]

[0098] 본 발명의 제3 실시 형태에 따르면, 케이싱 오목부(14) 외에도 슈라우드 오목부(41)를 마련함과 함께, 오목부(14, 41)의 상호간에 형성되는 공간(100)을 하류측일수록 작게 설정하고 있으므로, 제1 실시 형태보다도 효과적으로, 케이싱(10)의 강도의 저하를 억제하면서 터빈의 불안정 진동을 억제할 수 있다.

[3-3. 기타]

[0100] (1) 상기 제3 실시 형태에서는, 슈라우드 오목부(41A)의 깊이 치수(L1')보다도 슈라우드 오목부(41B)의 깊이 치수(L2')를 작게 설정했지만, 상류측의 공간(100A)의 높이 치수(H1)보다도 하류측의 공간(100B)의 높이 치수(H2) 쪽이 작으면, 깊이 치수(L1')보다도 깊이 치수(L2')를 작게 설정할 필요는 없다. 예를 들어, 상기 제3 실시 형태에 있어서, 깊이 치수(L1')와 깊이 치수(L2')를 동일 치수로 해도 된다.

[0101] (2) 상기 제3 실시 형태에서는, 케이싱 오목부(14)와, 이 케이싱 오목부(14)에 대향 배치된 슈라우드 오목부(41)를 1조로 하여, 2조를 하나의 텁 슈라우드(4)에 대하여 마련했지만, 하나의 텁 슈라우드(4)에 대하여 3조 이상 형성해도 된다. 이 경우, 하류일수록, 케이싱 오목부(14)와 슈라우드 오목부(41) 사이에 형성되는 공간(100)의 높이 치수를 작게 하는 것이 바람직하지만, 최상류측의 공간(100A)의 높이 치수(H1)보다도, 상류측부터 두번째의 공간(100B)의 높이 치수(H2)가 작으면, 이것에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 상류측부터 두번째의 공간(100B)의 높이 치수(H2)와, 상류측부터 세번째 이후의(오목부(14)와 오목부(41) 사이의) 공간의 높이 치수를 동일 치수로 해도 된다.

[0102] (3) 상기 제3 실시 형태에 있어서도, 제2 실시 형태와 마찬가지로, 오목부(14A) 및 오목부(14B)의 적어도 한쪽에 축방향 오목부를 마련해도 된다.

[4. 기타]

[0104] (1) 상기 각 실시 형태에서는, 각 텁 슈라우드(4)에 대하여, 시일 핀(6)을 3개 설치하고, 케이싱 오목부(14)를 시일 핀(6)의 각 상호간에 합계 2개 마련했지만, 하나의 텁 슈라우드(4)에 대하여 설치하는 시일 핀(6)의 개수 및 케이싱 오목부(14)의 개수는 이들 개수에 한정되지는 않는다. 하나의 텁 슈라우드(4)에 대하여 케이싱 오목

부(14)를 3개 이상 마련하는 경우는, 하류측일수록 케이싱 오목부(14)의 깊이 치수를 얕게 하는 것이 바람직하지만, 최상류측의 케이싱 오목부(14A)의 깊이 치수(L1)보다도, 상류측부터 두번째의 케이싱 오목부(14B)의 깊이 치수(L2)가 작으면, 이것에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 상류측부터 두번째의 케이싱 오목부(14)의 깊이 치수와, 상류측부터 세번째 이후의 케이싱 오목부(14)의 깊이 치수를 동일 치수로 해도 된다.

[0105] (2) 증기 각 실시 형태의 증기 터빈에서는, 각 텁 슈라우드(4)에 대하여 본 발명의 시일 구조를 적용했지만, 일부의(적어도 하나의) 텁 슈라우드(4)에 대하여 본 발명의 시일 구조를 적용하기만 해도 된다.

[0106] 일부의 텁 슈라우드(4)에 본 발명의 시일 구조를 적용하는 경우에는, 정압의 불균일성이 최대가 되는 점에서, 증기(S)의 입구인 주 유입구(21)에 가장 가까운(환원하면 가장 고압측) 텁 슈라우드(4A)(도 1 참조)에 본 발명의 시일 구조를 적용하는 것이 바람직하다.

[0107] 또는 로터축(30)의 1차 모드에서의 불안정 진동이 발생한 경우, 진폭은, 축방향(A)에서 중앙에 있어서 최대가 되므로, 축방향(A)에서 중앙의 텁 슈라우드(4B)(도 1 참조)에 본 발명의 시일 구조를 적용하는 것이 바람직하다.

[0108] 증기 터빈이, 축방향(A)에서 중앙으로부터 증기가 공급되는 경우에는, 축방향(A)에서 중앙의 텁 슈라우드가 주 유입구(21)에 가장 가까운 텁 슈라우드가 되므로, 이 축방향(A)에서 중앙이며 또한 주 유입구(21)에 가장 가까운 텁 슈라우드에 본 발명의 시일 구조를 적용하면 상승적인 효과가 얻어진다.

[0109] (3) 증기 실시 형태에서는, 증기 터빈에 본 발명을 적용한 예를 설명했지만, 본 발명은 가스 터빈이나 터보 압축기 등, 증기 터빈 이외의 터보 기계의 시일에도 적용할 수 있다.

부호의 설명

[0110] 1: 증기 터빈(터보 기계)

2, 2A, 2B: 시일 구조

4: 텁 슈라우드(회전 구조체)

4A: 가장 상류측에 배치된 텁 슈라우드

4B: 리크 증기(SL)의 흐름 방향에서 중앙에 배치된 텁 슈라우드

6, 6A, 6B, 6C: 시일 핀

10: 터빈 케이싱(정지 구조체)

12: 캐비티

13: 캐비티 저면(내주면)

14: 케이싱 오목부(정지측 오목부)

14A: 케이싱 오목부(제1 정지측 오목부)

14B: 케이싱 오목부(제2 정지측 오목부)

14A', 14B': 축방향 오목부

14a, 14b: 오목부(14, 14A, 14B)를 구획 형성하는 측면

14c: 오목부(14, 14A, 14B)를 구획 형성하는 저면

14d, 14f: 축방향 오목부(14A', 14B')를 구획 형성하는 저면

14e: 축방향 오목부(14A', 14B')를 구획 형성하는 측면

20: 증기 공급관

21: 주 유입구

30: 로터축

31: 로터축 본체

50: 동의

41: 슈라우드 오목부

41A: 슈라우드 오목부(제1 회전축 오목부)

41B: 슈라우드 오목부(제2 회전축 오목부)

42: 슈라우드(4)의 외주면

60: 정의

100, 100A, 100B: 케이싱 오목부(14)와 슈라우드 오목부(41)의 상호간의 공간

A: 축방향

B1: 시일 펀(6A, 6B)의 축방향(A)에 관한 피치

D1, D2: 최대 치수

B2: 시일 펀(6B, 6C)의 축방향(A)에 관한 피치

CL: 로터 축심선(축심선)

Gd: 간극

L1: 오목부(14A)의 깊이 치수

L2: 오목부(14B)의 깊이 치수

R: 직경 방향

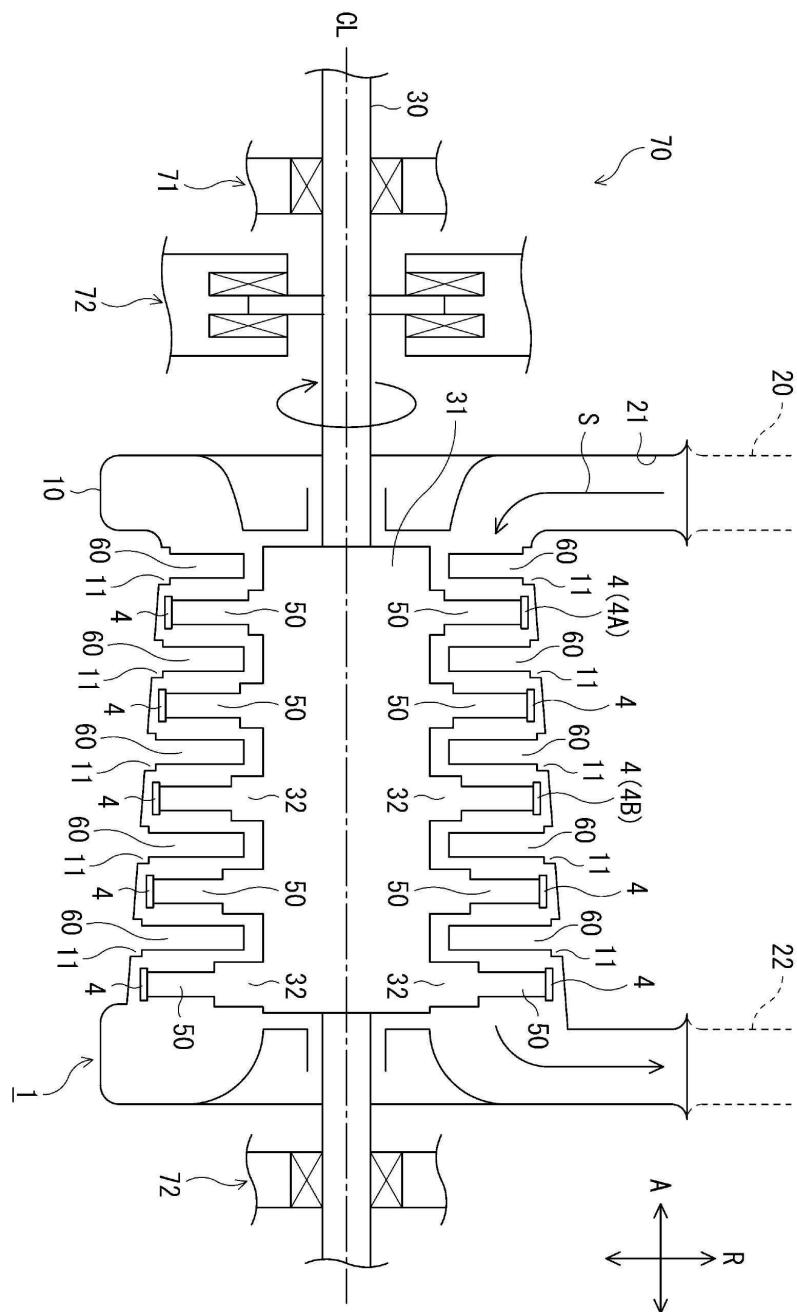
S: 증기(작동 유체)

SL: 리크 증기(리크류)

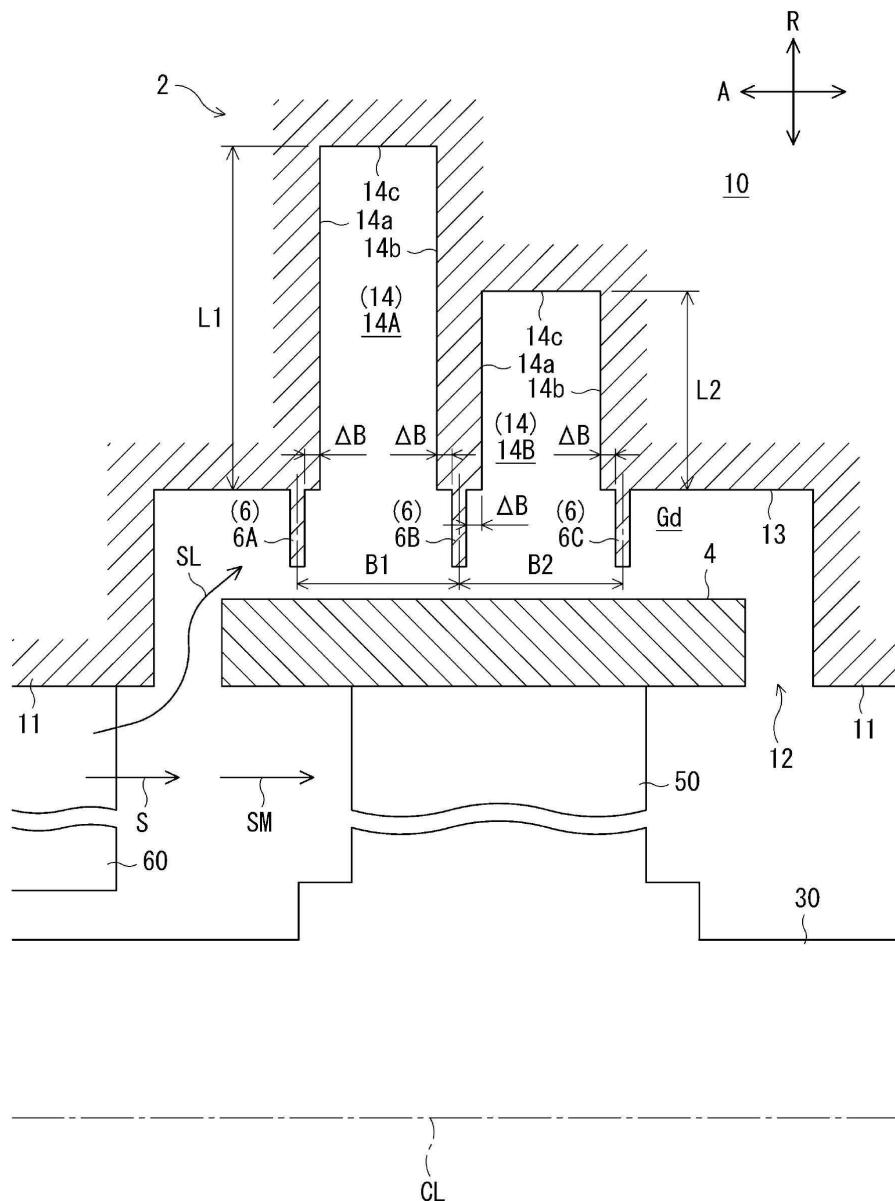
ΔB : 시일 펀(6)과 오목부(14)의 거리

도면

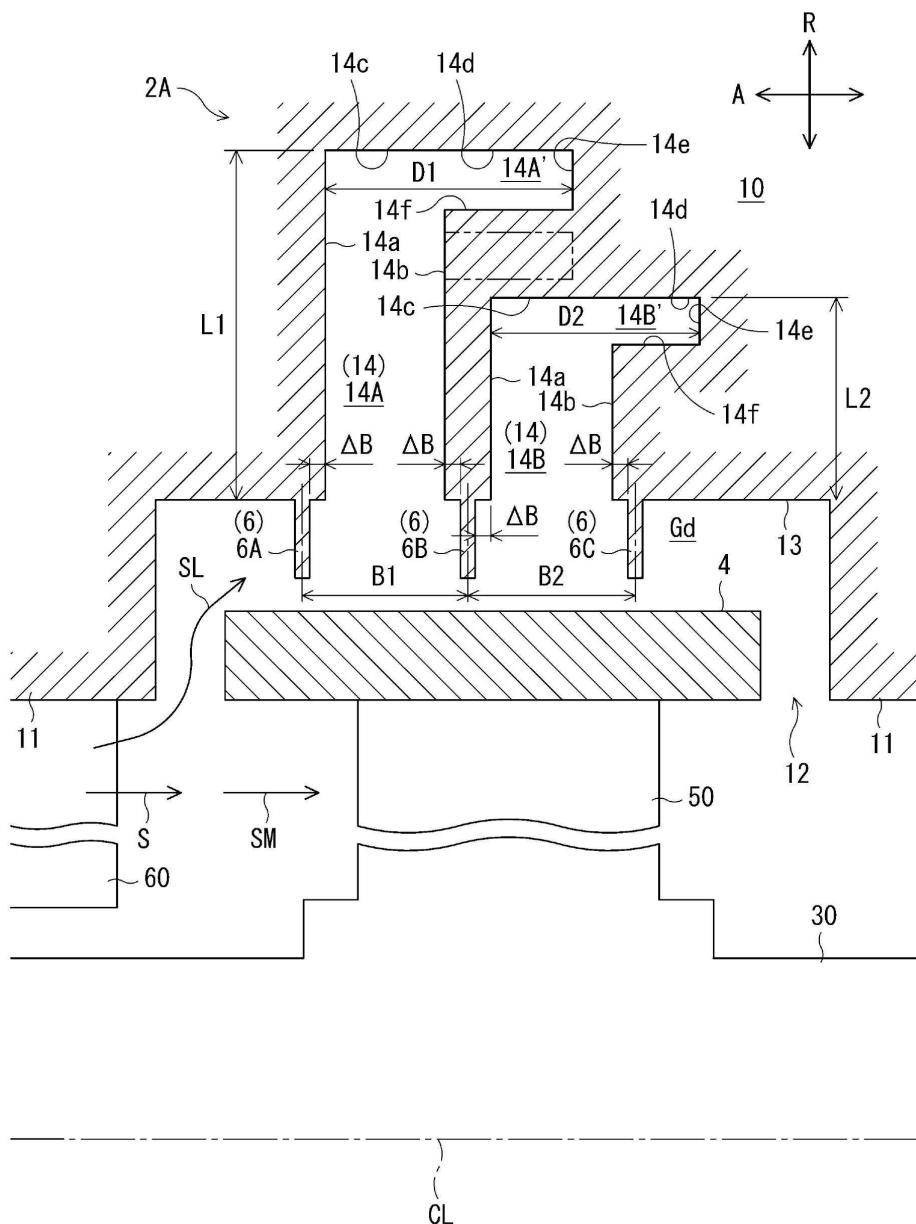
도면1



도면2



도면3



도면4

