



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월29일

(11) 등록번호 10-1644254

(24) 등록일자 2016년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F01D 25/24 (2006.01) F01D 15/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7020487

(22) 출원일자(국제) 2012년07월26일

심사청구일자 2014년07월22일

(85) 번역문제출일자 2014년07월22일

(65) 공개번호 10-2014-0105600

(43) 공개일자 2014년09월01일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/068917

(87) 국제공개번호 WO 2013/121603

국제공개일자 2013년08월22일

(30) 우선권주장

JP-P-2012-033262 2012년02월17일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP09032505 A*

US05780932 A*

JP59018207 A*

JP평성05149106 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

미츠비시 히타치 파워 시스템즈 가부시키가이샤

일본 가나가와켄 요코하마시 니시쿠 미나토미라이
3쵸메 3-1

(72) 발명자

마루야마 다카시

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

마츠오 아사하루

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

(74) 대리인

장수길, 성재동

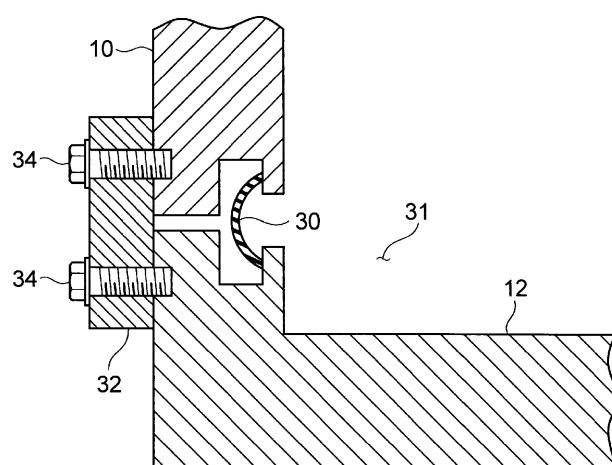
전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이정혜

(54) 발명의 명칭 단차실형 증기 터빈 및 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치

(57) 요 약

고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있는 단차실형 증기 터빈 및 이것을 사용한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치를 제공하는 것을 목적으로 하고, 증기 터빈(3)은 고압 익렬(22) 및 저압 익렬(26)을 갖는 단차실형 증기 터빈이며, 고압 익렬(22)이 수납되는 고중압실(10)과, 저압 익렬(26)이 수납되는 저압실(12)과, 고중압실(10) 및 저압실(12)을 연결함과 함께, 고중압실(10) 및 저압실(12)의 내부 공간(31)을 밀봉하는 신축 조인트(30)를 구비한다.

대 표 도 - 도5

로터축 방향

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 고압 익렬 및 저압 익렬을 갖는 단차실형 증기 터빈이며,
 상기 고압 익렬이 수납되는 고압실과,
 상기 저압 익렬이 수납되는 저압실과,
 상기 고압실 및 상기 저압실을 연결함과 함께, 상기 고압실 및 상기 저압실의 내부 공간을 밀봉하는 신축 조인트와,
 로터 축 방향에 있어서의 상기 단차실형 증기 터빈의 차실의 위치를 조절하기 위한 위치 조절 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는, 단차실형 증기 터빈.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 위치 조절 수단은, 상기 고압실의 위치를 조절 가능하게 구성된 것을 특징으로 하는, 단차실형 증기 터빈.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 위치 조절 수단은,
 상기 고압실의 차실 서포트부에 장착되고, 상기 차실 서포트부를 로터 축 방향을 따라, 서로 역방향으로 압박하여 움직이게 하는 한 쌍의 유압 실린더와,
 상기 한 쌍의 유압 실린더에 유압을 공급하는 유압 장치와,
 상기 한 쌍의 유압 실린더 및 상기 유압 장치의 사이에 설치되고, 상기 유압이 공급되는 유압 실린더를 전환하는 전환 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는, 단차실형 증기 터빈.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 증기 터빈의 상기 로터와 상기 고압실의 열 연신차를 검출하는 검출 수단과,
 상기 검출 수단에 의한 열 연신차의 검출 결과에 기초하여 상기 위치 조절 수단을 제어하는 제어 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는, 단차실형 증기 터빈.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 로터는, 상기 증기 터빈의 차실의 외부에 있어서, 축 직경이 일정하지 않은 테이퍼면을 갖고,
 상기 검출 수단은, 센서로부터 상기 로터의 상기 테이퍼면까지의 거리를 계측하는 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는, 단차실형 증기 터빈.

청구항 6

발전기, 제1항에 기재된 단차실형 증기 터빈, 가스 터빈이 이 순서대로 연결된 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치이며,

상기 가스 터빈과 상기 증기 터빈 사이에 스러스트 베어링을 설치하고, 상기 스러스트 베어링에 가까운 측으로부터 상기 고압실, 상기 저압실의 순서로 상기 증기 터빈의 차실을 배열하고, 상기 저압실을 앵커에 의해 고정한 것을 특징으로 하는, 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 위치 조절 수단은, 상기 고압실의 위치를 조절 가능하게 구성된 것을 특징으로 하는, 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치.

청구항 8

발전기, 제1항에 기재된 단차실형 증기 터빈, 가스 터빈이 이 순서대로 연결된 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치이며,

상기 가스 터빈과 상기 증기 터빈 사이에 스러스트 베어링을 설치하고, 상기 스러스트 베어링에 가까운 측으로부터 상기 저압실, 상기 고압실의 순서로 상기 증기 터빈의 차실을 배열함과 함께, 로터 축 방향에 있어서의 상기 고압실의 위치를 조절하는 상기 위치 조절 수단을 설치하고, 상기 저압실을 앵커에 의해 고정한 것을 특징으로 하는, 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 발전소 등에서 사용되는 단차실형 증기 터빈 및 이것을 사용한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발전소 등에서 사용되는 증기 터빈으로서, 전체 축 길이의 단축이나 증기 터빈의 콤팩트화를 위해 고압 악렬 및 저압 악렬을 단일의 차실에 수납한 단차실형 증기 터빈(예를 들어, 단차실 재열 터빈:SRT;Single casing Reheat Turbine)이 알려져 있다.

[0003] 증기 터빈에서는, 운전 조건으로부터 상정되는 회전부와 정지부의 축 방향 간극의 변동량을 근거로 하여, 회전부 및 정지부가 접촉하지 않는 클리어런스를 형성함과 함께, 정지부에 대해 회전부를 오프셋하여 설치하는 것이 일반적이다. 이것은, 증기 터빈의 정지 상태로부터 정격 운전 상태에 이르기까지의 온도 변화 등에 의해, 로터와 차실 사이에 열 연신차가 발생하고, 회전부와 정지부의 간극이 변동하는 것을 고려한 것이다.

[0004] 여기서, 단차실형 증기 터빈의 경우, 가장 중량이 큰 개소인 저압실을 앵커로 고정하고, 이 앵커를 기점으로 차실 전체(특히, 고압실 및 중압실)를 자유롭게 열 연신시켜, 열변형을 방지하도록 되어 있다. 한편, 로터는, 로터를 회전 가능하게 지지하는 스러스트 베어링을 기점으로 하여 열 연신한다.

[0005] 이로 인해, 로터와 차실의 열 연신의 방향을 정렬시켜 열 연신차를 저감하는 관점에서, 차실의 열 연신의 기점으로 되는 앵커가 설치된 저압실을, 로터의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측에 배치할 필요가 있다.

[0006] 그런데, 단차실형 증기 터빈의 저압실을 스러스트 베어링에 가까운 측에 배치하면, 필연적으로 고압실은 스러스트 베어링으로부터 먼 측에 배치하게 되고, 그만큼 고압실과 로터의 열 연신차가 커지므로, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이에 큰 클리어런스를 형성할 필요가 있다. 그런데, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이에 큰 클리어런스를 형성하면, 고압 악렬의 성능이 저하되어 버리는 문제가 있다. 특히, 고압실에 수납되는 고압 악렬의 날개 체격은 작으므로, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스의 증대에 의해 고압 악렬의 성능이 크게 저하되는 경향이 있다.

[0007] 따라서, 단차실형 증기 터빈의 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하기 위해, 고압실과 로터의 열 연신차를 작게 억제하는 기술의 개발이 요망된다.

[0008] 한편, 최근, 화력 발전소 등에 사용되는 발전 설비로서, 증기 터빈과 가스 터빈을 조합한 컴바인드 사이클 발전 장치가 각광을 받고 있다. 컴바인드 사이클 발전 장치에는, 증기 터빈과 가스 터빈이 1축 상에 연결되어 공통의 발전기를 구동하는 1축형의 것이 있다. 그 중에서도, 단차실형 증기 터빈을 사용한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치는, 최근의 최종 날개의 장대화에 수반하여, 현재 주류의 발전 장치의 하나로서 위치 부여되는 것에 이르고 있다.

[0009] 단차실형 증기 터빈을 사용한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치에서는, 증기 터빈과 가스 터빈 사이에 스러스트 베어링이 설치되고, 로터는 이 스러스트 베어링을 기점으로 하여 열 연신한다. 따라서, 로터와 차실의 열 연신 방향을 정렬시키는 관점에서, 차실의 열 연신의 기점으로 되는 앵커로 고정된 저압실은, 로터의 열 연신의 기점

으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측, 즉, 가스 터빈측을 향해 배치된다. 따라서, 단차실형 증기 터빈을 사용한 1축형 컴바인드 발전 장치에 있어서도, 스러스트 베어링으로부터 먼 측에 배치되는 고압실과 로터의 큰 열연신차에 대응하기 위해, 고압 익렬의 날개 체격에 대해 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 크게 설정할 수 밖에 없으므로, 고압 익렬의 성능 저하가 문제로 된다.

[0010] 특히, 컴바인드 사이클 발전 장치는, 대규모 화력 발전소에 설치되는 것이 통상이며, 증기 터빈의 전체 축 길이도 크다. 따라서, 단차실형 증기 터빈을 사용한 컴바인드 사이클 발전 장치에서는, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 상당히 크게 설정할 필요가 있으므로, 고압 익렬의 성능 저하가 문제로 되기 쉽다.

[0011] 이 점, 특허문헌 1에는, 단차실형 증기 터빈을 대상으로 하는 것은 아니지만, 증기 터빈의 정지부와 회전부의 간극을 조절하는 간극 조정 장치가 개시되어 있다. 이 간극 조정 장치에서는, 로터로부터 돌출된 플랜지의 축 방향의 이동을 연신차 검출기에서 검지하고, 연신차 검출기의 검출 신호에 기초하여, 증기 터빈의 케이싱을 유압 책에 의해 이동시키도록 되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 일본 특허 출원 공개 소59-18207호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 간극 조정 장치는, 고압 익렬 및 저압 익렬이 단일의 차실에 수납된 단차실형 증기 터빈을 대상으로 하는 것은 아니다. 차실 전체의 중량이 큰 단차실형 증기 터빈의 경우, 특허문헌 1에 기재된 간극 조정 장치와 같이, 유압 책으로 차실을 이동시키는 것은 유압 장치의 대형화 등의 문제가 발생한다.

[0014] 따라서, 특허문헌 1에 기재된 간극 조정 장치를 사용하여, 단차실형 증기 터빈의 고압실과 로터의 간극을 조절하여, 고압 익렬의 성능 저하를 억제하는 것은 어렵다.

[0015] 본 발명 중 적어도 일 실시 형태는, 상술한 사정에 비추어 이루어진 것이며, 고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있는 단차실형 증기 터빈 및 이것을 사용한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명 중 적어도 일 실시 형태에 관한 단차실형 증기 터빈은, 적어도 고압 익렬 및 저압 익렬을 갖는 단차실형 증기 터빈이며, 상기 고압 익렬이 수납되는 고압실과, 상기 저압 익렬이 수납되는 저압실과, 상기 고압실 및 상기 저압실을 연결함과 함께, 상기 고압실 및 상기 저압실의 내부 공간을 밀봉하는 신축 조인트를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 명세서에 있어서, 「단차실형 증기 터빈」은, 적어도 고압 익렬 및 저압 익렬이 단일의 차실에 수납된 증기 터빈을 말하고, 「고압실」은, 고압 익렬을 포함하여, 저압 익렬 이외의 익렬이 수납되는 부분을 말한다. 예를 들어, 단차실형 증기 터빈은 고압 익렬 및 저압 익렬에 더하여 중압 익렬을 갖고 있어도 되고, 이 경우, 고압실에는 고압 익렬 및 중압 익렬이 수납된다.

[0018] 또한 「신축 조인트」라 함은, 차실의 내부 공간을 밀봉함과 함께, 고압실 및 / 또는 저압실의 열 연신을 흡수할 수 있는 조인트를 말한다. 예를 들어, 신축 조인트는, 열 연신에 따라 변형 가능한 탄성체나 벨로즈로 구성할 수 있다.

[0019] 상기 단차실형 증기 터빈에 따르면, 고압실과 저압실을 신축 조인트로 연결하였으므로, 고압실은, 로터의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측에 배치할 수 있다. 이것은, 앵커로 고정되는 저압실로부터 고압실이 분리되어 있고, 고압실은 독자적으로 열팽창할 수 있으므로, 고압실을 스러스트 베어링에 가까운 측에 배치해도, 차실과 로터의 열 연신 방향이 반대로 되지 않기 때문이다. 따라서, 고압실을 스러스트 베어링에 가

까운 측에 배치하면, 고압실과 로터의 열 연신차가 억제되므로, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여, 고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있다.

[0020] 몇 개의 실시 형태에 있어서, 상기 단차실형 증기 터빈은, 로터 축 방향에 있어서의 상기 고압실의 위치를 조절하는 위치 조절 수단을 더 구비한다.

[0021] 이와 같이 위치 조절 수단에 의해 고압실의 위치를 조절함으로써, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스가 비교적 작은 경우라도, 고압실과 로터의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다. 따라서, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 한층 더 저감하여, 고압 익렬의 성능 저하를 확실하게 억제할 수 있다.

[0022] 또한, 고압실과 로터의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있으므로, 종래와 같이, 로터의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측에, 앵커로 고정되는 저압실을 설치하는 배치를 채용하는 경우라도, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여 고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있다.

[0023] 또한, 위치 조절 수단에 의한 고압실의 위치의 조절이 가능한 것은, 상기 단차실형 증기 터빈에 있어서, 가장 무거운 개소인 저압실로부터 고압실이 분리되어 있기 때문이다. 즉, 비교적 경량의 고압실만이라면, 유압 잭 등의 공지의 액추에이터로 이루어지는 위치 조절 수단에 의해, 용이하게 위치를 조절할 수 있다.

[0024] 몇 개의 실시 형태에 있어서, 상기 위치 조절 수단은, 상기 고압실의 차실 서포트부에 장착되고, 상기 차실 서포트부를 로터 축 방향을 따라, 서로 역방향으로 압박하여 움직이게 하는 한 쌍의 유압 실린더와, 상기 한 쌍의 유압 실린더에 유압을 공급하는 유압 장치와, 상기 한 쌍의 유압 실린더 및 상기 유압 장치의 사이에 설치되고, 상기 유압이 공급되는 유압 실린더를 전환하는 전환 밸브를 포함한다.

[0025] 이에 의해, 전환 밸브에 의해 사용하는 유압 실린더를 전환함으로써, 로터 축 방향을 따라 고압실을 진퇴시켜, 증기 터빈의 운전 상태(승온 중 또는 강온 중 등)에 따라 고압실과 로터의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다.

[0026] 몇 개의 실시 형태에 있어서, 상기 단차실형 증기 터빈은, 상기 증기 터빈의 상기 로터와 상기 고압실의 열 연신차를 검출하는 검출 수단과, 상기 검출 수단에 의한 열 연신차의 검출 결과에 기초하여 상기 위치 조절 수단을 제어하는 제어 수단을 더 구비한다.

[0027] 이에 의해, 로터와 고압실의 열 연신차를 상쇄하도록 고압실의 위치를 조절하고, 회전부와 정지부의 접촉을 확실하게 방지할 수 있다.

[0028] 몇 개의 실시 형태에 있어서, 상기 로터는, 상기 증기 터빈의 차실의 외부에 있어서, 로터의 그 이외의 부분과 축 직경을 다르게 한 디스크부, 혹은 축 직경이 일정하지 않은 테이퍼면을 갖고, 상기 검출 수단은, 상기 로터의 상기 디스크부의 단부면 혹은 테이퍼면까지의 거리를 계측하는 센서를 포함하고 있어도 된다.

[0029] 본 발명 중 적어도 일 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치는, 발전기, 상기 단차실형 증기 터빈, 가스 터빈이 이 순서대로 연결된 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치이며, 상기 가스 터빈과 상기 증기 터빈 사이에 스러스트 베어링을 설치하고, 상기 스러스트 베어링에 가까운 측으로부터 상기 고압실, 상기 저압실의 순서로 상기 증기 터빈의 차실을 배열하고, 상기 저압실을 앵커에 의해 고정한 것을 특징으로 한다.

[0030] 이 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치에 따르면, 로터의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측에 고압실을 배치하였으므로, 고압실과 로터의 열 연신차가 억제된다. 따라서, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여, 고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있다.

[0031] 또한, 이와 같이 스러스트 베어링에 가까운 측에 고압실을 배치할 수 있는 것은, 앵커로 고정되는 저압실과 고압실이 분리되어 있고, 스러스트 베어링에 가까운 측에 고압실을 설치해도, 차실과 로터의 열 연신 방향이 반대로 되지 않기 때문이다.

[0032] 몇 개의 실시 형태에 있어서, 로터 축 방향에 있어서의 상기 고압실의 위치를 조절하는 위치 조절 수단이 설치된다.

[0033] 이와 같이 위치 조절 수단에 의해 고압실의 위치를 조절함으로써, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스가 비교적 작은 경우라도, 고압실과 로터의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다. 따라서, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 한층 더 저감하여, 고압

익렬의 성능 저하를 확실하게 억제할 수 있다.

[0034] 혹은, 몇 개의 실시 형태에 있어서, 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치는, 발전기, 상기 단차실형 증기 터빈, 가스 터빈이 이 순서대로 연결된 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치이며, 상기 가스 터빈과 상기 증기 터빈 사이에 스러스트 베어링을 설치하고, 상기 스러스트 베어링에 가까운 측으로부터 상기 저압실, 상기 고압실의 순서로 상기 증기 터빈의 차실을 배열함과 함께, 로터 축 방향에 있어서의 상기 고압실의 위치를 조절하는 위치 조절 수단을 설치하고, 상기 저압실을 앵커에 의해 고정해도 된다.

[0035] 이와 같이 위치 조절 수단을 설치함으로써, 고압실과 로터의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다. 따라서, 로터의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측에, 앵커로 고정되는 저압실을 설치하는 배치를 채용하는 경우라도, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여 고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명 중 적어도 일 실시 형태에 따르면, 고압실과 저압실을 신축 조인트로 연결하였으므로, 고압실은, 로터의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측에 배치할 수 있다. 이것은, 앵커로 고정되는 저압실로부터 고압실이 분리되어 있고, 고압실은 독자적으로 열팽창할 수 있으므로, 고압실을 스러스트 베어링에 가까운 측에 배치해도, 차실과 로터의 열 연신 방향이 반대로 되지 않기 때문이다. 따라서, 고압실을 스러스트 베어링에 가까운 측에 배치하면, 고압실과 로터의 열 연신차가 억제되므로, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여, 고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있다.

[0037] 또한, 몇 개의 실시 형태에 있어서 로터 축 방향에 있어서의 고압실의 위치를 조절하는 위치 조절 수단을 설치하는 경우에는, 고압실과 로터의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다. 따라서, 종래와 같이, 로터의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링에 가까운 측에, 앵커로 고정되는 저압실을 설치하는 배치를 채용하는 경우라도, 고압실 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여 고압 익렬의 성능 저하를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 일 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치를 도시하는 개략 구성도이다.

도 2는 일 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치의 증기 터빈의 구성을 도시하는 상면도이다.

도 3은 도 2의 화살표 A 방향에서 본 측면도이다.

도 4는 도 2의 B-B선을 따른 단면도이다.

도 5는 일 실시 형태에 있어서의 증기 터빈의 고중압실과 저압실의 연결부의 구조를 도시하는 단면도이다.

도 6은 일 실시 형태에 있어서의 고중압실의 위치를 조절하는 위치 조절 수단의 구성을 도시하는 도면이다.

도 7a는 일 실시 형태에 관한 연신차계의 구성을 도시하는 도면이다.

도 7b는 일 실시 형태에 관한 연신차계의 구성을 도시하는 도면이다.

도 8은 일 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치의 증기 터빈의 구성을 도시하는 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 첨부 도면에 따라 본 발명의 실시 형태에 대해 설명한다. 단, 이 실시 형태에 기재되어 있는 구성 부품의 치수, 재질, 형상, 그 상대적 배치 등은, 특정적인 기재가 없는 한 본 발명의 범위를 이것에 한정하는 취지가 아니라, 단순한 설명예에 지나지 않는다.

[제1 실시 형태]

[0041] 우선, 제1 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 장치의 증기 터빈에 대해 설명한다.

[0042] 도 1은 일 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치를 도시하는 개략 구성도이다. 도 2는 일 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치의 증기 터빈의 구성을 도시하는 상면도이다. 도 3은 도 2의 화살표 A 방향에서 본 측면도이다. 도 4는 도 2의 B-B선을 따른 단면도이다. 도 5는 증기 터빈의 고중압실과 저

압실의 연결부(도 4에 있어서 부호 C로 나타낸 2개소의 부분 중 하측)의 구조를 도시하는 단면도이다.

[0043] 도 1에 도시하는 바와 같이, 1축형 컴바인드 사이클 발전 장치(1)에서는, 발전기(2), 증기 터빈(3) 및 가스 터빈(4)이 이 순서로 동일축[로터(9)] 상에 배열되어 있다.

[0044] 가스 터빈(4)으로부터 배출된 배기 가스는, 폐열 회수 보일러(5)에 공급된다. 폐열 회수 보일러(5)에서는, 가스 터빈(4)으로부터 배출되는 배기 가스와 급수가 열교환되고, 거기에서 발생한 증기가 증기 가감 밸브(6)를 통해 증기 터빈(3)에 공급된다. 그리고, 이 증기 터빈(3) 및 가스 터빈(4)에 의해 발전기(2)가 구동되는 한편, 증기 터빈(3)에서 일을 행한 증기는, 복수기(7)에서 복수되고, 급수 펌프(8)에 의해 폐열 회수 보일러(5)에 환류된다.

[0045] 증기 터빈(3)은 도 2 및 3에 도시하는 바와 같이, 고중압실(10) 및 저압실(12)을 갖는다. 도 4에 도시하는 바와 같이, 고중압실(10)에는 고압 액령(22) 및 중압 액령(24)이 수납되고, 저압실(12)에는 저압 액령(26)이 수납되어 있다. 증기 터빈(3)에서는, 고중압실(10)과 저압실(12)이 서로 연결되어 단차실화되어 있다. 또한, 고중압실(10)과 저압실(12)의 연결부(C)(도 4 참조)의 구조는, 도 5를 사용하여 상세히 후술한다.

[0046] 도 2~4에 도시하는 바와 같이, 가스 터빈(4)과 증기 터빈(3) 사이에는 스러스트 베어링(15)과 레이디얼 베어링(17)을 수납하는 제1 베어링 상자(14)가 설치되어 있고, 증기 터빈(3)과 발전기(2) 사이에는 레이디얼 베어링(17)을 수납하는 제2 베어링 상자(16)가 설치되어 있다. 스러스트 베어링(15) 및 레이디얼 베어링(17)은 증기 터빈(3)의 차실[고중압실(10) 및 저압실(12)]의 양단에 있어서 로터(9)를 축 지지한다. 또한, 제1 베어링 상자(14) 및 제2 베어링 상자(16)는 기초(18) 상에 설치된다.

[0047] 또한, 도 3에 도시하는 바와 같이, 증기 터빈(3)의 저압실(12)은 앵커(20)에 의해 고정되어 있다. 한편, 고중압실(10)은 상반실(10A)과 하반실(10B)의 반할(半割) 구조로 되어 있고, 하반실(10B)로부터 돌출된 차실 서포트부(11)를 통해 기초(18)에 의해 지지되어 있다[단, 도 3에 있어서의 기초(18)는 로터 중심축을 통과하는 연직면을 따라 절단한 단면을 나타내고 있으므로, 차실 서포트부(11)가 기초(18)에 의해 지지되어 있는 모습은 도 3에 나타나 있지 않음. 차실 서포트부(11)가 기초(18)에 의해 지지되는 모습은, 도 2 및 나중에 설명하는 도 6에 나타내고 있음].

[0048] 도 4에 도시하는 바와 같이, 폐열 회수 보일러(5)(도 1 참조)에서 발생하는 고압 증기(40)는, 고중압실(10)에 유입되어 고압 액령(22)에서 일을 한 후, 고압 배기 증기(41)로서 유출된다. 고압 배기 증기(41)는 재열기(도시하지 않음)에서 가열된 후, 재열 증기(42)로서 고중압실(10)에 다시 유입되어 중압 액령(24)에서 일을 한다. 한편, 저압 증기(43)는 저압실(12)에 유입되어 저압 액령(26)에서 일을 한 후, 저압 배기 증기(44)로서 배기실(46)을 거쳐 복수기(7)로 유도되도록 되어 있다.

[0049] 이러한 구성의 컴바인드 사이클 발전 장치(1)에 있어서, 본 실시 형태에서는, 고중압실(10)을 가스 터빈(4)측 [즉, 로터(9)의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링(15)에 가까운 측]에 배치하고 있다. 이에 의해, 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차가 억제되므로, 고중압실(10) 내에 있어서의 회전부(동액령)와 정지부(정액령) 사이의 클리어런스를 작게 설정하는 것이 가능해진다. 따라서, 고압 액령(22)의 성능 저하를 억제할 수 있다.

[0050] 그리고, 스러스트 베어링(15)에 가까운 측에 고중압실(10)을 배치하기 위해, 도 5에 도시하는 바와 같이, 고중압실(10)과 저압실(12)을 분리하여, 양자간을 신축 조인트(30)로 연결하고 있다. 이와 같이, 앵커(20)로 고정되는 저압실(12)로부터 고중압실(10)을 분리함으로써, 스러스트 베어링(15)에 가까운 측에 고중압실(10)을 설치해도, 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신 방향이 반대로 되지 않는다. 따라서, 고중압실(10)을 스러스트 베어링(15)에 가까운 측에 설치하는 상술한 배치가 가능해진다.

[0051] 신축 조인트(30)는 증기 터빈(3)의 차실[고중압실(10) 및 저압실(12)]의 내부 공간(31)을 밀봉함과 함께, 고중압실(10) 및 / 또는 저압실(12)의 열 연신을 흡수할 수 있는 조인트이며, 예를 들어 열 연신에 따라 변형 가능한 탄성체나 벨로즈로 구성할 수 있다.

[0052] 또한, 증기 터빈(3)의 정점 분해 시에는, 고중압실(10) 및 저압실(12)은 연결 블록(32) 및 고정 볼트(34)에 의해 리지드에 고정되어, 차실 전체를 크레인으로 매달아 옮기는 것이 가능하게 되어 있다. 한편, 증기 터빈(3)의 운전 시에는, 고정 볼트(34)를 빼내거나, 혹은, 연결 블록(32) 자체를 제거함으로써, 고중압실(10)과 저압실(12)이 분리된 상태로 되어 있고, 신축 조인트(30)에 의해 고중압실(10) 및 / 또는 저압실(12)의 열 연신이 흡수되도록 되어 있다.

- [0053] 이상 설명한 바와 같이, 제1 실시 형태는, 발전기(2), 단자실형의 증기 터빈(3), 가스 터빈(4)이 이 순서로 연결된 1축형의 컴바인드 사이클 발전 장치(1)에 있어서, 증기 터빈(3)의 고중압실(10)과 저압실(12)을 신축 조인트(30)로 연결함과 함께, 가스 터빈(4)과 증기 터빈(3) 사이에 스러스트 베어링(15)을 설치하고, 상기 스러스트 베어링(15)에 가까운 측으로부터 고중압실(10), 저압실(12)의 순서로 증기 터빈(3)의 차실을 배열하고, 저압실(12)을 앵커(20)에 의해 고정하는 것이다.
- [0054] 제1 실시 형태에 따르면, 로터(9)의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링(15)에 가까운 측에 고중압실(10)을 배치하였으므로, 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차가 억제된다. 따라서, 고중압실(10) 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여, 고압 액렬(22)의 성능 저하를 억제할 수 있다.
- [0055] [제2 실시 형태]
- [0056] 다음으로, 제2 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 장치의 증기 터빈에 대해 설명한다. 본 실시 형태의 증기 터빈은, 로터 축 방향에 있어서의 고중압실(10)의 위치를 조절하는 위치 조절 수단을 설치한 점을 제외하면, 제1 실시 형태의 증기 터빈(3)과 공통된다. 따라서, 여기에서는, 제1 실시 형태와 공통되는 부분에 대해서는 설명을 생략하고, 제1 실시 형태와 다른 부분을 중심으로 설명한다.
- [0057] 도 6은 일 실시 형태에 있어서의 고중압실(10)의 위치를 조절하는 위치 조절 수단의 구성예를 나타내는 도면이다. 도 6에 도시하는 바와 같이, 위치 조절 수단(50)은 고중압실(10)의 차실 서포트부(11)(도 2 및 3 참조)에 장착된 한 쌍의 유압 실린더[52(52A, 52B)]와, 유압 실린더(52)에 유압을 공급하는 유압 장치(54)와, 유압이 공급되는 유압 실린더(52)를 전환하는 전환 밸브(56)를 포함하고 있다.
- [0058] 한 쌍의 유압 실린더[52(52A, 52B)]는 서로 대향하도록 차실 서포트부(11)에 장착된다. 구체적으로는, 유압 실린더[52(52A, 52B)]의 퍼스톤부(53)가 차실 서포트부(11)에 형성된 오목부(51)의 내벽면에 장착된다.
- [0059] 유압 실린더(52A)에 유압이 공급되면, 차실 서포트부(11)는 로터 축 방향을 따라 도 6의 좌측을 향해 이동한다. 한편, 유압 실린더(52B)에 유압이 공급되면, 차실 서포트부(11)는 로터 축 방향을 따라 도 6의 우측으로 이동한다. 또한, 유압 퍼스톤(52)은 차실 서포트부(11)로부터의 반력을 받아도 움직이지 않도록, 기초(18)에 의해 지지되어 있다. 또한, 한쪽의 유압 실린더(52)가 유압의 공급을 받았을 때, 다른 쪽의 유압 실린더(52) 내의 압력이 과잉으로 되지 않도록, 릴리프 밸브(도시하지 않음)가 설치되어 있다.
- [0060] 유압 장치(54)는 예를 들어 유압 펌프를 사용할 수 있다. 또한, 전환 밸브(56)는 유압 실린더[52(52A, 52B)] 및 유압 장치(54)에 접속된 삼방 밸브이다.
- [0061] 또한, 전환 밸브(56)를 제어하는 제어 장치(58)와, 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차를 검출하는 연신차계(59)가 설치되어 있다. 그리고, 연신차계(59)에서 검출된 열 연신차에 기초하여, 제어 장치(58)가 전환 밸브(56)를 제어하여, 유압 장치(54)에서 발생한 유압의 공급처를 전환하도록 되어 있다.
- [0062] 예를 들어, 고중압실(10)이 로터(9)에 대해 상대적으로 도 6의 우측 방향으로 열 연신하고 있는 경우, 제어 장치(58)는 연신차계(59)의 검출 결과에 기초하여, 유압 실린더(52A)에 유압을 공급하고, 차실 서포트부(11)를 도 6의 좌측을 향해 이동시키도록 전환 밸브(56)를 제어한다. 이에 의해, 고중압실(10)이 로터(9)와의 열 연신차가 상쇄되어, 고중압실(10)에 있어서의 회전부와 정지부의 접촉이 방지된다.
- [0063] 도 7a 및 도 7b는 실시 형태에 관한 연신차계(59)의 구성을 도시하는 도면이다. 도 7a에 도시하는 바와 같이, 연신차계(59)는 로터(9)에 설치된 축 직경이 일정하지 않은 테이퍼면(59A)과, 테이퍼면(59A)에 대향하여 배치되는 비접촉 센서(59B)를 갖는다. 또한, 테이퍼면(59A) 및 비접촉 센서(59B)는, 증기 터빈(3)의 차실 밖에 설치된다. 비접촉 센서(59B)는, 테이퍼면(59A)까지의 거리 ΔX 를 계측하고, ΔX 로부터 로터(9)의 열 연신량을 산출한다. 혹은, 도 7b에 도시하는 바와 같이, 로터(9)에 다른 부분과는 축 직경이 다른 디스크부(59C)를 설치하고, 비접촉 센서(59B)가 디스크부(59C)까지의 거리 ΔX 를 계측함으로써, 로터(9)의 열 연신량을 산출해도 된다.
- [0064] 그리고, 산출한 로터(9)의 열 연신량과, 별도 계측된 증기 터빈(3)의 차실의 열 연신량의 차를 구함으로써, 로터(9)와 고중압실(10)의 열 연신차가 얻어진다. 혹은, 비접촉 센서(59B)가 직접 또는 간접적으로 증기 터빈(3)의 차실에 고정되어 있는 경우[예를 들어, 차실과 일체화된 베어링 상자에 비접촉 센서(59B)가 고정되어 있는 경우], 비접촉 센서(59B)로 계측한 거리 ΔX (도 7a 및 도 7b 참조)로부터 로터와 고중압실(10)의 열 연신차를 직접 구해도 된다.
- [0065] 제2 실시 형태에 따르면, 위치 조절 수단(50)을 설치하여, 로터 축 방향에 있어서의 고중압실(10)의 위치를 임

의로 조절 가능하게 하였으므로, 고중압실(10) 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스가 비교적 작은 경우라도, 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다. 따라서, 고중압실(10) 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 한층 더 저감하여, 고압 익렬(22)의 성능 저하를 확실하게 억제할 수 있다.

[0066] 또한, 위치 조절 수단(50)에 의한 고중압실(10)의 위치의 조절이 가능한 것은, 증기 터빈(3)에 있어서, 가장 무거운 개소인 저압실(12)로부터 고중압실(10)이 분리되어 있기[신축 조인트(30)를 통해 고중압실(10)과 저압실(12)이 연결되어 있기] 때문이다. 즉, 비교적 경량의 고중압실(10)만이라면, 유압을 이용한 위치 조절 수단(50)에 의해, 용이하게 위치를 조절할 수 있다.

[0067] 또한, 한 쌍의 유압 실린더[52(52A, 52B)]에 대한 유압의 공급 상태를 전환 밸브(56)에 의해 전환함으로써, 고중압실(10)[구체적으로는 차실 서포트부(11)]을 로터 축을 따라 어느 방향으로도 이동시킬 수 있다. 따라서, 승온 시 및 강온 시에 있어서의 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다.

[0068] 특히, 연신차계(59)에 의한 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차의 검출 결과에 기초하여, 제어 수단(58)에 의해 전환 밸브(56)를 제어하도록 하였으므로, 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차를 확실하게 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 보다 확실하게 방지할 수 있다.

[제3 실시 형태]

[0070] 다음으로, 제3 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 장치의 증기 터빈에 대해 설명한다. 본 실시 형태의 증기 터빈은, 로터 축 방향에 있어서의 고중압실(10)의 위치를 조절하는 위치 조절 수단(50)을 설치한 점과, 고중압실(10)과 저압실(12)의 배치를 바꾼 점을 제외하면, 제1 실시 형태의 증기 터빈(3)과 공통된다. 또한, 위치 조절 수단(50)에 대해서는 제2 실시 형태에서 이미 설명하였다. 따라서, 여기에서는, 제1 실시 형태 또는 제2 실시 형태와 공통되는 부분에 대해서는 설명을 생략하고, 제1 및 제2 실시 형태와 다른 부분을 중심으로 설명한다.

[0071] 도 8은 일 실시 형태에 관한 1축형 컴바인드 사이클 장치의 증기 터빈의 구성을 도시하는 측면도이다. 도 8에 도시하는 바와 같이, 증기 터빈(60)은 제1 베어링 상자(14)에 가까운 측[즉, 로터(9)의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링(15)(도 4 참조)에 가까운 측]에 저압실(12)이 배치되어 있다.

[0072] 저압실(12)을 스러스트 베어링(15)에 가까운 측에 배치하는 점에 대해서는, 종래의 단차실형 증기 터빈과 마찬가지이다. 단, 고중압실(10)과 저압실(12)은 제1 실시 형태와 마찬가지로 신축 조인트(30)(도 5 참조)에 의해 연결되어 있다. 또한, 제2 실시 형태와 마찬가지로, 고중압실(10)의 차실 서포트부(11)를 로터 축 방향에 있어서의 고중압실(10)의 위치를 조절하는 위치 조절 수단(50)(도 6 참조)이 설치되어 있다.

[0073] 제3 실시 형태에 따르면, 위치 조절 수단(50)에 의해 고중압실(10)의 위치를 임의로 조절 가능하게 하였으므로, 고중압실(10)과 로터(9)의 열 연신차를 상쇄하여, 회전부와 정지부의 접촉을 방지할 수 있다. 이로 인해, 종래와 같이, 로터(9)의 열 연신의 기점으로 되는 스러스트 베어링(15)에 가까운 측에, 앵커(20)로 고정되는 저압실(12)을 설치하는 배치를 채용하는 경우라도, 고중압실(10) 내에 있어서의 회전부와 정지부 사이의 클리어런스를 저감하여 고압 익렬(22)의 성능 저하를 억제할 수 있다.

[0074] 또한, 위치 조절 수단(50)에 의한 고중압실(10)의 위치의 조절이 가능한 것은, 증기 터빈(3)에 있어서, 가장 무거운 개소인 저압실(12)로부터 고중압실(10)이 분리되어 있기[신축 조인트(30)를 통해 고중압실(10)과 저압실(12)이 연결되어 있기] 때문이다. 즉, 비교적 경량의 고중압실(10)만이라면, 유압을 이용한 위치 조절 수단(50)에 의해, 용이하게 위치를 조절할 수 있다.

[0075] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해 상세하게 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에 있어서, 각종 개량이나 변형을 행해도 되는 것은 물론이다.

[0076] 예를 들어, 상술한 실시 형태에서는, 증기 터빈(3)이 컴바인드 사이클 장치(1)에 내장된 예에 대해 설명하였지만, 단독으로 사용되는 단차실형 증기 터빈에 적용할 수 있는 것은 물론이다.

부호의 설명

[0077] 1 : 컴바인드 사이클 장치

- 2 : 발전기
 3 : 증기 터빈
 4 : 가스 터빈
 5 : 폐열 회수 보일러
 6 : 증기 가감 밸브
 7 : 복수기
 8 : 순환 펌프
 9 : 로터
 10 : 고중압실
 10A : 상반실
 10B : 하반실
 11 : 차실 서포트부
 12 : 저압실
 14 : 제1 베어링 상자
 15 : 스러스트 베어링
 16 : 제2 베어링 상자
 17 : 레이디얼 베어링
 18 : 기초
 20 : 앵커
 30 : 신축 조인트
 31 : 내부 공간
 32 : 연결 블록
 34 : 고정 볼트
 40 : 고압 증기
 41 : 고압 배기 증기
 42 : 재열 증기
 43 : 저압 증기
 44 : 저압 배기 증기
 46 : 배기부
 50 : 위치 조절 수단
 52A : 유압 실린더
 52B : 유압 실린더
 53 : 피스톤부
 54 : 유압 장치
 56 : 전환 밸브
 58 : 제어 장치

59 : 연신차계

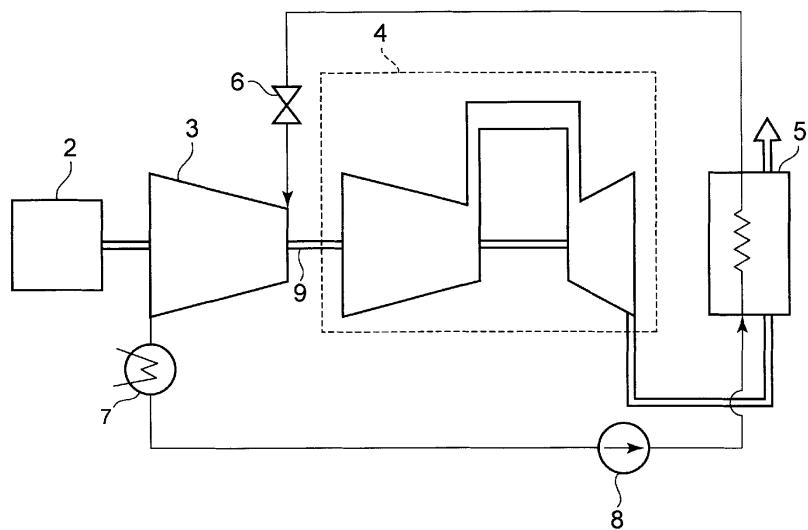
59A : 테이퍼면

59B : 비접촉 센서

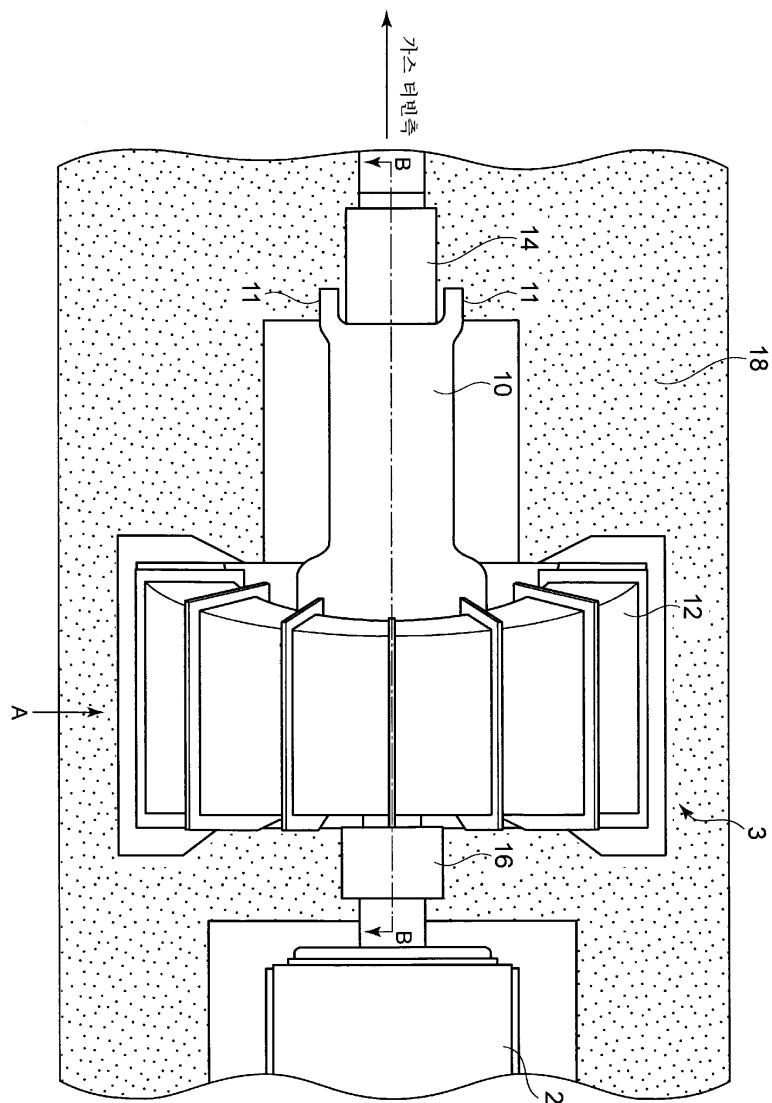
도면

도면1

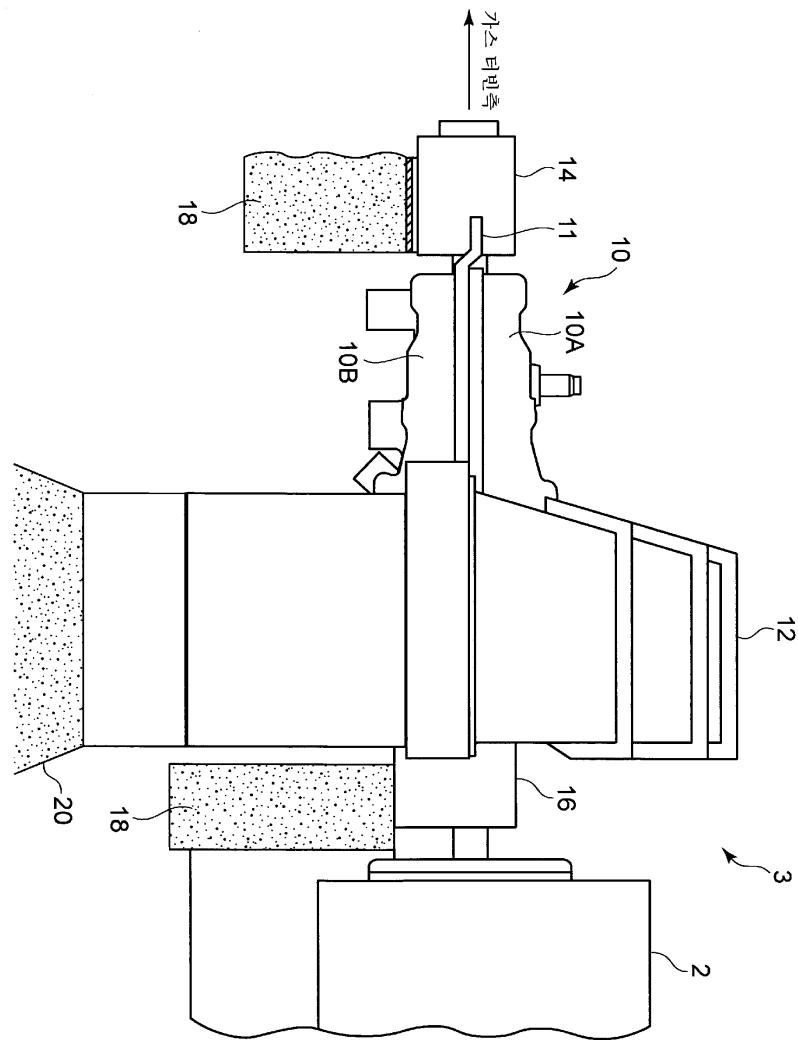
1



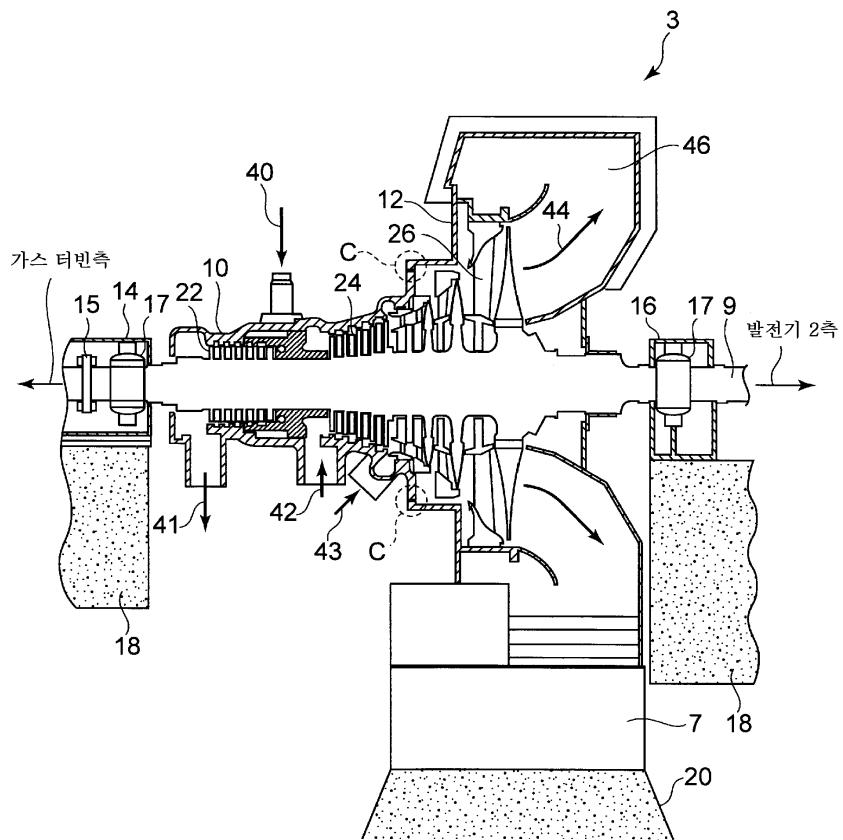
도면2



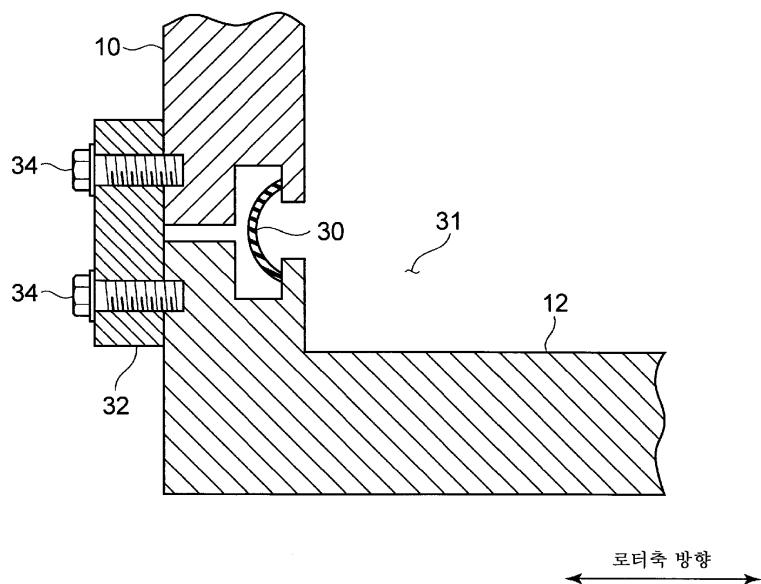
도면3



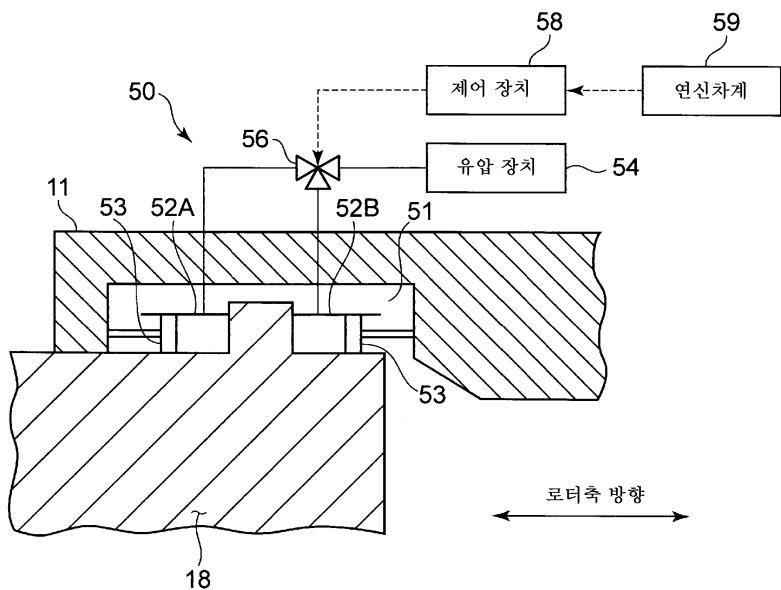
도면4



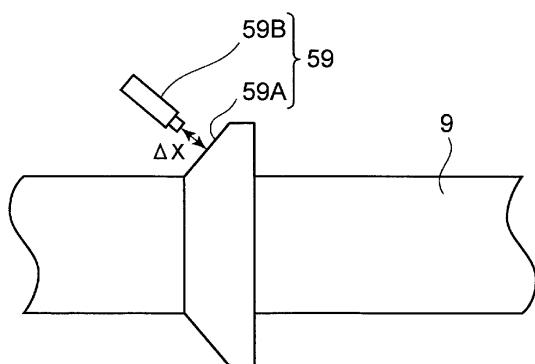
도면5



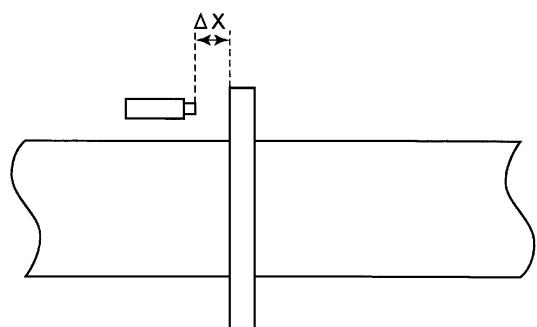
도면6



도면7a



도면7b



도면8

