



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월31일
(11) 등록번호 10-2233588
(24) 등록일자 2021년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01D 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0154278
(22) 출원일자 2014년11월07일
심사청구일자 2019년09월18일
(65) 공개번호 10-2015-0054671
(43) 공개일자 2015년05월20일
(30) 우선권주장
14/076,925 2013년11월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP11082753 A
JP2011163448 A
US05820129 A
US06068264 A

(73) 특허권자
제네럴 일렉트릭 컴퍼니
미국, 뉴욕 12345, 쉐넬타디, 원 리버 로드
(72) 발명자
쥔 시아오킹
미국 뉴욕주 12345 스키넥터디 리버 로드 1
루스테드 로드리크 마크
미국 뉴욕주 12309 니스카유나 리서치 서클 1
(74) 대리인
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 10 항

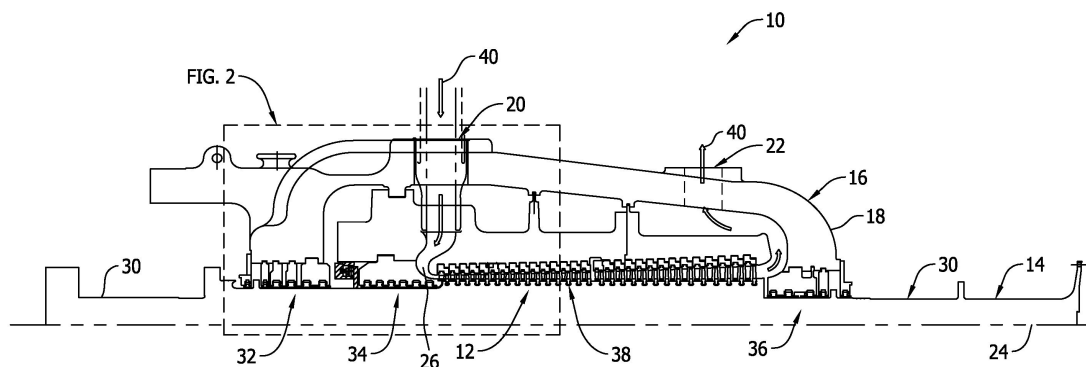
심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 분할 시일 링을 사용하여 회전 기계를 실링하는 방법 및 시스템

(57) 요약

회전 기계(10)에 사용하기 위한 유체역학적 페이스 시일 링(56)은 적어도 2개의 지지 링 세그먼트(86, 88)와 반경방향 연장 제1 페이스(104)를 갖는 지지 링(84)을 포함한다. 지지 링(84)은 회전 기계(10)에 있는 외측 케이싱(16)의 내면에 해제 가능하게 커플링되도록 구성된다. 페이스 시일 링(56)은 또한 지지 링(84)과 거의 동심인 실링 링(94)도 포함한다. 실링 링(94)은 적어도 2개의 실링 링 세그먼트(95)와 반경방향 연장 제2 페이스(106)를 포함한다. 실링 링(94)은, 제1 페이스(104)가 제2 페이스(106)에 맞닿아 결합되도록 지지 링(84)에 해제 가능하게 커플링된다.

대표도



(72) 발명자

사테 아잠 미하르

미국 뉴욕주 12309 니스카유나 리서치 서클 1 빌딩
케이1 룸 3비4

서틀즈 크리스토퍼 데이비드

미국 사우스캐롤라이나주 296-4614 그린빌 가렛턴
로드 300

명세서

청구범위

청구항 1

회전 기계(10)와 함께 사용하기 위한 유체역학적 페이스 시일 링(56)으로서,

적어도 2개의 지지 링 세그먼트 및 반경방향 연장 제1 페이스(104)를 포함하고, 회전 기계(10)에 있는 외측 케이싱(16)의 내면에 해제 가능하게 커플링되도록 구성되는 지지 링(84); 및

상기 지지 링과 동심인 실링 링(94)

포함하고, 상기 실링 링(94)은 적어도 2개의 실링 링 세그먼트와 반경방향 연장 제2 페이스(106)를 포함하며, 상기 실링 링(94)은, 상기 제1 페이스(104)가 상기 제2 페이스(106)에 맞닿아 결합되도록 상기 지지 링(84)에 해제 가능하게 커플링되는 것인 유체역학적 페이스 시일 링.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 지지 링 세그먼트는 각각의 지지 링 조인트(89)에서 함께 결합되고, 상기 적어도 2개의 실링 링 세그먼트는 각각의 실링 링 조인트(102)에서 함께 결합되며, 상기 각각의 실링 링 조인트(102)와 상기 각각의 지지 링 조인트(89)는 상기 페이스 시일 링(56)에 의해 형성되는 중심축(24) 둘레에서 서로로부터 회전 방향으로 오프셋되어 있는 것인 유체역학적 페이스 시일 링.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 지지 링(84)은, 상기 적어도 2개의 지지 링 세그먼트를 함께 해제 가능하게 커플링하도록 구성된 적어도 2개의 기계식 파스너를 더 포함하는 것인 유체역학적 페이스 시일 링.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 지지 링(84)은 상기 적어도 2개의 지지 링 세그먼트를 서로에 대해 정렬하도록 구성된 적어도 2개의 정렬 핀을 더 포함하는 것인 유체역학적 페이스 시일 링.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 지지 링 세그먼트 각각은 이 세그먼트를 관통하여 형성되는 적어도 하나의 정렬 슬롯을 포함하고, 상기 적어도 하나의 정렬 슬롯은 슬라이드 가능하게 시일 하우스(58)의 각각의 정렬 부재(66)에 커플링되도록 구성되는 것인 유체역학적 페이스 시일 링.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 실링 링 세그먼트 각각은 이 세그먼트를 관통하여 형성되는 적어도 하나의 정렬 슬롯을 포함하고, 상기 적어도 하나의 정렬 슬롯은 슬라이드 가능하게 시일 하우스(58)의 각각의 정렬 부재(66)에 커플링되도록 구성되는 것인 유체역학적 페이스 시일 링.

청구항 7

회전 기계(10)로서,

케이싱(16);

중심축(24)을 갖는 회전 가능 샤프트(14); 및

실링 시스템(52)

을 포함하고, 상기 실링 시스템(52)은

제1 실링 주면(60)을 포함하는 제1 시일 링(54);

제2 실링 주면(74)을 포함하는 제2 시일 링(56); 및

상기 제2 시일 링(56)에 커플링되어 제2 시일 링과 함께 이동 가능한 시일 하우징(58)

을 포함하고, 상기 제2 시일 링(56)은

적어도 2개의 지지 링 세그먼트와 반경방향 연장 제1 페이스(104)를 포함하고, 상기 케이싱(16)의 내면에 해제 가능하게 커플링되도록 구성되는 지지 링(84); 및

적어도 2개의 실링 링 세그먼트와 반경방향 연장 제2 페이스(106)를 포함하며, 상기 제1 페이스(104)가 상기 제2 페이스(106)에 맞닿아 결합되도록 상기 지지 링(84)에 해제 가능하게 커플링되는 실링 링(94)

을 포함하는 것인 회전 기계.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 실링 시스템(52)은 상기 제2 시일 링(56)에 커플링되는 압박 링(72)을 더 포함하는 것인 회전 기계.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 실링 시스템(52)은 상기 시일 하우징(58)과 상기 제2 시일 링(56) 사이에 커플링되는 압박 구성요소(70)를 더 포함하는 것인 회전 기계.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 압박 구성요소(70)는 상기 제2 시일 링(56)을 상기 회전 가능 샤프트(14)의 중심축(24)을 따라 축방향으로 상기 제1 시일 링(54)으로부터 멀어지게 압박하도록 구성되는 것인 회전 기계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 일반적으로 회전 기계에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 회전 기계를 실링하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명의 배경이 되는 기술은 US 5,820,129 A, US 6,068,264 A에 개시되어 있다. 증기 터빈 엔진과 같은 적어도 몇몇 회전 기계는 이 회전 기계를 관통하여 연장되는 정해진 유체 유로를 갖는다. 유로는 직류 관계로 유체 입구, 터빈 및 유체 출구를 포함한다. 몇몇 회전 기계는 회전 기계의 작동 효율을 증가시킬 수 있도록 유체에 복수 개의 실링 조립체를 사용한다. 일반적으로, 고정 구성요소와 회전 구성요소 사이에 기지의 실링 조립체가 커플링되어, 고압 영역과 저압 영역 사이의 실링을 제공한다. 몇몇 기지의 실링 조립체는 래비린스 치형부(labyrinth teeth), 브러시 시일과 같은 가요성 부재 및 유체역학적 페이스 시일을 포함한다.

[0003] 적어도 몇몇 브러시 시일은 밀봉 패킹된 거의 원통형 브리슬(bristle)을 포함하는데, 이 브리슬은 회전 구성요소에 인접하게 위치 설정되고, 누설을 감소시킬 수 있도록 감지자 구성으로 배열된다. 일반적으로, 기지의 브리슬은 낮은 반경방향 강성을 갖고, 이는 브리슬이 정상 상태 작동 동안에 타이트한 클리어런스를 유지하면서 회전 구성요소 로터의 편의 중에 이동 가능하게 한다. 그러나, 몇몇 기지의 브러시 시일은 일반적으로, 단지 시일 전반에 걸쳐 제한된 압력차가 존재하는 경우에만 유효하다. 또한, 적어도 몇몇 실링 조립체는, 회전 구성요소를 향해 외향 연장되는 복수 개의 래비린스 치형부를 포함한다. 몇몇 회전 기계의 작동 중에, 회전 구성요소의 회전에 의해 유발되는 진동은 래비린스 치형부가 회전 구성요소와 접촉하도록 한다. 시간 경과에 따라, 래비린스 치형부는 마멸될 수 있고, 효과가 덜할 수 있으며, 이는 회전 기계의 성능 악화를 유발할 수 있다.

[0004] 몇몇 기지의 회전 기계에서는, 2개의 구성요소 사이의 간극을 통한 압축 유체의 누설을 감소할 수 있도록 유체역학적 페이스 시일이 사용된다. 유체역학적 페이스 시일은 일반적으로 결합(회전) 링과 시일(고정) 링을 포함한다. 작동 중에, 회전 링에 있는 홈은, 고정 링이 회전 링으로부터 들어올려지거나 분리되어 이들 2개의 링 사이에 작은 간극이 형성되게 하는 유체역학적 힘을 생성한다. 실링 가스가 회전 링과 고정 링 사이의 간극을 통해 유동한다. 그러나, 상기한 2개의 링 사이에 형성된 간극이 작기 때문에, 적어도 몇몇 기지의 유체역학적

페이스 시일은 단일 연속 링으로 제작되는데, 이러한 단일 연속 링은 실링 링의 직경이 제한되고, 이에 따라 그 용도가 제한될 수 있다. 단일 연속 링의 크기가 제한되는 적어도 2개의 주된 원인이 있다. 한가지 원인은, 직경이 12 인치가 넘는 링에 대해서 요구되는 실링 페이스 평탄도를 달성하는 것이 어렵다는 점이다. 다른 중요한 원인은, 실링 페이스 코닝(coning)이 시일 페이스 전반에 걸친 열구배로 인해 직경의 4 거듭제곱으로 증가한다는 점이다. 페이스 코닝은 유체역학적 페이스 시일에 대한 하나의 주 실패 모드이다. 또한, 대형 증기 터빈 및 가스 터빈 어플리케이션에는, 그러한 대형 터빈이 상부 절반부와 하부 절반부로 조립되기 때문에 단일 연속 링 구성과의 조립 문제가 있다. 따라서, 대형 증기 터빈 및 가스 터빈에서 페이스 시일을 사용하기 위해서는 실링 링들 중 하나가 분할되어야만 한다. 결합 링은 터빈 샤프트와 일체로 제조될 수 있기 때문에, 시일 링을 분할하는 것이 바람직하다. 분할 시일 링의 몇몇 장점은, 시일 페이스 평탄도가 간단하게 달성되고, 분할 조인트에서 시일 링 후프 응력이 방지되기 때문에 열구배로 인한 페이스 코닝이 매우 제거된다 것을 포함한다. 그러나, 고정 링이 분할되고 함께 커플링되면, 필름 두께보다 큰, 분할 조인트에 대한 단차(段差)가 존재할 수 있는데, 그 이유는 페이스 시일들이 일반적으로 약 0.002 인치 이하의 클리어런스를 두고 작동하기 때문이다. 상기한 제한들은 적어도 몇몇 기지의 유체역학적 페이스 시일들이 직경이 큰 회전 샤프트를 갖는 회전 기계에 사용되기에 부적절하게 한다.

발명의 내용

[0005] 일양태에서는, 회전 기계에서 사용하기 위한 유체역학적 페이스 시일 링이 제공된다. 페이스 시일 링은 적어도 2개의 지지 링 세그먼트와 반경방향 연장 제1 페이스로 이루어지는 지지 링을 포함한다. 지지 링은 회전 기계에 있는 외부 케이싱의 내면에 해제 가능하게 커플링되도록 구성된다. 페이스 시일 링은 지지 링과 거의 동심인 실링 링을 더 포함한다. 실링 링은 적어도 2개의 실링 링 세그먼트와 반경방향 연장 제2 페이스를 포함한다. 실링 링은, 제1 페이스가 제2 페이스에 대하여 결합되도록 지지 링에 해제 가능하게 커플링된다.

[0006] 다른 양태에서는, 회전 기계가 제공된다. 회전 기계는 케이싱과 중심축을 갖는 회전 가능 샤프트를 포함한다. 회전 기계는, 제1 실링 주면(主面)을 지닌 제1 시일 링을 갖는 실링 시스템을 더 포함한다. 실링 시스템은 제2 실링 주면을 지닌 제2 시일 링을 더 포함한다. 제1 시일 링은 적어도 2개의 지지 링 세그먼트와 반경방향 연장 제1 페이스를 갖는 지지 링을 포함한다. 지지 링 층은 케이싱의 내면에 해제 가능하게 커플링되도록 구성된다. 제2 시일 링은 적어도 2개의 실링 링 세그먼트와 반경방향 연장 제2 페이스를 갖는 실링 링을 더 포함한다. 실링 링 층은, 제1 페이스가 제2 페이스에 맞닿아 결합되도록 지지 링에 해제 가능하게 커플링되게 구성된다. 실링 시스템은 제2 시일 링에 커플링되어 제2 시일 링과 함께 이동 가능한 시일 하우징을 더 포함한다.

[0007] 또 다른 양태에서는, 실링 시스템의 조립 방법이 제공된다. 실링 시스템의 조립 방법은 회전 기계의 케이싱의 내면에 시일 하우징을 커플링하는 것을 포함한다. 실링 시스템의 조립 방법은 시일 하우징에 지지 링을 해제 가능하게 커플링하는 것을 더 포함하며, 지지 링은 각각의 지지 링 조인트에서 함께 커플링되는 적어도 2개의 지지 링 세그먼트와 반경방향 연장 제1 페이스를 포함한다. 실링 시스템의 조립 방법은 실링 링을 동심으로 지지 링에 해제 가능하게 커플링하는 것을 더 포함한다. 실링 링은 각각의 실링 링 조인트에서 함께 결합되는 적어도 2개의 실링 링 세그먼트와 반경방향 연장 제2 페이스를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 예시적인 증기 터빈 엔진의 개략도이고,
 도 2는 도 1의 정해진 영역 둘레를 취한 도 1의 증기 터빈 엔진의 일부의 보다 상세한 개략도이며,
 도 3은 도 1에 도시한 증기 터빈 엔진과 함께 사용되는 다층 분할 유체역학적 페이스 시일의 개략도이고,
 도 4는 도 3의 페이스 시일의 고정 시일 링 조립체의 개략적인 사시도이며,
 도 5는 도 4에 도시한 고정 시일 링 조립체의 조인트에 관한 변형예의 개략적인 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 명세서에 설명되는 예시적인 시스템 및 방법은 회전 기계로부터 외부 환경으로의 프로세스 유체 누설이 일어나며 작동 가능한 회전 기계와 관련된 단점들 중 적어도 일부를 극복한다. 본 명세서에 설명되는 실시예는, 회전 기계로부터의 프로세스 유체 누설을 실질적으로 저감하고, 이에 따라 회전 기계의 성능을 개선시킬 수 있는 실링 조립체를 제공한다. 보다 구체적으로는, 본 명세서에서 설명되는 실링 조립체는 다층 분할 유체역학적 페이스 시일 링이며, 이 시일 링은 증기 터빈 엔진의 회전 가능 샤프트와 같은 대직경 회전 가능 샤프트 상에 용

이하에 조립되거나 이 샤프트로부터 용이하게 분해될 수 있는 다수의 시일 세그먼트를 포함한다.

- [0010] 도 1은 예시적인 증기 터빈 엔진(10)의 개략도이다. 도 1에는 예시적인 증기 터빈 엔진이 묘사되어 있지만, 본 명세서에 설명되는 실링 장치, 시스템 및 방법은 임의의 한가지 특정 타입의 터빈 엔진으로만 제한되는 않는다는 점에 유의해야만 한다. 당업자라면, 본 명세서에서 설명되는 현재의 실링 장치, 시스템 및 방법은 그러한 장치, 시스템 및 방법이 여기에서 더 설명하는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는 임의의 적절한 구성의, 가스 터빈 엔진을 포함하는 임의의 회전 기계와 함께 사용될 수 있다는 점을 이해할 것이다.
- [0011] 예시적인 실시예에서, 증기 터빈 엔진(10)은 단일류 증기 터빈 엔진이다. 대안으로서, 증기 터빈 엔진(10)은, 제한하는 것은 아니지만 저압 터빈, 대향류 고압 및 중간압 증기 터빈 조합, 이중류 증기 터빈 엔진 및/또는 기타와 같은 임의의 타입의 증기 터빈일 수 있다. 더욱이, 앞서 설명한 바와 같이 본 발명은 증기 터빈에 사용되는 것으로만 제한되지 않고, 가스 터빈 엔진과 같은 다른 터빈 시스템에서 사용될 수 있다.
- [0012] 예시적인 실시예에서, 증기 터빈 엔진(10)은 회전 가능 샤프트(14)에 커플링되는 복수 개의 터빈 단(12)을 포함한다. 케이싱(16)은 수평방향으로 상부 반부 섹션(18)과 하부 반부 섹션으로 분리된다(도시하지 않음). 터빈 엔진(10)은 고압 증기 유입관(20)과 저압 증기 배출관(22)을 포함한다. 샤프트(14)는 중심축(24)을 따라 케이싱(16)을 통과하여 연장된다. 샤프트(14)는 샤프트(14)의 대향 단부 부분(30)에서 저널 베어링(도시하지 않음)에 의해 지지된다. 샤프트(14) 둘레에서의 케이싱(16)의 실링을 용이하게 하기 위해, 복수 개의 단부 패킹 구역 또는 실링 부재(32, 34, 36)가 회전 가능 샤프트 단부 부분(30)과 케이싱(16) 사이에 커플링된다.
- [0013] 작동 중에, 고압 고온 증기(40)가 보일러 등(도시하지 않음)과 같은 증기 공급원으로부터 터빈 단(12)으로 안내되고, 이 터빈 단(12)에 의해 열에너지가 기계적 회전 에너지로 변환된다. 보다 상세하게는, 증기(40)는 증기 유입관(20)을 통해 케이싱(16)을 거쳐 유입 보울(26)로 안내되고, 샤프트(14)에 커플링된 복수 개의 터빈 블레이드 또는 버킷(38)과 충돌하여 중심축(24) 둘레에서의 샤프트(14)의 회전을 유도한다. 증기(40)는 배출관(22)에서 케이싱(16)을 빠져나간다. 그 후, 증기(40)는 재열 보일러(도시하지 않음)로 안내될 수 있고, 이 재열 보일러에서 재열될 수도 있고, 시스템의 다른 구성요소, 예컨대 저압 터빈 섹션 또는 응축기(도시하지 않음)로 안내될 수도 있다.
- [0014] 도 2는 도 1의 정해진 영역(2)을 따라 취한 증기 터빈 엔진(10)의 일부의 보다 상세한 개략도이다. 도 2에 도시한 예시적인 실시예에서, 증기 터빈 엔진(10)은 샤프트(14), 케이싱(16)의 내측 웰(44)에 커플링된 스테이터 구성요소(42), 및 스테이터 구성요소(42)에 부착된 복수 개의 실링 부재(34)를 포함한다. 케이싱(16), 내측 웰(44) 및 스테이터 구성요소(42)는 각각 샤프트(14)와 실링 부재(34) 주위에서 둘레방향으로 연장된다. 예시적인 실시예에서, 실링 부재(34)는 스테이터 구성요소(42)와 샤프트(14) 사이에 구불구불한 실링 경로를 형성한다. 샤프트(14)는 하나 이상의 유입 보울(26)을 통해 고압 고온 증기(40)가 통과되는 복수 개의 터빈 단(12)을 포함한다. 터빈 단(12)은 복수 개의 유입 노즐(48)을 포함한다. 증기 터빈 엔진(10)은 증기 터빈 엔진(10)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는 임의의 개수의 유입 노즐(48)을 포함할 수 있다. 예컨대, 증기 터빈 엔진(10)은 도 2에 도시한 것보다 많거나 적은 유입 노즐(48)을 포함할 수 있다. 터빈 단(12)은 복수 개의 터빈 블레이드 또는 버킷(38)도 또한 포함한다. 증기 터빈 엔진(10)은 증기 터빈 엔진(10)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는 임의의 개수의 버킷(38)을 포함할 수 있다. 예컨대, 증기 터빈 엔진(10)은 도 2에 도시한 것보다 많거나 적은 버킷(38)을 포함할 수 있다. 증기(40)는 증기 유입관(20)을 통해 유입 보울(26)에 진입하고, 터빈 단(12)을 통해 샤프트(14)의 길이를 따라 안내된다.
- [0015] 받아들여진 고압 고온 증기(40)의 일부는 누설 영역(50)을 통해 단부 패킹 실링 부재(34)를 통과한다. 누설 영역(50)을 통한 증기(40)의 손실은 증기 터빈 엔진(10)의 효율 손실을 초래한다. 전술한 바와 같이, 단부 패킹 영역(32)을 통한 증기(40) 누설을 줄이기 위해 예시적인 실시예에서는 증기 터빈 엔진(10)은 전체적으로 52로 나타내는 고유한 다층 분할 유체역학적 페이스 시일 조립체를 포함한다.
- [0016] 도 3은 증기 터빈 엔진(10)(도 1에 도시함)과 함께 사용될 수 있는 다층 분할 유체역학적 페이스 시일(52)의 개략적인 단면도이다. 예시적인 실시예에서, 페이스 시일(52)은 비교적 고압인 구역과 비교적 저압인 영역 사이에서 압축 프로세스 유체, 예컨대 증기(40)의 누설을 저감 또는 방지하는 것을 가능하게 한다. 예시적인 실시예에서, 페이스 시일(52)은 터빈 단(12)의 유입측(11) 상에서 케이싱(16)의 내측 웰(44)와 샤프트(14) 사이에 위치 설정되는 고압 시일이다. 전술한 바와 같이, 증기 터빈 엔진(10)이 도시되어 있지만, 페이스 시일(52)은 자가 조정 시일이 요망되거나 요구되는 임의의 어플리케이션에서 사용될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 페이스 시일(52)은 회전 시일 링(54), 고정 시일 링 조립체(56) 및 샤프트(14)의 중심축(24)과 동심으로 이 중심축 둘레에서 연장되는 시일 하우징(58)을 포함한다. 회전 시일 링(54)과 고정 시일 링 조립체(56)는 함께 주(主)

시일(55)을 형성한다.

- [0017] 예시적인 실시예에서, 회전 시일 링(54)은 샤프트(14)에 커플링되어, 샤프트와 함께 회전 가능하다. 대안으로서, 회전 시일 링(54)은 샤프트(14)의 일체부로서 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 회전 시일 링(54)은 거의 디스크 형상이며, 내부에 채널 또는 홈(61)이 형성된 축방향을 향하는 제1 실링 주면(60)을 포함한다. 채널 또는 홈(61)은 프로세스 유체, 예컨대 증기(40)를 회전 시일 링(54)과 고정 시일 링 조립체(56) 사이로 지향시키고, 이에 따라 두께가 거의 약 0.002 인치 이하인 프로세스 유체막을 형성한다. 대안으로서 또는 추가로, 채널 또는 홈(61)은 고정 시일 링 조립체(56)의 실링 주면(74)에 형성될 수 있다.
- [0018] 시일 하우징(58)은 고정 시일 링 조립체(56)를 케이싱(16)의 내측 쉘(44)에 커플링시킨다. 시일 하우징(58)은 비회전 축방향 연장 구성요소이며, 시일 조립체(56)가 축방향으로 슬라이딩하도록 하여, 실링이 이루어지는 동안에 축방향 병진 이동으로 동적으로 회전 시일 링(54)을 따르는 반경방향 보조 시일(82)을 포함한다. 시일 하우징(58)은 하나 이상의 스프링 시트(64)도 또한 포함한다. 시일 하우징(58)은, 고정 시일 링 조립체(56)의 정렬 슬롯(68)에 커플링되는 반경방향 내향 연장 정렬 부재(66)를 포함할 수 있다. 고정 시일 링 조립체(56)는, 고정 시일 링 조립체(56)가 중심축(24)을 따라 축방향으로 이동 가능하고 축방향으로나 회전식으로는 이동 가능하지 않도록 시일 하우징(58)에 커플링된다. 몇몇 실시예에서, 시일 하우징(58)은 케이싱(16)의 내측 쉘(44)과 일체화될 수 있다. 더욱이, 몇몇 변형예에서 고정 시일 링 조립체(56)는 내측 쉘(44) 또는 스테이터 구성요소(42)에 직접 커플링될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 시일 하우징(58)은 구조 시일(76)이 외경(62)을 따라 연장되도록 내측 쉘(44)에 조립된다. 구조 시일(76)은 시일 하우징(58)에 있는 홈(78)에 위치 설정된다. 예시적인 실시예에서, 구조 시일(76)은 O링이다. 대안으로서, 구조 시일(76)은, 페이스 시일(52)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는 임의의 타입의 시일, 예컨대 제한하는 것은 아니지만 V 타입 또는 C 타입 금속 링일 수 있다.
- [0019] 스프링과 같은 하나 이상의 압박 구성요소(70)가 스프링 시트(64)와 고정 시일 링 조립체(56) 사이에서 연장된다. 압박 구성요소(70)는 제1 시일 구성요소(54)로부터 멀어지도록 고정 시일 링 조립체(56)를 압박하며, 이에 따라 회전 가능 샤프트(14)가 초기 실링 페이스 접촉 없이 회전하기 시작할 수 있다. 대안으로서, 압박 구성요소(70)는 제1 시일 구성요소(54)를 향해 고정 시일 링 조립체(56)를 압박하도록 구성될 수 있고, 이에 따라 초기 실링 페이스 접촉 상태로 회전 가능한 샤프트(14)가 회전하기 시작한다.
- [0020] 고정 시일 링 조립체(56)는, 제2 주 링(94) 상에 축방향을 향하는 제2 실링 주면(74)을 형성하는 반경방향 연장 표면을 갖는다. 제2 실링 주면(74)은 제1 실링 주면(60)과 면대면 결합 관계로 제1 시일 구성요소(54)에 대해 위치 설정된다. 제1 실링 주면(60)과 제2 실링 주면(74)은 프로세스 유체, 예컨대 증기(40)의 흐름을 위한 선 회하는 또는 구불구불한 경로를 형성한다. 고정 시일 링 조립체(56)는 제2 주 링(94) 뒤에 지지 링(84)을 갖는다. 지지 링(84)과 제2 주 링(94)은 면대면 접촉하고, 회전 방지, 위치 설정 및 부착 기능을 제공하는 요소(77)에 의해 함께 커플링된다. 제2 주 링(94)은 적어도 2개의 부재로 분할된다. 지지 링(84)도 또한 분할될 수 있지만, 지지 링(84)의 분할 조인트는 제2 주 링(94)의 분할 조인트로부터 오프셋된다. 이러한 2층 고정 시일 링 조립체(56)는 제2 주 링(94)의 분할 조인트가 지지 링(84) 상에서 연속적인 표면에 대해 지지되도록 하며, 이에 따라 분할 조인트에 대한 가능한 단차를 방지한다. 지지 링(84)과 제2 주 링(94) 모두는 양측면에서 예정된 평탄도 요건(통상적으로 0.001 인치 미만)을 달성하게 위해 이중 래핑(lapping)될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 지지 링(84)과 압박 링(72)은 제조의 용이를 위해 별개의 부재이다. 대안으로서, 이들은 분할되는 일체형 부품으로서 제조될 수 있다.
- [0021] 예시적인 실시예에서, 제2 시일(82)은 고정 시일 조립체(56)와 시일 하우징(58) 사이에 위치 설정된다. 예시적인 실시예에서, 보조 시일(82)은 O링이다. 대안으로서, 보조 시일(82)은 고정 시일 조립체(56)가 시일 하우징(58)에 대해 축방향으로 슬라이딩하는 것을 가능하게 하는 임의의 타입의 시일, 예컨대 브러시 시일, 피스톤 링 또는 테플론 링 등일 수 있다. 보조 시일(82)은 시일 하우징(58)의 보조 실링면(80)에 대한 실링을 제공하여, 고정 시일 조립체(56)가 열팽창, 역추진 또는 제조 공차에 기인하는 실링 페이스로 인한 회전 시일 링(54)의 이동을 따르도록 축방향으로 이동하게 하면서 고정 시일 조립체(56)를 통한 프로세스 유체의 누설을 방지한다. 예시적인 실시예에서, 보조 시일(82)은 압박 링(72)에 형성된 노치 또는 홈(83)에 위치 설정된다. 대안으로서, 보조 시일(82)은 시일 하우징(58) 상의 홈(도시하지 않음)에 위치 설정될 수 있고, 압박 링(72) 상의 카운터보어(도시하지 않음)에 대한 실링을 제공한다.
- [0022] 도 4는 고정 시일 링 조립체(56)의 개략적인 사시도이다. 예시적인 실시예에서, 고정 시일 링 조립체(56)는 전체적으로 85로 나타내는, 적어도 2개의 분할 환형 링으로 제조되는 다층 분할 시일 링 조립체이다. 예시적인

실시예에서, 고정 시일 링 조립체(56)는 조인트(89)를 따라 서로 접촉하는 상부 지지 링 부재(86)와 하부 지지 링 부재(88)로 분리되는 지지 링(84)을 포함한다. 대안으로서, 지지 링(84)은 지지 링(84)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는 임의의 개수의 구성요소로 분리될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 조인트(89)는 버트 조인트(butt joint)이다. 대안으로서, 조인트(89)는 지지 링(84)이 여기에서 설명되는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는 임의의 타입의 조인트일 수 있다. 상부 지지 링 부재(86)와 하부 지지 링 부재(88)는 각각 시일 하우징(58)의 각각의 정렬 부재(66)와 정렬되고 슬라이드 가능하게 커플링되도록 하는 적어도 하나의 정렬 슬롯(68)을 포함한다. 정렬 슬롯(68)은 각각의 지지 링 부재(86 및/또는 88)의 외측 에지(110) 주위에서 각각의 지지 링 부재(86 및/또는 88)를 관통하여 형성된다. 대안으로서, 상부 지지 링 부재(86)와 하부 지지 링 부재(88)는 각각의 지지 링 부재(86 및/또는 88)의 외측 에지(110) 주위에서 이격된 임의의 개수의 정렬 슬롯(68)을 포함할 수 있다.

[0023] 상부 지지 링 부재(86)와 하부 지지 링 부재(88)는 환형 링을 형성하도록 함께 해제 가능하게 커플링된다. 예시적인 실시예에서, 상부 지지 링 부재(86)와 하부 지지 링 부재(88)는 기계식 파스너(90), 예컨대 볼트와 같은 나사형 파스너 및/또는 리벳과 같은 비나사형 파스너를 사용하여 조인트(89)를 따라 함께 커플링된다. 추가로, 예시적인 실시예에서 상부 지지 링 부재(86)와 하부 지지 링 부재(88)는 다웰 핀(dowel pin) 및/또는 스프링 핀과 같은 정렬 핀(92)을 사용하여 함께 커플링된다. 정렬 핀(92)은 하부 지지 링 부재(88)에 대한 상부 지지 링 부재(86)의 적절한 정렬을 보장할 수 있다.

[0024] 고정 시일 링 조립체(56)는 전체적으로 95로 나타내는 적어도 2개의 별개의 구성요소로 분리되는 실링 링(94)도 또한 포함한다. 보다 상세하게는 예시적인 실시예에서 시일 링(94)은 3개의 거의 동일한 구성요소, 즉 제1 시일 링 부재(96), 제2 시일 링 부재(98) 및 제3 시일 링 부재(100)로 분리된다. 대안으로서, 실링 링(94)은 실링 링(94)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는 임의의 개수의 구성요소로 분리될 수 있다. 각각의 시일 링 부재(96, 98, 100)는 시일 하우징(58)의 정렬 부재(66)와 정렬되는 적어도 하나의 정렬 슬롯(68)을 포함할 수 있다. 각각의 정렬 슬롯(68)은 각각의 지지 링 부재(96, 98, 100)의 외측 에지(112) 주위에서 각각의 시일 링 부재(96, 98, 100)를 관통하여 형성된다. 대안으로서, 시일 링 부재(96, 98 및/또는 100)는 1개보다 많은 정렬 슬롯(68)을 포함할 수 있다. 변형예에서는 정렬 슬롯(68)이 필요한 것이 아니라 도 3에 도시한 커플링 요소(77)로 대체된다. 대안으로서, 다양한 레벨의 정렬을 달성하기 위해 정렬 슬롯(68)과 커플링 요소(77) 모두가 채용될 수 있다.

[0025] 예시적인 실시예에서, 제1 시일 링 부재(96), 제2 시일 링 부재(98) 및 제3 시일 링 부재(100)는 각각의 조인트(102)를 따라 서로 커플링된다. 조인트(102)는, 지지 링(84)의 조인트(89)와 중첩되지 않도록 위치 설정된다. 예컨대, 예시적인 실시예에서, 조인트(89)는 대략 3시 및 9시 위치에 배치되고, 조인트(102)는 대략 12시, 4시 및 8시 위치에 배치된다. 이에 따라, 세그먼트 조인트(89, 102)들은 조립 시에 회전 방향으로 서로로부터 오프셋된다.

[0026] 조인트(102)는 비체결식 조인트이며, 즉 시일 링 부재(96, 98 및/또는 100)는, 조인트(102)들이 서로 면대면 접촉식으로 결합되기는 하지만 기계적으로 함께 체결되지는 않도록 각각의 다른 시일 링 부재(96, 98 및/또는 100)에 인접하게 위치 설정된다. 예시적인 실시예에서, 조인트(102)는 버트 조인트이다. 대안으로서 도 5에 도시한 바와 같이, 조인트(102)는 시일 링 부재(96, 98 및/또는 100)의 위치 설정을 지원하고, 조인트(102)에 걸친 누설을 저감하기 위해 단차형 중첩부를 특징으로 할 수 있다. 각각의 조인트(102)에는 2 세트의 단부면(114, 116)이 있다. 조인트(102)의 폐쇄 시, 단부면 세트(116)가 폐쇄되기 전에 단부면 세트(114)가 접촉하게 되고 폐쇄된다. 이에 따라, 단부면 세트(116)는 고압에 노출되고, 이로 인해 단부면 세트(114)에 대한 접촉압이 더 작아진다. 대안으로서, 조인트(102)는, 실링 링(94)이 여기에서 설명하는 바와 같이 작동하는 것을 가능하게 하는, 홈내 설상체(tongue-in-groove) 조인트와 같은 임의의 타입의 조인트일 수 있다.

[0027] 도 4를 다시 참고하면, 예시적인 실시예에서 지지 링(84)은 파스너(90)와 정렬 핀(92)을 사용하여 함께 커플링된다. 지지 링(84)의 전방면(104)과 후방면(108)은 래핑 기계를 사용하여 정확한 미리 정해진 평탄도 상세로 래핑된다. 실링 링(94)은, 시일 링 부재(96, 98 및/또는 100)가 서로에 대해 고착되도록 조립되고 고정된다. 실링 링(94)의 후방면(106) 및 전방면 또는 제2 실링 주면(74)은 래핑 기계를 사용하여 정확한 미리 정해진 평탄도 상세로 래핑된다. 지지 링(84)은 파스너(90)와 정렬 핀(92)을 사용하여 함께 커플링된다. 지지 링(84)은 파스너(90)와 정렬 핀(92)을 사용하여 함께 커플링된다. 실링 링(94)은, 전방면(104)과 후방면(106)이 면대면 접촉으로 결합되고, 이에 따라 고정 시일 링 조립체(56)를 형성하도록 지지 링(84)에 조립되고 고착된다. 세그먼트 조인트(89, 102)는 서로로부터 회전방향으로 오프셋되고, 실링 링(94)의 전방면 또는 제2 실링 주면(74)과 지지 링(84)의 후방면(108)은 래핑 기계를 사용하여 정확한 미리 정해진 평탄도 상세로 래핑된다. 예시적인 실

시에에서, 지지 링(84)과 실링 링(94)은 증기 터빈 엔진(10)에 페이스 시일(52)을 조립할 때와 동일한 순서로 조립되며, 이 경우 지지 링(84)과 실링 링(94)은 면대면 접촉식 결합으로 해제 가능하게 함께 커플링되고, 시일 하우스(58)에 의해 제위치에 유지된다. 전방 및 후방이라는 용어는 상대적인 위치 관계를 나타내기 위해 편의상 사용된다.

[0028] 작동 중에 예시적인 실시예에서 페이스 시일(52)은 증기 터빈 엔진(10)에서의 프로세스 유체 또는 증기(40)의 누설을 저감할 수 있다. 예시적인 페이스 시일(52)은 또한 증기 터빈 엔진(10)에 마련되는 것과 같은 대직경 샤프트에 대한 대직경 페이스 시일 링의 조립 및 유지 보수를 용이하게 한다. 일 실시예에서, 시일 하우스(58)의 일부는 샤프트(14)의 설치 이전에 케이싱(16)의 하부 절반부 섹션에 커플링될 수 있다. 샤프트(14)는 케이싱(16)의 하부 절반부 섹션에 설치된다. 그 후, 지지 링(94)이 샤프트(14) 둘레에서 조립될 수 있다. 더욱이, 실링 링(94)이 이어서 지지 링(84)과 면대면 접촉식으로 샤프트(14) 둘레에 조립될 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 지지 링(84)과 실링 링(94)은 편평하게 래핑되었을 때와 동일한 순서로 조립된다.

[0029] 예시적인 실시예에서, 고압 고온 증기(40)의 일부는 도 2에 도시한 바와 같이 누설 영역(50)을 통해 단부 패킹 실링 부재(34)를 통과한다. 고압 증기(40)는 페이스 시일(52)에 접촉하여, 압박력이 시일 조립체(56)를 후퇴시키는 경우에 압박 구성요소(70)를 극복하기에 충분한 힘을 제공하며, 이에 따라 고정 시일 링 조립체(56)를 회전 시일 링(54)을 향해 이동시킨다. 고정 시일 링 조립체(56)와 회전 시일 링(54)이 서로 접근할 때, 회전 시일 링(54)에 있는 홈(61)이 증기(40)의 일부를 포집하여 고정 시일 링 조립체(56)와 회전 시일 링(54) 사이로 강제하며, 이 증기는 회전 시일 링(54)의 회전 속도와 고정 시일 링 조립체(56)와 회전 시일 링(54) 사이의 거리에 기초하여 압력을 증가시킨다. 고정 시일 링 조립체(56)와 회전 시일 링(54) 사이의 간극이 감소되기 때문에, 고정 시일 링 조립체(56)와 회전 시일 링(54) 사이의 증기(40)의 압력은, 누설 구역(50)에 있는 고압 증기(40)와 압박 구성요소(70)가 고정 시일 링 조립체(56)에 가하는 폐쇄력과 동일해질 때까지 증가한다. 페이스 시일(52)은 약 0.002 인치 이하의 간극을 두고 작동하도록 구성되는데, 이는 프로세스 유체 또는 증기(40) 누설을 실질적으로 저감할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 분할 고정 시일 링 조립체(56)는 증기 터빈 엔진(10)에서 사용되는 시일 링 조립체(56)의 조립 및 유지 보수를 용이하게 한다.

[0030] 본 명세서에서 설명되는 시스템 및 방법은, 회전 기계 내에서의 프로세스 유체 누설을 실질적으로 저감하는 실링 조립체는 마련하는 것에 의해 회전 기계 성능을 향상시킬 수 있다. 구체적으로, 복수 개의 시일 세그먼트를 포함하는 다층 분할 유체역학적 페이스 시일 링이 기술된다. 전술한 방식으로 구성되는 페이스 시일은 요구되는 페이스 평탄도를 달성할 수 있고, 증기 터빈 엔진의 회전 가능 샤프트와 같은 대직경 회전 가능 샤프트에 대하여 조립되거나 이 샤프트로부터 세그먼트로 분해될 수 있다. 이에 따라, 일체형으로 형성된 기지의 유체역학적 페이스 시일 링과는 대조적으로 여기에 설명되는 장치, 시스템 및 방법은 대직경 페이스 시일 링의 조립 및 유지 관리를 용이하게 하고, 회전 기계로부터 프로세스 유체 누설을 저감할 수 있다.

[0031] 본 명세서에 설명되는 방법 및 시스템은 여기에서 설명하는 특정 실시예로만 제한되지 않는다. 예컨대, 각각의 시스템의 구성요소들 및/또는 각각의 방법의 단계들은 여기에 설명하는 다른 구성요소들 및/또는 단계들과 독립적으로 그리고 별개로 사용되고/사용되거나 실시될 수 있다. 추가로, 각각의 구성요소 및/또는 단계는 또한 다른 조립체 및 방법과 함께 사용되고/사용되거나 실시될 수도 있다.

[0032] 다양한 특정 실시예에 관하여 본 발명을 설명하였지만, 당업자라면 청구범위의 사상 및 범주 내에서 본 발명을 수정하여 실시할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

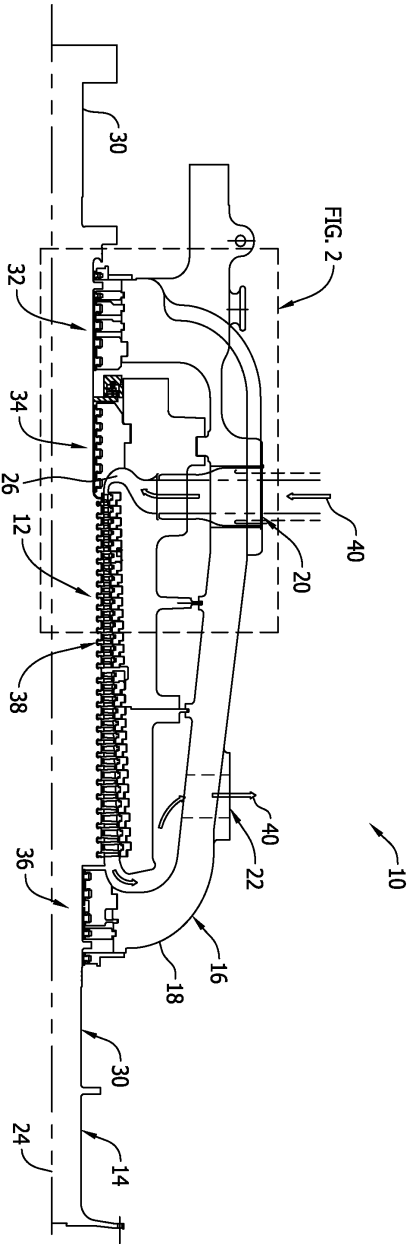
부호의 설명

[0033]	10 : 증기 터빈 엔진	11: 유입측
	12 : 터빈 단	14: 회전 가능 샤프트
	16 : 케이싱	18 : 상부 반부 섹션
	20 : 증기 유입관	22 : 증기 배출관
	24 : 중심축	26 : 유입 보울
	30 : 회전 가능 샤프트 단부 부분	
	32 : 복수 개의 실링 부재	34 : 복수 개의 실링 부재

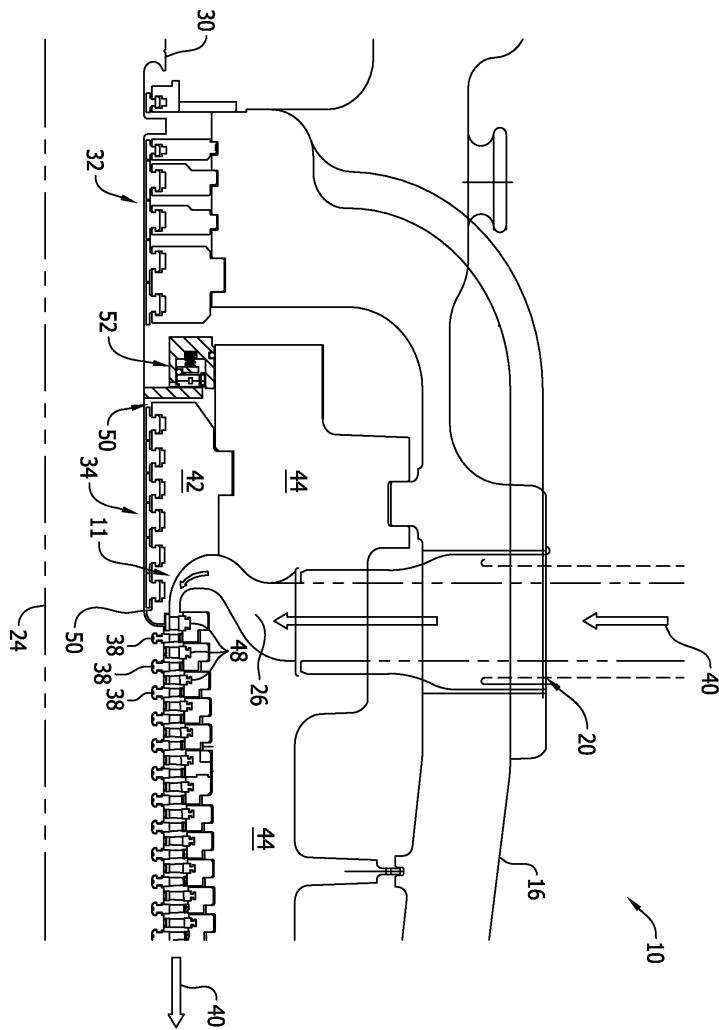
36 : 복수 개의 실링 부재	38 : 터빈 블레이드 또는 버킷
40 : 증기	42 : 스테이터 구성요소
44 : 내측 헬	48 : 유입 노즐
50 : 누설 영역	52 : 페이스 시일
54 : 회전 시일 링	55 : 주 시일
56 : 고정 시일 링 조립체	58 : 시일 하우징
60 : 제1 실링 주면	61 : 채널 또는 홈
62 : 외경	64 : 스프링 시트
66 : 정렬 부재	68 : 정렬 슬롯
70 : 압박 구성요소	72 : 압박 링
74 : 제2 실링 주면	76 : 구조 시일
77 : 커플링 요소	78 : 홈
80 : 보조 실링면	82 : 제2 시일
83 : 홈	84 : 지지 링
85 : 2개의 분할 환형 링	86 : 상부 지지 링 부재
88 : 하부 지지 링 부재	89 : 조인트
90 : 파스너	92 : 정렬 핀
94 : 실링 링	95 : 적어도 2개의 별개의 구성요소
96 : 제1 시일 링 부재	98 : 제2 시일 링 부재
100 : 제3 시일 링 부재	102 : 조인트
104 : 전방면	106 : 후방면
108 : 후방면	110 : 외측 예지
112 : 외측 예지	114 : 단부면
116 : 단부면	

도면

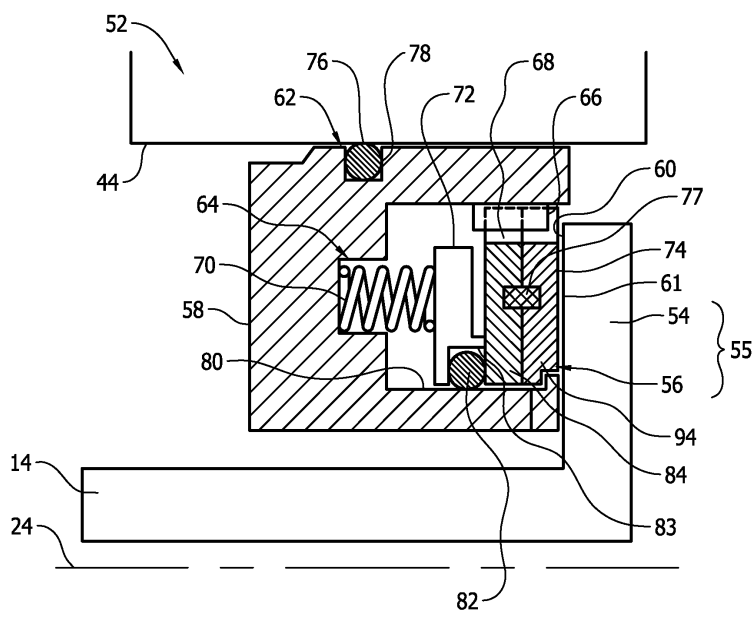
도면1



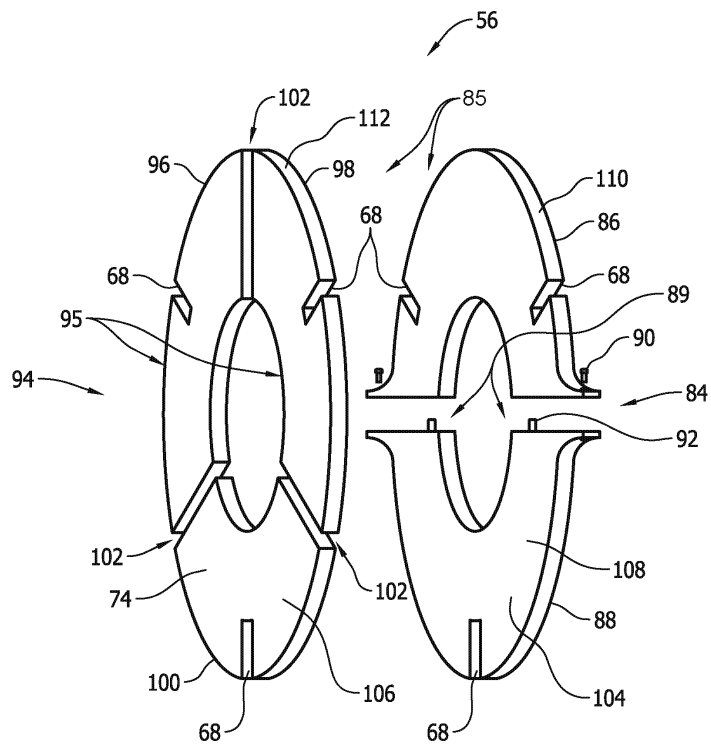
도면2



도면3



도면4



도면5

