(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0127819
(43) 공개일자 2009년12월14일

(51) Int. Cl.
H02K 9/08 (2006.01) *H02K 9/19* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0050435
(22) 출원일자 2009년06월08일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
12/135,379 2008년06월09일 미국(US)

(71) 출원인
제너럴 일렉트릭 캄파니
미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드
(72) 발명자
루기어로 에릭 존
미국 뉴욕주 12144 렌셀러 팰컨 체이스 17
바트 니틴
미국 뉴욕주 12148 렉스포드 애스터 드라이브 45
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김창세, 장성구

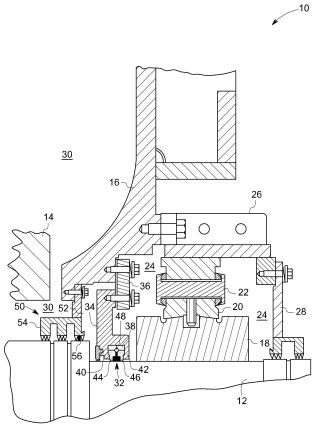
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 회전 기계용 밀봉 시스템 및 개조 방법

(57) 요 약

수소-냉각식 발전기(10)는 회전자(12)와 고정자(14) 사이에 배치되는 밀봉 장치(50)를 구비한다. 상기 밀봉 장치(50)는 밀봉 장치(50)의 한 쪽에 있는 수소 분위기(30)와 밀봉 장치(50)의 반대 쪽에 있는 공동(24)을 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된다. 상기 밀봉 장치(50)는 비접촉 시일(54), 및 상기 비접촉 시일(54)에 결합되는 알루미늄 몸체(96)와 상기 알루미늄 몸체(96)로부터 돌출되고 선단(104)이 상기 발전기(10)의 회전자(12)와 맞물리는 복수의 비금속 강모(94)를 구비하는 접촉 시일(56)을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

피츠모리스 다니엘 제임스

미국 뉴욕주 12065 클리프톤 파크 우드클리프 드라이브 11에이

조지 안소니 제임스

미국 뉴욕주 12065 클리프톤 파크 세인트 앤드루스 드라이브 70

특허청구의 범위

청구항 1

수소-냉각식 발전기(10)에 있어서,

회전자(12)와,

고정자(14)와,

상기 회전자(12)와 고정자(14) 사이에 배치되는 밀봉 장치(50)로서, 밀봉 장치(50)의 한 쪽에 있는 수소 분위기(30)와 밀봉 장치(50)의 반대 쪽에 있는 공동(24)을 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된 밀봉 장치(50)를 포함하며,

상기 밀봉 장치(50)는,

비접촉 시일(54)과,

알루미늄 몸체(96)와, 상기 알루미늄 몸체(96)로부터 돌출되고 선단(104)이 상기 수소-냉각식 발전기(10)의 회전자(12)와 맞물리는 복수의 비금속 강모(94)를 구비하는 접촉 시일(56)을 포함하는

수소-냉각식 발전기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 강모(94)는 아라미드 필라멘트를 포함하는

수소-냉각식 발전기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 비접촉 시일(54)은 회전자(12)와 대면하여 배치되는 하나 이상의 래비린스 치형부(68, 70, 72)를 포함하는

수소-냉각식 발전기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 밀봉 장치(50)는 시일 지지 요소(60, 62, 64)를 포함하며, 상기 시일 지지 요소(60, 62, 64)는 알루미늄 재료로 이루어진

수소-냉각식 발전기.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 시일 지지 요소(60, 62, 64)는 알루미늄 몸체를 포함하는

수소-냉각식 발전기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 밀봉 장치(50)는 공동(24)으로부터 수소 챔버(30)로의 오일의 확산 및 공동(24)으로부터 수소 챔버(30)로의 기체 불순물의 확산을 방지하도록 구성되어 있는

수소-냉각식 발전기.

청구항 7

밀봉 장치(50)의 한 쪽에 배치된 수소 챔버(30)를 밀봉 장치(50)의 다른 쪽에 배치된 공동(24)으로부터 분리하도록 구성된 비접촉 시일(54)을 구비하는 밀봉 장치(50)를 포함하는 수소-냉각식 발전기(10)를 개조하기 위한 방법에 있어서,

알루미늄 몸체(96)로부터 돌출되고 선단(104)이 상기 수소-냉각식 발전기(10)의 회전자(12)와 맞물리는 복수의 비금속 강모(94)를 구비하는 접촉 시일(56)을 상기 밀봉 장치(50)에 결합시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

수소-냉각식 발전기 개조 방법.

청구항 8

밀봉 장치(50)의 한 쪽에 배치된 수소 챔버(30)를 밀봉 장치(50)의 다른 쪽에 배치된 공동(24)으로부터 분리하도록 구성된 비접촉 시일(54)을 구비하는 밀봉 장치(50)를 포함하는 수소-냉각식 발전기(10)를 개조하기 위한 방법에 있어서,

상기 비접촉 시일(54)의 적어도 일부를 제거하는 단계와,

알루미늄 몸체(96)와 상기 알루미늄 몸체(96)로부터 돌출되는 복수의 비금속 강모(94)를 포함하는 대체 밀봉 장치를 제공하는 단계와,

강모(94)의 선단(104)이 회전자(12)와 접촉하여 하나 이상의 오염물질이 공동(24)으로부터 수소 챔버(30)로 유동하거나 확산되는 것을 방지하도록 상기 알루미늄 몸체(96)를 비접촉 시일(54)에 결합시킴으로써 상기 비접촉 시일(54)의 제거된 부분을 대체하는 단계를 포함하는

수소-냉각식 발전기 개조 방법.

청구항 9

최초 밀봉 장치(50)의 한 쪽에 배치된 수소 챔버(30)를 최초 밀봉 장치(50)의 다른 쪽에 배치된 공동(24)으로부터 분리하도록 구성된 래비린스 치형 시일을 구비하는 최초 밀봉 장치(50)를 포함하는 수소-냉각식 발전기(10)를 개조하기 위한 방법에 있어서,

상기 수소-냉각식 발전기(10)로부터 최초 밀봉 장치(50)를 제거하는 단계와,

알루미늄 몸체(94)와 상기 알루미늄 몸체(94)로부터 돌출되는 복수의 비금속 강모(96)를 포함하는 대체 밀봉 장치(56)를 제공하는 단계와,

강모(96)의 선단(104)이 상기 수소-냉각식 발전기(10)의 회전자(12)와 접촉하여 하나 이상의 오염물질이 공동(24)으로부터 수소 챔버(30)로 유동하거나 확산되는 것을 방지하도록 상기 대체 밀봉 장치(56)를 수소-냉각식 발전기(10)에 삽입하는 단계를 포함하는

수소-냉각식 발전기 개조 방법.

청구항 10

회전 기계(10)에 있어서,

회전자(12)와,

고정자(14)와,

상기 회전자(12)와 고정자(14) 사이에 배치되는 밀봉 장치(50)로서, 밀봉 장치(50)의 한 쪽에 있는 제 1 유체 공동(30)과 밀봉 장치(50)의 반대 쪽에 있는 제 2 공동(24)을 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된 밀봉 장치(50)를 포함하며,

상기 밀봉 장치(50)는,

비접촉 시일(54)과,

알루미늄 몸체(96)와, 상기 알루미늄 몸체(96)로부터 돌출되고 선단(104)이 회전 기계(10)의 회전자(12)와 맞물

리는 복수의 비금속 강모(94)를 구비하는 접촉 시일(56)을 포함하는

회전 기계.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 일반적으로 회전 기계에 관한 것이며, 보다 구체적으로는 밀봉 시스템 및 수소-냉각식 발전기에서의 내부 오일 디플렉터(oil deflector)를 개조하기 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 가스 터빈, 증기 터빈, 압축기, 및 터보-펌프와 같은 터보-기계류에서는, 누설 유동을 최소화하기 위해 여러 위치에 시일이 사용된다. 예를 들어, 시일은 서로에 대해 이동가능한 밀봉면 사이에 제공되거나, 하나의 부품이 다른 부품에 대해 이동하는 부품들, 예를 들어 하우징 벽과 회전 샤프트 사이에 제공될 수 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<3> 수소-냉각식 발전기를 포함하는 일 예에서는, 하우징 또는 케이싱이 회전자를 둘러싸며, 하우징 벽과 회전자 사이에 시일이 배치되어 베어링 공동 내에서 하우징 벽의 한 쪽에 있는 수소 분위기와 하우징 벽의 반대 쪽에 있는 오일(또는 오일 미스트) 및 공기 사이를 밀봉한다. 수소 순도를 유지하고 수소 소비를 절감하기 위해 다양한 방법이 제안되었다.

<4> 일 예에서는, 단부 공동 내의 수소 가스를 주위 공기로부터 밀봉하도록 구성된 샤프트 시일에 요구되는 오일 유동을 저하시키기 위해 볼트체결식, 배빗(babbitted) 시일 링 설계가 사용되었다. 이 실시예는 발전기의 단부 실드 구조의 재설계를 필요로 한다.

<5> 다른 예에서는, 수소 샤프트 시일에 시일 오일을 펌핑하기 전에 혼입된 불순물을 제거하기 위해 시일 오일을 진공 처리함으로써 수소 순도가 향상된다. 이 실시예는 결국 단부 공동 내에 순수한 수소를 도출해내며, 따라서 확산 배리어에 대한 필요가 없어진다. 진공 처리 시스템은 값이 비싸며, 추가적인 파워 플랜트 설비 및 제어부를 필요로 한다.

<6> 수소 순도를 유지하고 수소 소비를 절감하기 위한 덜 복잡한 시스템 및 방법이 요구된다. 수소와 공기의 연소성 혼합물이 존재할 수 있는 장소에서 수소-냉각식 발전기 내에는 비점화성(non-sparking) 밀봉 재료를 가질 필요가 있다.

과제 해결수단

<7> 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 회전 기계는 회전자와 고정자 사이에 배치되는 밀봉 장치를 포함한다. 이 밀봉 장치는 밀봉 장치의 한 쪽에 있는 제 1 유체 공동과 밀봉 장치의 반대 쪽에 있는 제 2 공동을 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된다. 상기 밀봉 장치는 비접촉 시일을 포함한다. 상기 밀봉 장치는 상기 비접촉 시일에 결합되는 알루미늄 몸체 및 상기 알루미늄 몸체로부터 돌출되고 선단이 상기 회전 기계의 회전자와 맞물리는 복수의 비금속 강모(bristle)를 구비하는 접촉 시일을 추가로 포함한다.

<8> 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 수소-냉각식 발전기는 회전자와 고정자 사이에 배치되는 밀봉 장치를 포함한다. 이 밀봉 장치는 밀봉 장치의 한 쪽에 있는 수소 분위기와 밀봉 장치의 반대 쪽에 있는 공동을 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된다. 상기 밀봉 장치는 비접촉 시일을 포함한다. 상기 밀봉 장치는 상기 비접촉 시일에 결합되는 알루미늄 몸체 및 상기 알루미늄 몸체로부터 돌출되고 그 선단이 상기 발전기의 회전자와 맞물리는 복수의 비금속 강모를 구비하는 접촉 시일을 추가로 포함한다.

<9> 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 수소-냉각식 발전기를 개조하기 위한 방법이 개시된다. 이 방법은 알루미늄 몸체로부터 돌출되고 그 선단이 수소-냉각식 발전기의 회전자와 맞물리는 복수의 비금속 강모를 구비

하는 접촉 시일을 밀봉 장치에 결합하는 단계를 포함한다.

<10> 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 수소-냉각식 발전기를 개조하기 위한 방법이 개시된다. 이 방법은 비접촉 시일의 적어도 일부를 제거하는 단계와, 상기 제거된 부분을 알루미늄 몸체 및 상기 알루미늄 몸체로부터 돌출되는 복수의 비금속 강모로 대체(replace)하여 대체 밀봉 장치를 형성하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 하나 이상의 오염물질이 공동에서 수소 챔버로 유동하거나 확산되는 것을 방지하기 위해 강모의 선단이 회전자와 접촉하도록 상기 대체 밀봉 장치를 삽입하는 단계를 추가로 포함한다.

<11> 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 수소-냉각식 발전기를 개조하기 위한 방법이 개시된다. 이 방법은 수소-냉각식 발전기로부터 최초(original) 밀봉 장치를 제거하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 알루미늄 몸체 및 상기 알루미늄 몸체로부터 돌출되는 복수의 비금속 강모를 포함하는 대체 밀봉 장치를 제공하는 단계를 추가로 포함한다. 상기 방법은 하나 이상의 오염물질이 공동에서 수소 챔버로 유동하거나 확산되는 것을 방지하기 위해 강모의 선단이 상기 수소-냉각식 발전기의 회전자와 접촉하도록 상기 대체 밀봉 장치를 수소-냉각식 발전기에 삽입하는 단계를 추가로 포함한다.

효 과

<12> 본 발명에 의하면, 공동 내에 높은 수소 순도가 유지됨으로써 수소가 덜 소제(scavenge)되며, 결과적으로 수소 소비가 절감되고 발전기의 파워 효율이 향상된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<13> 본 발명의 상기 및 기타 특징, 양태, 및 장점은 유사한 구성요소를 유사한 도면부호로 지칭하고 있는 첨부도면을 참조하여 후술되는 상세한 설명을 숙독함으로써 더 잘 이해될 것이다.

<14> 이하에서 상세히 설명하듯이, 본 발명의 실시예는 회전자와 고정자 사이에 배치되는 밀봉 장치를 갖는 회전 기계를 제공한다. 예시적인 일 실시예에서, 회전 기계는 회전자와 고정자 사이에 배치되는 밀봉 장치를 갖는 수소-냉각식 발전기를 포함한다. 상기 밀봉 장치는 밀봉 장치의 한 쪽에 있는 수소 분위기와 밀봉 장치의 반대쪽에 있는 공동을 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된다. 상기 예시적인 밀봉 장치는 비접촉 시일, 및 상기 비접촉 시일에 결합되는 알루미늄 몸체와 상기 알루미늄 몸체로부터 돌출되고 그 선단이 수소-냉각식 발전기의 회전자와 맞물리는 복수의 비금속 강모를 구비하는 접촉 시일을 포함한다. 본 발명의 특정 실시예에 따르면, 밀봉 장치를 구비하는 수소-냉각식 발전기를 개조하기 위한 방법이 개시된다. 일 실시예에서는, 수소-냉각식 발전기의 기존 내부 오일 디플렉터에 브러쉬 시일이 결합된다. 다른 실시예에서는, 내부 오일 디플렉터의 일부가 브러쉬 시일로 대체된다. 또 다른 실시예에서는, 전체 내부 오일 디플렉터가 브러쉬 시일을 구비하는 신규 밀봉 장치로 대체된다. 예시적인 브러쉬 시일은 복수의 비금속 강모, 예를 들어 아라미드 필라멘트를 포함할 수 있다. 브러쉬 시일은 순수 수소를 수용하는 발전기 권선 공동과 오일 미스트 및 공기로 오염된 수소를 수용하는 단부 공동 사이에 효과적인 분자 확산 배리어를 제공한다. 이 배리어는 권선 공동 내에 보다 높은 수소 순도를 유지하는 것을 도와주며, 결과적으로 수소가 덜 소제된다. 그 결과, 수소 소비가 절감되고 발전기의 파워 효율이 향상된다. 본 명세서에서 "관사"는 양의 제한을 나타내지 않으며, 언급되는 요소가 하나 이상 존재함을 나타낸다.

<15> 이제 도면, 특히 도 1을 참조하면, 수소-냉각식 발전기(10)는 회전자(12), 하우징 벽 또는 고정자(14), 및 단부 실드(16)의 일부를 구비한다. 또한, 회전자 샤프트 베어링(18)은 오일, 오일 미스트, 및 공기를 수용하는 베어링 공동(24) 내에 각각 배치되는 내부 및 외부 베어링 링(20, 22)을 구비한다. 베어링 공동(24)을 폐쇄하기 위해 외측에는 베어링 캡(26) 및 단부 오일 디플렉터(28)가 제공된다.

<16> 단부 실드(16)의 내표면[도 1에서 실드(16)의 좌측]을 따라서 및 하우징 벽(14)의 내표면을 따라서, 수소 분위기(발전기 공동)(30)가 발전기 냉각을 위해 제공된다. 회전자(12)와 하우징 벽 또는 고정자(14) 사이에는 저유동 유체 필름 시일(32)이 제공된다. 단부 실드(16)와 고정자(14)는 수소 분위기(제 1 유체 공동)(30)를 베어링 공동(제 2 유체 공동)(24) 내의 유체로부터 분리된 상태로 유지시키도록 구성된다. 단부 실드(16)와 회전자(12) 사이에는 시일 케이싱(34)이 개재된다. 시일 케이싱(34)은, 절연체(36)를 통과하는 볼트에 의해 그 반경방향 외경을 따라서 절연체(36)에 고정되는 환형 판 또는 링을 구비한다. 도시하듯이, 시일 케이싱(34)은 회전자(12)를 향해 반경방향 내측으로 개방되고 한 쌍의 축방향 이격된 플랜지(40, 42) 사이에 형성되는 환형 챔버(38)를 구비한다. 환형 챔버(38) 내에는 한 쌍의 저간극 시일 링(44, 46)이 제공된다. 시일 링(44, 46)의 반경방향 최외측 부분을 따라서 경사면(도시되지 않음)에 대해 각각 환형 가터(garter) 스프링(48)이 결합한다.

이 스프링(48)은 시일 링(44, 46)을 축방향 및 반경 방향으로 가압한다. 챔버(38)에는 회전자(12)의 표면을 따라서 얇은 오일 막을 형성하기 위해 오일이 가압 하에 제공됨을 알 것이다.

<17> 단부 실드(16)와 회전자(12) 사이에서 시일 케이싱(34)의 내측에는 내부 오일 디플렉터(밀봉 장치)(50)가 배치되어 그 사이에 시일 공동(52)을 형성한다. 그 결과, 시일 공동(52)은 수소 분위기(30)보다 현저히 낮은 순도의 수소를 수용한다. 예시적인 내부 오일 디플렉터(50)는 래비린스(labyrinth) 시일과 같은 비접촉 시일 지지 요소(54), 및 브러쉬 시일과 같은 접촉 시일(56)을 구비한다. 내부 오일 디플렉터는 하나 이상의 오염물질이 시일 공동(52)으로부터 수소 분위기(30)로 확산 및 질량 이동(mass transfer)하는 것을 방지한다. 내부 오일 디플렉터의 세부사항은 후속 도면을 참조하여 보다 상세히 설명할 것이다. 브러쉬 시일(56)은 수소와 공기의 연소성 혼합물이 존재할 수 있는 곳이면 발전기 내의 어디든지 제공될 수 있음을 알아야 한다.

<18> 예시적인 밀봉 장치는 또한 이 밀봉 장치가 시일을 가로질러 낮은 압력차를 갖는 상태로 하나의 기체상 유체를 다른 기체상 유체로부터 분리하거나 또는 기체상 매체를 액체상 매체로부터 분리하도록 구성되는 다른 회전 기계에도 적용될 수 있음을 알아야 한다.

<19> 이제 도 2를 참조하면, 수소-냉각식 발전기에 제공되는 종래의 내부 오일 디플렉터(58)가 도시되어 있다. 내부 오일 디플렉터(58)는 시일 지지 요소(60, 62, 64) 상에 위치하고 회전자(66)와 대면하여 배치되는 복수의 비접촉 시일을 구비한다. 이들 비접촉 시일은 회전자(66)를 향해서 각각 돌출되는 복수의 래비린스 치형부(68, 70, 72)를 구비할 수 있다. 종래 시스템에서, 래비린스 치형부(68, 70, 72)와 회전자(66) 사이에는 갭(74)이 존재함을 알아야 한다. 내부 오일 디플렉터(58)는 내부 오일 디플렉터(58)의 한 쪽에 있는 수소 분위기(76)를 내부 오일 디플렉터(58)의 반대 쪽에 있는 시일 공동(78)으로부터 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된다.

<20> 종래의 시스템에서, 발전기의 단부 실드 구조물은 너무 가요적일 수 있으며, 따라서 낮은 오일 유동의 볼트체결식 수소 시일 링이 사용될 수 없을 정도로 편향될 수 있다. 오히려, 높은 오일 유동의 비체결식(unbolted) 수소 시일 링이 통상적으로 사용된다. 높은 오일 유동의 결과로서, 증가된 레벨의 용해된 공기가 시일 오일로부터 방출되고, 이는 시일 공동(78)으로부터 갭(74)을 통해서 수소 분위기(76) 공동으로 이동한다. 갭(74)은 불순물(75)(공기 분자)이 수소 분위기(76)의 공동 내로 확산되어 수소를 오염시키고 그로 인해 발전기 효율을 저하시키게 되는 경로이다. 불순물의 확산을 통제하기 위한 하나의 방법은 수소 소제 속도를 증대시키는 것이다. 소제란 시일 공동(78)으로부터 불순한 수소를 제어되는 유속으로 빼내고 이를 갭(74)을 가로질러 수소 분위기(76)를 갖는 공동으로부터의 동일 체적의 순수한 수소로 보충하는 것을 지칭한다. 그러나, 이들 소제 유속은 수소를 소정의 경제적 체적 이하로 소비하도록 작아야 한다. 이들 소정 유속은 시일 공동(78)으로부터 수소 분위기(76) 공동으로의 확산 및 질량 이동을 적절히 방지하기에는 너무 낮다. 마찬가지로, 소제 속도를 증가시키는 것은 소정의 수소 소비 한도를 초과할 수 있으며 때로는 수소의 순도를 개선하는 효과가 거의 없을 수도 있다.

<21> 이제 도 3을 참조하면, 도 1의 양태에 따른 내부 오일 디플렉터(50)가 도시되어 있다. 도시된 실시예에서, 예시적인 내부 오일 디플렉터(50)는 비접촉 시일 지지 요소(54) 및 접촉 시일(56)을 구비한다. 내부 오일 디플렉터(50)는 하나 이상의 오염물질이 시일 공동(52)으로부터 수소 분위기(30)로 확산 및 질량 이동하는 것을 방지한다. 도시된 실시예에서, 비접촉 시일 지지 요소(54)는 회전자(12)와 대면하여 배치되는 복수의 시일 지지 요소(80, 82, 84)를 구비한다. 시일 지지 요소(54)는 예를 들어, 회전자(12)를 향해서 각각 돌출되는 복수의 래비린스 치형부(86, 88, 90)를 구비할 수 있다. 일 실시예에서, 시일 지지 요소(80, 82, 84)는 알루미늄 재료를 포함한다. 보다 구체적인 실시예에서, 시일 지지 요소(80, 82, 84)와 치형부(86, 88, 90)는 주조 알루미늄으로 제조된다. 필요할 경우, 시일 지지 요소(84) 자체는 브러쉬 시일 강모가 삽입되는 알루미늄 몸체를 포함할 수 있다. 대안적으로, 알루미늄 몸체 요소가 브러쉬 시일 강모를 보유하고 시일 지지 요소에 연결될 수도 있다.

<22> 예시적인 시스템에서, 브러쉬 시일(56)은 래비린스 치형부(90)를 구비하는 시일 지지 요소(84)에 결합됨을 알아야 한다. 브러쉬 시일(56)은 래비린스 치형부(86, 88, 90)와 회전자(12) 사이의 갭(92)을 가로질러 연장되며, 회전자(12)와 맞물린다. 내부 오일 디플렉터(50)는 내부 오일 디플렉터(50)의 한 쪽에 있는 수소 분위기(30)를 내부 오일 디플렉터(50)의 반대 쪽에 있는 시일 공동(52)으로부터 적어도 부분적으로 분리하도록 구성된다. 브러쉬 시일(56)은 기체상 불순물 및 오일 미스트와 같은 오염물질이 시일 공동(52)으로부터 수소 분위기(30)의 공동으로 확산되는 것을 방지하도록 구성된다. 예시적인 브러쉬 시일(56)은, 내부 오일 디플렉터(50)가 접촉 시일로서 작용하고 그로 인해 불순물이 시일 공동(52)으로부터 수소 분위기(30)의 공동으로 가로질러 확산될 때 통과하는 갭(92)을 폐쇄하도록 도와준다.

<23> 도 4를 참조하면, 예시적인 브러쉬 시일(56)의 상세도가 도시되어 있다. 본 발명의 특정 양태에 따른 브러쉬

시일(56)은, 공기 분자 및 오일과 같은 오염물질이 시일 공동으로부터 수소 분위기의 공동으로 확산되는 것을 감소시키기 위해 회전자(12)와 접촉하도록 구성된 복수의 비금속 섬유(fiber)(94)를 구비한다.

<24> 일 실시예에서, 브러쉬 시일(56)은 각각의 시일 지지 요소에 결합되는 보유 장치(holding device)(96)를 구비한다. 보유 장치(96)는 제 1 판(앞판)(98) 및 제 2 판(뒷판)(100)을 구비한다. 보유 장치(96)의 제 1 판(98)과 제 2 판(100) 사이에는 복수의 비금속 섬유(94)가 배치된다. 통상적으로, 이들 섬유(94)는 소정 각도로 경사질 수 있다. 당업자에게 공지되어 있듯이, 섬유(94)의 경사짐은 회전자(12)에 대한 시일의 순응성(compliance)을 향상시킨다. 섬유(94)의 이러한 반경방향 편향은 섬유의 구조적 변형을 방지하기 위해 접촉면에 대한 "부드러운 얹힘(gentle ride)"을 보장한다. 경사 각도는 예를 들어, 섬유의 구조적 안정성 및 섬유(94)와 판(98, 100)의 조립의 용이성과 같은 인자들 사이의 타협(trade-off) 관계에 의존한다. 판(98, 100) 사이에 끼워지는 섬유(94)는 공기 분자 및 오일 미스트와 같은 오염물질의 확산을 방지하기에 충분히 치밀하게 패킹된다. 섬유의 패킹 밀도는 밀봉 효과를 향상시키고 섬유와 접촉면 사이의 마찰 접촉으로 인해 초래되는 마찰력의 상당한 증가를 회피하기 위해 소정 한도 이내로 유지된다.

<25> 각각의 섬유(94)는 보유 장치(96)에 결합되는 제 1 단부(102) 및 회전자(12)와 접촉하도록 구성되는 제 2 단부(104)를 구비한다. 결합은, 제 1 및 제 2 판(98, 100)을 구비하고 에폭시와 같은 부착 재료(106) 또는 클램프와 같은 기계적 체결구(도시되지 않음)를 구비하는 일 예를 포함하는 임의의 종래의 브러쉬 시일 방법을 통해서 달성될 수 있다. 특정한 예시적 실시예에서, 보유 장치(96)는 알루미늄 재료를 포함한다. 알루미늄은 발화되지 않고 접촉하는 경우 회전자에 자국을 내지 않는다는 장점을 갖는 것에 유의해야 한다. 알루미늄은 당업자에게 공지된 다른 재료에 비해 작업하기가 훨씬 용이하다. 각 섬유(94)의 제 1 단부(102)는 보유 장치(96)에 결합되고, 제 2 단부(104)는 보유 장치(96)로부터 회전자(12)를 향해 돌출한다.

<26> 예시적 실시예에서, 비금속 섬유는 케블라(Kevlar) 섬유와 같은 아라미드 필라멘트를 포함할 수 있다. 다른 비금속 섬유도 고려됨을 알아야 한다. 섬유의 재료 및 직경은 예를 들어, 강성, 크리프 저항, 내마모성, 오일에 대한 화학적 비활성과 같은 특성들 간의 타협 관계에 기초하여 선택된다. 섬유 직경은 구조적 안정성 및 소정의 순응성과 같은 타협 인자들을 고려하는 동시에 작동 유체에 의해 인가되는 공기역학적 힘에 대한 구조적 안정성을 보장하도록 선택된다. 예를 들어, 비금속 섬유의 소직경[0.0005인치(0.0127㎜)의 케블라 아라미드 섬유 및 0.00025(0.00635㎜)인치의 탄소 섬유를 포함하는 0.002인치(0.0508㎜) 미만의 직경]은 결국 시일-회전 부품 경계면에서의 유효 간극을 적게하고, 또한 낮은 강성은 결국 낮은 발열을 나타낸다. 도시된 예시적 실시예에서, 케블라 섬유는 발전기 회전자의 높은 표면 속도를 견뎌낼 수 있다. 그 결과, 섬유(94)를 사용하여 비회전 판(98, 100)과 회전자(12) 사이의 갭을 폐쇄함으로써 수소 분위기의 공동 내에서 높은 수소 순도가 유지될 수 있다.

<27> 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 예시적 실시예에 따른 내부 오일 디플렉터(50)가 도시되어 있다. 도시된 실시예에서, 예시적인 내부 오일 디플렉터(50)는 시일 지지 요소(54)와 접촉 시일(브러쉬 시일)(56, 57)을 구비한다. 도시된 실시예에서, 브러쉬 시일(56, 57)은 대체 시일로서 작용한다. 도시된 실시예에서, 시일 지지 요소(54)는 회전자(12)와 대면하여 배치되는 복수의 시일 지지 요소(80, 82, 84)를 구비한다. 이들 시일 지지 요소(80, 82, 84)는 회전자(12)를 향해 각각 돌출되는 복수의 래비린스 치형부(86, 88, 90)를 구비한다.

<28> 예시적 실시예에서, 래비린스 치형부(88, 90)의 일부는 시일 지지 요소(82, 84)로부터 각각 제거된다. 제거된 부분은 복수의 브러쉬 시일(57, 56)로 대체된다. 예시적 실시예에서, 브러쉬 시일(56, 57)은 각각 시일 지지 요소(84, 82)에 결합됨을 알아야 한다. 브러쉬 시일(56, 57)은 래비린스 치형부(86, 88, 90)와 회전자(12) 사이의 갭(92)을 가로질러 연장되며, 회전자(12)와 맞물린다. 도시된 실시예에서, 브러쉬 시일(57)은 시일 지지 요소(82)에 직접 결합되는 강모를 구비한다. 즉, 시일 지지 요소(82) 자체는 강모를 보유하기 위한 알루미늄 몸체로서 작용한다. 내부 오일 디플렉터(50)는 내부 오일 디플렉터(50)의 한 쪽에 있는 수소 분위기(30)를 내부 오일 디플렉터(50)의 반대 쪽에 있는 시일 공동(52)으로부터 분리시키거나 적어도 부분적으로 분리시키도록 구성된다. 브러쉬 시일(56, 57)은 기체상 불순물, 오일 미스트, 및 오일과 같은 오염물질(85)이 시일 공동(52)으로부터 수소 분위기(30)의 공동으로 확산되는 것을 방지하도록 구성된다. 예시적인 브러쉬 시일(56, 57)은, 내부 오일 디플렉터(50)가 접촉 시일로서 작용하고 그로 인해 불순물이 시일 공동(52)으로부터 수소 분위기(30)의 공동으로 가로질러 쉽게 확산될 때 통과하는 갭(92)을 폐쇄하도록 촉진한다.

<29> 본 실시예에서는 두 개의 브러쉬 시일이 도시되어 있지만, 특정한 다른 실시예에서는 단일의 브러쉬 시일이 삽입될 수도 있거나, 또는 둘 이상의 브러쉬 시일이 제공될 수도 있음을 알아야 한다. 일 실시예에서, 시일 지지 요소(80, 82, 84)의 각각에는 하나 이상의 브러쉬 시일이 제공될 수도 있다. 특정한 다른 실시예에서, 시일 지

지 요소(80, 82, 84)에 제공되는 브러쉬 시일의 개수는 서로 다를 수 있다. 이러한 치환 및 조합의 전부가 고려된다. 일 실시예에서, 브러쉬 시일은 시일 지지 요소에 볼트체결될 수 있다. 다른 실시예에서는, 시일 지지 요소에 홈이 형성될 수 있고, 브러쉬 시일이 시일 지지 요소 내의 홈에 결합될 수 있다. 각각의 브러쉬 시일은 오일 배리어로서 및 확산 배리어로서 작용한다. 강모는 비접촉 래비린스 치형부와 달리 회전자에 직접 맞물리며, 그 결과 시일은 우수한 오일 누설 방지 및 확산 저감 특징을 갖는다. 브러쉬 시일은 발전기에 대한 기존의 내부 오일 디플렉터 설계에 끼워지도록 구성됨으로써, 브러쉬 시일에 교환가능하고 효율적인 해결책을 제공할 수 있다. 래비린스 치형부는 브러쉬 시일이 심각하게 손상되거나 마모된 경우에 튼튼한 백업 시일로서 작용하여, 발전기가 계속 작동할 수 있게 해준다.

<30> 이제 도 6을 참조하면, 본 발명의 예시적 실시예에 따른 수소-냉각식 발전기(10)가 도시되어 있다. 발전기(10)는, 단부 실드(16)와 회전자(12) 사이에서 시일 케이싱(34) 내측에 배치된 내부 오일 디플렉터(최초 밀봉 장치)(50)가 제거되는 것을 제외하고, 도 1에 도시된 실시예와 구조적으로 유사하다. 도시된 실시예에서, 내부 오일 디플렉터(50)는 일 실시예에서 브러쉬 시일(56)인 대체 밀봉 장치로 대체된다. 섬유 브러쉬 시일의 효과적인 오일 누설 및 확산 방지 특성은 복수 치형 래비린스, 비접촉 시일에 대한 필요성을 제거함으로써 회전자 길이의 단축을 가능하게 할 것이다. 시일과 회전자 사이의 갭을 가로지르는 불순물의 확산 감소는 수소 분위기의 공동 내에서 높은 수소 순도가 유지될 수 있게 하고, 그 결과 발전기의 높은 파워 효율을 초래한다.

<31> 본 명세서에서는 본 발명의 특정한 특징들만을 도시 및 설명하였으나, 당업자에게는 여러가지 수정 및 변경이 이루어질 것이다. 따라서, 청구범위는 본 발명의 진정한 정신에 포함되는 이러한 모든 수정 및 변경을 망라하기 위한 것이다.

도면의 간단한 설명

<32> 도 1은 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 밀봉 장치를 갖는 수소-냉각식 발전기의 개략도.

<33> 도 2는 수소-냉각식 발전기에 제공되는 종래 밀봉 장치의 도시도.

<34> 도 3은 도 1에 도시된 양태에 따른 밀봉 장치의 개략도.

<35> 도 4는 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 밀봉 장치의 브러쉬 시일의 개략도.

<36> 도 5는 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 복수의 브러쉬 시일을 갖는 밀봉 장치의 개략도.

<37> 도 6은 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따른 수소-냉각식 발전기에 배치된 밀봉 장치의 개략도.

<38> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<39> 10: 발전기 12: 회전자

<40> 14: 고정자(또는 하우징 벽) 16: 단부 실드

<41> 24: 베어링 공동(또는 제 2 유체 공동) 28: 단부 오일 디플렉터

<42> 30: 수소 분위기(또는 제 1 유체 공동) 34: 시일 케이싱

<43> 38: 환형 챔버 40, 42: 플랜지

<44> 60, 62, 64, 80, 82, 84: 시일 지지 요소 (또는 밀봉 장치) 44, 46: 시일 링 50: 내부 오일 디플렉터 52: 시일 공동

<45> 54: 비접촉 시일 지지 요소 85: 오염물질

<46> 56, 57: 접촉 시일(브러쉬 시일) 92: 갭

<47> 94: 비금속 섬유 또는 강모 96: 보유 장치

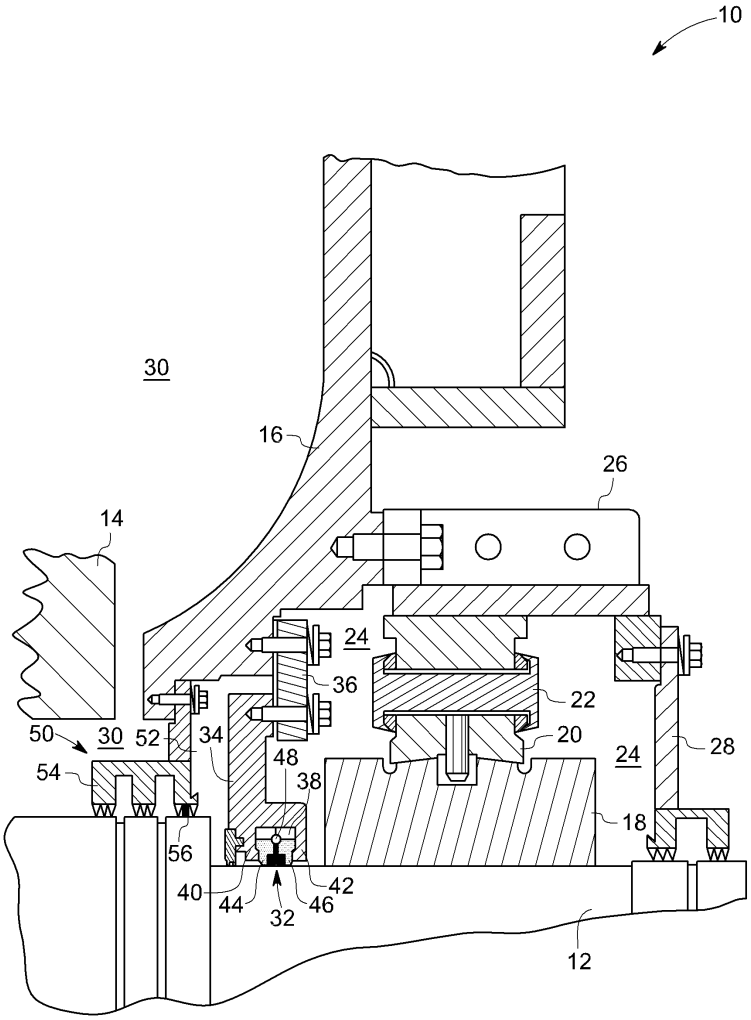
<48> 68, 70, 72, 86, 88, 90: 래비린스 치형부 106 : 부착 재료

<49> 98 : 제 1 판 100 : 제 2 판

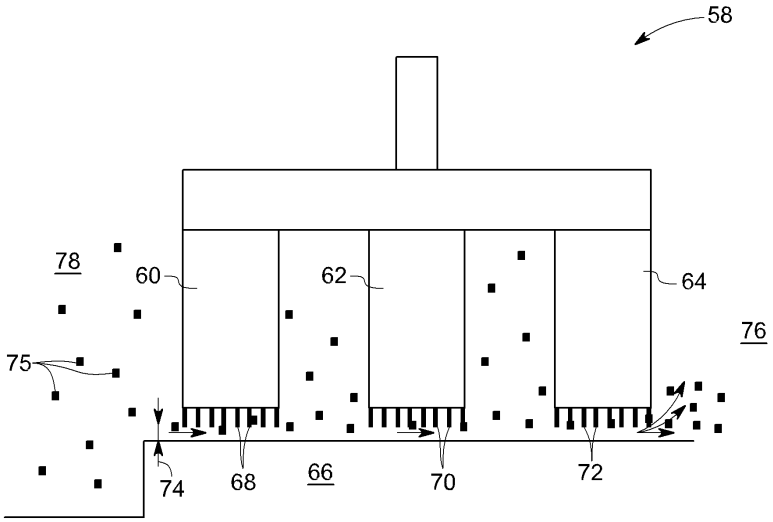
<50> 102 : 제 1 단부 104 : 제 2 단부

도면

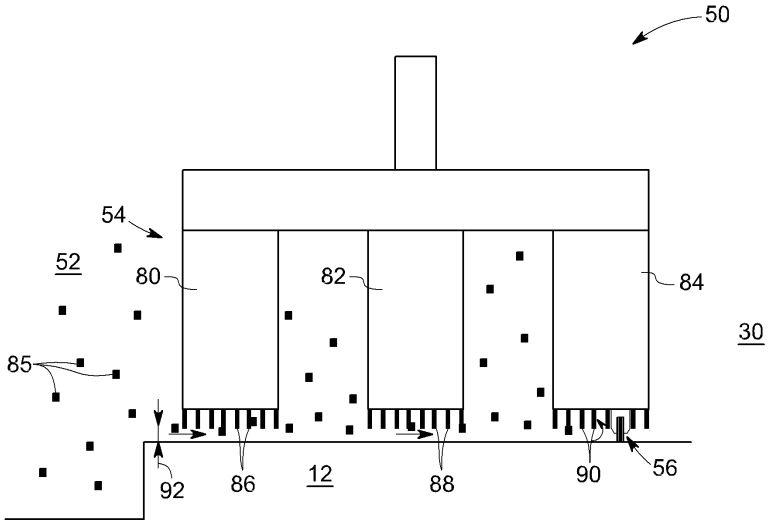
도면1


10
30
16
26
14
24
36
22
50
30
52
34
48
20
24
28
54
38
18
56
40
44
32
46
42
12

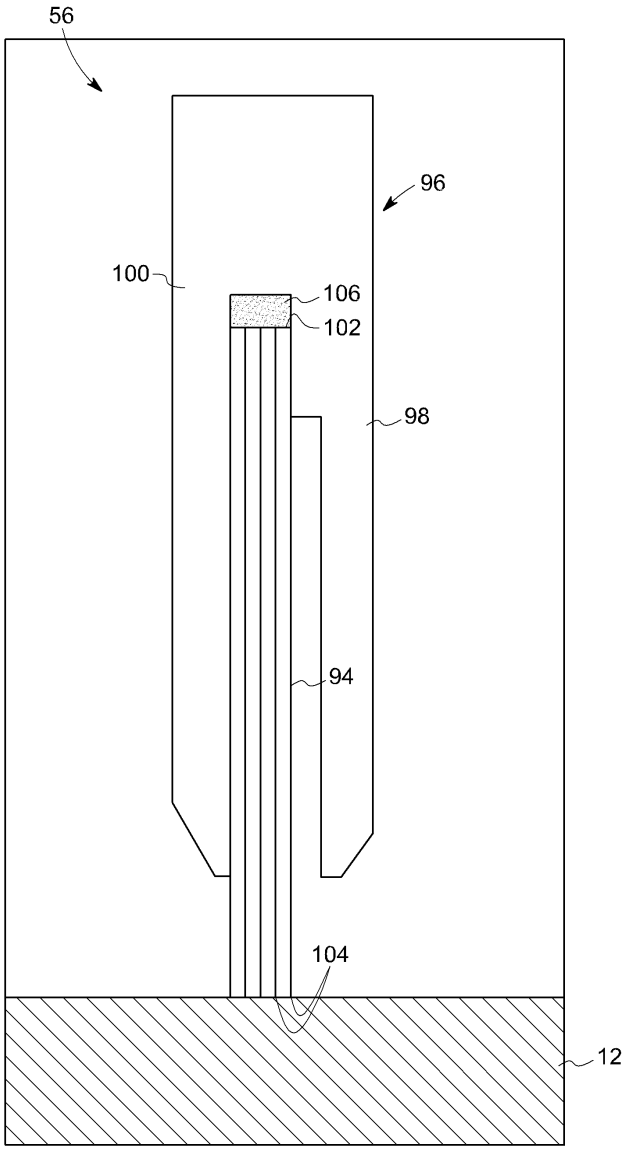
도면2


58
78
60
62
64
76
75
74
68
66
70
72

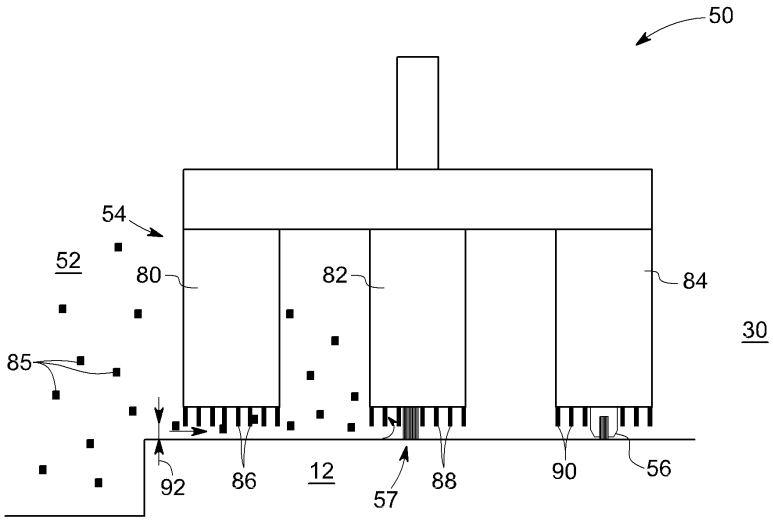
도면3


50
54
52
80
82
84
30
85
92
86
12
88
90
56

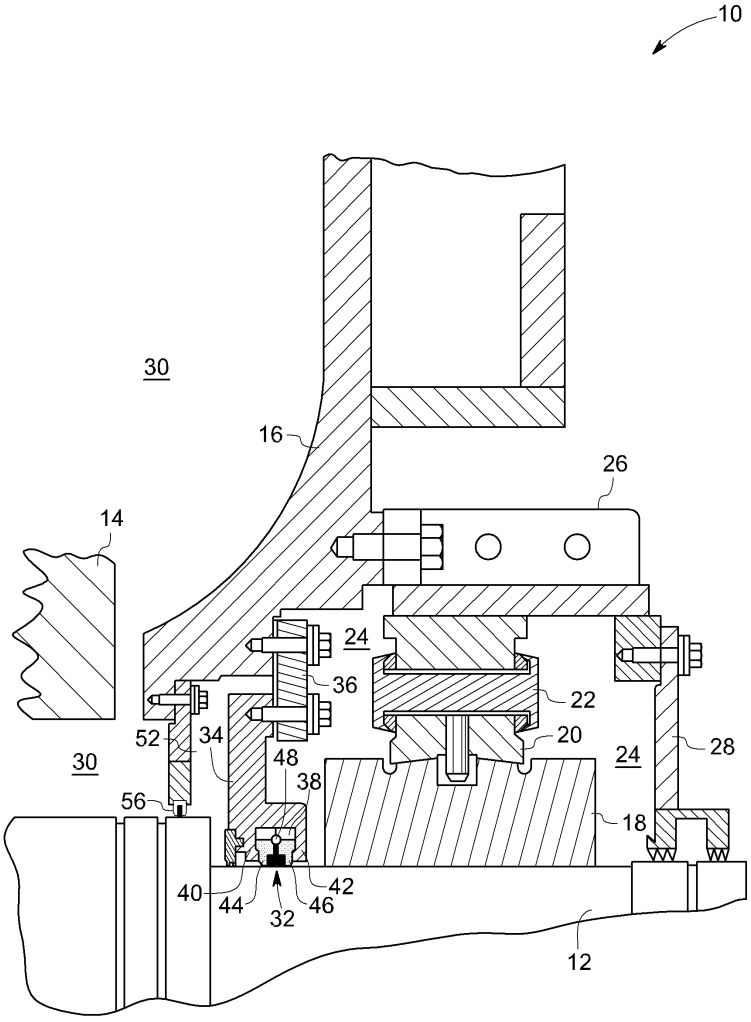
도면4



도면5


50
54
52
80
82
84
30
85
92
86
12
57
88
90
56

도면6


10
30
16
26
14
24
36
22
52
34
20
28
30
48
24
38
56
18
40
44
32
46
42
12