



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0027733
(43) 공개일자 2014년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04D 29/58 (2006.01) F04D 29/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0093682
(22) 출원일자 2012년08월27일
심사청구일자 2012년08월27일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
엄태인
대전광역시 유성구 엑스포로 501, 청구나래 아파트 109-1102호 (전민동, 나래아파트)
(74) 대리인
특허법인다울

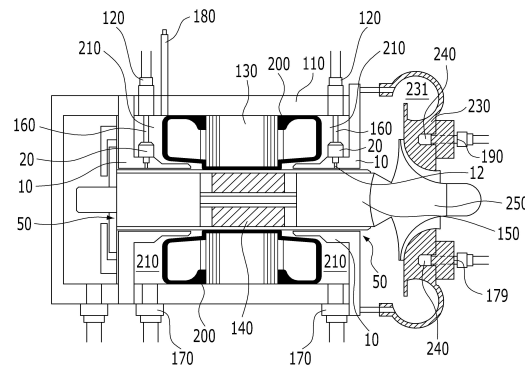
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치 및 이를 포함하는 기체 압축 시스템

(57) 요약

초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치 및 기체 압축시스템이 개시된다. 본 발명의 일 측면에 따른 기체 압축장치는, 모터 하우징, 상기 모터 하우징 내부에 설치된 수막 베어링, 및 상기 모터 하우징 내부의 공간에 냉각수가 유통되도록 형성된 모터 냉각부를 포함하는 모터와, 상기 모터에 연결되어 회전하는 임펠러, 및 상기 임펠러의 회전에 의해 기체가 압축되는 기체 압축실을 형성하고, 그 표면에 냉각수가 직접 접촉하며 유통되도록 형성된 임펠러 하우징 냉각부를 갖는 임펠러 하우징을 포함하고, 본 발명의 일 측면에 따른 기체 압축시스템은 전술한 기체 압축장치와 상기 모터의 수막 베어링, 상기 모터 냉각부, 및 상기 임펠러 하우징 냉각부에 냉각수를 순환시키는 냉각수 공급부 및 가열된 냉각수를 냉각시키는 방열기를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2010-136
부처명	지식경제부
연구사업명	신재생에너지기술개발사업
연구과제명	수증기 압축기술을 이용한 고효율 폐자원 극저 에너지 소모 건조 연료화 기술
기 여 율	1/1
주관기관	한밭대학교 산학협력단
연구기간	2010.07.01 ~ 2013.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

회전자를 갖는 회전축, 상기 회전자의 주변에 배치된 고정자, 및 상기 회전축의 일부분을 회전할 수 있도록 지지하는 수막 베어링을 포함하는 모터;

상기 모터의 회전축에 연결되어 상기 회전축과 일체로 회전하는 임펠러; 및

상기 모터 외부의 상기 임펠러가 설치된 쪽에 설치되어 상기 임펠러의 회전에 의해 기체가 압축되는 기체 압축실을 형성하고, 그 표면에 냉각수가 직접 접촉하며 유통되도록 형성된 임펠러 하우징 냉각부를 갖는 임펠러 하우징을 포함하는,

초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 모터는,

상기 고정자 주위를 둘러싸는 모터 하우징;

상기 모터 하우징 내부에서 상기 회전축, 상기 수막 베어링 및 상기 고정자를 제외한 나머지 공간에 냉각수가 유통되도록 형성된 모터 냉각부; 및

상기 고정자 표면의 적어도 일부를 덮는 것으로, 상기 모터 냉각부에 유통되는 냉각수가 상기 고정자에 권선된 코일에 닿지 않도록 차단하는, 방수 몰드를 포함하는 것을 특징으로 하는, 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 방수 몰드는 실리콘으로 이루어진 것을 특징으로 하는, 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 임펠러 하우징 냉각부는, 상기 임펠러 하우징의 외측면이 상기 기체 압축실 쪽으로 파인 트렌치 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는, 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 수막 베어링은,

상기 회전축의 일부를 둘러싸고, 상기 회전축에서 먼 외주면에서부터 상기 회전축과 마주하는 내주면까지 유체를 공급하는 유체 주입관이 구비된 베어링 하우징; 및

상기 베어링 하우징의 내주면에 구비되는 포일(foil)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 포일은,

탑 포일(top foil); 및

상기 탭 포일과 상기 베어링 하우징 사이에 위치하는 범프 포일(bump foil)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 고정자 주위를 둘러싸는 모터 하우징;

상기 모터 하우징의 일측에 구비되는 제 1 유체 공급구;

상기 유체 주입관과 연통하도록 상기 베어링 하우징의 외주면에 구비되는 제 2 유체 공급구;

상기 모터 하우징 내부에서 상기 제 1 유체 공급구와 상기 제 2 유체 공급구를 연결하는 연결관; 및

상기 모터 하우징의 일측에 구비되어 내부의 유체가 외부로 배출되도록 하는 드레인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 8

회전자를 갖는 회전축, 상기 회전자의 주변에 배치된 고정자, 및 상기 회전축의 일부분을 회전할 수 있도록 지지하는 수막 베어링을 포함하는 모터;

상기 모터의 회전축에 연결되어 상기 회전축과 일체로 회전하는 임펠러; 및

상기 모터 외부의 상기 임펠러가 설치된 쪽에 설치되어 상기 임펠러의 회전에 의해 기체가 압축되는 기체 압축실을 형성하고, 그 표면에 냉각수가 직접 접촉하며 유통되도록 형성된 임펠러 하우징 냉각부를 갖는 임펠러 하우징을 포함하고,

여기서, 상기 모터는,

상기 고정자 주위를 둘러싸는 모터 하우징; 상기 모터 하우징 내부에서 상기 회전축, 상기 수막 베어링 및 상기 고정자를 제외한 나머지 공간에 냉각수가 유통되도록 형성된 모터 냉각부; 및 상기 고정자 표면의 적어도 일부를 덮는 것으로, 상기 모터 냉각부에 유통되는 냉각수가 상기 고정자에 권선된 코일에 닿지 않도록 차단하는, 방수 몰드를 포함하는 것을 특징으로 하고,

상기 수막 베어링은,

상기 회전축의 일부를 둘러싸고, 상기 회전축에서 먼 외주면에서부터 상기 회전축과 마주하는 내주면까지 유체를 공급하는 유체 주입관이 구비된 베어링 하우징; 및 상기 베어링 하우징의 내주면에 구비되는 포일(foil)을 포함하는 것을 특징으로 하는,

초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치.

청구항 9

모터 하우징, 상기 모터 하우징 내부에 설치된 수막 베어링, 및 상기 모터 하우징 내부의 공간에 냉각수가 유통되도록 형성된 모터 냉각부를 포함하는 모터와, 상기 모터에 연결되어 회전하는 임펠러, 및 상기 임펠러의 회전에 의해 기체가 압축되는 기체 압축실을 형성하고, 그 표면에 냉각수가 직접 접촉하며 유통되도록 형성된 임펠러 하우징 냉각부를 갖는 임펠러 하우징을 포함하는 기체 압축장치;

상기 모터의 수막 베어링, 상기 모터 냉각부, 및 상기 임펠러 하우징 냉각부에 냉각수를 순환시키는 냉각수 공급부; 및

가열된 냉각수를 냉각시키는 방열기를 포함하는,

초고속 회전체를 이용한 기체 압축시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 수막 베어링 또는 상기 모터 냉각부를 거친 냉각수를 상기 임펠러 하우징 냉각부에 공급하고, 상기 임펠러

하우징 냉각부를 거친 냉각수를 방열기를 통해 냉각시키는 것을 특징으로 하는, 초고속 회전체를 이용한 기체 압축시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 회전식 기체 압축장치 및 이를 포함하는 기체 압축 시스템에 관한 것이다. 더 상세하게는, 고온(100~150℃) 및 고압(1~3 bar_절대기압)의 기체를 압축하고 그 압축비를 높일 수 있도록 임펠러를 초고속으로 회전시키는 모터를 포함하는 기체 압축장치와 이러한 장치를 적절히 냉각시켜 기체 압축 성능을 유지할 수 있도록 하는 구성을 포함하는 기체 압축 시스템에 관한 것이다. 회전식 기체 압축장치 및 이를 포함하는 시스템은, 예컨대 열 에너지를 이용하여 발생시킨 고온의 수증기를 활용하는 시스템에 적용될 수 있다.

배경기술

[0002] 일반적으로 회전식 기체 압축장치, 즉 원심펌프의 내부에서 회전하는 날개를 임펠러(impeller)라 한다. 임펠러는 회전하면서 기체 등의 유체에 운동에너지를 전달하고, 이 운동에너지로 인해 발생하는 기체 등의 원심력이 하우징 내에서 압력으로 변환되어 결국 기체 등의 압력을 상승시킨다. 따라서, 임펠러의 회전 속도가 빠를수록 기체 등의 압축비를 높일 수 있다. 그런데, 임펠러가 빠르게 회전하면 그 회전축을 지지하는 베어링에 심한 마찰이 발생한다.

[0003] 베어링은 일반적으로 회전 운동하는 축의 하중을 지지하며 운동이 원활하게 유지되도록 하는 수단이다. 베어링은 기계장치의 고속화와 더불어 직접 접촉 방식에서 최근에는 회전축과 고정체 사이에 기체를 주입하여 일정한 동압을 형성시키는 간접 접촉방식의 공기 포일 베어링(air foil bearing)이 개발되어 사용되고 있으며, 이 베어링은 회전축과 베어링 하우징 사이의 포일에 공기가 존재하여 기존 다른 직접 접촉식 형태의 베어링과 비교하여 마찰저항이 현저히 작아 고속회전이 가능할 뿐만 아니라 동력 소비가 작은 장점이 있다.

[0004] 공기 포일 베어링은 터보압축기, 터보쿨러, 터보발전기와 같은 터보머신 내에서 고속으로 회전하는 회전축을 반경방향으로 지지하는 데 사용된다. 공기 포일 베어링은 원통형 하우징의 내측에 탄성을 가지는 포일이 상호 중첩되도록 구비되고, 포일의 내측에는 회전축이 회전가능하게 구비된다. 회전축을 20,000 RPM 정도의 고속으로 회전시키면 포일과 회전축 사이의 공간에 공기 유동에 의한 동압이 형성되고, 공기의 동압에 의하여 포일은 회전축으로부터 멀어지는 쪽으로 탄성 변형되며, 회전축과 포일 사이에 공기층(air gap)이 형성됨으로써 회전축이 포일과의 직접 마찰 없이 회전을 할 수 있다.

[0005] 전술한 임펠러를 모터의 회전축에 설치하여 회전시키는 구성에 있어서, 공기 포일 베어링은 모터의 고정자에 대하여 회전 가능하게 설치된 회전자와 연결된 회전축의 원활한 회전을 위해 모터의 하우징과 회전축 사이에 구비된다. 이때, 회전자와 회전축이 고속으로 회전하게 되면 마찰에 의한 열과 모터의 코일에서 발생한 열에 의해 회전축이 가열되어 변형될 수 있을 뿐만 아니라, 회전축과 공기 포일 베어링을 팽창시키며, 베어링 내부의 공기 밀도가 낮아져 동압이 저하된다. 그 결과 공기 포일 베어링이 회전축의 하중을 견디지 못하고, 열팽창된 회전축이 공기 포일 베어링의 마찰면과 직접 접촉하게 되어 회전축이 원활히 회전하지 못하게 되며, 마찰이 심화되면 회전축과 포일 베어링의 열응축이 일어날 수도 있다.

[0006] 실제로 공기 포일 베어링이 적용된 모터에서 회전축의 회전속도가 높아져 초고속으로 회전할 경우, 어느 정도의 회전속도까지는 공기 포일 베어링의 지지력이 동압 증가로 인하여 높아지나, 회전축의 회전속도가 50,000 RPM을 초과하면 마찰열과 코일에서 발생한 열로 인하여 공기의 밀도가 감소하면서 오히려 회전축 지지력이 감소하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 고온(100~150℃), 고압(1~3 bar_절대기압) 기체를 50,000 RPM(분당 회전수) 이상의 초고속 임펠러에 의해 압축하는 회전식 기체 압축장치에 공기 포일 베어링(air foil bearing)을 적용할 경우, 회전축과 공기 포일 베어링 사이의 상당한 마찰열에 의한 기체의 온도 상승으로 밀도가 현저히 저하되어 회전체를 지지하는 기체 압력이 약화 되어 초고속 회전이 불가능하다. 이러한, 문제를 해결하기 위하여 초고속 회전시에도 베어링 내부의 동압

을 유지할 수 있도록 베어링의 개선이 필요하다.

[0008] 또한, 모터의 코일에서 발생하는 열이 베어링에 전달되어 악영향을 미치므로 모터에서 주로 발열하는 고정자 및 코일 부분을 효과적으로 냉각시키는 수단도 요구된다. 한편, 임펠러에 의해 기체가 압축되는 과정에서도 온도 상승을 수반한다. 이때 발생한 열이 임펠러 하우징 등에 축적되면 압축 기체의 밀도를 감소시킬 수 있으므로 임펠러 하우징을 냉각시키는 수단도 요구된다.

과제의 해결 수단

[0009] 전술한 과제의 해결을 위하여, 본 발명에 따른 초고속 회전체를 이용한 기체 압축장치는, 회전자를 갖는 회전축, 상기 회전자의 주변에 배치된 고정자, 및 상기 회전축의 일부분을 회전할 수 있도록 지지하는 수막 베어링을 포함하는 모터; 상기 모터의 회전축에 연결되어 상기 회전축과 일체로 회전하는 임펠러; 및 상기 모터 외부의 상기 임펠러가 설치된 쪽에 설치되어 상기 임펠러의 회전에 의해 기체가 압축되는 기체 압축실을 형성하고, 그 표면에 냉각수가 직접 접촉하며 유통되도록 형성된 임펠러 하우징 냉각부를 갖는 임펠러 하우징을 포함한다.

[0010] 여기서, 상기 모터는, 상기 고정자 주위를 둘러싸는 모터 하우징; 상기 모터 하우징 내부에서 상기 회전축, 상기 수막 베어링 및 상기 고정자를 제외한 나머지 공간에 냉각수가 유통되도록 형성된 모터 냉각부; 및 상기 고정자 표면의 적어도 일부를 덮는 것으로, 상기 모터 냉각부에 유통되는 냉각수가 상기 고정자에 권선된 코일에 닿지 않도록 차단하는, 방수 몰드를 포함할 수 있다. 상기 방수 몰드는 실리콘으로 이루어진 것일 수 있다.

[0011] 한편, 상기 임펠러 하우징 냉각부는, 상기 임펠러 하우징의 외측면이 상기 기체 압축실 쪽으로 파인 트렌치 구조를 포함하는 것일 수 있다.

[0012] 한편, 상기 수막 베어링은, 상기 회전축의 일부를 둘러싸고, 상기 회전축에서 먼 외주면에서부터 상기 회전축과 마주하는 내주면까지 유체를 공급하는 유체 주입관이 구비된 베어링 하우징; 및 상기 베어링 하우징의 내주면에 구비되는 포일(foil)을 포함하는 것일 수 있다. 상기 포일은, 탑 포일(top foil); 및 상기 탑 포일과 상기 베어링 하우징 사이에 위치하는 범프 포일(bump foil)을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 수막 베어링을 갖는 기체 압축장치는, 상기 고정자 주위를 둘러싸는 모터 하우징; 상기 모터 하우징의 일측에 구비되는 제 1 유체 공급구; 상기 유체 주입관과 연통하도록 상기 베어링 하우징의 외주면에 구비되는 제 2 유체 공급구; 상기 모터 하우징 내부에서 상기 제 1 유체 공급구와 상기 제 2 유체 공급구를 연결하는 연결관; 및 상기 모터 하우징의 일측에 구비되어 내부의 유체가 외부로 배출되도록 하는 드레인을 더 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 한 실시형태에 따른 기체 압축장치는, 회전자를 갖는 회전축, 상기 회전자의 주변에 배치된 고정자, 및 상기 회전축의 일부분을 회전할 수 있도록 지지하는 수막 베어링을 포함하는 모터; 상기 모터의 회전축에 연결되어 상기 회전축과 일체로 회전하는 임펠러; 및 상기 모터 외부의 상기 임펠러가 설치된 쪽에 설치되어 상기 임펠러의 회전에 의해 기체가 압축되는 기체 압축실을 형성하고, 그 표면에 냉각수가 직접 접촉하며 유통되도록 형성된 임펠러 하우징 냉각부를 갖는 임펠러 하우징을 포함하고, 여기서, 상기 모터는, 상기 고정자 주위를 둘러싸는 모터 하우징; 상기 모터 하우징 내부에서 상기 회전축, 상기 수막 베어링 및 상기 고정자를 제외한 나머지 공간에 냉각수가 유통되도록 형성된 모터 냉각부; 및 상기 고정자 표면의 적어도 일부를 덮는 것으로, 상기 모터 냉각부에 유통되는 냉각수가 상기 고정자에 권선된 코일에 닿지 않도록 차단하는, 방수 몰드를 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 수막 베어링은, 상기 회전축의 일부를 둘러싸고, 상기 회전축에서 먼 외주면에서부터 상기 회전축과 마주하는 내주면까지 유체를 공급하는 유체 주입관이 구비된 베어링 하우징; 및 상기 베어링 하우징의 내주면에 구비되는 포일(foil)을 포함하는 것일 수 있다.

[0014] 본 발명의 한 측면에 따른 기체 압축 시스템은, 모터 하우징, 상기 모터 하우징 내부에 설치된 수막 베어링, 및 상기 모터 하우징 내부의 공간에 냉각수가 유통되도록 형성된 모터 냉각부를 포함하는 모터와, 상기 모터에 연결되어 회전하는 임펠러, 및 상기 임펠러의 회전에 의해 기체가 압축되는 기체 압축실을 형성하고, 그 표면에 냉각수가 직접 접촉하며 유통되도록 형성된 임펠러 하우징 냉각부를 갖는 임펠러 하우징을 포함하는 기체 압축장치; 상기 모터의 수막 베어링, 상기 모터 냉각부, 및 상기 임펠러 하우징 냉각부에 냉각수를 순환시키는 냉각수 공급부; 및 가열된 냉각수를 냉각시키는 방열기를 포함한다.

[0015] 여기서, 상기 수막 베어링 또는 상기 모터 냉각부를 거친 냉각수를 상기 임펠러 하우징 냉각부에 공급하고, 상기 임펠러 하우징 냉각부를 거친 냉각수를 방열기를 통해 냉각시킬 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따르면, 모터와 회전체 즉, 임펠러의 회전축에 수막 포일 베어링을 적용하고, 모터에서 발생하는 열이 베어링에 영향을 미치지 않도록 열을 효과적으로 배출하여 50,000 RPM 이상의 초고속 회전이 가능하도록 하는 효과가 있다. 아울러, 임펠러의 초고속 회전과 함께 임펠러 하우징을 효과적으로 냉각시킴으로써 압축하고자 하는 기체, 예컨대 수증기의 온도를 최대 190℃, 압축기체의 상승 압력이 3 bar 이상인 고온 고압의 기체 압축장치를 제공하는 효과가 있다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따르면, 상기 기체 압축장치의 수막 베어링, 모터 냉각부 및 임펠러 하우징 냉각부에 냉각수를 효율적으로 순환시켜 상기 기체 압축장치를 효과적이고 효율적으로 운용할 수 있도록 하는 기체 압축시스템을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축장치의 내부를 보이는 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축장치의 외부를 보이는 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축시스템의 구성을 보이는 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축장치의 수막 베어링 부분을 발췌하여 확대한 도면이다.
- 도 5는 상기 도 4의 A-A 단면을 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다. 실시예를 통해 본 발명의 기술적 사상이 명확하게 이해될 수 있을 것이다. 또한, 본 발명이 이하에 설명된 실시예에 한정되는 것이 아니라 본 발명이 속하는 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있는 것이라는 점은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축장치의 내부를 보이는 단면도이고, 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축장치의 외부를 보이는 사시도이다. 본 실시예에 따른 기체 압축장치는 수막 베어링(50)을 포함하는 모터와 상기 모터의 회전축(150)에 연결된 임펠러(250)를 포함하는 회전식 기체 압축실(231)을 포함한다. 상기 모터는 모터 하우징(110)과 상기 모터 하우징(110) 내부에 설치되는 고정자(130), 그리고 상기 고정자(130)의 중심부에 설치되어 전자기력에 의해 회전축(150)을 회전시키는 회전자(140)를 포함한다. 상기 회전축(150)은 적어도 하나의 수막 베어링(50)에 의해 회전할 수 있도록 지지 되는데, 본 실시예에서는 상기 회전축(150)의 양 단부에 수막 베어링(50)이 각각 설치된다.
- [0021] 상기 수막 베어링(50)에는 상기 회전축(150)과 소정의 간극을 두고 상기 회전축(150)의 일부분을 둘러싸는 베어링 하우징(10)이 마련되고, 상기 베어링 하우징(10)과 상기 회전축(150)의 사이에 윤활 작용을 위한 유체, 예를 들어 물이 공급된다. 유체는 모터 외부로부터 공급되는데, 상기 모터 하우징(110)에 설치된 제1 유체 공급구(120)와 상기 베어링 하우징(10) 내부의 유체 주입관(12)에 연결되게 설치된 제2 유체 공급구(20) 및 모터 내부에서 이들을 연결하는 연결관(160)을 통해 공급될 수 있다. 상기 모터 하우징(110)은 내부 공간을 밀폐시키는 구조를 가지고, 상기 모터 하우징(110)의 다른 한 편에는 유체를 배출하는 드레인(170)이 설치된다. 상기 연결관(160)은 제1 유체 공급구(120)와 제2 유체 공급구(20)를 연결함으로써, 외부로부터 제1 유체 공급구(120)를 통해 공급된 유체가 제2 유체 공급구(20)로 전달될 수 있도록 한다. 상기 드레인(170)은 공급된 유체가 상기 수막 베어링(50)을 거친 후 상기 모터 하우징(110) 외부로 배출되도록 한다. 상기 드레인(170)은 적어도 하나 구비되며, 도면에 도시된 바와 같이 복수로 구비될 수 있다.
- [0022] 상기 수막 베어링(50)에 제2 유체 공급구(20)를 통해 물을 비롯한 유체가 공급되면 상기 유체 주입관(12)을 통해 회전축(150) 둘레에 유체가 전달된다. 회전축(150)은 모터의 회전력에 의해 초고속으로 회전하고, 그로 인해 공급된 유체는 수많은 미세한 액적을 형성하게 된다. 이러한 미세 액적이 회전축(150) 둘레를 포함한 수막 베어링(50) 내부의 밀도를 증가시켜 높은 강성을 유지할 수 있도록 한다. 유체는 상기 제1 유체 공급구(120)를 통해 주기적으로, 혹은 연속적으로 공급되고, 내부를 순환한 유체는 상기 드레인(170)을 통해 외부로 배출된다. 또한, 미세 액적은 상기 회전축(150)과 상기 수막 베어링(50) 내부에 마련된 포일(미도시) 등의 구조물을 냉각

하는 기능도 아울러 수행함으로써, 이들의 열팽창을 방지하여 회전축(150)이 초고속으로 회전하더라도 원활하게 운전될 수 있도록 한다.

[0023] 이와 같이 고강성의 수막 베어링(50)은 회전축(150)의 회전속도가 증가하여 기존의 공기 포일 베어링의 한계 속도를 초과하는 상황에서도, 회전축(150) 주위의 밀도를 증가시켜 높은 강성을 유지시키고, 포일 등 베어링 내부 구조물과 회전축의 과열에 의한 열응축 등의 문제를 미연에 방지하게 된다. 또한, 수막 베어링(50)은 베어링 강성 확보로 임펠러(250)의 회전으로도 증기와 같은 기체를 압축시킬 수 있도록 함으로써, 증기 압축기와 같이 초고속 회전에 의해 고압을 형성해야 하는 경우에도 적용될 수 있다. 또한, 기존의 일반적인 공기 포일 베어링과 대비하여 베어링의 폭(도 1에서 베어링 하우징(10)의 좌단과 우단 사이의 거리)을 감소시키고 회전축(150)의 길이를 감소시키더라도 충분히 베어링의 강성을 유지할 수 있으므로, 모터의 소형화도 가능하다.

[0024] 한편, 상기 모터 하우징(110) 내부에는 냉각수가 유통될 수 있는 공간인 모터 냉각부(210)가 마련되고, 상기 모터 하우징(110)에는 외부로부터 상기 모터 냉각부(210)로 냉각수를 공급하는 제 1 냉각수 주입구(180)가 마련될 수 있다. 상기 고정자(130)는 전기가 흐르는 코일을 포함하므로, 누전을 차단하기 위해 상기 고정자(130)의 코일과 상기 모터 냉각부(210) 사이에는 방수 몰드(200)가 배치된다. 상기 방수 몰드(200)는 상기 고정자(130)를 완전히 둘러싸는 것일 수도 있고, 고정자(130)의 코일과 모터 하우징(110)이 접촉하는 부분을 제외한 나머지 부분을 둘러싸는 것일 수도 있다. 상기 방수 몰드(200)는 고무와 같이 신축성이 있는 소재로 이루어지고 상기 모터 하우징(110)의 내벽에 밀착되어 고무 패킹과 같이 냉각수가 코일 측으로 유입되는 것을 방지하는 구조를 가질 수 있다. 모터의 작동시에 상기 고정자(130)의 코일에서는 많은 열이 발생하므로, 상기 방수 몰드(200)는 실리콘 러버(silicon rubber) 또는 에폭시 수지(epoxy resin) 같이 열에 강하고 비교적 열전도도가 높은 소재로 형성될 수 있다.

[0025] 상기 모터 냉각부(210)는 전술한 드레인(170)과 연결될 수 있다. 상기 제 1 냉각수 주입구(180)를 통해 주입된 냉각수는 상기 모터 냉각부(210) 내부를 돌며 상기 고정자(130)를 냉각시킨 후 상기 수막 베어링(50)에서 배출된 유체와 함께 상기 드레인(170)을 통해 배출될 수 있다. 본 실시예와 달리 모터 하우징에 별도의 냉각수 배출구가 마련될 수도 있음은 물론이다. 냉각수는 상기 모터 냉각부(210) 뿐만 아니라 상기 고정자(130)와 상기 회전자(140) 사이의 간극에도 유입될 수 있는데, 이 경우 유입된 냉각수가 초고속으로 회전하는 상기 회전자(140)의 표면에 닿으며 미세한 액적을 형성하여 상기 수막 베어링(50)의 기능을 보조할 수도 있다.

[0026] 한편, 상기 회전축(150)과 연결된 임펠러(250) 쪽에는 기체 압축실(231)을 형성하는 임펠러 하우징(230)이 배치된다. 상기 임펠러 하우징(230)에는 냉각수가 유통되는 공간인 임펠러 하우징 냉각부(240)가 마련된다. 상기 임펠러 하우징 냉각부(240)는 임펠러(250)의 주변부를 따라 링 형태로 배치될 수 있다. 상기 임펠러 하우징 냉각부(240)는, 예컨대 상기 임펠러 하우징(230)의 바깥쪽에 형성된 트렌치에 덮개가 덮인 구조로 형성될 수 있으며, 외부로부터 상기 임펠러 하우징 냉각부(240)에 냉각수를 주입하는 제 2 냉각수 주입구(190)와 냉각수를 배출하는 임펠러 하우징 드레인(179)과 연결될 수 있다.

[0027] 도 2를 참조하여 본 실시예에 따른 기체 압축장치에서의 베어링 유체와 냉각수의 흐름을 살펴보면, 상기 제 1 유체 공급구(120)를 통해 베어링 유체가 주입되고(Bin), 상기 제 1 냉각수 주입구(180)를 통해 냉각수가 주입된다(Min). 모터 하우징(110) 내부에서 합류된 상기 베어링 유체와 냉각수는 상기 드레인(170)을 통해 모터 외부로 배출된다(Mdrain). 여기서, 상기 베어링 유체와 냉각수는 동일한 유체일 수 있고, 물 또는 물을 주성분으로 한 유체일 수 있다. 한편, 상기 제 2 냉각수 주입구(180)를 통해 주입된(Hin) 냉각수는 상기 임펠러 하우징(230)과 그 내부의 기체를 냉각시킨 후 상기 임펠러 하우징 드레인(179)으로 배출된다(Hout).

[0028] 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축시스템의 구성을 보이는 블록도이다. 본 실시예에 따른 기체 압축시스템은, 전술한 도 1 내지 도 2의 실시예에 따른 기체 압축장치를 포함하고, 상기 수막 베어링(50), 상기 모터 냉각부(210) 및 상기 임펠러 하우징 냉각부(240)에 냉각수를 공급하는 냉각수 공급부(270)와, 이들로부터 열을 흡수한 냉각수를 방열시키는 방열기(260)를 포함하는 냉각수 순환 시스템을 포함한다. 여기서는 상기 베어링 유체와 냉각수가 동일한 유체인 경우를 가정하여 이들을 동일하게 냉각수로 칭하여 설명한다. 먼저, 냉각수 공급부(270)가 상기 수막 베어링(50)과 상기 모터 냉각부(210)에 냉각수를 공급한다. 수막 베어링(50) 내에서 미세한 액적을 형성했던 냉각수는 모터 내부에서 상기 모터 냉각부(210) 내의 냉각수와 합쳐져서 드레인을 통해 모터 외부로 배출된다.

[0029] 이때, 상기 냉각수 공급부(270)는 상기 수막 베어링(50)과 상기 모터 냉각부(210)에 각각 다른 압력과 유량으로 냉각수를 공급할 수 있다. 동일한 압력에 다른 유량으로 냉각수를 공급할 수도 있다. 예를 들어, 상기 수막 베어링(50) 측에는 분당 0.1~10리터의 물을 2~6 bar의 절대압력으로 주입할 수 있고, 이는 수막 베어링(50)에서

모터의 회전 속도에 따라 미세 액적이 원활하게 발생하도록 조절될 수 있다. 상기 모터 냉각부(210) 측에는 일반적인 상수도의 공급 압력 범위에서 상기 모터 냉각부(210)의 용량 및 모터의 발열량에 따라 적절한 유량의 냉각수를 주입할 수 있다.

[0030] 상기 모터 하우징의 드레인을 통해 배출된 냉각수는 이송되어 다시 임펠러 하우징 냉각부(240)로 공급된다. 이때, 상기 드레인에서의 배출 압력에 의해 냉각수를 이송할 수도 있고, 필요에 따라서는 펌프를 이용하여 냉각수를 이송하고 상기 임펠러 하우징 냉각부(240)에 주입할 수도 있다. 상기 모터의 작동 온도는 임펠러 하우징의 작동 온도에 비해서는 상대적으로 낮으므로, 상기 모터 냉각부(210)를 거쳐 배출된 냉각수를 상기 임펠러 하우징 냉각부(240)에 주입하여도 충분한 냉각 효과를 얻을 수 있고, 냉각수를 효율적으로 활용할 수 있다.

[0031] 상기 임펠러 하우징 내부의 기체는 온도가 매우 높으며, 임펠러에 의한 기체의 압축과, 기체와 임펠러 사이의 마찰 등으로 인해 열이 더 발생한다. 예를 들어, 임펠러에 의해 1bar 정도 압력이 상승된 증기의 온도는 190℃ 이상에 이를 수 있다. 따라서, 상기 임펠러 하우징 냉각부(240)를 통과한 냉각수 역시 높은 온도를 띠게 되므로, 방열기(260)를 통해 다시 냉각시킨 후에 상기 냉각수 공급부(270)로 보내어 재순환될 수 있다. 상기 방열기(260)는 외부로 열을 방출하여 냉각수의 온도를 낮추는 장치로서, 공냉식 냉각탑 또는 수냉식 냉각탑 등이 적용될 수 있다.

[0032] 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 기체 압축장치의 수막 베어링 부분을 발췌하여 확대한 도면이고, 도 5는 상기 도 4의 A-A 단면을 도시한 단면도이다. 상기 도 4는 회전축의 길이 방향에 평행한 단면을 도시하고, 상기 도 5는 회전축의 길이 방향에 수직인 단면을 도시한다.

[0033] 본 발명의 한 실시예에 따른 수막 베어링은, 도 4 및 도 5를 참조하면, 베어링 하우징(10)과 유체 공급구(20) 및 포일(30)을 포함하여 이루어진다. 여기서 유체로는 물이나 물을 주성분으로 하는 액체뿐만 아니라 공기보다 밀도가 높은 액체이면 어떤 것이든 적용될 수 있다. 다만, 본 실시예에서는 베어링 유체와 냉각수에 동일한 유체를 적용하는 것이 바람직하다.

[0034] 베어링 하우징(10)은 수막 베어링의 외형을 이루는 부분으로, 내부에 포일(30)과 회전축(150)이 삽입된다. 베어링 하우징(10)은 유체 주입관(12)과 하우징 결합부(14)를 구비한다. 상기 유체 주입관(12)은 베어링 하우징(10)의 일측에 구비되는 유체 공급구(20)의 단부와 연통되며, 유체 공급구(20)를 통해 공급된 유체를 포일(30) 방향으로 주입한다. 하우징 결합부(14)는 모터 하우징(110)에 수막 베어링을 고정시키는 역할을 수행한다. 유체 공급구(20)는 단부가 유체 주입관(12)과 연통하도록 베어링 하우징(10)의 일측에 구비된다.

[0035] 포일(30)은 베어링 하우징(10)의 내주면에 구비되며, 회전 샤프트(150)와 일정 간격만큼 이격되어 회전축(150)과의 사이에 공극을 형성한다. 일례로, 포일(30)은 도 5에 도시된 바와 같이 탑 포일(top foil)(32)과 범프 포일(bump foil)(34)로 구성될 수 있다. 이와 같은 범프형 포일 베어링은 회전축(150)의 기동과 정지시 범프 포일(34)과 베어링 하우징(10) 또는 범프 포일(34)과 탑 포일(32) 사이의 마찰에 의해 진동 감쇠가 용이하고, 운전시 회전축(150)을 지지하는 스프링의 강성이 매우 우수한 특성을 갖는다.

[0036] 유체 공급구(20)를 통해 물을 비롯한 유체가 공급되면 유체 주입관(12)을 통해 회전축(150)에 유체가 전달된다. 회전축(150)은 초고속으로 회전하는 관계로, 유체가 공급되면 이를 분무(噴霧)시켜 수많은 미세한 액적(液滴)을 형성시킨다. 이때, 미세 액적은 수증기와는 달리, 액체 분자들이 덩어리를 이루고 있으므로 밀도가 크다. 물을 비롯한 유체는 공기에 비해 매우 큰 밀도를 가지므로, 이러한 미세 액적이 회전축(150)과 포일(30)에 분무되면 포일(30)을 포함한 베어링의 온도를 감소시키고 밀도를 증가시켜 고강성을 유지할 수 있도록 한다.

[0037] 이와 더불어, 액체 분자 적은 포일(30)과 회전축(150)의 냉각 기능도 아울러 수행함으로써, 포일(30)과 회전축(150)의 열팽창을 방지하여 회전축(150)이 초고속으로 회전하더라도 원활하게 기동될 수 있도록 한다.

[0038] 일반적인 공기 포일 베어링과 같이 공기만으로의 냉각은 베어링과 회전축의 열팽창에 의한 밀도 감소로 강성이 저하되는 현상을 저지하기 어렵다. 그러나, 본 발명에 따른 수막 베어링은 포일(30)과 회전축(150) 사이에 액체에 의한 수막(water screen)을 형성시켜 공기에 의한 냉각에 액체에 의한 냉각이 부가될 수 있도록 함으로써, 베어링의 강성을 극대화할 수 있다.

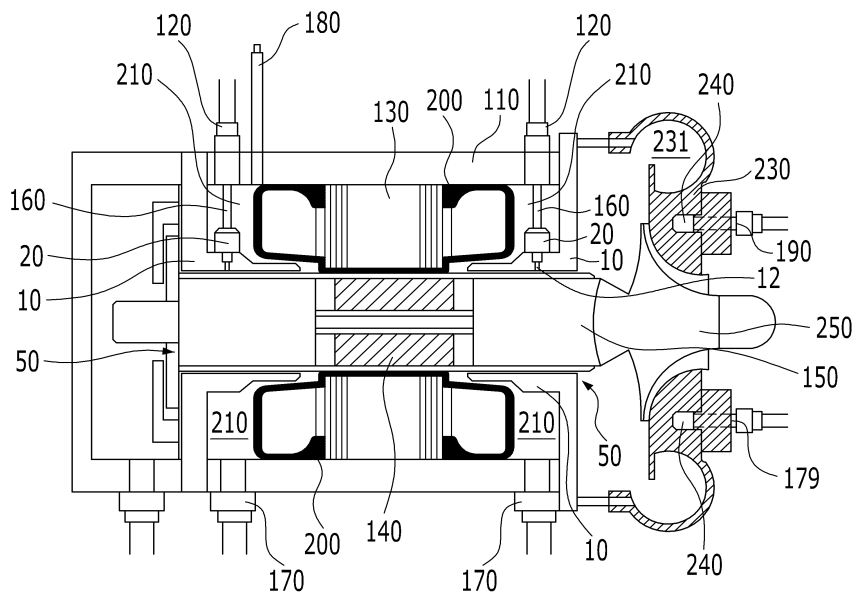
부호의 설명

[0039] 10 - 베어링 하우징 20 - 제2 유체 공급구

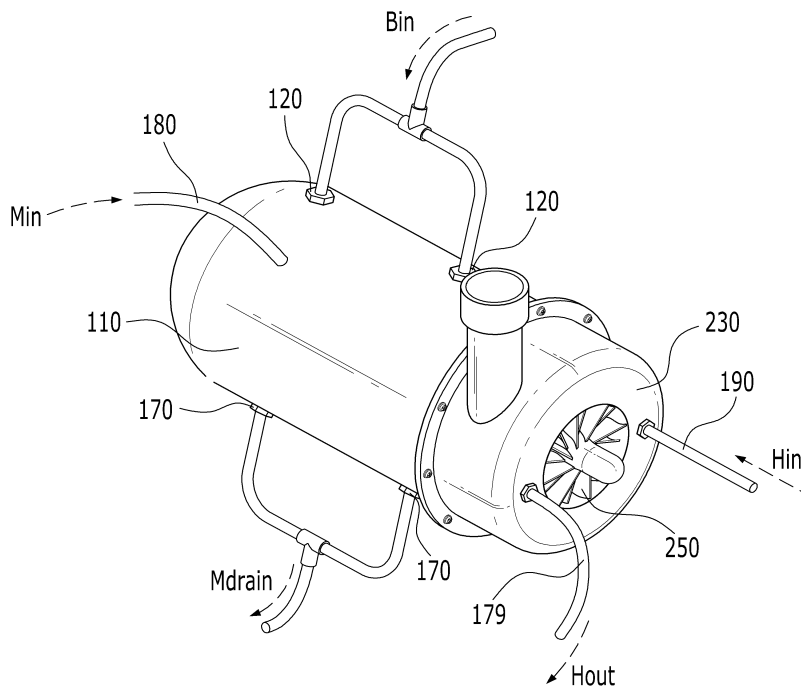
- | | |
|------------------|------------------|
| 30 - 포일 | 50 - 수막 베어링 |
| 110 - 모터 하우징 | 120 - 제1 유체 공급구 |
| 130 - 고정자 | 140 - 회전자 |
| 150 - 회전축 | 160 - 연결관 |
| 170 - 드레인 | 210 - 모터 냉각부 |
| 180 - 제1 냉각수 주입구 | 190 - 제2 냉각수 주입구 |

도면

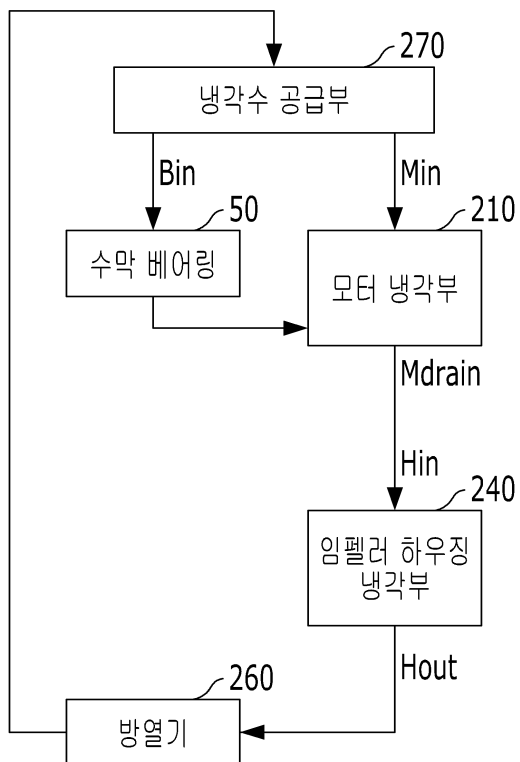
도면1



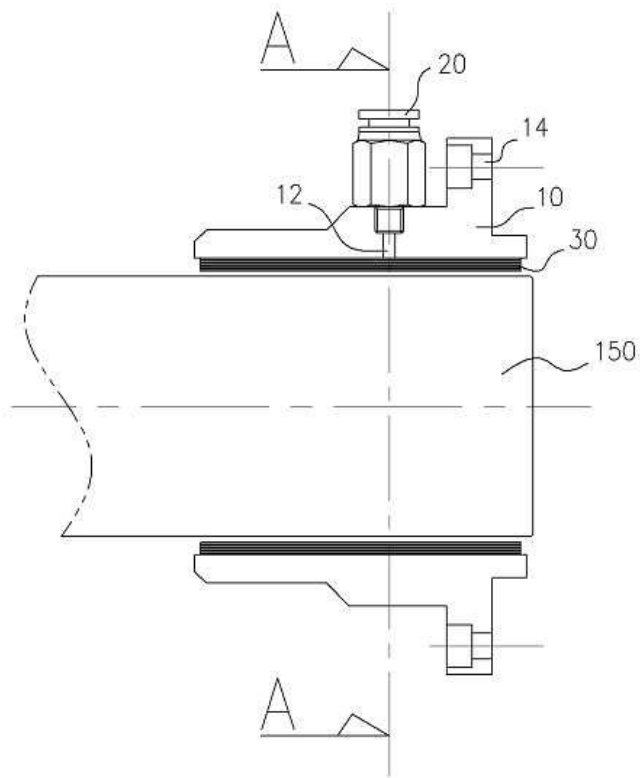
도면2



도면3



도면4



도면5

