



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. F04D 25/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년06월25일 10-0732275 2007년06월19일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2000-0079849 2000년12월21일 2005년09월05일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2001-0062597 2001년07월07일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장	1999-363097 2000-205017	1999년12월21일 2000년07월06일	일본(JP) 일본(JP)
------------	----------------------------	----------------------------	------------------

(73) 특허권자 비오씨 에드워즈 가부시킴가이샤
일본국 도쿄도 치요다구 유라쿠초 1쵸메 9-4 산시카이칸

(72) 발명자 오타치요시노부
일본국치바켄나라시노시야시킴4쵸메3반1고세이코세이킴가부시킴가이샤내

나미키히로타카
일본국치바켄나라시노시야시킴4쵸메3반1고세이코세이킴가부시킴가이샤내

야마우치아키라
일본국치바켄나라시노시야시킴4쵸메3반1고세이코세이킴가부시킴가이샤내

(74) 대리인 한양특허법인

(56) 선행기술조사문헌 EP0220581 A JP61294191 A	US5166566 A EP0768467 A
--	----------------------------

심사관 : 탁형엽

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 진공펌프

(57) 요약

본 발명은 댐퍼를 사용하지 않고 외부 용기로의 진동 전파를 억제할 수 있는 진공펌프를 제공한다.

이 진공펌프는 외측 원통부(16)와, 이 외측 원통부(16) 내에 수납되는 흡입구(38)에서 흡입된 기체의 이송부를 형성하는 회전자 부분(14) 및 고정자 부분(18)과, 회전자 부분(14)을 고정자 부분(18)에 대해 지지하는 자기베어링(20)과, 회전자 부분(14)을 고정자 부분(18)에 대해 회전시키는 모터(21)와, 외측 원통부(16) 및 고정자 부분(18)을 지지하는 베이스(19)

를 구비하고, 고정자 부분(18)과 베이스(19) 사이에, 고유진동수($F = (f_1 + f_3) / 2 \pm (f_1 - f_3) / 4$)를 갖는 진동흡수성부재(50)가 개재되어 있는 진공펌프이다. 단, 회전자 부분이 정격 속도로 회전될 때, f_1 , f_2 및 f_3 각각은, 원추모드(conical mode)에서의 장동(nutation)의 고유진동수, 병렬모드(paralle mode)에서의 고유진동수 및 원추모드에서의 세차운동(precession)의 고유진동수를 나타낸다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

진공펌프에 있어서,

외부 용기에 연결되어, 상기 외부 용기 내의 기체를 흡입하는 흡입구가 일 단부에 형성된 외측 원통부와,

상기 외측 원통부에 회전가능하게 수납되는 회전자 부분과,

상기 외측 원통부 내에 배치되고, 상기 회전자 부분과 함께, 상기 흡입구에서 흡입된 기체를 이송하기 위한 이송부를 형성하는 고정자 부분과,

상기 회전자 부분을 부상 지지하는 자기베어링과,

상기 회전자 부분을 회전 구동시키는 모터부분과,

상기 외측 원통부의 타단부에 상기 외측 원통부 및 상기 고정자 부분을 지지하는 베이스와,

상기 외측 원통부 및 상기 고정자 부분 중, 적어도 일방과 상기 베이스와의 사이에 개재되고, 상기 외측 원통부 및 상기 고정자 부분 중, 적어도 일방을 상기 베이스에 대해 변위가능하게 지지하는 진동흡수부재를 구비하며,

상기 진동흡수부재는, 회전자 부분이 정격 속도로 회전될 때, f_1 , f_2 및 f_3 각각이, 원추모드(conical mode)에서의 장동(nutation)의 고유진동수, 병렬모드(paralle mode)에서의 고유진동수 및 원추모드에서의 세차운동(precession)의 고유진동수를 나타내는 경우에,

$$F = (f_1 + f_3) / 2 \pm (f_1 - f_3) / 4$$

의 관계를 만족하는 고유진동수(F)를 갖는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 진동흡수부재는, 실리콘 겔을 포함하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 진동흡수부재는 상기 고정자 부분과 상기 베이스 사이에 개재되며, 상기 진공펌프는 상기 고정자 부분의 상기 베이스에 대해 변위가능한 범위를 규제하기 위한 변위규제수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 고정자 부분은, 상기 베이스에 형성된 평면에 실질적으로 평행하게 돌출된 돌출부를 포함하고,

복수 개의 규제구멍은 상기 돌출부의 원주방향으로 배열되어 있고,

상기 변위규제수단은 규제볼트와 규제부재를 포함하는데, 상기 규제볼트는 상기 진동흡수부재보다 강성이 더 큰 재료로 형성되며, 상기 규제볼트는 그 선단이 상기 고정자 부분에 고정되어 있는 상태에서 상기 규제구멍에 헐렁하게 삽입되어 있고,

상기 규제부재는, 상기 규제볼트의 축 주위에 고정되어 상기 돌출부의 상기 규제구멍의 원주면과 이격되는 규제원통과,

상기 규제원통 양단부로부터 각각 외측으로 연장되어, 상기 돌출부와 이격되면서 상기 돌출부에 대해 서로 대향 배치되는 두 개의 판 형상부를 구비하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 5.

외부 용기에 연결되어, 상기 외부 용기 내의 기체를 흡입하는 흡입구가 형성된 플랜지부와,

상기 플랜지부에 일단측이 연결되거나 일체로 형성된 외측 원통부와,

상기 외측 원통부의 타단측에 연결되어, 상기 플랜지부 및 상기 외측 원통부와 함께 상기 흡입구를 통해 상기 외부 용기 내측과 연통하는 중공부를 형성하는 베이스와,

상기 베이스에 지지되고 상기 중공부 내에 수납되는 고정자 부분과,

상기 중공부 내에 수납되는 회전자 부분과,

상기 회전자 부분을 상기 고정자 부분에 대해 회전가능하게 지지하는 베어링과,

상기 베어링에 의해 지지되고, 상기 회전자 부분을 상기 고정자 부분에 대해 회전 구동시키는 모터를 구비한 진공펌프로서,

상기 플랜지부와 상기 외측 원통부와의 사이, 및 상기 외측 원통부와 상기 베이스와의 사이 중, 적어도 하나에, 탄성 및/또는 점성에 의해 진동의 전파를 저감하는 진동흡수성 재료를 포함하는 진동흡수수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 외측 원통부에, 상기 중공부 내의 기체를 배출하기 위한 배기구가 형성되어 있고,

상기 진동흡수수단은, 상기 플랜지부, 상기 외측 원통부, 및 상기 외측 원통부와 상기 플랜지부를 연결하는 조인트부 중, 적어도 하나에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 7.

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 베이스에, 상기 중공부 내의 기체를 배출하는 배기구가 형성되어 있고, 상기 진동흡수수단은, 상기 플랜지부와 상기 외측 원통부와 사이, 및 상기 외측 원통부와 상기 베이스와 사이 중, 적어도 하나에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 8.

제5항에 있어서,

상기 진동흡수수단은, 스프링부재, 고무로 형성된 고무부재, 겔 물질로 형성된 겔 부재, 및 벨로우즈 중, 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 9.

제5항에 있어서,

상기 플랜지부는, 상기 외측 원통부와 별체로 형성되어 있고,

상기 진동흡수수단은, 상기 플랜지부와 상기 외측 원통부를 연결하는 조인트부에 배치되는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 플랜지부의 상기 외측 원통부에 대한 위치를 소정의 범위로 규제하는 규제수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 11.

제5항에 있어서,

상기 고정자 부분 및 상기 회전자 부분을 포위하도록 이들의 반경방향 외측으로 배치되고, 상기 외측 원통부의 내주면을 따라 배치되는 시이트 형태의 자기차폐부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

청구항 12.

제5항에 있어서,

상기 외측 원통부와 상기 플랜지부를 연결하는 조인트부에 배치되는 전기적으로 고절연저항재료로 형성된 절연부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 진공펌프.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 외부 용기 내에 수납된 기체를 흡입하기 위해 외부 용기와 연통하는 진공펌프에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 댐퍼를 사용하지 않고 외부 용기로의 진동 전파를 억제할 수 있는 진공펌프에 관한 것이다.

터보분자펌프 또는 나사홈식(thread groove type) 펌프와 같은 진공펌프가 알려져 있고, 이 진공펌프는 외부 용기 내에 수납된 기체를 흡입하기 위해 외부 용기와 연통하고 있다. 진공펌프는 반도체 제조장치, 액정 제조장치 등과 함께 드라이 에칭(dry etching), CVD 등 동안 챔버 내의 처리 기체가 배출되는 진공 프로세스를 수행하는 경우에 광범위하게 사용되고 있다. 이러한 진공펌프는 또한 전자 현미경 등과 같은 측정장치에 사용되고 있다.

이러한 진공펌프는, 외부 용기와 연통하는 외측 원통부가 그 일단부를 베이스에 고정되어, 외부 용기 내의 기체가 타단부에서 외측 원통부의 내측으로 유도되도록 구성되어 있다. 외측 원통부의 내측에는, 베이스에 직접 연결되거나 다른 부품을 통해 연결되는 회전자 부분과 고정자 부분이 배열되어 있다. 회전자 부분과 고정자 부분 중 어느 하나의 외측 원주면은 다른 내측 원주면에 대면하고, 회전자 부분과 고정자 부분 사이의 기체를 이송하는 기체이송부를 형성하고 있다.

그리고, 회전자의 회전에 의해, 기체이송부 내의 기체가 이송되어, 외부 용기 내의 기체를 그내에 흡입되도록 구성되어 있다.

터보분자펌프에는, 복수 개의 스페이서(spacer)가 회전자 부분과 동축으로 고정자 부분에 배열되고, 고정자 블레이드가 회전자 부분을 향해 돌출하는 인접 스페이서 사이에 각각 배열되어 있다. 회전자 블레이드는 인접 고정자 블레이드 사이의 스페이서로 각각 돌출하는 회전자 부분에 배열되어 있다. 그리고, 회전자 블레이드가 회전하여 기체 분자에 대해 충돌하여 이송된다.

나사 홈식 펌프에는, 회전자 부분과 고정자 부분의 대향 원주면 중 하나에 나사홈이 형성되어 있다. 이처럼, 회전자가 회전하여, 기체 점성을 이용하여 기체를 이송한다.

한편, 전술한 진공펌프는, 예컨대 전자 현미경 또는 미소 진동에 의해 큰 영향을 받는 다른 장치에 적용될 수 있다.

종래 기술에 있어서, 진공펌프는 진동이 전파되기 용이한 재료로 형성되어 있다. 즉, 회전자 부분과 베이스는 알루미늄 합금(진동에 대한 대수 감쇄율은 약 0.0002 이다)으로 형성되고, 외측 원통부와 볼트는 부품을 서로 체결하기 위한 SUS 합금(진동에 대한 대수 감쇄율은 약 0.01 이다)으로 형성되어 있다. 그 결과, 회전자 부분의 회전과 연관된 진동은 고정자 부분과 외측 원통부를 통해 전파되어 이에 연결된 외부 장치에 역효과를 미치는 결점이 있다.

이런 이유 때문에, 도 4에 도시한 바와 같이, 회전자의 회전에 의해 발생하는 진동이 진공펌프에 연결된 외부 용기에 전파되지 않도록 외부 용기의 파이프(C)와 진공펌프(100)의 외측 원통부(116) 사이에 댐퍼(D)를 개재시키는 기술적 해결안이 제안되었다.

댐퍼(D)의 실시예로서, 벨로우즈형상으로 절곡되고, 실리콘 고무 등으로 도포된 얇은 SUS 제조의 원통부재가 사용되고 있다. 양호한 댐퍼 특성을 갖기 위해 댐퍼(D) 전체의 고유 진동수가 20 Hz 이하가 되도록 댐퍼(D)는 구성되어 있다. 진공펌프(100) 사용시, 댐퍼(D)는 댐퍼(D)에 외부에 장착되는 호스 밴드 등으로 체결되어 있다.

그러나, 진공펌프(100)의 진동 전파를 피하기 위한 해결안으로서 댐퍼(D)의 사용은, 댐퍼(D) 길이에 대응하는 축방향으로 별도 공간이 필요하다. 진공펌프(100)에 댐퍼(D)를 장착하기 위해 필요한 공간은 축방향으로 대략 10 cm 정도이다. 또, 댐퍼(D)에 대응하는 비용 상승도 또한 필요하다.

댐퍼(D)의 장착 및 분리의 수고가 필요하고, 이는 성가신 작업이다. 또, 댐퍼(D)의 특성은 댐퍼(D)의 장착 상태에 따라 변화될 수 있다.

더욱이, 양호한 진동 감쇄 효과를 얻기 위해 벨로우즈형 부재가 필요하기 때문에 전술한 벨로우즈형 부재는, 고강성부재 또는 두꺼운 부재로 형성될 수 없다. 이런 이유 때문에, 회전자 부분의 회전 토오크에 의한 과도한 힘이 부재에 작용하면, 부재를 파손시킬 수 있다. 이러한 파손을 방지하기 위해서 회전 방지 부재와 같은 보강부재를 설치한다는 것을 고려할 수 있지만, 이러한 보강부재의 설치에 별도의 비용 상승이 필요하고 장치의 구조를 복잡하게 한다. 그 결과, 장착 및 분리와 같은 유지 작업이 번거롭게 된다.

또한, 펌프 전체의 고유 진동수는 진공펌프의 회전자 부분이 자기베어링에 의해 지지되는 경우에 발생하는 회전자의 세차 운동의 고유 진동수(수 Hz)에 근사한 약 10 Hz 이다. 그 결과, 지진과 같은 외력에 의해 회전자 부분의 회전 이동이 커져, 일부 경우에 있어서, 보호 기능에 의해 회전자 부분을 정지하도록 작동한다.

전술한 바와 같이, 외부 용기로의 진동 전파를 방지하기 위해서 종래 진공펌프는, 외부 용기와 연결부에 장착되는 댐퍼가 필요하지만, 댐퍼의 장착은 비용 상승과 핸들링 능력을 저하시키는 별도 작업과 공간이 필요하다.

한편, 전술한 종래 진공펌프는 조립 모터를 구비하고, 또한 특정 형태의 진공펌프는 베어링으로 자기베어링을 사용한다. 이러한 이유 때문에, 모터와 자기베어링의 자석에 의해 발생하는 자기 플럭스가 외부로 누출되어, 진공장치와 같은 외부 용기에 악영향을 미친다.

더욱이, 전술한 바와 같은 종래 진공펌프는, 진공장치에 고정되는 외측 원통부가 모터와 자기베어링 등의 전자석의 코어에 전기적으로 연결되도록 구성하고 있다. 각각의 모터와 자기베어링의 전자석에 대한 구동 증폭기로서 스위칭 증폭기를 사용하는 경우에 있어서, 스위칭 증폭기에 의한 전자석의 코일에 인가된 전압이 변화하면, 전자석의 코어에 여자된 전류가 외측 원통부를 통해 외부 진공장치로 전달될 수 있고, 이에 따라 전기 노이즈는 진공장치에 악영향을 준다.

전술한 바와 같이, 종래 진공펌프는 발생된 진동, 자기 플럭스의 누설과, 전기 노이즈가 발생하여, 진공펌프에 연결된 진공 장치의 성능, 신뢰성과 서비스 수명을 저하시킨다.

진공펌프에 연결된 장치에 자기 플럭스의 누설을 회피하기 위한 기술적 해결안으로서, 모터와 자기베어링의 자석을 차폐하기 위해서, 실리콘 스틸판과 같은 높은 투과성 재료로 형성한 차폐부재에 의해 외측 원통부를 외측에서 포위하는 기술이 공지되어 있다. 그러나, 이 기술적 해결안도 충분한 차폐 효과를 얻기 위해서는, 차폐부재를 사용함으로써 진공펌프의 크기가 대형화 되는 문제를 갖고 있다. 모터 또는 자기베어링의 외측 둘레에 차폐부재를 배열하는 것을 고려할 것이다. 그러나, 이 기술은 상기 지점에서 누설 자기 플럭스의 밀도가 높기 때문에, 충분한 자기차폐효과를 제공하기 위해 두꺼운 차폐부재가 필요하므로, 그 결과 진공펌프의 크기와 비용 상승이 유발된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 제1 목적은 전술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 제1 목적은 댐퍼를 사용하지 않고 진공펌프에 연결된 외부 용기에 진동의 전파를 억제할 수 있는 진공펌프를 제공하는 데에 있다.

상기 제1 목적 뿐만 아니라, 본 발명의 제2 목적은 크기의 증가와 비용 증가를 억제하면서, 자기 플럭스의 외부 누설을 피할 수 있는 진공펌프를 제공하는 데에 있다.

상기 제1 목적 뿐만 아니라, 본 발명의 제3 목적은 외부 용기로 전기 노이즈의 전파를 억제할 수 있는 진공펌프를 제공하는 데에 있다.

상기 제1 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은, 외부 용기에 연결되어, 이 외부 용기 내의 기체를 흡입하는 흡입구가 일 단부에 형성된 외측 원통부와, 이 외측 원통부 내에 회전가능하게 수납되는 회전자 부분과, 이 외측 원통부 내에 배치되고, 상기 회전자 부분과 함께 상기 흡입구에서 흡입된 상기 기체를 이송하기 위한 기체이송부를 협동적으로 형성하는 고정자 부분과, 상기 회전자 부분을 부상 지지하기 위한 자기베어링과, 상기 회전자 부분을 회전가능하게 구동하기 위한 모터 부분과, 상기 외측 원통부의 타단부에 상기 외측 원통부 및 상기 고정자 부분을 지지하는 베이스와, 상기 외측 원통부 및 상기 고정자 부분 중 적어도 일반과 상기 고정자 부분 중 적어도 상기 베이스에 대해 변위가능하게 지지하기 위한 진동흡수부재

를 구비하며, 상기 진동흡수부재는, 회전자 부분이 정격 속도로 회전될 때, f1, f2 및 f3 각각이 원추 모드에서의 장동(nutation)의 고유진동수, 병렬모드에서의 고유진동수 및 원추 모드에서의 세차운동(procession)의 고유진동수를 나타내는 경우에,

$$F = (f1 + f3) / 2 \pm (f1 - f3) / 4$$

의 관계를 만족하는 고유진동수(F)를 갖는 진공펌프를 제공한다.

진공펌프는, 외부 용기에 연결되어, 외부 용기의 기체를 흡입하는 흡입구가 일 단부에 형성된 외측 원통부와, 이 외측 원통부에 수납되는 회전자 부분과, 외측 원통부에 배치되어 회전자 부분과 함께 기체이송부를 형성하는 고정자 부분과, 회전자 부분을 고정자 부분에 대해 드러스트 방향과 레이디얼 방향으로 지지하기 위한 자기베어링과, 회전자 부분을 고정자 부분에 대해 회전시키는 모터 부분과, 그리고 외측 원통부의 타단부에 외측 원통부 및 고정자 부분을 지지하는 베이스를 구비하고, 모터 부분과 자기베어링에 발생하는 진동이 고정자 부분을 통해 베이스로 전파되며, 베이스로부터 외측 원통부를 통해 외부 용기로 더 전파된다.

따라서, 고정자 부분과 베이스 사이에 진동흡수부재를 개재시켜, 고정자 부분을 베이스에 대해 변위가능하게 지지하면 모터 부분과 자기베어링에 발생된 진동은 고정자 부분에서 진동흡수부재에 의해 흡수되고 감쇄된 후 베이스로 전파된다. 따라서, 외부 용기로의 진동 전파를 억제하는 것이 가능하다. 또, 외측 원통부와 베이스 사이에 진동흡수부재를 개재시켜, 외측 원통부를 베이스에 대해 변위가능하게 지지하면 모터나 자기베어링에 발생하는 진동은 진동흡수부재에 의해 흡수되고 감쇄된 후 베이스에서 외측 원통부로 전파된다. 그 결과, 외부 용기로의 진동 전파를 억제하는 것이 가능하다.

또, 본 발명에 있어서, 자기베어링의 고유진동수(f1, f2, f3)에 대한 상기 관계를 만족하는 고유진동수(F)를 갖는 진동흡수부재를 사용함으로써, 진동흡수부재의 고유진동수는 진공펌프와 자기베어링의 고유진동수에 근접하지 않도록 설정할 수 있게 된다. 따라서, 지진과 같은 외력에 의해 회전자 부분의 회전 이동은 증가하기 어렵고, 회전자 부분을 고정자 부분에 대해 안정되게 지지할 수 있다.

진동흡수부재는, 외측 원통부 및 고정자 부분 중 적어도 일방과, 베이스 사이에 부분적으로 배치되는 것도 좋다. 예컨대, 진동흡수부재는 외측 원통부 또는 고정자 부분과 베이스 사이를, 축선을 중심으로 원주 등분 복수 지점으로 분할하는 각각의 세그먼트의 중앙에 위치된다.

상기 제1 구성의 진공펌프는 상기 진동흡수부재가 실리콘 겔을 포함하는 진공펌프(제2 구성)로 구성될 수 있다.

실리콘 겔은 저주파수의 진동 전파 속도를 저감할 수 있으므로, 진동의 전파를 현저하게 억제하는 것이 가능하다.

상기 제1 구성 또는 제2 구성의 진공펌프는, 상기 고정자 부분과 상기 베이스 사이에 상기 진동흡수부재가 개재되고, 상기 고정자 부분의 베이스에 대해 변위가능한 범위를 규제하기 위한 변위규제수단이 제공되는 진공펌프(제3 구성)로 구성될 수 있다.

고정자 부분과 베이스 사이에 진동흡수부재가 개재되도록 배열된 진공펌프에 있어서, 고정자 부분이 베이스에 대해 변위가능하게 지지된다. 이러한 이유 때문에, 지진과 같은 외력이 발생할 때 고정자 부분이 베이스에 대해 변위가능하다. 고정자 부분과 회전자 부분 사이의 간극은 흡입기체를 흡입구를 향해 이탈하지 않고 이송하기 위해 가능한 작게 설정된다. 이러한 이유 때문에, 고정자 부분이 외력에 의한 베이스에 대해 변위가능하면, 고정자 부분은 회전자 부분과 접촉하므로 회전자 블레이드와 같은 부품에 손상을 준다.

따라서, 고정자가 베이스에 대해 변위가능한 범위를 규제하기 위한 변위규제수단이 마련된 진공펌프를 제공하여, 외력이 작용할 때 고정자의 변위가능한 범위를 규제하고, 고정자 부분과 회전자 부분 사이의 접촉을 피하는 것이 바람직하다.

상기 제3 구성에 있어서, 상기 고정자 부분은, 상기 베이스의 표면에 실질적으로 평행하게 돌출된 돌출부분을 포함하고, 상기 돌출부에는 원주방향으로 복수 개의 규제구멍이 형성되고, 상기 변위규제수단은 규제볼트와 규제부재를 포함하고, 이 규제볼트는 진동흡수부재 보다 강성이 더 높은 재료로 형성되며, 상기 돌출부분의 상기 규제구멍에 선단을 혈령하게 삽입되어 선단을 상기 고정자 부분에 고정되며, 각각의 규제부재는, 각각의 상기 규제볼트의 축 주위에 고정되어, 상기 돌출부분의 각각의 상기 규제구멍의 원주면에서 이격되는 규제 원통과, 이 규제 원통 각각의 단부로부터 외향으로 연장하고 상기 돌출부와 이격하면서 이 돌출부에 대해 서로 대향 배치되는 두 개의 판 형상부를 구비하는 진공펌프(제4 구성)로 구성될 수 있다.

상기 제1 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 외부 용기에 연결되어, 이 외부 용기 내의 기체를 흡입하는 흡입구를 갖는 플랜지부와, 이 플랜지부에 일단측이 연결되거나 일체로 형성된 외측 원통부와, 이 외측 원통부의 타단측에 연결되어, 상기 플랜지부 및 상기 외측 원통부와 함께 상기 흡입구를 통해 상기 외부 용기의 내측과 연통하는 중공부를 협동적으로 형성하는 베이스와, 이 베이스에 고정되고 상기 중공부 내에 수납되는 고정자 부분과, 상기 중공부 내에 수납되는 회전자 부분과, 상기 고정자 부분을 상기 회전자 부분에 대해 회전가능하게 지지하는 베어링과, 상기 베어링에 의해 지지되고, 상기 회전자 부분을 상기 고정자 부분에 대해 회전가능하게 구동하기 위한 모터와, 그리고 상기 플랜지부와, 상기 외측 원통부와, 상기 베이스와, 상기 고정자 부분과, 그리고 이들 사이를 연결하는 조인트부 중 적어도 하나에, 탄성 및/또는 점성에 의해 진동의 전파를 저감하는 진동흡수성의 재료를 포함하는 진동흡수단이 설치되어 있는 진공펌프(제5 구성)를 제공한다.

본 발명의 제5 구성의 진공펌프는, 상기 플랜지부와, 상기 외측 원통부와, 상기 베이스와, 상기 고정자 부분과, 그리고 상기 플랜지부, 상기 외측 원통부, 상기 베이스, 및 상기 고정자 부분 중에서 선택된 두 부재를 각각 연결하는 조인트부 탄성 및/또는 점성에 의해 진동 전파를 저감하는 진동흡수성 재료를 포함하는 진동흡수수단이 배치된다.

이러한 이유 때문에, 회전자 부분이 회전할 때 진공펌프 내측의 모터와 베어링에 발생한 진동은 진동흡수수단에 의해 확실히 저감되어, 플랜지부로 전파되지 않는다. 그리고, 모터와 베어링에 발생된 진동은 진동흡수수단에 의해 저감된 후 외부 용기로 전파된다. 따라서, 종래와 같이 댐퍼와 같은 진동흡수부재가 플랜지부와 외부 용기 사이에 배열되지 않고, 외부 용기로의 진동 전파를 저감하는 것이 가능하다.

상기 진동흡수수단은, 플랜지부, 외측 원통부, 베이스 및/또는 고정자 부분에 배치될 수 있고/있거나, 플랜지부와 외측 원통부 사이의 조인트부, 외측 원통부와 베이스 사이의 조인트부, 및/또는 고정자 부분과 베이스 사이의 조인트부에 배치될 수 있다. 또, 진동흡수수단을 플랜지부, 외측 원통부, 베이스 및/또는 고정자 부분에 배치된 경우에 있어서, 이들 부재는 진동흡수성을 갖는 재료로 부분적으로 또는 전체적으로 구성될 수 있고, 또는 플랜지부, 외측 원통부, 베이스 및/또는 고정자 부분에 진동흡수성을 갖는 재료나 진동흡수성을 갖는 부재가 부가될 수 있다. 진동흡수수단을 플랜지부와 외측 원통부 사이의 조인트부, 외측 원통부와 베이스 사이의 조인트부, 및/또는 고정자 부분과 베이스 사이의 조인트부에 배치되는 경우에 있어서, 이 조인트부는 플랜지부와 외측 원통부 사이, 외측 원통부와 베이스 사이, 및/또는 고정자 부분과 베이스 사이에 개재될 수 있고, 조인트부재는 진동흡수성을 갖는 재료로 부분적으로 또는 전체적으로 구성될 수 있고, 또는 진동흡수성을 갖는 재료나 진동흡수성을 갖는 부재가 이용가능한 플랜지부, 외측 원통부, 베이스 및/또는 고정자 부분에 부가될 수 있다. 플랜지부, 외측 원통부 및 이들 사이의 진동흡수성 재료를 일체로 형성할 수 있고, 외측 원통부, 베이스 및 이들 사이의 진동흡수성 재료를 일체로 형성할 수 있고, 고정자 부분, 베이스 및 이들 사이의 진동흡수성 재료를 일체로 형성할 수 있다.

상기 외부 용기는 반도체 제조구성 또는 전자현미경 등 내부에 진공을 유지하는 챔버, 또는 챔버와 같은 용기에 연결되는 파이프가 될 수 있다. 플랜지부는, 챔버와 같은 용기로부터 직접 기체를 흡입하기 위해 용기에 연결되는 흡입구를 가질 수 있고, 또는 파이프로부터의 기체를 흡입하기 위해 챔버 등에 연결된 파이프에 연결된 흡입구를 가질 수 있다.

상술의 제5 구성의 진공펌프는, 상기 외측 원통부에 상기 중공부 내의 기체를 배출하는 배기구가 형성되어 있고, 상기 진동흡수수단은, 상기 플랜지부와, 상기 외측 원통부와, 그리고 상기 외측 원통부와 상기 플랜지부를 연결하는 조인트부 중 적어도 어느 하나에 배치되도록 구성될 수 있다(제6 구성).

상술의 제5 구성 및 제6 구성의 진공펌프는, 상기 베이스에 상기 중공부 내의 기체를 배출하는 배기구가 형성되어 있고, 상기 진동흡수수단은 상기 플랜지부와, 상기 외측 원통부와, 상기 베이스와, 그리고 플랜지부, 외측 원통부, 및 베이스 중에서 선택된 두 부재를 각각 연결하는 조인트부에 배치되도록 구성될 수 있다(제7 구성).

상술의 제5 내지 제7 구성의 진공펌프는, 상기 진동흡수수단으로서 스프링부재와, 고무로 제조된 고무부재와, 젤 물질로 형성된 젤 부재와, 그리고 벨로우즈 중 어느 하나를 이용하도록 구성될 수 있다(제8 구성).

상술의 제6 내지 제8 구성의 진공펌프는, 상기 플랜지부가 상기 외측 원통부와 별체로 형성되어 있고, 상기 진동흡수수단은, 상기 플랜지부와 상기 외측 원통부를 연결하는 조인트부에 배치되도록 구성될 수 있다(제9 구성).

제9 구성의 진공펌프에는, 회전자 부분의 회전시에 진공펌프 내부에 발생하는 모터나 베어링의 진동, 백 펌프에서 전파된 진동 등의 외부 요인에 의한 진동 등, 외측 원통부로 전파된 진동은, 모두 진동흡수수단에 의해 저감되어, 외부 용기에 전파된다. 따라서, 외부의 요인의 진동이 양호하게 저감될 수 있다.

제9 구성의 진공펌프는, 고정자 부분 및 이 고정자 부분에 대해 회전가능한 회전자 부분을 중공부 내에 수납하는 외측 원통부와, 상기 외측 원통부와 별체로 형성되어, 외부 용기 내에서의 기체 흡입구를 갖는 원통형상의 플랜지부와, 상기 외측 원통부에 고정되어, 상기 플랜지부를 상기 외측 원통부에 대해 탄성적으로 변위가능하게 지지하는 탄성지지수단과, 상기 플랜지부의 상기 흡입구와 상기 외측 원통부의 상기 중공부를 연통하는 연통부재와, 상기 회전자 부분을 상기 고정자 부분에 대해 회전시켜, 상기 외부 용기 내의 기체를 상기 플랜지부의 상기 흡입구에서 상기 연통부재를 개재시켜 상기 외측 원통부의 상기 중공부 내로 흡입시키는 모터를 구비하는 진공펌프로 할 수 있다. 이와 같이, 외측 원통부에서의 외부 용기로의 진동 전파를 저감하기 위한 진동흡수수단으로서 탄성지지수단을 진공펌프에 설치하였다. 따라서, 종래와 같이, 외측 원통부에 일체 형성된 플랜지와 외부 용기와의 사이에 댐퍼 등의 진동흡수수단을 배치하는 경우에 비해, 축선방향의 공간이 증가하지 않는다. 또, 탄성지지수단을 외측 원통부의 외측 원주면에 설치하는 것에 의해, 다시 축선방향의 공간을 작게 할 수 있다.

제9 구성의 진공펌프에 있어서, 상기 플랜지부의 상기 외측 원통부에 대해 소정의 범위로 규제하는 규제수단을 더 포함할 수 있다(제10 구성).

제10 구성의 진공펌프에 있어서, 규제수단에 의해, 플랜지부의 외측 원통부에 대한 위치가 소정 범위 내로 규제되기 때문에, 회전자 부분이 파괴하는 등의 큰 충격이 있어도, 탄성부재와 베이스가 파단하여, 진공펌프가 외부 용기 또는 이 외부 용기에 연결된 배관에서 벗어나는 위험이 저하하여 높은 안전성을 확보할 수 있다.

또, 본 발명은, 상기 고정자 부분 및 상기 회전자 부분을 이들의 반경방향으로 에워싸는 시이트 형상의 자기차폐부재를, 상기 외측 원통부의 내주면을 따라 배치하는 제5 에서 제10 구성의 진공펌프(제11 구성)를 제공하는 것에 의해, 상기 제2 목적을 달성한다.

본 발명의 제11 구성의 진공펌프에 있어서, 자기차폐부재가, 고정자 부분 및 회전자 부분의 외측에 배치되어, 모터나 자기 베어링을 구성하는 전자석이나 영구자석 등에 의해 자기가 외부로 누설하는 것이 회피된다. 이 자기차폐부재는, 고정자 부분 및 회전자 부분의 외측에 배치되어 자기를 발생하는 전자석이나 영구자석에서 소정 거리를 이격하기 때문에, 얇은 두께로 효과적으로 자기의 누설을 회피할 수 있고, 자기차폐부재의 비용이나 설치의 공간을 억제할 수 있다. 또 자기차폐부재가 외측 원통부의 내측에 배치되기 때문에, 외측 원통부에 의해 보호되고, 손상되기 어렵다.

본 발명은, 상기 외측 원통부와 상기 플랜지부와와의 조인트 부분에, 전기적으로 고절연저항재료로 형성된 절연부를 구비하는 제5 에서 제11 구성의 진공펌프(제12 구성)를 제공하는 것에 의해, 상기 제3 목적을 달성한다.

발명의 구성

이하, 본 발명의 바람직한 실시예는 도 1 내지 도 3을 참조로 상세히 설명한다.

도 1은, 터보분자펌프의 전체 구성을 도시하는 단면도로서, 본 발명에 따른 진공펌프의 실시예(제1 실시예)를 구성한다.

도 1에 도시한 바와 같이, 제1 실시예에 따른 진공펌프(터보분자펌프)는, 외부 용기(도시 생략)에 연결되어 외부 용기 내에 수납된 기체를 흡입하는 흡입구(38)를 구비하고 외측 원통부로 기능하는 케이싱(16); 이 케이싱(16)의 중공부 내에 회전가능하게 수용되는 회전자 부분으로 기능하는 회전자 축(12) 및 회전자 본체(14); 케이싱(16)의 중공부 내에 회전자 축(12) 및 회전자 본체(14)와 동축으로 배열되어, 회전자 본체(14)와 함께 상기 흡입구(38)로부터의 흡입된 기체 이송부를 형성하는 고정자로 기능하는 고정자 본체(18) 및 고정자 축(15); 케이싱(16), 고정자 본체(18) 및 고정자 축(15)을 지지하는 베이스(19)를 포함하고 있다.

플랜지(161) 내측에 형성된 흡입구(38)와 외부 용기의 배출구가 연결되어 외부 용기의 내측과 케이싱(16)의 내측 사이에 연통하도록 케이싱(16)은 외부 용기에 고정되는 플랜지(161)를 구비하고 있다.

플랜지(161)에 대향하는 케이싱(16)의 단부(163)가 볼트(162)에 의해 베이스(19)에 단단하게 체결되어 있다.

회전자 축(12)은 고정자 축(15)의 내향으로 회전가능하게 지지되어 있고, 그 일단부(상부)가 고정자 축(15)의 내측으로부터 상방으로 노출되어 있다. 회전자 축(12)의 축선방향으로 거의 중앙에 모터의 피동부로 기능하는 자석(33)이 고정되어 있다.

회전자 본체(14)는, 고정자 축(15)의 외측 원주를 외접하도록 배열되는 거의 원통형상의 원주 벽부(14a), 이 원주 벽부(14a)의 중공부를 밀폐하는 지지부(14b), 및 원주 벽부(14a)의 외측 원주에 고정된 회전자 블레이드(141)를 구비하고 있다. 지지부(14b)는 고정자 축(15)에서 노출되는 회전자 축(12)의 상부에 고정되어 회전자 축(12)과 함께 회전하도록 구성되어 있다.

회전자 블레이드(141)는 원주 벽부(14a)에 축선방향으로 다단계로 배열되어 있고, 각각의 회전자 블레이드(141)는 반경 방향으로 돌출된 복수 개의 회전자 블레이드(팬)를 갖고 있다. 흡입구(38)(도면에서 상측)측이 회전방향측이고 각각의 팬이 하방으로 이동되도록 기체 분자에 대해 충돌하도록 각각의 팬은 소정 각도로 경사져 있다.

고정자 본체(18)는 스페이서(180) 및 고정자 블레이드(181)를 구비하고, 고정자 블레이드 각각은 병렬로 회전자 블레이드(141)의 각각의 인접 단계 사이에 배열되는 각 인접 스페이서(180) 사이에 원주 방향으로 지지되고 있다.

계단부를 갖는 원통 형상의 스페이서(180) 각각은, 케이싱(16)의 내부에 서로에 대해 적층되어 있다.

고정자 블레이드(181)는, 원주방향으로 스페이서(180) 사이에 부분적으로 클램프 고정되는 외측 환형부, 이 외측 환형부와 동축으로 내측방향 배열되는 내측 환형부, 및 소정 각도로 내외측 환형부에 의해 각각 지지되는 복수 개의 고정자 블레이드 단부를 포함하고 있다. 내측 환형부의 내경은 원주 벽부(14a)의 외경 보다 크게 형성되어, 내측 환형부의 내측 원주면과 원주 벽부(14a)의 외측 원주면과 소정 간격으로 이격 대향하고 있다.

고정자 블레이드(181)는, 인접 단계의 회전자 블레이드(141) 사이에 배열되도록 하기 위해 원주방향으로 두 부분으로 분할되어 있다. 고정자 블레이드(181)는, 예컨대 스테인레스 스틸 또는 알루미늄 스틸의 두 부분으로 분할된 박판을 준비하여, 에칭법에 의해 반원형상 외형 부분과 고정자 블레이드 부분으로 절단하여, 고정자 블레이드 부분을 프레스 가공에 의해 소정 각도로 절곡하여 형성한다.

각 단의 고정자 블레이드(181)는, 각각의 스페이서(180)와 스페이서(180) 사이에 외측 환형부가 원주방향으로 클램프 고정되어 회전자 블레이드(141) 사이에 유지되고 있다.

고정자 축(15)에는 회전자 축(12)과 동축으로 배열된 원통부(15a)와, 이 원통부(15a)의 외측 원주벽에 배열된 고정부(돌출부, 15b)가 제공되어 있다.

원통부(15a)는, 회전자 본체(14)의 원주 벽부(14a)와 회전자 축(12) 사이에 배열되어 있다. 모터의 구동부로 기능하는 코일 또는 코일들(32)은 자석 또는 자석들(33)에 대향하기 위해서 원통부(15a)의 내측 원주부에 고정되어 있다. 그 결과, 전류가 통과하는 코일(들)(32)은 자석(들)(33)을 부세하여 회전자 축(12)이 회전하도록 되어 있다.

고정부(15b)는 원통부(15a)의 외측 원주벽에서 반경방향으로 돌출되며, 베이스(19)의 천정면과 분리되도록 연장가능하게 제공되어 있다.

도 2는, 고정자 축(15)의 고정부(15b)를 도시하는 반경방향 단면도로서, 도 1의 선 A-A 를 따라 절취한 도면이다. 도 3a 내지 도 3c는 고정부(15b)의 주요부를 도시하는 축방향 단면도이다. 도 3a는 고정 구멍이 배열되는 지점에서의 단면도이고, 도 3b는 제1 가이드 구멍이 배열되는 지점에서의 단면도이며, 도 3c는 제2 가이드 구멍이 배열되는 지점에서의 단면도이다.

고정부(15b)에는 원주방향으로 네 지점에 균일하게 분포하는 고정 구멍이 형성되어 있다. 또한, 도 2에 도시한 바와 같이, 볼트(51)가 고정 구멍에 각각 헐렁하게 삽입되어 있다. 고정 볼트(51)의 각각의 선단부는, 도 3a에 도시한 바와 같이, 베이스(19)에 나사 결합 고정되어 있다. 댐퍼(50)는 진동흡수부재로서 각각의 고정 볼트(51) 둘레에 장착되어 있다.

이 댐퍼(50)는, 원통부(50a)와 이 원통부(50a)의 각 원주 단부로부터 반경방향으로 등간격 연장하는 두 개의 원판형상부(50b)를 구비하고, 실리콘 겔 재료로 제조되어 있다. 원통부(50a)는 고정부(15b)에 삽입되고, 고정부(15b)의 고정 구멍 원주면과 고정 볼트(51) 사이의 공간을 채우고 있다. 또, 댐퍼(50)의 원형 디스크부(50b)는 고정부(15b)와 볼트 헤드 사이의 공간을, 그리고 고정부(15b)와 베이스(19) 사이의 공간을 채우고 있다.

고정부(15b)에는 원주방향으로 균일 간격으로 배열된 세 지점에 제1 가이드 구멍(규제구멍)(15c)과, 고정구멍과 제1 가이드 구멍이 겹치지 않는 네 지점에 제2 가이드 구멍이 형성되어 있다. 도 2에 도시한 바와 같이, 변위규제부재로 기능하는 제1 가이드부재(53)는 제1 가이드 구멍 각각에 장착되어 있다. 더욱이, 회전자가 로크되는 경우에 있어서 회전 토오크를 수용하기 위해 보강부재를 기능하는 제2 가이드부재(55)는 제2 가이드 구멍 각각에 장착되어 있다.

도 3b에 도시한 바와 같이, 제1 가이드부재(53)는 그 선단부가 베이스(19)의 천정면에 고정되는 규제볼트(53a)와, 이 규제볼트(53a)의 축에 고정되는 규제 부재(53b)를 포함하고 있다. 규제부재(53b)는, 규제볼트(53a)의 축에 장착된 규제 원통(53c)과, 이 규제원통(53c)의 각 단부로부터 반경방향으로 등간격 연장된 두 개의 플랜지부(플레이트부)(53d)를 구비하고 있다. 규제원통(53c)의 외측 원주면이 미소 간극(δ_1)으로 고정부(15b)의 제1 가이드 구멍(15c)의 내측 원주면과 분리되도록 규제원통(53c)은 고정부(15b)의 제1 가이드 구멍(15c)에 헐렁하게 삽입되어 있다. 각각의 플랜지부(53d)는 미소 간극(δ_2)으로 고정부(15b)의 표면과 이격되어 있다.

이 구성에 의해, 제1 가이드 구멍(15c)은 규제부재(53b)의 변위를 규제하기 위해 규제부재(53b)와 접촉하고 있다. 그 결과, 고정자 축(15)은 각각의 상하 수직방향으로(축선방향으로) 단지 δ_2 만 변위될 수 있고, 각각의 내외측 반경방향으로 δ_1 만 변위될 수 있도록 베이스(19)에 대한 고정자 축(15)의 변위가 규제된다.

도 3c에 도시된 바와 같이, 제2 가이드부재(55)는 규제볼트(53a) 보다 외경이 큰 나사부를 갖는 볼트로 구성되어 있다. 제2 가이드부재(55)의 축은 제2 가이드 구멍에 헐렁하게 삽입되고, 미소 간극($\delta r'$)이 제2 가이드부재(55)의 축과 제2 가이드 구멍의 내측 원주면 사이에 형성된 상태에서 그 선단부는 베이스(19)의 천정면에 고정되어 있다. 이 제2 가이드부재(55)의 축과 제2 가이드 구멍의 내측 원주면 사이의 간극($\delta r'$)은, 고정 볼트(53a)의 축과 제1 가이드 구멍의 내측 원주면 사이의 간극(δr) 보다 작다. 이런 이유 때문에, 고정자 축(15)은 베이스(19)에 대해 반경방향으로 각각의 내외측방향에서 $\delta r'$ 만큼 변위될 수 있다. 따라서, 제2 가이드부재(55)는 변위규제부재로서, 회전자 부분이 로크되는 경우에 회전 토오크를 수용하기 위한 보강부재로서 수행하도록 구성되어 있다. 따라서, 고정자 축(15)이 각각의 상하방향(축선방향으로) δ_2 만큼 변위되며, 각각의 정역방향 원주방향으로 $\delta r'$ 만큼 변위되도록 베이스(19)에 대한 고정자 축(15)의 변위는 제1 가이드부재(53)와 제2 가이드부재(55)에 의해 규제되고 있다.

도 1에 도시한 베이스(19)는 외측구멍(49)이 배치되어 있고, 이 구멍으로부터 회전자 블레이드(141)와 고정자 블레이드(181) 사이에 이송된 기체가 외측으로 배출된다. 도 1에 도시한 바와 같이, 베이스(19)는 그내에 회로기관을 수용하기 위한 회로기관 수납부(40)가 형성되어 있다. 이 회로기관 수납부(40)에는, 회전자 축(12)의 회전수를 검출하기 위한 회전수 센서(41)가 설치되어 있다. 베이스(19)에는 회전수 센서(41)로부터의 신호가 케이블(43)을 통해 제어장치(36)로 전송되도록 커넥터(42)가 구비되어 있다. 이 신호를 기초로, 제어장치(36)는 회전자 축(12)의 회전을 제어한다.

본 실시예의 터보분자펌프는 자력에 의해 회전자 축(12)을 지지하기 위한 자기베어링(20)을 더 구비하고 있다.

자기베어링(20)은, 세 축 제어식 자기베어링으로 구성되며, 반경방향 자력을 회전자 축(12)에 인가하기 위한 반경방향 전자석(22), 회전자 축(12)의 반경방향 위치 변위를 검출하기 위한 반경방향 센서(30), 회전자 축(12)에 대해 축방향의 자력을 발생시키는 축방향 전자석(26), 이 축방향 전자석(26)에 의한 축력이 작용하는 금속 디스크(31), 및 회전자 축(12)의 축방향 변위를 검출하기 위해 회로기관 수납부(40) 내측에 배열된 축방향 센서(34)를 구비하고 있다.

반경방향 전자석(22)은, 서로 직교하는 고정자 축(15)의 내측 원주면에 고정 배열되는 두 쌍의 전자석(한 쌍만 도면에 도시함)을 포함하고 있다. 각 쌍의 전자석은 모터(21) 상에 회전자 축(12)의 상부에 배열되며, 이들 사이에 위치한 회전자 축(12)을 통해 서로에 대해 대향하고 있다.

상기 반경방향 전자석(22), 각 쌍의 반경방향 센서(30)가 이들 사이에 위치한 회전자 축(12)을 통해 서로에 대해 대향하도록 두 쌍의 반경방향 센서(30)(한 쌍만 도면에 도시함)가 제공되어 있다. 한 쌍은 다른 쌍에 직교하고, 대응하는 반경방향 전자석(22)에 직교하도록 두 쌍의 반경방향 센서(30)가 배열되어 있다.

여자 전류를 반경방향 전자석(22)에 공급함으로써, 회전자 축(12)은 자기적으로 부상한다. 자기 부상시, 회전자 축(12)이 반경방향으로 소정 위치에 유지되도록 이러한 여자 전류는 반경방향 센서(30)로부터의 변위 검출 신호를 기초로 제어된다.

자석체로 형성된 원반의 금속 디스크(31)가 회전자 축(12) 하부에 고정되어 있다. 상기 금속 디스크(31) 상방에는, 축방향 전자석(26)이 베이스(19)에 고정 배열되어 있다. 축방향 센서(34)가 회전자 축(12)의 하단부와 대향하도록 회로기관수납부(40) 내에 배열되어, 회전자 축(12)의 축방향 위치를 검출하게 된다.

축방향 전자석(26)으로의 여자 전류는, 회전자 축(12)이 축방향으로 소정 위치에 유지되도록 축방향 센서(34)로부터의 변위 검출 신호를 기초로 제어된다.

자기베어링(20)에는, 반경방향 센서(30)와 축방향 센서(34)로부터의 검출신호에 기초한 반경방향 전자석(22)과 축방향 전자석(26)의 여자 전류의 피드백 제어에 의해 회전자 축(12)을 자기 부상하고, 베이스(19)와 케이블(43)에 배치된 커넥터(42)를 통해 연결된 제어장치(36) 내에 자기베어링 제어수단이 구비되어 있다.

이러한 자기베어링은 소정 위치에 회전자 축(12)을 유지할 수 있기 때문에, 회전자 부분(회전자 축(12) 및 회전자 본체(14))은 고정자 축(15)과 고정자 본체(18)와 기계적으로 접촉하지 않으므로, 미립자 발생을 억제할 수 있다. 또, 이러한 자기베어링은 실링 오일을 사용하지 않아도 되므로, 기체의 발생이 없다. 따라서, 청정 환경에서 회전자 부분의 회전구동을 실현할 수 있다. 이러한 이유 때문에, 자기베어링을 이용한 터보분자펌프는, 예컨대 반도체 장치의 제조와 같은 상당히 청정도를 요구하는 경우에 적합하다.

본 실시예의 터보분자펌프에 있어서, 보호용(touch-down) 베어링(39a, 39b)이 회전자 축(12)의 상하부에 각각 배열되어 있다.

보통은, 회전자 축(12) 및 회전자 본체(14)를 형성하기 위해 이에 장착된 부품은 회전하는 동안 자기베어링(20)에 의해 비접촉 상태로 지지된다. 보호용 베어링(39a, 39b)은 터치 다운이 발생할 때 자기베어링(20) 대신 회전자 부분을 지지하는 것으로서, 전체 장치에 대한 보호 베어링으로 기능한다.

따라서, 각각의 보호용 베어링(39a, 39b)은 그 내륜이 회전자 축(12)과 비접촉 상태가 되도록 배열되어 있다.

전술한 바와 같은 본 실시예의 터보분자펌프에 있어서, 회전자 축(12)이 회전하면 이 회전이 회전자 본체(14)에 전달되고, 회전자 본체(14) 정격 값(20,000 내지 50,000 rpm)으로 고속으로 회전에 의해 회전자 본체(14)도 고속 회전된다. 이에 따라, 흡입구(38)로부터의 기체가 회전자 블레이드(141)에 의해 이송되어 배기구(49)에서 배출된다.

터보분자펌프의 회전 구동 동안, 모터 코일의 기동에 의한 회전 자기장의 분과 압연(cogging)에 의해 진동이 발생된다. 또, 회전자 축(12)과 회전자 본체(14)는 기동과 정지시 원뿔형 모드에서의 세차운동과 장동에 의해 진동할 수 있다. 회전자 축(12)의 진동은 일반적으로 자기베어링(20)에 의해 보정된다. 그러나, 회전자 균형이 양호하지 못하고 회전 이동이 증가하면, 자기베어링은 회전 이동을 억제하여, 고정자에 큰 제어 반력이 작용한다.

이 경우, 고정자 축(15)은 그 사이의 간극으로 베이스(19)에 고정되기 때문에, 진동은 고정자 축(15)과 베이스(19) 사이에 개재된 댐퍼(50)를 통해서만 베이스(19)에 전달된다. 고정자 축(15)이 경계부에서 댐퍼(50)를 진동할 때, 댐퍼(50)는 진동에 따라 탄성적으로 변형되고, 고정자 축(15)의 변위는 베이스(19)로 전파되지 않게 된다. 즉, 진동은 댐퍼(50)에 의해 흡수되어 진동의 전파가 저감하게 된다. 따라서, 베이스(19)는 거의 진동의 영향을 받지 않고, 정지 상태를 유지한다.

또, 고정자 축(15)이 댐퍼(50)와의 경계부에서 축방향으로 δz 보다 크게 변위되면, 고정자 축(15)의 고정부(15b)는 제1 가이드부재(53)의 플랜지부(53d)와 접촉하게 되므로, 고정자 축(15)의 축선방향 변위가 규제된다. 고정자 축(15)이 댐퍼(50)와의 경계부에서 반경방향으로 $\delta r'$ 보다 크게 변위시키면, 고정자 축(15)의 고정부(15b)는 제2 가이드부재(55)와 접촉하게 되므로, 고정자 축(15)의 반경방향 변위를 규제한다.

전술한 바와 같이, 본 실시예의 터보분자펌프에 있어서, 베이스(19)에 대해 고정자 축(15)을 변위가능하게 지지하기 위해 댐퍼(50)가 고정자 축(15)의 고정부(15b)와 베이스(19) 사이에 진동흡수부재로 개재된다. 따라서, 모터의 코일(32)과 자기베어링에 의해 발생된 진동은 고정자 축(15)으로부터의 댐퍼(50)에 의해 흡수 감쇄된 후, 베이스(19)와 외부 용기로 전파된다. 그 결과, 본 실시예에 따르면, 외부 용기로의 진동 전파를 억제할 수 있다. 외측 원통부(16)와 외부 용기 사이에 개재되는 종래 장치와 같은 댐퍼 등을 부가할 필요가 없기 때문에, 공간 절약으로 진동의 전파를 억제할 수 있다. 더욱이, 작동시 댐퍼를 장착 및 분리할 필요가 없기 때문에, 댐퍼 등의 사용과 관련된 작업과 비용 상승, 기체 흡입 성능의 불안정성, 내구성의 저하 등이 제거될 수 있다.

본 실시예에 있어서, 진동흡수부재(댐퍼, 50)는 다음 공식을 만족하는 고유진동수(F)를 갖는 식이 사용된다.

$$F = (f_1 + f_3) / 2 \pm (f_1 - f_3) / 4$$

여기서, 자기베어링의 고유진동수는 f_1, f_2, f_3 로 나타낸다.

따라서, 고유진동수가 댐퍼(50)의 고유진동수와 근접하지 않도록 설정할 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따르면, 지진과 같은 외력에 대해 회전자 축(12)의 회전 이동이 증가하는 것이 어렵고, 회전자 축(12)과 회전자 본체(14)를 고정자 축(15)과 고정자 본체(18)에 대해 안정된 상태로 지지할 수 있다.

본 실시예에 있어서, 진동흡수부재(댐퍼, 50)로서, 실리콘 겔로 제조된 것이 사용될 수 있으므로, 저주파수로부터의 진동 전달율이 더 저감될 수 있고, 진동의 전파를 현저하게 억제하는 것이 가능하다.

본 실시예에 따르면, 변위규제수단으로 기능하는 제1 가이드부재(53) 및 제2 가이드부재(55)는, 베이스(19)에 대해 고정자 축(15)의 변위를 규제하고, 고정자 축(15)은 각각의 상하 수직방향으로(축선방향으로) δz , 각각의 내외향 반경방향으로 δr 만 변위될 수 있다. 지진과 같은 외력이 작용하는 경우에도, 고정자 축(15)은 베이스(19)에 대해 크게 경사지거나 변위하지 않고, 고정자 블레이드(181)가 회전자 블레이드(141)에 접촉하여 회전자 블레이드(141)를 손상시키는 부재 사이의 접촉 손상이 제거될 수 있다.

또, 본 발명에 따른 진공펌프는 전술한 실시예에 한정하지 않고, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않고 각종 방법으로 변형될 수 있다.

예컨대, 상술의 제1 실시예에 있어서 진동흡수부재로 기능하는 댐퍼(50)는, 고정자 축(15)과 베이스(19) 사이에 개재되지만, 고정자 축(15)과 베이스(19) 사이가 아닌, 외측 원통부(16)와 베이스(19) 사이에 개재될 수 있다. 댐퍼(50)가 외측 원통부(16)와 베이스(19) 사이에 개재되는 변형 실시예에 있어서, 베이스로 전파된 진동은 진동흡수부재에 의해 모두 감쇄된다. 따라서, 진동이 백 펌프와 같은 외부 장치로부터 전파되면, 전파된 진동은 감쇄된 후 외측 원통부(16)로 전파된다. 따라서, 고정자 축(15) 상의 진동 이외의 진동은 감쇄될 수 있다.

전술한 제1 실시예와 변형 실시예에 있어서, 진동흡수부재로 기능하는 댐퍼(50)는 고정자 축(15)의 고정부(15b)와 베이스(19) 사이의 원주방향으로 등간격으로 분포된 복수 지점에 배열되어 있다. 그러나, 진동흡수부재는 고정부(15b)와 베이스(19) 사이 전면에 개재될 수 있다.

전술한 제1 실시예와 변형 실시예에 있어서, 진동흡수부재로 기능하는 댐퍼(50)는 실리콘 겔로 제조되지만, 이에 한정하지 않는다. 예컨대, 댐퍼(50)는 실리콘 고무, 진동 방지 합금, O 링, 스프링 등을 사용하여 제조될 수 있다. 또, 불소 코팅을 실리콘 겔 물질에 적층시킨 재료로 제조될 수 있다. 아크릴 코팅은 양호한 내열성을 갖기 때문에, 이 코팅은 회전자 블레이드(141) 또는 모터 코일(32) 외 회전자 부분의 회전에 의해 발생하는 마찰열 등에 대해 열적으로 손상되기가 어렵고, 양호한 내구성을 제공할 수 있다.

전술한 제1 실시예와 변형 실시예에 있어서, 회전자 블레이드(141)는 원주 벽부(14a)의 외측 원주면으로부터 외향으로 돌출된다. 그러나, 회전자 블레이드는 원주 벽부(14a)의 내측 원주면으로부터 내향으로 돌출될 수 있고, 고정자 본체(18)를 회전자 본체(14)의 반경방향 내향으로 배치될 수도 있다.

더욱이, 전술한 제1 실시예와 변형 실시예에 있어서, 회전자 축(12)은 자기베어링에 의해 지지되지만, 본 발명은 이에 한정하지 않는다. 회전자 축(12)은 동압 베어링, 정압 베어링 또는 다른 베어링에 의해 지지될 수도 있다.

전술한 제1 실시예와 변형 실시예에 있어서, 진공펌프는 회전자 블레이드(141)와 고정자 블레이드(181)를 구비하는 터보분자펌프로 구성될 수 있다. 진공펌프는 회전자 본체(14) 또는 고정자 본체(18)에 나사 홈을 설치하여 회전자 부분이 회전할 때 기체의 점성을 이용하여 기체를 이송하는 나사 홈식 펌프나, 또는 터보분자펌프와 나사 홈식 펌프의 복합 펌프로 구성될 수도 있다.

다음에, 본 발명의 다른 바람직한 실시예가 도 5 내지 도 7을 참조로 상세히 설명한다.

도 5는 터보분자펌프의 전체 구성을 도시하는 측방향 단면도로서, 본 발명에 따른 진공펌프의 실시예(제2 실시예)를 구성한다.

도 5에 도시한 바와 같이, 진공펌프(터보분자펌프)의 실시예는, 외부 용기에 연결되어, 이 외부 용기 내에 수납된 기체를 흡입하기 위한 흡입구(71c)가 형성된 플랜지부로 기능하는 플랜지부재(71); 플랜지부재(71)에 일단측이 연결되는 외측 원통부(16)와; 외측 원통부(16)의 타단측에 연결되고, 플랜지부재(71) 및 외측 원통부(16)와 함께 흡입구(71c)를 통해 상기 외부 용기의 내측과 연통하는 중공부를 형성하는 베이스(19); 베이스(19)에 지지되고 중공부 내에 수용되어, 고정자 부분으로 기능하는 고정자 축(15) 및 고정자 본체(18); 중공부 내에 수용되고, 회전자 부분으로 기능하는 회전자 축(12) 및 회전자 본체(14);를 포함한다. 고정자 축(15)과 베이스(19)는 일체로 형성되어 있고, 외측 원통부(16)는 베이스에 고정 지지되어 있다.

고정자 축(15)과 고정자 본체(18)에 대해 고정자 축(12)과 회전자 축(14)을 회전가능하게 지지하는 자기베어링(20)을 구비한다. 고정자 축(15)과 고정자 본체(18)에 대해 자기베어링(20)에 지지된 회전자 축(12)과 회전자 본체(14)를 회전시키는 모터(21)를 구비한다.

그리고, 본 실시예의 터보분자펌프에 있어서, 진동흡수성 재료를 포함하는 진동흡수수단인 탄성 및/또는 점성부재(54)와, 진동흡수수단을 지지하기 위한 지지부재(73)로 기능하는 벨로우즈(57)는, 플랜지부재(71)와 외측 원통부(16) 사이를 연결하는 조인트부에 배치된다. 이 진동흡수수단의 탄성 및/또는 점성에 의해 진동의 전파를 감쇄할 수 있다.

본 실시예를 상세히 설명하면, 중공부에 수용된 기체를 배출하기 위한 배기구로 기능하는 배기구(49)는 베이스(19)에 부착되어 있다. 탄성 및/또는 점성부재(54)는 고무제의 고무부재이다.

플랜지부재(71)는, 외측 원통부(16)와 별체로 형성되고, 지지부재(73)와 진동흡수수단으로 기능하는 탄성 및/또는 점성부재(54)와, 벨로우즈(57)는 플랜지부재(71)와 외측 원통부(16)를 연결하는 조인트부에 배열된다. 플랜지부재(71)와 외측 원통부(16)는 지지부재(73)와, 탄성 및/또는 점성 부재(54)와, 벨로우즈(57)를 통해 서로 연결되어 있다.

더욱이, 본 실시예는 플랜지부재(71)의 외측 원통부(16)의 위치를 소정 범위로 규제하는 규제수단으로서, 지지부재(73)에 고정 나사 결합하는 규제나사(58)와, 이 규제나사(58)의 축 둘레에 장착되고 규제나사(58)의 나사 헤드와 지지부재(73) 사이에 위치하는 칼라(59)를 구비하고 있다.

고정자 본체(18) 및 회전자 본체(14)는 반경방향 외향으로 시이트형 자기차폐부재(66)에 의해 원주방향으로 에워싸여 있다. 자기차폐부재(66)는 외측 원통부(16)의 내측 원주면을 따라 배열되어 있다.

이후, 본 실시예에 관해 더 상세히 설명한다.

외측 원통부(16)는 스테인레스 스틸로 제조되며, 각각이 중공 원통의 각기 다른 단부의 원주부에서 반경방향 외향으로 돌출되는 베이스 고정부(16a)와 플랜지부재 지지부(16b)를 갖도록 구성되어 있다. 베이스 고정부(16a)는 나사에 의해 베이스(19)에 고정되어 있다.

도 6은 플랜지부재(71)를 포함하는 주요부를 도시하는 측방향 단면도이다.

도 6에 도시한 바와 같이, 플랜지부재(71)는 외측 원통부(16)(스테인레스 스틸)와 동일하거나 유사한 재료로 형성되며, 원통 형상으로 일단부의 원주부는 반경방향 외향으로 장착부(71a)가 돌출되어 있다. 이 장착부(71a)는 외부 용기의 배기구의 원주부에 고정되어 있다. 또, 타단부의 원주부에는 피지지부(71b)가 형성되어 있다. 이 피지지부(71b)는 회전자 부재와 외측 원통부(16)의 축선방향으로 장착부(71a)와 외측 원통부(16) 사이에 위치되고, 외측 원통부(16)의 플랜지부재 지지부(16b, 외부용기측) 상에 배치하고 있다.

지지부재(73)의 연신부(73b)의 원주 단부는 플랜지부재의 흡입구(71c) 원주 단부 아래(71, 회전자부재의 측방향으로 베이스측)에 배치되어 있고, 연신부(73b)의 원주 단부에 에워싸여진 통과 구멍이 형성되어 있다. 이 통과 구멍은 플랜지부재(71)의 흡입구(71c)의 크기와 실질적으로 동일하다.

지지부재(73)의 지지고정부(73a)는 원통형으로 형성되고, 절연부로 기능하는 제1 절연 시이트(55)를 통해 외측 원통부(16)의 플랜지부재 지지부(16b)의 상부에 위치하고 있다. 지지고정부(73a)에는 원주방향으로 복수 위치에 측방향 나사 구

멍이 형성되며, 제1 절연 시이트(55)에는 나사 구멍에 대응하는 관통공이 형성되어 있다. 짧은 나사(61), 플랜지부재 지지부(16b)에 접촉하지 않고 제1 절연 시이트(55)에 형성된 관통공을 통해, 지지고정부(73a)를 통해 관통된 나사 구멍에 나사 결합 고정된다. 제2 절연 시이트(56)는 각각의 짧은 나사(61)의 머리와 플랜지부재 지지부(16b) 사이에 개재되어 있다. 이에 의해, 짧은 나사(61)는 외측 원통부(16)와 전기적으로 절연된 상태에서, 지지부재(73)와 나사 결합하므로, 지지부재(73)의 지지고정부(73a)를 외측 원통부(16)의 플랜지부재 지지부(16b)에 고정한다.

플랜지부재 지지부(16b)에 대항하는 지지고정부(73a)의 일단면은, 플랜지부재(71)의 지지부(71b)와 전체 원주에 걸쳐 대항하고 있다. 링 형상의 탄성 및 점성부재(54)가 지지고정부(73a)와 플랜지부재(71)의 지지부(71b) 사이에 클램프 고정되어 있다. 탄성 및 점성부재(54)로서, 실리콘 고무 등이 사용될 수 있다.

지지부재(73)의 지지고정부(73a)에는 규제 나사와 나사 결합하는 나사공이 형성되고, 각각의 탄성 및 점성부재(54)와 플랜지부재(71)의 피지지부(71b)에는 지지고정부(73a)의 나사 구멍과 대응하는 지점(원주방향으로 동일 위치)에 구멍이 형성되어 있다. 이 구멍은 나사구멍 보다 직경이 크다. 복수 개의 링 형상 보조 탄성 및 점성부재(64)가 플랜지부재(71)의 지지부(71b)의 상부에 배열되므로, 각 보조 탄성 및 점성부재(64)의 구멍은 탄성 및 점성부재(54) 및 플랜지부재(71)의 피지지부(71b)에 정렬된다.

스테인레스 스틸로 제조된 원통형 칼라(59)가 제공되며, 이들 각각은 보조 탄성 및 점성부재(64), 플랜지부재(71)의 피지지부(71b) 및 탄성 및 점성부재(54)의 구멍의 내측으로 혈령하게 삽입된다.

도 7은 흡입구(71)측에서 투시한 본 실시예의 터보분자펌프를 도시하는 평면도이다.

도 7에 도시한 바와 같이, 지지부재(73)의 지지고정부(73a)의 나사공에 삽입되어 규제나사(58)가 칼라(59)를 통해 하방으로 나사 결합된다. 도 6에 도시하는 바와 같이, 나사 머리가 스프링 와셔(75)와 평면 와셔(74)를 통해 칼라(59)에 접촉하며, 규제 나사(58)가 삽입되어 나사 결합 양이 규제된다. 평면 와셔(74)의 나사 헤드와 지지고정부(73a) 사이의 거리는 칼라(59)의 축방향 길이에 의해 고정되도록 되어 있다.

따라서, 플랜지부재(71)의 지지부(71b)는 그 구멍에 칼라(59) 및 규제나사(58)가 혈령하게 삽입되는 것에 의해 반경방향 위치를 소정 범위 내로 규제하고, 축선방향의 상방 변위(외부 용기를 향한 변위)를 평면 와셔(74)에 의해 규제하고 있다. 지지고정부(73a)에 대한 이동속도에 따라 플랜지부재(71)에는 점성마찰이 작용하도록 되어 있고, 플랜지부재(71)의 피지지부(71b)와 지지부재(73)의 지지고정부(73a) 사이에 개재된 탄성 및 점성부재(54)에 의해 플랜지부재(71)는 탄성적으로 지지된다.

지지부재(73)의 연신부(73b)의 원주방향 단부는 플랜지부재(71)의 흡입구(71c) 원주방향 부분 아래(회전자 부재의 축선방향에서 베이스(19)측)에 위치되며, 연신부(73b)의 원주방향 단부에 에워싸인 통과구멍이 형성되어 있다. 이 통과구멍은 플랜지부재(71)의 흡입구(71c)와 실질적으로 동일한 크기로 되어 있다.

O 링(62)은 지지부재(73)의 연신부(73b)의 밑바닥(즉, 지지고정부(37a)측)에 형성된 조인트부(73c)와, 외측 원통부(16)의 원주부 사이에 개재되어 있다. 지지부재(73)는 O링(62)과 제1 절연 시이트(55)를 통해서만 외측 원통부(16)와 연결되며, 지지부재(73)의 다른 부분은 외측 원통부(16)에서 이간되어 있다. 따라서, 본 실시예에 있어서, 외측 원통부(16)와 지지부재(73)는 O 링(62), 제1 절연 시이트(55) 및 제2 절연 시이트(56)에 의해 서로에 대해 전기적으로 절연되어, 외부 용기와 외측 원통부(16)를 전기적으로 절연하도록 되어 있다.

벨로우즈(57)는 플랜지부재(71)의 흡입구(71c) 원주부와 연신부(73b)의 통과구멍의 원주부 사이에 배치되어 있다. 회전자 부재의 축방향으로 벨로우즈(57)의 스프링상수는, 회전자 부재의 축방향으로 탄성 및 점성부재(54)의 스프링상수 보다 작다.

플랜지부재(71)의 흡입구(71c)는, 벨로우즈(57), 지지부재(73)의 연신부(73b) 및 O 링(62)에 의해 외측 원통부(16)의 중공부에 연결되어 있다.

도 5에 도시한 바와 같이, 회전자 축(12)은 그 일 단부(상부)가 고정자 축(15)의 내측에서 노출되며 고정자 축(15)의 내향으로 위치되어 회전가능하게 지지되어 있다. 모터(21)의 자석 또는 자석들(33)은 회전자 축(12)의 축선방향으로 실질적으로 중앙에 고정되어 있다.

회전자 본체(14)는, 고정자 축(15)의 외측 원주를 에워싸도록 배치된 거의 원통의 원주 벽부(14a)와, 이 원주 벽부(14a)의 중공부를 폐쇄하는 지지부(14b)와, 원주 벽부(14a)의 외측 원주에 부착된 회전자 블레이드(141)를 구비하고 있다. 지지부(14b)는 고정자 축(15)에서 외측으로 노출되는 회전자 축(12)의 상부에 고정되어, 회전자 축(12)과 일체로 회전하게 된다.

회전자 블레이드(141)는 원주 벽부(14a)에 축선방향으로 다단으로 배열되고, 각각의 회전자 블레이드(141)는 복수 개의 반경방향으로 돌출된 블레이드(팬)로 형성되어 있다. 흡입구(38)측(도면에서 상측)이 회전방향이 되며, 각각의 팬이 출구(49)측을 향해 이동되도록 기체 분자에 대해 충돌하도록 각각의 팬은 소정 각도로 경사져 있다.

고정자 축(15)에는 회전자 블레이드(141)와 동축으로 베이스(19)와 일체로 형성된 원통부(15a)가 구비되어 있다.

원통부(15a)는 베이스(19)에서 회전자 본체(14)의 원주 벽부(14a)와 회전자 축(12) 사이의 틈새로 연장하도록 되어 있다. 원통부(15a)의 내측 원주벽에는 모터의 코일(들)(32)이 고정되어 자석(들)(33)과 대향하고 이 코일(32)에 통전하여 자석(들)(33)이 부세되어 회전자 축(12)이 회전되도록 구성되어 있다.

고정자 본체(18)는 스페이서(180)와 고정자 블레이드(181)를 구비하며, 고정자 블레이드 각각은 병렬로 회전자 블레이드(141)의 각단 사이에 배치되도록 각 인접 스페이서(180) 사이에 외측 원주에 지지되어 있다.

각각이 계단부를 갖는 원통의 스페이서(180)는 외측 원통부(16)의 내측에 서로에 대해 적층되어 있다.

또, 본 실시예의 터보분자펌프에 있어서, 1/100 내지 1/10 mm 의 두께를 갖는 자기차폐부재(66)가 스페이서(180)를 외접하기 위해 외측 원통부(16)와 스페이서(180) 사이에 배치되어 있다. 자기차폐부재(66)로서, 연자성체로 비결정 합금 또는 나노 결정 합금을 적용한 것이 사용될 수 있다. 예컨대, 복수 개의 비결정 합금 또는 나노 결정 합금으로 제조된 자기적 얇은 밴드가 타단부가 병렬로 배열되고 수지에 의해 일체형 조립체를 형성하기 위해, 서로에 대해 부분적으로 겹쳐지고, 자기차폐부재(66)를 형성할 수 있고, 전도성부재가 일체형 조립체의 적어도 일 표면에 배열될 수 있다(일본 특개평1-87989).

상기 비결정 합금의 실례로서, Cu1-Nb3-Si15-B6(원자 %), 나머지부가 Fe 로 이루어지고, Fe2-Mn2-Cr3-Si13-B9(원자 %), 나머지부가 Co 로 이루어지는 물질 또는 이들 비결정 합금 각각을 결정화 온도 이하로 열처리에 의한 물질을 예로 들 수 있다. 또, 상기 나노 결정 합금의 일 실시예로서, 미세 결정을 형성하기 위해 전술한 비결정합금을 결정화 온도 이상에서 열처리하여, 결정화시킨 것이 얻어진다.

고정자 블레이드(181)는 그 외측 원주부가 원주방향으로 스페이서(180)에 의해 부분적으로 클램프 고정된 외측 환형부, 이 외측 환형부와 동축으로 내향으로 배치된 내측 환형부, 및 복수 개의 고정자 블레이드(팬)를 포함하며, 그 반경방향 단부는 그 사이의 소정 각도로 반경방향으로 내외측 환형부에 의해 각각 지지되어 있다. 내측 환형부의 내경은 원주 벽부(14a)의 외경 보다 크게 형성되므로, 내측 환형부의 내측 원주면과 원주 벽부(14a)의 외측 원주면이 이격 대향하고 있다.

고정자 블레이드(181)는 각 단의 회전자 블레이드(141) 사이에 배치될 수 있도록 원주방향으로 두 부분으로 분할되어 있다. 고정자 블레이드(181)는 2분할된 스테인레스 스틸 또는 알루미늄 스틸로 제조된 박판을 준비하여, 에칭법 등에 의해 반원 외측 환형부의 외형부분과 고정자 블레이드 부분을 절단하고, 고정자 블레이드의 부분을 프레스 가공에 의해 소정 각도로 절곡하여 형성된다.

각 단의 고정자 블레이드(181)는 각 스페이서(180)와 스페이서(180) 사이에, 외측 환형부가 원주방향으로 클램프 고정되어, 회전자 블레이드(141) 사이에 유지되고 있다.

베이스(19)에는, 회전자 블레이드(141)와 고정자 블레이드(181) 사이로 이송된 기체가 외부로 배출하는 외측 포트(49)가 배치되어 있다. 또, 베이스(19)에는 그내에 회로기관을 수납하는 회로기관수납부(40)가 형성되어 있다. 이 회로기관수납부(40)에 있어서, 회전자 축(12)의 회전수를 검출하기 위한 회전수센서(41) 등의 부품들이 설치되어 있다. 또, 베이스(19)에는 커넥터(42)가 구비되어, 회전수센서(41)로부터의 신호가 이에 연결된 케이블(43)을 통해 제어장치(36)에 전달된다. 이 신호를 기초로, 제어장치(36)는 회전자 축(12)의 회전을 제어한다.

본 실시예의 터보분자펌프에는 회전자 축(12)을 자력으로 지지하기 위한 자기베어링(20)이 구비되어 있다.

자기베어링(20)은 3축 제어식 자기베어링으로, 반경방향 자력을 회전자 축(12)에 인가하기 위한 반경방향 전자석(22), 회전자 축(12)의 반경방향 위치 변위를 검출하기 위한 반경방향 센서(30), 축방향 자력을 회전자 축(12)에 인가하기 위한 축방향 전자석(26), 및 축방향 전자석(26)에 의한 축력이 작용하는 금속디스크(31), 회전자 축(12)의 축방향 변위를 검출하기 위해 회로기관 수납부(40) 내측에 배열된 축방향 센서(34)를 구비하고 있다.

반경방향 전자석(22)은, 서로 직교하는 고정자 축(15)의 내측 원주면에 고정 배열되는 두 쌍의 전자석(한 쌍만 도면에 도시함)을 포함하고 있다. 각 쌍의 전자석은, 회전자 축(12)의 모터(21) 상부에 배치되며, 이들 사이에 위치한 회전자 축(12)을 통해 서로 대향 배치되어 있다.

반경방향 전자석(22) 상부에, 두 쌍의 반경방향 센서(30)(한 쌍만 도면에 도시함)가 구비되어, 각 쌍의 반경방향 센서(30)는 이들 사이에 위치한 회전자 축(12)을 통해 서로 대향하고 있다. 두 쌍의 반경방향 전자석(22)은 두 쌍의 반경방향 센서(30)에 대응하여, 서로 직교하도록 배치되어 있다.

여자 전류를 반경방향 전자석(22)과 축방향 전자석(26)에 공급함에 의해, 회전자 축(12)이 자기 부상된다. 자기 부상시, 반경방향 전자석(22)의 여자 전류는 반경방향 센서(30)로부터의 변위 검출 신호를 기초로 제어되어, 회전자 축(12)이 반경방향으로 소정 위치에 유지되도록 되어 있다.

자성체로 형성된 원반형 금속 디스크(31)가 회전자 축(12)의 하부에 고정되어 있다. 금속 디스크(31) 상방에는, 축방향 전자석(26)이 베이스(19)에 고정 배치되어 있다. 회전자 축(12)의 하단부에 대향하도록 축방향 센서(34)를 회로기관수납부(40) 내에 배열하여, 회전자 축(12)의 축방향 위치를 검출한다.

축방향 전자석(26)의 여자 전류는, 축방향 센서(34)로부터의 변위검출신호를 기초로 제어되므로, 회전자 축(12)이 축방향으로 소정 위치에 유지되도록 되어 있다.

자기베어링(20)에는 반경방향 센서(30)와 축방향 센서(34)로부터의 검출 신호를 기초로 반경방향 전자석(22)과 축방향 전자석(26)의 여자 전류를 피드백 제어에 의해 회전자 축(12)을 자기 부상시키는 자기베어링 제어수단이 구비되고, 베이스(19)에 설치된 커넥터(42)와 케이블(43)로 연결된 제어장치(36) 내에 설치되어 있다.

이 자기베어링을 이용하여 회전자 축(12)이 소정 위치에 유지될 수 있기 때문에, 회전자 부분(회전자 축(12) 및 회전자 본체(14))은 자기베어링의 구동 동안 고정자 축(15)과 고정자 본체(18)에 기계적으로 접촉하지 않으므로, 미립자의 발생을 억제할 수 있다. 또, 이 자기베어링은 실링 오일을 사용하지 않으므로, 기체 발생이 없다. 따라서, 청정환경에서 회전자 부분의 회전 구동을 실현할 수 있다. 이러한 이유 때문에, 자기베어링을 사용한 터보분자펌프는 반도체 장치 등 높은 청정도를 필요로 하는 경우에 적절하다.

본 실시예의 터보분자펌프에 있어서, 보호용 베어링(38, 39)은 각각 회전자 축(12)의 상하부측에 각각 배열되어 있다.

통상적으로, 회전자 축(12) 및 회전자 본체(14)를 형성하기 위해 장착된 부품은 회전 동안 자기베어링(20)에 의해 비접촉 상태로 베어링 지지된다. 보호용 베어링(38, 39)은 터치 다운이 발생할 때 자기베어링(20)을 대신하여 회전자 부분을 지지하여, 전체 장치에 대한 보호 베어링으로 기능한다.

따라서, 각각의 보호용 베어링(38, 39)은 그 내륜이 회전자 축(12)에 비접촉상태로 배열되어 있다.

상기와 같이 구성된 본 실시예의 터보분자펌프는, 플랜지부재(71)의 장착부(71a)는 외부 용기에 고정된 다음 모터(21)를 구동하면 회전자 축(12)과 함께 회전자 본체(14)를 회전시킨다. 그리고, 회전자 본체(14)가 고속의 정격 값(20,000 내지 50,000 rpm)으로 회전자 블레이드(141)를 고속으로 회전시킨다. 이것에 의해, 흡입구(71c)로부터의 기체가 회전자 블레이드(141)에 의해 이송되어 배기구(49)에서 배출되도록 한다.

터보분자펌프의 회전 구동시, 모터(21)의 코일(32)과 이 코일(32)의 코어에는 모터(21)의 회전 자기장에 의한 진동이 발생되고, 코일의 코어와 반경방향 전자석(22)의 코일에 회전자 불균형과 치수 에러에 의한 진동이 발생된다. 이들 진동은 코일(32), 코일(32)의 코어, 반경방향 전자석(22)의 코일 및 코일의 코어가 고정되는 고정자 축(15)으로부터 베이스(19)까지 전파되고, 베이스(19)로부터 외측 원통부(16)로 직접 또는 볼트(161)를 통해 더 전파된다.

또, 터보분자펌프 등의 배기구(49)에 백 펌프가 연결되는 경우에 있어서, 백 펌프의 진동 등은 연결 파이프와 배기구(49)를 통해 또는 이들 펌프가 설치되는 플로우를 통해 베이스(19)로 전파되고, 베이스(19)로부터 외측 원통부(16)에 직접 또는 볼트(161)를 통해 더 전파된다.

외측 원통부(16)에서 지지부재(73)까지 전달되면, 이들 진동은 탄성 및 점성부재(54)와 벨로우즈(57)에 의해 감쇄된 다음, 플랜지부재(71)로 전달된다.

전술한 바와 같이, 외측 원통부(16)와 별개 부재로 형성된 플랜지부재(71)가 본 실시예에서 탄성 및 점성부재(54)와 벨로우즈(57)를 통해 외측 원통부(16)에 지지되기 때문에, 터보분자펌프의 구동 동안 펌프 내부의 모터와 자기베어링에 발생한 진동과 외부 인자에 의한 진동 모두 탄성 및/또는 점성부재(54)와 벨로우즈(57)에 의해 감쇄된 다음 플랜지부재(71)로 전파된다. 그 결과, 외측 원통부(16)의 진동의 외부 용기까지의 진동 전파가 저감되어 외부 용기로의 진동이 억제된다.

본 실시예에 있어서, 플랜지부재(71)가 외측 원통부(16)와 별도부재로 형성되며, 지지부재(73)와 탄성 및/또는 점성부재(54)를 통해 외측 원통부(16)에 지지되어 있다. 따라서, 본 실시예에 있어서, 외측 원통부(16)로부터 외부 용기까지의 진동을 감쇄하기 위한 부재(탄성 및/또는 점성부재(54))가 배치되며, 회전자 부분의 반경방향 외측 위치에 플랜지부재(71)를 외측 원통부(16)에 대해 지지하고 있다. 따라서, 종래 기술로서 댐퍼와 같은 탄성 및/또는 점성부재가 외측 원통부(16)에 형성된 플랜지와 외부 용기 사이에 배치된 경우에 비해 축선방향의 크기가 증가하지 않는다.

본 실시예에 있어서, 터보분자펌프에서 탄성 및/또는 점성부재(54)에 의해 외측 원통부(16)로부터의 진동 전파가 저감되기 때문에, 진동억제부재를 부착할 필요가 없다. 따라서, 외부 용기와 터보분자펌프 사이의 진동감쇄부재를 부착하기 위한 노동력과 비용 증가, 외부 용기와 터보분자펌프 사이의 진동감쇄부재의 부착과 기체 흡입 성능의 불안정화, 내구성의 저하의 우려가 없다.

또, 외부 용기와 터보분자펌프 사이의 진동 감쇄부재를 공동으로 사용함에 의해, 외부 용기로의 진동의 전파가 더 저감될 수 있다.

본 실시예에 있어서, 탄성 및 점성물질로 제조된 탄성 및/또는 점성부재(54)와 탄성부재로 제조된 벨로우즈(57)가, 플랜지부재(71)와 외측 원통부(16) 사이에 병렬로 배치되기 때문에, 외측 원통부(16)로부터 플랜지부재(71)로의 진동의 전파는 진동공학에서의 스프링 대시팟(spring-dashpot) 장치에 의해 저감된다.

본 실시예에 있어서, 스프링 상수가 상이한 두 종류의 탄성 기구(탄성 및/또는 점성부재(54) 및 벨로우즈(57))가 병렬로 배치되고, 벨로우즈(57)를 기체 통로측에 배치하기 때문에, 플랜지부재(71)가 탄성 및/또는 점성부재(54)와 벨로우즈(57)로 구성된 스프링 대시팟 장치에 의해 외측 원통부(16)에 지지될 수 있고, 벨로우즈(57)에 의해 외부측으로부터 기체 통로측을 반원형으로 밀봉한다. 그 결과, 양호한 진공 효율을 유지하면서, 외측 원통부(16)에서 외부 용기로의 진동 전파를 저감시킬 수 있다. 더욱이, 본 실시예에 있어서, 큰 스프링상수를 갖는 탄성 및/또는 점성부재(54) 및 작은 스프링 상수를 갖는 벨로우즈(57)가 병렬로 배치된다. 따라서, 모터(21)가 외측 원통부(16) 내의 기압이 감소하여 벨로우즈(57)에 작용하는 대기압에 의해 축방향 하중이 작용해도, 벨로우즈(57)는 허용 한도 이상으로 수축하는 것을 방지하여 벨로우즈(57)의 손상을 방지할 수 있다. 더욱이, 플랜지부재(71)의 흡입구(71c)와 지지부재(73)의 연신부(73b)는 용접 등에 의해 반원형으로 밀봉 상태로 벨로우즈(57)에 연결되어 있다. 따라서, 밀봉된 기체 통로가 플랜지부재(71)와 지지부재(73) 사이에 형성되므로, 탄성 및/또는 점성부재(54)와 다른 요소의 분자가 펌프 내측으로 외부 기체와 혼합되지 않도록 한다.

본 실시예에 있어서, 플랜지부재(71)의 외측 플랜지부재(16)에 대한 변위는 소정 범위로 규제된다. 따라서, 회전시 회전자 부재의 파손에 의해 큰 하중이 발생되면(본 실시예에 있어서 회전자 블레이드(141), 원주 벽부(14a) 및 회전자 축(12)), 플랜지부재(71)는 지지부재(73)로부터 거의 탈구되지 않고, 본 실시예의 터보분자펌프가 외부 용기로부터 제거되거나 독립적으로 이동되지 않는다. 이처럼, 높은 안전성을 확장할 수 있다.

본 실시예에 있어서, 시이트형 자기차폐부재(66)가 외측 원통부(16)와 스페이서(180) 사이에 배치되기 때문에, 고정자 축(15)에 배치된 모터(21)의 코일(32), 자기베어링(20)의 반경방향 전자석(22), 반경방향 센서(30)와, 회전자 축(12)에 고정된 모터(21)의 자석(33)에 의한 자기장의 외부 누설을 제거하는 것이 가능하다. 더욱이, 자기차폐부재(66)는 고정자부재와 회전자부재의 외향으로 배치되고 특정 거리로 자기장을 발생시키는 전술 부재와 이격되기 때문에, 자기장의 누설은 그 저감 두께에 의해 효과적으로 제거될 수 있다. 따라서, 자기차폐부재(66)의 비용과 그 설치 공간이 억제될 수 있다. 본 실시예

에 있어서, 종래 기술에서 자기차폐부재는 외측 원통부(16)와 스페이서(180) 사이에 존재하는 틈새를 이용하여 배치된다. 더욱이, 자기차폐부재(66)가 외측 원통부(16)의 내향으로 배치되기 때문에, 외측 차폐부재(66)는 외측 원통부(16)에 의해 펌프의 외부로부터 보호되어 덜 손상된다.

본 실시예에 있어서, O 링(62), 제1 절연 시이트(55), 및 제2 절연 시이트(56)에 의해 외측 원통부(16)와 지지부재(73)가 전기적으로 절연되므로, 외측 원통부(16)와 플랜지부재(71) 사이가 전기적으로 절연된다. 따라서, 모터의 코일(32), 자기 베어링(20)의 반경방향 전자석(22)과 축방향 전자석(26)을 통해 흐르는 전류의 변동 또는 자석(33)의 회전 자기장에 의해 외부 용기로 유도되고, 전기 노이즈의 전파를 억제하는 것이 가능하다.

전술한 바와 같이, 본 실시예는 터보분자펌프를 전자현미경 등의 진공장치에 연결하여 함께 사용할 때 진공장치의 성능, 신뢰성 및 서비스 수명 저하를 유발할 수 있는 모든 진동, 자기장의 누설, 진공장치로의 전기 노이즈의 전파를 억제하도록 구성되어 있다.

게다가, 본 발명의 진공펌프는 전술의 제2 실시예에 한정해서는 안되며, 각 요소/수단의 형상, 크기, 재질, 배열 등은 본 발명의 사상과 범위로부터 벗어나지 않고 적절하게 변형될 수 있다.

예컨대, 전술한 제2 실시예에는 지지수단으로 기능하는 지지부재(73)가 외측 원통부(16)의 외측 원주측에 고정되었지만, 지지수단을 외측 원통부(16)의 내측 원주측에 고정할 수 있다. 이 경우, 종래 기술에 존재하는 흡입구로부터의 회전자 부분과 고정자 부분까지 공간을 연장하여, 지지부재(73), 탄성 및 점성부재(54), 및 연통부재(벨로우즈(57))가 축선 방향으로 크기의 증가를 억제하도록 배치될 수 있다.

상술의 제2 실시예와 그 변형예에 있어서, 지지부재(73)와 탄성 및 점성 물질로 형성된 탄성 및 점성부재(54)가 지지수단으로 사용되며, 벨로우즈(57)는 연통수단으로 사용된다. 그러나, 벨로우즈(57)는 사용되지 않을 수 있고, 대신 지지부재(73)와 탄성 및 점성부재(54)가 연통부재의 기능을 겸비할 수 있다. 더욱이, 탄성 및 점성부재(54)를 사용하지 않고 벨로우즈만이 사용될 수 있다.

상술의 제2 실시예와 그 변형예에 있어서, 회전자 블레이드(141)는 원주 벽부(14a)의 외측 원주면에서 외향으로 돌출된다. 그러나, 회전자 블레이드는 원주 벽부(14a)의 내측 원주면에서 내향으로 돌출될 수 있고, 고정자 본체(18)를 회전자 본체(14)의 반경방향 내향으로 배치될 수 있다.

또, 상술의 제2 실시예와 그 변형예에 있어서, 회전자 축(12)은 자기베어링에 의해 지지되지만, 본원 발명은 이에 한정하지 않는다. 회전자 축(12)은 동압 베어링, 정압 베어링 또는 다른 베어링에 의해 지지될 수 있다.

상술의 제2 실시예와 그 변형예에 있어서, 진공펌프는 회전자 블레이드(141)와 고정자 블레이드(181)를 갖는 터보분자펌프로 구성된다. 회전자 부분이 회전될 때 기체의 점성을 이용하여 기체를 이송하기 위해서 진공펌프는 나사 홈이 회전자 본체(14) 또는 고정자 본체(18)에 배열되는 나사홈식 펌프로 구성될 수 있고, 또는 터보분자펌프가 나사 홈식 펌프와 결합되는 복합 펌프로 구성될 수 있다.

상술의 제2 실시예와 그 변형예에 있어서, 고무로 제조된 탄성 및/또는 점성부재(54)와 벨로우즈(57)는 진동흡수수단으로 사용되지만, 진동흡수수단은 이에 한정하지 않는다. 스프링부재 또는 겔 재료로 제조된 겔부재가 진동흡수단에 사용될 수 있다. 스프링부재로서, 판스프링, 코일스프링, 원판스프링 등이 적용될 수 있다. 겔 부재로서, 실리콘 등과 같은 겔 물질로 제조된 겔 부재 등이 적용될 수 있다.

상술의 제2 실시예와 그 변형예에 있어서, 플랜지부로 기능하는 플랜지부재(71)와 외측 원통부로 기능하는 외측 원통부(16)가 별체로 형성되며, 진동흡수수단으로 기능하는 탄성 및 점성부재(54)가 플랜지부재(71)와 외측 원통부(16)에 연결되는 조인트부에 배치될 수 있다. 진동흡수수단은, 플랜지부재와 외측 원통부 사이의 조인트부에 또는 그 대신에, 플랜지부, 외측 원통부, 베이스, 고정자 부분, 외측 원통부와 베이스 사이의 조인트부, 고정자 부분과 베이스 사이의 조인트부 중 어느 하나 이상의 위치에 배치될 수 있다. 진동흡수수단이 플랜지 부분과 외측 원통부 사이의 조인트부 이외의 위치에 배치되는 경우에 있어서, 플랜지 부분과 외측 원통부는 일체로 형성될 수 있다.

발명의 효과

전술한 바와 같이, 본 발명의 청구항 1 내지 12 기재의 진공펌프에 따르면, 진공펌프 외측에 댐퍼를 사용하지 않고, 외부 용기로의 진동 전파를 저감시킬 수 있다.

본 발명의 청구항 10에 따르면, 외측 원통부의 진동이 플랜지부로 전파되는 것이 억제되어, 플랜지부의 외측 원통부에 대해 소정 범위까지 변위를 규제하는 것이 가능하다. 따라서, 회전자 부재가 회전하는 동안 회전자 부재의 파손과 같은 큰 충격이 발생하는 경우에도, 플랜지부는 지지부재로부터 탈구되지 않으며, 터보분자펌프는 외부 용기로부터 제거되지 않고 독립적으로 둘레를 이동하지 않게 된다. 따라서, 높은 안전성이 확보할 수 있다.

본 발명의 청구항 11에 따르면, 대형화와 비용 증가를 억제하면서 자기 플럭스의 외부 누설을 회피하는 것이 가능하다.

본 발명의 청구항 12에 따르면, 외부 용기로의 전기 노이즈의 전파를 억제하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 진공펌프의 제1 실시예를 구성하는 터보분자펌프의 전체 구성을 도시하는 단면도,

도 2는 도 1에 도시한 터보분자펌프에서 고정자 축의 고정부를 도시하는 것으로서, 도 1의 선 A-A를 따라 절취한 반경방향 단면도,

도 3a 내지 도 3c는 도 1에 도시한 터보분자펌프의 고정부(15b)의 주요부를 도시하는 축방향 단면도,

도 4는 종래 진공펌프를 사용한 상태를 도시하는 설명도,

도 5는 본 발명에 따른 진공펌프의 제2 실시예를 구성하는 터보분자펌프의 전체 구성을 도시하는 축방향 단면도,

도 6은 도 5에 도시한 터보분자펌프의 플랜지부재에서의 진동 및 전기 노이즈 전파 저감 구조의 주요부를 도시하는 축방향 확대 단면도,

도 7은 흡기측에서 투시했을 때 도 5에 도시한 터보분자펌프를 도시하는 평면도.

<도면의 주요 부분에 부호의 설명>

12 : 회전자 축 14 : 회전자 본체

14a : 원주 벽부 14b : 지지부

141 : 회전자 블레이드 15 : 고정자 축

15a : 원통부 15b : 고정부

15c : 수납부 16 : 외측 원통부

16a : 베이스 고정부 16b : 플랜지부재 지지부

161 : 플랜지 162 : 볼트

18 : 고정자 본체 180 : 스페이서

181 : 고정자 블레이드 19 : 베이스

20 : 자기베어링 21 : 모터

22 : 반경방향 전자석 26 : 축방향 전자석

32 : 코일 33 : 자석

34 : 축방향 센서 36 : 제어장치

38 : 흡입구 40 : 축방향 센서

41 : 회전수센서 42 : 커넥터

43 : 케이블 49 : 배기구

50 : 댐퍼 50a : 원통부

50b : 원판형상부 51 : 고정볼트

53 : 제1 가이드부재 53a : 고정볼트

53b : 규제부재 54 : 탄성 및 점성부재

55 : 제1 절연 시이트 56 : 제2 절연 시이트

57 : 벨로우즈 58 : 규제나사

59 : 칼라 62 : O 링

64 : 보조 탄성 및 점성부재

66 : 자기차폐부재 71 : 플랜지부재

71a : 장착부 71b : 지지부

71c : 흡입구 73 : 지지부재

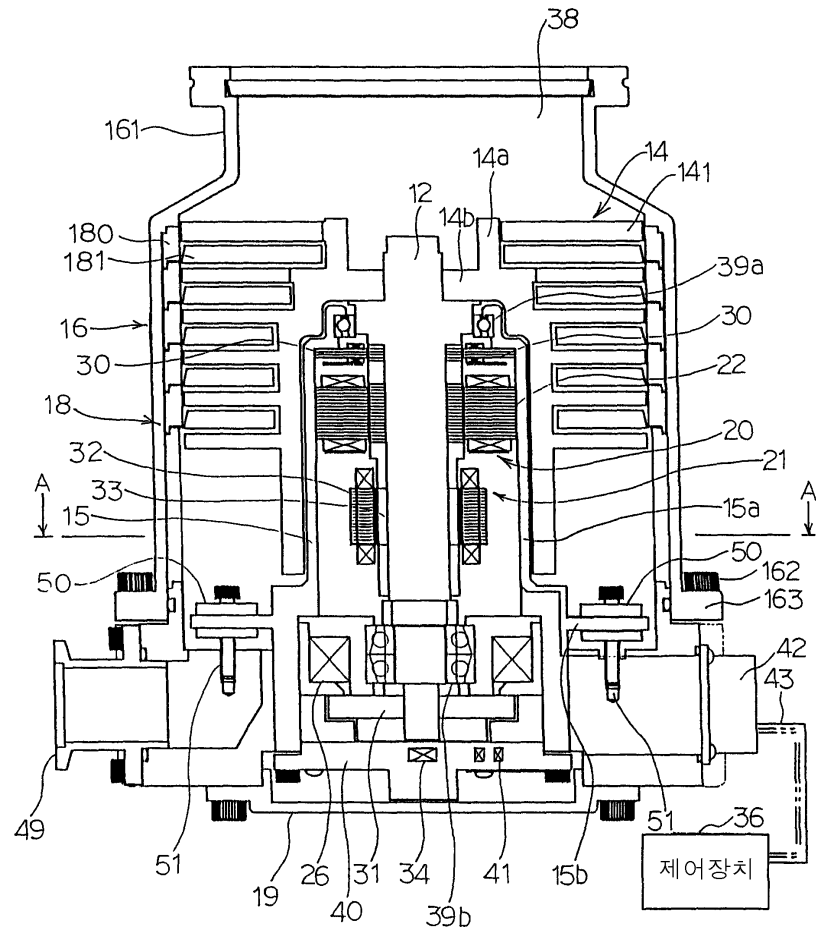
73a : 지지고정부 73b : 연신부

73c : 조인트부 74 : 평면 와셔

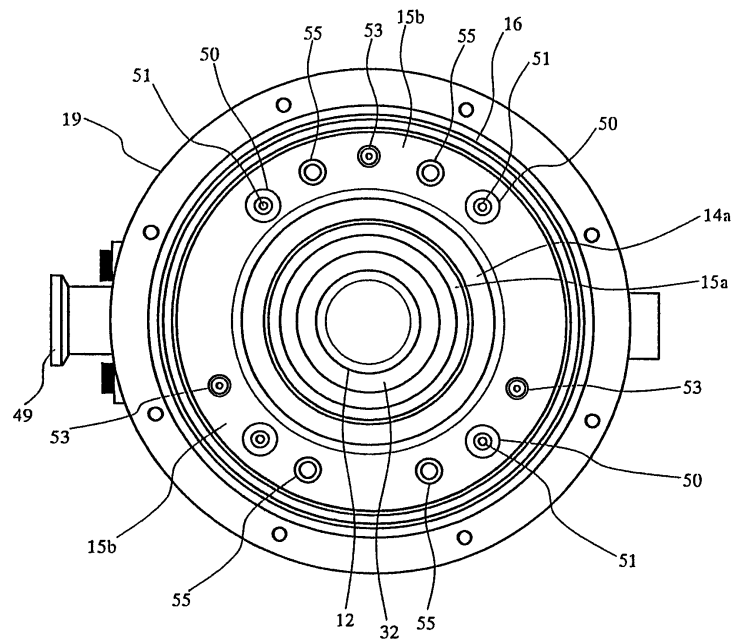
75 : 스프링 와셔

도면

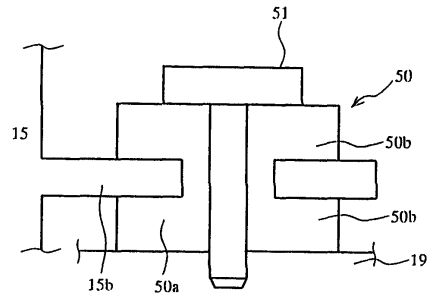
도면1



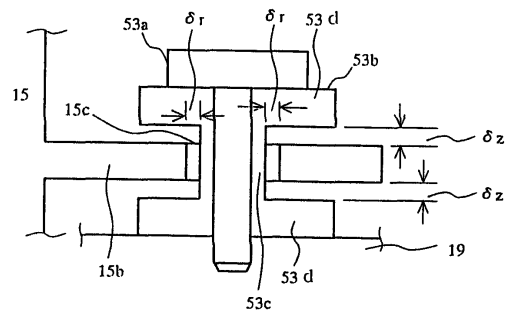
도면2



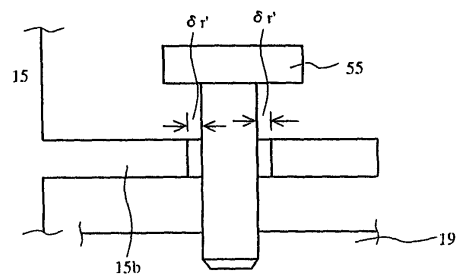
도면3a



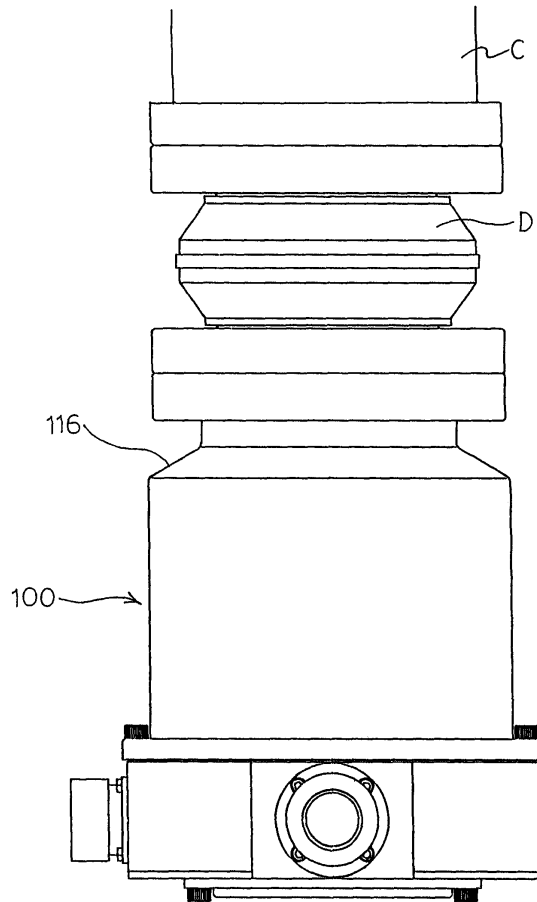
도면3b



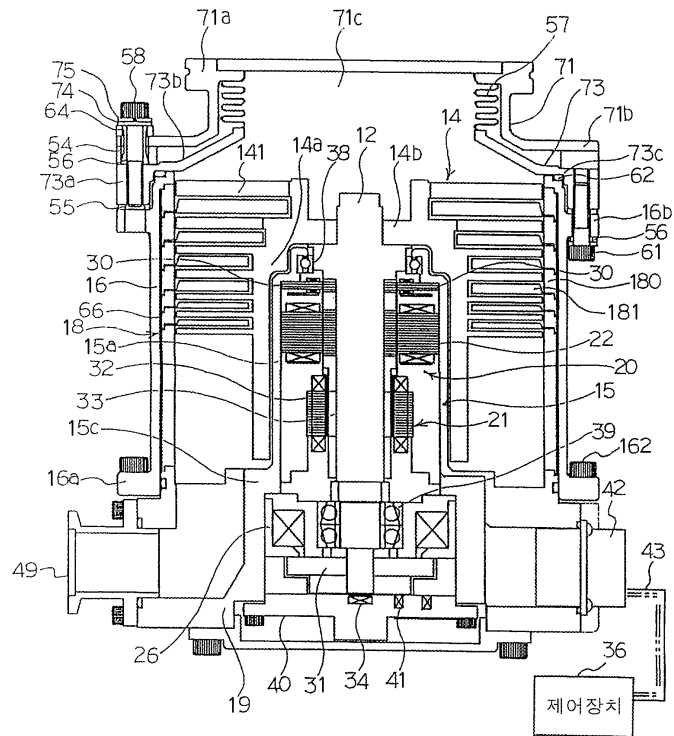
도면3c



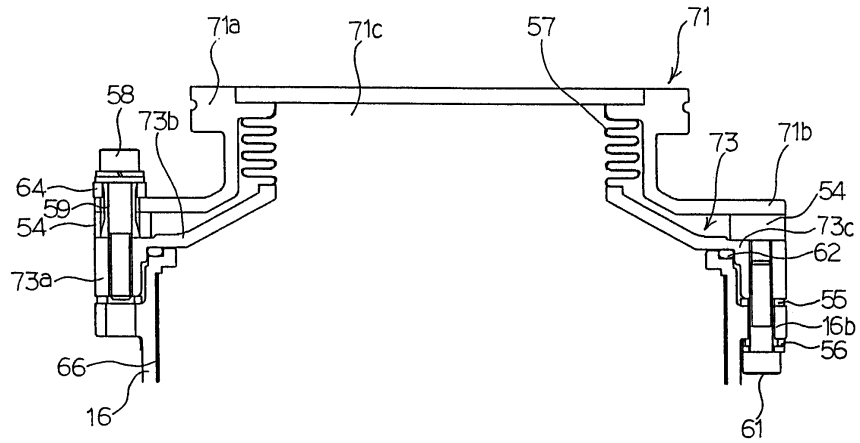
도면4



도면5



도면6



도면7

