



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년08월20일  
(11) 등록번호 10-1175362  
(24) 등록일자 2012년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F04D 19/04 (2006.01) F04D 29/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2005-0031904  
(22) 출원일자 2005년04월18일  
심사청구일자 2010년01월11일  
(65) 공개번호 10-2006-0047176  
(43) 공개일자 2006년05월18일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2004-00139331 2004년05월10일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP11513775 A\*  
JP2000205181 A\*  
JP2003147549 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
에드워즈 가부시킴가이샤  
일본국 치바켄 야치요시 요시하시 1078-1  
(72) 발명자  
노나카 마나부  
일본국 치바켄 야치요시 요시하시 1078-1 비오씨  
에드워즈가부시킴가이샤 야치요 교쥬 내  
와다 아키히코  
일본국 치바켄 야치요시 요시하시 1078-1 비오씨  
에드워즈가부시킴가이샤 야치요 교쥬 내  
(74) 대리인  
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 5 항

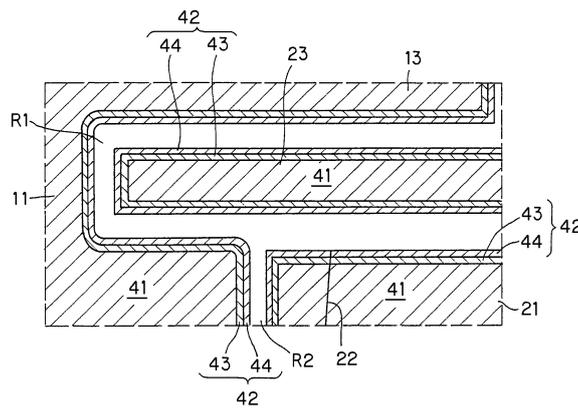
심사관 : 홍근조

(54) 발명의 명칭 **진공 펌프**

**(57) 요약**

본 발명은 부식성 가스에 대한 내식성과 고온화한 부품의 방열성을 향상시키는 것이다. 진공 펌프(P)의 펌프 케이스(1)에 내장되는 로터(11)에서, 알루미늄 합금제의 모재(41) 위에 내식성이 우수한 니켈을 코팅한 니켈 합금층(43)을 형성하고, 또한 이 니켈 합금층(43)의 표면에 니켈을 산화시켜 고 방사율의 니켈 산화물(44)을 형성한 표면 처리층(42)을 형성한 것으로 한다.

**대표도 - 도2**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

펌프 케이스 안에서 회전 가능하게 지지된 로터의 회전 운동에 의해, 진공 챔버 안의 가스 분자를 흡인하여 배기하는 진공 펌프로서,

펌프의 유로를 구성하는 부품의 표면에 표면 처리층이 형성되고,

상기 표면 처리층은, 도금 처리를 복수회로 나누어 막을 형성하여 이루어지는 2층 이상의 니켈 합금층으로 구성되고,

적어도 하나의 니켈 합금층의 성분이 다른 니켈 합금층의 성분과 상이하고,

최상층의 니켈 합금층의 표면에 니켈 산화물이 생성되어 있는 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 니켈 산화물은 상기 니켈 합금층의 표면에 산화제를 반응시켜 산화시킨 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

니켈 도금액 중에 니켈 금속 입자를 혼입하여 무전해 도금을 실시함으로써 상기 니켈 합금층의 표면에 니켈 금속 입자에 의한 요철이 형성되고, 상기 요철을 갖는 니켈 합금층의 표면에 상기 니켈 산화물이 생성되어 있는 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

로터는 그 외벽면에 복수 단의 로터 날개를 구비하고, 상기 로터 날개 사이에 번갈아 위치 결정하여 고정된 복수 단의 스테이터 날개가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

**청구항 5**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

로터를 회전 가능하게 지지하는 구조가 자기 부상식의 베어링 구조인 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

**청구항 6**

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

[0024] 본 발명은, 반도체 제조 장치에 사용되는 진공 펌프에서, 특히 내식성과 방열성을 향상시킨 표면 처리 기술에 관한 것이다.

[0025] 종래, 반도체 제조 장치에서는, 진공 챔버 안을 감압하여 소정의 진공도를 얻기 위해서 진공 펌프가 사용되고 있고, 이 종류의 진공 펌프로서는 운동량 수송식의 터보 분자 펌프가 알려져 있다. 터보 분자 펌프는, 로터와 일체화한 로터 축이 펌프 케이스 내에 회전 가능하게 지지되어 있고, 로터의 외벽면에 복수 단의 로터 날개가 설치되고, 펌프 케이스의 내벽면에는 로터 날개 사이에 위치 결정된 복수 단의 스테이터 날개가 설치되어 있다.

그리고, 진공 챔버 안을 소정압으로 한 후에 로터를 고속 회전시키면, 회전하는 로터 날개와 고정된 스테이터 날개가, 이것에 충돌한 가스 분자에 대하여 운동량을 부여하여 이송하는 배기 동작이 행하여진다. 이 배기 동작에 의해서, 진공 챔버로부터 펌프 케이스 내에 흡인한 가스 분자를 압축하면서 배기함으로써 진공 챔버 안이 감압된다.

[0026] 그런데, 반도체 제조에서의 드라이 에칭이나 CVD의 프로세스에서는, 플라즈마 반응을 이용한 에칭이나 클리닝을 행할 때에 반응성이 높은 염소계나 불소계의 프로세스 가스가 진공 챔버 안에 도입된다. 이 프로세스 가스는 일반적으로 금속에 대한 침식성이 매우 강하기 때문에, 이것을 흡인하여 배기하는 터보 분자 펌프에서는, 펌프 케이스에 내장되는 각종 부품에 고도의 내식성이 요구된다. 이들 부품 중, 로터와 같은 고속 회전하는 부품은, 비(比)강도와 경량화의 관점에서 통상 알루미늄 합금 등의 경합금으로 구성되어 있으나, 알루미늄 합금은 특히 염소계 가스에 대한 내식성이 불충분하다. 이 때문에, 종래에는 알루미늄 합금 위에 예컨대 니켈 합금 등의 내식성이 우수한 금속을 도금 처리하는 것이 널리 행하여지고 있다.

[0027] 한편, 이러한 터보 분자 펌프에서는, 흡인된 가스 분자가 로터 날개와 스테이터 날개에 충돌하여 압축되고, 이 충돌시의 마찰열과 압축시의 압축열에 의해서, 로터와 로터 날개로 이루어지는 회전체가 가열되어 고온화한다. 또한, 회전체의 정격 회전 수는 일반적으로 2만~5만rpm으로 고속이고, 회전체는 원심력에 의한 큰 인장응력을 받는다. 이 때문에, 장시간에 걸쳐 운전을 계속하면, 고온화하여 인장응력을 받은 상태의 회전체는 소성 변형이 서서히 증가하여 크립(creep) 변형이 일어나, 미소한 간극을 두고 대치한 고정 측에 접촉해버린다. 그러면, 이 접촉이 원인으로 회전체의 일부에 균열이 발생하고, 그곳에 응력이 집중하여 회전체가 파손할 우려가 있다.

[0028] 이와 같이, 터보 분자 펌프에서 회전체 파손이 발생하는 것은 고속 운전시의 회전체의 과열이 주된 원인이라고 생각되므로, 이를 방지하기 위해서는, 회전체에 축적된 열을 효율적으로 방열하여 냉각을 행하는 것이 중요하다. 그러한 방법에는 크게 분류하여 전도 방열과 복사 방열의 2가지가 있다. 전자인 전도 방열의 예에서는, 베어링을 통하여 열 전도를 행하는 방법과 가스를 통하여 열 전도를 행하는 방법이, 또한 후자인 복사 방열의 예에서는, 로터의 열을 고정 측의 부품에 복사시켜 열 전달을 행하는 방법이 각각 알려져 있다.

[0029] 그러나, 전자인 베어링을 이용한 전도 방열의 경우에는, 예컨대 로터가 자기 부상식의 베어링으로 지지되어 있으면, 로터 축과 베어링이 비 접촉이기 때문에, 로터의 열을 로터 축으로부터 베어링에 대하여 직접 열 전달시키는 것은 불가능하다. 또한, 가스를 이용한 전도 방열의 경우에는, 예컨대, 아르곤, 크립톤, 크세논 등의 희가스과 같이 가스 분자의 열 전도율이 낮은 가스를 배기할 때에는, 가스를 통한 열 전도를 거의 기대할 수 없다. 그래서 수소나 헬륨과 같이 열 전도율이 높은 퍼지 가스를 펌프 케이스 안에 충전하여 열 전도시키는 것도 생각할 수 있으나, 이 경우, 펌프 케이스 안에 가스가 다량으로 흐름으로써 펌프 케이스 안이나 진공 챔버 안의 압력이 크게 변동하기 때문에, 방열할 수 있는 열량이 제약되어 버린다.

[0030] 따라서, 회전체의 냉각은 후자인 복사 방열에 의한 것이 되지만, 이 때 로터에 전술한 것과 같은 니켈 합금 도금이 실시되어 있으면, 로터의 표면으로부터 방사되는 열량이 감소하여 방열성이 현저하게 저감되어 버린다. 그 이유는, 로터를 구성하는 알루미늄의 방사율이 약 0.3임에 대하여, 니켈의 방사율은 약 0.1~0.2이어서, 니켈 합금 도금을 실시함으로써 로터 전체의 방사율이 저하하기 때문이다.

[0031] 여기서 방사율이란, 어떤 물체에서의 열 방사의 휘도와 동 온도의 흑체에서의 열 방사의 휘도와의 비율, 환언하면 가장 방사 열량이 큰 흑체에 대한 물체의 방사 열량의 비율에 대하여 흑체를 1로 하여 나타낸 것이고, 물체가 흑색에 근접할수록 방사율이 높아지고, 그 표면으로부터 방사되는 열량이 증가한다. 즉, 부식성 가스에 대한 내식성을 향상시키기 위해서 알루미늄 합금제의 로터에 예컨대 니켈 합금 도금을 실시하면, 로터 표면으로부터 방사되는 열량이 적어져 고정 측으로의 복사 전달이 행하여지기 어려워져, 회전체를 효율적으로 냉각할 수 없게 된다는 문제점이 발생한다.

[0032] 또한, 특허문헌 1에는 알루미늄 합금제의 로터의 표면에 세라믹스 입자를 함유한 금속 도금층을 형성하는 기술이 개시되어 있다. 이 기술에 의하면, 세라믹스 입자의 방사율이 약 0.7~0.8이기 때문에, 그 표면으로부터 방사되는 열량은 증가한다고 생각된다. 그러나, 이 세라믹스 입자는 니켈 합금 중에 분산된 것이고, 표면적의 대부분을 점하는 니켈 합금으로부터 방사되는 열량이 여전히 적기 때문에, 금속 도금층의 표면 전체의 방사율은 그다지 높아지지는 않아, 로터의 방열성이 충분한 것이라고는 할 수 없다. 그래서, 세라믹스 입자의 함유율을 증가시키는 것도 생각할 수 있으나, 이 경우에는 세라믹스 입자를 연결하여 고정시키고 있는 니켈 합금의 결합력이 약해져, 고속 회전 중의 원심력으로 세라믹스 입자가 금속 도금층으로부터 벗겨져 떨어져버릴 가능성이 있으므로 바람직하지 않다.

[0033] 또한, 특허문헌 2에는, 진공 펌프 안의 부품의 표면에, 흑색 니켈 합금이나 흑색 크롬 합금 중에 세라믹이나 수지 등의 미립자를 첨가한 코팅층을 형성하여, 부품 표면의 방사율을 향상시키는 기술이 개시되어 있다. 또한, 용사(溶射)에 의해 세라믹층을 부품의 표면에 형성하거나, 또는 폴리머 등의 바인딩제에 세라믹을 혼입하고, 이를 도장이나 접착 등에 의해 부품의 표면에 층 형성하는 것은, 일반적으로 행하여지고 있는 것이다. 그런데, 이들 방법에서는, 첨가물이나 바인딩제로서 이용하는 폴리머에는 니켈 합금층 정도의 내식성이 없어, 그 부분에서부터 부식이 진행하여, 모재가 손상된다는 문제가 있었다. 또한, 용사에서는 다공질인 층밖에 얻을 수 없기 때문에, 그 구멍으로부터 모재(母材)에 부식성 가스가 침입하여 부식되어버린다는 문제가 생각된다.

[0034] <특허문헌 1>

[0035] 일본국 특개평 11-257276호 공보

[0036] <특허문헌 2>

[0037] 일본국 특개 2001-193686호 공보

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

[0038] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 그 해결하고자 하는 과제는, 특히 진공 펌프에서, 부식성 가스에 대한 내식성과 고온화한 부품의 방열성을 높이는 것에 있다.

[0039] 이러한 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은, 펌프 케이스 안에서 회전 가능하게 지지된 로터의 회전 운동에 의해서, 진공 챔버 안의 가스 분자를 흡인하여 배기하는 진공 펌프로서, 적어도 펌프의 유로를 구성하는 부품의 표면에 니켈 합금층이 형성되고, 그 니켈 합금층의 표면에 니켈 산화막이 생성되어 있는 것을 특징으로 하는 진공 펌프를 제공하는 것에 있다.

[0040] 니켈 합금층의 형성 방법으로는, 주지의 무전해 도금이나 전기 도금을 이용할 수 있으나, 복잡한 형상의 모재의 표면에 균일한 두께의 층을 형성하기 위해서는, 무전해 도금이 바람직하다. 니켈 합금층은 니켈과 이종 금속의 합금이라도 되고, 그 예로는 니켈-인 합금이나 니켈-붕소 합금을 들 수 있다. 또한, 니켈 합금층의 막 두께는, 공차 편차를 고려한 목표값으로서 적어도 10 $\mu$ m 이상으로 한다. 그 막 두께를 증가시키면 모재 표면에 도달하는 핀 홀(pin hole)의 확률이 감소하여 부식성 가스의 침입을 확실하게 저지할 수 있게 되지만, 그 한편으로 회전체의 질량 증가를 초래하게 되기 때문에, 보다 바람직하게는 20 $\mu$ m 정도로 하는 것이 좋다. 또한, 부품을 성형하는 모재는 비강도가 우수한 금속 재료로 구성되어 있는 것이 바람직하고, 특히 열전도성이나 가공성이나 경량성의 관점을 고려하면 알루미늄 합금이나 마그네슘 합금이 적절하게 이용된다.

[0041] 니켈 산화물의 생성 방법으로는, 부품의 표면에 전술의 도금 처리를 실시한 후에, 그 표면에 산화제를 반응시켜 니켈 합금층의 표면의 니켈을 강제적으로 산화시키는 것으로 한다. 즉, 니켈은 산화하기 어려운 금속이기 때문에, 열 방사성을 유효하게 발휘시킬 정도로 산화시키기 위해서는, 산화제를 이용하여 산화 반응을 촉진시킬 필요가 있다. 예컨대, 무전해 니켈 도금을 실시한 부품을 질산이나 옥살산이나 황산 등의 약액 중에 침지하면 되고, 이에 의해 니켈 합금층과 약액의 경계면에서 산화제에 의한 침식 반응이 강제적으로 진행되어, 니켈 합금층을 구성하는 니켈 결정의 일부가 산화하여, 그 결과 흑색에 가까운 니켈 산화물이 석출된다.

[0042] 이와 같이 모재 위에 니켈 합금층이 형성되어 있으면, 부식성 가스에 기인하는 침식으로부터 모재를 보호할 수 있다. 또한 니켈 합금층의 표면에 생성된 니켈 산화물은, 니켈 합금층의 방사율보다도 그 방사율이 높아지므로, 부품의 표면으로부터 방사되는 열량이 증가하여 고온화한 부품의 방열 효율이 대폭적으로 향상한다. 덧붙여 말하면, 측정 결과에서는 자연 방치된 무전해 니켈 도금의 방사율은 0.1~0.2 정도였으나, 산화제로 반응시킨 니켈 산화물의 표면의 방사율은 약 0.6~0.7로 향상함을 알 수 있었다. 또한, 이 때의 표면 상태를 관찰하면, 표면에 노출하고 있는 니켈 중, 약 80% 이상이 산화된 상태로 되어 있다. 따라서, 이 표면 처리 기술에 의하면, 부품 표면으로부터 방사되는 열량이 적어도 3~5배 정도로 증가하는 것을 기대할 수 있다.

[0043] 또한, 니켈 산화물은 니켈 합금층의 극히 표층에만 생성되어 있고, 또 니켈 합금층을 구성하는 니켈 금속 결정에 포함되어 있다. 그 때문에, 실용적으로도 밀착 강도가 부족한 경우는 없어, 진공 펌프의 운전 중에 고속 회전하는 로터의 원심력에도 충분히 견디므로 비산(飛散)해버리는 일은 없다. 또한, 생성된 니켈 산화물 자체는, 유황 등의 첨가물을 포함하는 것이 아니므로, 부식성 가스에 대한 내식성을 해칠 우려도 없다.

[0044] 이 표면 처리 기술에서는 산화제로 강제적으로 산화를 행하는 관계상, 적지 않게 하부(下地)의 니켈 합금층이

손상되게 된다. 특히, 니켈 합금층을 형성할 때에, 어떠한 확률로 발생하는 핀 홀을 통하여 이 강제적인 산화가 모재에까지 도달하여, 모재를 침식하는 것은 충분히 생각할 수 있는 일이다. 그 대처 방법으로서, 모재 상에 니켈 합금층을 2층 이상으로 적층하여 구성해두면 효과적이다. 2층 이상으로 구성하기 위해서는, 예컨대 무전해 니켈 도금의 공정을 복수회로 나누어 막을 형성하면 된다. 이에 의해, 핀 홀이 발생하였다고 해도, 층간의 경계에서 핀 홀이 분단되어, 표층으로부터 모재까지 관통하는 핀 홀의 발생 확률을 감소시킬 수 있다. 따라서, 강제적인 산화 공정으로 모재가 침식될 위험성을 매우 낮게 하는 것이 가능해진다.

[0045] 또한, 방사에 의한 열 전달은, 방사면의 표면적이 넓을수록 유리하다고 할 수 있다. 이 때문에, 표면적을 증가시키는 것은 부품 표면으로부터 방사되는 열량의 증가로 이어지므로, 니켈 합금층의 표면의 요철을 늘려 그 표면적을 확대시키는 것이 바람직하다. 예컨대, 니켈 도금액 중에 니켈 금속 입자를 혼입하여 도금 처리를 실시하면, 니켈 금속 입자가 표층에 노출하여 표면에 요철을 형성할 수 있고, 요철을 갖는 니켈 합금층의 표면에 산화 처리를 실시하면, 생성되는 니켈 산화물의 표면적도 확대한다. 이 니켈 합금층 중에 존재하는 니켈 금속 입자는, 니켈 합금층과 강고하게 결합하여 일체화되기 때문에, 그 층의 내식성에 영향을 주는 일은 없고, 방사율의 향상과 표면적의 확대의 상승 효과에 의해, 부품의 열 방사에 있어서 이상적인 표면 처리층이 얻어진다.

[0046] 입자의 직경은, 적어도 도금 두께의 1/2 이상이면 유리한 효과가 얻어지고, 특히 도금 두께 이상으로 하면 그 효과가 커진다. 또한, 도금 두께가 큰 경우에는, 소정 두께의 니켈 도금 층을 형성한 후에, 입자의 직경과 도금 두께의 비율이 우위가 되는 것과 같은 입자를 혼합한 도금을 실시하여도 된다.

[0047] 그런데, 이 표면 처리 기술은 부식성 가스를 흡인하여 배기하는 진공 펌프에 내장되는 부품의 전면에 적용할 수 있는 것이지만, 특히 펌프 케이스 안으로 흡인한 부식성 가스의 유로에 면(面)하고 있는 부품에 적용하는 것이 바람직하다. 그 중에서도 특히, 펌프 케이스 내에서 회전 가능하게 지지되는 로터는, 부식성 가스에 노출될 뿐 아니라 고속 회전 중에 가스의 마찰열이나 압축열로 온도 상승하여 고온화하는 부품으로서, 고도의 내식성과 방열성이 함께 요구되는 부품이기 때문에, 이 표면 처리 기술을 적용할 가치는 높다. 특히 로터의 형상으로서 로터 본체의 외벽면에 복수 단의 로터 날개를 구비하고, 이 로터 날개 사이에 번갈아 위치 결정 고정된 복수 단의 스테이터 날개가 설치되어 있는 진공 펌프의 경우에는, 로터 날개와 스테이터 날개와의 좁은 간극에 마찰열이나 압축열이 축적되기 쉽기 때문에, 로터가 과열할 가능성이 높아 효율적인 방열이 요구된다. 즉, 이 로터를 내장한 진공 펌프에 의하면, 부식성 가스에 기인하는 로터의 침식 파괴가 억지되고, 또한 고온화한 로터로부터 방사되는 열량이 증가하여 고정 축으로 효율적으로 열 전달된다.

[0048] 이러한 작용 효과는, 진공 펌프에서 로터를 회전 가능하게 지지하는 구조가 전자석을 이용한 자기 부상식의 베어링 구조인 경우에 유효하게 발휘된다. 그 이유는, 자기 부상식의 베어링 구조에 의하면, 로터에 일체화한 로터 축과 베어링이 비접촉이어서, 로터의 열을 로터 축으로부터 베어링에 대하여 직접 열 전도시킬 수 없어, 로터의 방열은 로터로부터 로터에 대치한 고정 축의 각종 부품으로의 복사에 의존하는 바가 크기 때문이다.

[0049] 또, 이러한 표면 처리 기술을 고정 축의 각종 부품에 동일하게 적용하여도 되나, 고정 축의 부품이 로터와는 상이하고, 특히 침식에 대한 위험성이 낮은 점을 고려하면, 부품의 표면에 봉공(封孔) 처리로서 세라믹스 코팅 처리나, 모재가 알루미늄이면 알루미늄 피막 처리를 실시하기만 해도 무방하다.

**발명의 구성 및 작용**

[0050] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 최선의 형태에 대하여, 첨부 도면을 참조하면서 상세히 설명한다.

[0051] 도 1에 도시한 진공 펌프(P)는, 반도체 제조 장치에서 진공 챔버(C) 안을 감압하는 수단으로서 사용되는 운동량 수송식 펌프이고, 스테인리스강제의 펌프 케이스(1) 안에 터보 분자 펌프부(Pt)와 나사 홈 펌프부(Ps)를 수용한 복합형 펌프이다. 펌프 케이스(1)의 상면에는 가스 분자의 입구가 되는 흡기구(4)가 개구되어 있고, 펌프 케이스(1) 바닥부에 고정된 알루미늄 합금제의 베이스(2)의 측면에는 가스 분자의 출구가 되는 배기구(6)가 개구되어 있다. 그리고, 흡기구(4)의 주연(周緣) 플랜지(5)를 진공 챔버(C)의 배기구 주연부에 체결하고, 배기구(6)에 끼움 장착한 배기 파이프(7)를 용적 이송식의 보조 펌프(PV)의 흡기구에 연결함으로써 진공 장치(D)가 구성된다.

[0052] 처음에, 이 진공 펌프(P)에서의 회전 축의 구조를 설명한다.

[0053] 펌프 케이스(1) 안의 중앙에는 로터(11)가 수용되어 있다. 본 실시형태의 로터(11)는 주발 형상의 로터 본체(12) 외벽면의 대략 절반에만 로터 날개(13)를 구비한 반익(半翼) 타입이 이용되고 있다. 즉, 로터 본체(12) 외벽면의 상류 측에만 소정 경사각을 가지는 블레이드가 방사상으로 복수 열 형성되어 있고, 이들 블레이드로

이루어지는 로터 날개(13,...)가 축방향으로 복수 단 설치되어 있다. 이에 대하여, 로터 본체(12) 외벽면의 하류 측은 블레이드를 형성하지 않은 평활한 원통면으로 되어 있다. 이러한 형상을 갖는 로터(11)는, 가공성이나 경량성의 관점에서 금속 재료 중에서도 특히 알루미늄 합금이나 마그네슘 합금 등의 경합금으로 성형하는 것이 바람직하고, 여기에서는 열 전도성도 고려하여 알루미늄 합금을 사용하고 있다. 이 알루미늄 합금제의 로터(11)에는, 부식성 가스에 대한 고도의 내식성을 갖게 하면서, 가스 분자에 의한 마찰열이나 압축열을 효율적으로 방열하기 위해서 표면 처리층(42)이 형성되어 있다.

[0054] 도 2에 확대하여 도시한 것과 같이, 이 표면 처리층(42)은, 알루미늄 합금으로 구성된 모재(41)의 위에 내식성과 기계적 강도가 우수한 니켈을 코팅한 니켈 합금층(43)이 형성되고, 또한 니켈 합금층(43)의 표면에 니켈을 산화시킨 니켈 산화물(44)이 생성된 구조로 되어 있다. 알루미늄 합금제의 모재(41) 위에 형성된 니켈 합금층(43)은, 부식성 가스가 모재로 침입하는 것을 저지하여 침식을 방지하는 기능을 가지고 있다. 또한, 니켈 합금층(43)의 표면에 니켈 산화물(44)을 생성하는 이유는, 그 방사율을 높여 표면으로부터 방사되는 열량을 증가시키기 위해서이다.

[0055] 본 실시형태에서는, 로터(11)가 복잡한 형상이고, 그 모재(41) 위에 균일한 두께로 니켈 합금층(43)을 형성하기 때문에, 환원 반응을 이용하여 금속을 석출시키는 무전해 도금을 이용하고 있다. 즉, 알루미늄 합금으로 소요 형상으로 형성한 모재(41)의 표면을 세정한 후에, 이 모재(41)를 니켈 금속 이온과 환원제가 존재하는 도금액 중에 침지시키는 것으로 하였다. 이에 의해, 도금액 중의 니켈 금속 이온이 환원제의 작용으로 환원되어 알루미늄 합금제의 모재(41) 위에 니켈 금속이 석출된 니켈 합금층(43)이 형성된다. 본 실시형태의 니켈 합금층(43)은, 환원제로 차아인산나트륨을 사용한 니켈-인 합금이다.

[0056] 니켈 합금층(43)의 막 두께는 공차 편차를 고려한 목표값으로서 적어도 10 $\mu$ m 이상으로 한다. 그 막 두께를 증가시키면 모재(41) 표면에 도달하는 핀 홀의 확률이 줄어 부식성 가스의 침입을 확실하게 저지할 수 있게 되지만, 그 한편으로 막 두께 증가에 따른 회전체의 질량 증가를 초래하게 되기 때문에 보다 바람직하게는 20 $\mu$ m 정도로 하는 것이 적절하다.

[0057] 또한, 니켈 합금층(43)의 표면에는, 산화제를 반응시켜 표면의 니켈을 강제적으로 산화시킨 니켈 산화물(44)이 생성되어 있다. 즉, 무전해 도금으로 니켈 합금층(43)의 하부 처리를 실시한 부품을, 질산, 옥살산, 황산 등과 같이 산화제의 수용액으로 이루어지는 약액 중에 침지시켰다. 이에 의해, 도 3에 도시한 것과 같이 약액과 니켈 합금층(43)의 경계면에서, 약액 중의 산화제의 작용으로 강제적으로 격렬한 침식 반응이 일어나, 니켈 합금층(43)을 구성하고 있는 니켈 결정의 표층으로부터 산화가 진행되어, 결국 니켈 합금층(43)의 표면의 거의 전면에 걸쳐 흑색에 가까운 니켈 산화물(44)이 형성된다.

[0058] 이러한 표면 처리층(42)을 구비한 로터(11)는, 자기 부상식의 베어링 구조에 의해서 지지되어 있다. 즉, 로터(11)의 축 중심에는 스테인리스강제의 로터 축(14)이 일체화되어 있고, 이 로터 축(14)이 베이스(2) 상에 고정된 알루미늄합금제의 스테이터 칼럼(3)에 내장된 자기 베어링(31)으로 지지된다. 자기 베어링(31)은 반경 방향의 자기 흡인력을 발생시키는 래디얼(radial) 전자석(32)과, 축 방향의 자기 흡인력을 발생시키는 액시얼(axial) 전자석(33)을 구비하는 것이다. 전자인 래디얼 전자석(32)은, 로터 축(14)의 외주면에 적층한 고 투자율의 강판(15)을 끼고 그 원주 상에 대향 배치되어 있고, 후자인 액시얼 전자석(33)은, 로터 축(14)의 하단부에 장착한 고 투자율의 액시얼 디스크(16)를 끼고 그 상하에 대향 배치되어 있다.

[0059] 여기서, 베이스(2)와 스테이터 칼럼(3)은 모두 알루미늄 합금으로 성형되지만, 로터(11)와 마찬가지로, 알루미늄 합금제의 모재(41) 위에 니켈 합금층(43)과 니켈 산화물(44)로 이루어지는 표면 처리층(42)이 형성되어 있다.

[0060] 래디얼 전자석(32)을 여자(勵磁)시켜 강판(15)을 흡인하고, 액시얼 전자석(33)을 여자시켜 액시얼 디스크(16)를 흡인하면, 로터 축(14)은 반경 방향과 축 방향의 정위치에서 부상 지지된다. 또한, 로터 축(14)의 반경 방향과 축 방향의 변위량은 각각 래디얼 변위 센서(34)와 액시얼 변위 센서(35)로 검출되고, 양 전자석(32, 33)에 여자시키는 자력의 조정으로 위치 제어가 이루어지고 있다. 이렇게 하여 자기 부상한 로터(11)는, 스테이터 칼럼(3)에 내장된 모터 고정자와 로터 축(14)에 장착된 모터 회전자로 이루어지는 회전 구동 모터(36)의 통전(通電)에 의해서 고속 회전하고, 그 회전수는 회전수 센서(37)의 검출에 기초하여 제어되도록 되어 있다.

[0061] 또한 이 진공 펌프(P)에는, 자기 베어링(31)뿐만 아니라, 보호용 드라이 베어링(38)도 내장되어 있다. 이 베어링(38)은 스테이터 칼럼(3)의 내벽면에 장착한 외륜과 그 내주에서 가동하는 내륜 사이에 볼을 갖는 롤링 베어링이고, 볼과 내외륜의 양 전동면에 고체 윤활제가 도포되어 있다. 동 베어링(38)은, 자기 베어링(31)의 정상

시에는 로터 축(14)에 비 접촉이고, 자기 부상하고 있는 로터(11)가 자기 베어링(31)의 전원 이상으로 낙하하였을 때에 로터 축(14)의 단부를 내륜으로 지지하여, 로터 날개(13)와 스테이터 날개(23)의 접촉에 기인하는 양자의 손상을 방지하는 역할을 하고 있다. 이와 같이, 회전체의 베어링에 비 접촉식의 자기 베어링(31)과 오일성 윤활제를 사용하지 않는 드라이 베어링(38)을 채용하고 있기 때문에, 금속 마모에 의한 분진이나 진공 하에서의 오일의 증발에 의한 가스가 발생하지 않아, 반도체 제조에 불가결한 청결한 환경이 요구되는 진공 장치(D)에 적합하게 사용된다.

[0062]

이어서, 이 진공 펌프(P)의 고정 축의 구조를 설명한다.

[0063]

펌프 케이스(1) 안의 하방에는 나사 장착 스페이서(21)가 끼워 넣어져 고정되어 있다. 이 나사 장착 스페이서(21)는 펌프 케이스(1)와 로터(11) 사이의 공간을 메우는 두께가 두꺼운 원통 형상을 가지고 있고, 베이스(2)에 고정된다. 나사 장착 스페이서(21)의 내벽면에는 나사 형상의 나사 홈(22)이 형성되어 있고, 로터 본체(12)의 원통면과 미소한 간극을 두고 대치하고 있다. 이 나사 홈(22)은, 상류로부터 하류에 걸쳐 점차 얇아지도록 형성되어 후단의 배기구(6)에 연통하는 것으로, 나사 홈 펌프부(Ps)에서의 가스 분자의 유로(R2)를 구성하고 있다. 이와 같은 형상을 갖는 나사 장착 스페이서(21)도 알루미늄 합금으로 형성되지만, 가스 분자의 유로(R2)에 면하고 있기 때문에 알루미늄 합금제의 모재(41) 위에 니켈 합금층(43)과 니켈 산화물(44)로 이루어지는 표면 처리층(42)이 형성되어 있다.

[0064]

또한, 나사 장착 스페이서(21)의 위에는 로터 날개(13)와 반대 경사각을 갖는 플레이트를 방사상으로 복수 열 형성한 스테이터 날개(23, ...)가 로터 날개(13, 13) 사이에 교대로 배치된다. 나사 장착 스페이서(21)의 위에 원환 형상의 고정 스페이서(24)가 복수개 적층되어 있고, 고정 스페이서(24, 24)들이 끼워진 스테이터 날개(23)가, 로터 날개(13)와 미소한 간극을 두고 위치 결정되어 있다. 이 간극은 상류로부터 하류에 걸쳐 점차 좁아지도록 설정되어 후단의 나사 홈(22)에 연통하는 것이고, 터보 분자 펌프부(Pt)에서의 가스 분자의 유로(R1)를 구성하고 있다. 이 스테이터 날개(23)도 또한 알루미늄 합금으로 성형되지만, 가스 분자의 유로(R1)에 면하고 있기 때문에, 알루미늄 합금제의 모재(41)의 위에 니켈 합금층(43)과 니켈 산화물(44)을 형성한 표면 처리층(42)이 형성되어 있다.

[0065]

다음으로, 이 진공 펌프(P)의 작용에 관하여 도 1을 참조하면서 설명한다.

[0066]

우선, 용적 이송식의 보조 펌프를 작동시켜 진공 챔버(C) 안의 대기를 흡인하여, 진공 챔버(C) 안의 압력이 진공 펌프(P)가 작동 가능한 압력 범위가 될 때까지 감압한다. 그리고 진공 펌프(P)의 전원을 투입하여 회전 구동 모터(36)에 통전하면, 전단의 터보 분자 펌프부(Pt)에서는, 로터 본체(12)와 복수 단의 로터 날개(13, ...)가 동기하여 정격 회전수로 고속 회전한다. 이에 의해, 흡기구(4) 부근에 있는 자유 분자류 상태의 가스 분자가 최상단의 로터 날개(13)에 충돌하여 펌프 케이스(1) 안으로 흡인된다. 흡인된 가스 분자는, 다음에 중간단에 있는 로터 날개(13)와 스테이터 날개(23)에 번갈아 충돌하면서 이송 방향의 운동량이 부여되고, 압축단의 로터 날개(13)와 스테이터 날개(23)에 충돌하여 점차 유로(R1)를 좁히면서 서서히 중간류의 상태로 압축되어간다. 이 중간류 상태로 압축된 가스 분자는, 후단의 나사 홈 펌프부(Ps)에 이송된다.

[0067]

이어지는 나사 홈 펌프부(Ps)에서는, 로터 본체(12)의 원통면이 고속 회전하고 있고, 중간류의 가스 분자가 이 원통면과 나사 장착 스페이서(21)의 나사 홈(22) 사이의 좁은 간극으로 안내되어 점차 유로(R2)를 좁히면서 한층 더 압력이 높은 점성류의 상태로 압축된다. 그리고 압축된 점성류의 가스 분자는, 베이스(2) 안을 통과하여 배기구(6)로부터 배출된다. 이와 같은 가스 분자에 대한 흡인, 압축, 배기와 같은 일련의 배기 동작에 의해서, 진공 챔버(C) 안의 압력은 플라즈마 반응에 최적의 진공도로 감압된다.

[0068]

그런데, 이러한 진공 펌프(P)의 배기 동작 중에 진공 챔버(C) 안에서 플라즈마 반응을 이용한 에칭이나 클리닝을 행하는 경우에는, 반응성이 높은 염소계나 불소계의 프로세스 가스, 이른바 부식성 가스가 진공 챔버(C) 안으로 도입되지만, 이 부식성 가스로 당연히 진공 펌프(P)의 펌프 케이스(1) 안으로 흡인된다. 여기에서, 부식성 가스가 통과하는 유로(R1, R2)에 면한 부품에는, 전술한 대로 내식성이 우수한 니켈 합금층(43)과 니켈 산화물(44)을 구비한 표면 처리층(42)이 형성되어 있기 때문에, 알루미늄 합금제의 모재(41)를 부식성 가스에 기인하는 침식으로부터 방호할 수 있다. 즉, 펌프 케이스(1) 안에서 부식성 가스에 닿는 개소는, 전단의 터보 분자 펌프부(Pt)에서는 로터 본체(12), 로터 날개(13), 및 스테이터 날개(23)이고, 후단의 나사 홈 펌프부(Ps)에서는 로터 본체(12), 나사 장착 스페이서(21), 및 나사 홈(22)이지만, 이들 벽면에는 모두 내식성을 구비한 표면 처리층(42)이 형성되어 있어, 부식성 가스가 모재로 침입하는 것이 저지된다.

[0069]

또한, 니켈 산화물(44)은 니켈 합금층(43)의 극히 표층에만 생성되고, 니켈 합금층(43)을 구성하는 니켈 금속

결정에 포함되어 있다. 이 때문에, 실용적으로도 밀착 강도가 부족하지 않아, 진공 펌프(P)의 운전 중에 고속 회전하는 로터(11)의 원심력에도 충분히 견디므로 비산하지 않는다. 더구나, 생성된 니켈 산화물(44) 자체는, 유황 등의 첨가물을 포함하는 것도 아니므로, 부식성 가스에 대한 내식성을 해칠 우려도 없다.

[0070] 그 한편, 이러한 진공 펌프(P)의 배기 동작 중에 로터 날개(13)에서는 가스 분자의 충돌과 압축이 반복되고 있어, 그 마찰열과 압축열이 로터(11)에 축열되어 과열할 가능성이 있으나, 본 실시형태에서는 로터(11)의 열은 다음과 같이 하여 방열된다. 우선 고속 회전 중인 로터(11)는 자기 베어링(31)으로 부상 지지되어 있고, 로터 축(14)과 전자석(32, 33)이 접촉하고 있지 않기 때문에, 로터(11)의 열이 로터 축(14)으로부터 자기 베어링(31)을 내장하는 스테이터 칼럼(3)에 직접 열전달하는 것은 기대할 수 없다. 그래서, 로터(11)의 방열은 고정 축의 부품으로의 복사에 의한 것이 되지만, 로터(11)의 외벽면 측과 내벽면 측에서 각각 다음과 같은 열 전달이 행하여진다.

[0071] 로터(11)의 외벽면 측을 보면, 전단의 터보 분자 펌프부(Pt)에서는 가장 좁은 간극으로 대치하고 있는 로터 날개(13)와 스테이터 날개(23) 사이에서 복사에 의한 열 전달이 행하여지고, 후단의 나사 홈 펌프부(Ps)에서는 가장 좁은 간극으로 대치하고 있는 로터 본체(12)와 나사 장착 스페이스(21)의 사이에서 복사에 의한 열 전달이 행하여진다. 여기에서, 로터 날개(13)와 로터 본체(12)의 외벽면의 표층에는 전술한 대로 방사율이 높은 니켈 산화물(44)이 형성되어 있어 방사되는 열량이 많기 때문에, 로터 날개(13)와 로터 본체(12)로부터 스테이터 날개(23)와 나사 장착 스페이스(21)로 효율적으로 열 전달이 행하여진다.

[0072] 또한, 로터(11)의 내벽면 측을 보면, 로터 본체(12)와 스테이터 칼럼(3) 사이, 로터 본체(12)와 베이스(2) 사이에서 각각 복사에 의한 열 전달이 행하여진다. 여기에서도 로터 본체(12)의 내벽면의 표층에는 동일하게 고 방사율의 니켈 산화물(44)이 형성되어 있어 방사되는 열량이 많기 때문에, 로터 본체(12)로부터 베이스 칼럼(3)과 베이스(2)로 효율적으로 열 전달이 행하여진다. 이 때문에, 희가스와 같은 열전도율이 낮은 가스 분자를 배기하는 경우에, 종래와 같이 열전도율이 높은 퍼지 가스를 펌프 케이스(1) 안에 충전하지 않더라도, 로터(11)의 열을 효율적으로 방열하는 것이 가능해진다.

[0073] 덧붙여 말하면, 니켈 산화물(44)의 표면의 방사율은 약 0.6~0.7이고, 예컨대 알루미늄의 방사율 0.3이나 무전해 니켈 도금의 방사율 0.1~0.2보다도 높아지기 때문에, 종래의 알루미늄 합금제의 로터나 알루미늄 합금 위에 니켈 합금 도금을 실시한 로터에 비해 방사되는 열량을 대폭적으로 증가시킬 수 있다.

[0074] 또한 로터(11)의 복사에 의해 베이스(2), 스테이터 칼럼(3), 나사 장착 스페이스(21), 및 스테이터 날개(23)의 각 고정 축의 부품에 전달된 열량은, 다음과 같이 하여 제거된다. 즉, 베이스(2)는 열 전도율이 높은 알루미늄 합금제이고, 그 바닥면에는 냉각관(8)이 설치되어 있다. 이 냉각관(8) 안에는 냉각제가 충전되어 베이스(2)와 이것에 접촉하는 알루미늄 합금제의 스테이터 칼럼(3)이 모두 저온으로 제어되어 있어, 이에 의해, 로터 본체(12)의 내벽면으로부터 복사 전달된 열량이 제거되도록 되어 있다.

[0075] 나사 장착 스페이스(21)와 스테이터 날개(23)도 마찬가지로 열전도율이 높은 알루미늄 합금제로서, 나사 장착 스페이스(21)는 직접 베이스(2)에 접촉하고 있고, 스테이터 날개(23)는 알루미늄 합금제의 고정 스페이스(24)를 통하여 베이스(2)에 접촉하고 있다. 따라서, 저온 제어된 베이스(2)로부터의 양호한 열전도에 의해서 나사 장착 스페이스(21)와 스테이터 날개(23)가 급속하게 냉각되고, 이에 의해, 로터 본체(12)와 로터 날개(13)의 외벽면으로부터 복사 전달된 열량에 대해서도 원활하게 제거할 수 있다.

[0076] 이와 같이, 본 실시형태의 진공 펌프(P)에 의하면, 펌프 케이스(1) 안에 내장되는 부품 중에서도 특히 부식성 가스에 노출될 뿐만 아니라, 고속 회전 중에 가스의 마찰열이나 압축열로 고온화하는 로터(11)에 대해서, 부식성 가스의 침식 파괴나 과열에 의한 크립 파괴가 방지되어, 고성능의 진공 배기가 가능해진다.

[0077] 또한, 이러한 내식성과 방열성이 모두 우수한 표면 처리층(42)의 다른 형태로서, 도 4에 도시한 구조를 채용할 수도 있다. 동 도면에 도시한 표면 처리층(421)이 도 2의 표면 처리층(42)과 상이한 점은, 니켈 합금층(43)을 적층 구조로 한 것이다. 이 표면 처리층(421)은, 알루미늄 합금제의 모재(41) 위에, 니켈을 코팅한 하부 니켈 합금층(431)과, 하부 니켈 합금층(431) 위에 동일하게 니켈을 코팅한 상부(上地) 니켈 합금층(432)이 형성되고, 또한 상부 니켈 합금층(432)의 표면에 니켈을 산화시킨 니켈 산화물(44)이 형성된 구조로 되어 있다.

[0078] 하부 니켈 합금층(431)과 상부 니켈 합금층(432)의 2층의 니켈 합금층을 형성하기 위해서, 전술한 무전해 니켈 도금 공정을 2번으로 나누어 막을 형성하고 있다. 적층 구조는 2층으로 한정되는 것이 아니라 3층 이상이라도 되고, 동종의 니켈에 의한 2층 니켈이나 3층 니켈 도금뿐만 아니라, 니켈과 이종 금속의 합금 도금을 사용할 수 있고, 이들을 임의로 조합하는 것도 가능하다. 니켈과 이종 금속의 합금의 예로는 니켈-인 합금이나 니켈-붕소

합금을 들 수 있다.

[0079] 이와 같이, 니켈 합금층(43)을 적층 구조로 하는 이유는 다음의 2가지 점에 있다. 우선 첫 번째는, 최상층에 위치하는 상부 니켈 합금층(432)에는 그 표면에 니켈 산화물(44)이 형성되지만, 이 형성 과정에서 산화제로 니켈 결정이 침식되어, 니켈의 막 두께가 감소하므로, 그 막 두께 감소에 따른 내식성의 저하를 막기 위해서이다. 그리고 두 번째는, 도 5에 도시하는 것과 같이, 최상층에 있는 상부 니켈 합금층(432)에 출현한 핀 홀(h)을, 그보다도 하층에 있는 하부 니켈 합금층(432)과의 경계면(m)에서 분단하고, 핀 홀(h)이 상부 니켈 합금층(432) 표면으로부터 모재(41) 표면까지 관통하는 확률을 가능한 한 낮게 하기 위해서이다. 이와 같이, 니켈 합금층(43)을 적층 구조로 함으로써 핀 홀(h)을 통하여 알루미늄 합금체의 모재(41)에 침입하는 부식성 가스를 확실하게 차단할 수 있기 때문에, 전술한 실시형태의 작용 효과에 더하여, 표면 처리층(42)에 더욱 고도의 내식성을 가지게 할 수 있다는 이점이 있다.

[0080] 또한, 표면 처리층(42)의 다른 형태로서, 도 6에 도시한 구조를 채용하여도 된다. 동 도면의 표면 처리층(42)이 도 4의 표면 처리층(421)과 상이한 점은, 상부 니켈 합금층(432)의 표면적을 확대시킨 것이다. 이 표면 처리층(422)은, 하부 니켈 합금층(431)을 도금 처리한 후에, 니켈 도금액 중에 니켈 금속 입자(p)를 혼입하여 도금 처리를 실시함으로써, 니켈 금속 입자(p)를 표층에 노출시켜 상부 니켈 합금층(432)의 표면에 요철을 형성한 것이다. 그리고, 요철을 갖는 상부 니켈 합금층(432)의 표면에 전술한 산화 처리를 실시함으로써, 표면적이 확대한 위에 니켈 산화물(44)이 생성되어 있다.

[0081] 상부 니켈 합금층(432) 중에 존재하는 니켈 금속 입자(p)는, 상부 니켈 합금층(432)과 강고하게 결합하여 일체화되기 때문에, 그 층의 내식성에는 아무런 영향을 주지 않는다. 또한 표면적을 확대시키고 나서 산화 처리를 실시하고 있기 때문에, 생성된 니켈 산화물(44)의 표면적도 증가하고 있어, 방사율의 향상과 표면적의 확대의 상승 효과에 의해, 부품의 열 방사에 있어서 이상적인 표면 처리층(422)을 형성할 수 있다.

[0082] 또한, 니켈 금속 입자(p)의 직경은, 적어도 상부 니켈 합금층(432)의 막 두께(t)의 1/2 이상이면 유효하고, 특히 막 두께(t) 이상으로 하면 그 효과를 더 크게 할 수 있다. 또한, 상부 니켈 합금층(432)의 막 두께(t)가 큰 경우에는, 소정 두께의 니켈 도금층을 형성한 후에, 입자의 직경과 막 두께(t)의 비율이 우위가 되는 것과 같은 입자를 혼합한 도금을 실시하여도 된다.

[0083] 이상 설명한 실시형태에서는 다음과 같은 각종 변형도 가능하다. 예컨대 고정 축의 부품인 베이스(2), 스테이터 칼럼(3), 나사 장착 스페이서(21), 및 스테이터 날개(23)에 대해서도, 모재(41) 위에 니켈 합금층(43)과 니켈 산화물(44)을 형성하는 표면 처리층(42)을 형성하는 것으로 하였으나, 이를 대신하여, 부품의 표면에 봉공 처리로서 세라믹스 코팅 처리나, 모재(41)가 알루미늄 합금체이므로 알루미이트 피막 처리를 실시하기만 하여도 무방하다. 이는 이들 고정 축 부품이 회전에 의한 열 부하도 없고, 또한 로터(11)에 비하여 침식에 대한 위험성이 낮은 부품이기 때문이다.

[0084] 이와 같은 표면 처리층(42)을 설치한 로터(11)의 형상으로서 로터 본체(12) 외벽면의 대략 절반에 로터 날개(13)를 구비한 반익 타입을 채용하고 있으나, 그 외에는 로터 날개(13)를 로터 본체(12) 외벽면의 전면에 형성한 전익(全翼) 타입이나 로터 날개(13)를 형성하지 않는 날개가 없는 타입에 적용하여도 된다. 또한, 진공 펌프(P)의 종류는 복합형 펌프에 한하지 않고, 예컨대 터보 분자 펌프 단체(單體)나 나사 홈 펌프 단체나 또는 와류 펌프 등 다른 종류의 펌프에 내장되는 부품에도 동일하게 적용할 수 있다.

**발명의 효과**

[0085] 본 발명에 의하면, 진공 펌프에 내장되는 부품의 표면에 니켈 합금층과 니켈 산화물로 이루어지는 표면 처리층을 형성함으로써, 내식성과 방열성이라는 쌍방의 특성을 향상시킬 수 있기 때문에, 예컨대 염소계나 불소계의 프로세스 가스와 같이 부식성이 강한 가스나, 또는 아르곤, 크립톤, 크세논 등의 회가스와 같이 가스 분자의 열전도율이 낮은 가스의 배기에 관해서도 신뢰성이 높아, 회전체의 부식성 가스에 의한 침식 파괴나 과열에 의한 크립 파괴를 막아 고성능의 진공 배기가 가능해진다는 효과를 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

[0001] 도 1은 본 발명을 적용한 진공 펌프의 전체 구조를 도시하는 단면도,

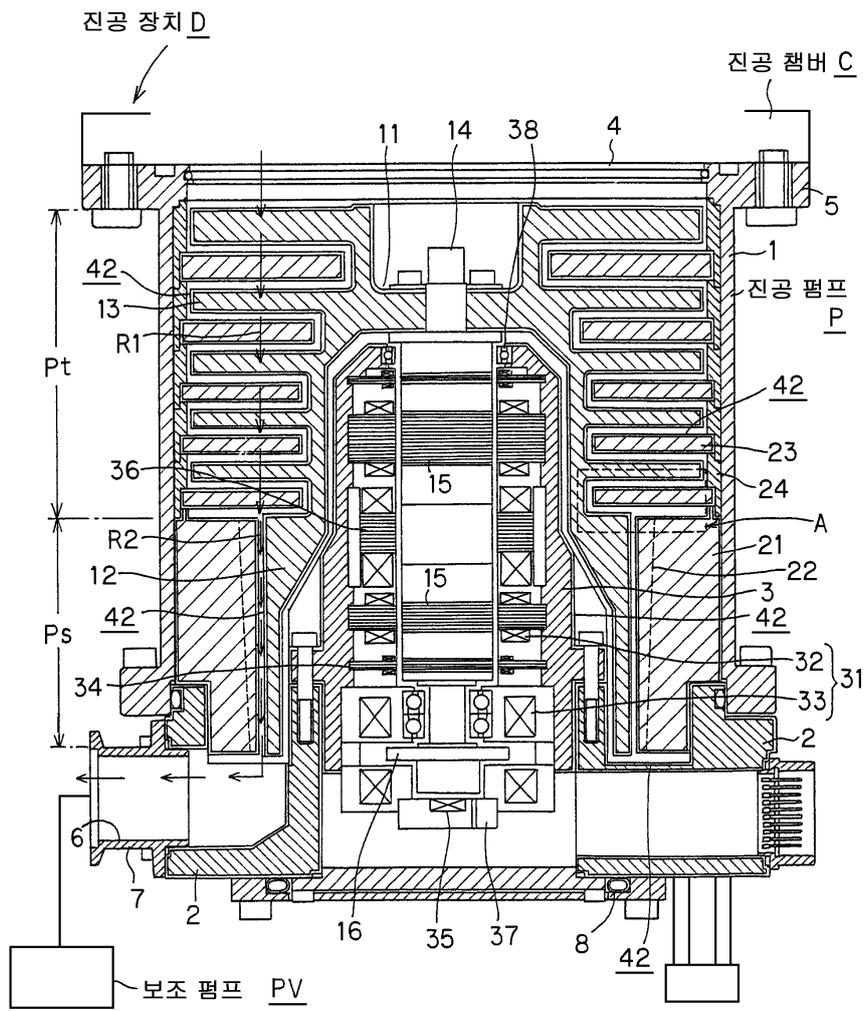
[0002] 도 2는 도 1에 도시하는 A부 확대도,

[0003] 도 3은 표면 처리의 원리를 도시하는 모식도,

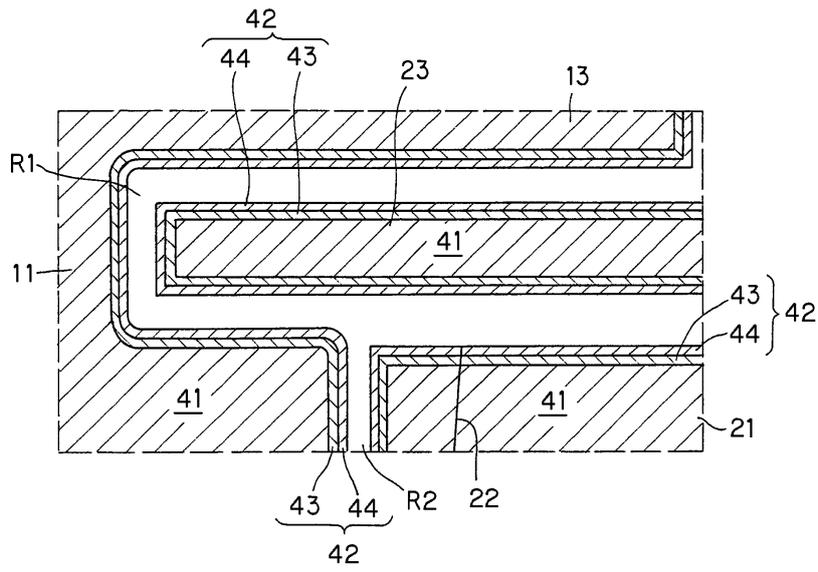


도면

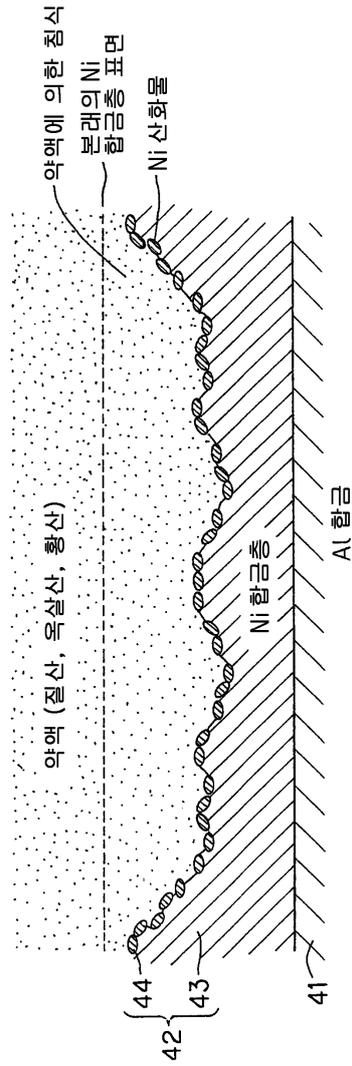
도면1



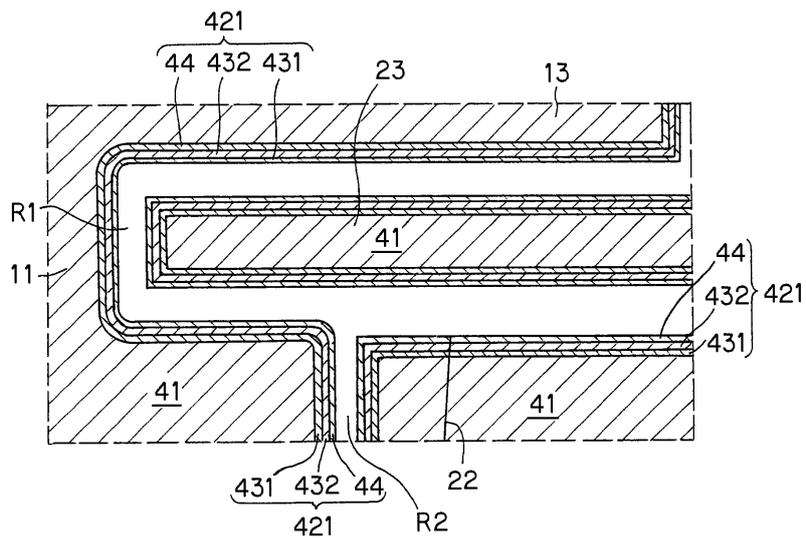
도면2



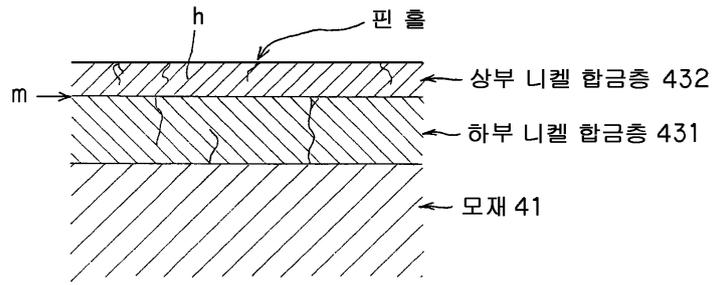
도면3



도면4



도면5



도면6

