(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0016163
(43) 공개일자 2025년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04D 19/04 (2006.01) *F04D 29/70* (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F04D 19/042 (2013.01)
F04D 29/701 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7040733
(22) 출원일자(국제) 2023년05월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년12월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/018623
(87) 국제공개번호 WO 2023/228863
국제공개일자 2023년11월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-086185 2022년05월26일 일본(JP)

(71) 출원인
에드워즈 가부시키가이샤
일본국 치바켄 야치요시 요시하시 1078-1
(72) 발명자
가바사와 다카시
일본국 치바켄 야치요시 요시하시 1078-1 에드워즈 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
(유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

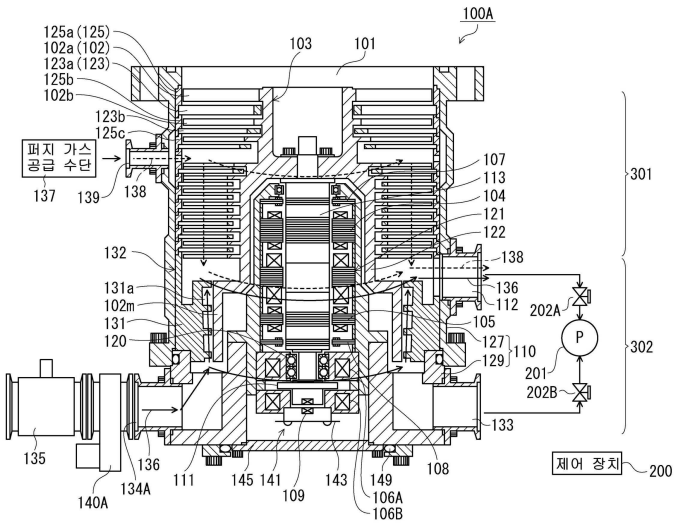
(54) 발명의 명칭 **진공 펌프 및 진공 배기 시스템**

(57) 요 약

[과제] 라디칼 발생 장치에 의한 세정 효율을 향상시켜, 적은 라디칼 발생 장치로 진공 펌프 내에 퇴적하는 반응 생성물을 효과적으로 세정할 수 있음과 동시에, 운용 비용의 저감을 가능하게 하는 진공 펌프 및 진공 배기 시스템을 제공한다.

[해결 수단] 배기 기구(133)의 배기측 출구의 근방에 하우징(110) 내에 관통하여 형성된 라디칼 공급구(134A)와, 라디칼 공급구(134A)로부터 하우징(110A) 내로 라디칼(136)을 공급하고, 배기 기구(132) 내의 반응 생성물이 퇴적하는 개소에 공급한 라디칼(136)을 흐르게 하는 라디칼 공급 수단(135)을 구비한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01L 21/67017 (2013.01)
F05D 2260/607 (2013.01)
F05D 2260/608 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

흡기구와 배기구를 갖는 하우징과 상기 하우징의 내측에 배치된 배기 기구를 구비한 진공 펌프로서,

상기 배기 기구의 배기측 출구 근방에 배치되며, 상기 하우징 내에 관통하여 형성된 라디칼 공급구와,

상기 라디칼 공급구로부터 상기 하우징 내로 라디칼을 공급하고, 상기 공급한 라디칼을 상기 배기 기구 내의 반응 생성물이 퇴적하는 개소에 흐르게 하는 라디칼 공급 수단

을 구비하는 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 흡기구와 상기 라디칼 공급구 사이에, 상기 라디칼을 상기 하우징 밖으로 배출하는 중간 포트를 구비하는 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 하우징 내에 공급된 상기 라디칼을 상기 배기구 또는 상기 중간 포트를 통해 흡인하여 상기 하우징 밖으로 배출 가능한 흡인·배기 수단과,

상기 라디칼의 배출 경로를 상기 배기구 또는 상기 중간 포트 중 어느 하나로 전환 가능한 배기 전환 밸브

를 구비하는 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 배기 기구의 적어도 일부가, 축방향으로 다단형상으로 배열된 복수의 회전 날개를 갖는 회전체와, 상기 복수의 회전 날개 사이에 배치된 복수의 고정 날개를 갖는 터보 분자 펌프 기구인 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 배기 기구의 적어도 일부가, 회전 원판과, 고정 원판과, 상기 회전 원판과 상기 고정 원판의 대향면의 적어도 일부에 형성된 소용돌이형상 홈을 갖는 시그반(Siegbahn)형 펌프 기구인 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 배기 기구의 적어도 일부가, 회전 원통과, 고정 원통과, 상기 회전 원통과 상기 고정 원통의 대향면의 적어도 일부에 형성된 나사 홈을 구비하는 홀벡(Holweck)형 펌프 기구인 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 배기 기구는, 축방향으로 다단형상으로 배열된 복수의 회전 날개를 갖는 회전체와 상기 복수의 회전 날개 사이에 배치된 복수의 고정 날개를 갖는 터보 분자 펌프 기구, 회전 원판과 고정 원판과 상기 회전 원판과 상기 고정 원판의 대향면의 적어도 일부에 형성된 소용돌이형상 홈을 갖는 시그반형 펌프 기구, 또는 회전 원통과 고정 원통과 상기 회전 원통과 상기 고정 원통의 대향면의 적어도 일부에 형성된 나사 홈을 구비하는 홀벡형 펌프

기구 중 적어도 2개 이상으로 구성되고,

상기 중간 포트는, 서로 이웃하는 상기 터보 분자 펌프 기구, 상기 시그반형 펌프 기구 또는 상기 홀벡형 펌프 기구의 경계 부근에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 진공 펌프.

청구항 8

흡기구와 배기구를 갖는 하우징과, 상기 하우징의 내측에 배치된 배기 기구와, 상기 배기 기구의 배기측 출구 근방에 배치되며, 상기 하우징 내에 관통하여 형성된 라디칼 공급구를 구비한 진공 펌프와,

상기 라디칼 공급구로부터 상기 하우징 내로 라디칼을 공급하고, 상기 공급한 라디칼을 상기 배기 기구 내의 반응 생성물이 퇴적하는 개소에 공급하는 라디칼 공급 수단

을 구비하는 것을 특징으로 하는 진공 배기 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 진공 펌프 및 진공 배기 시스템에 관한 것이며, 특히, 저진공으로부터 초고진공에 이르는 압력 범위에서 이용 가능한 진공 펌프 및 진공 배기 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 메모리나 집적 회로 등의 반도체 장치를 제조할 때, 공기 중의 먼지 등에 의한 영향을 피하기 위해서, 고진공 상태의 챔버 내에서 고순도의 반도체 기판(웨이퍼)에 도핑이나 에칭을 행할 필요가 있고, 챔버 내의 배기에는, 예를 들면, 터보 분자 등의 진공 펌프가 사용되어 있다.

[0003] 이러한 진공 펌프로서, 원통형상의 케이싱과, 케이싱 내에 포개어 넣어져 고정됨과 더불어 나사 홈이 배치된 원통형상의 스테이터와, 스테이터 내에서 고속 회전 가능하게 지지된 로터를 구비하고 있는 것 등이 알려져 있다.

[0004] 진공 펌프에서는, 케이싱의 흡기구로부터 흡인한 가스에 따라서는, 펌프 내부(케이싱의 내부)에서 압축되는 과정에서 기체로부터 고체로 상변화를 일으켜, 펌프 내부에서 고화되는 경우가 있다. 그 결과, 펌프 내부에 고화물(이하, 이를 「반응 생성물」이라고 한다)이 퇴적하여, 가스 유로가 폐색한다는 문제가 발생하는 경우가 있다.

[0005] 그 문제를 해결하는 방법으로서, 진공 펌프의 내부에 라디칼을 공급하여, 반응 생성물을 세정하는 기술이 제안되어 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

[0006] 라디칼은, 삼불화질소(NF3) 등의 원료 가스에 고전압을 인가하여 펌프 내부에 퇴적한 고화물을 강제적으로 떼어내고, 활성화하여 제거하는 것이다. 그러나, 라디칼은 펌프 내에 도입화하는 도입관이나, 펌프의 구성 부품의 표면에 접촉하면 활성을 잃는 문제점이 있다. 그로 인해, 특허문헌 1에 기재되는 진공 펌프와 같이, 진공 펌프의 흡기구 부근에 라디칼 발생 장치를 설치한 경우에는, 흡기구 부근의 세정 효과는 높지만, 배기구 부근에 퇴적하는 반응 생성물은 거의 세정할 수 없는 경우가 많다.

[0007] 한편, 반응 생성물은, 진공 펌프의 배기구 부근에 퇴적하는 경우가 많아, 배기구 부근을 효과적으로 세정할 필요가 있다. 따라서, 흡기구 부근뿐만 아니라, 진공 펌프의 배기 기구의 중간 부근에도 라디칼 발생 장치를 설치하여, 라디칼이 활성을 잃기 전에, 세정하고 싶은 부분까지 라디칼을 다다르게 하는 기술을 채용한 진공 펌프도 제안되어 있다(예를 들면, 특허문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 2008-248825호 공보

(특허문헌 0002) 일본국 특허공개 2022-17864호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 그러나, 특허문헌 2에 기재된 진공 펌프는, 흡기구 부근과 배기구 부근 양쪽 모두를 효과적으로 세정할 수 있게 되었지만, 라디칼 발생 장치를 복수의 개소에 설치할 필요가 있어, 비용이 높아진다는 문제점이 있었다.

[0010] 또, 특허문헌 2에 기재된 진공 펌프는, 공급된 라디칼은, 흡기구 측으로부터 배기구 측을 향해 한 방향으로 흐르기 때문에, 예를 들면, 반응 생성물이 퇴적하는 개소의 중앙 부근에 라디칼 공급구를 설치한 경우에는, 라디칼 공급구로부터 하류측은 세정할 수 있지만, 라디칼 공급구로부터 상류측은 세정할 수 없다. 그로 인해, 라디칼 공급구로부터 상류측을 세정하기 위해서는, 상류측을 세정하기 위한 라디칼 공급구가 별도 필요해진다.

[0011] 따라서, 라디칼 발생 장치에 의한 세정 효율을 향상시켜, 적은 라디칼 발생 장치로 진공 펌프 내에 퇴적하는 반응 생성물을 효과적으로 세정할 수 있도록 함과 동시에, 운용 비용의 저감을 가능하게 할 수 있는 진공 펌프 및 진공 배기 시스템을 제공하기 위해 해결해야 할 기술적 과제가 발생해오는 것이며, 본 발명은 이 과제를 해결하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위해 제안된 것으로, 청구항 1에 기재된 발명은, 흡기구와 배기구를 갖는 하우징과 상기 하우징의 내측에 배치된 배기 기구를 구비한 진공 펌프로서, 상기 배기 기구의 배기측 출구 근방에 배치되며, 상기 하우징 내에 관통하여 형성된 라디칼 공급구와, 상기 라디칼 공급구로부터 상기 하우징 내로 라디칼을 공급하고, 상기 공급한 라디칼을 상기 배기 기구 내의 반응 생성물이 퇴적하는 개소에 흐르게 하는 라디칼 공급 수단을 구비하는, 진공 펌프를 제공한다.

[0013] 이 구성에 의하면, 흡기구와 배기구 사이에 형성되어 있는 라디칼 공급구로부터 하우징 내로 라디칼을 공급하고, 라디칼 공급구로부터 하류측으로 라디칼을 흐르게 하는 경로와, 라디칼 공급구로부터 상류측으로 라디칼 경로를 전환함으로써, 공급한 라디칼이 하우징 내의 클리닝을 필요로 하는 개소 전체에 골고루 퍼진다. 그리고, 하우징 내에 있어서의 배기 기구 등에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여, 효과적으로 제거할 수 있다. 이에 의해, 적은 수의 라디칼 발생 장치여도 반응 생성물을 효과적으로 제거할 수 있으므로, 진공 펌프 내부의 세정 시스템에 있어서의 세정 부품 비용의 저감과 운용 비용의 저감을 양립시키는 것이 가능해진다.

[0014] 청구항 2에 기재된 발명은, 청구항 1에 기재된 구성에 있어서, 상기 흡기구와 상기 라디칼 공급구 사이에, 상기 라디칼을 상기 하우징 밖으로 배출하는 중간 포트를 구비하는, 진공 펌프를 제공한다.

[0015] 이 구성에 의하면, 라디칼 공급구로부터 공급한 라디칼을, 배기구뿐만 아니라, 중간 포트를 통해서도 하우징의 외측으로 배출할 수 있다. 즉, 하우징 내에 있어서의 배기 기구에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 효과적으로 제거할 수 있는 위치에 중간 포트를 형성하고, 필요에 따라 중간 포트를 통해 라디칼을 하우징의 외측으로 배출함으로써, 세정 효과를 최대한으로 발휘시킬 수 있다. 또, 제거한 반응 생성물이 상류측을 흐르지 않기 때문에, 상류측이 오염되는 것을 방지할 수 있다.

[0016] 청구항 3에 기재된 발명은, 청구항 2에 기재된 구성에 있어서, 상기 하우징 내에 공급된 상기 라디칼을 상기 배기구 또는 상기 중간 포트를 통해 흡인하여 상기 하우징 밖으로 배출 가능한 흡인·배기 수단과, 상기 라디칼의 배출 경로를 상기 배기구 또는 상기 중간 포트 중 어느 하나로 전환 가능한 배기 전환 밸브를 구비하는, 진공 펌프를 제공한다.

[0017] 이 구성에 의하면, 라디칼 공급구로부터 하우징 내로 공급된 라디칼을, 배기 전환 밸브에 의한 배출계로의 전환 조작에 의해, 배기구 또는 중간 포트 중 어느 하나로부터 하우징 밖으로 배출할 수 있다. 따라서, 하우징 내에 있어서의 배기 기구에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 효과적으로 제거할 수 있는 배기구 또는 중간 포트의 위치를 선택하고, 배기 전환 밸브에 의해 라디칼의 배출 경로를 전환함으로써, 세정 효과를 최대한으로 발휘시킬 수 있다.

[0018] 청구항 4에 기재된 발명은, 청구항 1에 기재된 구성에 있어서, 상기 배기 기구의 적어도 일부가, 축방향으로 다단형상으로 배열된 복수의 회전 날개를 갖는 회전체와, 상기 복수의 회전 날개 사이에 배치된 복수의 고정 날개를 갖는 터보 분자 펌프 기구인, 진공 펌프를 제공한다.

[0019] 이 구성에 의하면, 배기 기구의 적어도 일부가, 축방향으로 다단형상으로 배열된 복수의 회전 날개를 갖는 회전

체와, 복수의 회전 날개 사이에 배치된 복수의 고정 날개를 갖는 터보 분자 펌프 기구에 있어서, 하우징 내에 있어서의 배기 기구에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여, 효과적으로 제거할 수 있다.

[0020] 청구항 5에 기재된 발명은, 청구항 1에 기재된 구성에 있어서, 상기 배기 기구의 적어도 일부가, 회전 원판과, 고정 원판과, 상기 회전 원판과 상기 고정 원판의 대향면의 적어도 일부에 형성된 소용돌이형상 홈을 갖는 시그반(Siegbahn)형 펌프 기구인, 진공 펌프를 제공한다.

[0021] 이 구성에 의하면, 배기 기구의 적어도 일부가, 회전 원판과, 고정 원판과, 회전 원판과 고정 원판의 대향면의 적어도 일부에 형성된 소용돌이형상 홈을 갖는 시그반형 펌프 기구에 있어서, 하우징 내에 있어서의 배기 기구에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여, 효과적으로 제거할 수 있다.

[0022] 청구항 6에 기재된 발명은, 청구항 1에 기재된 구성에 있어서, 상기 배기 기구의 적어도 일부가, 회전 원통과, 고정 원통과, 상기 회전 원통과 상기 고정 원통의 대향면의 적어도 일부에 형성된 나사 홈을 구비하는 홀벡(Holweck)형 펌프 기구인, 진공 펌프를 제공한다.

[0023] 이 구성에 의하면, 배기 기구의 적어도 일부가, 회전 원통과, 고정 원통과, 회전 원통과 고정 원통의 대향면의 적어도 일부에 형성된 나사 홈을 구비하는 홀벡형 펌프 기구에 있어서, 하우징 내에 있어서의 배기 기구에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여, 효과적으로 제거할 수 있다.

[0024] 청구항 7에 기재된 발명은, 청구항 2에 기재된 구성에 있어서, 상기 배기 기구는, 축방향으로 다단형상으로 배열된 복수의 회전 날개를 갖는 회전체와 상기 복수의 회전 날개 사이에 배치된 복수의 고정 날개를 갖는 터보 분자 펌프 기구, 회전 원판과 고정 원판과 상기 회전 원판과 상기 고정 원판의 대향면의 적어도 일부에 형성된 소용돌이형상 홈을 갖는 시그반형 펌프 기구, 또는 회전 원통과 고정 원통과 상기 회전 원통과 상기 고정 원통의 대향면의 적어도 일부에 형성된 나사 홈을 구비하는 홀벡형 펌프 기구 중 적어도 2개 이상으로 구성되고, 상기 중간 포트는, 서로 이웃하는 상기 터보 분자 펌프 기구, 상기 시그반형 펌프 기구 또는 상기 홀벡형 펌프 기구의 경계 부근에 배치되어 있는, 진공 펌프를 제공한다.

[0025] 이 구성에 의하면, 배기 기구의 적어도 일부가, 회전 원판과, 고정 원판과, 회전 원판과 고정 원판의 대향면의 적어도 일부에 형성된 소용돌이형상 홈을 갖는 시그반형 펌프 기구, 또는 회전 원통과 고정 원통과 회전 원통과 고정 원통의 대향면의 적어도 일부에 형성된 나사 홈을 구비하는 홀벡형 펌프 기구 중 적어도 2개 이상으로 구성된 진공 펌프에 있어서, 하우징 내에 있어서의 배기 기구에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여, 효과적으로 제거할 수 있다.

[0026] 청구항 8에 기재된 발명은, 흡기구와 배기구를 갖는 하우징과, 상기 하우징의 내측에 배치된 배기 기구와, 상기 배기 기구의 배기측 출구 근방에 배치되며, 상기 하우징 내에 관통하여 형성된 라디칼 공급구를 구비한 진공 펌프와, 상기 라디칼 공급구로부터 상기 하우징 내로 라디칼을 공급하고, 상기 공급한 라디칼을 상기 배기 기구 내의 반응 생성물이 퇴적하는 개소에 공급하는 라디칼 공급 수단을 구비하는, 진공 배기 시스템을 제공한다.

[0027] 이 구성에 의하면, 흡기구와 배기구 사이에 형성되어 있는 라디칼 공급구로부터 하우징 내로 라디칼을 공급하고, 라디칼 공급구로부터 하류측으로 라디칼을 흐르게 하는 경로와, 라디칼 공급구로부터 상류측으로 라디칼 경로를 전환함으로써, 공급한 라디칼이 하우징 내의 클리닝을 필요로 하는 개소 전체에 골고루 퍼진다. 그리고, 하우징 내에 있어서의 배기 기구 등에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여, 효과적으로 제거할 수 있다. 이에 의해, 적은 수의 라디칼 발생 장치여도 반응 생성물을 효과적으로 제거할 수 있으므로, 진공 펌프 내부의 세정 시스템에 있어서의 세정 부품 비용의 저감과 운용 비용의 저감을 양립시키는 것이 가능한 진공 배기 시스템의 실현이 도모된다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 의하면, 흡기구와 배기구 사이에 형성되어 있는 라디칼 공급구로부터 하우징 내로 라디칼을 공급하면, 공급한 라디칼이 하우징 내의 클리닝을 필요로 하는 개소 전체에 골고루 퍼지고, 하우징 내의 배기 기구 등에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여, 효과적으로 제거할 수 있다. 이에 의해, 적은 수의 라디칼 발생 장치로 반응 생성물을 효과적으로 제거할 수 있으므로, 진공 펌프 내부의 세정 시스템에 있어서의 세정 부품 비용의 저감과 운용 비용의 저감을 양립할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 따른 진공 펌프의 제1 실시예로서 나타내는 터보 분자 펌프의 종단면도이고, 라

디칼을 중간 포트로부터 배출할 때의 상태로 전환하고 있는 경우의 배출 경로를 설명하는 도면이다.

도 2는, 본 발명의 실시 형태에 따른 진공 펌프의 제1 실시예로서 나타내는 터보 분자 펌프의 종단면도이고, 라디칼을 배출구로부터 배출할 때의 상태로 전환하고 있는 경우의 배출 경로를 설명하는 도면이다.

도 3은, 상기 제1 실시예의 터보 분자 펌프에 있어서의 앰프 회로의 일례를 나타내는 도면이다.

도 4는, 상기 제1 실시예의 터보 분자 펌프에 있어서의 앰프 회로로 검출한 전류 지령값이 검출값보다 큰 경우의 일 제어예를 나타내는 타임 차트이다.

도 5는, 상기 제1 실시예의 터보 분자 펌프에 있어서의 앰프 회로로 검출한 전류 지령값이 검출값보다 작은 경우의 일 제어예를 나타내는 타임 차트이다.

도 6은, 본 발명의 실시 형태에 따른 진공 펌프의 제2 실시예로서 나타내는 터보 분자 펌프의 종단면도이다.

도 7은, 본 발명의 실시 형태에 따른 진공 펌프의 제3 실시예로서 나타내는 터보 분자 펌프의 종단면도이다.

도 8은, 본 발명의 실시 형태에 따른 진공 펌프의 제4 실시예로서 나타내는 터보 분자 펌프의 종단면도이다.

도 9는, 본 발명의 실시 형태에 따른 진공 펌프의 제5 실시예로서 나타내는 터보 분자 펌프의 종단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명은, 라디칼 발생 장치에 의한 세정 효율을 향상시키고, 적은 라디칼 발생 장치로 진공 펌프 내에 퇴적하는 반응 생성물을 효과적으로 세정할 수 있도록 함과 동시에, 운용 비용의 저감을 가능하게 하는 진공 펌프 및 진공 배기 시스템을 제공한다는 목적을 달성하기 위해서, 흡기구와 배기구를 갖는 하우징과 상기 하우징의 내측에 배치된 배기 기구를 구비한 진공 펌프로서, 상기 배기 기구의 배기측 출구 근방에 배치되며, 상기 하우징 내에 관통하여 형성된 라디칼 공급구와, 상기 라디칼 공급구로부터 상기 하우징 내로 라디칼을 공급하고, 상기 공급한 라디칼을 상기 배기 기구 내의 반응 생성물이 퇴적하는 개소에 흐르게 하는 라디칼 공급 수단을 구비하는 구성으로 함으로써 실현되었다.

[0031] 실시예

[0032] 이하, 본 발명의 실시 형태에 따른 일 실시예를 첨부 도면에 의거하여 상세하게 설명한다. 또한, 이하의 실시예에 있어서, 구성 요소의 수, 수치, 양, 범위 등으로 언급하는 경우, 특별히 명시한 경우 및 원리적으로 명백하게 특정의 수로 한정되는 경우를 제외하고, 그 특정의 수로 한정되는 것은 아니며, 특정의 수 이상이어도 이하여도 상관없다.

[0033] 또, 구성 요소 등의 형상, 위치 관계로 언급할 때는, 특별히 명시한 경우 및 원리적으로 명백하게 그렇지 않다고 생각되는 경우 등을 제외하고, 실질적으로 그 형상 등에 근사 또는 유사한 것 등을 포함한다.

[0034] 또, 도면은, 특징을 알기 쉽게 하기 위해서 특징적인 부분을 확대하는 등 하여 과장하는 경우가 있고, 구성 요소의 치수 비율 등이 실제와 같다고는 할 수 없다. 또, 단면도에서는, 구성 요소의 단면 구조를 알기 쉽게 하기 위해서, 일부의 구성 요소의 해칭을 생략하는 경우가 있다.

[0035] 또, 이하의 설명에 있어서, 상하나 좌우 등의 방향을 나타내는 표현은, 절대적인 것은 아니고, 본 발명의 진공 펌프의 각 부가 그려져 있는 자세인 경우에 적절하지만, 그 자세가 변화된 경우에는 자세의 변화에 따라 변경하여 해석되어야 할 것이다. 또, 실시예의 설명의 전체를 통해 같은 요소에는 같은 부호를 붙이고 있다.

[0036] 이 터보 분자 펌프(100A)의 종단면도를 도 1 및 도 2에 나타낸다. 도 1 및 도 2에 있어서, 터보 분자 펌프(100A)는, 하우징인 원통형상의 외통(127)의 상단에 흡기구(101)가 형성되어 있다. 그리고, 외통(127)의 안쪽에는, 가스를 흡인 배기하기 위한 터빈 블레이드인 복수의 회전 날개(102(102a, 102b, 102c…))를 둘레부에 방사상 또한 다단으로 형성한 회전체(103)가 구비되어 있다. 이 회전체(103)의 중심에는 로터축(113)이 장착되어 있고, 이 로터축(113)은, 예를 들면 5축 제어의 자기 베어링에 의해 공중에 부상 지지 또한 위치 제어되어 있다.

[0037] 상측 경방향 전자석(104)은, 4개의 전자석이 X축과 Y축으로 쌍을 이루어 배치되어 있다. 이 상측 경방향 전자석(104)에 근접하게, 또한 상측 경방향 전자석(104) 각각에 대응되어 4개의 상측 경방향 센서(107)가 구비되어 있다. 상측 경방향 센서(107)는, 예를 들면 전도 권선을 갖는 인덕턴스 센서나 와전류 센서 등이 이용되고, 로터축(113)의 위치에 따라 변화하는 이 전도 권선의 인덕턴스의 변화에 의거하여 로터축(113)의 위치를

검출한다. 이 상측 경방향 센서(107)는 로터축(113), 즉 거기에 고정된 회전체(103)의 경방향 변위를 검출하고, 제어 장치(200)로 보내도록 구성되어 있다.

[0038] 이 제어 장치(200)에 있어서는, 예를 들면 PID 조절 기능을 갖는 보상 회로가, 상측 경방향 센서(107)에 의해 검출된 위치 신호에 의거하여, 상측 경방향 전자석(104)의 여자 제어 지령 신호를 생성하고, 도 3에 나타내는 앰프 회로(150)(후술한다)가, 이 여자 제어 지령 신호에 의거하여, 상측 경방향 전자석(104)을 여자 제어함으로써, 로터축(113)의 상측의 경방향 위치가 조정된다.

[0039] 그리고, 이 로터축(113)은, 고(高)투자율재(철, 스테인리스 등) 등에 의해 형성되며, 상측 경방향 전자석(104)의 자력에 의해 흡인되도록 되어 있다. 이러한 조정은, X축방향과 Y축방향으로 각각 독립적으로 행해진다. 또, 하측 경방향 전자석(105) 및 하측 경방향 센서(108)가, 상측 경방향 전자석(104) 및 상측 경방향 센서(107)와 동일하게 배치되어, 로터축(113)의 하측의 경방향 위치를 상측의 경방향 위치와 동일하게 조정하고 있다.

[0040] 또한, 축방향 전자석(106A, 106B)이, 로터축(113)의 하부에 구비한 원판형상의 금속 디스크(111)를 상하로 끼고 배치되어 있다. 금속 디스크(111)는, 철 등의 고투자율재로 구성되어 있다. 로터축(113)의 축방향 변위를 검출하기 위해서 축방향 센서(109)가 구비되고, 그 축방향 위치 신호가 제어 장치(200)에 보내어지도록 구성되어 있다.

[0041] 그리고, 제어 장치(200)에 있어서, 예를 들면 PID 조절 기능을 갖는 보상 회로가, 축방향 센서(109)에 의해 검출된 축방향 위치 신호에 의거하여, 축방향 전자석(106A)과 축방향 전자석(106B) 각각의 여자 제어 지령 신호를 생성하고, 앰프 회로(150)가, 이들 여자 제어 지령 신호에 의거하여, 축방향 전자석(106A)과 축방향 전자석(106B)을 각각 여자 제어함으로써, 축방향 전자석(106A)이 자력에 의해 금속 디스크(111)를 상방으로 흡인하고, 축방향 전자석(106B)이 금속 디스크(111)를 하방으로 흡인하여, 로터축(113)의 축방향 위치가 조정된다.

[0042] 이와 같이, 제어 장치(200)는, 이 축방향 전자석(106A, 106B)이 금속 디스크(111)에 미치는 자력을 적당히 조절하고, 로터축(113)을 축방향으로 자기 부상시켜, 공간에 비접촉으로 유지하도록 되어 있다. 또한, 이들 상측 경방향 전자석(104), 하측 경방향 전자석(105) 및 축방향 전자석(106A, 106B)을 여자 제어하는 앰프 회로(150)에 대해서는 후술한다.

[0043] 한편, 모터(121)는, 로터축(113)을 둘러싸도록 둘레형상으로 배치된 복수의 자극을 구비하고 있다. 각 자극은, 로터축(113)과의 사이에 작용하는 전자력을 통해 로터축(113)을 회전 구동하도록, 제어 장치(200)에 의해 제어되어 있다. 또, 모터(121)에는 도시하지 않는 예를 들면 홀 소자, 리졸버, 인코더 등의 회전 속도 센서가 내장되어 있고, 이 회전 속도 센서의 검출 신호에 의해 로터축(113)의 회전 속도가 검출되도록 되어 있다.

[0044] 또한, 예를 들면 하측 경방향 센서(108) 근방에, 도시하지 않는 위상 센서가 장착되어 있으며, 로터축(113)의 회전의 위상을 검출하도록 되어 있다. 제어 장치(200)에서는, 이 위상 센서와 회전 속도 센서의 검출 신호를 모두 이용하여 자극의 위치를 검출하도록 되어 있다.

[0045] 회전 날개(102(102a, 102b, 102c…))와 약간의 공극을 두고 복수 장의 고정 날개(123a, 123b, 123c…)가 배치되어 있다. 회전 날개(102(102a, 102b, 102c…))는, 각각 배기 가스의 분자를 충돌에 의해 하방향으로 이송하기 위해, 로터축(113)의 축선에 수직인 평면으로부터 소정의 각도만큼 경사지게 형성되어 있다.

[0046] 또, 고정 날개(123)도, 동일하게 로터축(113)의 축선에 수직인 평면으로부터 소정의 각도만큼 경사지게 형성되고, 또한 외통(127)의 안쪽을 향해 회전 날개(102)의 단(段)과 엇갈리게 배치되어 있다. 그리고, 고정 날개(123)의 외주단은, 복수의 단으로 쌓인 고정 날개 스페이서(125(125a, 125b, 125c…)) 사이에 끼움 삽입된 상태로 지지되어 있다.

[0047] 고정 날개 스페이서(125)는 링형상의 부재이며, 예를 들면 알루미늄, 철, 스테인리스, 구리 등의 금속, 또는 이들의 금속을 성분으로서 포함하는 합금 등의 금속에 의해 구성되어 있다. 고정 날개 스페이서(125)의 외주에는, 약간의 공극을 두고 외통(127)이 고정되어 있다. 외통(127)의 저부에는 베이스부(129)가 배치되어 있다. 베이스부(129)에는 배기구(133)가 형성되며, 외부에 연통되어 있다. 챔버 측으로부터 흡기구(101)로 들어가 베이스부(129)로 이송되어온 배기 가스는, 배기구(133)로 보내어진다.

[0048] 또한, 터보 분자 펌프(100A)의 용도에 따라, 고정 날개 스페이서(125)의 하부와 베이스부(129) 사이에는, 나사를 갖는 스페이서(131)가 배치된다. 나사를 갖는 스페이서(131)는, 알루미늄, 구리, 스테인리스, 철, 또는 이들 금속을 성분으로 하는 합금 등의 금속에 의해 구성된 원통형상의 부재이며, 그 내주면에 나선형상의 나사 홈(131a)이 복수 줄 새겨져 형성되어 있다. 나사 홈(131a)의 나선의 방향은, 회전체(103)의 회전 방향으로 배기

가스의 분자가 이동했을 때에, 이 분자가 배기구(133) 쪽으로 이송되는 방향이다. 회전체(103)의 회전 날개(102(102a, 102b, 102c…))에 이어지는 최하부에는 원통부(102m)가 수하(垂下)되어 있다. 이 원통부(102m)의 외주면은, 원통형상이고, 또한 나사를 갖는 스페이서(131)의 내주면을 향해 돌출되어 있고, 이 나사를 갖는 스페이서(131)의 내주면과 소정의 간극을 두고 근접되어 있다. 회전 날개(102) 및 고정 날개(123)에 의해 나사 홈(131a)으로 이송되어온 배기 가스는, 나사 홈(131a)으로 안내되면서 베이스부(129)로 보내어진다.

[0049] 베이스부(129)는, 터보 분자 펌프(100A)의 기저부를 구성하는 원반형상의 부재이며, 일반적으로는 철, 알루미늄, 스테인리스 등의 금속에 의해 구성되어 있다. 베이스부(129)는 터보 분자 펌프(100A)를 물리적으로 유지함과 더불어, 열의 전도로(傳導路)의 기능도 겸비하고 있으므로, 철, 알루미늄이나 구리 등의 강성이 있고, 열전도율도 높은 금속이 사용되는 것이 바람직하다.

[0050] 이러한 구성에 있어서, 회전 날개(102)가 로터축(113)과 함께 모터(121)에 의해 회전 구동되면, 회전 날개(102)와 고정 날개(123)의 작용에 의해, 흡기구(101)를 통해 챔버로부터 배기 가스가 흡기된다. 흡기구(101)로부터 흡기된 배기 가스는, 회전 날개(102)와 고정 날개(123) 사이를 지나, 베이스부(129)로 이송된다. 이 때, 배기 가스가 회전 날개(102)에 접촉할 때에 발생하는 마찰열이나, 모터(121)에서 발생한 열의 전도 등에 의해, 회전 날개(102)의 온도는 상승하지만, 이 열은, 복사 또는 배기 가스의 기체 분자 등에 의한 전도에 의해 고정 날개(123) 측으로 전달된다.

[0051] 고정 날개 스페이서(125)는, 외주부에서 서로 접합하고 있고, 고정 날개(123)가 회전 날개(102)로부터 수취한 열이나 배기 가스가 고정 날개(123)에 접촉할 때에 발생하는 마찰열 등을 외부로 전달한다.

[0052] 또한, 상기에서는, 나사를 갖는 스페이서(131)는 회전체(103)의 원통부(102m)의 외주에 배치하고, 나사를 갖는 스페이서(131)의 내주면에 나사 홈(131a)이 새겨져 형성되어 있는 것으로 하여 설명했다. 그러나, 이와는 반대로 원통부(102m)의 외주면에 나사 홈이 새겨져 형성되고, 그 주위에 원통형상의 내주면을 갖는 스페이서가 배치되는 경우도 있다.

[0053] 또, 터보 분자 펌프(100A)의 용도에 따라서는, 흡기구(101)로부터 흡인된 가스가 상측 경방향 전자석(104), 상측 경방향 센서(107), 모터(121), 하측 경방향 전자석(105), 하측 경방향 센서(108), 축방향 전자석(106A, 106B), 축방향 센서(109) 등으로 구성되는 전장부에 침입하는 일이 없도록, 전장부는 주위가 스테이터 칼럼(122)으로 덮이고, 이 스테이터 칼럼(122) 내는 퍼지 가스로 소정압으로 유지되는 경우도 있다.

[0054] 이 경우에는, 베이스부(129)에는 도시하지 않는 배관이 배치되고, 이 배관을 통해 퍼지 가스가 도입된다. 도입된 퍼지 가스는, 보호 베어링(120)과 로터축(113) 사이, 모터(121)의 로터와 스테이터 사이, 스테이터 칼럼(122)과 회전 날개(102)의 내주측 원통부 사이의 간극을 통해 배기구(133)로 송출된다.

[0055] 여기에, 터보 분자 펌프(100A)는, 기종의 특정과, 개개로 조정된 고유의 파라미터(예를 들면, 기종에 대응하는 제반 특성)에 의거한 제어를 필요로 한다. 이 제어 파라미터를 저장하기 위해서, 상기 터보 분자 펌프(100A)는, 그 본체 내에 전자 회로부(141)를 구비하고 있다. 전자 회로부(141)는, EEP-ROM 등의 반도체 메모리 및 그 액세스를 위한 반도체 소자 등의 전자 부품, 그들의 실장용 기판(143) 등으로 구성된다. 이 전자 회로부(141)는, 터보 분자 펌프(100A)의 하부를 구성하는 베이스부(129)의 예를 들면 중앙 부근의 도시하지 않는 회전 속도 센서의 하부에 수용되고, 기밀성의 바닥 덮개(145)에 의해 닫혀져 있다.

[0056] 그런데, 반도체의 제조 공정에서는, 챔버에 도입되는 프로세스 가스 중에는, 그 압력이 소정값보다 높아지거나, 혹은, 그 온도가 소정값보다 낮아지면, 고체가 되는 성질을 갖는 것이 있다. 터보 분자 펌프(100) 내부에서는, 배기 가스의 압력은, 흡기구(101)에서 가장 낮고 배기구(133)에서 가장 높다. 프로세스 가스가 흡기구(101)로부터 배기구(133)로 이송되는 도중에, 그 압력이 소정값보다 높아지거나, 그 온도가 소정값보다 낮아지거나 하면, 프로세스 가스는, 고체상이 되고, 터보 분자 펌프(100A)의 내부에 부착되어 퇴적한다.

[0057] 예를 들면, Al 에칭 장치에 프로세스 가스로서 SiCl4가 사용된 경우, 저진공(760[torr]~10-2[torr]) 또한, 저온(약 20[℃])일 때, 고체 생성물(예를 들면AlCl3)이 석출되어, 터보 분자 펌프(100A)의 내부에 부착 퇴적하는 것을 증기압 곡선으로부터 알 수 있다. 이에 의해, 터보 분자 펌프(100A)의 내부에 프로세스 가스의 석출물이 퇴적하면, 이 퇴적물이 펌프 유로를 좁혀, 터보 분자 펌프(100A)의 성능을 저하시키는 원인이 된다. 그리고, 상술한 생성물은, 배기구 부근이나 나사를 갖는 스페이서(131) 부근의 압력이 높은 부분에서 응고, 부착되기 쉬운 상황에 있었다.

[0058] 그로 인해, 이 문제를 해결하기 위해서, 종래는 베이스부(129) 등의 외주에 도시하지 않는 히터나 환상의 수랭관(149)을 권착(卷着)시키고, 또한 예를 들면 베이스부(129)에 도시하지 않는 온도 센서(예를 들면 서미스트)를

매설하고, 이 온도 센서의 신호에 의거하여 베이스부(129)의 온도를 일정한 높은 온도(설정 온도)로 유지하도록 히터의 가열이나 수랭관(149)에 의한 냉각의 제어(이하 TMS라고 한다. TMS: Temperature Management System)가 행해져 있다.

[0059] 다음에, 이와 같이 구성되는 터보 분자 펌프(100A)에 관해, 그 상측 경방향 전자석(104), 하측 경방향 전자석(105) 및 축방향 전자석(106A, 106B)을 여자 제어하는 앰프 회로(150)에 대해 설명한다. 이 앰프 회로(150)의 회로도를 도 3에 나타낸다.

[0060] 도 3에 있어서, 상측 경방향 전자석(104) 등을 구성하는 전자석 권선(151)은, 그 일단이 트랜지스터(161)를 통해 전원(171)의 양극(171a)에 접속되어 있고, 또, 그 타단이 전류 검출 회로(181) 및 트랜지스터(162)를 통해 전원(171)의 음극(171b)에 접속되어 있다. 그리고, 트랜지스터(161, 162)는, 이른바 파워 MOSFET으로 되어 있고, 그 소스-드레인 사이에 다이오드가 접속된 구조를 갖고 있다.

[0061] 이 때, 트랜지스터(161)는, 그 다이오드의 캐소드 단자(161a)가 양극(171a)에 접속됨과 더불어, 애노드 단자(161b)가 전자석 권선(151)의 일단과 접속되도록 되어 있다. 또, 트랜지스터(162)는, 그 다이오드의 캐소드 단자(162a)가 전류 검출 회로(181)에 접속됨과 더불어, 애노드 단자(162b)가 음극(171b)과 접속되도록 되어 있다.

[0062] 한편, 전류 회생용의 다이오드(165)는, 그 캐소드 단자(165a)가 전자석 권선(151)의 일단에 접속됨과 더불어, 그 애노드 단자(165b)가 음극(171b)에 접속되도록 되어 있다. 또, 이와 동일하게, 전류 회생용의 다이오드(166)는, 그 캐소드 단자(166a)가 양극(171a)에 접속됨과 더불어, 그 애노드 단자(166b)가 전류 검출 회로(181)를 통해 전자석 권선(151)의 타단에 접속되도록 되어 있다. 그리고, 전류 검출 회로(181)는, 예를 들면 홀 센서식 전류 센서나 전기 저항 소자로 구성되어 있다.

[0063] 이상과 같이 구성되는 앰프 회로(150)는, 하나의 전자석에 대응되는 것이다. 그로 인해, 자기 베어링이 5축 제어이고, 전자석(104, 105, 106A, 106B)이 합계 10개인 경우에는, 전자석 각각에 대해 동일한 앰프 회로(150)가 구성되고, 전원(171)에 대해 10개의 앰프 회로(150)가 병렬로 접속되도록 되어 있다.

[0064] 또한, 앰프 제어 회로(191)는, 예를 들면, 제어 장치(200)의 도시하지 않는 디지털·시그널·프로세서부(이하, DSP부라고 한다)에 의해 구성되고, 이 앰프 제어 회로(191)는, 트랜지스터(161, 162)의 on/off를 전환하도록 되어 있다.

[0065] 앰프 제어 회로(191)는, 전류 검출 회로(181)가 검출한 전류값(이 전류값을 반영한 신호를 전류 검출 신호(191c)라고 한다)과 소정의 전류 지령값을 비교하도록 되어 있다. 그리고, 이 비교 결과에 의거하여, PWM 제어에 의한 1주기인 제어 사이클(Ts) 내에 발생시키는 펄스폭의 크기(펄스폭 시간(Tp1, Tp2))를 결정하도록 되어 있다. 그 결과, 이 펄스폭을 갖는 게이트 구동 신호(191a, 191b)를, 앰프 제어 회로(191)로부터 트랜지스터(161, 162)의 게이트 단자에 출력하도록 되어 있다.

[0066] 또한, 회전체(103)의 회전 속도의 가속 운전 중에 공진점을 통과할 때나 정속 운전 중에 외란이 발생했을 때 등에, 고속 또한 강한 힘으로의 회전체(103)의 위치 제어를 할 필요가 있다. 그로 인해, 전자석 권선(151)에 흐르는 전류의 급격한 증가(혹은 감소)가 가능하도록, 전원(171)으로서는, 예를 들면 50V 정도의 고전압이 사용되도록 되어 있다. 또, 전원(171)의 양극(171a)과 음극(171b) 사이에는, 전원(171)의 안정화를 위해, 통상 콘덴서가 접속되어 있다(도시 생략).

[0067] 이러한 구성에 있어서, 트랜지스터(161, 162) 양쪽 모두를 on으로 하면, 전자석 권선(151)에 흐르는 전류(이하, 전자석 전류(iL)라고 한다)가 증가하고, 양쪽 모두를 off로 하면, 전자석 전류(iL)가 감소한다.

[0068] 또, 트랜지스터(161, 162)의 한쪽을 on으로 하고 다른 쪽을 off로 하면, 이른바 플라이 휠 전류가 유지된다. 그리고, 이와 같이 앰프 회로(150)에 플라이 휠 전류를 흐르게 함으로써, 앰프 회로(150)에 있어서의 히스테리시스 손실을 감소시켜, 회로 전체적인 소비 전력을 낮게 억제할 수 있다. 또, 이와 같이 트랜지스터(161, 162)를 제어함으로써, 터보 분자 펌프(100A)에 발생하는 고조파 등의 고주파 노이즈를 저감할 수 있다. 또한, 이 플라이 휠 전류를 전류 검출 회로(181)로 측정함으로써 전자석 권선(151)을 흐르는 전자석 전류(iL)가 검출 가능해진다.

[0069] 즉, 검출한 전류값이 전류 지령값보다 작은 경우에는, 도 4에 나타내는 바와 같이 제어 사이클(Ts)(예를 들면 100μs) 중에서 1회만, 펄스폭 시간(Tp1)에 상당하는 시간분만큼 트랜지스터(161, 162) 양쪽 모두를 on으로 한다. 그로 인해, 이 기간 중의 전자석 전류(iL)는, 양극(171a)으로부터 음극(171b)으로, 트랜지스터(161, 162)를 통해 흐르게 할 수 있는 전류값(iLmax)(도시하지 않음)을 향해 증가한다.

[0070] 한편, 검출한 전류값이 전류 지령값보다 큰 경우에는, 도 5에 나타내는 바와 같이 제어 사이클(Ts) 중에서 1회만 펄스폭 시간(Tp2)에 상당하는 시간분만큼 트랜지스터(161, 162) 양쪽 모두를 off로 한다. 그로 인해, 이 기간 중의 전자석 전류(iL)는, 음극(171b)으로부터 양극(171a)으로, 다이오드(165, 166)를 통해 회생할 수 있는 전류값(iLmin)(도시하지 않음)을 향해 감소한다.

[0071] 그리고, 어느 경우에나, 펄스폭 시간(Tp1, Tp2)의 경과 후에는, 트랜지스터(161, 162) 중 어느 1개를 on으로 한다. 그로 인해, 이 기간 중은, 앰프 회로(150)에 플라이 휠 전류가 유지된다.

[0072] 그런데, 상술한 터보 분자 펌프(100A)에 있어서는, 외통(127)과 베이스부(129)를 갖고 개략 원통형상으로 형성되어 있는 하우징(110A)의 흡기구(101)로부터 흡인한 가스에 따라서는, 하우징(110A)의 내부에서 압축하는 과정에서 기체로부터 고체로 상변화를 일으키고, 하우징(110A)의 내부에서 고화되는 경우가 있다. 그 결과, 하우징(110A)의 내부에 고화물(이하, 이를 「반응 생성물」이라고 한다)이 퇴적하여, 가스 유로가 폐색한다는 문제가 발생하는 경우가 있다.

[0073] 또, 이 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)에서는, 하우징(110A)의 상류측에 터보 분자 펌프 기구부(301)를 구성하고, 하류측에 나사 홈 펌프 기구부(302)를 구성하고 있는 배기 기구(132)를 갖고 있다. 그리고, 터보 분자 펌프 기구부(301)에는, 축방향으로 다단형상으로 배열된 복수의 회전 날개(102)를 갖는 회전체(103)와 복수의 회전 날개(102) 사이에 배치된 복수의 고정 날개(123)를 설치하고 있다. 한편, 나사 홈 펌프 기구부(302)에는, 회전체(103)와 일체로 회전하는 회전 원통으로서의 원통부(102m)와, 고정 원통으로서의 나사를 갖는 스페이서(131)와, 회전하는 원통부(102m)의 외주면과 대향하는 대향면인 나사를 갖는 스페이서(131)의 내주면에 나사 홈(131a)을 형성하여, 이른바 홀벡형 펌프 기구로서 구성하고 있다. 또, 하우징(110A)의 상류측과 하류측의 대략 중간 부분, 즉 터보 분자 펌프 기구부(301)와 홀벡형 펌프 기구로서 구성하고 있는 나사 홈 펌프 기구부(302)의 경계 부근에 하우징(110A) 내에 관통하고 있는 중간 포트(112)를 형성하고 있음과 더불어, 배기 기구(132)의 배기측 출구 근방인 배기구(133)의 근방에, 하우징(110A) 내에 관통하여 라디칼 공급구(134A)를 형성하고 있다. 그리고, 라디칼 공급구(134A)에 라디칼 공급 수단(135)을 접속하고, 그 라디칼 공급 수단(135)으로부터 라디칼 공급구(134A)를 통해 하우징(110A) 내로 라디칼(136)을 공급하고, 그 공급한 라디칼(136)을 배기 기구(132)의 반응 생성물이 퇴적되어 있는 개소에 흐르게 하고, 그 라디칼(136)로 배기 기구(132) 등에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 제거하도록 하고 있다. 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급은, 제어 장치(200)에 의해 제어되어 적정량 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)과 라디칼 공급구(134A) 사이에는, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급을 온·오프 제어하는 개폐 밸브(140A)가 설치되어 있다. 개폐 밸브(140A)의 개폐는, 제어 장치(200)에 의해 제어된다.

[0074] 또, 하우징(110A)에 있어서의 흡기구(101)와 배기구(133) 사이에는, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)를 하우징(110A) 내에 공급하는 퍼지 가스 공급구(139)를 형성하고 있다. 퍼지 가스 공급구(139)는, 중간 포트(112)보다 상류측(터보 분자 펌프 기구부(301) 측)이고, 또한 흡기구(101)보다 하류측에 형성되어 있다. 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급은, 제어 장치(200)에 의해 제어되어 적정량 공급된다.

[0075] 또한, 라디칼(136)은, 하우징(110A)의 내부에 퇴적되어 있는 고화물을 제거 가능한, 예를 들면 삼불화질소(NF3) 등의 원료 가스에 고전압을 인가하여 생성한 불소 라디칼 등이다. 한편, 퍼지 가스(138)는, 라디칼 공급구(134A)로부터 하우징(110A) 내로 공급된 라디칼(136)이, 하우징(110A) 내에서 흡기구(101) 측을 향해 소정의 위치까지 흐르면, 그 이상은 흡기구(101) 측을 향해 흐르지 않도록, 라디칼(136)을 하류측을 향해 흘러가게 하는 역할을 하는 불활성 가스이며, 예를 들면 질소 가스(N2)이다.

[0076] 또, 중간 포트(112)와 배기구(133)는, 각각 배기 전환 밸브(202A) 또는 배기 전환 밸브(202B)를 개재하여, 흡인·배기 수단(201)과 접속되어 있다. 흡인·배기 수단(201)은, 중간 포트(112) 및 배기구(133)를 통해, 하우징(110A) 내의 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)를, 하우징(110A)의 외측으로 강제적으로 흡인·배출하는 흡인 펌프를 갖고 있다. 중간 포트(112)와 흡인·배기 수단(201) 사이에 개재하여 설치되어 있는 배기 전환 밸브(202A)와, 배기구(133)와 흡인·배기 수단(201) 사이에 개재하여 설치되어 있는 배기 전환 밸브(202B)는, 각각 제어 장치(200)에 의해 개폐 제어되는 개폐 밸브이다. 여기에서의 배기 전환 밸브(202A)와 배기 전환 밸브(202B)는, 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)를 이용하여 하우징(110A)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하기 위한 클리닝을 행할 때에는, 제어 장치(200)에 의해 택일적으로 개폐 제어되고, 그 전환 조작에 의해, 후술하는 바와 같이 하여 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)의 배출 경로를 전환하여, 하우징(110A) 내의 배기 기구(132)의 클리닝과, 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로의 클리닝을 효과적으로 행할 수 있다.

[0077] 다음에, 하우징(110A)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하기 위한 클리닝 동작을 설명한다. 하우징(110A)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하는 클리닝을 행하는 경우는, 흡기구(101)로부터의 이송되는 프로세스 가스는 정지된다. 그리고, 이 클리닝에서는, 하우징(110A) 내의 반응 생성물을 보다 효과적으로 제거하기 위해서, 하우징(110A) 내에 있어서의 배기 기구(132)의 클리닝과, 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로의 클리닝의, 2회의 클리닝으로 나누어 행한다.

[0078] 우선, 하우징(110A) 내의 배기 기구(132)의 상류측에 있어서의 클리닝을 행하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 열림, 배기 전환 밸브(202B)가 닫힘으로 전환되고, 중간 포트(112)가 열림, 배기구(133)가 닫힘이 된다. 도 1은, 이 상태를 나타내고 있다. 그 후, 개폐 밸브(140A)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 라디칼(136)이 하우징(110A) 내로 라디칼 공급구(134A)를 통해 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 퍼지 가스(138)가 하우징(110A) 내로 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110A) 내에 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가 중간 포트(112)를 통해 하우징(110A)의 외측으로 흡인되어 배출된다.

[0079] 그리고, 하우징(110A) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110A)의 내부를 흐를 때, 하우징(110A)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110A) 밖으로 배출되어 처리된다. 또한, 하우징(110A) 내의 상류측(흡기구(101) 측)의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 중간 포트(112)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110A) 밖으로 배출되어 흘러가는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110A) 내를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 중간 포트(112)로 유도하여, 라디칼(136)이, 반응 생성물과 함께 하우징(110A) 내의 규정된 높이 개소를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다. 즉, 라디칼(136)이 분해한 반응 생성물이 터보 분자 펌프 기구부(301)로 흘러, 터보 분자 펌프 기구부(301)의 상류측에 퇴적하는 것을 저지한다.

[0080] 이에 의해, 배기 기구(132)에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 라디칼(136)로 효과적으로 분해하고, 그 분해한 가스를 중간 포트(112)로부터 하우징(110A)의 외측으로 배출할 수 있다.

[0081] 또한, 이 배기 기구(132)의 클리닝 조작 시에, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110A) 내로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 1,000sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110A) 내로 흘러가는 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 라디칼 공급 수단(135)에서의 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0082] 다음에, 하우징(110A) 내의 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로의 클리닝을 행하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 닫힘, 배기 전환 밸브(202B)가 열림으로 전환되고, 중간 포트(112)가 닫힘, 배기구(133)가 열림이 된다. 도 2는, 이 상태를 나타내고 있다. 그 후, 개폐 밸브(140A)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터, 라디칼(136)이 하우징(110A) 내로 라디칼 공급구(134A)를 통해 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터, 퍼지 가스(138)가 하우징(110A) 내로 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110A) 내에 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가 배기구(133)를 통해 하우징(110A)의 외측으로 흡인되어 배출된다. 또한, 이 하류측에 있어서의 배기 기구(132)의 클리닝 조작 시에, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110A) 내로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 50sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110A) 내로 흘러가는 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0083] 그리고, 하우징(110A) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110A)의 내부를 흐를 때, 하우징(110A)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110A)의 외측으로 배출되어 처리된다. 또, 배기 기구(132)의 하류측(나사 홈 펌프 기구부(302) 측)에 있어서의 클리닝을 행하는 경우도, 하우징(110A) 내의 상류측의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 퍼지 가스(138)가 공급되고, 배기구(133)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110A)의 외측으로 흘러 배출된다. 그 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110A) 내를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 배기구(133)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물이나 먼지와 함께 하우징(110A) 내의 규정된 높이 개소를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다.

[0084] 따라서, 이와 같이 구성된 제1 실시예에 있어서의 터보 분자 펌프(100A)에서는, 하우징(110A)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거할 때, 흡기구(101)와 배기구(133) 사이에 형성되어 있는 라디칼 공급구(134A)로부터 하우징(110A) 내로 라디칼(136)을 공급하도록 하고 있으므로, 공급한 라디칼(136)이 하우징(110A) 내의 클리

닝을 필요로 하는 개소 전체에 골고루 퍼져, 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화시켜 효과적으로 제거할 수 있다. 특히, 배기 기구(132)에 있어서의 클리닝과, 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로에 있어서의 클리닝으로 나누어, 클리닝을 행함으로써, 클리닝을 필요로 하지 않는 다른 구성 부품의 표면에 라디칼(136)이 가능한 한 접촉하지 않고, 그리고 라디칼(136)의 활성을 잃게 하는 일 없이, 짧은 경로로 효과적으로 클리닝을 행할 수 있다. 이에 의해, 적은 수의 라디칼 발생 장치(라디칼 공급 수단(135))여도 반응 생성물을 효과적으로 제거할 수 있으므로, 터보 분자 펌프(100A)의 내부의 세정 시스템에 있어서의 세정 부품 비용의 저감과 운용 비용의 저감을 양립시키는 것이 가능해진다.

[0085] 또한, 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)에 있어서의 하우징(110A)의 내부의 클리닝에 있어서, 중간 포트(112)로부터 퍼지 가스(138) 및 라디칼(136)을 배출하는 경우, 분해된 가스가 하우징(110A)의 흡기구(101)까지 확실하게 흐르지 않도록 하려면, 흡기구(101)의 상부에 개폐 밸브를 설치하고, 세정 중에는 개폐 밸브를 닫으면 된다.

[0086] 또, 클리닝 조작 중, 배기 기구(132)를, 예를 들면 정격 회전 수의 약 반분인 13,500rpm 정도의 저속으로 회전을 하게 해도 된다. 배기 기구(132)를 저속 회전시키면, 미반응의 라디칼(136)을 중간 포트(112)로부터 배출되는 경우가 적어져, 생성한 라디칼(136)을 유효하게 이용할 수 있다. 또, 배기 기구(132)의 회전 수를 서서히 낮추면서 클리닝하면, 배기구(133) 부근으로부터 흡기구(101)까지 효과적으로 세정하는 것이 가능해진다. 한편, 배기 기구(132)의 회전 수가 너무 높으면, 미반응의 라디칼(136)이 상류측까지 도달하기 어려워진다. 따라서, 하우징(110A) 내에 있어서의 상류측의 클리닝 효과가 낮은 경우는, 배기 기구의 일부를 구성하고 있는 회전체(103)의 회전 수를 조금 낮추면 된다. 또, 상류측의 클리닝 효과를 더욱 올리기 위해서는, 배기 기구의 일부를 구성하고 있는 회전체(103)를 역회전시켜도 된다.

[0087] 도 6은, 도 1 및 도 2에 나타낸 터보 분자 펌프(100A)의 일부를 변형한 제2 실시예로서의 터보 분자 펌프(100B)를 나타내는 것이다. 도 6에 나타내는 제2 실시예의 터보 분자 펌프(100B)는, 도 1 및 도 2에 나타낸 터보 분자 펌프(100A)가, 하우징(110A)의 외측에, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급을 개폐 제어하는 개폐 밸브(140A)를 설치하고 있는 것에 비해, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급을 받는 라디칼 공급구(134B)와, 라디칼 공급구(134B)의 개폐를 제어하는 개폐 밸브(140B)를, 각각 하우징(110B)의 내부에 설치한 것이며, 다른 구성 및 작용 효과는 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같다. 따라서, 이하의 설명에서는, 도 1 및 도 2에 나타낸 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같은 구성 부재에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고, 상이한 구조의 부분에 대해서만 설명한다. 또한, 도 6 중에 나타내는 하우징(110B)은, 도 1 및 도 2 중에 나타내는 하우징(110A)에 대응하는 것이고, 또 라디칼 공급구(134B)는, 동일하게 도 1 및 도 2 중에 나타내는 라디칼 공급구(134A)에 대응하는 것이다.

[0088] 도 6에 나타내는 제2 실시예의 터보 분자 펌프(100B)에서는, 라디칼 공급구(134B)를, 하우징(110B)에 있어서의 베이스부(129)의 내부에 형성하고 있음과 더불어, 라디칼 공급구(134B)를 개폐 조작하는 개폐 밸브(140B)도 베이스부(129) 내에, 개폐 밸브(140B)의 일부(밸브 본체(142))를 돌출시켜 설치하고 있다. 개폐 밸브(140B)는, 예를 들면 전자 조작 밸브이다. 그리고, 전자 조작에 의해 밸브 본체(142)가 개폐 밸브(140B)로부터 돌출되면, 밸브 본체(142)가 라디칼 공급구(134B)를 막아 닫히고, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)이 라디칼 공급구(134B)를 통해 하우징(110B)의 내부로 흐르는 것을 저지한다. 또, 하우징(110B)의 내부를 흐르는 프로세스 가스가, 라디칼 공급 수단(135)의 내부로 흐르는 것도 저지한다. 반대로, 전자 조작에 의해 밸브 본체(142)가 라디칼 공급구(134B)로부터 떨어지는 방향(개폐 밸브(140B)의 본체측)으로 당겨지면, 라디칼 공급구(134B)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)이 라디칼 공급구(134B)를 통해 하우징(110B)의 내부로 흐르는 설정으로 되어 있다.

[0089] 다음에, 제2 실시예의 터보 분자 펌프(100B)에 있어서의, 하우징(110B)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하여 클리닝을 행하는 경우의 동작에 대해 설명한다. 이 경우도, 하우징(110B)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하는 클리닝을 행하는 경우는, 흡기구(101)로부터의 이송되는 프로세스 가스는 정지된다. 그리고, 이 클리닝에서도, 하우징(110B) 내의 반응 생성물을 보다 효과적으로 제거하기 위해서, 하우징(110B) 내에 있어서의 배기 기구(132)의 클리닝과, 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로의 클리닝의, 2회의 클리닝으로 나누어 행한다.

[0090] 우선, 하우징(110B) 내의 배기 기구(132)에 있어서의 클리닝을 행하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 열림, 배기 전환 밸브(202B)가 닫힘으로 전환되고, 중간 포트(112)가 열림, 배기구(133)가 닫힘이 된다. 그 후, 개폐 밸브(140B)의 밸브 본체(142)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터, 라

디칼(136)이 라디칼 공급구(134B)를 통해 하우징(110B)의 내부로 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 퍼지 가스(138)가 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 하우징(110B)의 내부로 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110B)의 내부로 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가, 중간 포트(112)를 통해 하우징(110B)의 외측으로 흡인되어 배출된다.

[0091] 그리고, 하우징(110B) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110B)의 내부를 흐를 때, 하우징(110B)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110B)의 외측으로 배출되어 처리된다. 또한, 하우징(110B) 내의 상류측(흡기구(101) 측)의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 중간 포트(112)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110B) 밖으로 흘러가는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110B)의 내부를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 중간 포트(112)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께 하우징(110B) 내의 규정된 높이 위치를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다.

[0092] 이에 의해, 배기 기구(132)에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 라디칼(136)로 효과적으로 분해하고, 분해한 가스를 중간 포트(112)로부터 하우징(110B)의 외측으로 배출할 수 있다.

[0093] 또한, 이 배기 기구(132)의 클리닝으로, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110B)의 내부로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 1,000sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110B)의 내부로 흘러가는 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 라디칼 공급 수단(135)에서의 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0094] 다음에, 하우징(110B) 내의 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로의 클리닝을 행하는 경우를 설명한다. 하류측의 클리닝을 행하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 닫힘, 배기 전환 밸브(202B)가 열림으로 전환되고, 중간 포트(112)가 닫힘, 배기구(133)가 열림이 된다. 그 후, 개폐 밸브(140B)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터, 라디칼(136)이 라디칼 공급구(134B)를 통해 하우징(110B)의 내부로 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터, 퍼지 가스(138)가 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 하우징(110B)의 내부로 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110B)의 내부로 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가, 배기구(133)를 통해 하우징(110B)의 외측으로 흡인되어 배출된다. 또한, 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로의 클리닝 조작 시에, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110B) 내로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 50sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110B) 내로 흘러가는 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0095] 그리고, 하우징(110B) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110B)의 내부를 흐를 때, 하우징(110B)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110B)의 외측으로 배출되어 처리된다. 또, 배기 기구(132)의 하류측에 있어서의 클리닝을 행하는 경우도, 하우징(110B) 내의 상류측의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 배기구(133)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110B) 밖으로 흘러가는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110B)의 내부를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 배기구(133)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께 하우징(110B) 내의 규정된 높이 위치를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다.

[0096] 따라서, 이와 같이 구성된 제2 실시예의 터보 분자 펌프(100B)에서는, 하우징(110B)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거할 때, 흡기구(101)와 배기구(133) 사이에 형성되어 있는 라디칼 공급구(134B)로부터 하우징(110B)의 내부로 라디칼(136)을 공급하도록 하고 있으므로, 공급한 라디칼(136)이 하우징(110B) 내의 클리닝을 필요로 하는 개소 전체에 골고루 퍼져, 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화시켜 효과적으로 제거할 수 있다. 특히, 배기 기구(132)에 있어서의 클리닝과, 배기 기구(132)의 출구로부터 배기구(133)까지의 배기 경로에 있어서의 클리닝으로 나누어 클리닝을 행함으로써, 클리닝을 필요로 하지 않는 다른 구성 부품의 표면에 라디칼(136)이 가능한 한 접촉하지 않고, 그리고 라디칼(136)의 활성을 잃게 하는 일 없이 짧은 경로로 효과적으로 클리닝을 행할 수 있다. 이에 의해, 적은 수의 라디칼 발생 장치(라디칼 공급 수단(135))여도 반응 생성물을 효과적으로 제거할 수 있어, 터보 분자 펌프(100B)의 내부의 세정 시스템에 있어서의 세정 부품 비용의 저감과 운용 비용의 저감을 양립시키는 것이 가능해진다.

[0097] 도 7은, 도 1 및 도 2에 나타낸 터보 분자 펌프(100A)의 일부를 변형한 제3 실시예로서의 터보 분자 펌프(100C)를 나타내는 것이다. 도 7에 나타내는 제3 실시예의 터보 분자 펌프(100C)는, 도 1 및 도 2에 나타낸 터보

분자 펌프(100A)가, 흡기구(101)와 배기구(133) 사이에 라디칼 공급구(134)를 형성하고 있었던 것에 비해, 배기구(133)로부터 라디칼(136)을 공급하도록 한 것이며, 다른 구성 및 작용 효과는 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같다. 따라서, 이하의 설명에서는, 도 1 및 도 2에 나타낸 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같은 구성 부재에는 같은 부호 붙여 설명을 생략하고, 상이한 구조의 부분에 대해서만 설명한다. 또한, 도 7 중에 나타내는 하우징(110C)은, 도 1 및 도 2 중에 나타내는 하우징(110A)에 대응하는 것이고, 또 라디칼 공급구(134C)는, 동일하게 도 1 및 도 2 중에 나타내는 라디칼 공급구(134A)에 대응하는 것이다.

[0098] 도 7에 나타내는 제3 실시예의 터보 분자 펌프(100C)에서는, 중간 포트(112)를, 배기 기구(132)의 축방향에 있어서의 대략 중간 부분에 대응하여 설치하고 있다. 보다 구체적으로 설명하면, 도 7에 나타내는 바와 같이, 중간 포트(112)를, 배기 기구(132)에 있어서의 축방향으로 다단형상으로 배열된 복수의 회전 날개(102)와 복수의 회전 날개(102) 사이에 배치된 복수의 고정 날개(123)를 갖는 상류 부분(터보 분자 펌프 기구부(301))과, 원통부(102m)와 원통부(102m)의 외주면과 대향하는 나사를 갖는 스페이서(131)의 내주면에 나사 홈(131a)을 갖는 하류 부분(나사 홈 펌프 기구부(302)) 사이에 거의 대응시켜 설치하고 있다.

[0099] 또, 터보 분자 펌프(100B)의 중간 포트(112)에는, 개폐 밸브(202C)를 통해 흡인·배기 수단(201)이 접속되어 있다. 흡인·배기 수단(201)은, 클리닝을 행할 때, 중간 포트(112)를 통해, 하우징(110C) 내의 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)를 하우징(110C)의 외측으로 강제적으로 흡인·배출하는 흡인 펌프를 갖고 있다. 여기에서의 개폐 밸브(202C)는, 제어 장치(200)에 의해 개폐 제어되는 밸브이다. 그리고, 개폐 밸브(202C)는, 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)를 이용하여 하우징(110C) 내에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하는 클리닝을 행할 때에는, 제어 장치(200)에 의해 열림으로 제어되고, 중간 포트(112)를 흡인·배기 수단(201)에 접속하여, 하우징(110C) 내의 가스를 하우징(110C) 밖으로 흡인·배출하여, 하우징(110C)의 내부에 있어서의 배기 기구(132) 등의 클리닝이 효과적으로 행해지도록 하고 있다.

[0100] 다음에, 하우징(110C)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하는 클리닝을 행하는 경우의 동작을 설명한다. 하우징(110C) 내의 배기 기구(132) 등의 클리닝을 행하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 개폐 밸브(202C)가 닫힘에서 열림으로 전환된다. 그 후, 삼방 밸브(140C)가 전환되어, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 라디칼(136)이, 배기구(133)를 통해 하우징(110C) 내로 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 퍼지 가스(138)가, 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 하우징(110C) 내로 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110C) 내에 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가, 중간 포트(112)를 통해 하우징(110C)의 외측으로 배출된다.

[0101] 그리고, 하우징(110C) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110C)의 내부를 흐를 때, 하우징(110C)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110C)의 외측으로 배출되어 처리된다. 또한, 하우징(110C) 내의 상류측(흡기구(101) 측)의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 중간 포트(112)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110C) 밖으로 흘러가는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110C)의 내부를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 중간 포트(112)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께 하우징(110A) 내의 규정된 높이 위치를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다. 따라서, 제3 실시예의 구조에서는, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110C) 내로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양과 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110C) 내로 흘러가는 라디칼(136)의 양의 밸런스를 잡으면서 조정하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께 하우징(110C)의 상류측을 향하는 흐름을 제어한다. 그리고, 이 퍼지 가스(138)와 라디칼(136)의 높이 위치의 조정으로 하우징(110C) 내의 클리닝 범위를 설정하고, 그 설정 범위 이내에서의 클리닝을 행한다.

[0102] 도 8은, 도 1 및 도 2에 나타낸 터보 분자 펌프(100A)의 일부를 변형한 제4 실시예로서의 터보 분자 펌프(100D)를 나타내는 것이다. 도 8에 나타내는 제4 실시예의 터보 분자 펌프(100D)는, 도 1 및 도 2에 나타낸 터보 분자 펌프(100A)가, 라디칼 공급구(134A)의 위치를, 배기 기구(132)의 축방향에 있어서 배기구(133)와 대략 같은 높이 위치로 설정하고 있던 것에 비해, 라디칼 공급구(134D)의 위치를, 배기구(133)보다 상방이며, 또한, 배기 기구(132)에 있어서의 원통부(102m)와 원통부(102m)의 외주면과 대향하는 나사를 갖는 스페이서(131)의 내주면에 나사 홈(131a)을 갖는 하류 부분(나사 홈 펌프 기구부(302)과 거의 대응하고 있는 위치로 설정하는 것이며, 다른 구성 및 작용 효과는 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같다. 따라서, 이하의 설명에서는, 도 1 및 도 2에 나타낸 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같은 구성 부재에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고, 상이한 구조의 부분에 대해서만 설명한다. 또한, 도 8 중에 나타내는 하우징(110D)은, 도 1 및 도 2 중에 나타내는 하우징(110A)에 대응하는 것이고, 또 라디칼 공급구(134D)는, 동일하게 도 1 및 도 2 중에 나타

내는 라디칼 공급구(134A)에 대응하는 것이다.

[0103] 도 8에 나타내는 제4 실시예의 터보 분자 펌프(100D)에 있어서의 라디칼 공급구(134D)는, 배기구(133)보다 상방이며, 또한 배기 기구(132)에 있어서의 원통부(102m)와 원통부(102m)의 외주면과 대향하는 나사를 갖는 스페이서(131)의 내주면에 나사 홈(131a)을 갖는 하류 부분(나사 홈 펌프 기구부(302))과 거의 대응하는 위치이며, 또한 나사를 갖는 스페이서(131)의 외주면에, 하우징(110D) 및 나사를 갖는 스페이서(131)를 관통한 상태로 하여 형성하고 있다.

[0104] 이 제4 실시예의 터보 분자 펌프(100D)에 있어서의, 하우징(110D)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하여 클리닝을 행하는 경우의 동작에 대해 다음에 설명한다. 이 경우도, 하우징(110D)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하는 클리닝을 행하는 경우는, 흡기구(101)로부터의 이송되는 프로세스 가스는 정지된다.

[0105] 그리고, 제4 실시예의 터보 분자 펌프(100D)에 있어서, 라디칼 공급구(134D)보다 상류측을 클리닝하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 열림, 배기 전환 밸브(202B)가 닫힘으로 전환되고, 중간 포트(112)가 열림, 배기구(133)가 닫힘이 된다. 그 후, 개폐 밸브(140A)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 라디칼(136)이, 라디칼 공급구(134D)를 통해 하우징(110D) 내로 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 퍼지 가스(138)가, 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 하우징(110D) 내로 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110D) 내에 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가 중간 포트(112)를 통해 하우징(110D)의 외측으로 흡인되어 배출된다.

[0106] 그리고, 하우징(110D) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110D)의 내부를 흐를 때, 배기 기구(132)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110D) 밖으로 배출되어 처리된다. 또한, 하우징(110D) 내의 상류측(흡기구(101) 측)의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 중간 포트(112)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110D) 밖으로 흘러가는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110D) 내를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 중간 포트(112)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께 하우징(110D) 내의 규정된 높이 위치를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다.

[0107] 이에 의해, 하우징(110D)의 하류측(배기구(133))으로부터 중간 포트(112)를 넘은 상류측의 소정의 높이 위치까지, 넓은 범위에 걸쳐 퇴적되어 있는 반응 생성물을 라디칼(136)로 효과적으로 분해하고, 분해한 가스를 중간 포트(112)로부터 하우징(110D)의 외측으로 배출할 수 있다.

[0108] 또한, 이 상류측에 있어서의 배기 기구(132)의 클리닝으로 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110D)의 내부로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 1,000sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110A) 내로 흘러가는 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 라디칼 공급 수단(135)에서의 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0109] 다음에, 라디칼 공급구(134D)보다 하류측의 범위를, 집중적으로 클리닝을 행하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 닫힘, 배기 전환 밸브(202B)가 열림으로 전환되고, 중간 포트(112)가 닫힘, 배기구(133)가 열림이 된다. 그 후, 개폐 밸브(140A)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 라디칼(136)이, 라디칼 공급구(134D)를 통해 하우징(110D)의 내부로 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 퍼지 가스(138)가, 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 하우징(110D) 내로 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110D)의 내부로 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가 배기구(133)를 통해 하우징(110D)의 외측으로 흡인되어 배출된다. 또한, 이 하류측에 있어서의 배기 기구(132)의 클리닝으로 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110D)의 내부로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 50sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110B) 내로 흘러가는 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0110] 그리고, 하우징(110D)의 내부로 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110D)의 내부를 흐를 때, 하우징(110D)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110D)의 외측으로 배출되어 처리된다. 또, 배기 기구(132)의 하류측(나사 홈 펌프 기구부(302))에 있어서의 클리닝을 행하는 경우도, 하우징(110D) 내의 상류측의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 배기구(133)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110D)의 외측으로 흘러가는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110D) 내를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 배기구(133)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께

하우징(110B) 내의 규정된 높이 위치를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다.

[0111] 따라서, 이와 같이 구성된 제4 실시예에 있어서의 터보 분자 펌프(100D)에서는, 하우징(110D) 내에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거할 때, 흡기구(101)와 배기구(133) 사이에 형성되어 있는 라디칼 공급구(134D)로부터 하우징(110D) 내로 라디칼(136)을 공급하도록 하고 있으므로, 공급한 라디칼(136)이 하우징(110D) 내의 클리닝을 필요로 하는 개소 전체에 골고루 퍼져, 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화시켜 효과적으로 제거할 수 있다. 특히, 라디칼 공급구(134D)보다 상류측에 있어서의 클리닝과, 라디칼 공급구(134D)보다 하류측에 있어서의 클리닝으로 나누어 행함으로써, 짧은 경로로 클리닝을 필요로 하지 않는 다른 구성 부품의 표면에 라디칼(136)이 가능한 한 접촉하지 않고, 라디칼(136)의 활성을 잃게 하는 일 없이 클리닝을 행할 수 있다. 이에 의해, 적은 수의 라디칼 발생 장치(라디칼 공급 수단(135))여도 반응 생성물을 효과적으로 제거할 수 있으므로, 터보 분자 펌프(100D)의 내부의 세정 시스템에 있어서의 세정 부품 비용의 저감과 운용 비용의 저감 양쪽 모두를 억제하는 것이 가능해진다.

[0112] 도 9는, 도 1 및 도 2에 나타낸 터보 분자 펌프(100A)의 일부를 변형한 제5 실시예로서의 터보 분자 펌프(100E)를 나타내는 것이다. 도 9에 나타내는 제5 실시예의 터보 분자 펌프(100E)는, 도 1 및 도 2, 도 6, 도 7, 도 8에 각각 나타낸 터보 분자 펌프(100A, 100B, 100C, 100D)의 나사 홈 펌프 기구부(302)의 구성이 모두 홀벡형 펌프 기구였던 것에 비해, 시그반형 펌프 기구로 한 경우이며, 다른 구성 및 작용 효과는 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같다. 따라서, 이하의 설명에서는, 도 1 및 도 2에 나타낸 제1 실시예의 터보 분자 펌프(100A)와 같은 구성 부재에는 같은 부호를 붙여 설명을 생략하고, 상이한 구조의 부분에 대해서만 설명한다. 또한, 도 9 중에 나타내는 하우징(110E)은, 도 1 및 도 2 중에 나타내는 하우징(110A)에 대응하는 것이며, 또 라디칼 공급구(134E)는, 동일하게 도 1 및 도 2 중에 나타내는 라디칼 공급구(134A)에 대응하는 것이다.

[0113] 나사 홈 펌프 기구부(302)를 시그반형 펌프 기구로서 구성하고 있는 도 9에 나타내는 터보 분자 펌프(100E)에 있어서의 나사 홈 펌프 기구부(302)는, 축방향으로 서로 대향하는 회전 원판(302A)과 고정 원판(302B)을 갖고 있다. 그리고, 회전 원판(302A)과 대향하는 고정 원판(302B)의 양면에, 각각 소용돌이형상 산부(302D)와 소용돌이형상 골짜기부(302E)를 형성하여 이루어지는 소용돌이형상 홈으로서의, 나사 홈(302F)이 형성되어 있는 구조로 되어 있다.

[0114] 또, 도 9에 나타내는 터보 분자 펌프(100E)에서의 중간 포트(112)는, 터보 분자 펌프 기구부(301)와 시그반형 펌프 기구로서 구성하고 있는 나사 홈 펌프 기구부(302)의 경계 부근에, 하우징(110A) 내에 관통한 상태로 하여 설치하고 있다. 한편, 터보 분자 펌프(100E)에서의 라디칼 공급구(134E)는, 배기구(133)보다 상방이며, 또한, 배기 기구(132)에 있어서의 하류 부분의 하측(회전 원판(302A)의 하면)과 거의 대응하는 위치이며, 하우징(110E)을 관통한 상태로 하여 형성하고 있다.

[0115] 이 제5 실시예의 터보 분자 펌프(100E)에 있어서의, 하우징(110E)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하여 클리닝을 행하는 경우의 동작에 대해 다음에 설명한다. 이 경우도, 하우징(110E)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거하는 클리닝 작업을 행하는 경우는, 흡기구(101)로부터 이송되는 프로세스 가스는 정지된다.

[0116] 그리고, 제5 실시예의 터보 분자 펌프(100E)에 있어서, 하우징(110E) 내의 하류측으로부터 상류측의 범위에 걸쳐 클리닝을 하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 열림, 배기 전환 밸브(202B)가 닫힘으로 전환되고, 중간 포트(112)가 열림, 배기구(133)가 닫힘이 된다. 그 후, 개폐 밸브(140A)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 라디칼(136)이, 라디칼 공급구(134E)를 통해 하우징(110E) 내로 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 퍼지 가스(138)가, 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 하우징(110E) 내로 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110E) 내에 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가, 중간 포트(112)를 통해 하우징(110E)의 외측으로 흡인되어 배출된다.

[0117] 그리고, 하우징(110E) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110E)의 내부를 흐를 때, 하우징(110E)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110E) 밖으로 배출되어 처리된다. 또한, 하우징(110E) 내의 상류측(흡기구(101) 측)의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 중간 포트(112)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110E)의 외측으로 흘러가는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110B) 내를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 중간 포트(112)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께 하우징(110E) 내의 규정된 높이 위치를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다.

[0118] 이에 의해, 하우징(110E)의 하류측(배기구(133))으로부터 중간 포트(112)를 넘은 상류측의 소정의 높이 위치까지, 넓은 범위에 걸쳐 퇴적되어 있는 반응 생성물을 라디칼(136)로 효과적으로 분해하고, 분해한 가스를 중간 포트(112)로부터 하우징(110E) 밖으로 배출할 수 있다.

[0119] 또한, 이 상류측에 있어서의 배기 기구(132)의 클리닝으로 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110E)의 내부로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 1,000sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110E) 내로 흘러가는, 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 라디칼 공급 수단(135)에서의 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0120] 다음에, 하우징(110E) 내의 배기 기구(132)의 하류측의 범위(본 예에서는, 시그반형 펌프 기구의 부분)만을 집중적으로 클리닝을 행하는 경우는, 제어 장치(200)의 제어에 의해, 배기 전환 밸브(202A)가 닫힘, 배기 전환 밸브(202B)가 열림으로 전환되고, 중간 포트(112)가 닫힘, 배기구(133)가 열림이 된다. 그 후, 개폐 밸브(140A)가 열려, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 라디칼(136)이, 라디칼 공급구(134E)를 통해 하우징(110E) 내로 공급됨과 더불어, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 퍼지 가스(138)가, 퍼지 가스 공급구(139)를 통해 하우징(110D) 내로 공급된다. 또, 라디칼 공급 수단(135)으로부터의 라디칼(136)의 공급과, 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터의 퍼지 가스(138)의 공급에 맞춰 흡인·배기 수단(201)이 구동되어, 하우징(110E) 내에 공급된 라디칼(136) 및 퍼지 가스(138)가 배기구(133)를 통해 하우징(110E)의 외측으로 흡인되어 배출된다. 또한, 이 하류측에 있어서의 배기 기구(132)의 클리닝으로 퍼지 가스 공급 수단(137)으로부터 하우징(110E) 내로 흘러가는 퍼지 가스(138)의 양은 약 50sccm, 라디칼 공급 수단(135)으로부터 하우징(110E) 내로 흘러가는 라디칼(136)의 양은 약 50sccm이며, 공급 전력은 약 300와트(W)이다.

[0121] 그리고, 하우징(110E) 내에 공급된 라디칼(136)은, 하우징(110E)의 내부를 흐를 때, 하우징(110E)의 내부에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화하여 분해·제거하고, 반응 생성물 및 퍼지 가스(138)와 함께 하우징(110E)의 외측으로 배출되어 처리된다. 또, 배기 기구(132)의 하류측(본 예에서는, 시그반형 펌프 기구의 부분)에 있어서의 클리닝을 행하는 경우도, 하우징(110E)의 상류측의 퍼지 가스 공급구(139)로부터 공급되어 배기구(133)로부터 라디칼(136)과 함께 하우징(110E)의 외측으로 흘러 배출되는 퍼지 가스(138)는, 라디칼(136)이 하우징(110E)의 내부를 흐를 때, 라디칼(136)을 퍼지 가스(138)의 흐름에 실어 배기구(133)로 유도하여, 라디칼(136)이 반응 생성물과 함께 하우징(110E) 내의 규정된 높이 위치를 넘어 흡기구(101) 측으로 흐르는 것을 저지한다.

[0122] 따라서, 이와 같이 구성된 제5 실시예에 의한 터보 분자 펌프(100E)에서는, 하우징(110E) 내에 퇴적되어 있는 반응 생성물을 제거할 때, 흡기구(101)와 배기구(133) 사이에 형성되어 있는 라디칼 공급구(134E)로부터 하우징(110E) 내로 라디칼(136)을 공급하도록 하고 있으므로, 공급한 라디칼(136)이 하우징(110E) 내의 클리닝을 필요로 하는 개소 전체에 골고루 퍼져, 퇴적되어 있는 반응 생성물을 활성화시켜 효과적으로 제거할 수 있다. 특히, 배기 기구(132)의 상류측에 있어서의 클리닝과 하류측에 있어서의 클리닝으로 나누어 행함으로써, 짧은 경로로 클리닝을 필요로 하지 않는 다른 구성 부품의 표면에 라디칼(136)이 가능한 한 접촉하지 않고, 라디칼(136)의 활성을 잃게 하는 일 없이 클리닝을 행할 수 있다. 이에 의해, 적은 수의 라디칼 발생 장치(라디칼 공급 수단(135))여도 반응 생성물을 효과적으로 제거할 수 있고, 터보 분자 펌프(100E)의 내부를 세정하는 시스템에 있어서의 세정 부품 비용의 저감과 운용 비용의 저감 양쪽 모두를 억제하는 것이 가능해진다.

[0123] 또한, 본 발명은, 본 발명의 정신을 일탈하지 않는 한 다양한 개변이나 조합을 이룰 수 있고, 그리고, 본 발명이 당해 개변이나 당해 조합된 것에 이르는 것은 당연하다.

[0124] 또, 각 실시예에서는, 라디칼 공급 수단(135)을 터보 분자 펌프(100A~100E)의 외측에 설치하는 구조를 이용하여 설명했지만, 라디칼 발생 장치를 하우징(110A~100E)에 내장하도록 설치해도 된다.

부호의 설명

[0125] 100A: 터보 분자 펌프 100B: 터보 분자 펌프

100C: 터보 분자 펌프 100D: 터보 분자 펌프

100E: 터보 분자 펌프 101: 흡기구

102: 회전 날개 102m: 원통부

103: 회전체(배기 기구) 110A: 하우징

110B: 하우징 110C: 하우징

110D: 하우징 110E: 하우징

112: 중간 포트 113: 로터축

123: 고정 날개 123a: 고정 날개

123b: 고정 날개 123c: 고정 날개

125: 고정 날개 스페이서 127: 외통

129: 베이스부 131: 나사를 갖는 스페이서

131a: 나사 홈 132: 배기 기구

133: 배기구 134A: 라디칼 공급구

134B: 라디칼 공급구 134C: 라디칼 공급구

134D: 라디칼 공급구 134E: 라디칼 공급구

135: 라디칼 공급 수단 136: 라디칼

137: 퍼지 가스 공급 수단 138: 퍼지 가스

139: 퍼지 가스 공급구 140A: 개폐 밸브

140B: 개폐 밸브 140C: 삼방 밸브

200: 제어 장치 201: 흡인·배기 수단

202A: 배기 전환 밸브 202B: 배기 전환 밸브

202C: 개폐 밸브 301: 터보 분자 펌프 기구부

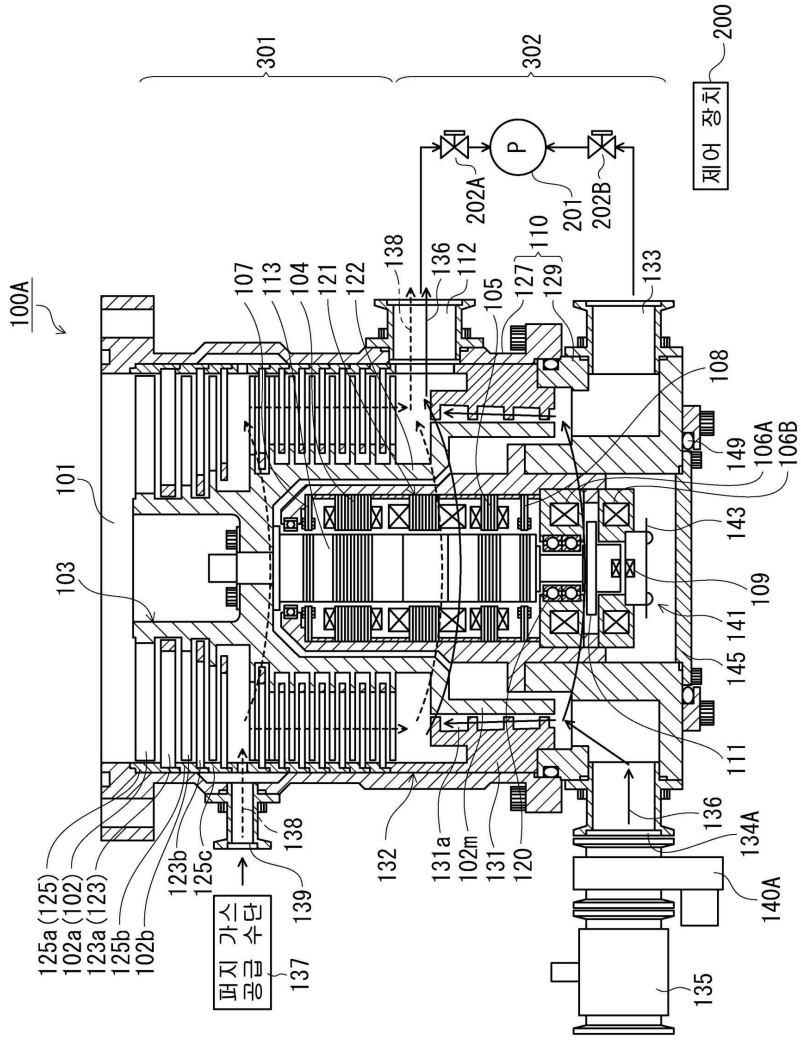
302: 나사 홈 펌프 기구부 302A: 회전 원판

302B: 고정 원판 302D: 소용돌이형상 산부

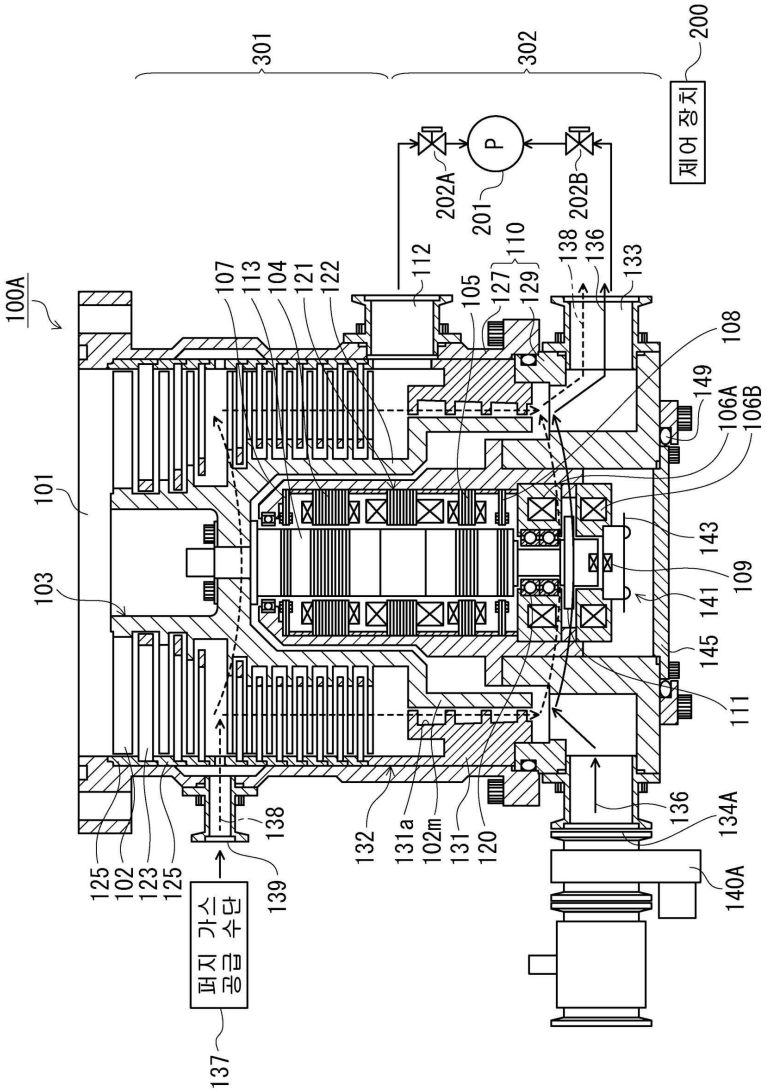
302E: 소용돌이형상 골짜기부 302F: 나사 홈

도면

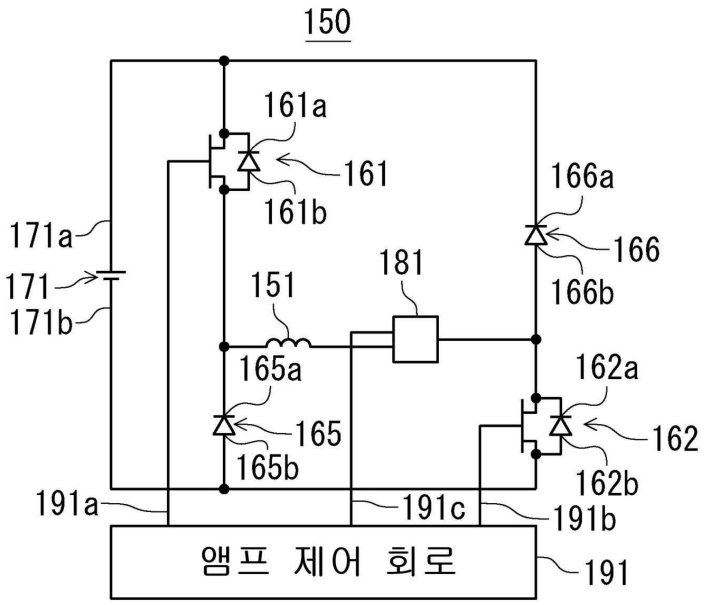
도면1


301
302
200
제어 장치
P
202A
201
202B
110
100A
107
113
104
121
122
138
136
112
105
127
129
133
108
149
106A
106B
101
103
143
109
141
145
111
136
134A
140A
135
125a (125)
102a (102)
123a (123)
125b
102b
123b
125c
퍼지 가스 공급 수단
137
139
138
132
131a
102m
131
120

도면2


301
302
200
제어 장치
P
202A
202B
201
110
112
105
127
129
138
136
133
100A
107
113
104
121
122
108
149
106A
106B
101
103
143
109
141
145
111
136
134A
140A
132
131a
102m
131
120
125
102
123
125
138
139
퍼지 가스 공급 수단
137

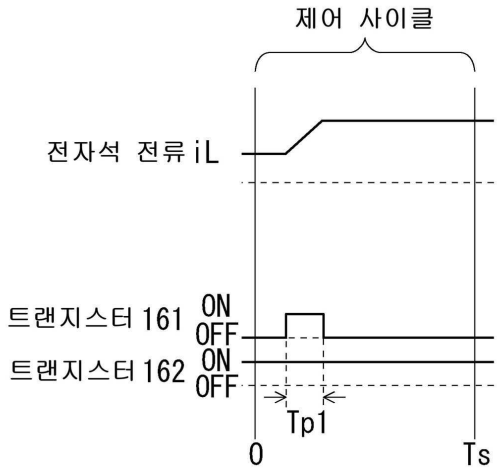
도면3



도면4

전류 지령값이 검출값보다 큰 경우의 제어를 나타내는 타임 차트

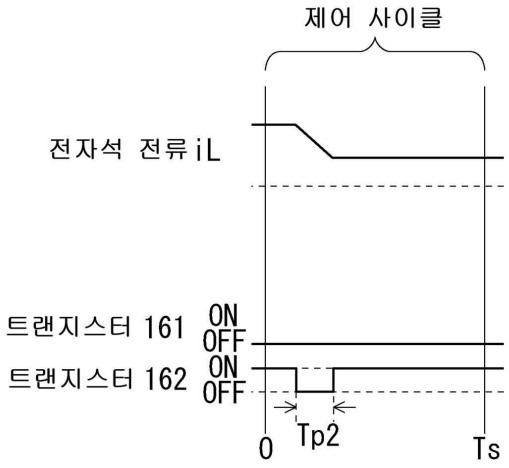
《전류 증가의 경우》



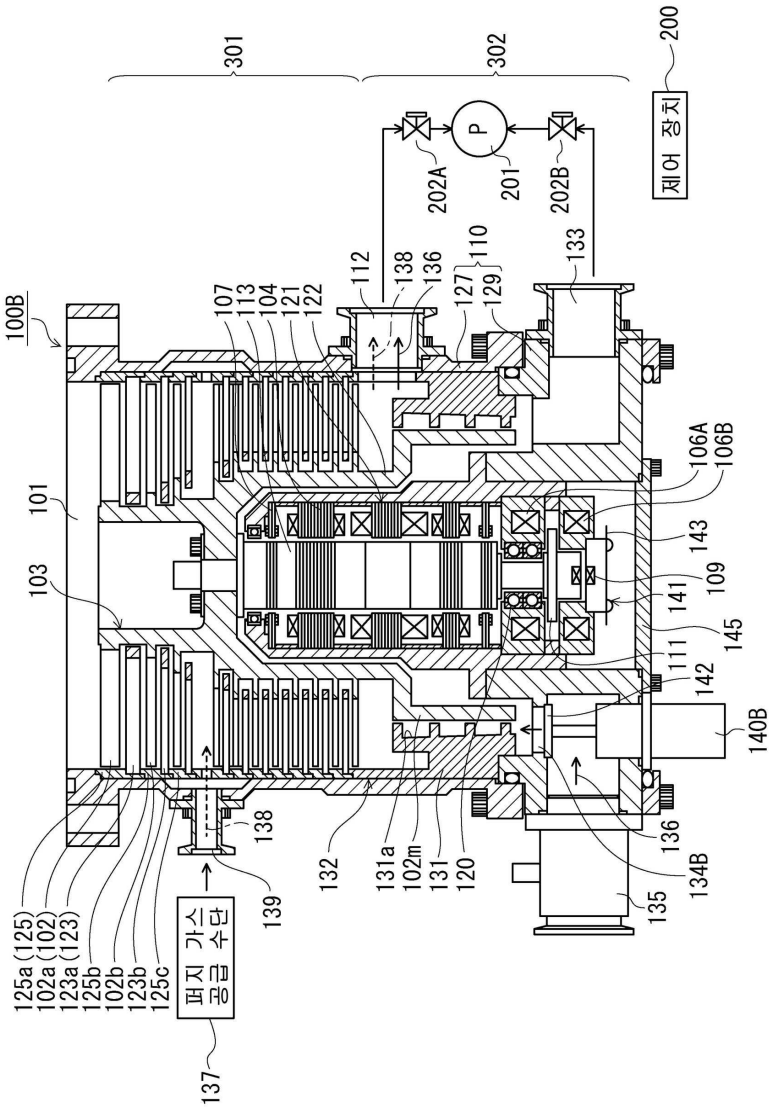
도면5

전류 지령값이 검출값보다 작은 경우의 제어를 나타내는 타임 차트

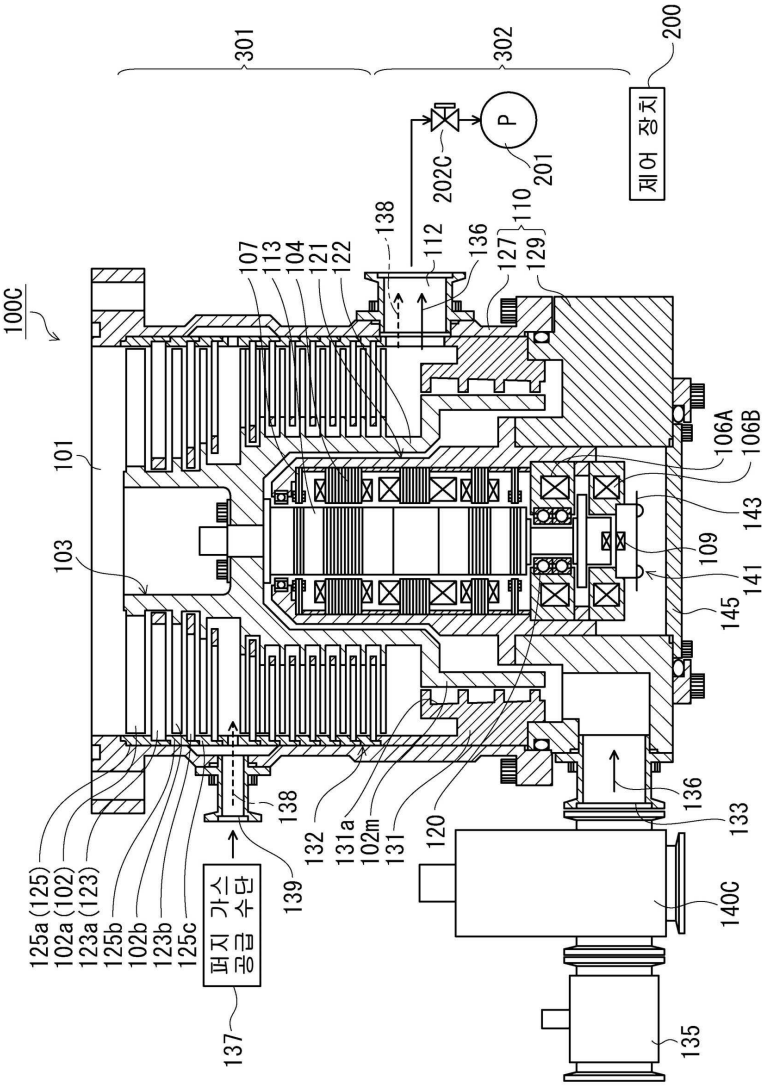
《전류 감소의 경우》



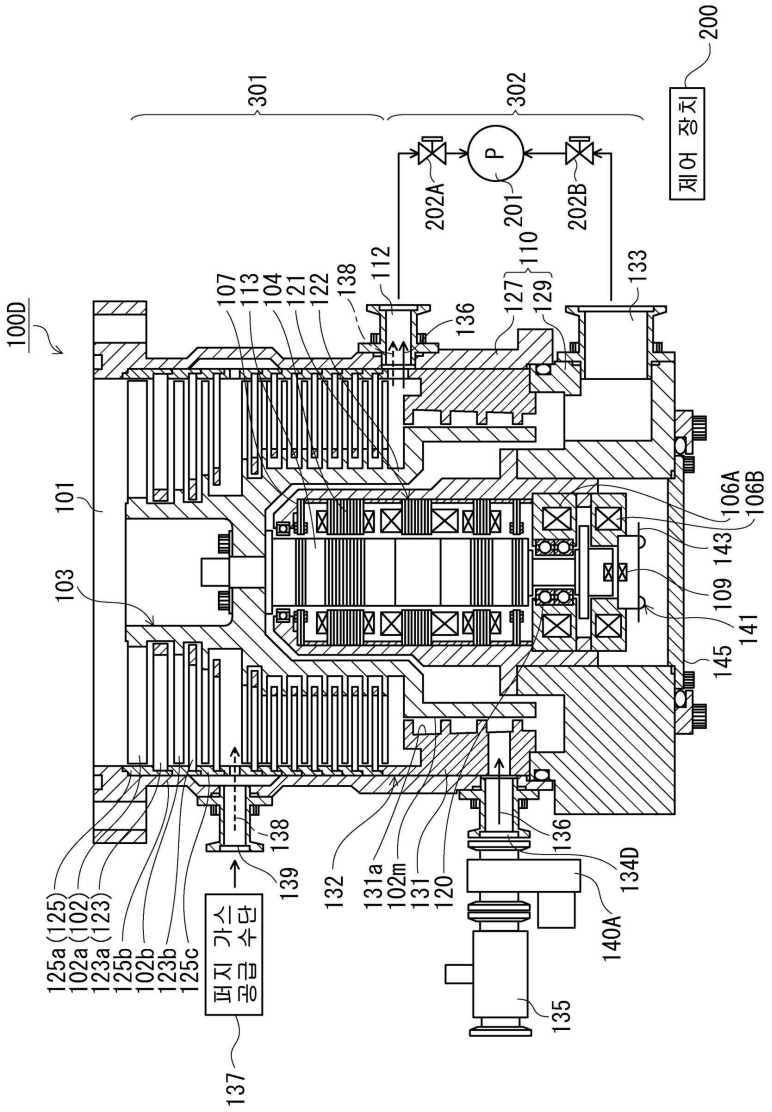
도면6


301
302
200
제어 장치
P
202A
201
202B
133
110
112
138
136
127
129
107
113
104
121
122
100B
101
103
106A
106B
143
109
141
145
111
142
140B
136
134B
135
132
131a
102m
131
120
138
139
퍼지 가스 공급 수단
137
125a (125)
102a (102)
123a (123)
125b
102b
123b
125c

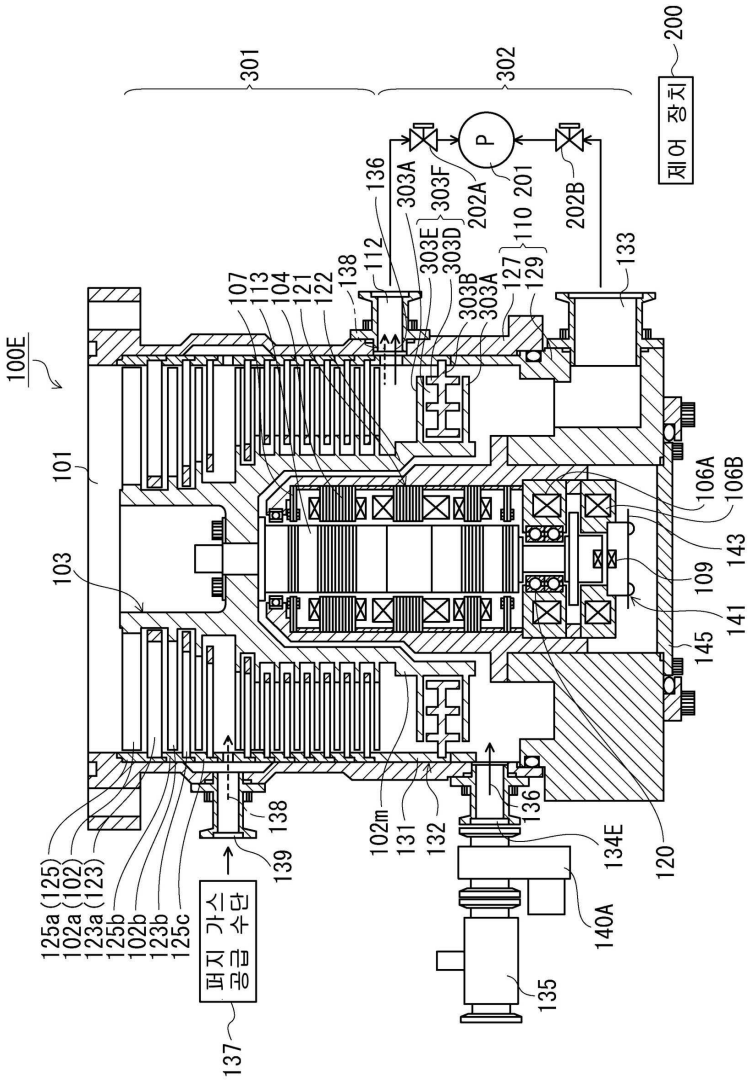
도면7


301
302
200
제어 장치
P
202C
201
110
138
112
136
127
129
107
113
104
121
122
100C
101
103
106A
106B
143
109
141
145
125a (125)
102a (102)
123a (123)
125b
102b
123b
125c
퍼지 가스 공급 수단
137
139
138
132
131a
102m
131
120
136
133
140C
135

도면8


100D
101
103
107
113
104
121
122
138
112
136
127
129
110
133
301
302
202A
P
201
202B
200
제어 장치
106A
106B
143
109
141
145
125a (125)
102a (102)
123a (123)
125b
102b
123b
125c
퍼지 가스 공급 수단
137
139
138
132
131a
102m
131
120
136
134D
140A
135

도면9


301
302
200
제어 장치
P
136
303A
303F
202A
201
110
202B
303E
303D
112
138
107
113
104
121
122
303B
303A
127
129
133
100E
101
103
106A
106B
109
143
141
145
125a (125)
102a (102)
123a (123)
125b
102b
123b
125c
퍼지 가스 공급 수단
137
139
138
102m
131
132
136
134E
120
140A
135