



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월18일  
(11) 등록번호 10-2157876  
(24) 등록일자 2020년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H05H 1/24 (2006.01) F04C 25/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H05H 1/2406 (2013.01)  
F04C 25/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0101436  
(22) 출원일자 2018년08월28일  
심사청구일자 2018년08월28일  
(65) 공개번호 10-2020-0024581  
(43) 공개일자 2020년03월09일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101557880 B1\*  
KR1020160116522 A\*  
KR101299709 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국기계연구원  
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
(72) 발명자  
허민  
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 403동 1601호(전민동, 엑스포아파트)  
강우석  
대전광역시 유성구 은구비로 31, 501동 901호 (지족동, 열매마을 아파트 5단지)  
김대웅  
서울특별시 서초구 서초중앙로24길 43, 102동 1406호(서초동, 유원서초아파트)  
(74) 대리인  
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

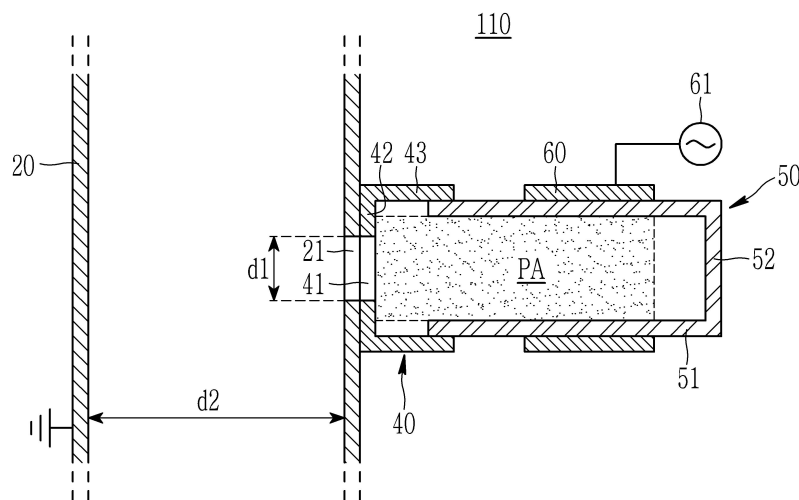
심사관 : 이민형

(54) 발명의 명칭 리모트 플라즈마 장치를 구비한 진공 펌프 시스템

(57) 요약

진공 펌프 시스템은 진공관에 연결된 전단 펌프 및 후단 펌프와, 진공관의 외측에 설치된 리모트 플라즈마 장치를 포함한다. 리모트 플라즈마 장치는, 진공관에 형성된 제1 개구를 둘러싸며 진공관의 외벽에 고정된 관형의 접지 전극과, 접지 전극의 단부에 결합된 절연체와, 절연체의 외면에 위치하는 고전압 전극을 포함한다. 접지 전극은, 진공관과 교차하는 제1 관형부와, 제1 관형부의 절연체측 단부와 거리를 두고 제1 관형부의 내측에 위치하며 진공관의 내경보다 작은 직경의 제2 개구가 형성된 고리 형상의 제한부를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류  
H05H 2001/2412 (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

진공관에 연결된 전단 펌프 및 후단 펌프와, 진공관의 외측에 설치된 리모트 플라즈마 장치를 포함하며,  
 상기 리모트 플라즈마 장치는, 상기 진공관에 형성된 제1 개구를 둘러싸며 상기 진공관의 외벽에 고정된 관형의 접지 전극과, 접지 전극의 단부에 결합된 절연체와, 절연체의 외면에 위치하는 고전압 전극을 포함하고,  
 상기 접지 전극은, 상기 진공관과 교차하는 제1 관형부와, 제1 관형부의 절연체측 단부보다 제1 관형부의 진공관측 단부에 더 가깝도록 제1 관형부의 내측에 위치하며 상기 진공관의 내경보다 작은 직경의 제2 개구가 형성된 고리 형상의 제한부를 포함하고,  
 상기 제한부는 플라즈마 영역을 상기 리모트 플라즈마 장치의 내부 공간으로 제한하며, 플라즈마에서 생성된 전자와 라디칼이 상기 진공관을 통해 상기 전단 펌프 및 상기 후단 펌프로 확산되는 진공 펌프 시스템.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항에 있어서,  
 상기 제한부는 상기 절연체와 마주하는 측이 경사면으로 이루어지고,  
 상기 경사면은 상기 제한부의 두께가 상기 제2 개구로부터 멀어질수록 커지는 경사를 가지는 진공 펌프 시스템.

**청구항 6**

제1항 또는 제5항에 있어서,  
 상기 절연체는, 상기 제1 관형부의 단부에 결합되며 상기 제1 관형부보다 큰 길이를 가지는 제2 관형부와, 상기 제2 관형부의 단부를 막는 덮개부를 포함하고,  
 상기 고전압 전극은, 상기 제2 관형부를 둘러싸는 관형 전극과, 상기 제2 관형부를 나선형으로 감싸는 코일형 전극 중 어느 하나인 진공 펌프 시스템.

**청구항 7**

제6항에 있어서,  
 상기 리모트 플라즈마 장치는 상기 고전압 전극보다 상기 진공관으로부터 더 멀리 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비하는 진공 펌프 시스템.

**청구항 8**

제6항에 있어서,  
 상기 리모트 플라즈마 장치는 상기 고전압 전극보다 상기 진공관에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비하는 진공 펌프 시스템.

**청구항 9**

제1항 또는 제5항에 있어서,  
 상기 절연체는 상기 제1 관형부의 단부를 막는 관형으로 이루어지고,  
 상기 고전압 전극은 상기 절연체보다 작은 크기의 관형으로 이루어지는 진공 펌프 시스템.

**청구항 10**

제9항에 있어서,  
 상기 제1 관형부는 상기 제한부보다 상기 절연체에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비하는 진공 펌프 시스템.

**청구항 11**

진공관에 연결된 전단 펌프 및 후단 펌프와, 진공관의 외측에 설치된 리모트 플라즈마 장치를 포함하며,  
 상기 리모트 플라즈마 장치는, 상기 진공관에 형성된 제1 개구를 둘러싸며 상기 진공관의 외벽에 고정된 관형의 접지 전극과, 접지 전극의 단부에 결합된 절연체와, 절연체의 외면에 위치하는 고전압 전극을 포함하고,  
 상기 접지 전극은, 상기 진공관과 교차하는 제1 관형부와, 제1 관형부의 절연체측 단부와 거리를 두고 제1 관형부의 내측에 위치하며 복수의 제2 개구가 형성된 관형의 제한부를 포함하고, 상기 복수의 제2 개구의 전체 면적은 상기 진공관 내부 공간의 단면적보다 작으며,  
 상기 제한부는 플라즈마 영역을 상기 리모트 플라즈마 장치의 내부 공간으로 제한하고, 플라즈마에서 생성된 전자와 라디칼이 상기 진공관을 통해 상기 전단 펌프 및 상기 후단 펌프로 확산되는 진공 펌프 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서,  
 상기 복수의 제2 개구는 가상의 원을 따라 정렬된 복수의 원호형(arc shape) 개구로 이루어지는 진공 펌프 시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서,  
 상기 제한부는 상기 제1 관형부의 진공관측 단부와 거리를 두고 상기 제1 관형부에 연결되며, 상기 제1 관형부의 절연체측 단부보다 진공관측 단부에 더 가깝게 위치하는 진공 펌프 시스템.

**청구항 14**

제11항에 있어서,  
 상기 절연체는, 상기 제1 관형부의 단부에 결합되며 상기 제1 관형부보다 큰 길이를 가지는 제2 관형부와, 제2 관형부의 단부를 막는 덮개부를 포함하고,  
 상기 고전압 전극은, 상기 제2 관형부를 둘러싸는 관형 전극과, 상기 제2 관형부를 나선형으로 감싸는 코일형 전극 중 어느 하나인 진공 펌프 시스템.

**청구항 15**

제14항에 있어서,  
 상기 리모트 플라즈마 장치는 상기 고전압 전극보다 상기 진공관으로부터 더 멀리 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비하는 진공 펌프 시스템.

**청구항 16**

제14항에 있어서,

상기 리모트 플라즈마 장치는 상기 고전압 전극보다 상기 진공관에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비하는 진공 펌프 시스템.

**청구항 17**

제11항에 있어서,

상기 절연체는 상기 제1 관형부의 단부를 막는 관형으로 이루어지고,

상기 고전압 전극은 상기 절연체보다 작은 크기의 관형으로 이루어지는 진공 펌프 시스템.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 제1 관형부는 상기 제한부보다 상기 절연체에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비하는 진공 펌프 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 진공 펌프 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 진공 펌프 세정을 위한 리모트 플라즈마 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 진공 펌프는 반도체, 디스플레이 등의 공정을 진공으로 진행하기 위해 공정 챔버의 후단에 설치되는 장비이다. 진공 펌프의 전단은 진공관(foreline)에 의해 공정 챔버와 연결되고, 진공 펌프의 후단은 상압의 스크러버 (scrubber)와 연결된다.

[0003] 진공 펌프는 진공관 방향에 위치하는 한 개의 부스터 펌프(booster pump)와, 스크러버 방향에 위치하는 한 개 또는 두 개의 백킹 펌프(backing pump)로 구성된다. 부스터 펌프와 백킹 펌프 각각은 내부에 한 쌍의 로터 (rotor)를 보유하고 있으며, 로터의 회전에 의해 압력을 저감시킨다.

[0004] 증착 챔버에서는 증착 원료인 전구체와 반응가스의 화학반응에 의해 박막이 증착된다. 증착에 사용되지 않은 전구체는 퍼지(purge) 구간에서, 공정 부산물인 입자들은 세정 구간에서 공정 챔버로부터 배출된다. 배출된 전구체와 입자 부산물의 일부는 로터 위에 축적되어 로터 사이를 막히게 하며, 이는 진공 펌프의 성능 저하로 이어진다.

[0005] 전구체와 입자 부산물은, (1) 진공 펌프의 하우징을 가열하여 기화시키거나, (2) 로터 사이의 간격이 작아서 축적에 보다 민감한 백킹 펌프에 다량의 질소 가스를 주입하여 퍼지하거나, (3) 진공관에 트랩을 설치하거나, (4) 진공관에 플라즈마를 발생시켜 가스 또는 미세 입자로 변환시키는 등 다양한 방식을 사용하여 로터 위의 축적을 방지하고 있다.

[0006] 그러나 (1)번 방법은 내부 부품의 손상으로 인해 가열 온도에 제한이 있고, (2)번 방법은 세정 효과가 크지 않으며, 공정 단가가 높다. (3)번 방법은 트랩에 축적된 전구체가 트랩 교체를 위해 대기 중으로 노출되는 경우 화재와 폭발을 일으킬 수 있고, (4)번 방법은 전구체와 입자 부산물의 양이 증가함에 따라 입력 전력을 높여야 하므로 공정 단가가 올라가고, 직접적인 이온 충돌에 의해 로터가 손상될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 공정 챔버의 가동 중에 진공 펌프의 로터에 축적된 전구체와 입자 부산물을 제거할 수 있으며, 로터의 손상을 유발하지 않는 리모트 플라즈마 장치를 구비한 진공 펌프 시스템을 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 진공 펌프 시스템은 진공관에 연결된 전단 펌프 및 후단 펌프와, 진공관의 외측에

설치된 리모트 플라즈마 장치를 포함한다. 리모트 플라즈마 장치는, 진공관에 형성된 제1 개구를 둘러싸며 진공관의 외벽에 고정된 관형의 접지 전극과, 접지 전극의 단부에 결합된 절연체와, 절연체의 외면에 위치하는 고전압 전극을 포함한다. 접지 전극은, 진공관과 교차하는 제1 관형부와, 제1 관형부의 절연체측 단부와 거리를 두고 제1 관형부의 내측에 위치하며 진공관의 내경보다 작은 직경의 제2 개구가 형성된 고리 형상의 제한부를 포함한다. 제한부는 플라즈마 영역을 리모트 플라즈마 장치의 내부 공간으로 제한하며, 플라즈마에서 생성된 전자와 라디칼이 진공관을 통해 전단 펌프 및 상기 후단 펌프로 확산된다.

- [0009] 제한부는 제1 관형부의 진공관측 단부에 연결될 수 있으며, 진공관의 외벽에 고정될 수 있다. 제한부는 절연체와 마주하는 측이 경사면으로 이루어질 수 있고, 경사면은 제한부의 두께가 제2 개구로부터 멀어질수록 커지는 경사를 가질 수 있다.
- [0010] 다른 한편으로, 제한부는 제1 관형부의 진공관측 단부와 거리를 두고 제1 관형부에 연결될 수 있으며, 제1 관형부의 절연체측 단부보다 진공관측 단부에 더 가깝게 위치할 수 있다. 제한부는 절연체와 마주하는 측이 경사면으로 이루어질 수 있고, 경사면은 제한부의 두께가 제2 개구로부터 멀어질수록 커지는 경사를 가질 수 있다.
- [0011] 절연체는, 제1 관형부의 단부에 결합되며 제1 관형부보다 큰 길이를 가지는 제2 관형부와, 제2 관형부의 단부를 막는 덮개부를 포함할 수 있다. 고전압 전극은, 제2 관형부를 둘러싸는 관형 전극과, 제2 관형부를 나선형으로 감싸는 코일형 전극 중 어느 하나일 수 있다.
- [0012] 리모트 플라즈마 장치는 고전압 전극보다 진공관으로부터 더 멀리 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비할 수 있다. 다른 한편으로, 리모트 플라즈마 장치는 고전압 전극보다 진공관에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비할 수 있다.
- [0013] 다른 한편으로, 절연체는 제1 관형부의 단부를 막는 관형으로 이루어질 수 있고, 고전압 전극은 절연체보다 작은 크기의 관형으로 이루어질 수 있다. 제1 관형부는 제한부보다 절연체에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 진공 펌프 시스템은 진공관에 연결된 전단 펌프 및 후단 펌프와, 진공관의 외측에 설치된 리모트 플라즈마 장치를 포함한다. 리모트 플라즈마 장치는, 진공관에 형성된 제1 개구를 둘러싸며 진공관의 외벽에 고정된 관형의 접지 전극과, 접지 전극의 단부에 결합된 절연체와, 절연체의 외면에 위치하는 고전압 전극을 포함한다. 접지 전극은, 진공관과 교차하는 제1 관형부와, 제1 관형부의 절연체측 단부와 거리를 두고 제1 관형부의 내측에 위치하며 복수의 제2 개구가 형성된 관형의 제한부를 포함한다. 복수의 제2 개구의 전체 면적은 진공관 내부 공간의 단면적보다 작다. 제한부는 플라즈마 영역을 리모트 플라즈마 장치의 내부 공간으로 제한하고, 플라즈마에서 생성된 전자와 라디칼이 진공관을 통해 전단 펌프 및 후단 펌프로 확산된다.
- [0015] 복수의 제2 개구는 가상의 원을 따라 정렬된 복수의 원호형(arc shape) 개구로 이루어질 수 있다. 제한부는 제1 관형부의 진공관측 단부와 거리를 두고 제1 관형부에 연결될 수 있으며, 제1 관형부의 절연체측 단부보다 진공관측 단부에 더 가깝게 위치할 수 있다.
- [0016] 절연체는, 제1 관형부의 단부에 결합되며 제1 관형부보다 큰 길이를 가지는 제2 관형부와, 제2 관형부의 단부를 막는 덮개부를 포함할 수 있다. 고전압 전극은, 제2 관형부를 둘러싸는 관형 전극과, 제2 관형부를 나선형으로 감싸는 코일형 전극 중 어느 하나일 수 있다.
- [0017] 리모트 플라즈마 장치는 고전압 전극보다 진공관으로부터 더 멀리 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비할 수 있다. 다른 한편으로, 리모트 플라즈마 장치는 고전압 전극보다 진공관에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비할 수 있다.
- [0018] 다른 한편으로, 절연체는 제1 관형부의 단부를 막는 관형으로 이루어질 수 있고, 고전압 전극은 절연체보다 작은 크기의 관형으로 이루어질 수 있다. 제1 관형부는 제한부보다 절연체에 더 가깝게 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구를 구비할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명에 따른 진공 펌프 시스템은 공정 챔버의 가동을 중지시키지 않고도 공정 챔버의 세정 단계 중에 플라즈마를 발생시켜 로터를 세정하며, 이온 충격에 의한 로터 손상을 유발하지 않는다. 따라서 전단 펌프와 후단 펌프의 사용 수명과 유지보수 주기를 늘릴 수 있고, 유지보수에 따른 공정 챔버의 휴지기를 단축시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 진공 펌프 시스템의 구성도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 리모트 플라즈마 장치의 확대도이다.
- 도 3은 도 1에 도시한 리모트 플라즈마 장치의 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 7은 본 발명의 제5 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 8은 본 발명의 제6 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 9는 본 발명의 제7 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 10은 본 발명의 제8 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 11은 본 발명의 제9 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 12는 도 11에 도시한 제한부의 우측면도이다.
- 도 13은 본 발명의 제10 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 14는 본 발명의 제11 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- 도 15는 본 발명의 제12 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 진공 펌프 시스템의 구성도이다.
- [0023] 도 1을 참고하면, 제1 실시예의 진공 펌프 시스템(100)은 전단 펌프(10)와, 진공관(foreline)(20)에 의해 전단 펌프(10)에 연결된 후단 펌프(30)와, 진공관(20)의 외측에서 진공관(20)에 연결 설치된 리모트 플라즈마 장치(110)를 포함한다.
- [0024] 전단 펌프(10)는 부스터 펌프일 수 있고, 도시하지 않은 공정 챔버와 연결된다. 후단 펌프(30)는 백킹 펌프일 수 있으며, 도시하지 않은 스크러버와 연결된다. 진공관(20)은 지면에 수직하게 설치될 수 있고, 전단 펌프(10)가 후단 펌프(30)의 상측에 위치할 수 있다.
- [0025] 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30) 각각은 한 쌍의 로터(11, 31)와, 한 쌍의 로터(11, 31)를 둘러싸는 하우징(12, 32)과, 한 쌍의 로터(11, 31)를 회전시키는 구동 모터 및 기어 조립체(도시하지 않음)를 포함할 수 있다. 한 쌍의 로터(11, 31)는 스크류 타입일 수 있으며, 두 개의 스크류 로터가 서로 맞물려 회전하면서 두 스크류 로터의 흡과 하우징(12, 32) 사이에 형성되는 용적 변화에 의해 공기를 연속적으로 흡입, 압축, 및 토출하는 구성일 수 있다.
- [0026] 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)의 하우징(12, 32)과 진공관(20)은 금속으로 제작되며, 접지된다. 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)는 윤활유를 사용하지 않는 건식(dry) 타입으로서, 윤활유 역류에 따른 공정 불량을 원천적으로 차단한다.
- [0027] 공정 챔버가 증착 챔버인 경우, 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)는 증착 가스에 항상 노출되며, 공정 챔버에서 배출되는 전구체와 입자 부산물이 로터(11, 31) 위에 지속적으로 축적된다. 일반적으로 후단 펌프(30)에서 한 쌍의 로터(31) 사이의 간격은 전단 펌프(10)에서 한 쌍의 로터(11) 사이의 간격보다 작으며, 후단 펌프(30)가 전단 펌프(10)보다 전구체 및 입자 부산물의 축적에 보다 민감하다.
- [0028] 리모트 플라즈마 장치(110)는 진공관(20) 내부에 직접 플라즈마를 발생시키는 종래 장치와 달리 리모트 플라즈



마(원거리 플라즈마) 방식으로 로터(11, 31)를 세정한다. 리모트 플라즈마 장치(110)는 진공관(20)의 내부와 통하는 내부 공간을 가지되 플라즈마 영역(PA)을 자신의 내부 공간으로 제한하며, 세정 기능이 있는 전자와 라디칼을 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)의 양 방향으로 확산시킨다.

- [0029] 플라즈마 영역(PA)에서 전자와 이온의 수는 동일하며, 이온은 전기장이 존재하는 플라즈마 내부에만 존재한다. 반면, 전자는 쉽게 확산되므로 진공관(20)을 통해 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)의 내부까지 침투 가능하다. 전자와 라디칼은 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)에 축적된 전구체 및 입자 부산물과 화학반응하여 무해한 가스 또는 미세 입자로 전환시킨다.
- [0030] 도 1에서 PA는 리모트 플라즈마 장치(110)의 플라즈마 영역을 나타내고, CA는 세정 영역으로서, 플라즈마 영역(PA)으로부터 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)의 로터(11, 31)에 이르는 전자와 라디칼의 확산 영역을 나타낸다. 라디칼은 불소 라디칼, 염소 라디칼, 및 산소 라디칼 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0031] 리모트 플라즈마 장치(110)는 직접적인 이온 충돌에 의한 로터(11, 31)의 손상을 방지하면서 세정 기능이 있는 라디칼의 확산과 세정 반응을 활성화시키는 전자를 이용하여 전단 펌프(10) 및 후단 펌프(30)의 로터(11, 31)를 효과적으로 세정한다.
- [0032] 도 2는 도 1에 도시한 리모트 플라즈마 장치의 확대도이고, 도 3은 도 1에 도시한 리모트 플라즈마 장치의 사시도이다.
- [0033] 도 1 내지 도 3을 참고하면, 리모트 플라즈마 장치(110)는 진공관(20)의 외벽에 고정된 접지 전극(40)과, 접지 전극(40)에 연결된 절연체(50)와, 절연체(50)의 외면에 위치하는 고전압 전극(60)을 포함한다. 리모트 플라즈마 장치(110)는 전체적으로 진공관(20)과 교차하는 방향(도 2를 기준으로 가로 방향)과 나란하게 설치된다.
- [0034] 진공관(20)에는 제1 개구(21)가 위치하며, 접지 전극(40)은 진공관(20)과 교차하는 제1 관형부(43)를 포함한다. 제1 관형부(43)는 진공관측 단부인 제1 단부(도면을 기준으로 좌측 단부)와, 절연체측 단부인 제2 단부(도면을 기준으로 우측 단부)를 포함한다.
- [0035] 접지 전극(40)은, 제1 관형부(43)의 제2 단부와 거리를 두고 제1 관형부(43)의 내측에 위치하는 제한부(42)를 포함한다. 제한부(42)는 진공관(20)의 내경(d2)보다 작은 직경(d1)의 제2 개구(41)가 형성된 고리 형상으로 이루어진다. 제1 실시예에서, 제한부(42)는 제1 관형부(43)의 제1 단부에 연결된다.
- [0036] 제1 개구(21)의 직경은 제2 개구(41)의 직경(d1)과 같거나 이보다 크며, 제1 관형부(43)의 외경보다 작아야 한다. 접지 전극(40)은 용접 등의 방법으로 진공관(20)의 외벽에 고정되고, 진공관(20)과 함께 접지된다.
- [0037] 절연체(50)는 제1 관형부(43)의 제2 단부에 결합된 제2 관형부(51)와, 제2 관형부(51)의 단부(접지 전극(40) 반대측 단부)를 막는 덮개부(52)를 포함한다.
- [0038] 제2 관형부(51)는 제1 관형부(43)와 나란하며, 제1 관형부(43)보다 큰 길이를 가질 수 있다. 제2 관형부(51)는 밀봉 상태를 유지하며 제1 관형부(43)의 내측에 끼워지는 방식으로 제1 관형부(43)에 결합될 수 있으나, 이러한 예시로 한정되지 않는다. 절연체(50)는 유리, 석영, 알루미늄나 등의 유전체로 제작될 수 있다.
- [0039] 리모트 플라즈마 장치(110)의 내부 공간은 접지 전극(40)과 절연체(50)로 둘러싸인 내부 공간을 의미한다.
- [0040] 고전압 전극(60)은 제2 관형부(51)의 외면에 위치하는 관형의 금속 전극이며, 전원(61)과 연결되어 플라즈마 발생을 위한 구동 전압을 인가받는다. 구동 전압은 교류(AC) 전압 또는 고주파(RF) 전압일 수 있다. 고전압 전극(60)은 접지 전극(40)과 통전되지 않도록 접지 전극(40)으로부터 일정 거리 떨어져 위치한다.
- [0041] 진공 펌프 시스템(100)은 리모트 플라즈마 장치(110)로 인해 배기 성능이 저하될 수 있으므로, 리모트 플라즈마 장치(110)는 배기 성능 저하를 최소화할 수 있도록 전단 펌프(10)보다 작은 부피를 가진다.
- [0042] 진공 펌프 시스템(100)은 고전압 전극(60)의 전원(61)을 끈 상태에서 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)를 가동하여 통상의 펌프 기능을 수행하고, 공정 챔버에서 배출되는 전구체와 입자 부산물이 로터(11, 31) 위에 축적되어 전단 펌프(10) 및 후단 펌프(30)의 성능이 저하될 때 플라즈마 세정을 진행한다.
- [0043] 구체적으로, 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)가 가동하는 중에 고전압 전극(60)에 구동 전압을 인가하면, 고전압 전극(60)과 접지 전극(40)간 전압 차에 의해 고전압 전극(60)과 중첩되는 절연체(50)의 내부 공간과 접지 전극(40)의 내부 공간 용량 결합성 플라즈마(Capacitively Coupled Plasma, CCP)가 생성된다.
- [0044] 용량 결합성 플라즈마는 절연체(50)(유전체)의 벽전압을 이용하는 방전 형태로서, 비교적 낮은 구동 전압으로



안정된 플라즈마를 생성할 수 있다.

- [0045] 리모트 플라즈마 장치(110)는 진공관(20)과 통하는 측의 개구(제2 개구(41))를 제1 관형부(43)의 내경보다 작게 만든 상태이므로, 플라즈마 영역(PA)은 진공관(20)의 내부까지 확장되지 않고 리모트 플라즈마 장치(110)의 내부 공간으로 제한된다. 따라서 대부분의 이온은 플라즈마 영역(PA)에 남고, 전자와 라디칼이 제1 및 제2 개구(21, 41)를 통해 전단 펌프(10) 및 후단 펌프(30)를 향해 확산된다.
- [0046] 공정 가스에는 고체 또는 액상의 공정 부산물들이 포함되어 있으며, 이러한 공정 부산물들이 리모트 플라즈마 장치(110)로 유입되면 내벽에 축적되어 안정된 플라즈마 발생을 저해한다. 제1 실시예에서, 제2 개구(41)의 직경(d1)은 진공관(20)의 내경(d2)보다 작다. 이 경우, 리모트 플라즈마 장치(110)에 대한 공정 부산물들의 유입과 축적을 억제하여 안정된 플라즈마를 발생시킬 수 있다.
- [0047] 플라즈마에서 생성된 이온들이 로터(11, 31) 표면에 충돌하는 경우, 이온 충격에 의해 로터(11, 31) 표면이 손상된다. 리모트 플라즈마 장치(110)는 로터(11, 31) 손상을 유발하는 이온들을 플라즈마 영역(PA)에 가두어 로터(11, 31) 손상을 억제하며, 세정 기능이 있는 전자와 라디칼을 확산시켜 세정을 수행한다.
- [0048] 통상의 경우 공정 챔버에서 진행되는 증착 공정은 증착, 1차 퍼지, 세정, 2차 퍼지의 네 단계로 이루어진다. 이중 세정 단계에서 사용되는 세정 가스는 삼불화질소(NF<sub>3</sub>), 육불화황(SF<sub>6</sub>), 삼불화염소(ClF<sub>3</sub>), 및 산소(O<sub>2</sub>) 가스 등을 포함할 수 있다.
- [0049] 진공 펌프 시스템(100)의 세정은 공정 챔버로부터 세정 가스를 공급받는 세정 단계에서 진행될 수 있다. 그러면 플라즈마로부터 불소 라디칼, 염소 라디칼, 및 산소 라디칼 중 적어도 하나가 발생한다. 이들 라디칼은 진공관(20)을 통해 전단 펌프(10) 및 후단 펌프(30)의 로터(11, 31)로 확산되며, 회전하는 로터(11, 31)의 표면과 고르게 접촉하여 로터(11, 31) 표면을 세정한다. 이때 전자의 확산으로 세정 능력이 더욱 향상된다.
- [0050] 제1 실시예의 진공 펌프 시스템(100)은 공정 챔버의 가동을 중지시키지 않고 공정 챔버의 세정 단계 중에 플라즈마를 발생시켜 로터(11, 31)를 세정하며, 이온 충격에 의한 로터(11, 31) 손상을 유발하지 않는다. 따라서 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)의 사용 수명과 유지보수 주기를 늘릴 수 있고, 유지보수에 따른 공정 챔버의 휴지기를 단축시킬 수 있다.
- [0051] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0052] 도 4를 참고하면, 제2 실시예의 리모트 플라즈마 장치(120)는 세정 가스 주입을 위한 적어도 하나의 제3 개구(70)를 포함한다. 제3 개구(70)는 고전압 전극(60)보다 진공관(20)으로부터 더 멀리 위치하며, 제3 개구(70)를 통해 주입된 세정 가스는 플라즈마 영역(PA) 전체를 통과하면서 라디칼로 분해된다.
- [0053] 제3 개구(70)는 절연체(50)에 위치하거나, 제3 개구(70)가 미리 가공된 금속 관부(71)가 절연체(50)의 제2 관형부(51)와 덮개부(52) 사이에 결합될 수 있다. 도 3에서는 두 번째 경우를 예로 들어 도시하였다. 제3 개구(70)는 금속 관부(71)의 둘레 방향을 따라 복수 개로 구비될 수 있다.
- [0054] 세정 가스는 불소, 염소, 또는 산소를 포함하는 가스로서, 공정 챔버의 세정 gas와 동일한 삼불화질소(NF<sub>3</sub>), 육불화황(SF<sub>6</sub>), 삼불화염소(ClF<sub>3</sub>), 및 산소(O<sub>2</sub>) 가스 등을 포함할 수 있다. 제3 개구(70)를 통해 주입된 세정 가스는 플라즈마에 의해 불소 라디칼, 염소 라디칼, 및 산소 라디칼 등으로 분해되고, 진공관(20)을 거쳐 로터(11, 31)(도 1 참조)를 향해 확산된다.
- [0055] 제2 실시예의 리모트 플라즈마 장치(120)는 로터(11, 31)를 향해 확산되는 라디칼의 수를 늘림으로써 로터(11, 31)의 세정 효율을 높일 수 있다. 제2 실시예의 리모트 플라즈마 장치(120)는 제3 개구(70)를 제외하고 전술한 제1 실시예와 동일 또는 유사하며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0056] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0057] 도 5를 참고하면, 제3 실시예의 리모트 플라즈마 장치(130)에서 제3 개구(70)는 고전압 전극(60)보다 진공관(20)에 더 가깝게 위치하며, 제3 개구(70)를 통해 주입된 세정 가스는 플라즈마 영역(PA)의 일부를 통과하면서 라디칼로 분해된다.
- [0058] 제3 개구(70)는 접지 전극(40)의 제1 관형부(43)에 위치할 수 있으며, 제1 관형부(43)의 둘레 방향을 따라 복수 개로 구비될 수 있다. 제3 개구(70)를 통해 주입된 세정 가스는 플라즈마에 의해 불소 라디칼, 염소 라디칼, 및 산소 라디칼 등으로 분해되고, 진공관(20)을 거쳐 로터(11, 31)를 향해 확산된다.

- [0059] 제3 실시예의 리모트 플라즈마 장치(130)는 제3 개구(70)의 위치를 제외하고 전술한 제1 실시예와 동일 또는 유사하며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0060] 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0061] 도 6을 참고하면, 제4 실시예의 리모트 플라즈마 장치(140)에서 접지 전극(40)의 제한부(42)는 고전압 전극(60)과 마주하는 측이 경사면(44)으로 이루어진다. 경사면(44)은 제한부(42)의 두께(t)가 제2 개구(41)로부터 멀어질수록 커지는 경사를 가진다.
- [0062] 리모트 플라즈마 장치(140)로 유입된 공정 가스는 후단 펌프(30) 측으로 빠져나가지만, 고체 또는 액상의 공정 부산물들은 리모트 플라즈마 장치(140) 내부에 축적된다. 제한부(42)의 경사면(44)은, 리모트 플라즈마 장치(140)의 내부 공간으로 공정 부산물들의 유입을 억제하는 동시에, 플라즈마에서 발생된 전자와 라디칼의 확산력을 높이는 기능을 한다.
- [0063] 제4 실시예의 리모트 플라즈마 장치(140)는 제한부(42)의 형상을 제외하고 전술한 제1 실시예 내지 제3 실시예 중 어느 하나와 동일 또는 유사하다. 도 6에서는 제2 실시예의 구성을 기본 구성으로 포함하는 경우를 예로 들어 도시하였다.
- [0064] 도 7은 본 발명의 제5 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0065] 도 7을 참고하면, 제5 실시예의 리모트 플라즈마 장치(150)에서 접지 전극(40)의 제1 관형부(43)는 진공관(20)의 외벽에 직접 고정되고, 제한부(42)는 제1 관형부(43)의 양측 단부(제1 및 제2 단부)와 거리를 두고 제1 관형부(43)의 내측에 위치한다. 제한부(42)는 제1 관형부(43)의 제2 단부보다 제1 단부에 더 가깝게 위치할 수 있다.
- [0066] 진공관(20)의 제1 개구(21)는 제1 관형부(43)의 내경과 같은 직경을 가질 수 있다. 제1 관형부(43)의 제1 단부로부터 제2 단부를 향해 이격된 제한부(42)는 제4 실시예의 경사면과 같은 기능을 한다. 즉, 리모트 플라즈마 장치(150)의 내부 공간으로 공정 부산물들의 유입을 억제함과 동시에, 플라즈마에서 발생된 전자와 라디칼의 확산력을 높이는 기능을 한다.
- [0067] 제5 실시예의 리모트 플라즈마 장치(150)는 접지 전극(40)의 형상을 제외하고 전술한 제1 실시예 내지 제3 실시예 중 어느 하나와 동일 또는 유사하다. 도 7에서는 제2 실시예의 구성을 기본 구성으로 포함하는 경우를 예로 들어 도시하였다.
- [0068] 도 8은 본 발명의 제6 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0069] 도 8을 참고하면, 제6 실시예의 리모트 플라즈마 장치(160)에서 접지 전극(40)의 제한부(42)는 고전압 전극(60)과 마주하는 측이 경사면(44)으로 이루어진다. 경사면(44)은 제한부(42)의 두께(t)가 제2 개구(41)로부터 멀어질수록 커지는 경사를 가진다.
- [0070] 제1 단부로부터 제2 단부를 향해 이격된 제한부(42)의 위치와, 제한부(42)에 구비된 경사면(44)에 의해 제6 실시예의 리모트 플라즈마 장치(160)는 전술한 제4 실시예 및 제5 실시예의 구성보다 향상된 기능(공정 부산물들의 유입 방지 및 전자와 라디칼의 확산력 강화)을 구현할 수 있다.
- [0071] 제6 실시예의 리모트 플라즈마 장치(160)는 제한부(42)의 경사면(44)을 제외하고 전술한 제5 실시예와 동일 또는 유사하며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0072] 도 9는 본 발명의 제7 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0073] 도 9를 참고하면, 제7 실시예의 리모트 플라즈마 장치(170)에서 고전압 전극(60)은 절연체의 제2 관형부(51)를 나선형으로 둘러싸는 코일형 전극이며, 전원(61)은 고전압 전극(60)으로 고주파 전압을 인가하는 고주파 전원이다. 고전압 전극(60)은 나선형 안테나로서, 절연체(50) 내부로 유도 기전력을 전달하여 유도 결합형 플라즈마(Inductively Coupled Plasma, ICP)를 생성한다.
- [0074] 일반적으로 CCP는 저주파 구동에 의해 저전류-고전압 특성과, 전자 온도가 높고 전자 밀도가 낮은 특성을 가진다. 또한 CCP는 방전 안정성이 높은 대신 압력 변화에 따라 절연체(50)의 반경 방향에 따른 플라즈마의 밀도 변화와 절연체(50)의 길이 방향에 따른 플라즈마의 길이 변화가 크다. 즉 플라즈마 밀도와 플라즈마 길이의 압력 의존성이 높다.
- [0075] 반면 ICP는 고주파 구동에 의해 고전류-저전압 특성과, 전자 온도가 낮고 전자 밀도가 높은 특성을 가진다. 또

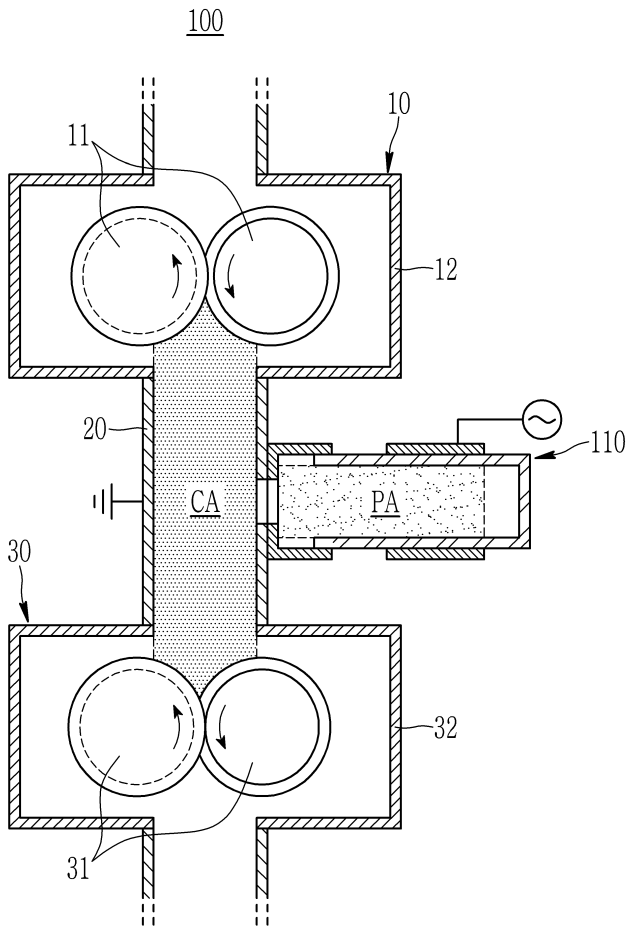
한 ICP는 방전 안정성이 낮고 플라즈마 운전 영역(압력 범위)가 좁은 대신, 압력 변화에 따른 플라즈마 밀도 변화와 플라즈마 길이 변화가 적다. 즉 플라즈마 밀도와 플라즈마 길이의 압력 의존성이 낮다.

- [0076] 전단 펌프(10)와 후단 펌프(30)의 동작 조건에 따라 CCP를 발생하는 리모트 플라즈마 장치와 ICP를 발생하는 리모트 플라즈마 장치 중 어느 하나가 선택되어 사용될 수 있다.
- [0077] 제7 실시예의 리모트 플라즈마 장치(170)는 고전압 전극(60)이 코일형 전극인 것을 제외하고 전술한 제1 실시예 내지 제6 실시예 중 어느 한 실시예와 동일 또는 유사하며, 중복되는 설명은 생략한다. 도 9에서는 제2 실시예의 구성을 기본 구성으로 포함하는 경우를 예로 들어 도시하였다.
- [0078] 도 10은 본 발명의 제8 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0079] 도 10을 참고하면, 제8 실시예의 리모트 플라즈마 장치(180)에서 절연체(50)와 고전압 전극(60)은 판형으로 이루어진다.
- [0080] 접지 전극(40)은 제1 관형부(43)와 제한부(42)로 구성되며, 원판 형상의 절연체(50)가 제1 관형부(43)의 제2 단부(도면을 기준으로 우측 단부)에 결합되어 제2 단부를 밀폐시킨다. 고전압 전극(60) 또한 원판 형상일 수 있으며, 제1 관형부(43)의 제2 단부와 거리를 두고 절연체(50)의 외면에 위치한다.
- [0081] 리모트 플라즈마 장치(180)의 내부 공간은 제한부(42)와 제1 관형부(43) 및 절연체(50)로 둘러싸인 공간으로 정의된다. 고전압 전극(60)은 구동 전압 인가 시 접지 전극(40)과의 전압 차에 의해 리모트 플라즈마 장치(180)의 내부 공간으로 용량 결합성 플라즈마(CCP)를 발생시킨다.
- [0082] 제1 관형부(43)에는 세정 가스 주입을 위한 적어도 하나의 제3 개구(70)가 위치할 수 있다. 제3 개구(70)는 제한부(42)보다 절연체(50)에 더 가깝게 위치하며, 제3 개구(70)를 통해 주입된 세정 가스는 플라즈마 영역(PA)의 대부분을 통과하면서 라디칼로 분해된다.
- [0083] 도 10에서는 접지 전극(40)이 제1 실시예의 접지 전극과 동일한 경우를 예로 들어 도시하였으나, 이러한 예시로 한정되지 않는다. 접지 전극(40)은 전술한 제4 실시예 내지 제6 실시예 중 어느 한 실시예의 접지 전극과 동일 또는 유사한 구성으로 이루어질 수 있다.
- [0084] 도 11은 본 발명의 제9 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이고, 도 12는 도 11에 도시한 제한부의 우측면도이다.
- [0085] 도 11과 도 12를 참고하면, 제9 실시예의 리모트 플라즈마 장치(190)에서 제한부(42)의 제2 개구(41)는 가상의 원(도 12에서 점선으로 도시)을 따라 정렬된 적어도 두 개의 원호형(arc type) 개구(411, 412)로 이루어진다.
- [0086] 적어도 두 개의 원호형 개구(411, 412)는 하나의 고리형 개구를 n개(여기서, n은 2 이상의 자연수)로 나눈 형상일 수 있다. 예를 들어, 적어도 두 개의 원호형 개구(411, 412)는 하나의 고리형 개구를 2등분, 3등분, 또는 4등분한 형상일 수 있으며, 모두 같은 둘레 길이를 가질 수 있다.
- [0087] 도 12에서는 제2 개구(41)가 서로 같은 모양과 같은 크기를 가진 두 개의 원호형 개구(411, 412)로 이루어진 경우를 예로 들어 도시하였다.
- [0088] 제2 개구(41)의 전체 면적은 공정 가스가 흐르는 진공관(20) 내부 공간의 단면적(진공관의 내경의 절반을 r라 할 때,  $\pi r^2$ )보다 작다. 이 경우, 리모트 플라즈마 장치(190)에 대한 공정 부산물들의 유입과 축적을 억제하여 안정된 플라즈마를 발생시킬 수 있다.
- [0089] 제9 실시예의 리모트 플라즈마 장치(190)는 고전압 전극(60)보다 진공관(20)으로부터 더 멀리 위치하는 세정 가스 주입을 위한 제3 개구(70)를 구비할 수 있다. 제3 개구(70) 주입된 세정 가스는 플라즈마 영역(PA) 전체를 통과하면서 라디칼로 분해된다.
- [0090] 제9 실시예의 리모트 플라즈마 장치(190)는 제2 개구(41)의 형상을 제외하고 전술한 제5 실시예와 동일 또는 유사하며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0091] 도 13은 본 발명의 제10 실시예에 따른 리모트 플라즈마 장치의 구성도이다.
- [0092] 도 13을 참고하면, 제10 실시예의 리모트 플라즈마 장치(200)에서 제3 개구(70)는 고전압 전극(60)보다 진공관(20)에 더 가깝게 위치한다. 이 경우 제3 개구(70)로 주입된 세정 가스는 플라즈마 영역(PA)의 일부를 통과하면서 라디칼로 분해된 후 진공관(20)으로 확산된다.

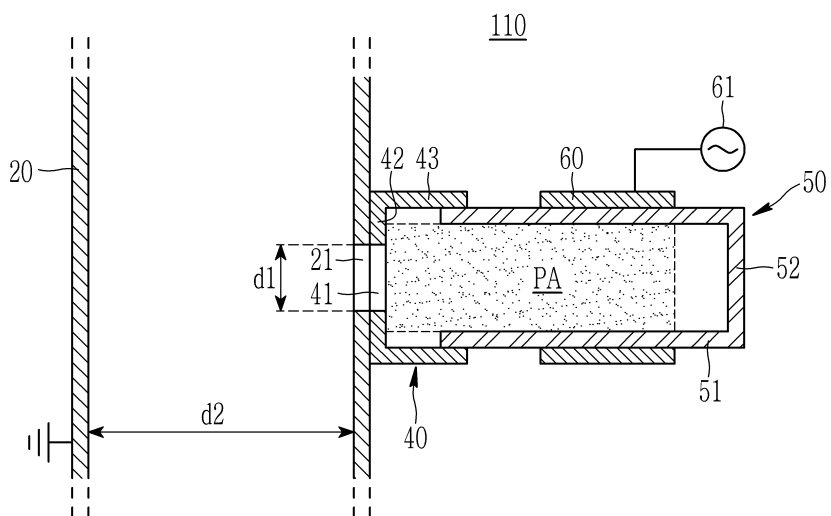


도면

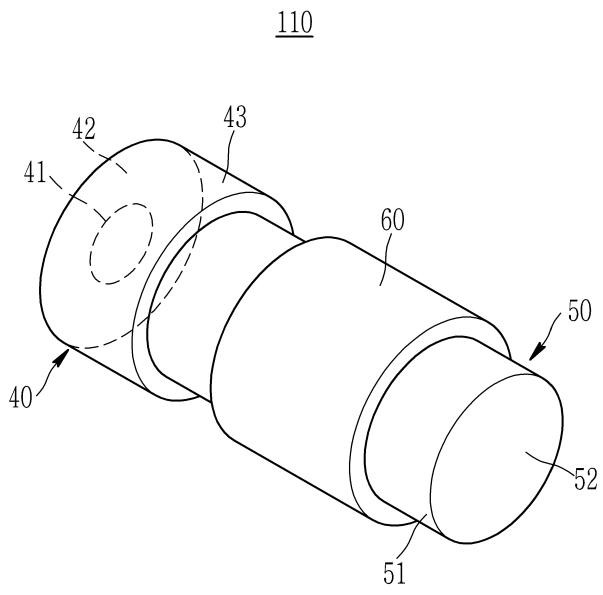
도면1



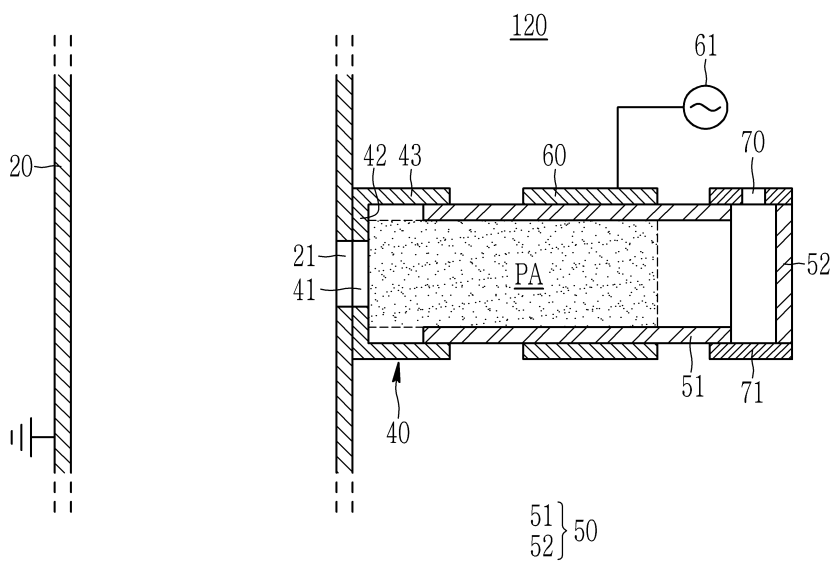
도면2



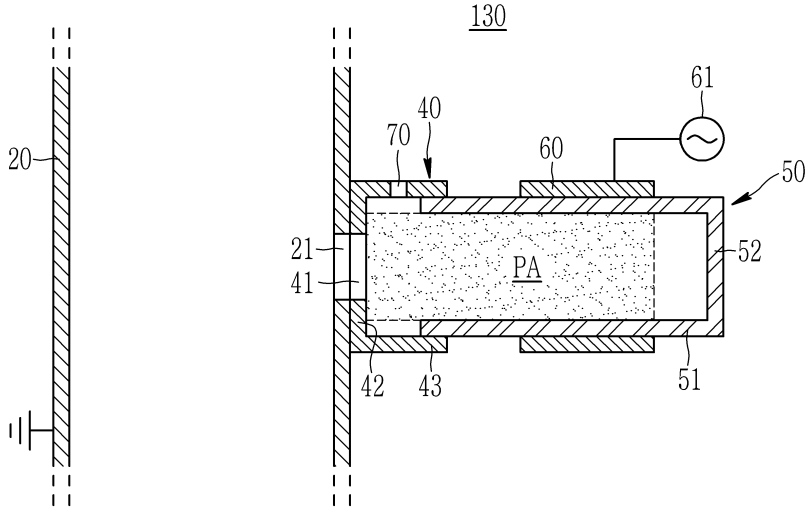
도면3



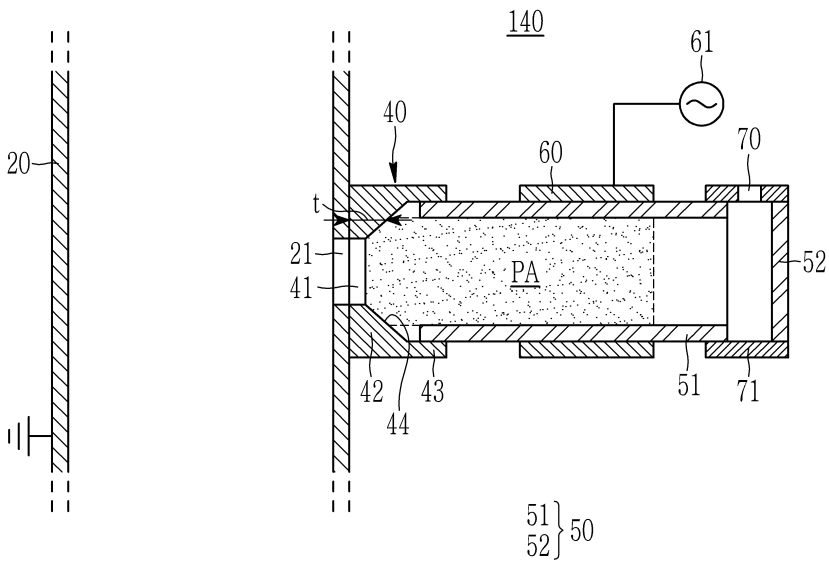
도면4



도면5

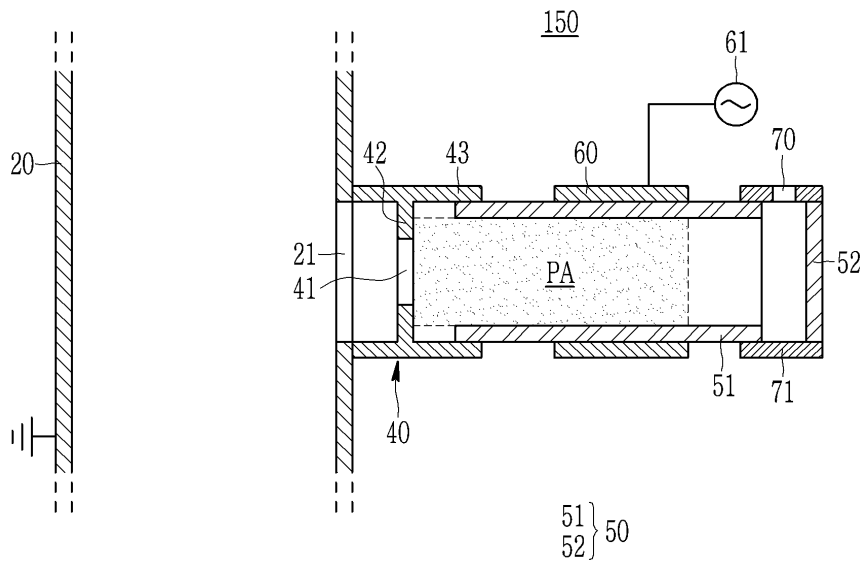


도면6

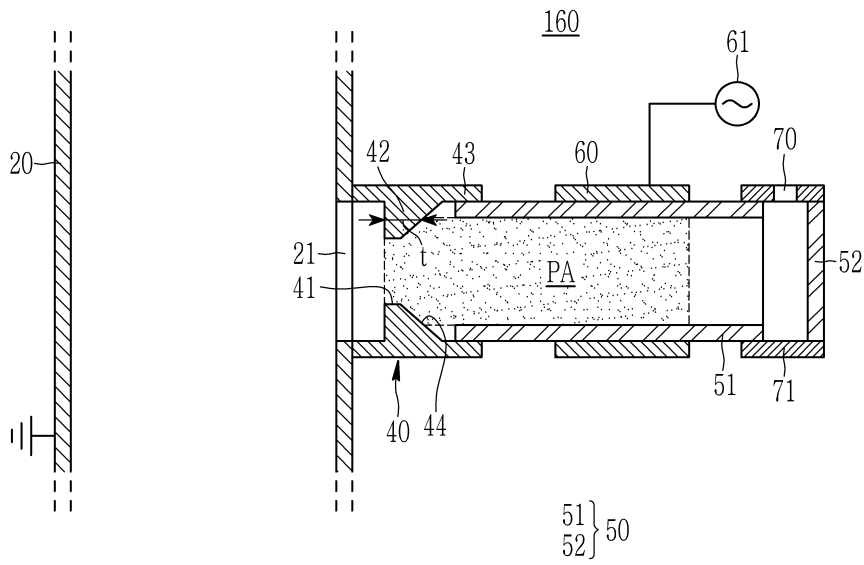




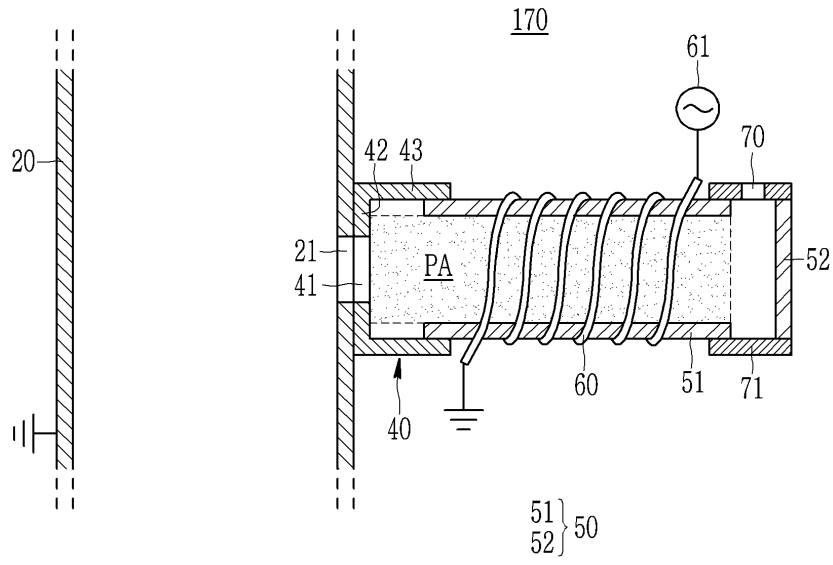
도면7



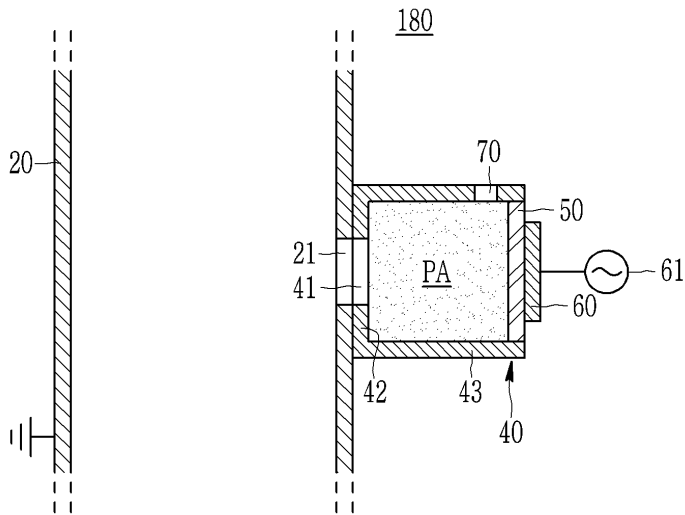
도면8



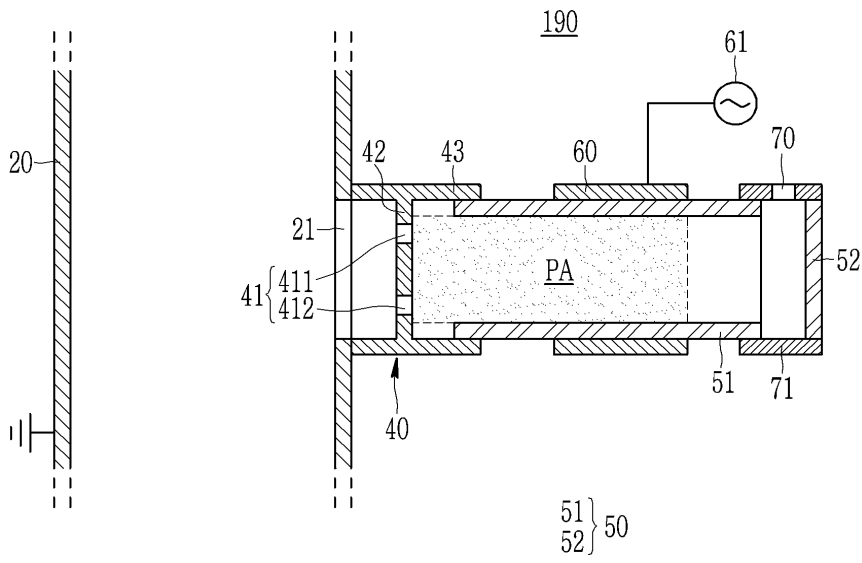
도면9



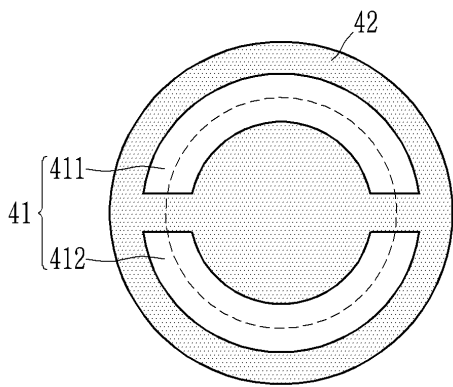
도면10



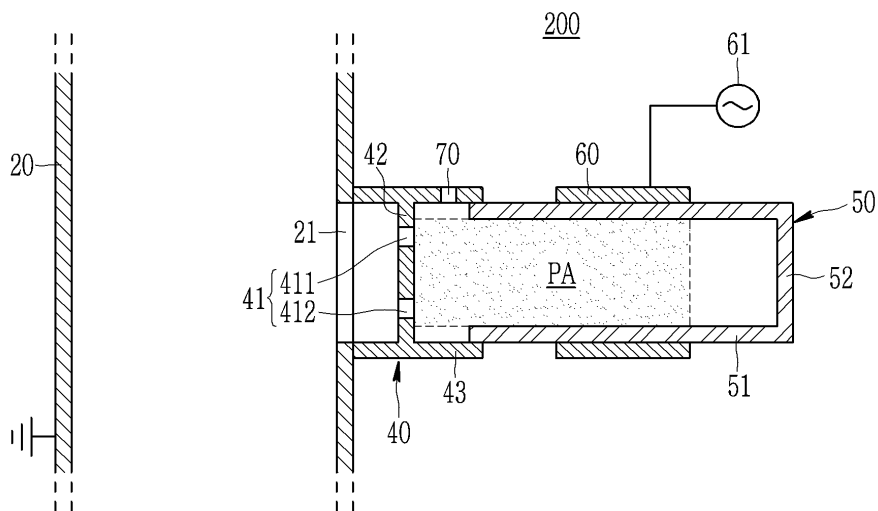
도면11



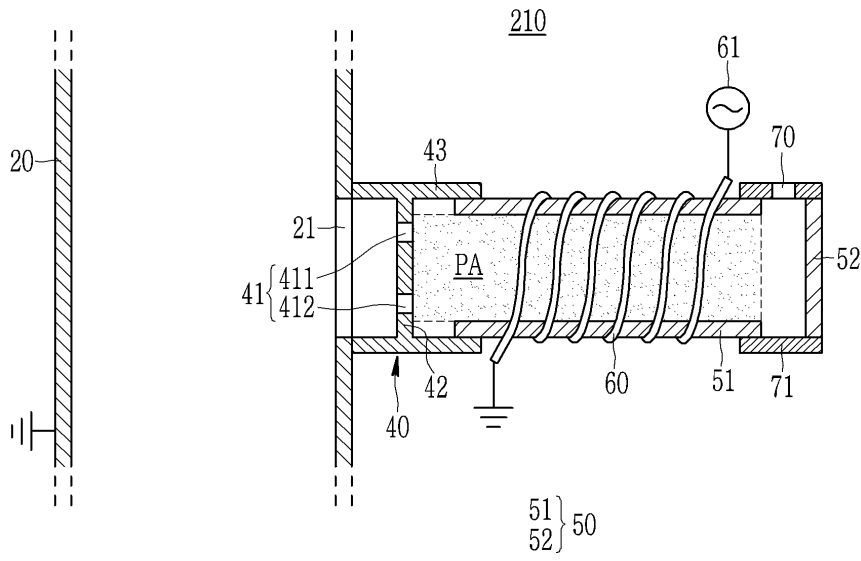
도면12



도면13



도면14



도면15

