



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0054495
(43) 공개일자 2017년05월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/448 (2006.01)
C23C 16/503 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/205 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C23C 16/455 (2013.01)
C23C 16/448 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7010043
- (22) 출원일자(국제) 2014년10월29일
심사청구일자 2017년04월13일
- (85) 번역문제출일자 2017년04월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/078722
- (87) 국제공개번호 WO 2016/067379
국제공개일자 2016년05월06일

- (71) 출원인
도시바 미쓰비시덴키 산교시스템 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 주오쿠 교바시 3-1-1
- (72) 발명자
다바타 요이치로
일본 1040031 도쿄도 주오쿠 교바시 3-1-1 도시바
미쓰비시 덴키 산교시스템 가부시키키가이샤 내
와타나베 겐스케
일본 1040031 도쿄도 주오쿠 교바시 3-1-1 도시바
미쓰비시 덴키 산교시스템 가부시키키가이샤 내
니시무라 신이치
일본 1040031 도쿄도 주오쿠 교바시 3-1-1 도시바
미쓰비시 덴키 산교시스템 가부시키키가이샤 내
- (74) 대리인
장수길, 박충범

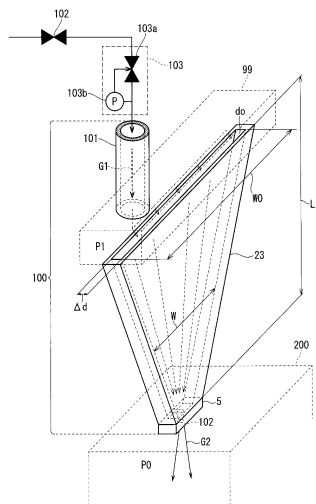
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **성막 장치에의 가스 분사 장치**

(57) 요약

본 발명은, 고에너지비인 흡을 갖는 피처리체에 있어서도, 당해 흡 내에, 가스를 균등하게 분사할 수 있는, 성막 장치에의 가스 분사 장치를 제공한다. 본 발명에 따른 가스 분사 장치(100)는, 가스를 정류화하고, 정류화된 가스를 성막 장치(200) 내에 분사하는 가스 분사 셀부(23)를 구비하고 있다. 가스 분사 셀부(23)는, 내부에 가스 통로가 되는 간극(d0)이 형성된 부채꼴 형상이다. 가스 분사 공급부(99) 내의 가스는, 부채꼴 형상의 폭 넓은 측으로부터 간극(d0) 내에 유입되고, 당해 부채꼴 형상에 기인하여 가스는 정류화 및 가속되며, 부채꼴 형상의 폭 좁은 측으로부터 성막 장치(200) 내에 출력된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 16/4488 (2013.01)

C23C 16/45557 (2013.01)

C23C 16/45563 (2013.01)

C23C 16/503 (2013.01)

H01L 21/02263 (2013.01)

H01L 21/205 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

가스의 공급을 행하는 가스 공급부(101)와,

상기 가스 공급부로부터의 가스가 공급되는 가스 분산 공급부(99)와,

상기 가스 분산 공급부 내에서 분산된 가스가 유입되어, 당해 가스를 정류화하고, 정류화된 가스를 성막 장치 내에 분사하는 가스 분사 셀부(23)를 구비하고 있고,

상기 가스 분사 셀부는,

내부에 가스 통로가 되는 간극(d0)이 형성된 부채꼴 형상이며,

상기 가스 분산 공급부 내의 가스는,

상기 부채꼴 형상의 폭 넓은 측으로부터 상기 간극 내에 유입되고, 당해 부채꼴 형상에 기인하여 가스는 정류화 및 가속되며, 부채꼴 형상의 폭 좁은 측으로부터 상기 성막 장치 내에 출력되는

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가스 분사 셀부는,

사파이어 또는 석영으로 구성되어 있는

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 간극의 폭은,

3mm 이하이고,

상기 가스 분사 장치부 내의 가스 압력 P1은,

10kPa 이상 50kPa 이하인

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가스 분사 장치는,

가스 유량을 조정하는 밸브(102B)와 상기 가스 분사 장치 내의 가스 압력을 일정하게 제어하는 압력 제어부(103)가 접속되어 있는

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

복수개의 분출 구멍(102)을 추가로 구비하고 있고,

상기 가스 분사 셀부로부터 출력되는 가스는,
상기 복수개의 분출 구멍을 통해 상기 성막 장치 내에 출력되는
것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 가스 분사 셀부에 배치되는 가열부(51)를 추가로 구비하고 있는
것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 가스 분사 셀부는,
상기 간극을 통과하는 가스를 오존 가스, 질소 산화물 가스 또는 수소 화합물 가스로 하고, 상기 가열부에 의한
가열에 의해 산소 라디칼화, 질소 라디칼화 또는 수소 라디칼화하며, 상기 라디칼화된 가스를 상기 성막 장치로
출력하는
것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 가스 분사 셀부는,
유전체이며,
상기 가스 분사 셀부 내의 상기 간극 사이에 있어서, 교류 전압을 인가시킬 수 있는 교류 전원(9)을 추가로 구
비하고 있고,
상기 가스 분사 셀부는,
상기 교류 전원에 의한 교류 전압의 인가에 의해, 상기 간극에서 발생한 유전체 배리어 방전에 의해 생성되는,
라디칼 가스를 상기 성막 장치에 출력하는
것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 가스 공급부로부터 공급되는 가스는,
질소 가스 또는 질소 산화물 가스이며,
상기 가스 분사 셀부의 상기 간극에 있어서, 상기 유전체 배리어 방전에 의해 생성되는 상기 라디칼 가스는,
질소 라디칼인
것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,
상기 가스 공급부로부터 공급되는 가스는,
산소 가스에 수ppm내지 수만ppm인 질소 가스 또는 질소 산화물 가스를 포함한 혼합 가스이며,
상기 가스 분사 셀부의 상기 간극에 있어서, 상기 유전체 배리어 방전에 의해 생성되는 상기 라디칼 가스는,

산소 라디칼인

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 가스 분사 셀부는,

복수개인

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 가스 공급부로부터 공급된 가스는,

전구체 가스인

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 가스 공급부로부터 공급된 가스는,

라디칼 가스의 원료가 되는 원료 가스인

것을 특징으로 하는 성막 장치에의 가스 분사 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 성막 장치에의 가스 분사 장치에 관한 것이고, 예를 들어 감압 분위기 중의 처리 챔버에 설치한 피처리체에 대하여, 처리에 유용한, 지향성이 있는 각종 가스를 고속도 분출할 수 있는 가스 분사 장치에 적용할 수 있다.

배경 기술

[0002] 반도체 제조 분야를 포함하는 다용도 분야에 있어서, 다기능이며 고품질인 박막(예를 들어, 고절연 박막, 반도체 박막, 고유전체 박막, 발광 박막, 고자성체 박막, 초경박막 등)이 요구되고 있다.

[0003] 예를 들어, 반도체 장치의 제조 장면에 있어서는, 반도체 칩 내에서 회로 배선 상당이 되는 저임피던스의 고도전막, 회로의 배선 코일 기능이나 자석 기능을 갖는 고자성막, 회로의 콘덴서 기능을 갖는 고유전체막 및 전기적인 누설 전류가 적은 고절연 기능을 갖는 고절연막 등이 설치되어 있다.

[0004] 이들 막을 성막하는 종래 기술로서, 예를 들어 열 CVD(화학 기상 성장: Chemical Vapor Deposition) 장치, 광 CVD 장치 또는 플라즈마 CVD 장치가 사용되고 있고, 특히 플라즈마 CVD 장치가 많이 사용되고 있다. 이것은, 예를 들어 열·광 CVD 장치보다도 플라즈마 CVD 장치쪽이, 성막 온도가 낮고, 또한 성막 속도가 빨라서 단시간에 성막 처리가 가능하기 때문이다.

[0005] 예를 들어, 질화막(SiON, HfSiON 등)이나 산화막(SiO₂, HfO₂) 등의 게이트 절연막을, 반도체 기판에 성막하는 경우에는, 감압 분위기에서의 플라즈마 CVD 장치를 사용한 이하의 기술이 일반적으로 채용되고 있다.

[0006] 즉, NH₃(암모니아)이나 N₃, O₂, O₃(오존) 등의 가스와, 실리콘이나 하프늄 등의 전구체 가스(비가열 가스)가, CVD 처리가 실시되는 처리 챔버 장치에 직접 공급된다. 처리 챔버 장치 내에서는, 전구체 가스를 열이나 방전을 이용함으로써 해리시켜 금속 입자를 생성하고, 당해 금속 입자와, 상술한 NH₃(암모니아) 등의 비가열 가스 또

는 열이나 방전에 의해 생성된 라디칼 가스의 화학 반응에 의해, 피처리체 상에 질화막 또는 산화막 등의 박막이 성막된다.

- [0007] 한편, 플라즈마 CVD 장치에서는, 처리 챔버 장치 내에서 직접적으로 고주파 플라즈마나 마이크로파 플라즈마를 발생시키고 있었다. 따라서, 피처리체는 라디칼 가스나, 고에너지를 가진 플라즈마 이온(또는 전자)에 노출된다.
- [0008] 또한, 플라즈마 CVD 장치에 관한 기술이 개시되어 있는 선행 문헌으로서, 예를 들어 특허 문헌 1이 존재한다.
- [0009] 그러나, 플라즈마 CVD 장치 내의 성막 처리에서는, 상기한 바와 같이 피처리체가 플라즈마에 직접 노출된다. 따라서, 당해 피처리체는 플라즈마(이온이나 전자)에 의해 반도체 기능의 성능을 저하시키는 등의 대미지를 크게 받고 있었다.
- [0010] 다른 한편, 열·광 CVD 장치를 사용한 성막 처리에서는, 피처리체는 플라즈마(이온이나 전자)에 의한 대미지를 받지 않고, 고품질의 질화막이나 산화막 등이 성막된다. 그러나, 상기 성막 처리에서는, 고농도이며 또한 다량의 라디칼 가스원을 얻는 것이 곤란하고, 결과적으로 성막 시간을 매우 길게 요한다는 문제가 있다.
- [0011] 최근 열·광 CVD 장치에서는, 원료 가스로서, 열이나 광의 조사에 의해 해리되기 쉬운, 고농도의 NH₃ 가스나 O₃ 가스를 사용하고 있다. 또한, CVD 챔버 장치 내에는, 가열 촉매체가 설치되어 있다. 이에 의해, 상기 열·광 CVD 장치에서는, 촉매 작용에 의해 가스의 해리가 촉진되고, 질화막이나 산화막 등을 단시간에 성막하는 것도 가능하게 되어 있다. 그러나, 당해 시간의 단축화는 한정적이고, 대폭적인 성막 시간의 개선은 곤란하였다.
- [0012] 그래서, 플라즈마에 의한 피처리체에 대한 대미지를 경감시킬 수 있고, 성막 시간의 더 한층의 단축화가 가능한 장치로서, 리모트 플라즈마형 성막 처리 시스템이 존재한다(예를 들어, 특허 문헌 2 참조).
- [0013] 당해 특허 문헌 2에 관한 기술에서는, 플라즈마 생성 영역과 피처리체 처리 영역이, 격벽(플라즈마 봉입 전극)에 의해 분리되어 있다. 구체적으로, 특허 문헌 2에 관한 기술에서는, 고주파 인가 전극과 피처리체가 설치된 대향 전극의 사이에, 당해 플라즈마 봉입 전극을 설치하고 있다. 이에 의해, 특허 문헌 2에 관한 기술에서는, 중성 활성종만이 피처리체 상에 공급된다.
- [0014] 또한, 특허 문헌 3에 관한 기술에서는, 리모트 플라즈마원에 있어서 원료 가스의 일부를 플라즈마에 의해 활성화시키고 있다. 여기서, 가스의 유로는 당해 리모트 플라즈마원 내에서 주회되고 있다. 리모트 플라즈마원에 있어서 생성된 활성 가스는 방출되고, 피처리체가 존재하는 장치측으로 공급된다.
- [0015] 특허 문헌 3과 같은 박막 기술에 있어서는, 질소, 산소, 오존 또는 수소 등의 다양한 원료 가스가 이용되고 있다. 그리고, 당해 원료 가스로부터 활성화된 라디칼 가스가 생성되고, 당해 라디칼 가스에 의해 피처리체 상에 박막이 성막된다.
- [0016] 라디칼 가스는 매우 반응성이 높다. 따라서, 미량(약 1%: 10000ppm) 이하의 농도의 라디칼 가스를 피처리체에 쏘임으로써, 피처리체에서의 금속 입자와 라디칼 가스의 화학 반응을 촉진시켜, 질화 박막, 산화 박막 또는 수소 결합 박막 등을 단시간에 효율적으로 만들어 낼 수 있다.
- [0017] 라디칼 가스 생성 장치에서는, 방전 셀이 배치되어 있고, 상기 방전 셀에 있어서 대기압 플라즈마가 되는 유전체 배리어 방전에 의해, 고전계 플라즈마를 실현시킨다. 이에 의해, 방전 셀의 플라즈마에 노출된 원료 가스로부터, 고품질의 라디칼 가스가 생성되어 CVD 장치 내에 공급된다.
- [0018] 또한, CVD 장치 내에 있어서, 피처리체(웨이퍼 기판)에 대하여 가스를 이용한 처리를 실시하는 경우, 피처리체가 배치되어 있는 CVD 장치 내를 가열 및 감압 상태로 만든다. 그리고, 당해 CVD 장치 내에 유기 금속 화합물 증기 가스(전구체 가스)를 충전시킴과 동시에, 금속 입자의 산화·질화·환원의 촉진을 위해 오존 가스, 수증기, 수소 가스 또는 라디칼 가스(산소 라디칼 가스, 질소 라디칼 가스, 수소 라디칼 가스 등)를 공급한다. 이에 의해, CVD 장치 내에 있어서, 피처리체면 상에 퇴적된 산화·질화 물질 등을 열 확산시킴으로써, 피처리체면에 반도체막 또는 절연막 등의 기능막으로서 결정 성장시킨 막(성막)으로 할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기에 있어서, CVD 장치 내에 전구체 가스와 함께 공급되는 각종 가스(오존 가스, 수증기, 수소 가스 또는 라디칼 가스)를, 이후, 성막 처리 가스라고 칭하기로 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0020] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2007-266489호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2001-135628호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2004-111739호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0021] 종래, 피처리체 상에 반도체 등의 기능 소자(2D(dimension) 소자)를 구성하는 것이었기 때문에, CVD 처리 용기 내에 전구체 가스나 성막 처리 가스를 충전시킨, 표면 성막이 주체였다.
- [0022] 예를 들어, 피처리체가 1매 또는 복수매 배치되어 있는, 감압된 CVD 장치 내에서, 소정의 구경이며 짧은 가스 공급 배관으로부터 복수개의 노즐 구멍을 통해, 가스를 샤워 형상으로 분출시키고 있었다. 소정의 구경이며 짧은 가스 공급 배관으로부터 공급된 가스는, 충분히 소정의 방향성을 가진 가스로 정류화되지 않고, 또한 충분히 공급되는 가스가 가속되어 고속도화되지 못하고 분출되기 때문에, 분출된 가스는 분위기 가스 압력이나 가스 농도차에 의존하는 확산 속도로 사방으로 확산된다.
- [0023] 한편, 보다 고밀도의 기능 소자가 요구되고 있다는 점에서, 기능 소자를 다층에 걸쳐 형성시킨 삼차원 기능 소자(3D(dimension) 소자)가 요망되고 있다. 즉, 고에스펙트비인 홈 내에, 원하는 막을 균일하게 성막할 것이 요망되고 있다.
- [0024] 그러나, 상기한 바와 같이 사방으로 확산시켜 분사시킨 가스의 경우에는, 고에스펙트비인 홈 내에서 가스가 균등하게 조사되지 않는다. 이렇게 되면, 당해 홈 내에서 균일하게 성막을 행할 수 없다.
- [0025] 따라서, 피처리체에 있어서의, 고에스펙트비인 홈 내에 균등하게 가스를 분사할 수 있는 성막 기술이 요구되고 있다.
- [0026] 그래서, 본 발명은 고에스펙트비인 홈을 갖는 피처리체에 있어서도, 당해 홈 내에, NH₃(암모니아)이나 N₃, O₂, O₃(오존) 등의 가스와, 실리콘이나 하프늄 등의 전구체 가스(비가열 가스)나 가열이나 방전에 의해 라디칼화된 가스를 균등하게 분사할 수 있는, 성막 장치에의 가스 분사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0027] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따른 성막 장치에의 가스 분사 장치는, 가스의 공급을 행하는 가스 공급부와, 상기 가스 공급부로부터의 가스가 공급되는 가스 분산 공급부와, 상기 가스 분산 공급부 내에서 분산된 가스가 유입되어, 당해 가스를 정류화하고, 정류화된 가스를 성막 장치 내에 분사하는 가스 분사 셀부를 구비하고 있고, 상기 가스 분사 셀부는, 내부에 가스 통로가 되는 간극이 형성된 부채꼴 형상이며, 상기 가스 분산 공급부 내의 가스는, 상기 부채꼴 형상의 폭 넓은 측으로부터 상기 간극 내에 유입되고, 당해 부채꼴 형상에 기인하여 가스는 정류화 및 가속되며, 부채꼴 형상의 폭 좁은 측으로부터 상기 성막 장치 내에 출력된다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따른 성막 장치에의 가스 분사 장치는, 가스의 공급을 행하는 가스 공급부와, 상기 가스 공급부로부터의 가스가 공급되는 가스 분산 공급부와, 상기 가스 분산 공급부 내에서 분산된 가스가 유입되어, 당해 가스를 정류화하고, 정류화된 가스를 성막 장치 내에 분사하는 가스 분사 셀부를 구비하고 있고, 상기 가스 분사 셀부는, 내부에 가스 통로가 되는 간극이 형성된 부채꼴 형상이며, 상기 가스 분산 공급부 내의 가스는, 상기 부채꼴 형상의 폭 넓은 측으로부터 상기 간극 내에 유입되고, 당해 부채꼴 형상에 기인하여, 가스는 정류화 및 가속되며, 부채꼴 형상의 폭 좁은 측으로부터 상기 성막 장치 내에 출력된다.
- [0029] 따라서, 가스 분사 셀부의 간극을 통과한 가스는, 소정의 방향으로 정돈되어 정류 및 가속되고, 지향성을 갖는 빔 형상 가스로서, 가스 분사 장치로부터 출력·분사시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 가스 분사 장치는, 고에스펙트비인 홈을 갖는 피처리체에 있어서도, 당해 홈 내에 균등하게 가스를 분사할 수 있고, 결과적으로 상

기 홈 내에 균질한 막을 성막시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 고에스펙트비의 홈(202A)을 갖는 피처리체(202)의 일부 단면 구성을 도시하는 확대 단면도이다.
- 도 2는 실시 형태 1에 관한 가스 분사 장치(100)와 처리 챔버(200)로 구성되는 리모트 플라즈마형 성막 처리 시스템의 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.
- 도 3은 공급하는 가스의 가스 압력과 가스 확산 속도와의 관계를 나타내는 참고도이다.
- 도 4는 실시 형태 2에 관한 가스 분사 장치(100)의 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.
- 도 5는 실시 형태 3에 관한 가스 분사 장치(100)의 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.
- 도 6은 하나의 성막 장치에 대하여 복수개의 가스 분사 셀부(23)가 배치되어 있는 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.
- 도 7은 하나의 성막 장치에 대하여 복수개의 가스 분사 셀부(23)가 배치되어 있는 다른 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.
- 도 8은 하나의 성막 장치에 대하여 복수개의 가스 분사 셀부(23)가 배치되어 있는 다른 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.
- 도 9는 실시 형태 5에 관한 가스 분사 장치(100)와 처리 챔버(200)로 구성되는 리모트 플라즈마형 성막 처리 시스템의 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 도 1은 고에스펙트비의 홈(202A)을 갖는 피처리체(202)의 일부 단면 구성을 도시하는 확대 단면도이다.
- [0032] 도 1에 있어서, Dx는 홈(202A)의 구경이며, Dy는 홈(202A)의 깊이이다. 예를 들어, 구경(Dx)은 약 수십 μ m 직경 정도이고, 깊이(Dy)는 구경(Dx)의 수배 내지 수십배 정도이다. 도 1에 도시하는 고에스펙트비(Dy/Dx)인 홈(202A)에 대하여 균질한 성막이 구해진다(환언하면, 가스 분사에 의해, 고에스펙트비의 홈(202A)의 바닥까지 균등한 가스를 공급할 수 있을 것이 요구됨).
- [0033] 종래와 같은, 소정의 구경이며 짧은 가스 공급 배관으로부터 분사하는 방식은, 장치 내에 구석구석 가스를 충전시키는 경우에 적합하다. 그러나, 당해 방식의 가스 분출에서는, 가스 공급 배관에 있어서, 가스가 흐르는 방향이 정돈된 정류화나 가스의 가속화가 이루어지지 못하고, 성막 장치에 가스를 공급(분출)하기 때문에, 분출 가스의 지향성이나 가스 속도가 약하므로, 고에스펙트비의 홈(202A) 내부까지 가스가 들어가질 못하고, 홈(202A)의 저면 및 측면에 대하여 균질한 막을 성막하는 것은 곤란하다. 또한, 공급된 라디칼 가스는, 가스 수명이 매우 짧기 때문에, 홈(202A)의 저면에 도달하기 전에 사멸하므로 균질한 막을 성막하기는 곤란해진다.
- [0034] 따라서, 고에스펙트비의 홈(202A) 내에 균질한 막을 성막하기 위해서는, 분출 가스에 지향성을 갖도록, 가스 공급 공간을 얇은 간극(d0)으로 제한하여 통과하는 공간 거리(Lx)를 충분히 확보하는 것, 또한 가스 공급 공간을 가스 통과 흐름에 따라 좁게 함으로써, 정류화된 가스를 가속화시켜 가스의 고속도화를 도모할 필요가 있다. 즉, 분출 가스의 빔 각도(α)는, 홈(202A)의 에스펙트비가 커질수록 작게 할 필요가 있다(즉, 보다 지향성을 갖고, 가스의 고속도화를 행함으로써, 분출하는 가스가 확산 속도를 증가하여 가스의 퍼짐을 억제한 가스 분사가 필요하게 됨).
- [0035] 본 발명에 따른 비가열, 가열 및 방전 가스의 성막 장치에의 가스 분사 장치는, 고에스펙트비의 홈(202A) 내에 균질한 막을 성막하기 위해서, 전구체 가스 또는 성막 처리 가스를 빔 형상으로 분출할 수 있는 구성에 대하여 설명한다. 이하, 본 발명을 그 실시 형태를 나타내는 도면에 기초하여 구체적으로 설명한다.
- [0036] <실시 형태 1>
- [0037] 도 2는, 본 실시 형태에 따른 비가열, 가열 및 방전 가스의 성막 장치에의 가스 분사 장치(이하, 간단히 가스 분사 장치라고 칭함)(100)와 처리 챔버(200)로 구성되는 리모트 플라즈마형 성막 처리 시스템의 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다.
- [0038] 비가열, 가스 분사 장치(100)와 처리 챔버(200)는 플랜지에 의해 구획되어 있다. 즉, 플랜지는 가스 분사 장치

(100)와 처리 챔버(200)을 결합시키기 위한 부재이며, 플랜지의 한쪽 주면은 가스 분사 장치(100)의 저면을 구성하고 있고, 플랜지의 다른쪽 주면은 처리 챔버(200)의 상면을 구성하고 있다. 여기서, 가스 분사 장치(100) 내와 처리 챔버(200) 내는 분출 구멍(102)을 통해 접속되어 있다.

[0039] 도 2에 도시한 바와 같이, 가스 분사 장치(100)은 밀폐된 가스 공급부(101), 가스 분산 공급부(99), 가스 분사 셀부(23) 및 가스 분사부(5)로 구성되어 있다. 가스 분산 공급부(99)에서는, 가스 공급부(101)로부터 공급된 가스를 균등하게 분산시킨다. 가스 분사 셀부(23)에서는, 가스 분산 공급부(99)로부터 분산 공급된 가스에 대하여 흐름 방향, 정류화 및 가속화를 도모한다. 가스 분사 셀부(23)에 있어서, 정류되어 고속도로 가속된 가스는 가스 분사부(5)에 보내진다. 여기서, 가스 분사부(5)에는, 가스를 성막 장치측에 분출시키는 구멍(102)이 배치되어 있다.

[0040] 가스 분사 장치(100)의 전단에는, 공급하는 가스량을 조정하는 밸브(102B) 및 가스 분사 장치(100) 내의 가스 압력을 소정 범위 내로 감시, 제어하는 압력 제어부(103)가 설치되어 있다. 가스 공급부(101)에 공급된 가스(G1)는 가스 분산 공급부(99)에서, 가스 분사 셀부(23)의 가스 공급 단면인 가스 간극(d0)에 균등하게 공급된다. 여기서, 가스 분사 장치(100) 내의 가스 압력 P1은 10kPa 내지 50kPa의 범위에서 일정하게 유지되고 있다. 또한, 가스 분사 셀부(23)를 통과한 가스는 가스 분사 셀부(5)의 분출 구멍(102)을 통해 분출 가스(G2)로서 분출된다. 이 가스(G2)는 처리 챔버(200) 내에 대하여 분사된다(보다 구체적으로는, 처리 챔버(200) 내의 피처리체(202)에 대하여 분사됨). 여기서, 분출 구멍(102)의 개구 직경은, 예를 들어 1mm 이하이다.

[0041] 또한, 가스 분사 장치(100) 내는 압력(P1)으로 감압되어 있지만, 가스 분사 장치(100) 밖은 대기압이다.

[0042] CVD 장치인 처리 챔버(200) 내에는, 테이블이 배치되어 있다. 그리고, 당해 테이블 상에는 피처리체가 적재된다. 여기서, 피처리체는, 도 1에 도시한 바와 같이, 고에스펙트인 홈(202A)을 갖는다.

[0043] 처리 챔버(200)에는, 배기구를 통해 진공 펌프에 접속되어 있다. 당해 진공 펌프에 의해, 처리 챔버(200) 내의 가스 압력 P0은 30Pa 내지 400Pa 정도의 진공압으로 감압된 압력으로 유지되고 있다.

[0044] 도 2에 있어서, 전구체 가스 또는 라디칼 가스가 될 수 있는 원료 가스(G1)가, 가스 공급부(101)를 통해 소정의 유량으로 가스 분사 셀부(23)에 공급된다. 가스 분사 셀부(23)에 균등하게 분산된 원료 가스(G1)는, 가스 분사 셀부(23)의 간극(d0) 내에 균등하게 공급된다. 원료 가스(G1)는 가스 분사 셀부(23)를 통과하여, 분출 구멍(102)으로부터 처리 챔버(200) 내에 전구체 가스(G2) 또는 라디칼 가스(G2)로서 분출시킨다. 가스(G2)는, 테이블 상에 적재된 피처리체에 대하여 빔 형상으로 조사되고, 상기 조사된 영역에서 막이 성막된다.

[0045] 이하에서는, 가스 분사 셀부(23)는 평판 형상이며 중공으로 되어 있고, 중공의 가스 흐름 부분의 단면 형상은 직사각형 단면을 이루고 있으며, 가스의 흐름 방향에 따라서 직사각형 단면의 가스 흐름 폭이 작아지는 부채꼴 형상을 이룬 것으로 되어 있다. 이 가스 분사 셀부(23) 내에서의 가스의 흐름에 대하여 설명한다.

[0046] 여기서, 가스 분사 셀부(23) 부분은, 예를 들어 사파이어 또는 석영으로 구성되어 있다. 또한, 가스의 간극(do)의 폭(가스 분사 셀부(23)를 구성하는 2매의 부채꼴 형상의 평판간 거리)(Δd)은 3mm 이하로 제한하고 있다. 또한, 가스 분사 장치(100) 내의 가스 압력 P1은 10kPa 이상 50kPa 이하의 범위로 일정하게 유지되고 있으므로, 간극(do)에서의 가스 압력도 10kPa 이상 50kPa 이하의 범위에서 일정하게 유지되고 있다.

[0047] 가스 분사 장치(100)를 이와 같이, 가스 흐름 단면을 간극(do)의 폭(Δd)으로 제한하고, 가스 흐름 폭(W)을 가스가 흐르는 방향에 대하여 좁게 한 직사각형 단면 형상(부채꼴 형상)으로 하며, 가스 압력을 P1로 감압시킴으로써, 가스 분사 장치(100)에 공급하는 가스 유량(Q)을 공급한다.(이 가스 유량(Q)을, 예를 들어 1L/min으로 함) 가스 분사 셀부(23)에 유입되는 가스는, 소정 가스 공간(Lx)을 통과함으로써, 다음 식(1)과 같이, 정류화되고도 고속화된 유속(V_{s0})이 되고, 가스 분사 셀부(23)의 정점부에서 소정 방향의 가스 흐름으로 정류화된다. 또한, 가스 분사 셀부(23) 내를 통과함으로써, 가스는 가속되어 고속도화되고, 고속인 속도 Vs로서 분출 구멍(102)으로부터 가스가 분출된다.

[0048] 여기서, 식(1)은 $V_{s0}=100/P1 \cdot [1000 \cdot Q/\{(W/10) \cdot (\Delta d/10)\}]$ (cm/s)이다.

[0049] 그리고, 길이(Lx)로 또한 좁은 간극(do)을 통과함으로써, 사방에서 가스 분사 셀부(23)에 유입된 가스(G1)는, 가스 흐름 방향에 대하여 부채꼴 형상의 가스 공간에 기인하여, 일정 방향의 가스 흐름 방향(내향)으로 정류화되고, 가속된다. 그리고, 가스는 가스(G2)로서, 가스 분사 셀부(23)의 정상부측에서(즉, 분출부(5)의 분출 구멍(102)을 통하여), 피처리체를 향해 분사된다(환언하면, 가스 압력 P0으로 유지되고 있는 처리 챔버(200) 내에 분사됨). 여기서, 도 4에 도시한 바와 같이, 가스 분사 셀부(1)로부터 분사되는 가스(G2)는 빔 각도(α)를 갖

는 빔 형상이다.

- [0050] 간극(do)에 있어서의 통로 거리(Lx)는 간극(do)의 폭(Δd)의 수십배 이상, 예를 들어 20mm 내지 100mm 정도로 설정된다. 가스 분사 셀부(23)의 간극(do)에 유입되는 가스의 흐름 방향에 변동이 있어도, 가스 분사 셀부(23)의 정점측(즉, 분출부(5) 부근)에서의 가스의 흐름 방향은, 가스 분사 셀부(23)의 측면에 따른 방향으로 정돈되어, 정류화된다. 또한, 가스 분사 셀부(23)의 형상에 기인하여 직사각형의 가스 간극(do)의 단면적은, 분출부(5)에 근접함에 따라서 작아진다. 따라서, 가스 분사 셀부(1) 내에서 전반하는 가스는 가속(가속도(a))되고, 분출부(5) 부근에서는 속도 V_s 가 된다.
- [0051] 정류·가속되며, 속도 V_s 로 분출부(5)에 입력된 가스는, 분출 구멍(102)에서 더욱 압축되어 고속화된다. 여기서, 분출 구멍(102)에 있어서, 압력차(ΔP)=(가스 분사 장치(100) 내의 가스압(P1)-처리 챔버(200) 내의 가스압(P0))가 발생하고 있고, 당해 압력차(ΔP)를 이용하여, 분출 구멍(102)으로부터 처리 챔버(200)에, 가스(G2)가 분사된다.
- [0052] 가스 분사 셀부(23)의 정점부로부터 분출부(5)에 입력되는 가스의 속도를 V_s 라 하고, 상기 속도 V_s 의 축방향 성분을 V_{sy} 라 하며, 상기 속도 V_s 의 직경 방향 성분을 V_{sx} 라 한다. 또한, 분출부(5)로부터 출력된 가스의 속도를 V_0 라 하고, 상기 속도 V_0 의 축방향 성분을 V_{y0} 이라 하고, 상기 속도 V_0 의 직경 방향 성분을 V_{x0} 이라 한다.
- [0053] 그러면, 처리 챔버(성막 장치)(200)로 분출하는 가스의 속도 V_0 은, 가스 분사 장치(100) 내의 가스 압력 P1과 성막 장치(200) 내의 가스 압력 P0의 비($=P1/P0$)로 고속도화되고, 속도 $V_0=\{(가스압 P1)/(가스압 P0)\} \times 속도 V_s$ 가 되며, 속도 $V_{y0}=\{(가스압 P1)/(가스압 P0)\} \times 속도 V_{sy}$ 가 되고, 속도 $V_{x0}=\{(가스압 P1)/(가스압 P0)\} \times 속도 V_{sx}$ 가 된다.
- [0054] 처리 챔버(200) 내의 압력은 진공압에 가까운 압력(가스 압력 P0=약 30Pa 내지 400Pa)이기 때문에, 분출부(5)로부터 분출시키는 가스 확산 속도 VD도 매우 커진다. 게다가, 피처리체로 분출되는 가스의 속도 V_s 는, 가스 분사 셀부(23) 부분에서 가속되고, 또한 가스 분사 장치(100) 내의 가스압(P1)과 처리 챔버(200) 내의 가스압(P0)의 압력차(ΔP)에 의해, 정류화되고도 가속된 가스는, 분출 구멍(102)에서 압축됨으로써, 초음속을 넘는 속도가 되어 분출된다.
- [0055] 도 3은 가스종으로서, 산소 가스 또는 질소 가스로 한 경우에 있어서의 가스를 공급하는 가스 압력 P0에 대한 확산 속도 VD의 특성을 나타낸 특성도이다. 이 도 3으로부터, 가스 분사 셀부(23)에 있어서는 P1을 30kPa라 하면, 가스의 확산 속도 VD는 약 0.04m/s 정도이지만, 처리 챔버의 가스 압력 분위기(P0)에 있어서는, 3m/s 내지 40m/s가 되고, 매우 가스의 확산 속도 VD가 크다. 처리 챔버(200)에서의 확산 속도 VD가 크기 때문에, 처리 챔버(200)에 분출되는 가스가 지향성을 갖지 못하고, 분출 속도가 확산 속도에 비해 충분히 높지 않으면, 처리 챔버(200)로 분출된 가스는, 바로 사방 팔방으로 확산되게 된다.
- [0056] 그에 반해, 본 발명의 부채꼴 형상으로 한 가스 분사 셀부(23)로부터 처리 챔버(200)로 분출된 경우에는, 분출 가스(G2)의 분출 속도 V_0 은, 초음속을 넘는 속도이며 지향성이 있는 빔 형상이 된다. 그로 인해, 확산 속도 VD에 비해, 매우 높은 가스 유속을 갖기 때문에, 분출 가스의 사방으로의 확산이 억제되고, 고속도로 피처리체면에 빔 형상으로 분사 가스를 조사할 수 있다.
- [0057] 분출부(5)로부터 분출시키는 가스는, 확산 속도 VD를 초과하는 속도로 가스(G2)가 분출된다. 따라서, 보다 큰 속도 V_{sy} 를 갖도록 가스(G2)를 분출부(5)로부터 분사시킴으로써, 가스 분사 셀부(23)의 정점부로부터 지향성이 있는 빔 형상 가스(G2)를 분출시킬 수 있다. 또한, 속도 V_{sx} 는, 가스 분사 셀의 형상이 부채꼴 형상이기 때문에, 내향의 가스 속도 벡터가 되므로, 분출된 가스에 대해서도, 내향 가스 속도 벡터(V_{x0})가 되고, 확산 속도 VD를 억제하는 방향이 되는 효과가 있다.
- [0058] 그런데, 발명자들은, 실험·시뮬레이션을 행한 결과, 처리 챔버(200) 내의 가스압(P0)을 성막에 적합한 30Pa 내지 400Pa 정도로 설정한 경우, 가스(G2)의 지향성 관점에서, 분출부(5) 부근의 가스 가속도는, 약 $200m/s^2$ 이상 확보할 수 있으면 바람직하다는 것을 알아내었다. 또한, 더욱 양질의 빔 형상의 가스(G2)를 분출시키기 위해서는, 가스(G2)의 가속도는 약 $400m/s^2$ 이상 확보하는 것이 바람직하다.
- [0059] 따라서, 상기 가스 분사 셀부(23)의 호각을 약 20° 내지 40° 부근으로 설정한 가스 분사 셀부(23)에 있어서는, 상기 가속도를 확보하는 관점에서, 가스 분사 셀부(23) 내의 가스압(P1)은 약 80kPa 이하가 바람직하고, 또한 양질의 빔 형상 가스(G2)를 분출시키기 위해서는, 상기 가스압(P1)은 약 50kPa 이하인 것이 바람직하다는 것을, 발명자들은 알아내었다.

- [0060] 한편, 처리 챔버(200) 내의 가스압(P0) 30Pa 내지 400Pa에 대하여 수십배 이상의 압력 손실을 갖게 하는 것이 바람직하다. 그래서, 분출부(5)에 있어서, 분출 구멍(102)의 직경을 0.03mm 내지 1mm로 하고, 분출부(5)의 길이(L1)를 5mm 이상으로 했을 경우에는, 가스 분사 셀부(23) 내의 가스압(P1)은 약 20kPa 정도인 것이 바람직하다.
- [0061] 가스 분사 장치(100)는 정류화된 가스를 고속도의 가스로서 분사할 수 있는 구성이지만, 가스 분사 장치(100) 내의 가스 압력을 제어하는 수단은 갖고 있지 않다. 따라서, 가스 분사 장치(100) 내의 가스 압력 변동에 의해, 분출되는 가스양이나 분출되는 가스 속도가 변동되어, 성막 장치에서 성막되는 막의 품질에 영향을 미친다. 또한, 성막 장치의 처리 챔버(200) 내의 가스압(P0)이, 예를 들어 압력이 30Pa 내지 400Pa의 범위 내에서 변동되면, 이 처리 챔버(200) 내의 가스압(P0)에 대응하여 가스 분사 장치(100) 내의 가스 압력 변동하게 된다.
- [0062] 따라서, 본 발명에서는, 가스 분사 장치(100)의 압력 변동이나 가스양을 컨트롤하기 위해서, 가스 분사 장치(100)의 가스 공급측에, 가스 유량 조정 수단과 가스 압력을 일정하게 제어하는 수단 및 소정 압력 범위 내인 것을 감시하는 수단을 갖게 하고 있다.
- [0063] 도 2에 있어서, 가스 분사 장치(100)의 압력 변동이나 가스양을 컨트롤하기 위해서, 가스 분사 장치(100)의 전단에, 가스 유량을 조정하는 밸브(102B)가 배치되어 있다. 또한, 밸브(102B)의 후단에, 오토 프레스 콘트롤러(APC)(103)가 배치되어 있다. 즉, 밸브(102B) 및 APC(103)에 의해, 가스 분사 장치(100) 내의 압력이 일정값이 되도록 컨트롤되고 있다.
- [0064] APC(103)에서는, 압력계(103b)가 항상 가스 분사 장치(100) 내의 압력을 계측하고 있다. 그리고, 당해 측정값이 일정해지도록, APC(103) 내의 자동 개폐 밸브(103b)가 미세 조정 개폐 제어되고 있다. 이에 의해, 가스 분사 장치(100) 내의 가스 유량 및 압력이 일정하게 제어되고 있다.
- [0065] 이와 같이, 가스 분사 장치(100)의 전단에, 밸브(102B)와 APC(103)를 설치함으로써, 성막 장치 내에 성막되는 막의 품질을 높일 수 있다.
- [0066] 또한, 가스 분사 장치(100)로부터, 양질의 빔 형상 가스를 분출시키기 위해서는, 가스 분사 셀부(23)를 크게 하는 것이 바람직하다. 또한, 가스 분사 셀부(23)에서, 정류화된 가스를 흘뜨리지 않고 분출시키기 위한 분출부(5)는, 가능한 한 작게 설계하는 것이 바람직하다.
- [0067] 상기한 바와 같이, 가스 분사 셀부(23)의 부채꼴 형상의 길이(Lx), 간극(do)의 부분에 있어서, 길이(Lx)를 충분히 길게 함으로써, 가스의 흐름은 일정 방향으로 정류화되고, 또한 가스 통과에 대응하여, 정류화된 가스가 가속된다. 따라서, 가스 분사 셀부(23)로부터는, 지향성을 갖는 빔 형상 가스(G2)를 분사시킬 수 있다. 따라서, 비가열, 가열 및 방전 가스의 성막 장치에의 가스 분사 장치(100)는, 고엑스펙트비인 홈을 갖는 피처리체에 있어서도, 상기 홈 내에 가스를 도달시켜, 균등하게 가스를 분사할 수 있고, 결과적으로 당해 홈 내에 균질한 막을 성막시킬 수 있다.
- [0068] 또한, 가스 분사 셀부(23)의 부채꼴 형상의 길이(Lx), 간극(do)의 부분에 있어서, 가스는 정류·가속되므로, 결과적으로 가스 분사 셀부(23)로부터는 고속의 가스(G2)를 분사할 수 있다. 따라서, 예를 들어 가스(G2)가, 수명이 짧은 라디칼 가스를 포함하는 가스인 경우에는, 단시간에 피처리체까지 가스를 도달시키는 것이 가능해지기 때문에, 고농도의 라디칼을 유지한 상태에서 피처리체에 대하여 라디칼 가스(G2)를 조사할 수 있다. 따라서, 피처리체 상에 고품질의 막을 성막하는 것이 가능해지고, 또한 성막 온도를 낮출 수도 있다.
- [0069] 가스 분사 셀부(23)를 부채꼴 형상(호각 <math>< 180^\circ</math>)으로 구성하고, 가스 통로인 간극(do)을 형성하며, 당해 간극(do) 내에 가스를 흘리면, 가스 분사 셀부(23) 내에서 가스는 정류(확산 속도 VD를 상쇄하는 방향의 속도가 생성됨)·가속(분사되는 가스(G2)의 가속화)된다. 따라서, 가스 분사 셀부(23)에서는, 상기 지향성이 있는 가스(G2)가 분사된다.
- [0070] 한편, 가스 분사 셀부(23)의 호각이 너무 크면, 간극(do)에서의 가스 충돌이 많이 발생하고, 간극(do) 내에서 라디칼 가스를 생성하는 경우에는, 라디칼 가스가 간극(do) 내에서 많이 소멸한다. 또한, 호각이 너무 크면, 가스 분사 셀부(23)의 점유 면적이 커지게 된다. 이러한 사항을 감안하면, 호각은 60° 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0071] 또한, 간극(do)의 폭(Δd)은, 3mm 이하이면 가스 분사 셀부(23)에서의 정류화는 충분히 달성할 수 있다. 단, 간극(do)의 폭(Δd)이 작을수록, 정류화를 보다 향상시킬 수 있고, 가스 분사 셀부(23)로부터 분사되는 가스(G2)의 가속화도 가능해진다.

- [0072] 또한, 상기와 같이, 가스 분사 셀부(23)의 부재 가스가 면하는 부분은, 라디칼 가스의 벽과의 충돌에 의한 소멸이 적은 사파이어 또는 석영으로 구성되고, 통로면은 요철이 적은 면으로 하는 것이 바람직하다.
- [0073] 이에 의해, 가스가 통과하는 벽면에 가스에 기인한 부식물 등이 생성되는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 가스 분사 셀부(23)로부터, 가스(G2) 이외에, 불순물이 출력되는 것을 방지해야 한다. 즉, 가스 분사 셀부(23)로부터 항상 고순도의 가스(G2)를 분출시킬 수 있다.
- [0074] <실시 형태 2>
- [0075] 본 실시 형태에서는 가스 분사 셀부(23)에 있어서, 가스(G1)를 가열시킴으로써, 가스(G1)를 라디칼 가스화시킨다. 그리고, 본 실시 형태에 따른 가스 분사 셀부(23)는 라디칼 가스(G2)를 분사한다. 도 4는 가열 가스를 분사하는, 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)의 구성을 도시하는 도면이다.
- [0076] 가열시켜 라디칼 가스(G2)를 생성하는 가스종으로서, 오존 가스가 있다(즉, 도 4에 있어서, 가스 공급부(101)로부터 가스 분사 장치(100)에 공급되는 가스(G1)는 오존 가스임).
- [0077] 일반적으로, 오존 발생기에서는, 유전체 배리어 방전을 이용하여 오존 가스를 발생시키고 있다. 최근에 있어서는 질소 가스를 포함하지 않고, 또한 400g/m³ 정도의 고농도 오존화 가스를 CVD 장치에 공급함으로써, 오존 가스를 이용한 산화막의 성막 기술이 이미 확립되어 있다.
- [0078] 이러한 성막 기술은, 예를 들어 CVD 장치 내를 감압 분위기이면서 가열 분위기로 한다. 그리고, 상기 CVD 장치로, 전구체 가스(예를 들어, TEOS(Tetraethyl orthosilicate) 등의 실리콘 유기 화합물)와 고농도 오존 가스를 교대로 공급하고, CVD 장치 내의 피처리체에 대하여 산화막이 성막된다.
- [0079] 여기서, 전구체 가스를 공급하는 공정에 있어서, 실리콘 유기 화합물로부터 Si 금속을 열 해리시키고, 또한 오존 가스를 공급하는 공정에 있어서, 오존 가스의 일부를 열 해리시킴으로써 산소 원자(산소 라디칼)를 생성시킨다. 상기 산소 라디칼은 산화력이 강하여, 열 해리시킨 Si 금속과의 산화 반응에서 피처리체 상에 SiO₂막이 성막된다.
- [0080] 본 실시 형태에 따른 가스 분사 셀부(23)는 오존 가스로부터 산소 라디칼 가스를 생성하고, 당해 산소 라디칼 가스를, 지향성을 갖는 빔 형상 가스(G2)로서 분출한다.
- [0081] 실시 형태 1에서 설명한 가스 분사 장치(100)와 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)는, 하기의 부재가 추가되어 있는 것 이외에는 동일한 구성이다.
- [0082] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에서는 부재홀 형상의 가스 분사 셀부(23)의 외측면에는, 히터(가열부)(51)가 환상으로 배치되어 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 도 4에 도시한 바와 같이, 가스 분사 장치(100)는 히터(51)를 가열하기 위한 전원(H1)을 갖고 있다.
- [0083] 히터(51)를 가열시킴으로써, 부재홀 형상의 가스 분사 셀부(23)를 수십℃ 내지 100℃ 정도까지 가열시키고, 결과적으로 가스 분사 셀부(23)에서의 간극(do) 내의 가스 공간을 수십℃ 내지 100℃까지 가열한다. 상기 가열 상태의 간극(do)에 오존 가스가 통과하면, 오존 가스는 열 해리되고, 산소 라디칼 가스가 생성되며, 산소 라디칼 가스로부터 산소 가스로 복귀되는 수명까지 단시간에 피처리체에 산소 라디칼 가스를 포함한 가스(G2)를 분사시킨다.
- [0084] 가스 공급부(101)로부터 공급된 고농도의 오존 가스(G1)는, 가스 분산 공급부(99) 내에 균등하게 분산된 후, 부재홀 형상의 가스 간극(do), 가스 공간폭(W0)의 직사각형 단면의 가스 공간에 입력된다. 그리고, 수십℃ 내지 100℃ 정도까지 가열되어 있는 간극(do)의 가스 공간에서, 오존 가스(G1)는 전반한다. 간극(do) 내를 전반 중인 오존 가스는 부분적으로 열 해리된다. 즉, 가열되고 있는 간극(do) 내에서, 오존 가스가 열 해리됨으로써 산소 라디칼 가스가 다량으로 생성된다. 상기 산소 라디칼 가스는 분출부(5) 내에 공급된다. 그리고, 분출 구멍(102)을 통해, 산소 라디칼 가스(G2)는 피처리체를 향해 분사된다. 여기서, 실시 형태 1에서도 설명한 바와 같이, 분출 구멍(102)으로부터는, 지향성을 갖는 빔 형상의 산소 라디칼 가스(G2)가 분출된다.
- [0085] 또한, 상기 설명에서는, 분출 구멍(102)이 하나인 구성을 예로 들어 설명했지만, 복수개의 분출 구멍(102)을 가져도 된다(실시 형태 1도 동일함).
- [0086] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 가스 분사 셀부(23)의 외측에, 가열을 행하는 히터(51)가 배치되어 있다.
- [0087] 이와 같이, 좁은 간극(do)의 가스 공간을 히터(51)로 직접 가열할 수 있으므로, 보다 저온(수십℃ 내지 100℃

정도)에서 오존 가스를 효율적으로 열 해리시킬 수 있고, 또한 해리된 산소 라디칼 가스를 가스 분사 셀부(23)에 의해 단시간에 분출시킬 수 있다. 그리고, 분출된 산소 라디칼 가스를 포함한 분출 가스(G2)는 지향성을 갖는 빔으로서, 피처리체에 조사시킬 수 있다.

- [0088] 또한, 분출 가스(G1)로서, 오존 가스 대신에 질소 화합물 가스나 수소 화합물 가스를 채용해도 된다. 이들의 경우는, 가열 상태의 간극(do) 내에서 열 해리에 의해 질소 라디칼 가스나 수소 라디칼 가스가 생성된다. 가스 분사 셀부(23)부터 피처리체에, 질소 라디칼 가스(G2)가 조사되면, 질화막이 성막되고, 수소 라디칼 가스(G2)가 조사되면, 수소 환원막(수소 결합을 촉진시킨 금속막)이 성막된다.
- [0089] 또한, 도 4에 도시하는 가스 분사 셀부(1)의 간극(do) 내에, 가스(G1)로서 전구체 가스를 입력시켜도 된다. 이 경우에는, 가열된 전구체 가스가, 가스 분사 셀부(23)로부터 빔 형상으로 분출된다.
- [0090] 또한, 본 실시 형태에 있어서도 실시 형태 1과 동일하게, 가스 분사 장치(100)의 전단에는 밸브(102B)와 APC(103)가 배치되어 있다.
- [0091] <실시 형태 3>
- [0092] 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)에서는, 가스 분사 셀부(23)의 가스 간극(do)에 있어서 유전체 배리어 방전을 발생시키고, 당해 유전체 배리어 방전을 이용하여, 양질의 라디칼 가스를 생성한다. 그리고, 본 실시 형태에 따른 가스 분사 셀부(23)는 지향성을 갖는 빔 형상의 고속도 라디칼 가스를 분출한다. 도 5는 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)의 구성을 도시하는 도면이다.
- [0093] 실시 형태 1에서 설명한 가스 분사 장치(100)와 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)는, 하기의 부재가 추가되어 있는 것 이외에는 동일한 구성이다.
- [0094] 전극면에 고전압의 교류 전압을 인가하여, 유전체 배리어 방전을 발생시키고, 당해 유전체 배리어 방전 이용하여 가스를 해리시키며, 라디칼 가스를 생성하는 것은 잘 알려져 있다. 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)는, 유전체 배리어 방전에 의해 생성되는, 매우 고에너지를 가진 양질의 라디칼 가스를 취출할 수 있는 효과적인 수단으로서 이용할 수 있다.
- [0095] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 가스 분사 셀부(23)에서는, 평판 형상이며, 또한 부채꼴 형상의 두 개의 평판(2, 3)을 갖는다. 그리고, 평판(2)에는, 제1 전극(61)이 밀착하도록 배치되고, 평판(3)에는, 제2 전극이 밀착하도록 배치된다(제2 전극은 평판(3) 뒤에 존재하므로, 도 5에서는 도시되지 않음). 그리고, 제1 전극(51)에는 급전판(610)이 배치되고, 제2 전극에는 급전판(620)이 배치된다.
- [0096] 본 실시 형태에 따른 가스 분사 셀부(23)는 유전체이며, 예를 들어 사파이어 또는 석영으로 일체 형성되고, 가스 분사 셀부(23) 내는 밀폐된 공간으로 구성되어 있다. 그로 인해, 가스 분사 셀부(23) 내의 가스 압력은 저압력 상태이더라도, 가스 분사 셀부(23) 밖에 설치된 제1 전극부(61), 제2 전극부가 설치되는 장소는 대기압이기 때문에, 제1 전극부(61)의 고전압 인가에 의한 절연 대책은 대기압으로 설계할 수 있는 장점이 발생한다.
- [0097] 또한, 본 실시 형태에서는 도 5에 도시한 바와 같이, 가스 분사 장치(100)는, 급전판(610, 620)을 통해 제1 전극부(61)와 제2 전극부의 사이에 교류 전압을 인가하기 위한 교류 전원(9)을 갖고 있다. 여기서, 제1 전극부(61)는 고전위(HV)측이며, 제2 전극부는 저전위(접지 전위)(LV)측이다.
- [0098] 교류 전원(9)에 의해, 급전판(610), (620)을 통해 제1 전극부(61)와 제2 전극부의 사이에 고전압의 교류 전압을 인가한다. 그러자, 가스 분사 셀부(23) 내에 형성된 가스 간극(do)(방전 공간이라고 설명할 수 있음) 내에서, 유전체 배리어 방전이 발생한다. 상기 유전체 배리어 방전이 발생하고 있는 간극(do)에 가스가 통과하면, 가스는 전리되고, 매우 고에너지를 가진 양질의 라디칼 가스가 생성된다. 여기서, 본 실시 형태에서 간극(do)은 고전계이며, 저온이다.
- [0099] 가스 공급부(101)로부터 공급된 가스(G1)(예를 들어, 질소 가스)는, 가스 분사 공급부(99) 내에 균등하게 분산된 후, 가스 분사 셀부(23)의 간극(do)에 입력된다. 그리고, 유전체 배리어 방전이 발생하고 있는 간극(do) 내에서, 질소 가스(G1)는 전반한다. 유전체 배리어 방전에 의해, 간극(do) 내에서 전반 중인 질소 가스로부터, 질소 라디칼 가스가 생성된다. 상기 질소 라디칼 가스는 분출부(5) 내에 공급된다. 그리고, 분출 구멍(102)을 통해, 질소 라디칼 가스(G2)는 피처리체를 향해 분사된다. 여기서, 실시 형태 1에서도 설명한 바와 같이, 분출 구멍(102)으로부터는, 지향성을 갖는 빔 형상의 고속도를 갖는 질소 라디칼 가스(G2)가 분출한다.
- [0100] 또한, 상기 설명에서는, 분출 구멍(102)이 하나인 구성을 예로 들어 설명했지만, 복수개의 분출 구멍(102)을 갖

고 있어도 된다.

- [0101] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는 가스 분사 셀부(23)의 양쪽 주면에는, 두개의 전극부(61)가 배치되어 있다.
- [0102] 따라서, 유전체인 가스 분사 셀부(23)를 통해 가스 간극(do) 내에 교류 전압을 인가하면, 가스 간극(do)에 있어서 유전체 배리어 방전을 발생시킬 수 있다. 따라서, 상기 간극(do) 내에 가스(G1)를 공급시키면, 당해 간극(do) 내에서 라디칼 가스(G2)를 생성할 수 있다. 가스 분사 셀부(23)로부터는, 지향성을 갖는 빔 형상 라디칼 가스(G2)가 출력된다. 여기서, 실시 형태 1에서도 설명한 바와 같이, 간극(do) 내에서 전반하는 가스는 정류·가속된다. 따라서, 가스 분사 셀부(23)로부터는, 고속의 빔화된 라디칼 가스(G2)가 출력된다. 따라서, 라디칼 가스(G2)가 피쳐리체에 도달할 때까지의 시간은 단축화되고, 고농도를 유지한 상태에서 라디칼 가스(G2)는 피쳐리체에 조사된다.
- [0103] 여기서, 유전체 배리어 방전에 의해 발생한 방전 열을 제거하기 위해서, 도시를 생략하였지만, 급전판(610, 620) 내에 냉매가 순환하는 유로를 설치해도 된다. 당해 유로 내에 물 등의 냉매를 순환시킴으로써, 냉각된 급전판(610, 620)을 통해 두개의 전극(61), 및 가스 분사 셀부(23) 내를 냉각시킬 수 있다. 당해 냉각된 가스 간극(do)의 방전 공간 내에서는, 보다 양질의 라디칼 가스가 생성된다.
- [0104] 유전체 배리어 방전을 이용하여 양질의 라디칼 가스를 생성하기 위해서, 가스 간극(do)에서의 플라즈마 상태를 고전계로 할 필요가 있다. 고전계 플라즈마 상태를 실현하기 위해서는, $P \cdot d$ (kPa·cm)적(積)을, 소정값 이하의 조건으로 할 것이 요구된다. 여기서, P는 간극(do) 내의 가스 압력(당해 가스 압력 P1로 파악할 수 있음)이며, 또한 d는 간극(do)의 폭(상기 Δd 로 파악할 수 있음)이다.
- [0105] 라디칼 가스의 경우에 있어서, $P \cdot d$ 적이 동일한 값일 때, 대기압+짧은 갭 길이(폭(Δd)이 작음)의 조건(전자의 경우라고 함)과, 감압+긴 갭 길이(폭(Δd)이 큼)의 조건(후자의 경우라고 함)의 경우는, 후자의 경우쪽이 하기의 점에서 유익하다. 즉, 후자의 경우쪽이, 간극(do) 내를 흐르는 가스 유속이 높아지고, 또한 갭 길이(방전면의 벽)가 넓어져, 라디칼 가스의 벽에의 충돌량에 의한 손실이 억제된다(즉, 발생한 라디칼 가스양(라디칼 가스 농도)의 분해를 억제할 수 있음).
- [0106] 이상으로부터, 유전체 배리어 방전을 안정적으로 구동할 수 있고, 양호한 라디칼 가스가 얻어진다는 관점에서, 가스 분사 셀부(23)는 이하의 조건을 만족시키는 것이 바람직하다는 것을, 발명자들은 알아내었다.
- [0107] 즉, 가스 분사 장치(100) 내에서, 가스 압력 P1을 약 10kPa 내지 30kPa 정도로 설정하고, 간극(do) 내의 폭(Δd)을 약 0.3 내지 3mm로 설정함으로써, $P \cdot d$ 적값을, 약 0.3 내지 9(kPa·cm)로 하는 것이 바람직하다. 가스 압력 P1 및 폭(Δd)을 상기 값의 범위로 설정함으로써, 유전체 배리어 방전의 전계 강도를 높일 수 있고, 양질의 라디칼 가스를 생성할 수 있다.
- [0108] 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 실시 형태 1과 동일하게, 가스 분사 장치(100)의 전단에는, 밸브(102B)와 APC(103)가 배치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 가스 분사 장치(100)의 가스 압력이 소정 범위 밖이 되면, 유전체 배리어 방전을 할 수 없게 되거나, 이상 방전이 발생하거나 한다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 당해 관점에 있어서도, 밸브(102B) 및 APC(103)를 배치하고, 가스 분사 장치(100) 내의 압력을 일정 시간 유지하는 것은 중요하다. 또한, APC(103)에 있어서, 가스 분사 장치(100) 내의 압력 이상을 감지한 경우에는, APC(103)로부터의 전기 신호에 의해, 방전용 전원(9)을 즉시 정지시키는 구성을 채용해도 된다.
- [0109] 또한, 상기에서는 일례로서, 가스(G1)로서 질소 가스를 채용하는 경우에 대하여 언급하였다. 그러나, 질소 가스 대신 질소 화합물 가스를 채용해도 된다. 또한, 가스 분사 셀부(23)의 간극(do) 내에 공급되는 가스(G1)로서, 산소 화합물 가스(산소 가스나 오존을 포함함)나 수소 화합물 가스(수소 가스를 포함함) 등을 채용해도 된다. 이 경우에는, 간극(do) 내에서는 전리에 의해, 산소 화합물 가스로부터 산소 라디칼 가스가 생성되고, 수소 화합물 가스로부터 수소 라디칼 가스가 생성된다.
- [0110] 특히, 가스 분사 장치(100)에 산소 가스를 공급하는 경우에 있어서는, 공급하는 산소 가스에, 미량의 질소 가스 또는 질소 산화물 가스(수십ppm 내지 수만ppm)를 첨가한다. 유전체 배리어 방전을 행하면, 생성된 질소 산화물의 촉매 작용으로, 산소 라디칼 가스의 생성량을 비약적으로 많게 할 수 있다. 결과적으로, 산화막의 성막 품질 향상이나 성막 레이트를 높이는 것에 기여할 수 있다.
- [0111] 공급하는 산소 가스에 미량의 질소 가스 또는 질소 산화물 가스 첨가했을 경우, 첨가한 질소 가스 또는 질소 산화물 가스가, 방전에 의해 질산 가스도 생성된다. 성막 장치(200) 내에서, 생성된 질산 가스가 장치(200) 내의 금속 부품과 접촉하면, 금속 오염물이 발생한다. 따라서, 금속 오염물 발생 억제의 관점에서, 산소 가스에 첨

가하는 질소량은, 특히 1000ppm 이하로 하는 것이 바람직하다.

- [0112] 가스 분사 셀부(23)로부터 피처리체에 산소 라디칼 가스(G2)가 조사되면, 산화막이 성막되고, 수소 라디칼 가스(G2)가 조사되면, 수소 환원막(수소 결합을 촉진시킨 금속막)이 성막된다.
- [0113] <실시 형태 4>
- [0114] 본 실시 형태에서는, 실시 형태 1에서 설명한 가스 분사 셀부(23)가 가스 분사 장치(100)에서 복수개 배치되어 있다.
- [0115] 도 6은 복수개의 가스 분사 셀부(23)를 갖는 가스 분사 장치(100)와 처리 챔버(성막 장치)(200)로 구성된 리모트 플라즈마형 성막 처리 시스템의 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다. 도 6에 나타내는 가스 분사 장치(100)에서는, 각 분출 구멍(102)을 통해 성막 장치(200) 내에 가스(G2)가 분출된다.
- [0116] 도 6에 도시한 바와 같이, 하나의 가스 분산 공급부(99)와 하나의 성막 장치(200)의 사이에, 실시 형태 1에서 설명한 가스 분사 셀부(23)가 복수개 배치되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 가스 분사 장치(100)의 외측은 대기압이다. 또한, 가스 분사 셀부(23)의 수 이외에는, 실시 형태 1과 도 6의 구성과 동일하다.
- [0117] 도 7은 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)의 다른 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다. 도 7에 나타내는 가스 분사 장치(100)에서는, 각 분출 구멍(102)을 통해 성막 장치(200) 내에 가스(G2)가 분출된다.
- [0118] 도 7에 도시한 바와 같이, 하나의 가스 분산 공급부(99)와 하나의 성막 장치(200)의 사이에, 실시 형태 2에서 설명한 가스 분사 셀부(23)가 복수개 배치되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 가스 분사 장치(100)의 외측은 대기압이다. 또한, 가스 분사 셀부(23)의 수 이외에는, 실시 형태 2와 도 7의 구성은 동일하다.
- [0119] 도 8은 본 실시 형태에 따른 가스 분사 장치(100)의 다른 구성을 모식적으로 도시한 사시도이다. 도 8에 나타내는 가스 분사 장치(100)에서는, 각 분출 구멍(102)을 통해 성막 장치(200) 내에 가스(G2)가 분출된다.
- [0120] 도 8에 도시한 바와 같이, 하나의 가스 분산 공급부(99)와 하나의 성막 장치(200)의 사이에, 실시 형태 3에서 설명한 가스 분사 셀부(23)가 복수개 배치되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 가스 분사 장치(100)의 외측은 대기압이다. 또한, 가스 분사 셀부(23)의 수 이외에는, 실시 형태 3과 도 8의 구성은 동일하다.
- [0121] 통상, 성막 장치(200)에 있어서는, 전구체를 공급하는 부분과, 산화막이나 질화막과 같이 요구되는 막종에 대응한 가스를 공급하는 부분을 갖고 있다. 그래서, 하나의 성막 장치(200)에 대하여, 전구체를 공급하는 부분에 상당하는 제1 비가열의 가스 분사 장치(100)(도 6의 가스 분사 장치(100))와, 산화막이나 질화막과 같이 요구되는 막종에 대응한 가스를 공급하는 부분에 상당하는 제2 가열 가스 또는 방전 가스의 가스 분사 장치(100)(도 7 또는 도 8의 가스 분사 장치(100))가 조합해서 접속되어도 된다. 여기서, 제1 비가열의 가스 분사 장치(100) 내에는, 전구체 가스를 분사하는 복수개의 가스 분사 셀부(23)가 배치되어 있다. 또한, 제2 비가열, 가열 및 방전 가스의 가스 분사 장치(100) 내에는, 라디칼 가스를 분사하는, 복수개의 가스 분사 셀부(23)가 배치되어 있다.
- [0122] 리모트 플라즈마형 성막 처리 시스템의 구성으로서, 성막 장치(200) 내에 피처리체를 1장 설치한 낱장형, 피처리체를 복수개 설치한 배치형이 있다. 성막 장치(200)에 전구체 가스를 투입할 때, 도 6에 나타낸 복수개의 가스 분사 셀부(23)를 통해 공급하고, 질화나 산화재로서의 활성화 가스의 원료 가스를 투입할 때, 도 7 및 도 8에 나타낸 복수개의 가스 분사 셀부(23)를 통해 공급한다. 이에 의해, 피처리체인 기능 소자를 다층에 걸쳐 형성시킨 삼차원 기능 소자(3D 소자)의 표면에, 질화 또는 산화막을 균일하게 성막할 수 있다.
- [0123] 도 6, 도 7 및 도 8에 있어서, 복수개의 가스 분사 셀부(23)는 균등하게 배열되어 있고, 가스 분산 공급부(99) 내에서 균등하게 분산된 가스는, 각 가스 분사 셀부(23)에 대하여 균등하게 유입된다.
- [0124] <실시 형태 5>
- [0125] 본 실시 형태에서는, 도 9에 도시한 바와 같이, 가스 분사 장치(100)는 동축형의 빨체 형상의 2개의 부재를, 가스의 간극(d0)이 마련되도록 배치한, 빨체 형상의 가스 분사 셀부(23)를 갖는다. 빨체 형상의 가스 분사 셀부(23)의 정점부로부터 가스(G2)를 분출하도록 하면, 동등한 빔 형상 가스를 분출할 수 있어, 양질의 성막을 실현할 수 있다.

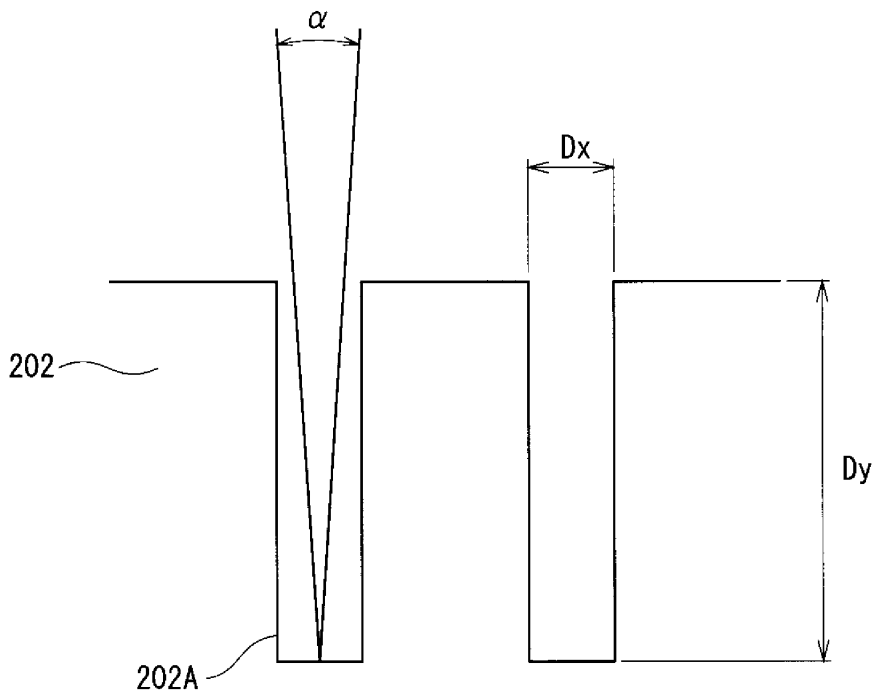
부호의 설명

[0126]

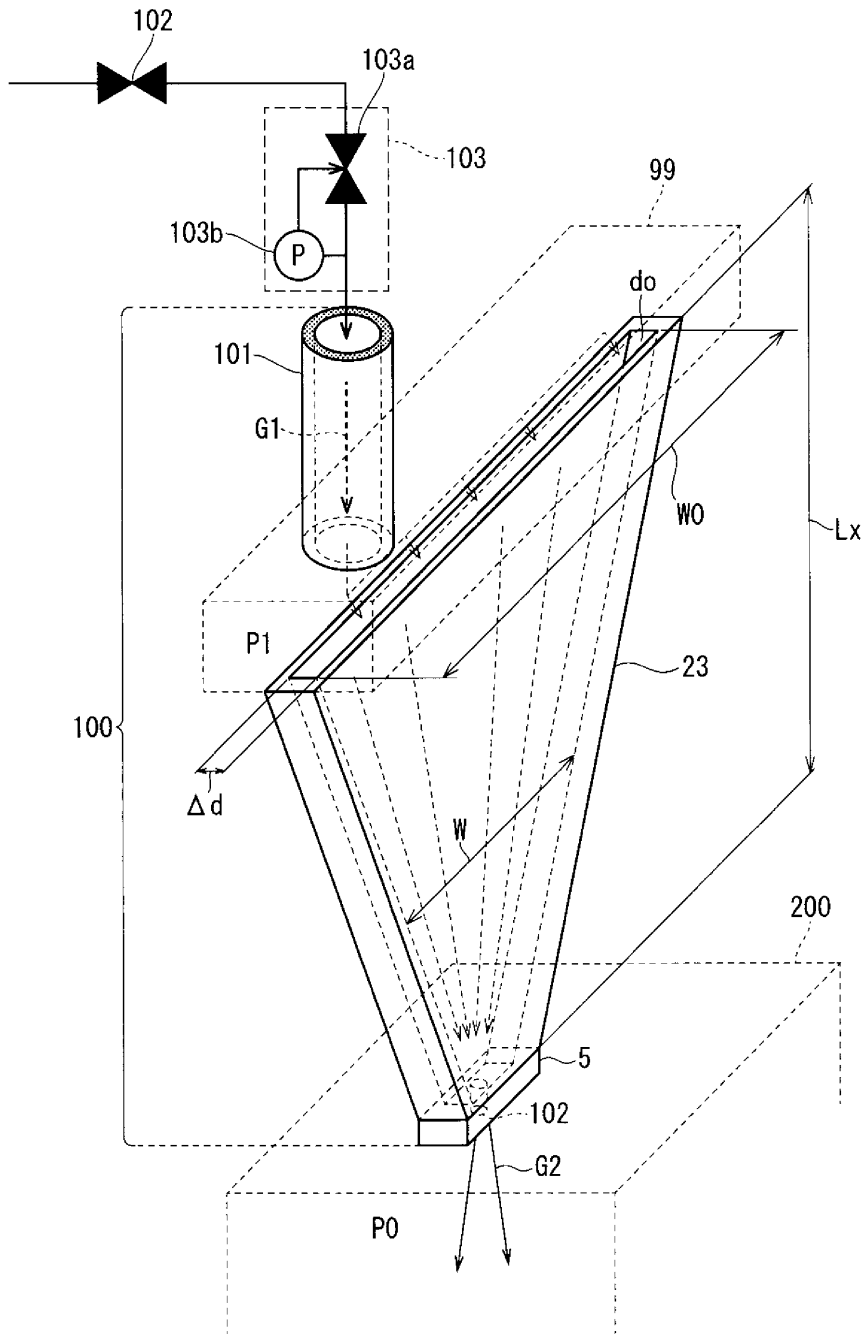
- 23 가스 분사 셀부
- 5 분출부
- 9 교류 전원
- 51 히터
- 61 제1 전극부
- 610 제1 전극부의 급전부
- 620 제2 전극부의 급전부
- 100 가스 분사 장치
- 101 가스 공급부
- 102 분출 구멍
- 200 성막 장치(처리 챔버)
- d0 간극
- G1 (가스 분사 셀부(23)에 공급되는) 가스
- G2 (가스 분사 셀부(23)로부터 출력되는) 가스
- H1 히터 전원
- P0 (성막 장치(200) 내의) 가스 압력
- P1 (가스 분사 장치(100) 내의) 가스 압력

도면

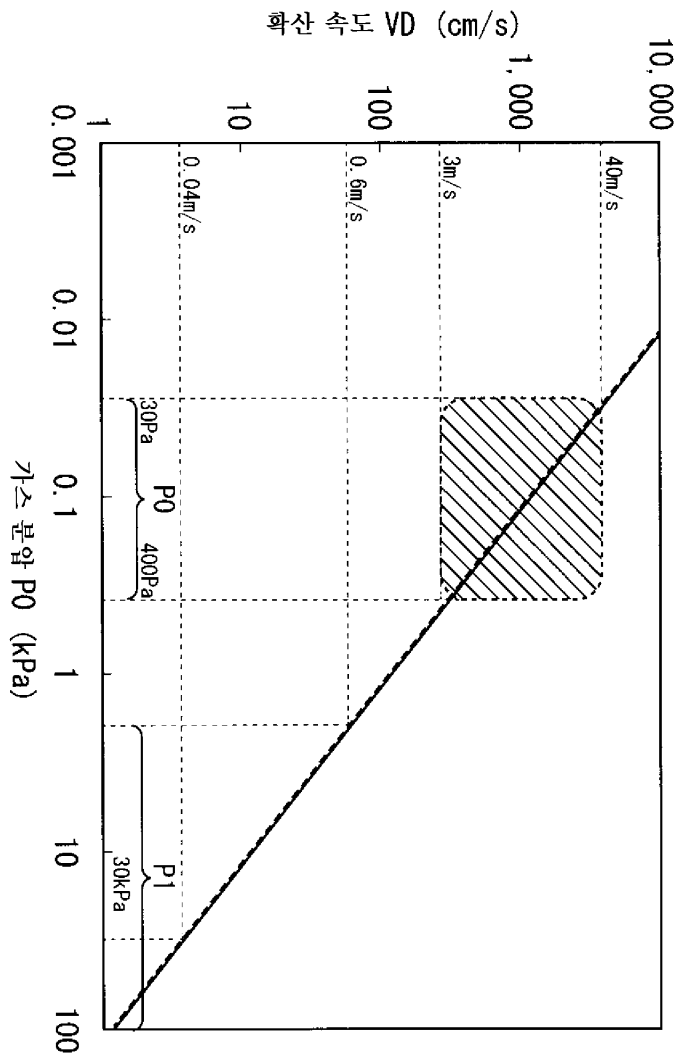
도면1



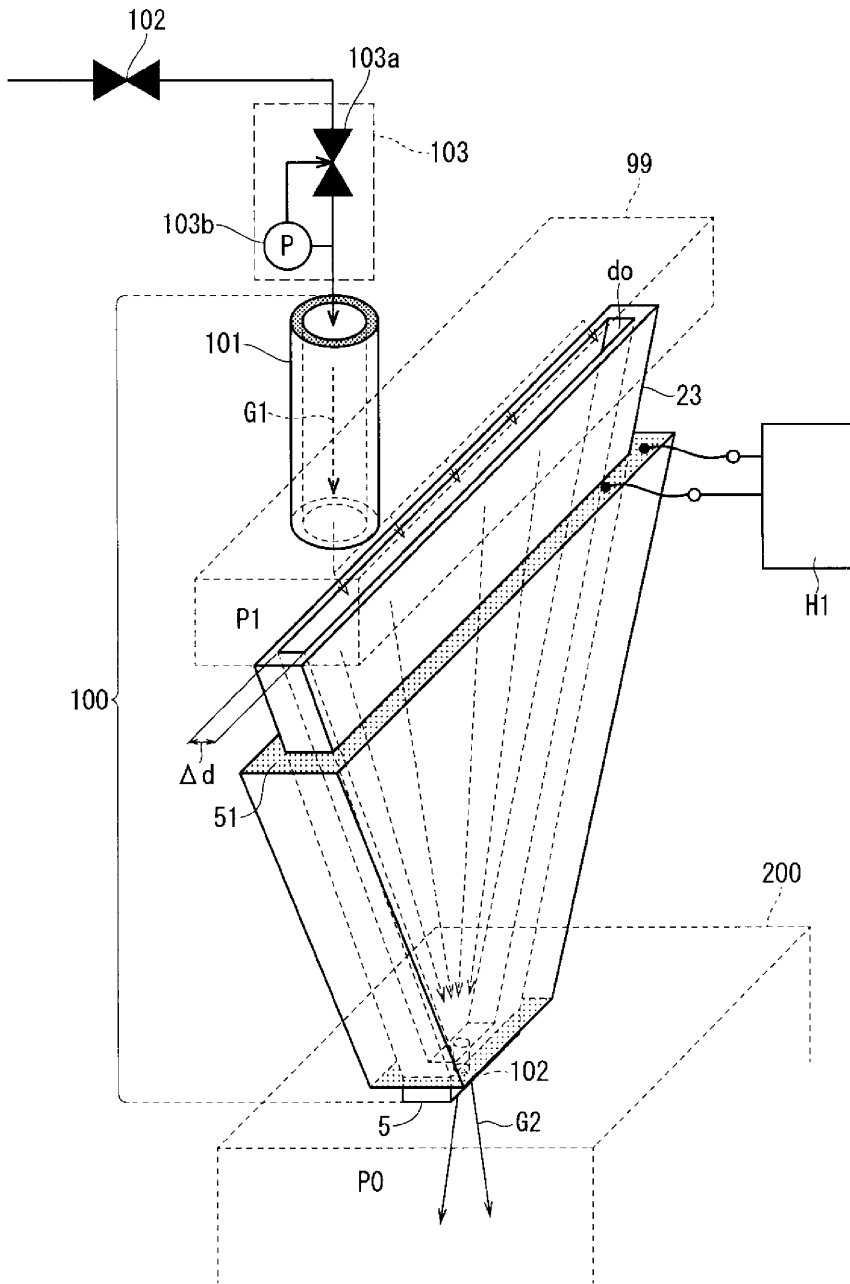
도면2



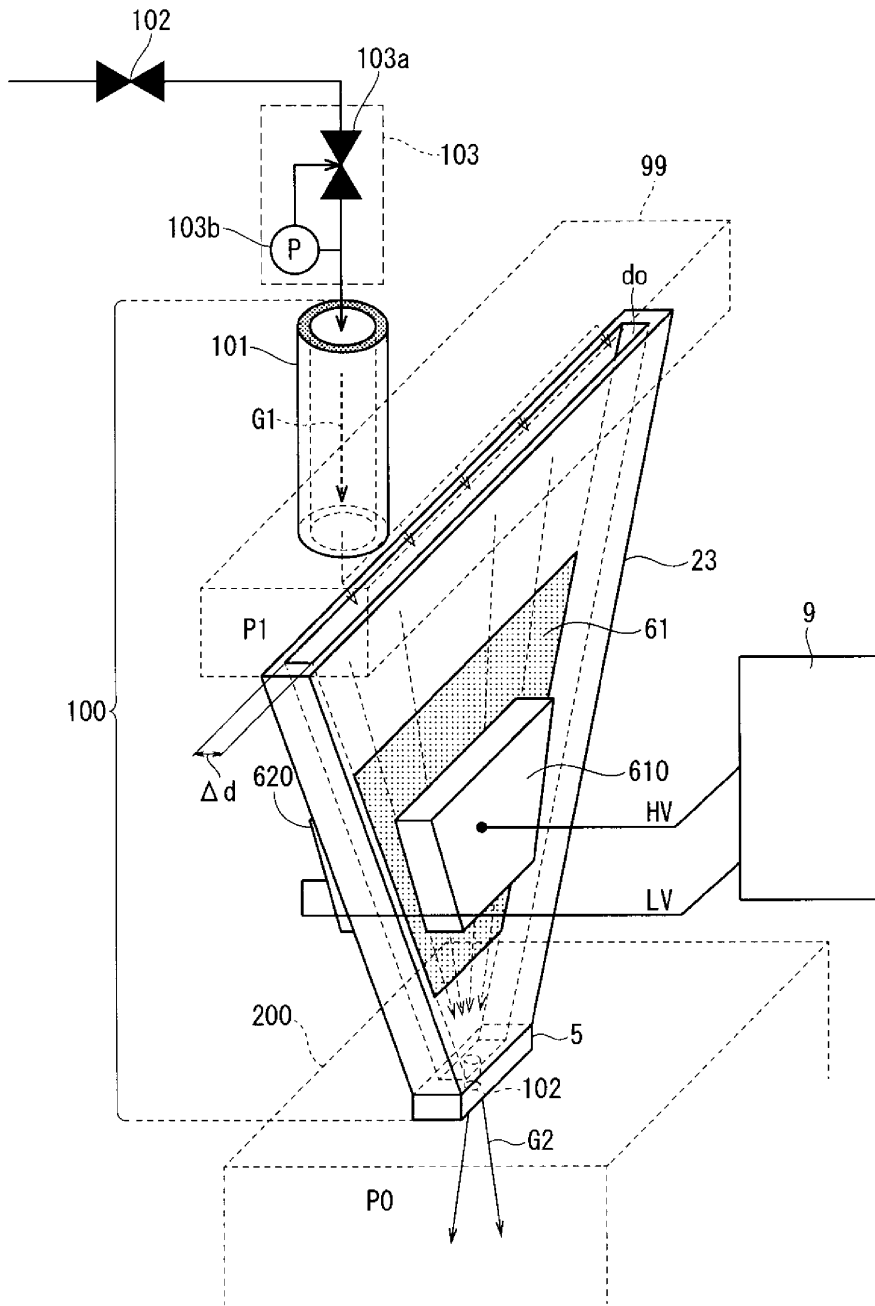
도면3



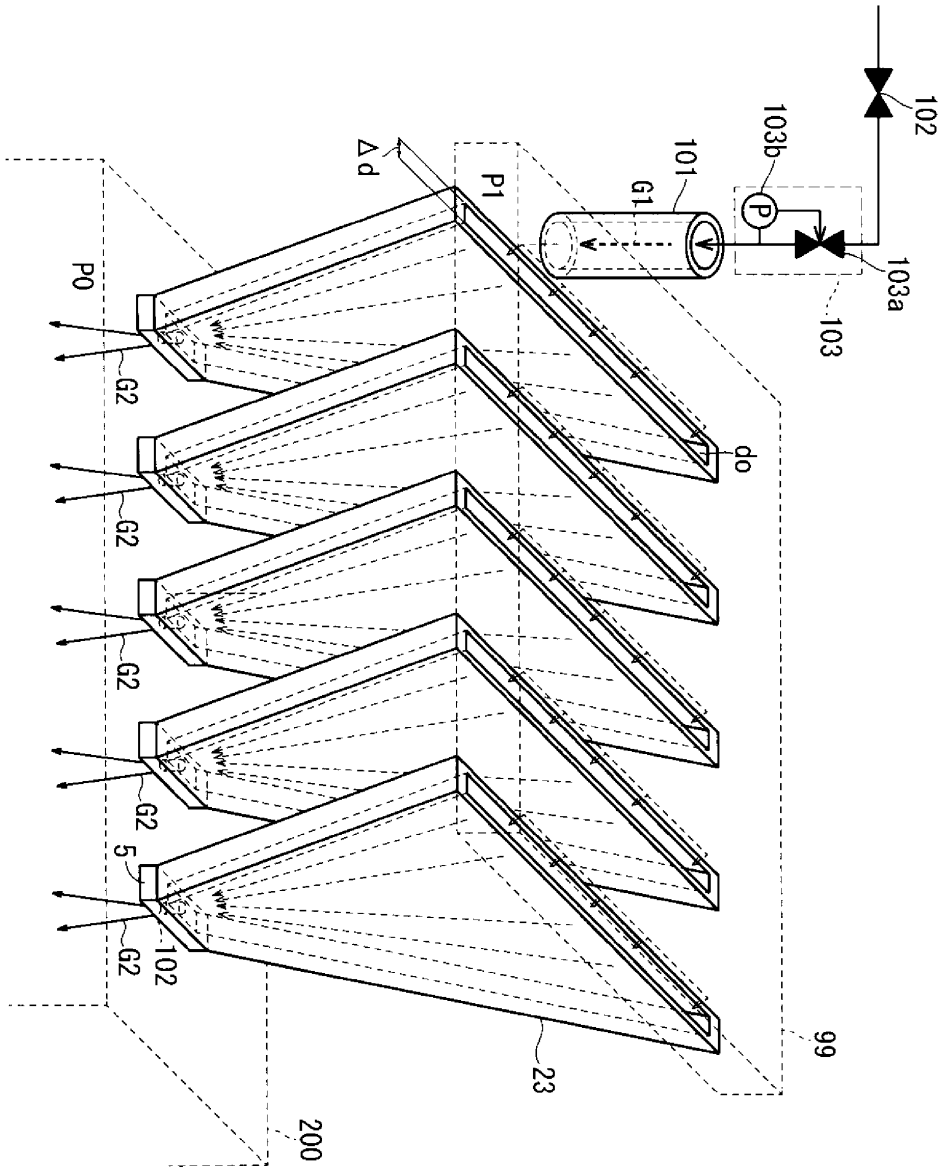
도면4



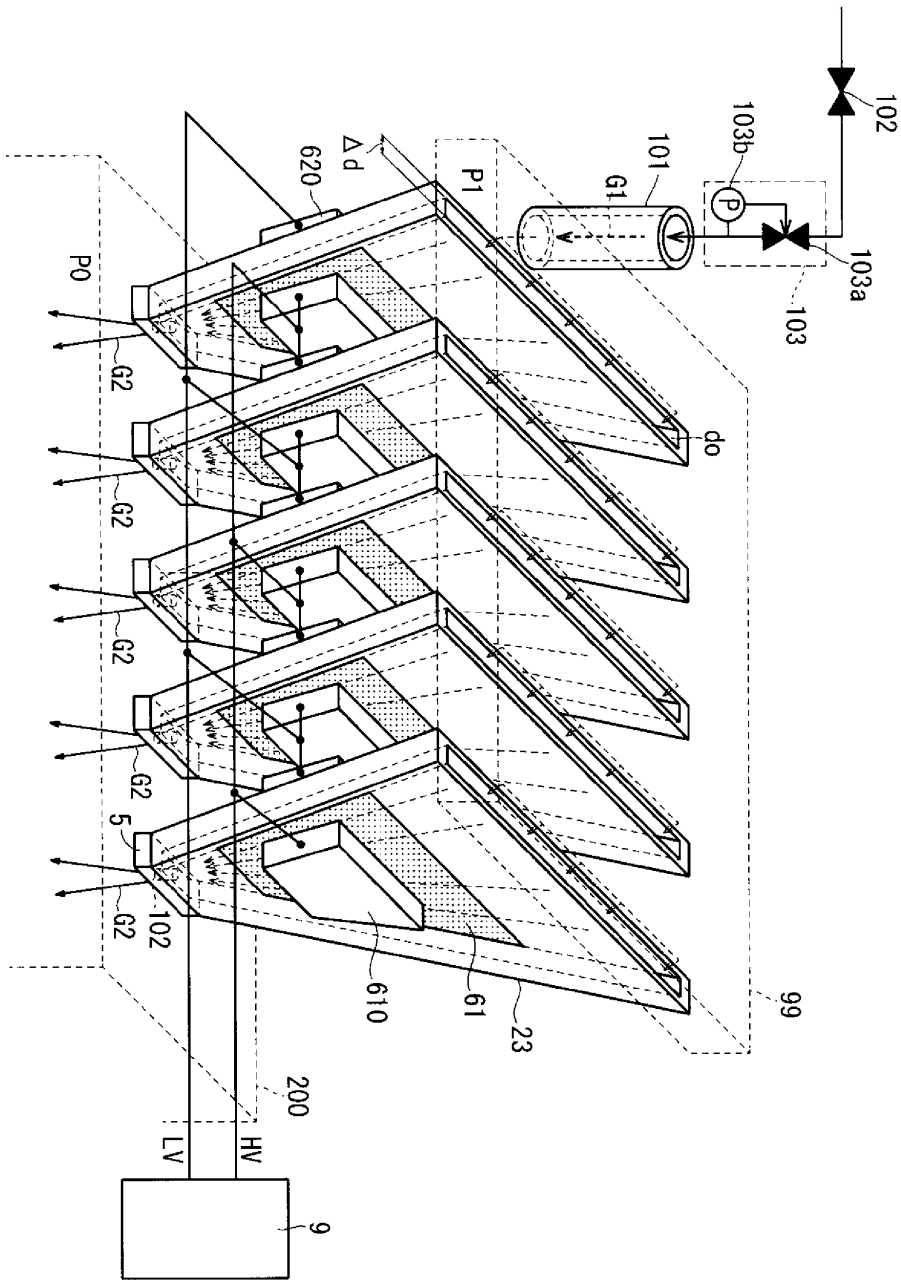
도면5



도면6



도면8



도면9

