



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월20일

(11) 등록번호 10-1839776

(24) 등록일자 2018년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05H 1/34 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0014327

(22) 출원일자 2011년02월18일

심사청구일자 2016년02월12일

(65) 공개번호 10-2012-0094980

(43) 공개일자 2012년08월28일

(56) 선행기술조사문현

JP2010238980 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자

삼성디스플레이 주식회사

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

(72) 발명자

후카사와, 타카유키

경기도 수원시 영통구 청명북로 81, 청명마을 주
공아파트 411동 1001호 (영통동)

(74) 대리인

박영우

심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리장치

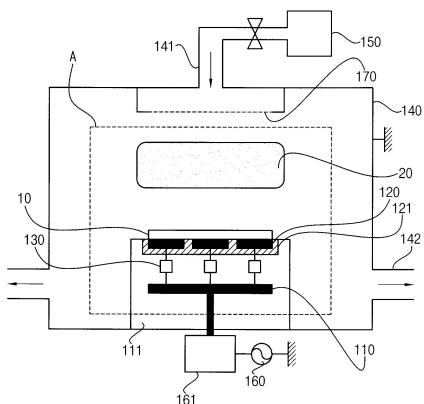
(57) 요 약

본 발명의 플라즈마 처리장치는 챔버, 상기 챔버 내로 필요한 가스를 공급하는 가스공급부, 고주파전력이 인가되는 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 형성되어 상기 제1 전극과 전기적으로 연결되는 콘덴서부 및 상기 콘덴서부 상에 형성되어 상기 콘덴서부와 전기적으로 연결되는 복수의 제2전극들을 포함한다.

따라서 대형 기판에 에칭, 스퍼터링 또는 화학기상증착 등의 플라즈마 처리를 하는 경우에도 기판 전체에 걸쳐 균일한 처리가 가능하게 된다.

대 표 도 - 도1

1000



(56) 선행기술조사문현

JP2007535789 A*

JP2006331740 A*

JP2001140085 A*

JP2002359232 A*

JP2007273596 A*

JP2010238730 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

챔버;

상기 챔버 내로 필요한 가스를 공급하는 가스공급부;

상기 챔버 내에 배치되어 고주파 전원으로 발생하는 고주파전력이 인가되는 제1 전극;

상기 고주파 전원 및 상기 제1 전극 사이에 연결되어 상기 제1 전극으로 상기 고주파전력을 공급하는 공급 전극;

상기 제1 전극 상에 형성되어 상기 제1 전극과 전기적으로 연결되는 콘덴서부; 및

상기 콘덴서부 상에 형성되어 상기 콘덴서부와 전기적으로 연결되는 복수의 제2 전극들을 포함하고,

상기 제1 전극 및 상기 공급 전극이 이동하여 상기 제1 전극 및 상기제2 전극 사이의 거리가 조절되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 콘덴서부는 복수의 정격 콘덴서들을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 콘덴서부는 상기 챔버 외부에서 조절이 가능한 복수의 가변 콘덴서들을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 가변 콘덴서들 각각은 진공 콘덴서를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 콘덴서부는 세라믹을 포함하고, 상기 세라믹은 플라즈마 밀도의 보정을 위하여 위치에 따라 각각 다른 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 세라믹은 유입되는 가스가 이동할 수 있는 다공들이 형성된 다공질 세라믹을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 전극을 관통하는 가스도입부를 더 포함하고,

상기 가스도입부에 의해 공급된 가스가 상기 다공질 세라믹을 통하여 확산되고, 대상 기판상에 플라즈마 화학기

상증착을 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2 전극들은 가스홀을 더 포함하고, 별집 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 처리장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 대형 기관용 플라즈마 처리장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 액정표시패널이나 태양전지패널은 저렴한 비용으로 대량생산하기 위하여 한번에 많은 패널을 생산하는 방법을 채택한다. 액정표시패널이나 태양전지패널은 개별적인 크기는 수십 센티미터의 규격을 가지지만, 이것을 한번에 제조하기 위하여 제조 공정에서는 하나의 큰 패널을 제조한 후에 여러 개의 패널로 나누는 순서로 제조된다. 최근에는 제조 공정에서 사용되는 하나의 단위 패널의 한 변이 적어도 3 m 이상인 패널이 제조되고 있다.

[0003] 이러한 대형 패널의 제조에서는 기존의 반도체의 제조공정과 마찬가지로, 플라즈마를 이용한 다양한 공정이 포함된다. 플라즈마를 이용하는 공정으로는 에칭, 화학기상증착(Chemical Vapor Deposition : CVD), 스퍼터링

(Sputtering) 등이 있다. 하지만, 액정표시패널이나 태양전지패널에서는 플라즈마 공정을 대형 패널에 적용하는 경우 비교적 작은 크기로 제조되는 반도체와는 달리 다양한 문제가 발생할 수 있다.

[0004] 패널의 제조에 사용될 수 있는 플라즈마 처리장치는 유도결합플라즈마(Inductively Coupled Plasma : ICP)와 2주파 중첩의 평행 평판 플라즈마(Capacitively Coupled Plasma : CCP)가 주로 채용되고 있다. 그러나 균일한 플라즈마의 생성이 어렵고, 비용이 많이 드는 이유로, 유도 결합 플라즈마의 경우 2 m 이상의 크기를 가지는 패널에는 사용되지 않는다. 평행평판 플라즈마의 경우는 장치가 단순하고, 균일한 플라즈마의 형성이 상대적으로 용이하기 때문에, 현재는 한 변이 2 m 이상인 패널의 제조에 사용되어 왔다. 하지만, 제조 장치가 점점 더 커짐에 따라 3 m 이상의 크기를 가지는 패널을 제조하는 경우, 평행 평판 플라즈마에서도 플라즈마 밀도가 불균일하게 되어, 이에 따라 제조되는 패널의 플라즈마 처리가 불균일하게 일어나는 불량이 발생되어, 심각한 문제가 되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로, 본 발명의 목적은 대형 기판을 처리할 수 있는 플라즈마 처리장치를 제공하는 데에 본 발명의 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 의한 플라즈마 처리장치는 챔버, 상기 챔버 내로 필요한 가스를 공급하는 가스공급부, 상기 챔버 내에 배치되어 고주파전력이 인가되는 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 형성되어 상기 제1 전극과 전기적으로 연결되는 콘덴서부 및 상기 콘덴서부 상에 형성되어 상기 콘덴서부와 전기적으로 연결되는 복수의 제2 전극들을 포함한다.

[0007] 일 실시예에 있어서, 상기 콘덴서부는 복수의 정격 콘덴서들을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0008] 일 실시예에 있어서, 상기 콘덴서부는 상기 챔버 외부에서 조절이 가능한 복수의 가변 콘덴서들을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 있어서, 상기 가변 콘덴서들 각각은 진공 콘덴서를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 있어서, 상기 콘덴서부는 세라믹을 포함하고, 상기 세라믹은 플라즈마 밀도의 보정을 위하여 위치에 따라 각각 다른 두께를 가지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 있어서, 상기 세라믹은 유입되는 가스가 이동할 수 있는 다공들이 형성된 다공질 세라믹을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 전극을 관통하는 가스도입부를 더 포함하고, 상기 가스도입부에 의해 공급된 가스가 상기 다공질 세라믹을 통하여 확산되고, 대상 기판상에 플라즈마 화학기상증착을 할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 전극들은 가스홀을 더 포함하고, 별집 구조로 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 상기한 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 의한 플라즈마 처리장치는 챔버, 상기 챔버 내로 필요한 가스를 공급하는 가스공급부, 상기 챔버 내에 배치되고 고주파전력이 인가되는 제1 전극, 상기 챔버와 이격되어 상기 제1 전극의 주변에 형성되는 배플 플레이트 및 상기 제1 전극의 주변부에서 발생하는 플라즈마의 밀도를 조절하는 조절부를 포함한다.

[0015] 일 실시예에 있어서, 상기 배플 플레이트는 상기 챔버의 측벽으로부터 이격되어 상기 챔버의 내부에 배치되며, 상기 조절부는 상기 챔버의 측벽과 상기 배플 플레이트 사이에 배치되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 일 실시예에 있어서, 상기 조절부는 유전체를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 일 실시예에 있어서, 상기 조절부는 로우 패스 필터를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 상기 로우 패스 필터는 플라즈마 생성 주파수는 차단하고, 바이어스에 이용되는 주파수는 통과하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 상기한 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 의한 플라즈마 처리장치는 챔버, 상기 챔버 내로

필요한 가스를 공급하는 가스공급부, 상기 챔버 내에 배치되어 고주파전력이 인가되는 제1 전극 및 상기 제1 전극 상에 위치하여 상기 제1 전극 상에서 이동하는 상기 고주파전력을 감쇄하는 저항부를 포함한다.

[0020] 일 실시예에 있어서, 상기 저항부는 저항율이 $2.0 \mu\Omega/cm$ 이상의 금속을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 있어서, 상기 저항부는 철, 니켈, 코발트, 백금 중 하나의 금속으로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 저항부는 저항율을 조절할 수 있는 반도체를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 일 실시예에 있어서, 상기 저항부는 질화붕소 세라믹을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기한 본 발명에 의하면, 플라즈마 생성전극의 위치에 따라 별도의 콘텐서들을 설치하여 용량을 설정할 수 있어, 상기 플라즈마 생성전극과 플라즈마 표면 사이에서 발생하는 시스 용량을 균일하게 유지할 수 있다. 따라서, 플라즈마를 균일하게 생성할 수 있으며, 대형 기판의 플라즈마 처리에 있어서 불균일 발생을 억제할 수 있다.

[0025] 또한, 챔버와 배플 플레이트 사이에 고 임피던스의 조절부를 삽입하여 대상 기판의 측면부에서 발생할 수 있는 불균일 현상을 억제할 수 있다. 상기 조절부는 저유전율의 유전체 또는 로우 패스 필터를 사용할 수 있는데, 이에 따라 챔버의 측벽에 가까운 플라즈마의 밀도가 왜곡되는 것이 방지된다.

[0026] 또한, 플라즈마 생성전극의 표면에 저항체를 형성함으로써, 고주파의 전원이 상기 저항체에서 감쇄되어 양방향으로 이동하는 다른 두 과정이 혼합되어 형성되는 정재파의 발생을 방지할 수 있다. 따라서, 전극의 위치별로 발생할 수 있는 전압의 불균일을 억제하고 이에 따라 균일한 플라즈마를 형성할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개념도이다.

도 2는 도 1의 A 부분을 확대한 부분 개념도이다.

도 3은 일반적인 플라즈마 처리장치의 전파의 흐름을 나타내는 개념도이다.

도 4a 내지 4h는 도 1 및 도 3의 플라즈마 처리장치의 전극에서 전파의 분포를 나타내는 그래프들이다.

도 5 내지 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 전극부를 나타내는 개념도들이다.

도 7a 내지 7d는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 제2 전극을 나타내는 평면도들이다.

도 8a은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 전극부를 나타내는 개념도이다.

도 8b는 도 8a의 전극부의 제2 전극을 나타내는 평면도이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개념도이다.

도 10a 내지 10b는 도 9의 B 부분을 확대한 부분 개념도이다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개념도이다.

도 12a 내지 12d는 종래의 플라즈마 처리장치 및 도 11의 플라즈마 처리장치에서 전극에 따른 전파의 분포를 나타내는 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개념도이다. 도 2는 도 1의 A 부분을 확대한 부분 개념도이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 다른 플라즈마 처리장치(1000)는 챔버(140), 가스공급부(150), 제1 전극(110), 복수의 콘텐서들(130) 및 복수의 제2 전극들(120)을 포함한다. 상기 챔버(140) 내부는 플라즈마 처리를 위한 플라즈마가 형성되는 공간이다. 상기 가스공급부(150)는 상기 챔버(140) 내부로 필요한 가스들을 공급한다. 상기

챔버(140)에는 가스공급구(141) 및 가스배출구(142)가 형성되어 있으며, 상기 가스공급구(141)를 통하여 상기 가스공급부(150)와 연결된다. 상기 가스공급부(150)의 가스 공급에 따라 압력을 조절할 수 있다. 상기 챔버(140) 외부에는 고주파(Radio Frequency : RF) 전원부(160) 및 이를 조절하는 조정회로(161)가 설치된다. 상기 고주파(RF) 전원부(160)는 상기 챔버(140) 내부로 고주파 전원(RF Power)을 공급한다. 상기 조정회로(161)는 상기 챔버 내부(140)로 공급되는 고주파 전원을 제어한다. 상기 조정회로(161)는 공급전극(112)과 전기적으로 연결되며, 상기 공급전극(112)은 상기 제1 전극(110)과 전기적으로 연결된다. 따라서, 상기 제1 전극(110)에는 고주파 전원이 공급된다.

[0031] 상기 공급전극(112)에는 플라즈마 처리장치의 공정에 따라, 구체적으로 도시하지는 않았으나 상부에 형성되는 전극 및 처리 대상 기판을 고정하기 위한 척, 냉각 장치 및 화학기상증착(CVD)을 위한 성막가스공급부 등이 형성될 수 있다. 예칭 장치의 경우 상기 가스공급구(141)를 통하여 가스가 인입되어 상기 챔버(140) 내부로 확산된다. 접지전극(170) 내에서 확산되고, 상기 접지전극(170) 위로 형성되는 다수의 샤크 헤드를 통하여 상기 대상기판(10)을 향하여 균일하게 공급된다. 상기 챔버(140) 내에 가스를 공급하고, 일정한 압력을 조절하고, 상기 고주파 전원을 상기 제1 전극(110)에 공급하면, 플라즈마(20)가 생성된다.

[0032] 상기 제1 전극(110)상에는 복수의 콘덴서들(130)이 형성된다. 상기 복수의 콘덴서들(130) 각각은 제2 전극(120)과 전기적으로 연결되며, 상기 복수의 제2 전극들(120)의 전체 면적은 상기 제1 전극(110)의 면적과 실질적으로 동일하게 형성된다. 상기 제2 전극들(120) 상으로 플라즈마 처리를 위한 대상 기판(10)이 실장된다. 상기 제2 전극들(120) 상에 실장된 대상 기판(10) 위로 플라즈마(10) 형성되어 각종 플라즈마 처리를 행할 수 있게 된다.

[0033] 상기 플라즈마(20)와 상기 대상 기판(10) 사이에 플라즈마 시스(sheath)가 형성된다. 상기 시스는 용량성분이며, 전극전압, 생성된 플라즈마의 밀도, 전자온도 등에 의해 그 두께 및 용량성분이 결정된다. 이렇게 생성된 플라즈마를 이용하여 에칭(etching), 스퍼터링(sputtering), 화학기상증착(CVD) 등의 플라즈마 처리가 행하여 진다.

[0034] 도 2를 참조하면, 상기 플라즈마(20) 및 제1 전극(110) 사이의 전압차(V10 V1N)는 상기 플라즈마(20)와 상기 대상 기판(10) 또는 각각의 제2 전극들(120) 사이의 시스 전압(V1SH VNSH)과 상기 제2 전극들(120) 각각과 제1 전극(110) 사이의 전압(V1OS VNOS)의 합으로 결정된다. 상기 제2 전극들(120) 각각과 제1 전극(110) 사이의 전압(V1OS VNOS)은 상기 콘덴서들의 전압과 동일하다. 상기 플라즈마 시스의 용량(C1SH CNSH)의 용량을 제어하기 위해서, 상기 콘덴서들(C1OS CNOS) 각각의 용량을 제어한다. 따라서, 상기 대상 기판(10) 상에 형성되는 상기 플라즈마 시스의 용량을 균일하게 유도한다. 상기 복수의 콘덴서들(130)은 상기 제2 전극들(120) 상에 나타날 수 있는 고주파 파형의 위치에 따른 차이를 감쇄한다. 따라서, 상기 대상 기판(10)이 매우 큰 패널인 경우에도, 전체적으로 플라즈마의 불균일을 줄이면서 플라즈마 처리를 할 수 있게 한다.

[0035] 상기 콘덴서들(130)은 정격 콘덴서를 포함할 수 있다. 플라즈마 처리장치 내에서 플라즈마가 불균일하게 발생되는 지점에 대응하는 용량의 정격 콘덴서를 설치하면, 처리장치 내의 플라즈마를 고르게 분포시킬 수 있다. 또한, 고도하게 균일한 플라즈마 처리장치를 사용하기 위해서, 상기 콘덴서들(130)은 용량 조절 가능 콘덴서를 포함할 수 있다. 상기 콘덴서들은 반고정 콘덴서 또는 가변 콘덴서를 포함할 수 있다. 바람직하게는 상기 콘덴서들은 진공 콘덴서를 포함할 수 있다. 상기 진공 콘덴서는 주변에서 쉽게 얻을 수 있는 콘덴서이다. 상기 가변 콘덴서는 상기 플라즈마 처리장치(1000)가 조립된 후, 상기 제2 전극들(120)을 분해하는 일 없이 용량의 조절이 가능한 것이 유리하다. 이를 적용하기 위해서는 상기 진공 가변 콘덴서에 별도의 모터를 장착하여 외부에서의 상기 콘덴서의 용량을 쉽게 제어할 수 있도록 제작된다. 또한, 상기 제2 전극들(120) 상에 생성되는 전압을 모니터 하기 위해서, 별도의 모니터 회로를 설치할 수 있다. 기준에 사용되는 고임피던스의 전극을 모니터용으로 접속하는 것은 플라즈마 처리장치(1000)의 제어 효과를 더욱 향상시킬 수 있다.

[0036] 상기 콘덴서들(130)은 접속되는 상기 제2 전극(120)의 면적에 의존하지만, 단위면적당의 용량으로 나타내면, 100pF/cm²로부터 0.01pF/cm²의 범위에 있을 수 있다. 바람직하게 상기 콘덴서들(130)은 3pF/cm²로부터 0.05pF/cm²의 범위의 콘덴서를 사용할 수 있다. 상기 제2 전극(120)의 면적을 1 m²로 하면, 조정용 콘덴서(130)의 용량 범위는, 30000pF로부터 100pF를 이용하는 것이 바람직하다.

[0037] 도 3은 일반적인 플라즈마 처리장치의 전파의 흐름을 나타내는 개념도이다. 도 4a 내지 4h는 도 1 및 도 3의 프라즈마 처리장치의 전극에서 전파의 분포를 나타내는 그래프들이다.

[0038] 도 3을 참조하면, 일반적인 플라즈마 처리장치의 전파는 공급전극(212)에 고주파전원을 공급함으로써 발생된다.

상기 고주파전원은 상기 공급전극(212) 및 제1 전극(210)의 표면을 따라 이동하기 때문에, 상기 제1 전극(210)에서의 전파의 이동은 상기 공급전극(212)과 상기 제1 전극(210)이 만나는 곳에서 상기 제1 전극(210)의 양 끝단으로 가는 전파의 파형과, 상기 제1 전극(210)의 양 끝단에서 다시 상기 제1 전극(210)의 중심부로 돌아오는 전파의 파형이 다르게 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 전극(210)의 표면에 흐르는 전파들의 정재파(201)는 상기 제1 전극(210)의 위치에 따라 다르게 형성된다. 도 3에 도시된 그래프는 상기 제1 전극(210)의 대응되는 위치에 발생하는 전파들의 정재파(201)를 나타낸 것으로, 상기 정재파(201)는 상기 제1 전극(210) 중심부에서 최대의 진폭을 가지고, 상기 제1 전극(210)의 끝단에서 최소의 진폭을 가진다. 따라서, 상기 제1 전극(210)의 위치에 따라 다른 세기의 파형을 가지며, 이는 곧 생성되는 플라즈마의 불균일을 발생시킨다. 따라서, 이를 조절할 필요가 있다. 상기 콘덴서부(130)는 이러한 정재파(201)의 불균일을 균일하게 제어한다.

[0039] 도 4a 내지 4h은 전력주파수 13.56MHz를 채용하고, 7m의 전극으로 플라즈마 생성했을 때의 전극상의 전파1, 전파2 및 이의 정재파와 본 발명의 콘텐서를 적용한 플라즈마의 시스템을 나타내는 그림들이다.

[0040] 일반적으로 플라즈마의 생성으로 채용할 수 있는 주파수는 13.56MHz가 주로 사용된다. 하지만, 본 실시예의 플라즈마 처리장치는 2MHz로부터 60MHz까지의 고주파에 적용 가능하다. 도 4a 내지 4h에서는 13.56MHz를 채용하고 있다. 또한, 종래의 플라즈마 처리장치로 1변7m의 전극으로 플라즈마 생성했을 때의 전극 상의 전파 1, 전파 2, 정재파를 도시하였다. 상기 전파 1 및 전파 2는 하나의 고주파 전원에서 상기 제1 전극으로 전원을 공급하는 경우 중심부에서 양 끝단으로 가는 방향이 전파 1이고, 양 끝단에서 중심부로 돌아오는 파형이 전파 2이다. 상기 전파 1 및 전파 2의 파형을 합하면 정재파가 형성된다.

[0041] 도 4a 내지 4h를 참조하면, 전파 1 및 전파 2는 서로 합하여 상기 정재파를 형성한다. 도 4a 내지 4h는 상기 제1 전극에 나타나는 전파 1 및 전파 2의 반주기의 파형 모두를 도시하였다. 도 4a부터 4h까지 시간이 변화되면서 상기 전파 1 및 전파 2가 이동하는 과정이다. 상기 전파 1 및 전파 2가 혼합되면, 상기 정재파가 형성되고 진폭의 강도는 대략 2배 정도로 형성된다. 상기 정재파는 상기 전파 1 및 전파 2가 어떠한 위상차이를 가지더라도 최종적으로는 상기 정재파 하나의 파형이 형성되어 부분적으로 진폭이 강한 곳과 약한 곳이 형성된다. 따라서, 상기 정재파의 분포대로 플라즈마의 세기가 결정되며, 플라즈마는 대상 기판상에 불균일하게 형성될 수 밖에 없다.

[0042] 하지만, 본 실시예에 따른 보정파의 경우 제2 전극 상에서 고른 분포를 보인다. 상기 보정파는 제1 전극(110) 상에 형성되는 가변형 콘텐서를 거쳐 보정을 한 후 제2 전극(120) 상에 형성되는 파형이다. 상기 플라즈마의 밀도를 1011cm⁻³로, 전자온도를 2eV로 하고, 상기 가변형 콘텐서를 상기 제2 전극(120) 및 제1 전극(110) 사이에 형성하여 상기 제2 전극(120)과 플라즈마(20) 사이에 발생하는 전위차를 도시하면 보정파의 형태로 나타난다.

[0043] 다시 도 4a의 그래프를 참조하면, 종래의 플라즈마 처리장치에 따른 상기 제1 전극(210) 상의 정재파의 분포는 전위차가 발생하여, 중심부에서 주변부보다 상대적으로 높은 전위분포를 보이지만, 본 실시예에 따른 보정파의 분포는 콘텐서에 의해 보정되는 것으로 일정한 분포를 보이는 것을 알 수 있다. 상기 도 4b 내지 4h의 그래프에서도 마찬가지로, 시간의 흐름에 따라 전파 1 및 전파 2의 파형이 변화되더라도, 제2 전극(120)의 위치에 따른 보정파의 분포는 균일하게 형성되는 것을 알 수 있다. 따라서, 플라즈마의 생성이 대상 기판에 걸쳐 균일하게 형성되며, 이로 인해 상기 대상 기판의 플라즈마 처리는 균일하게 발생된다.

[0044] 도 5 내지 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 전극부를 나타내는 개념도이다.

[0045] 본 실시예의 플라즈마 처리장치는 제1 전극(310), 콘덴서부(321) 및 제2 전극(320)을 제외하고는 도 1의 실시예에 따른 플라즈마 처리장치(1000)와 실질적으로 그 구성 및 작동원리는 동일하다. 따라서, 중복되는 설명은 생략한다.

[0046] 본 실시예의 전극부는 공급전극(312), 제1 전극(310), 콘덴서부(321) 및 제2 전극(320)을 포함한다. 상기 콘덴서부(321)은 하나의 유전체(321)를 포함한다. 상기 콘덴서부(321)는 복수개의 가변형 콘덴서들을 포함하는 것 대신에, 하나의 유전체(321)를 포함하여, 상기 제2 전극(320)과 제2 전극(310)에 콘덴서를 형성한다. 이 경우, 상기 제2 전극(320)의 분포에 따른 상기 콘덴서부(321)의 용량의 크기는 상기 유전체(321)의 두께에 변화를 주는 것으로 제어한다. 도 5를 참조하면, 상기 유전체(321)의 두께는 중심부에서 두껍게 형성되고, 주변부에서는 얇게 형성된다. 이미 도 5에 제시된 표에서 볼 수 있던 것과 같이, 일반적으로 본 실시예에 다른 콘덴서는 주변부로 갈수록 그 용량이 커지게 된다. 상기 유전체(321)는 주변부로 갈수록 얇게 형성되어 콘덴서의 용량은 더욱 증가한다. 따라서 본 실시예에서는 중심부에서의 거리에 따라 다른 두께를 가지는 유전체(321)를 사용함으로써, 복수개의 콘덴서들이 형성되는 것을 대체할 수 있다.

- [0047] 도 6를 참조하면, 상기 공급전극(312) 및 제1 전극(311)은 이동 가능하도록 형성된다. 상기 공급전극(312) 및 제1 전극(310)이 개별적으로 이동하면, 상기 제1 전극(310)과 상기 유전체(321) 사이에는 별도의 공간(322)이 형성된다. 상기 형성된 공간(322)만큼 상기 제1 전극(310)과 제2 전극들(320)의 거리가 더 커지게 되므로, 공간(322)이 커지는 만큼 상기 콘덴서부(321)에 형성되는 콘덴서의 용량은 작아진다. 상기 공간(322)의 거리를 조절하면서 상기 콘덴서부(321)의 용량을 제어하는 것이 가능하게 된다.
- [0048] 도 7a 내지 7d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 제2 전극을 나타내는 평면도들이다.
- [0049] 본 실시예에 따른 플라즈마 처리장치는 제2 전극(125, 126, 127, 128)을 제외하고는 도 1의 실시예에 따른 플라즈마 처리장치(1000)와 그 구성 및 작동 원리가 실질적으로 동일하다. 따라서 중복되는 설명은 생략한다.
- [0050] 도 7a 내지 7d를 참조하면, 상기 제2 전극(125, 126, 127, 128)은 다양한 형태로 분할될 수 있다. 상기 제2 전극(125, 126, 127, 128)은 각각 하나의 콘덴서와 연결되기 때문에, 보정되는 용량의 크기가 동일하다. 따라서, 상기 제2 전극(125, 126, 127, 128)의 형상은 상기 플라즈마 처리장치에서 플라즈마의 불균일을 해소하는 데에 매우 중요한 부분이다. 상기 제2 전극(125, 126, 127, 128)의 분할 방법은 도 7a에 도시된 바와 같이 중심에서부터 등 간격으로 형성되는 사각형 형상일 수 있다. 하지만, 일반적으로 전극 상에 형성되는 정재파의 전위차는 등간격으로 발생되지 않으며, 중심부에서의 거리에 따라 다르다. 따라서, 도 7b에 도시된 바와 같이 정재파의 차이가 큰 부분으로 위치에 따라 다른 간격을 가지도록 분할할 수 있다. 또한 도 7c에 도시된 바와 같이 상기 제2 전극(127)을 정방향의 형상으로 분할할 수 있다. 또한 도 7d에 도시된 바와 같이 상기 제2 전극(128)을 원형에 가까운 형태로 분할할 수 있다. 도 7d에 도시된 상기 제2 전극(128)처럼 원형으로 분할하는 경우에는 보다 더 균등하게 중심부로부터의 간격을 가질 수 있다. 또한, 상기 제2 전극(125, 126, 127, 128)은 수 mm에서 수십 mm의 정도로 부분적으로 오버랩 되도록 형성할 수 있다. 상기 오버랩 된 제2 전극의 부분은 전극간의 전위의 불연속성을 감쇄시킬 수 있다.
- [0051] 도 8a은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 전극부를 나타내는 개념도이다. 도 8b는 도 8a의 전극부의 제2 전극을 나타내는 평면도이다.
- [0052] 본 실시예에 따른 플라즈마 처리장치는 전극부를 제외하고는 도 1의 실시예에 따른 플라즈마 처리장치(1000)와 그 구성 및 작동 원리가 실질적으로 동일하다. 따라서 중복되는 설명은 생략한다.
- [0053] 본 실시예에 따른 전극부는 화학기상증착(CVD)에서 사용된다. 화학기상증착(CVD)에서 이용할 때에는 플라즈마 생성전극 측에서 성막 가스를 공급하는 것이 필요하다. 본 실시예에 따른 전극부는 다공질의 세라믹 재질로 유전체(421)를 사용함으로써, 상기 유전체(421)에 형성되는 다공질을 통하여 상기 성막 가스를 공급한다. 상기 유전체(421)는 콘덴서의 역할과 가스공급부의 역할을 동시에 기능한다. 상기 성막 가스는 제1 전극(410) 상에 형성되는 공급관(450)을 통하여 상기 유전체(421)에 공급되며, 상기 유전체(421)에서 확산해서 상기 제2 전극(420) 상으로 공급된다. 상기 유전체(421)의 다공질을 통하여 상기 성막 가스가 확산 및 전달되는 경우에는 별도의 관을 통하여 가스를 공급하는 것보다 균일하게 가스를 공급할 수 있다. 상기 제2 전극들(420) 상에는 공급된 상기 성막 가스가 분출될 수 있는 가스홀(425)이 형성된다. 상기 제2 전극들(420)은 별집 구조의 형상으로 제작될 수 있다. 상기 제2 전극들(420)의 중심에 상기 가스홀(425)이 형성될 수 있다. 상기 제2 전극들(420)은 앞서 도 7a 내지 7d의 실시예에서 언급한 바와 같이 다양한 형태로 제작될 수 있다.
- [0054] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개념도이다.
- [0055] 도 9를 참조하면, 본 실시예에 다른 플라즈마 처리장치(5000)는 챔버(540), 가스공급부(550), 제1 전극(510), 배플 플레이트(581) 및 조절부(580)를 포함한다. 상기 챔버(540) 내부는 플라즈마 처리를 위한 플라즈마가 형성되는 공간이다. 상기 가스 공급부(550)는 상기 챔버(540) 내부로 필요한 가스들을 공급한다. 상기 챔버(540)에는 가스공급구(541) 및 가스배출구(542)가 형성되어 있으며, 상기 가스공급구(541)를 통하여 상기 가스공급부(550)와 연결된다. 상기 가스공급부(550)의 가스 공급에 따라 압력을 조절할 수 있다. 상기 챔버(540) 외부에는 고주파(Radio Frequency : RF) 전원부(560) 및 이를 조절하는 조정회로(561)가 설치된다. 상기 고주파(RF) 전원부(560)는 상기 챔버(540) 내부로 고주파 전원(RF Power)을 공급한다. 상기 조정회로(561)는 상기 챔버 내부(540)로 공급되는 고주파 전원을 제어한다. 상기 조정회로(561)는 공급전극(512)과 전기적으로 연결되며, 상기 공급전극(512)은 상기 제1 전극(510)과 전기적으로 연결된다. 따라서, 상기 제1 전극(510)에는 고주파 전원이 공급된다. 상기 제1 전극(510) 상에는 전기적으로 연결되어 복수개로 분할되는 제2 전극들(520)을 포함할 수 있다.
- [0056] 본 실시예에서는 상기 제1 전극(510) 및 제2 전극(520)의 주변에 형성되는 배플 플레이트(581)가 상기 챔버

(540)의 측벽으로부터 이격되어 형성된다. 상기 챔버(540)와 배플 플레이트(581) 사이에 고 임피던스 값을 가지는 조절부(580)를 포함하여 플라즈마의 불균일을 개선한다. 상기 조절부(580)를 형성하는 방법은 저유전율의 유전체를 삽입하는 방법과, 플라즈마 여기주파수를 차단하는 회로를 삽입하는 방법이 있다. 상기 플라즈마(20)는 상기 제1 전극(510) 또는 제2 전극(520)과 상기 접지된 챔버(540) 사이에 형성되기 때문에, 측벽부분에까지 형성될 수 있다. 하지만, 상기 챔버(540)의 측벽부는 상기 제1 전극(510) 또는 제2 전극(520)과의 거리 등의 조건이 다르기 때문에 다른 밀도의 플라즈마가 형성되기 쉽다. 따라서 상기 제1 전극(510) 또는 제2 전극(520)의 가장자리 부분에는 중심부분과 밀도가 다른 플라즈마가 형성된다. 하지만, 본 실시예에 따른 플라즈마 처리장치(5000)는 조절부(580)에 의해 상기 챔버(540) 측벽의 임피던스 저하를 막을 수 있기 때문에, 균일한 플라즈마가 발생된다.

[0057] 도 10a 내지 10b는 도 9의 B 부분을 확대한 부분 개념도이다.

[0058] 도 10a를 참조하면, 본 실시예에 따른 조절부(680)은 두껍고, 저유전율인 유전체를 포함한다. 상기 조절부(680)는 상기 챔버(640)의 측벽과 배플 플레이트(681) 사이에 형성된다. 도 10a에 도시된 바와 같이 상기 배플 플레이트(681)에 상기 챔버(540)의 측벽과 마주보는 측벽을 형성하고 상기 배플 플레이트(681)의 측벽과 상기 챔버(540)의 측벽 사이에 상기 조절부(680)를 형성할 수 있다. 상기 유전체(580)는 비교적 저유전율의 유전체를 포함할 수 있으며, 구체적으로는 고순도의 텐트론이나 석영 등을 포함할 수 있다. 상기 유전체(680)의 두께는 5 mm 이상이 될 수 있으며, 바람직하게는 1 cm 이상이 될 수 있다. 따라서, 상기 유전체(680)는 높은 임피던스 값을 가지게 되어 상기 플라즈마(20) 형성에 영향을 적게 미치고, 상기 플라즈마는 균일하게 형성된다.

[0059] 도 10b를 참조하면, 본 실시예에 따른 조절부(780)는 로우 패스 필터(710)를 포함한다. 상기 로우 패스 필터(710)는 플라즈마 여기주파수를 차단한다. 상기 로우 패스 필터(710)는 차단주파수하는 주파수를 플라즈마 생성으로 이용하고 있는 주파수의 고주파수로 하고, 통과하는 주파수는 바이어스용으로 채용하고 있는 주파수로 한다. 실제로 플라즈마 생성으로 채용할 수 있는 주파수는, 1MHz로부터 60MHz까지 효과가 있다. 상기 로우 패스 필터(710)는 도체, 저항체 및 유전체들의 조합(711, 712, 713)으로 형성될 수 있다. 상기 로우 패스 필터(710)는 병렬 공진 회로로 구성할 수 있다. 상기 로우 패스 필터(710)의 주변에는 플라즈마가 삽입되지 않도록 별도의 유전체벽(720)을 형성할 수 있다. 상기 로우 패스 필터(710)은 접지 전위에 대하여 높은 임피던스를 생기게 한다. 상기 로우 패스 필터(710)에 의해 전극의 길이가 1m 이상 되는 대형 플라즈마 처리장치나, 전극의 최대 길이와 전극 간 거리의 비가 3 이상인 구조의 플라즈마 처리장치에 있어서, 주변부의 플라즈마 밀도의 상승을 억제한다. 따라서 균일한 플라즈마 처리를 할 수 있다.

[0060] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개념도이다. 도 12a 내지 12d는 종래의 플라즈마 처리장치 및 도 11의 플라즈마 처리장치에서 전극에 따른 전파의 분포를 나타내는 그래프들이다.

[0061] 도 11를 참조하면, 본 실시예에 다른 플라즈마 처리장치(8000)는 챔버(840), 가스 공급부(850), 제1 전극(810) 및 저항부(890)를 포함한다. 상기 챔버(540) 내부는 플라즈마 처리를 위한 플라즈마가 형성되는 공간이다. 상기 가스 공급부(850)는 상기 챔버(840) 내부로 필요한 가스들을 공급한다. 상기 챔버(840)에는 가스 공급구(841) 및 가스 배출구(842)가 형성되어 있으며, 상기 가스 공급구(841)를 통하여 상기 가스 공급부(850)와 연결된다. 상기 가스 공급부(850)의 가스 공급에 따라 압력을 조절할 수 있다. 상기 챔버(840) 외부에는 고주파(Radio Frequency : RF) 전원부(860) 및 이를 조절하는 조정회로(861)가 설치된다. 상기 고주파(RF) 전원부(860)는 상기 챔버(840) 내부로 고주파 전원(RF Power)을 공급한다. 상기 조정회로(861)는 상기 챔버 내부(840)로 공급되는 고주파 전원을 제어한다. 상기 조정회로(861)는 공급 전극(812)과 전기적으로 연결되며, 상기 공급 전극(812)은 상기 제1 전극(810)과 전기적으로 연결된다. 따라서, 상기 제1 전극(510)에는 고주파 전원이 공급된다.

[0062] 본 실시예에서는 상기 제1 전극(810) 상에 저항부(890)를 포함한다. 상기 저항부(890)는 저항체 시트로 제작되어 상기 제1 전극(810) 상에 붙이는 식으로 형성될 수 있다. 상기 저항부(890)는 정재파를 발생하게 하지 않고, 균일한 플라즈마 처리를 가능하게 한다. 상기 저항체(890)는 철, 니켈, 코발트, 백금 등의 저항율이 $2.0 \mu\Omega/cm$ 이 상 있는 재료 또는 이의 합금을 포함할 수 있다. 또한, 상기 저항체(890)는 인(磷)이나 붕소 등이 혼입된 실리콘, 저항율을 조정할 수 있는 반도체, 전기 저항을 소유하는 세라믹 등이 포함될 수 있다. 플라즈마 밀도의 균일성은, 상기 저항부(890)의 저항율을 조정하는 것으로 달성된다.

[0063] 도 12a 및 12b를 참조하면, 종래의 플라즈마 처리장치에서 이동하는 전파들은 균일한 진폭으로 진행된다. 따라서, 도 12a에 도시된 과형 및 12b에 도시된 과형을 합산하면, 정재파가 형성된다. 상기 정재파는 하나의 독립된 과로써, 진폭은 고점과 저점을 가지게 되어 플라즈마의 불균일을 초래하는 것은 도 4a 내지 4h의 그래프들에서 소개된 바와 같다.

[0064] 도 12c 및 12d 를 참조하면, 본 실시예의 저항부(890)에서 이동하는 전파들은 전파가 이동함에 따라 진폭이 감쇄된다. 도 12c 및 12d에 도시된 것처럼, 이동에 따라 감쇄되는 전파는 정재파를 형성하지 않고, 절(NODE)도 발생하지 않는다. 따라서, 상기 저항부(890)에는 균일한 에너지 분포를 가질 수 있게 되어, 대상 기관(10)의 플라즈마 처리를 균일하게 할 수 있다. 상기 저항부(890)가 에너지를 흡수하여 정재파 자체를 차단하는 방법으로 플라즈마의 균일성을 유도한다.

산업상 이용가능성

[0065] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 플라즈마 생성전극의 위치에 따라 별도의 콘덴서들을 설치하여 용량을 설정할 수 있어서, 상기 플라즈마 생성전극과 플라즈마 표면 사이에서 발생하는 시스 용량을 균일하게 유지할 수 있다. 따라서, 플라즈마를 균일하게 생성할 수 있으며, 대형 기관의 플라즈마 처리에 있어서 불균일한 발생을 억제할 수 있다. 상기 콘덴서는 가변형 콘덴서 또는 위치에 따라 다른 두께를 가지는 세라믹을 이용할 수 있다. 또한, 상기 제2 전극에 성막 가스를 위한 가스홀을 형성함으로써, 보다 균일하게 화학기상증착(CVD)을 진행할 수 있다.

[0066] 또한, 챔버와 배플 플레이트 사이에 고 임피던스의 조절부를 삽입하여 대상 기관의 측면부에서 발생할 수 있는 불균일 현상을 억제할 수 있다. 상기 조절부는 저유전율의 유전체 또는 로우 패스 필터를 사용할 수 있는데, 이에 따라 챔버의 측벽에 가까운 플라즈마의 밀도가 왜곡되는 것이 방지된다. 상기 로우 패스 필터를 적용하는 경우 상기 챔버 측벽을 통하는 전파를 주파수 별로 선별할 수 있어서 더욱 효과적으로 플라즈마의 균일성을 확보할 수 있다.

[0067] 또한, 플라즈마 생성전극의 표면에 저항체를 형성함으로써, 고주파의 전원이 상기 저항체에서 감쇄되어 양방향으로 이동하는 다른 두 파형이 혼합되어 형성되는 정재파의 발생을 방지할 수 있다. 따라서, 전극의 위치별로 발생할 수 있는 전압의 불균일을 억제하고 이에 따라 균일한 플라즈마를 형성할 수 있게 된다.

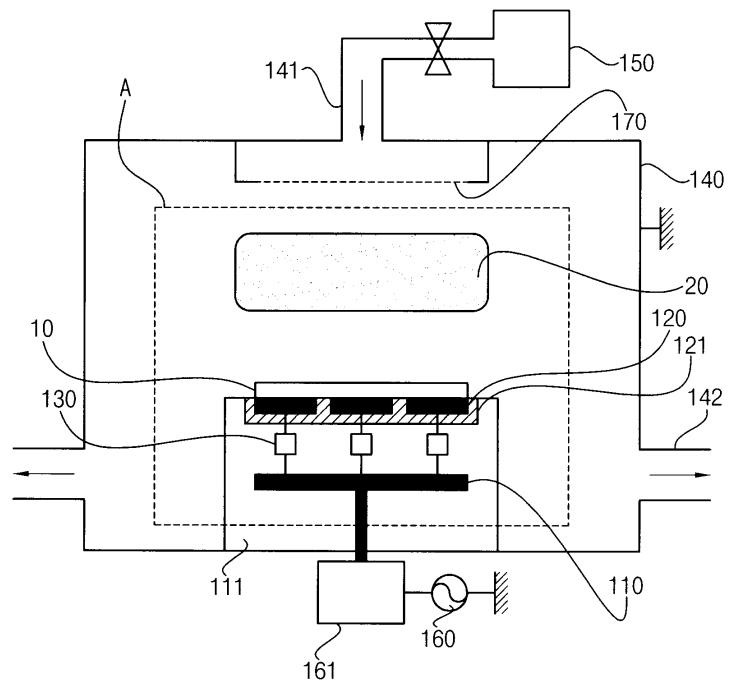
[0068] 이상에서는 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

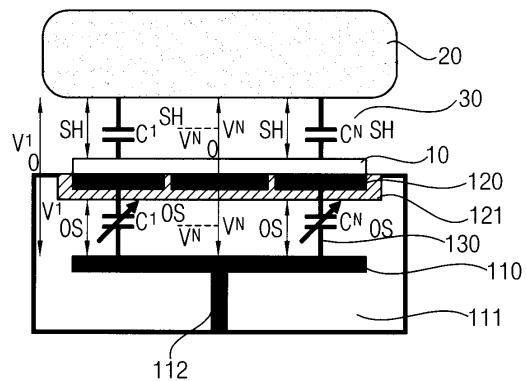
10 : 대상 기관	20 : 플라즈마
1000 : 플라즈마 처리장치	
110 : 제1 전극	120 : 제2 전극들
130 : 콘덴서부	140 : 챔버
160 : 고주파전원	
5000 : 플라즈마 처리장치	
510 : 제1 전극	520 : 제2 전극들
540 : 챔버	580 : 조절부
581 : 배플 플레이트	560 : 고주파전원
8000 : 플라즈마 처리장치	
810 : 제1 전극	840 : 챔버
890 : 저항부	860 : 고주파전원

도면

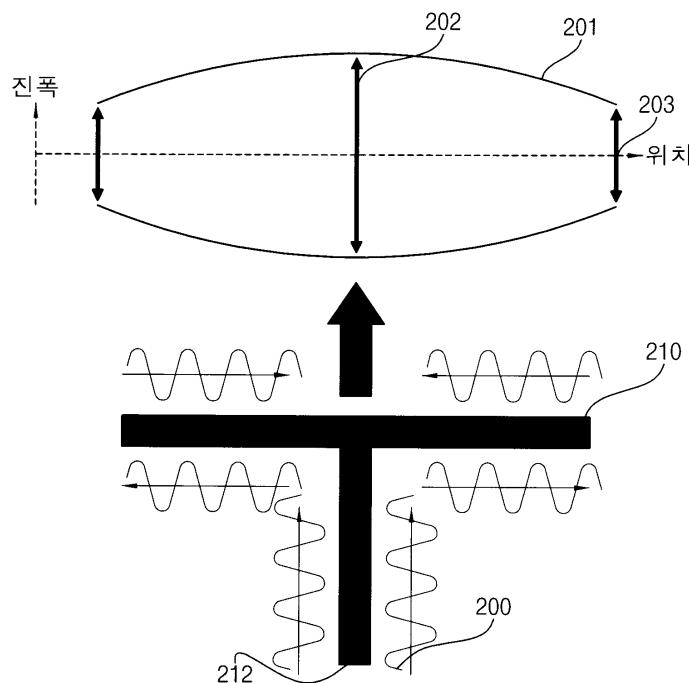
도면1

1000

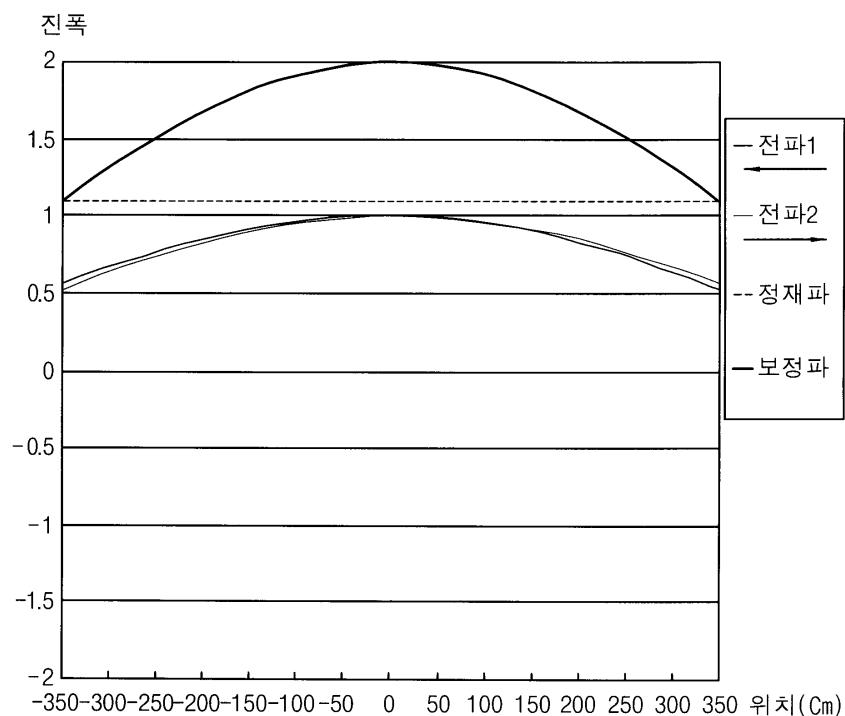
도면2



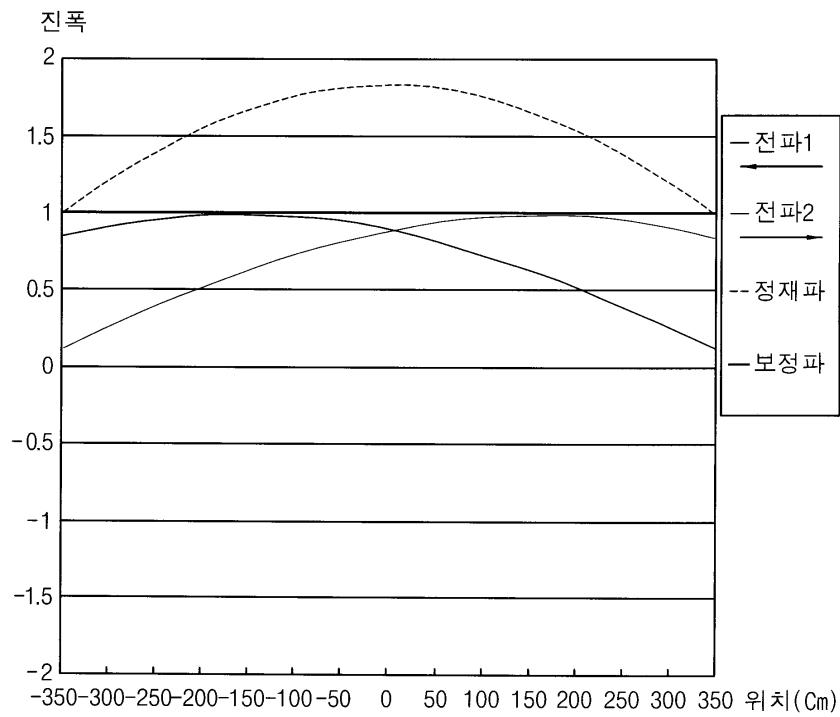
도면3



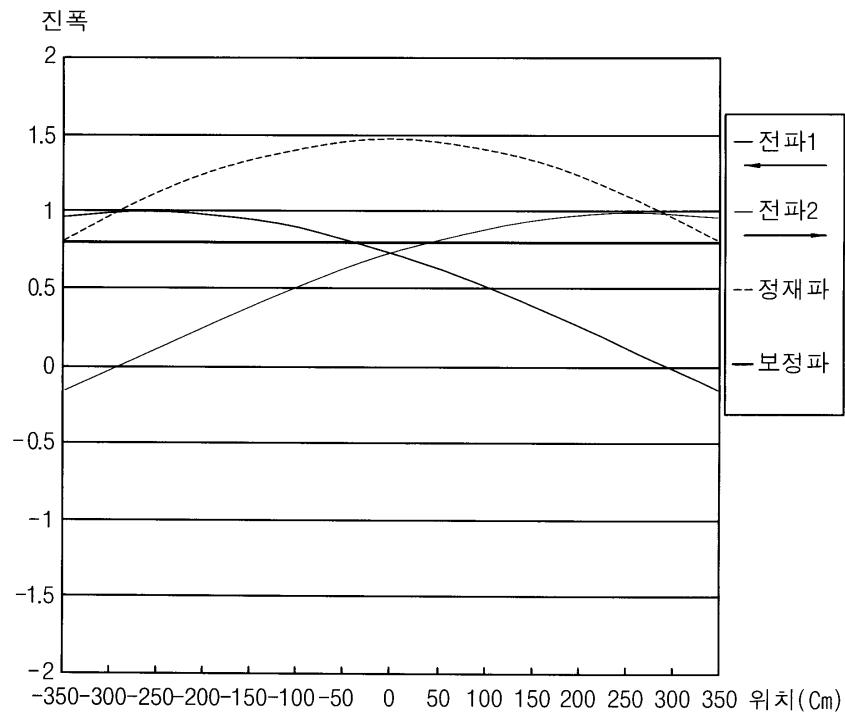
도면4a



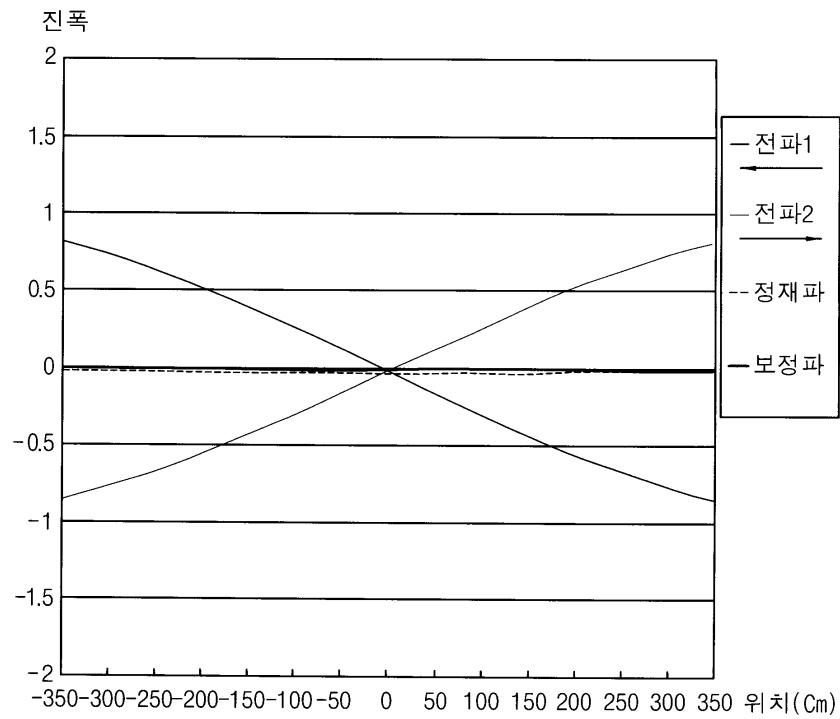
도면4b



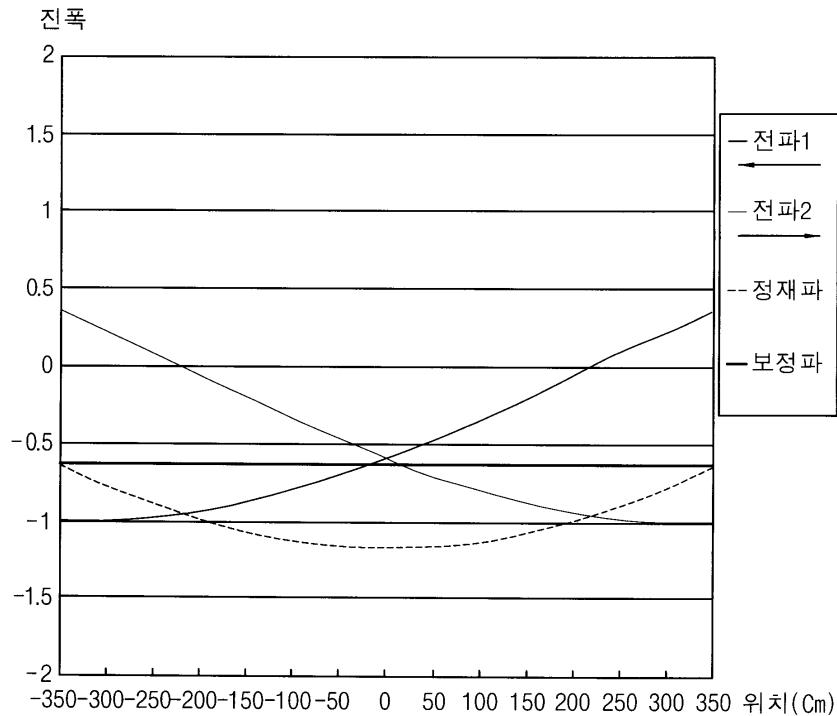
도면4c



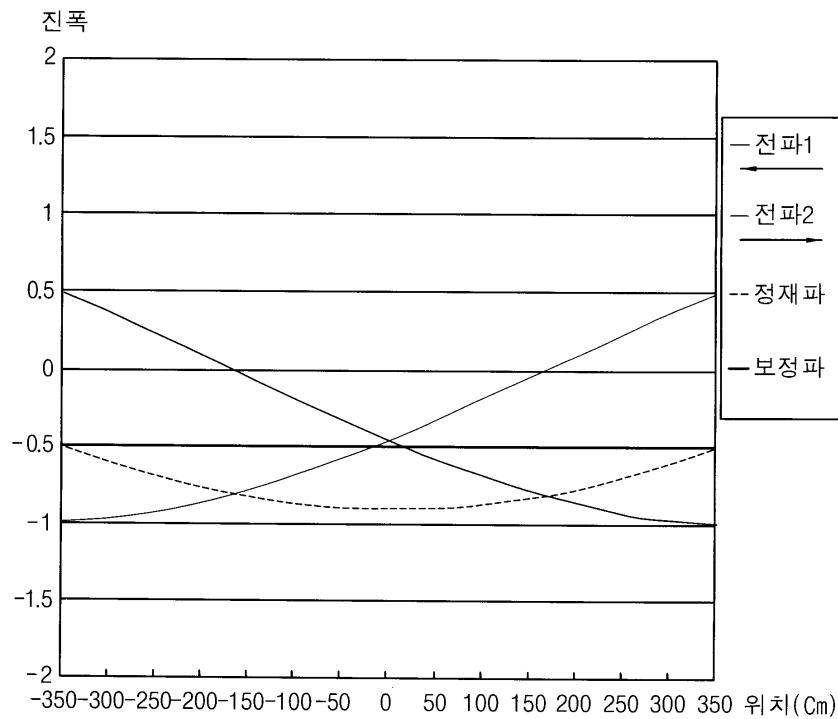
도면4d



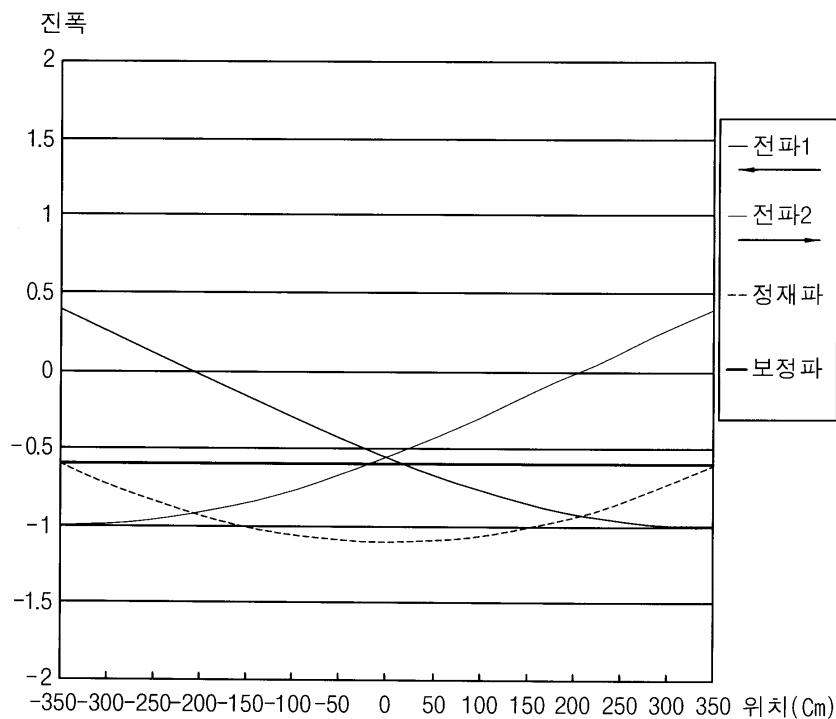
도면4e



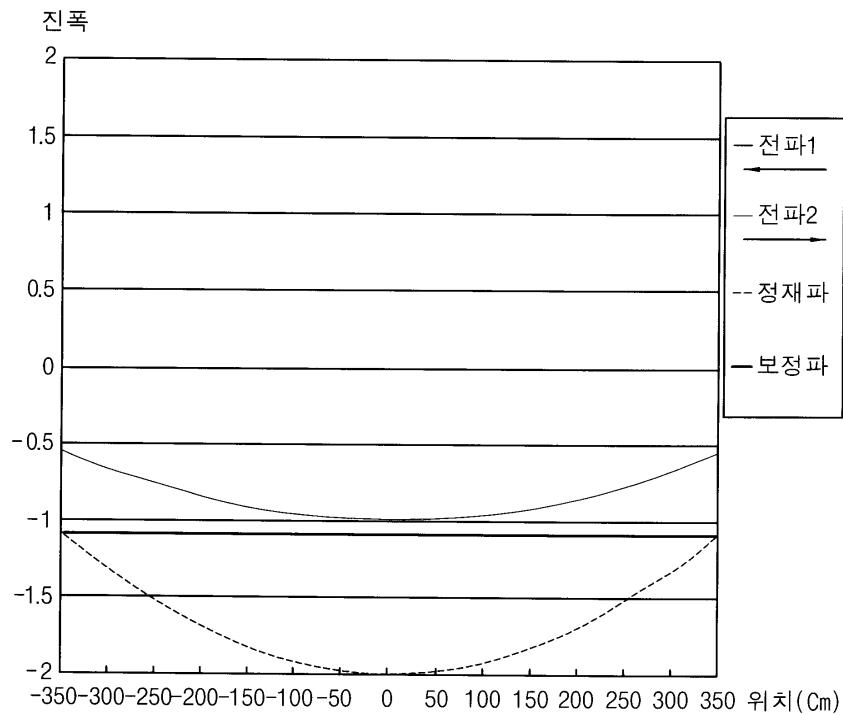
도면4f



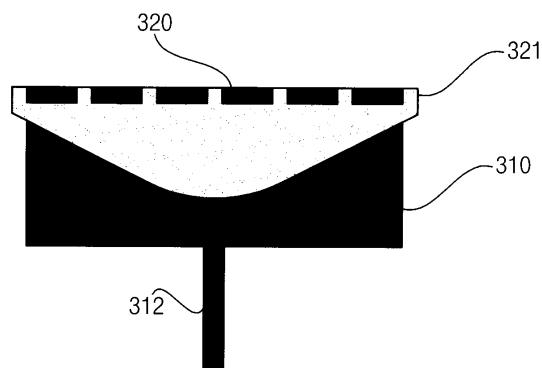
도면4g



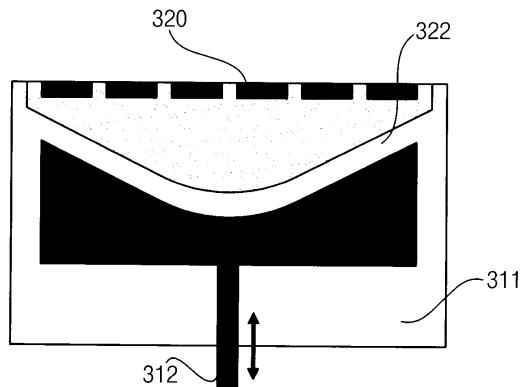
도면4h



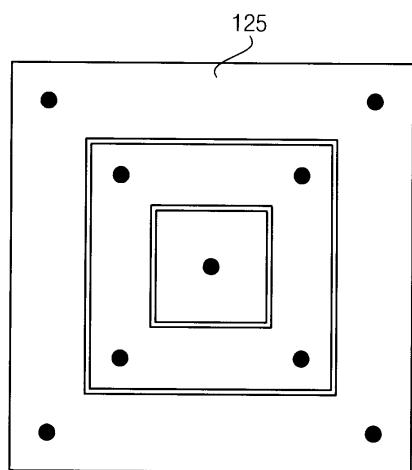
도면5



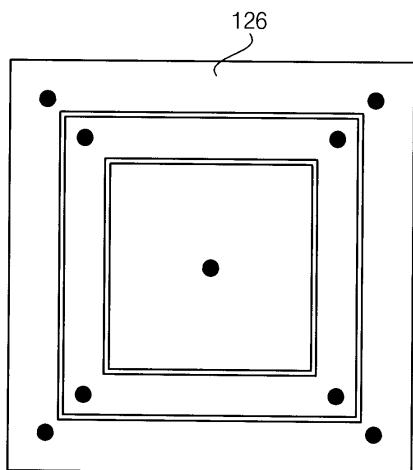
도면6



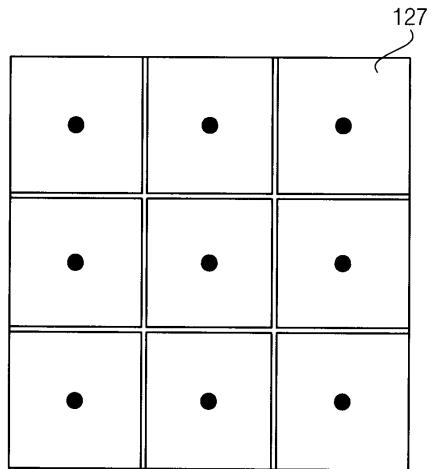
도면7a



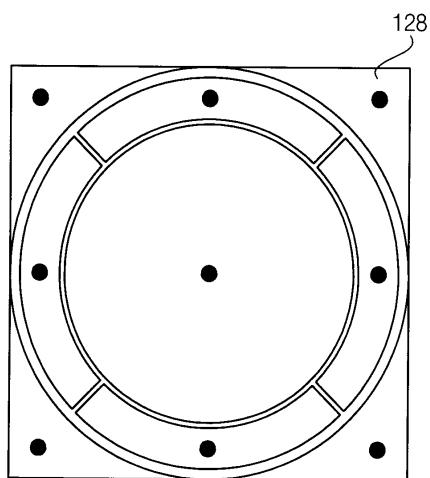
도면7b



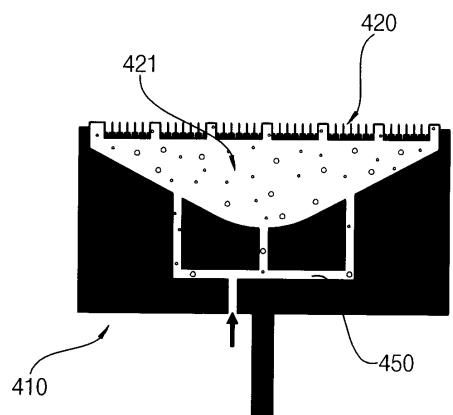
도면7c



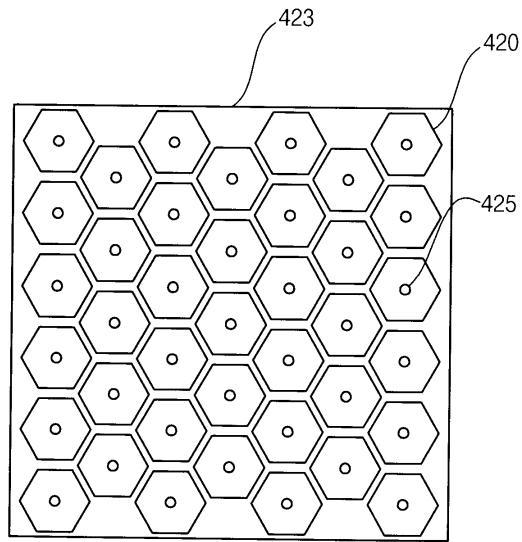
도면7d



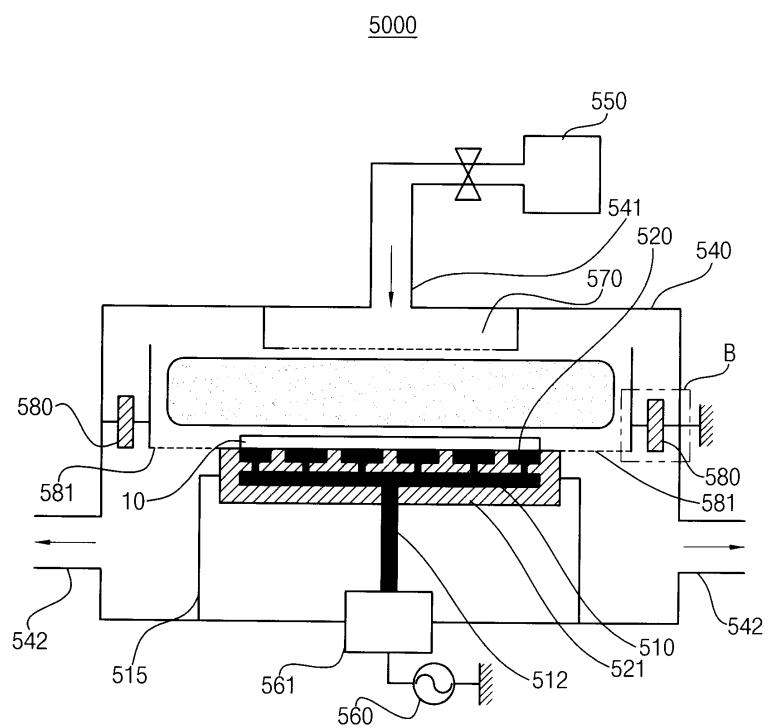
도면8a



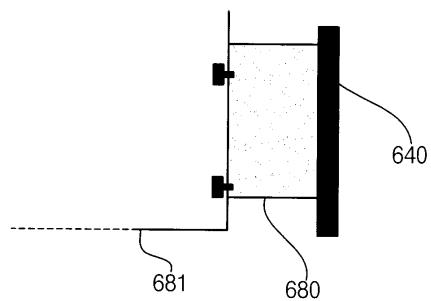
도면8b



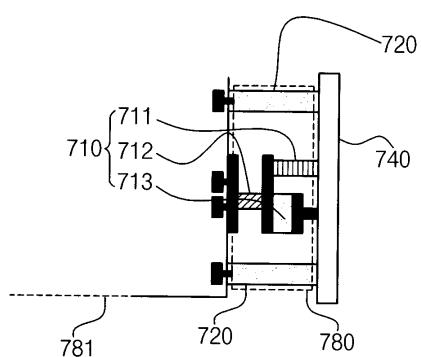
도면9



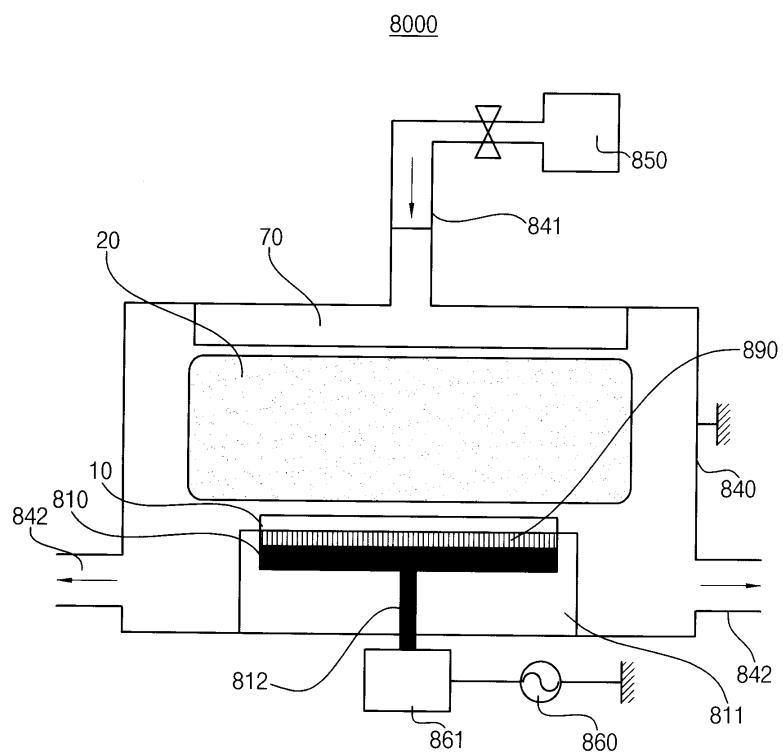
도면10a



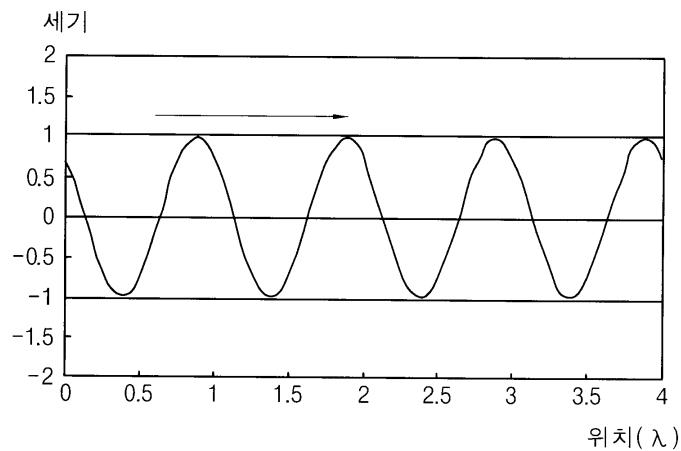
도면10b



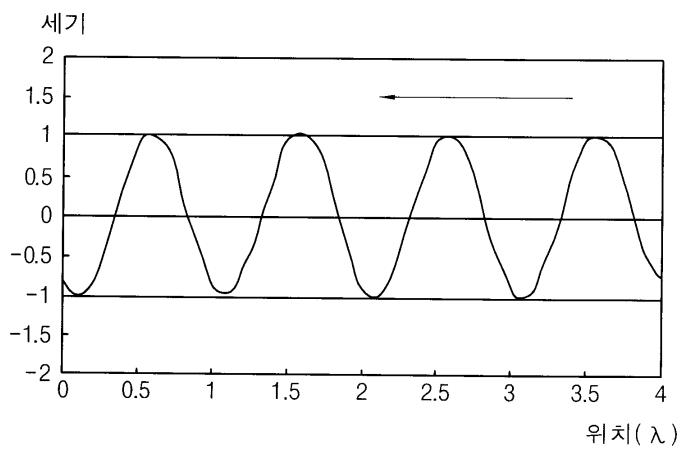
도면11



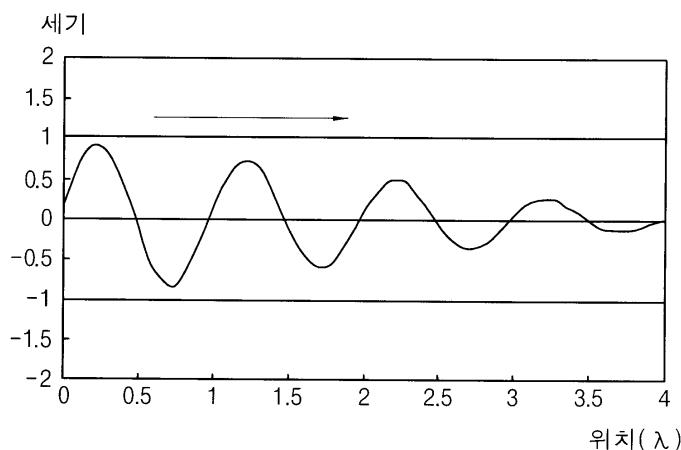
도면12a



도면12b



도면12c



도면12d

