



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월21일
(11) 등록번호 10-1224143
(24) 등록일자 2013년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7018564
(22) 출원일자(국제) 2010년07월16일
 심사청구일자 2012년01월16일
(85) 번역문제출일자 2011년08월09일
(65) 공개번호 10-2012-0022705
(43) 공개일자 2012년03월12일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/062035
(87) 국제공개번호 WO 2011/033850
 국제공개일자 2011년03월24일
(30) 우선권주장
 JP-P-2009-212727 2009년09월15일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP평성08107101 A

JP평성06107101 A

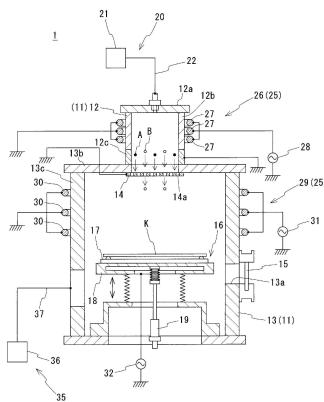
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 식각 장치**

심사관 : 박귀만

(57) 요 약

본 발명은 기판의 종류에 관계없이 기판의 전면을 균일하게 식각하는 것이 가능한 플라즈마 식각 장치에 관한 것이다. 플라즈마 식각 장치(1)는, 상부 챔버(12)의 외경이 하부 챔버(13)보다도 작게 형성되어, 하부 챔버(13)의 상면 중앙부에 상부 챔버(12)가 설치된 처리 챔버(11), 처리 챔버(11)의 내부 공간을 구획하게 하부 챔버(13)의 천정면에 설치되고 표리에 관통된 복수의 관통공(14a)들을 갖는 접지된 평판 형상의 부재(14), 하부 챔버(13) 내에 설치되어 기판(K)이 재치되는 기판대(16), 상부 챔버(12) 내로 식각 가스를 공급하는 가스 공급 장치(20), 상부 챔버(12) 내 및 하부 챔버(13) 내의 식각 가스를 각각 플라즈마화하는 플라즈마 생성 장치들(26, 29), 처리 챔버(11) 내를 감압하는 배기 장치(35), 그리고 기판대(16)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(32)을 구비한다.

대 표 도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

하면이 개구된 원통 용기 형상의 부재로 구성되는 상부 챔버 및 상면이 개구된 원통 용기 형상의 부재로 구성되는 하부 챔버를 가지고, 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버가 상하로 설치되고 내부 공간이 서로 연결되어 연통하며, 상기 상부 챔버의 외경이 상기 하부 챔버보다 작게 형성되어 상기 상부 챔버가 상기 하부 챔버의 상면 중앙부에 설치되는 처리 챔버;

상기 하부 챔버 내에 설치되며, 기판이 재치되는 기판대;

적어도 상기 상부 챔버 내에 식각 가스를 포함하는 처리 가스를 공급하는 가스 공급 수단;

상기 상부 챔버 내의 처리 가스를 플라즈마화하는 제1 플라즈마 생성 수단;

상기 하부 챔버 내의 처리 가스를 플라즈마화하는 제2 플라즈마 생성 수단;

상기 처리 챔버 내의 가스를 배기하여 내부를 감압하는 배기 수단;

상기 기판대로 고주파 전력을 공급하는 전력 공급 수단; 및

상기 제1 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화되어, 상기 상부 챔버 내에서 상기 하부 챔버 내로 유입되는 처리 가스 중의 이온을 제거하는 이온 제거 수단을 구비하며,

상기 제1 플라즈마 생성 수단 및 상기 제2 플라즈마 생성 수단은 상기 상부챔버 및 상기 하부 챔버의 외부에 각각 설치되며, 고주파 전력이 공급되는 코일들인 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 이온 제거 수단은 표리에 관통되는 복수의 관통공들을 갖는 접지된 평판 형상의 부재로 구성되며,

상기 평판 형상의 부재는 상기 상부 챔버 내의 하부 또는 상기 하부 챔버 내의 상부에 상기 처리 챔버의 내부 공간을 구획하도록 설치되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 상부 챔버의 하부 및 상기 하부 챔버의 상부 중 적어도 한쪽에는 접지된 부분이 형성되고,

상기 이온 제거 수단은, 상기 상부 챔버의 외주부에 상기 상부 챔버를 휘감개 설치된 코일과 상기 코일에 직류 전류를 흐르게 하는 직류 전원을 구비하며, 상기 직류 전류가 흐르는 코일에 의해 형성된 자계에 의해 상기 제1 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화된 처리 가스 중의 이온을 상기 처리 챔버의 상기 접지된 부분의 내면을 향하여 이동시켜서 접촉하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 이온 제거 수단은, 내부 공간의 상부에 플라즈마 생성 영역이 설정됨과 함께 상기 플라즈마 생성 영역의 하방에 대응하는 부분이 접지된 상기 상부 챔버로 구성되거나, 내부 공간의 상부에 플라즈마 생성 영역이 설정된 상기 상부 챔버 및 탑 플레이트에 해당하는 환형 형상의 판이 접지된 상기 하부 챔버로 구성되며,

상기 플라즈마 생성 영역은, 해당 플라즈마 생성 영역에서 상기 제1 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화된 처리 가스 중의 이온이 상기 접지된 부분의 내면과 접촉하도록 상기 상부 챔버의 하단으로부터 이격된 상방 위치에 설정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 식각 가스를 포함하는 처리 가스를 플라즈마화하고, 플라즈마화한 처리 가스로 처리 대상이 되는 기판을 식각하는 플라즈마 식각 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래의 상기 플라즈마 식각 장치로서, 예를 들면, 도 7에 나타낸 장치(일본 특개 제2006-54305호 공보 참조) 또는 도 8에 나타낸 장치(일본 특표 2003-533878호 공보 참조)가 알려져 있다.

[0003] 도 7에 나타낸 플라즈마 식각 장치(100)는, 처리 챔버(101), 처리 챔버(101) 내의 하부에 설치되며, 기판(K)이 재치(載置)되는 기판대(102), 처리 챔버(101) 내로 식각 가스를 공급하는 가스 공급 장치(103), 처리 챔버(101)의 외주부(外周)에 배치된 코일(104), 코일(104)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(105), 기판대(102)로 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(106), 그리고 처리 챔버(101) 내의 가스를 배기하는 배기 장치(107)를 구비한다.

[0004] 이러한 플라즈마 식각 장치(100)에 있어서, 코일(104)에 고주파 전력이 공급되어, 처리 챔버(101) 내로 공급된 식각 가스가 플라즈마화되며, 플라즈마 중의 라디칼이나 기판대(102)로 고주파 전력이 공급되어 발생되는 바이어스 전압에 의해 기판(K)으로 입사되는 플라즈마 중의 이온에 의해 기판대(102) 상의 기판(K)이 식각된다.

[0005] 한편, 도 8에 나타낸 플라즈마 식각 장치(200)는, 2개의 플라즈마 생성 영역들(202, 203)이 상하로 설치된 내부 공간을 갖는 처리 챔버(201), 거의 같은 크기의 공간이 상하에 형성되면서, 또한 상측에 플라즈마 생성 영역(202)이 설치되고 하측에 플라즈마 생성 영역(203)이 설치되도록 처리 챔버(201) 내를 구획하도록 표리를 관통하는 복수의 관통공들(205)을 갖는 접지된 평판 형상의 부재(204), 처리 챔버(201) 내의 하부에 설치되며 기판(K)이 재치되는 기판대(206), 처리 챔버(201) 내에 그 상측으로부터 식각 가스를 공급하는 가스 공급 장치(207), 처리 챔버(201)의 외주부에 플라즈마 생성 영역(202)에 대응하여 배치된 코일(208), 코일(208)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(209), 처리 챔버(201)의 외주부에 플라즈마 생성 영역(203)에 대응하여 배치된 코일(210), 코일(210)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(211), 기판대(206)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(212), 그리고 처리 챔버(201) 내의 가스를 그 하측으로부터 배기하는 배기 장치(213)를 구비한다.

[0006] 이와 같은 플라즈마 처리 장치(200)에 있어서, 처리 챔버(201) 내로 공급된 식각 가스가 플라즈마 생성 영역(202)으로부터 평판 형상의 부재(204)의 관통홀들(205)을 통해서 플라즈마 생성 영역(203)으로 유입됨과 함께, 코일들(208, 210)에 고주파 전력이 공급되어, 플라즈마 생성 영역들(202, 203)의 식각 가스가 각각 플라즈마화되며, 플라즈마 생성 영역(203) 내에 있어서의 플라즈마 중의 라디칼이나 기판대(206)로 고주파 전력이 공급되어 발생되는 바이어스 전압에 의해 기판(K)으로 입사되는 플라즈마 생성 영역(203) 내에 있어서의 플라즈마 중의 이온에 의해 기판대(206) 상의 기판(K)이 식각된다.

[0007] 또한, 식각 가스가 평판 형상의 부재(204)를 통과할 때에는, 식각 가스(플라즈마) 중의 이온이 해당 평판 형상의 부재(204)와 접촉하여 소멸하고, 라디칼만이 통과하므로, 플라즈마 생성 영역(203)에 있어서는 라디칼의 밀도가 높아져 있으며, 이러한 라디칼이나 이온에 의해 기판(K)이 식각된다.

선행기술문헌

[0008] [특허문현 1] 일본공개특허 공보 특개 2006-54305호

[0009] [특허문현 2] 일본공개특허 공보 특표 2003-533878호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그런데, 식각 대상이 되는 기판(K)에는, 예를 들면, 산화 실리콘(SiO₂)과 같이, 기판(K)으로 입사되는 이온에 의해 주로 식각되는 것과, 예를 들면, 실리콘(Si)과 같이, 라디칼과의 화학 반응에 의해 주로 식각되는 것이 있으며, 기판(K)에 따라서 주로 이온 입사에 의해 식각이 진행되는 것인지 혹은 주로 라디칼의 화학 반응에 의해 식각이 진행되는 것인지를 다르다.

[0011] 그리고 도 7에 나타낸 플라즈마 식각 장치(100)에 있어서, 이온 입사가 주체인 식각을 수행할 경우, 도 9a에 도시한 바와 같이, 생성되는 플라즈마의 플라즈마 밀도(이온 밀도)를 균일하게 하면, 기판(K)의 전면을 균일한 식각 속도로 균일하게 식각할 수 있지만(도 9b 참조), 라디칼의 화학 반응이 주체인 식각을 수행할 경우에는, 플

라즈마 밀도가 균일하면 라디칼 밀도도 균일하다는 점에서, 로딩 효과 때문에 기판(K) 외주부의 식각 속도가 빨라져서 기판(K)의 전면을 균일하게 식각할 수 없다는 문제점이 발생한다(도 9c 참조).

[0012] 한편, 이러한 로딩 효과는 기판(K)의 외주부보다 외측에 큰 플라즈마가 생성됨에 따라, 기판(K)의 외주부에서 중앙부에 비해 보다 많은 라디칼이 식각에 기여하기 때문에 발생된다.

[0013] 다른 한편으로, 도 10a에 나타낸 바와 같이, 플라즈마 밀도를 기판(K)의 중앙부측에서 높게 하고, 기판(K)의 외주부측에서 낮게 하면, 라디칼 밀도 역시 플라즈마 밀도와 같은 밀도 분포가 된다는 점에서, 라디칼의 화학 반응인 주체인 식각을 수행할 경우에는, 라디칼 밀도가 높은 기판(K)의 중앙부측에서의 식각 속도가 기판(K)의 외주부에서의 식각 속도와 같은 정도까지 높아져서, 기판(K)의 전면을 균일하게 식각하는 것이 가능하게 되지만 (도 10c 참조), 이온 입사가 주체적인 식각을 수행할 경우에는, 기판(K) 중앙부의 식각 속도가 빨라져서 기판(K)의 전면을 균일하게 식각할 수 없다는 불편함(도 10b 참조)이나, 도 11에 나타낸 바와 같이, 비스듬히 입사되는 이온에 의해 기판(K)의 외주부를 정밀하게 식각할 수 없다는 불편함이 발생된다. 다시 말해, 도 11에서 나타낸 바와 같이, 기판(K) 중앙부(C부)에 있어서는 홈(H) 또는 구멍(H)이 표면에 대해 수직하게 형성되지만, 기판(K)의 외주부(L부, R부)에서는 홈(H) 또는 구멍(H)이 비스듬히 형성된다.

[0014] 따라서 도 7에 나타낸 플라즈마 식각 장치(100)에서는, 입사되는 이온에 의해 주로 식각되는 기판(K)과 라디칼과의 화학 반응에 의해 주로 식각되는 기판(K) 중에서 어느 한쪽의 기판(K)에 대해서만 균일하게 식각할 수 있고, 양쪽의 기판(K)에 대하여 균일하게 식각할 수 없었다.

[0015] 또한, 도 8에 나타낸 플라즈마 식각 장치(200)에서는, 평판 형상의 부재(204)에 의해 플라즈마 생성 영역(203)에 있어서의 라디칼 밀도를 향상시키는 것이 가능하지만, 국소적이 아닌 전체적으로 라디칼 밀도가 높아져버리기 때문에 이와 같은 장치(200)에 있어서도 상술한 문제점이 발생된다.

[0016] 본 발명은, 전술한 문제점을 고려하여, 기판의 종류에 관계없이, 다시 말하면, 주로 라디칼의 화학 반응에 의해 기판을 식각할 경우든지 또는 주로 이온 입사에 의해 기판을 식각할 경우든지 기판의 전면을 균일하게 식각하는 것이 가능한 플라즈마 식각 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따르면,

[0018] 하면(下面)이 개구된 원통 용기 형상의 부재로 구성되는 상부 챔버, 상면이 개구된 원통 용기 형상의 부재로 구성되는 하부 챔버를 가지며, 이를 상부 챔버 및 하부 챔버가 상하로 설치되고, 내부 공간이 서로 연결되어 연통하며, 상기 상부 챔버의 외경(外徑)이 상기 하부 챔버보다도 작게 형성되어 상기 하부 챔버의 상면 중앙부에 설치되는 처리 챔버와,

[0019] 상기 하부 챔버 내에 설치되며 기판이 재치(載置)되는 기판대와,

[0020] 적어도 상기 상부 챔버 내에 식각 가스를 포함한 처리 가스를 공급하는 가스 공급 수단과,

[0021] 상기 상부 챔버 내의 처리 가스를 플라즈마화하는 제1 플라즈마 생성 수단과,

[0022] 상기 하부 챔버 내의 처리 가스를 플라즈마화하는 제2 플라즈마 생성 수단과,

[0023] 상기 처리 챔버 내의 가스를 배기하여 내부를 감압하는 배기 수단과,

[0024] 상기 기판대로 고주파 전력을 공급하는 전력 공급 수단과,

[0025] 상기 제1 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화되어, 상기 상부 챔버 내에서 상기 하부 챔버 내로 유입되는 처리 가스 중에서 이온을 제거하는 이온 제거 수단을 구비하며,

상기 제1 플라즈마 생성 수단 및 상기 제2 플라즈마 생성 수단은, 상기 상부 챔버 및 상기 하부 챔버의 외주부에 각각 설치되며, 고주파 전력이 공급되는 코일들인 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 장치가 제공된다.

[0026] 본 발명에 따르면, 상기 처리 챔버 내부가 배기 수단에 의해 감압됨과 함께, 처리 가스를 포함하는 처리 가스가 상기 가스 공급 수단에 의해 상기 상부 챔버 내로 공급되고, 공급된 처리 가스는 상기 상부 챔버 내에서 하부 챔버 내를 향하여 유동됨과 함께, 상기 제1 플라즈마 생성 수단 및 제2 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화된다. 또한, 상기 기판대로는 상기 전력 공급 수단에 의해 고주파 전력이 공급되어, 상기 기판대와 하부 챔버 내에서의 처리 가스의 플라즈마 사이에 전압차(바이어스 전압)가 발생된다. 그리고 상기 기판대 상의 기판은 하

부 챔버 내에서의 플라즈마 중의 라디칼이나 바이어스 전압에 의해 상기 기판으로 입사되는 이온에 의해 식각된다.

[0027] 상기 제1 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화되며, 상부 챔버 내에서 하부 챔버 내로 유입되는 처리 가스(플라즈마) 중의 이온은 이온 제거 수단에 의해 제거되지만, 처리 가스 중의 라디칼은 제거되지 않고 이동한다. 또한, 상부 챔버의 외경은 하부 챔버의 외경보다도 작고, 상부 챔버가 하부 챔버의 상면 중앙부에 설치되어 있다. 이에 따라, 하부 챔버 내에서의 기판 중앙부 측의 라디칼 밀도를 플라즈마 밀도(이온 밀도)는 변화시키지 않고 높일 수 있다.

[0028] 따라서, 예를 들면, 제2 플라즈마 생성 수단에 의해 하부 챔버 내에서 생성되는 플라즈마 밀도 및 라디칼 밀도가 균일하면, 플라즈마 밀도는 일정한 채로 상부 챔버 내에서 하부 챔버 내로 이동한 라디칼만큼만 기판 중앙부 측의 라디칼 밀도를 기판 외주부측보다도 높일 수 있으므로(도 2a 참조), 식각 대상이 되는 기판이 주로 라디칼의 화학 반응에 의해 식각될 경우에는, 상기 기판 중앙부의 식각 속도를 로딩 효과에 의한 기판 외주부에서의 식각 속도와 같은 정도까지 높일 수 있으며(도 2c 참조), 그 결과, 상기 기판 전면을 균일하게 식각할 수 있다. 한편, 식각 대상이 되는 기판이 주로 이온 입사에 의해 식각될 경우에는, 균일하게 분포되는 이온에 의해 상기 기판 전면을 균일한 식각 속도로 균일하게 식각할 수 있다(도 2b 참조). 또한, 도 3에 나타낸 바와 같이, 기판(K)의 중앙부(C부)에 있어서도, 기판(K)의 외주부(L부, R부)에 있어서도, 흄(H) 또는 구멍(H)을 표면에 대해 수직하게 형성할 수 있다.

[0029] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 플라즈마 식각 장치에 의하면, 플라즈마 밀도를 변화시키지 않고, 기판 중앙부 측의 라디칼 밀도를 기판 외주부측보다도 높게 할 수 있으므로, 라디칼의 화학 반응을 주체로 하여 기판을 식각할 때 혹은 이온 입사를 주체로 하여 기판을 식각할 때라도 기판의 전면을 균일하게 식각할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 이온 제거 수단은, 표리에 관통된 복수의 관통공들을 갖는 접지된 평판 형상의 부재로 구성되며, 상기 평판 형상의 부재는 상기 상부 챔버 내의 하부 또는 하부 챔버 내의 상부에 상기 처리 챔버의 내부 공간을 구획하도록 설치될 수 있다. 이 경우, 상부 챔버 내에서 하부 챔버 내를 향하여 유동하는 처리 가스는 그 유동 도중에서 상기 평판 형상의 부재를 통과하지만, 그 때 처리 가스(플라즈마) 중의 이온이 상기 평판 형상의 부재와 접촉하여 소멸되고, 라디칼은 소멸되는 일없이 그대로 이동한다.

[0031] 또한, 상기 상부 챔버의 하부 및 상기 하부 챔버의 상부 중 적어도 한쪽에는 접지된 부분이 형성되며, 상기 이온 제거 수단은 상기 상부 챔버의 외주부에 상기 상부 챔버를 휘감도록 설치된 코일과 상기 코일에 직류 전류를 인가하는 직류 전원을 구비하고, 상기 직류 전류가 흐르는 코일에 의해 형성된 자계에 의해 상기 제1 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화된 처리 가스 중의 이온을 상기 처리 챔버의 상기 접지된 부분의 내면을 향하여 이동시켜서 접촉하도록 구성될 수도 있다. 이 경우, 상기 상부 챔버 내에서 상기 하부 챔버 내로 유동하는 처리 가스(플라즈마) 중의 이온은 직류 전류가 흐르는 코일에 의해 형성된 자계에 의해 처리 챔버의 접지된 부분의 내면을 향해 이동하여 이내면과 접촉하여 소멸하고, 라디칼은 소멸하는 일없이 그대로 이동한다.

[0032] 또한, 상기 이온 제거 수단은 내부 공간의 상부에 플라즈마 생성 영역이 설정됨과 함께, 상기 플라즈마 생성 영역의 하방(下方)에 대응하는 부분이 접지된 상기 상부 챔버로 구성되거나, 내부 공간의 상부에 플라즈마 생성 영역이 설정된 상기 상부 챔버 및 탑 플레이트에 해당하는 환형 형상 판이 접지된 상기 하부 챔버로 구성되며, 상기 플라즈마 생성 영역은 해당 플라즈마 생성 영역에서 상기 제1 플라즈마 생성 수단에 의해 플라즈마화된 처리 가스 중의 이온이 상기 접지된 부분의 내면과 접촉하도록, 상기 상부 챔버의 하단으로부터 이격된 상방(上方) 위치에 설정될 수도 있다. 이 경우, 상기 상부 챔버 내로 공급된 처리 가스는 플라즈마 생성 영역에서 플라즈마화되며, 상부 챔버의 접지된 부분 또는 환형 형상 판의 내주면을 통하여 하부 챔버 내로 유입되지만, 상기 접지된 부분 또는 환형 형상 판의 내주면을 통과할 때에 처리 가스(플라즈마) 중의 이온은 이러한 접지된 부분의 내면 또는 환형 형상 판의 내주면과 접촉하여 소멸되고, 라디칼은 소멸하는 일없이 상기 접지된 부분 또는 환형 형상 판의 내주면을 통과하여 하부 챔버 내로 이동한다. 따라서 이렇게 해도, 적극적이지는 않지만 이온을 소멸시킬 수 있다. 한편, 플라즈마 생성 영역에서 플라즈마화된 처리 가스 중의 이온이 상부 챔버의 접지된 부분의 내면 또는 환형 형상 판의 내주면과 접촉하게 하여 소멸시킴에 있어서, 바람직하게는, 상기 상부 챔버의 높이나 플라즈마 생성 영역의 높이 위치, 상기 환형 형상 판의 두께 등은, 예를 들어, 실험적으로 구할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 플라즈마 식각 장치에 의하면, 식각 대상이 되는 기판이 어떤 기판이라 하더

라도, 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 기판의 식각 속도를 동일하게 할 수 있으며, 상기 기판 전면을 라디칼이나 이온 입사로 균일하게 식각할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034]

도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치의 개략적 구성을 나타내는 단면도이다.

도 2a는 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 하 챔버 내의 플라즈마 밀도 분포 및 라디칼 밀도 분포를 나타내는 그래프이다.

도 2b 및 도 2c는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치를 이용하여 기판을 식각할 경우의 식각 속도를 나타내는 그래프다.

도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치를 이용하여 기판을 식각할 경우의 식각 형상을 나타내는 단면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치의 개략적 구성을 나타내는 단면도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치의 개략적 구성을 나타내는 단면도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치의 개략적 구성을 나타내는 단면도이다.

도 7은 종래 기술에 따른 플라즈마 식각 장치의 개략적 구성을 나타내는 단면도이다.

도 8은 종래 기술에 따른 플라즈마 식각 장치의 개략적 구성을 나타내는 단면도이다.

도 9는 종래 기술의 문제점을 설명하기 위한 플라즈마 밀도 분포 및 식각 속도에 관한 그래프다.

도 10은 종래 기술의 문제점을 설명하기 위한 플라즈마 밀도 분포 및 식각 속도에 관한 그래프다.

도 11은 종래 기술의 문제점을 설명하기 위한 식각 형상을 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035]

이하, 본 발명의 구체적인 실시 형태들에 대해서 첨부된 도면들을 참조하여 설명한다. 한편, 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치의 개략적 구성을 나타내는 단면도이다.

[0036]

도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치(1)는, 폐쇄 공간을 갖는 처리 챔버(11), 처리 챔버(11) 내에 설치되며, 식각 대상이 되는 기판(K)이 재치(載置)되는 기판대(16), 처리 챔버(11) 내로 식각 가스(처리 가스)를 제공하는 가스 공급 장치(20), 처리 챔버(11) 내로 공급된 식각 가스를 플라즈마화하는 플라즈마 생성 장치(25), 기판대(16)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(32), 그리고 처리 챔버(11) 내의 압력을 감압하는 배기 장치(35)를 구비한다.

[0037]

상기 처리 챔버(11)는 상부 챔버(12) 및 하부 챔버(13)와 같이 상하 두 부분으로 구성되어 있으며, 이러한 상부 챔버(12) 및 하부 챔버(13)는 각각 원통 용기 형상을 갖는 부재로 구성된다. 또한, 상부 챔버(12)의 하면이 개구되고, 하부 챔버(13)의 상면이 개구되어, 상부 챔버(12) 및 하부 챔버(13)의 내부 공간이 서로 연결되어 연통되게 되어 있다.

[0038]

상기 상부 챔버(12)는 그 외경이 하부 챔버(13)의 외경보다도 작게 형성되어 있으며, 하부 챔버(13)의 상면 중앙부에 설치된다. 상기 하부 챔버(13)의 천정면(天井面)에는 처리 챔버(11)의 내부 공간을 상부 챔버(12) 측의 공간과 하부 챔버(13) 측의 공간으로 구획하는 접지된 평판 형상의 부재(이온 제거 부재)(14)가 마련되어 있으며, 이러한 평판 형상의 부재(14)는 표리를 관통하는 복수의 관통공(14a)들을 구비하며, 예를 들면, 알루미늄(A1) 등의 금속으로 구성된다. 또한, 하부 챔버(13)의 외주면에는 기판(K)을 반입하거나 반출하기 위한 개구부(13a)가 마련되어 있으며, 이와 같은 개구부(13a)는 셔터(15)에 의해 개폐되도록 되어 있다.

[0039]

또한, 상기 상부 챔버(12)의 탑 플레이트(12a) 및 측벽 하부(12c)와 상기 하부 챔버(13)의 탑 플레이트(환형판)(13b)는, 예를 들면, 알루미늄 등의 금속으로 구성되고, 상기 상부 챔버(12)의 측벽 상부(12b) 및 상기 하부 챔버(13)의 측벽(13c)은, 예를 들면, 세라믹으로 구성되며, 예를 들어, 상부 챔버(12)의 측벽 하부(12c) 및 하부 챔버(13)의 테이블 탑(13b)은 접지되어 있다.

[0040]

상기 기판대(16)는 상부재(上部材)(17) 및 하부재(下部材)(18)로 구성되며, 하부 챔버(13) 내에 설치된다. 상기 상부재(17) 상에는 기판(K)이 재치되며, 상기 하부재(18)에는 기판대(16)를 승강시키기 위한 승강 실린더(19)가

연결된다.

[0041] 상기 가스 공급 장치(20)는 식각 가스(예를 들면, 육플루오로황(SF₆) 가스)를 공급하는 공급부(21)와 일단이 공급부(21)에 연결되며 타단이 상부 챔버(12)의 상부에 연결되는 공급관(22)으로 구성되고, 공급부(21)로부터 공급관(22)을 통하여 상부 챔버(12) 내로 식각 가스를 공급한다.

[0042] 상기 플라즈마 생성 장치(25)는, 상부 챔버(12)의 외주부에 상하로 병설되는 복수의 환형 형상을 갖는 코일들(27) 및 각 코일들(27)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(28)을 구비하는 제1 플라즈마 생성부(26)와 하부 챔버(13)의 외주부에 상하로 병설되는 복수의 환형 형상을 갖는 코일들(30) 및 각 코일들(30)에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원(31)을 구비하는 제2 플라즈마 생성부(29)로 구성된다. 또한, 상기 각 코일들(30)은 하부 챔버(13)의 상부에서 기판대(16) 보다도 상측에 마련되어 있다.

[0043] 그리고 이러한 플라즈마 생성부들(26, 29)에 있어서, 고주파 전원들(28, 31)에 의해 코일들(27, 30)에 고주파 전력이 공급되면, 각 챔버들(12, 13) 내에 자계가 형성되며, 이와 같은 자계에 의해 유기(誘起)되는 전계에 의해 각 챔버들(12, 13) 내의 식각 가스가 플라즈마화되어 라디칼, 이온 및 전자 등이 생성된다.

[0044] 또한, 상기 고주파 전원(32)에 의해 기판대(16)에 고주파 전력이 공급되면, 기판대(16)와 하부 챔버(13) 내에 생성된 플라즈마 사이에 전압차(바이어스 전압)가 발생된다.

[0045] 상기 배기 장치(35)는, 배기 펌프(36) 및 배기 펌프(36)와 하부 챔버(13)를 연결하는 배기관(37)으로 구성되며, 배기 펌프(36)에 의해 배기관(37)을 통하여 하부 챔버(13) 내의 기체를 배기하고, 처리 챔버(11)의 내부를 소정의 압력으로 감압한다.

[0046] 상술한 구성을 갖는 본 발명의 실시 형태에 따른 플라즈마 식각 장치(1)에 의하면, 하부 챔버(13) 내의 기판대(16) 상에 기판(K)이 재치된 후, 각 고주파 전원들(28, 31, 32)에 의해 코일들(27, 30) 및 기판대(16)로 고주파 전력이 각각 공급되고, 배기 장치(35)에 의해 처리 챔버(11) 안이 감압되며, 가스 공급 장치(20)에 의해 식각 가스가 처리 챔버(11) 내로 공급된다.

[0047] 공급된 식각 가스는 일부가 플라즈마화되어 상부 챔버(12) 내에서 하부 챔버(13) 내를 향하여 유동하고, 평판 형상 부재(14)의 각 관통공(14a)들을 통해서 하부 챔버(13) 내로 유입 및 확산되지만, 이 경우, 식각 가스(플라즈마) 중의 이온(A)은 평판 형상의 부재(14)와 접촉하여 소멸되고, 플라즈마화되지 않은 식각 가스 및 플라즈마 중의 라디칼(B)이 하부 챔버(13) 내로 유입된다(도 1 참조). 그리고 하부 챔버(13) 내에서 상부 챔버(12) 내와 같이 유입된 식각 가스의 일부가 플라즈마화된다.

[0048] 한편, 하부 챔버(13) 내의 기판대(16) 상에 재치된 기판(K)은 하부 챔버(13) 내에 있어서의 플라즈마 중의 라디칼과 화학 반응하거나, 플라즈마 중의 이온이 바이어스 전압에 의해 기판(K)으로 입사되는 것에 의해 식각된다.

[0049] 그런데, 상술한 바와 같이, 플라즈마화된 식각 가스가 평판 형상 부재(14)를 통과할 때, 식각 가스(플라즈마) 중의 이온은 평판 형상 부재(14)와 접촉하여 소멸되고, 라디칼은 소멸하지 않고 그대로 하부 챔버(13) 내로 유입된다. 또한, 상부 챔버(12)의 외경은 하부 챔버(13)의 외경보다도 작으며, 상부 챔버(12)가 하부 챔버(13)의 상면 중앙부에 설치되어 있다.

[0050] 이러한 구성으로 인해, 하부 챔버(13) 내에서는 상부 챔버(12) 내에서 유입되는 라디칼에 의해 기판(K)의 중앙부측의 라디칼 밀도가 높아지며, 더욱이, 상부 챔버(12) 내의 식각 가스가 유입됨에 의해 하부 챔버(13) 내의 플라즈마 밀도(이온 밀도)는 변화되지 않는다.

[0051] 이에 따라, 예를 들면, 하부 챔버(13) 내에서 생성되는 플라즈마 밀도 및 라디칼 밀도가 균일하면, 도 2a에 나타낸 바와 같이, 기판(K)의 중앙부에 있어서의 식각 속도를 로딩 효과에 의한 기판(K)의 외주부에 있어서의 식각 속도와 같은 정도까지 높일 수 있으며, 그 결과, 기판(K)의 전면을 균일하게 식각할 수 있다. 한편, 식각 대상이 되는 기판(K)이 주로 이온 입사에 의해 식각될 경우에는, 균일하게 분포되는 이온에 의해, 도 2b에 나타낸 바와 같이, 기판(K)의 전면을 균일한 식각 속도로 균일하게 식각할 수 있다. 또한, 도 3에 나타낸 바와 같이, 기판(K)의 중앙부(C부)에 있어서도, 기판(K)의 외주부들(L부, R부)에 있어서도, 홈(H) 또는 구멍(H)을 표면에 대해 수직하게 형성할 수 있다.

- [0053] 전술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시 형태의 플라즈마 식각 장치(1)에 따르면, 플라즈마 밀도를 변화시키는 일 없이 기판(K) 중앙부측의 라디칼 밀도를 기판(K)의 외주부측보다도 높일 수 있으므로, 라디칼의 화학 반응을 주체로 하여 기판(K)을 식각할 때 혹은 이온 입사를 주체로 하여 기판(K)을 식각하는 경우라 하더라도, 도 2에 나타낸 바와 같이, 기판(K)의 식각 속도를 동일하게 하여 기판(K)의 전면을 균일하게 식각할 수 있다.
- [0054] 상술한 바에 있어서는, 본 발명의 일 실시 형태에 대해서 설명하였으나 본 발명으로부터 수득될 수 있는 구체적인 형태는 이에 한정되지는 않는다.
- [0055] 상술한 실시예에서는, 상부 챔버(12) 내에서 식각 가스가 플라즈마화되는 것에 의해 생성된 이온과 접촉 및 소멸시키는 평판 형상 부재(14)를 하부 챔버(13)의 천정면에 설치하였으나, 이에 한정되는 것이 아니며, 평판 형상 부재(14)를 상부 챔버(12)의 하부 내주면에 설치하여, 식각 가스가 하부 챔버(13) 내로 실제로 유입되기 전에 식각 가스 중의 이온과 접촉 및 소멸하게 할 수도 있고, 평판 형상 부재(14)를 하부 챔버(13)의 상부 내주면에 설치하여, 식각 가스가 하부 챔버(13) 내로 유입된 후, 바로 식각 가스 중의 이온과 접촉, 소멸하게 할 수도 있다.
- [0056] 또한, 상기 평판 형상 부재(14)와의 접촉에 의해서가 아니라 자계를 형성함으로써 식각 가스 중의 이온을 소멸시킬 수도 있다. 이 경우, 플라즈마 식각 장치(2)는, 도 4에 도시한 바와 같이, 상기 평판 형상 부재(14)를 대신하여, 상부 챔버(12)의 외주 하부에 이러한 상부 챔버(12)를 휘감듯이 설치된 코일들(51), 이와 같은 코일들(51)로 직류 전류를 흐르게 하는 직류 전원(52)으로 구성되는 제거 장치(50)를 구비한다. 한편, 상기 제거 장치(50) 이외의 부분에 대해서는 상술한 플라즈마 식각 장치(1)와 동일한 구성이다.
- [0057] 상기 직류 전원(52)은, 코일들(51)로 직류 전류가 흘렀을 때, 도 4에 나타낸 바와 같이 자력선(G)의 방향이 되는 자계가 형성되도록 코일들(51)로 직류 전류를 흐르게 한다. 다시 말해, 코일들(51)의 내주부에서는 자력선(G)이 상측에서 하측으로 향하고, 코일들(51)의 외주부에서는 자력선(G)이 하측에서 상측으로 향하는 것과 같은 자계가 코일들(51)에 의해 형성되도록 직류 전류를 흐르게 한다.
- [0058] 그리고 이와 같이 구성된 제거 장치(50)에 따르면, 상부 챔버(12) 내에서 식각 가스가 플라즈마화되는 것에 의해 생성된 이온(A)은 상기 코일(51)에 의해 형성된 자계에 의해 자력선(G)의 방향을 따라 이동하고, 처리 챔버(11)의 내면(주로 하 챔버(13)의 천정부(탑 플레이트(13b))에 접촉하여 소멸된다. 이 때문에, 상부 챔버(12) 내에서 하부 챔버(13) 내로 유입된 식각 가스 중의 이온(A)은 곧 소멸하고, 식각 가스 중의 라디칼(B)은 소멸하는 일 없이 하방으로 이동한다. 따라서 상기 플라즈마 식각 장치(2)에서도 상술한 플라즈마 식각 장치(1)의 경우와 같은 효과를 얻을 수 있다.
- [0059] 또한, 식각 가스 중의 이온을 소멸시킴에 있어서는, 도 5 및 도 6에 도시한 바와 같은 플라즈마 식각 장치들(3, 4)을 구성할 수도 있다. 도 5에 나타낸 플라즈마 식각 장치(3)는 상부 챔버(12) 자체가 제거 기능을 갖게 되어 있으며, 상부 챔버(12)가 상하로 길게 형성되면서, 내부 공간의 상부에 플라즈마 생성 영역이 설정되고, 이러한 플라즈마 생성 영역의 하방에 대응하는 부분이 상기 측벽 하부(12c)로 되어 있다. 한편, 이와 같은 플라즈마 식각 장치(3)에 있어서, 상부 챔버(12)의 길이 및 평판 형상의 부재(14) 이외의 부분에 대해서는 상술한 플라즈마 식각 장치(1)의 경우와 같은 구성이다. 또한, 상기 측벽 하부(12c)는 플라즈마 생성 영역에서 플라즈마화된 처리 가스 중의 이온이 접촉, 소멸하는 부분으로서 기능하게 되어 있으며, 측벽 하부(12c)를 이와 같이 기능하도록 하기 위하여 상부 챔버(12)의 높이나 플라즈마 생성 영역의 높이 위치는, 예를 들면, 실험적으로 구하는 것이 가능하다.
- [0060] 한편, 도 6에 나타낸 플라즈마 식각 장치(4)는 상부 챔버(12) 및 하부 챔버(13)의 구조에 의해 제거 기능을 발휘하도록 되어 있으며, 상부 챔버(12)가 상하로 길게 형성되면서, 내부 공간의 상부에 플라즈마 생성 영역이 설정되고, 하부 챔버(13)의 탑 플레이트(환형 판)(13b)가 두껍게 형성되어 있다. 또한, 상부 챔버(12)의 측벽(12d)은 상하의 부재가 다르지 않으며, 예를 들면, 세라믹으로 구성되어 있다. 한편, 이러한 플라즈마 식각 장치(4)에 있어서, 상부 챔버(12), 하부 챔버(13)의 환형 형상의 판(13b)의 두께 및 평판 형상의 부재(14) 이외의 부분에 대해서는 상기 플라즈마 식각 장치(1)의 경우와 동일한 구성이다. 또한, 상기 환형 형상의 판(13b)은 플라즈마 생성 영역에서 플라즈마화된 처리 가스 중의 이온이 접촉, 소멸되는 부분으로서 기능하도록 되어 있고, 상기 환형 형상의 판(13b)을 이와 같이 기능시키기 위하여, 상부 챔버(12)의 높이나 플라즈마 생성 영역의 높이 위치, 환형 형상의 판(13b)의 두께 등은, 예를 들면, 실험적으로 구하는 것이 가능하다.
- [0061] 그리고 전술한 구성을 갖는 플라즈마 식각 장치들(3, 4)에 의하면, 상부 챔버(12) 내로 공급된 식각 가스는, 플라즈마 생성 영역에서 플라즈마화되고, 측벽 하부(12c) 및 환형 형상 판(13b)의 내주면을 통하여 하부 챔버(12)

내로 유입되지만, 도 5에 도시한 플라즈마 식각 장치(3)에서는 측벽 하부(12c)를 통과할 때에, 식각 가스 중의 이온(A)이 측벽 하부(12c)의 내면과 접촉하여 소멸되고, 도 6에 도시한 플라즈마 식각 장치(4)에서는 환형 형상판(13b)의 내주면을 통과할 때에, 식각 가스 중의 이온(A)이 환형 형상 판(13b)의 내주면과 접촉하여 소멸되며, 라디칼(B)은 소멸하지 않고 측벽 하부(12c) 및 환형 형상 판(13b)의 내주면을 통과하여 하방으로 이동한다. 따라서, 이러한 플라즈마 식각 장치들(3, 4)과 같이, 상부 챔버(12)를 상하로 길게 형성하여 그 내부 공간의 상부에 플라즈마 생성 영역을 설정하고, 상부 챔버(12)의 하단으로부터 플라즈마 생성 영역이 이격되도록 하여도, 상술한 플라즈마 식각 장치(1)의 경우와 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0062] 또한, 플라즈마화된 식각 가스 중의 이온을 소멸시키는 형태는, 전술한 바에 한정되지 않으며, 다른 형태에 의해 접지된 부재(부재의 일부분을 포함한다)에 이온을 접촉시켜서 소멸시킬 수도 있다.

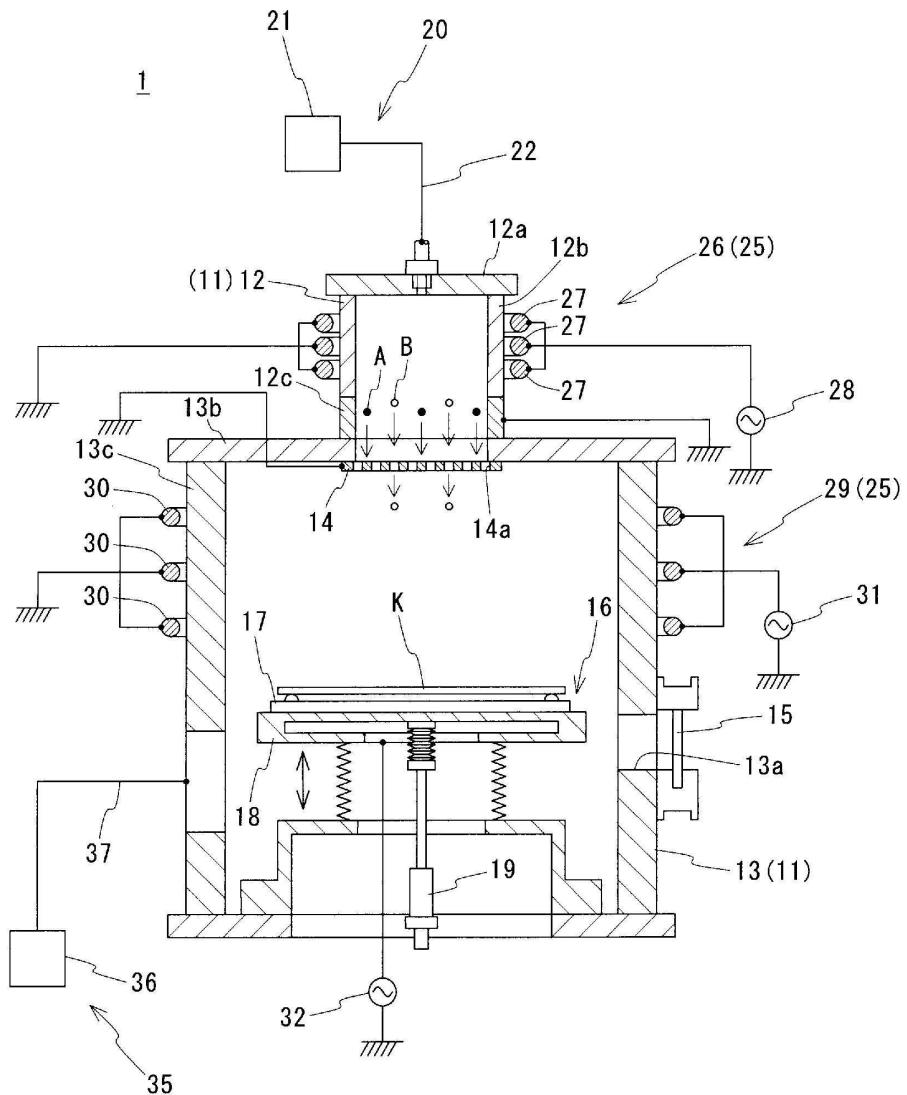
[0063] 또한, 상술한 실시예에서는, 상부 챔버(12) 내로만 식각 가스를 직접 공급하지만, 이에 한정되는 것이 아니며, 가스 공급 장치(20)에 의해 상부 챔버(12) 및 하부 챔버(13) 양쪽에 각각 식각 가스를 공급할 수도 있다.

부호의 설명

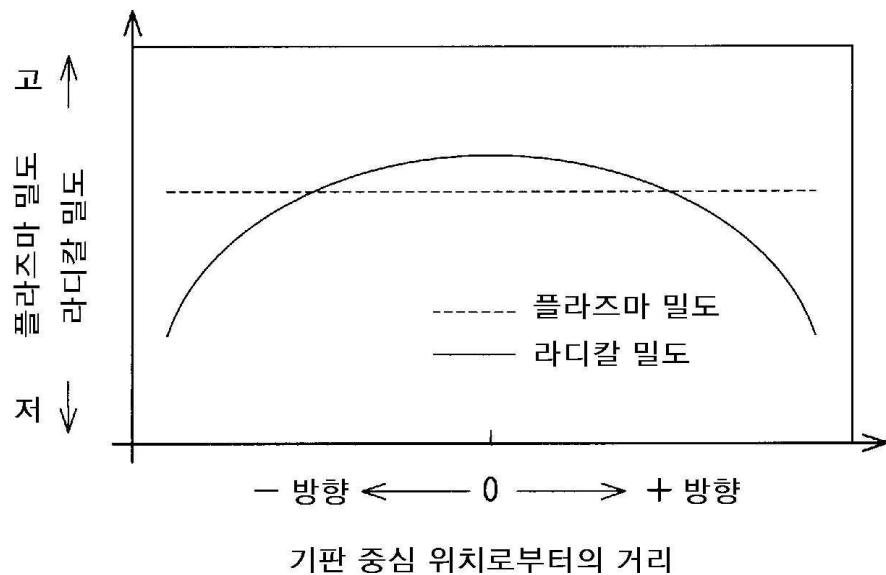
[0064] 1: 플라즈마 식각 장치	11: 처리 챔버
12: 상부 챔버	13: 하부 챔버
14: 평판 형상의 부재	16: 기판대
20: 가스 공급 장치	25: 플라즈마 생성 장치
26: 제1 플라즈마 생성부	27: 코일
28: 고주파 전원	29: 제2 플라즈마 생성부
30: 코일	31: 고주파 전원
35: 배기 장치	K: 기판

도면

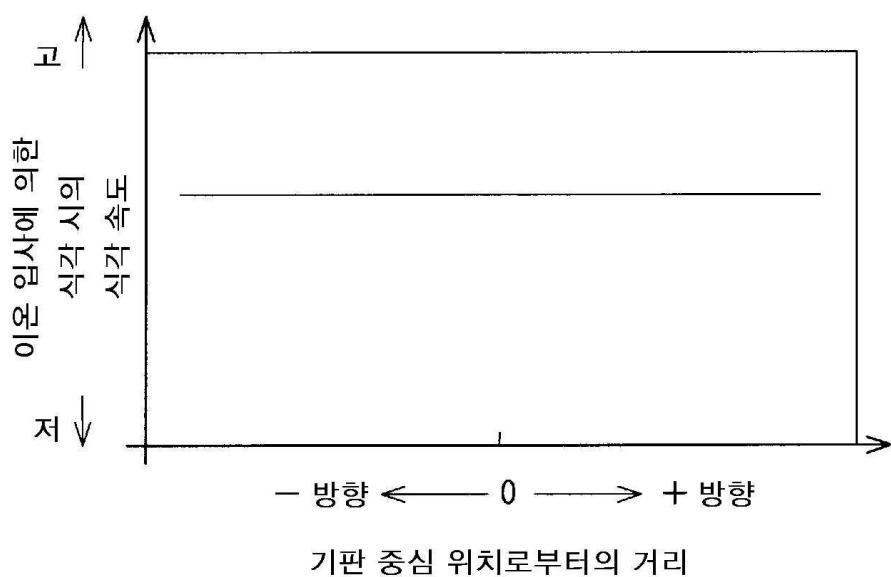
도면1



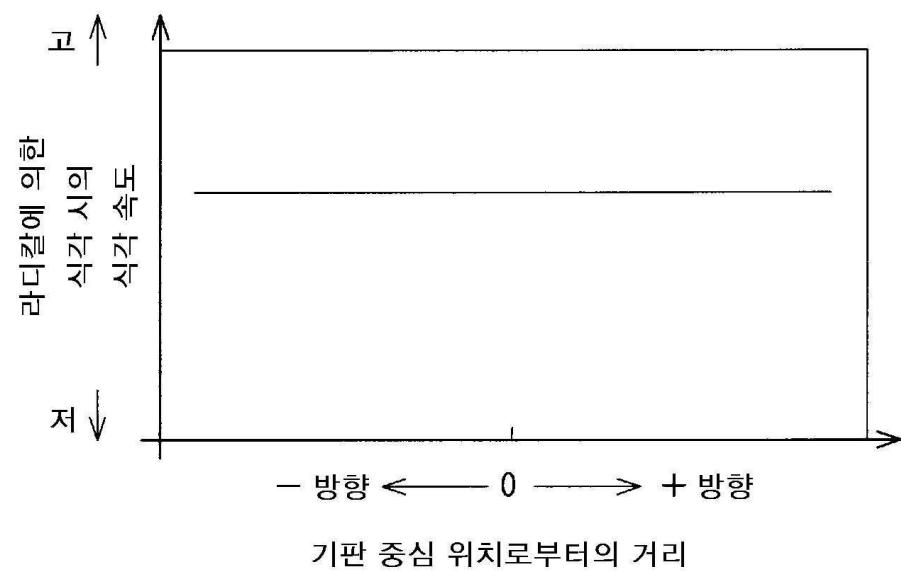
도면2a



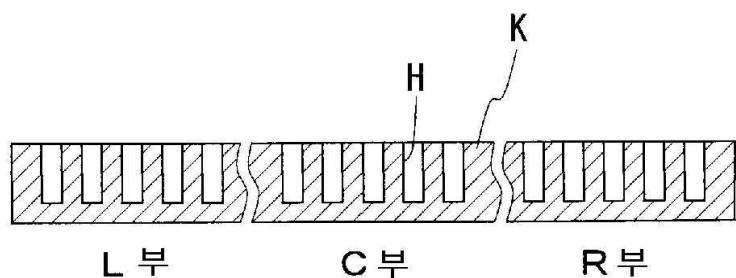
도면2b



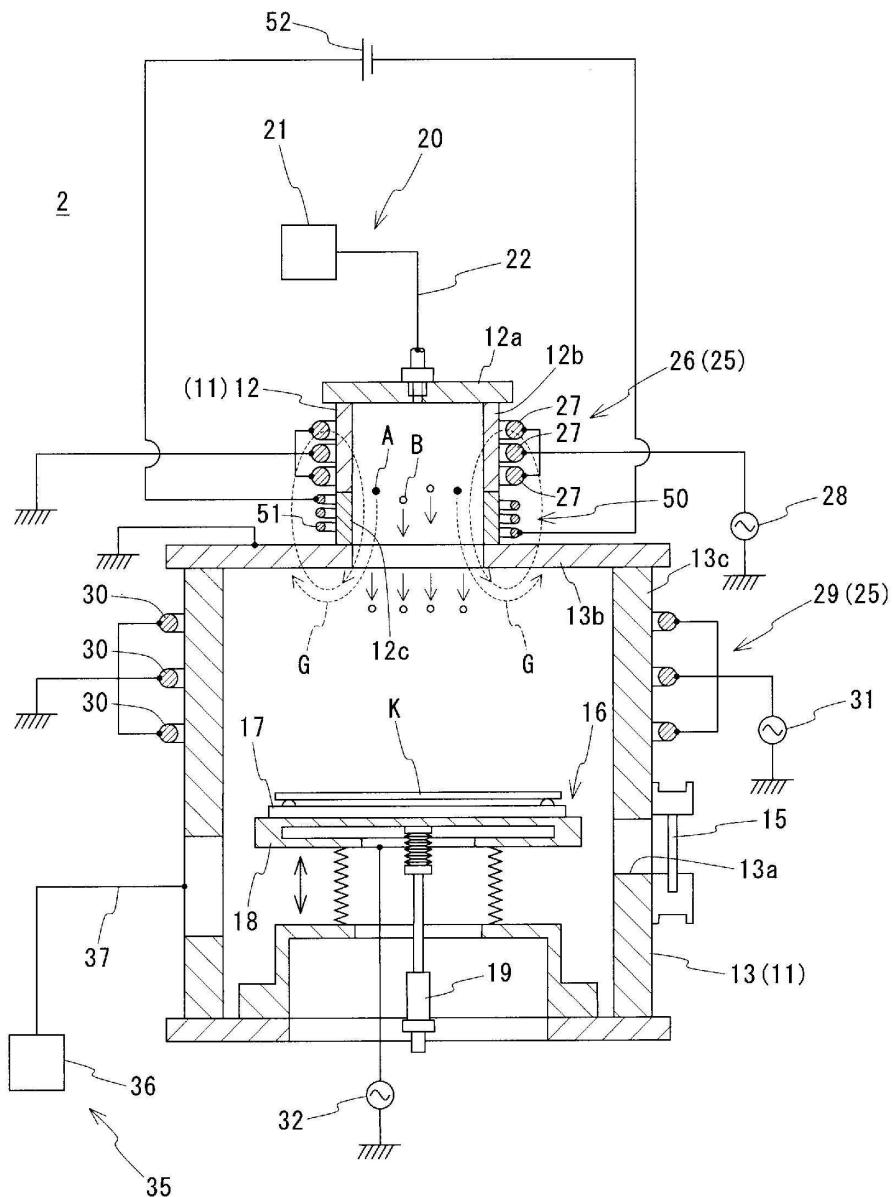
도면2c



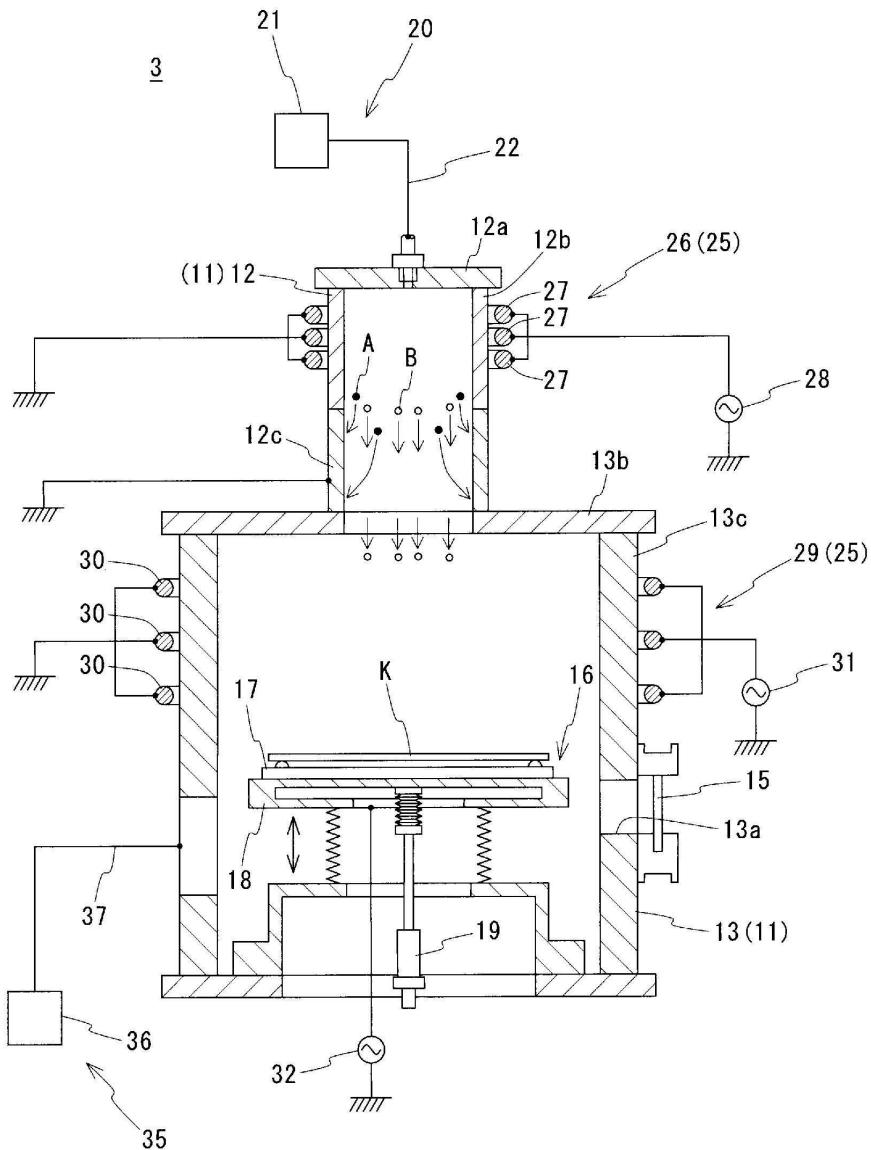
도면3



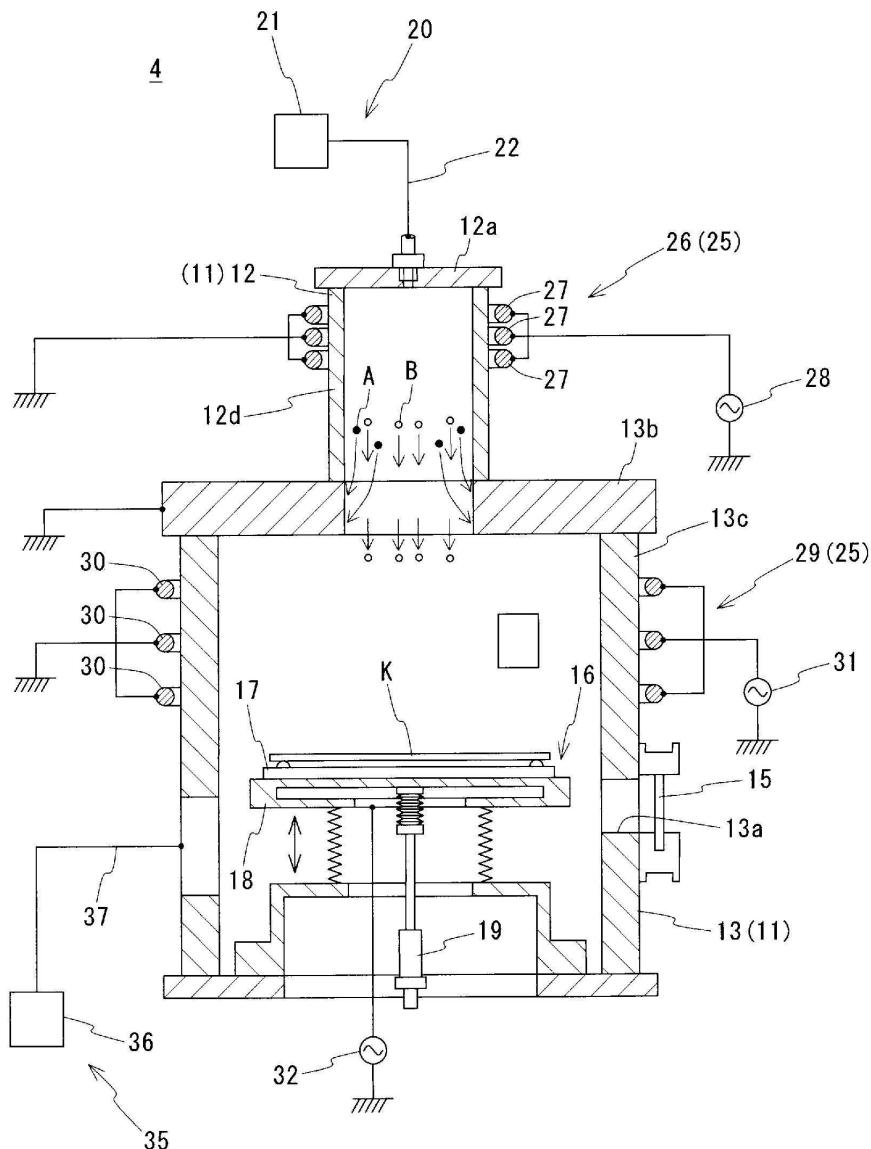
도면4



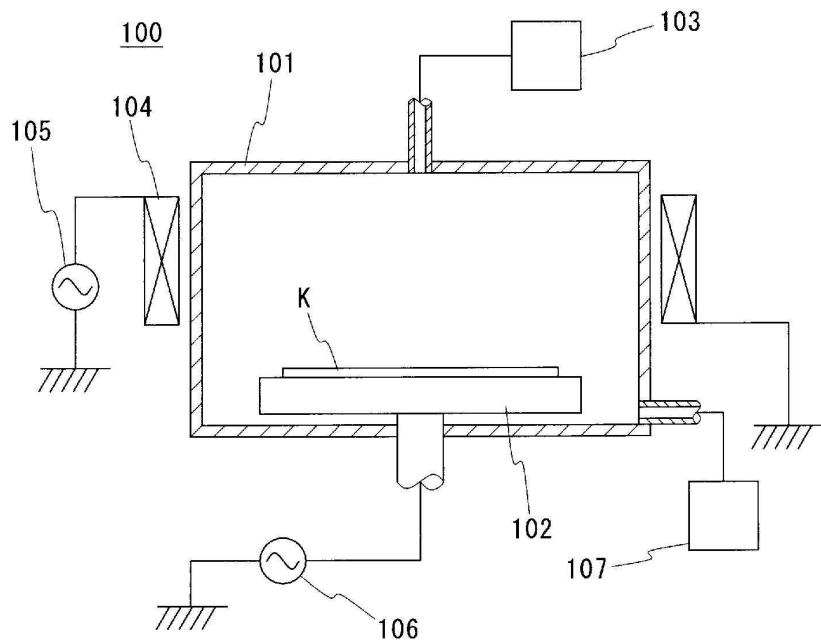
도면5



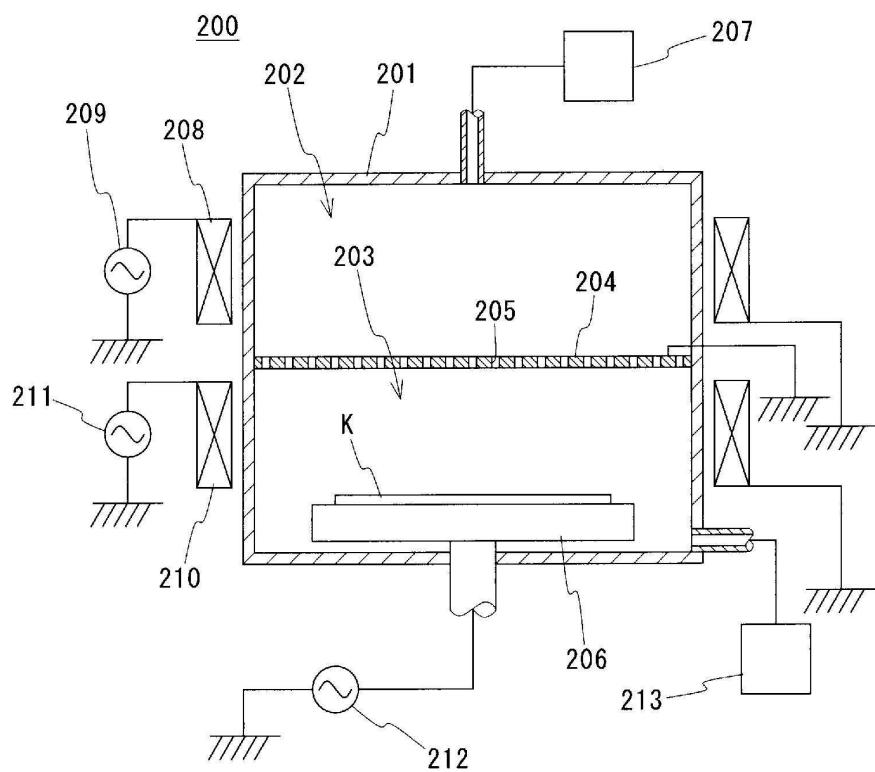
도면6



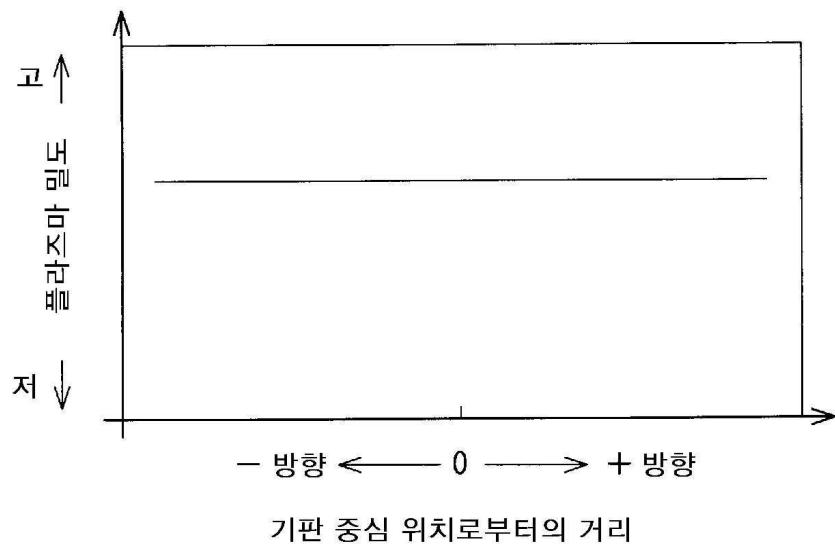
도면7



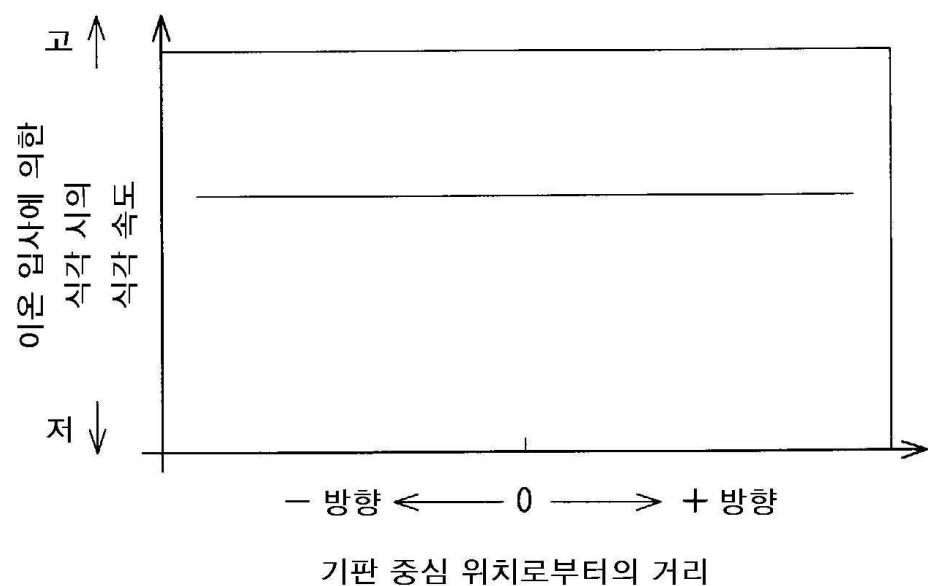
도면8



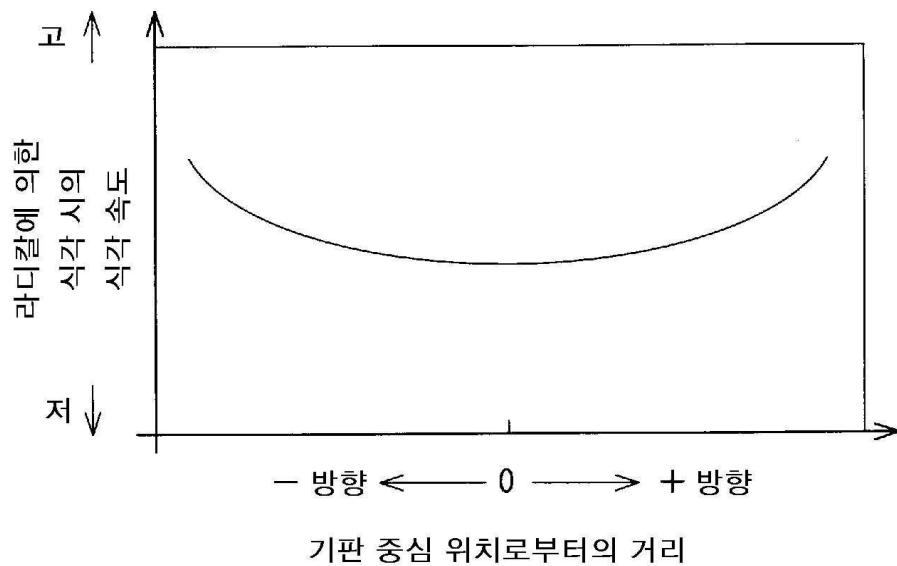
도면9a



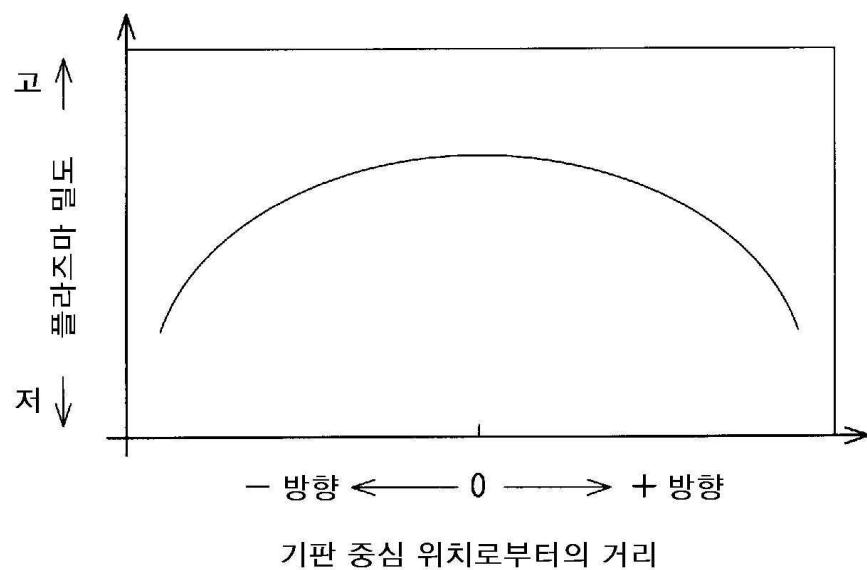
도면9b



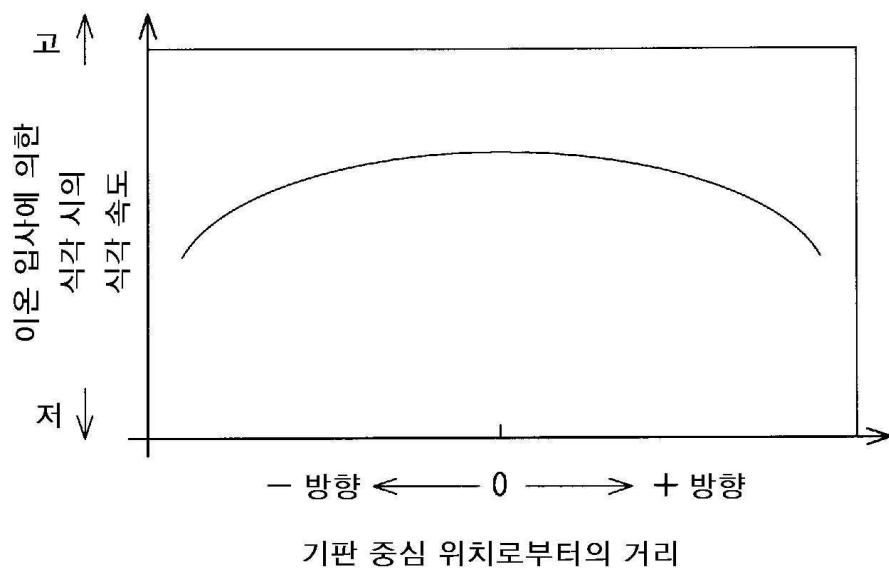
도면9c



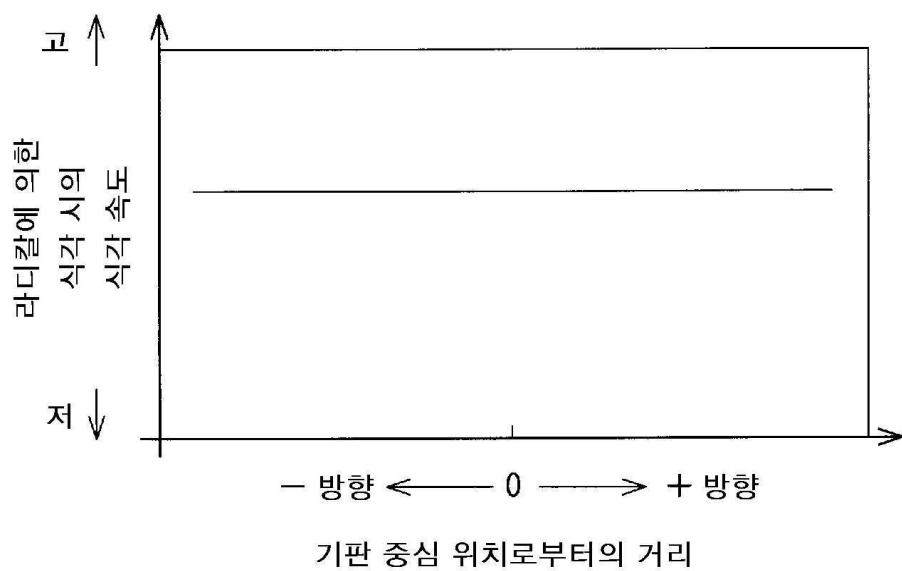
도면10a



도면10b



도면10c



도면11

