



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월14일
 (11) 등록번호 10-1115659
 (24) 등록일자 2012년01월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/687 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0009726
 (22) 출원일자 2009년02월06일
 심사청구일자 2009년02월06일
 (65) 공개번호 10-2009-0086171
 (43) 공개일자 2009년08월11일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2008-026235 2008년02월06일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2005079415 A*
 KR1020060001172 A
 JP2004172202 A
 JP2003282692 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
 일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
 (72) 발명자
사사키 야스하루
 일본 암나시켄 니라사키시 후지이초 기타계조
 2381-1 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시키가이샤 내
 (74) 대리인
제일특허법인

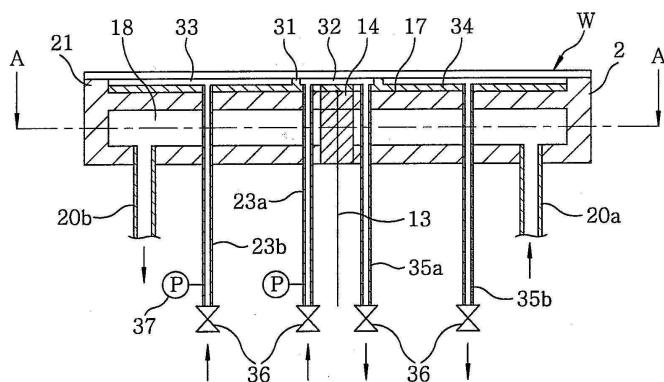
전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이창호

(54) 발명의 명칭 기판 탑재대, 기판 처리 장치 및 피처리 기판의 온도 제어 방법

(57) 요약

정전 척을 구비한 기판 탑재대에 있어서는 정전 척 전극으로의 급전선의 주위를 절연재료로 둘러싸기 때문에, 전열이 나쁜 부분이 생긴다. 그래서, 이 부분의 전열을 보상하여, 기판 전체의 온도를 균일하게 하는 수단을 제공한다. 급전선 주위의 기판 탑재대 표면에 환상 볼록부를 형성하여, 기판과 탑재대의 간극의 공간을 내측 영역과 외측 영역으로 구획하고, 각 영역에 냉각 가스의 공급관과 배출관을 배치하여, 각각의 영역의 냉각 가스 압력을 독립적으로 제어할 수 있게 한다.

대표도 - 도2a

특허청구의 범위

청구항 1

기판을 플라즈마 처리하는 처리 챔버내에 마련되고, 급전선 주위가 절연재료로 구성된 적어도 1개의 급전부와 내부에 냉각 매체 유로를 구비한 기판 탑재대에 있어서,

상기 탑재대의 기판 탑재면측을 복수의 영역으로 칸막이하는 볼록부와,

상기 볼록부에 의해 칸막이된 영역에 냉각 가스를 도입하는 도입구와,

상기 냉각 가스의 압력 또는 유량을 조절하는 조절 수단을 마련하고,

상기 급전부가 기판 탑재대의 중심부에 있으며,

상기 볼록부는, 상기 급전부의 주위에 소정의 반경으로 형성되는 동시에, 상기 급전부의 중심을 중심축으로 해서 동심원 형상으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는

기판 탑재대.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 볼록부에 의해 칸막이된 복수의 영역의 각각에 상기 냉각 가스의 배출구가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는

기판 탑재대.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 영역의 면적은 상기 급전선의 중심에 가까운 영역일수록 작게 되어 있는 것을 특징으로 하는

기판 탑재대.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

기판을 플라즈마 처리하는 처리 챔버내에 마련되고, 급전선 주위가 절연재료로 구성된 적어도 1개의 급전부와 내부에 냉각 매체 유로를 구비한 기판 탑재대에 있어서,

상기 탑재대의 기판 탑재면측을 복수의 영역으로 칸막이하는 볼록부와,

상기 볼록부에 의해 칸막이된 영역에 냉각 가스를 도입하는 도입구와,

상기 냉각 가스의 압력 또는 유량을 조절하는 조절 수단을 마련하고,

상기 급전부가 기판 탑재대의 주연부에 있으며,

상기 볼록부는 상기 급전부의 주위에 소정의 반경으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는

기판 탑재대.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 볼록부에 의해 칸막이된 복수의 영역의 각각에 상기 냉각 가스의 배출구가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는

기판 탑재대.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 볼록부가 상기 급전부의 중심을 중심축으로 해서 동심원 형상으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는
기판 탑재대.

청구항 10

제 1 항, 제 2 항, 제 7 항 및 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 기판 탑재대를 구비한
기판 처리 장치.

청구항 11

기판을 플라즈마 처리하는 처리 챔버내에 마련되고, 급전선 주위가 절연재료로 구성된 급전부와 내부에 냉각 매체 유로를 구비한 기판 탑재대에 탑재되는 피처리 기판의 온도 제어 방법에 있어서,

상기 탑재대의 기판 탑재면측에, 상기 급전부를 중심으로 해서 그 주위를 소정의 반경으로 동심원 형상으로 복수의 영역으로 칸막이하는 볼록부를 형성하고,

상기 볼록부에 의해 칸막이된 복수의 영역의 각각에 냉각 가스를 도입하고,

상기 영역에 공급하는 상기 냉각 가스의 압력 또는 유량을 조절하는 것에 의해 피처리 기판의 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는

피처리 기판의 온도 제어 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 영역의 면적을 내측으로 갈수록 작게 해서 피처리 기판의 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는

피처리 기판의 온도 제어 방법.

청구항 13

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 정전 척을 구비한 반도체 웨이퍼 등의 기판의 탑재대에 관한 것으로서, 정전 척에 있어서의 급전선 주위의 열전도의 특이성에 의한 기판온도의 불균일을 해소할 수 있는 기판 탑재대, 이 탑재대를 구비한 기판 처리 장치 및 피처리 기판의 온도 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 웨이퍼 등의 기판의 처리 장치에 있어서는 기판을 유지?고정시키기 위해 정전 척이 이용되는 경우가 많다. 정전 척은 기판의 탑재대 표면을 유전체로 구성하고, 그 바로 아래에 금속성의 전극판을 매립하며, 이 전극판에 직류 고전압을 인가하고, 쿨롱력 또는 존슨?라백력에 의해, 기판을 흡착 유지하는 것이다.

[0003] 또한, 플라즈마 처리 장치에 있어서는 피처리 기판인 웨이퍼가 위쪽으로부터 열을 받기 때문에, 기판의 탑재대를 열전도율이 높은 재료 예를 들면 금속으로 구성하고, 그 내부에 냉매유로를 마련해서 탑재대를 냉각하는 동시에, 탑재대와 웨이퍼 이면의 간극에 He 가스 등의 열전달용 가스를 도입하여, 웨이퍼의 냉각을 촉진시키고 있다.

[0004] 정전 척의 전극판에는 전원으로부터 인가 전압을 공급하기 위해 급전선이 부착되어 있다. 이 급전선은 예를 들면 하기 특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같이 탑재대 중앙부에 마련되는 경우와, 예를 들면 하기 특허문헌 2와 같이 탑재대 주연부에 마련되는 경우가 있다.

[0005] [특허문헌 1] 일본 특허공개공보 제 2000-317761 호

[0006] [특허문헌 2] 일본 특허공개공보 제 2001-274228 호

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 정전 척의 전극판에 인가되는 전압이 고전압이기 때문에, 급전선의 주위는 절연재료로 구성하지 않으면 안 된다. 일반적으로 절연재료는 열전도율도 낮기 때문에, 급전선 주위의 절연재의 부분과, 그 이외의 고열전도율 재료의 부분에서, 기판으로부터 탑재대에 열전도량이 다르다고 하는 문제가 생긴다. 즉, 급전선의 주위는 냉매로의 전열량이 적고, 탑재대 표면 온도가 높아진다. 그 때문에, 기판으로부터 탑재대로의 발열량이 작아지고, 기판 온도가 다른 부분보다 높게 되어 버린다. 이것에 의해 플라즈마 애칭 등의 처리를 했을 때에, 급전선의 주위와 그 밖의 부분에서 애칭 등의 처리 특성에 차가 생길 우려가 있어, 바람직하지 못하다.

[0008] 그래서, 본 발명은 플라즈마 처리를 실행하는 감압 챔버내에 있어서, 정전 척에 의해 피처리 기판을 흡착?유지하는 기판 탑재대로서, 정전 척의 급전선 주위와 그 밖의 부분에서, 기판으로부터의 발열량을 원하는 값으로 제어해서, 기판 전체의 온도를 대략 균일하게 할 수 있는 기판 탑재대와 온도 제어 방법을 제공하는 것을 과제로 하고 있다.

과제 해결수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 기판 탑재대는 기판을 플라즈마 처리하는 처리 챔버내에 마련되고, 급전선 주위가 절연재료로 구성된 급전부와 내부에 냉각 매체 유로를 구비한 기판 탑재대로서, 상기 탑재대의 기판 탑재면측을 복수의 영역으로 칸막이하는 볼록부와, 상기 볼록부에 의해 칸막이된 영역에 냉각 가스를 도입하는 도입구와, 상기 냉각 가스의 압력 또는 유량을 조절하는 조절 수단을 마련한 것을 특징으로 한다.

[0010] 이 탑재대는 상기 볼록부에 의해 칸막이된 복수의 영역의 각각에, 상기 냉각 가스의 도입구와 배출구를 포함하는 가스 유로가 형성되어 있는 것이어도 좋다.

[0011] 또한, 이 탑재대에 있어서는 상기 영역의 면적은 상기 급전선의 중심에 가까운 영역일수록 작게 되는 것이 바람직하다.

[0012] 상기 급전부는 상기 기판 탑재대의 중심부에 있어도 좋다. 이 경우에 있어서, 상기 급전부의 주위를 소정의 반경으로 동심원 형상으로 복수의 영역으로 칸막이하는 볼록부가 형성되어 있어도 좋다.

[0013] 또한, 이 경우에 있어서, 상기 볼록부는 상기 급전부의 중심을 중심축으로 해서 동심원 형상으로 형성되어 있는 것이어도 좋다.

[0014] 상기 급전부가 적어도 1개 이상, 기판 탑재대의 둘레 가장자리부에 있어도 좋다. 이 경우에 있어서, 상기 급전부의 주위를 소정의 반경으로 동심원 형상으로 적어도 1개 이상의 영역으로 칸막이하는 볼록부가 형성되어 있어도 좋다. 또한, 상기 볼록부는 상기 급전부의 중심을 중심축으로 해서 동심원 형상으로 형성되어 있는 것이어도 좋다.

- [0015] 본 발명의 피처리 기판의 온도 제어 방법은 기판을 플라즈마 처리하는 처리 챔버내에 마련되고, 급전선 주위가 절연재료로 구성된 급전부와 내부에 냉각 매체 유로를 구비한 기판 탑재대에 탑재되는 피처리 기판의 온도 제어 방법으로서, 상기 탑재대의 기판 탑재면측에 상기 급전선의 주위를 복수의 영역으로 칸막이하는 볼록부를 형성하고, 상기 볼록부에 의해 칸막이된 복수의 영역의 각각에 냉각 가스를 도입하고, 상기 영역에 공급하는 상기 냉각 가스의 압력 또는 유량을 조절하는 것에 의해, 피처리 기판의 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- [0016] 이 온도 제어 방법에 있어서는 상기 영역의 면적을 그 외측 영역의 면적보다 작게 해서 피처리 기판의 온도를 조정하는 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 상기 급전부를 중심으로 해서 그 주위를 소정의 반경으로 동심원 형상으로 복수의 영역으로 칸막이하는 볼록부를 형성하고, 피처리 기판의 온도를 조정하는 것이 바람직하다.
- [0018] 또한, 본 발명은 상기의 기판 탑재대를 구비한 기판 처리 장치를 포함한다.

효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 탑재대에 마련된 정전 척의 급전선 주위에 있어서의 전열의 특이 상태가 해소되고, 탑재대상의 기판온도를 균일하게 할 수 있으며, 피처리 기판의 품질을 향상시킬 수 있게 되었다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 실시예의 도면을 참조해서 본 발명을 상세하게 설명한다. 도 1에, 본 발명의 실시에 이용되는 플라즈마 처리 장치(플라즈마 에칭 장치)의 전체의 개략 구성을 나타낸다. 도 1에 있어서, 챔버(1)는 예를 들면 알루미늄, 스테인리스강 등의 재질로 이루어지고, 내부를 기밀하게 밀폐 가능한 원통형의 것이다. 이 챔버(1)는 어스에 접지되어 있다.
- [0021] 챔버(1)의 내부에는 피처리 기판으로서 예를 들면 반도체 웨이퍼(기판)(W)가 탑재되는 탑재대(이하, 서셉터) (2)가 마련된다. 도 1에 나타내는 서셉터(2)는 반도체 웨이퍼(W)와 접촉해서 열교환을 실행하는 것에 의해, 반도체 웨이퍼(W)의 온도를 조절하는 열교환 플레이트로서 이용된다. 서셉터(2)는 알루미늄 등의 도전성 및 열전 도성이 우수한 재질로 이루어지고, 하부 전극을 겹하고 있다.
- [0022] 서셉터(2)는 세라믹스 등의 절연성의 통형상 유지부(3)에 지지된다. 통형상 유지부(3)는 챔버(1)의 통형상 지지부(4)에 지지된다. 통형상 유지부(3)의 상면에는 서셉터(2)의 상면을 환상으로 둘러싸는 석영 등으로 이루어지는 포커스 링(5)이 배치된다.
- [0023] 챔버(1)의 측벽과 통형상 지지부(4)의 사이에는 환상의 배기로(6)가 형성되어 있다. 이 배기로(6)의 입구 또는 도중에 환상의 배플판(7)이 부착된다. 배기로(6)의 바닥부는 배기관(8)을 거쳐서 배기 장치(9)에 접속된다. 배기 장치(9)는 진공 펌프를 갖고 있으며, 챔버(1)내의 공간을 소정의 진공도까지 감압한다. 챔버(1)의 측벽에는 반도체 웨이퍼(W)의 반입출구(10)를 개폐하는 게이트밸브(11)가 부착된다.
- [0024] 서셉터(2)에는 플라즈마 생성용의 고주파 전원이 정합기 및 급전봉(모두 도시하고 있지 않음)을 거쳐서 전기적으로 접속된다. 고주파 전원은 예를 들면 40 MHz의 높은 주파수의 고주파 전력을 서셉터(2)가 겪는 하부 전극에 공급한다. 챔버(1)의 천장부에는 샤퍼헤드(15)가 상부 전극으로서 마련된다. 고주파 전원으로부터의 고주파 전력에 의해, 서셉터(2)와 샤퍼헤드(15)의 사이에 플라즈마가 생성된다.
- [0025] 또, 서셉터(2)에는 플라즈마중의 이온을 반도체 웨이퍼(W)에 인입하는 바이어스용의 고주파 전원이 정합기 및 급전봉(모두 도시하고 있지 않음)을 거쳐서 접속된다. 바이어스용의 고주파 전원은 예를 들면 12.88 MHz, 3.2 MHz 등의 약간 낮은 주파수의 고주파 전력을 서셉터(2)에 공급한다.
- [0026] 서셉터(2)의 상면에는 반도체 웨이퍼(W)를 정전 흡착력으로 유지하기 위해, 세라믹스 등의 유전체로 이루어지는 정전 척(16)이 마련된다. 정전 척(16)의 내부에는 도전체, 예를 들면 구리, 텅스텐 등의 도전막으로 이루어지는 내부 전극(17)이 매립되어 있다. 내부 전극(17)에는 고전압, 예를 들면 2500 V, 3000 V 등의 직류 고압 전원(12)이 급전선(13)을 거쳐서 전기적으로 접속되어 있다. 직류 고압 전원(12)으로부터 내부 전극(17)에 직류 고

전압을 인가하면, 쿨롱력 또는 존슨?라벡력에 의해 반도체 웨이퍼(W)가 정전 척(16)에 흡착 유지된다.

[0027] 서셉터(2)의 내부에는 냉매유로(18)가 마련된다. 이 냉매유로(18)에는 냉매유닛(19)으로부터 배관(20)을 거쳐서 예를 들면 냉수가 순환 공급된다.

[0028] 정전 척(16)의 가장자리에는 둘레가장자리 환상 볼록부(21)가 마련되어 있고, 정전 척(16)의 표면과 반도체 웨이퍼(W)의 이면의 사이에는 간극이 형성되어 있다. 이 간극은 급전선(13)의 주위에 소정 반경으로 마련된 내부 환상 볼록부(31)에 의해 내측 영역(32)과 외측 영역(33)으로 구획되어 있다. 냉각 가스 공급부(22)로부터의 냉각 가스 예를 들면 He 가스가 가스 공급관(23a)을 거쳐서 내측 영역(32)에, 가스 공급관(23b)을 거쳐서 외측 영역(33)에 따로따로 공급된다. 이 냉각 가스는 그 압력을 바꾸는 것에 의해, 정전 척(16), 즉 서셉터(2)와 반도체 웨이퍼(W)의 사이의 열전도의 정도를 임의로 제어하는 효과를 갖는다. 이것이 본 발명의 포인트이지만, 상세한 것은 후술한다.

[0029] 샤크헤드(15)는 다수의 가스 통기 구멍을 갖는 하면의 전극판(24)과, 이 전극판(24)을 착탈 가능하게 지지하는 전극 지지체(25)를 갖는다. 전극 지지체(25)의 내부에는 버퍼실(26)이 마련되고, 이 버퍼실(26)의 가스 도입구(27)에는 처리 가스 공급부(28)로부터의 가스 도입관(29)이 접속된다.

[0030] 샤크헤드(15)와 서셉터(2)는 평행하게 대향해서 설치되고, 한쌍의 전극 즉 상부 전극과 하부 전극으로서 기능한다. 샤크헤드(15)와, 반도체 웨이퍼(W)가 탑재된 서셉터(2)와의 사이의 공간에는 고주파 전력에 의해서 연직 방향의 고주파 전계가 형성되고, 고주파의 방전에 의해서 반도체 웨이퍼(W)의 표면 근방에 고밀도의 플라즈마가 생성된다. 또한, 챔버(1)의 주위에는 챔버(1)와 동심원 형상으로 환상의 링 자석(30)이 배치되고, 샤크헤드(15)와 서셉터(2)의 사이의 처리공간에 자장을 형성한다.

[0031] 도 2a 및 2b는 본 실시예에 있어서의 서셉터 상부의 구조를 나타내는 도면으로서, 도 2a는 단면도, 도 2b는 도 2a의 A-A 화살표 단면의 평면도이다. 서셉터(2)의 상부에는 유전체층(34)이 형성되고, 그 바로 아래에는 도전막으로 이루어지는 내부 전극(17)이 매립되어 있다. 내부 전극(17)에는 급전선(13)에 의해 직류 고전압이 인가된다. 급전선(13)의 주위에는 원통형상의 절연 부재(14)가 배치되어 누전을 방지한다. 서셉터(2)는 열전도율이 높은 재료 예를 들면 금속으로 구성되고, 그 내부에 냉매유로(18)가 마련되어 있다. 냉매유로(18)에는 배관(20a)으로부터 냉매가 공급되고, 배관(20b)으로부터 배출되어, 냉매가 순환한다.

[0032] 서셉터(2)의 상단 바깥가장자리 전체 둘레에는 둘레가장자리 환상 볼록부(21)가 마련되고, 기판(W)은 이 둘레가장자리 환상 볼록부(21)의 위에 탑재된다. 이 때문에, 기판(W)과 유전체층(34)의 사이에는 약간의 공간이 형성된다. 또한, 절연 부재(14)를 둘러싸도록, 내부 환상 볼록부(31)가 마련되어 있고, 상기의 공간은 내측 영역(32)과 외측 영역(33)으로 구획되어 있다.

[0033] 내측 영역(32)에는 가스 공급관(23a)을 거쳐서 냉각 가스가 공급되고, 가스 배출관(35a)으로부터 배출된다. 외측 영역(33)에는 가스 공급관(23b)을 거쳐서 냉각 가스가 공급되고, 가스 배출관(35b)으로부터 배출된다. 가스 공급관(23a, 23b) 및 가스 배출관(35a, 35b)에는 유량 조절 밸브(36)가 배치되고, 또한 가스 공급관(23a, 23b)에는 각각 압력계(37)가 설치되어 있다. 유량 조절 밸브(36)를 조절하는 것에 의해, 내측 영역(32) 및 외측 영역(33)의 압력을 원하는 값으로 제어할 수 있다.

[0034] 또, 본 실시예에 있어서는 냉각 가스의 공급관과 배출관이 마련되어 있지만, 배출관은 반드시 필요하지는 않다. 둘레가장자리 환상 볼록부(21)나 내부 환상 볼록부(31)와 기판(W)의 사이의 시일의 방법(밀착성의 정도)을 조정하는 것에 의해, 냉각 가스를 챔버내에 누출시킴으로써 가스류를 발생시킬 수 있기 때문이다.

[0035] 본 발명에 있어서, 서셉터(2)와 기판(W)의 간극을 내측 영역(32)과 외측 영역(33)으로 구획하고, 각각 독립적으로 냉각 가스를 흘리는 이유는 기판(W)로부터의 발열량을 조절하여, 기판 전체에서 그 온도를 균일하게 유지하기 위해서이다. 급전선(13)의 주위의 절연 부재(14)는 열전도도가 작기 때문에 냉매에 전열하기 어렵다. 그 때문에, 내측 영역(32)에서는 외측 영역(33)보다도 서셉터(2)의 표면온도가 높아지고, 기판(W)로부터 서셉터(2)에의 발열량이 낮아진다. 그래서, 서셉터(2) 표면과 기판(W)의 간극에 흘리는 냉각 가스의 압력을, 내측 영역(32)과 외측 영역(33)에서 따로따로 제어하여, 내측 영역(32)에서의 냉각 가스를 거친 전열을 촉진시키는 것이 본 발명의 포인트이다.

[0036] 즉, 플라즈마 처리 장치내에 있어서는 공간의 유지 압력에 대해 공간의 대표길이가 짧기 때문에, 장치내에 도입된 냉각 가스는 분자류 영역에 있다. 분자류 영역에서는 가스의 열전도도가 그 압력에 비례하므로, 내측 영역(32)의 압력을 외측 영역(33)보다도 높게 하는 것에 의해, 기판(W)로부터 서셉터(2)에 전열을 촉진할 수 있고, 이것에 의해 기판(W)의 전체의 온도를 균일하게 할 수 있다. 이것이 가능하게 되는 근거에 대해서는 후에 상세

하게 설명한다.

[0037] 도 3a 및 3b은 본 발명의 제 2 실시예에 있어서의 서셉터 상부의 구조를 나타내는 도면(중앙부근만 확대해서 나타냄)으로서, 도 3a는 단면도, 도 3b는 평면도이다. 이 예에 있어서는 급전선(13)의 주위의 절연 부재(14)의 주변에 이중의 내부 환상 볼록부, 즉 내측의 제 1 환상 볼록부(31a)와 외측의 제 2 환상 볼록부(31b)가 마련되어 있다. 이것이 의해, 서셉터(2)와 기판(W)의 간극은 제 1 내측 영역(32a), 제 2 내측 영역(32b)과 외측 영역(33)으로 3분할되어 있다. 각 영역에는 각각 독립적으로 냉각 가스가 취입되고, 독립적으로 영역 내부의 압력을 제어할 수 있도록 되어 있다.

[0038] 즉, 제 1 내측 영역(32a)에는 가스 공급관(23a)을 거쳐서 냉각 가스가 공급되고, 가스 배출관(35a)으로부터 배출된다. 제 2 내측 영역(32b)에는 가스 공급관(23c)을 거쳐서 냉각 가스가 공급되고, 가스 배출관(35c)으로부터 배출된다. 또한, 외측 영역(33)에는 가스 공급관(23b)을 거쳐서 냉각 가스가 공급되고, 가스 배출관(35b)으로부터 배출된다. 가스 공급관(23a, 23b, 23c) 및 가스 배출관(35a, 35b, 35c)에는 각각 유량 조절 밸브(도시하지 않음)가 배치되어, 각 영역의 압력을 독립적으로 제어할 수 있다. 이와 같이 3개의 영역으로 분할하는 이유는 기판 온도의 제어 정밀도를 높이기 위함이지만, 상세한 것은 후술한다.

[0039] 또, 본 실시예에서는 제 1 환상 볼록부(31a)와 제 2 환상 볼록부(31b)는 급전선(13)의 중심을 중심축으로 해서 동심원 형상으로 형성되어 있지만, 동심원의 중심이 급전선(13)의 중심과 일치하고 있지 않아도, 대략 그 부근에 있으면 좋다.

[0040] 도 4a 및 4b는 본 발명의 제 3 실시예에 있어서의 서셉터 상부의 구조를 나타내는 도면으로서, 도 4a는 단면도, 도 4b는 도 4a의 B-B 화살표 단면의 평면도이다. 이 예에 있어서는 급전선(13)은 서셉터(2)의 중앙이 아니라, 둘레 가장자리 부근에 한쌍, 대략 대상의 위치에 마련되어 있다. 급전선(13)의 주위가 절연 부재(14)에 의해 절연되는 것은 도 2a 및 2b와 마찬가지이다. 따라서, 각각의 절연 부재(14)의 주위에 내부 환상 볼록부(31)가 마련되고, 서셉터(2)와 기판(W)의 간극은 2개의 내측 영역(32)과 외측 영역(33)으로 분할되어 있다. 이와 같은 구조로 하는 것에 의해서, 내부 전극(17)에의 급전선(13)이 서셉터(2)의 둘레 가장자리에 있는 경우에도, 본 발명의 목적을 달성할 수 있다.

[0041] 다음에 본 발명의 근거로 되는 열해석의 결과에 대해 설명한다. 도 5는 서셉터 상부의 전열 해석의 조건 및 결과의 설명도이다. 계산을 간단히 하기 위해, 높이 방향으로만 열이 흐르는 것을 상정한 일차원의 열전도 모델에서 고려한다. 열류속(熱流束)은 어느 위치에서도 2 W/cm^2 의 일정값으로 하고, 냉매온도 즉 냉매유로의 표면온도는 T_1 (일정값), 전열총의 두께는 15 mm 로 한다. 또한, 급전선 주위의 절연재료(Al_2O_3)의 열전도율은 16 W/m?K 로 하고, 그 이외의 구조재료(A1)의 열전도율은 160 W/m?K 로 한다.

[0042] 이 조건에서 서셉터 표면의 온도를 계산한 결과, 절연재와 구조재의 표면온도의 차 $\Delta T = T_2(\text{절연재}) - T_2(\text{구조재})$ 는 $16.9 \text{ }^\circ\text{C}$ 로 되는 것이 명백하게 되었다. 서셉터 표면 온도에 이만큼의 차가 생기면, 기판도 이것에 가까운 온도차가 생겨, 플라즈마 처리의 품질의 균일성에 악영향을 미칠 가능성이 크다.

[0043] 실제의 열류는 일차원이 아니라, 횡방향으로도 열이 확산하므로, 축 대상의 이차원 전열 모델에서 고려할 필요가 있다. 도 6a 및 6b는 실제의 서셉터 표면 온도 분포의 개념도와, 이것에 대응한 존 분할의 사고방식의 설명도이다. 도 6a에 나타내는 바와 같이, 표면온도 T_2 가 피크 형상으로 높게 되어 있는 존 1과, T_2 가 완만하게 경사지고 점차 감소하는 존 2와, T_2 가 일정값으로 되는 존 3으로 나누어진다. 따라서, 도 6b에 나타내는 바와 같이, 기판(W)과 서셉터(2)의 사이의 공간을, 제 1 환상 볼록부(31a)와 제 2 환상 볼록부(31b)로 이중으로 칸막이를 마련하여, 제 1 내측 영역(존 1)과 제 2 내측 영역(존 2)과 외측 영역(존 3)으로 분할하고, 그 압력 P 가 (존 1) > (존 2) > (존 3)으로 되도록 제어하면 좋다.

[0044] 이와 같이 해서, 존 1~3의 압력을 적절하게 제어하는 것에 의해, 기판(W)의 온도의 균일성을 더욱 높일 수 있다. 전술한 제 2 실시예는 이러한 사고방식에 의거하여, 제 1 실시예보다도 정밀한 기판 온도의 제어를 실행하는 것을 의도한 것이다. 또, 존의 분할수를 더욱 많게 해도 좋다.

[0045] 또한, 제 3 실시예와 같은 급전선(13)이 서셉터(2)의 둘레 가장자리부에 마련되어 있는 경우에도, 각 급전선(13)의 절연부(14)에 이중 또는 그 이상의 환상 볼록부(31)를 마련하여, 각 3존 이상으로 분할해도 좋다. 이것에 의해, 기판 온도 제어의 정밀도를 높일 수 있다.

[0046] 다음에, 냉각 가스 압력의 전열에 미치는 영향에 대해 설명한다. 플라즈마 처리 등의 진공 처리 장치에 있어서는 기판(W)과 서셉터(2)의 사이의 공간에 도입된 냉각 가스는 분자류 영역에 있고, 그 열전도도는 절대압력에

비례한다. 그 때문에, 냉각 가스를 거쳐서 기관(W)으로부터 서셉터(2)에 전도되는 열량은 냉각 가스의 압력에 비례적으로 증대한다. 그래서, 열류속과 서셉터 표면 온도가 일정으로 해서, 냉각 가스(He)의 압력과 기관온도의 관계를 시산(試算)한 결과의 예를 도 7에 나타낸다. 동일 도면에 있어서는 He 압력 50 Torr의 경우를 기준으로 하고, 이 때에 기관온도가 0 °C가 되도록 조건을 설정하여, He 압력이 변경되었을 때의 기관온도를 계산하였다.

[0047] 도 7에 보이는 바와 같이, 기관온도는 He 압력 50 Torr의 경우를 0 °C로 해서, He 압력의 저하와 함께 상승하고, 압력 20 Torr에서 약 10 °C, 10 Torr에서 약 20 °C로 된다. 앞의 도 5에서 나타낸 절연재와 구조재의 표면온도의 차 16.9 °C에 상당하는 바와 같이, 기관(W)으로부터 서셉터(2)에의 전열량을 증가시키기 위해서는 절연재의 부분(내측 영역(32))의 He 압력을 50 Torr로 하고, 구조재의 부분(외측 영역(33))의 압력을 13.5 Torr 정도로 하면 좋은 것이 이해된다. 이상은 대략의 추정이지만, 본 발명의 방법에서 He 압력을 상기와 같이 제어하는 것에 곤란은 없고, 본 발명에 의해 급전선 부분의 기관온도의 특이성을 회피할 수 있는 것이 명백하게 되었다.

도면의 간단한 설명

[0048] 도 1은 발명의 실시에 이용되는 플라즈마 처리 장치(플라즈마 에칭 장치)의 전체의 개략 구성을 나타내는 도면.

[0049] 도 2a 및 2b는 본 발명의 일실시예에 있어서의 서셉터 상부의 구조를 나타내는 도면.

[0050] 도 3a 및 3b는 본 발명의 제 2 실시예에 있어서의 서셉터 상부의 구조를 나타내는 도면.

[0051] 도 4a 및 4b는 본 발명의 제 3 실시예에 있어서의 서셉터 상부의 구조를 나타내는 도면.

[0052] 도 5는 서셉터 상부의 전열 해석의 조건 및 결과의 설명도.

[0053] 도 6a 및 6b은 실제의 서셉터 표면 온도 분포와, 이것에 대응한 존 분할의 사고방식을 나타내는 설명도.

[0054] 도 7은 냉각 가스의 압력과 기관온도의 관계를 시산한 결과의 예를 나타내는 도면.

도면의 주요부분에 관한 부호의 설명

[0056] 1: 캠버 2: 서셉터(탑재대)

[0057] 3: 통형상 유지부 4: 통형상 지지부

[0058] 5: 포커스 링 6: 배기로

[0059] 7: 배플판 8: 배기관

[0060] 9: 배기장치 10: 반입출구

[0061] 11: 게이트 밸브 12: 직류 고압 전원

[0062] 13: 급전선 14: 절연 부재

[0063] 15: 샤퍼헤드 16: 정전 척

[0064] 17: 내부 전극 18: 냉매 유로

[0065] 19: 냉매 유닛 20, 20a, 20b: 배관

[0066] 21: 둘레가장자리 환상 볼록부 22: 냉각 가스 공급부

[0067] 23a, 23b, 23c: 가스 공급관 24: 전극판

[0068] 25: 전극 지지체 26: 버퍼실

[0069] 27: 가스 도입구 28: 처리 가스 공급부

[0070] 29: 가스 도입관 30: 링 자석

[0071] 31, 31a, 31b: 내부 환상 볼록부 32, 32a, 32b: 내측 영역

[0072] 33: 외측 영역 34: 유전체층

[0073] 35a, 35b, 35c: 가스 배출관

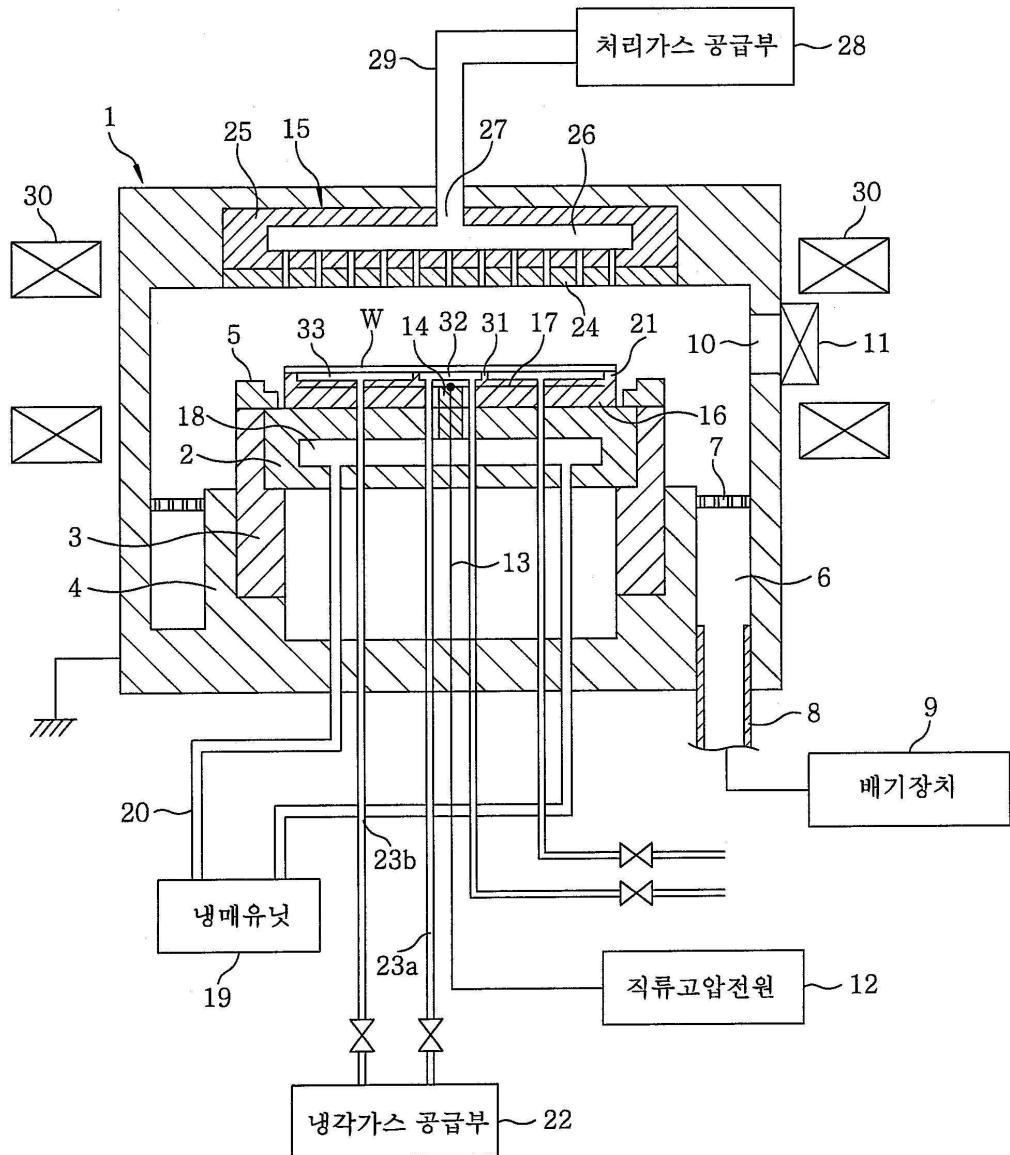
36: 유량 조절 밸브

[0074] 37: 압력계

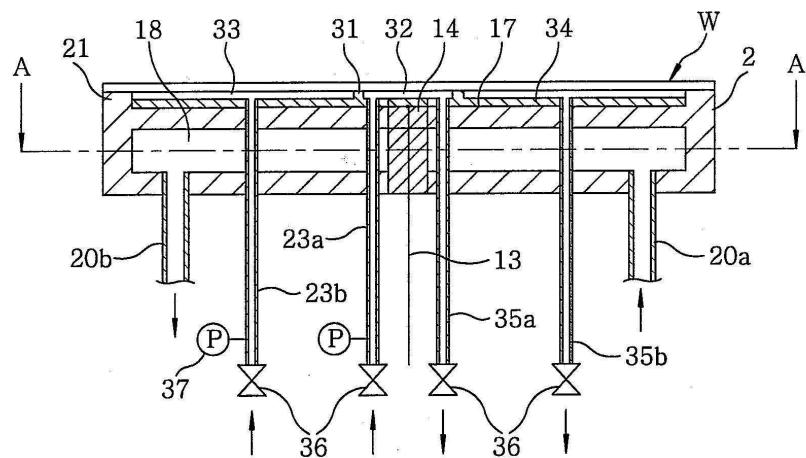
W: 기판(반도체 웨이퍼)

도면

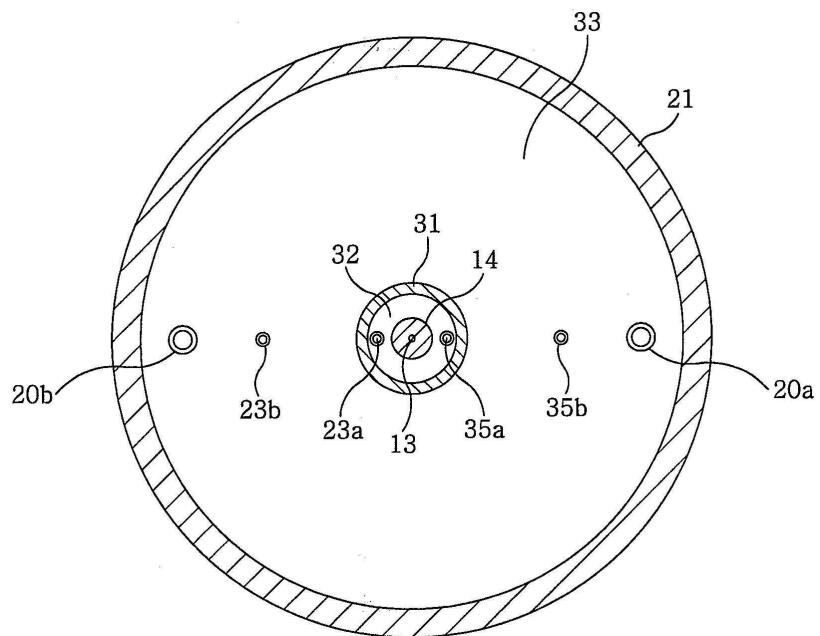
도면1



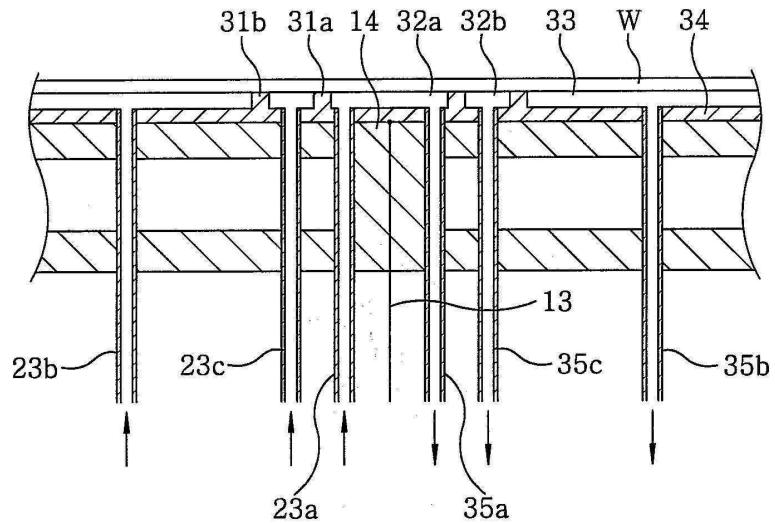
도면2a



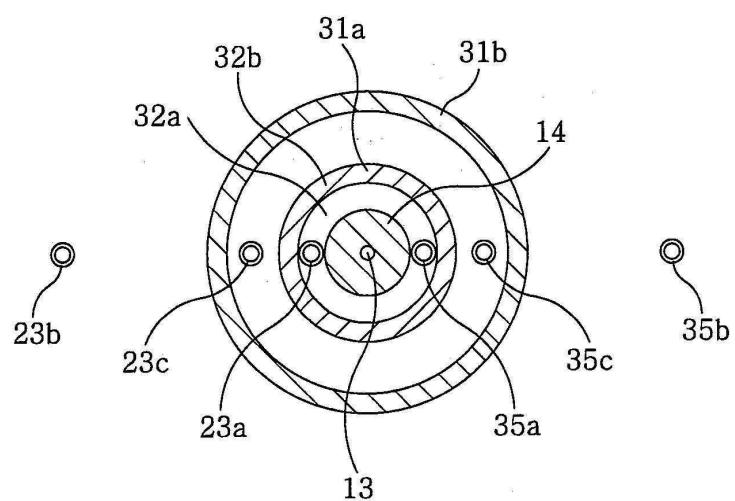
도면2b



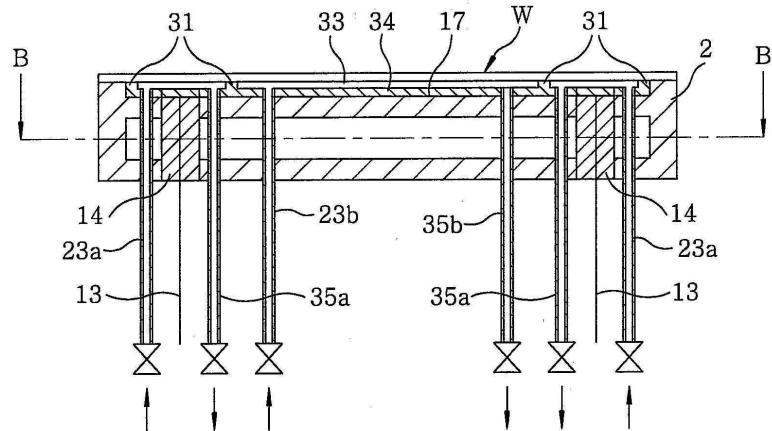
도면3a



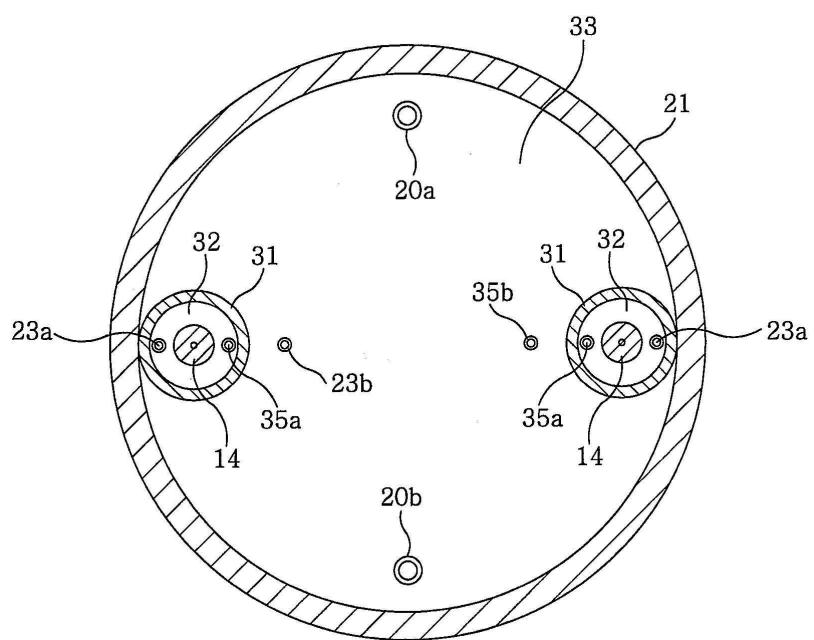
도면3b



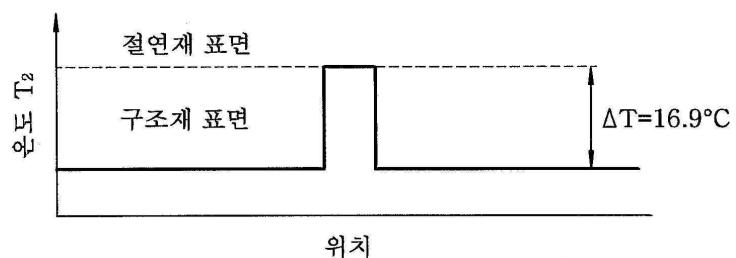
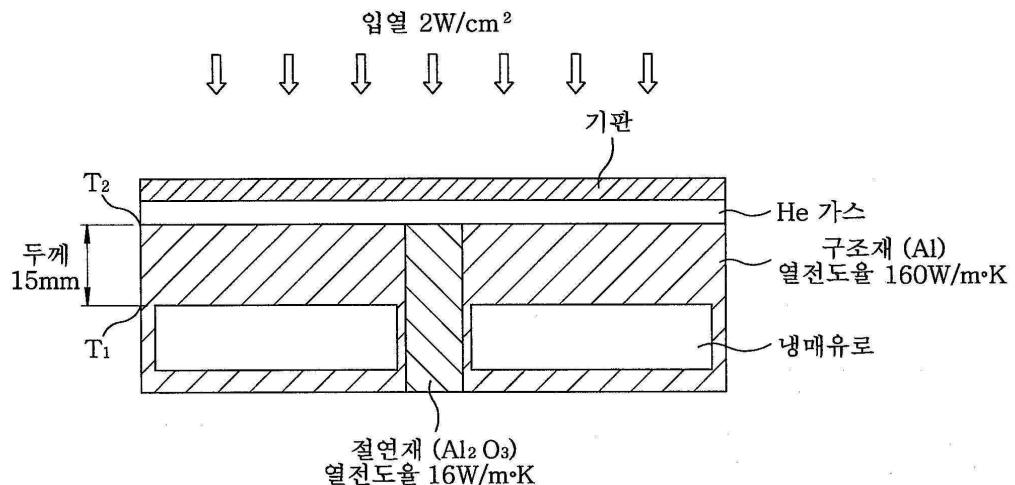
도면4a



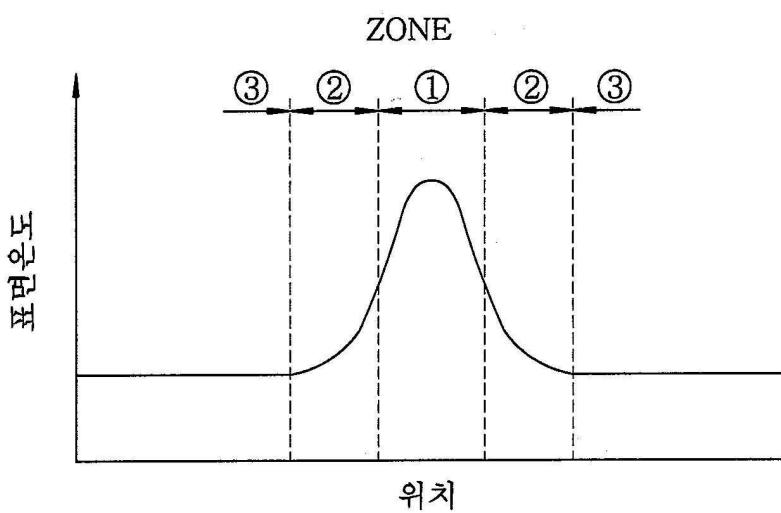
도면4b



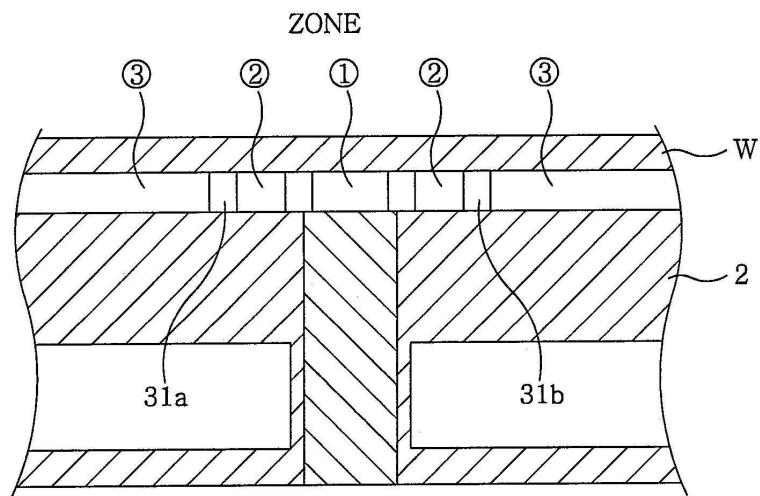
도면5



도면6a



도면6b



도면7

