



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0034770
(43) 공개일자 2010년04월01일

(51) Int. Cl.

H01L 21/68 (2006.01)

- (21) 출원번호 10-2010-7005037(분할)
(22) 출원일자 2005년12월13일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2007-7017391
원출원일자 2005년12월13일
심사청구일자 2007년11월30일
(85) 번역문제출일자 2010년03월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/047109
(87) 국제공개번호 WO 2006/073947
국제공개일자 2006년07월13일
(30) 우선권주장
11/027,481 2004년12월30일 미국(US)

(71) 출원인

램 리써치 코퍼레이션

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650

(72) 발명자

리써, 안소니 제이.

미국 94087 캘리포니아주 씨니베일 유콘 드라이브 1513

커멘던트, 키스

미국 94536 캘리포니아주 프리몬트 글리덴 웨이 4350

탑팬, 제임스

미국 94539 캘리포니아주 프리몬트 인버니스 코트 1217

(74) 대리인

특허법인코리아나

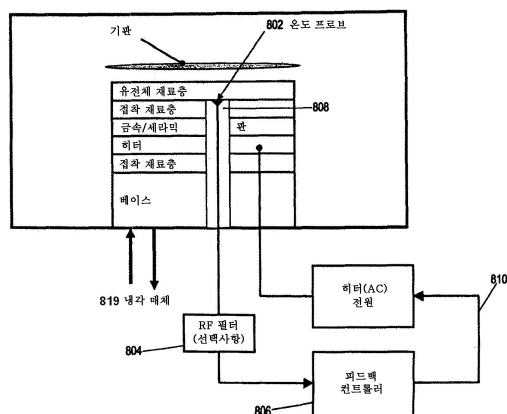
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 기관의 온도의 공간 및 시간 제어를 위한 장치

(57) 요약

기관의 온도의 제어를 위한 장치는 온도가 제어되는 베이스, 히터, 금속판 및 유전체 재료층을 갖는다. 히터는 금속판으로부터 전기적으로 절연되는 한편, 금속판의 밑면에 열적으로 연결된다. 제1 접착재료층은 온도가 제어되는 베이스의 상면에 금속판과 히터를 본딩시킨다. 이 접착층은 기계적으로 플렉서블하고, 장치의 표면에 원하는 온도 패턴을 제공하기 위하여 히터와 외부 프로세스의 열 에너지의 균형을 맞추기 위하여 설계된 물리적인 특성을 갖는다. 제2 접착재료층은 금속판의 상면에 유전체 재료층을 본딩시킨다. 이 제2 접착층은 장치의 표면에 원하는 온도 패턴을 전달하기 위하여 설계된 물리적인 특성을 갖는다. 유전체 재료층은 정전기적 클램프 메커니즘을 형성하고, 기관을 지지한다.

대표도 - 도8



특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마 프로세싱 동안 기관의 온도를 제어하는 기관 지지부를 제조하는 방법으로서,
판의 저면으로부터 전기적으로 절연되는 히터를 상기 판의 상기 저면에 본딩시키는 단계;
접착층을 사용하여 상기 판 및 상기 히터를 온도가 제어되는 베이스의 상면에 부착시키는 단계; 및
플라즈마 프로세싱 동안 상기 기관을 지지하는 정전기적 기관 클램프 메커니즘을 형성하기 위하여 상기 판의 상면에 정전기적 전극 및 유전체 재료의 라미네이트를 부착시키는 단계를 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 판은 상면과 저면을 갖는 금속판 또는 세라믹판이고, 상기 상면과 저면은 약 0.0005" 내로 서로에 대하여 실질적으로 평행하고,
상기 기관 지지부의 제조 방법은, 상기 베이스의 상기 상면을 약 0.0003" 내로 평탄하게 가공 (machining down) 시키는 단계를 더 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 판은 금속판이고, 상기 금속판의 표면 치수는 상기 온도가 제어되는 베이스의 표면 치수와 실질적으로 유사한, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
상기 판은 금속판이고,
상기 히터는 박형의 플렉서블한 막이거나, 또는 하나 이상의 저항 가열 소자를 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
상기 저항 가열 소자를 사용하여 상기 금속판에 패틴 레이아웃을 형성하는 단계를 더 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 접착층은 균일하게 퇴적된 기계적으로 플렉서블한 단열층을 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,
상기 접착층은 고체판을 포함하고,
상기 고체판은 0.001" 내로 서로에 대하여 실질적으로 평행한 상면 및 저면을 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 고체판의 열 전도율은 상기 기관상에 전도되도록 상기 플라즈마 프로세스 및 상기 히터에 의해 사용되는 상대적인 전력 레벨의 함수로서 선택되는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

실질적으로 높은 열 전도율을 갖는 기계적으로 플렉서블한 접착제를 사용하여 상기 베이스의 상기 상면에 상기 고체판을 본딩시키는 단계를 더 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

실질적으로 높은 열 전도율을 갖는 기계적으로 플렉서블한 접착제를 사용하여 상기 금속판의 상기 저면에 상기 고체판을 본딩시키는 단계를 더 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 판을 상기 베이스의 상기 상면에 부착한 후, 상기 금속판의 상면을 약 0.0005" 내로 평탄하게 가공시키는 단계를 더 포함하는, 기관 지지부의 제조 방법.

청구항 12

적어도 200mm 의 폭을 갖는 기관의 온도를 제어하는 지지부 어셈블리를 제조하는 방법으로서,

금속판 또는 세라믹판의 저면으로부터 전기적으로 절연되는 히터를 상기 금속판 또는 상기 세라믹판의 상기 저면에 본딩시키는 단계;

0.012 인치 내지 0.040 인치의 두께를 갖고, 0.001 인치 내의 두께 편차를 갖는 접착층을 사용하여 온도가 제어되는 베이스의 상면에 상기 금속판 또는 상기 세라믹판과 상기 히터를 부착시키는 단계; 및

정전기적 클램프 메커니즘을 형성하기 위하여 상기 금속판 또는 상기 세라믹판의 상면에 정전기적 전극 및 유전체 재료의 라미네이트를 부착시키는 단계로서, 상기 유전체 재료는 상기 기관을 지지하는 상면을 갖는, 상기 정전기적 전극 및 유전체 재료의 라미네이트를 부착시키는 단계를 포함하는, 지지부 어셈블리의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 히터는 상기 유전체 재료의 상기 상면에 공간적 온도 제어를 달성하도록 패턴 레이아웃을 갖는 복수의 저항 가열 소자를 포함하는, 지지부 어셈블리의 제조 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 온도가 제어되는 베이스의 상기 상면을 0.0003 인치 미만의 평탄도 편차로 가공(machining down)시키는 단계, 및

상기 기관에 상기 금속판의 공간적 온도 제어를 전하기 위해 효과적인 두께를 갖는 상기 유전체 재료의 층으로서, 상기 유전체 재료는 0.001 인치 내의 표면 평탄도 편차를 갖는, 상기 유전체 재료의 층을 퇴적시키는 단계를 더 포함하는, 지지부 어셈블리의 제조 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 판은 상면과 저면이 서로에 대하여 실질적으로 평행한 금속판으로서, 약 0.040 인치 이하의 두께를 갖고,

0.0005 인치 내의 표면 평탄도 편차를 갖는 금속판이고,

상기 히터는 약 0.010 인치의 두께를 갖고 0.0005 인치 내의 표면 평탄도 편차를 갖는 박형의 플렉서블한 막을 포함하고,

상기 접착층은 균일하게 퇴적된 기계적으로 플렉서블한 단열층을 포함하는, 지지부 어셈블리의 제조 방법.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 접착층은 상면 및 저면을 갖는 고체판을 포함하고,

상기 상면은 0.0005 인치 내의 표면 편차로 가공되고, 상기 상면 및 저면은 약 0.001 인치 내로 서로에 대하여 실질적으로 평행하고,

상기 고체판은 플라스틱으로 이루어지고 0.006 내지 0.020 인치의 두께를 갖는, 지지부 어셈블리의 제조 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

(a) 상기 고체판의 상기 저면은 약 0.006 내지 약 0.020 인치의 두께, 실질적으로 높은 열 전도율, 및 0.001 인치 내의 두께 편차를 갖는 기계적으로 플렉서블한 접착제를 사용하여 상기 베이스의 상기 상면에 본딩되고,

(b) 상기 고체판의 상기 상면은 약 0.004 인치의 두께, 실질적으로 높은 열 전도율 및 0.0005 인치 내의 두께 편차를 갖는 기계적으로 플렉서블한 접착제를 사용하여 상기 금속판의 밑면에 본딩되는, 지지부 어셈블리의 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 기관 지지부에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 플라즈마 프로세싱 기간 동안에 기관의 균일한 온도 분포를 실현하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전형적인 플라즈마 에칭 장치는 챔버를 통해 가스와 반응하거나 또는 가스가 흐르는 리액터를 포함한다. 챔버 내에서는, 전형적으로 무선 주파수 에너지에 의해 가스가 플라즈마로 이온화된다. 플라즈마의 고반응 이온은 집적 회로(IC)로 처리되는 반도체 웨이퍼의 표면의 폴리머 마스크와 같은 재료와 반응할 수 있다. 에칭 이전에, 웨이퍼는 챔버에 배치되고, 웨이퍼의 상면을 플라즈마에 노출시키는 척(chuck) 또는 홀더에 의해 적절한 위치에서 유지된다. 본 기술 분야에서는 공지된 여러 유형의 척(때로는 서셉터(susceptor)라고 불림)이 있다. 적은 등온의 표면을 제공하고, 웨이퍼에 대한 히트 싱크(heat sink)로서 기능한다. 하나의 유형에서, 반도체 웨이퍼는 기계적인 클램프(clamp) 수단에 의해 에칭을 위한 적소에 유지된다. 척의 다른 유형에서는, 척과 웨이퍼 간의 전기장에 의해 발생하는 정전기력에 의해 반도체 웨이퍼가 적소에서 유지된다. 본 발명은 양 타입의 척 모두에 적용가능하다.

[0003] 전형적인 플라즈마 에칭 동작에서, 플라즈마의 반응 이온은 반도체 웨이퍼의 면의 재료의 일부와 화학 반응한다. 일부의 프로세스에 의해 웨이퍼의 어느 정도의 가열이 야기되기도 하지만, 대부분의 가열은 플라즈마에 의해 야기된다. 한편, 플라즈마의 재료와 웨이퍼 재료 사이의 화학 반응 속도는 웨이퍼의 온도 상승에 의해 어느 정도 가속화된다. 웨이퍼상의 각각의 미세 지점에서의 국소적인 화학 반응의 속도 및 웨이퍼 온도는, 웨이퍼의 영역 전반에서의 웨이퍼의 온도가 너무 많이 차이나게 되는 경우, 웨이퍼의 면에 대한 재료의 에칭에서의 해로운 비평탄화가 용이하게 발생될 수 있다는 점에서 관련되어 있다. 거의 완벽할 정도로 균일하게 에칭하는 것이 가장 바람직한데, 그렇지 않으면, 대부분의 경우, 제조되는 집적 회로 장치(IC)가 표준으로부터 바람직한 정도 이상으로 벗어나는 전자 특성을 갖게 되기 때문이다. 또한, 웨이퍼 직경 사이즈가 증가할 때마다, 보다 큰 웨이퍼로부터의 IC들의 각 배치(batch)의 균일성을 확보하는 문제가 보다 어려워진다. 일부의 다른 경

우에는, 사용자 프로파일을 획득하기 위하여 웨이퍼의 표면 온도를 제어할 수 있는 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 반응 이온 에칭(RIE) 기간 동안의 웨이퍼의 온도 상승의 문제는 이미 잘 알려져 있으며, RIE 기간 동안의 웨이퍼의 온도를 제어하기 위한 다양한 시도가 과거부터 행해지고 있다. 도 1은 RIE 기간 동안의 웨이퍼 온도를 제어하는 한 가지 방법을 도시한다. 웨이퍼(104)의 저부와 웨이퍼(104)를 유지하는 척(106)의 상부 사이의 단일의 박형 공간(102) 내에 (헬륨 또는 아르곤과 같은) 비활성 냉매(coolant) 기체가 단일 압력으로 도입된다. 본 방식은 백사이드 가스 냉각(backside gas cooling)이라고 칭한다.
- [0005] 일반적으로, 냉매 누설을 감소시키기 위하여 척(106)의 외부 에지에서 약 1 내지 5mm 연장되는 스무드 밀봉 랜드(smooth sealing land)를 제외하면, 척의 경계에는 o-링이나 다른 에지 밀봉이 존재하지 않는다. 불가피하게, 임의의 탄성중합체(elastomer) 밀봉이 없으면, 밀봉 랜드 전반에는 현저하고 점진적인 압력 손실이 있어서, 웨이퍼(104)의 에지가 부적절하게 냉각된다. 따라서, 웨이퍼(104)의 에지 근처에서 발생하는 열은 척에서 멀리 효율적으로 전도되는 것에 앞서 반경 방향의 내부로 현저하게 흘러들어가야 한다. 웨이퍼(104)의 상부의 화살표(106)는 웨이퍼(104)를 가열하는 유입 플럭스를 도시한다. 웨이퍼(104)의 열의 흐름은 화살표(110)로 도시되어 있다. 이에 의하면 척의 에지 영역이 항상 표면의 나머지 부분보다 더 뜨거운 경향이 있는 이유를 설명할 수 있다. 도 2는 웨이퍼(104)의 전형적인 온도 분포를 도시한다. 웨이퍼(104)의 주위 부분에서의 압력 손실에 의해 웨이퍼(104)가 주위 부분에서 보다 더 뜨겁게 된다.
- [0006] 영역 냉각에 대한 필요를 다루는 한가지 방식은 표면 거칠기를 가변시키거나 또는 국부적 접촉 영역을 효과적으로 변경시키기 위한 릴리프 패턴(relief pattern)을 커팅하는 것이다. 이러한 구성은 백사이드 냉매 가스가 전혀 없어도 사용 가능하며, 이 경우 접촉 영역, 표면 거칠기 및 클램프 힘이 열 전달을 결정한다. 그러나, 국부적 접촉 영역은 오직 척을 재매칭시킴으로써만 조정될 수 있다. 영역 냉각에 대한 필요를 다루는 다른 방식은 그 압력이 가변되는 냉매 가스를 사용하여 열 수송을 증가시키고 조정을 정교하게 하는 것이다. 그러나, 릴리프 패턴은 여전히 실질적으로 고정되어 있다. 디바이더로서 소형의 밀봉 랜드를 사용하거나 사용하지 않고서, 척의 표면을 상이한 영역으로 분리함으로써, 각 영역에 별도의 냉각 가스를 공급함으로써, 상당한 정도의 독립적인 공간 제어가 실현될 수 있다. 각 영역에 대한 가스 공급은 상이한 조성을 갖거나 또는 상이한 압력으로 설정됨으로써, 열 전도를 가변시킨다. 각 영역의 동작 조건은 이미 정해져 있는 제어 하에서 설정될 수 있거나 또는 각 프로세스 단계 동안 동적으로 안정화될 수도 있다. 이러한 구성은 플라즈마로부터의 유입열 플럭스를 재분배하여 이를 상이한 영역으로 주입시키는 것에 의존한다. 이는 고전력 플럭스에서 상대적으로 효과적이지만 단지 저 전력 플럭스에서는 작은 온도차를 부여할 뿐이다. 예컨대, 약 3 내지 6 W/cm²의 균일한 플럭스와 약 3mm의 밀봉 랜드에 의하면, 웨이퍼 주변 근처에서 10℃ 내지 30℃의 온도 증가가 야기되는 중심 대 에지 열 기울기를 얻는 것이 가능하다. 이 크기의 열 기울기는 프로세스 제어 파라미터로서 매우 효과적일 수 있다. 예컨대, 임계적인 프로세스 성능 메트릭스(metrics)에 영향을 줄 수 있는 플라즈마 밀도의 반경 방향 변화 또는 리액터 레이아웃의 비대칭성은, 적절한 기관 온도 패턴과 역행된다. 그러나, 예컨대 폴리 게이트 프로세스와 같은 일부의 프로세스는 낮은 전력으로 동작될 수 있고, 단지 0.2 W/cm²의 플럭스를 가질 수 있다. 평균 전도율이 매우 낮게 행해지지 않아 제어하기 매우 어렵고 부적절한 전체 냉각의 결과를 가져오는 경향이 있게 되면, 전형적으로 5℃보다 작은 매우 적은 차이만이 존재할 것이다.
- [0007] 따라서, 반응 이온 에칭 기간 및 현저한 플라즈마 열 플럭스를 필요로 하지 않는 유사한 프로세스 기간 동안 반도체 웨이퍼의 온도를 제어하기 위한 방법 및 장치에 대한 필요성이 존재한다. 본 발명의 주요 목적은 이들 필요성을 해결하고, 더 나아가 관련된 이점을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 기관의 온도의 제어를 위한 장치는, 온도가 제어되는 베이스, 히터, 금속판, 유전체 재료층을 갖는다. 히터는 금속판으로부터 전기적으로 절연되어 있는 한편, 금속판의 밑면에 열적으로 연결되어 있다. 히터는 공간 분식된 열 패턴을 부여하기 위하여 복수의 독립적으로 제어되는 영역으로 구성될 수 있다. 각 히터 영역에 대한 온도 피드백은 열 출력을 제어하는 적절한 전원에 접속된다. 제1 접촉재료층은, 온도가 제어되는 베이스의 상면에 금속판과 히터를 본딩시킨다. 이 접촉제는 가변하는 외부 프로세스 조건 하에서 열 패턴이 유지되도록 하는 물리적인 특성을 갖는다. 제2 접촉재료층은 금속판의 상면에 유전체 재료층을 본딩시킨다. 유전체 재료층은

정전기적인 클램프 메커니즘을 형성하고, 기관을 지지한다. 기관의 정전기적 클램프를 수행하기 위하여 고전압 이 유전체 부분에 접속된다.

도면의 간단한 설명

[0009]

본 명세서에서 참조되는 첨부 도면은 상세한 설명과 함께 본 발명의 하나 이상의 실시예를 도시하고, 본 발명의 원리 및 구현을 설명한다.

도 1은 종래의 기술에 따른 프로세스 하에서 웨이퍼를 유지하는 지지부의 개략적인 입체도이다.

도 2는 종래의 기술에 따른 도 1의 장치에서 웨이퍼의 온도와 냉매의 압력을 도시한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 베이스를 갖는 프로세싱 챔버를 개략적으로 도시한다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 표면 온도 범위 및 층의 평행도 간의 관계를 도시하는 표이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치의 표면 온도 제어 구성을 개략적으로 도시한다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 베이스를 갖는 프로세싱 챔버를 개략적으로 도시한다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 베이스를 갖는 프로세싱 챔버를 개략적으로 도시한다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 장치의 표면 온도 제어 구성을 개략적으로 도시한다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 베이스를 갖는 프로세싱 챔버를 개략적으로 도시한다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 커넥터의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세싱 기간 동안 기관의 온도를 공간 및 시간적으로 제어하기 위한 방법을 개략적으로 도시하는 플로우차트이다.

도 12a, 12b 및 12c 는 본 발명의 일 실시예에 따라 설치된 장치의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 프로세싱 기간 동안 기관의 온도를 공간 및 시간적으로 제어하기 위한 방법을 도시하는 플로우차트이다.

도 14a, 14b, 14c 및 14d 는 본 발명의 다른 실시예에 따라 설치된 장치의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 베이스의 정전기적 전극과 히터에 전원을 전기적으로 접속하기 위한 방법을 개략적으로 도시하는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010]

본 발명의 실시예는 여기서 기관의 지지부와 관련하여 기재된다. 당업자는 본 발명의 이어지는 상세한 설명이 오직 설명을 위한 것이고, 어떤 방식으로든 한정하는 것으로 의도되지 않음을 이해할 것이다. 본 발명의 다른 실시예는 이들 당업자가 본 명세서의 이점을 이해할 수 있도록 쉽게 기술된다. 세부적으로는, 첨부 도면에 도시된 본 발명의 구현예들이 참조된다. 이하의 상세한 설명 및 도면들 전체에서, 동일한 참조 부호는 동일 또는 유사 부분을 참조하기 위하여 사용될 것이다.

[0011]

명확하게 나타내기 위하여, 여기에 개시되는 구현예의 일반적인 구성들 전부를 도시하고 설명하지는 않는다. 물론, 임의의 이러한 실제 구현의 개발에서, 응용과 관련된 제한 및 사업과 관련된 제한에 따르는 것과 같이 개발자의 구체적인 목표를 실현하기 위하여 무수히 많은 구현에 대한 특정한 결정이 행해질 수 있고, 이들 구체적인 목표는 하나의 구현으로부터 다른 구현으로 또한 어떤 개발자로부터 다른 개발자로 가면서 변화되는 것도 명확히 이해될 것이다. 또한, 이러한 개발 노력은 복잡하고 시간이 소요될 수 있지만, 그럼에도 불구하고 본 명세서의 이득을 얻는 당업자에게는 엔지니어링 중에 취해지는 일상으로 될 것이다.

[0012]

본 발명의 조정 가능한 정전기적 척은, 플라스마 강화되고 열적으로 강화된 반응에서의 기관의 프로세싱 온도를 제어하기 위해 사용되는 장치이다. 이 장치는 프로세스로부터의 외부 열 부하량이 변동할 때 고정된 기관 온도가 유지되게 할 뿐만 아니라, 온도가 시간의 함수로서 정교하게 변화할 수 있게 한다. 또한, 이 장치는 공간적으로 분해된 온도 시그니처가 프로세스 기간 동안 기관 상에 분배되고 유지될 수 있게 해준다.

[0013]

조정 가능한 정전기적 척은 외부 프로세스의 열 에너지 입력에 응답하여 장치 내에 위치한 열원으로부터의 에너지의 균형을 맞추으로써, 장치의 원하는 표면 온도를 유지한다. 정적인 열역학 조건 하에서, 이들 열원으로부터

터의 열 에너지의 증가는 표면 온도를 상승시키고, 열 에너지의 감소는 표면 온도를 감소시킨다. 따라서, 이와 같은 방식의 열 에너지의 제어는 표면 온도의 시간에 따른 변화를 제공한다. 또한, 공간 분해된 열원, 즉 위치 함수로서의 가변되는 열 에너지를 갖는 열원은 공간 온도 제어의 가능성을 제공한다. 또한, 장치의 표면 온도를 제어함으로써, 장치의 표면에 열적으로 잘 연결된 기관은 장치에 의해 사용되는 동일한 온도 제어의 이득을 얻게 될 것이다.

[0014] 기관 온도는 반도체 프로세스에 현저한 영향을 미친다. 반도체의 표면 온도의 시간 및 공간 제어를 제공하는 능력은 장치 제조에서의 강력한 특성을 나타낸다. 그러나, 장치의 열 전달 특성은 공간적으로 균일하여야 한다. 이 열 전달 특성을 달성하는데 실패하면, 매우 고가의 비실용적인 제어 구성(예를 들어, 매우 높은 밀도의 개별 제어 루프)을 사용하지 않고서는 수정될 수 없는 바람직하지 않은 온도 시그너처로 귀착될 것이다.

[0015] 도 3은 기관(306)의 온도의 시간 및 공간 제어를 위한 장치(304)를 갖는 챔버(302)를 도시한다. 장치(304)는 온도가 제어되는 베이스(temperature-controlled base, 308), 접착재료층(310), 히터막(312), 금속판(314) 및 유전체 재료층(316)을 포함한다.

[0016] 베이스(308)는 기관(306)과 유사한 길이 및 폭 치수로 제조되는 능동 냉각(actively cooled) 금속 지지 부재를 포함할 수 있다. 냉각 매체(319)는 베이스(308)의 온도를 유지한다. 베이스(308)의 상면은 가공되어 고도로 평탄화된다. 200mm 또는 300mm의 실리콘 웨이퍼가 사용되는 일 실시예에서는, 베이스(308)의 상면 전체에서의 변화가 0.0003"보다 작게 될 수 있다.

[0017] 금속판(314)의 상면 및 저면은 고도로 평탄화되고(0.0005" 표면 편차 내) 평행하게(0.0005" 표면 편차 내) 제조된다. 금속판(314)의 두께는 금속판(314) 바로 아래에 있으면서 이와 밀착되어 있는 열원(히터막(312) 등)의 공간 패턴을 적절하게 전사할 수 있으면 충분하다. 일 실시예에서, 금속판(314)은 두께가 약 0.040"인 알루미늄판을 포함할 수 있다.

[0018] 히터(312)는 금속판(314)의 바닥 측에 본딩된 박형의 플렉서블한 폴리이미드 히터막일 수 있다. 히터(312)는 완성된 어셈블리의 표면에 공간 온도 제어를 행하기 위하여 설계된 패턴 레이아웃을 이용하여 복수의 저항 소자로 구성될 수 있다. 임의의 잠재적인 전기 문제를 방지하기 위하여, 가열 소자는 금속판(314)으로부터 전기적으로 절연된다. 플렉서블 히터(312)는 금속판(314)과 밀착되어 있다. 일 실시예에서, 히터(312)는 표면 편차가 0.0005" 내이고 두께가 약 0.010"인 폴리이미드 히터막을 포함한다.

[0019] 금속판(314)과 히터(312)는 모두 균일하게 퇴적되고 기계적으로 플렉서블한 접착제(310)를 사용하여 부착된다. 금속판(314)과 베이스(308)는 고도로 평행한 이 접착재료층(310)에 의해 고도로 평행하게 분리된다. 접착재료층(310)은 가열 소자(312)와 외부 프로세스 사이의 적절한 열 전달을 규정하는 높이 치수와 열 전도율을 갖는다. 열전달 계수는 가열 소자 및 외부 프로세스에 의해 사용되는 상대적인 전력 레벨에 의해 결정될 수도 있다. 일 실시예에서, 접착재료층(310)은 열전달 계수가 약 $0.17\text{W/m}^{\circ}\text{K}$ 내지 약 $0.51\text{W/m}^{\circ}\text{K}$ 인 실리콘 본딩층을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 접착재료층(310)의 두께는 두께 편차(즉, 평행도)가 0.001" 내로서 약 0.013" 내지 약 0.040" 범위일 수도 있다. 두께 편차 조건의 중요도는 도 4의 그래프에 의해 도시되어 있다. (공칭의 접착층 두께 및 접착층 열 전도율에 의해 규정되는) 고정된 열전달 계수에 있어서, 결과적인 표면 온도 비균일성은 평행도가 증가됨에 따라 증가될 것이다. 원치않는 열적 비균일성으로부터 기인되는 장치 제조시의 문제를 회피하기 위하여, 접착층 두께 편차가 반드시 최소화되어야 하고, 이에 의해 장치가 이러한 조건을 달성할 수 있는 설계를 가져야 함을 의미한다.

[0020] 다시 도 3으로 되돌아가면, 박형의 유전체 재료층(316)은 정전기적 클램프 메커니즘을 형성하기 위하여 금속판(314)의 상면에 (CVD, 스프레이 코팅 등을 통해) 퇴적될 수도 있다. 당업자는 외부 프로세스에 대한 화학 저항과 높은 전계 파괴 강도를 갖는 임의의 종래에 사용된 재료(예컨대, 알루미늄 옥사이드, 알루미늄 니트라이드, 이트륨 옥사이드 등)가 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 유전체 재료층(316)의 두께 및 표면 조건은 유지력(holding force)과 열 전달 특성이 기관(306)에 금속판(314)의 공간 온도 패턴을 부여하도록 규정될 수 있다. 일 실시예에서, 유전체 재료층(316)은 상면의 편차가 0.001" 내이고 약 0.002"의 두께를 갖는다.

[0021] 별도로 절연된 전기 접속부들(322 및 324)이 (유전체 재료(316)에 연결되는) 금속판(314)과 히터(312)의 가열 소자에 대해 제조되어, 정전기적 척(Electrostatic Chuck)(ESC) 전원(318)과 히터 전원(320)인 독립된 전원으로서 이들 구성물에 대한 제어를 제공할 수 있다. 절연된 전기 접속부의 일례가 도 10에 도시되어 있으며, 이하 후술된다.

[0022] 도 5에 도시된 바와 같이, 표면 온도의 지역적인 제어는 밑에 있는 층들의 관통부(508)를 통해 금속판과 접촉하

는 하나 이상의 측정 프로브를 이용하여 행해진다. 프로브(502)는 하나 이상의 가열 소자의 제어(510)를 위한 피드백 루프(506)의 일부이다. 장치가 무선 주파수 전력을 포함하는 환경에서 동작되어야 한다면, 프로브 출력은 필요시에 측정 신호에서의 임의의 무선 주파수 잡음을 제거하기 위하여 필터링 기구(504)를 통과할 수 있다. 이전에 규정된 -- 장치의 표면으로의 히터의 열적 패턴의 적절한 전달에 필요한 -- 금속판의 작은 높이 치수를 가정하면, 이에 의하여 표면 온도의 상당히 정확한 추정이 얻어질 수 있다.

[0023] 도 6은 기관(606)의 온도의 시간 및 공간 제어를 위한 장치(604)를 갖는 챔버(602)의 다른 실시예를 도시한다. 장치(604)는 온도가 제어되는 베이스(608), 접착재료층(610), 히터막(612), 세라믹판(614) 및 유전체 재료층(616)을 포함한다. 냉각 매체(619)는 베이스(608)의 온도를 유지한다. 제1 전원(620)은 전기 커넥터(624)를 통해 히터(612)에 전력을 공급한다. 제2 전원(618)은 전기 커넥터(622)를 통해 유전체 재료층(616)에 전력을 공급한다. 베이스(608), 접착재료층(610), 히터(612) 및 유전체 재료층(616)은 도 3에서 이전에 설명하였다. 또한, 전기 접속부의 일례도 도 10에 도시되어 있으며, 이하 후술된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 히터(612)는 금속판(314) 대신에 세라믹판(614)의 밑면에 퇴적된다. 세라믹판(614)은 예컨대 알루미늄 니트라이드 또는 알루미늄 옥사이드를 포함할 수 있다. 세라믹판(614)의 두께는 세라믹판(614)의 바로 아래에 있고 세라믹판(614)과 밀착되어 있는 열원(히터(612))의 특정 패턴을 적절하게 전달하도록 구성된다. 히터(612)는 세라믹판(614)으로부터 전기적으로 절연될 필요는 없다. 일 실시예에서, 베이스(608)는 약 0.0003"의 상면 편차를 갖는다. 접착재료층(610)의 두께는 0.0003" 내의 상면 편차와 저면 편차를 갖고 0.001" 내의 평행도(상면 편차 - 저면 편차)를 가지면서 약 0.013" 내지 약 0.040"의 범위일 수도 있다. 히터(612)는 0.0005" 내의 저면 편차를 가지면서 약 0.010"의 두께를 갖는다. 세라믹판(614)은 0.0005" 내의 상면 편차와 0.0002" 내의 저면 편차를 가지면서 약 0.040"의 두께를 갖는다. (세라믹판(614)에 코팅되는) 유전체 재료층(616)은 0.001" 내의 상면 편차를 가지면서 약 0.002"의 두께를 갖는다. 유전체 재료층(616)은 (금속 또는 세라믹으로 제조되는) 히터판(614)의 표면에 (CVD, 스프레이 코팅 등을 통해) 퇴적될 수도 있다. 또한, 적절한 특성의 도전성 재료가 클램프 전극을 형성하기 위하여 퇴적될 필요가 있다.

[0024] 도 7은 기관(706)의 온도의 시간 및 공간 제어를 위한 장치(704)를 갖는 챔버(702)의 다른 실시예를 도시한다. 장치(704)는 온도가 제어되는 베이스(708), 접착재료층(710), 히터막(712), 세라믹 또는 금속판(714), 접착재료층(715) 및 유전체 재료층(716)을 포함한다. 냉각 매체(719)는 베이스(708)의 온도를 유지한다. 제1 전원(720)은 전기 커넥터(724)를 통해 히터(712)에 전력을 공급한다. 제2 전원(718)은 전기 커넥터(722)를 통해 유전체 재료층(716)에 전력을 공급한다. 베이스(708), 접착재료층(710, 715) 및 히터(712)는 도 3 및 도 6에서 이미 설명되었다. 히터(712)는 세라믹 또는 금속판(714)의 밑면에 퇴적되어 있다. 유전체층(716)은 도전성 전극을 포함하는 별도의 컴포넌트이고, 정전기적 클램프 메커니즘을 형성하는 적절한 절연막은 약 0.040"의 두께를 가질 수 있고, 0.001" 내의 상면 및 저면 편차를 가질 수 있다. 별도의 미리 제조된 유전체 재료층(716)은 접착재료층(715)을 사용하여 금속 또는 세라믹판(714)에 부착된다. 또한, 전기 접속부의 일례는 도 10에서 설명되고, 이하 후술된다.

[0025] 도 8에 도시된 바와 같이, 표면 온도의 지역적인 제어는 밑에 있는 층들의 관통부(808)를 통해 유전체판과 접촉되는 하나 이상의 측정 프로브(802)를 사용하여 실행된다. 프로브(802)는 하나 이상의 가열 소자의 제어(810)를 위한 피드백 루프(806)의 일부이다. 장치가 무선 주파수 전력을 포함하는 환경에서 동작되어야 한다면, 프로브 출력은 필요시에 측정 신호에서의 임의의 무선 주파수 잡음을 제거하기 위하여 필터링 기구(804)를 통과할 수 있다. 이전에 규정된 -- 장치의 표면으로의 히터의 열적 패턴의 적절한 전달에 필요한 -- 유전체층의 작은 높이 치수를 가정하면, 이에 의하여 표면 온도의 상당히 정확한 추정이 얻어질 수 있다.

[0026] 도 9는 기관(906)의 온도의 시간 및 공간 제어를 위한 장치(904)를 갖는 챔버(902)의 다른 실시예를 도시하며, 여기서 이 장치 내의 접착재료층(910)은 상부 본딩재료층(926), 고체판(928) 및 저부 본딩재료층(930)을 포함한다. 장치(904)는 온도가 제어되는 베이스(908), 접착재료층(910), 히터막(912), 금속 또는 세라믹판(914), 접착재료층(913) 및 유전체 재료층(916)을 포함한다. 일 실시예에서, 베이스(908)는 0.0003" 내의 상면 편차를 갖는다. 히터막(912)은 0.0005" 내의 저면 편차를 가지면서 약 0.010"의 두께를 가질 수 있다. 금속 또는 세라믹판(914)은 0.0005" 내의 상면 편차와 0.0002" 내의 저면 편차를 가지면서 약 0.040"의 두께를 가질 수 있다. 접착재료층(913)은 약 0.004"의 두께를 가질 수 있다. 유전체 재료층(916)은 0.001" 내의 상면 및 저면 편차를 가지면서 약 0.040"의 두께를 가질 수 있다.

[0027] 냉각 매체(919)는 베이스(908)의 온도를 일정하게 유지한다. 히터 전원(920)은 전기 커넥터(924)를 통해 히터(912)에 전력을 공급한다. ESC 전원(918)은 전기 커넥터(922)를 통해 금속판(913) 또는 유전체 재료(916)에 전력을 공급한다. 베이스(908), 금속 또는 세라믹판(914), 히터(912), 접착재료층(913) 및 유전체 재료층(916)은

앞서 설명하였다. 또한, 전기 접속부의 일례는 도 10에서 도시되고, 이하 후술된다.

- [0028] 유전체 재료층(916)은 (금속 또는 세라믹으로 제조되는) 히터판(914)의 표면에 (CVD, 스프레이 코팅 등을 통해) 퇴적될 수도 있다. 만약 금속판이 사용되면, 이 동일한 판이 클램프 전극에 사용될 수 있다. 만약 세라믹판이 사용되면, 클램프 전극을 형성하기 위하여 적절한 성능의 도전성 재료가 퇴적될 필요도 있다.
- [0029] 상부 접착재료층(926)과 저부 접착재료층(930) 사이에 개재된 고체판(928)은 (베스펠(vespel) 또는 톨론(torlon)과 같은) 플라스틱 재료로 이루어진다. 일 실시예에서, 고체판(928)의 두께는 0.001" 내의 상면 및 저면 편차(평행도)를 가지면서 약 0.006" 내지 약 0.020"의 범위를 가질 수도 있다. 고체판(928)의 열 전도율은 약 0.17W/mK일 수도 있다. 고체판(928)의 열 전도율은 상부 접착재료층(926) 및 하부 접착재료층(930)의 열 전도율과 실질적으로 유사할 수도 있다. 고체판(928)의 열 전도율은 가열 소자(912) 및 외부 프로세스에 의해 사용된 상대 전력 레벨에 의해 결정될 수도 있다. 상부 접착재료층(926)은 0.0005" 내의 표면 편차를 가지면서 약 0.004"의 두께를 가질 수 있다. 저부 접착재료층(930)은 0.001" 내의 상면 및 저면 편차(평행도)를 가지면서 약 0.006" 내지 약 0.020"의 범위의 두께를 가질 수도 있다. 따라서, 고체판(928)의 저면은 기계적으로 플렉서블한 접착제(930)를 사용하여 베이스(908)에 부착된다. 따라서, 고체판(928)의 상면은 기계적으로 플렉서블한 접착제(926)를 사용하여 히터(912) 및 금속 또는 세라믹판(914)에 부착된다. 다른 실시예에서, 고체판(928)의 상면은 0.0005" 내의 표면 편차로 가공될 수 있다.
- [0030] 도 10은 유전체 재료층에 전력을 공급하는 전기 커넥터(1000)(정전기적 척 - ESC)의 단면도를 도시한다. 핀 어셈블리(1018)는 소켓(1014), 스프링이 장착된 핀(spring-loaded pin, 1010) 및 플라스틱 절연체(1012)를 포함한다. ESC 전원(도시 안됨)은 수직 스프링이 장착된 핀(1010)의 베이스를 형성하는 핀 홀더/소켓(1014)에 전기적으로 연결된다. 핀(1010)의 상부 엔드(top end)는 유전체 재료층(1002)의 저면과 전기적으로 접촉되게 된다. 플라스틱 절연체(1012)는 소켓(1014)을 둘러싸고 스프링이 장착된 핀(1010)을 부분적으로 둘러싸는 샤프트를 형성한다. 스프링이 장착된 핀(1010)의 상부 엔드 끝 부분은 플라스틱 절연체(1012)로부터 수직으로 돌출된다. 히터층(1004)의 일부, 접착층(1006) 및 베이스(1008)는 핀 어셈블리(1018)가 존재하는 인접한 공동(cavity)을 형성한다.
- [0031] 비도전성 부싱(1016)은 플라스틱 절연체(1012)의 상부 엔드를 부분적으로 포함하는 핀(1010)의 상부 엔드의 일부를 둘러싼다. 부싱(1016)의 윗부분은 실리콘 접착제와 같은 본딩 재료(1022)를 사용하여 히터층(1004)에 연결된다. 부싱(1016)은 절연체 재료(1002)와 핀(1010)의 상부 엔드 사이의 물리적 접촉에 의해 야기되는 임의의 변칙적인 열 효과를 최소화한다. 유전체 재료(1002)는 히터(1004)에 의해 가열된다. 냉각된 베이스(1008)는 핀 어셈블리(1018)를 둘러싼다. 부싱(1016)은 핀 어셈블리(1018)를 통해 베이스(1008)를 향하여 유전체 재료(1002)로부터 인출되는 열량을 최소화한다. 공동(1020)은 베이스(1008)의 벽과 플라스틱 절연체(1012)의 외면 사이에 부가적인 공간 절연을 제공할 정도로 충분히 크다.
- [0032] 도 11은 기관의 시간 및 공간적으로 온도를 제어하기 위한 방법의 플로우차트를 도시한다. 1102에서, 금속판은 베이스와 실질적으로 동일한 길이와 폭 치수를 갖도록 제조된다. 금속판의 상면 및 저면은 예컨대 0.005"의 표면 편차 내외 같이 고도로 평탄화되고 평행하도록 제조된다. 다른 실시예에서는, 세라믹판이 금속판을 대신할 수 있다.
- [0033] 1104에서, 히터는 금속판의 밑면에 본딩된다. 히터는 금속판의 바닥 측에 본딩되는 박형의 플렉서블한 히터막을 포함할 수 있다. 또한, 히터는 완성된 어셈블리의 표면에 공간 온도 제어를 수행하기 위하여 설계된 패턴 레이아웃으로, 복수의 저항 소자를 포함할 수 있다. 예컨대, 지역적인 열 영역은 하나 이상의 저항 소자에 의해 규정될 수 있다. 히터는 반경 방향의 외부 영역과 반경 방향의 내부 영역을 규정하는 소자를 포함할 수 있다. 임의의 잠재적인 전기 문제를 방지하기 위하여, 가열 소자는 금속판으로부터 전기적으로 절연된다. 히터는 금속판과 열적으로 밀착되어 있다.
- [0034] 히터 및 금속판 어셈블리를 베이스에 부착하기 전에, 1106에서, 베이스의 상면은 예컨대 0.0003"의 표면 편차 내외 같이 고도로 평탄화되도록 가공된다. 1108에서, 히터 및 금속판 어셈블리는 접착재료층을 사용하여 베이스의 상면에 부착된다.
- [0035] 다른 실시예에 의하면, 1110에서, 금속판이 고도로 평탄화되도록 베이스에 부착된 후에 더 가공될 수도 있다. 일 실시예에서, 가공 후의 금속판의 상면 편차는 0.0005" 내이다.
- [0036] 1112에서, 박형의 유전체 재료층(316)은 정전기적 클램프 메커니즘을 형성하기 위하여 금속판의 상면에 퇴적될 수 있다. 당업자는 외부 프로세스에 대한 화학 저항과 높은 전계 파괴 강도를 갖는 임의의 종래에 사용된 재료

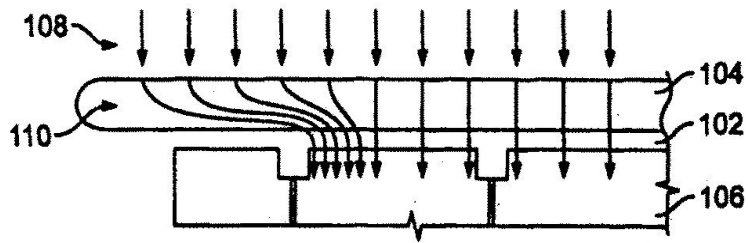
(예컨대, 알루미늄 옥사이드, 알루미늄 니트라이드, 이트륨 옥사이드 등)가 유전체 재료(316)로 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 다른 실시예에 의하면, 유전체 재료는 미리 제조될 수 있고, 접착재료층을 사용하여 금속판의 상면에 부착될 수 있다.

- [0037] 1114에서, 별도로 절연된 전기 접속부가 (유전체 재료에 연결되는) 금속판과 히터의 가열 소자에 대해 제조되어, 독립된 전원으로 이들 구성물의 제어를 제공할 수 있다. 전기 접속부는 도 10에 이미 도시된 바와 같이 전기 커넥터를 사용하여 실행될 수 있다.
- [0038] 도 12a, 12b 및 12c 는 도 11의 플로우차트에 설명된 방법을 도시한다. 도 12a는 1108에서 이미 설명된 바와 같이 접착재료층(1208)을 사용하여 베이스(1206)에 본딩되는 금속판(1202) 및 부착 히터(1204) 어셈블리를 도시한다. 도 12b는 베이스(1206)에 부착된 후에 0.0005" 내의 상면 편차를 가지면서 약 0.040"의 높이로 가공되는 금속판(1202)의 상면을 도시한다. 도 12c 는 실리콘 본딩 재료층(1212)을 사용하여 금속판(1202)의 상면에 부착되는 유전체 재료층(1210)을 도시한다. 이와 달리, 유전체 재료층(1210)을 종래의 퇴적 기술을 사용하여 금속판(1202)에 직접 도포함으로써, 실리콘 본딩 재료(1212)를 제거할 수 있다.
- [0039] 도 13은 기관의 시간 및 공간적으로 온도를 제어하기 위한 방법의 플로우차트를 도시한다. 1302에서는, 금속판이 도 11의 1102에서 이미 설명된 바와 마찬가지로의 방식으로 제조된다. 1304에서는, 히터가 도 11의 1104에서 이미 설명된 바와 마찬가지로의 방식으로 금속판의 밑면에 본딩된다.
- [0040] 1306에서는, 접착재료층을 사용하여 플라스틱판과 같은 고체판의 저면을 베이스의 상면에 부착한다. 1308에서, 플라스틱판의 상면은 평탄도 및 평행도를 향상시키기 위하여 가공된다. 일 실시예에서, 고체판은 0.0005"의 표면 편차를 가지면서 약 0.006" 내지 약 0.020"의 범위의 두께를 가질 수도 있다.
- [0041] 1310에서, 금속판 및 히터 어셈블리는 접착재료층을 사용하여 플라스틱판의 상면에 부착된다. 이와 달리, 종래의 퇴적 기술을 사용하여 유전체 재료층을 금속판에 직접 도포함으로써, 실리콘 본딩 재료를 제거할 수 있다.
- [0042] 1312에서, 금속판의 상면은 베이스에 부착된 후에 가공될 수도 있다. 이는 도 11의 1110에서 이미 설명하였다.
- [0043] 1314에서, 유전체 재료층(ESC 세라믹)이 접착재료층을 사용하여 금속판의 상면에 부착된다. 이는 도 11의 1112에서 이미 설명하였다.
- [0044] 1316에서, 별도로 절연된 전기 접속부가 (유전체 재료에 연결되는) 금속판과 히터의 가열 소자에 대해 제조되어, 독립된 전원으로 이들 구성물의 제어를 제공할 수 있다. 이것은 도 11의 1114에서 이미 설명되었다. 전기 접속부는 도 10에 이미 도시된 바와 같이 전기 커넥터를 사용하여 실행될 수 있다.
- [0045] 도 14a, 14b, 14c 및 14d 는 도 13의 플로우차트에서 설명된 방법을 도시한다. 도 14a는 도 13의 1306에 대응하여 접착재료층(1406)을 사용하여 베이스(1404)에 본딩되는 플라스틱판(1402)을 도시한다. 도 14b 는 베이스(1404)에 부착된 후에 약 0.006" 내지 약 0.020"의 범위의 높이로 가공되어 0.0005" 내의 상면 편차를 실현하는 플라스틱판(1402)의 상면을 도시한다. 도 14c 는 도 13의 1310에 대응하여 접착재료층(1412)을 사용하여 플라스틱판(1402)의 상면에 부착되는 금속판(1408) 및 히터(1410) 어셈블리를 도시한다. 도 14d 는 약 0.0005"의 상면 편차를 가지면서 약 0.040"의 두께로 가공되는 금속판(1408)의 상면을 도시한다. 유전체 재료층(1414)은 도 13의 1314에 대응하여 접착재료층(1416)을 사용하여 금속판(1408)의 상면에 부착된다.
- [0046] 도 15는 베이스, 본딩층, 히터 및 금속판을 갖는 웨이퍼 지지부의 정전기적 클램프의 전기 단자를 전기적으로 접속하기 위한 방법을 도시한다. 1502에서, 비도전성 부싱은 정전기적 클램프의 전기 단자 중 하나에 의해 규정되는 위치에서 히터에 부착된다. 1504에서, 스프링이 장착된 핀은 핀의 끝 부분을 노출시켜 절연 슬리브 내에 배치된다. 1506에서, 절연 슬리브가 있는 핀은 베이스, 본딩층, 히터 및 금속판에 의해 형성되는 공동에 배치됨으로써, 슬리브의 상부가 부싱의 저부와 중첩된다. 1508에서, 수직 스프링이 장착된 핀을 포함하는 전기 커넥터의 상부 엔드는 정전기적 클램프 단자의 저면과 접촉된다.
- [0047] 본 발명의 실시예 및 응용이 기술되어 있지만, 본 발명의 개념을 벗어나지 않고도, 당업자에게는 위에서 언급된 것 이상의 보다 다양하고 변형된 이점을 가질 수 있음이 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 후술되는 청구항의 사상을 제외하고는 한정되지 않는다.

도면

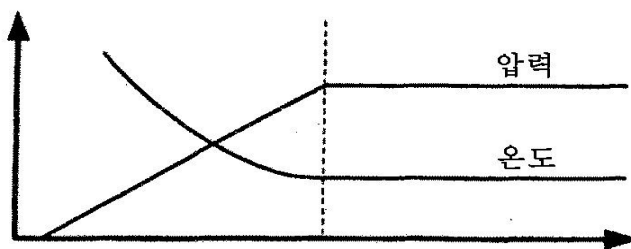
도면1

(종래 기술)

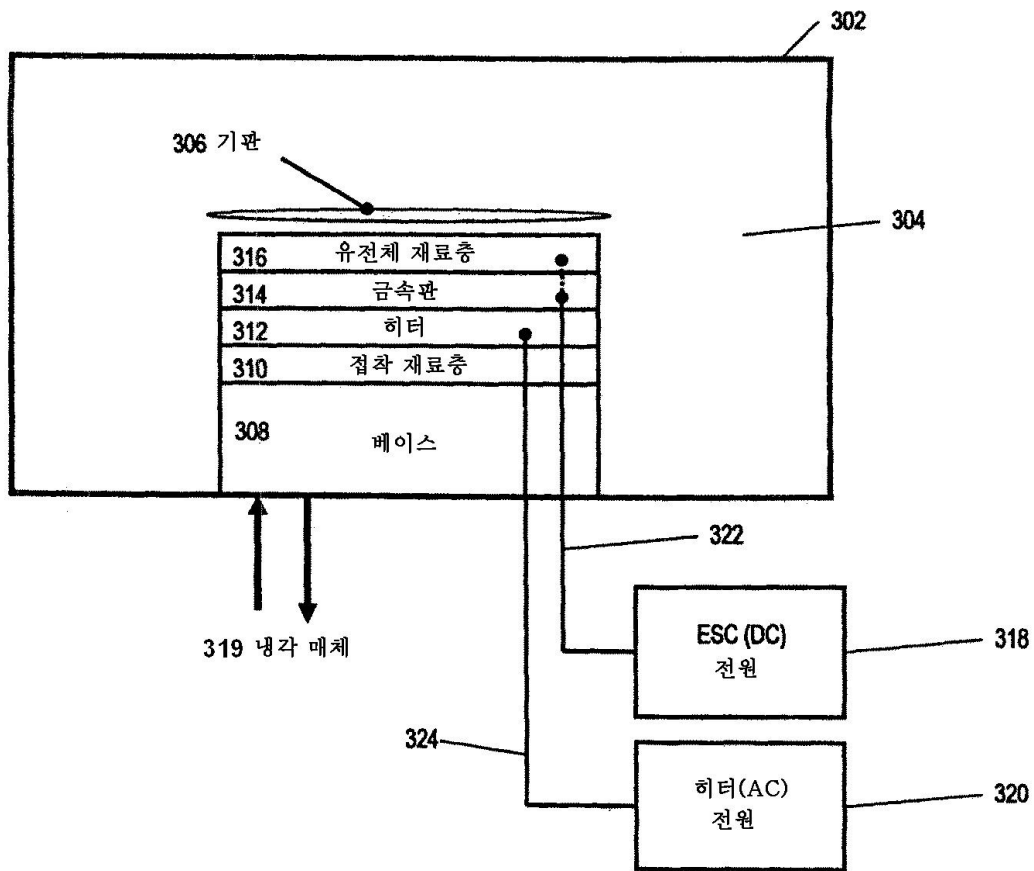


도면2

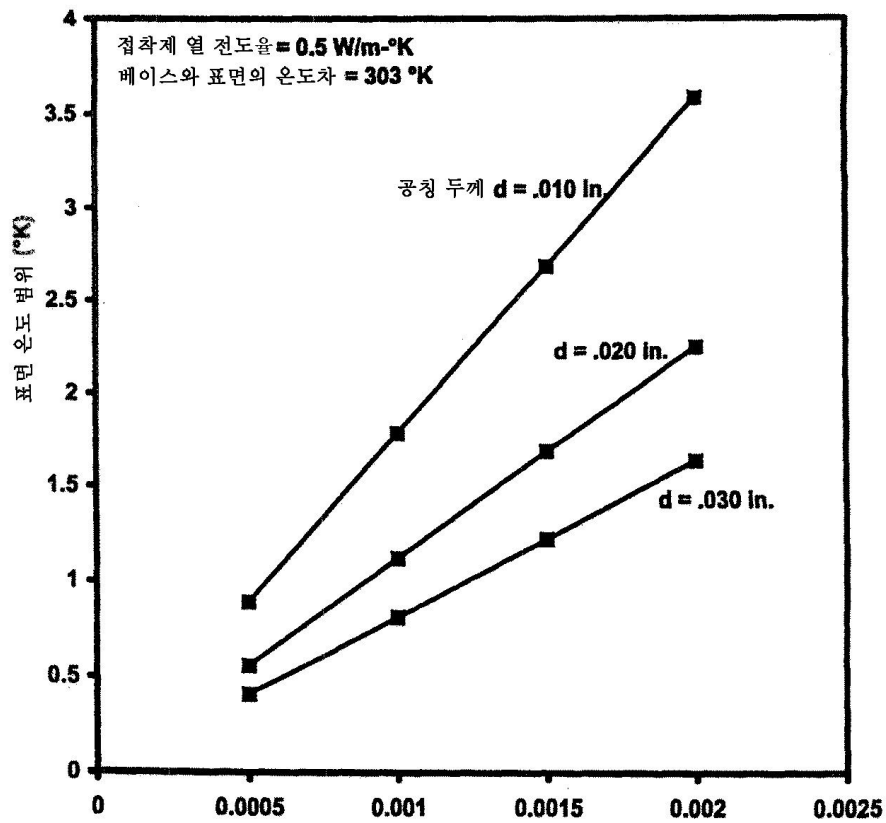
(종래 기술)



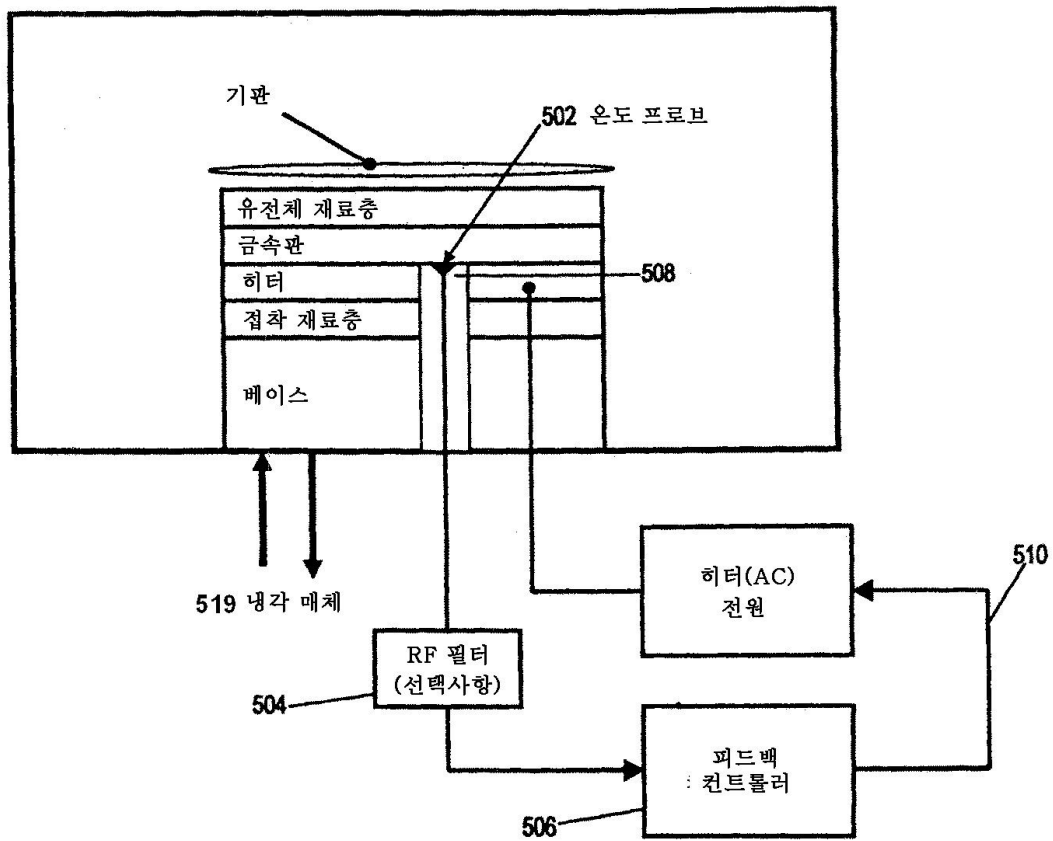
도면3



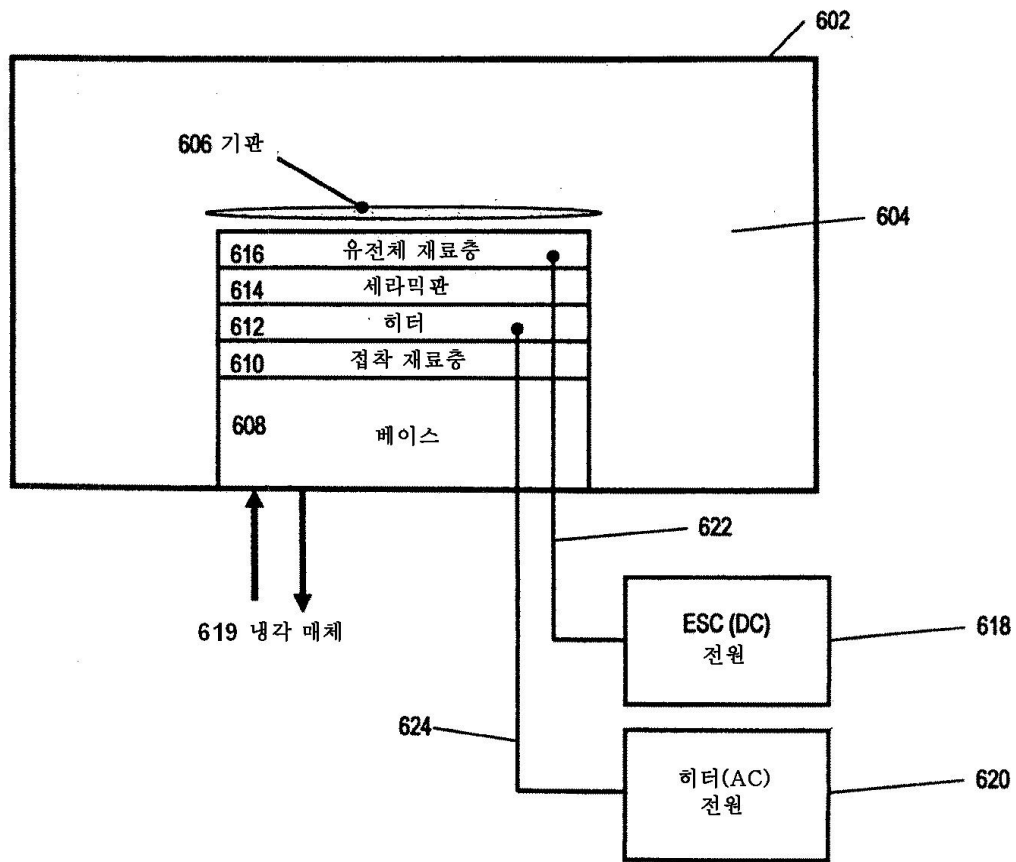
도면4



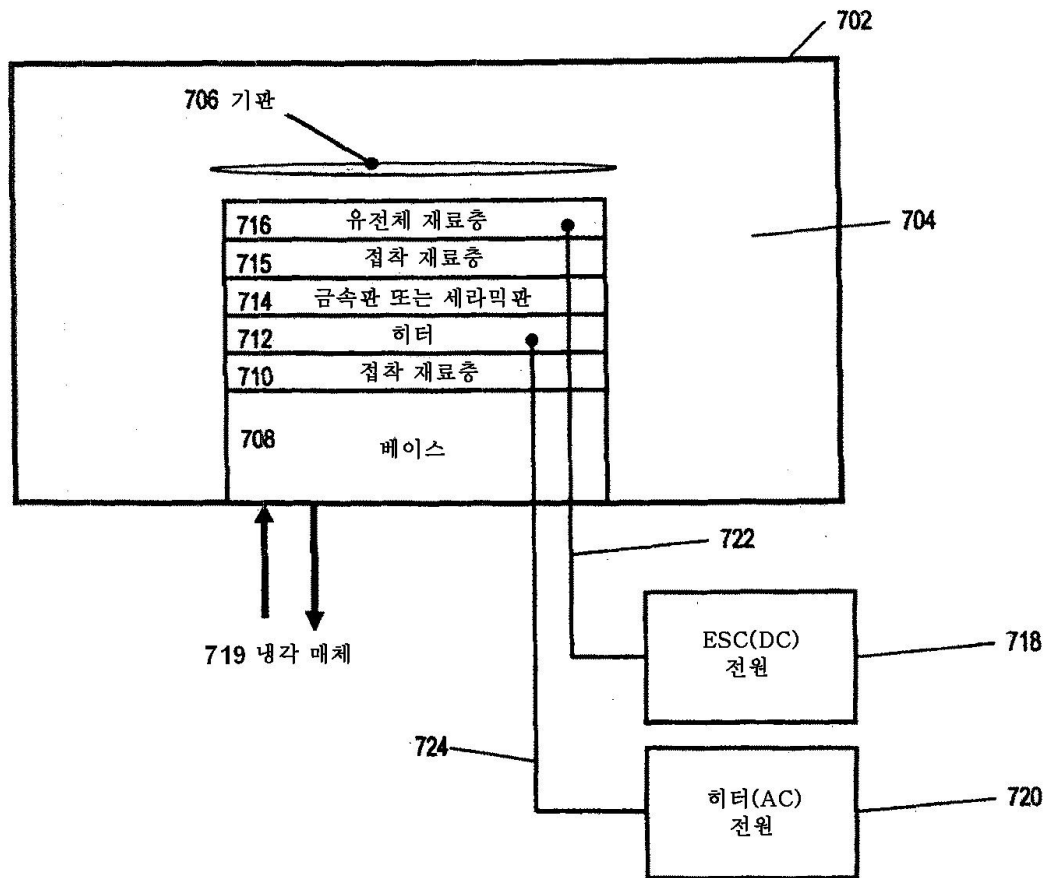
도면5



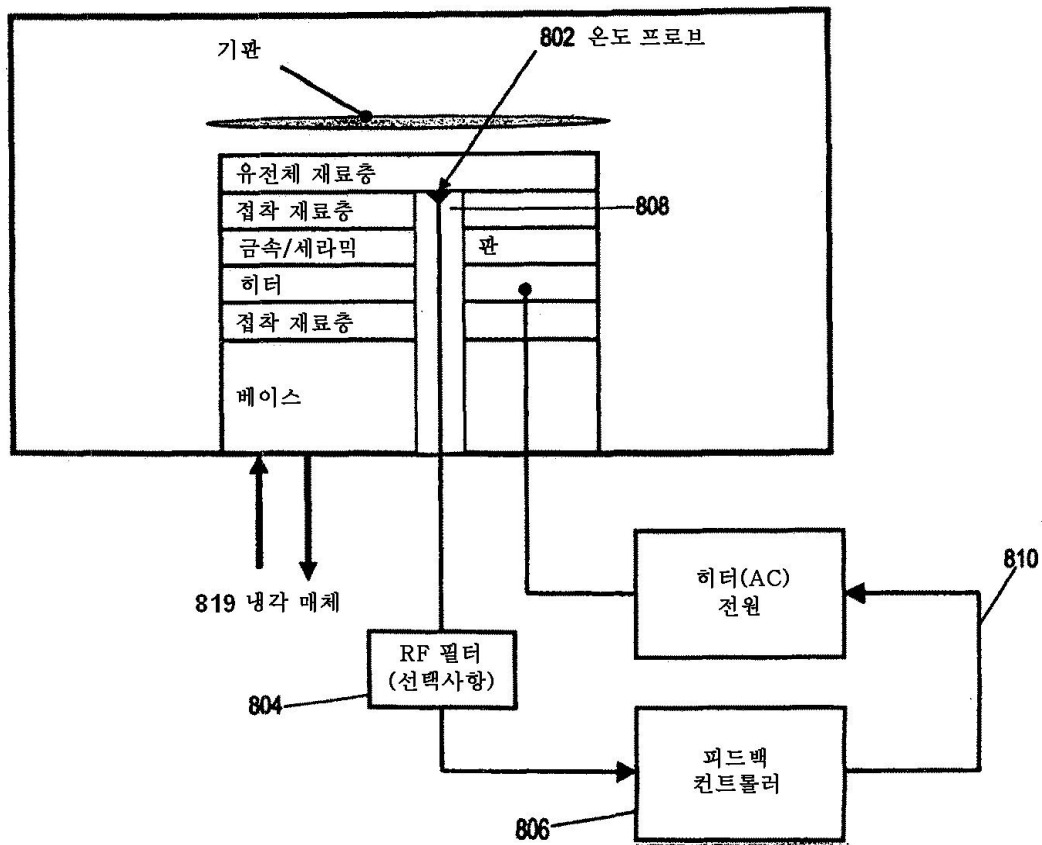
도면6



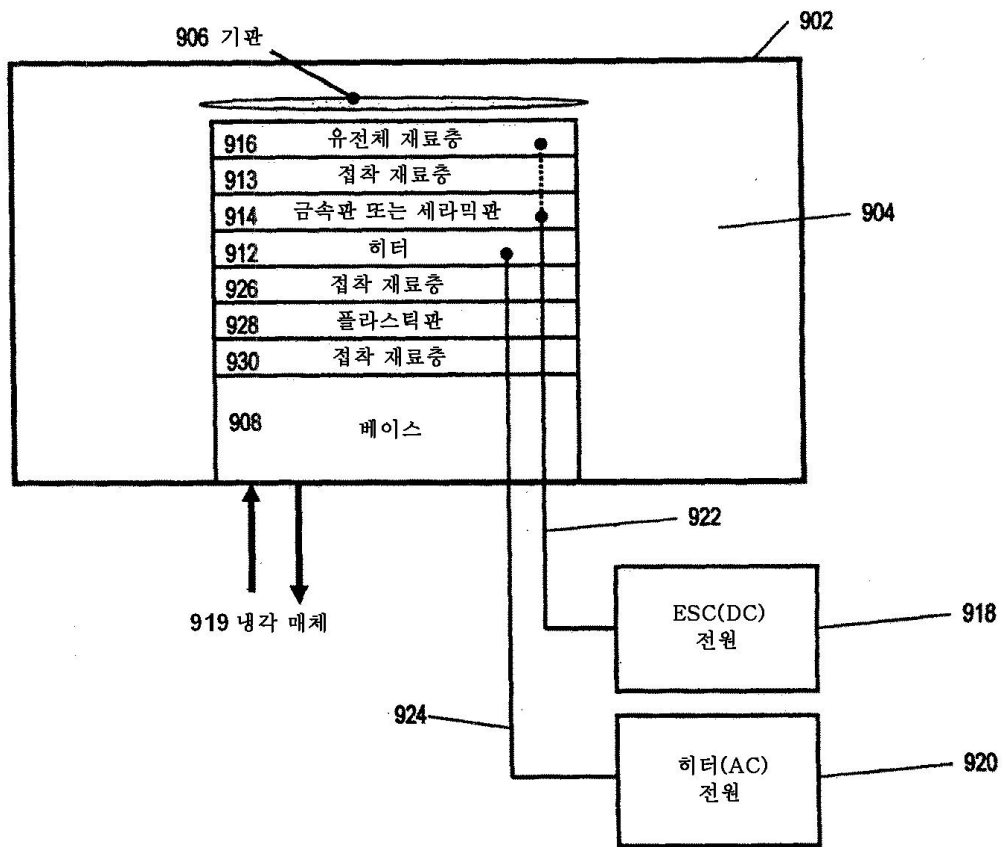
도면7



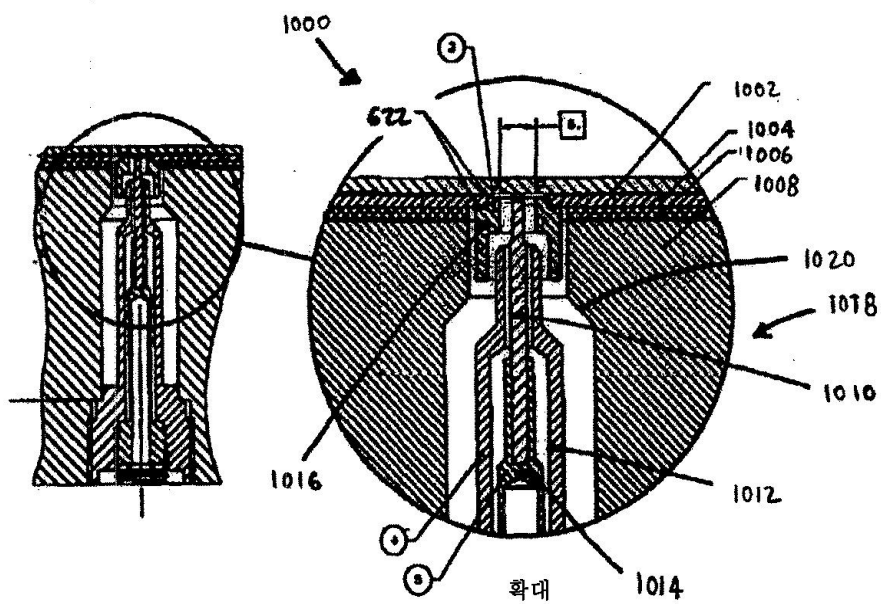
도면8



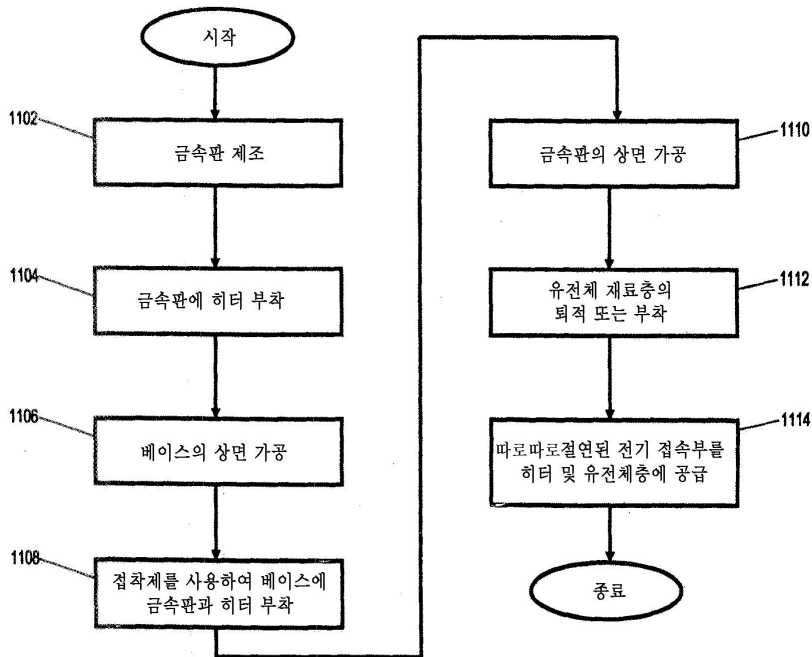
도면9



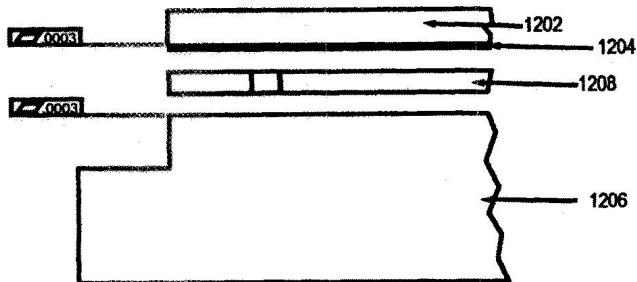
도면10



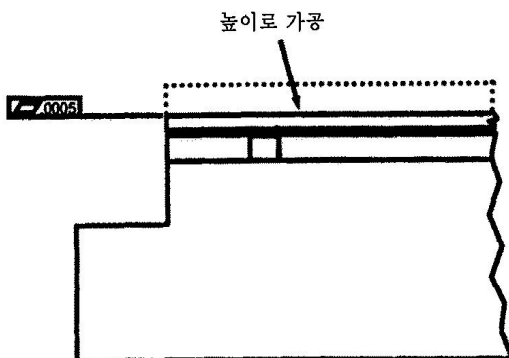
도면11



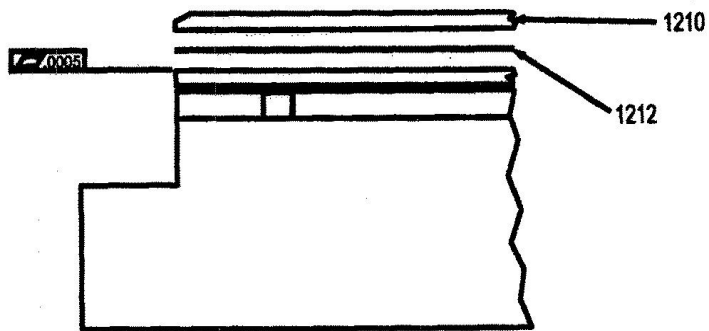
도면12a



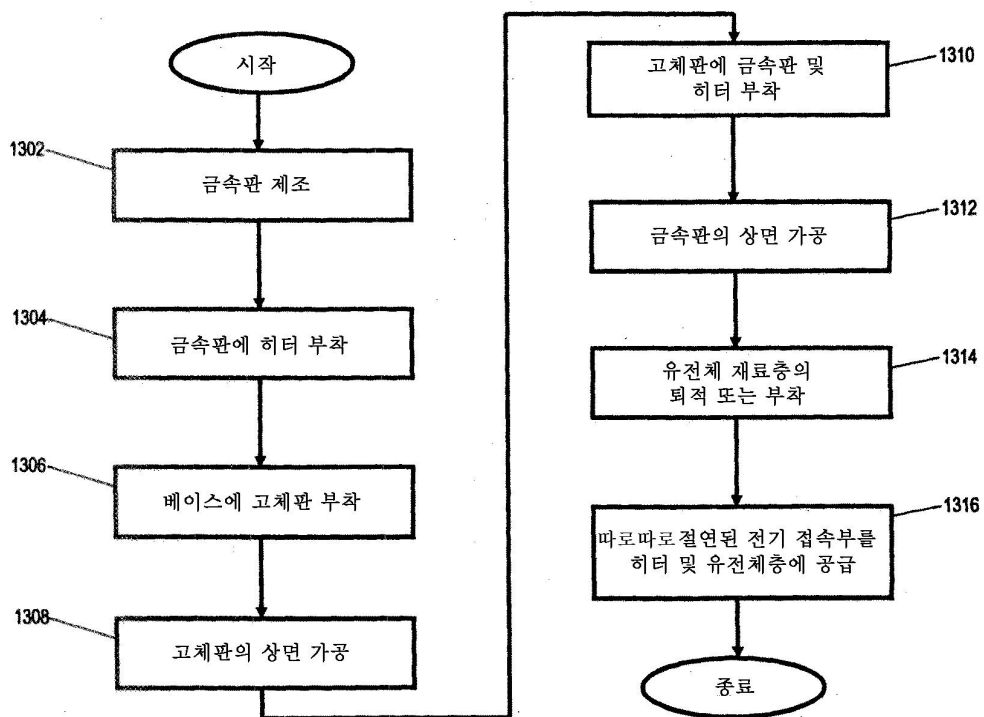
도면12b



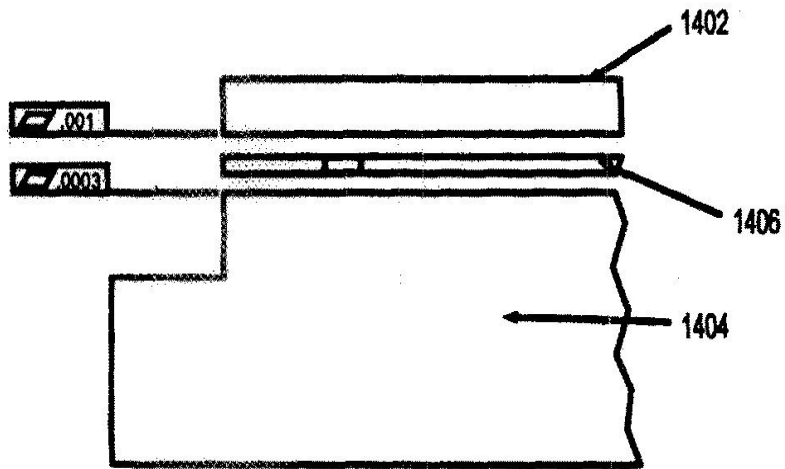
도면12c



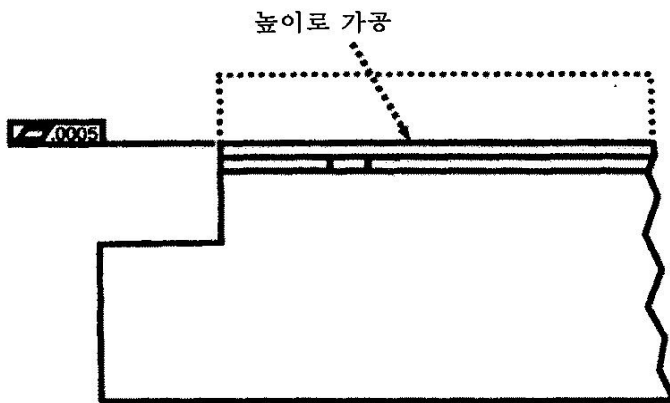
도면13



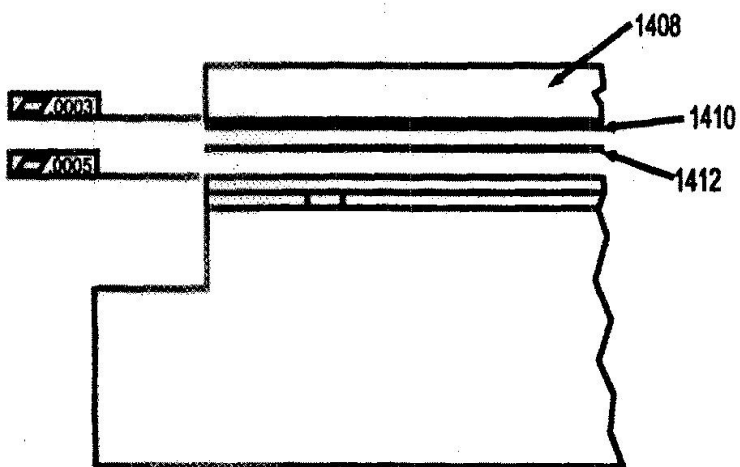
도면14a



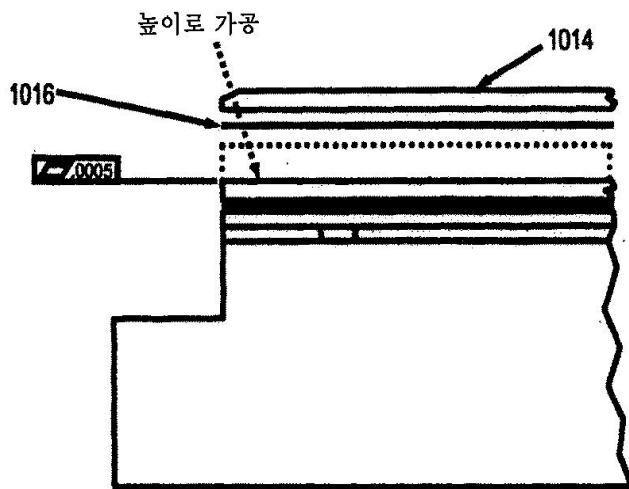
도면14b



도면14c



도면14d



도면15

