



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0006239
(43) 공개일자 2016년01월18일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
 H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
 H02N 13/00 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 H01L 21/6833 (2013.01)
 H01L 21/02274 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-7036563 (분할)</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2013년04월23일
 심사청구일자 없음</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2014-7032750
 원출원일자(국제) 2013년04월23일
 심사청구일자 2015년06월03일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2015년12월24일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2013/037849</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/163220
 국제공개일자 2013년10월31일</p> <p>(30) 우선권주장
 61/637,500 2012년04월24일 미국(US)
 (뒷면에 계속)</p> | <p>(71) 출원인
 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
 미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
 브뉴 3050</p> <p>(72) 발명자
 루보미르스키, 드미트리
 미국 95014 캘리포니아 캘리포니아 쿠퍼티노 베테
 애비뉴 862
 선, 제니퍼, 와이.
 미국 94041 캘리포니아 마운틴 뷰 오크 헤븐 플레
 이스 106
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 남앤드남</p> |
|--|---|

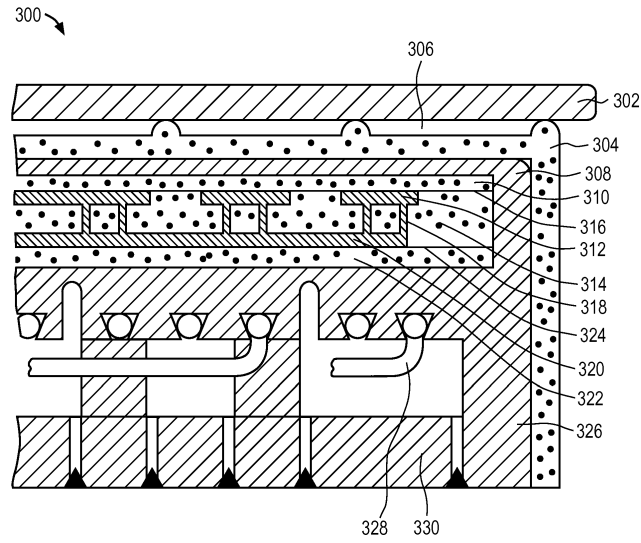
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척**

(57) 요약

RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척들(ESCs)이 설명된다. 예를 들어, ESC는 정상부 유전체 층을 포함한다. 상부 금속 부분은 정상부 유전체 층 아래에 배치된다. 제 2 유전체 층은 복수의 픽실레이트식 저항성 히터들 위에 배치되고 상부 금속 부분에 의해 부분적으로 둘러싸인다. 제 3 유전체 층은 제 2 유전체 층 아래에 배치되고, 제 3 유전체 층과 제 2 유전체 층 사이의 경계를 갖는다. 복수의 비아들은 제 3 유전체 층에 배치된다. 버스 전력 바 분배 층은 복수의 비아들 아래에 배치되고 복수의 비아들에 커플링된다. 제 4 유전체 층은 버스 바 전력 분배 층 아래에 배치되고, 제 4 유전체 층과 제 3 유전체 층 사이의 경계를 갖는다. 금속 베이스는 제 4 유전체 층 아래에 배치된다. 금속 베이스는 내부에 수납된 복수의 높은 전력의 히터 요소들을 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 21/205 (2013.01)

H01L 21/3065 (2013.01)

H01L 21/6831 (2013.01)

H02N 13/00 (2013.01)

(30) 우선권주장

61/775,372 2013년03월08일 미국(US)

13/867,515 2013년04월22일 미국(US)

(72) 발명자

마르코브스키, 마크

미국 95124 캘리포니아 새너제이 라우린다 드라이브 1829

마크호랏체브, 콘스탄틴

미국 94536 캘리포니아 프리몬트 맨체스터 커먼 3412

부츠버저, 더글라스 에이. 주니어

미국 94550 미국 리버모어 빈티지 레인 2076

벤나, 사메르

미국 95110 캘리포니아 새너제이 테크놀로지 드라이브 1550 #3059

명세서

청구범위

청구항 1

진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척(ESC)으로서,

정상부 유전체 층;

상기 정상부 유전체 층 아래에 배치되는 상부 금속 부분;

복수의 픽실레이트식(pixelated) 저항성 히터들 위에 배치되고 상기 상부 금속 부분에 의해 부분적으로 둘러싸이는 제 2 유전체 층;

상기 제 2 유전체 층 아래에 배치되고, 상기 제 2 유전체 층과 제 3 유전체 층 사이의 경계를 갖는, 제 3 유전체 층;

상기 제 3 유전체 층에 배치된 복수의 비아들;

상기 복수의 비아들 아래에 배치되고 상기 복수의 비아들에 커플링된 버스 전력 바 분배 층 - 상기 복수의 비아들은 상기 복수의 픽실레이트식 저항성 히터들을 상기 버스 바 전력 분배 층에 전기적으로 커플링 시킴 -;

상기 버스 바 전력 분배 층 아래에 배치되고, 상기 제 3 유전체 층과 제 4 유전체 층 사이의 경계를 갖는, 제 4 유전체 층; 및

상기 제 4 유전체 층 아래에 배치되는 금속 베이스 - 상기 금속 베이스는 내부에 수납된 복수의 높은 전력의 히터 요소들을 포함함 - 를 포함하는,

정전 척.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 정상부 유전체 층은 안에 배치된 복수의 표면 피쳐들(features)을 포함하는,

정전 척.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 정상부 유전체 층의 표면 피쳐들은 상기 ESC를 위한 냉각 채널들을 제공하는,

정전 척.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 정상부 유전체 층은 웨이퍼 또는 기판을 위에 지지하도록 구성되는,

정전 척.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 정상부 유전체 층은 스프레이 유전체 물질을 포함하는,

정전 척.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 정상부 유전체 층 상에 배치된 솔리드 세라믹 플레이트를 더 포함하는,
정전 척.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 솔리드 세라믹 플레이트는 웨이퍼 또는 기판을 위에 지지하도록 구성되는,
정전 척.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 상부 금속 부분은 무선 주파수(RF) 파들을 위한 안내를 제공하는,
정전 척.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 금속 베이스 아래에 배치되고 상기 금속 베이스에 용접되는 바닥부 플레이트를 더 포함하는,
정전 척.

청구항 10

정전 척(ESC)을 제조하는 방법으로서,
높은 전력의 히터 요소들을 금속 베이스의 하우징들 내에 설치하는 단계;
바닥부 플레이트를 상기 금속 베이스에 용접하여 상기 높은 전력의 히터 요소들을 내부에 수납하는 단계;
플라즈마 스프레이 또는 아크 아노다이징에 의해서 상기 금속 베이스 상에 제 1 유전체 층을 형성하는 단계;
상기 제 1 유전체 층 상에 금속 층을 형성하고 그리고 상기 금속 층으로부터 버스 바 전력 분배 층을 형성하는 단계;
상기 버스 바 전력 분배 층 상에 및 상기 제 1 유전체 층의 노출된 부분들 상에 제 2 유전체 층을 형성하는 단계;
상기 제 2 유전체 층에 비아 홀들을 형성하여 상기 버스 바 전력 분배 층을 노출시키는 단계;
복수의 전도성 비아들을 형성하기 위해서 금속으로 상기 비아 홀들을 충전하는 단계;
상기 복수의 전도성 비아들 위에 배치되고 상기 복수의 전도성 비아들에 전기적으로 커플링되는 복수의 픽실레이트식 저항성 히터들을 형성하는 단계;
상기 복수의 픽실레이트식 저항성 히터들 상에 제 3 유전체 층을 형성하는 단계;
상기 제 3 유전체 층 상에 상부 금속 부분을 형성하고 부분적으로 상기 제 3 유전체 층을 둘러싸는 단계; 및
상기 상부 금속 부분 상에 정상부 유전체 층을 형성하는 단계를 포함하는
정전 척 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 정상부 유전체 층을 형성하는 단계는 플라즈마 스프레이 기술을 사용하는 것을 포함하는, 정전 척 제조 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,
상기 정상부 유전체 층의 정상부 표면의 복수의 표면 피쳐들을 기계가공하는 단계를 더 포함하는, 정전 척 제조 방법.

청구항 13

에칭 시스템으로서,
진공배기 디바이스, 가스 유입구 디바이스, 플라즈마 점화 디바이스, 및 검출기에 커플링된 챔버;
상기 플라즈마 점화 디바이스와 커플링된 컴퓨팅 디바이스;
정전 척(ESC)을 포함하는 샘플 홀더와 커플링된 전압 소스를 포함하고,
상기 ESC는 상기 챔버에 배치되고,
정상부 유전체 층;
상기 정상부 유전체 층 아래에 배치되는 상부 금속 부분;
복수의 픽실레이트식(pixelated) 저항성 히터들 위에 배치되고 상기 상부 금속 부분에 의해 부분적으로 둘러싸이는 제 2 유전체 층;
상기 제 2 유전체 층 아래에 배치되고, 상기 제 2 유전체 층과 제 3 유전체 층 사이의 경계를 갖는, 제 3 유전체 층;
상기 제 3 유전체 층에 배치된 복수의 비아들;
상기 복수의 비아들 아래에 배치되고 상기 복수의 비아들에 커플링된 버스 전력 바 분배 층 - 상기 복수의 비아들은 상기 복수의 픽실레이트식 저항성 히터들을 상기 버스 바 전력 분배 층에 전기적으로 커플링 시킴 -;
상기 버스 바 전력 분배 층 아래에 배치되고, 상기 제 3 유전체 층과 제 4 유전체 층 사이의 경계를 갖는, 제 4 유전체 층; 및
상기 제 4 유전체 층 아래에 배치되는 금속 베이스 - 상기 금속 베이스는 내부에 수납된 복수의 높은 전력의 히터 요소들을 포함함 - 를 포함하는,
에칭 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
상기 ESC의 상기 정상부 유전체 층은 내부에 배치된 복수의 표면 피쳐들을 포함하고, 상기 정상부 유전체 층의 상기 표면 피쳐들은 상기 ESC를 위한 냉각 채널들을 제공하며, 상기 ESC의 상기 정상부 유전체 층은 위에 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성되고, 그리고 상기 ESC의 상기 정상부 유전체 층은 스프레이 유전체 물질을 포함하는,
에칭 시스템.

청구항 15

제 13 항에 있어서,
상기 ESC는,
상기 정상부 유전체 층에 배치된 솔리드 세라믹 플레이트를 더 포함하고,

상기 솔리드 세라믹 플레이트는 위에 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성되는, 에칭 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은, 2012년 4월 24일에 출원된 미국 가특허 출원 제 61/637,500 호 및 2013년 3월 8일에 출원된 미국 가특허 출원 제 61/775,372 호를 우선권으로 주장하며, 이에 상기 가특허 출원들의 전체 내용은 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0002] 본 발명의 실시예들은 반도체 프로세싱 장비 분야에 관한 것이고, 특히, 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척들, 및 그러한 정전 척들을 제조하는 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 플라스마 에칭 또는 플라스마 증착 챔버와 같은 플라스마 프로세싱 챔버에서, 챔버 컴포넌트의 온도는 종종, 프로세스 동안 제어하는 중요한 매개변수이다. 예를 들어, 일반적으로 척 또는 페데스탈로 불리는 기관 홀더의 온도는 프로세스 레시피(recipe)(예를 들어, 에칭 레이트를 제어하는) 동안 여러 가지 제어된 온도들로 작업물을 가열/냉각시키기 위해 제어될 수 있다. 유사하게, 샤워헤드/상부 전극, 챔버 라이너, 배플(baffle), 프로세스 키트, 또는 다른 컴포넌트의 온도는 또한, 프로세싱에 영향을 주는 프로세스 레시피 동안 제어될 수 있다. 통상적으로, 챔버 컴포넌트의 온도를 원하는 온도에서 유지하기 위해 히트 싱크 및/또는 열 소스가 프로세싱 챔버에 커플링된다. 종종, 챔버 컴포넌트에 열 커플링된 적어도 하나의 열 전달 유체 루프가 가열 및/또는 냉각 전력을 제공하는데 이용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 열 전달 유체 루프의 긴 라인 길이들, 및 그러한 긴 라인 길이들과 연관된 대형 열 전달 유체 용적들은 온도 제어 응답 시간들에 불리하다. 사용 현장 시스템들(point-of-use systems)은 유체 루프 길이들/용적들을 감소시키는 하나의 수단이다. 그러나 물리적 공간 제약들은 그러한 사용 현장 시스템들의 전력 부하들을 불리하게 제한한다.

과제의 해결 수단

[0005] 플라스마 프로세싱 경향들이 지속적으로 RF 전력 레벨들을 증가시키고 또한 작업물 직경들을 증가시키는(현재 300mm 가 전형적이고 450mm 시스템들은 현재 개발중이다) 상황에서, 빠른 응답 시간 및 높은 전력 부하들 양쪽 모두를 다루는(addressing) 온도 및/또는 RF 제어 및 분배가 플라스마 프로세싱 분야에서 유리하다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라, 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성된 정전 척(ESC)의 부분의 단면도를 도시한다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따라, 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성된 여러 가지 정전 척들의 부분들의 단면도들을 도시한다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따라, 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성된 정전 척의 부분의 단면도를 도시한다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따라, 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성된 정전 척의 부분의 단면도를 도시한다.

도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따라, 플라스마 스프레이 배열체를 강조하면서, 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성된 정전 척의 부분의 단면도를 도시한다.

도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따라, 솔리드 세라믹(solid ceramic) 정상부 배열체를 강조하면서, 웨이퍼 또는

는 기관을 지지하도록 구성된 정전 척의 부분의 단면도를 도시한다.

도 6은 본 발명의 여러 가지 실시예들에 따라, 정전 척(ESC)을 위한 저항성 예비 히터들의 12x13 구성을 포함하는 전기 블록도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따라, 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척이 수납되는(housed) 시스템을 도시한다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따라, 예시적인 컴퓨터 시스템의 블록도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척들, 및 그러한 정전 척들을 제조하는 방법들이 설명된다. 이하의 상세한 설명에서, 본 발명의 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해서, 특정한 척 물질 레짐들(regimes)과 같은 많은 수의 구체적인 세부 사항들이 열거된다. 본 발명의 실시예들이 이러한 구체적인 세부 사항들 없이 실현될 수 있다는 것이 당업자들에게 자명할 것이다. 다른 경우들에서, 본 발명의 실시예들을 불필요하게 이해하기 어렵게 하지 않기 위해, 척에 의해 지지되는 웨이퍼가 있는 에칭 프로세싱과 같은 잘-공지된 양태들은 상세하게 설명되지 않는다. 또한, 도면들에 도시된 여러 가지 실시예들은 예시적인 표현들이고 반드시 실적으로 도시되는 것은 아니다.
- [0008] 본원에 설명된 하나 또는 그 초과 실시예들은 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척들 또는 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척들을 포함하는 시스템들에 관한 것이다.
- [0009] 전후 사정(context)을 제공하기 위해서, 정전 척킹에 의한 웨이퍼 클램핑은 에칭 프로세싱 동안 온도 제어를 제공하는데 사용되어 왔다. 웨이퍼는 어플리케이션에 따라 히트 싱크 또는 히터(또는 양쪽 모두)를 구비한 세라믹 또는 다층 표면에 클램핑된다. 고유의 불-균일성들 및 보조 하드웨어(예를 들어, 리프터 핀들(pins), RF/DC 전극들, 등) 때문에 세라믹 표면 온도는 균일하지 않다. 이러한 불-균일성은 웨이퍼로 전달되어, 에칭 프로세스에 영향을 준다. 통상적인 척 설계들은 냉각제 레이아웃 최적화 및 다수의(최대 4구역들) 히터들의 도입에 집중해왔다. 그러한 척 설계들은 보조 하드웨어(예를 들어, 리프터 핀들, RF/DC 전극들, 등)와 관련된, 또는 보조 하드웨어에 의해서 야기되는 문제를 해결하는데 유용하지 못했다.
- [0010] 실시예에서, 통상적인 접근 방법들로 상기 설명된 문제들을 다루기 위해서, 극도의 온도 균일성을 갖는 차세대(4-구역을 넘어서는) 에칭 챔버 ESC가 설명된다. 실시예에서, 이하에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 본원에서 설명되는 척은 Al_2O_3 -계 12인치 펙(puck), 최대 130C의 온도 능력, 플라스마와 함께 섭씨 65/65/45도씨에서 0.5C 이하의 온도 균일성 중 하나 또는 그 초과를 포함하는 열 요건들을 달성할 수 있다. 본원에서 설명되는 실시예들은 능동 온도 제어를 갖는 차세대 에칭 챔버 ESCs에 관한 것일 수 있다.
- [0011] 도 1 내지 5a 및 도 5b는 본 발명의 여러 가지 실시예들에 따라, 정전 척(ESC) 구조들, 또는 정전 척의 부분들을 도시한다.
- [0012] 도 1을 참조하면, ESC(100)는 웨이퍼 또는 기관(102)을 지지하도록 구성된다. ESC의 프레임워크(104)는 예를 들어, 알루미늄으로 구성될 수 있다. 플라스마 스프레이 코팅 층(106), 예를 들어, 세라믹 층은 프레임워크(104)의 여러가지 표면들 상에 포함된다. 메인 히터들(108)이, 보조 히터들(110)과 함께, 포함된다.
- [0013] 도 2를 참조하면, 단면 시점으로부터 도시된 바와 같이, ESC 부분(200)은 웨이퍼 또는 기관(202)을 지지하도록 구성된다. 웨이퍼 또는 기관(202)이 위에 놓이는 세라믹 층(204)은 복수의 저항성 히터 요소들(206) 상에 배치되고, 예를 들어, 점착 층(208)에 의해 제자리에 유지된다. 금속 베이스(210)는 복수의 저항성 히터 요소들(206)을 지지하고 그리고 RF 핫(hot)일 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 선택적인 척킹 전극(212)이 또한 포함될 수 있다.
- [0014] 다시 도 2를 참조하면, 단면 시점으로부터 도시된 바와 같이, 솔리드 세라믹 플레이트(221)를 갖는 ESC의 부분(220)은 ESC 내에 RF 경로들(222 및 224)을 보여주기 위해 제공된다. RF 경로(242)는, 또한 도 2에서 단면 시점으로부터 도시된 바 대로, ESC의 부분(240B)(240A로 도시된 바와 같이 또한 구성될 수 있는)에서 더 보여진다. 몇몇 실시예들에서, 도시된 ESC 부분들(220, 240A 및 240B)이, 솔리드 세라믹 플레이트-전용(plate-only) 배열체와 함께 구성될 수 있거나(도시된 바와 같음) 또는, 도 5b와 관련하여 이하에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 솔리드 세라믹 플레이트가 위에 점착되는 플라스마 스프레이 코팅 층을 포함할 수 있음이 이해되어야 한다.

- [0015] 도 3을 참조하면, 단면 시점으로부터 도시된 바와 같이, ESC(300)은 웨이퍼 또는 기판(302)을 지지하도록 구성된다. 유전체 층(304), 예를 들어, 플라스마 스프레이 유전체 층은 웨이퍼 또는 기판(302)이 위에 놓이는 지지부를 제공한다. 개방 영역들(306)은 예를 들어, 후면(backside) 헬륨(He) 냉각을 위한 냉각 채널들을 제공한다. 유전체 층(304)은, 예를 들어, RF 파들(waves)을 위한 안내를 제공할 수 있는 상부 금속 부분(308) 위에 배치된다. 유전체 층(310), 예를 들어, 플라스마 스프레이 또는 아크(arc) 산화 층은 복수의 픽셀레이트식(pixelated) 저항성 히터들(312) 위에 배치되고 그리고 상부 금속 부분(308)에 의해 부분적으로 둘러싸인다. 부가적인 유전체 층(314)은 유전체 층(310) 아래에 배치되고, 유전체 층(314)과 유전체 층(310) 사이의 경계(316)를 갖는다. 비아들(vias; 318)은 복수의 픽셀레이트식 저항성 히터들(312)과 버스 바(bus bar) 전력 분배 층(320)을 커플링하도록 포함된다. 유전체 층(322)은 버스 바 전력 분배 층(320) 아래에 배치되고, 유전체 층(314)과 유전체 층(322) 사이의 경계(324)를 갖는다. 상기 피쳐들(features)은 금속 베이스(326) 위에 배치된다. 금속 베이스(326)는 높은 전력의 히터 요소들 또는 부스터들(328)을 수납한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 또한, 용접된 바닥부 플레이트(330)가 포함될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시예에 따라, 정전 척(ESC)은 베이스라인 온도 제어를 제공하기 위해서 1 또는 그 초과(최대 8개)의 메인 히터들을 갖는다. 온도 분배의 미세-튜닝(fine-tuning)을 제공하기 위해서, 상당수의 보조 히터들이 ESC 표면 근처에 위치된다. RF-관련 균일성을 감소시키기 위해, 모든 히터들은 알루미늄 캐이지 내부에 포지셔닝되고, 알루미늄 캐이지는 동시에 RF 셸드 및 RF 전달 경로로서 작동한다. 따라서, 실시예에서, 개선된 RF 균일성 및/또는 개선된 온도 균일성을 갖는 에칭 프로세스가 달성될 수 있다.
- [0017] 특정 실시예에서, 본원에 설명된 척이 온도 균일성 요건들을 달성할 수 있는데, 온도 균일성 요건들은 다음 중 하나 또는 그 초과를 포함한다: (1)히터 레이아웃에 대해서: RF 커플링, 단계들 사이의 프로세스 온도 램프(ramp), 4-구역 히터 설계로 다뤄짐; (2) 톨 매칭에 대해서: 통상적인 ESC/샤워헤드/엣지 HW 의 미묘한 변화들이 국부화된 핫/콜드 스팟들을 초래하고 그리고 그렇지 않으면 멀티-어레이, 45개부터 최대 169개의 균등화(equalization) 히터들이 톨-대-톨 온도 균일성을 매칭시켜야 함.
- [0018] 실시예에서, 도 3과 관련하여 설명된 ESC(300)는 맨 먼저 높은 전력의 히터 요소들 또는 부스터들(328)을 금속 베이스(326) 내로 설치하는 것에 의해 제조될 수 있다. 그런 다음에 바닥부 플레이트(330)가 제 위치에 용접된다. 그런 다음에 유전체 층(322)이, 예를 들어, 플라스마 스프레이 또는 아크 아노다이징(anodizing) 접근 방법들에 의해 증착된다. 그런 다음에 금속 층이, 예를 들어, 스크린 프린팅에 의해 형성되어서, 전류를 픽셀레이트식 저항성 히터들(312)에 전달할 수 있는 버스 바 전력 분배 층(320)을 제공한다. 그런 다음에 유전체 층(314)이 증착되고, 유전체 층(324)을 커버한다. 그런 다음에 비아 홀들이 유전체 층(314)에 형성되고, 버스 바 전력 분배 층(320)을 노출시킨다. 그런 다음에 금속 증착이 실시되어 비아 홀들을 충전하고, 비아들(318)을 형성한다. 대안적으로, 비아들(318)은 픽셀레이트식 저항성 히터들(312)을 형성하는 동안 충전될(filled) 수 있다. 그런 다음에 유전체 층(310)이 충전되고, 이에 후속하여 상부 금속 부분(308)이 증착된다. 상부 금속 부분(308)은 금속 베이스의 엣지들을 제공하도록 형성된다. 그런 다음에 유전체 층(304)이 형성되어 상기 설명된 모든 층들을 커버한다. 선택적으로, 피쳐들은 ESC(300)와의 웨이퍼 인터페이스를 조정하는(tailor) 유전체 층(304) 내에 기계가공될(machined) 수 있다.
- [0019] 도 4를 참조하면, 단면 시점으로부터 도시된 바와 같이, ESC 부분(400)은 웨이퍼 또는 기판을 지지하도록 구성된다. ESC(400)의 정상부 유전체 층 또는 피쳐는, 예를 들어, 예컨대 플라스마 스프레이에 의해 증착된 유전체 층(예를 들어, Al_2O_3)(402A)을 포함함으로써 제공될 수 있다. 대안적으로, 또는 이에 더하여, Al_2O_3 플레이트와 같은 유전체 플레이트(402B)가 포함될 수 있다. 양쪽 선택사항들이 도 4에 도시된다. 알루미늄(Al)베이스와 같은 금속 베이스(404)는 유전체 층(402A) 및/또는 유전체 플레이트(402B) 아래에 포함된다. 단열부(thermal break)를 제공하기 위해 슬롯들(406)이 금속 베이스(404)에 포함될 수 있다. 케이블 히터들(408)은 금속 베이스(404)에 수납된다. 금속 베이스(404)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 냉각 베이스로의 경로들을 더 포함할 수 있다.
- [0020] 도 5a는 본 발명의 실시예에 따라, 단면 시점으로부터 도시된 바와 같이, ESC 부분(500A)을 도시하고, 플라스마 스프레이 구성을 강조한다. ESC 부분(500A)은, 위에 배치된 플라스마 스프레이 유전체 층(504)을 갖는, 알루미늄 베이스와 같은 금속 베이스 부분(502)을 포함한다. 플라스마 스프레이 층은 알루미늄(Al_2O_3), 이트륨 옥사이드(Y_2O_3) 또는 고성능 물질(HPM)과 같은, 그러나 이에 제한되지는 않는, 유전체 물질로 구성될 수 있다. 다공성 플러그(506)는 금속 베이스 부분(502)에 배치되고, 예를 들어, 헬륨 유동에 의한 웨이퍼 또는 기판 냉각을 위한

경로(508)를 제공한다. 경로(508)는 플라즈마 스프레이 유전체 층(504)을 통해 배치된다.

[0021] 도 5b는 본 발명의 실시예에 따라, 단면 시점으로부터 도시된 바와 같이, ESC 부분(500B)을 도시하고, 솔리드 세라믹 정상부 구성을 강조한다. ESC 부분(500B)은 알루미늄 베이스와 같은 금속 베이스 부분(552)을 포함한다. 솔리드 세라믹 정상부(554)(Al_2O_3 플레이트와 같은)는 금속 베이스 부분(552) 위에 배치된다. 일 실시예에서, 솔리드 세라믹 정상부(554)는 도 5b에 도시된 바와 같이 플라즈마 스프레이 유전체 층(560) 위에 배치된다. 플라즈마 스프레이 층(560)은 알루미늄(Al_2O_3), 이트륨 옥사이드(Y_2O_3) 또는 고성능 물질(HPM)과 같은, 그러나 이에 제한되지는 않는, 유전체 물질로 구성될 수 있다. 그러한 실시예에서, 솔리드 세라믹 정상부(554)는 점착 층(562)에 의해서 플라즈마 스프레이 유전체 층(560)에 커플링될 수 있다. 다공성 플러그(556)이 금속 베이스 부분(552)에 배치되고, 예를 들어, 헬륨 유동에 의한 웨이퍼 또는 기관 냉각을 위한 경로(558)를 제공한다. 경로(558)는 솔리드 세라믹 정상부(554) 및, 존재한다면, 플라즈마 스프레이 유전체 층(560)을 통해 배치된다.

[0022] 실시예에서, 본원에 설명된 척의 기계적 양태들은 ESC 자신, 추가적인 24-26 필터들을 위해 재설계된 음극 조립체, 전기적, RF 필터들, 보조 히터들로의 전력 전달을 포함한다. 실시예에서, 본원에 설명된 척의 전류(commutation)/스위칭 로직 양태들은 기존의 하드웨어와의 인터페이스를 포함한다. 실시예에서, 본원에 설명된 척의 소프트웨어 양태들은 I-4 온도 데이터와의 인터페이스, 및/또는 전기적 서브조립체와의 통신을 포함한다. 실시예에서, 본원에 설명된 척을 위한 메인 히터는 이중-구역 히터를 포함한다. 실시예에서 본원에 설명된 척에 대한 전력 요건은 보조 히터들로 다뤄진다.

[0023] 실시예에서, 본원에 설명된 척의 ESC 타입 양태들은 쿨롱(coulombic), 대략 92% 알루미늄 조성물, 얇은 세라믹, 가능한 스왑 가능한 것(swappable)/소모품, RF-핫 클램프 전극 및 또는 프린팅된 RF 전극을 갖는 접지된 냉각 플레이트들 중 하나 또는 그 조합을 포함한다. 실시예에서, 최대 RF 전력에 대한 사양(spec)은 대략 2kW 최대 및 대략 13.56MHz 이다. 실시예에서, 최대 헬륨 압력에 대한 사양은 대략 10Torr 이다. 실시예에서, RF 전류 제한 사양은 핀당 대략 20A의 핀-대-전극 인터페이스로 정량화된다. 실시예에서, 내측/외측 히터 저항은 대략 90C, 130C, 25A, 160V, 150C (내측) 13A, 150V, 150C (외측) 이다.

[0024] 실시예에서, 본원에 설명된 척을 위한 보조 히터들은 대략 45개의 히터들, 및 최대 144개 내지 169개의 히터들(12x12 또는 13x13 구성)을 포함한다. 대략 92% 알루미늄, 최소 국부화된 1C 가열, 최대 4C 가열 및 45개의 히터들에서 추정된 히터들을 위한 전력은 히터들 사이의 6C 증분에 대해 대략 3W이다(4W 고-순도(hi-purity)). 실시예에서, 피드백은 이중-구역 메인 히터들을 위한 2개의 센서들을 포함한다. 실시예에서, RF 필터링은 총 169개의 히터들(~168Ω)에 대해서 히터당 3W 평균, DC 294V, 1.75Amp에 기초한다. 예시로서, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른, 전기 블록도(600)이다. 도 6을 참조하면, 저항성 보조 히터들의 12x13 구성(602)이 예시로서 제공된다.

[0025] 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척은, 에칭을 위해 샘플에 근접하는 에칭 플라즈마를 제공하기에 적합한 프로세싱 장비에 포함될 수 있다. 예를 들어, 도 7은 본 발명의 실시예에 따라, 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척이 수납될 수 있는 시스템을 도시한다.

[0026] 도 7을 참조하면, 플라즈마 에칭 프로세스를 수행하기 위한 시스템(700)은 샘플 홀더(704)가 장착된 챔버(702)를 포함한다. 진공배기 디바이스(706), 가스 유입구 디바이스(708) 및 플라즈마 점화 디바이스(710)는 챔버(702)와 커플링된다. 컴퓨팅 디바이스(712)는 플라즈마 점화 디바이스(710)와 커플링된다. 시스템(700)은 샘플 홀더(704)와 커플링된 전압 소스(714) 및 챔버(702)와 커플링된 검출기(716)를 부가적으로 포함할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(712)는 또한, 도 7에 도시된 바와 같이, 진공배기 디바이스(706), 가스 유입구 디바이스(708), 전압 소스(714) 및 검출기(716)와 커플링될 수 있다.

[0027] 챔버(702) 및 샘플 홀더(704)는, 이온화된 가스, 즉, 플라즈마를 수용하고, 그리고 이온화된 가스 또는 이온화된 가스로부터 탈출된 대전된 종에 근접하게 샘플을 가져오기에 적합한 반응성 챔버 및 샘플 포지셔닝 디바이스를 포함할 수 있다. 진공배기 디바이스(706)는 챔버(702)를 진공배기하고 감압(de-pressurize)하기에 적합한 디바이스일 수 있다. 가스 유입구 디바이스(708)는 반응 가스를 챔버(702) 내로 주입하기에 적합한 디바이스일 수 있다. 플라즈마 점화 디바이스(710)는 가스 유입구 디바이스(708)에 의해 챔버(702) 내에 주입된 반응 가스로부터 파생된 플라즈마를 점화하기에 적합한 디바이스일 수 있다. 검출 디바이스(716)는 프로세싱 작동의 종료점을 검출하기에 적합한 디바이스일 수 있다. 일 실시예에서, 시스템(700)은, Applied Materials® AdvantEdge 시스템에서 사용되는 컨덕터 에칭 챔버 또는 관련 챔버들과 유사하게, 또는 동일하게, 챔버(702),

샘플 홀더(704), 진공배기 디바이스(706), 가스 유입구 디바이스(708), 플라즈마 점화 디바이스(710) 및 검출기(716)를 포함한다.

[0028] 본 발명의 실시예들은 컴퓨터 프로그램 제품, 또는 소프트웨어로서 제공될 수 있고, 이들은 매체에 저장된 명령어들을 갖는 기계-판독 가능한 매체를 포함할 수 있으며, 그러한 명령어들은 본 발명에 따른 프로세스를 실시하도록 컴퓨터 시스템(또는 다른 전자 디바이스들)을 프로그래밍하는데 사용될 수 있다. 기계-판독 가능한 매체는 기계(예를 들어, 컴퓨터)에 의해 판독 가능한 형태로 정보를 저장하거나 전송하기 위한 임의의 메커니즘을 포함한다. 예를 들어, 기계-판독 가능한(예를 들어, 컴퓨터-판독 가능한) 매체는 기계(예를 들어, 컴퓨터) 판독 가능한 저장 매체(예를 들어, 리드 온리 메모리("ROM"), 랜덤 액세스 메모리("RAM"), 자기 디스크 저장 매체, 광학 저장 매체, 플래시 메모리 디바이스들, 등), 기계(예를 들어, 컴퓨터) 판독 가능한 전송 매체(전기, 광학, 음향(acoustical) 또는 다른 형태의 전파된 신호들(예를 들어, 적외선 신호들, 디지털 신호들, 등)), 등을 포함한다.

[0029] 도 8은 본원에서 논의된 방법론들 중 어느 하나 또는 그 초과를 기계가 실시하게 하기 위해 명령어들의 세트가 내부에서 실행될 수 있는 예시적인 형태의 컴퓨터 시스템(800)의 기계의 개략도(diagrammatic representation)를 도시한다. 대안적인 실시예들에서, 기계는 근거리 네트워크(LAN), 인터넷, 엑스트라넷, 또는 인터넷으로 다른 기계들에 연결될 수 있다(예를 들어, 네트워킹된다). 기계는 클라이언트-서버 네트워크 환경에서 클라이언트 기계로 또는 서버의 능력으로, 또는 피어-투-피어(또는 분산된) 네트워크 환경에서 피어 기계로서 작동할 수 있다. 기계는 개인용 컴퓨터(PC), 태블릿 PC, 셋-톱 박스(STB), 개인용 휴대 단말기(PDA), 셀룰러 전화기, 웹 장치(web appliance), 서버, 네트워크 라우터, 스위치 또는 브릿지, 또는 해당 기계에 의해 취해질 동작들을 명시하는 명령어들의 세트(순차적인 또는 그와는 다르게)를 실행할 수 있는 임의의 기계일 수 있다. 또한, 오직 단일 기계가 도시되었긴 하지만, 용어 "기계"는 또한, 본원에서 논의된 방법론들 중 어느 하나 또는 그 초과를 실시하는 명령어들의 세트(또는 다수의 세트들)를 개별적으로 또는 합동으로 실행하는 기계들(예를 들어, 컴퓨터들)의 임의의 집단을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 시스템(800)은 도 7과 관련하여 설명된 컴퓨팅 디바이스(712)로서 사용하기에 적합하다.

[0030] 예시적인 컴퓨터 시스템(800)은 프로세서(802), 메인 메모리(804)(예를 들어, 리드-온리 메모리(ROM), 플래시 메모리, 동적식 DRAM(SDRAM) 또는 램버스 DRAM(RDRAM)과 같은 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM), 등), 정적 메모리(806)(예를 들어, 플래시 메모리, 정적 랜덤 액세스 메모리(SRAM), 등), 및 이차 메모리(818)(예를 들어, 테이퍼 저장 디바이스)를 포함하고, 이들은 버스(830)를 통해 서로 통신한다.

[0031] 프로세서(802)는 마이크로프로세서, 또는 중앙 처리 장치, 등과 같은 하나 또는 그 초과를 범용 프로세싱 디바이스들을 나타낸다. 더 구체적으로, 프로세서(802)는 복합 명령어 세트 컴퓨팅(CISC) 마이크로프로세서, 축소 명령어 세트 컴퓨팅(RISC) 마이크로프로세서, 초장 명령어(VLIW) 마이크로프로세서, 다른 명령어 세트들을 구현하는 프로세서, 또는 명령어 세트들의 조합을 구현하는 프로세서들일 수 있다. 프로세서(802)는 또한, 주문형 반도체(ASIC), 현장 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA), 디지털 신호 프로세서(DSP), 또는 네트워크 프로세서 등과 같은 하나 또는 그 초과를 전용 프로세싱 디바이스들일 수 있다. 프로세서(802)는 본원에서 논의된 동작들을 실시하기 위해 프로세싱 로직(826)을 실행하도록 구성된다.

[0032] 컴퓨터 시스템(800)은 네트워크 인터페이스 디바이스(808)를 더 포함할 수 있다. 컴퓨터 시스템(800)은 또한, 비디오 디스플레이 유닛(810)(예를 들어, 액정 디스플레이(LCD) 또는 음극선관(CRT)), 영숫자 입력 디바이스(812)(예를 들어, 키보드), 커서 제어 디바이스(814)(예를 들어, 마우스), 및 신호 생성 디바이스(816)(예를 들어, 스피커)를 포함할 수 있다.

[0033] 이차 메모리(818)는 본원에 설명된 방법론들 또는 기능들 중 어느 하나 또는 그 초과를 실시하는 명령어들의 하나 또는 그 초과를 세트들(예를 들어, 소프트웨어(822))이 저장되는 기계-엑세스 가능한 저장 매체(831)(또는 더 구체적으로 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체)를 포함할 수 있다. 소프트웨어(822)는 또한, 컴퓨터 시스템(800)에 의해 소프트웨어가 실행되는 동안 메인 메모리(804) 내에 및/또는 프로세서(802) 내에 완전히 또는 적어도 부분적으로 있을 수 있고, 메인 메모리(804) 및 프로세서(802)는 또한, 기계-판독 가능한 저장 매체를 구성할 수 있다. 소프트웨어(822)는 네트워크 인터페이스 디바이스(808)를 통해 네트워크(820)를 통하여 또한 전송되거나 수신될 수 있다.

[0034] 기계-엑세스 가능한 저장 매체(831)이 예시적인 실시예에서 단일 매체인 것으로 도시되기는 했지만, 용어 "기계-판독 가능한 저장 매체"는 명령어들의 하나 또는 그 초과를 세트들을 저장하는 단일 매체 또는 다수 매체들(예를 들어, 중앙화된 또는 분산된 데이터베이스 및/또는 연관된 캐시들 및 서버들)을 포함하는 것으로 이해되어야

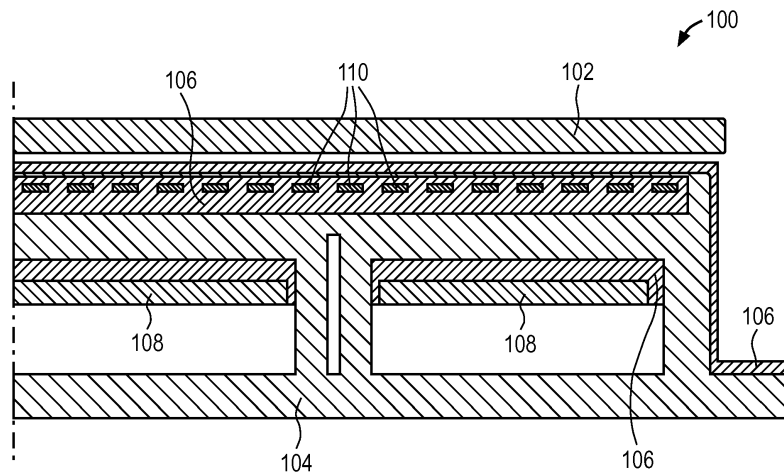
한다. 용어 "기계-판독 가능한 저장 매체"는 또한, 기계에 의한 실행을 위해 명령어들의 세트를 저장 또는 인코딩할 수 있고 그리고 기계가 본 발명의 방법론들 중 어떤 하나 또는 그 조합을 실시하게 하는 임의의 매체를 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 용어 "기계-판독 가능한 저장 매체"는 솔리드-스테이트 메모리들, 및 광학 및 자기 매체들을 포함하는 것으로, 그러나 이에 제한되지는 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0035]

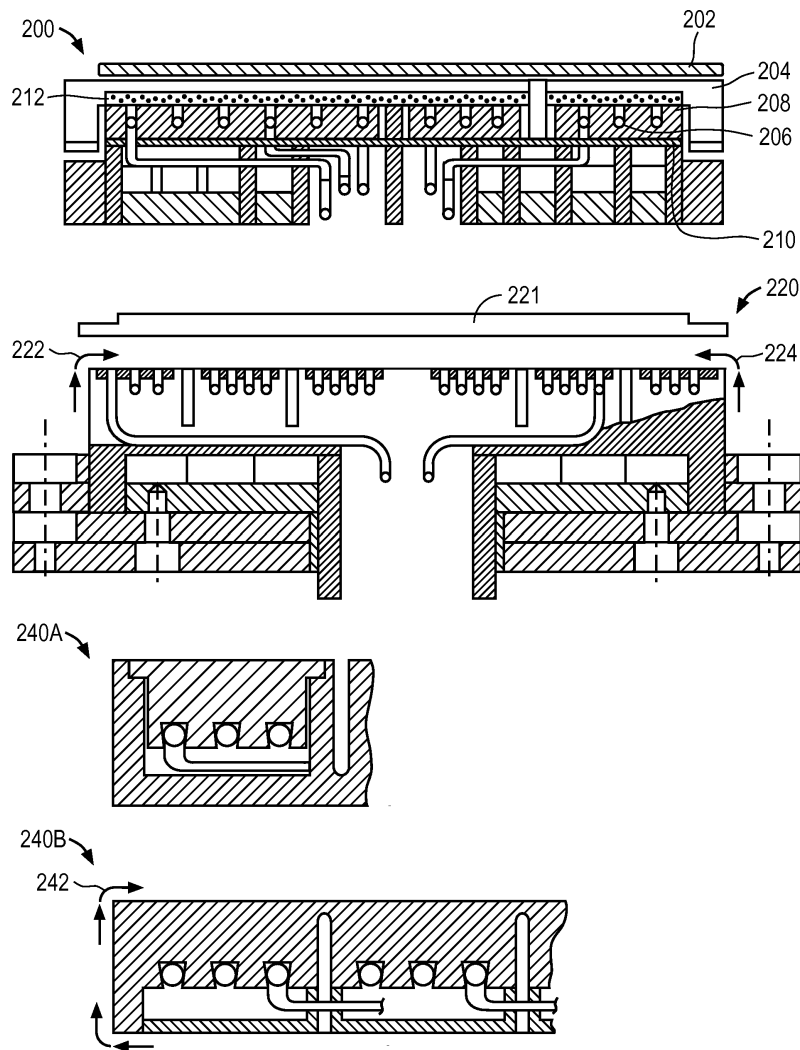
이렇게 하여, 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척들, 및 그러한 정전 척들을 제조하는 방법들이 개시되었다. 실시예에서, 진보된 RF 및 온도 균일성을 갖는 정전 척(ESC)은 정상부 유전체 층을 포함한다. 상부 금속 부분은 정상부 유전체 층 아래에 배치된다. 제 2 유전체 층은 복수의 픽실레이트식 저항성 히터들 위에 배치되고 상부 금속 부분에 의해서 부분적으로 둘러싸인다. 제 3 유전체 층은 제 2 유전체 층 아래에 배치되고, 제 3 유전체 층과 제 2 유전체 층 사이의 경계를 갖는다. 복수의 비아들이 제 3 유전체 층에 배치된다. 버스 전력 배 분배 층은 복수의 비아들 아래에 배치되고 복수의 비아들에 커플링된다. 복수의 비아들은 복수의 픽실레이트식 저항성 히터들을 버스 배 전력 분배 층에 전기적으로 커플링시킨다. 제 4 유전체 층은 버스 배 전력 분배 층 아래에 배치되고, 제 4 유전체 층과 제 3 유전체 층 사이의 경계를 갖는다. 금속 베이스는 제 4 유전체 층 아래에 배치된다. 금속 베이스는 내부에 수납된 복수의 높은 전력의 히터 요소들을 포함한다.

도면

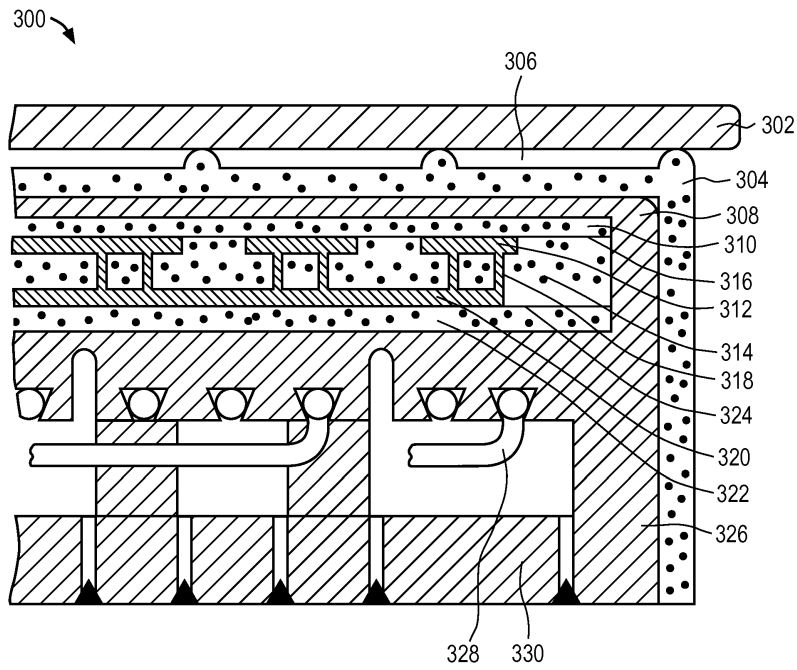
도면1



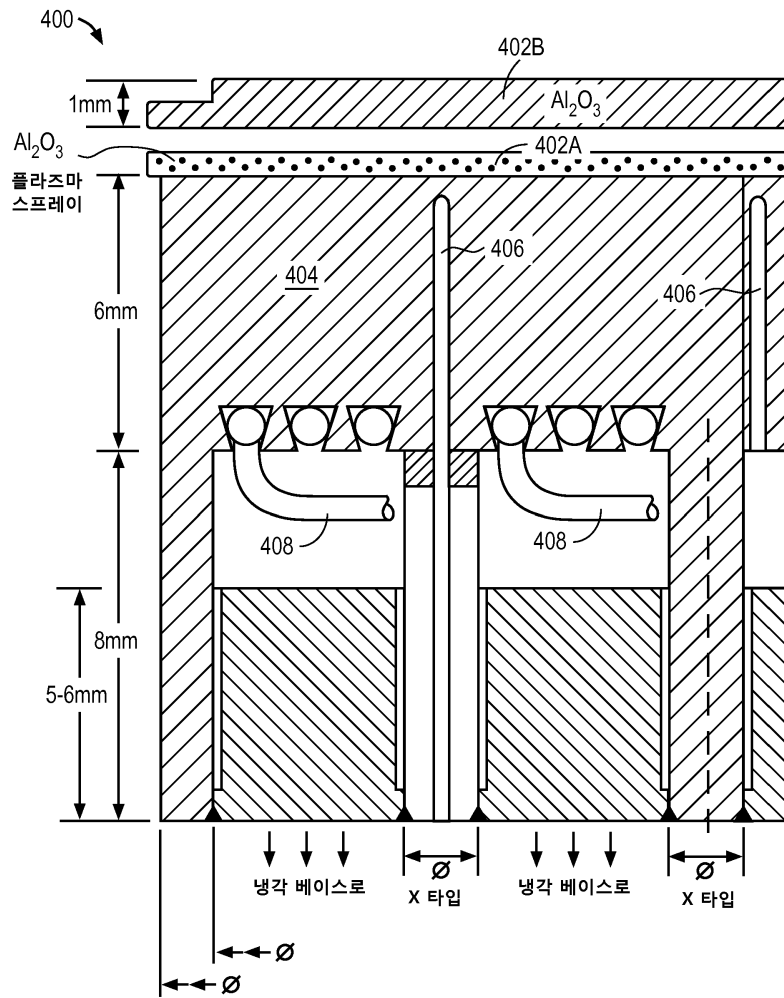
도면2



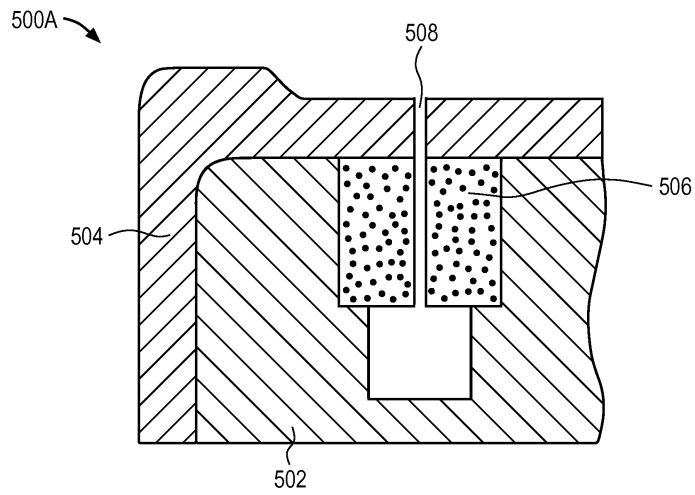
도면3



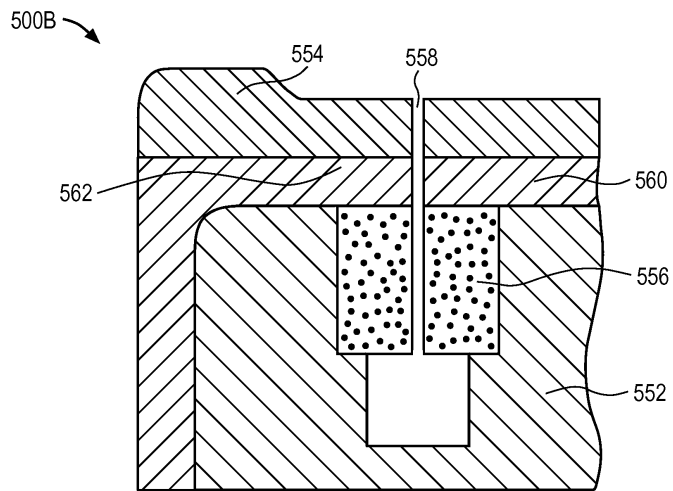
도면4



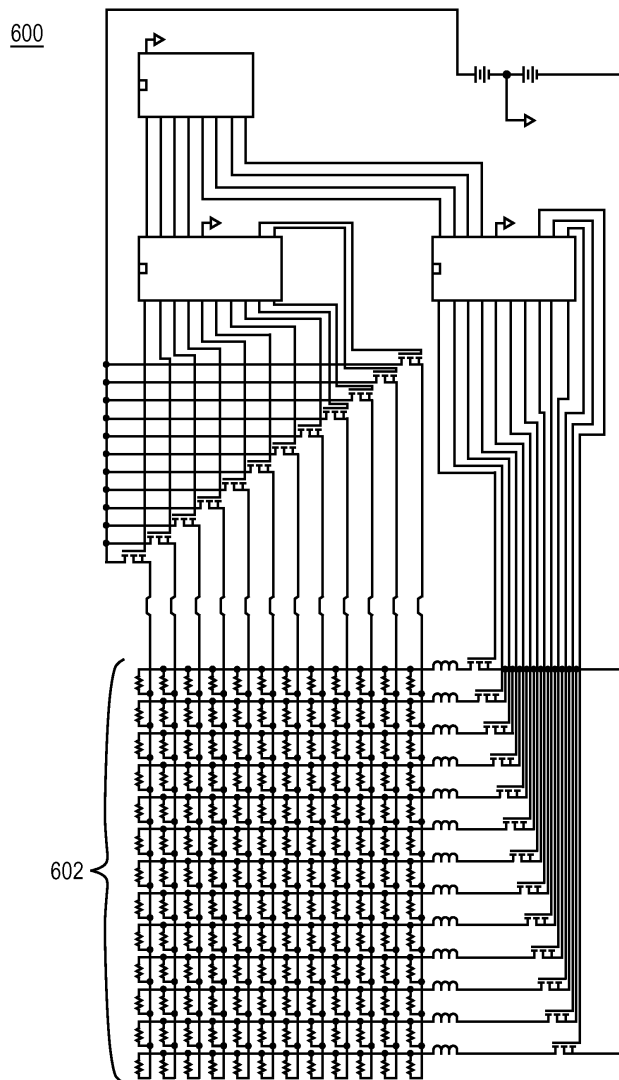
도면5a



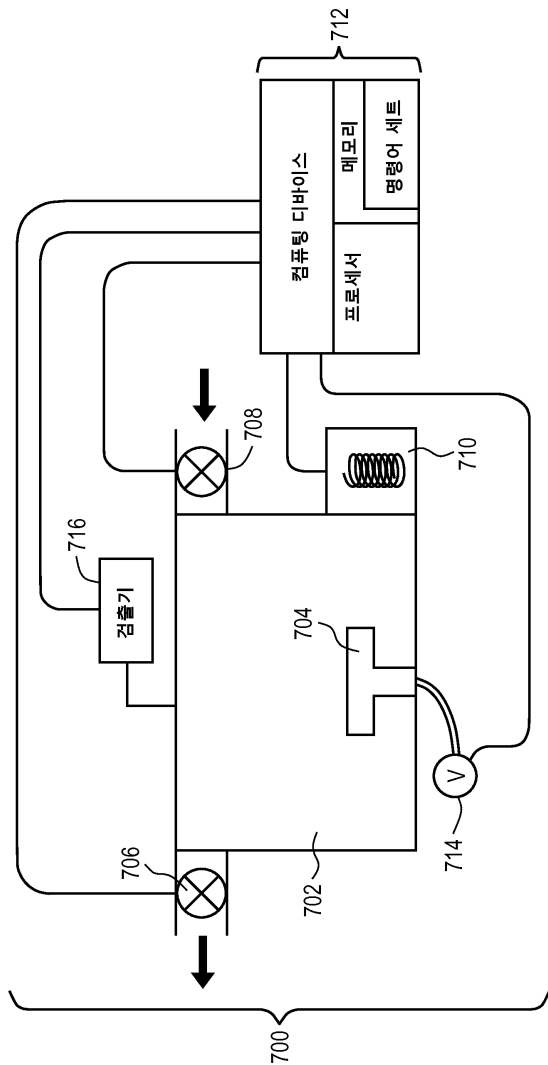
도면5b



도면6



도면7



도면8

