



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0022902
(43) 공개일자 2017년03월02일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01J 37/32651 (2013.01)
H01J 37/321 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0104010</p> <p>(22) 출원일자 2016년08월17일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
14/832,901 2015년08월21일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650</p> <p>(72) 발명자
오닐 로버트 쥬.
미국, 캘리포니아 94542, 헤이워드, 그랜드뷰 에비뉴 27520
벤자민 네일 엠.피.
미국, 캘리포니아 94303, 이스트 팔로 알토, 그린 스트리트 216
장 지에
미국, 캘리포니아 95133, 산 호세, 그랜드뷰 테라스 740</p> <p>(74) 대리인
특허법인인벤투스</p> |
|---|--|

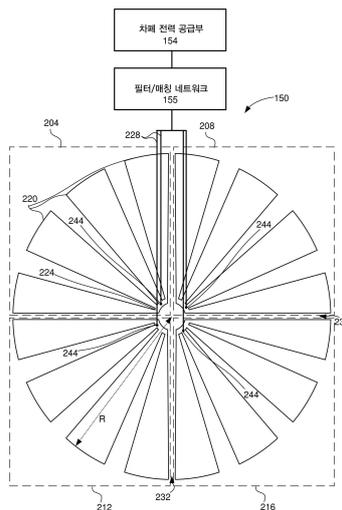
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **ICP 플라즈마들에서 유전체 윈도우를 재컨디셔닝하도록 전력공급된 정전 패터데이 차폐의 인가**

(57) 요약

복수의 전기적 리드들을 갖는 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 사용하기 위한 정전 척 스크린을 포함하는 다양한 실시예들이 본 명세서에 개시된다. 복수의 페탈 그룹 (petal group) 이 제공되고, 페탈 그룹 각각은 실질적으로 편평한 구조체를 포함하고, 페탈 그룹 각각은 복수의 전기적 리드들 중 적어도 하나의 전기적 리드에 전기적으로 연결되고, 페탈 그룹 각각은 임의의 다른 페탈 그룹으로부터 절연되고, 복수의 페탈 그룹들은 수직 축 둘레에 방사상 대칭을 형성한다. 실질적으로 편평한 구조체 각각은 도전성 고리 (annulus) 의 섹터 및 도전성 고리의 섹터에 각각 연결된 복수의 도전성 페탈들을 포함하고, 적어도 하나의 전기적 리드는 페탈 그룹 각각 내에서 실질적으로 동일한 전위 위치들에 연결된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01J 37/32174 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 전기적 리드들을 갖는 플라즈마 프로세싱 챔버에서 사용되는 정전 스크린에 있어서,

복수의 페탈 그룹들 (petal groups) 을 포함하고, 페탈 그룹 각각은 실질적으로 편평한 구조체를 포함하고, 페탈 그룹 각각은 임의의 다른 페탈 그룹으로부터 절연되고, 그리고 페탈 그룹 각각은 상기 복수의 전기적 리드들 중 적어도 하나의 전기적 리드에 전기적으로 연결되고, 그리고 상기 복수의 페탈 그룹들은 수직 축 둘레에 방사상 대칭을 형성하고, 그리고

실질적으로 편평한 구조체 각각은 도전성 고리 (annulus) 의 섹터 및 복수의 도전성 페탈들을 포함하고, 도전성 페탈 각각은 상기 도전성 고리의 상기 섹터에 연결되고, 도전성 페탈이 상기 도전성 고리의 상기 섹터에 연결되는 경우를 제외하고 도전성 페탈 각각은 다른 도전성 페탈로부터 절연되고, 상기 적어도 하나의 전기적 리드는 페탈 그룹 각각 내에서 실질적으로 동일한 전위 위치들에 연결되는, 정전 스크린.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

페탈 그룹 각각의 상기 도전성 고리의 상기 섹터는 상기 페탈들의 방사상으로 내측인 단부에 있는, 정전 스크린.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

페탈 그룹 각각의 상기 도전성 고리의 상기 섹터는 상기 페탈들의 방사상으로 외측인 단부에 있는, 정전 스크린.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 페탈 그룹들은 실질적으로 코플래너 (coplanar) 인, 정전 스크린.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 페탈들은 상기 방사상 방향으로 슬릿들에 의해 형성되고, 상기 슬릿들 내부의 공간은 비도전성이 되고, 그리고 모든 다른 페탈 그룹으로부터 절연되는 상기 페탈 그룹 각각은 상기 페탈 그룹들 사이에 비도전성 공간들을 제공함으로써 달성되고, 상기 페탈 그룹들 사이의 상기 비도전성 공간은 또한 상기 방사상 방향으로 슬릿들을 포함하는, 정전 스크린.

청구항 6

플라즈마 프로세싱 챔버에서 사용되는 RF (radio frequency) 윈도우에 있어서,

유전체 재료의 디스크; 및

상기 유전체 윈도우 위에 배치된 제 1 항에 기재된 정전 스크린을 포함하는, RF 윈도우.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 디스크 및 상기 정전 스크린은 공소결 (co-sintering) 에 의해 통합적으로 형성되는, RF 윈도우.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 정전 스크린은 텅스텐, 탄탈륨, 구리, 은, 알루미늄, 또는 폴리브덴 중 하나 이상을 포함하는, RF 윈도우.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
 상기 리드들 각각에 연결된 RF 소스를 더 포함하는, 정전 스크린.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
 상기 RF 소스는 상기 페달 그룹들 각각으로 본질적으로 동일한 크기의 동위상 (in-phase) 전력을 전달하도록 구성되는, 정전 스크린.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
 상기 페달 그룹들 각각의 상기 리드들은 전기적 도전체에 의해 상기 RF 소스에 병렬로 연결되는, 정전 스크린.

청구항 12

제 9 항에 있어서,
 상태 1 및 상태 2를 갖는 스위치를 더 포함하고,
 상기 정전 스크린은, 상태 1에서, 상기 정전 스크린이 전력 공급되지 않고 (unpowered) 전기적으로 플로팅하도록, 그리고 상태 2에서, 상기 정전 스크린이 상기 RF 소스에 연결되도록 구성되는, 정전 스크린.

청구항 13

제 1 항에 있어서,
 상기 실질적으로 동일한 전위 위치들은 서로 10 V 이내인, 정전 스크린.

청구항 14

제 1 항에 있어서,
 상기 도전성 고리의 섹터 각각은 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 프로세싱된 기관의 반경의 10 % 이하인 방사상 치수를 갖고, 상기 방사상 페달들은 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 프로세싱된 상기 기관의 반경의 적어도 80 %인 방사상 치수를 갖는, 정전 스크린.

청구항 15

플라즈마 프로세싱 챔버를 사용하고 유지하는 방법에 있어서,
 유도 결합 플라즈마 프로세싱 챔버 내에 기관을 배치하는 단계;
 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 프로세싱 가스를 흘리는 단계;
 플로팅 정전 차폐부 및 유전체 윈도우를 통해 상기 플라즈마 프로세싱 챔버로 유도 결합된 전력을 제공하는 단계;
 상기 프로세싱 가스의 상기 플로우 및 상기 유도 결합된 전력을 제공하는 것을 중지하는 단계;
 상기 플라즈마 프로세싱 챔버로부터 상기 기관을 제거하는 단계;
 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 윈도우 컨디셔닝 가스를 흘리는 단계;
 상기 정전 차폐부 및 상기 유전체 윈도우를 통해 상기 플라즈마 프로세싱 챔버로 유도 결합된 전력을 제공하는

단계;

상기 정전 차폐부로 RF 전력을 제공하는 단계; 및

상기 윈도우 컨디셔닝 가스의 상기 플로우 및 상기 유도 결합된 전력 및 상기 RF 전력을 제공하는 것을 중지하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 플라즈마 프로세싱 챔버는 복수의 전기적 리드들을 갖고, 그리고

상기 정전 차폐부는,

복수의 페탈 그룹들을 포함하고, 페탈 그룹 각각은 실질적으로 편평한 구조체를 포함하고, 페탈 그룹 각각은 임의의 다른 페탈 그룹으로부터 절연되고, 그리고 페탈 그룹 각각은 상기 복수의 전기적 리드들 중 적어도 하나의 전기적 리드에 전기적으로 연결되고, 그리고 상기 복수의 페탈 그룹들은 수직 축 둘레에 방사상 대칭을 형성하고, 그리고

실질적으로 편평한 구조체 각각은 도전성 고리의 섹터 및 복수의 도전성 페탈들을 포함하고, 도전성 페탈 각각은 상기 도전성 고리의 상기 섹터에 연결되고, 상기 적어도 하나의 전기적 리드는 페탈 그룹 각각 내에서 실질적으로 동일한 전위 위치들에 연결되는, 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 정전 차폐부로 상기 RF 전력을 제공하는 단계는 상기 페탈 그룹들 각각으로 실질적으로 동일한 크기의 동위상 전력을 전달하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

배경 기술

[0001] 본 개시는 ICP (inductively coupled plasma) 프로세싱 챔버들에서 유전체 윈도우들을 재컨디셔닝하는 것과 관련된 발명들에 관한 것이다.

발명의 내용

[0002] 복수의 전기적 리드들을 갖는 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 사용하기 위한 정전 스크린을 포함하는 다양한 실시예들이 본 명세서에 개시된다. 복수의 페탈 그룹 (petal group) 이 제공되고, 페탈 그룹 각각은 실질적으로 편평한 구조체를 포함하고, 페탈 그룹 각각은 복수의 전기적 리드들 중 적어도 하나의 전기적 리드에 전기적으로 연결되고, 페탈 그룹 각각은 임의의 다른 페탈 그룹으로부터 절연되고, 복수의 페탈 그룹들은 수직 축 둘레에 방사상 대칭을 형성한다. 실질적으로 편평한 구조체 각각은 도전성 고리 (annulus) 의 섹터 및 도전성 고리의 섹터에 각각 연결된 복수의 도전성 페탈들을 포함하고, 적어도 하나의 전기적 리드는 페탈 그룹 각각 내에서 실질적으로 동일한 전위 위치들에 연결된다.

[0003] 또 다른 현상에서, 플라즈마 프로세싱 챔버를 사용하고 유지하는 방법이 제공된다. 유도 결합 플라즈마 프로세싱 챔버 내에 기판이 배치된다. 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 프로세싱 가스가 흐른다. 플로팅 정전 차폐부 및 유전체 윈도우를 통해 상기 플라즈마 프로세싱 챔버로 유도 결합된 전력이 제공된다. 상기 프로세싱 가스의 상기 플로우 및 상기 유도 결합된 전력을 제공하는 것이 중지된다. 상기 플라즈마 프로세싱 챔버로부터 상기 기판이 제거된다. 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 윈도우 컨디셔닝 가스가 흐른다. 상기 정전 차폐부 및 상기 유전체 윈도우를 통해 상기 플라즈마 프로세싱 챔버로 유도 결합된 전력이 제공된다. 상기 정전 차폐부로 RF 전력이 제공된다. 상기 윈도우 컨디셔닝 가스의 상기 플로우 및 상기 유도 결합된 전력 및 상기 RF 전력을 제공하는 것이 중지된다.

[0004] 본 발명들의 이들 및 다른 특징들은 상세한 기술 및 이하의 도면들과 함께 이하에 보다 상세히 기술될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0005] 개시된 발명들은 유사한 참조 번호들이 유사한 엘리먼트들을 참조하는 첨부된 도면들의 도면들에서, 제한이 아닌 예로서 예시된다.
 도 1은 윈도우 위에 차폐부를 갖는 플라즈마 챔버의 개략적인 사시도이다.
 도 2는 차폐부의 개략적인 평면도이다.
 도 3은 실시예의 고레벨 플로우 차트이다.
 도 4a 내지 도 4d는 불소화된 플라즈마 대면 윈도우 표면의 박리 (exfoliation) 의 개략적인 예시들이다.
 도 5는 다양한 챔버 구성들에서 38 nm보다 큰 웨이퍼 당 이트륨 입자 첨가기들의 수를 도시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0006] 본 발명들은 이제 첨부된 도면들에 예시된 바와 같이, 바람직한 실시예들을 참조하여 상세히 기술될 것이다. 이하의 기술에서, 본 발명의 전체적인 이해를 제공하기 위해 구체적인 상세들이 언급된다. 그러나, 본 발명은 이들 구체적인 상세들 일부 또는 전부가 없이 실시될 수도 있고, 본 개시는 본 기술 분야에서 일반적으로 이용 가능한 지식에 따라 이루어질 수도 있는 수정들을 포괄한다. 공지의 프로세스 단계들 및/또는 구조들은 본 개시를 불필요하게 모호하게 하지 않도록 상세히 기술되지 않았다.
- [0007] 또한 TCP (transformer coupled plasma) 로 공지된 ICP (inductively coupled plasma) 는 오늘날 도전체 에칭 툴들에서 광범위하게 사용된다. 예를 들어 Lam Research Corporation에 의해 제공된 KIYO[®] 시리즈 에칭 툴들은 평면형 유도 코일을 사용한다. TCP를 사용하는 챔버들에서, 목표된 메커니즘은 플라즈마를 에너지이징하기 위한 자기 유도이지만, 불가피하게 코일의 상이한 부분들 사이의 전압들이 플라즈마에 용량성으로 그리고 어느 정도 바람직하지 않게 커플링되지만, 이 커플링은 점화 및 안정성을 용이하게 한다. 용량 결합된 부분을 제어하고 보다 균일하게 하기 위해, 정전 차폐부가 채용될 수도 있다. 에너지의 용량 결합된 부분은, 유전체 윈도우에 국부적으로 영향을 주도록 플라즈마로부터의 이온들을 가속화할 수도 있는 플라즈마 시스에 걸쳐 국부적으로 강화된 전압들을 유도할 수도 있고, 이는 국부화된 스퍼터링 손상을 유발한다. 다른 환경들에서, 용량 결합은 국부화된 증착을 유발할 수도 있다. 따라서, 코일과 플라즈마 사이의 모든 유전체 윈도우는 플라즈마 이온들에 의해 스퍼터링될 수도 있다. 스퍼터링은 코일 바로 밑의 영역들에 집결될 수도 있다. 웨이퍼 프로세싱 동안, 스퍼터링은 윈도우 상의 플라즈마 대면 표면 코팅이 손상되게 할 수도 있고 이어서 입자들이 떨어질 수도 있고 아마도 제품 웨이퍼 상에 내려 앉고 디펙트들을 유발할 수도 있다. 윈도우가 에이징될 때, 이 디펙트 생성 메커니즘은, 아마도 윈도우 코팅 상에 손상된 층의 축적으로 인해 악화되는 것으로 관찰되었다.
- [0008] 예를 들어, 윈도우가 이트륨 함유 플라즈마 대면 표면을 갖는다면, 불소 함유 플라즈마를 사용한 플라즈마 프로세싱 동안, 일부 이트륨이 이트륨 플루오라이드 입자들로 변환될 수도 있다. 이러한 입자들의 형성은 이러한 입자들의 코일 바로 아래에서 보다 많은 형성으로 인해 불균일할 수도 있다. 이러한 입자들을 제거하기 위한 웨이퍼가 없는 (waferless) 세정 프로세스 동안, 세정의 대부분이 코일 바로 아래에서 이루어져, 세정은 또한 불균일할 것이고, 코일로부터 이격된 영역들이 겨우 미미하게 세정된다. 그 결과, 발생하는 윈도우는 오염을 제공할 수 있는, 이트륨 플루오라이드 입자들의 불균일한 분포를 가질 것이다.
- [0009] 따라서, 이러한 윈도우 디펙트들이 최소화되거나 반전될 수도 있는 방식들을 갖는 것이 유용하다.
- [0010] 이해를 용이하게 하기 위해, 도 1은 일 실시예에서 사용될 수도 있는 플라즈마 프로세싱 챔버 (100) 의 예의 단면도를 개략적으로 예시한다. 플라즈마 프로세싱 챔버 (100) 는, 내부에 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 를 갖는 플라즈마 반응기 (102) 를 포함한다. 매칭 네트워크 (108) 에 의해 튜닝된 플라즈마 RF 전력 공급부 (106) 는, 유도 결합된 전력을 제공함으로써 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 내에서 플라즈마 (114) 를 생성하도록 유전체 윈도우 (112) 근방에 위치한 TCP (Transformer Coupled Plasma) 코일 (110) 로 전력을 공급한다. TCP 코일 (상부 전력 소스) (110) 은 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 내에 플라즈마 (114) 를 생성하도록 구성될 수도 있다. 에너지로 하여금 TCP 코일 (110) 로부터 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 로 통과하게 하는 동안 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 내 진공을 유지하도록 유전체 전력 윈도우 (112) 가 제공된다. 매칭 네트워크 (118) 에 의해 튜닝된 웨이퍼 바이어스 전압 RF 전력 공급부 (116) 는 전극 (120) 에 의해 지지된 기판 (164) 상에 바이어스 전압을 설정하도록 전극 (120) 에 전력을 제공한다. 제어기 (124) 는 플라즈마 RF 전력 공급부 (106), 가스 소스/가스 공급 메커니즘 (130), 및 웨이퍼 바이어스 전압 RF 전력 공급부

(116) 에 대한 지점들을 설정한다.

- [0011] 차폐 전력 공급부 (154), 플라즈마 RF 전력 공급부 (106) 및 웨이퍼 바이어스 전압 RF 전력 공급부 (116) 는 예를 들어, 13.56 Mhz, 27 Mhz, 2 Mhz, 60 Mhz, 400 kHz, 2.54 GHz, 또는 이들의 조합과 같은 특정한 무선 주파수들에서 동작하도록 구성될 수도 있고 또는 공칭 주파수로부터 $\pm 10\%$ 의 주파수로 주파수 튜닝될 수도 있다. 플라즈마 전력 공급부 (106), 차폐 전력 공급부, 및 웨이퍼 바이어스 전압 RF 전력 공급부 (116) 는 목표된 프로세스 퍼포먼스를 달성하기 위한 범위의 전력들을 공급하도록 적절히 크기가 정해질 수도 있다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에서, 플라즈마 RF 전력 공급부 (106) 는 50 내지 5000 W의 범위의 전력을 공급할 수도 있고, 그리고 웨이퍼 바이어스 전압 RF 전력 공급부 (116) 는 20 내지 2000 V의 범위의 바이어스 전압을 공급할 수도 있다. 부가적으로, TCP 코일 (110) 및/또는 전극 (120) 은, 단일 전력 공급부에 의해 전력 공급될 수도 있고 또는 복수의 전력 공급부들에 의해 전력 공급될 수도 있는, 2 개 이상의 서브-코일들 또는 서브-전극들을 포함할 수도 있다.
- [0012] 도 1에 도시된 바와 같이, 플라즈마 프로세싱 챔버 (100) 는 가스 소스/가스 공급 메커니즘 (130) 을 더 포함한다. 가스 소스 (130) 는 가스 주입기 (140) 와 같은 가스 유입부를 통해 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 와 유체로 연통한다. 프로세스 가스들 및 부산물들은, 또한 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 내에서 특정한 압력을 유지하도록 역할하는 압력 제어 밸브 (142) 및 펌프 (144) 를 통해 플라즈마 프로세싱 한정 챔버 (104) 로부터 제거된다. 압력 제어 밸브 (142) 프로세싱 동안 1 Torr 미만의 압력을 유지할 수 있다. 에지 링 (160) 은 웨이퍼 (164) 둘레에 배치된다. 가스 소스/가스 공급 메커니즘 (130) 은 제어기 (124) 에 의해 제어된다. 캘리포니아 프레몬트 소재의 Lam Research Corp.의 KIYO[®] 가 실시예를 실시하기 위해 사용될 수도 있다.
- [0013] 이 실시예는 정전 차폐부 (150) 를 더 포함한다. 차폐 전력 공급부 (154) 는 분리 필터 및 매칭 네트워크인 필터/매칭 네트워크 (155) 를 통해 정전 차폐부 (150) 에 전기적으로 연결된다. 필터/매칭 네트워크 (155) 는 플라즈마 RF 전력 공급부 (106) 로 공급된 플라즈마 RF 전력의 주파수와 상이한 주파수이도록 정전 차폐부 (150) 로 전력 주파수를 제공하도록 사용될 수도 있다. 상이한 주파수들의 사용은 정전 차폐부 (150) 와 코일들 (110) 간의 교차 결합을 감소시킨다. 차폐 전력 공급부 (154) 는 제어기 (124) 에 의해 제어가능하게 연결될 수도 있다. 정전 차폐부 (150) 및 차폐 전력 공급부 (154) 의 조합은 EGR (Energized Radial Grid) 을 제공한다.
- [0014] 유도 결합의 쇼트를 방지하기 위해, 정전 차폐부는 플로팅하고 방사상으로 스포크된 페탈들 (spoked petals) 내에 형성된다. 방사상으로 스포크된 페탈들은 세그먼트된 (segmented) 고리들에 접합된다 (joined). 고리는 RF 소스와 방사상으로 스포크된 페탈들 간의 전기적 연결을 허용한다. 내측 고리는 커브된 페탈들에 바람직하다. 방사상으로 스포크된 페탈들은 와상 전류들 (eddy currents) 을 방지한다. 고리를 세그먼트하는 것 또한 와상 전류들을 저감한다. 방사상 중심의 연결부가 유리할 수도 있지만, 가스 주입의 존재 시, 접지된 슬리브, 및 방사상 중심의 다른 피쳐들이 이러한 연결부를 방지한다. 방사상 슬릿들은 페탈 그룹들을 분할한다. 대칭적인 연결은 페탈 그룹들을 실질적으로 동일한 전위 위치들에 동위상 (in phase) 으로 연결하기 때문에, RF 전력 소스를 페탈 그룹들에 대칭적으로 연결함으로써, 페탈 그룹들 사이에 전류 플로우가 없고, 페탈 그룹들과 플라즈마 사이의 용량 결합이 보다 균일해진다. 이러한 대칭적인 연결은 페탈 그룹 각각의 시작 지점들로부터 동일한 각도들로 규정될 수도 있다.
- [0015] 정전 차폐부는 텅스텐, 구리, 은, 알루미늄, 탄탈륨, 또는 몰리브덴과 같은 도전성 재료일 수도 있다. 정전 차폐부는 지지를 위해 유전체 재료의 디스크에 샌드위치될 수도 있다.
- [0016] 도 2는 정전 차폐부 (150) 의 평면도이다. 이 실시예에서, 정전 차폐부는 제 1 페탈 그룹 (204), 제 2 페탈 그룹 (208), 제 3 페탈 그룹 (212), 및 제 4 페탈 그룹 (216) 을 포함한다. 복수의 페탈 그룹들 (204, 208, 212, 216) 은 복수의 실질적으로 방사상 페탈들 (220) 및, 페탈 그룹 (204, 208, 212, 216) 의 방사상 페탈들 (220) 을 접합하는 도전성 고리 (224) 의 섹터를 포함한다. 차폐 전력 공급부 (154) 는 필터/매칭 네트워크를 통해 페탈 그룹 각각 내의 대응하는 실질적으로 동일한 전위 위치들 (244) 에서 페탈 그룹 (204, 208, 212, 216) 각각에 병렬로 전기적 리드들 (228) 에 의해 전기적으로 연결된다. 실질적으로 동일한 전위 위치들 (244) 은 프로세싱 동안 전력 공급될 때 서로 10 V 이내일 위치들이다. 이 실시예에서, 실질적으로 동일한 전위 위치들은 페탈 그룹 각각 내에서 대칭적인 위치들이다. 이 실시예에서, 대칭적인 위치들은 반시계 방향으로 페탈 그룹 (204, 208, 212, 216) 각각의 제 2 페탈에 인접하다. 다른 실시예들은 다른 대칭적인 위치들, 예컨대 도전성 고리 (224) 의 섹터 각각의 중간 또는 단부 또는 다른 유사한 위치들을 사용할 수도 있다. 이 예에서, 정전 차폐부 (150) 는 편평하거나 실질적으로 편평하다. 부가적으로, 페탈 그룹들이 서로로부터 절연되도록 페탈

그룹 (204, 208, 212, 216) 각각 사이에 비도전성 공간 (232) 이 있다. 도시된 바와 같이, 페탈들 (220) 및 페탈 그룹들 (204, 208, 212, 216) 은 정전 차폐부 (150) 의 중심에 대해 실질적으로 방사상으로 대칭을 갖고, 이는 중심축을 형성한다. 도시된 바와 같이, 비도전성 공간 (232) 은 방사상 슬릿들의 형상이다.

[0017] 페탈들은, 페탈들이 내측 지점으로부터 외측 지점으로 기관의 반경의 적어도 80 % 인 방사상 컴포넌트로 연장하는 것으로 규정된 방사상이다. 이 실시예에서, 정전 차폐부 (150) 의 반경은 양방향 화살표 점선 R으로 도시된다. 이 실시예에서, 정전 차폐부의 반경은 기관 (160) 의 반경과 대략 같다. 일 예에서, 기관은 대략 150 mm 의 반경을 가질 수도 있다. 도전성 고리 (224) 는 약 40 mm의 직경을 가질 수도 있다. 따라서 방사상 페탈 각각의 방사상 컴포넌트는 약 110 mm이고, 이는 기관의 반경의 80 %보다 크다. 이 예에서 방사상 페탈 (220) 각각의 방사상 컴포넌트는 방사상 페탈 (220) 각각의 길이이다. 따라서, 도시된 바와 같이, 방사상 페탈 (220) 각각의 방사상 컴포넌트는 기관의 반경의 80 %보다 크다. 부가적으로, 고리의 두께 또는 방사상 컴포넌트는 기관의 반경의 10 % 이하이다. 이러한 작은 방사상 컴포넌트는 고리에서 와상 전류들을 저감한다.

[0018] ERG (Energized Radial Grid) 는 ICP (Inductively Coupled Plasma) 설정에서 유도 코일 (110) 과 유전체 윈도우 (112) 사이에 샌드위치될 수도 있는 방사상 그리드이다. 이는 접지될 수 있고, 또는 플로팅될 수 있고, 또는 도전성 고리 (224) 의 섹터를 통한 RF에 의해 구동될 수 있다.

[0019] 도 3은 실시예의 플로우 차트이다. 기관 (164) 이 플라즈마 프로세싱 챔버 (104) 내에 배치된다 (단계 304). 플라즈마 프로세스가 기관 (164) 상에서 수행되고, 여기서 정전 차폐부 (150) 는 플로팅한다 (단계 308). 이 예에서, 차폐 전력 공급부 (154) 는 정전 차폐부 (150) 로 하여금 상태 1로 플로팅하게 하는 스위치로서 사용된다. 다른 타입들 또는 별도의 스위치들이 다른 실시예들에서 사용될 수도 있다. 도 4a는 이트륨 (Y) 의 유전체 윈도우 (112) 의 확대된 개략도이다. 플라즈마 프로세스가 수행될 때, 도시된 바와 같이, 불소 이온들 (F) 은 유전체 윈도우 (112) 를 향해 지향된다. 플로팅 정전 차폐부는, 이온 충돌이 코일 (110) 아래에 집중되게 하는 대신, 유전체 윈도우 (112) 표면 위로 불소 이온 충돌을 분산시킨다. 프로세스가 계속된다면, 이트륨 플루오라이드는 기관 또는 후속하는 기관들을 오염시킬 입자들을 생성할 것이다. 기관이 플라즈마 프로세싱 챔버로부터 제거된다 (단계 312). 전력 공급된 정전 차폐부를 사용하여 윈도우 세정이 수행된다 (단계 316). 이러한 실시예에서, 윈도우 세정 가스는 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 흐른다. 이 실시예에서, 윈도우 세정 가스는 아르곤 (Ar), 산소, 및 삼불화 질소를 포함한다. 윈도우 세정 가스를 플라즈마로 형성하도록 코일 (110) 에 전력 공급된다. 차폐 전력 공급부 (154) 는 정전 차폐부에 전력 공급되도록, 상태 2로 스위칭할 수도 있다. 코일 (110) 및 정전 차폐부로부터의 전력은 아르곤 이온들로 하여금 유전체 윈도우 (112) 의 스퍼터링 오프 (sputtering off) 를 유발하게 한다. 도 4b는 개질된 윈도우 표면을 박리하여 이트륨 플루오라이드 입자들을 제거하는, 유전체 윈도우 (112) 를 스퍼터링 오프하는 Ar 이온들의 개략적인 예시이다. 도 4c는 이트륨 플루오라이드 입자들의 결과적인 제거의 개략적인 예시이다. 도 4d는 이트륨 재컨디셔닝된 유전체 윈도우 (112) 표면을 개략적으로 예시한다.

[0020] 반도체 프로세싱 챔버들 상에서 ERG의 사용은 2 가지 구별된 장점들을 갖는다. 한편으로, 제품 웨이퍼가 챔버 내에 존재할 때, 플로팅 ERG는 유도 코일 바로 밑의 윈도우 상의 고 전압 영역들을 (코일과 플라즈마 시스 간의 용량 결합으로 인해) 희미하게 (smear out) 할 수 있고, 윈도우 상의 이들 "핫 스팟들"에서 스퍼터링을 저감하여, 웨이퍼 상에 떨어지는 입자들을 감소시킨다. 다른 한편으로, 웨이퍼리스 세정 단계들 동안, RF-구동 ERG는 전체 윈도우에 걸쳐 의도적인 스퍼터링을 가속 및 강화할 수 있다. 특정한 화학물질들과 더 결합하여, 이들 세정 단계들은 윈도우의 손상된 층을 박리할 수 있어서, 윈도우의 플라즈마 대면 표면을 재컨디셔닝한다. 두 양태들 모두 ICP 프로세싱 툴들의 입자 퍼포먼스를 개선하고, 특히 떨어지는 입자들을 감소시킨다.

[0021] ICP 플라즈마에서 유전체 윈도우를 재컨디셔닝하기 위해 정전 차폐부가 처음으로 사용된다. 특정한 Ar/NF₃/O₂ 화학물질은 또한 윈도우 플라즈마 대면 표면을 재컨디셔닝하는데 효과적인 것으로 밝혀졌고, ERG와 결합할 때 보다 신뢰할 수 있다.

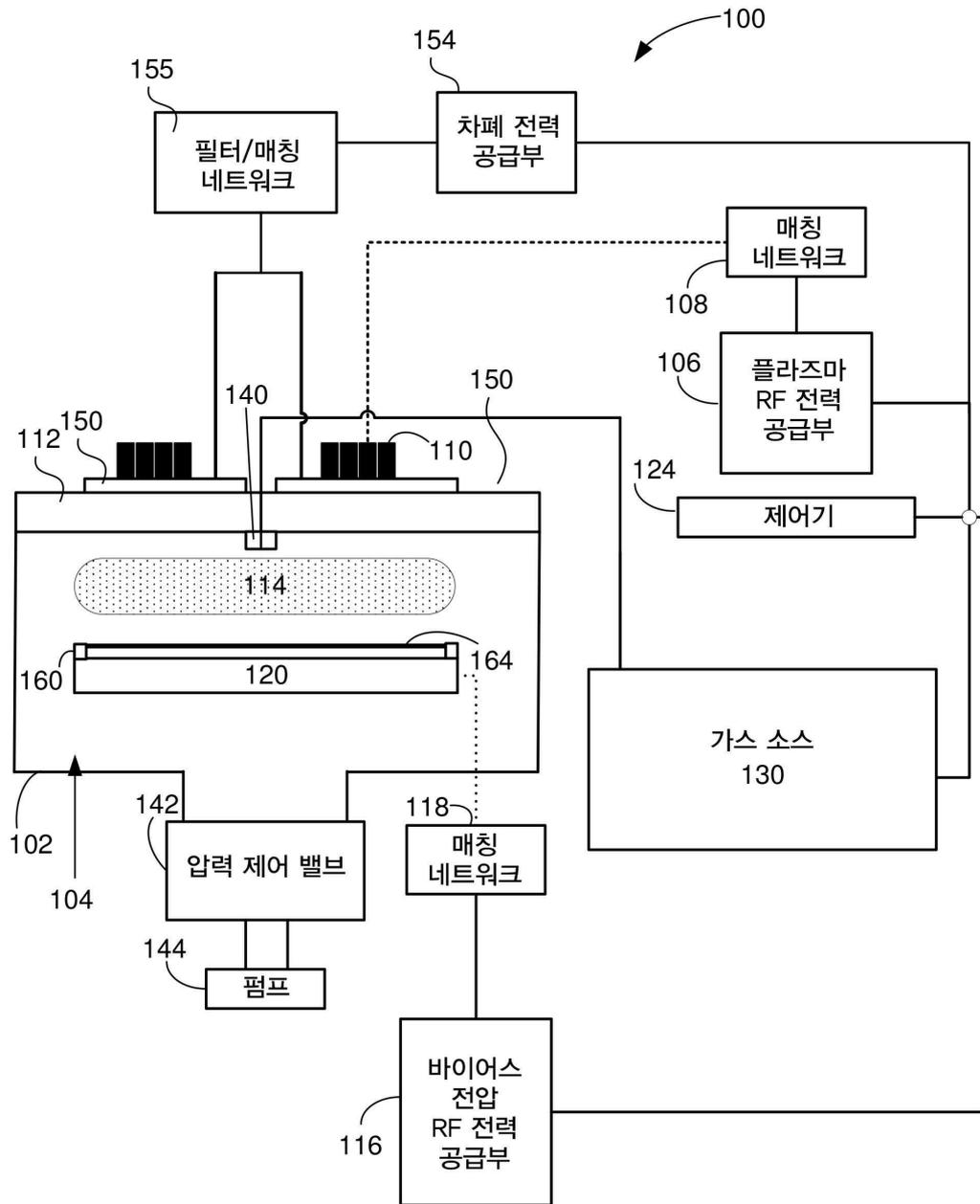
[0022] 도 5는 ERG가 Y 입자를 저감시킬 수 있다는 것을 예비 테스트들에서 증명한다. TCP 윈도우의 플라즈마 대면 표면은 이트리아로 완전히 코팅되고, 따라서 (38 mm 이상의 사이즈) 웨이퍼 당 이트륨 함유 첨가기들의 수는 상이한 구성들을 사용한 입자 퍼포먼스를 평가하는데 사용된다. KIYO[®] EX-PTK 챔버들 상의 2 개의 TCP 윈도우들의 입자 퍼포먼스를 여기에 나타낸다: 가장 우측 그룹에 플로팅된 "우수" 윈도우는 (ERG를 사용하지 않는) 기준 구성을 사용하여 82 RF 시간들까지 웨이퍼 당 2.0 초과의 Y를 일관되게 도시하고; 그리고 제 1 그룹으로 플로팅된 "불량" 윈도우는 신속한 드리프트-업 (drift-up) 및 기준에서 (62 RF 시간들까지) 평균 웨이퍼 당 5.6까지의 Y

를 도시한다. 이어서 ERG 및 Ar/NF₃/O₂ 각테일 연소 (burn) 테스트들은 이 "불량" 윈도우를 사용하여 수행되었다. ERG를 사용하지 않고, 최상의 퍼포먼스는 각테일 연소를 실행하는 30분의 선컨디셔닝 (precondition) 을 통해 달성된다. 이 구성에서, Y 첨가기는, 웨이퍼 당 2.8로 감소되고 제 2 그룹으로 도시된다. 제 3 그룹으로 도시된 바와 같이, ERG를 사용하고, 웨이퍼 간 세정 시 삽입된 30 초 각테일 단계 동안 전력이 공급되고, Y 첨가기들의 레벨은 "우수" 윈도우에 필적할만하다.

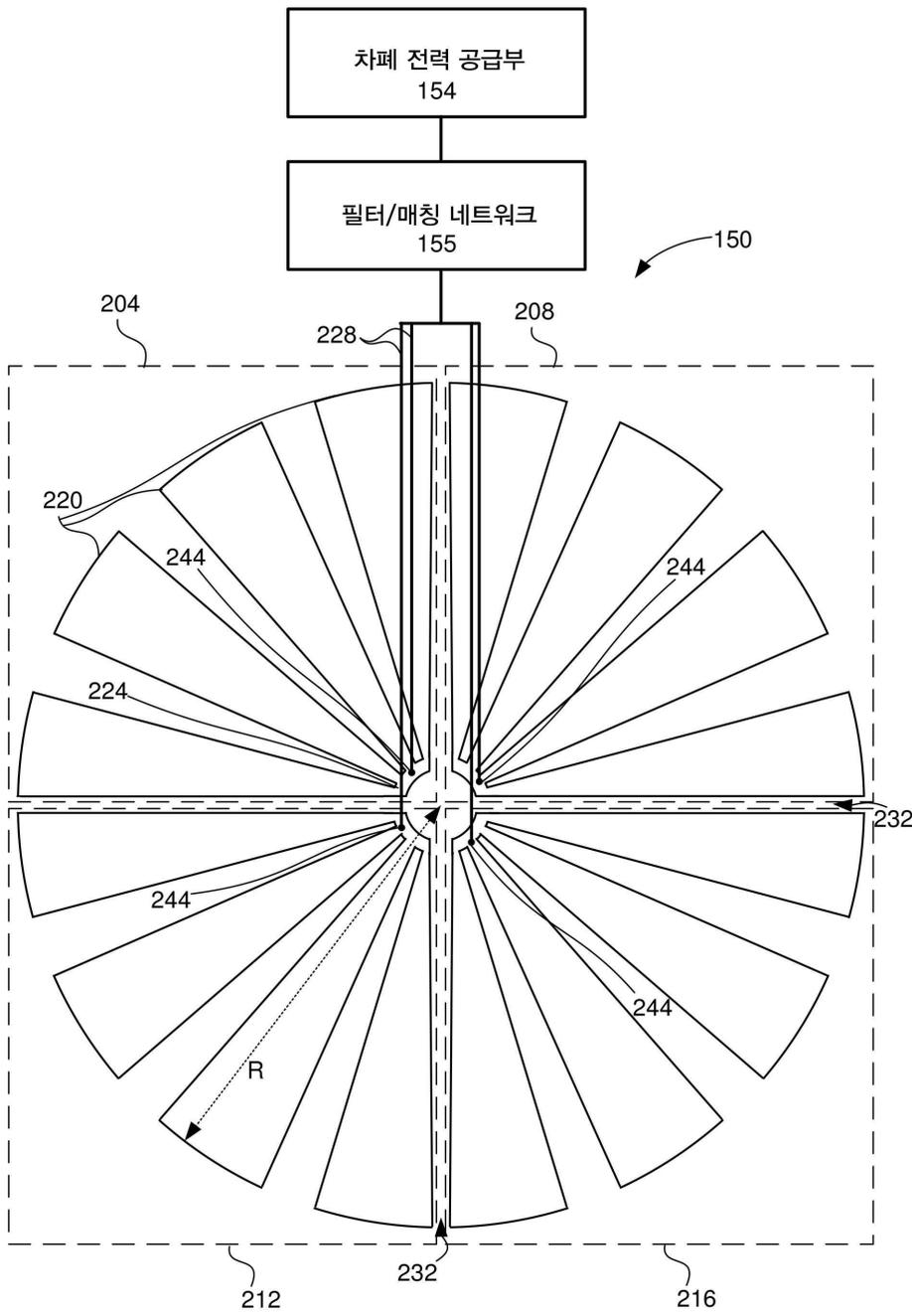
- [0023] 일부 실시예들에서, 정전 차폐부는 웨이퍼 프로세싱 동안 플로팅한다. 다른 실시예들에서, 정전 차폐부는 웨이퍼 프로세싱 동안 전력 공급된다. 이러한 RF 전력 공급은 또 다른 제어 knob 을 제공할 것이다.
- [0024] 다양한 실시예들은 상이한 수들의 페탈 그룹들을 가질 수도 있다. 페탈 그룹들은 관련된 코일들에 대칭일 수도 있다. 예를 들어, 2-폴드 방위각으로 대칭인 코일에 대해 2 개의 페탈 그룹 정전 차폐부가 사용될 수도 있다.
- [0025] 다른 실시예들에서, 방사상 페탈들은 방사상 스포크들 (spokes) 을 형성하지 않을 수도 있지만, 다른 구성들, 예컨대 기울어지거나 비선형, 예컨대 커브될 수도 있다. 이러한 실시예들에서, 방사상 페탈들의 지향성 컴포넌트는 방사상일 것이고, 상기 규정된 바와 같이 방사상 컴포넌트는 기관의 반경의 적어도 80 %를 따라 연장할 것이다. 다른 실시예들에서, 유전체 윈도우는 이트리아 대신 다른 재료들로 이루어질 수도 있다. 다른 유전체 세라믹 재료들이 사용될 수도 있다. 다른 금속 옥사이드들이 사용될 수도 있다.
- [0026] 다른 실시예들에서, 정전 차폐부는 바이어스 전압 전력 공급부에 의해 전력 공급될 수도 있고, 이는 분리된 차폐 전력 공급부의 제거를 허용한다. 다른 실시예들에서, 페탈 그룹은 다른 방사상 페탈들 상에 스택되고 유전체 층에 의해 분리된 부가적인 방사상 페탈들을 가질 수도 있다.
- [0027] 본 발명이 몇몇 바람직한 실시예들로 기술되었지만, 본 발명의 범위 내에 있는, 이들의 대안들, 대체들, 및 다양한 대체 등가물들이 있다. 본 발명의 방법들 및 장치들을 구현하는 많은 대안적인 방식들이 있다. 따라서, 이하의 첨부된 청구항들은 본 발명의 진정한 정신 및 범위 내에 있는 모든 이러한 대안들, 대체들, 및 다양한 대체 등가물들을 포함하는 것으로 해석되도록 의도된다.

도면

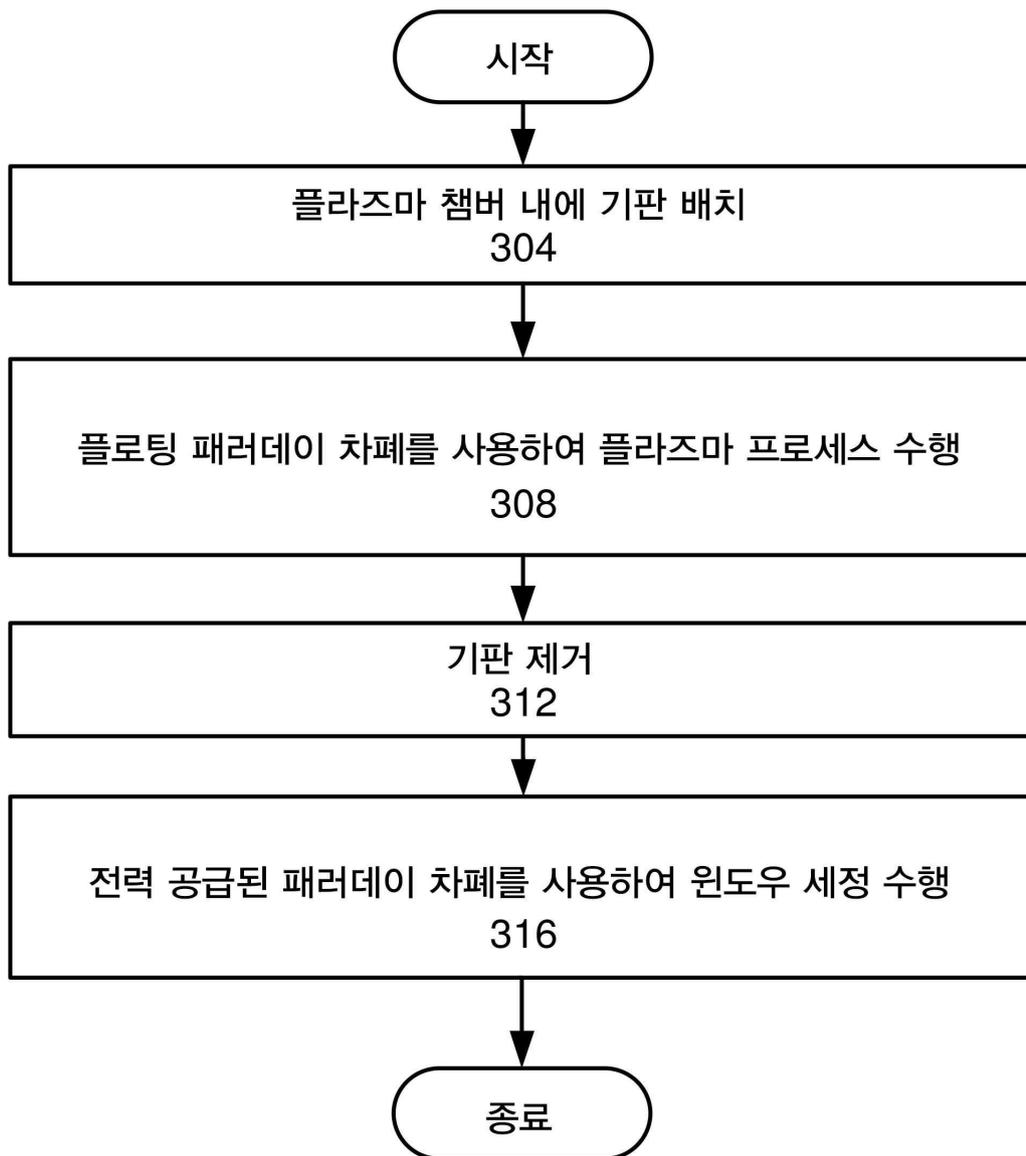
도면1



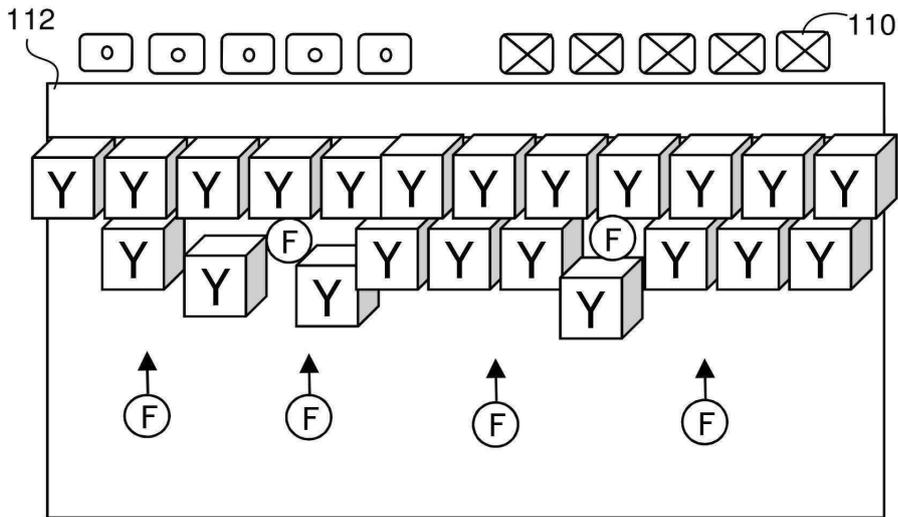
도면2



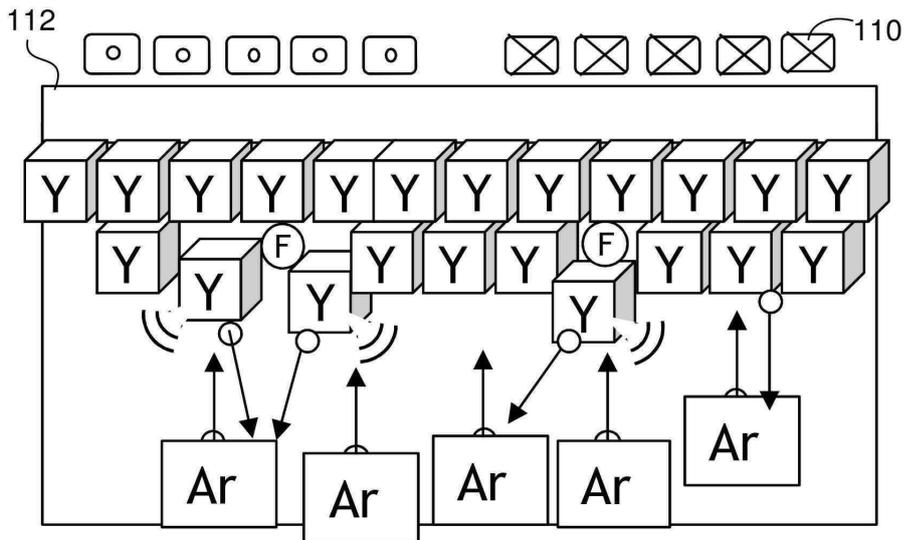
도면3



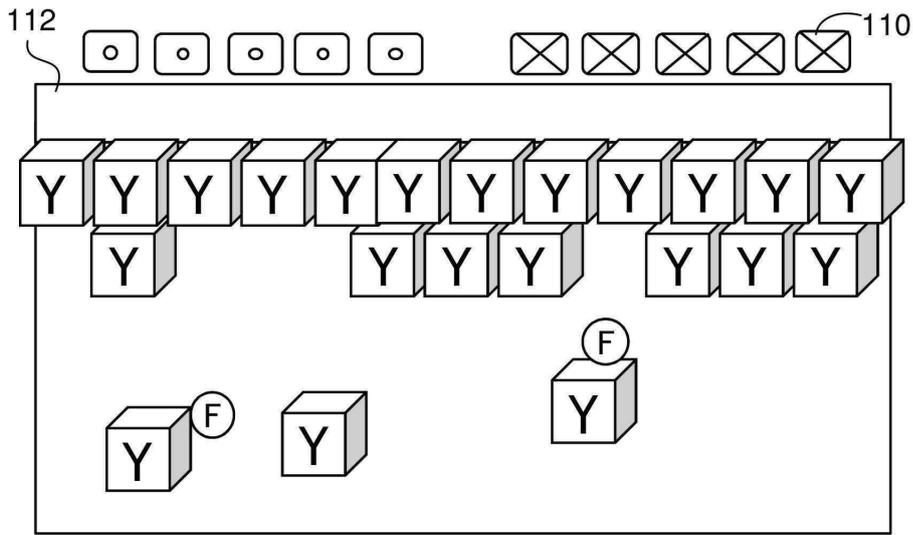
도면4a



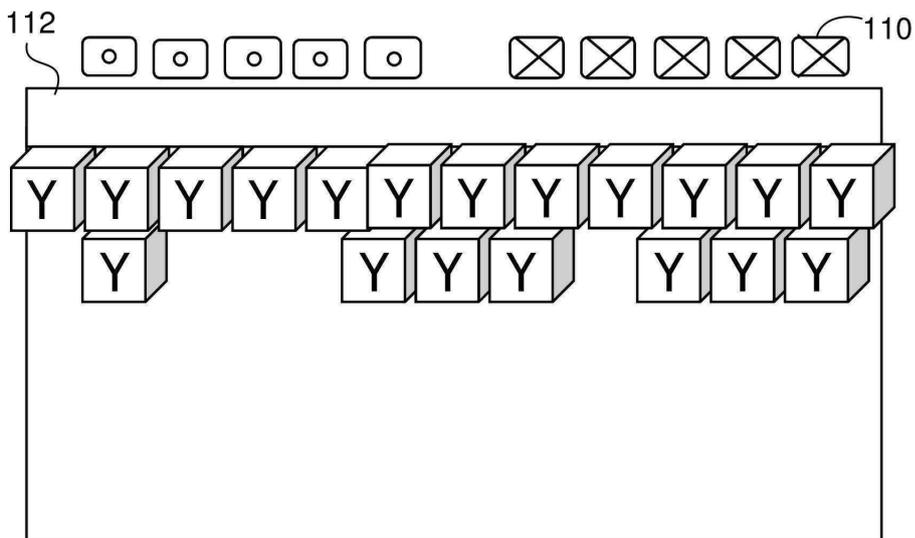
도면4b



도면4c



도면4d



도면5

