(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01L 21/306

(45) 공고일자 2001년02월01일
(11) 등록번호 10-0278232
(24) 등록일자 2000년10월18일

(21) 출원번호	10-1994-0704046	(65) 공개번호	특1995-0701768
(22) 출원일자	1994년11월11일	(43) 공개일자	1995년04월28일
번역문제출일자	1994년11월11일		
(86) 국제출원번호	PCT/US 93/04496	(87) 국제공개번호	WO 93/23874
(86) 국제출원일자	1993년05월13일	(87) 국제공개일자	1993년11월25일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 일본 대한민국		
(30) 우선권주장	7/883201 1992년05월14일 미국(US)		

(73) 특허권자 램 리서치 코포레이션 리차드 에이치. 로브그렌
미합중국 캘리포니아 94538-6470 프레몬트 쿠슁 파크웨이 4650
(72) 발명자 첸 칭화
미합중국 캘리포니아 95035 밀피타스 웨스트리지 드라이브 977
류 데이비드
미합중국 캘리포니아 95129 산호세 크릭우드 드라이브 1170
트란 더크
미합중국 캘리포니아 95070 새러토우거 콕스 애버뉴 18564
(74) 대리인 노민식, 이영필

심사관 : 서태준

(54) 균일한 전기장이 유전체 창에 의해 유도되는 플라즈마 처리 장치 및 방법

요약

웨이퍼(W)가 플라즈마 처리될 수 있는 챔버(12)를 가지는 하우징(10)을 포함하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치가 개시되어 있다. 하우징은 공정가스가 챔버로 공급될 수 있는 챔버(19)의 내부에 접속된 적어도 하나의 인입구를 포함한다. 라디오주파수 에너지원(30)은 라디오주파수 에너지를 챔버로 통과시키도록 배치되고, 라디오 주파수 원에 의하여 유도된 전기장으로써 인입구를 통하여 공급된 공정가스를 활성화 시킴에 의하여 챔버의 내부에 플라즈마를 유도한다. 내부면을 가지는 유전체 창(18)은 챔버의 내벽의 일부를 이룬다. 라디오주파수 에너지는 유전체 창을 통하여 라디오주파수 에너지원으로부터 챔버의 내벽으로 통과한다. 유전체 창은 내부면의 다른 위치들에서 다양한 두께를 가지는데, 유전체 창의 중심부의 두께가 가장 두껍다. 이 유전체 창은 그 중심부 근처 챔버 내부에서 유도된 전기장을 효과적으로 감소시킨다.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

균일한 전기장이 유전체 창에 의해 유도되는 플라즈마 처리 장치 및 방법

[발명의 배경]

본 발명은 플라즈마 챔버내의 라디오주파수 유도 플라즈마를 사용하는 기판 공정을 위한 장치에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 균일 플라즈마 밀도를 가진 플라즈마를 발생하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

기체 플라즈마 기술은 집적회로들의 제조를 위하여 사용되는 잘 알려진 기술이다. 평행판 리액터들은 웨이퍼들의 박막 식각과 증착을 위하여 요구되는 화학반응들을 발생하도록 반응챔버내의 가스들을 여기시키기 위하여 광범위하게 사용되어 왔다. 일반적으로, 절연체를 통하여 전력을 연결시킬때 이전의 하드웨어 설비들은 한층 높은 여기 효율 때문에 가스들을 여기시키는 주파수로서 13.56MHz를 사용하였다. 예를 들면, 미합중국 특허번호 제4,948,458호("Ogle")를 참조한다.

Ogle가 보여준 바와 같은 장치에서, 라디오주파수 자기장은 라디오주파수 공진 전류를 외부의 평면코일을 통하여 송신하고, 발생된 라디오주파수 에너지를 챔버내에 있는 유전체 창을 통하여 통과시킴으로써 저압의 반응 챔버에서 유도된다. 그 자기장은 챔버 내부에 유입된 공정가스 내의 순환하는 전자 플럭스가 이

온족과 라디칼족의 영역을 생성하게 함으로써 플라즈마를 만들어 낸다. 이렇게 만들어진 플라즈마는 챔버 내에서 재료들을 웨이퍼에 식각 또는 증착시키기 위하여 사용된다.

웨이퍼의 표면을 가로지르는 플라즈마 밀도는 그런 장치들에서는 매우 가변적인데, 150㎜와 200㎜ 웨이퍼 영역을 가로질러 측정된 밀도들은 어떤 영역에서의 크기가 다른 영역에서의 크기 보다 두배 만큼 큰 상태로 된다는 것이 밝혀졌다. 이 비균일 플라즈마 밀도는 측정된 웨이퍼 영역들에 걸쳐 중대한 불균일 산화물과 레지스트 식각율을 야기하고, 웨이퍼 상에 미세 선 기하의 임계 치수들을 제어하는 것을 매우 어렵게 만든다.

통상적으로, 평면형 유전체 창이 이 장치들에 사용된다. 평면코일의 자속은 창 중심 근처에서 가장 높고, 평면형 창의 경우 유도된 전기장은 결과적으로 창 중심 근처가 더 높다는 것이 관찰되었다. 본 발명의 장치 및 방법은 특징적인 단면을 가지는 유전체 창을 이용하고, 이 창은 창 중심부 근처의 더 높은 유도 전기장을 감소시키기 위해 중심부에서 더 두껍고 모서리부에서 더 얇게 되어있다.

[발명의 요약]

본 발명의 일 특징에 따른 장치는 웨이퍼가 플라즈마로 처리될 수 있는 챔버를 가지는 하우징을 포함하는데, 그 하우징은 챔버로 공정가스가 공급될 수 있도록 챔버의 내부에 연결된 적어도 하나의 인입구를 포함한다. 본 장치는 고주파 에너지를 챔버로 보내고 고주파 에너지 원에 의해 유도된 전기장으로써 인입구를 통하여 챔버에 공급된 가스를 활성화함으로써 챔버의 내부에서 플라즈마를 유도하도록 배치되며 챔버내의 평판 영역내에 전자의 흐름을 유도하는 플라즈마 발생 전극을 구비하는 라디오 주파수 에너지 원을 더 포함한다. 챔버 내벽의 일부를 형성하는 내부면을 가지는 유전체 창은 라디오주파수 에너지 원으로부터의 라디오주파수 에너지가 유전체 창을 통하여 챔버의 내부로 통과될 수 있도록 배열되어 있다. 이 유전체 창은 그 중심부에서 두께가 가장 크도록 내부면을 따라서 여러 지점들에서 다양한 두께를 가지는데, 그 유전체 창은 그 중심부 근처 챔버의 내부에서 유도된 전기장을 효과적으로 감소시킨다.

상기 라디오주파수 에너지 원은 유전체 창의 외부 평면에 대면하는 하나의 평면을 가지는 실질적으로 평판형의 플라즈마 발생 전극을 구비할 수 있다. 그 유전체 창은 형상에 있어 원형일 수 있다. 상기 유전체 창은 복수의 동일하거나 다른 유전체 물질들의 층들을 구비할 수 있다. 또한 상기 유전체 창은 유전체 창이 중심부 둘레를 감싸는 감소된 두께의 영역을 갖도록 적어도 하나의 단을 포함할 수 있다. 유전체 창은 중심부 둘레를 감싸는 적어도 하나의 경사면을 포함할 수 있고, 또는 유전체 창은 형상이 볼록형일 수 있다.

또한, 본 발명은 챔버의 내부에 제품을 배치하는 단계와, 챔버로 공정가스를 주입하는 단계와, 챔버에서 유전체 창을 통하여 라디오주파수 에너지를 통과시킴으로써 챔버에 균일 전기장을 발생하는 단계를 포함하는, 플라즈마로 제품을 처리하기 위한 방법을 제공한다. 이 유전체 창은 그 중심부에서 두께가 가장 크도록 내부면을 따라서 여러 지점들에서 다양한 두께를 갖는다. 그 결과로서, 균일 전기장은 공정가스내에서 균일 전자 흐름을 발생시키고, 이에 의하여 균일 플라즈마 밀도를 가진 플라즈마를 발생시킨다. 이 공정은 챔버내에서 발생된 플라즈마에 대하여 제품의 표면을 노출시킴으로써 제품을 플라즈마 처리하는 단계를 더 포함한다.

[도면의 간단한 설명]

본 발명의 특징과 장점은 동일한 번호는 유사한 구성요소를 지시하는 도면과 관련하여 후술하는 상세한 설명을 읽으므로써 잘 이해될 수 있다. 여기에서,

제1도는 본 발명에 따른 평판 플라즈마를 생성하기 위한 장치의 사시도.

제2도는 제1도의 장치의 단면도.

제3도는 제1도의 장치의 회로를 나타낸 개략도.

제4도는 제1도의 장치에 의하여 생성된 자기장 프로파일을 나타낸 개략도.

제5도는 평평한 단면을 가지는 유전체 창을 구비한 장치에서 이온 전류 밀도 대 웨이퍼의 중심으로부터의 거리를 나타낸 그래프.

제6도는 본 발명에 따른 장치에서 이온 전류 밀도 대 웨이퍼의 중심으로 부터의 거리를 나타낸 그래프.

제7도는 본 발명에 따른 유전체 창의 일 실시예의 측면도.

제8도는 본 발명에 따른 유전체 창의 다른 실시예의 측면도.

제9도는 본 발명에 따른 유전체 창의 또 다른 실시예의 측면도이다.

[바람직한 실시예의 상세한 설명]

본 발명에 따르면 비교적 넓은 면적에 걸쳐 매우 균일한 평판 플라즈마들을 생성하는 장치와 방법들이 제공된다. 플라즈마에서 생성된 이온족과 라디칼족들은 비평면 방향으로 최소 가속을 받으므로, 결과로서 얻어지는 플라즈마는 매우 낮은 요구 운동에너지를 갖는다. 더욱이 균일 평면 플라즈마는 전형적으로 10^{-5}에서 5 Torr까지의 범위와 더 큰 범위 및 그 이상의 매우 넓은 압력 범위에 걸쳐 생성될 수 있다.

본 발명의 장치는 유전체 창에 의하여 적어도 부분적으로 한정된 내부 챔버를 가지는 하우징을 구비한다. 평면코일이 상기 창에 인접하여 배치되어 있고, 라디오주파수 원은 그 코일에 결합되어 있다.

통상적으로, 상기 라디오주파수 원은 전력 트랜스퍼를 최대로 하기 위한 임피던스 매칭 회로와 전형적으로 13.56MHz의 구동 주파수에서 공진을 제공하기 위한 동조회로를 통하여 결합되어 있다. 인입구들은 챔버로 공정가스를 공급하기 위하여 구비된다. 코일을 통하여 라디오주파수 전류를 공진 시킴에 의하여, 유전체 창을 통하여 챔버 내부로 연장된 전기장이 유도된다. 이러한 방법으로, 전자들의 흐름이 유도될 수

있다.

또한, 전자들이 평면코일에 평행한 평면 방향에 밀접하게 한정되어 있으므로, 비평면 방향으로의 운동에너지의 전환은 최소로 된다.

상기 챔버는 전형적으로 반도체 웨이퍼인 평면 제품을 위한 지지표면을 포함한다. 상기 표면은 상기 코일의 평면에 대한 평행한 그리고 또한 플라즈마의 평면과 평행한 평면에서 그 웨이퍼를 지지한다.

그러므로, 상기 반도체 웨이퍼는 균일 플라즈마 플럭스에 노출되어 균일한 플라즈마 처리를 보장한다. 플라즈마 족들이 비평면 방향으로 최소 운동 속도들을 가지므로 웨이퍼 상에서의 그들의 운동 충격은 최소가 된다. 그러므로, 처리는 일반적으로 플라즈마 족들의 웨이퍼와의 화학적 상호작용에 제한될 수 있다.

반도체 웨이퍼의 표면에 수직 방향으로의 속도성분은 플라즈마의 평면에 수직한 방향으로 라디오주파수 전위를 인가함에 의하여 제공될 수 있다. 바람직하게는, 그러한 전위는 웨이퍼가 유지되는 지지면에 의하여 인가될 수 있다. 예를 들면, 상기 지지면은 그러한 전위를 공급하기 위한 통상적인 기저 전극을 포함할 수 있다.

본 발명의 방법 및 장치는 플라즈마 식각, 증착 공정, 저항 스트리핑, 플라즈마 강화 기상 화학 증착(PECVD) 등을 포함한 다양한 반도체 공정 작업에서 유용하다.

상기 하우징은 일반적으로 평면 플라즈마가 발생되는 밀폐된 내부 챔버로 한정한다. 이 하우징은 공정 가스를 주입하기 위한 적어도 하나의 인입구와 챔버내에서 필요한 구동 압력을 유지하기 위하여 진공계에 결합하기 위한 적어도 하나의 배출구를 포함한다. 챔버 내부에 소정의 공정가스를 공급하고 소정의 압력을 유지하기 위한 시스템은 종래에 잘 알려져 있으므로, 더 설명할 필요가 없다. 챔버 내부에서 하나 또는 그 이상의 표면들이 처리될 제품을 지지한다. 전형적으로, 상기 표면들은 챔버 내부에서 발생되는 평면 플라즈마에 대해 소정의 방향으로 배치될 것이며, 보통 플라즈마의 평면에 전체적으로 평행하게 되어 있다.

필요한 평면 플라즈마를 유도하기 위하여, 전기 전도성 코일이 상기 유전체 창의 외부에 인접 배치되어 있다. 상기 코일은 실질적으로 평면이고 일반적으로 평면 나선형 또는 일련의 동심 링들로 형성된 단일 전도체 요소를 포함한다. 상기 코일에 라디오주파수 전류를 유도함에 의하여, 코일의 평면에 평행한 평면 영역 내에 전자들의 흐름을 야기할 전자기장이 생성된다.

상기 평면코일은 일반적으로 원형이지만, 타원 형상과 정확한 원형과는 다른 형태들도 허용될 수 있다. 또한, 상기 코일은 그 직경을 가로질러 정확하게 평면형일 수 있고, 또는 정확한 평면형으로부터 어느 정도 편차가 있을 수도 있다. 평면형으로부터의 편차들은 상기 코일의 직경의 0.2보다 작을 수 있는데, 일반적으로 직경의 0.1보다 작다.

코일의 프로파일을 위한 조정들은 발생된 장의 모양을 변형시키기 위해 행해질 수 있다. 상기 코일의 직경은 일반적으로 발생될 플라즈마의 크기에 대응될 것이다. 코일 직경들은 약 8㎝에서 30㎝의 범위를 가지고, 보통은 약 13㎝에서 18㎝의 범위를 가진다. 각각의 반도체 웨이퍼들을 처리하기 위하여, 상기 코일 직경은 일반적으로 약 13㎝에서 약 18㎝일 것이다.

상기 코일은 코일의 전 직경을 가로질러 상대적으로 균일한 자기장을 만들기 위하여 충분한 와선수를 포함한다. 상기 와선수는 또한 코일의 직경에 의존한다. 통상적으로 개별 반도체 웨이퍼의 처리를 위하여 크기가 정해진 코일은 약 5회 내지 8회의 와선수를 갖는다. 그 결과로 코일의 인덕턴스는 통상 1.2 내지 3.5μH이고, 약 20 내지 300 Ω 범위의 임피던스를 가진다.

바람직하게는, 상기 평면코일은 임의의 전기 전도성 금속들로 만들어질 수 있는데, 일반적으로 상기 평면코일은 구리로 만들어진다.

상기 코일은 약 5 내지 100 A 범위의 부하 운송 캐패시터를 가질 수 있다.

상기 평면코일은 처리챔버의 일부를 형성하는 유전체 창에 이웃하여 배치되어 있다. 상기 유전체 창은 챔버 내부의 고립을 유지하면서, 상기 평면코일에 의해 생성된 자기장의 투과를 허용한다. 상기 하우징의 다른 부분은 금속일 수 있다. 상기 유전체 창은 비록 특히 구동 주파수에서 에너지를 흡수하지 않는 세라믹과 같은 다른 유전체 물질들이 이용될 수 있지만, 쿼츠로 구성될 수 있다. 바람직하게는, 유전체 창은 하우징의 벽에 형성된 구멍에 이웃하여 위치될 수 있다. 상기 구멍의 기하구조는 보통 평면코일의 기하구조에 대응하는데, 상기 평면코일은 전형적으로 원형이다. 상기 평면코일은 챔버 내에서 생성된 자기장의 강도를 최대화하기 위하여 상기 유전체 창에 매우 가깝게 또는 접촉하여 배치될 수 있다. 상기 유전체 창의 두께는 플라즈마에 에너지를 보내기에 충분하도록 얇고, 보통 챔버 내부의 진공에 의하여 생성된 차등 압력을 견디기에 충분하게 선택된다. 예를 들면, 상기 창은 적어도 0.5인치(1.27㎝) 두께 또는 그 이상으로 할 수 있다.

상기 평면코일은 일반적으로 반도체 공정설비의 구동에 이용되는 형태의 라디오주파수(RF) 발진기에 의하여 구동된다. 상기 RF발진기는 보통 약 13.56MHz 내지 100MHz 범위의 주파수에서 구동하는데, 전형적으로 이 RF발진기는 13.56MHz에서 구동된다. 상기 RF발진기는 통상 낮은 임피던스를 가지는데 전형적으로 약 50 Ω이고, 약 1 내지 6 A 보통은 약 2 내지 3.5 A를 발생하고, 적어도 약 50 V 보통 약 70 V 또는 그 이상의 제곱 평균 제곱근(RMS) 전압을 갖는다. 바람직하게는, 상기 RF발진기는 상기 평면코일 구동회로에 직접적으로 접속될 수 있는 동축 케이블 형태의 출력 콘넥터를 가질 수 있다.

제1도 및 제2도를 참조하면, 개별 반도체 웨이퍼(W)들을 식각하기에 적합한 플라즈마 처리 시스템(10)은 그 상부벽(16)에 형성된 액세스구(14)를 가지는 챔버(12)를 포함한다. 유전체 차폐/창(18)은 상기 상부벽(16)의 아래에 배치되어 있고, 상기 액세스구(14)를 가로질러 펼쳐 있다. 상기 유전체 창(18)은 챔버(12)의 밀폐된 내부 챔버(19)를 한정하기 위하여 상기 벽(16)에 밀봉되어 있다.

평면코일(20)은 유전체 윈도우(18)에 인접한 액세스구(14)내에 배치되어 있다. 이 코일(20)은 중심 탭(22)과 외부 탭(24)을 가지는 나선형으로서 형성되어 있다. 코일(20)의 수평면은 상기 유전체 창(18)과

웨이퍼(W)가 장착되는 지지면(13)에 대하여 평행하게 되어 있다. 이와 같은 방법으로 상기 코일(20)은 상기 웨이퍼(W)에 평행한 챔버(12)의 내부챔버(19)내에서 평면 플라즈마를 생성할 수 있다. 상기 코일(20)과 지지면(13) 사이의 거리는 약 3 내지 15cm, 더 일반적으로는 약 5 내지 20cm의 범위내일 수 있고, 그 정확한 거리는 특정의 적용예에 따라 정해진다.

제1도 내지 제3도를 참조하면, 평면코일(20)은 상술한 형태의 RF발진기(30)에 의하여 구동된다. 발진기(30)의 출력은 동축 케이블(32)에 의하여 매칭회로(34)로 전달된다. 상기 매칭회로(34)는 효과적인 회로의 커플링을 조정하기 위하여 서로 위치되고 구동 주파수에서 회로의 로딩을 허용할 수 있는 제1코일(36)과 제2루프(38)를 포함한다. 바람직하게는, 제1코일(36)은 커플링을 조정하기 위하여 수직축(42)에 대하여 회전될 수 있는 디스크(40)에 설치되어 있다.

가변 캐패시터(44)는 또한 RF발진기(30)의 주파수 출력에 따라 회로 공진 주파수를 조정하기 위하여 제2루프(38)에 직렬로 마련된다. 임피던스 매칭은 상기 평면코일(20)로의 전력 트랜스퍼 효율을 극대화한다. 부가적인 가변 캐패시터(46)는 회로내 코일의 유도리액턴스(36)의 일부를 삭제하기 위하여 상기 제1회로에 마련될 수 있다. 그렇지만, 다른 회로 설계들도 또한 평면코일(20)의 구동을 공진 동기하고 RF 발진기와 상기 코일회로의 임피던스를 맞추기 위하여 마련될 수 있다.

제4도는 납작한 유전체 창(18)과 평면코일(20)을 사용한 종래의 장치에서 요구된 자기장 프로파일(60)을 나타낸다. 코일(20)의 모서리에서 자기장의 세기는 중앙에서의 자기장의 세기보다 약하다. 유도된 자기장은 공정가스의 각각의 분자들과의 전자들의 충돌에 의해 생성된 플라즈마에 전자들의 순환 플럭스를 야기하고 다음에 이온족과 라디칼족의 영역을 생성한다. 그러나, 제5도는 균일 두께의 창을 가지는 장치에 있어서, 이온전류밀도는 상기 창(18)의 중심 위치(0)로부터 점점 더 멀리 측정됨에 따라 이 이온전류밀도는 급격하게 감소하고 있음을 보여준다. 제5도에서 점선은 6인치(15.24cm)웨이퍼의 외부 모서리에 대응한다.

만일 웨이퍼(W)가 충분히 작다면, 모서리의 최선단에서의 감소된 이온전류밀도는 웨이퍼(W)상에 산화물과 저항 식각율에 불리한 영향을 끼치지 않을 것이다. 그렇지만, 통상 충분하게 큰 직경을 가지는 웨이퍼(W)들을 사용함으로 인해 코일(20)과 창(18)의 중심으로부터 얼마간 떨어진 거리에서의 감소된 이온전류밀도가 웨이퍼(W)상의 산화물과 저항 식각율에 불리한 영향을 끼친다.

제6도에서 설명한 실험 결과들의 그래프에 의하여 보인 바와 같이 150mm와 200mm의 직경을 가지는 웨이퍼들의 전체 직경에 걸쳐 통상 ±5% 내에서 실질적으로 균일한 이온전류밀도는 두꺼운 중심부를 가지는 창(18)을 구비한 본 발명에 의하여 얻을 수 있다. 특히, 상기 이온전류밀도는 중심부(0)로부터 이 중심부(0)에서 적어도 750mm의 거리까지 실질적으로 균일하다. 제6도에서 점선은 8인치(20.32cm) 웨이퍼의 모서리에 대응된다.

제7도에서 제9도까지에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따른 창(18)은 여러가지 단면을 가질 수 있다. 세라믹, 쿼츠, 유리물질들을 포함한 여러 다른 형태의 창 물질이 유전체 창(18)을 위하여 사용될 수 있다. 특별히 의도된 사용 조건들 하에서 가장 유리한 창 단면은 선택된 특정 창 물질의 유전상수와 코일에 공급된 전력의 함수일 것이다. 예를 들면, 코일에 500와트의 전력이 공급된 경우 모서리 두께(t_e)에 대한 중심부 두께(t_c)의 비(t_c/t_e)는 약 3:1이다. 만일 전력이 1000와트로 증가한다면, 상기 비 t_c/t_e는 바람직하게는 약 1.5:1일 것이다. 반면, 만일 전력이 200와트로 내려가면, 상기 비 t_c/t_e는 바람직하게는 약 6:1일 것이다.

두꺼운 중심을 가지는 창(18)은 특정 렌즈 단면을 형성하기 위하여 이를테면, Al_2O_3, ZrO_2, SiO_2 등의 특정 유전체 물질들을 기계가공 또는 주조함에 의하여 형성될 수 있다. 예를 들면 창(18A)은 제7도에 나타낸 바와 같이, 일련의 계단을 형성하는 점차적으로 작아진 일련의 창 부재들(181, 182, 183)을 함께 적층시킴에 의하여(이를테면, 소결(燒結)에 의하여) 형성될 수 있다. 제7도에서 부재(181, 183)는 두께가 0.5인치(1.27cm)이고, 부재(182)는 그 두께가 0.25인치(0.64cm)이다. 물론 점차적으로 작아진 창 부재(181, 182, 183)들 또한 유전체 물질의 단일 조각으로부터 기계가공 및 주조될 수 있다. 대안으로, 창(18B)는 제8도에 보인 바와 같이 볼록한 단면을 가지거나, 제9도에 보인 창(18C)의 절두원추형의 단면을 가질수 있다. 제9도에서 창(18C)는 창의 두꺼운 중심부 주위로 경사진 표면을 포함한다. 상기 창(18)은 또한 이를테면, 바람직하게는 접착제 없이 함께 적층된 세라믹 물질들과 같은 다른 유전체 성질들을 가지는 물질들을 함께 적층시킴에 의하여 만들어질 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 유전체 창(18)은 9 내지 10인치(22.86내지 25.4cm)의 직경을 가지는 Al_2O_3의 평판 디스크를 포함한다. 이러한 창은 플라즈마 챔버내의 12인치(30.48cm) 직경의 개구에 적합한 밀봉 수단에 의해 지지될 수 있다. 상기 창의 두꺼운 중심부는 바람직하게는, 약 5내지 6인치(12.7내지 15.24)의 직경을 가지는 Al_2O_3의 평판 디스크에 의하여 형성된다. 상기 Al_2O_3의 두 부분은 소결에 의하여 함께 적층될 수 있고, 그 두 디스크의 직경의 비는 약 2:1이 될 수 있다. 만일 상기 코일에 500와트가 공급되면, 창 외부 모서리의 두께 t_e는 바람직하게는 1.0인치(2.54cm)이고, 상기 창의 중심의 두께 t_c는 바람직하게는 1.5인치 (3.81cm)이다.

창(18)의 두꺼운 중심부는 창(18)의 평평한 외부면이 챔버로부터 바깥방향으로 마주하는 상태에서 보통 챔버(12)의 내부에 배치되어 있다. 그림에도 불구하고, 다양한 특징의 단면들, 형상들, 재료들과 창 두께들이 특별한 응용분야에는 더 효과적이라는 것을 알수 있을 것이다.

물론, 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않고 상기에서 언급한 것과 다른 특정 형태로 본 발명을 구체화하는 것이 가능하다. 상술한 실시예들은 단지 예시적일 뿐이고, 결코 제한적인 것으로 생각되어서는 아니된다. 본 발명의 범주는 전술한 상세한 설명 보다는 오히려 첨부한 청구항에서 주어지고, 청구항의 범위들 내에 해당하는 모든 변형예와 균등예들도 그 안에 포함되는 것으로 의도된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

웨이퍼가 플라즈마로 처리될 수 있는 챔버를 가지고, 공정가스가 상기 챔버로 공급될 수 있는 챔버의 내부에 접속된 적어도 하나의 인입구를 포함하는 하우징을 구비하고; 라디오주파수 에너지를 상기 챔버로 통과시키도록 배치된 플라즈마 발생 전극을 갖는 라디오주파수 에너지원을 구비하고; 상기 플라즈마 발생 전극은 상기 라디오주파수 에너지 원에 의해 유도된 전기장으로써 상기 인입구를 통하여 상기 챔버로 공급된 공정가스를 활성화시킴으로써 상기 챔버의 내부에 플라즈마를 유도하고 상기 챔버내의 평면 영역내에 전자의 흐름을 유도하며; 챔버의 내벽의 일부를 형성하도록 내부면을 갖는 유전체 창을 구비하고, 라디오주파수 에너지는 상기 유전체 창을 통하여 라디오주파수 에너지 원으로부터 상기 챔버의 내부로 통과하며, 내부면을 따라 여러 위치들에서 다양한 두께를 갖고 그 중심부 근처의 상기 챔버의 내부에서, 유도된 전기장을 효과적으로 감소시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 라디오주파수 에너지 원은 상기 유전체창의 외부 평면과 마주하는 일 평면을 가지는 실질적으로 평면형의 플라즈마 발생 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 유전체 창은 복수개의 유전체 물질의 층들을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 유전체 창은 제2유전체 물질층에 적층된 제1유전체 물질층을 포함하고, 상기 제2층은 상기 제1층의 외주로부터 안쪽으로 이격된 외주를 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 유전체 창은 상기 제2층에 적층된 제3유전체 물질층을 더 포함하고, 상기 제3층은 상기 제2층의 외주로부터 안쪽으로 이격된 외주를 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 유전체 창의 일측이 평평한 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 층착용 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 유전체 창의 평평한면이 상기 유전체 창의 외부면인 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 유전체 창은 그 형상이 실질적으로 원형인 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 유전체 창은 상기 유전체 창이 그 중심부를 둘러싸는 두께가 감소된 영역을 갖도록 적어도 하나의 단을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 유전체 창은 상기 중심부를 둘러싸는 적어도 하나의 경사면을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 유전체 창의 내부면은 그 형상이 볼록한 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각 또는 플라즈마 증착용 장치.

청구항 12

챔버 내부에 제품을 위치시키는 단계; 상기 챔버내에 공정 가스를 주입하는 단계; 유전체 창을 통하여 상기 챔버내로 라디오주파수 에너지를 통과시킴에 의하여 상기 챔버내에 균일 전기장을 발생시키고, 상기 유전체 창은 그 중심부의 두께가 가장 크도록 내부면을 따라 여러 위치들에서 다양한 두께를 가지며 상기 균일 전기장은 공정가스내에 균일 전자흐름을 만들고 이에 의하여 균일 플라즈마 밀도의 플라즈마를 발생시키는 단계; 상기 챔버내에서 발생된 플라즈마에 제품의 표면을 노출시킴에 의하여 제품을 플라즈마 처리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마로 제품을 처리하기 위한 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제품은 반도체 기판을 포함하고, 상기 플라즈마 처리단계는 상기 반도체 기판에 알루미늄 층을 식각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 플라즈마의 밀도는 적어도 150㎜ 직경의 면적을 가로질러 단지 5%범위만큼 변화되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 플라즈마 처리 단계는 반도체 웨이퍼상에 산화물을 식각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 플라즈마 처리 단계는 반도체 웨이퍼에 저항을 스트리핑하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 플라즈마 처리하는 단계는 반도체 웨이퍼에 층의 증착을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18

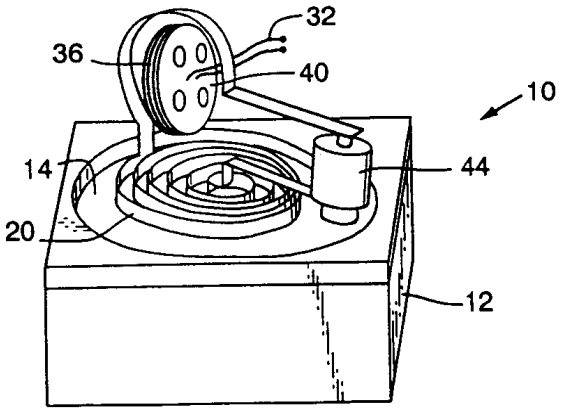
제12항에 있어서, 상기 창은 단일 조각의 쿼츠를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19

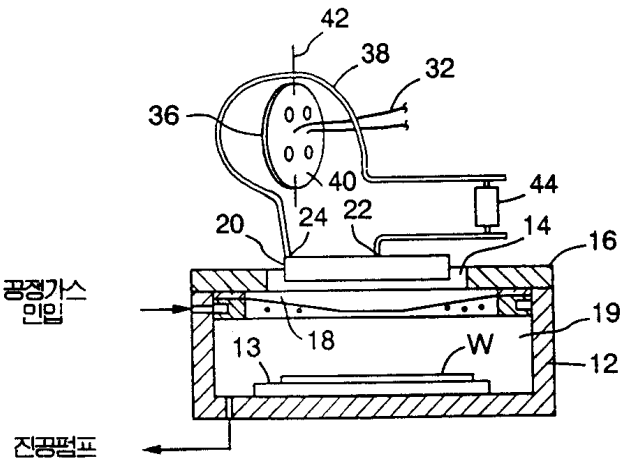
제12항에 있어서, 상기 창은 다른 유전체 물질들의 복수개의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

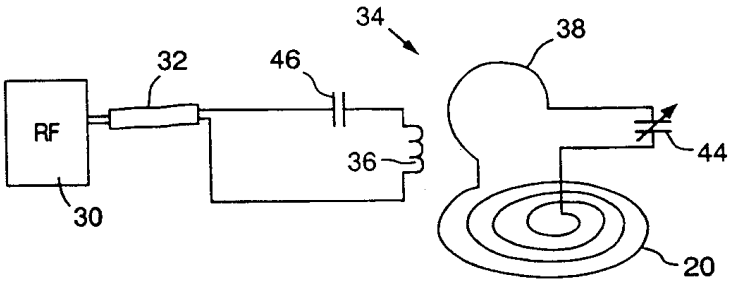
도면1



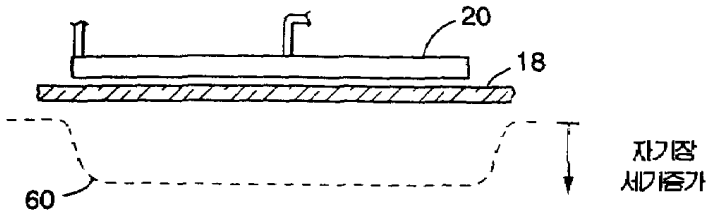
도면2



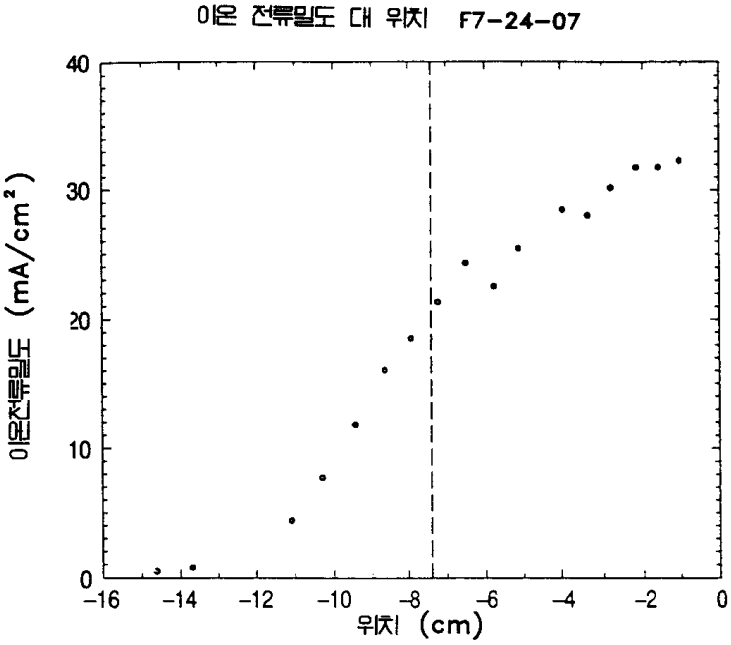
도면3


34
38
32
46
RF
36
44
30
20

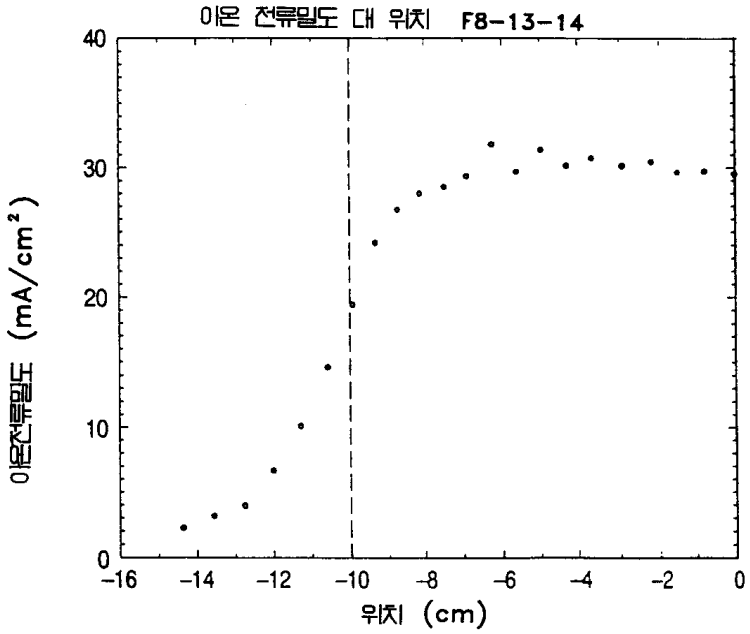
도면4


20
18
60
자기장
세기증가

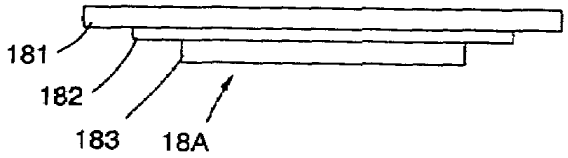
도면5


이온 전류밀도 대 위치 F7-24-07
이온전류밀도 (mA/cm²)
40
30
20
10
0
-16
-14
-12
-10
-8
-6
-4
-2
0
위치 (cm)

도면6



도면7



도면8



도면9

