

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/3065 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년03월31일 10-0566908 2006년03월27일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2001-7003624	(65) 공개번호	10-2001-0075264
(22) 출원일자	2001년03월21일	(43) 공개일자	2001년08월09일
번역문 제출일자	2001년03월21일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/020890	(87) 국제공개번호	WO 2000/19481
국제출원일자	1999년09월24일	국제공개일자	2000년04월06일

(81) 지정국 국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 리히텐슈타인, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 코스타리카, 도미니카, 탄자니아, 남아프리카, 아랍에미리트, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도, 그라나다, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 인도네시아, 시에라리온,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 모잠비크,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장 09/161,074 1998년09월25일 미국(US)

(73) 특허권자 램 리서치 코퍼레이션
미합중국, 캘리포니아 94538-6470, 프레몬트, 쿨링 파크웨이 4650

(72) 발명자 위커토마스이.
미국네바다89511레노페어뷰로드4430

마라쉴로버트에이.
미국캘리포니아95014쿠퍼티노에드워드웨이21629

케네디윌리엄에스.
미국캘리포니아94065레드우드쇼어즈케이프해터라스코트46

(74) 대리인

리엔목록허법인

심사관 : 김성희

(54) 저 이물질 고밀도 플라즈마 에칭 챔버 및 그 제조 방법

요약

웨이퍼를 잡는 정전기 척과, 높은 에칭 저항성과 이물질 발생에 영향을 적게 받고 그리고 온도를 제어가능하게 하는 소모 부품들을 구비한 고밀도 플라즈마 공정 챔버가 개시된다. 소모 부품들은 하부 지지부와 정전기 척을 감싸도록 형성된 벽부를 갖는 챔버 라이너를 구비한다. 또한, 소모 부품들은 하부 연장부, 플렉시블 벽부 및 상부 연장부를 갖는 라이너 지지 구조를 구비한다. 플렉시블 벽부는 챔버 라이너 벽부의 외부 표면을 감싸도록 형성되고, 라이너 지지부 플렉시블 벽부는 챔버 라이너 벽부와 공간적으로 이격된다. 그러나, 라이너 지지부의 하부 연장부는 챔버 라이너의 하부 지지부와 직접적인 열접촉 상태에 있도록 형성된다. 더불어서, 배플 링이 소모 부품들의 일부분이 되어, 챔버 라이너 및 라이너 지지부와 함께 열 접촉상태로 조립되게 형성된다. 라이너 지지부에서 챔버 라이너와 배플 링에 온도를 전도하는 열을 위해 히터가 라이너 지지부에 열적으로 접촉될 수 있다. 가장 바람직한 실시예에 있어서, 챔버 라이너와 배플 링은 에칭되는 웨이퍼 상의 재료에 무해한 재료들로 만들어진다. 이 같은 방법에 있어서, 이들 재료들이 고밀도 플라즈마 스퍼터링 에너지에 노출되면, 웨이퍼의 표면 층들을 에칭하는 동안 생성되는 휘발성 에칭 생성물들과 실질적으로 유사한 휘발성 생성물들이 생성될 것이다. 이때, 이들 휘발성 생성물들은 챔버에서 제거될 수 있다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 반도체 웨이퍼 제조에 관한 것으로서, 더 상세하게는 공정시 미립자와 금속성 이물질을 저감시키는 라이닝 재료를 갖는 고밀도 플라즈마 에칭 챔버, 및 그 챔버 라이닝 구조에 관한 것이다.

배경기술

집적 회로 디바이스에 있어서 그 외관 사이즈와 동작 전압 모두가 지속적으로 줄어들며 따라, 그 제조 생산성은 미립자와 금속성 불순 이물질에 더욱 영향을 받게 되었다. 결국, 더 작은 외관 사이즈를 갖는 집적 회로 디바이스를 조립하는 것은 미립자와 금속 이물질의 수준이 수용가능한 것으로 이전에 고려되었던 것 보다 더 적어야 한다.

일반적으로, 상기 집적 회로 디바이스(웨이퍼 형태)의 제조는 플라즈마 에칭 챔버를 이용하게 되는데, 그것은 포토레지스트 마스크에 의해 정해진 선택 층을 에칭할 수 있다. 상기 공정 챔버는 무선 주파수(RF) 파워가 상기 공정 챔버의 하나 이상의 전극에 인가되는 동안 공정용 가스(즉, 에칭 화학물)를 받아들이게 구성되어 있다. 또한, 상기 공정 챔버의 내부 압력은 개별 공정을 위해 제어된다. 상기 전극에 소정의 RF 파워가 인가되면, 상기 챔버내의 공정용 가스는 플라즈마가 생성되도록 활성화된다. 상기 플라즈마는 상기 반도체 웨이퍼의 선택된 층의 원하는 에칭을 수행하도록 만들어진다.

전형적으로, 산화실리콘 같은 에칭 물질을 사용하는 공정 챔버는 원하는 에칭 결과를 얻기 위해 제조시 에칭된 다른 필름들에 비해 상대적으로 높은 에너지를 필요로 한다. 이와 같은 산화 실리코는 예를 들어 열적 성장 이산화 실리кон(SiO₂), TEOS, PSG, BPSG, USG(비도핑 스피온 온 글라스; undoped spin-on-glass), LTO, 등을 포함한다. 고에너지의 필요성은 산화 실리콘 필름의 강한 결합력을 충격으로 깨뜨리고 휘발성 에칭 생성물을 형성하는 화학 작용을 일으키기 위한 필요성에 근간을 둔다. 따라서, 이러한 챔버들은 "고밀도 산화 에칭 챔버"로 일컬어지는데, 이것은 웨이퍼에 높은 이온 플럭스를 제공하고 낮은 가스 압력에서 높은 에칭율을 얻기 위해 높은 플라즈마 밀도를 생성할 수 있다.

고밀도 산화 에칭 챔버가, 소정의 웨이퍼 표면을 에칭하는데 있어 바람직하게 작용하는 반면에, 상기 에칭 챔버의 내부 표면은 높은 이온 파워에 또한 종속되게 된다. 따라서, 상기 에칭 챔버의 내부 표면으로부터의 물질은 그 물질 성분과 에칭 가스 성분에 따라 물리적인 스퍼터링(sputtering) 또는 화학적인 스퍼터링에 의해 이온 충격의 결과로서 제거된다.

상기 에칭 챔버의 내부 표면이 고밀도 산화 챔버의 플라스마에 노출된다는 것이 알려짐으로써, 현재 챔버들은 디스크, 링 및 실린더와 같은 단순한 라이닝 부품의 사용을 허용하도록 설계되고 있다. 상기 부품들은 웨이퍼가 공정 처리되는 동안 플라스마를 제한하도록 배치(형성)되기 때문에, 이들 부품들은 공정 플라스마 에너지에 지속적으로 노출되어 침범을 당한다. 이와 같은 노출에 따라, 상기 부품들은 결국 침식되거나 폴리머를 축적시켜 교체 또는 완전한 청소를 필요로 한다. 결국, 모든 부품들은 더 이상 사용할 수 없는 지경에 까지 마멸된다. 따라서, 이들 부품들은 "소모품"으로 언급된다. 그러므로, 만일 부품의 수명이 짧다면, 그 소모품의 가격은 비싸게(즉, 부품가격/부품수명) 된다.

이들 부품은 소모품이기 때문에, 플라스마 에너지에 대해 내구성이 있는 표면을 갖는 것이 바람직하고, 그럼으로써 그것은 소모품의 가격을 저감시킬 것이다. 상기 소모품의 가격을 낮추기 위한 종래기술의 시도는 산화 알루미늄(Al_2O_3) 및 석영 재료로 상기 부품들을 제조하는 것을 포함한다. 이러한 재료들은 플라스마 에너지에 대해 다소 내구성이 있지만, 고밀도 산화 에칭 챔버에서 플라스마에 의한 큰 이온 충격은 수용가능한 것보다 더 적은 이물질(예; 미립자 이물질 및 금속성 불순물 이물질)의 발생 수준의 다운 사이드(down side)를 갖는다. 예를 들어, 소모 부품의 표면이 산화 알루미늄(즉, 알루미늄)이면, 플라스마가 상기 표면에 충격을 가할 때 알루미늄은 자유롭게 되어 상기 웨이퍼상에 놓이게 되는 플라스마와 섞일 것이다. 이 알루미늄의 어떤 것은 에칭시 웨이퍼에 그리고 소모 부품(즉, 챔버 라이너, 커버, 기타 등등)의 표면에 부착되는 유기 폴리머에 포함되게 된다. 이런 일이 생길 때, 상기 소모 부품 표면의 폴리머는 종래 인-사이투(in-situ) 플라스마 크린(clean) 또는 "애쉬(ash)" 단계시 완전하게 제거되지 않을 수 있다. 따라서 C, AL, O 및 F를 포함하는 깨지기 쉬운, 박리 필름 또는 분말 코팅은 상기 인-사이투 크린후에도 잔류하게 되어 결국 많은 미립자 갯수로 되게 된다. 상기 부착된 알루미늄은 구조적으로 에칭되기 때문에 실리콘 웨이퍼상의 필름은, 예를 들어 DRAM 셀의 누설 전류를 증가시킴으로써, 이어서 형성되는 디바이스의 저하를 야기할 수 있다.

상기한 바와 같이, 석영은 상기 소모 부품 내부 표면의 재료로서 또한 사용된다. 그러나, 석영 표면은 석영의 저온 전도성 및 산화 에칭에 사용되는 고밀도 플라스마에서의 높은 에칭율 때문에 미립자의 부적당한 소스라는 것이 알려지고 있다. 더 불어서, 저온 전도성 석영은 이들 부품의 표면 온도 제어를 매우 어렵게 만든다. 이것은 결과적으로 많은 열 사이클링과 상기 소모 부품 표면에 부착된 에칭 폴리머의 박리로 귀착되기 때문에 이물질 미립자의 부적당한 생성을 야기한다. 석영 소모 부품의 또 다른 단점은 고밀도 산화 에칭장치에서의 높은 에칭율이 석영의 피팅(pitting)을 야기하는 경향이 있다는 것인데, 그것은 결국 석영 미립자의 스포링(spalling)이 된다.

상술한 내용의 견지에서, 침식에 대한 더 큰 내성이 있고 웨이퍼 표면의 이물질(예; 미립자 및 금속성 불순물)을 최소화하면서 공정이 이루어지게 협조하는 소모 부품을 갖는 고밀도 플라스마 공정 챔버에 대한 필요성이 있게 된다. 또한, 고밀도 플라스마 적용에 이용되고 그 소모 부품에의 손상을 방지하면서 온도변화에 견딜 수 있는 소모 부품에 대한 필요성이 있게 된다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 플라스마 공정 챔버에서 사용되는 온도 조절, 낮은(저) 이물질, 높은 에칭 내구성, 플라스마 형성 부품(즉, 소모품)을 제공함으로써 상기한 필요성들을 충족시킨다. 본 발명은 공정, 장치, 시스템, 디바이스 또는 방법과 같은 여러 형태로 수행될 수 있다는 것은 명백하다. 본 발명의 몇가지 발명적인 실시예들이 이하에 개시된다.

일실시예에 있어서, 웨이퍼를 잡기 위한 정전기 척(chuck)을 구비하고 상당한 에칭 내구성이 있고 이물질을 발생하는데 덜 영향받는 소모 부품을 가지며 온도가 조절될 수 있는 플라스마 공정 챔버가 개시된다. 상기 소모 부품은 하부 지지부를 갖는 챔버 라이너 및 상기 정전기 척을 감싸도록 배치(형성)된 벽부를 구비한다. 또한, 상기 소모 부품은 하부 연장부, 플렉시블 벽부 및 상부 연장부를 갖는 라이너 지지 구조를 구비한다. 상기 플렉시블 벽부는 상기 챔버 라이너 벽부의 외부 표면을 감싸도록 형성되고, 상기 라이너 지지 플렉시블 벽부는 상기 챔버 라이너 벽부에서 공간적으로 이격된다. 그러나, 상기 라이너 지지부의 하부 연장부는 상기 챔버 라이너의 하부 지지부와 직접 열접촉하도록 형성된다. 더불어서, 배플(baffle) 링은 상기 소모 부품의 일부분이 되는데, 조립되어 상기 챔버 라이너와 상기 라이너 지지부와 열접촉하도록 형성된다. 상기 배플 링은 상기 정전기 척 주변의 플라스마 스크린을 형성한다. 그 다음, 히터가 온도를 상기 라이너 지지부에서 상기 챔버 라이너와 배플 링에 열적으로 전도시키기 위해 상기 라이너 지지부의 상부 연장부에 열적으로 접촉될 수 있다. 또한,

상기 챔버의 상부 플레이트에 결합되는 냉각 링에 열적으로 접촉되는 외부 지지부가 구비된다. 그 결과, 상기 외부 지지부와 냉각 링은 캐스트 히터와 함께 상기 챔버 라이너에 정밀 온도 제어를 제공할 수 있다. 따라서, 상기 정밀 온도 제어는 온도 편차를 방지하고, 그 결과 처음 웨이퍼에서 마지막 웨이퍼까지 동일한 온도 조건하에서 유리하게 에칭할 수 있다.

가장 바람직한 실시예에 있어서, 챔버 라이너와 배플 링을 포함하는 소모 부품은 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및/또는 질화 붕소(BN) 재료에서 선택된 재료에 의해 전적으로 만들어지거나 코팅된다. 이 방법에 있어서, 이들 재료들은 플라즈마 스퍼터링 에너지에 일단 노출되면, 웨이퍼 표면층의 에칭시 생성되는 휘발성 에칭 생성물과 실질적으로 유사한 휘발성 생성물을 생성할 것이다.

또 다른 실시예에 있어서, 소모 부품을 갖는 플라즈마 에칭 챔버가 개시된다. 상기 소모 부품은 하부 지지부를 갖는 챔버 라이너 및 상기 플라즈마 에칭 챔버의 중심부를 감싸는 원통형 벽부를 포함한다. 라이너 지지부는 상기 챔버 라이너를 감싸도록 형성된다. 상기 라이너 지지부는 상기 챔버 라이너의 하부 지지부에 열적으로 접촉된다. 더욱이, 상기 라이너 지지부는 상기 라이너 지지부를 복수의 핑거로 분할하는 복수의 슬롯을 포함한다. 바람직한 실시예에 있어서, 상기 챔버 라이너는 탄화 실리콘(SiC) 재료, 질화 실리콘(Si₃N₄) 재료, 탄화 붕소(B₄C) 재료 및 질화 붕소(BN) 재료중에서 선택된 어느 한 재료로 만들어지고, 상기 라이너 지지부는 알루미늄 재료로 만들어진다.

또 다른 실시예에 있어서, 고밀도 플라즈마 에칭 챔버에서의 사용을 위한 소모 부품 사용 방법이 개시된다. 상기 방법은 탄화 실리콘(SiC) 재료, 질화 실리콘(Si₃N₄) 재료, 탄화 붕소(B₄C) 재료 및 질화 붕소(BN) 재료 중에서 선택된 어느 한 재료에서의 챔버 라이너의 사용을 포함한다. 상기 챔버 라이너는 상기 챔버의 플라즈마 영역 및 하부 지지부를 감싸는 벽부를 가질 수 있다. 상기 방법은 하부 연장부, 플렉시블 벽부 및 상부 연장부를 선택적으로 갖는 알루미늄 라이너 지지부의 사용을 포함할 수 있는데, 여기서 복수의 슬롯이 상기 라이너 지지부가 상온 온도에서 팽창할 수 있도록 상기 플렉시블 벽부 및 상기 라이너 지지부의 하부 연장부에 마련된다. 상기 방법은 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및/또는 질화 붕소(BN)의 배플 링의 사용을 선택적으로 포함한다. 복수의 슬롯이 플라즈마 스크린을 형성하기 위해 상기 배플 링에 마련될 수 있다. 상기 방법은 상기 라이너 지지부와 상기 배플 링을 통하여 열 경로를 경유하는 상기 챔버 라이너의 열 제어를 포함할 수 있다.

본 발명의 실시예에 따르면, 플라즈마 공정 챔버는 챔버 라이너와 라이너 지지부를 포함하는데, 상기 라이너 지지부는 상기 챔버 라이너의 외부 표면을 감싸도록 형성된 플렉시블 벽부를 구비하고, 상기 플렉시블 벽부는 상기 챔버 라이너의 벽부에서 공간적으로 이격된다. 상기 라이너의 선택적인 온도 제어를 위해, 상기 라이너 지지부에서 상기 챔버 라이너로 열을 열적으로 전도하도록 히터가 상기 라이너 지지부에 열적으로 접촉될 수 있다. 어떤 적절한 재료가 상기 라이너와 라이너 지지부에 사용될 수 있지만, 상기 라이너 지지부는 플렉시블 알루미늄 재료로 만들어지는 것이 바람직하고, 상기 챔버 라이너는 세라믹 재료를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 라이너 지지부는 다양한 형태를 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 플렉시블 벽부는 슬롯들을 포함할 수 있는데, 이 슬롯들은 상기 라이너 지지부를 상기 플렉시블 벽부가 열적 스트레스를 흡수할 수 있고 및/또는 상기 라이너 지지부의 하부 연장부가 상기 챔버 라이너의 하부 지지부에 고정될 수 있게 하는 복수의 핑거로 분할한다. 원한다면, 상기 챔버 라이너 및 상기 라이너 지지부와 열적 접촉상태에 있는 배플 링이 상기 챔버의 중앙부에 위치한 정전기 척 주변에서 플라즈마 스크린을 형성하는데 사용될 수 있다. 상기 챔버 라이너 및/또는 배플 링은 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및 질화 붕소(BN)의 하나 이상으로 바람직하게 만들어진다.

상기 플라즈마 공정 챔버는 다양한 형태를 포함할 수 있다. 예를 들면, 챔버 라이너는 낮은 전기 저항을 가질 수 있고 그라운드(대지)에 RF 경로를 제공하도록 형성된다. 원한다면, 높은 전기 저항을 갖는 가스 분배 플레이트가 정전기 척 및/또는 포커스 링과 상기 정전기 척을 지지하는 페디스털상에 제공될 수 있다. 상기 가스 분배 플레이트, 포커스 링 및/또는 페디스털은 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및 질화 붕소(BN)의 하나 이상으로 바람직하게 만들어진 다. 플라즈마는 상기 가스 분배 플레이트를 통해 RF 에너지와 유도적으로 결합하고 챔버내에서 고밀도 플라즈마를 발생시키는 RF 에너지 소스에 의해 상기 챔버에서 발생될 수 있다. 상기 RF 에너지 소스는 플레너 안테나를 바람직하게 포함한다. 상기 챔버는 플라즈마 공정 반도체 웨이퍼를 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 상기 챔버는 플라즈마 에칭 챔버일 수 있다.

상기 라이너는 다양한 구조를 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 라이너 지지부는 상기 라이너 지지부의 하부 연장부에 열적으로 접촉되는 외부 지지부를 포함할 수 있고, 상기 외부 지지부는 상기 챔버에 장착된 수냉식 상부 플레이트와 열접촉 상태에 있을 수 있다. 또한, 상기 라이너 지지부는 상부 연장부, 플렉시블 벽부 및 하부 연장부를 포함할 수 있는데, 상기 플렉시

블 벽부와 하부 연장부는 상기 라이너 지지부에서 복수의 핑거를 정하는 복수의 슬롯을 갖는다. 온도 제어를 위해, 캐스트 히터 링은 상기 라이너 지지부와 열접촉하는 상태로 위치될 수 있는데, 이 히터 링은 상기 챔버 라이너의 온도를 열적으로 제어하기 위해 상기 라이너 지지부를 가열하는 저항 발열 소자를 포함한다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면, 반도체 기판은 챔버 라이너 및 라이너 지지부를 갖는 플라즈마 공정 챔버에서 공정 처리되는데, 상기 라이너 지지부는 상기 챔버 라이너의 외부 표면을 감싸도록 형성되는 플렉시블 벽부를 구비하고, 이 플렉시블 벽부는 상기 챔버 라이너의 벽에서 공간적으로 이격되며, 여기서 반도체 웨이퍼는 상기 챔버내로 전송되고 상기 기판의 노출 표면은 고밀도 플라즈마와 같이 공정처리된다. 상기 챔버 라이너는 바람직하게 세라믹 재료이고, 상기 라이너 지지부는 상기 라이너 지지부와 상기 챔버의 온도 제어부 사이에서 연장하는 외부 지지부를 바람직하게 구비하는데, 이 외부 지지부는 반도체 웨이퍼의 배치(batch)에 대한 순차적인 공정 동안 챔버 라이너의 온도 편차를 최소화하도록 치수화된다. 웨이퍼를 공정처리하는 동안 반도체 웨이퍼의 소정 갯수가 공정처리된 후에 상기 세라믹 라이너는 상기 챔버에서 바람직하게 제거되고 다른 세라믹 라이너로 교체된다. 더욱이, 상기 챔버 라이너는 상기 챔버 내부로 웨이퍼를 통과시킬 수 있는 웨이퍼 입구 포트를 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 특징과 장점들은 본 발명의 본질을 예시하는 방법으로 도시된 첨부도면을 참조하는 이어지는 상세한 설명으로부터 명백해 질 것이다.

도면의 간단한 설명

본 발명은 첨부도면과 관련한 다음의 상세한 설명에 의해 쉽게 이해될 것이다. 설명의 편의를 위해, 유사한 참조번호들은 유사한 구조적인 요소들을 나타낸다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 고밀도 플라즈마 에칭 챔버를 나타내고;

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 일실시예에 따른 배플 링을 보다 더 상세하게 도시하고;

도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 라이너 지지부의 보다 더 상세한 단면도를 나타내고;

도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 도 3a의 A-A선에 의한 라이너 지지부의 측면도를 나타내고;

도 3c는 본 발명의 일실시예에 따른 온도 스트레스에 종속될 때의 라이너 지지부의 유연성을 도시하고;

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 챔버 라이너가 라이너 지지부와 함께 조립되는 방법을 도시하고;

도 5a는 본 발명의 일실시예에 따라 조립되는 챔버 라이너, 라이너 지지부 및 배플 링의 부분 단면도를 나타내고;

도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 외부 지지부의 측면도를 나타내고;

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 챔버 라이너, 배플 링 및 라이너 지지부의 3차원 조립도를 도시하고;

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 조립된 상태의 챔버 라이너, 라이너 지지부 및 배플 링의 또 다른 3차원도를 나타내고; 그리고

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 도 1의 고밀도 플라즈마 에칭 챔버의 분해 사시도를 나타낸다.

실시예

본 발명은 플라즈마 공정 챔버에서의 사용을 위한 하나 이상의 제어되는 온도, 낮은(저) 이물질, 높은 에칭 내성, 플라즈마 형성 부품(즉, 소모품)을 제공한다. 이어지는 설명에서, 많은 특정한 상세내용들이 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 설명된다. 그러나, 본 발명은 이러한 상세내용들의 일부 혹은 모두를 취함이 없이 실시될 수 있다는 것은 당업자에게 자명할 것이다. 다른 예에서, 주지된 공정처리 동작은 본 발명을 불필요하게 불명료하게 하지 않도록 하기 위해 상세하게 설명되지 않는다.

본 발명의 플라즈마 형성 부품들은, 예를 들어 챔버 라이너, 배플 링, 가스 분배 플레이트, 포커스 링, 라이너 지지부 및 다른 비-전기적인 동작부의 형태로 바람직하게 존재한다. 이들 부품들은 바람직하게 실질적으로 비-이물질화되고 에칭 내성이 있도록 형성되며, 그리고 이들은 부품들을 손상시킴 없이 바람직하게 온도 제어된다. 상기 플라즈마 형성 부품들은 실리콘(Si), 탄소(C), 질소(N) 또는 산소(O)와 같이 웨이퍼상에서 제조되는 디바이스에 무해한 원소로 구성되는 재료들로 바람직하게 만들어진다. 이 같은 방법에 있어서, 상기 플라즈마 형성 부품들이 이온들(즉, 플라즈마에 의해 스퍼터된)에 의해 충격을 받을 때, 공정 가스들과 결합하는 휘발성 생성물들이 생성된다. 그 다음, 이들 휘발성 생성물은 진공 펌프를 사용하는 챔버에서 제거될 수 있어, 결국 웨이퍼에 대한 이물질의 원인이 되지 않을 것이다. 상기 플라즈마 형성 부품들이 플라즈마 에칭 챔버내에 존재하는 바람직한 실시예에 있어서, 상기 부품들은 에칭 가스에 대한 더 큰 내성이 있게 되어 그 부품들의 수명은 연장될 수 있다.

본 발명의 플라즈마 형성 부품들은, 예를 들어 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si_3N_4), 탄화 붕소(B_4C) 및 질화 붕소(BN)와 같은 하나 이상의 재료로 바람직하게 만들어진다. 이 재료들 모두는 높은 에칭 내구성, 비-이물질화 원소 및 휘발성 에칭 생성물을 갖는 바람직한 특성을 갖는다. 가장 바람직한 실시예의 하나에 있어서, 상기 플라즈마 형성 부품들은(또는 소모 부품으로 언급되는) 고체 탄화 실리콘(SiC)으로 만들어지는데, 그것은 공정처리되는 웨이퍼의 금속 및/또는 미립자 이물질을 감소시킨다. 배플 링(132)과 라이너(130)에 사용되는 SiC는 플라즈마와의 접촉상태에 있을 때 RF 전류에 대해 좋은 그라운드 경로를 제공하기 위해서 바람직하게 전기적으로 전도성이다. 더 큰 저항성의 SiC는 그것을 통하는 RF 파워의 유도 결합을 허용하기 위해 가스 분배 플레이트("GDP")(즉, 도 1의 120)에 사용될 수 있다. 상술한 바와 같이, 상기 SiC는 또한 그것을 효과적인 가격의 소모 부품으로 만드는 플라즈마에 의해 느리게 에칭된다.

더욱이, SiC는 고순도이기 때문에 플라즈마에 의한 SiC의 화학적인 스퍼터링에 기인한 웨이퍼 이물질은 최소화될 수 있다. 또한, 그라운드된(grounded) SiC는 플라즈마 포텐셜(potential)과 어떤 비-탄화 실리콘 표면에 대한 이온 충격 에너지의 감소를 야기함으로써 챔버내 다른 표면의 스퍼터링을 감소시킬 수 있다. 상기 SiC 성분은, 에칭 결과가 개별적인 챔버 내에서 그리고 챔버간에 더 반복적일 수 있도록 매우 안정한 플라즈마 포텐셜을 또한 제공한다. 고밀도 플라즈마 공정 이물질을 감소시킬 수 있는 플라즈마 형성 부품의 사용에 대한 더 많은 정보를 위한 참조(reference)가 "플라즈마 공정 챔버에서의 이물질 제어 방법 및 장치"란 명칭으로 1998년 3월 31일자로 제출된 출원번호 제 09/050,902 호를 갖는 통상적으로 양도된 미국 특허 출원에 있을 수 있다. 이 출원은 본 명세서에서 참조로서 함해진다. 본 발명의 다양한 실시예들이 도 1 내지 도 8을 참조하면서 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 고밀도 플라즈마 에칭 챔버(100)를 나타낸다. 챔버 하우징(102)은 실리콘 웨이퍼(104)와 같은 반도체 기판을 수용하는 것으로 도시되어 있는데, 그것은 플라즈마 에칭 작용에 종속된다. 이 실시예에 있어서, 상기 에칭 작용은 바람직하게 웨이퍼(104) 표면에 형성되는 산화 실리콘과 같은 재료를 에칭하기 위해 형성되는 고밀도 플라즈마 작용이다. 상기 고밀도(예를 들면, 약 10^{11} - 10^{12} ions/cm³의 밀도를 갖는 플라즈마) 플라즈마는 챔버가 약 80 mTorr 이하의 비교적 낮은 압력상태, 더 바람직하게는 약 1 mTorr와 약 40 mTorr 사이의 압력상태를 유지하는 것을 보증함으로써 챔버내에서 형성된다. 일반적으로, 상기 챔버 압력은 챔버의 저부에 적절한 진공 펌프를 작동시킴으로써 유지된다.

웨이퍼(104)는 정전기 척(106)에 의해 지지되는 것으로 나타나 있다. 정전기 척(106)의 밑에는 정전기 척(106)의 온도를 제어하기 위한 후측 냉각 링(100)을 수용하는 하부 전극(108)이 있다. 정전기 척(106)은 페디스털(112)과 웨이퍼(104)를 감싸는 포커스 링(114)에 의해 한정된다. 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 페디스털(112)과 포커스 링(114)은, (a)탄화 실리콘(SiC), (b)질화 실리콘(Si_3N_4), (c)탄화 붕소(B_4C) 또는 (d)질화 붕소(BN)를 포함하는 그룹에서 선택된 재료로 바람직하게 만들어진다. 가장 바람직한 실시예에 있어서, Si_3N_4 가 페디스털(112)과 포커스 링(114)의 재료로 선택된다.

일실시예에 따르면, 절연 알루미늄 링(116)은 알루미늄 페디스털(118)과 하부 전극(108) 및 탄화 실리콘 페디스털(112) 사이에 위치한다. 챔버 라이너(130)는 바람직하게 배플 링(132)에 부착될 수 있는 원통형 라이너이다. 배플 링(132)은 일반적으로 챔버 라이너(130)와의 만족할 만한 전기 접촉과 열 접촉을 이루는 내부 링(132a)을 포함한다. 또한, 배플 링(132)은 도 2a 내지 도 2c에 참조로서 더 상세하게 도시되는 전체 어레이 티스(teeth)(132b)를 구비한다.

웨이퍼(104) 위에는 상기 공정 챔버 내부로 에칭 가스 화학물을 뿜어내기 위한 샤워헤드로서 작용하는 가스 분배 플레이트(GDP)(120)가 있다. 가스 분배 플레이트(120) 위에는 세라믹 윈도우(122)가 위치한다. 세라믹 윈도우(122) 위에는 RF 코일 시스템(120)(즉, RF 안테나)이 있는데, 그것은 반응 챔버내에 높은 RF 파워를 제공하는데 이용된다. RF 코일(120)은 RF 코일의 중심에 집적되어 있는 냉각 채널을 통해 바람직하게 냉각된다. 이와 같은 단순화된 도시에 있어서, 가스 공급

포트(126)는 세라믹 윈도우(122)와 가스 분배 플레이트(120) 사이에 형성된 채널로 공정 가스를 공급하는데 사용된다. 공정 챔버에 대한 더 많은 정보를 위해, 참조로서 TCP 9100TM 플라즈마 에칭 반응기가 참고될 수 있는데, 이것은 캘리포니아 프레몬트의 LAM 리서치 코퍼레이션에서 구입가능하다.

RF 임피던스 매칭 시스템(127)은 상기 공정 챔버상에 장착되도록 형성되어 다른 반응기 제어 파라미터 뿐만 아니라 전력(power) 분배를 제어하기 위해 RF 코일(122)과 적절한 접촉을 이룬다. 상기한 바와 같이, 세라믹 윈도우(122)는 상부 플레이트(124) 내부에 장착되는 상기 가스 분배 플레이트와 접촉상태에 있도록 설계된다. 상부 플레이트(124)는 대기압과 고밀도 플라즈마 에칭 챔버(100)내의 소정 진공 조건 사이의 인터페이스를 형성한다. 당업자에게 자명한 것으로서, 상기 소정의 압력 인터페이스는 챔버 하우징(102), 상부 플레이트(124), GDP(120), 세라믹 윈도우(122) 및 RF 매칭 시스템(127) 사이에 적절한 개수의 O링을 배치함으로써 형성된다.

또한, 정밀 제어를 가능하게 하고 챔버 라이너(130)와 배플 링(132)에 소정의 온도를 전달하기 위해 고밀도 플라즈마 에칭 챔버(100) 내부에 라이너 지지부(134)가 마련된다. 이 실시예에 있어서, 라이너 지지부(134)는 그 자체의 유연성을 이용하기 위해 알루미늄으로 만들어져 그 열 전도성을 향상시킨다. 라이너 지지부(134)는 상부 연장부(134a), 플렉시블 벽부(134b), 하부 연장부(134c) 및 라이너 지지 연장부(134d)를 포함한다. 하부 연장부(134c)는 챔버 라이너(130) 및 배플 링(132)과 직접 열 접촉하도록 조립된 것으로 나타나 있다. 이 실시예에 있어서, 플렉시블 벽부(134b)는 챔버 라이너(130)에서 약간 떨어진다. 히터(140)는 라이너 지지부(134)의 상부 연장부(134a)와 안전하게 직접 열 접촉하도록 할 수 있다. 히터(140)의 전력을 높이고 제어하기 위해, 전력 접속부(142)가 히터 파워 시스템(129)의 연결에 사용된다. 그러므로, 상기 라이너 지지부는 상기 (더 부서지기 쉬운) 챔버 라이너(130) 또는 배플 링(132)에 손상을 가하지 않으면서 챔버 라이너(130)와 배플 링(132)에 열로서 전달될 수 있는 소정의 온도를 제어하는데 매우 적합하다.

또한, 외부 지지부(131)가 나타나 있는데, 이것은 라이너 지지부(134)의 하부 연장부(134c)와 열적으로 접촉된다. 상기 외부 지지부는 또한 상부 플레이트(124)와 열적으로 결합되고, 그것은 냉각 링(121)을 수용하도록 설계된다. 다음의 도 5a 및 도 5b의 참조와 같이 더 상세하게 설명되는 것으로서, 외부 지지부(131)는 웨이퍼 공정 작용(예; 에칭)시 챔버 라이너(130)의 정밀 온도 제어를 달성하기 위해 사용된다. 따라서, 외부 지지부(131)와 냉각 링(121)에 의해 제공되는 정밀 온도 제어는, 상기 챔버 라이너 온도가 그 주변의 열을 방출하는 상기 라이너의 능력 보다 더 빠르게 점진적으로 위쪽으로 이동하는(플라즈마 에너지에 기인) 것을 방지하는데 유용하게 도움을 줄 것이다.

상기한 바와 같이, 챔버 라이너(130)와 배플 링(132)은 바람직하게 순수한 탄화 실리콘 재료로 만들어진다. 더불어서, 가스 분배 플레이트(120), 포커스 링(114) 및 페디스털(112)도 순수한 질화 실리콘 또는 탄화 실리콘 재료, 혹은 적어도 코팅 탄화 실리콘으로 만들어진다. 이 방법에 있어서, 고밀도 플라즈마를 형성하는 실질적인 모든 표면은 순수한 탄화 실리콘 혹은 코팅된 탄화 실리콘일 것이다. 폭넓은 상황에 있어서, 에칭 가스와 같이 휘발성 에칭 생성물을 형성하는 실리콘(Si), 탄소(C), 질소(N) 또는 산소와 같은 공정처리되는 웨이퍼상의 디바이스에 무해한 원소들로만 구성되는 다른 재료가 사용될 수 있다. 이 같은 방법에 있어서, 플라즈마를 형성하는 내부 표면이 충격을 받을 때 생성되는 상기 휘발성 생성물은 상기 챔버(진공펌프 혹은 다른 것을 사용하는)에서 통상 제거되는 초과분 에칭 가스와 섞일 것이다. 플라즈마가 상기 챔버의 내부 표면(즉, 소모 부품)에 충격을 가할 때 생성되는 생성물은 휘발성이기 때문에 이들 생성물은 이물질의 원인이 되는 웨이퍼 표면에 존재하지 않을 뿐더러 상기 소모 부품에 증착되는 폴리머에도 포함되지 않는다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 일실시예에 따른 배플 링(132)을 보다 더 상세하게 도시한다. 도 1에 도시한 바와 같이, 배플 링(132)은 가스 경로를 위한 플라즈마 스크린과 챔버(102) 저면에 접속된 진공 펌프의 부산물로서 기능한다. 도시한 바와 같이, 배플 링(132)은 챔버(102)의 상부 중간에서 플라즈마를 유지하는데 도움을 주는 티스(132b) 어레이를 갖는데, 여기서 탄화 실리콘 표면(소모품의)은 웨이퍼(104)상에서 플라즈마를 실질적으로 형성한다. 또한, 배플 링은 챔버 라이너(130)와 만족할 만한 열 접촉을 만드는데 사용되는 내부 링(132a)를 갖는다.

도 2b는 티스(132b) 쌍의 3차원도이다. 일반적으로 공간(132c)에 의해 마련된 개구영역은 챔버(102)에서 펌핑 배출되는 가스와 부산물을 위한 충분한 통로가 되도록 개구영역 50 내지 70 퍼센트 사이의 비율이 유지되게 형성된다. 도 2c에 도시된 바와 같이, 공간(132c)을 만들기 위해 고체 탄화 실리콘 재료(혹은 코팅된 SiC 재료)는 적어도 1.5 혹은 그 이상인 적절한 종횡비(縱橫比)가 유지되도록 가공되어야만 한다. 이와 같은 예시적인 구조에 있어서, 공간(132c)의 폭은 바람직하게 약 0.13 인치로 세팅되고, 그 높이는 약 0.28 인치로 세팅된다. 따라서, 이 바람직한 치수는 약 2.0의 종횡비를 제공한다.

200mm 웨이퍼 챔버 실시예에서 배플 링(132)의 내부직경(내경; ID)은 약 10.75인치로 세팅되고, 그래서 약 1/16인치 틈새가 도 1에 도시된 페디스털(112) 사이에 마련된다. 그러나, 상기 내경(ID)은 공정처리되는 웨이퍼의 사이즈에 따라당연히 더 커질 수 있다. 예를 들면, 300mm 웨이퍼의 경우 상기 내경은 약 14 인치 정도로 커질 것이다.

다른 실시예에 있어서, 티스(132b)가 구멍 어레이 혹은 슬롯 어레이로 대체된 배플 링(132)이 제조될 수 있다. 구멍 어레이 혹은 슬롯 어레이가 티스(132b)를 대신하여 제조될 때, 그 양이 약 50 퍼센트와 70 퍼센트 사이인 개구 영역(즉, 경로)을 유지하는 것은 여전히 바람직하다. 또한, 배플 링(132)은 외부 링(132a)의 둘레에 설계된 복수의 스크류 구멍(150)이 구비된 것으로 나타나 있다. 도 1에 도시한 바와 같이, 스크류 구멍(150)은 배플 링(132)을 챔버 라이너(130)와 라이너 지지부(134)에 상호 연결시키는 적절한 스크류가 들어가도록 형성될 것이다. 충분한 열전도를 허용하면서 필요한 접촉력을 제공하는 클램프와 같은 다른 패스너(fastener)가 생각될 수 있다.

도 3a는 본 발명의 일실시예에 따른 라이너 지지부(134)의 보다 상세한 단면도를 나타낸다. 상기한 바와 같이, 라이너 지지부(134)는, 히터(140)가 소정 수준의 열을 인가할 때 발생할 수 있는 열 변형에 대응하여 수축되도록 형성된 플렉시블 벽부(134b)를 구비한다. 바람직하게, 플렉시블 벽부(134b)는 원통형이고, 복수의 핑거로 슬롯(slot)된다. 상기한 바와 같이, 상기 라이너 지지부는 바람직하게 소정의 온도가 히터(140)에 의해 인가될 때 만족할 만한 열 전도성을 갖으며, 또한 만족할 만한 유연성을 제공하는 알루미늄 재료로 만들어진다. 하부 연장부(134c)는 챔버 라이너(130)와 배플 링(132)에 볼트 체결되기 때문에, 열전도 인터페이스(141)에서 히터(140)와 결합되는 상부 연장부(134a)가 도 3c에 도시된 바와 같이 바깥쪽으로 굽혀질 수 있는 동안에도 하부 연장부(134c)는 제자리에 계속 남아 있을 것이다.

히터(140)는 바람직하게 열전도 인터페이스(141)가 상부 연장부(134a) 둘레의 모든 방향에서 유지되게 하는 적절한 개수의 스크류(144)를 사용하여 상부 연장부(134a)에 체결된다. 바람직한 실시예에 있어서, 스크류(144)는 평방 인치당 약 1,000 파운드의 압력으로 상부 연장부(134a)와 접촉하는 상태로 히터(140)를 유지할 수 있다.

고밀도 플라즈마 에칭 챔버(100)가 8 인치 웨이퍼(즉, 200mm 웨이퍼)를 공정처리하도록 구성될 때, 라이너 지지부(134)는 약 14 1/2 인치의 내경을 가질 것이다. 플렉시블 벽부(134b)의 두께(170)는 약 1/16 인치와 3/32 인치 사이이다. 1/16 인치 치수는 바람직하게 약 300°C에 이르는 공정 온도에서 사용되고, 반면에 3/32 치수는 약 1,000°C 까지의 공정 온도를 갖는 챔버를 위해 보유된다.

하부 연장부(134c)와 상부 연장부(134a) 사이의 분리부(176)는 챔버 높이에 따라 바람직하게 약 2 1/2 인치로 세팅된다. 한편, 더 큰 분리부(176)는 라이너 지지부(134)에서 더 큰 열저항이 된다. 따라서, 분리부(176)는 온도가 300°C 및 그 이상에 도달함으로써 상기 라이너 지지부의 알루미늄 재료가 너무 스트레스되지 않도록 하기 위해 충분히 짧게 유지된다. 상부 연장부(134a)의 예시적인 두께(172)는 바람직하게 약 9/16 인치이고, 반면에 하부 연장부(134c)의 예시적인 두께는 약 5/8 인치이다.

도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 도 3a의 A-A 단면을 취한 라이너 지지부(134)의 측면도를 나타낸다. 라이너 지지부(134)의 유연성을 이용하기 위해, 복수개의 핑거를 형성하는 라이너 지지부(134)의 측면에 슬롯(152)이 형성된다. 슬롯(152)은 플렉시블 벽부(134b)와 하부 연장부(134c)를 통해 수직으로 연장된다. 라이너 지지부(134)는 바람직하게 원통형 모양의 유닛(unit)이기 때문에, 슬롯(152) 사이의 분리부는 적절한 유연성 수준이 플렉시블 벽부(134b)에 존재하도록 구성되어야만 한다. 따라서, 슬롯(152) 사이의 상기 분리부는 바람직하게 약 15도로 세팅된다. 그러나, 슬롯(152) 사이의 실제 분리부는 다양하게 될 수 있으며, 또한 라이너 지지부(134)의 직경 및 원하는 유연성의 정도에 따라 변형될 수 있다. 또한, 하부 연장부(134c)에 형성되는 스크류 구멍(150)이 나타나 있다.

라이너 지지부(134)에 의해 제공되는 유연성을 도식하기 위해, 도 3c는 분리부(133)를 달성하도록 Y축(수평 X축에 대한)에서 바깥쪽으로 연장하는 상기 라이너 지지부를 나타낸다. 어떤 경우에 있어서, 상기 분리부는 1/16 인치 정도 혹은 그 이상일 수 있다. 결국, 라이너 지지부(134)는 온도 변형 스트레스로부터 덜 유연한 챔버 라이너(130)와 배플 링(132)을 격리시키면서 라이너 지지부(134)의 알루미늄 재료에 가해지는 열 스트레스를 유리하게 견딜 수 있다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 챔버 라이너(130)가 라이너 지지부(134)와 조립되는 방법을 도시한다. 이 실시예에 있어서, 챔버 라이너(130)가 탄화 실리콘으로 만들어질 때, 그것은 파워(전력) 인가된 전극(108)(버튼 전극)에 대한 그라운드 완전무결한 RF 회귀 경로를 제공할 것이다. 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, 공정 챔버에서의 상기 완전무결한 RF 그라운드 경로를 제공하는 것은 뛰어난 공정 반복성을 갖는 장점을 가져온다. 더욱이, 그라운드된 SiC는 플라즈마 포텐셜에서의 감소를 일으킴으로써 챔버의 다른 표면의 스퍼터링을 감소시킬 수 있고, 따라서 어떤 탄화 비-실리콘 표면상의 이온 충격 에너지도 감소시킬 수 있다.

더불어, SiC와 같은 챔버 라이너(130)에 사용되는 재료는 넓은 영역에 걸쳐 변형되는 전기 저항을 가질 수 있다. 예를 들면, SiC의 저항은 특정한 적용을 위해 맞춤으로 만들어질 수 있다. 상기 SiC가 챔버 라이너(130)와 배플 플레이트(132)에

사용될 때, 그 SiC는 RF 파워를 위한 그라운드에 만족할 만한 전도성 경로를 조성할 수 있는 낮은 저항을 제공하도록 변형된다. 다른 한편, 상기 부품이 그것을 통하여 유도적으로 결합되는 RF 파워를 가져야만 할 때, 상기 부품의 파워 손실을 최소화하기 위해 높은 저항이 필요하다. 따라서, 높은 저항 SiC는 바람직하게 가스 분배 플레이트(GDP)(120)에 사용된다.

도시한 바와 같이, 스크류 구멍(150)은 하부 지지부에서 챔버 라이너(130)를 통해 들어가 그 다음 라이너 지지부(134) 속으로 들어가게 형성된다. 일반적으로, 만족할 만한 열전도 인터페이스(156)가 유지되도록 하기 위해 적절한 갭수의 스크류가 챔버 라이너(130)와 라이너 지지부(134)를 상호 결합시키는데 사용된다. 이 같은 방법에 있어서, 라이너 지지부(134)를 통해 전도된 열은 챔버 라이너(130)와 배플 링(132)에 열 전달된다.

상기 바람직한 실시예에 있어서, 라이너 지지부(134)는 바람직하게 공간부(154)에 의해 챔버 라이너(130)로부터 공간적으로 이격된다. 공간부(154)는 바람직하게 약 1/16 인치로 세팅된다. 이 분리부는 일반적으로 라이너 지지부(134)가 도 3c를 참조하면서 설명했듯이 굽혀질 수 있도록 형성되기 때문에 바람직하다. 200mm 웨이퍼 챔버에 있어서, 챔버 라이너(130)의 직경(179)은 약 14 인치이다. 이 실시예에서, 챔버 라이너(130)의 두께는 바람직하게 약 0.1 인치와 0.3 인치 사이에 있도록 세팅되고, 더 바람직하게는 약 0.2 인치로 세팅된다. 이 예시적인 챔버 라이너의 높이(177)는 약 3 인치와 약 12 인치 사이에 있게 되고, 더 바람직하게는 약 5 인치가 된다.

또한, 외부 지지부(131)가 도시되어 있는데, 이것은 라이너 지지부(134)의 하부 연장부(134c)와 열적으로 접촉된다. 바람직하게 상기 외부 지지부는 그것이 실질적인 방해물없이 굽혀질 수 있도록 플렉시블 벽부(134b)에서 공간적으로 이격된다. 외부 지지부(131)의 외측은 표면(123')를 갖는 상부 연장 벽부를 구비하는데, 그것은 상부 플레이트(124)와 만족할 만한 열 접촉을 하도록 형성된다. 이 같은 방법에 있어서, 도 5a에 상세하게 도시된 냉각 링(121)은 챔버 라이너(130)와 챔버 내부 영역의 온도를 제어하는데 사용될 수 있다. 따라서, 히터(140)와 냉각 링(121) 모두의 통합 동시 제어를 통해 챔버 라이너(130)의 온도는, 지속되는 플라즈마 조건에서 플라즈마가 없는 조건까지 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 이하의 범주내에서 유지되게 할 수 있다. 따라서, 첫째로 에칭되는 웨이퍼와 마지막으로 에칭되는 웨이퍼는 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 변동폭 내에서 같은 챔버 라이너(130) 온도에서 에칭될 수 있다.

도 5a는 본 발명의 일실시예에 따라 조립된 챔버 라이너(130), 라이너 지지부(134) 및 배플 링(132)의 부분 단면도를 나타낸다. 도시한 바와 같이, 챔버 라이너(130)와 라이너 지지부(134)는 상술한 바와 같이 만족할 만한 열 전도 인터페이스(156)를 달성하기 위해 조립된다.

상술한 바와 같이, 외부 지지부(131)는 복수개의 스크류(135)를 통해 하부 연장부(134c)와 열적으로 접촉된다. 더 바람직한 실시예에 있어서, 외부 지지부(131)는 플렉시블 벽부(131a)를 구비하는데, 그것은 상부 플레이트(124)와 열적으로 접촉된 것으로 나타나 있다. 또한, 복수개의 슬롯(131c)에 의해 분리된 복수개의 핑거(131d)가 플렉시블 벽부(131a)에 필요한 유연성을 제공하는데 어떻게 도움을 주는지에 대한 방법을 도시하기 위해, 외부 지지부(131)의 측부가 도 5b에 나타나 있다. 더욱이, 상부 플레이트(124)는 상부 플레이트(124)의 상부 립(top lip)상에 냉각 링(121)을 수용하도록 형성된다. 물론, 상부 플레이트(124)에 냉각 링(121)을 적용하기 위한 다른 구조 혹은 다른 형태의 냉각 시스템이 사용될 수 있다.

이 실시예에 있어서, 히터(140)와 냉각 링(121)의 결합 사용은 좁은 온도 범위에서 정밀한 온도 제어를 할 수 있다. 예를 들면, 열이 기본적으로 방사를 통해 주변에 손실되면서 챔버 라이너(130)는 전형적으로 200°C 이상의 높은 온도에서 가동된다. 플라즈마가 시작될 때, 플라즈마는 이온 충격에 의해 챔버 라이너(130) 내부로 더 많은 열을 전가한다. 일반적으로 챔버 라이너는 플라즈마에서 열을 얻는 것 만큼 빠르게 방사에 의해 그 주변에 상기 열을 전가할 수 없기 때문에, 챔버 라이너(130)는 상당한 시간동안 느리게 온도가 올라갈 것이다. 따라서, 냉각 링(121)과 열적으로 결합되는 외부 지지부(131)는 챔버 라이너의 온도 편차를 제거하는데 매우 적절하다. 이 실시예에 있어서, 라이너 지지부(134)로부터 외부 지지부(131)로의 열 손실은 외부 지지부(131)의 단면과 길이를 조정함으로써 세팅될 수 있다. 따라서, 이 같은 조정은 라이너 지지부(134)에서 온도 제어 상부 플레이트(124)로의 열 손실 경로를 제어하기 위해 만들어 질 수 있다.

도시한 바와 같이, 챔버 라이너(130)는 배플 링(132)과 같이 만족할 만한 열전도 인터페이스(157)를 또한 제공할 것이다. 이 같은 만족할 만한 열전도 인터페이스를 달성하기 위해 배플 링(132), 챔버 라이너(130) 및 라이너 지지부(134)는 복수개 스크류(150')의 사용에 의해 함께 단단히 묶어진다. 바람직하게, 스크류(150')는 배플 링(132)의 내부 링(132a), 스페이서(131a') 및 챔버 라이너(130)와 직접 접촉 상태에 있는 스페이서(spacer) 링(131b)을 통해 적합하게 된다.

스페이서 링(131b)과 스페이서(131a')는 바람직하게 알루미늄으로 만들어져 스크류(150')에의 인가 압력에 대한 만족할 만한 표면 및 배플 링(132)과 챔버 라이너(130)의 부서지기 쉬운 표면을 제공한다. 즉, 배플 링(132)은 바람직하게 세라믹이기 때문에 상기 배플 링에 스크류로 직접 큰 힘을 인가하는 것은 배플 링 또는 챔버 라이너(130)의 깨짐을 유발할 수 있다. 스크류(150')가 체결되면, 상기 챔버, 챔버 라이너, 배플 링 및 라이너 지지부(즉, 소모 부품들)의 둘레 모두는 도 1의

고밀도 플라즈마 에칭 챔버(100)의 사용을 위한 준비상태가 된 것이다. 본 명세서에서 사용되는 것으로서, 이들 부품들은 소모 부품으로 언급되는데, 그러나 탄화 실리콘(또는 본 명세서에서 설명된 다른 대안적인 재료)이 고밀도 플라즈마를 형성하는 부품을 위해 사용될 때, 이들 부품들은 더 긴 수명, 소모품의 낮은 가격을 가질 것이다.

대체가 필요할 때, 이들 부품들은 대체부품(즉, 킷 크린 키트를 사용)으로 신속하게 대체될 수 있다. 라이너 지지부(134)는 고밀도 플라즈마에 접촉되지 않도록 설계되기 때문에 그것은 챔버 라이너(130) 및 배플 링(132) 만큼 빠르게 마멸되지 않는다. 따라서, 라이너 지지부(134)는 마멸되는 소모 부품(오프-라인에서 청소되어 재사용되거나 폐기되는 것)에서 제외되고, 대체 소모부품으로 사용된다. 챔버가 시간을 떨어뜨려 낮은 생산성으로 전환하는 제조 공정에 있을 때, 이들 소모품을 신속하게 대체하는 능력은 챔버의 부착물을 청소하는 평균시간을 감소시키는 이점을 가질 것이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 챔버 라이너(130), 배플 링(132) 및 라이너 지지부(134)의 3차원 조립도를 도시한다. 도시한 바와 같이 라이너 지지부(134)의 상부 연장부(134a)의 상부 표면은 히터(140)를 수용할 복수개의 스크류가 형성되도록 구성된다. 라이너 지지부(134)의 벽부를 따라 온도 변화에 대응하여 굽혀지도록 구성된 핑거를 형성하는 복수개의 슬롯(152)이 있다. 웨이퍼가 챔버(100) 내부로 그리고 밖으로 통과할 수 있도록 된 웨이퍼 입구 포트(160)가 챔버 라이너(130)의 벽부에 형성된다. 전형적으로, 상기 웨이퍼는 바람직하게 포트(160)에 부분적으로 적합해야만 하는 로봇트 아암(arm)을 사용하여 상기 챔버 내부에 들어와 정전기 척(106) 상에 놓여진다. 따라서, 포트(160)는 상기 웨이퍼와 로봇트 아암을 수용할 수 있을 정도로 충분히 커야 하지만, 그러나 또한 웨이퍼 상의 플라즈마 프로파일을 흐트리지 않을 정도로 충분히 작도록 유지되어야 한다. 도 7에 도시한 바와 같이, 포트(160)의 모양상으로 슬롯이 있는 삽입부가 상기 라이너의 바깥쪽에 부착된다. 다른 소모 부품과 마찬가지로 상기 삽입부도 SiC, Si₃N₄, B₄C 및/또는 BN일 수 있다.

또한, 라이너 지지부(134)는 전형적으로 챔버 라이너(130)에 형성되는 관통 구멍(162)을 구비한다. 관통 구멍(162)은 공정시 상기 챔버내 압력을 정밀조사하고 특정 공정의 종료점을 광학적으로 검출하기 위한 구멍을 포함한다. 또한, 라이너 지지부(134)의 상부 연장부(134a)에 히터(140)를 잡아두기 위한 스크류(144)를 수용하는데 사용되는 복수개의 구멍(161)이 더 상세하게 나타나 있다.

도 7은 조립된 챔버 라이너(130), 라이너 지지부(134) 및 배플 링(132)의 또 다른 3차원도를 나타낸다. 이 도면에서, 웨이퍼를 정전기 척(106)에 패스(pass)시키기 위해 사용되는 포트 구멍(160)이 더 상세하게 나타나 있다. 또한, 배플 링(132)의 티스(132b)가 나타나 있다. 여기서, 티스(132b)는 도 1에 도시한 바와 같은 챔버의 하부에서 플라즈마를 스크린하는 페디스털(112)의 가장 근접한 곳까지 연장한다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 도 1의 고밀도 플라즈마 에칭 챔버(100)의 분해 사시도를 나타낸다. 이 도면은 배플 링(132), 챔버 라이너(130) 및 라이너 지지부(134)의 조립체에서 사용되는 스페이서 링(131b)을 나타낸다. 또한, 이 사시도는 히터(140)가 라이너 지지부(134)의 상부 연장부(134a) 위에 적용되는 방법을 도시한다. 도시한 바와 같이, 히터(140)는 바람직하게 캐스트 히터이다. 물론, 다른 형태의 히팅 시스템이 또한 적용될 수 있다. 히터(140)가 적절하게 고정되어 있을 때, 만족할 만한 열 접촉이 라이너 지지부(134)에 생길 것이다.

또한, 상부 플레이트(124)의 구멍(124a)을 통해 통과하게 되는 전력 접속부(142)가 나타나 있다. 가스 분배 플레이트(120)를 수용할 수 있는 상부 플레이트(124)가 나타나 있다. 가스 분배 플레이트(120)는 공정 가스를 챔버(100)로 향하는 가스 공급 포트(126)에 의해 공급할 수 있는 채널(120a)을 구비한다. 이 예에 도시되지 않았지만, 세라믹 윈도우(122)가 가스 분배 플레이트(120)에 내려질 수 있다.

산업상 이용 가능성

본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 고밀도 플라즈마 에칭 챔버(100)는, 원하지 않는 이물질의 개입을 감소시키면서 예를 들어 열적 성장 이산화실리콘(SiO₂), TEOS, PSG, BPSG, USG(비도핑 스핀 온 글라스; undoped spin-on-glass), LTO, 등과 같은 산화 실리콘 재료들을 에칭하는데 특히 매우 적합하다. 단지 예시적인 목적으로 챔버(100)의 고밀도 플라즈마 조건을 달성하기 위해서 상기 챔버내의 압력은 바람직하게 약 80 mTorr 이하로 유지되고, RF 코일(128)(즉, 상부 전극)은 바람직하게 약 2,500 와트와 약 400 와트 사이에서, 가장 바람직하게는 약 1,500 와트로 세팅된다. 하부 전극(108)은 바람직하게 약 2,500 와트와 약 700 와트 사이에서, 가장 바람직하게는 약 1,000 와트로 유지되어야 한다. 전형적인 고밀도 산화 에칭 공정에 있어서, CHF₃, C₂H₅F₅ 및/또는 C₂F₆와 같은 공정 가스가 바람직한 에칭 특성을 생성하기 위해 상기 챔버로 개입된다.

전술한 바와 같이, 플라스마 형성 부품(예를 들면, 챔버 라이너(130), 배플 링(132), GDP(120), 포커스 링(114) 및 페디스털(112)을 포함하는 소모품들)을 위해 사용될 수 있는 재료들은 일반적으로 웨이퍼(104)상에서 조립되는 층으로 무해하다. 즉, 웨이퍼(104) 표면의 에칭 결과로 생기는 휘발성 에칭 생성물들은 소모품들이 플라스마 에너지에 의해 충격받을 때(즉, 스퍼터될 때) 생성되는 휘발성 생성물들과 유사하다. 유효한 결과로서, 소모품들의 이온 충격으로부터 생성된 이들 휘발성 생성물들은 정상적인 휘발성 에칭 생성물들과 합쳐질 것이다.

따라서, 이것은 챔버에 결합되는 진공 펌프를 사용하여 챔버(100)의 내부 영역에서 이들 합쳐진 휘발성 생성물의 제거를 수월하게 한다. 소모품들로부터의 휘발성 생성물이 웨이퍼 공정 영역에서 신속하게 제거될 수 있다는 사실로 인해, 실질적으로 낮은 수준의 미립자와 금속성 이물질만이 웨이퍼(104) 표면에 제조되는 디바이스를 손상시킬 것이다. 본 발명이 몇 개의 바람직한 실시예에 관해서 설명되는 동안, 상기한 상세한 설명을 읽고 도면들을 연구하는 당업자들은 다양한 변형물, 부가물, 치환물 및 균등물들을 깨달을 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 비록 특정한 상세내용이 반도체 웨이퍼에서의 이물질을 감소시키는 것에 대해 제공되었지만, 그 이점은 평판 디스플레이 기판 및 이와 유사한 것에 또한 적용될 수 있다. 더욱이, 비록 소모품을 위한 바람직한 재료가 순수한 탄화 실리콘(SiC)이었지만, 그 재료는 또한 SiC가 코팅된 그래파이트와 같은 SiC 코팅 재료이거나 또는 반응 결합된 SiC의 다공성을 채우는데 10 내지 20% Si가 부가된 주된 SiC일 수 있다. 전술한 바와 같이, 소모품들은 또한 질화 실리콘(Si_3N_4), 탄화 붕소(B_4C) 및 질화 붕소(BN)와 같은 재료로 만들어질 수 있다. 또한, 이들 재료들 모두는 고에칭 저항, 비-이물질 원소 및 휘발성 에칭 생성물을 갖는 바람직한 특성을 갖는다.

결국, 본 발명은 본 발명의 진정한 사상 및 범주내에 있는 변형물, 부가물, 치환물 및 균등물과 같은 모든 것을 포함하는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

플라스마 공정 챔버에 있어서,

상기 플라스마 공정 챔버의 내부 내에 챔버 라이너 및 라이너 지지부를 구비하고,

상기 라이너 지지부는 상기 챔버 라이너의 외부 표면을 감싸도록 형성된 플렉시블 벽부를 구비하고,

상기 플렉시블 벽부는 상기 챔버 라이너의 외부 표면에서 공간적으로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 공정 챔버.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 라이너 지지부에서 상기 챔버 라이너로 열을 열적으로 전도하도록 상기 라이너 지지부에 열적으로 접촉된 히터를 더 포함하여 된 것을 특징으로 하는 플라스마 공정 챔버.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 라이너 지지부는 플렉시블 알루미늄 재료로 만들어지고, 상기 챔버 라이너는 세라믹 재료를 포함하여 된 것을 특징으로 하는 플라스마 공정 챔버.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 플렉시블 벽부는, 상기 라이너 지지부를 상기 플렉시블 벽부가 열 스트레스를 흡수할 수 있게 하는 복수개의 핑거로 분할하는 슬롯을 포함하여 된 것을 특징으로 하는 플라스마 공정 챔버.

청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 라이너 지지부의 하부 연장부는 상기 챔버 라이너의 하부 지지부에 고정되도록 된 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 챔버 라이너 및 상기 라이너 지지부와 열 접촉하는 배플 링을 더 포함하고,

상기 배플 링은 상기 챔버 중심부에 위치한 정전기 척 둘레에 플라즈마 스크린을 형성하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 7.

제 6 항에 있어서, 상기 배플 링은 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및 질화 붕소(BN)의 하나 또는 그 이상으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 챔버 라이너는 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및 질화 붕소(BN)의 하나 또는 그 이상으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 챔버 라이너는 낮은 전기 저항성을 갖으며, 그라운드에 RF 경로를 제공하도록 형성된 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 정전기 척 상에 존재하는 가스 분배 플레이트를 더 포함하고,

상기 가스 분배 플레이트는 높은 전기 저항성을 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 가스 분배 플레이트는 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및 질화 붕소(BN)의 하나 또는 그 이상으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 12.

제 1 항에 있어서, 포커스 링 및 이 포커스 링과 정전기 척을 지지하는 페디스털을 더 포함하여 된 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 13.

제 12 항에 있어서, 상기 포커스 링과 페디스틸은 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및 질화 붕소(BN)의 하나 또는 그 이상으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 14.

제 1 항에 있어서, 탄화 실리콘(SiC), 질화 실리콘(Si₃N₄), 탄화 붕소(B₄C) 및 질화 붕소(BN)의 하나 또는 그 이상으로 만들어진 포커스 링, 페디스틸 및/또는 가스 분배 플레이트를 더 포함하여 된 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 15.

제 11 항에 있어서, 상기 가스 분배 플레이트를 통해 RF 에너지를 유도적으로 결합하여 상기 챔버에서 고밀도 플라즈마를 발생시키는 RF 에너지 소스를 더 포함하여 된 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 16.

제 15 항에 있어서, 상기 RF 에너지 소스는 플레너 안테나를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 17.

제 1 항에 있어서, 상기 라이너 지지부는 상기 라이너 지지부의 하부 연장부에 열적으로 접속되는 외부 지지부를 더 구비하고,

상기 외부 지지부는 상기 챔버상에 장착되는 수냉식 상부 플레이트와 열 접촉상태에 있게 되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 18.

제 1 항에 있어서, 상기 챔버는 플라즈마 에칭 챔버인 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 19.

제 1 항에 있어서, 상기 라이너 지지부는 상부 연장부, 플렉시블 벽부 및 하부 연장부를 구비하고,

상기 플렉시블 벽부와 하부 연장부는 상기 라이너 지지부에서 복수개의 핑거를 형성하는 복수개의 슬롯을 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 20.

제 1 항에 있어서, 캐스트 히터 링이 상기 라이너 지지부와 열 접촉상태에 있고,

상기 히터 링은 상기 챔버 라이너의 온도를 열적으로 제어하기 위해 상기 라이너 지지부를 발열시키는 저항성 발열 소자를 구비하여 된 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

청구항 21.

플라즈마 공정 챔버로서, 상기 플라즈마 공정 챔버의 내부 내에 챔버 라이너 및 라이너 지지부를 구비하고, 상기 라이너 지지부는 상기 챔버 라이너의 외부 표면을 감싸도록 형성된 플렉시블 벽부를 구비하고, 상기 플렉시블 벽부는 상기 챔버 라이너의 외부 표면에서 공간적으로 이격되어 있는 상기 플라즈마 공정 챔버에서 반도체 기판을 공정처리하는 방법에 있어서,

반도체 웨이퍼가 상기 챔버로 이송되고, 상기 반도체 웨이퍼의 노출 표면은 고밀도 플라즈마로 공정처리되도록 된 것을 특징으로 하는 반도체 기판 공정처리 방법.

청구항 22.

제 21 항에 있어서, 상기 챔버 라이너는 세라믹 재료이고, 상기 라이너 지지부는 이 라이너 지지부와 상기 챔버의 온도 제어 부분 사이에서 연장하는 외부 지지부를 구비하고,

상기 외부 지지부는 반도체 웨이퍼 배치(batch)의 순차적인 공정처리시 상기 챔버 라이너의 온도 편차를 최소화시키도록 치수화된 것을 특징으로 하는 반도체 기판 공정처리 방법.

청구항 23.

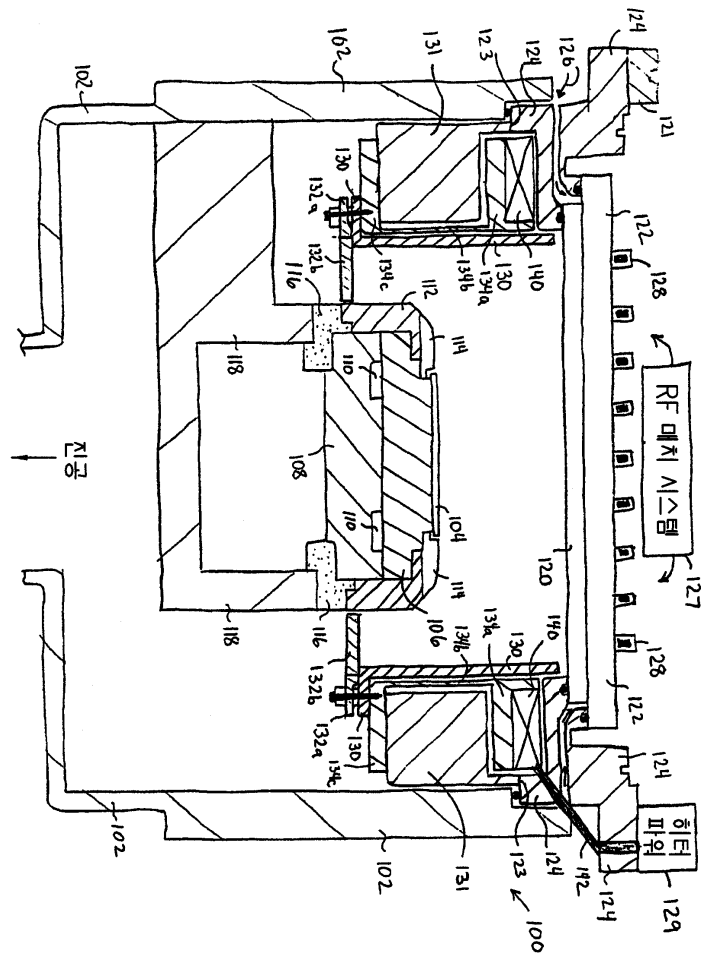
제 21 항에 있어서, 상기 챔버 라이너는 소정 갯수의 반도체 웨이퍼를 공정처리한 후 상기 챔버에서 제거되고 다른 세라믹 라이너로 대체되는 세라믹 라이너인 것을 특징으로 하는 반도체 기판 공정처리 방법.

청구항 24.

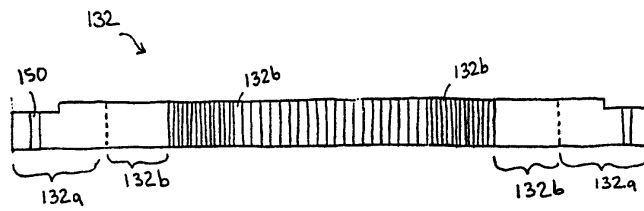
제 1 항에 있어서, 상기 챔버 라이너는 상기 웨이퍼를 상기 챔버로 통과시킬 수 있는 웨이퍼 입구 포트를 구비하여 된 것을 특징으로 하는 플라즈마 공정 챔버.

도면

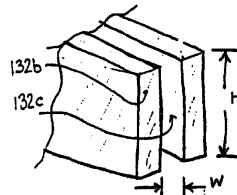
도면1



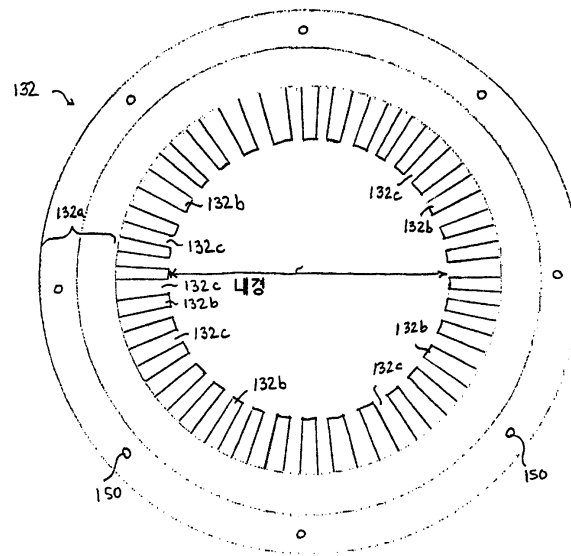
도면2a



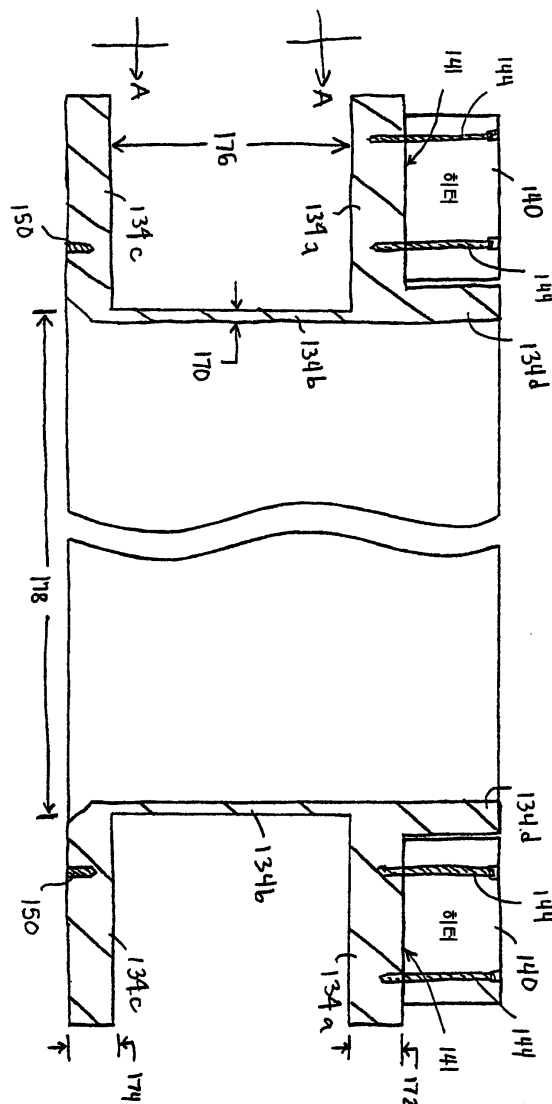
도면2b



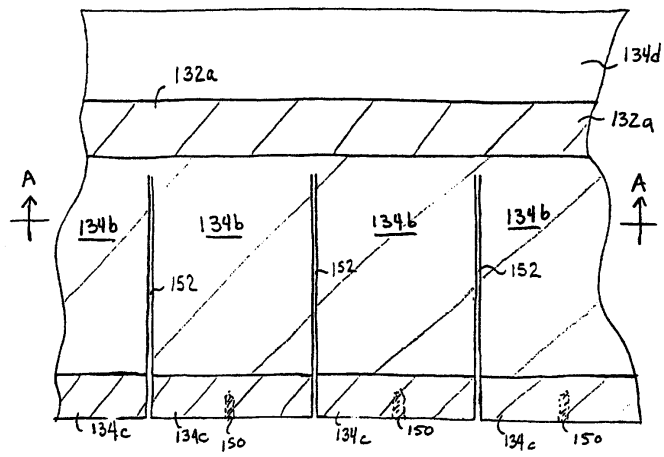
도면2c



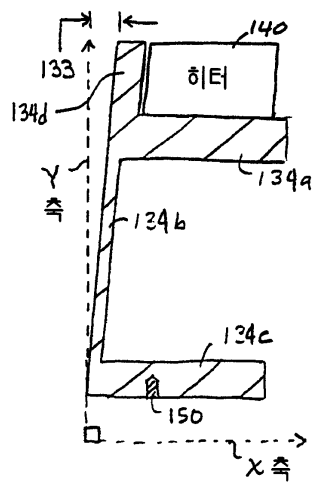
도면3a



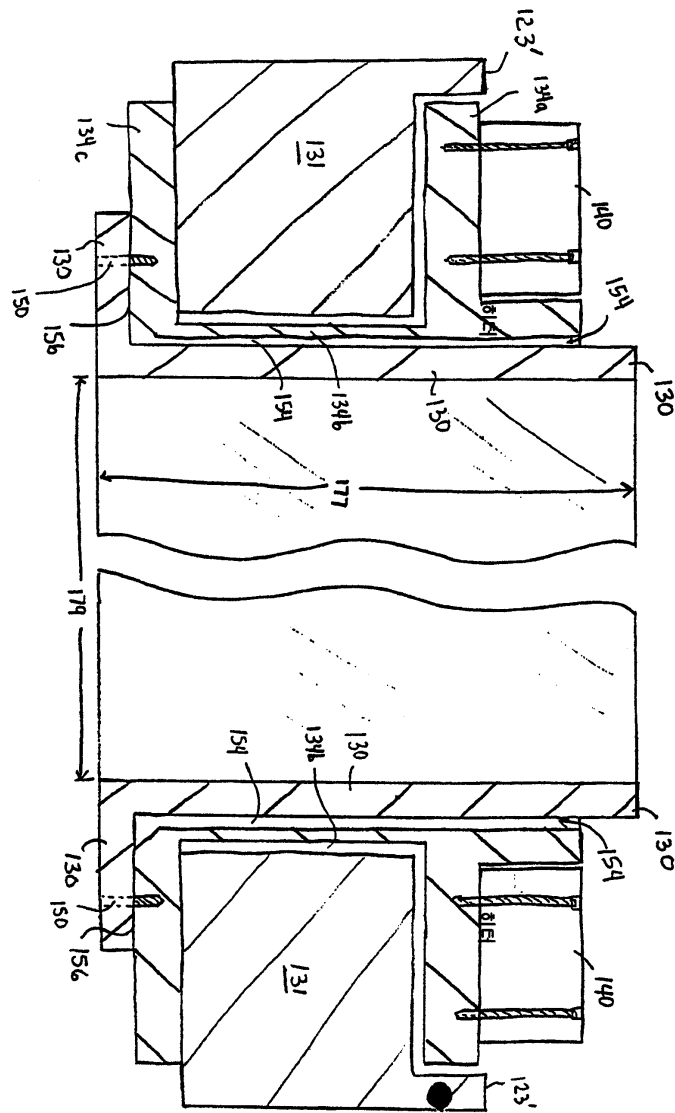
도면3b



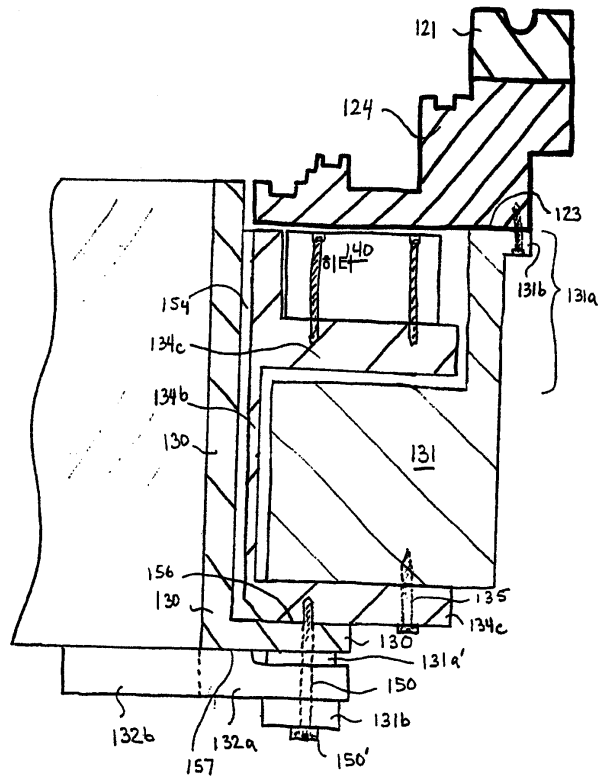
도면3c



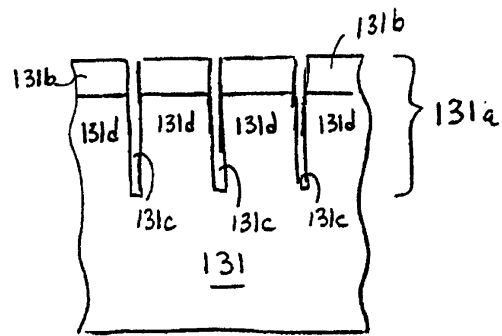
도면4



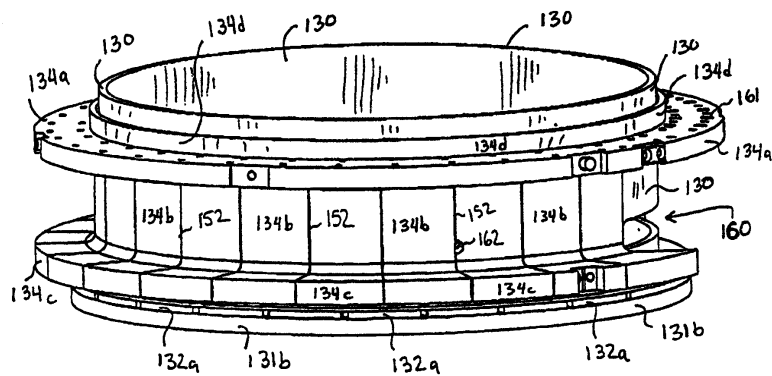
도면5a



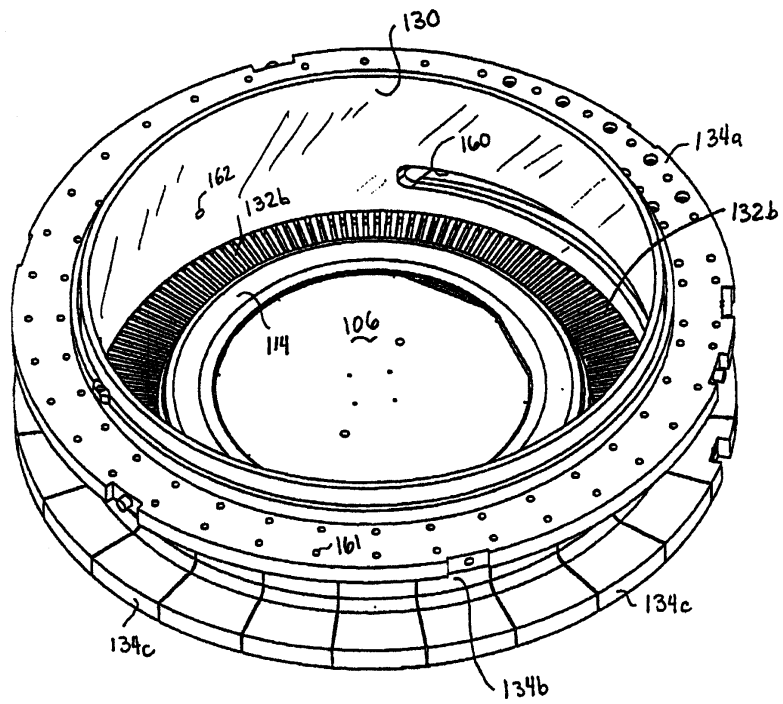
도면5b



도면6



도면7



도면8

