

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H01L 21/3065

(11) 공개번호
(43) 공개일자

특2003-0066770
2003년08월09일

(21) 출원번호	10-2003-7008660		
(22) 출원일자	2003년06월26일		
번역문 제출일자	2003년06월26일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2001/44701	(87) 국제공개번호	WO 2002/54444
(86) 국제출원출원일자	2001년12월07일	(87) 국제공개일자	2002년07월11일

(30) 우선권주장 09/749,916 2000년12월29일 미국(US)

(71) 출원인 램 리서치 코포레이션
미합중국, 캘리포니아 94538-6470, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650

(72) 발명자 휴바첵제롬에스.
미국캘리포니아94539프레몬트호바트코트644

엘링보우알버트알.
아일랜드코더블린루칸라라프콘로지

벤징데이비드
미국캘리포니아95118샌호제폭스위디아비뉴1203

(74) 대리인 이영필
권석흠

심사청구 : 없음

(54) 플라즈마 공정을 위한 전극 및 이의 제조 방법과 사용 방법

요약

단일 웨이퍼와 같은 반도체 기판의 공정이 행해질 수 있는 플라즈마 반응 챔버를 위한 실리콘 전극과, 상기 전극을 가지고 반도체 기판을 처리하는 방법을 개시한다. 전극(12)은 1Ωcm 미만의 전기 비저항을 가진 낮은 비저항 전극이다. 전극은 온도조절판(80) 또는 링(14)과 같은 지지대에 결합되거나 고정된 샤워헤드 전극과 같은 무결합 단결정 실리콘 또는 실리콘 카바이드 전극일 수 있다. 샤워헤드 전극은 균일한 두께를 가진 원형 디스크 모양일 수 있고 탄성중합체 결합부가 지지링과 전극 사이에 제공될 수 있다. 전극은 0.020 내지 0.030 인치 직경을 가진 가스 배출구(16)들을 포함할 수 있다.

대표도

도 2

명세서

기술분야

본 발명은 실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 기판의 플라즈마 공정을 위한 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 비저항이 낮은 전극을 구비한 전극 어셈블리(electrode assembly)에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이러한 전극 어셈블리를 가지고 반도체 기판을 처리하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 기판을 처리하기 위한 플라즈마 공정 반응기에 사용되는 전극은 미합중국특허 제5,074,456호와 제5,569,356호에 개시되어 있으며, 그 개시내용은 본 명세서에 원용되어 통합된다. 상기 '456호 특허는 평행판 반응 장치용 전극 어셈블리를 개시하는데, 상부전극은 반도체급의 순도를 가지고 접착제, 솔더(solder) 또는 브레이징층(brazing layer)에 의해 지지 프레임에 결합되어 있다. 상기 솔더 또는 브레이징층은 인듐, 은 및 이들의 합금과 같은 증기압이 낮은 금속일 수 있고 지지 프레임과 전극간의 결합 표면은 결합층의 적심성(wetability)과 점착성(adhesion)을 좋게 하기 위하여 티타늄 또는 니켈과 같은 금속의 얇은 층으로 코팅될 수 있다. 인듐 결합과 같은 야금결합(metallurgical bond)은 전극과 이 전극이 결합될 부품간의 열팽창/수축 차이로 인해 전극을 휘게(wrap) 하는 것으로 알려져 있다. 또한, 이러한 야금결합은 열피로(thermal fatigue) 및/또는 결합의 용융으로 인해 높은 플라즈마 공정 전력에서 떨어지게 된다는 것도 알려져 있다.

건식 플라즈마 식각, 반응성 이온 식각 및 이온 밀링(ion milling) 기술들이 반도체 웨이퍼의 화학적 식각과 관련한 다양한 한계를 극복하기 위하여 개발되어 왔다. 특히, 플라즈마 식각은 수직 식각속도를 수평 식각속도보다 훨씬 크게 만드는 것을 가능케 하므로, 식각된 피쳐(feature)의 결과적인 종횡비(aspect ratio)(즉, 결과물 노치(notch)의 높이 대 너비 비율)가 적절히 조절될 수 있다. 사실, 플라즈마 식각은 높은 종횡비를 갖는 매우 미세한 피쳐를 두께 1 μ m 이상인 박막 내에 형성하는 것을 가능하게 한다.

플라즈마 식각 공정 동안에, 비교적 낮은 압력의 가스에 많은 양의 에너지를 부가하여 결국 가스를 이온화시킴으로써, 플라즈마가 웨이퍼의 마스크된 표면 상에 형성된다. 식각될 기판의 전위(electrical potential)를 조정함으로써, 플라즈마 안의 하전된 종(charged species)들이 웨이퍼에 거의 수직으로 충돌하도록 향해질 수 있으며, 여기서 웨이퍼의 마스크되지 않은 영역 내의 물질들이 제거된다.

식각 공정은 종종 식각될 물질과 화학적 반응성이 있는 가스를 사용함으로써 보다 효율적으로 수행될 수 있다. 소위 '반응성 이온 식각'은 플라즈마의 강력한 식각 효과를 가스의 화학적 식각 효과와 결합시킨다. 그러나, 많은 화학적으로 활성인 약품(agents)들은 과도한 전극 마모를 초래한다고 알려져 있다.

웨이퍼의 전 표면에 걸쳐 균일한 식각속도를 얻기 위해 웨이퍼의 표면 위로 플라즈마를 고르게 분포시키는 것이 바람직하다. 예를 들면, 미합중국특허 제4,595,484호, 제4,792,378호, 제4,820,371호 및 제4,960,488호는 전극 내의 수많은 구멍(hole)을 통해 가스를 분산시키기 위한 샤워헤드(showerhead) 전극을 개시하고 있다. 일반적으로 이 특허들은 반도체 웨이퍼로 가스 증기의 균일한 유동을 제공하도록 설계된 개구부(aperture) 배열을 가진 가스분산판을 기술하고 있다.

반응성 이온식각 시스템은 전형적으로 상부전극(또는 양극)과 하부전극(또는 음극)이 내부에 위치한 식각 챔버로 구성된다. 음극은 양극과 용기 벽에 대해 음의 바이어스가 걸린다. 식각될 웨이퍼는 적당한 마스크로 덮여 음극 상에 직접 안착된다. CF₄, CHF₃, CClF₃ 및 SF₆와 같은 화학적으로 반응성인 가스 또는 이 가스들의 혼합가스가 O₂, N₂, He 또는 Ar과 함께 식각 챔버로 유입되어 보통 수 밀리토르(millitorr) 범위의 압력으로 유지된다. 상부전극에는 이들 가스가 전극을 통해 챔버 안으로 균일하게 분산되도록 하는 가스 구멍이 형성되어 있다. 양극과 음극 사이에 형성된 전기장이 이 반응성 가스를 분해하여 플라즈마를 형성하게 된다. 웨이퍼의 표면은 활성 이온과의 화학적 상호작용과 웨이퍼 표면에 부딪히는 이온의 운동량(momentum) 전달에 의해 식각된다. 전극에 의해 발생된 전기장은 이온을 음극으로 끌어당겨서 이온이 표면에 주로 수직 방향으로 부딪히도록 유도함으로써, 공정이 잘 정의된(well-defined) 수직으로 식각된 측벽(vertically etched side wall)을 생산한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 반도체 기판의 공정에 이용되는 플라즈마 반응 챔버 안에 장착되도록 만든 낮은 비저항 실리콘 전극을 제공한다. 상기 전극은 1 Ω cm 미만의 전기 비저항을 가지고, 일측에 RF 가동되거나 전기적으로 접지된 표면을 가지며, 상기 표면은 상기 전극을 사용하는 동안에 플라즈마 반응 챔버 안의 플라즈마에 노출된다. 바람직하게는, 상기 비저항이 0.1 Ω cm 미만이고, 보다 바람직하게는 0.05 Ω cm 미만이다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 전극은 샤워헤드를 포함하고, 상기 샤워헤드는 상기 샤워헤드를 사용하는 동안에 상기 플라즈마 반응 챔버 안으로 공정가스를 분산시키도록 배열된 복수개의 가스 배출구(outlet)들을 가진다.

예를 들어, 상기 가스 배출구들은 0.020 내지 0.030 인치의 직경을 가질 수 있고 상기 노출된 표면을 가로질러 분포되어 있다. 상기 전극은 중금속 오염이 10 ppm 미만인 무결함 단결정 실리콘으로 이루어진 것이 바람직하다. 바람직한 사용예에 따르면, 상기 전극은 평행판 플라즈마 반응기의 전기적으로 접지된 상부전극을 포함할 수 있다.

상기 전극은 플라즈마 식각 반응기 안의 전극 어셈블리의 부품으로서 설치될 수 있다. 예를 들어, 상기 전극은 탄성중합체 결합부(elastomeric joint)에 의해 지지 부재에 결합될 수 있고, 상기 탄성중합체 결합부는 상기 전극과 상기 지지 부재 사이에 전기 전도성인 탄성중합체 물질을 포함하며, 상기 탄성중합체 물질은 상기 전극과 상기 지지 부재 사이의 전기적 전류 경로를 제공한다. 다른 설비에서, 상기 전극은 클램핑 부재에 의해 지지 부재에 탄력적으로 고정될 수 있다. 바람직한 경우, 상기 전극은 플라즈마 반응 챔버 내부의 온도조절부재(temperature-controlled member)에 결합되거나 고정되어 있는 샤워헤드 전극일 수 있고, 상기 온도조절부재는 상기 샤워헤드 전극으로 공정가스를 공급하는 가스 통로(passage)를 포함한다. 이러한 설비에서, 상기 온도조절부재는 공동(cavity)과 상기 공동 안에 위치하는 적어도 하나의 배플판(baffle plate)을 포함하여, 상기 가스 통로는 상기 샤워헤드 전극을 통과하기 전에 상기 배플을 통과하는 공정가스를 공급한다.

본 발명은 또한 전극 어셈블리가 $1\Omega\text{cm}$ 미만의 전기 비저항을 가지며 RF 가동되거나 전기적으로 접지된 실리콘 전극을 포함하는 플라즈마 반응 챔버 안에서 반도체 기판을 처리하는 방법도 제공한다. 상기 방법은 반도체 기판을 상기 플라즈마 반응 챔버로 공급하는 단계, 상기 플라즈마 반응 챔버의 내부에 공정가스를 공급하는 단계, 상기 공정가스가 상기 반도체 기판의 노출 표면에 접촉하는 플라즈마를 형성하도록 상기 공정가스를 활성화시키는 단계, 및 상기 플라즈마를 가지고 상기 기판을 처리하는 단계를 포함한다.

바람직한 실시예에 있어서, 상기 반도체 기판은 실리콘 웨이퍼를 포함하고 상기 방법은 상기 웨이퍼 상의 유전체층 또는 도전체층을 식각하는 단계를 포함한다. 대신에, 상기 방법은 상기 반도체 기판 상에 물질층을 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 전극은 평행판 플라즈마 반응기 안의 상부전극을 포함할 수 있다. 상기 상부전극이 접지된 경우, 상기 기판을 처리하는 동안에 하부전극에는 적어도 하나의 주파수를 가진 RF 에너지가 공급될 수 있다.

바람직한 플라즈마 식각 공정에 있어서, 상기 전극은 온도조절부재에 결합되거나 고정되어 있고 RF 가동되는 단결정 실리콘 샤워헤드 전극을 포함할 수 있고, 상기 공정가스는 상기 온도조절부재를 통해 상기 샤워헤드 전극으로 공급된다. 상기 RF 가동되는 전극은 상기 공정가스를 활성화시켜 상기 플라즈마를 형성할 수 있고 상기 기판은 상기 플라즈마에 의한 식각에 처해질 실리콘 웨이퍼를 포함할 수 있다. 상기 전극은 온도조절부재에 결합되거나 고정되어 있는 전기적으로 접지되고 전력이 인가되지 않은 단결정 실리콘 샤워헤드 전극을 포함할 수도 있고, 상기 공정가스는 상기 온도조절부재를 통해 상기 샤워헤드 전극으로 공급된다. 상기 접지된 샤워헤드 전극은 상기 플라즈마를 한정(confine)하는 데에 효과적인 접지 경로를 형성할 수 있으며 상기 기판은 상기 플라즈마에 의한 식각에 처해질 실리콘 웨이퍼를 포함할 수 있다.

사용에 있어서, 본 발명에 따른 전극은 $10\Omega\text{cm}$ 이상의 전기 비저항을 가진 종래 전극에 비해 적게 가열(heat-up)되고 RF 전력을 상기 플라즈마로 보다 효율적으로 결합시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 전극이 상기 챔버 안으로 상기 공정가스를 통과시키는 가스 배출구들을 포함하고 상기 가스 배출구가 0.020 내지 0.030 인치의 직경을 가지며 상기 공정가스가 식각 가스를 포함하는 경우에, 상기 전극은 0.033 인치 직경의 가스 배출구들을 가진 종래 전극에 비해 상기 식각 가스를 가지고 상기 기판을 식각하는 동안에 상기 가스 배출구 내부와 상기 전극의 뒷면에 폴리머 부산물이 더 적게 퇴적될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도면들을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명할 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 낮은 비저항 전극이 사용될 수 있는 플라즈마 반응 시스템의 개략적인 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 낮은 비저항 샤워헤드 전극 어셈블리의 측단면도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 낮은 비저항 샤워헤드 전극 어셈블리의 측단면도이다.

도 4는 도 3에 도시한 설비 중 IV 부분의 세부적인 측단면도이다.

도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 낮은 비저항 샤워헤드 전극 어셈블리의 측단면도이다.

도 6은 도 5에 도시한 전극 어셈블리의 세부적인 도면이다.

도 7은 도 3에 도시한 설비의 일부분에 대한 측단면도이다.

실시에

본 발명은 접지에 대한 임피던스(impedance)를 개선하고(이는 플라즈마 한정을 개선시킨다), 식각속도 균일성은 유지하면서 식각속도는 증가시키는 것과 같이 플라즈마 공정을 개선하며, 또는 가열을 최소화하고 전력이 보다 효율적으로 플라즈마에 결합되도록 오믹 손실을 줄여 온도 제어를 개선함으로써, 플라즈마 반응기에 이용되는 종래의 높은 비저항 전극에 대한 장점을 가지는 낮은 비저항 실리콘 전극을 제공한다.

본 발명에 따른 실리콘 전극은 실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 기판의 플라즈마 공정, 특히 플라즈마 식각을 하는 동안에 종래 전극에 비해 현저한 개선을 제공한다. 설명을 위한 목적으로, 본 발명에 따른 전극은 반도체 기판을 플라즈마 처리하는 데에 유용한 샤워헤드 전극을 참조하여 기술될 것이다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 낮은 비저항 전극은 반도체 기판을 처리하기 위한 평행판 플라즈마 반응기의 상부전극, 예를 들어 200mm 또는 300mm 실리콘 웨이퍼와 같은 웨이퍼가 평평한 바닥 전극을 가진 정전척(electrostatic chuck) 상에 지지되어 상부전극의 1 내지 2cm 아래에 위치하게 되는 매엽식(single) 웨이퍼 식각장치의 상부전극으로 사용된다. 이러한 시스템에서, 상기 전극은 주기적으로 교체되어야 하는 전극 어셈블리의 부품일 수 있다. 따라서, 전극 또는 전극 어셈블리는 플라즈마 챔버로부터 용이하게 제거될 수 있는 방식으로 장착된다. 예를 들어, 전극은 Lenz 등에게 허여된 공동 소유의 미합중국특허 제5,569,356호에 개시된 것과 같은 어떤 적당한 기술에 의해 지지대에 기계적으로 고정될 수 있고, 그 개시 내용은 본 명세서에 원용되어 통합된다. 대신에, 전극은 Degner 등에게 허여된 공동 소유의 미합중국특허 제5,074,456호에 개시된 것과 같은 어떤 적당한 기술에 의해 지지대에 야금적으로 혹은 접착으로 결합될 수 있고, 그 개시 내용은 본 명세서에 원용되어 통합된다. 또한, 전극은 Lilleland 등에게 허여된 공동 소유의 미합중국특허 제6,073,577호에 개시된 것과 같은 탄성중합체 결합부에 의해 지지대에 결합될 수 있고, 그 개시 내용은 본 명세서에 원용되어 통합된다.

본 발명에 따른 낮은 비저항 전극은 도 1에 도시한 것과 같은 플라즈마 식각 시스템에 사용될 수 있다. 도 1에서 상부전극(12)을 포함하는 전극 어셈블리(10)가 챔버(52), 반입 로드락(inlet load lock)(54), 및 반출 로드락(outlet load lock)(56)을 가지는 평행판 반응기 시스템(50) 안에 위치하고 있는데, 그 상세 내용은 공동 소유의 미합중국특허 제4,340,462호에서 찾아볼 수 있고, 그 개시 내용은 본 명세서에 원용되어 통합된다. 챔버(52)는 그 상면에 웨이퍼 기판 한 장을 수용하도록 만들어진 하부전극판(58)을 포함한다. 전극 어셈블리(10)는 메커니즘(60)에 의해 수직으로 움직일 수 있는 상부 하우징(59) 안에 장착되어, 전극(12)과 전극(58) 사이의 간격이 조정될 수 있다.

로드락(54, 56)은 웨이퍼 공급장치(62)로부터 챔버(52)를 통해 웨이퍼 수용기(64)로 웨이퍼를 운반하는 운반 장치를 포함한다. 식각 가스 공급장치(70)는 전극 어셈블리(10)로 식각 가스를 운반하기 위해 하우징(59)에 연결되어 있다. 진공 펌프 설비(72)는 챔버 안을 원하는 압력, 예를 들면 0.001 내지 10 Torr로 유지한다. 냉각수 소스(74)가 상부전극과 하부전극에 연결되어 그들을 원하는 온도로 유지시키며, 로드락 펌프 설비(76)가 로드락(54, 56) 안에 원하는 진공압을 형성한다. 전력 소스(78)가 상부 및/또는 하부전극(12, 58)에 라디오 주파수(RF) 전력을 제공한다.

전극 어셈블리(10)의 세부 사항이 도 2에 도시되어 있다. 여기서, 원반 형태의 전극판(12)은 브레이징, 솔더링, 접착제 등과 같은 적절한 결합 기술에 의해 지지링(14)에 결합되어 있다. 전극은 반응 가스를 분산시키기 위한 개구부(16)들을 포함하는 샤워헤드 전극을 포함한다. 링(14)은 샤워헤드(12)의 상면과 맞물리도록 크기가 정해진 플랜지와 연장부(extension)를 갖는다. 링(14)은 조임쇠(fasteners)(미도시)에 의해 알루미늄 판과 같은 전기 전도성 안벽판(backing plate)(80)에 고정되고 플레이트(64)로 덮인 냉각 채널(84)이 냉각수 소스(74)로부터 공급된 냉각수의 순환을 위한 냉각 도관을 형성한다. 전력 소스(78)로부터의 RF 전력은 안벽판(80)으로 공급되어 챔버(52) 안의 플라즈마를 활성화시키기 위해 링(14)을 통해 전극판(12)으로 전달될 수 있다. 대신에, 전극판(12)은 하부전극(58)에 의해 챔버 안에 발생된 플라즈마를 위한 접지 경로를 제공하도록 접지될 수 있다. 반응가스 소스(70)로부터의 반응 가스는 통로(86)를 지나 안벽판(80)으로 들어가고 배플판(87, 88)을 포함하는 배플 설비 안을 통과한다. 두 개의 배플판이 도시되었지만, 임의의 적당한 배플판이 사용될 수 있으며 또는 생략될 수 있다. 링(14)을 둘러싸고 있는 것은 내부 절연성 또는 전도성링(90)과 외부 절연성링(92)인데, 둘 다 링(14)이 플라즈마와 직접 접촉하는 것을 방지한다.

본 발명에 따른 낮은 비저항 전극은 도 3 및 도 4에 도시한 것과 같은 정위치(captive) 전극 시스템에 사용될 수 있다. 여기에서 전극 어셈블리는 전극(130), 지지 부재(132) 및, 전극을 부재(132)에 고정하는 플라즈마 한정링(134)을 포함한다. 링(134)은 부재(132) 안으로 파고드는 볼트(135)에 의해 부재(132)에 부착되어 있다. 부재(132)는 세 개의 배플판(140)을 포함하는 리세스(138)로 공정가스를 공급하기 위한 가스 통로(136)를 포함한다. 부재(132)의 하부면(132a)은 그곳에 RF 전력을 공급하기 위한 전극(130)과 맞물리며 부재(132)의 방사상 외부 표면(132b)은 링(134)의 상부면과 접하고 있다. 부재(132)의 플랜지(146)는 전극 어셈블리를 플라즈마 반응 챔버 내부에 부착시킨다. 부재(132) 안의 냉각 채널(152)은 전극 어셈블리를 냉각시킨다. 링(134) 상의 플랜지(150)는 전극(130)의 노출된 표면의

외곽 부분에 대해 탄력적인 클램핑력(resilient clamping force)을 제공한다. 한정링(134)은 플라즈마 환경 안에서 안정한 열저항성 열경화 폴리머(예를 들어 Dupont사의 Vespel™)로 제조되는 것이 바람직하나, 링은 알루미늄, 지르코니아, 티타니아, 실리콘 나이트라이드, 실리콘 카바이드 등과 같은 세라믹 물질로부터 만들어질 수 있으며 유전체가 도포된 금속이 링(134)으로 사용될 수 있다. 링이 비탄성 물질로 된 경우에, 전극(130)에 탄력성 클램핑력을 제공하기 위해 볼트(135)가 Vespel™과 같은 탄성적으로 변형할 수 있는 물질로 만들어질 수 있다. 대신에, 링(134)과 볼트가 탄성적으로 변형할 수 있는 물질로 만들어질 수 있다. 적당한 클램핑 설비의 세부 사항은 앞서 인용되어 통합된 Le nz 등의 특허에 나와 있다.

플라즈마 반응 챔버 안의 압력은 링(134) 안의 가스 통로(154)를 통해 감시할 수 있다. 통로(154)를 둘러싸는 오-링(O-ring)(144)은 부재(132)와 링(134) 사이에 기밀성(seal)을 제공한다. 전극(130)과 부재(132) 사이의 열전도를 향상시키기 위해서, 공정가스가 통로(155)를 통해 공급되어 부재(132) 안의 환형 채널(미도시) 안에서 압력 상태로 유지될 수 있고, 오-링 씰(142, 143)은 채널 안에서 가스를 압력 상태로 유지하는 데에 사용될 수 있다.

도 5 내지 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 낮은 비저항 전극(210)은 탄성중합체 결합부(246)에 의해 지지링(212)에 결합될 수 있다. 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 전극(210)은 중심으로부터 모서리까지 균일한 두께를 가진 평판 디스크이다. 링(212) 상의 외곽 플랜지는 알루미늄 고정링(216)에 의해 냉각수 채널(213)을 가진 알루미늄 온도조절 부재(214)에 고정된다. 냉각수는 냉각수 유입/유출 연결부(213a)에 의해 냉각수 채널(213)에서 순환된다. 플라즈마 한정링(217)은 전극(210)의 외주변을 둘러싸는 일정 간격의 석영 링 더미(stack)를 포함한다. 플라즈마 한정링(217)은 절연성의 환형링(218)에 볼트로 고정되고, 다음에는 절연성 환형 링이 절연성 하우징(218a)에 볼트로 고정된다. 한정링(217)의 목적 및 기능은 반응기 내의 압력차를 유도하고, 반응 챔버 벽체와 플라즈마 사이의 전기 저항을 증가시켜 플라즈마를 상부전극과 하부전극 사이에 한정하는 것이다. 클램핑링(216)의 내부 반경방향으로 신장하는 플랜지는 그래파이트 지지링(212)의 외곽 플랜지와 맞물린다. 그리하여, 전극(210)의 노출된 표면에 대해 직접적으로 가해지는 클램핑 압력은 없게 된다.

가스 공급장치로부터의 공정가스가 온도조절부재(214)의 중앙 홀(220)을 통해 전극(210)에 공급된다. 그런 다음 가스는 수직방향으로 이격되어 있는 하나 또는 그 이상의 배플판(222)을 통해 분산되고 공정가스를 반응 챔버(224) 내로 고르게 분산시키기 위하여 전극(210) 내의 가스분산홀(미도시)을 통과한다. 전극(210)으로부터 온도조절부재(214)로의 열전도를 향상시키기 위하여, 공정가스는 온도조절부재(214)와 지지링(212) 사이의 마주보는 표면 사이의 열린 공간을 채우기 위해 공급될 수 있다. 부가적으로, 환형링(218) 또는 한정링(217) 내의 가스 통로(미도시)와 연결된 가스 통로(227)는 반응 챔버(224) 내의 압력이 감시되도록 한다. 공정가스를 온도조절부재(214)와 지지링(212) 사이에서 압력 상태로 유지시키기 위해, 지지링(212)의 내면과 온도조절부재(214)의 마주보는 면 사이에 제1 오-링 씰(228)이 제공되고, 지지링(212) 상면의 외곽부와 온도조절부재(214)의 마주보는 면 사이에는 제2 오-링 씰(229)이 제공된다. 챔버(224) 내의 진공 분위기를 유지하기 위하여, 온도조절부재(214)와 실린더형 부재(218b) 사이 및 실린더형 부재(218b)와 하우징(218a) 사이에 추가 오-링(230, 232)이 제공된다.

도 6은 샤워헤드 어셈블리(240)의 세부 사항을 도시한 것인데, 여기서 전극(210)은 도 7에 도시된 바와 같이 리세스(248) 내에 위치할 수 있는 탄성중합체 결합부(246)에 의해 전기 전도성 지지링(212)에 결합되어 있다. 리세스(248)는 지지링(212)의 내벽(미도시) 및 외벽(250) 사이에서 지지링(212) 둘레에 연속적으로 확장되어 있는 것이 바람직하다. 각 벽체(250)는 예컨대 약 30 mils의 폭으로 가능한 한 얇을(thin) 수 있는데, 이것은 탄성중합체가 각 벽체(250)와 접하고 있는 영역에서는 얇은 층(예컨대, 탄성중합체가 알루미늄, 실리콘, 실리콘 카바이드 등의 도전성 입자와 같은 0.7 내지 2 μ m 크기의 필러를 포함하는 경우 약 2 μ m 두께)를 형성하고, 리세스(248) 안에서는 두꺼운 층(예를 들면, 약 0.0025 인치)을 형성하는 것을 가능하게 한다. 상기 벽체들에 의해 형성된 리세스는 예컨대 깊이 약 2mils로 매우 얇을 수 있는데, 이는 전극을 지지링에 점착성 접착(adhesively bond)시키기 위한 충분한 강도를 가진 매우 얇은 탄성중합체 결합부를 제공하고 또한 전극 어셈블리의 온도 사이클링 동안에 지지링에 대한 전극의 움직임을 허용한다. 부가적으로, 리세스의 벽체들은 반응기의 플라즈마 분위기에 의한 침식으로부터 탄성중합체 결합부를 보호할 수 있다. 리세스(248)가 생략될 수 있고 탄성중합체 결합이 고립되거나 연속적인 얇은 탄성중합체 염주의 형태로 전극과 지지 부재가 만나는 편평한 표면 사이에 제공될 수 있음을 주목해야 하는데, 예를 들어 탄성중합체는 전극과 지지 부재 사이에 얇은 환형 염주의 형태로 하나 이상 증착될 수 있다.

종래 샤워헤드 전극은 10 Ω cm 이상의 비저항을 가진 단결정 실리콘으로부터 만들어진다. 이러한 전극은 플라즈마 식각 반응기에서 기능을 잘 수행하지만, 전극의 비저항을 낮춤으로써 전극의 성능이 현저하게 개선됨을 발견하였다. 예를 들어, 본 발명에 따르면 전극의 비저항이 1 Ω cm 미만, 바람직하게는 0.005 내지 0.02 Ω cm로 감소된다. 전극의 물질은 바람직하게는 실리콘 웨이퍼를 만드는 데 사용되는 무결함 단결정 실리콘이다. 부가적으로, 낮은 비저항 실리콘 카바이드와 같은 다른 물질도 전극으로 사용될 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따르면, 전극은 플라즈마가 기판 지지대 안에 통합된 하부전극에 의해 발생하는 플라즈마 반응기 안의 접지된 샤워헤드 전극을 포함한다. 원한다면, 하부전극에는 두 가지 주파수 전력이 공급될 수 있는데, 높은 주파수는 웨이퍼를 처리하는 데에 사용되는 플라즈마를 발생시키고 유지하는 데에 사용되고 낮은 주파수는 원하는 R F 바이어스를 웨이퍼에 인가하는 데에 사용된다. 종래 실리콘 전극과 비교하여, 동일한 공정 변수를 사용할 때에, 본

발명에 따른 낮은 비저항 전극은 식각속도의 균일도는 유지한 채 현저하게 5 내지 10% 증가된 식각속도를 제공할 수 있다.

본 발명에 따른 낮은 비저항 전극을 가지고 얻을 수 있는 개선된 식각속도는 플라즈마 반응기 안의 RF 접지/결합을 위한 개선된 낮은 임피던스 경로의 결과일 수 있다. 또한, 낮은 비저항 전극을 써서 한정 윈도우(confinement window)(다시 말해, 챔버 압력 및 전극에 인가되는 전력과 같은 공정 조건)가 개선될 수 있다. 예를 들어, LAM 리서치 코오포레이션(본 출원의 양수인)에 의해 제조되는 Exelan™ 및 Exelan HP™ 반응기는 낮은 비저항 전극이 접지된 상부 샤워헤드 전극인데, 여기서 낮은 비저항 전극은 10 내지 20Ωcm의 비저항을 가지며 종래에 사용되었던 전극에 비해 한정 윈도우를 상당히 개선시킬 수 있다. 개선된 식각속도는 또한 이러한 전극이 LAM 리서치 코오포레이션에 의해 제조되는 4520XLe™과 같은 반응기 안에 전력이 인가된 상부 샤워헤드 전극으로 사용될 때에 달성될 수도 있다.

낮은 비저항 전극은 $I^2 R$ 에 기인하여 높은 비저항 전극보다 그것을 지나는 RF 전류로부터 전력을 덜 흡수한다. 이것은 주어진 RF 발생기 전력 출력에 대해 더 많은 전력이 플라즈마에 흡수되는 것을 가능케 한다. 플라즈마로 운반되는 추가적인 전력 출력은 본 발명에 따라 낮은 비저항 전극을 가지고 얻어질 수 있는 개선된 식각속도의 원인일 수 있다. 또한, 감소된 전력 손실은 전극 온도를 감소시킬 수 있어 전극의 마모를 감소시킬 수 있고 전극이 교체되어야 할 때까지 전극의 수명을 연장시킬 수 있다.

Exelan™, Exelan HP™과 4520XLe™ 반응기에 사용되는 종래의 전극은 지지링에 탄성중합체로 결합되어 교체가능한 전극 어셈블리로서 반응기 안에 장착될 수 있다. 본 발명에 따른 낮은 비저항 전극은 동일한 방식으로 장착될 수 있거나 기 계적 클램핑 설비와 같은 다른 적당한 설비에 의해 장착되거나 접착제, 솔더 또는 브레이징 합성물과 같은 다른 결합 기술로 장착될 수 있다.

후술하는 예시적인 실시예는 본 발명에 따른 적당한 낮은 비저항 전극을 설명하기 위한 목적으로 제공되는 것이다. 기술분야의 숙련된 자에게는 다른 전극 디자인도 본 발명에 따른 전극에 적합하다는 것을 알 수 있을 것이다.

본 발명에 따라 낮은 비저항 샤워헤드 전극을 제조하는 동안, 홀을 초음파 드릴 가공하는 동안에 발생된 홀 내부의 손상을 제거하는 것이 바람직하다. 이러한 손상은 전극을 강산에 식각하고 연마하는 것에 의해 제거될 수 있다. 이것은 전극이 플라즈마 반응기 안에 장착된 후에 빠른 재생(conditioning)을 허용한다. 또한, 전극은 주기적인 습식 세정 회복 공정 동안, 즉 소정 매수의 웨이퍼를 처리한 다음에 보다 빠르게 세정될 수 있다. 전극에 의해 보여지는 다른 장점은 종래의 전극에 비해 개선된 내마모성을 보인다는 것이다.

플라즈마 식각 동안에 샤워헤드 뒷면에 폴리머가 증착되는 것을 감소시키기 위하여, 종래 전극에서보다 쓰루 홀(through hole)을 작게 만들 수 있고 이로써 전극 뒷면의 배면 압력(back pressure)이 증가되어 역류를 감소시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 작은 크기의 홀은 홀 내부와 샤워헤드 뒷면에서의 플라즈마 방전 가능성을 감소시킨다. 작은 홀은 또한 샤워헤드에 인접한 배플판 및/또는 샤워헤드 뒷면 상의 폴리머 증착을 감소시킬 수 있다. 0.033 인치 직경 홀을 가지는 종래의 샤워헤드 전극에 비해, 낮은 비저항 샤워헤드 전극은 0.030 인치보다 작게, 예를 들면 0.020 내지 0.028 인치, 바람직하게는 0.025 인치 직경 홀을 가지게 만들 수 있다.

폴리머 퇴적을 더 감소시키기 위하여, 홀의 수를 종래 샤워헤드보다 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 홀의 수를 50% 이상으로, 예를 들어 20 내지 40%, 바람직하게는 25% 감소시킬 수 있다. 이렇게 하여, 종래의 샤워헤드가 2000 내지 4000 개의 홀을 가진다면, 낮은 비저항 샤워헤드는 200mm 웨이퍼 처리용 샤워헤드의 경우에 500 내지 1000 개의 홀을 가질 수 있다. 예로서, 종래의 전극은 약 830 개의 홀을 가질 수 있는 낮은 비저항 전극에 비해 약 3250 개의 홀을 가질 수 있다. 홀의 수를 감소시킴으로써, 샤워헤드는 플라즈마가 전극을 부식시켜 홀들이 브릿지되기까지 오랜 시간이 걸리게 될 것이라는 점에서 오래 버틸 것으로 기대된다.

낮은 비저항 전극은 전극을 가로질러 중심부터 모서리까지의 온도 변동을 감소시킬 수 있고, 이로써 더 나은 공정 균일도를 얻을 수 있다. 온도 변동에 있어서의 이러한 감소는 전극을 종래 전극보다 두껍게 만들거나 온도조절부재로의 열전달을 더 잘 하는 어셈블리 안으로 전극을 조립하는 것에 의해 강화될 수 있다. 예를 들어, 전극은 0.25 인치 두께인 종래 전극에 비해 증가된 0.375 또는 심지어 0.5 인치의 두께를 가질 수 있다. 또한, 전극은 안벽 부재에 부착되어 그라파이트 링과 배플 설비와 같은 지지링의 지지 어셈블리에 부착될 수 있다. 이러한 설비를 가지고, 전극은 알루미늄 또는 그 합금, SiC, 그라파이트와 같은 적당한 열 전도 물질로 된 안벽 부재에 부착될 수 있고, 안벽판은 지지 어셈블리에 볼트 체결될 수 있다. 안벽판은 또한 전극에 양호한 RF 도전성을 제공하여 플라즈마 챔버의 샤워헤드 전극 면적에서의 전압 포텐셜 차이를 최소화할 수 있다. 안벽판은 탄성중합체 결합과 같은 결합을 포함하는 적당한 방법에 의해 전극에 부착될 수 있다.

낮은 비저항 전극은 종래의 전극에 비해 더 나은 DC 전도성 경로를 제공할 수 있다. 따라서, DC 전도성 경로를 개선함으로써, 플라즈마 한정도 개선될 수 있다.

다음에서, 본 발명에 따른 0.025 인치 직경의 가스 배출구를 가진 낮은 비저항 전극이 두께가 0.25 인치이고 비저항이 10 내지 20 Ω cm이며 가스 배출구의 직경이 0.033 인치인 종래의 단결정 실리콘 전극과 비교된다. 낮은 비저항 전극은 0.25 인치의 두께를 가졌고 0.005 내지 0.02 Ω cm의 비저항을 얻기 위해 보론으로 도핑된 단결정 실리콘으로 만들어졌다. 이러한 낮은 비저항 실리콘은 오하이오(Ohio) 이튼(Eaton)에 위치한 Bullen Ultrasonic사로부터의 성장 단결정, 무결함 실리콘으로서 얻을 수 있다. 종래의 전극은 수 천개의 가스 배출구를 가진 반면, 낮은 비저항 전극은 작은 직경의 더 적은 수의 가스 배출구(예를 들어 1000 개 미만)를 가질 수 있어 플라즈마에 의한 침식으로 홀이 브릿지되는 시간 개념에서의 수명이 연장된다. 이러한 홀은 슬러리를 사용한 초음파 드릴 가공으로 형성될 수 있고, 전극은 드릴링으로 인한 손상을 제거하기 위해 강산으로 세정, SiC 연마재로 래핑될 수 있으며, 플라즈마 식각 챔버 안의 웨이퍼를 처리하도록 설치된 전극을 사용하기 전에 보통 필요한 재생 시간을 감소시키기 위해 연마될 수 있다.

다음의 표는 1 Ω cm 미만의 비저항을 가지는 본 발명에 따른 낮은 비저항 실리콘 전극을 10 Ω cm 이상의 비저항을 가지는 더 높은 비저항 실리콘 전극과 비교한 실험 결과를 보여준다. 실험에서, 콘택, 비아 및 스페이서와 같은 피처가 동일한 가스 화학 조성과 반응기 조건을 이용하여 식각되었다.

[표 1]

피처	가스	CE ER	CE U	IE ER	IE U	ER Δ
콘택	C _x F _y /Ar/N/O	5513.1	2.03	5790.4	2.33	+5
비아	C _x F _y /Ar/CO/O	5082	1.94	5531.3	1.61	+8.8
스페이서	C _x F _y /Ar/O	895	2.7	959	1.5	+7.1

CE: 종래 전극(conventional electrode)

IE: 본 발명 전극(inventive electrode)

ER: 식각속도(etch rate : Å/min)

U: 균일도(uniformity : %)

ER Δ : 식각속도 변화(change in etch rate : %)

본 발명에 따른 전극은 반도체 웨이퍼를 식각하기 위한 샤워헤드 전극으로 사용될 수 있다. 그러나, 원한다면, 전극 어셈블리는 전극이 샤워헤드가 아닌 다른 설비를 가질 수 있고, 또는 지지부재는 링 이외의 다른 모양일 수 있다. 예를 들어, 전극은 전극 안의 홀과 소통되는 가스분산홀을 가진 안벽판에 결합된 샤워헤드 전극일 수 있다. 판, 실린더, 베이스 부재 상의 돌출부 등의 형태로 된 지지부재에 전극이 결합될 다른 가능성도 있다. 뿐만 아니라, 전극은 플라즈마 챔버 안에서 접지된 또는 전력이 인가된 전극인 경우에 가스 배출구가 없을 수 있다.

전극은 중심에서 외곽 모서리까지 균일한 두께를 가진 평판 실리콘(예를 들어 단결정 실리콘) 또는 실리콘 카바이드 전극 디스크와 같은 전기 전도성 물질로 이루어진 것이 바람직하다. 그러나, 불균일한 두께를 가지고, 다른 물질로 되고 또는 공정가스분산홀이 없는 전극도 본 발명에 따른 전극 어셈블리와 함께 사용될 수 있다. 바람직한 실시예에 있어서, 전극은 전극 및/또는 다른 전극이나 에너지 소스에 의해 반응 챔버 안의 플라즈마 상태로 활성화되는 공정가스를 공급하기에 적당한 분포와 크기를 가진 여러 개의 가스 방출 통로가 이격되어 있는 샤워헤드 전극이다. 그러나, 본 발명에 따른 전극은 스퍼터 전극을 포함하는 전극과 같은, 플라즈마 반응기 또는 진공 환경에 유용한 어떤 종류의 전극으로든 사용될 수 있다.

산업상 이용 가능성

본 발명에 따른 전극은 매엽식 웨이퍼 공정이나 복수의 웨이퍼 공정에서 플라즈마 식각, 증착 등과 같은 웨이퍼 공정에 유용하다. 예를 들면, 상기 전극은 BPSG, 열에 의한 산화규소 또는 열분해 산화막과 같은 산화물 및 포토레지스트 물질의 식각, 증착에 사용될 수 있다. 상기 전극은 서브마이크론의 콘택 프로파일(profile), 임계치수(CD) 및 낮은 입자 오염을 바람직한 수준에서 유지한다. BPSG의 식각과 관련하여, 약 3000 Å/min 정도의 식각속도가 얻어질 수 있고 식각 균일도는 약 3%로 유지될 수 있다.

이상에서 원리, 바람직한 실시예 및 본 발명의 작동 양태가 설명되었다. 그러나, 본 발명은 논의된 특수한 실시예에 한정되는 것으로 해석되어서는 안된다. 따라서, 이상 기술한 실시예는 한정적인 것이라기 보다는 설명적인 것으로 간주되어야 하며, 이상의 실시예로부터 기술분야의 숙련가에 의해 다음의 청구항에 의해 정의되는 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 많은 변형이 만들어질 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

1 Ω cm 미만의 전기 비저항을 가진 실리콘 전극으로서, 상기 전극은 일측에 RF 가동되거나 전기적 접지된 표면을 가지고, 상기 표면은 상기 전극을 사용하는 동안에 플라즈마 반응 챔버 안의 플라즈마에 노출되어 있는, 반도체 기판의 공정에 이용되는 플라즈마 반응 챔버에 장착되도록 한 낮은 비저항 실리콘 전극.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 전극은 샤워헤드를 포함하고, 상기 샤워헤드는 상기 샤워헤드를 사용하는 동안 상기 플라즈마 반응 챔버 안으로 공정가스를 분산시키도록 배열된 복수개의 가스 배출구(outlet)들을 가진 것을 특징으로 하는 낮은 비저항 실리콘 전극.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 가스 배출구들은 0.020 내지 0.030 인치의 직경을 가지며 상기 노출된 표면을 가로질러 분산되어 있는 것을 특징으로 하는 낮은 비저항 실리콘 전극.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 전극은 중금속 오염이 10 ppm 미만인 단결정 실리콘 또는 실리콘 카바이드로 이루어진 것을 특징으로 하는 낮은 비저항 실리콘 전극.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 전극은 평행판 플라즈마 반응기의 전기적으로 접지된 상부전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 낮은 비저항 실리콘 전극.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 전극의 전기 비저항은 0.1 Ω cm 미만인 것을 특징으로 하는 낮은 비저항 실리콘 전극.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 전극의 전기 비저항은 0.05 Ω cm 미만인 것을 특징으로 하는 낮은 비저항 실리콘 전극.

청구항 8.

제 1 항 기재의 전극을 포함하는 전극 어셈블리를 구비한 플라즈마 식각 반응기로서, 상기 전극은 탄성중합체 결합부(elastomeric joint)에 의해 지지 부재에 결합되고, 상기 탄성중합체 결합부는 상기 전극과 상기 지지 부재 사이에 전기 전도성인 탄성중합체 물질을 포함하며, 상기 탄성중합체 물질은 상기 전극과 상기 지지 부재 사이에 전기적 전류 경로를 제공하는 전기 전도성 필러(filler)를 포함하는 플라즈마 식각 반응기.

청구항 9.

제 1 항 기재의 전극을 포함하는 전극 어셈블리를 구비한 플라즈마 식각 반응기로서, 상기 전극은 클램핑 부재에 의해 지지 부재에 탄력적으로 고정된 플라즈마 식각 반응기.

청구항 10.

제 2 항 기재의 샤워헤드 전극을 포함하는 플라즈마 반응 챔버로서, 상기 샤워헤드 전극은 상기 플라즈마 반응 챔버 내부의 온도조절부재에 결합되거나 고정되어 있고, 상기 온도조절부재는 상기 샤워헤드 전극으로 공정가스를 공급하는 가스 통로를 포함하며, 상기 온도조절부재는 공동(cavity)과 상기 공동 안에 위치하는 적어도 하나의 배플판(baffle plate)을 포함하여, 상기 가스 통로는 상기 공정가스가 상기 샤워헤드 전극을 통과하기 전에 상기 배플을 통과하도록 상기 공정가스를 공급하는 플라즈마 반응 챔버.

청구항 11.

전극 어셈블리가 1 Ω cm 미만의 전기 비저항을 가지며 RF 가동되거나 전기적으로 접지된 실리콘 전극을 포함하는 플라즈마 반응 챔버 안에서 반도체 기판을 처리하는 방법으로서,

반도체 기판을 상기 플라즈마 반응 챔버로 공급하는 단계;

상기 플라즈마 반응 챔버의 내부에 공정가스를 공급하는 단계;

상기 공정가스가 상기 반도체 기판의 노출 표면에 접촉하는 플라즈마를 형성하도록 상기 공정가스를 활성화시키는 단계; 및

상기 플라즈마를 가지고 상기 기판을 처리하는 단계를 포함하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서, 상기 반도체 기판은 실리콘 웨이퍼를 포함하고, 상기 방법은 상기 웨이퍼 상의 유전체층 또는 도전체층을 식각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 13.

제 11 항에 있어서, 상기 방법은 상기 반도체 기판 상에 물질층을 증착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 14.

제 11 항에 있어서, 상기 전극은 평행판 플라즈마 반응기의 상부전극을 포함하고, 상기 전극은 상기 기판을 처리하는 동안에 RF 전력이 공급되는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 15.

제 11 항에 있어서, 상기 전극은 평행판 플라즈마 반응기의 상부전극을 포함하고, 상기 기판을 처리하는 동안에 상기 평행판 플라즈마 반응기의 하부전극에는 적어도 하나의 주파수로 RF 전력이 공급되고 상기 상부전극은 전기적으로 접지되는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 16.

제 11 항에 있어서, 상기 전극은 온도조절부재에 결합되거나 고정되어 있는 전기적으로 접지되고 전력이 인가되지 않은 단결정 실리콘 샤워헤드 전극을 포함하고, 상기 공정가스는 상기 온도조절부재를 통해 상기 샤워헤드 전극으로 공급되며, 상기 접지된 샤워헤드 전극은 상기 플라즈마를 한정하는 데에 효과적인 접지 경로를 형성하며 상기 기판은 상기 플라즈마에 의한 식각에 처해질 실리콘 웨이퍼를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 17.

제 11 항에 있어서, 상기 전극은 온도조절부재에 결합되거나 고정되어 있는 RF 가동 단결정 실리콘 샤워헤드 전극을 포함하고, 상기 공정가스는 상기 온도조절부재를 통해 상기 샤워헤드 전극으로 공급되며, 상기 샤워헤드 전극은 상기 공정가스를 에너지화시켜 상기 플라즈마를 형성하고 상기 기판은 상기 플라즈마에 의한 식각에 처해질 실리콘 웨이퍼를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 18.

제 11 항에 있어서, 상기 전극의 전기 비저항은 $0.1\Omega\text{cm}$ 미만이고 상기 전극은 중금속 오염이 10 ppm 미만인 무결함 단결정 실리콘 또는 실리콘 카바이드로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 19.

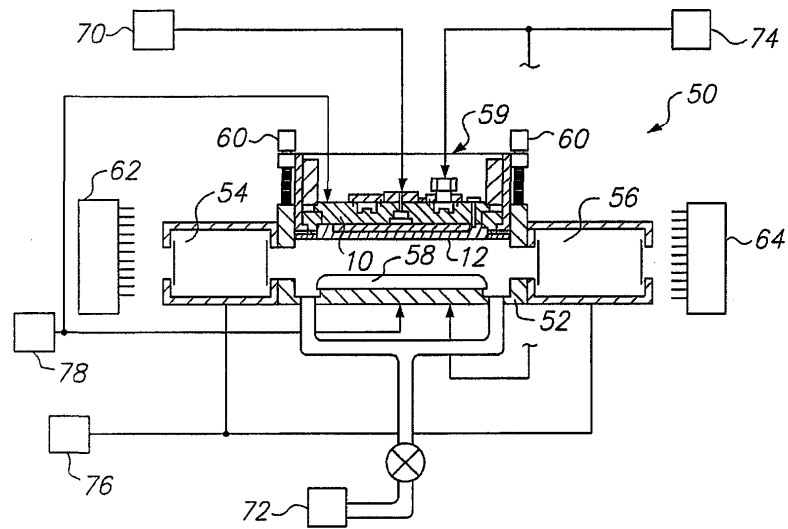
제 11 항에 있어서, 상기 전극은 전기 비저항이 $10\Omega\text{cm}$ 이상인 종래 전극에 비해 적게 가열(heat-up)되고 RF 전력을 상기 플라즈마로 보다 효율적으로 결합시키는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

청구항 20.

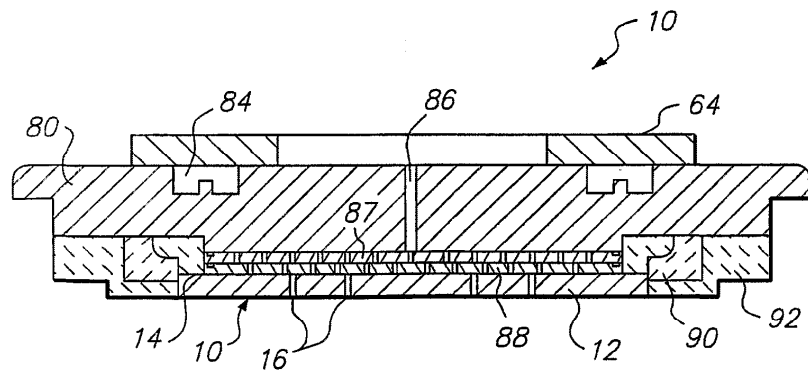
제 11 항에 있어서, 상기 전극은 상기 챔버 안으로 상기 공정가스를 통과시키는 가스 배출구들을 포함하고, 상기 가스 배출구는 0.020 내지 0.030 인치의 직경을 가지며, 상기 공정가스는 식각 가스를 포함하고, 상기 전극은 상기 식각 가스를 가지고 상기 기판을 식각하는 동안에 0.033 인치 직경의 가스 배출구들을 가진 종래 전극에 비해 상기 가스 배출구 내부와 상기 전극의 뒷면에 더 적은 폴리머 부 산물 퇴적을 보이는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리 방법.

도면

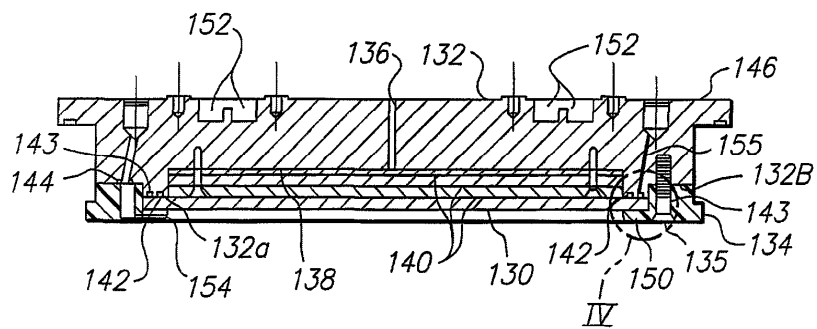
도면1



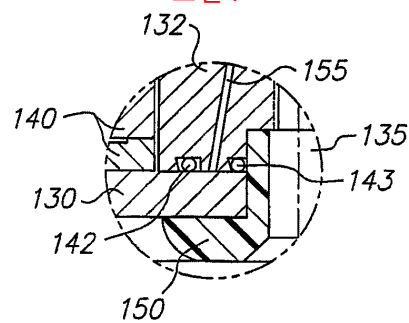
도면2



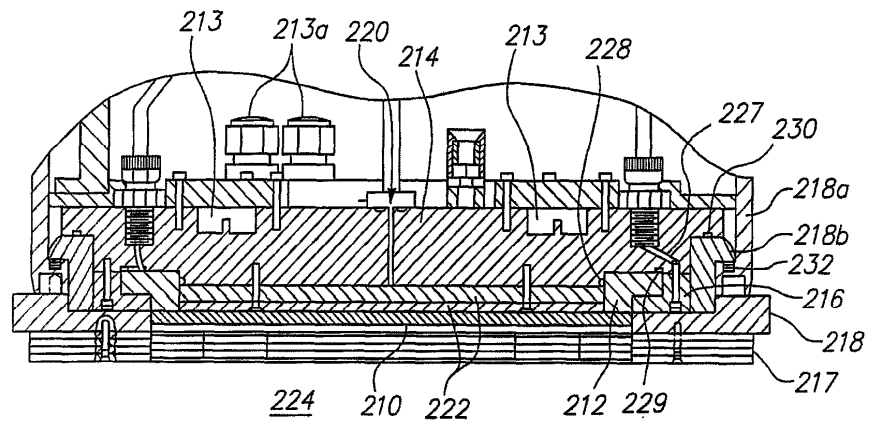
도면3



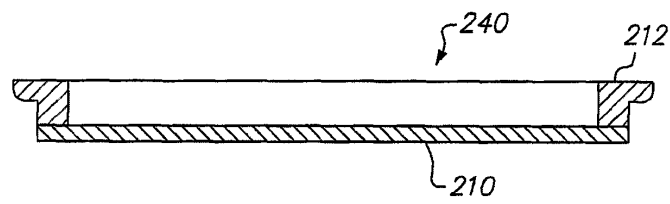
도면4



도면5



도면6



도면7

