

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/205

(11) 공개번호 특2000-0070665
(43) 공개일자 2000년11월25일

(21) 출원번호	10-1999-7006914	(87) 국제공개번호	WO 1998/34445
(22) 출원일자	1999년07월30일	(87) 국제공개일자	1998년08월06일
번역문제출일자	1999년07월30일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/23202		
(86) 국제출원출원일자	1997년12월11일		
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르		
(30) 우선권주장	8/791,954 1997년01월31일 미국(US)		
(71) 출원인	도쿄 엘렉트론 가부시키가이샤 히가시 데츠로 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5-3-6도쿄 엘렉트론 아리조나 인코포레이티드 미국 아리조나주 85233-8205 길버트 구아달루프 로드 2120		
(72) 발명자	아민마이클레스. 미국아리조나주85018포에닉스노쓰52스트리트3128 힐만조셉티. 미국아리조나주85250스코츠달리스트맥클렐란불러버드8025		
(74) 대리인	이병호		

심사청구 : 없음

(54) 저항성을 감소시키기 위해 고종횡비 실리콘 반도체 디바이스접점을 준비하고 금속화하는 장치 및 방법

요약

CVD 장치(10)는, 상기 장치(10)의 공정실(25)의 가스 유입 구조에 선택적으로 연결가능한 세척 가스 공급원(23, 24)이 구비되며, 이에 의해 수소 함유량이 체적 비율 20 퍼센트 내지 80 퍼센트인 수소 및 아르곤 혼합물을 공급한다. 선택적으로 작동가능한 450 MHz RF 에너지 공급원(71, 71a)은 가스 내 플라즈마에 에너지를 가하기 위해 상기 공정실(25)에 연결된다. 선택적으로 작동가능한 13.56 MHz RF 에너지 공급원(72)은 상기 MF 에너지 공급원(71, 71a)을 독립적으로 제어할 수 있고 상기 웨이퍼 지지체(40)와 공정실 양극(26) 사이에서 연결되며, 상기 지지체 상의 웨이퍼(75)에 100 볼트 이하, 적합하게는 15 내지 35의 음전압으로 바이어스 전압을 가하기 위해 제공된다. 가열기(42)는 상기 웨이퍼(75)를 약 550°C의 온도로 가열한다. 적합하게는, 터보 분자 펌프(32)는 3 내지 12 sccm의 속도 및 1mTorr 내지 10 Torr의 압력을 유지하면서 상기 세척 가스를 펌프질하는데 사용된다.

대표도

도1

색인어

CVD, 웨이퍼, 기판, 반도체, 실리콘 접점, 코팅, 화학 기상 성장

명세서

기술분야

본 발명은 반도체 웨이퍼 기판에 형성되는 반도체 디바이스 상의 고종횡비 실리콘 접점을 금속화하기 위한 화학 기상 성장에 관한 것이며, 더욱 상세하게는, 필름 형성을 향상시키고 공정에 의해서 금속화된 상기 접점의 저항성을 감소시키기 위해, 티타늄 또는 티타늄 질화물과 같은 재료의 화학 기상 성장에 의해, 고종횡비 접점을 준비 및 세척하고 상기 접점을 금속화시키기 위한 장치 및 공정에 관한 것이다.

배경기술

실리콘 접점은 반도체 디바이스 상의 많은 특징부 중 하나를 형성한다. 반도체 디바이스 상의 실리콘 접점의 전형적인 구조는, 상기 디바이스 상의 1 미크론 이상의 두께를 가지는 절연층을 통하여, 상기 접점을 형성하는 실리콘의 전기적 도전성 기초층 상에 노출된 영역에까지 연장하는 초미세(sub-micron) 폭의 구멍 또는 통로(via)를 가지는 구조이다. 반도체 디바이스 제조에 있어서, 이들 실리콘 접점은 티타늄(Ti) 또는 티타늄 질화물(TiN)과 같은 금속 또는 금속 화합물의 얇은 필름으로 먼저 코팅되어 금속화를 형성하고, 그 위에 텅스텐 또는 알루미늄과 같은 도전성 금속이 가해지며, 이는 상기 구멍을 채워서 절연층을 통하여 도체를 형성한다. 상기 Ti 또는 TiN 필름은 때로는 스퍼터(sputter) 코팅과 같은 물리 기상 성장 공정에 의해 가해지기도 하지만, 상기 구멍 또는 통로의 고종횡비가 저항성 스퍼터 코팅 공정의 효과를 억제할 수 있는 고종횡비 접점을 위해서는 흔히 화학 기상 성장(CVD)에 의해 Ti 및 TiN 필름이 가해진다. 이러한 공정 중 하나는, 아르곤 및 수소 플라즈마가 존재하는 곳에서 상기 웨이퍼 표면에 $TiCl_4$ 를 반응시킴에 의해 Ti 필름을 가하는 것을 포함하며, 그 후, TiN층으로 티타늄 규화물을 코팅하는 공정실내로 질소가 진입함과 함께 상기 표면에 TiN CVD 반응을 유발한다.

Ti/TiN 필름은 상기 필름이 위에 가해지는 실리콘 접점과 효과적인 접착 및 도전성 인터페이스를 형성하며, 상기 구멍을 채우는 덮개 또는 평탄화층의 형성을 촉진한다. 평탄화층이 텅스텐인 곳에서, 상기 층을 가하기 위해 사용되는 상기 공정은 상기 TiN층 상에 텅스텐을 응집시키는 WF₆ 감소를 가지는 CVD 공정이며, 흔히는 덮개 텅스텐 필름으로 상기 표면을 평탄화함에 의해서 상기 구멍 및 통로를 채운다. 상기와 같은 반도체 제조 공정에 있어서, 상기 구멍 또는 통로의 저면에서 Ti/TiN 필름과 상기 실리콘 접점 사이 접합부의 저항성은 낮게 유지되어야 한다. 상기 실리콘 접점 표면 상의 산화물 및 다른 불순물은 상기 접점의 저항성을 상승시키며, 따라서, 상기 구멍의 저면에서, 특히 상기 접점의 치수가 작은 곳에서 실리콘 표면으로부터 세척되어야 한다.

이들 고종횡비 반도체 디바이스 내의 실리콘 접점을 세척하는 방법에 초점을 맞추어 연구가 진행되어 왔다. 단단계 공정 및 불화수소산 담금 공정과 같은 습식 화학 기술이 현재 산업 표준으로 사용되고 있지만, 상기 구멍이 1/4 미크론 이하의 치수를 가질 때에는 이들 습식 세척 방법은 흔히 이들 좁고 깊은 구멍 및 통로 저면에서 접점 표면을 세척함에 있어서 충분히 효과적이지 못한 것은 물론 웨이퍼를 오염시킬 수도 있는 미립자를 제공한다.

실리콘 접점을 세척하는 원위치(in situ) 방법, 즉, 상기 디바이스를 포함하는 웨이퍼가 금속 성장 직전에 금속화가 이루어질 공정 장치 내의 적소에서 세척되는 방법은, 대기를 통하여 성장 모듈 내로의 운송 동안에 상기 실리콘 접점 상에 산화물 형성을 감소시키고 미립자가 없는 환경을 제공할 수 있다. 그러나, 상기 종래 기술의 원위치 방법은 효과적이지 못하다. 상기 접점 및 통로 수준 양측에서 표면을 세척하는 원위치 방법 중 하나는 플라즈마 내에 아르곤과 같은 불활성 가스를 사용하는 물리적 에칭(etching) 공정을 포함한다. 그러한 플라즈마는 전형적으로는, 전극에 바이어스 전압을 가하여 전자가 상기 가스를 통과하도록 하고 가스 원자로부터 전자를 제거하여 양 아르곤 이온의 플라즈마를 생성함으로써 생성된다. 상기 전극 중 하나는 전형적으로는 세척될 표면이 부착되는 음극 조립품이다. 상기 플라즈마 내에 생성되는 상기 양 아르곤 이온은 상기 웨이퍼 표면에 가해지는 음 바이어스 전압에 의해 상기 웨이퍼 표면으로 가속되며, 여기에서 상기 이온은 상기 표면에 부딪히고 이에 의해 운동량 전달에 의해 재료를 상기 웨이퍼 표면으로부터 제거하여 상기 재료를 상기 웨이퍼로부터 제거한다. 플라즈마는 통상적으로, 상기 공정실벽의 구조 및 상기 공정실 내의 다른 물리적 구조에 의해서 또는, 에치(etch)될 표면에 걸쳐 전극을 생성하는 플라즈마를 트래핑(trap)하는 자기장에 의해서, 에치된 플라즈마가 되기 위해 상기 표면에 인접하여 제한된다.

플라즈마 에칭과 같은 물리적 공정은 상기 웨이퍼의 표면에 및 상기 웨이퍼 상에 형성되는 디바이스에 손상을 야기하는 충격을 일으킨다. 종래에는, 상기 기판과 고밀도 플라즈마 사이에서 낮은 스퍼터링 전압차를 유지하는 것 즉, 소위 '연성 에칭' 공정은 에치 중인 표면에 잠재적 손상을 최소화하기에 충분하지만, 초미세 규모의 특징부를 가지는 본 디바이스를 사용하면, 이들 연성 에치 전압은 여전히 상기 이온에 충분한 에너지를 주어 상기 웨이퍼 상의 디바이스의 일부에 손상을 가할 수 있다. 이러한 연성 에치 공정 중 하나는, 플라즈마가 가속 바이어스 전압과 독립적으로 전력이 공급되는 플라즈마 세척 방법을 사용하며, 이는 상기 바이어스 전압의 독립적인 제어를 제공하여, 상기 특징부가 지나치게 작지 않은 곳에서 상기 공정이 효과적으로 진행하기에 적합한 밀도를 가지는 플라즈마를 유지하는 동안에 낮은 스퍼터링 에너지가 사용될 수 있도록 허용한다. 그럼에도 불구하고, 이와 같은 낮은 에너지 스퍼터 세척 공정은 여전히, 제조 중인 고종횡비 디바이스에 대하여 여러 단점을 가진다. 스퍼터 공정과 같은 물리적 공정은 이와 같은 고종횡비 구멍 및 통로의 측벽으로부터 저면의 접점 영역 상으로 재료를 재성장시킬 수 있다.

더우기, 깊은 구멍 및 통로의 저면에서 점점 상의 스퍼터링 수율은 낮으며, 세척 공정은 부적합하거나 최소한 매우 느리다.

스퍼터링 이온의 에너지로부터 최소한의 손상을 가하면서 반도체 웨이퍼 표면을 세척할 필요성은, 전극 사이클로트론 거주(electron cyclotron residence; ECR)에 의해 생성되는 것과 같은 고밀도 저에너지 플라즈마를 사용하여 접근되어 왔다. 그러나 ECR 플라즈마 공급원은, 고가이고 세척 위치 또는 세척 위치 근처의 다소 이격된 위치 중 어느 한 곳에서 상당한 공간을 차지하는 마이크로파 발생기 및 다른 복잡한 구성요소를 포함한다. 이들 ECR 발생기는 하류 방향으로 및 세척될 웨이퍼의 표면에 대향하여 흐르게 되는 고밀도 플라즈마를 생성한다. 이러한 ECR 발생기는, 이온들이 표면 손상을 감소시키기에 충분히 낮은 에너지를 사용하여 상기 웨이퍼 표면에 충돌하도록, 저전압으로 바이어스 전압이 가해지는 상기 웨이퍼의 표면에 접촉가능한 것이다. 그러나 스퍼터링 수율은 여전히 낮고 따라서 통로의 저면에서 점점을 효과적으로 세척하는 것은 여전히 어려우며, 순수한 물리적 에칭 공정의 부족을 야기한다.

낮은 스퍼터링 수율은 특히, 수소 라디칼 요소와 같은 확산성 화학적 요소를 상기 에치에 추가하는 것의 검사로 인도되어 수소-기초된 실리콘 점점 세척 공정을 제공한다. ECR 플라즈마 공급원을 사용하는 수소를 기초로 한 세척은 CVD-Ti 성장에 앞서 아르곤/ H_2 플라즈마를 사용하는 실리콘 점점의 성공적 세척을 설명하고 있다. 그러나, 그럼에도 불구하고 상기에서와 마찬가지로 이격 위치된 ECR 공급원은 치수가 크고 복잡하며 고가의 장비를 요한다는 문제점이 있다.

따라서, 디바이스에 손상을 가하지 않으면서 고중형비 점점을 효과적으로 세척하기 위한 장치 및 방법을 위해서는, 최소한 ECR 공급원 만큼 이익적이면서도 더욱 단순한 장치를 사용하고, 적합하게는 후속 금속화 코팅이 가해지는 동일한 장치 또는 공정실에서 수행될 수 있을 것이 여전히 요구된다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 기본적 목적은 종래 기술의 문제점 특히 상기한 문제점을 해결하는, 고중형비 실리콘 점점을 세척하는 방법을 포함하는 CVD 금속화 공정을 제공하는 것이다.

본 발명의 목적은 웨이퍼가 포함하는 상기 디바이스에 손상을 가하지 않으면서 반도체 웨이퍼 상의 고중형비 특징부의 저면에서 점점을 세척하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 더욱 상세한 목적은 CVD 장치 내에서, 적합하게는 후속 코팅이 가해지는 상기 CVD 공정실 내에서 점점 예비세척을 포함하는, 특히 티타늄 및/또는 티타늄 질화물 금속화층을 가하기 위한 CVD 금속화 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 더욱 상세한 목적은, 후속 코팅이 가해지는 위치 및 그 주위에 인접한 곳에서 상기 세척을 수행할 수 있는, 반도체 웨이퍼의 고중형비 특징부에서 점점의 세척을 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은, 단순하고 복잡하거나 비싸지 않은 장치를 사용하여 고중형비 특징부에서 점점을 세척하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이며, 또한 더욱 비싸고 더욱 큰 ECR 플라즈마 공급원의 이익을 제공하지만 단순한 장치 내에서 및, 적합하게는 점점의 후속 코팅이 가해지는 동일한 장치 또는 공정실 내에서 상기 웨이퍼 상의 디바이스에 손상을 가하지 않으면서 반도체 웨이퍼 상의 고중형비 점점을 효과적으로 세척할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 원리에 따르면, 금속화 특히 CVD에 의해 Ti 또는 TiN으로 금속화하기에 앞서 고중형비 점점을 세척하는 방법을 제공하는 것이며, 여기에서 플라즈마는 연결된 RF 에너지에 의해서 적합하게는 예를 들어 약 450 kHz의 중파 RF 에너지에 의해서 형성된다. 적합하게는, 상기 장치는 웨이퍼 지지체와 공정실 저면 사이에서 연결된 제 2의 예를 들어 13.56 MHz의 고주파 에너지 공급원을 포함한다. 상기 웨이퍼는 HF 공급원에 의해서 적합하게는 상기 플라즈마를 유지하는 연결된 MF 공급원으로부터의 전력과 독립적으로 바이어스 전압이 가해진다. 이와 같은 바이어스 전압은 적합하게는 100 볼트 이하이며, 더욱 적합하게는 50 볼트 이하이다.

본 발명의 일실시예에 따른 방법은 미국 특허 제 5,391,281호에 기술된 것과 같은 이중 주파수 플라즈마 발생기를 사용하며, 상기 본 응용의 양수인에게 양도된 것이며 이하 참조한다. 공정실의 형상은 적합하게는 원통형이며 웨이퍼 지지체 또는 플래튼을 가지며 금속화층을 성장시키는 CVD 장치의 요소들과 관련된다. 이러한 CVD 장치는 적합하게는 미국 특허 제 5,370,729호에 기술된 유형의 것이며, 상기 본 응용의 양수인에게 양도된 것이며 이하 참조한다. 적합하게는, 상기 플라즈마 세척 및 CVD 장치는 단일의 공정실에서 결합된다.

본 발명의 적합한 실시예에 따르면, Ti/TiN의 CVD에 의한 금속화에 연계하여 실리콘 점점을 예비세척하기 위한 장비 및 공정은, 고속으로 수소를 펌프질하기 위한 터보 분자 펌프를 가지는 연성 에치 구비 모듈을 사용하며, 동시에 상기 공정실 벽은 미국 특허 제 5,391,281호에 기술된 플라즈마 발생기에서와 같이 플라즈마를 제거하기 위한 돌기부를 가지지 않으며, 따라서 상기 웨이퍼 상부 총 플라즈마 체적을 증가시키고 수소 라디칼 형성 효과를 증가시킨다. 더욱 적합하게는, 상기 시스템은 수소 가스를 3 내지 12 sccm(standard cubic centimeters per minute; 분당 표준 입방 센티미터)으로, 적합하게는 아르곤에 추가하여 MF RF 에너지가 가해진 플라즈마 내에서 수소 가스를 공급하는 구조이다. 수소 가스의 부가는 상기 웨이퍼 상부 플라즈마 체적 내에서 직접 전극 여자 및 충돌 공정을 통해서 수소 라디칼을 생성한다. 상기 라디칼은 하류 방향 및 상기 가열된 웨이퍼 표면 상으로 확산되어 상기 웨이퍼 실리콘 표면을 세척한다. 상기 가스 내에 존재하는 수소를 가진 상기 세척 공정의 화학적 또는 반응적 성질은 높은 지향성 물리적 스퍼터링의 불이익을 극복하는 상기 구멍 및 통로에서 확산 세척 작업을 촉진한다.

수소 포함 플라즈마에서, 아르곤 함유량은 적합하게는 충분히 높은 수준에서, 적합하게는 총 가스 흐름의 체적의 최소한 10 내지 20 퍼센트에서 유지되어, 수소 포함 가스 내에서 플라즈마 점화의 유지를 돕는다. 그렇지 않으면, 아르곤 함유량은 가능한 한 낮아야 한다. 적합하게는, 상기 웨이퍼는 최소한 400°C 적합

하게는 약 550℃의 온도로 웨이퍼를 유지시키는 가열된 플래튼 상에서 지지된다. 상기 웨이퍼는 상기 세척시 다소의 물리적 스퍼터링을 이용하기 위해 바이어스 전압이 가해질 수도 있다. 세척 단계 동안에 압력은 적합하게는 1 mTorr 내지 10 Torr 범위 내에서 유지된다. 20 퍼센트 이하의 수소 가스 혼합물을 사용하는 것은 아르곤으로 물리적 에칭의 부적합한 효과를 충분히 감소시키지 않으며, 20 퍼센트 이하의 아르곤을 사용하는 것은 수소 플라즈마를 유지하지 않는다는 것이 밝혀졌다. 20 내지 80 퍼센트의 수소 범위 내에서, 최소 아르곤 함유량은 선택될 수 있으며, 이는 수소 내에 플라즈마를 유지하는 다양한 CVD 장치의 요소에 따라 가변적이다. 다른 응용 및 공정실 구조를 위해서, 가스의 이상적인 성분은 가변적이지만, 아르곤으로부터의 에칭에 기여를 최소화하면서 수소로 인한 에치 비율을 최대화하도록 경험적으로 선택될 수 있다.

본 발명은, 수소 라디칼이 애 즉의 형성을 통하여 SiO₂를 감소시키기 위해 작용하도록, 활성화된 수소 환경에의 노출에 의해 실리콘 표면을 변형시키는 잇점을 가진다. 또한 수소는 CH 즉의 형성에 의해 표면 탄소를 제거한다. 또한 상기 수소는 실리콘 표면에 보호막을 형성하는 것으로 밝혀졌으며, 금속 성장에 앞서 산화 또는 표면 변형을 방지하는 작용을 하는 Si-H 결합을 남긴다. 이는 후속 금속화, 특히 Ti 또는 TiN 금속화가 상기 세척기 및 더욱 안정된 실리콘 표면으로 인한 매우 양호한 접합 특성을 형성하도록 허용한다.

더우기, 본 발명은, 웨이퍼 온도, 수소-아르곤 비율, 바이어스 전압 및, RF 플라즈마 전력과 같은 변수와 같은, 연성 에치 공정의 다양한 변수를 제어함에 의해 다양한 에치 비율이 얻어질 수 있는 방법을 제공한다. 상기 플라즈마에 수소가 존재함으로써, 아르곤에 의한 물리적 에칭으로 인한 총 에치 비율에 기여하는 정도가 감소되며, 저 에너지 에칭에 의해 효과적으로 세척되며, 따라서, 상기 웨이퍼 상의 디바이스가 손상되는 가능성은 더욱 낮아진다.

본 발명의 적합한 설명되는 실시예에 있어서, 그 잇점은, 두 개의 RF 주파수 에너지 즉, 상기 공정실에 연결된 중파 RF 중 하나와 상기 기판에 에너지를 가하기 위해 저전압 독립적 제어 바이어스 전압에 연결되는 HF 중 하나를 연결함에 의해 제공되며, 세척되는 표면의 상류 방향으로 플라즈마를 생성한다. 상기 공정실은 적합하게는, 상기 가스가 상기 표면에 대향하여 및 가로질러 하류 방향으로 흐름에 따라 세척되기 위해서 상기 표면으로부터 이격된 차단되지 않은 개방 공간에서 상기 플라즈마가 생성되도록 하는 가스 흐름 구조가 구비된다. 상기 가스는 아르곤과 수소와 같은 비활성 가스의 혼합물을 포함하며, 상기 공정실에 진입되어 터보 분자 펌프에 의해 진공 상태로 유지된다. 세척되는 상기 표면은 예를 들어 -15 내지 -35 볼트로 독립적으로 바이어스 전압이 가해지며, 적합하게는 세척 동안에 예를 들어 약 550℃에 까지 가열된다. 적합하게는 상기 공정실은 세척 작업 이후에 상기 표면에 금속화 코팅을 가하기 위해 제공되는 CVD 장치의 공정실이다. 이와 같은 CVD 장치는 상기 가스 흐름을 제어하기 위해 사용될 수 있는 특징부가 구비되며, 본 발명의 각 단계는 이하 적합하게 선택된 방법의 단계들에 대한 상세한 설명 및 도면의 상세한 설명으로부터 분명해 진다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 양호한 실시예에 따른 고종횡비 점점 세척 특징부를 포함하는 CVD 장치의 개략도.

도 2는 고종횡비 점점의 단면을 도시하는 도1의 부분 확대도.

실시예

도 1은 본 발명의 고종횡비 점점 세척 특징부가 구현된 CVD 장치(10)를 도시한다. 상기 장치(10)는, 화학 기상 성장(CVD; chemical vapor deposition) 반응부(reactor; 15)에 가스를 공급하기 위한 유입로(12)에 연결되는 탱크 및 유량 제어부를 가지는 가스 공급원(11)을 포함한다. 상기 공급원(11)은 도시된 실시예에서, 티타늄(Ti)이나 티타늄 질화물(TiN)을 위한 CVD 공정에서 화학 반응을 일으킬 수 있는, 티타늄 4염화물(TiCl₄) 및 암모니아(NH₃)와 같은 반응 가스의 탱크(21, 22)를 포함한다. 또한, 상기 공급원(11)은 불활성 기체 아르곤(Ar)의 탱크(23) 및 수소 기체(H₂)의 탱크(24)를 포함하며, 이는 본 발명에 의해 제공되는 세척 과정을 수행하기 위해 사용된다. 상기 탱크(21 내지 24)는 선택 제어성 밸브(13)를 통해 유입로(12)를 통해, 상기 반응부(15)의 공정실(25)을 밀폐시키는 밀봉된 하우스링 벽의 가스 유입 포트(16)에 연결된다. 탱크(21 내지 24)로부터 공급된 가스에 추가하여, 상기 공급원(11)은 텅스텐 헥사플루오라이드(WF₆), 수소(H₂) 및, 시레인(SiH₄)의 탱크(27, 24, 28)와 같은 추가 반응 가스의 탱크가 구비될 수도 있으며, 이 또한 밸브(13) 및 유입로(12) 중 각 하나씩을 통해 상기 반응부 벽(26)의 포트(16)에 선택적 연결식이다. 니트로겐 트리플루오라이드(NF₃)와 같은 가스 공급원(29)이 상기 공정실의 세척을 위해 유입 포트(17)에 연결될 수도 있으며, 이는 텅스텐의 성장에 사용함에 따른 성장 축적물의 플라즈마 세척에 효과적이다. 상기 반응부는 CVD 공정을 통해 적용될 수 있는 많은 다른 필름의 성장을 위해서 및, 반도체 웨이퍼의 제조 및 공정에 사용되는 다른 공정을 위해서 유용한 것일 수도 있다.

상기 장치(10)는 하우스링 벽(26) 저부에, 요구되는 작동 압력 수준으로 상기 반응부(15) 내부의 진공을 유지하기 위하여 상기 반응부(15)의 공정실을 진공화시키기 위해서 및, 비사용 가스, 반응 부산물, 세척 가스 및, 불활성 가스를 상기 반응부로부터 배출시키기 위해서 하나 이상의 펌프가 연결되는 배출 포트(18)를 포함한다. 그와 같은 펌프는 하나 이상의 극저온 펌프(31) 및, 본 발명의 세척 공정 수행 중에 높은 백분율의 수소를 포함하는 가스를 펌프하기 위한 터보 분자 펌프(32)를 포함할 수도 있다.

상기 펌프(31)는 공정실(25) 내에서, 웨이퍼 공정 압력이 1 내지 100 Torr(Torr)가 되도록, 반응부 세척 압력이 0.1 내지 100 mTorr가 되도록 및, 웨이퍼 운반 압력이 10⁻⁴ Torr가 되도록 하기 위해서, 초당 400 내지 500 리터(liter)의 펌프 속도로 작동한다. 상기 터보 분자 펌프(32)는 최소한 0.1 내지 10 Torr를

포함하는 범위의 압력에서 수소 유량이 1 내지 20 sccm으로 되게 할 수 있는 용량이다. 상기 하우스징 벽(26)에는 잔여 가스 분석기(19)를 위한 포트가 상기 가스의 성분 검사를 위해 제공된다.

하우스징 또는 반응부 벽(26)은, 적합하게는 알루미늄과 같은 비자성 재료로 만들어지며, 때때로 속개념적으로 저온 벽 반응부로 언급되는 것을 제조하기 위해 반응부 벽의 가열 및 냉각을 위한 독립적 온도 제어 가 제공될 수도 있다. 상기 하우스징(26)은 그 상단에 공정실 덮개(36)를 가지며, 이는 적합하게는 역시 알루미늄으로 만들어진 것이고 반응실(25)을 덮는다. 상기 덮개(36)는 상기 하우스징(26) 상단에 대하여 공기압에 의해 봉쇄된다. 환형 혼합실 벽(37)을 가지는 상기 덮개(36)의 내부에는 유입 가스 혼합실(30)이 제공되며, 상기 혼합실은 상기 공정, 예를 들어 텅스텐 성장 공정이 냉각을 요구하는 곳에서 능동적으로 냉각될 수 있는 것이며, 이는 상기 벽(37)에 형성된 환형 통로(38)를 통하여 공급되는 유체를 냉각시켜서 하우스징(26)의 온도 및 공정실 덮개의 온도와 상관없이 반응 온도보다 낮은 온도로 유지함으로써 이루어진다. 하우스징(26)과 마찬가지로, 상기 혼합실 벽(37)은 (도시하지 않은) 저항 가열 요소가 또한 구비되며, 이는 티타늄 질화물 성장과 같은 상기 공정이 가열을 요구하는 곳인 상기 벽과 상기 혼합실(30)을 가열한다. 이러한 환형 벽(37)은 열적 비전도성 재료로 또는, 공정실 덮개(36)의 알루미늄 재료로부터 단열된 전도성 물질로 만들어져, 그 온도 제어에 높은 유연성을 제공할 수도 있다. 혼합실(30)의 상부는 제거 가능한 덮개 즉 상판(39)에 의해 폐쇄되며, 상기 상판은, 적합하게는 스테인레스강으로 만들어지며, 공정실 덮개(36)에 밀봉적으로 연결되며, 이를 관통하여 상기 유입 포트(16)가 장착된다. 상기 하우스징(26), 공정실 덮개(36) 및, 상판(39)은 상기 장치(10)의 작동 동안에 진공 압력 수준에서 유지되는 내부 체적을 둘러싸는 밀봉된 용기를 형성한다.

가스 혼합실(30)의 저부는 상기 혼합실 벽(39)의 저부에 연결된 원형의 샤워헤드(showerhead; 35)에 의해 폐쇄된다. 상기 샤워헤드(35)는, 구멍을 가지며 고도로 폴리싱된 저면을 가지는 가공가능한 세라믹 재료 또는 알루미늄으로 만들어지며 상기 공정실 내에서 공정중인 웨이퍼의 영역으로부터 더 높은 반응 온도로부터 방사열의 흡수를 지연시킨다. 상기 샤워헤드(35)는 선택적으로는, 통기성 재료나 세라믹 판으로 형성될 수 있다. 웨이퍼 지지체 또는 수용체(40)는 상기 공정실 내부에 제공되며, 적합하게는 상기 샤워헤드(35) 바로 아래에 축방향으로 정렬된다. 상기 수용체(40)는 적합하게는 하우스징 벽(26)의 저부를 통하여 수직으로 연장하는 구동축(50) 상에서 공정실(25) 내부에 회전식으로 부착되며, 수용체 구동 지지 프레임(47)에 의해서 지지되며, 상기 지지 프레임은 베어링(52)에서 하우스징(26) 저부에 고정되며, 강유체성(ferrofluidic) 밀봉부(54)에 의해 둘러싸인다. 상기 축(50)에는, 구동 벨트(57)를 통하여 수용체 구동 구동 모터(58)의 출력과 구동적으로 연결되는 구동 폴리(56)가 고정된다. 상기 수용체(40)는 웨이퍼 상방향의 원형 지지면(41)을 가지며, 상기 표면(41) 상의 웨이퍼 온도를 반응 또는 공정 온도로 상승시키기 위한 가열기(42)를 포함한다. 상기 가열기(42)는 적합하게는 전원(43)에 의해 가동되는 저항 가열기 유형이며, 상기 표면(41) 상의 웨이퍼 온도를 최소 1000°C에 까지 상승시킬 수 있다.

가스 혼합실(30)은 복수의 동심 중공 관상 링(33)이 구비되며, 적합하게는 각 유입 포트(16)에 연결되며, 상기 링(33) 각각은 그들을 따라서 및 수용체(40) 축과 일직선인 공정실(25) 축의 중심선 둘레에서 간격을 가지는 복수의 구멍을 가진다.

상기 공정실(25)은 적합하게는 플라즈마 전극(60)이 구비되며, 상기 전극은 적합하게는 니켈과 같은 전도성 재료로부터 샤워헤드(35)를 상기 공정실 덮개(37)에 고정된 원통형 석영 절연체(61)에 부착되도록 제작함으로써 형성된다. 이러한 전극은 RF 공급원으로부터 무선 주파수(radio frequency) 전기 에너지에 의해 에너지를 받아 플라즈마를 발생시킨다. 상기 전극(60)은 상기 공정실의 플라즈마 세척을 위해 NF_3 에 에너지를 가한다. 플라즈마 세척을 위해서, RF 에너지는 상기 전극(60)과, 적합한 절연 재료의 전기 절연체(66) 상의 공정실 하우스징(26)에 부착된 상기 공정실(25) 베이스에 제공되는 저부 플라즈마 세척 전극(65) 사이에서 연결된다. 전극(65)은 상기 공정실(25)의 공정부와 진공 배출 포트(18) 사이에서 원시 가스 유동 조절부로서 소요되는 환형 링의 형상이다. 두 개의 추가적 조절부(68, 69)는 상기 전극(65)과 하우스징(26) 저부 사이에 제공된다.

전극(60)은 또한 상기 전극(60)과 수용체(40) 사이에서 연결되는 RF 발생기(71)에 의해 에너지를 받으며, 본 발명에 따른 실시예에 따라서 상기 웨이퍼(75)를 공정하기 위해 평행 판 플라즈마 발생기를 형성한다. 상기 발생기는 MF 에너지를 예를 들어 450kHz에 적용시켜 상기 웨이퍼(75)에 인접한 플라즈마를 생성할 수도 있다.

상기와 같이 평행한 판 플라즈마 발생 전극(60)으로서 샤워헤드(35)를 사용하는 것에 대안적으로는, RF 에너지는 도 2에 도시한 바와 같이 유도 코일(70)의 사용을 통하여 상기 공정실 내부에 유도적으로 연결될 수도 있다. 상기 코일(70)로부터 상기 공정실(25) 내부로의 에너지 연결을 돕기 위해, 공정실과 하우스징(26) 사이에 석영 라이너(liner; 67)가 제공된다. 예를 들어 450kHz로 작동하는 중파(MF) 발생기(71a)는 코일(70)을 가로질러 연결된다. 상기 발생기(71a)에 의해 에너지를 받을 때, 상기 코일(70)로부터의 전기 에너지는 상기 웨이퍼 지지체 또는 수용체(40)와 상기 샤워헤드(35) 사이의 공간에서 상기 공정실(25) 내부에 유도적으로 연결되어 상기 공간에 플라즈마를 생성한다.

평행한 판 전극(60) 또는 플라즈마 발생을 위한 유도 연결 코일(70) 중 하나를 사용하여 상기 기관(75)에 적합하게는 바이어스 전압이 제공된다. 상기 바이어스 전압을 제공하기 위해서, 발생기(72)는 적합하게는 예를 들어 13.56MHz에서 고주파(HF)를 발생시키도록 작동가능하게 제공되며, 상기 수용체(40)와 공정실 벽(26)과 같은 공정실 양극 사이에서 연결된다. 작동될 때, 상기 발생기(72)는 전기 에너지를 충전을 야기하는 상기 수용체(40)에 작용시키며, 상기 수용체로부터 상기 공간으로의 흐름은 그에 의해 100 볼트 이하의 낮은 음 바이어스 전압을 상기 수용체(40)에 가하며, 웨이퍼(75)가 상기 수용체(40) 상에 지지될 때 웨이퍼(75)에 낮은 에너지에서 플라즈마로부터 양이온을 흡인한다.

상기와 같이 구성된 장치(10)는 도 2에 확대 도시된 웨이퍼(75)와 같은 반도체 웨이퍼 상의 고종횡비 접점을 효과적으로 세척함에 의해 본 발명의 공정을 수행하기 위해 작동한다. 도 2에서, 웨이퍼(75)는, 예를 들어 1 마이크론의 두께를 가지는 실리콘 이산화물(SiO_2) 층(77)과 같은 통상적인 절연층이 그 위에서 성장되는 실리콘(Si) 베이스 또는 기관 층(76)을 포함한다. 절연 SiO_2 층이 형성되는 동안 줄곳, 에칭 또는 다른 공정에 의해, 다수의 구멍(78) 또는 상기 층(77)을 관통하여 상기 전도 실리콘 층(76) 하면을 노출

시킨다. 상기 구멍(78)의 저부에서 노출된 영역은 '금속화'로서 언급되는 공정에 의해서 전기 전도체가 연결되어야 하는 접점(80)을 이룬다. 금속화 공정에 있어서, Ti 또는 TiN의 얇은 층(81)은 전형적으로 상기 접점 상에서 성장되며, 상기 접점 표면에 텅스텐과 같은 전도성 재료의 덮개 층(82)이 성장되어 상기 구멍(78)을 채우고 상기 SiO₂ 층(77)을 통하여 연장하는 접점을 형성한다. 상기 Ti 및 TiN 층은 상기 텅스텐 및 실리콘 층(76) 사이에서 결합 및 전기 전도성을 향상시킨다.

상기 SiO₂ 층 및 구멍(78)을 형성하는 공정은 종래에는 하나 이상의 공정 장치에서 수행되며, 이들은 상기 장치로부터 다른 후속 공정을 위하여 산소 포함 환경을 통하여 CVD 장치(10)로 운반된다. 일부 공정을 마친 상기 웨이퍼(75)의 운반 동안에, 산화물은 상기 접점(80)에 형성되기 쉬우며, 이는 접점(80)의 Si 상에 Ti 또는 TiN의 효과적인 성장을 방해할 수 있으며 상기 접점에서 저항성을 증가시킬 수 있다. 본 발명의 공정에 의하면 상기 접점(80)은, 적합하게는 Ti 또는 TiN 층이 성장되는 동일한 공정실(25) 내에서, Ti 또는 TiN 층의 성장을 위한 진공 환경 속으로 진입된 후에 H₂ 플라즈마 에칭에 의해 세척된다.

본 발명의 공정의 적합한 실시예에 따르면, Si 기판 베이스 층을 가지며, 구멍(80)을 가진 Si 층(76)을 덮는 SiO₂와 같은 절연 층(77)으로 덮여지는 웨이퍼는, 상기 장치(10)의 CVD 반응부(15)의 공정실(25) 내부에서 수용체(40) 상에 위치된다. 그 후 공정실(25)은, Ar 공급원(23)으로부터 아르곤 가스로 씻어냄으로써 및, 극저온 펌프(31)를 사용하여 공정실(25)을 약 10⁻⁴ Torr의 진공으로 펌프질함으로써 세척된다. 공정실(25)이 원하지 않는 가스가 세척될 때, 공급원(24, 23)으로부터의 H₂ 및 Ar 가스의 혼합물은 상기 혼합실(30)로 진입되며 그로부터 샤워헤드를 통하여 공정실(25)로 진입된다. 상기 가스 혼합물은 상기 수용체(40)에 부착된 웨이퍼(75)의 중심을 향하여 흐르게 되고, 그 후 상기 중심으로부터 반경 방향으로 멀어지며, 그 후 하부 전기적 조절부(65, 68, 69)를 돌아서 배출 포트(18)를 통하여 흐른다. 상기 유량은 적합하게는 H₂의 3 내지 12 sccm이며, 상기 혼합물에서 H₂는 20 내지 80 퍼센트이다. 상기 가열기(42)는 에너지를 받아서 웨이퍼(75)의 온도를 최소 400°C까지 상승시키며, 적합하게는 550°C까지 상승시킨다.

H₂ 및 Ar 가스 혼합물의 흐름이 발생되면, 상기 발생기(71) 또는 발생기(71a)는 활성화되어 샤워헤드(35)와, 수용체(40) 상단에서 지지되는 웨이퍼(75) 표면 사이에서 가스 혼합물 내에서 플라즈마에 에너지를 준다. 상기 혼합물 내의 H₂ 혼합물은 적합하게는 약 80 %로 유지되며, 이는 상기 혼합물 내의 플라즈마가 발화될 조건하에서 유지될 수 있다. 상기 발생기(71a)로부터의 에너지는 전형적으로는 450kHz의 MF 대역에 있다. 상기 수용체(40)는 상기 세척 공정 동안 회전될 필요가 없다. 상기 공정의 조건은 약 60 초 동안 유지된다. 상기 웨이퍼(75)는, 전형적으로 13.56MHz에서 작동하는 HF 발생기(72)의 에너지에 의해, 100 볼트 이하의 음전압으로, 적합하게는 50 볼트 이하의 음전압으로 바이어스 전압이 가해진다. 적합하게는, 상기 바이어스 전압은 15 내지 35 볼트의 음전압으로 유지된다. 상기 공정 동안에, 수소가 풍부한 플라즈마가 형성되며, 상기 웨이퍼(75)의 표면을 가로질러 흐르게 되며, 수소 이온은 생성되어, 수소 이온을 흡인하고 다소 가속시키기 위해 바이어스 전압이 가해지는 상기 웨이퍼(75)의 표면으로 흡인된다. 이들 이온은 접점으로부터 산화물을 세척하며, 접점(80)의 표면에 수소-수소 결합을 형성한다.

상기 공정의 세척 단계를 따라서 및, 대기에 웨이퍼(75)가 노출되기 전에, Ti 또는 TiN CVD 공정은 수행되어 세척된 접점 상에 필름을 성장시킨다. 본 발명의 적합한 실시예에 있어서, Ti 또는 TiN CVD 공정은 상기 공정실(25)에서 수행된다. Ti 코팅 공정의 수행에 있어서, TiCl₄는 공급원(21)로부터 상기 밸브(13), 유입로(12) 및, 유입 포트(16)를 통해서, 공급원(23, 24)로부터의 Ar 및 H₂와 함께, 혼합실(30)로 흐르게 되며, 상기 혼합실(30)로부터 공정실(25)로 흘러, 웨이퍼(75) 표면을 가로질러 흐르게 된다. 상기 공정실(25) 내부에서 가열된 웨이퍼(75)와 접촉할 때, 수소는 TiCl₄를 감소시켜 본 발명의 원리에 따라 플라즈마 세척된 기판 표면에 Ti를 생성한다. 적합하게는 Ti 형성 공정 이후에 수행되는 TiN 코팅 공정을 위해, NH₃는 공급원(22)으로부터 가열된 웨이퍼(75)의 표면으로 흐르게 되며, 더욱 TiCl₄를 감소시키고 웨이퍼 표면 상에 TiN 층을 형성한다. Ti 및 TiN 코팅 공정을 위해, 상기 웨이퍼(75)는 CVD 반응을 유지하기에 충분한 반응 온도로 가열되어 원하는 Ti 또는 TiN 필름을 성장시키며, 상기 반응 온도는 전형적으로는 450°C 내지 650°C의 범위에 있다. CVD 공정은 약 10 Torr의 압력에서 수행되며, 1 분의 시간 동안 약 2000 sccm의 전체 반응 가스의 유량으로 수행된다.

Ti 또는 TiN 층의 성장 후에, 텅스텐 층은 전형적으로 가해진다. 이는 상기 공정실(25)에서 수행될 수도 있으나, 통상적으로 진공 환경의 장치(10)에 연결되는, 반응부(15)와 유사한 반응부의 유사한 공정실에서 더욱 편리하게 수행될 수 있다. 이러한 텅스텐 성장 공정은 적합하게는 참조 문헌 미국 특허 제 5,434,110 및 제 5,342,652에서의 공정에 따라 수행된다.

산업상이용가능성

상기 본 발명의 장치 및 공정의 적합한 실시예의 설명으로부터, 본 발명의 사상을 벗어나지 않는 한도 내에서 개시된 실시예에 변형 및 추가가 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

진공실과,

상기 실 내의 웨이퍼 지지체와,

상기 실에 위치되고 상기 지지체 상의 기판에 대향하여 가스의 흐름을 인도하도록 방향설정된 가스 유입 구조와,

티타늄 또는 티타늄 질화물 필름을 상기 웨이퍼에 성장시키기 위해 CVD 반응을 일으키기 위해 반응 가스를 필수적으로 포함하는, 상기 가스 유입 구조에 선택적으로 연결될 수 있는 반응 가스 공급원과,

수소 함유량이 체적 비율 20 퍼센트 내지 80 퍼센트인 수소 및 아르곤 혼합물을 필수적으로 포함하며, 가스 흐름 포트에 대안적으로 선택적으로 연결가능한 세척 가스 공급원과,

상기 실 내부에서 가스 내에서 플라즈마에 에너지를 주기 위해 상기 실에 연결된 선택적으로 작동가능한 중파 RF 에너지 공급원과,

상기 중파 RF 에너지 공급원에 독립적으로 제어가능하고, 상기 웨이퍼 지지체와 실 양극 사이에서 연결되고, 100 볼트 이하의 전압으로 상기 지지체 상의 웨이퍼에 바이어스 전압을 가하도록 작동될 수 있는 선택적으로 작동가능한 고주파 RF 에너지 공급원 및,

세척 및 CVD 동안에 상기 지지체 상의 웨이퍼를 최소한 400℃의 온도로 가열하기 위해 위치한 가열기를 포함하는 CVD 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 실에 연결되고, 상기 세척 가스 공급원으로부터 상기 가스 유입 구조를 통하여 상기 실로, 상기 가스 유입 구조로부터 하류 방향으로 상기 웨이퍼 지지체로 및, 상기 웨이퍼 지지체로부터 펌프를 통하여 상기 실 외부로의 세척 가스의 흐름을 유발하도록 작동가능한 터보 분자 펌프를 추가적으로 포함하는 CVD 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 실에 연결되고, 세척 가스 공급원으로부터 상기 가스 유입 구조를 통하여 상기 실로, 상기 가스 유입 구조로부터 하류 방향으로 상기 웨이퍼 지지체로 및, 상기 실 내에서 1 mTorr 내지 10 Torr 사이에서 압력을 유지함과 동시에 상기 웨이퍼 지지체로부터 펌프를 통하여 상기 실 외부로 세척 가스의 흐름을 유발하도록 작동가능한 펌프를 추가적으로 포함하는 CVD 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 실에 연결되고, 상기 세척 가스 공급원으로부터 상기 가스 유입 구조를 통하여 상기 실 내로, 상기 가스 유입 구조로부터 하류 방향으로 상기 웨이퍼 지지체를 가로질러 3 내지 12 sccm의 속도로 및, 상기 기관 지지체로부터 펌프를 통하여 상기 실 외부로 세척 가스의 흐름을 유발시키도록 작동가능한 펌프를 추가적으로 포함하는 CVD 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 중파 RF 에너지 공급원의 상기 중파 RF 에너지는 약 450kHz의 주파수를 가지는 CVD 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 고주파 RF 에너지 공급원의 고주파 RF 에너지는 약 13.56MHz의 주파수를 가지는 CVD 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 고주파 RF 에너지 공급원은 상기 웨이퍼에 50 볼트 이하의 전압으로 바이어스 전압을 가하도록 작동가능한 CVD 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 고주파 RF 에너지 공급원은 양극에 대하여 -15 내지 -35 볼트로 상기 웨이퍼에 바이어스 전압을 가하도록 상기 양극과 상기 웨이퍼 지지체 사이에 연결된 CVD 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 가열기는 세척 동안에 상기 웨이퍼를 400℃ 내지 800℃의 온도로 가열하기 위해 작동가능한 CVD 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 가열기는 세척 동안에 상기 웨이퍼를 약 550℃의 온도로 가열하기 위해 작동가능한 CVD 장치.

청구항 11

반도체 웨이퍼 상의 실리콘 접점을 세척 및 금속화하는 원위치 방법에 있어서,

CVD 공정실 내에서 웨이퍼 지지체 상의 실리콘 접점을 가지는 반도체 웨이퍼를 위치시키는 단계와,

수소 함유량이 체적 비율 20 퍼센트 내지 80 퍼센트인 수소 및 아르곤 가스 혼합물을 필수적으로 포함하는 세척 가스를 1 mTorr 내지 10 Torr의 압력에서 상기 실 내부로 및 상기 지지체 상의 웨이퍼를 가로질러 흐르게 하는 단계와,

상기 웨이퍼 지지체와 상기 웨이퍼 지지체에 평행하게 연장하는 전극 사이에서 연결된 에너지 공급원을 사용하여 중파 RF 에너지를 상기 실에 연결시키고, 상기 웨이퍼 상의 실리콘 접점을 세척하기 위해 상기 세척 가스 내의 플라즈마에 에너지를 가하는 단계 및,

상기 지지체 상의 웨이퍼를 400℃ 이상의 온도로 가열하는 단계와,

그 후, CVD 반응을 일으키기 위해 상기 지지체 상의 웨이퍼를 가열하는 동안 티타늄을 함유하는 반응 가스를 상기 실 내부로 진입시키고, 상기 웨이퍼에 티타늄 또는 티타늄 질화물을 성장시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 흐름유도 단계는 상기 세척 가스 내의 수소를 3 내지 12 sccm의 속도로 흐르게 하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 중파 RF 에너지 연결 단계는 약 450kHz의 주파수에서 중파 RF 에너지를 연결시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 방법은 중파 에너지에 독립적으로 제어가능한 고주파 RF 에너지를 상기 웨이퍼 지지체에 공급하고 상기 지지체 상의 웨이퍼에 100 볼트 이하의 전압으로 바이어스 전압을 가하는 단계를 추가적으로 포함하며,

상기 고주파 RF 에너지 공급 단계는 약 13.56MHz의 주파수에서 고주파 RF 에너지를 공급하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서, 상기 방법은 50 볼트 이하의 전압으로 상기 웨이퍼에 바이어스 전압을 가하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 16

제 11 항에 있어서, 상기 방법은 상기 실 내의 양극에 관련하여 -15 내지 -35 볼트의 전압으로 상기 웨이퍼에 바이어스 전압을 가하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 17

제 11 항에 있어서, 상기 가열 단계는 세척 동안에 400℃ 내지 800℃의 온도로 상기 웨이퍼를 가열하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 18

제 11 항에 있어서, 상기 가열 단계는 세척 동안에 약 550℃의 온도로 상기 웨이퍼를 가열하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 19

티타늄 또는 티타늄 질화물로 금속화하기에 앞서 반도체 웨이퍼 상의 실리콘 접점을 세척하는 방법에 있어서,

반도체 웨이퍼를 공정실 내의 웨이퍼 지지체 상에 위치시키는 단계와,

수소 함유량이 체적 비율 20 퍼센트 내지 80 퍼센트인 수소 및 아르곤의 가스 혼합물을 필수적으로 포함하는 세척 가스를 1 mTorr 내지 10 Torr의 압력에서 상기 실 내부로 및 상기 지지체 상의 웨이퍼를 가로질러 흐르게 하는 단계와,

중파 RF 에너지를 상기 실에 연결시키고, 상기 세척 가스 내의 플라즈마에 에너지를 가하는 단계와,

중파 RF 에너지에 독립적으로 제어가능한 고주파 RF 에너지를 상기 웨이퍼 지지체에 공급하고 상기 지지체 상의 웨이퍼에 100 볼트 이하의 전압으로 바이어스 전압을 가하는 단계 및,

상기 지지체 상의 웨이퍼를 400℃ 이상의 온도로 가열하는 단계와,

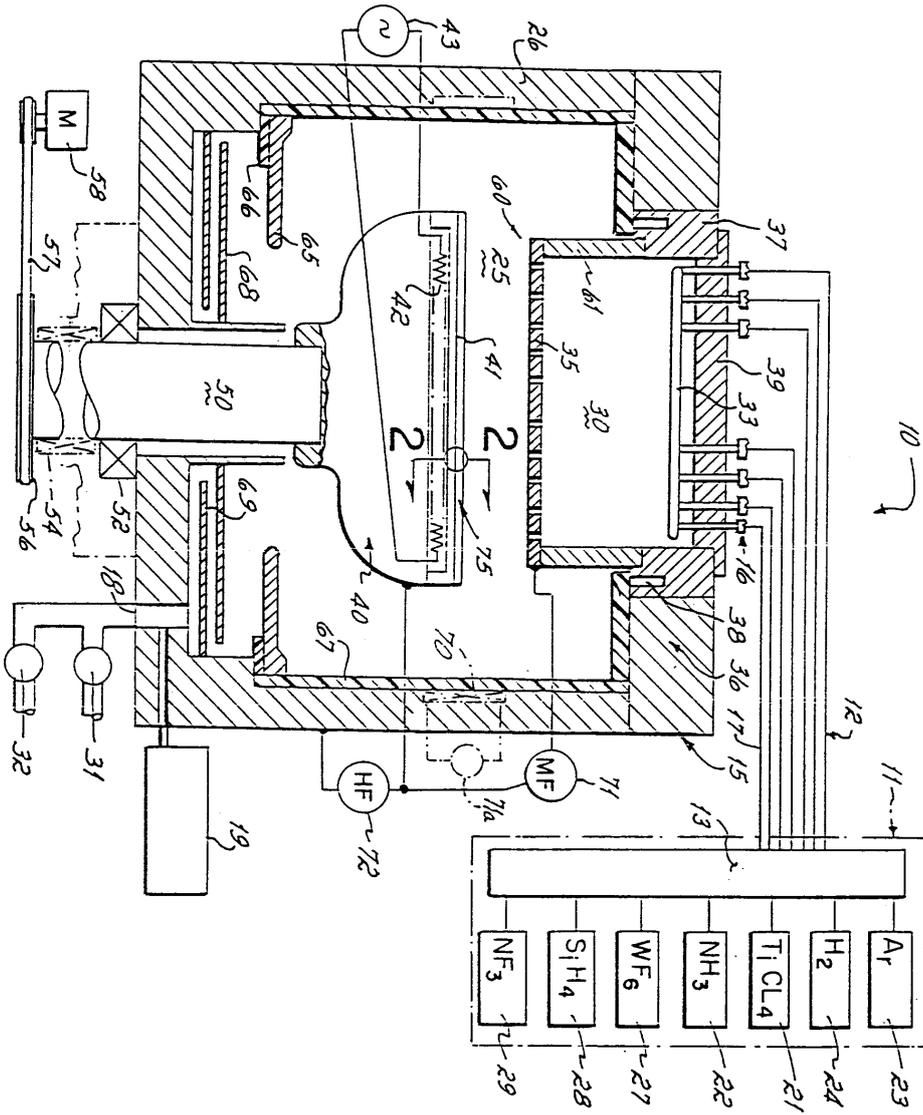
그 후, 상기 접점에 티타늄 또는 티타늄 질화물 필름을 성장시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 흐름유도 단계는 세척 가스의 수소 부분을 3 내지 12 sccm으로 흐르도록 하는 단계를 포함하는 방법.

도면

도면1



도면2

