(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
H01L 21/285

(45) 공고일자 2004년12월17일
(11) 등록번호 10-0462097
(24) 등록일자 2004년12월07일

(21) 출원번호	10-2000-7004930	(65) 공개번호	10-2001-0031857
(22) 출원일자	2000년05월06일	(43) 공개일자	2001년04월16일
번역문 제출일자	2000년05월06일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/023739	(87) 국제공개번호	WO 1999/25012
(86) 국제출원출원일자	1998년11월06일	(87) 국제공개일자	1999년05월20일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아-헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀랜드, 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, 터어키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 시에라리온, 그레나다, 코스타리카, 도미니카연방, 아랍에미리트, 남아프리카,

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

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, 포르투칼, 스웨덴, 핀랜드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베넹, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기네, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기네비쏘,

(30) 우선권주장 08/965,658 1997년11월06일 미국(US)

(73) 특허권자
도쿄 엘렉트론 가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5-3-6

(72) 발명자
아민마이클에스.
미국아리조나주85018피닉스노쓰52번스트리트3128

힐만조지프티.
미국아리조나주85250스코츠데일이스트맥렐란블러바드8025

(74) 대리인
이병호
김영관
홍동오

심사관 : 김종찬

(54) 질화티탄막의 형성 방법 및 당해 방법으로 제조된 생성물

요약

불화텅스텐 원료 기체로부터의 텅스텐의 화학적 증착 동안에 불소의 화학적 공격에 대한 효과적인 차단층은 본 발명에 의해 형성된다. 질화티탄 상사성 차단막(140)은 티탄 박막(136)의 동일 반응계 질화에 의해 형성될 수 있다. 기판(28)을 압력을 감소시키고, 온도를 350 내지 약 700℃로 상승시킨 모듈(20)에 위치시킨다. 이어서, 티탄막(136)을 사할로겐화티탄 및 수소의 플라즈마-강화된 화학적 증착에 의해 부착시킨다. 이어서, 티탄막(136)을 질소 함유 플라즈마(141), 예를 들어 암모니아, N_2 또는 NH_3/N_2 계 플라즈마에 도입시킴으로써, 질화티탄(140)를 티탄막(136)상에 형성시킨다. 이어서, 플라즈마-강화된 화학적 증착에 의해 텅스텐(142)을 질화티탄막(140)에 부착시킨다. 티탄 부착 및 질화 단계는 모두 반응 단계들이 완료될 때까지, 동일한 가공 모듈(20)내에서 기판(28)을 모듈(20)로부터 제거함 없이 수행될 수 있다. 텅스텐 부착 단계는 별개의 가공 장치에서 또는 티탄을 부착 및 가공하기 위해 사용되는 모듈(20)에서 예비 형성될 수 있다.

대표도

도 3C

색인어

화학적 증착, 산화물층, 에칭, 반도체, 질화티탄 차단막

명세서

배경기술

텅스텐 플러그 또는 통로(via) 충전 방법을 사용하는 접점 및 통로 레벨 금속화를 형성하는 현재의 방법은 막이 몇 가지 단계를 거쳐 부착되어 신뢰성 있는 막 특성을 갖는 양호한 접점/통로 저항이 수득될 것을 요구하고 있다.
이러한 단계들은 일반적으로:
1. 티탄막을 부착시켜 규화티탄을 형성시키고, 규소 기판과 텅스텐 플러그 간의 양호한 접점 저항을 도모하는 단계;
2. 질화티탄 차단층(barrier layer)을 부착시켜 텅스텐 부착 단계에서 방출된 불소가 기존의 티탄 하부층을 에칭시키지 않는 단계; 및
3. 플러그를 포함하여 텅스텐 층을 부착시키고, 텅스텐 층을 에치-백(etch-back)시키거나 화학적 기계적 폴리싱(polishing)하는 단계를 포함한다. 화학적 기계적 폴리싱은 연마 슬러리 및 화학적 에칭제와 연결되어 있는 버핑 휠을 사용하여 막의 층을 쉽게 제거할 수 있는 소모성-레지스트 에치-백 방법(sacrificial-resist etch-back process)이다.
이전에는, 티탄 및 질화티탄은 일반적으로 물리적 증착(PVD) 방법, 예를 들어 스퍼터링을 사용하여 부착시켰다. PVD를 사용할 경우, 적당한 바닥 피복을 수득하기 위해서 Ti 및 TiN의 두꺼운 막이 장치의 상단 층에 부착되어야 한다. 스퍼터링이 저온에서 티탄막의 부착을 제공하지만, 스퍼터링 방법은 여러가지 단점을 갖는다. 스퍼터링은 일반적으로 매우 불량한 단계 피복(step coverage)을 제공한다. 단계 피복은 기판 웨이퍼상의 접점의 바닥상의 막 두께 대 기판의 접점 또는 상단면의 측면상의 막 두께의 비율로서 정의된다. 결과적으로, 접점 또는 통로의 바닥에서 예정된 양의 티탄을 스퍼터링하여 부착시키기 위해서는, 보다 많은 양의 스퍼터링되는 티탄이 기판의 상단면상에 또는 접점의 측면에 부착되어야 한다. 예를 들어, 스퍼터링을 사용하여 200Å 막을 접점의 바닥에 부착시키기 위해서는, 600 내지 1,000Å 막층이 기판의 상단면 또는 접점의 측면에 부착되어야 한다. 과량의 티탄을 에칭 제거해야 하므로, 티탄층을 부착시키는 경우에 스퍼터링은 낭비적이고 비용이 많이 든다.
스퍼터링 기술을 사용하는 접점의 단계 피복은 접점 또는 통로의 가로세로비가 증가함에 따라 감소한다. 접점의 가로세로비는 접점의 깊이 대 너비의 비율로서 정의된다. 따라서, 두꺼운 스퍼터링된 막은 접점의 바닥에서 특정 막 두께를 수득하기 위해서 얕고 넓은 접점(낮은 가로세로비)에서 필요한 것보다 좁고 깊은(높은 가로세로비) 접점의 상단 또는 측면에 부착되어야 한다. IC에서 보다 작은 장치 치수에 있어서, 높은 가로세로비 접점 및 통로가 사용되고, 스퍼터링은 비효율적이고 낭비적이다. 보다 작은 장치에 대한 스퍼터링 부착 동안에 감소된 단계 피복은 부착되어야 하는 티탄의 양을 증가시키므로, 적용되고 나중에 에칭 제거되는 티탄의 양을 증가시킨다. 이는 티탄 부착 시간 및 과량의 티탄을 제거하기 위해 필요한 에칭 시간을 증가시킨다. 따라서, IC 장치 기하구조가 계속해서 줄어들고, 가로세로비가 증가함에 따라, 티탄-함유 층의 스퍼터링에 의한 부착은 비용이 매우 많이 들게 된다.
스퍼터링 부착은 또한 분리된 반응 챔버를 사용할 것을 요구한다. 제1 막을 화학적 증착(CVD)(이는 바람직한 방법이다)에 의해 부착시킨 다음, 제2 막을 스퍼터링 부착시키는 장치에서, 2개의 상이한 챔버가 요구된다. 이에 제3 부착

공정, 예를 들어 제3 챔버에서의 스퍼터링 부착이 이어질 수 있다. 기판을 하나의 반응 챔버에서 또 다른 반응 챔버로 이송하는 것을 최소화하고, 단일 챔버에서 가능한 한 많은 반응을 수행하는 것이 바람직하다.

도 2A 내지 2D에 도시된 바와 같이, 산화물 층(112)을 갖는 규소 기판(110) 및 통로 또는 플러그(114)가 제공된다. 두께 약 600Å의 티탄층(116)이 이어서 PVD로 부착된다. PVD-Ti 부착은 Ti '오버행(overhang)'(116a)을 초래한다. 두께 약 1,200Å의 질화티탄 차단층(118)이 이어서 PVD로 부착된다. PVD-TiN은 Ti 오버행(116a)에 부착되어 오버행(118a)을 형성한다. PVD-TiN의 불량한 단계 피복으로 인해, 오버행(118a) 밑의 구역(118b)은 얇고 약하다. 이러한 약함은 텅스텐 플러그의 부착 동안에 TiN 차단층의 고장을 초래한다. 텅스텐 층(120)의 원료 기체는 육불화텅스텐(WF_6)이다. 텅스텐층(120)의 부착 동안에, 불소 기체가 방출된다. 불소 기체는 TiN 차단층(118) 밑에 있는 Ti층(116)과의 반응성이 매우 강하다. 구역(118b)에서의 F와 Ti층(116)의 반응은 전체 막 적층에 대한 리프트오프(lift off)(122)를 초래한다. 이러한 리프트오프(112)는 실패한 적층의 외관으로 인해 '텅스텐 볼케이노(tungsten volcano)'로 공지되어 있다.

티탄막 위에 질화티탄막을 부착하는 경우가 종종 있다. 이러한 막 적층을 위한 일반적인 부착 방법은 스퍼터링이다. CVD Ti 및 TiN은 스퍼터링에 비해 비용-효율적인 대안으로 제공되었다. 출원번호 제08/401,859호(본원에서 이의 전부가 참조된다)[1995년 3월 10일 출원, 발명의 명칭 'Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition of Titanium Nitride Using Ammonia']는 사염화티탄 및 암모니아를 사용하는 질화티탄의 PE-CVD에 대해 기재하고 있다. 하지만, 이는 단일 반응 챔버내에서의 티탄 및 질화티탄의 형성에 대해 기재하고 있지 않지만, 특히 티탄 및 질화티탄막의 형성간에 티탄을 함유하는 기판의 반출에 대해 기재하고 있다.

기계의 처리량을 감소시키는 각각의 개별 공정에 수반되는 상당한 비용이 요구된다. 이는 웨이퍼 가열, 반응 챔버 압력 및 기체 유동 안정화, 및 회전 안정화를 위한 시간을 포함한다. 웨이퍼가 모듈에 들어갈 때마다, 이러한 모든 단계를 거쳐야 한다.

이곳저곳으로 웨이퍼를 이동시키는 것은 티탄의 부착 및 후속적인 질화 및 질화티탄막의 부착간에 시간 지연을 초래한다. 이러한 시간 동안에, 티탄막은 막의 전기적 특성을 저하시킬 수 있는 산화를 겪게 된다.

따라서, 본 발명의 목적은 어떠한 고유 단점도 갖지 않는 TiN 차단층을 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 텅스텐 볼케이노를 형성하지 않으면서 W 플러그를 부착시키는 것이다. 또 다른 본 발명의 목적은 단일 반응 챔버에서 기판상에 Ti층으로부터 TiN 차단층을 형성시키는 것이다.

발명의 요약

본 발명은 CVD-W 플러그 장치내에서 티탄(Ti) 부착과 텅스텐(W) 부착 간에 중간 단계로서 질화티탄(TiN)막을 부착시키는 단계를 제거하는 방법이다. 본 발명은 Ti의 CVD를 사용하여 상사성(conformal; 相似性) 전구체 차단 레벨을 형성한 다음, 동일 반응계 질화 단계를 수행한다. 동일 반응계 질화 단계는 질소 함유 플라즈마, 예를 들어 암모니아, N_2 또는 NH_3/N_2 계 플라즈마를 사용하여 상사성 CVD-Ti를 TiN으로 전환시키는 플라즈마 질화 단계이다. 상사성 TiN 막은 CVD-W 플러그 부착에서 방출된 불소 기체에 의해 에칭 또는 공격받지 않고, 접점 코너에서 '볼케이노'의 형성을 제거한다.

미국 특허원 제08,253,978호[발명의 명칭: Low Temperature Plasma-Enhanced Formation of Integrated Circuits , 1994년 6월 3일 출원, 발명자: Joseph T. Hillman et al.]는 각종 막, 예를 들어 PE-CVD Ti의 적용에 대해 기술하고, 본원에서 이의 전체가 참조된다.

본 발명은 티탄막을 제공하는데, 이는 후속적으로 질화되어 질화티탄막을 형성하고, 이어서 W 플러그를 부착시킴으로써 접점 또는 통로가 충전된다. 차단층 형성의 방법은 단일 반응 챔버에서 수행되어 생산성 및 비용 효율성에 있어서 상당한 증가를 제공할 수 있다.

본 발명에 따라서, 반응 챔버 압력은 약 10torr 미만에서 안정화되고, 이어서 웨이퍼 온도는 약 400 내지 700℃의 온도에서 안정화되고, 티탄막은 플라즈마-강화된 화학적 증착에 의해 부착된다. 반응 챔버를 이탈하지 않으면서, 이어서 막을 질소 함유 플라즈마, 예를 들어 암모니아, N_2 또는 NH_3/N_2 계 플라즈마를 사용하여 플라즈마 질화에 도입시켜 질화티탄을 형성시킨다. 다시, 반드시 반응 챔버를 이탈할 필요없이, 육불화텅스텐 원료 기체를 사용하는 화학적 증착을 사용하여 텅스텐을 부착시킬 수 있다. 이와 달리, 기판을 반응 챔버로부터 제거하고 W 부착을 위한 후속적인 공정 모듈로 이동시킬 수 있다.

이러한 단계들에 의해서, 공정 동안에 웨이퍼를 움직이거나 상태를 변화시킴 없이 접점 또는 통로내에서 텅스텐 플러그를 위한 질화티탄 차단층을 형성한다. 통상적인 방법에 대한 이러한 방법의 잇점은 질화티탄 및 텅스텐을 형성시키기 위해 요구되는 시간을 감소시킨다는 것이다. 결과적으로, 이는 기계의 처리량을 향상시키고, 비용을 감소시킨다. 추가로, 이는 2개 또는 3개의 이러한 모듈을 병행 작동시켜 기구의 처리량을 추가로 증가시키는 단일 클러스터(cluster) 기구를 사용할 수 있게 한다. 추가로, 티탄 부착과 질화티탄을 형성하기 위한 질화 사이에 지연이 없기 때문에 접합 특성이 개선되고, 이는 전기적 특성을 저하시킬 수 있는 오염물질을 최소화한다.

본 발명의 목적 및 잇점은 하기 상세한 설명 및 도면을 참조하여 추가로 기술한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 방법을 실시하기 위해 사용한 부착 챔버의 단면의 부분 측면도이다.

도 1A는 도 1의 라인 A-A를 따라 취해진 동심성 기체 주입기의 상단 평면도이다.

도 2A 내지 2D는 '텅스텐 볼케이노'의 형성을 보여주는 개략 단면도이다.

도 3A 내지 3D는 '텅스텐 볼케이노'의 형성 없이 텅스텐 플러그를 사용하는 접점 또는 통로의 충전을 보여주는 개략 단면도이다.

발명의 상세한 설명

본 발명에 따라서, 질화티탄막은 티탄막의 질화에 의해 형성되어 질화티탄 차단층을 형성한다. 본 발명에의 사용을 위해, 티탄막은 CVD, 바람직하게는 티탄, 바람직하게는 사할로겐화티탄, 예를 들어 사염화티탄의 PE-CVD를 사용하여 부착시킨다. 티탄막의 부착에 이어서, 막을 동일 반응계 플라즈마 질화에 도입하여 질화티탄 차단층을 형성한다. 임의의 특정 장치에 제한하지는 않지만, 본 발명에 사용하기 위한 바람직한 장치의 하나는 도 1의 CVD 반응기(20)이다.

반응기(20), 및 구체적으로는 하우징(22)내의 반응 공간(24)은 선택적으로 배기시킬 수 있다. 이러한 장치에서, 반응 공간은 0.5 내지 10torr로 배기된다. 일반적으로, 서셉터(susceptor)(26)는 고정되어 있지만; 서셉터(26)는 샤프트(30)에 의해 여러가지 속도의 모터(도시되지 않음)와 결합되어 서셉터(26) 및 기판(28)이 여러가지 속도, 예를 들어 0 내지 2,000rpm에서 회전할 수 있다. 서셉터(26)는 기판(28)을 가열하기 위한 서셉터(26)에 결합된 저항 가열 부재(도시되지 않음)을 포함하고, 전기적 접지(도시되지 않음)를 포함한다.

하우징(22)의 상단벽(32)으로부터 아래쪽으로의 연장은 기체-분산 샤워헤드(36)에 부착된 실린더 어셈블리(34)이다. 샤워헤드(36)는 불필요한 열을 분산시키기 위한 열 파이프를 경우에 따라 포함할 수 있는 커버(46)를 통해 연장되어 있는 적당한 RF 공급 라인 어셈블리(40)에 의해 RF 에너지원(38)에 결합된다. 실링 구조(49)는 공급 라인 어셈블리(40) 주위로 오프닝을 봉합한다. 플라즈마 원료 기체 및 반응 기체가 동심성 환 또는 할로(50,52)에 의해 유동 경로(44)로 도입된다. 동심성 환(50,52)은 유동 경로(44) 주위로 기체를 균일하게 분배시키는 다수의 홀을 포함한다. 환(50)은 라인(56)을 통해 기체 공급선에 연결되어 있으며, 환(52)은 라인(58)에 의해 공급선에 연결되어 있다.

절연체 환(62)은 실린더(34) 및 샤워헤드(36)를 분리시켜 상호간에 전기적으로 격리되어 있다. 실린더(34)는 접지 라인(61)에 의해 전기적으로 접지되어 있다. 절연체 환(62)은 바람직하게는 샤워헤드(36)의 외부 직경과 대략 동일한 외부 직경, 및 실린더 및 샤워헤드 간의 전체 부착 인터페이스를 따라서 실린더(34) 및 샤워헤드(36)의 완전한 분리를 확보하는 너비를 갖는다. 절연체 환은 바람직하게는 약 0.75inch 두께의 석영 물질로 이루어져 있다.

샤워헤드 전극(36)은 기판(28) 위로 기체의 유동을 분산시키는 다수의 분산 홀(64)을 함유한다. 샤워헤드(36)는 스템(68)을 포함한다. 스템(68)은 샤워헤드(36)와 함께 완전하게 형성되고, 샤워헤드(36)에 연결되어 있는 RF 라인 어셈블리(40)의 부분을 형성한다. 스템(68)을 포함하는 샤워헤드(36)는 전기 전도성 물질, 바람직하게는 니켈-200으로 이루어져 있다.

RF 공급 라인 어셈블리(40)을 통한 RF 전원은 샤워헤드(36)를 바이어스(bias)하여 샤워헤드는 RF 전극으로서 작용한다. 접지된 서섭터(26)는 또 다른 병렬 전극을 형성한다. RF 장이 바람직하게는 샤워헤드(36) 및 서셉터(26) 사이에서 생성된다. 바이어스된 샤워헤드/전극(36)에 의해 생성된 RF 장은 플라즈마 기체, 예를 들어 질소, 수소 및 아르곤 기체를 여기시키고, 이는 홀(64)을 통해 분배되어 플라즈마가 샤워헤드/전극(36) 아래에 생성된다.

사용된 샤워헤드는 두께가 약 6mm이고, 약 17.3cm의 직경 및 600개의 홀을 갖는다. 홀의 수는 중요하지 않고, 100 내지 1,000개 이상의 홀로 쉽게 변경될 수 있다. 홀은 바람직하게는 1.5mm 미만의 직경, 보다 바람직하게는 약 0.75mm의 직경을 갖는다. 이는 플라즈마가 홀내에서 생성되어 효율성이 저하되는 것을 방지한다.

기체 유동 주입기 환은 바람직하게는 적당한 밸브(도시되지 않음)를 통해 기체 공급선[H_2, 사할로겐화티탄, N_2, NH_3, Ar 및 WF_6 (기체 공급선은 도시되지 않음)]에 연결되어 이러한 기체들의 하나 이상을 선택적으로 실린더(34)에 공급될 수 있게 한다. 주입기 환(50 및 52)으로부터의 기체 유동은 실린더(34)의 길이 방향으로 전개되어서 샤워헤드(36)까지 도달한다. 샤워헤드(36)를 통과하는 인입 플라즈마 기체의 속도 프로파일이 기판(28)의 표면에 도달하기 전에 완전히 발전된 상태인 것이 바람직하다. 샤워헤드의 표면에의 인접으로 인해, 프로파일은 실린더(34)내에서 발전되어야 한다.

바람직하게는, 샤워헤드(36)는 서셉터(26)로부터 약 10cm 내지 약 10mm 떨어져 있고, 20mm가 바람직하다. 샤워헤드는 기판 또는 웨이퍼가 제거될 수 있는 한, 기판 표면(29)에 가능한한 가깝게 위치하는 것이 바람직하지만, 이는 본 발명을 실시하기 위해 중요한 것은 아니다.

펌핑(pumping) 효과는 본원에서 이의 전체가 참조되는 미국 특허 제5,370,739호에 기재된 바와 같이 회전 서셉터(26)에 의해 생성될 수 있다. 플라즈마 라디칼 및 이온은 기판(28)의 상부 표면(29)에서 구인된다. 일반적으로, 회전속도는 0 내지 1,500 rpm에서 변할 수 있다. 추가로, 매치된 기체 유동은 중요해 보이지는 않지만, 사용될 수 있다.

샤워헤드 및 기판(28) 사이에 약 20mm의 공간을 가지면서, 생성된 플라즈마는 기판 표면(29)에 보다 가깝게 존재한다. 샤워헤드(36)가 RF 전극으로서 작용하면서, 보다 균일한 플라즈마가 생성되므로, 기판(28)에서 라디칼 및 이온 밀도의 균일성을 강화시키고, 이로써 반응 속도를 향상시킨다.

이러한 장치를 사용할 경우에, 전극은 약 55KHz 내지 13.56MHz의 주파수(Federal Communication Commission에서 승인된 주파수)에서 일반적으로 바이어스된다. 초기에, 웨이퍼를 반응기(20)내에 위치시키고, 온도 및 압력 둘다를 설정 및 안정화시킨다. 온도는 수행되는 각종 반응을 최적화하도록 선택되어야 하고, 일반적으로 350 내지 약 700이다.

유사하게, 압력은 초기에 설정 및 안정화시키고, 공정 내내 유지시킨다. 압력은 어디서든 약 500millitorr 내지 약 10torr일 수 있고, 약 5torr가 바람직하다.

티탄막은 미국 특허 제5,567,243호(본원에서 참조됨)에 기재된 바와 같이 PE-CVD에 의해 부착된다. 이러한 방법에 따라서, 사할로겐화티탄을 희석 기체와 배합하고, RF 에너지를 사용하여 플라즈마 속으로 형성시킨다. 이어서 티탄을 기판(28)에 부착시킨다. 도 3A에 도시된 바와 같이, 기판(28)은 일반적으로 임의의 반도체 기판, 예를 들어 텅스텐 플러그(142A)(도 3D)로 충전된 접점 또는 통로(134)(도 3A)를 갖는 산화물층(132)과의 규소(130)일 수 있다. 도 3B에 도시된 바와 같이, PE-CVD-Ti는 산화물층(132)상에 금속성 Ti층(136)의 부착 동안 Si(130)상에 동일 반응계 TiSi

$_2$ 층(138)을 형성한다. Si 접점층(130)내에 형성된 TiSi $_2$ 층(138)이 산화물(132)의 상단면 위에 형성된 금속성 Ti층(136)의 두께의 약 2 내지 2.5배가 되도록 부착 키네틱을 조절한다. 예를 들어, 100Å의 금속성 Ti층(136)이 산화물(132) 상에 형성될 경우, 약 250Å의 TiSi $_2$ 층(138)이 Si 접점층(130)내에 형성된다. 산화물의 수직 표면상에 형성된 금속성 Ti층은 산화물의 수평 표면 상의 층만큼 두껍지 않다. 상대적으로 얇은 Ti층은 질소 함유 플라즈마, 예를 들어 암모니아, N $_2$ 또는 NH $_3$ /N $_2$ 계 플라즈마에서의 질화에 적합하다. 이러한 방법이 사용될 수 있는 기타 적합한 적용, 예를 들어 Al 또는 TiN 항-반사 피복층상에의 Ti 부착이 있다.

사할로겐화티탄은 사브롬화티탄, 사요오드화티탄 또는 사염화티탄일 수 있다. 사염화티탄이 비용에 있어서 바람직하다. 이러한 티탄 원료 기체는 불활성 희석 기체, 바람직하게는 수소와 배합된다. 기타 불활성 희석 기체는 헬륨, 아르곤, 네온 및 크세논을 포함한다. 일반적으로, 희석제 대 사염화티탄의 몰비는 약 1:1,500 내지 약 5:1,500이다.

유속은 특정 반응기에 따라서 변한다. 상기한 반응기에서, TiCl $_4$ 의 유속은 3 내지 7sccm이 바람직하고; 수소의 유속은 1,000 내지 5,000sccm이 바람직하다. 압력은 약 5torr가 바람직하다.

RF 에너지는 또한 특정 장치에 따라서 변할 수 있다. RF 에너지의 전력은 약 450KHz 내지 13.56MHz에서 약 200W 내지 약 1KW이다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 기판은 회전할 수 있는 서셉터(26)에 고정되어 있다. 회전 속도는 약 0 내지 약 2,000rpm일 수 있다. 회전은 기판의 표면에 기체를 구인하는 펌핑 작용을 수월하게 한다. 본 발명을 사용하여, 기판 온도는 서셉터(26)의 온도를 조정함으로써 조정할 수 있다.

산화물층(132)상에 형성된 티탄막(136)(도 3B)은 부착 후에 임의로 수소 플라즈마에 도입시킬 수 있다. 바람직하게는, 플라즈마는 수소, 수소와 아르곤 또는 수소와 헬륨과의 혼합물로부터 선택된 기체로부터 형성된다. 적어도 1 내지 5%의 수소가 할로겐화물과 반응하여 할로겐화수소, 염화티탄이 원료 기체로 사용되었다면 염화수소를 형성한 다음, 이를 반응 챔버로부터 배기하는 것이 바람직하다. 수소 플라즈마는 티탄 부착 반응을 완결에 이르게 하고, 염화물을 제거 또는 적어도 실질적으로 감소시킨다.

수소 플라즈마 처리 동안에, RF 전극은 약 200 내지 약 700W에서 작동하며, 주파수는 약 450KHz 내지 13.56MHz이다. 일반적으로 유속은 약 1,000sccm이어야 한다. 이러한 플라즈마 처리는 30 내지 90초 동안 계속되고, 약 60초가 바람직하다.

TiN막(140)(도 3C)은 Ti막(136)(도 3B)으로부터 형성된다. 후속적으로 수소 플라즈마 처리하고, Ti막(136)은 질소-함유 플라즈마(141)(도 3C), 예를 들어 질소 함유 플라즈마, 예를 들어 암모니아, N $_2$ 또는 NH $_3$ /N $_2$ 계 플라즈마를 사용하여 동일 반응계 질화된다. 본 발명에서 사용될 수 있는 질화 기체는 희석 기체, 예를 들어 희 기체(바람직하게는 아르곤) 또는 수소를 갖는 암모니아, 및 암모니아 및 질소의 이온이다. 암모니아가 이의 보다 양호한 반응성으로 인해 바람직하다. 플라즈마(141)는 승온 및 감압에서 전극(36)에 의해 생성된 RF 장에 질화 기체를 도입시킴으로써 생성된다. 플라즈마(141)가 티탄막(136)에 접촉할 경우에, 티탄막(136)은 질화티탄막(140)(도 3C)으로 변형된다.

질화 단계 동안에, RF 전극은 약 200 내지 약 700W(바람직하게는 약 500W)에서 작동되며, 주파수는 약 100KHz 내지 50MHz(바람직하게는 약 450KHz)이다. 암모니아 기체 유동은 일반적으로 약 1,000 내지 약 5,000sccm(바람직하게는 약 3,000sccm)으로 조절되고, Ar 희석 기체 유동은 약 150sccm으로 조절되며, 전체 압력은 약 5torr이다. 기판(28)의 온도는 가열 서셉터(26)에 의해 조절된다. 기판은 바람직하게는 약 600℃로 가열된다.

일반적으로, 질화 기체의 최소 유속은 약 10sccm 이상이어야 한다. 10,000 sccm 이상의 유속으로 작동될 수도 있지만, 5,000sccm 이상의 유속은 질화의 속도에서의 어떠한 실질적인 증가도 없이 챔버의 배기되지 않은 기체의 양을 증가시킨다. 질화 기체의 정확한 유속은 본 발명의 실시를 위해 그리 중요하지 않지만, 약 3,000sccm이 바람직하다. 질화 공정 시간은 20초 내지 10분 이하일 수 있지만, 5분이 일반적으로 허용된다.

질화 기체, 바람직하게는 암모니아 또는 질소와 수소의 배합물이 주입기(50 및 52)를 통해 도입되고, 실린더(34) 및 샤워헤드(36)를 통해 유동하고, 이는 기체로부터 플라즈마를 생성한다. 이러한 반응은 약 5분 동안 지속된다. 화살표(65)로 도시된 바와 같이 수소와 함께 미반응 암모니아는 배플(27) 주위에서 아래쪽으로 배출되고, 반응 챔버(14)로부터 배기구(53)를 통해 배기된다.

이어서, 미국 특허원 제08/797,883호 및 제08/797,397호[발명의 명칭은 둘 다 'PROCESS FOR CHEMICAL VAPOR DEPOSITION OF TUNGSTEN ONTO A TITANIUM NITRIDE SUBSTRATE SURFACE'이고, 둘 다 1997년 2월 10일에 출원되었으며, 발명자는 Douglas A. Webb이고, 본원에서 이의 전체가 참조된다]에 기재된 바와 같이, 기판을 텅스텐 CVD 모듈로 이동시킬 수 있다. 웨이퍼는 일반적으로 텅스텐 CVD의 챔버내에서 수소 플라즈마 처리되어 임의의 산화된 표면층을 제거하고, 후속적으로 부착된 텅스텐을 위한 핵형성 부위를 형성한다. WF $_6$ 의 도입 및 CVD 반응의 초기에, 텅스텐의 핵형성은 분해 없이 진행되고, 공정은 별도의 스퍼터링 에칭 또는 기타 플라즈마 처리 모듈을 요구하지 않으며, 사전 세정 처리 시간을 감소시킨다. 수소 플라즈마 처리는 2초 내지 1분이 소용될 수 있다. 일반적으로, 별개의 모듈에서 텅스텐을 부착하는 것이 보다 효율적인데, 이는 온도, 압력 및 기체 혼합물에서의 차이가 모듈을 변화시키는데 있어서의 지연을 보장하기에 충분하기 때문이다. 하지만, 티탄의 부착 및 가공을 위해 사용된 가공 모듈에서 텅스텐 부착를 수행하는 것도 가능하다. CVD-W 층을 부착시키는데 있어서, WF $_6$ 를 함유하는 반응 기체가 챔버로 유동하기 전에, 수소 기체를 2,000sccm의 유속, 5torr의 압력 및 300 내지 450℃의 웨이퍼 온도에서 도입시킨다. 직경 25cm의 환상 평형판 전극(도시되지 않음)은 기판으로부터 20mm의 거리로 유지되고, 450KHz의 주파수에서 500W의 RF 전력을 공급한다. H $_2$ 기체를 임의의 산화물을 제거하기에 충분한 시간(일반적으로 10초 내지 1분) 동안 약 2,000cc/분의 속도로 유동시킨다. 이어서, WF $_6$ 을 약 300sccm/분의 속도로 H $_2$ 유동에 첨가하여 통로(134)내에 플러그(142a)를 포함하는 텅스텐막(142)를 제조한다. 당분야의 숙련가는 압력 및 유속이 변경될 수 있다는 것을 알 것이다.

본 발명은 각종 실시양태의 설명에 의해 예시되고, 이들 실시양태는 상세하게 설명되지만, 첨부된 청구의 범위를 어떠한 식으로든 이러한 세부사항에 한정하지 않으려는 것이 본 출원인의 의도이다. 추가의 잇점 및 변형이 당분야의

숙련가에게 자명할 것이다. 따라서, 보다 넓은 측면에서의 본 발명은 특정 세부사항, 대표적 장치 및 방법, 및 도시되고 설명된 예시적 실시예에 한정되지 않는다. 이는 현재 알려진 바와 같은 본 발명을 실시하는 바람직한 방법이 수반된 본 발명의 설명이었다. 하지만, 본 발명 그 자체는 첨부된 청구의 범위에 의해서만 한정되어야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
상부 표면을 갖는 규소기판(28)을 제공하고, 화학적 증착에 의해, 노출된 상부 표면을 갖는 규화티탄층(138)을 형성하고, 질소 함유 플라즈마를 사용하여 질화티탄층(140)을 형성하며, 상기 규화티탄층(138)과 질화티탄층(140) 위로 텅스텐 층(142)을 증착함을 포함하며,
기판의 플러그내에 상사성(相似性) 질화티탄막을 형성하여 불소와 티탄과의 반응을 방지함을 특징으로 하고,
규소기판(28)의 상부 표면에 산화물층(132)(여기서, 산화물층(132)은 상단면과, 당해 상단면으로부터 규소기판(28)의 상부 표면까지의 구멍(134)을 구비하며, 이 구멍은 규소기판의 상부표면을 노출시킨다)을 형성시키고, 규화티탄층(138)을 형성하는 동시에 당해 산화물 층 위에 티탄층(136)을 형성시키는 것을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하고,
그런 다음, 티탄층(136)을 플라즈마에 도입하여 질화티탄층(140)으로 전환시키고, 불화 텅스텐을 공급원으로 하는 기체의 화학적 증착에 의하여 텅스텐 층(142)을 전환된 질화 티탄층(140) 및 규화 티탄층(138)에 직접 증착시키는 것을 특징으로 하는
질화티탄막의 형성 방법.

청구항 2.
제1항에 있어서, 티탄층(136)의 형성 및 질화티탄층(140)의 형성 공정이 기판(28)을 챔버로부터 제거하지 않고 단일 반응 챔버(24)에서 수행되는 방법.

청구항 3.
제1항에 있어서, 티탄층(136)을 형성시키는 단계, 질화티탄층(140)을 형성시키는 단계 및 텅스텐층(142)을 부착시키는 단계가 기판을 챔버로부터 제거하지 않고 단일 반응 챔버(24)에서 수행되는 방법.

청구항 4.
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 티탄층(136)이 사할로겐화티탄 원료 기체로부터 화학적 증착에 의해 형성되는 방법.

청구항 5.
삭제

청구항 6.
제4항에 있어서, 사할로겐화티탄 원료 기체가 $TiCl_4$ 를 포함하는 방법.

청구항 7.
삭제

청구항 8.
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 기판(28)이 350 내지 700℃의 온도로 가열되고, 모든 단계에 걸쳐 이러한 온도에서 유지되는 방법.

청구항 9.
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 텅스텐층(142)이 WF_6 의 화학적 증착에 의해 부착되는 방법.

청구항 10.
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 텅스텐층(142)이 기판(28)을 육불화텅스텐 및 수소로부터 형성된 플라즈마에 도입시킴으로써 부착되는 방법.

청구항 11.
제8항에 있어서, 텅스텐층을 부착시키는 단계가, 질화티탄층을 플라즈마 처리에 도입시키고, 텅스텐층을 플라즈마 처리된 질화티탄층 위에 부착시키는 환원 반응을 수행하기에 효과적인 조건을 유지하면서 기판이 적층되어 있는 CVD 공정 챔버에 H_2 및 WF_6 를 주입시킴을 포함하는 방법.

청구항 12.
삭제

청구항 13.
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 질소 함유 플라즈마가 암모니아, N_2 및 NH_3/N_2 계 플라즈마로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 14.
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 티탄층(136)을 수소/아르곤 플라즈마에 도입시킨 다음, 당해 티탄층 위에 질화티탄(140)을 형성시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 15.
제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 0.5 내지 10torr의 압력 범위가 반응 챔버(24)내에서 설정되고, 이러한 압력 범위가 모든 반응 단계에 걸쳐 유지되는 방법.

청구항 16.

산화물층(132)이 기판으로부터 산화물층의 상단면까지 위쪽으로 연장되는 실질적으로 수직인 벽을 포함하는 구멍(134)을 갖는, 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따르는 방법으로 제조한 생성물.

청구항 17.

제1항에 따르는 방법으로 제조한 생성물.

청구항 18.

텅스텐 플러그가 기판 위의 산화물층 구멍내에 형성된 상사성 질화티탄막내에 존재함을 특징으로 하고, 산화물층(132)[여기서, 산화물층은 규소 기판의 부분을 노출시키는 구멍(134)을 갖는다]을 기판 위에 제공하고, 금속성 티탄층(136)을 산화물층 위에 형성시키는 동시에 규화티탄층(138)을 형성시킴을 특징으로 하고, 티탄층(136)을 질소 함유 플라즈마에 도입시킴으로써 질화티탄층(140)을 형성시킴을 특징으로 하고, 텅스텐층(142)을 불화 텅스텐 원료 기체의 화학적 증착에 의해 질화티탄층(140) 및 규화티탄층(138) 둘 다에 부착시켜 구멍(134)내에 텅스텐 플러그를 형성시킴을 특징으로 하는, 규소 기판(28)을 제공하고, 규화티탄층(138)을 기판의 노출된 부분에 형성시킨 다음, 규화티탄층(138)을 질소 함유 플라즈마에 도입시켜 질화티탄층(140)을 형성시키고, 질화티탄층 위에 텅스텐층(142)을 부착시킴을 포함하는 방법으로 형성된 질화티탄막내의 텅스텐 플러그.

청구항 19.

제18항에 있어서, 규화티탄층(138)의 두께가 산화물층(132) 위의 티탄층(136)의 두께보다 두꺼운 질화티탄막내의 텅스텐 플러그.

청구항 20.

제18항에 있어서, 산화물층(132)내의 구멍(134)이 기판(28)로부터 산화물층의 상단면까지 위쪽으로 연장되는 실질적으로 수직인 벽을 갖는 질화티탄막내의 텅스텐 플러그.

청구항 21.

제18항에 있어서, 산화물층의 상단면 위의 금속성 티탄층(136)의 두께가 구멍의 벽 위의 금속성 티탄층(136)의 두께보다 두꺼운 질화티탄막내의 텅스텐 플러그.

청구항 22.

제18항에 있어서, 산화물층내의 구멍(134)이 홀(hole) 및 통로(via)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 질화티탄막내의 텅스텐 플러그.

청구항 23.

제18항에 있어서, 홀 또는 통로가 연결단자를 형성하는 질화티탄막내의 텅스텐 플러그.

청구항 24.

제17항에 있어서, 규화티탄층(138)의 두께가 산화물층(132) 위의 티탄층(136)의 두께보다 두꺼운 생성물.

청구항 25.

제17항에 있어서, 산화물층의 상단면 위의 금속성 티탄층(136)의 두께가 구멍의 벽 위의 금속성 티탄층(136)의 두께보다 두꺼운 생성물.

청구항 26.

삭제

청구항 27.

삭제

청구항 28.

삭제

청구항 29.

삭제

청구항 30.

삭제

청구항 31.

삭제

청구항 32.

삭제

청구항 33.

삭제

청구항 34.

삭제

청구항 35.

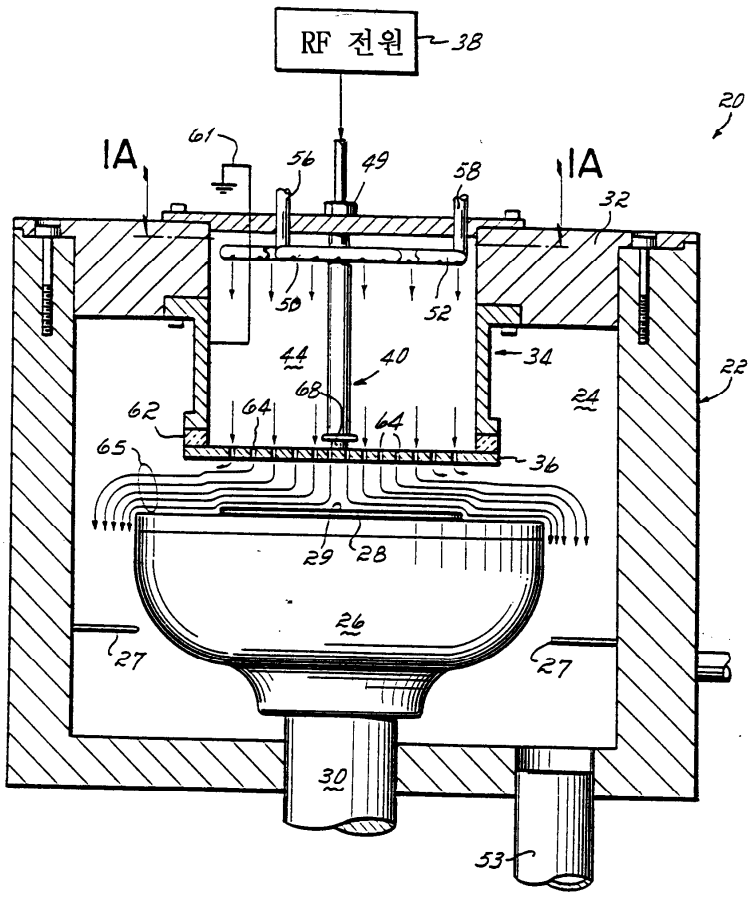
삭제

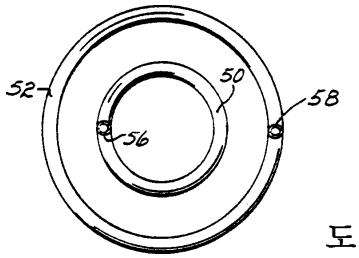
청구항 36.

삭제

도면

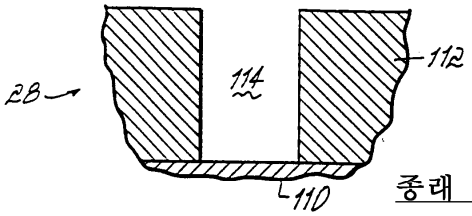
도면1





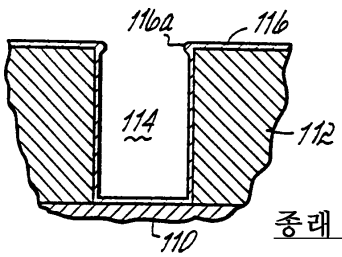
도 1A

도면2A



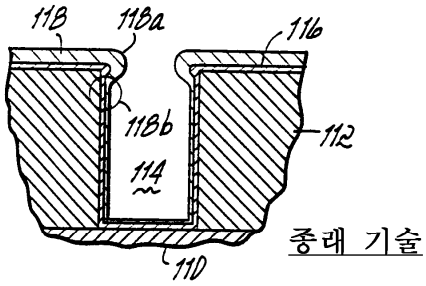
종래 기술

도면2B



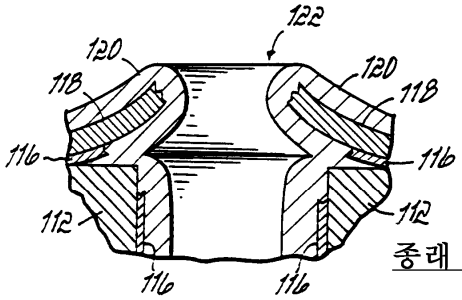
종래 기술

도면2C



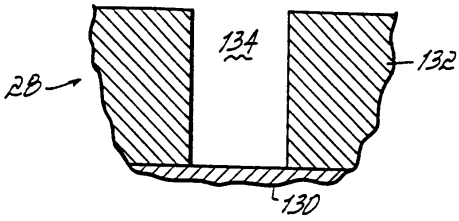
종래 기술

도면2D

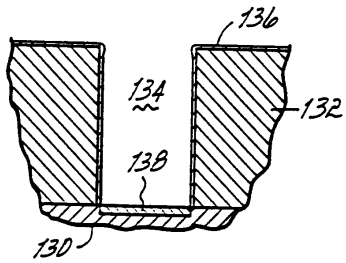


종래 기술

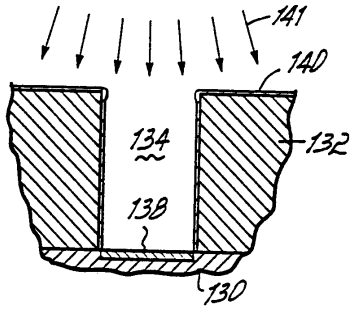
도면3A



도면3B



도면3C



도면3D

