(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01L 21/285

(45) 공고일자 1999년08월02일
(11) 등록번호 10-0214910
(24) 등록일자 1999년05월20일

(21) 출원번호 10-1995-0032020
(22) 출원일자 1995년09월27일
(65) 공개번호 특1996-0012331
(43) 공개일자 1996년04월20일

(30) 우선권주장 8/314161 1994년09월27일 미국(US)

(73) 특허권자 어플라이드 머티어리얼스 인코포레이티드 제임스 조셉 드롱
미국 캘리포니아 95050산타 클라라 스콧트 블러바드 엠/에스 2061 2881

(72) 발명자 멩 츄 트셍
미합중국 95070 캘리포니아 사라토가 드산카 애브뉴 12471
메이 챵
미합중국 95050 캘리포니아 사라토가 코르트 드 아르구엘로 12881
램안유자프람 에이.스리니바스
미합중국 95120 캘리포니아 산 호세 론 홀리 드라이브 6609
클라우스-디에테르 린넨
미합중국 904303 캘리포니아 팔로 알토 마르크 트와인 스트리트 1806
모쉐 아이젠 베르크
이스라엘 34759 하이파 소로카 스트리트 32
수산 텔포르드
독일연방공화국 74199 운테르그루텐바쉬 블루멘 스트리트 #24

(74) 대리인 김창세, 남상선, 장성구

심사관 : 권인희

(54) SIH4를 이용한 반도체 기판 처리 장치 및 방법과 그 제조물

요약

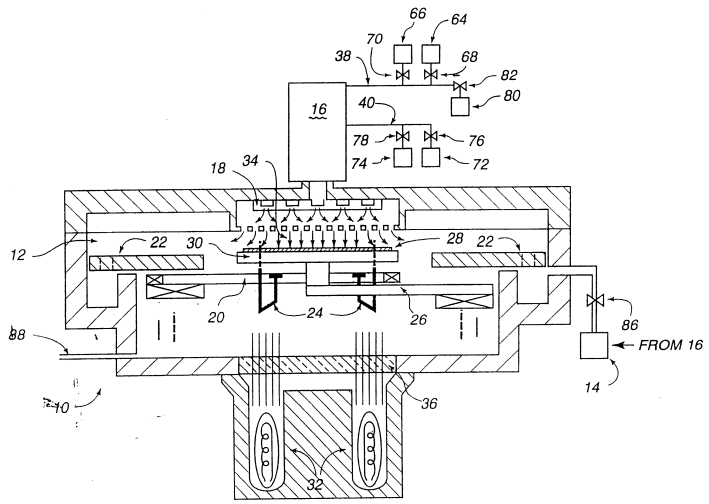
진공 처리 챔버에서 반도체 웨이퍼와 같은 기판을 처리하는 방법은 혼합 가스를 사용하여 기판의 표면에 물질을 증착시키고, SiH_4를 챔버내에 유동시킴으로써 잔류 가스의 챔버를 정화시키는 단계를 포함한다. 바람직하게는, WF_6 디클로로실란 및 불활성 가스를 포함하는 혼합 가스를 사용하여 반도체 웨이퍼상에 WSi_x를 증착하고, 있어서 SiH_4를 챔버내에 유동시킴으로써 챔버로부터 잔류 WF_6 및 디클로로실란을 제거한다.

진공 처리 챔버에서 기판을 처리하는 또하나의 방법은 기판의 표명에 물질을 증착시키기 전에 SiH_4fmf 챔버내로 유동시킴으로써 챔버를 조절하는 단계를 포함한다.

본 발명의 방법에 따라 처리된 반도체 웨이퍼는 더 균일한 시이트 저항성값과 감소된 필름 응력을 특징으로 한다.

본 발명의 방법을 실시하기 위한 진공 처리 장치는 챔버, WSi_x와 같은 물질을 챔버내에 위치된 기판의 표면에 증착시키기 위한 수단과, SiH_4로 챰보를 정화시키기 위한 수단을 포함한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

SiH_4를 이용한 반도체 기판 처리 장치 및 방법과 그 제조물

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본발명의 방법을 실시하는데 유용한 예시적인 진공처리 장치, 특히 텅스텐 증착 챔버에 대한 단면도.

제2도는 제1도에서 일반적으로 표시된 바람직한 가스 혼합 조립체에 대한 상세한 다이아그램.

제3도는 통상적인 DCS 공정에 따라 반도체 웨이퍼상에 증착된 WSi_x 필림과의 비교를 위해 어닐링하는 동안 온도의 함수로서 측정된 필림 응력의 그래프(필림을 가열하는 동안 측정된 값은 직사각형으로 그리고 필림을 냉각하는 동안 측정된 값은 삼각형으로 표시함).

제4도는 본 발명의 방법에 따라 반도체 웨이퍼상에 증착된 예시적인 WSi_x 필림에 대하여 온도의 함수로서 측정된 응력 그래프.

제5도는 본 발명에 따라 반도체 웨이퍼를 처리하는 예시적인 방법을 도시하는 작업 공정도.

제6a 내지 6d도는 제3도 및 제4도에 대하여 기술도니 방법에 따라 처리된 반도체 웨이퍼의 시이트 저항율(◇)과 균질성(□)의 변화를 도시하는 그래프로서, 제6a도와 WP6b도는 통상적인 공정 및 신규한 공정에서 25개의 웨이퍼를 제조한 후에 관찰된 변화를 도시하며, 제6c도와 제6d도는 통상적인 공정 및 신규한 공정에서 500개의 웨이퍼를 제조한 후에 관찰된 변화를 각각 도시한 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

16 : 가스혼합조립체　　12 : 챔버

18 : 방산기　　20 : 웨이퍼 리프트

22 : 배플판　　28 : 기판

32 : 가열수단　　38, 40 : 급송라인

50, 52 : 밸프

[발명의 상세한 설명]

본발명은 텅스텐 핵사플루오하이드(WF_6) 및 디클로실란(DCS)으로부터 규화텅스텐(WSi_x)을 증착하는 방법과 같은 개선된 화학 증착법에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명의 기판상에 WSi_x를 증착한 후에 신규한 실란(SiH_4) 정화 단계를 포함한다. 본 발명은 또한 기판상에 WSi_x를 증착하기 전에 신규한 SiH_4 침지 단계를 포함하는 공정에 관한 것이다. 규화 텅스텐(WSi_x) 박육 필림은 선구(precusor) 가스로서 실란(SiH_4)과 텅스텐 헥사플루오라이드(WF_6)를 사용하여 저압 화학 증착법(LPCVD)에 의하여 반도체 기판상에 증착되어 왔다. 전형적으로, 규화 텅스텐 박육 필림은 폴리실리콘 층 아래에 산화 실리콘 층을 갖는 반도체 웨이퍼상에 증착된다. 그러나, 전술한 공정은 만족스럽지 못한 것으로 입증되었다.

전술한 공정에서의 한 문제점은 증착된 피막이 원하는 단(step) 모양의 형상과 일치하지 않는다는 점이다. 다른 문제점은 이렇게 증착된 필림이 장치 성능에 나쁜 영향을 줄 정도의 높은 잔류 플루오르 함량을 갖는다는 점이다. 예를들면, 어닐링 동안 웨이퍼가 승온, 예를 들면 약 850℃ 이상의 온도에 노출될 때, 과도한 플루오르 이온이 아래의 폴리실리콘 층을 통하여 그 아래의 산화 실리콘 층내로 이동한다. 따라서 산화 실리콘 층의 유효 두께는 증가된다. 이러한 두께의 증가는 상기 층을 포함하는 반도체 장치의

전기적 특성에 나쁜 변화를 초래한다.

본 출원에 참조된 메이단(Maydan) 등의 미합중국 특허 제4,951,601호에 기술된 멀티챔버 진공 처리 시스템을 사용하는 경우, 규화 텅스텐으로 피복되는 기판은 우선 폴리실리콘 층에서 자연적인 산화물을 제거하기 위하여 플루오르 플라즈마 스크러브(scrub)를 사용하여 세정한다. 세정된 기판은 이어서 기판 이송 챔버로 이송된다. 이 이송 챔버는 기판의 재산화를 방지하기 위하여 질소 또는 아르곤 분위기(대기압 미만의)를 가지며, O형 링 밀봉부를 갖는 슬릿 밸브를 통하여 처리 챔버, 예를 들면 텅스텐 증착 챔버내로 기판을 이송시키는 로버트를 구비한다. 이 CVD 공정은 SiH_4 및 WF_6로부터 규화 텅스텐을 증착시키는 표준이 되어 왔다. 그러나, 기판이 커지고 장치 zxmrl가 작아짐에 따라, 이 증착 공정을 이용하는 단계 범위와 잔류 플루오르의 전술한 문제점은 장래의 용도에 대한 결정적인 제한 요인이 되어왔다.

SiH_4 대신에 디클로로실란(DCS)을 사용하여 WSi_x 필림을 증착시키는 개선된 공정이 제안되었다. 생성된 WSi_x 필림은 플루오르 함량을 감소시켜TDmau, 선구가스로서 SiH_4를 사용하영 증착된 것보다 더 동형(conformal)이고, 따라서 SiH_4-기제의 증착 공정의 한계에 대한 해답을 제공한다. 양호한 동형성(conformality, 낮은 플루오르 함량 및 실리콘 웨이퍼(하나 이상의 층을 가질 수 있음)와 같은 기판에 양호한 부착성을 갖는 WSi_x 필림을 증착시키기 위하여, 증착 공정 동안 증착 챔버에서 질소를 제거하는 것이 유리한 것으로 밝혀졌다. 그러한 개선된 공정은 본출원에 참조된, 창(chang)등이 1993년 10월 14일 출원한 동시계류중인 미합중국 특허출원 제08/136,529호에 의해 공지되었따. 이 공정(DCS공정)dptj, 규화 텅스텐 박육 필림은 질소가 제거되는 텅스텐 증착 챔버내로 WF_6, DCS 및 불활성 운반가스를 통과시킴으로써 제조된다.

증착 공정에서, 각 반도체 웨이퍼가 공정을 거친 후에 증착 챔버 및 가스 전달 라인으로부터 잔류 반응 가스 및 운반 가스를 제거하기 위하여 증착 챔버 및 가스 전달 라인을 정화시키는 것이 통상적이다. 전술된 DCS 공정은 전형적으로 정화 가스로서 DCS를 사용하는 정화 단계를 포함한다.

그러나, DCS 공저에 따라 반도체 웨이퍼상에 WSi_x를 증착시키는 것은 단기간 및 장기간 모두에 걸쳐, 처리된 웨이퍼의 시이트 저항성(sheet resistance)이 눈에 띄게 저하되는 것과 관련있는 것으로 밝혀졌다. DCS 공정을 사용할 때, 시이트 저항은 25개 웨이퍼의 처리과정에 걸쳐 2Ω/square임이 관찰되었다.

관찰된 시이트 저항서의 장-단기 하향 변화율을 감소시키는 공지된 DCS 증착 공정은 개선시킬 필요가 있다.

본 발명은 한 양상에 따르면, 가스 혼합물을 사용하여 기판의 표면상에 물질을 증착시키고 SiH_4를 챔버내로 유동시킴으로써 증착 단계로부터 잔류된 잔류 가스가 있는 챔버를 정화함으로써 진공 처리 장치의 챔버에서 반도체 웨이퍼와 같은 기판을 처리한다.

본 발명의 더 구체적인 양상에 따르면, WF_6, 디클로로실란 및 불활성 운반 가스를 함유하는 혼합물을 사용하여 반도체 웨이퍼의 표면에 WSi_x를 증착시키고, 이어 SiH_4를 챔버내에 유동시킴으로써 챔버로부터 잔류 WF_6 및 디클로로실란을 제거한다.

본 발명의 다른 양상에 따르면, WSi_x 증착후 및 SiH_4 정화전에 선택적인 DCS부분 정화가 수행된다.

본 발명의 또 다른 양상에 따르면, SiH_4를 사용하여 증착 공정전에 진공 처리 챔버의 상태를 조절한다. SiH_4 조절 단계는 진공 증착 챔버에서 기판을 처리하기 위한 방법의 일부로서 전술한 SiH_4 정화 단계와 무관하게 또는 이와 조합하여 사용될 수 있다.

본 발명의 다른 양상에 따르면, 전술한 공정에 따라 처리된 반도체 웨이퍼가 제공된다. 이렇게 제조된 웨이퍼는 시이트 저항성의 감소된 변화율을 특징으로 하고, 증착된 필림 응력의 감소를 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 양상에 따르면, 챔버와 챔버내에 위치된 기판의 표면상에 WSi_x 와 같은 물질을 증착시키기 위한 수단과, 챔버를 SiH_4로 정화시키기 위한 수단을 포함하는 진공 처리 장치가 구비된다.

기판 표면상에 물질을 증착시키기 위한 바람직한 수단은 하나이상의 반응 가스원(gas source)과 반응 가스를 챔버내로 도입시키기 위한 수단을 포함한다. 특히 바람직하게는, 장치는 WF_6원, DCS원 및 불활성 운반 가스원과, 반응 가스 혼합물을 형성하도록 가스를 위한 수단을 포함한다.

챔버를 SiH_4로 정화시키기 위한 수단은 SiH_4원과 SiH_4를 챔버내로 도입시키기 위한 수단을 포함한다.

당업자라면 본 발명의 다른 목적, 특징 및 이점들을 다음의 상세한 설명으로부터 알 수 있을 것이다. 그러나, 본 발명의 바람직한 태양을 타나내는 상세한 설명과 특수한 에는 예시의 목적으로 주어진 것이지 제한의 목적은 아니다. 본 발명의 요지에서 벗어나지 않고 본 발명의 범위내에서 많은 변화와 변형이 이루어질 수 있고, 본 발명은 그러한 모든 변형을 포함한다.

본 발명은 첨부된 도면을 참조하면 보다 용이하게 이해될 것이다.

WF_6 및 DCS를 사용하여 반도체 웨이퍼상에 WSi_x를 증착시킨 후에 텅스텐 증착 챔버를 정화시키기 위하여 실란, 더욱 정확하게는 모노실란(SiH_4)을 사용하면, 이렇게 처리된 반도체 웨이퍼의 시이트 저항성의 장-단기 하향 변화율을 감소시킴을 발견하였다. 본 발명의 방법을 사용하면, 공지된 DCS 증착 공정의 모든 이점이 얻어지고, 시이트 저항성의 장-단기 변화율이 약 5%에서 약 3% 미만으로 감소되는 추가적인 잇점도 얻어진다. 따라서, 본 발명에 따라 처리된 반도체 웨이퍼는 시이트 저항성의 변화가 감소됨을 보여준다.

한편, 놀랍게도 본 발명의 신규한 방법의 결과로서, 증착된 WSi_x 필림에서의 응력이 상당히 감소됨을 발견

하였따.

경우에 따라, 본 발명에 따른 방법은 진공 증착 챔버를 변형시킬 필요없이 통상적인 화학증착(CVD) 시스템을 이용하여 공지의 DCS 공정을 실시함으로써 수행할 수 이TEk. 예를 들면, 본 발명의 방법은 창 등의 미합중국 특허출원 제 08/136,529호에서 기술된 어플라이드 머티어리얼수(Applied Materials)에 의하여 제공된 장치를 사용하여 수행될 수 이TEk.

그러나, 본 발명의 방법은 그 용도가 상기 장치의 사용에 제한되는 것으로 여겨지지 않는다. 특히, 본 발명의 방법은 단일 챔버 처리 시스템 보다는 멀리 챔버 처리 시스템을 사용하여 수행할 수 있다.

이제 제1도에 따르면, CVD 시스템(10)은 증착 챔버(12), 진공 배기 시스템(14), 일반적으로 (16)으로 표시된 가스 혼합 조립체, 방산기(18), 웨이퍼 리프트(20), 배플 판(22), 리프트 핑거(LIFT FINGER)(24) 및 서스셉터(susceptor) 리프트(26)를 포함한다. 폴리실리콘의 층을 갖는, 실리콘 웨이퍼와 같은 기관(28)이 지지부 또는 서스셉터(30)상에 위치된다.

가열 수단(32)은 서스셉터(30)와 이에 장착된 기판(28)의 처리가 이루어지는 동안 온도를 일정하게 유지해준다. 증착 또는 반응 지대(34)는 기판의 위쪽에 놓이게 된다.

예시된 태양에서, 가열 수단(32)은 석영 윈도우(36)를 통하여 평행광을 정향시키는 1000와트 램프의 외부 배열이다. 다른 공지된 가열 수단이 또한 사용될 수 있다. 특히 유용한 가열 수단(32)은 램프가 아닌 저항성 가열 수단을 포함한다. 저항성 가열 수단이 사용될 때, 석영 윈도우(36)는 생략할 수 이TEk. 따라서, 저항성 가열 수단의 사용은 석영 윈도우의 주기적인 세정 및/또는 대체 필요성을 없애고 유지 비용을 감소시킨다.

본 발명의 실시에 사용될 수 있는 저항성 가열 수단을 포함하는 바람직한 진공처리 장치는, 본 출원에 참조된, 레이(Lei)등이 1994년 2월 23일 출원한 동시계류중인 미합중국 특허출원 제08-200,074호에 기술되어 있다.

가스 혼합 조립체(16)는 가tm 박스 또는 플레넘(plenum)과, 정화 가스, 운반 가스, WSi_x 또는 다른 재료의 증착을 위한 반응 가스와 주기적인 챔버 세정 공정을 위한 NF_3와 같은 세정 가스를 포함하는 다양한 공정 가스의 유동을 제어하는 하나이상의 밸브를 포함할 수 이TEk. 선택적으로, 가스 혼합 조립체(16)는 생략될 수 있고, 모든 처리 가스는 방산기(18)에 의해 챔버(12)에 직접 공급된다. 그러나, 이러한 선택적인 방법으로 인해 비균일성이 커지고 따라서 어떤 용도에도 덜 바람직할 수 있다.

제2도는 예시적인 가스 조랍 조립체(16)를 도시한다. 급송 라인(38,40)은 처리가스를 방산기(18)에 의해 플레넘(42)에 이어 챔버(12)내로 전달한다. 급송라인(38,40)은 전환 라인(48)에 의해 결합된 혼합 라인(44,46)에 의하여 연결된다. 밸브(50,52)는 급송 라인(38,40)상의 혼합 라인(44,46)사이에 각각 위치된다. 입구 혼합 밸브(54,56)는 도시된 바와 같이 혼합 라인(44)상에 위치되고, 출구 혼합밸브(58,60)는 혼합 라인(46)상에 위치된다. 전환 밸브(62)는 전환 라인(48)상에 위치된다.

처리 가스원은 급송 라인(38,40)에 연결된다. 바람직하게는, 플루오르 함유 가스원이 급송 라인(38,40)중의 하나에 연결되는 반면, 실리콘 함유 가스원은 나머지 급송 라인에 연결된다. 제1도 및 제2도에 도시된 바와같이, WF_6원(64)과 NF_3 세정 가스원(66)이 공급 밸브(68,60)를 경유하여 급송 라인(38)에 각각 연결된다. DCS원(72)과 SiH_4원(74)은 비슷하게 공급 밸브(76,78)를 경유하여 급송 라인(40)에 각각 연결된다. 바람직하게 아르곤 가스원인 불활성 가스원(80)이 공급 밸브(82)를 경유하여 급송 라인(38)에 연결된다.

처리 가스가 챔버(12)내로 유동하지 않을 때, 다양한 밸브의 초기 설정 상태는 다음과 같다. 밸브(50,52)는 개방되고 다른 모든 밸브는 밀폐된다.

처리가스가 챔버(12)내로 유동하지 않을 때, 다양한 밸브의 초기 설정 상태는 다음과 같다. 밸브(50,52)는 개방되고 다른 모든 밸브는 밀폐된다.

다시 제1도를 보면, 증착 공정은 가스 혼합 조립체(16)와 샤워해드(showerhead)형 방산기(18)를 경유하여 처리 가스(즉, 반을 및 운반 가스)가 증착 챔버(12)내로 유입됨으로써 시작된다. 통상적인 처리 혼합물은 DCS, WF_6 및 아르곤을 포함한다. 가스 혼합 조립체(16)는, 방산기(18)의 윗 단계에서 처리 가스를 혼합하여 가스 혼합물이 방산기(18)에 공급되기 전에 균일한 조성을 갖도록 산다. 방산기(18)는 방산기 아래의 기판(28)의 면적에 대응하는 면적에 걸쳐 다수의 개구를 갖는다. 방산기(18)와 기판(28) 사이의 간격은 약 200 내지 1000 밀(5 내지 25㎜)로부터 반응 지대(34)를 한정하도록 조정될 수 이TEk. 방산기(18)는 혼합된 공정 가스를 반응 지대(34)로 급송한다.

반응 가스가 서스셉터(30) 아래의 챔버(12) 영역내로 퍼지는 것을 방지하기 위하 서스셉터(30) 평면 아래의 챔버 영역을 불활성 가스, 바람직하게는 아르곤으로 저부 정화 라인(88)을 겨유하여 정화한다.

챔버의 기저 압력은 약 10 밀리토르이다. 배기 시스템(14)에는 챔버의 압력을 조절 할 수 이TSms 교측 밸브(throttle valve)(86)가 달려 있다.

본 발명 방법의 예시된 태양에서, 세가지 가스, 불활성 운반 가스(예컨대, 아르곤), WF_6 및 DCS가 가스 혼합 조립체(16)에서 혼합된다. WF_6는 공급 밸브(68)를 개방함으로써 급송하인(38)을 통하여 가스원(64)으로부터 가스 혼합 조립체(16)내로 도입된다. WF_6는 바람직하게는 불활성 운반 가스와 함께 가스 혼합 조립체(16)내로 도입되는데, 공급 밸브(82)를 개방함으로써 가스원(80)으로부터 전달된다. 가스원(72)에서 나온 디클로로실란은 공급 밸브(76)를 개방함으로써 급송 라인(40)을 통하여 가스 혼합 조립체(16)내로 도입된다.

경제적인 이유에서 본 발명에 바람직한 불활성 운반 가스는 아르곤이지만, 다른 불활성 가스도 사용될 수 있다. 전술한 바와 같이, 질소는 본 공정에 따라 사용될 수 없으며 공정으로부터 배제되어야 한다.

처리 가스의 혼합은, 밸브(50,52)와 출구 혼합 밸브(58,60)를 밀폐시키고, 입구 혼합 밸브(54,56)와 전환 밸브(62)를 개방시킴으로써 가스 혼합 조립체(16)에서 이루어진다. 가스는 혼합 라인(44_에서 부분적으로 혼합되고 전환 라인(48)을 통하여 배기 시스템(14)까지 유동하면, 유동이 안정화된다. 안정화된 후, 전환 밸브(62)는 밀폐되고 출구 혼합 밸브(58,60)가 게방된다. 부분적으로 혼합된 가스는 혼합 라인(44)을 통하여 급송하인(38,40)으로 돌아가고, 이어 혼합이 완료되는 플레넘(42)으로 유입된다. 혼합된 처리 가스는 이어서 방산기(18)를 경유하고 챔버로 들어간다.

규화 텅스텐 증착은 일반적으로 약 500 내지 600℃, 바람직하게는 약 550℃s에서 수행된다. 증착 동안의 압력은 약 0.3 내지 10토르일 수 있으나 바람직하게는 약 0.7 내지 1.5 토르에서 수행된다.

전형적인 공정에서, 챔버(12)내로의 처리 가스의 유량은 챔버의 용적과 관계이TEk. 8(200mm) 직경의 반도체 웨이퍼의 처리에 적합한 챔버를 포함하는 예시적인 장치에서, 전형적인 챔버 용적은 약 6L이다. 6(150mm)의 직경을 갖는 반도체 웨이퍼도 이런 용적의 챔버에서 처리될 수 이TEk. 그러한 장치에서, WF_6의 적절한 유량은 약 1내지 6sccm, 바람직하게는 약 3.5sccm이다. 디클로로실란은 약 130 내지 300sccm, 바람직하게는 약 175sccm의 유량으로 챔버(12)내로 통과한다.

운반 가스로서 아르곤이 사용되고 약 100 내지 1000sccm, 바람직하게는 300 내지 600sccm의 유량으로 라인(38)을 경유하여 챔버(12)내로 통과한다. 이 아르곤 유량은 약 100 내지 500sccm, 바람직하게는 약 300sccm의 저부 정화 유량을 제외한 것이다. 이 다양한 유량을 조정하여 700 내지 1400μΩ-cm, 바람직하게는 800μΩ-cm의 저항성을 갖는 WSi_x 층을 얻는다. 증착은 약 550℃ 및 1토르에서 가장 바람직하게 수행한다.

증착 공정이 완성된 후에, 그러나 SiH_4 정화 단계가 개시되기 전에, DCS를 사용하는 임의의 부분 정화 단계가 수행되는 것이 바람직하다. 임의의 DCS 정화 단계는, 이미 설정된 DCS와 아르곤의 챔버(12)내로의 유동은 유지하면서, 증착 챔버(12)내로의 WF_6의 유동은 정지시키시 위하여 공급 밸브(68)를 단순히 밀폐시킴으로써 수행된다. 임의의 DCS 정화는 0 내지 약 5초, 바람직하게는 2 내지 3초동안 수행된다. 이러한 임의의 정화 단계 동안의 DCS 유량은 약 130 내지 300sccm, 바람직하게는 약 175sccm이다. 바람직한 온도는 증착 단계에 대하여 지시한대로이다.

임의의 DCS wjdghkeksr0는 가스 혼합 조립체(16)로부터 잔류 WF_6을 제거하도록 한다. 이것은 WF_6가 가스 혼합 조립체(16)에서 SiH_4의 연속 유동과 확실히 접촉되지 않도록 한다.

증착 공정 및 임의의 DCS 부분 정화단계에 이어서, SiH_4 정화 또는 캡(cap)단계가 수행된다. 공급 밸브(76)가 밀폐되고, 가스원(72)으로부터 챔버(12)내로의 DCS 유동이 종료된다. WF_6의 유동을 종료시키기 위하여 공급 밸브(68)를 미리 밀폐하지 않았다며, 이때 밀폐한다. 모든 혼합 밸브(54,56,58,60)를 밀폐하고 두 밸브(50,52)를 개방한다. 공급 밸브(78)를 개방하고 가스원(74)으로부터 SiH_4가 유동하도록 한다. 공급 밸브(82)는 바람직하게는 개방된 상태를 유지하여, 가스원(80)으로부터 아르곤의 유동은 계속된다. 아르곤은 또한 바람직하게는 저부정화 라인(88)을 통하여 증착 챔버(12)내로의 유동을 계속한다.

SiH_4 원(74)으로부터 나온 SiH_4는 급송 라인(40)과 밸브(52)를 통하여 플래넘 그리고 챔버(12)내로 유동한다. 밸브(52)를 통한 SiH_4의 직접 유동은 SiH_4 의 직접 유동은 SiH_4 가 가스 혼합 조립체(16)에 잔류할지 모르는 어떤 WF_6와 접촉 및 반응하지 않도록 한다.

SiH_4 의 분해를 방지하기 위하여 가스 혼합 조립체(16)의 플레넘(42)은 약10℃ 내지 15℃에서 유지되는 것이 바람직하다. 바람직한 냉각 수단은 수 자켓(도시되지 않음)을 포함한다. 다른 냉각 수단도 또한 사용할 수 있다.

SiH_4 정화 단계는 약 10 내지 30초, 더 바람직하게는 약 15초 동안 수행된다. SiH_4 의 증착 챔버(12)내로의 전체 유량은 약 100 내지 500sccm, 더 바람직하게는 약 300sccm이다. SiH_4 정화 단계 동안, 증착 챔버(12)내의 전체 챔버 압력은 약 0.5 내지 1.0 토르, 더 바람직하게는 약 0.7 토르로 유지된다. SiH_4 정화 단계 동안의 온도는 약 500 내지 600℃, 더 바람직하게는 약 550℃이다. 바람직하게는 온도는 증착 단계가 수행되는 온도와 거의 같다.

바람직하게는, SiH_4 정화 단계 동안 약 100 내지 500sccm, 더 바람직하게는 약 300sccm의 아르곤 저부 정화 유량이 유지된다.

SiH_4 정화 단계를 완료하면, SiH_4를 증착 챔버(12), 가스 혼합 조립체(16) 및 급송 라인(38,40)으로부터 제거된다. 밸브(52)를 밀폐시키고, 혼합 밸브(56)와 전환 밸브(62)를 개방시킨다. 바람직하게는 아르곤과 혼합된 DCS를, 잔류 SiH_4를 제거하기 위하여 급송 라인(40)과 출구 전환 라인(48)을 경유하여 배기 시스템(14)으로 약 5초 내지 10초, 바람직하게는 약 5초 동안 통과 시킨다. 이 단계 동안 DCS는 증착 챔버(12)내로 유입되지 않는다.

이어서, 챔버로부터 잔류 SiH_4를 제거하기 위하여 아르곤 유동을 약 5초 내지 10초, 바람직하게는 약 5초 동안 증착 챔버내에 유지시킨다. 마지막으로, 증착 챔버(12)와 모든 반응 가스 급송 라인을 사용된 펌프의 기저 압력(바람직하게는 약 5 내지 15 밀리토르)까지 펌핑한다. 전술한 SiH_4 제거 공정을 전 단계에 나타낸 온도 범위내에서 수행한다.

정화 공정은 이때 완료되고, 기판(28)을 증착 챔버(12)에서 즉시 제거할 수 있다.

주기적으로, 챔버(12)는 NF_3와 같은 가스를 사용하는 플라즈마 세정 공정과 같은 통상적인 수단에 의하여 세정할 수 이TEk. 공급 밸브(70)를 개방하고, 혼합 밸브(54,58)를 밀폐시키고, 세정 가스를 밸브(50)를

통하여 유동시킴으로써 세정 가스를 가스원(66)으로 챔버(12)로 공급한다. 경우에 따라, 세정 가스는 일반적인 방식으로 불활성 운반 가스와 혼합될 수 있다.

본 발명에 따르면, SiH_4 는 증착후 뿐만 아니라 증착 전에도 진공 처리 장치의 챔버내로 도입될 수 있다. 증착 단계전에, SiH_4를 라인(40)을 경유하여 증착 챔버(12)내로 SiH_4를 도입시킴으로써 상기 초기 챔버 조절 단계 또는 실란 침지단계를 수향한다. 밸브(52)를 개방시키고 다른 모든 밸브는 밀폐된 상태로 둔다.

바람직하게는, 아르곤 저부 정화를 SiH_4 단계와 동시에 수행한다. 아르곤 유량은 바람직하게는 약 100내지 5+00sccm, 더욱 양호하게는 약 300sccm이다.

SiH_4 침지 단계는 반도체 기판(28)이 증착 챔버(12)내로 도입된 후에 수행된다.

SiH_4 는 후속 증착 및 SiH_4 정화 단계를 수향하는데 사용된 것과 동일한 불활성 운반 가스, 예를 들면 아르곤과 혼합된다. SiH_4 침지 단계는 바람직하게는 약 15초 내지 1분, 더 바람직하게는 약 30초 동안 수행한다. 증착 챔버(12)내로의 SiH_4 의 유량은 챔버 용적을 약 6L로 가정할 때, 바람직하게는 약 100 내지 500sccm, 더 바람직하게는 약 300sccm이다. 조절 단계동안의 챔버 압력은 바람직하게는 1내지 10 토르, 더 바람직하게는 약 2토르이다.

조절 시간은 SiH_4 유량 및 챔버 압력에 의존한다. 따라서, 15초는 10 토르의 챔버 압력에서 500sccm의 SiH_4 유량에 대하여 바람직한 최소 시간이다. 약 30초는 2토르에서 300sccm의 유량에 대하여 충분한 시간이가.

조절 단계 동안의 온도는 증착 단계에 사용된 것과 동일한 약 500내지 600℃, 더 바람직하게는 약 550℃이다. 그러나, 조절 단계의 경우에는 최소의 온도가 필요하지 않는데, 이는 SiH_4 가 실온(25℃)에서도 쉽게 분해되기 때문이다.

조절 단계는 SiH_4 정화 단계와 함계 또는 이와 무관하게 수행 될 수 이TEk.

DCS 증착 전에, 전술한 바와 같은 증착 챔버(12)를 조절함으로써, 보다 균일한 WSi_x 증착이 이루어진다. SiH_4 는 증착을 개시하는데 촉매로서 작용할 수 있고 DCS 증착 공정전에 반도체 웨이퍼의 표면에 박육의 폴리실리콘층을 부가하는 것으로 보여진다. 따라서, SiH_4 침지 단계를 수행하는 것이 매우 바람직하다. 그러나, DCS 증착 공정이 승온에서, 예를들면, 약 650℃보다 높은 온도에서 수행될 때, SiH_4 침지 단계는 생략될 수 있다.

SiH_4 조절 단계, DCS 증착 단계 및 SiH_4 정화 단계를 포함하는 예시적인 공정이 제5도에 도시되어 있다.

본 발명은 또한 다음의 비제한적인 실시예에 의하여 예시된다.

[실시예1]

실시예에서, 두 개의 8반도체 웨이퍼를 WSi_x층으로 증착한다. 제1웨이퍼는 실란 캡없이 통상적인 실란 방법에 따라 처리한다. 제2웨이퍼는 다음과 같이 본 발명에 따라 선행 SiH_4 침지 및 후속의 SiH_4 캡핑 단계를 포함한 DCS 방법에 따라 처리한다.

처음에, 웨이퍼가 6L의 진공 증착 챔버내로 도입되고, SiH_4 (300sccm)는 운반체로서 아르곤(300sccm)과 함께 챔버내로 도입된다. 챔버의 저부는 아르곤(300sccm)으로 동시에 정화된다. SiH_4 침지 단계는 제2토르에서 30초 동안 수행된다.

이어서, 웨이퍼를 챔버에서 565℃로 가열한다. WF_6(3.5sccm), DCS(175sccm) 및 아르곤(600sccm)이 방산기를 경유하여 챔버내로 도입된다. 챔버의 저부는 아르곤(300sccm)으로 정화된다. 챔버 압력은 0.8토르이다. WSi_x 증착은 110초 동안 수행된다.

증착이 완성된 후, 실란 캡핑 단계를 15초 동안 수행한다. 전체 공정 시간은 3분이다.

각 웨이퍼의 WSi_x 필름의 응력은 텐코르(Tencor) FLX-2908 박육 필름 응력 측정기(텐코르 기구사에서 구입가능)를 사용하여 결정된다. 각 웨이퍼는 질소 분위기에서 900℃의 온도로 6시간 동안 가열된다. 웨이퍼는 900℃에서 30분동안 유지된 후 상온(25℃)까지 냉각된다. 각 필름에서의 응력은 가열 및 냉각 동안 결정된다. 결과치는 제3도 및 제4도에 각각 제공한다.

제3도와 제4도의 비교로부터, 본 발명에 따라 성취된 필름 응력에서의 놀라운 개선을 알 수 있다. 본 발명의 공정에 따라 제조된 예시적인 필름은, 증착 공정이 전형적으로 수행되는 번위(약 500 내지 600℃)를 포함하는 온도 범위에 걸쳐 이전의 공지된 DCS 공정에 따라 형성된 비교예 필름보다 훨씬 낮은 응력을 보여준다.

특히, 공지된 그리고 신규한 방법에 따라 제조된 WSi_x 필름은 어닐링 및 후속 냉각 동안에 측정된 응력에서 히스테레시스(hysteresis)를 나타낸다. 본 발명에 따라 제조된 예시적인 필름에서(제4도), 약 실온 내지 약 600℃의 온도범위에 걸쳐, 가열하는 동안 결정된 응력은 냉각하는 동안 결정된 응력보다 낮다. 응력은 약 400℃ 내지 600℃ 사이에서 약간 변화한다. 제3도의 비교예 필름에서, 가열하는 동안 결정된 응력은 약 200℃로 냉각하는 동안 결정된 응력보다 높고, 약 675℃까지 증가 상태를 유지한다.

제4도의 예시 필름은 필름 응력이 약 400℃ 매지 500℃의 범위에 걸쳐 음의 값을 보인다는 점에서 제3도의 비교용 필름과 상이하다. 즉, 비교예 필름이 항상 인장성을 보이는 반면에 예시 필름은 전술한 온도 범위 걸쳐 인장성 보다는 압축성을 보인다.

예시 필름은 비교예 필름과 비슷하게 약 600℃DPTJ 국부적인 최대 응력을 보인다. 그러나, 예시 필름에서, 이 온도에서 측정된 응력은 비교예 필름에서의 응력보다 많이 낮다. 게다가, 약 600℃보다 높은 온도 범위에서 가열하는 동안 비교예 필름이 나타내는 응력의 변화율과 전체 감소율은 예시 필름이 나타내는 것 보다 훨씬 크다. 즉, 예시 필름은 이 온도 범위에서 보다 완만한 응력 변이를 보인다.

특정 이론에 결부시키려는 것은 아니지만, 본 발명에 따라 제조된 필름의 특성은 다음과 같이 설명될 수 있을 것이다. WSi_x 필름은 2상, 즉 육방정계 및 정방정계의 혼합물이다. 어닐링하는 동안, 온도가 약 400℃ 내지 700℃ 범위에 걸쳐 증가됨에 따라, 육방정계 상은 정방정계 상으로 변환된다. 약900℃까지 필름은 완전히 정방정계 상으로 구성된다. 이 관점엣거, 통상적인 방법 또는 본 발명의 방법에 따라 제조되었든지에 관계없이 WSi_x 필름은 냉각시 유사한 특성을 보인다.

필름에서의 응력은 변이 온도 범위에 도달할 때까지 가열시 감소하는 것으로 관측되는데, 이때 응력은 상변이가 시작됨에 따라 증가되기 시작한다. 본 발명의 방법에 따라 제조된 필름에서, 어닐링 공정 개시시의 응력은 종래 공정에 따라 제조된 필름의 응력보다 매우 낮다. 도시된 바와 같이 응력은 예비-전이 가열하는 동안 종래 기술의 필름의 응력보다 매우 낮게 유지되며, 음의 값이 본 발명에 따라 제조된 모든 필름에서 나타나지는 않지만, 이 양식에서는 0 또는 음(압축) 값을 나타낼 수 있다.

본 발명의 방법에 따라 제조된 필름에 의하여 나타난 응력의 감소는 다음과 같이 이루어질 수 있다. SiH_4가 챔버를 정화하는 동안 반도체 웨이퍼는 챔버에 잔류한다. SiH_4 는 웨이퍼의 표면에 존재하는 잔류 텅스텐 원자 및 잔류 WF_6와 반응하고, 따라서 DCS 증착 공정 동안 형성된 층의 상부에 약 1 매지 2Å의 두께를 갖는, 실리콘이 만은 WSi_x층을 형성한다(따라서 SiH_4 정화 단계를 달리 캡 단계로 언급함). 반응은 필름의 결정립계에서 실리콘을 필름에 부가하고 필름의 기공을 충진시켜 필름에 응력을 완화시킨다. SiH_4 정화는 또한 실제로 시이트 저항성을 약간 증가시킬 수 있다.

[실시예2]

실시예1에 기술된 통상적인 공정 및 신규한 공정에 따라 처리된 반도체 웨이퍼에서 시이트 저항성을 측정한다. 시이트 저항값은 웨이퍼의 표면에 걸쳐 49개의 상이한 부위에서 측정하고 측정 값의 평균과 표준편차를 계산한다. 표준 편차는 본원에서 시이트 저항성의 균일성으로 표시된다. 따라서 높은 균일성값은 반도체의 표면에 걸쳐 부위에서 부위로의 시이트 저항성의 큰 편차를 나타낸다.

제6a도 및 제6b도는 통상적인 공정 및 신규한 공정에서 25개의 웨이퍼에 대하여 Ω/square(◇)로 측정된 시이트 저항성의 단기 변화와 %로 측정된 균일성을 각각 도시하고 있다. 통상적인 공정의 경우 측정된 시이트 저항성은 31에서 29Ω/square로 변하여 약 2Ω/square(약6.5%)가 감소한다. 신규한 공정의 경우, 시이트 저항성은 시험 오차 범위내인 44.4에서 44.6Ω/square로 변한다. 통상적인 공정의 경우 균일성은 약 1.7%에서 2.4%로, 신규한 공정의 경우에는 약 1.83%에서 1.75%로 변화한다. 분명히 알 수 있듯이, 신규한 공정은 시이트 저항성의 단기 변화율을 상당히 감소시킨다.

제6c도 및 제6d도는 통상적인 공정 및 신규한 공정에서 500개의 웨이퍼에 대하여 시이트 저항성의 장기 변화와 균일성을 도시한다. 시이트 저항성은 25개 웨이퍼의 각 배치에서 제1웨이퍼에 대하여 측정한다. 25개의 웨이퍼를 처리한 후에, 진공 증착 챔버를 세정하고, 다음 25개의 웨이퍼에 대하여 공정을 반복한다.

통상적인 공정의 경우, 시이트 저항성은 31에서 27Ω/square로 변하여 약 4Ω/square(약13%)의 감소를 보인다. 신규한 공정의 경우, 시이트 저항성은 44.5에서 43Ω/square로 변하여 약 1.5Ω/square(약3%)의 감소를 보인다. 통상적인 공정의 균일성은 약 2%에서 3.5%로 증가된는 것으로 관축되고, 신규한 공정의 경우에는 약 1% 내지 1.8% 변화하고, 상승 또는 하강의 어떤 경향도 관측되지 않았다. 따라서 신규한 공정은 개선된 균일성 뿐 아니라 통상적인 공정과 비교하여 시이트 저항성의 장기 하향 변화율을 상당히 감소시킨다.

또한, 통상적인 공정은 500개 웨이퍼후에 수용 가능한 시이트 저항성을 갖는 증착된 필름을 제조하기 위하여 증착 동안 압력을 약 1.2토르로 상향 조정할 필요가 이TEk. 신규한 공정에서는 그러한 상향 조정이 필요없다.

본 발명은 주로 DCS 증착 공정을 참조하여 기술하였지만, 본 발명의 DCS 공정 또는 WSi_x를 기판에 증착시키는 공정에 제한되는 것은 아니다. SiH_4 조절과 정화 단계는 다른 증착 공정, 특히 기판에 결정질을 증착시키는 공정과 함께 사용될 수 있다. 그러한 재료로는, 예를 들면 $TiSi_x$, $CoSi_x$, $TiCoSi_x$ 등을 들 수 있다.

본 발명에 따라 반도체 웨이퍼를 처리함으로써 시이트 저항성의 장-단기 하양 변화를 상당히 감소시켜, 더 균일한 웨이퍼의 제조가 가능하다. 본 발명은 또한, 상당히 감소된 필름 응력을 갖는 처리된 반도체 웨이퍼를 생산하게 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

진공 처리 장치의 챔버에서 기판을 처리하는 방법에 있어서, (i) 기판의 표면에 규화물을 증착시키는 단계와 (ii) 실란을 챔버에 유동시킴으로써 상기 증착 단계로부터 잔류하는 잔류 가스를 챔버에서 제거하는 단계를 포함하는기판 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서 규화물이 규화 텅스텐인 기판 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 규화 텅스텐이 플루오르화 텅스텐, 디클로실란 및 불활성 가스의 혼합물로부터 증착되고, 실란을 상기 챔버내로 유동시킴으로써 잔류하는 플루오르화 텅스텐과 디클로로실란을 챔버내로부터 제거시키는 기판 처리 방법

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (i)단계 전에 실란을 챔버내에 도입시켜 챔버를 조절시키는 기판 처리 방법.

청구항 5

제46항에 있어서, 상기 (ii)단계 전에 디클로로실란을 상기 진공 처리 장치내로 유동시켜 상기 장치를 적어도 부분적으로 정화시키는 기판 처리 방법

청구항 6

제46항에 있어서, 상기 규화 텅스텐 필름의 시이트 저항성이 단계 (i) 내지 (ii)를 25회 연속 반복함에 따라 3% 보다 많이 감소되지 않는 기판 처리 방법

청구항 7

제46항에 있어서, 상기 (i)단계를 10초 내지 30초 동안 수행하는 기판 처리 방법.

청구항 8

제47항에 있어서, 상기 조절 단계를 15초 내지 1분동안 수행하는 기판 처리 방법.

청구항 9

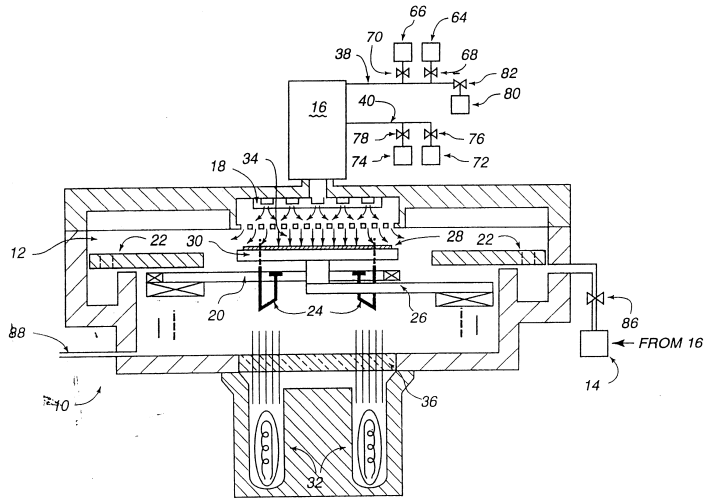
제46항에 있어서, 상기 챔버의 압력이 (i)단계동안 0.5 내지 1.0 토르인 기판 처리 방법.

청구항 10

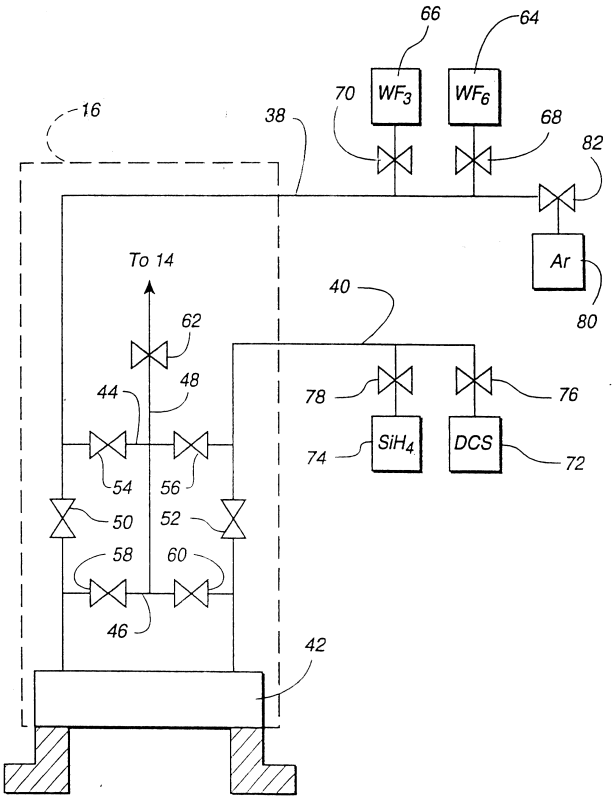
제47항에 있어서, 상기 조절 단계동안 상기 챔버의 압력이 1 내지 10 토르인 기판 처리 방법.

도면

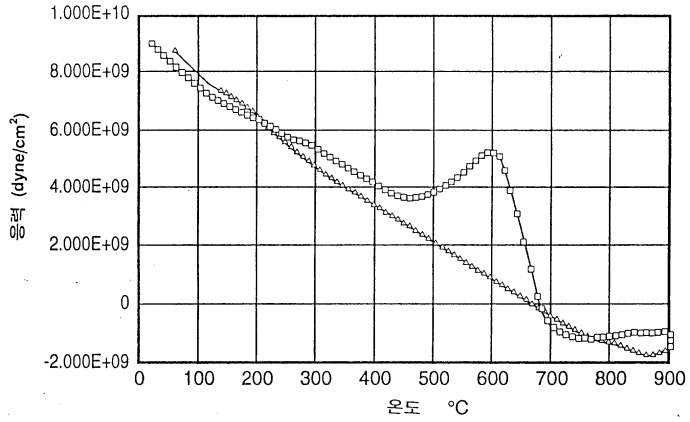
도면1



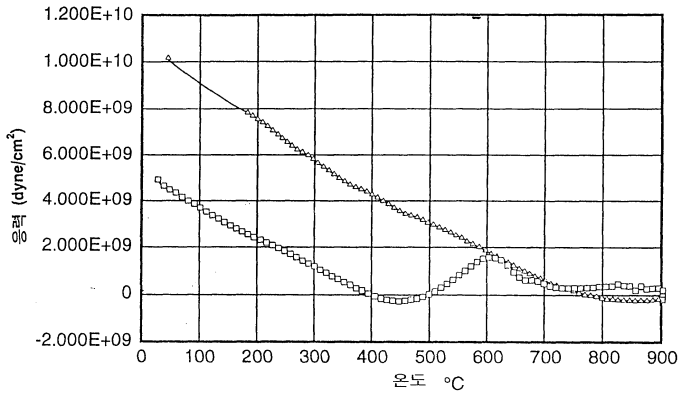
도면2


66
64
70
WF_3
WF_6
68
82
16
38
Ar
80
To 14
40
62
48
44
78
76
SiH_4
DCS
74
72
54
56
50
52
58
60
46
42

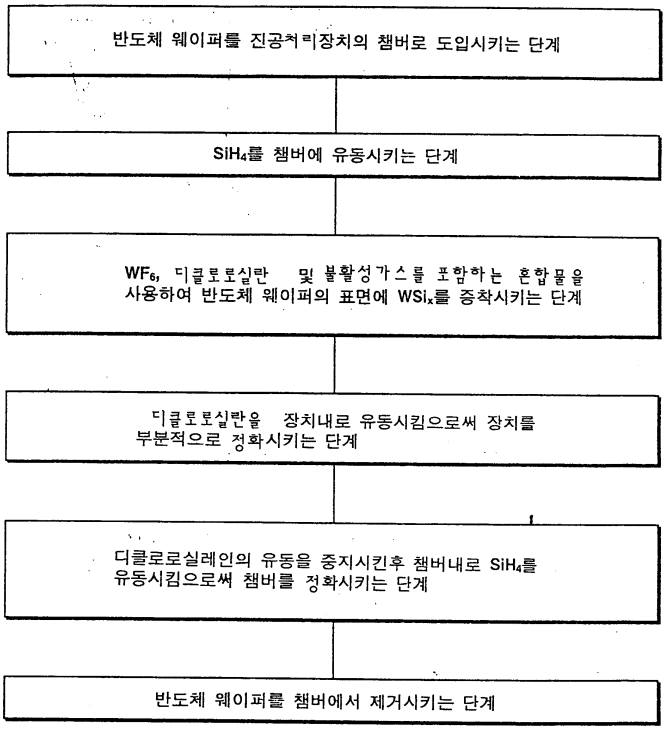
도면3


1.000E+10
8.000E+09
6.000E+09
4.000E+09
2.000E+09
0
-2.000E+09
응력 (dyne/cm²)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
온도 °C

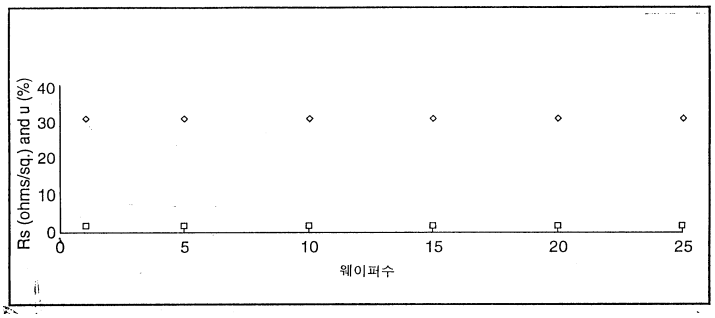
도면4


1.200E+10
1.000E+10
8.000E+09
6.000E+09
4.000E+09
2.000E+09
0
-2.000E+09
응력 (dyne/cm²)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
온도 °C

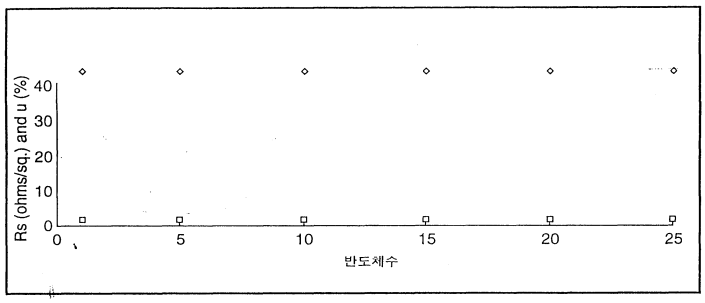
도면5



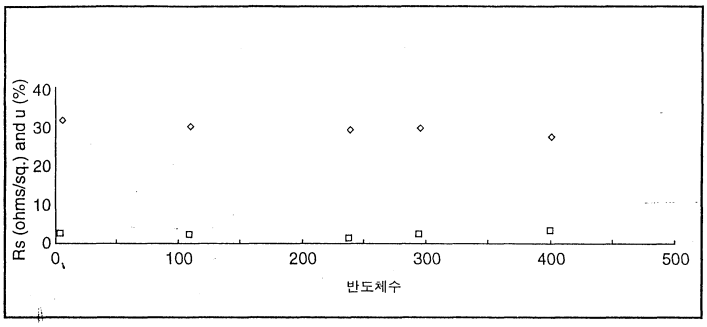
도면6a



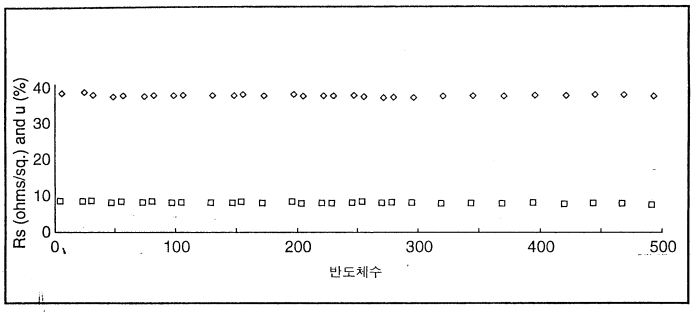
도면6b



도면6c


Rs (ohms/sq.) and u (%)
40
30
20
10
0
0
100
200
300
400
500
반도체수

도면6d


Rs (ohms/sq.) and u (%)
40
30
20
10
0
0
100
200
300
400
500
반도체수