(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월27일
(11) 등록번호 10-0832944
(24) 등록일자 2008년05월21일

(51) Int. Cl.
H01L 21/324 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2002-7003607
(22) 출원일자 2002년03월18일
심사청구일자 2006년09월18일
번역문제출일자 2002년03월18일
(65) 공개번호 10-2002-0048938
(43) 공개일자 2002년06월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2001/008097
국제출원일자 2001년09월18일
(87) 국제공개번호 WO 2002/25718
국제공개일자 2002년03월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2000-00287607 2000년09월21일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR100194489 B1
JP12252225 A
JP10144698 A
전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
신에쯔 한도타이 가부시키가이샤
일본 도쿄토 치요다쿠 오테마찌 2쵸메 6-2
(72) 발명자
코바야시노리히로
일본국군마켄안나카시이소베2초메13반1고신에쯔한도타이가부시키가이샤한도타이이소베켄큐쇼나이
타마츠카마사로
일본국군마켄안나카시이소베2초메13반1고신에쯔한도타이가부시키가이샤한도타이이소베켄큐쇼나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 원전

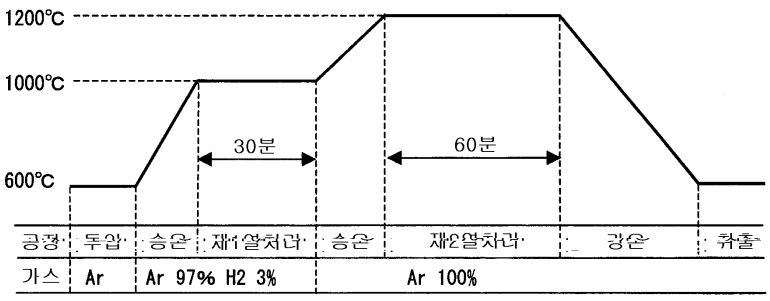
심사관 : 김희주

(54) 어닐 웨이퍼의 제조방법 및 어닐 웨이퍼

(57) 요 약

실리콘 웨이퍼 표면에 환경으로부터의 부착 붕소를 가지는 웨이퍼에 불활성가스 분위기에서 열처리를 행하여도, 웨이퍼 표면의 저항률의 변화가 발생하지 않도록 한 열처리 방법을 이용하고, 또한, 이와 같은 열처리를 기밀성을 높이기 위한 실구조나 방폭설비 등의 특별한 설비를 필요로 하지 않는 통상의 확산로에서 가능하게 하는 어닐 웨이퍼의 제조방법 및 웨이퍼 표면 근방의 붕소 농도가 일정하고, 또 결정 결함이 소멸한 어닐 웨이퍼를 제공한다. 표면에 자연산화막이 형성되고, 또 환경으로부터의 붕소가 부착된 실리콘 웨이퍼에 대해, 수소가스가 함유된 분위기에 의한 열처리를 행함으로써 상기 자연산화막이 제거되기 전에 상기 부착 붕소을 제거하고, 그 후 불활성가스 분위기에 의해 열처리하도록 하였다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

나고야타카토시

일본국군마켄안나카시이소베2초메13반1고신에쯔한도타이가부시키가이샤한도타이이소베켄큐쇼나이

쿠웨이페익

일본국군마켄안나카시이소베2초메13반1고신에쯔한도타이가부시키가이샤한도타이이소베켄큐쇼나이

이이다마코토

일본국군마켄안나카시이소베2초메13반1고신에쯔한도타이가부시키가이샤한도타이이소베켄큐쇼나이

(81) 지정국

국내특허 : 대한민국, 미국, 싱가포르

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

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

표면에 자연산화막이 형성되고, 또 환경으로부터의 붕소가 부착된 실리콘 웨이퍼에 대해, 수소가스가 함유된 분위기에 의한 열처리를 행함으로써 상기 자연산화막이 제거되기 전에 상기 부착 붕소를 제거하고, 그 후 불활성 가스 분위기에 의해 열처리를 하며,

상기 수소가스 함유 분위기는, 폭발 하한 이하의 수소가스와 아르곤가스의 혼합가스 분위기인 것을 특징으로 하는 어닐 웨이퍼의 제조방법.

청구항 8

표면에 자연산화막이 형성되고, 또 환경으로부터의 붕소가 부착된 실리콘 웨이퍼에 대해, 수소가스가 함유된 분위기에 의한 열처리를 행함으로써 상기 자연산화막이 제거되기 전에 상기 부착 붕소를 제거하고, 그 후 불활성 가스 분위기에 의해 열처리를 하며,

상기 불활성가스는 아르곤가스이고,

상기 수소가스 함유 분위기는, 폭발 하한 이하의 수소가스와 아르곤가스의 혼합가스 분위기인 것을 특징으로 하는 어닐 웨이퍼 제조방법.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 수소가스 함유 분위기에 따른 열처리는, 900 ~ 1100℃의 온도로 5~60분간 행해지는 열처리인 것을 특징으로 하는 어닐 웨이퍼 제조방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 수소가스 함유 분위기에 따른 열처리는, 900~1100℃의 온도로 5~60분간 행해지는 열처리인 것을 특징으로 하는 어닐 웨이퍼 제조방법.

청구항 11

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수소가스 함유 분위기에 따른 열처리를 승온(昇溫)하면서 행하는 것을 특징으로 하는 어닐 웨이퍼 제조방법.

청구항 12

제7항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 기재된 제조방법에 의해 제조된 어닐 웨이퍼로서, 웨이퍼 표면 근방의 붕소 농도가 일정하고, 또한 결정결함이 소멸한 것을 특징으로 하는 어닐 웨이퍼.

청구항 13

제 11항의 제조방법에 의해 제조된 어닐 웨이퍼로서, 웨이퍼 표면 근방의 붕소농도가 일정하고, 또한 결정결함이 소멸한 것을 특징으로 하는 어닐 웨이퍼.

명 세 서

기 술 분 야

<1> 본 발명은, 아르곤 등의 불활성가스 100% 분위기 하에서의 어닐 후의 웨이퍼 표면 근방의 붕소 농도의 증가에 의한 저항률의 변화를 제어할 수 있도록 한 어닐 웨이퍼의 제조방법 및 그 제조방법으로 제작되어 웨이퍼 표면 근방의 붕소 농도가 일정하고 또 결정 결함이 소멸한 고품질의 어닐 웨이퍼에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 실리콘 웨이퍼(단순히 웨이퍼로 칭하기도 한다)에는, 디바이스 특성상 디바이스의 활성층에는 결정 결함이 없는 것이 요구되고 있다. 그 때문에, 웨이퍼를 고온에서 어닐하여 결정 결함을 적게 한 어닐 웨이퍼가 사용되고 있다. 그러나, 실리콘 웨이퍼가 노출되는 환경 중(공기 중)에 존재하는 붕소에 오염되기 쉽다. 예컨대, 크린룸에서 사용하고 있는 에어필터에서 붕소가 산화물 등의 화합물(이하, 부착 붕소 혹은 단순히 붕소로 칭하기도 한다)로서 방출되어, 그 붕소가 크린룸 내에 방치되어 있는 웨이퍼 표면 등에 부착된다.

<3> 이와 같은 웨이퍼가 아르곤가스 등의 불활성가스에 의해 열처리되면 표면에 부착된 붕소는 제거되지 않고 웨이퍼 내부로 확산되어, 웨이퍼의 표면 근방의 저항률을 변화시켜 버린다.

<4> 이와 같은 크린룸 내의 환경 붕소의 대책으로서, 에어필터의 전체를 붕소흡착필터 또는 붕소없는 필터로 하는 경우가 있지만, 고가인 필터를 빈번하게 교환할 필요가 있어, 비용상승을 가져올 뿐 아니라, 이와 같은 필터를 이용하여도 붕소 오염을 완전하게 제거하기는 어렵다.

<5> 한편, 수소를 사용한 어닐에서는 역으로 웨이퍼 내부에 본래 존재하는 붕소도펀트(dopant)는 외방확산(外方擴散)하기 쉽고, 또, 표면의 부착 붕소는 어닐하여도 붕소는 내방확산(內方擴散)하지 않고 기화 또는 비산해 버리기 때문에, 웨이퍼 표면 근방의 붕소 농도가 저하하여, 저항률이 높게 된다고 하는 문제가 있다. 또, 고온에서 수소처리를 행하는 경우에는 수소 폭발을 방지하기 위해 안전장치 등이 필요하게 되어 비용상승으로 되기도 하고 생산성이 떨어지기도 하는 것도 문제점으로 된다.

<6> 아르곤을 이용한 어닐에서, 이와 같은 환경으로부터의 붕소 오염의 대책으로서, 본 출원인이 앞서 출원한 바와 같이, 어닐 전의 세정의 최종단계에 희불산을 사용하는 방법이 있다(일본 특허출원 제2000-92155호). 이 방법은, 붕소 오염이라고 하는 관점에서는 극히 유용하지만, 파티클의 부착이라고 하는 관점에서는 문제가 있었다. 즉, 희불산으로 최종 세정을 행하고, 그 후 웨이퍼를 수세하여도 희불산 중에 부착한 파티클은 잘 떨어지지 않고 어닐 공정까지 옮겨가지 때문에, 이 웨이퍼를 어닐하면 파티클이 눌러붙는 현상이 발생하여, 디바이스 제작 상에서의 수율저하의 원인이 될 가능성이 있었다.

<7> 한편, 에피택셜 웨이퍼의 에피택셜층과 벌크결정과의 계면의 붕소을 저감시키는 방법이 제안되어 있다(J.Robbins, J.J.Pidduck, J.L.Glasper, and I.M.Young, Appl.Phys.Lett. 55(12)18 September 1989). 이 방법에서는, 수소 100%를 사용하는 것과, 감압에서 처리하는 것이 특징으로 되어 있다. 따라서, 통상의 확산로(擴散爐)를 이용하여 이와 같은 처리를 행하도록 하면, 수소를 사용하기 위한 안전장치나 감압에서 행하기 위한 설비가 필요하게 되고, 이와 같은 설비가 없는 노(爐)에서는 사용할 수 없다.

<8> 그런데, 이와 같은 아르곤으로 대표되는 불활성가스나 수소분위기에 의해 어닐 웨이퍼를 제작하는 데 적용하기 위해서는, 통상, 어닐하기 위한 경면 연마 웨이퍼를 준비하고, 그 표면에 부착한 중금속이나 유기물 등의 오염

물을 습식세정에 의해 제거하여 건조시킨 후, 열처리로에 투입하는 것이 행해진다.

<9> 실리콘 경면 연마 웨이퍼를 세정하는 경우, 여러 가지 조성의 세정액(약액)이 이용되는데, 그 일반적인 세정방법으로서는, SC-1(암모니아, 과산화수소, 물의 혼합액) 세정, DHF(희불산 수용액) 세정, SC-2(염화수소, 과산화수소, 물의 혼합액) 세정을 적당히 조합시킨 세정방법이 이용되고 있지만, DHF 세정을 일련의 세정공정의 최종의 세정액으로 한 경우에는, 표면의 자연산화막이 제거되어, 활성한 소수성 실리콘 표면이 노출되어 버리고, 파티클의 부착이나 Cu 등의 흡착 등이 발생하기 쉽게 된다.

<10> 그래서, 통상은, 세정공정의 최종단계로서 SC-1 또는 SC-2를 이용하여, 세정액에 의한 자연산화막이 형성된 친수성 표면에 마무리하는 것이 행해진다. 이것은, 상기 어닐 웨이퍼를 열처리로에 투입하기 전의 습식세정에 관하여도 마찬가지로서, 세정에 의해 자연산화막이 형성된 친수성 표면으로 마무리한 상태로 열처리로에 투입하는 것이 행해지고 있었다.

<11> 그런데, 전술한 바와 같이 고온에서 아르곤 어닐을 하는 경우, 어닐 전의 웨이퍼 상에 붕소가 부착하고 있으면, 어닐에 의해 그 붕소는 내방확산하여 표면의 저항률을 변화시켜 버린다. 표면의 저항률이 변해 버리면, 예컨대 MOS 디바이스의 경우에는 on-off의 문턱치 전압이 변해 버려, 규격에서 벗어날 가능성이 있다. 이와 동시에, 여러 가지 전기특성을 변화시켜 버리기도 한다.

<12> 즉, 표면에 붕소가 존재하는 웨이퍼를 고온에서 아르곤 어닐을 하면, 수소 어닐과 마찬가지로 웨이퍼 표면 근방의 결정 결함이 제거되기 때문에, 디바이스 특성을 향상시키는 이점이 있는 반면, 붕소 오염이 있으면 전기적 특성이 설계치에서 벗어나는 등의 악영향이 있기 때문에, 애써 어닐에 의한 웨이퍼 표면 근방의 결정 품질을 향상시킨 효과가 헛일로 되어 버린다.

발명의 상세한 설명

<13> 본 발명은, 이와 같은 문제점을 감안하여 이루어진 것으로서, 실리콘 웨이퍼 표면에 환경으로부터의 부착 붕소를 가지는 웨이퍼에 불활성가스 분위기에서 열처리를 행하도록 하여도, 웨이퍼 표면의 저항률의 변화가 발생하지 않도록 한 열처리 방법을 이용하고, 또한, 이와 같은 열처리를, 기밀성을 높이기 위한 실(seal)구조나 방폭(防爆)설비 등의 특별한 설비를 필요로 하지 않는 통상의 확산로에서도 가능하게 하는 어닐 웨이퍼의 제조방법 및 웨이퍼 표면 근방의 붕소 농도가 일정하고, 또 결정 결함이 소멸한 어닐 웨이퍼를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<14> 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 어닐 웨이퍼의 제조방법은, 표면에 자연산화막이 형성되고, 또 환경으로부터의 붕소가 부착한 실리콘 웨이퍼에 대해, 수소가스를 함유한 분위기에 의한 열처리(제1 열처리)를 행함으로써 상기 자연산화막이 제거되기 전에 상기 부착 붕소를 제거하고, 그 후, 불활성가스 분위기에 의해 열처리(제2 열처리)하는 것을 특징으로 한다.

<15> 후술하는 바와 같이, 환경으로부터 부착된 붕소는, 웨이퍼 표면에 자연산화막이 존재하는 상태에서는 웨이퍼 내부에 확산하기 어렵다. 따라서, 자연산화막이 존재하는 상태에서 수소가스의 효과를 이용하여 부착 붕소를 제거한 다음 제2 열처리를 행하면, 이 열처리에 의한 웨이퍼 표면 근방의 저항률의 변화를 방지할 수 있다. 이 경우, 제1 열처리의 수소가스의 농도로서는, 수소가스의 폭발 하한치(약 4%) 이하로 하면, 열처리로의 기밀성을 높이기 위한 실구조나 폭발시의 대책으로서 방폭설비를 구비시킬 필요가 없게 되고, 또, 상압로(常壓爐)를 사용할 수 있기 때문에, 설비상의 안전면이나 비용면에서 매우 유용하다. 또, 수소농도가 0.1%를 밑돌면 충분한 효과를 기대할 수 없는 경우가 있다.

<16> 또, 제1 열처리를 폭발 하한 이하의 수소가스와 아르곤가스의 혼합가스 분위기에서 행하는 경우, 수소가스의 효과에 의해 부착 붕소가 제거됨과 동시에 아르곤가스의 효과에 의해 자연산화막이 제거되므로, 자연산화막이 제거되지 않은 동안에 부착 붕소를 제거할 필요가 있다. 이를 위한 제1 열처리 조건으로서는, 열처리 온도가 900~1100℃의 범위이고, 열처리 시간이 5~60분의 범위인 것이 좋다.

<17> 또, 이와 같은 제1 열처리는, 제2 열처리의 승온(昇溫) 프로세스로서 행할 수도 있다. 그리고, 상기와 같은 어닐 웨이퍼의 제조방법에 의해 제조된 어닐 웨이퍼는, 웨이퍼 표면 근방의 붕소 농도가 일정하고, 또 결정 결함이 소멸된 고품질의 어닐 웨이퍼로 된다.

<18> 한편, 제2 열처리는 웨이퍼 표면 근방의 결정 결함을 소멸시키는 것이고, 불활성가스 분위기에서 1100~1300℃의 범위에서 행한다. 또, 본 발명에서 불활성가스 분위기로는, 아르곤 등의 불활성가스 100%의 외에, 폭발 하한치 이하의 수소가스를 불활성가스에 혼합한 분위기도 포함하는 것이다.

<19> 이하, 본 발명의 성립에 대해 더욱 상세하게 설명한다.

<20> 본 발명자들은, 환경으로부터의 붕소 오염을 완전히 없애는 것은 곤란하다는 것을 고려하여, 웨이퍼 표면에 붕소가 부착하고 있어도 어닐 웨이퍼의 저항률에 영향을 미치지 않도록 하는 열처리 방법을 검토한 결과, 아르곤가스와 수소가스에 의한 열처리에서는, 웨이퍼 표면의 저항률의 증감이 역으로 되는 것에 착안하여 본 발명을 완성시켰다.

<21> 즉, 웨이퍼 표면에 부착한 붕소는 수소가스에 의한 열처리에 의해 기화시켜 제거한 후, 아르곤가스로 결정 결함의 제거를 행하는 열처리를 하면, 웨이퍼 표면 근방의 저항률을 변화시키지 않고, 고품질의 어닐 웨이퍼가 얻어지는 것을 발상하였다.

<22> 단지, 수소가스를 이용한 어닐을 행하기 위해서는, 전술한 바와 같이 열처리로의 기밀성을 높이기 위한 실구조나 폭발시의 대책이 필요하게 되고, 비용면에서 불리하다.

<23> 그래서, 부착 붕소을 제거하기 위한 열처리 분위기로서, 수소가스의 농도를 폭발 하한치 이하의 농도로 한 아르곤가스 분위기에서도 부착 붕소의 제거가 가능한지 어떤지를 후술의 실험에 의해 확인하였다. 그 결과, 도 4에 나타낸 바와 같이, 수소가스의 농도를 폭발 하한치 이하의 농도로 한 아르곤가스 분위기에서의 열처리 온도를, 특정의 온도범위(도 4에서의 900~1100℃, 바람직하게는 950~1050℃의 온도범위)로 설정한 경우만, 본래의 웨이퍼의 저항률을 유지하고 있다고 하는 현상을 새롭게 발견하였다.

<24> 이 현상에 대해 다음과 같이 고찰할 수 있다. 자연산화막이 형성된 표면에 환경 붕소가 부착된 실리콘 웨이퍼를 수소와 아르곤의 혼합가스 분위기에서 열처리(제1 열처리)하면, 열처리 온도가 저온인 경우에는, 부착 붕소의 기화나 비산에 의한 제거가 충분하지 않기 때문에, 그 후의 고온에서의 아르곤 분위기에 의한 열처리에 의해 부착 붕소가 웨이퍼 내부로 확산하고 웨이퍼 표면 근방의 저항률이 저하해 버린다.

<25> 한편, 제1 열처리의 열처리 온도가 1100℃, 또는 더욱 엄밀하게 말하면, 1050℃를 넘는 온도에서는, 혼합가스 중의 아르곤가스의 효과에 의한 자연산화막의 에칭속도가 매우 크게 되기 때문에, 표면에 부착한 붕소가 제거되기 전에 자연산화막이 제거되어 버린다. 그 결과, 부착 붕소가 웨이퍼 내부로 확산하기 쉽게 되거나, 혹은, 실리콘 원자와 반응하여 화합물을 형성하여 제거되기 어렵게 되고, 그 후의 아르곤 분위기의 열처리에 의해 웨이퍼 내부로 확산하여, 저항률을 저하시키는 것으로 생각될 수 있다.

<26> 이에 대해, 제1 열처리가 900℃~1100℃, 바람직하게는 950~1050℃의 온도범위에서는, 자연산화막의 에칭속도가 그 만큼 빠르지 않기 때문에, 자연산화막이 제거되기 전에 부착 붕소가 기화 또는 비산하여 제거되는 결과, 후의 아르곤 분위기에 의한 열처리 시에는 웨이퍼 표면에 부착된 붕소는 모두 존재하지 않는 상태로 되어, 저항률이 변화하지 않는 것으로 추측된다.

<27> 또, 상기 추론으로부터 알 수 있는 바와 같이, 제1 열처리의 적절한 열처리 온도, 열처리 시간은, 자연산화막의 막두께나 부착 붕소의 양에 따라 의존하는 파라미터이고, 또, 자연산화막의 막두께나 부착 붕소의 양은, 열처리 전의 세정조건이나 환경으로의 방치시간 등에 의해 변동하는 것이기 때문에, 일괄적으로 결정할 수는 없다. 따라서, 이들을 결정하는 경우에는, 실제의 어닐 웨이퍼의 제조공정에 따른 세정조건, 방치시간, 제1 열처리 후의 열처리조건을 설정하고, 열처리 후의 저항률이 변화하지 않는 제1 열처리조건을 실험적으로 설정하면 된다.

<28> 일례로서, 후술의 실험에서는 제1 열처리를 950~1050℃에서 행하여도 실리콘 웨이퍼의 저항률이 변화하지 않고, 900℃ 또는 1100℃에서는 저항률에 변화가 적은 것으로부터, 제1 열처리 온도가 900~1100℃ 정도의 범위이면, 열처리 시간을 5~60분 정도의 범위에서 조정함으로써, 실리콘 웨이퍼의 저항률의 변화를 방지할 수 있다고 생각된다.

실 시 예

<33> 다음에, 본 발명의 실시형태에 대해, 본 발명의 방법에서의 열처리 순서예를 나타내는 도 1 및 도 2를 이용하여 설명하지만, 본 발명의 기술사상으로부터 일탈하지 않는 한, 도시예 이외에 여러 가지 변형이 가능한 것은 말할 필요도 없다.

<34> 열처리에 사용하는 웨이퍼는, 표준적인 세정이 행해지고, 표면에 수~수 십Å 정도의 자연산화막이 형성된 것이고, 환경으로부터의 붕소 오염이 부착되 있는 것을 이용한다. 사용하는 불활성가스로서는 아르곤가스가 적합하지만, 그 외, 헬륨, 네온, 크립톤 혹은 이들의 혼합가스로 하여 이용하는 것도 가능하다.

<35> 도 1은, 본 발명의 방법에서의 열처리 순서의 일례를 처리온도, 처리공정 및 분위기가스로 나누어 나타낸 타이

밍차트이다. 동 도면은, 제1 열처리를 일정 온도(1000℃)로 유지하여 행하는 경우를 나타내고 있다. 도 1의 열처리 순서는 다음과 같다.

<36> ① 600℃에서 웨이퍼를 열처리로에 투입한 후, 아르곤가스로 정화한다(도 1의 투입공정). 분위기가스로서는 불활성가스를 이용하면 되지만, 아르곤가스가 바람직하다.

<37> ② 아르곤가스에 수소가스를 유량비로 3% 첨가하고, 600℃에서 1000℃로 승온한다(승온공정). 수소가스의 첨가량은 수소가스의 폭발 하한치(약4%) 이하에서 0.1% 이상이 적합하다. 이 농도범위이면 방폭설비를 구비할 필요가 없고, 또 상압로를 사용할 수 있기 때문에, 안전면이나 비용면에서 유리하다. 또, 승온은 제1 열처리 온도(900℃~1100℃)까지 행하면 된다.

<38> ③ 상기 분위기(Ar 97% + H_2 3%) 그대로 웨이퍼를 1000℃에서 30분간 열처리로에 체류시킨다(제1 열처리공정). 이 제1 열처리는 환경으로부터의 부착 붕소를 웨이퍼 표면에서 제거하기 위해 행하는 것으로, 수소 함유 분위기에서 900℃~1100℃의 온도범위에서 5~60분 행하는 것이 적합하다. 즉, 이 온도범위에서는, 열처리 시간이 5분 미만이면 붕소의 제거가 불충분하게 될 우려가 있지만, 60분 정도의 열처리 시간에서 대개의 붕소 오염은 충분히 제거할 수 있다.

<39> ④ 상기 수소가스의 첨가를 멈추고 아르곤가스 100%의 분위기로 하여, 1000℃에서 1200℃까지 승온한다(승온공정). 승온은 제2 열처리 온도(1200℃ 정도)까지 행하면 된다. 또, 제1 열처리에서 첨가하고 있는 수소가스를 멈추지 않고 제2 열처리를 행하여도 된다.

<40> ⑤ 상기 분위기(Ar 100% 또는 Ar + 미량의 H_2) 그대로 웨이퍼를 1200℃에서 60분간 열처리로 내에 체류시킨다(제2 열처리공정). 이 제2 열처리는, 웨이퍼의 결정 결함의 소멸을 목적으로 하여 행하는 것이므로, 종래와 마찬가지로 1100℃~1300℃ 정도에서 30분~5시간 행하면 된다.

<41> ⑥ 1200℃에서 600℃로 강온하고(강온공정), 웨이퍼를 열처리로로부터 취출(取出)한다(취출공정).

<42> 도 2는 본 발명의 방법에서의 열처리 순서의 다른 예를 나타내는 도 1과 마찬가지의 타이밍차트이다. 동 도면은 제1 열처리를 승온(950℃→1050℃)하면서 행하는 경우를 나타내고 있다. 도 2의 열처리 순서는, 도 1의 ②(승온공정)에서, 600℃에서 950℃로 승온하고, ③(제1 열처리공정)에서, 도 1에서는 일정 온도(1000℃)로 한 대신에 950℃에서 1050℃로 승온(승온속도 3.3℃/분)하면서 제1 열처리를 행하는 점에서 상이할 뿐이고, 그 외의 순서 및 조건은 동일하므로 재설명은 생략한다.

<43> 도 2에 나타낸 열처리 순서에서는, 제1 열처리는 제2 열처리의 승온 프로세스로서 행하는 것이고, 이 경우, 제2 열처리의 열처리 온도까지 효율좋게 신속하게 승온할 수 있는 이점이 있다. 또, 제1 열처리에서의 승온속도는, 950℃~1050℃의 온도범위에서 5~60분간의 열처리가 행해지도록 설정하면 된다.

<44> 실시예

<45> 다음에, 실험예를 들어 본 발명을 더욱 구체적으로 설명한다.

<46> (실험예 1)

<47> 우선, 직경 200㎜, p형, 결정방위<100>, 저항률 10Ω·㎝의 실리콘 웨이퍼에, 표준적인 세정(SC-1, SC-2, SC-1)을 행한 후, 그 웨이퍼를 크린룸 내에 24시간 방치하였다. 그 웨이퍼 상에 부착한 붕소를 기상분해법(氣上分解法)에 의해 용액중에 회수(回收)하고, 회수액을 원자 흡광 분광법을 이용하여 측정하여, 부착량을 산출하였다.

<48> 그 결과, 크린룸 내에 방치한 웨이퍼 상에 부착한 붕소의 양은 방치시간 3시간 이상에서 포화하는 것을 알았으므로(도 3 참조), 웨이퍼 세정 후의 크린룸 내의 웨이퍼 방치시간을 3시간으로 설정하고, 3시간 방치한 웨이퍼를 복수 매 준비하여, 이들 웨이퍼에 대해 열처리를 행하였다. 또, 이 열처리 순서는 제1 열처리온도를 도 4에 나타낸 바와 같이 700~1200℃의 범위의 여러 가지 온도로 설정한 것 외에는 전술한 도 1에서의 순서 ①~⑥과 동일하므로, 구체적 순서 및 조건에 대한 재설명은 생략한다.

<49> 상기한 순서 ①~⑥에 의한 열처리를 행한 후의 웨이퍼 표면의 저항률을 SCP(Surface Charge Profiler)에 의해 측정하고, 그 결과를 도 4에 나타내었다. 도 4의 결과로부터, 제1 열처리 온도가 950~1050℃의 범위에서 본래의 웨이퍼의 저항률과 동등한 저항률의 피크를 얻고, 제1 열처리 온도가 900℃ 또는 1100℃에서는 저항률에 변화가 적으며, 그 외의 온도에서에서는 본래의 저항률과 비교하여 저항률이 저하하고 있는 것(즉, 표면에 부착한 붕소

가 웨이퍼 내부로 확산하고 있는 것)을 알았다.

<50> 또, 상기 열처리를 받은 어닐 웨이퍼에 대해서는, 어느 것이나 결정 결함이 소멸되어 있어서, 제1 열처리를 행한 것이 결정 결함의 소멸에 어떠한 영향을 주지 않는 것이 확인되었다.

<51> 이와 같은 샘플의 저항률을 SIMS(Secondary Ion Mass Spectroscopy)와 C-V측정에 의해 측정을 행하였지만 마찬가지의 결과로 되었다. 따라서, 제1 열처리 온도가 900~1100℃ 정도의 범위이면, 열처리 시간을 5~60분 정도의 범위에서 조정함으로써, 웨이퍼의 저항률의 변화를 효과적으로 방지할 수 있는 것이 판명되었다.

산업상 이용 가능성

<52> 본 발명의 어닐 웨이퍼의 제조방법에 의하면, 실리콘 웨이퍼 표면에 환경으로부터의 부착 붕소를 가지는 웨이퍼에 불활성가스 분위기에서 열처리를 행한다고 해도, 웨이퍼 표면의 저항률의 변화가 발생하지 않는다고 하는 큰 효과를 달성할 수 있다. 또, 본 발명의 방법에서의 그와 같은 열처리를, 기밀성을 높이기 위한 실구조나 방폭설비 등의 특별한 설비를 필요로 하지 않는 통상의 확산로에서도 가능하므로, 비교적 저가의 열처리로를 이용할 수 있어, 큰 비용상의 이점이 얻어진다.

<53> 또, 본 발명의 어닐 웨이퍼는, 표면 근방의 붕소 농도가 일정하고, 또 결정 결함이 소멸한 것이어서, 고품질이고, 특성이 우수한 디비아스의 제작에 적합하게 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<29> 도 1은 본 발명에 관한 어닐 웨이퍼의 제조방법에서의 열처리 순서의 일례를 나타내는 타이밍차트,

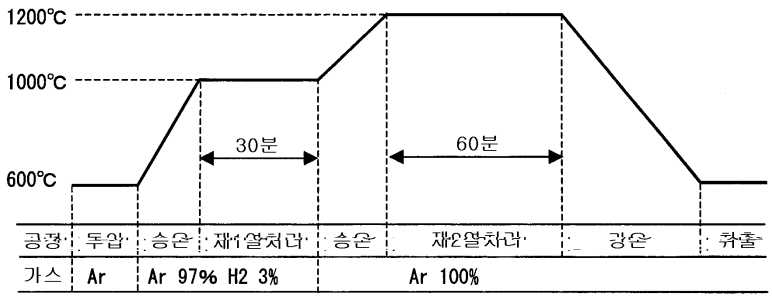
<30> 도 2는 본 발명에 관한 어닐 웨이퍼의 제조방법에서의 열처리 순서의 다른 일례를 나타내는 타이밍차트,

<31> 도 3은 실험예 1에서의 크린룸에 방치한 웨이퍼에 대한 방치시간과 부착 붕소 농도의 관계를 나타내는 그래프,

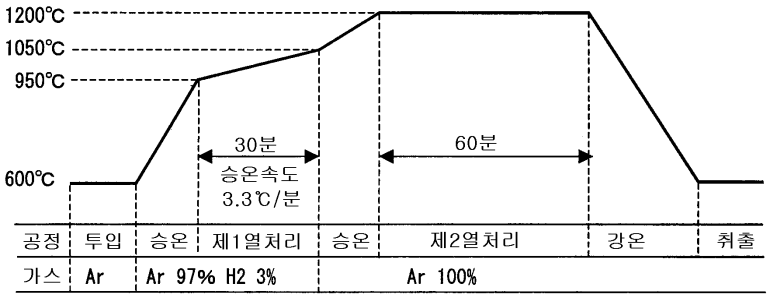
<32> 도 4는 실험예 1에서의 열처리 후의 웨이퍼의 표면의 저항률과 제1 열처리 온도와의 관계를 나타내는 그래프이다.

도면

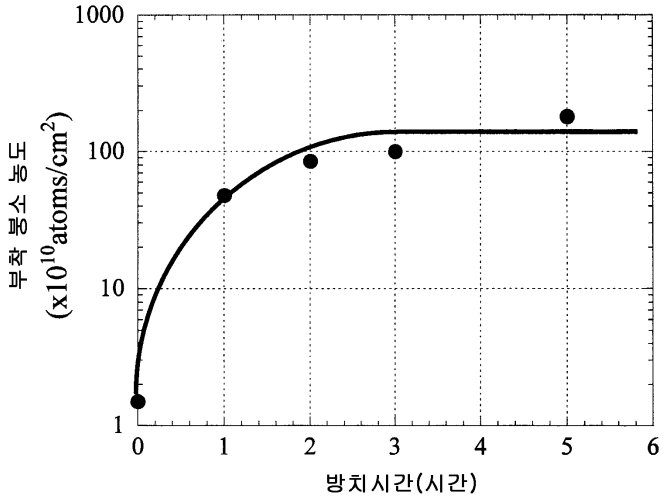
도면1



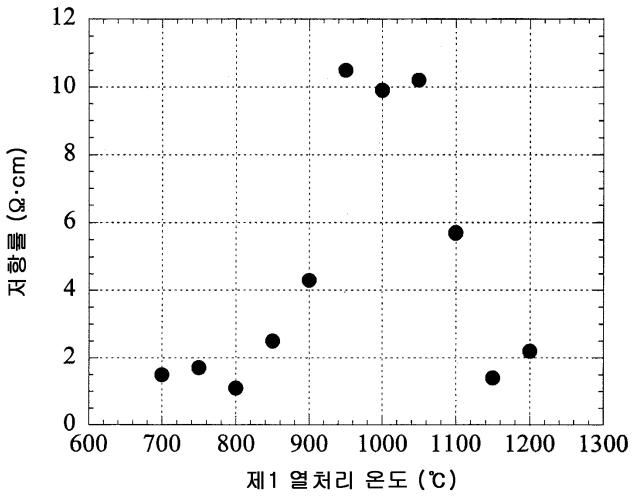
도면2


1200℃
1050℃
950℃
600℃
30분
승온속도
3.3℃/분
60분
공정
투입
승온
제1열처리
승온
제2열처리
강온
취출
가스
Ar
Ar 97% H2 3%
Ar 100%

도면3


1000
100
10
1
부착 붕소 농도
(x10^10atoms/cm^2)
0
1
2
3
4
5
6
방치시간(시간)

도면4


12
10
8
6
4
2
0
저항률 (Ω·cm)
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
제1 열처리 온도 (℃)