



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월23일
(11) 등록번호 10-1658892
(24) 등록일자 2016년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/324 (2006.01) C30B 29/06 (2006.01)
C30B 33/02 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7004020
(22) 출원일자(국제) 2011년07월15일
심사청구일자 2015년06월23일
(85) 번역문제출일자 2013년02월18일
(65) 공개번호 10-2013-0100987
(43) 공개일자 2013년09월12일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/004047
(87) 국제공개번호 WO 2012/023233
국제공개일자 2012년02월23일
(30) 우선권주장
JP-P-2010-183020 2010년08월18일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010034288 A*
JP02045914 A*
JP11097448 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
신에쓰 한도타이 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 치요다쿠 오테마치 2쵸메 2-1
(72) 발명자
에바라, 코지
일본 군마 3790196, 안나카-시, 이소베 2-쵸메,
13-1, 신에쓰 한도타이 가부시키키가이샤, 이소베
연구개발센터 내
오카, 테츠야
일본 군마 3790196, 안나카-시, 이소베 2-쵸메,
13-1, 신에쓰 한도타이 가부시키키가이샤, 이소베
연구개발센터 내
타카하시, 슈지
일본, 군마 3703533, 타카사키-시, 호도타-마치,
2174-1, 미마수 반도체 공업 가부시키키가이샤내
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 19 항

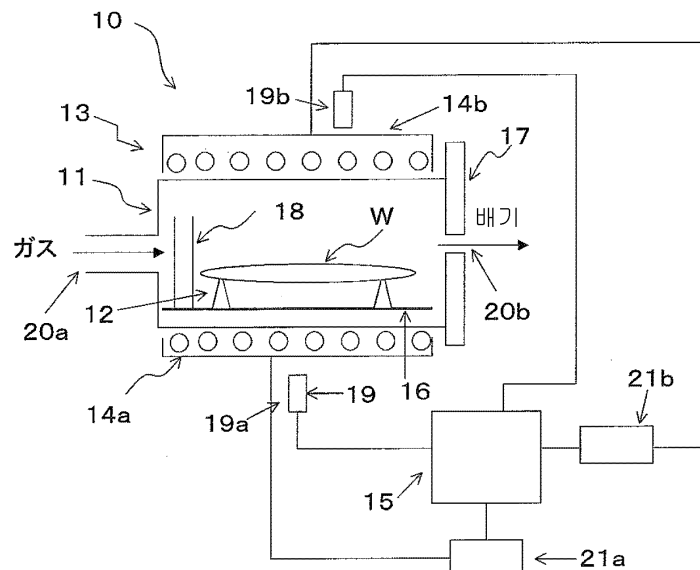
심사관 : 강병섭

(54) 발명의 명칭 웨이퍼의 열처리 방법 및 실리콘 웨이퍼의 제조 방법 및 실리콘 웨이퍼 및 열처리 장치

(57) 요약

본 발명은, 웨이퍼의 주표면(제1 주표면)을 지지 부재로 지지한 상태에서 가열원으로 가열하는 것으로 급속 승강 온을 동반하는 소정 온도에서의 열처리를 실시하는 웨이퍼의 열처리 방법에 있어서, 상기 지지 부재로 지지한 상기 제1 주표면의 온도가, 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)의 온도보다 1~25℃ 높아지도록 상기 가열원을 제어하면서 열처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼의 열처리 방법이다. 이에 의해, 실리콘 웨이퍼를 열처리할 때, 웨이퍼 지지 위치에서 발생하는 슬립 전위를 확실히 억제할 수 있는 웨이퍼의 열처리 방법이 제공된다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

웨이퍼의 주표면(제1 주표면)을 지지 부재로 지지한 상태에서 가열원으로 가열하는 것으로 급속 승강온을 동반하는 소정 온도에서의 열처리를 실시하는 웨이퍼의 열처리 방법에 있어서,

상기 지지 부재로 지지한 상기 제1 주표면의 온도(T_a)가, 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)의 온도(T_b)보다 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 높아지고, 상기 제1 주표면과 지지 부재의 접촉 위치에서의 상기 실리콘 웨이퍼의 온도를 T_p 로 하면, $T_a > T_b > T_p$ 의 관계가 성립하도록 상기 가열원을 제어하면서 열처리를 실시하는 것을 특징으로 하는,

웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원과, 상기 제2 주표면을 가열하는 제2 가열원의 출력비를 변경함으로써, 상기 제1 주표면의 온도가 상기 제2 주표면의 온도보다 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 높아지도록 제어하는 것을 특징으로 하는,

웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 가열원 및 상기 제2 가열원으로서 할로겐램프를 이용하고, 또한 상기 제2 가열원의 출력을 상기 제1 가열원의 출력의 $10\sim 90\%$ 로 하는 것을 특징으로 하는,

웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가열원으로서 할로겐램프를 이용하는 것을 특징으로 하는,

웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 가열원으로서 할로겐램프를 이용하는 것을 특징으로 하는,

웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 지지 부재를, 상기 웨이퍼의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하는 것을 특징으로 하는,
웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 7

제2항에 있어서,
상기 지지 부재를, 상기 웨이퍼의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하는 것을 특징으로 하는,
웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 8

제3항에 있어서,
상기 지지 부재를, 상기 웨이퍼의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하는 것을 특징으로 하는,
웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 9

제4항에 있어서,
상기 지지 부재를, 상기 웨이퍼의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하는 것을 특징으로 하는,
웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 10

제5항에 있어서,
상기 지지 부재를, 상기 웨이퍼의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하는 것을 특징으로 하는,
웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 소정 온도를, 700℃ 이상 1150℃ 미만으로 하는 것을 특징으로 하는,
웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 12

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 소정 온도를, 1150℃ 이상 1250℃ 미만으로 하는 것을 특징으로 하는,

웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 13

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 소정 온도를, 1250℃ 이상으로 하는 것을 특징으로 하는,
웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 14

쇼크랄스키법에 의해 실리콘 단결정 붕을 육성하고, 해당 실리콘 단결정 붕을 절단하여 실리콘 단결정 기판으로 가공한 후, 해당 실리콘 단결정 기판에 대하여 제1항 내지 제10항의 어느 한 항에 기재된 웨이퍼의 열처리 방법에 의해 열처리를 실시하는 것을 특징으로 하는,
실리콘 웨이퍼의 제조 방법.

청구항 15

쇼크랄스키법에 의해 실리콘 단결정 붕을 육성하고, 해당 실리콘 단결정 붕을 분할하여 실리콘 단결정 기판으로 가공한 후, 해당 실리콘 단결정 기판에 대하여 제11항에 기재된 웨이퍼의 열처리 방법에 의해 열처리를 실시하는 것을 특징으로 하는,
실리콘 웨이퍼의 제조 방법.

청구항 16

쇼크랄스키법에 의해 실리콘 단결정 붕을 육성하고, 해당 실리콘 단결정 붕을 분할하여 실리콘 단결정 기판으로 가공한 후, 해당 실리콘 단결정 기판에 대하여 제12항에 기재된 웨이퍼의 열처리 방법에 의해 열처리를 실시하는 것을 특징으로 하는,
실리콘 웨이퍼의 제조 방법.

청구항 17

쇼크랄스키법에 의해 실리콘 단결정 붕을 육성하고, 해당 실리콘 단결정 붕을 분할하여 실리콘 단결정 기판으로 가공한 후, 해당 실리콘 단결정 기판에 대하여 제13항에 기재된 웨이퍼의 열처리 방법에 의해 열처리를 실시하는 것을 특징으로 하는,
실리콘 웨이퍼의 제조 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

웨이퍼에 대하여 급속 승강온을 동반하는 소정 온도에서의 열처리를 행하기 위한 열처리장치에 있어서,

상기 웨이퍼를 수용하기 위한 챔버;

상기 웨이퍼의 제1 주표면을 지지하는 지지 부재;

상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원;

상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)을 가열하는 제2 가열원; 및

상기 제1 가열원과 상기 제2 가열원의 출력을 독립적으로 제어하기 위한 제어기구를 포함하고,

상기 제어기구는, 상기 제1 가열원 및 상기 제2 가열원의 출력을 상기 지지 부재로 지지한 상기 제1 주표면의 온도(T_a)가, 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)의 온도(T_b)보다 1~25℃ 높아지고,

상기 제1 주표면과 지지 부재의 접촉 위치에서의 상기 실리콘 웨이퍼의 온도를 T_p 로 하면, $T_a > T_b > T_p$ 의 관계가 성립하도록 상기 출력을 독립적으로 제어하는 것을 특징으로 하는,

열처리장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 제1 및 제2 가열원을, 할로겐램프로 하는 것을 특징으로 하는,

열처리장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 웨이퍼 등과 같은 웨이퍼 열처리 방법에 관한 것으로, 더 자세하게는 열처리시에 웨이퍼와 웨이퍼지지 부재의 접촉부에서 발생하는 슬립 전위(轉位)를 줄일 수 있는 웨이퍼 열처리 방법 및 열처리 장치와, 이 열처리 공정을 갖는 슬립전위가 낮은 실리콘 웨이퍼의 제조 방법 및 실리콘 웨이퍼에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실리콘 단결정 잉곳에서 절단한 실리콘 웨이퍼는, 장치 제조까지, 웨이퍼의 가공 공정부터 소자의 형성 공정까지의 사이에 수많은 공정이 존재한다.

[0003] 이러한 공정 중 하나로써 열처리 공정이 있다. 그리고 실리콘 웨이퍼 가공 공정에서도 웨이퍼 표층에서의 무결함층의 형성, 산소 석출물의 형성, 제어를 목적으로 열처리를 실시하는 경우가 있다.

[0004] 이 열처리로는 종래 배치(batch)식 열처리가 채용되고 있었으나, 최근에는 보다 단시간에 급속 승강온(昇降溫)하여 처리 가능한 RTA(Rapid Thermal Anneal) 장치를 이용한 램프 아닐 등에 의한 방법이 확산되고 있다.

[0005] 그러나, 통상의 RTA 처리에서는 1100 ℃ 이상의 고온에서 어닐링되므로, 슬립 전위가 발생한다는 문제점이 있다. 이 슬립 전위가 발생하면, 장치 특성에 악영향을 미치기 때문에, 장치를 형성하는 표면으로부터 수 μm 의 영역에 걸쳐 슬립 전위가 없는 것이 요구되고 있다.

[0006] 여기서 슬립 전위는, 실리콘 웨이퍼를 지지하는 지지 핀과 웨이퍼의 접촉부에 인가되는 자중(自重)에 의한 응력과, 열처리 중에 핀을 통해 열이 유출되기 때문에 열분포가 불균일해지는 것에 의한 열응력이 주요 발생 원인이 되는 것으로 보인다.

[0007] 그리고, 이 문제는 웨이퍼의 대구경화(大口徑化)에 따라, 자중이 커질수록 현저해진다. 또한 열처리 온도가 높을수록 발생하기 쉬워지는 경향이 있다.

[0008] 이 문제의 해결책으로 특허 문헌 1에는 RTA 처리시 웨이퍼 외주부의 온도가 중심부의 온도보다 1 ~ 6 °C 높아지도록 열처리 온도를 제어하면서 열처리하는 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 특개(특허공개) 2010-34288호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그러나 본 발명자들이 예의 검토한 결과, 상기 특허 문헌 1에 기재된 방법으로는, 지지 핀 위치에서 발생하는 슬립 전위를 억제할 수 없는 것으로 판명되었다.

[0011] 특히 1250 °C를 넘는 고온에서는, 웨이퍼 뒷면의 지지 핀 위치에서 슬립 전위가 발생하여, 표면까지 관통해 버리는 문제가 있었다.

[0012] 그 원인은 다음과 같은 것으로 추정된다.

[0013] 도 3은 웨이퍼 외주부의 온도가 중심부의 온도보다 높은 경우의 개념도이고, 도 4는 웨이퍼 중심부의 온도가 외주부의 온도보다 높은 경우의 개념도이다.

[0014] 특허 문헌 1의 기재에 의하면, 도 4와 같이 웨이퍼(W)의 중심부(Ti)의 온도가 외주부(To)의 온도보다 높은(Ti>To) 경우, 웨이퍼 중심부로부터 지지 핀(12)을 통과하여 유출되는 열이 크고, 온도차에 의한 열응력(TS₄₃)이 지지 핀과는 반대편을 향한 열응력(TS₄₁) 및 외주부를 향한 열응력(TS₄₂)에 비해 상대적으로 커져, 슬립 전위가 발생한다고 설명되어 있다.

[0015] 한편, 도 3과 같이 웨이퍼(W)의 중심부보다 외주부의 온도를 높게(Ti<To)하면, 지지 핀(12)에서 유출되는 열이 감소하기(웨이퍼 중심에서 외주로 향하는 열류(熱流)가 감소하는 것으로 해석된다) 때문에 온도차에 의한 열응력(TS₃₃)이 도 4의 TS₄₃에 비해 작아져, 슬립 전위의 발생을 방지할 수 있다고 설명되어 있다.

[0016] 그러나 발명자들이 예의 검토한 결과, 도 3과 같은 경우, 웨이퍼(W)의 외주부 온도(T_o)가 높아지기 때문에 외주부에서 중심을 향해 흐르는 열 흐름이 커지고 외주에서 지지 핀을 통해 유출되는 열은 반대로 많아진다. 이 결과, 온도차에 의한 열응력(TS₃₂)이 커지는 것이라 생각된다.

[0017] 그리고 이 두 가지 효과가 상쇄되기 때문에, 슬립 전위의 저감에 효과가 없었던 것으로 추정된다.

[0018] 다른 문제점으로는, 특허 문헌 1에 기재된 방법에는, 웨이퍼 표면 내의 온도분포를 불균일하게 하므로, 산화막 두께 분포가 불균일해질 뿐만 아니라 웨이퍼 중심과 외주부의 온도차에 기인하는 열응력이 증가하여, 웨이퍼 외주부에서 슬립 전위가 발생하기 쉬워진다는 문제가 있다.

[0019] 특허 1250 ℃를 넘는 고온에서는, 웨이퍼 주변부에서 슬립 전위가 현저하게 발생하는 문제점이 있음을 발견했다.

[0020] 본 발명은 상기 문제점을 감안한 것으로, 실리콘 웨이퍼를 열처리할 때, 웨이퍼 지지 위치에서 발생하는 슬립 전위를 확실히 억제할 수 있는 웨이퍼 열처리 방법과 그것을 실시할 수 있는 열처리 장치, 및 이 방법을 이용한 웨이퍼 지지 위치에서 발생한 슬립 전위가 종래보다 대폭 적은, 또는 적어도 표면에 관통하지 않는 실리콘 웨이퍼 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0021] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명은 웨이퍼의 주표면(제1 주표면)을 지지 부재로 지지한 상태에서 가열원으로 가열하여 급속 승강온을 동반하는 소정 온도에서 열처리를 실시하는 웨이퍼의 열처리 방법에 있어서, 상기 지지 부재로 지지한 상기 제1 주표면의 온도가 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면의 반대측의 주표면(제2 주표면) 온도보다 1 ~ 25 ℃ 높아지도록 상기 가열원을 제어하면서 열처리하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 열처리 방법을 제공한다.

[0022] 이처럼 지지 부재로 지지한 웨이퍼의 제1 주표면의 온도가, 제1 주표면과 반대편의 두 번째 주표면의 온도보다 1 ~ 25 ℃ 높아지도록 제어하면서 열처리하는 것에 의해, 지지 부재 부근에서 발생하는 열응력을 줄일 수 있으며, 슬립 전위 발생을 종래에 비해 확실히 억제할 수 있게 되어, 슬립 전위가 낮은 열처리 된 웨이퍼가 얻어진다.

[0023] 또한, 본 발명에 있어서, 급속 승강온을 동반하는 소정 온도에서의 열처리는, 승온 속도 또는 강온(降溫) 속도가 5 ~ 250 ℃ / 초, 바람직하게는 20 ~ 150 ℃ / 초, 더욱 바람직하게는 30 ~ 70 ℃ / 초의 급속 가열 또는 급속 냉각을 동반하는 열처리(RTA 처리)를 말한다. 또한 소정 온도는, 700 ℃ 이상 웨이퍼의 융점 미만의 온도 범위를 말한다.

[0024] 여기서 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원과 상기 제2 주표면을 가열하는 제2 가열원의 출력비를 변경하여, 상기 제1 주표면의 온도가 상기 제2 주표면의 온도보다 1 ~ 25 ℃ 높아지도록 제어하는 것이 바람직하다.

[0025] 이렇게, 웨이퍼의 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원과 제2 주표면을 가열하는 제2 가열원의 출력비를 변경하여 제1 주표면의 온도를 제2 주표면의 온도보다 1 ~ 25 ℃ 높아지도록 제어할 수 있다. 이에 의해, 용이하고 확실하게 제1 주표면의 온도를 제2 주표면의 온도보다 1 ~ 25 ℃ 높아지도록 제어할 수 있고, 보다 확실하게 슬립 전위의 발생을 억제할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 제1 가열원 및 상기 제2 가열원으로 할로겐 램프를 이용하고, 또한 상기 제2 가열원의 출력을 상기 제1 가열원 출력의 10 ~ 90 %로 할 수 있다.

[0027] 이렇게 제1 가열원 및 제2 가열원으로 할로겐 램프를 이용하고, 또한 제2 가열원의 출력을 제1 가열원 출력의 10 ~ 90 %로 하여 더욱 용이하고 확실하게 제1 주표면의 온도를 제2 주표면의 온도보다 1 ~ 25 ℃ 높아지도록 제어할 수 있어, 슬립 전위 발생을 보다 효과적으로 억제할 수 있다.

- [0028] 그리고, 상기 가열원으로서 할로겐 램프를 이용할 수 있다.
- [0029] 이처럼, 가열원으로 할로겐 램프를 이용하여, 급속 가열을 간단하게 할 수 있어, 열처리의 실시가 더 용이해진다.
- [0030] 또한, 상기 지지 부재를, 상기 웨이퍼의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0031] 웨이퍼의 지지 부재로는 웨이퍼의 엣지부를 전체 둘레에 걸쳐 얇은 링형 서셉터에서 지지하는 방법도 있으나, 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법은 웨이퍼 외주부를 복수의 지지점에서 지지하는 경우 특히 효과적이다.
- [0032] 또한, 상기 소정 온도를 700 ℃ 이상 1150 ℃ 미만으로 할 수 있다.
- [0033] 지지 부재가 위치하는 곳에서 슬립 전위는, 열처리 온도가 700 ℃ 이상인 경우에 현저하게 발생하지만, 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법은 이러한 700 ℃ 이상의 처리 온도에서 현저하게 발생하는 슬립 전위 억제에 특히 효과적이다.
- [0034] 그리고, 상기 소정 온도를 1150 ℃ 이상 1250 ℃ 미만으로 할 수 있다.
- [0035] 최근, 웨이퍼로 실리콘 웨이퍼를 이용하는 경우, 실리콘 웨이퍼에 RTA 처리를 실시하고 산소 석출물의 제어방법이 개시되어(예 특허(특허공보) 2001-503009호 공보 등 참조), 널리 채용되고 있다. 그리고 이 RTA 처리의 처리 온도는 대부분이 1150 ℃ 이상 1250 ℃ 미만이다. 이렇게 고온이 되면, 슬립 전위 발생이 더욱 현저해 지기 때문에, 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법은 1150 ℃ 이상 1250 ℃ 미만에서 RTA 처리를 하는 경우에 더 효과적이다.
- [0036] 또한, 상기 소정 온도를 1250 ℃ 이상으로 할 수 있다.
- [0037] 또한 최근에는 1300 ℃ 이상의 고온에서 RTA 처리하는 것에 의해 성장 결함(예 COP)을 용해하는 방법이 개시되어 있다(예를 들면 일본 특개 2010-40589호 공보 등 참조).
- [0038] 본 발명자들이 예의 검토한 결과, RTA 온도가 1250 ℃ 미만인 경우 슬립 전위가 지지 부재의 지지 위치에서 발생하지만, 표면까지 관통하지 않기 때문에, 장치 특성에 직접 악영향을 미치는 경우는 그다지 없다. 그러나 슬립 전위의 발생에 의해 웨이퍼 강도 저하의 문제가 있고, 슬립 전위는 적은 것이 바람직하므로, 상술한 바와 같이 1250 ℃ 미만인 경우에도 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법은 특히 적합할 수 있다.
- [0039] 그리고 1250 ℃ 이상에서는, 지지 부재 위치에서 발생한 슬립 전위가 표면까지 관통해 버리기 때문에, 장치 특성에 현저한 악영향을 미친다. 그러나 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법의 경우, 예를 들어 슬립 전위가 발생하더라도 슬립 전위가 표면에 관통하지 않고, 벌크 중에서 슬립 전위의 대부분을 막을 수 있어, 장치 제작 영역인 표면에서부터 수 μm 의 범위까지 전위 발생이 없는 것으로 할 수 있다.
- [0040] 이렇게 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법은, 1250 ℃ 이상의 온도에서 열처리 하는 경우에 특히 효과적이다.
- [0041] 또한, 본 발명은 적어도, 초크랄스키법(Czochralski method)에 의해 실리콘 단결정 봉을 육성하고, 상기 실리콘 단결정 봉을 잘라 실리콘 단결정 기판으로 가공한 후, 상기 실리콘 단결정 기판에 대해 본 발명에 기재된 웨이퍼 열처리 방법으로 열처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 실리콘 웨이퍼의 제조 방법을 제공한다.
- [0042] 상술한 바와 같이, 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법은 슬립 전위 발생을 확실히 억제할 수 있기 때문에, 이를 이용한 실리콘 웨이퍼 제조 방법에 의하면, 종래보다 슬립 전위가 대폭 감소한 양호한 품질의 실리콘 웨이퍼를 종래보다 효율적으로 제조할 수 있게 된다.
- [0043] 그리고, 본 발명은 실리콘 웨이퍼에 있어서, 본 발명에 기재된 웨이퍼 열처리 방법으로 열처리 된 것을 특징으로

로 하는 실리콘 웨이퍼를 제공한다.

[0044] 상술한 바와 같이, 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법이 실시된 실리콘 웨이퍼는 종래보다 슬립 전위가 대폭 감소된 좋은 품질의 것이다.

[0045] 또한, 본 발명에서는 웨이퍼에 대해 급속 승강온을 동반하는 소정 온도에서의 열처리를 실시하기 위한 열처리 장치에 있어서, 적어도, 상기 웨이퍼를 수용하는 챔버와, 상기 웨이퍼의 제1 주표면을 지지하는 지지 부재와, 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원과, 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)을 가열하는 제2 가열원과, 상기 제1 가열원과 상기 제2 가열원의 출력을 독립적으로 제어하는 제어 장치를 가지며, 상기 제어 장치는 상기 제1 가열원 및 상기 제2 가열원의 출력을 상기 지지 부재로 지지한 상기 제1 주표면의 온도가 상기 웨이퍼의 상기 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면) 온도보다 1 ~ 25 °C 높아지도록 상기 출력을 독립적으로 제어하는 것을 특징으로 하는 열처리 장치를 제공한다.

[0046] 따라서 열처리 중에 있어서 웨이퍼 내의 지지 부재 부근에서의 열응력을 종래에 비해 줄일 수 있음에 따라, 열처리 후 웨이퍼에 발생한 슬립 전위의 발생률을 크게 저감할 수 있고, 슬립 전위가 낮은 웨이퍼를 얻을 수 있는 장치이다.

[0047] 여기서 상기 제1 및 제2 가열원을, 할로겐 램프로 하는 것이 바람직하다.

[0048] 이처럼 가열원을 할로겐 램프로 하는 것에 의해, 급속 가열을 용이하게 할 수 있고 또한 제1 주표면의 온도를 제2 주표면의 온도보다 높게 제어하는 열처리의 실시가 보다 용이해진다.

발명의 효과

[0049] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 실리콘 웨이퍼를 열처리할 때, 웨이퍼 지지 위치에서 발생하는 슬립 전위를 확실히 억제할 수 있는 웨이퍼 열처리 방법과 그것을 실시할 수 있는 열처리 장치, 및 이 방법을 이용한 웨이퍼 지지 위치에서 발생한 슬립 전위가 종래보다 훨씬 적은, 또는 적어도 표면에 관통하지 않는 실리콘 웨이퍼와 그 제조 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0050] 도 1은 본 발명의 웨이퍼를 지지하는 지지 부재와 접촉하는 제1 주표면의 온도가 제2 주표면의 온도보다 1 ~ 25 °C 높아지도록 가열원을 제어하면서 열처리를 실시할 때의 개념도이다.

도 2는 본 발명의 열처리 장치의 개략적인 예를 나타낸다.

도 3은 종래의 열처리 방법에 있어서 웨이퍼 외주부의 온도가 중심부의 온도보다 높은 경우의 개념도이다.

도 4는 종래의 열처리 방법에 있어서 웨이퍼 중심부의 온도가 외주부의 온도보다 높은 경우의 개념도이다.

도 5는 종래의 웨이퍼를 지지하는 지지 부재와 접촉하는 제1 주표면의 온도를, 제2 주표면의 온도와 동일하게 하여 열처리할 때의 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 이하, 본 발명에 대해서 도면을 참조하여 상세히 설명하지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다. 도 2는 본 발명의 열처리 장치의 개략적인 예를 나타낸다.

[0052] 도 2에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W)에 대해 급속 승강온을 동반한 소정 온도에서의 열처리(RTA 처리)를 행하기 위한 본 발명의 열처리 장치(10)는, 적어도 웨이퍼(W)를 수용하기 위한 석영으로 이루어진 챔버(11)와, 예를 들

면 석영 트레이(16)에 형성된 웨이퍼(W)의 제1 주표면을 지지하는 지지 부재(예를 들어 3점 지지판) (12)과, 웨이퍼(W)를 가열하기 위한 가열원(13)으로서의, 웨이퍼(W)의 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원(예 : 할로겐 램프)(14a)과, 웨이퍼(W)의 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)을 가열하는 제2 가열원(예 : 할로겐 램프)(14b)과, 제1 가열원(14a)과 제2 가열원(14b)의 출력을 독립적으로 제어하기 위한 제어 장치(15)를 구비하는 것이다.

[0053] 또한 챔버(11)에는 미도시의 온도 측정용 특수창이 설치되어 있고, 챔버(11) 외부에 설치된 파이로미터(pyrometer)(19)에 의해, 그 특수 창을 통해서 웨이퍼(W)의 온도를 측정할 수 있으며, 그 측정 온도의 신호를 제어기구(15)에 전송하도록 되어있는 것으로 할 수 있다. 이 경우 파이로미터(19)는 웨이퍼(W)의 제1 주표면의 온도를 측정하는 제1 파이로미터(19a)와, 제2 주표면의 온도를 측정하는 제2 파이로미터(19b)를 구비하고, 각 측정 온도를 제어기구(15)에 전송하도록 해도 좋다.

[0054] 그리고 제어 장치(15)는 설정 온도와 실측된 웨이퍼 온도와 차이와, 미리 레시피에서 설정된 전력 비율에 따라 전력 공급 장치(21a)(제1 가열원(14a) 제어용), (21b)(제2 가열원(14b) 제어용)를 제어하고, 제1 가열원(14a) 및 제2 가열원(14b)의 출력을, 지지 부재(12)로 지지한 제1 주표면의 온도가 제2 주표면의 온도보다 1 ~ 25 °C 높아지도록 독립적으로 출력을 제어할 수 있도록 되어 있다.

[0055] 또, 열처리시의 분위기 가스에 대해서는, 석영 트레이(16)의 가스 도입구(20 a)측에는, 석영제의 버퍼(18)가 설치되어 있고, 산화성 가스나 질화성 가스, Ar 가스 등의 도입 가스가 웨이퍼(W)에 직접 닿는 것을 막을 수 있도록 되어 있다. 그리고 가스의 배기측은, 오토 셔터(17)가 장비되어 바깥 공기를 봉쇄하고 있다. 오토 셔터(17)는, 게이트 밸브에 의해 개폐 가능하게 구성되는 미도시의 웨이퍼 삽입구가 설치되어 있다. 또, 오토 셔터(17)에는 가스 배기구(20b)가 설치되어 있어, 로 내 분위기를 조정할 수 있게 되어 있다.

[0056] 이러한 구조의 열처리장치(10)에서는, 웨이퍼의 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원(14a)과, 웨이퍼의 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)을 가열하는 제2 가열원(14b)을, 제1 주표면의 온도가 제2 주표면의 온도보다 1~25°C 높아지도록 출력을 독립적으로 제어하는 제어기구(15)에 의해 독립적으로 출력을 제어하는 것으로 되어 있어, 웨이퍼의 열처리 중에 있어서, 웨이퍼 내부에서의 열류가, 지지 부재 방향을 향한 열류뿐만 아니라, 웨이퍼 표면을 향해 흐르는 열류를 발생시킬 수 있다. 그리고 이 열류가 존재하는 것에 의해, 지지 부재 근방에서의 온도 기울기가 작아지고, 지지 부재 부근에서의 열응력을 종래에 비해 작게 할 수 있다. 따라서, 지지 부재 부근에서 현저하게 발생하는 열처리 후의 웨이퍼 슬립 전위의 발생이 종래에 비해 현저하게 억제되어, 슬립 전위가 적은 고품질의 열처리한 웨이퍼를 얻을 수 있는 열처리 장치로 할 수 있다.

[0057] 제1 주표면의 온도가 제2 주표면의 온도보다 1~25°C 높아지도록 온도 제어하는 방법으로서의 상기 이외에, 예를 들면 이하의 방법도 생각할 수 있다.

[0058] 제1 주표면의 온도를 측정하는 파이로미터(19a)만을 구비하고, 이 파이로미터(19a)를 이용해 미리 산소 분위기에서 RTA 처리를 실시하여, 가열원의 출력, 온도, 산화막 두께의 관계를 구해두고, 이 관계를 이용하여, 제1 주표면과 제2 주표면의 온도차가 소정의 온도차가 되도록, 제1 가열원(14a)과 제2 가열원(14b)의 출력을 결정할 수 있다.

[0059] 게다가 제1 가열원(14a)과 제2 가열원(14b)의 램프(1) 1개당 출력은 일정하게 하고, 제1 가열원(14a)과 제2 가열원(14b)의 램프 갯수 비율을 변경하는 것도 가능하다.

[0060] 혹은, 제1 가열원(14a)과 제2 가열원(14b)의 램프의 종류(발광 특성이 다른 램프)를 변경함으로써, 공급 전력은 일정해도 발광 특성이 다르기 때문에, 결과적으로 제1 가열원(14a)과 제2 가열원(14b)의 출력 비율을 변경하는 것도 가능하다.

- [0061] 상기와 같은 본 발명의 열처리장치를 이용한 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법의 일례를 이하에 나타내지만, 본 발명은 이것들로 한정되는 것은 아니다.
- [0062] 본 발명의 열처리 방법의 특징은, 실리콘 웨이퍼로 대표되는 웨이퍼를, 지지 부재로 지지한 상태에서 가열원으로 가열함으로써 급속 승강온을 동반하는 소정 온도에서의 열처리를 실시할 때, 지지 부재로 지지한 제1 주표면의 온도가, 웨이퍼의 제1 주표면과는 반대측의 주표면(제2 주표면)의 온도보다 1~25℃ 높아지도록 가열원을 제어하면서 열처리를 실시하는 것이다.
- [0063] 이에 의해 지지 부재에서의 웨이퍼 지지 위치에서 발생하는 슬립 전위를 확실히 억제할 수 있는 메카니즘은 명확하지 않지만, 이하와 같다고 추정된다.
- [0064] 도 1은, 본 발명과 같이, 웨이퍼를 지지하는 지지 부재와 접촉하는 제1 주표면의 온도가, 제2 주표면의 온도보다 1~25℃ 높아지도록 가열원을 제어하면서 열처리를 실시할 때의 개념도이다. 또, 도 5는, 종래와 같이, 웨이퍼를 지지하는 지지 부재와 접촉하는 제1 주표면의 온도를, 제2 주표면의 온도와 동일하게 하여 열처리를 실시할 때의 개념도이다.
- [0065] 도 5와 같이, 웨이퍼를 지지하는 지지 부재(12)와 접촉하는 제1 주표면(W_a)의 온도와 제2 주표면(W_b)의 온도를 동일하게 한 경우, 실리콘 웨이퍼(W)의 제2 주표면(W_b)의 온도(T_b)와 지지 부재(12)와 실리콘 웨이퍼(W)의 제1 주표면(W_a)에서의 접촉 위치에서 조금 떨어진 실리콘 웨이퍼의 제1 주표면의 온도(T_a)와 지지 부재 위치에서의 실리콘 웨이퍼의 온도를 T_p 로 하면, $T_a = T_b > T_p$ 의 관계가 성립된다.
- [0066] 이 때문에, 온도차에 의해 생기는 열류는,
- [0067] (1) 제1 주표면(W_a)으로부터 지지 부재(12)를 향해 흐르는 열류(TF_{51})
- [0068] (2) 제2 주표면(W_b)으로부터 지지 부재(12)를 향해 흐르는 열류(TF_{52})
- [0069] 의 2종류가 주로 생기게 된다. 이 때문에, 지지 부재(12) 근방에서의 온도 기울기가 커져, 큰 열응력을 일으켜 슬립 전위가 발생하는 것으로 생각된다.
- [0070] 이에 대해, 본 발명과 관련되는 도 1의 경우, 실리콘 웨이퍼(W)의 제2 주표면(W_b)의 온도(T_b)와 지지 부재(12)와 실리콘 웨이퍼(W)의 제1 주표면(W_a)에서의 접촉 위치에서 조금 떨어진 실리콘 웨이퍼의 제1 주표면(W_a)의 온도(T_a)와 제1 주표면(W_a)과 지지 부재(12)의 접촉 위치에서의 실리콘 웨이퍼(W)의 온도를 T_p 로 하면, $T_a > T_b > T_p$ 의 관계가 성립된다.
- [0071] 이 때문에, 온도차에 의해 생기는 열류는,
- [0072] (1) 제1 주표면(W_a)으로부터 지지 부재(12)를 향해 흐르는 열류(TF_{11})
- [0073] (2) 제1 주표면(W_a)으로부터 제2 주표면(W_b)을 향해 흐르는 열류(TF_{13})
- [0074] (3) 웨이퍼(W)의 벌크부로부터 지지 부재(12)를 향해 흐르는 열류(TF_{12})
- [0075] (4) 웨이퍼(W)의 벌크부로부터 제2 주표면(W_b)을 향해 흐르는 열류(TF_{14})의 4 종류가 되어, 지지 부재(12)를 향하는 열류뿐만 아니라, 제2 주표면(W_b)측을 향해 흐르는 열류(TF_{13} , TF_{14})가 존재하게 된다.
- [0076] 이 결과, 지지 부재(12) 근방에서의 온도 기울기가 종래의 경우에 비해 작아져, 열응력이 작아지기 때문에, 슬립 전위의 발생을 확실히 억제할 수 있게 된다고 생각된다.

- [0077] 또한, 웨이퍼(W)의 제1 주표면(W_a)의 온도와 제2 주표면(W_b)의 온도차가 1°C 미만이면, 제1 주표면(W_a)으로부터 제2 주표면(W_b)을 향해 흐르는 열류(TF_{13})나 웨이퍼 벌크부로부터 제2 주표면(W_b)을 향해 흐르는 열류(TF_{14})가 작아지기 때문에 슬립 전위발생을 억제하는 메카니즘이 거의 동작하지 않고, 슬립 전위의 발생을 거의 억제할 수 없다.
- [0078] 또, 웨이퍼(W)의 제1 주표면(W_a)의 온도와 제2 주표면(W_b)의 온도차가 25°C 보다 큰 경우, 제1 주표면(W_a)과 제2 주표면(W_b)의 온도차가 너무 커지기 때문에, 웨이퍼 내의 열류(TF_{13} 및 TF_{14})가 증가하여, 웨이퍼 내에 생기는 열응력이 증가하므로, 슬립 전위의 발생을 억제하는 것이 곤란해진다.
- [0079] 그 때문에, 지지 부재로 지지한 웨이퍼의 제1 주표면의 온도가, 제1 주표면과는 반대측의 제2 주표면의 온도보다 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 높아지도록 제어하면서 열처리를 실시할 필요가 있다.
- [0080] 이와 같이, 지지 부재로 지지한 웨이퍼의 제1 주표면의 온도가, 제1 주표면과는 반대측의 제2 주표면의 온도보다 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 높아지도록 제어하면서 열처리를 실시하는 것에 의해, 위에서 설명한 바와 같이, 열처리 중에 있어서, 지지 부재 방향을 향한 열류뿐만 아니라, 표면을 향해 흐르는 열류가 존재하게 되어, 지지 부재 근방에서의 온도 기울기가 작아지게 된다. 그 때문에, 지지 부재 부근에서 발생하는 열응력이 작아져, 이에 의해 슬립 전위의 발생을 종래에 비해 현저하게 억제할 수 있으므로 슬립 전위가 적은 웨이퍼를 얻을 수 있다.
- [0081] 여기서, 웨이퍼(W)의 제1 주표면(W_a)을 가열하는 제1 가열원(14a)과, 제2 주표면(W_b)을 가열하는 제2 가열원(14b)의 출력 비율을 변경함으로써, 제1 주표면(W_a)의 온도가 제2 주표면(W_b)의 온도보다 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 높아지도록 제어할 수 있다.
- [0082] 이와 같이, 웨이퍼의 제1 주표면을 가열하는 제1 가열원과 제2 주표면을 가열하는 제2 가열원의 출력 비율을 변경하도록 하면, 안정적이고 확실하게 제1 주표면의 온도를 제2 주표면의 온도보다 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 높아지도록 제어할 수 있어 보다 안정적이고 확실하게 슬립 전위의 발생을 억제할 수 있다.
- [0083] 또, 가열원(13), 특히 제1 가열원(14a) 및 제2 가열원(14b)으로 할로겐램프를 이용할 수 있다. 그리고 제2 가열원(14b)의 출력을 제1 가열원(14a) 출력의 10~90%로 할 수 있다.
- [0084] 이와 같이, 가열원, 특히 제1 가열원, 제2 가열원으로 할로겐램프를 이용하는 것에 의해, 급속 가열을 용이하게 실시할 수가 있어 열처리의 실시가 보다 용이해진다.
- [0085] 그리고, 제2 가열원의 출력을 제1 가열원 출력의 10~90%로 함으로써, 보다 안정적이고 확실하게 제1 주표면의 온도를 제2 주표면의 온도보다 $1\sim 25^{\circ}\text{C}$ 높아지도록 제어할 수 있으므로, 슬립 전위의 발생을 더욱 확실히 억제할 수 있다.
- [0086] 나아가, 지지 부재(12)를, 웨이퍼(W)의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하는 것으로 할 수 있다.
- [0087] 위에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 웨이퍼 열처리 방법은, 웨이퍼 외주부를 복수의 지지점으로 지지하는 경우에도, 슬립 전위의 발생을 억제할 수 있기 때문에, 웨이퍼(W)의 외주부를 복수의 지지점에 의해 수평으로 지지하는 타입의 서셉터를 적합하게 사용할 수 있다.
- [0088] 또, 웨이퍼를 가열하는 소정 온도를, 700°C 이상 1150°C 미만, 1150°C 이상 1250°C 미만, 1250°C 이상(바람직하게는 웨이퍼의 융점 온도 미만)의 어느 온도로 할 수 있다.
- [0089] 일반적으로 실리콘 웨이퍼에 열처리를 실시하는 경우, 가열하는 온도가 700°C 이상이 되면 웨이퍼를 지지하는

지지 부재로부터 슬립 전위가 발생하기 쉬워진다. 그러나, 슬립 전위의 발생을 확실하게 억제할 수 있는 본 발명의 웨이퍼의 열처리 방법이면, 그러한 700℃ 이상의 처리 온도로 발생하는 슬립 전위를, 확실하게 그 발생을 억제할 수 있기 때문에, 적합하다.

[0090] 또, 실리콘 웨이퍼에 RTA 처리를 실시하여 산소 침전물의 제어를 실시하는 경우에는, 처리 온도는 1150℃ 이상 1250℃ 미만에서 실시되는 경우가 많지만, 이와 같이 고온이 되면 슬립 전위의 발생은 현저하게 된다.

[0091] 그러한 경우에, 본 발명의 웨이퍼의 열처리 방법은 특히 효과적으로 이용할 수 있다.

[0092] 그리고, 1300℃ 보다 고온으로 RTA 처리하는 것에 의해, 성장(Grown-in) 결함(COP 등)이 용해하는 것이 알려져 있지만, 슬립 전위의 발생을 확실하게 억제할 수 있는 본 발명의 웨이퍼의 열처리 방법은, 지지 부재 위치에서 발생한 슬립 전위가 표면까지 관통하기 쉬워지는 1250℃ 이상의 온도에서의 열처리를 실시하는 경우에도 특히 유효하다.

[0093] 그리고, 초크랄스키법에 따라 실리콘 단결정 봉을 육성하고, 실리콘 단결정 봉을 절단하여 실리콘 단결정 기관으로 가공한 후, 실리콘 단결정 기관에 대하여 본 발명에 기재된 웨이퍼의 열처리 방법에 따라 열처리를 실시하는 것에 의해, 종래 보다 슬립 전위가 대폭 저감된 고품질 실리콘 웨이퍼를 종래보다 효율적으로 제조할 수 있다.

[0094] 또한 이때, 제작하는 실리콘 단결정 기관은, 일반적인 것이면 되고, 도전형이나 저항율 등의 전기특성 값이나 결정방위, 결정 지름 등은 특히 한정되지 않는다. 단, 본 발명은 자중이 보다 무거워져, 슬립 전위가 보다 발생하기 쉬운 직경 8 인치(200 mm), 12 인치(300 mm) 혹은 그 이상의 대구경 웨이퍼의 열처리에 있어서 특히 유효하다.

[0095] 또, 실리콘 단결정 봉으로부터 실리콘 단결정 기관으로 가공하는데 있어서도, 일반적인 것이면 되고, 예를 들면 내주 칼날 슬라이서 혹은 와이어 등의 절단 장치에 의해 잘라낼 수 있다. 또 래핑·에칭·연마 등을 일반적인 조건으로 실시할 수 있고, 제조하는 실리콘 웨이퍼의 사양에 따라 적당히 선택할 수 있다.

[0096] 이하, 실시예 및 비교예를 나타내 본 발명을 보다 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이것들로 한정되는 것은 아니다.

[0097] (실시예 1-5, 비교예 1-3)

[0098] 급속 승강온 하는 열처리장치로서 Mattson사제의 Helios를 이용했다. 또 상기 장치에, 제2 가열원에 상당하는 상측 램프 모듈(할로젠램프)과 제1 가열원에 상당하는 하측 램프 모듈(할로젠램프)의 램프 출력을 임의의 비율로 변경할 수 있도록 한 제어기구를 부가하였다.

[0099] 그리고, 직경 300 mm의 p형 실리콘 웨이퍼를 준비하고, 열처리장치의 개구 부로부터 챔버(chamber)내에 반입하여, 3개의 석영제 지지 핀에 실어 수평으로 유지했다. 이때, 지지 핀으로 지지한 측을 제1 주표면, 반대측을 제2 주표면으로 했다.

[0100] 그 후, 산소 가스를 챔버 내에 도입하여, 50℃ / sec로 소정의 열처리 온도까지 승온하고, 소정 온도(1200℃, 1250℃, 1300℃, 1350℃)에서, 각각 10초간 열처리를 실시했다.

[0101] 그 후 50℃ / sec의 강온 속도로 800℃까지 내린 단계에서 가열을 OFF로 한 후, 챔버 내에서 500℃까지 냉각하고, 그 후에 웨이퍼를 꺼냈다.

[0102] 이 열처리 시의 상측 램프 모듈과 하측 램프 모듈 출력 비율은 비교예 1에서는 상측 : 하측=100 : 100 (온도차(제

1 주표면-제2 주표면) 0℃)에서 했다. 또 비교예 2에서는 상측:하측=100:60(온도차-5℃), 실시예 1에서는 상측:하측=90:100(온도차 1℃), 실시예 2에서는 상측:하측=80:100(온도차 8℃), 실시예 3에서는 상측:하측=40:100(온도차 15℃), 실시예 4에서는 상측:하측=20:100(온도차 18℃), 실시예 5에서는 상측:하측=10:100(온도차 23℃), 비교예 3에서는 상측:하측=5:100(온도차 33℃)으로 했다.

[0103] 그 후 제1 주표면 및 제2 주표면의 산화막 두께를 엘립소메타(ellipsometer)로 측정하여, 그 막두께로부터, 제1 주표면 및 제2 주표면의 온도차를 산출했다.

[0104] 또한, 레이저 산란 방식의 이물 검사 장치(KLA-Tencor 사제 SP1)로 웨이퍼 표면(제2 주표면)의 슬립 전위 측정을 실시했다.

[0105] 그 결과를 표 1에 나타낸다. 또한 표 1에서 ○은 3개의 지지 핀 위치의 어느 곳에서도 슬립 전위발생 없음, △는 1개 또는 2개의 슬립 전위발생, ×은 3개 모두 슬립 전위발생을 의미하는 것이다.

표 1

	할로겐 램프의 파워 비율 (제1주표면: 제2주표면)	온도차(℃) (제1주표면-제2주표면)	1200℃	1250℃	1300℃	1350℃
비교예 1	100:100	0	○	×	×	×
비교예 2	60:100	-5	○	×	×	×
실시예 1	100:90	1	○	○	○	△
실시예 2	100:80	8	○	○	○	○
실시예 3	100:40	15	○	○	○	○
실시예 4	100:20	18	○	○	○	○
실시예 5	100:10	23	○	○	○	△
비교예 3	100:5	33	○	○	△	×

[0106]

[0107] 표 1로부터 명확한 바와 같이, 제2 주표면의 온도보다 제1 주표면의 온도를 1℃~23℃ 높게 한 실시예1 ~ 실시예 5에서 슬립 전위의 발생이 대폭 억제되고 있어 본 발명이 효과적인 것이 확인되었다.

[0108] 또한 1200℃의 경우에는, 비교예 1-3, 실시예 1-5 전부에서 슬립 전위의 발생은 없지만, 이는 SP1로 검출하는 슬립 전위는 표면뿐인 것에 기인한다. 이 경우에도 X선이나 선택 예칭으로 평가를 실시하면 지지 핀과 웨이퍼가 접촉한 부분으로부터 슬립 전위가 발생하여, 벌크의 표면 방향으로 슬립 전위가 성장하고 있지만, 표면까지 관통하고 있지 않기 때문에, SP1에서는 검출되지 않을 뿐이다. X선으로 내부를 관찰한 결과, 어느 경우에 있어서도, 비교예 1-3에 비해 실시예 1-5의 방법으로 열처리한 웨이퍼는 슬립 전위는 감소하고 있어 슬립 전위의 방지 혹은 저감에 효과가 있는 것이 확인되었다.

[0109] (실시예 6, 비교예 4)

[0110] 급속 승강온 하는 열처리장치로서 Mattson사제의 Helios를 이용했다. 또 상기 장치에, 제2 가열원에 해당하는 상측 램프 모듈(할로겐램프)과 제1 가열원에 해당하는 하측 램프 모듈(할로겐램프)의 램프 출력을 임의의 비율로 변경할 수 있도록 한 제어기구를 부가하였다.

[0111] 그리고, 직경 300 mm의 p형 실리콘 웨이퍼를 준비하고, RTA 장치의 개구부로부터 챔버 내에 반입해, 3개의 석영제 지지 핀에 실어 수평으로 유지했다. 이때, 지지 핀으로 지지한 측을 제1 주표면, 반대측을 제2 주표면으로 했다.

[0112] 그 후, 산소 가스를 챔버 내에 도입하고, 50℃ / sec로 소정의 열처리 온도까지 승온하여, 소정 온도(700℃, 1100℃, 1300℃)에서, 각각 10초간 열처리를 실시했다.

[0113] 그 후 50℃ / sec의 강온 속도로 800℃까지 내린 단계에서 가열을 OFF로 한 후, 챔버 내에서 500℃까지

냉각하고, 그 후에 웨이퍼를 꺼냈다.

[0114] 이때의 상측 램프 모듈과 하측 램프 모듈 출력 비율 및 웨이퍼 외주부와 내주부의 온도차를, 비교예 4에서는 상측 : 하측=100 : 100(온도차(제1 주표면-제2 주표면) 0℃), 웨이퍼 외주부의 온도가 중심부의 온도보다 5℃ 높아 지도록 했다. 그리고 실시예 6에서는 상측 : 하측=40 : 100(온도차 15℃), 웨이퍼 외주부의 온도와 중심부의 온도는 동일하게 했다.

[0115] 열처리 후에, 레이저 산란 방식의 이물 검사 장치(KLA-Tencor 사제 SP1)로 웨이퍼 표면의 슬립 전위 측정 및 지지 핀 접촉 위치에서 발생한 슬립 전위의 길이를 선택 예칭으로 평가했다. 그 결과를 표 2에 나타낸다. 표에서 ○은 3개의 지지 핀 위치의 어느 곳에서도 슬립 전위발생 없음, △는 1개 또는 2개의 슬립 전위발생, ×은 3개 모두 슬립 전위발생을 의미하는 것이다.

표 2

		700℃	1100℃	1300℃	할로겐 램프의 파워 비율 (제1주표면 : 제2주표면)
비교예4	표면슬립	○	○	×	100:100
	슬립 전위 길이 (mm)	0.5	2	8	
실시예6	표면슬립	○	○	○	100:40
	슬립 전위 길이 (mm)	0.2	1.2	3	

[0116] 표 2에서 명확한 바와 같이, 비교예 4(특히 문헌 1 기재의 방법)에서는, 1300℃으로 열처리한 경우에 지지 핀 위치에서 발생한 슬립 전위가 표면(제2 주표면)까지 관통하고 있다. 이에 반해, 실시예 6에서는, 슬립 전위는 표면까지 관통하고 있지 않기 때문에, SP1에서는 슬립 전위로서 검출되지 않았다.

[0118] 또 비교예 4의 경우에는, 1300℃에서 RTA 처리한 경우에는 웨이퍼 엣지부로부터의 슬립 전위발생도 확인되었다. 그 밖의 웨이퍼에 있어서는, 엣지부로부터 발생하는 슬립 전위는 없었다.

[0119] 게다가 지지 핀 위치에서 발생한 슬립 전위의 길이도, 비교예 4에 비해, 실시예 6은 모든 온도에서 개선되어 있어, 본 발명의 방법이, 슬립 전위 방지 혹은 저감에 효과가 있는 것이 확인되었다.

[0120] 또한 본 발명은, 상기 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 상기 실시 형태는 예시이며, 본 발명의 특허 청구의 범위에 기재된 기술 목표 사상과 실질적으로 동일한 구성을 갖고, 동일한 작용 효과를 나타내는 것은, 어떠한 것이어도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

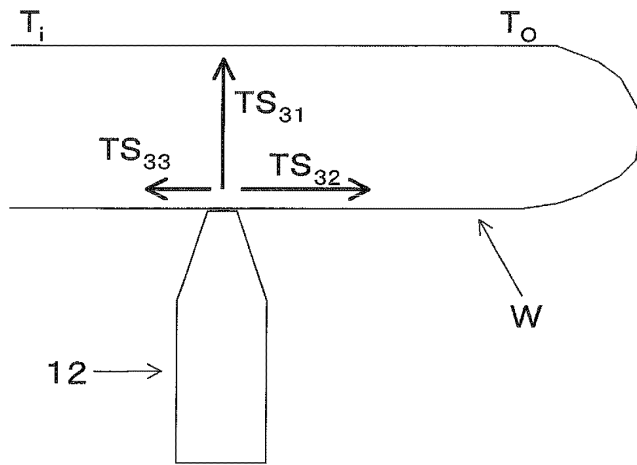
도면

도면1

$$T_a > T_b > T_p$$

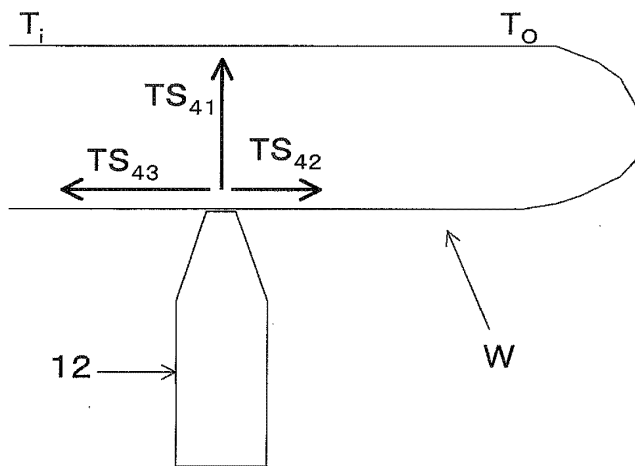
도면3

$$T_i < T_o$$



도면4

$$T_i > T_o$$



도면5

