

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0062028
H01L 21/304 (2006.01) (43) 공개일자 2006년06월09일

(21) 출원번호 10-2005-7022401
 (22) 출원일자 2005년11월23일
 번역문 제출일자 2005년11월23일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/009731 (87) 국제공개번호 WO 2005/010966
 국제출원일자 2004년07월08일 국제공개일자 2005년02월03일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00278970 2003년07월24일 일본(JP)

(71) 출원인 신에쓰 한도타이 가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 치요다구 마루노우치 1-쵸메 4-2

(72) 발명자 타카마츠 나오유키
 일본국 후쿠시마켄 니시시라카와군 니시고무라 오아자오다쿠라아자오
 히라 150 신에쓰 한도타이 가부시키키가이샤 한도타이시라카와 켄큐쇼
 나이

(74) 대리인 김홍균

심사청구 : 없음

(54) 웨이퍼 연마방법

요약

선형결합이 발생하지 않도록 한 웨이퍼 연마방법을 제공한다. 회전 가능한 웨이퍼 보지판에 웨이퍼를 보지하고, 회전 가능한 정반에 부착된 연마포에 연마제를 제공하는 것과 함께 상기 웨이퍼와 연마포를 미끄럼 접촉시켜 웨이퍼 표면을 연마하는 방법에 있어서, 연마제로서 대략 구형상인 실리카를 주성분으로 하고, 유기염기 또는 그 염을 더 함유하는 알칼리 용액을 사용하여 연마하도록 했다. 상기 유기염기 또는 그 염으로서는 제 4급 암모늄 수산화물을 사용한다.

대표도

도 1

색인어

웨이퍼, 연마, 실리카, 연마제, 알칼리 용액

명세서

기술분야

본 발명은 실리콘 웨이퍼 등의 웨이퍼를 연마하기 위한 연마방법의 개량에 관한 것이다.

배경기술

종래, 메모리 디바이스 등에 이용되는 반도체 기관 재료로서 사용되는 실리콘 웨이퍼의 제조방법은, 일반적으로 초크랄스키(Czochralski;CZ)법이나 부유대역용융(Floating Zone;FZ)법 등을 사용하여 단결정 잉곳(ingot)을 제조하는 단결정 성장 공정과, 이 단결정 잉곳을 얇게 자르고, 적어도 한 주면이 경면상으로 가공되는 웨이퍼 제조(가공)공정으로 이루어진다. 이렇게 제조된 경면연마 웨이퍼 상에 디바이스가 형성된다.

더욱 상세히 웨이퍼 제조(가공)공정에 대해 나타내면, 단결정 잉곳을 얇게 잘라서 얇은 원판형의 웨이퍼를 얻는 슬라이스 공정과, 슬라이스 공정에 의해 얻어진 웨이퍼의 깨짐, 결함을 방지하기 위해 그 외주부를 면취(面取)하는 면취공정과, 이 웨이퍼를 평탄화하는 래핑공정과, 면취 및 래핑된 웨이퍼에 잔류하는 가공 뒤틀림을 제거하는 에칭공정과, 그 웨이퍼 표면을 경면화하는 연마(polishing)공정과, 연마된 웨이퍼를 세정하여 여기에 부착한 연마제나 이물을 제거하는 세정공정을 가지고 있다. 상기 웨이퍼 가공공정은 주된 공정을 나타낸 것으로, 이 외에 평면 연삭공정이나 열처리공정 등의 공정을 추가하거나, 같은 공정을 다단계로 실시하거나, 공정 순서를 바꾸거나 한다.

특히 연마공정에서는 조(粗)연마라 일컬어지는 1차 연마공정과 정밀연마라 일컬어지는 마무리 연마공정으로 구분되며, 경우에 따라 1차 연마공정을 다시 2 공정 이상으로 나누어, 1차, 2차 연마공정 등이라 일컬어지고 있다.

연마공정에서는 정반(定盤) 상에서 회전하는 연마포와, 연마헤드의 웨이퍼 지지반(支持盤)에 지지된 에칭이 완료된 실리콘 웨이퍼 등을 적절한 압력으로 접촉시켜 연마한다. 이때 콜로이드 실리카를 함유한 알칼리 용액(슬러리, 연마제 등으로 불린다)이 사용되고 있다. 이러한 연마제를 연마포와 실리콘 웨이퍼의 접촉면에 첨가하는 것에 의해 연마제와 실리콘 웨이퍼가 메카노 케미컬 작용을 일으켜 연마가 진행된다.

연마장치로는 여러 형태의 것들이 사용되고 있는데, 예를 들면, 도 3에 나타난 것처럼 1개의 연마헤드에 복수 매의 웨이퍼를 보지(保持)한 상태에서 연마하는 배치식인 것이 있다. 도 3에 있어서, 연마장치(A)는 회전축(37)에 의해 소정의 회전수로 회전되는 연마정반(30)을 가지고 있다. 연마정반(30)의 윗면에는 연마포(P)가 부착되어 있다.

(33)은 워크 보지반에서 상부 하중(35)을 사이에 두고 회전 샤프트(38)에 의해 회전되는 것과 함께 요동수단에 의해 요동된다. 복수 매의 웨이퍼(W)는 접촉 수단에 의해 워크 보지반(33)의 아랫면에 보지된 상태에서 연마포(P)의 표면으로 눌러지고, 동시에 슬러리 공급장치(도시하지 않음)에서 슬러리 공급관(34)을 통해 소정의 유량으로 슬러리(연마제)(39)를 연마포(P) 상에 공급하고, 이 슬러리(39)를 사이에 두고 웨이퍼(W)의 피연마면이 연마포(P) 표면과 미끄럼 접촉되어 웨이퍼(W)의 연마가 실시된다.

그 이외에, 1개의 연마헤드에 1매의 웨이퍼를 보지하여 연마하는 매엽식 연마장치 등도 있다. 또한 웨이퍼의 보지방도 진공흡착에 의해 보지하는 것이나, 워크 보지반에서 왁스에 의해 접촉시키는 것, 물의 표면장력 등을 이용하여 접촉시키는 것 등 여러 가지 형태가 있다. 이것들은 편면(片面)을 연마하는 타입의 연마장치이지만, 이것 이외에도 양면을 동시에 연마하는 연마장치도 있다.

발명의 상세한 설명

발명이 해결하고자 하는 과제

이러한 연마공정을 실시하여 웨이퍼를 평탄 및 경면상으로 연마한 웨이퍼 표면에 있어서, 에피택셜 성장 등을 더 실시한 결과 결함이 관찰되는 경우가 있었다. 예의(銳意) 조사한 결과 에피기관으로 되는 연마 후의 경면 웨이퍼의 상태에서 선형의 결함(이하 이 결함을 선형결함이라 부른다)이 관찰되었다. 또한 이 결함은 연마공정에서 발생하고 있다는 것이 밝혀졌다.

선형결함은 종래의 검사장치로는 거의 검출할 수 없는 미소한 결함이지만, 예를 들면 콘포칼 광학계의 레이저 현미경을 사용하여 실리콘 웨이퍼의 표면을 관찰하면 용이하게 관찰된다. 그 특징으로는 도 2에 나타난 것처럼 높이 수 nm에 길이가 대략 0.5 μ m 이상인 선형 및 돌기상의 결함이다.

따라서, 본 발명의 목적은 이러한 선형결함이 생기지 않도록 한 웨이퍼의 연마방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제를 해결하기 위한 수단

본 발명자가 예의조사한 결과, 이 선형결합의 발생요인의 하나로서 연마제가 원인인 것이 밝혀졌다.

특히 종래에 사용하던 pH 조정용 Na_2CO_3 가 과잉으로 첨가된 경우 등은, 이러한 결함의 발생으로 이어지는 경우가 있다. 이는 연마제의 주성분으로서 사용되고 있는 실리카가 Na_2CO_3 의 과잉첨가에 의해 마이크로 응집하고 말아, 웨이퍼 표면에 악영향을 끼치는 것이라고 생각된다.

결국, 연마제 안에 함유된 실리카의 형상, 실리카 입자 직경 및 그 분산 정도가 크게 영향을 미치고 있는 것이 밝혀졌다. 그래서, 본 발명의 웨이퍼 연마방법의 제 1 태양은, 회전 가능한 웨이퍼 보지판에 웨이퍼를 보지하고, 회전 가능한 정반에 부착된 연마포에 연마제를 제공하는 것과 함께 웨이퍼와 연마포를 미끄럼 접촉시켜 웨이퍼 표면을 연마하는 방법에 있어서, 연마제로서 대략 구형상인 실리카를 주성분으로 하고 유기염기 또는 그 염을 더 함유하는 알칼리 용액을 사용하여 연마하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 웨이퍼 연마방법의 제 2 태양은, 회전 가능한 웨이퍼 보지판에 웨이퍼를 보지하고, 회전 가능한 정반에 부착된 연마포에 연마제를 제공하는 것과 함께 웨이퍼와 연마포를 미끄럼 접촉시켜 웨이퍼 표면을 연마하는 방법에 있어서, 연마제로서 대략 균일하게 분산된 실리카를 가지고, 실리카의 형상은 대략 구형상이며, 또한 실리카의 평균 입자 직경이 12nm 이하인 알칼리 용액을 사용하여 연마하는 것을 특징으로 한다.

특히, 분산상태에서의 실리카의 평균 입자 직경이 5nm~10nm, 특히 바람직하게는 실리카의 최대 입자 직경이 12nm 이하이면 좋다. 이러한 조건이면, 선형결합을 현저하게 감소시킬 수 있다.

바람직하게는, 알칼리 수용액의 pH가 10~13인 상태에서 연마한다. 또한, 바람직하게는 연마 중인 pH 조정에 Na_2CO_3 를 이용한다. 이러한 조건이면, 연마속도도 향상되고 또한 안정된 연마속도를 얻을 수 있다. Na_2CO_3 는 실리카 응집 원인의 하나이기는 하지만, pH를 조정하기 쉬우며 조업상 취급하기 쉽다.

본 발명의 웨이퍼 연마방법의 제 2 태양에 있어서 사용되는 연마제는 본 발명의 웨이퍼 연마방법의 제 1 태양의 경우와 동일하게 실리카를 주성분으로 하고, 유기염기 또는 그 염을 더 함유하는 알칼리 용액으로 할 수 있다.

유기염기 또는 그 염은, 탄산나트륨(Na_2CO_3) 대신에 첨가되어도 바람직하고, 또한 탄산나트륨과 병용하여 첨가되어도 바람직하다. 유기염기 또는 그 염으로서, 특히 제 4급 암모늄 수산화물 등을 사용할 수 있는데, 예를 들면 이하와 같은 화학종인 것이 있다.

제 4급 암모늄 수산화물로서는 테트라메틸암모늄하이드록사이드(TMAH), 테트라에틸암모늄하이드록사이드(TEAH), 메틸트리에틸암모늄하이드록사이드, 테트라프로필암모늄하이드록사이드, 테트라부틸암모늄하이드록사이드, 메틸트리부틸암모늄하이드록사이드, 세틸트리메틸암모늄하이드록사이드, 콜린, 트리메틸벤질암모늄하이드록사이드 등을 들 수 있다.

이러한 유기염기 또는 그 염을 첨가하는 것으로 분산성을 향상시켜, 실리카의 응집을 방지할 수 있고, 선형결합의 발생을 억제할 수 있다. 단, 이들 유기염기 및 그 염은 반드시 분산성이 좋게 되지는 않는 경우가 있기 때문에, 복수의 아민이나 제 4급 암모늄 수산화물을 조합하여 사용하는 것이 바람직하다.

이렇게 실리카를 균일하게 분산시키기 위해, 유기염기 또는 그 염, 예를 들면, 제 4급 암모늄 수산화물, 특히 TMAH를 첨가한 연마제를 사용하는 것이 바람직하다. 이 유기염기 또는 그 염의 첨가량으로는 사용하는 연마제의 용해 한계까지 첨가하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 연마속도도 향상될 수 있고, 더욱이 연마 후의 세정에서 제거하기 쉽다. 또한, Na_2CO_3 가 과잉으로 첨가된 경우에도 응집이 일어나기 어렵다. 또한, 상기한 제 4급 암모늄 수산화물, 예를 들면 TMAH 자체는 분산제는 아니지만, 그 분자가 입체구조를 가지기 때문에, 실리카의 응집을 방해하는 작용을 가진다고 생각된다.

상기 웨이퍼로서는 실리콘 웨이퍼를 드는 것이 가능하다. 특히 경면연마공정의 조연마공정(1차 연마 및 2차 연마공정)에서 실시하는 것이 바람직하다. 이러한 공정에서 실리카 농도는 2~20중량%로 사용하는 것이 바람직하다.

이러한 공정에서는 웨이퍼의 연마대(代)가 1 μ m 이상으로 비교적 많고, 또한 연마압력 등의 연마조건도 엄격히 설정해서 연마가 비교적 빠른 속도로 처리되고 있다. 그 때문에 비교적 기계적인 작용도 크고, 연마제와 웨이퍼가 접촉하는 것에 의해 선형결함도 발생하기 쉬운 공정이다. 따라서, 이러한 공정으로 본 발명의 웨이퍼 연마방법을 실시하는 것으로 선형결함의 발생이 방지될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 방법에서 사용되는 연마장치 및 슬러리 공급순환 시스템을 나타내는 측면적 개략 설명도이다.

도 2는 콘포칼 광학계에 의한 레이저 현미경으로 웨이퍼 표면에서 관찰되는 선형결함의 일례를 나타내는 사진이다.

도 3은 연마장치의 일례를 나타내는 측면적 개략 설명도이다.

부호의 설명

30: 연마정반, 33: 워크 보지반, 34: 슬러리 공급관, 35: 상부 하중, 37: 회전축, 38: 회전 샤프트, 39: 슬러리, 39a: 슬러리 신액(新液), 39b: 사용 완료 슬러리, 50: 슬러리 공급 탱크, 52: 슬러리 조합(調合) 탱크, 54: 슬러리 원액 투입관, 56: 순수 투입관, 58: 첨가제 투입관, 60, 74: pH 미터, 62: 슬러리 신액 공급관, 64: 슬러리 회수조(回收槽), 66: 배수구, 68: 슬러리 회수관, 70: 펌프, 72: pH 조정제 공급관, A: 연마장치, B: 슬러리 공급 순환 시스템, P: 연마포, W: 웨이퍼.

실시예

이하, 본 발명의 웨이퍼 연마방법에 사용되는 연마장치 및 슬러리 공급 순환 시스템의 일례를 첨부도면에 따라 설명한다.

도 1은 본 발명의 연마방법에 사용되는 연마장치 및 슬러리 공급 순환 시스템의 일례를 나타내는 측면적 개략 설명도이다.

도 1에 있어서, 연마장치(A)는 전술한 도 3에 나타난 연마장치의 구성과 동일한 구성을 가지고 있다. 이 연마장치(A)에 슬러리 공급 순환 시스템(B)이 부착되어 설치되어 있는 예로 설명한다. 즉, 연마장치(A)는 회전축(37)에 의해 회전되는 연마정반(30)을 가지고 있다. 연마정반(30)의 윗면에는 연마포(P)가 부설되어 있다.

(33)은 워크 보지반으로, 상부 하중(35)을 사이에 두고 회전 샤프트(38)에 의해 회전되는 것과 함께 요동수단에 의해 요동된다. 복수 개의 웨이퍼(W)는 워크 보지반(33)의 아랫면에 보지된 상태에서 연마포(P)의 표면으로 눌러지고, 동시에 슬러리 공급 순환 시스템(B)의 슬러리 공급 탱크(50)에서 슬러리 공급관(34)을 통해 슬러리(연마제)(39)를 연마포(P) 상에 공급하고, 이 슬러리(39)를 사이에 두고 웨이퍼(W)의 피연마면이 연마포(P) 표면에 미끄럼 접촉되어 웨이퍼(W)의 연마가 실시된다.

슬러리 공급 탱크(50)의 윗쪽에는 슬러리 조합 탱크(52)가 설치되어 있다. 슬러리 조합 탱크(52)에는 슬러리 원액을 투입하는 슬러리 원액 투입관(54), 순수를 투입하는 순수 투입관(56) 및 pH 조정제나 유기염기 등의 첨가제를 투입하는 첨가제 투입관(58)이 각각 설치되어, 원하는 조성비율의 슬러리 신액(39a)을 조합하는 것이 가능하도록 되어 있다. (60)은 슬러리 조합 탱크(52) 내에서 조합된 슬러리 신액(39a)의 pH를 측정하는 pH 미터이고, 슬러리 신액(39a)의 pH가 관리된다.

슬러리 조합 탱크(52) 내에서 조합된 슬러리 신액(39a)은 슬러리 신액 공급관(62)을 통해 슬러리 공급 탱크(50)에 공급된다. 한편, 슬러리 공급관(34)을 통해 연마포(P)에 공급된 슬러리(39)는 연마작용을 하면서 흘러 내려 정반(30)의 아랫쪽에 설치된 슬러리 회수조(64)로 회수된다. 이 회수된 사용 완료 슬러리(39b)는 슬러리 회수조(64)의 저부에 열린 배수구(66)에 접속하는 슬러리 회수관(68)을 통해 슬러리 공급 탱크(50)로 펌프(70)에 의해 압송(壓送)되어 회수된다. (72)는 슬러리 공급 탱크(50)에 pH 조정제를 공급하기 위한 pH 조정제 공급관이다.

따라서, 슬러리 공급 탱크(50)에는 사용 완료 슬러리(39b), 슬러리 신액(39a) 및 pH 조정제가 공급되어, 원하는 조성비율의 연마용 슬러리(39)를 제작할 수 있다. (74)는 슬러리 공급 탱크(50) 내에 제작된 슬러리(39)의 pH를 측정하는 pH 미터로, 슬러리(39)의 pH가 관리된다.

이러한 구성의 슬러리 공급 순환 시스템(B)을 연마장치(A)에 접속하는 것에 의해, 사용 완료 슬러리(39a)를 회수하여 순환 사용할 수 있고, 슬러리의 유효한 이용을 도모할 수 있다. 또한, 이렇게 슬러리를 순환하여 사용할 경우, 연마 부스러기(예를 들면, 연마포 부스러기)의 양에 따라서는 연마 부스러기를 제거하도록 필터 등을 슬러리 회수관(68) 또는 슬러리 공급관(34) 등에 적당히 설치한다.

계속해서, 본 발명의 웨이퍼 연마방법에 대해 더욱 상술한다. 본 발명의 웨이퍼 연마방법에 사용하는 연마제는 고형성분, 각종 첨가제, 순수로 이루어지는 알칼리 용액이다.

연마제의 고형성분은 대략 구형 형상을 한 실리카이고 또한 유기염기 및 그 염을 함유한 것으로, 분산성을 좋게 한 것이 사용된다. 또한, 연마제로서는 대략 균일하게 분산된 실리카를 가지고, 특히 분산상태에서 실리카의 평균 입자 직경이 12nm 이하, 바람직하게는 5~10nm의 범위 내에 있는 것도 사용될 수 있다. 평균 입자 직경이 5nm 미만이면, 구형인 상태의 실리카를 제조하는 것이 어려워져서 형상의 안정성이 악화되고, 12nm를 초과하면, 선형결합의 발생이 증가하기 때문에 바람직하지 않다.

또한, 본 발명의 웨이퍼 연마방법에서 사용하는 연마제 중의 분산상태에서의 실리카는 평균 입자 직경이 상기 범위 내에 있으면 바람직한데, 바람직하게는 각각의 실리카 입자 직경이 상기 범위를 초과하지 않도록 하면 좋다. 결국 최대 입자 직경이 12nm 이하인 것이 바람직하다. 또한, 평균 입자 직경이나 최대 입자 직경은 BET법으로 확인한 수치이다.

또한, 본 발명의 방법에서 사용하는 실리카는 본 발명의 방법에서 사용하는 웨이퍼 연마제 중의 분산상태에서의 실리카 평균 입자 직경 및 형상이 상기처럼 될 수 있는 것이면 어느 것이든 사용하는 것이 가능한데, 예를 들면, 실리카 미분말이어도 바람직하지만, 물유리로부터 제조되는 수성 콜로이드 실리카(실리카졸)액을 사용하는 것이 분산 안정성 측면에서 바람직하다. 또, 수성 콜로이드 실리카액이 알칼리성인 것이면, 웨이퍼 연마제로서의 pH 조건으로 조정하기 쉽기 때문에 바람직하다. 단, 이때 실리카의 형상은 대략 구형일 필요가 있다. 형상이 일그러지는 만큼 선형결합의 발생이 증가해 버린다. 이러한 알칼리성 콜로이드 실리카는 일반에 시판되고 있는 제품을 사용할 수도 있다.

또한, 본 발명의 웨이퍼 연마방법에서 사용하는 연마제는 pH가 10~13으로 조정된 것이 바람직하다. 특히 연마제 사용시(연마시)에는 pH가 10.5~11.5인 범위에서 사용하는 것이 바람직하다. pH가 상기 범위 미만이면 연마효율이 좋지 않아 실용성이 떨어지고, pH가 상기 범위를 초과하면 연마제(실리카)의 응집이 일어날 가능성이 있기 때문에 바람직하지 않다. 또한, pH의 조정은 사용 전에 임의의 공지 알칼리제(예를 들면, NaOH, KOH, 암모니아, 유기 아민 등)를 첨가제로 사용하여 조정할 수 있다. 또한, 연마에 사용된 연마제는 반복하여 재이용(순환 사용)되고 있고 이러한 경우, pH 컨트롤이 쉬운 Na_2CO_3 등에 의해 미세조정된다.

또한, 본 발명의 연마방법에 사용하는 연마제는 실리카가 충분히 분산되어 있을 필요가 있다. 실리카 입자끼리 응집하지 않도록 한 처리 또는 첨가제를 첨가하는 것이 바람직하다. 분산시키기 위한 방법으로 특별히 한정하는 것은 아니지만, 예를 들면, 유기염기 또는 그 염을 첨가한다.

유기염기 또는 그 염으로서는 특히 제 4급 암모늄 수산화물 등을 사용할 수 있다. 특히 그 분자가 입체 구조를 지니고 있어, 실리카의 응집을 방해하는 작용을 가지는 유기염기 및 그 염이 바람직하다.

특히, 실리카를 충분히 분산시키기 위해 테트라메틸암모늄하이드록사이드(TMAH)를 첨가하는 것이 바람직하다. 이렇게 TMAH를 연마제 안에 첨가하면 실리카 표면을 TMAH가 덮도록 작용하고(흡착하고), 실리카끼리 응집되는 것이 감소되어 균일한 분산상태를 유지할 수 있다. 동일하게 표면이 활성 상태인 실리카 입자의 표면에 알루미늄을 코팅하거나 해서, 실리카 입자끼리 응집하지 않고, 분산성이 좋은 상태의 연마제를 사용하는 것도 바람직하다.

실리카 입자는 분산하고 있으면 분산하고 있는 만큼 바람직하기 때문에, 유기염기 등은 가능한 한 많이 첨가하는 것이 바람직하다. 그러나 유기염기 중에는 중금속을 함유하고 있는 것도 있어, 웨이퍼를 오염시키지 않도록 하는 레벨로 첨가한다.

특히 TMAH는 중금속의 영향도 없고, 가능한 한 많이 첨가하는 것이 바람직하고, 연마제 안에 용해되는 한계까지 첨가하는 것이 바람직한데, 적어도 연마제 전량에 대해 5중량% 이상 첨가한다. 또한, TMAH의 용해의 상한은 사용하는 용매(통상 순수에 알칼리성분을 첨가한 것)나 사용온도 등에 따라 변화한다.

웨이퍼를 연마하기 위한 연마제(특히 원액)의 고형성분(실리카) 농도는 특별히 한정하는 것은 아니고, 고형성분(실리카) 농도는 5~80중량%, 바람직하게는 10~70중량%로 제조하는 것이 바람직하지만, 이것을 연마에 사용할 때에는 물로 조성물 전체의 고형성분 농도(실리카 농도)를 2~20중량%로 희석하여 사용한다. 연마시의 농도 등은 연마장치의 형태나 연마 조건 등에 따라 적절히 설정하는 것이 바람직하다.

이러한 구성을 가지는 연마제를 사용하여, 웨이퍼를 연마한다. 또한, 선형결함을 없게 하는 데는 상기한 실리카의 형상 및 입자 직경, 또한 그 분산상태가 특히 중요하지만, 그 외에 연마제로서는 연마속도의 향상이나 금속오염 등에 대한 문제도 해결해야 한다. TMAH와 같은 첨가제로 어느 정도 개선되기는 했지만, 이러한 문제점에 대해서는 연마제에 금속오염을 더욱 방지하기 위해 킬레이트 효과가 있는 물질, 예를 들면 트리폴리인산소다나 그 외 킬레이트제가 첨가되어도 바람직하다. 더욱 연마속도를 향상시키기 위해, 유기 아민이나 피페라진 등을 첨가해도 된다. 또한, 실리카 입자의 제조단계에서 이온교환수지(樹脂) 등을 사용하여 중금속 등이 충분히 제거되어 있는 것이 바람직하다. 연마제 안의 Cu나 Ni의 농도는 1ppb 이하로 관리되는 것이 바람직하다.

또한, 이 연마에서 사용하는 연마포는 부직포 타입의 연마포이면 효과가 크고, 특히 경도(아스카-C 경도)가 50 이상인 연마포를 사용하여 연마공정에서 실시하면 효과가 크다. 선형결함의 발생 원인은 주로 연마제의 영향이라고 생각되지만, 이 타입의 연마포를 사용한 1차, 2차 연마에서 발생이 많은 것 때문에, 이러한 연마포와의 상성(相性)도 선형결함 발생 요인의 하나라고 생각된다. 본 발명의 연마방법에서는, 비록 이러한 연마포를 사용해도 선형결함의 발생을 방지할 수 있다. 또한, 아스카-C 경도는 스프링 경도 시험기의 일종인 아스카 고무 경도계 C형에 의해 측정된 수치로, SRIS(일본고무협회규격)0101에 준한 수치이다.

실시예

이하에 실시예를 들어 본 발명을 더욱 구체적으로 설명하지만, 이들 실시예는 예시적으로 보인 것으로, 한정적으로 해석되지 않음은 말할 것도 없다.

(실시예 1~3 및 비교예 1~3)

선형결함에 대한 연마제(특히 입자 직경, 형상, 분산성)의 영향에 관하여 확인한 결과를 나타낸다. 연마제 안에 함유되는 고형분으로서, Na 물유리를 이온 교환하여 황성규산을 얻고, 이것을 가열하는 것에 의해 축중합시킨 실리카졸을 사용했다. 여기에 순수나 pH 조절을 위한 NaOH를 첨가하고, 고형성분(실리카) 농도가 50%인 연마제를 준비했다. 다시 이 연마제에 트리폴리인산을 첨가했다.

상기와 같은 연마제를 주성분으로 하고, 실리카의 평균 입자 직경이나 형상에 따라 6 종류의 연마제를 하기 (1)~(6)에 나타낸 것처럼 준비했다. 실리카의 평균 입자 직경이나 형상은 실리카졸을 형성하는 축중합 공정 등을 변경하는 것으로 제어할 수 있다. 그렇게 해서 다른 입자 직경이나 형상의 실리카를 함유하는 연마제를 여러 수준으로 준비하고, 연마 후에 나타나는 선형결함과 관계의 관계를 확인했다.

- (1) 연마제(연마 중에 실리카끼리 응집하기 쉽고 균일하게 분산되어 있지 않은 연마제)로서, Na_2CO_3 를 첨가하여 pH 조정된 실리카의 평균 입자 직경이 약 13nm, 실리카 형상이 구형인 연마제를 준비했다(비교예 1).
- (2) 연마제(형상이 구형이 아닌 연마제)로서, Na_2CO_3 를 첨가하여 pH 조정된 실리카의 평균 입자 직경이 약 13nm, 실리카의 형상이 일그러진 형상을 한 연마제를 준비했다(비교예 2).
- (3) 연마제(평균 입자 직경이 큰 연마제)로서, Na_2CO_3 를 첨가하여 pH 조정된 실리카의 평균 입자 직경이 약 20nm(최대 입자 직경 약 60nm 정도), 실리카 형상이 구형인 연마제를 준비했다(비교예 3).
- (4) 연마제(연마 중에도 분산성이 좋고, 입자 직경이 작고, 구형인 연마제)로서, TMAH가 10중량% 첨가되어 있고, 상기 연마제 안의 실리카 평균 입자 직경이 12nm(최대 입자 직경 약 15nm, 최소 입자 직경 약 8nm), 실리카 형상이 구형인 연마제를 준비했다(실시예 1).

(5) 연마제(연마 중에도 분산성이 좋고, 입자 직경이 더욱 작고 구형인 연마제)로서, TMAH가 10중량% 첨가되어 있고, 상기 연마제 안의 실리카 평균 입자 직경이 8nm(최대 입자 직경 약 12nm, 최소 입자 직경 약 5nm), 실리카 형상이 구형인 연마제를 준비했다(실시에 2).

(6) 연마제(연마 중에도 분산성이 상당히 좋고, 입자 직경이 작고 구형인 연마제)로서, TMAH가 용해 한계(본 연마제의 경우 20중량%)까지 첨가되어 있고, 상기 연마제 안의 실리카 평균 입자 직경이 8nm(최대 입자 직경 약 12nm, 최소 입자 직경 약 5nm), 실리카 형상이 구형인 연마제를 준비했다(실시에 3).

웨이퍼의 연마장치 및 연마조건 등에 관해서는 특히 한정하는 것은 아니지만, 본 예에서는 직경 300mm 웨이퍼 2매를 동시에 지지할 수 있는 연마헤드를 사용한 편면 연마장치를 사용했다.

연마의 수순으로서는, 직경 300mm인 양면 연마가 완료된(1차 연마 완료) 실리콘 웨이퍼를 상기 연마헤드의 웨이퍼 지지반에 1매씩 2매 접착시키고, 부직포로 된 연마포를 사용하여 연마했다. 연마할 때 상기 연마제를 8리터/분으로 첨가했다. 이 연마제는 실리카 농도가 3.0중량%가 되도록 순수로 희석하여 사용했다. 다시, pH 조절을 위해 Na_2CO_3 를 첨가했다. 초기 pH는 10.5로 조정했다.

연마조건으로서는 부직포 타입의 연마포(아스카-C 경도 80)를 사용하고, 연마압을 20kPa로 하여 실리콘 표면을 약 $1.5\mu\text{m}$ 연마했다. 이들 연마조건은 2차 연마라 불리는 연마조건에 상당하는 연마이다.

이렇게 연마한 웨이퍼의 표면에서 콘포칼 광학계의 레이저 현미경(레이저 테크사 제조 MAGICS)을 사용하여 결함을 관찰하였다.

그 결과, 비교예 1~비교예 3의 연마제에서는 도 2에 나타난 것과 같은 선형의 결함이 관찰되었다.

비교예 1의 연마제에서는 이러한 결함의 개수는 100개(300mm 웨이퍼당)로 상당히 많이 존재했다. 특히 같은 연마제를 반복해서 사용했기 때문에, pH 조절을 위해, 연마 도중에 Na_2CO_3 를 첨가했지만, 처음에는 선형결함이 적었지만, 어느 정도 Na_2CO_3 를 첨가하면 연마제가 마이크로 응집하고 말아 분산성이 나빠졌고, 이에 수반하여 선형결함의 발생도 급증했다. 이 결과로부터, 연마 중의 실리카 분산상태가 중요하다는 것을 알았다.

비교예 2의 연마제에서는 구형의 실리카를 산(酸)처리하여 구형이 일그러진 실리카를 사용한 것인데, 구형의 형상이 약간 일그러진 경우, 선형결함의 발생을 촉진하고 마는 것을 알았다. 특히 이번 연마에서는 1000개(300mm 웨이퍼당)라는 상당히 많은 결함이 존재하고 있었다. 이것으로부터, 실리카의 형상은 가능한 한 구형에 가까운 것이 바람직하다는 것을 알았다.

비교예 3의 연마제는 실리카 입자의 입자 직경을 비교적 크게 한 것이다. 이 연마에서는 150개(300mm 웨이퍼당) 정도의 선형결함이 관찰되었다. 입자 직경은 그다지 영향은 없지만, 입자 직경을 크게 하면 선형결함이 약간 증가하는 경향이 있다는 것을 알았다.

한편, 실시예 1~실시예 3에서는 선형결함이 현저히 감소하고 있었다.

실시예 1의 연마제로서는 유기염기로서 TMAH를 10중량% 정도 가하고, 실리카의 분산성을 좋게 하고, 또한 입자 직경을 되도록 작게 하고 구형의 실리카를 사용한 것인데, 이것에 의해 선형결함의 발생이 현저히 감소했다. 특히, 이 연마에서는, 선형결함은 30개(300mm 웨이퍼당)로 상당히 적었다.

실시예 2의 연마제에서는 더욱 입자 직경을 작게 하였다. 이렇게 입자 직경을 작게 하면, 반복하여 연마제를 사용해도 (Na_2CO_3 등이 첨가되어도) 실리카끼리 응집하는 일이 방지될 수 있고 안정되게 연마할 수 있다. 특히, 이 연마에서는, 선형결함은 20개(300mm 웨이퍼당)로 상당히 적었다.

실시예 3의 연마제는, TMAH를 용해 한계까지 첨가한 것이다. 이러한 연마제라도 선형결함의 발생이 억제되며, 더욱 반복하여 연마제를 사용해도(Na_2CO_3 등이 첨가되어도) 실리카끼리 응집하는 일을 방지할 수 있고, 연마속도도 더욱 향상해서 안정되게 연마할 수 있다. 특히, 이 연마에서는 결함이 거의 관찰되지 않았다.

(실시예 4)

이하에 본 발명의 웨이퍼 연마방법에 따라 실리콘 웨이퍼를 연마한 경우를 설명한다. 에칭이 완료된 직경 200mm 웨이퍼에 대해 1차, 2차, 마무리인 3단계의 편면 연마를 실시했다. 이 1차, 2차 연마에 본 발명의 연마방법을 적용했다.

결국, 1차 연마 및 2차 연마에서는 연마제로서, TMAH를 20중량% 첨가했고, 실리카의 평균 입자 직경 약 8nm(최대 입자 직경 약 12nm, 최소 입자 직경 약 5nm), 실리카 고형분 30중량%인 알칼리성 콜로이드 실리카 원액(연마제)을 실리카 고형성분의 농도가 3중량%, pH=10~11이 되도록 순수로 희석한 연마제를 사용했다.

(1차 연마)

1차 연마에서는 연마장치로서 도 1에 나타낸 것 같은 배치식 왁스 마운트 방식의 편면 연마장치를 사용했다. 연마조건으로는 부직포 타입의 연마포(아스카-C 경도 60)를 사용하고, 연마압을 30kPa로 하여 실리콘 웨이퍼의 표면을 약 10 μ m 연마했다. 이들 연마조건은 1차 연마라 불리는 연마조건에 상당하는 연마이다. 직경 200mm인 실리콘 웨이퍼를 1배치 5매로 하여 20배치 연마했다.

연마제는 순환하여 사용하고, 복수 매의 웨이퍼를 반복하여 연마했다. 이때 pH의 조정은 Na₂CO₃로 했다. 초기 pH는 10.5로 조정했다. 연마제의 유량은 10리터/분으로 실시했다.

(2차 연마)

2차 연마에서도 연마장치로서는 도 1에 나타낸 것과 같은 형태의 편면 연마장치를 사용했다. 연마조건으로는, 1차 연마된 웨이퍼 표면을 부직포 타입의 연마포(아스카-C 경도 80)를 사용하고, 연마압을 20kPa로 하여 실리콘 표면을 약 1.5 μ m 연마했다. 이들 연마조건은 2차 연마라 불리는 연마조건에 상당하는 연마이다.

2차 연마에서도 연마제는 순환하여 사용하고, 복수 매의 웨이퍼를 반복하여 연마했다. 이때 pH의 조정은 Na₂CO₃로 했다. 초기 pH는 10.5로 조정되어 있다. 연마제의 유량은 8리터/분으로 실시했다.

마무리 연마에서는 연마장치로서는 도 3에 나타낸 것과 같은 형태의 편면 연마장치를 사용했다. 연마조건으로는 2차 연마된 웨이퍼 표면을 스웨이드 타입의 연마포(아스카-C 경도 50)를 사용하고, 연마압은 15kPa로 해서 실리콘 표면을 약간(1 μ m 이하) 연마했다. 이들 연마조건은 마무리 연마라 불리는 연마조건에 상당하는 연마이다. 연마제는 pH 10으로 조정된 실리카 고형성분의 농도가 0.4중량%인 알칼리 용액을 사용하고, 패사(掛捨)로 사용했다.

이러한 연마를 하여도 선형결함이 거의 관찰되지 않고, 관찰된 웨이퍼에서도 15개 이하로 상당히 소량이었다. 또한 반복해서 연마제를 사용하여 연마하여도 연마한 웨이퍼에서 선형결함의 증가는 거의 관찰되지 않았으며, 평탄도도 양호했다.

또한, 이 연마된 실리콘 웨이퍼를 기관으로 하여 에피택셜 성장을 실시했다. 그 결과, 에피택셜 웨이퍼 표면에도 결함은 관찰되지 않았다.

(비교예 4)

실시예 4와 동일한 조건에서 연마제에 TMAH를 첨가해 두지 않고, 실리카의 형상이 일그러진 연마제를 사용하여 연마했다.

그 결과, 1 배치제부터 선형결함이 관찰되었으며, 반복하여 연마제를 사용할 때마다 선형결함의 발생이 증가했다.

실시예 4와 동일하게 웨이퍼 상에 에피택셜층을 형성한 결과, 결함이 관찰되었다. 이 결함은 선형결함이 나타나 있던 부분과 대략 동일한 위치에서 관찰되었다.

이상과 같이 본 발명의 웨이퍼 연마방법에 특유의 연마제를 사용하는 것으로 선형결함의 발생을 방지할 수 있다.

또한, 본 발명의 방법은 상기 실시형태에 한정되는 것은 아니다. 상기 실시형태는 예시이며, 본 특허청구의 범위에 기재된 기술적 사상과 실질적으로 동일한 구성을 가지고, 동일한 작용효과를 달성하는 것은 어떠한 것이라도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

예를 들면, 양면 연마장치, 편면 연마장치 등 연마장치의 형태는 특별히 한정되지 않는다. 또한, 웨이퍼는 복수 매 동시에 연마하는 배치식, 또한 1매씩 연마하는 매엽식 등의 형태여도 문제없다.

산업상 이용 가능성

본 발명의 웨이퍼 연마방법에 따르면, 웨이퍼의 연마 후에 나타나던 선형결함의 발생을 방지하고, 우수한 표면상태의 경면 웨이퍼를 제조할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

회전 가능한 웨이퍼 보지판에 웨이퍼를 보지하고, 회전 가능한 정반에 부착된 연마포에 연마제를 공급하는 것과 함께 상기 웨이퍼와 연마포를 미끄럼 접촉시켜 웨이퍼 표면을 연마하는 방법에 있어서, 연마제로서 대략 구형상의 실리카를 주성분으로 하고, 유기염기 또는 그 염을 더 함유하는 알칼리 용액을 사용하여 연마하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 2.

회전 가능한 웨이퍼 보지판에 웨이퍼를 보지하고, 회전 가능한 정반에 부착된 연마포에 연마제를 공급하는 것과 함께 상기 웨이퍼와 연마포를 미끄럼 접촉시켜 웨이퍼 표면을 연마하는 방법에 있어서, 연마제로서 대략 균일하게 분산된 실리카를 가지고, 상기 실리카의 형상이 대략 구형상이고, 또한 실리카의 평균 입자 직경이 12nm 이하인 알칼리 용액을 사용하여 연마하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 3.

제 2항에 있어서, 상기 연마제가 상기 실리카를 주성분으로 하고, 유기염기 또는 그 염을 더 함유하는 알칼리 용액인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 4.

제 1항 또는 제 3항에 있어서, 상기 유기염기 또는 그 염이 제 4급 암모늄 수산화물인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 5.

제 2항 내지 제 4항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 실리카의 분산상태에서의 평균 입자 직경이 5nm~10nm인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 6.

제 2항 내지 제 5항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 실리카의 분산상태에서의 최대 입자 직경이 12nm 이하인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 7.

제 1항 내지 제 6항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 알칼리 용액의 pH가 10~13인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 8.

제 1항 내지 제 7항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 알칼리 용액의 pH 조정에 Na_2CO_3 가 이용되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 9.

제 4항 내지 제 8항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 제 4급 암모늄 수산화물이 테트라메틸암모늄하이드록사이드인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 10.

제 1항, 제 3항 내지 제 9항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 유기염기 또는 그 염을, 사용하는 연마제의 용해 한계까지 첨가하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 11.

제 1항 내지 제 10항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 웨이퍼가 실리콘 웨이퍼인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 12.

제 1항 내지 제 11항 중 어느 하나의 항에 있어서, 경면연마공정의 조연마공정(1차 연마 및 2차 연마공정)에서 실시되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 13.

제 12항에 있어서, 상기 조연마공정이 2차 연마공정인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 14.

제 1항 내지 제 13항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 실리카를 2~20중량%의 농도로 사용하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 15.

제 1항 내지 제 14항 중 어느 하나의 항에 있어서, 부직포 타입의 연마포를 사용하여 연마하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 16.

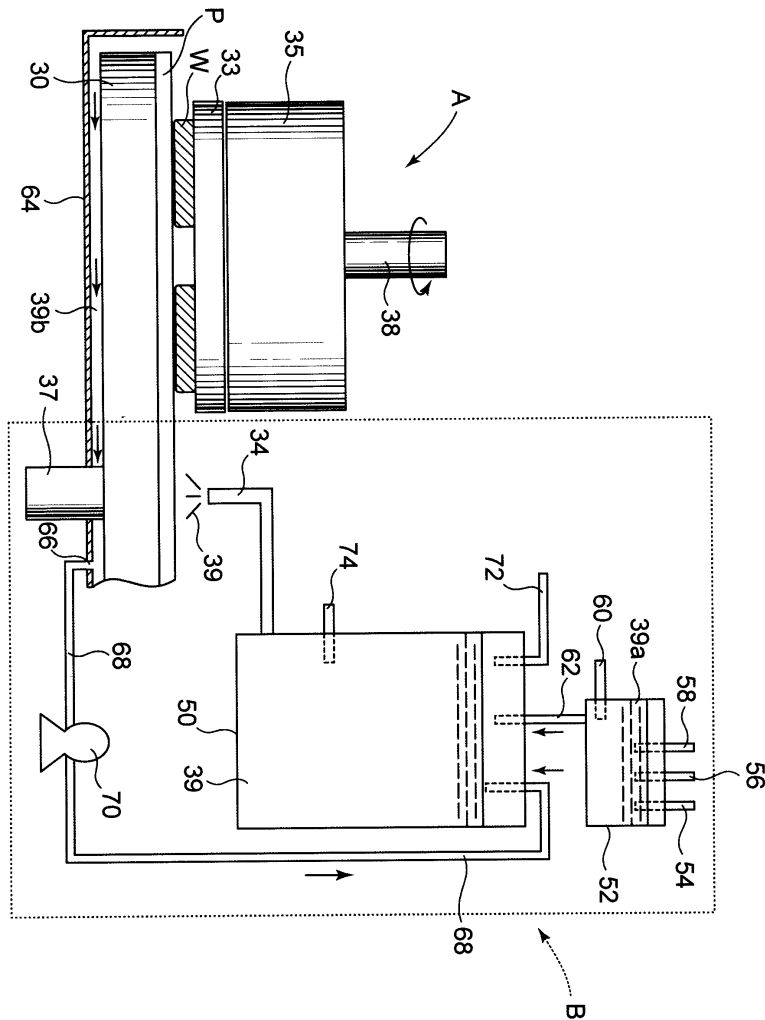
제 1항 내지 제 15항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 연마포의 경도(아스카-C 경도)가 50 이상인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

청구항 17.

제 1항 내지 제 16항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 웨이퍼의 연마대가 1 μ m 이상으로 되도록 연마하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 연마방법.

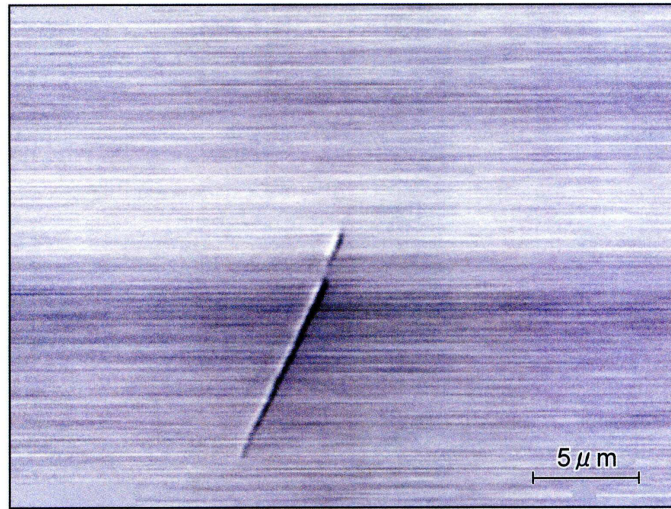
도면

도면1



도면2

선형 결함



도면3

