



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년02월04일
(11) 등록번호 10-0940831
(24) 등록일자 2010년01월29일

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0017202
(22) 출원일자 2003년03월19일
심사청구일자 2008년02월25일
(65) 공개번호 10-2003-0076385
(43) 공개일자 2003년09월26일
(30) 우선권주장
JP-P-2002-00079163 2002년03월20일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP14100597 A

(73) 특허권자
소니 주식회사
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1
(72) 발명자
기무라케이이치
일본국도쿄도시나가와구키타시나가와6초메7반35고
소니가부시끼가이사내
미요시다카시
일본국오사카토요나카시니시미도리가오카2초메2
반1고146
(74) 대리인
신관호

전체 청구항 수 : 총 5 항

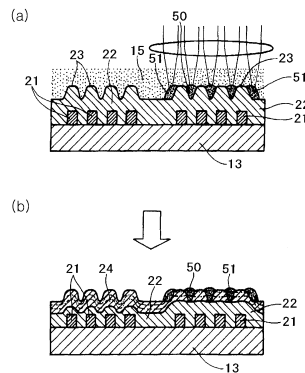
심사관 : 이창용

(54) 연마 방법과 연마 기구

(57) 요약

반도체 처리에서 아주 작은 돌출부와 함몰부를 가지는 표면의 공작물에 대하여 사용되는 CMP 방법을 이용한 평면화 처리에 있어서, 연마 방법은 선택적으로 연마하고 돌출부를 제거함으로써 높은 수준의 평면화를 수행하는데 제공된다. CMP 처리나 비구면 렌즈 연마 처리와 같은 평면화 처리와 관련하여, 연마 방법은 레이저 광의 조사에 의해 공작물의 표면에 미립자 집적 자취를 형성함으로써 수행된다. 더 특별하게는, 레이저광이 조사된 영역은 돌출부에 인접한 함몰부이며 함몰부내에 미립자 집적 자취를 형성함으로써, 미세 영역에 있는 제거물 양을 제어하고 돌출부의 선택적 연마를 가능케 한다.

대표도 - 도8



특허청구의 범위

청구항 1

미립자들을 포함하는 슬러리를 가진 돌출부와 함몰부를 지닌 공작물 표면을 연마하는 방법에 있어서, 연마 처리동안 선택적으로 더큰 제거물의 양이 요구되는 상기 돌출부에 인접한 상기 함몰부에 레이저광을 조사하여 슬러리의 상기 미립자들을 집적함으로써 상기 함몰부내에 집적 자취를 형성하고, 그리하여 상기 집적자취를 가진 영역들은 상기 돌출부와 동일한 높이가 되게 하며, 또한 단일한 물질의 양을 제거하기 위하여 상기 돌출부와 함께 상기 집적 자취를 가진 상기 영역을 연마함으로써 평면화하는 단계로 구성되는 연마방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 미립자들의 상기 집적 자취는 스캐닝을 하기 위해 상기 공작물 표면의 돌출부와 함몰부의 형태에 따라 레이저광 유동의 진로를 결정함으로써 상기 공작물 표면의 상기 함몰부내에 형성되는 연마방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 미립자들의 상기 집적 자취는 차광 마스크를 통한 레이저광 조사에 의해 상기 공작물 표면의 상기 함몰부내에 형성되며, 상기 차광 마스크는 공작물의 상기 돌출부와 함몰부 형태에 따라 배열되고 레이저광의 진로상에 위치하는 연마방법.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 미립자들의 상기 집적 자취는 광 조사 압력으로 광 트랩핑 형상을 통해 상기 슬러리의 상기 미립자들을 트랩핑 및 집적시킴으로써 상기 공작물 표면의 레이저광으로 조사된 영역내에 형성되며, 상기 미립자들의 상기 형성된 집적 자취는 연마에 의해 깨어지고 상기 미립자들은 연마 미립자들로 이용되어, 상기 미립자들은 레이저광으로 조사된 상기 영역 근처에 집중되며, 그리하여 상기 미립자들의 상기 집적 자취 근처에서 연마됨으로써 제거물의 양은 증가하는 연마방법.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 공작물 표면상에서 연마된 한 영역의 표면 형태는 연마 이전이나 연마 동안에 측정되어 저장되고, 레이저광 조사 영역, 조사 조건, 또한 연마 조건은 측정 데이터로부터 계산되고, 레이저광 조사는 계산 결과에 따라 수행되는 연마방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0013] 본 발명은 종래의 문제점을 완화시키기 위해 만들어졌으며, 따라서 상대적으로 많은 돌출부 양을 제거하고 연마함으로써 돌출과 함몰을 가진 공작물의 표면을 연마하여 목표물을 평면적이거나 커브가 있는 표면으로 효과적으로 만드는 연마 방법과 연마 기구를 제공할 필요가 있다.
- [0014] 연마 방법과 관련하여 본 발명은 미립자들을 포함한 슬러리를 가진 돌출부와 함몰부를 지닌 공작물의 표면을 연마하는 방법을 제공하며, 연마 처리동안 선택적으로 더많은 양의 제거물이 있는 돌출부에 근접한 함몰부에 레이저광을 조사하여 슬러리의 미립자들을 집적함으로써 함몰부내에 집적 자취를 형성하여, 집적 자취를 가진 영역들이 실질적으로 돌출부와 같은 높이가 되게 하는 단계와, 그리고 실질적으로 단일한 물질양을 제거하기 위해 돌출부와 집적 자취를 함께 가진 영역들을 연마함으로써 평면화 하는 단계로 구성된다.
- [0015] 바람직하게는, 미립자들의 집적 자취는 스캐닝을 위해 공작물의 표면의 돌출과 함몰의 형태에 따라 레이저광이 이동하는 진로를 결정함으로써 공작물의 표면의 함몰부내에 형성된다. 대안으로, 미립자들의 집적 자취는 차광 마스크를 통해 레이저광이 조사됨으로써 공작물의 표면의 함몰내에 바람직하게 형성되며, 차광 마스크는 공작물 표면의 돌출과 함몰의 형태에 따라 배치되고 레이저광의 진로상에 위치하게 된다. 게다가, 바람직하게, 미립자들의 집적 자취는 빛 조사 압력으로 레이저 트랩핑(laser trapping) 현상을 통해 슬러리의 미립자들을 트랩핑하고 집적시켜 공작물 표면의 레이저광으로 조사된 영역에 형성되고, 형성된 미립자들의 집적 자취는 연마에 의해 깨지고 미립자들은 연마 미립자들로 사용되어, 미립자들은 레이저광이 조사된 영역 근처에 모이게 되며, 그리고 나서 미립자들의 집적 자취 근처의 연마에 의해 제거물의 양은 늘어난다. 공작물 표면에서 연마된 영역의 표면형태가 연마 전이나 연마동안 측정되고 저장되는 것도 바람직하다. 레이저광 조사 위치, 조사 조건, 그리고 연마 조건은 측정 데이터에 의해 계산되며, 레이저광 조사는 계산된 결과에 따라 수행된다.
- [0016] 연마 기구와 관련한 본 발명의 한 측면은 미립자들을 포함하는 슬러리를 가진 돌출과 함몰을 지닌 공작물 표면을 연마하는 연마 기구를 제공하며, 레이저광을 비추고 조사하는 레이저 광학계와, 그리고 축 방향과 회전 움직임에서 가압을 수행하는 연마 기구 시스템을 포함한다.
- [0017] 여기서 레이저광과 연마는 레이저광의 상대적 이동과 공작물 표면의 연마 공구계에 의해 공작물 표면의 돌출에 근접한 함몰에서 동시에 또 연속하여 수행된다.
- [0018] 공작물 표면에 연마된 영역의 표면 형태가 연마 전이나 연마동안 형태 측정수단에 의해 측정되고, 측정된 형태가 저장 수단에 의해 저장되는 것이 바람직하다. 레이저광 조사 위치, 조사 조건, 또 연마 조건은 저장된 측정 데이터에 의해 계산된다. 계산 결과에 근거하여, 레이저 광학계는 레이저를 돌출부에 근접한 함몰부나 돌출과 함몰을 연마하는 연마 공구계에 조사한다. 게다가, 차광 마스크는 공작물 표면의 돌출과 함몰의 형태에 따라 선택적으로 레이저광을 조사하기 위하여 레이저 광학계의 광학 진로상에 위치된다.
- [0019] 레이저 트랩핑 현상에 의해 집적 자취를 형성하고 집적 자취를 이용하여 실리콘 웨이퍼에서처럼 공작물 표면의 평면도를 향상시키는 때에, 연마 처리동안 돌출부의 물질만을 제거하기 위하여, 마스크가 보호를 위해 함몰부의 물질상에 제공될 지도 모른다. 도 8은 그런 아이디어에 근거한 평면화 처리의 구상을 보여주는 것이며, 즉, LAFP (레이저 집적, 채우기(filling-up)및 연마)방법이다.
- [0020] 레이저광 유동이 실리콘 웨이퍼의 표면의 돌출부와 함몰부 중 돌출부에 조사되고 함몰을 선택적으로 채우기 위해 집적 자취를 형성한 후, 연마는 집적 자취가 형성된 영역상에서 수행된다. 집적 자취가 형성되지 않으면, 연마는 함몰부의 제거를 야기하고, 또한 돌출과 함몰의 계단들은 제거되지 않는다. 그러나, 집적 자취가 형성되어 LAFP 방법에 의해 함몰부를 채우면, 연마는 평면을 유지한 채 수행된다. 마지막 연마 표면은 더이상 돌출과 함몰을 가지는 원래의 형태가 아니며, 평면화된 표면이 형성된다.
- [0021] 피가공물의 특별한 영역이 상기의 LAFP 방법에 의해 작은 도구로 연마되면, 연마는 높은 정확도의 국부적 분해능으로 수행된다. 반도체 처리에서 미세한 돌출과 함몰을 가진 표면을 CMP 평면화 처리하는데 있어서, 돌출부의 선택적 연마는 가능하다. 결과적으로, 높은 수준의 평면화가 얻어질 수 있다. 또한, SiO₂ 에 기반을 둔 물질로 주로 만들어진 내층 절연막의 평면화도 가능하다. 게다가, Cu 등으로 만들어진 금속막상의 절연층의 평면화도 가능하다. 그러한 기술은 비구면 렌즈 등의 높은 정확도의 연마에도 적용될 수 있어, 비구면 렌즈가 높은 정확도로 연마될 수 있다.
- [0022] 따라서, 본 발명의 연마 방법에 따르면, 돌출부와 함몰부를 가진 공작물 표면의 평면화 처리에

있어서, 특히 연마에 의해 선택적으로 돌출부를 제거하는 것이 가능하며 또한 높은 수준의 평면화가 수행될 수 있다.

[0023] 본 발명의 연마 기구에 따르면, 레이저광에 따른 선택적인 조사가 가능하고, 공작물 표면의 돌출부에 인접한 함몰부를 동시에 또 연속적으로 연마하는 것이 가능하다. 따라서, 공작물 표면의 특정 영역을 선택적으로 연마하여 높은 수준의 평면화를 이루는 연마가 가능한 연마 기구가 제공될 수 있다.

[0024] 본 발명은 연마 방법과 연마 기구와 관계 있으며, 더욱 구체적으로는, 미립자들을 포함하는 슬러리를 가지고 있어 표면이 울퉁불퉁한 공작물을 연마하는 연마 방법과 연마 기구에 관한 것이다.

[0025] 공개된 일본특허출원 NO. 11-288906, CMP (화학적 기계적 연마) 방법은 반도체 웨이퍼 서브스트레이트를 평면화하는 처리에 있어서 널리 진부하게 사용되어왔다.

[0026] 특히, 강화된 완성도의 VLSI 회로는 배선 층들의 수를 증대시키며, 따라서 향상된 CMP 방법의 평면화 처리가 강하게 요구된다. 평면화 처리는 표면의 돌출부를 선택적으로 연마하는 것을 실현시킴으로써 가능해진다. 종래에는, 연마 패드는 돌출부가 선택적으로 연마되는데 있어 속도를 높이기 위하여 일정한 압력으로 표면상에 가압 성형되고, 돌출부와 함몰부간의 압력 분포차의 도움으로 제거되었다. 그러나, 이 방법은 돌출부와 함몰부간의 충분한 압력 분포차를 만들어내지 못하기에, 울퉁불퉁한 것을 감소시키는 능력에 한계가 있다. 따라서, 멋대로인 미세영역에서 물질처리를 가능하게 하는 방법이 요구되어왔다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0027] 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 CMP 방법은 탄성의 연마 패드(12)를 회전 연마판(11)에 고정시키고 부착하는 것을 포함한다. 실리콘 웨이퍼(13)는 연마 헤드(14)의 끝부분에 고정된다. 실리콘 웨이퍼(13)는 그것의 표면이 아래를 향하여 연마됨과 함께 연마 패드(12)에 압축됨으로써 고정된다. 슬러리(15)는 이 상태에서 제공되며, 연마판(11)은 회전되고 연마 헤드(14)도 회전되어 실리콘 웨이퍼(13)의 표면을 연마한다.

[0028] 이때, 연마 패드(12)는 높은 압력을 받아서 실리콘 웨이퍼(13)와 서로 접촉하게되므로, 슬러리(15)는 연마 영역으로 충분히 흘러가지 못해서 불안정한 연마를 초래한다. 이것을 막기 위해, 연마 패드(12)의 표면은 다이아몬드 공구 등으로 입혀져(dress) 슬러리 풀(pool)에 대해 상대적으로 큰 돌출부와 함몰부를 만든다. 결국, 연마 패드(12)의 표면은 탄성물질로 만들어지므로, 슬러리 풀(pool)에 대한 함몰부와 돌출부 때문에 그것은 흐트러지게 되고 드레싱 기구(dressing tool)로 급게된다(scratch).

[0029] 도 2에 도시된 바와 같이, 도 1에서 보여진 바와 같이 CMP 방법으로 연마된 실리콘 웨이퍼(13)는 표면막에 있는 절연 금속의 배선 패턴(21)과 돌출과 함몰을 넘어 형성된 SiO₂ 로 만들어진 절연막의 역할을 하는 박막층(22)처럼 보통의 돌출과 함몰을 가진다. 배선 패턴(21)의 돌출과 함몰의 영향으로, 돌출과 함몰은 박막층(22)의 표면에 생성된다. CMP 방법을 이용한 평면화 처리에 있어서, 오직 박막층(22)의 돌출과 함몰 중 돌출부(23)에서만 일어나는 선택적인 연마는 표면의 평면화를 수행한다.

[0030] 보기의 방법에 의해, 연마 패드(12)의 탄성을 증가시켜 연마를 수행하기 위하여 실리콘 웨이퍼(13)의 표면상의 돌출부에만 연마 패드(12)를 접촉하도록 하는 시도가 있어왔다. 그러나 사실상, 도 3에 도시된 바와 같이, 연마 패드(12)는 압력하에서 변형된 탄성체로 형성되고 그것의 표면이 퍼지상태(fuzzy)가 되므로, 연마 패드(12)는 박막층(22)의 돌출부(23)에 뿐만 아니라 함몰부에도 접촉하게 된다. 즉, 오직 돌출부(23)에만 선택적으로 연마하는 것이 어렵다.

[0031] 이런 이유로, 돌출부(23)를 선택적으로 제거하는데 대한, 도 4에서 제거된영역(24)에 의해 보여진 바대로, 돌출부(23)만을 포함하는 물질을 제거하는 이상적인 평면화 처리를 수행하는 것은 어렵다. 특히, 사실상, 제거된 영역(24)은 도 5에 보여진 바와 같은 돌출 및 함몰의 존재와 상관없이 실질상 단일한 두께를 갖기에 연마를 거쳐도 실리콘(13)의 표면상에 형성된 SiO₂로 만들어진 박막층(22)의 돌출과 함몰을 단일한 형태로 연마하게 되어, 결국 성공적인 평면화를 막게되는 문제가 있다.

[0032] 돌출과 함몰을 가지는 표면을 평면화할 때, 돌출부만을 선택적으로 제거하는 것이 필요하다. 전형적인 CMP 에서는, 그러나, 연마 패드의 표면이 슬러리를 지닌 거대한 돌출과 함몰을 가지고 있으며 섬유질과 같은 잔털로 입혀져있기 때문에 연마 패드는 실리콘 웨이퍼와 단일하게 접촉하지 않는다. 연마 처리에 의해 돌출부가 제거되는 때에, 비록 양은 적지만 함몰부도 동시에 제거된다. 이런 이유로, 짧은 시간에 돌출과 함몰을 가지는 표면을 연마하는 평면화는 어렵다. 또한, 표면 연마가 오랜 시간동안 수행되는 경우에 도, 그것의 단계가 줄어든다 해도 유리하게 평면화된 표면이 만들어지는 것은 어렵다.

[0033] 이런 현상은 또한 비구면 렌즈를 처리하는 데서도 보여진다. 특히, 일반적으로, 높은 정확도의 그라인딩 처리는 렌즈 표면에 바람직한 비구면의 모양을 형성하기 위해 수행되며, 그리고 나서 연마 처리는 표면 상처층을 제거하기 위해 수행되고 광학 장치처럼 표면의 거침으로부터 순간적으로 안전하게 한다.

[0034] 연마 처리에 있어서, 미리 연마 영역과 제거량을 계산하는 측정이 이루어져도, 연마를 통해 제거된 영역의 형태는 어떤 부분을 가지므로, 그 주변부가 동시에 처리된다. 이것은 의도된 영역을 제외한 영역들이 처리과정을 거치게 된다는 것을 의미한다. 결과적으로, 연마 처리는 그라인딩 처리(grinding process)를 통해 획득한 정확도를 악화시킨다.

[0035] 상기의 문제점에 있어, 본 발명자는 도 6에 보여진 방법을 제안하며, 이는 일본 특허 출원 NO.2000-289444이다. 이 방법은 국부적으로 수행되며 슬러리의 미립자(particles of slurry)들의 집적 자취(aggregation trace)를 형성하기 위해 돌출부(23)에 선택적인 레이저광을 조사함으로써 실리콘 웨이퍼(13)에 형성된 박막층(22)의 돌출부(23)를 선택적으로 연마한다. 따라서, 미립자들의 집적 자취를 깨어 연마를 수행하고 그 결과 국부적인 영역에 높은 농도의 슬러리가 있게 된다.

[0036] 상기 방법에 따르면, 그러나, 대부분의 연마 시간이 집적 자취를 연마하는데 쓰여지고, 따라서 집적 자취를 제거하기 전, 극도의 짧은 시간만이 돌출부(23)의 물질을 제거하는데 사용된다. 따라서, 이 방법은 평면화의 저효율과 평면화의 불충분한 능력을 단점으로 갖는다.

발명의 구성 및 작용

[0037] 본 발명의 실시예에 있어서, 도 2의 예에 도시된 바와 같이 금속 배선 패턴(21)을 가진 Si로 만들어진 실리콘 웨이퍼(13)와 SiO₂로 만들어진 절연층(22)이 그위에 입혀진 때에, 도 1에 도시된 바와 같이, CMP 방법으로 연마되고, 돌출부(23)를 포함하는 영역에서의 연마에 의한 제거물의 양은, 도 5에서와 같이 돌출과 함몰을 포함하는 영역 모두로부터 단일한 물질량(24)을 실질적으로 제거하기보다는 타겟이 된 평평한 표면으로 표면을 평면화시키기 위해, 도 4에서 보여진 바대로 상대적으로 증가한다.

[0038] 도 2에 도시된 실리콘 웨이퍼(13)상의 SiO₂로 만들어진 내층 절연막(22)은 미세한 돌출과 함몰을 가지고 있으며 계단을 형성하는데, 예를 들면, 내층 절연 막(22)아래의 배선 패턴(21)의 존재 때문에 높이차는 대략 400-500nm 정도며 간격은 몇100nm- 몇100um정도가 된다. 이런 경우에 내층 절연막(22)을 평면화하여, 이상적 형태를 만들기 위해 도 4에 도시된 바와 같이 연마가 행해진다. 이상적인 형태는 표면상의 돌출부와 함몰부의 돌출부(23)에서만 상대적이고 선택적으로 연마됨으로써 얻어진다. 도 3에 도시된 바와 같이, 그러나, 종래 방법에 따르면 돌출부(23)에만 연마 패드(12)가 선택적으로 접촉하는 것은 이루어질 수 없다. 따라서, 돌출부(23)에서만 선택적인 연마가 극도로 어렵기 때문에, 오직 도 5에서 보여진 것과 같은 연마 방법만이 수행될 수 있었다.

[0039] 실시예에서, 내층 절연막(22)의 표면상의 돌출과 함몰중 돌출부(23)에서만 선택적으로 연마하는 방법으로, 레이저광이, 제조공정상의 제품의 표면상의 상대적으로 큰 제거량이 있는 영역인 돌출부(23)에 인접한 함몰부(50)에, 선택적으로 조사된다. 따라서, 미립자들을 포함하는 슬러리(15)를 가진 레이저광이 조사된 영역들을 연마하여 이러한 영역에서 제거물의 양이 증가하는 것이다.

[0040] 더 특별히는, 도 8a와 도 8b에서 처럼, 레이저광은 돌출부(23)에 인접한 함몰부(50)에 조사되고 함몰부(50)내에 집적 자취(51)를 형성한다. 다음으로, 함몰부(50)는 실질적으로 돌출부(23)와 같은 레벨로 채워지고, 그 다음 공작물 표면과 동일하게 돌출부(23)를 포함하는 그곳을 연마한다. 이런 방법으로, 함몰부(50)의 밑바닥에 있는 물질의 제거를 막는 한편, 연마가 완성되면 높은 수준의 평면화가 이루어진다.

[0041] 도 7은 그런 연마 방법을 실현하는 기구의 윤곽을 보여준다. 이 기구는 프레임(29)과 스테이(30), 그리고 그것의 더낮은 영역을 형성하는 베이스(31)로 구성된다. X-Y면으로 형성된 이동무대(32)는 베이스(31)상에 위치한다.

[0042] 흡착고정장치(33)는 실리콘 웨이퍼(13)를 지지하기 위해 흡착하도록 이동무대(32)에 제공된다.

[0043] 막 두께 측정장치(35)는 흡착고정장치(33)의 위에 위치한다. 이 기구는 또한 광학섬유(38)를 통해 레이저광 투영광학장치에 연결된 YAG 레이저를 가진다. 연마공구(40)는 광학계(39)의 옆에 위치하고 기압실린더(41)와 짝을 이룬다. 전동모터(42)는 기압실린더(41)의 바깥쪽에 위치한다. 슬러리 제공장치(16)는 연마공구(40)의 옆에 부착되어 슬러리(15)를 제공한다.

- [0044] 막 두께 측정장치(35)는 연산 제어부(45)에 연결된 막 두께 데이터 처리 회로(44)에 연결되어 있다. 연산 제어부(45)는 X-Y면을 형성하는 이동무대(32)의 작동을 제어하는 X-Y면 제어회로(46)에 연결된다.
- [0045] 다음으로, 기구를 이용한 연마의 작동이 설명된다. 피가공물인 실리콘 웨이퍼(13)는 흡착고정장치(33)를 통해 진공 흡착에 의해 고정되어 수평면에서 X-Y방향에서 움직이는 X-Y면을 형성하는 이동무대(32)로 간다.
- [0046] 그리고는, 이동무대(32)는 도 7에서 왼쪽으로 즉, X-Y 면 제어회로(46)으로부터의 훈령에 근거하여 막 두께 측정장치(35)의 아래로 움직인다. 피가공물(13)의 표면상의 막두께는 피가공물(13)위에 있는 다수의 간섭계로 형성되는 막 두께 측정장치(35)에 의해 측정된다. 막 두께의 데이터는 이동무대(32)의 X-Y면상의 동등한 값들과 함께 막 두께 데이터 처리회로(44)로 보내지고, 처리회로(44)에 의해 처리되며, 데이터를 저장하는 연산 제어부(45)로 보내진다. 그러한 막두께의 치수들은 피가공물의 표면전체를 넘어 아주 좁은 간격으로 만들어지고 피가공물(13)의 표면의 돌출과 함몰 형태를 측정한다.
- [0047] 다음으로, 슬러리 공급부(16)는 피가공물(13)의 표면을 연마하는 화학물질과 미립자들을 포함하는 슬러리(15)를 제공한다. 다음에는, 이동무대(32)가 제어회로(46)의 훈령에 근거하여 레이저광 투영광학계(39)의 아래로 이동한다. YAG 레이저(37)는 광학섬유(38)를 통과하는 레이저광을 발산하고 피가공물(13)위에 배열된 투영광학계(39)를 통해 피가공물(13)의 표면상의 소정의 영역에 조사된다.
- [0048] 이때, 레이저광은 피가공물(13)의 미리 측정된 표면 형태에 일치하여 도 2에 보여진 바대로 실리콘 웨이퍼(13)상의 배선 패턴(21)위의 표면중 돌출부(23)에 인접한 함몰부(50)에만 조사된다. 레이저광은 이동무대(32)의 이동과 함께 피가공물(13)의 표면을 스캔하기 위하여 싱글 레이저 유동으로서 조사된다.
- [0049] 그 다음, 이동 무대(32)는 X-Y면 제어회로(46)로부터 출력된 신호에 근거하여 연마공구(40)의 아래로 이동한다. 연마공구(40)는 동시에 압력을 제공하고 회전움직임을 만들기 위한 전동모터(42)와 기압실린더(41)를 이용함으로써 이동무대(32)의 피드(FEED) 이동에 의해 연마를 수행한다.
- [0050] 이 경우, 도 8에 도시된 바와 같이, 레이저광은 슬러리(15)의 미립자들이 피가공물(13)의 표면에 조사되어 돌출부(23)에 인접한 함몰부(50)내에 집적되고 침착되도록(deposited) 하는 피가공물(13)의 표면상에서의 레이저 트랩핑 현상을 야기시킨다.
- [0051] 레이저광이 미립자들을 포함하는 슬러리(15)에 조사될 때, 미립자들은 발광압력을 가진 레이저광 유동에 의해 잡히게 된다. 이 현상은 레이저 트랩핑이라고 알려져 있다. 레이저광 유동이 슬러리(15)가 제공된 실리콘 웨이퍼(13)의 표면을 스캔하는데 이용될 때, 미립자들은 도 8에서처럼 스캔 자취상에 집적되어 응고된다. 이것이 레이저 트랩핑 현상이다. 연마는 미립자들의 집적 자취가 실리콘 웨이퍼(13)에서 돌출부(23)에 인접한 함몰부(50)내에 형성된 후에 수행된다.
- [0052] 따라서, 연마는 집적 자취(51)와 돌출부(23) 주위에서 국부적으로 수행되며, 따라서, 작은 배선 패턴(21)에 일치하는 표면 상의 돌출부(23)만이 제거된다.
- [0053] 레이저광의 조사와 동시에, 상대적으로 부드러운 화학반응층이 박막층(22)과 슬러리의 화학물질간의 화학 반응에 의해 피가공물(13)의 표면에서 형성된다.
- [0054] 특히, 화학반응층은 레이저광이 조사된 영역에서 활발한 화학 반응에 의해 빨리 형성된다.
- [0055] 특히, 레이저광이 슬러리(15)가 제공된 실리콘 웨이퍼(13)에 조사되면, 화학반응층은 조사영역에서의 온도 상승 등에 의해 표면상에 활발히 형성된다. 화학 반응층은 수화(Hydration)층으로 여겨진다. 레이저광에 의한 수화층의 활발한 형성후에, 슬러리(15)를 연마하는 것은 수화층의 제거를 위해 수행되며, 따라서 특히 표면의 돌출부(23)에서의 제거 속도가 증가한다.
- [0056] 실시례에서 연마에 사용된 슬러리(15)의 구성으로서, 아래의 결합이 이용된다.
- | | | |
|--------|------------------|--------------------|
| [0057] | 지립(미립자들) | 분산액 |
| [0058] | SiO ₂ | KOH |
| [0059] | CeO ₂ | H ₂ O |
| [0060] | SiO ₂ | NH ₄ OH |

[0061] A1203 KOH

[0062] 레이저광 투영광학계(39)는 쉽게 레이저광 유동을 대략 배선 패턴(21)의 넓이로 좁힐 수 있어, 심지어 아주 작은 넓이의 돌출부(23)에서도 선택적인 연마가 가능하다.

[0063] 그런 처리로, 도 4에서 기준치(24)에 보여진 바와 같이 제거될 수 있는 박막층(22)의 선택적 제거물 양과 같은 실리콘 웨이퍼(13)의 미세한 돌출과 함몰을 가진 내층 절연막(22)에 대하여 높은 정확도의 평면화가 수행될 수 있다. 그 결과, 이상적인 연마가 아주 높은 평면도로 수행될 수 있다.

[0064] 이런 실시례의 처리 방법은 높은 정확도의 평면화를 실현하는 같은 메카니즘에 사용될 수 있으며, 실리콘 웨이퍼상의 SiO₂의 내층 절연막(22)에서 뿐만 아니라 이중의 물결무늬 처리(dual damascene process)에 있어서 구리로 만들어진 금속박과 같은 실리콘 웨이퍼(13)의 표면에 형성된 금속 막에도 사용될 수 있다. 실시례의 처리 방법은 또한 비구면의 렌즈 연마와 같은 작은 연마 공구를 가진 특정영역에서의 피가공물의 연마에도 적용된다.

[0065] 특히 실시례의 도 7에서 보여진 이 기구와 이 기구에 의해 수행된 연마 방법에 따르면, 실리콘 웨이퍼(13)와 같은 피가공물의 특정 영역이 작은 공구에 의해 연마될 때 높은 정확도의 위치적 분해능으로 수행된다. 반도체 처리에서 미세한 돌출과 함몰을 가진 표면에 대한 CMP 방법으로 평면화 처리를 함에 있어서, 돌출부(23)에 대한 선택적 연마는 가능하다. 따라서, 도 4에서와 같이 이상적인 높은 수준의 평면화가 수행될 수 있다.

[0066] 실시례의 연마 기구와 연마 방법은 상기의 SiO₂로 주로 만들어진 실리콘 웨이퍼(13)위의 내층 절연막(22)을 평면화시키고, 또한 Cu 등으로 만들어진 금속 막도 평면화시킨다. 게다가, 만일 실시례의 기구와 방법이 비구면 렌즈 등의 표면 등을 연마할 때 사용된다면, 높은 정확도의 연마가 실현된다.

[0067] 상기 언급한 실시례에서, 레이저 광학계(39)는 실리콘 웨이퍼(13)상의 박막층(22)의 돌출부(23)에 인접한 함몰부에 레이저광을 선택적으로 조사하고 좁힌다(narrow). 이 경우, X-Y면(32)으로 스캐닝이 수행되는 동안 레이저광이 조사된다. 이러한 구성 대신에, 스캐닝 없이도 레이저광을 선택적으로 조사할 수 있게 차광 마스크(58)가 이용될 지도 모른다. 도 9는 레이저 광학계에 배열된 확대렌즈(56), 집속렌즈(57), 광마스크(58), 집속렌즈(59), 그리고 오목렌즈(60)로 구성된다.

[0068] 레이저광은 확대렌즈(56)에 의해 분산되고, 집속렌즈(57)에 의해 평행광으로 바뀌며, 차광 마스크(58)를 통과하고, 그리고 나서 집속렌즈(59)에 의해 좁혀지며, 오목렌즈(60)에 의해 평행광으로 바뀌어, 마지막으로 실리콘 웨이퍼(13)의 표면에 투영된다. 이런 방법으로 투영되면, 레이저광은 차광 마스크(58)의 패턴 형태와 일치하여 실리콘 웨이퍼(13)의 표면에 조사된다. 따라서, 레이저광은 X-Y면(32)과 레이저광 투영 광학계(39)로 스캐닝되는 동안 레이저광의 조사 없이도 실리콘 웨이퍼(13)상의 박막층(22)의 표면중 돌출부(23)에 인접한 함몰부(50)에만 선택적으로 조사될 수 있다.

[0069] (예)

[0070] 이 예에서, 샘플은 함몰부(50)를 가진 실리콘 웨이퍼로, FIB (Focused Ion Beam) 처리를 통해 형성된 돌출과 함몰의 패턴인, 도 10에서 보여진 바대로 표면 상에 제공된다. 도 11은 AFM (Atomic Focused Microscope)에 의해 측정된 샘플의 단면 형태를 보여준다. 4개의 함몰부(50)는 대략 2.5um의 간격으로, 대략 2um의 폭으로, 대략 60-120nm의 깊이로, 그리고 대략 10um의 길이로 형성된다.

[0071] 이 예에 사용된 실험적인 레이저 조사 기구는 레이저 광원으로서 488nm의 파장을 가진 Ar⁺이었으며, 레이저광은 대물렌즈를 통해 샘플에 조사되었다. 이 예를 수행하기 위해 고도의 실험적 연마 기구가 사용되었다. 표 1은 레이저 조사 조건과 연마 조건을 나타낸다.

[0072] (표 1)

[0073] 샘플	SiO ₂ 막으로 된 실리콘 웨이퍼/ FIB방법에 의해 제작된 홈
-----------	--

슬러리	SiO ₂ /직경 140nm의 미립자/ 희석률 3% ILD1200(Rodel Nitter)
레이저	Ar+레이저 ($\lambda=488\text{nm}$), 100-150mW 빔락(beamlock)(Spectra Physics)
연마 조건	회전 속도- 100rpm 연마 압력-0.025 Mpa 연마 패드-IC1000, $\Phi 20$ X-Y무대 이동 속도-40mm/min

- [0074] 도 12a와 도 12b는 LAFP (레이저 집적, 채우기(Filling-up와) 연마 방법으로 평면화를 실험한 예의 결과를 보여준다. 도 12a는 FIB처리를 통해 돌출과 함몰을 가진 샘플의 연마 결과를 나타낸 그래프이다. 처음에 60nm의 깊이를 갖는 홈(50)은 연마가 될수록 그것의 가장자리에 라운드(rounder)하게 되었고, 홈(50)의 전체는 연마되었다. 처음의 홈 형태는 연마가 계속되어도 남아 있었고, 결국, 전체 홈들은 대략 10nm의 깊이를 가지는 오목한 형태로 되었다.
- [0075] 도 12b는 대략 122nm의 깊이를 가진 4개의 함몰부(50)의 집적 자취(51)를 가지는 두 개의 중심 함몰부(50)를 연마한 결과를 보여주는 그래프이다.
- [0076] 함몰부(50)는 연마가 시작되기 전에 집적 자취(51)로 채워졌기 때문에, 주위와 동일한 평면으로 연마되었고, 연마는 홈 형태를 유지하지 않게 진행되었다. 실험은, 연마면이 함몰부(50)의 밑바닥에 도달할 때, 돌출과 함몰의 처음 형태가 없어지며, 또한 대략 3nm의 깊이 차만을 가진 미세한 돌출과 함몰을 가진 평평한 표면이 만들어진다는 것을 보여준다.
- [0077] 따라서, 상기와 같이, 실험 결과는 돌출과 함몰을 가진 표면이 하기 방법에 의해 평면화될 수 있음을 확인할 수 있게 한다. 함몰부(50)는 FBI처리를 통해 실리콘 웨이퍼의 표면에 형성되었고, 함몰부(50)는 집적 자취(51)를 형성하기 위해 레이저광 조사를 받았으며, 또한 집적 자취(51)가 형성된 영역에 연마가 수행되었으며, 결국 평평한 연마 표면을 만드는 것을 가능케했다.
- [0078] 마지막으로, 상기의 실시예와 예들은 오직 본 발명의 예들이다. 본 발명은 오직 그러한 실시예와 예들에만 제한되는 것이 아니라, 본 발명에서 동떨어지지 않는다면 그것의 디자인 등에 일치하여 다양한 변형들, 결합들과 하위의(sub)결합들이 만들어질 수 있을 것이다.

발명의 효과

- [0079] 본 발명의 연마 방법에 따르면, 돌출부와 함몰부를 가진 공작물 표면의 평면화 처리에 있어서, 특히 연마에 의해 선택적으로 돌출부를 제거하는, 것이 가능하며 또한 높은 평면화가 수행될 수 있다.
- [0080] 본 발명의 연마 기구에 따르면, 레이저광에 따른 선택적인 조사가 가능하고, 공작물 표면의 돌출부에 인접한 함몰부를 동시에 그리고 연속적으로 연마하는 것이 가능하다. 따라서, 공작물 표면의 특정 영역을 선택적으로 연마하여 높은 평면도를 이루는 연마가 가능한 연마 기구가 제공될 수 있다.

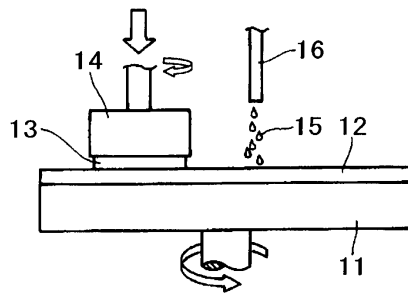
도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1은 CMP 방법을 나타낸 정면도이다.
- [0002] 도 2는 배선 패턴과 그것의 표면에 형성된 절연 박막층을 가진 실리콘 웨이퍼의 주영역을 보여주는 확대 단면도이다.
- [0003] 도 3은 박막층을 연마하는 것을 나타내는 실리콘 웨이퍼의 주영역에 대한 확대 단면도이다.

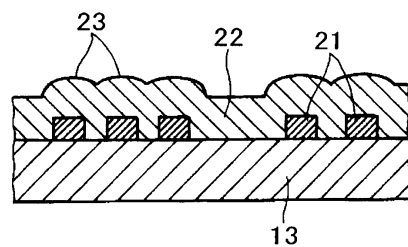
- [0004] 도 4는 박막층의 이상적인 연마를 설명한 실리콘 웨이퍼의 주영역의 확대 단면도이다.
- [0005] 도 5는 종래의 박막층 연마를 나타내는 실리콘 웨이퍼의 주영역을 나타내는 확대 단면도이다.
- [0006] 도 6은 종래 CMP 방법에서 레이저광 조사를 나타내는 실리콘 웨이퍼의 주영역을 나타낸 확대 단면도이다.
- [0007] 도 7은 연마 기구의 정면도이다.
- [0008] 도 8a와 도 8b는 실리콘 웨이퍼상의 박막에 레이저광을 선택적으로 조사하는 것을 나타내는 확대 단면도이다.
- [0009] 도 9는 차광 마스크를 이용한 레이저 광학계의 주영역을 나타낸 단면도이다.
- [0010] 도 10은 그것의 표면에 형성된 함몰부를 가진 실리콘 웨이퍼의 샘플 외양을 보여주는 사시도이다.
- [0011] 도 11은 도 10에서 보여준 실리콘 웨이퍼의 주 영역의 확대 단면도이다.
- [0012] 도 12a와 도 12b는 연마 처리를 통한 평면화 과정을 나타내는 그래프이다.

도면

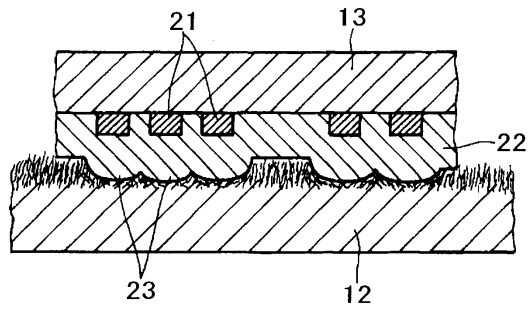
도면1



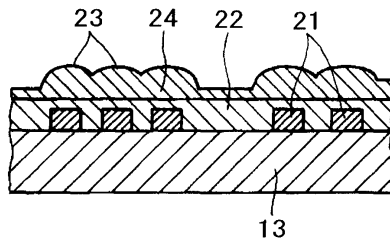
도면2



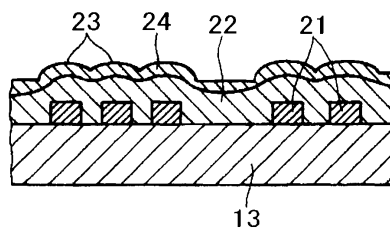
도면3



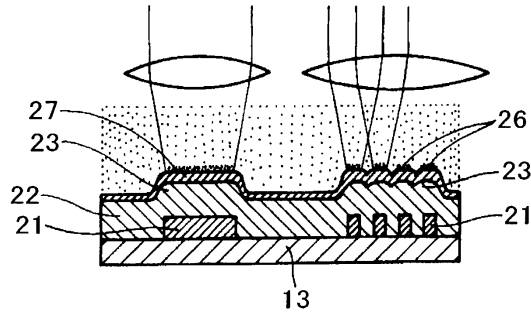
도면4



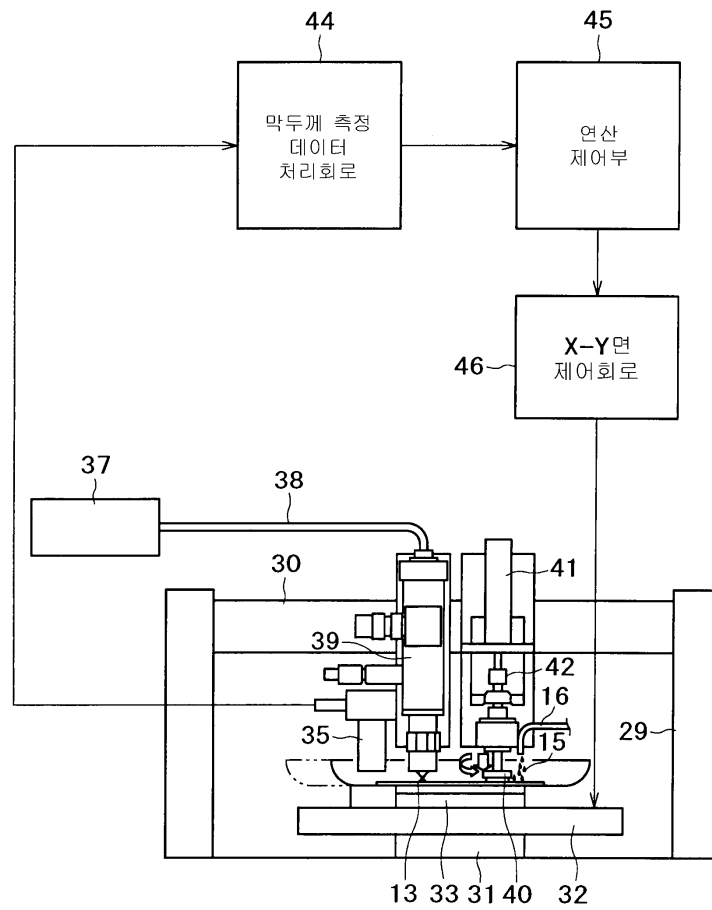
도면5



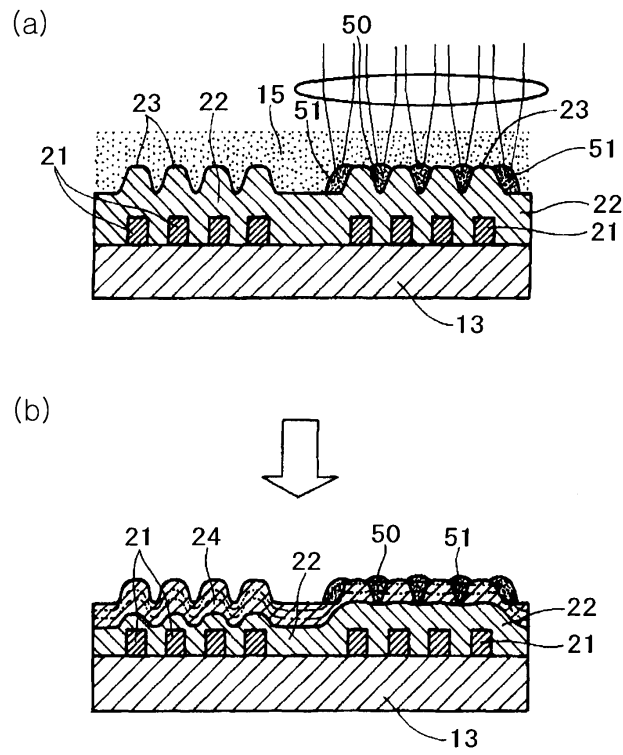
도면6



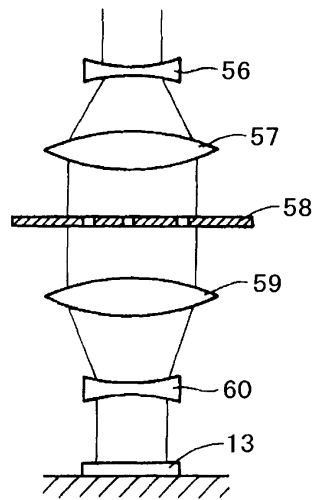
도면7



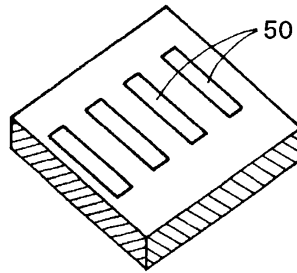
도면8



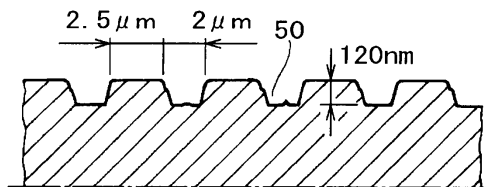
도면9



도면10



도면11



도면12

