

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/302

(11) 공개번호 특2000-0058021
(43) 공개일자 2000년09월25일

(21) 출원번호	10-2000-0006525
(22) 출원일자	2000년02월11일
(30) 우선권주장	60/119,763 1999년02월11일 미국(US)
(71) 출원인	어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 조셉 제이. 스위니 미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자	진, 레이몬드알. 미국95135캘리포니아샌어제이런닝스프링로드6110 데이비드, 제프리디. 미국94086캘리포니아써니베일웨스트매킨리아브뉴#321242 레데커, 프레드씨. 미국94539캘리포니아프리몬트수드라이브1801 오스터헬드, 토마스에이치. 미국94040캘리포니아마운틴뷰바바라애브뉴1195
(74) 대리인	남상선

심사청구 : 없음

(54) 화학적 기계적 연마 처리 및 부품

요약

기판은 우선 제1 종말점이 도달될 때까지 단일층 경질 연마 패드와 고선택비 슬러리로, 다음에 제2 종말점이 도달될 때까지 연성 연마 패드와 저선택비 슬러리로 화학적 기계적 연마된다. 디싱은 저선택비 슬러리가 제2 연마 단계에서 사용될 때 감소된다. 웨이퍼에서의 낮은 불균일성이 제1 연마 단계에서 저압에서의 단일층 경질 패드를 사용함으로써 달성된다.

대표도

도3e

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 화학 기계 연마 장치의 개략 분해 투시도.

도 2a는 도 1의 CMP 장치의 제 1 연마 상태의 개략 단면도.

도 2b는 도 1의 CMP 장치의 최종 연마 상태의 개략 단면도.

도 2c는 도 1의 CMP 장치의 최종 연마 상태의 개략 단면도.

도 2d는 3단계 CMP 처리의 순서도.

도 2e는 2단계 CMP 연마 처리의 순서도.

도 3a 내지 도 3e는 본 발명의 방법을 도시하는 기판의 개략 단면도.

도 4는 저선택비 및 고선택비 슬러리에 대한 액티브 영역의 비율 함수에 따른 산화물/질화물 선택비를 도시하는 그래프.

도 5a와 도 5b는 액티브/필드 영역 에지로부터의 거리 함수에 따른 동일한 라인과 동일한 공간의 1000m 형상 크기의 50% 액티브/필드 영역에서의 질화물 부식 및 산화물 디싱을 도시하는 그래프.

도 6a와 도 6b는 각각 동일한 라인과 동일한 공간의 1000 μ m 형상크기를 가진 50% 활성 영역에서의 질화물 부식 및 산화물 디싱을 도시하는 그래프.

도 7은 3mm 에지 배제에서 200mm 직경 웨이퍼에 걸친 스캔을 도시하는 그래프.

도 8은 확장된 런에서의 웨이퍼 수의 함수에 따른 필드 산화물 두께 및 WIWNU를 도시하는 그래프.

도 9는 확장된 런에서의 웨이퍼 수의 함수에 따른 잔류하는 질화물 두께 및 질화물 두께 범위를 도시하는

치(20)에 대한 설명은 미국 특허번호 5,738,574호에 개시되어 있고, 여기서는 참조를 위해 인용된다. 연마장치(20)는 일련의 연마 단계 즉, 제 1 연마 단계(25a), 제 2 연마 단계(25b) 및 최종 연마 단계(25c) 및 전달 단계(27)로 구성된다. 전달 단계(27)는 여러 기능 즉, 로딩 장치(도시 안됨)로부터 개별 기판(10)을 수신하는 기능, 기판을 세정하는 기능, 기판을 캐리어 헤드로 로딩하는 기능, 기판을 다시 세정하는 기능, 및 기판을 다시 로딩 장치로 전달하는 기능을 한다.

각각의 연마 단계는 연마 패드가 위치하는 회전가능 플레튼(30)을 구비한다. 제 1 및 제 2 단계(25a와 25b)는 비교적 경질의 연마 패드(100)를 구비하는 반면 최종 연마 단계는 비교적 연질의 연마 패드(110)를 구비한다. 기판(10)이 '6인치'(150밀리미터) 또는 '8인치'(200밀리미터) 직경의 디스크라면, 플레튼과 연마 패드는 직경이 대략 20인치일 것이다. 기판(10)이 '12인치'(300밀리미터) 직경의 디스크라면 플레튼과 연마 패드는 직경이 대략 30인치일 것이다. 각각의 플레튼(30)은 플레튼 구동 모터(도시 안됨)에 결합된 회전 가능한 알루미늄 또는 스테인레스 강철이다. 대부분의 연마 과정에서, 더 빠르거나 / 더 느릴 수 있지만, 플레튼 구동 모터는 분당 2백번의 회전속도로 플레튼(30)을 회전시킨다.

각각의 연마 단계(25a, 25b 및 25c)는 각각 관련 연마 패드 표면으로부터 돌출하는 조합된 현탁액/린스 아암(52a, 52b 및 52c)을 구비한다. 각각의 현탁액/린스 아암(52a-52c)은 연마 패드의 표면에 둘 이상의 현탁액을 제공하기 위해 현탁액 전달 시스템에 결합된 한 이상의 현탁액 공급관(54a)을 포함한다. 동작 시, 조합된 현탁액/린스 아암(52a, 52b)가 제 1 연마 현탁액(50a)을 연마 단계(25a, 25b)에 공급하는 반면 조합된 현탁액/린스 아암(52c)은 최종 연마 단계(25c)에 제 2 연마 현탁액(50b)을 공급한다. 전형적으로, 충분한 현탁액이 전체 연마 패드를 덮도록 제공된다. 각각의 현탁액/린스 아암(52a-52c)은 또한 연마 사이클과 조건 사이클의 그에서 연마 패드의 고압 린스를 제공하는 여러 스프레이 노즐(도시 안됨)을 구비한다. 각각의 연마 단계(25a-25c)는 해당 컨디셔너 장치(40)를 구비한다.

회전 가능한 다중-헤드 카로우셀(60)은 중심 포스트(62)에 의해 연마 단계 위에서 지지되고 카로우셀 거울 어셈블리(도시 안됨)에 의해 카로우셀 축(64) 주위에 위치한다. 카로우셀(60)은 카로우셀 지지 플레이트(66)상에 장착된 네 개의 캐리어 헤드 시스템(70a, 70b, 70c, 70d)을 구비한다. 캐리어 헤드 시스템 중 세 개는 기판을 수용 및 지지하며, 연마 스테이션(25a-25c)의 플레튼상의 연마 패드에 대해 이들을 압착함으로써 이들을 연마한다. 캐리어 헤드 시스템 중 하나가 전송 스테이션(27)으로부터 기판을 받고 전송 스테이션(27)으로 기판을 넘겨준다.

각각의 캐리어 헤드 시스템(70a-70d)은 캐리어 또는 캐리어 헤드(80)를 포함한다. 캐리어 드라이브 샤프트(78)는 캐리어 헤드 회전 모터(76)(카로우셀 커버(68)중 1/4이 제거된 상태로 도시됨)와 캐리어 헤드(80)를 접속하며, 각각의 캐리어 헤드(80)는 자신의 축 주변에서 독립적으로 회전할 수 있다. 또한, 각각의 캐리어 헤드(80)는 캐리어 지지판(66)으로 형성된 방사상 슬롯(72)에서 독립적으로 측면 오실레이트된다.

캐리어 헤드(80)는 여러 기능을 수행한다. 일반적으로, 캐리어 헤드는 연마 패드에 기판을 고정하고 기판의 후면에 대한 하방 압력을 고르게 분배시키며 드라이브 샤프트로부터 기판으로 토크를 전송하며, 기판이 연동 동작동안 캐리어 헤드 아래로 슬라이딩되지 않도록 한다.

캐리어 헤드(80)는 기판을 수용하는 표면을 제공하는 신축성 있는 막(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 적당한 캐리어 헤드(80)의 기술은 Steven M. Zuniga등에 의해 1996년 11월 8일 출원되고 'CARRIER HEAD WITH A FLEXIBLE MEMBRANE FOR A CHEMICAL MECHANICAL POLISHING SYSTEM'의 제목을 가진 미국 특허 번호 제 08/745,679에 개시되어 있으며, 본 발명의 양수인에게 양도되며, 전체 설명은 여기에서 상호 참조된다.

도 2a를 참조하면, 홀(34)의 개구부는 각각의 플레튼(30)에서 형성되며, 투명창(36)은 홀에 씌워진 연마 패드(100)의 일부분에서 형성된다. 투명창(36)은 Manoocher Birang등에 의해 1996년 8월 26일 출원되고 'METHOD OF FORMING A TRANSPARENT WINDOW IN A POLISHING PAD FOR A CHEMICAL MECHANICAL POLISHING APPARATUS'의 제목을 가진 미국 특허 번호 제 08/689,930에 개시되어 있으며, 본 발명의 양수인에게 양도되며, 전체 설명은 여기에서 상호 참조된다. 홀(34)과 투명창(36)은 연마 헤드의 병진 위치에 상관없이, 플레튼의 일부가 회전하는동안, 기판(10)의 '뷰(view)'를 가질 수 있도록 위치한다. 레이저 간섭계(90)는 플레튼(30) 아래에 위치한다. 레이저 간섭계는 레이저(94)와 검출기(96)를 포함한다. 레이저는 기판(10)의 노출 표면에 충돌하는 투명창(36)을 통하여 전파되는 시준된 레이저 빔(92)을 발생시킨다.

동작시, CMP 장치(20)는 기판의 표면에서 제거되는 재료의 양을 결정하거나 표면이 평평하게 되는 시점을 결정하기 위해 간섭계(90)를 사용한다. 범용 프로그램 가능 디지털 컴퓨터(98)는 레이저(94)와 검출기(96)에 연결될 수 있다. 컴퓨터(98)는 상술한 미국 특허 번호 제 08/689,930에 개시된 바와 같이, 기판이 창위에 세워질 때, 검출기의 특정값을 저장하고 출력 장치(93)에 대한 측정값을 디스플레이하며, 연마 중점을 검출하기 위해 레이저를 활성화시키도록 프로그램될 수 있다.

또한 도 2a를 참조하여 보면, 제 1 및 제 2 연마 스테이션(25a와 25b)에서, 플레튼은 거친 표면(102), 상부층(104) 및 하부층(106)을 가진 연마 패드(100)를 지지할 수 있다. 하부층(106)은 압력-감지 접촉층(108)에 의해 플레튼(30)에 접촉될 수 있다. 상부층(104)은 하부층(106)보다 단단하다. 예를 들면, 상부층(104)은 마이크로 포로스 폴리 에탄 또는 충전재로 혼합된 폴리 우레탄으로 구성되어 있는 반면, 하부층(106)은 우레탄을 여과한 압축된 펄트 섬유로 구성되어 있다. IC-1000 또는 IC-1400으로 구성된 상부층과 SUBA-4로 구성된 하부층을 가진 두 개층의 연마 패드는 Newark, Delaware의 Rodel, Inc.(IC-1000, IC-1400 및 SUBA-4는 Rodel, Inc의 이름으로 생산)로부터 입수할 수 있다.

다른 실시예에서, 연마 스테이션(25b)은 단일 경질 강성층으로 제조된 연마 패드를 포함할 수 있다.

도 2b를 참조하면, 최종 연마 스테이션(25c)에서, 플레튼은 단일 소프트층(114)으로 이루어진 연마 패드(110)를 지지하며 일반적으로 평활 표면(112)을 포함할 수 있다. 층(114)은 압력 감지 접촉층(118)에 의해 플레튼(30)에 부착될 수 있다. 층(114)은 내핑된(napped) 다공성 합성재료를 구성될 수 있다. 적당한 소프트 연마 패드는 Politec의 상표명으로 Rodel, Inc.으로부터 입수할 수 있다. 연마 패드(110)는 기판의 표면에 걸친 슬러리의 분배를 개선하기 위해 임의의 패턴으로 엠보싱 또는 스탬핑될 수 있다. 그

덜지 않을 경우, 연마 스테이션(25c)은 연마 스테이션(25a, 25b)과 동일하다.

다른 실시예에서, 연마 스테이션(25b)은 연마 스테이션(25a)에 있는 연마 패드(100)와 동일한 적층된 2개층 패드를 지지할 수 있다.

도 2c를 참조하면, 최종 연마 스테이션(25c)에서, 상기 플레트는 단일 연성층(124)으로 제조되고 일반적으로 평탄한 표면(122)을 포함하는 연마 패드(120)를 지지할 수 있다. 층(124)은 압력-민감 접착층(128)에 의해 플레트(30)에 부착될 수 있다. 층(124)은 내광된 다공질 합성 재료로 구성될 수 있다. 연성 연마 패드의 재료는 폴리텍스라는 상표명으로 로벨사로부터 입수할 수 있다. 여남 패드(120)는 기판 표면에 걸친 슬러리의 분포를 개선하기 위해 어떤 패턴으로 엠보싱 또는 스탬프될 수 있다. 연마 스테이션(25c)은 마찬가지로 연마 스테이션(25a와 25b)과 동일할 수 있다.

다른 실시예에서, 연마 스테이션(25c)은 제1 연마 스테이션에서 연마 패드(100)에 유사한 적층된 2개층 패드를 지지할 수 있다.

도 2d와 2e는 3단계 및 2단계 화학적 기계적 연마 처리의 순서도이다. 3단계 화학적 기계적 처리에서, 상기 기판은 처음에 돌파 또는 메인 연마(150)를 위한 적층된 2개층 패드로 연마된다. 다음에 상기 기판은 종말점 연마(160)동안 예를 들어 5psi 이하의 저압에서 단일층 경질 패드로 연마된다. 상기 종말점 연마 단계(160)는 이전에 개시된 바와 같이 단일층 연성 패드 또는 적층된 2개층 패드중 하나를 사용할 수 있는 과도 연마 또는 버핑(180)에 의해 수반된다. 상기 제1 연마 단계는 하부 정지층이 부분적으로 노출될 때 정지할 수 있는 반면, 제2 연마 단계는 하부 정지층이 완전히 노출될 때 정지할 수 있다. 상기 돌파 연마 단계(150)는 상기 재료의 75%까지 제거할 수 있다. 나머지 재료는 종말점 연마 단계(160)에서 제거된다. 각각의 연마 단계는 이전에 개시된 바와 같은 레이저 간섭계(90), 또는 진동 종말점 시스템과 같은 종말점 검출기로 검출되는 바와 같은 정지층이 도달될 때(190) 종결될 수 있다.

2단계 화학적 기계적 처리는 정지층이 완전히 노출될 때까지 단일층 경질 연마 패드로 기판 표면을 연마하는 단계(170), 및 단일층 연성 패드 또는 적층된 패드로 기판을 과도 연마 또는 버핑하는 단계(180)를 포함한다.

강성 및 큰 연마 입자(예를 들어, 불규칙적인 모양의 CeO_2)가 종말점까지 돌파 또는 메인 연마 단계에서 더 빠른 제거 속도와 평탄화 속도를 위해 사용될 수 있다. 연성 및 작은 연마 입자들(예를 들면, 클레보솔(klebosol)과 같은 콜로이드 실리카(colloidal silica))이 돌파 또는 메인 연마 단계 및 종말점 단계에서 더 나은 표면 품질, 더 낮은 결함 양 및 더 나은 제거가능한 제거 속도를 위해 사용될 수 있다. 특정 실시예에서, 냉각된 슬러리 또는 패드 및 탈이온수가 모든 3개의 플레트에서의 개선된 불균일성을 위해 사용될 수 있다.

깊고, 넓은 홈을 갖는 패드(예를 들면, 로벨사로부터 입수가 가능한 IC1010)가 개선된 결함 감소를 위해 단독 패드 또는 상부 패드로서 사용될 수 있다.

도 3a-3e에 충전층을 화학적-기계적으로 연마하는 프로세스를 도시되어 있다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 기판(10)은 실리콘 웨이퍼(12)상 위치한 연마 정지층(14)을 포함한다. 연마 정지층(14)은 비-평면 외부층을 가지지 않도록 패턴화된 아래층 또는 층들상에서 패턴화되거나 위치한다. 충전층(18)은 정지층(16)상에 배치된다. 충전층(18)의 외부 표면은 정지층(14)의 아랫쪽 구조를 거의 정확하게 복제하며, 기판의 노출 표면이 비평면이도록 일련의 파크와 밸리(valley)를 만든다.

상술한 바와 같이, 평탄화의 한 가지 목적은 정지층(14)의 상부 표면이 거의 노출될 때까지 충전층(18)을 연마하는 것이다. 정지층의 트렌치와 홈이 충전층으로 채워지고 과잉 충전층이 연마되기 때문에, 최종 기판 표면은 실질적으로 편평해진다. 충전층이 도전성이고 정지층이 절연성일 경우, 이 연마는 절연층의 임의의 홈에서 절연성 섬과 도전성 플러그 사이에 도전 바이어스를 남겨두게 된다(도 3e 참조).

전술한 바와 같이, 효율적인 CMP 처리는 높고 예측가능한 연마 속도를 제공할 뿐만 아니라 낮은 웨이퍼에서의 불균일성(WIWN), 감소된 결함과 및 디싱을 갖고 예측가능한 기판 표면을 제공한다. 상기 연마 속도와 WIWN은 패드의 형태, 패드에 기판을 압착하는 힘, 및 이런 인자들의 결합에 의해 결정된다.

어떤 특별한 이론에 제한되지 않고, 디싱 현상의 한가지 가능한 원인은 과도 연마동안의 고선택비 슬러리의 사용이다. 특히, 연마 처리동안의 불균일성에 때문에, 상기 충전층(18)은 기판(10) 전반에 걸쳐 균일하게 제거되지 않는다. 결국, 정지층(14)의 상부면이 기판의 전체면에 걸쳐 노출되도록 하여 전체 평탄성을 개선하기 위해 고선택비 슬러리로 기판을 과도 연마할 필요가 있다. 그러나, 고선택비 슬러리 연마가 정지층이 아니라 충전층을 연마하기 때문에, 이런 과도 연마는 트렌치나 홈내의 충전층의 일부를 연마하려는 경향이 있어, 디싱을 초래하게 된다.

도 3b를 참조하면, 기판(10)은 '고선택비' 슬러리와 하나이상의 거칠고 단단한 연마 패드(100)로 연마 스테이션(25a, 25b)에서 초기에 연마된다. 슬러리의 선택비는 정지층의 연마율에 대한 충전층의 연마율의 비를 인용한다. 고선택비 슬러리는 20:1 내지 300:1 정도의 선택비를 갖는다. 바람직하게는, 고선택비 슬러리는 20:1 보다 큰, 예를 들면 100:1의 선택비를 갖는다. 기판은 종말점 검출기, 예를 들면 레이저 간섭계(90)가 정지층(14)이 노출되었다는 것을 검출할 때 까지 고선택비 슬러리로 연마된다. 이 시점에서, 도 3c에 도시된 바와 같이, 정지층은 적어도 부분적으로 노출되어야 한다. 특히, 기판 전반에 걸쳐 연마율에서의 비균일함에 기인하여, 충전층의 박막(19)은 정지층의 일부 위에 남게 되는 반면, 정지층의 다른 부분은 노출될 것이다.

종말점 검출기가 정지층이 적어도 부분적으로 노출되었다는 것을 결정한 후에, 기판은 정지층의 상부면 모두가 실제로 노출되는 것을 보장하기 위하여 '과도 연마' 단계로 되기 쉽다. 정지층의 거의 절반은 기판이 과도 연마 단계로 되기 쉬울 때 노출될 수 있다. 도 3d에서, 기판은 연마 패드(110) 상에 '저선택비' 또는 '저선택비'를 이용하여 최종 연마 스테이션(25c)에서 연마된다. 저선택비 슬러리는 1:1 내지 6:1 정도의 선택비를 갖는다. 바람직하게, 제2 슬러리는 6:1 보다 작은, 예를 들면 1:1 선택비를 갖는다. 기판은 정지층(14)이 전체가 노출되고 박막층(19)이 도 3e에 도시된 바와 같이 제거될 때 까지

연마 패드(110)로 연마된다.

과도 연마 단계에서 저선택비 슬러리의 사용은 충전층과 정지층이 연마되는 것을 보장하며, 그것에 의해 디싱이 감소되거나 제거된다. 그외에도, 충전층의 대부분은 고선택비 슬러리와 단단한 연마 패드의 사용에 의해 신속하게 평탄화되며, 그것에 의해 높은 스루풋을 제공하고 전체 평탄성이 보장된다. 더욱이, 디싱이 감소되기 때문에, 보다 얇은 충전층이 사용될 수 있으며, 그것에 의해 연마 시간이 감소되고 CMP 장치의 스루풋이 증가된다.

공정의 변화가 가능하다. 예를 들면, 기판은 정지층(14)이 연마 스테이션(25a)에서 노출될 때 까지 연마된다. 과도 연마 단계는 예를 들어 소프트 연마 패드보다 오히려 하드 연마 패드를 사용하여 제 2 연마 스테이션(25b)에서 수행될 수 있다. 주요 연마 단계 및 과도 연마 단계 둘다는 단일 연마 스테이션, 예를 들어 연마 스테이션(25a)에서 수행될 수 있다. 과도 연마 단계는, 동일한 연마 스테이션에서(특히, 소프트 연마 패드가 과도 연마 단계에서 사용되는 경우) 그리고 다른 연마 스테이션에서(특히, 하드 연마 패드가 과도 연마 단계에서 사용되는 경우)에서 저선택비 슬러리를 사용하여 버핑 단계 다음에 수행될 수 있다.

선택적으로, 고선택비 슬러리를 사용하는 연마는 과도 연마를 제공하기 위하여 종말점이 검출된 후에 제 2 연마 스테이션(25b)에서 계속해서 수행될 수 있으며, 기판은 예를 들어 연마 스테이션(25c)에서 저선택비 슬러리를 사용하는 다른 연마 단계에서 버핑되고 및/또는 처리된다. 이러한 경우에, 저선택비 슬러리를 사용하는 버핑 또는 다른 연마 단계는 과도 연마 단계에서 생성된 디싱을 감소 또는 제거하기 위하여 충전층 및 정지층 둘다를 연마한다.

연마 공정은 다양한 충전층 또는 정지층과 함께 사용가능하며, 정지층을 평탄화 및 노광하기 위하여 CMP를 사용하는 다양한 제조단계에 적합할 수 있다.

예를 들어, 연마 처리는 실리콘 연마에서 사용될 수 있다. 이러한 경우에, 실리콘 산화물과 같은 절연산화물이며, 충전층은 다결정 실리콘(폴리실리콘), 비결정질 실리콘 또는 단결정 실리콘과 같은 실리콘층이다. 단일 실리콘 연마가 사용된다면, 원래의 초기 산화물 제거단계는 실리콘을 화학 기계적으로 연마하기 위한 기술'이라는 명칭을 가지며 1998년 6월 13일에 Shijian Li에 의해 출원된 미합중국 특허 출원번호 제 09/097,004호에 개시된 바와같이 수행되며, 이 특허출원은 본 발명의 양수인에게 양도되었으며 여기에 참조에 의해 통합된다.

충전층이 폴리실리콘이고 정지층이 실리콘 산화물이라고 가정하면, 고선택비 슬러리는 폴리실리콘 슬러리이며 저선택비 슬러리는 산화물 연마 슬러리어야 한다. 폴리실리콘 연마 슬러리는 탈염수, 퓨음 실리카 연마제, 및 슬러리의 Ph를 조절할 수 있는 아민 기초 화학반응제를 포함할 수 있다. 적절한 폴리실리콘 연마 슬러리는 Cabot Corp.에서 판매되는 EPP-1000, EPP-1060, 및 EPP-1000LRP와, Wilsonville, Oregon에 위치한 Fujimi로부터 판매되는 Planarlite-6101, Planarlite-6102, Planarlite-6103 및 Rodel, Inc에서 판매되는 SDE-3000을 포함한다. Cabot, Fujimi 및 Rodel로부터 판매되는 전술한 폴리실리콘 연마 슬러리는 절연층의 구성에 따라 1:100 내지 1:1000의 선택비를 가진다. 저선택비 슬러리는 탈염수, 퓨음 실리카 연마제 및 수산화칼륨(KOH) 또는 수산화암모늄과 같은 반응성 작용제 pH 조절제를 포함할 수 있다. 적절한 저선택비 실리콘/폴리실리콘 연마 슬러리는 Rodel로부터 판매 Advansil 2000이다.

연마 처리는 도전층의 연마를 위해 사용될 수 있다. 이러한 경우, 정지층은 산화물 예를 들어 실리콘 산화물과 같은 절연층이며, 충전층은 금속, 예를 들어 알루미늄, 구리 또는 텅스텐과 같은 도전층이다. 금속 연마에서, 고선택비 슬러리는 Cabot로부터 판매되는 SSE-2000이며, 저선택비 슬러리는 Cabot로부터 판매되는 SS-12일 수 있다.

부가적으로, 연마 처리는 얇은 트렌치 격리(STI)를 위해 사용될 수 있다. STI 연마에서, 정지층(14)은 질화물, 예를 들어 실리콘 질화물과 같은 제1 유전체 재료이고, 충전층(18)은 산화물, 예를 들어 실리콘 산화물과 같은 제2 유전체 재료이다. STI 연마를 위하여, 높은 선택비 슬러리는 Rodel로부터 이용할수있는 강옥이고, 낮은 선택비 슬러리는 Rodel로부터 이용할수있는 SS-12일 수 있다.

고선택비 슬러리는 질화물 정지층 부식을 최소화하기 위해 STI CMP에 사용된다. 고선택비 슬러리의 선택비는 액티브 영역 패턴 밀도에 의존한다. 도 4를 참조하면, 산화물 충전층의 연마 속도 대 질화물 정지층의 연마 속도의 비율은 고선택비 슬러리(곡선 290) 및 저선택비(곡선 292)에 대한 액티브 영역(패턴 밀도)의 비율 함수에 따라 도식화된다. 고선택비 슬러리의 경우에 대해, 상기 선택비는 90% 액티브 영역 패턴 밀도에서의 85로부터 10% 액티브 영역 패턴 밀도에서의 25로 감소된다. 상기 저선택비 슬러리는 액티브 영역 패턴 밀도에 대한 의존성을 나타내지않는다.

그외에도, 도 5a에 활성 영역 에지로부터 떨어진 거리의 함수로서 1000 마이크로미터 너비 활성 영역에 걸쳐 나머지 질화물 두께를 도시되어 있는 바와 같이, 질화물 정지층 부식 패턴 특징부는 질화물이 과연 그동안 노출되는 활성 영역에서 라운드되어 있다. 과연마 시간은 웨이퍼내 불균일성(WIWN)이 좋지 않을 경우 활성 영역에서 산화물을 완전히 제거하도록 연장되어야 한다. 고선택성 슬러리를 갖는 연장된 과연마 시간은 1000 마이크로미터 너비 필드 영역에 걸친 나머지 산화물 두께가 필드 영역 에지로부터 떨어진 거리의 함수로서 플로팅되어 있는 도 5b에 도시된 바와 같이, 보다 심각한 필드 산화물 디싱을 초래한다.

도 6a 및 6b에서, 저선택성 슬러리 및 고선택성 슬러리에 대한 디싱은 1000m 너비 공간과 400m 폭 공간으로 나머지 질화물 두께의 함수로서 플로팅되어 있다. 도시한 바와 같이, 디싱은 고선택성 슬러리가 저선택성 슬러리에 비교하여 사용될 때 더 나타난다. 일 예에서, 활성 영역에서 산화물 제거후에, 디싱은 고선택성 슬러리를 사용할 때 1000m 폭 공간에서 1400Å만큼의 깊이일 수 있다(도 6b). 그와는 대조적으로, 디싱은 저선택성 슬러리를 사용할 때 1000m 폭 공간에 대해 600Å 이하(<200Å 질화물 부식에 상응)일 수 있다(도 6a). 웨이퍼 전반에 걸친 심각한 디싱 및 디싱의 변화는 장치 고장을 초래할 수 있다. 디싱이 필드산화물로 하여금 폴리실리콘 증착전에 실리콘 표면 아래로 리세스되는 것을 초래할 경우 실리콘 장치 코너 주위의 폴리실리콘 랩핑(wrapping)은 더높은 서브-드레스홀드 누설 전류를 초래할 것이다.

다른 잠재적인 장치 결함은 활성 영역내에 그리고 높은 WIWNU 또는 디싱에 큰 웨이퍼 변화에 의해 형성된 폴리실리콘 잔여물 및/또는 남아 있는 스트링거(stringer)에 의해 야기될 수 있다.

이미 설명된 바와 같이, CMP내 낮은 WIWNU가 바람직하다. 세 가지 요인이 낮은 WIWNU를 이루는데 기여한다. 제 1 요인은 웨이퍼 후면상에 균일한 압력을 공급하는 가요성 박막을 가진 캐리어 헤드 및 웨이퍼의 에지부에서 제거율을 조정하는 독립 압력 제어를 가진 보유 링의 사용이다. 제 2 요인은 프로세스의 최적화/소모가능한 파라미터이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 낮은 박막 압력(예를 들면, 5psi 이하)과 낮은 선택비 현탁액(콜로이드 SiO₂ 현탁액)이 트렌치 산화 연마동안 낮은 WIWNU를 이루는데 사용되고, 이는 3밀리미터 에지 배제에서 200밀리미터의 직경을 가진 웨이퍼에 대해 웨이퍼 직경 스캔을 도시한다. 다른 곡선은 다른 웨이퍼 및 연마 헤드 조합을 나타낸다. 제 3 요인은 종말점 검출기를 사용함으로써 질화물 상의 일치하는 종말점 검출을 보장하는 것이다. 종말점 검출기는 예를 들면, 광학 레이저 간섭계 또는 변화 검출 시스템이다. 언급된 제 3 요인은 도 8에 도시된 곡선(287)과 같이 연장된 360 웨이퍼내 3% 이하 이하의 WIWNU를 얻는다. 추가로, 사후-CMP 필드 산화물 두께(도 8의 곡선(286))는 연장부에 대해 일치한다. 박막/남아 있는 링/내부 관에 대해 2.5/3/2.5의 압력이 플라텐/헤드에 대해 63/57의 속도가 적층된 IC 1000/Suba IV 연마 패드를 가진 도 8의 데이터를 얻기 위해 사용된다.

도 9에서, 사후-CMP 질화물 남아있는 두께와 질화물 두께 범위(최대)에 의해 알 수 있는 질화물 부식은 연장부에서 웨이퍼 수의 함수로서 도시된다. 박막/남아 있는 링/내부 관에 대해 4/4.6/4psi의 압력과 플라텐/헤드에 대해 93/87의 속도가 적층된 IC 1000/Suba IV 연마 패드를 가진 도 9의 데이터를 얻는데 사용된다. 곡선(288)에 도시된 바와 같이, 질화 부식은 100개의 웨이퍼를 거치는 동안, 1.43%의 질화 웨이퍼-투-웨이퍼 비-균일성(WTWNU)을 달성하기 위해 제어된다. 나머지 질화 두께 범위(최대-최소) 곡선(289)은 특징적인 곡선에 걸친 평균 259Å에 대해 359Å보다 적게 제어된다.

도 10에서, 포스트 CMP 질화물(곡선 284) 및 산화 두께(곡선 282)와 종료점(곡선 280)에서의 실제적인 연마시간은 웨이퍼수의 기능이 확장중인 상태로 작성된다. 플라텐/헤드에 대한 63/57rpm의 속도와 막/유지-링/내부 튜브에 대한 4/4.6/4 psi의 압력은 적층된 IC 1000/수바(Suba) IV 연마 패드와 도 10의 데이터를 얻기위해 사용된다. 데이터의 제 1 부분은 최적 처리 동작(영역A) 동안 처리되며 제 2 부분은 실험의 설계(design-of-experiment; DOE) 동작(영역B)동안 처리된다. 포스트 CMP 질화물과 산화 두께는 최적 처리 동작과 DOE 동작동안 제어된다. 포스트-CMP 잔류 산화물 두께는 증착된 산화 두께와 제거된 두께 사이의 차이이다. DOE 동안, 연마율은 압력의 변화와 플라텐/헤드 회전 스피드에 의해 변경된다.

도 11a를 참조하면, SACVD와 HDP CVD에 대한 전자 현미경(SEM)의 사진을 스캐닝하는 프리-CMP(350,360)와 포스트-CMP(352, 362)가 각각 도시되어 있다. HDP CVD 산화 충전은 증착 처리동안 스퍼터링 때문에 셀프-평탄화 효과를 보여준다. 셀프-평탄화 효과는 얇은 트렌치 산화 증착을 사용할 수 있도록 하며, 증착 기구에 대해 높은 처리량이 가능하도록 한다. 그럼에도 불구하고, 산화 디싱(dishing)과 질화 부식은 SACVD와 HDP CVD 산화 트렌치 충전에 대해 최소값으로 일관되게 제어될 수 있다.

처리는 모조 형상, 역 마스크 에칭, 블랭킷 질화 필름, 얇은 질화 샌드위치 필름과 같은 전형적인 통합 솔루션에 의존하지 않고 다른 패턴의 밀도를 가진 다른 장치(0.25μm이하)에 사용될 수 있다. 더미 형상은 포토 마스크 제조 비용을 증가시킬뿐 아니라, 특히 폴리실리콘 캐패시터 설계가 사용될때 장치상에 잠재적으로 나쁜 충격을 가진다. 다른 적분 해결책은 추가의 처리 단계를 유도함으로써 제조 비용을 증가시킨다. 이들 적분 비용없이 STI CMP 처리는 IC 제조자에게 매우 매력적이다.

논의된 바와같이, 웨이퍼 평탄성은 압력, 속도 및 패드 형태에 따른다. 압력 파라미터는 막, 유지 링 및 내부 튜브 압력을 포함한다. 속도 파라미터는 플라텐 및 헤드 속도를 포함한다. 두가지 형태의 폴리싱 패드는 IC1000 하드 솔로 패드 및 IC1000/Suba IV 적층 패드를 포함하는 것과 비교된다. 패턴화된 웨이퍼는 10% 내지 90% 범위의 활성화 영역을 다른 퍼센트로 8200Å 깊이 트렌치를 충전하기 위하여 16000Å PETEOS 필름을 증착함으로써 제공된다. 웨이퍼 표면의 제공을 위하여 각각의 스텝퍼 필드에서 10% 내지 90% 범위의 활성화 영역의 다른 퍼센트를 가지는 4×4 mm 검사 구조를 가지는 마스크 레이아웃이 사용된다. 각각의 실험을 진행중에, 폴리싱 시간은 50% 활성화 영역에서 9000 +/- 500 Å PETEOS를 제거하도록 제어된다.

도 12를 참조하여, 필드 영역에 남아있는 산화물의 두께는 하드 솔로 폴리싱 패드(곡선 300, 310) 및 적층된 폴리싱 패드(곡선 320, 330)에 대한 조절된 시간 폴리싱후 활성화 영역 퍼센트의 함수로서 도시된다. 하드 솔로 패드는 고속(플라텐/헤드 153/147 rpm)(310, 330) 및 저속(플라텐/헤드 93/87 rpm)(300, 320) 양쪽에서 하드/소프트 적층 패드와 비교된 바와같이 다른 기판 구조의 폴리싱 균일성을 크게 개선시킨다. 저압(막/유지-링/내부 튜브에 대하여 2/2.9/2 psi)(곡선 300)에서 하드 솔로 패드를 사용함으로써, 다른 퍼센트의 활성화 영역을 가지는 다이에 걸친 산화물 두께 범위(최대-최소)는 1200Å 내에 있다. 이것은 경질/소프트 스택 패드가 사용될 때와 유사한 조건하에서 동일한 테스트 마스크상에서 관찰된 범위의 약 1/3이다(곡선 320). 도 12에 도시된 곡선의 불규칙 형상은 활성화 영역의 상당히 다른 비율을 가진 주변 특성의 영향을 받는다.

도 13을 참조하면, 평탄화 길이는 단독 경질 패드(302, 312) 및 적층된 경질 패드(322, 332)에 대한 막 압력의 함수로서 도시된다. 15 밀리미터의 평탄화 길이는 단독 경질 패드로 실행되며, 단지 6밀리미터의 평탄화 길이는 적층된 패드로 실행된다. 막의 압력은 2 내지 7 psi에서 변화된다. 낮은 막 압력은 테스트된 범위 2 내지 7 psi에서의 고압력에 비교하여 평탄성을 개선한다. 이 결과는 평탄화가 경질/소프트 스택 패드 및 경질 단독 패드, 곡선(322, 332; 302, 312)에 대한 20' 프래튼상에서 93/87rpm 내지 153/147rpm의 범위내에서 프래튼/헤드 속도에 민감하다는 것을 지시한다.

요약하면, 웨이퍼 평탄도는 저압에서 하드 솔로 연마 패드로 연마함에 의해 개선된다. 압력 2/2.9/2 psi 및 속도 153/147 rpm에서 솔로 IC1000 하드 패드로 182 초 연마한 후에 5mm EE와 3mm EE에서 웨이퍼 상에서 5% 미만의 WIWNU가 얻어졌다. 압력 2/2.9/2 psi 및 속도 93/87 rpm에서 솔로 IC1000 하드 패드로 251 초 연마한 후에 웨이퍼 상에서 7% 미만의 WIWNU가 얻어졌다.

패드 경도(hardness)가 높은 평탄도를 얻기 위한 주요 인자라는 것을 알았다. 조사된 실험 범위에서는,

저압일 수로 더 높은 평탄도가 얻어지며, 평탄도는 속도에는 무관하다. 저압에서 하드 솔로 패드를 이용한 미라(Mirra) 시스템 상의 STI CMP 처리는 선형 연마기(polisher) 상에서 얻어지는 것보다 50% 우수하고 하드 솔로 패드가 이용되지 않는 경우에 비해 3배 더 우수함을 보여주었다.

본 발명은 설명한 실시예에 한정되지 않는다. 오히려, 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해진다.

발명의 효과

기판의 디싱은 감소되거나 제거되어 수율이 증가한다. 웨이퍼 불균일성이 일괄적으로 낮아진다. 얇은 충전층을 이용할 수 있어 연마 시간이 감소하고 CMP 장치의 수율이 증가한다. 기판은 오랜 시간동안 버핑될 수 있어 기판 다듬질이 향상될 수 있다. 이러한 모든 방법은 상이한 패턴 밀도를 가지는 마이크로 프로세서, 메모리 아날로그 부품등 광범위한 여러 소자($0.25\mu\text{m}$ 이상)용 IC 제조 공정의 STI CMP에 적용 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

충진층이 정지층상에 배치된 기판을 화학 기계적으로 연마하는 방법에 있어서, 상기 정지층이 적어도 부분적으로 노출될 때 까지 단일층 강성 연마 패드 및 제 1슬러리로 기판을 화학 기계적으로 연마하는 단계; 및
상기 정지층이 거의 노출될 때 까지 연성 연마 패드 및 상기 제 1슬러리보다 선택비가 낮은 제 2슬러리로 상기 기판을 화학 기계적으로 연마하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 연마 중에 상기 기판에 약 5psi 또는 그 이하의 압력이 가해지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 압력은 약 2.0psi이거나 또는 이보다 낮은 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 제 1슬러리는 약 20:10이상의 선택비를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 제 2슬러리는 약 6:1이하의 선택비를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 정지층이 적어도 부분적으로 노출될 때 그리고 상기 정지층이 거의 노출될 때를 종료점 검출기에 의하여 검지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 단일층 강성 연마 패드는 폴리우레탄을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 단일층 강성 연마 패드는 매트릭스에 삽입된 연마제 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 충전층은 금속이고 상기 정지층은 유전체인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 2항에 있어서, 상기 충전층은 제 1유전체이고 상기 정지층은 제 2유전체인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

충진층이 정지층상에 배치된 기판을 화학 기계적으로 연마하는 방법에 있어서,
상기 정지층이 거의 노출될 때 까지 단일층 강성 연마 패드 및 제 1슬러리로 기판을 화학 기계적으로 연마하는 단계; 및
연성 연마 패드 및 상기 제 1슬러리보다 선택비가 낮은 제 2슬러리로 상기 기판을 화학 기계적으로 연마하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

상부층이 하부층상에 배치된 기판을 화학 기계적으로 연마하는 방법에 있어서,
적층된 연마 패드로 기판을 화학 기계적으로 연마하는 단계를 포함하는데, 상기 적층된 연마 패드는 적어

도 제1층이 제 2층의 상부에 배치되며, 상기 제 1층은 제 2층보다 강성이며;

단일층 강성 연마 패드로 기판을 화학 기계적으로 연마하는 단계; 및

단일층 강성 패드보다 연성인 제 3연마 패드로 기판을 화학 기계적으로 연마하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서, 상기 적층된 연마 패드로 연마하는 단계는 상기 하부층이 부분적으로 노출될 때 종료하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 단일층 가성 연마 패드로 연마하는 단계는 상기 하부층이 전체적으로 노출될 때 종료하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 단일층 가성 연마 패드로 연마하는 단계는 제 1슬러리로 수행되며, 상기 단일층 강성 연마 패드로 연마하는 단계는 제 2슬러리로 수행되며, 상기 제 1슬러리는 제 2슬러리보다 선택비가 높은 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제 14항에 있어서, 상기 적층된 연마 패드 및 단일층 가성 연마 패드로 연마하는 단계는 제 1슬러리로 수행되며, 상기 연성 연마 패드로 연마하는 단계는 제 2슬러리로 수행되며, 상기 제 1슬러리는 제 2슬러리보다 선택비가 높은 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제 12항에 있어서, 상기 적층된 연마 패드로 연마하는 단계는 상기 하부층이 전체적으로 노출될 때 종료하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18

제 17항에 있어서, 상기 적층된 연마 패드로 연마하는 단계는 제 1슬러리로 수행되며, 상기 단일층 강성 연마 패드로 연마하는 단계는 제 2슬러리로 수행되며, 상기 제 1슬러리는 제 2슬러리보다 선택비가 높은 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19

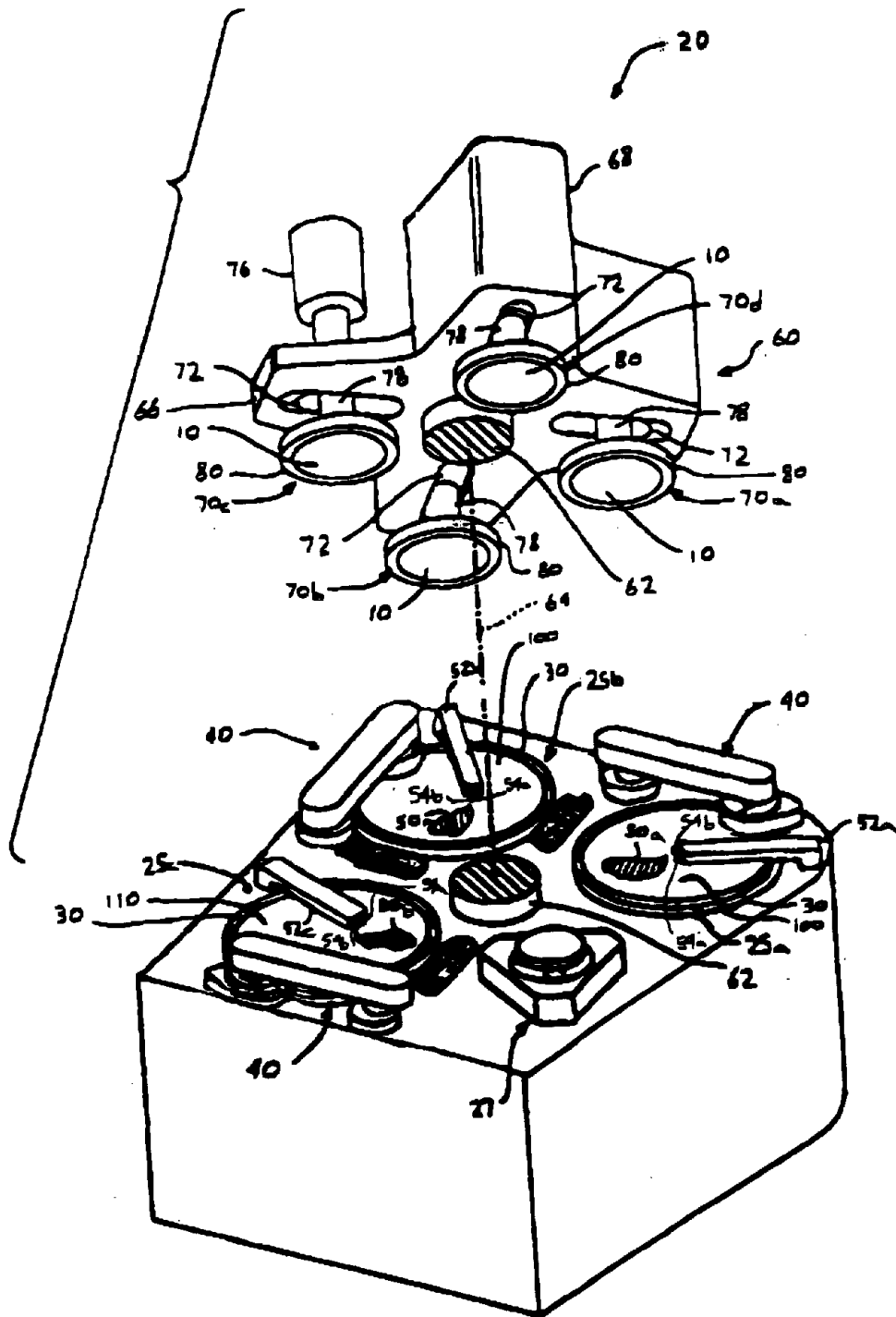
제 17항에 있어서, 상기 적층된 연마 패드 및 단일층 가성 연마 패드로 연마하는 단계는 제 1슬러리로 수행되며, 상기 연성 연마 패드로 연마하는 단계는 제 2슬러리로 수행되며, 상기 제 1슬러리는 제 2슬러리보다 선택비가 높은 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20

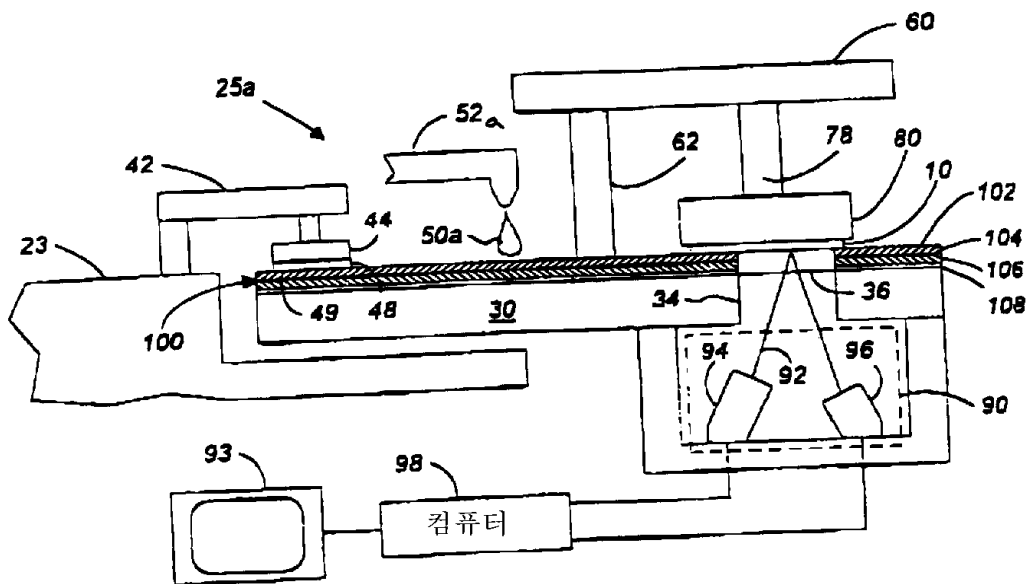
제 12항에 있어서, 상기 단일층 연마 패드는 연마제 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

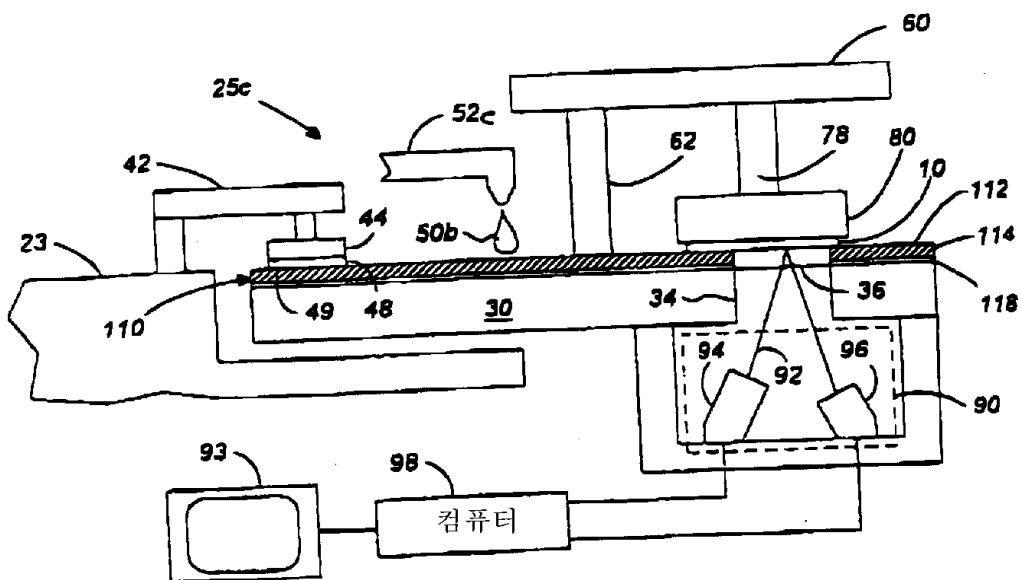
도면1



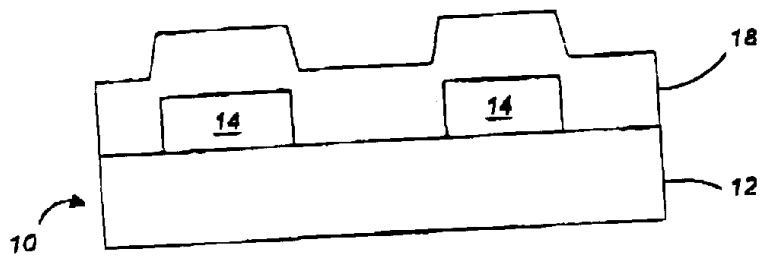
도면2a



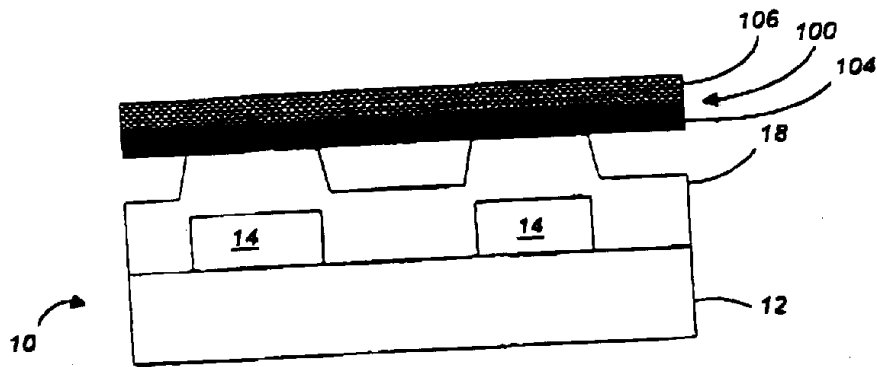
도면2b



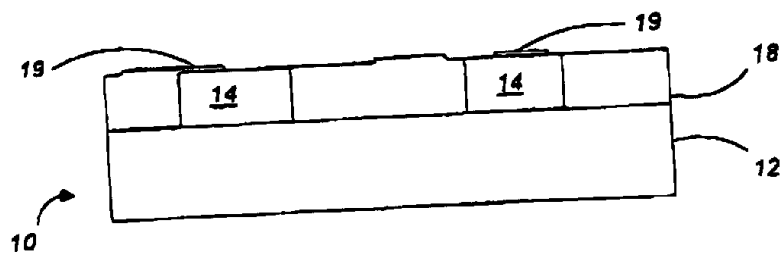
도면3a



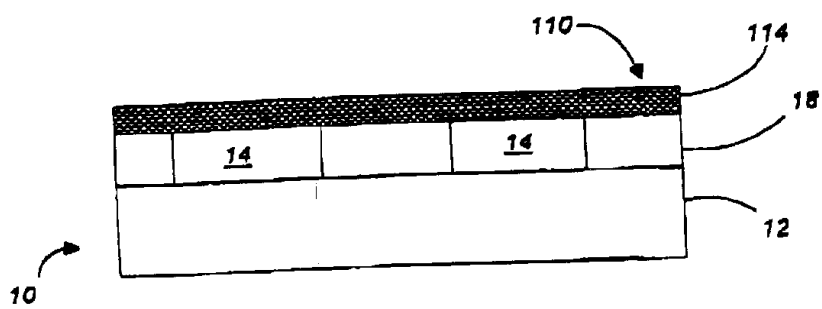
도면3b



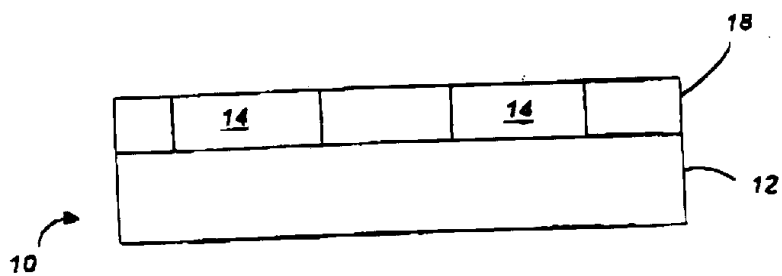
도면3c



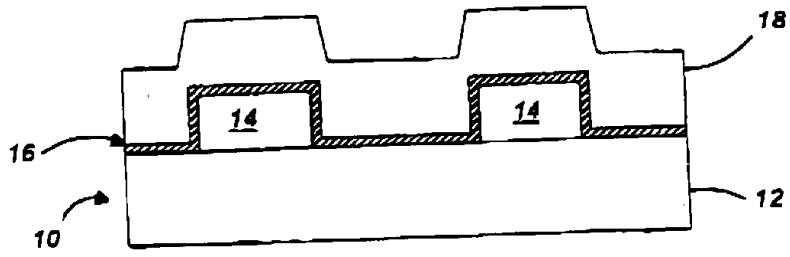
도면3d



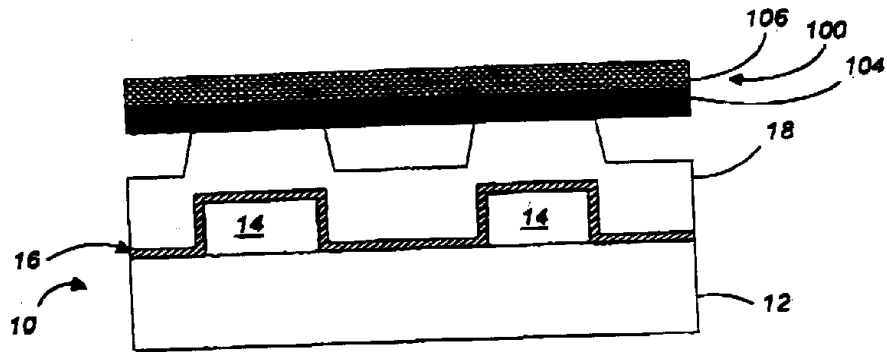
도면3e



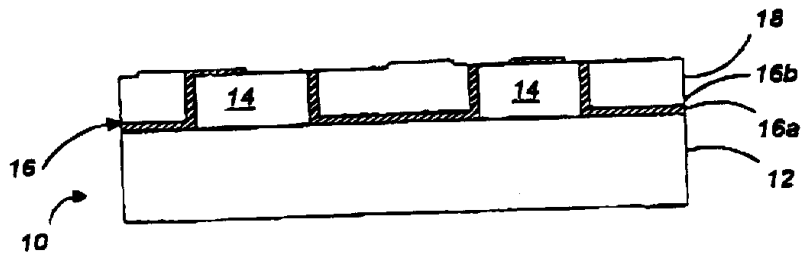
도면4a



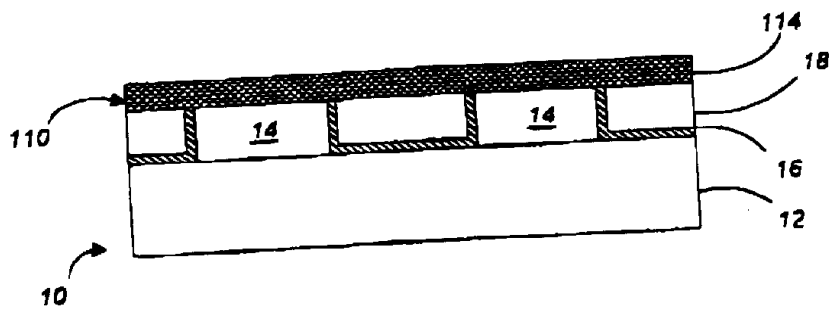
도면4b



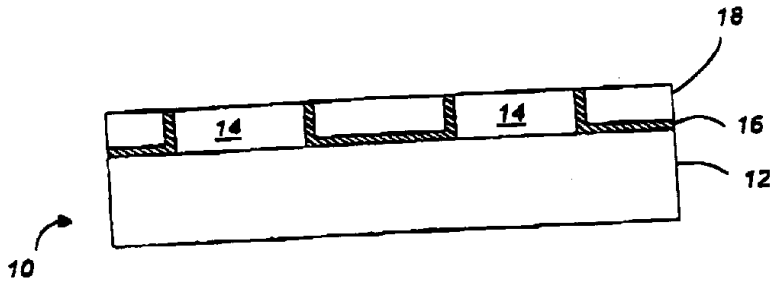
도면4c



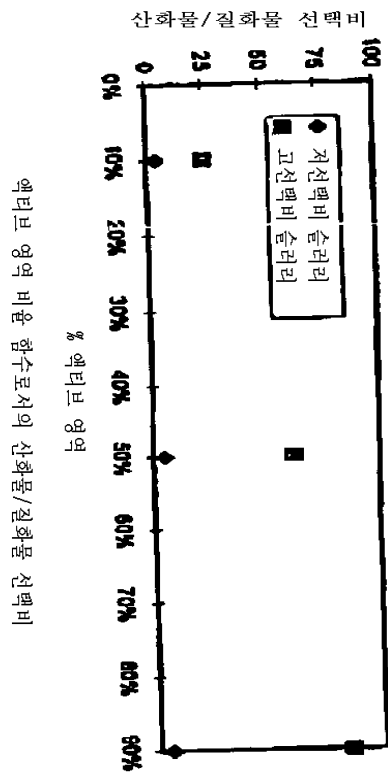
도면4d



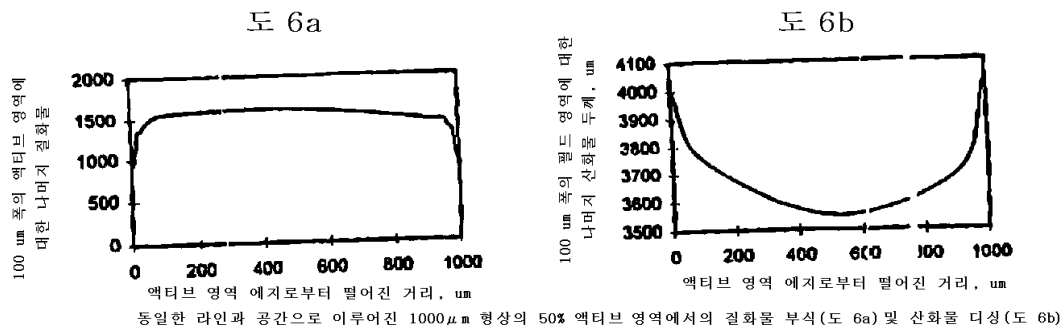
도면4e



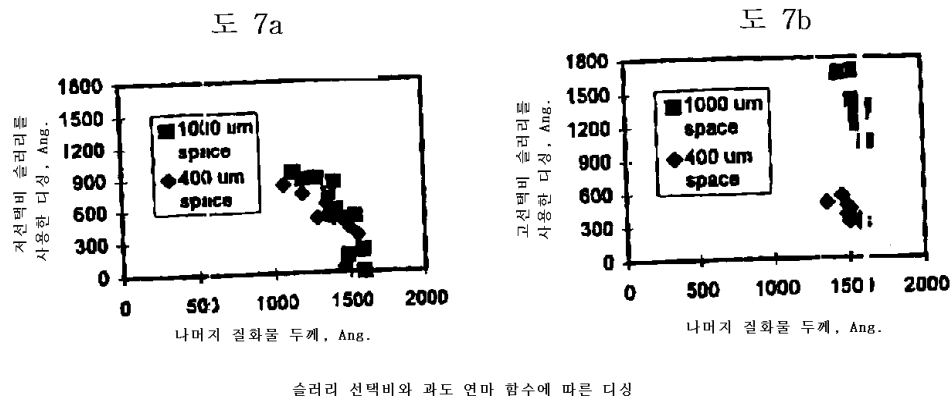
도면5



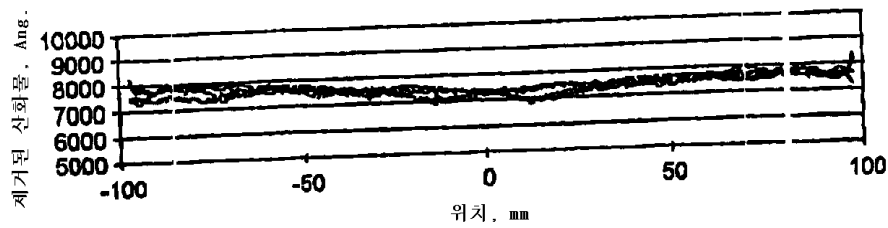
도면6



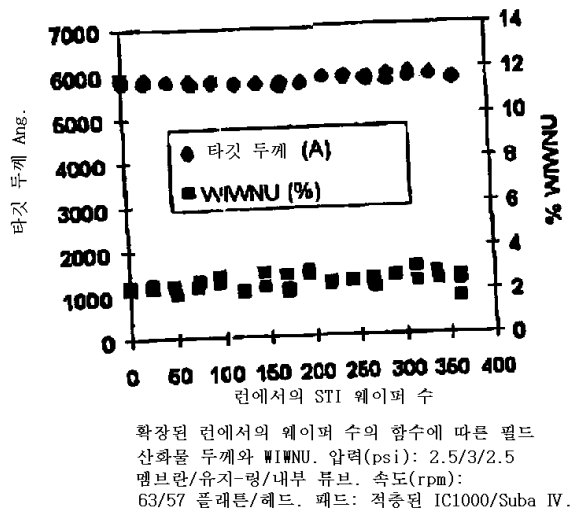
도면7



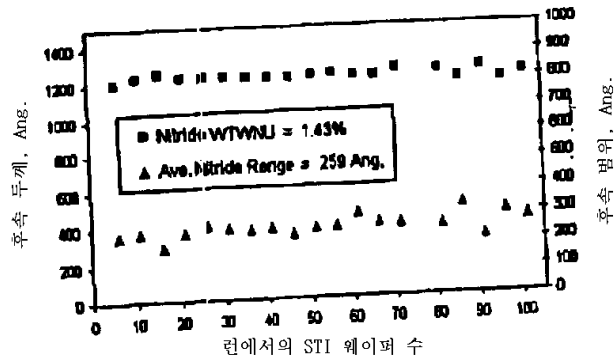
도면8



도면9



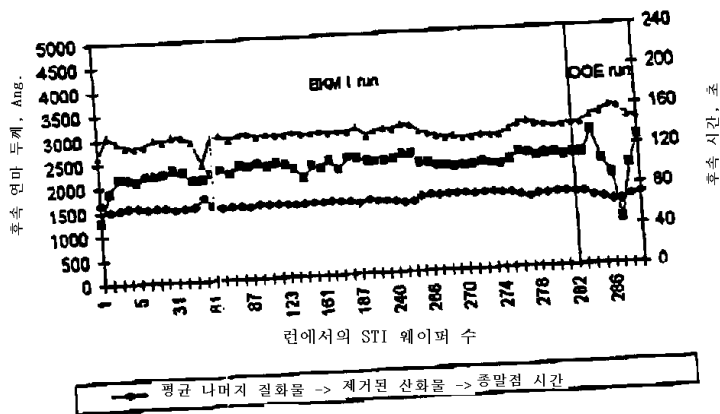
도면10



확장된 런에서의 웨이퍼 수의 함수에 따른 나머지 질화물 두께와 질화물 두께 범위(최대-최소).

압력(psi): 4/4.6/4 멤브란/유지-링/내부 튜브. 속도(rpm): 93/87 플레튼/헤드. 패드: 적층된 IC1000/Suba IV.

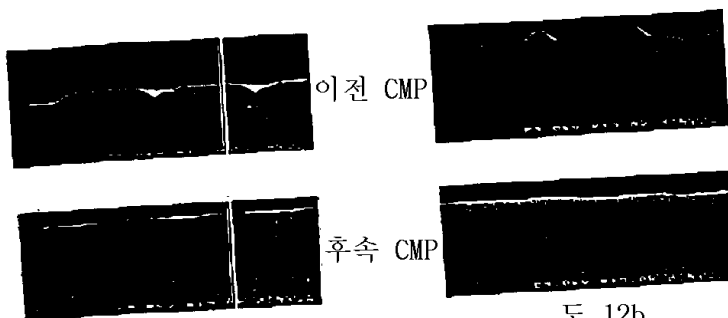
도면11



확장된 런에서의 웨이퍼 수의 함수에 따른 종말점에서의 나머지 질화물 두께, 필드 산화물 두께, 및 실제 연마 시간.

압력(psi): 4/4.6/4 멤브란/유지-링/내부 튜브. 속도(rpm): 63/57 플레튼/헤드. 패드: 적층된 IC1000/Suba IV.

도면12

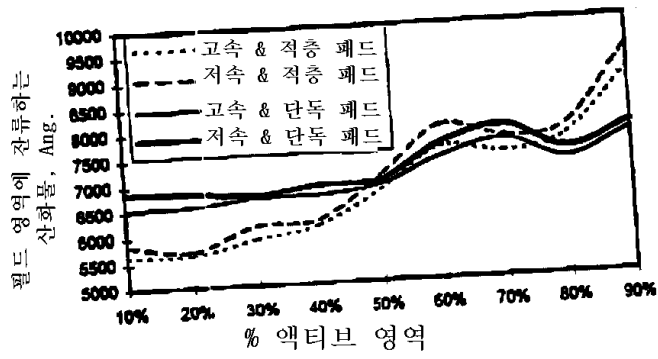


도 12a

도 12b

(도 12a) SACVD 산화물 충전제 및 (도 12b) HDPCVD 산화물 충전제에 대한 이전 및 후속 CMP 단면 SEM 현미경도

도면13



시간 조절된 연마후 액티브 영역의 비율 함수에 따른
필드 영역에 잔류하는 산화물

도면14

