

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/304 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년10월20일 10-0637568 2006년10월16일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2001-7005154	(65) 공개번호	10-2001-0085953
(22) 출원일자	2001년04월25일	(43) 공개일자	2001년09월07일
번역문 제출일자	2001년04월25일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/023662	(87) 국제공개번호	WO 2000/25983
국제출원일자	1999년10월13일	국제공개일자	2000년05월11일

(81) 지정국 국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

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

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장 09/182,570 1998년10월29일 미국(US)

(73) 특허권자 램 리서치 코포레이션
미합중국, 캘리포니아 94538-6401, 프레몬트, 쿨링 파크웨이 4650

(72) 발명자 크루셀, 윌버시.
미국, 캘리포니아 94303, 팔로알토, 2742 루이스로드

나젠가스트, 앤드루제이.
미국, 캘리포니아 94086, 서니발레, 1228 웨스트 맥킨리 애비뉴 #11

판트, 애널케이.
미국, 캘리포니아 95954, 산타클라라, 600 파크뷰 드라이브, #34

(74) 대리인 강명구
강석용

심사관 : 소재현

(54) 화학적 기계적 연마동안 제타 포텐셜을 사용하여 종말점을 탐지하는 방법 및 장치

요약

연마 종말점 탐지를 위해 연마패드 아래에 위치한 유체 베어링에서 나온 유체압력을 모니터링하도록 센서를 활용하는 방법이 발표된다. 센서는 화학적-기계적 연마를 반도체 웨이퍼상에서 수행하는 선형 연마기의 유체 베어링 전연에 위치된다. 센서는 유체 압력을 모니터링하여 연마동안 유체 압력 변화를 탐지하며, 연마가 한 재료에서 다음 재료로 전이할 때 압력 변화는 전단력 변화에 대응한다. 연마 종말점에서 전단력에서 현저한 차이가 있도록 하기 위해서 특정 pH 범위를 갖는 슬러리가 선택된다. pH 수준은 한 재료에서 다음 재료로 제타 포텐셜을 크게 변화시켜서 유체 압력 변화로 탐지되는 전단력 변화를 유도한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 반도체 웨이퍼 처리분야, 특히 반도체 웨이퍼 평탄화에 사용되는 선형 평탄화 공구상에서 종말점을 탐지하는 분야에 관계한다.

배경기술

집적회로(IC) 디바이스를 제조하려면 베이스 반도체 기판위로 다양한 층을 형성시켜 기판상에 형성된 선행층위로 포함된 구조를 형성할 필요가 있다. 제조과정동안 필요한 디바이스 구조 달성을 위해서 층의 일부는 완전 또는 부분적 제거될 필요가 있다. 특정 크기 감소로 이러한 구조는 대단히 불규칙한 표면 지형을 갖게 되므로 박막층 형성시 문제가 된다. 제조과정을 용이하게 하기 위해서 거친 표면 지형이 평탄화 되거나 매끈해져야한다.

표면 평탄화를 위한 한가지 방법은 화학적 기계적 연마법(CMP)이다. CMP는 집적회로의 다양한 처리단계에서 실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 웨이퍼의 표면을 평탄화하는데 사용된다. CMP는 광학 표면, 계측 샘플, 다양한 금속 및 반도체 기초 기판을 평탄화하는 데에도 사용된다.

CMP는 반도체 웨이퍼상의 재료를 연마하기 위해서 연마 패드와 함께 화학적 슬러리가 사용되는 기술이다. 웨이퍼와 패드 간에 배치된 슬러리의 화학반응과 조합으로 웨이퍼에 대한 패드의 기계적 운동을 화학적 부식과 함께 마모력을 제공하여서 웨이퍼를 패드상에 압축하는 힘을 받을 때 웨이퍼의 노출면(웨이퍼상에 형성된 층)이 평탄해진다. CMP를 수행하는 가장 일반적인 방법에서 회전테이블상에 놓인 연마패드에 대해 회전하는 연마헤드상에 기판이 장착된다(미국특허 5,329,732). 기계적 연마력은 회전테이블 속도와 헤드상의 하향력으로부터 유도된다. 연마 헤드 아래로 화학적 슬러리가 꾸준히 전달된다. 연마헤드의 회전은 슬러리 전달을 도우며 기판 표면을 가로질러 연마속도를 평준화한다.

더욱 효과적인 연마속도 획득을 위한 또다른 CMP 수행기술은 선형 평탄화 기술을 사용한다. 회전패드 대신에 웨이퍼 표면을 가로질러 패드를 선형운동시키는데 운동 벨트가 사용된다. 웨이퍼는 국지적 변화를 평균화시키도록 회전되지만 동등하지 않은 방사상 속도의 제거 때문에 회전패드를 사용하는 CMP공구에 비해서 평탄화 균일성이 향상된다. 선형 연마기의 예가 미국특허 5,692,947에 발표된다.

회전연마기의 경화된 테이블 상부와 다르게 선형 연마공구는 패드가 위에 배치된 선형운동 벨트를 사용할 수 있다. 벨트의 구부릴 수 있는 능력은 웨이퍼상에 발휘되는 패드 압력을 변화시킨다. 웨이퍼-패드 맞물림 압력이 조절될 수 있을 때 웨이

퍼 표면을 가로질러 평탄화 속도 또는 연마 프로파일을 조정할 메카니즘이 제공된다. 그러므로 웨이퍼상에 발휘되는 패드 압력을 조정하는데 사용하기 위해서 벨트 아래에 유체 지지부가 위치될 수 있다. 유체 지지부의 예는 미국특허 5,558,568에 발표된다.

CMP가 사용될 때 공정이 필요한 기준에 따라 수행되는지 여부를 판단하기 위해서 평탄화 공정의 효과를 모니터링하는 것이 유리하다. CMP의 경우 모니터링 문제는 공정 종말점 결정이다. 즉, 제거된 재료 두께를 모니터링해서 종말점 상태에 도달할 때 연마를 종결하는 것이 필요하다. 전형적인 종말점은 재료가 제거되어 제1 재료와 상이한 하부 재료가 노출될 경우이다. 종말점 탐지기술은 CMP공정이 정지될 순간을 탐지한다.

CMP 동안 종말점을 탐지하기 위해서 다양한 방법이 고안되었다. 예컨대 전도도 측정에 기초한 방법(미국특허 4,793,895, 5,321,304), 웨이퍼를 회전시키는 모터에 공급되는 전류 모니터링(미국특허 5,308,438), 유전체 두께 모니터링을 위한 음파 반사 사용법(미국특허 5,240,552), 웨이퍼상의 재료 두께 측정을 위한 광학적 방법(미국특허 5,433,651), 연마 종말점 결정 방법으로서 패드 온도 사용(Chingfu, "Pad Temperature As An End Point Detection Method in WCMP Process;" 1998 CMP-MIC Conference; Feb. 19-20, 1998; pp. 52-56)이 발표된다. 따라서 반도체 웨이퍼 연마 사이클 종말점 탐지를 위해 수많은 기술이 이용가능하다.

종말점을 현장에서 모니터링하는 방법은 주로 회전 연마기에 속한다. 선형 연마기술은 선형 평탄화 공구의 선형운동 패드/벨트의 장점을 이용하기 위해서 개발된 기술이다. 본 발명은 공지 방법과 상이한 작동 현상에 기초하여 단순한 CMP 종말점 탐지방법을 제공한다. 본 발명은 선형 평탄화 공구를 써서 작동하지만 회전 연마기를 포함한 기타 기술에도 쉽게 개조될 수 있다.

발명의 요약

본 발명은 연마 종말점 탐지를 위해서 연과 패드 아래에 위치된 유체 베어링에서 나온 유체 압력 모니터링 기술을 발표한다. 한 구체예에서 유체 베어링을 포함한 선형 연마기가 반도체 웨이퍼 상에서 화학적-기계적 연마를 수행하는데 사용된다. 유체 베어링 표면과 벨트/패드 어셈블리 밀면사이에 있는 유체의 압력을 측정하기 위해서 적어도 하나의 센서가 표면을 따라 분포되거나 표면을 따라 구멍에 결합된다.

연마동안 유체압력 변화를 탐지하기 위해서 전연 압력센서가 사용된다. 한 재료가 연마되어 제 2 재료가 노출될 때 웨이퍼-패드 계면에서 발휘되는 전단력이 변화되어 압력센서에 의해 감지되는 유체 압력을 변화시킨다.

연마종말점에서 전단력 변화에 현저한 차이가 있도록 하기 위해서 재료의 제타 포텐셜 성질이 이용된다. 본 발명 실시예 있어서 특별한 pH 수준의 슬러리가 선택되어서 pH 수준이 관련된 두가지 재료에 대해 제타 포텐셜이 상당히 다르게 한다. 한 재료가 연마되고 제 2 재료가 노출될 때 제타 포텐셜 구성 변화가 있도록 pH 수준이 선택된다. 제타 포텐셜 극성변화는 웨이퍼-패드 계면에서 전단력 변화가 전연에서 유체 압력 변화로서 탐지될 수 있게 보장한다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 선형 연마기를 보여준다.

도 2 는 벨트/패드 어셈블리 아래에 위치된 유체 베어링의 단면도로서 벨트/패드 어셈블리의 밀면과 유체 베어링 사이에 채류한 유체의 압력을 측정하기 위해서 압력 센서가 벨트/패드 어셈블리 밀면을 따라 배치됨을 보여준다.

도 3 은 도 2 유체 베어링 상부표면에 배치하기 위한 유체 구멍이 동심원 배열된 커버 플레이트의 평면도이다.

도 4 는 패드위에 있는 웨이퍼의 단면도로서 유체 압력이 웨이퍼 전연에서 변할 때 연마응답 변화가 전연센서에 의해 탐지됨을 보여준다.

도 5 는 상이한 재료가 연마될 때 전연 센서에 의해 측정된 압력 프로파일을 보여주는 그래프이다.

도 6a 은 유전층에 형성된 이중 다마스크 구조를 갖는 반도체 디바이스 단면도로서 구멍은 하부 금속층으로의 연결부를 제공한다.

도 6b는 방벽층과 후속 구리층이 이중 다마스크 구조의 홈과 구멍을 채우도록 침적되는 도 6a 디바이스이다.

도 6c는 홈 및 구멍내에 있지 않은 과잉 구리 및 장벽재료를 제거하기 위해서 표면을 평탄화하는데 화학적 기계적 연마법이 적용되는 도 6b 디바이스이다.

도 7 은 3가지 상이한 재료의 pH에 대한 제타 포텐셜을 보여주는 그래프이다.

도 8a 는 PTEOS/Si₃N₄/SiO₂ 스택이 7.0의 pH를 갖는 슬러리로 연마될 때 전연 센서에 의해 측정된 압력 프로파일을 보여주는 그래프이다.

도 8b 는 PTEOS/Si₃N₄/SiO₂ 스택이 3.0의 pH를 갖는 슬러리로 연마될 때 전연 센서에 의해 측정된 압력 프로파일을 보여주는 그래프이다.

도 9a 는 SiO₂ 및 Si₃N₄ 층이 실리콘 기판위에 형성된 구조의 단면도이다.

도 9b 는 포토레지스트층이 침적되고 패터닝되어서 기판 부위를 노출시키는 도 9a 구조이다.

도 9c 는 기판의 노출부위가 에칭되어서 구멍을 형성함을 보여주는 도 9b 구조이다.

도 9d 는 제 2 SiO₂층이 침적되어서 구조의 표면을 덮고 기판에 형성된 구멍을 채움을 보여주는 도 9c 구조이다.

도 9e 는 기판에 형성된 구멍에 SiO₂ 만 남아있도록 CMP가 SiO₂층을 평탄화시키는데 사용되는 도 9d 구조로서 CMP 공정의 종말점은 Si₃N₄층 노출에 의해 측정된다.

도 9f 는 노출된 Si₃N₄층이 에칭된 도 9e 구조이다.

* 부호설명

10 선형 연마기 11 반도체 웨이퍼

12 벨트 13 롤러

14 롤러 15 연마 패드

16 화살표 18 웨이퍼 캐리어

20 패드 컨디셔너 21 슬러리

25 지지부 27 채널

28 구멍 29 홈

30 입구 32 커버 플레이트

33 링 34 구멍

37 센서 42 반도체 디바이스

43 이중 다마스크 구조 44 바이어 구멍

45 접촉 트렌치 구멍 46 유전층

47 장벽층 48 구리

49 점선 60 구조

61 실리콘 기판 62 SiO₂층

63 Si₃N₄층 64 포토레지스트층

발명의 상세한 설명

웨이퍼 표면을 평탄화하는 화학적 기계적 연마(CMP)동안 종말점 탐지방법이 발표된다. 본 발명이 반도체 웨이퍼 상에 형성된 층에 대해 CMP를 수행하는 것에 대해서 기술될지라도 본 발명은 평면 디스플레이 제조에 사용하는 기판을 포함하여 유리, 금속 기판 또는 기타 반도체 기판과 같은 재료를 연마하는데 사용될 수 있다.

도 1에서 선형연마기(10, 선형 평탄화 공구)가 실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 웨이퍼(11)를 평탄화하는데 활용된다. CMP가 베이스 기판 연마에 활용될 수 있지만 대체로 CMP는 반도체 웨이퍼상에 침적된 재료층 일부나 재료층(필름층과 같은)을 제거하는데 활용된다. 따라서 제거되는 재료는 웨이퍼 자체의 기판 재료이거나 기판상에 형성된 층이다. 형성된 층은 유전재료(이산화 실리콘과 같은), 금속(예, 알루미늄, 구리, 텅스텐) 및 합금, 또는 반도체 재료(실리콘 또는 폴리실리콘)를 포함한다.

IC 제조의 경우에 웨이퍼상에 형성된 하나 이상의 층을 평탄화 하는데 CMP가 사용되거나 표면을 평탄화하면서 하부 지형을 노출시키기 위해서 CMP가 사용된다. 많은 경우에 웨이퍼 표면에 형성된 패턴화된 특징에 CMP가 관련된다. 예컨대 유전층(이산화 실리콘과 같은)이 표면위에 침적되어 상승된 특징과 하부 유전층을 덮는다. 이후에 위에 놓인 이산화 실리콘을 평탄화시키기 위해서 CMP가 사용되어서 표면이 평탄화된다. 상승된 특징이 노출되는 순간에 연마 공정을 정지하는 것이 바람직하다.

또다른 기술에서 CMP를 사용하여 이중 다마스크 구조가 제조된다. 예컨대 반도체 웨이퍼상에 있는 인터-레벨 유전체(ILD)층에 바이어 구멍 및 접촉 트렌치 구멍이 패턴화 및 형성된다. 후속으로 바이어 구멍 및 트렌치 구멍을 채우기 위해서 구리 또는 알루미늄과 같은 금속이 침적된다. 구리의 경우에 장벽층(TiN, Ta, TaN과 같은)이 먼저 구멍에 침적되어서 Cu와 ILD간에 장벽 라이너로서 작용한다. 이후에 ILD위에 있는 과잉 금속 재료를 연마하기 위해서 CMP가 사용되어 금속이 바이어 및 트렌치 구멍에만 존재한다. CMP는 접촉 지대 표면(이중 구멍의 상부)이 평탄한 표면을 가지게 하며 ILD표면위의 금속이 제거되게 한다. 이중 다마스크 구조의 형성 및 제조는 당해분야에서 공지이다.

평탄화 공정이 특정 순간에 종결되는 CMP가 활용되어서 필름층 또는 형성된 특징을 평탄화한다. 이중 다마스크 구조에서 금속이 제거되어 ILD가 노출될 때 CMP가 종결된다. CMP는 결과의 구조가 구멍에만 남아있는 금속을 가지게 하며 ILD 및 트렌치 충전물 상부면은 평면이 되게 한다. 일반적으로 웨이퍼상에 형성된 층의 일부 또는 전부를 연마하기 위해서 CMP를 수행하는 방법은 당해분야에서 공지이다.

도 1의 선형 연마기(10)는 선형 평탄화 기술을 사용한다. 선형 연마기(10)는 웨이퍼(11) 표면에 대해 선형운동하는 벨트(12)를 활용한다. 벨트(12)는 롤러(13,14) 주위에 회전하는 연속벨트이며, 롤러는 모터와 같은 구동수단에 의해 구동되며, 롤러(13,14)의 회전운동은 벨트(12)가 웨이퍼(11)에 대해 선형운동(화살표(16))하게 한다. 벨트(12)는 대체로 금속으로 제조된다. 연마패드(15)는 웨이퍼(11)를 대면하는 외면에서 벨트(12)상에 고정된다. 패드는 다양한 재료로 제조될 수 있지만 연마성질을 제공하는 섬유가 일반적이다. 벨트는 금속 이외의 재료로 제조될 수 있다. 패드(15)와 벨트(12)는 단일 유닛으로 집적되는 경우가 있다. 그러나 구축된 벨트/패드 어셈블리는 선형으로 운동하여 웨이퍼(11)를 평탄화시킨다.

웨이퍼(11)는 연마헤드의 일부인 웨이퍼 캐리어(18)내에 체류한다. 웨이퍼(11)는 유지링과 같은 기계적 유지수단이나 진공에 의해 제자리에 유지된다. 일반적으로 웨이퍼(11)는 회전되며 벨트/패드 어셈블리는 선형방향(화살표(16))으로 운동하여 웨이퍼(11)상의 층을 연마한다. 하향력이 가해져 연마헤드와 캐리어(18)를 하향으로 압축시켜서 예정된 힘으로 웨이퍼를 패드상에 맞물리게 한다. 선형 연마기(10)는 슬러리(21)를 패드(15)상에 분배한다. 다양한 분배장치 및 분배방법이 공지된다. 사용중 패드 표면을 다시 조절하기 위해서 패드 컨디셔너(20)가 대체로 사용된다. 패드(15) 재조절 방법은 당해분야에 공지이며 사용된 슬러리와 제거된 폐기물에 의해 축적된 잔류물을 제거하기 위해서 패드를 일정하게 긁어낼 필요가 있다.

지지부(25)가 벨트(12) 밑면상에 웨이퍼(11) 반대편에 배치되어서 벨트/패드 어셈블리가 지지부(25)와 웨이퍼사이에 있게된다. 지지부의 주목적은 벨트(12)밑면상에 지지플랫폼을 제공하여서 균일한 연마를 위해 패드(15)가 웨이퍼(11)와 충분히 접촉하게 한다. 웨이퍼가 패드(15)상에 하향으로 압축될 때 벨트(12)는 내리눌리므로 지지부(25)는 이러한 하향력에 대응하는 지지력을 제공한다.

지지부(25)는 고체 플랫폼이거나 유체 지지부이다. 본 발명의 실시에서 지지부(25)에서 나온 유체 흐름(도 2에서 화살표(26)로 도시된)이 벨트(12) 밑면상에 가해진 힘을 조절하는데 사용되도록 유체 지지부가 선호된다. 유체는 일반적으로 공기 또는 액체이지만 질소와 같은 중성가스가 사용될 수 있다. 이러한 유체 흐름 조절에 의해서 패드에 의해 웨이퍼상에 발휘되는 압력변화가 조정되어서 웨이퍼(11)면을 가로질러 더욱 균일한 연마 프로파일이 제공될 수 있다. 유체 지지부의 일례는 미국특허 5,558,568에 발표된다. 또다른 예는 특허출원 08/882,658(1997.6.25 출원)에 발표된다("Control Of Chemical-Mechanical Polishing Rate Across A Substrate Surface For A Linear Polisher,").

도 2에서 웨이퍼(11) 바로 아래에 벨트(12)의 맞은편 면상에 유체 베어링(25)이 위치된다. 웨이퍼 캐리어(18)는 웨이퍼(11)를 패드(15)상에 접촉시키는 하향력을 발휘하여 유체 베어링에서 나온 유체흐름은 벨트(12) 밑면에 대해 대향력을 발휘한다. 복수의 채널(27)이 베어링(25)몸체내에 분포되며 상부 표면을 따라 구멍(28)이 배치된다. 어떤 경우에 유체 베어링(25)의 상부 표면지대를 따라 형성된 동심원 홈(29)속으로 채널(27)이 개방되어서 구멍(28)에서 나온 유체흐름이 홈(29)속으로 유체를 공급한다.

도 3에서 커버 플레이트(32, 인서트)가 베어링(25)상부에 위치되어서 홈(29)위에 끼워진다. 동심원 링(33)에 배열된 복수의 구멍(34)이 커버 플레이트(32)상에 분포되어서 각 링(33)을 대응하는 홈(29)과 일치한다. 따라서 동심원 배열된 링(33)의 구멍(34)에 홈(29)에 나온 유체흐름이 공급된다. 각 채널(27)에 공급하기 위해 단일 입구(30)가 도시된다. 그러나 채널(27)이 개별적 흐름 제어를 위해 별도의 입구에 결합될 수 있다. 도 2 및 도 3 은 베어링(25) 표면상의 유체 방출 구멍을 보여주는데 동심원 배열된 구멍(34)으로 도시된 실시에는 구멍 구성방법의 일례를 보여줄 뿐이다.

채널(27)에 대한 유체흐름을 조절함으로써 구멍(28)내 유체압력이 조절될 수 있다. 즉, 입구(30)에서 유체흐름을 조절함으로써 구멍(34)에서 유체압력이 조절될 수 있다. 미국특허출원 08/882,658은 구멍에서 조절가능한 유체압력을 갖는 유체 베어링을 발표한다. 게다가 각 채널, 채널군 또는 하나 이상의 링이 독립적 유체 압력 조절을 하도록 구성될 수 있다. 따라서 베어링 표면을 따라 상이한 지점에서 유체 압력이 별도로 조절될 수 있다. 유체 채널의 개수, 구멍 및 배열은 디자인 선택의 문제이다.

진행중인 공정을 모니터링해서 연마가 정지되어야 하는 시기를 결정하는 것이 바람직하다. 진행공정의 종말점 탐지를 위해서 본 발명은 연마 공정 종말점을 결정할 센서(37)를 사용한다. 도 2 및 도 3에서 센서는 유체 베어링(25)내에 배치된다. 유체 베어링의 표면을 따라 다양한 지점에서 센서가 위치될 수 있으며 베어링으로부터 떨어져 위치할 수 있고, 이러한 경우에 센서는 전기, 유압 또는 공압 라인을 사용하여 유체 베어링 표면을 따라 감지하는 입력 지점에 연결된다.

이 실시예에서 두 개의 센서(37a,b)가 도시된다. 전연 센서(37a)와 후연 센서(37b)가 도시된다. 전연은 선형운동 패드(15)상에 위치한 지점과 처음으로 접촉하는 웨이퍼(11)의 엣지이며, 후연은 패드(15)가 웨이퍼로부터 접촉이 해제되는 웨이퍼 엣지이다. 따라서 전연 센서(37a)는 벨트(12)상의 한 지점이 유체 베어링(25)과 처음으로 맞물리는 엣지 근처에 배치되며 후연 센서(37b)는 벨트(12)에 의해 이동한 선형 방향을 따라 베어링(25) 맞은편 엣지에 위치된다.

본 발명의 실시예 압력 센서가 센서(37a,b)로 사용된다. 연마공정동안 유체 베어링(25)상으로 유체흐름은 유체를 유체 베어링(25)표면을 따라 분산시킨다. 벨트(12)는 베어링 표면에 근접위치하므로 유체 베어링(25)과 벨트(12)밑면간의 영역은 유체로 채워진다. 압력 센서(37)가 분산된 유체의 압력을 측정하도록 이 공간이 유체로 채워진다. 미국특허 5,762,536은 유체 압력 측정을 위해 압력센서를 사용한다.

연마동안 특정 지점에서 발휘되는 힘의 변화는 그 지점에서 유체상에 가해지는 압력을 증감시킨다. 즉, 웨이퍼 하향력, 유체 베어링에서 나온 유체의 압력 및 패드 속도와 같은 기본 매개변수가 일정하게 유지된다면 유체압력은 대체로 일정하게 유지된다. 그러나 연마 매개변수가 변화되면 웨이퍼-패드 계면상에 작용하는 힘은 압력차를 초래하고, 이것이 압력센서에 의해 감지된다. 본 발명은 종말점 도달시기를 탐지하기 위해서 유체 압력 변화를 활용한다.

도 4 는 유체압력이 변화되는 경우를 보여준다. 이 경우에 패드의 전연을 센서 쪽으로 하향으로 누르기 위해서 웨이퍼(11)가 약간 경사진다. 다른 매개변수가 일정하다고 가정하면 이러한 약간의 경사는 전연 지대 아래의 유체압력을 증가시킨다.

압력증가는 전연 센서(37a)에 의해 감지된다. 어떤 경우에 웨이퍼(11)의 운동은 전연에서 유체압력을 증가시키고 후연에서 감소시킬 수 있다. 따라서 공정에 따라 공정 변화가 전연, 후연에서 압력 변화로 탐지되거나 전연과 후연간의 압력차이로서 탐지된다.

유체압력 증감을 모니터링하여 공정 매개변수를 식별하는데 활용할 수 있다. 본 발명은 종말점 탐지를 위해서 유체 압력 변화를 관찰한다. 패드/웨이퍼 활주 계면은 베어링-벨트 갭내에서 유체 베어링 압력 차이에 의해 상쇄되는 전단력을 가져옴이 실험을 통해 확인되었다. 이러한 압력차이는 일반적으로 벨트 이동 방향으로 존재하므로 전단력의 증가는 전연 지대에서 압력을 증가시킨다(도 4의 결과와 유사).

전단력은 연마되는 물질에 따라 다르다. 따라서 연마되는 재료의 변화는 전단력 크기를 변화시키며 유체 베어링 전연에서 압력 변화를 초래한다. 이러한 압력 변화는 종말점 상태를 식별할 수 있게 한다. 즉, 재료가 연마되어서 상이한 조성의 하부 재료를 노출시킬때(연마 공정의 종말점)판단력이 변화된다. 전단력 변화는 전연에서 가장 두드러지게 유체압력을 변화시킨다. 이러한 유체 압력 변화는 전연 센서(37a)에 의해 탐지된다. 그러므로 유체 베어링(25)위에서 유체 압력 변화를 주목함으로써 연마 종말점이 탐지될 수 있다.

도 5의 그래프(40)에서 연마 공정 종말점 탐지를 위한 예시적인 압력곡선이 도시된다. 예시적인 실험에서 실리콘 웨이퍼 상의 구리/탄탈륨/이산화실리콘으로 구성된 재료 스택(Cu/Ta/SiO₂/Si)이 선형 평탄화 공구에서 CMP를 사용하여 연마된다. 전연 센서(37a)에서 정규화된 유체압력이 연마시간에 대해 도시된다. Cu/Ta/SiO₂/Si스택은 탄탈륨 장벽층에 의해 SiO₂로부터 분리된 구리층의 연마와 동일하다.

그래프(40)에서 Cu가 연마에 의해 제거됨에 따라 유체 압력이 약간 증가한다. 이후에 아래에 있는 Ta이 노출되기 시작하여 Cu와 Ta이 둘다 연마됨에 따라 유체압력의 신속한 증가가 주목된다. Ta만이 연마될 때 최대 압력에 도달한다. 이후에 Ta이 연마제거되어 아래에 놓인 SiO₂가 노출될 때 유체 압력은 감소하고 모든 Ta이 제거될 때까지 경향이 유지된다.

그래프(40)으로 부터 필요한 연마 종말점이 유체압력을 모니터링 함으로써 탐지될 수 있음이 명백하다. 이 경우에 유체 베어링(25)전연에서 압력은 센서(37a)에 의해 탐지된다. Ta이 연마되기 시작할 때 그래프(40)가 갑작스러운 변화를 하고 Cu가 연마제거될 때 정점에 도달한다. 따라서 Cu 연마가 종말점은 유체 압력 정점이다. 유사하게 Ta제거가 필요하면 유체 압력이 정점으로부터 떨어져서 사전설정치에 도달하는 시기가 Ta연마 종말점이다. 이 순간에 Cu와 Ta가 ILD위에서 제거되어 노출된 Cu는 ILD에 형성된 구멍에 채류한다.

도 6a-c에서 이중 다마스크 구조에 본 발명을 적용하는 예가 도시된다. 도 6a에서 이중 다마스크 구조(43)를 갖는 반도체 디바이스(42)가 도시된다. 이중 다마스크 구조(43)는 바이어 구멍(44)과 접촉 트렌치 구멍(45)으로 구성되며 ILD로 칭하는 유전층(46)에 형성된다. 바이어 구멍(44)은 아래에 있는 전도 지대에 연결시키는데 활용된다. 예컨대 바이어 구멍(44)은 아래에 놓인 금속층(41)에 연결된다.

이후에 장벽층(47)이 침적된다. 구리는 ILD에 쉽게 확산하기 때문에 구리 금속화가 활용될 때 장벽 라이너로서 TiN, Ta, TaN과 같은 장벽 재료가 침적된다. 다음에 구리(48)가 웨이퍼에 침적되어서 바이어 및 트렌치 구멍(44,45)을 채운다. 알루미늄 금속화가 사용될 때 금속을 ILD로부터 분리시키는 장벽층이 불필요하다.

이후에 도 6c에 도시된대로 구조 표면을 평탄화하는데 CMP가 활용되어서 바이어 및 트렌치 지대에서만 구리(48)가 남아 있게 한다. 따라서 이중 다마스크 구조는 구리로 충전된다. 선형 평탄화 기술을 실시하여 CMP 평탄화가 달성되며 본 발명에 의해 CMP 종말점이 결정된다. 구리와 장벽물질이 연마제거되어 아래에 놓인 ILD 상부 표면이 노출될 때 모니터링되는 유체압력 변화는 종말점 도달시기를 표시한다. 점선(49)은 종말점이 탐지되지 않아서 연마가 계속될 때 나타날 수 있는 결과를 나타낸다. 추가 연마는 트렌치 지대(45)내 채류하는 금속을 연마제거할 수 있다.

연마 종말점 탐지를 위해서 연마되는 다양한 재료에 대해 등가의 재료 응답 그래프(도 5의 그래프(40)와 같은)가 실험적으로 획득될 수 있다. 응답은 노출되는 재료에 달려있다. 응답곡선은 진행 공정 모니터링을 위한 설정에 활용되어서 CMP 연마 단계의 종말점을 탐지할 수 있다. 따라서 종말점 탐지 센서가 연마 패드 아래에 위치되는 현장 종말점 탐지가 실시될 수 있다.

두 개의 압력 센서(37a, 37b)가 실시예에서 활용되지만, 모니터링되는 압력은 전연 센서(37a)로부터 나온다. 따라서 본 발명은 최적의 응답을 위해 전연에 위치한 하나의 센서(37)만을 사용하여 실시될 수 있다. 센서(37a)가 그밖의 지점에 위치

되어 종말점 탐지를 할 수 있게 할 수 있다. 그러나 전연에 센서가 위치되는 것이 좋다. 후연에서 유체 압력 응답을 위해서 제 2 센서(37b)가 사용될 수 있지만 필수적이지는 않다. 제 2 센서(37b)는 전연 센서와 비교를 목적으로 후연에서 유체 압력 응답을 제공한다. 예컨대 두 센서간의 압력차이가 균일한 연마를 위해 모니터링 될 수 있다. 단독 전연 센서 대신에 두 개의 센서의 압력차이가 종말점 탐지에 활용될 수 있다. 센서의 종류 및 위치는 모니터링 되는 연마 공정에 달려있다.

따라서 본 발명의 방법은 CMP공정의 종말점 탐지를 위해서 유체 베어링과 벨트 밀면간의 유체 압력을 모니터링한다. 압력 센서가 설명되고 있지만 전단력 변화 또는 이러한 변화로 초래된 효과를 측정하기 위해 다른 형태의 센서가 사용될 수 있다. 유체 베어링은 공기 또는 액체를 써서 작동될 수 있지만 공기나 탈이온수(DI-물)를 사용하는 것이 좋다.

상기 실시예는 전단력 변화가 상당히 커서 현저한 압력변화가 종말점에서 탐지되는 경우를 보여준다. 일반적으로 상이한 경도를 갖는 금속간 또는 금속과 유전체간 전이는 전단력에서 상당한 변화를 일으키므로 압력센서에 의해 탐지될 수 있다. 그러나 유사한 성질을 갖는 재료가 연마될 때 재료의 전이는 전단력에서 큰 변화를 주지 않을 수 있다. 예컨대 한 유전체를 연마하여 다른 유전체를 노출시키는 것은 관련 재료와 관련된 힘의 유사성 때문에 종말점 탐지가 곤란하다.

예컨대 관련된 재료가 산화물과 질화물인 경우에 두가지 재료는 유사한 성질을 가지므로 종말점 탐지가 곤란하다. 종말점 탐지가 곤란한 경우에 다른 인자가 고려될 필요가 있다. 본 발명은 관련된 재료의 제타 포텐셜을 고려하고 반대 극성의 제타 포텐셜을 도입함으로써 연마 종말점 탐지를 개선할 수 있는 슬러리를 선택한다. 즉, 본 발명은 재료간 제타 포텐셜 차이를 활용하여 연마 종말점을 결정한다. 제타 포텐셜 차이는 마찰 전단력 차이를 향상시켜서 종말점 탐지에 위에서 설명한 유체 압력 감지 기술이 사용될 수 있다.

슬러리의 콜로이드 현탁액내 연마 입자는 전기 전하를 필요로 하며 상호 정전기적 반발력 때문에 현탁상태를 유지한다. 전하를 띤 콜로이드 입자와 슬러리내 용액 벌크간에는 전하 분포가 존재한다. 이러한 전하의 존재는 연마입자 표면과 용액 사이에 포텐셜 차이를 가져온다. 연마 입자 표면의 포텐셜은 표면 포텐셜이다.

제타 포텐셜이라 칭하는 또다른 포텐셜은 운동하는 입자와 액체의 경계에서 나타난다. 이러한 경계(슬립 평면이라 칭하는)는 스텐층과 확산층이 만나는 지점으로서 정의된다. 스텐(stern)층은 콜로이드에 강하게 결합되지만 확산층은 그렇지 않다("Zeta Potential: Acomplete course in 5 Minutes;" Zeta-Meter Inc. brochure at pp. 1-8). 이러한 경계에서 전기적 포텐셜은 입자의 이동성에 관계되고 표면 포텐셜보다 더 큰 의미를 갖는다. 입자의 제타 포텐셜은 전기장 하에서 쉽게 측정될 수 있다. 예컨대 Coulte Delsa 440 SX 제타 포텐셜 및 입자 크기 측정 공구(Coulter International Corp.)는 레이저 도플러 속도계)에 의해 전기영동 이동성을 측정하여 제타 포텐셜을 결정한다.

제타 포텐셜은 두 입자의 인력 및 척력에도 관계한다. 일반적으로 현탁액에서 입자 안정성은 반대되는 두가지 힘의 균형에 의해 결정된다(정전기적 반발력과 반데르 바알스 인력). 정전기적 반발 장력을 극복한 입자는 응집된다. 따라서 제타 포텐셜 모니터링은 용액에서 입자의 거동을 식별할 수 있게 한다. 유사하게 제타 포텐셜을 조작함으로써 용액내 입자의 거동이 조절될 수 있다. 예컨대 유체 점도와 응집성은 유체의 제타 포텐셜을 조절하여 조절될 수 있는 성질이다.

도 7에서 그래프(50)는 pH 수준에 대한 3가지 화합물이 제타 포텐셜을 보여준다. 그래프(50)는 SiO_2 , Si_3N_4 및 Al_2O_3 의 pH에 대한 제타 포텐셜을 보여준다. 각 화합물의 제타 포텐셜은 매질의 pH 수준에 좌우된다. 한 pH 수준에서 제타 포텐셜은 극성을 변화시킨다. 따라서 슬러리에 존재하는 입자의 제타 포텐셜이 특정 극성을 갖도록 매질의 pH 수준이 선택될 수 있다.

본 발명은 제타 포텐셜 변화를 이용하여 CMP처리 단계의 종말점을 보여준다. 슬러리에 존재하는 연마입자는 입자가 연마(평탄화)공정에 반응하는 방법에 영향을 주는 제타 포텐셜을 가진다. 유사하게 슬러리에 침지된 필름 표면(연마된 재료의 표면)은 재료가 연마될 때 표면 포텐셜 및 제타 포텐셜을 획득한다. 필름의 제타 포텐셜은 연마입자의 제타 포텐셜로부터 분리된다. pH 수준의 적절한 선택으로 슬러리의 연마입자는 한가지 극성의 제타 포텐셜을 가지도록 선택될 수 있으며 연마되는 필름재료는 반대 극성의 제타 포텐셜을 가지도록 선택될 수 있다.

이러한 입자의 예가 아래에 나타난다. 그래프(50)에서 제로 제타 포텐셜(또는 제타 포텐셜 극성교차)지점은 SiO_2 의 경우에 pH 2.7이고 Si_3N_4 의 경우에 pH4.5이다. 따라서 3 내지 4의 pH를 갖는 슬러리는 SiO_2 재료를 음의 제타 포텐셜을 갖게 하고 Si_3N_4 재료는 양의 제타 포텐셜을 갖게 한다. 선택된 슬러리가 pH 3~4에서 용액에 현탁된 SiO_2 연마입자를 가지면 입자는 음의 제타 포텐셜을 갖게된다. 이러한 슬러리가 SiO_2 필름층을 연마하는데 초기에 사용되면 SiO_2 슬러리 입자와 SiO_2 필름은 둘다 음의 제타 포텐셜을 갖게된다. 연마입자와 연마되는 필름층의 제타 포텐셜에는 차이가 없다.

그러나 연마되는 필름이 Si_3N_4 필름층이면 Si_3N_4 의 제타 포텐셜은 pH 3~4에서 양이 된다. Si_3N_4 필름의 제타 포텐셜 극성은 슬러리의 SiO_2 연마입자의 극성과 반대이다. 연마입자와 연마되는 필름층의 제타 포텐셜의 극성차이가 이용되어서 연마공정의 종말점을 탐지할 수 있다.

연마되는 층이 SiO_2 이고 하부층이 Si_3N_4 라고 가정하자. SiO_2 는 연마되어 하부 Si_3N_4 가 노출되기 때문에 Si_3N_4 노출시 연마공정을 중지하는 것이 유리할 것이다. SiO_2 가 연마되는 동안에 연마되는 재료의 제타 포텐셜은 음의 값을 가진다. Si_3N_4 가 노출될 때 Si_3N_4 필름은 반대 극성의 제타 포텐셜을 보인다. 제타 포텐셜에서 이와 같은 현저한 변화는 SiO_2 층 연마 종말점 탐지에 이용된다.

상기 실시예는 제타 포텐셜이 CMP공정의 종말점 결정에 이용되는 본 발명의 실시를 보여준다. 한층(또는 층의 일부)이 연마되고 노출될 때 관련 재료의 CMP에서 현저한 변화가 일어나도록 제타 포텐셜이 선택될 수 있다. 모니터링 시스템은 제타 포텐셜의 변화를 탐지한다.

연마될 때 두가지 재료가 상이한 제타 포텐셜을 가지도록 다양한 기술이 사용될 수 있다. 특수 슬러리 조성이 선택되고 첨가제가 슬러리에 도입되거나 연마되는 두 재료간 상이한 제타 포텐셜을 보장하는 다른 수단이 사용될 수 있다. 선호되는 기술은 슬러리의 pH 작동 수준을 조절하여 두재료(연마되는 재료와 하부 재료)가 현저한 제타 포텐셜 차이를 가지게 하는 것이다. 선호되는 방법에서 두가지 재료는 슬러리의 작동 pH에서 반대 제타 포텐셜 극성을 가진다. 따라서 상부층이 연마되어 하부층이 노출될 때(연마가 종료되어야 하는 시기) 제타 포텐셜에서 극성 변화가 일어난다. 이러한 극성 차이가 연마 종말점 탐지에 이용된다.

SiO_2 필름 연마가 슬러리의 마모성 SiO_2 입자에 의해 이루어지는 $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 의 경우에 두 재료는 3 내지 4의 슬러리 pH에서 음의 제타 포텐셜을 가진다. SiO_2 가 연마되고 있는 한 슬러리내 입자와 필름은 음의 제타 포텐셜 때문에 정전기적 반발한다. 이후에 Si_3N_4 가 노출될 때 Si_3N_4 필름의 양의 제타 포텐셜은 슬러리의 연마 입자에 인력을 도입한다. 입자가 응집되는 경향이 있기 때문에 이러한 인력은 마찰력증가를 유도한다. 마찰력의 증가는 웨이퍼-패드 계면에서 전단력 증가로서 나타나며 전연 센서(37a)에서 유체 압력 증가로서 탐지된다.

Si웨이퍼상에 배치된 PTEOS/ Si_3N_4 / SiO_2 필름 스택 연마시 CMP 종말점 탐지 결과가 도 8a 및 8b에 도시되는데, 여기서 유체 베어링의 전연 센서가 유체 압력 변화를 탐지하는데 사용된다. PTEOS(플라즈마 증진 테트라 에틸 오르쏘 실리케이트 유리)는 SiO_2 와 유사한 성질을 가지는 실리콘 유전체 형태이다. 약 7.0의 pH를 갖는 실리카 슬러리가 CMP 수행을 위해 선택된다. 7.0의 pH에서 PTEOS(SiO_2) 및 Si_3N_4 의 제타 포텐셜은 큰 차이가 없기 때문에 전연 센서에서 유체압력은 크게 변하지 않는다(도7의 그래프(50)참조).

그러나 도 8b에서 PTEOS/ Si_3N_4 구조가 연마동안 상이한 슬러리에 노출될 때 유체 압력의 큰 변화가 관찰된다. 이 경우에 약 3.0의 pH를 갖는 실리카 기초 슬러리가 CMP 수행을 위해 선택된다. 이러한 pH에서 PTEOS가 연마되고 Si_3N_4 가 노출될 때 제타 포텐셜 극성 변화가 일어난다. Si_3N_4 가 노출되어 연마되기 시작할 때 전연 유체 압력에서 큰 변화가 일어난다. 이러한 차이는 PTEOS와 Si_3N_4 간의 제타 포텐셜 차이 때문에 생긴다. 이 경우에 한 재료에서 다른 재료로 극성 역전이 일어나고 유체 압력증가로 나타난다. 이후에 Si_3N_4 가 연마되어 하부 SiO_2 재료가 노출될 때 유체 압력은 이전 수준으로 복귀된다.

도 8b에서 슬러리의 pH가 7.0 대신에 3.0으로 선택되는 것을 제외하고는 도 8a-b의 실험 매개변수는 동일하다. 도 7에서 주목한 바와 같이 3.0 근처의 pH에서 SiO_2 와 Si_3N_4 의 제타 포텐셜은 상이하다.

따라서 PTEOS(SiO_2)가 연마되고 하부층 Si_3N_4 가 노출될 때 제타 포텐셜의 큰 변화는 웨이퍼-패드 계면에서 변화를 초래한다. 제타 포텐셜 극성 변화는 Si_3N_4 필름을 슬러리의 연마 입자에 끌리게 하므로 웨이퍼-패드 계면에서 전단력 증가가 유도된다. 이러한 전단력 증가는 센서(37a)에 의해 전연 근처에서 벨트와 유체 베어링간에 있는 유체 압력 증가로서 탐지된다.

센서(37a)가 그밖의 장소에 위치되어서 종말점을 탐지할 수 있다. 그러나 센서는 전연에 위치하는 것이 바람직하다. 전연 센서와 비교를 목적으로 후연에서 유체 압력 응답을 제공하기 위해서 제 2 센서(37b)가 활용될 수 있다. 예컨대 두 센서 위치에서 압력차이가 층의 균일한 연마를 위해 모니터링된다. 두 센서의 압력차이가 종말점 탐지에 사용될 수도 있다. 산화물과 질화물처럼 유사한 마찰성질을 갖는 재료간의 연마 종말점을 탐지할 때 전연 압력 변화를 이용하는 기술은 보조가 없다면 곤란하거나 불가능하다. 본 발명에서는 제타 포텐셜이 이용되어 한가지 재료가 연마되고 하부 재료가 노출될 때 응답 특성을 구별한다. 제타 포텐셜이 모니터링될 수 있지만 본 발명은 유체 베어링과 벨트/패드 어셈블리사이에 배치된 유체압력을 측정함으로써 제타 포텐셜 변화의 효과를 탐지한다. 특정 슬러리 pH가 선택되어서 두가지 재료의 제타 포텐셜이 그 pH에서 반대 극성을 가지도록 함으로써 극성 차이가 마찰력을 크게 변화시키고 이것이 유체 베어링 압력 센서에 의해 탐지된다. 이 경우에 활용된 센서는 선형 연마기의 전연 센서이다.

Si_3N_4 가 연마 종말점 탐지에 사용되고 SiO_2 층 평탄화에 CMP공정이 적용되는 예가 도 9a-f에 도시된다. 도 9a-f에서 구조물(60)은 SiO_2 층(62)이 위에 형성된 실리콘 기판(61)을 포함한다. SiO_2 층(62)상부에 Si_3N_4 층(63)이 형성된다. (도 9a참조). 포토레지스트층(64)이 침적되고 패턴화되어서 기판(61)의 일부가 노출된다. 이후에 공지 에칭 단계를 사용하여 노출된 기판이 에칭되어 구멍(65)을 형성한다(도 9c참조).

이후에 제 2 SiO_2 층(66)이 구조위에 침적되고 구멍(65)을 채운다(도 9d참조). 이후에 CMP가 수행되어서 SiO_2 층(66)을 평탄화한다. Si_3N_4 층(63)하부가 노출되는 시기를 결정하기 위해서 종말점 탐지 방법이 사용된다. 결과의 구조는 구멍(65)에는 SiO_2 가 있지만 Si_3N_4 상부 표면에는 없다(도 9e참조). 대체로 구멍(65)에서 SiO_2 상부표면은 Si_3N_4 층(63)높이보다 약간 아래에 있다. 이후에 노출된 Si_3N_4 층(63)이 공지기술에 의해 에칭되고 구조물의 상부 표면이 SiO_2 로 덮인다(도 9f참조). 구멍(65)에 있는 SiO_2 재료(66)부위는 Si_3N_4 층(63)아래에 있는 SiO_2 재료(62)에 비해서 약간 높다. 형성된 구조물은 얇은 트렌치 분리 구조물이다. 위와 같이 CMP 적용에 의해 구조가 형성되고 본 발명이 CMP단계 종말점 탐지에 사용된다.

따라서 종말점을 알아내기 위해서 유체 압력을 모니터링하는 방법이 발표된다. 본 발명의 센서가 압력 센서를 참조로 기술되었지만 전단력 변화 또는 이러한 변화에 의한 효과를 측정하는 다른형태의 센서로 이용될 수 있다. 유체 베어링은 공기, 가스 또는 액체를 써서 작동될 수 있다. 본 발명 실시예에 있어서 공기 또는 탈이온수가 저렴하기 때문에 선호된다. 제타 포텐셜은 슬러리의 pH를 선택하여 조절된다. 그러나 본 발명의 사상에 위배됨이 없이 적절한 제타 포텐셜 작동점을 선택하는데 다른 수단이 이용될 수 있다.

게다가 반도체 웨이퍼에 대한 CMP 수행에 대해서 본 발명이 기술하고 있지만 평판 디스플레이 제작에 사용하는 기판을 포함한 유리, 금속 기판 또는 반도체 기판을 연마하는데 본 발명이 사용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

평면을 연마하기 위해서 연마패드상에 배치되는 평면을 갖는 재료 연마공구에서 평면을 연마하기 위해 연마 종말점을 결정하는 장치로서, 연마 패드와 유체 베어링 사이에 유체를 분배하기 위해서 패드 밀면을 따라 평면 맞은편에 배치되는 유체 베어링; 평면 연마 종말점에 도달할 때 유체의 압력 변화를 측정하기 위해서 유체 베어링에 연결된 센서; 평면을 연마하기 위해서 연마패드 상에 분배되며 제 1 제타 포텐셜이 평면 연마와 관련되고 제 2 제타 포텐셜이 평면 연마 종료와 관련되도록 pH가 선택되어서 제타 포텐셜의 차이가 센서에 의해 측정된 유체 압력 변화로 나타나게 하는 슬러리를 포함하는 연마 종말점 탐지장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 평면이 연마되어 하부재료가 노출되고 제 2 제타 포텐셜이 하부재료와 관련되고 하부재료가 노출될 때 제 2 제타 포텐셜이 유체압력 변화를 야기시킴을 특징으로 하는 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 제타 포텐셜이 반대극성을 가짐을 특징으로 하는 장치.

청구항 4.

표면을 연마하기 위해서 선형운동을 하는 연마패드상에 배치되는 기관이나 기관상에 형성된 층표면에 화학적-기계적 연마(CMP)를 수행하는 선형 연마기에서 표면을 연마하기 위해 연마 종말점을 결정하는 장치로서, 벨트 밀면과 유체 베어링 사이의 갭을 따라 유체를 분배하기 위해서 패드가 배치된 선형운동 벨트 밀면을 따라 배치되는 유체 베어링; 표면 연마 종말점에 도달할 때 유체의 압력 변화를 측정하기 위해서 유체 베어링에 연결된 센서; 표면을 연마하기 위해서 연마패드 상에 분배되며 제 1 제타 포텐셜이 평면 연마와 관련되고 제 2 제타 포텐셜이 표면 연마 종료와 관련되도록 pH가 선택되어서 제타 포텐셜의 차이가 센서에 의해 측정된 유체 압력 변화로 나타나게 하는 슬러리를 포함하는 연마 종말점 탐지장치.

청구항 5.

제 4 항에 있어서, 표면이 연마되어 하부재료가 노출되고 제 2 제타 포텐셜이 하부재료와 관련되고 하부재료가 노출될 때 제 2 제타 포텐셜이 유체압력 변화를 야기시킴을 특징으로 하는 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 제타 포텐셜이 반대극성을 가짐을 특징으로 하는 장치.

청구항 7.

제 5 항에 있어서, 상기 유체 베어링이 액체를 분배함을 특징으로 하는 장치.

청구항 8.

제 6 항에 있어서, 상기 유체 베어링이 공기 또는 가스를 분배함을 특징으로 하는 장치.

청구항 9.

반도체 웨이퍼상에 형성된 제 1 재료층을 화학적-기계적 연마(CMP)하여 하부 제 2 재료층을 노출시키는 선형 연마기에서 제 2 재료층이 노출될 때 연마를 중지하도록 연마종말점을 탐지하는 장치로서, 벨트 밀면과 유체 베어링 사이의 갭을 따라 유체를 분배하기 위해서 패드가 배치된 선형 운동 벨트 밀면을 따라 배치되는 유체 베어링; 제 1 재료층 연마 종말점에 도달할 때 유체의 압력 변화를 측정하기 위해서 유체 베어링에 연결된 센서; 제 1 재료층을 연마하기 위해서 연마패드 상에 분배되며 제 1 제타 포텐셜이 제 1 재료층 연마와 관련되고 제 2 제타 포텐셜이 제 2 재료층 연마 개시와 관련되도록 pH가 선택되어서 제타 포텐셜의 차이가 제 2 재료층이 슬러리에 노출될 때 센서에 의해 측정된 유체 압력 변화로 나타나게 하는 슬러리를 포함하는 연마 종말점 탐지장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 제타 포텐셜이 반대극성을 가짐을 특징으로 하는 장치.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 압력변화는 패드와 연마되는 재료층 계면에서 발휘되는 전단력 변화의 결과이며 전단력 변화는 제 2 재료층이 노출될 때 제타 포텐셜 극성 변화에 의해 유도됨을 특징으로 하는 장치.

청구항 12.

제 11 항에 있어서, 상기 센서는 패드상의 한지점이 유체 베어링과 처음 접촉하는 유체 베어링 전연에 위치됨을 특징으로 하는 장치.

청구항 13.

제 11 항에 있어서, 상기 유체 베어링이 액체를 분배함을 특징으로 하는 장치.

청구항 14.

제 11 항에 있어서, 상기 유체 베어링이 공기 또는 가스를 분배함을 특징으로 하는 장치.

청구항 15.

제 1 제타 포텐셜이 표면연마와 관련되고 제2 제타 포텐셜이 표면 연마 종결과 관련되도록 선택된 pH를 갖는 슬러리를 표면 연마용 패드상에 분배하고;

표면을 연마하고;

제 1 제타 포텐셜에서 제 2 제타 포텐셜로 변화를 탐지하여 표면 연마를 종결하는 단계를 포함하는 표면 연마 종말점 결정 방법.

청구항 16.

제 15 항에 있어서, 패드 밑면을 따라 연마되는 표면 맞은편에 유체를 배치하고 유체 압력변화를 탐지하여 제타 포텐셜 변화를 탐지함을 특징으로 하는 장치.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 상기 연마단계계가 하부 재료를 노출시키는 연마를 포함하고 상기 제타 포텐셜 변화 탐지단계계가 하부 재료 노출시 하부재료와 관련된 제 2 제타 포텐셜을 탐지함을 특징으로 하는 장치.

청구항 18.

제 17 항에 있어서, 패드가 하부 재료와 접촉할 때 전단력 변화에 의해 초래된 압력 변화를 측정하도록 센서가 연결됨을 특징으로 하는 장치.

청구항 19.

제 17 항에 있어서, 슬러리 분배단계가 슬러리의 pH 수준을 선택하여서 연마되는 재료의 제 1 제타 포텐셜이 하부재료와 관련된 제 2 제타 포텐셜의 극성과 반대가 되게 하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 장치.

청구항 20.

반도체 웨이퍼상에 형성된 제 1 재료층을 화학적-기계적 연마(CMP)하여 하부 제 2 재료층을 노출시키는 선형 연마기에 서 제 2 재료층이 노출될 때 연마를 중지하도록 연마 종말점을 결정하는 방법으로서,

제 1 제타 포텐셜이 제1 재료층의 연마와 관련되고 제 2 제타 포텐셜이 제 2 재료층의 연마개시와 관련되도록 선택된 pH 를 갖는 슬러리를 제 1 재료층 연마를 위해 연마 패드상에 분배하고, 제타 포텐셜의 차이가 패드가 장착되는 벨트 또는 패 드의 밀면을 따라 배치된 유체의 압력변화로 나타나며;

제 1 재료층을 연마하고;

제 2 재료층이 연마되기 시작할 때 유체 압력 변화를 측정하는 단계를 포함하는 연마 종말점 결정방법.

청구항 21.

제 20 항에 있어서, 유체 압력 변화 측정 단계가 제타 포텐셜 변화시 유체 압력으로 나타나는 패드 접촉 웨이퍼의 전단력 변화를 측정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 장치.

청구항 22.

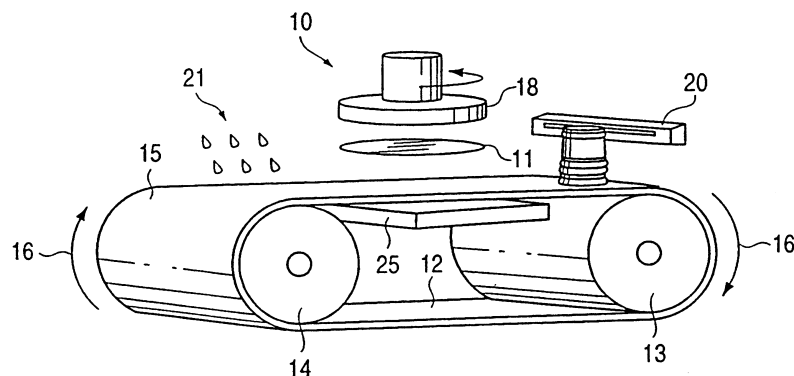
제 21 항에 있어서, 패드가 제 2 재료층에 접촉할 때 연마 전단력 변화로 야기되는 압력 변화를 측정하기 위해서 센서가 연 결됨을 특징으로 하는 장치.

청구항 23.

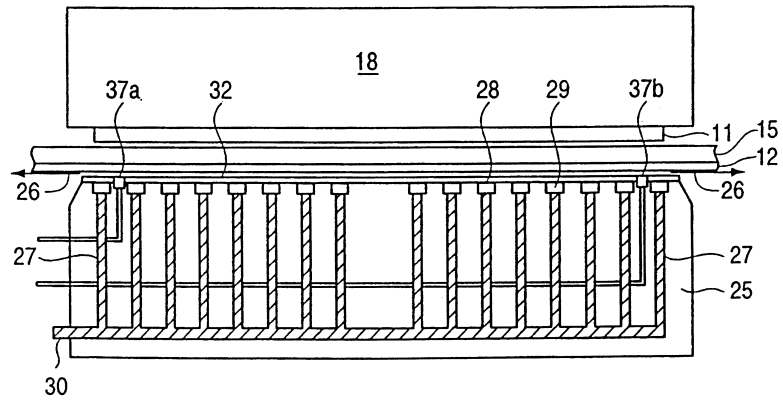
제 21 항에 있어서, 슬러리 분배 단계가 슬러리의 pH 수준을 선택하여서 연마되는 재료의 제 1 제타 포텐셜이 하부재료와 관련된 제 2 제타 포텐셜의 극성과 반대가 되게 하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 장치.

도면

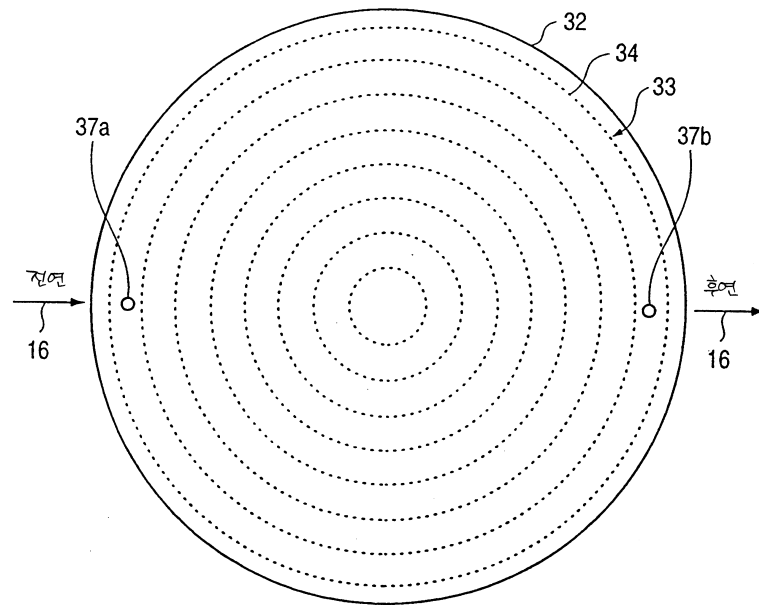
도면1



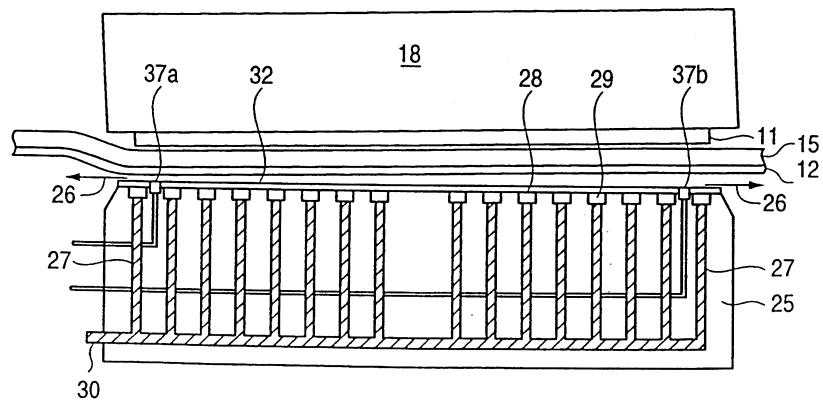
도면2



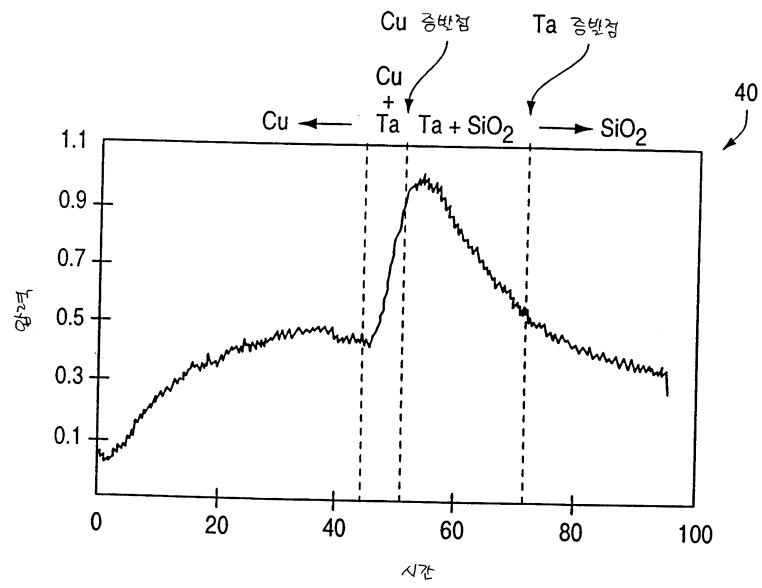
도면3



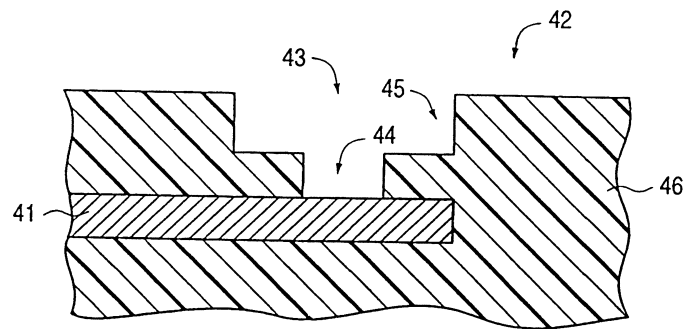
도면4



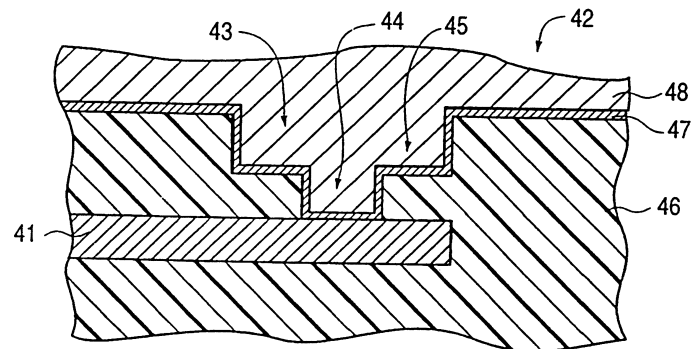
도면5



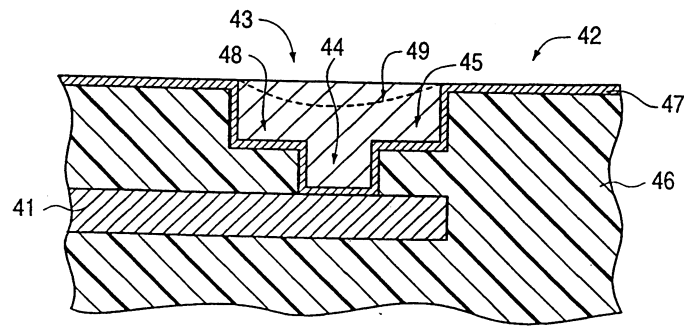
도면6a



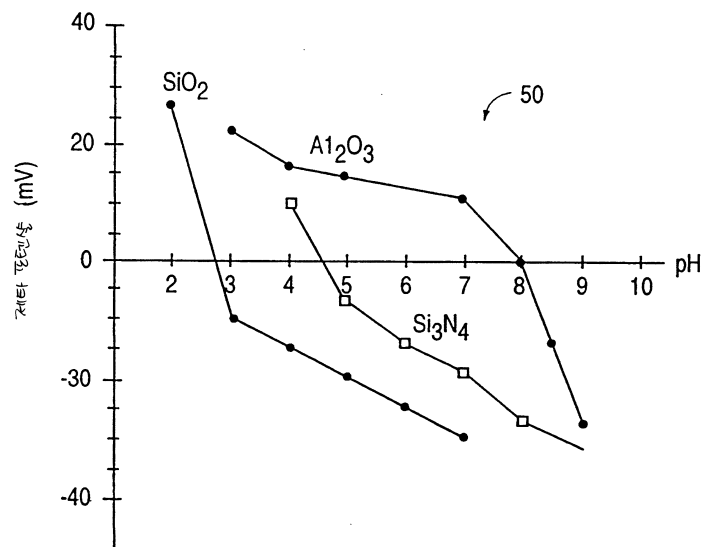
도면6b



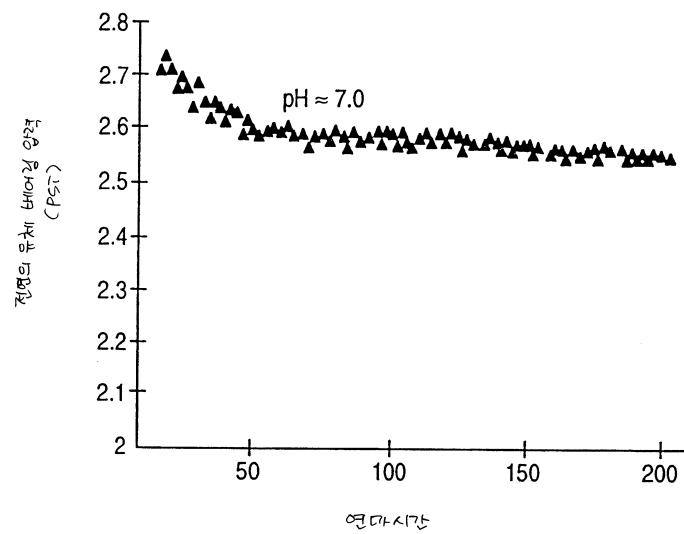
도면6c



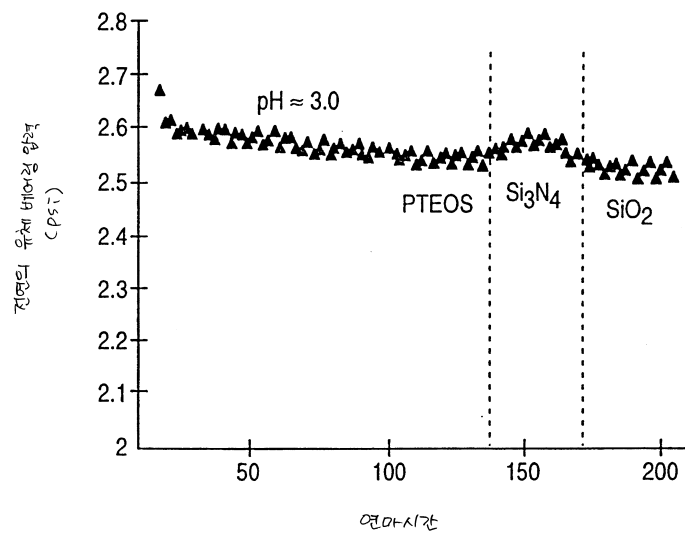
도면7



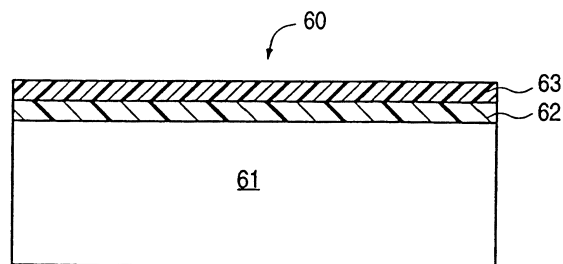
도면8a



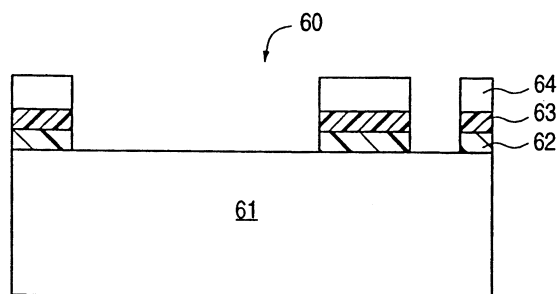
도면8b



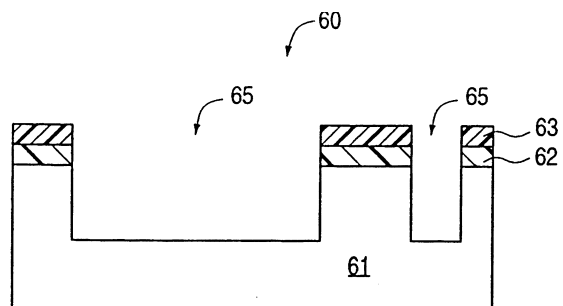
도면9a



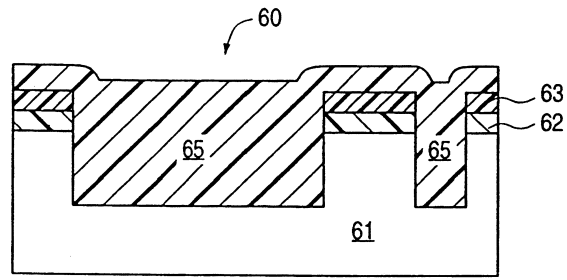
도면9b



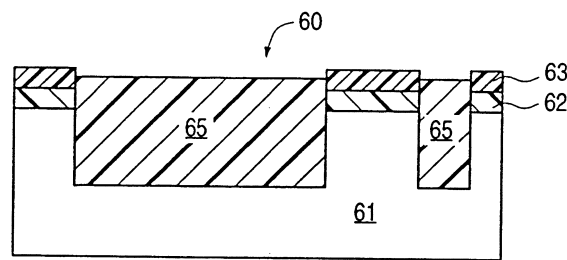
도면9c



도면9d



도면9e



도면9f

