



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

(45) 공고일자	2006년12월04일
(11) 등록번호	10-0653114
(24) 등록일자	2006년11월27일

(21) 출원번호	10-2000-7011815	(65) 공개번호	10-2001-0071174
(22) 출원일자	2000년10월24일	(43) 공개일자	2001년07월28일
심사청구일자	2004년04월26일		
번역문 제출일자	2000년10월24일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/009016	(87) 국제공개번호	WO 1999/56078
국제출원일자	1999년04월26일	국제공개일자	1999년11월04일

(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, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크맨, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 남아프리카, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨,

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

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크맨,

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

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

(30) 우선권주장

09/066044

1998년04월24일

미국(US)

(73) 특허권자

미크론 테크놀로지, 인코포레이티드

미국, 아이디호 83716, 보이스, 사우스 페드럴웨이 8000

(72) 발명자

도안트롱티.

미국아이다호83712보이스쉐난도드라이브1574

(74) 대리인

이병호

정상구

신현문

이범래

**심사관 : 이상민**

전체 청구항 수 : 총 35 항

## (54) 기판 홀더 높이 검출에 의한 화학 기계적 연마에서의 종점검출

### (57) 요약

본 발명은 웨이퍼의 화학 기계적 연마 동안 반도체 웨이퍼 또는 다른 형태의 마이크로전자 기판의 웨이퍼 두께 변화를 신속하고 정확하게 측정하는 수행 모니터링 시스템 및 종점 검출기를 개시하고 있다. 한 실시예에 있어서, 종점 검출기는 웨이퍼를 화학 기계적 연마하는 동안 웨이퍼 캐리어에 웨이퍼가 부착되어 있을 때 반도체 두께 변화를 측정한다. 종점 검출기는 기준 플랫폼, 측정면 및 거리 측정 장치를 구비한다. 기준 플랫폼은 웨이퍼 캐리어에 근접하게 배치되고, 기준 플랫폼과 측정 장치는 단일 웨이퍼의 모든 특정에 대해 공지된 일정한 거리만큼 서로 이격되어 배치된다. 측정면은, 웨이퍼가 기준 플랫폼 상에 위치하였을 때 측정 장치가 측정면에 인게이지될 수 있는 위치에서 웨이퍼 캐리어에 대해 고정적으로 위치된다. 측정 장치가 측정면에 인게이지될 때마다, 측정 장치에 대한 측정면의 변위를 측정한다. 측정면의 변위는 측정들 간의 웨이퍼의 두께 변화에 비례한다. 다른 실시예에 있어서 평탄화기는 평평한 판, 이 판에 고정된 평탄화 매체, 평탄화 매체에 대하여 기판을 조작하는 캐리어 어셈블리 및 비접촉 거리 측정 장치를 포함한다. 비접촉 거리 측정 장치는 또한 평탄화 공정의 적어도 일부동안 기판 홀더 상에 배치되도록 지지 구조에 부착될 수도 있으며, 또한, 지지 구조는 전형적으로 기판이 평탄화되는 동안 기판 홀더의 이면과 공지된 높이 사이의 실제 거리를 측정하기 위해서 판에 대해 공지된 높이에 비접촉 측정 장치를 보유한다. 수행 모니터링 시스템은 CMP 공정의 종점, 연마 속도, 및 몇몇의 다른 수행 파라미터를 모니터링하기 위해서 공지된 높이에 대하여 웨이퍼 캐리어의 실제 높이를 결정할 수 있다.

### 대표도

도 2

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

마이크로전자 장치들의 제조에서, 기판 홀더 내의 마이크로전자 장치 기판으로부터 재료를 제거하기 위한 평탄화 공정에서 종점(endpoint)을 검출하는 방법에 있어서:

상기 평탄화 공정의 한 단계에서 상기 기판 홀더의 이면과 공지된 높이 사이의 제 1 실제 거리를 측정하고, 상기 평탄화 공정의 다른 단계에서 상기 기판 홀더의 이면과 상기 공지된 높이 사이의 제 2 실제 거리를 재측정함으로써, 상기 기판 홀더 내의 상기 기판이 평탄화 매체와 인게이지(engage)될 때 상기 기판 홀더의 이면의 높이를 검출하는 단계; 및

상기 검출된 높이가 웨이퍼의 원하는 두께 변화와 실질적으로 동일한 거리만큼 변할 때 상기 기판으로부터 재료 제거를 종료하는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

#### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 기판 홀더의 이면의 높이를 검출하는 단계는 상기 기판과 상기 평탄화 매체 사이의 상대적인 움직임을 동시에 부여(impart)하는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

#### 청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 기판 홀더의 이면의 높이를 검출하는 단계는 상기 공지된 높이로부터 상기 기판 홀더의 이면의 높이를 측정하는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

#### 청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 실제 거리를 측정하는 단계는:

소스 빔의 초기 부분을 반사기에 투사(project)하는 단계;

상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔을 생성하기 위하여, 상기 반사기로부터 상기 기판 홀더의 이면으로 상기 소스 빔의 중간 부분을 지향시키는 단계; 및

상기 리턴 빔의 위치를 검출기로 관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 실제 거리를 나타내는, 상기 관측하는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

#### 청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 소스 빔 투사 단계는 상기 반사기를 향해 레이저 빔을 방출하는 단계를 포함하고,

상기 리턴 빔의 위치 관측 단계는 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 측방향 변위를 측정하는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

#### 청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 기판으로부터 재료의 제거를 종료하는 단계는, 상기 제 1 실제 거리와 상기 제 2 실제 거리 사이의 차가 상기 기판의 원하는 두께 변화 내에 있을 때, 상기 평탄화 매체로부터 상기 웨이퍼의 인게이지를 해제시키는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

#### 청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 실제 거리를 측정하는 단계 및 상기 제 2 실제 거리를 재측정하는 단계는:

소스 빔의 초기 부분을 반사기에 투사하는 단계;

상기 반사기로부터, 상기 평탄화 공정의 부분 동안 상기 기판 홀더가 주기적으로 통과하는 고정된 위치로 상기 소스 빔의 중간 부분을 지향시키는 단계;

상기 평탄화 공정의 제 1 단계에서 상기 기판 홀더가 상기 고정된 위치를 통과할 때 상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔의 제 1 위치를 검출기로 관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 제 1 실제 거리를 나타내는, 상기 관측 단계; 및

상기 평탄화 공정의 제 2 단계에서 상기 기판 홀더가 상기 고정된 위치를 후속적으로 통과할 때 상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 상기 리턴 빔의 제 2 위치를 재관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 제 2 실제 거리를 나타내는, 상기 재관측 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

## 청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 실제 거리를 측정하는 단계 및 상기 제 2 실제 거리를 재측정하는 단계;

빔 방출기로부터 반사기로 소스 빔의 초기 부분을 투사하는 단계;

상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔이 검출기에 의해 수신되기 위하여, 상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되도록 상기 반사기로부터 상기 소스 빔의 중간 부분을 지향시키는 단계;

상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔의 위치를 검출기로 관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 실제 거리를 측정하는, 상기 관측 단계; 및

상기 공지된 높이에 대하여 상기 기판의 이면의 높이를 연속하여 검출하도록 상기 기판 홀더가 상기 평탄화 매체를 가로질러 상기 기판을 이동시킬 때, 상기 기판 홀더와 함께 상기 빔 방출기, 상기 반사기 및 상기 검출기를 이동시키는 단계로서, 상기 제 1 실제 거리는 상기 평탄화 공정의 한 단계에서 측정되고, 상기 제 2 실제 거리는 상기 평탄화 공정의 후속 단계에서 재측정되는, 상기 이동 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

## 청구항 9.

제 3 항에 있어서,

상기 기판 홀더의 이면의 높이를 검출하는 단계는 상기 평탄화 공정 동안 상기 기판 홀더의 높이 변화를 결정하기 위해, 상기 높이를 주기적으로 검출하는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

## 청구항 10.

제 3 항에 있어서,

상기 기판 홀더의 이면의 시작 높이와 상기 검출된 높이 사이의 차가 상기 웨이퍼의 원하는 두께 변화보다 작을 때, 상기 기판의 평탄화를 계속하는 단계를 더 포함하는, 종점 검출 방법.

## 청구항 11.

제 8 항에 있어서,

상기 소스 빔 투사 단계는 상기 반사기를 향해 레이저 빔을 방출하는 단계를 포함하고,

상기 리턴 빔의 위치 관측 단계는 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 측방향 변위를 측정하는 단계를 포함하는, 종점 검출 방법.

### 청구항 12.

삭제

### 청구항 13.

마이크로전자 장치들의 제조에서, 기판 홀더 내의 마이크로전자 기판을 평탄화하는 방법에 있어서:

상기 기판 표면으로부터 재료를 제거하기 위하여, 평탄화 매체와 상기 평탄화 매체와 인게이지되는 상기 기판 사이에 상대적인 움직임을 부여하는 단계;

상기 평탄화 공정의 한 단계에서 상기 기판 홀더 내의 상기 기판이 상기 평탄화 매체와 인게이지될 때 상기 기판 홀더의 이면과 상기 기판 홀더 위의 공지된 높이 사이의 제 1 실제 거리를 측정하는 단계;

상기 평탄화 공정의 다른 단계에서 상기 기판 홀더 내의 상기 기판이 상기 평탄화 매체와 인게이지될 때 상기 기판 홀더의 이면과 상기 공지된 높이 사이의 제 2 실제 거리를 재측정하는 단계; 및

상기 제 1 실제 거리와 상기 제 2 실제 거리 사이의 차가 상기 기판의 원하는 두께 변화 내에 있을 때 상기 기판으로부터 재료 제거를 종료하는 단계를 포함하는, 평탄화 방법.

### 청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 실제 거리를 측정하는 단계는:

소스 빔의 초기 부분을 반사기에 투사하는 단계;

상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔을 생성하기 위하여, 상기 반사기로부터 상기 기판 홀더의 이면으로 상기 소스 빔의 중간 부분을 지향시키는 단계; 및

상기 리턴 빔의 위치를 검출기로 관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 실제 거리를 나타내는, 상기 관측 단계를 포함하는, 평탄화 방법.

### 청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 소스 빔 투사 단계는 상기 반사기를 향해 레이저 빔을 방출하는 단계를 포함하고,

상기 리턴 빔의 위치 관측 단계는 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 측방향 변위를 측정하는 단계를 포함하는, 평탄화 방법.

### 청구항 16.

제 13 항에 있어서,

상기 기판으로부터 재료의 제거를 종료하는 단계는 상기 제 1 실제 거리와 상기 제 2 실제 거리 사이의 차가 상기 기판의 원하는 두께 변화 내에 있을 때 상기 평탄화 매체로부터 상기 웨이퍼의 인게이지를 해제시키는 단계를 포함하는, 평탄화 방법.

### 청구항 17.

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 실제 거리를 측정하는 단계 및 상기 제 2 실제 거리를 재측정하는 단계는:

소스 빔의 초기 부분을 반사기에 투사하는 단계;

상기 반사기로부터, 상기 평탄화 공정의 부분 동안 상기 기판 홀더가 주기적으로 통과하는 고정된 위치로 상기 소스 빔의 중간 부분을 지향시키는 단계;

상기 평탄화 공정의 제 1 단계에서 상기 기판 홀더가 상기 고정된 위치를 통과할 때 상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔의 제 1 위치를 검출기로 관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 제 1 실제 거리를 나타내는, 상기 관측 단계; 및

상기 평탄화 공정의 제 2 단계에서 상기 기판 홀더가 상기 고정된 위치를 후속적으로 통과할 때 상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 상기 리턴 빔의 제 2 위치를 재관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 제 2 실제 거리를 나타내는, 상기 재관측 단계를 포함하는, 평탄화 방법.

### 청구항 18.

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 실제 거리를 측정하는 단계 및 상기 제 2 실제 거리를 재측정하는 단계는:

빔 방출기로부터 반사기로 소스 빔의 초기 부분을 투사하는 단계;

상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔이 검출기에 의해 수신되기 위하여, 상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되도록 상기 반사기로부터 상기 소스 빔의 중간 부분을 지향시키는 단계;

상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사되는 리턴 빔의 위치를 검출기로 관측하는 단계로서, 상기 검출기에 대한 상기 리턴 빔의 위치와 상기 반사기의 각도는 상기 공지된 높이와 상기 웨이퍼의 이면 사이의 실제 거리를 측정하는, 상기 관측 단계; 및

상기 공지된 높이에 대하여 상기 기판의 이면의 높이를 연속하여 검출하도록 상기 기판 홀더가 상기 평탄화 매체를 가로질러 상기 기판을 이동시킬 때, 상기 기판 홀더와 함께 상기 빔 방출기, 상기 반사기 및 상기 검출기를 이동시키는 단계로서, 상기 제 1 실제 거리는 상기 평탄화 공정의 한 단계에서 측정되고, 상기 제 2 실제 거리는 상기 평탄화 공정의 후속 단계에서 재측정되는, 상기 이동 단계를 포함하는, 평탄화 방법.

### 청구항 19.

마이크로전자 장치들의 제조에서, 기판 홀더 내의 마이크로전자 장치 기판으로부터 재료를 제거하기 위한 평탄화 공정의 수행을 모니터링하는 방법에 있어서:

평탄화 사이클의 한 단계에서 상기 기판 홀더의 이면과 공지된 높이 사이의 제 1 실제 거리를 측정함으로써, 상기 기판 홀더 내의 상기 기판이 평탄화 매체와 인게이지될 때 상기 기판 홀더의 이면의 높이를 측정하는 단계; 및

상기 평탄화 공정의 수행 특성이 상기 기판 홀더의 측정된 높이에 기초하여 수용 가능한 범위 내에 있는지 여부를 평가하는 단계를 포함하는, 평탄화 공정 수행 모니터링 방법.

## 청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 기판 홀더의 이면의 높이를 측정하는 단계는 상기 기판 표면으로부터 재료를 동시에 제거하기 위하여, 상기 기판과 상기 평탄화 매체 사이에 상대적인 움직임을 동시에 부여하는 단계를 포함하는, 평탄화 공정 수행 모니터링 방법.

## 청구항 21.

제 20 항에 있어서,

상기 기판 홀더의 이면의 높이를 측정하는 단계는 상기 공지된 높이와 상기 기판 홀더의 이면 사이의 거리를 측정하는 단계를 포함하는, 평탄화 공정 수행 모니터링 방법.

## 청구항 22.

제 19 항에 있어서,

상기 수행 특성은 상기 평탄화 공정의 종점이며, 상기 종점을 평가하는 단계는:

상기 평탄화 동안에 상기 공지된 높이에 대하여, 상기 기판 높이의 적어도 제 1 및 제 2 측정에 기초하여 상기 기판 홀더의 높이 변화를 비교하는 단계; 및

상기 기판 홀더의 높이 변화가 상기 웨이퍼의 원하는 두께 변화와 실질적으로 동일할 때 상기 기판으로부터 재료 제거를 종료하는 단계를 포함하는, 평탄화 공정 수행 모니터링 방법.

## 청구항 23.

제 21 항에 있어서,

상기 수행 특성은 상기 평탄화 공정의 연마 속도이며, 상기 연마 속도를 평가하는 단계는:

상기 평탄화 공정 동안 상기 기판의 연마 속도를 결정하기 위하여, 상기 공정의 경과 시간에 대하여 상기 기판 홀더의 높이 측정들을 상관시키는 단계; 및

상기 연마 속도가 원하는 동작 범위 내에 있지 않을 때 상기 평탄화 공정을 중단시키는 단계를 포함하는, 평탄화 공정 수행 모니터링 방법.

## 청구항 24.

제 23 항에 있어서,

원하는 임계치보다 아래의 연마 속도 강하에 의해 유발된 중단 동안 연마 매체의 상태를 조사하는 단계를 더 포함하는, 평탄화 공정 수행 모니터링 방법.

### 청구항 25.

제 21 항에 있어서,

상기 평탄화 특성은 평탄화 동안 상기 기판 홀더의 수직 움직임이며, 상기 수직 움직임을 평가하는 단계는:

평탄화 동안 상기 기판 홀더의 측정된 높이에 따라 상기 기판 홀더의 수직 변위 패턴을 결정하는 단계;

상기 기판 홀더의 수직 변위 패턴이 변형들(anomaly)을 갖는지 여부를 평가하는 단계; 및

상기 수직 변위 패턴에 변형이 발생할 때 상기 평탄화 공정을 중단하는 단계를 포함하는, 평탄화 공정 수행 모니터링 방법.

### 청구항 26.

마이크로전자 기판을 평탄화하는 평탄화기에 있어서:

평평한 판;

평탄화 표면을 가지고 상기 판에 고정된 평탄화 매체;

지지 구조 및 상기 지지 구조에 결합된 기판 홀더를 구비한 캐리어 어셈블러로서, 상기 기판 홀더는 마이크로전자 기판을 지지(carry)하기 위해, 상기 평탄화 매체를 향하는 장착부(mounting site)와 상기 평탄화 매체로부터 이격되어 향하는 이면을 가지며, 상기 캐리어 어셈블리는 상기 기판을 상기 평탄화 매체와 선택적으로 인게이지되도록 상기 기판 홀더를 이동시키며, 상기 기판 홀더 및 상기 평탄화 매체 중 적어도 하나는 상기 평탄화 표면에 대하여 상기 기판을 옮기도록 이동 가능한, 캐리어 어셈블러; 및

상기 기판 홀더 내의 기판이 평탄화 표면과 인게이지되는 적어도 일부의 시간 동안 상기 기판 홀더의 이면 상에 배치된 비접촉 거리 측정 장치로서, 상기 판에 대하여 공지된 높이에 있고, 상기 평탄화 표면 상의 상기 기판의 평탄화 동안 상기 기판 홀더의 이면과 상기 공지된 높이 사이의 실제 거리를 측정하는, 상기 비접촉 거리 측정 장치를 포함하는, 평탄화기.

### 청구항 27.

제 26 항에 있어서,

상기 비접촉 거리 측정 장치는, 소스 빔의 초기 부분을 투사하는 빔 방출기와, 상기 기판 홀더로부터 리턴 빔이 반사하도록 상기 소스 빔의 중간 부분을 상기 기판 홀더의 이면으로 지향시키는 반사기와, 상기 리턴 빔의 측방향 시프트를 결정하는 검출기와, 상기 소스 빔의 초기 부분과 상기 웨이퍼의 이면 사이의 거리를 계산하는 프로세서를 구비한 삼각 측량 거리 측정 계기(triangulation distance measuring meter)를 포함하는, 평탄화기.

### 청구항 28.

제 27 항에 있어서,

상기 빔 방출기는 레이저 빔을 방사하는 레이저이며, 상기 초기 소스 빔, 상기 중간 소스 빔 및 상기 반사된 빔은 상기 레이저 빔의 부분들인, 평탄화기.

## 청구항 29.

제 27 항에 있어서,

상기 지지 구조는 상기 판에 수직한 스위프 축 주위를 회전하는 제 1 암, 및 상기 제 1 암 위의 제 2 암을 가지고;

상기 기판 홀더는 평탄화 경로를 따라 상기 평탄화 매체를 가로질러 스위프하도록 상기 제 1 암에 부착되어 있고;

상기 거리 측정 장치는 상기 평탄화 경로 위의 상기 제 2 암에 부착되어 있어, 상기 기판 홀더가 상기 평탄화 매체와 상기 기판을 인게이지시키고, 상기 기판과 상기 평탄화 매체 사이에 상대적인 움직임이 일어날 때 상기 기판 홀더의 이면에 빔을 투사하는, 평탄화기.

## 청구항 30.

제 29 항에 있어서,

상기 제 2 암도 또한 상기 스위프 축 주위를 회전할 수 있고, 상기 제 1 및 제 2 암들은 상기 거리 측정 장치가 상기 평탄화 경로를 따라 상기 기판 홀더의 이면에 빔을 연속적으로 투사하기 위하여, 상기 스위프 축 주위를 함께 회전하도록 작동기에 결합되는, 평탄화기.

## 청구항 31.

제 29 항에 있어서,

상기 제 1 암은 상기 평탄화 경로를 가로질러 상기 기판을 스위프하도록 작동기에 결합되고, 상기 제 2 암은 상기 기판 홀더가 상기 거리 측정 장치 아래에 있을 때 상기 거리 측정 장치가 상기 기판 홀더의 이면에 빔을 주기적으로 투사하도록 상기 스위프 축에 대하여 고정된 상태에 있는, 평탄화기.

## 청구항 32.

마이크로전자 기판을 평탄화하는 평탄화기에 있어서,

평평한 판;

평탄화 표면을 가지고 상기 판에 고정된 평탄화 매체;

지지 구조 및 상기 지지 구조에 결합된 기판 홀더를 구비한 캐리어 어셈블러로서, 상기 기판 홀더는 마이크로전자 기판을 지지하기 위해, 상기 평탄화 매체를 향하는 장착부와 상기 평탄화 매체로부터 이격되어 향하는 이면을 가지며, 상기 캐리어 어셈블리는 상기 기판을 상기 평탄화 매체와 선택적으로 인게이지되도록 상기 기판 홀더를 이동시키며, 상기 기판 홀더 및 상기 평탄화 매체 중 적어도 하나는 상기 평탄화 표면에 대하여 상기 기판을 옮기도록 이동 가능한, 캐리어 어셈블러; 및

상기 평탄화기에 부착된 거리 측정 장치로서, 상기 거리 측정 장치는, 평탄화 동안 상기 기판 홀더의 이면에 상기 소스 빔의 중간 부분을 지향시키는 반사기에 소스 빔의 초기 부분을 투사하도록 상기 판에 대하여 공지된 높이에 배치된 빔 방출기와, 상기 기판 홀더의 이면으로부터 반사하는 리턴 빔을 수신하는 주 검출기를 구비하고, 상기 주 검출기는 상기 기판이 평탄화될 때 상기 기판 홀더의 이면과 상기 소스 빔의 초기 부분 사이의 실제 거리를 결정하도록 상기 리턴 빔의 측방향 시프트를 모니터링하는, 상기 거리 측정 장치를 포함하는, 평탄화기.

### 청구항 33.

제 32 항에 있어서,

상기 빔 방출기는 레이저 빔을 방사하는 레이저이며, 상기 초기 소스 빔, 상기 중간 소스 빔 및 상기 반사된 빔은 상기 레이저 빔의 부분들인, 평탄화기.

### 청구항 34.

제 32 항에 있어서,

상기 지지 구조는 상기 판에 수직한 스위프 축 주위를 회전하는 제 1 암, 및 상기 제 1 암 위의 제 2 암을 가지고;

상기 기판 홀더는 평탄화 경로를 따라 상기 평탄화 매체를 가로질러 스위프하도록 상기 제 1 암에 부착되어 있고;

상기 거리 측정 장치는 상기 평탄화 경로 위의 상기 제 2 암에 부착되어 있어, 상기 기판 홀더가 상기 평탄화 매체와 상기 기판을 인계이지시키고, 상기 기판과 상기 평탄화 매체 사이에 상대적인 움직임이 일어날 때 상기 기판 홀더의 이면에 빔을 투사하는, 평탄화기.

### 청구항 35.

제 34 항에 있어서,

상기 제 2 암도 또한 상기 스위프 축 주위를 회전할 수 있고, 상기 제 1 및 제 2 암들은 상기 거리 측정 장치가 상기 평탄화 경로를 따라 상기 기판 홀더의 이면에 빔을 연속적으로 투사하기 위하여, 상기 스위프 축 주위를 함께 회전하도록 작동기에 결합되는, 평탄화기.

### 청구항 36.

제 34항에 있어서,

상기 제 1 암은 상기 평탄화 경로를 가로질러 상기 기판을 스위프하도록 작동기에 결합되고, 상기 제 2 암은 상기 기판 홀더가 상기 거리 측정 장치 아래에 있을 때 상기 거리 측정 장치가 상기 기판 홀더의 이면에 빔을 주기적으로 투사하도록 상기 스위프 축에 대하여 고정된 상태에 있는, 평탄화기.

### 청구항 37.

삭제

### 청구항 38.

삭제

### 청구항 39.

삭제

### 청구항 40.

삭제

**청구항 41.**

삭제

**청구항 42.**

삭제

**청구항 43.**

삭제

**청구항 44.**

삭제

**청구항 45.**

삭제

**청구항 46.**

삭제

**청구항 47.**

삭제

**청구항 48.**

삭제

**청구항 49.**

삭제

**청구항 50.**

삭제

**명세서****기술분야**

본 발명은 종점 검출기와, 기계적 또는 화학 기계적 연마 공정에서 반도체 웨이퍼나 다른 마이크로전자 기판의 두께 변화를 신속하고 정확하게 측정하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

화학 기계식 연마 또는 기계적 연마 공정(총괄하여 "CMP(chemical-mechanical polishing)")은 극초밀도 집적회로 제조에서 마이크로전자 기판(예를 들면, 반도체 웨이퍼)의 표면으로부터 재료를 제거한다. 전형적인 CMP 공정에서, 웨이퍼는 제어된 화학 약품, 압력, 속도 및 온도 조건 하에서 평탄화 유체(예를 들면, 연마 슬러리(abrasive slurry))가 있는 가운데 평탄화 매체(예를 들면, 연마 패드)에 가압된다. 평탄화 유체는 웨이퍼 표면을 연마하는 연마 입자를 포함할 수 있으나, 비연마 평탄화 유체는 고정된 연마 패드와 함께 사용될 수 있다. 더구나, 평탄화 유체는 웨이퍼의 표면을 에칭 및/또는 산화시키는 화학약품을 갖는다. 연마 패드는 일반적으로, 밤포 폴리우레탄 등의 다공성 재료로 만들어지는 평탄한 패드이며, 이 재료에 연마 입자들이 접착되어 있을 수 있다. 이에 따라, 패드 및/또는 웨이퍼가 다른 것에 대하여 움직일 때, 연마 입자(기계적 제거) 및 화학약품(화학적 제거)에 의해 웨이퍼 표면으로부터 재료가 제거된다.

도 1은 플라텐(platen; 20), 웨이퍼 캐리어(30), 연마 패드(40), 및 연마 패드 위에 슬러리(44)를 구비한 종래의 CMP기(10)를 개략적으로 도시한 것이다. 플라텐(20)은 연마 패드(40)가 배치된 표면(22)을 갖고 있다. 구동 어셈블리(26)는 화살표 "A"로 나타낸 플라텐(20)을 회전시킨다. 또 다른 유형의 종래의 CMP기에서, 구동 어셈블리(26)는 화살표 "B"로 나타

낸 바와 같이 플라텐을 왕복운동시킨다. 연마 패드(40)는 플라텐(20)의 표면(22)에 마찰로 맞물리기 때문에 플라텐(20)의 움직임이 패드(40)에 전달된다. 웨이퍼 캐리어(30)는 웨이퍼(60)가 부착될 수 있는 하측 표면(32)을 구비하고 있고, 또는 웨이퍼(60)는 웨이퍼(60)와 하측 표면(32) 사이에 위치한 탄성패드(34)에 부착될 수도 있다. 웨이퍼 캐리어(30)는 무겁게 한 부동성의 웨이퍼 캐리어일 수 있으며, 또는 작동기 어셈블리(36)는 각각 화살표 "C" 및 "D"로 나타낸 바와 같이, 축방향 및 회전운동을 전하도록 웨이퍼 캐리어(30)에 부착될 수도 있다.

종래의 연마기(10)의 동작에서, 웨이퍼(60)는 연마 패드(40)에 대해 앞면을 밑으로 하여 배치되고 플라텐(20) 및 웨이퍼 캐리어(30)는 서로에 대해서 움직인다. 웨이퍼(40)의 앞면이 연마 패드(40)의 연마면(42)을 가로질러 이동함에 따라, 연마 패드(40) 및 슬러리(44)는 웨이퍼(60)로부터 재료를 제거한다.

경쟁적인 반도체 산업에서, CMP 공정 수율을 최대화시켜 가능한 한 신속하게 정확하고 평탄한 표면을 만들어내는 것이 매우 바람직하다. CMP 공정의 수율은 몇 가지 인자의 함수인데, 이중 하나는 원하는 종점에서 CMP 공정을 정확하게 정지시키는 능력이다. 유전총 두께는 수용할 수 있는 범위 내에 있어야 하고, 만약 유전총의 두께가 수용 가능한 범위 내에 있지 않으면 웨이퍼는 원하는 종점에 도달할 때까지 다시 연마되어야 하므로 원하는 종점에서 CMP 공정을 정확하게 정지시키는 것은 고수율 유지에 중요하다. 그러나 웨이퍼를 재연마하는 것은 CMP 공정 수율을 현저하게 감소시킨다. 이에 따라, 원하는 종점에서 CMP 공정을 정지시키는 것이 매우 바람직하다.

CMP 공정의 종점을 결정하는 종래의 한 방법에서, 공정 중의 한 웨이퍼의 연마 기간은 공정 중에 이전의 웨이퍼들의 연마 속도를 사용하여 추정된다. 그러나 웨이퍼에 대한 추정된 연마 기간은 연마 속도가 웨이퍼마다 다를 수 있기 때문에 정확하지 않을 수 있다. 이에 따라, 이 방법은 원하는 종점까지 웨이퍼를 정확하게 연마하지 않을 수 있다.

CMP 공정의 종점을 결정하는 다른 방법에서는 웨이퍼를 패드 및 웨이퍼 캐리어로부터 옮겨 웨이퍼의 두께를 측정한다. 그러나 패드 및 웨이퍼 캐리어로부터 웨이퍼를 옮기는 것은 시간 소비적이고 웨이퍼에 손상을 가할 수 있다. 더구나, 웨이퍼가 원하는 종점에 있지 않다면, 재연마를 위해 웨이퍼를 웨이퍼 캐리어에 재장착하는데 더 많은 시간이 필요하다. 따라서, 이 방법은 일반적으로 CMP 공정의 수율을 감소시킨다.

CMP 공정의 종점을 결정하는 또 다른 방법에서, 패드 에지 너머로 웨이퍼 일부를 이동시키고 간접계는 웨이퍼의 노출된 부분에 직접 광 범을 지향시킨다. 그러나 웨이퍼는 패드 에지가 압축성이 있어 웨이퍼가 패드에 얹혀질 때 웨이퍼가 선회할 수 있기 때문에 웨이퍼가 패드에 얹혀질 때 동일한 기준 위치에 있지 않을 수 있고, 웨이퍼의 노출된 부분은 측정마다 달라질 수 있다. 이에 따라, 이 방법은 웨이퍼의 두께 변화를 부정확하게 측정한다.

종래의 종점 검출기술에서의 문제에 비추어, CMP 공정 동안 웨이퍼의 두께 변화를 신속하고 정확하게 측정하는 장치 및 방법을 개발하는 것이 바람직 할 것이다.

CMP 공정의 종점을 정확하게 결정하는 것 외에, 완성된 웨이퍼의 수율 및 품질을 유지하기 위해서 다른 수행특성 또는 파라미터를 모니터링하는 것이 바람직하다. CMP 공정의 수행은 패드 상태, 웨이퍼 밑의 평탄화 유체의 분포, 및 많은 다른 평탄화 파라미터에 의해 영향을 받을 수 있다. 그러나 이를 파라미터를 모니터링하는 것은 파라미터 중 하나가 변화되었는지 결정하기 위해서 웨이퍼 처리를 중단하는 것은 시간을 소비하는 것이기 때문에 곤란하다. 더구나, CMP 공정이 중지되고 모든 파라미터가 수용 가능한 범위 내에 있는 것으로 보이면, 공정 시간을 완전히 낭비하는 것이다. 따라서 공정을 중단함이 없이 평탄화 파라미터가 수용 가능한 동작범위 내에 있게 하도록 CMP 공정 수행을 모니터링하는 것이 바람직 할 것이다.

## 발명의 상세한 설명

본 발명은 부분적으로는 반도체 웨이퍼 등 마이크로전자 기판으로부터 재료를 제거하는 평탄화 공정의 종점을 검출하는 것에 관련한다. 종점 검출기는 웨이퍼를 화학 기계적 연마하는 동안 웨이퍼 캐리어에 웨이퍼가 부착되어 있을 때 반도체 두께 변화를 측정한다. 종점 검출기는 기준 플랫폼, 측정면 및 거리 측정 장치를 구비한다. 기준 플랫폼은 웨이퍼 캐리어에 근접하게 배치되고, 기준 플랫폼과 측정 장치는 단일 웨이퍼의 모든 특정에 대해 공지된 일정한 거리만큼 서로 이격되어 배치된다. 측정면은, 웨이퍼가 기준 플랫폼 상에 위치하였을 때 측정 장치가 측정면에 인계이지(engage)될 수 있는 위치에서 웨이퍼 캐리어에 대해 고정적으로 위치된다. 측정 장치가 측정면에 인계이지될 때마다, 측정 장치에 대한 측정면의 변위를 측정한다. 측정면의 변위는 측정들 간의 웨이퍼의 두께 변화에 비례한다.

본 발명에 따른 방법에서, 웨이퍼가 연마되기 전에 기준 플랫폼 상에 웨이퍼가 배치되고, 이어서 측정 장치는 측정면에 인계이지되어 측정 장치에 대한 측정면의 위치의 기준선 측정을 결정한다. 웨이퍼가 적어도 부분적으로 연마된 후에, 웨이퍼는 기준 플랫폼 상에 다시 배치되고, 측정 장치는 이 장치에 대한 측정면의 위치의 연이은 측정을 결정하도록 측정면에 다시 인계이지된다. 기준선 측정부터 연이은 측정면의 변위는 웨이퍼의 두께 변화에 비례한다.

본 발명은 또한 연마 속도, 종점, 및 CMP 공정의 또 다른 평탄화 파라미터를 모니터링하는 평탄화기 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 평탄화기는 평평한 판, 이 판에 고정된 평탄화 매체, 평탄화 매체에 대하여 기판을 조작하는 캐리어 어셈블리, 및 비접촉 거리 측정 장치를 포함한다. 보다 구체적으로 캐리어 어셈블리는 지지 구조 및 이 지지 구조에 결합된 기판 홀더를 구비할 수 있다. 기판 홀더는 전형적으로 기판을 지지(carry)하는 평탄화 매체를 향하는 장착부와, 평탄화 매체로부터 이격되어 향하는 이면을 갖는다. 비접촉 거리 측정 장치는 또한 평탄화 공정의 적어도 일부동안 기판 홀더 상에 배치되도록 지지 구조에 부착될 수도 있다. 또한, 지지 구조는 전형적으로 기판이 평탄화되는 동안 기판 홀더의 이면과 공지된 높이 사이의 실제 거리를 측정하기 위해서 판에 대하여 공지된 높이에 비접촉 측정 장치를 보유한다.

거리 측정 장치는 소스 빔을 투사하는 빔 방출기, 기판 홀더의 이면에 소스 빔을 지향시키도록 판에 대하여 소정의 각도에 배치된 반사기, 및 소스 빔에 수직한 기판 홀더의 이면으로부터 반사된 리턴 빔을 수신하는 주 검출기를 구비할 수 있다. 주 검출기는 리턴 빔의 측방향 시프트를 모니터링하고, 기판 홀더의 이면과 소스 빔과 리턴 빔 사이의 교점간 거리를 결정하는 프로세서에 신호를 제공한다. 따라서, 거리 측정 장치는 기판의 두께 변화, 기판의 연마 속도 및 기판이 평탄화 되는 동안 평탄화 공정의 몇몇 다른 수행 파라미터를 결정하기 위해서 평탄화 공정의 제 1 단계에서 제 1 실제 거리를 측정하고 이어서 평탄화 공정의 연이은 단계에서 제 2 실제 거리를 재측정한다.

### 실시예

본 발명은 웨이퍼의 화학 기계적 연마 동안 반도체 웨이퍼 또는 다른 형태의 마이크로전자 기판의 웨이퍼 두께 변화를 신속하고 정확하게 측정하는 종점 검출기 등의 수행 모니터링 시스템에 관련된다. 본 발명의 한 양태는, 측정이 이루어질 때마다 웨이퍼가 배치되는 기준 플랫폼을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 양태는 기준 플랫폼이나 웨이퍼 캐리어로부터 웨이퍼를 옮기지 않고 측정 장치에 의해 맞물릴 수 있는 웨이퍼 캐리어에 측정면을 제공하는 것이다. 후술하는 바와 같이, 이러한 기준 플랫폼 및 측정면을 제공함으로써, 웨이퍼가 웨이퍼 캐리어에 부착되어 있고 기준 플랫폼 상에 배치되어 있는 동안 웨이퍼 두께 변화를 신속하고 정확하게 측정할 수 있다. 웨이퍼 두께 변화를 측정하는 것 외에, 본 발명에 따른 수행 모니터링 시스템의 특정 실시예들에서는 CMP 공정의 종점, 연마 속도, 및 몇몇의 다른 수행 파라미터를 모니터링하기 위해서 공지된 높이에 대하여 웨이퍼 캐리어의 실제 높이를 결정할 수도 있다. 본 발명의 특정 실시예들의 많은 특정한 상세들은 이러한 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 도 2 내지 도 7에 개시되어 있다. 그러나 당업자는 부가적인 실시예를 가질 수도 있고 다음의 본 발명의 상세한 설명에 기재된 몇몇 상세없이 실시할 수도 있다.

도 2는 웨이퍼(60) 또는 또 다른 유형의 마이크로전자 기판이 기판 홀더 또는 웨이퍼 캐리어(30)에 장착되는 종래의 CMP기에 사용되는 종점 검출기(50)를 도시한 것이다. 웨이퍼 캐리어(30)는 통상 웨이퍼 캐리어(30)를 조작하는 작동기(36)에 부착된다. 종점 검출기(50)는 기준 플랫폼(70), 웨이퍼 캐리어(30) 상의 측정면(80), 및 측정 장치(90)를 포함한다. 기준 플랫폼(70) 상의 상측면(72)은 단일의 웨이퍼의 모든 측정에 걸쳐 측정 장치(90)로부터 고정된 거리로 유지된다. 측정면(80)은 웨이퍼 캐리어(60)가 웨이퍼(60)를 기준면(70)에 대해 누를 때 측정 장치(90)에 노출되게 웨이퍼 캐리어(30)의 상측면(38) 상에 위치하여 있다. 측정면(80)은 웨이퍼 캐리어 자체의 상측면(38)이거나 또는 웨이퍼 캐리어(80)에 부착된 별도의 패널인 평탄한 반사 표면인 것이 바람직하다. 측정 장치(90)는 측정 장치(90)의 고정된 위치에 대한 측정면(80)의 변위를 측정하도록 측정면(80)에 인계이지한다.

일 실시예에서, 측정 장치는 방출기(92) 및 수신기(94)를 구비한 간섭계이다. 방출기는 광 빔을 측정면(80)으로 지향시키고, 이 측정면(80)은 수신기(94)로 광빔을 다시 반사시킨다. 측정면(80)과 측정 장치(90) 사이의 거리가 웨이퍼(60)의 두께 변화에 대응하여 변할 때, 수신기(94)에 반사된 광빔의 상(phase)이 그에 따라 변하다. 수신기(94)에 접속된 제어기(96)는 반사 광빔의 상 변화를 측정 장치(90)의 위치에 대한 측정면(80)의 수직 변위의 측정으로 변환한다. 중요한 것으로는 기준 플랫폼(70) 및 측정 장치(90)는 이들간에 일정한 거리를 단일 웨이퍼의 모든 측정에 걸쳐 유지하도록 서로에 대하여 변위에 대해 고정된다는 것이다. 그러나 기준 플랫폼(70)과 측정 장치(90) 사이의 거리는 웨이퍼마다 다를 수 있다. 그러므로 종점 검출기(50)는 웨이퍼(60)의 두께 변화의 부정확한 측정을 공통으로 야기하는 많은 종래의 종점 기술의 한 변수를 제거한다.

동작에서, 웨이퍼 캐리어(30)는 초기에는 웨이퍼(70)를 연마하기에 앞서 기준 플랫폼(70)의 상측면(72) 상에 웨이퍼(60)를 배치한다. 웨이퍼(60)가 초기에 기준 플랫폼(70) 상에 배치되었을 때, 측정면(80)은 측정 장치(90)에 대하여 높이  $h_1$ 에 위치하여 있다. 방출기(92)는 광빔(93)을 측정면(80)으로 지향시켜 높이  $h_1$ 에서 측정면(80)의 위치의 기준선 측정을 결정한다. 기준선 측정이 얻어진 후에, 웨이퍼는 일정 시간동안 연마된다. 웨이퍼의 두께 변화( $\Delta t$ )는 웨이퍼의 원래의 표면(62)과 새로운 표면(62(a)) 사이의 거리와 동일하다. 웨이퍼(60)는 기준 플랫폼(70)의 상측면(72) 상에 다시 배치되고, 이에 따라 측정면(80)의 위치는 높이  $h_2$ 로 변경된다. 측정 장치(90)로부터의 광빔(93)은 높이  $h_2$ 에서 측정면(80)의 변위( $\Delta d$ )를 측정하기 위해서 측정면(80)에 다시 인계이지한다. 측정면(80)의 변위( $\Delta d$ )는 웨이퍼(60)의 두께 변화( $\Delta t$ )에 비례하며, 그에 직접 대응할 수도 있다.

종점 검출기(50)의 한 이점은 웨이퍼(60)의 두께 변화의 매우 정확한 측정을 제공한다는 것이다. 본 발명의 일면은 단일 웨이퍼의 모든 측정에 걸쳐 기준 플랫폼(70)의 상측면(72)과 측정 장치(90) 사이의 거리가 일정하다는 것이다. 따라서, 측정면(80)의 변위( $\Delta d$ )는 웨이퍼(60)의 두께 변화( $\Delta t$ )에 의해 야기된다. 더욱이, 측정면(80)의 변위를 측정함으로써, 웨이퍼(60)는 광빔을 웨이퍼에 직접 가하는 종래의 기술에서처럼 기준 플랫폼(70)에 얹혀 놓을 필요가 없다. 그러므로 종점 검출기(50)는 웨이퍼(60)의 두께 변화( $\Delta t$ )의 매우 정확한 측정을 제공한다.

도 3은 본 발명에 따른 종점 검출기를 구비한 연마기(52)를 개략적으로 도시한 것이다. 이 실시예에서, 기준 플랫폼(70)은 연마 패드(40)이다. 따라서, 플랫폼(70)의 상측면(72)은 연마 패드(40)의 상측면이다. 웨이퍼 캐리어(30)는 웨이퍼(60)를 연마하고 웨이퍼(60)의 두께 변화를 측정하기 위해서 연마 패드/기준 플랫폼(70) 상에 웨이퍼(60)를 배치된다. 웨이퍼 캐리어(30)가 측정 장치 밑에 배치되었을 때, 측정 장치(90)는 측정면(80)에 인계이지한다. 동작에서, 웨이퍼의 두께 변화는 도 2에 관하여 전술한 바와 같이 측정된다. 본 발명의 이 실시예는 웨이퍼의 두께 변화 미만으로 압착하는 강체 패드 또는 반강체 패드에 특히 유용하다. 그러나 연마 패드/기준 플랫폼(70)이 압축성이 있을지라도, 연마기(52)의 종점 검출기에 의해 행해진 측정은 패드/플랫폼(70)에 가해진 어떠한 힘든 모든 측정에 대해 동일한 한 정확할 것이다. 연마기(52)는 웨이퍼(60)가 웨이퍼 캐리어(30)나 연마 패드/기준 플랫폼(70)으로부터 제거되지 않기 때문에 웨이퍼(60)의 두께 변화를 신속하게 측정한다. 그러므로 본 발명의 이러한 특정한 실시예는 종래의 CMP 공정에 비해 수율을 향상시킨다.

도 4 내지 도 6은 종점 검출기를 구비한 연마기의 몇몇 실시예를 도시한 것이다. 도 4는 기준 플랫폼(70)이 지면 또는 평탄화기에 고정된 별도의 반침대(74)인 종점 검출기를 구비한 연마기(54)를 도시한 것이다. 도 5는 플라텐(20)의 표면위에 연마 패드(40)로부터 기준 플랫폼(70)이 방사상 바깥쪽으로 이격되어 있는 종점 검출기를 구비한 연마기(56)를 도시한 것이다. 다른 관계된 실시예에서, 기준 플랫폼(70(a))은 패드(40)의 중심에 구멍(43) 내에 배치될 수도 있고, 또는 구멍(43)은 플라텐(20)의 상측면(22)의 중심에 의해 정해진 기준 플랫폼(70(b))에의 액세스를 제공할 수 있다. 도 6은 연마기의 벽(14)에 기준 플랫폼(70)이 부착된 종점 검출기를 구비한 연마기(58)를 도시한 것이다. 각각의 연마기(54, 56, 58)에서, 웨이퍼(60)의 두께 변화는 연마 패드(40)에서 기준 플랫폼(70)으로 웨이퍼(60)를 이동시켜 측정된다. 측정면(80) 상의 변위의 변화는 도 2에 관련하여 전술한 바와 같이, 측정 장치(90)로부터 광빔으로 측정면(80)에 인계이지시켜 측정된다.

연마기(52, 54, 56, 58)의 이점은 이들이 일반적으로 CMP 공정의 수율을 향상시킨다는 것이다. 기준 플랫폼(70)이 연마 패드일 때, 웨이퍼(60)의 두께 변화( $\Delta t$ )는 웨이퍼 캐리어(30) 또는 연마 패드로부터 웨이퍼(60)를 제거하지 않고 측정될 수 있다. 따라서, 웨이퍼(60)의 두께 변화( $\Delta t$ )는 웨이퍼(60)의 연마를 최소한의 중단만으로 동시에 측정될 수 있다. 플랫폼(72)이 연마 패드로부터 분리될 때, 웨이퍼(60)의 두께 변화( $\Delta t$ )는 웨이퍼 캐리어(30)로부터 웨이퍼(60)를 제거하지 않고 측정될 수 있다. 이에 따라, 웨이퍼의 두께 변화( $\Delta t$ )는 연마 패드와 기준 플랫폼 사이의 웨이퍼 이동을 최소한의 중단만으로 측정될 수 있다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 CMP기(110)의 개략적인 단면도이다. CMP기(110)는 하우징(112), 하우징(1120) 내의 공동(114) 및 공동(114) 내의 장벽(116)을 가질 수 있다. 하우징(112)에 부착된 작동기(126)는 판 또는 플라텐(120)을 지지하기 위해서 장벽 내에 축(127)을 구비한다. 이에 따라 작동기(126)는 축(127)을 통해 판(120)을 회전시키 수 있다. 평탄화기(110)는 하우징(112)에 부착된 캐리어 어셈블리(130)를 또한 갖는다. 일 실시예에서, 캐리어 어셈블리(130)는 스위프(sweep) 축 P-P을 따라 수직으로 제 1 암(132)을 이동시키며(화살표 V) 스위프 축 P-P을 따라 암(132)을 회전시키는(화살표  $R_1$ ) 주 작동기(131)를 갖는다. 암(132)은 기판 홀더 또는 웨이퍼 캐리어(136)에 결합된 구동 샤프트(135)로 보조 작동기(134)를 지지할 수 있다. 기판 홀더(136)는 이면 또는 상측면(138), 평탄화 유체(144)를 투여하는 복수의 노즐(139), 및 마이크로전자 기판(12)이 부착될 수 있는 장착부를 갖는 것이 바람직하다. 기판(12)은 예를 들면 반도

체 웨이퍼이거나, 또는 접적회로가 구비되거나 구비되지 않은 전계 방출 디스플레이일 수 있다. 캐리어 어셈블리(130)는 기판(12)과 인게이지되어 평탄화 매체(140)(예를 들면, 연마 패드)의 평탄화 표면(142)을 가로질러 기판을(12) 옮기도록 기판 홀더(136)를 조작한다.

캐리어 어셈블리(130)는 스위프 축 P-P 주위를 회전시키는(화살표  $R_2$ ) 제 2 암(133)을 또한 가질 수 있다. 제 1 및 제 2 암(132, 133)은 서로 독립적으로 동작할 수 있는 것이 바람직하다. 제 1 암(132)은 전술한 스위프 축 P-P 주위를 움직이도록 주 작동기(131)에 결합될 수 있다. 제 2 암(133)은 제 1 암(132)의 수직 부분으로부터 단축(telescope)되는 수직 부분을 가질 수 있다. 제 2 암(133)은 평탄화기(110) 상의 제 2 작동기(131a)에 독립적으로 결합될 수 있다. 따라서, 제 2 작동기(131a)는 제 1 암(132)이 스위프 축 P-P 주위를 독립적으로 움직일 때 일정한 또는 공지된 높이에 스위프 축 P-P 주위를 제 2 암(133)을 움직인다. 예를 들면, 기판(12)을 평탄화시키기 위해서 제 1 암(132)이 스위프 축 P-P 주위를 수직으로 그리고 회전운동할 때, 제 2 암(133)은 일정한 높이에 제 1 암(132)에 대하여 스위프 축 P-P 주위를 회전할 수 있다.

평탄화기(110)는 제 2 암(133)에 부착된 수행 모니터링 시스템(190)을 또한 구비할 수 있다. 수행 모니터링 시스템(190)은 빔 방출기(192), 빔 방출기(192)로부터 이격된 반사기(193), 및 검출기(194)을 구비한 비접촉 거리 측정 장치(191)("거리 장치(distance device)")일 수 있다. 빔 방출기(192)는 기판 홀더(136)의 실제 높이를 결정하기 위해서 빔(195)(참조부호 195a-195c로 도 7에 표시한)을 투사한다. 도 7에 개략적으로 도시한 바와 같이, 빔 방출기(192)는 반사기(193)를 향하여 소스 빔(195a)의 초기 부분을 투사할 수 있다. 반사기(193)는 검출기(194)가 리턴 빔(195c)을 수신하도록, 기판 홀더(136)의 이면(138)으로 소스 빔(195b)의 중간 부분을 지향시키는 각도  $\alpha$ 로 경사져 있다. 검출기(194)는 리턴 빔(195c)을 수신하여, 검출기(194)에서 스케일(scale; 도시 생략)에 대한 리턴 빔(195c)의 측방향 위치 "L"을 광학적으로 검출한다. 이동변 삼각형 및 삼각형의 꼭지점과 반사 기간에 초기 소스 빔(195a)을 따른 거리 "Y"를 유지하기 위해 각도  $\alpha$ 를 앞으로써, 거리 장치(191)에 동작 가능하게 결합된 프로세서(198)는 기판 홀더(136)의 이면(138)과 소스 빔(195a)의 초기 부분 사이의 실제 거리 "d"를 결정한다. 따라서, 거리 장치(191)는 기판 홀더(136)의 이면(138)의 실제 높이를 측정한다.

거리 장치(191)는 공지된 높이와 기판 홀더(136)의 이면 사이의 거리를 정확하게 측정하는 삼각 변위 계기(triangular displacement meter)인 것이 바람직하다. 따라서 빔 방출기(192)는 레이저일 수 있으며, 이에 따라 빔(195)은 레이저 빔일 수 있다. 한 적합한 레이저 변위 계기는 뉴저지, 우드클리프레이크의 키엔스사가 제작한 LC3 변위 계기이다.

동작에서, 거리 장치(191)는 캐리어 어셈블리(130)가 평탄화 매체(140)에 대해 기판(12)을 가압할 때 기판 홀더(136)의 이면(138)에 대해 빔(195)을 지향시킨다. 일부 응용들에서, 거리 측정 장치(191)는 기판 홀더(136) 및 평탄화 매체(140)가 고정되어 있는 동안 기판 홀더(136)의 이면(138)에 대해 기판(195)을 지향시키다. 다른 응용들에서, 거리 측정 장치(191)는 기판 홀더(136)와 평탄화 매체(140) 사이의 상대적인 움직임을 부여하면서 기판 홀더(136)에 대해 빔(195)을 지향시킨다. 예를 들면, 거리 장치(191) 및 기판 홀더(136)는 빔(195)이 연속적으로 기판 홀더(136)의 이면(138)에 투사되도록 평탄화 공정 동안 스위프 축 P-P 주위를 함께 회전할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 거리 장치(191)는 빔(195)이 평탄화 공정 동안 기판 홀더(136)의 이면(138)에 주기적으로 투사되도록 기판 홀더(136)의 평탄화 경로를 따라 일정한 지점에 배치될 수 있다. 어느 경우이든, 거리 장치(191)는 평탄화 공정의 한 단계에서 제 1 실제 거리를 측정하고, 후속 단계에서 제 2 실제 거리를 재측정함으로써, 공지된 거리에 대하여 기판 홀더(136)의 이면의 높이를 검출한다. 후술하는 바와 같이, 공지된 높이와 기판 홀더(136)의 이면(138) 사이의 거리는 평탄화 공정의 수행을 모니터링하는 데이터를 제공한다.

특정 응용에서, 평탄화기(110)의 수행 모니터링 시스템(190)은 평탄화 공정의 종점을 검출할 수 있다. 평탄화 공정 동안 캐리어 어셈블리(30)가 평탄화 매체(140)를 가로질러 기판(12)을 이동시킬 때 거리 장치(191)는 기판 홀더(136)의 이면(138)의 높이를 측정한다. 기판 홀더(136)의 높이 변화가 기판(12)의 원하는 두께 변화 범위 내에 있을 때, 평탄화기(110)는 기판(12)으로부터 재료의 제거를 종료한다. 예를 들면, 평탄화기(110)는 평탄화 매체(140)로부터 기판(12)을 해제시키거나 기판(12)과 평탄화 매체(140) 사이의 상대적인 움직임을 정지시킴으로써 공정을 종료시킬 수 있다.

수행 모니터링 시스템(190)은 평탄화 공정이 원하는 레벨에서 동작하고 있지 않을 때를 나타내도록 다른 시스템 파라미터를 모니터링 할 수도 있다. 예를 들면, 프로세서(198)는 기판 홀더(136)의 높이 변화를 사이클의 경과 시간에 상관시킴으로써 평탄화 사이클을 중단시키지 않고 기판(12)의 연마 속도를 결정할 수 있다. 연마 속도의 현저한 변화는 일반적으로 평탄화 파라미터 중 하나가 원하는 범위 내에서 동작하고 있지 않음을 나타낸다. 예를 들면 연마 속도 강하는 연마 패드의 상태가 악화되어 패드가 기판으로부터 재료를 균일하게 제거하지 못함을 나타낸다. 연마 속도의 현저한 변화는 또한 다른 연마 파라미터가 원하는 동작범위 내에 있지 않음을 나타낼 수도 있다. 그러므로 평탄화기(110)는 평탄화 공정이 원하는 범위 내에서 동작하고 있는지 여부를 나타내는 다른 시스템 파라미터들을 모니터링 할 수도 있다.

또 다른 응용에서, 수행 모니터링 시스템(190)은 기판 홀더의 수직 변위 패턴에서 변형이 발생했는지 결정하기 위해 기판 홀더의 수직 이동을 측정할 수도 있다. 대부분의 CMP 응용에서, 기판 홀더(136)는 짐벌 조인트에 의해 축(137)에 부착된다. 따라서, 기판 홀더(136)가 바람직하게 평탄화동안 일정 레벨에 머물러 있어야 할지라도, 대부분의 기판 홀더는 정규 동작 조건 하에서 작은 수직 변위의 패턴을 갖는다. 거리 장치(191)는 평탄화 동안 기판 홀더(136)의 수직 변위 패턴을 측정하여 나타낼 수 있다. 따라서, 수직 변위 패턴 변화 또는 큰 변형이 발생한다면, 패드 표면, 슬러리 분배 또는 기판 표면이 정상 동작 범위 내에 있지 않음을 나타낼 수도 있다. 그러므로 평탄화기(110)는 평탄화 공정의 평탄화 특성을 모니터링하기 위한 또 다른 정보원을 제공한다.

전술한 바로부터 본 발명의 특정 실시예를 예시 목적상 기술하였으나, 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어남이 없이 여러 가지 수정이 행해질 수 있음을 알 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부한 청구범위에 의한 바를 제외하고 한정되지 않는다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 종래기술에 따른 화학 기계적 연마기의 개략적 단면도.

도 2는 본 발명에 따른 종점 검출기의 개략적 단면도.

도 3은 본 발명에 따른 종점 검출기를 구비한 연마기의 개략적 단면도.

도 4는 본 발명에 따른 종점 검출기를 구비한 연마기의 개략적 단면도.

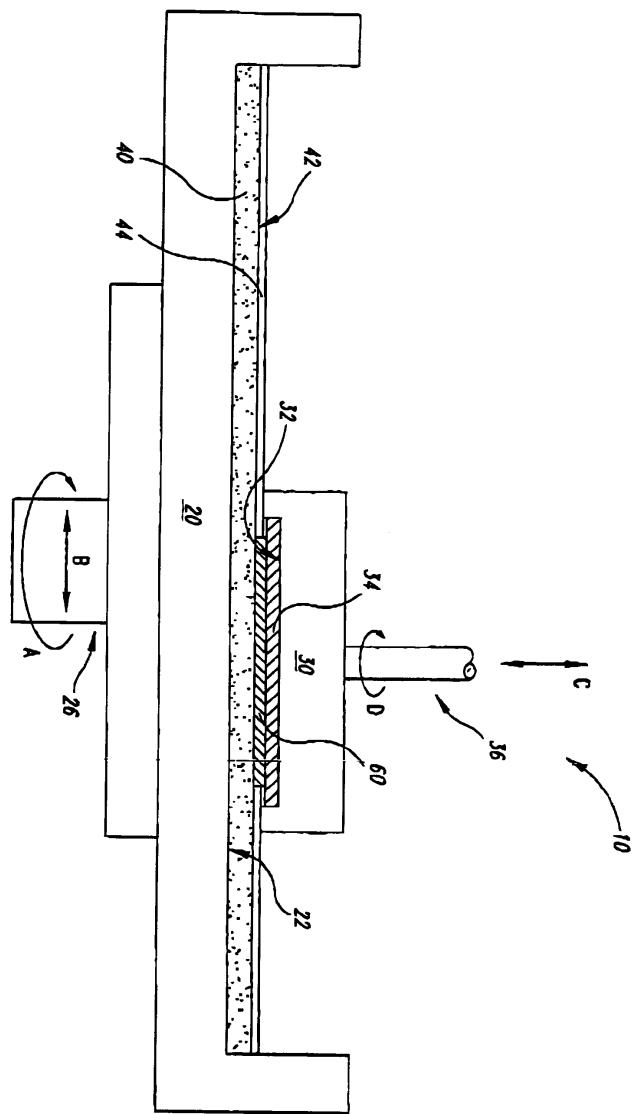
도 5는 본 발명에 따른 종점 검출기를 구비한 연마기의 개략적 단면도.

도 6은 본 발명에 따른 종점 검출기를 구비한 연마기의 개략적 단면도.

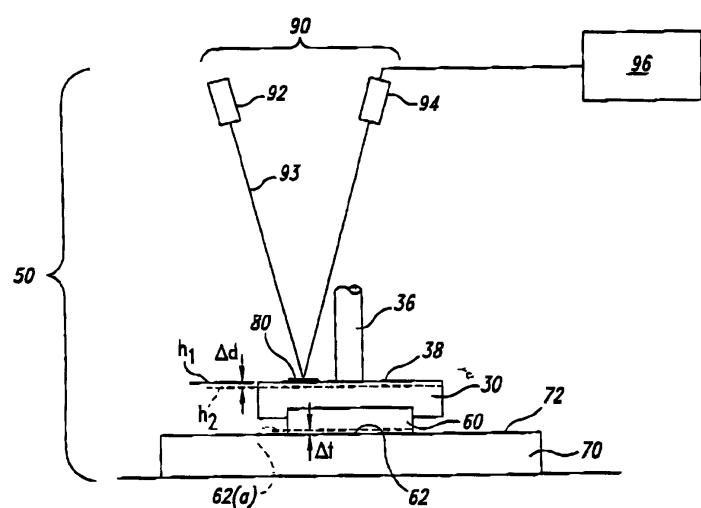
도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 수행 모니터링 시스템을 구비한 또 다른 연마기의 개략적 단면도.

## 도면

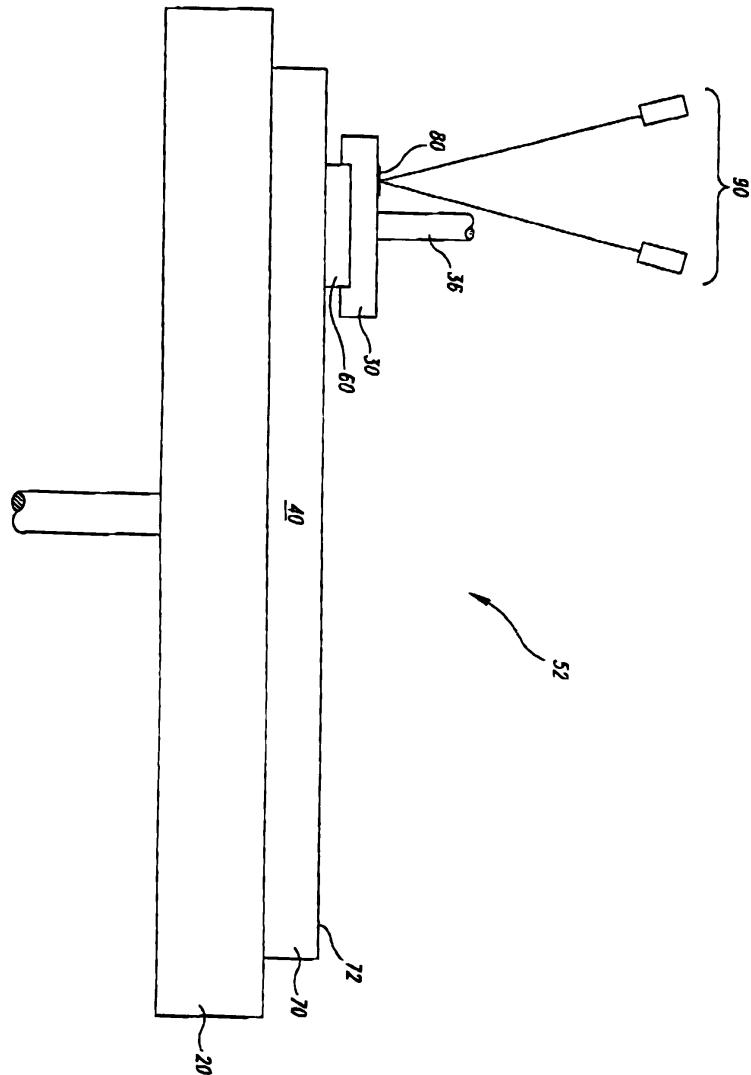
도면1



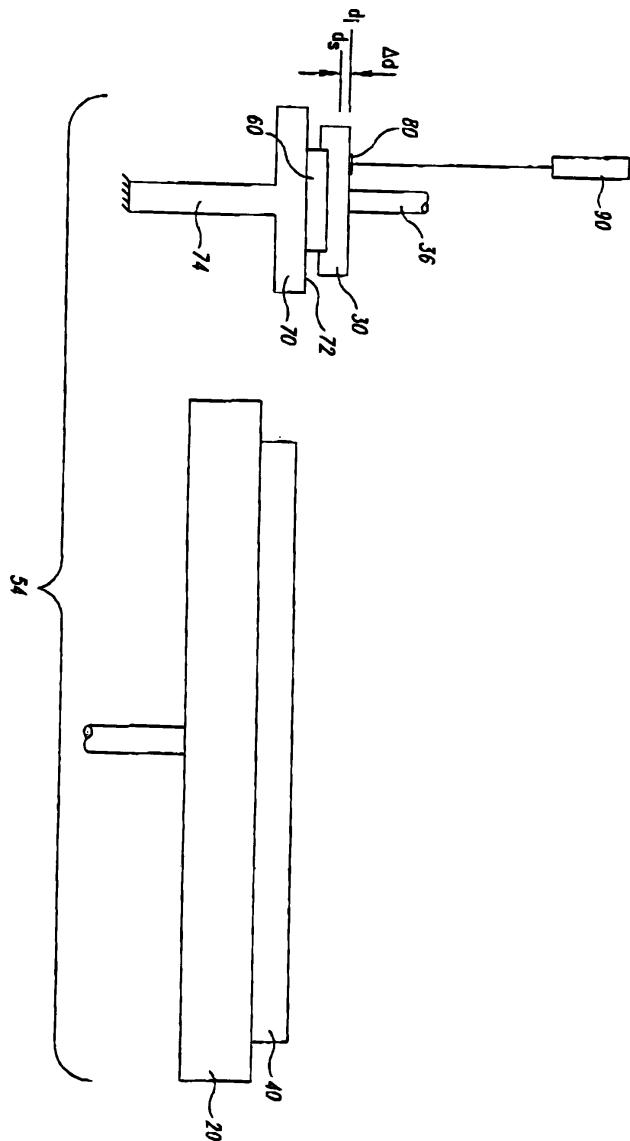
도면2



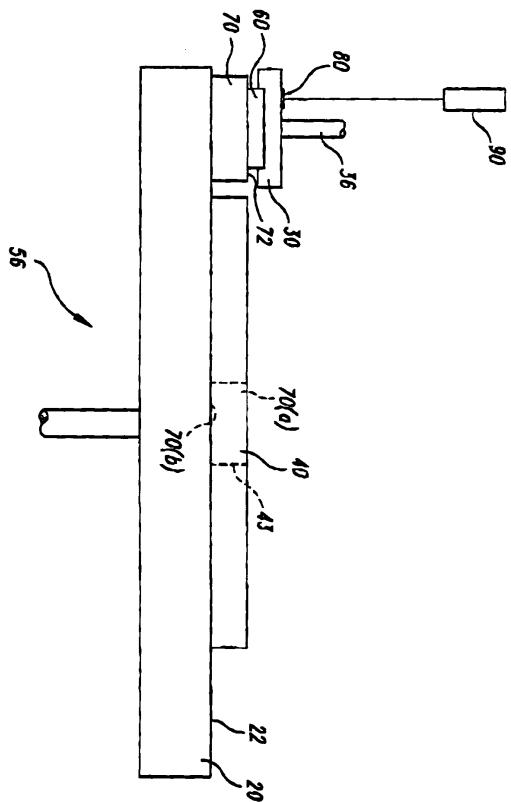
도면3



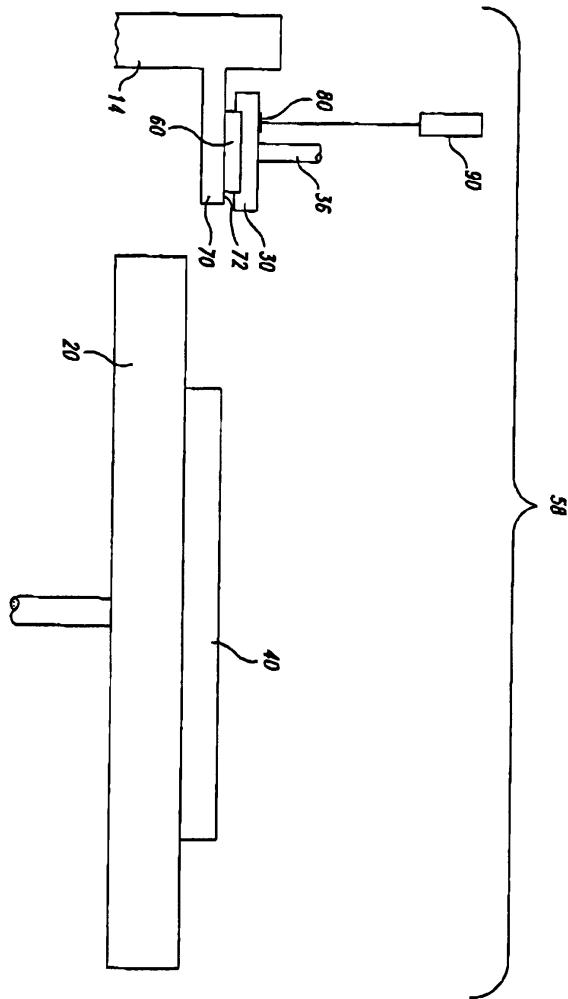
도면4



도면5



도면6



## 도면7

