



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월10일
(11) 등록번호 10-1619374
(24) 등록일자 2016년05월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-7027159
- (22) 출원일자(국제) 2009년04월29일
심사청구일자 2014년04월29일
- (85) 번역문제출일자 2010년12월02일
- (65) 공개번호 10-2011-0021842
- (43) 공개일자 2011년03월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/042085
- (87) 국제공개번호 WO 2009/134865
국제공개일자 2009년11월05일
- (30) 우선권주장
61/049,965 2008년05월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2002517911 A
JP2010223578 A
KR1020040083845 A

- (73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
- (72) 발명자
킨, 준
미국 94087 캘리포니아 씨니베일 더블린 웨이 575
단다파니, 시바쿠말
미국 95136 캘리포니아 샌어제이 화이트 차펠 애브뉴 494
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 15 항

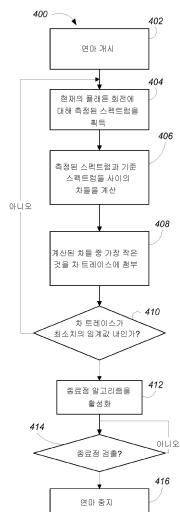
심사관 : 정성용

(54) 발명의 명칭 다중 스펙트럼들을 이용한 화학 기계적 연마에서의 종료점 검출

(57) 요약

컴퓨터 구현되는 방법은 인-시튜 광학 모니터링 시스템으로 적어도 하나의 현재 스펙트럼을 획득하는 단계, 상기 현재 스펙트럼을 복수의 상이한 기준 스펙트럼들과 비교하는 단계, 및 상기 비교하는 단계에 기초하여 연마를 받고 있는 최외곽 층을 갖는 기판에 대해 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 상기 현재 스펙트럼은 연마를 받고 있는 최외곽층 및 적어도 하나의 하부층을 갖는 기판으로부터 반사된 광의 스펙트럼이다. 상기 복수의 기준 스펙트럼들은 동일한 두께를 갖는 최외곽 층들 및 상이한 두께들을 갖는 하부층들을 갖는 기판들로부터 반사된 광의 스펙트럼들을 나타낸다.

대 표 도 - 도4



(72) 발명자

리, 해리, 큐.

미국 94024 캘리포니아 로스 알토스 벤 로이 드라
이브 1501

오스터헬드, 토마스, 에이치.

미국 94040 캘리포니아 마운틴 뷰 바바라 애브뉴
1195

츄, 자이즈

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 테리 웨이 #3
10282

명세서

청구범위

청구항 1

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법으로서,

인-시튜 광학 모니터링 시스템으로 적어도 하나의 현재 스펙트럼을 획득하는 단계 – 상기 현재 스펙트럼은 연마를 받고 있는 최외곽 층 및 적어도 하나의 하부 층을 갖는 기판으로부터 반사된 광의 스펙트럼임 –;

상기 현재 스펙트럼을 상이한 복수의 기준 스펙트럼들과 비교하는 단계 – 상기 복수의 기준 스펙트럼들은 상기 연마를 받고 있는 기판의 최외곽 층의 두께와 동일한 두께를 갖는 최외곽 층들 및 상기 연마를 받고 있는 기판의 하부 층들의 두께와 상이한 두께들을 갖는 하부 층들을 갖는 기판들로부터 반사된 광의 스펙트럼들을 나타냄 –; 및

상기 비교하는 단계에 기초하여 연마를 받고 있는 상기 최외곽 층을 갖는 상기 기판에 대해 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계

를 포함하는

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 상기 현재 스펙트럼과 상기 기준 스펙트럼들 사이의 차(difference)들을 계산하는 단계를 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 상기 차들 중 적어도 하나가 임계값에 도달했는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 차들 중 적어도 하나는 상기 차들 중에서 가장 작은 차 또는 상기 차들 중에서 중간 차(median difference)인,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 상기 차들 중 적어도 하나가 임계값에 도달했을 때 종료점 검출 알고리즘을 활성화하는 단계를 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 다수의 점들을 포함하는 차 트레이스(difference trace)를 생성하는 단계를 포함하고, 각각의 점은 플래튼의 회전 동안 계산되는 상기 차들 중 가장 작은 것을 나타내는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 종료점 검출 알고리즘은 상기 차 트레이스가 최소값에 도달했는지 여부를 결정하는 것을 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 차 트레이스가 최소값에 도달했는지 여부를 결정하는 것은 상기 차 트레이스의 경사를 계산하는 것을 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 종료점 검출 알고리즘은 상기 차 트레이스가 최소값 위의 임계값으로 상승했는지 여부를 결정하는 것을 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

복수의 현재 스펙트럼들을 상이한 시간들에서 획득하는 단계를 더 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 현재 스펙트럼들은 상기 기판을 가로지르는 상기 인-시튜 광학 모니터링 시스템의 복수의 스윕(sweep)들로부터의 일련의 현재 스펙트럼들을 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 현재 스펙트럼들은 상기 기판을 가로지르는 상기 인-시튜 광학 모니터링 시스템의 동일한 스윕으로부터의 복수의 현재 스펙트럼들을 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 현재 스펙트럼들과 상기 기준 스펙트럼들 사이의 복수의 차들을 생성하기 위하여, 상기 동일한 스윕으로부터의 상기 복수의 현재 스펙트럼들을 상기 복수의 기준 스펙트럼들과 비교하는 단계를 더 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하기 위하여 상기 복수의 차들 중 가장 작은 것을 결정하고 상기 복수의 차들 중 상기 가장 작은 것을 이용하는 단계를 더 포함하는,

화학 기계적 연마에서 종료점을 검출하기 위한 방법.

청구항 15

데이터 프로세싱 장치로 하여금 동작들을 수행하게 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터-판독가능 저장 매체로서,

상기 동작들은,

인-시류 광학 모니터링 시스템으로 적어도 하나의 현재 스펙트럼을 획득하는 단계 – 상기 현재 스펙트럼은 연마를 받고 있는 최외곽 층 및 적어도 하나의 하부 층을 갖는 기판으로부터 반사된 광의 스펙트럼임 –;

상기 현재 스펙트럼을 상이한 복수의 기준 스펙트럼들과 비교하는 단계 – 상기 복수의 기준 스펙트럼들은 상기 연마를 받고 있는 기판의 최외곽 층의 두께와 동일한 두께를 갖는 최외곽 층들 및 상기 연마를 받고 있는 기판의 하부 층들의 두께와 상이한 두께들을 갖는 하부 층들을 갖는 기판들로부터 반사된 광의 스펙트럼들을 나타냄 –; 및

상기 비교하는 단계에 기초하여 연마를 받고 있는 상기 최외곽 층을 갖는 상기 기판에 대해 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계

를 포함하는,

컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 화학 기계적 연마 동안 기판의 분광사진(spectrographic) 모니터링에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

집적 회로는 전형적으로 실리콘 웨이퍼 상에 전도층, 반도체층, 또는 절연층의 순차적 증착에 의해 기판상에 형성된다. 하나의 제조 단계는 평면이 아닌 표면 위에 필러층을 증착하는 단계 및 필러층을 평탄화하는 단계를 포함한다. 특정 응용기술들에 대해, 필러층은 패터닝된 층의 최상부 표면이 노출될 때까지 평탄화된다. 도전성 필러 층은, 예를 들어, 절연 층 내의 트렌치들 또는 홀들을 충진하기 위하여 패터닝된 절연 층 상에 증착될 수 있다. 평탄화 후에, 절연 층의 융기된 패턴 사이에 남아 있는 전도층의 일부는 기판 상의 박막 회로들 사이에 전도성 경로들을 제공하는 비아들, 플러그들, 및 라인들을 형성한다. 산화물 연마와 같은 다른 응용기술들에 대해, 평면이 아닌 표면 위에 미리 결정된 두께가 남을 때까지 필러층이 평탄화된다. 또한, 기판 표면의 평탄화는 통상 포토리소그래피를 위해 요구된다.

[0003]

화학 기계적 연마(CMP)는 허용된 평탄화의 한 방법이다. 이러한 평탄화 방법은 전형적으로 기판이 캐리어 또는 연마 헤드상에 장착될 것을 요구한다. 기판의 노출된 표면은 전형적으로 회전하는 연마 디스크 패드 또는 벨트 패드에 대향하여 배치된다. 연마 패드는 표준 패드 또는 고정된 마찰 패드(abrasive pad) 중 하나일 수 있다. 표준 패드는 지속가능한 거칠어진 표면을 가지는 한편, 고정된-마찰 패드는 억제 매체(containment media) 내에 마찰 입자들을 가진다. 캐리어 헤드는 기판 상에 제어가능한 로드를 제공하여 이를 연마 패드에 대향하여 밀어낸다. 마찰 입자들을 갖는 슬러리와 같은 연마액은 전형적으로 연마 패드의 표면에 제공된다.

[0004]

CMP에서의 한 가지 문제점은 연마 공정이 완료되었는지 여부, 즉, 기판 층이 원하는 평탄도 또는 두께로 평탄화되었는지 여부, 또는 언제 원하는 양의 재료가 제거되었는지를 결정하는 것이다. 전도성 층 또는 막의 과도연마(너무 많이 제거함)는 증가된 회로 저항에 이르게 된다. 반면에, 전도성 층의 과소연마(너무 적게 제거함)는 전기적 단락에 이르게 된다. 기판 층의 초기 두께, 슬러리 조성물, 연마 패드 상태, 연마 패드와 기판 사이의 상대 속도, 및 기판상의 부하에 있어서의 변화들은, 물질 제거율에서의 변화들을 유발할 수 있다. 이러한 변화들은 연마 종료점에 도달하기 위해 요구되는 시간 내의 변화들을 유발한다. 따라서, 연마 종료점은 단지 연마 시간의 함수로서 결정될 수는 없다.

발명의 내용

[0005]

하나의 일반적 양상에 있어서, 컴퓨터 구현되는 방법은, 인-시튜 광학 모니터링 시스템으로 적어도 하나의 현재 스펙트럼을 획득하는 단계, 상기 현재 스펙트럼을 다수의 상이한 기준 스펙트럼들과 비교하는 단계; 및 상기 비교에 기초하여 연마를 받고 있는 상기 최외곽 층을 갖는 기판에 대해 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 상기 현재 스펙트럼은 연마를 받고 있는 최외곽 층 및 적어도 하나의 하부 층을 갖는 기판으로부터 반사된 광의 스펙트럼이다. 상기 다수의 기준 스펙트럼들은 동일한 두께를 갖는 최외곽 층들 및 상이한 두께들을 갖는 하부 층들을 갖는 기판들로부터 반사된 광의 스펙트럼들을 나타낸다.

[0006]

구현들은 다음 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 상기 현재 스펙트럼 및 상기 기준 스펙트럼들 사이의 차(difference)들을 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 상기 차들 중 적어도 하나가 임계값에 도달했는지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 차들 중 적어도 하나는 가장 작은 차일 수 있다. 상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 상기 차들 중 적어도 하나가 임계값에 도달했을 때 종료점 검출 알고리즘을 활성화하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 연마 종료점이 달성되었는지 여부를 결정하는 단계는 다수의 점들을 포함하는 차 트레이스(difference trace)를 생성하는 단계를 포함할 수 있고, 각각의 점은 플래튼(platen)의 회전 동안 계산되는 상기 차들 중 가장 작은 것을 나타낸다. 상기 종료점 검출 알고리즘은 상기 차 트레이스가 최소값에 도달했는지 여부를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 상기 차 트레이스가 최소값에 도달했는지 여부를 결정하는 것은 상기 차 트레이스의 경사를 계산하는 것 또는 상기 차 트레이스가 상기 최소값 위의 임계값으로 상승했는지 여부를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 상기 기준 스펙트럼들은 선형적으로 생성되거나 이론으로부터 생성될 수 있다.

[0007]

다른 양상에서, 컴퓨터 프로그램 물건은 유형의 프로그램 캐리어상에 인코딩되고, 데이터 프로세싱 장치로 하여금 위의 방법의 단계들을 포함하는 동작들을 수행하게 하도록 동작가능하다.

[0008]

본 명세서에서 사용될 때, 용어 기판은, 예를 들어, 제품 기판(예를 들어, 다수의 메모리 또는 프로세서 다이들을 포함하는), 테스트 기판, 베어(bare) 기판, 및 게이팅(gating) 기판을 포함할 수 있다. 기판은 집적 회로 제조의 다양한 스테이지들에 있을 수 있는데, 예를 들어, 기판은 베어 웨이퍼일 수 있고, 또는 이는 하나 이상의 증착되고/증착되거나 패터닝된 층들을 포함할 수 있다. 용어 기판은 원형 디스크들 및 직사각형 시트들을 포함할 수 있다.

[0009]

본 발명의 실시예들의 가능한 이점들은 다음 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 종료점 검출 시스템은 하부 층들 또는 패턴에서의 기판들 사이의 변화들에 덜 민감할 수 있고, 따라서 종료점 시스템의 신뢰도가 향상될 수 있다. 다수의 기준 스펙트럼들(단일 기준 스펙트럼과 대조적으로)의 사용은 단일 기준-스펙트럼 기술을 이용하여 생성되는 트레이스보다 일반적으로 더 매끄러운 종료점 트레이스 또는 차를 제공함으로써 종료점 결정에 있어서의 정확도를 향상시킨다.

[0010]

본 발명의 하나 이상의 실시예들의 세부사항들은 첨부 도면들 및 이하의 설명들에 제시된다. 본 발명의 다른 특징들, 양상들, 및 이점들은 상세한 설명, 도면들, 및 청구범위로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011]

도 1은 기판을 도시한다.

도 2는 화학 기계적 연마 장치를 도시한다.

도 3은 연마 패드의 부감도(overhead view)이고 인-시튜 측정들이 취해지는 위치들을 보여준다.

도 4는 연마 종료점을 결정하는 흐름도이다.

도 5는 분광사진 모니터링 시스템으로부터의 차 트레이스를 도시한다.

도 6은 연마 종료점을 결정하는 다른 실시예의 흐름도이다.

다양한 도면들에서 동일한 도면 부호들 및 표시들은 유사한 요소들을 지칭한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

도 1을 참조하면, 기판(10)은 웨이퍼(12), 연마를 받는 최외곽 층(14), 및 하나 이상의 하부 층들(16)을 포함할 수 있고, 상기 하부 층들 중 일부는 전형적으로 최외곽 층(14)과 웨이퍼(12) 사이에서 패터닝된다. 화학 기계적 연마 동안 분광사진 종료점 검출에서의 하나의 잠재적인 문제는 하부 층(들)의 두께(들)가 기판마다 변할 수 있다는 점이다. 결과적으로, 최외곽 층이 동일한 두께를 가지는 기판들이 실제로 하부 층(들)에 따라서 상이한 스펙트럼을 나타낼 수 있다. 결과적으로 일부 기판들에 대한 연마 종료점을 트리거하기 위해 사용되는 타겟 스펙트럼은, 예를 들어, 하부 층들이 상이한 두께들을 가진다면, 다른 기판들에 대해 적절히 기능하지 않을 수 있다. 그러나, 하부 층(들)에서의 변화들을 나타내는 다수의 스펙트럼들에 대한 연마 동안 획득된 스펙트럼들을 비교함으로써 이러한 효과를 보상하는 것이 가능하다.

[0013]

도 2는 기판(10)을 연마하도록 동작가능한 연마 장치(20)를 도시한다. 연마 장치(20)는 그 상부에 연마 패드(30)가 위치하는 회전가능한 디스크-형상 플래튼(24)을 포함한다. 플래튼은 축(25) 주위로 회전하도록 동작가능하다. 예를 들어, 모터는 플래튼(24)을 회전시키기 위해 구동 샤프트(22)를 돌릴 수 있다.

[0014]

연마 패드를 통한 광학 액세스(36)가 개구(즉, 패드를 관통하여 연장하는 홀) 또는 고체 창을 포함함으로써 제공된다. 비록 일부 실시예들에서 고체 창이 플래튼(24) 상에 지지될 수 있고 연마 패드 내의 개구로 돌출될 수 있지만, 고체 창은, 연마 패드에 고정될 수 있다. 개구 또는 창이 플래튼(24)의 리세스(26)내에 위치된 광학 헤드(53) 위에 놓이도록 연마 패드(30)가 일반적으로 플래튼(24)상에 배치된다. 광학 헤드(53)는 결과적으로 연마되는 기판에 대해 개구 또는 창을 통해 광학적 액세스를 가진다. 광학 헤드는 이하에 추가로 기재된다.

[0015]

연마 장치(20)는 결합된 슬러리/린스 아암(39)을 포함한다. 연마 동안, 아암(39)은 슬러리와 같은 연마액(38)을 배출하도록 동작가능하다. 대안으로, 연마 장치는 슬러리를 연마 패드(30) 위로 배출하도록 동작가능한 슬러리 포트를 포함한다.

[0016]

연마 장치(20)는 연마 패드(30)에 대향하여 기판(10)을 보유하도록 동작가능한 캐리어 헤드(70)를 포함한다. 캐리어 헤드(70)는 지지 구조(72), 예를 들어, 캐러셀(Carousel)로부터 메달려 있고, 캐리어 헤드 회전 모터(76)에 캐리어 구동 샤프트(74)에 의해 연결되어 캐리어 헤드는 축(71) 주위로 회전할 수 있다. 또한, 캐리어 헤드(70)는 지지 구조(72) 내에 형성된 방사상 슬롯내에서 측면으로 왔다 갔다 할 수 있다. 동작에 있어서, 플래튼은 그 중심 축(25) 주위로 회전되며, 캐리어 헤드는 그 중심 축(71) 주위로 회전되고 연마 패드의 최상부 표면을 가로질러 측면으로 이동된다.

[0017]

연마 장치는 또한 광학 모니터링 시스템을 포함하며, 이는 후술되는 것처럼 연마 종료점을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 광학 모니터링 시스템은 광원(51) 및 광 검출기(52)를 포함한다. 광은 광원(51)로부터, 연마 패드(30) 내의 광학 액세스(36)를 통해 통과하며, 기판(10)과 충돌하고 기판(10)으로부터 광학 액세스(36)를 통해 다시 반사되어, 광 검출기(52)로 이동한다.

[0018]

두 갈래진 광학 케이블(54)이 광원(51)으로부터 광 액세스(36)로 그리고 다시 광 액세스(36)로부터 광 검출기(52)로 광을 송신하기 위해 사용될 수 있다. 두 갈래진 광학 케이블(54)은 "트렁크"(55) 및 두 개의 "브랜치들"(56 및 58)을 포함할 수 있다.

[0019]

전술한 것처럼, 플래튼(24)은 광학 헤드(53)가 위치되는 리세스(26)를 포함한다. 광학 헤드(53)는 광을 연마되고 있는 기판 표면으로 그리고 기판 표면으로부터 전달하도록 구성된 두 갈래진 섬유 케이블(54)의 트렁크(55)

의 한쪽 단부를 보유한다. 광학 헤드(53)는 두 갈래진 섬유 케이블(54)의 단부 위에 놓이는 하나 이상의 렌즈들 또는 창을 포함할 수 있다. 대안으로, 광학 헤드(53)는 연마 패드 내의 고체 창에 인접한 트렁크(55)의 단부를 단지 보유할 수 있다. 광학 헤드(53)는 플러싱(fushing) 시스템의 전술한 노즐들을 보유할 수 있다. 광학 헤드(53)는, 예를 들어, 예방적인 또는 교정하는 유지보수를 실시하기 위해, 요구에 따라 리세스(26)로부터 제거될 수 있다.

[0020] 플래튼은 제거가능한 인-시튜 모니터링 모듈(50)을 포함할 수 있다. 인-시튜 모니터링 모듈(50)은 다음: 광원(51), 광 검출기(52), 및 광원(51) 및 광 검출기(52)로 신호들을 송신하고 이들로부터 신호들을 수신하기 위한 회로 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기(52)의 출력은 구동 샤프트(22) 내의 회전 결합기(rotary coupler), 예를 들어, 슬립 링을 통과하여 광학 모니터링 시스템에 대한 제어기로 통과하는 디지털 전자 신호일 수 있다. 유사하게, 광원은 제어기로부터 회전 결합기를 통과하여 모듈(50)로 지나가는 디지털 전자 신호들 내의 제어 명령에 응답하여 켜지거나 꺼질 수 있다.

[0021] 또한, 인-시튜 모니터링 모듈은 두 갈래진 광섬유(54)의 브랜치 부분들(56 및 58)의 각각의 단부를 보유할 수 있다. 광원은 광을 송신하도록 동작가능하고, 상기 광은 브랜치(56)를 통해 그리고 광학 헤드(53) 내에 위치된 트렁크(55)의 단부를 나와 전달되며, 연마되고 있는 기판 상에 충돌한다. 기판으로부터 반사된 광은 광학 헤드(53) 내에 위치된 트렁크(55)의 단부에서 수신되고 브랜치(58)를 통과하여 광 검출기(52)로 전달된다.

[0022] 일 실시예에서, 두 갈래진 섬유 케이블(54)은 광섬유들의 다발이다. 상기 다발은 제1 그룹의 광 섬유들 및 제2 그룹의 광 섬유들을 포함한다. 제1 그룹내의 광 섬유는 광원(51)으로부터 연마되고 있는 기판 표면으로 광을 전달하도록 연결된다. 제2 그룹내의 광 섬유는 연마되고 있는 기판 표면으로부터 반사되는 광을 수신하고 수신된 광을 광 검출기에 전달하도록 연결된다. 광섬유들은 제2 그룹 내의 광섬유들이 (두 갈래진 섬유 케이블(54)의 단면에서 관찰될 때) 두 갈래진 광섬유(54)의 세로 방향 축 상에 집중되는 X와 같은 형상을 형성하도록 배열될 수 있다. 대안으로, 다른 배열들이 구현될 수 있다. 예를 들어, 제2 그룹 내의 광섬유들은 서로의 이미지들을 미러링하는 V와 같은 형상들을 형성할 수 있다. 적절한 두 갈래진 광섬유는 텍사스 Carrollton의 Verity Instruments, Inc.로부터 입수가능하다.

[0023] 광원(51)은 백색광을 방사하도록 동작가능하다. 일 실시예에서, 방사되는 백색광은 200~800 나노미터의 파장들을 갖는 광을 포함한다. 적절한 광원은 크세논 램프 또는 크세논 수은 램프이다.

[0024] 광 검출기(52)는 분광계(spectrometer)일 수 있다. 분광계는 기본적으로 전자기 스펙트럼의 일부를 통해 광의 강도를 측정하기 위한 광학 기구이다. 적절한 분광계는 격자 분광계이다. 분광계에 대한 전형적인 출력은 파장의 함수로서 광의 강도이다.

[0025] 광원(51) 및 광 검출기(52)는 이들의 동작을 제어하고 이들의 신호들을 수신하도록 동작가능한 컴퓨팅 디바이스에 연결된다. 컴퓨팅 디바이스는 연마 장치 근처에 위치된 마이크로프로세서, 예를 들어, 개인용 컴퓨터를 포함할 수 있다. 제어에 관하여, 컴퓨팅 디바이스는, 예를 들어, 광원(51)의 활성화를 플래튼(24)의 회전과 동기화할 수 있다. 도 3에 도시된 것처럼, 컴퓨터는 광원(51)으로 하여금 기판(10)이 인-시튜 모니터링 모듈을 통과하기 직전에 시작하여 통과한 직후에 끝나는 일련의 플래시들을 방사하게 할 수 있다. (도시된 각각의 점들(301-311)은 인-시튜 모니터링 모듈로부터의 광이 충돌하고 반사되는 위치를 나타낸다.) 대안으로, 컴퓨터는 광원(51)으로 하여금 기판(10)이 인-시튜 모니터링 모듈을 통과하기 직전에 시작하여 통과한 직후에 끝나는 광을 연속적으로 방사하게 할 수 있다. 어느 경우에나, 검출기로부터의 신호는 샘플링 주파수에서의 스펙트럼 측정들을 생성하도록 샘플링 기간에 걸쳐 적분될 수 있다. 비록 도시되지는 않았으나, 기판(10)이 모니터링 모듈을 통과할 때마다, 기판의 모니터링 모듈과의 정렬이 이전의 통과에서와 상이할 수 있다. 플래튼의 일 회전에 걸쳐, 스펙트럼은 기판상의 상이한 반경들로부터 획득된다. 즉, 일부 스펙트럼들은 기판의 중심에 더 가까운 위치들로부터 획득되고 일부는 에지에 더 가깝다. 또한, 플래튼의 다수의 회전에 걸쳐, 일련의 스펙트럼들이 시간에 따라 획득될 수 있다.

[0026] 동작시에, 컴퓨팅 디바이스는, 예를 들어, 광원의 특정 플래시 동안 또는 검출기의 시간 프레임 동안 광 검출기(52)에 의해 수신되는 광의 스펙트럼을 기술하는 정보를 반송하는 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 이 스펙트럼은 연마 동안 인-시튜 측정된 스펙트럼이다.

[0027] 임의의 특정 이론에 제한됨이 없이, 기판(10)으로부터 반사된 광의 스펙트럼은 최외곽 층의 두께에서의 변화들로 인해 연마가 진행됨에 따라 진전되고, 이에 따라 일련의 시변(time-varying) 스펙트럼을 제공한다. 또한, 특정 스펙트럼들이 특정 두께들의 층 스택에 의해 보여진다.

- [0028] 컴퓨팅 디바이스는 연마 단계의 종료점을 결정하기 위하여 신호를 처리할 수 있다. 특히, 컴퓨팅 디바이스는 측정된 스펙트럼들에 기초하여, 언제 종료점이 도달되었는지를 결정하는 로직을 실행할 수 있다.
- [0029] 간략히 말해, 컴퓨팅 디바이스는 다수의 기준 스펙트럼과 측정된 스펙트럼들을 비교할 수 있고, 언제 종료점이 도달되었는지를 결정하기 위하여 상기 비교의 결과들을 이용한다.
- [0030] 본 명세서에서 사용되는, 기준 스펙트럼은 기판의 연마 이전에 생성된 미리 정의된 스펙트럼이다. 기준 스펙트럼은, 최외곽층의 두께와 같은, 기판 특성의 값과의 미리 정의된 연관, 즉 연마 동작 이전에 정의된 연관을 가질 수 있다. 기준 스펙트럼은, 예를 들어, 알려진 총 두께들을 갖는 테스트 기판으로부터의 스펙트럼을 측정함으로써, 선형적으로 생성될 수 있거나 또는 이론으로부터 생성될 수 있다.
- [0031] 기준 스펙트럼은 타겟 스펙트럼일 수 있고, 이는 종료점-프로세스 보상된 타겟 스펙트럼 또는 보상되지 않은 타겟 스펙트럼일 수 있다. 보상되지 않은 타겟 스펙트럼이란 최외곽층이 타겟 두께를 가질 때 기판에 의해 나타나는 스펙트럼을 지칭한다. 예시적으로, 타겟 두께는 1 내지 3 미크론일 수 있다. 대안으로, 타겟 두께는, 예를 들어, 하부 막이 노출되도록 관심 있는 막이 제거될 때 0일 수 있다. 그러나, 시스템이 타겟 두께를 나타내는 스펙트럼을 수신하는 것과 연마가 정지하는 시간 사이에는 지연 시간이 있을 수 있다(이는 다수의 플래튼 회전들로부터의 스펙트럼들을 필요로하는 종료점 검출 알고리즘, 제어기로부터 처리 시스템으로 송신될 명령들에 대한 시간, 및 플래튼의 회전을 정지시키기 위해 필요한 시간으로 인한 것일 수 있다). 따라서, 연마 종료점은 타겟 두께를 달성하기 전의 시간에 설정될 수 있다. 종료점-프로세스 보상된 타겟 스펙트럼은 특정 종료점 알고리즘 및 연마 제어 시스템 하에서 연마 종료점을 트리거하기 위해 사용될 때 실질적으로 타겟 두께를 갖는, 예를 들어, 지연 시간에 대한 보상이 이루어지지 않은 경우 보다 타겟 두께에 현저하게 더 가까운 기판을 초래하는 스펙트럼이다.
- [0032] 전술한 것처럼, 최외곽층에 대해 관심 있는 특정 두께에 대한 다수의 기준 스펙트럼이 존재한다. 이와 같은 것은 상이한 기판들에 대해 하부 층(들)에서의 상이한 두께들은 최외곽층이 동일한 두께를 갖는 경우라도 상이한 스펙트럼을 초래할 수 있기 때문이다. 또한, 상이한 집적 칩 제품들에 대한 기판들은 층들의 상이한 패터닝을 가질 것이고, 이는 또한 비록 최외곽층이 동일한 두께를 가진다고 하더라도 상이한 스펙트럼들을 초래할 수 있다. 따라서, 최외곽층의 특정 두께에 대한 다수의 스펙트럼이 존재할 수 있고, 상기 다수의 스펙트럼들은 서로 상이한 스펙트럼들을 포함할 수 있는데, 이는 기판이 상이한 제품들을 제공하도록 의도됨으로 인한 상이한 패턴들 또는 하부층(들)에서의 상이한 두께들 때문이다.
- [0033] 기준 스펙트럼들은 연마 동작 이전에 수집되고, 각각의 기준 스펙트럼의 자신의 연관된 기판 특성과의 연관이 저장된다. 기준 스펙트럼들은 선형적으로 결정될 수 있다.
- [0034] 예를 들어, 타겟 스펙트럼을 결정하기 위하여, 제품 기판과 동일한 패턴을 갖는 "셋-업" 기판의 특성이 계측 스테이션에서 연마 전에(pre-polish) 측정될 수 있다. 기판 특성은 최외곽 층의 두께일 수 있다. 셋-업 기판이 그 다음에 연마되면서 스펙트럼들이 수집된다. 셋-업 기판은 연마 시스템으로부터 주기적으로 제거될 수 있고, 그 특성들이 계측 스테이션에서 측정된다. 타겟 두께가 달성될 때 기판으로부터 반사되었던 광의 스펙트럼이 획득될 수 있도록 기판은 과도연마, 즉 원하는 두께를 지나서 연마될 수 있다.
- [0035] 측정된 두께 및 수집된 스펙트럼들은, 수집된 스펙트럼들 가운데, 기판이 관심 있는 두께를 가졌을 때 기판에 의해 나타나도록 결정된 하나 이상의 스펙트럼들을 선택하기 위해 사용된다. 특히, 타겟 두께가 달성되었을 때 나타난 시간 및 대응 스펙트럼을 결정하기 위하여 측정된 연마 전 막 두께 및 연마 후 기판 두께들을 이용하여 선형 보간이 수행될 수 있다. 타겟 두께가 달성되었을 때 나타나도록 결정된 스펙트럼 또는 스펙트럼들은 타겟 스펙트럼 또는 타겟 스펙트럼들로 지정된다.
- [0036] 이러한 단계들은 그 다음에, 추가적인 기준 스펙트럼들을 생성하기 위해 제품 기판과 동일한 패턴을 갖지만 상이한 두께의 하부 층(들)을 갖는 하나 이상의 추가적인 셋-업 기판들에 대해 반복될 수 있다. 따라서, 기준 스펙트럼들의 결과적인 수집은 동일한 타겟 두께에 대한 타겟 스펙트럼들을 포함하지만, 이들은 하부 층(들)에서의 상이한 두께들로 인하여 서로 상이하다.
- [0037] 대안으로 또는 부가하여, 이러한 단계들은 추가적인 기준 스펙트럼들을 생성하기 위해 제품 기판과 상이한 패턴들을 갖는 하나 이상의 추가적인 셋-업 기판들에 대해 반복될 수 있다. 따라서, 기준 스펙트럼들의 결과적인 수집은 동일한 타겟 두께에 대한 타겟 스펙트럼들을 포함하지만, 이들은 상이한 패턴들로 인하여 서로 상이하다.

- [0038] 선택적으로, 수집된 스펙트럼들은 정확도 및/또는 정밀도를 향상시키기 위해 처리된다. 스펙트럼들은, 예를 들어, 이들을 공통 기준에 정규화하기 위하여, 이들을 평균내기 위하여, 및/또는 이들로부터 노이즈를 필터링하기 위하여 처리될 수 있다.
- [0039] 또한, 기준 스펙트럼들의 일부 또는 전부는 이론으로부터, 예를 들어, 기관 층들의 광학 모델을 이용하여 계산될 수 있다.
- [0040] 도 4는 연마 단계의 종료점을 결정하기 위하여 종료점 결정 로직에 기초한 스펙트럼들을 이용하기 위한 방법(200)을 도시한다. 제품 기관은 전술한 연마 장치를 이용하여 연마된다(단계 402). 플래튼의 각각의 회전에서, 다음의 단계들이 수행된다.
- [0041] 연마되고 있는 기관 표면으로부터 반사되는 광의 적어도 하나의 스펙트럼이 측정된다(단계 404). 선택적으로, 다수의 스펙트럼들이 측정될 수 있는데, 예를 들어, 기관 상의 상이한 반경들에서 측정된 스펙트럼들은, 예를 들어 점들 301-311(도 3)에서, 플래튼의 단일 회전으로부터 획득될 수 있다. 다수의 스펙트럼들이 측정되면, 상기 스펙트럼들 중 하나 이상의 스펙트럼의 서브세트가 종료점 검출 알고리즘에서 사용하기 위해 선택될 수 있다. 예를 들어, 기관의 중심 근처의 샘플 위치들에서(예를 들어, 도 3에 도시된 점들 305, 306 및 307에서) 측정된 스펙트럼들이 선택될 수 있다. 현재의 플래튼 회전 동안 측정된 스펙트럼들이 정확도 및/또는 정밀도를 향상시키기 위해 선택적으로 처리된다.
- [0042] 각각의 선택된 측정된 스펙트럼과 각각의 기준 스펙트럼들 사이의 차이가 계산된다(단계 406). 기준 스펙트럼들은 타겟 스펙트럼일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 차이는 괴장들의 범위에 걸쳐 강도들에 있어서의 차이들의 합이다. 즉,
- $$Difference = \sum_{\lambda=a}^b abs(I_{current}(\lambda) - I_{reference}(\lambda))$$
- [0043] 여기서 a 및 b는 각각 스펙트럼의 괴장들의 범위의 하한 및 상한이고, $I_{current}(\lambda)$ 및 $I_{reference}(\lambda)$ 는 각각 주어진 괴장에 대한 현재 스펙트럼들의 강도 및 타겟 스펙트럼들의 강도이다. 대안으로 상기 차이는 평균 제곱 오차(mean square error)로서 계산될 수 있다, 즉:
- $$Difference = \sum_{\lambda=a}^b (I_{current}(\lambda) - I_{reference}(\lambda))^2$$
- [0044] 현재 스펙트럼들의 각각과 기준 스펙트럼들의 각각 사이의 차이를 계산하는 한 가지 방법은 현재 스펙트럼들의 각각을 선택하는 것이다. 각각의 선택된 현재 스펙트럼에 대하여, 상기 차이는 기준 스펙트럼들의 각각에 대해 계산된다. 현재의 스펙트럼들 e, f, 및 g, 및 기준 스펙트럼들 E, F, 및 G가 주어지면, 예를 들어, 차이는 현재 및 기준 스펙트럼들의 다음 조합들: e 및 E, e 및 F, e 및 G, f 및 E, f 및 F, f 및 G, g 및 E, g 및 F, g 및 G의 각각에 대해 계산될 것이다.
- [0045] 계산된 차들 중 가장 작은 것은 차 트레이스에 부가된다(단계 408). 차 트레이스는 일반적으로 플래튼 회전 당 한번 업데이트된다. 차 트레이스는 일반적으로 계산된 차들 중 하나의 플롯이다(이 경우 현재의 플래튼 회전에 대해 계산된 차들 중 가장 작은 것). 가장 작은 차에 대한 대안으로서, 차들의 다른 것, 예를 들어, 차들의 중간 또는 가장 작은 차 다음 것이 트레이스에 부가될 수 있다.
- [0046] 선택적으로, 차 트레이스는, 예를 들어, 앞선 하나 이상의 계산된 차들로부터 임계치를 넘어 벗어나는 계산된 차를 필터링함으로써 차 트레이스를 매끄럽게 하도록(smoothing) 처리될 수 있다.
- [0047] 차 트레이스가 임계값 아래에 있는지 여부가 결정된다(단계 410). 일단 차 트레이스가 임계값 아래에서 교차하면, 종료점 로직이 개시되고, 종료점 조건, 예를 들어, 차 트레이스의 최소값을 검출하기 위해 적용될 수 있다(단계 412). 예를 들어, 종료점은 차 트레이스가 최소값의 특정 임계값을 지나 상승하기 시작할 때 호출되거나, 차 트레이스의 경사가 0 근처의 임계값 미만으로 떨어지는 경우 호출될 수 있거나, 다른 윈도우 로직이 적용될 수 있다. 일단 종료점 로직이 종료점 조건을 검출하면(단계 414) 연마가 중지된다(단계 416).
- [0048] 일부 실시예들에서, 일단 차 트레이스가 임계값 미만으로 떨어지면, 가장 가까운 매치를 제공했던, 예를 들어, 측정된 스펙트럼으로부터의 가장 작은 차를 제공했던 특정 기준 스펙트럼들이 그 다음에 종료점 결정 프로세스

의 나머지에 대한 유일한 기준 스펙트럼으로서 사용된다. 이는 종료점이 하부 층들이 연마되고 있는 기판과 유사한 기판을 나타내는 타겟 스펙트럼들에 기초함을 보장한다.

[0051] 상이한 두께들의 하부 층들을 갖는 기판들을 나타내는 다수의 기준 스펙트럼들을 이용함으로써, 종료점 검출 시스템은 하부 층들의 변화들에 덜 민감해지고, 따라서 종료점 시스템의 신뢰도가 개선될 수 있다. 유사하게, 상이한 패턴들을 갖는 기판들을 나타내는 다수의 기준 스펙트럼들을 이용함으로써, 종료점 검출 시스템은 패턴에서의 변화들에 덜 민감해지고, 따라서 종료점 시스템의 신뢰도가 개선될 수 있다.

[0052] 만약 차 트레이스가 최소값의 임계 범위에 도달했다고 결정되지 않으면, 연마는 지속되도록 허용되고 단계들 404, 406, 408은 적절하게 반복된다.

[0053] 도 5는 임계값들을 도시하는 시간의 함수로서의 차 트레이스의 예시적인 그래프이다. 트레이스(502)는 차 트레이스이고, 이는 이미 필터링되고 매끄러워진 것일 수 있다. 종료점 검출(508)은, 매끄러워진 차 트레이스(502)가 최소값(506) 위의 임계값(504)에 도달할 때 활성화된다.

[0054] 도 6은 연마 단계의 종료점을 결정하기 위한 방법(600)을 도시한다. 연마 동작 이전에 기준 스펙트럼들이 생성되는데, 예를 들면, 셋업 기판을 연마하고 스펙트럼들을 측정함으로써 같이 선형적으로 수집되거나, 예를 들어, 기판 층들의 광학 모델을 이용하여 이론으로부터 계산된다. 스펙트럼들은 라이브러리에 저장된다. 그러나, 타겟 두께를 나타내는 유일한 타겟 스펙트럼들이 사용되는 도4의 프로세스와 달리, 라이브러리에 있는 기준 스펙트럼들은 외곽 층에서의 다양한 상이한 두께들을 갖는 기판들을 나타낸다. 측정된 스펙트럼들은 그 다음에 라이브러리에 있는 스펙트럼들과 비교되고, 라이브러리에 있는 스펙트럼들 중 하나가 매치로서 선택된다.

[0055] 스펙트럼들은 인덱싱되어 특정 하부 층 두께를 갖는 기판을 나타내는 스펙트럼의 수집으로부터의 각각의 스펙트럼은 고유한 인덱스 값을 갖는다(상이한 하부 층 두께들을 갖는 기판들을 나타내는 스펙트럼들이 동일한 인덱스 값과 연관될 수 있다). 인덱싱은, 스펙트럼이 연마 동안 측정되었거나 측정될 것으로 예상되는 순서로 인덱스 값들이 차례로 배열되도록 구현된다. 인덱스 값은 연마가 진행함에 따라 단조롭게 증가하도록 선택될 수 있는데, 예를 들어, 인덱스 값들은 플래튼 회전들의 수에 비례, 예를 들어, 선형으로 비례할 수 있다. 따라서, 각각의 인덱스 번호는 정수일 수 있고, 인덱스 번호는 연관된 스펙트럼이 나타날 예상되는 플래튼 회전을 나타낼 수 있다. 라이브러리는 연마 장치의 컴퓨팅 장치의 메모리내에 구현될 수 있다.

[0056] 기판들의 배치(batch)로부터의 기판이 연마되고(단계 602), 다음의 단계들이 각각의 플래튼 회전 동안 수행된다. 현재 플래튼 회전에 대한 현재의 스펙트럼들을 획득하기 위해 하나 이상의 스펙트럼들이 측정된다(단계 604). 현재 스펙트럼들에 가장 잘 맞는 라이브러리내에 저장되어 있는 스펙트럼들이 결정된다(단계 606). 현재 스펙트럼에 가장 잘 맞는 라이브러리 스펙트럼의 인덱스는 라이브러리로부터 결정되고(단계 608), 종료점 인덱스 트레이스에 부가된다(단계 610). 전에 논의된 것처럼, 인덱스는 연마 동작 이전에 결정될 수 있고, 예를 들면, 이후의 액세스를 위해 스펙트럼들을 인덱스에 관련시키는 데이터베이스로서 저장될 수 있다. 종료점은 종료점 트레이스가 타겟 스펙트럼의 인덱스에 도달할 때 호출된다(단계 612).

[0057] 일부 실시예들에서, 각각의 획득된 스펙트럼에 매칭되는 인덱스들이 시간 또는 플래튼 회전에 따라 도시된다. 선은 견고한 선 피팅(line fitting)을 이용하여 도시된 인덱스 번호들로 피팅된다. 선이 만나는 경우 타겟 인덱스는 종료점 시간 또는 회전을 정의한다.

[0058] 전술한 것처럼, 상이한 두께들의 하부 층들을 갖는 기판들을 나타내는 다수의 기준 스펙트럼들을 이용함으로써, 종료점 검출 시스템은 하부 층들의 변화들에 덜 민감해지고, 이에 따라 종료점 시스템의 신뢰도가 개선될 수 있다.

[0059] 종료점 프로세스 동안 적용될 수 있는 방법은 매칭 스펙트럼들에 대해 검색되는 라이브러리의 일부로 제한하는 것이다. 라이브러리는 일반적으로 기판을 연마하는 동안 획득될 것보다 더 넓은 범위의 스펙트럼들을 포함한다. 더 넓은 범위는 더 두꺼운 개시 최외곽 층으로부터 획득된 스펙트럼들 및 과도연마 후에 획득된 스펙트럼들에 해당한다. 기판 연마 동안, 라이브러리 검색은 라이브러리 스펙트럼의 미리 정의된 범위로 제한된다. 일부 실시예들에서, 연마되고 있는 기판의 현재의 회전하는 인덱스 N이 결정된다. N은 라이브러리 스펙트럼들의 모두를 검색함으로써 결정될 수 있다. 후속 회전 동안 획득된 스펙트럼들에 대하여, 라이브러리는 N의 자유도의 범위 내에서 검색된다. 즉, 1회전 동안 인덱스 번호가 N인 것으로 발견되면, 자유도가 Y인, X 회전들 이후의 후속 회전 동안, 상기 범위는 $(N+X)-Y$ 에서 $(N+X)+Y$ 까지 검색될 것이다. 예를 들어, 만약 기판의 제1 연마 회전에서, 매칭 인덱스가 8인 것으로 발견되고 자유도가 5로 선택되면, 제2 회전 동안 획득된 스펙트럼들에

대하여, 인덱스 번호 9 ± 5에 대응하는 스펙트럼들만이 매치를 위해 검사된다.

[0060] 본 발명의 실시예들 및 이 명세서에 기재된 기능적 동작들의 모두는, 본 명세서에서 개시된 구조적 수단들 및 이들의 구조적 등가물들을 포함하여, 디지털 전자 회로에서, 또는 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 또는 하드웨어에서, 또는 이들의 조합들로 구현될 수 있다. 본 발명의 실시예들은 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 물건들, 즉, 데이터 처리 장치, 예를 들어, 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 프로세서들 또는 컴퓨터들에 의한 실행을 위한 또는 데이터 처리 장치의 동작을 제어하기 위한 정보 캐리어 내에, 예를 들면, 기계-판독가능 저장 장치 내에 또는 전파되는 신호 내에 유형적으로 구현되는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 프로그램(또한 프로그램, 소프트웨어, 소프트웨어 애플리케이션, 또는 코드로도 알려짐)은 컴파일되거나 해석된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 이는 단독 프로그램으로서, 또는 모듈로서, 컴포넌트, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적절한 다른 유닛을 포함하는 임의의 형태로 사용될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 필수적으로 하나의 파일에 대응할 필요는 없다. 프로그램은 다른 프로그램들 또는 데이터들을 보유하는 파일의 일부에, 문제되는 프로그램에 전용되는 단일 파일에, 또는 다수의 조직화된 파일들(예를 들어, 하나 이상의 모듈들, 서브-프로그램들, 또는 코드의 부분들을 저장하는 파일들)에 저장될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 컴퓨터 상에서, 또는 하나의 사이트에 있거나 다수의 사이트들에 걸쳐 분산되고 통신 네트워크에 의해 상호연결된 다수의 컴퓨터들 상에서 실행되도록 사용될 수 있다.

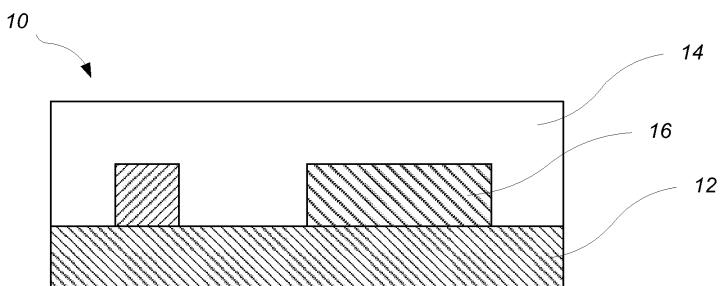
[0061] 본 명세서에 기재된 프로세스들 및 로직 플로우들은 입력 데이터에 대해 동작하고 출력을 생성함으로써 기능들을 수행하도록 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들을 실행하는 하나 이상의 프로그램가능 프로세서들에 의해 수행될 수 있다. 프로세스들 및 로직 플로우들은 또한, 특수 목적 로직 회로, 예를 들어, FPGA(field programmable gate array) 또는 ASIC(application-specific integrated circuit)에 의해 수행될 수 있고, 장치가 상기 특수 목적 로직 회로로서 구현될 수 있다.

[0062] 전술한 연마 장치 및 방법들은 다양한 연마 시스템들에 적용될 수 있다. 연마 패드, 또는 캐리어 헤드, 또는 양자 모두는 연마 표면과 기판 사이에 상대적인 이동을 제공하기 위하여 이동할 수 있다. 예를 들어, 플래튼은 회전하는 것이 아니라 궤도를 돌 수 있다(orbit). 연마 패드는 플래튼에 고정된 원형(또는 일부 다른 형상) 패드일 수 있다. 종료점 검출 시스템의 일부 양상들은, 예를 들어, 연마 패드가 선형으로 이동하는 연속되거나 릴-투-릴(reel-to-reel)의 벨트인 선형 연마 시스템들에 적용가능할 수 있다. 연마 층은 표준(예를 들어, 필러들을 갖거나 갖지 않는 폴리우레탄) 연마 물질, 유연한 물질, 또는 고정된-마찰 물질일 수 있다. 상대적 위치 지정의 용어들이 사용되어; 연마 표면 및 기판은 수직 방향 또는 일부 다른 방향으로 보유될 수 있음이 이해되어야 한다.

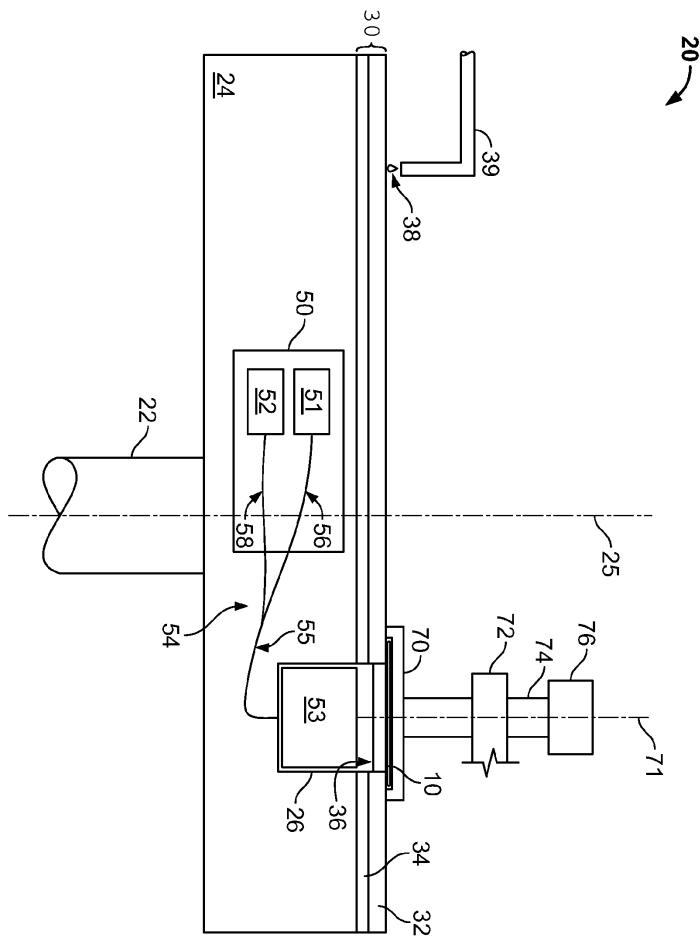
[0063] 본 발명의 특정 실시예들이 기술되었다. 다른 실시예들이 다음 청구범위 내에 있다. 예를 들어, 청구범위에서 기재된 행위들은 상이한 순서로 실행될 수 있고 여전히 바람직한 결과들을 달성할 수 있다.

도면

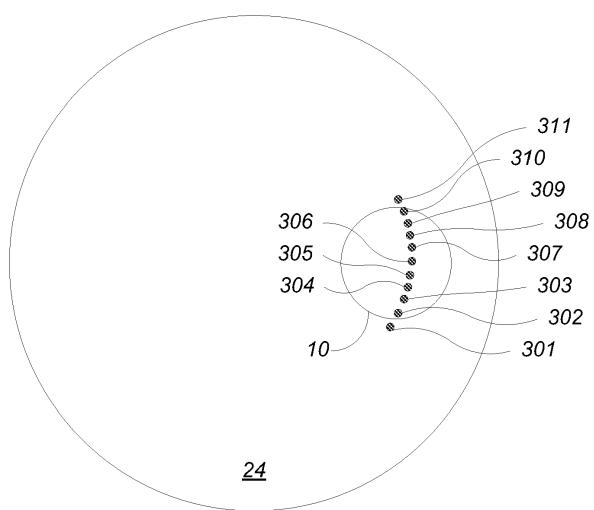
도면1



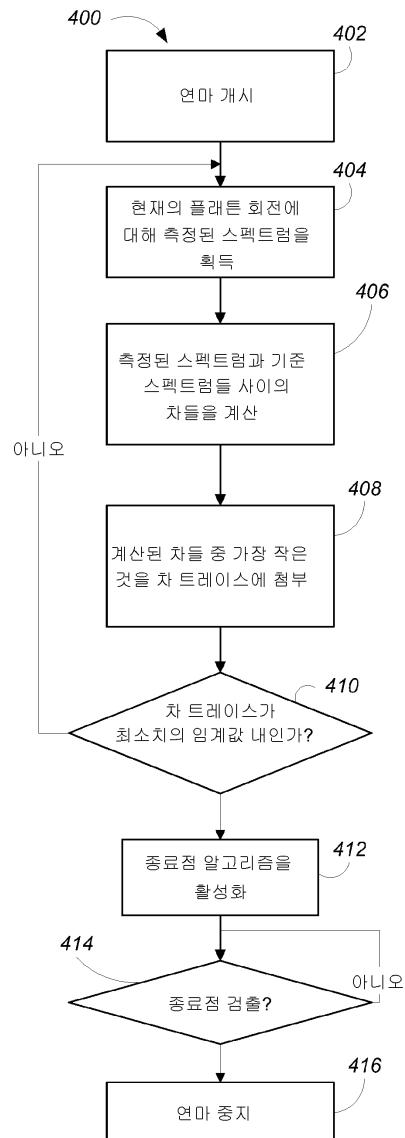
도면2



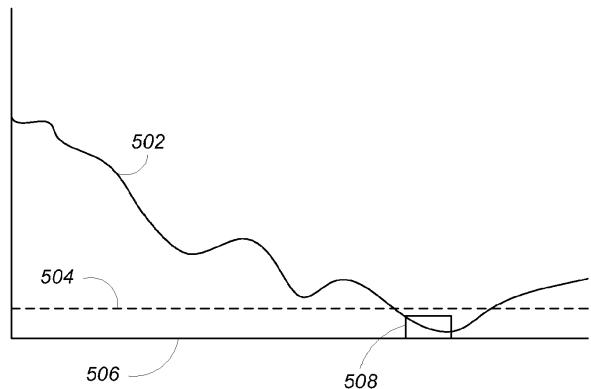
도면3



도면4



도면5



도면6

