(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월29일
(11) 등록번호 10-1643992
(24) 등록일자 2016년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/304 (2006.01) *B24B 37/013* (2012.01)
B24B 49/12 (2006.01) *G06F 19/00* (2011.01)
H01L 21/306 (2006.01) *H01L 21/461* (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/304 (2013.01)
B24B 37/013 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7033828(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년02월22일
심사청구일자 2015년11월26일
(85) 번역문제출일자 2015년11월26일
(65) 공개번호 10-2015-0140400
(43) 공개일자 2015년12월15일
(62) 원출원 특허 10-2014-7032982
원출원일자(국제) 2008년02월22일
심사청구일자 2014년12월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/054807
(87) 국제공개번호 WO 2008/103964
국제공개일자 2008년08월28일
(30) 우선권주장
60/891,487 2007년02월23일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070042675 A1*
KR1020140019484 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자
리, 해리 큐.
미국 94024 캘리포니아 로스 알토스 벤 로이 드라이브 1501
스웨덱, 보그슬라우 에이.
미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 에이 엘 프라도 웨이 10315
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

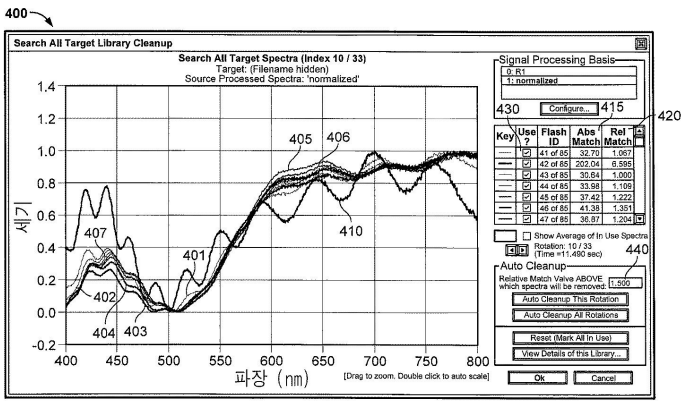
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 양지환

(54) 발명의 명칭 **연마 엔드포인트들을 결정하기 위한 스펙트럼 사용**

(57) 요 약

연마 시퀀스 동안 획득되는 스펙트럼들을 사용하는 연마 엔드포인트를 결정하는 방법들이 개시된다. 특히, 단지 원하는 스펙트럼들만을 사용하는 빠른 검색 방법 및 보다 로버스트한 속도 결정 방법들을 위한 기술들이 개시된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B24B 49/12 (2013.01)
G06F 19/00 (2013.01)
H01L 21/30625 (2013.01)
H01L 21/461 (2013.01)
H01L 22/12 (2013.01)
(72) 발명자
벤베그누, 도미닉 제이.
미국 94020 캘리포니아 라 혼다 베벌리 드라이브 241
데이비드, 제프리 드뤼
미국 95125 캘리포니아 샌어제이 마르퀴스 애브뉴 2208

명 세 서

청구범위

청구항 1

아웃라이어(outlier) 스펙트럼들을 결정하기 위한 방법으로서,

기판을 연마하면서, 상기 기판을 가로지르는 광학적 모니터링 모듈의 스캔 동안 상기 기판의 표면으로부터 적어도 세 개의 스펙트럼들을 획득하는 단계;

상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼에 대하여, i) 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼과 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들 중 모든 다른 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼 사이의 차(difference)를 계산하여 복수의 차들을 생성하고, ii) 상기 복수의 차들을 합산해서 차들의 누적 합(cumulative sum of differences)을 제공하는 단계;

상기 제공하는 단계에 의해 적어도 세 개의 차들의 누적 합들을 생성하는 단계;

상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들에 대해 계산된 적어도 세 개의 차들의 누적 합들을 임계치에 비교하는 것에 기초하여 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들로부터 아웃라이어 스펙트럼을 선택하는 단계; 및

상기 아웃라이어 스펙트럼을 폐기하는 단계(discarding)를 포함하는,

아웃라이어 스펙트럼들을 결정하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 차들을 합산해서 차들의 누적 합을 제공하는 단계는,

각각의 스펙트럼에 대해, 상기 스펙트럼과 다른 스펙트럼들 간의 차들의 제곱의 누적 합(cumulative sum of squares differences)을 계산하는 단계를 포함하는,

아웃라이어 스펙트럼들을 결정하기 위한 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 아웃라이어 스펙트럼을 선택하는 단계는,

상기 누적 합들의 최소 누적 합을 선택하는 단계; 및

각각의 스펙트럼에 대해 정규화된 수(normalized number)를 획득하기 위해, 각각의 누적 합을 상기 최소 누적 합으로 나누는 단계를 포함하는,

아웃라이어 스펙트럼들을 결정하기 위한 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판을 가로지르는 상기 광학적 모니터링 모듈의 제 1 스캔 동안 획득되는 스펙트럼들에 대해 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항의 방법을 수행하는 단계;

매칭 스펙트럼을 찾아내기 위해, 상기 제 1 스캔 동안 획득되는 폐기되지 않은(non-discarded) 스펙트럼들을 스펙트럼들의 라이브러리와 비교하는 단계;

상기 기판을 가로지르는 상기 광학적 모니터링 모듈의 제 2 스캔 동안 획득되는 스펙트럼들에 대해 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항의 방법을 수행하는 단계;

매칭 스펙트럼을 찾아내기 위해, 상기 제 2 스캔 동안 획득되는 폐기되지 않은 스펙트럼들을 상기 스펙트럼들의 라이브러리와 비교하는 단계;

상기 제 1 스캔의 상기 스펙트럼들에 대한 상기 매칭 스펙트럼 및 상기 제 2 스캔의 상기 스펙트럼에 대한 상기 매칭 스펙트럼들의 변화에 기초하여, 연마 속도(rate)를 결정하는 단계; 및

상기 연마 속도 및 목표 스펙트럼에 기초하여 연마 엔드포인트(endpoint)를 산출하는 단계(projecting)를 더 포함하는,

아웃라이어 스펙트럼들을 결정하기 위한 방법.

청구항 5

화학적 기계적 연마를 위한 시스템으로서,

연마 표면을 지지하기 위한 회전가능한 플래튼(platen);

상기 플래튼 내의 광학적 모니터링 모듈;

상기 연마 표면에 대해 기판을 홀딩하고, 상기 광학적 모니터링 모듈로부터의 광이 상기 기판의 표면 상으로 지향되고 상기 기판으로부터 반사된 광이 상기 광학적 모니터링 모듈에 의해 수신되도록 상기 기판을 이동시키도록 구성된 캐리어 헤드;

상기 캐리어 헤드를 제어하기 위한 제어기; 및

상기 광학적 모니터링 모듈로부터 신호를 수신하도록 구성된 컴퓨터를 포함하며,

상기 컴퓨터는 상기 기판을 가로지르는 상기 광학적 모니터링 모듈의 스캔 동안 획득되는 적어도 세 개의 스펙트럼들을 수신하고, 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼에 대해, i) 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼과 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들 중 모든 다른 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼 사이의 차를 계산하여 복수의 차들을 생성하고, ii) 상기 복수의 차들을 합산해서 차들의 누적 합을 제공하고, 그럼으로써 적어도 세 개의 차들의 누적 합들을 생성하고, 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들에 대해 계산된 적어도 세 개의 차들의 누적 합들을 임계치에 비교하는 것에 기초하여 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들로부터 아웃라이어 스펙트럼을 선택하고, 그리고, 상기 아웃라이어 스펙트럼을 폐기하도록 추가적으로 구성되는,

화학적 기계적 연마를 위한 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 컴퓨터는,

각각의 스펙트럼에 대해, 상기 스펙트럼과 다른 스펙트럼들 간의 차의 제곱의 누적 합을 계산하도록, 추가적으로 구성되는,

화학적 기계적 연마를 위한 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 컴퓨터는,

상기 누적 합들의 최소 누적합을 선택하고; 그리고

각각의 스펙트럼에 대한 정규화된 수(number)를 획득하기 위해, 각각의 누적 합을 상기 최소 누적 합으로 나누도록, 추가적으로 구성되는,

화학적 기계적 연마를 위한 시스템.

청구항 8

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 컴퓨터는,

매칭 스펙트럼을 찾아내기 위해, 상기 기판을 가로지르는 상기 광학적 모니터링 모듈의 제 1 스캔 동안 획득되는 폐기되지 않은(non-discarded) 스펙트럼들을 스펙트럼들의 라이브러리와 비교하고,

매칭 스펙트럼을 찾아내기 위해, 상기 기판을 가로지르는 상기 광학적 모니터링 모듈의 제 2 스캔 동안 획득되는 폐기되지 않은 스펙트럼들을 상기 스펙트럼들의 라이브러리와 비교하고,

상기 제 1 스캔에 대한 상기 매칭 스펙트럼 및 상기 제 2 스캔에 대한 상기 매칭 스펙트럼의 변화에 기초하여, 연마 속도(rate)를 결정하고, 그리고,

상기 연마 속도 및 목표 스펙트럼에 기초하여 연마 엔드포인트(endpoint)를 산출하도록, 추가로 구성되는,

화학적 기계적 연마를 위한 시스템.

청구항 9

유형의 프로그램 캐리어 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 프로덕트로서,

상기 컴퓨터 프로그램 프로덕트는 데이터 프로세싱 장치로 하여금,

기판의 표면으로부터 상기 기판을 가로지르는 광학적 모니터링 모듈의 스캔 동안 획득되는 적어도 세 개의 스펙트럼들을 수신하고,

상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼에 대하여, i) 상기 스캔으로부터의 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼과 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들 중 모든 다른 스펙트럼들의 각각의 스펙트럼 사이의 차를 계산하여 복수의 차들을 생성하고, ii) 상기 복수의 차들을 합산해서 차들의 누적 합을 제공하고, 그럼으로써 적어도 세 개의 차들의 누적 합들을 생성하고,

상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들에 대해 계산된 적어도 세 개의 차들의 누적 합들을 임계치에 비교하는 것에 기초하여 상기 스캔 동안 획득된 상기 적어도 세 개의 스펙트럼들로부터 아웃라이어 스펙트럼을 선택하고, 그리고,

상기 아웃라이어 스펙트럼을 폐기하는(discarding) 것을 포함하는 동작들을 수행하게 하도록 동작가능한,

유형의 프로그램 캐리어 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 프로덕트.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 차들을 합산해서 차들의 누적 합을 제공하는 것은,

각각의 스펙트럼에 대하여 상기 스펙트럼과 다른 스펙트럼들 간의 차들의 제곱의 누적 합을 계산하는 것을 포함하는,

유형의 프로그램 캐리어 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 프로덕트.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 아웃라이어 스펙트럼을 선택하는 것은,

상기 누적 합들의 최소 누적 합을 선택하고,

각각의 스펙트럼에 대해 정규화된 수(normalized number)를 획득하기 위해, 각각의 누적 합을 상기 최소 누적 합으로 나누는 것을 포함하는,

유형의 프로그램 캐리어 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 프로덕트.

청구항 12

제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로덕트는 데이터 프로세싱 장치로 하여금,

상기 기판을 가로지르는 상기 광학적 모니터링 모듈의 제 1 스캔 동안 획득되는 제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항의 동작들을 수행하고,

매칭 스펙트럼을 찾아내기 위해, 상기 제 1 스캔 동안 획득되는 폐기되지 않은(non-discarded) 스펙트럼들을 스펙트럼들의 라이브러리와 비교하고,

상기 기판을 가로지르는 상기 광학적 모니터링 모듈의 제 2 스캔 동안 획득되는 스펙트럼들에 대해 제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항의 동작들을 수행하고,

매칭 스펙트럼을 찾아내기 위해, 상기 제 2 스캔 동안 획득되는 폐기되지 않은 스펙트럼들을 상기 스펙트럼들의 라이브러리와 비교하고,

상기 제 1 스캔에 대한 상기 매칭 스펙트럼 및 상기 제 2 스캔에 대한 상기 매칭 스펙트럼의 변화에 기초하여, 연마 속도(rate)를 결정하고, 그리고,

상기 연마 속도 및 목표 스펙트럼에 기초하여 연마 엔드포인트(endpoint)를 산출하는 것을 포함하는 동작들을 수행하도록 동작가능한,

유형의 프로그램 캐리어 상에 인코딩된 컴퓨터 프로그램 프로덕트.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 일반적으로 기판의 화학적 기계적 연마에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 집적회로는 통상적으로 실리콘 웨이퍼 상에 전도성층, 반도체층, 또는 절연층의 순차적 증착에 의해 기판상에 형성된다. 하나의 제조 단계는 비평면형 표면 위로 충진층(filler layer) 증착하는 단계 및 충진층의 평탄화하는 단계를 수반한다. 소정 애플리케이션들에 대해, 충진층은 패터닝된 층의 상부 표면이 노출될 때까지 평탄화된다. 예를 들어, 절연층의 트렌치(trench)들 또는 홀들을 충진시키기 위해 전도성 충진층이 패터닝된 절연층 상에 증착될 수 있다. 평탄화 이후, 절연층의 상승된 패턴 사이에 남아있는 전도성층의 부분들은 비아들, 플러그들 및 기판상의 박막 회로들 사이에 전도성 경로들을 제공하는 라인들을 형성한다. 산화물 연마와 같은 다른 애플리케이션들에 대해, 비평면형 표면 위로 미리 결정된 두께가 남게 될 때까지 충진층은 평탄화된다. 또한, 기판 표면의 평탄화는 통상적으로 포토리소그래피를 요구한다.

[0003] 화학적 기계적 연마(CMP)는 허용되는 평탄화 방법 중 하나이다. 통상적으로 이러한 평탄화 방법은 캐리어 또는 연마 헤드 상에 기판이 장착되어야 하는 것을 요구한다. 통상적으로 기판의 노출된 표면은 회전하는 연마 디스크 패드 또는 벨트 패드(에 접하게 배치된다(placed against). 연마 패드는 표준 패드 또는 고정 연마 패드(fixed abrasive pad) 중 하나일 수 있다. 표준 패드는 내구성이 있는 거친 표면(roughened surface)을 가지는 반면, 고정 연마 패드는 억제 매체(containment media)에 보유된 연마(abrasive) 입자들을 갖는다. 캐리어 헤드는 연마 패드에 대해 그것이 가압되도록 기판상에 제어가능한 로드(load)를 제공할 수 있다. 통상적으로는 연마 패드의 표면에 연마 슬러리(slurry)가 공급된다. 연마 슬러리는 적어도 하나의 화학적으로 반응성 약품(agent) 및, 표준 연마 패드에 사용될 경우, 연마 입자들을 포함한다.

[0004] CMP에서의 한가지 문제점은 연마 프로세스가 완료되는지 여부, 즉 기판 층이 원하는 평탄도(flatness) 또는 두께로 평탄화되었는지 여부, 또는 원하는 양의 물질이 언제 제거되었는지를 결정하는 것에 있다. 전도성 층 또는 막의 과도연마(overpolishing)(너무 많이 제거)는 증가된 회로 저항을 유도한다.

[0005] 한편, 전도성층의 연마부족(underpolishing)(너무 적게 제거)은 전기적 단락을 유도한다. 기판층의 초기 두께에서의 편차들, 슬러리 조성, 연마 패드 상태, 연마 패드와 기판 간의 상대 속도, 및 기판상의 로드는 물질 제거율(removal rate)의 편차들을 야기시킬 수 있다. 이러한 편차들은 연마 엔드포인트에 도달하기 위해 요구되는 시간에서의 편차들을 야기한다. 따라서, 연마 엔드포인트는 단지 연마 시간의 함수로서 결정될 수 없다.

발명의 내용

[0006] 엔드포인트 결정을 개선하기 위한 기술들이 개시된다.

[0007] 본 발명의 하나 이상의 실시예들의 상세한 설명은 첨부되는 도면 및 하기 설명에 개시된다. 본 발명의 다른 특징들, 목적들 및 장점들은 설명 및 도면 및 청구항들로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 연마 시스템의 개략적 단면도이다.

도 2는 대표적인 플래시(flash) 위치들을 갖는 플래튼 상에 있는 기판의 개략적 상부도이다.

도 3은 연마 엔드포인트를 결정하는 흐름도이다.

도 4는 라이브러리(library)를 위해 획득된 스펙트럼들(spectra)의 대표적 GUI이다.

도 5는 아웃라이어 스펙트럼(outlier spectrum)이 제거된 이후 라이브러리를 위해 획득된 스펙트럼들의 대표적 GUI이다.

도 6은 다수의 스펙트럼들 및 엔드포인트를 결정하기 위한 로버스트 라인 핏팅(robust line fitting)을 나타내는 그래프이다.

도 7은 스펙트럼들의 평균 및 엔드포인트를 결정하기 위한 로버스트 라인 핏팅을 나타내는 그래프이다.

다양한 도면들에서의 유사한 참조 부호들은 동일한 부재들을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 기판들을 연마하고 연마 엔드포인트를 결정하기 위한 시스템이 본 명세서에서 개시된다. 연마 동안 기판으로부터 스펙트럼들을 얻기 위해 광학 검출기가 이용된다. 일단 스펙트럼들이 획득되면, 상기 스펙트럼들은 라이브러리(library)에 있는 스펙트럼들과 비교된다. 비교는 다양한 기술들, 이를 테면 2005년 8월 26일자로 출원된 미국 출원 번호 제 11/213,344호 및 2006년 5월 19일자로 출원된 미국 출원 번호 제 60/747,768호에 추가로 개시되는 최소 제곱합 매칭 방법(least sum of the squares matching)과 같은 다양한 기술들을 사용하여 수행될 수 있으며, 상기 문헌들은 모든 목적들을 위해 본 명세서에 통합된다. 라이브러리에서 각각의 스펙트럼에 인덱스 넘버(index number)가 할당될 경우, 도시된 인덱스 넘버들에 대해 시간 및 라인 핏트(line fit)에 따라 매칭되는 인덱스 넘버들이 로버스트 라인 핏팅(roubust line fitting)을 사용하여 도시될 수 있다. 라인이 목표 스펙트럼에 대응하는 인덱스 넘버와 교차될 때, 목표 엔드포인트에 도달되어 연마가 중단될 수 있다.

[0010] 연마 동안, 라이브러리를 생성하기 위해 획득된 스펙트럼들에는 노이즈(noise) 또는 원치않는 피처(feature)들을 포함되는 경향이 있다. (예를 들어, 스크라이브 라인과 같은 위치를 플래싱(flashing)하거나 노이즈로 인하여) 위조 데이터를 포함하는 스펙트럼들은 엔드포인트를 결정하기 위해 사용될 때 결과를 왜곡시킬 수 있다. 잡음을 갖는 스펙트럼들은 기판 측정을 통해 산출되어야 하는 "실제(true)" 스펙트럼들에서 크게 벗어날 것이다. 이러한 아웃라이어(outlier) 스펙트럼들은 본 명세서에 개시되는 기술들을 사용하는 동안 엔드포인트 결정으로부터 제거되거나 또는 보상될 수 있다.

[0011] 도 1은 기판(10)을 연마하도록 동작가능한 연마 장치(20)를 나타낸다. 연마 장치(20)는 연마 패드(30)가 장착되는 회전 디스크-형태 플래튼(24)을 포함한다. 플래튼은 축(25) 부근에서 회전하도록 동작할 수 있다. 예를 들어, 모터는 플래튼(24)이 회전하도록 구동 샤프트(22)를 회전시킬 수 있다.

[0012] 연마 패드를 통하는 광학적 액세스(36)는 어퍼처(aperture)(즉 패드를 관통하여 꿰뚫은 홀) 또는 솔리드 윈도우(solid window)를 포함함으로써 제공된다. 솔리드 윈도우는 연마 패드에 고정될 수 있지만, 일부 구현들에서 솔리드 윈도우는 플래튼(24) 상에서 지지되며 연마 패드에서 어퍼처로 돌출될 수 있다. 통상적으로 연마 패드(30) 플래튼(24) 상에 배치되어 어퍼처 또는 윈도우가 플래튼(24)의 리세스(26)에 장착되는 광학적 헤드(53) 위에 놓인다. 결과적으로, 광학적 헤드(53)는 어퍼처 또는 윈도우를 통해 연마되는 기판으로 광학적 액세스를 가진다. 광학적 헤드는 하기에서 추가로 설명된다.

[0013] 연마 장치(20)는 결합된 슬러리/린스 암(39)을 포함한다. 연마 동안, 암(39)은 슬러리와 같은 연마 액체(38)를 방출시키도록 동작가능하다. 대안적으로, 연마 장치는 연마 패드(30) 상에 슬러리를 방출시키도록 동작가능한

슬러리 포트를 포함한다.

[0014] 연마 장치(20)는 연마 패드(30)에 대해 기판(10)을 홀딩하도록 동작가능한 캐리어 헤드(70)를 포함한다. 캐리어 헤드(70)는 지지 구조물(72), 예를 들면 카루젤(carousel)로부터 현수되며(suspended) 캐리어 구동 샤프트(74)에 의해 캐리어 헤드 회전 모터(76)에 연결되어 캐리어 헤드가 축(71) 부근에서 회전할 수 있다. 또한, 캐리어 헤드(70)는 지지 구조체(72)에 형성된 방사상 슬롯에서 측방향으로 진동할 수 있다(oscillate). 동작시, 플래튼은 플래튼의 중심 축(25) 부근에서 회전하며, 캐리어 헤드는 캐리어 헤드의 중심 축(71) 부근에서 회전하며 연마 패드의 상부 표면에 걸쳐 측방향으로 이동된다.

[0015] 또한, 연마 장치는 광학적 모니터링 시스템을 포함하며, 상기 광학적 모니터링 시스템은 하기 개시되는 것처럼 연마 엔드포인트를 결정하는데 이용될 수 있다. 광학적 모니터링 시스템은 광원(51) 및 광 검출기(52)를 포함한다. 광은 광원(51)으로부터 연마 패드(30)의 광학적 액세스(36)를 통하여 지나가며 기판(10)으로부터 다시 광학적 액세스(36)를 통해 반사되고 광 검출기(52)로 진행한다.

[0016] 두갈래(bifurcated) 광케이블(54)은 광원(51)으로부터 광학적 액세스(36)로 그리고 다시 광학적 액세스(36)로부터 광 검출기(52)로 광을 투과시키는데 이용될 수 있다. 두갈래 광케이블(54)은 "몸통부(trunk)"(55) 및 2개의 "분기부(branches)"(56, 58)를 포함할 수 있다.

[0017] 앞서 언급된 것처럼, 플래튼(24)은 광학적 헤드(53)가 장착되는 리세스(26)를 포함한다. 광학적 헤드(53)는 두갈래 광케이블(54)의 몸통부(55)의 한쪽 단부를 홀딩하며, 이것은 연마되는 기판 표면으로 그리고 기판 표면으로부터 광을 운반하도록 구성된다. 광학적 헤드(53)는 두갈래 광케이블(54)의 단부 위에 놓이는 윈도우 또는 하나 이상의 렌즈들을 포함할 수 있다. 대안적으로, 광학적 헤드(53)는 단지 연마 패드의 솔리드 윈도우에 인접한 몸통부(55)의 단부만을 홀딩할 수 있다. 광학적 헤드(53)는 배수 시스템(flushing system)의 앞서 개시된 노즐들을 홀딩할 수 있다. 광학적 헤드(53)는 예를 들어, 예방적 또는 교정적 유지보수를 달성하기 위해 요구되는 것처럼 리세스(26)로부터 제거될 수 있다.

[0018] 플래튼은 제거가능한 인시튜(in-situ) 모니터링 모듈(50)을 포함한다. 인시튜 모니터링 모듈(50)은, 광원(51), 광 검출기(52), 및 광원(51) 및 광 검출기(52)로 그리고 광원(51) 및 광 검출기(52)로부터의 신호들을 전송 및 수신하기 위한 회로 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기(52)의 출력은 구동 샤프트(22)에 있는 회전 결합기, 예를 들어 슬립 링(slip ring)을 통하여 광학적 모니터링 시스템에 대한 제어기로 가는 디지털 전자 신호일 수 있다. 유사하게, 광원은 회전 결합기를 통해 제어기로부터 모듈(50)로 가는 디지털 전자 신호들의 제어 명령들에 응답하여 턴온 또는 턴오프될 수 있다.

[0019] 또한 인시튜 모니터링 모듈은 두갈래 광섬유(54)의 분기부들(56, 58) 각각의 단부들을 홀딩할 수 있다. 광원은 광학적 헤드(53)에 위치된 몸통부(55)의 단부로부터 분기부(56)를 통해 전달되며 연마되는 기판에 충돌하는 광을 투과시키도록 동작가능하다. 기판으로부터 반사된 광은 광학적 헤드(53)에 위치된 몸통부(55)의 단부에 수신되어 분기부(58)를 통해 광 검출기(52)로 전달된다.

[0020] 일 실시예에서, 두갈래 광섬유(54)는 광섬유들의 다발(bundle)이다. 상기 다발은 광섬유들의 제 1 그룹 및 광섬유들의 제 2 그룹을 포함한다. 제 1 그룹에서의 광섬유는 광원(51)으로부터 연마되는 기판 표면으로 광을 전달하도록 연결된다. 제 2 그룹에서의 광섬유는 연마되는 기판 표면으로부터 반사시킨 광을 수신하고 수신된 광을 광 검출기로 전달하도록 연결된다. 광섬유들은 (두갈래 광섬유(54)의 단면도에서 보여지는 바와 같이) 제 2 그룹의 광섬유들이 두갈래 광섬유(54)의 종축(longitudinal axis)에 집중되는 X자 같은 형상을 형성하도록 배열될 수 있다. 대안적으로, 다른 배열들이 구현될 수도 있다. 예를 들어, 제 2 그룹의 광섬유들은 서로의 미러 이미지들이 반영되는 V자 같은 형상들로 형성될 수 있다. 적절한 두갈래 광섬유는 텍사스 캐롤튼의 Verity Instruments, Inc로부터 이용가능하다.

[0021] 광원(51)은 백색광을 방출하도록 동작가능하다. 일 구현예에서, 방출되는 백색광은 200-800 나노미터의 파장들을 갖는 광을 포함한다. 적절한 광원으로는 크세논 램프 또는 크세논 수은 램프가 있다.

[0022] 광 검출기(52)는 분광기(spectrometer)일 수 있다. 분광기는 전자기 스펙트럼의 일부에 대한 광 세기를 측정하기 위한 기본적인 광학 기구(optical instrument)이다. 적절한 분광기로는 회절 분광기(grating spectrometer)가 있다. 분광기에 대한 전형적 출력은 파장의 함수로서의 광 세기이다.

[0023] 광원(51) 및 광 검출기(52)는 이들의 동작을 제어하고 이들의 신호들을 수신하도록 동작가능한 컴퓨팅 디바이스(computing device)에 연결된다. 컴퓨팅 디바이스는 연마 장치 부근에 위치되는 마이크로프로세서, 예를 들면 퍼스널 컴퓨터를 포함할 수 있다. 제어와 관련하여, 컴퓨팅 디바이스는 예를 들어 플래튼(24)의 회전으로 광원

(51)의 활성화를 동기화시킬 수 있다. 도 2에 도시된 것처럼, 컴퓨터는 광원(51)이 기판(10)이 인-시튜 모니터링 모듈을 통과하기 직전에 시작하여 통과 직후에 중단하는 일련의 플래쉬(flashe)들을 방출하게 할 수 있다. (도시된 각각의 포인트들(501-511)은 인시튜 모니터링 모듈로부터의 광이 충돌 및 반사되는 위치를 나타낸다.) 대안적으로, 컴퓨터는 광원(51)이 기판(10)이 인시튜 모니터링 모듈을 통과하기 직전에 시작하여 통과 직후 중단하는 광을 연속적으로 방출하게 한다. 도시되지는 않았지만, 기판(10)이 모니터링 모듈을 통과할 때마다, 모니터링 모듈을 가진 기판의 정렬은 이전의 통과 시와 다를 수 있다. 기판의 일회 회전을 통해, 상이한 방사상 위치들뿐만 아니라, 기판상의 상이한 각 위치들(angular locations)로부터 스펙트럼들이 획득된다. 즉, 일부 스펙트럼들은 기판의 중심부에 더 근접한 위치들로터 획득되며 일부는 에지에 더 근접한다. 기판은 방사상 구역들(zones)로 분할될 수 있다. 3개, 4개, 5개, 6개, 7개 또는 보다 많은 구역들이 기판의 표면상에 한정될 수 있다. 본 명세서에 개시된 일부 방법에서, 스펙트럼들은 이들의 상응하는 구역들에서 그룹화된다.

[0024] 신호들을 수신하는 것과 관련하여, 컴퓨팅 디바이스는 예를 들어, 광 검출기에 의해 수신된 광의 스펙트럼을 기술하는 정보를 운반하는 신호를 수신할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 연마 단계의 엔드포인트를 결정하기 위해 상기 신호를 프로세스할 수 있다. 임의의 특정 이론으로 제한되지 않고, 기판으로부터 반사되는 광의 스펙트럼은 연마가 진행됨에 따라 유도된다(evolve). 반사된 광 스펙트럼의 성질들은 막 두께가 변함에 따라 변하고, 특정 스펙트럼들은 막의 특정 두께에 의해 표시된다. 컴퓨팅 디바이스는 하나 이상의 스펙트럼들에 기초하여, 언제 엔드포인트가 도달되었는지를 결정하는 로직을 실행할 수 있다. 엔드포인트 결정에 기초되는 하나 이상의 스펙트럼들은 목표 스펙트럼(target spectrum)을 포함할 수 있다. 본 명세서에서, 목표 스펙트럼이 언급되나, 기준 스펙트럼(reference spectrum) 또한 포함되는 것으로 의도된다. 목표 스펙트럼은 연마 엔드포인트가 달성될 때 웨이퍼에 대응하는 스펙트럼일 수 있다. 시스템이, 중단 연마 신호를 수신할 때와 플래튼이 회전을 중단하는 시간 간의 시간차 때문에, 연마를 중단시키기 위한 신호는 기준 스펙트럼이 달성되는 시기인 실제 엔드포인트 이전 시간에 전송될 수 있다. 기준 스펙트럼과 목표 스펙트럼 간의 상관성(correlation)은 연마 및 시스템 파라미터들에 종속하기 때문에, 간략함을 위해 본 출원에서 목표 스펙트럼이 참조된다.

[0025] 본 명세서에서 사용되는 것처럼, 목표 스펙트럼은 해당 막이 목표 두께를 가질 때 해당 막으로부터 반사하는 백색광에 의해 나타나는 스펙트럼으로 간주된다. 일례로, 목표 두께는 1, 2, 또는 3 미크론일 수 있다. 대안적으로, 예를 들어, 하부에 놓인 막이 노출되도록 해당 막이 제거될(cleared) 때 목표 두께는 제로일 수 있다.

[0026] 도 3은 연마 단계의 엔드포인트를 결정하기 위한 방법(300)을 보여준다. 셋업된 기판의 연마로부터 스펙트럼들이 수집된다(단계 302). 스펙트럼들이 라이브러리에 저장된다(단계 304). 대안적으로, 라이브러리는 수집되는 것이 아니라 오히려 (예를 들어, 기판에서 예상 두께들 및 층들의 굴절률들을 포함하는 모델로부터의) 이론에 기초하여 계산되는 스펙트럼들을 포함할 수 있다. 스펙트럼들은 각각의 스펙트럼이 독특한 인덱스 넘버값을 가지도록 인덱스 넘버화된다(indexed). 인덱스 넘버값은 연마가 진행됨에 따라 단조적으로 증가되도록 선택된다, 예를 들면, 인덱스 넘버값들은 플래튼 회전들의 횟수와 비례할 수 있다. 따라서, 각각의 인덱스 넘버(index number)는 정수(whole number)일 수 있으며, 인덱스 넘버는 연관된 스펙트럼이 나타나게 되는 예상된 플래튼 회전을 표시할 수 있다. 라이브러리는 연마 장치의 컴퓨팅 디바이스의 메모리에서 구현될 수 있다.

[0027] 기판들의 배치(batch)로부터 기판이 연마되고, 각각의 플래튼 회전 동안 하기의 단계들이 수행된다. 현재 플래튼 회전 동안 현재 스펙트럼을 얻기 위해 하나 이상의 스펙트럼들이 측정된다(단계 306). 현재 스펙트럼들에 최적합한 라이브러리에 저장된 스펙트럼들이 결정된다(단계 308). 현재 스펙트럼들에 최적합한 것으로 결정된 라이브러리 스펙트럼의 인덱스 넘버가 엔드포인트 인덱스 넘버 트레이스(trace)에 첨부된다(단계 310). 엔드포인트 트레이스가 목표 스펙트럼의 인덱스 넘버에 도달될 때 엔드포인트가 호출된다(단계 312).

[0028] 일부 실시예들에서, 각각의 획득된 스펙트럼에 매칭되는 인덱스 넘버들이 시간 또는 플래튼 회전에 따라 도시된다. 라인은 로버스트 라인 핏팅을 사용하여 도시된 인덱스 넘버들에 부합된다(is fit to). 라인이 목표 인덱스 넘버에 충족되면 엔드포인트 시간 또는 회전이 규정된다.

[0029] 일부 실시예들에서, 수집된 스펙트럼들은 정확도 및/또는 정밀도를 강화시키기 위해 프로세스된다. 본 명세서에 개시되는 프로세싱 기술들은 엔드포인트 결정 결과들을 개선시키기 위해 조합되어 또는 단독으로 사용될 수 있다.

[0030] 엔드포인트 기술을 개선시키는 한가지 방법은 샘플 데이터가 비교되는 라이브러리를 개선시키는 것이다. 도 4를 참조하면, GUI(400)는 한번의 회전 동안 기판상의 하나의 구역으로부터 획득된 8개 스펙트럼들의 그래픽적 표현을 보여준다. 스펙트럼들중 하나의 스펙트럼(410)은 나머지 것들과는 상당히 다르다. 여기서, 7개의 스펙트럼들(401, 402, 403, 404, 405, 406, 407)은 각각의 파장에서 유사한 세기들을 갖는 것으로 보인다.

그러나, 스펙트럼들 중 하나의 스펙트럼(410)은 최대 파장에서 다른 7개의 스펙트럼들과 상이한 세기들을 나타낸다.

[0031] 아웃라이어 스펙트럼들은 시각적으로 결정될 수 있으며 사용자에 의해 선택된다. 대안적으로, 시스템은 아웃라이어 스펙트럼들이 있는지를 자동으로 결정할 수 있다. 상기 아웃라이어(outlier)는 각각의 스펙트럼에 대해 상기 스펙트럼 및 그와 다른 모든 스펙트럼들 간의 차의 제곱의 누적합(cumulative sum of squares difference)을 계산함으로써 찾아낼 수 있다. 일부 실시예들에서, 서로 비교되는 모든 스펙트럼들은 동일한 방사상 구역내에 존재하며 미리결정된 시간 기간 내에서 또는 동일한 회전 동안 획득된다. 차의 제곱의 누적합(415)이 GUI(400) 상에 디스플레이될 수 있다. 선택적으로, 이러한 값은 스펙트럼들에 대한 차의 제곱의 최소 누적합으로 각각의 스펙트럼들을 나눔으로써 정규화될 수 있다. 정규화된 결과들(420)은 GUI에 디스플레이될 수 있다. 1.5 또는 2와 같이 미리결정된 값 또는 임계치(440)를 초과하는 값의 제곱의 정규화된 합을 갖는 스펙트럼은 폐기된다(discarded). 차의 제곱의 누적합이 정규화되지 않는 경우, 차의 제곱의 누적합의 절대값은 스펙트럼이 아웃라이어인지를 결정하기 위해 이용될 수 있다. 다시, 미리결정된 값은 아웃라이어에 대한 임계치로 설정될 수 있다. 미리결정된 값은 실험적으로 결정될 수 있다.

[0032] 도 5를 참조하면, 나머지 스펙트럼들은 아웃라이어가 폐기된 이후 디스플레이될 수 있다. 모든 스펙트럼들은 매우 근접할 수 있거나 또는 하나 이상의 아웃라이어가 있을 수 있기 때문에, 결과들은 시각적으로 검사되며 사용자에 의해 변경될 수 있다. 사용자는 박스(430)를 검사함으로써 어떤 스펙트럼이 사용하여야 하는지 선택할 수 있다. 대안적으로, 사용자는 스펙트럼들이 유지되는지 그리고 폐기되는지를 규정하는 임계치(440)를 변화시킬 수 있다. 스펙트럼을 폐기한다는 것은(discarding) 단순히 이후 계산들에 스펙트럼을 사용하지 않거나 또는 스펙트럼을 삭제한다는 것을 의미한다.

[0033] 8개의 스펙트럼들 또는 플래쉬(flashes)들이 도시되었지만, 회전 동안 획득되는 임의의 수의 스펙트럼들이 사용될 수 있다. 그러나 통상적으로는 적어도 3개의 스펙트럼들이 바람직하며, 5개 내지 10개 사이의 스펙트럼들이 바람직한, 즉 빠른 프로세싱 속도와 함께 적절한 데이터 량을 제공한다.

[0034] 라이브러리에 적용되는 자동화 방법은 기판 연마 동안 획득되는 스펙트럼들에 유사하게 또는 대안적으로 적용될 수 있다. 엔드포인트 신호를 생성하는데 이용되는 소스 스펙트럼들은 연마 동안 획득되는 대다수의 측정된 스펙트럼들과 매칭되지 않는 임의의 스펙트럼들을 폐기하도록 유사하게 저장될 수 있다. 아웃라이어 또는 아웃라이어들은 각각의 스펙트럼들에 대해 상기 스펙트럼 및 다른 모든 스펙트럼들 간의 차의 제곱의 누적합을 계산함으로써 결정될 수 있다. 단일 회전 동안 취해진 스펙트럼들은 서로 그룹화된다. 선택적으로, 스펙트럼들은 구역들로 그룹화될 수 있고 단일의 구역들이 개별적으로 다루어질 수 있다. 이러한 값은 스펙트럼들에 대한 차의 제곱의 최소 누적합으로 각각의 스펙트럼을 나눔으로써 정규화된다. 미리결정된 값을 초과하는 값의 제곱의 정규화된 합을 갖는 스펙트럼은 폐기된다. 사용자가 나머지 스펙트럼들은 임계치(threshold)가 다음 연마 시퀀스를 위해 리셋되어야 하는지를 결정하기 위한 것과 같은, 아웃라이어가 폐기된 이후 사용자 리뷰 및 편집(editing)을 위해 디스플레이될 수 있다.

[0035] 엔드포인트 프로세싱 동안 적용될 수 있는 또 다른 방법은 스펙트럼들을 매칭시키기 위해 검색되는 라이브러리의 일부를 제한하는 것이다. 통상적으로, 라이브러리는 기판을 연마하는 동안 획득될 보다 더 넓은 범위의 스펙트럼들을 포함한다. 더 넓은 범위는 두꺼운 시작층으로부터 획득된 스펙럼들 및 과도연마(overpolishing) 이후 획득된 스펙트럼들을 고려한다. 기판 연마 동안, 라이브러리 검색은 라이브러리 스펙트럼들의 미리결정된 범위로 제한된다. 일부 실시예들에서, 연마되는 기판의 현재 회전 인덱스 넘버 N이 결정된다. N은 모든 라이브러리 스펙트럼을 검색함으로써 결정될 수 있다. 후속 회전 동안 획득된 스펙트럼들에 대해, 라이브러리는 N의 자유도 범위(range of freedom) 내에서 검색된다. 즉, 일 회전 동안, 인덱스 넘버가 N인 것으로 발견되면, 이후에 X 회전인 후속 회전 동안, 자유도는 Y인 경우 검색될 범위는 (N+X)±Y이다. 예를 들어, 제 2 회전 동안 획득된 스펙트럼들에 대해, 기판의 제 1 연마 회전에서, 매칭 인덱스 넘버가 8인 것으로 발견되고 자유도가 5인 것으로 선택되면, 인덱스 넘버들 9±5에 대응되는 스펙트럼들만이 매칭으로 관측된다.

[0036] 대안적으로, 라이브러리에서 스펙트럼들에 할당되는 인덱스 넘버들이 플래튼 회전과 근접하다면, 이후 라이브러리 검색은 플래튼 회전에 의해 미리결정된 자유도로 제한될 수 있다. 즉, 스펙트럼들이 회전 8에서 획득되고 자유도가 6이면, 라이브러리는 매칭을 위해 8±6 이내에 있는 스펙트럼들을 가지고 검색될 수 있다.

[0037] 앞서 언급된 기술들 중 하나는 매칭을 위해 전체 라이브러리를 검색하는 것보다 빠를 수 있다. 프로세싱 속도를 증가시키는 것은 엔드포인트를 결정하기 위해 기판 연마 동안 스펙트럼 매칭이 수행될 수 있도록 할 수 있다. 부가적으로, 이는 순서(order)를 건너뛰는 것(skipping)을 방지할 수 있다, 즉, 시스템은 스펙트럼 패턴

들이 반복되는 경향이 있기 때문에 발생될 수 있는, 이를 테면 2000 옴스트롱과 같은 규칙적으로 되풀이되는 두께에 의해 상이한 층 두께에 대해 동일한 스펙트럼을 제공한다.

[0038] 앞서 언급된 바와 같이, 다수의 스펙트럼들은 일 회전 동안 획득될 수 있다. 엔드포인트를 결정하는 하나의 방법에서, 각각의 스펙트럼들은 라이브러리에서 인덱스 넘버에 매칭된다. 이후 각각의 스펙트럼이 로버스트 라인 핏트를 위해 이용된다. 라인은 연마 속도에 대응된다. 도 6을 참조하면, 그래프(600)는 라이브러리에 회전 인덱스 넘버들에 매칭되었던 20개의 스펙트럼들을 보여주는 것으로 시간에 따라 도시되었다. 상이한 인덱스 넘버들을 가지고 매칭하는 각각의 스펙트럼들로 인해 데이터의 일부 분산(scatter)이 존재한다. 분산은 구역 내에서의 불균일한 두께, 노이즈 데이터(noisy data) 또는 요인들의 조합으로 인한 것일 수 있다. 2개 이상의 스펙트럼들이 중첩될 경우에는, 더 큰 심볼이 그래프(600) 상에 도시된다.

[0039] 대안적 방법으로서, 스펙트럼들은 먼저 평균화되고 이후 라이브러리에 매칭된다. 도 7을 참조하면, 모든 스펙트럼들이 평균화되고 이후 평균 스펙트럼이 최상의 인덱스 넘버 매칭을 위해 라이브러리를 검색하는데 이용된다. 도 6과 관련하여 개시되는 기술에서 이용되는 것처럼 동일한 원시 스펙트럼들(raw spectra)을 사용할 때, 상이한 로버스트 라인 핏트 결과가 획득된다. 이는 상이한 엔드포인트 결정을 산출한다.

[0040] 본 명세서에 개시되는 청구 대상 및 기능 동작들의 실시예는 디지털 전자 회로, 또는 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 또는 본 명세서에 개시되는 구조들 및 이들의 구조적 등가물들, 또는 이들 중 하나 이상의 조합들을 포함하는 하드웨어에서 구현될 수 있다. 본 명세서에서 개시된 청구 대상의 실시예들은 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 물건들, 즉 데이터 프로세싱 장치의 동작 제어로 또는 데이터 프로세싱 장치의 동작 제어에 의한 실행을 위해 실체적(tangible) 프로그램 캐리어상에 인코딩되는 컴퓨터 프로그램 명령들의 하나 이상의 모듈들로서 구현될 수 있다. 실체적 프로그램 캐리어는 전파된 신호 또는 컴퓨터 판독가능 매체일 수 있다. 전파된 신호는 인위적으로 생성된 신호, 예를 들면 컴퓨터에 의한 실행을 위해 적합한 수신기 장치로의 전송을 위해 정보를 인코딩하도록 생성되는 기계적으로 생성된(machine-generated) 전기적, 광학적 또는 전자기적 신호이다. 컴퓨터 판독가능 매체는 기계-판독가능 저장 디바이스, 기계-판독가능 저장 기판, 메모리 디바이스, 기계-판독가능 전파된 신호를 초래하는(effecting) 물체(matter)의 조합, 또는 이들 중 하나 이상의 조합일 수 있다.

[0041] "데이터 프로세싱 장치(data processing apparatus)"란 용어는 예를 들어, 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 다수의 프로세서들 또는 컴퓨터들을 포함하는 데이터 프로세스를 위한 모든 장치, 디바이스들 및 기계들을 포함한다. 하드웨어 이외에, 상기 장치는 해당 컴퓨터 프로그램에 대한 실행 환경을 생성하는 코드, 예를 들면 프로세서 펌웨어, 프로토콜 스택(stack), 데이터베이스 관리 시스템, 동작 시스템, 또는 이들 중 하나 이상의 조합으로 구성되는 코드를 포함할 수 있다.

[0042] 컴퓨터 프로그램(또한, 프로그램, 소프트웨어, 소프트웨어 애플리케이션, 스크립트(script), 또는 코드로도 공지됨)은 컴파일드(compiled) 또는 해석(interpreted) 언어들을 포함하는 프로그래밍 언어 또는 선언적(declarative) 또는 절차적(procedural) 언어의 임의의 형태로 기록될 수 있으며, 자립형 프로그램(stand alone program) 또는 모듈, 콤포넌트, 서브루틴 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적합한 다른 유니트를 포함하는 임의의 형태로 배치될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 파일 시스템에서 파일과 필수적으로 대응하는 것은 아니다. 프로그램은 해당 프로그램에 전용되는 단일 파일, 또는 다수의 조절된(coordinated) 파일들(예를 들어, 하나 이상의 모듈들, 서브프로그램들, 또는 코드의 부분들을 저장하는 파일들)로 다른 프로그램들 또는 데이터(예를 들어, 마크업 언어(markup language) 문서에 저장된 하나 이상의 스크립트들)을 보유하는 파일의 일부에 저장될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에 위치되는 또는 다수의 사이트들(sites)에 걸쳐 분포되고 통신 네트워크에 의해 상호접속되는 다수의 컴퓨터들 또는 하나의 컴퓨터상에서 실행되도록 전개될 수 있다.

[0043] 본 명세서에서 개시된 프로세스들 및 로직 플로우(folw)들은 입력 데이터를 동작시키고 출력을 생성함으로써 기능(function)들을 수행하도록 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들을 실행하는 하나 이상의 프로그램가능 프로세서들에 의해 실행될 수 있다. 또한, 프로세스들 및 로직 플로우들은 특정 용도 로직 회로, 예를 들면 예컨대, FPGA(필드 프로그램가능 게이트 어레이) 또는 ASIC(주문형 집적회로)에 의해 실행될 수 있고, 또한 장치는 상기 특정 용도 로직 회로로서 구현될 수 있다.

[0044] 컴퓨터 프로그램의 실행에 적합한 프로세서들은 예를 들어, 범용성 및 특정 용도 마이크로프로세서들, 및 임의의 형태의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 판독 전용 메모리 및 랜덤 액세스 메모리로부터의 명령들 및 데이터를 수신한다. 컴퓨터의 필수 엘리먼트들로는 명령들을 실행하기 위한 프로세서 및 명령들과 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 메모리 디바이스들이 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 예를 들면, 자성(magnetic), 광자기(magneto

optical) 디스크들, 또는 광학 디스크들와 같이 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 고용량 저장 디바이스들을 포함하거나, 또는 상기 하나 이상의 고용량 저장 디바이스로부터 데이터를 수신하고 또는 상기 하나 이상의 고용량 저장 디바이스들로 데이터를 전송하고, 또는 상기 하나 이상의 고용량 저장 장치들에 대한 데이터를 수신 및 전송하도록 동작가능하게 결합될 수 있다. 그러나, 컴퓨터가 이러한 디바이스들을 구비할 필요는 없다.

[0045] 컴퓨터 프로그램 명령들 및 데이터를 저장하기에 적합한 컴퓨터 판독가능 매체는 비휘발성 메모리, 매체 및 메모리 디바이스들의 모든 형태들을 포함하며, 상기 메모리 디바이스들은 예를 들어, 반도체 메모리 디바이스들, 이를 테면 EPROM, EEPROM, 및 플래시 메모리 디바이스들; 자기 디스크들, 예를 들면 내부 하드 디스크들 또는 제거가능한 디스크들; 광자기 디스크들; 및 CD ROM 및 DVD-ROM 디스크들을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특정 용도 로직 회로에 의해 보충되거나 또는 상기 특정 용도 로직 회로에 통합될 수 있다.

[0046] 사용자와의 상호작용(interaction)을 제공하기 위해, 본 명세서에 개시된 청구 대상의 실시예들은 사용자에게 정보를 디스플레이하기 위한 디스플레이 디바이스, 예를 들면 CRT(음극선관) 또는 LCD(액정 디스플레이) 모니터 및 포인팅 디바이스 및 키보드, 예컨대 사용자가 컴퓨터에 입력을 제공할 수 있는 이를 테면 마우스 또는 트랙볼을 구비하는 컴퓨터 상에서 구현될 수 있다. 다른 종류의 디바이스들이 마찬가지로 사용자와의 상호작용을 위해 제공되어 사용될 수 있다; 예를 들면 사용자에게 제공되는 피드백은 임의의 형태의 감각적 피드백(sensory feedback), 예컨대 시각적(visual) 피드백, 청각적(auditory) 피드백, 또는 촉각적(tactile) 피드백일 수 있고; 사용자로부터의 입력은 청각적, 음성적(speech), 또는 촉각적 입력을 포함하는 임의의 형태로 수신될 수 있다.

[0047] 본 명세서는 다수의 특정사항들(specifics)을 포함하지만, 이들은 본 발명의 범주에 대한 제한 또는 청구될 수 있는 것에 대한 제한으로 구성되는 것이 아니라, 특정 발명들의 특정 실시예로 지정될 수 있는 특징들의 설명으로 구성된 것이다. 개별 실시예들과 관련하여 본 명세서에서 개시되는 소정의 특징들은 단일 실시예와 조합되어 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시예와 관련하여 개시되는 다양한 특징들은 개별적으로 다수의 실시예들에서 또는 임의의 적절한 하위조합(subcombination)으로 구현될 수 있다. 또한, 특징들은 소정의 조합들로 동작하는 것처럼 앞서 개시되었고 심지어 초기에 일부 경우들에서는 청구되는 조합으로부터의 하나 이상의 특징들이 상기 조합으로부터 삭제되는 것처럼 청구되었지만, 청구되는 조합은 하위조합 또는 하위조합의 변형에 관한 것일 수 있다.

[0048] 유사하게, 동작들이 특정 순서로 도면들에 도시되었지만, 이러한 동작들이 도시된 특정 순서로 또는 순차적인 순서로 수행되어야 하는 것을 요구하는 것으로 이해되거나, 또는 도시된 동작들이 원하는 결과를 달성하기 위해 수행되어야 하는 것을 요구하는 것으로 이해되서는 안된다. 소정의 상황들에서, 멀티태스킹(multitasking) 및 병렬적 프로세싱이 바람직할 수 있다. 또한, 앞서 개시된 실시예들에서의 다양한 시스템 콤포넌트들의 구별은 모든 실시예들에서 이러한 구별을 요구하는 것으로 이해되지 말아야 하며, 개시된 프로그램 콤포넌트들 및 시스템들은 일반적으로 다수의 소프트웨어 물건들에 패키징되거나 또는 단일 소프트웨어 물건에 함께 통합될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

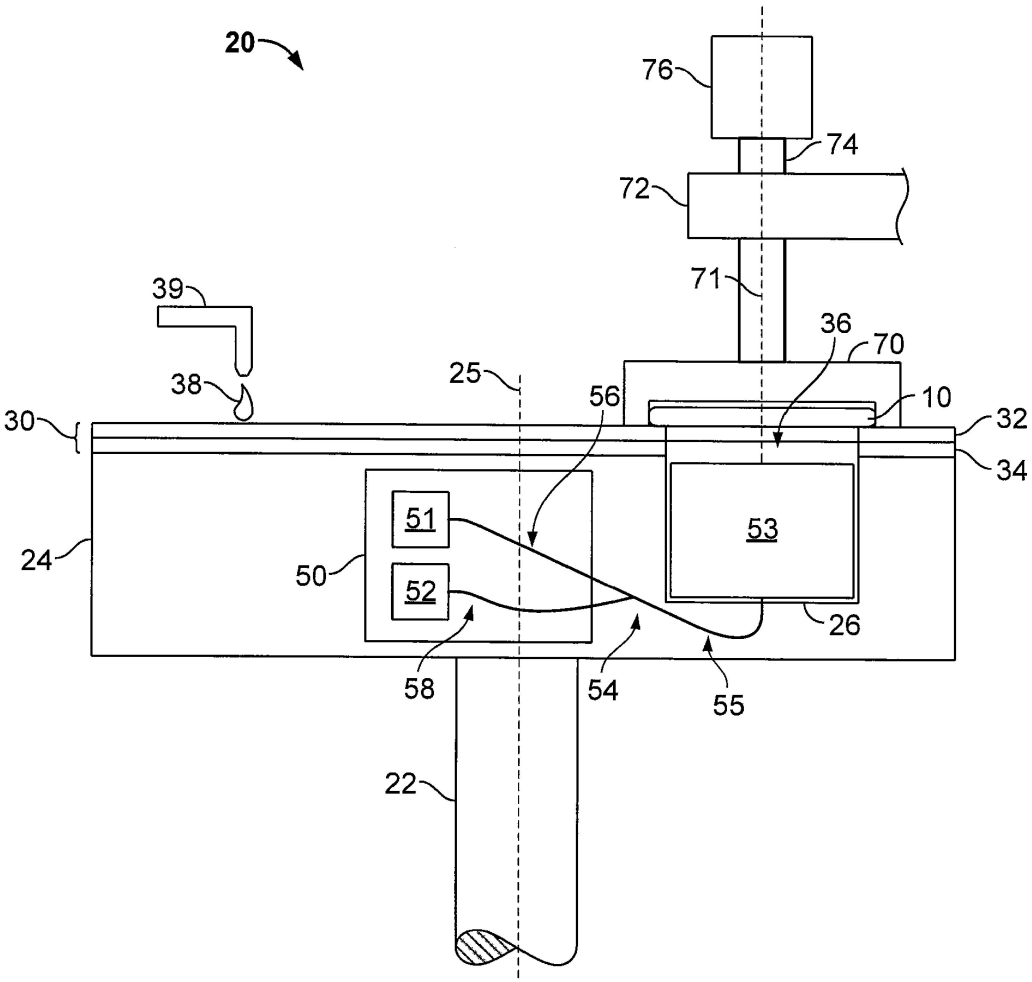
[0049] 본 명세서에 개시된 청구 대상의 특정 실시예들이 개시되었다. 하기 청구항들의 범주내에서 다른 실시예들이 제공된다. 예를 들어, 청구항들에서 언급되는 동작들은 상이한 순서로 수행되어 원하는 결과들을 여전히 달성할 수 있다. 일례로, 첨부되는 도면들에서 묘사되는 프로세스들은 원하는 결과들을 달성하기 위해 도시된 특정 순서, 또는 순차적 순서를 반드시 요구하는 것은 아니다. 소정 실시예들에서, 멀티태스킹 및 병렬적 프로세싱이 바람직할 수 있다.

[0050] 삭제

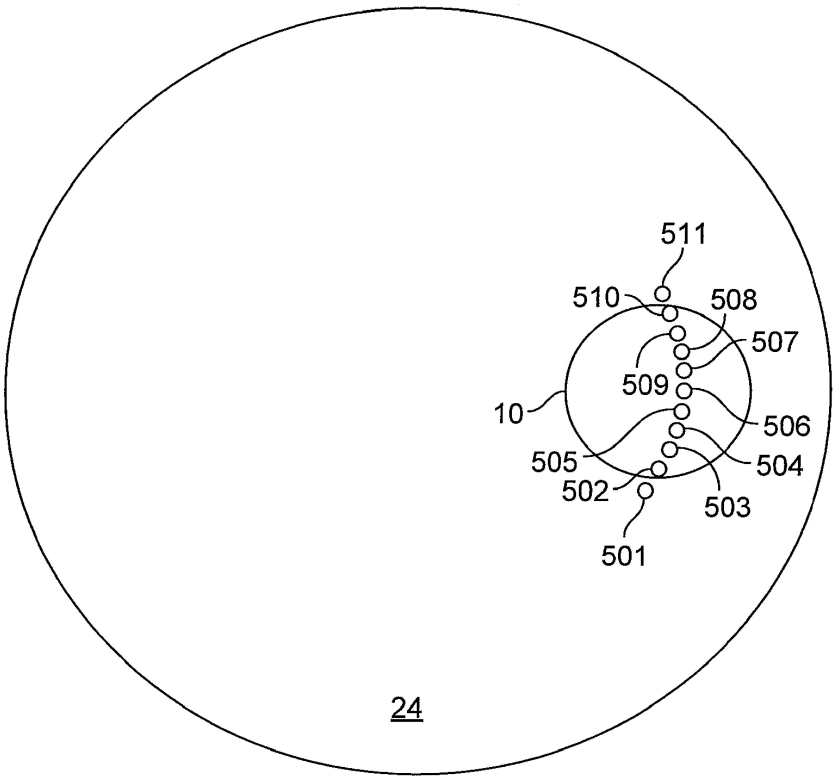
[0051] 삭제

도면

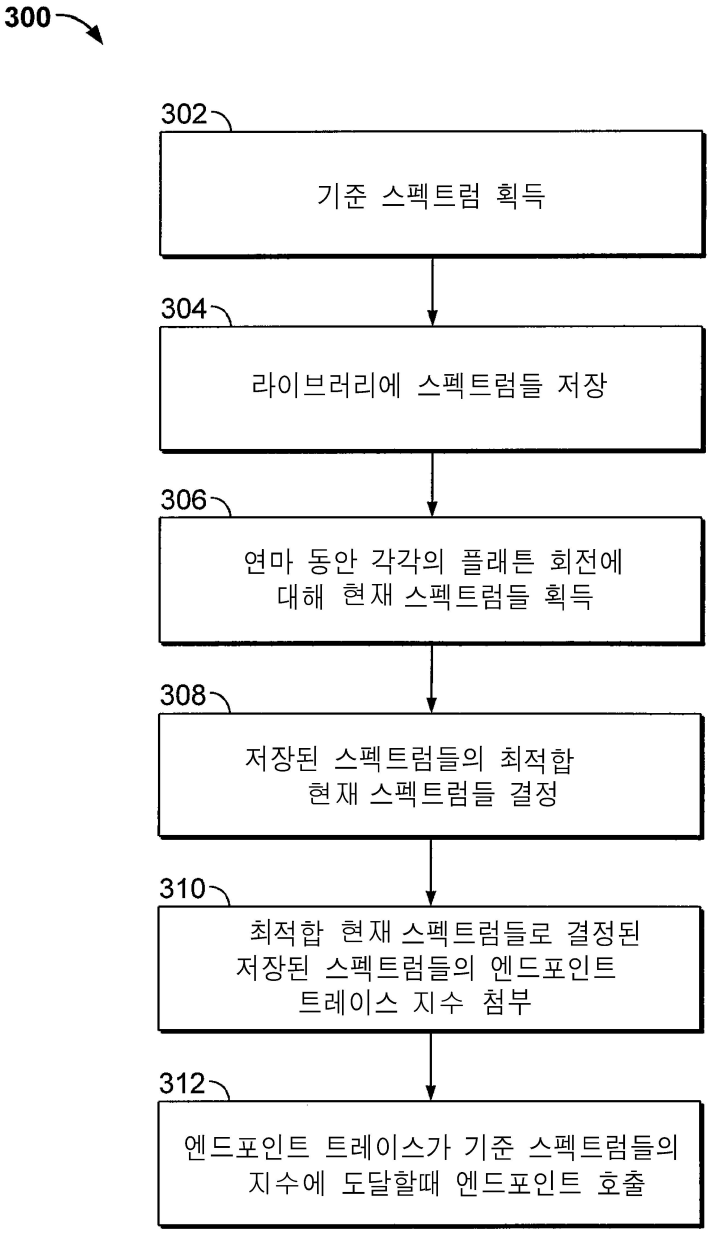
도면1


20
76
74
72
71
39
36
70
38
25
56
10
30
32
34
51
53
24
50
52
26
58
54
55
22

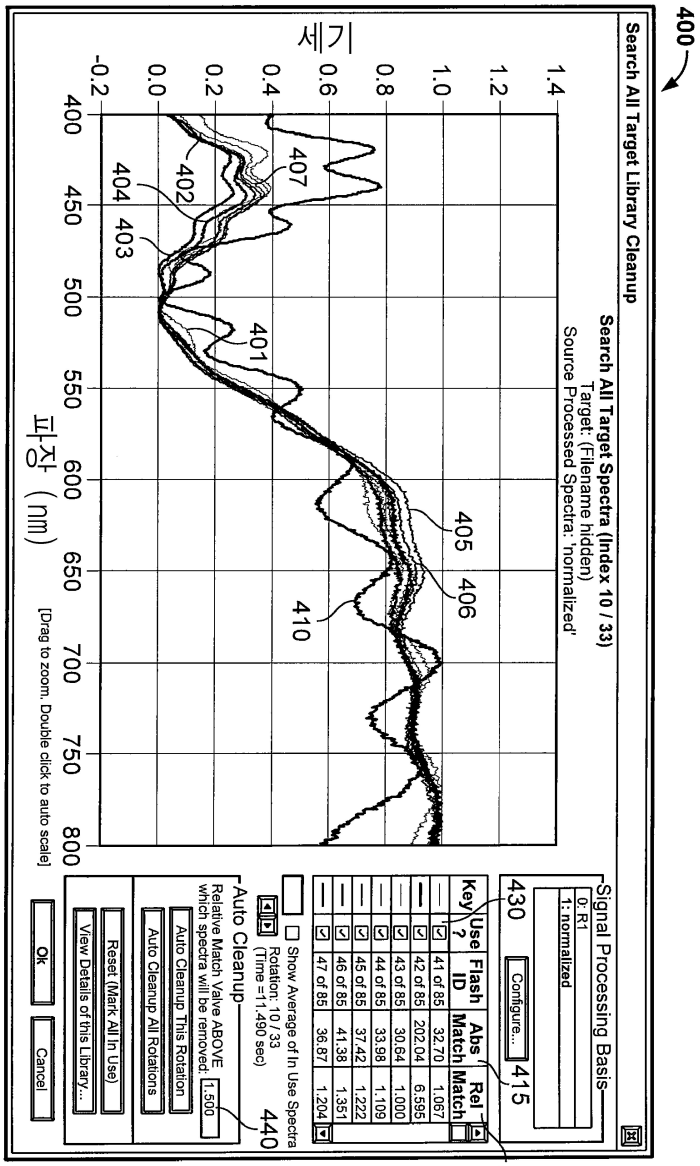
도면2



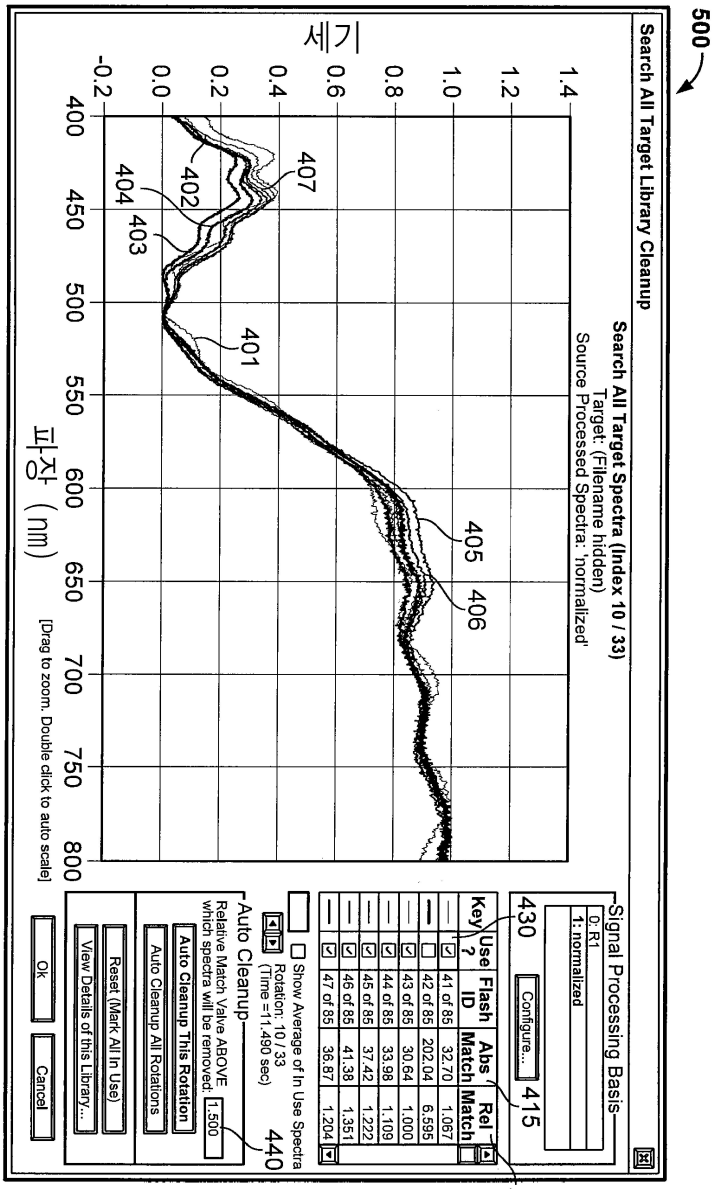
도면3


300
302
기준 스펙트럼 획득
304
라이브러리에 스펙트럼들 저장
306
연마 동안 각각의 플래튼 회전에 대해 현재 스펙트럼들 획득
308
저장된 스펙트럼들의 최적합 현재 스펙트럼들 결정
310
최적합 현재 스펙트럼들로 결정된 저장된 스펙트럼들의 엔드포인트 트레이스 지수 첨부
312
엔드포인트 트레이스가 기준 스펙트럼들의 지수에 도달할때 엔드포인트 호출

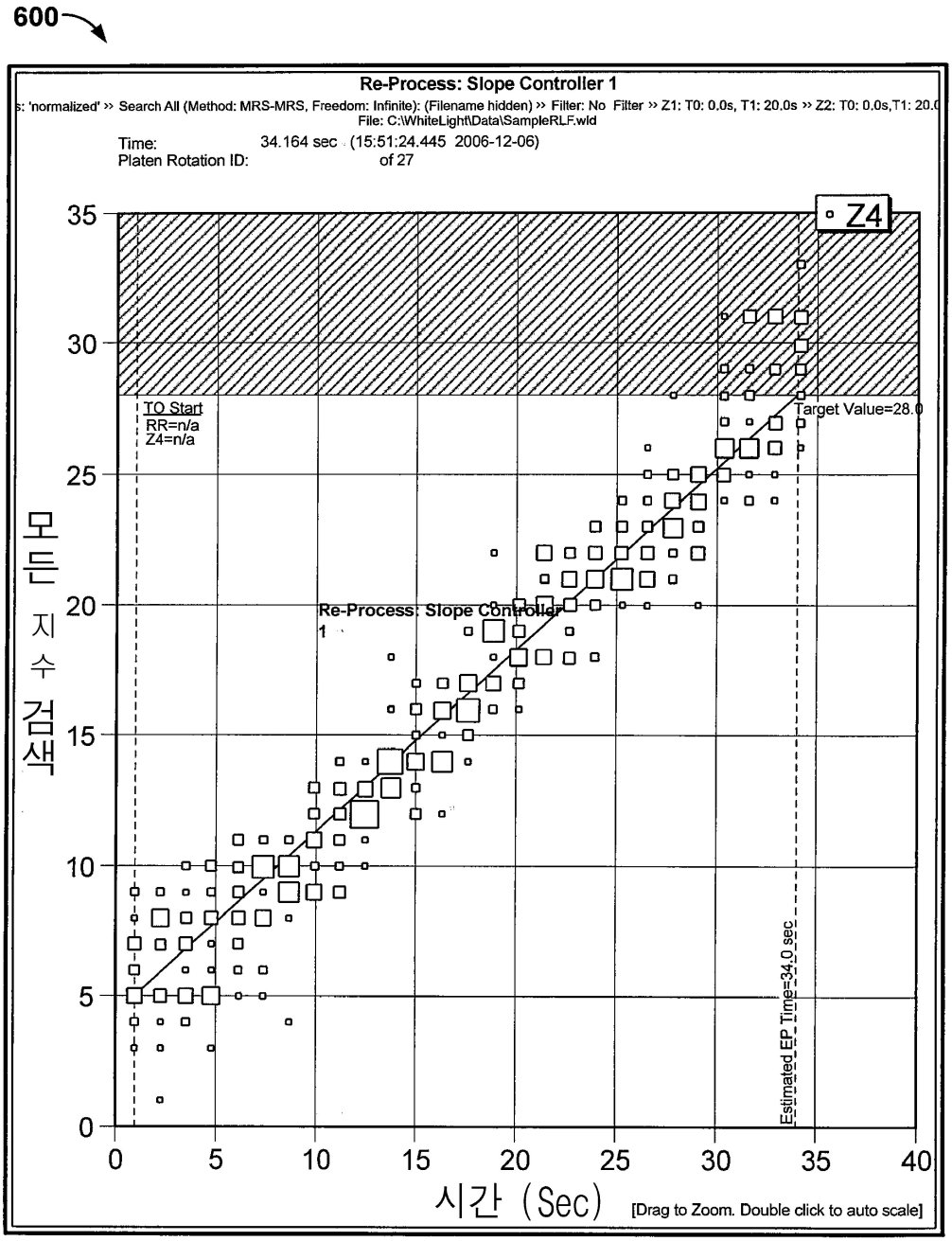
도면4


400
Search All Target Library Cleanup
Search All Target Spectra (Index 10 / 33)
Target: (Filename hidden)
Source Processed Spectra: 'normalized'
세기
파장 (nm)
[Drag to zoom. Double click to auto scale]
405
406
410
407
402
404
403
401
Signal Processing Basis
0: R1
1: normalized
Configure...
415
430
420
Use Key
Flash ID
Abs Match
Rel Match
41 of 85 32.70 1.067
42 of 85 202.04 6.595
43 of 85 30.64 1.000
44 of 85 33.98 1.109
45 of 85 37.42 1.222
46 of 85 41.38 1.351
47 of 85 36.87 1.204
Show Average of In Use Spectra
Rotation: 10 / 33
(Time =11.490 sec)
Auto Cleanup
Relative Match Valve ABOVE which spectra will be removed: 1.500
440
Auto Cleanup This Rotation
Auto Cleanup All Rotations
Reset (Mark All In Use)
View Details of this Library...
Ok
Cancel

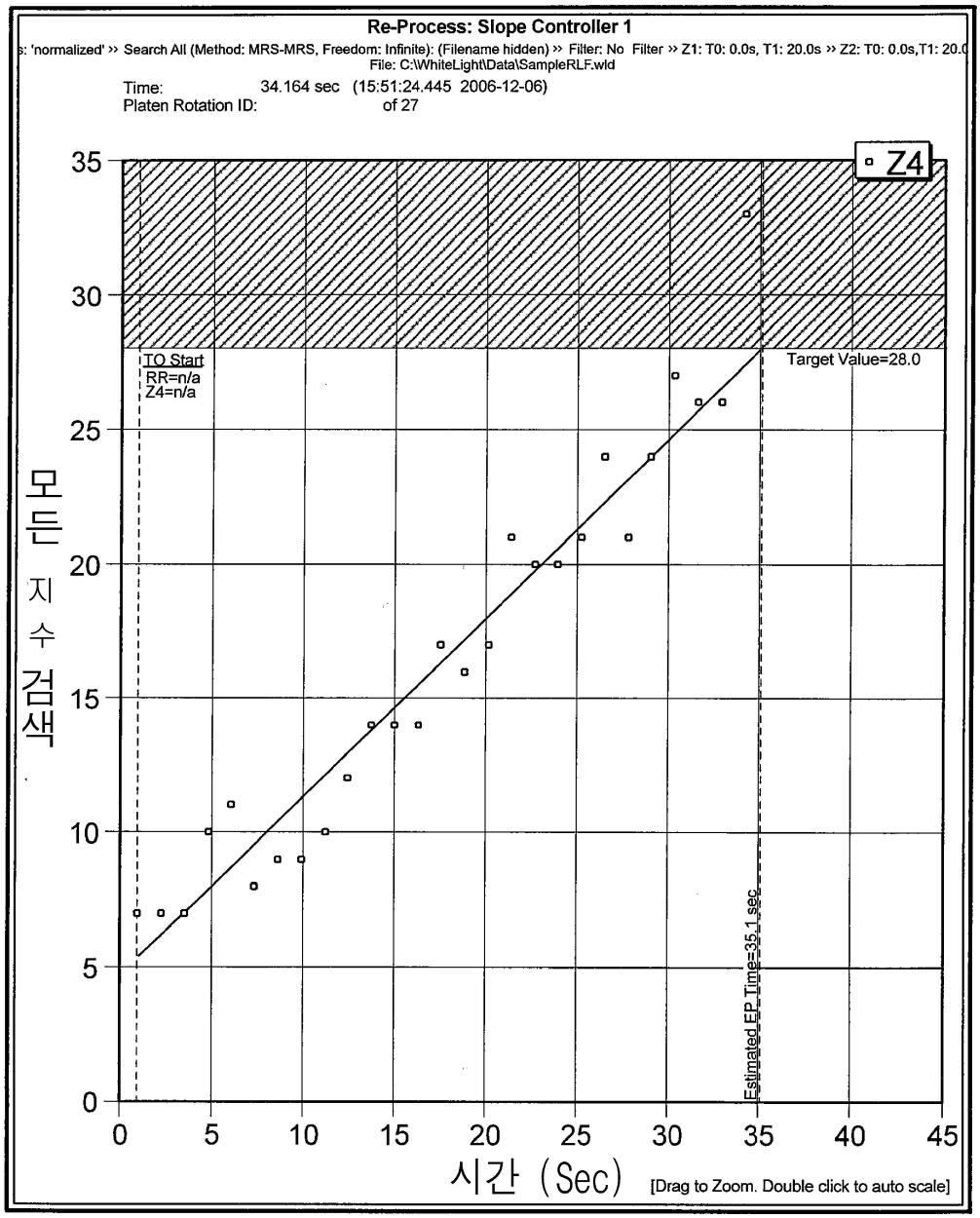
도면5


500
Search All Target Library Cleanup
Search All Target Spectra (Index 10 / 33)
Target: (Filename hidden)
Source Processed Spectra: 'normalized'
세기
파장 (nm)
[Drag to zoom. Double click to auto scale]
401
402
403
404
405
406
407
Signal Processing Basis
0: R1
1: normalized
Configure...
415
430
420
Key
Use ?
Flash ID
Abs Match
Rel Match
41 of 85 32.70 1.067
42 of 85 202.04 6.595
43 of 85 30.64 1.000
44 of 85 33.98 1.109
45 of 85 37.42 1.222
46 of 85 41.38 1.351
47 of 85 36.87 1.204
Show Average of In Use Spectra
Rotation: 10 / 33
(Time =11.490 sec)
Auto Cleanup
Relative Match Value ABOVE which spectra will be removed: 1.500
440
Auto Cleanup This Rotation
Auto Cleanup All Rotations
Reset (Mark All In Use)
View Details of this Library...
Ok
Cancel

도면6


600
Re-Process: Slope Controller 1
s: 'normalized' >> Search All (Method: MRS-MRS, Freedom: Infinite): (Filename hidden) >> Filter: No Filter >> Z1: T0: 0.0s, T1: 20.0s >> Z2: T0: 0.0s,T1: 20.0
File: C:\WhiteLight\Data\SampleRLF.wld
Time: 34.164 sec (15:51:24.445 2006-12-06)
Platen Rotation ID: of 27
Z4
TO Start
RR=n/a
Z4=n/a
Target Value=28.0
Re-Process: Slope Controller 1
Estimated EP Time=34.0 sec
모든 지수 검색
시간 (Sec)
[Drag to Zoom. Double click to auto scale]
0
5
10
15
20
25
30
35
40

도면7


Re-Process: Slope Controller 1
s: 'normalized' ›› Search All (Method: MRS-MRS, Freedom: Infinite): (Filename hidden) ›› Filter: No Filter ›› Z1: T0: 0.0s, T1: 20.0s ›› Z2: T0: 0.0s,T1: 20.0
File: C:\WhiteLight\Data\SampleRLF.wld
Time: 34.164 sec (15:51:24.445 2006-12-06)
Platen Rotation ID: of 27
Z4
TO Start
RR=n/a
Z4=n/a
Target Value=28.0
Estimated EP Time=35.1 sec
모든 지수 검색
시간 (Sec)
[Drag to Zoom. Double click to auto scale]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45