



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월24일

(11) 등록번호 10-1992503

(24) 등록일자 2019년06월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01L 3/00 (2006.01) *B01L 99/00* (2010.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7033201
- (22) 출원일자(국제) 2012년05월18일
 심사청구일자 2017년04월28일
- (85) 번역문제출일자 2013년12월13일
- (65) 공개번호 10-2014-0056186
- (43) 공개일자 2014년05월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/038498
- (87) 국제공개번호 WO 2012/158997
 국제공개일자 2012년11월22일
- (30) 우선권주장
 61/487,618 2011년05월18일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2008164360 A*
 JP2008261733 A*
 JP2008519978 A*
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
디아소린 에스.피.에이.
이탈리아, 아이-13040 살루기아 (브이씨), 비아
크레첸티노 에스엔씨
- (72) 발명자
루도와이즈 피터 디
미국 55016 미네소타주 코티지 그로브 아이버슨
코트 사우스 7120
휘트만 데이비드 에이
미국 55105 미네소타주 세인트 폴 우드론 애비뉴
459
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 8 항

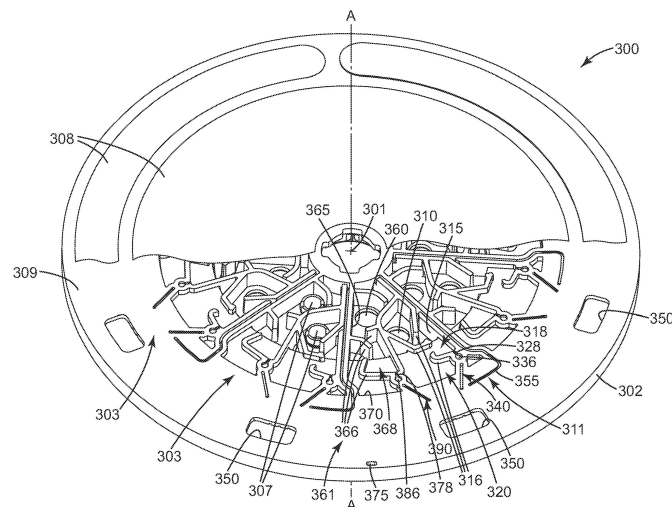
심사관 : 김민석

(54) 발명의 명칭 샘플 처리 장치에서 선택된 부피의 물질의 존재를 검출하기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

샘플 처리 장치들을 처리하는 시스템 및 방법. 시스템은, 검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치, 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키도록 구성된 모터, 및 샘플 처리 장치에 대해 조작가능하게 위치결정되고, 선택된 부피의 물질이 샘플 처리 장치의 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된 광학 모듈을 포함할 수 있다. 방법은, 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계, 및 샘플 처리 장치를 회전시키면서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계를 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에 있어서, 선택된 부피의 물질이 존재하는지를 판단하는 단계는 검출 챔버를 물질의 광학적 특성에 대해 광학적으로 조사함으로써 수행될 수 있다.

대표도



(72) 발명자

아르만트라우트 카일 씨

미국 90025 캘리포니아주 로스 엔젤리스 로체스터
애비뉴 11515 넘버102

엑스너 모리스

미국 92673 캘리포니아주 샌 클레멘트 코스테로 리
스코 4100

잭키 루시엔 에이이

미국 92866 캘리포니아주 오렌지 엔 와벌리 스트리
트 166

타브 미셸

미국 92705 캘리포니아주 샌타 아나 노스 린우드
스트리트 2317

명세서

청구범위

청구항 1

샘플 처리 장치들을 처리하는 방법으로서,

검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계,

샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계, 및

샘플 처리 장치를 회전시키면서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계를 포함하고,

선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계는, 선택된 위치에 물질이 존재하는지를 판단하기 위해 검출 챔버를 선택된 위치에서 광학적으로 조사(interrogate)하는 단계를 포함하고,

검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 회전축에 대해 상대적인 반경방향 복수의 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하고,

광학 모듈은 갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치 결정되는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 메니스커스(meniscus)에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 미리 정해진 갠트리 위치에 배치된 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 복수의 갠트리 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

복수의 갠트리 위치 각각은 물질의 양과 연관되고, 상기 방법은,

갠트리 위치에서 임계 신호를 검출하는 단계, 및

검출 챔버에 존재하는 물질의 양과 갠트리 위치를 상관시키는 단계를 더 포함하는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

복수의 갠트리 위치는 회전축에 상대적인, 검출 챔버 내의 반경방향의 다른 위치들을 포함하는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는,

검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및

검출 챔버에 전자기 신호를 방출한 후 전자기 신호의 후방산란 반사를 검출하거나 검출 챔버에 전자기 신호를 방출한 후 검출 챔버에서 물질에 의해 방출된 형광을 검출함으로써 스캔을 획득하는 단계를 포함하는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법.

청구항 8

샘플 처리 장치들을 처리하는 시스템으로서,

검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치,

샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키도록 구성된 모터, 및

갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되고, 선택된 위치에 물질이 존재하는지를 판단하기 위해 검출 챔버를 선택된 위치에서 광학적으로 조사함으로써, 모터가 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키면서 선택된 부피의 물질이 샘플 처리 장치의 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된 광학 모듈을 포함하고,

광학 모듈은 회전축에 대해 상대적인 반경방향 복수의 위치에서 검출 챔버를 광학적으로 조사하도록 구성되는, 샘플 처리 장치들을 처리하는 시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 계속 출원 데이터
- [0002] 본 출원은 여기에 인용되어 포괄된, 2011년 5월 18일자로 출원된 미국 가출원 일련 번호 제61/487,618호의 이익을 주장한다.
- [0003] 보조금 정보
- [0004] 본 발명은 미국 보건 복지부 바이오메디컬 고급 연구 및 개발 기관(Biomedical Advanced Research & Development Authority: BARDA)의 보조금 번호 HHS0100201000049C 하에 미국 정부의 지원에 의해 형성되었을 수 있다.
- [0005] 본 개시는 일반적으로 샘플 처리, 또는 분석, 장치들, 시스템들, 및 방법들에 관한 것으로, 구체적으로는, 선택된 부피의 물질이 샘플 처리 장치의 특정 챔버에 존재하는지를 판단하는 시스템들 및 방법들에 관한 것이고, 더 구체적으로는, 선택된 부피의 물질이 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 샘플 처리 장치의 특정 챔버를 광학적으로 조사하는(optically interrogating) 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

- [0006] 광학 디스크 시스템들은 유전적-기반의 분석이나 면역 분석 등의 다양한 생물학적, 화학적 또는 생화학적 분석을 수행하기 위해 이용될 수 있다. 이러한 시스템들에서는, 여러 개의 챔버를 구비한 회전가능 디스크가 혈액, 혈장, 혈청, 소변 또는 다른 유체 등의 유체 표본들을 저장하고 처리하기 위한 매체로서 사용될 수 있다. 하나의 디스크에 있어서의 여러 개의 챔버는 한 개의 샘플 또는 여러 개의 샘플의 여러 개의 부분을 동시에 처리하는 것을 허용할 수 있음으로써, 여러 개의 샘플 또는 한 개의 샘플의 여러 부분들을 처리하는 시간과 비용을 절감한다.
- [0007] 정확한 챔버-대-챔버 온도 제어, 비슷한 온도 전환 속도들 및/또는 온도들 간의 고속 전환을 필요로 할 수 있는 어떤 반응들의 예로서는, 예를 들어, 유전자 코드의 복호화시에 지원하기 위한 핵산 샘플의 조작을 포함한다. 핵산 조작 기술들은 중합효소 연쇄 반응(polymerase chain reaction: PCR) 등의 증폭 방법들, 자가-유지 염기서열 복제(self-sustained sequence replication: SSR) 및 가닥-변위 증폭(strand-displacement amplification: SDA) 등의 표적 폴리뉴클레오티드 증폭 방법들, "분지 쇠(branched chain)" DNA 증폭 등의 표적 폴리뉴클레오티드에 첨부된 신호의 증폭에 기초한 방법들, 리가아제 연쇄 반응(ligase chain reaction: LCR) 및 QB 복제효소 증폭(QBR) 등의 프로브 DNA의 증폭에 기초한 방법들, 연결 활성화 전사(LAT) 및 핵산 서열-기반의 증폭(nucleic acid sequence-based amplification: NASBA) 등의 전사에 기초한 방법들, 및 복구 연쇄 반응(repair chain reaction: RCR) 및 사이클링 프로브 반응(cycling probe reaction: CPR) 등의 각종 다른 증폭 방법들을 포함할 수 있다. 핵산 조작 기술들의 다른 예로서는, 예를 들어, 생어 시퀀싱(Sanger sequencing), 리간드-결합 분석 등을 포함한다.
- [0008] PCR은 핵산 서열 분석에 사용될 수 있다. 특히, PCR은 DNA 시퀀싱, 클로닝, 유전자 매핑, 및 핵산 서열 분석의 다른 형태들을 위해 사용될 수 있다.
- [0009] 일반적으로, PCR은 고온에서 안정적으로 유지하기 위해 DNA-복제 효소의 능력에 의존한다. PCR에는 3개의 주요 단계들, 즉, 변성, 어닐링(annealing), 및 확장이 있다. 변성 동안, 액체 샘플은 약 94 °C에서 가열된다. 이 처리 동안, 이중 DNA 가닥이 "용해"되어 단일 가닥의 DNA로 열리고 모든 효소 반응들이 중지한다. 어닐링 동안, 단일 가닥의 DNA는 54 °C로 냉각된다. 이 온도에서, 프라이머들이 DNA 가닥들의 끝단들에 결합 또는 "어닐"한다. 확장 동안, 샘플은 75 °C로 가열된다. 이 온도에서, 뉴클레오티드들은 프라이머들에 부가되고 결국 DNA 템플릿의 상보 카피가 형성된다.
- [0010] PCR 동안 샘플 내의 특정 DNA 및 RNA 시퀀스들의 레벨들을 실시간으로 판단하기 위해 설계된 기존의 다수의 PCR 장비들이 있다. 그 장비들의 대부분은 형광 염료의 사용에 기초한다. 특히, 많은 종래의 실시간 PCR 장비들은 PCR 제품의 증폭 동안 비례적으로 생성되는 형광 신호를 검출한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0011] 본 개시의 샘플 처리 장치들을 처리하기 위한 시스템들 및 방법들은 샘플 처리 장치 내의 물질의 존재를 판단하기 위해 사용될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치는 샘플 처리 시스템 및 방법을 이용하여 처리, 핸들링, 및 분석되는 "샘플에 대해 대답하는" 소모품 장치 또는 "디스크"일 수 있다. 이러한 시스템들 및 방법들은 처리 동안 디스크들의 성능에 오류 또는 장애를 식별하는 수단 및 단계를 포함할 수 있다. 오류가 식별되면, 실행이 인터럽트될 수 있거나 또는 무효화될 수 있으며, 그리고/또는 오류 또는 장애 리포트가 생성될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 디스크에 장애가 발생하면, 물질(예를 들어, 샘플)이, 나중에 관심의 분석 물질의 존재 또는 부재가 분석되거나 조사될, 검출 챔버에 적절하게 이동될 수 없을 수 있다. 결과적으로, 본 개시의 시스템들, 방법들, 및 장치들은 물질분석 결과의 유효성을 판단하거나 확인하기 위해 특정 검출 챔버에 물질이 존재하는지를 판단하기 위해 사용될 수 있다. 물질이 존재하지 않는다면, 물질을 검출 챔버로 수송할 때 오류가 발생했다고 추론될 수 있고, 잘못된 분석 결과를 회피할 수 있다.
- [0012] 본 개시의 어떤 양태들은 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법을 제공한다. 이 방법은, 검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계, 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계, 및 샘플 처리 장치를 회

전시키면서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 본 개시의 어떤 양태들은 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법을 제공한다. 이 방법은, 검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계, 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계, 및 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 물질의 광학적 특성에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함할 수 있고, 광학적으로 조사하는 단계는 샘플 처리 장치를 회전시키면서 발생한다.

[0014] 본 개시의 어떤 양태들은 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법을 제공한다. 이 방법은 처리 어레이를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 처리 어레이는 입력 챔버, 검출 챔버, 및 입력 챔버와 검출 챔버를 유동적으로 커플링하도록 위치결정된 채널을 포함할 수 있다. 이 방법은 샘플 처리 장치의 처리 어레이의 입력 챔버에 샘플을 위치결정하는 단계, 및 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 방법은 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 후에, 샘플이 검출 챔버로 이동했는지를 판단하기 위해 샘플의 광학적 특성에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 더 포함할 수 있다. 샘플 처리 장치는 검출 챔버를 광학적으로 조사하면서 회전될 수 있다.

[0015] 본 개시의 어떤 양태들은 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법을 제공한다. 이 방법은 처리 어레이를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 처리 어레이는 입력 챔버, 검출 챔버, 및 입력 챔버와 검출 챔버를 유동적으로 결합하도록 위치결정된 채널을 포함할 수 있다. 이 방법은 샘플 처리 장치 내의 적어도 하나의 처리 어레이의 입력 챔버에 샘플을 위치결정하는 단계, 및 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 방법은 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 전에 처리 어레이의 검출 챔버를 제1 백그라운드 스캔을 획득하기 위해 광학적으로 조사하는 단계, 및 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 후에 처리 어레이의 검출 챔버를 제2 스캔을 획득하기 위해 광학적으로 조사하는 단계를 더 포함할 수 있다. 샘플 처리 장치는 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 중 적어도 하나를 획득하기 위해 검출 챔버를 광학적으로 조사하면서 회전축을 중심으로 회전될 수 있다. 이 방법은 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 임계값 변화가 존재하는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 본 개시의 어떤 양태들은 샘플 처리 장치들을 처리하는 시스템을 제공한다. 이 시스템은 검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치, 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키도록 구성된 모터, 및 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되고, 선택된 부피의 물질이 샘플 처리 장치의 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된 광학 모듈을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 개시의 다른 기능들과 양태들은 상세한 설명 및 첨부 도면을 고려함으로써 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 다중 형광 검출 장치, 데이터 수집 장치, 및 디스크 핸들링 시스템을 포함하는 샘플 처리 시스템의 개략도이다.

도 2는 도 1의 다중 형광 검출 장치의 복수의 광학 모듈 중 임의의 것에 해당할 수 있는 예시적 광학 검출 모듈을 도시하는 개략도이다.

도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 제거가능 메인 광학 모듈 및 두 개의 제거가능 보조 광학 모듈을 포함하는, 하우징 내의 제거가능 광학 모듈들의 세트를 포함하는 검출 장치의 정면도이다.

도 4는 도 3의 검출 장치의 측면도이다.

도 5는 모듈 커넥터를 노출하기 위해 하나의 광학 모듈이 제거된, 도 3 내지 도 4의 검출 장치의 사시도이다.

도 6은 도 3 내지 도 5의 검출 장치의 예시적인 제거가능 메인 광학 모듈의 내부 부품들의 사시도이다.

도 7은 도 3 내지 도 5의 검출 장치의 예시적인 제거가능 보조 광학 모듈의 내부 부품들의 사시도이다.

도 8은 레이저 밸브 제어 시스템이 디스크의 슬롯 상방에 배치된 도 3 내지 도 5의 검출 장치 및 갠트리 시스템의 측면도이다.

도 9는 다중 형광 검출 장치의 실시예를 더 상세히 도시한 개략적인 블록도이다.

도 10은 광섬유 다발 중 네 개의 광 섬유에 결합된 단일 검출기의 블록도이다.

도 11은 다중 형광 검출 장치의 예시적인 동작을 나타낸 흐름도이다.

도 12는 검출 장치의 레이저 밸브 제어 시스템의 예시적인 동작을 나타낸 흐름도이다.

도 13a은 디스크의 슬롯의 예시도이다.

도 13b는 디스크의 슬롯의 내측 에지와 외측 에지를 검출하기 위한 예시적인 방법을 나타낸 타이밍도이다.

도 13c는 레이저 밸브 제어 시스템의 홈 위치를 결정하기 위한 예시적인 방법을 나타낸 타이밍도이다.

도 14는 레이저 밸브 제어 시스템의 홈 위치의 예시적인 결정을 나타낸 흐름도이다.

도 15는 디스크로부터 광을 검출하고 데이터를 샘플링하는 예시적인 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른 샘플 처리 장치의 평면 사시도이다.

도 17는 도 16의 샘플 처리 장치의 저면 사시도이다.

도 18은 도 16 내지 도 17의 샘플 처리 장치의 평면도이다.

도 19는 도 16 내지 도 18의 샘플 처리 장치의 저면도이다.

도 20은 도 16 내지 도 19의 샘플 처리 장치의 일부분의 클로즈-업 평면도이다.

도 21은 도 20에 도시된 샘플 처리 장치의 일부분의 클로즈-업 저면도이다.

도 22는 도 21의 라인 22-22를 따라 취한 도 16 내지 도 21의 샘플 처리 장치의 측단면도이다.

도 23은 본 개시의 다른 실시예에 따른 샘플 처리 장치의 저면도이다.

도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스크 핸들링 시스템의 분해 사시도이다.

도 25는 샘플이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 검출 챔버의 두 개의 스캔을 비교하기 위한 방법의 일 실시예의 개략적인 그래픽 표현이다.

도 26은 샘플 처리 장치에 있어서 샘플을 처리하고 샘플이 샘플 처리 장치의 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 하나의 예시적인 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 27 내지 도 30은 예 1에서 보고되는 바와 같이, 5 μ L, 10 μ L, 15 μ L, 및 20 μ L의 샘플들 각각에 대한 메니스커스(meniscus) 검출 결과들의 그래픽 표현을 도시하고, 각각의 도면은 갠트리 위치에 대한 후방산란 강도(임의의 단위)의 제1 백그라운드 스캔 및 제2 스캔을 나타낸다.

도 31은 예 3 및 접근방법 2에서 보고되는 바와 같이, 형광 검출을 사용하는 총 유체 레벨 검출의 그래픽 표현을 나타내고, 각각의 플롯은 갠트리 위치에 대한 백그라운드를 초과하는 형광의 백분율 증가를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019]

본 개시의 임의의 실시예들을 상세히 설명하기 전에, 본 발명은 그의 응용에 있어서, 하기의 설명에 명시된 또는 하기의 도면에 도시된 부품들의 구성 및 배치의 상세로 한정되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 본 발명은 다른 실시예들이 가능하고 다양한 방법들에 의해 실시될 수 있거나 수행될 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용된 어법 및 용어는 설명의 목적을 위한 것이고, 제한적인 것으로서 간주되지 않아야 한다는 것을 이해할 것이다. 본 명세서에서 "포함하는", "포괄하는", 또는 "갖는" 및 그의 변형들의 사용은 그 뒤에 나열되는 항목들과 그의 등가물들뿐만 아니라 추가 항목들을 포괄하는 것을 의미한다. 달리 지정하거나 제한하지 않는 한, 용어 "장착된", "연결된", "지지된", 및 "결합된", 및 그 변형들은 광범위하게 사용되고, 직접 및 간접 양방의 장착, 연결, 지지, 및 결합을 포괄한다. 또한, "연결된"과 "결합된"은 물리적 또는 기계적 연결 또는 결합에 국한되지 않는다. 다른 실시예들이 활용될 수 있으며, 본 개시의 범위를 벗어나지 않고서 구조 또는 로직 변경들이 만들어질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, "앞", "뒤", "상", 및 "하" 등의 용어들은 단지 구성요소들이 서로 관련되는 것을 설명하기 위해 사용되지만, 어떠한 방식으로든, 장치의 필수적인 또는 요구되는 배향들을 나타내거나 암시하기 위해, 또는 본 명세서에 기재된 발명이 사용시에 어떻게 사용되고, 장착되고, 표시되고 또

는 위치결정될 것인가를 지정하기 위해, 장치의 특정 배향들을 인용하는 것을 의미하지 않는다.

[0020] 본 개시는 일반적으로 샘플 처리 장치들을 처리하기 위한, 특히, 샘플 처리 장치의 특정 챔버에 물질이 존재하는지를 검출하기 위한 샘플 처리 시스템들, 방법들, 및 장치들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 몇몇 실시예들에서는, 본 개시의 시스템들, 방법들, 및 장치들이 물질의 선택된 부피가 특정 챔버에 존재하는지를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 어떤 경우들에서, 샘플을 유동적으로 처리하고 조작하기 위해 사용되는 샘플 처리 장치는 다양한 밸빙(valving) 및 계량 구성요소들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 샘플은 샘플 처리 장치에 로딩될 수 있고, 다양한 밸브들, 채널들, 챔버들, 및 또는 계량 장치들이, 샘플 처리 장치의 여러 구획들을 통해 샘플을 처리하고 이동시키고 궁극적으로는 샘플의 관심의 분석물의 부재, 존재 및/또는 양을 결정하기 위해 샘플이 분석될 또는 (예를 들면, 광학적으로) 조사될, 처리 또는 검출 챔버에 샘플을 종착시키기 위해 사용될 수 있다. 샘플 처리 장치에서 샘플의 유동적 처리시에 장애가 발생했는지를 확인하기 위해, 샘플이 적절하게 처리 또는 검출 챔버로 수송되었는지를 아는 것이 유용할 수 있다. 결과적으로, 본 개시의 시스템들, 방법들, 및 장치들은 일반적으로 샘플 또는 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 것에 관한 것이다.

[0021] 본 개시의 어떤 실시예들(예를 들어, 도 16 내지 도 22의 샘플 처리 장치(300)에 대해 하기에 설명됨)에서, 관심의 샘플(예를 들어, 원시 환자 샘플, 원시 환경 샘플 등의 원시 샘플)은 특정 분석을 위한 샘플 처리시에 사용될 다양한 시약 또는 매체와는 분리적으로 로딩될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 이러한 시약들은 관심의 분석에 필요한 시약들을 모두 포함하는 하나의 단일 각테일 또는 "마스터 믹스" 시약으로서 추가될 수 있다. 샘플은 희석제 내에 현탁될 수 있거나 또는 준비될 수 있고, 희석제는 관심의 분석을 위한 시약을 포함할 수 있거나 또는 그와 동일할 수 있다. 본 명세서에서 샘플과 희석제는 단순성을 위해 단순히 "샘플"이라고 일컬어질 것이며, 희석제와 결합된 샘플은 일반적으로, 처리, 측정, 또는 용해 등이 실질적으로 아직 수행되지 않았을 때, 여전히 원시 샘플이라고 간주된다.

[0022] 샘플은 고체, 액체, 반고체, 젤라틴 물질, 및 이들의 조합, 예를 들면, 액체 내의 입자들의 현탁액을 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 샘플은 수성액일 수 있다.

[0023] 그리고 샘플 처리 장치는, 샘플과 시약들을 샘플 처리 장치를 통해 이동시키고 궁극적으로 필요한 곳에서 필요한 때 샘플과 시약들을 결합하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 시약들(예를 들면, 시약 마스터 믹스)은 반응 및 시약들이 작용하는 것을 확인하기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 내부 제어들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 다중 검출 시스템의 한 채널은, 다중 검출 시스템의 다른 채널들에서 증폭이 검출되지 않을 때, 내부 제어를 검출하고 시약들이 샘플 처리 장치 내에서 적절하게 수송되었는지, 그리고 적절하게 작용했는지를 확인하기 위해 사용될 수 있다. 즉, 내부 제어는 오판 가능성을 확인하기 위해 사용될 수 있으며, 내부 제어 증폭의 부족은 실행을 무효화할 것이다. 그러나, 원시 샘플에 있어서, 유사한 내부 제어가 없다. 따라서, 샘플이 검출 챔버에 도달하지 못했고 시약 마스터 믹스와 결합된 적이 없는 등, 샘플 조작 및 수송의 실패(예를 들어, 밸빙 또는 계량 장치들에서)가 있다면, 시약 마스터 믹스의 내부 제어가 여전히 증폭할 것이어서, 오판 가능성에 이르게 된다. 본 개시의 샘플 처리 시스템들, 방법들, 및 장치들은 샘플이 검출 챔버로 이동한 것을 확인하고, 그리고/또는 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 존재하는 것을 확인하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 확증이 발견되지 않으면, 이것은 예를 들면, 경고를 개시함으로써, 장애 리포트를 작성함으로써, 실행을 무효화함으로써, 실행을 인터럽트함으로써, 등등 또는 이들의 조합에 의해 나타내어질 수 있다.

[0024] 일반적으로, 문구 "원시 샘플"은 단지 희석제에 희석되거나 또는 현탁되는 것 외에, 샘플 처리 장치에 로딩되기 전에 임의의 처리나 조작을 받지 않은 샘플을 일컫기 위해 사용된다. 즉, 원시 샘플은 세포, 잔해물(debris), 억제제 등을 포함할 수 있고, 샘플 처리 장치에 로딩되기 전에 용해, 세척, 또는 버퍼링되지 않을 수 있다. 또한, 원시 샘플은 소스로부터 직접 얻어지고 조작 없이 하나의 컨테이너로부터 다른 컨테이너로 수송되는 샘플을 포함할 수 있다. 또한 원시 샘플은 수송 매체, 뇌척수액, 전혈, 혈청, 혈장 등을 포함하는 다양한 매체 내의 환자의 표본을 포함할 수 있지만, 이것들에 한정되지 않는다. 예를 들어, 환자로 부터 얻은 바이러스 입자를 포함하는 비강 면봉 샘플은, 처리 전에 입자들을 현탁 및 안정화하기 위해 사용되는 수송 버퍼 또는 매체(항균제를 포함할 수 있음)에서 수송 및/또는 저장될 수 있다. 현탁 입자들을 갖는 수송 매체의 일부분은 "샘플"로서 간주될 수 있다. 본 개시의 장치들 및 시스템들에 사용되고 본 명세서에서 논의되는 "샘플들" 모두는 원시 샘플들일 수 있다.

[0025] 도 1 내지 도 15는 일반적으로 본 개시에 따른 광학 검출을 위해 사용되는 구성요소들과 특징들을 포함한, 그러한 샘플 처리 시스템의 특징들, 구성요소들, 기능들, 및 작동 방법들을 포함하여, 샘플 처리 시스템을 도시한다. 이러한 샘플 처리 시스템은 샘플 처리 장치들을 처리하기 위해 사용될 수 있다. 샘플 처리 장치는

일반적으로 소모될 수 있고(예를 들어, 일회용) 관심의 샘플들을 지향시킬 수 있고 조작할 수 있는 다양한 유체들(즉, 미세유체들)을 포함할 수 있다. 샘플 처리 시스템은 샘플 및 샘플 처리 장치의 다양한 특징들을 검출하기 위해 사용될 수 있다.

- [0026] 도 16 내지 도 23은 본 개시에 따라 사용될 수 있고, 본 개시의 샘플 처리 시스템들에 채택될 수 있는 샘플 처리 장치들(예를 들어, "디스크들")의 예시적인 실시예들을 도시한다.
- [0027] 도 24는 본 개시의 샘플 처리 시스템의 일부를 형성할 수 있거나, 또는 그와 함께 사용될 수 있는 본 개시의 일 예시의 디스크 핸들링 시스템의 적어도 일부를 도시한다. 특히, 도 24는 예시적인 샘플 처리 장치(즉, 도 16 내지 도 22의 샘플 처리 장치)와, 디스크 핸들링 시스템의 커버 및 베이스 플레이트와의 상호 작용을 도시한다. 즉, 도 24는 "디스크"가 물리적으로(예를 들어, 구조적으로, 기계적으로, 및/또는 열적으로) 본 개시의 샘플 처리 시스템의 다양한 구성요소들과 어떻게 상호작용할 수 있는지를 도시한다.
- [0028] 본 개시의 샘플 처리 장치들은 본 명세서에서 원형인 것으로서 도시되고 때로는 본 명세서에서 "디스크"라고 일컬어지지만, 본 개시의 샘플 처리 장치들의 다양한 다른 형태들 및 구성들이 가능하고, 본 개시는 원형의 샘플 처리 장치들에 한정되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 결과적으로, 용어 "디스크"는 종종 간결성과 단순성을 위해 "샘플 처리 장치" 대신에 본 명세서에서 사용되지만, 이 용어는 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0029] 샘플 처리 시스템들
- [0030] 본 개시의 샘플 처리 시스템들은, 열처리를 수반하는, 예를 들면, 중합효소 연쇄 반응(PCR) 증폭, 전사-매개 증폭(transcription-mediated amplification: TMA), 핵산 서열 기반 증폭(NASBA), 리가제 연쇄 반응(LCR), 자립-시퀀스 복제, 효소 운동 연구, 균일 리간드 결합 분석, 효소 결합 면역분석(ELISA) 등의 면역분석, 및 정확한 열적 제어 및/또는 고속 열적 변화를 요구하는 더 복잡한 생화학적 또는 기타 처리들 등의 민감한 화학 처리들을 수반하는 방법들에 사용될 수 있다. 샘플 처리 시스템들은 장치들의 처리 챔버들에서 샘플 물질들의 온도의 제어를 행할 수 있는 것 외에도 샘플 처리 장치의 동시적 회전을 제공할 수 있다.
- [0031] 본 발명과 관련해서 사용하기 위해 채택될 수 있는 적합한 구성 기술들 또는 물질들의 몇 가지 예들은, 예를 들면, 제목이 ENHANCED SAMPLE PROCESSING DEVICES SYSTEMS AND METHODS(향상된 샘플 처리 장치, 시스템, 및 방법)(Bedingham et al.)이고 공동 양도된 미국 특허 번호 제6,734,401호, 제6987253호, 제7435933호, 제7164107호, 및 제7,435,933호; 제목이 MULTI-FORMAT SAMPLE PROCESSING DEVICES(멀티-포맷 샘플 처리 장치)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제6,720,187호; 제목이 MULTI-FORMAT SAMPLE PROCESSING DEVICES AND SYSTEMS(멀티-포맷 샘플 처리 장치 및 시스템)(Bedingham et al.)인 미국 특허 공개 제2004/0179974호; 제목이 MODULAR SYSTEMS AND METHODS FOR USING SAMPLE PROCESSING DEVICES(샘플 처리 장치를 사용하는 모듈식 시스템 및 방법)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제6,889,468호; 제목이 SYSTEMS FOR USING SAMPLE PROCESSING DEVICES(샘플 처리 장치를 사용하는 시스템)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,569,186호; 제목이 THERMAL STRUCTURE FOR SAMPLE PROCESSING SYSTEM(샘플 처리 시스템을 위한 열적 구조체)(Bedingham et al.)인 미국 특허 공개 제2009/0263280호; 제목이 VARIABLE VALVE APPARATUS AND METHOD(가변 밸브 장치 및 방법)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,322,254호, 및 미국 특허 공개 제2010/0167304호; 제목이 SAMPLE MIXING ON A MICROFLUIDIC DEVICE(미세유체 장치에서의 샘플 혼합)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,837,947호 및 미국 특허 공개 제2011/0027904호; 제목이 METHODS AND DEVICES FOR REMOVAL OF ORGANIC MOLECULES FROM BIOLOGICAL MIXTURES USING ANION EXCHANGE(음이온 교환을 사용하여 생물학적 혼합물로부터 유기 분자의 제거를 위한 방법 및 장치)(Parthasarathy et al.)인 미국 특허 제7,192,560호 및 제7,871,827호와, 미국 특허 공개 제2007/0160504호; 제목이 METHODS FOR NUCLEIC ACID ISOLATION AND KITS USING A MICROFLUIDIC DEVICE AND CONCENTRATION STEP(미세유체 장치 및 농축 단계를 이용하는 키트 및 핵산 분리용 방법)(Parthasarathy et al.)인 미국 특허 공개 제2005/0142663호; 제목이 SAMPLE PROCESSING DEVICE COMPRESSION SYSTEMS AND METHODS(샘플 처리 장치 압축 시스템 및 방법)(Aysta et al.)인 미국 특허 번호 제7,754,474호 및 미국 특허 공개 제2010/0240124호; 제목이 COMPLIANT MICROFLUIDIC SAMPLE PROCESSING DISKS(순응성 미세 유체 샘플 처리 디스크)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,763,210호 및 미국 특허 공개 제2010/0266456호; 제목이 MODULAR SAMPLE PROCESSING APPARATUS KITS AND MODULES(모듈식 샘플 처리 장치 키트 및 모듈)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,323,660호 및 제7,767,937호; 제목이 MULTIPLEX FLUORESCENCE DETECTION DEVICE HAVING FIBER BUNDLE COUPLING MULTIPLE OPTICAL MODULES TO A COMMON DETECTOR(여러 개의 광학 모듈을 공통 검출기에 결합하는 섬유 다발을 갖는 다중 형광 검출 장치)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,709,249호; 제목이 MULTIPLEX FLUORESCENCE DETECTION DEVICE HAVING REMOVABLE

OPTICAL MODULES(제거가능한 광학 모듈을 갖는 다중 형광 검출 장치)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제 7,507,575호; 제목이 VALVE CONTROL SYSTEM FOR A ROTATING MULTIPLEX FLUORESCENCE DETECTION DEVICE(회전 다중 형광 검출 장치의 밸브 제어 시스템)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,527,763호 및 제7,867,767호; 제목이 HEATING ELEMENT FOR A ROTATING MULTIPLEX FLUORESCENCE DETECTION DEVICE(Bedingham et al.)인 미국 특허 공개 제2007/0009382호; 제목이 METHODS FOR NUCLEIC AMPLIFICATION(핵산 증폭 방법)(Parthasarathy et al.)인 미국 특허 공개 제2010/0129878호; 제목이 THERMAL TRANSFER METHODS AND STRUCTURES FOR MICROFLUIDIC SYSTEMS(미세유체 시스템의 열 전달 방법 및 구조)(Bedingham et al.)인 미국 특허 공개 제 2008/0149190호; 제목이 ENHANCED SAMPLE PROCESSING DEVICES, SYSTEMS AND METHODS(강화된 샘플 처리 장치, 시스템, 및 방법)(Bedingham et al.)인 미국 특허 공개 제2008/0152546호; 제목이 ANNULAR COMPRESSION SYSTEMS AND METHODS FOR SAMPLE PROCESSING DEVICES(샘플 처리 장치를 위한 환형 압축 시스템 및 방법)(Bedingham et al.)인 미국 특허 출원 공개 제2011/0117607호; 제목이 SYSTEMS AND METHODS FOR PROCESSING SAMPLE PROCESSING DEVICES(샘플 처리 장치를 처리하기 위한 시스템 및 방법)(Robole et al.)인 미국 특허 출원 공개 제2011/0117656호; 제목이 SAMPLE PROCESSING DEVICES, SYSTEMS AND METHODS(샘플 처리 장치, 시스템, 및 방법)(Bedingham et al.)이고 2000년 10월 2일자로 출원된 미국 특허 가출원 일련 번호 제60/237,151호; 제목이 SAMPLE PROCESSING DISC COVER(샘플 처리 디스크 커버)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제D638550호 및 제D638951호; 제목이 SAMPLE PROCESSING DISC COVER(샘플 처리 디스크 커버)(Bedingham et al.)이고 2011년 2월 4일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 제29/384,821호; 제목이 ROTATABLE SAMPLE PROCESSING DISK(회전가능 샘플 처리 디스크)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제D564667호에 기재되어 있을 수 있다. 이 개시들의 전체 내용은 본 명세서에 참조되어 포괄된다.

[0032] 다른 잠재적인 장치 구성들은 예를 들면, 제목이 CENTRIFUGAL FILLING OF SAMPLE PROCESSING DEVICES(샘플 처리 장치의 원심 충전)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제6,627,159호; 제목이 SAMPLE PROCESSING DEVICES(샘플 처리 장치)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,026,168호, 제7,855,083호, 및 제7,678,334호, 미국 특허 공개 번호 제2006/0228811호 및 제2011/0053785호; 제목이 SAMPLE PROCESSING DEVICES AND CARRIERS(샘플 처리 장치 및 캐리어)(Harms et al.)인 미국 특허 번호 제6,814,935호 및 제7,445,752호; 제목이 SAMPLE PROCESSING DEVICES AND CARRIERS(샘플 처리 장치 및 캐리어)(Bedingham et al.)인 미국 특허 번호 제7,595,200호에서 찾아볼 수 있다. 이 개시들의 전체 내용은 본 명세서에 참조되어 포괄된다.

[0033] 이제 다중 형광 검출이 가능한 샘플 처리 시스템에 대해 그러한 시스템의 다양한 특징, 구성요소, 및 동작을 포함하여 설명한다.

[0034] 도 1은 샘플 처리 시스템(12)의 일부로서 채택될 수 있는 다중 형광 검출 장치(10), 데이터 수집 장치(21), 및 디스크 핸들링 시스템(500)의 예시적인 실시예를 도시하는 개략도이다. 하기에서는 도 24를 참조하여 디스크 핸들링 시스템(500)에 대해 더 상세히 설명한다. 검출 장치(10)는 샘플 또는 샘플의 선택된 부피가 샘플 처리 장치(예를 들어, 회전 디스크(13))의 검출 챔버에 존재하는지를 포함한, 샘플의 다양한 특성을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치는 소모적이고 교체가능할 수 있으며, 반드시 샘플 처리 시스템(12)의 일부를 형성하는 것으로 간주되는 것은 아닐 수 있고, 오히려 샘플 처리 시스템(12)과 함께 사용될 수 있거나, 또는 그에 의해 처리될 수 있다.

[0035] 도시된 예에서, 장치(10)는 네 개의 다른 염료의 광학적 검출을 위한 네 개의 "채널"을 제공하는 네 개의 광학 모듈(16)을 갖는다. 특히, 장치(10)는 임의의 주어진 시간에 회전 디스크(13)의 다른 영역들을 여기시키고 염료들로부터 방출된 다른 파장들의 형광 광 에너지를 수집하는 네 개의 광학 모듈(16)을 갖는다. 그 결과, 모듈(16)은 샘플(22) 내에서 발생하는 여러 병렬 반응들을 조사하며 그리고/또는 샘플(22) 또는 선택된 부피의 샘플(22)이 디스크(13)의 원하는 영역에(예를 들어, 특정 챔버 내에) 배치되어 있는지를 판단하기 위해 사용될 수 있다.

[0036] 여러 반응들이, 예를 들어, 회전 디스크(13)의 단일 챔버 내에서 동시에 발생할 수 있다. 광학 모듈들(16) 각각은 샘플(22)을 조사하고, 디스크(13)가 회전함에 따라 다른 파장들의 형광 광 에너지를 수집한다. 예를 들어, 모듈들(16) 내의 여기 소스들은 순차적으로 해당 파장들에서의 데이터를 수집하기 위한 기간들 동안 활성화될 수 있다. 즉, 제1 광학 모듈(16)은 제1 반응에 대응하는 제1 염료에 대해 선택된 파장의 제1 범위에서의 데이터를 수집하기에 충분한 기간 동안 활성화될 수 있다. 그리고 여기 소스는 비활성화될 수 있으며, 제2 광학 모듈(16) 내의 여기 소스가 제2 반응에 대응하는 제2 염료에 대해 선택된 파장의 제2 범위에서 샘플(22)을 조사하기 위해 활성화될 수 있다. 이 처리는 모든 광학 모듈들(16)로부터 데이터가 캡처될 때까지 계속될 수 있다. 일 실시예에서, 광학 모듈들(16) 내의 여기 소스들 각각이 약 0.5초의 초기 기간 동안 활성화되어 정상

상태(steady state)에 도달한 후에 디스크(13)의 10 내지 50 회전 동안 지속되는 조사 기간이 후속된다. 다른 실시예들에서, 여기 소스들은 더 짧은(예를 들어, 1 또는 2 밀리초) 기간 또는 더 긴 기간에 대해 시퀀싱될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 한 개 초과와 광학 모듈이 디스크(13)의 회전을 중단하지 않고 샘플(22)의 동시 조사를 위해 동시에 활성화될 수 있다.

[0037] 단일 샘플(22)이 도시되지만, 디스크(13)는 샘플들을 보유하는 복수의 챔버를 포함할 수 있다. 광학 모듈들(16)은 서로 다른 파장들에서 서로 다른 챔버들의 일부 또는 전부를 조사할 수 있다. 일 실시예에서, 디스크(13)는 디스크(13)의 원주 주위에 96개의 챔버 공간을 포함한다. 96개의 챔버 디스크와 네 개의 광학 모듈(16)에 의해, 장치(10)는 384 개의 다른 종류의 데이터를 수집할 수 있다.

[0038] 일 실시예에서, 광학 모듈(16)은 다양한 파장들에서 상용화되어 있고 긴 수명(예를 들어, 100,000 시간 이상)을 갖는 저렴한 고출력 발광 다이오드(LEDs)인 여기 소스들을 포함한다. 다른 실시예에서는, 통상의 할로겐 전구 또는 수은 램프가 여기 소스로서 사용될 수 있다.

[0039] 도 1에 도시된 바와 같이, 광학 모듈들(16) 각각은 광섬유 다발(14) 중 한 개의 다리에 결합될 수 있다. 광섬유 다발(14)은 감도의 손실 없이 광학 모듈들(16)로부터 형광 신호들을 수집하기 위한 유연한 메커니즘을 제공한다. 일반적으로, 광섬유 다발은 나란히 배치되고 끝단들에서 함께 결합되고 유연한 보호 재킷 내에 감싸진 여러 광 섬유들을 포함한다. 대안적으로, 광섬유 다발(14)은 공통 끝단을 갖는 소수의 개별적이고 큰 직경의, 유리 또는 플라스틱 중 어느 것인, 다중 모드 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들어, 네 개의 광학 모듈 장치에 대해, 광섬유 다발(16)은 네 개의 개별적인 다중 모드 섬유를 포함할 수 있고, 그 각각은 1 mm 코어 직경을 갖는다. 다발의 공통 끝단은 함께 묶여진 네 개의 섬유를 포함한다. 이 예에서, 검출기(18)의 어퍼처는 8 mm일 수 있는데, 이것은 네 개의 섬유에 결합하기에 충분하고도 남는다.

[0040] 이 예에서, 광섬유 다발(14)은 광학 모듈들(16)을 하나의 검출기(18)에 결합한다. 광 섬유들은 광학 모듈들(16)에 의해 수집된 형광 광을 전송하고 캡처된 광을 효과적으로 검출기(18)에 전달한다. 일 실시예에서, 검출기(18)는 광전자증배관(photomultiplier tube)이다. 다른 실시예에서, 검출기는 단일 검출기 내에서 각각의 광 섬유에 대해 한 개씩의, 여러 광전자증배 소자들을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 하나 이상의 고체 검출기가 사용될 수 있다.

[0041] 단일 검출기(18)의 사용은, 단일 검출기만 사용될 필요가 있다는 점에서 최소 비용을 유지하면서, 고감도이고 아마도 고가인 검출기(예를 들면, 광전자증배기)의 사용을 허용한다는 점에서 유리할 수 있다. 단일 검출기가 본 명세서에서 논의되지만, 더 많은 수의 염료를 검출하기 위해 하나 이상의 검출기가 포함될 수 있다. 예를 들어, 하나의 디스크로부터 방출된 8 개의 다른 파장의 검출을 허용하기 위해, 네 개의 추가 광학 모듈(16)과 제2 검출기가 시스템에 추가될 수 있다. 회전 디스크(13)와 함께 이용하기 위한 단일 검출기에 결합되는 예시적인 광섬유 다발은, 2005년 7월 5일자로 출원되고, 제목이 MULTIPLEX FLUORESCENCE DETECTION DEVICE HAVING FIBER BUNDLE COUPLING MULTIPLE OPTICAL MODULES TO A COMMON DETECTOR(여러 광학 모듈들을 공통 검출기에 결합하는 섬유 다발을 갖는 다중 형광 검출 장치)인 미국 특허 번호 제7,709,249호에 설명되어 있고, 그 전체 내용이 본 명세서에 참조되어 포함된다.

[0042] 광학 모듈들(16)은 장치로부터 제거가능할 수 있고, 다른 파장들에서의 조사를 위해 최적화된 다른 광학 모듈들과 용이하게 교체될 수 있다. 예를 들어, 광학 모듈들(16)은 모듈 하우징의 위치들 내에 물리적으로 장착될 수 있다. 광학 모듈들(16) 각각은 광학 모듈의 하나 이상 마킹(예를 들어, 가이드 핀들)과 짝을 이루는 가이드들(예를 들어, 오목한 홈들)을 따라 하우징의 각각의 위치 내에 용이하게 삽입될 수 있다. 광학 모듈들(16) 각각은 래치, 자석, 나사, 또는 다른 고정 장치에 의해 캐리지 내에 고정될 수 있다. 각각의 광학 모듈은 광섬유 다발(14)의 하나의 다리에 결합하기 위한 광학 출력 포트(도 6 및 도 7에 도시됨)를 포함한다. 광학 출력 포트는 그 다리의 나사 커넥터에 결합된 나사 단부를 가질 수 있다. 대안적으로, 광섬유 다발(14)이 광학 출력 포트에 슬라이딩 가능하게 결합되고 그로부터 결합해제되는 것을 허용하는 "고속 연결"의 형태가 사용될 수 있다(예를 들어, 0-링 및 캐치 핀을 갖는 슬라이딩 가능한 연결). 또한, 광학 모듈들(16) 각각은 완전히 삽입될 때 제어 유닛(23)에 전기적으로 결합하기 위한 하나 이상의 전기 컨택트 패드 또는 플렉스 회로를 가질 수 있다. 회전 디스크(13)와 함께 사용하기 위한 예시적인 제거가능한 광학 모듈들은 2005년 7월 5일자로 출원되고 제목이 "MULTIPLEX FLUORESCENCE DETECTION DEVICE HAVING REMOVABLE OPTICAL MODULES(제거가능한 광학 모듈을 갖는 다중 형광 검출 장치)"인 미국 특허 번호 제7,507,575호에 설명되어 있고, 그 전체 내용이 본 명세서에 참조되어 포함된다.

[0043] 장치(10)의 모듈식 구조는 장치가 다중 PCR 등의 소정의 분석 환경에서 사용되는 형광 염료들 모두에 대해 용이

하게 적응되도록 허용한다. 장치(10)에 사용될 수 있는 다른 화학 수단들은, 인베이더(Invader)(써드 웨이브(Third Wave), 위스콘신주, 메디슨), 트랜스크립티드-미디어티드 앰플리케이션(Transcribed-mediated Amplification)(젠프로브(GenProbe), 캘리포니아주, 샌 디에고), 형광 레이블식 효소 결합 면역 분석법(ELISA), 및/또는 형광 인 situ 혼성(fluorescence in situ hybridization: FISH)을 포함한다. 장치(10)의 모듈식 구조는, 다중 반응에서 대응하는 염료를 선택적으로 여기시키고 검출하기 위해, 파장의 작은 특정 타겟 범위에 대한 대응하는 여기 소스(도시되지 않음)와 여기 및 검출 필터들의 선택에 의해 각각의 광학 모듈(16)의 감도가 최적화될 수 있다는 점에서 또 다른 이점을 제공할 수 있다.

[0044] 예시를 위해, 장치(10)는 4-색 다중 배열로 설명되지만, 더 많거나 더 적은 채널이 적절한 광섬유 다발(14)과 함께 사용될 수 있다. 이 모듈식 설계는, 사용자가, 간단히 다른 광학 모듈(16)을 장치(10)에 추가하고 새 광학 모듈에 광섬유 다발(14) 중 한 개의 다리를 삽입함으로써, 현장에서 장치(10)를 용이하게 업그레이드하는 것을 허용한다. 광학 모듈들(16)은, 내부 제어 모듈 또는 장치(10)의 다른 내부 전자회로(예를 들어, 제어 유닛(23))에 캘리브레이션 데이터를 다운로드하고 광학 모듈들을 식별하는 일체화된 전자회로들을 가질 수 있다.

[0045] 도 1의 예에서, 샘플들(22)은 제어 장치(23)의 제어 하에 회전 플랫폼에 장착된 디스크(13)의 챔버들에 담겨진 다(회전 플랫폼의 일 실시예가 단지 예시적으로 도 24에 도시된다). 슬롯 센서 트리거(27)는 디스크 회전 동안 챔버 위치와 데이터 수집 장치(21)를 동기화하기 위해 제어 유닛(23)에 의해 활용되는 출력 신호를 제공한다. 슬롯 센서 트리거(27)는 기계적, 전기적, 자기적, 또는 광학적 센서일 수 있다. 예를 들어, 하기에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 슬롯 센서 트리거(27)는 디스크의 각 회전마다 검출되는 디스크(13)를 관통하여 형성된 슬롯을 통한 광 빔을 방출하는 광원을 포함할 수 있다. 다른 예로서, 슬롯 센서 트리거는 디스크(13)의 회전과 모듈(16) 및 검출기(18)에 의한 데이터 수집을 동기화할 목적으로 반사 광을 감지할 수 있다. 다른 실시예들에서, 디스크(13)는 슬롯 외에도 또는 슬롯 대신에 탭, 돌출부, 또는 반사 표면을 포함할 수 있다. 슬롯 센서 트리거(27)는 디스크가 회전할 때 디스크(13)의 반경방향 위치를 찾기 위한 임의의 물리적 구조 또는 메커니즘을 사용할 수 있다. 어느 때나 광학 모듈들(16)이 다른 챔버들과 중첩되도록, 광학 모듈들(16)은 회전 플랫폼(25) 상방에 물리적으로 장착될 수 있다.

[0046] 검출 장치(10)는 또한 디스크(13) 상의 샘플(22)의 온도를 조절하기 위한 가열 소자(도 1에는 도시되지 않지만 도 24에는 예시적인 가열 소자가 도시되고 하기에서 설명됨)를 포함할 수 있다. 가열 소자는 반사성 인클로저 내에 포함된 원통형의 할로젠 전구를 포함할 수 있다. 반사성 챔버는 전구로부터의 방사광을 디스크(13)의 반경 섹션 상에 포커스하도록 성형된다. 일반적으로, 디스크(13)의 가열되는 영역은 디스크(13)가 회전함에 따라 환형 링을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 반사성 인클로저의 형상은 정확한 포커싱을 허용하는 타원형과 구형 기하 구조들의 조합일 수 있다. 다른 실시예들에서, 반사성 인클로저는 다른 형상일 수 있거나 또는 전구는 광범위하게 더 넓은 영역을 조사할 수 있다. 다른 실시예들에서, 반사성 인클로저는 샘플(22)을 담고 있는 단일 처리 챔버 등, 디스크(13)의 단일 영역 상에 전구로부터의 방사광을 포커스하도록 성형될 수 있다.

[0047] 어떤 실시예들에서, 가열 소자는 온도를 조절하기 위해 공기를 가열할 수 있고 하나 이상의 샘플 상방에 뜨거운 공기를 강제시킬 수 있다. 또한, 샘플들은 디스크에 의해 직접 가열될 수 있다. 이 경우, 가열 소자는 플랫폼(25)에 배치될 수 있으며, 디스크(13)에 열적으로 결합될 수 있다. 가열 소자 내의 전기 저항은 제어 유닛(23)에 의해 제어될 때 디스크의 선택된 영역을 가열할 수 있다. 예를 들어, 영역은 하나 이상의 챔버, 아마도 전체 디스크를 포함할 수 있다. 회전 디스크(13)와 함께 사용하기 위한 예시적인 가열 소자는 2005년 7월 5일자로 출원되고 제목이 "HEATING ELEMENT FOR A ROTATING MULTIPLEX FLUORESCENCE DETECTION DEVICE(회전 다중 형광 검출 장치를 위한 가열 소자)"인 미국 특허 출원 공개 제2007/0009382호에 기재되어 있고, 그 전체 내용이 본 명세서에 참조되어 포괄된다.

[0048] 대안적으로, 또는 추가적으로, 장치(10)는 냉각 부품(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 디스크(13)에 차가운 공기, 즉, 실온의 공기를 공급하기 위해 장치(10)에 팬이 포함될 수 있다. 냉각은 샘플의 온도를 적절하게 조절하기 위해 그리고 실험이 완료된 후 샘플들을 저장하기 위해 필요할 수 있다. 다른 실시예들에서, 냉각 부품은, 필요할 때 플랫폼(25)이 그의 온도를 줄일 수 있으므로, 플랫폼(25)과 디스크(13) 사이의 열 결합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 어떤 생물학적 샘플들은 효소 활성 또는 단백질 변성을 줄이기 위해 4 °C에 저장될 수 있다.

[0049] 검출 장치(10)는 또한 처리 챔버 내에 포함된 반응 종들을 제어가능할 수 있다. 예를 들어, 하나의 반응을 생성하고 제1 반응이 종료된 후 나중에 샘플에 다른 종류들을 추가하기 위해 처리 챔버에 몇몇 종들을 로딩하는 것이 도움이 될 수 있다. 밸브 제어 시스템이 처리 챔버로부터 내부 보유 챔버를 분리하는 밸브를 제어하기 위

해 활용될 수 있음으로써, 디스크(13)의 회전 동안 챔버에의 종류들의 추가를 제어한다. 밸브 제어 시스템은 광학 모듈들(16) 중 하나 내에 배치될 수 있거나 또는 그에 장착될 수 있거나, 또는 광학 모듈들(16)로부터 분리될 수 있다. 레이저 바로 아래에, 디스크(13) 하부에, 레이저를 디스크(13)에 상대적으로 위치결정하기 위한 레이저 센서가 있을 수 있다.

[0050] 일 실시예에서, 밸브 제어 시스템은 센서와 함께 조합되어 두 개 이상의 전력 레벨에서 구동될 수 있는 근적외선(NIR) 레이저를 포함한다. 낮은 전원 설정 하에서, 레이저는, 예를 들면, 디스크(13)의 슬롯을 통해 레이저에 의해 방출되는 NIR 광을 감지하는 센서에 의해, 디스크(13)를 위치결정하고 선택 밸브들을 타겟팅하기 위해 사용될 수 있다. 일단 타겟팅된 밸브가 제 위치로 회전되면, 제어 유닛(23)은 밸브를 가열하여 타겟 밸브를 개방하기 위해 높은 전력 에너지의 짧은 버스트를 출력하도록 레이저에 지시할 수 있다. 에너지의 버스트는, 예를 들면, 피어싱, 용해, 또는 삭마(ablating)에 의해, 밸브 내에 보이드(void)를 형성하여, 밸브를 개방시켜 내부 보유 챔버로부터 채널을 통해 외부 처리 챔버에 유체가 흐르도록 허용한다. 어떤 실시예들에서, 디스크(13)는 복수의 반응들을 순차적으로 생성하기 위해 다양한 크기와 재질의 복수의 밸브를 포함할 수 있다. 여러 챔버 밸브들을 갖는 디스크를 활용할 때 밸브 제어 시스템들의 하나 초과의 세트가 사용될 수 있다.

[0051] 데이터 수집 장치(21)는 각각의 염료에 대해 장치(10)로부터 데이터를 순차적으로 또는 병렬적으로 수집할 수 있다. 일 실시예에서, 데이터 수집 시스템(21)은 광학 모듈들(16)로부터 데이터를 순차적으로 수집하고, 슬롯 센서 트리거(27)로부터 수신된 출력 신호로부터 측정된 광학 모듈들(16) 각각에 대해 트리거 지연에 의해 공간적 중첩을 보정한다.

[0052] 장치(10)의 하나의 응용은 실시간 PCR이지만, 본 명세서에서 설명되는 기술들은 여러 파장들에서 형광 검출을 활용하는 다른 플랫폼들로 확장될 수 있다. 장치(10)는 가열 소자를 활용하여 빠른 열 사이클링과, 원심 분리를 위해 구동된 미세 유체, 증폭, 및 핵산 검출을 결합할 수 있다. 다중 형광 검출을 이용함으로써, 여러 타겟 종들이 병렬적으로 발견될 수 있으며, 분석될 수 있다.

[0053] 실시간 PCR의 경우, 형광은 세 가지 일반적인 방법 중 하나에 의해 증폭의 양을 측정하기 위해 사용된다. 첫 번째 기술은 이중가닥 DNA에 바인딩될 때 형광이 증가하는 사이브르 그린(Sybr Green)(몰리큘러 프로브(Molecular Probes), 오레건주, 유진) 등의 염료를 사용하는 것이다. 두 번째 기술은 증폭된 타겟 시퀀스에 바인딩될 때 형광이 변화하는 형광 레이블식 프로브들(혼성 프로브(hybridization probes), 헤어핀 프로브(hairpin probes) 등)를 사용하는 것이다. 이 기술은 이중가닥 DNA 바인딩 염료를 사용하는 것과 비슷하지만, 프로브가 타겟 시퀀스의 특정 섹션에만 결합할 것이기 때문에, 더 구체적이다. 세 번째 기술은 중합 효소의 엑소뉴클레아제 활성도가, PCR의 연장 페이즈 동안 프로브로부터의 형광억제(quencher) 분자를 쪼개어, 그것을 형광적으로 활성화시키는, 가수분해 프로브들(태크맨(Taqman)TM, 어플라이드 바이오시스템즈(Applied BioSystems), 캘리포니아주, 포스터 시티)를 이용하는 것이다.

[0054] 접근 방법들 각각에 있어서, 형광은 증폭된 타겟 농도에 선형적으로 비례한다. 데이터 수집 시스템(21)은 거의 실시간으로 증폭을 관찰하기 위해 PCR 반응 동안 검출기(18)로부터의 출력 신호(또는 대안적으로는, 제어 장치(23)에 의해 선택적으로 샘플링되고 통신됨)를 측정한다. 다중 PCR에 있어서, 여러 타겟들은 독립적으로 측정되는 상이한 염료들에 의해 레이블된다. 일반적으로 말해서, 각각의 염료는 상이한 흡수 및 방출 스펙트럼을 가질 것이다. 이러한 이유 때문에, 광학 모듈들(16)은 상이한 파장들에서 샘플(22)의 조사를 위해 옵션적으로 선택된 여기 소스들, 렌즈들, 및 관련 필터들을 가질 수 있다.

[0055] 도 2는 도 1의 광학 모듈들(16) 중 임의의 것에 해당할 수 있는 예시적인 광학 모듈(16A)을 도시하는 개략도이다. 이 예에서, 광학 모듈(16A)은 고전력 여기 소스, LED(30), 콜리메이팅 렌즈(collimating lens)(32), 여기 필터(34), 다이크로익 필터(dichroic filter)(36), 포커싱 렌즈(38), 검출 필터(40), 및 렌즈(42)를 포함하여 형광을 광섬유 다발(14) 중 하나의 다리에 포커싱한다.

[0056] 따라서, LED(30)로부터의 여기 광은 콜리메이팅 렌즈(32)에 의해 콜리메이팅되고, 여기 필터(34)에 의해 필터링되고, 다이크로익 필터(36)를 통해 전송되어, 포커싱 렌즈(38)에 의해 샘플(22)에 포커싱된다. 샘플에 의해 방출된 결과적인 형광은 동일한 포커싱 렌즈(38)에 의해 집광되고 다이크로익 필터(36)에서 반사되고, 광섬유 다발(14) 중 하나의 다리에 포커싱되기 전에 검출 필터(40)에 의해 필터링된다. 그 후 광섬유 다발(14)은 검출기(18)에 광을 전송한다.

[0057] LED(30), 콜리메이팅 렌즈(32), 여기 필터(34), 다이크로익 필터(36), 포커싱 렌즈(38), 검출 필터(40), 및 렌즈(42)는 광학 모듈(16A)이 사용될 다중 염료의 특정 흡수 및 방출 대역들에 기초하여 선택된다. 이러한 방식

으로, 여러 광학 모듈들(16)이 구성될 수 있으며, 상이한 염료들을 타겟팅하기 위해 장치(10) 내에 로딩될 수 있다.

[0058] 다음 표는 다양한 형광 염료들에 대한 4 채널 다중 형광 검출 장치(10)에 사용될 수 있는 예시적인 부품들을 나열한다. 적합한 염료들의 예들로서는, 5-카르복시플루오레세인 염료, 즉, 캘리포니아주, 노어워크의 어플러라(Applera)로부터 상품명 "FAM"으로 입수가 가능한 플루오레세인 유도체; 6-카르복시-2',4,4',5',7,7'-헥사클로로플루오레세인 염료, 즉, 어플러라(Applera)로부터 상품명 "HEX"로 입수가 가능한 플루오레세인 유도체; 6-카르복시-4',5'-디클로로-2',7'-디메톡시플루오레세인 염료, 즉, 어플러라(Applera)로부터 상품명 "JOE"로 입수가 가능한 플루오레세인 유도체; 어플러라(Applera)로부터 상품명 "VIC"으로 입수가 가능한 플루오레세인 유도체 염료; 어플러라(Applera)로부터 상품명 "TET"로 입수가 가능한 플루오레세인 유도체 염료; 6-카르복시-X-로다민 염료, 즉, 캘리포니아주, 칼스배드, 인비트로젠(Invitrogen)으로부터 상품명 "ROX"로 입수가 가능한 로다민 유도체; 인비트로젠(Invitrogen)으로부터 상품명 "SYBR"로 입수가 가능한 삽입 염료(하기의 표에서 "사이브르 그린(Sybr Green)"이라고 일컬어짐); 인비트로젠(Invitrogen)으로부터 상품명 "텍사스 레드(TEXAS RED)"로 입수가 가능한 로다민 유도체 염료(하기의 표에서 "Tx Red"라고 일컬어짐); 5-N-N'-디에틸테트라메틸인도디카르보시아닌(diethyltetramethylindodicarbocyanine) 염료, 즉, 영국, 버킹햄셔, 에머샴(Amersham)으로부터 상품명 "CY5"로 입수가 가능한 시아닌 유도체(하기의 표에서 "Cy5"로서 일컬어짐); 캘리포니아주, 노바토, 바아오서치 테크놀로지스(BioSearch Technologies)로부터 상품명 "칼 플루오르 레드(CAL FLUOR RED) 610"으로 입수가 가능한 포스포아미다이트 유도체 염료(하기의 표 및 예들에서 "CFR610"이라고 일컬어짐); 및 캘리포니아주, 노바토, 바아오서치 테크놀로지스(BioSearch Technologies)로부터 상품명 "쿼사르(QUASAR) 670"으로 입수가 가능한 인도카르보시아닌 유도체 염료(하기의 표에서 "Quasar 670"으로서 일컬어짐)를 포함하지만, 그것들에 한정되지 않는다.

광학 모듈	LED	여기 필터	검출 필터	염료
1	블루	475 nm	520 nm	FAM, Sybr Green
2	그린	530 nm	555 nm	HEX, JOE, VIC, TET
3	오렌지	580 nm	610 nm	ROX, Tx Red, CFR610
4	레드	630 nm	670 nm	Cy 5, Quasar 670

[0059]

[0060] 설명된 모듈식, 다중 검출 아키텍처의 한가지 장점은, 광범위하게 다양한 염료들에 대한 검출을 최적화하는 것 그리고/또는 물질 또는 선택된 부피의 물질이 디스크(13)의 특정 챔버들에 존재하는지를 판단하는 것에 있어서의 유연성이다. 생각건대, 사용자는 필요에 따라 장치(10)에 플러그인될 수 있는 몇 개의 상이한 광학 모듈들(16)의 뱅크를 가질 수 있으며, 그 중 N개가 언제나 사용될 수 있고, N은 장치에 의해 지원되는 채널의 최대 수이다. 또한, 하나 이상의 광학 모듈들(16)의 하나 이상의 광학 채널은 물질 또는 선택된 부피의 물질이 디스크(13)의 특정 챔버들에 존재하는지를 감지(예를 들면, 광학적으로 조사)하는 것에 전용될 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, FAM 광학 채널은 디스크(13)에 지향된 전자기 신호의 후면산란 반사를 검출하기 위해 특히 적합할 수 있고, 어떤 실시예들에서, CFR610 광학 채널은 형광을 사용하여 검출 챔버 내에서 물질 또는 선택된 부피의 물질의 존재를 검출하기 위해 특히 적합할 수 있다. 따라서, 장치(10) 및 광학 모듈들(16)은 임의의 형광 염료와 PCR 검출 방법과 함께 사용될 수 있다. 더 큰 광 섬유 다발이 더 많은 수의 검출 채널들을 지원하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 여러 광 섬유 다발들은 여러 검출기들과 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 두 개의 4-다리 광 섬유 다발은 8개의 광학 모듈(16) 및 2개의 검출기(18)와 함께 사용될 수 있다.

[0061] 도 3은 하우징 내의 제거가능 광학 모듈들의 예시적인 세트의 정면도를 도시한다. 도 3의 예에서, 장치(10)는 베이스 아암(44) 및 모듈 하우징(46)을 포함한다. 메인 광학 모듈(48), 보조 광학 모듈(52), 및 보조 광학 모듈(56)은 모듈 하우징(46) 내에 포함된다. 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 순차적으로 디스크(13)의 상이한 처리 챔버들을 여기시키는 광학 출력 빔들(43, 49, 53, 및 57)을 생성한다. 즉, 출력 빔들(43, 49, 53, 57)은 처리 챔버들을 포함하는 디스크의 동일한 반경방향 위치를 각각 여기시키기 위해 디스크(13)의 곡률을 따른다. 광학 모듈(48)은 각각 상이한 빔들(43, 49)을 출력하는 두 개의 광학 채널을 포함한다. 도시된 바와 같이, 슬롯 센서 트리거(27)는 검출기(33)에 의해 검출되는 광(35)을 생성하는 적외선 광원(31)을 포함할 수 있다.

[0062] 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각은 모듈 하우징(46)과의 연결을 위해 각각의 릴리스 레버(50, 54 또는 58)를 각각 포함할 수 있다. 각각의 릴리스 레버는 모듈 하우징(46) 내에 형성된 각각의 래치를 연결하기 위해 상향 바이어스를 제공할 수 있다. 기술자 또는 다른 사용자는 모듈 하우징(46)으로부터 광학 모듈(48, 52 또는 56)을 언래치 및 제거하기 위해 릴리스 레버(50, 54 또는 58)를 각각 누를 수 있다. 바코드 판독기(29)는 디스크(13)를 식별하기 위한 레이저(62)를 포함할 수 있다.

- [0063] 베이스 아암(44)은 검출 장치(10)로부터 연장되고 모듈 하우징(46) 및 광학 모듈들(48, 52, 및 56)을 위한 받침대를 제공한다. 모듈 하우징(46)은 베이스 아암(44) 맨 위에 단단히 장착될 수 있다. 모듈 하우징(46)은 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 중 각 하나를 수용하기 위해 구성된 장소를 포함할 수 있다. 모듈 하우징(46)에 대해 예시적 목적으로 설명하지만, 검출 장치(10)의 모듈 하우징(46)은 광학 모듈들(48, 52, 및 56)을 수용하기 위한 복수의 장소를 가질 수 있다. 즉, 광학 모듈들(48, 52, 및 56)에 대한 별도의 하우징이 사용될 필요가 없다.
- [0064] 모듈 하우징(46)의 각 장소는, 기술자 또는 다른 사용자가 광학 모듈을 삽입할 때 연관된 광학 모듈을 장소 내에 올바르게 위치결정하는 것을 돕는 하나 이상의 트랙 또는 가이드를 포함할 수 있다. 이 가이드들은 각 장소들의 위쪽, 아래쪽, 또는 측면들을 따라 배치될 수 있다. 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각은 모듈 하우징(46)의 장소들의 가이드들 또는 트랙들과 쌍을 이루는 가이드들 또는 트랙들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 모듈 하우징(46)은 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 내의 오목 가이드들과 짝을 이루는 돌출 가이드들을 가질 수 있다.
- [0065] 어떤 실시예들에서, 모듈 하우징(46)은 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각을 완전히 에워싸지 않을 수 있다. 예를 들어, 모듈 하우징(46)은 베이스 아암(44)에 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각을 고정하기 위해 장착 지점들을 제공할 수 있지만, 광학 모듈의 일부 또는 모두가 노출될 수 있다. 다른 실시예들에서, 모듈 하우징(46)은 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각을 완전히 에워쌀 수 있다. 예를 들어, 모듈 하우징(46)은 광학 모듈들(48, 52, 및 56)의 상방을 폐쇄할 단일 도어, 또는 모듈들 각각에 대한 각각의 도어를 포함할 수 있다. 본 실시예는 모듈이 거의 제거되지 않거나 또는 검출 장치(10)가 극한 환경 조건에 놓이는 응용들에 적합할 수 있다.
- [0066] 기술자가 광학 모듈들(48, 52, 또는 56) 중 임의의 것을 용이하게 제거할 수 있고, 이것은 한 손만을 사용하여 완료될 수 있다. 예를 들어, 기술자는 광학 모듈(52)의 릴리스 레버(54) 아래에 배치된 물딩 립(lip) 하부에 그의 또는 그녀의 검지를 올려놓을 수 있다. 광학 모듈(52)을 모듈 하우징(46)으로부터 릴리스하기 위해 기술자의 엄지가 릴리스 레버(54)를 아래로 누를 수 있다. 엄지와 검지 사이에 광학 모듈(52)을 잡고 있는 동안, 기술자는 검출 장치(10)로부터 광학 모듈을 제거하기 위해 광학 모듈을 후퇴시킬 수 있다. 양손에 의한 제거를 활용하는 방법들을 포함한 다른 방법들이 광학 모듈(48, 52, 또는 56) 중 임의의 것을 제거하기 위해 사용될 수 있다. 광학 모듈(48, 52 또는 56) 중 임의의 것의 삽입은 한 손 또는 양 손에 의해 역의 방식으로 완수될 수 있다.
- [0067] 도 3의 예에서, 두 개의 광학 모듈의 부품들이 메인 광학 모듈(48)을 형성하기 위해 결합된다. 메인 광학 모듈(48)은 두 개의 파장의 광을 생성하는 광원들을 포함할 수 있고 디스크(13) 내의 샘플들로부터의 형광의 각각 상이한 파장을 검출하기 위한 검출기들을 포함할 수 있다. 따라서, 메인 광학 모듈(48)은 광섬유 다발(14)의 두 개의 다리에 연결될 수 있다. 이러한 방식으로, 메인 광학 모듈(48)은 두 개의 독립적인 광학 여기 및 수집 채널을 갖는 이중 채널 광학 모듈로서 볼 수 있다. 어떤 실시예들에서, 메인 광학 모듈(48)은 두 개 초과인 광학 모듈에 대한 광학 부품들을 포함할 수 있다. 다른 경우들에 있어서, 모듈 하우징(46)은 보조 광학 모듈(52 및 56) 등의 복수(예를 들어, 두 개 이상)의 단일 채널 광학 모듈을 포함한다. 또 다른 경우들에 있어서, 모듈 하우징(46)은 한 개 이상의 이중 채널 광학 모듈(48)과 한 개 이상의 단일 채널 광학 모듈(52, 56)의 조합을 포함한다.
- [0068] 도 3에 도시된 바와 같이, 메인 광학 모듈(48)은 레이저 밸브 제어 시스템(51)(광학 모듈(48) 내에 배치됨)에 대한 부품들도 포함할 수 있다. 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 디스크(13)의 외측 에지 근처에 배치된 작은 슬롯에 의해 디스크(13) 장소를 검출한다. 검출기(도시되지 않음)는 디스크를 회전시키는 모터에 대하여 디스크(13)의 장소를 매핑하기 위해 저전력 레이저 광(55)을 검출한다. 제어 유닛(23)은 디스크(13)(도 3에 도시되지 않음) 상의 밸브들의 위치를 찾기 위해, 그리고 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 통해 개방하기 위한 위치로 타겟 밸브들을 회전시키기 위해 맵을 사용한다.
- [0069] 타겟 밸브가 제 위치에 오면, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 고전력의 하나 이상 짧은 버스트를 사용하여 밸브에 레이저 광(55)을 포커싱한다. 짧은 버스트들은 예를 들면, 밸브를 피어싱, 용해, 또는 삭마에 의해, 타겟 밸브 내에 보이드를 형성하여, 디스크(13)가 회전할 때 내부 보유 챔버의 내용물이 외측 처리 챔버에 흐르게 하는 것을 허용한다. 그 후 검출 장치(10)는 처리 챔버 내의 후속의 반응을 감지할 수 있으며, 그리고/또는 내용물 또는 그들의 선택된 부피가 유효하게 처리 챔버로 수송되었는지를 검출할 수 있다. 챔버 내의 내용물들은 액체 또는 고체 상태의 물질들을 포함할 수 있다.
- [0070] 어떤 실시예들에서, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 단일 채널 광학 모듈, 예를 들어, 보조 광학 모듈(54) 또는 보조 광학 모듈(56) 내에 포함될 수 있다. 다른 실시예들에서, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 광학 모듈들(48, 52, 또는 56) 중 임의의 것과는 별도로 검출 장치(10)에 장착될 수 있다. 이 경우, 레이저 밸브 제어 시

시스템(51)은 제거가능할 수 있고 모듈 하우징(46) 또는 검출 장치(10)의 다른 하우징 내의 위치와 연계되도록 구성될 수 있다.

[0071] 도 3의 예에서, 슬롯 센서 트리거(27)는 디스크(13)의 양면 중 어느 곳에, 제거가능한 모듈들 근방에 배치된다. 일 실시예에서, 슬롯 센서 트리거(27)는 적외선(IR) 광(35)을 방출하기 위한 광원(31)을 포함한다. 검출기(33)는 디스크(13) 내의 슬롯이, 광이 디스크를 통과하여 검출기(33)에 이르도록 허용할 때, IR 광(35)을 검출한다. 제어 유닛(23)은 디스크(13)의 회전과 광학 모듈들(48, 54, 및 56)로부터의 데이터 수집을 동기화하기 위해 검출기(33)에 의해 생성된 출력 신호를 사용한다. 어떤 실시예들에서, 슬롯 센서 트리거(27)는 장치(10)의 작동 동안 디스크(13)의 외측 에지에 도달하도록 베이스 아암(44)으로부터 연장될 수 있다. 다른 실시예들에서, 기계적 검출기가 디스크(13)의 위치를 검출하기 위해 사용될 수 있다.

[0072] 바코드 판독기(29)는 디스크(13)의 사이드 에지에 배치된 바코드를 판독하기 위해 레이저(62)를 사용한다. 바코드는 장치(10)의 적절한 동작을 허용하기 위해 디스크(13)의 타입을 식별한다. 어떤 실시예들에서, 바코드는 여러 디스크들(13)로부터 특정 샘플들에 대한 데이터를 추적하는 기술자를 지원하기 위해 실제 디스크를 식별할 수 있다.

[0073] 광학 모듈들(48, 52, 및 56)의 모든 표면 부품들은 고분자, 복합 물질, 또는 금속 합금으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 고 분자량 폴리에탄은 표면 부품들을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 다른 경우들에는, 알루미늄 합금 또는 탄소 섬유 구조가 생성될 수 있다. 어느 경우든, 소재는 열, 피로, 스트레스, 및 부식에 대해 저항성이 있을 수 있다. 검출 장치(10)는 생물학적 물질들과 접촉될 수 있으므로, 구조들은 디스크(13)로부터 챔버 내용물이 누출되는 이벤트시에 멸균될 수 있다.

[0074] 도 4는 검출 장치(10)의 모듈 하우징(46) 내의 제거가능한 광학 모듈들(48, 52, 및 56)의 예시적인 세트의 측면도를 도시한다. 도 4의 예에서, 베이스 아암(44)은 모듈 하우징(46) 내에 부착된 제거가능한 광학 모듈들(48, 52, 및 56)뿐만 아니라 바코드 판독기(29)를 지지한다. 디스크(13)는 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 아래에 배치되고 샘플들(22)은 시간적으로 서로 다른 순간들에 각 모듈들의 각각의 광로 아래에 배치된다.

[0075] 모듈 하우징(46) 내에서, 보조 모듈(56) 및 메인 광학 모듈(48)의 앞부분들이 보여질 수 있다. 보조 모듈(56)은 몰딩된 립(59)과 릴리스 레버(58)를 포함한다. 전술한 바와 같이, 몰딩된 립(59)은 모듈 하우징(46)에 모듈을 제거하거나 삽입할 때, 모듈(56)을 붙잡기 위해 사용될 수 있다. 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 모두 각각의 몰딩된 립과 릴리스 레버를 가질 수 있거나, 또는 단일 릴리스 레버가 광학 모듈을 모두 제거하기 위해 사용될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 모듈을 붙잡기 위한 상이한 부품을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각은 모듈 하우징(46)으로부터 수직 또는 수평 방향으로 각각의 모듈을 제거하기 위한 핸들을 포함할 수 있다.

[0076] 모듈 하우징(46) 내에서 광학 모듈들(48, 52 및 56)의 장소는 시간적으로 임의의 특정 순간에 디스크(13) 내의 서로 다른 샘플들을 개별적으로 여기시키기 위해 고정될 수 있다. 예를 들어, 메인 광학 모듈(48)은 보조 광학 모듈들(52, 56)보다 약간 더 베이스 아암(44) 쪽으로 배치될 수 있고, 보조 광학 모듈들은 메인 모듈의 양측에의 위치에 오프셋된다. 또한, 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 수평 방향으로 오프셋될 수 있어서(도 4에서는 화살표로 지시되고, X는 외부 광 빔들이 내부 광 빔들로부터 오프셋되는 거리임), 모듈들에 의해 생성된 여기 광 빔들이 디스크(13)의 곡률을 따른다. 이 배열에서, 광학 모듈들(48, 52, 및 56)에 의해 생성된 광 빔들은 디스크(13)가 회전할 때, 동일한 경로를 횡단함으로써, 경로를 따라 배치된 처리 챔버들로부터 광을 여기시키고 수집한다. 어떤 실시예들에서, 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 여기 광 빔들이 회전 디스크(13) 주위의 상이한 경로들을 횡단하도록 얼라인될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 여기 광 빔들이 회전 디스크(13) 주위의 다른 경로들, 동일 경로들, 또는 그들의 조합을 횡단하도록 얼라인될 수 있다.

[0077] 이 예에서, 베이스 아암(44)은 모듈 하우징(46) 내로 연장되는 전기적 콘택트 보드(66)를 포함한다. 모듈 하우징(46) 내부에서, 전기 콘택트 보드(66)는 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각에 대한 전기 콘택트들을 포함할 수 있다. 전기 콘택트 보드(66)는 제어 유닛(23)에 전기적으로 결합될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각은 제어 유닛(23)에 접속되는 개별적인 연관된 전기 콘택트 보드를 가질 수 있다. 어떤 실시예들에서, 제어 유닛(23)과 데이터 수집 장치(21)의 적어도 일부는 도 3 내지 도 8의 장치(10)의 외부에 배치될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 제어 유닛(23)의 적어도 일부는 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 중 하나 이상 내에 배치될 수 있다.

[0078] 광섬유 커플러(68)는 광학 모듈(56)의 광학 출력 포트에 광섬유 다발(14)의 한 개의 다리를 결합한다. 도시되

지 않았지만, 광학 모듈들(48, 52, 및 56) 각각은 모듈 하우징(46)에 장착된 각각의 광섬유 커플러와 연결되도록 구성된 광학 출력 포트를 포함한다. 광 섬유 커플러(68)와 광섬유 다발(14)의 다리 간의 접속은 나사 잠금, 스냅 클로저(snap closure), 또는 마찰 결합일 수 있다.

[0079] 바코드 판독기(29)는 디스크(13)의 바코드를 판독하기 위한 레이저 광(64)을 생성한다. 레이저 광(64)은 디스크(13)의 외측 에지와 상호 작용하는 직접 경로를 따른다. 광(64)은 한꺼번에 디스크(13)의 넓은 영역을 커버하기 위해 퍼질 수 있다. 어떤 실시예들에서, 디스크가 느린 속도로 회전할 때 바코드 판독기(29)는 디스크(13) 상의 바코드를 판독할 수 있다. 다른 실시예들에서, 바코드 판독기(29)는 새 디스크가 장치(10)에 로딩되지 않은 것을 확인하기 위해 작동 중에 주기적으로 바코드를 판독할 수 있다. 다른 실시예들에서 바코드 판독기(29)는 디스크(13) 상의 하나 초과와 바코드를 검출할 수 있다.

[0080] 어떤 실시예들에서, 베이스 아암(44)은 예를 들어, 다양한 갠트리 위치들 사이의 갠트리 시스템 상에서, 디스크(13)에 대하여 이동가능할 수 있다. 이 경우, 베이스 아암(44)은 상이한 크기의 디스크들 상의 샘플들, 또는 디스크(13)의 내부 안에 배치된 샘플들을 검출하도록 구성될 수 있을 것이다. 예를 들어, 베이스 아암(44)을 디스크(13)의 중심으로부터 더 멀리 이동시킴으로써, 더 많은 처리 챔버들 또는 더 큰 처리 챔버들을 포함하는 더 큰 디스크가 사용될 수 있다. 모듈 하우징(46)은 또한 광학 모듈(48, 52 또는 56) 각각의 구성가능한 위치를 가질 수 있어서, 각각의 모듈은 디스크(13) 주위의 처리 챔버들의 하나 이상의 원형 경로들로 이동될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 베이스 아암(44)은 디스크(13)의 중심에 대해 상대적으로 반경방향 내측으로 그리고 반경방향 외측으로 이동가능할 수 있으며, 갠트리 위치들은 일반적으로 "반경방향 갠트리 위치들" 또는 "반경방향 위치들"이라고 일컬어질 수 있다.

[0081] 도 5는 모듈 커넥터를 노출하도록 한 개의 모듈이 제거된 장치(10)를 도시한다. 특히, 모듈 하우징(46)은 도 5에 도시되지 않고, 광학 모듈(56)은 제거되는 모듈(56)에 대한 접속과 함께 광학 모듈들(52 및 48)을 노출시키기 위해 제거되었다.

[0082] 광학 모듈(56)의 릴리스 레버(58)(도 3)는 베이스 아암(44)에 장착된 부착 포스트(69)에 단단히 부착된다. 이 예에서, 부착 포스트(69)는 광학 모듈(56) 내로 연장되고 릴리스 레버(58)에 결합된다. 다른 실시예들에서, 나사 또는 스냅 고정 장치 등의 다른 부착 메커니즘들이 광학 모듈(56)을 베이스 아암(44)에 고정하기 위해 사용될 수 있다.

[0083] 베이스 아암(44)은 일단 삽입된 광학 모듈(56)을 수용하고 연결하기 위해 모듈 하우징(46) 내에서 두 개의 서로 다른 조작가능한 접속을 제공한다. 특히, 베이스 아암(44)은 전기 콘택트 보드(66)를 제공하고, 이 보드는 광학 모듈(56) 내에 포함된 전기 콘택트들(도시되지 않음)에 결합하기 위한 전기 접속들(70)을 포함한다. 전기 접속들(70)은 제어 유닛(23)이 모듈(56) 내의 전기 부품들과 통신하도록 해준다. 예를 들어, 모듈(56)은 전기 회로, 하드웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 일 예에서, 내부의 전기 부품들은 일련 번호 등의 고유 식별 정보를 저장할 수 있고 제어 유닛(23)에 출력할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 전기 부품들은 제거가능 모듈(56) 내에 포함된 광학 부품들의 특징적인 특성을 설명하는 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 전기 부품들은 프로그램가능한 판독 전용 메모리(PROM), 플래시 메모리, 또는 다른 내부의 또는 제거가능한 저장 매체를 포함할 수 있다. 다른 실시예들은 광학 모듈들(48, 52, 또는 56)의 독특한 서명을 제어 유닛(23)에 출력하기 위한 저항들의 집합, 회로, 또는 임베디드 프로세서를 포함할 수 있다. 다른 예에서, 광학 모듈(56)은 레이저 소스와, 레이저 밸브 제어 시스템, 즉, 레이저 밸브 제어 시스템(51)의 일부를 형성하는 다른 부품들을 포함할 수 있다.

[0084] 전기 콘택트 보드(66)는 제거될 수 있거나, 다른 제거가능 광학 모듈과 연관된 또 다른 버전으로 교체될 수 있다. 이 옵션은 장치 기능의 업그레이드를 지원할 수 있다. 다른 실시예들에서, 접속들(70)은 더 많거나 더 적은 접속 핀들을 포함할 수 있다.

[0085] 또한, 베이스 아암(44) 및 모듈 하우징(46)은 광학 모듈(56)을 수용하기 위한 장소 내에 광학 채널(72)을 제공한다. 광학 채널(72)은 광섬유 다발(14)의 다리와 인터페이스하는 광섬유 커플러(68)(도 4)에 접속된다. 광학 채널(72)은 광학 모듈(56) 내의 장소에 삽입된다. 광학 모듈(56)에 의해 캡처된 광은 광학 채널(72), 광섬유 커플러(68), 및 광섬유 다발(15)을 통해 검출기(18)에 지향될 수 있다. 이 접속들 간에 피팅은 광이 광로를 이탈하지 않도록 또는 광로에 진입하지 않도록 보장하기 위해 타이팅할 수 있다.

[0086] 어떤 실시예들에서, 광학 모듈(56)에의 접속들은 상이한 구성으로 배치될 수 있다. 예를 들어, 접속들은 다른 방향으로부터 광학 모듈(56)을 수용하기 위해 다른 위치에 배치될 수 있다. 다른 실시예들에서, 전기 접속들은

광학 모듈(56)의 일 측에 배치될 수 있고, 광학 접속들은 모듈(56)의 제2 표면에 배치된다. 어떠한 경우든, 모듈 하우징(46)의 장소 내에 배치된 전기 및 광학 접속들은 제거가능 광학 모듈, 즉, 이 예에서는 광학 모듈(56)을 수용한다.

[0087] 도 5에서 설명된 모듈(56)의 광학 및 전기 접속들은 광학 모듈들(48, 52)을 포함한, 임의의 모듈과 함께 사용될 수 있다. 또한, 각 광학 모듈에 대한 접속들은 동일하지 않을 수 있다. 접속들은 원하는 제거가능한 광학 모듈과의 결합을 위해 변경될 수 있기 때문에, 모듈 하우징(46)의 특정 장소 내에 삽입된 임의의 특정 광학 모듈에 의해 활용되는 접속들은 언제든지 달라질 수 있다.

[0088] 도 6은 예시적인 제거가능한 메인 광학 모듈(48)의 내부 부품들을 도시한다. 도 6의 예에서, 메인 광학 모듈(48)은 릴리스 레버(50), 피벗 핀(61), 및 래치(74)를 포함한다. 내부 하우징(78)은 모듈(48)의 각 측을 분리하고, 리본(81)에 접속된 전기 컨택트 패드(80)를 포함한다. 광학 부품들은 LED(82), 콜리메이팅 렌즈(84), 여기 필터(86), 다이크로익 필터(88), 포커싱 렌즈(90), 검출 필터(92), 및 렌즈(94)를 포함한다. 광학 출력 포트(17)는 광섬유 다발(14)의 다리에 결합된다. 제2 광학 채널(도시되지 않음)을 위한 별도의 광학 부품들의 세트가 내부 하우징(78)의 반대편에 배치된다. 또한, 메인 모듈(48)은 제어 장치(23)에 의해 제어되는 레이저 밸브 제어 시스템(51)의 일부로서 커넥터(96), 레이저 다이오드(98), 및 포커싱 렌즈(100)를 포함한다.

[0089] 릴리스 레버(50)는 피벗 핀(61)에 의해 광학 모듈(48)에 부착된다. 피벗 핀(61)은 릴리스 레버(50)를 핀(61)의 축을 중심으로 회전하도록 허용한다. 릴리스 레버(50)가 눌러질 때, 아암(63)은 래치(74)를 올리기 위해 핀(61)의 축을 중심으로 반시계 방향으로 회전한다. 일단 래치(74)가 올려지면, 광학 모듈(48)은 모듈 하우징(46)으로부터의 제거가 자유로워질 수 있다. 래치(74)를 아래 위치에 유지하기 위해 릴리스 레버(50)에 대해 바이어스 힘을 유지하는 다른 메커니즘 또는 스프링이 있을 수 있다. 어떤 실시예들에서는, 래치(74)를 아래, 또는 래치된, 위치에 유지하는 모멘트 아암을 제공하기 위해 피벗 핀(61)의 주위에 스프링이 포함될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 다른 장착 메커니즘들이 전술한 레버에 추가될 수 있거나 또는 그 대신에 사용될 수 있다. 예를 들어, 광학 모듈(48)은 하나 이상의 나사 또는 핀에 의해 모듈 하우징(46)에 부착될 수 있다.

[0090] 장착 보드(76)는 통신 리본(81)과 LED(82)를 부착하기 위해 광학 모듈(48) 내에 설치될 수 있다. 리본(81)은 전기 컨택트 패드(80)에 접속되고 광학 모듈(48) 내에서 패드와 전기 부품들 간의 접속을 제공한다. 컨택트 패드(80)와 리본(81)은, 레이저 밸브 제어 시스템(51) 및 임의의 내부 메모리 또는 다른 저장 매체를 포함하는 메인 광학 모듈(48)의 양 측들에 대해 필요한 정보를 실어 나를 수 있다. 리본(81)은 광학 모듈(48) 내에서의 위빙(weaving)을 위해 유연할 수 있다. 리본(81)은 전기 부품들과 제어 유닛(23) 간에 신호를 통신하기 위해 그리고/또는 전기 부품들에 전력을 공급하기 위해 복수의 전도성 와이어를 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 각 전기 부품은 그 부품을 제어 유닛(23)과 접속하는 별도의 케이블을 가질 수 있다. 기술자는 하우징으로부터 광학 모듈(48)을 제거할 때 모듈 하우징(46)으로부터 케이블 또는 플렉스 회로를 분리할 필요가 있을 수도 있다.

[0091] 어떤 실시예들에서, 광학 모듈(48)은 디스크(13)로부터 광을 검출하기 위한 검출기, 및 데이터를 처리하고 저장하기 위한 전자 회로들을 포함할 수 있다. 전자 회로는 검출된 광을 나타내는 데이터를 제어 유닛(23)에 무선으로 전송하기 위한 원격 회로(telemetry circuit)를 포함할 수 있다. 무선 통신은 적외선, 무선 주파수, 블루투스, 또는 다른 원격 기술에 의해 수행될 수 있다. 또한, 광학 모듈(48)은 예를 들어, 제어 유닛(23)에 의해 재충전될 수 있는, 전자 회로에 전력을 공급하는 배터리를 포함할 수 있다.

[0092] LED(82)는 장착 보드(76)에 부착되고 리본(81)에 전기적으로 결합된다. LED(82)는 샘플(22)을 여기시키기 위해 소정의 파장의 여기 광(49)을 생성한다. 여기 광(43)은 제2 광학 채널(도시되지 않음)에 의해 생성된다. 광(49)이 LED(82)를 떠나 후, 광은 여기 필터(86)에 입사되기 전에 콜리메이팅 렌즈(84)에 의해 확장된다. 하나의 파장 대역의 광(49)은 다이크로익 필터(88)에 통과되고 포커싱 렌즈(90)에 의해 샘플에 포커싱된다. 광(49)은 샘플을 여기시키고 형광은 포커싱 렌즈(90)에 의해 집광되고 다이크로익 필터(88)에 의해 검출 필터(92)에 전송된다. 그 결과 광의 파장 대역은 렌즈(94)에 의해 집광되고 광학 출력 포트(17)에 전송되며 이 경우 집광된 형광 광은 검출기(18)로의 전송을 위해 광섬유 다발(14)의 다리에 입사한다. 이러한 형광은 관심의 분석물의 존재(예를 들어, 당두한 분석의 결과로서)를 나타낼 수 있으며, 그리고/또는 그러한 형광은, 물질이 챔버 내의 특정 장소나 높이에 존재하는지를 확인하기 위해 챔버의 특정 위치(예를 들어, 반경방향 위치)를 광학적으로 조사함으로써, 선택된 부피의 물질의 존재를 나타낼 수 있다. 챔버가 광학적으로 조사될 때, 물질이 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해, 챔버는 관심의 물질의 광학적 특성에 대해 조사된다. 이러한 광학적 특성은 흡수, 형광, 후방 Rayleigh(레이레이) 산란, 방출된 전자기 신호의 후방산란 반사, 등 또는 이들의 조합을

포함하지만, 이것들에 국한되지 않는 다양한 특성을 포함할 수 있다.

- [0093] "신호"는 상기의 광학적 특성들 중 임의의 것에 대해 조사함으로써 생성될 수 있고, 신호는 기준선으로부터 증가 및/또는 감소될 수 있다. 예를 들어, 신호는 다음의 모드들로부터 나올 수 있다.
- [0094] (i) 후방산란(또는 반사) - 후방산란은, 굴절률의 변화에 의해 액체의 메니스커스를 검출하는 것으로부터, 검출 중인 물질 내의 입자들을 검출하는 것으로부터, 조사 중인 디스크(13)의 챔버의 후면으로부터의 반사로부터, 또는 이들의 조합으로부터 파생될 수 있다.
- [0095] (ii) 형광 - (예를 들면, 접착제 또는 코팅 등에 통합됨으로써, 검출 챔버의 바닥을 형성하는 표면에 또는 그 표면 상에 형광체가 위치결정된다면) 배경 형광의 켄칭 또는 검출된 물질의 형광을 검출함에 의해.
- [0096] 후방산란 및 형광, 이 두 검출 모드는 검출 중인 물질과 챔버 내의 공기와 디스크(13) 내의 잠재적 물질들 간의 굴절률 차이에 의해 영향을 받을 수 있다. 결과적인 굴절은 신호를 보강 또는 감쇠시킬 수 있다. 어떤 실시예들에서, 구조화된 표면은 광을 포커싱하거나 광을 분산하는 것을 보조하기 위해 관심있는 챔버의 바닥 또는 최상부를 형성하는 표면에 구조화된 표면이 위치결정될 수 있다. 예를 들어, 검출되고 있는 물질과 동일한 굴절률($n=1$)을 갖는 구조화된 물질은, 건조할 때 검출 경로 밖으로 광을 반사할 수 있고 습할 때, 즉, 검출될 물질과 접촉할 때 직선 경로 반사를 허용할 수 있을 것이다.
- [0097] 또한, 이 두 검출 모드는 검출 중인 물질에 의한 그리고/또는 디스크(13)의 부품에 의한 신호의 흡수에 의해 영향을 받을 수 있다. 어떤 실시예들에서, 신호는 챔버의 바닥을 형성하는 표면(예를 들어, 접착제 또는 코팅 등에 일체화됨)에 또는 그 표면 상에 색소포를 위치시킴으로써 변조될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 어떤 실시예들에서, 물질이 디스크(13)에 로딩되기 전이나 후에, 검출 중인 물질에 색소포를 추가함으로써 신호가 변조될 수 있다.
- [0098] 광(49)은, 반드시 샘플을 여기시켜 형광을 유발할 필요 없이, 디스크(13)에 의해, 또는 그 일부에 의해, 예를 들면 디스크(13) 상의 챔버 또는 디스크(13) 상의 챔버 내에 위치된 샘플(22)에 의해 후방산란될 수 있다. 예를 들어, 전자기 신호(예를 들면, 광(49))는 검출 챔버 내에 방출될 수 있으며, 검출 챔버로부터 전자기 신호의 후방산란 반사를 검출함으로써 스캔이 획득될 수 있다. 이러한 후방산란 반사는 형광과 마찬가지로 수집되고 검출될 수 있다. 즉, 후방산란 광은 렌즈(94)에 의해 수집될 수 있고 광학 출력 포트(17)에 전송될 수 있으며, 이 경우 수집된 후방산란 광은 검출기(18)로의 전송을 위해 광섬유 다발(14)의 다리에 입사한다. 단지 예시적으로, 디스크(13)로부터의 후방산란 광을 전송하고 수집하는 것은, 샘플 또는 샘플의 선택된 부피가 디스크(13) 상의 특정 챔버에 존재하는지를 (예를 들어, 광학적으로 조사함으로써) 판단하는 하나의 방법일 수 있다. 캘리브레이션이 이루어진다면, 후방산란 전자기 신호는 챔버 내의 물질의 양을 정량화하기 위해 사용될 수 있다.
- [0099] 내부 하우징(78)은 샘플의 여기, 및 선택된 파장에 의해 샘플로부터 방출되는 형광 광의 검출에 포함되는 모든 부품들을 지지할 수 있다. 내부 하우징(78)의 반대편에, 상이한 파장의 광을 생성하고 대응하는 상이한 형광 파장을 검출하기 위해, 광학 부품들과 유사한 구성이 포함될 수 있다. 각 측의 분리는 하나의 측으로부터 다른 측의 광학 채널에 입사하는 광 오염을 제거할 수 있다.
- [0100] 커넥터(96), 레이저 다이오드(98), 및 포커싱 렌즈(100)를 포함한, 레이저 밸브 제어 시스템(51)의 부품들은 모듈(48)의 각 측 간에 부분적으로 하우징될 수 있다. 내부 하우징(78)은 이 부품들에 대한 물리적 지지를 제공할 수 있다. 리본(81)은 레이저 소스에 구동 신호 및 전력을 통신하기 위해 커넥터(96)에 접속된다. 레이저 다이오드(98)는 커넥터(96)에 접속되고, 디스크(13) 상의 밸브들을 개방하기 위해 사용되는 레이저 에너지(55)를 생성한다. 레이저 다이오드(98)는 레이저 에너지(55)를 디스크(13) 상의 특정 밸브들에 지향시키기 위해 포커싱 렌즈(100)에 이 근적외선(NIR) 광을 전송할 수 있다. NIR 센서는 개방되어야 하는 특정 밸브들의 위치를 찾기 위해 디스크(13) 아래에 배치될 수 있다. 다른 실시예들에서, 이러한 부품들은 광학 부품들과는 별도로 하우징될 수 있다.
- [0101] 어떤 실시예들에서, 레이저 밸브 제어 시스템(51)의 방출 렌즈(98) 및 포커싱 렌즈(100)는 보조 광학 모듈들(52 및 56)(그림 3) 등의 단일 채널 광학 모듈 내에 포함될 수 있다.
- [0102] 도 7은 용이하게 검출 장치(10)에 삽입될 수 있고 그로부터의 제거될 수 있는 예시적인 보조 광학 모듈의 내부 부품들을 도시한다. 도 7의 예에서, 광학 모듈(56)은 메인 광학 모듈(48)과 마찬가지로, 릴리스 레버(58), 피벗 핀(59), 및 래치(102)를 포함한다. 광학 모듈(56)은 또한 리본(107)에 접속된 전기 컨택트 패드(106)를 포함한다. 리본(107)은 또한 장착 보드(104)에 접속될 수 있다. 메인 광학 모듈(48)과 마찬가지로, 광학 부품들은 LED(108), 콜리메이팅 렌즈(110), 여기 필터(112), 다이크로익 필터(114), 포커싱 렌즈(116), 검출 필터

(118), 및 렌즈(120)를 포함한다. 광학 출력 포트(19)는 광섬유 다발(14)의 다리에 결합된다. 실질적으로 릴리스 레버(58)와 래치(102)는 도 6에 도시되고 상기에서 설명된 바와 같이 광학 모듈(48)과 마찬가지로 작동할 수 있다.

[0103] 장착 보드(104)는 통신 리본(107)과 LED(108)를 부착하기 위해 광학 모듈(56) 내에 설치될 수 있다. 리본(107)은 전기 콘택트 패드(106)에 접속되고, 패드와 광학 모듈(56) 내의 전기 부품들 간의 접속을 제공한다. 콘택트 패드(106)와 리본(107)은 광학 부품들을 작동시키기 위해 필요한 정보를 실어 나를 수 있다. 리본(107)은 광학 모듈(56) 내에서의 위빙(waving)을 위해 유연할 수 있다. 리본(107)은 부품들과 제어 유닛(23) 간에 신호를 통신하기 위해 그리고/또는 전기 부품들에 전력을 공급하기 위해 복수의 도전성 와이어를 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 각 전기 부품은 그 부품을 제어 유닛(23)과 접속하는 별도의 케이블을 가질 수 있다. 기술자는 하우징으로부터 광학 모듈(56)을 제거할 때 모듈 하우징(46)으로부터 케이블 또는 플렉스 회로를 분리할 필요가 있을 수도 있다.

[0104] 도 6에 도시되고 상기에서 설명된 광학 모듈(48)과 마찬가지로, 어떤 실시예들에서, 광학 모듈(56)은 디스크(13)로부터 광을 검출하기 위한 검출기, 및 데이터를 처리하고 저장하기 위한 전자 회로들을 포함할 수 있다. 전자 회로들은 검출된 광을 나타내는 데이터를, 무선 통신 모드들 또는 상기에서 설명된 기술들 중 임의의 것을 이용하여 제어 유닛(23)에 무선으로 전송하기 위한 원격 회로를 포함할 수 있다. 광학 모듈(56)은 또한 예를 들어, 제어 유닛(23)에 의해 재충전될 수 있는, 전자 회로에 전력을 공급하는 배터리를 포함할 수 있다.

[0105] LED(108)는 장착 보드(104)에 부착되고 리본(107)에 전기적으로 결합된다. LED(108)는 샘플(22)을 여기시키기 위해 소정의 파장의 여기 광(101)을 생성한다. 광(101)이 LED(108)를 떠나 후, 광은 여기 필터(112)에 입사되기 전에 콜리메이팅 렌즈(110)에 의해 확장된다. 하나의 파장 대역의 광(101)이 다이크로익 필터(114)에 통과되고 포커싱 렌즈(116)에 의해 샘플에 포커싱된다. 광(101)이 샘플을 여기시키고, 형광은 포커싱 렌즈(116)에 의해 수집되고 다이크로익 필터(114)에 의해 검출 필터(118)에 전송된다. 그 결과의 광의 파장 대역은 렌즈(120)에 의해 집광되고 광학 출력 포트(19)에 전송되고, 이 경우 집광된 형광 광은 검출기(18)로의 전송을 위해 광섬유 다발(14)의 다리에 입사한다.

[0106] 광학 모듈(48)과 마찬가지로, 광학 모듈(56)(및/또는 광학 모듈(52))은 또한(또는 광학 모듈(48) 대신에) 디스크(13)로부터, 또는 그 일부, 예를 들면 디스크(13) 상의 챔버, 또는 디스크(13) 상의 챔버 내에 위치한 샘플(22)로부터의 후방산란 광을 전송하고 검출하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 후방산란 광은 형광과 마찬가지로 집광되고 검출될 수 있다. 즉, 후방산란 광은 렌즈(120)에 의해 집광되고 광학 출력 포트(19)에 전송될 수 있고, 이 경우 집광된 후방산란 광은 검출기(18)로의 전송을 위해 광섬유 다발(14)의 다리에 입사한다. 광학 모듈(48)과 마찬가지로, 형광 및/또는 후방산란 광은 선택된 부피의 물질이 디스크(13)의 특정 챔버에 존재하는지를 판단하는 수단이 될 수 있다.

[0107] 보조 광학 모듈(56)은 또한 레이저 밸브 제어 시스템(51)의 부품들을 포함할 수 있다. 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 장치(10) 내에서 사용되는 유일한 시스템일 수 있거나 또는 복수의 레이저 밸브 제어 시스템 중 하나일 수 있다. 이 시스템에 사용되는 부품들은 도 6의 광학 모듈(48)에서 설명된 부품들과 마찬가지로일 수 있다.

[0108] 보조 광학 모듈(56)의 부품들은 하나의 파장 대역의 광을 방출하고 검출하기 위해 사용되는 임의의 보조 광학 모듈 또는 임의의 광학 모듈과 마찬가지로일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 부품들은 다른 실험적인 응용을 수용하기 위해 구성에 있어서 변경될 수 있다. 예를 들어, 임의의 광학 모듈들은 다른 방향으로부터 삽입되도록, 또는 디스크(13)에 대하여 다른 위치에서 장치 내에 배치되도록 변경될 수 있다. 어떤 경우든, 광학 모듈들은 장치(10)에 변경 유연성을 제공하기 위해 제거가능할 수 있다.

[0109] 도 8은 장치 하우징 내의 제거가능 광학 모듈들(48, 52, 및 56)의 예시적인 세트의 측면도를 도시하며, 레이저 밸브 제어 시스템이 디스크 상의 슬롯 상방에 배치된다. 도 8의 예는 도 4와 유사하다. 그러나, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 에너지 소스, 즉, 레이저 다이오드로부터 디스크(13)의 슬롯(75)을 통해 레이저 광(71)을 조준하도록 위치결정되었다. 광이 슬롯(75)을 통과할 때, 센서(73)는 레이저 광(71)을 검출한다.

[0110] 갠트리(60)는 디스크(13)의 중심에 대해 수평 방향(도 8에 화살표로서 도시되고 "X"로 지시됨)으로 모듈 하우징(46) 및 포함되어 있는 광학 모듈들(48, 52, 및 56)을 이동시키기 위해 사용될 수 있다. 즉, 모듈 하우징(46) 및 포함되어 있는 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 디스크(13)의 중심에 대해 반경방향으로 이동할 수 있다. 예를 들면, 2차원 평면, 3차원 공간 등에서의 갠트리(60)의 다른 방향의 운동도 채택될 수 있다. 레이저 광(71)은 디스크(13)에서 슬롯(75)의 위치를 찾기 위해 저전력 방사광(예를 들어, 근적외선(NIR) 광)을 생성하기 위해

감소된 전류에서 레이저에 의해 방출될 수 있다. 어떤 경우들에 있어서, 갠트리(60)는 수평 방향으로 모듈 하우징(46)을 이동시킬 수 있고, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 슬롯(75)의 위치를 찾기 위해 레이저 광(71)을 출력한다.

[0111] 일단 레이저 광이 슬롯(75)을 통해 진행하면 센서(73)는 레이저 광(71)을 검출할 수 있어서, 센서(73)는 감지된 저전력 레이저 광(71)을 나타내는 전기 신호를 제어 유닛(23)에 출력하도록 야기된다. 센서(73)로부터 전기 신호를 수신하면, 제어 유닛(23)은 감지된 디스크 위치를 회전 플랫폼(25)의 알려진 장소로 매핑하고, 회전 플랫폼(25)의 알려진 위치를 기준으로 상대적인 디스크(13)의 각각의 밸브의 위치를 식별하는 위치 맵을 구축한다. 그 후 제어 유닛(23)은 디스크(13)의 원하는 밸브들을 타겟팅하기 위해 레이저를 이동시키거나 디스크를 회전시키거나, 또는 둘 다를 하기 위해 구축된 위치 맵을 사용할 수 있다. 다른 실시예들에서, 센서(73)는 디스크(13)의 반사 부분 또는 부분들로부터의 레이저 광(71)을 검출하기 위해 디스크(13)의 레이저 밸브 제어 시스템(51)과 동일한 측에 배치될 수 있다.

[0112] 선택된 밸브 상방에 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 위치결정하면, 선택된 밸브를 개방하기 위해, 제어 유닛(23)은 고전력 에너지의 짧은 펄스들(예를 들어, 1 와트(W)로 1 초)을 제공하도록 레이저 밸브 제어 시스템에 지시한다. 밸브들은 방출된 전자기 에너지, 즉 레이저 광(71)을 흡수하는 폴리머 또는 그와 유사한 물질로 구성될 수 있어서, 폴리머를 파열시킴으로써, 내부 보유 챔버와 외부 처리 챔버 사이의 채널을 개방한다. 다른 에너지 소스들(예를 들면, 무선 주파수 에너지 소스)가 사용될 수 있고, 생성된 에너지를 흡수하여 파열(즉, 개방)되는 물질들이 선택될 수 있다. 일단 밸브들이 개방되면, 디스크(13)의 회전은 각각의 내부 보유 챔버의 내용물들을 각각의 외부 처리 챔버로 수송한다.

[0113] 어떤 실시예들에서, 레이저 밸브 제어 시스템(51)과 슬롯 센서 트리거(27)는 디스크(13)의 효과적인 위치결정을 위해 통신할 수 있다. 예를 들어, 슬롯 센서 트리거(27)는 일반적으로 슬롯(75)의 존재를 감지함으로써 디스크(13)의 반경방향 위치를 찾을 수 있다. 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 특히 디스크(13)의 보다 정확한 반경방향의 그리고 각도의 위치를 위해 슬롯(75)의 에지들 각각을 구체적으로 검출할 수 있다. 슬롯(75)의 에지들이 슬롯(75) 자체보다 작은 형태들이기 때문에, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 슬롯 센서 트리거(27)보다 높은 공간 해상도 검출 시스템을 제공할 수 있다. 대안적으로, 슬롯 센서 트리거(27)는 슬롯(75) 위치가 높은 회전 속도로 검출될 수 있기 때문에 높은 시간적 해상도를 제공하는 것이 가능할 수 있다. 슬롯(75)의 에지들은 높은 회전 속도로 레이저 밸브 제어 시스템(51)에 의해 검출되지 않을 수 있다.

[0114] 또한, 어떤 실시예들은 디스크(13) 상의 구조들과 광로들을 얼라인하기 위해 부품들을 수평 방향으로(또는 반경 방향으로) 이동시키는 갠트리(60)를 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 레이저 밸브 제어 시스템(51) 및 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 디스크(13)의 중심으로부터 적절한 반경 거리에 고정될 수 있다. 다른 예로서, 레이저 밸브 제어 시스템(51) 및/또는 광학 모듈들(48, 52, 및 56)은 디스크(13)의 다른 반경방향 위치들에 레이저 광을 조준하기 위해 제어 유닛(23)의 지시 하에 피벗할 수 있다.

[0115] 도 9는 다중 형광 검출 장치(10)의 기능 블록도이다. 특히, 도 9는 장치 부품들을 통한 일반적인 광로들(파선 화살표로 도시됨)과, 장치 부품들 간의 전기 접속들(실선 화살표로 도시됨)을 나타낸다. 도 9의 예에서, 장치(10)는 적어도 하나의 프로세서(122) 또는 기타 제어 로직, 메모리(124), 디스크 모터(126), 광원(30), 여기 필터(34), 렌즈(38), 검출 필터(40), 집광 렌즈(42), 검출기(18), 슬롯 센서 트리거(27), 통신 인터페이스(130), 가열 소자(134), 레이저(136), 및 전원(132)을 포함한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 렌즈(38)와 집광 렌즈(42)는 전기적으로 다른 부품에 접속될 필요가 없다. 또한, 광원(30), 필터들(34, 40), 렌즈(38), 및 집광 렌즈(42)는 하나의 광학 모듈(16)을 나타낸다. 도 9에 도시되지 않았지만, 상기에서 설명된 바와 같이, 장치(10)는 추가의 광학 모듈들(16)을 포함할 수 있다. 그 경우, 각각의 추가 광학 모듈은 도 9에 도시된 것들과 실질적으로 마찬가지로 배열된 부품들을 포함할 수 있다.

[0116] 광은 도 9의 몇 개의 부품들을 통해 특정 경로를 따른다. 일단 광이 광원(30)에 의해 방출되면, 그것은 여기 필터(34)에 입사하고 개별 파장의 광으로서 떠난다. 그런 다음 광은 렌즈(38)를 통과하여 검출 장치(10)를 떠나 처리 챔버(도시되지 않음) 내의 샘플(22)을 여기시킨다. 샘플(22)은 다른 파장에서의 형광 또는 광의 후방 산란에 의해 응답하는데, 이때 이 광은 렌즈(38)에 입사하고 검출 필터(40)에 의해 필터링된다. 필터(40)는 샘플(22)로부터의 원하는 형광 또는 후방산란 광의 외부의 파장들의 배경 광을 제거한다. 나머지 광은 집광 렌즈(42)를 통해 전송되어 검출기(18)에 의해 검출되기 되기 전에 광섬유 다발(14)의 다리에 입사한다. 그 후에 검출기(18)는 수신된 광 신호를 증폭한다.

[0117] 프로세서(122), 메모리(124), 및 통신 인터페이스(130)는 제어 유닛(23)의 일부일 수 있고, 상기에서 언급한 바

와 같이, 제어 유닛(23)의 하나 이상의 부품은 광학 모듈(16) 내에 배치될 수 있다. 프로세서(122)는 광학(예를 들어, 형광) 정보를 수집하기 위해 또는 디스크(13)를 통해 유체를 이동시키기 위해 필요할 때 디스크(13)를 회전시키거나 또는 돌리기 위해 디스크 모터(126)를 제어한다. 프로세서(122)는 디스크(13) 상의 챔버들의 장소를 회전 동안 식별하기 위해 그리고 디스크로부터 수신된 광학 데이터의 획득을 동기화하기 위해 슬롯 센서 트리거(27)로부터 수신된 디스크 위치 정보를 사용할 수 있다. 프로세서(122)는 또한 디스크(13)의 특정 챔버에서 필수적일 때 선택된 부피의 물질이 검출되지 않으면, 일시 정지, 취소, 및/또는 오류 코드, 경고, 또는 알람을 출력할 수 있다.

[0118] 프로세서(122)는 또한 광학 모듈(16) 내의 광원(30)의 전원이 켜지고 꺼지는 때를 제어할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 프로세서(122)는 여기 필터(34) 및 검출 필터(40)를 제어한다. 조명되는 샘플에 따라, 프로세서(122)는 다른 파장의 여기 광이 샘플에 도달하도록, 또는 다른 파장의 형광이 집광 렌즈(42)에 도달하도록 허용하기 위해 필터를 변경할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 한 개 또는 둘 다의 필터가 특정 광학 모듈(16)의 광원(30)에 최적화될 수 있고 프로세서(122)에 의해 변경되지 않을 수 있다.

[0119] 집광 렌즈(42)는, 집광 렌즈로부터 검출기(18)로의 광의 광로를 제공하는 섬유 다발(14)의 하나의 다리에 결합된다. 프로세서(122)는 검출기(18)의 동작을 제어할 수 있다. 검출기(18)가 계속적으로 모든 광을 검출할 수 있지만, 어떤 실시예들은 다른 수집 모드들을 활용할 수 있다. 프로세서(122)는 검출기(18)가 데이터를 수집할 때를 결정할 수 있고, 검출기(18)의 다른 구성 파라미터들을 프로그램으로 설정할 수 있다. 일 실시예에서, 검출기(18)는 집광 렌즈(42)에 의해 제공되는 광으로부터 형광 정보를 캡처하는 광전자증배관이다. 응답으로, 검출기(18)는 수신된 광을 나타내는 출력 신호(128)(예를 들어, 아날로그 출력 신호)를 생성한다. 도 9에 도시되지 않지만, 검출기(18)는 장치(10)의 다른 광학 모듈들(16)로부터의 광을 동시에 수신할 수 있다. 그 경우, 출력 신호(128)는 다양한 광학 모듈들(16)로부터 검출기(18)에 의해 수신된 광 입력의 조합을 전기적으로 나타내고, 또한 디스크(13) 상의 특정 챔버 내의 선택된 부피의 물질의 존재에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0120] 프로세서(122)는 장치(10)로부터의 데이터 흐름을 제어할 수 있다. 검출기(18)(예를 들어, 선택된 부피의 물질이 특정 챔버(들)에 존재하는지를 판단하기 위한 디스크(13) 상의 특정 챔버들을 기준으로 상대적인 특정 위치들(예를 들어, 갠트리 위치들)에서)로부터의 샘플링된 형광 또는 검출된 후방산란 광, 검출기(18)(예를 들어, 특정 분석의 결과들을 결정하기 위한)로부터의 샘플링된 형광, 발열체(134) 및 관련 센서들로부터의 샘플들의 온도, 및 디스크 회전 정보 등의 데이터는 분석을 위해 메모리(124)에 저장될 수 있다. 프로세서(122)는 마이크로 프로세서, 디지털 신호 프로세서(digital signal processor: DSP), 주문형 집적 회로(application specific integrated circuit: ASIC), field-programmable gate array: ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(field-programmable gate array: FPGA), 또는 다른 디지털 로직 회로 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(122)는 메모리(124) 등의 컴퓨터 판독가능 기록 매체에 저장된 펌웨어, 소프트웨어, 또는 그들의 조합에 대한 운영 환경을 제공할 수 있다.

[0121] 메모리(124)는 다양한 정보를 저장하기 위한 하나 이상의 메모리를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나의 메모리는 특정 구성 파라미터들, 실행가능한 명령들을 포함할 수 있고, 어떤 것은 수집된 데이터를 포함할 수 있다. 따라서, 프로세서(122)는 장치 작동 및 캘리브레이션을 제어하기 위해 메모리(124)에 저장된 데이터를 사용할 수 있다. 메모리(124)는 랜덤 액세스 메모리(random access memory: RAM), 판독 전용 메모리(read-only memory: ROM), 전자적으로 소거가능한 프로그래머블 ROM(electronically-erasable programmable ROM: EEPROM), 또는 플래시 메모리 등 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0122] 프로세서(122)는 추가적으로 가열 소자(134)를 제어할 수 있다. 메모리(124) 내에 포함된 명령들에 기초하여, 발열체(134)는 하나 이상의 챔버의 온도를 원하는 가열 프로파일에 따라 제어하기 위해 선택적으로 구동될 수 있다. 일반적으로, 가열 소자는 디스크가 회전할 때 디스크(13)의 하나의 반경방향 섹션을 가열한다. 발열체(134)는, 디스크(13)의 특정 영역에, 더 구체적으로는 회전 플랫폼(25) 상에, 또는 그것의 특정 영역에 가열 에너지를 포커싱하기 위한 할로겐 전구 및 반사경을 포함할 수 있고, 그 열은 그 후 플랫폼(25)으로부터 디스크(13)의 특정 영역에 전도될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 발열체(134)는 하나 이상의 챔버를 순차적으로 가열할 수 있다. 이러한 실시예들은 플랫폼(25) 및/또는 디스크(13)의 일부분이 가열되는 동안 디스크(13)가 고정적일 것을 필요로 할 것이다. 임의의 실시예에서, 발열체(134)는 필요하다면 극히 빠르게 턴온 및 오프될 수 있다.

[0123] 레이저(136)는 보유 챔버의 내용물들이 디스크(13) 상의 다른 챔버, 예를 들어, 프로세스 또는 검출 챔버에 흐르도록 허용하는 밸브 개방을 제어하기 위해 사용된다. 프로세서(122) 및 지원용 하드웨어는 레이저(136)를 구

동하여 디스크(13) 내에 포함된 특정 밸브들을 선택적으로 개방한다. 프로세서(122)는 원하는 밸브를 기준으로 하여 레이저 상대적 위치를 결정하기 위해 디스크(13) 아래에, 또는 그렇지 않으면 디스크에 대해 상대적으로 위치결정된 레이저 센서(도 8의 센서(73) 등)와 상호 작용할 수 있다. 그 후 프로세서(122)는 회전 플랫폼(25) 및 그에 따라 디스크(13)를 회전시켜 제 위치로 하기 위해 디스크 모터(126)와 상호 작용할 수 있다. 제 위치 일 때, 프로세서(122)는 그 밸브를 타겟으로 한 에너지 버스트를 생성하도록 레이저(136)에 지시하는 신호를 출력한다. 어떤 경우들에서, 버스트는 약 0.5 초 동안 지속될 수 있는데 반해, 다른 실시예들은 더 짧은 또는 더 긴 기간의 개방 시간들을 포함할 수 있다. 레이저 에너지와 펄스 지속 시간은 레이저(136)와의 통신을 통해 프로세서(122)에 의해 제어될 수 있다.

[0124] 프로세서(122)는 데이터 수집 시스템(21)과 통신하기 위해 통신 인터페이스(130)를 활용한다. 통신 인터페이스(130)는 데이터를 전송하기 위해 단일 방법 또는 방법들의 조합을 포함할 수 있다. 어떤 방법들은 높은 데이터 전송 속도의 하드웨어 접속용 IEEE 1394 포트 또는 범용 직렬 버스(USB) 포트를 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 저장 장치는 데이터 저장 또는 그 후의 처리를 위해 이 포트들 중 하나에 직접 부착될 수 있다. 데이터는 프로세서(122)에 의해 미리 처리될 수 있고 뷰잉을 위해 준비될 수 있으며, 또는 분석을 시작할 수 있기 전에 원시 데이터가 완전히 처리될 필요가 있을 수도 있다.

[0125] 검출 장치(10)와의 통신은 또한 무선 주파수(radio frequency: RF) 통신 또는 로컬 에어리어 네트워크(local area network: LAN) 접속에 의해 수행할 수 있다. 또한, 접속은 직접 접속에 의해, 또는 유선 또는 무선 통신을 지원할 수 허브 또는 라우터 등의 네트워크 액세스 포인트를 통해 달성될 수 있다. 예를 들어, 검출 장치(10)는 타겟 데이터 수집 장치(21)에 의한 수신을 위해 특정 RF 주파수로 데이터를 전송할 수 있다. 데이터 수집 장치(21)는 범용 컴퓨터, 노트북 컴퓨터, 휴대용 컴퓨팅 장치, 또는 주문형 장치일 수 있다. 또한, 여러 데이터 수집 장치들은 데이터를 동시에 수신할 수 있다. 다른 실시예들에서, 데이터 수집 장치(21)는 하나의 통합된 검출 및 수집 시스템으로서 검출 장치(10)와 함께 포함될 수 있다.

[0126] 또한, 검출 장치(10)는 인터넷 등의 네트워크를 통해 원격 장치로부터 업데이트된 소프트웨어, 펌웨어, 및 고정 데이터를 다운로드할 수 있다. 통신 인터페이스(130)는 또한 프로세서(122)가 재고를 모니터링하거나 임의의 실패나 오류를 보고하도록 할 수 있다. 운영 문제가 발생하면, 프로세서(122)는 운영 데이터를 제공함으로써 문제를 처리중인 사용자를 지원하기 위해 오류 정보를 출력할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(122)는 사용자가 발열체 고장, 동기화 문제, 또는 디스크(13)에서의 다양한 계량 및/또는 밸브 구조의 고장을 (예를 들어, 디스크(13)의 하나 이상의 챔버에 선택된 부피의 물질이 존재하지 않는다는 것을 나타내는 검출기(18)로부터의 정보를 수신함으로써) 진단하는 것을 돕기 위해 정보를 제공할 수 있다.

[0127] 전원(132)은 장치(10)의 부품들에 동작 전력을 제공한다. 전원(132)은 동작 전력을 생성하기 위해, 표준 115 볼트 전기 콘센트로부터의 전기를 활용할 수 있거나, 또는 배터리 및 전력 생성 회로를 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 배터리는 연장되는 동작을 허용하도록 재충전될 수 있다. 예를 들어, 장치(10)는 재해 지역 등의 긴급시에 생물학적 샘플의 검출을 위해 휴대가능할 수 있다. 재충전은 115 볼트 전기 콘센트를 통해 수행될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 기존의 배터리들이 사용될 수 있다.

[0128] 도 10은 광섬유 다발(14) 중 네 개의 광섬유에 결합된 단일의 검출기(18)의 기능 블록도이다. 이 실시예에서, 검출기(18)는 광전자증배관이다. 광섬유 다발(14), 광섬유(14A), 광섬유(14B), 광섬유(14C), 및 광섬유(14D)의 각 다리는 검출기(18)의 광학 입력 인터페이스(138)에 결합된다. 이러한 방식으로, 광섬유들(14) 중 임의의 것에 의해 전송되는 광은 검출기(18)의 단일 광학 입력 인터페이스(138)에 제공된다. 광학 입력 인터페이스(138)는 집합 광을 전자 증배기(140)에 제공한다. 양극(142)은 전자들을 수집하고 대응하는 아날로그 신호를 출력 신호로서 생성한다.

[0129] 즉, 도시된 바와 같이, 광섬유들(14)은 검출기(18)의 입력 광학 어퍼처 내에 끼워진다. 따라서, 검출기(18)는 광섬유 다발(14)의 각 다리로부터의 광을 동시에 검출하기 위해 사용될 수 있다. 광학 입력 인터페이스(138)는 전자 증배기(140)에 광을 제공한다. 광전자증배관에 있어서, 광섬유로부터의 광자들은 먼저 광전자방출성 음극에 충돌하고, 그 결과 이 음극은 광전자를 방출한다. 그리고 광전자들은 일련의 다이노드들(dynodes)을 때림으로써 연속되는데, 각 다이노드와의 접촉시에 더 많은 광전자가 방출된다. 전자들의 결과적인 그룹은 기본적으로 원래 광섬유(14)에 의해 전송된 작은 광 신호들을 증배했다. 증가된 수의 전자들은 최종적으로 양극(142)에 의해 수집된다. 양극(142)으로부터의 이 전류는, 복수의 광학 모듈(16)에 의해 제공된 샘플로부터의 광학 형광 신호들을 나타내는 아날로그 출력 신호로서 전압 증폭기(144)에의 전류로 전송된다.

[0130] 어떤 실시예들에서, 제어 유닛(23)은, 아날로그 신호를 샘플링된 디지털 데이터의 스트림, 즉, 디지털 신호로

변환하는 아날로그 디지털(A/D) 컨버터(146)를 포함할 수 있다. 프로세서(122)는 디지털 신호를 수신하고, 상기에서 설명된 바와 같이, 데이터 수집 장치(21)에의 통신을 위해 메모리(124)에 샘플링된 데이터를 저장한다. 어떤 실시예들에서, A/D 컨버터(146)는 제어 유닛(23)의 일부분을 형성하는 것 대신에 검출기(18) 내에 포함될 수 있다.

[0131] 이러한 방식으로, 단일의 검출기(18)는 광섬유 다발(14)로부터의 모든 광을 수집하고 그것을 나타내는 신호를 생성하기 위해 활용될 수 있다. 일단 신호가 증폭기(144)에 의해 증폭되고 디지털 신호로 변환되면, 그것은 각각의 광학 모듈(16)에 의해 수집된 광에 대응하는 데이터로 디지털 방식으로 분리될 수 있다. 전체(즉, 집계) 신호는 각각의 형광을 나타내는 각각의 검출 신호로 주파수 범위에 의해 분리될 수 있다. 이 주파수들은 데이터 수집 장치(21)에 의해 또는 장치(10) 내에서 적용되는 디지털 필터에 의해 분리될 수 있다.

[0132] 다른 실시예들에서, 증폭된 신호는 아날로그 필터를 사용하여 주파수에 의해 분리될 수 있고 A/D 컨버터(146) 전의 개별 채널들에 전송될 수 있다. 그 후 각 채널은 개별적으로 디지털화되어 데이터 수집 장치에 전송될 수 있다. 어느 경우든, 단일 검출기가 각각의 광학 모듈(16)로부터의 모든 형광 정보, 또는 다른 광학 신호 또는 정보를 캡처할 수 있다. 그 후 데이터 수집 장치(21)는 여러 검출기들에 대한 필요 없이 실시간으로 디스크(13)의 각 웰(well)로부터 획득된 신호를 플롯 및 분석할 수 있다.

[0133] 어떤 실시예들에서, 검출기(18)는 광전자증배관이 아닐 수 있다. 일반적으로, 검출기(18)는 광 전송 메커니즘, 즉, 섬유 다발(14)의 여러 다리들로부터의 광을 캡처할 수 있고 캡처된 광의 전송가능한 표현을 생성할 수 있는 아날로그 또는 디지털 검출 장치 중 임의의 타입일 수 있다.

[0134] 도 11은 다중 형광 검출 장치(10)의 동작을 나타낸 흐름도이다. 처음에, 단계 148에서, 사용자는 데이터 수집 장치(21) 상에서 또는 제어 유닛(23)에 의해 인터페이스를 통해 프로그램 파라미터들을 지정한다. 예를 들어, 이 파라미터들은 디스크(13) 회전에 대한 속도와 시간 주기를 포함할 수 있고, 반응의 온도 프로파일, 및 디스크(13) 상의 샘플 위치를 정의할 수 있다.

[0135] 다음으로, 단계 150에서, 사용자는 검출 장치(10)에 디스크(13)를 로딩할 수 있다. 장치(10)를 고정하면, 사용자는 제어 유닛(23)이 디스크를 지정된 속도로 회전시키는 것(154)을 시작하게 하는 프로그램을 기동할 수 있다(152). 디스크가 회전하기 시작한 후, 두 개의 동시적 프로세스가 발생할 수 있다.

[0136] 먼저, 단계 156에서, 검출 장치(10)는 하나 이상의 샘플 내에서 하나 이상의 반응에 의해 생성된 여기 광으로부터 형광 또는 다른 광학 신호 또는 정보를 검출하기 시작할 수 있다. 검출기(18)는, 각각의 샘플과, 형광이 방출되는 시간에 동기화된(158), 각 샘플로부터의 광학(예를 들어, 형광) 신호들을 증폭한다. 이 처리 동안, 프로세서(122)는 캡처된 데이터를 메모리(124)에 저장하고, 실행의 진행 상황을 감시하고 추가 처리를 위해 실시간으로 데이터 수집 장치(21)에 데이터를 통신할 수 있다(160). 대안적으로, 프로세서(122)는 프로그램이 완료될 때까지 장치(10) 내에 데이터를 저장할 수 있다. 프로세서(122)는 프로그램이 완료될(162) 때까지 계속해서 샘플들의 형광을 검출하고 데이터를 저장한다. 실행이 완료되면, 제어 유닛(23)은 디스크의 회전을 정지한다(164).

[0137] 이 처리 동안, 제어 유닛(23)은 디스크 온도를 감시할 수 있고(166) 그 시간에 타겟 온도를 달성하기 위해 디스크 또는 각각의 샘플 온도를 조절할 수 있다(168). 프로그램이 완료될(170) 때까지 제어 유닛(23)은 계속해서 온도를 감시하고 제어할 수 있다. 실행이 완료되면, 제어 유닛(23)은 샘플들의 온도를 타겟 저장 온도, 일반적으로 섭씨 4도로 유지한다(172).

[0138] 장치(10)의 작동은 도 11의 예와 다를 수 있다. 예를 들어, 분당 디스크 회전은 프로그램을 통해 변경될 수 있고, 디스크(13) 상의 여러 챔버들은 물질의 선택된 부피가 존재하는지를 판단하기 위해 감시될 수 있고, 그리고/또는 여러 반응들 및/또는 물질의 이동을 허용하기 위해 디스크 상의 챔버들 사이의 밸브들을 개방하기 위해 레이저(136)가 활용될 수 있다. 이 단계들은 사용자가 정의하는 프로그램에 따라, 작업 내에서 임의의 순서로 발생할 수 있다.

[0139] 도 12는 검출 장치(10)의 레이저 밸브 제어 시스템(51)의 예시적인 동작을 나타낸 흐름도이다. 예시를 목적으로, 도 12는 디스크(13) 및 장치(10)를 참조하여 특히 도 8을 참조하여 설명될 것이다.

[0140] 처음에, 제어 유닛(23)은 감소된 전류(149)를 활용하는 저전력 모드(또한 "타겟팅 모드"라고도 일컬어짐)에 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 놓는다. 다음으로, 제어 유닛(23)은 디스크(13A)의 회전을 시작한다(151). 센서(73)(예를 들어, NIR 센서)는 디스크(13)가 회전함에 따라 슬롯(75)의 에지들을 검출하면 제어 유닛(23)에 트리거 신호를 출력함으로써, 제어 유닛(23)이 정확하게 디스크(13)의 배향과 디스크(13) 상의 밸브들의 장소들을

장치(10)의 회전 플랫폼(25)의 알려진 위치에 매핑하게 해준다(153).

[0141] 매핑을 사용하여, 제어 유닛(23)은 디스크(13)의 회전의 중심 또는 축(즉, 도 8의 좌측에 위치결정됨)을 기준으로 상대적인 밸브들의 알려진 장소에 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 이동시키기 위해 갠트리(60)를 연결한다. 그 후 제어 유닛(23)은 개방될 제1 선택 밸브에까지 디스크(13)를 회전시킨다(157). 다음으로, 제어 유닛(23)은 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 고전력 모드에 놓고, 밸브를 개방하기 위한 고에너지 레이저 광(71)의 펄스를 생성하도록 시스템에 지시한다(159). 추가적인 밸브가 개방될 필요가 있다면(161), 제어 유닛(23)은 다음 밸브(157)에까지 디스크(13)를 회전시키고 그 밸브를 개방한다(159). 이 처리는 개방되기 원하는 모든 밸브들이 개방될 때까지 계속된다. 그런 다음, 제어 유닛(23)은, 예를 들면, 디스크(13)의 회전 축에 가까이 배치된 챔버(때로는 "입력 챔버들" 또는 "보유 챔버들"이라고 일컬어짐)로부터 개방된 밸브를 통해, 디스크(13)의 주변 쪽 등, 회전 축으로부터 더 멀리 배치된 챔버(때로는 "처리 챔버" 또는 "검출 챔버"라고 일컬어짐)에 유체를 이동시키기 위해 디스크(13)를 회전시킨다(163). 다른 실시예들에서, 제어 유닛(23)은 밸브들을 개방하도록 레이저 밸브 제어 시스템(51)에 지시하면서 계속적으로 디스크(13)를 회전시킬 수 있다.

[0142] 마지막으로, 제어 유닛(23)은 처리 챔버들 상방의 반경방향 위치에 광학 모듈들(48, 52, 및/또는 56)을 이동시키기 위해 갠트리(60)를 연결할 수 있고, 처리 챔버 내의 물질들 및/또는 반응들로부터 형광 또는 다른 광학 신호들의 검출을 시작한다(165). 어떤 실시예들에서, 보유 챔버들의 내용물들이 처리 챔버 내의 생성물들을 비활성화하거나 안정화하도록 작용할 수 있다. 이러한 경우들에서, 검출 장치(10)는 새 샘플들이나 반응들을 감지할 필요가 있을 수 있거나 또는 없을 수도 있다.

[0143] 도 13a는 디스크의 슬롯(75)의 예시도를 도시한다. 도 13a, 13b, 및 13c에 있어서, 디스크(13)는 장치(10)에 예시적인 디스크로서 사용될 것이다. 슬롯(75)은 외측 에지(210), 내측 에지(214), 리딩 에지(212), 및 트레일링 에지(216)를 포함한다. 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 디스크(13) 위치의 정확한 맵을 제공하기 위해 각각의 에지를 검출한다. 거리 D는 슬롯(75)의 외측 에지 반경방향 위치로부터 내측 에지 반경방향 위치를 뺀 것이다. 각각의 에지(210, 212, 214, 및 216)는 슬롯(75)으로서 설명되는 디스크 내의 보이드와 디스크(13) 물질 사이의 검출가능한 경계를 생성한다. 어떤 실시예들에서, 슬롯(75)은 임의의 형상 또는 크기일 수 있다.

[0144] 도 13b는 디스크의 슬롯의 내부 및 외측 에지들을 검출하기 위한 예시적인 방법을 설명하는 타이밍도를 도시한다. 제어 유닛(23)은 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 디스크(13)로부터 멀리 이동시킨다. 갠트리(60)가 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 디스크(13)의 중심 또는 회전축 쪽으로 이동시키는 동안, 디스크(13)는 회전된다.

[0145] 센서(73)는, 디스크(13)를 레이저 광(71)이 통과하도록 슬롯(75)이 허용할 때에만 레이저 광(71)을 검출한다(도 8). 갠트리(60)가 내측으로 진행되는 동안 슬롯(75)의 외측 에지(210)가 검출됨에 따라 센서(73)로부터의 신호(218)는 스파이크(220)에서 변화한다. 신호(218)는 슬롯(75)이 간헐적으로 레이저 광(71)을 통과시킴에 따라 계속해서 변조한다. 스파이크(222)는 제어 유닛(23)이 슬롯(75)의 내측 에지(214)로서 마크하는 최후의 신호 변화를 나타낸다. 슬롯(75)의 외부와 내측 에지들(210, 214)의 갠트리 위치들이 기록된다. 제어 유닛(23)은 이제 디스크(13) 위치의 맵의 반경방향 성분을 갖는다. 제어 유닛(23)은 내측과 외측 에지의 반경방향 위치들 사이의 중간의 반경방향 위치에 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 이동시킨다. 이 위치는 내측 에지(214)의 반경방향 위치와 거리 D의 반을 더한 것이다. 슬롯(75)의 이 위치에 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 위치결정하는 것은, 슬롯(75)의 에지의 각도 위치에 에러를 유발하는, 슬롯(75)의 코너, 예를 들면 내측 에지(214)와 트레일링 에지(216) 사이의 코너의 둥글림이 없이, 슬롯(75)의 각도 위치를 시스템이 검출하게 해준다. 어떤 실시예들에서, 디스크(13)는 레이저 밸브 제어 시스템(51)이 슬롯(75)의 내부와 외측 에지들을 검출하도록 회전될 필요가 없을 수 있다.

[0146] 도 13c는 레이저 밸브 제어 시스템(51)의 홈 위치를 결정하기 위한 예시적인 방법을 설명하는 타이밍도를 도시한다. 신호(224)는 레이저 광(71)의 존재를 나타내며 제어 유닛(23)에 전송된다. 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 디스크(13) 상의 슬롯(75)의 리딩 에지(212)와 트레일링 에지(216)의 위치를 찾는다.

[0147] 디스크(13)가 정지상태일 때 신호(224)는 일정하다. 디스크(13)가 천천히 시계 방향으로 회전되면, 스파이크(226)는 슬롯(75)의 리딩 에지(212)의 각도 위치를 나타낸다. 트레일링 에지(216)가 스파이크(228)로서 검출될 때까지 레이저 광(71)이 센서(73)에 의해 검출된다. 그 후 제어 유닛(23)은 디스크(13)를 정지하고 스파이크(230)가 트레일링 에지(216)의 존재를 다시 한번 나타낼 때까지 디스크(13)를 반시계 방향으로 천천히 회전시킨다. 제어 유닛(23)은 이 각도 위치를 홈 각도 위치로서 저장한다. 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 이제 디스크(13) 상의 밸브들 또는 다른 구조체들의 위치를 찾기 위해 도 13b로부터의 반경방향 위치 및 도 13c로부터의 각도 위치를 이용한다. 다른 실시예들에서, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 디스크(13)의 효과적인 위치결정을

위해 단지 리딩 예지(212) 또는 트레일링 예지(216)를 검출할 수 있다.

- [0148] 어떤 실시예들에서, 드라이브 시스템(예를 들어, 모터를 포함함) 및/또는 회전 플랫폼(25)은 두 개의 다른 모드, 즉, 속도 모드 및 위치 모드에서 작동될 수 있다. 반경방향 홈의 위치, 또는 갠트리 홈은, 드라이브 시스템이 속도 모드에(예를 들어, 1500 rpm으로) 있을 때 일정한 속도에서 결정될 수 있다. 갠트리 홈이 결정된 후, 모터는 정지까지 느려질 수 있고 위치 모드로 전환될 수 있고, 이 위치 모드에서 갠트리 홈 위치를 찾으려면 하나의 틱(즉, 위치)으로부터 그 다음 틱으로 천천히 래스터(raster)할 수 있다. 속도 모드와 위치 모드 간의 차이점은 드라이브 시스템에 의해 사용되는 비례 적분 미분(proportional integral derivative: PID) 상수 들일 수 있다. 위치 모드는, 예를 들어, 밸브를 위해 사용될 수 있는 임의의 위치에서 타이팅한 제어를 허용할 수 있다. 안정적인 속도가 필요할 때, 예를 들어, 형광 데이터 수집 동안, 속도 모드가 사용될 수 있다.
- [0149] 어떤 실시예들에서, 디스크(13)는 반대 방향으로 회전될 수 있다. 다른 실시예들에서, 도 13b와 도 13c로부터의 예시적인 신호들은 반전될 수 있고 시간에 대한 신호 강도와 관련한 임의의 비율로 될 수 있다. 다른 실시예들에서, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 디스크(13)의 반경방향 위치를 검출하기 전에 디스크(13)의 각도 위치를 먼저 검출할 수 있다. 설명된 위치결정 방법의 순서는 특정 응용들, 디스크들, 또는 기술자 기호를 수용하기 위해 변경될 수 있다.
- [0150] 도 14는 레이저 밸브 제어 시스템의 홈 위치의 예시적인 결정을 나타내는 흐름도이다. 제어 유닛(23)은 디스크(13)를 회전시킴으로써(228) 시작할 수 있다. 디스크(13)의 외부로부터, 갠트리(60)는 디스크(13)의 중심을 향해 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 이동시킬 수 있다(230). 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 디스크(13) 내의 슬롯(75)의 외측 예지(210)의 위치를 찾을 수 있고 그 외측의 반경 위치를 저장할 수 있다(232). 갠트리(60)가 계속해서 이동함에 따라, 레이저 밸브 제어 시스템(51)은 레이저 광(71)이 더 이상 센서(73)에 의해 검출되지 않을 때, 슬롯(75)의 내측 예지(214)의 위치를 찾을 수 있고 그 내측의 반경방향 위치를 저장한다(234). 제어 유닛(23)은 두 개의 반경방향 위치를 저장할 수 있고, 디스크(13)의 회전을 정지한다(236).
- [0151] 그 후 제어 유닛(23)은 내측과 외측 반경 위치들 사이의 중간에 바로 있는 반경방향 위치에 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 이동시킬 수 있다(238). 제어 유닛(23)은 슬롯(75)의 선단 예지(212)와 트레일링 예지(216) 둘 다를 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 지나 이동시키기 위해 디스크(13)를 천천히 회전시킬 수 있다(240). 일단 트레일링 예지(216)가 검출되면, 제어 유닛은 천천히 디스크(13)를 반대 방향으로 회전시킬 수 있다(242). 슬롯(75)의 트레일링 예지를 다시 검출하면, 제어 유닛(23)은 트레일링 예지(216)의 장소를 제로 각도 위치 또는 홈 각도 위치로서 저장할 수 있다(244). 제어 유닛(23)은 이제 슬롯(75)의 반경방향 위치와 각도 위치를 갖고, 이 정보를 디스크(13)의 홈 위치로서 저장할 수 있다(246).
- [0152] 어떤 경우들에서, 슬롯 센서 트리거(27)는 정확하게 디스크(13) 위치를 매핑하기 위해 레이저 밸브 제어 시스템(51)과 함께 작동할 수 있다. 예를 들어, 레이저 밸브 제어 시스템(51)이 고해상도의 공간적 위치 정보를 제공하는 동안 슬롯 센서 트리거(27)는 고해상도의 시간적 위치 정보를 제공할 수 있다. 두 시스템은 모두 디스크(13)의 동일한 구조를 사용하기 때문에, 협동적 위치결정은 보다 정확한 위치결정 정보를 제공할 수 있다.
- [0153] 도 15는 디스크(13)로부터의 광을 검출하고 데이터를 샘플링하는 예시적인 방법을 설명하는 흐름도이다. 처음에, 사용자는 어느 광학 모듈(48, 52, 56)이 디스크(13)로부터의 형광을 검출할 것인지를 지정하고, 제어 유닛(23)은 모듈의 LED를 턴온한다(249). LED가 정상 상태까지 따뜻해지면, 디스크 슬롯(75)이 슬롯 센서(27)에 의해 검출될 때까지 제어 유닛(23)은 디스크(13)를 분당 약 1470 회전의 속도로 회전시킨다(251). 제어 유닛(23)은 하나의 전체 회전 동안 형광 데이터 수집을 시작할 수 있다. 그 회전 동안, 모듈은 디스크(13)의 처리(또는 "검출") 챔버들로부터 형광 광을 수집하고(253), 제어 유닛(23)은 각 처리 챔버와 연관된 메모리 빈(BIN)에 각 처리 챔버로부터의 원하는 샘플의 수(예를 들면, 16)를 배치한다(255). 제어 유닛(23)은 데이터가 올바른 모터 속도로 취득되는 것을 보장하기 위해 슬롯(75)의 두 번째 통과를 검출할 수 있고, 제어 유닛(23)은 메모리에 시간 종속적 데이터를 배치할 수 있다.
- [0154] 디스크(13)가 또 하나의 회전을 둘 필요가 있다면(257), 제어 유닛(23)은 디스크(13)의 또 하나의 회전을 실행한다(251). 원하는 수의 회전이 샘플링되었다면, 모듈은 LED에 의해 검출을 완료했다. 예를 들어, 16 회전이 샘플링되고, 각 회전이 각 처리 챔버로부터 16개의 샘플을 획득하면, 각 처리 챔버는 총 256회 샘플링된다. 원하는 개수의 회전이 완료된 후, 제어 유닛(23)은 LED를 턴오프할 수 있다(259). 검출을 계속하기 위해 또 하나의 모듈이 필요하다면(261), 제어 유닛(23)은 그 다음 모듈 LED를 턴온할 수 있다(249). 데이터를 수집하기 위해 다른 모듈이 필요하지 않다면, 제어 유닛(23)은 디스크(13)로부터 데이터의 수집을 중단할 수 있다. 데이터 수집 장치(21)는 각 모듈의 개별 스캔들을 통합할 수 있고, 각 웰 및 모듈에 대한 히스토그램 값을 계산할 수

있으며, 이것은 데이터 파일에 기록될 수 있다.

- [0155] 어떤 실시예들에서, 각 처리 챔버는 16 개의 샘플 16 회의 회전보다 더 많거나 적은 횟수로 샘플링될 수 있다. 제어 유닛(23)은 더 빠른 결과들을 제공하기 위해 디스크(13)를 더 빠른 속도로 회전시킬 수 있거나, 또는 더 많은 샘플들을 획득하기 위해 디스크(13)를 더 느리게 회전시킬 수 있다.
- [0156] 도 15에 도시된 처리는, 예를 들어, 상기에서 설명된 형광 검출 및/또는 후방산란 광을 사용하여 관심의 분석물의 존재 또는 부재(예를 들어, 형광 검출을 사용하여)를 검출하기 위해 사용될 수 있고, 또한 선택된 부피의 물질이 디스크(13) 상의 특정 챔버에 존재하는지에 관한 정보를 수집하기 위해 사용될 수 있다. 디스크(13)가 회전하고 있는 동안, 디스크(13) 내의 챔버에 존재하는 물질은 챔버의 반경방향 최외측 에지에 대항하여 힘이 가해질 것이다. 그 결과, 갠트리(60)는 하나 이상의 광학 모듈을 반경방향 외측 위치로부터 반경방향 내측 위치로, 예를 들어, 챔버의 지난 반경방향 최외측 에지로부터 시작하여, 반경을 따라 디스크(13)의 중심을 향해 이동하면서, 인덱싱할 수 있다. 디스크(13)가 회전하고 있는 동안 물질은 챔버의 최외측 에지에 대항하여 힘이 가해지기 때문에, 챔버 내의 물질의 부피가 챔버의 내부 부피보다 작다면, 물질의 메니스커스층 또는 유체 레벨이 챔버의 반경방향 최내측 에지와 챔버의 반경방향 최외측 에지 사이에 있는 위치(예를 들어, 반경방향 위치)에 존재할 것이다. 그러한 유체 레벨은 예를 들어, 형광의 변화에 의해 또는 반사된 후방산란된 전자기 에너지의 굴절에 의해 검출될 수 있다.
- [0157] 디스크(13)가 회전함에 따라 갠트리(60)는 반경을 따라 반경방향으로(예를 들면, 내측으로) 광학 모듈을 이동시킬 수 있어서, 도 15의 처리에 따라, 복수의 갠트리 위치에서 (예를 들어, 반경방향 복수의 위치에서) 데이터를 수집할 수 있다. 이러한 데이터는 이러한 유체 레벨 또는 메니스커스에 대해 분석될 수 있다. 예를 들어, 어떠한 물질도 관심 챔버(들) 내에 존재하지 않는다는 것을 알고 있는 경우 디스크(13)의 각 관심 챔버에 대해 백그라운드 스캔이 실행될 수 있고, 물질 또는 선택된 부피의 물질이 챔버(들) 내에 존재할 것이라고 추정된 후에 챔버(들)에 대해 또 하나의 스캔이 실행될 수 있다. 그 후 두 스캔은 유체 레벨(예를 들어, 메니스커스층)이 검출되는 반경방향 위치를 결정하기 위해 비교될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 갠트리(예를 들어, 반경방향) 위치는 부피에 대해(예를 들어, 이전의 캘리브레이션에 기초하여) 외삽될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 특정 갠트리 위치가 임계값으로서 사용될 수 있어서, 유체 레벨이 검출되는 갠트리 위치가 임계 수치보다 작다면, 데이터 수집 장치(21)는 분석을 위해 충분한 양의 물질이 존재하지 않는다는 결과(예를 들어, 무효한 분석, 에러 코드, 분석 실패, 또는 인터럽션 등)를 출력할 수 있으나, 유체 레벨이 검출되는 갠트리 위치가 임계 수치 이상이면, 원하는 부피의 물질이 확인될 수 있다.
- [0158] 샘플 처리 장치들
- [0159] 본 개시의 하나의 예시적인 샘플 처리 장치 또는 디스크(300)가 도 16 내지 도 22에 도시된다. 샘플 처리 장치(300)의 추가적인 상세와 특징은, 본 명세서에 그 전체 내용이 참조되어 포괄되는, 2011년 5월 18일자로 출원된 미국 디자인 특허 출원 번호 제29/392,223호에서 찾을 수 있다.
- [0160] 샘플 처리 장치(300)는 모양이 원형인 것으로서만 예시적으로 도시된다. 샘플 처리 장치(300)는 중심(301)을 포함할 수 있고, 샘플 처리 장치(300)는 샘플 처리 장치(300)의 중심(301)을 통해 연장되는 회전 축 A-A를 중심으로 회전될 수 있다.
- [0161] 샘플 처리 장치(300)는 기관 또는 본체(302), 기관(302)의 상면(306)에 결합된 하나 이상의 제1 층(304), 및 기관(302)의 하면(309)에 결합된 하나 이상의 제2 층(308)으로 형성된 다층 복합 구조일 수 있다. 도 22에 도시된 바와 같이, 기관(302)은 상면(306)에 세 개의 단차 또는 레벨(313)을 갖는 단차형 구성을 포함한다. 그 결과, 샘플 처리 장치(300)의 각 단차(313)에 물질(예를 들어, 샘플)의 부피를 보유하도록 설계된 유체 구조체(예를 들어, 챔버들)는 기관(302), 제1 층(304), 및 제2 층(308)에 의해 적어도 부분적으로 한정될 수 있다. 또한, 세 개의 단차(313)를 포함하는 단차형 구성 때문에, 샘플 처리 장치(300)는 샘플 처리 장치(300)의 각 단차(313)마다 하나씩인, 세 개의 제1 층(304)을 포함할 수 있다. 유체 구조체와 단차형 구성의 이 배치는 예시적으로만 도시되고, 본 개시는 그러한 설계에 의해 제한되는 것을 의도하지 않는다.
- [0162] 기관(302)은 고분자, 유리, 실리콘, 석영, 세라믹, 또는 그들의 조합을 포함한, 그러나 그것들에 국한되지 않는 다양한 물질에 의해 형성될 수 있다. 기관(302)이 고분자인 실시예들에 있어서, 기관(302)은 몰딩 등의 비교적 손쉬운 방법들에 의해 형성될 수 있다. 기관(302)은 균일하며, 한 개의 일체화된 본체로서 묘사되지만, 대안적으로 그것은 예를 들어, 동일하거나 서로 다른 물질들의 층들로 형성되는, 비균일한 본체로서 제공될 수 있다. 기관(302)이 샘플 물질들과 직접 접촉될 그러한 샘플 처리 장치(300)에 있어서, 기관(302)은 샘플 물질들과 비-

반응성인 하나 이상의 물질로 형성될 수 있다. 많은 상이한 바이오분석 응용들에서 기관에 사용될 수 있는 적합한 고분자 물질들 중 일부의 예로서는 폴리카보네이트, 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 폴리프로필렌(예를 들어, 아이소택틱 폴리프로필렌), 폴리에틸렌, 폴리에스테르 등 또는 그 조합들을 포함하지만, 그것에 국한되지 않는다. 이 폴리머들은 일반적으로 하기에 설명되는 바와 같이, 유체 구조체를 정의하기 위해 유용할 수 있는 소수성 표면들을 나타낸다. 폴리프로필렌은 일반적으로 폴리카보네이트 또는 PMMA 등의 다른 고분자 물질들 중의 일부보다 더 소수성이지만, 열거된 고분자 물질들은 모두 일반적으로 실리콘-기반의 미세전자기계 시스템(MEMS) 장치들보다 더 소수성이다.

[0163] 도 17 및 도 19에 도시된 바와 같이, 샘플 처리 장치(300)는 도 12 내지 도 14에 관해 상기에서 설명된 바와 같이, 예를 들어, 전자기 에너지 소스들 및 광학 모듈들 등을 기준으로 상대적으로 샘플 처리 장치(300)를 홈에 배치하고 위치결정하기 위해 기관(302) 또는 다른 구조(예를 들어, 반사 탭 등)를 통해 형성된 슬롯(375)을 포함할 수 있다.

[0164] 샘플 처리 장치(300)는 복수의 프로세스 또는 검출 챔버(350)를 포함하고, 그 각각은 샘플, 및 샘플과 함께 열처리(예를 들어, 사이클링)될 임의의 다른 물질들을 포함하기 위한 부피를 정의한다. 본 개시와 관련하여 사용될 때, "열처리"(및 그 변형들)는 원하는 반응들을 얻기 위해 샘플 물질들의 온도를 제어(예를 들어, 유지, 상승, 또는 하강)하는 것을 의미한다. 열처리의 한 형태로서 "열적 사이클링"(및 그 변형들)은 원하는 반응들을 얻기 위해 두 개 이상의 온도 설정 포인트 사이에서 샘플 물질들의 온도를 순차적으로 변화시키는 것을 의미한다. 열적 사이클링은 예를 들면, 낮은 온도와 높은 온도 사이의 사이클링, 그리고 낮은 온도, 높은 온도, 및 적어도 하나의 중간 온도 사이의 사이클링 등을 수반할 수 있다.

[0165] 도시된 장치(300)는 각 레인(303)에 대해 하나씩인, 여덟 개의 검출 챔버(350)를 포함하지만, 본 개시에 따라 제조되는 장치와 관련하여 제공되는 검출 챔버(350)의 정확한 개수는, 원하는 대로, 여덟 개보다 더 많거나 적을 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0166] 도시된 장치(300) 내의 검출 챔버들(350)은 챔버들의 형태이지만, 본 개시의 장치들 내의 검출 챔버들은 모세관, 통로, 채널, 홈, 또는 임의의 다른 적절하게 정의된 부피의 형태로 제공될 수 있다.

[0167] 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)의 기관(302), 제1 층들(304), 및 제2 층들(308)은, 예를 들어, 검출 챔버들(350) 내에 배치된 구성물들이 열처리 동안 급속하게 가열될 때, 검출 챔버들 내에서 발현할 수 있는 팽창력들에 대해 저항하기에 충분한 강도로 함께 부착 또는 결합될 수 있다. 부품들 간의 결합의 안정성은, 장치(300)가 열적 사이클링 처리, 예를 들면, PCR 증폭을 위해 사용될 것이라면, 특히 중요할 수 있다. 이러한 열적 사이클링에 수반된 반복적인 가열 및 냉각은 샘플 처리 장치(300)의 측면들 사이의 결합에 대해 더 엄격한 요구를 부과할 수 있다. 부품들 사이에 보다 강력한 결합에 의해 해결되는 또 하나의 잠재적인 문제는 부품들을 제조하기 위해 사용되는 상이한 물질들의 열팽창 계수들의 임의의 차이이다.

[0168] 제1 층들(304)은 접착제-코팅된 폴리에스테르, 폴리프로필렌 또는 금속 포일, 또는 이들의 조합 등의 투명, 불투명, 또는 반투명 필름 또는 포일에 의해 형성될 수 있어서, 샘플 처리 장치(300)의 하부 구조들이 가시적일 수 있다. 제2 층들(308)은 투명 또는 불투명할 수 있지만, 샘플 처리 장치(300)가 물리적으로 결합되는(그리고/또는 접촉되도록 압박되는) 플래튼 및/또는 열적 구조체(예를 들면, 회전 플랫폼(25)의 일부에 결합되거나 또는 그것을 형성함)로부터 전도에 의해 열 또는 냉기를 샘플 처리 장치(300)에 그리고 특히, 필요할 때에는, 검출 챔버들(350)에 전달하기 위해, 열-전도성 금속(예를 들면, 금속 포일) 또는 다른 적절한 열 전도성 물질로 종종 형성된다.

[0169] 제1 층 및 제2 층(304, 308)은 미국 특허 번호 제6,734,401호 및 미국 특허 출원 공개 번호 제2008/0314895호 및 제2008-0152546호에 설명된 바와 같이, 임의의 원하는 패시베이션층들, 접착제층들, 다른 적절한 층들, 또는 그들의 조합과 함께 사용될 수 있다. 또한, 제1 및 제2 층들(304, 308)은 미국 특허 번호 제6,734,401호 및 미국 특허 출원 공개 번호 제2008/0314895호 및 제2008-0152546호에 설명된 바와 같이, 접착제, 용접(화학적, 열적, 및/또는 음향적) 등을 포함한, 그러나 이것들에 국한되지 않는 임의의 원하는 기술 또는 기술들의 조합을 사용하여 기관(302)에 결합될 수 있다.

[0170] 단지 예시적으로, 샘플 처리 장치(300)는 여덟 개의 다른 레인, 웨지(wedges), 부분 또는 섹션(303)을 포함하는 것으로서 도시되며, 각 레인(303)은 다른 레인들(303)로부터 유동적으로 고립되어, 여덟 개의 다른 샘플이 샘플 처리 장치(300)에서 동시에 또는 다른 시간대(예를 들어, 순차적으로) 처리될 수 있다. 레인들(303) 간의 교차오염을 억제하기 위해, 각 레인은, 예를 들어, 원시 샘플이 샘플 처리 장치(300)의 소정의 레인(303)에 로딩된

후, 사용 전 및 사용 동안 양방 모두에 있어서, 유동적으로 분위기로부터 고립될 수 있다. 예를 들어, 도 16에 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)는, 사용 전에 샘플 처리 장치(300)의 상면(306)의 적어도 일부에 부착될 수 있고, 소정의 레인(303)으로부터 그 특정 레인의 사용 전에 선택적으로 (예를 들면, 필링에 의해) 제거될 수 있는 최내측의 제1 층(304)으로서 사전-이용층(305)(예를 들면, 압력에 민감한 접착제를 포함하는 필름, 또는 포일 등)을 포함할 수 있다.

[0171] 도 16에 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 사전-이용층(305)은, 원하는 대로 샘플 처리 장치(300)의 하나 이상의 레인(303)을 선택적으로 노출시키기 위해 사전-이용층(305)의 일부만을 한 번에 제거하는 것을 용이하게 하는 주름, 개구 또는 스코어 라인(312)을 포함할 수 있다. 또한, 어떤 실시예들에서, 도 16에 도시된 바와 같이, 사전-이용층(305)은, 제거를 위해 사전-이용층(305)의 에지를 잡는 것을 용이하게 하기 위한 하나 이상의 탭(예를 들어, 레인(303) 당 하나의 탭)을 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300) 및/또는 사전-이용층(305)은 명확하게 레인들(303)을 서로 구분하기 위해 레인들(303) 각각에 이웃하는 번호가 부여될 수 있다. 도 16에 예시적으로 도시된 바와 같이, 사전-이용층(305)은 샘플 처리 장치(300)의 1번 내지 3번의 레인으로부터 제거되지만, 4번 내지 8번의 레인으로부터는 제거되지 않는다. 사전-이용층(305)이 샘플 처리 장치(300)로부터 제거된 경우, "샘플(SAMPLE)"로서 지정된 제1 입력 어퍼처 또는 포트(310)와, 시약을 위해 "R"로서 지정된 제2 입력 어퍼처 또는 포트(360)가 드러난다.

[0172] 또한, 레인들(303) 사이에, 레인(303)의 시약 물질 핸들링 부분과 레인(303)의 샘플 물질 핸들링 부분 사이에, 그리고/또는 분위기와 샘플 처리 장치(300)의 내부 간에 교차 오염을 더욱 억제하기 위해, 제1 및 제2 입력 어퍼처(310 및 360) 중 하나 또는 둘 다는, 예를 들어, 도 16에 도시된 바와 같은 플러그(307)에 의해 플러그될(plugged) 수 있거나 또는 막을 수 있다. 입력 어퍼처들(310, 360)을 플러그하기 위해 다양한 물질, 형태, 및 구조가 채택될 수 있으며, 플러그(307)는 단지 예시적으로 제1 입력 어퍼처(310) 및 제2 입력 어퍼처(360) 모두에 한 손가락으로 누름으로써 삽입될 수 있는 컴비네이션 플러그인 것으로서 도시된다. 대안적으로, 어떤 실시예들에서, 사전-이용층(305)은 밀봉 또는 커버층으로서도 기능할 수 있고, 샘플 및/또는 시약이 특정 레인(303)에 로딩된 후 레인(303)을 분위기로부터 재차 밀봉하기 위해 그 레인(303)의 상면(306)에 다시 도포될 수 있다. 그러한 실시예들에서, 층(305)이 당해 레인(303)의 상면(306)에 다시 도포된 후에 사전-이용층(305)의 각 섹션의 탭이 층(305)의 나머지 부분으로부터 제거될(예를 들면, 개구들을 따라 뜯어질) 수 있다. 탭의 제거는 벨빙, 디스크 회전 등의 임의의 처리 단계들과 탭 사이에 발생할 수 있는 임의의 간섭을 억제할 수 있다. 또한, 그러한 실시예들에서, 사전-이용층(305)은 제1 및 제2 입력 어퍼처(310, 360)를 노출시키기에 딱 충분하게 다시 벗겨질 수 있고, 그 후 상면(306)에 다시 깔리므로, 사전-이용층(305)은 결코 완전히 상면(306)으로부터 제거되지 않는다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 사전-이용층(305)의 인접한 섹션들 사이의 개구들 또는 스코어 라인들(312)은 뜯기 멈춤체로서 작용할 수 있는 관통 개구에서 끝날 수 있다. 이러한 관통 개구는 사전-이용층(305)의 최내측 에지의 반경방향 외측에 위치결정될 수 있어서, 사전-이용층(305)의 각 섹션의 최내측 부분은 상면(306)으로부터 완전히 제거될 필요가 없다.

[0173] 도 17, 도 19, 및 도 21에 도시된 바와 같이, 도 16 내지 도 22의 예시된 실시예에서, 샘플 처리 장치(300)의 각 레인(303)은, 레인(303)의 샘플 핸들링 부분 또는 층(311), 레인(303)의 시약 핸들링 부분 또는 층(361)을 포함하고, 샘플 핸들링 부분(311)과 시약 핸들링 부분(361)은 예를 들어, 하기에 설명하는 바와 같이, 하나 이상의 밸브를 개방함으로써, 양측이 서로 유체 연통될 때까지는, 서로 유동적으로 격리될 수 있다. 각 레인(303)은 때로는 "분배 시스템" 또는 "처리 어레이"라고 일컬어질 수 있으며, 또는 어떤 실시예들에서는, 레인(303)의 각 층(311, 361)이 "분배 시스템" 또는 "처리 어레이"라고 일컬어질 수 있다. 그러나, 일반적으로, "처리 어레이"는 입력 챔버, 검출 챔버, 및 그들 간의 임의의 유체 연결을 일컫는다.

[0174] 도 17, 도 19, 및 도 21을 참조하면, 제1 입력 어퍼처(310)는 입력 웰 또는 챔버(315) 내로 개방된다. 유사한 입력 챔버(365)는 제2 입력 어퍼처(360)가 개방되는 레인(303)의 시약 핸들링 층(361)에 배치된다. 별도의 샘플 및 시약 입력 어퍼처들(310, 360), 입력 챔버들(315 및 365), 및 각 레인(303)의 핸들링 층들(311 및 361)은 실질적인, 또는 임의의 사전-처리, 희석, 계량, 또는 혼합 등이 필요없이 분석을 위해 샘플 처리 장치(300)에, 원시의, 처리되지 않은 샘플들이 로딩되는 것을 허용한다. 이와 같이, 샘플 및/또는 시약은 정확한 측정 또는 처리 없이 추가될 수 있다. 그 결과, 상대적으로 복잡한 "온-보드" 처리가, 많은 또는 임의의 사전-처리가 필요 없이, 샘플 처리 장치(300)에서 수행될 수 있기 때문에, 샘플 처리 장치(300)는 때때로 "모더나이트 컴플렉시티" 디스크라고 일컬어질 수 있다. 즉, 샘플 처리 장치(300)는 샘플 및/또는 시약 매체의 선택된 부피를 입력 챔버(315, 365)로부터 검출 챔버(350)로 수송하기 위해 사용될 수 있는 온-보드 계량 구조체를 포함할 수 있다. 검출 챔버(350)에 선택된 부피들을 수송함으로써, 사용자가 특정 부피의 샘플 또는 시약을 정확하게 계

량하고 샘플 처리 장치(300)에 로딩할 필요없이, 시약에 대한 샘플의 원하는 비율이 달성될 수 있다. 오히려, 사용자는 샘플 처리 장치(300)에 비특정 양의 샘플 및/또는 시약을 로딩할 수 있고, 샘플 처리 장치(300) 자체가 검출 챔버(350)로의 물질의 원하는 양을 계량할 수 있다. 샘플 핸들링 측(311)을 먼저 설명할 것이다.

[0175] 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 입력 챔버(315)는 입력 챔버(315)를 적어도 계량 부분, 챔버, 또는 저장조(318)와, 폐기 부분, 챔버, 또는 저장조(320)로 분할하도록 위치결정된 하나 이상의 배플(baffles) 또는 벽(316) 또는 다른 적절한 유체 지향 구조체(fluid directing structures)를 포함할 수 있다. 배플(316)은 유체를 지향시키거나 입력 챔버(315)에 담는 기능을 할 수 있다.

[0176] 예시된 실시예에 나타난 바와 같이, 샘플은 입력 어퍼처(310)를 통해 샘플 처리 장치(300) 상의 하나 이상의 레인(303) 내에 로딩될 수 있다. 샘플 처리 장치(300)가 회전 측 A-A를 중심으로 회전됨에 따라, 샘플은 계량 저장조(318)에 지향될 것이다(예를 들어, 하나 이상의 배플(316)에 의해). 계량 저장조(318)는 선택된 부피의 물질을 유지 또는 보유하도록 구성되고, 초과분은 폐기 저장조(320)에 지향된다. 어떤 실시예들에서, 입력 챔버(315) 또는 그 일부는 "제1 챔버" 또는 "제1 처리 챔버"라고 일컬어질 수 있고, 검출 챔버(350)는 "제2 챔버" 또는 "제2 처리 챔버"라고 일컬어질 수 있다.

[0177] 도 21 및 도 22에 도시된 바와 같이, 계량 저장조(318)는 샘플 처리 장치(300)의 중심(301) 및 회전 측 A-A 쪽으로 위치결정된 제1 단부(322), 그리고 중심(301) 및 회전 측 A-A로부터 멀리(즉, 제1 단부(322)의 반경방향 외측으로) 위치결정된 제2 단부(324)를 포함하여, 샘플 처리 장치(300)가 회전됨에 따라, 샘플은 계량 저장조(318)의 제2 단부(324) 쪽으로 힘이 가해진다. 계량 저장조(318)의 제2 단부(324)를 한정하는 하나 이상의 배플 또는 벽(316)은 선택된 부피를 한정하기 위해 배치된 기부(323)와 측벽(326)(예를 들어, 부분 측벽; 도 21 참조)을 포함할 수 있다. 측벽(326)은 선택된 부피를 초과하는 임의의 부피가 측벽(326)을 넘쳐 흘러 폐기 저장조(320)에 유출되는 것을 허용하도록 배치되고 성형된다. 그 결과, 물질의 초과 부피를 폐기 저장조(320) 내로 이동시키는 것을 용이하게 하고, 반경방향-외측으로-향하는 힘 하에(예를 들면, 샘플 처리 장치(300)가 회전 측 A-A를 중심으로 회전되는 동안) 초과 부피가 계량 저장조(318) 내로 다시 이동하는 것을 억제하기 위해, 폐기 저장조(320)의 적어도 일부는 계량 저장조(318) 또는 입력 챔버(315)의 나머지 부분의 반경방향 외측에 위치결정될 수 있다.

[0178] 즉, 도 21을 계속해서 참조하면, 입력 챔버(315)는 입력 어퍼처(310)로부터 계량 저장조(318) 쪽으로 물질을 지향시키기 위해 위치결정되는 하나 이상의 제1 배플(316A), 선택된 부피의 유체를 담고 있기 위해 그리고/또는 선택된 부피를 초과하는 유체를 폐기 저장조(320)에 지향시키기 위해 위치결정되는 하나 이상의 제2 배플(316B)을 포함할 수 있다.

[0179] 도시된 바와 같이, 기부(323)는 모세관 밸브(330)의 적어도 일부를 형성하도록 구성할 수 있는 내부에 형성된 개구 또는 유체 통로(328)를 포함할 수 있다. 그 결과, 유체 통로(328)의 단면적은 계량 저장조(318)(또는 계량 저장조(318)에 보유되는 유체의 부피)에 비해 충분히 작을 수 있어서 유체가 모세관력에 기인하여 유체 통로(328)로 유입되는 것이 억제된다. 그 결과, 어떤 실시예들에서, 유체 통로(328)는 "수축" 또는 "수축된 통로"라고 일컬어질 수 있다.

[0180] 어떤 실시예들에서, 계량 저장조(318), 폐기 저장조(320), 하나 이상의 배플(316)(예를 들어, 기부(323), 측벽(326), 및 선택적으로 하나 이상의 제1 배플(316A)), 및 유체 통로(328)(또는 모세관 밸브(330))는 함께, 예를 들면, 원할 때 하류의 유체 구조체에 수송될 수 있는, 선택된 부피의 물질을 담고 있을 책임이 있는 "계량 구조체"라고 일컬어질 수 있다.

[0181] 단지 예시적으로, 샘플 처리 장치(300)가 제1 속도(예를 들어, 각속도, RPM)로 회전 측 A-A를 중심으로 회전될 때, 제1 원심력이 샘플 처리 장치(300) 내의 물질에 작용한다. 계량 저장조(318)와 유체 통로(328)는(예를 들어, 표면 에너지, 상대 크기 및 단면적 등의 측면에서), 제1 원심력이 소정의 표면 장력의 샘플이 상대적으로 좁은 유체 통로(328) 내로 힘을 받도록 유발하기에는 불충분하도록 구성될 수 있다. 그러나, 샘플 처리 장치(300)가 제2 속도(예를 들어, 각속도, RPM)로 회전될 때, 제2 원심력이 샘플 처리 장치(300) 내의 물질에 작용한다. 계량 저장조(318)와 유체 통로(328)는, 제2 원심력이 소정의 표면 장력의 샘플이 유체 통로(328) 내로 힘을 받도록 유발하기에 충분하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 원할 때, 샘플이 통로(328) 내로 흐르도록 유발하기 위해 첨가제(예를 들어, 계면 활성제)가 샘플의 표면 장력을 변경하기 위해 샘플에 추가될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 제1 및 제2 힘은, 샘플 처리 장치(300)가 서로 다른 처리 단계들에서 회전되는 속도 및 가속도 프로파일을 제어함으로써, 적어도 부분적으로 제어될 수 있다. 그러한 속도 및 가속도는 도 26과 관련하여 더 상세히 설명된다.

- [0182] 어떤 실시예들에서, 입력 챔버(315)(또는 그의 일부, 예를 들면, 계량 저장조(318) 등)의 부피에 대한 유체 통로(328)의 단면적의 에스펙트 비율은, 예를 들면, 소정의 표면 장력의 유체에 대해, 바람직할 때까지는, 유체가 유체 통로(328) 내로 유입되지 않을 것을 적어도 부분적으로 보장하도록 제어될 수 있다.
- [0183] 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 유체가 유체 통로(328) 내로 이동할 수 있는 저장조(예를 들면, 입력 챔버(315), 또는 그의 일부, 예를 들면 계량 저장조(318) 등)의 부피(V)에 대한 유체 통로의 단면적(A_p)(예를 들어, 계량 저장조(318)의 기부(323)에서의 유체 통로(328)의 입구에서의)의 비율, 즉, $A_p:V$ 는, 약 1:25로부터 1:500까지의 범위일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 1:50으로부터 약 1:300까지의 범위일 수 있고, 그리고 어떤 실시예들에서는 약 1:100으로부터 약 1:200까지의 범위일 수 있다. 상기의 다른 방식은, 어떤 실시예들에서 A_p/V 의 비율은 적어도 약 0.01일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 0.02, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 0.04일 수 있다. 어떤 실시예들에서 A_p/V 의 비율은 약 0.005 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 0.003 이하, 어떤 실시예들에서는 약 0.002 이하일 수 있다. 또 다른 방식으로 보고하자면, 어떤 실시예들에서 V/A_p 의 비율 또는 V 대 A_p 의 비율이 적어도 약 25(즉, 25 대 1)일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 50(즉, 약 50 대 1), 어떤 실시예들에서는 적어도 약 100(즉, 약 100 대 1)일 수 있다. 어떤 실시예들에서 V/A_p 의 비율 또는 V 대 A_p 의 비율이 적어도 약 500(즉, 약 500 대 1) 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 300(즉, 약 300 대 1) 이하, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 200(즉, 약 200 대 1) 이하일 수 있다.
- [0184] 어떤 실시예들에서, 이 비율들은 유체 통로(328)에 다양한 치수를 채택함으로써 달성될 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 유체 통로(328)는 가로 치수(예를 들어, 지름, 폭, 깊이, 두께 등 중심(101)으로부터 반경을 따른 그의 길이에 대해 수직인)가 약 0.5 mm 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 0.25 mm 이하, 어떤 실시예들에서는 약 0.1 mm 이하일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 유체 통로(328)의 단면적 A_p 는 약 0.1 mm^2 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 0.075 mm^2 이하, 어떤 실시예들에서는 약 0.5 mm^2 이하일 수 있다. 어떤 실시예들에서 유체 통로(328)는 길이가 적어도 약 0.1 mm 일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 0.5 mm, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 1 mm일 수 있다. 어떤 실시예들에서 유체 통로(328)는 길이가 약 0.5 mm 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 0.25 mm 이하, 어떤 실시예들에서는 약 0.1 mm 이하일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 예를 들어, 유체 통로(328)는 폭이 약 0.25 mm, 깊이가 약 0.25 mm(즉, 단면적이 약 0.0625 mm^2), 길이가 약 0.25 mm일 수 있다.
- [0185] 도 17, 도 19, 도 21, 및 도 22에 도시된 바와 같이, 모세관 밸브(330)는 계량 저장조(318)의 제2 단부(324)와 유체 연통하도록 배치할 수 있어서, 유체 통로(328)는 회전 축 A-A를 기준으로 상대적으로 계량 저장조(318)의 반경방향 외측에 위치결정된다. 모세관 밸브(330)는, 유체 통로(328)의 치수, 계량 저장조(318) 및/또는 유체 통로(328)를 한정하는 표면들의 표면 에너지, 유체의 표면 장력, 유체에 작용하는 힘, (예를 들면, 하기에 설명하는 바와 같이, 하류에 형성된 증기 패쇄(vapor lock)의 결과로서) 존재할 수 있는 임의의 배압(back pressure), 및 이들의 조합들 중 적어도 하나에 의존하여, 계량 저장조(318)로부터 유체 통로(328) 내로 유체(즉, 액체)가 이동하는 것을 억제하도록 구성될 수 있다. 그 결과, 유체 통로(328)(예를 들면, 수축체)는, (예를 들면, 회전 축 A-A를 중심으로 한 샘플 처리 장치(300)의 회전에 의해) 유체에 작용하는 힘, 유체의 표면 장력, 및/또는 유체 통로(328)의 표면 에너지가 유체를 유체 통로(328)를 지나게 이동시키기에 충분할 때까지는, 유체가 밸브 챔버(334)에 들어가는 것을 억제하도록 구성(예를 들면, 치수가 결정)될 수 있다.
- [0186] 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 모세관 밸브(330)가 격막 밸브(332)의 반경방향 내측에 격막 밸브(332)의 입구와 유체 연통하게 위치결정되도록, 모세관 밸브(330)는 격막 밸브(332)와 직렬로 배열될 수 있다. 격막 밸브(332)는 밸브 챔버(334) 및 밸브 격막(336)을 포함할 수 있다. 회전 플랫폼에서 소정의 방향(예를 들어, 실질적으로 수평)으로, 유체의 흐름을 제어하기 위해 모세관력은 원심에 의해 균형이 잡혀질 수 있고 상쇄될 수 있다. 격막 밸브(332)(또한 때때로 "위상-변화형-밸브"라고 일컬어짐)는 밸브 격막(336)을 통해 통로를 개방하기 위해 밸브 격막(336)의 용해를 유발할 수 있는 열원(예를 들어, 전자기 에너지)을 받을 수 있다.
- [0187] 격막(336)은 샘플 처리 장치(300)에 있어서 밸브 챔버(334)와 하나 이상의 하류 유체 구조체 사이에 배치될 수 있다. 이와 같이, 검출 챔버(350)는 격막 밸브(332)의 배출구(즉, 밸브 챔버(334))와 유체 연통할 수 있으며, 회전 축 A-A 및 중심(301)에 대해 상대적으로, 밸브 챔버(334)의 반경방향 외측에 적어도 부분적으로 위치결정될 수 있다. 격막(336)은 (i) 격막(336)이 유체(및 특히, 액체)에 대해 불침투성이며, 밸브 챔버(334)를 하류

유체 구조체들로부터 유동적으로 격리하도록 위치결정되는 폐쇄 구성, (ii) 격막(336)이 유체, 특히, 액체에 대해 침투성이며(예를 들어, 샘플이 그를 관통하여 흐르도록 조장하기 위한 크기의 하나 이상의 개구를 포함함), 밸브 챔버(334)와 임의의 하류 유체 구조체들 간의 유체 연통을 허용하는 개방 구성을 포함할 수 있다. 즉, 밸브 격막(336)은 그것이 본래 상태일 때 밸브 챔버(334)와 임의의 하류 유체 구조체들 사이에 유체(즉, 액체)가 이동하는 것을 방지할 수 있다.

[0188] 밸브 구조 및 처리의 다양한 특징들과 상세들은 2011년 5월 18일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 제61/487,669호, 2011년 5월 25일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 제61/490,012호에 설명되어 있고, 그 각각의 전체 내용은 본 명세서에 참조되어 포괄된다.

[0189] 밸브 격막(336)은 가시, 적외 및/또는 자외 스펙트럼의 전자기 에너지 등의 전자기 에너지에 대해 불투명하거나 흡수성인 불침투성 장벽을 포함할 수 있거나 또는 그것으로 형성될 수 있다. 본 개시와 관련하여 사용되는 용어 "전자기 에너지"(및 그 변형)은 물리적 접촉이 없는 상태에서 원하는 위치 또는 물질에 스스로로부터 전달될 수 있는 전자기 에너지(파장/주파수에 관계없이)를 의미한다. 전자기 에너지의 제한적이지 않은 예들은 레이저 에너지, 무선 주파수(RF), 마이크로파 방사광, 광 에너지(자외선 내지 적외선 스펙트럼을 포함함) 등을 포함한다. 어떤 실시예들에서, 전자기 에너지는 자외선 내지 적외선 스펙트럼(가시 스펙트럼을 포함함) 내에 들어오는 에너지로 제한될 수 있다.

[0190] 밸브 격막(336) 또는 그의 일부는 기관(302)과 구별될 수 있다(예를 들어, 기관(302)에 사용되는 물질과는 다른 물질로 형성됨). 기관(302)과 밸브 격막(336)에 대해 서로 다른 물질을 사용함으로써, 각 물질은 그 원하는 특성을 위해 선택될 수 있다. 대안적으로, 밸브 격막(336)은 기관(302)과 일체화될 수 있고, 기관(302)과 같은 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 밸브 격막(336)은 단순히 기관(302) 내에 몰딩될 수 있다. 그렇다면, 그것은 전자기 에너지를 흡수할 수 있는 그의 능력을 향상시키기 위해 코팅 또는 함침될 수 있다.

[0191] 밸브 격막(336)은 임의의 적합한 물질로 형성될 수 있지만, 격막(336)의 물질이, 샘플 처리 장치(300)에서 발생하는 반응들 또는 처리들과 인터페이스할 수 있는 임의의 어떤 상당한 부산물, 폐기물 등의 생성 없이 보이드들을 형성한다면(즉, 격막(336)이 개방될 때), 그것은 특히 유용할 수 있다. 밸브 격막(336) 또는 그의 일부로서 사용될 수 있는 물질의 부류의 일 예는, 예를 들면, 상업적으로 이용가능한 캔 라이너 또는 가방을 제조하기 위해 사용되는 필름 등 착색되고 배향된 폴리머 필름들을 포함한다. 적합한 필름은 명칭 406230E 하에 코네티컷 주 덴버리의 히몰린 인코퍼레이티드(Himolene Incorporated)로부터 입수할 수 있는 두께 1.18 mils의 블랙 캔 라이너(black can liner)일 수 있다. 그러나, 어떤 실시예들에서, 격막(336)은 기관(302) 자체와 동일한 물질로 형성될 수 있지만, 기관(302)의 다른 부분들보다 더 작은 두께를 가질 수 있다. 격막이 전자기 신호로부터 에너지를 흡수하여 충분히 개방될 정도로 충분히 얇도록, 격막 두께는 기관(302)을 형성하기 위해 사용되는 몰드 또는 도구에 의해 제어될 수 있다.

[0192] 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)은 단면적이 적어도 약 1 mm^2 일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 2 mm^2 , 어떤 실시예들에서는 적어도 약 5 mm^2 일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)은 단면적이 약 10 mm^2 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 8 mm^2 이하, 어떤 실시예들에서는 약 6 mm^2 이하일 수 있다.

[0193] 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)은 두께가 적어도 약 0.1 mm일 수 있고, 어떤 실시예들에서는, 적어도 약 0.25 mm, 어떤 실시예들에서는, 적어도 약 0.4 mm 일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)은 두께가 약 1 mm 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 0.75 mm 이하, 어떤 실시예들에서는 약 0.5 mm 이하일 수 있다.

[0194] 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)은 일반적으로 원형일 수 있고, 직경이 약 1.5 mm(즉, 단면적이 약 5.3 mm^2)일 수 있고, 두께가 약 0.4 mm일 수 있다.

[0195] 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)은 선택된 파장의 전자기 에너지를 흡수하고 그 에너지를 열로 변환할 수 있는 물질을 포함할 수 있어서, 그 결과 밸브 격막(336)에 보이드를 형성한다. 흡수성 물질은 밸브 격막(336), 또는 그 일부에 함유될 수 있거나(예를 들어, 격막을 형성하는 물질(수지)에 함침됨), 또는 그 표면에 코팅될 수 있다. 예를 들어, 도 20에 도시된 바와 같이, 밸브 격막(336)은 상부로부터(즉, 기관(302)의 상면(306)에서) 전자기 에너지로 조사되도록 구성될 수 있다. 그 결과, 밸브 격막 영역 상방의 제1 층(304)(도 16 참조)은, 밸브 격막(336) 내에 보이드를 생성하기 위해 사용되는 전자기 에너지의 선택된 파장 또는 파장 범위에 대해 투명할 수 있고, 밸브 격막(336)은 그러한 파장(들)을 흡수할 수 있다.

- [0196] 모세관 밸브(330)는 도 16 내지 도 22에 도시된 실시예에서 격막 밸브(332)와 직렬일 수 있고, 특히, 격막 밸브(332)의 입구 또는 상류 단부의 상류에 있고 그와 유체 연통할 수 있다. 모세관 밸브(330)와 격막 밸브(332)의 그러한 구성은, 밸브 격막(336)이 폐쇄된 구성이고 샘플 처리 장치(300) 내에서 샘플이 이동되고 압력이 발현되는 것이 허용될 때, 증기 폐색(즉, 밸브 챔버(334) 내에)을 생성할 수 있다. 이러한 구성은 또한 유체(즉, 액체)가 밸브 챔버(334)에 들어가고 밸브 격막(336)에 인접하여 모이도록 허가될 때를 사용자가 제어할 수 있게 해준다(예를 들어, 샘플의 표면 장력이 일정하게 유지될 때, 샘플에 가해지는 원심력에 영향을 미치는, 샘플 처리 장치(300)가 회전되는 속도를 제어함으로써, 그리고/또는 샘플의 표면 장력을 제어함으로써). 즉, 모세관 밸브(330)는 밸브 격막(336)이 폐쇄 구성일 때, 격막 밸브(332)를 개방하기 전에 유체(즉, 액체)가 밸브 챔버(334)에 들어가고 밸브 격막(336)에 인접하여 고이거나 모이는 것을 억제할 수 있다.
- [0197] 모세관 밸브(330)와 격막 밸브(332)는 함께 또는 개별적으로, 샘플 처리 장치(300)의 "밸브" 또는 "밸빙 구조"라고 일컬어질 수 있다. 즉, 샘플 처리 장치(300)의 밸빙 구조는 모세관 밸브와 격막 밸브를 포함하는 것으로서 상기에서 일반적으로 설명되지만, 어떤 실시예들에서는, 샘플 처리 장치(300)의 밸브 또는 밸빙 구조가 유체 통로(328), 밸브 챔버(334), 및 밸브 격막(336)을 포함하는 것으로서 간단히 설명될 수 있다. 또한, 어떤 실시예들에서, 유체 통로(328)는 입력 챔버(315)의 일부를 형성하는 것으로서(예를 들면, 계량 저장조(318)의 일부를 형성하는 것으로서) 설명될 수 있어서, 하류 단부(324)는 바람직할 때까지는, 밸브 챔버(334)에 유체가 들어가는 것을 억제하도록 구성되는 유체 통로(328)를 포함한다.
- [0198] 밸브 격막(336)의 한 측에 인접하여 유체(즉, 액체)가 모이는 것을 억제함으로써, 밸브 격막(336)은 개방될 수 있는데, 즉, 다른 문제의 간섭없이, 폐쇄 구성으로부터 개방 구성으로 변화될 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)의 일 측면에(예를 들어, 샘플 처리 장치(300)의 상면(306)에서) 적합한 파장의 전자기 에너지를 조사함에 의해 밸브 격막(336)에 보이드를 형성함으로써 밸브 격막(336)이 개방될 수 있다. 본 발명자들은 어떤 경우들에서, 액체가 밸브 격막(336)의 반대 측에 모이면, 전자기 에너지에 대한 열 싱크로서 기능함으로써 액체가 보이드 형성(예를 들어, 용해) 처리를 방해할 수 있어서, 밸브 격막(336)의 보이드를 형성하기 위해 필요한 전력 및/또는 시간을 증가시킬 수 있다는 것을 발견했다. 그 결과, 유체(즉, 액체)가 밸브 격막(336)의 일 측면에 인접하여 모이는 것을 억제함으로써, 유체(예를 들면, 샘플 또는 시약 등의 액체)가 밸브 격막(336)의 제2 측면에 존재하지 않을 때, 밸브 격막(336)의 제1 측면에 전자기 에너지를 조사함에 의해 밸브 격막(336)이 개방될 수 있다. 유체(예를 들면, 액체)가 밸브 격막(336)의 후면에 모이는 것을 억제함으로써, 격막 밸브(332)는 레이저 파워(예를 들면, 440, 560, 670, 780, 및 890 밀리와트(mW)), 레이저 펄스 폭 또는 기간(예를 들어, 1 또는 2 초), 및 레이저 펄스의 수(예를 들어, 1 또는 2 펄스) 등 다양한 밸빙 조건을 거쳐 확실하게 개방될 수 있다.
- [0199] 그 결과, 모세관 밸브(330)는 (i) 계량 저장조(318)의 폐쇄 단부를 효과적으로 형성하여 샘플의 선택된 부피가 계량될 수 있고 하류 검출 챔버(350)에 수송될 수 있도록 기능하고, (ii) 밸브 격막(336)이 그의 폐쇄 구성인 상태일 때, 예를 들어, 밸브 챔버(334) 내에 증기 폐색을 형성함으로써, 밸브 격막(336)의 일 측에 인접하여 유체(예를 들면, 액체)가 모이는 것을 효과적으로 억제하는 기능을 한다.
- [0200] 어떤 실시예들에서, 밸빙 구조는 샘플 처리 장치(300)의 중심(301)을 기준으로 실질적으로 반경방향으로 배향된 길이 방향을 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)은 밸브 격막(336)에 형성될 수 있는 하나 이상의 개구 또는 보이드의 치수보다 더 많이 길이 방향으로 연장되는 길이를 포함할 수 있어서, 원하는 대로 하나 이상의 개구가 밸브 격막(336)의 길이를 따라 형성될 수 있다. 즉, 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)에 길이를 따라 선택된 위치들에 개구들을 형성함으로써 샘플의 선택된 부분표본을 제거하는 것이 가능할 수 있다. 선택된 부분표본의 부피는 (예를 들어, 회전 축 A-A를 기준으로 측정된) 개구들 사이의 반경방향 거리와, 개구들 사이의 밸브 챔버(334)의 단면적에 기초하여 결정될 수 있다. 다른 실시예들 및 그러한 "가변 밸브"의 상세는 미국 특허 번호 제7,322,254호 및 미국 특허 출원 공개 번호 제2010/0167304호에서 찾을 수 있다.
- [0201] 개구 또는 보이드가 밸브 격막(336)에 형성된 후에, 밸브 챔버(334)는 밸브 격막(336)의 보이드를 통해 검출 챔버(350) 등의 하류 유체 구조체와 유체 연통된다. 상기에서 언급한 바와 같이, 샘플이 라인(303)의 샘플 핸들링 측(311)에 로딩된 후에, 제1 입력 어퍼처(310)는 폐쇄, 밀봉, 및/또는 플러징될 수 있다. 이와 같이, 샘플 처리 장치(300)는 처리 동안 분위기로부터 밀봉될 수 있거나 또는 "환기 안 될(vented)" 수 있다.
- [0202] 본 개시와 관련하여 사용될 때, "환기 안 되는 처리 어레이" 또는 "환기 안 되는 분배 시스템"은, 유체 구조체들의 부피 내로 인도하는 개구들만이 샘플의 입력 챔버(315)(또는 시약의 입력 챔버(365)) 내에 배치되는 분배 시스템(즉, "처리 챔버 어레이", "처리 어레이", 또는 "라인(303)")이다. 즉, 환기 안 되는 분배 시스템 내의

검출 챔버(350)에 도달하기 위해, 샘플(및/또는 시약) 물질들이 입력 챔버(315)(또는 입력 챔버(365))에 수송되고, 입력 챔버(315)는 이후 분위기로부터 밀봉된다. 도 16 내지 도 22에 도시된 바와 같이, 이러한 환기 안 되는 분배 시스템은 샘플 물질들을 검출 챔버(350)(예를 들어, 하류 방향으로) 수송하는 하나 이상의 전용 채널과, 샘플이 이동하는 것과는 다른 별도의 경로를 통해 공기 또는 다른 유체가 검출 챔버(350)를 나가게 해주는 하나 이상의 전용 채널을 포함할 수 있다. 반면, 환기되는 분배 시스템은 처리 동안 분위기에 개방될 것이고, 또한, 검출 챔버(350)의 근방 등 분배 시스템을 따라 하나 이상의 위치에 위치결정되는 공기 통풍구를 포함할 가능성이 클 것이다. 상기에서 언급한 바와 같이, 환기 안 되는 분배 시스템은 환경과 샘플 처리 장치(300)의 내부 사이의 오염(예를 들어, 샘플 처리 장치(300)로부터의 누출, 또는 환경이나 유체로부터 샘플 처리 장치(300)에 오염 물질의 도입)을 억제하고, 또한 하나의 샘플 처리 장치(300) 상의 여러 샘플들이나 레인들(303) 간의 교차 오염을 억제한다.

[0203] 도 17, 도 19, 및 도 21에 도시된 바와 같이, 처리 동안 샘플 처리 장치(300) 내의 유체 흐름을 촉진하기 위해, 레인(303)은 레인(303)의 하류 또는 반경방향 바깥 부분 (예를 들어, 검출 챔버(350))과, 검출 챔버(350)의 상류 또는 반경방향 내측에 있는 하나 이상의 유체 구조체(예를 들어, 입력 챔버(315)의 적어도 일부, 시약 핸들링 측(361)의 입력 챔버(365)의 적어도 일부, 또는 둘 다)를 유동적으로 결합하도록 위치결정된 하나 이상의 평형 채널(355)을 포함할 수 있다.

[0204] 단지 예를 들어, 예시된 샘플 처리 장치(300)의 각 레인(303)은, 도 20 및 도 21에 도시된 바와 같이, 검출 챔버(350)와, 레인(303)의 시약 핸들링 측(361)의 시약 입력 챔버(365)의 상류 또는 (즉, 중심(301)을 기준으로 상대적으로) 반경방향 내측 부분을 유동적으로 결합하도록 위치결정된 평형 채널(355)을 포함한다.

[0205] 평형 채널(355)은, 샘플 처리 장치(300)의 증기 폐색된 영역들 이외의 영역들 내로 다른 유체(예를 들어, 샘플 물질, 액체 등)의 하류 쪽 이동을 촉진하기 위해 유체 구조체들의 증기 폐색된 하류 부분들 이외로부터 유체(예를 들어, 갇힌 공기 등의 가스)의 상류 쪽 이동을 허용하는 추가의 채널이다. 그러한 평형 채널(355)은, 샘플 처리 동안, 즉, 샘플 처리 장치(300)에서 유체의 이동 동안, 샘플 처리 장치(300)상의 유체 구조체들을 분위기에 대해 폐쇄되게 또는 환기되지 않게 유지하도록 허용한다. 그 결과, 어떤 실시예들에서, 평형 채널(355)은 "내부 환기" 또는 "환기 채널"이라고 일컬어질 수 있고, 물질 이동을 촉진하기 위해 갇힌 액체를 방출하는 처리는 "내부적 환기"이라고 일컬어질 수 있다.

[0206] 또 다른 방법은, 어떤 실시예들에서, 입력 챔버(315)(또는 시약 입력 챔버(365))로부터 검출 챔버(350)로의 샘플(또는 시약)의 흐름은 운동의 제1 방향을 정의할 수 있고, 평형 채널(355)은 제1 방향과는 다른, 운동의 제2 방향을 정의할 수 있다. 특히, 제2 방향은 제1 방향과는 반대, 또는 실질적으로 반대이다. 샘플(또는 시약)이 힘(예를 들어, 원심력)에 의해 검출 챔버(350)에 이동될 때, 제1 방향은 일반적으로 힘의 방향을 따라 배향될 수 있고, 제2 방향은 일반적으로 힘의 방향과 반대로 배향될 수 있다.

[0207] 밸브 격막(336)이 개방 구성(예를 들면, 격막(336)에 전자기 에너지를 방출함으로써)으로 변화될 때, 적어도 부분적으로, 밸브 격막(336)의 하류 측을 입력 챔버(365)에까지 다시 연결하는 평형 채널(355) 때문에, 밸브 챔버(334) 내의 증기 폐색이 해제될 수 있다. 증기 폐색의 해제는 유체(예를 들면, 액체)가 유체 통로(328) 내로, 밸브 챔버(334) 내로, 그리고 검출 챔버(350) 내로 흐르는 것을 허용할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 이 현상은, 채널들과 챔버들이 소수성이거나 또는 소수성 표면들에 의해 일반적으로 정의될 때, 촉진될 수 있다. 즉, 어떤 실시예들에서, 채널들과 챔버들을 적어도 부분적으로 정의하는 기관(302) 및 임의의 커버들 또는 층들(304, 305, 및 308)(또는 예를 들어, 실리콘 폴리우레아를 포함하는, 그 위에 코팅된 접착제)이 소수성 물질로 형성될 수 있거나, 또는 수용성 샘플들 및/또는 시약 물질들에 비해, 특히, 소수성의 표면들을 포함할 수 있다.

[0208] 어떤 실시예들에서, 물질 표면의 소수성은 관심의 액체의 방울과 관심의 표면 사이의 접촉각을 측정함으로써 결정될 수 있다. 현재의 경우, 이러한 측정은 다양한 샘플 및/또는 시약 물질과, 샘플 및/또는 시약과 접촉하게 될 샘플 처리 장치의 적어도 일부 표면을 형성하는 데 사용된 물질 사이에 행해질 수 있다. 어떤 실시예들에서, 샘플 및/또는 시약 물질들은 수성 액체(예를 들어, 현탁액 등)일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 본 개시의 샘플 및/또는 시약과, 샘플 처리 장치(300)의 적어도 일부를 형성하는 기관 물질 사이의 접촉 각도는 적어도 약 70° 일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 75°, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 80°, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 90°, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 95°, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 99° 일 수 있다.

[0209] 어떤 실시예들에서, 충분한 힘이 유체에 작용할 때(예를 들어, 유체에 대해 임계 힘이 달성된 때, 예를 들어, 회전 축 A-A를 중심으로 샘플 처리 장치(300)의 회전이 임계 가속도 또는 회전 가속도를 초과할 때), 유체는 유

체 통로(328) 내로 흐를 수 있다. 유체가 모세관 밸브(330) 내의 모세관 힘을 극복한 후에, 유체는 개방된 밸브 격막(336)을 통해 하류의 유체 구조체(예를 들어, 검출 챔버(350))로 흐를 수 있다.

[0210] 본 개시를 통해 논의된 바와 같이, 샘플 처리 장치(300)를 통해 이동되는 샘플 및/또는 시약 물질의 표면 장력은, 물질을 유체 통로(328) 내로 이동시키기 위해, 그리고 모세관 힘을 극복하기 위해 필요한 힘의 크기에 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로, 샘플 처리 장치(300)를 통해 이동되는 물질의 표면 장력이 작을수록, 모세관 힘을 극복하기 위해 물질에 가해지는 더 작은 힘이 필요하다. 어떤 실시예들에서, 샘플 및/또는 시약 물질의 표면 장력은 적어도 약 40 mN/m일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 43 mN/m, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 45 mN/m, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 50 mN/m, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 54mN/m일 수 있다. 어떤 실시예들에서 표면 장력은 약 80 nN/m 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 75 mN/m 이하, 어떤 실시예들에서는 약 72 mN/m 이하, 어떤 실시예들에서는 약 70 mN/m 이하, 어떤 실시예들에서는 약 60 mN/m 이하일 수 있다.

[0211] 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)를 통해 이동되는 샘플 및/또는 시약 물질의 밀도는 적어도 약 1.00 g/mL 일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 1.02 g/mL, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 1.04 g/mL일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 밀도는 약 1.08 g/mL 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는, 약 1.06 g/mL 이하, 어떤 실시예들에서는, 약 1.05 g/mL 이하일 수 있다.

[0212] 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치를 통해 이동되는 샘플 및/또는 시약 물질의 점도는 적어도 약 1 센티푸아즈 (nMs/m^2)일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 1.5 센티푸아즈, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 1.75 센티푸아즈일 수 있다. 어떤 실시예들에서 점도는 약 2.5 센티푸아즈 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 2.25 센티푸아즈 이하, 어떤 실시예들에서는 약 2.00 센티푸아즈 이하일 수 있다. 어떤 실시예들에서는 점도는 1.0019 센티푸아즈 또는 2.089 센티푸아즈일 수 있다.

[0213] 하기의 표는 본 개시에 채택될 수 있는, 샘플 희석제 및/또는 시약 중 어느 것으로서의 수성 매체에 대한 다양한 데이터를 포함한다. 일 예는 바이러스, 클라미디아(*Chlamydia*), 마이코플라스마(*Mycoplasma*), 및 유레아플라즈마(*Ureaplasma*)에 대한 코판 유니버설 트랜스포트 미디어(Copan Universal Transport Media: "UTM"), 3.0 mL 튜브, 부품 번호 330C, 로트 39P505(조지아주, 무리에타, 코판 다이아그노스틱스)이다. 이 UTM은 예들에 있어서 샘플로서 사용된다. 다른 예는 포커스 다이아그노스틱스(Focus Diagnostics) (캘리포니아주, 사이프레스)으로부터 입수가 가능한 시약 마스터 믹스("리에이전트(Reagent)")이다. 본 개시의 어떤 샘플 및/또는 시약 물질들은 물의 물성으로부터 물 중 25 % 글리세롤의 물성에 이르기까지를 포함하는 범위의 물성을 가질 수 있기 때문에, 25° C 물과 물 중 25 % 글리세롤에 대한 점도 및 밀도 데이터가 하기의 표에 포함된다. 하기의 표에 있어서 접촉각 측정은 플린트 힐스 리소시즈(Flint Hills Resources)(캔사스주, 위치타)의, 천연, 제품 번호 P4G3Z-039 폴리프로필렌과, 클레리언트 코포레이션(Clariant Corporation)(스위스, 무텐즈)으로부터 입수가 가능한 클레리언트 컬러런트(Clariant Colorant) UN0055P, 딥 블랙(Deep Black)(카본 블랙), 3 % LDR을, 가압시, 결합함으로써 형성되는 블랙 폴리프로필렌 상에서 측정되었다. 그러한 블랙 폴리프로필렌은 본 개시의 샘플 처리 장치(예를 들어, 샘플 처리 장치(300))의 적어도 일부(예를 들어, 기관(302))를 형성하기 위해 어떤 실시예들에서 사용될 수 있다.

매체	접촉각 (도 °)	표면 장력 (mN/m)	점도 (센티푸아즈)	밀도 (g/mL)
UTM	99	54	--	1.02
시약	71	43	--	1.022
25 °C 물	--	72	1.0019	1.00
물 중 25% 글리세롤	--	--	2.089	1.061

[0214]

[0215] 환기 안 되는 분배 시스템을 포함하는 샘플 처리 장치 내에서의 샘플 물질의 이동은, 회전 동안 장치의 가속과 감속을 교대로 행함으로써, 본질적으로 다양한 채널들과 챔버들을 통해 샘플 물질들을 트립(burping)시킴으로써, 촉진될 수 있다. 회전은 적어도 두 개의 가속/감속 사이클, 즉, 초기의 가속, 그에 이어지는 감속, 두 번째 라운드의 가속, 및 두 번째 라운드의 감속을 이용하여 수행될 수 있다.

[0216] 가속/감속 사이클들은 평형 채널(355) 등의 평형 채널을 갖는 분배 시스템들을 포함하는 처리 장치들(예를 들어, 샘플 처리 장치(300))의 실시예들에 필수적이지 않을 수 있다. 평형 채널(355)은, 유체 구조체들을 통해

샘플 물질들의 흐름을 공기 또는 다른 유체들이 방해하는 것을 방지하기 위해 도움이 될 수 있다. 평형 채널(355)은 분배 시스템 내의 압력의 평형을 이루기 위해 변위되는 공기 또는 다른 유체가 검출 챔버(350)를 나가는 경로들을 제공할 수 있으며, 이것은 분배 시스템을 "트립"시키기 위한 가속 및/또는 감속의 필요성을 최소화할 수 있다. 그러나, 여전히 가속 및/또는 감속 기술은 환기 안 되는 분배 시스템을 통해 샘플 물질들의 분배를 더욱 용이하게 하기 위해 사용될 수 있다. 또한 가속 및/또는 감속 기술은 EM 유도 밸빙에 의해 생성된 거친 에지, 불완전한 몰딩된 채널들/챔버들 등의 불규칙한 표면들 상방 및/또는 주위에서의 유체의 이동을 지원하기 위해 유용할 수 있다.

[0217] 가속 및/또는 감속이 빠르다면, 더욱 도움이 될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 회전은 한 방향으로만 생길 수 있는데, 즉, 로딩 처리 동안 회전 방향을 반대로 하는 것은 필수적이지 않을 수 있다. 이러한 로딩 처리는, 시스템에의 개구(들)보다 샘플 처리 장치(300)의 회전 중심(301)으로부터 더 멀리 배치되는 시스템의 해당 부분들에서 샘플 물질이 공기를 변위시키는 것을 허용한다.

[0218] 실제 가속도와 감속도는 온도, 장치의 크기, 회전 축으로부터 샘플 물질의 거리, 장치를 제조하기 위해 사용되는 물질, 샘플 물질의 특성(예를 들면, 점도) 등 다양한 요인들에 기초하여 달라질 수 있다. 유용한 가속/감속 처리의 일 예는 분당 약 4000 회전(rpm)까지의 초기의 가속, 뒤이어 약 1 초 기간에 걸친 약 1000 rpm까지의 감속, 그리고 1초 간격으로 장치의 회전 속도의 1000 rpm과 4000 rpm 간의 변동을 포함할 수 있다.

[0219] 유용한 로딩 처리의 다른 예는 제1 회전 속도 약 500 rpm까지 적어도 약 20 회전수/sec²의 초기의 가속, 뒤이어 제1 회전 속도에서의 5초 유지, 뒤이어 제2 회전 속도 약 1000 rpm까지 적어도 약 20 회전수/sec²의 제2 가속, 뒤이어 제2 회전 속도에서의 5초 유지를 포함할 수 있다. 유용한 로딩 처리의 다른 예는 회전 속도 약 1800 rpm까지 적어도 약 20 회전수/sec²의 초기의 가속과, 뒤이어 그 회전 속도에서 10초 유지를 포함할 수 있다.

[0220] 도 20 및 도 21에 도시된 바와 같이, 평형 채널(355)은 기관(302)의 상면(306) 및/또는 하면(309) 상의 일련의 채널들, 및 기관(302)의 상면(306)의 단차형 부분들을 횡단하는 것을 도울 수 있는, 상면(306)과 하면(309) 사이에 연장된 하나 이상의 비아(vias)에 의해 형성될 수 있다. 구체적으로, 도 20에 도시된 바와 같이, 예시된 평형 채널(355)은 최외측 단차(313)의 상면(306)을 따라 연장되는 제1 채널 또는 부분(356), 평형 채널(355)이 상면(306)의 단차 부분을 횡단해야 하는 것을 회피하도록 상면(306)으로부터 하면(309)까지 연장되는 제1 비아(357), 및 입력 챔버(365)의 반경방향 내측 부분에 연장되는 제2 채널 또는 부분(358)(도 21 참조)을 포함한다.

[0221] 검출 챔버(350) 내의 공기 또는 다른 유체는 검출 챔버(350)가 샘플 물질 또는 다른 물질을 수용할 때 변위될 수 있다. 평형 채널(355)은 변위된 공기 또는 다른 유체가 검출 챔버(350)의 밖으로 통과하도록 경로를 제공할 수 있다. 평형 채널(355)은, 분배 시스템의 일부 채널들을 한 방향(예를 들어, 상류 또는 하류 방향)의 유체의 흐름에 전용화하는 것을 가능하게 함에 의해, 샘플 처리 장치(300)의 각 분배 시스템의 각 분배 시스템(예를 들어, 입력 챔버(315), 검출 챔버(350), 및 입력 챔버(315)와 검출 챔버(350)를 연결하는 다양한 채널들) 내의 압력을 평형화함으로써, 샘플 처리 장치(300)를 통한 유체의 보다 효율적인 이동에 도움이 될 수 있다. 도 16 내지 도 22에 도시된 실시예에 있어서, 샘플은 일반적으로 입력 챔버(315)로부터, 모세관 밸브(330)와 격막 밸브(332)를 통해, 분배 채널(340)을 통해, 검출 챔버(350)에 하류로 그리고 반경방향 외측으로(예를 들어, 샘플 처리 장치(300)가 중심(301)을 중심으로 회전될 때) 하류 및 반경방향 외측으로 일반적으로 흐른다. 다른 유체(예를 들어, 검출 챔버(350) 내에 존재하는 가스)는 일반적으로 검출 챔버(350)로부터, 평형 채널(355)을 통해, 입력 챔버(365)에 상류 또는 반경방향 내측으로, 즉, 일반적으로 샘플 이동 방향과 반대 방향으로 흐를 수 있다.

[0222] 밸빙 구조로 되돌아가면, 밸브 격막(336)의 하류 측(즉, 예시된 샘플 처리 장치(300)의 상면(306)에 직면함; 도 20 및 도 22 참조)은, 밸브 챔버(334)(및 궁극적 입력 챔버(315), 및 특히, 계량 저장조(318))와 검출 챔버(350)를 유동적으로 결합하는 분배 채널(340)에 직면하고 궁극적으로 분배 채널 내로 개방된다(예를 들어, 밸브 격막(336)에 구멍 또는 보이드가 형성된 후에). 평형 채널(355)과 마찬가지로, 분배 채널(340)은 기관(302)의 상면(306) 및/또는 하면(309) 상의 일련의 채널들, 및 기관(302)의 상면(306)의 단차형 부분들을 횡단하는 것을 도울 수 있는, 상면(306)과 하면(309) 사이에 연장된 하나 이상의 비아에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 20 내지 도 22에 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 분배 채널(340)은 기관(302)의 중간 단차(313)의 상면(306)을 따라 연장되는 제1 채널 또는 부분(342)(도 20 및 도 22 참조), 상면(306)으로부터 하면(309)까지 연장되는 제1 비아(344)(도 20 내지 도 22 참조), 단차형의 상면(306)을 횡단하는 것을 회피하도록 하면(309)을 따라 연장되는 제2 채널 또는 부분(346)(도 21 및 도 22 참조), 하면(309)으로부터 상면(306)까지 연장되는 제2

비아(347)(도 20 내지 도 22 참조), 및 상면(306)을 따라 연장되고 검출 챔버(350) 내로 비워지는 제3 채널 또는 부분(348)(도 20 및 도 22 참조)을 포함할 수 있다.

[0223] 모든 층들과 커버들은 단순성을 위해 도 18 내지 도 22의 샘플 처리 장치(300)로부터 제거되어 기관(302)만 도시되지만, 바닥면(309) 상에 형성되는 임의의 채널들과 챔버들은 또한 제2 층(들)(308)에 의해 적어도 부분적으로 한정될 수 있다는 것과, 도 16 내지 도 17에 도시된 바와 같이, 상면(306)에 형성되는 임의의 채널들과 챔버들은 또한 제1 층(들)(304)에 의해 적어도 부분적으로 한정될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0224] 힘은 샘플에 가해질 수 있어서, 입력 챔버(315)(즉, 계량 저장조(318))로부터 유체 통로(328)를 통해 밸브 챔버(334) 내로, 밸브 격막(336)의 보이드를 통해, 분배 채널(340)을 따라 검출 챔버(350) 내로 샘플을 이동시킨다. 상기에서 언급한 바와 같이, 이러한 힘은, 회전축 A-A로부터 반경방향 외측으로 샘플을 이동시키기 위해(즉, 왜냐하면, 검출 챔버(350)의 적어도 일부가 입력 챔버(315)의 반경방향 외측에 배치되기 때문에), 예를 들어, 회전축 A-A를 중심으로 샘플 처리 장치(300)를 회전시킴으로써 생성될 수 있는 원심력일 수 있다. 그러나, 이러한 힘은 또한 압력 차이(예를 들면, 포지티브 및/또는 네거티브 압력) 및/또는 중력에 의해 확립될 수 있다. 적절한 힘 하에, 샘플은 비아들을 포함한, 다양한 유체 구조체를 통해 횡단할 수 있어서 궁극적으로 검출 챔버(350) 내에 존재한다. 특히, 계량 저장조(318)(즉, 그리고 배플들(316) 및 폐기 저장조(320))에 의해 제어되는, 샘플의 선택된 부피는, 격막 밸브(332)가 개방되고 샘플을 모세관 밸브(330)의 유체 통로(328)를 통해 이동시키기에 충분한 힘이 샘플에 가해진 후에, 검출 챔버(350)에 이동될 것이다.

[0225] 도 16 내지 도 22에 도시된 실시예에서, 밸브 격막(336)은 밸브 챔버(334)와 검출(또는 처리) 챔버(350) 사이에 배치되고, 특히, 밸브 챔버(334)와, 검출 챔버(350)에 이르게 되는 분배 채널(340) 사이에 배치된다. 단지 예시를 위해 분배 채널(340)이 도시되지만, 어떤 실시예들에서, 밸브 격막(336)이 밸브 챔버(334)와 검출 챔버(350) 사이에 직접 위치결정되도록, 밸브 챔버(334)가 검출 챔버(350) 내로 직접 개방될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0226] 라인(303)의 시약 처리측(361)은 라인(303)의 샘플 핸들링 측(311)과 실질적으로 마찬가지로 구성될 수 있다. 따라서, 상기에서 설명된 샘플 핸들링 측(311)의 임의의 상세, 특징 또는 그 특징의 대안은 시약 핸들링 측(361)에 확장될 수 있다. 도 17, 도 19 및 도 21에 도시된 바와 같이, 시약 핸들링 측(361)은 입력 챔버 또는 웰(365) 내로 개방되는 제2 입력 어퍼처(360)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 입력 챔버(365)는 입력 챔버(365)를 적어도 계량 부분, 챔버, 또는 저장조(368)와, 폐기 부분, 챔버, 또는 저장조(370)로 분할하도록 위치결정된 하나 이상의 배플 또는 벽(366) 또는 다른 적절한 유체 지향 구조체들을 포함할 수 있다. 배플들(366)은 유체를 입력 챔버(365)에 지향시키고 그리고/또는 담고 있는 기능을 할 수 있다. 예시된 실시예에 나타난 바와 같이, 시약은 입력 어퍼처(360)를 통해 샘플 처리 장치(300) 상에 해당 샘플과 동일한 라인(303) 내로 로딩될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 시약은 소정의 분석을 위해 소정의 시간에 로딩될 수 있는 완전한 시약 카테일 또는 마스터 믹스를 포함할 수 있다. 그러나, 어떤 실시예들에서, 시약은, 특정 분석을 위해 필요할 때, 상이한 시간들에 로딩되는 여러 부분들을 포함할 수 있다. 시약이 분석 카테일 또는 마스터 믹스의 형태인 경우에, 특정 분석에 필요한 모든 효소, 형광 레이블, 및 프로브 등이 한번에 로딩될 수 있고(예를 들면, 비-전문적 유저에 의해), 그 후 적절한 때 계량되어 샘플에 (샘플 처리 장치(300)에 의해) 수송될 수 있다는 특별한 이점을 주목한다.

[0227] 샘플 처리 장치(300) 상에 시약이 로딩된 후, 샘플 처리 장치(300)는 회전 축 A-A를 중심으로 회전될 수 있어서, 시약을 계량 저장조(368)에 지향시킨다(예를 들어, 하나 이상의 배플(366)에 의해). 계량 저장조(368)는 물질의 선택된 부피를 보유 또는 유지하도록 구성되고, 임의의 초과분은 폐기 저장조(370)에 지향된다. 어떤 실시예들에서, 입력 챔버(365) 또는 그 일부는 "제1 챔버" 또는 "제1 처리 챔버"라고 일컬어질 수 있으며, 검출 챔버(350)는 "제2 챔버" 또는 "제2 처리 챔버"라고 일컬어질 수 있다.

[0228] 도 21에 도시된 바와 같이, 계량 저장조(368)는 샘플 처리 장치(300)의 중심(301) 및 회전 축 A-A 쪽으로 위치결정된 제1 단부(372), 그리고 중심(301) 및 회전 축 A-A로부터 멀리(즉, 반경방향 제1 단부(372)의 반경방향 외측으로) 위치결정된 제2 단부(374)를 포함하여, 샘플 처리 장치(300)가 회전됨에 따라, 시약은 계량 저장조(368)의 제2 단부(374) 쪽으로 힘을 받는다. 계량 저장조(368)의 제2 단부(374)를 한정하는 하나 이상의 배플 또는 벽(366)은 선택된 부피를 한정하도록 배치되는 기부(373)와 측벽(376)(예를 들어, 부분적 측벽)을 포함할 수 있다. 측벽(376)은 선택된 부피를 초과하는 임의의 부피가 측벽(376)을 넘쳐 흘러 폐기 저장조(370) 내로 유출되는 것을 허용하도록 배치되고 성형된다. 그 결과, 물질의 초과 부피를 폐기 저장조(370) 내로 이동시키는 것을 용이하게 하고 샘플 처리 장치(300)가 회전됨에 따라 초과 부피가 계량 저장조(368) 내로 다시 이동하

는 것을 억제하기 위해, 폐기 저장조(370)의 적어도 일부는 계량 저장조(368) 또는 입력 챔버(365)의 나머지 부분의 반경방향 외측에 위치결정될 수 있다.

- [0229] 즉, 도 21을 계속해서 참조하면, 입력 챔버(365)는 입력 어퍼처(360)로부터 계량 저장조(368) 쪽으로 물질을 지향시키기 위해 위치결정되는 하나 이상의 제1 배플(366A), 선택된 부피의 유체를 담고 있기 위해 그리고/또는 선택된 부피를 초과하는 유체를 폐기 저장조(370)에 지향시키기 위해 위치결정되는 하나 이상의 제2 배플(366B)을 포함할 수 있다.
- [0230] 도시된 바와 같이, 기부(373)는 모세관 밸브(380)의 적어도 일부를 형성하도록 구성될 수 있는 그 내부에 형성된 개구 또는 유체 통로(378)를 포함할 수 있다. 모세관 밸브(380) 및 계량 저장조(368)는 레인(303)의 샘플 처리측(311)의 모세관 밸브(330) 및 계량 저장조(318)와 동일하게 기능할 수 있다. 또한, 유체 통로(378)의 애스펙트 비율, 및 그 범위는 모세관 밸브(330)에 대해 상기에서 설명된 것과 동일할 수 있다.
- [0231] 도 17, 도 19 및 도 21에 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 시약 계량 저장조(368)는 샘플 계량 저장조(318)보다 큰 부피를 보유하도록 구성될 수 있다. 그 결과, 특정 분석에 필요한 샘플의 원하는(그리고 상대적으로 작은) 부피가 샘플 계량 저장조(318)에 의해 보유될 수 있으며, 처리를 위해 하류로(예를 들어, 밸브 구조(330, 332) 및 분배 채널(340)을 통해) 검출 챔버(350)에 보내지고, 특정 분석(또는 그의 단계)에 필요한, 원하는(그리고 상대적으로 큰) 부피의 시약이 시약 계량 탱크(368)에 의해 보유될 수 있고, 이제 설명될 구조들을 통해 처리를 위해 하류의 검출 챔버(350)로 보내질 수 있다.
- [0232] 샘플 핸들링 측(311)과 마찬가지로, 시약 핸들링 측(361)의 모세관 밸브(380)는 격막 밸브(382)와 직렬로 배치될 수 있다. 격막 밸브(382)는 밸브 챔버(384) 및 밸브 격막(386)을 포함할 수 있다. 격막(386)에 대해 상기에서 설명된 바와 같이, 격막(386)은 밸브 챔버(384)와 샘플 처리 장치(300) 내의 하나 이상의 하류 유체 구조체 사이에 배치될 수 있으며, 격막(386)은 폐쇄 및 개방 구성을 포함할 수 있고, 그것이 본래 상태일 때 밸브 챔버(384)와 임의의 하류 유체 구조체들 사이에 유체(즉, 액체)가 이동하는 것을 방지할 수 있다.
- [0233] 밸브 격막(386)은 밸브 격막(336)에 대해 상기에서 설명된 물질들 중 임의의 것을 포함할 수 있거나 또는 그에 의해 형성될 수 있으며, 그와 마찬가지로 구성될 수 있고 작동될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 시약 밸브 격막(386)은 샘플 밸브 격막(336)과는 다른 전자기 에너지 파장 또는 파장 범위에 민감할 수 있지만, 어떤 실시예들에서, 두 밸브 격막(336, 386)이 실질적으로 동일할 수 있고 동일한 전자기 에너지에 민감할 수 있어서, 하나의 에너지 소스(예를 들면, 레이저)가 샘플 처리 장치(300) 상의 격막 밸브들(330, 380) 모두를 개방하기 위해 사용될 수 있다.
- [0234] 개구 또는 보이드가 밸브 격막(386)에 형성된 후, 밸브 챔버(384)는 밸브 격막(386)의 보이드를 통해 검출 챔버(350) 등의 하류 유체 구조체들과 유체 연통하게 되고, 시약이 샘플과 결합될 수 있다.
- [0235] 시약이 레인(303)의 시약 핸들링 측(361) 내로 로딩된 후, 제2 입력 어퍼처(360)가 폐쇄, 밀봉 및/또는 플러징될 수 있다. 이와 같이, 샘플 처리 장치(300)는 처리 동안 분위기로부터 밀봉될 수 있거나 또는 "환기가 안 될" 수 있다.
- [0236] 도 16 내지 도 22에 도시된 실시예에서, 동일한 평형 채널(355)이, 동시에 또는 다른 시간들에 발생할 수 있는, 샘플 및 시약 둘 다의 검출 챔버(350)에의 이동을 지원하기 위해 샘플 핸들링 측(311) 및 시약 핸들링 측(361) 모두에서 하류 방향으로 유체의 이동을 촉진할 수 있다.
- [0237] 밸브 격막(386)의 하류측(즉, 예시된 샘플 처리 장치(300)의 상면(306)에 직면함; 도 20 참조)은, 밸브 챔버(384)(및 궁극적 입력 챔버(365), 및 특히, 계량 저장조(368))와 검출 챔버(350)를 유동적으로 결합하는 분배 채널(390)에 직면하고 궁극적으로 분배 채널 내로 개방된다(예를 들어, 밸브 격막(336)에 구멍 또는 보이드가 형성된 후). 평형 채널(355) 및 샘플 분배 채널(340)과 마찬가지로, 분배 채널(390)은 기관(302)의 상면(306) 및/또는 하면(309) 상의 일련의 채널들, 및 기관(302)의 상면(306)의 단차형 부분들을 횡단하는 것을 도울 수 있는, 상면(306)과 하면(309) 사이에 연장된 하나 이상의 비아에 의해 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 20 및 도 21에 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 분배 채널(390)은 기관(302)의 중간 단차(313)의 상면(306)을 따라 연장되는 제1 채널 또는 부분(392)(도 20 참조), 상면(306)으로부터 하면(309)까지 연장되는 제1 비아(394)(도 20 내지 도 21 참조), 단차형의 상면(306)을 횡단하는 것을 회피하도록 하면(309)을 따라 연장되는 제2 채널 또는 부분(396)(도 21 참조), 하면(309)으로부터 상면(306)까지 연장되는 제2 비아(397)(도 20 내지 도 21 참조), 및 상면(306)을 따라 연장되고 검출 챔버(350) 내로 비워지는 제3 채널 또는 부분(398)(도 20 참조)을 포함할 수 있다.

- [0238] 힘은 시약에 가해질 수 있어서, 입력 챔버(365)(즉, 계량 저장조(368))로부터 유체 통로(378)를 통해 밸브 챔버(384) 내로, 밸브 격막(386)의 보이드를 통해, 분배 채널(390)을 따라 검출 챔버(350) 내로 시약을 이동시킨다. 상기에서 언급한 바와 같이, 이러한 힘은, 예를 들면, 회전축 A-A를 중심으로 샘플 처리 장치(300)를 회전시킴으로써 생성될 수 있는 원심력일 수 있지만, 이러한 힘은 또한 압력 차이(예를 들면, 포지티브 및/또는 네거티브 압력) 및/또는 중력에 의해 확립될 수 있다. 적절한 힘 하에, 시약은 비아들을 포함한, 다양한 유체 구조체들을 통해 횡단할 수 있어서 궁극적으로 검출 챔버(350) 내에 존재한다. 특히, 계량 저장조(368)(즉, 그리고 배플들(366) 및 폐기 저장조(370))에 의해 제어되는, 선택된 부피의 시약은, 격막 밸브(382)가 개방되고 시약을 모세관 밸브(380)의 유체 통로(378)를 통해 이동시키기에 충분한 힘이 시약에 가해진 후에, 검출 챔버(350)에 이동될 것이다.
- [0239] 도 16 내지 도 22에 도시된 실시예에서, 밸브 격막(386)은 밸브 챔버(384)와 검출(또는 처리) 챔버(350) 사이에 배치되고, 특히, 밸브 챔버(384)와, 검출 챔버(350)에 이르게 되는 분배 채널(390) 사이에 배치된다. 단지 예시를 위해 분배 채널(390)이 도시되지만, 어떤 실시예들에서는, 밸브 챔버(384)가 검출 챔버(350) 내로 직접 개방될 수 있어서, 밸브 격막(386)이 밸브 챔버(384)와 검출 챔버(350) 사이에 직접 위치결정된다. 또한, 어떤 실시예들에서는, 도 16 내지 도 22에 도시된 바와 같이 둘 다가 아니라, 샘플 분배 채널(340)도 시약 분배 채널(390)도 채택되지 않거나, 또는 분배 채널들(340, 390) 중 하나만이 채택된다.
- [0240] 샘플 처리 장치(300)는 예 2, 예 3 및 도 31에 사용되었다.
- [0241] 도 23은 본 개시의 다른 실시예에 따른 다른 샘플 처리 장치(400)의 하나의 라인(403)을 도시하는데, 유사한 변형들은 유사한 구성요소들을 나타낸다. 샘플 처리 장치(400)는 도 16 내지 도 22에 도시된 실시예를 참조하여 상기에서 설명된 구성요소들 및 특징들 중 많은 것들을 공유한다. 따라서, 도 16 내지 도 22에 도시된 실시예의 구성요소들 및 특징들에 대응하는 구성요소들 및 특징들은 400 시리즈의 동일한 참조 번호가 제공된다. 도 23에 도시된 실시예의 기능들과 구성요소들(및 그러한 특징들과 구성요소들의 대안들)의 보다 완벽한 설명을 위해 도 16 내지 도 22를 수반하는 상기의 설명을 참조한다.
- [0242] 샘플 처리 장치(400)는 또한 일반적으로 원형 또는 디스크 형상이며, 하나의 라인(403)이 단지 예시로서 도 23에 도시된다. 샘플 처리 장치(400)는 샘플 처리 장치(400)가 그를 통해 물질을 이동시키기 위해 회전될 수 있는 회전의 중심(401)을 포함한다. 샘플 처리 장치(400)는 샘플 핸들링 축(411) 및 시약 핸들링 축(461)을 포함한다. 샘플 처리 장치(400)는 기관(402)을 포함하고, 그의 하면(409)이 도 23에 도시되고, 또한 도 16 내지 도 22의 샘플 처리 장치(300)에 대해 상기에서 설명된 것과 같은 제1 및 제2 층(사전-이용층을 포함함)을 더 포함할 수 있다. 샘플 처리 장치(400)는 도 12 내지 도 14에 관해 상기에서 설명된 바와 같이, 예를 들어, 전자기 에너지 소스들 및 광학 모듈들 등을 기준으로 샘플 처리 장치(400)를 호밍(homing)하고 위치결정하기 위해 기관(402) 또는 다른 구조(예를 들어, 반사 탭 등)를 통해 형성된 슬롯(475)을 포함할 수 있다.
- [0243] 각 층(411, 461)은 입력 어퍼처(410, 460), 입력 챔버(415, 465), 및 샘플과 시약을 각각 검출 챔버(450)로 수송하기 위한 분배 채널(440, 490)을 포함하고, 검출 챔버에서는 샘플과 시약이 결합될 수 있다. 도 23에 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 샘플보다 큰 부피의 시약을 수용하기 위해 시약 입력 챔버(465)는 샘플 입력 챔버(415)보다 크기가 더 크게 정해질 수 있다.
- [0244] 샘플 처리 장치(300)와는 달리, 샘플 처리 장치(400)는 특수한 계량 또는 밸빙 구조를 포함한다. 그러나, 입력 챔버들(415, 465)로부터 검출 챔버(450)까지의 샘플 및/또는 시약의 수송 타이밍이 제어될 수 있도록, 각각의 입력 챔버들(415, 465)의 부피에 비해 분배 채널들(440, 490)의 입구의 단면적의 애스펙트 비율은 샘플 처리 장치(300)의 유체 통로(328)에 대하여 상기에서 설명된 것과 동일할 수 있다. 또한, 샘플 분배 채널(440)의 애스펙트 비율은 시약 분배 채널(490)의 것과 동일할 필요가 없어서, 샘플과 시약이 동시에 샘플 처리 장치(400)에 로딩되더라도, (예를 들어, 회전 속도에 기인하여) 물질들에 가해지는 힘에 따라, 샘플과 시약이 서로 다른 시간에 검출 챔버(450)에 여전히 수송될 수 있다.
- [0245] 어떤 실시예들에서, 샘플은 샘플 처리 장치(400)에 먼저 로딩될 수 있고, 샘플 처리 장치(400)를 회전시킴으로써 검출 챔버(450)로 수송될 수 있고, 그 후 시약이 로딩될 수 있으며, 샘플 처리 장치(400)는 시약을 검출 챔버(450)로 수송하기 위해 회전될 수 있고, 검출 챔버에서 시약은 샘플과 결합될 수 있고 선택적으로 열처리될 수 있다.
- [0246] 어떤 경우들에서, 도 23의 샘플 처리 장치(400)는, 계량 및 밸빙 구조들의 변수가 제거되기 때문에, 물질 또는 선택된 부피의 물질이 샘플 처리 장치의 특정 챔버에 존재하는지를 판단하기 위한 처리 및 시스템의 테스트를

위해 사용될 수 있다. 샘플 처리 장치(400)는 예 1 및 도 27 내지 도 30에 사용되었다.

- [0247] 예시적인 샘플 처리 장치를 포함하는 예시적인 디스크 핸들링 시스템
- [0248] 본 개시의 샘플 처리 시스템들의 어떤 실시예들은 디스크 핸들링 시스템을 포함할 수 있다. 이러한 디스크 핸들링 시스템들은, 회전축을 중심으로 하는 베이스 플레이트의 회전을 제공하는 방식으로, 드라이브 시스템에 부착된 베이스 플레이트들(전술한 회전 플랫폼(25) 등)을 포함할 수 있다. 샘플 처리 장치가 베이스 플레이트에 고정될 때, 샘플 처리 장치는 베이스 플레이트와 함께 회전될 수 있다. 베이스 플레이트는 샘플 처리 장치의 일부들을 가열하기 위해 사용될 수 있는 적어도 하나의 열적 구조체를 포함할 수 있고, 다양한 다른 부품들, 예를 들면, 온도 센서, 저항 히터, 열전 모듈, 광원, 광 검출기, 송신기, 수신기 등도 또한 포함할 수 있다.
- [0249] 샘플 처리 및/또는 핸들링 장치에 대한 시스템들 및 방법들의 다른 구성요소들과 특징들은 미국 특허 출원 공개 제2011/0117607호에서 찾을 수 있고, 그 전체 내용이 본 명세서에 참조되어 포괄된다.
- [0250] 하나의 예시적인 디스크 핸들링 시스템(500)이 도 24에 도시된다. 도 24에 도시된 시스템(500)은 샘플 처리 시스템(12)의 다른 부품들(예를 들어, 광학 모듈들 등, 도 24에는 도시되지 않음)에 대해 상대적인 위치에 샘플 처리 장치를 위치결정하는 것과 샘플 처리 장치를 회전시키는 것을 포함하여, 샘플 처리 장치(예를 들어, 샘플 처리 장치(300))를 핸들링하기 위해 일반적으로 구성된다. 또한, 시스템(500)은 예를 들어, 열처리를 위해 샘플 처리 장치를 가열 및/또는 냉각시키도록 구성될 수 있다.
- [0251] 도 24에 도시된 바와 같이, 시스템(500)은 회전 축(511)을 중심으로 회전하는 베이스 플레이트(510)를 포함할 수 있다. 베이스 플레이트(510)는 또한 예를 들어, 샤프트(522)를 통해 드라이브 시스템(520)에 부착될 수 있다. 그러나, 베이스 플레이트(510)는 예를 들면, 벨트 또는 드라이브 휠이 베이스 플레이트(510) 등 상에서 직접 작동하는 등의 임의의 적합한 대안적인 배치를 통해 드라이브 시스템(520)에 결합될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0252] 또한, 도 24에는 베이스 플레이트(510)와 연결하여 사용될 수 있는 환형의 커버(560)와, 샘플 처리 장치(300)가 도시된다. 어떤 실시예들에서, 본 개시의 디스크 핸들링 시스템들 및/또는 샘플 처리 시스템들은 어떤 경우들에 있어서, 샘플 처리 장치들이 다양한 테스트 등을 수행하기 위해 사용된 후 버려지는 소모성 장치들이기 때문에, 실제로 샘플 처리 장치를 포함하지 않을 수 있다. 그 결과, 본 개시의 시스템들은 각종 상이한 샘플 처리 장치들과 함께 사용될 수 있고, 샘플 처리 장치(300)는 예를 들어, 단지 예시적으로 도시된다.
- [0253] 도 24에 도시된 바와 같이, 묘사된 베이스 플레이트(510)는 베이스 플레이트(510)의 상면(512)에 노출되는 열전사 표면(532)을 포함할 수 있는 열적 구조체(530)를 포함한다. "노출된다는 것"은, 열적 구조체(530)의 전사 표면(532)이 샘플 처리 장치(300)의 일부와 물리적인 접촉 상태에 놓일 수 있다는 것을 의미하여, 열적 구조체(530)와 샘플 처리 장치(550)가 전도에 의해 열 에너지를 전사하도록 열적으로 결합된다. 어떤 실시예들에서, 열적 구조체(530)의 전사 표면(532)은 샘플 처리 동안 샘플 처리 장치(300)의 선택된 부분들 바로 아래에 배치될 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)의 선택된 부분들은 "열처리 챔버들"이라고 간주될 수 있는 처리 챔버들(350) 등의 하나 이상의 처리 챔버들을 포함할 수 있다. 처리 챔버들은, 예를 들어, 제목이 ENHANCED SAMPLE PROCESSING DEVICES SYSTEMS AND METHODS(향상된 샘플 처리 장치 시스템 및 방법)(Bedingham et al.)인 미국 특허 제6,734,401호에 논의된 것들을 포함할 수 있다. 다른 예에 의하면, 샘플 처리 장치(300)는 제목이 COMPLIANT MICROFLUIDIC SAMPLE PROCESSING DISKS(순응성 미세 유체 샘플 처리 디스크)(Bedingham et al.)인 미국 특허 공개 제2007/0009391호에 설명된 것들 등의 다양한 특징들과 구성요소들을 포함할 수 있다.
- [0254] 그 결과, 단지 예시적으로, 샘플 처리 장치(300)의 입력 챔버들(315, 365)은 때때로 "비-열적" 챔버들 또는 "비-열적" 처리 챔버들이라고 일컬어질 수 있고, 열처리 챔버들(350)과 유체 연통되도록 위치결정된다. 샘플은 샘플 처리 장치(300) 상에 로딩될 수 있고, 도 16 내지 도 22에 대해 상기에서 설명된 바와 같이, 채널들(예를 들어, 미세유체 채널들) 및/또는 밸브들을 통해 다른 챔버들 및/또는 궁극적 열처리 챔버(350)에 이동될 수 있다.
- [0255] 어떤 실시예들에서, 도 24에 도시된 바와 같이, 입력 어퍼처들(310, 360)은 샘플 처리 장치(300)의 중심(301)과 열처리 챔버들(350) 중 적어도 하나 사이에 위치결정될 수 있다. 또한, 환형 커버(560)는 입력 어퍼처들(310, 360)을 포함하는 샘플 처리 장치(300)의 일부에 대한 접근을 허용하도록 구성될 수 있어서, 커버(560)가 샘플 처리 장치(300)에 인접하여 위치결정되거나 또는 그것에 결합될 때 입력 어퍼처들(310, 360)에 접근할 수 있다.
- [0256] 도 24에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 베이스 플레이트(510)의 열 구조(530)와 샘플 처리 장치(300) 간의 열적 결합을 강화하기 위해, 환형 커버(560)는 베이스 플레이트(510)와 함께, 그들 사이에 배치된 샘플 처리 장치

(300)를 압박할 수 있다. 또한, 베이스 플레이트(510)가 드라이브 시스템(520)에 의해 축(511)을 중심으로 회전될 때 그와 함께 샘플 처리 장치(300) 및/또는 커버(560)가 회전할 수 있도록, 환형 커버(560)는 샘플 처리 장치(300)를 베이스 플레이트(510) 상에 보유 및/또는 유지하는 기능을 할 수 있다. 회전축(511)은 시스템(500)의 z-축을 정의할 수 있다.

[0257] 본 명세서에서 사용되는, 용어 "환형" 또는 그의 파생어들은 외측 에지와 내측 에지를 갖는 구조를 일컬을 수 있고, 내측 에지는 개구를 정의한다. 예를 들어, 환형 커버는 원형 또는 둥근형(예를 들면, 원형 링), 또는 삼각형, 사각형, 정사각형, 사다리꼴, 다각형 등, 또는 이들의 조합을 포함하지만, 이들에 국한되지 않는 임의의 다른 적절한 형상을 가질 수 있다. 또한, 본 발명의 "환형"은 반드시 대칭적일 필요는 없고, 오히려 비대칭 또는 불규칙한 형태일 수 있으나, 대칭 및/또는 원형 형태에 의해 확실한 장점들이 가능할 수 있다.

[0258] 베이스 플레이트(510)와 커버(560) 사이에 발현되는 압박 힘들은 다양한 다른 구조들 또는 구조들의 조합을 사용하여 달성될 수 있다. 도 24의 실시예에 묘사된 하나의 예시적인 압박 구조는 커버(560) 상에 배치된(또는 적어도 조작적으로 결합된) 자기 소자들(570)과, 베이스 플레이트(510) 상에 배치된(또는 적어도 조작적으로 결합된) 대응하는 자기 소자들(572)을 포함한다. 자기 소자들(570, 572) 사이의 자기 인력은 커버(560)와 베이스 플레이트(510)를 서로를 향해 끌리도록 함으로써, 그들 사이에 배치된 샘플 처리 장치(300)를 압박, 보유, 및/또는 변형시키기 위해 사용될 수 있다. 그 결과, 샘플 처리 장치(300)의 적어도 일부가 베이스 플레이트(510)의 전사 표면(532)과 접촉하게 압박되도록, 자기 소자들(570, 572)은 시스템(500)의 z-축을 따른 제1 방향 D₁으로 환형 커버(560)에 힘을 가하기 위해 서로 끌리도록 구성될 수 있다.

[0259] 본 명세서에서 사용된 "자기 소자"는 자기장에 의해 영향을 받거나 또는 자기장을 나타내는 구조 또는 제품이다. 어떤 실시예들에서, 자기장은 본 명세서에서 논의되는 샘플 처리 장치(300)와 베이스 플레이트(510)의 열적 구조체(530) 사이의 열적 커플링을 야기하는 원하는 압박력을 발현하기에 충분한 강도일 수 있다. 자기 소자들은 자성 물질, 즉, 영구 자기장을 나타내는 물질, 일시적 자기장을 나타낼 수 있는 물질, 및/또는 영구 또는 일시적 자기장에 의해 영향을 받는 물질 중 어느 것을 포함할 수 있다.

[0260] 잠재적으로 적합한 자성 물질들의 일부 예들로서는, 예를 들면, 철 산화물과, 하나 이상의 다른 금속의 혼합물을 포함하는 물질인 자석 페라이트 또는 "페라이트", 예를 들면, 나노결정질 코발트 페라이트 등을 포함한다. 그러나, 다른 페라이트 물질이 사용될 수도 있다. 시스템(500)에서 사용될 수 있는 다른 자성 물질들은, 고분자 물질(예를 들면, 플라스틱, 고무 등); NdFeB(이 자성 물질은 또한 디스프로슘(Dysprosium)을 포함할 수 있음); 네오디뮴 붕화물; SmCo(사마륨 코발트); 및 알루미늄, 니켈, 코발트, 구리, 철, 티타늄 등의 조합; 및 다른 물질들과 결합될 수 있는 스트론튬 철 산화물로 만들어진 유연한 자성 물질과 세라믹을 포함할 수 있지만 이들에 국한되지 않는다. 자성 물질들은 또한, 예를 들어, 스테인리스강, 상자성 물질, 또는 자화가능 물질을 충분한 전기장 및/또는 자기장에 노출시킴으로써 충분히 자성이 부여될 수 있는 기타 자화가능 물질들을 포함할 수 있다.

[0261] 어떤 실시예들에서, 자기 소자들(570) 및/또는 자기 소자들(572)은 시간에 따른 자성 손실을 줄이기 위해 강력한 강자성 물질을 포함할 수 있어서, 자기 소자들(570, 572)이 시간에 걸친 그 힘의 실질적인 손실 없이, 안정적인 자기력과 결합될 수 있다.

[0262] 또한, 어떤 실시예들에서, 본 개시의 자기 소자들은 전자석을 포함할 수 있는데, 이 경우, 원할 때 원하는 구성에서 시스템(500)의 다양한 영역들의 자기장들을 활성화시키기 위해, 자기장들은 제1 자기 상태와 제2 비-자기 상태 간에 스위칭 온 및 오프될 수 있다.

[0263] 어떤 실시예들에서, 자기 소자들(570, 572)은 도 24에 도시된 바와 같이(자기 소자들(570, 572)이 개별적인 원통형 제품임), 커버(560) 및 베이스 플레이트(510)에 조작적으로 결합되는 별개의 제품들일 수 있다. 그러나, 어떤 실시예들에서, 베이스 플레이트(510), 열적 구조체(530), 및/또는 커버(560)는, 분리된 별개의 자기 소자들이 필요 없도록 (예를 들면, 부품의 구조 내에 몰딩되거나 또는 달리 제공되는) 충분한 자성 물질을 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 별개의 자기 소자들과 충분한 자성 물질(예를 들면, 몰딩되거나 또는 달리 제공됨)의 조합이 채택될 수 있다.

[0264] 도 24에 도시된 바와 같이, 환형 커버(560)는 예시된 실시예에서 커버(560)가 베이스 플레이트(510)에 결합될 때 회전축(511)과 일치하는 중심(501)과, 적어도 부분적으로 개구(566)를 형성하는 내측 에지(563)와, 외측 에지(565)를 포함한다. 상기에서 설명된 바와 같이, 개구(566)는, 예를 들어, 환형 커버(560)가 샘플 처리 장치(300)에 인접하게 위치결정되거나 그에 결합되는 경우에도, 샘플 처리 장치(300)의 적어도 일부(예를 들어, 입

력 어퍼처(310, 360)를 포함하는 부분)로의 접근을 용이하게 할 수 있다. 도 24에 도시된 바와 같이, 환형 커버(560)의 내측 에지(563)는, 예를 들어, 환형 커버(560)가 샘플 처리 장치(300)에 인접하게 위치결정되는 경우, 환형 커버(560)의 중심(501)에 대해 열처리 챔버(350)의 내측에 (예를 들어, 반경방향 내측에) 위치결정되도록 구성될 수 있다. 또한, 환형 커버(560)의 내측 에지(563)는 입력 어퍼처(310, 360)의 반경방향 외측에 위치되도록 구성될 수 있다. 또한, 어떤 실시예들에서, 도 24에 도시된 바와 같이, 환형 커버(560)의 외측 에지(565)는 열처리 챔버(350)의 외측에 (예를 들어, 반경방향 외측에) (그리고 또한 입력 어퍼처(310, 360)의 외측에) 위치결정되도록 구성될 수 있다.

[0265] 내측 에지(563)는 환형 커버(560)의 중심(501)으로부터 제1 거리 d_1 (예를 들어, 제1 반경방향 거리 또는 "제1 반경")에 위치될 수 있다. 그러한 실시예들에서, 환형 커버(560)가 사실상 원형 링 형상을 갖는다면, 개구(566)는 제1 거리 d_1 의 두 배인 직경을 가질 수 있다. 또한, 외측 에지(565)는 환형 커버(560) 중심(501)으로부터 제2 거리 d_2 (예를 들어, 제2 반경방향 거리 또는 "제2 반경")에 위치결정될 수 있다.

[0266] 또한, 환형 커버(560)는 내벽(562)(예를 들어, "내주연 벽" 또는 "반경방향 내벽"; 어떤 실시예에서, 후술하는 바와 같이, 내부 압축 링으로서 기능을 함) 및 외벽(564)(예를 들어, "외주연 벽" 또는 "반경방향 외벽"; 어떤 실시예들에서, 후술하는 바와 같이, 외부 압축 링으로서 기능을 함)을 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 내벽 및 외벽(562, 564)은 내측 에지 및 외측 에지(563, 565)를 각각 포함하거나 형성할 수 있어서, 내벽(562)은 열처리 챔버(350)의 내측에 (예를 들어, 반경방향 내측에) 위치될 수 있고 외벽(564)은 열처리 챔버(350)의 외측에(예를 들어, 반경방향 외측에) 위치될 수 있다. 도 24에 더 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 내벽(562)은 자기 소자(570)를 포함할 수 있어서, 자기 소자(570)는 내벽(562)의 일부를 형성하거나 또는 그에 결합된다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 자기 소자(570)는 내벽(562)에 내장(예를 들어, 몰당)될 수 있다. 도 24에 도시된 바와 같이, 환형 커버(560)는, 열처리 챔버(350)를 포함하는 부분 등, 샘플 처리 장치(300)의 일부를 덮도록 위치될 수 있는 상부벽(567)을 더 포함할 수 있다.

[0267] 어떤 실시예들에서, 상부벽(567)은 내벽(562) 및 자기 소자(570)의 내측으로 (예를 들어, 반경방향 내측으로) 연장될 수 있다. 도 24에 예시된 실시예에서, 상부벽(567)은 내벽(562)의 내측으로 많이 연장되지 않는다. 그러나, 어떤 실시예들에서, 상부벽(567)은 내벽(562) 및/또는 자기 소자(570)의 더 내측으로 (예를 들어, 커버(560)의 중심(501)을 향해) 연장될 수 있어서, 예를 들어, 개구(566)의 크기가 도 24에 도시된 것보다 더 작다. 또한, 어떤 실시예들에서, 상부벽(567)은 내측 에지(563) 및/또는 외측 에지(565)를 한정할 수 있다.

[0268] 어떤 실시예들에서, 커버(560)의 적어도 일부, 예를 들어, 내벽(562), 외벽(564), 및 상부벽(567) 중 하나 이상이 광학적으로 투명할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "광학적으로 투명"은 적외선으로부터 자외선까지의 스펙트럼 범위(예를 들어, 약 10 nm로부터 약 10 μ m(10,000 nm)까지)의 전자기 방사광에 대해 투광성인 물체를 일컫을 수 있으나, 어떤 실시예들에서, 용어 "광학적으로 투명"은 가시 스펙트럼(예를 들어, 약 400 nm로부터 약 700 nm까지)의 전자기 방사광에 대해 투광성인 물체를 일컫을 수 있다. 어떤 실시예들에서, 용어 "광학적으로 투명"은 상기 파장 범위들에서 적어도 약 80 %의 투광성을 갖는 물체를 일컫을 수 있다.

[0269] 환형 커버(560)의 그러한 구성은 커버(560)가 샘플 처리 장치(300)에 결합되거나 또는 그에 인접하게 위치될 때 샘플 처리 장치(300)의 열처리 챔버(350)를 효율적으로 또는 실질적으로 고립시키는 기능을 할 수 있다. 예를 들어, 커버(560)는 열처리 챔버(350)를 포함하는 일부 등의 샘플 처리 장치(300)의 일부를 물리적으로, 광학적으로, 및/또는 열적으로 고립시킬 수 있다. 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)는 하나 이상의 열처리 챔버(350)를 포함할 수 있고, 어떤 실시예들에서, 하나 이상의 열처리 챔버(350)는 샘플 처리 장치(300)의 중심(301) 둘레에 환형으로 배열될 수 있어서, 때때로 "환형 처리 링"이라고 일컬어질 수 있다. 그러한 실시예들에서, 환형 커버(560)는 환형 처리 링 또는 열처리 챔버(350)를 포함하는 샘플 처리 장치(300)의 일부를 덮고 그리고/또는 고립시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 환형 커버(560)는 열처리 챔버(350)를 포함하는 샘플 처리 장치(300)의 일부를 덮고 그리고/또는 고립시키도록 내벽(562), 외벽(564) 및 상부벽(567)을 포함한다. 어떤 실시예들에서, 내벽(562), 외벽(564) 및 상부벽(567) 중 하나 이상은 도시된 바와 같이 연속하는 벽일 수 있거나, 또는 내벽 또는 외벽(또는 내부 또는 외부 압축 링), 또는 상부벽으로서 함께 기능을 하는 복수의 부분들로 형성될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 향상된 물리적 및/또는 열적 고립은 내벽(562), 외벽(564) 및 상부벽(567) 중 적어도 하나가 연속하는 벽인 경우 달성될 수 있다.

[0270] 또한, 어떤 실시예들에서, 열처리 챔버(350)를 분위기로부터 그리고/또는 시스템(500)의 다른 부분들로부터 효율적으로 열적으로 고립시키고 이를 덮기 위한 환형 커버(560)의 성능은 중요할 수 있는데, 이는 그렇지 않으면

베이스 플레이트(510) 및 샘플 처리 장치(300)가 회전축(511)에 대해 회전함에 따라서, 공기가 열처리 챔버(350)를 빠르게 지나가게 될 수 있어서, 예를 들어, 챔버(350)가 가열되기를 원하는 경우 열처리 챔버(350)가 원하지 않게 냉각될 수 있기 때문이다. 따라서, 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)의 구성에 따라서, 내벽(562), 상부벽(567) 및 외벽(564) 중 하나 이상이 단열에 있어서 중요할 수 있다.

[0271] 도 24에 도시된 바와 같이, 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)의 기관(302)은 외부 립(lip), 플랜지 또는 벽(395)을 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 도시된 바와 같이, 외벽(395)은 베이스 플레이트(510)와 협동하도록 구성된 부분(391) 및 환형 커버(560)와 협동하도록 구성된 부분(399)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 환형 커버(560)(예를 들어, 외벽(564))는 샘플 처리 장치(300)의 외벽(395)에 의해 국한된 영역 내에 수용되도록 치수가 정해질 수 있다. 결과적으로, 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)의 외벽(395)은 열처리 챔버(350)를 덮고 그리고/또는 고립시키도록 환형 커버(560)와 협동할 수 있다. 그러한 협동은 또한, 환형 커버(560)가 열처리 챔버(350)의 어느 부분도 가압하거나 접촉하지 않으면서 열처리 챔버(350)가 보호되고 덮이도록 샘플 처리 장치(300)에 대한 환형 커버(560)의 위치결정을 용이하게 할 수 있다.

[0272] 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)의 외벽(395) 및 샘플 처리 장치(300)의 하나 이상의 단차(313)(예를 들어, 도 24에 도시된 중간 단차(313))는 환형 커버(560)의 적어도 일부가 위치결정될 수 있는 샘플 처리 장치(300)에 (예를 들어, 샘플 처리 장치(300)의 상면에) 리세스(예를 들어, 환형 리세스)(353)를 효과적으로 형성할 수 있다. 예를 들어, 도 24에 도시된 바와 같이, 내벽(562)(예를 들어, 자기 소자(570)를 포함함) 및 외벽(564)은 환형 커버(560)가 샘플 처리 장치(300) 위에 위치결정되거나 그에 결합될 때 샘플 처리 장치(300)의 리세스(353) 내에 위치결정될 수 있다. 결과적으로, 어떤 실시예들에서, 외벽(395), 단차(313) 및/또는 리세스(353)는 샘플 처리 장치(300)에 대한 커버(560)의 신뢰성 있는 위치결정을 제공할 수 있다.

[0273] 어떤 실시예들에서, 도시된 바와 같이, 커버(560)의 자기 소자(570)는 내벽(562)의 적어도 일부를 형성할 수 있거나 또는 그에 결합될 수 있어서, 자기 소자(570)는 베이스 플레이트(510)의 열적 구조체(530)의 열전달 표면(532)에 대항하여 샘플 처리 장치(300)를 압축, 보유 및/또는 변형시키도록 내부 압축 링(562)의 적어도 일부로서 기능을 할 수 있다. 도 24에 도시된 바와 같이, 자기 소자(570, 572) 중 하나 또는 둘 모두는, 예를 들어, 회전축(511) 둘레에 환형으로 배열될 수 있다. 또한, 어떤 실시예들에서, 자기 소자들(570, 572)의 적어도 하나는 그러한 환형 둘레에 자기력의 사실상 균일한 분포를 포함할 수 있다.

[0274] 또한, 커버(560) 내의 자기 소자(570)의 배열 및 베이스 플레이트(510) 내의 자기 소자(572)의 대응하는 배열은 샘플 처리 장치(300) 및 베이스 플레이트(510) 중 하나 또는 둘 모두에 대한 커버(560)의 추가 위치결정 지원을 제공할 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 자기 소자들(570, 572)은 각각 자기 소자들의 특정 구성 또는 배열 및/또는 교번 극성의 섹션들을 포함할 수 있어서, 커버(560)의 자기 소자들(570) 및 베이스 플레이트(510)의 자기 소자들(572)은 서로에 대해 "조정될(keyed)" 수 있어서 샘플 처리 장치(300) 및 베이스 플레이트(510) 중 적어도 하나에 대한 원하는 배향(예를 들어, 회전축(511)에 대한 각도 위치)으로 커버(560)가 확실히 위치결정되도록 한다.

[0275] 도 24에 명시적으로 도시되어 있지는 않지만, 어떤 실시예들에서, 베이스 플레이트(510)는 열적 구조체(530)가 베이스 플레이트(510)의 제1 상면(512)은 물론 제2 바닥 표면(514) 상에 노출되도록 구성될 수 있다. 베이스 플레이트(510)의 상면(512) 상의 열적 구조체(530)를 (예를 들어, 단독으로 또는 바닥 표면(514)에 더하여) 노출시킴으로써, 직접 열 경로가 커버(560)와 베이스 플레이트(510) 사이에 위치된 샘플 처리 장치(300)와 열적 구조체(530)의 전달 표면(532) 사이에 제공될 수 있다.

[0276] 대안적으로 또는 추가적으로, 베이스 플레이트(510)의 바닥 표면(514) 상의 열적 구조체(530)를 노출시키면, 베이스 플레이트(510)의 바닥 표면(514) 상으로 전자기 에너지를 지향시키는 소스에 의해 방출된 전자기 에너지에 의해 열적 구조체(530)가 가열될 때 이점이 제공될 수 있다.

[0277] 단지 일 예로서, 시스템(500)은 열 에너지를 열적 구조체(530)로 전달하도록 위치된 전자기 에너지 소스(590)를 포함하는데, 소스(590)에 의해 방출된 전자기 에너지는 베이스 플레이트(510)의 바닥 표면(514) 및 베이스 플레이트(510)의 바닥 표면(514) 상에 노출된 열적 구조체(530)의 일부 상으로 향하게 된다. 일부 적합한 전자기 에너지 소스들의 예들로서, 레이저, 광대역 전자기 에너지 소스(예를 들어, 백색광) 등을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0278] 시스템(500)이 전자기 에너지 소스(590)를 포함하는 것으로서 설명되지만, 어떤 실시예들에서, 열적 구조체(530)의 온도는 열 에너지를 열적 구조체(530)로 전달할 수 있는 임의의 적합한 에너지 소스에 의해 제어될 수

있다. 전자기 에너지 소스 이외에 본 발명과 관련하여 사용하기에 잠재적으로 적합한 에너지 소스의 예로서, 예를 들어, 펄티에(Peltier) 소자, 전기 저항 히터 등을 포함할 수 있다.

- [0279] 시스템(500)은 본 발명의 샘플 처리 장치를 보유, 핸들링, 회전, 위치결정 및/또는 열처리하도록 구성될 수 있는 샘플 처리 시스템(즉, 디스크 핸들링 시스템)의 일부의 예이다. 시스템(500)은 도 1 내지 도 15의 시스템(12) 내에 병합될 수 있다. 예를 들어, 도 8을 참조하면, 샘플 처리 장치(300)는 디스크(13)를 대신할 수 있고, 시스템(500)은 시스템(12)의 다른 구성 요소에 대해 (예를 들어, 갠트리(60) 상에) 샘플 처리 장치(300)를 위치결정하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 샘플(22)은 샘플 처리 장치(300) 상의 열처리 챔버(350) 내에 위치될 수 있다. 또한, 베이스 플레이트(510) 및 드라이브 시스템(520)은 도 1의 회전 플랫폼으로서 사용될 수 있다. 결과적으로, 상기에서 설명된 개시 내용 및 첨부 도면으로부터 본 발명의 디스크 또는 샘플 처리 장치가 시스템(12)의 다른 부품들(예를 들어, 검출 장치(10))에 대해 어떻게 보유, 핸들링, 회전, 열처리, 및/또는 위치결정될 수 있는지는 명백하다.
- [0280] 본 발명의 다양한 실시예들은 단지 예로서 첨부 도면에 도시되지만, 본 명세서에서 설명되고 예시된 실시예들의 다양한 조합이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고서 채택될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 샘플 처리 장치(300)가 도 24의 시스템(500)과 함께 사용되는 것으로 도시되지만, 도 23의 샘플 처리 장치(400)가 시스템(500)과 함께 대신 채택될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 시스템(500)의 다양한 특징들은 도 1 내지 도 15의 전체 시스템(12)의 일부로서 채택될 수 있다. 또한, 도 16 내지 도 22의 샘플 처리 장치(300)의 다양한 특징들이 도 23의 샘플 처리 장치(400)에 채택될 수 있고 그 역도 마찬가지이다. 결과적으로, 본 발명은 다양한 특징들, 구성 요소들, 그리고 본 명세서에서 설명된 이들 특징들 및 구성 요소들에 대한 대안들뿐만 아니라 그러한 특징들 및 구성 요소들의 가능한 조합들 모두에 대해 전체로서 취해져야 한다.
- [0281] 선택된 부피의 물질이 존재하는지를 판단하는 처리
- [0282] 샘플 및 시약을 샘플 처리 장치 내로 로딩하고 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버(350)로 이동되었거나 또는 그에 존재하는 것을 확인하기 위한 예시적인 처리가 도 1 내지 도 15의 샘플 처리 시스템(12), 도 24의 시스템(500), 및 도 16 내지 도 22의 샘플 처리 장치(300)를 참조하여 설명될 것이다. 특히, 샘플 처리 장치(300)의 하나의 레인(303)이 샘플 이동에 대하여 설명될 것이다.
- [0283] 상기에서 언급된 바와 같이, 샘플이 주어진 레인(303)의 검출 챔버(350)로 이동했거나 또는 그에 존재하는 것을 검출하기 위하여, 다양한 방법들이 사용될 수 있다:
- [0284] (1) 샘플만을 로딩한 후에 검출 챔버(350)를 스캔할 수 있고, 임의의 필요한 밸브들을(예를 들어, 레인(303)의 샘플 핸들링 측(311) 상에서) 개방시켰고, 샘플 처리 장치(300)를 회전시켜 샘플을 검출 챔버(350)로 이동시켰다;
- [0285] (2) 시약만을 로딩한 후에 검출 챔버(350)를 스캔할 수 있고, 임의의 필요한 밸브들을(예를 들어, 레인(303)의 시약 핸들링 측(361) 상에서) 개방시켰고, 샘플 처리 장치(300)를 회전시켜 시약을 검출 챔버(350)로 이동시켰다;
- [0286] (3) 샘플 및 시약 둘 모두를 로딩한 후에 검출 챔버(350)를 스캔할 수 있고, 임의의 필요한 밸브를 (예를 들어, 레인(303)의 양 측(311, 361) 상에서) 개방시키고, 샘플 처리 장치(300)를 회전시켜 샘플 및 시약을 검출 챔버(350)로 이동시켰다; 그리고/또는
- [0287] (4) 상기의 방법들의 임의의 조합
- [0288] 방법 (4)는 예로서 시약만을 수송한 후에 검출 챔버(350)의 제1 스캔을 생성하는 단계와, 이어서 샘플을 검출 챔버(350)에 첨가한 후에 검출 챔버(350)의 제2 스캔을 생성하는 단계와, 이어서 2개의 스캔을 비교하는 단계를 포함할 수 있다. 본 예의 추가 개선은 하기에서 설명된다.
- [0289] 어떤 실시예들에서 (예를 들어, 방법 (1)에서), 검출 장치(10)의 형광 검출 능력은 물질 내에서 메니스커스 층을 검출하기 위하여 광학 신호의 후방산란 반사를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 그러나, 어떤 실시예들에서, 검출 장치(10)는 물질 내의 (예를 들어, 시약 내의) 하나 이상의 형광 프로브로부터 형광 신호를 검출할 수 있고, 그러한 신호의 '예지'(예를 들어, 피크)가 검출 시 유체의 양을 잘 나타낼 것이다. 여전히, 어떤 실시예들에서, 이들 검출 방식들의 조합이 채택될 수 있다.
- [0290] 어떠한 유형의 검출 방식(즉, 후방산란 및/또는 형광)에서, 검출 챔버(350)는 다음의 방식들 중 하나 이상의 방

식으로 스캔될 수 있다:

- [0291] (a) 샘플(또는 샘플 및 시약)의 이동 전후에 검출 챔버(350)를 하나의 반경 단부에서 다른 반경 단부까지 스캔할 수 있고, 물질의 이동 전후에 (예를 들어, 그러한 스캔의 그래픽 표현에서, x-축이 갠트리 또는 반경방향 위치를 나타낼 수 있는 경우) 일 단부에서 타 단부까지 검출 챔버(350)를 나타내는 2개의 스캔을 생성할 수 있다;
- [0292] (b) 물질이 존재할 때 스캔이 변화하는지를 판단하기 위해 샘플(또는 샘플 및 시약)의 검출 챔버(350)로의 이동 전후에 하나의 반경방향 위치에서 검출 챔버(350)를 스캔할 수 있다; 또는
- [0293] (c) 이들의 조합.
- [0294] 어떠한 스캔 방법에서도, 물질의 존재 또는 부재가 검출될 수 있고, 그리고/또는 물질의 양이 결정될 수 있다. 모든 스캔 방법은, 검출 챔버(350) 내에 존재하는 어떠한 물질도 원심력을 받을 것이고 그리고 검출 챔버(350)의 반경방향 최내측 단부(또는 "내측 경계")(351)와 반경방향 최외측 단부(또는 "외측 경계")(352) 사이에 일반적으로 잘 형성되고 위치될 상부 레벨을 가질 현상을 활용하도록 샘플 처리 장치(300)가 회전하면서 수행될 수 있다(도 20 참조). 즉, 회전축 A-A에 대한 샘플 처리 장치(300)의 회전은 검출 챔버(350)에 존재하는 어떠한 물질도 회전축 A-A로부터 가장 멀리 위치된 검출 챔버(350) 내의 위치로 강제로 보낼 수 있어서, 물질은 검출 챔버(350)의 외측 경계(352)에 대항하여 힘이 가해지게 된다.
- [0295] 또한, 상기에서 언급한 바와 같이, 도 16 내지 도 22의 샘플 처리 장치(300)에 대한 경우인 것과 같이 원하는 부피를 계량함으로써, 또는 도 23의 샘플 처리 장치(400)에 대한 경우인 것과 같이 각각의 원하는 부피를 입력 웰(well) 내로 정확히 로딩함으로써 샘플 및 시약의 원하는 부피들이 검출 챔버(350)로 이동될 수 있다. 결과적으로, 시스템(12)은 검출 챔버(350) 내의 반경방향 위치(예를 들어, 도 8의 갠트리(60)의 갠트리 위치)를 물질의 부피와 상관시키도록 캘리브레이션될 수 있다.
- [0296] 만일, 예를 들어, 방법 (1)이 사용되고, 그리고 만일 샘플의 부피(V_1)(예를 들어, 10 마이크로리터)가 검출 챔버(350)로 수송되어야 한다면, 시스템(12)은 위치(P_1)(예를 들어, 반경방향 또는 갠트리 위치; 도 20 참조)를 부피(V_1)와 상관시키도록 캘리브레이션될 수 있거나, 또는 위치(P_1)는 부피(V_1)의 레벨 아래에, 또는 바로 아래에 있도록 선택될 수 있다. 그러한 위치(P_1)는, 물질이 검출 챔버(350)의 반경방향 최외측 벽에 대항하여 힘이 가해지도록 샘플 처리 장치(300)가 회전되면서, 부피(V_1)와 상관시켜질 것이다.
- [0297] 만일, 예를 들어, 방법 (2)가 사용되고, 그리고 만일 시약의 부피(V_2)(예를 들어, 40 마이크로리터)가 검출 챔버(350)로 수송되어야 한다면, 시스템(12)은 위치(P_2)(도 20 참조)를 부피(V_2)와 상관시키도록 캘리브레이션될 수 있거나, 또는 위치(P_2)는 부피(V_2)의 레벨 아래에, 또는 바로 아래에 있도록 선택될 수 있다.
- [0298] 또한, 샘플 및 시약 둘 모두가 검출 챔버(350)로 이동하게 된 후에 총 부피(V_3)(예를 들어, 40 마이크로리터의 시약 및 10 마이크로리터의 샘플이 로딩된다면, 50 마이크로리터)가 검출 챔버(350) 내에 존재하여야 하는 것을 사용자가 안다면, 시스템(12)은 위치(P_3)(도 20 참조)를 부피(V_3)와 상관시키도록 캘리브레이션될 수 있거나, 위치(P_3)는 부피(V_3)의 레벨 아래에, 또는 바로 아래에 있도록 선택될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 위치(P_3)는 검출 챔버(350)의 내측 경계(351)에 근접한 반경방향 위치일 수 있다.
- [0299] 도 20 및 도 25를 참조하여, 어떤 실시예들에서, 샘플 또는 선택된 부피의 샘플이 검출 챔버(350)로 적절히 이동되었는지를 확인하기 위해, 샘플과 시약이 결합된 후에 시약 내 형광의 회색 현상이 이용될 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 제1 시약만의 스캔(S_1)(즉, 검출 챔버(350)의 외측 경계(352)로부터 내측 경계(351)까지)을 제2 샘플+시약의 스캔(S_2)과 비교할 수 있다. 샘플이 시약에 첨가될 때 신호의 회색으로 인해 형광 프로브의 농도가 일반적으로 감소하여야 하기 때문에, 제1 스캔(즉, 시약만의 스캔)(S_1)의 피크 형광은 제2 스캔(즉, 샘플+시약의 스캔)(S_2)의 피크 형광보다 일반적으로 클 것이고, 위치(P_2)에서 특히 그러할 것이다. 그러나, 제1 스캔(S_1)의 위치(P_3)에 물질이 존재하지 않을 것이기 때문에, 제1 스캔(S_1)의 위치(P_3)에서의 신호는 매우 낮아야 한다. 그와 반대로, 제2 스캔(S_2)에서, 위치(P_2)에서의 형광은 형광의 감소된 농도로 인하여 감소될 것이지만, 위치(P_3)에서의 형광은 제1 스캔(S_1)보다는 높아야 하는데, 이는 샘플 및 시약 둘 모두가 존재하는 경우 위치(P_3)에서 물질이 존재할 것이기 때문이다. 결과적으로, 위치(P_2)에서 두 스캔(S_1 , S_2)의 형광의 차

이(또는 백분율 감소) 및/또는 위치(P_3)에서 두 스캔(S_1 , S_2)의 형광의 차이(또는 백분율 증가)는 샘플 또는 그
의 선택된 부피가 검출 챔버(350)로 이동하였는지를 확인하기 위해 사용될 수 있다. 어떤 실시예들에서,
"신호" 단위는 상대 형광 강도 단위일 수 있고, 어떤 실시예들에서는, 배경 신호에 대한 백분율 변화일 수
있다.

[0300] 샘플이 검출 챔버(350)로 이동한 것 또는 샘플의 원하는 부피가 이동한 것을 판단하기 위하여, 검출 챔버(350)
는 샘플(또는 샘플 및 시약)의 검출 챔버(350)로의 이동 전후에 스캔될 수 있고, 스캔들은 비교될 수 있다.
즉, 제1 "백그라운드 스캔"은 검출 챔버(350)가 비어있는 것으로 추정될 때 취해질 수 있고, 그러한 스캔은 (i)
샘플, (ii) 시약, 및/또는 (iii) 샘플 및 시약이 검출 챔버(350) 내에 존재하는 것으로 추정될 때의 제2 스캔과
비교될 수 있다. 임계값 변화 또는 차이(예를 들어, 백분율 변화)가 (예를 들어, 원하는 반경방향 위치에서)
제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 사이에 존재한다면, 샘플 또는 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버(350) 내에 존
재하는 것으로 판단될 수 있다. 어떤 실시예들에서, 검출 챔버(350) 내의 물질의 부피는, 먼저 임계값 변화가
발견된 검출 챔버(350) 내의 반경방향 위치를 먼저 결정하고 그 후 검출 챔버(350) 내에 존재하는 물질의 부피
를 결정하기 위하여 반경방향 위치를 부피와 상관시킴으로써 판단될 수 있다.

[0301] 샘플의 처리 중에 온도 변동의 결과로서 임의의 잠재적인 광학 신호 드리프트(drift)를 피하기 위하여, 검출 챔
버(350)의 백그라운드 스캔은 (예를 들어, 세포 용해 온도에서) 이후 스캔들이 취해질 동일한 처리 온도에서 취
해질 수 있다. 그러나, 어떤 실시예들에서, 샘플 처리 장치(300)는 이러한 방식으로 "예열"되지 않을 수 있고,
백그라운드 스캔은 실온에서 취해질 수 있다. 임의의 물질(예를 들어, 샘플)이 샘플 처리 장치(300) 상에 로딩
되기 전에, 또는 물질이 로딩된 후이지만 임의의 밸브가 개방되기 전(즉, 임의의 물질이 검출 챔버(350)로 이동
되도록 하기 전)에 백그라운드 스캔이 취해질 수 있다는 것에 유의하여야 한다.

[0302] 예시적인 처리(600)의 상세한 설명이 도 26을 참조하여 이제 설명될 것이다.

[0303] 단지 예시로서, 예시적인 처리(600)의 경우, 샘플 및 시약은 둘 다 샘플 처리 장치(300)가 시스템(500) 상에 위
치결정되기 전에 샘플 처리 장치(300) 상에 로딩될 것이다. 그러나, 대신에 검출 챔버(350)의 백그라운드 스캔
이 얻어진 후에 샘플 및 시약이 샘플 처리 장치(300) 상에 로딩될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0304] 샘플 및 시약은, 관심 라인(303) 상방의 사전-이용 층(305)을 제거하고 원시 샘플을 라인(303)의 샘플 핸들링
층(311) 상의 입력 어퍼처(310)를 통해 입력 챔버(315) 내로 주입(예를 들어, 피펫팅)함으로써, 샘플 처리 장치
또는 "디스크"(300) 상에 로딩된다(도 26의 단계 602). 시약은 또한 이때 로딩될 수 있어서, 본 예의 경우, 시
약을 라인(303)의 시약 핸들링 층(361) 상의 입력 어퍼처(360)를 통해 입력 챔버(365) 내로 주입함으로써 시약
이 또한 디스크(300) 상에 로딩되는 것으로 추정할 것이다. 이어서, 플러그(307), 또는 다른 적절한 시일, 필
름, 또는 커버가, 상기에서 설명된 바와 같이 어퍼처(310, 360)를 분위기로부터 밀봉하기 위해 사용될 수 있다.
예를 들어, 어떤 실시예들에서, 사전-이용 층(305)은 입력 어퍼처(310, 360) 상방에서 단순히 교체될 수 있다.

[0305] 디스크(300)는 디스크 핸들링 시스템(500) 상에 로딩될 수 있고(단계 604), 베이스 플레이트(510)와 커버(560)
사이에 결합될 수 있어서, 디스크(300)와, 특히 검출 챔버(또는 열처리 챔버)(350)는 베이스 플레이트(510)의
전달 표면(532)과 접촉하도록 압박된다.

[0306] 드라이브 시스템(520)은 회전축(511)에 대해 베이스 플레이트(510)를 회전시키도록 작동될 수 있는데, 이적은
디스크(300)가 회전축(511)과 정렬되는 그의 중심(301)에 대해 회전하도록 한다. 디스크(300)는 샘플 및 시약
을 그들 각각의 계량 저장조들(318, 368)에 강제로 넣기에 충분한 제1 속도(또는 속도 프로파일) 및 제1 가속도
(또는 가속도 프로파일)로 회전될 수 있고, 이때 원하는 부피에 대한 임의의 초과분은 각각의 폐기물 저장조
(320, 370) 내로 향한다(단계 606).

[0307] 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 제1 속도 프로파일은 다음을 포함할 수 있다: 디스크(300)는 (i) 제1 속도로 회
전하여 모든 물질을 폐기물 저장조(320, 370) 내에 강제로 넣지 않고 물질을 그들 각각의 계량 저장조(318,
368)로 이동시키도록 하고, (ii) 기간 (예를 들어, 3 초) 동안 유지되고, 그리고 (iii) 제2 속도로 회전하여 계
량 저장조(318, 368)의 부피보다 큰 양의 물질이 폐기물 저장조(320, 370) 내로 넘쳐 흐르게 한다. 그러한 회
전 방식은 "계량 프로파일" 또는 "계량 방식" 등이라고 일컬을 수 있는데, 이는 물질들이 폐기물 저장조(320,
370) 내로 전부 강제로 들어가지 않는 것을 보장하면서 물질들이 각각의 계량 저장조(318, 368) 내로 이동하도
록 허용하기 때문이다. 이러한 예에서, 속도 및 가속도는 샘플 및/또는 시약이 각각의 유체 경로(328, 378) 내
로 이동하게 하고 밸브 격막(336, 386)이 "습윤(wet out)"되게 할 속도 및 가속도 미만으로 유지된다. 속도 및
가속도 프로파일이 격막(336, 386)의 습윤을 일으킬 수 있는 것 미만으로 유지되면서 샘플 및 시약을 계량하기

에는 충분할 것이기 때문에, 이는 단순히 "제1" 속도 및 가속도로 설명될 수 있다. 즉, 제1 속도 및 가속도는 샘플 또는 시약을 각각의 유체 경로(328, 378) 내에 강제로 넣기에는 충분하지 않아서, 샘플 및 시약의 계량된 부피는 이들 각각의 입력 챔버(315, 365) 내에 남아 있다.

[0308] 계량 시스템 및 처리의 다양한 특징 및 상세한 설명은 2011년 5월 18일자로 출원된 미국 특허 출원 제 61/487,672호 및 2011년 5월 25일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/490,014호에서 설명되며, 이들 각각은 그 전체 내용이 본 명세서에 참조되어 포괄된다.

[0309] 디스크(300)는 연속하여 회전하도록 허용될 수 있고, 이어서 백그라운드 스캔은 일반적으로 도 15에 개략적으로 도시되고 상기에서 설명된 과정을 따라서 검출 챔버(350)에 대해 취해질 수 있다(단계 608). 전자기 소스(590)는 전원이 켜질 수 있어서, 전자기 소스(590)는 디스크(300)가 회전됨에 따라 열적 구조체(530)를 가열하고, 열적 구조체(530)의 전달 표면(532)은 전도에 의해 검출 챔버(350)를 가열한다. 그러한 가열은 상기에서 설명된 디스크(300)의 "예열"로서 기능을 할 수 있다.

[0310] 검출 장치(10)와, 특히 하나 이상의 광학 모듈(48, 52, 56)이 캔트리(60)에 의해 샘플 처리 장치(300)의 중심(301)에 대해 상대적으로 반경을 따라 이동될 수 있다. 광학 모듈(48)이 단지 예로서 설명될 것이다. 광학 모듈(48)은 상기에서 설명된 어느 하나의 검출 방식(즉, 후방산란 및/또는 형광)에 따라 검출 챔버(350)를 광학적으로 조사할 수 있고, 검출 챔버(350)의 반경방향 최외측 위치로부터 검출 챔버(350)의 반경방향 최내측 위치까지 계속 백그라운드 스캔을 전개할 수 있다. 대안적으로, 상기에서 설명된 바와 같이, 광학 모듈(48)은 하나 이상의 개별적인 반경방향 위치(예를 들어, 위치(P_1 , P_2 및/또는 P_3))에서 검출 챔버(350)를 조사할 수 있다.

[0311] 이때, 디스크(300)는 회전이 정지될 수 있고 샘플 격막 밸브(332) 및 시약 격막 밸브(382) 중 하나 또는 둘 모두는, 예를 들어, 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 이용하여 밸브 격막(들)(336, 386)에 보이드를 형성함으로써 개방될 수 있다. 이러한 예를 위하여, 시약을 검출 챔버(350)로 이동시키기 전에 샘플만의 스캔이 취해질 것이어서, 샘플 격막 밸브(332)가 먼저 개방될 것(단계 610)이라는 것을 추정할 것이다. 샘플 밸브 격막(336)은 도 12 및 도 14에 개략적으로 도시되고 상기에서 설명된 처리들에 따라 위치결정될 수 있고 개방될 수 있어서 입력 챔버(315) 및 검출 챔버(350)를 하류 방향을 거쳐 유체 연통시킨다.

[0312] 그 후, 디스크(300)는 샘플을 유체 경로(328) 내로 이동하기에 충분한 (즉, 모세관 밸브(330)를 개방하고 샘플이 그를 통해 이동하도록 하기에 충분한) 제2 속도(또는 속도 프로파일) 및 제1 가속도(또는 가속도 프로파일)로 회전될 수 있고, 샘플은 격막(336)에 형성된 구멍을 통해, 분배 채널(340)을 통해, 그리고 검출 챔버(350) 내로 이동한다(단계 612). 한편, 검출 챔버(350) 내에 존재하는 임의의 유체(예를 들어, 가스)는 샘플이 검출 챔버(350) 내로 이동됨에 따라 평형 채널(355) 내로 변위될 수 있다. 이러한 회전 속도 및 가속도는 샘플을 검출 챔버(350)로 이동시키기에는 충분할 수 있지만 시약을 모세관 밸브(380)의 유체 경로(378) 내로 이동시키고 격막(386)을 습윤시키기에는 충분하지 않다.

[0313] 그 후, 디스크(300)는 회전될 수 있고, 검출 챔버(350)의 샘플만의 스캔이, 상기에서 설명된 바와 같이, 광학 모듈(48) 및 캔트리(60)를 작동시킴으로써 실행될 수 있다(단계 614). 이러한 검출 단계 동안 일어나는 디스크(300)의 회전은 제2 속도와 동일하거나 상이한 회전 속도 및 가속도일 수 있다. 또한, 디스크(300)는 샘플이 검출 챔버(350)로 이동되도록 하고 그 후 다시 검출을 위하여 회전된 후에 정지될 수 있거나, 디스크(300)는 샘플이 검출 챔버(350)로 이동된 것으로 추정된 후에 단순히 계속 회전될 수 있거나, 또는 이들의 조합일 수 있다. 이러한 단계는 또한 (예를 들어, 전자기 소스(390) 및 열적 구조체(530)를 이용하여) 검출 챔버(350)를 (예를 들어, 75 °C까지) 가열하는 단계를 포함할 수 있다. 그러한 가열 단계는, 예를 들어, 샘플 내의 세포의 용해를 일으킬 수 있다. 어떤 실시예들에서, 이러한 가열 단계를 위하여 시약이 검출 챔버(350) 내에 존재하지 않는 것은 중요한데, 이는 열 세포 용해에 필요한 온도가 시약에 존재하는 필요한 효소(예를 들어, 역전사 효소)를 변성시킬 수 있기 때문이다. 열 세포 용해는 단지 예시로서 설명되어 있지만, 다른 (예를 들어, 화학적) 용해 프로토콜들이 대신 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0314] 그 후, 디스크(300)는 회전이 정지될 수 있고, 시약 격막 밸브(382)는 개방될 수 있다(단계 616). 밸브(382)는 레이저 밸브 제어 시스템(51)을 이용하여 (즉, 도 12 및 도 14에 개략적으로 나타난 처리들에 따라) 개방될 수 있어서, 시약 밸브 격막(386) 내에 보이드를 형성하여 입력 챔버(365)를 하류 방향을 거쳐 검출 챔버(350)와 유체 연통시킨다.

[0315] 그 후, 디스크(200)는 제2 속도(또는 속도 프로파일) 및 제2 가속도(또는 가속도 프로파일), 또는 제2 속도 및 가속도보다 높은 속도 및/또는 가속도로 회전될 수 있어서, 시약을 검출 챔버(350)로 수송될 수 있다(단계

618). 즉, 회전 속도 및 가속도는 시약을 유체 경로(378) 내로 이동시키기에 충분할 (즉, 모세관 밸브(380)를 개방하고 시약이 그를 통해 이동하도록 하기에 충분할) 수 있고, 시약은 격막(386)에 형성된 개구를 통해, 분배 채널(390)을 통해, 그리고 검출 챔버(350) 내로 이동한다. 한편, 검출 챔버(350) 내에 존재하는 임의의 추가 유체(예를 들어, 가스)는 시약이 검출 챔버(350) 내로 이동됨에 따라 평형 채널(355) 내로 변위될 수 있다. 이는 특히 디스크(300)와 같은 실시예에 의해 가능한데, 디스크(300)가 회전할 때, 검출 챔버(350) 내에 존재하는 임의의 액체(예를 들어, 샘플)가 최외측 단부(352)에 강제로 대항하여 있어서, 검출 챔버(350) 내에 존재하는 임의의 액체는 분배 채널(390) 및 평형 채널(355)을 검출 챔버(350)에 연결하는 위치의 반경방향 외측에 위치되어 가스 교환이 일어날 수 있기 때문이다. 달리 말하면, 디스크(300)가 회전할 때, 분배 채널(390) 및 평형 채널(355)은 검출 챔버(350) 내의 유체 레벨의 상류에 (예를 들어, 반경방향 내측에) 있는 장소에서 검출 챔버(350)에 연결된다.

[0316] 본 처리의 단계 618은 물질 또는 물질의 선택된 부피가 검출 챔버(350) 내에 존재하는지 여부를 판단하기 위하여 검출 챔버(350)의 추가 스캔을 수행하도록 하나 이상의 광학 모듈을 작동하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시예들에서, 백그라운드 스캔이 얻어질 수 있고, 제1 샘플만의 (또는 시약만의) 스캔이 얻어질 수 있고, 이어서 제2 샘플+시약의 스캔이 얻어질 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 이들 스캔 중 임의의 또는 전체 스캔은 다수의 개별적인 반경방향 위치들에서, 또는 하나의 개별적인 반경방향 위치에서 검출 챔버(350)의 모든 반경방향 위치에 따른 스캔을 포함할 수 있다. 또한, 시약을 검출 챔버(350)로 이동시키기 위해 사용되는 회전 단계는 검출을 위하여 계속될 수 있고, 디스크(300)는 정지될 수 있고, 그 후 검출을 위해 다시 회전될 수 있거나, 또는 이의 조합일 수 있다.

[0317] 그 후, 디스크(300)의 회전은 원하는 반응 및 검출 방식을 위해 필요에 따라 계속될 수 있다(단계 620). 예를 들어, 시약이 검출 챔버(350) 내에 존재하기 때문에, 검출 챔버(350)는 역전사를 시작하는 데 필요한 온도(예를 들어, 47 °C)로 가열될 수 있다. 추가의 열 사이클링, 예를 들어, PCR에 필요한 가열 및 냉각 사이클 등이 필요에 따라 채택될 수 있다.

[0318] 다양한 힘이 다양한 처리 스테이지에서 샘플 처리 장치(300) 내의 물질에 인가될 수 있다. 도 26에서 보고되고 상기에서 설명된 속도 및 가속도 방식에 의해 명백한 바와 같이, 그러한 힘들은 샘플 처리 장치(300)의 회전 속도 및 가속도 프로파일(예를 들어, 초 제공당 회전 또는 회전수/회전수/sec²)로 보고되는 각가속도)을 제어함으로써 적어도 부분적으로 제어될 수 있다. 어떤 실시예들은 다음을 포함할 수 있다:

[0319] (i) 샘플 처리 장치 상의 하나 이상의 처리 어레이(100)에서 유체를 계량하기 위해 사용될 수 있고 그러한 샘플 처리 장치 상의 임의의 처리 어레이(100)의 유체 경로(128) 내로 유체를 이동시키기에 충분하지 않은 제1 속도 및 제1 가속도;

[0320] (ii) (예를 들어, 하류 격막 밸브(132)가 개방되지 않은 잔여 처리 어레이(100)의 유체 경로(128) 내로 유체가 이동하는 것을 여전히 억제하면서, 하류 격막 밸브(132)가 개방되어 있고 밸브 챔버(134) 내의 증기 폐색이 해제되어 있는 처리 어레이(100) 내에) 샘플 처리 장치 상의 적어도 하나의 처리 어레이(100)의 유체 경로(128) 내로 유체를 이동시키는데 사용될 수 있는 제2 속도 및 제1 가속도; 및

[0321] (iii) 샘플 처리 장치 상의 모든 처리 어레이들(100)의 유체 경로(128) 내로 유체를 이동시키기 위해 사용될 수 있는 제3 속도 및 제2 가속도.

[0322] 어떤 실시예들에서 제1 속도는 약 1000 rpm 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 975 rpm 이하, 어떤 실시예들에서는 약 750 rpm 이하, 어떤 실시예들에서는 약 525 rpm 이하일 수 있다. 어떤 실시예들에서, "제1 속도"는 실제로 2개의 분리된 속도 - 하나는 물질을 계량 저장조(118) 내로 이동시키기 위한 속도이고, 다른 하나는 그 후에 계량 저장조(118)를 초과 충전하고 초과분을 폐기물 저장조(120) 내로 이동하게 허용함으로써 물질을 계량하기 위한 속도-를 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서 제1 전달 속도는 약 525 rpm일 수 있고, 제2 계량 속도는 약 975 rpm일 수 있다. 둘 다는 동일한 가속도로 발생할 수 있다.

[0323] 어떤 실시예들에서, 제1 가속도는 약 75 회전수/sec² 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 50 회전수/sec² 이하, 어떤 실시예들에서는 약 30 회전수/sec² 이하, 어떤 실시예들에서는 약 25 회전수/sec² 이하, 어떤 실시예들에서는 약 20 회전수/sec² 이하일 수 있다. 어떤 실시예들에서, 제1 가속도는 약 24.4 회전수/sec² 일 수 있다.

[0324] 어떤 실시예들에서 제2 속도는 약 2000 rpm 이하일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 약 1800 rpm 이하, 어떤 실시

예들에서는 약 1500 rpm 이하, 어떤 실시예들에서는 약 1200 rpm 이하일 수 있다.

- [0325] 어떤 실시예들에서 제2 가속도는 적어도 약 150 회전수/sec²일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 200 회전수/sec², 어떤 실시예들에서는 적어도 약 250 회전수/sec²일 수 있다. 어떤 실시예들에서 제2 가속도는 약 244 회전수/sec²일 수 있다.
- [0326] 어떤 실시예들에서, 제3 속도는 적어도 약 3000 rpm일 수 있고, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 3500 rpm, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 4000 rpm, 어떤 실시예들에서는 적어도 약 4500 rpm일 수 있다. 그러나, 어떤 실시예들에서, 제3 속도는, 속도 및 가속도 프로파일이 각각의 유체 경로(128) 내의 모세관력을 극복하기에 충분하기만 한다면, 제2 속도와 동일할 수 있다.
- [0327] 도 26의 처리(600)는 디스크(300) 상에서 한번에 하나의 레인(303)에 채택될 수 있거나, 또는 하나 이상의 레인이 도 26의 처리(600)에 따라 동시에 로딩 및 처리될 수 있다.
- [0328] 본 개시의 하기의 실시예들은 예시적인 것으로 의도되고, 제한하려는 의도는 아니다.
- [0329] 실시예들
- [0330] 실시예 1은 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법이며, 이 방법은,
- [0331] 검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계,
- [0332] 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계, 및
- [0333] 샘플 처리 장치를 회전시키면서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계를 포함한다.
- [0334] 실시예 2는 실시예 1에 있어서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계는, 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0335] 실시예 3은 실시예 1에 있어서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계는, 샘플과 시약 매체의 선택된 총 부피가 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0336] 실시예 4는 실시예 1 내지 3중 어느 하나에 있어서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계는, 선택된 위치에 물질이 존재하는지를 판단하기 위해 검출 챔버를 선택된 위치에서 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0337] 실시예 5는 실시예 1 내지 4중 어느 하나에 있어서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계는, 검출 챔버에 샘플이 존재하는지를 판단하기 위해 검출 챔버를 샘플의 광학적 특성에 대해 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0338] 실시예 6은 실시예 1 내지 5중 어느 하나에 있어서, 검출 챔버는 회전축에 가장 가까이 배치된 내측 경계를 포함하고, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계는, 검출 챔버의 그 내측 경계 근방의 갠트리 위치에서 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0339] 실시예 7은 실시예 4 내지 6중 어느 하나에 있어서, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 메니스커스에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0340] 실시예 8은 실시예 4 내지 7 중 어느 하나에 있어서, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는,
- [0341] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0342] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계 후, 전자기 신호의 후방산란 반사를 검출하여 스캔을 획득하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0343] 실시예 9는 실시예 8에 있어서, 스캔을 획득하는 단계는,
- [0344] 검출 챔버의 제1 백그라운드 스캔을 획득하는 단계,
- [0345] 검출 챔버에 샘플을 위치결정한 후, 검출 챔버의 제2 스캔을 획득하는 단계, 및
- [0346] 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 배치되어 있는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계를 포함하는, 방법이다.

- [0347] 실시예 10은 실시예 9에 있어서, 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 배치되어 있는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계는, 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 임계값 변화가 존재하는지를 판단하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0348] 실시예 11은 실시예 10에 있어서, 갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 회전축에 대해 상대적인, 반경방향 복수의 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0349] 실시예 12는 실시예 11에 있어서,
- [0350] 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 임계값 변화가 발견되는 반경방향 위치를 결정하는 단계, 및
- [0351] 검출 챔버에 배치되는 샘플의 부피를 결정하기 위해 반경방향 위치를 이용하는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0352] 실시예 13은 실시예 8 내지 12 중 어느 하나에 있어서, 전자기 신호의 후방산란 반사를 검출하여 스캔을 획득하는 단계는, FAM 광학 채널을 사용하여 수행되는, 방법이다.
- [0353] 실시예 14는 실시예 4 내지 7 중 어느 하나에 있어서, 광학적으로 조사하는 단계는,
- [0354] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0355] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계 후, 검출 챔버에서 물질에 의해 방출되는 형광을 검출하여 스캔을 획득하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0356] 실시예 15는 실시예 14에 있어서, 스캔을 획득하는 단계는,
- [0357] 검출 챔버의 제1 백그라운드 스캔을 획득하는 단계,
- [0358] 검출 챔버에 샘플을 위치결정한 후, 검출 챔버의 제2 스캔을 획득하는 단계, 및
- [0359] 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0360] 실시예 16은 실시예 15에 있어서, 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 배치되어 있는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계는, 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 형광의 임계값 변화가 존재하는지를 판단하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0361] 실시예 17은 실시예 16에 있어서, 갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고, 검출 챔버를 조사하는 단계는, 회전축에 대해 상대적인, 반경방향 복수의 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0362] 실시예 18은 실시예 17에 있어서,
- [0363] 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 형광의 임계값 변화가 발견되는 반경방향 위치를 결정하는 단계, 및
- [0364] 검출 챔버에 존재하는 샘플의 부피를 결정하기 위해 반경방향 위치를 이용하는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0365] 실시예 19는 실시예 1 내지 18 중 어느 하나에 있어서,
- [0366] 검출 챔버를 가열하는 단계를 더 포함하고,
- [0367] 검출 챔버를 가열하면서, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계가 발생하는, 방법이다.
- [0368] 실시예 20은 실시예 4 내지 19 중 어느 하나에 있어서, 광학적으로 조사하는 단계는,
- [0369] 제1 파장에서 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0370] 제1 파장에서 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계 후, 제2 파장에서 검출 챔버로부터 방출되는 전자기 신호를 검출하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0371] 실시예 21은 실시예 4 내지 20 중 어느 하나에 있어서,
- [0372] 물질은 분석할 샘플과 시약 매체를 포함하고, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 검출 챔버 내의 샘플과 시약 매체 중 적어도 하나의 광학적 특성에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.

- [0373] 실시예 22는 실시예 4 내지 21 중 어느 하나에 있어서,
- [0374] 갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 미리 정해진 갠트리 위치에 배치된 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0375] 실시예 23은 실시예 4 내지 21 중 어느 하나에 있어서,
- [0376] 갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 복수의 갠트리 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0377] 실시예 24는 실시예 23에 있어서, 복수의 갠트리 위치 각각은 물질의 양과 연관되고, 상기 방법은,
- [0378] 갠트리 위치에서 임계 신호를 검출하는 단계, 및
- [0379] 검출 챔버에 존재하는 물질의 양과 갠트리 위치를 상관시키는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0380] 실시예 25는 실시예 23 또는 24에 있어서,
- [0381] 복수의 갠트리 위치는 회전축에 상대적인, 검출 챔버 내의 반경방향의 다른 위치들을 포함하는, 방법이다.
- [0382] 실시예 26은 실시예 23 내지 25 중 어느 하나에 있어서, 제1 갠트리 위치는 제2 갠트리 위치의 반경방향 외측에 위치결정되는, 방법이다.
- [0383] 실시예 27은 실시예 11 내지 12, 17 내지 18, 및 22 내지 26 중 어느 하나에 있어서, 광학 모듈은 다중 형광 검출을 위해 구성되는, 방법이다.
- [0384] 실시예 28은 실시예 1 내지 27 중 어느 하나에 있어서,
- [0385] 샘플 처리 장치는 복수의 검출 챔버를 포함하고,
- [0386] 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 샘플 처리 장치를 회전시키면서 복수의 검출 챔버 중 적어도 하나를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0387] 실시예 29는 실시예 1 내지 28 중 어느 하나에 있어서,
- [0388] 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 동안 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계는, 검출 챔버에 존재하는 임의의 물질을 회전축으로부터 가장 멀리 배치되는 검출 챔버 내의 위치로 강제시키는, 방법이다.
- [0389] 실시예 30은 실시예 1 내지 29 중 어느 하나에 있어서,
- [0390] 검출 챔버는 회전축으로부터 가장 멀리 위치결정된 외측 경계를 포함하고,
- [0391] 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 동안 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계는, 검출 챔버에 존재하는 임의의 물질을 검출 챔버의 그 외측 경계 쪽으로 강제시키는, 방법이다.
- [0392] 실시예 31은 실시예 1 내지 30 중 어느 하나에 있어서,
- [0393] 샘플 처리 장치는 처리 어레이를 포함하고, 처리 어레이는,
- [0394] 입력 챔버,
- [0395] 검출 챔버, 및
- [0396] 입력 챔버와 검출 챔버를 유동적으로 결합하도록 위치결정되는 채널을 포함하고, 이 방법은,
- [0397] 샘플 처리 장치의 입력 챔버에 샘플을 위치결정하는 단계를 더 포함하고,
- [0398] 회전축을 중심으로 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계는, 샘플을 검출 챔버 로 이동시키는, 방법이다.
- [0399] 실시예 32는 실시예 31에 있어서,
- [0400] 샘플 처리 장치는 채널 내에 위치결정된 밸브를 더 포함하여, 입력 챔버와 검출 챔버는 밸브가 폐쇄된 때 채널을 통해 유체 연통이 안 되고, 밸브가 개방된 때 채널을 통해 유체 연통이 되도록 하고,

- [0401] 상기 방법은 밸브를 개방하는 단계를 더 포함하고,
- [0402] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계는, 밸브를 개방하는 단계 후에 발생하는, 방법이다.
- [0403] 실시예 33은 실시예 31 또는 32에 있어서,
- [0404] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계는, 검출 챔버로의 샘플의 선택된 양을 계량하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0405] 실시예 34는 실시예 31 내지 33 중 어느 하나에 있어서,
- [0406] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계는, 시약 매체를 검출 챔버로 이동시키는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0407] 실시예 35는 실시예 1 내지 34 중 어느 하나에 있어서,
- [0408] 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계는, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0409] 실시예 36은 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법이며, 이 방법은,
- [0410] 검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계,
- [0411] 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계, 및
- [0412] 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 물질의 광학적 특성에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하고,
- [0413] 광학적으로 조사하는 단계는, 샘플 처리 장치를 회전시키면서 발생하는, 방법이다.
- [0414] 실시예 37은 실시예 36에 있어서,
- [0415] 검출 챔버는 샘플 처리 장치에서 처리 어레이의 일부를 형성하고, 상기 방법은,
- [0416] 샘플 처리 장치의 처리 어레이 내에 샘플을 위치결정하는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0417] 실시예 38은 실시예 36에 있어서,
- [0418] 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계는, 샘플을 검출 챔버로 이동시키는, 방법이다.
- [0419] 실시예 39는 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법이며,
- [0420] 처리 어레이를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계 -처리 어레이는,
- [0421] 입력 챔버,
- [0422] 검출 챔버, 및
- [0423] 입력 챔버와 검출 챔버를 유동적으로 결합하도록 위치결정된 채널을 포함함-,
- [0424] 샘플 처리 장치의 처리 어레이의 입력 챔버에 샘플을 위치결정하는 단계,
- [0425] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계,
- [0426] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 후에, 샘플이 검출 챔버로 이동했는지를 판단하기 위해 샘플의 광학적 특성에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계, 및
- [0427] 검출 챔버를 광학적으로 조사하면서 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0428] 실시예 40은 실시예 39에 있어서,
- [0429] 샘플 처리 장치는 채널 내에 위치결정된 밸브를 더 포함하여, 입력 챔버와 검출 챔버는 밸브가 폐쇄된 때 채널을 통해 유체 연통이 안 되고, 밸브가 개방된 때 채널을 통해 유체 연통이 되도록 하고,
- [0430] 상기 방법은 밸브를 개방하는 단계를 더 포함하고,
- [0431] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계는, 밸브를 개방하는

단계 후에 발생하는, 방법이다.

- [0432] 실시예 41은 실시예 39 또는 40에 있어서,
- [0433] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계는, 샘플 처리 장치로의 샘플의 선택된 양을 계량하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0434] 실시예 42는 실시예 39 내지 41 중 어느 하나에 있어서,
- [0435] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계는, 시약 매체를 검출 챔버로 이동시키는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0436] 실시예 43은 실시예 39 내지 42 중 어느 하나에 있어서,
- [0437] 검출 챔버를 광학적으로 조사하면서 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계는, 검출 챔버에 존재하는 임의의 물질을 회전축으로부터 가장 멀리 배치되는 검출 챔버 내의 위치로 강제시키는, 방법이다.
- [0438] 실시예 44는 실시예 39 내지 43 중 어느 하나에 있어서,
- [0439] 검출 챔버는 회전축으로부터 가장 멀리 위치결정된 외측 경계를 포함하고,
- [0440] 검출 챔버를 광학적으로 조사하면서 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계는, 검출 챔버에 존재하는 임의의 물질을 검출 챔버의 그 외측 경계 쪽으로 강제시키는, 방법이다.
- [0441] 실시예 45는 실시예 39 내지 44 중 어느 하나에 있어서,
- [0442] 샘플 처리 장치는 제1 회전 단계로부터 제2 회전 단계를 거쳐 계속적으로 회전되어, 샘플 처리 장치가 회전 단계들 사이에서 회전이 정지되지 않는, 방법이다.
- [0443] 실시예 46은 실시예 39 내지 45 중 어느 하나에 있어서,
- [0444] 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 메니스커스에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0445] 실시예 47은 실시예 39 내지 46 중 어느 하나에 있어서,
- [0446] 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는,
- [0447] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0448] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계 후, 전자기 신호의 후방산란 반사를 검출하여 스캔을 획득하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0449] 실시예 48은 실시예 47에 있어서, 스캔을 획득하는 단계는,
- [0450] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 전에 검출 챔버의 제1 백그라운드 스캔을 획득하는 단계,
- [0451] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 후에 검출 챔버의 제2 스캔을 획득하는 단계, 및
- [0452] 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 배치되어 있는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0453] 실시예 49는 실시예 48에 있어서, 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 배치되어 있는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계는, 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 임계값 변화가 존재하는지를 판단하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0454] 실시예 50은 실시예 49에 있어서,
- [0455] 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고,
- [0456] 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 회전축에 대해 상대적인, 반경방향 복수의 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0457] 실시예 51은 실시예 50에 있어서,

- [0458] 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 임계값 변화가 발견되는 반경방향 위치를 결정하는 단계, 및
- [0459] 검출 챔버에 존재하는 샘플의 양을 결정하기 위해 반경방향 위치를 이용하는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0460] 실시예 52는 실시예 47 내지 51 중 어느 하나에 있어서,
- [0461] 전자기 신호의 후방산란 반사를 검출하여 스캔을 획득하는 단계는, FAM 광학 채널을 이용하여 수행되는, 방법이다.
- [0462] 실시예 53은 실시예 39 내지 46 중 어느 하나에 있어서, 광학적으로 조사하는 단계는,
- [0463] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0464] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계 후, 검출 챔버에서 물질에 의해 방출되는 형광을 검출하여 스캔을 획득하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0465] 실시예 54는 실시예 53에 있어서, 스캔을 획득하는 단계는,
- [0466] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 전에 검출 챔버의 제1 백그라운드 스캔을 획득하는 단계,
- [0467] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 후에 검출 챔버의 제2 스캔을 획득하는 단계, 및
- [0468] 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0469] 실시예 55는 실시예 54에 있어서,
- [0470] 샘플의 선택된 부피가 검출 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔을 비교하는 단계는, 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 형광의 임계값 변화가 존재하는지를 판단하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0471] 실시예 56은 실시예 55에 있어서,
- [0472] 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고,
- [0473] 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 회전축에 대해 상대적인, 반경방향 복수의 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0474] 실시예 57은 실시예 56에 있어서,
- [0475] 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 형광의 임계값 변화가 발견되는 반경방향 위치를 결정하는 단계, 및
- [0476] 검출 챔버에 존재하는 샘플의 양을 결정하기 위해 반경방향 위치를 이용하는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0477] 실시예 58은 실시예 39 내지 57 중 어느 하나에 있어서,
- [0478] 검출 챔버를 가열하는 단계를 더 포함하고,
- [0479] 검출 챔버를 가열하면서, 물질의 선택된 부피가 검출 챔버에 존재하는지를 판단하는 단계가 발생하는, 방법이다.
- [0480] 실시예 59는 실시예 38 내지 58 중 어느 하나에 있어서,
- [0481] 광학적으로 조사하는 단계는,
- [0482] 제1 파장에서 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0483] 제1 파장에서 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계 후, 제2 파장에서 검출 챔버로부터 방출되는 전자기 신호를 검출하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0484] 실시예 60은 실시예 39 내지 59 중 어느 하나에 있어서,
- [0485] 샘플은 분석할 샘플과 시약 매체를 포함하고, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 검출 챔버 내의 샘플과 시약 매체 중 적어도 하나의 광학적 특성에 대해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.

- [0486] 실시예 61은 실시예 39 내지 60 중 어느 하나에 있어서,
- [0487] 갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 미리 정해진 갠트리 위치에 배치된 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0488] 실시예 62는 실시예 39 내지 61 중 어느 하나에 있어서,
- [0489] 갠트리 상에 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되는 광학 모듈을 제공하는 단계를 더 포함하고, 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 복수의 갠트리 위치에서 광학 모듈에 의해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0490] 실시예 63은 실시예 62에 있어서,
- [0491] 복수의 갠트리 위치 각각은 물질의 양과 연관되고, 이 방법은,
- [0492] 갠트리 위치에서 임계 신호를 검출하는 단계, 및
- [0493] 검출 챔버에 존재하는 물질의 양과 갠트리 위치를 상관시키는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0494] 실시예 64는 실시예 62 또는 63에 있어서,
- [0495] 복수의 갠트리 위치는 회전축에 상대적인, 검출 챔버 내의 반경방향의 다른 위치들을 포함하는, 방법이다.
- [0496] 실시예 65는 실시예 62 내지 64 중 어느 하나에 있어서, 제1 갠트리 위치는 제2 갠트리 위치의 반경방향 외측에 위치결정되는, 방법이다.
- [0497] 실시예 66은 실시예 50 내지 51, 56 내지 57, 및 61 내지 65 중 어느 하나에 있어서, 광학 모듈은 다중 형광 검출을 위해 구성되는, 방법이다.
- [0498] 실시예 67은 실시예 39 내지 66 중 어느 하나에 있어서,
- [0499] 검출 챔버에 존재하는 샘플의 양을 결정하기 위해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계를 더 포함하는, 방법이다.
- [0500] 실시예 68은 실시예 39 내지 67 중 어느 하나에 있어서,
- [0501] 상기 샘플 처리 장치는 복수의 처리 어레이 및 복수의 검출 챔버를 포함하고,
- [0502] 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는, 샘플 처리 장치를 회전시키면서 복수의 검출 챔버 중 적어도 하나를 광학적으로 조사하는 단계를 포함하는, 방법이다.
- [0503] 실시예 69는 샘플 처리 장치들을 처리하는 방법이며, 이 방법은,
- [0504] 처리 어레이를 포함하는 샘플 처리 장치를 제공하는 단계 -처리 어레이는,
- [0505] 입력 챔버,
- [0506] 검출 챔버, 및
- [0507] 입력 챔버와 검출 챔버를 유동적으로 결합하도록 위치결정된 채널을 포함함-,
- [0508] 샘플 처리 장치 내의 적어도 하나의 처리 어레이의 입력 챔버에 샘플을 위치결정하는 단계,
- [0509] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 단계,
- [0510] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 전에 처리 어레이의 검출 챔버를 제1 백그라운드 스캔을 획득하기 위해 광학적으로 조사하는 단계,
- [0511] 샘플을 검출 챔버로 이동시키기 위해 샘플 처리 장치를 회전시키는 단계 후에 처리 어레이의 검출 챔버를 제2 스캔을 획득하기 위해 광학적으로 조사하는 단계, 및
- [0512] 검출 챔버를 제2 스캔을 획득하기 위해 광학적으로 조사하면서 샘플 처리 장치를 회전 축을 중심으로 회전시키는 단계, 및
- [0513] 제1 백그라운드 스캔과 제2 스캔 간에 임계값 변화가 존재하는지를 판단하기 위해 제1 백그라운드 스캔과 제2

스캔을 비교하는 단계를 포함하는, 방법이다.

- [0514] 실시예 70은 실시예 69에 있어서,
- [0515] 제1 백그라운드 스캔을 생성하기 위해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계와, 제2 스캔을 생성하기 위해 검출 챔버를 광학적으로 조사하는 단계는 동일 온도에서 발생하는, 방법이다.
- [0516] 실시예 71은 샘플 처리 장치들을 처리하는 시스템이며,
- [0517] 검출 챔버를 포함하는 샘플 처리 장치,
- [0518] 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키도록 구성된 모터, 및
- [0519] 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되고, 선택된 부피의 물질이 샘플 처리 장치의 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된 광학 모듈을 포함하는, 시스템이다.
- [0520] 실시예 72는 실시예 71에 있어서,
- [0521] 광학 모듈은 모터가 샘플 처리 장치를 회전축을 중심으로 회전시키는 동안, 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된, 시스템이다.
- [0522] 실시예 73은 실시예 71 또는 72에 있어서,
- [0523] 광학 모듈은 복수의 광학 채널을 포함하고, 광학 채널들 중 적어도 하나는 선택된 부피의 물질이 샘플 처리 장치의 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된, 시스템이다.
- [0524] 실시예 74는 실시예 71 내지 73 중 어느 하나에 있어서,
- [0525] 샘플 처리 장치는,
- [0526] 입력 챔버, 및
- [0527] 입력 챔버와 검출 챔버를 유동적으로 결합하도록 위치결정된 채널을 포함하는, 시스템이다.
- [0528] 실시예 75는 실시예 74에 있어서,
- [0529] 샘플 처리 장치는 채널 내에 위치결정된 밸브를 더 포함하고, 밸브가 폐쇄된 때 입력 챔버와 검출 챔버는 채널을 통해 유체 연통이 안 되고, 밸브가 개방된 때 입력 챔버와 검출 챔버는 채널을 통해 유체 연통이 되는, 시스템이다.
- [0530] 실시예 76은 실시예 74 또는 75에 있어서,
- [0531] 입력 챔버는, 검출 챔버로의 샘플의 선택된 양을 계량하도록 구성된 계량 챔버를 포함하는, 시스템이다.
- [0532] 실시예 77은 실시예 71 내지 76 중 어느 하나에 있어서,
- [0533] 광학 모듈은 갠트리를 통해 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되고,
- [0534] 광학 모듈은 회전 축에 대해 상대적인 복수의 갠트리 위치에 위치 결정되도록 구성되고, 또한 복수의 갠트리 위치에서 검출 챔버를 광학적으로 조사하도록 구성된, 시스템이다.
- [0535] 실시예 78은 실시예 77에 있어서,
- [0536] 복수의 갠트리 위치는 회전축에 대해 상대적인, 검출 챔버 내의 반경방향의 다른 위치들에 대응하는, 시스템이다.
- [0537] 실시예 79는 실시예 77 또는 78에 있어서,
- [0538] 제1 갠트리 위치는 제2 갠트리 위치의 반경방향 외측에 위치결정되는, 시스템이다.
- [0539] 실시예 80은 실시예 71 내지 76 중 어느 하나에 있어서,
- [0540] 광학 모듈은 갠트리를 통해 샘플 처리 장치에 대해 상대적으로 조작가능하게 위치결정되고,
- [0541] 광학 모듈은 회전 축에 대해 상대적인 미리 정해진 갠트리 위치에 위치 결정되도록 구성되고, 또한 미리 정해진 갠트리 위치에서 검출 챔버를 광학적으로 조사하도록 구성된, 시스템이다.

- [0542] 실시예 81은 실시예 80에 있어서,
- [0543] 검출 챔버는 회전축에 가장 가까이 배치된 내측 경계를 포함하고, 광학 모듈은 검출 챔버의 그 내측 경계 근방의 갠트리 위치에서 검출 챔버를 광학적으로 조사하도록 구성된, 시스템이다.
- [0544] 실시예 82는 실시예 71 내지 81 중 어느 하나에 있어서,
- [0545] 광학 모듈은 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하기 위해 검출 챔버를 광학적으로 조사하도록 구성된, 시스템이다.
- [0546] 실시예 83은 실시예 71 내지 82 중 어느 하나에 있어서,
- [0547] 광학 모듈은 다중 형광 검출을 위해 구성되는, 시스템이다.
- [0548] 실시예 84는 실시예 71 내지 83 중 어느 하나에 있어서,
- [0549] 광학 모듈은,
- [0550] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0551] 전자기 신호의 후방산란 반사를 검출하는 단계에 의해 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된, 시스템이다.
- [0552] 실시예 85는 실시예 71 내지 84 중 어느 하나에 있어서,
- [0553] 광학 모듈은,
- [0554] 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0555] 검출 챔버에서 물질에 의해 방출되는 형광을 검출하는 단계에 의해 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된, 시스템이다.
- [0556] 실시예 86은 실시예 71 내지 85 중 어느 하나에 있어서,
- [0557] 광학 모듈은,
- [0558] 제1 파장에서 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계, 및
- [0559] 제1 파장에서 검출 챔버에 전자기 신호를 방출하는 단계 후, 제2 파장에서 검출 챔버로부터 방출되는 전자기 신호를 검출하는 단계에 의해 선택된 부피의 물질이 검출 챔버에 존재하는지를 판단하도록 구성된, 시스템이다.
- [0560] 실시예 87은 실시예 71 내지 86 중 어느 하나에 있어서,
- [0561] 광학 모듈은 또한 검출 챔버에 존재하는 샘플의 양을 결정하도록 구성된, 시스템이다.
- [0562] 다음의 작업 예들은 본 개시를 예시하도록 의도되고 제한하지 않는다.
- [0563] 예들
- [0564] 예 1
- [0565] 예 1은 채널 디벨롭먼트 디스크(Channel Development Disk)의 검출 채널들 내의 직접 샘플(유체) 검출을 시연했다.
- [0566] 물질
- [0567] 샘플: 바이러스, 클라미디아, 마이코플라스마, 및 유레아플라즈마의 코판 유니버설 트랜스포트 미디엄(Copan Universal Transport Medium: UTM), 3.0 ml 튜브, 부품 번호 330C, 로트 39P505(조지아주, 무리에타, 코판 다이아그노스틱스)
- [0568] 장비:
- [0569] 상기에서 설명하고 도 23에 도시된, 미네소타 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 입수가 가능한 "채널 디벨롭먼트 디스크"가 이 예에서 샘플 처리 장치 또는 "디스크"로서 사용되었다.
- [0570] 미네소타 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 입수가 가능한 인티그레이티드 사이클러 모델(Integrated Cycler Model) 3954가 채널 디벨롭먼트 디스크와 함께 이 예에서 샘플 처리 시스템 또는 "기기"로서 사용되었다. 기기는 FAM

모듈(블루 LED, 475 nm 여기 필터, 520 nm 검출 필터)을 포함했다.

채널 디벨롭먼트 디스크에서 샘플 유체 검출 분석을 위한 절차:

1. 비어있는 채널 디벨롭먼트 디스크를 인티그레이티드 사이클러 기기에 추가함.
2. 도 14에 대해 상기에서 설명된 방법에 따라 레이저 호밍을 수행함.
3. 모든 검출 챔버들에 대해 백그라운드 스캔을 수행함; 처음 갠트리=4000 내지 마지막 갠트리=8000, 스텝 크기=100, 설정 포인트 온도=25 °C, FAM 모듈을 사용함.
4. 디스크를 정지하고 디스크를 기기로부터 제거함.
5. 다양한 양들의 UTM 샘플을 디스크의 상이한 레인들에 추가함.
 - a. 레인 5: 5 μ L 수송 매체
 - b. 레인 6: 10 μ L 수송 매체
 - c. 레인 7: 15 μ L 수송 매체
 - d. 레인 8: 20 μ L 수송 매체
6. 로딩된 디스크를 다시 기기상에 재배치함.
7. 도 14에 대해 상기에서 설명된 방법에 따라 다시 레이저 호밍을 수행함.
8. 하기의 회전 방식에 따른, 디스크의 회전을 통해 유체를 검출 챔버들에 로딩함:
 - a. 가속도 244 회전수/sec²으로 4500 rpm까지 가속함.
 - b. 1 sec 동안 4500에서 유지.
 - c. 감속도 244 회전수/sec²으로 750 rpm까지 감속함.
 - d. 1 sec 동안 750 rpm에서 유지

의 5 사이클.

9. 샘플 검출 스캔을 수행함; 처음 갠트리=4000 내지 마지막 갠트리=9000; 스텝 크기=100; 설정 포인트 온도=25 °C; FAM 모듈을 사용함.

도 27을 참조: 레인 #5의 검출 챔버 내의 5 μ L UTM

도 28을 참조: 레인 #6의 검출 챔버 내의 10 μ L UTM

도 29를 참조: 레인 #7의 검출 챔버 내의 15 μ L UTM

도 30을 참조: 레인 #8의 검출 챔버 내의 20 μ L UTM

도 27 내지 도 30은 5 μ L, 10 μ L, 15 μ L, 및 20 μ L의 샘플들 각각에 대한 메니스커스 검출 결과들을 나타낸다. 플롯들 각각은 갠트리를 반경방향 내측으로 이동시키면서, 갠트리 위치에 대한 후방산란 강도(임의의 단위)의 스캔이며, 갠트리가 반경방향 외측 위치로부터 반경방향 내측 위치로 이동됨에 따라 갠트리 위치가 증가한다. 메니스커스는 여기 광 빔의 굴절을 유발했고, 후방산란 강도에 있어서 이것은 갠트리 위치 6000 내지 7000 사이의 덩으로서 나타났다. FAM 모듈에서 최다 및 최고의 신뢰성 있는 측정이 획득되었다. 덩들의 크기는 백그라운드 스캔의 값으로부터 10 내지 15 %까지 변화했다. 도 27에 도시된 5 μ L의 샘플에 대한 결과는, 액체의 이 낮은 레벨에서, 메니스커스가 신뢰성 있게 검출될 수 없다는 것을 나타냈다. 그러나, 10 μ L, 15 μ L, 및 20 μ L의 샘플 유체 레벨들에서는, 메니스커스가 검출될 수 있다.

예 2

예 2는 모더레이트 컴플렉시티 디스크에서 10- μ L 샘플을 자동으로 검출하기 위한 최적의 갠트리 위치와 임계값의 판단이었다.

물질:

- [0598] 샘플: 바이러스, 클라미디아, 마이코플라스마, 및 유레아플라즈마의 코판 유니버설 트랜스포트 미디엄(Copan Universal Transport Medium: UTM), 3.0 ml 튜브, 부품 번호 330C, 로트 39P505(조지아주, 무리에타, 코판 다이아그노스틱스)
- [0599] 장비:
- [0600] FAM 모듈(블루 LED, 475nm 여기 필터, 520 nm 검출 필터)을 포함하고, 미네소타 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 입수가능한 인티그레이티드 사이클러 기기 모델 3954와, 상기에서 설명하고 도 16 내지 도 22에 도시되고, 미네소타 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 제품 번호 3958로서 입수가능한 두 개의 "모더레이트 컴플렉시티 디스크"가 이 예에서 샘플 처리 장치 또는 "디스크"로서 사용되었다. "샘플 존재" 경우를 나타내는 제1 디스크는 라인 1 내지 라인 8의 샘플 포트 내에 50 μ L UTM이 로딩되었다. "샘플 부재" 경우를 나타내는 제2 디스크는 어떠한 물질도 로딩되지 않았다. 두 개의 디스크가 모두 하기의 절차에 의해 동일하게 처리되었다.
- [0601] 1. 디스크를 인티그레이티드 사이클러 기기 상에 배치함.
- [0602] 2. 계량을 수행: 디스크는 가속도 24.4 회전수/sec^2 으로 525 rpm으로 회전되었고, 5초 동안 유지되었고, 가속도 24.4 회전수/sec^2 으로 975 rpm으로 회전되었고, 5초 동안 유지되었다.
- [0603] 3. 도 14에 도시되고 상기에서 설명된 처리에 따라 레이저 호밍을 수행함. 사용된 레이저는 일본 도쿄의 소니 코퍼레이션(Sony Corporation)으로부터 입수가능한 부품 번호 SLD323V의 고전력 밀도 레이저 다이오드이었다.
- [0604] 4. FAM 모듈을 사용하여 갠트리 위치(처음 갠트리=4000, 마지막 갠트리=9000, 스텝 크기=100)의 함수로서 검출 챔버들의 백그라운드 스캔을 수행했다.
- [0605] 5. 도 12에 도시되고 상기에서 설명된 처리에 따라, 모터를 정지했고 800 밀리와트(mW)에서 2초에 한 개의 레이저 펄스에 의해 샘플 밸브들을 개방했다.
- [0606] 6. 디스크를 가속도 24.4 회전수/sec^2 에서 1800 rpm으로 회전시킴으로써 샘플을 검출 챔버들로 수송했고, 10초 동안 유지했다.
- [0607] 7. FAM 모듈을 사용하여 갠트리 위치의 함수로서 검출 챔버들을 스캔했다; 처음 갠트리=4000, 마지막 갠트리=9000, 스텝 크기=100.
- [0608] 각각의 디스크 상의 각 검출 챔버에 있어서, 백그라운드로부터의 신호의 퍼센트 변화는 FAM 모듈에 대한 갠트리 위치의 함수로서 계산되었다. 상이한 갠트리 위치들에서의 데이터의 일부가 하기의 표 1에 도시된다. 디스크 1(샘플 존재) 상의 각 검출 챔버는 갠트리 위치 5900에서 신호의 최대 변화가 있었다. 디스크 2(샘플 부재) 상의 각 검출 챔버는 갠트리 위치 5900에서 신호의 무시할만한 퍼센트 변화가 있었고; 사실 모든 갠트리 위치들에서 무시할만한 퍼센트 변화가 있었다. 각각의 디스크로부터의 데이터의 평균 및 표준 편차가 계산되었고 하기의 표 1 및 표 2에 나타내어진다.

표 1

예 1 디스크 1 "샘플 존재"

검출 챔버	갠트리 5500 % 변화	갠트리 5700 % 변화	갠트리 5900 % 변화	갠트리 6100 % 변화	갠트리 6300 % 변화
1	6.960	11.149	10.631	8.857	2.209
2	5.163	11.073	9.973	8.348	4.544
3	6.313	11.801	13.427	11.158	4.362
4	8.702	13.634	15.807	13.501	6.661
5	7.597	13.229	12.334	10.111	4.197
6	5.860	12.138	12.736	10.953	4.114
7	6.077	10.364	11.266	9.229	1.095
8	6.395	12.319	12.208	9.661	3.010
평균	6.633	11.963	12.298	10.227	3.774
표준 편차	1.105	1.108	1.814	1.641	1.681

[0609]

표 2

예 1 디스크 2 "샘플 부재"

검출 챔버	갠트리 5500 % 변화	갠트리 5700 % 변화	갠트리 5900 % 변화	갠트리 6100 % 변화	갠트리 6300 % 변화
1	0.180	0.220	0.201	0.017	0.947
2	0.309	0.954	1.134	0.915	0.985
3	1.595	2.079	1.411	1.275	0.939
4	0.991	2.122	1.360	0.888	0.073
5	2.578	2.177	1.384	0.981	0.150
6	0.229	1.472	0.803	0.903	0.067
7	0.826	0.510	0.763	0.739	0.694
8	0.752	0.200	0.377	0.062	1.036
평균	0.933	1.217	0.929	0.722	0.611
표준 편차	0.815	0.857	0.470	0.448	0.439

[0610]

[0611]

테이터는 샘플 존재 디스크와 샘플 부재 디스크 간에 상당한 차이를 나타낸다. 최적 갠트리 위치 5900에서 임상 분석시에 샘플의 존재를 자동으로 검출하기 위한 임계값은, 디스크(1)에 대해 갠트리 위치 5900에서 퍼센트 변화의 평균값으로부터 3개의 표준 편차를 감산함으로써 계산되었다. 계산된 임계값은 $12.298 - (3 \times 1.814) = 6.85$ 이었다.

[0612]

예 3

[0613]

예 3은 형광 시약 마스터 믹스에 의해 모더레이트 콤플렉시티 디스크에서의 두 개의 상이한 유체 검출 방법들을 시연했다.

[0614]

물질:

[0615]

샘플: 바이러스, 클라미디아, 마이코플라스마, 및 유레아플라즈마의 코판 유니버설 트랜스포트 미디엄(Copan Universal Transport Medium: UTM), 3.0 ml 튜브, 부품 번호 330C, 로트 39P505(조지아주, 무리에타, 코판 다 이아그노스틱스).

[0616]

시약 마스터 믹스: 뉴클레아제-없는 물로 1x로 희석되고, "ROX" 레퍼런스 다이(ROX Reference Dye), 인비트로젠(Invitrogen)(캘리포니아주, 칼스배드) P/N 12223-012, 로트 번호 786140에 의해 스파이크된(spiked), 어플라이드 바이오시스템즈(Applied BioSystems)(캘리포니아주, 포스터 시티) 10x PCR 버퍼, P/N 4376230, 로트 번호 1006020. 최종 염료 농도는 800 nM이었다.

[0617]

장비:

[0618]

상기에서 설명하고 도 16 내지 도 22에 도시되고, 미네소타 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 제품 번호 3958로서 입수가 가능한 "모더레이트 콤플렉시티 디스크"가 이 예에서 샘플 처리 장치 또는 "디스크"로서 사용되었다.

[0619]

FAM 모듈(예 1 및 예 2를 참조)과, CFR 610 모듈(옐로우 LED, 580 nm 여기 필터, 및 610 nm 방출 필터)을 구비하고, 미네소타 세인트 폴의 3M 컴퍼니로부터 입수가 가능한 인티그레이티드 사이클러 모델 3954가 이 예에서 샘플 처리 시스템 또는 "기기"로서 사용되었다.

[0620]

모더레이트 콤플렉시티 디스크에서 샘플 및 총 유체 검출을 위한 절차:

[0621]

1. 하기의 방식으로 디스크의 각 레인에 로딩함.

표 3

레인	샘플 입력	시약 입력
1	50 μ L UTM	비어 있음
2	50 μ L UTM	비어 있음
3	비어 있음	ROX를 갖는 50 μ LPCR 버퍼
4	비어 있음	ROX를 갖는 50 μ LPCR 버퍼
5	50 μ L UTM	ROX를 갖는 50 μ LPCR 버퍼
6	50 μ L UTM	ROX를 갖는 50 μ LPCR 버퍼
7	비어 있음	비어 있음
8	비어 있음	비어 있음

[0622]

[0623]

[0624]

[0625]

[0626]

[0627]

[0628]

[0629]

[0630]

[0631]

[0632]

[0633]

[0634]

2. 로딩된 디스크를 기기 상에 위치결정한다.

3. 다음의 절차, 즉, 디스크가 가속도 24.4 회전수/sec^2 으로 525 rpm으로 회전되었고, 5초 동안 유지되었고, 그 후 가속도 24.4 회전수/sec^2 으로 975 rpm으로 회전되었고, 5초 동안 유지되는 절차에 의해, 계량 저장조들 내로 샘플과 시약 유체들(10 μ L 샘플과 40 μ L 시약)을 계량했다.

4. 도 14에 도시되고 상기에서 설명된 처리에 따라 레이저 호밍을 수행했다. 사용된 레이저는 일본 도쿄의 소니 코퍼레이션(Sony Corporation)으로부터 입수가 가능한 부품 번호 SLD323V의 고전력 밀도 레이저 다이오드이었다.

5. FAM 모듈을 사용하여 갠트리 위치(처음 갠트리=4000, 마지막 갠트리=9000, 스텝 크기=100)의 함수로서 검출 챔버들의 백그라운드 스캔을 수행했다.

6. 도 12에 도시되고 상기에서 설명된 바와 같은 처리에 따라, 모터를 정지했고, 800 mW에서 2초에 하나의 레이저 펄스에 의해 샘플 격막 밸브들을 개방했다.

7. 가속도 24.4 회전수/sec^2 에 의해 디스크를 1800 rpm으로 회전시킴으로써 UTM 샘플을 검출 챔버들로 수송했고, 10 초 동안 유지했다.

8. FAM 모듈을 사용하여 갠트리 위치의 함수로서 검출 챔버들을 스캔했다; 처음 갠트리=4000, 마지막 갠트리=9000, 스텝 크기=100.

9. 도 12에 대해 상기에서 설명된 방법에 따라, 모터를 정지했고, 800 mW에서 2초에 하나의 레이저 펄스에 의해 시약 격막 밸브들을 개방했다.

10. 가속도 24.4 회전수/sec^2 에 의해 디스크를 2250 rpm으로 회전시킴으로써 PCR 버퍼+ROX 시약을 검출 챔버들로 수송했고, 10 초 동안 유지했다.

11. CFR610 모듈을 사용하여 갠트리 위치의 함수로서 검출 챔버들을 스캔했다(처음 갠트리=4000, 마지막 갠트리=9000, 스텝 크기=100).

접근방법 1: FAM 모듈을 사용한 샘플-만의 메니스커스 검출

샘플이 검출 챔버로 수송된 후(단계 7), 갠트리 위치 5900에서의 메니스커스 레벨에서 후방산란 강도의 퍼센트 변화를 계산하기 위해 단계 8에서 수집된 데이터가 사용되었다. 예 2에서 결정된 검출 챔버 내의 샘플의 존재를 자동으로 검출하기 위한 임계값 6.85가 표 4에 나타난 퍼센트 변화 결과들에 적용되었다. 검출 챔버 내의 샘플의 존재 및 부재는 표 4에 결과들에 의해 나타난 바와 같이 정확하게 판단되었다.

표 4

샘플 메니스커스 검출, FAM 모듈, 갠트리 위치 5900

레인 번호	단계 8 후의 검출 챔버 내용물	후방산란 강도의 % 변화	% 변화가 6.85보다 큰가?
1	10 μ L UTM	12.060	예
2	10 μ L UTM	10.995	예
3	비어있음	3.197	아니오
4	비어있음	2.962	아니오
5	10 μ L UTM	11.516	예
6	10 μ L UTM	10.549	예
7	비어있음	0.947	아니오
8	비어있음	1.684	아니오

[0635]

[0636] 접근방법 2: CFR610 모듈을 사용한 총 유체(샘플+시약)의 검출

[0637] 단계 11로부터 획득된 CFR610 모듈의 데이터는 총 유체 레벨 검출을 위해 처리되었다. 이 경우, 신호는 버퍼 내의 ROX 염료로부터의 형광이었다. 샘플-만 및 빈 검출 챔버들에서는 신호가 없었다. 10 μ L 샘플이 40 μ L 버퍼에 추가되는 희석 효과와, 부피가 클수록 검출 챔버들의 내측 에지에 더 가까이 도달하는 것 때문에, 시약 만(PCR 버퍼+ROX)으로부터 검출된 신호는, 샘플+시약의 경우들에 비해 낮은 갠트리 위치에 있고 피크가 더 높았다. 도 31은 예를 들어, 검출 챔버들 1 및 7에 비해 검출 챔버들 3 및 5의 큰 % 증가를 나타내는 이 예를 도시한다. 레인 2, 4, 6, 및 8은 도 31에서 생략되었는데, 왜냐하면 그들은 각각 레인 1, 3, 5, 및 7의 복제물들이었기 때문이다.

[0638] 예 2의 처리와 유사한 처리에 따라, (i) PCR 버퍼+ROX 또는 (ii) PCR 버퍼+ROX 및 샘플 중 어느 것을 담고 있는 검출 챔버들을 갖는 일련의 디스크들이, 시약 대 시약+샘플 챔버들의 경우들을 기술하기 위한 최적의 갠트리 위치와 임계값을 결정하기 위해 사용되었다. 최적의 갠트리 위치는 시약-만 챔버들과 시약+샘플 챔버들 간의 신호의 차이가 가장 컸던 위치로서 결정되었다. 최적의 갠트리 위치는 7600인 것으로 결정되었고, 임계값은 1398 %인 것으로 결정되었다. 갠트리 위치 7600에서 임계값 1398 %를 사용하여, 검출 챔버들 3 및 4 내의 총 유체 50 μ L의 존재가 정확하게 검출되었다. 10 μ L의 샘플(UTM)만을 담고 있는 검출 챔버들 1 & 2; 40 μ L의 시약 (PCR 버퍼+ROX)만을 담고 있는 검출 챔버들 3 & 4; 비어 있는 검출 챔버들 7 & 8, 그 모두는 퍼센트 변화값들이 임계값 1398보다 낮았고, 따라서 정확한 총 유체 레벨을 갖지 않는 것으로 지정되었다. 표 5는 갠트리 위치 =7600을 사용하여 예 3에서 총 유체 레벨 검출 접근방법을 디스크에 적용한 결과들을 나타낸다.

표 5

형광을 이용한 총 유체 레벨 검출, CFR610, 갠트리 위치 7600

레인 번호	단계 11 후의 검출 챔버 내용물	후방산란 강도의 % 변화	% 변화가 1398보다 큰가?
1	10 μ L UTM 샘플	6.093	아니오
2	10 μ L UTM 샘플	8.428	아니오
3	40 μ L 버퍼	125.765	아니오
4	40 μ L 버퍼	611.584	아니오
5	10 μ L UTM 샘플 + 40 μ L 버퍼	2731.890	예
6	10 μ L UTM 샘플 + 40 μ L 버퍼	2608.653	예
7	비어있음	9.336	아니오
8	비어있음	4.572	아니오

[0639]

[0640] 상기에서 설명되고 도면에 도시된 실시예들은 단지 예시적으로 제시되고 본 개시의 개념들 및 원리들에 대한 제

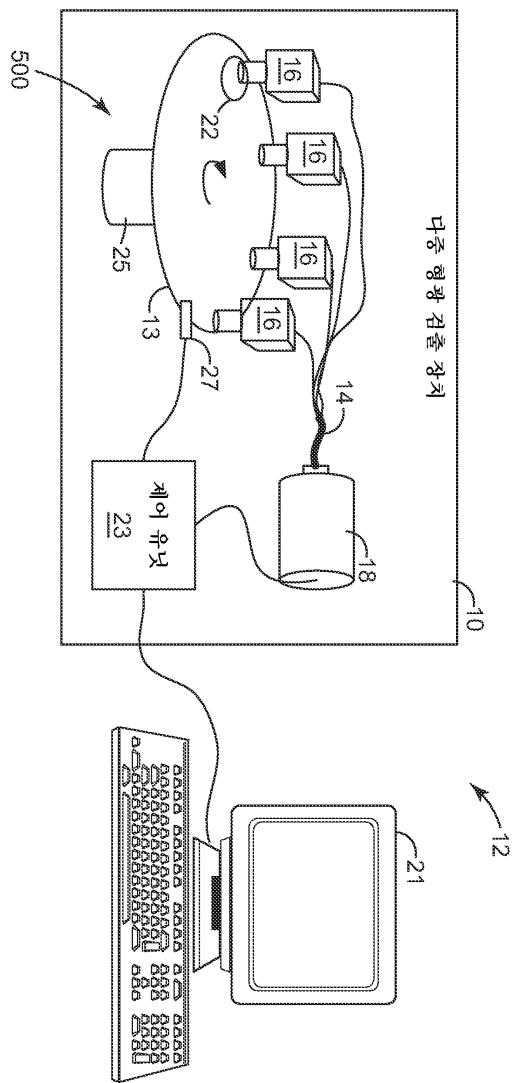
한으로서 의도되지 않는다. 이와 같이, 당업자는 구성요소들 및 그들의 구성 및 배치의 다양한 변화가 본 개시의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 가능하다는 것을 이해할 것이다.

[0641] 본 명세서에서 인용된 참고 문헌들과 공개물들은 그들의 전체 내용이 본 명세서에 참조되어 명시적으로 포괄된다.

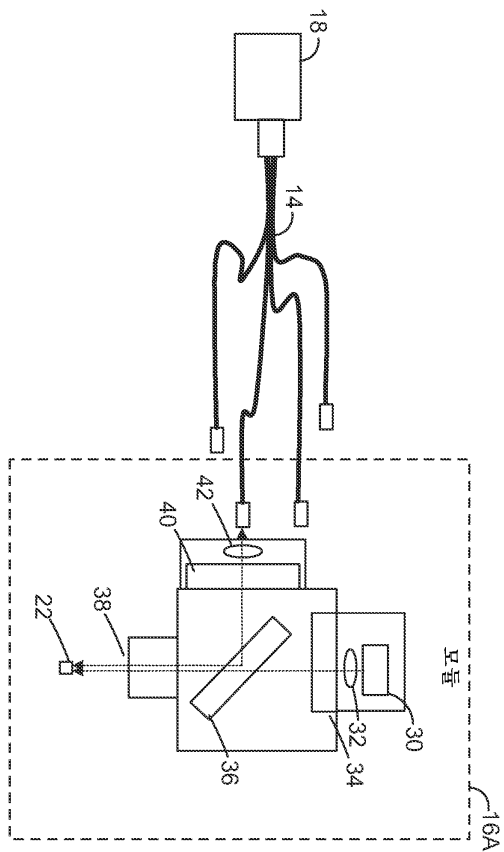
[0642] 본 개시의 다양한 특징들과 양태들이 하기의 청구범위에 기재된다.

도면

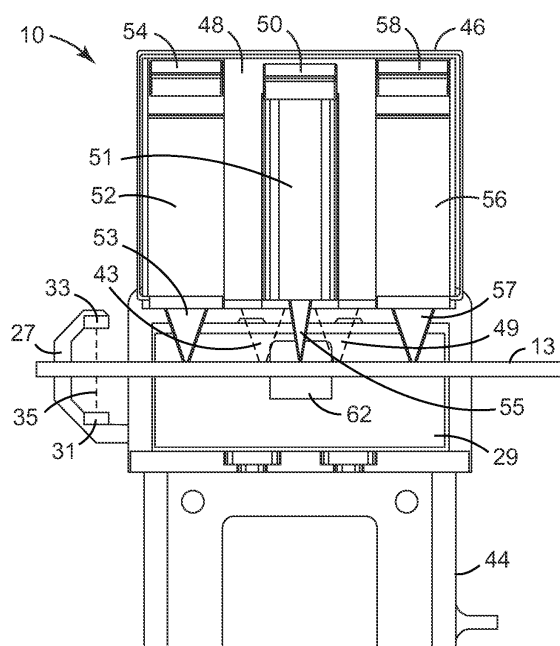
도면1



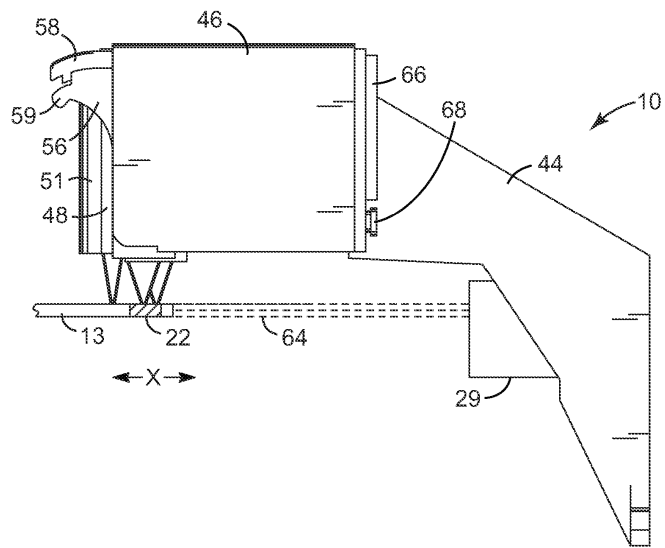
도면2



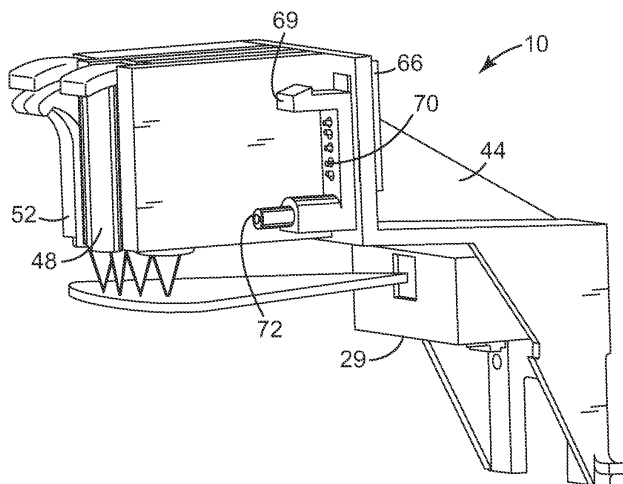
도면3



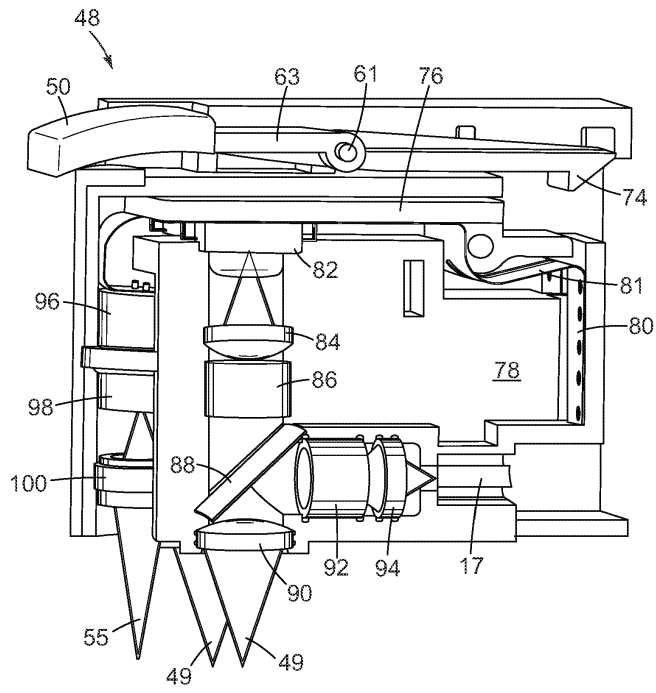
도면4



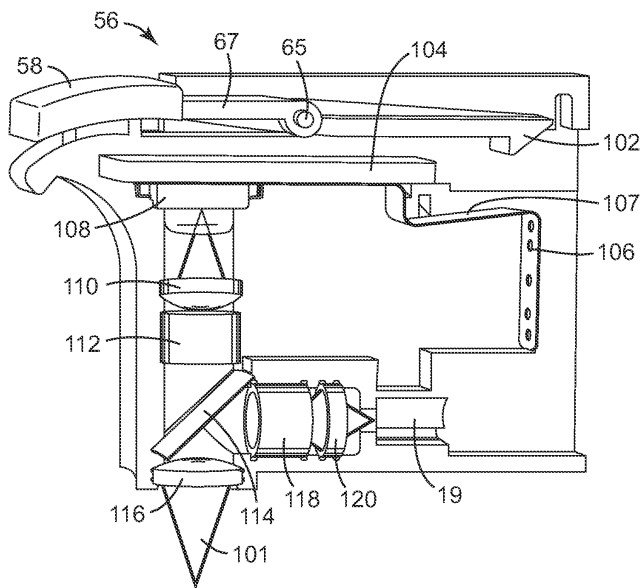
도면5



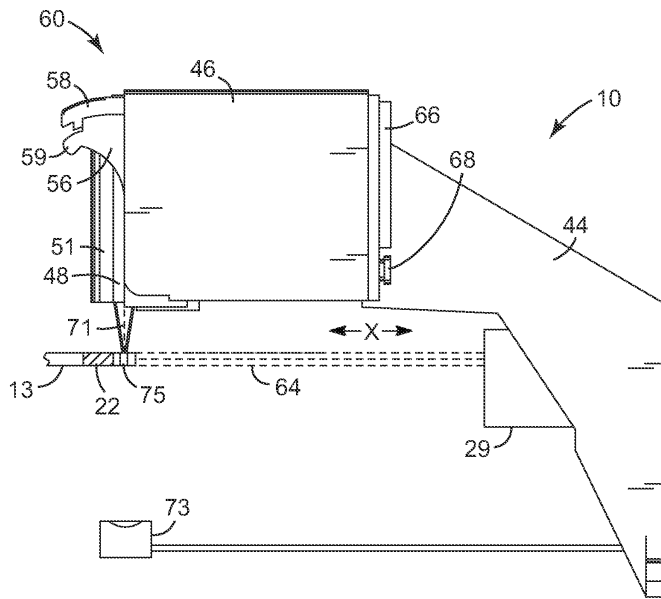
도면6



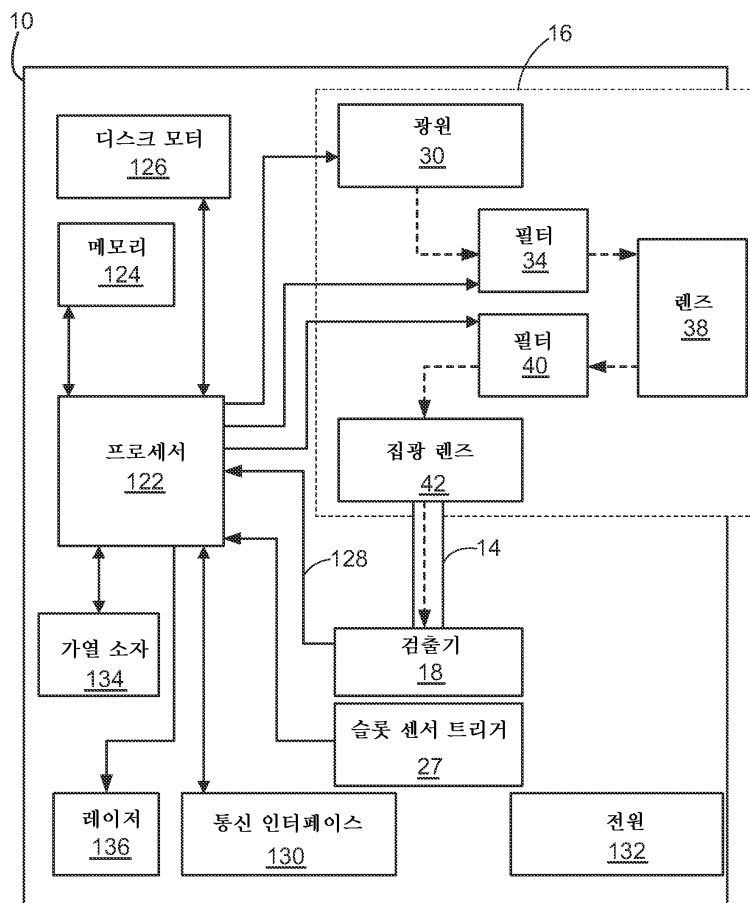
도면7



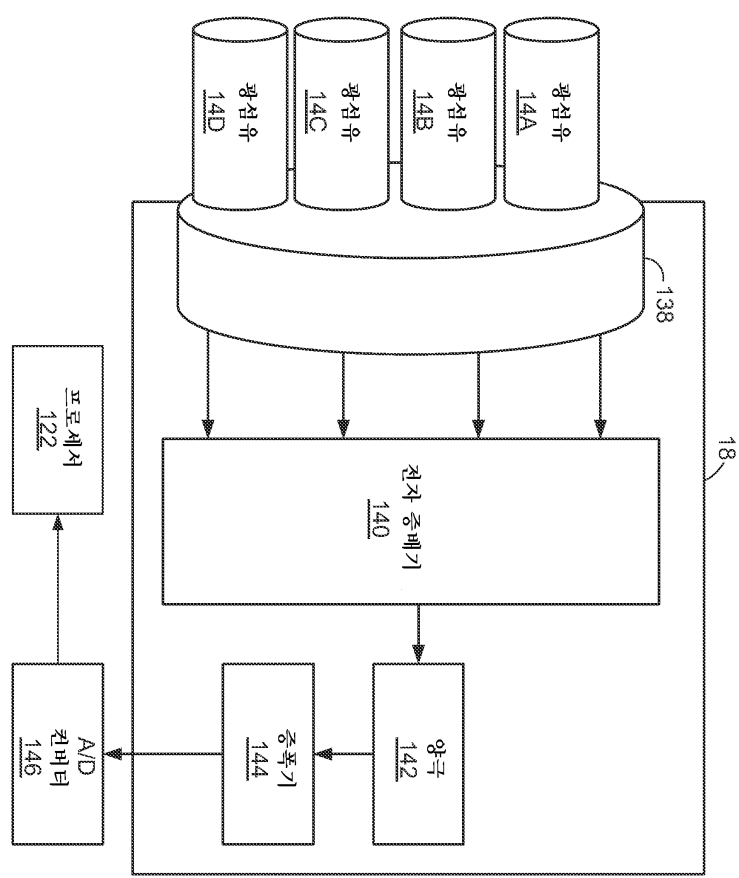
도면8



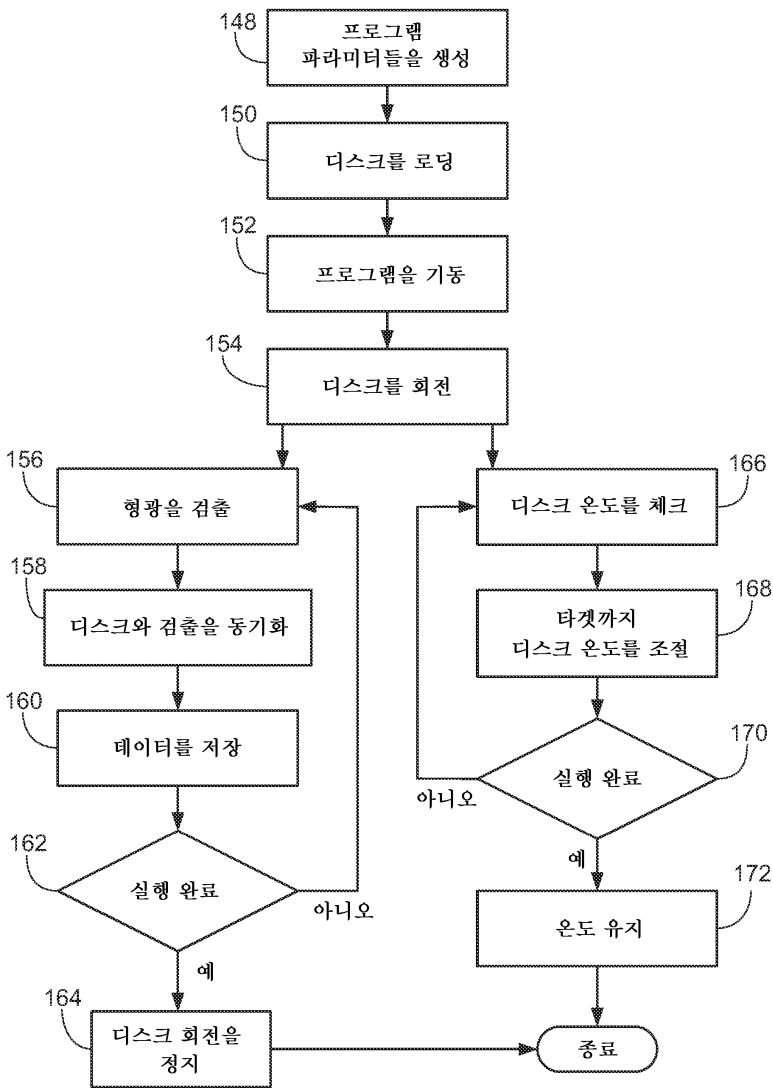
도면9



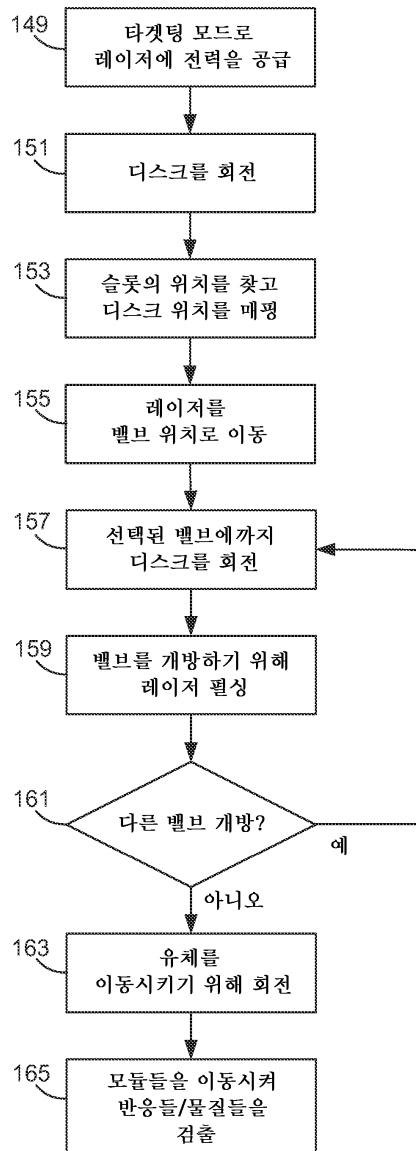
도면10



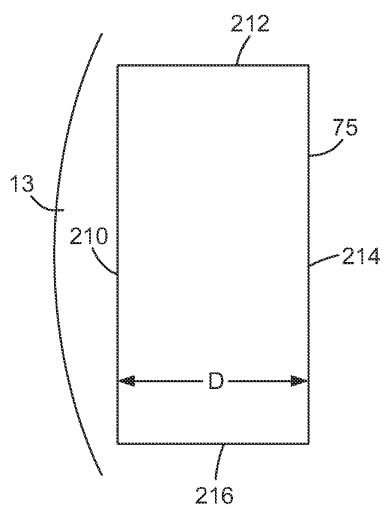
도면11



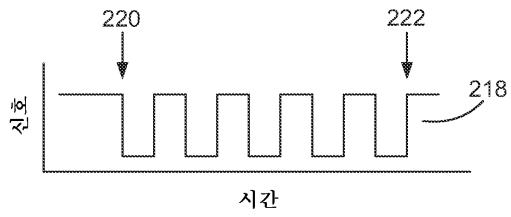
도면12



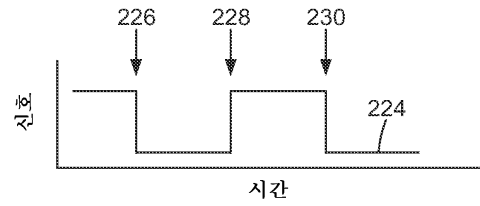
도면13a



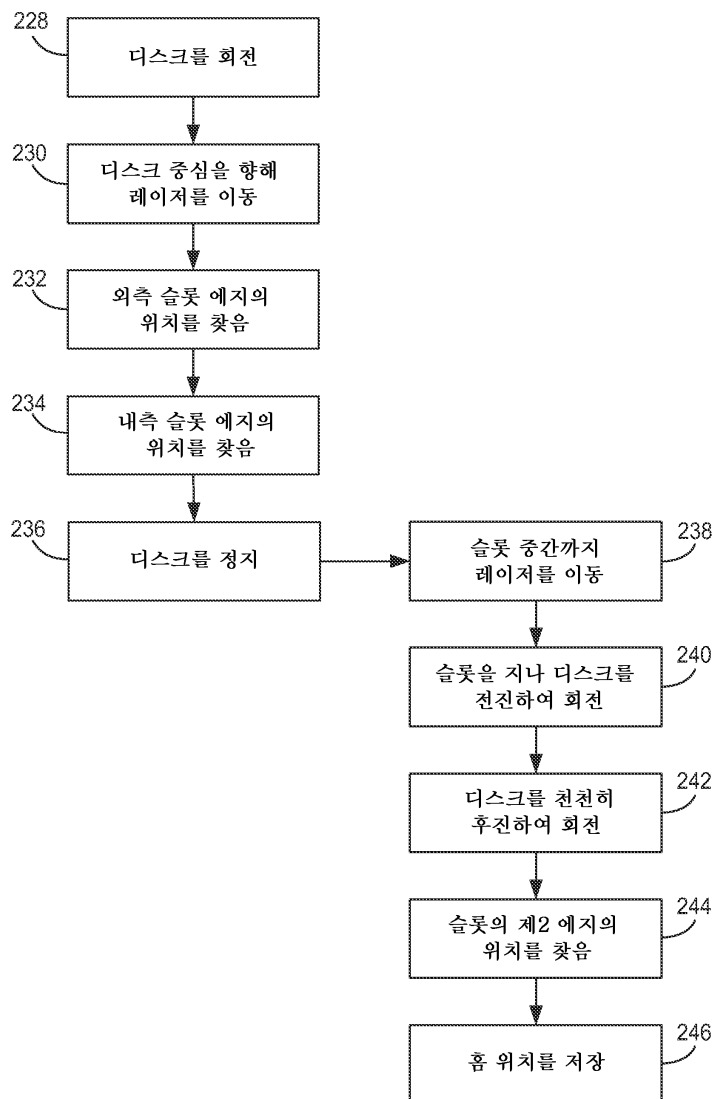
도면13b



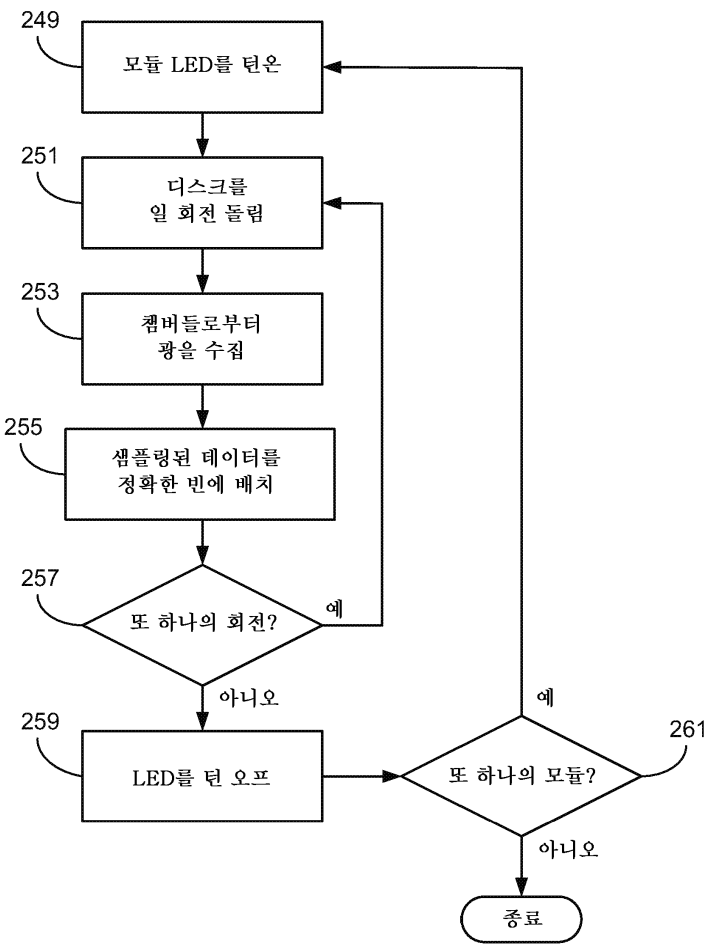
도면13c



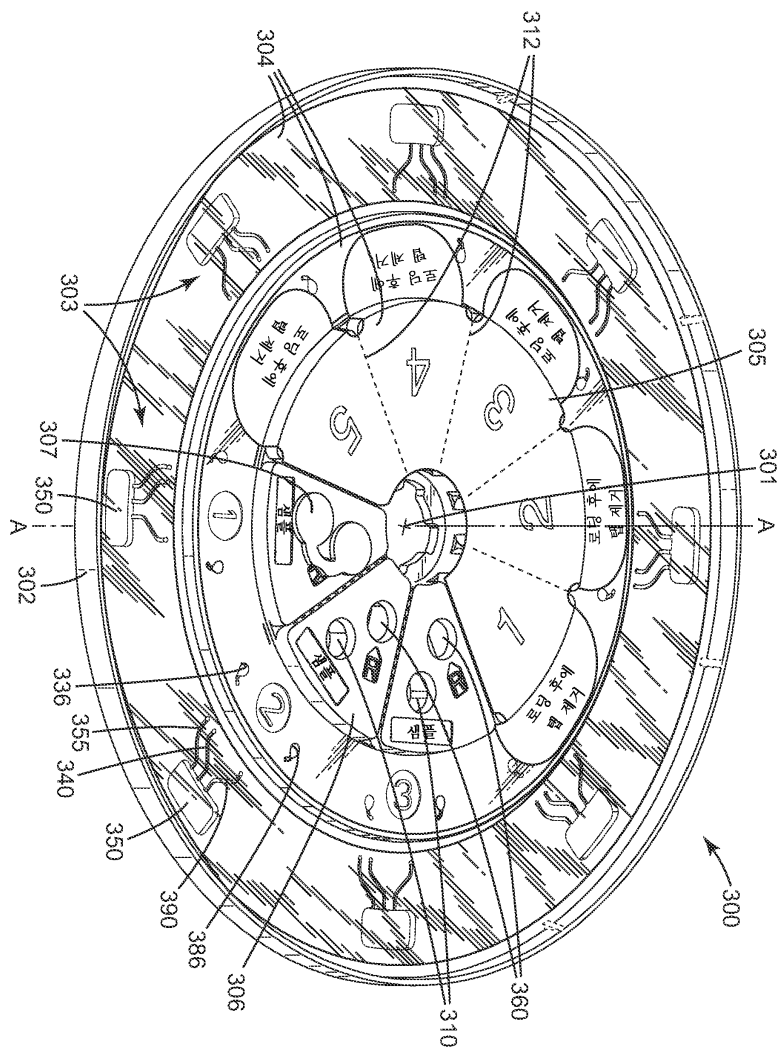
도면14



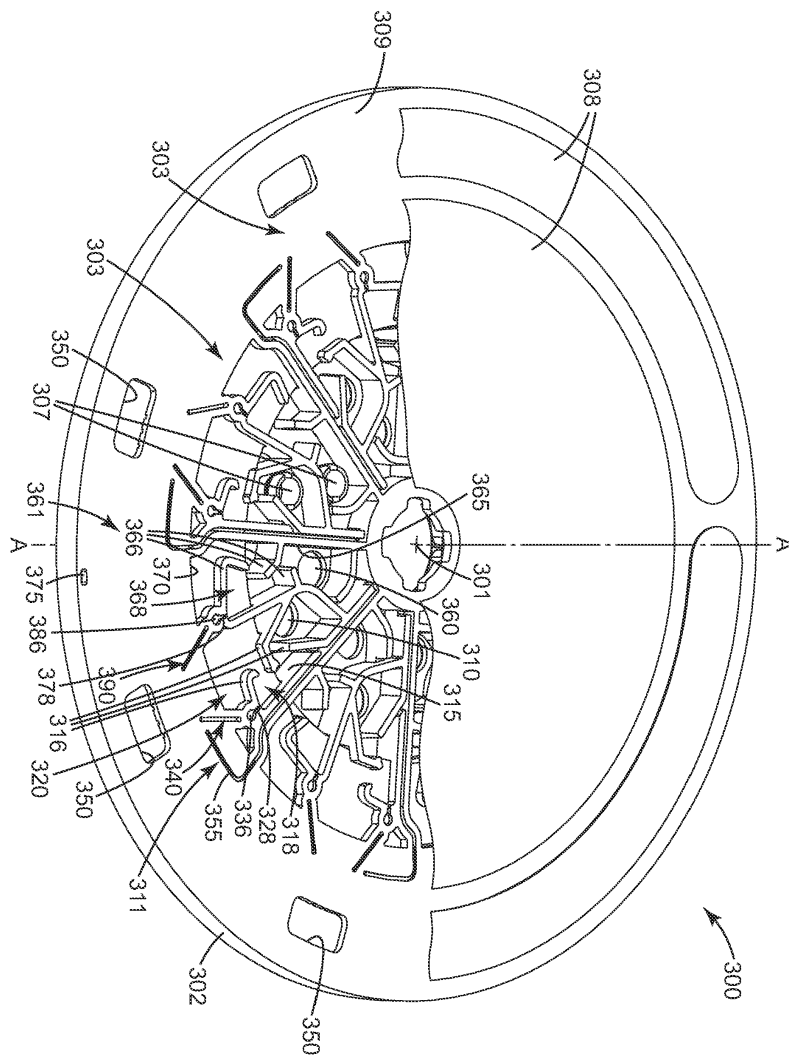
도면15



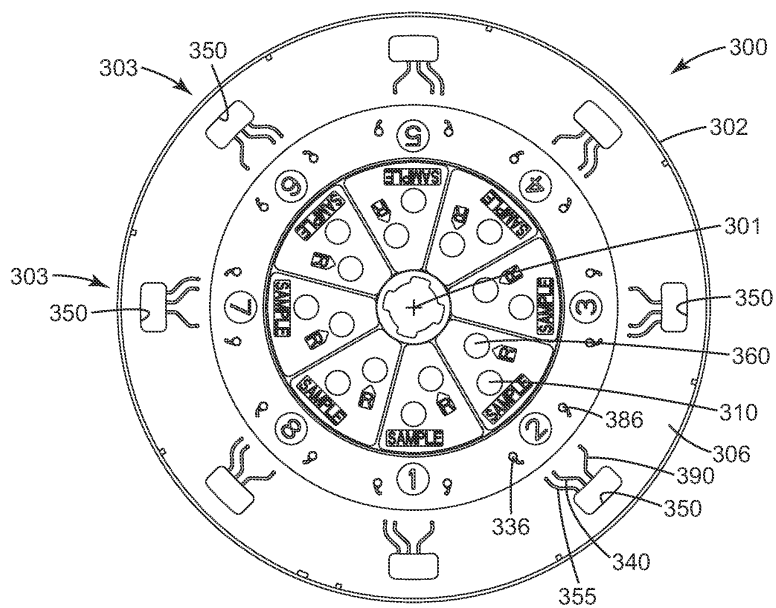
도면16



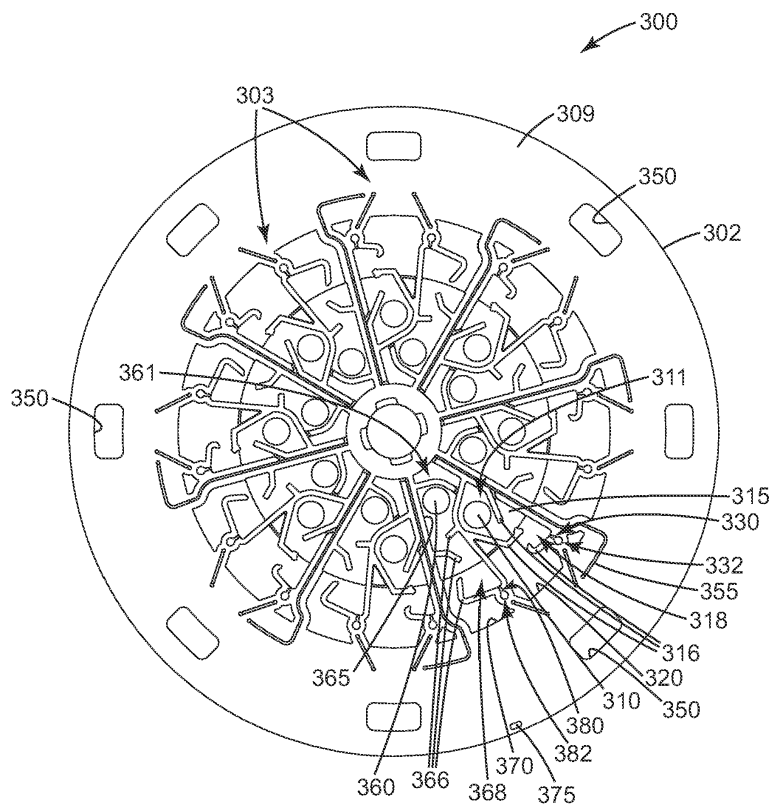
도면17



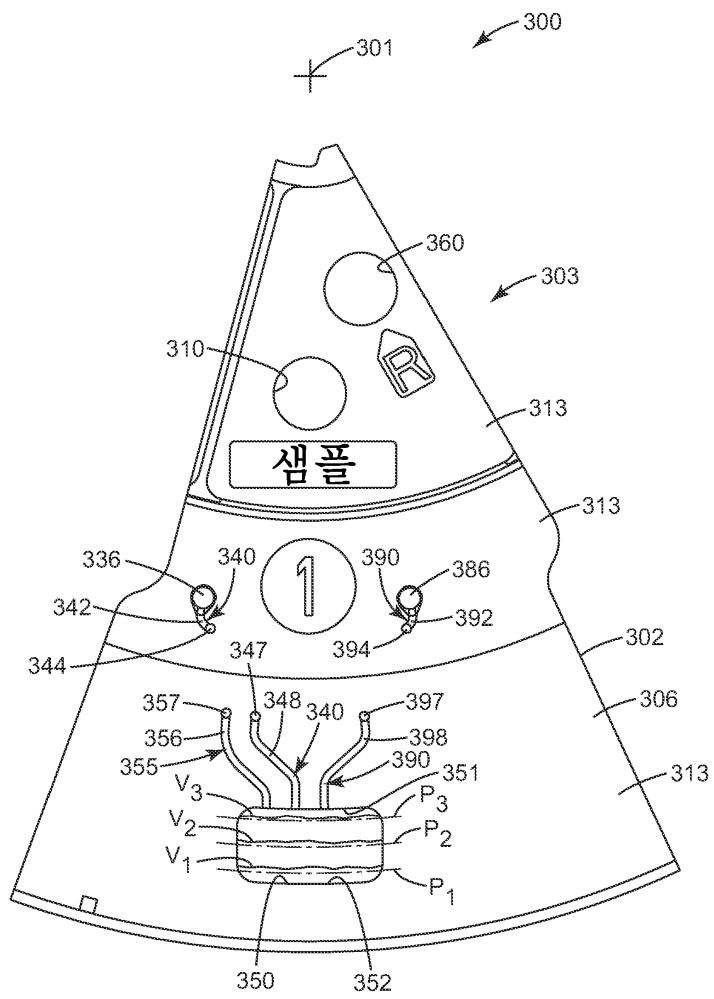
도면18



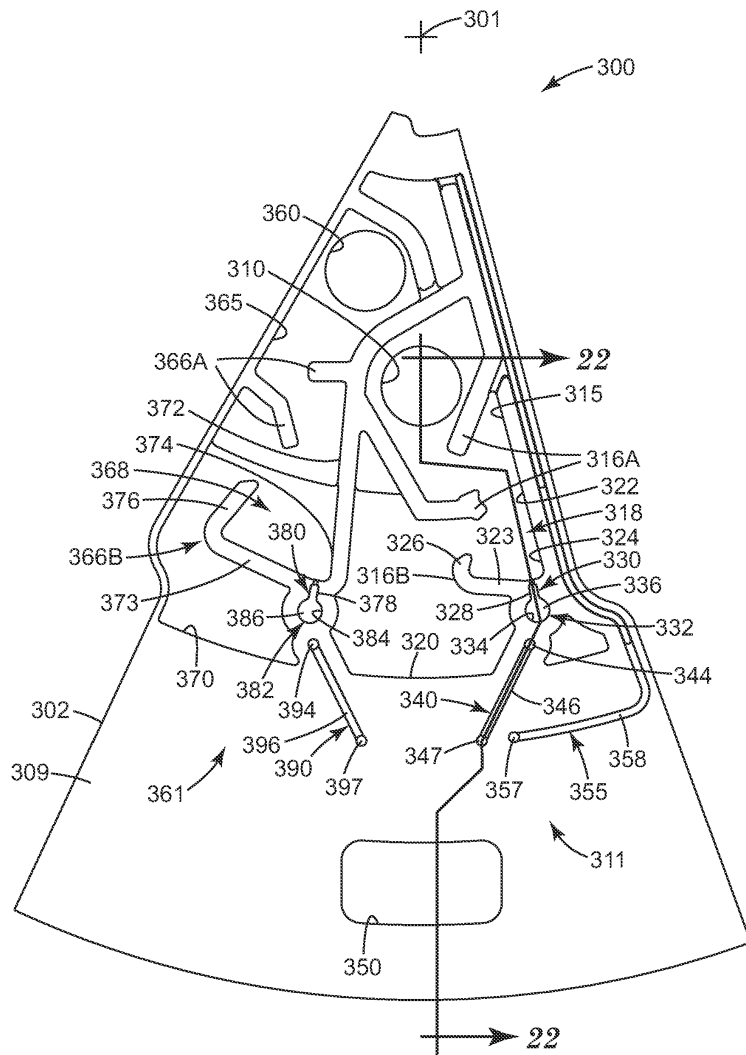
도면19



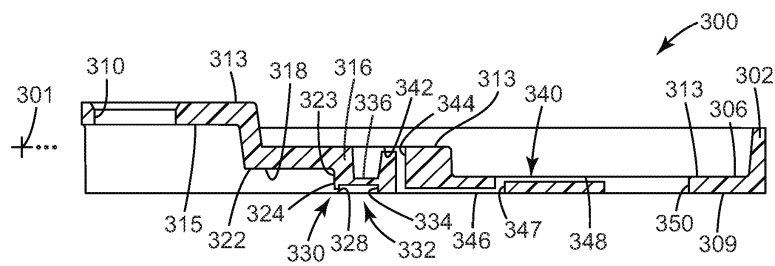
도면20



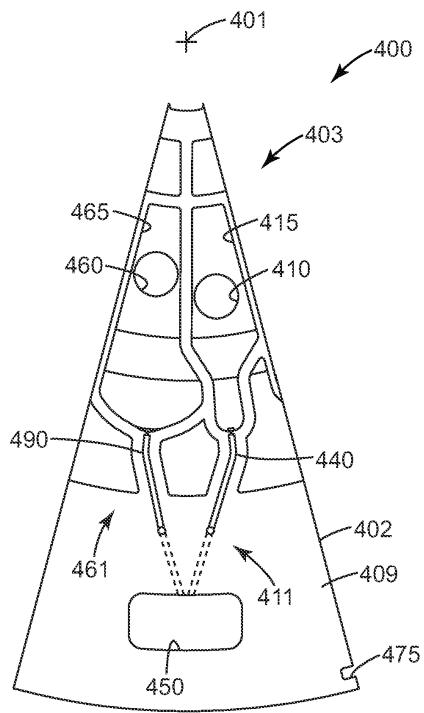
도면21



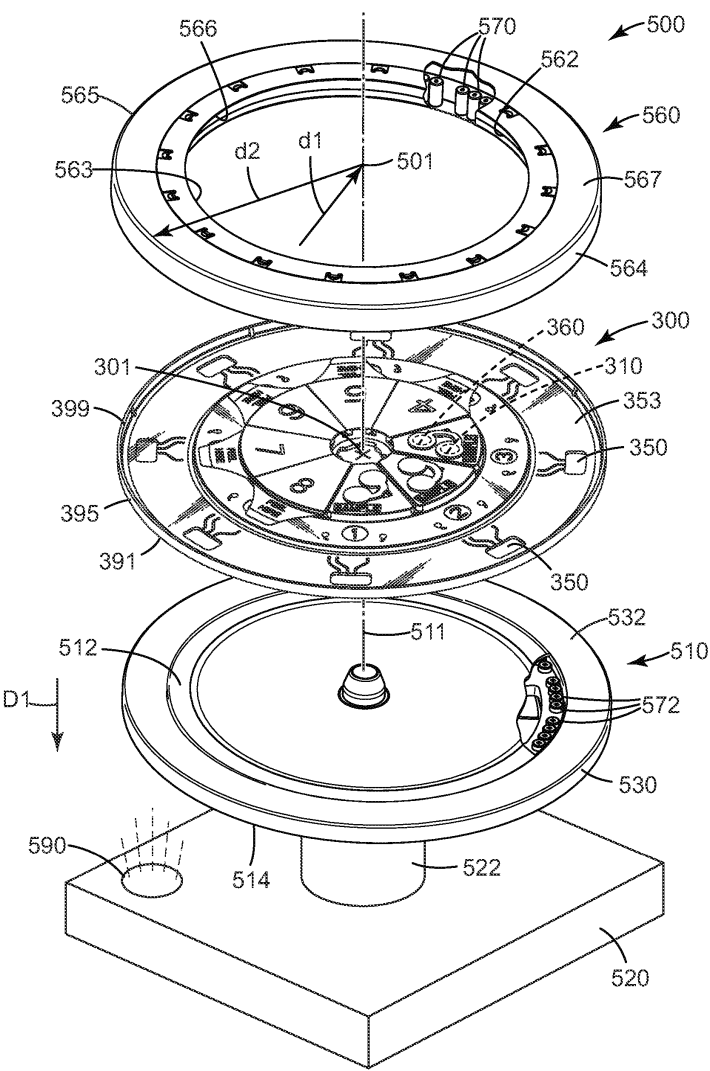
도면22



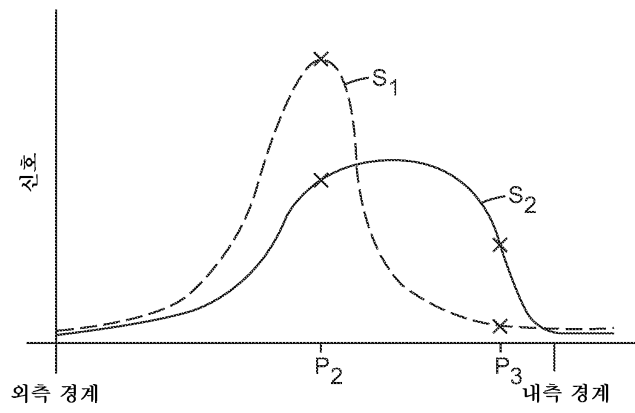
도면23



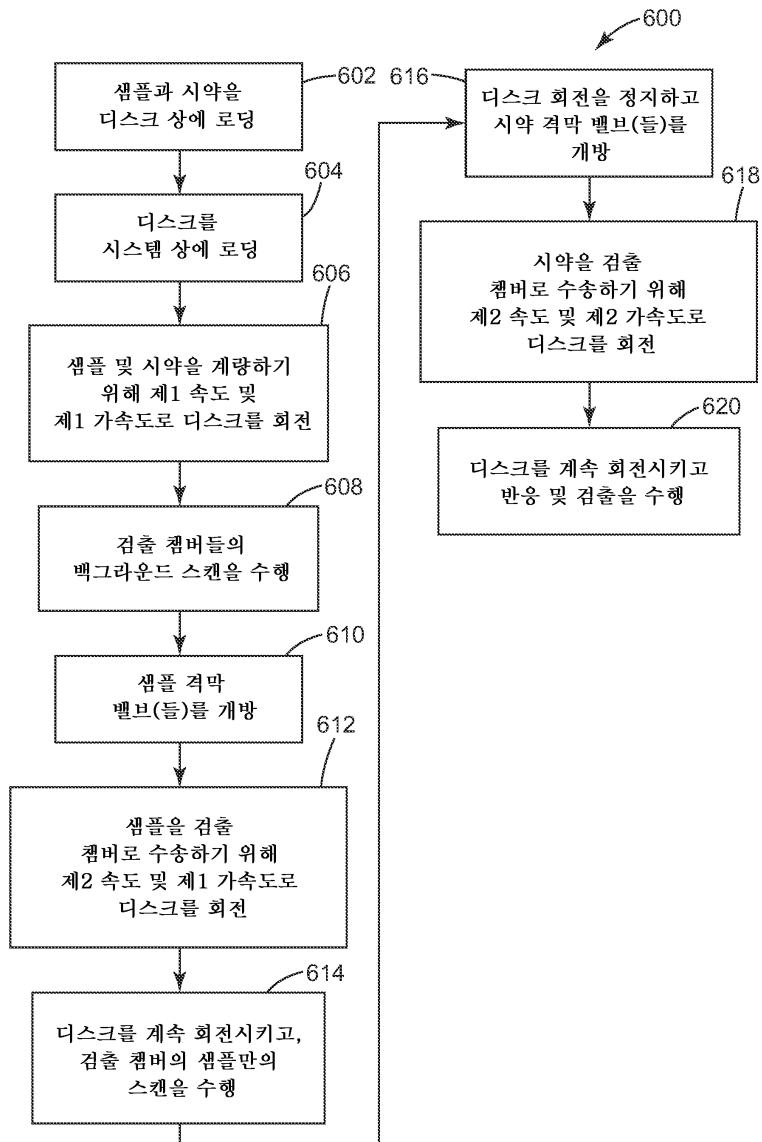
도면24



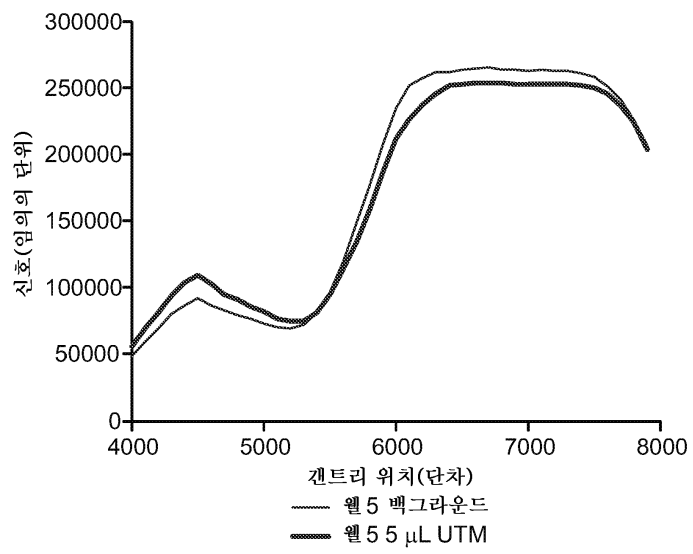
도면25



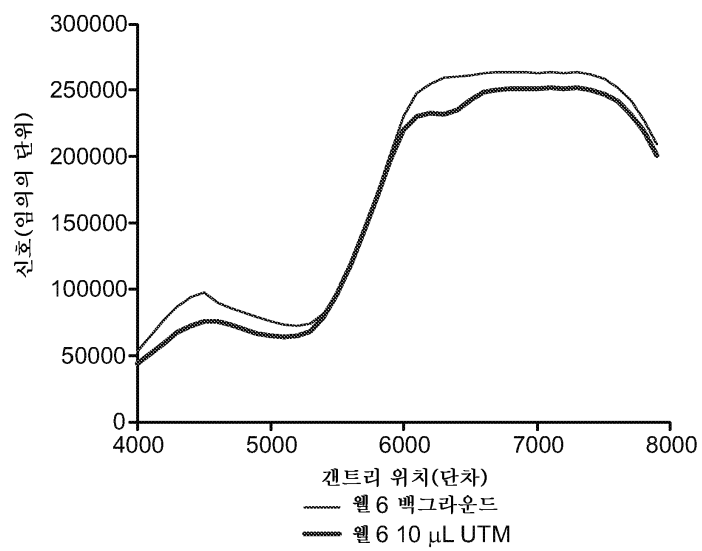
도면26



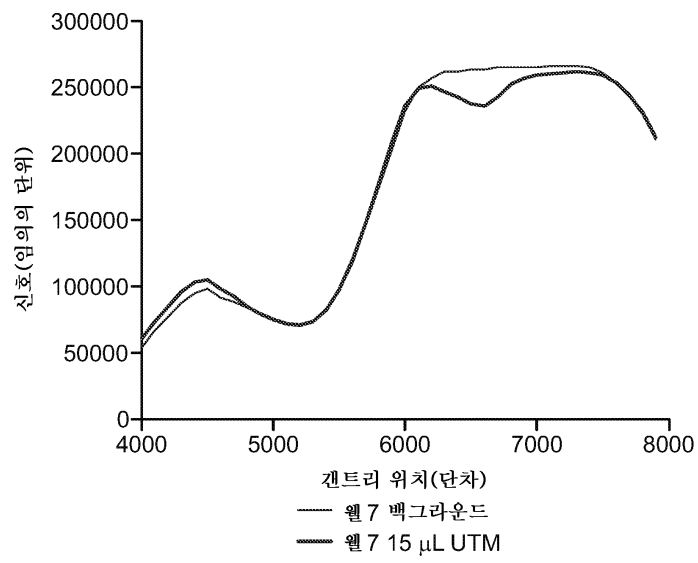
도면27



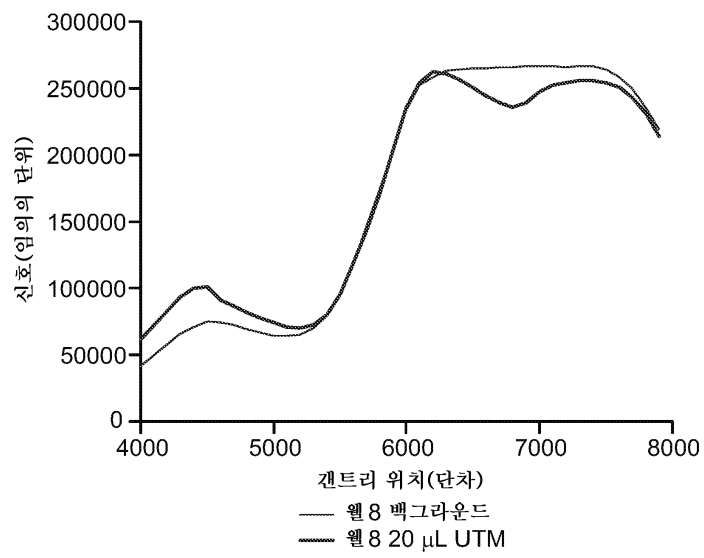
도면28



도면29



도면30



도면31

