



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0045991
(43) 공개일자 2014년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/00 (2014.01) G01B 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7001944
(22) 출원일자(국제) 2012년07월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년01월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/048090
(87) 국제공개번호 WO 2013/016399
국제공개일자 2013년01월31일
(30) 우선권주장
61/511,197 2011년07월25일 미국(US)

(71) 출원인
일렉트로 싸이언티픽 인더스트리이즈 인코포레이티드
미국, 오리건 97229, 포트랜드, 노스웨스트 싸이언스 파크 드라이브13900
(72) 발명자
할더만 조나단 디.
미국, 씨에이 95051, 산타 클라라, 마차도 에비뉴 3439
오'코너 씨아란 존 패트릭
미국, 엠티 59718, 보제만, 클리프텐 드라이브 475
윌킨스 제이
미국, 엠티 59714, 벨그레이드, 다나 레인 51
(74) 대리인
문경진, 김학수

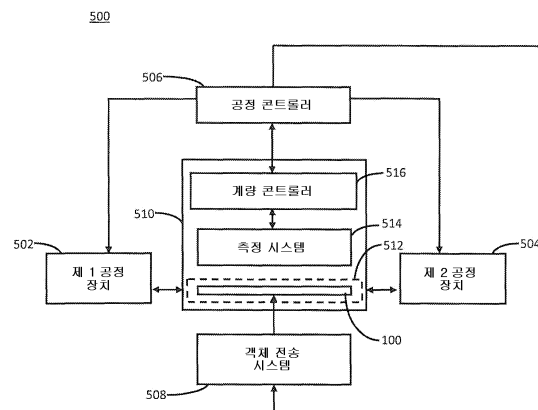
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 객체 특성화 및 제조공정 모니터링을 위한 방법 및 장치

(57) 요약

객체를 특성화하는 방법은 객체내의 측정 지점에서 객체의 깊이-방향 조성을 결정하는 단계를 포함한다. 측정 지점에 인접한 영역내에 객체의 특성은 결정하는 단계에 기초하여 선택적으로 추산될 수 있다. 객체를 특성화하는 다른 방법은 계량 툴의 측정 영역내에 객체의 적어도 일부분을 구성하는 단계, 서로에 관련하여 측정 영역내에 지정된 측정 지점의 위치 및 객체의 특성을 정렬하는 단계, 및 측정 지점을 차지한 객체의 일부분의 조성 분석을 수행하는 단계를 포함한다. 또한 이들 방법에 기초한 제조 공정들을 모니터링하는 방법과 마찬가지로, 이들 방법을 수행하기 위한 여러 장치가 개시된다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

방법으로서,

객체내의 측정 지점에서 객체내의 깊이의 함수로서 객체의 조성을 결정하는 단계, 및

결정하는 단계에 기초하여, 측정 지점에 인접한 객체의 영역내에서 객체의 적어도 하나의 특성을 정량적으로 추산하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

객체내의 복수의 개별 측정 지점에서 객체내의 깊이의 함수로서 객체의 조성을 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

결정하는 단계에 기초하여, 복수의 측정 지점에 인접한 객체의 영역내에서 객체의 적어도 하나의 특성을 정량적으로 추산하고 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

객체는 기관을 포함하는, 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

객체는 기관상에 구성된 적어도 하나의 층을 포함하는, 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

적어도 하나의 층은 에피택셜(epitaxial) 층인, 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

측정 지점에서, 객체내의 깊이의 함수로서 객체의 조성을 결정하는 단계는,

객체의 샘플을 획득하는 단계; 및

샘플의 조성을 분석하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

측정 지점에서, 객체내의 깊이의 함수로서 객체의 조성을 결정하는 단계는,

객체내의 상이한 깊이로부터 복수의 개별 샘플을 획득하는 단계; 및

복수의 개별 샘플 중 적어도 두 개의 조성을 분석하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

객체의 샘플을 획득하는 단계는 객체상에 레이저 에너지를 향하게 하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

객체의 일부분을 제거하는 단계는 0.1atm 내지 5atm 범위의 압력을 노출하는 동안 객체의 일부분을 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

객체의 제거된 일부분의 조성을 분석하는 단계는 질량 분석기(MS)에 의해 조성을 분석하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

샘플의 적어도 일부분이 획득되는 객체내의 깊이를 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 특성을 정량적으로 추산하는 단계는 객체의 조성, 객체의 전기적 특성, 객체의 광학적 특성, 객체의 열 특성, 객체의 기계적 특성 및 객체의 자기적 특성으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 특성을 정량적으로 추산하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 14

적어도 하나의 공정 장치를 포함하는 제조 시스템에 의해 구현가능한 제조 공정을 모니터링하는 방법으로서,

객체내의 측정 지점에서, 객체내의 깊이의 함수로서 객체의 조성을 결정하는 단계;

결정하는 단계에 기초하여, 측정 지점에 인접한 객체의 영역내에서 객체의 적어도 하나의 특성을 정량적으로 추산하는 단계;

정량적인 추산에 기초하여 영역 특성 데이터를 생성하는 단계; 및

객체를 제조하거나 객체를 변경하도록 구성된 제조 시스템의 공정 장치에 접속된 컨트롤러에 추산된 특성 데이터를 제공하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

객체는 적어도 50mm의 최대 치수를 가지는, 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

객체는 적어도 150mm의 최대 치수를 가지는, 방법.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

결정하는 단계는 제조 시스템의 공정 장치 바깥쪽에서 수행되는, 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

객체의 조성을 결정하기 전에, 제조 시스템의 제1 공정 장치로부터 객체를 수신하는 단계를 더 포함하며, 제1 공정 장치는 객체를 제조하도록 구성되는, 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

객체의 조성을 결정한 후에, 제조 시스템의 제2 공정 장치에 객체를 전송하는 단계를 더 포함하며, 제2 공정 장치는 객체를 변경하도록 구성되는, 방법.

청구항 20

제 14 항에 있어서,

추산된 특성 데이터를 제공하는 단계는 객체를 제조하도록 구성된 제조 시스템의 공정 장치에 접속된 컨트롤러에 추산된 특성 데이터를 제공하는 단계를 포함하며, 공정 장치는 금속 유기 화학 기상 증착 장치인, 방법.

청구항 21

방법으로서,

객체가 적어도 부분적으로 내부에 구성할 수 있는 측정 영역; 측정 지점으로서 측정 영역내의 영역(zone)을 지정하도록 구성된 컨트롤러; 및 컨트롤러에 접속된 측정 시스템을 포함하는 계량 툴을 제공하는 단계로서, 측정 시스템은 측정 지점을 차지하는 물질의 조성 분석을 수행하도록 구성되는, 계량 툴을 제공하는 단계,

측정 영역내에 객체의 적어도 일부분을 배치하는 단계로서, 객체는 특성(featuring)을 포함하는, 객체의 적어도 일부분을 배치하는 단계,

서로에 관련하여 측정 영역내에 측정 지점의 특성 및 위치를 정렬하는 단계, 및

측정 지점을 차지하는 구성된 객체의 일부분의 조성 분석을 수행하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

컨트롤러는 측정 영역내에 복수의 개별 측정 지점을 지정하도록 구성되며,

상기 방법은,

구성된 객체의 일부분이 측정 지점을 차지하도록 측정 시스템에 연관된 특성을 정렬하는 단계, 및

차지된 측정 지점에서 구성된 객체의 일부분의 조성 분석을 수행하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

조성 분석을 수행하는 단계는 객체내의 깊이의 함수로서 차지된 측정 지점에서 구성된 객체의 일부분의 조성을 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

결정하는 단계에 기초하여 객체의 일부분의 적어도 하나의 특성을 정량적으로 추산하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 25

제 21 항에 있어서,

서로에 관련하여 측정 지점의 특성 및 위치를 정렬하는 단계는, 객체의 위치를 조정하는 단계, 측정 시스템의 위치를 조정하는 단계, 및 측정 영역내에 측정 지점의 공간 위치를 조정하는 단계로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는, 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 출원은 2011년 7월 25일에 출원된 미국 가출원 번호 61/511,197에 기재된 내용을 참고로 본 명세서에 병합하여 이익을 주장한다.

[0002] 본 발명의 실시예는 객체를 특성화하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다. 또한 본 발명의 실시예는 객체의 조성 분석에 기초한 객체에 관련된 수율, 제조 공정 및 제품을 모니터링하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 세계 시장의 추세는 공정 툴(tool)의 활용도를 향상시키고 제조된 최종제품에 성능의 격차를 줄이면서 제품을 생산하는 제조업체를 끌어내고 있다. 이것은 활성 고체 전자 장치(예컨대 다이오드, 트랜지스터, 사이리스터, 및 전하 캐리어의 이동에 의해 동작하는 다른 장치), 전자 디스플레이(예컨대, 액정 디스플레이, 광 방출 다이오드 디스플레이, 유기 광 방출 다이오드 디스플레이, 기타 등등), 광학 장치, 바이오 의료 장치, 약제품, 기타 등등과 같은 제품 제조에 특히 유효하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 이들 제품을 제조하는데 사용된 공정 시퀀스(process sequence)는 복잡할 수 있으며, 제조 공정의 일 양태의 미묘한 변화가 바람직하게 일관된 성능 특성을 갖는 제품을 제조할 능력에 영향을 줄 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 지금 본 명세서에 기재된 일 실시예는 예시적으로, 객체 이내의 측정 지점에서 객체 내에서의 깊이 함수로서 객체의 조성을 결정하는 단계, 및 상기 결정에 기초하여 측정 지점에 인접한 객체의 영역 내에서 객체의 적어도 하나의 특성을 양적으로 추산하는 단계를 포함하는 방법을 특징으로 할 수 있다.

[0006] 본 명세서에 현재 기재된 다른 실시예는 예시적으로, 적어도 하나의 공정 장치를 포함한 시스템을 제조함으로써 구현 가능한 제조 공정을 모니터링하는 방법으로서, 상기 방법은 객체 이내의 측정 지점에서 객체 내에서의 깊이 함수로서 객체의 조성을 결정하는 단계, 상기 결정에 기초하여 측정 지점에 인접한 객체의 영역 내에서 객체의 적어도 하나의 특성을 양적으로 추산하는 단계, 양적인 추산에 기초한 영역 특성 데이터를 생성하는 단계, 및 객체를 제조하거나 변경하도록 구성된 제조 시스템의 공정 장치에 연결된 컨트롤러에 추산된 특성 데이터를 제공하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 명세서에서 현재 기재된 또다른 실시예는 예시적으로, 내부에서 객체가 적어도 부분적으로 처리할 수 있는 측정 영역과, 측정 지점으로서 측정 영역 이내의 영역을 설계하도록 구성된 컨트롤러, 및 컨트롤러에 연결된 측정 시스템을 포함하는 계량 툴(metrology tool)을 제공하는 단계를 포함하되, 상기 측정 시스템은 측정 지점을 차지하는 물질의 조성 분석을 수행하도록 구성되는, 방법을 특징으로 한다. 상기 방법은 측정 영역 이내에 객체의 적어도 한 부분을 처리하는 단계, 상호 연관된 측정 영역 이내에 측정 지점의 특성 및 위치를 구성하는 단계, 및 측정 지점을 차지하는 처리된 객체의 일부분의 조성 분석을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0008] 더욱이 실시예, 형태, 목적, 특성, 이점, 양태, 및 이익은 다음의 설명 및 도면으로부터 명백해질 것이다.

발명의 효과

- [0009] 측정 시스템(514)에 관련된 객체(100)의 가상 정렬은 측정 영역(512)내의 지정된 측정 지점의 공간 위치를 조정함으로써 계량 컨트롤러(516)내에서 달성될 수 있다. 이와 같은 실시예에서, 측정 영역(512)내의 객체(100)에 관련된 지정된 측정 지점의 정렬은 카메라(602)에 의해 검출된 하나 이상의 특성에 관련된 지정된 측정 지점을 정렬함으로써 달성될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 객체를 가로질러 분배된 측정 지점의 예시적인 구성을 도시한 개략도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 임의의 측정 지점에서 취한 객체의 깊이 방향으로의 객체 조성을 개략적으로 도시한 도표이다.
- 도 3 및 도 4는 깊이-방향으로의 객체 조성을 결정하기 위하여 객체의 샘플(sample)을 얻는 예시적인 방법을 도시한다.
- 도 5는 일 실시예에 따라 제조 시스템내에 제공된 계량 툴을 도시한 개략도이다.
- 도 6은 도 5에 도시된 계량 툴이 일 실시예를 도시한 개략도이다.
- 도 7은 객체를 가로질러 공간적으로 분배된, 객체의 영역 특성의 추산된 정량적인 변화를 개략적으로 도시한 플롯이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 본 발명의 예시적인 실시예는 첨부한 도면을 참조하여 이하에서 더욱 완전히 기술된다. 이들 실시예는 다른 많은 형태들로 변경되어 구현될 수 있으며, 본 명세서에서 개진된 논의에 한정되어 해석되지는 않아야 한다는 것은 이해될 것이다. 오히려, 이들 실시예는 이러한 개시가 전체적으로 완전하도록 제공되며 당업자에게 본 발명의 범위를 충분히 전달할 것이다. 도면에서, 층 및 영역의 크기 및 상대 크기는 명료성을 위해 과장될 수 있다.
- [0012] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정 실시예만의 기술을 목적으로 하지만 본 발명을 제한하지는 않는다. 본 명세서에서 사용된 바대로, 단수형 "하나의(a)", "하나의(an)" 및 "그(the)"는 맥락이 명확하게 다른 것을 지시하지 않는다면 복수형도 포함하도록 의도된다. 본 명세서에서 "포함하다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"이라는 용어를 사용할 때, 현재 언급된 특성, 완성체, 단계, 동작, 부재, 및/또는 구성요소를 명시하지만, 하나 이상의 다른 특성, 완성체, 단계, 동작, 부재, 구성요소 및/또는 그것의 그룹의 존재 또는 부재를 배제하지 않는다.
- [0013] 본 명세서에 개시된 실시예는 객체를 특성화하며 제조 공정(예컨대, 이 객체를 제조하거나 변경하는 데 사용될)을 모니터링(monitoring)하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 명세서에 기술된 실시예에 따라 특징지워질 수 있는 객체의 예는 집적 회로(ICs), 전력 IC, 무선 주파수(RF) 장치, 광전지, 열전(thermoelectric) 장치, 액정 디스플레이(LCD) 패널, 발광 다이오드(LEDs), LED 디스플레이, 유기 LED(OLEDs), OLED 디스플레이, 기타 등등의 제조에 사용되는 것들과 같은 기판(예컨대, 실리콘 기판, 이산화 실리콘 기판, 산화 알루미늄 기판, 사파이어 기판, 게르마늄 기판, 갈륨 비소 기판, 실리콘-게르마늄 기판, 인듐-인 기판, 질화 알루미늄 기판, 탄화 실리콘 기판, 유리판, 중합체 판, 기타 등등)을 포함한다. 이들 중 임의의 기판은 비공정 기판 또는 적어도 하나의 제조 공정(예컨대, 도핑, 이온 주입, 에칭, 증착, 패터닝, 다이싱, 기타 등등)을 거친 기판으로서 제공될 수 있다. 결과적으로, 기판은 웨이퍼 내부 또는 바로 위에 또는 위로 떨어져서 형성된 적어도 하나의 구조 또는 특성(예컨대, 도핑된 영역, 유전체 층, 트랜지스터, 캐패시터, 레지스터, 도전성 구조, 반도체성 구조, 광-흡수 층, 에피택셜 층, 비-반사 코팅, 기타 등등)을 갖거나 전혀 없는 것 중 하나의 웨이퍼로서 제공된다. 본 명세서에 예시적으로 기술된 실시예가 전술한 바와 같은 기판을 포함하지 않는 객체를 특성화하는데 적용될 수 있다는 것은 이해될 것이다. 예컨대, 이러한 객체는 고고학적 물질, 생물 검정 기판 및 다른 생물학적 물질, 세라믹, 지질학적 물질, 약제(예컨대, 알약), 금속, 중합체, 석유 화학 물질, 기타 등등을 포함한다.
- [0014] 일반적으로, 객체는 객체내의 복수의 개별 측정 지점에서 객체의 깊이-방향 조성을 결정함으로써 특징지워질 수 있다. 예컨대, 도 1을 참조하면, 객체(100)(예컨대, 그 위에 형성된 복수 층을 갖는 사파이어 기판)와 같은 객체의 깊이-방향 조성은 구성(104)에서 객체(100)를 가로질러 분배된 측정 지점(102)과 같은 복수의 개별 측정 지점에서 결정될 수 있다. 기준 지점 쌍(102) 사이에 중심에서 중심간 최소거리, 또는 피치(pitch)(p)는 0.1mm

내지 10mm의 범위에 존재할 수 있다. 피치(p)는 예컨대 객체(100)의 최대 치수, 원하는 특성화의 해결책, 객체(100) 전체에 걸쳐 실제적이거나 예상되는 조성의 변화, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합에 따라 0.1mm 미만이거나 10mm 보다 클 수 있다는 것은 이해될 것이다. 객체의 최대 치수{예컨대, 도시된 바와 같은 객체(100)의 직경}는 50mm 내지 450mm의 범위(예컨대, 50mm, 150mm, 300mm, 400mm, 450mm, 또는 그 밖의 유사한 것)내에 존재한다. 객체의 최대 치수는 50mm 미만(예컨대, 25mm 또는 그 미만, 10mm 또는 그 미만, 또는 그 밖의 유사한 것)이거나 450mm 보다 큰(예컨대, 500mm 또는 그 보다 큰, 700mm 이거나 그 보다 큰, 900mm 이거나 그 보다 큰, 1m 이거나 그 보다 큰, 또는 그 밖의 유사한 것)일 수 있다. 구성(104)은 예컨대 객체(100)의 최대 치수, 원하는 특성화의 해결책, 객체(100) 전체에 걸쳐 실제적이거나 예상되는 조성의 변화, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합에 따라 임의의 개수의 측정 지점(102){예컨대, 하나의 측정 지점(102), 두 개의 측정 지점(102), 세 개의 측정 지점(102), 50개의 측정 지점(102), 또는 그 밖의 유사한 것}을 포함할 수 있다.

[0015] 예시적으로 도시된 바와 같이, 구성(104)은 객체(100)를 가로질러 측정 지점(102)의 분배가 적어도 실질적으로 균일한 것으로 제공될 수 있다. 그러나 다른 실시예에서, 구성(104)은 측정 지점(102)이 객체(100)를 가로질러 임의적으로 분배되는 것으로 제공될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 측정 지점(102)은 하나의 구성에서의 측정 지점(102)의 쌍 사이의 피치가 다른 하나의 구성에서의 측정 지점(102)의 쌍 사이의 피치와 다른 것과 같은, 하나의 구성에서의 측정 지점(102)이 다른 하나의 구성에서의 측정 지점(102) 또는 그 밖의 유사한 것이거나 그것의 조합보다 객체(100)에 관련하여 일반적으로 다른 방향을 갖는 것과 같은, 여러 가지 구성에서 객체(100)를 가로질러 분배될 수 있다.

[0016] 객체(100)의 임의의 측정 지점(102)에서 객체의 깊이-방향 조성은 객체(100)내의 깊이의 함수로서 객체의 조성으로서(본 명세서에서 언급된 "객체 조성"으로서도) 기술될 수 있다. 예컨대, 도 2에 도시된 도표(200)을 참조하면, 객체 조성은 객체(100)내에 깊이의 함수로서{예컨대 객체(100)의 표면으로부터 마이크로미터, 나노미터, 기타 등등에서 측정된} 객체내의 원소의 측정량(예컨대, 백만 당 일부, 십억 당 일부, 기타 등등으로 측정된)의 관점에서 표현될 수 있다. 도시된 예에서, 라인(202, 204, 206, 208 및 210)은 객체(100)내의 깊이의 범위에 걸쳐, 갈륨, 마그네슘, 인듐, 실리콘 및 알루미늄 각각의 측정량으로 표현한다. 도시된 예에서, 도표(200)에 의해 기술된 깊이-방향 조성은 객체(100)가 P-GaN 영역(212) 및 MQW 영역(214)을 갖는 다중 양자 우물(MQW) LED 구조를 포함하는 것을 나타낸다. 그러나, 객체(100)는 객체(100)를 위해 의도된 특정 함수에 따라 임의의 깊이-방향을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 객체 조성은 객체(100)의 깊이의 함수로서 동위원소, 화합물, 기타 등등의 측정된 농도, 또는 그 밖의 유사한 것의 관점에서 기술될 수 있다.

[0017] 깊이-방향 객체 조성이 하나 이상의 또는 모든 임의의 적합한거나 바람직한 방법에 대해 결정될 수 있다. 예컨대, 깊이-방향 객체 조성은 비-파괴 기술, 파괴 기술 또는 그것의 조합을 이용하여 결정될 수 있다. 깊이-방향 객체 조성을 결정하는데 이용될 수 있는 비-파괴 기술의 예들은 광루미네스스(photoluminescence), 분광 타원 편광 분석(spectroscopic ellipsometry), 공초점 현미경(confocal microscope), 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합을 포함한다. 깊이-방향 객체 조성을 결정하는데 이용될 수 있는 파괴 기술의 예들은 글로우 방전 광방출 분석(GDOES), 글로우 방전 질량 분석(GDMS), 레이저 어블레이션 유도 결합 플라즈마 질량 분석(LAICPMS), 레이저 어블레이션 유도 결합 광방출 분석(LAICPOES), 레이저 유도 파괴 분석(LIBS), 2차 이온 질량 분석(SIMS), 집속 이온 빔 광방출 분석(FIBOES), 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합을 포함한다.

[0018] 일반적으로, 깊이-방향 객체 조성을 결정하는데 이용된 파괴 기술은 객체(100)의 샘플을 획득하는{예컨대 객체(100)의 일부분을 제거함으로써} 단계와 획득된 샘플의 조성을 분석하는 단계를 포함할 수 있다. 예컨대, 도 3을 참조하면, 객체(100)의 일부분은 샘플(300){예컨대 객체(100)에서 제거된 물질을 함유한 플룸(plume)}을 형성하기 위해 제거될 수 있다. 도 3을 참조하면, 샘플(300)내 물질은 측정 지점(102)에서의 객체(100)의 표면(304) 아래로 깊이 "d1"만큼 연장한 피트(pit) 또는 크레이터(crater)를 형성하기 위해 객체(100)의 일부분에서 제거된다. 따라서, 샘플(300)의 조성은 피트(302)를 형성하는데 사용된 객체(100)의 일부분에서 제거된 물질 조성에 대응한다. 샘플(300)은 질량 분석기, 광방출 분석기, 원자 흡수 분석기, 원자 형광 분석기, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합에 의해 샘플(300)상에 조성 분석을 수행할 수 있는 임의의 적합한 샘플 분석 장치로 이송된다. 일 실시예에서, 샘플(300)은 측정 지점(102)에서 객체(100)의 표면(304)에 근접한 제1 단부와 샘플 분석 장치에 근접한 제2 단부를 갖는 이송 도관을 통해 이송된다.

[0019] 도 3과 관련하여 전술한 제거 공정은 피트(302)의 깊이를 증가시키도록 수행될 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 제거 공정은 측정 지점(102)에서 객체의 표면(304) 아래로 원하는 깊이 "dn"만큼 연장한 연장된 피트 또는 크레이터(302')를 형성하기 위해 수행될 수 있다. 따라서 도 4에 도시된 샘플(300)의 조성은 연장된 피트(302')의 하부 부분{예컨대, 부분(400)}을 형성하는데 사용된 객체(100)의 일부분에서 제거된 물질 조성에 대응한

다.

- [0020] 일 실시예에서, 제거 공정은 샘플(300)이 연속적으로 제조되는 것과 같이{예컨대, 피트(302)가 처음 형성될 때부터 피트(302')가 측정 지점(102)에서 객체(100)의 표면(304) 아래로 원하는 깊이 "dn"만큼 연장될 때까지} 연속적으로 수행된다. 이와 같은 실시예에서, 샘플 분석 장치는 연장된 피트(302')의 형성 동안 제조된 샘플(300)을 연속적으로 분석하도록 구성될 수 있고, 연장된 피트(302')의 형성 동안 제조된 샘플(300)을 주기적으로 분석하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 다른 실시예에서, 제공 공정은 일련의 샘플(300)이 이산적으로 그리고 순차적으로 제조되는 것과 같이{예컨대 피트(302)가 처음 형성될 때부터 연장된 피트(302')가 측정 지점(102)에서 객체(100)의 표면(304) 아래로 원하는 깊이 "dn"만큼 연장될 때까지} 반복적으로 수행될 수 있다. 이와 같은 실시예에서, 샘플 분석 장치는 연장된 피트(302')의 형성 동안 이산적으로 제조된 하나 이상 또는 모든 샘플(300)을 개별적으로 연속되게 분석하도록 구성될 수 있다.
- [0022] 연장된 피트(302')의 깊이 "dn"는 계산되고 추산되거나 임의의 적합한 방법으로 결정된 다른 것일 수 있다. 예컨대, 깊이 "dn"는, 예상되고 추산되거나 또는 연장된 피트(302')를 형성하는데 필요한 실제 시간과 연장된 피트(302')를 형성하는데 이용된 제거 공정과 연관된 미리 설정되고 추산되거나 달리 예견된 물질 제거 속도를 연관시킴으로써 결정될 수 있다. 또다른 예에서{예컨대 일련의 개별 샘플(300)이 제조될 때}, 깊이 "dn"는, 예상되고 추산되거나 또는 연장된 피트(302')를 형성하기 위해 제조된 실제 개수와 각각의 개별 샘플(300)을 제조하는데 이용된 제거 공정과 연관된 미리 설정되고 추산되거나 달리 예견된 물질 제거 속도를 연관시킴으로써 결정될 수 있다.
- [0023] 샘플(300)은 임의의 적합한 방법에 의해 목적을 이룰 수도 있다. 예컨대, 샘플(300)은 객체(100)의 일부분을 기화(evaporation), 승화, 이온화, 제거, 기타 등등을 함으로써 획득될 수 있다. 일 실시예에서, 샘플(300)은 객체(100)상으로 레이저 펄스 빔(beam)을 직접 향하게 함으로써 제조될 수 있다. 레이저 펄스 빔(beam)의 파라미터(parameter)는 객체(100)의 일부분을 제거하기 위해 선택될 수 있고, 그 결과 객체(100)상으로 하나 이상의 레이저 펄스를 직접 향하게 하면서 생성된다. 레이저 펄스 빔은 $0.1\text{J}/\text{cm}^2$ 내지 $30\text{J}/\text{cm}^2$ 범위의 레이저 플루언스(laser fluence), 150fs 내지 20ns의 펄스 지속시간, 193nm 내지 266nm 범위의 파장, 및 1Hz 내지 100Hz 범위의 펄스 반복 주파수를 가진다. 일 실시예에서, 레이저 펄스 빔은 $8\text{J}/\text{cm}^2$ 의 레이저 플루언스(laser fluence), 5ns 미만의 펄스 지속시간, 193nm의 파장, 및 1Hz 내지 5Hz 범위의 펄스 반복 주파수를 가진다. 그러나 빔의 파라미터는 전술한 소정의 범위 미만이거나 더 크게 되도록 선택될 수 있다는 것은 이해될 것이다. 또한 레이저 펄스 빔의 파라미터는 피트의 깊이를 정확히 제어하도록 컨트롤되어서 물질의 양이 샘플(300)에 함유된다는 것이 이해될 것이다. 예컨대, 개별 레이저 펄스의 파라미터는 약 10nm 내지 약 30nm(예컨대 20nm, 또는 약 20nm) 범위내의 깊이로 피트를 형성(또는 증가적으로 연장)하도록 선택될 수 있다.
- [0024] 객체(100)를 특성화하는 방법은 객체(100)의 영역내에서 객체(100)의 적어도 하나의 특성(본 명세서에서도 "영역 특성"이라 언급됨)을 정량적으로 추산하는 단계를 선택적으로 포함할 수 있다. 영역 특성이 정량적으로 추산된 객체(100)의 영역은 하나 이상 또는 모든 측정 지점(102)에 인접될 수 있다. 예컨대, 영역 특성은 특정 조성(예컨대 원소 조성, 동위원소 조성, 분자 조성, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합), 전기적 특성(예컨대 전기전도도, 전기 저항, 문턱 전압, 항복 전류, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합), 광학적 특성(예컨대 광 전송, 광 반사율, 광 흡수율, 광 방출률, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합), 열 특성(예컨대 열 전도도, 열 팽창도, 비열, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합), 기계적 특성(예컨대 질량, 특정 유형의 특성을 갖는 부분의 두께, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합), 자기적 성질(예컨대 투자율, 기타 등등), 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합을 포함할 수 있다.
- [0025] 객체(100)의 영역 특성은 임의의 적합한 방법에 의해 정량적으로 추산될 수 있다. 예컨대, 객체(100)의 영역 특성은 모델(예컨대 특정 영역 특성과 연관된 파라미터화된 모델)을 앞서 결정된 깊이-방향 객체 조성에 적용함으로써 정량적으로 추산될 수 있다. 모델은 경험적으로 결정된 상관관계에 기초되거나, 또는 결정된 깊이-방향 객체 조성 및 그것과 연관된 하나 이상의 영역 특성 사이의 다른 임의의 관계에 기초될 수 있다. 그리고 예컨대 도 2와 관련하여 전술한 실시예를 계속 진행할 때, 일부 예시적인 영역 특성은 LED 구조의 순방향 전압(V_f), LED 구조에 의해 방출가능한 광의 중심 파장(W_d) 및 LED 구조의 광 출력(I_v)을 포함할 수 있다. 순방향 전압(V_f)은 P-GaN 영역의 두께{도 2에서 영역(212)으로 표시된}를 P-GaN 영역의 마그네슘 함량에서의 깊이-방향 변화{도 2에서 선분(204a)으로 표시된} 및 P-GaN 영역의 마그네슘 총 함량{도 2에서 영역(212)의 밑줄친 영역(204)으로 표시된}과 곱하여 정량적으로 추산될 수 있다. 중심 파장(W_d)은 도 2의 MQW 영역(214)의 인듐 대 알

루미늄 비율을 P-GaN 영역의 인듐 함량에서의 깊이-방향 변화(도 2에서 선분(206a)으로 표시된) 및 도 2에 표시된 MQW 영역(214)의 두께와 곱하여 정량적으로 추산될 수 있다. 광 출력(1v)은 도 2의 MQW 영역(214)의 인듐 대 알루미늄 비율을 P-GaN 영역의 마그네슘 함량에서의 깊이-방향 변화(도 2에서 선분(204a)으로 표시된) 및 도 2에 표시된 MQW 영역(214)의 두께와 곱하여 정량적으로 추산될 수 있다.

[0026] 영역 특성을 위한 모델을 적용하면서, 하나 이상 또는 모든 측정 지점(102)의 영역 특성의 정량적 추산은 정량적으로 추산될 수 있다. 이후에, 곡선 일치법(예컨대 최소 제곱법, 스무드 스플라인 피트(smooth spline fit), 기타 등등)와 같은 기법 및 다른 통계적 기법은 하나 이상 또는 모든 측정 지점(102) 사이에 객체(100)의 영역을 위한 특성을 정량적인 추산으로 생성하기 위해 하나 이상 또는 모든 정량적으로 추산된 지점 특성에 적용될 수 있다.

[0027] 전술한 방법 및 장치는 임의의 적합한 객체(100)를 특성화하는데 적용될 수 있으며, 수동 또는 자동 방식으로 구현될 수 있다. 더욱이, 일 실시예에서, 예시적으로 전술한 방법을 구현할 수 있는 장치는 제조 공정을 일렬로 모니터링하는데 유용한 계량 틀로서 제조 시스템내에 통합될 수 있다. 예컨대 제조 시스템(500)과 같은 제조 시스템은 제1 공정 장치(502) 및 제2 공정 장치(504)를 포함할 수 있으며, 각각은 하나 이상의 제조 공정을 수행하도록 구성된다. 제조 시스템(500)은 두 개의 공정 장치만을 포함하는 것으로 도시되며, 제조 시스템(500)은 단일 공정 장치, 또는 두 개 이상의 공정 장치를 포함할 수 있다는 것은 이해될 것이다. 제조 시스템(500)내의 임의의 공정 장치는 원하는 임의의 제조 공정을 수행하도록 구성될 수 있다. 예컨대 공정 장치는 증착 장치{예컨대 스퍼터 증착 장치, 화학 기상 증착(CVD) 장치, 플라즈마-강화 화학적 기상 증착(PECVD) 장치, 금속-유기 화학적 기상 증착(MOCVD) 장치, 원자 층 증착(ALD) 장치, 기타 등등}, 식각 장치(예컨대 습식 식각 장치, 건식 식각 장치, 기타 등등), 화학적 기계적 폴리싱(CMP) 장치, 이온 주입 장치, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합으로서 제공될 수 있다.

[0028] 도 2와 관련하여 전술한 실시예를 계속 진행할 때, 제1 공정 장치(502)는 전술한 MQW LED 구조의 적어도 일부분을 형성하도록 구성된 MOCVD 장치를 포함할 수 있으며, 제2 공정 장치(504)는 전극을 위한 접촉 영역을 형성하기 위해 MQW LED 구조를 패터닝하도록 구성된 건식 식각 장치를 포함할 수 있다. 제조 시스템(500)은 객체(100)의 MQW LED 구조에서 최종적으로 형성된 LED 장치를 복수의 개별 LED 장치로 분리하도록 구성된 싱글레이션(singulation) 장치와 같은 다른 공정 장치를 더 포함할 수 있다는 것은 이해될 것이다.

[0029] 제조 시스템(500)은 하나 이상의 공정 장치{예컨대 제1 공정 장치(502) 및 제2 공정 장치(504)에서}에 접속된 공정 컨트롤러(506)를 더 포함할 수 있으며 그것에 접속된 공정 장치의 동작을 제어하도록 구성된다. 일반적으로, 공정 컨트롤러(506)는 다양한 제어, 관리 및/또는 정규 기능을 정의하는 동작 논리(도시되지 않음)를 포함할 수 있으며, 하드웨어 상태 기계, 공정 수행 프로그래밍 인스트럭션(instruction), 및/또는 당업자에게 떠오르는 다른 형태와 같은 세밀한 하드웨어 형태로 존재할 수 있다. 동작 논리는 디지털 회로, 아날로그 회로, 또는 이들 두 유형 모두의 하이브리드 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 동작 논리는 메모리(도시되지 않음)에 저장된 소프트웨어 및/또는 펌웨어(firmware)를 수행하도록 구성된 하나 이상의 공정 유닛을 포함할 수 있는, 프로그래밍 가능한 마이크로 컨트롤러(microcontroller) 또는 마이크로 프로세서(microprocessor)를 포함한다. 메모리는 반도체, 자기, 및/또는 광학류를 포함하는, 및/또는 휘발성 및/또는 비휘발성류로 구성되는 하나 이상의 유형을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 메모리는 동작 논리의 프로그래밍 인스트럭션을 저장한다. 대안으로 또는 추가적으로, 메모리는 동작 논리에 의해 처리되는 데이터를 저장할 수 있다. 하나의 구성에서, 동작 논리 및 메모리는 다른 구성에서 그것들이 분리될 수도 있지만 제1 공정 장치(502) 및 제2 공정 장치(504)의 동작 양태를 관리하고 제어하는 동작 논리의 컨트롤러/프로세서 유형에 포함된다.

[0030] 제조 시스템(500)은 객체(100){예컨대 공정 컨트롤러(506)의 제어 하에}를 제조 시스템(500)의 여러 공정 장치에서 그리고 그것으로부터 전송하도록 구성된 객체 전송 시스템(508)을 더 포함할 수 있다. 예컨대 객체 전송 시스템(508)은 하나 이상의 로봇 전송 팔{예컨대 각각이 객체(100)를 다루는데 적합한 진공 또는 정전 단부-이펙터(end-effector)를 갖는}, 하나 이상의 컨베이어 벨트(conveyor belts){예컨대 공정 장치에서 또는 그로부터 객체(100)를 전달하도록 구성된}, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 객체 전송 시스템(508)은 제조 시스템(500)내 여러 객체들의 효율적인 전송을 용이하게 하도록 카세트(cassette) 또는 다른 저장 메카니즘을 포함할 수 있다.

[0031] 제조 시스템(500)은 예시적으로 전술한 바와 같은 방식으로 객체(100)를 특성화하도록 구성된 계량 틀(510)을 더 포함할 수 있다. 제조 시스템(500)이 단지 하나의 계량 틀(510)만을 포함하는 것으로 도시되지만, 제조 시스템(500)은 제조 시스템(500)내에 포함된 임의의 공정 장치에 의해 제조된 객체를 특성화하도록 구성된 임의의

개수의 계량 툴을 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다.

- [0032] 예시적으로 도시된 바와 같이, 계량 툴(510)은 측정 영역(512), 측정 시스템(514) 및 계량 컨트롤러(516)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 측정 영역(512)은 객체(100)의 적어도 일부분을 수용하도록 구성된다. 일 실시예에서, 객체 전송 시스템(508)은 객체(100)를 측정 영역(512)으로{예컨대 제1 공정 장치(502)로부터} 및/또는 측정 영역(512)으로부터{예컨대 제2 공정 장치(504)로} 전송하도록 구성될 수 있다. 측정 시스템(514)은 객체(100)가 측정 영역(512)내에 구성될 때, 객체(100){예컨대 하나 이상의 측정 지점(102)에서}의 깊이-방향 조성을 결정하도록 구성된다. 계량 컨트롤러(516)는 객체(100)의 깊이-방향 조성이 결정될 측정 지점으로서 측정 영역(512)내에 하나 이상의 영역을 지정하도록 구성된다. 계량 컨트롤러(516)는 지정된 측정 지점에서 객체(100)의 깊이-방향 조성을 결정하기 위해 측정 시스템(514)을 제어하도록 더 구성될 수 있다.
- [0033] 일 실시예에서, 계량 툴(510)은 측정 영역(512)을 정의하는 내부를 갖는 챔버(chamber)를 포함한다. 챔버는 다른 실시예에서 임의의 적합한 유형으로 제공될 수 있으며, 계량 툴(510)은 측정 파라미터 영역(512)의 주변을 정의하는 불활성 기체(예컨대 공기, 질소, 아르곤, 기타 등등)를 생성하도록 구성된 가스-커튼 발생기(gas-curtain generator)를 포함한다. 측정 영역(512)내의 압력은 0.1atm 내지 5atm 범위에서 유지될 수 있다. 그러나 측정 영역(512)내의 압력이 0.1atm 미만이거나 5atm 보다 클 수 있다는 것은 이해될 것이다. 게다가, 측정 영역내의 대기는 적어도 실질적으로 불활성일 수 있다. 측정 영역(512)은 제1 공정 장치(502) 및 제2 공정 장치(504) 각각의 바깥쪽에 존재하는 것으로 도시되어 있지만, 계량 툴(510)은 측정 영역(512)이 제1 공정 장치(502) 또는 제2 공정 장치(504)내에 구성되는 것으로 구성될 수 있다는 것은 이해될 것이다. 예컨대 측정 영역(502)은 제1 또는 제2 공정 장치(502 또는 504)의 공정 챔버내에서 정의될 수 있다.
- [0034] 측정 시스템(514)은 전술한 바와 같이 객체(100)의 깊이-방향 조성을 결정 가능한 적합한 시스템으로서 제공될 수 있다. 예컨대, 측정 시스템(516)은 광루미네스스 시스템, 분광 타원 편광 분석 시스템, 공초점 현미경 시스템, GDOES 시스템, GDMS 시스템, LAICPMS 시스템, LAICPOES 시스템, LIBS 시스템, SIMS 시스템, FIBOES 시스템, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합으로서 제공될 수 있다. 측정 시스템(514)은 조성 데이터로서 결정된 깊이-방향 객체 조성을 계량 컨트롤러(516)에 전달할 수 있다. 일 실시예에서, 측정 시스템(514)은 LAICPMS 또는 LASICPOES 시스템이며, 측정 영역(512)은 비-접촉 어블레이션 챔버, 2011년 12월 23일에 출원된 공동 계류 중인 미국 특허 출원 번호 제13/336,991호(그 전체로서 본 명세서에 참고로 병합됨)에 예시적으로 기재된 것으로서의 챔버와 같은 챔버에 의해 정의된다.
- [0035] 도 6을 참조하면, 계량 툴(510)은 측정 시스템(514)에 관련된 객체(100)를 정렬하도록 구성된 객체 위치조정 시스템을 선택적으로 포함할 수 있다. 객체 위치조정 시스템(600)은 측정 시스템(514)에 관련된 객체(100)를(예컨대 X-, Y- 및/또는 Z-방향, R-, θ 및/또는 Z-방향, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합으로) 이동하도록 구성된 단계로서 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 측정 시스템(514)의 적어도 일부는 객체(100)에 관련하여 이동하도록 구성될 수 있다. 객체 위치조정 시스템(600) 및 측정 시스템(514) 중 하나 또는 둘 모두의 이동은 수동으로 또는 예컨대 계량 컨트롤러(516)의 제어 하에 동작하는 하나 이상의 모터, 액추에이터(actuator), 기타 등등으로 달성될 수 있다.
- [0036] 객체 위치조정 시스템(600) 및 측정 시스템(514) 중 하나 또는 둘 모두의 이동은 공지의 또는 원하는 방식의 측정 시스템(514)으로 객체(100)를 정렬하도록 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 계량 툴(510)은 측정 영역(512)내의 객체(100)의 위치를 검출하기 위한 장치{예컨대 카메라(602)}를 더 포함할 수 있다. 예컨대 카메라(602)는 객체(100)상에서 객체(100)의 에지(edge) 또는 정렬 마크, 장치, 스크라이브 라인(scribe line), 기타 등등과 같은 하나 이상의 특성을 시각적으로 검출함으로써 객체(100)의 위치를 검출할 수 있다. 객체(100)의 검출 위치는 측정 시스템(514) 및/또는 객체(100)의 이동을 제어하기 위한 계량 컨트롤러(516)에 의해 이용될 수 있다{예컨대 객체 위치조정 시스템(600)}.
- [0037] 또 다른 실시예에서, 측정 시스템(514)에 관련된 객체(100)의 가상 정렬은 측정 영역(512)내의 지정된 측정 지점의 공간 위치를 조정함으로써 계량 컨트롤러(516)내에서 달성될 수 있다. 이와 같은 실시예에서, 측정 영역(512)내의 객체(100)에 관련된 지정된 측정 지점의 정렬은 카메라(602)에 의해 검출된 하나 이상의 특성에 관련된 지정된 측정 지점을 정렬함으로써 달성될 수 있다.
- [0038] 도 5 및 도 6을 참조하면, 계량 컨트롤러(516)는 계량 시스템(514)으로부터 수신된 조성 데이터에 기초한 객체(100)의 하나 이상의 영역 특성을 정량적으로 추산하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 계량 컨트롤러(516)는 영역 특성 데이터로서 하나 이상의 정량적으로 추산된 객체(100)의 영역 특성을 공정 컨트롤러(506), 출력 장치(예컨대 모니터, 프린터, 기타 등등), 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합, 또는 그 밖의 유사한 것 또는

그것의 조합에 전달할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 계량 콘트롤러(516)는 조성 데이터를 공정 콘트롤러(506)에 전달할 수 있다. 결국, 공정 콘트롤러(506)는 수신된 조성 데이터, 영역 특성 데이터 또는 그것의 조합에 기초한 제조 시스템(500)의 하나 이상의 구성요소의 동작을 변경할 수 있다.

[0039] 예컨대 계량 콘트롤러(516)에 의해 통신된 데이터가 제1 공정 장치(502)가 원하는 대로 객체(100)의 일부 양태(예컨대 MQW LED 구조)를 제조하지 못했음을 표시하는 경우, 공정 콘트롤러(506)는 제1 공정 장치(502)가 원하는 대로 MQW LED 구조를 제조하는 것을 보장하도록 제1 공정 장치(502)의 동작을 변경할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 계량 콘트롤러(516)에 의해 전달된 데이터가 제1 공정 장치(502)가 원하는 대로 객체(100)의 일부 양태(예컨대 MQW LED 구조)를 제조하지 못했음을 표시하는 경우, 공정 콘트롤러(506)는 제1 공정 장치(502)가 제1 공정 장치(502)에 의해 제조되는 방식을 보상하기 위하여 제2 공정 장치(502)의 동작을 변경할 수 있다. 따라서 제조 시스템(500)에 의해 수행된 제조 공정은 계량 툴(510)에 의해 생성된 데이터를 사용하여 실시간으로 모니터링될 수 있다. 또한 또 다른 예에서, 공정 콘트롤러(506)는 객체(100)를 다른 공정 장치(도시되지 않은)로 전달하도록 객체 전송 시스템(508)의 동작을 제어하거나 또는 제조된 것으로서의 객체(100)가 계량 콘트롤러(516)에 의해 전달된 데이터에 기초하는 그러한 방식을 최적화하도록 제조 시스템(500)내의 위치를 제어할 수 있다.

[0040] 일 실시예에서, 계량 콘트롤러(516)는 컴퓨터 모니터, 프린터, 또는 그 밖의 유사한 것 또는 그것의 조합과 같은 사용자-접근가능 출력 장치에 조성 데이터 및 영역 특성 데이터를 전달할 수 있다. 이러한 사용자-접근가능 출력 장치에 전달될 때, 조성 데이터는 도2에 도시된 바와 같이 시각적 포맷으로 표현될 수 있다. 이러한 사용자-접근가능 출력 장치에 전달될 때, 영역 특성 데이터는 사용자에게 의미 있게 표현될 수 있다. 예컨대 도2에 관련하여 기술한 예시적인 실시예로 계속 진행하면서, 영역 특성 데이터는 객체(100)를 가로지르는 공간 위치의 함수로서 영역 특성(예컨대 MQW LED 구조의 순방향 전압)의 변화를 도시한 이차원 플롯(plot)으로서 시각적으로 표현될 수 있다. 도 7에 예시적으로 도시된 바와 같이, 다른 범위로 빠지지 못한 영역 특성의 정량적 추산은 시각적인 식별 영역(702, 704 및 706)으로 표현될 수 있다. 단지 하나의 영역 특성만을 위한 데이터가 도 7에서 이차원 플롯으로 시각적으로 표현되지만, 영역 특성 데이터가 임의의 다른 형태로(예컨대 객체 내의 그리고 가로지르는 공간 위치의 함수로서 영역 특성의 변화를 도시한 삼차원 플롯으로) 시각적으로 표현될 수 있다는 것은 이해될 것이다. 또한 여러 영역 특성들을 위한 데이터가 시각적으로 동시에 표현될 수 있다는 것도 이해될 것이다.

[0041] 도 5 및 도 6으로 되돌아가 참조하면, 계량 콘트롤러(516)는, 일반적으로 다양한 제어, 관리 및/또는 정규 함수를 정의하는 동작 논리(도시되지 않은)를 포함할 수 있고, 하드와이어(hardwired) 상태 기계, 프로그래밍 인스트럭션을 수행하는 프로세서, 및/또는 당업자에게 생각될 수 있는 다른 형태와 같은, 전용 하드웨어의 형태일 수 있다. 동작 논리는 디지털 회로, 아날로그 회로, 또는 이들 유형 모두의 하이브리드 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 동작 논리는 메모리에 저장된 소프트웨어 및/또는 펌웨어(도시되지 않은)를 수행하도록 구성된 하나 이상의 프로세싱 유닛을 포함할 수 있는 프로그램 가능한 마이크로 콘트롤러 또는 마이크로 프로세서를 포함한다. 메모리는 반도체, 자기, 및/또는 광학류를 포함하는, 및/또는 휘발성 및/또는 비휘발성류로 구성되는 하나 이상의 유형을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 메모리는 동작 논리의 프로그래밍 인스트럭션을 저장한다. 대안으로 또는 추가적으로, 메모리는 동작 논리에 의해 처리되는 데이터를 저장할 수 있다. 하나의 구성에서, 동작 논리 및 메모리는 다른 구성에서 그것들이 분리될 수도 있지만 계량 툴(510)의 다른 구성요소 뿐만 아니라 측정 시스템(514)의 동작 양태를 관리하고 제어하는 동작 논리의 콘트롤러/프로세서 유형에 포함된다.

[0042] 다음 실시예는 당업자가 본 발명을 제조하고 사용할 수 있도록 충분히 상세하게 기술된다. 다른 실시예는 본 개시에 기초한 증거이고 공정 또는 기계적 변화는 청구항에 정의된 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것은 이해될 것이다. 다음 서술에서, 수많은 특정 상세가 본 발명의 전체적인 이해를 제공하도록 주어진다. 그러나 본 발명은 이들 특정 상세 없이 실행될 수 있음은 명백하다. 본 발명의 모호함을 피하기 위하여, 일부 공지의 시스템 구조 및 공정 단계가 상세히 개시되지는 않는다. 마찬가지로, 시스템의 실시예를 도시하는 도면은 개략적이고 크기가 비례하지는 않으며, 특히 치수 중 일부는 프리젠테이션의 명확성을 위하여 도시된 도면에서 크게 과장되어 보여진다. 게다가, 여러 실시예들은 명확성 및 설명의 용이함, 기술, 및 그것의 이해를 위하여 공통적인 일부 특징을 가지는 곳에서 개시되고 기술되며 서로 동일하거나 유사한 특성은 통상적으로 유사한 도면 부호를 가지고 기술될 것이다.

부호의 설명

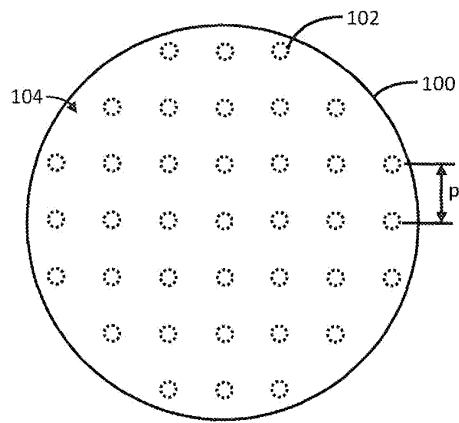
[0043] 100: 객체

102: 측정 지점

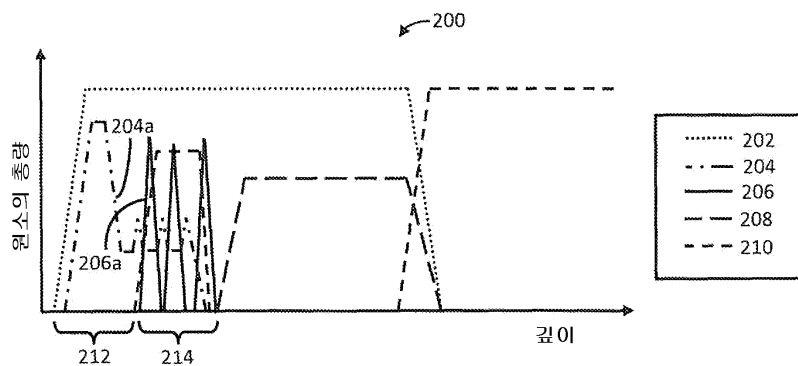
104: 구성	212: P-GaN 영역
200: 도표	202, 204, 206, 208, 210: 라인
214: MQW 영역	204a: 206a: 선분
300: 샘플	302, 302': 피트
400: 객체의 표면	500: 제조 시스템
502: 제1 공정 장치	504: 제2 공정 장치
506: 공정 컨트롤러	508: 객체 전송 시스템
510: 계량 툴	600: 객체 위치조정 시스템
702, 704, 706: 시각적인 식별 영역	

도면

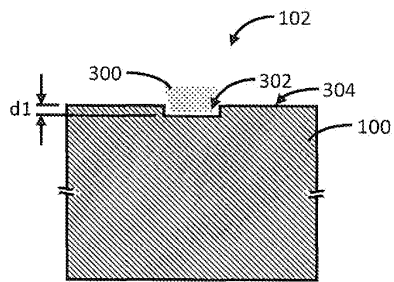
도면1



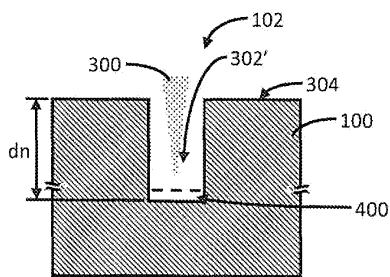
도면2



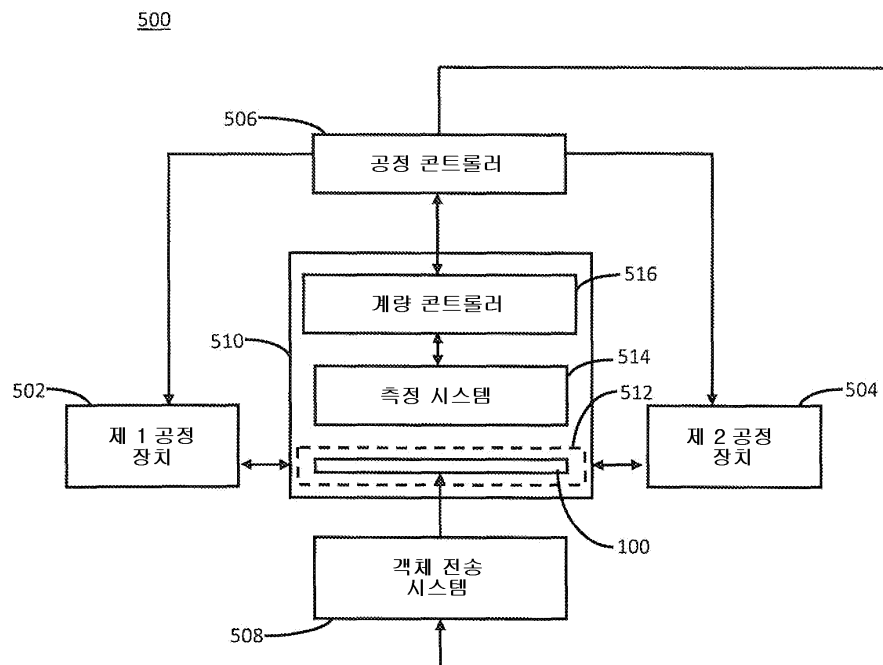
도면3



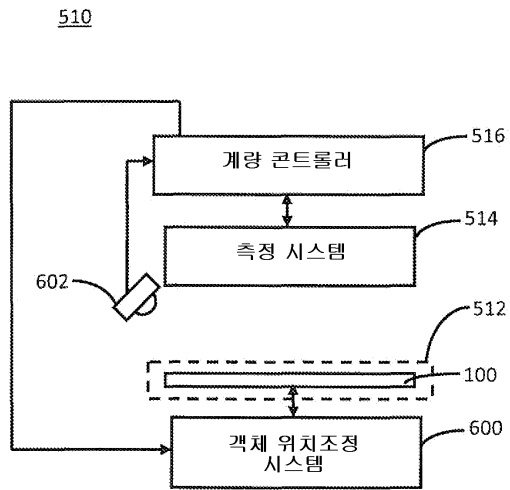
도면4



도면5



도면6



도면7

