(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0072165
(43) 공개일자 2024년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/27 (2006.01) *G01N 21/31* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/274 (2013.01)
G01N 21/31 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7010886
(22) 출원일자(국제) 2022년09월30일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년04월01일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/077328
(87) 국제공개번호 WO 2023/052608
국제공개일자 2023년04월06일
(30) 우선권주장
21200549.0 2021년10월01일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
트리나미엑스 게엠베하
독일 67063 루드비히샤펜 암 라인 인더스트리스트라쎄 35
(72) 발명자
프로캅 크리스토프
독일 67063 루드비히샤펜 암 라인 인더스트리스트라쎄 35
오구엔 셀랄 모한
독일 67063 루드비히샤펜 암 라인 인더스트리스트라쎄 35
쿨카르니 소라브
독일 67063 루드비히샤펜 암 라인 인더스트리스트라쎄 35
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **다수의 단일 검출기 애플리케이션 특정 분광계**

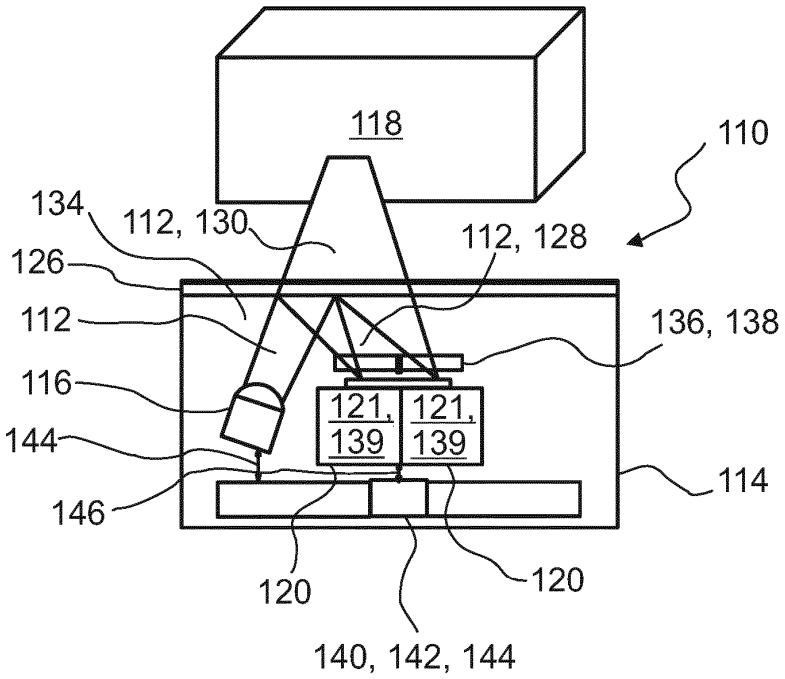
(57) 요 약

적어도 하나의 분류 기반 스펙트럼 측정에서 적어도 하나의 측정 대상(118)에 의해 제공되는 광 방사선(112)을 측정하기 위한 스펙트럼 측정 디바이스(110)가 개시된다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)는:

- 측정 대상(118)을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선(112)을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 방사선원(116)

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



- 상기 광 방사선(112)은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 -;

- 적어도 두 개의 광검출기(120) - 각각의 광검출기(120)는 적어도 하나의 픽셀(121)을 포함하고, 각 픽셀(121)은 활성 픽셀(123) 또는 암화 픽셀(124)이고, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 두 개의 활성 픽셀(123)을 포함하고, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 암화 픽셀(124)을 포함하며, 각각의 활성 픽셀(123)은 활성 픽셀(123)의 조명에 따라 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성되고, 활성 픽셀(123) 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 상이한 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성되며, 각각의 암화 픽셀(124)은 암화 픽셀(124)의 조명에 독립적인 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성됨 - ;

- 광검출기 신호를 측정하고 적어도 하나의 스펙트럼 데이터 항목을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 판독 디바이스(read-out device)(139); 및

- 적어도 하나의 프로세서(142)와 적어도 하나의 메모리 저장소(144)를 포함하는 적어도 하나의 평가 디바이스(140) - 메모리 저장소(144)는

○ 서로 다른 클래스의 세트를 포함하는 적어도 하나의 분류 모델 - 각 클래스는 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 나타내며, 분류 모델은 입력 데이터의 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성됨 -; 및

○ 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전달하도록 구성된 적어도 하나의 전달 함수

를 저장하도록 구성된다.

평가 디바이스(140)는 분류 모델 및 전달 함수를 스펙트럼 데이터 항목에 적용함으로써 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하도록 구성된다.

(52) CPC특허분류
G01N 2201/0221 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 분류 기반 스펙트럼 측정에서 적어도 하나의 측정 대상(118)에 의해 제공되는 광 방사선(optical radiation)(112)을 측정하기 위한 스펙트럼 측정 디바이스(110)로서,

- 측정 대상(118)을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선(112)을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 방사선원(116) - 상기 광 방사선(112)은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 -;

- 적어도 두 개의 광검출기(120) - 각각의 광검출기(120)는 적어도 하나의 픽셀(121)을 포함하고, 각각의 픽셀(121)은 활성 픽셀(active pixel)(123) 또는 암화 픽셀(darkened pixel)(124)이고, 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 두 개의 활성 픽셀(123)을 포함하고, 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 암화 픽셀(124)을 포함하며, 각각의 활성 픽셀(123)은 상기 활성 픽셀(123)의 조명에 따라 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성되고, 상기 활성 픽셀(123) 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 상이한 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성되며, 각각의 암화 픽셀(124)은 상기 암화 픽셀(124)의 조명에 독립적인 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성됨 - ;

- 상기 광검출기 신호를 측정하고 적어도 하나의 스펙트럼 데이터 항목을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 판독 디바이스(read-out device)(139); 및

- 적어도 하나의 프로세서(142)와 적어도 하나의 메모리 저장소(144)를 포함하는 적어도 하나의 평가 디바이스(140) - 상기 메모리 저장소(144)는,

○ 서로 다른 클래스의 세트를 포함하는 적어도 하나의 분류 모델 - 각 클래스는 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 나타내며, 상기 분류 모델은 입력 데이터의 적어도 하나의 항목을 상기 클래스로 분류하도록 구성됨 -; 및

○ 상기 스펙트럼 데이터 항목을 상기 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전달하도록 구성된 적어도 하나의 전달 함수

를 저장하도록 구성되고,

상기 평가 디바이스(140)는 상기 분류 모델 및 상기 전달 함수를 상기 스펙트럼 데이터 항목에 적용함으로써 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하도록 구성되는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 2

제1항에 있어서,

각각의 광검출기(120)는 최대 하나의 활성 픽셀(123)을 포함하고, 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 암화 픽셀(124)을 포함하고, 상기 평가 디바이스(140)는 상기 암화 픽셀(124)을 사용하여 생성된 적어도 하나의 광검출기 신호의 사용에 의해 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)를 자동으로 재교정하도록 구성되는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

각각의 활성 픽셀(123)은 상기 분류 모델의 적어도 하나의 클래스에 관한 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 갖는 광 방사선(112)을 검출하도록 구성되는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 클래스는 적어도 하나의 별개의 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 또는 유사한 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 그룹을 지칭하는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 스펙트럼 특성은 적어도 하나의 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위를 지칭하는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 분류 모델은 적어도 하나의 외부 디바이스, 구체적으로 적어도 하나의 추가 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 의해 획득된 이력 스펙트럼 데이터(historical spectral data)에 대해 트레이닝되는 적어도 하나의 알고리즘에 기초하는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전달 함수는 적어도 하나의 매개변수를 포함하는 적어도 하나의 매개변수화된 수학적 함수를 포함하고, 상기 전달 함수는 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 하드웨어와 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 동작 조건 중 적어도 하나를 고려하는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정 정보의 항목은 상기 측정 대상(118)의 물리적 속성 및 상기 측정 대상(118)의 화학적 속성, 구체적으로 상기 측정 대상(118)의 화학적 조성 중 적어도 하나를 포함하는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 평가 디바이스(140)는 상기 측정 정보 항목에 기초하여 상기 측정 대상(118)의 분류를 수행하도록 구성되는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 교정 측정(calibration measurement)을 수행하도록 구성되고,

상기 평가 디바이스는 교정 측정이 수행될 때 전달 함수(transfer function)를 적응시키도록 더 구성되는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광검출기(120) 중 적어도 하나는 적어도 하나의 광전도성 물질을 포함하고, 상기 광전도성 물질은 PbS, PbSe, Ge, InGaAs, InSb, 또는 HgCdTe 중 적어도 하나로부터 선택되는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 구체적으로 상기 분류 모델 및/또는 상기 전달 함수를 적응시키기 위해 상기 평가 디바이스(140)로부터 및/또는 상기 평가 디바이스(140)로 데이터를 전송하도록 구성된 적어도 하나의 통신 인터페이스를 포함하는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 미리 결정된 스펙트럼을 갖는 상기 광검출기(120)를 향해 상기 방사선원(116)에 의해 방출된 상기 광 방사선(112)을 적어도 부분적으로 지향시키도록 구성되는,

스펙트럼 측정 디바이스(110).

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)를 사용하여, 분류 기반 스펙트럼 측정을 수행함으로써 적어도 하나의 측정 대상(118)에서 제공되는 광 방사선(112)을 측정하는 방법으로서,

a) 상기 적어도 하나의 방사선원(116)을 사용하여 상기 측정 대상을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선(112)을 방출하는 단계 - 상기 광 방사선(112)은 적어도 부분적으로 상기 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 - ;

b) 상기 측정 대상(118)에 의해 제공되는 광방사선(112)을 검출하고, 상기 적어도 두 개의 광검출기(120)를 이용하여 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하는 단계;

c) 상기 광검출기 신호를 측정하고, 상기 적어도 하나의 판독 디바이스(139)를 사용하여 적어도 하나의 스펙트럼 데이터의 항목을 생성하는 단계;

d) 상기 전달 함수를 이용하여 상기 스펙트럼 데이터 항목을 상기 분류 모델에 적용 가능한 적어도 하나의 입력 데이터 항목으로 전달하는 단계; 및

e) 상기 분류 모델을 이용하여 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 15

명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 프로그램은 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 관한 제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 의해 실행될 때, 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)로 하여금 방법에 관한 제14항에 따른 방법을 수행하게 하는,

컴퓨터 프로그램.

청구항 16

스펙트럼 측정 디바이스(110)에 관한 제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 상기 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 용도로서,

상기 용도는 적외선 감지 애플리케이션; 분광학 애플리케이션; 배기 가스 모니터링 애플리케이션; 연소 프로세

스 모니터링 애플리케이션; 오염 모니터링 애플리케이션; 산업 프로세스 모니터링 애플리케이션; 혼합 또는 블렌딩 프로세스 모니터링; 화학 프로세스 모니터링 애플리케이션; 식품 처리 프로세스 모니터링 애플리케이션; 식품 준비 프로세스 모니터링; 수질 모니터링 애플리케이션; 공기질 모니터링 애플리케이션; 품질 제어 애플리케이션; 온도 제어 애플리케이션; 모션 제어 애플리케이션; 배기 제어 애플리케이션; 가스 센싱 애플리케이션; 가스 분석 애플리케이션; 모션 센싱 애플리케이션; 화학 센싱 애플리케이션; 모바일 애플리케이션; 의료 애플리케이션; 모바일 분광학 애플리케이션; 식품 분석 애플리케이션; 농업 애플리케이션, 특히 토양, 사일리지, 사료, 작물 또는 농산물의 특성화, 식물 건강 모니터링; 플라스틱 식별 및/또는 재활용 애플리케이션; 및 직물 식별 및/또는 재활용 애플리케이션으로 구성된 그룹으로부터 선택된 것인,

스펙트럼 측정 디바이스(110)의 용도.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 적어도 하나의 분류 기반 스펙트럼 측정(classification based spectral measurement)에서 광 방사선(optical radiation)을 측정하기 위한 스펙트럼 측정 디바이스, 분류 기반 스펙트럼 측정을 수행하여 광 방사선을 측정하는 방법 및 스펙트럼 측정 디바이스의 다양한 용도에 관한 것이다. 이러한 디바이스 및 방법은 일반적으로 다양한 응용 분야에 사용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 디바이스 및 방법은 조사 또는 모니터링 목적, 특히 적외선 감지, 열 감지, 화염 감지, 화재 감지, 연기 감지, 오염 모니터링, 산업 프로세스, 화학 프로세스, 식품 가공 프로세스, 플라스틱 분류 또는 직물 분류 등과 같은 분류 프로세스의 모니터링에 사용될 수 있다. 그러나 더 많은 종류의 응용도 가능하다.

배 경 기 술

[0002] 물질과 에너지(예, 전자기 방사선) 사이의 상호작용을 측정하기 위해, 분광계가 사용된다. 정성적 응용의 경우(예, 다양한 샘플의 분류), 데이터가 처리 유닛(예, 스펙트럼 데이터에 대해 수학적 계산이 수행되는 컴퓨터)로 송신될 수 있다. 그러나 다른 디바이스에서 스펙트럼 데이터를 평가해야 하기 때문에 소비자 사용을 위한 분광계의 성능이 저하된다. 또한, 특히 소형화된 반사 분광계는 소비자가 사용하기에는 다소 비싼 경향이 있다.

[0003] Spectral Engines GmbH에서 제시한 것과 같은 미세 전자 기계 시스템(microelectromechanical system, MEMS)을 기반으로 하는 상대적으로 저렴한 소형화된 분광 솔루션이 있다. 그러나 이는 소정의 특정 파장 범위(예: Nirone Sensor S 제품의 경우 1550 nm 내지 1950 nm)로 제한된다. 이러한 기술적 제한으로 인해 고유한 파장 영역을 측정해야 하는 응용시 이들의 사용이 크게 제한된다. 더욱이, 움직이는 MEMS 부분은 시스템 성능에 추가적인 변화를 의미한다. 진동과 같은 기계적 움직임으로 인해 측정 결과가 왜곡될 수 있다. 이로 인해 소비자 제품이나 산업 응용 분야에서 이러한 소형화된 분광 솔루션을 사용하는 것은 환영받지 못한다. 또한, Consumer Physics, Inc.의 SCiO™과 같은 분광계 시스템에는 개별 파장 필터가 있는 반면, 감광성 검출기는 CMOS 이미저이며 파장 범위는 740nm에서 1070nm까지의 근적외선 범위의 일부(fraction)로 매우 제한된다. 더욱이, 감광성 검출기의 드리프트로 인해, 이러한 모든 분광계 시스템은 사람 상호작용을 통한 교정이 필요할 수 있어 쉽게 사용할 수 없다. 이러한 단점으로 인해 스마트폰과 같은 소비자 애플리케이션이나 진공 로봇, 세탁기와 같은 스마트 가정용 디바이스에 정성적 분석을 적용하는 것이 제한된다. 따라서 분광계의 소형화로 산업 응용시의 사용이 증가할 수 있다. 그러나 나타낸 바와 같이 소형화된 분광계는 상대적으로 높은 비용, 데이터 해석의 복잡성 및 소비자 응용 분야에 통합하기 어려운 점으로 인해 여전히 소비자 응용 분야에서 발판(foothold)을 찾지 못하고 있다. 예를 들어 Consumer Physics, Inc.의 SCiO™과 Stratio, Inc.의 LinkSquare는 소비자 응용을 위한 초소형 휴대용 분광계를 제공하지만 여전히 데이터 해석을 위해 트레이닝된 사용자의 상호작용이 필요한데, 이는 시스템으로부터의 데이터 출력이 스펙트럼 형식이기 때문이다.

[0004] EP 3 136 270 A1에는 알려지지 않은 샘플의 분광 측정 결과를 식별하는 정보를 수신하기 위한 디바이스가 개시되어 있다. 디바이스는 분광 측정 결과와 전체 분류 모델을 기반으로 미지의 샘플에 대한 1차 분류를 수행할 수 있다. 디바이스는 제1 분류에 기초하여 로컬 분류 모델을 생성할 수 있다. 디바이스는 분광 측정 결과와 국소 분류 모델을 기반으로 미지의 샘플에 대한 2차 분류를 수행할 수 있다. 디바이스는 제2 분류 수행에 기초하여 미지의 샘플과 연관된 클래스를 식별하는 정보를 제공할 수 있다. 그러나 이 문서에서 제안된 디바이스는 소형화되지 않았으므로 소비자 애플리케이션에 적합하지 않는다.

[0005] US 10,241,095 B2는 고체 광원(LED 또는 광대역)과 다중 요소 검출기의 조합을 사용하여 가스 및 증기 측정을 위한 일련의 광학 스펙트럼 센서를 개시하며, 이는 인터페이싱 광학 기기 및 획득 및 처리 전자 기기를 포함하는 통합 패키지 내에 수용된다. 스펙트럼 선택성은 맞춤형 검출기에 의해 제공된다. 다중 컴포넌트 가스 모니터 시스템에는 움직이는 부분(moving part)이 없으며 가스 샘플은 MEMS 광대역 IR 소스 또는 LED 행렬와 같은 광원에서 생성된 광선과 상호 작용하는 측정 챔버를 통해 흐른다. 맞춤형 검출기(들)는 다중 파장 검출부로 구성되어 광선(light beam)이 측정 챔버 내의 샘플을 통과할 때 이를 검출하고 측정한다. 그러나 이 문서에서 제안된 디바이스는 소비자를 위한 정보 콘텐트를 줄이는 샘플 분류를 수행하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 공지된 디바이스 및 방법의 전술한 기술적 과제를 향한 디바이스 및 방법을 제공하는 것이 바람직하다. 구체적으로, 본 발명의 목적은 통합된 데이터 분석으로 분광 측정을 수행하기 위한 신뢰할 수 있고 저렴하며 소비자 친화적인 디바이스 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 이 문제는 독립항의 특징을 통해 본 발명에 의해 해결된다. 분리된 방식으로 또는 임의의 조합으로 실현될 수 있는 유리한 실시예가 종속항 및 명세서 전반에 걸쳐 나열되어 있다.

[0008] 본 발명의 제1 측면에서는, 적어도 하나의 분류 기반 스펙트럼 측정에서 적어도 하나의 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선을 측정하기 위한 스펙트럼 측정 디바이스가 개시된다. 본 명세서에 사용된 용어 "스펙트럼(spectral)"은 그의 문법적 변형을 포함하는 광범위한 용어이고 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 그 일반적이고 관례적인 의미가 주어지며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 광학 파장 범위의 분할을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 스펙트럼은 신호의 파장과 그에 대응하는 신호의 세기로 정의되는 광신호로 구성될 수 있다. 구체적으로, 스펙트럼은 측정 대상(예를 들어, 측정 대상과 관련된 적어도 하나의 스펙트럼을 기록함으로써 결정될 수 있는 측정 대상을 형성하는 적어도 하나의 물질의 유형 및/또는 구성)과 관련된 스펙트럼 정보를 포함할 수 있다.

[0009] 결과적으로, 본 명세서에서 사용되는 "스펙트럼 측정 디바이스"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 용어는 광 방사선의 적어도 하나의 대응하는 신호 파장과 관련된 적어도 하나의 신호 세기에 대한 적어도 하나의 측정값을 기록하고 신호 세기와 관련된 적어도 하나의 검출기 신호를 평가함으로써 스펙트럼 정보를 결정하도록 구성된 임의의 장치를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 구체적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 소형화된 장치일 수 있고, 이를 포함할 수 있거나, 그 일부일 수 있다. 예를 들어, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 핸드헬드 디바이스이거나 이를 포함할 수 있거나 그 일부일 수 있다. 본 명세서에 사용된 "핸드헬드(handheld)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 임의의 휴대용 장치를 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 핸드헬드 장치는 구체적으로 그 크기 및/또는 무게에 의해 사용자가 한 손으로 운반할 수 있도록 구성될 수 있다. 따라서, 예로서, 핸드헬드 장치의 부피는 $0.001m^3$를 초과할 수 없고/없거나 핸드헬드 장치의 무게는 1kg을 초과할 수 없다. 구체적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 웨어러블 디바이스, 구체적으로 스마트폰 또는 스마트워치일 수 있고, 이를 포함할 수 있거나, 그 일부일 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스가 핸드헬드 장치와 같은 소형화된 장치일 수 있고, 이를 포함할 수 있거나, 그 일부일 수 있다는 사실은 특히 스펙트럼 측정 디바이스의 소비자 친화적인 응용을 용이하게 할 수 있다. 또한, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 하우징을 포함할 수 있다. 하우징은 기계적 영향 또는 전자기 영향과 같은 환경적 영향으로부터 하우징 내부 부분(part)을 보호 및/또는 차폐하도록 구성될 수 있다.

[0010] 본 명세서에 사용된 "광 방사선(optical radiation)"이라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 가시 스펙트럼 범위, 자외선 스펙트럼 범위 및 적외선 스펙트럼 범위 중 하나 이상의 전자기 방사선을 의미할 수 있지만 이에 제한되지는 않는다. 본 명세서에 사용된 "자외선 스펙트럼 범위(ultraviolet spectral range)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일

반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 1 nm 내지 380 nm, 바람직하게는 100 nm 내지 380 nm의 파장을 갖는 전자기 방사선을 지칭할 수 있지만 이에 제한되지는 않는다. 또한, 부분적으로 이 문서 작성 당시 유효한 버전의 표준 ISO-21348에 따라, 여기에서 사용된 "가시 스펙트럼 범위(visible spectral range)"라는 용어는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 380 nm 내지 760 nm의 스펙트럼 범위를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 또한, "적외선 스펙트럼 범위(infrared spectral range)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 760 nm 내지 1000 μm 범위의 전자기 방사선을 지칭할 수 있으나 이에 제한되지는 않으며, 여기서 760 nm 내지 1.5 μm의 범위는 일반적으로 "근적외선 스펙트럼 범위(NIR)"로 표시되는 반면, 1.5 μ 내지15μm 범위는 "중적외선 스펙트럼 범위"(MidIR)로 표시되고 15μm 내지 1000μm 범위는 "원적외선 스펙트럼 범위"(FIR)로 표시된다. 바람직하게는, 본 발명의 일반적인 목적을 위해 사용되는 광 방사선은 적외선(IR) 스펙트럼 범위, 더욱 바람직하게는 근적외선(NIR) 및 중적외선 스펙트럼 범위(MidIR)의 광 방사선, 특히 1μm 내지 5μm의 파장(바람직하게는 1μm 내지 3μm의 파장)을 갖는 광 방사선이다.

[0011] 전술한 바와 같이, 광 방사선은 적어도 하나의 측정 대상에 의해 제공된다. 이러한 맥락에서, 본 명세서에 사용된 "제공(providing)"이라는 용어는 그 문법적 변형을 포함하여 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤형 의미로 제한되어서 않된다. 용어는 구체적으로 반사, 구체적으로 확산; 회절; 광 방사선의 전송 및 방출을 의미할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선은 측정 대상의 물리적 속성(예를 들어 측정 대상의 광학적 속성 및/또는 온도), 및 측정 대상의 화학적 속성(예: 측정 대상의 화학적 조성)중 적어도 하나를 나타낼 수 있다. 예로서, 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선은 측정 대상에 의해, 특히 적어도 부분적으로 스펙트럼 측정 디바이스를 향해 방출될 수 있다. 또한, 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선은 적어도 부분적으로 스펙트럼 측정 디바이스를 향해 측정 대상에 의해 특히 확산적으로 반사될 수 있다. 또한, 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선은 적어도 부분적으로 스펙트럼 측정 디바이스를 향해 측정 대상을 통해 전송될 수 있다. 그러나, 측정 대상은 또한 광 방사선을 적어도 부분적으로 흡수할 수 있으며, 이는 구체적으로 측정 대상의 적어도 하나의 물리적 속성 및/또는 적어도 하나의 화학적 속성(가령, 측정 대상을 형성하는 적어도 하나의 물질의 화학적 조성)을 나타낼 수 있다.

[0012] 본 명세서에서 사용되는 "측정 대상(measurement object)"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며, 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 용어는 구체적으로 생체(living body) 및 무생물 중에서 선택된 임의의 신체를 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 측정 대상은 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 조사되는 적어도 하나의 물질을 구체적으로 포함할 수 있다. 측정 대상은 일반적으로 측정 대상인 대상을 의미할 수 있고, 예를 들어, 스펙트럼이 기록되는 경우 대상은 원칙적으로 임의의 속성(예, 임의의 광학적 속성 또는 임의의 모양)을 갖는다. 측정 대상은 구체적으로 적어도 하나의 고체 샘플을 포함할 수 있다. 그러나 유체와 같은 다른 측정 대상도 가능할 수 있다.

[0013] 전술한 바와 같이, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 분류 기반 스펙트럼 측정에서 광 방사선을 측정하도록 구성된다. 본 명세서에서 사용된 "클래스(class)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 엔티티 그룹(하나 이상의 속성을 공유하는 객체 또는 요소)을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 공유 속성은 물리적 속성, 구체적으로는 대상나 요소의 스펙트럼 특성과 같은 광학적 속성을 의미할 수 있다. 공유 속성은 대상의 화학적 조성과 같은 화학적 속성을 더 의미할 수도 있다. 예를 들어, 복수의 객체의 공유 속성은 객체가 모두 포함하는 공통 물질일 수 있다. 구체적으로, 각각의 클래스(class)는 적어도 하나의 별개의 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 또는 유사한 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 그룹을 지칭할 수 있다. 스펙트럼 특성은 구체적으로 물질의 적어도 하나의 흡수 피크 및/또는 흡수 피크와 연관된 물리량을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 물질은 합성 직물; 면; 양모; 실크; 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET); 폴리프로필렌(PP); 폴리에틸렌(PE); 폴리염화비닐(PVC); 고밀도 폴리에틸렌(HDPE); 저밀도 폴리에틸렌(LDPE); 폴리아미드(PA); 유리로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 재료일 수 있다. 일반적으로 카테고리라는 용어는 클래스라는 용어와 동의어로 사용될 수도 있다.

[0014] 결과적으로, 본 명세서에 사용된 "분류(classification)"라는 용어는 그의 문법적 변형을 포함하는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞

춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 각 클래스 내에서 공유 속성을 갖는 엔티티를 그룹화하는 것을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 구체적으로, 적어도 하나의 공유 속성을 갖는 복수의 엔티티가 하나의 클래스 내에 그룹화될 수 있다. 분류는 무엇보다도 엔티티를 분석하고 공유 속성을 식별하는 것을 포함할 수 있다. 일례로, 분류는 구체적으로 대상의 화학적 조성을 분석하는 것 및 공통의 물질로 구성된 대상을 하나의 클래스로 그룹화하는 것을 의미할 수 있다. 분류는 클래스 생성 및/또는 정의, 특히 클래스 경계 정의를 의미할 수도 있다. 일례로, 분류는 밀도; 농도와 두께 중 적어도 하나와 같은 클래스 경계로서 물리적 속성에 대한 적어도 하나의 제한을 설정할 수 있다. 또 다른 예로, 분류는 미리 정해진 조건이나 상태로부터 적어도 하나의 최대 편차를 클래스 경계로 설정할 수 있다. 예를 들어, 사전 결정된 이탈 부분을 제외하고 주로 하나의 물질로 구성된 측정 대상물을 하나의 클래스로 그룹화할 수 있다. 따라서 클래스는 물질에 따라 구체적으로 정의될 수 있다. 분류는 엔티티를 적어도 하나의 클래스에 할당하는 것을 포함할 수 있다. 원칙적으로 하나의 엔티티를 복수의 클래스에 동시에 할당하는 것이 가능할 수 있다. 따라서, 정의된 클래스가 주어지면, 적어도 하나의 엔티티가 여기에 할당될 수 있으며, 특히 엔티티가 클래스가 이미 포함하고 있는 추가 엔티티와 적어도 하나의 속성을 공유하는 경우 또는 엔티티가 정의된 클래스 경계 내에 있는 경우에 할당될 수 있다. 예를 들어, 클래스는 물질로 정의될 수 있다. 그런 다음, 측정 대상이 적어도 미리 결정된 정도로 물질을 포함하는 경우, 측정 대상은 클래스 또는 카테고리에 할당될 수 있으며, 이는 예를 들어 광학적 속성(예, 흡수)과 같은 대상의 적어도 하나의 물리적 속성을 측정하여 결정될 수 있다.

[0015] 본 명세서에 사용된 "분류 기반 스펙트럼 측정(classification based spectral measurement)"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하고 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 특히 측정된 스펙트럼 데이터 및/또는 전처리된 측정된 스펙트럼 데이터가 후속적으로 분류되는 스펙트럼 측정을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 분류 기반 스펙트럼 측정의 결과 또는 중간 결과는 구체적으로 측정 대상이 할당될 수 있는 클래스에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0016] 스펙트럼 측정 디바이스는 다음으로 구성된다:

[0017] - 측정 대상을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 방사선원 - 여기서 광 방사선은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 -;

[0018] - 적어도 두 개의 광검출기 - 각각의 광검출기는 적어도 하나의 픽셀을 포함하고, 각 픽셀은 활성 픽셀 또는 암화 픽셀이며, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 두 개의 활성 픽셀을 포함하고, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 암화 픽셀을 포함하며, 각각의 활성 픽셀은 활성 픽셀의 조명에 따라 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성되고, 활성 픽셀 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 상이한 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성되며, 각각의 암화 픽셀은 암화 픽셀의 조명에 독립적인 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성됨 -;

[0019] - 검출기 신호를 측정하고 적어도 하나의 스펙트럼 데이터 항목을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 판독 디바이스; 및

[0020] - 적어도 하나의 프로세서와 적어도 하나의 메모리 저장소를 포함하는 적어도 하나의 평가 디바이스 - 메모리 저장소는

[0021] ○ 서로 다른 클래스의 세트를 포함하는 적어도 하나의 분류 모델 - 각 클래스는 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 나타내며, 분류 모델은 입력 데이터의 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성됨 -; 및

[0022] ○ 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전달하도록 구성된 적어도 하나의 전달 함수 를 저장하도록 구성된다.

[0023] 평가 디바이스는 스펙트럼 데이터 항목에 분류 모델 및 전달 함수를 적용하여 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하도록 구성된다.

[0024] 본 명세서에서 사용된 "방사선원(radiation source)"이라는 용어는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하고 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 제한 없이 원칙적으로 광 방사선을 방출하도록 구성된 임의의 디바이스를 지칭할 수 있다. 본 명세서에 사용된 용어 "방출(emitting)"은 그의 문법적 변형을 포함하는 광범위한 용어이며 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하고 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 광 방사선을 생성하고 송신하는 임의의 프로세스를

의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 방사선원은 반도체 기반 방사선원 및 열 방사기 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 반도체 기반 방사선원은 발광 다이오드(LED) 또는 레이저, 구체적으로는 레이저 다이오드 중 적어도 하나로부터 선택될 수 있다. 방열기(thermal radiator)는 적어도 하나의 백열등을 포함할 수 있다.

[0025] 방사선원은 변조될 수 있다. 임의의 문법적 변형을 포함하는 용어 "변조(modulating)"는 광범위한 용어이며 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하고 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로, 광 방사선의 적어도 하나의 속성, 구체적으로 광 방사선의 세기 또는 위상 중 하나 또는 둘 모두를 변경하는(특히 주기적으로 변경하는) 프로세스를 의미할 수 있지만 이에 제한되지는 않는다. 변조는 최대값에서 0까지의 전체 변조일 수도 있고, 최대값에서 0보다 큰 중간값까지의 부분 변조일 수도 있다. 방사선원은 전기적으로 및/또는 기계적으로 및/또는 전기기계적으로 변조될 수 있다. 예로서, 방사선원은 적어도 하나의 초퍼를 사용하여 변조될 수 있다.

[0026] 본 명세서에 사용된 "분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위(spectral range of interest for the classification based spectral measurement)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 측정 대상을 분류하기 위해 직간접적으로 사용될 수 있는 측정 대상의 적어도 하나의 광학적 속성을 측정하는 데 적합한 스펙트럼 범위를 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 스펙트럼 범위 내에서 측정 대상은 스펙트럼 특성(예, 흡수 피크)과 같은 물질에 특정한 하나 이상의 광학 특성을 나타낼 수 있고, 여기서 광학 특성은 측정 대상을 물질에 의해 정의된 클래스에 할당하는 데 사용될 수 있다.

[0027] 본 명세서에 사용된 용어 "광검출기(photodetector)"는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 적어도 하나의 광 빔에 의해 생성된 광점(light spot) 및/또는 조명을 검출하는 것과 같이 광 방사선을 검출하도록 구성된 광 센서를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 광검출기는 적어도 하나의 기판을 포함할 수 있다. 단일 광검출기는 주어진 파장 범위에 대해 조명에 대한 물리적 반응을 생성하는 적어도 하나의 단일 감광성 영역을 갖는 기판일 수 있다. 전술한 바와 같이, 각각의 광검출기는 적어도 하나의 픽셀을 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 "픽셀(pixel)"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 광검출기의 감광 영역 단위를 의미할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 픽셀은 광 방사선에 의해 조명될 수 있고 조명에 응답하여 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성할 수 있다. 광검출기 신호는 광검출기에 의해 생성된 임의의 신호를 포함할 수 있다. 픽셀은 광검출기의 표면, 특히 기판 상에 위치할 수 있다. 또한, 픽셀은 구체적으로 단일의 폐쇄된 균일한 감광성 영역일 수 있다.

[0028] 적어도 두 개의 픽셀은 크기가 다를 수 있다. 픽셀의 크기는 서로 다를 수 있다. 서로 다른 기판의 픽셀 크기 또는 이중 픽셀 검출기의 픽셀 크기도 다를 수 있다. 각 픽셀의 크기는 주어진 파장에서의 각 픽셀의 감광도와 각 픽셀에 입사하는 광 방사선의 세기를 고려하여 각 광검출기에 의해 적어도 유사한 광검출기 신호 세기가 생성되도록 한다. 이러한 방식으로 측정 중에 여러 검출기에서 유사한 신호 세기를 얻을 수 있으며, 이는 판독 전자 기기를 최적화하는 데 도움이 될 수 있다. 픽셀의 다른 실시예도 가능할 수 있다.

[0029] 각 광검출기의 픽셀 또는 픽셀들은 동일한 물질로 제조될 수 있다. 대안으로, 다양한 픽셀 물질의 픽셀을 다중 단일 검출기 어셈블리에 함께 모을 수 있다. 따라서 스펙트럼 측정 디바이스는 넓은 파장 범위를 포괄하거나 예를 들어 활동 영역의 크기를 변경함으로써 성능 측면에서 최적화될 수 있다. 예를 들어, 다중 단일 검출기 어셈블리는 서로 다른 기판에 서로 다른 크기의 PbS 및 PbSe 픽셀을 가질 수 있다.

[0030] 말했듯이, 각 픽셀은 활성 픽셀이거나 암화 픽셀이다. 기판은 단 하나의 감광성 영역 또는 이중 감광성 영역을 가질 수 있으며, 기계적 또는 광학적 수단에 의해 하나의 "활성" 영역과 다른 하나의 "어두운" 영역이 있다. 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 두 개의 활성 픽셀을 포함한다. 각각의 활성 픽셀은 활성 픽셀의 조명에 따라 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성된다. 활성 픽셀 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 다른 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성된다. 본 명세서에서 사용된 "활성 픽셀(active pixel)"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며, 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 감광성 영역의 조명에 응답하여 광검출기 신호를 생성하도록 배열 및/또는 구성된 픽셀을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 활성이란 측정 중에 감광성 영역이 감도 파장 범위에서 조명되는 것을 의미할 수 있다. 활성 픽셀은 활성 픽셀의 조명에 따라 광검출기 신호를 생성할 수 있다.

[0031] 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 암화 픽셀을 포함한다. 적어도 두 개의 활성 픽셀과 적어도 하나의 암화 픽셀은 적어도 두 개의 광검출기에 임의로 분포될 수 있다. 예로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 두 개의 광검출기를 포함할 수 있으며, 여기서 하나의 광검출기는 하나의 활성 픽셀과 하나의 암화 픽셀을 포함하고, 하나의 광검출기는 하나의 활성 픽셀을 포함한다. 본 명세서에서 사용된 "암화 픽셀(darkened pixel)"이라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 가려진 픽셀(covered pixel)을 지칭할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 암화는 감광 영역의 감도 파장 범위의 조명이 감광 영역에 도달하지 못하는 것을 의미할 수 있다. 암화 픽셀은 광검출기의 감도 범위와 동일한 파장 범위에서 흡수하는 물질로 덮일 수 있으며, 및/또는 입사광을 암화 픽셀에서 멀리 반사시키는 감광 영역 상단의 금속 조각일 수 있다. 암화 픽셀은 접착제 및/또는 잉크와 같은 광 방사선을 흡수하는 물질로 덮일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 암화 픽셀은 금속과 같은 광 방사선을 반사하는 적어도 하나의 물질로 덮일 수 있다. 암화 픽셀은 특히 광 방사선을 전혀 또는 적어도 거의 볼 수 없다. 암화 픽셀은 위에서 언급된 수단에 의해 덮이는 단일 픽셀을 갖는 추가 광검출기로서 구현될 수 있거나, 픽셀 중 하나가 암화된 이중 픽셀(하나의 단일 기판 상에)을 갖는 광검출기가 사용될 수 있다. 아래에서 더 자세히 설명하는 것처럼 암화 픽셀은 장기간의 드리프트와 온도 효과를 제거하는 데 사용될 수 있다.

[0032] 암화 픽셀은 암화 픽셀의 조명에 독립적인 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성된다. 본 명세서에 사용된 "조명에 무관한(independent on an illumination)"이라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 특히 암화된 픽셀이 암화된 픽셀에 들어가는 광자, 특히 암화된 픽셀이 민감할 수 있는 파장 범위의 광자 없이 광검출기 신호를 생성하도록 구성될 수 있다는 사실을 나타낼 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 구체적으로, "조명에 무관한"이라는 용어는 암화된 픽셀의 조명이 암화된 픽셀에서 생성된 광검출 신호에 영향을 미치지 않는다는 것을 나타낼 수 있다. 예로서, 암화 픽셀의 높은 세기의 조명은 암화 픽셀의 낮은 세기의 조명과 동일한 광검출기 신호를 초래할 수 있다. 서로 다른 파장 범위에서 암화 픽셀을 조명하면 동일한 광검출기 신호가 발생할 수 있다. 암화 픽셀은 조명되지 않고 광검출기 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 따라서, 암화 픽셀에 의해 생성된 광검출기 신호는 적어도 주로 암화 픽셀 자체의 속성(예, 암화 픽셀 내에 사용된 물질)에 의존할 수 있다.암화 픽셀에 의해 생성된 광검출기 신호는 구체적으로 암신호, 더 구체적으로 암전류를 포함할 수 있다.

[0033] 각각의 광검출기는 최대 하나의 활성 픽셀을 포함할 수 있으며, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 암화 픽셀을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광검출기 각각은 두 개의 픽셀, 즉 활성 픽셀과 암화 픽셀을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광검출기 중 하나는 단일 활성 픽셀을 포함할 수 있고, 다른 광검출기는 암화 픽셀을 포함할 수 있다. 광검출기 중 어느 것도 하나 초과의 활성 픽셀을 가질 수 없다. 각 활성 픽셀은 특정 스펙트럼 범위 및/또는 파장 범위를 감지하도록 구성될 수 있다. 따라서 각 광검출기는 특정 스펙트럼 범위에만 책임이 있을 수 있다.

[0034] 예로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 3개의 픽셀을 포함할 수 있는데, 두 개의 픽셀은 활성 픽셀이고 1개의 픽셀은 암화 픽셀이다. 각각의 광검출기는 적어도 하나의 픽셀을 포함할 수 있지만, 하나 이하의 활성 픽셀을 포함할 수 있다. 적어도 두 개의 픽셀을 갖는 광검출기는 하나의 활성 픽셀만 갖기 위해 하나를 제외한 모든 픽셀을 어둡게 할 수 있다. 각 활성 픽셀은 하나의 파장 범위만 담당할 수 있으며 스펙트럼 측정 디바이스에는 동일한 파장 범위에 대해 두 개의 활성 픽셀이 있을 수 없다. 스펙트럼 측정 디바이스는 예를 들어 두 개의 광검출기를 포함할 수 있으며, 여기서 제1 광검출기는 두 개의 픽셀(즉 하나의 활성 픽셀과 하나의 암화 픽셀)을 포함하고, 제2 광검출기는 하나의 활성 픽셀을 포함한다. 또한, 스펙트럼 측정 디바이스는 각각 하나의 픽셀을 갖는 3개의 광검출기를 포함할 수 있고, 여기서 제1 광검출기는 암화 픽셀을 포함할 수 있고, 제2 광검출기 및 제3 광검출기는 각각 활성 픽셀을 포함할 수 있다.

[0035] 광검출기 중 적어도 하나는 적어도 두 개의 픽셀을 포함할 수 있다. 픽셀들 중 적어도 하나는 활성 픽셀일 수 있다. 픽셀들 중 적어도 하나는 암화 픽셀일 수 있다. 구체적으로, 광검출기는 듀얼 픽셀 광검출기일 수 있다. 따라서, 광검출기는 활성 픽셀과 암화된 픽셀을 포함할 수 있다. 픽셀은 동일한 감광성 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 암화 픽셀을 이용하여 수행되는 캘리브레이션은 활성 픽셀이 포함하는 동일한 감광성 물질에 기초할 수 있다. 하나의 광검출기의 모든 픽셀은 동일한 감광성 물질을 포함할 수 있다.

[0036] 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 부분적으로 다른 스펙트럼 범위의 광 방사선을 방출하도록 구성된 적어도 두 개의 방사선원을 포함할 수 있다. 예로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 두 개의 서로 다른 방사선원, 예를 들어

두 개의 다른 LED를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 두 개의 방사선원은 서로 다른 광학 필터를 포함할 수 있다. 각각의 광검출기는 방사선원 중 상이한 정확히 하나의 방사선원 의해 방출된 광 방사선을 검출하도록 구성될 수 있다. 각 광검출기는 서로 다른 스펙트럼 범위를 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 각각의 광검출기는 분류 모델의 상이한 클래스에 대응하는 스펙트럼 특성을 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 3개의 광검출기, 구체적으로 적어도 4개의 광검출기, 보다 구체적으로 적어도 5개의 광검출기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스펙트럼 측정 디바이스는 16개 이하의 광검출기를 포함할 수 있다. 구체적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 3개의 픽셀을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 두 개의 활성 픽셀과 적어도 하나의 암화 픽셀을 포함할 수 있다. 각 활성 픽셀은 서로 다른 광검출기로 구성될 수 있다. 두 개의 활성 픽셀은 각각 서로 다른 스펙트럼 범위를 관찰하는 데 사용될 수 있다. 암화 픽셀은 스펙트럼 측정 디바이스를 재보정하기 위해, 특히 스펙트럼 측정 디바이스를 연속적으로 또는 반복적으로 재보정하기 위해 분류 기반 스펙트럼 측정을 수행하는 것과 동시에 사용될 수 있다.

[0037] 평가 디바이스는 암화 픽셀을 사용하여 생성된 적어도 하나의 광검출기 신호를 사용하여 스펙트럼 측정 디바이스를 자동으로 재교정하도록 구성될 수 있다. 본 명세서에 사용된 "자동(automatic)"이라는 용어는 그 문법적 변형을 포함하여 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 용어는 특히 기계에 의해 적어도 부분적으로 인간 상호작용의 필요성 없이 적어도 부분적으로 수행되는 프로세스를 의미할 수 있으나 이에 제한되지는 않는다. 구체적으로, 프로세스는 특히 수동 작업 및/또는 사용자와의 상호 작용 없이 프로세서, 컨트롤러, 컴퓨터, 컴퓨터 네트워크 및 기계 중 적어도 하나에 의해 적어도 부분적으로 수행될 수 있다. 본 명세서에 사용된 용어 "교정(calibrating)"은 "재교정(recalibrating)"을 포함하여 그 문법적 변형을 포함하는 광범위한 용어이며 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 주어져야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되지 않는다. 이 용어는 특히 주로 하드웨어 컴포넌트와 관련된 변경 및/또는 하드웨어 컴포넌트(특히, 스펙트럼 측정 디바이스 또는 그 부분)에 영향을 미치는 변경으로 인해 실제 측정에서 발생할 수 있는 드리프팅 효과를 수정하는 것을 나타낼 수 있으나 이에 제한되지는 않는다. 변경은 구체적으로 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있다: 방사선원 또는 광검출기(구체적으로 픽셀) 중 적어도 하나의 저하; 방사선원 또는 광검출기 중 적어도 하나의 온도 드리프트; 스펙트럼 측정 디바이스에 영향을 미치는 주변 온도의 변화; 스펙트럼 측정 디바이스와 관련된 온도의 변화, 즉 광검출기 및/또는 해당 전자 디바이스가 작동할 수 있는 온도; 스펙트럼 측정 디바이스에 포함된 적어도 하나의 컴포넌트(특히 기계적 하우징, 홀더 및 광학 요소 중 적어도 하나)의 기계적 확장 또는 수축. 추가 변경도 가능할 수 있다. 긴 수명 트랩의 완화와 같은 전기화학적 프로세스나 물리적 프로세스는 드리프팅 효과를 유발할 수 있다. 드리프트 효과를 수정하는 것은 특히 드리프트 효과가 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 결정된 결과가 결정적이지 않을 정도로 측정 정보의 항목을 왜곡할 수 있는 것을 방지함으로써 측정 정보 항목의 신뢰성 유지를 용이하게 할 수 있다. 따라서, 스펙트럼 측정 디바이스의 신뢰성을 유지하기 위해서는 일반적으로 사용된 하드웨어의 정기적인 교정이 필요할 수 있다. 암화 픽셀을 사용하여 생성된 적어도 하나의 광검출기 신호를 사용하여 스펙트럼 측정 디바이스를 자동으로 교정하는 것은 특히 소비자 친화적일 수 있다. 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 광검출기의 드리프트, 특히 장기간의 드리프트를 교정하고 또한 광검출기에 대한 온도 영향을 교정하는 데 적합할 수 있다.

[0038] 각각의 광검출기, 특히 그 픽셀은 픽셀의 조명에 따라 검출기 신호로도 표시되는 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성된다. 광검출기 신호는 아날로그 신호 및 디지털 신호 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 광검출기 신호는 구체적으로 픽셀에 충돌하는 광 방사선의 세기와 연관된 적어도 하나의 전자 신호를 포함할 수 있다. 광검출기 중 적어도 하나는 광검출기 신호를 처리 및/또는 전처리하기 위한 하나 이상의 필터 및/또는 아날로그-디지털 변환기와 같은 적어도 하나의 신호 처리 디바이스를 포함할 수 있다.

[0039] 다크 신호라고도 불리는 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 스펙트럼 측정 디바이스에 도달하는 광 방사선과 무관할 수 있다. 즉, 스펙트럼 측정 디바이스에 도달하는 광 방사선이 변하더라도 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 일정하게 유지될 수 있다. 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 광검출기의 드리프트, 특히 장시간 드리프트를 교정하는 데 적합할 수 있다. 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 온도에 따라 달라질 수 있다. 예로서, 암화 픽셀은 자유 전하 운반의 자발적인 형성이 열적으로 유도될 수 있는 적어도 하나의 반도체 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 광검출기에 대한 온도 효과를 보정하는 데 더 적합할 수 있다.

[0040] 광검출기 중 적어도 하나, 구체적으로 픽셀 중 적어도 하나는 광전도성 물질, 특히 무기 광전도성 물질을 포함할 수 있으며, 특히 황화납(PbS), 셀렌화납(PbSe), 게르마늄(Ge), 인듐 갈륨 비소(InGaAs, 외부 InGaAs를 포함

하되 이에 한정되지 않음), 안티몬화 인듐(InSb) 또는 텔루르화 수은 카드뮴(HgCdTe 또는 MCT)으로부터 선택된다. 일반적으로 사용되는 용어 "ext. InGaAs"는 최대 2.6㎛의 스펙트럼 응답을 나타내는 특정 유형의 InGaAs를 나타낸다. 구체적으로, 광검출기 중 적어도 하나는 PbS 광검출기일 수 있으며, 여기서 방출된 광 방사선은 760 400 nm 내지 3000 nm, 구체적으로 1000 800 nm 내지 2700 nm, 보다 구체적으로 1500 1200 nm 내지 2500 nm의 파장을 포함한다. 광검출기 중 적어도 하나는 PbSe 광검출기일 수 있으며, 여기서 방출된 광 방사선은 400 nm 내지 5000 nm, 구체적으로 800 nm 내지 4800 nm, 더욱 구체적으로 1200 nm 내지 4600 nm의 파장을 포함한다. 그러나 다양한 종류의 물질이나 다른 유형의 광검출기도 가능하다.

[0041] 광검출기는 개별 검출기와 미광(stray light) 사이의 혼선(crosstalk)이 억제되는 방식으로 서로 격리될 수 있다. 이는 광검출기가 개별 기판에서 물리적으로 분리되어 있기 때문에 가능할 수 있다. 따라서 지정된 파장의 방사선을 혼선 없이 훨씬 더 정확하게 감지할 수 있다.

[0042] 방사선원 및/또는 광검출기 중 적어도 하나는 측정 대상으로부터 직접 반사된 광 방사선이 활성 픽셀에 도달하지 않도록 배열될 수 있다. 광검출기는 측정 대상에서 확산적으로 반사된 광학 방사선을 측정하도록 구성된다. 각각의 광검출기는 측정 대상으로부터 확산적으로 반사된 광을 측정하고 광검출기 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 측정 대상으로부터 직접 반사된 빛은 적어도 하나의 방사선원과 광검출기의 적절한 배치에 의해 가능한 한 양호하게 광검출기에 도달하는 것을 방지할 수 있다.

[0043] 전술한 바와 같이, 광검출기 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 다른 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성된다. 본 명세서에 사용된 "적어도 부분적으로 다른 스펙트럼 범위(at least partially different spectral ranges)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 용어는 특히 동일하지 않은 스펙트럼 범위를 지칭할 수 있으나 이에 제한되지 않으며, 스펙트럼 범위는 중첩될 수도 있고 중첩되지 않을 수도 있다. 광검출기 중 적어도 두 개는 다를 수 있고, 예를 들어 다양한 광전도성 물질로 구성된 픽셀을 포함한다. 구체적으로, 각각의 활성 픽셀은 분류 모델의 적어도 하나의 클래스에 관한 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 갖는 광 방사선을 검출하도록 구성될 수 있다. 각각의 활성 픽셀은 분류 모델의 정확히 하나의 클래스에 관한 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 갖는 광 방사선을 검출하도록 구성될 수 있다. 전술한 바와 같이, 각각의 클래스는 구체적으로 적어도 하나의 별개의 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 또는 유사한 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 그룹을 지칭할 수 있다. 각각의 스펙트럼 특성은 적어도 하나의 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위를 나타낼 수 있다. 스펙트럼 특성(예: 물질의 흡수 피크)는 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위 내에 위치할 수 있다. 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위는 측정 대상에 의해 제공된 광 방사선을 측정하기 전에, 특히 미리 결정된 분류에 따라 미리 결정되고/되거나 미리 정의될 수 있다. 예를 들어, 분류 기반 스펙트럼 측정은 의류 내부의 물질을 결정한다고 가정할 수 있다. 의류에 의해 제공된 광 방사선을 측정하기 전에, 직물 클래스가 미리 결정되고/되거나 미리 정의될 수 있으며, 각 직물 클래스는 서로 다른 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위의 흡수 피크와 같은 스펙트럼 특성을 포함할 수 있다. 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위는 1650 nm 내지 1700 nm; 1725nm 내지 1800nm; 2050nm 내지 2150nm; 2175nm 내지 2225nm 에서 선택된 적어도 하나의 스펙트럼 범위일 수 있다. 그러나 다른 사용 사례에서는 다른 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위가 가능하다.

[0044] 광검출기 중 적어도 하나는 적어도 하나의 광학 필터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 필터는 광학 대역통과 필터일 수 있다. 예를 들어, 광학 필터는 NPB(optical narrow bandpass) 필터일 수 있다. 광검출기에 의해 검출된 스펙트럼 범위는 분류의 적어도 하나의 클래스(예를 들어, 분류의 정확히 하나의 클래스)와 관련된 스펙트럼 범위로 제한될 수 있다. 광검출기는 분류의 적어도 하나의 클래스, 구체적으로는 정확히 하나의 분류 클래스와 관련된 광학 특성을 관찰하도록 할당될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스의 각 광검출기는 분류 모델의 다른 클래스에 대응하는 스펙트럼 특성을 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 각각의 광 검출기는 분류 모델의 상이한 클래스에 대응하는 스펙트럼 특성을 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "광학 필터(optical filter)"라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 광 방사선의 파장 및/또는 광 방사선의 편광과 같은 광 방사선의 적어도 하나의 물리적 속성에 따라 광 방사선을 선택적으로 차단하도록 구성된 임의의 디바이스 또는 대상을 의미할 수 있으나 이에 제한되지는 않는다. 본 명세서에서 사용되는 "광학 대역통과 필터(optical bandpass filter)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 특히 제한된 스펙트럼 범위만이 광학 필터를 통과하여 광학 필터 뒤의 대상으로 전파될 수

있는 방식으로 입사 광 방사선을 필터링하도록 구성된 광학 필터를 의미할 수 있지만 이에 제한되지는 않는다. 광학 대역통과 필터는 최소 파장에서 최대 파장까지 광 방사선만을 투과시키도록 구성될 수 있다.

[0045] 스펙트럼 측정 디바이스는 각 사용 사례에 맞게 설계될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스는 애플리케이션 특정 흡수 대역을 측정하도록 구성할 수 있다. 광검출기는 흡수 대역으로 구성될 수 있으며 영역 차단 수준 및 범위를 벗어나는, 주문형 중심 파장, 반값 전폭(full width half maximum, FWHM)을 갖는 협대역통과(NBP) 광학 필터와 같은 광학 필터를 포함할 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 광검출기는 샘플 특정 파장을 방출하는 LED와 같은 적절한 방사선원을 선택함으로써 해당 애플리케이션 특정 흡수 대역에 맞게 구성될 수 있다.

[0046] 예를 들어, 직물 사용 사례에는 예를 들어 다양한 직물을 면, 양모, 실크, 합성 직물와 같은 클래스로 구분하는 것 필요할 수 있다. 모든 직물에는 소정의 특징적인 적외선 흡수 스펙트럼이 있다. 문헌에서는 이미 특정 물질에 특유한 특정 흡수 대역이 있음을 나타내고 있다. 예를 들어 면은 약 2100 nm, 양모는 약 1724 nm, 합성 직물는 약 1662 nm 등을 흡수한다. 따라서 이러한 직물 사용 사례의 경우 검출기 픽셀을 이러한 샘플 특정 파장으로 구성하여 고가의 분광기로 전체 스펙트럼을 측정하는 대신 이러한 네 가지 물질의 특정 흡수 대역을 측정하는 것으로 충분할 수 있는데, 이는 특정 파장 컴포넌트만이 직물 클래스에 대한 정보를 전달하기 때문이다. 4개의 광검출기(예: 광검출기 1 내지 4)를 사용할 수 있다. 광검출기는 아래 표에 언급된 바와 같이 중심 파장과 FWHM(Full Width Half Maximum)을 갖는 협대역통과(NBP) 광학 필터를 사용하여 파장에 맞게 구성될 수 있다.

[0047]

	중심 파장 [nm]	FWHM [nm]
광검출기 1 - NBP 필터 1	1660	20
광검출기 2 - NBP 필터 2	1724	10
광검출기 3 - NBP 필터 3	2100	50
광검출기 4 - NBP 필터 4	2378	20

[0048] 예를 들어, 추가 사용 사례에는 플라스틱 분류가 필요할 수 있고, 여기서 PET는 PP, PE 등과 같은 다른 플라스틱 유형으로 분류되어야 한다. 이 실시예에서는 이러한 플라스틱 클래스에 특정한 두 개 또는 3개의 픽셀이 사용될 수 있다.

[0049] 하나의 사용 사례를 위해 설계된 하드웨어 솔루션이 다른 사용 사례에는 적용되지 않을 수 있다. 본 명세서에서 제안하는 애플리케이션 특정 설계는 특정 사용 사례에 대해 미리 정의된 하드웨어 및 분류 모델을 포함할 수 있다.

[0050] 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 판독 디바이스(read-out device)를 포함한다. 본 명세서에 사용된 "판독 디바이스(read-out device)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 적어도 하나의 측정 디바이스, 특히 적어도 하나의 광검출기에 의해 검출된 적어도 하나의 물리적 속성 및/또는 적어도 하나의 물리적 속성의 변화를 정량화 및/또는 처리하도록 구성된 임의의 디바이스를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 위에서 언급한 바와 같이, 적어도 하나의 광검출기는 구체적으로 예를 들어 PbS와 같은 적어도 하나의 광전도성 물질을 포함할 수 있다. 광전도성 물질은 일반적으로 조명에 따라 전도성이 변경될 수 있으므로 저항이 변경될 수 있으며, 이는 예를 들어 결과적으로 저항 측정에서 정량화될 수 있다. 측정된 저항을 통해 입사된 광학 방사선에 대한 결론을 도출할 수 있다. 저항 측정은 추가 저항기, 특히 알려진 저항을 갖는 추가 저항기와 비교하여 수행될 수 있다. 추가 저항기는 특히 판독 디바이스 내의 전압 분배기에 배열될 수 있다. 판독 디바이스는 저항계, 전압계, 전류계, 잠금 증폭기, 전압 분배기 및 전기 통과 필터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0051] 판독 디바이스는 광검출기 신호를 측정하고 적어도 하나의 스펙트럼 데이터 항목을 생성하도록 구성된다. 본 명세서에 사용된 "스펙트럼 데이터 항목(item of spectral data)"이라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 용어는 특히 측정 대상에 대한 스펙트럼 정보(예, 스펙트럼 특성)에 관한 정성적 및/또는 정량적 설명을 제공하는 지식 또는 증거 중 적어도 하나를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 스펙트럼 데이터 항목은 측정 대상에 의한 광 방사선 흡수와 관련될 수 있다. 스펙트럼 데이터의 항목은 측정 대상의 적어도 하나의 흡수 스펙트럼을 포함할 수 있으며, 흡수 스펙트럼은 적어도 하나의 흡수 피크를 포함할 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목은 아날로그 및/또는 디지털일 수 있다. 판독 디바이스는 검출기 신호를 수집하도록 구성될 수 있으며, 여기서 각각의 검출기 신호는 예를 들어 서로 다른 스펙트럼 범위 내에서 광 방사선의 검출된 세

기를 나타낼 수 있다. 판독 디바이스는 검출기 신호를 처리 및/또는 사전 처리하도록 구성될 수 있다. 판독 디바이스는 적어도 하나의 스펙트럼에서(구체적으로 측정 대상의 적어도 하나의 흡수 스펙트럼에서), 검출기 신호를 결합하도록 구성될 수 있다.

[0052] 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 평가 디바이스를 포함한다. 본 명세서에 사용된 "평가 디바이스(evaluation device)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로, 바람직하게는 적어도 하나의 데이터 처리 디바이스를 사용하고, 더 바람직하게는 적어도 하나의 프로세서 및/또는 적어도 하나의 주문형 집적 회로를 사용하여 명명된 동작을 수행하도록 적응된 임의의 디바이스를 나타낼 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예로서, 적어도 하나의 평가 디바이스는 다수의 컴퓨터 커맨드를 포함하는 소프트웨어 코드가 저장된 적어도 하나의 데이터 처리 디바이스를 포함할 수 있다. 평가 디바이스는 명명된 동작 중 하나 이상을 수행하기 위한 하나 이상의 하드웨어 요소를 제공할 수 있고/있거나 명명된 작업 중 하나 이상을 수행하기 위해 실행되는 소프트웨어를 하나 이상의 프로세서에 제공할 수 있다. 예를 들어, 평가 디바이스는 평가를 수행하도록 구성된, 하나 이상의 컴퓨터, ASIC(application-specific integrated circuit), DSP(Digital Signal Processor) 또는 FPGA(Field Programmable Gate Array)와 같은 하나 이상의 프로그래밍 가능 디바이스를 포함할 수 있다. 그러나 추가적으로 또는 대안적으로 평가 디바이스는 하드웨어로 완전히 또는 부분적으로 구현될 수도 있다. 평가 디바이스는 스펙트럼 측정 디바이스 또는 그 부분을 제어하기 위해 추가로 구성될 수 있다. 평가 디바이스는 구체적으로 복수의 광검출기 신호가 포착될 수 있는 적어도 하나의 측정 사이클을 수행하도록 구성될 수 있다. 평가 디바이스에 의해 결정된 정보는 추가 장치 중 적어도 하나 및/또는 사용자에게 특히 전자적, 시각적, 청각적 또는 촉각적 방식 중 적어도 하나로 제공될 수 있다. 평가 디바이스에 의해 결정된 정보는 메모리 저장소 및/또는 별도의 저장 디바이스에 저장될 수 있고/있거나 무선 인터페이스 및/또는 유선 인터페이스와 같은 적어도 하나의 인터페이스를 통해 전달될 수 있다.

[0053] 평가 디바이스는 적어도 하나의 프로세서를 포함한다. 본 문서에 사용된 "프로세서(processor)"라는 용어는 광범위한 용어이며 해당 기술 분야의 숙련자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되지 않는다. 구체적으로, 이 용어는 컴퓨터나 시스템의 기본 동작을 수행하도록 구성된 임의의 논리 회로 및/또는 일반적으로 계산 또는 논리 동작을 수행하도록 구성된 디바이스를 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 특히, 프로세서는 컴퓨터나 시스템을 구동하는 기본 명령어를 처리하도록 구성될 수 있다. 예로서, 프로세서는 적어도 하나의 산술 논리 유닛(ALU), 수학 보조 프로세서 또는 수치 보조 프로세서와 같은 적어도 하나의 부동 소수점 유닛(FPU), 복수의 레지스터(특히 ALU에 피연산자를 제공하고 연산 결과를 저장하는 레지스터), L1, L2 캐시 메모리와 같은 메모리를 포함할 수 있다. 특히, 프로세서는 멀티코어 프로세서일 수 있다. 구체적으로, 프로세서는 중앙 프로세서(CPU)일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있거나 이를 포함할 수 있으며, 따라서 구체적으로 프로세서의 요소는 하나의 단일 집적 회로(IC) 칩에 포함될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 프로세서는 하나 이상의 ASIC(application-specific integrated circuit) 및/또는 하나 이상의 FPGA(field-programmable gate array) 등이거나 이를 포함할 수 있다. 프로세서는 특히 하나 이상의 평가 작업을 수행하기 위해 소프트웨어 프로그래밍 등에 의해 구성될 수 있다.

[0054] 평가 디바이스는 적어도 하나의 메모리 저장소를 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 "메모리 저장소(memory storage)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 특히 데이터베이스, 보다 구체적으로 적어도 하나의 데이터베이스 레코드와 같이 조직화된 방식으로 데이터를 저장하도록 구성된 임의의 디바이스를 의미할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 메모리 저장소는 전자적 및/또는 자기적 및/또는 기계적 메모리 저장소일 수 있다. 메모리 저장소는 쓰기 가능하거나 읽기 전용일 수 있다. 메모리 저장소는 휘발성이거나 비휘발성일 수 있다. 메모리 저장소는 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory) 및 플래시 메모리 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 메모리 저장 디바이스는 하드 디스크 드라이브(HDD), 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 및 플래시 드라이브 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0055] 메모리 저장소는 적어도 하나의 분류 모델을 저장하도록 구성된다. 분류 모델은 다양한 클래스 세트를 포함한다. 각 클래스는 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 나타낸다. 분류 모델은 입력 데이터 중 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성된다. 본 명세서에 사용된 "분류 모델(classification model)"이라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 적어도 하나의 분류를 수행하는데 사용

될 수 있는 모델 또는 방식을 의미할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 분류 모델은 사용자에 의해 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 클래스와 같은 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 클래스를 포함할 수 있다. 분류 모델은 클래스 경계를 포함할 수 있다. 분류 모델은 하나의 클래스 내의 모든 엔티티에 의해 공유되는 적어도 하나의 속성과 같은 클래스 속성을 포함할 수 있다. 분류 모델은 입력 데이터 항목을 정확히 하나의 클래스로 분류할 수 있다. 분류 모델은 입력 데이터의 항목을 복수개의 클래스로 분류할 수 있다.

[0056] 분류 모델은 전역 분류 모델일 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "전역 분류 모델(global classification model)"이라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 하드웨어 독립적이지만 애플리케이션 특정 분류 모델을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 분류 모델은 사용 사례별 파장, 특히 스펙트럼 범위에 따라 달라질 수 있다. 모든 애플리케이션에는 고유한 글로벌 모델이 있을 수 있다. 분류 모델은 하드웨어 조건 및/또는 동작 조건과 무관할 수 있다. 따라서 분류 모델은 특히 다양한 하드웨어 컴포넌트(예, 다양한 동작 조건에서 사용되는 광검출기)에 대해 전역적으로 적용 가능하다.

[0057] 분류 모델은 입력 데이터 항목을 분석하고, 입력 데이터 항목을 클래스로 분류하기 위한 적어도 하나의 알고리즘을 포함할 수 있다. 분류 모델은 적어도 하나의 트레이닝된 모델을 포함할 수 있다. 트레이닝된 모델은 특히 기계 학습을 사용하여 적어도 하나의 트레이닝 세트에 대해 트레이닝될 수 있다. 이러한 맥락에서, 본 명세서에 사용된 "트레이닝(training)"이라는 용어는 그 문법적 변형을 포함하여 광범위한 용어이며 해당 분야의 숙련자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되지 않는다. 구체적으로, 이 용어는 적어도 하나의 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 모델의 매개변수 및/또는 알고리즘 내에서 사용되는 매개변수를 결정하는 프로세스를 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 구체적으로, 알고리즘은 모델을 포함할 수 있다. 트레이닝은 적어도 하나의 최적화 또는 조정 프로세스를 포함할 수 있으며, 여기서 최상의 매개변수 조합이 결정될 수 있다. 표시된 바와 같이, 트레이닝은 기계 학습을 사용하여 수행될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "기계 학습(machine learning)"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며, 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 자동 모델 구축, 특히 모델 매개변수화를 위해 인공 지능(AI)을 사용하는 방법을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다.

[0058] 트레이닝 데이터 세트는 예를 들어, 적어도 하나의 외부 디바이스, 특히 적어도 하나의 추가 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 획득된 이력 스펙트럼 데이터를 포함할 수 있다. 추가 스펙트럼 측정 디바이스는 실험실 스펙트럼 측정 디바이스일 수 있다.

[0059] 분류 모델은 특히 애플리케이션 및 그 이후의 정확도에 따라 랜덤 포레스트, K-means 클러스터링 및 SVM(Support Vector Machine) 중 적어도 하나를 사용하여 생성될 수 있다. 본 명세서에 사용된 "랜덤 포레스트(Random Forest)"(랜덤 포레스트 알고리즘이라고도 함)라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되지 않는다. 이 용어는 구체적으로 적어도 분류 및/또는 회귀를 위해 구성된 앙상블 학습 방법을 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 구체적으로, 랜덤 포레스트 알고리즘은 하나 이상의 결정 트리를 구성하고, 클래스의 모드와 개별 트리의 평균 예측 중에서 선택된 적어도 하나의 클래스를 출력하도록 구성될 수 있다. 랜덤 포레스트 알고리즘은 일반적으로 예를 들면, Leo Breiman의 저널 논문(Machine Learning 45.1(2001년 10월)의 "Random Forests")에서 공지될 수 있다. 여기에서 사용된 "K-평균 클러스터링(K-means clustering)"이라는 용어는 k-평균 알고리즘으로도 표시되며 광범위한 용어이고, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미이며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되지 않는다. 이 용어는 구체적으로 엔티티를 분류하기 위해 벡터 양자화를 사용하는 알고리즘을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. K-평균 클러스터링은 J. A. Hartigan 및 M. A. Wong의 "Algorithm AS 136: K-평균 클러스터링 알고리즘"(Royal Statistical Society 저널, 시리즈 C(응용 통계). Vol. 28, No., 1979, p. 100~108)에 설명된 대로 수행될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "SVM"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며, 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 분류 및 회귀에 사용되는 관련 지도 학습 방법 세트를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다(V.Vapnik.의 "통계적 학습 이론의 본질", Springer, N.Y., 1995. ISBN 0-387-94559-8 참조).

[0060] 분류 모델은 입력 데이터 중 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성된다. 본 명세서에서 사용된 "입력 데이터의 항목(item of input data)"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며, 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이

용어는 특히 적어도 하나의 엔티티(특히 추가 처리를 위한 모델, 프로그램, 프로세서 또는 네트워크) 내에서 해석될 수 있는 방식으로 기록 및/또는 구조화된 정보에 관한 정성적 및/또는 정량적 설명을 제공하는 지식 또는 증거 중 적어도 하나를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 구체적으로, 입력 데이터의 항목은 분류 모델에 적용 가능하다고 말한 바와 같다. 분류 모델은 입력 데이터 항목을 해석하고, 입력 데이터 항목을 처리하며, 구체적으로는 입력 데이터 항목 및/또는 처리된 입력 데이터 항목을 분류하도록 구성될 수 있다. 분류 모델은 특히 애플리케이션 지향적일 수 있다. 예를 들어, 분류는 의류의 물질 분석을 의미할 수 있으며, 여기서 클래스는 면 또는 양모와 같은 직물 클래스일 수 있다. 이 예에서, 분류 모델은 의류를 나타내는 처리된 스펙트럼 데이터 형태의 입력 데이터를 직물 클래스로 분류하도록 구성될 수 있다.

[0061] 메모리 저장소는 적어도 하나의 전달 함수를 저장하도록 구성된다. 전달 함수는 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전달하도록 구성된다. 전역 분류 모델은 특정 사용 사례에 맞게 설계된 유사한 하드웨어에 대한 전달 기능의 도움으로 사용될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스로 측정된 데이터는 하드웨어 허용 오차와 온도 및 습도와 같은 주변 조건에 따라 크게 달라진다. 일례로, 스펙트럼 측정 디바이스의 판독 디바이스는 측정 대상에 대한 스펙트럼 측정에 따라 스펙트럼 데이터 항목을 생성할 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목은 우선 측정 대상(예를 들면, 측정 대상의 흡수 특성)에 따라 달라질 수 있다. 그러나 스펙트럼 데이터의 항목은 스펙트럼 측정 디바이스 자체, 특히 사용된 광검출기와 같은 스펙트럼 측정 디바이스의 하드웨어에 따라 더욱 달라질 수 있다. 추가적으로, 스펙트럼 데이터의 항목은 스펙트럼 측정 동안 스펙트럼 측정 디바이스의 동작 조건(예, 온도)에 따라 달라질 수 있다. 전달 함수는 데이터가 임의의 유사한 디바이스 상에서 오프라인으로 전역 분류 모델에 적용 가능해지는 방식으로 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 측정된 데이터를 변환할 수 있다. 유사한 디바이스는 사전 정의된 필터, 픽셀 수, 픽셀 기하학 등을 갖춘 사전 정의된 하드웨어를 의미할 수 있다.

[0062] 본 명세서에서 사용되는 "전달 함수(transfer function)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 데이터를 전송하기 위한 임의의 함수나 알고리즘을 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 전송은 데이터의 적어도 하나의 변환, 구체적으로 추가 처리를 위해 데이터를 조정하는 것, 더 구체적으로 특정 모델과 같은 적어도 하나의 특정 엔티티 내에서 추가 처리를 위해 데이터를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 전송은 데이터에 포함된 정보가 적어도 부분적으로 유지되는 방식으로 데이터를 전송하는 것을 포함할 수 있다. 구체적으로, 데이터의 추가 평가와 관련된 정보는 유지될 수 있지만 데이터의 형식은 변경될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 추가 정보가 예를 들어, 추가 평가를 위해 하드웨어 및/또는 동작 조건을 고려하기 위해 추가될 수 있고, 하드웨어 및/또는 동작 조건에 대한 정보가 스펙트럼 데이터 항목에 추가될 수 있고/있거나, 스펙트럼 데이터 항목은 특히 전달 함수를 사용하여 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터의 적어도 하나의 항목을 생성할 때 하드웨어 및/또는 동작 조건에 대한 정보를 고려하여 적응될 수 있다. 전달 함수는 적어도 하나의 매개변수를 포함하는 적어도 하나의 매개변수화된 수학적 함수를 포함할 수 있다. 전달 함수는 픽셀에 대응하는 계수의 함수일 수 있다. 전달 함수는 스펙트럼 측정 디바이스의 하드웨어 및 스펙트럼 측정 디바이스의 동작 조건 중 적어도 하나를 고려할 수 있다. 구체적으로, 전달 함수의 매개변수는 광검출기 신호를 가중하도록 선택될 수 있으며, 더 구체적으로는 픽셀의 적용된 기하학적 구조 및 픽셀에 적용된 물질 중 적어도 하나에 따라 선택될 수 있다. 예로서, 분광계 디바이스는 서로 다른 기하학적 구조 및/또는 서로 다른 활성 물질을 갖는 적어도 두 개의 픽셀을 포함할 수 있다. 따라서, 두 개의 픽셀은 하나의 측정 대상에 대한 스펙트럼 정보를 포함하는 동일한 입사 광 방사선에 대해 서로 다른 광검출기 신호를 유도할 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전송하기 위한 전달 함수를 사용하면 예를 들어, 분류 모델을 사용하여 적어도 하나의 물질 클래스에서 측정 대상을 분류할 때 다양한 기하학적 형상 및/또는 다양한 활성 물질을 고려할 수 있다. 전달 함수를 사용하면 물질 분류 애플리케이션을 하드웨어에 로컬화하여 대량 배포할 수 있다. 전달 함수는 예를 들어 참조 샘플에 대한 참조 디바이스를 사용하여 얻은 스펙트럼 데이터의 알려진 항목으로부터 파생될 수 있다. 참조 디바이스는 예를 들어 고급 실험실 디바이스를 포함할 수 있다. 참조 샘플은 예를 들어 알려진 물질과 같은 알려진 샘플을 포함할 수 있다. 구체적으로, 전달 함수는 적어도 하나의 미리 결정된 계수를 포함할 수 있다. 매개변수화된 수학적 함수는 적어도 하나의 다음 형태의 행렬 M을 포함할 수 있다:

[0063] $Y=MX$,

[0064] 여기서 Y는 입력 데이터 항목을 포함하는 벡터이고, X는 스펙트럼 데이터 항목을 포함하는 벡터이다. 따라서, 미리 결정된 계수는 예를 들어 행렬 M의 요소일 수 있다. 행렬 M의 매개변수는 스펙트럼 데이터의 측정된 항목

을 알려진 스펙트럼 데이터의 알려진 항목에, 예를 들어 참조 샘플에 참조 디바이스를 사용하여 비교함으로써 결정될 수 있다. 행렬 M은 예를 들어 디바이스 속성(예, 검출성, 온도 보상 매개변수 또는 습도 보상 매개변수)을 포함할 수 있다. 전달 함수는 적어도 하나의 룩업 테이블을 더 포함할 수 있다. 룩업 테이블은 스펙트럼 데이터의 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터의 항목과 매칭시키기 위해 구성될 수 있다.

[0065] 특정 예로서, 전달 함수는 온도 보상을 허용할 수 있다. 따라서, 행렬 M은 온도 보상 매개변수를 요소로서 포함할 수 있다. 온도 보상 매개변수는 예를 들어 룩업 테이블에서 읽을 수 있다.

[0066] 평가 디바이스는 스펙트럼 데이터 항목에 분류 모델 및 전달 함수를 적용하여 측정 정보 중 적어도 하나의 항목을 생성하도록 구성된다. 본 명세서에서 사용된 "측정 정보의 항목(item of measurement information)"이라는 용어는 광범위한 용어로서, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며, 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 특히 적어도 하나의 측정, 구체적으로는 적어도 하나의 측정 대상에 관한 정성적 및/또는 정량적 설명을 제공하는 지식 또는 증거를 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 측정 정보의 항목은 측정 대상의 물리적 속성 및 측정 대상의 화학적 속성 중 적어도 하나, 구체적으로 측정 대상의 화학적 조성을 포함할 수 있다. 물리적 속성은 구체적으로 측정 대상의 적어도 하나의 흡수율 및/또는 측정 대상의 적어도 하나의 방사율과 같은 광학적 속성을 포함할 수 있다. 화학적 조성은 구체적으로 측정 대상이 포함하는 적어도 하나의 물질에 대한 정성적 및/또는 정량적 정보를 의미할 수 있다. 평가 디바이스는 측정 정보 항목에 기초하여 측정 대상의 분류를 수행하도록 구성될 수 있다. 측정 정보 항목과 그에 따른 측정 대상은 하나 이상의 클래스(예, 사용자가 미리 결정한 클래스)에 할당될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 측정 정보 항목은 적어도 하나의 클래스(예, 새로운 물질 클래스)를 생성 및/또는 정의하는 데 사용될 수 있다.

[0067] 전달 함수는 스펙트럼 측정 디바이스의 사용자에 의해 또는 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 자동으로 업데이트, 특히 재교정될 수 있다. 예를 들어, 평가 디바이스는 교정 측정이 수행되는 경우와 같이 전달 함수를 조정하도록 추가로 구성될 수 있다. 교정 측정은 분류 기반 스펙트럼 측정의 작동 및 주변 조건의 변화가 미리 정의된 한계를 초과하면 수행될 수 있다. 구체적으로, 교정 측정은 다음 중 적어도 하나가 실행될 때 수행될 수 있다: 방사선원의 방사선 전력이 예를 들어 저하로 인해 미리 결정된 임계값 아래로 떨어지는 경우; 광검출기의 광검출기 신호가 성능 저하 또는 히스테리시스로 인해 미리 결정된 임계값 아래로 떨어지는 경우; 주변 온도가 미리 결정된 임계값을 초과하고/하거나 미리 결정된 임계값 아래로 떨어지고, 주변 습도가 미리 결정된 임계값을 초과하고/하거나 미리 결정된 임계값 아래로 떨어지는 경우; 주변 광 세기가 미리 결정된 임계값을 초과하고/하거나 미리 결정된 임계값 아래로 떨어지는 경우. 구체적으로, 평가 디바이스는 하드웨어 조건 및/또는 동작 조건의 변화가 교정 측정에서 감지될 때 이에 따라 전달 함수를 업데이트하도록 구성될 수 있다. 예로서, 교정 측정은 적어도 하나의 픽셀의 저하로 인해 적어도 하나의 광검출기의 응답성의 변화를 드러낼 수 있다. 그 다음, 픽셀의 가중치는 구체적으로 전달 함수의 대응하는 매개변수를 조정함으로써 전달 함수에서 조정될 수 있다.

[0068] 예를 들어, 자동 자가 교정을 위해 2020년 12월 2일에 출원된 EP 출원 번호 20211174.6에 설명된 대로 스펙트럼 측정 디바이스가 장착될 수 있다. 교정 측정은 샘플 인터페이스를 사용하여 수행될 수 있다. 광검출기 중 적어도 하나는 적어도 하나의 기준 광검출기 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 광검출기 중 적어도 하나는 적어도 하나의 대응하는 기준 광검출기 신호를 생성하고 샘플 인터페이스에서 반사된 광 방사선을 검출하도록 구성될 수 있다. 샘플 인터페이스는 측정 대상에 도달하지 않고 방사선원으로부터의 광 방사선을 반사하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 샘플 인터페이스는 방사선원에 의해 방출된 광 방사선이 이전에 측정 대상을 통과하지 않는 방식으로 광검출기를 향해 적어도 부분적으로 지향하도록 구성될 수 있다. 샘플 인터페이스 물질은 분류 적용에 따라 빛의 일부(예: 15%, 20% 또는 25%)를 반사하도록 선택될 수 있으며, 샘플 인터페이스에서 반사된 빛은 광검출기에 의해 기준 신호로 측정된다. 예를 들어, 샘플 인터페이스는 광학 요소, 특히 광학 윈도우를 포함할 수 있으며, 바람직하게는 유리 윈도우 또는 실리콘 윈도우에서 선택된다. 예를 들어, 빔 분할기가 사용될 수 있다. 광학 요소는 투명한 물질, 바람직하게는 광 방사선에 의해 커버되는 파장 범위의 적어도 하나의 파티션(partition)에서 적어도 부분적으로 투명한 물질로 만들어질 수 있다. 광학 요소는 방사선원에 의해 방출된 광 방사선의 제1 부분을 광검출기 중 적어도 하나로 직접 안내하도록 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 조명에 응답하여 생성된 신호는 기준 신호로 사용될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 윈도우 물질의 프레넬 반사(Fresnel reflection)를 사용하는 대신, 스펙트럼 측정 디바이스에는 샘플이 존재하지 않는 경우 교정 타겟으로 사용될 수 있는 통합 교정 타겟으로도 표시되는 통합 확산 반사 타겟이 장착될 수 있다. 통합 교정 타겟은 방사선원에 의해 방출된 광 방사선을 미리 정의된 스펙트럼을 갖는 광검출기를 향해, 구체적으로 확산 방식으로 적어도 부분적으로 지향시키도록 구성될 수 있다. 샘플 인터페이스는 구체적으로 정확하게 알려져 있고

안정적인 물리적 속성을 포함할 수 있다.

[0069] 스펙트럼 측정 디바이스는 평가 디바이스로부터 및/또는 평가 디바이스로 데이터를 전송하도록 구성된 적어도 하나의 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 구체적으로, 통신 인터페이스는 분류 모델 및/또는 전달 함수를 적응시키기 위한 명령어, 커맨드, 데이터, 매개변수 등을 수신하도록 구성될 수 있다. 따라서 분류 모델 및/또는 전달 함수는 사용자 및/또는 이용 가능한 업데이트, 특히 자동 업데이트와 같은 외부 소스에 의해 적응될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "통신 인터페이스(communication interface)"라는 용어는 광범위한 용어로서 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미로 부여되어야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 정보를 전달하기 위한 경계를 형성하는 객체 또는 요소를 의미할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 특히, 통신 인터페이스는 예를 들어 계산 디바이스(예, 컴퓨터)로부터의 정보를 예를 들어 다른 디바이스에 정보를 송신하거나 출력하기 위해 전송하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 통신 인터페이스는 예를 들어 정보를 수신하기 위해 계산 디바이스(예, 컴퓨터)에 정보를 전달하도록 구성될 수 있다. 통신 인터페이스는 구체적으로 정보를 전송하거나 교환하기 위한 수단을 제공할 수 있다. 특히, 통신 인터페이스는 데이터 전송 연결(예, Bluetooth, NFC, 유도성 커플링 등)을 제공할 수 있다. 예를 들어, 통신 인터페이스는 네트워크 또는 인터넷 포트, USB 포트 및 디스크 드라이브 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 포트를 포함할 수 있다. 통신 인터페이스는 적어도 하나의 디스플레이 디바이스를 더 포함할 수 있다. 통신 인터페이스는 적어도 하나의 웹 인터페이스일 수 있다.

[0070] 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 온도 센서를 포함할 수 있다. 온도 센서는 주변 온도에 대한 광검출기 신호를 보상하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 온도 안정화 요소, 특구체적으로 열전 냉각기를 포함할 수 있다. 구체적으로, 광검출기 및 방사선원 중 적어도 하나는 온도 안정화 요소 상에 위치 및/또는 연결될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스는 주변 습도에 대해 광검출기 신호를 보상하도록 구성된 적어도 하나의 습도 센서를 포함할 수 있다.

[0071] 본 발명의 또 다른 측면에서는, 더 상세하게 전술하거나 후술한 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스를 사용하여 분류 기반 스펙트럼 측정을 수행함으로써 적어도 하나의 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선을 측정하는 방법을 더욱 상세하게 설명한다. 이 방법은 다음 단계로 구성된다:

[0072] a) 적어도 하나의 방사선원을 사용하여 측정 대상을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선을 방출하는 단계 - 광 방사선은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 - ;

[0073] b) 측정 대상에 의해 제공되는 광방사선을 검출하고, 적어도 두 개의 광검출기를 이용하여 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하는 단계;

[0074] c) 광검출기 신호를 측정하고, 적어도 하나의 판독 디바이스를 사용하여 적어도 하나의 스펙트럼 데이터의 항목을 생성하는 단계;

[0075] d) 전달 함수를 이용하여 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 적어도 하나의 입력 데이터 항목으로 전달하는 단계; 및

[0076] e) 분류 모델을 이용하여 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하는 단계.

[0077] 이 방법은 다음 단계를 추가로 포함할 수 있다:

[0078] f) 분류 기반 스펙트럼 측정의 동작 조건 및/또는 주변 조건의 변화가 미리 정의된 한계를 초과하면 적어도 하나의 교정 측정을 수행하는 단계; 및

[0079] g) 교정 측정에 대응하는 전달 함수를 조정하는 단계.

[0080] 방법 단계는 주어진 순서대로 수행될 수 있다. 그러나, 다른 순서도 가능하다는 점에 유의해야 한다. 이 방법은 나열되지 않은 추가 방법 단계를 더 포함할 수 있다. 또한, 방법 단계 중 하나 이상은 한 번 또는 반복적으로 수행될 수 있다. 또한, 방법 단계 중 두 개 이상은 동시에 또는 적시에 중첩되는 방식으로 수행될 수 있다. 방법의 추가 정의 및 실시예에 대해서는 스펙트럼 측정 디바이스의 정의 및 실시예를 참조할 수 있다.

[0081] 방법은 적어도 하나의 평가 디바이스에서 적어도 하나의 분류 모델 및 적어도 하나의 전달 함수를 검색하는 단계를 더 포함할 수 있다. 본 명세서에 사용된 "검색(retrieving)"이라는 용어는 그 문법적 변형을 포함하여 광범위한 용어이며 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 일반적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 모델이나 함수와 같은 엔티티를 선택 및/

또는 로딩하는 것을 의미할 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 구체적으로, 복수의 분류 모델 및/또는 전달 함수는 스펙트럼 측정 디바이스의 메모리 저장 디바이스에 저장될 수 있다. 그런 다음 사용자는 분류 기반 스펙트럼 측정에 사용될 적어도 하나의 분류 모델 및/또는 적어도 하나의 전달 함수를 선택할 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스는 생성된 스펙트럼 데이터 항목에 기초하여 적어도 하나의 분류 모델을 추천하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 사용된 하드웨어(예, 광검출기) 및/또는 동작 조건(예: 온도 센서로 측정한 온도)에 기초하여 적어도 하나의 전달 함수를 추천하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 생성된 스펙트럼 데이터 항목에 기초하여 적어도 하나의 분류 모델을 독립적으로 선택하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 스펙트럼 측정 디바이스는 사용된 하드웨어(예, 광검출기) 및/또는 동작 조건(예: 온도 센서로 측정한 온도)에 기초하여 적어도 하나의 전달 함수를 독립적으로 선택하도록 구성될 수 있다. 적어도 하나의 분류 모델 및/또는 적어도 하나의 전달 함수는 예를 들어, 스펙트럼 측정 디바이스의 통신 인터페이스를 사용하여 적어도 하나의 외부 소스로부터 다운로드될 수 있다.

[0082] 방법은 컴퓨터로 구현될 수 있다. 구체적으로, 방법 단계 중 하나 이상은 컴퓨터 또는 컴퓨터 네트워크를 사용하여, 보다 구체적으로 컴퓨터 프로그램을 사용하여 수행될 수 있다. 따라서, 일반적으로 데이터의 제공 및/또는 조작을 포함하는 임의의 방법 단계 중 임의의 단계는 컴퓨터 또는 컴퓨터 네트워크를 사용하여 수행될 수 있다. 일반적으로 이러한 방법 단계에는 측정 대상 및/또는 실제 측정 수행의 특정 측면의 제공과 같이 수동 작업이 필요한 방법 단계를 제외하고 모든 방법 단계가 포함될 수 있다.

[0083] 본 명세서에는 컴퓨터 프로그램이 추가로 개시되고 제안된다. 컴퓨터 프로그램은 스펙트럼 측정 디바이스에 관하여 더 자세히 전술하거나 후술한 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 프로그램이 실행될 때, 스펙트럼 측정 디바이스로 하여금 방법에 관해 더 자세히 전술하거나 후술한 실시예 중 어느 하나에 다른 방법을 수행하게 한다.

[0084] 본 명세서에는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체가 추가로 개시되고 제안된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는 스펙트럼 측정 디바이스에 관하여 더 자세히 전술하거나 후술한 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 프로그램이 실행될 때, 스펙트럼 측정 디바이스로 하여금 방법에 관해 더 자세히 전술하거나 후술한 실시예 중 어느 하나에 다른 방법을 수행하게 한다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는 컴퓨터 실행 가능 명령어가 저장되어 있는 하드웨어 저장 매체 등의 비일시적 데이터 저장 수단을 의미할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 데이터 캐리어 또는 저장 매체는 구체적으로 RAM(Random-Access Memory) 및/또는 ROM(Read-Only Memory)과 같은 저장 매체일 수 있거나 이를 포함할 수 있다.

[0085] 본 발명의 추가 측면에서, 스펙트럼 측정 디바이스에 관하여 더 자세히 전술하거나 후술한 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스의 용도가 제안되며, 이는, 적외선 감지 애플리케이션; 분광학 애플리케이션; 배기 가스 모니터링 애플리케이션; 연소 프로세스 모니터링 애플리케이션; 오염 모니터링 애플리케이션; 산업 프로세스 모니터링 애플리케이션; 혼합 또는 블렌딩 프로세스 모니터링; 화학 프로세스 모니터링 애플리케이션; 식품 처리 프로세스 모니터링 애플리케이션; 식품 준비 프로세스 모니터링; 수질 모니터링 애플리케이션; 공기질 모니터링 애플리케이션; 품질 제어 애플리케이션; 온도 제어 애플리케이션; 모션 제어 애플리케이션; 배기 제어 애플리케이션; 가스 센싱 애플리케이션; 가스 분석 애플리케이션; 모션 센싱 애플리케이션; 화학 센싱 애플리케이션; 모바일 애플리케이션; 의료 애플리케이션; 모바일 분광학 애플리케이션; 식품 분석 애플리케이션; 농업 애플리케이션, 특히 토양, 사일리지, 사료, 작물 또는 농산물의 특성화, 식물 건강 모니터링; 플라스틱 식별 및/또는 재활용 애플리케이션; 및 직물 식별 및/또는 재활용 애플리케이션으로 구성된 그룹으로부터 선택된 용도를 위해 제안된다.

[0086] 본 발명에 따른 디바이스 및 방법은 알려진 방법, 스테이션 및 시스템에 비해 많은 이점을 제공할 수 있다. 특히, 디바이스 및 방법은 소형 장치(특히 헨드헬드 디바이스)를 사용하여 스펙트럼 데이터를 기록하고 분석하는 것 모두를 가능하게 할 수 있다. 따라서, 스펙트럼 측정 결과는 소비자 친화적이고 빠른 방식으로 사용자에게 제공될 수 있다. 데이터를 헨드헬드 장치 내에 직접 통합할 수 있도록 데이터를 분석하는 데 광범위한 컴퓨팅 성능이 필요하지 않을 수 있다. 또한, 데이터 분석은 상기 하드웨어 및 동작 조건을 고려할 수 있는 전역 분류 모델 및 로컬 전달 함수를 사용하여 다양한 하드웨어 또는 동작 조건에 쉽게 적용될 수 있다. 디바이스와 방법은 특히 저렴할 수 있지만 그럼에도 불구하고 정기적인 하드웨어 교정 덕분에 매우 신뢰할 수 있다. 일반적으로 이러한 교정을 수행하려면 기술적 전문 지식이 필요할 수 있으며 이는 소비자 친화적이지 않는다. 그러나 여기서는 교정이 광검출기의 암화 픽셀을 사용하여 자동으로 수행될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 교정은 지정된 광학 요소, 특히 내부 교정 타겟을 사용하여 수행될 수 있다. 따라서 사용자 상호 작용과 필요한 기술 전문 지식을 최소한으로 유지할 수 있다. 또한 잠재적으로 변화하는 동작 조건을 예를 들어 암화 픽셀 또는 지

정된 센서를 사용하여 자동으로 관찰하고 데이터 분석을 위해 고려할 수 있다.

[0087] 본 명세서에 사용될 때, "갖는다(have)" 또는 "포함한다(comprise or include)"라는 용어 또는 이들의 임의의 문법적 변형은 비배타적인 방식으로 사용된다. 따라서, 이들 용어는 이들 용어에 의해 소개된 특징 외에, 이 맥락에서 설명된 엔티티에 어떠한 추가 특징도 존재하지 않는 상황과 하나 이상의 추가 특징이 존재하는 상황을 모두 지칭할 수 있다. 예를 들어, "A가 B를 갖는다" 및 "A가 B를 포함한다"라는 표현은 A에 B 외에 다른 요소가 존재하지 않는 상황(즉, A가 B만을 포함하는 상황) 및 엔티티 A에 B 외에 하나 이상의 추가 요소(예컨대, 요소 C, 요소 C 및 D, 또는 더 많은 추가 요소)가 존재하는 상황을 모두 지칭할 수 있다.

[0088] 또한, 특징 또는 요소가 한 번 이상 존재할 수 있음을 나타내는 용어 "적어도 하나(at least one)", "하나 이상(one or more)" 또는 유사한 표현은 일반적으로 각각의 특징 또는 요소를 도입할 때 한 번만 사용된다는 점에 유의해야 한다. 대부분의 경우, 각각의 특징 또는 요소를 언급할 때, 각각의 특징 또는 요소가 한 번 또는 두 번 이상 존재할 수 있다는 사실에도 불구하고 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"이라는 표현은 반복되지 않는다.

[0089] 또한, 본 명세서에 사용될 때, 용어 "바람직하게는", "더 바람직하게는", "특히", "더욱 특히", "구체적으로", "더 구체적으로" 또는 유사한 용어는 대안적 가능성을 제한하지 않으면서 선택적인 특징과 함께 사용된다. 따라서, 이러한 용어에 의해 소개된 특징은 선택적인 특징이며 어떤 방식으로든 청구 범위를 제한하려는 의도는 없다. 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 인식하겠지만 본 발명은 대안적인 특징을 사용하여 수행될 수 있다. 마찬가지로, "본 발명의 실시예에서" 또는 유사한 표현에 의해 도입된 특징은, 본 발명의 대안적인 실시예에 관한 어떠한 제한도 없이, 본 발명의 범위에 관한 어떠한 제한도 없이, 그리고 이러한 방식으로 도입된 특징을 본 발명의 다른 선택적 또는 비선택적 특징과 결합할 가능성에 관한 어떠한 제한도 없이 선택적인 특징인 것으로 의도된다.

[0090] 추가적인 가능한 실시예를 요약하고 배제하지 않으면서, 다음의 실시예가 예상될 수 있다:

[0091] 실시예 1. 적어도 하나의 분류 기반 스펙트럼 측정에서 적어도 하나의 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선을 측정하기 위한 스펙트럼 측정 디바이스로서,

[0092] - 측정 대상을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 방사선원 - 여기서 광 방사선은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 -;

[0093] - 적어도 두 개의 광검출기 - 각각의 광검출기는 적어도 하나의 픽셀을 포함하고, 각 픽셀은 활성 픽셀 또는 암화 픽셀이고, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 두 개의 활성 픽셀을 포함하고, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 암화 픽셀을 포함하고, 각각의 활성 픽셀은 픽셀의 조명에 따라 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성되고, 활성 픽셀 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 상이한 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성되며, 각각의 암화 픽셀은 암화 픽셀의 조명에 독립적인 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성됨 - ;

[0094] - 광검출기 신호를 측정하고 적어도 하나의 스펙트럼 데이터 항목을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 판독 디바이스; 및

[0095] - 적어도 하나의 프로세서와 적어도 하나의 메모리 저장소를 포함하는 적어도 하나의 평가 디바이스 - 메모리 저장소는

[0096] ○ 서로 다른 클래스의 세트를 포함하는 적어도 하나의 분류 모델 - 각 클래스는 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 나타내며, 분류 모델은 입력 데이터의 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성됨 -; 및

[0097] ○ 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전달하도록 구성된 적어도 하나의 전달 함수

[0098] 를 저장하도록 구성되고,

[0099] 평가 디바이스는 분류 모델 및 전달 함수를 스펙트럼 데이터 항목에 적용함으로써 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하도록 구성된다.

[0100] 실시예 2. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 각각의 광검출기는 최대 하나의 활성 픽셀을 포함하고, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 암화 픽셀을 포함하고, 평가 디바이스는 암화 픽셀을 사용하여 생성된 적어도 하나의 광검출기 신호의 사용에 의해 스펙트럼 측정 디바이스를 자동으로 재교정하도록 구성된다.

[0101] 실시예 3. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 각각의 활성 픽셀은 분류 모델의 적어도 하나의 클래스에 관한 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 갖는 광 방사선을 검출하도록 구성된다.

[0102] 실시예 4. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 각각의 클래스는 적어도 하나의 별개의 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 또는 유사한 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 그룹을 지칭한다.

[0103] 실시예 5. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 물질은: 합성 직물; 면; 양모; 실크; 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET); 폴리프로필렌(PP); 폴리에틸렌(PE); 폴리염화비닐(PVC); 고밀도 폴리에틸렌(HDPE); 저밀도 폴리에틸렌(LDPE); 폴리아미드(PA); 유리로 구성된 그룹에서 선택된 하나 이상의 물질이다.

[0104] 실시예 6. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 각각의 스펙트럼 특성은 적어도 하나의 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위를 지칭한다.

[0105] 실시예 7. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위는: 1650 nm 내지 1700 nm; 1725nm 내지 1800nm; 2050nm 내지 2150nm; 2175nm 내지 2225nm 로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 스펙트럼 범위이다.

[0106] 실시예 8. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 분류 모델은 적어도 하나의 외부 디바이스, 구체적으로 적어도 하나의 추가 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 획득된 이력 스펙트럼 데이터에 대해 트레이닝되는 적어도 하나의 알고리즘에 기초한다.

[0107] 실시예 9. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 분류 모델은 랜덤 포레스트(Random Forest), K-평균 클러스터링 및 SVM 중 적어도 하나를 사용하여 생성된다.

[0108] 실시예 10. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 전달 함수는 적어도 하나의 매개변수를 포함하는 적어도 하나의 매개변수화된 수학적 함수를 포함하고, 전달 함수는 스펙트럼 측정 디바이스의 하드웨어와 스펙트럼 측정 디바이스의 동작 조건 중 적어도 하나를 고려한다.

[0109] 실시예 11. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 전달 함수의 파라미터는 광검출기 신호에 가중치를 부여하도록 선택된다.

[0110] 실시예 12. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 매개변수화된 수학적 함수는 적어도 하나의 행렬을 포함한다.

[0111] 실시예 13. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 전달 함수는 적어도 하나의 룩업 테이블을 포함한다.

[0112] 실시예 14. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 측정 정보의 항목은 측정 대상의 물리적 속성 및 측정 대상의 화학적 속성(구체적으로 측정 대상의 화학적 조성) 중 적어도 하나를 포함한다.

[0113] 실시예 15. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 평가 디바이스는 측정 정보 항목에 기초하여 측정 대상의 분류를 수행하도록 구성된다.

[0114] 실시예 16. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 교정 측정을 수행하도록 구성된다.

[0115] 실시예 17. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 평가 디바이스는 교정 측정이 수행될 때 전달 함수를 적응시키도록 추가로 구성된다.

[0116] 실시예 18. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 방사선원은 반도체 기반 방사선원 및 열 방사기 중 적어도 하나를 포함한다.

[0117] 실시예 19. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 적어도 하나의 반도체 기반 방사선원은 발광 다이오드(LED) 또는 레이저, 특히 레이저 다이오드 중 적어도 하나로부터 선택된다.

[0118] 실시예 20. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 방사선원이 변조된다.

[0119] 실시예 21. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광검출기 중 적어도 하나는 PbS 광검출기이고, 방출된 광 방사선은 400 nm 내지 3000 nm, 구체적으로 800 nm 내지 2700 nm, 더 구체적으로 1200 nm 내지 2500nm의 파장을 포함한다.

[0120] 실시예 22. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광검출기 중 적어도 하나는 PbSe 광검출기이고, 방출된 광 방사선은 400 nm 내지 5000 nm, 구체적으로 800 nm 내지 4800 nm, 더 구체적으로 1200 nm 내지 4600nm의 파장을 포함한다.

[0121] 실시예 23. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 부분적으로 서로 다른 스펙트럼 범위의 광 방사선을 방출하도록 구성된 적어도 두 개의 방사선원을 포함한다.

[0122] 실시예 24. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 각각의 광검출기는 방사선원들 중 상이한, 정확히 하나의 방사선원에 의해 방출된 광 방사선을 검출하도록 구성된다.

[0123] 실시예 25. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 3개의 광검출기, 구체적으로 적어도 4개의 광검출기, 더 구체적으로 적어도 5개의 광검출기를 포함한다.

[0124] 실시예 26. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 3개의 픽셀을 포함한다.

[0125] 실시예 27. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 두 개의 활성 픽셀과 적어도 하나의 암화 픽셀을 포함한다.

[0126] 실시예 28. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광검출기 중 적어도 하나는 적어도 두 개의 픽셀을 포함한다.

[0127] 실시예 29. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 픽셀 중 적어도 하나는 활성 픽셀이고, 픽셀 중 적어도 하나는 암화 픽셀이다.

[0128] 실시예 30. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 픽셀은 동일한 감광성 물질을 포함한다.

[0129] 실시예 31. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 픽셀 중 적어도 두 개는 크기가 다르다.

[0130] 실시예 32. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 각 픽셀의 크기는 적어도 유사한 광검출기 신호 세기가 각 광검출기에 의해 생성된다.

[0131] 실시예 33. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서,광검출기 중 적어도 하나는 적어도 하나의 광학 필터, 구체적으로 광학 대역통과 필터, 더 구체적으로 광학 협대역통과(NBP) 필터를 포함한다.

[0132] 실시예 34. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 방사선원 및/또는 광검출기 중 적어도 하나는 측정 대상으로부터 직접 반사된 광 방사선이 활성 픽셀 중 적어도 하나에 도달하지 않도록 배열된다.

[0133] 실시예 35. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광검출기 중 적어도 하나는 측정 대상으로부터 확산적으로 반사된 광 방사선을 측정하도록 구성된다.

[0134] 실시예 36. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서,광검출기 중 적어도 하나는 적어도 하나의 절연 물질에 의해 절연된다.

[0135] 실시예 37. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광검출기 중 적어도 하나, 구체적으로 픽셀 중 적어도 하나는 적어도 하나의 광전도성 물질을 포함한다.

[0136] 실시예 38. 이전 실시예 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광전도성 물질은 PbS, PbSe, Ge, InGaAs, InSb, 또는 HgCdTe 중 적어도 하나로부터 선택된다.

[0137] 실시예 39. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 측정 대상은 적어도 하나의 고체 샘플을 포함한다.

[0138] 실시예 40. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 방사선원에 의해 방출된 광 방사선을 미리 정의된 스펙트럼을 사용하여 광검출기를 향해 적어도 부분적으로 지향시키도록 구성된 적어도 하나의 샘플 인터페이스를 포함한다.

[0139] 실시예 41. 이전 실시예에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광검출기 중 적어도 하나는 샘플 인터페이스에서 반사된 광 방사선을 검출하고 적어도 하나의 대응하는 기준 광검출기 신호를 생성하도록 구성된다.

[0140] 실시예 42. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서,판독 디바이스는 저항계, 전압계, 전류계, 잠금 증폭기, 전압 분배기 및 전기 통과 필터 중 적어도 하나를 포함한다.

[0141] 실시예 43. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 주위 온도에 대해 광검출기 신호를 보상하도록 구성된 적어도 하나의 온도 센서를 포함한다.

[0142] 실시예 44. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 온도 안정화 요소(구체적으로, 열전 냉각기)를 포함한다.

[0143] 실시예 45. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 주변 습도에 대해 광검출기 신호를 보상하도록 구성된 적어도 하나의 습도 센서를 포함한다.

[0144] 실시예 46. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 스펙트럼 측정 디바이스는 특히 분류 모델 및/또는 전달 함수를 적응시키기 위해 평가 디바이스로부터 및/또는 평가 디바이스로 데이터를 전송하도록 구성된 적어도 하나의 통신 인터페이스를 포함하고, 스펙트럼 측정 디바이스는 적어도 하나의 광학 요소, 구체적으로 적어도 하나의 통합된 교정 타겟을 포함하고, 이는 방사선원에 의해 방출된 광 방사선을 미리 정의된 스펙트럼으로 광검출기를 향해 적어도 부분적으로 지향시키도록 구성된다.

[0145] 실시예 47. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스로서, 광학 요소는 방사선원에 의해 방출된 광 방사선을 특히 확산적으로 적어도 미리 정의된 반사 스펙트럼으로 광검출기를 향해 부분적으로 반사하도록 구성된다.

[0146] 실시예 48. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스를 사용하여, 분류 기반 스펙트럼 측정을 수행함으로써 적어도 하나의 측정 대상에 의해 제공되는 광 방사선을 측정하는 방법으로서,

[0147] a) 적어도 하나의 방사선원을 사용하여 측정 대상을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선을 방출하는 단계 - 광 방사선은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 - ;

[0148] b) 측정 대상에 의해 제공되는 광방사선을 검출하고, 적어도 두 개의 광검출기를 이용하여 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하는 단계;

[0149] c) 광검출기 신호를 측정하고, 적어도 하나의 판독 디바이스를 사용하여 적어도 하나의 스펙트럼 데이터의 항목을 생성하는 단계;

[0150] d) 전달 함수를 이용하여 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 적어도 하나의 입력 데이터 항목으로 전달하는 단계; 및

[0151] e) 분류 모델을 이용하여 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하는 단계를 포함한다.

[0152] 실시예 49. 이전 실시예에 따른 방법은,

[0153] f) 분류 기반 스펙트럼 측정의 동작 조건 및/또는 주변 조건의 변화가 미리 정의된 한계를 초과하면 적어도 하나의 교정 측정을 수행하는 단계; 및

[0154] g) 교정 측정에 대응하는 전달 함수를 조정하는 단계

[0155] 를 더 포함한다.

[0156] 실시예 50. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 방법으로서, 방법은 적어도 하나의 평가 디바이스에서 적어도 하나의 분류 모델 및 적어도 하나의 전달 함수를 검색하는 단계를 포함한다.

[0157] 실시예 51. 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 방법으로서, 방법은 컴퓨터로 구현된다.

[0158] 실시예 52. 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서, 프로그램은 스펙트럼 측정 디바이스에 관한 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 실행될 때, 스펙트럼 측정 디바이스로 하여금 방법에 관한 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 방법을 수행하게 한다.

[0159] 실시예 53. 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서, 프로그램은 스펙트럼 측정 디바이스에 관한 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 실행될 때, 스펙트럼 측정 디바이스로 하여금 방법에 관한 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 방법을 수행하게 한다.

[0160] 실시예 54. 스펙트럼 측정 디바이스를 언급하는 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 스펙트럼 측정 디바이스의 용

도로서, 적외선 감지 애플리케이션; 분광학 애플리케이션; 배기 가스 모니터링 애플리케이션; 연소 프로세스 모니터링 애플리케이션; 오염 모니터링 애플리케이션; 산업 프로세스 모니터링 애플리케이션; 혼합 또는 블렌딩 프로세스 모니터링; 화학 프로세스 모니터링 애플리케이션; 식품 처리 프로세스 모니터링 애플리케이션; 식품 준비 프로세스 모니터링; 수질 모니터링 애플리케이션; 공기질 모니터링 애플리케이션; 품질 제어 애플리케이션; 온도 제어 애플리케이션; 모션 제어 애플리케이션; 배기 제어 애플리케이션; 가스 센싱 애플리케이션; 가스 분석 애플리케이션; 모션 센싱 애플리케이션; 화학 센싱 애플리케이션; 모바일 애플리케이션; 의료 애플리케이션; 모바일 분광학 애플리케이션; 식품 분석 애플리케이션; 농업 애플리케이션, 특히 토양, 사일리지, 사료, 작물 또는 농산물의 특성화, 식물 건강 모니터링; 플라스틱 식별 및/또는 재활용 애플리케이션; 및 직물 식별 및/또는 재활용 애플리케이션으로 구성된 그룹으로부터 선택된 용도를 위한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0161] 추가적인 선택적 특징 및 실시예는 바람직하게는 종속항과 함께 실시예의 후속 설명에서 더 자세히 개시될 것이다. 여기서, 각각의 선택적 특징은 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자가 인식하는 바와 같이 임의의 실행 가능한 조합뿐만 아니라 분리된 방식으로 실현될 수 있다. 본 발명의 범위는 바람직한 실시예에 의해 제한되지 않는다. 실시예는 도면에 개략적으로 도시되어 있다. 여기서, 이들 도면에서 동일한 참조 번호는 동일하거나 기능적으로 비교 가능한 요소를 나타낸다.

도 1은 스펙트럼 감지 디바이스의 예시적인 실시예의 개략도를 예시한다.

도 2a 및 2b는 단일 방사선원을 갖는 파장 의존형 광학 필터를 갖는 다중 단일 픽셀의 배열을 도시한다.

도 3a 및 3b는 모든 단일 픽셀이 쌍둥이(twin)인 실시예를 도시한다.

도 4는 서로 다른 직물 클래스에 대한 물질별 흡수 밴드를 도시한다.

도 5a 및 5b는 중앙에 정렬된 방사선원이 있는 어셈블리와 주변 주위에 정렬된 다수의 방사선원이 있는 어셈블리를 도시한다.

도 6은 본 발명에 따른 광 방사선을 측정하기 위한 방법의 예시적인 실시예의 개략도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0162] 도 1은 본 발명에 따른 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 예시적인 실시예를 매우 개략적인 방식으로 도시한다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 광 방사선(112)의 적어도 하나의 대응하는 신호 파장과 관련된 적어도 하나의 신호 세기에 대한 적어도 하나의 측정값을 기록하고 신호 세기에 관련된 적어도 하나의 광검출기 신호를 평가함으로써 스펙트럼 정보를 결정하도록 구성된 장치이다. 도 1에 도시된 실시예에서, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 컴포넌트를 둘러싸는 하우징(114)을 포함한다. 이러한 방식으로, 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 컴포넌트는 보호될 수 있고 외부 광의 접근이 지연될 수 있다. 그러나, 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 컴포넌트의 다른 종류의 배열도 생각할 수 있다.

[0163] 전술한 바와 같이, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 분류 기반 스펙트럼 측정에서 광 방사선을 측정하도록 구성된다. 클래스는 적어도 하나의 속성을 공유하는 엔티티(예, 객체 또는 요소)의 그룹일 수 있다. 공유 속성은 물리적 속성, 구체적으로는 대상이나 요소의 스펙트럼 특성과 같은 광학적 속성을 의미할 수 있다. 공유 속성은 대상의 화학적 조성과 같은 화학적 속성을 더 의미할 수도 있다. 예를 들어, 복수의 객체의 공유 속성은 객체가 모두 포함하는 공통 물질일 수 있다. 구체적으로, 각각의 클래스(class)는 적어도 하나의 별개의 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 또는 유사한 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 그룹을 지칭할 수 있다. 스펙트럼 특성은 구체적으로 물질의 적어도 하나의 흡수 피크 및/또는 흡수 피크와 연관된 물리량을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 물질은 합성 직물; 면; 양모; 실크; 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET); 폴리프로필렌(PP); 폴리에틸렌(PE); 폴리염화비닐(PVC); 고밀도 폴리에틸렌(HDPE); 저밀도 폴리에틸렌(LDPE); 폴리아미드(PA); 유리로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 재료일 수 있다. 일반적으로 카테고리라는 용어는 클래스라는 용어와 동의어로 사용될 수도 있다. 분류는 무엇보다도 엔티티를 분석하고 공유 속성을 식별하는 것을 포함할 수 있다. 일례로, 분류는 구체적으로 대상의 화학적 조성을 분석하는 것 및 공통의 물질로 구성된 대상을 하나의 클래스로 그룹화하는 것을 의미할 수 있다. 분류는 클래스 생성 및/또는 정의, 특히 클래스 경계 정의를 의미할 수도 있다. 일례로, 분류는 밀도; 농도와 두께 중 적어도 하나와 같은 클래스 경계로서 물리적

속성에 대한 적어도 하나의 제한을 설정할 수 있다. 또 다른 예로, 분류는 미리 정해진 조건이나 상태로부터 적어도 하나의 최대 편차를 클래스 경계로 설정할 수 있다. 예를 들어, 사전 결정된 이탈 부분을 제외하고 주로 하나의 물질로 구성된 측정 대상물을 하나의 클래스로 그룹화할 수 있다. 따라서 클래스는 물질에 따라 구체적으로 정의될 수 있다. 분류는 엔티티를 적어도 하나의 클래스에 할당하는 것을 포함할 수 있다. 원칙적으로 하나의 엔티티를 복수의 클래스에 동시에 할당하는 것이 가능할 수 있다. 따라서, 정의된 클래스가 주어지면, 적어도 하나의 엔티티가 여기에 할당될 수 있으며, 특히 엔티티가 클래스가 이미 포함하고 있는 추가 엔티티와 적어도 하나의 속성을 공유하는 경우 또는 엔티티가 정의된 클래스 경계 내에 있는 경우에 할당될 수 있다. 예를 들어, 클래스는 물질로 정의될 수 있다. 그런 다음, 측정 대상이 적어도 미리 결정된 정도로 물질을 포함하는 경우, 측정 대상은 클래스 또는 카테고리에 할당될 수 있으며, 이는 예를 들어 광학적 속성(예, 흡수)과 같은 대상의 적어도 하나의 물리적 속성을 측정하여 결정될 수 있다. 분류 기반 스펙트럼 측정은 측정된 스펙트럼 데이터 및/또는 전처리된 측정된 스펙트럼 데이터가 후속적으로 분류되는 스펙트럼 측정일 수 있다. 분류 기반 스펙트럼 측정의 결과 또는 중간 결과는 구체적으로 측정 대상이 할당될 수 있는 클래스에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0164] 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 , 측정 대상(118)을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선(112)을 방출하도록 구성된 적어도 하나의 방사선원(116)을 포함하고 여기서 광 방사선(112)은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있다. 특히, 방사선원(116)은 반도체 기반 방사선원으로 구성될 수 있고, 이는 바람직하게는 발광 다이오드(LED) 또는 레이저, 특히 레이저 다이오드 중 적어도 하나로부터 선택될 수 있다. 그러나, 추가 유형의 방사선원(116)도 가능할 수 있다. 방사선원(116)는 변조된 광 펄스를 연속적으로 방출하거나 생성할 수 있다.

[0165] 예시적인 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 두 개의 광검출기(120)를 포함한다. 광검출기(120)는 적어도 하나의 기판을 포함할 수 있다. 단일 광검출기(120)는 주어진 파장 범위에 대한 조명에 대한 물리적 반응을 생성하는 적어도 하나의 단일 감광성 영역을 갖는 기판일 수 있다. 각각의 광검출기(120)는 적어도 하나의 픽셀(121)을 포함한다. 픽셀의 실시예가 도 2 및 3에 도시되어 있다. 각각의 광검출기(120)는 픽셀(121)의 조명에 따라 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성된다. 광검출기(120) 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 다른 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 감지하도록 구성된다. 픽셀(121)은 광 방사선에 의해 조명될 수 있고 조명에 응답하여 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성할 수 있다. 픽셀(121)은 광검출기(120)의 표면, 구체적으로 기판 상에 위치할 수 있다. 또한, 픽셀(121)은 구체적으로 단일의 폐쇄된 균일한 감광 영역일 수 있다.

[0166] 픽셀(121) 중 적어도 두 개는 크기가 다를 수 있다. 픽셀의 크기는 서로 다를 수 있다. 서로 다른 기판의 픽셀 크기 또는 이중 픽셀 검출기의 픽셀 크기도 다를 수 있다. 각 픽셀(121)의 크기는 주어진 파장에서 각 픽셀의 감광도 및 각 픽셀에 입사되는 광 방사선의 세기를 고려하여 각 광검출기(120)에 의해 적어도 유사한 광검출기 신호 세기가 생성되는 정도일 수 있다. 이러한 방식으로 측정 중에 여러 검출기에서 유사한 신호 세기를 얻을 수 있으며 이는 판독 전자 기기를 최적화하는 데 도움이 될 수 있다. 픽셀(121)의 다른 실시예도 가능할 수 있다.

[0167] 각 광검출기(120) 상의 픽셀(121) 또는 픽셀들(121)은 동일한 물질로 제조될 수 있다. 대안으로, 다양한 픽셀 물질의 픽셀을 다중 단일 검출기 어셈블리에 함께 모을 수 있다. 따라서, 스펙트럼 측정 디바이스는 넓은 파장 범위를 포괄할 수 있거나 예를 들어 활성 영역의 크기를 변경함으로써 성능 측면에서 최적화될 수 있다. 예를 들어, 다중 단일 검출기 어셈블리는 서로 다른 기판에 서로 다른 크기의 PbS 및 PbSe 픽셀을 가질 수 있다.

[0168] 픽셀(121)은 바람직하게는 황화납(PbS), 셀렌화납(PbSe), 게르마늄(Ge), 인듐 갈륨 비소(InGaAs, 외부 InGaAs를 포함하되 이에 한정되지 않음), 안티몬화 인듐(InSb) 또는 텔루르화 수은 카드뮴(HgCdTe 또는 MCT)으로부터 선택된다. 구체적으로, 광검출기 중 적어도 하나는 PbS 광검출기일 수 있으며, 여기서 방출된 광 방사선은 760 400 nm 내지 3000 nm, 구체적으로 1000 800 nm 내지 2700 nm, 보다 구체적으로 1500 1200 nm 내지 2500 nm의 파장을 포함한다. 광검출기 중 적어도 하나는 PbSe 광검출기일 수 있으며, 여기서 방출된 광 방사선은 400 nm 내지 5000 nm, 구체적으로 800 nm 내지 4800 nm, 더욱 구체적으로 1200 nm 내지 4600 nm의 파장을 포함한다. 그러나 다양한 종류의 물질이나 다른 유형의 광검출기도 가능하다.

[0169] 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 광검출기 신호를 측정하고 적어도 하나의 스펙트럼 데이터 항목을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 판독 디바이스(139)를 포함할 수 있다. 판독 디바이스(139)는 저항계, 전압계, 전류계, 잠금 증폭기, 전압 분배기 및 전기 통과 필터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목은 측정 대상(118)에 의한 광 방사선의 흡수와 관련될 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목은 측정 대상(118)의 적어도 하나

의 흡수 스펙트럼을 포함할 수 있으며, 여기서 흡수 스펙트럼은 적어도 하나의 흡수 피크를 포함할 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목은 아날로그 및/또는 디지털일 수 있다. 판독 디바이스(139)는 검출기 신호를 수집하도록 구성될 수 있으며, 여기서 각각의 검출기 신호는 예를 들어 서로 다른 스펙트럼 범위 내에서 광 방사선의 검출된 세기를 나타낼 수 있다. 판독 디바이스(139)는 검출기 신호를 처리 및/또는 전처리하도록 구성될 수 있다. 판독 디바이스는 적어도 하나의 스펙트럼, 구체적으로 측정 대상(118)의 적어도 하나의 흡수 스펙트럼의 검출기 신호를 결합하도록 구성될 수 있다.

[0170] 광검출기(120) 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 상이한 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성된다. 스펙트럼 범위는 동일하지 않으며, 스펙트럼 범위는 중첩될 수도 있고 중첩되지 않을 수도 있다. 광검출기(120) 중 적어도 두 개 는 다를 수 있고, 예를 들면 상이한 광전도성 물질을 포함하는 픽셀로 구성된다. 구체적으로, 각각의 활성 픽셀(123)은 분류 모델의 적어도 하나의 클래스에 관한 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 갖는 광 방사선을 검출하도록 구성될 수 있다. 각각의 활성 픽셀(123)은 분류 모델의 정확히 하나의 클래스에 관한 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 갖는 광 방사선을 검출하도록 구성될 수 있다. 각 클래스는 구체적으로 적어도 하나의 별개의 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 또는 유사한 스펙트럼 특성을 갖는 적어도 하나의 물질 그룹을 지칭할 수 있다. 각각의 스펙트럼 특성은 적어도 하나의 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위를 나타낼 수 있다. 스펙트럼 특성(예: 물질의 흡수 피크)는 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위 내에 위치할 수 있다. 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위는 측정 대상에 의해 제공된 광 방사선을 측정하기 전에, 구체적으로 미리 결정된 분류에 따라 미리 결정되고/되거나 미리 정의될 수 있다. 예를 들어, 분류 기반 스펙트럼 측정은 의류 내부의 물질을 결정한다고 가정할 수 있다. 의류에 의해 제공된 광 방사선을 측정하기 전에, 직물 클래스는 미리 결정되고/되거나 미리 정의될 수 있으며, 각 직물 클래스는 서로 다른 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위의 흡수 피크와 같은 스펙트럼 특성을 포함할 수 있다. 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위는 1650 nm 내지 1700 nm; 1725nm 내지 1800nm; 2050nm 내지 2150nm; 2175nm 내지 2225nm로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 스펙트럼 범위일 수 있다. 그러나 다른 사용 사례에서는 다른 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 스펙트럼 범위가 가능하다.

[0171] 각각의 픽셀은 활성 픽셀(123) 또는 암화 픽셀(124)이다. 기판은 기계적 또는 광학적 수단에 의해 하나의 "활성" 영역과 하나의 제2 "암화" 영역을 갖는 단 하나의 감광성 영역 또는 이중 감광성 영역을 가질 수 있다. 스펙트럼 측정(110) 디바이스는 적어도 두 개의 활성 픽셀(123)을 포함한다. 각 활성 픽셀(123)은 활성 픽셀(123)의 조명에 따라 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성된다. 활성 픽셀(123) 중 적어도 두 개는 적어도 부분적으로 다른 스펙트럼 범위에서 광 방사선을 검출하도록 구성된다. 활성 픽셀(123)은 감광 영역의 조명에 응답하여 광검출 신호를 생성하도록 배열 및/또는 구성되는 픽셀일 수 있다. 활성이란 측정 중에 감광성 영역이 감도 파장 범위에서 조명되는 것을 의미할 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 암화 픽셀(124)을 포함한다. 각각의 암화 픽셀(124)은 암화 픽셀(124)의 조명에 독립적인 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하도록 구성된다. 암화 픽셀(124)은 가려진 픽셀(121)일 수 있다. 암화는 감광성 영역의 감도 파장 범위의 조명이 감광성 영역에 도달하지 않는다는 것을 나타낼 수 있다. 암화 픽셀(124)은 광검출기의 감도 범위와 동일한 파장 범위에서 흡수하는 물질에 의해 덮일 수 있고/있거나, 입사된 빛을 암화 픽셀로부터 멀리 반사시키는 감광 영역 상단의 금속일 수 있다. 암화 픽셀(124)은 접착제 및/또는 잉크와 같은 광 방사선을 흡수하는 물질로 덮일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 암화 픽셀은 금속과 같은 광 방사선을 반사하는 적어도 하나의 물질로 덮일 수 있다. 암화 픽셀(124)은 구체적으로 광 방사선을 전혀 또는 적어도 거의 볼 수 없을 수 있다. 암화 픽셀(124)은 위에서 언급된 수단에 의해 덮이는 단일 픽셀을 갖는 추가 광검출기(120)로 구현될 수 있거나, 픽셀(121) 중 하나가 어두워지는 듀얼 픽셀(121)(하나의 단일 기판 상에)을 갖는 광검출기(120)가 사용될 수 있다. 암화 픽셀(124)은 장기간의 드리프트 및 온도 영향을 제거하기 위해 사용될 수 있다.

[0172] 각각의 광검출기(120)는 최대 하나의 활성 픽셀(123)을 포함할 수 있으며, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 암화 픽셀(124)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 각각의 광검출기(120)는 두 개의 픽셀(121), 즉 활성 픽셀(123)과 암화 픽셀을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광검출기(120) 중 하나는 단일 활성 픽셀(123)을 포함할 수 있고 다른 광검출기(120)는 암화 픽셀(124)을 포함할 수 있다. 광검출기(120) 중 어느 것도 하나보다 많은 활성 픽셀(123)을 가질 수 없다. 각각의 활성 픽셀(123)은 특정 스펙트럼 범위 및/또는 파장 범위를 감지하도록 구성될 수 있다. 따라서, 각각의 광검출기(120)는 특정 스펙트럼 범위만을 담당할 수 있다.

[0173] 광검출기(120) 중 적어도 하나는 적어도 두 개의 픽셀(121)을 포함할 수 있다. 픽셀(121) 중 적어도 하나는 활성 픽셀(123)일 수 있다. 픽셀(121) 중 적어도 하나는 암화 픽셀일 수 있다. 구체적으로, 광검출기(120)는 듀얼 픽셀 광검출기일 수 있다. 따라서, 광검출기(120)는 활성 픽셀(123) 및 암화 픽셀(124)을 포함할 수 있다. 픽셀

(121)은 동일한 감광성 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 암화 픽셀(124)을 이용한 교정(calibration)은 활성 픽셀(123)이 포함하는 동일한 감광성 물질에 기초하여 수행될 수 있다. 하나의 광검출기(120) 상의 모든 픽셀(121)은 동일한 감광성 물질을 포함할 수 있다.

[0174] 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 부분적으로 상이한 스펙트럼 범위의 광 방사선을 방출하도록 구성된 적어도 두 개의 방사선원(116)를 포함할 수 있다. 예로서, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 두 개의 서로 다른 방사선원(116), 예를 들어 두 개의 다른 LED를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 두 개의 방사선원(116)는 서로 다른 광학 필터를 포함할 수 있다.

[0175] 각각의 광검출기(120)는 방사선원(116) 중 상이한 정확히 한 방사선원에 의해 방출된 광 방사선을 검출하도록 구성될 수 있다. 각각의 광검출기(120)는 서로 다른 스펙트럼 범위를 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 각각의 광검출기(120)는 분류 모델의 다른 클래스에 대응하는 스펙트럼 특성을 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 3개의 광검출기(120), 구체적으로 적어도 4개의 광검출기(120), 더 구체적으로 적어도 5개의 광검출기(120)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 16개 이하의 광검출기(120)를 포함할 수 있다. 구체적으로, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 3개의 픽셀(121)을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 두 개의 활성 픽셀(123)과 적어도 하나의 암화 픽셀(124)을 포함할 수 있다. 각 활성 픽셀(123)은 서로 다른 광검출기(120)로 구성될 수 있다. 두 개의 활성 픽셀(123)은 각각 서로 다른 스펙트럼 범위를 관찰하는 데 사용될 수 있다. 암화 픽셀(124)은 스펙트럼 측정 디바이스(110)를 교정하기 위해 사용될 수 있다.

[0176] 광검출기(120) 중 적어도 하나는 적어도 하나의 기준 광검출기 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 광검출기(120) 중 적어도 하나는 샘플 인터페이스로부터 반사된 광 방사선을 검출하고 적어도 하나의 대응하는 기준 광검출기 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 예시적인 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 광학 요소, 구체적으로 특히 바람직하게는 유리 윈도우 또는 실리콘 윈도우로부터 선택된 광학 윈도우(126)를 포함할 수 있다. 빔 분할기를 사용할 수 있다. 광학 윈도우(126)에 포함된 투명한 물질은 바람직하게는 광 방사선(112)에 의해 커버되는 파장 범위의 적어도 하나의 파티션에서 적어도 부분적으로 투명할 수 있다. 개략적으로 도시된 바와 같이, 광학 요소는 광 검출기(120) 중 적어도 하나로 방사선원(116)에 의해 방출된 광방사선(112)의 제1 부분(128)을 안내하도록 구성될 수 있다. 광학 요소는 또한 측정 대상(118)으로 방사선원(116)에 의해 방출된 광 방사선(112)의 제2 부분(130)을 가이드하도록 구성될 수 있다. 측정 대상(118)은 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 의한 조사 또는 모니터링을 위한 물질을 포함하는 생물과 무생물 중에서 선택된 임의의 바디이거나 이를 포함할 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110) 내에서 방사선원(116), 광학 요소 및 광검출기(120)의 이러한 특정 어셈블리의 결과로서, 광학 요소는, 직접적인 방식으로 광검출기(120)를 향해 안내된 제1 부분(128)으로 그리고 측정 대상(118)을 통해 간접적인 방식으로 적어도 하나의 감광성 검출기(120)를 향해 안내된 제2 부분(130)으로 방사선원(116)에 의해 방출된 광 방사선(112)를 분할하도록 지정된 빔 분할 요소로서 기능할 수 있다.

[0177] 광학 요소는 광 방사선(112)의 제1 부분(128)을 광검출기(120)로 반사시키고 제2 부분(130)을 적어도 하나의 측정 대상(118)으로 전송할 수 있다. 그러나, 대안적인 실시예(여기에 도시되지 않음)에서, 광학 요소는 광 방사선(112)의 제 1 부분(128)을 광검출기(120)로 보내고 제 2 부분(130)을 측정 대상(118)으로 반사시킨다. 선택된 실시예와 관계없이, 광 방사선은 방사선 방출 요소(116)로부터 광학 요소까지의 경로에서 광학적으로 투명한 매체(134)를 횡단한다. 여기서, 광학적으로 투명한 매체(134)는 특히 주변 공기, 불활성 가스 또는 진공 중에서 선택될 수 있지만, 위에서 더 자세히 나타낸 바와 같이 추가 물질도 가능할 수 있다.

[0178] 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 광검출기(120)를 조명하기 위해 제1 부분(128) 및/또는 제2 부분(130) 중 어느 하나의 광 방사선(112)의 적어도 하나의 파장을 선택하도록 구성된 스펙트럼 전달 요소(136)를 더 포함할 수 있다. 여기에 개략적으로 묘사된 바와 같이, 스펙트럼 전달 요소(136)는 특히 편광 필터와 같은 광학 필터(138)일 수 있으며; 또는 대역통과 필터이지만, 다른 종류의 스펙트럼 전달 요소(136)도 가능할 수 있다. 추가 실시예(여기에 도시되지 않음)에서, 스펙트럼 전달 요소(136)는 또한 불필요할 수 있다.

[0179] 광검출기(120) 중 적어도 하나는 적어도 하나의 광학 필터(138)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 필터(138)는 광학 필터(138)는 NPB(Optical Narrow Band Pass) 필터일 수 있다. 각각의 광검출기(120)에 의해 검출된 스펙트럼 범위는 예를 들어 분류의 적어도 하나의 클래스(예를 들어, 분류의 정확히 한 클래스)와 관련된 스펙트럼 범위로 제한될 수 있다. 로 분류된다. 광검출기(120)는 분류의 적어도 하나의 클래스, 구체적으로는 정확히 하나의 분류 클래스와 관련된 광학 속성을 관찰하도록 할당될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 각각의 광검출기(120)는 서로 다른 스펙트럼 범위를 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 각각의 광검출기(120)는 분류 모델

의 다른 클래스에 대응하는 스펙트럼 특성을 관찰하기 위해 할당될 수 있다. 광학 필터(138)는 광 방사선의 파장 및/또는 광 방사선의 편광과 같은 광 방사선의 적어도 하나의 물리적 속성에 따라 광 방사선을 선택적으로 차단하도록 구성되는 임의의 디바이스 또는 대상일 수 있다. 광학 대역통과 필터는 제한된 스펙트럼 범위만이 광학 필터를 통과하고 광학 필터 뒤의 대상으로 전파될 수 있는 방식으로 입사 광 방사선을 필터링하도록 구성되는 광학 필터일 수 있다. 광학 대역통과 필터는 최소 파장에서 최대 파장까지 광 방사선만을 투과시키도록 구성될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 각각의 사용 사례에 특정하게 설계될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 애플리케이션 특정 흡수 대역을 측정하도록 구성될 수 있다. 광검출기(120)는 흡수 대역으로 구성될 수 있으며, 애플리케이션 특정 중심 파장, 반치전폭(FWHM) 을 가지며 영역 차단 수준 및 범위를 벗어난 협대역통과(NBP) 광학 필터와 같은 광학 필터(138)를 포함할 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 광검출기(120)는 샘플 특정 파장을 방출하는 LED와 같은 적절한 방사선원을 선택함으로써 해당 애플리케이션 특정 흡수 대역에 맞게 구성될 수 있다.

[0180] 도 1에 추가로 개략적으로 도시된 바와 같이, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 평가 디바이스(140)를 더 포함한다. 평가 디바이스(140)는 적어도 하나의 프로세서(142) 및 적어도 하나의 메모리 저장소(144)를 포함한다. 메모리 저장소(144)는 서로 다른 클래스의 세트를 포함하는 적어도 하나의 분류 모델을 저장하도록 구성되고, 각각의 클래스는 적어도 하나의 스펙트럼 특성을 나타내며, 분류 모델은 입력 데이터의 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성된다. 메모리 저장소(144)는 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전달하도록 구성된 적어도 하나의 전달 함수를 저장하도록 구성된다. 평가 디바이스(140)는 스펙트럼 데이터 항목에 분류 모델 및 전달 함수를 적용하여 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하도록 구성된다.

[0181] 분류 모델은 입력 데이터 중 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성된다. 분류 모델은 적어도 하나의 분류를 수행하는데 사용될 수 있는 모델 또는 방식을 의미할 수 있다. 분류 모델은 사용자에 의해 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 클래스와 같은 미리 결정된 및/또는 미리 정의된 클래스를 포함할 수 있다. 분류 모델은 클래스 경계를 포함할 수 있다. 분류 모델은 하나의 클래스 내의 모든 엔티티에 의해 공유되는 적어도 하나의 속성과 같은 클래스 속성을 포함할 수 있다. 분류 모델은 입력 데이터 항목을 정확히 하나의 클래스로 분류할 수 있다. 분류 모델은 입력 데이터의 항목을 복수개의 클래스로 분류할 수 있다.

[0182] 분류 모델은 전역 분류 모델일 수 있다. "전역 분류 모델(global classification model)"은 하드웨어 독립적이지만 애플리케이션 특정 분류 모델일 수 있다. 분류 모델은 사용 사례별 파장, 특히 스펙트럼 범위에 따라 달라질 수 있다. 모든 애플리케이션에는 고유한 글로벌 모델이 있다. 분류 모델은 하드웨어 조건 및/또는 동작 조건과 무관할 수 있다. 따라서 분류 모델은 특히 다양한 하드웨어 컴포넌트(예, 다양한 동작 조건에서 사용되는 광검출기)에 대해 전역적으로 적용 가능하다.

[0183] 분류 모델은 입력 데이터 항목을 분석하고, 입력 데이터 항목을 클래스로 분류하기 위한 적어도 하나의 알고리즘을 포함할 수 있다. 분류 모델은 적어도 하나의 트레이닝된 모델을 포함할 수 있다. 트레이닝된 모델은 특히 기계 학습을 사용하여 적어도 하나의 트레이닝 세트에 대해 트레이닝될 수 있다. 트레이닝 데이터 세트는 예를 들어, 적어도 하나의 외부 디바이스, 특히 적어도 하나의 추가 스펙트럼 측정 디바이스에 의해 획득된 이력 스펙트럼 데이터를 포함할 수 있다. 추가 스펙트럼 측정 디바이스는 실험실 스펙트럼 측정 디바이스일 수 있다. 분류 모델은 특히 애플리케이션 및 그 이후의 정확도에 따라 랜덤 포레스트, K-means 클러스터링 및 SVM(Support Vector Machine) 중 적어도 하나를 사용하여 생성될 수 있다.

[0184] 분류 모델은 입력 데이터 중 적어도 하나의 항목을 클래스로 분류하도록 구성된다. 입력 데이터의 항목(item of input data)은 적어도 하나의 엔티티(특히 추가 처리를 위한 모델, 프로그램, 프로세서 또는 네트워크) 내에서 해석될 수 있는 방식으로 기록 및/또는 구조화된 정보에 관한 정성적 및/또는 정량적 설명을 제공하는 지식 또는 증거 중 적어도 하나일 수 있다. 구체적으로, 입력 데이터의 항목은 분류 모델에 적용 가능하다고 말한 바와 같다. 분류 모델은 입력 데이터 항목을 해석하고, 입력 데이터 항목을 처리하며, 구체적으로는 입력 데이터 항목 및/또는 처리된 입력 데이터 항목을 분류하도록 구성될 수 있다. 분류 모델은 특히 애플리케이션 지향적일 수 있다. 예를 들어, 분류는 의류의 물질 분석을 의미할 수 있으며, 여기서 클래스는 면 또는 양모와 같은 직물 클래스일 수 있다. 이 예에서, 분류 모델은 의류를 나타내는 처리된 스펙트럼 데이터 형태의 입력 데이터를 직물 클래스로 분류하도록 구성될 수 있다.

[0185] 메모리 저장소(144)는 적어도 하나의 전달 함수를 저장하도록 구성된다. 전달 함수는 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전달하도록 구성된다. 전역 분류 모델은 특정 사용 사례에 맞게 설계된 유사한 하드웨어에 대한 전달 기능의 도움으로 사용될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스로 측정된 데이

터는 하드웨어 허용 오차와 온도 및 습도와 같은 주변 조건에 따라 크게 달라진다. 일례로, 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 판독 디바이스(139)는 측정 대상(118)에 대한 스펙트럼 측정에 따라 스펙트럼 데이터 항목을 생성할 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목은 우선 측정 대상(118)(예를 들면, 측정 대상(118)의 흡수 특성)에 따라 달라질 수 있다. 그러나 스펙트럼 데이터의 항목은 스펙트럼 측정 디바이스(110) 자체, 특히 사용된 광검출기와 같은 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 하드웨어에 따라 더욱 달라질 수 있다. 추가적으로, 스펙트럼 데이터의 항목은 스펙트럼 측정 동안 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 동작 조건(예, 온도)에 따라 달라질 수 있다. 전달 함수는 데이터가 임의의 유사한 디바이스 상에서 오프라인으로 전역 분류 모델에 적용 가능해지는 방식으로 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 의해 측정된 데이터를 변환한다. 유사한 디바이스는 사전 정의된 필터, 픽셀 수, 픽셀 기하학 등을 갖춘 사전 정의된 하드웨어를 의미할 수 있다.

[0186] 전달 함수는 데이터를 전송하기 위한 임의의 함수나 알고리즘일 수 있다. 전송은 데이터의 적어도 하나의 변환, 구체적으로 추가 처리를 위해 데이터를 조정하는 것, 더 구체적으로 특정 모델과 같은 적어도 하나의 특정 엔티티 내에서 추가 처리를 위해 데이터를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 전송은 데이터에 포함된 정보가 적어도 부분적으로 유지되는 방식으로 데이터를 전송하는 것을 포함할 수 있다. 구체적으로, 데이터의 추가 평가와 관련된 정보는 유지될 수 있지만 데이터의 형식은 변경될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 추가 정보가 예를 들어, 추가 평가를 위해 하드웨어 및/또는 동작 조건을 고려하기 위해 추가될 수 있고, 하드웨어 및/또는 동작 조건에 대한 정보가 스펙트럼 데이터 항목에 추가될 수 있고/있거나, 스펙트럼 데이터 항목은 특히 전달 함수를 사용하여 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터의 적어도 하나의 항목을 생성할 때 하드웨어 및/또는 동작 조건에 대한 정보를 고려하여 적응될 수 있다. 전달 함수는 적어도 하나의 매개변수를 포함하는 적어도 하나의 매개변수화된 수학적 함수를 포함할 수 있다. 전달 함수는 픽셀에 대응하는 계수의 함수일 수 있다. 전달 함수는 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 하드웨어 및 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 동작 조건 중 적어도 하나를 고려할 수 있다. 구체적으로, 전달 함수의 매개변수는 광검출기 신호를 가중하도록 선택될 수 있으며, 더 구체적으로는 픽셀의 적용된 기하학적 구조 및 픽셀에 적용된 물질 중 적어도 하나에 따라 선택될 수 있다. 예로서, 분광계 디바이스(110)는 서로 다른 기하학적 구조 및/또는 서로 다른 활성 물질을 갖는 적어도 두 개의 픽셀(121)을 포함할 수 있다. 따라서, 두 개의 픽셀(121)은 하나의 측정 대상에 대한 스펙트럼 정보를 포함하는 동일한 입사 광 방사선에 대해 서로 다른 광검출기 신호를 유도할 수 있다. 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터 항목으로 전송하기 위한 전달 함수를 사용하면 예를 들어, 분류 모델을 사용하여 적어도 하나의 물질 클래스에서 측정 대상(118)을 분류할 때 다양한 기하학적 형상 및/또는 다양한 활성 물질을 고려할 수 있다. 전달 함수를 사용하면 물질 분류 애플리케이션을 하드웨어에 로컬화하여 대량 배포할 수 있다. 전달 함수는 예를 들어 참조 샘플에 대한 참조 디바이스를 사용하여 얻은 스펙트럼 데이터의 알려진 항목으로부터 파생될 수 있다. 참조 디바이스는 예를 들어 고급 실험실 디바이스를 포함할 수 있다. 참조 샘플은 예를 들어 알려진 물질과 같은 알려진 샘플을 포함할 수 있다. 구체적으로, 전달 함수는 적어도 하나의 미리 결정된 계수를 포함할 수 있다. 매개변수화된 수학적 함수는 적어도 하나의 다음 형태의 행렬 M을 포함할 수 있다:

[0187] $$Y=MX,$$

[0188] 여기서 Y는 입력 데이터 항목을 포함하는 벡터이고, X는 스펙트럼 데이터 항목을 포함하는 벡터이다. 따라서, 미리 결정된 계수는 예를 들어 행렬 M의 요소일 수 있다. 행렬 M의 매개변수는 스펙트럼 데이터의 측정된 항목을 알려진 스펙트럼 데이터의 알려진 항목에, 예를 들어 참조 샘플에 참조 디바이스를 사용하여 비교함으로써 결정될 수 있다. 행렬 M은 예를 들어 디바이스 속성(예, 검출성, 온도 보상 매개변수 또는 습도 보상 매개변수)을 포함할 수 있다. 전달 함수는 적어도 하나의 룩업 테이블을 더 포함할 수 있다. 룩업 테이블은 스펙트럼 데이터의 항목을 분류 모델에 적용 가능한 입력 데이터의 항목과 매칭시키기 위해 구성될 수 있다.

[0189] 특정 예로서, 전달 함수는 온도 보상을 허용할 수 있다. 따라서, 행렬 M은 온도 보상 매개변수를 요소로서 포함할 수 있다. 온도 보상 매개변수는 예를 들어 룩업 테이블에서 읽을 수 있다.

[0190] 평가 디바이스(140)는 스펙트럼 데이터 항목에 분류 모델 및 전달 함수를 적용하여 측정 정보 중 적어도 하나의 항목을 생성하도록 구성된다. 측정 정보의 항목은 적어도 하나의 측정 대상에 관한 정성적 및/또는 정량적 설명을 제공하는 지식 또는 증거일 수 있다. 측정 정보의 항목은 측정 대상의 물리적 속성 및 측정 대상(118)의 화학적 속성 중 적어도 하나, 구체적으로 측정 대상(118)의 화학적 조성을 포함할 수 있다. 물리적 속성은 구체적으로 측정 대상(118)의 적어도 하나의 흡수율 및/또는 측정 대상(118)의 적어도 하나의 방사율과 같은 광학적 속성을 포함할 수 있다. 화학적 조성은 구체적으로 측정 대상(118)이 포함하는 적어도 하나의 물질에 대한 정성적 및/또는 정량적 정보를 의미할 수 있다. 평가 디바이스(140)는 측정 정보 항목에 기초하여 측정 대상(118)의 분류를 수행하도록 구성될 수 있다. 측정 정보 항목과 그에 따른 측정 대상(118)은 하나 이상의 클래스(예, 사

용자가 미리 결정한 클래스)에 할당될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 측정 정보 항목은 적어도 하나의 클래스(예, 새로운 물질 클래스)를 생성 및/또는 정의하는 데 사용될 수 있다.

[0191] 전달 함수는 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 사용자에 의해 또는 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 의해 자동으로 업데이트, 특히 재교정될 수 있다. 예를 들어, 평가 디바이스는 교정 측정이 수행되는 경우와 같이 전달 함수를 조정하도록 추가로 구성될 수 있다. 구체적으로, 평가 디바이스(140)는 하드웨어 조건 및/또는 동작 조건의 변화가 교정 측정에서 감지될 때 이에 따라 전달 함수를 업데이트하도록 구성될 수 있다. 예로서, 교정 측정은 적어도 하나의 픽셀(121)의 저하로 인해 적어도 하나의 광검출기(120)의 응답성의 변화를 드러낼 수 있다. 그 다음, 픽셀(121)의 가중치는 구체적으로 전달 함수의 대응하는 매개변수를 조정함으로써 전달 함수에서 조정될 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)에는 예를 들어, 2020년 12월 2일에 출원된 EP 출원 번호 20211174.6에 설명되고 도 1의 실시예의 광학 윈도우(126)에 관하여 설명된 바와 같이, 자동 자가 교정을 위한 수단이 장착될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 광학 윈도우(126)의 윈도우 물질의 프레넬 반사(Fresnel reflection)를 사용하는 대신, 스펙트럼 측정 디바이스(110)에는 샘플이 존재하지 않는 경우 교정 타겟으로 사용될 수 있는 통합 확산 반사 타겟일 수 있다. 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 적어도 하나의 교정 측정을 수행하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 교정 측정은 분류 기반 스펙트럼 측정의 동작 및 주변 조건의 변화가 미리 정의된 한계를 초과하면 수행될 수 있다.

[0192] 예를 들어, 평가 디바이스(140)는 광 방사선(112)의 제1 부분(128)에 의한 조명 시 광검출기(120) 중 하나에 의해 생성된 제1 검출기 신호를 사용하여 스펙트럼 측정 디바이스(110)의 교정을 수행하도록 구성될 수 있으며, 광학 윈도우(126)를 통해 직접 방식으로 광검출기(120) 중 하나로 안내된다. 평가 디바이스(140)는 추가적으로 여기서 광 방사선(112)의 제2 부분(130)에 의한 조명 시 광검출기(120) 중 하나에 의해 추가로 생성된 제2 검출기 신호(이는 측정 대상(118)에 의해 반사되고/되거나 측정 대상(118)을 통해 광검출기(120)를 향해 전송됨)를 사용하여 측정 대상(118)과 관련된 스펙트럼 정보를 결정하도록 구성된다.

[0193] 평가 디바이스(140)는 특히 유선 또는 무선 방식으로 인터페이스(146)를 통해 제1 검출기 신호, 바람직하게는 제2 검출기 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 일반적으로, 평가 디바이스(140)는 데이터 처리 디바이스의 일부일 수 있고/있거나 하나 이상의 데이터 처리 디바이스를 포함할 수 있다. 평가 디바이스(140)는 하나 이상의 추가 컴포넌트, 특히 하나 이상의 전자 하드웨어 컴포넌트 및/또는 하나 이상의 소프트웨어 컴포넌트 및/또는 하나 이상의 제어 유닛을 포함할 수 있다. 여기에 예시된 바와 같이, 평가 디바이스(140)는 또한, 특히 인터페이스(146) 및/또는 또는 방사선원(116), 특히 추가 인터페이스(146)를 통해 스펙트럼 측정 디바이스(110) 또는 그 컴포넌트, 특히 광검출기(120)를 완전히 또는 부분적으로 제어하거나 구동하도록 설계될 수 있다.

[0194] 도 1에 도시된 바와 같은 예시적인 실시예에서, 평가 디바이스(140)는 하우징(114)에 완전히 통합되나, 전자 통신 유닛, 특히 스마트폰 또는 태블릿의 일부와 같이 하우징(114) 외부에 위치하는 별도의 엔티티로서 제공될 수 있는 외부 평가 디바이스(여기에는 도시되지 않음)도 가능할 수 있다. 평가 디바이스(140)에 의해 결정되는 정보는 전자적, 시각적, 청각적 및/또는 촉각적 방식으로 하나 이상의 추가 장치 또는 사용자에게 제공될 수 있다. 예를 들어, 스마트폰의 모니터를 이용하여 정보를 표시할 수 있다. 또한, 정보는 평가 디바이스(140)에 의해 구성될 수 있는 데이터 저장 유닛(여기에는 도시되지 않음)에 저장되거나 스마트폰과 같은 별도의 저장 디바이스에 저장될 수 있다.

[0195] 평가 디바이스(140)는 암화 픽셀(124)을 사용하여 생성된 적어도 하나의 광검출기 신호를 사용하여 스펙트럼 측정 디바이스(110)를 자동으로 재교정하도록, 특히 스펙트럼 측정 디바이스(110)를 연속적으로 또는 반복적으로 재교정하도록 구성될 수 있다. 암화 픽셀(124)을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 스펙트럼 측정 디바이스에 도달하는 광 방사선과 무관할 수 있다. 즉, 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 도달하는 광 방사선이 변하더라도, 암화 픽셀(123)을 이용하여 생성된 광검출기 신호는 일정하게 유지될 수 있다. 암화 픽셀(124)을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 광검출기(120)의 드리프트, 특히 장기간 드리프트를 보정하는 데 적합할 수 있다. 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 온도에 따라 달라질 수 있다. 예로서, 암화 픽셀(124)은 자유 전하 캐리어의 자발적인 형성이 열적으로 유도될 수 있는 적어도 하나의 반도체 물질을 포함할 수 있다. 따라서, 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 광검출기(120)에 대한 온도 효과를 보정하는 데 더 적합할 수 있다. 보정은 주로 하드웨어 컴포넌트에 관련된 변경으로 인해 및/또는 하드웨어 컴포넌트, 특히 스펙트럼 측정 디바이스 또는 그 부품에 영향을 미치는 변경으로 인해 실제로 측정에서 발생할 수 있는 드리프팅 효과를 보정하는 것을 포함할 수 있다. 변경은 구체적으로 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있다: 방사선원(116) 또는 광검출기(120) 중 적어도 하나, 구체적으로 픽셀(121)의 저하; 방사선원(116) 또는 광검출기(120) 중 적어도 하나의 온도 드리프트; 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 영향을 미치는 주위 온도의 변화; 스펙트럼 측정 디바이스(110)와

관련된 온도, 즉 광검출기(120) 및/또는 대응하는 전자 기기가 동작할 수 있는 온도의 변화; 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 포함된 적어도 하나의 컴포넌트(특히 기계적 하우징, 홀더 및 광학 요소 중 적어도 하나)의 기계적 확장 또는 수축. 추가 변경도 가능할 수 있다. 긴 수명 트랩의 완화와 같은 전기화학적 프로세스나 물리적 프로세스는 드리프팅 효과를 유발할 수 있다. 드리프트 효과를 수정하는 것은 특히 드리프트 효과가 스펙트럼 측정 디바이스(110)에 의해 결정된 결과가 결정적이지 않을 정도로 측정 정보의 항목을 왜곡할 수 있는 것을 방지함으로써 측정 정보 항목의 신뢰성 유지를 용이하게 할 수 있다. 따라서, 스펙트럼 측정 디바이스의 신뢰성을 유지하기 위해서는 일반적으로 사용된 하드웨어의 정기적인 교정이 필요할 수 있다. 암화 픽셀을 사용하여 생성된 적어도 하나의 광검출기 신호를 사용하여 스펙트럼 측정 디바이스를 자동으로 교정하는 것은 특히 소비자 친화적일 수 있다. 암화 픽셀을 사용하여 생성된 광검출기 신호는 광검출기의 드리프트, 특히 장기간의 드리프트를 교정하고 또한 광검출기(120)에 대한 온도 영향을 교정하는 데 적합할 수 있다.

[0196] 도 2a 및 2b는 단일 방사선원(116)를 갖는 파장 의존형 광학 필터(138)를 갖는 다중 단일 픽셀(121)의 배열을 도시한다. 도 2a의 사시도에서, 각각 단일 픽셀(121)을 갖는 8개의 광검출기(120)가 하나의 단일 방사선원(116) 주위에 원형 배열로 도시된다. 광검출기(120) 상으로 특정 파장을 전송하도록 구성된 예시적인 3개의 광학 필터(138)가 도 2a에 도시되어 있다. 광검출기(120)는 개별 검출기(120)와 미광 사이의 혼선이 억제되는 방식으로 서로 격리될 수 있다. 도 2a 및 2b에서는 IR 흡수 물질로 만들어진 차단벽(148)이 광검출기(120) 사이에 배열된다. 이는 광검출기(120)가 개별 기판에서 물리적으로 분리되어 있기 때문에 가능할 수 있다. 따라서 지정된 파장의 방사선을 혼선 없이 훨씬 더 정확하게 감지할 수 있다. 도 2b의 평면도에서는 광검출기(120)의 원형 배열이 광학 필터(138) 없이 도시되어 있다.

[0197] 도 3a 및 3b는 모든 단일 픽셀이 특정 파장에 대해 구성된 쌍이고 해당 쌍이 어두워지는 실시예를 보여준다. 도 3a에는 하나의 활성 트윈 픽셀(121)이 도시되어 있고, 도 3b에는 암화 픽셀(124)을 갖는 트윈이 도시되어 있다.

[0198] 도 5a 및 5b는 방사선원(116)과 광검출기(120)의 추가 어셈블리를 도시한다. 도 5a에서 방사선원(116)는 중앙에 정렬된다. 도 5b에서, 다수의 방사선원(116)는 주변회로 주위에 정렬되어 사용될 수 있다. 두 도면 모두에 차단벽(148)이 도시되어 있다. 또한, 광학 윈도우(126)가 도시된다.

[0199] 위에 개략된 바와 같이, 스펙트럼 측정 디바이스(110)는 각각의 사용 사례에 특정되어 설계될 수 있다. 예를 들어, 직물 사용 사례에는 예를 들어 다양한 직물을 면, 양모, 실크, 합성 직물와 같은 클래스로 구분하는 것 필요할 수 있다. 모든 직물에는 소정의 특징적인 적외선 흡수 스펙트럼이 있다. 문헌에서는 이미 특정 물질에 특유한 특정 흡수 대역이 있음을 나타내고 있다. 예를 들어 면은 약 2100 nm, 양모는 약 1724 nm, 합성 직물는 약 1662 nm 등을 흡수한다. 도 4는 상이한 직물 클래스에 대한 물질 특정 흡수 대역을 도시한다. 따라서 이러한 직물 사용 사례의 경우 검출기 픽셀을 이러한 샘플 특정 파장으로 구성하여 고가의 분광기로 전체 스펙트럼을 측정하는 대신 이러한 네 가지 물질의 특정 흡수 대역을 측정하는 것으로 충분할 수 있는데, 이는 특정 파장 컴포넌트만이 직물 클래스에 대한 정보를 전달하기 때문이다. 4개의 광검출기(120)(예: 광검출기 1 내지 4)를 사용할 수 있다. 광검출기는 아래 표에 언급된 바와 같이 중심 파장과 FWHM(Full Width Half Maximum)을 갖는 협대역통과(NBP) 광학 필터의 도움으로 파장에 맞게 구성될 수 있다.

[0200]

	중심 파장 [nm]	FWHM [nm]
광검출기 1 - NBP 필터 1	1660	20
광검출기 2 - NBP 필터 2	1724	10
광검출기 3 - NBP 필터 3	2100	50
광검출기 4 - NBP 필터 4	2378	20

[0201] 예를 들어, 추가 사용 사례에는 플라스틱 분류가 필요할 수 있고, 여기서 PET는 PP, PE 등과 같은 다른 플라스틱 유형으로 분류되어야 한다. 이 실시예에서는 이러한 플라스틱 클래스에 특정한 두 개 또는 3개의 픽셀이 사용될 수 있다.

[0202] 도 6은 본 발명에 따른 광 방사선(112)를 측정하기 위한 방법의 예시적인 실시예의 개략도를 예시한다. 이 방법은 다음 단계로 구성된다:

[0203] a) (참조 번호 150) 적어도 하나의 방사선원(116)을 사용하여 측정 대상(118)을 향해 적어도 부분적으로 광 방사선(112)을 방출하는 단계 - 광 방사선(112)은 적어도 부분적으로 분류 기반 스펙트럼 측정을 위한 관심 스펙트럼 범위 내에 있음 - ;

[0204] b) (참조 번호 152) 측정 대상(118)에 의해 제공되는 광방사선(112)을 검출하고, 적어도 두 개의 광검출기(12

0)를 이용하여 적어도 하나의 광검출기 신호를 생성하는 단계;

[0205] c) (참조 번호 154) 광검출기 신호를 측정하고, 적어도 하나의 판독 디바이스(139)를 사용하여 적어도 하나의 스펙트럼 데이터의 항목을 생성하는 단계;

[0206] d) (참조 번호 156) 전달 함수를 이용하여 스펙트럼 데이터 항목을 분류 모델에 적용 가능한 적어도 하나의 입력 데이터 항목으로 전달하는 단계; 및

[0207] e) (참조 번호 158) 분류 모델을 이용하여 적어도 하나의 측정 정보 항목을 생성하는 단계.

[0208] 이 방법은 다음 단계를 추가로 포함할 수 있다(여기에는 표시되지 않음):

[0209] f) 분류 기반 스펙트럼 측정의 동작 조건 및/또는 주변 조건의 변화가 미리 정의된 한계를 초과하면 적어도 하나의 교정 측정을 수행하는 단계; 및

[0210] g) 교정 측정에 대응하는 전달 함수를 조정하는 단계.

부호의 설명

[0211] 110 스펙트럼 측정 디바이스

112: 광방사선

114 하우징

116 방사선원

118 측정 대상

120 광검출기

121 픽셀

123 활성 픽셀

124 암화 픽셀

126 광학 윈도우

128 제1 부분

130 제2 부분

134 광학적으로 투명한 매체

136 스펙트럼 전달 요소

138 광학필터

139 판독 디바이스

140 평가 디바이스

142 프로세서

144 메모리 저장

146 인터페이스

148 차단벽

150 방법 단계 a)

152 방법 단계 b)

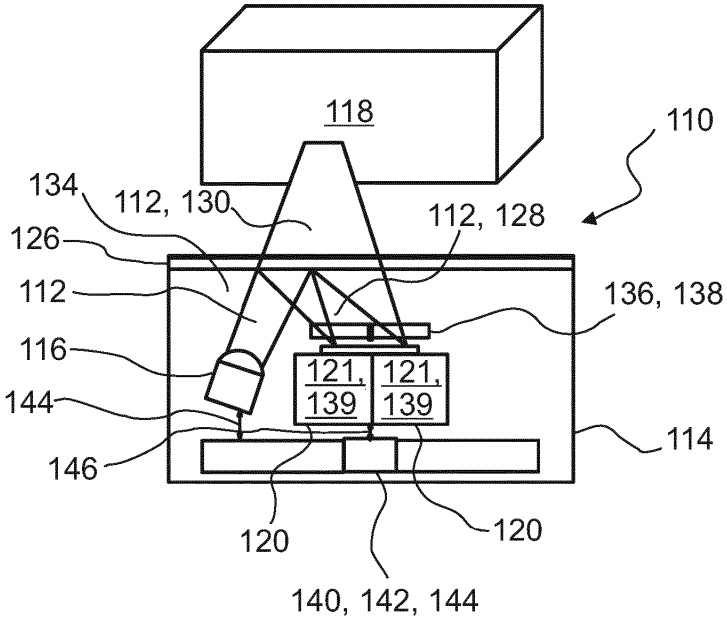
154 방법 단계 c)

156 방법 단계 d)

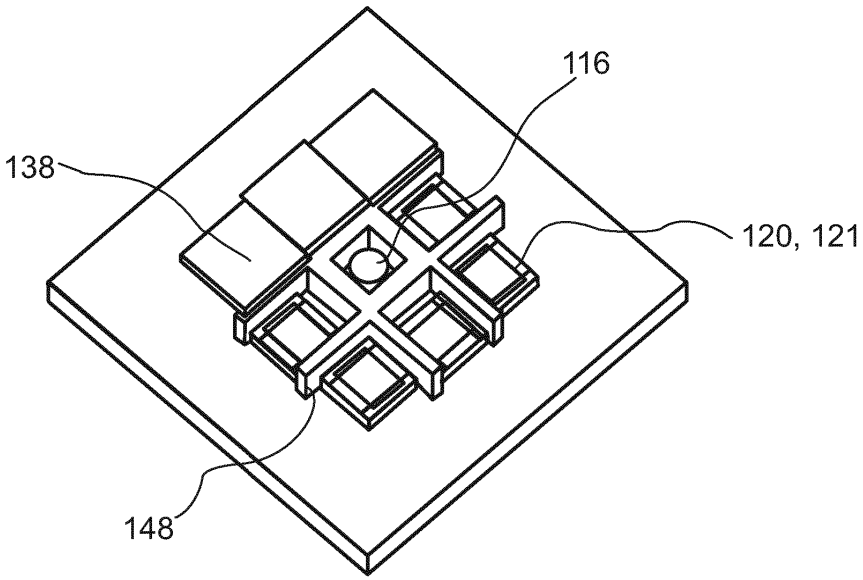
158 방법 단계 e)

도면

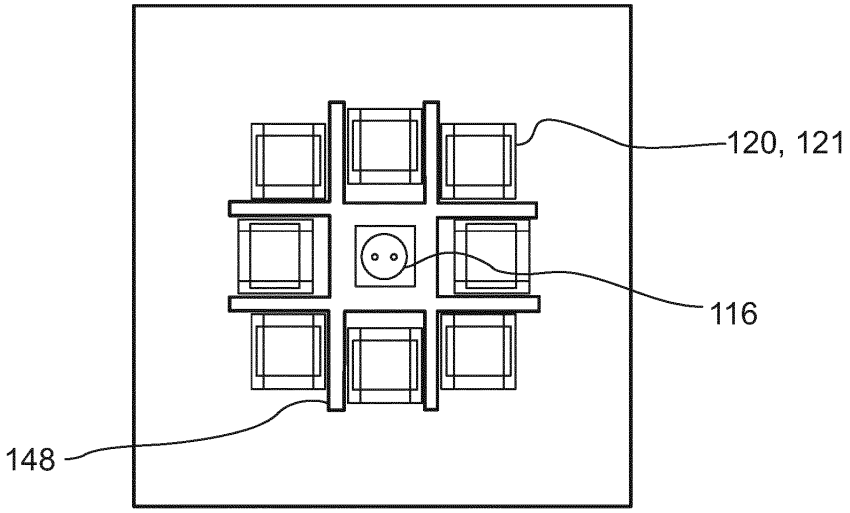
도면1



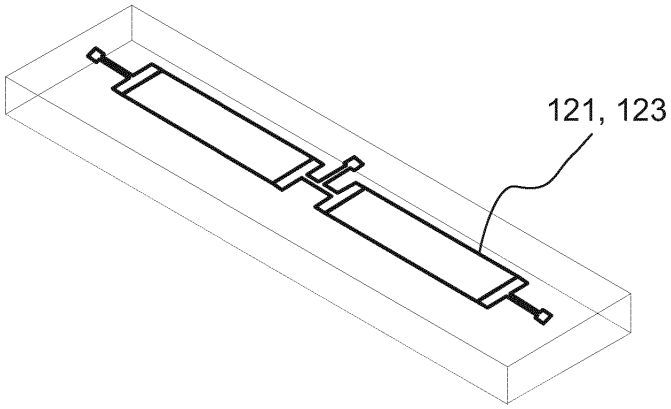
도면2a



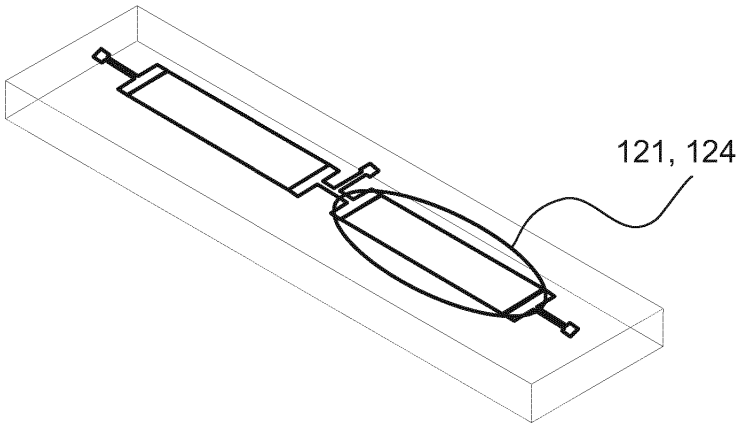
도면2b



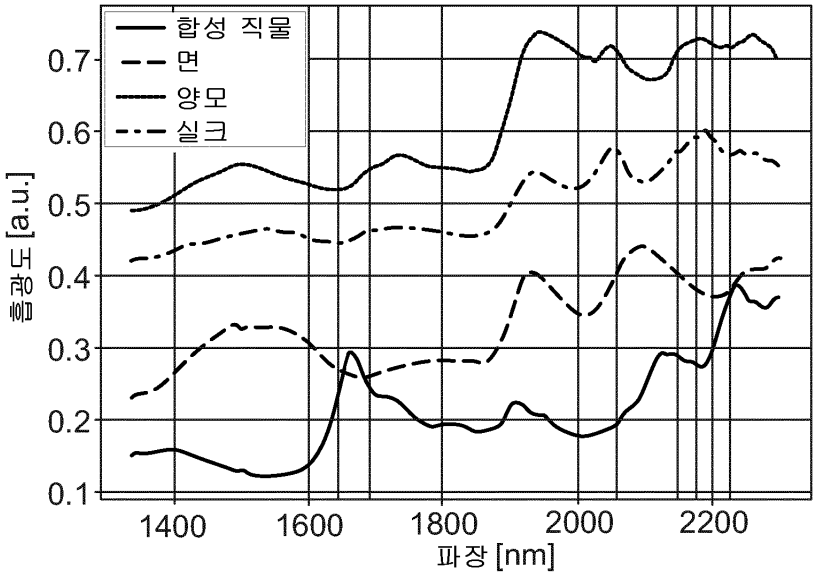
도면3a



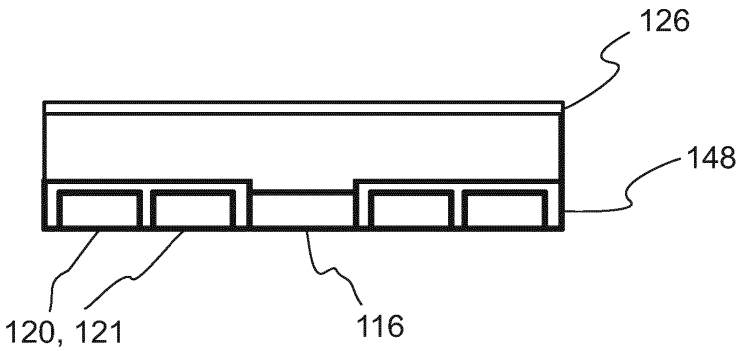
도면3b



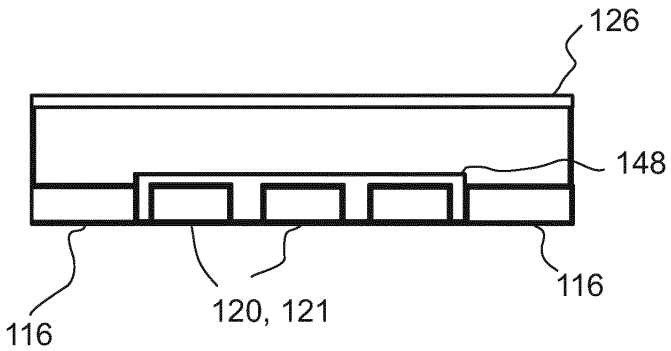
도면4a



도면5a



도면5b



도면6

