(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월07일
(11) 등록번호 10-2507052
(24) 등록일자 2023년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/08 (2013.01)
G01N 2015/0846 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7005469
(22) 출원일자(국제) 2016년07월18일
심사청구일자 2021년05월17일
(85) 번역문제출일자 2018년02월23일
(65) 공개번호 10-2018-0048643
(43) 공개일자 2018년05월10일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2016/067019
(87) 국제공개번호 WO 2017/013050
국제공개일자 2017년01월26일
(30) 우선권주장
10 2015 213 974.3 2015년07월23일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
WO2012041945 A1*
WO2014163039 A1*
US5381228 A
JP2013044542 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
프라운호퍼 게젤샤프트 쭈르 푀르데룽 데어 안겐반텐 포르슝 에. 베.
독일 80686 뮌헨 한자슈트라쎄 27 체
(72) 발명자
볼만, 필리프
독일 01189 드레스덴, 사르플라츠 5
그라일러트, 불프
독일 01277 드레스덴, 헤르쿨레스스트라쎄 22
그루버, 플로리안
독일 01127 드레스덴, 로베트-마즈키-스트라쎄 44
(74) 대리인
특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 인치현

(54) 발명의 명칭 **샘플의 침투율을 결정하는 어셈블리**

(57) 요 약

본 발명은 파장 간격 내 전자기 복사의 공간 분해 스펙트럼 분석을 위해 행 배열, 또는 십자 배열로 배열되는 복수의 검출기를 포함하고, 적어도 하나의 침투제, 구체적으로는 수증기에 대한 샘플의 침투율을 결정하는 어셈블리에 관한 것이다. 검출기는 전자 평가부에 연결되며, 광대역 방사 소스에 의해 방출된 전자기 복사가 샘플의 표면, 샘플에 형성된 레이어 또는 샘플 내 마련된 레이어의 표면에서 반사된 후 또는 전자기 복사를 위한 샘플 트랜스페어런트(sample transparent)에 조사 후, 검출기에 충돌하도록 배열된다. 조사는 전자기 복사의 강도가 표면에 투과되거나 전자기 복사가 반사되는 표면에서 균일하게 유지되도록 발생한다. 전자 평가부는 미리 설정된 표면상에 배치되는 개별 로컬 포인트의 파장 간격 내에서 감지될 수 있고, 공간 분해 및 파장 분해 방식으로 검출되는 검출 신호를 평가하도록 구성된다. 복수의 위치에서 검출된 각각의 측정 신호는 검출된 표면(하이퍼큐브)의 각각의 일부 영역에 할당되고, 데이터 정리는 정보를 제공하는 특징이 선택되는, 파장 분해 방식으로 검출된 표면의 일부 영역의 모든 측정 신호에 대하여 수행되고, 대응하는 투과율에 관한 결론을 도출하기 위해 전자 저장 장치에 저장되어 있는 미리 확인된 회귀 모델이 함께 사용될 수 있으며, 회귀 모델은 측정 정확도가 더 높은 상이한 측정 방법을 사용하여 아날로그 방식으로 얻어진 투과율을 갖는 샘플의 특징 세트를 사용하여 마련된다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

행 배열(row arrangement) 또는 십자 배열(row and column arrangement)로 배열되고, 파장 간격 내 전자기 복사의 공간 분해 스펙트럼 분석을 위한 복수의 검출기를 포함하고, 적어도 하나의 침투제 구체적으로 수증기에 대한 샘플의 침투율을 결정하는 어셈블리에 있어서,

전자 평가부에 연결되며, 광대역 방사 소스에 의해 방출되는 전자기 복사가 상기 샘플의 표면, 상기 샘플에 형성된 레이어 또는 상기 샘플 내 마련된 레이어의 표면에서 반사된 후 충돌하도록 배열되거나 또는 상기 전자기 복사를 위한 샘플 트랜스페어런트(sample transparent)에 조사 후 상기 검출기에 충돌하도록 배열되는 검출기;

상기 조사는 전자기 복사의 강도가 측방향으로 동일하도록 발생하고, 상기 표면에 투과되거나 또는 상기 전자기 복사가 반사되는 표면에서 실시간으로 관찰되는 것을 특징으로 하고,

상기 샘플에서 미리 설정된 표면에 배열된 개별적인 로컬 포인트에 대한 파장 간격에서 감지될 수 있고, 공간 분해능 및 파장 분해능과 함께 검출되는 검출 신호를 평가하고, 검출된 표면(하이퍼 큐브)의 각 일부 영역에 할당되는 복수의 위치에서 검출되는 상기 검출 신호를 평가하는 상기 전자 평가부; 및

상기 파장 분해능으로 검출된 상기 검출된 표면의 상기 일부 영역의 모든 측정 신호를 위해서 데이터 정리를 수행하고; 전자 메모리에 저장되는 회귀 모델(regression model)을 사용한 상기 데이터 정리를 참조하여 침투율에 대한 상태를 획득하고; 상기 회귀 모델은 침투율이 측정 정확도가 더 높은 상이한 측정 방법을 사용하여 결정되는 아날로그 방식으로 얻어진 샘플의 특징 세트(feature sets)를 사용하여 마련되는 어셈블리.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전자 평가부는 주성분 분석, 텍스쳐 정보(texture information)의 추출, 평균값 형성, 표준 편차 측정 및/또는 이들의 조합에 의해 특징을 추출하여 상기 데이터 정리를 수행하는 것을 특징으로 하는 어셈블리.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 검출된 일부 영역(investigated part region)의 크기는 500㎛ x 500㎛ 내지 1500㎛ x 1500㎛인 것을 특징으로 하는 어셈블리.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 표면의 조사는 상기 샘플 표면의 법선(normal)에 대하여 0° 내지 < 90° 범위의 적어도 하나의 각도에서 발생하는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 검출기의 검출 및 전자 평가부의 평가는 입사면(plane of incidence)에 대하여 적어도 하나의 정의된 편광면(polarization plane)을 갖는 적어도 하나의 편광판(polarizer)을 사용하여 수행될 수 있는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 검출기 및 샘플은 서로에 대하여 적어도 하나의 축을 따라 이동 가능한 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 검출기 및 샘플은 서로로부터 일정한 간격을 두고 떨어져 있는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 방사 소스는 상기 전자기 복사를 형성하는 광학 소자를 포함하거나,

표면상에 전자기 복사를 확산적으로 방출하고, 산란된 전자기 복사의 입사를 방지하고 상기 전자기 복사의 광경로에서 상기 검출기 앞에 배치되는 다이어프램 및 중공체 내에 배치되는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 샘플은 다층 구조를 가지는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 다층 구조는 상이한 재료 또는 물질로부터 형성된 복수의 층으로 형성되는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 검출기의 행 배열 및 열 배열은 HSI 카메라를 사용하여 광학 소자 및 상기 평가부에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 침투제에 대한 샘플의 침투율을 결정하기 위한 어셈블리에 관한 것이다. 침투제는 특히 수증기여야 한다. 또한, 침투제에 대한 샘플의 침투율을 결정하기 위하여 산소, 이산화탄소 또는 메탄을 침투제를 사용할 수 있다. 샘플은 각각의 침투제에 대한 장벽 물질(barrier material)로부터 형성될 수 있다.

배 경 기 술

[0002] 침투율은 장치 내에서 직접, 즉 샘플을 통해 침투된 가스 또는 증기의 측정을 사용하여 결정하는 것이 일반적이었다. 각각의 샘플은 여기에서 두 개의 챔버 사이에 배치된다. 검출된 침투제는 하나의 챔버 내에 포함된다. 샘플을 통해 침투된 침투제의 시간 분해 검출은 다른 챔버에서 수행된다. 검출은 침투제에 대하여 매우 민감한 센서를 사용하여 수행된다. 침투제를 정량화하기 위하여, 전량 센서(coulometric sensors) 뿐 아니라 분량계가 각각의 침투제의 알려진 흡수 밴드를 사용하는 동안 자주 사용된다. 이로부터 침투율(수증기 전송률 - $g/m^2/d$의 WVTR)이 결정될 수 있다.

[0003] 공지된 방법을 사용하여 결정의 정확성을 충분히 높일 수 있다. 하지만, 장벽 샘플은 그 본질적으로 매우 좋은 장벽 효과를 가지고 있기 때문에, 종래의 직접 결정은 상당한 시간의 노력이 필요하다. 샘플의 장벽 효과에 따라 결정은 며칠에서 몇 주까지 지속될 수 있다.

발명의 내용

[0004] 따라서, 본 발명의 목적은 상당히 단축된 시간에서 정확도가 충분히 높은 결과를 생성하고 장벽 제조 공정에서 인라인 측정에 사용될 수 있는 샘플에서 침투율의 측정 가능성을 지정하는 것이다.

[0005] 본 발명의 목적은 청구항 제1항의 특징을 가지는 어셈블리에 의해 실현된다. 본 발명의 바람직한 실시예 및 추

가 개선은 종속항에 지정된 특징을 사용하여 실현될 수 있다.

[0006] 샘플의 침투율을 결정하기 위한 본 발명에 따른 어셈블리는 파장 간격 내에서 전자기 복사의 공간 분해 스펙트럼 분석을 위한 복수의 검출기를 포함한다. 복수의 검출기는 행 배열(row arrangement) 또는 십자 배열(row and column arrangement)로 배열된다. 검출기는 전자 평가부에 연결되고, 광대역 방사 소스에 의해 방출되는 전자기 복사가 상기 샘플의 표면, 상기 샘플에 형성된 레이어 또는 상기 샘플 내 마련된 레이어의 표면에서 반사된 후 충돌하도록 배열되거나 또는 상기 전자기 복사를 위한 샘플 트랜스페어런트(sample transparent)에 조사 후 상기 검출기에 충돌하도록 배열된다. 조사는 균일한 강도의 전자기 복사가 표면에 투과되거나 또는 전자기 복사가 반사되는 표면에서 실시간으로 관찰되도록 수행된다. 따라서, 동시에 검출되는 각각의 표면은 균일한 강도로 조사되어야 한다. 광대역 조사에 있어서, 파장 간격 내에 있는 전자파(electromagnetic waves)는 조사되는 샘플의 각 표면을 향한다.

[0007] 전자 평가부는 샘플에서 미리 설정된 표면에 배열된 개별적인 로컬 포인트에 대한 파장 간격에서 감지될 수 있고, 공간 분해능 및 파장 분해능과 함께 검출되는 검출 신호를 평가한다.

[0008] 각각의 샘플 표면의 모든 로컬 포인트에서 파장 분해능으로 검출된 전체 강도는 파장 분해능을 가지는 1차원 및 공간 분해능(하이퍼큐브(hypercube))을 가지는 2차원을 포함하는 3차원 데이터 구조를 형성한다.

[0009] 상기 파장 분해능으로 검출된 상기 검출된 표면의 상기 일부 영역의 모든 측정 신호를 위해서 중요한 특징을 선택하는 데이터 정리를 수행하고, 전자 메모리에 저장되는 회귀 모델(regression model)을 사용한 상기 중요한 특징을 참조하여 투과율에 대한 상태를 획득하고, 상기 회귀 모델은 투과율이 측정 정확도가 더 높은 상이한 측정 방법을 사용하여 결정되는 아날로그 방식으로 얻어진 샘플의 특징 세트(feature sets)를 사용한다.

[0010] 본 발명에 따른 방법을 사용하여 검출된 샘플은 동일한 샘플 클래스(sample class)에 속하여, 측정 정확도가 더 높은 상이한 측정 방법을 사용하여 미리 결정된 샘플과 비교 가능한 구조 또는 조성물을 포함해야 한다.

[0011] 상이한 측정 방법을 사용하여 결정된 샘플의 적절하게 선택된 특징 세트와 샘플의 침투율 사이의 기능적 관계는 예를 들어 선형 또는 비선형 회귀 분석, 부분 최소 제곱(partial least square, PLS) 알고리즘, 뉴런 네트워크(neuronal network), 이들 방법 중 적어도 2개 또는 다른 회귀 방법(회귀 모델)의 조합에 의해 결정될 수 있다.

[0012] 회귀 모델은 데이터 정리 및 특징 추출이 수행되고, 상이한 측정 방법을 사용하여 결정된 샘플의 투과율이 전자 메모리에 저장되어야 하며, 본 발명에 따른 어셈블리로 검출된 샘플의 데이터 세트를 사용하여 마련된다. 비교 가능한 구조를 갖는 동일한 샘플 클래스에 속하는 비교 조사된 샘플의 침투율은 전자 메모리에 저장된 회귀 모델을 사용하는 본 발명에 따른 어셈블리를 사용하여 결정된 데이터 세트로부터 결정될 수 있다.

[0013] 전자 평가부는 본 발명에 따른 어셈블리를 사용하여 결정된 데이터 세트의 데이터 정리 및 특징 추출을 수행할 수 있다. 스펙트럼 정보의 평가가 먼저 수행되고, 그 이후에 공간 정보의 평가가 수행될 수 있다. 데이터 축소 및 특징 추출을 위하여 2개 이상의 개별적인 단계의 임의의 조합을 수행할 수 있고, 또는 이와 관련하여 역전된 순서로 수행될 수 있다,

[0014] 데이터 정리 및 특징 추출은 주성분 분석(principal component analysis, PCA), 텍스쳐 정보(texture information)의 매개변수화, 평균화 및/또는 표준 편차의 결정 및 이의 조합에 의해 수행될 수 있다.

[0015] 주성분 분석을 사용하는 경우, 전체 로컬 포인트의 파장(스펙트럼)의 측정된 파장 개수를 나타내는 n 강도는 원래의 데이터가 최대 분산을 갖는 새로운 직각 좌표계 - 주성분 공간 -으로 좌를 변환함으로써 변환된다.

[0016] 좌표 변환은 n 고유 벡터(주성분)를 결정하고 측정된 일부 표면의 데이터 세트의 공분산 행렬(covariance matrix)의 n 고유 벡터를 결정함으로써 측정된다. n차 고유값이 클수록, 대응하는 n차 주성분이 더 높아짐으로써 최초 분산을 설명할 수 있고, 즉 고유값이 큰 고유 벡터는 데이터 세트의 1차 주성분이며, 관련된 데이터 세트의 최초 분산을 설명한다. 낮은 고유값을 가지는 고유 벡터는 데이터 세트의 n차 주성분이며, 관련된 데이터 세트의 특성을 설명하지 않는다. 특정 개수의 주성분만이 데이터 세트의 최초 분산을 충분히 설명하며, 주로 3~6개의 주성분을 사용하여 - 예를 들어 > 95%의 데이터 세트의 최초 분산을 보장할 수 있다. 주성분의 개수 - 따라서 주성분 공간의 차원은 예를 들어 전체 분산의 비율 또는 스크리(scree) 테스트에 대한 기준으로 선택될 수 있다. 새로 스패닝된 주성분 공간에서의 스펙트럼의 좌표는 대응하는 로컬 포인트를 나타내는 스코어 값이다.

[0017] 데이터 정리 및 특징 추출은 본 발명에 따라 검출된 데이터가 알려진 침투율에 대하여 샘플의 데이터와 같이 회귀 모델이 제조되는 동일한 방식으로 평가되도록 평가부를 사용할 수 있다. 그 후, 샘플의 침투율은 본 발명에

따라 검출된 데이터 세트에 의한 회귀 모델을 사용하여 정확한 공간 분해능 및 파장 분해능과 함께 검출된 전자기 복사의 강도를 결정한다.

[0018] 다음의 순서가 본 발명에 따라 검출된 데이터를 평가하기 위해 이용될 수 있다:

[0019] 변형 a) 스코어 값을 포함하는 처음 6개의 주성분은 주성분 분석에 의해 일부 표면의 모든 로컬 포인트의 스펙트럼 정보를 결정한다. 본 발명에 따라 검출된 데이터가 검출된 표면의 모든 로컬 포인트를 나타내기 때문에, 주성분당 스코어 값의 지역 분포가 결정될 수 있다. 지역 분포가 상이한 스코어 값의 정량화는 각각의 일부 표면의 주성분의 전체 스코어 값을 사용하여 결정된 상이한 통계 변수(statistical parameter)에 의해 수행된다. 통계 변수는 분산(variance), 사분위수 범위(interquantile range), 또는 평균 절대 편차이다. 이 변수들은 모든 주성분에 사용될 수 있다. 침투율은 부분 최소 제곱(partial least square, PLS) 회귀 모델과 같은 회귀 모델을 기반으로 하는 전자 평가부에 의해 결정되며, 매개 변수는 추가 주성분 분석(PCA)을 통해 더 이전에 선택적으로 특징 추출이 이루어진다.

[0020] 사용된 회귀 모델(여기서는 PLS)은 비교 가능한 구조를 갖는 동일한 샘플 클래스에 속하는 샘플을 사용하여 미리 결정되었고, 샘플의 투과율, 특히 수증기 투과율이 측정 정확도가 더 높은 상이한 측정 방법을 사용하여 결정되었으며, 특징 추출의 모든 단계는 전술한 프로세스와 유사하게 수행되었다.

[0021] 변형 b) 하나 이상의 주성분, 특히 주성분 당 로컬 포인트의 스코어 값은 샘플에 지역적으로 분포될 수 있으며, 각각의 검출된 일부 표면의 모든 검출된 로컬 포인트의 스펙트럼 정보의 주성분 분석을 통해 측정된다. 로컬 포인트는 스코어 값의 상이한 매개 변수에 의해 설명될 수 있고, 실제 값은 각 부분 영역의 모든 스코어 값의 평균값의 3배인 표준 편차에 의해 설명된다. 상기 로컬 포인트에서 매개 변수가 전체 로컬 포인트의 매개 변수의 평균값으로부터 표준 편차보다 3배 이상 벗어나는 경우, 결함이 있는 것으로 분류된다. 이러한 로컬 포인트가 결함이 있는 것으로 미리 분류된 로컬 포인트의 바로 옆에 배치되면, 결함이 있는 것으로 분류된 로컬 포인트(결함 영역)의 그룹이 결정될 수 있다. 추가 특징 추출을 위해, 따라서 특징 "침투율"을 결정하기 위해 결함 영역은 다른 그룹으로 분리되며, 본 발명에 따라 결정된 결함 영역의 그룹은 결함 영역, 특히 영역에 공간 정보를 제공하는 매개 변수, 두 공간 좌표의 방향으로의 범위, 중심, 이심률, 등가 직경, 주변 길이, 인벨럽핑 다각형(enveloping polygonal) 표면의 충진 및 인벨럽핑 볼록 표면에 대한 표면의 비율의 결정에 의해 분류될 수 있다. 결함을 설명하는 매개 변수 세트는 유리한 것으로 입증된 네 가지 결함 유형으로의 분류와 함께, 추가 분류 프로세스에 의해, 바람직하게는 클러스터 분석에 의해 특정 결함 유형을 결정할 수 있다. 일부 표면당 침투율은 회귀 모델, 특히 선형 회귀 모델을 참조하여 샘플에서 결정된 결함 타입당 결함 개수로 결정될 수 있다. 사용된 회귀 모델은 비교 가능한 구조를 갖는 동일한 샘플 클래스에 속하는 샘플을 사용하여 미리 결정되었고, 샘플의 투과율, 특히 수증기 투과율이 측정 정확도가 더 높은 상이한 측정 방법을 사용하여 결정되었으며, 특징 추출의 모든 단계는 전술한 프로세스와 유사하게 수행되었다.

[0022] 검출된 일부 영역은 500㎛ x 500㎛ ~ 1500㎛ x 1500㎛의 크기를 가져야 한다. 검출기의 검출은 0.5㎛ 내지 1.5㎛, 바람직하게는 1㎛의 범위 내의 공간 분해능에서 수행되어야 한다. 적어도 30개의 검출기, 바람직하게는 적어도 100개의 검출기는 행 배열되어야 한다. 적어도 하나의 검출기, 바람직하게는 적어도 50개의 검출기는 열 배열되어야 한다.

[0023] 본 발명에 따른 어셈블리는 적합한 빔 성형 광학 소자 및 전자 평가부를 갖는 HSI 카메라를 사용할 수 있다.

[0024] 표면의 조사는 샘플 표면의 법선에 대하여 적어도 0° 내지 < 90° 범위의 각도에서 수행되어야 한다. 전자기 복사를 위한 샘플 트랜스패어런트를 통한 조사에 있어서, 각도는 유리하게는 샘플 법선에 대해 적어도 약 0°로 관찰되어야 하며, 반사되는 부분이 가능한 작게 유지되도록, 방사가 시료의 표면에 수직으로 향하게 해야 한다. 또한, 전자기 복사의 다양한 입사각으로 조사 및 검출될 수 있다. 전술한 바와 같이, 입사각은 0°에서 최대 89° 범위에서 선택될 수 있다.

[0025] 또한, 검출기의 검출은 선형 편광된 전자기 복사로 한정될 수 있다. 이 경우, 샘플의 앞 및/또는 뒤에 하나 이상의 편광면이 바람직하게 정렬될 수 있다.

[0026] 검출기 및 샘플은 서로에 대하여 적어도 하나의 축을 따라 이동할 수 있고, 이와 관련하여 동시에 스펙트럼 분해 방식 및 공간 분해 방식으로 라인을 확보할 수 있는 검출기를 사용하여 서로로부터 일정한 간격을 두고 떨어져 있다. 따라서 정적으로 고정된 검출기 및 방사 소스를 사용하면, 샘플은 축을 따라 이동할 수 있다. 샘플은 x 방향 및 선택적으로 y 방향으로 이동할 수 있는 샘플이 배열되는 이동 가능한 테이블에 의해 이동할 수 있다. 그러나 샘플이 예를 들어 필름 형태의 탄력적으로 변형 가능한 물질인 경우 롤 투 롤(roll-to-roll)될 수 있다.

[0027] 전자기 복사를 형성하는 소자는 방사 소스에 존재할 수 있다. 간단한 실시예에서, 방사 소스는 현미경과 결합할 수 있다. 그러나, 방사 소스는 중공체 내에 배치될 수 있고, 검출될 표면에 확산되는 전자기 복사를 방출할 수 있다. 중공체는 구형 또는 원통형 일 수 있다. 동시에 검출될 표면을 균일하게 조사할 수 있어야 한다. 빔 성형 광학 소자를 갖는 방사 소스의 경우, 사용되는 파장의 범위는 빔 형성을 위해 마련된 각각 사용된 광학 소자들을 선택할 때 고려되어야 한다.

[0028] 산란된 전자기 복사의 입사를 방지하는 다이어프램은 바람직하게 전자기 복사의 광학 빔 경로에서 검출기 앞에 배치될 수 있다.

[0029] 파장범위가 UV 스펙트럼에서 시작하여 IR 스펙트럼에서 끝나는 전자기 복사가 방사 소스로부터 방출될 수 있다. 가시광의 파장 범위에서 NIR 범위까지의 방사선은 특히 250 nm 내지 1000 nm인 것이 바람직하다. 복사를 위해 주어진 파장 범위에 대하여, 각각의 간격 내에서 가능한 많은 파장을 사용할 수 있어야 한다. 파장 범위는 각각의 파장에 대하여 검출기로 검출 가능한 강도의 민감도/정확도 및 빔 가이드 성분의 광학 특성과 관련하여 사용되는 검출기의 감도 범위에 의해서만 미리 한정되어야 한다. 표적 WVTR 범위의 샘플의 스펙트럼 사이에서 가장 큰 분산 값을 가지며, 가능한 결정 오류가 적은 스펙트럼 범위를 사용하는 것이 바람직하다.

[0030] 전자기 복사의 편광을 직접 선택할 수 있는 적어도 하나의 소자가 광 경로 내에 존재할 수도 있고, 광 경로에 통합될 수도 있다.

[0031] 샘플은 또한 바람직하게 상이한 재료 또는 물질로부터 형성된 복수의 층으로 이루어진 다층 디자인일 수 있다. 샘플의 기본 재료는 고분자, 세라믹 또는 금속 박막이 다른 조합으로 도포될 수 있는, 고분자 필름, 금속 박막 또는 유리 필름이다.

[0032] 사용된 검출기 및 전자 평가부 외에 선택적으로 방사 소스는 본 발명에 따른 어셈블리에 사용될 수 있는 하이퍼-스펙트럼 이미지 시스템(hyper-spectral image system)을 나타낼 수 있다. 결과적으로, 스펙트럼 정보에 추가하여 샘플의 각각 검출된 일부 영역에 대한 공간 정보를 얻을 수 있다.

[0033] 데이터 정리는 검출된 파장 범위(스펙트럼)의 개별 파장에 대하여 결정된 개별적인 로컬 포인트에서 결정된 강도 감지에서 결정되며, 실제 평가에서 유리할 수 있다. 침투율의 결정에 관련된 정보는 비-관련 정보로부터 구별되어, 전자 처리 작업을 매우 줄일 수 있으며, 따라서 소요 시간도 단축된다. 매우 복잡하고 비용 집약적인 전자 처리 기술은 사용할 필요가 없다.

[0034] 통계 모델은 본 발명에서 제조될 수 있으며, 일부 영역에서 검출된 샘플 시스템의 침투율을 예측할 수 있다. 침투율을 예측하기 위하여, 데이터 세트는 바람직하게 행 배열되고, 파장 분해능 및 공간 분해능과 함께 강도를 검출하는 복수의 광 검출기 중 하나를 사용하여 검출될 수 있다.

[0035] 침투율 값은 샘플의 이상적인 상태로부터 편차에 의한 영향을 받는다. 이러한 편차는 결함 위치, 입자, 층 두께 변화, 물질 변화 등 일 수 있다. 이러한 아티팩트(artifact)는 샘플과 상호 작용하는 빛이 다르게(스펙트럼 적으로, 강도) 반사되고, 산란되거나 전달되게 한다. 파장 분해능으로 검출된 샘플의 검출된 일부 표면의 상이한 로컬 포인트에서 각각의 강도(스펙트럼)의 충분한 수는 관찰 시 샘플 범위의 침투율에 대한 침투율의 정보를 나타낼 수 있다.

[0036] 침투율은 침투율을 결정하기 위하여 유사한 구조를 갖는 동일한 샘플 클래스에 속하는 샘플에서 미리 설정된 회귀 모델을 사용하여 공지된 침투율을 갖는 측정된 특징 세트를 참조하여 결정될 수 있다.

[0037] 측정된 특징 세트는 데이터 정리 및 특징 추출이 수행된다. 따라서, 각 일부 표면의 개별적인 로컬 포인트에서 검출된 파장 스펙트럼은 스펙트럼 특징 추출, 예를 들어 클러스터 분석 또는 주성분 분석이 수행될 수 있다. 따라서 회귀 모델에서 사용된 매개 변수는 클러스터의 개수 및 분포, 주성분의 스코어 값 또는 분포일 수 있다.

[0038] 또한, 이미지 압축 방법은 특징 추출을 위한 텍스처 평가에 사용될 수 있으며, 텍스처 평가에서 각각의 표면 일부의 모든 로컬 포인트에서 검출된 개별 파장의 강도를 평가하고, 또는 복수의 파장의 강도의 합계 또는 복수의 파장의 강도의 평균 합계를 평가하거나, 스텍트럼 특징을 정리하여 결정된 매개 변수를 평가하며, 및/또는 이들의 조합은 이미지 압축된다. 데이터 세트의 텍스처 정보를 기술하기 위해, 적어도 하나의 매개 변수는 웨이브렛 변환(wavelet transformation) 또는 테일러 다항식(Taylor polynomials), 푸리에 및 코사인 변환, 이산 코사인 변환 또는 그레이 값 행렬 방법과 같은 다른 이미지 압축 방법을 통해 결정되어야 한다.

[0039] 일부 표면의 침투율은 유사한 구조 및 공지된 침투율을 갖는 동일한 샘플 클래스에 속하는 샘플의 측정된 데이터 세트를 사용하여 마련된 교정 모델(회귀 모델)에 기초하여 예측될 수 있으며, 각각 측정된 데이터 세트는 동

일한 단계의 특징 정리를 수행하여 교정 및 예측을 위해 처리된다. 회귀 모델로서 "다중 선형 회귀 분석(multiple linear regression analysis, MLRS)", "주성분 회귀(principle component regression, PCR)", "부분 최소 제곱 회귀(partial least square regression, PLS)" 또는 "뉴런 네트워크(neuronal network)"를 사용할 수 있다.

[0040] 결정 정확성을 충분하게 하기 위한 전체 조건은 검출에 사용되는 표면의 조도를 균일하게 하는 것으로, 조도 강도의 측면 변동과 샘플에 의해 야기된 강도 변동의 중첩은 광 필드를 측방향으로 균일하게 하여 방지될 수 있다. 현미경 광학 장치는 작은 샘플 영역에 유리하게 사용될 수 있다. 본 발명에 따른 어셈블리는 상이한 광학, 작동 거리 및 확대를 사용하여 검출될 샘플의 각 표면에 적용될 수 있다.

[0041] 샘플의 침투율의 측정은 본 발명에 의해 수일 또는 수개월이 아닌 수 밀리 초 내지 수 분 이내에 수행될 수 있다. 또한, 비접촉식 측정이 가능하다. 샘플은 추가로 처리되거나 다른 방식으로 준비될 필요가 없다. 이러한 경우, 품질 관리 및 생산의 인라인 모니터링은 샘플 제거 및 별도의 결정이 필요하지 않도록 하는 것이 바람직하다.

[0042] 본 발명은 장벽 물질의 장벽 특성 및 투과 특성을 결정하는데 유리하게 사용될 수 있다. 장벽 물질들은 특히 포장 산업, LCD 패널/TFT 코팅, 박막 태양 전지의 매립/캡슐화 또는 안전한 OLED 캡슐화에 사용된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 본 발명은 하기의 실시예에 의해 상세히 설명될 것이다.

[0044] 예 1

[0045] 약 150 nm의 층 두께를 가지는 주석-아연 산화물로 코팅된 폴리에틸렌 테레프탈레이트 필름(약 75㎛의 두께)의 샘플은 광학 현미경을 사용하는 동안 광원으로서 할로겐 램프를 사용하여 5mm x 6mm의 선택된 표면을 걸쳐 균일하게 조사되며, 30개의 부분 표면으로 분할된다. 십자 배열(row and column arrangement)로 배치된 1000 x 50의 광학 검출기는 5 mm의 폭으로 전체 샘플 표면을 파장 분해능 및 공간 분해능으로 검출할 수 있다. 파장 분해능으로 검출된 샘플에 의해 반사된 광의 강도는 광학 검출기를 사용하여 개별 로컬 포인트에 대해 결정된다. 400nm~1000nm의 범위의 총 50개의 파장이 고려될 수 있다. 전체 샘플 표면을 검출하기 위해 샘플을 검출기의 열 어셈블리에 수직으로 이동시켰다.

[0046] 개별 로컬 포인트에 대하여 검출기에 의해 파장 분해능으로 검출된 강도는 각각 1mm x 1mm의 크기를 가지는 샘플의 일부 영역에 할당된다. 2개의 측면 치수 및 하나의 스펙트럼 치수를 갖는 이러한 일부 영역은 하이퍼큐브(hypercube)라고 지칭될 수 있다.

[0047] 데이터 정리에서, 이하에 설명된 절차가 각 일부 영역에 대해 연속적으로 수행된다:

[0048] 1. 스펙트럼의 평균값 평활화하여 측정된 스펙트럼의 노이즈를 제거한다.

[0049] 2. 일부 영역을 하이퍼큐브에 대한 주성분 분석하여 중요한 정보를 손실하지 않고 데이터의 차원을 감소시킨다.

[0050] 3. 모든 단일 주성분의 고유값의 분산, 사분위수 범위 및 평균 절대 편차의 측정한다. 그 결과는 상이한 특징 세트이다.

[0051] 분산(Variance)(σ^2):

[0052] $$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

[0053] 여기에서, x_i는 고유값 i이고, x는 고유값의 평균값이다.

[0054] 사분위수 변위(Interquantile range, IQR):

[0055] $$IQR = Q_{.75} - Q_{.25}$$

[0056] $Q_{.75/.25}$...75% 및 25% 분위

[0057] 평균 절대 편차(e):

$$e = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|x_i - \bar{x}|.$$

[0058]

[0059] 여기에서 n은 이미지의 고유값의 개수이다.

[0060] 4. 검출된 샘플의 침투율은 공지된 침투율 갖는 부분 표면의 데이터 세트를 사용하고, 단계 1~4에서 설명한 것과 유사하게 데이터 처리하여, 전자 평가부의 전자 메모리에 저장되는 미리 제조된 회귀 모델을 사용하여 결정된다.

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 검출기 및 샘플은 서로에 대하여 적어도 하나의 축을 따라 이동 가능한 것을 특징으로 하는, 어샘블리.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 검출기 및 샘플은 서로에 대하여 적어도 하나의 축을 따라 이동 가능한 것을 특징으로 하는, 어셈블리.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

제6항에 있어서,

상기 검출기 및 샘플은 서로로부터 일정한 간격을 두고 떨어져 있는 것을 특징으로 하는, 어샘블리.

【변경후】

제6항에 있어서,

상기 검출기 및 샘플은 서로로부터 일정한 간격을 두고 떨어져 있는 것을 특징으로 하는, 어셈블리.