



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0099512
(43) 공개일자 2020년08월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/02 (2006.01) G01B 11/06 (2006.01)
G01B 11/26 (2006.01) GOIN 21/3563 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
G01B 11/026 (2013.01)
G01B 11/024 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7010607
- (22) 출원일자(국제) 2018년12월27일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년04월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2018/048055
- (87) 국제공개번호 WO 2019/131840
국제공개일자 2019년07월04일
- (30) 우선권주장
JP-P-2017-250427 2017년12월27일 일본(JP)

- (71) 출원인
주교꾸 도쿄 가부시키가이샤
일본국 히로시마켄 오타케시 메이지 신카이 1-7
- (72) 발명자
혼마 미즈호
일본국 히로시마켄 오타케시 메이지 신카이 1-7
주교꾸 도쿄 가부시키가이샤 나이
니시 타케시
일본국 사가켄 칸자키군 요시노가리초 타데 2783
주교꾸 도쿄 가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
이화익

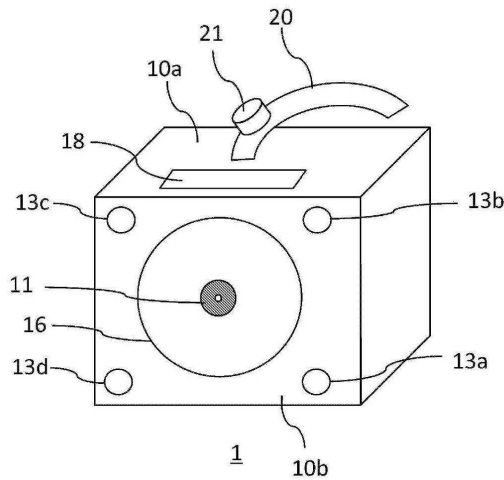
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 측정장치 및 측정방법

(57) 요약

측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 기초로, 각종 파라미터를 비접촉 방식에 의해, 정밀도 좋게 측정가능한 측정장치 및 그 관련 기술을 제공한다. 측정 대상에 대한 비접촉식의 측정장치이며, 전자파가 조사된 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 측정하는 검출기와, 측정 대상으로부터의 거리를 측정하는 거리계와, 측정 대상과 측정장치와의 정대로부터의 어긋남 각도를 측정하는 어긋남 각도 측정기구를 포함하는, 측정장치 및 그 관련 기술을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01B 11/06 (2013.01)

G01B 11/26 (2013.01)

G01N 21/3563 (2013.01)

(72) 발명자

카와바타 히로토시

일본국 히로시마켄 오타케시 메이지 신카이 1-7 주
고꾸 도쿄 가부시키가이샤 나이

카쿠이치 마사키

일본국 히로시마켄 오타케시 메이지 신카이 1-7 주
고꾸 도쿄 가부시키가이샤 나이

명세서

청구범위

청구항 1

측정 대상에 대한 비접촉식의 측정장치이며,
전자파가 조사된 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 측정하는 검출기와,
측정 대상으로부터의 거리를 측정하는 거리계와,
측정 대상과 측정장치와의 정대로부터의 어긋남 각도를 측정하는 어긋남 각도 측정기구를 포함하는, 측정장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
측정 대상에 대하여 전자파를 조사하는 발진부를 더욱 포함하는, 측정장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 발진부가, 온도조절기능 구비 레이저 다이오드인, 측정장치.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,
상기 발진부로부터 조사되는 전자파의 일부를 추출하고, 상기 검출기와는 별도의 검출기에서 상기 발진부의 출력 변동을 감시하는, 측정장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 어긋남 각도 측정기구에서는, 상기 거리계에 의해 측정된 거리에 근거하여, 어긋남 각도를 연산하는, 측정장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,
가반형인, 측정장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

더욱, 편광 필터를 갖는, 측정장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 전자파는 비가시 광이며, 상기 거리계로부터는 가시 광이 조사되는, 측정장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 거리계를 복수 갖는, 측정장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
측정 대상에 대하여 전자파를 조사하는 발진부를 더욱 포함하고,
상기 거리계는 모두 동일평면상에서 상기 발진부로부터의 거리를 동일하게 해서 배치되고, 또한, 상기 발진부는 상기 거리계의 위치의 중심에 배치된, 측정장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 전자파의 파장범위는 780nm를 초과하고 또한 3,000 μ m이하인, 측정장치.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,
더욱, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도로부터, 측정 대상의 두께를 연산하는 연산 기구를 포함하는, 측정장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,
더욱, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도로부터, 측정 대상의 농도를 연산하는 연산 기구를 포함하는, 측정장치.

청구항 14

청구항 12에 기재된 측정장치를 사용해서 측정 대상의 두께를 측정하는, 측정방법.

청구항 15

청구항 13에 기재된 측정장치를 사용해서 측정 대상의 농도를 측정하는, 측정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 측정장치 및 측정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 통상, 선박등의 대형강 구조물에 도장된 도포막의 막 두께 측정은, 웨트 도포막에 대하여는 웨트 게이지, 건조 도포막에 대하여는 전자 막 두께계가 사용되고 있어, 모두 접촉 방식에 의한 측정방법이다. 한편, 비접촉 방식의 측정방법으로서, 적외선을 사용하는 것이 알려져 있지만, 예를 들면, 특허문헌1에 기재되어 있는 것 같이, 측정 대상과의 거리와 각도를 일정하게 할 수 있는 생산 라인에 막 두께 측정장치를 고정하여, 제조물의 검사 등에만 이용되고 있다.

[0003] 또, 특허문헌2에는, 적외선 반사 강도를 사용한 도포막의 막 두께 측정장치 및 측정방법이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌1: 일본특허공개소63-242375호 공보

(특허문헌 0002) 특허문헌2: 일본특허공개2016-17164호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 진술한 선박 내부와 같은 복잡한 형상을 갖는 대형강 구조물에 도장된 도포막을 측정 대상으로 할 경우, 현행의 접촉 방식에 의한 측정에서는, 높은 장소에서의 위험한 작업이 필요해진 후에, 작업을 위한 발판을 짜는 것에 의한 경제적인 불이익이 있다. 그 때문에, 비접촉 방식의 측정방법의 개발이 기대되고 있다. 또한, 상기 이외의 경우이어도, 측정 대상에 대하여 손상을 줄 우려가 없는 비접촉 방식이 바람직하다.

[0006] 그 한편, 전자파의 일종인 적외선을 사용한 막 두께 측정방법에 있어서, 검출할 수 있는 적외선 반사 강도는, 측정 대상으로부터의 거리나 측정 대상에 대한 정대(正對)로부터의 어긋남 각도의 영향을 받는다. 종래의 적외선 막 두께 측정방법에서는, 이 영향이 고려되지 않고 있다.

[0007] 본 발명은, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 기초로, 각종 파라미터를 비접촉 방식에 의해 정밀도 좋게 측정가능한 측정장치, 및 그 관련 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제1의 형태는,

[0009] 측정 대상에 대한 비접촉식의 측정장치이며,

[0010] 전자파가 조사된 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 측정하는 검출기와,

[0011] 측정 대상으로부터의 거리를 측정하는 거리계와,

[0012] 측정 대상과 측정장치와의 정대로부터의 어긋남 각도를 측정하는 어긋남 각도 측정기구를,

[0013] 포함하는, 측정장치다.

[0014] 본 발명의 제2의 형태는, 제1의 형태에 기재된 형태이며,

[0015] 측정 대상에 대하여 전자파를 조사하는 발진부를 더 포함한다.

[0016] 본 발명의 제3의 형태는, 제2의 형태에 기재된 형태이며,

- [0017] 상기 발진부가, 온도조절기능 구비 레이저 다이오드다.
- [0018] 본 발명의 제4의 형태는, 제2 또는 제3의 형태에 기재된 형태이며,
- [0019] 상기 발진부로부터 조사되는 전자파의 일부를 추출하고, 상기 검출기와는 다른 검출기로 상기 발진부의 출력 변동을 감시한다.
- [0020] 본 발명의 제5의 형태는, 제1~제4 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0021] 상기 어긋남 각도 계측기구에서는, 상기 거리계에 의해 계측된 거리에 근거하여, 어긋남 각도를 연산한다.
- [0022] 본 발명의 제6의 형태는, 제1~제5 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0023] 가반형이다.
- [0024] 본 발명의 제7의 형태는, 제1~제6 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0025] 더욱, 편광 필터를 갖는다.
- [0026] 본 발명의 제8의 형태는, 제1~제7 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0027] 상기 전자파는 비가시 광이며, 상기 거리계로부터는 가시 광이 조사된다.
- [0028] 본 발명의 제9의 형태는, 제1~제8 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0029] 상기 거리계를 복수 갖는다.
- [0030] 본 발명의 제10의 형태는, 제9의 형태에 기재된 형태이며,
- [0031] 측정 대상에 대하여 전자파를 조사하는 발진부를 더욱 포함하고,
- [0032] 상기 거리계는 모두 동일평면상에서 상기 발진부로부터의 거리를 동일하게 하여 배치되고, 또한, 상기 발진부는 상기 거리계의 위치의 중심에 배치된다.
- [0033] 본 발명의 제11의 형태는, 제1~제10 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0034] 상기 전자파의 파장범위는 780nm을 초과하고, 또 3,000 μ m이하이다.
- [0035] 본 발명의 제12의 형태는, 제1~제11 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0036] 더욱, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도로부터, 측정 대상의 두께를 연산하는 연산 기구를 포함한다.
- [0037] 본 발명의 제13의 형태는, 제1~제11 중 어느 하나의 형태에 기재된 형태이며,
- [0038] 더욱, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도로부터, 측정 대상의 농도를 연산하는 연산 기구를 포함한다.
- [0039] 본 발명의 제14의 형태는,
- [0040] 제12의 형태에 기재된 측정장치를 사용해서 측정 대상의 두께를 측정하는, 측정방법이다.
- [0041] 본 발명의 제15의 형태는,
- [0042] 제13의 형태에 기재된 측정장치를 사용해서 측정 대상의 농도를 측정하는, 측정방법이다.

발명의 효과

- [0043] 본 발명에 의하면, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 기초로, 각종 파라미터를 비접촉 방식에 의해 정밀도 좋게 측정가능한 측정장치, 및 그 관련 기술을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] [도1] 본 실시형태의 측정장치의 개략 사시도다.
- [도2] 본 실시형태의 측정장치의 개략 측면도다.
- [도3] 본 실시예에 있어서의, 측정 대상과 동일 종류의 물질(후술의 도포막X)에 대한 적외선 반사 강도와 두께

(막 두께)와의 관계를 나타내는 그래프다.

[도4] 본 실시예에 있어서의, 측정 대상과 동일 종류의 물질에 대한 적외선 반사 강도와, 해당 물질로의 거리와의 관계를 나타내는 그래프다.

[도5] 본 실시예에 있어서의, 측정 대상과 동일 종류의 물질에 대한 적외선 반사 강도와, 측정장치의 해당 물질에 대한 정대로부터의 어긋남 각도와의 관계를 나타내는 그래프다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하, 본 발명의 일 실시형태에 대해서, 도1 및 도2를 사용하여 설명한다. 변형 예에 대해서는 후술한다. 본 명세서에 있어서 「~」는 소정의 값 이상 또한 소정의 값 이하를 가리킨다.
- [0046] 본 실시형태에 있어서 예시하는 측정장치(1)는, 적어도 이하의 구성을 포함한다.
- [0047] · 측정 대상에 대하여 전자파를 조사하는 발진원(11)
- [0048] · 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 측정하는 검출기(12)
- [0049] · 측정 대상으로부터의 거리를 측정하는 거리계(13)(13a~13d)
- [0050] · 측정 대상과 측정장치(1)와의 정대로부터의 어긋남 각도를 측정하는 어긋남 각도 측정기구(14)
- [0051] 또, 본 명세서에 있어서 "정대로부터의 어긋남 각도"란, 측정장치(1)로부터 조사되는 전자파의 광축이 측정 대상에 대하여 수직이 되는 위치를 "정대"로 하여, 그 광축으로부터의 어긋남을 각도로 나타낸 것이다. 이후, 특별히 기재하지 않는 한, 어긋남 각도란 상기를 의미한다.
- [0052] 또, 본 명세서에 있어서의 전자파란, 전자장의 주기적인 변화로 발생하는 파동이며, 파장의 긴 쪽으로부터 전파, 적외선, 가시 광, 자외선, 방사선을 들 수 있다. 본 실시형태에 있어서의 측정장치(1)의 발진원이 채용하는 전자파의 종류는, 각종 파라미터를 비접촉 방식에 의해 정밀도 좋게 측정가능하면 특별히 한정되지 않는다. 본 실시형태에 있어서는, 일례로서, 780nm로부터 3,000 μ m(3mm)까지의 파장범위의 전자파를 예시한다. 본 명세서에 있어서는 이 파장범위의 전자파를, 설명의 편의상, 적외선이라고 칭한다.
- [0053] 본 실시형태에 있어서의 측정장치(1)에 의해 측정되는 각종 파라미터로서는, 측정 대상으로부터의 적외선 반사 강도를 기초로 얻을 수 있다. 이 각종 파라미터로서는 특별히 제한은 없고, 예를 들면 "두께" 또는 "농도", 혹은 적외선 반사 강도 바로 그것을 들 수 있다.
- [0054] 여기서 말하는 "두께"란, 측정 대상의 도포막, 방청유나 수지막등의 두께이며, 웨트 도포막의 두께, 건조 막 두께의 어느 것이어도 좋다. 또한, 상기 측정 대상으로서, 측정 대상에 적외선을 조사했을 때, 측정 대상의 두께에 따라서 적외선 반사 강도가 변화되는 것이면, 특별히 제한되지 않는다.
- [0055] 본 실시형태에 있어서는 설명의 편의상, "두께"를 측정하는 경우를 예시한다. 본 실시형태 중에서는, 도포막을 측정 대상으로 하는 경우를 예시하지만, 본 발명은 막 두께 측정에 한정되는 것이 아니고, 이후에 서술하는 적합 예는, 농도를 측정하는 경우에도 유효하다. 농도를 측정하는 경우에 대해서는 나중에 상세히 설명한다.
- [0056] 도1에 도시한 바와 같이, 본 실시형태에 있어서의 측정장치(1)는, 크게 나누어, 각 기구가 수납된 대략 입방체형의 케이스(10)와, 해당 케이스의 상면(10a)으로부터 밖을 향해서 반달 모양으로 연장하는 핸들(20)(즉, 측정장치(1) 반출시의 손잡이)을 갖고, 가반형이다. 핸들(20)에는, 적외선의 조사를 행하기 위한 적외선 발진 버튼(21)을 구비하고 있다.
- [0057] 적외선을 조사하는 발진원(11)은, 케이스(10)에 설치되고, 케이스의 전방면(10b)으로부터 측정 대상에 대하여 적외선을 조사가능한 구조를 갖고 있다. 이때, 적외선의 광축이 케이스의 전방면(10b)(더욱 말하면 후술의 4개의 거리계 13a, 13b, 13c, 13d(4개를 합한 것에는 부호 13을 구비한다)가 배치된 동일평면)에 대하여 수직이 되도록 발진원(11)을 배치한다. 또한, 본 실시형태에 있어서, 발진원(11)에 있어서의 적외선의 출사 부분도 상기의 동일평면상에 배치해도 좋지만, 출사 부분을 케이스의 전방면(10b)보다도 측정 대상측(즉, 외측)에 배치해도 개의치 않고, 출사 부분을 케이스(10)의 내부에 설치해도 개의치 않는다.
- [0058] 이 발진원(11)으로서, 발광 다이오드, 레이저 다이오드, 할로겐 램프등, 적외선을 출력할 수 있는 것이면 좋고, 직선적으로 강한 에너지의 적외선을 출력할 수 있는 레이저 다이오드가 바람직하다. 발진원(11)으로서 레이저 다이오드를 선택함으로써, 할로겐 램프 등을 사용하는 경우보다도 공간절약화를 꾀할 수 있어, 전력 절약에

의해 측정장치(1)의 전지(15)의 경량화 및 소형화를 피할 수 있다.

- [0059] 발진원(11)으로부터 조사되는 적외선은, 분해능이 뛰어나다는 점에서 근적외선인 것이 바람직하다. 상세하게 말하면, 검출기(12)에서의 적외선의 검출시, 적외선 중에서도 근적외선의 검출 정밀도가 높고, 분해능이 뛰어나다. 구체적인 파장의 값은, 바람직하게는 780nm를 초과하고, 또한 30,000nm이하(혹은 830nm를 초과하고 또한 30,000nm이하), 보다 바람직하게는 780nm를 초과하고(혹은 830nm를 초과하고) 또한 2,600nm이하, 특히 바람직하게는 830nm를 초과하고 또한 1,200nm이하이다. 또한, 상기 발진원(11)으로부터 조사되는 적외선은, 사용 환경에 의한 영향을 받기 어려운 점으로부터, 초원적외선 혹은 테라헤르츠파인 것도 바람직하고, 구체적으로는, 파장이 바람직하게는 30 μ m를 초과하고 또한 3,000 μ m이하, 보다 바람직하게는 40~300 μ m이다.
- [0060] 적외선 레이저 다이오드를 사용할 경우, 온도조절기능 구비 레이저 다이오드인 것이 바람직하다. 레이저 다이오드의 연속 발진 등에 의해, 온도가 변동하는 것에 기인하는 적외선의 출력 변동을 억제하는 것이 가능해 지고, 나아가서는 각종 파라미터를 더욱 정밀도 좋게 측정하는 것이 가능해 진다. 이 온도조절기능을 실현하는 기구로서는, 예를 들면 펠티에 소자를 들 수 있다.
- [0061] 또, 적외선의 출력 변동은, 상기한 바와 같이 컨트롤 하는 방법 이외에, 적외선의 출력을 감시하는 방법을 들 수 있다. 일 실시형태로서는, 전자파 반사 강도를 측정하는 검출기와는 별도의 검출기를 구비한 구성으로 함으로써, 상기 레이저 다이오드로부터 조사되는 적외선의 일부를 ND필터등의 광학 필터로 추출하고, 상기 별도의 검출기로 출력 변동을 감시할 수 있다. 예를 들면, 조사되는 적외선의 90%가 측정 대상에 조사되어, 나머지 10%를 출력 변동의 감시에 이용할 수 있다. 얻어진 출력 변동에 관한 기록을 기초로 강도에의 영향을 해석하는 구성으로 하여도 좋고, 출력 변동에 맞춰서 발진원의 출력을 변동시키는 구성으로 하여도 좋다.
- [0062] 측정 대상으로부터의 적외선 반사광은, 케이스(10)의 내부이며 케이스의 후방면(10c)에 설치된 검출기(12)에 의해 강도가 측정된다. 검출기(12)에 의해 측정된 적외선 반사 강도에 근거하여, 측정 대상의 막 두께를 측정할 수 있다. 또한, 검출기(12)로서는, 측정 대상으로부터의 적외선 반사광을 검지가능한 것이며, 적외선 반사 강도를 전압값으로서 측정가능한 것이면, 공지된 것을 사용할 수 있다.
- [0063] 이때, 케이스의 전방면(10b)에 집광 렌즈(16)를 설치해도 좋다. 이에 따라 적외선 반사광(도2의 점선 화살표)을 효율 좋게 검출기(12)를 향하게 하는 것이 가능해지고, 나아가서는 감도 좋게 강도를 측정하는 것이 가능해진다.
- [0064] 또, 본 실시형태의 측정장치(1)는, 편광 필터17a, 17b(합친 것은 부호 17)를 갖는 것이 바람직하다. 그 이유는 아래와 같다.
- [0065] 측정 대상으로부터의 반사광에는, 경면반사에 의한 정반사광과, 측정 대상내에 있어서의 확산반사에 의한 산란광이 포함되어 있다. 만일, 측정장치(1)가 측정 대상에 대하여 정대는 아니고, 어긋남 각도가 존재할 경우, 정반사광의 강도는 어긋남 각도에 의존해서 변화된다. 이것은, 측정 대상에 대한 각도에 의한 감도차가 커지는 것을 의미한다.
- [0066] 그 한편, 편광 필터(17)에 의해 정반사광을 컷트 할 수 있으면, 검출기(12)는 산란 광만을 검출해서 적외선 반사 강도를 측정하게 되므로, 측정 결과에 대한 측정장치(1)의 어긋남 각도에 의한 영향을 작게 하는 것이 가능해진다.
- [0067] 더욱, 정반사광의 강도는, 측정 대상의 막 두께와 아울러, 측정 대상의 표면상태에 일부 의존한다. 즉, 편광 필터(17)에 의해 정반사광을 컷트 함에 의해, 막 두께에 기인하는 반사광 강도를 정밀도 좋게 측정하는 것이 가능해진다.
- [0068] 단, 정반사광은 강도가 높은 광이며, 측정 대상에 따라서는 막 두께 측정에 적합한 경우가 있다. 편광 필터(17)는, 반사광 전체의 강도는 저하시키기 때문에, 조작자의 의도에 따라서 편광 필터(17)의 기능의 온/오프를 전환할 수 있는 편광 필터 전환기구(도시되지 않음)를 측정장치(1)에 구비시켜도 좋다. 이 편광 필터 전환기구로서는, 예를 들면 케이스(10)의 터치패널인 액정 디스플레이(18)나 스위치(도시되지 않음)등으로 조작 함에 의해, 편광 필터(17)의 유무를 전환하여도 좋고, 편광 필터(17)의 위치를 물리적으로 변경해도 좋다.
- [0069] 이때, 도2에는, 편광 필터(17)의 배치를 개략적으로 기재하고 있지만, 편광 필터(17)를 배치하는 형태에는 특별히 제한은 없고, 예를 들면 발진원(11)에 있어서의 적외선의 출사 부분에 제1의 편광 필터(17a)를 설치해 일방향만의 파로 하여, 검출기(12)에 대하여 정반사광을 컷트하기 위해, 해당 일방향과 직교하는 방향의 제2의 편광 필터(17b)를 설치해도 개의치 않는다.

- [0070] 또, 본 실시형태의 측정장치(1)는, 분광기를 구비한 구성으로 할 수 있다.
- [0071] 일 구체예로서는, 발진원(11)으로부터 조사되는 전자파의 입사파와 반사파의 위상차를 기초로, 측정 대상의 막 두께를 측정해도 좋다.
- [0072] 위상차는, 전자파가 막내에서 왕복하는 거리에 막의 굴절률을 곱한 값에 의해 결정된다. 즉, 위상차는 막 두께에 의존한다. 그 때문에, 미리 위상차와 막 두께와의 관계성(예를 들면, 검량선)을 얻고 있으면, 분광기에 의해 분리한 상기 입사파와 상기 반사파의 위상차를 검출기(12)로 측정함에 의해, 막 두께를 측정하는 것이 가능해진다.
- [0073] 별도의 구체예로서는, 근적외 분광 카메라나 근적외 분광 조성 분석 장치와 같이, 특정 파장에 있어서의 전자파 반사 강도를 검출기(12)에 의해 측정해도 좋다. 이때, 특정 파장에 있어서의 전자파의 반사 강도는 일차원 해석해도 좋고, 2차원 해석(이미징)해도 좋다.
- [0074] 본 실시형태의 특징의 하나이지만, 케이스의 전방면(10b)에는, 측정 대상으로부터의 거리를 계측하는 거리계(13)가 4개 설치되어 있다. 거리계(13)은 모두 동일평면상에서 정방향 또는 직사각형의 정점의 위치에 배치되고, 또한, 발진원(11)은 거리계(13)의 중심에 배치되어 있다. 이 거리계(13)로서는, 측정 대상으로부터의 거리를 계측가능한 것이면 공지된 것을 사용해서 개의치 않고, 예를 들면 펄스 레이저를 조사하고, 반사광이 다시 거리계(13)에 입사하는 시간을 기초로 거리를 계측해도 개의치 않는다. 또한, 본 실시형태에 있어서, 거리계(13)의 내부에 상기 펄스 레이저의 반사광을 검출하는 기구가 설치되어 있어, 적외선 반사 강도를 측정하는 검출기(12)와는 다른 경우를 예시한다.
- [0075] 또, 본 실시형태에 있어서는, 거리계(13)로부터는 가시 광(파장400~780nm(혹은, 830nm), 또한, 이 범위의외의 전자파를 비가시 광으로 칭한다.)이 조사되는 것이 바람직하다. 그 이유는 아래와 같다.
- [0076] 본 실시형태의 측정장치(1)를 사용해서 측정을 실시할 때, 측정 대상에는 발진원(11)으로부터 적외선이 조사되지만, 적외선은 불가시광선이기 때문에, 발진원(11)만으로는 측정 대상의 어느 위치에 적외선이 조사되어 있는 것인지, 조작자를 파악할 수 없다.
- [0077] 한편, 거리계(13)로부터 가시 광(예를 들면, 가시 광의 펄스 레이저)이 조사될 경우, 본 실시형태에 있어서 거리계(13)는 동일평면상에서 정방향 또는 직사각형의 정점의 위치에 배치되고, 또한, 발진원(11)은 거리계(13)의 중심에 배치하고 있기 때문에, 4개의 거리계(13)로부터 가시 광이 조사 됨으로써, 조작자는, 측정 대상상에 4개의 광점을 시인할 수 있고, 4개의 광점을 대각선으로 연결한 교점상에 적외선이 조사되어 있는 것을 용이하게 파악할 수 있다.
- [0078] 그 때, 측정장치(1)의 핸들에 구비된 버튼에 대하여, 알게 누를 경우는 거리계(13)만을 기동해서 가시 광을 조사하고, 조작자에 의한 눈으로 보는 위치결정이 완료한 후에 버튼을 깊게 눌러서 적외선을 조사하는 구성을 채용해도 개의치 않는다. 즉, 가시 광과 적외선으로 광선의 종류를 전환하는 전환기구를 설치해도 개의치 않는다. 물론, 이 구체적인 구성이외이어도 좋고, 예를 들면 1회째에 버튼을 눌렀을 때에는 가시 광이 조사되고, 2회째에 버튼을 눌렀을 때에는 적외선이 조사되는 구성이어도 좋다.
- [0079] 본 실시형태의 특징의 하나는, 측정 대상과 측정장치(1)와의 정대로부터의 어긋남 각도를 계측하는, 어긋남 각도 계측기구(14)를 갖고 있는 것에 있다. 어긋남 각도 계측기구(14)로서 일례를 들면, 거리계(13)에 의해 계측된 거리에 근거하여, 어긋남 각도를 계측하는 기구다. 그 계측의 일례를, 측정 대상으로부터의 거리를 계측하는 구체예와 함께, 이하에 나타낸다.
- [0080] 본 실시형태의 측정장치(1)의 발진원(11)으로부터 적외선(상기 예에서는 적외선 레이저)을 조사함과 동시에, 4개의 거리계(13)로부터 가시 광의 펄스 레이저가 측정 대상에 동시에 조사된다. 적외선 레이저를 조사한 측정 대상으로부터의 반사광은, 집광 렌즈(16)를 통과시켜서 검출기(12)로 검지되어, 전압값으로서 그 강도를 얻을 수 있다.
- [0081] 측정 대상으로부터의 거리의 계측이지만, 4개의 거리계(13)는, 측정장치(1)의 전방면(10b)에 있어서, 정방향 또는 직사각형의 정점의 위치가 되도록 설치되어 있다. 또한, 발진원(11)인 적외선 레이저 다이오드는, 4개의 거리계(13)의 설치 위치로부터 대각선으로 연결한 교점상(중심)에 배치되어 있다. 그 때문에, 4개의 거리계(13)로부터 얻어진 거리의 평균값은, 적외선 레이저 다이오드로부터 측정 대상까지의 거리로 간주해도 개의치 않고, 측정 대상이 평면형이면 측정 대상까지의 거리 바로 그것이다. 또한, 이 수법은, 적외선 레이저 다이오드를 둘러싸는 거리계(13)의 수가 3개이어도 실현가능하다.

- [0082] 그리고, 어긋남 각도의 계측이지만, 측정장치(1)의 전방면(10b)을 향해 보았을 때, 거리계(13)는 발진원(11)으로부터 동일한 수평거리에 배치되어 있으므로, 수평 어긋남 각도 및 그 각도를 갖는 평면의 방정식을 얻을 수 있다. 마찬가지로, 발진원(11)으로부터 동일한 수직거리에 거리계(13)가 배치되어 있으므로, 수직 어긋남 각도 및 그 각도를 갖는 평면의 방정식도 얻을 수 있다. 본 실시형태에 있어서, 측정 대상과 전방면(10b)의 2개의 평면이 이루는 각은 어긋남 각도와 동일하다.
- [0083] 이상의 구성에 의해, 측정 대상으로부터의 거리 및 측정 대상에 대한 정대로부터의 어긋남 각도를 계측하는 것이 가능해진다. 본 실시형태의 측정장치(1)는, 측정 대상의 적외선 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도로부터, 측정 대상의 막 두께를 연산하는 연산 기구(19)를 더욱 설치하는 것이 바람직하다.
- [0084] 예를 들면, 특허문헌2의 도3등이나 후술의 실시예의 도3등의 검량선에 도시된 것 같이, 측정 대상의 막 두께는, 측정 대상의 적외선 반사 강도와 상관 관계가 있다.
- [0085] 그리고, 측정장치(1)에 의해 검출되는 적외선 반사 강도는, 측정 대상으로부터의 거리가 멀어질수록 감쇠한다. 그 때에, 측정 대상의 적외선 반사 강도와 측정 대상으로부터의 거리와의 사이에는 상관 관계가 있다(후술의 실시예의 도4의 검량선 참조).
- [0086] 어긋남 각도에 대해서도 마찬가지로, 어긋남 각도가 커질수록 적외선 반사 강도는 감쇠한다. 그 때에, 측정 대상의 적외선 반사 강도와 어긋남 각도와의 사이에는 상관 관계가 있다(후술의 실시예의 도5의 검량선 참조).
- [0087] 후술의 실시예에 나타내는 검량선에 의해 표현되는 관계는, 측정 대상의 조성이나 각 조성의 함유량이 동등하면 유지된다. 한편, 조성이나 각 성분의 함유량이 상이한 측정 대상에 대하여 측정을 행할 경우, 상기 관계를 그대로 사용하거나, 상기 관계에 대하여 어떠한 보정을 행하는 것보다도, 그 측정 대상과 동일 종류의 물질에 대한, 막 두께와, 적외선 반사 강도와, 해당 물질로부터의 거리와, 해당 물질과 측정장치(1)와의 정대로부터의 어긋남 각도와의 관계, 즉 검량선을 미리 얻어 두는 것이 바람직하다. 또한, 이 검량선은 하나일 필요는 없고, 도3~5에 도시한 바와 같이 복수의 검량선으로 되어도 좋다.
- [0088] 그 결과, 상기한 각 상관 관계로부터 얻어진 검량선에 의해, 측정장치(1)로부터 측정 대상에 대하여 조사된 적외선 반사 강도로부터, 측정 대상으로부터의 거리 및 어긋남 각도의 영향을 배제한 막 두께를 측정하는 것이 가능해지고, 그 결과를 케이스(10)의 액정 디스플레이(18)등에 실시간으로 표시하는 것도 가능해진다.
- [0089] 또, 측정 대상의 종류마다 준비된 상기 검량선을, 측정 대상의 종류에 따라서 전환가능한 종류 선택 기구(도시되지 않음)를, 본 실시형태의 측정장치(1)에 더욱 설치하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 검량선은, 케이스(10)안의 메모리(도시되지 않음)에 보존해두고, 연산 기구(19)가 작동할 때에 메모리로부터 인출하면 좋다.
- [0090] 연산 기구(19)는, 어긋남 각도 계측기구(14)와 공통의 구성으로 하여도 좋고, 예를 들면 케이스(10)안에 설치된 하나의 연산 기구(19)에 의해, 막 두께의 연산 및 어긋남 각도의 계측을 행해도 개의치 않는다. 또한, 연산 기구(19)는, 측정장치(1)와 접속한 퍼스널 컴퓨터나 태블릿 등의 외부단말이어도 좋다.
- [0091] 또한, 상기한 구성에 의해, 본 발명의 효과에 더하여, 이하의 효과도 발휘한다.
- [0092] 전술과 같이, 본 실시형태의 측정장치(1)를 검출할 수 있는 적외선 반사 강도는, 측정 대상으로부터의 거리가 멀어질수록 감쇠하고, 그 측정 정밀도도 저하한다. 물론 측정가능한 거리는 발진원(11)의 파워에도 의존하지만, 본 실시형태의 측정장치(1)에 사용한 발진원(11)은, 측정 대상까지의 거리가 5m이여도 충분한 정밀도로 도포막의 막 두께를 측정할 수 있는 것이 확인되어 있다. 덧붙이자면, 먼저 예를 든 편광 필터 전환기구로 편광 필터(17)의 기능을 오프로 할 경우는, 정반사광을 검출 가능해지기 때문에, 적외선 반사광의 강도를 크게 확보할 수 있고, 거리가 10~15m이여도 충분한 정밀도로 도포막의 막 두께를 측정할 수 있다.
- [0093] 또, 상기 적외선 반사 강도는, 측정 대상에 대한 정대로부터의 어긋남 각도가 커질수록 감쇠하기 때문에, 측정 대상과 장치의 전방면(10b)이 정대에 가까울수록 양호한 측정 정밀도를 갖는다. 그 한편, 본 실시형태의 측정장치(1)는, 어긋남 각도가 크더라도 정밀도 좋게 막 두께를 측정하는 것이 가능하다. 예를 들면, 본 실시형태의 측정장치(1)에 있어서는, 측정 대상에 대한 정대로부터의 어긋남 각도는, 85° 이하이여도 대단히 양호한 정밀도로 측정을 실시하는 것이 가능하고, 75° 이하이면 더욱 양호한 정밀도가 된다.
- [0094] 물론, 본 발명은 본 실시형태에 한정되는 것이 아니다. 이하, 적용 예 또는 변형 예를 열거한다. 또한, 본 실시형태에서 예를 든 적합 예를 이하의 예에 적절하게 조합해도 개의치 않는다.

- [0095] 예를 들면, 측정 대상으로서, 특히 제한되지 않지만, 티탄 백색, 아산화동, 산화 아연, 벵갈라, 황색 벵갈라, 크롬그린 블랙 헤마타이트, 망간 비스무트 블랙, 크롬륨 아이언 옥사이드, 니켈 안티몬 티타늄 옐로우루틸, 크롬 안티몬 티타늄 버프 루틸 및 루틸 주석 아연 등으로부터 선택되는 1종 이상의 적외선 반사 재료를 함유하는 도포막인 것이 바람직하고, 또한, 적외선에 대한 반사성과 투과성의 양쪽을 맞춰 갖는 성질을 가지는 도포막인 것이 바람직하다.
- [0096] 이러한 도포막의 안, 적외선 반사 재료를 많이 함유할 경우는, 적외선의 투과율이 떨어지기 때문에, 본 장치에 의해 측정할 수 있는 막 두께의 범위가 좁아지는 경향이 있다. 따라서, 측정 대상의 도포막은, 막 두께가 2,000 μm 이하가 바람직하고, 1,000 μm 이하가 보다 바람직하다.
- [0097] 또, 그 밖의 측정 대상으로서, 적외선을 반사하는 기본재료, 예를 들면 강판등에 도포된 방청유나 수지막등의 두께를 측정하는 것도 가능하다.
- [0098] 방청유나 수지막은, 두께가 늘면 적외선의 흡수가 커지기 때문에, 기본재료로부터 반사하는 적외선 반사 강도는 감쇠한다. 따라서, 해당 상관 관계를 이용함으로써, 적외선을 흡수하는 방청유나 수지막등의 두께를 비접촉 방식에 의해 온 사이트(on-site)에서 측정하는 것도 가능하다.
- [0099] 또, 본 실시형태의 측정장치(1)는, 측정 대상중에 함유하는 적외선 반사 재료의 농도를 측정할 수 있다. 이 "농도"란, 적외선 반사 재료가 얼마나 함유되어 있는지를 나타내는 것이며, (중량, 체적)함유율이기도 하다.
- [0100] 해당 농도의 측정은, 전술의 측정 대상의 두께 측정과 마찬가지로, 적외선 반사 강도를 측정 대상으로부터의 거리와 정대로부터의 어긋남 각도에 따라서 보정함으로써 측정된다.
- [0101] 구체예를 들면, 전술의 두께 측정의 경우와 마찬가지로, 측정 대상과 같은 도료에 대한 농도와, 적외선 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 측정장치(1)와의 정대로부터의 어긋남 각도와와의 관계, 즉 검량 선을 미리 얻어 두는 것으로, 측정 대상으로부터의 거리 및 어긋남 각도의 영향이 배제된 농도를 연산 기구(19)에 의해 연산할 수 있다.
- [0102] 또, 측정장치(1)를 사용하여, "농도"가 기지의 도료로부터 형성된 특정한 막 두께(예를 들면, 막 두께 $t(\mu\text{m})$)의 도포막에 대하여, 적외선 반사 강도를 측정한다. 그리고, 그 측정 결과로부터, 측정 대상으로부터의 거리 및 어긋남 각도의 영향을 배제하는 것으로 농도를 측정한다.
- [0103] 이렇게 하여 적외선 반사 재료의 농도를 측정함으로써, 예를 들면, 측정 대상의 도포막이 2성분형 도료로부터 형성될 경우, 그 혼합비에 오류가 없는지를 비파괴로 용이하게 검사할 수 있다. 덧붙이자면, 상술의 두께 측정이나 농도측정 이외라도, 본 발명의 기술적 사상을 적용가능하고, 본 명세서에서 말하는 각종 파라미터 중 임의의 파라미터와, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도와와의 관계로부터, 해당 임의의 파라미터를 연산 기구(14)로 연산해도 좋다.
- [0104] 또한, 본 실시형태의 측정장치(1)의 사용 형태로서 특별히 제한은 없지만, 근적외선을 포함하는 태양광 아래에서는, 날씨나 측정 대상의 방위등에 의해 영향을 받을 우려가 있기 때문에, 근적외선이 거의 포함되지 않는 조명(예를 들면, 형광등 등) 아래의 옥내에서의 사용이 바람직하다. 더욱, 본 실시형태의 측정장치(1)는, 완전한 암소이어도 사용할 수 있고, 예를 들면 야간의 옥외, 선박이나 구조물의 블록 내부등의 거의 조명이 없는 환경에서도 측정할 수 있다. 또한, 외광의 적외선 강도가 대단히 높은 환경이 아니면, 측정에 의해 얻어진 적외선 반사 강도로부터 외광에 의한 영향을 배제해서 두께를 구할 수도 있다.
- [0105] 한편, 발진원의 파장이, 일반적으로 초원적외선 혹은 테라헤르츠파, 서브테라헤르츠파라고 불리는 파장(예를 들면, 30 μm 를 초과하고 또한 3,000 μm 이하)일 경우, 태양광의 영향을 받기 어렵다고 한 이점이 있다.
- [0106] 이하, 본 측정장치의 변형 예를 열거한다.
- [0107] 본 실시형태에 있어서는, 측정 대상의 적외선 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도로부터, 측정 대상의 두께를 연산하는 연산 기구(19)를 설치하는 예를 들었다. 그 한편, 상기 거리 및 어긋남 각도가 액정 디스플레이(18)등에 표시되는 것에 의해 거리 및 어긋남 각도를 조작자를 파악할 수 있으면, 본 실시형태의 가변형의 측정장치(1)를 측정 대상에 대하여 적절하게 배치하는 것이 가능해진다. 그 결과, 연산 기구(19)를 사용하지 않은 경우이여도, 측정 대상으로부터의 적외선 반사 강도의 기초가 되는 각종 파라미터를 비접촉 방식에 의해 단시간으로 정밀도 좋게 측정 가능해진다. 단, 연산 기구(19)를 설치하는 쪽이 조작자의 부담이 줄어든 후, 측정 결과의 정밀도도 향상한다.

- [0108] 본 실시형태의 측정장치(1)에 있어서, 어긋남 각도 계측기구(14)는, 거리계(13)에 의해 계측된 거리에 근거하여, 어긋남 각도를 계측하는 예를 들었지만, 그 이외에도, 측정장치(1)에 중력 센서(도시되지 않음)를 탑재할 경우, 측정 대상을 전방면(10b)에 대하여 수직하게 배치함에 의해, 측정장치(1)와의 어긋남 각도를 계측하는 것이 가능하다.
- [0109] 본 실시형태의 측정장치(1)는, 거리계(13)를 4개 갖고, 거리계(13)는 모두 동일평면상에서 정방형 또는 직사각형의 정점의 위치에 배치되고, 또한, 발진원(11)이 거리계(13)의 중심에 배치되었을 경우를 예시했다. 본 실시형태에 있어서, 거리계(13)를 복수 가지는 것이 바람직하고, 거리계(13)를 3개이상 가지는 것이 보다 바람직하다. 그 한편, 거리계(13)는, 예를 들면 케이스의 전방면(10b)에 있어서 발진원(11)을 중심으로 해서 배치된 1개의 원환형의 거리계(13)이여도 좋고, 측정 대상으로부터의 거리(평균값)나, 측정장치(1)에 대한 수직방향, 수평방향의 어긋남 각도를 얻는 것이 가능해진다. 또한, 발진원(11)을 끼워서 2개의 긴 거리계를 수평(수직)방향으로 배치한 형태이여도 좋다.
- [0110] 본 실시형태의 측정장치(1)는, 거리계(13)가 모두 동일평면상에서 발진원(11)으로부터의 거리를 동일하게 해서 배치되고, 또한, 발진원(11)은 거리계(13)의 위치의 중심에 배치되었을 경우를 예시했지만, 이 형태에 한정되지 않는다. 예를 들면, 각 거리계(13)의 발진원(11)으로부터의 거리가 다른 경우이여도, 각 거리계와 발진원(11)과의 위치 관계를 기초로, 측정 대상으로부터의 거리 및 정대로부터의 어긋남 각도를, 연산 기구(19)에 의해 연산할 수 있다.
- [0111] 본 실시형태의 측정장치(1)는, 절대치로서의 두께를 얻기 위해, 미리 검량선을 얻어 두는 예를 들었지만, 상대치로서의 두께를 얻을 경우, 검량선은 불필요해진다. 예를 들면, 측정 대상이 대면적일 경우, 측정 대상의 수 개소에 대하여 랜덤하게 적외선을 조사하고, 각 측정 개소에서의 적외선 반사 강도의 어긋남의 유무를 조사하는 것에 의해, 측정 대상의 두께에 변동이 있는 것인가 아닌가를 조사하는 것이 가능해진다. 본 명세서에 있어서, "연산 기구(19)에 의해, 측정 대상의 두께 및 농도 중 적어도 어느 하나를 연산한다"란, 절대치로서, 예를 들면 두께를 얻기 위한 연산은 처음부터, 상대치로서, 예를 들면 두께(보다 상세하게는, 두께의 기초가 되는 적외선 반사 강도)를 얻기 위한 연산도 의미한다.
- [0112] 본 실시형태에 있어서 서술한, 절대치로서의 두께를 얻은 경우와 아울러, 상기한 바와 같이 상대치로서의 두께를 얻은 경우에 있어서, 측정 대상의 수 개소에 대하여 랜덤하게 적외선을 조사했을 때, 각 측정 개소에서의 측정 결과를 메모리에 보존하고, 상기 연산 기구(19) 또는 다른 연산 기구에 의해, 측정 결과의 평균치나 표준편차등을 산출해도 좋다.
- [0113] 본 실시형태의 측정장치(1)에 대해서 상술했지만, 이 측정장치(1)를 사용해서 측정 대상의 두께 및 농도 중 적어도 어느 하나를 측정하는 것에, 본 발명의 기술적 사상이 반영되어 있다.
- [0114] 또, 본 실시형태의 측정장치(1)에 있어서의 두께 보정에 관한 측정 시스템이나 측정 프로그램에 대해서도 본 발명의 기술적 사상이 반영되어 있다.
- [0115] 측정 시스템으로서의 일 구성으로서, 상기한 측정장치(1)를 측정 시스템으로 다른 음으로 읽으면 충분하다. 이 측정 시스템은, 예를 들면 케이스(10)안의 제어부(도시되지 않음)로 제어된다.
- [0116] 또, 어긋남 각도 계측기구(14)나 연산 기구(19)는, 서버를 통해 원격지에서 접속되어 있어도 개의치 않는다. 그 반대로, 연산 기구(19)(또는, 그것에 더하여 어긋남 각도 계측기구(14))를 손잡이에 존재시켜, 그 이외의 구성은 서버를 통해 원격지에서 접속되어 있어도 개의치 않는다. 또한, 측정 대상의 검량선이 케이스(10)안의 메모리에 보존되지 않고 있을 경우, 케이스(10)안의 제어부(도시되지 않음)에 의해, 서버를 통해 메모리에 상기 검량선을 다운로드시키는 구성을 채용해도 개의치 않는다.
- [0117] 측정 프로그램으로서의 일 구성으로서, 측정장치(1)를, 상기한 각 구성으로서 기능시키는 측정 프로그램이면 좋다. 케이스(10)안의 제어부에 의해, 컴퓨터로서의 측정장치(1)를 기능시킴으로써 측정 프로그램은 실행된다.
- [0118] 본 명세서에 있어서, 실시형태로서 가반형의 측정장치(1)를 예시했지만, 측정장치(1)를 거치형으로 한 후에 본 발명의 기술적 사상을 적용하는 데에 방해는 없다.
- [0119] 또, 측정장치(1)의 구성의 일부를 거치형으로 하여도 개의치 않는다. 예를 들면, 케이스(10)의 밖에 발진원을 배치하면서, 해당 발진원에 도광부재(예: 광파이버)의 일단을 접속하고, 해당 광파이버의 다른 일단을 케이스(10)안에 받아들이고, 도1 및 도2의 발진원(11)의 위치에 배치해도 좋다. 이렇게 발진원(11)의 구동원이 케이스(10)의 밖에 배치되었을 경우에도, 도1 및 도2에 도시한 바와 같이 전자파(예: 적외선)가 방출되는 발진원(11)

그 자체가 배치되었을 경우에도, 본 발명의 기술적 사상을 적용가능하다. 본 명세서에서는, 발진원 또는 도광부재에서 전자파를 방사하는 것인 것을 「발진부」라고 칭한다. 즉, 발진부의 적어도 일부를, 도1 및 도2의 발진원(11)의 위치에 배치해도 좋다.

[0120] 더욱 말하면, 상기 발진부를 측정장치(1)와는 별체의 장치로서 배치해도 개의치 않는다. 또한, 상기 발진부를 처음부터 설치하지 않고, 예를 들면 태양광이 조사된 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도를 검출기(12)에 의해 측정해도 개의치 않는다.

[0121] 또, 측정장치(1)의 전원을 케이스(10)의 밖에 배치해도 개의치 않는다. 전원을 밖에 배치할 경우는, 외부로부터의 전력공급을 받게 된다.

[0122] **실시예**

[0123] 다음에, 본 발명에 대해서 실시예에 근거하여, 더욱 상세하게 설명한다. 이하의 실시예에 있어서, 본 실시형태의 측정장치(1)(도1)를 도포막의 막 두께 측정에 사용한 예를 나타내지만, 본 발명은, 이하의 실시예에 한정되지 않는다.

[0124] 본 예에 있어서는, 일본 특허공개 2016-17164호 공보의 실시예5에 기재와 같이, 밀칠 도료SP-GY로 이루어지는 밀칠 도포막을 형성하고, 덧칠 도료IR-U로 이루어지는 덧칠 도포막을 형성한 것을 합쳐서 측정 대상 도포막으로 하였다. 게다가, 두께를 구하는 대상으로서는, 덧칠 도료IR-U의 도포막(이후, 도포막X라고 칭한다.)을 선택했다.

[0125] 미리 도포막X에 있어서의 검량선을 얻기 위해, 이하의 순서를 행했다.

[0126] 우선, 하기의 순서로 도포막X의 건조 막 두께가 108 μ m, 243 μ m, 469 μ m, 701 μ m, 935 μ m의 5개의 막 두께의 시험편을 작성했다.

[0127] <시험편의 작성 순서>

[0128] 강판(폭70mm×길이150mm×두께1.6mm, ISO8501-1:2007에 준거한 처리 그레이드SA2.5의 샌드 블라스트 처리 강판, 이하 마찬가지로) 위에, 밀칠 도료SP-GY를, 약 10 μ m가 되도록 스프레이 도장하고, 실온에서 1주간 건조시켰다. 또한, 밀칠 도포막의 막 두께는, 전자 막 두께계(Kett사제, LZ-990)로 측정했다.

[0129] 얻어진 밀칠 도포막 첨부 강판의 밀칠 도포막 위에, 덧칠 도료IR-U를, 5종류의 막 두께가 되도록 스프레이 도장했다. 얻어진 웨트 도포막을 60℃에서 24시간 건조시켜, 밀칠 도포막과 도포막X로 이루어진 측정 대상 도포막 첨부 시험편을 작성했다. 측정 대상 도포막의 막 두께를 상기 전자 막 두께계로 측정하고, 얻어진 값으로부터 밀칠 도포막의 막 두께를 뺀 값을 도포막X의 막 두께로 했다.

[0130] 상기 시험편을 사용하여, 측정장치(1)의 전방면(10b)의 측정 대상 도포막에 대한 정대로부터의 어긋남 각도 $\theta = 0^\circ$, 측정 대상 도포막과 측정장치(1)의 전방면(10b)과의 사이의 거리가 1m(4개의 각 거리계(13)와 측정 대상과의 사이의 거리La, Lb, Lc, Ld의 평균치L=1m)일 때의 측정장치(1)에 설치된 적외선 레이저 다이오드(형식: QFLD-850-100S-PM, 공장: 855nm, QPhotonics, LLC사제)로부터 발생한 적외선 반사 강도를 측정했다. 측정장치(1)에 설치된 검출기(12)는, Si PIN포토다이오드(형식: S3204-08, 치수: 18mm×18mm, 하마마츠 포토닉스(주)제)로 했다. 그 측정 결과, 즉 측정 대상과 동일 종류의 물질(상기 도포막X)에 대한 적외선 반사 강도와 두께(막 두께)과의 관계를 나타내는 그래프를 도3에 나타낸다.

[0131] 도3에 도시한 바와 같이, 거리와 각도를 고정했을 때, 도포막X에 있어서, 측정장치(1)가 검출하는 적외선 반사 강도는, 막 두께가 두꺼짐에 따라서 커졌다.

[0132] 다음에, 상기 시험편을 사용하여, 전방면(10b)의 측정 대상 도포막에 대한 정대로부터의 어긋남 각도를 $\theta = 0^\circ$ 로 하여 측정 대상 도포막과 측정장치(1)의 전방면(10b)과의 사이의 거리를, 50cm~5m의 범위에서 변동시켰을 경우의 적외선 레이저 다이오드로부터 발생한 적외선 반사 강도를 측정했다. 그 측정 결과, 즉, 측정 대상과 동일 종류의 물질에 대한 적외선 반사 강도와, 해당 물질로부터의 거리와의 관계를 나타내는 그래프를 도4에 도시한다.

[0133] 도4에 도시한 바와 같이, 각도를 고정하여, 거리를 변동시켰을 때, 측정장치(1)가 검출하는 적외선 반사 강도는, 거리가 멀수록 작아졌다.

[0134] 다음에, 상기 시험편을 사용하여, 측정 대상 도포막과 측정장치(1)의 전방면(10b)과의 사이의 거리를 1m로 하여

전방면(10b)의 측정 대상 도포막에 대한 정대로부터의 어긋남 각도를, $\theta = -65 \sim +65^\circ$ 의 범위에서 변동시켰을 경우의 적외선 레이저 다이오드로부터 발생한 적외선 반사 강도를 측정했다. 그 측정 결과, 즉, 측정 대상과 동일 종류의 물질에 대한 적외선 반사 강도와, 측정장치(1)의 해당 물질에 대한 정대로부터의 어긋남 각도와와의 관계를 나타내는 그래프를 도5에 도시한다.

- [0135] 도5에 도시한 바와 같이, 거리를 고정하여, 어긋남 각도를 변동시켰을 때, 장치가 검출하는 적외선 반사 강도는, 정대로부터의 어긋남 각도가 커짐에 따라서 작아졌다.
- [0136] 상기의 순서에 의해, 측정 대상과 동일 종류의 물질에 대한, 막 두께와, 적외선 반사 강도와, 해당 물질로부터의 거리와, 측정장치(1)의 해당 물질에 대한 정대로부터의 어긋남 각도와와의 관계(검량선)를 얻었다.
- [0137] 그리고, 막 두께가 미지인 도포막X를 포함하는 측정 대상 도포막에 대하여, 본 실시형태의 측정장치(1)를 사용해서 막 두께 측정을 행했다. 그 결과는 아래와 같았다.
- [0138] 적외선 레이저 다이오드로부터 발생한 적외선 반사 강도=0.850V
- [0139] 거리계13a의 값La=980mm
- [0140] 거리계13b의 값Lb=1,040mm
- [0141] 거리계13c의 값Lc=1,020mm
- [0142] 거리계13d의 값Ld=960mm
- [0143] La, Lb, Lc, Ld의 평균치(거리)=1,000mm(1m)
- [0144] 어긋남 각도=41.1도
- [0145] 그리고, 상기 수치를, 본 실시형태에서 서술한 연산 기구(19)로 앞의 관계(검량선)에 적용시킨 결과, 얻어진 막 두께는 322 μ m이었다.
- [0146] 상기의 측정 결과의 정밀도를 확인하기 위해, 전술의 시험편의 작성 순서를 따라, 앞의 측정 대상 도포막의 도포막X의 막 두께를 측정했다. 그 결과, 막 두께는 320 μ m이었다. 전자 막 두께계의 오차범위는 2%로 되어 있는 바, 본 실시형태의 측정장치(1)이면, 접촉식에 필적하는 정밀도로 두께를 측정할 수 있는 것을 알았다.
- [0147] 또한, 본 발명자는, 상기한 적외선 레이저 다이오드 대신에, 이하의 각종 발진원을 사용했을 경우에 대해서도 시험을 행했다.
- [0148] · 「H8385030D」(Egismos Technology사제, 소형 레이저 다이오드, 파장 850nm)
- [0149] · 「KEDE1452H」(쿄토 세미컨덕터(주)제, 발광 다이오드, 파장 1200~1600nm, 2.8mW)
- [0150] · 「FLD-980-100S」(QPhotonics, LLC사제, 온도조절기능 구비 파이버 레이저 다이오드, 파장 975nm)
- [0151] · 파나소닉(주)제의 레블라이트(사진촬영용, 500W형 산란광 타입)를 측정장치(1)의 케이스 측방에 설치했다(즉, 측정장치(1)와는 별체의 발진원을 케이스 측방에 설치했다). 그리고, 도포막으로부터 반사된 파장 900~1700nm의 전자파의 반사 강도를 적외선 카메라 「SC2500-NIR」(FLIR Systems사제)를 사용해서 측정했다.
- [0152] 그 결과, 이것들의 각종 발진원을 사용했을 경우, 상기한 실시예와 같이 접촉식에 필적하는 정밀도로 두께를 측정할 수 있는 것을 알았다.
- [0153] 더욱, 본 발명자는, 파장3,000 μ m의 테라헤르츠파를 본 발명의 기술적 사상에 적용가능한 것을 나타내기 위해 시험을 행했다. 이 시험에는 이하의 장치를 사용했다.
- [0154] · 발진원(11)으로서, Terasense사제의 테라헤르츠 광원(파장3,000 μ m(100GHz), 출력200mW)
- [0155] · 검출기(12)로서, Terasense사제의 테라헤르츠 이미징 카메라(Tera-1024, 100GHz)
- [0156] 또한, 이 시험에 있어서는 발진원(11)과 검출기(12)는 별도의 장치다.
- [0157] 서로 인접해서 배치된 발진원(11) 및 검출기(12)에 정대하도록, 거리20cm의 위치에 플라스틱 보드(두께3mm)를 설치했다. 그리고, 검출기(12)가 포착한 플라스틱 보드로부터의 전자파 반사 강도(전압값)를 측정했다. 그 결과, 전자파 반사 강도는 6.2×10^{-2} V이었다.

- [0158] 상기 발진원 및 검출기와 상기 플라스틱 보드와의 사이의 거리를 19cm로 변경하여, 측정을 행했다. 그 결과, 전자파 반사 강도는 $7.1 \times 10^{-2} \text{V}$ (거리20cm, 정대상태일 경우의 전자파 반사 강도(전압값)에 대한 상대치1.18)이었다.
- [0159] 거리20cm는 변경하지 않고, 상기 플라스틱 보드에 대한 정대로부터의 어긋남 각도를 30° 로 변경하여, 측정을 행했다. 그 결과, 전자파 반사 강도는 $4.1 \times 10^{-2} \text{V}$ (거리20cm, 정대상태일 경우의 전자파 반사 강도(전압값)에 대한 상대치0.66)이었다.
- [0160] 이 시험에 의해, 장파장 영역의 전자파(테라헤르츠파)이여도, 전자파 반사 강도는 거리와 각도의 영향을 받는 것을 확인했다.
- [0161] 다음에, <시험편의 작성 순서>로써 설명한 상기 강판에 대하여, 「CMP 노바 2000 라이트그레이」(주)고쿠도료(주)계)을 2종류의 막 두께가 되도록 스프레이 도장했다. 얻어진 웨트 도포막을 60°C 에서 24시간 건조시켜, 건조 막 두께가 $262\mu\text{m}$, $431\mu\text{m}$ 의 2개의 측정 대상 도포막 첨부 시험편2를 작성했다.
- [0162] 발진원 및 검출기와의 사이의 거리가 20cm이며, 또한, 정대가 되는 위치에, 상기 측정 대상 도포막 첨부 시험편 2를 설치하고, 검출기가 포착한 시험편으로부터의 전자파 반사 강도(전압값)를 측정했다.
- [0163] 상기 전자 막 두께계로 측정된 해당 시험편의 건조 막 두께가 $262\mu\text{m}$ 일 경우, 전자파 반사 강도는 $1.0 \times 10^{-2} \text{V}$ 이었다.
- [0164] 또, 해당 시험편의 건조 막 두께가 $431\mu\text{m}$ 일 경우, 전자파 반사 강도는 $4.2 \times 10^{-2} \text{V}$ (건조 막 두께가 $262\mu\text{m}$ 일 경우에 대한 상대치4.2)이었다.
- [0165] 이 시험에 의해, 장파장 영역의 전자파(테라헤르츠파)이여도, 측정 대상의 도포막의 막 두께가, 전자파 반사 강도에 영향을 주는 것을 확인했다.
- [0166] 상기 2개의 시험 결과로부터, 측정 대상으로부터의 전자파 반사 강도와, 측정 대상으로부터의 거리와, 측정 대상과 장치와의 정대로부터의 어긋남 각도와, 막 두께와의 관계를 얻어지는 것을 알았다. 마찬가지로, 농도와의 관계를 얻는 것도 가능하다.
- [0167] 상기 관계가 얻어지는 것과 아울러, 측정 대상으로부터의 거리는, 측정장치(1)에 있어서의 거리계(13)로써, 또한, 측정 대상에 대한 정대로부터의 어긋남 각도는, 어긋남 각도 측정기구(14)로써 측정할 수 있고, 및, 전자파 반사 강도는, 상기 테라헤르츠 이미징 카메라를 측정장치(1)에 내장한 후에 검출기(12)로 하는 것으로 얻어진다.
- [0168] 이상의 결과, 전자파가 파장 $3,000\mu\text{m}$ 의 테라헤르츠파이여도, 본 실시형태에 따른 측정장치(1)이면, 막 두께등을 측정가능한 것을 알았다.
- [0169] 이상의 결과로부터, 본 실시형태의 측정장치(1)이면, 막 두께를 비접촉 방식에 의해 정밀도 좋게 측정가능한 것을 알았다. 또한, 막 두께이외의 각종 파라미터(예를 들면, 두께, 농도)이여도 마찬가지로의 순서를 밟으면 본 발명의 효과를 발휘한다.

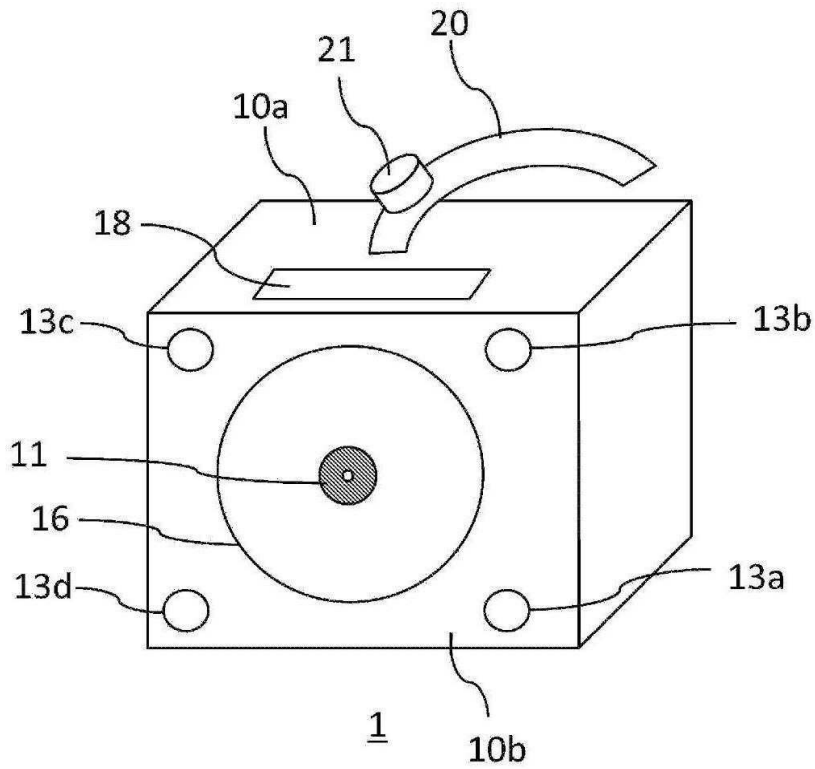
부호의 설명

- [0170] 1 . . . 측정장치
- 10 . . . 케이스
- 10a . . . 케이스의 상면
- 10b . . . 케이스의 전방면
- 10c . . . 케이스의 후방면
- 11 . . . 발진원
- 12 . . . 검출기
- 13(13a, 13b, 13c, 13d) . . . 거리계

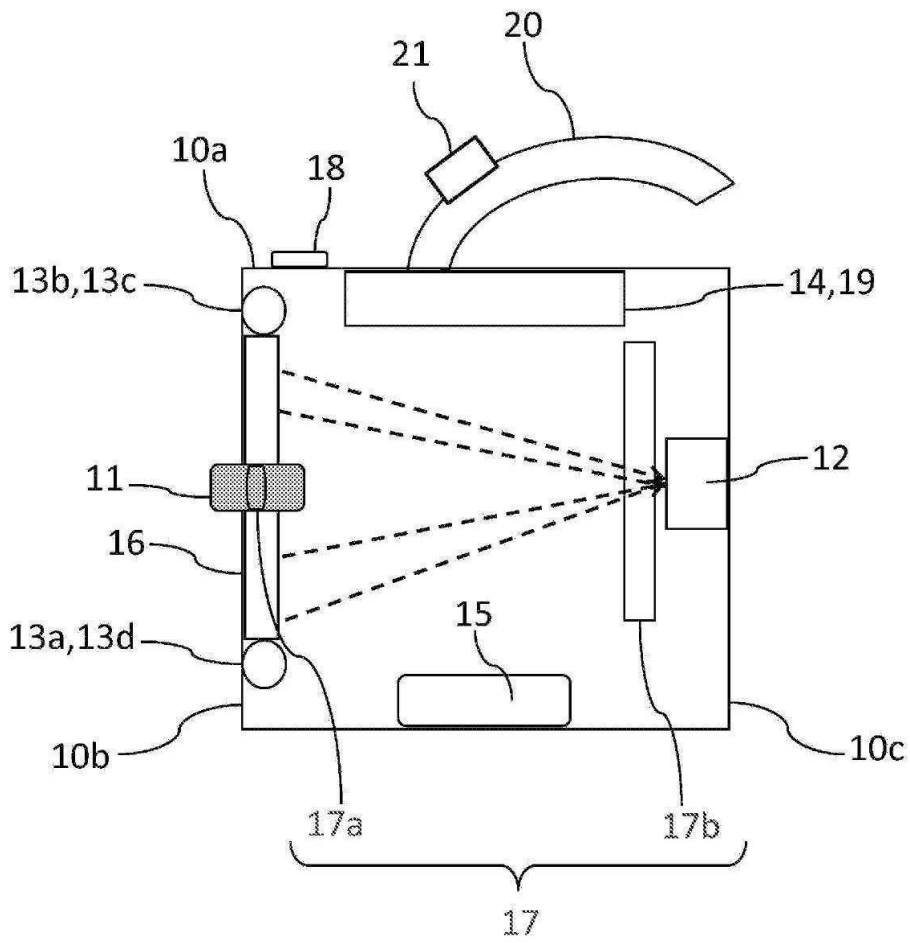
- 14 . . . 어긋남 각도 계측기구
- 15 . . . 전지
- 16 . . . 집광 렌즈
- 17(17a, 17b) . . . 편광 필터
- 18 . . . 액정 디스플레이
- 19 . . . 연산 기구
- 20 . . . 핸들
- 21 . . . 적외선 발진 버튼

도면

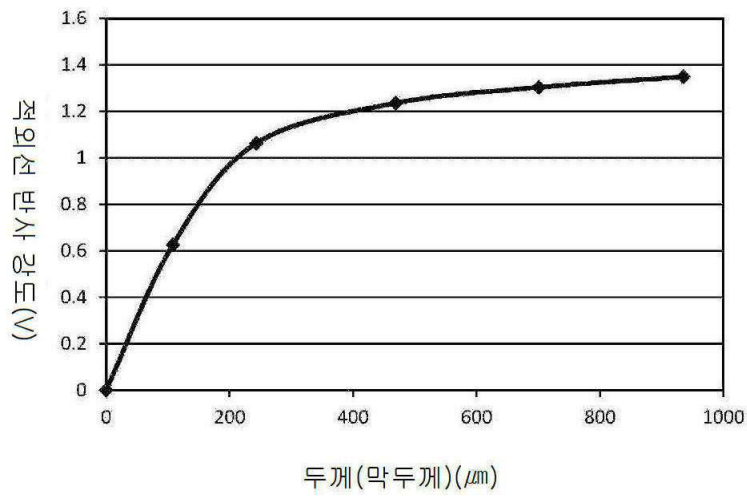
도면1



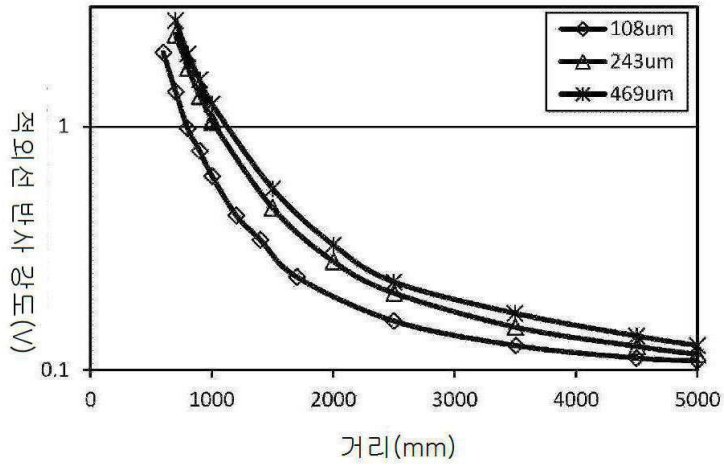
도면2



도면3



도면4



도면5

