



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월04일

(11) 등록번호 10-2775938

(24) 등록일자 2025년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/27 (2006.01) G01J 3/28 (2006.01)

G01N 21/25 (2006.01) G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/62 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 21/27 (2013.01)

G01J 3/28 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-7027926

(22) 출원일자(국제) 2020년09월28일

심사청구일자 2022년08월11일

(85) 번역문제출일자 2022년08월11일

(65) 공개번호 10-2022-0123469

(43) 공개일자 2022년09월06일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/036556

(87) 국제공개번호 WO 2021/166310

국제공개일자 2021년08월26일

(30) 우선권주장

JP-P-2020-027514 2020년02월20일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170012363 A*

(뒷면에 계속)

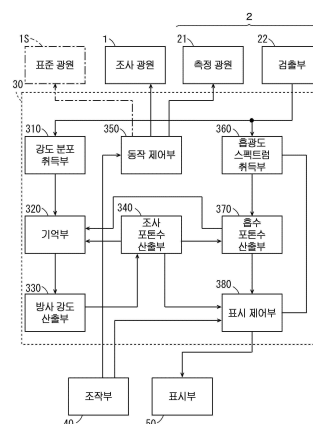
전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 장일석

(54) 발명의 명칭 광 반응 평가 장치 및 포토수 산출 방법

(57) 요약

강도 분포 취득부는, 시료가 존재하지 않는 시료 위치에 표준 광원에 의해서 광이 조사된 상태에서 검출부에 의해서 검출된 제 1 검출 강도 분포를 취득하고, 제 1 측정 동작시에, 시료가 존재하지 않는 시료 위치에 조사 광원에 의해서 광이 조사된 상태에서 검출부에 의해서 검출된 제 2 검출 강도 분포를 취득한다. 방사 강도 산출부는, 제 1 검출 강도 분포, 제 2 검출 강도 분포 및 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도를 산출한다. 조사 포토수 산출부는 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 조사 포토수를 산출한다.

대표도 - 도2

(52) CPC특허분류

G01N 21/255 (2013.01)

G01N 21/314 (2013.01)

G01N 21/62 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170088330 A*

KR1020190089164 A

JP2019128202 A

JP2001060010 A

CN108033977 A

US20100029952 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

시료 위치에 배치된 시료의 광 반응을 평가하는 광 반응 평가 장치로서,

상기 시료 위치에 여기광을 조사광으로서 조사 가능하게 배치됨과 함께, 상기 조사광의 파장 범위 이상의 파장 범위를 갖는 백색광을 발생시키는 표준 광원으로 교환 가능하게 형성된 조사 광원과,

상기 시료 위치에 광을 조사 가능하게 배치된 측정 광원, 및 상기 시료 위치로부터의 광의 강도 분포를 검출하도록 배치된 검출부를 포함하는 분광 광도계와,

시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 상기 표준 광원에 의해서 백색광이 조사되며 또한 상기 시료 위치에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득하고, 제 1 측정 동작시에, 시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 상기 조사 광원에 의해서 여기광이 조사광으로서 조사되며 또한 상기 시료 위치에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득하는 강도 분포 취득부와,

상기 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포, 상기 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 2 검출 강도 분포 및 상기 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도를 산출하는 방사 강도 산출부와,

상기 방사 강도 산출부에 의해서 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 포톤수를 조사 포톤수로서 산출하는 조사 포톤수 산출부를 구비한, 광 반응 평가 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

제 2 측정 동작시에, 상기 시료 위치의 시료에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 상기 시료 위치의 시료에 상기 조사 광원에 의해서 광이 조사된 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 흡광도 스펙트럼으로서 취득하는 흡광도 스펙트럼 취득부와,

상기 제 2 측정 동작시에, 상기 조사 포톤수 산출부에 의해서 산출된 조사 포톤수 및 상기 흡광도 스펙트럼 취득부에 의해서 취득된 흡광도 스펙트럼에 기초하여, 시료에 의해서 각 파장에서 흡수된 포톤의 수를 흡수 포톤수로서 산출하는 흡수 포톤수 산출부를 추가로 구비한, 광 반응 평가 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 측정 동작시 및 상기 제 2 측정 동작시보다 전에, 상기 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포를 기억하는 기억부를 추가로 구비하고,

상기 강도 분포 취득부는, 상기 제 1 측정 동작시에, 상기 기억부에 기억된 제 1 검출 강도 분포를 취득하는, 광 반응 평가 장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 조사 광원으로서, 백색광, 단색광 또는 일정 파장 범위의 광을 발생시키는 광원이 선택적으로 형성되는, 광 반응 평가 장치.

청구항 5

시료 위치에 배치된 시료에 대한 광 반응을 평가하는 광 반응 평가 장치에 있어서의 포톤수 산출 방법으로서,

시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 백색광을 발생시키는 표준 광원에 의해서 백색광이 조사되며 또한 상기 시료 위치에 분광 광도계의 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 분광 광도계의 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득하는 스텝과,

제 1 측정 동작시에, 시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 조사 광원에 의해서 여기광이 조사광으로서 조사되며 또한 상기 시료 위치에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득하는 스텝과,

상기 취득된 제 1 검출 강도 분포, 상기 취득된 제 2 검출 강도 분포 및 상기 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도를 산출하는 스텝과,

상기 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 포톤수를 조사 포톤수로서 산출하는 스텝을 포함하고,

상기 백색광은 상기 조사광의 파장 범위 이상의 파장 범위를 갖는, 포톤수 산출 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

제 2 측정 동작시에, 상기 시료 위치의 시료에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 상기 시료 위치의 시료에 상기 조사 광원에 의해서 광이 조사된 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 흡광도 스펙트럼으로서 취득하는 스텝과,

상기 제 2 측정 동작시에, 상기 산출된 조사 포톤수 및 상기 취득된 흡광도 스펙트럼에 기초하여, 시료에 의해서 각 파장에서 흡수된 포톤의 수를 흡수 포톤수로서 산출하는 스텝을 추가로 포함하는, 포톤수 산출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광 반응 평가 장치 및 포톤수 산출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 시료에 여기 광원에 의해서 광이 조사되면, 다른 물질 또는 형광 등이 생성된다. 이와 같은 현상은 광 화학 반응이라고 불린다. 광 화학 반응의 평가 지표로서, 양자 수율이 사용된다. 양자 수율은, (광의 조사에 의해서 시료 내에서 생성된 물질의 분자수)/(시료에 의해서 흡수된 포톤수)로 나타내어진다. 본 명세서에서, 여기 광원을 조사 광원이라고 부른다.

[0003] 양자 수율을 산출하기 위해서는, 시료에 의해서 흡수된 포톤수를 측정할 필요가 있다. 이 경우, 조사 광원에 의해서 시료에 조사되는 광의 포톤수 (이하, 조사 포톤수라고 부른다.)는, 조사 광원에 따라서 상이하기 때문에, 조사 포톤수를 교정할 필요가 있다.

[0004] 그래서, 특정 파장에 있어서 화학 반응당 이미 알려진 흡수 포톤수를 갖는 화학 광량계를 사용하여 조사 포톤수를 교정하는 방법이 제안되어 있다. 또, 광의 에너지를 측정하는 광 파워 미터를 사용하여 조사 포톤수를 교정하는 방법이 제안되어 있다. 예를 들어, 특허문헌 1의 배경 기술의 란에는, 화학 광량계 또는 광 파워 미터를 사용하여 조사 포톤수를 교정하는 방법이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2015-34717호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 조사 포톤수는, 광의 파장에 의해서 변화한다. 따라서, 조사 광원의 광의 파장에 따른 화학 광량계를 사용하여 조사 포톤수를 교정할 필요가 있다. 이 경우, 화학 광량계에 의한 흡수 피크는 약간 브로드하기 때문에, 각 파장에서의 조사 포톤수를 정확하게 측정하기는 곤란하다. 광 파워 미터에서는, 통상적으로 광의 에너지의 파장 분포를 측정할 수 없기 때문에, 조사 포톤수의 정확한 파장 분포를 교정하기는 곤란하다. 그 때문에, 광 화학 반응에 넓은 파장 범위의 광을 발생시키는 조사 광원을 사용했을 경우에는, 넓은 파장 범위에 있어서의 조사 포톤수의 분포를 정확하게 교정하기는 어렵다.

[0007] 본 발명의 목적은, 특정 파장을 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우뿐만 아니라, 넓은 파장 범위를 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우에도, 파장에 의존하는 조사 포톤수의 분포를 정확하게 산출하는 것이 가능한 광 반응 평가 장치 및 포톤수 산출 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 국면에 따르는 광 반응 평가 장치는, 시료 위치에 배치된 시료의 광 반응을 평가하는 광 반응 평가 장치로서, 시료 위치에 광을 조사광으로서 조사 가능하게 배치됨과 함께, 백색광을 발생시키는 표준 광원으로 교환 가능하게 형성된 조사 광원과, 시료 위치에 광을 조사 가능하게 배치된 측정 광원, 및 시료 위치로부터의 광의 강도 분포를 검출하도록 배치된 검출부를 포함하는 분광 광도계와, 시료가 존재하지 않는 시료 위치에 표준 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 시료 위치에 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득하고, 제 1 측정 동작시에, 시료가 존재하지 않는 시료 위치에 조사 광원에 의해서 광이 조사광으로서 조사되며 또한 시료 위치에 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득하는 강도 분포 취득부와, 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포, 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 2 검출 강도 분포 및 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도를 산출하는 방사 강도 산출부와, 방사 강도 산출부에 의해서 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 포톤수를 조사 포톤수로서 산출하는 조사 포톤수 산출부를 구비한다.

[0009] 본 발명의 다른 국면에 따르는 포톤수 산출 방법은, 시료 위치에 배치된 시료에 대한 광 반응을 평가하는 광 반응 평가 장치에 있어서의 포톤수 산출 방법으로서, 시료가 존재하지 않는 시료 위치에 백색광을 발생시키는 표준 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 시료 위치에 분광 광도계의 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 분광 광도계의 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득하는 스텝과, 제 1 측정 동작시에, 시료가 존재하지 않는 시료 위치에 조사 광원에 의해서 광이 조사광으로서 조사되며 또한 시료 위치에 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득하는 스텝과, 취득된 제 1 검출 강도 분포, 취득된 제 2 검출 강도 분포 및 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도를 산출하는 스텝과, 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 포톤수를 조사 포톤수로서 산출하는 스텝을 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 의하면, 특정 파장을 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우뿐만 아니라, 넓은 파장 범위를 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우에도, 파장에 의존하는 조사 포톤수의 분포를 정확하게 산출하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1 은, 일 실시형태에 관련된 광 반응 평가 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 2 는, 도 1 의 데이터 처리부의 기능적인 구성을 나타내는 블록도이다.

도 3 은, 도 2 의 데이터 처리부의 광 반응 평가 동작을 나타내는 플로 차트이다.

도 4 는, 도 2 의 데이터 처리부의 광 반응 평가 동작을 나타내는 플로 차트이다.

도 5 는, 표준 데이터 취득 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 6 은, 표준 데이터 취득 동작에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포의 예를 나타내는 도면이다.

도 7 은, 제 1 측정 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 8 은, 제 1 측정 동작에 의해서 취득된 제 2 검출 강도 분포의 예를 나타내는 도면이다.

도 9 는, 조사 광원의 각 파장에서의 방사 강도의 산출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 본 발명의 실시형태에 관련된 광 반응 평가 장치 및 포톤수 산출 방법에 대해서 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.
- [0013] (1) 광 반응 평가 장치의 구성
- [0014] 도 1 은 일 실시형태에 관련된 광 반응 평가 장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 1 의 광 반응 평가 장치 (100) 는, 측정부 (10) 및 데이터 처리부 (30) 를 구비한다. 측정부 (10) 는, 조사 광원 (1), 분광 광도계 (2) 및 시료 셀 (3) 을 포함한다. 시료 셀 (3) 에는, 시료 (S) 가 세트된다. 본 실시형태에서는, 시료 셀 (3) 의 위치가 시료 위치에 상당한다. 또, 본 실시형태에 있어서, 시료 (S) 에 대한 광 반응의 평가는, 시료 (S) 의 광 화학 반응에 있어서의 흡수 포톤수의 평가를 포함한다.
- [0015] 조사 광원 (1) 은, 시료 셀 (3) 에 여기광으로서 광을 조사한다. 조사 광원 (1) 으로는, 특정한 파장의 광, 특정한 파장 범위의 광, 다파장의 광 또는 백색광을 발생시키는 광원을 사용할 수 있다. 조사 광원 (1) 은, 예를 들어, LED (발광 다이오드), 크세논 램프, 수은 램프, 또는 중수소 램프 등의 다양한 광원이어도 된다. 분광 광도계 (2) 는, 측정 광원 (21), 분광기 (도시 생략) 및 검출부 (22) 를 포함한다. 본 실시형태에서는, 예를 들어, 폴리카로미터를 사용한 멀티 채널 분광 광도계 (2) 를 사용할 수 있다.
- [0016] 데이터 처리부 (30) 는, CPU (중앙 연산 처리 장치) (31), RAM (RAM) (32), ROM (리드 온리 메모리) (33), 입출력 I/F (인터페이스) (34), 및 기억 장치 (35) 를 포함한다. CPU (31), RAM (32), ROM (33), 입출력 I/F (34) 및 기억 장치 (35) 는 버스 (36) 에 접속되어 있다. 데이터 처리부 (30) 의 버스 (36) 에는, 조작부 (40) 및 표시부 (50) 가 접속된다. 조작부 (40) 는, 키보드 또는 마우스 등을 포함하고, 데이터 처리부 (30) 에 각종 지령 및 데이터의 입력을 위해서 사용자에게 의해서 조작된다. 표시부 (50) 는, 액정 디스플레이 또는 유기 EL (일렉트로루미네선스) 디스플레이 등을 포함하고, 각종 데이터 등을 표시한다.
- [0017] 기억 장치 (35) 는, 반도체 메모리 또는 메모리 카드 등의 기억 매체를 포함하고, 광 반응 평가 프로그램을 기억한다. RAM (32) 은, CPU (31) 의 작업 영역으로서 사용된다. ROM (33) 에는, 시스템 프로그램이 기억된다. CPU (31) 는, 기억 장치 (35) 에 기억된 광 반응 평가 프로그램을 RAM (32) 상에서 실행함으로써 입출력 I/F (34) 를 통해서 조사 광원 (1) 및 분광 광도계 (2) 를 제어함과 함께, 분광 광도계 (2) 의 출력 신호를 입출력 I/F (34) 를 통해서 받는다. 이로써, 후술하는 광 반응 평가 방법이 실시된다. 광 반응 평가 방법은, 포톤수 산출 방법을 포함한다.
- [0018] 광 반응 평가 장치 (100) 는, 후술하는 표준 광원 (1S) (도 2) 을 사용한 표준 데이터 취득 동작, 조사 광원 (1) 을 사용한 제 1 측정 동작, 및 시료 (S) 의 측정을 행하는 제 2 측정 동작을 실행한다.
- [0019] (2) 데이터 처리부 (30) 의 기능적인 구성
- [0020] 도 2 는 도 1 의 데이터 처리부 (30) 의 기능적인 구성을 나타내는 블록도이다. 도 2 에 나타내는 바와 같이, 데이터 처리부 (30) 는, 강도 분포 취득부 (310), 기억부 (320), 방사 강도 산출부 (330), 조사 포톤수 산출부 (340), 동작 제어부 (350), 흡광도 스펙트럼 취득부 (360), 흡수 포톤수 산출부 (370) 및 표시 제어부 (380) 를 포함한다. 상기한 구성 요소 (310 ~ 380) 의 기능은, 도 1 의 CPU (31) 가 기억 장치 (35) 등의 기억 매체 (기록 매체) 에 기억된 컴퓨터 프로그램인 광 반응 평가 프로그램을 실행함으로써 실현된다. 또한, 데이터 처리부 (30) 의 일부 또는 모든 구성 요소가 전자 회로 등의 하드웨어에 의해서 실현되어도 된다.
- [0021] 표준 데이터 취득 동작시에는, 측정부 (10) (도 1) 에, 조사 광원 (1) 대신에 도 2 에 일점 쇄선으로 나타나는 표준 광원 (1S) 이 장착된다. 표준 광원 (1S) 은, 조사 광원 (1) 에 의해서 발생하는 광의 파장 범위 이상의 파장 범위를 갖는 광을 발생시키는 광원이다. 표준 광원 (1S) 으로서 백색 광원이 사용된다. 백색 광원은, 예를 들어, 백색광을 발생시키는 LED 이지만, 다른 백색 광원이 사용되어도 된다. 표준 광원 (1S) 은, 넓은 파장 범위의 광을 발생시키는 광원이다. 이하, 표준 광원 (1S) 이 발생시키는 광의 전체 파장에 있어서의 방사 강도 분포를 표준 광원 (1S) 의 방사 특성이라고 부른다. 방사 특성은, 표준 광원 (1S) 이 발생시키는 광의 각 파장에서의 방사 강도를 포함한다. 표준 광원 (1S) 의 방사 특성은, 미리 정확하게 측

정되어 있다. 분광 광도계 (2) 는, 파장에 의존하는 파장 감도 분포 특성을 갖기 때문에, 통상적으로 표준 광원 (1S) 이 발생시키는 광의 방사 강도 분포와 분광 광도계 (2) 에 의해서 검출되는 표준 광원 (1S) 으로부터의 광의 강도 분포는 상이하다.

[0022] 강도 분포 취득부 (310) 는, 표준 데이터 취득 동작시에, 분광 광도계 (2) 의 검출부 (22) 에 의해서 검출되는 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득한다. 제 1 검출 강도 분포는, 표준 광원 (1S) 에 의해서 시료 셀 (3) 에 조사되는 백색광의 전체 파장에 있어서 검출된 광의 강도 분포이다. 또, 강도 분포 취득부 (310) 는, 제 1 측정 동작시에, 분광 광도계 (2) 의 검출부 (22) 에 의해서 검출되는 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득한다. 제 2 검출 강도 분포는, 조사 광원 (1) 에 의해서 시료 셀 (3) 에 조사되는 광의 파장 범위에 있어서 검출된 광의 강도 분포이다. 조사 광원 (1) 이 백색 광원인 경우에는, 제 2 검출 강도 분포는 전체 파장에 있어서 검출된 광의 강도 분포이다. 조사 광원 (1) 이 특정한 파장의 광 또는 특정한 파장 범위의 광을 발생시키는 광원인 경우에는, 제 2 검출 강도 분포는 특정한 파장 또는 특정한 파장 범위에 있어서 검출된 광의 강도 분포이다.

[0023] 기억부 (320) 는, 표준 데이터 취득시에 강도 분포 취득부 (310) 에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포 및 제 1 측정 동작시에 강도 분포 취득부 (310) 에 의해서 취득된 제 2 검출 강도 분포를 기억한다. 또, 기억부 (320) 는, 표준 광원 (1S) 의 방사 특성을 미리 기억한다. 또한, 기억부 (320) 는, 후술하는 조사 포톤수 산출부 (340) 에 의해서 산출된 조사 포톤수 및 흡수 포톤수 산출부 (370) 에 의해서 산출된 흡수 포톤수를 기억한다.

[0024] 방사 강도 산출부 (330) 는, 제 1 측정 동작시에, 기억부 (320) 에 기억된 제 1 검출 강도 분포, 제 2 검출 강도 분포, 및 표준 광원 (1S) 의 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여, 조사 광원 (1) 의 각 파장에서의 방사 강도를 산출한다. 산출 방법의 상세한 것에 대해서는 후술한다.

[0025] 조사 포톤수 산출부 (340) 는, 방사 강도 산출부 (330) 에 의해서 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여, 조사 광원 (1) 에 의해서 시료 셀 (3) 에 조사되는 광의 포톤수 (이하, 조사 포톤수라고 부른다.) 를 산출한다. 산출 방법의 상세한 것에 대해서는 후술한다.

[0026] 동작 제어부 (350) 는, 사용자에게 의한 조작부 (40) 의 조작에 기초하여 표준 데이터 취득 동작, 제 1 측정 동작 및 제 2 측정 동작을 실행하기 위해서, 데이터 처리부 (30) 의 각 구성 요소의 동작을 제어함과 함께, 표준 광원 (1S), 조사 광원 (1), 및 분광 광도계 (2) 의 측정 광원 (21) 의 동작을 제어한다.

[0027] 흡광도 스펙트럼 취득부 (360) 는, 제 2 측정 동작시에, 분광 광도계 (2) 의 검출부 (22) 에 의해서 검출되는 광의 강도 분포를 흡광도 스펙트럼으로서 취득한다. 흡수 포톤수 산출부 (370) 는, 흡광도 스펙트럼 취득부 (360) 에 의해서 취득된 흡광도 스펙트럼 및 조사 포톤수 산출부 (340) 에 의해서 산출된 조사 포톤수에 기초하여 각 파장에서의 흡수 포톤수를 산출한다. 산출 방법의 상세한 것에 대해서는 후술한다.

[0028] 표시 제어부 (380) 는, 조작부 (40) 의 조작에 기초하여, 조사 포톤수 산출부 (340) 에 의해서 산출된 조사 포톤수, 흡수 포톤수 산출부 (370) 에 의해서 산출된 흡수 포톤수 및 흡광도 스펙트럼 취득부 (360) 에 의해서 취득된 흡광도 스펙트럼을 표시부 (50) 에 표시시킨다.

[0029] (3) 광 반응 평가 장치 (100) 의 동작

[0030] 도 3 및 도 4 는 도 2 의 데이터 처리부 (30) 의 광 반응 평가 동작을 나타내는 플로 차트이다. 도 5 는 표준 데이터 취득 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 6 은 표준 데이터 취득 동작에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포의 예를 나타내는 도면이다. 도 7 은 제 1 측정 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 8 은 제 1 측정 동작에 의해서 취득된 제 2 검출 강도 분포의 예를 나타내는 도면이다. 도 9 는 조사 광원 (1) 의 각 파장에서의 방사 강도의 산출 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 6, 도 8 및 도 9 의 세로축은, 분광 광도계 (2) 에 의해서 검출되는 각 파장에서의 검출 강도를 나타내고, 가로축은 파장 λ 를 나타낸다.

[0031] 광 반응 평가 장치 (100) 의 광 반응 평가 동작은, 상기와 같이, 표준 데이터 취득 동작, 제 1 측정 동작 및 제 2 측정 동작을 포함한다. 도 3 및 도 4 의 광 반응 평가 동작은, 도 2 의 CPU (31) 가 광 반응 평가 프로그램을 실행함으로써 행해진다.

[0032] 표준 데이터 취득 동작은, 예를 들어, 광 반응 평가 장치 (100) 의 고정 설치시 또는 메인テナンス시에 행해진다. 여기에서, 표준 데이터는, 제 1 검출 강도 분포 및 표준 광원 (1S) 의 방사 특성 (각 파장에서의 방사 강도) 을 포함한다. 제 1 측정 동작은, 예를 들어, 일상적으로 행해진다. 제 2 측정 동작은, 시료 (S) 의 측

정시에 행해진다.

- [0033] 표준 데이터 취득 동작시에는, 작업자가 조작부 (40) 에 조사 광원 (1) 대신에 표준 광원 (1S) 을 장착한다. 시료 셀 (3) 에는 시료 (S) 는 세트되지 않는다. 동작 제어부 (350) 는, 조작부 (40) 에 의해서 표준 데이터 취득 동작이 지시되었는지의 여부를 판정한다 (스텝 S1). 표준 데이터 취득 동작이 지시된 경우에는, 동작 제어부 (350) 는, 표준 광원 (1S) 이 시료 셀 (3) 에 광을 조사하도록 표준 광원 (1S) 을 제어한다 (스텝 S2). 이로써, 도 5 에 나타내는 바와 같이, 표준 광원 (1S) 에 의해서 방사된 광이 시료 셀 (3) 에 조사되고, 시료 셀 (3) 로부터의 광이 분광 광도계 (2) 에 입사된다. 이 때에, 분광 광도계 (2) 의 측정 광원 (21) 에서는 시료 셀 (3) 에 광이 조사되지 않는다.
- [0034] 강도 분포 취득부 (310) 는, 분광 광도계 (2) 의 검출부 (22) 에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득한다 (스텝 S3). 도 6 에는, 검출 강도와 파장 λ 의 관계가 제 1 검출 강도 분포 (E1) 로서 나타내어진다. 강도 분포 취득부 (310) 는, 취득된 제 1 검출 강도 분포 (E1) 를 기억부 (320) 에 기억시킨다 (스텝 S4). 이로써, 표준 데이터 취득 동작이 완료된다.
- [0035] 제 1 측정 동작시에는, 사용자가 측정부 (10) 에 조사 광원 (1) 을 장착한다. 시료 셀 (3) 에는 시료 (S) 는 세트되지 않는다. 동작 제어부 (350) 는, 조작부 (40) 에 의해서 제 1 측정 동작이 지시되었는지의 여부를 판정한다 (스텝 S5). 제 1 측정 동작이 지시된 경우에는, 동작 제어부 (350) 는, 조사 광원 (1) 이 시료 셀 (3) 에 광을 조사하도록 조사 광원 (1) 을 제어한다 (스텝 S6). 이로써, 도 7 에 나타내는 바와 같이, 조사 광원 (1) 에 의해서 방사된 광이 시료 셀 (3) 에 조사되고, 시료 셀 (3) 로부터의 광이 분광 광도계 (2) 에 입사된다. 이 때에, 분광 광도계 (2) 의 측정 광원 (21) 에서는 시료 셀 (3) 에 광이 조사되지 않는다.
- [0036] 강도 분포 취득부 (310) 는, 분광 광도계 (2) 의 검출부 (22) 에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득한다 (스텝 S7). 도 8 에는, 검출 강도와 파장 λ 의 관계가 제 2 검출 강도 분포 (E2) 로서 나타내어진다. 강도 분포 취득부 (310) 는, 취득된 제 2 검출 강도 분포 (E2) 를 기억부 (320) 에 기억시킨다 (스텝 S8).
- [0037] 방사 강도 산출부 (330) 는, 기억부 (320) 에 기억된 제 1 검출 강도 분포 (E1), 제 2 검출 강도 분포 (E2) 및 표준 광원 (1S) 의 방사 특성으로부터 이하의 방법으로 조사 광원 (1) 의 각 파장에서의 방사 강도를 산출한다 (스텝 S9). 본 예에서, 각 파장이란, 특정 피치로 분할된 일정한 파장 구간을 의미한다.
- [0038] 표준 광원 (1S) 의 방사 특성을 Fstd 로 하고, 분광 광도계 (2) 의 파장 감도 분포 특성을 Fmono 로 하면, 제 1 검출 강도 분포 (E1) 는 다음 식으로 나타내어진다.
- [0039]
$$E1 = Fstd \times Fmono \quad \cdots (1)$$
- [0040] 조사 광원 (1) 의 방사 특성을 Firr 로 하면, 제 2 검출 강도 분포 (E2) 는 다음 식으로 나타내어진다. 여기에서, 조사 광원 (1) 의 방사 특성 Firr 은, 조사 광원 (1) 에 의해서 발생하는 광의 방사 강도 분포를 나타낸다. 방사 특성 Firr 은, 조사 광원 (1) 의 각 파장에서의 방사 강도를 포함한다.
- [0041]
$$E2 = Firr \times Fmono \quad \cdots (2)$$
- [0042] 상기 식 (1) 및 (2) 로부터 다음 식이 얻어진다.
- [0043]
$$E1/E2 = (Fstd \times Fmono) / (Firr \times Fmono) \quad \cdots (3)$$
- [0044] 상기 식 (3) 으로부터 다음 식이 얻어진다.
- [0045]
$$Firr = (E2/E1) \times Fstd \quad \cdots (4)$$
- [0046] 제 1 검출 강도 분포 (E1) 및 표준 광원 (1S) 의 방사 특성 Fstd 는 이미 알려져 있다. 따라서, 각 파장에서의 광의 강도를 검출할 수 있는 분광 광도계 (2) 를 사용하여, 조사 광원 (1) 의 제 2 검출 강도 분포 (E2) 를 얻음으로써, 상기 식 (4) 로부터 조사 광원 (1) 의 방사 특성 Firr 을 산출할 수 있다. 그것에 의해서, 특정 파장의 광을 발생시키는 광원뿐만 아니라, 특정한 파장 범위의 광을 발생시키는 광원, 다파장의 광을 발생시키는 광원 및 백색광을 발생시키는 광원에 대해서 각 파장에서의 방사 강도를 얻을 수 있다.
- [0047] 구체적으로는, 방사 강도 산출부 (330) 는, 다음의 방법에 의해서 조사 광원 (1) 의 각 파장에서의 방사 강도를 산출할 수 있다.
- [0048] 도 9 에 나타내는 바와 같이, 제 1 검출 강도 분포 (E1) 및 제 2 검출 강도 분포 (E2) 가 일정한 파장 피치로

복수의 파장 구간에 분할된다. 방사 강도 산출부 (330) 는, 각 파장 구간에 있어서의 제 1 및 제 2 검출 강도 분포 (E1, E2) 하의 면적을 산출한다. 도 9 에 있어서, 제 1 검출 강도 분포 (E1) 의 임의 파장 구간에 있어서의 제 1 검출 강도 분포 (E1) 하의 면적을 E1i 로 하고, 제 2 검출 강도 분포 (E2) 의 임의 파장 구간에 있어서의 제 2 검출 강도 분포 (E2) 하의 면적을 E2i 로 한다. i 는 자연수이다. 이 경우, 제 1 검출 강도 분포 (E1) 의 복수의 파장 구간의 면적은, E11, E12, ... E1i, ... 가 된다. 제 2 검출 강도 분포 (E2) 의 복수의 파장 구간의 면적은, E21, E22, ... E2i, ... 가 된다. 또, 임의 파장 구간에서의 표준 광원 (1S) 의 방사 강도를 Fstdi 로 한다.

[0049] 방사 강도 산출부 (330) 는, 다음 식으로부터 임의 파장 구간에서의 조사 광원 (1) 의 방사 강도 Firri 을 산출한다 (스텝 S9).

[0050]
$$\text{Firri} = (\text{E2i}/\text{E1i}) \times \text{Fstdi} \quad \dots (5)$$

[0051] 파장 λ 에 있어서의 조사 포톤수 Nirr (λ) 은, 플랑크 상수 h, 광의 속도 c 및 방사 강도 Firri 를 사용하여 아인슈타인의 에너지의 식으로부터 다음 식으로 정의된다. 본 실시형태에서는, 파장 λ 는, i 번째의 파장 구간에 상당한다.

[0052]
$$\text{Nirr} (\lambda) = (\lambda / hc) \times \text{Firri} \quad \dots (6)$$

[0053] 조사 포톤수 산출부 (340) 는, 상기 식 (5) 로부터 산출되는 각 파장 구간에서의 방사 강도 Firri 를 사용하여, 상기 식 (6) 으로부터 각 파장 λ 에서의 조사 포톤수 Nirr (λ) 를 산출한다 (스텝 S10). 조사 포톤수 산출부 (340) 는, 산출된 각 파장 λ 에서의 조사 포톤수 Nirr (λ) 을 기억부 (320) 에 기억시킨다 (스텝 S11). 이로써, 제 1 측정 동작이 완료된다.

[0054] 제 2 측정 동작시에는, 사용자가 측정부 (10) (도 1) 의 시료 셀 (3) 에 시료 (S) 를 세트한다. 동작 제어부 (350) 는, 조작부 (40) 에 의해서 제 2 측정 동작이 지시되었는지의 여부를 판정한다 (스텝 S12). 제 2 측정 동작이 지시된 경우에는, 동작 제어부 (350) 는, 분광 광도계 (2) 의 측정 광원 (21) 이 시료 셀 (3) 의 시료에 광을 측정광으로서 조사하도록 측정 광원 (21) 을 제어한다 (스텝 S13). 또, 동작 제어부 (350) 는, 조사 광원 (1) 이 시료 셀 (3) 의 시료에 광을 여기광으로서 조사하도록 조사 광원 (1) 을 제어한다 (스텝 S14). 이로써, 조사 광원 (1) 에 의해서 조사된 여기광의 포톤이 시료 (S) 에 의해서 흡수되고, 광 화학 반응이 일어난다. 이 경우, 흡수되는 포톤수는 파장 λ 에 의존한다. 분광 광도계 (2) 의 검출부 (22) 는, 시료 (S) 로부터의 광의 강도 분포를 검출한다.

[0055] 흡광도 스펙트럼 취득부 (360) 는, 분광 광도계 (2) 의 검출부 (22) 에 의해서 검출되는 광의 강도 분포를 흡광도 스펙트럼으로서 취득한다 (스텝 S15). 또, 흡광도 스펙트럼 취득부 (360) 는, 취득된 흡광도 스펙트럼을 기억부 (320) 에 기억시킨다 (스텝 S16). 측정 기간 중, 시료 (S) 에 조사 광원 (1) 에 의해서 조사 포톤수 Nirr (λ) 의 여기광이 조사된다. 이 조사 포톤수 Nirr (λ) 에 따라서 광 화학 반응이 진행된다. 따라서, 흡광도 스펙트럼 취득부 (360) 는, 시계열 데이터인 흡광도 스펙트럼을 취득한다. 여기에서, 시점 t 에 있어서의 흡광도 스펙트럼을 Abs (t, λ) 로 한다. 또, 시점 t 에 있어서 시료 (S) 가 파장 λ 에서 흡수하는 포톤수를 흡수 포톤수 Nabs (t, λ) 로 한다. 흡수 포톤수 Nabs (t, λ) 는, 다음 식에 의해서 나타내어진다.

[0056]
$$\text{Nabs} (t, \lambda) = \alpha \times (1 - 10^{-\text{Abs} (t, \lambda)}) \times \text{Nirr} (\lambda) \quad \dots (7)$$

[0057] 상기 식 (7) 에 있어서, α 는 시료 셀 (3) 에 의한 조사광 반사 성분을 보정하기 위한 계수이다. 흡수 포톤수 산출부 (370) 는, 조사 포톤수 산출부 (340) 에 의해서 산출된 조사 포톤수 Nirr (λ) 및 흡광도 스펙트럼 취득부 (360) 에 의해서 취득된 흡광도 스펙트럼 Abs (t, λ) 를 사용하여 상기 식 (7) 로부터 흡수 포톤수 Nabs (t, λ) 를 산출한다 (스텝 S17). 또, 흡수 포톤수 산출부 (370) 는, 산출된 흡수 포톤수 Nabs (t, λ) 를 기억부 (320) 에 기억시킨다 (스텝 S18). 이로써, 제 2 측정 동작이 완료된다.

[0058] 다음으로, 동작 제어부 (350) 는, 조작부 (40) 에 의해서 동작 종료 지시되었는지의 여부를 판정한다 (스텝 S19). 동작 종료 지시되지 않은 경우에는, 동작 제어부 (350) 는 스텝 S1 로 되돌아온다. 스텝 S1 에 있어서 표준 데이터 취득 동작이 지시되지 않은 경우에는, 동작 제어부 (350) 는 스텝 S5 로 진행된다. 스텝 S5 에 있어서 제 1 측정 동작이 지시되지 않은 경우에는, 동작 제어부 (350) 는 스텝 S12 로 진행된다. 스텝 S12 에 있어서 제 2 측정 동작이 지시되지 않은 경우에는, 동작 제어부 (350) 는 스텝 S19 로 진행된다. 스텝 S19 에 있어서 동작 종료 지시된 경우에는, 동작 제어부 (350) 는 광 반응 평가 동작을 종료한다.

- [0059] 시료 (S) 내에서 광 화학 반응에 의해서 생성된 물질 (원자 또는 분자) 의 분자수 및 상기한 제 2 측정 동작에 의해서 산출된 흡수 포톤수를 사용하여 광 화학 반응에 있어서의 양자 수율을 산출할 수 있다. 시료 (S) 내에서 광 화학 반응에 의해서 생성된 물질의 분자수는, 예를 들어, 시료 (S) 를 가스 크로마토그래프 또는 액체 크로마토그래프를 사용하여 분석함으로써 얻어진다.
- [0060] (4) 실시형태의 효과
- [0061] 본 실시형태에 관련된 광 반응 평가 장치 (100) 에 있어서는, 백색광을 발생시키는 표준 광원 (1S) 을 사용하여 얻어진 제 1 검출 강도 분포 (E1) 는 넓은 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 검출 강도를 포함하고, 표준 광원 (1S) 의 방사 특성 Fstd 는 넓은 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 방사 강도를 포함한다. 그 때문에, 제 1 측정 동작시에, 조사 광원 (1) 의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 방사 강도를 정확하게 산출할 수 있다. 그것에 의해서, 조사 광원 (1) 의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 조사 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다.
- [0062] 그 결과, 특정 파장을 갖는 광을 발생시키는 조사 광원 (1) 을 사용한 경우뿐만 아니라, 넓은 파장 범위를 갖는 광을 발생시키는 조사 광원 (1) 을 사용한 경우에도, 파장에 의존하는 조사 포톤수의 분포를 정확하게 산출하는 것이 가능하다.
- [0063] 또, 제 1 측정 동작시에, 조사 광원 (1) 의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 조사 포톤수가 정확하게 산출되어 있기 때문에, 제 2 측정 동작시에, 조사 광원 (1) 의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 흡수 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다.
- [0064] 또한, 표준 데이터 취득시에 취득된 제 1 검출 강도 분포 (E1) 가 기억부 (320) 에 기억된다. 그것에 의해서, 제 1 측정 동작시에, 표준 광원 (1S) 을 사용하여 제 1 검출 강도 분포 (E1) 의 검출을 행할 필요가 없다. 따라서, 제 1 측정 동작에 필요로 하는 시간 및 수고가 삭감된다.
- [0065] 또, 표준 광원 (1S) 으로서 백색 광원이 사용되기 때문에, 조사 광원 (1) 으로서 다양한 파장 또는 파장 범위의 광을 발생시키는 광원을 사용할 수 있다. 그것에 의해서, 다양한 조사 광원 (1) 의 각 파장에서의 조사 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다. 따라서, 원하는 파장의 광을 사용하여 시료 (S) 에 의한 흡수 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다.
- [0066] (5) 다른 실시형태
- [0067] 상기 실시형태에서는, 시료 셀 (3) 의 위치가 시료 위치에 상당하지만, 시료 위치는 시료 셀 (3) 의 위치에 한정되지 않고, 시료 (S) 가 유지 또는 지지되는 다른 시료 유지부 또는 시료 지지부의 위치여도 된다.
- [0068] 광 반응 평가 장치 (100) 의 데이터 처리부 (30) 는, 퍼스널 컴퓨터에 의해서 구성되어도 되고, 스마트폰 등의 휴대 전자 단말에 의해서 구성되어도 되며, 네트워크에 접속된 서버 등에 의해서 구성되어도 된다.
- [0069] (6) 양태
- [0070] 상기 서술한 복수의 예시적인 실시형태는, 이하의 양태의 구체예인 것이 당업자에 의해서 이해된다.
- [0071] (제 1 항) 일 양태에 관련된 광 반응 평가 장치는, 시료 위치에 배치된 시료의 광 반응을 평가하는 광 반응 평가 장치로서,
- [0072] 상기 시료 위치에 광을 조사광으로서 조사 가능하게 배치됨과 함께, 백색광을 발생시키는 표준 광원으로 교환 가능하게 형성된 조사 광원과,
- [0073] 상기 시료 위치에 광을 조사 가능하게 배치된 측정 광원, 및 상기 시료 위치로부터의 광의 강도 분포를 검출하도록 배치된 검출부를 포함하는 분광 광도계와,
- [0074] 시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 상기 표준 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 상기 시료 위치에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득하고, 제 1 측정 동작시에, 시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 상기 조사 광원에 의해서 광이 조사광으로서 조사되며 또한 상기 시료 위치에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득하는 강도 분포 취득부와,
- [0075] 상기 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포, 상기 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 2 검출 강도 분포 및 상기 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도

를 산출하는 방사 강도 산출부와,

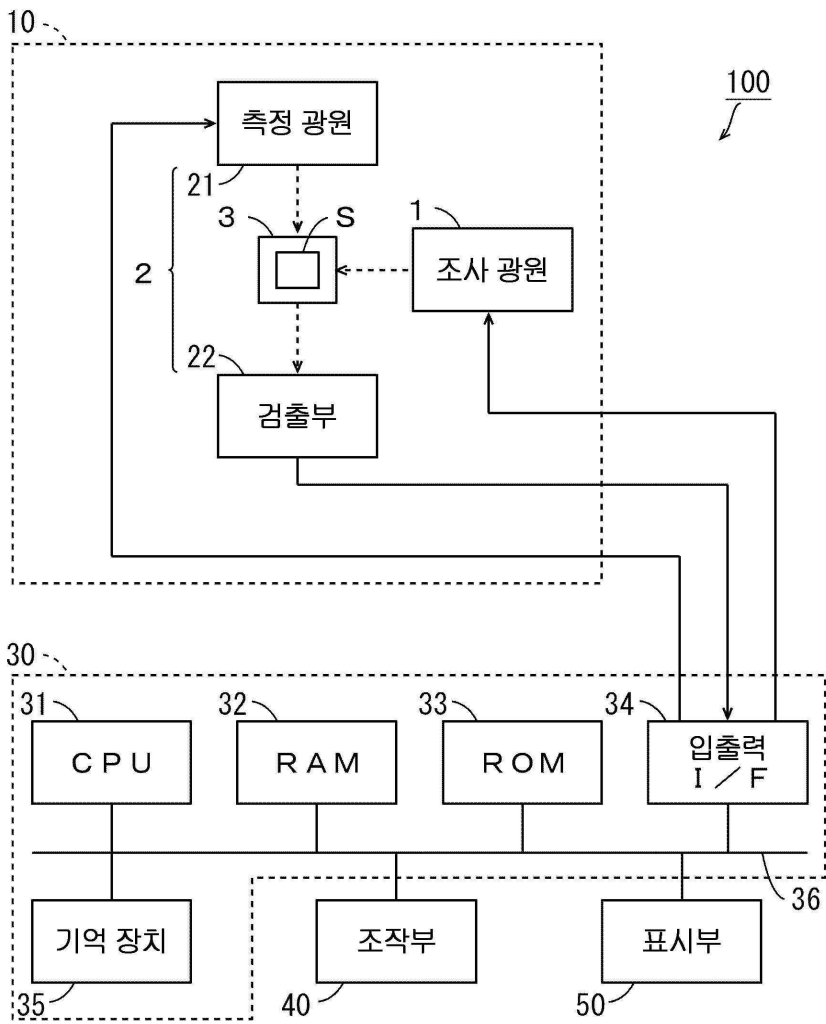
- [0076] 상기 방사 강도 산출부에 의해서 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 포톤수를 조사 포톤수로서 산출하는 조사 포톤수 산출부를 구비해도 된다.
- [0077] 제 1 항에 기재된 광 반응 평가 장치에 의하면, 표준 광원을 사용하여 얻어진 제 1 검출 강도 분포가 취득된다. 표준 광원의 방사 특성은 이미 알려져 있다. 제 1 측정 동작시에, 시료 위치에 조사 광원에 의해서 광이 조사된 상태에서 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포가 제 2 검출 강도 분포로서 취득된다. 또한, 취득된 제 1 검출 강도 분포, 취득된 제 2 검출 강도 분포 및 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도가 산출된다. 또, 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 조사 광원의 조사 포톤수가 산출된다.
- [0078] 이 경우, 백색광을 발생시키는 표준 광원을 사용하여 얻어진 제 1 검출 강도 분포는 넓은 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 검출 강도를 포함하고, 표준 광원의 방사 특성은 넓은 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 방사 강도를 포함한다. 그 때문에, 제 1 측정 동작시에, 조사 광원의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 방사 강도를 정확하게 산출할 수 있다. 그것에 의해서, 조사 광원의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 조사 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다.
- [0079] 그 결과, 특정 파장을 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우뿐만 아니라, 넓은 파장 범위를 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우에도, 파장에 의존하는 조사 포톤수의 분포를 정확하게 산출하는 것이 가능하다.
- [0080] (제 2 항) 제 1 항에 기재된 광 반응 평가 장치는,
- [0081] 제 2 측정 동작시에, 상기 시료 위치의 시료에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 상기 시료 위치의 시료에 상기 조사 광원에 의해서 광이 조사된 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 흡광도 스펙트럼으로서 취득하는 흡광도 스펙트럼 취득부와,
- [0082] 상기 제 2 측정 동작시에, 상기 조사 포톤수 산출부에 의해서 산출된 조사 포톤수 및 상기 흡광도 스펙트럼 취득부에 의해서 취득된 흡광도 스펙트럼에 기초하여, 시료에 의해서 각 파장에서 흡수된 포톤의 수를 흡수 포톤수로서 산출하는 흡수 포톤수 산출부를 추가로 구비해도 된다.
- [0083] 제 2 항에 기재된 광 반응 평가 장치에 의하면, 제 2 측정 동작시에, 조사 광원에 의해서 시료 위치의 시료에 광이 조사되는 상태에서 분광 광도계에 의해서 검출된 광의 강도 분포가 흡광도 스펙트럼으로서 취득된다. 조사 포톤수 및 흡광도 스펙트럼에 기초하여, 흡수 포톤수가 산출된다. 이 경우, 제 1 측정 동작시에, 조사 광원의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 조사 포톤수가 정확하게 산출되어 있다. 따라서, 조사 광원의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 흡수 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다.
- [0084] (제 3 항) 제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 광 반응 평가 장치는,
- [0085] 상기 제 1 측정 동작시 및 상기 제 2 측정 동작시보다 전에, 상기 강도 분포 취득부에 의해서 취득된 제 1 검출 강도 분포를 기억하는 기억부를 추가로 구비해도 되고,
- [0086] 상기 강도 분포 취득부는, 상기 제 1 측정 동작시에, 상기 기억부에 기억된 제 1 검출 강도 분포를 취득해도 된다.
- [0087] 제 3 항에 기재된 광 반응 평가 장치에 의하면, 제 1 측정 동작시 및 제 2 측정 동작시보다 전에 취득된 제 1 검출 강도 분포가 기억부에 기억된다. 그것에 의해서, 제 1 측정 동작시에, 표준 광원을 사용한 제 1 검출 강도 분포의 검출을 행할 필요가 없다. 따라서, 제 1 측정 동작에 필요로 하는 시간 및 수고가 삭감된다.
- [0088] (제 4 항) 제 1 항 ~ 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 광 반응 평가 장치에 있어서,
- [0089] 상기 조사 광원으로서, 백색광, 단색광 또는 일정 파장 범위의 광을 발생시키는 광원이 선택적으로 형성되어 있어도 된다.
- [0090] 제 4 항에 기재된 광 반응 평가 장치에 의하면, 조사 광원으로서 다양한 파장 또는 파장 범위의 광을 발생시키는 광원을 사용할 수 있다. 그것에 의해서, 원하는 파장의 광을 사용하여 다양한 시료에 대한 광 반응을 정확하게 평가할 수 있다.
- [0091] (제 5 항) 다른 양태에 관련된 포톤수 산출 방법은, 시료 위치에 배치된 시료에 대한 광 반응을 평가하는 광 반

응 평가 장치에 있어서의 포톤수 산출 방법으로서,

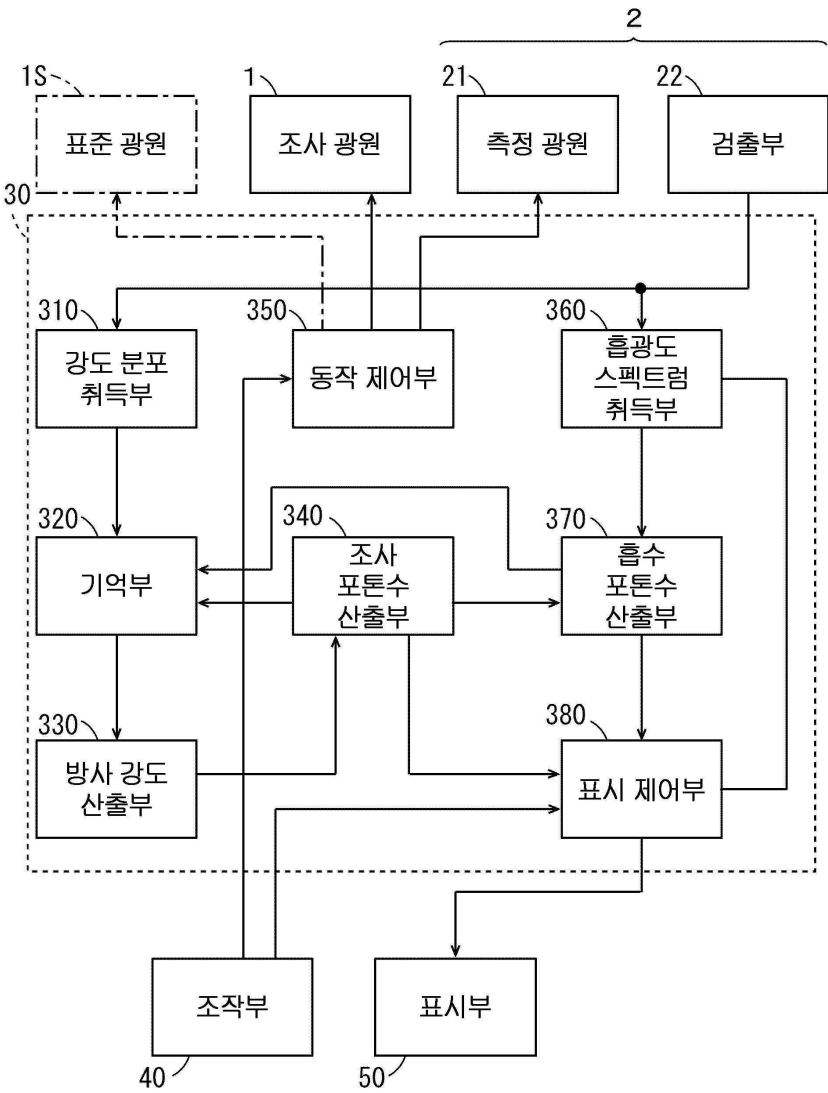
- [0092] 시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 백색광을 발생시키는 표준 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 상기 시료 위치에 분광 광도계의 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 분광 광도계의 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 1 검출 강도 분포로서 취득하는 스텝과,
- [0093] 제 1 측정 동작시에, 시료가 존재하지 않는 상기 시료 위치에 조사 광원에 의해서 광이 조사광으로서 조사되며 또한 상기 시료 위치에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되지 않은 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 제 2 검출 강도 분포로서 취득하는 스텝과,
- [0094] 상기 취득된 제 1 검출 강도 분포, 상기 취득된 제 2 검출 강도 분포 및 상기 표준 광원의 방사 특성에 기초하여, 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 방사 강도를 산출하는 스텝과,
- [0095] 상기 산출된 각 파장에서의 방사 강도에 기초하여 상기 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 포톤수를 조사 포톤수로서 산출하는 스텝을 포함해도 된다.
- [0096] 제 5 항에 기재된 포톤수 산출 방법에 의하면, 백색광을 발생시키는 표준 광원에 대응하는 제 1 검출 강도 분포는 넓은 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 검출 강도를 포함하고, 표준 광원의 방사 특성은 넓은 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 방사 강도를 포함한다. 그 때문에, 제 1 측정 동작시에, 조사 광원의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 방사 강도를 정확하게 산출할 수 있다. 그것에 의해서, 조사 광원의 조사광의 파장 범위에 있어서의 각 파장에서의 조사 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다.
- [0097] 그 결과, 특정 파장을 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우뿐만 아니라, 넓은 파장 범위를 갖는 광을 발생시키는 조사 광원을 사용한 경우에도, 파장에 의존하는 조사 포톤수의 분포를 정확하게 산출하는 것이 가능하다.
- [0098] (제 6 항) 제 5 항에 기재된 포톤수 산출 방법은,
- [0099] 제 2 측정 동작시에, 상기 시료 위치의 시료에 상기 측정 광원에 의해서 광이 조사되며 또한 상기 시료 위치의 시료에 상기 조사 광원에 의해서 광이 조사된 상태에서 상기 검출부에 의해서 검출된 광의 강도 분포를 흡광도 스펙트럼으로서 취득하는 스텝과,
- [0100] 상기 제 2 측정 동작시에, 상기 산출된 조사 포톤수 및 상기 취득된 흡광도 스펙트럼에 기초하여, 시료에 의해서 각 파장에서 흡수된 포톤의 수를 흡수 포톤수로서 산출하는 스텝을 추가로 포함해도 된다.
- [0101] 제 6 항에 기재된 포톤수 산출 방법에 의하면, 제 1 측정 동작시에, 각 파장에서의 조사 포톤수가 정확하게 산출되어 있다. 따라서, 제 2 측정 동작시에, 조사 광원의 조사광의 각 파장에서의 흡수 포톤수를 정확하게 산출할 수 있다.

도면

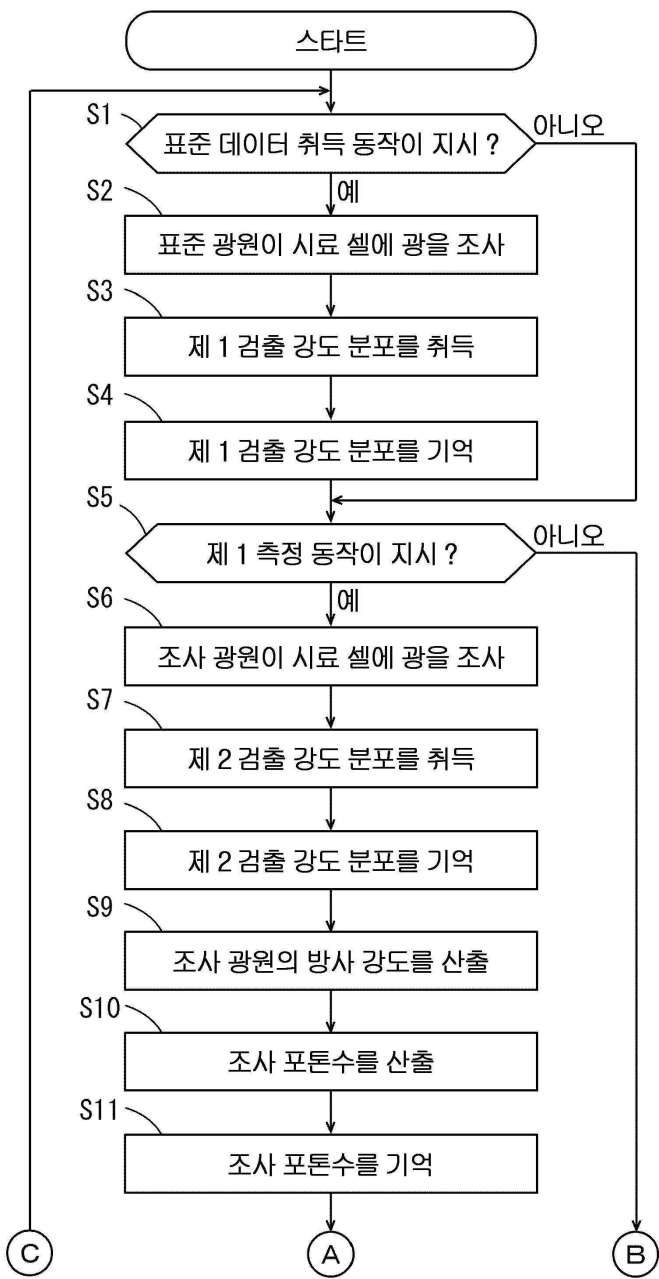
도면1



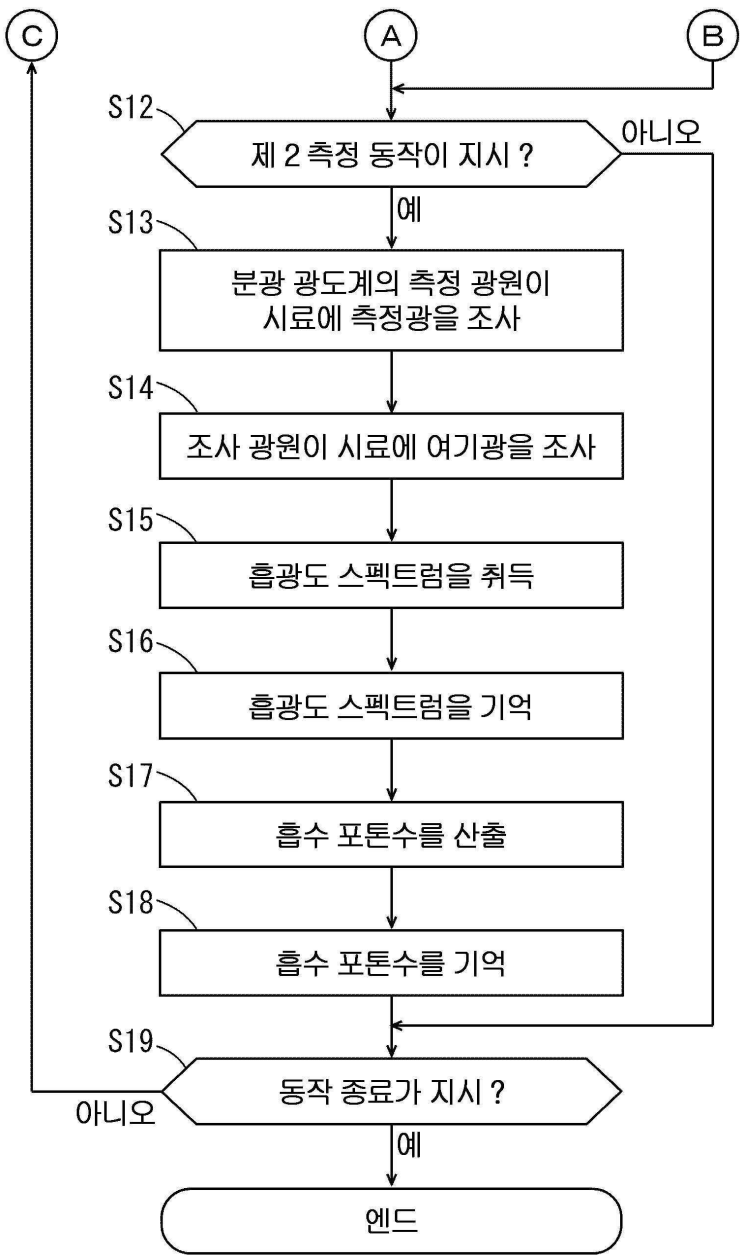
도면2



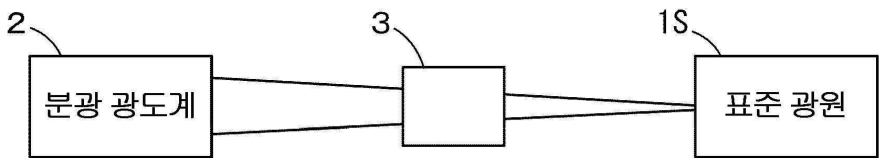
도면3



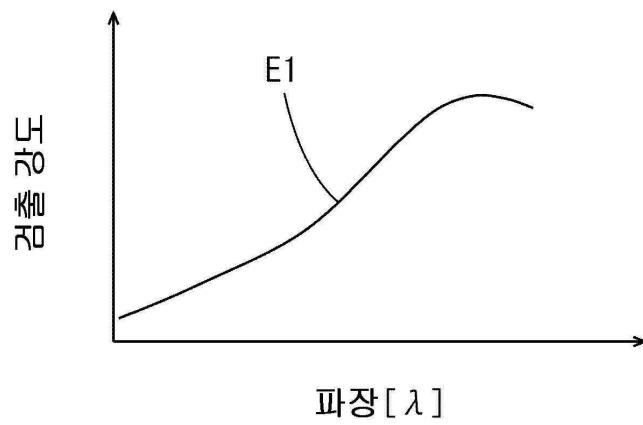
도면4



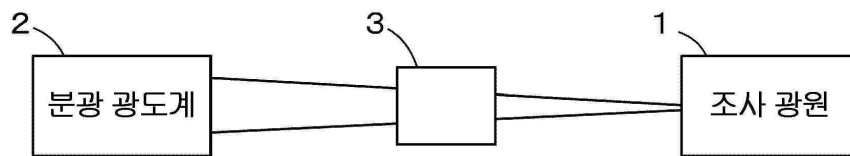
도면5



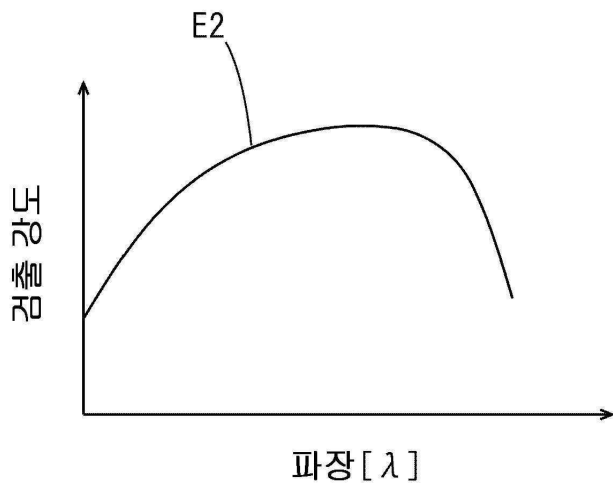
도면6



도면7



도면8



도면9

