



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0058948  
(43) 공개일자 2020년05월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01J 3/02 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
A61B 5/145 (2006.01) G01J 3/28 (2006.01)  
G06F 17/10 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01J 3/0286 (2013.01)  
A61B 5/0059 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0143687  
(22) 출원일자 2018년11월20일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
장형석  
경상북도 김천시 아포읍 금계2길 59-22 ,101호(평화마을)  
심재욱  
경기도 성남시 분당구 양현로94번길 29, 613동 1002호 (이매동, 이매촌)  
(뒀면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 신지

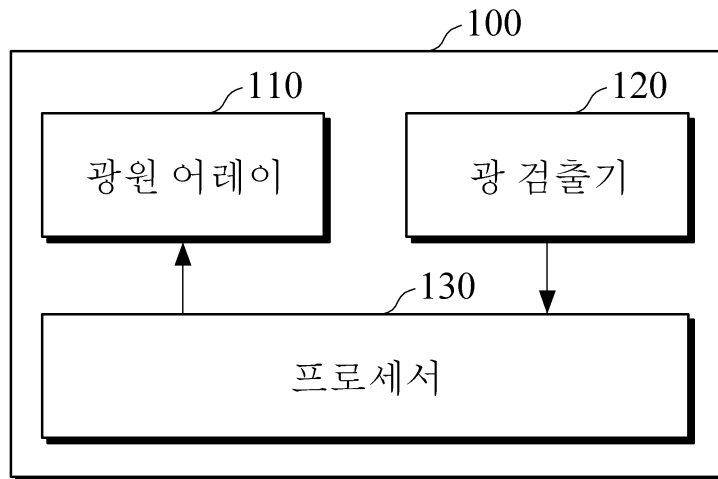
전체 청구항 수 : 총 42 항

(54) 발명의 명칭 스펙트럼 측정 장치, 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법, 농도 추정 장치 및 방법

(57) 요약

일 양상에 따른 스펙트럼 측정 장치는, 피검체에 광을 조사하는 광원 어레이와, 상기 피검체로부터 반사, 산란 또는 투과된 광 신호를 수신하는 광 검출기와, 상기 광원 어레이와 상기 광 검출기를 이용하여, 상기 광원 어레이의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼과, 분석용 스펙트럼을 측정하고, 상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하고, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 상기 광원 어레이의 온도 변화에 따른 영향을 제거하는 프로세서를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*A61B 5/14532* (2013.01)  
*G01J 3/28* (2013.01)  
*G01N 21/31* (2013.01)  
*G06F 17/10* (2013.01)  
*G01J 2003/2806* (2013.01)

(72) 발명자

**문현석**

서울특별시 강남구 봉은사로47길 38-8 (논현동)

**엄근선**

경기도 수원시 영통구 영통로173번길 37, 105동  
602호 (망포동, 망포역마을 쌍용아파트)

**이준호**

서울특별시 강남구 역삼로3길 17-4, 10층 1001호  
(역삼동, 에레프빌딩)

**정명훈**

경기도 부천시 중동로 108, 110동 1305호 (중동,  
팰리스카운티)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

피검체에 광을 조사하는 광원 어레이;

상기 피검체로부터 반사, 산란 또는 투과된 광 신호를 수신하는 광 검출기;

상기 광원 어레이와 상기 광 검출기를 이용하여, 상기 광원 어레이의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼과, 분석용 스펙트럼을 측정하고, 상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하고, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 상기 광원 어레이의 온도 변화에 따른 영향을 제거하는 프로세서; 를 포함하는,

스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 광원 어레이를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고,

상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도하고,

상기 광원 어레이를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는,

스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 프로세서는,

펄스 폭, 쿨링 딜레이(cooling delay) 및 인가 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도하는,

스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고,

상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출하는,

스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프로세서는,

PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추

출하는,  
스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
상기 프로세서는,  
상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 회귀 분석을 통해 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 획득하고,  
상기 분석용 스펙트럼에서 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 제거하는,  
스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,  
상기 프로세서는,  
상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 기울기 및 오프셋을 보정하는,  
스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,  
상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼 및 상기 분석용 스펙트럼은 흡수 스펙트럼인,  
스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 9

제2항에 있어서,  
상기 광원 어레이에서 조사되는 광 신호를 수신하는 레퍼런스 광 검출기; 를 더 포함하는,  
스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,  
상기 프로세서는,  
상기 레퍼런스 광 검출기에서 수신된 광 신호의 강도를 기반으로 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되었는지를 판단하는,  
스펙트럼 측정 장치.

#### 청구항 11

광원의 온도 변화에 따른 피검체의 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계;  
상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계;  
상기 피검체의 분석용 스펙트럼을 측정하는 단계; 및  
상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원의 온도 변화에 따른 영향을 제거하는 단계; 를 포함하는,  
스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,  
 상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계는,  
 상기 광원을 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계;  
 상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계; 및  
 상기 광원을 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계; 를 포함하는,  
 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,  
 상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계는,  
 펄스 폭, 쿨링 딜레이 및 인가 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도하는,  
 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 14**

제12항에 있어서,  
 상기 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계는,  
 상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하는 단계; 및  
 상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출하는 단계; 를 포함하는,  
 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서,  
 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는 단계는,  
 PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는,  
 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 16**

제11항에 있어서,  
 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원의 온도 변화에 따른 영향을 제거하는 단계는,  
 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 회귀 분석을 통해 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 획득하는 단계; 및  
 상기 분석용 스펙트럼에서 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 제거하는 단계; 를 포함하는,  
 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 17**

제11항에 있어서,

상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 기울기 및 오프셋을 보정하는 단계; 를 더 포함하는,  
스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 18**

제11항에 있어서,  
상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼 및 상기 분석용 스펙트럼은 흡수 스펙트럼인,  
스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 19**

제12항에 있어서,  
상기 광원에서 조사되는 광 신호를 수신하는 단계; 를 더 포함하는,  
스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 20**

제19항에 있어서,  
상기 수신된 광 신호의 강도를 기반으로 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되었는지를 판단하는 단계; 를 더 포함하는,  
스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법.

**청구항 21**

피검체에 광을 조사하는 광원 어레이;  
상기 피검체로부터 반사, 산란 또는 투과된 광을 수신하는 광 검출기; 및  
상기 광원 어레이와 상기 광 검출기를 이용하여, 광원 어레이의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼과, 분석용 스펙트럼을 측정하고, 상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하고, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 농도 추정 모델을 갱신하고, 상기 갱신된 농도 추정 모델 및 상기 분석용 스펙트럼을 이용하여 분석 물질의 농도를 추정하는 프로세서; 를 포함하는,  
농도 추정 장치.

**청구항 22**

제21항에 있어서,  
상기 프로세서는,  
상기 광원 어레이를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고,  
상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도하고,  
상기 광원 어레이를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는,  
농도 추정 장치.

**청구항 23**

제22항에 있어서,  
상기 프로세서는,  
펄스 폭, 쿨링 딜레이 및 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도하는,  
농도 추정 장치.

**청구항 24**

제22항에 있어서,  
 상기 프로세서는,  
 상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고,  
 상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출하는,  
 농도 추정 장치.

**청구항 25**

제24항에 있어서,  
 상기 프로세서는,  
 PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는,  
 농도 추정 장치.

**청구항 26**

제21항에 있어서,  
 상기 분석 물질은,  
 포도당(glucose), 중성지방(triglyceride), 요소(urea), 요산(uric acid), 젖산(lactate), 단백질(protein), 콜레스테롤(cholesterol) 또는 에탄올(ethanol) 중 적어도 하나인,  
 농도 추정 장치.

**청구항 27**

제21항에 있어서,  
 상기 농도 추정 모델은,  
 NAS(net analyte signal) 알고리즘을 통해 생성되는,  
 농도 추정 장치.

**청구항 28**

제21항에 있어서,  
 상기 프로세서는,  
 상기 광원 어레이와 상기 광 검출기를 이용하여 소정 구간에서 복수의 학습용 스펙트럼을 측정하고,  
 상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 기반으로 상기 농도 추정 모델을 생성하는,  
 농도 추정 장치.

**청구항 29**

제28항에 있어서,  
 상기 프로세서는,  
 상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하고,  
 상기 추출된 주성분 스펙트럼 벡터와 분석 물질의 순수 성분 스펙트럼 벡터를 기반으로 상기 농도 추정 모델을

생성하는,  
농도 추정 장치.

**청구항 30**

제28항에 있어서,  
상기 소정 구간은,  
피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간인,  
농도 추정 장치.

**청구항 31**

제30항에 있어서,  
상기 분석 물질은 포도당이고,  
상기 피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간은 공복 구간인,  
농도 추정 장치.

**청구항 32**

광원의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계;  
상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계;  
상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 농도 추정 모델을 갱신하는 단계;  
분석용 스펙트럼을 측정하는 단계; 및  
상기 갱신된 농도 추정 모델 및 상기 측정된 분석용 스펙트럼을 이용하여 분석 물질의 농도를 추정하는 단계;  
를 포함하는,  
농도 추정 방법.

**청구항 33**

제32항에 있어서,  
상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계는,  
상기 광원을 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계;  
상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계; 및  
상기 광원을 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계; 를 포함하는,  
농도 추정 방법.

**청구항 34**

제33항에 있어서,  
상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계는,  
펄스 폭, 쿨링 딜레이 및 인가 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도하는,  
분석 물질의 농도 추정 방법.

**청구항 35**

제33항에 있어서,  
상기 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계는,

상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출하는 단계; 를 포함하는,

농도 추정 방법.

### 청구항 36

제35항에 있어서,

상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는 단계는,

PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는,

농도 추정 방법.

### 청구항 37

제32항에 있어서,

상기 분석 물질은,

포도당(glucose), 중성지방(triglyceride), 요소(urea), 요산(uric acid), 젖산(lactate), 단백질(protein), 콜레스테롤(cholesterol) 또는 에탄올(ethanol) 중 적어도 하나인,

농도 추정 방법.

### 청구항 38

제32항에 있어서,

상기 농도 추정 모델은,

NAS(net analyte signal) 알고리즘을 통해 생성되는,

농도 추정 방법.

### 청구항 39

제32항에 있어서,

상기 광원과 상기 광 검출기를 이용하여 소정 구간에서 복수의 학습용 스펙트럼을 측정하는 단계; 및

상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 기반으로 상기 농도 추정 모델을 생성하는 단계; 를 더 포함하는,

농도 추정 방법.

### 청구항 40

제39항에 있어서,

상기 농도 추정 모델을 생성하는 단계는,

상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는 단계; 및

상기 추출된 주성분 스펙트럼 벡터와 분석 물질의 순수 성분 스펙트럼 벡터를 기반으로 상기 농도 추정 모델을 생성하는 단계; 를 포함하는,

농도 추정 방법.

### 청구항 41

제39항에 있어서,  
 상기 소정 구간은,  
 피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간인,  
 농도 추정 방법.

**청구항 42**

제41항에 있어서,  
 상기 분석 물질은 포도당이고,  
 상기 피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간은 공복 구간인,  
 농도 추정 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 스펙트럼 측정 장치 및 분석 물질의 농도 추정 장치 및 방법과 관련된다.

**배경 기술**

[0002] 당뇨병은 다양한 합병증을 일으키며 치료가 잘 안 되는 만성질환이어서 규칙적으로 혈당을 체크해서 합병증 발생을 예방해야 한다. 또한 인슐린을 투여하는 경우에는 저혈당을 대비하고 인슐린 투여량을 조절하기 위해 혈당을 체크해야 한다. 일반적으로 혈당을 측정하기 위해 침습적인 방식이 이용되고 있다. 침습적으로 혈당을 측정하는 방식은 측정의 신뢰성이 높다고 할 수 있으나 주사를 이용하여 혈액 채취의 고통, 번거로움 및 질병 감염 위험이 존재한다. 최근에는 혈액을 직접 채취하지 않고 분광기를 이용하여 비침습적으로 혈당을 정확하게 측정하는 방법이 연구되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0003] 스펙트럼 측정 장치, 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법, 농도 추정 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0004] 일 양상에 따른 스펙트럼 측정 장치는, 피검체에 광을 조사하는 광원 어레이와, 상기 피검체로부터 반사, 산란 또는 투과된 광 신호를 수신하는 광 검출기와, 상기 광원 어레이와 상기 광 검출기를 이용하여, 상기 광원 어레이의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼과, 분석용 스펙트럼을 측정하고, 상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하고, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 상기 광원 어레이의 온도 변화에 따른 영향을 제거하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0005] 상기 프로세서는, 상기 광원 어레이를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고, 상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도하고, 상기 광원 어레이를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다.

[0006] 상기 프로세서는, 펄스 폭, 쿨링 딜레이(cooling delay) 및 인가 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도할 수 있다.

[0007] 상기 프로세서는, 상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고, 상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출할 수 있다.

[0008] 상기 프로세서는, PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-

negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다.

- [0009] 상기 프로세서는, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 회귀 분석을 통해 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 획득하고, 상기 분석용 스펙트럼에서 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 제거할 수 있다.
- [0010] 상기 프로세서는, 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 기울기 및 오프셋을 보정할 수 있다.
- [0011] 상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼 및 상기 분석용 스펙트럼은 흡수 스펙트럼일 수 있다.
- [0012] 일 양상에 따른 스펙트럼 측정 장치는, 상기 광원 어레이에서 조사되는 광 신호를 수신하는 레퍼런스 광 검출기를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 프로세서는, 상기 레퍼런스 광 검출기에서 수신된 광 신호의 강도를 기반으로 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되었는지를 판단할 수 있다.
- [0014] 다른 양상에 따른 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법은, 광원의 온도 변화에 따른 피검체의 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계와, 상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계와, 상기 피검체의 분석용 스펙트럼을 측정하는 단계와, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원의 온도 변화에 따른 영향을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계는, 상기 광원을 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계와, 상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계와, 상기 광원을 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계는, 펄스 폭, 쿨링 딜레이 및 인가 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도할 수 있다.
- [0017] 상기 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계는, 상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하는 단계와, 상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는 단계는, PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다.
- [0019] 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원의 온도 변화에 따른 영향을 제거하는 단계는, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 회귀 분석을 통해 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 획득하는 단계와, 상기 분석용 스펙트럼에서 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 일 양상에 따른 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법은, 상기 측정된 분석용 스펙트럼에서 기울기 및 오프셋을 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼 및 상기 분석용 스펙트럼은 흡수 스펙트럼일 수 있다.
- [0022] 일 양상에 따른 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법은, 상기 광원에서 조사되는 광 신호를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 일 양상에 따른 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법은, 상기 수신된 광 신호의 강도를 기반으로 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되었는지를 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 또 다른 양상에 따른 농도 추정 장치는, 피검체에 광을 조사하는 광원 어레이와, 상기 피검체로부터 반사, 산란 또는 투과된 광을 수신하는 광 검출기와, 상기 광원 어레이와 상기 광 검출기를 이용하여, 광원 어레이의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼과, 분석용 스펙트럼을 측정하고, 상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하고, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 농도 추정 모델을 갱신하고, 상기 갱신된 농도 추정 모델 및 상기 분석용 스펙트럼을 이용하여 분석 물질의 농도

를 추정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

- [0025] 상기 프로세서는, 상기 광원 어레이를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고, 상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도하고, 상기 광원 어레이를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다.
- [0026] 상기 프로세서는, 펄스 폭, 쿨링 딜레이 및 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원 어레이의 온도 변화를 유도할 수 있다.
- [0027] 상기 프로세서는, 상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고, 상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출할 수 있다.
- [0028] 상기 프로세서는, PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다.
- [0029] 상기 분석 물질은, 포도당(glucose), 중성지방(triglyceride), 요소(urea), 요산(uric acid), 젖산(lactate), 단백질(protein), 콜레스테롤(cholesterol) 또는 에탄올(ethanol) 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0030] 상기 농도 추정 모델은, NAS(net analyte signal) 알고리즘을 통해 생성될 수 있다.
- [0031] 상기 프로세서는, 상기 광원 어레이와 상기 광 검출기를 이용하여 소정 구간에서 복수의 학습용 스펙트럼을 측정하고, 상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 기반으로 상기 농도 추정 모델을 생성할 수 있다.
- [0032] 상기 프로세서는, 상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하고, 상기 추출된 주성분 스펙트럼 벡터와 분석 물질의 순수 성분 스펙트럼 벡터를 기반으로 상기 농도 추정 모델을 생성할 수 있다.
- [0033] 상기 소정 구간은, 피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간일 수 있다.
- [0034] 상기 분석 물질은 포도당이고, 상기 피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간은 공복 구간일 수 있다.
- [0035] 또 다른 양상에 따른 농도 추정 방법은, 광원의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계와, 상기 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계와, 상기 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 농도 추정 모델을 갱신하는 단계와, 분석용 스펙트럼을 측정하는 단계와, 상기 갱신된 농도 추정 모델 및 상기 측정된 분석용 스펙트럼을 이용하여 분석 물질의 농도를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0036] 상기 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계는, 상기 광원을 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계와, 상기 제1 구동 조건을 제2 구동 조건으로 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계와, 상기 광원을 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 광원의 온도 변화를 유도하는 단계는, 펄스 폭, 쿨링 딜레이 및 인가 전류의 세기 중 적어도 하나를 변경하여 상기 광원의 온도 변화를 유도할 수 있다.
- [0038] 상기 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 단계는, 상기 제1 온도 보정용 스펙트럼과 상기 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하는 단계와, 상기 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 상기 광원 온도 드리프트 벡터로서 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0039] 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는 단계는, PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 중 하나를 이용하여 상기 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다.
- [0040] 상기 분석 물질은, 포도당(glucose), 중성지방(triglyceride), 요소(urea), 요산(uric acid), 젖산(lactate), 단백질(protein), 콜레스테롤(cholesterol) 또는 에탄올(ethanol) 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0041] 상기 농도 추정 모델은, NAS(net analyte signal) 알고리즘을 통해 생성될 수 있다.

- [0042] 일 양상에 따른 농도 추정 방법은, 상기 광원과 상기 광 검출기를 이용하여 소정 구간에서 복수의 학습용 스펙트럼을 측정하는 단계와, 상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 기반으로 상기 농도 추정 모델을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0043] 상기 농도 추정 모델을 생성하는 단계는, 상기 측정된 복수의 학습용 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출하는 단계와, 상기 추출된 주성분 스펙트럼 벡터와 분석 물질의 순수 성분 스펙트럼 벡터를 기반으로 상기 농도 추정 모델을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 소정 구간은, 피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간일 수 있다.
- [0045] 상기 분석 물질은 포도당이고, 상기 피검체 내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간은 공복 구간일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0046] 광원의 구동 조건을 변경시켜가며 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 이용하여 분석용 스펙트럼에서 광원의 온도 변화에 따른 영향을 제거함으로써, 신호대잡음비가 높은 체내 스펙트럼을 측정할 수 있다. 이를 통해 피검체 내 분석 물질의 농도 추정의 정확도를 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0047] 도 1은 스펙트럼 측정 장치의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 2는 LED-PD 구조의 예를 도시한 도면이다.
- 도 3 내지 도 5는 프로세서(130)의 스펙트럼 재건 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6 내지 도 9는 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 광원의 온도 변화 보정 방법으로 광원의 온도 변화에 따른 영향을 보정한 결과를 도시한 예시도이다.
- 도 11은 스펙트럼 측정 장치의 다른 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 12는 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 13 및 도 14는 NAS 알고리즘의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 15는 분석 물질의 농도 추정 장치의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 16은 분석 물질의 농도 추정 방법의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 17은 분석 물질의 농도 추정 방법의 다른 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 18은 분석 물질의 농도 추정 장치의 다른 실시예를 도시한 도면이다.
- 도 19는 손목형 웨어러블 디바이스를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0048] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 설명이 실시예의 이해를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0049] 한편, 각 단계들에 있어, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 수행될 수 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0050] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하고, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이

지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0051] 또한, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주 기능별로 구분한 것에 불과하다. 즉, 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있다. 각 구성부는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0052] 도 1은 스펙트럼 측정 장치의 일 실시예를 도시한 도면이다. 도 1의 스펙트럼 측정 장치(100)는 피검체의 체내 스펙트럼(in vivo spectrum)을 측정하고, 측정된 체내 스펙트럼에서 광원 자체의 온도 변화에 따른 영향을 보정할 수 있는 장치로, 전자 장치에 탑재되거나, 하우징으로 감싸져 별개의 장치로 형성될 수 있다. 전자 장치는 휴대폰, 스마트폰, 태블릿, 노트북, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 플레이어, 디지털 카메라, 웨어러블 디바이스 등을 포함할 수 있고, 웨어러블 디바이스는 손목시계형, 손목 밴드형, 반지형, 벨트형, 목걸이형, 발목 밴드형, 허벅지 밴드형, 팔뚝 밴드형 등을 포함할 수 있다. 그러나 전자 장치는 상술한 예에 제한되지 않으며, 웨어러블 디바이스 역시 상술한 예에 제한되지 않는다.
- [0053] 도 1을 참조하면, 스펙트럼 측정 장치(100)는 광원 어레이(110), 광 검출기(120) 및 프로세서(130)를 포함할 수 있다.
- [0054] 광원 어레이(110)는 서로 다른 파장의 광을 피검체에 조사하는 복수의 광원을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 각 광원은 소정 파장의 광, 예컨대 근적외선(Near Infrared Ray, NIR) 또는 중적외선(Mid Infrared Ray, MIR)을 피검체에 조사할 수 있다. 그러나, 측정 목적이나 분석 물질의 종류에 따라 각 광원에서 조사되는 광의 파장은 달라질 수 있다. 그리고, 각 광원은 반드시 단일의 발광체로 구성될 필요는 없으며, 다수의 발광체의 집합으로 구성될 수도 있다. 일 실시예에 따르면, 각 광원은 발광 다이오드(light emitting diode, LED), 레이저 다이오드(laser diode), 또는 형광체 등으로 형성될 수 있다.
- [0055] 광 검출기(120)는 피검체로부터 반사, 산란 또는 투과된 광 신호를 수신할 수 있다. 광 검출기(120)는 수신된 광 신호를 전기적 신호로 변환하여 프로세서(130)로 전달할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 광 검출기(120)는 포토 다이오드(photo diode), 포토 트랜지스터(photo transistor) 또는 전자 결합 소자(charge-coupled device, CCD) 등으로 형성될 수 있다. 광 검출기는 반드시 하나의 소자로 구성될 필요는 없으며, 다수의 소자들이 모여 어레이 형태로 구성될 수도 있다.
- [0056] 한편, 광원 및 광 검출기의 개수 및 배열 형태 등은 다양하며 분석 물질의 종류, 활용 목적, 및 스펙트럼 측정 장치(100)가 탑재되는 전자 장치의 크기와 형태 등에 따라 변경될 수 있다. 또한, 스펙트럼 측정 장치(100)는 다양한 광학 소자(예컨대, 필터, 미러, 렌즈 등)를 더 포함할 수 있다.
- [0057] 프로세서(130)는 체내 스펙트럼의 측정 및 광원의 온도 변화에 따른 영향 보정 등과 관련된 각종 신호 및 동작을 처리할 수 있다.
- [0058] 프로세서(130)는 광 검출기(120)에서 수신된 광의 강도를 기반으로 스펙트럼을 재건함으로써, 피검체의 체내 스펙트럼을 측정할 수 있다. 여기서, 체내 스펙트럼은 흡수 스펙트럼일 수 있다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니며, 체내 스펙트럼은 반사 스펙트럼 또는 투과 스펙트럼일 수도 있다.
- [0059] 프로세서(130)가 스펙트럼을 재건하는 방법은 도 3a 내지 도 3c를 참조하여 후술하기로 한다.
- [0060] 프로세서(130)는 광원 어레이(110) 및 광 검출기(120)를 이용하여, 광원 어레이(110)의 각 광원의 온도 변화에 따른 복수의 체내 스펙트럼(이하, 온도 보정용 스펙트럼)을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 분석을 위한 체내 스펙트럼(이하, 분석용 스펙트럼)을 측정할 수 있다.
- [0061] 프로세서(130)는 광원 어레이(110)의 구동 조건을 변경시켜 광원 어레이(110)의 각 광원의 온도 변화를 유도할 수 있다. 이때 변경되는 구동 조건은 인가 전류의 세기, 펄스 폭, 쿨링 딜레이(cooling delay) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 광원 어레이(110)의 구동 조건을 변경시켜가며 피검체의 체내 스펙트럼을 측정함으로써, 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)는 광원 어레이(110)를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고, 구동 조건을 제1 구동

조건에서 제2 구동 조건으로 변경하여 광원 어레이(110)의 온도 변화를 유도한 후, 광원 어레이(110)를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 소정 기간 동안 구동 조건 변경을 반복함으로써, 다수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 다수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 이때, 소정 기간은 20초일 수 있으나, 이는 일 실시예에 불과할 뿐 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 소정 기간은 다양하게 설정될 수 있다.

[0062] 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)는 광원 어레이(110)의 쿨링 딜레이를 변경함으로써 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 예컨대, 광원 어레이(110)의 각 광원을 제1 쿨링 딜레이로 구동하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 제1 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 쿨링 딜레이를 제1 쿨링 딜레이에서 제2 쿨링 딜레이로 변경하고, 변경된 제2 쿨링 딜레이에 따라 제2 쿨링 딜레이가 경과한 후 각 광원을 구동하여 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 제2 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 쿨링 딜레이를 제2 쿨링 딜레이에서 제1 쿨링 딜레이로 변경하고, 변경된 제1 쿨링 딜레이에 따라 제1 쿨링 딜레이가 경과한 후 각 광원을 구동하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 프로세서(130)는 소정의 시간 동안 각 광원의 쿨링 딜레이를 제1 쿨링 딜레이에서 제2 쿨링 딜레이로, 제2 쿨링 딜레이에서 제1 쿨링 딜레이로 반복 변경함으로써 복수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 복수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다.

[0063] 다른 예를 들면, 프로세서(130)는 광원 어레이(110)의 펄스 폭을 변경함으로써 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 예컨대, 광원 어레이(110)의 각 광원을 제1 펄스 폭으로 구동하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 제1 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 펄스 폭을 제1 펄스 폭에서 제2 펄스 폭으로 변경하고, 변경된 제2 펄스 폭에 따라 각 광원을 구동하여 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 제2 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 펄스 폭을 제2 펄스 폭에서 제1 펄스 폭으로 변경하고, 변경된 제1 펄스 폭에 따라 각 광원을 구동하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 프로세서(130)는 소정의 시간 동안 각 광원의 펄스 폭을 제1 펄스 폭에서 제2 펄스 폭으로, 제2 펄스 폭에서 제1 펄스 폭으로 반복 변경함으로써 복수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 복수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다.

[0064] 또 다른 예를 들면, 프로세서(130)는 광원 어레이(110)의 인가 전류의 세기를 변경함으로써 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 예컨대, 광원 어레이(110)의 각 광원에 제1 세기의 전류를 인가하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 제1 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 인가 전류의 세기를 제1 세기에서 제2 세기로 변경하고, 변경된 제2 세기의 전류를 각 광원에 인가하여 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 제2 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 인가 전류의 세기를 제2 세기에서 제1 세기로 변경하고, 변경된 제1 세기의 전류를 각 광원에 인가하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 프로세서(130)는 소정의 시간 동안 인가 전류의 세기를 제1 세기에서 제2 세기로, 제2 세기에서 제1 세기로 반복 변경함으로써 복수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 복수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다.

[0065] 또 다른 예를 들면, 프로세서(130)는 광원 어레이(110)의 쿨링 딜레이, 펄스 폭 및 인가 전류의 세기 중 둘 이상을 변경함으로써 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다.

[0066] 한편, 광원 어레이(110)의 펄스 폭 및/또는 인가 전류의 세기를 변경하여 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정하는 경우, 광원 자체의 온도 변화에 따른 영향과, 펄스 폭 변화 및/또는 인가 전류의 세기 변화에 따른 영향이 모두 온도 보정용 스펙트럼에 미칠 수 있다. 이 경우, 프로세서(130)는 측정된 온도 보정용 스펙트럼에서 펄스 폭 변화 및/또는 인가 전류의 세기 변화에 따른 영향을 제거하는 전처리를 수행할 수 있다. 이때, 펄스 폭 변화 및/또는 인가 전류의 세기 변화에 따른 영향에 대한 정보는 프로세서(130)의 내부 또는 외부 메모리에 미리 저장될 수 있다.

[0067] 프로세서(130)는 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)는 제1 구동 조건에서 측정된 제1 온도 보정용 스펙트럼과 제2 구동 조건에서 측정된 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고, 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 광원 온도 드리프트 벡터로 추출할 수 있다. 이때, 프로세서(130)는 PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 등 다양한 차원 축소 알고리즘을 이용하여 차 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다. 한편, 일 실시예에 따르면 프로세서(130)는 MSC(multiplicative scatter

correction), SNV(Standard normal variate), OSC(Orthogonal Signal Correction), SG(Savitzky-Golay) 등 다양한 전처리 기법을 이용하여 차 스펙트럼을 전처리할 수 있다.

- [0068] 프로세서(130)는 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 분석용 스펙트럼에서 광원 어레이(110) 자체의 온도 변화에 따른 영향을 제거할 수 있다. 예컨대, 프로세서(130)는 회귀 분석을 통해 분석용 스펙트럼에서 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 획득하고, 획득된 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 분석용 스펙트럼에서 제거함으로써 분석용 스펙트럼에서 광원 어레이(110) 자체의 온도 변화에 따른 영향을 제거할 수 있다.
- [0069] 한편, 일 실시예에 따르면, 프로세서(130)는 분석용 스펙트럼에서 기울기(slope) 및 오프셋(offset)을 보정할 수 있다. 예컨대, 프로세서(130)는 MIN-MAX 정규화, MSC(multiplicative scatter correction) 등을 이용하여 분석용 스펙트럼에서 기울기 및 오프셋을 보정할 수 있다.
- [0070] 또한, 프로세서(130)는 광원 온도 드리프트 벡터를 획득 후 소정의 기간이 경과하면, 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 재추정하고, 재추정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 기반으로 광원 온도 드리프트 벡터를 재획득할 수 있다. 즉, 프로세서(130)는 광원 온도 드리프트 벡터를 주기적으로 갱신함으로써 피검체의 광 특성(예컨대, 산란 계수)의 변화를 적절히 반영할 수 있다.
- [0071] 도 2는 LED-PD 구조의 예를 도시한 도면이다. 도 2의 LED-PD 구조는 도 1의 광원 어레이(110) 및 광 검출기(120)의 구조의 일 실시예일 수 있다.
- [0072] 도 2를 참조하면, LED-PD 구조는 n개의 LED로 이루어진 LED 어레이와 1개의 포토 다이오드(PD)로 형성될 수 있다. LED 어레이는 포토 다이오드(PD)의 외곽에서 포토 다이오드(PD)의 주위를 둘러싸도록 배치될 수 있다. 예컨대, LED 어레이는 포토 다이오드(PD)를 중심으로 포토 다이오드(PD)의 주위를 둘러싸도록 동심원 모양으로 배치될 수 있다.
- [0073] 각 LED는  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ 의 서로 다른 피크 파장을 가지도록 미리 설정될 수 있다. 각 LED는 소정의 제어 신호에 따라 순차적으로 구동하면서 설정된 피크 파장의 광을 피검체(OBJ)에 조사하고, 포토 다이오드(PD)는 피검체(OBJ)로부터 되돌아오는 광을 검출할 수 있다.
- [0074] 도 3 내지 도 5는 프로세서(130)의 스펙트럼 재건 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0075] 도 2 및 도 3을 참조하면, 광원 어레이는 n개의 LED로 이루어진 LED 어레이로 형성되고, 각 LED의 피크 파장은 광원 구동 조건(예컨대, 인가 전류 크기, 펄스 폭, 쿨링 딜레이 등)을 기초로,  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ 을 갖도록 설정될 수 있다.
- [0076] 도 4를 참조하면, 프로세서는 설정된 구동 순서 및 광원 구동 조건 등을 기초로 각 광원을 순차적으로 구동하면서 광을 방출하도록 하고, 광 검출기(PD)는 피검체(OBJ)로부터 되돌아오는 광을 검출한다. 이때, 일부의 광원만을 구동하는 것도 가능하며 광원을 그룹으로 분류하여 각 그룹별로 시분할로 구동하는 것도 가능하다.
- [0077] 도 5를 참조하면, 프로세서는 검출기(PD)로부터 검출된 광 신호를 수신하여 스펙트럼을 재건한다. 이때, 프로세서는 수학식 1을 통해 스펙트럼을 재건할 수 있다.

**수학식 1**

[0078] 
$$y_{\alpha} = (\alpha E + A^T A)^{-1} A^T p$$

[0079] 여기서,  $\alpha$ 는 스펙트럼 재건 파라미터를 나타내고,  $E$ 는 단위 행렬을 나타내고,  $A$ 는 각 광원별로 구동 조건에 따라 측정된 광원 스펙트럼을 나타내고,  $p$ 는 광 검출기에서 검출된 광 신호의 강도를 나타내고,  $y_{\alpha}$ 는 재건된 스펙트럼을 나타낸다. 이때, 광원 스펙트럼은 각 광원에서 조사되는 광의 스펙트럼으로, 광원 스펙트럼에 대한 정보는 내부 또는 외부 데이터베이스에 미리 저장될 수 있다.

[0080] 도 6 내지 도 9는 광원 온도 드리프트 벡터를 획득하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다. 상세하게는 도 6는 구동 조건 변경에 따라 광원에서 조사되는 광 신호의 강도를 도시한 예시도이고, 도 7는 도 6의 강도로 피검체에 광을 조사한 경우 피검체로부터 되돌아오는 광 신호의 강도를 도시한 예시도이고, 도 8는 구동 조건 변경으로 측정된 제1 온도 보정용 스펙트럼과 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼을 도시한 예시도이고, 도 9는

도 8의 차 스펙트럼으로부터 추출된 광원 온도 드리프트 벡터를 도시한 예시도이다.

- [0081] 도 6 및 도 7을 참조하면, 프로세서는 측정 타임 1에 1000  $\mu$ s 쿨링 딜레이로 광원을 구동하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정한다. 제1 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 프로세서는 쿨링 딜레이를 1000  $\mu$ s에서 100  $\mu$ s로 변경하고, 100  $\mu$ s 쿨링 딜레이가 경과된 측정 타임 2에 광원을 구동하여 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정한다. 이때, 측정 타임 2의 광원 온도는 측정 타임1의 광원 온도에 비하여  $\Delta T$  만큼 증가하게 된다. 제2 온도 보정용 스펙트럼 측정이 완료되면, 프로세서는 쿨링 딜레이를 100  $\mu$ s에서 1000  $\mu$ s로 변경하고, 1000  $\mu$ s 쿨링 딜레이가 경과된 측정 타임 3에 광원을 구동하여 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정한다. 이때, 측정 타임 3의 광원 온도는 측정 타임 2의 광원 온도에 비하여  $\Delta T$  만큼 감소하게 된다. 프로세서는 상기의 방식으로 소정의 기간 동안 쿨링 딜레이를 반복 변경함으로써 복수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 복수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정한다.
- [0082] 쿨링 딜레이의 반복 변경시에 광원에서 조사되는 광 신호의 강도의 예시도가 도 6에 도시되며, 그때 피검체로부터 되돌아오는 광 신호의 강도의 예시도가 도 7에 도시된다. 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 쿨링 딜레이의 반복 변경에 따라 광원에서 조사되는 광 신호의 강도와 그때 샘플로부터 되돌아오는 광 강도가 변경된다는 것을 알 수 있다.
- [0083] 도 8을 참조하면 프로세서는 제1 온도 보정용 스펙트럼에서 제2 온도 보정용 스펙트럼을 감산하여 차 스펙트럼을 산출한다. 이때의 차 스펙트럼은 광원의 온도가  $\Delta T$  만큼 감소하는 경우 샘플의 스펙트럼 변화를 나타낼 수 있다.
- [0084] 한편, 도 8의 차 스펙트럼은 제1 온도 보정용 스펙트럼에서 제2 온도 보정용 스펙트럼을 감산하여 산출된 예를 도시하나 이에 한정되지 않는다. 즉, 도 8과 반대로, 제2 온도 보정용 스펙트럼에서 제1 온도 보정용 스펙트럼을 감산하여 차 스펙트럼을 산출할 수도 있다. 이 경우, 차 스펙트럼은 광원의 온도가  $\Delta T$ 만큼 증가하는 경우 샘플의 스펙트럼 변화를 나타낼 수 있다.
- [0085] 도 9를 참조하면, 프로세서는 전술한 다양한 차원 축소 알고리즘을 이용하여 차 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 광원 온도 드리프트 벡터로 추출할 수 있다. 도 9는 1개의 주성분 스펙트럼 벡터를 추출한 예를 도시하나 이는 일 실시예일뿐 이에 한정되는 것은 아니며 주성분 스펙트럼 벡터의 개수에 특별한 제한이 없다. 한편, 프로세서는 MSC(multiplicative scatter correction), SNV(Standard normal variate), OSC(Orthogonal Signal Correction), SG(Savitzky-Golay) 등 다양한 전처리 기법을 이용하여 차 스펙트럼을 전처리할 수 있다.
- [0086] 도 10은 일 실시예에 따른 광원의 온도 변화 보정 방법으로 광원의 온도 변화에 따른 영향을 보정한 결과를 도시한 예시도이다. 도 10에서 참조번호 1010은 쿨링 딜레이를 500  $\mu$ s로 유지한 상태에서 복수의 분석용 스펙트럼을 측정할 경우, 직전 분석용 스펙트럼과의 차이를 나타내는 차 스펙트럼을 나타내고, 참조번호 1020은 MSC(multiplicative scatter correction)을 이용하여 전처리한 차 스펙트럼을 나타내고, 참조번호 1030은 전처리한 차 스펙트럼에서 추출한 광원 온도 드리프트 벡터를 나타내고, 참조번호 1030은 전처리한 차 스펙트럼에서 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 제거한 결과를 나타낼 수 있다.
- [0087] 도 10의 참조 번호 1040과 같이, 일 실시예에 따른 광원의 온도 변화 보정 방법을 통하여 신호대잡음비가 높은 생체 스펙트럼을 측정하는 것이 가능함을 알 수 있다.
- [0088] 도 11은 스펙트럼 측정 장치의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 11의 스펙트럼 측정 장치(1100)는 전술한 전자 장치에 탑재되거나, 하우징으로 감싸져 별개의 장치로 형성될 수 있다.
- [0089] 도 11을 참조하면, 스펙트럼 측정 장치(1100)는 광원 어레이(110), 광 검출기(120), 레퍼런스 광 검출기(1110) 및 프로세서(1120)를 포함할 수 있다. 여기서, 광원 어레이(110) 및 광 검출기(120)는 도 1을 참조하여 전술한 바와 같으므로 그 상세한 설명은 생략하기로 한다. 또한, 프로세서(1120)는 도 1의 프로세서(1130)와 유사한 기능을 수행하므로 중복되는 범위에서 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0090] 레퍼런스 광 검출기(1110)는 광원 어레이(110)에서 조사된 광 신호를 수신할 수 있다. 레퍼런스 광 검출기(1110)는 수신된 광 신호를 전기적 신호로 변환하여 프로세서(1120)로 전달할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 레퍼런스 광 검출기(1110)는 포토 다이오드(photo diode), 포토 트랜지스터(photo transistor) 또는 전자 결합 소자(charge-coupled device, CCD) 등으로 형성될 수 있다. 레퍼런스 광 검출기(1110)는 반드시 하나의 소자로 구성될 필요는 없으며, 다수의 소자들이 모여 어레이 형태로 구성될 수도 있다.
- [0091] 프로세서(1120)는 레퍼런스 광 검출기(1110)에서 수신된 광 신호의 강도를 기반으로 구동 조건 변경이 효과적으

로 적용되었는지를 판단할 수 있다.

- [0092] 도 6에 도시된 바와 같이, 레퍼런스 광 검출기(1110)에서 수신된 광 신호의 강도는 구동 조건 변경에 따라 감소와 증가가 반복되는 형태로 나타날 수 있다. 따라서, 일 실시예에 따르면, 프로세서(1120)는 레퍼런스 광 검출기(1110)의 직전값 대비 증가량 또는 감소량이 소정의 임계값 이상이 되는 경우 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되었다고 판단하고, 그렇지 않은 경우는 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되지 않았다고 판단할 수 있다.
- [0093] 프로세서(1120)는 구동 조건 변경이 효과적으로 적용된 경우에 측정된 온도 보정용 스펙트럼은 광원 온도 드리프트 벡터를 획득에 이용하고, 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되지 않은 경우에 측정된 온도 보정용 스펙트럼은 폐기할 수 있다.
- [0094] 이를 통해 광원 온도 드리프트 벡터 획득의 정확도를 향상시키는 것이 가능하다.
- [0095] 도 12는 스펙트럼의 광원 온도 변화 보정 방법의 일 실시예를 도시한 도면이다. 도 12의 광원 온도 변화 보정 방법은 도 1 또는 도 11의 스펙트럼 측정 장치(100, 1100)에 의해 수행될 수 있다.
- [0096] 도 12를 참조하면, 스펙트럼 측정 장치는 각 광원의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다(1210).
- [0097] 일 실시예에 따르면, 스펙트럼 측정 장치는 광원 어레이의 구동 조건을 변경시켜가며 피검체의 체내 스펙트럼을 측정함으로써, 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 이때 변경되는 구동 조건은 인가 전류의 세기, 펄스 폭, 쿨링 딜레이(cooling delay) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예컨대, 스펙트럼 측정 장치는 광원 어레이를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고, 구동 조건을 제1 구동 조건에서 제2 구동 조건으로 변경하여 광원 어레이의 온도 변화를 유도한 후, 광원 어레이를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 스펙트럼 측정 장치는 소정 기간 동안 구동 조건 변경을 반복함으로써, 다수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 다수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 이때, 소정 기간은 20초일 수 있으나, 이는 일 실시예에 불과할 뿐 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0098] 스펙트럼 측정 장치는 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득할 수 있다(1220). 일 실시예에 따르면, 스펙트럼 측정 장치는 제1 구동 조건에서 측정된 제1 온도 보정용 스펙트럼과 제2 구동 조건에서 측정된 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고, 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 광원 온도 드리프트 벡터로 추출할 수 있다. 이때, 스펙트럼 측정 장치는 전술한 다양한 차원 축소 알고리즘을 이용하여 차 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다. 한편, 일 실시예에 따르면 스펙트럼 측정 장치는 광원 온도 드리프트 벡터를 추출하기 전에 전술한 다양한 전처리 기법을 이용하여 차 스펙트럼을 전처리할 수 있다.
- [0099] 스펙트럼 측정 장치는 분석용 스펙트럼을 측정할 수 있다(1230).
- [0100] 스펙트럼 측정 장치는 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 분석용 스펙트럼에서 광원 어레이의 온도 변화에 따른 영향을 제거할 수 있다(1240). 예컨대, 스펙트럼 측정 장치는 회귀 분석을 통해 분석용 스펙트럼에서 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 획득하고, 획득된 광원 온도 드리프트 벡터 성분을 분석용 스펙트럼에서 제거함으로써 분석용 스펙트럼에서 광원 어레이의 온도 변화에 따른 영향을 제거할 수 있다.
- [0101] 한편, 일 실시예에 따르면, 스펙트럼 측정 장치는 광원 어레이의 온도 변화에 따른 영향을 제거하기 전에, 분석용 스펙트럼에서 기울기(slope) 및 오프셋(offset)을 보정할 수 있다. 예컨대, 스펙트럼 측정 장치는 MIN-MAX 정규화, MSC(multiplicative scatter correction) 등을 이용하여 분석용 스펙트럼에서 기울기 및 오프셋을 보정할 수 있다.
- [0102] 또한, 일 실시예에 따르면, 스펙트럼 측정 장치는 광원 어레이에서 조사된 광 신호를 수신하고, 수신된 광 신호의 강도를 기반으로 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되었는지를 판단할 수 있다. 예컨대, 스펙트럼 측정 장치는 레퍼런스 광 검출기의 직전값 대비 증가량 또는 감소량이 소정의 임계값 이상이 되는 경우 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되었다고 판단하고, 그렇지 않은 경우는 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되지 않았다고 판단할 수 있다. 또한, 스펙트럼 측정 장치는 구동 조건 변경이 효과적으로 적용된 경우에 측정된 온도 보정용 스펙트럼은 광원 온도 드리프트 벡터를 획득에 이용하고, 구동 조건 변경이 효과적으로 적용되지 않은 경우에 측정된 온도 보정용 스펙트럼은 폐기할 수 있다.
- [0103] 또한, 일 실시예에 따르면, 스펙트럼 측정 장치는 광원 온도 드리프트 벡터를 획득 후 소정의 기간이 경과하면, 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 재측정하고, 재측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 기반으로 광원 온도 드리

프트 벡터를 재획득할 수 있다. 즉, 스펙트럼 측정 장치는 광원 온도 드리프트 벡터를 주기적으로 갱신함으로써 피검체의 광 특성(예컨대, 산란 계수)의 변화를 적절히 반영할 수 있다.

- [0104] 도 13 및 도 14는 NAS 알고리즘의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 도 13 및 도 14를 참조하면, NAS(net analyte signal) 알고리즘은 학습 구간에서 측정된 체내 스펙트럼( $S_1, S_2, \dots, S_n$ )을 학습 데이터로 하여 분석 물질(analyte)의 농도 변화와 무관한 스펙트럼의 변화 요인을 학습하여 분석 물질의 농도 추정 모델을 생성할 수 있다. 또한, NAS 알고리즘은 학습 구간 이후의 추정 구간에서 측정된 체내 스펙트럼( $S_{n+1}, S_{n+2}, \dots, S_m$ )과 학습 구간에서 생성된 농도 추정 모델을 이용하여 분석 물질의 농도( $C_{n+1}, C_{n+2}, C_m$ )를 추정할 수 있다. 이때, 학습 구간은 체내 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간(예컨대, 분석 물질이 포도당인 경우 공복 구간)일 수 있다.
- [0106] 즉, NAS 알고리즘은 학습 구간에서 측정된 체내 스펙트럼을 기반으로 농도 추정 모델을 생성한 후 이를 추정 구간에 적용하여 분석 물질의 농도를 추정할 수 있다.
- [0107] 도 15는 분석 물질의 농도 추정 장치의 일 실시예를 도시한 도면이다. 도 15의 농도 추정 장치(1500)는 피검체의 체내 스펙트럼을 분석함으로써 분석 물질의 농도를 추정할 수 있는 장치로, 전술한 전자 장치에 탑재되거나, 하우징으로 감싸져 별개의 장치로 형성될 수 있다.
- [0108] 도 15를 참조하면, 농도 추정 장치(1500)는 광원 어레이(110), 광 검출기(120) 및 프로세서(1510)를 포함할 수 있다. 여기서 광원 어레이(110) 및 광 검출기(120)는 도 1을 참조하여 전술한 바와 같으므로 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0109] 프로세서(1510)는 농도 추정 장치(1500)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다.
- [0110] 프로세서(1510)는 광원 어레이(110) 및 광 검출기(120)를 이용하여 피검체 내에서 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간에서 복수의 체내 스펙트럼(이하, 학습용 스펙트럼)을 측정할 수 있다.
- [0111] 프로세서(1510)는 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 기반으로 농도 추정 모델을 생성할 수 있다. 이때, 분석 물질은 포도당(glucose), 중성지방(triglyceride), 요소(urea), 요산(uric acid), 젖산(lactate), 단백질(protein), 콜레스테롤(cholesterol) 또는 에탄올(ethanol) 등을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 한편, 체내 분석 물질이 포도당인 경우, 분석 물질의 농도는 혈당을 나타낼 수 있고 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간은 포도당이 피검체 내부로 유입되지 않는 공복 구간을 나타낼 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 분석 물질이 포도당인 실시예를 기준으로 설명하기로 한다.
- [0112] 일 실시예에 따르면, 프로세서(1510)는 공복 구간에 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 이용하여 NAS(net analyte signal) 알고리즘을 통해 농도 추정 모델을 생성할 수 있다. 더욱 상세하게는 프로세서(1510)는 공복 구간에 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 학습 데이터로 하여 분석 물질의 농도 변화와 무관한 스펙트럼의 변화 요인을 학습할 수 있다. 예컨대, 프로세서(1510)는 PCA(Principle Component Analysis), ICA(Independent Component Analysis), NMF(Non-negative matrix factorization), 및 SVD(Singular Value Decomposition) 등 다양한 차원 축소 알고리즘을 이용하여 공복 구간에 측정된 복수의 학습용 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다. 또한 프로세서(1510)는 학습 결과 즉, 추출된 주성분 스펙트럼 벡터를 기반으로 농도 추정 모델을 생성할 수 있다. 이때, 생성된 농도 추정 모델은 수학적 2 및 수학적 3으로 표현될 수 있다.

**수학적 2**

$$S_m = \sum_i a_i \times S_{pc,i} + \epsilon_g \times L \times \Delta C$$

[0113]

수학식 3

$$C_m = \Delta C + C_0$$

[0114]

[0115] 여기서,  $C_m$  은 분석 물질의 농도를,  $C_0$  는 분석 물질의 기준 농도(예컨대, 공복 상태의 분석 물질의 농도)를,  $\Delta C$  는  $C_0$  대비 농도 변화량을,  $S_m$  은 분석용 스펙트럼 벡터를,  $S_{pc,i}$  는 주성분 스펙트럼 벡터를,  $a_i$  는 각 주성분 스펙트럼 벡터가 추정용 체내 스펙트럼 벡터에 기여한 정도를,  $\epsilon_g$  는 단위 농도(예컨대, 1mM)의 분석 물질에 대한 스펙트럼 벡터(이하, 순수 성분 스펙트럼 벡터)을,  $L$  은 광의 경로 길이를 각각 나타낼 수 있다.  $\epsilon_g$  는 실험적으로 획득될 수 있다.

[0116] 프로세서(1510)는 광원 어레이(110) 및 광 검출기(120)를 이용하여, 광원 어레이(110)의 각 광원의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(1510)는 피검체 내 분석 물질의 농도 추정을 위해 분석하기 위한 분석용 스펙트럼을 측정할 수 있다.

[0117] 프로세서(1510)는 광원 어레이(110)의 구동 조건을 변경시켜 광원 어레이(110)의 각 광원의 온도 변화를 유도할 수 있다. 이때 변경되는 구동 조건은 인가 전류의 세기, 펄스 폭, 쿨링 딜레이(cooling delay) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(1510)는 광원 어레이(110)의 구동 조건을 변경시켜가며 피검체의 체내 스펙트럼을 측정함으로써, 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(1510)는 광원 어레이(110)를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고, 구동 조건을 제1 구동 조건에서 제2 구동 조건으로 변경하여 광원 어레이(110)의 온도 변화를 유도한 후, 광원 어레이(110)를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 프로세서(1510)는 소정 기간 동안 구동 조건 변경을 반복함으로써, 다수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 다수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 이때, 소정 기간은 20초일 수 있으나, 이는 일 실시예에 불과할 뿐 이에 한정되는 것은 아니다.

[0118] 프로세서(1510)는 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(1510)는 제1 구동 조건에서 측정된 제1 온도 보정용 스펙트럼과 제2 구동 조건에서 측정된 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고, 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 광원 온도 드리프트 벡터로 추출할 수 있다. 이때, 프로세서(1510)는 전술한 다양한 차원 축소 알고리즘을 이용하여 차 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다. 한편, 일 실시예에 따르면 프로세서(1510)는 전술한 다양한 전처리 기법을 이용하여 차 스펙트럼을 전처리할 수 있다.

[0119] 프로세서(1510)는 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 농도 추정 모델을 갱신할 수 있다. 예컨대, 프로세서(1510)는 수학식 2를 수학식 4로 갱신할 수 있다.

수학식 4

$$S_m = \sum_i a_i \times S_{pc,i} + \epsilon_g \times L \times \Delta C + a_{LED} \times S_{LED}$$

[0120]

[0121] 여기서,  $S_{LED}$  는 광원 온도 드리프트 벡터를 나타내고,  $a_{LED}$  는  $S_{LED}$  이 추정용 체내 스펙트럼 벡터에 기여한 정도를 나타낼 수 있다.

[0122] 프로세서(1510)는 농도 추정 모델 갱신 후 분석 물질의 농도 추정을 위한 분석용 스펙트럼이 획득되면, 분석용 스펙트럼과 갱신된 농도 추정 모델을 이용하여 분석 물질의 농도를 추정할 수 있다. 예컨대, 프로세서(1510)는 수학식 4 에 대해 회귀분석 알고리즘(예컨대, 최소 자승법)을 적용하여  $\Delta C$  를 산출하고 수학식 3를 이용하여 분석 물질의 농도를 추정할 수 있다. 회귀분석 알고리즘을 적용하여  $\Delta C$  를 산출하는 과정에서  $a_i$ ,  $a_{LED}$  또

한 산출될 수 있다.

- [0123] 또한, 프로세서(1510)는 농도 추정 모델 갱신 후 소정의 기간이 경과하면, 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 재측정하고, 재측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 기반으로 광원 온도 드리프트 벡터를 재획득하여 갱신된 농도 추정 모델을 재갱신할 수 있다. 즉, 프로세서(1510)는 광원 온도 드리프트 벡터를 주기적으로 갱신함으로써 피검체의 광 특성(예컨대, 산란 계수)의 변화를 적절히 반영할 수 있다.
- [0124] 도 16은 분석 물질의 농도 추정 방법의 일 실시예를 도시한 도면이다. 도 16의 농도 추정 방법은 도 15의 농도 추정 장치(1500)에 의해 수행될 수 있다.
- [0125] 도 16을 참조하면, 농도 추정 장치는 각 광원의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다(1610).
- [0126] 일 실시예에 따르면, 농도 추정 장치는 광원 어레이의 구동 조건을 변경시켜가며 피검체의 체내 스펙트럼을 측정함으로써, 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 이때 변경되는 구동 조건은 인가 전류의 세기, 펄스 폭, 쿨링 딜레이(cooling delay) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예컨대, 농도 추정 장치는 광원 어레이를 제1 구동 조건으로 동작시켜 제1 온도 보정용 스펙트럼을 측정하고, 구동 조건을 제1 구동 조건에서 제2 구동 조건으로 변경하여 광원 어레이의 온도 변화를 유도한 후, 광원 어레이를 제2 구동 조건으로 동작시켜 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 또한, 농도 추정 장치는 소정 기간 동안 구동 조건 변경을 반복함으로써, 다수의 제1 온도 보정용 스펙트럼과 다수의 제2 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 있다. 이때, 소정 기간은 20초일 수 있으나, 이는 일 실시예에 불과할 뿐 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0127] 농도 추정 장치는 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득할 수 있다(1620). 일 실시예에 따르면, 농도 추정 장치는 제1 구동 조건에서 측정된 제1 온도 보정용 스펙트럼과 제2 구동 조건에서 측정된 제2 온도 보정용 스펙트럼의 차 스펙트럼(difference spectrum)을 산출하고, 산출된 차 스펙트럼의 주성분 스펙트럼 벡터를 광원 온도 드리프트 벡터로 추출할 수 있다. 이때, 농도 추정 장치는 전술한 다양한 차원 축소 알고리즘을 이용하여 차 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다. 한편, 일 실시예에 따르면 농도 추정 장치는 광원 온도 드리프트 벡터를 추출하기 전에 전술한 다양한 전처리 기법을 이용하여 차 스펙트럼을 전처리할 수 있다.
- [0128] 농도 추정 장치는 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 농도 추정 모델을 갱신할 수 있다(1630). 예컨대, 농도 추정 장치는 수학적 2를 수학적 4로 갱신할 수 있다.
- [0129] 농도 추정 장치는 분석용 스펙트럼을 측정할 수 있다(1640).
- [0130] 농도 추정 장치는 분석용 스펙트럼과 갱신된 농도 추정 모델을 이용하여 분석 물질의 농도를 추정할 수 있다(1650). 예컨대, 농도 추정 장치는 수학적 4에 대해 회귀분석 알고리즘을 적용하여  $\Delta C$ 를 산출하고 수학적 3를 이용하여 분석 물질의 농도를 추정할 수 있다. 회귀분석 알고리즘을 적용하여  $\Delta C$ 를 산출하는 과정에서  $a_i$ ,  $a_{LED}$  또한 산출될 수 있다.
- [0131] 도 17은 분석 물질의 농도 추정 방법의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 17의 농도 추정 방법은 도 15의 농도 추정 장치(1500)에 의해 수행될 수 있다. 도 17의 단계 1730 내지 단계 1770은 도 16의 단계 1610 내지 단계 1650과 각각 동일하므로 간략하게 설명하기로 한다.
- [0132] 도 17을 참조하면, 농도 추정 장치는 피검체 내에서 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간에서 복수의 학습용 스펙트럼을 측정할 수 있다(1710).
- [0133] 농도 추정 장치는 측정된 복수의 학습용 스펙트럼을 기반으로 농도 추정 모델을 생성할 수 있다(1720). 이때, 분석 물질은 포도당(glucose), 중성지방(triglyceride), 요소(urea), 요산(uric acid), 젖산(lactate), 단백질(protein), 콜레스테롤(cholesterol) 또는 에탄올(ethanol) 등을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 한편, 체내의 분석 물질이 포도당인 경우, 분석 물질의 농도는 혈당을 나타낼 수 있고 분석 물질의 농도가 실질적으로 변하지 않는 구간은 포도당이 피검체 내부로 유입되지 않는 공복 구간을 나타낼 수 있다.
- [0134] 일 실시예에 따르면, 농도 추정 장치는 복수의 학습용 스펙트럼을 이용하여 NAS(net analyte signal) 알고리즘을 통해 농도 추정 모델을 생성할 수 있다. 더욱 상세하게는 농도 추정 장치는 복수의 학습용 스펙트럼을 학습 데이터로 하여 분석 물질의 농도 변화와 무관한 스펙트럼의 변화 요인을 학습할 수 있다. 예컨대, 농도 추정 장

치는 전술한 다양한 차원 축소 알고리즘을 이용하여 복수의 학습용 스펙트럼으로부터 주성분 스펙트럼 벡터를 추출할 수 있다. 또한 농도 추정 장치는 학습 결과 즉, 추출된 주성분 스펙트럼 벡터를 기반으로 농도 추정 모델을 생성할 수 있다. 이때, 생성된 농도 추정 모델은 수학적 2 및 수학적 3으로 표현될 수 있다.

- [0135] 농도 추정 장치는 각 광원의 온도 변화에 따른 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 측정할 수 하고(1730), 측정된 복수의 온도 보정용 스펙트럼을 분석하여 광원 온도 드리프트 벡터를 획득할 수 있다(1740).
- [0136] 농도 추정 장치는 획득된 광원 온도 드리프트 벡터를 이용하여 농도 추정 모델을 갱신하고(1750), 분석용 스펙트럼을 측정할 수 있다(1760).
- [0137] 농도 추정 장치는 분석용 스펙트럼과 갱신된 농도 추정 모델을 이용하여 분석 물질의 농도를 추정할 수 있다(1770).
- [0138] 도 18은 분석 물질의 농도 추정 장치의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 18의 농도 추정 장치(1800)는 피검체의 체내 스펙트럼을 분석함으로써 분석 물질의 농도를 추정할 수 있는 장치로, 전술한 전자 장치에 탑재되거나, 하우징으로 감싸져 별개의 장치로 형성될 수 있다.
- [0139] 도 18을 참조하면, 농도 추정 장치(1800)는 광원 어레이(110), 광 검출기(120), 프로세서(1510), 입력부(1810), 저장부(1820), 통신부(1830) 및 출력부(1840)를 포함할 수 있다. 여기서 광원 어레이(110), 광 검출기(120) 및 프로세서(1510)는 도 15를 참조하여 전술한 바와 같으므로 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0140] 입력부(1810)는 사용자로부터 다양한 조작신호를 입력 받을 수 있다. 일 실시예에 따르면, 입력부(1810)는 키패드(key pad), 돔 스위치(dome switch), 터치 패드(touch pad)(정압/정전), 조그 휠(Jog wheel), 조그 스위치(Jog switch), H/W 버튼 등을 포함할 수 있다. 특히, 터치 패드가 디스플레이와 상호 레이어 구조를 이룰 경우, 이를 터치 스크린이라 부를 수 있다.
- [0141] 저장부(1820)는 농도 추정 장치(1800)의 동작을 위한 프로그램 또는 명령들을 저장할 수 있고, 농도 추정 장치(1800)에 입력되는 데이터 및 농도 추정 장치(1800)로부터 출력되는 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 저장부(1820)는 체내 스펙트럼, 농도 추정 모델, 분석 물질의 농도 추정값 등을 저장할 수 있다. 저장부(1820)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드 디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예컨대, SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), PROM(Programmable Read Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 등 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 농도 추정 장치(1800)는 인터넷 상에서 저장부(1820)의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage) 등 외부 저장 매체를 운영할 수도 있다.
- [0142] 통신부(1830)는 외부 장치와 통신을 수행할 수 있다. 예컨대, 통신부(1830)는 농도 추정 장치(1800)에 입력된 데이터, 저장된 데이터, 처리된 데이터 등을 외부 장치로 전송하거나, 외부 장치로부터 농도 추정 모델의 생성/갱신과, 분석 물질의 농도 추정에 도움이 되는 다양한 데이터를 수신할 수 있다.
- [0143] 이때, 외부 장치는 농도 추정 장치(1800)에 입력된 데이터, 저장된 데이터, 처리된 데이터 등을 사용하는 의료 장비, 결과물을 출력하기 위한 프린트 또는 디스플레이 장치일 수 있다. 이외에도 외부 장치는 디지털 TV, 데스크탑 컴퓨터, 휴대폰, 스마트 폰, 태블릿, 노트북, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 플레이어, 디지털 카메라, 웨어러블 디바이스 등 일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0144] 통신부(1830)는 블루투스(bluetooth) 통신, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신, 근거리 무선 통신(Near Field Communication, NFC), WLAN 통신, 지그비(Zigbee) 통신, 적외선(Infrared Data Association, IrDA) 통신, WFD(Wi-Fi Direct) 통신, UWB(ultra-wideband) 통신, Ant+ 통신, WIFI 통신, RFID(Radio Frequency Identification) 통신, 3G 통신, 4G 통신 및 5G 통신 등을 이용하여 외부 장치와 통신할 수 있다. 그러나, 이는 일 예에 불과할 뿐이며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0145] 출력부(1840)는 농도 추정 장치(1800)에 입력된 데이터, 저장된 데이터, 처리된 데이터 등을 출력할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 출력부(1840)는 농도 추정 장치(1800)에 입력된 데이터, 저장된 데이터, 처리된 데이터 등을 청각적 방법, 시각적 방법 및 촉각적 방법 중 적어도 하나의 방법으로 출력할 수 있다. 이를 위해 출력부(1840)는 디스플레이, 스피커, 진동기 등을 포함할 수 있다.

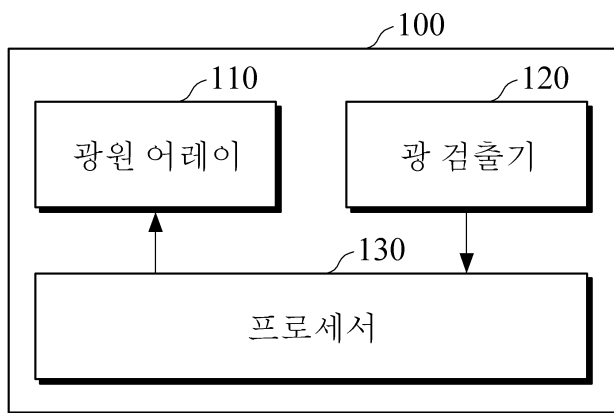
- [0146] 도 19는 손목형 웨어러블 디바이스를 도시한 도면이다.
- [0147] 도 19를 참조하면, 손목형 웨어러블 디바이스(1900)는 스트랩(1910) 및 본체(1920)를 포함할 수 있다.
- [0148] 스트랩(1910)은 본체(1920)의 양측에 연결되어 서로 체결될 수 있도록 분리 형성되거나, 스마트 밴드 형태로 일체로 형성될 수 있다. 스트랩(1910)은 본체(1920)가 사용자의 손목에 착용되도록 손목을 감쌀 수 있도록 플렉서블(flexible)한 부재로 형성될 수 있다.
- [0149] 본체(1920)는 본체 내부에 진술한 스펙트럼 측정 장치(100, 1100) 및/또는 농도 추정 장치(1500, 1800)를 탑재할 수 있다. 또한, 본체(1920) 내부에는 스펙트럼 측정 장치(100, 1100), 농도 추정 장치(1500, 1800) 및/또는 손목형 웨어러블 디바이스(1900)에 전원을 공급하는 배터리가 내장될 수 있다.
- [0150] 광 센서가 본체(1920) 하부에 사용자의 손목을 향해 노출되도록 장착될 수 있다. 이를 통해 사용자가 손목형 웨어러블 디바이스(1900)를 착용하면 자연스럽게 광 센서가 사용자의 피부에 접촉할 수 있다. 이때 광 센서는 피검체에 광을 조사하고 피검체로부터 반사 또는 산란된 광을 수신하여 체내 스펙트럼을 획득할 수 있다.
- [0151] 손목형 웨어러블 디바이스(1900)는 본체(1920)에 장착되는 디스플레이(1921)와 입력부(1922)를 더 포함할 수 있다. 디스플레이(1921)는 스펙트럼 측정 장치(100, 1100), 농도 추정 장치(1500, 1800) 및/또는 손목형 웨어러블 디바이스(1900)에서 처리된 데이터 및 처리 결과 데이터 등을 표시할 수 있다. 입력부(1922)는 사용자로부터 다양한 조작신호를 입력 받을 수 있다.
- [0152] 상술한 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현될 수 있다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함할 수 있다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 디스크 등을 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 작성되고 실행될 수 있다.

**부호의 설명**

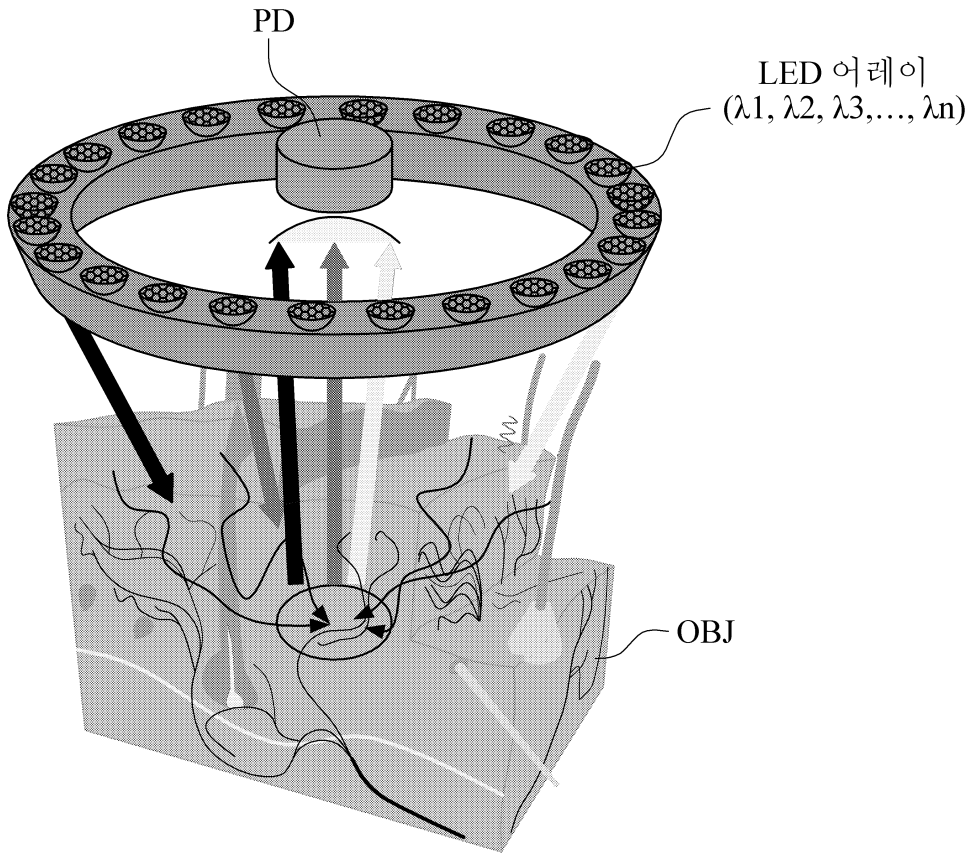
- [0153] 100: 스펙트럼 측정 장치
- 110: 광원 어레이
- 120: 광 검출기
- 130: 프로세서

**도면**

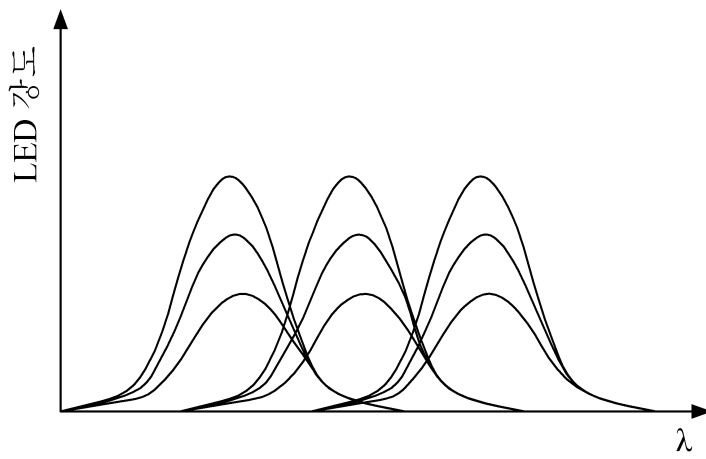
**도면1**



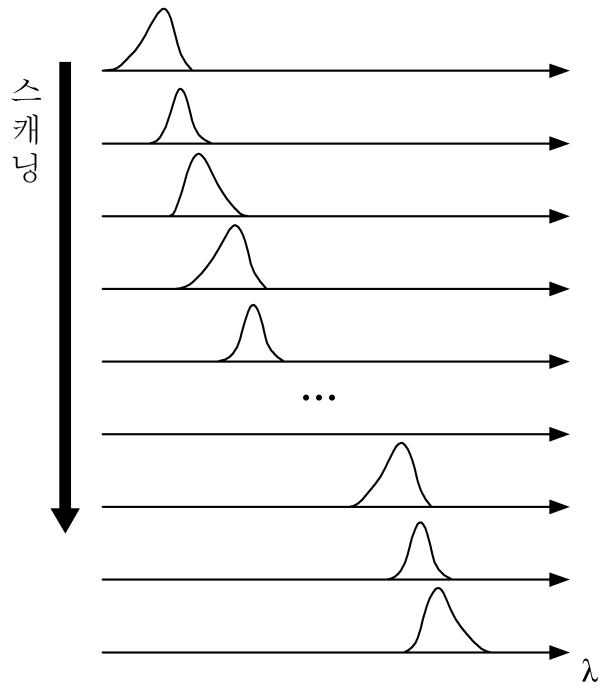
도면2



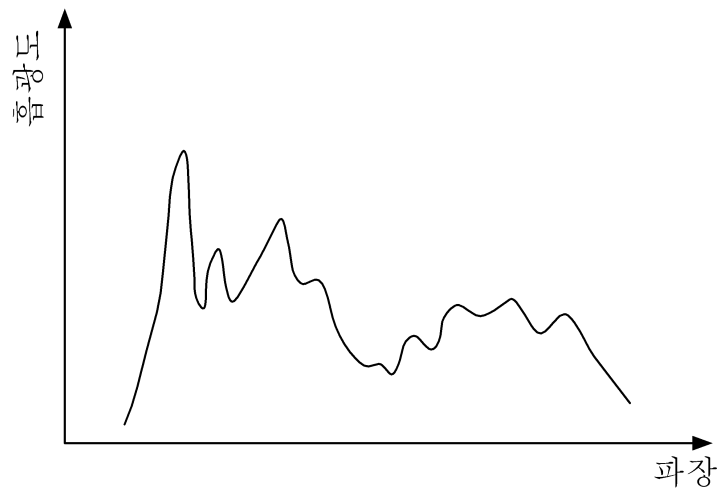
도면3



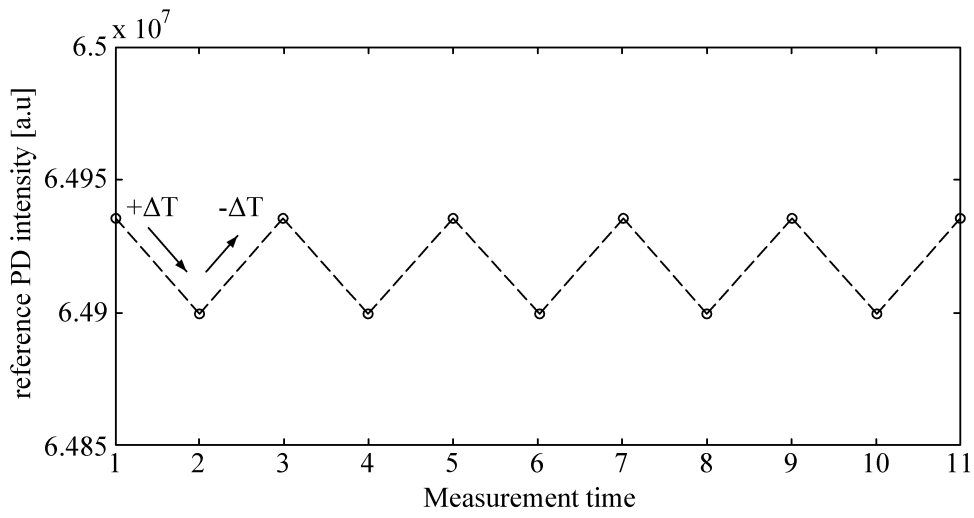
도면4



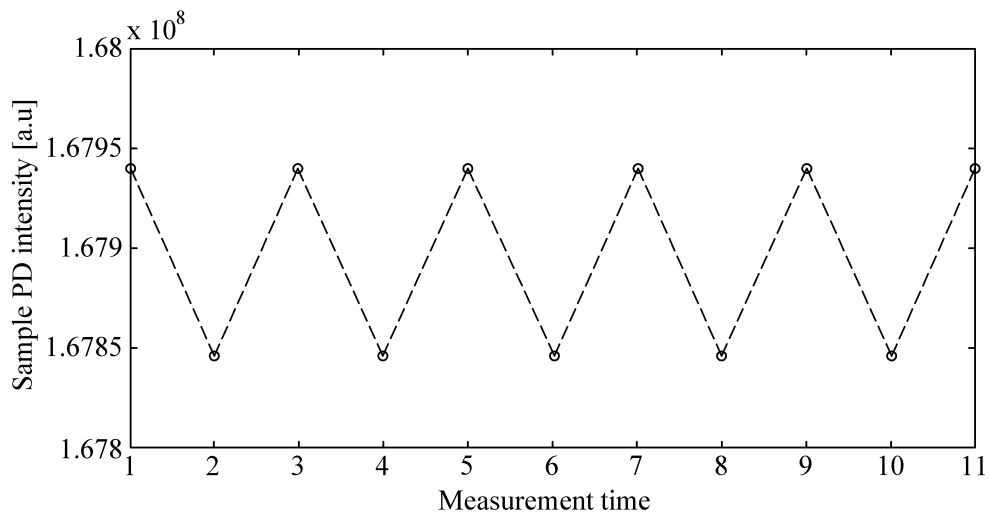
도면5



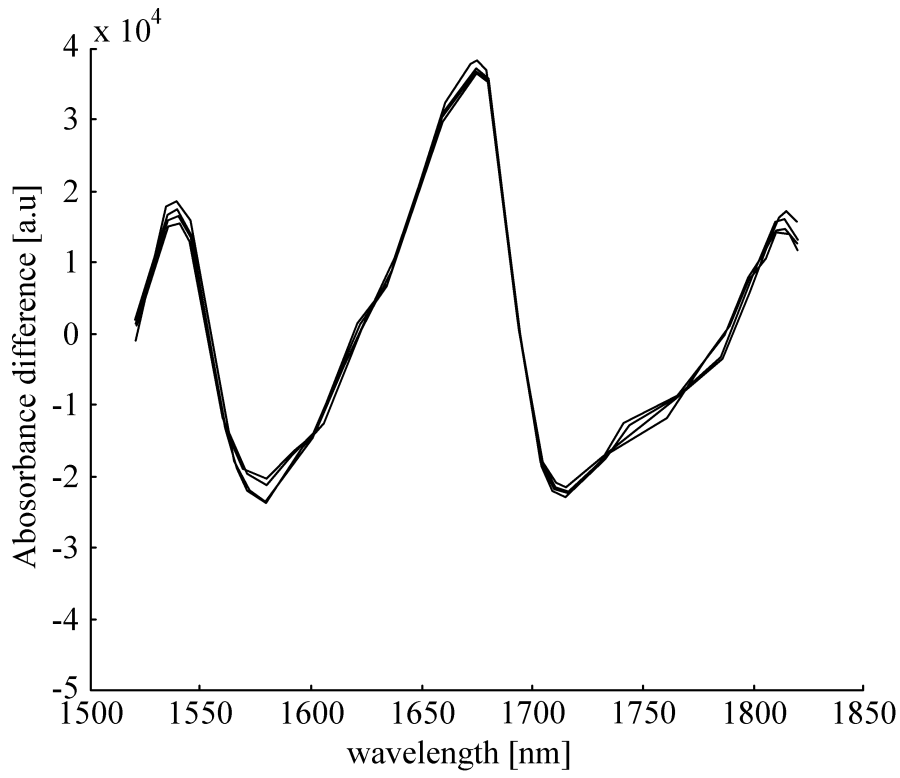
도면6



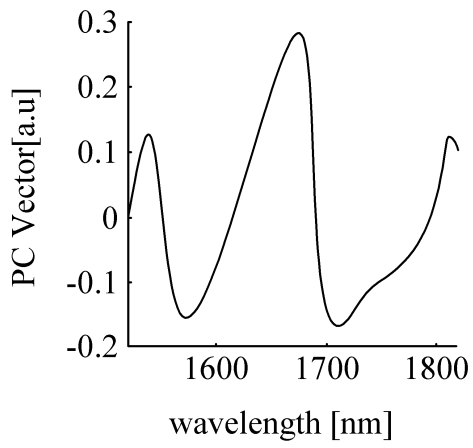
도면7



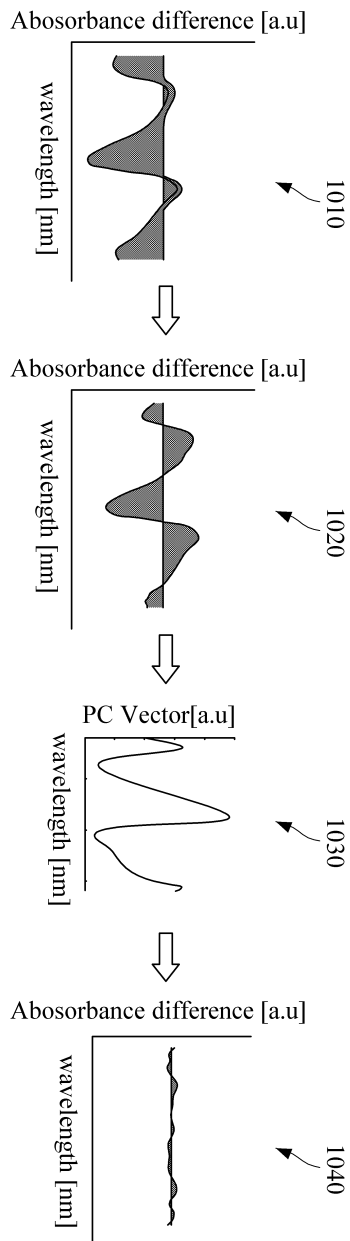
도면8



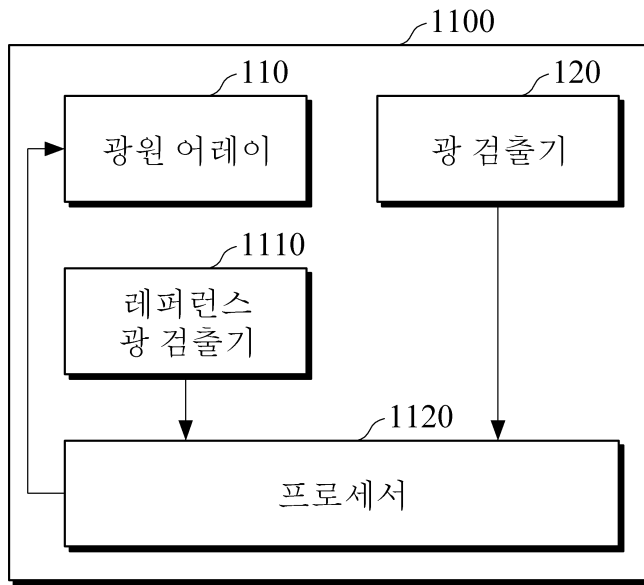
도면9



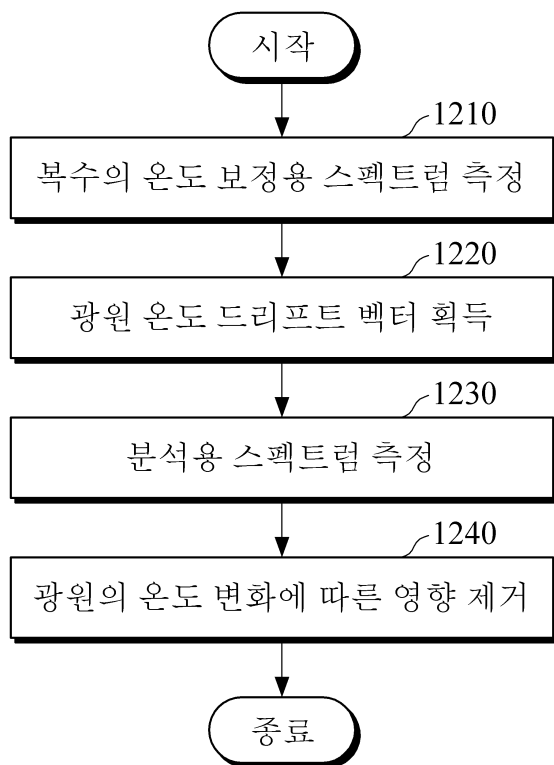
도면10



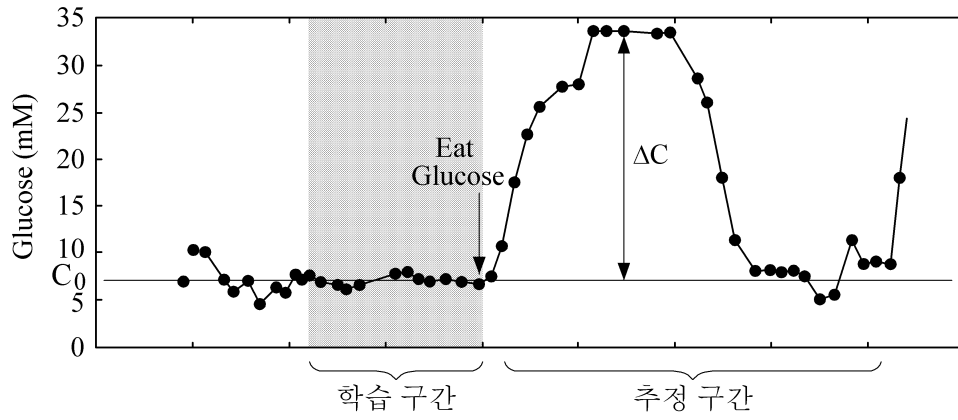
도면11



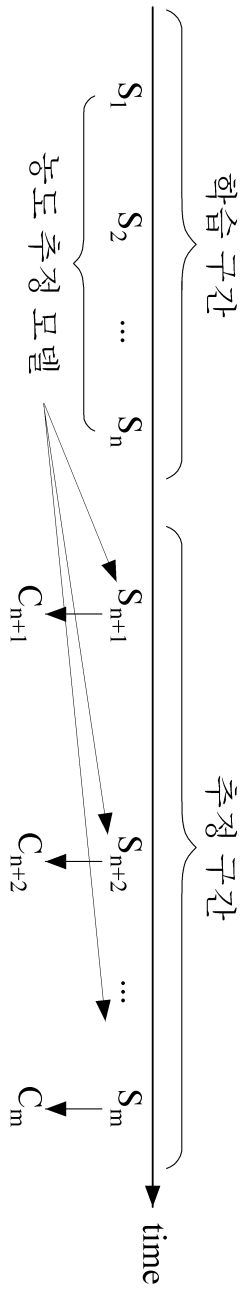
도면12



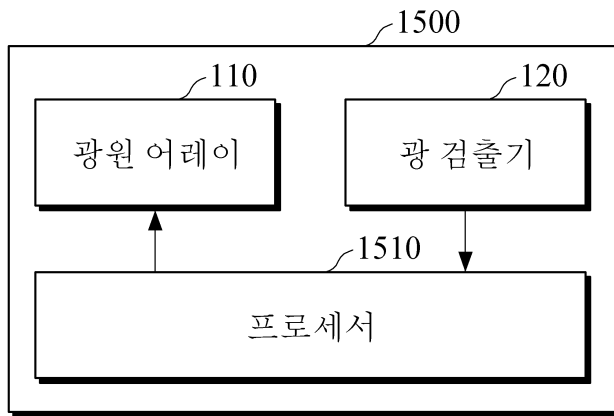
도면13



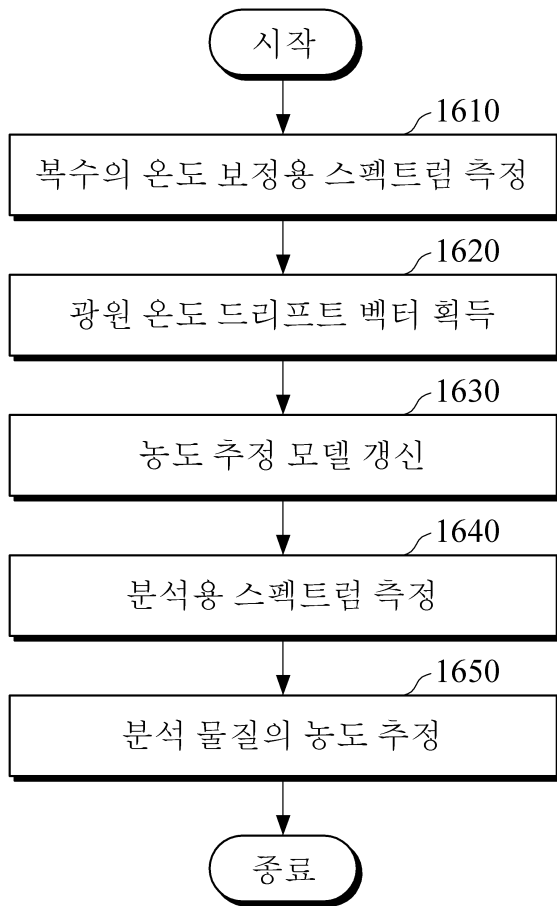
도면14



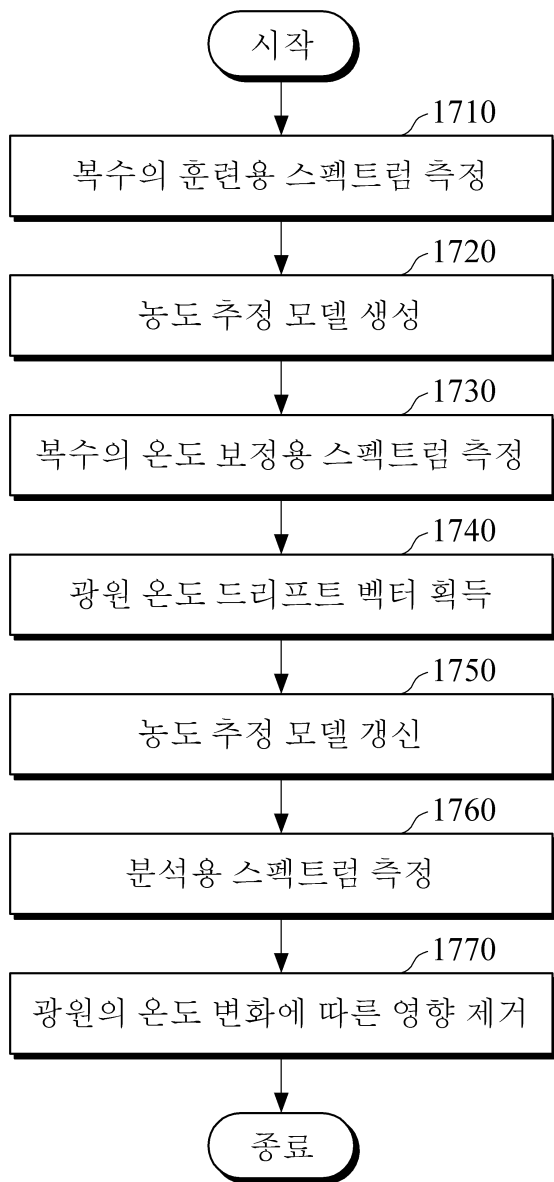
도면15



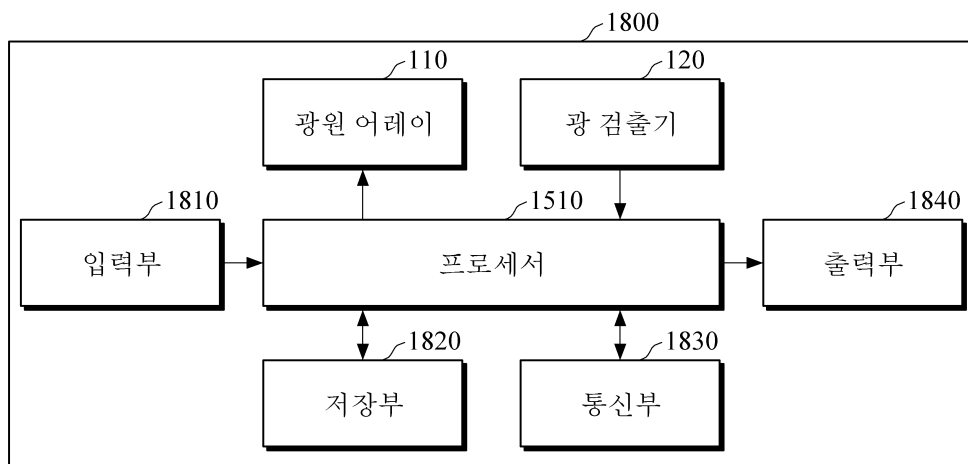
도면16



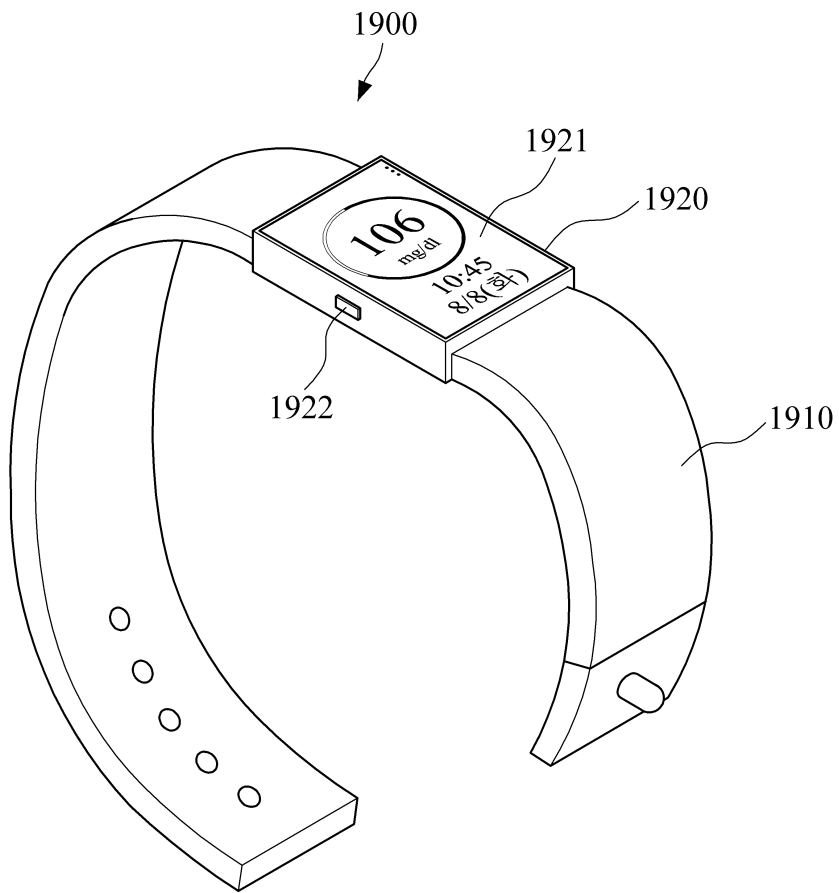
도면17



도면18



도면19



专利名称(译)	光谱测量设备，用于校正光谱的光源温度变化的方法，用于估计分析物浓度的设备和方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020200058948A</a>	公开(公告)日	2020-05-28
申请号	KR1020180143687	申请日	2018-11-20
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	장형석 심재욱 문현석 엄근선 이준호 정명훈		
发明人	장형석 심재욱 문현석 엄근선 이준호 정명훈		
IPC分类号	G01J3/02 A61B5/00 A61B5/145 G01J3/28 G06F17/10		
CPC分类号	G01J3/0286 A61B5/0059 A61B5/14532 G01J3/28 G01N21/31 G06F17/10 G01J2003/2806 G01J3/0256 G01J3/10 G01J3/32 G01J3/42 G01J2003/104 G01N21/255 G01N2201/1211		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种用于测量光谱的设备，包括：光源阵列，配置为向物体发射光；光电探测器，配置为检测由物体反射的光；以及处理器，用于利用光源阵列和光电探测器，基于光源阵列的温度变化测量多个温度校正光谱，通过分析测得的多个温度校正光谱，得到光源温度漂移矢量；使用光源阵列和光电探测器来测量通过使用光源阵列和光电探测器的分析光谱，并调整所测量的分析光谱以通过使用所获得的光源温度来减小光源阵列的温度变化的影响。 漂移向量。

