



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0032624  
(43) 공개일자 2020년03월26일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G01N 21/64 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G01N 21/6486 (2013.01)<br/>G01N 21/645 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0002374</p> <p>(22) 출원일자 2019년01월08일<br/>심사청구일자 2019년01월08일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>1020180111357 2018년09월18일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인<br/>서울대학교산학협력단<br/>서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)</p> <p>(72) 발명자<br/>류영렬<br/>서울시 강남구 학동로 405, 101동 102호</p> <p>김중민<br/>서울시 서대문구 연희로 124 88-15</p> <p>(74) 대리인<br/>이창재, 서상덕, 사재훈</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 16 항

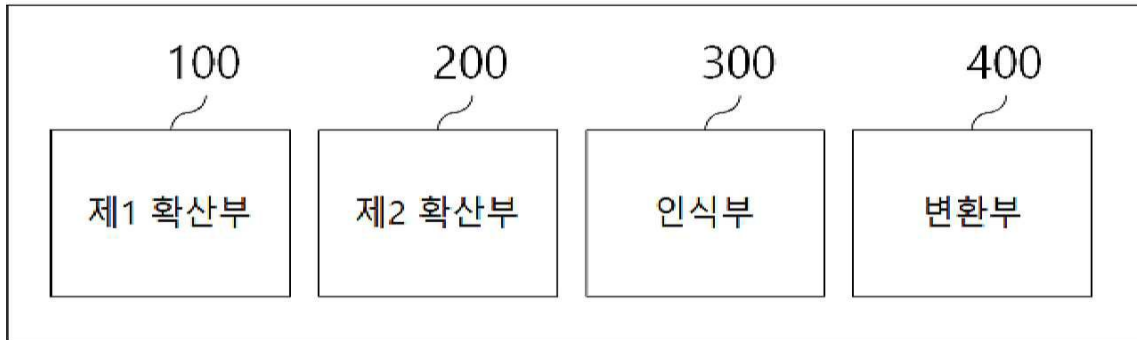
(54) 발명의 명칭 **엽록소 형광물질 측정 방법 및 장치**

**(57) 요약**

상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 엽록소 형광물질 측정 장치는 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산시키는 제1 확산부, 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산시키는 제2 확산부, 상기 제1 확산부 및 상기 제2 확산부를 통해 확산된 빛이 통과하는 필터를 포함하고, 상기 필터를 통과한 빛으로부터 기 설정된 파장대의 광량을 측정하는 인식부 및 상기 인식부에서 측정된 광량을 디지털 신호로 변환시켜 디지털 광량을 생성하는 변환부를 포함할 수 있다.

**대표도** - 도1

# 10A



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017K1A3A1A12072870  
 부처명 과학기술정보통신부  
 연구관리전문기관 한국연구재단  
 연구사업명 국제화기반조성사업  
 연구과제명 근접 원격 탐사를 통한 캐나다 타이가 지역 식생의 광합성과 증발산 모니터링 기술 개발  
 기여율 1/2  
 주관기관 서울대학교  
 연구기간 2017.11.01 ~ 2019.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016M1A3A3A02018195  
 부처명 과학기술정보통신부  
 연구관리전문기관 한국연구재단  
 연구사업명 우주핵심기술개발사업  
 연구과제명 위성 기반 태양유도 엽록소 형광물질 관측을 통한 육상 생태계 광합성 모니터링  
 기여율 1/2  
 주관기관 서울대학교  
 연구기간 2016.05.01 ~ 2019.04.30

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

대기중으로부터 유입된 태양광을 확산시키는 제1 확산부;

식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산시키는 제2 확산부;

상기 제1 확산부 및 상기 제2 확산부를 통해 확산된 빛이 통과하는 필터를 포함하고, 상기 필터를 통과한 빛으로부터 기 설정된 파장대의 광량을 측정하는 인식부; 및

상기 인식부에서 측정된 광량을 디지털 신호로 변환시켜 디지털 광량을 생성하는 변환부를 포함하는 엠티록소 형광물질 측정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기 설정된 파장대는,

755nm 파장대인 제1 파장;

761nm 파장대인 제2 파장; 및

770nm 파장대인 제3 파장을 포함하는 엠티록소 형광물질 측정 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 필터는 복수개이고, 상기 필터들은,

상기 제1 파장의 빛을 통과시키는 제1 필터;

상기 제2 파장의 빛을 통과시키는 제2 필터; 및

상기 제3 파장의 빛을 통과시키는 제3 필터를 포함하는 엠티록소 형광물질 측정 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 디지털 광량으로부터 태양유도 엠티록소 형광물질을 정량화하여 정량화값을 산출하는 추정부를 더 포함하는 엠티록소 형광물질 측정 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 정량화값은 다음의 수학적식으로부터 산출되는 엠티록소 형광물질 측정 장치.

$$\frac{D(out) \times U(in) - D(in) \times U(out)}{D(out) - D(in)}$$

여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, in은 입력 파장, out은 출력 파장임.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 정량화값은,

제1 파장을 출력 파장으로 하고, 상기 제1 파장과 상이한 제2 파장을 입력 파장으로하여 산출한 제1 정량화값;

상기 제2 파장을 출력파장으로 하고, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장과 상이한 제3 파장을 입력 파장으로하여 산출한 제2 정량화값; 및

상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값의 평균값인 제3 정량화값을 포함하고,

상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장은 상기 기 설정된 파장대의 파장인 엠평소 형광물질 측정 장치.

#### 청구항 7

제4항에 있어서, 상기 추정부는 특정 시간 간격 내의 상기 정량화값을 평균하여 단위 정량화값을 산출하는 엠평소 형광물질 측정 장치.

#### 청구항 8

제4항에 있어서, 상기 디지털 광량을 유선 또는 무선 통신을 이용하여 상기 추정부로 전송하는 전송부를 더 포함하고,

상기 추정부는 상기 디지털 광량을 상기 전송부로부터 전송받는 엠평소 형광물질 측정 장치.

#### 청구항 9

제1 확산부가 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산시키는 단계;

제2 확산부가 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산시키는 단계;

상기 인식부가 기 설정된 파장대의 빛을 통과시키는 필터를 통과한 상기 제1 확산부 및 상기 제2 확산부를 통해 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계; 및

상기 변환부가 상기 인식부에서 측정된 광량을 디지털 신호로 변환시켜 디지털 광량을 생성하는 단계를 포함하는 엠평소 형광물질 측정 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 기설정된 파장대는,

755nm 파장대인 제1 파장;

761nm 파장대인 제2 파장; 및

770nm 파장대인 제3 파장을 포함하는 엠평소 형광물질 측정 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 필터는 복수개이고, 상기 필터들은,

상기 제1 파장의 빛을 통과시키는 제1 필터;

상기 제2 파장의 빛을 통과시키는 제2 필터; 및

상기 제3 파장의 빛을 통과시키는 제3 필터를 포함하는 엠티소 형광물질 측정 방법.

**청구항 12**

제9항에 있어서, 상기 추정부가 상기 디지털 광량으로부터 태양유도 엠티소 형광물질을 정량화하여 정량화값을 산출하는 단계를 더 포함하는 엠티소 형광 물질 측정 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 정량화값은 다음의 수학식으로부터 산출되는 엠티소 형광물질 측정 방법.

$$\frac{D(out) \times U(in) - D(in) \times U(out)}{D(out) - D(in)}$$

여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, in은 입력 파장, out은 출력 파장임.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 정량화값을 산출하는 단계는,

제1 파장을 출력 파장으로 하고, 상기 제1 파장과 상이한 제2 파장을 입력 파장으로하여 제1 정량화값을 산출하는 단계;

상기 제2 파장을 출력파장으로 하고, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장과 상이한 제3 파장을 입력 파장으로하여 제2 정량화값을 산출하는 단계; 및

상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값의 평균값인 제3 정량화값을 산출하는 단계를 포함하고,

상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장은 상기 기 설정된 파장대의 파장인 엠티소 형광물질 측정 방법.

**청구항 15**

제12항에 있어서, 상기 정량화값을 산출하는 단계는 상기 추정부가 특정 시간 간격 내의 상기 정량화값을 평균하여 단위 정량화값을 산출하는 단계를 포함하는 엠티소 형광물질 측정 방법.

**청구항 16**

제12항에 있어서, 상기 전송부가 상기 디지털 광량을 유선 또는 무선 통신을 이용하여 상기 추정부로 전송하는 단계; 및

상기 추정부가 상기 디지털 광량을 상기 전송부로부터 전송받는 단계를 더 포함하는 엠티소 형광물질 측정 방법.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 엽록소 형광물질 측정 방법 및 엽록소 형광물질 측정 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 필터를 이용하여 원하는 파장대만을 선별하여 관측하고 이를 이용하여 태양유도 엽록소 형광물질을 측정하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0003] 태양유도 엽록소 형광물질은 식물이 태양광아래 광합성을 할 때 식물 엽록소에서 발광되어 나오는 빛이다. 태양유도 엽록소 형광물질은 식생의 광합성과 밀접한 상관관계를 나타내고 있으며, 태양유도 엽록소 형광물질을 관측하면 태양광 아래 식생의 활력도 및 광합성량을 역 추정할 수 있다. 실외에서 균락수준의 태양유도 엽록소 형광물질을 관측하기 위한 장치는 아직까지 전 세계적으로 미흡한 실정이었으며, 실외에서 태양유도 엽록소 형광물질을 관측하기 위해서는 실내에서 사용하는 초고해상도 분광계를 이용해야 했었다.

[0004] 기존의 초고해상도 분광계를 사용하는 방식은 실내에서 사용하기 위한 장치를 야외에서 사용함으로써, 꾸준한 관리가 필요하다는 단점이 있다. 또한, 기존의 분광계 시스템은 외부 온도나 습기에 영향을 많이 받아 실외에서 사용하기에는 적합하지 않았다. 따라서, 실외에서 보다 손쉽게 태양유도 엽록소 형광물질을 관측하기 위한 장치의 개발이 필요한 실정이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2009-0092916호 (2009.09.02)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로, 본 발명의 목적은 필터를 이용하여 원하는 파장대만을 선별하여 관측하고 이를 이용하여 태양유도 엽록소 형광물질을 정밀하게 측정하며, 광합성량과 밀접한 태양유도 엽록소 형광물질을 보다 저렴한 방법으로 추정하여 식생에 의한 탄소 저감 효과를 정량적으로 측정하고 식생의 활력도를 직접적으로 평가하는 엽록소 형광물질 측정 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 또한 본 발명의 다른 목적은 필터를 이용하여 원하는 파장대만을 선별하여 관측하고 이를 이용하여 태양유도 엽록소 형광물질을 정밀하게 측정하며, 광합성량과 밀접한 태양유도 엽록소 형광물질을 보다 저렴한 방법으로 추정하여 식생에 의한 탄소 저감 효과를 정량적으로 측정하고 식생의 활력도를 직접적으로 평가하는 엽록소 형광물질 측정 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 엽록소 형광물질 측정 장치는 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산시키는 제1 확산부, 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산시키는 제2 확산부, 상기 제1 확산부 및 상기 제2 확산부를 통해 확산된 빛이 통과하는 필터를 포함하고, 상기 필터를 통과한 빛으로부터 기 설정된 파장대의 광량을 측정하는 인식부 및 상기 인식부에서 측정된 광량을 디지털 신호로 변환시켜 디지털 광량을 생성하는 변환부를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 기설정된 파장대는 755nm 파장대인 제1 파장, 761nm 파장대인 제2 파장 및 770nm 파장대인 제3 파장을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 필터는 복수개이고, 상기 필터들은, 상기 제1 파장의 빛을 통과시키는 제1

필터, 상기 제2 파장의 빛을 통과시키는 제2 필터 및 상기 제3 파장의 빛을 통과시키는 제3 필터를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 엠티소 형광물질 측정 장치는 상기 디지털 광량으로부터 태양유도 엠티소 형광물질을 정량화하여 정량화값을 산출하는 추정부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 정량화값은 다음의 수학적식으로부터 산출될 수 있다.

$$\frac{D(out) \times U(in) - D(in) \times U(out)}{D(out) - D(in)}$$

[0015]

[0016] 여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, in은 입력 파장, out은 출력 파장이다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 정량화값은, 제1 파장을 출력 파장으로 하고, 상기 제1 파장과 상이한 제2 파장을 입력 파장으로하여 산출한 제1 정량화값, 상기 제2 파장을 출력파장으로 하고, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장과 상이한 제3 파장을 입력 파장으로하여 산출한 제2 정량화값 및 상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값의 평균값인 제3 정량화값을 포함하고, 상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장은 상기 기 설정된 파장대의 파장일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 추정부는 특정 시간 간격 내의 상기 정량화값을 평균하여 단위 정량화값을 산출할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 엠티소 형광물질 측정 장치는 상기 디지털 광량을 유선 또는 무선 통신을 이용하여 상기 추정부로 전송하는 전송부를 더 포함하고, 상기 추정부는 상기 디지털 광량을 상기 전송부로부터 전송받을 수 있다.

[0020] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 엠티체 형광물질 측정 방법은 제1 확산부가 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산시키는 단계, 제2 확산부가 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산시키는 단계, 상기 인식부가 기 설정된 파장대의 빛을 통과시키는 필터를 통과한 상기 제1 확산부 및 상기 제2 확산부를 통해 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계 및 상기 변환부가 상기 인식부에서 측정된 광량을 디지털 신호로 변환시켜 디지털 광량을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 기설정된 파장대는, 755nm 파장대인 제1 파장, 761nm 파장대인 제2 파장 및 770nm 파장대인 제3 파장을 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 필터는 복수개이고, 상기 필터들은, 상기 제1 파장의 빛을 통과시키는 제1 필터, 상기 제2 파장의 빛을 통과시키는 제2 필터 및 상기 제3 파장의 빛을 통과시키는 제3 필터를 포함할 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 엠티소 형광물질 측정 방법은 상기 추정부가 상기 디지털 광량으로부터 태양유도 엠티소 형광물질을 정량화하여 정량화값을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 정량화값은 다음의 수학적식으로부터 산출될 수 있다.

$$\frac{D(out) \times U(in) - D(in) \times U(out)}{D(out) - D(in)}$$

[0025]

[0026] 여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, in은 입력 파장, out은 출력 파장이다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 정량화값을 산출하는 단계는, 제1 파장을 출력 파장으로 하고, 상기 제1 파장과 상이한 제2 파장을 입력 파장으로하여 제1 정량화값을 산출하는 단계, 상기 제2 파장을 출력파장으로 하고, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장과 상이한 제3 파장을 입력 파장으로하여 제2 정량화값을 산출하는 단계 및 상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값의 평균값인 제3 정량화값을 산출하는 단계를 포함하고, 상기 제1

과장, 상기 제2 과장 및 상기 제3 과장은 상기 기 설정된 과장대의 과장일 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 정량화값을 산출하는 단계는 상기 추정부가 특정 시간 간격 내의 상기 정량화값을 평균하여 단위 정량화값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 엠티소 형광물질 측정 방법은 상기 전송부가 상기 디지털 광량을 유선 또는 무선 통신을 이용하여 상기 추정부로 전송하는 단계 및 상기 추정부가 상기 디지털 광량을 상기 전송부로부터 전송받는 단계를 더 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0031] 본 발명의 실시예들에 따르면, 엠티소 형광물질 측정 방법 및 엠티소 형광물질 측정 장치는 제1 확산부, 제2 확산부, 인식부 및 변환부를 포함한다. 따라서, 광합성량과 밀접한 태양유도 엠티소 형광물질을 정밀하게 측정함으로써 식생에 의한 탄소 저감 효과를 정량적으로 측정할 수 있고, 식생의 활력도를 평가할 수 있다.

[0032] 또한, 엠티소 형광물질 측정 방법 및 엠티소 형광물질 측정 장치는 특정 과장의 빛만을 선택적으로 통과시키는 필터를 포함하여 외부 온도나 습기의 영향을 줄여 실외에서 보다 손쉽게 태양유도 엠티소 형광물질을 관측할 수 있으며, 구성 부품을 최소화함으로써 제조의 간편화 및 원가 절감을 실현할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 장치를 나타내는 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 장치의 인식부를 나타내는 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 장치의 필터를 나타내는 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 장치를 나타내는 구성도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법의 정량화값을 산출하는 단계를 나타내는 흐름도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법의 추정부로 전송하는 단계를 나타내는 흐름도이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법 및 장치의 필터의 구현예를 나타내는 표이다.
- 도 10은 초고해상도 분광계와 본 발명의 흡광도 범위에 대한 데이터의 선형성 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 11은 일반적인 고해상도 분광계와 본 발명의 흡광도 범위에 대한 데이터의 선형성 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 태양유도 엠티소 형광물질의 과장대를 나타내는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다.

[0036] 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.



- [0037] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "이루어진다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0038] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0039] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0041] 태양유도 엽록소 형광물질은 식물체 안에서부터 발광해서 나오는 근적외선 파장대의 빛이다. 본 발명에 따른 엽록소 형광물질 측정 방법 및 장치는 초고해상도의 선택된 3개의 파장만을 관측하며, 이로부터 태양유도 엽록소 형광물질을 계산한다. 예를 들면, 상기 선택된 3개의 파장은 755nm, 761nm, 770nm일 수 있다. 도 12와 같이 761nm의 파장 대는 대기 중의 산소분자가 빛을 흡수하기 때문에 입사된 태양광 및 반사된 태양광의 양이 현저하게 낮은 반면 755nm와 770nm에는 산소분자가 영향을 미치지 않아 입사된 태양광 및 반사된 태양광의 양이 높으므로 엽록소 형광물질이 반사된 빛에 미치는 영향이 755nm와 770nm보다 크다. 따라서, 태양유도 엽록소 형광물질을 발산하는 식물 군락에서 반사도를 관측하면 명확하게 확인할 수 있다. 761nm에서는 상대적으로 태양유도 엽록소 형광물질의 영향이 크므로 반사된 빛을 관측하면 761nm에서 상대적으로 높은 반사도가 관측되며, 755nm와 770nm에서는 상대적으로 작은 반사도가 관측된다. 따라서 761nm와 755nm 및 770nm의 반사도 차이를 태양유도 엽록소 형광물질로 추정할 수 있다.
- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 엽록소 형광물질 측정 장치를 나타내는 구성도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 엽록소 형광물질 측정 장치의 인식부를 나타내는 구성도이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 엽록소 형광물질 측정 장치의 필터를 나타내는 구성도이다.
- [0044] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 엽록소 형광물질 측정 장치는 제1 확산부(100), 제2 확산부(200), 인식부(300) 및 변환부(400)를 포함한다.
- [0045] 상기 제1 확산부(100)는 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산시킬 수 있다. 상기 제1 확산부(100)는 광을 확산시킬 수 있다. 광의 확산이란 입사된 빛을 산란시켜서 사방으로 퍼지도록 하는 것을 의미한다. 상기 제1 확산부(100)는 시트 또는 필름의 형상일 수 있으나 본 발명은 그 형상을 한정하는 것은 아니고, 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산하는 목적을 달성할 수 있는 다양한 형상이 사용될 수 있다.
- [0046] 상기 제2 확산부(200)는 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산시킬 수 있다. 상기 제2 확산부(200)는 광을 확산시킬 수 있다. 광의 확산이란 입사된 빛을 산란시켜서 사방으로 퍼지도록 하는 것을 의미한다. 상기 제2 확산부(200)는 시트 또는 필름의 형상일 수 있으나 본 발명은 그 형상을 한정하는 것은 아니고, 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산하는 목적을 달성할 수 있는 다양한 형상이 사용될 수 있다.
- [0047] 상기 제1 확산부(100) 및 상기 제2 확산부(200)는 입사된 빛을 균일하게 확산할 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 확산부(100)는 제1면에서 입사된 빛을 제2면을 통해 외부로 균일하게 확산할 수 있다. 예를 들면, 상기 제2 확산부(200)는 제1면에서 입사된 빛을 제2면을 통해 외부로 균일하게 확산할 수 있다.
- [0048] 상기 제1 확산부(100) 및 상기 제2 확산부(200)는 서로 상이한 위치에 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 확산부(100)는 대기 방향으로 배치되고, 상기 제2 확산부(200)는 식물방향으로 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 확산부(100)는 상기 제2 확산부(200)와 반대방향으로 배치될 수 있다.
- [0049] 상기 인식부(300)는 상기 제1 확산부 및 상기 제2 확산부를 통해 확산된 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 인식부(300)는 특정 파장대의 광량을 측정할 수 있다. 상기 인식부(300)는 인식기(310) 및 필터(320)를 포함할 수 있다.
- [0050] 상기 인식기(310)는 인식된 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 인식기(310)는 인식된 빛의 세기를 측정할 수 있

다. 상기 인식기는 상기 필터(320)를 통과한 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 인식기는 상기 필터(320)를 통과한 빛의 세기를 측정할 수 있다.

[0051] 상기 필터(320)는 기 설정된 파장대의 빛을 통과시킬 수 있다. 따라서, 상기 인식부(300)는 상기 기 설정된 파장대의 빛을 통과시키는 필터(320)를 통과한 상기 확산된 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 기설정된 파장대는 복수개일 수 있다. 상기 기설정된 파장대들은 755nm 파장대인 제1 파장, 761nm 파장대인 제2 파장 및 770nm 파장대인 제3 파장을 포함할 수 있다.

[0052] 상기 필터(320)는 복수개일 수 있다. 상기 필터(320)들은 상기 제1 파장의 빛을 통과시키는 제1 필터(321), 상기 제2 파장의 빛을 통과시키는 제2 필터(322) 및 상기 제3 파장의 빛을 통과시키는 제3 필터(323)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 9와 같이 상기 제1 필터는 최대 감도(peak sensitivity)가 755.4nm이고, FWHM(full width at half-maximum)이 1.0 nm인 필터이고, 상기 제2 필터는 최대 감도(peak sensitivity)가 761.0nm이고, FWHM(full width at half-maximum)이 1.0 nm인 필터이고, 상기 제3 필터는 최대 감도(peak sensitivity)가 770.nm이고, FWHM(full width at half-maximum)이 1.0 nm인 필터일 수 있다.

[0053] 상기 변환부(400)는 상기 인식부에서 측정된 광량을 디지털 신호로 변환시켜 디지털 광량을 생성할 수 있다. 상기 변환부(400)는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D변환기(analog to digital converter)일 수 있다.

[0054] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 장치를 나타내는 구성도이다.

[0055] 본 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 장치는 추정부(600) 및 전송부(500)를 제외하고는 도 1 내지 도 3의 엠티소 형광물질 측정 장치와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 1 내지 도 3의 엠티소 형광물질 측정 장치와 동일한 구성요소는 동일한 도면 부호를 부여하고, 반복되는 설명은 생략한다.

[0056] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 장치는 추정부(600) 및 전송부(500)를 포함할 수 있다.

[0057] 상기 추정부(600)는 상기 디지털 광량으로부터 태양유도 엠티소 형광물질을 정량화하여 정량화값을 산출할 수 있다. 정량화란 수학적 의미를 포함하여 통계학적 관측이 가능하도록 수치화하는 것을 의미한다.

[0058] 상기 정량화값은 다음의 수학적 식 1로부터 산출될 수 있다.

[0059] 수학적 식 1

$$\frac{D(out) \times U(in) - D(in) \times U(out)}{D(out) - D(in)}$$

[0060]

[0061] 여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, in은 입력 파장, out은 출력 파장이다.

[0062] 상기 정량화값은 복수개일 수 있다. 상기 정량화값들은 제1 정량화값, 제2 정량화값 및 제3 정량화값을 포함할 수 있다. 상기 제1 정량화값은 제1 파장을 출력 파장으로 하고, 상기 제1 파장과 상이한 제2 파장을 입력 파장으로 하여 산출한 정량화값일 수 있다. 상기 제2 정량화값은 상기 제2 파장을 출력파장으로 하고, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장과 상이한 제3 파장을 입력 파장으로 하여 산출한 정량화값일 수 있다. 상기 제3 정량화값은 상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값의 평균값일 수 있다.

[0063] 상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장은 상기 필터의 기 설정된 파장일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 파장은 755nm 파장대의 파장, 상기 제2 파장은 761nm 파장대의 파장 및 상기 제3 파장은 770nm 파장대의 파장일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 파장은 755nm 파장대의 파장, 상기 제2 파장은 761nm 파장대의 파장 및 상기 제3 파장은 770nm 파장대의 파장이고, 상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값은 상기 수학적 식 1로부터 산출될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 정량화값은 다음의 수학적 식 2에 의해 산출될 수 있다.

[0064] 수학적 식 2

$$\text{엠티소형광물질} = \frac{D(755nm)*U(761nm)-U(755nm)*D(761nm)}{D(755nm)-D(761nm)}$$

[0065]

[0066] 여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이다.

[0067] 예를 들면, 상기 제2 정량화값은 다음의 수학적 식 3에 의해 산출될 수 있다.

[0068] 수학적 식 3

[0069] 
$$\text{업록소형광물질} = \frac{D(770\text{nm}) * U(761\text{nm}) - U(770\text{nm}) * D(761\text{nm})}{D(770\text{nm}) - D(761\text{nm})}$$

[0070] 여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이다.

[0071] 상기 추정부(600)는 상기 정량화값으로부터 상대적인 반사도의 값을 산출할 수 있다. 상기 상대적인 반사도의 값은 다음의 수학적 식 4에 의해 산출될 수 있다.

[0072] 수학적 식 4

$$\frac{(\text{ref}(in) - \text{ref}(out)) \times D(out)D(in)}{D(out) - D(in)}$$

[0073]

[0074] 여기서, (ref(in) - ref(out))은 상대적인 반사도의 값이고, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, in은 입력 파장, out은 출력 파장이다.

[0075] 상기 ref(in)은 다음의 수학적 식 5로 정의될 수 있다.

[0076] 수학적 식 5

$$\frac{U(in)}{D(in)}$$

[0077]

[0078] 여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, in은 입력 파장이다.

[0079] 상기 ref(out)은 다음의 수학적 식 6로 정의될 수 있다.

[0080] 수학적 식 6

$$\frac{U(out)}{D(out)}$$

[0081]

[0082] 여기서, D는 상기 유입된 태양광의 광량, U는 상기 유입된 반사광의 광량이고, out은 출력 파장이다.

[0083] 상기 입력 파장 및 상기 출력파장은 상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 파장은 755nm 파장대의 파장, 상기 제2 파장은 761nm 파장대의 파장 및 상기 제3 파장은 770nm 파장대의 파장일 수 있다

[0084] 상기 추정부(600)는 특정 시간 간격 내의 상기 정량화값을 평균하여 단위 정량화값을 산출할 수 있다. 예를 들면, 상기 추정부(600)는 1분 간격으로 상기 정량화값을 평균하여 상기 단위 정량화값을 산출할 수 있다. 또는, 상기 추정부(600) 특정 시간 간격 내의 상기 디지털 광량을 평균하여 상기 정량화값을 산출하고 이로부터 상기 단위 정량화값을 산출할 수 있다.

[0085] 상기 전송부(500)는 상기 디지털 광량을 유선 또는 무선 통신을 이용하여 상기 추정부(600)로 전송할 수 있다. 상기 추정부(600)는 상기 디지털 광량을 상기 전송부(500)로부터 전송받을 수 있다. 상기 추정부(600)는 상기 디지털 광량을 상기 전송부(500)로부터 전송받을 수 있다. 예를 들면, 상기 유선 통신은 LAN일 수 있다. 예를 들면, 상기 전송부(500)와 상기 추정부(600)는 LAN 케이블로 연결될 수 있다. 예를 들면, 상기 무선 통신은 근거리 무선 통신일 수 있다. 예를 들면, 상기 근거리 무선 통신은 와이파이, 블루투스, XBEE 일 수 있으나 본 발명은 통신 방법을 한정하는 것은 아니다.

- [0087] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0088] 본 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법은 도 1 내지 도 4의 엠티소 형광물질 측정 장치에서 수행된다. 따라서, 도 1 내지 도 4의 엠티소 형광물질 측정 장치와 동일한 구성요소는 동일한 도면 부호를 부여하고, 반복되는 설명은 생략한다.
- [0089] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법은 유입된 태양광을 확산시키는 단계(S100), 유입된 반사광을 확산시키는 단계(S200), 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계(S300), 디지털 광량을 생성하는 단계(S400)를 포함한다.
- [0090] 상기 유입된 태양광을 확산시키는 단계(S100)에서는 제1 확산부(100)가 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산시킬 수 있다. 상기 유입된 태양광을 확산시키는 단계(S100)에서는 상기 제1 확산부(100)는 광을 확산시킬 수 있다. 광의 확산이란 입사된 빛을 산란시켜서 사방으로 퍼지도록 하는 것을 의미한다. 상기 제1 확산부(100)는 시트 또는 필름의 형상일 수 있으나 본 발명은 그 형상을 한정하는 것은 아니고, 대기중으로부터 유입된 태양광을 확산하는 목적을 달성할 수 있는 다양한 형상이 사용될 수 있다.
- [0091] 상기 유입된 반사광을 확산시키는 단계(S200)에서는 제2 확산부(200)가 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산시킬 수 있다. 상기 유입된 반사광을 확산시키는 단계(S200)에서는 상기 제2 확산부(200)는 광을 확산시킬 수 있다. 광의 확산이란 입사된 빛을 산란시켜서 사방으로 퍼지도록 하는 것을 의미한다. 상기 제2 확산부(200)는 시트 또는 필름의 형상일 수 있으나 본 발명은 그 형상을 한정하는 것은 아니고, 식물로부터 반사되어 유입된 반사광을 확산하는 목적을 달성할 수 있는 다양한 형상이 사용될 수 있다.
- [0092] 상기 제1 확산부(100) 및 상기 제2 확산부(200)는 입사된 빛을 균일하게 확산할 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 확산부(100)는 제1면에서 입사된 빛을 제2면을 통해 외부로 균일하게 확산할 수 있다. 예를 들면, 상기 제2 확산부(200)는 제1면에서 입사된 빛을 제2면을 통해 외부로 균일하게 확산할 수 있다.
- [0093] 상기 제1 확산부(100) 및 상기 제2 확산부(200)는 서로 상이한 위치에 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 확산부(100)는 대기 방향으로 배치되고, 상기 제2 확산부(200)는 식물방향으로 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 확산부(100)는 상기 제2 확산부(200)와 반대방향으로 배치될 수 있다.
- [0094] 상기 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계(S300)에서는 상기 인식부(300)가 기 설정된 파장대의 빛을 통과시키는 필터를 통과한 상기 제1 확산부 및 상기 제2 확산부를 통해 확산된 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 인식부(300)는 특정 파장대의 광량을 측정할 수 있다. 상기 인식부(300)는 인식기(310) 및 필터(320)를 포함할 수 있다.
- [0095] 상기 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계(S300)에서는 상기 인식기(310)는 인식된 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계(S300)에서는 상기 인식기(310)는 인식된 빛의 세기를 측정할 수 있다. 상기 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계(S300)에서는 상기 인식기는 상기 필터(320)를 통과한 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계(S300)에서는 상기 인식기는 상기 필터(320)를 통과한 빛의 세기를 측정할 수 있다.
- [0096] 상기 필터(320)는 기 설정된 파장대의 빛을 통과시킬 수 있다. 따라서, 상기 확산된 빛의 광량을 측정하는 단계(S300)에서는 상기 인식부(300)는 상기 기 설정된 파장대의 빛을 통과시키는 필터(320)를 통과한 상기 확산된 빛의 광량을 측정할 수 있다. 상기 기설정된 파장대는 복수개일 수 있다. 상기 기설정된 파장대들은 755nm 파장대인 제1 파장, 761nm 파장대인 제2 파장 및 770nm 파장대인 제3 파장을 포함할 수 있다.
- [0097] 상기 필터(320)는 복수개일 수 있다. 상기 필터(320)들은 상기 제1 파장의 빛을 통과시키는 제1 필터(321), 상기 제2 파장의 빛을 통과시키는 제2 필터(322) 및 상기 제3 파장의 빛을 통과시키는 제3 필터(323)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 9와 같이 상기 제1 필터는 최대 감도(peak sensitivity)가 755.4nm이고, FWHM(full width at half-maximum)이 1.0 nm인 필터이고, 상기 제2 필터는 최대 감도(peak sensitivity)가 761.0nm이고, FWHM(full width at half-maximum)이 1.0 nm인 필터이고, 상기 제1 필터는 최대 감도(peak sensitivity)가 770.nm이고, FWHM(full width at half-maximum)이 1.0 nm인 필터일 수 있다.
- [0098] 상기 디지털 광량을 생성하는 단계(S400)에서는 상기 변환부(400)가 상기 인식부에서 측정된 광량을 디지털 신호로 변환시켜 디지털 광량을 생성할 수 있다. 상기 변환부(400)는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는

A/D변환기(analog to digital converter)일 수 있다.

- [0100] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법의 정량화값을 산출하는 단계를 나타내는 흐름도이다. 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법의 추정부로 전송하는 단계를 나타내는 흐름도이다.
- [0101] 본 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법은 정량화값을 산출하는 단계(S500)를 제외하고는 도 5의 엠티소 형광물질 측정 방법과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 5의 엠티소 형광물질 측정 방법과 동일한 구성요소는 동일한 도면 부호를 부여하고, 반복되는 설명은 생략한다.
- [0102] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 엠티소 형광물질 측정 방법은 정량화값을 산출하는 단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [0103] 상기 정량화값을 산출하는 단계(S500)에서는 상기 추정부(600)가 상기 디지털 광량으로부터 태양유도 엠티소 형광물질을 정량화하여 정량화값을 산출할 수 있다. 정량화란 수학적 의미를 포함하여 통계학적 관측이 가능하도록 수치화하는 것을 의미한다.
- [0104] 상기 정량화값은 상기 수학적 1로부터 산출될 수 있다.
- [0106] 상기 정량화값은 복수개일 수 있다. 상기 정량화값들은 제1 정량화값, 제2 정량화값 및 제3 정량화값을 포함할 수 있다. 상기 제1 정량화값은 제1 파장을 출력 파장으로 하고, 상기 제1 파장과 상이한 제2 파장을 입력 파장으로 하여 산출한 정량화값일 수 있다. 상기 제2 정량화값은 상기 제2 파장을 출력파장으로 하고, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장과 상이한 제3 파장을 입력 파장으로 하여 산출한 정량화값일 수 있다. 상기 제3 정량화값은 상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값의 평균값일 수 있다.
- [0107] 상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장은 상기 필터의 기 설정된 파장일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 파장은 755nm 파장대의 파장, 상기 제2 파장은 761nm 파장대의 파장 및 상기 제3 파장은 770nm 파장대의 파장일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 파장은 755nm 파장대의 파장, 상기 제2 파장은 761nm 파장대의 파장 및 상기 제3 파장은 770nm 파장대의 파장일 수 있다.
- [0108] 상기 정량화값을 산출하는 단계(S500)는 제1 정량화값을 산출하는 단계(S510), 제2 정량화값을 산출하는 단계(S520), 제3 정량화값을 산출하는 단계(S530) 및 단위 정량화값을 산출하는 단계(S540)를 포함할 수 있다. 상기 제3 정량화값을 산출하는 단계(S530) 및 상기 단위 정량화값을 산출하는 단계(S540)는 상기 제1 정량화값을 산출하는 단계(S510) 및 상기 제2 정량화값을 산출하는 단계(S520)의 이전에 수행될 수 있다.
- [0109] 상기 제1 정량화값을 산출하는 단계(S510)에서는 상기 제1 파장을 출력 파장으로 하고, 상기 제1 파장과 상이한 제2 파장을 입력 파장으로 하여 제1 정량화값을 산출할 수 있다. 상기 제2 정량화값을 산출하는 단계(S520)에서는 상기 제2 파장을 출력파장으로 하고, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장과 상이한 제3 파장을 입력 파장으로 하여 제2 정량화값을 산출할 수 있다. 상기 제3 정량화값을 산출하는 단계(S530)에서는 상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값의 평균값인 제3 정량화값을 산출할 수 있다.
- [0110] 상기 제1 정량화값 및 상기 제2 정량화값은 상기 수학적 1로부터 산출될 수 있다. 상기 제1 정량화값은 상기 수학적 2에 의해 산출될 수 있다. 상기 제2 정량화값은 상기 수학적 3에 의해 산출될 수 있다.
- [0111] 상기 정량화값을 산출하는 단계(S500)에서는 상기 추정부(600)는 상기 정량화값으로부터 상대적인 반사도의 값을 산출할 수 있다. 상기 상대적인 반사도의 값은 상기 수학적 4에 의해 산출될 수 있다. 상기 수학적 4, 상기 수학적 5 및 상기 수학적 6에서의 상기 입력 파장 및 상기 출력파장은 상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 파장은 755nm 파장대의 파장, 상기 제2 파장은 761nm 파장대의 파장 및 상기 제3 파장은 770nm 파장대의 파장일 수 있다.
- [0112] 상기 단위 정량화값을 산출하는 단계(S540)에서는 상기 추정부(600)가 특정 시간 간격 내의 상기 정량화값을 평균하여 단위 정량화값을 산출할 수 있다. 예를 들면, 상기 단위 정량화값을 산출하는 단계(S540)에서는 상기 추정부(600)는 1분 간격으로 상기 정량화값을 평균하여 상기 단위 정량화값을 산출할 수 있다. 또는, 상기 추정부(600) 특정 시간 간격 내의 상기 디지털 광량을 평균하여 상기 정량화값을 산출하고 이로부터 상기 단위 정량화값을 산출할 수 있다.

[0113] 상기 정량화값을 산출하는 단계(S500)는 추정부로 전송하는 단계(S501) 및 전송부로부터 전송받는 단계(S502)를 포함할 수 있다. 상기 전송하는 단계(S501) 및 상기 전송부로부터 전송받는 단계(S502)는 제1 정량화값을 산출하는 단계(S510), 제2 정량화값을 산출하는 단계(S520), 제3 정량화값을 산출하는 단계(S530) 및 단위 정량화값을 산출하는 단계(S540)의 수행 이전에 수행될 수 있다.

[0114] 상기 추정부로 전송하는 단계(S501)에서는 상기 전송부(500)는 상기 디지털 광량을 유선 또는 무선 통신을 이용하여 상기 추정부(600)로 전송할 수 있다. 예를 들면, 상기 유선 통신은 LAN일 수 있다. 예를 들면, 상기 전송부(500)와 상기 추정부(600)는 LAN 케이블로 연결될 수 있다. 예를 들면, 상기 무선 통신은 근거리 무선 통신일 수 있다. 예를 들면, 상기 근거리 무선 통신은 와이파이, 블루투스, XBEE 일 수 있으나 본 발명은 통신 방법을 한정하는 것은 아니다.

[0115] 상기 전송부로부터 전송받는 단계(S502)에서는 상기 추정부(600)는 상기 디지털 광량을 상기 전송부(500)로부터 전송받을 수 있다. 상기 추정부(600)는 상기 디지털 광량을 상기 전송부(500)로부터 전송받을 수 있다.

[0118] 본 발명의 실시예들에 따르면, ()는 ()효과를 발생시킬 수 있다.

[0119] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 통상의 기술자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

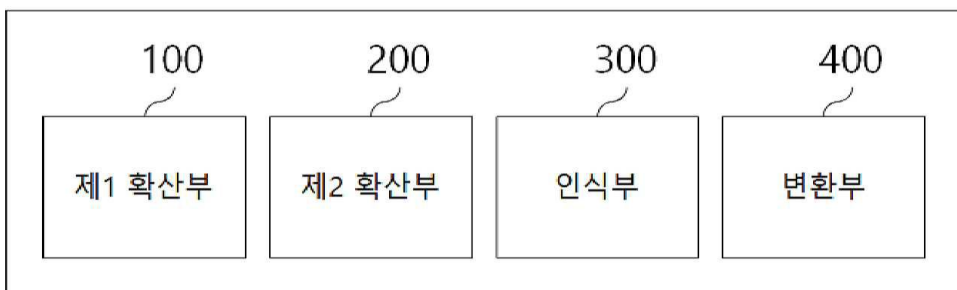
**부호의 설명**

- [0121] 100: 제1 확산부
- 200: 제2 확산부
- 300: 인식부
- 400: 변환부

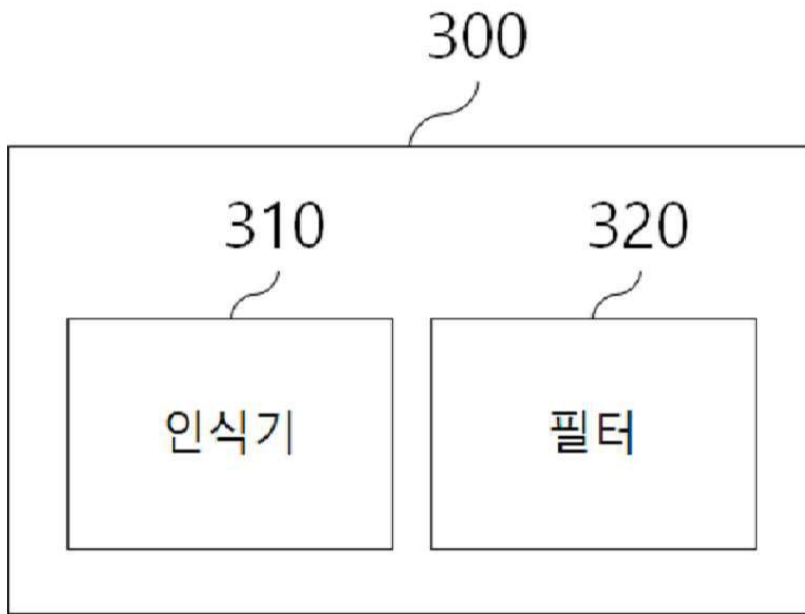
**도면**

**도면1**

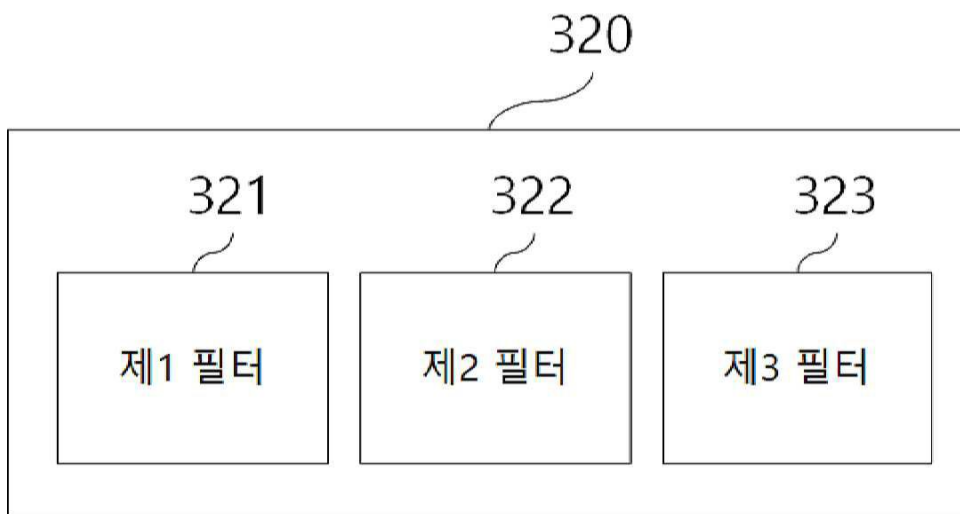
10A



도면2



도면3



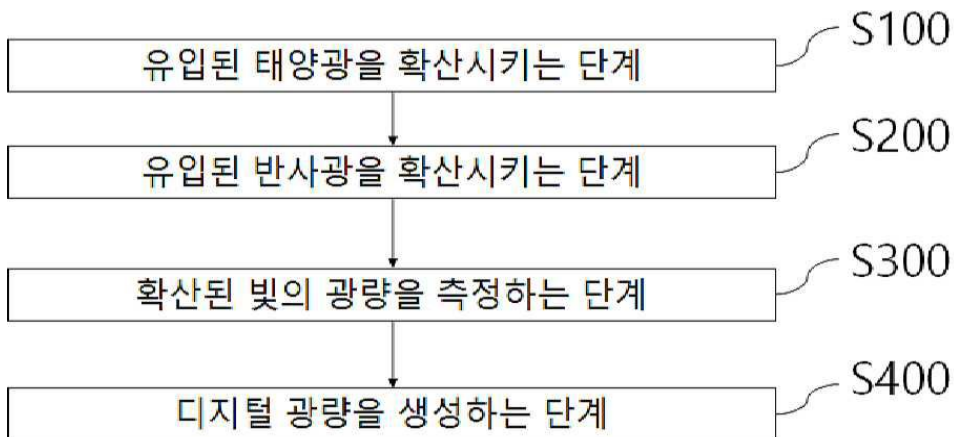
도면4

# 20A



도면5

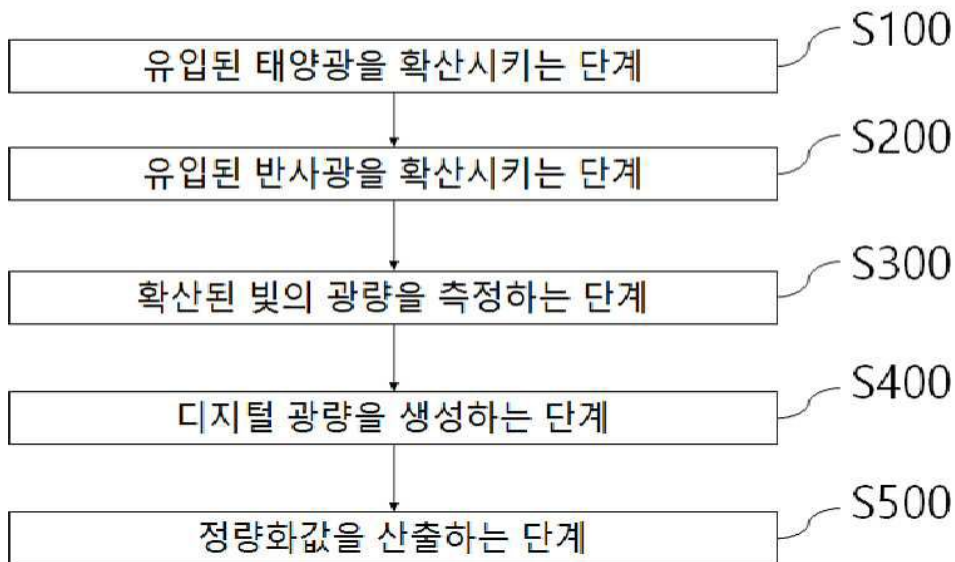
# 10B



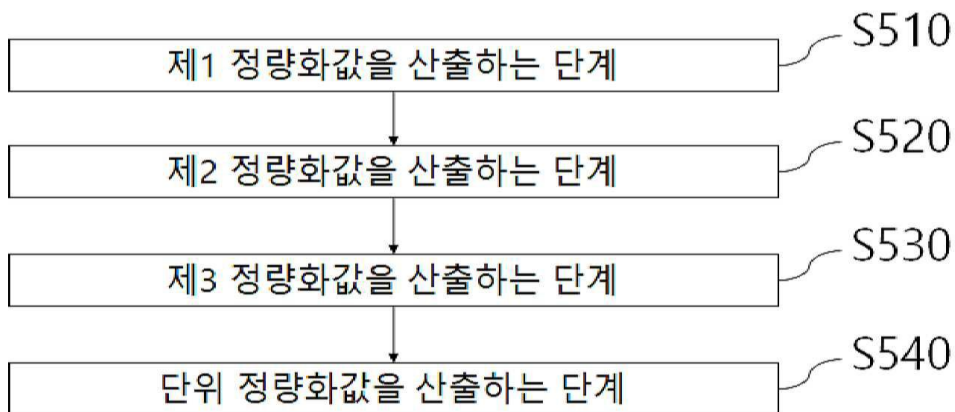


도면6

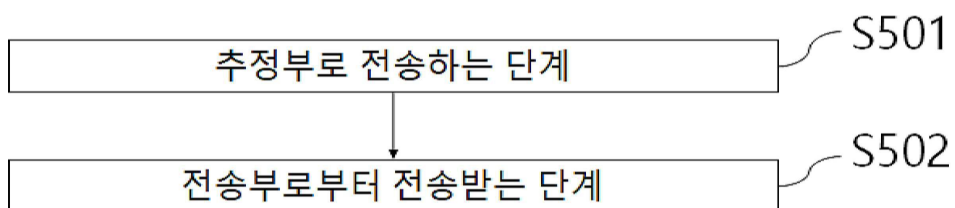
# 20B



도면7



도면8

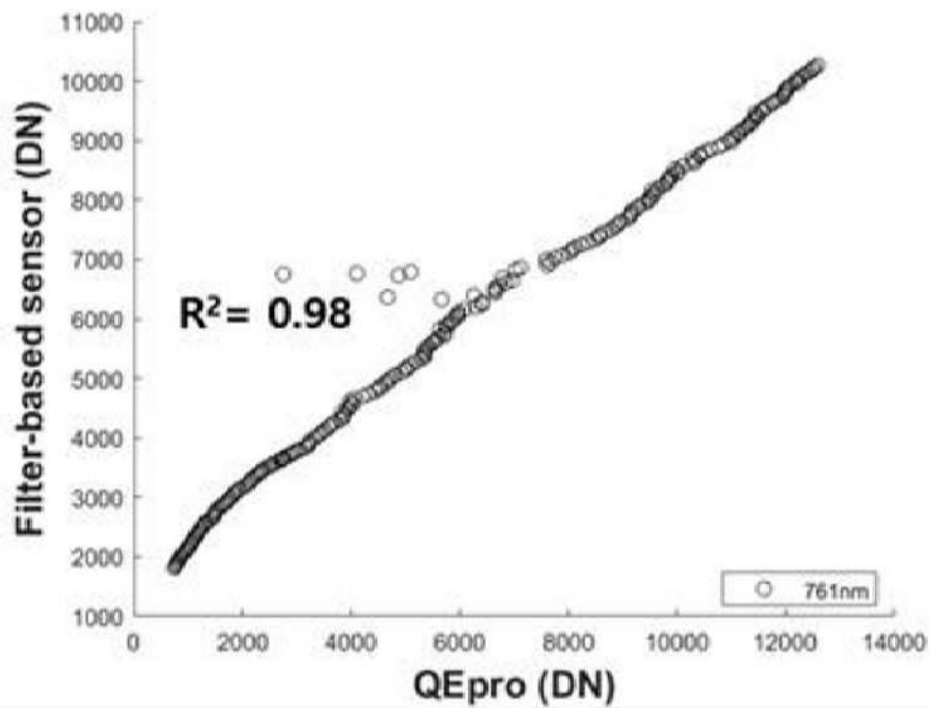


도면9

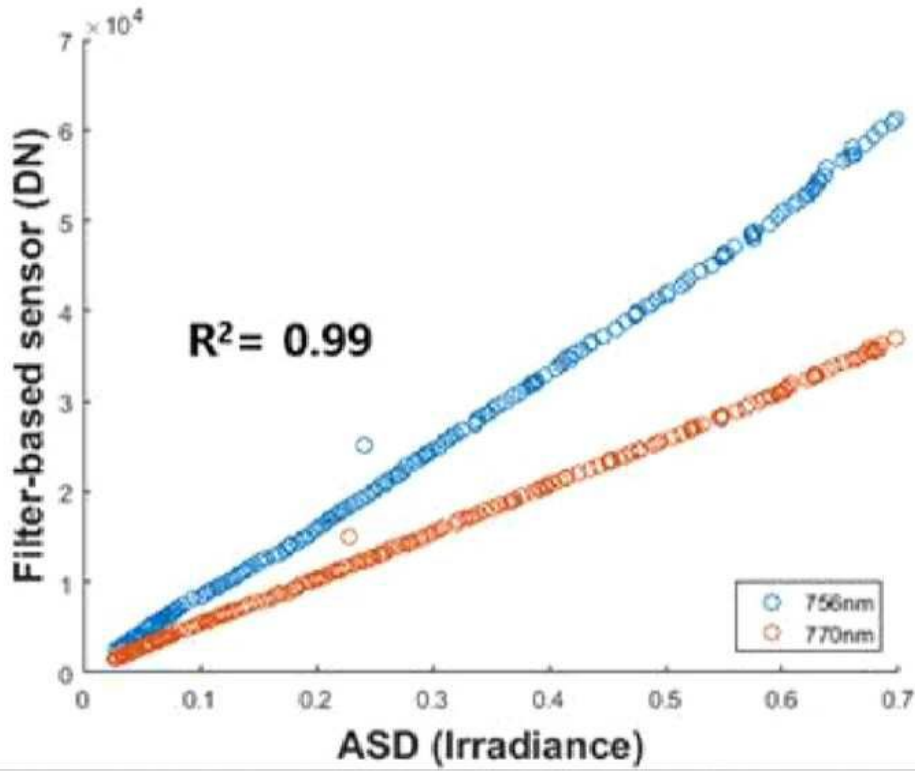
Filters	Peak sensitivity	Full width at half-maximum (FWHM)
Filter 1	755.4 nm	1.0 nm
Filter 2	761.0 nm	1.0 nm
Filter 3	770.0 nm	1.1 nm

Table 1) Filter specifications

도면10



도면11



도면12

