



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월09일
(11) 등록번호 10-2395798
(24) 등록일자 2022년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/55 (2014.01) G01J 1/42 (2006.01)
G01J 3/02 (2006.01) G01J 3/28 (2006.01)
G01N 21/31 (2006.01) G01N 21/359 (2014.01)

(52) CPC특허분류
G01N 21/55 (2013.01)
G01J 1/42 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0151434

(22) 출원일자 2021년11월05일

심사청구일자 2021년11월05일

(56) 선행기술조사문헌

KR101844678 B1*
KR1020190106659 A*
KR1020200139920 A
KR102236756 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서울대학교 산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

(72) 발명자
류영렬
서울특별시 관악구 관악로 1, 200동 9217호(신림동)

이상준
서울특별시 관악구 관악로 1 BK국제관 946 B323
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
신연철

전체 청구항 수 : 총 10 항

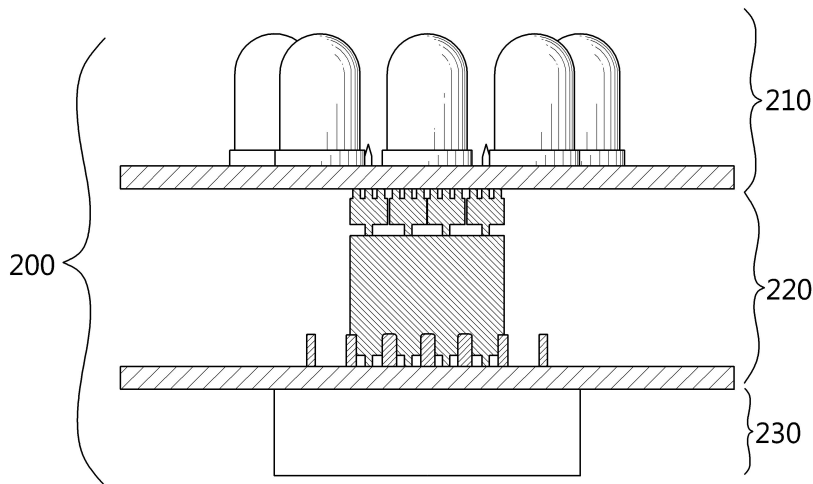
심사관 : 장일석

(54) 발명의 명칭 지표 반사도 측정장치

(57) 요약

본 발명은 광량 및 지표 반사도 산출 장치에 관한 것으로, 모니터링 대상으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역의 신호 및 PAR(Photosynthetically Active Radiation)로부터 분광 센서 신호를 생성하는 분광 센서 회로; 상기 분광 센서 신호에서 노이즈를 제거하는 필터링을 수행하기 위한 데이터 처리부; 외부의 데이터 취득 시스템에서의 요청에 따라 상기 필터링의 결과를 송신하기 위한 통신부; 및 상기 지표 반사도 측정장치의 내부에 결합되어 상기 입력광의 관측 시야각을 조절하는 광조절 모듈;을 포함하여 구성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01J 3/0289 (2013.01)

G01J 3/28 (2013.01)

G01N 21/314 (2013.01)

G01N 21/359 (2013.01)

(72) 발명자

김종민

서울특별시 관악구 신림로 90-7 5층

이정호

서울특별시 송파구 중민로 152 송파파인타운3단지
303동 1004호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1485017630
과제번호	ARQ201901014003
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	도시생태계건강성증진기술개발사업(R&D)
연구과제명	도시생태계 건강성 증진을 위한 구조 및 기능 관리 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 수용공간을 마련하며, 광이 유입되는 유입부를 구비하는 분광센서부(200);

상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 모니터링 대상으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역의 신호 및 PAR(Photosynthetically Active Radiation)로부터 분광 센서 신호를 생성하는 분광 센서 회로(210);

상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 상기 분광 센서 신호에서 노이즈를 제거하는 필터링을 수행하기 위한 데이터 처리부; 외부의 데이터 취득 시스템에서의 요청에 따라 상기 필터링의 결과를 송신하기 위한 통신부(230);

온도 변화, 수분 및 습기로부터 지표 반사도 측정장치를 보호하기 위한 방수 구조(240); 및

상기 분광센서부의 상부에 배치되어 상기 유입부로 유입되는 입력광의 관측 시야각을 조절하는 광조절 모듈(260);을 포함하며,

상기 방수 구조(240)는, 상기 지표 반사도 측정장치를 내장하기 위해 상면이 개방되는 원통형의 방수 구조 본체(4); 상기 방수 구조 본체를 밀폐하기 위해 상기 상면에 배치되고, 상기 입력광을 상기 분광 센서 회로에 균일하게 전달하기 위한 확산판(2); 및 상기 방수 구조 본체 및 상기 확산판의 결합면을 통한 수분 침투를 방지하기 위한 고무 패킹(3);을 포함하는,

지표 반사도 측정장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 광조절 모듈(260)은,

입력광의 양 조절을 위해 제1 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제1 광조절 모듈;

입력광의 양 조절을 위해 제2 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제2 광조절 모듈; 또는

입력광의 양 조절을 위해 제3 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제3 광조절 모듈;

로 구성되는 지표 반사도 측정장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 지표 반사도 측정장치는,

상기 분광센서부(200)와 상기 광조절모듈(260) 사이에 배치되며, 상기 입력광이 유입되는 유입구가 형성되는 덮개부(201)를 더 포함하고,

상기 광조절 모듈(260)은,

상기 덮개부(201)에 접촉하여 고정되는 고정부(262); 및

상기 유입구를 관통하여 상부로 돌출되어 상기 입력광을 가이드하는 광가이드부(261);

를 포함하는 지표 반사도 측정장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 분광 센서 회로, 상기 데이터 처리부 및 상기 통신부를 수용하는 상기 분광센서부(200)는 외형이 원통형 스택 형태의 메자닌(Mezzanine) 구조로 형성되는 지표 반사도 측정장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 방수 구조가 적용되는 상기 지표 반사도 측정장치가 장착되는 지지대 구조;
를 더 포함하는 지표 반사도 측정장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 지지대 구조는,
각각이 상기 지표 반사도 측정장치의 장착에 활용되는 둘 이상의 센서 장착홀들; 및
수평 확인을 위한 수평계의 장착에 활용되는 수평계 장착홀을 포함하는 지표 반사도 측정장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 분광 센서 회로는,

모니터링 대상 식생으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역에서의 세기를 측정하기 위한 적어도 하나의 발광 다이오드;

상기 입력광의 PAR(Photosynthetically Active Radiation)의 세기를 측정하기 위한 포토 다이오드;

상기 적어도 하나의 발광 다이오드의 출력을 증폭하여 특정 파장 증폭 신호를 생성하고, 상기 포토 다이오드의 출력을 증폭하여 PAR 증폭 신호를 생성하기 위한 증폭기; 및

상기 특정 파장 증폭 신호 및 상기 PAR 증폭 신호를 조정하여 분광 센서 신호를 생성하기 위한 수동 소자들;
을 포함하는 지표 반사도 측정장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 적어도 하나의 발광 다이오드는, 입력광의 적색광 대역, 녹색광 대역,

청색광 대역 및 근적외선 대역에서의 세기들을 측정하기 위한 4개의 발광 다이오드들을 포함하는 지표 반사도 측정장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 수동 소자들은, 상기 특정 파장 증폭 신호 및 상기 PAR 증폭 신호에 대한 세기 조정을 위한 적어도 하나의 저항 및 신호 안정화를 위한 적어도 하나의 캐패시터를 포함하는 지표 반사도 측정장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 분광 센서 신호는, NDVI(Normalized Difference Vegetation Index), EVI(Enhanced Vegetation Index), GI(Greenness Index), fPAR(fraction of absorbed Photosynthetically Active Radiation) 및 LAI(Leaf Area Index) 중 적어도 하나를 추정하기 위해 활용되는 지표 반사도 측정장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 사용자가 원하는 관측 시야(FOV) 산출 및 footprint 계산을 통해 원하는 대상의 광량을 측정하고 지표 반사도 자료를 산출하는 장치에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 특정 지역의 식생은 해당 지역의 탄소 순환 및 물 순환과 밀접한 관계에 있고, 해당 지역의 기후 변화에 민감하게 반응하므로, 지구 환경을 이해하기 위해서는 다양한 지역의 식생을 지속적으로 관측할 것이 요구될 수 있다.

[0003] 식생 관측은 위성을 이용한 거시적 관측 방식 또는 현지 조사를 통한 미시적 관측 방식으로 이루어질 수 있다. 위성에 의한 식생 관측은 넓은 범위에 대해 이루어질 수 있으나, 위성 관측 자료에 대한 검증 및 보정을 위해 국지적인 현장 관측값이 필요한 경우가 빈번하게 발생할 수 있다. 이를 위해, 지표 레벨에서의 식생 관측을 수행하기 위한 분광 센서가 활용될 수 있다.

[0004] 하지만, 아직 위성 관측 자료에 대한 검증, 보정은 잘 이루어지고 있지 않고 있으며, 위성 데이터를 보다 정확히 검증, 보정하기 위해서는 지표면에서 위성과 동일한 방법으로 지표 반사도를 측정할 수 있는 수단이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 등록특허공보 제10-2236756호(2021.03.31)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 분광 센서 모듈에 관측 시야(FOV)를 제한하는 각도 제어 모듈을 설비하여, 관측 시야(FOV) 산출 및 footprint 계산을 통해 원하는 대상의 광량을 측정하고 지표 반사도 자료를 산출하도록 하여, 위성 자료를 검증, 보정 및 평가할 수 있도록 하는 지표 반사도 관측 장치를 제공하는 데 있다.

[0007] 또한, 본 발명에 따른 지표 반사도 측정장치는 식생을 모니터링 하기 위한 분광 센서의 구조를 개선하여 식생 모니터링의 효율성 및 경제성을 개선하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 기술한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치는, 내부에 수용공간을 마련하며, 광이 유입되는 유입부를 구비하는 분광센서부(200); 상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 모니터링 대상으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역의 신호 및 PAR(Photosynthetically Active Radiation)로부터 분광 센서 신호를 생성하는 분광 센서 회로(210); 상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 상기 분광 센서 신호에서 노이즈를 제거하는 필터링을 수행하기 위한 데이터 처리부; 외부의 데이터 취득 시스템에서의 요청에 따라 상기 필터링의 결과를 송신하기 위한 통신부(230); 및 상기 분광센서부의 상부에 배치되어 상기 유입부로 유입되는 입력광의 관측 시야각을 조절하는 광조절 모듈(260);을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 실시예에 따른 상기 광조절 모듈(260)은, 입력광의 양 조절을 위해 제1 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제1 광조절 모듈(260A); 입력광의 양 조절을 위해 제2 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제2 광조절 모듈(260B); 또는 입력광의 양 조절을 위해 제3 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제3 광조절 모듈(260C);로 구성될 수 있다.
- [0010] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 상기 지표 반사도 측정장치는, 상기 분광센서부(200)와 상기 광조절모듈(260) 사이에 배치되며, 상기 입력광이 유입되는 유입구가 형성되는 덮개부(201)를 더 포함하고, 상기 광조절 모듈(260)은, 상기 덮개부(201)에 접촉하여 고정되는 고정부(262); 및 상기 유입구를 관통하여 상부로 돌출되어 상기 입력광을 가이드하는 광가이드부(261);를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 상기 분광 센서 회로, 상기 데이터 처리부 및 상기 통신부를 수용하는 상기 분광센서부(200)는 외형이 원통형 스택 형태의 메자닌(Mezzanine) 구조로 형성될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치는 온도 변화, 수분 및 습기로부터 상기 지표 반사도 측정장치를 보호하기 위한 방수 구조(240); 및 상기 방수 구조가 적용되는 상기 지표 반사도 측정장치가 장착되는 지지대 구조;를 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 상기 방수 구조(240)는, 상기 지표 반사도 측정장치를 내장하기 위해 상면이 개방되는 원통형의 방수 구조 본체(4); 상기 방수 구조 본체를 밀폐하기 위해 상기 상면에 배치되고, 상기 입력광을 상기 분광 센서 회로에 균일하게 전달하기 위한 확산판(2); 및 상기 방수 구조 본체 및 상기 확산판의 결합면을 통한 수분 침투를 방지하기 위한 고무 패킹(3);을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 상기 지지대 구조는, 각각이 상기 지표 반사도 측정장치의 장착에 활용되는 둘 이상의 센서 장착홀들; 및 수평 확인을 위한 수평계의 장착에 활용되는 수평계 장착홀을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0015] 나아가, 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 상기 분광 센서 회로는, 모니터링 대상 식생으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역에서의 세기를 측정하기 위한 적어도 하나의 발광 다이오드; 상기 입력광의 PAR(Photosynthetically Active Radiation)의 세기를 측정하기 위한 포토 다이오드; 상기 적어도 하나의 발광 다이오드의 출력을 증폭하여 특정 파장 증폭 신호를 생성하고, 상기 포토 다이오드의 출력을 증폭하여 PAR 증폭 신호를 생성하기 위한 증폭기; 및 상기 특정 파장 증폭 신호 및 상기 PAR 증폭 신호를 조정하여 분광 센서 신호를 생성하기 위한 수동 소자들;을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0016] 나아가, 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치는 상기 적어도 하나의 발광 다이오드는, 입력광의 적색광 대역, 녹색광 대역, 청색광 대역 및 근적외선 대역에서의 세기들을 측정하기 위한 4개의 발광 다이오드들을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0017] 이 경우, 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 상기 수동 소자들은, 상기 특정 파장 증폭 신호 및 상기 PAR 증폭 신호에 대한 세기 조정을 위한 적어도 하나의 저항 및 신호 안정화를 위한 적어도 하나의 캐패시터를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 다른 실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 상기 분광 센서 신호는, NDVI(Normalized Difference Vegetation Index), EVI(Enhanced Vegetation Index), GI(Greenness Index), fPAR(fraction of absorbed Photosynthetically Active Radiation) 및 LAI(Leaf Area Index) 중 적어도 하나를 추정하기 위해 활용될 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시예에 따르면, 분광 센서 모듈에 관측 시야(FOV)를 제한하는 각도 제어 모듈을 설비하여, 관측 시

야(FOV) 산출 및 footprint 계산을 통해 원하는 대상의 광량을 측정하고 지표 반사도 자료를 산출하도록 하여, 위성 자료를 검정, 보정 및 평가할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 지표 반사도 관측 장치는 식생을 모니터링 하기 위한 분광 센서의 구조를 개선하여 식생 모니터링의 효율성 및 경제성을 개선하고자 한다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 식생 모니터링 시스템에서 지표 반사도 측정장치가 동작하는 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치와 광조절 모듈을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 광조절 모듈의 측면도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치에 결합된 광조절 모듈을 적용하여 지표 반사도를 관측하는 사용예를 도시한 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 광조절 모듈의 관측 시야(FOV: Field Of View)를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 식생 모니터링을 위한 분광 센서 회로를 구성하는 요소들을 설명하기 위한 블록도이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 식생 모니터링을 위한 분광 센서 회로가 구현되는 예시를 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 통신부가 구현되는 예시를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 방수 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치의 지지대 구조를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 바람직한 본 발명의 일실시예에 대해서 상세히 설명한다. 다만, 실시형태를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면에서의 각 구성요소들의 크기는 설명을 위하여 과장될 수 있으며, 실제로 적용되는 크기를 의미하는 것은 아니다.

[0023] 도 1은 본 발명에 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치(이하, '본 발명'이라 한다.)의 구조를 도시한 측단면 개념도이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명은 내부에 수용공간을 마련하며, 광이 유입되는 유입부를 구비하는 분광센서부(200)와, 상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 모니터링 대상으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역의 신호 및 PAR(Photosynthetically Active Radiation)로부터 분광 센서 신호를 생성하는 분광 센서 회로(210), 상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 상기 분광 센서 신호에서 노이즈를 제거하는 필터링을 수행하기 위한 데이터 처리부; 외부의 데이터 취득 시스템에서의 요청에 따라 상기 필터링의 결과를 송신하기 위한 통신부(230) 및 상기 분광센서부의 상부에 배치되어 상기 유입부로 유입되는 입력광의 관측 시야각을 조절하는 광조절 모듈(260)을 포함하여 구성될 수 있도록 한다.

[0025] 특히, 본 발명에서는, 분광 센서 모듈에 더욱 정확한 데이터 추출을 위해 유입되는 입력광의 관측 시야각을 조절할 수 있도록 하는 광조절 모듈(260)을 설치하여, 관측 시야(FOV) 산출 및 footprint 계산을 통해 원하는 대상의 광량을 측정하고 지표 반사도 자료를 산출하도록 하여, 위성 자료를 검정, 보정 및 평가할 수 있도록 하는 지표 반사도 관측 장치에 적용할 수 있도록 하는 장점이 구현된다.

[0026] 이를테면, 도 2는 본 발명의 지표 반사도 측정장치를 적용하는 식생 모니터링 시스템(10)에서 지표 반사도 측정장치가 동작하는 방식을 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 도 2를 참조하면, 식생 모니터링 시스템(10)은 모니터링 대상 식생(100), 지표 반사도 측정장치(200) 및 데이터 취득 시스템(300)으로 구성될 수 있다. 식생 모니터링 시스템(10)에서는 지표 반사도 측정장치(200)가 모니터링

대상 식생 (100)으로부터 관측되는 분광 신호를 데이터 취득 시스템(300)에 전달할 수 있다.

- [0028] 모니터링 대상 식생(100)은 시스템(10)에서 지표 반사도 측정장치(200)의 측정 대상이 되는 식생을 의미할 수 있다. 예를 들면, 모니터링 대상 식생(100)은 원예, 작물, 산림 또는 토양 등의 식물 군락을 의미할 수 있다. 뿐만 아니라, 기후 변화, 지구 온난화, 도시 계획 또는 리빙 랩(living lab) 등의 연구를 위한 관측 대상이라면, 제한 없이 모니터링 대상 식생(100)에 해당할 수 있다.
- [0029] 상기 지표 반사도 측정장치(200)는 모니터링 대상 식생(100)을 관측하여 센서 신호를 생성할 수 있다. 후술할 바와 같이, 지표 반사도 측정장치(200)의 센서 신호에 기초하여, NDVI(Normalized Difference Vegetation Index), EVI(Enhanced Vegetation Index), GI(Greenness Index), fPAR(fraction of absorbed Photosynthetically Active Radiation) 및 LAI(Leaf Area Index) 등의 식생 지수들이 추정될 수 있다.
- [0030] 상기 지표 반사도 측정장치(200)는 다양한 무선 통신 프로토콜에 기반하여 외부의 데이터 취득 시스템(300)과 통신할 수 있다. 데이터 취득 시스템(300)의 요청에 따라 지표 반사도 측정장치(200)는 모니터링 대상 식생 (100)에 대한 관측 결과를 데이터 취득 시스템(300)에 전송할 수 있다.
- [0031] 상기 지표 반사도 측정장치(200)는 모니터링 대상 식생(100)의 근방에 설치될 수 있다. 위성 관측 데이터와 같은 광범위 데이터를 검정 또는 보정하기 위한 국지적인 현장 관측값을 생성하기 위하여, 상기 지표 반사도 측정장치(200)는 지표 레벨에서 모니터링 대상 식생(100)을 모니터링할 수 있다. 지표 반사도 측정장치(200)의 설치 개수에 따라 모니터링 정확도 또한 변경될 수 있으므로, 높은 정확도를 위해 다수의 지표 반사도 측정장치 (200)가 지표 레벨에서 모니터링 대상 식생(100)의 근방에 설치될 수 있다.
- [0032] 상기 지표 반사도 측정장치(200)는 지표 레벨에서 모니터링 대상 식생(100)의 근방에 설치되기 때문에, 지표 반사도 측정장치(200)가 환경 변화에 강한 특성을 가질 것이 요구될 수 있다. 예를 들면 식물 군락 등 야외에서의 다양한 온도, 수분 또는 습기 환경에 영향을 받지 않기 위해서는 이를 위한 보조 구조물들이 지표 반사도 측정장치(200)에 구비될 것이 요구될 수 있다.
- [0033] 상기 지표 반사도 측정장치(200)는 모니터링 대상 식생(100)을 관측하기 위해 분광 센서 회로(210), 데이터 처리부(220) 및 통신부(230)를 구비할 수 있다. 특히, 단일 모듈의 형태로 구비되는 발광 다이오드 및 포토 다이오드를 포함하는 분광 센서 회로(210)에 의하면, 그 간소화된 구조에 의해 식생 모니터링에 필요한 파장 대역을 효율적으로 관측하는 것이 가능해질 수 있으며, 기존의 분광계에서와 같이 불필요한 파장 대역들에 대해서도 스펙트럼 분석이 수행되어 식생 모니터링에 비효율이 초래되는 것이 방지될 수 있다.
- [0034] 데이터 취득 시스템(300)은 모니터링 대상 식생(100)의 근방에 다수 개 설치되는 지표 반사도 측정장치(200)들에 의한 관측 데이터를 관리할 수 있다. 데이터 취득 시스템(300)은 지표 반사도 측정장치(200)들에 데이터 전송을 요청할 수 있으며, 요청이 발생하는 경우 지표 반사도 측정장치(200)의 통신부(230)는, 예를 들면 SDI-12 통신 프로토콜에 따라 데이터 취득 시스템(300)과의 데이터 통신을 수행할 수 있다.
- [0035] 전술한 바와 같이 식생 모니터링 시스템(10)의 지표 반사도 측정장치(200)는 기존의 분광계가 갖는 비효율성 및 비경제성을 개선하기 위해 개발된 것으로서, 분광 센서 회로(210)의 단일 모듈형 구조에 의해 식생 모니터링에 필요한 파장 대역의 분광 신호 취득이 수행될 수 있으며, 지표 반사도 측정장치(200)는 기존의 분광계 대비 간소화된 구조로 구현될 수 있다. 따라서, 본 발명의 지표 반사도 측정장치(200)에 의하면 식생 모니터링의 효율성 및 경제성이 개선될 수 있다.
- [0037] 이하에서는, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치(200)의 구조를 구체적으로 설명하기로 한다. 도 3은 도 1의 구조에 방수구조물을 장착하여 실제 적용이 가능하게 한 구조이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 상기 지표 반사도 측정장치(200)에는 분광 센서 회로(210), 데이터 처리부(220) 및 통신부(230)를 수용하는 구조로 구현할 수 있고, 상기 분광 센서 회로(210), 데이터 처리부(220) 및 통신부(230)를 수용하는 수용공간을 형성하는 외부 하우징은, 원통형 스택 형태의 메자닌(Mezzanine) 구조로 형성될 수 있다.
- [0039] 상기 지표 반사도 측정장치(200)의 수용공간을 구현하는 하우징의 메자닌 구조는 도시된 바와 같이 다층 기판들의 상하로 회로 소자들이 배치되는 구조를 의미할 수 있다.
- [0040] 상기 분광 센서 회로(210)는 모니터링 대상(이를테면, 도 2에서의 '식생')의 입력광을 감지하여 분광 센서 신호를 생성할 수 있다. 분광 센서 회로(210)는 분광 센서 신호를 데이터 처리부(220)에 전달할 수 있다.
- [0041] 상기 데이터 처리부(220)는 분광 센서 신호에서 노이즈를 제거하는 필터링을 수행할 수 있다. 입력광에 외란이

있는 경우 분광 센서 회로(210)의 출력에 노이즈가 포함될 수 있으므로, 이를 제거하기 위해 데이터 처리부(220)의 필터링이 수행될 수 있다. 예를 들면, 분광 센서 신호는 분광 센서 회로(210)에 의해 일정 시간 간격으로 측정될 수 있고, 이에 대한 데이터 처리부(220)의 필터링에 의해 필터링 결과 신호가 일정 시간 간격으로 업데이트될 수 있다.

- [0042] 상기 데이터 처리부(220)는 분광 센서 신호에 대한 필터링을 수행하기 위한 하드웨어 구성을 구비할 수 있다. 예를 들면, 상기 데이터 처리부(220)는 분광 센서 신호에 대한 필터링 등의 각종 데이터 처리를 수행하도록 구성되는 프로세서 및 데이터 처리를 위한 명령어들을 저장하는 메모리를 포함할 수 있다.
- [0043] 상기 통신부(230)는 외부의 데이터 취득 시스템(300)에서의 요청에 따라 필터링의 결과를 송신할 수 있다. 상기 통신부(230)는 데이터 처리부(220)로부터 분광 센서 신호에 대한 필터링의 결과를 전달받을 수 있고, 데이터 취득 시스템(300)으로부터의 요청이 있는 경우 무선 데이터 통신으로 필터링 결과를 데이터 취득 시스템(300)에 전송할 수 있다.(도 2참조)
- [0044] 상기 통신부(230)는 SDI-12 통신 프로토콜에 따라 데이터 취득 시스템(300)과의 데이터 통신을 수행할 수 있다. SDI-12 통신 프로토콜은 다양한 센서 시스템에서 널리 활용되는 방식으로서, SDI-12 통신 프로토콜의 활용에 의해 지표 반사도 측정장치(200)의 활용성 및 효율성이 향상될 수 있다. 다만 이에 제한되는 것은 아니고, SDI-12 통신 프로토콜 이외의 다른 다양한 무선 통신 방식이 통신부(230) 및 데이터 취득 시스템(300) 간의 통신에 활용될 수 있다.
- [0045] 도 3은 도 2에서 상술한 본 발명에 따른 지표 반사도 측정장치(200)에 구현되는 방수 구조(240)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 지표 반사도 측정장치(200)에 구현되는 방수 구조(240)를 포함하는 지표 반사도 측정장치(200)의 정면도(a) 및 사시도(b)가 도시되어 있다. 도 2에서 상술한 본 발명에 따른 지표 반사도 측정장치(200)는, 분광 센서 회로(210), 데이터 처리부(220) 및 통신부(230)와 함께, 온도 변화, 수분 및 습기로부터 지표 반사도 측정장치(200)를 보호하기 위한 방수 구조(240)를 더 포함하는 구조로 구현될 수 있다.
- [0047] 이러한 방수 구조(240)는 지표 반사도 측정장치(200)를 내장하기 위해 상면이 개방되는 원통형의 방수 구조 본체(4), 및 방수 구조 본체(4)를 밀폐하기 위해 상면에 배치되고, 입력광을 분광 센서 회로(210)에 균일하게 전달하기 위한 확산판(2)을 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 방수 구조 본체(4) 및 확산판(2)에 의하면, 지표 반사도 측정장치(200)가 방수 구조(240)의 내부에 내장될 수 있으므로, 모니터링 대상 식생(100)의 특성에 따라 온도/습도 환경이 열악한 경우에도, 온도 변화나 수분/습기의 영향이 차단될 수 있다. 또한, 입력광이 확산판(2)을 거치며 분광 센서 회로(210)에 보다 균일하게 입력될 수 있으므로, 지표 반사도 측정장치(200)의 센싱 성능이 보다 안정화될 수 있다.
- [0049] 한편, 방수 구조(240)는 방수 구조 본체(4) 및 확산판(2)의 결합면을 통한 수분 침투를 방지하기 위한 고무 패킹(3), 확산판(2) 및 고무 패킹(3)을 상면에 밀착하기 위한 덮개부(1), 및 외부와의 통신 및 전원 공급을 위한 커넥터(5)를 더 포함할 수 있다. 상기 고무 패킹(3) 및 덮개부(1)에 의하면, 방수 구조 본체(4) 및 확산판(2)의 밀폐가 보다 확실하게 이루어질 수 있으므로, 수분이나 습기가 방수 구조(240) 내부의 지표 반사도 측정장치(200)에 침투하는 것이 더욱 효과적으로 방지될 수 있다. 또한, 커넥터(5)에 의하면 방수 구조(240) 내부의 지표 반사도 측정장치(200)에 전력선이나 통신선이 인입되는 것이 용이해질 수 있다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 지표 반사도 측정장치(200)에 광조절모듈(260)을 장착하여 상기 지표 반사도 측정장치(200)의 내부로 입사되는 입력광을 조절할 수 있도록 구현한다. 즉, 상기 광조절모듈(260)은 상기 지표 반사도 측정장치(200)의 내부에 배치되는 분광 센서 모듈에 관측 시야(FOV)를 제한하여 원하는 범위의 **입사광의 광량을 측정하고, 이를 바탕으로 관측 시야(FOV) 산출 및 footprint 계산을 통해 지표 반사도 자료를 산출할 수 있게 할 수 있다.**
- [0051] 상기 광조절 모듈(260)은 다양한 길이의 원통형의 광가이드부(261)와 고정부(262)를 포함하여 구성될 수 있다. 즉, 상기 지표 반사도 측정장치(200)의 덮개부(1)에 상기 광조절 모듈(260)의 고정부(262)가 접촉하여 고정되고, 상기 광가이드부(261)가 상기 유입구를 관통하여 상부로 돌출되어 상기 입력광을 가이드할 수 있다. 이와 같이, 관측 시야(FOV)를 통해 footprint 계산이 가능하여 **그 각도에 따른 빛이 들어오는 세기 또는 광량을 측정할 수 있다.**
- [0052] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 광조절모듈(260)을 설명하기 위한 도면으로서, 도 5는 도 3 및 도

4에서 상술한 지표 반사도 측정장치(200)의 상부에 배치되는 광조절모듈(260)의 사시도를 도시한 것이다.

- [0053] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치 (200)에 결합된 광조절모듈(260)을 도시한 사시도이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 광조절 모듈(260)의 관측 시야(FOV: Field Of View)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0054] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명에서의 지표 반사도 측정장치 (200)에 결합하는 광조절 모듈(260)은 다양한 길이의 원통형의 광가이드부(261)와 고정부(262)를 포함하여 구성될 수 있다. 광가이드부(261)은 시야각을 제한하는 기능을 수행하며, 고정부(262)는 지표 반사도 측정장치 (200)에 고정시키기 위한 고정부재 또는 고정매체 구조를 의미한다.
- [0055] 예를 들어, 상기 광조절 모듈(260)은 상기 입력광의 양 조절을 위해 제1 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제1 광조절 모듈, 상기 입력광의 조절을 위해 제2 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제2 광조절 모듈 또는 상기 입력광 조절을 위해 제3 관측 시야(FOV: Field Of View)를 갖도록 구성되는 제1 광조절 모듈로 구성될 수 있다.
- [0056] 즉, 이와 같이 구성되는 광조절모듈 중에서 어느 하나를 선택하여 상기 지표 반사도 측정장치(200) 상부에 결합할 수 있다. 또는 이와는 달리, 입력광을 조절하기 위한 조절가리개(미도시)를 자동 또는 반자동으로 구현하여 입력되는 광을 조절하도록 일체형으로 구현하는 것도 가능하다.
- [0057] 즉, 도 5에 도시된 것과 같이, (a)는 광조절모듈을 장착하지 않는 상태의 지표 반사도 측정장치(200)을 도시한 것이며, (b)는 광조절모듈(260)을 장착한 지표 반사도 측정장치(200)을 도시한 것이다.
- [0058] 도 5에 도시된 것과 같이, 상기 지표 반사도 측정장치(200)는 상기 분광센서부(210)와 상기 광조절모듈(260) 사이에 배치되며, 상기 입력광이 유입되는 유입구(L1)가 형성되는 덮개부(201)를 포함하도록 구성되고, 상기 광조절 모듈(260)은 고정부(262) 및 광가이드부(261)를 포함하도록 구성되며, 상기 고정부(262)가 상기 덮개부(201)에 접촉하여 고정되고, 상기 광가이드부(261)가 상기 유입구를 관통하여 상부로 돌출되어 상기 입력광을 가이드할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 일실시예에 따르면 지표 반사도 측정장치(200)에 광조절 모듈을 추가로 장착한 상태에서 다양한 각도에서 그 각도에 따른 **입력광의 광량을 측정한다.**
- [0060] 이를 통해, 상기 지표 반사도 측정장치(200)에 광조절 모듈을 장착하지 않은 도 5 (a)의 구조는 상부에서 입사광을 관측하고, 상기 지표 반사도 측정장치(200)에 광조절모듈을 장착한 도 5(b) 구조는 광조절모듈(260)이 지표면을 바라보도록 배치하여 관측 시야(FOV: Field Of View) 제한하여 반사광을 측정할 수 있다.
- [0061] 이를 테면, 상술한 것과 같이, 광조절모듈의 규격을 예시하면, 제1 광조절 모듈의 광가이드부(261)의 길이는 32mm로 구성될 수 있으며, 제2 광조절 모듈의 광가이드부(261)의 길이는 45mm로 구성될 수 있으며, 제3 광조절 모듈의 광가이드부(261)의 길이는 69mm로 구성될 수 있다.(도 6 참조)
- [0062] 그에 따라, 도 6에 도시된 것과 같이, 지표에서 반사되는 반사광을 관측하도록 하되, 제1 광조절 모듈의 관측 시야(FOV)의 범위는 51.17° 에서 128.82° 로서 실질적으로 77.65° 가 실제 관측 시야가 될 수 있으며, 제2 광조절 모듈의 관측 시야(FOV)의 범위는 60.22° 에서 119.77° 로서 실질적으로 59.55° 가 실제 관측 시야가 될 수 있다.(물론, 조절각에 따라 광량을 특징하는 광 조절 모듈을 3개로 구현하는 것은 일예이며, 필요에 따라 다양한 범위로 다르게 구현할 수 있음은 물론이다. 나아가, 하나의 광조절모듈을 장착하고, 광조절모듈의 상부에 입구의 사이즈를 자동 또는 반자동으로 조절하는 조리개부를 구비하여 구현하는 것도 가능하다.)
- [0063] 이와 같이, 관측 시야(FOV)를 통해 footprint 계산이 가능하여 그 각도에 따른 빛이 **들어오는 광량을 측정할 수 있다.**
- [0064] 도 7을 기준으로, 도 3 내지 도 6를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 광조절 모듈(260)을 적용하는 지표 반사도의 측정 방식을 설명하기로 한다.
- [0065] 도 7을 참조하면, 지표 반사도 산출을 위한 본 발명의 적용은, 도 5 (a)의 구조의 지표 반사도 측정장치를 상부를 바라보게 배치하고, 도 5 (b)의 구조로 광조절모듈(260)을 장착한 구조를 지표면을 바라보도록 세트로 배치할 수 있다.
- [0066] 이에, 상부 방향을 바라보는 도 5 (a)의 구조의 지표 반사도 측정장치에서는 광의 입사부(L1) 전체가 노출되어

있어 상부에서 자연상태에서 지표로 입사되는 광을 관측할 수 있도록 하고, 도 5 (b)의 구조와 같이 광조절모듈 (260)을 장착한 구조는 광조절모듈(260)이 지표면을 바라보도록 배치하여, 지표에서 반사되는 반사광을 시야각을 조절한 상태로 관측할 수 있도록 한다.

- [0067] 즉, 하늘방향으로 배치된 장치는 입사되는 광을 전체적으로 관측할 수 있도록 하고, 지표면 방향으로 배치된 장치에서는 분광 센서 모듈에 관측 시야(FOV)를 제한하도록 하고, **관측 시야(FOV) 산출 및 footprint 계산을 통해 원하는 대상의 광량을 측정하고 지표 반사도 자료를 산출하여**, 위성 자료를 검정, 보정 및 평가할 수 있도록 한다.
- [0068] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 관측 대상(이를테면, '식생')을 모니터링을 위한 분광 센서 회로(210)를 구성하는 요소들을 설명하기 위한 블록도이다.(이하에서는, 관측대상을 식생으로 하여, 식생을 모니터링하는 기능에 초점을 두어 설명하기로 한다.)
- [0069] 도 8을 참조하면, 분광 센서 회로(210)는 적어도 하나의 발광 다이오드(211), 포토 다이오드(212), 증폭기(213) 및 수동 소자들(214)을 포함할 수 있다. 다만 이에 제한되는 것은 아니고, 도 9에 도시된 요소들 외에 다른 범용적인 요소들이 분광 센서 회로(210)에 더 포함될 수 있다.
- [0070] 적어도 하나의 발광 다이오드(211)는 모니터링 대상 식생(100)으로 부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역에서의 세기를 측정할 수 있다.
- [0071] 발광 다이오드(LED)는 일반적으로 정방향의 전압 인가시에 광을 발 하는 소자이나, 역방향의 전압이 인가되는 상태에서는 외부에서 입사되는 광에 대응하여 LED에 흐르는 전류, 또는 형성되는 전압을 측정하는 방식으로, 광을 측정하는 용도로 활용될 수도 있다.
- [0072] 따라서, 적어도 하나의 발광 다이오드(211)는 역방향 전압 인가시에 특정 파장의 광에 응답하여 전류 또는 전압을 생성하도록 구성될 수 있고, 그에 따라 적어도 하나의 발광 다이오드(211)는 입력광의 특정 파장 대역에서의 세기를 측정할 수 있다.
- [0073] 예를 들면, 적어도 하나의 발광 다이오드(211)는 입력광의 적색광 대역, 녹색광 대역, 청색광 대역 및 근적외선 대역에서의 세기들을 측정하기 위한 4개의 발광 다이오드들을 포함할 수 있다. 즉, 적어도 하나의 발광 다이오드(211)가 4개의 LED들인 경우 각 LED는 적색광, 녹색광, 청색광 및 근적외선 중 어느 하나의 파장 대역의 광에 반응하도록 구성될 수 있다.
- [0074] 적어도 하나의 발광 다이오드(211)가 입력광의 특정 파장 대역에서의 세기를 측정하도록 구성됨에 따라, 분광 센서 회로(210)는 식생 모니터링을 위해 필요한 파장 대역에서의 광 세기를 효율적으로 측정할 수 있다. 따라서, 종래의 분광계의 경우와는 달리, 분광 센서 회로(210)는 넓은 범위 파장 대역들 전부에 대해 스펙트럼 분석을 수행하지 않고서도, 식생 모니터링을 위해 요구되는 일부 파장 대역들만을 분석할 수 있으므로, 지표 반사도 측정장치(200)의 분광 효율이 향상될 수 있다.
- [0075] 포토 다이오드(212)는 입력광의 PAR(Photosynthetically Active Radiation)의 세기를 측정할 수 있다.
- [0076] 포토 다이오드(photo diode)는 광검출 기능을 하는 다이오드 소자로서, 자외선이나 엑스선 등 다양한 대역의 광 검출에 활용될 수 있다. 적어도 하나의 발광 다이오드(211)와 마찬가지로, 포토 다이오드(212) 또한 역전압 인가시에 특정 파장의 광에 반응하여 전기 저항이 변경되는 특성을 활용하여, 특정 대역의 광을 검출하는 용도로 활용될 수 있다.
- [0077] 포토 다이오드(212)에 의해 검출되는 파장 대역은 PAR일 수 있다. PAR은 식생 또는 식물 군락의 엽록소에서의 광합성 과정에 활용 가능한 태양 복사 스펙트럼의 범위를 의미하는 것으로서, 일반적으로 약 400 nm 내지 700 nm의 파장 대역을 의미할 수 있다.
- [0078] 적어도 하나의 발광 다이오드(211)와는 별개로, 포토 다이오드(212)가 구비되어 광합성에 관련된 PAR의 세기가 측정될 수 있으므로, 분광 센서 회로 (210)에 의해 모니터링 대상 식생(100)의 광합성 활성의 정도가 보다 적절하게 파악될 수 있다. 즉, 분광 센서 회로(210)에서의 적어도 하나의 발광 다이오드(211) 및 포토 다이오드(212)의 일체형 단일 모듈 형태에 의하면, 그 구조의 간소함에도 불구하고 모니터링 대상 식생(100)을 정밀하게 분석하는 것이 가능할 수 있다.
- [0079] 증폭기(213)는 적어도 하나의 발광 다이오드(211)의 출력을 증폭하여 특정 파장 증폭 신호를 생성하고, 포토 다이오드(212)의 출력을 증폭하여 PAR 증폭 신호를 생성할 수 있다.

- [0080] 역전압 인가에 의한 적어도 하나의 발광 다이오드(211)의 출력, 및 포토 다이오드(212)의 출력은 직접 검출하기가 용이하지 않은 매우 미세한 변화일 수 있으므로, 분광 센서 회로(210)에 증폭기(213)가 구비되어 다이오드 출력들이 증폭될 수 있다. 증폭기(213)로는 일반 용도로 활용되는 연산 증폭기가 활용될 수 있다.
- [0081] 수동 소자들(214)은 특정 파장 증폭 신호 및 PAR 증폭 신호를 조정하여 분광 센서 신호를 생성할 수 있다.
- [0082] 증폭기(213)의 증폭에 의해 적어도 하나의 발광 다이오드(211)의 출력을 특정 파장 증폭 신호로 생성하고, 포토 다이오드(212)의 출력을 PAR 증폭 신호로 생성하기 위해서는, 증폭기(213), 적어도 하나의 발광 다이오드(211), 포토 다이오드(212), (+) 전원단 및 (-) 전원단 상호간의 관계에서 다양한 역할을 수행하기 위한 수동 소자들(214)이 적절하게 배치될 것이 요구될 수 있다.
- [0083] 예를 들면, 수동 소자들(214)은 특정 파장 증폭 신호 및 PAR 증폭 신호에 대한 세기 조정을 위한 적어도 하나의 저항 및 신호 안정화를 위한 적어도 하나의 캐패시터를 포함할 수 있다. 그 외에도, 수동 소자들(214)로서 저항 및 캐패시터는 분광 센서 회로(210)의 구성 소자들 사이에서 다양한 기능을 할 수 있으며, 필요에 따라 다양한 방식으로 수동 소자들(214)이 배치될 수 있다.
- [0084] 증폭기(213) 및 수동 소자들(214)을 거쳐 출력되는 분광 센서 회로(210)의 분광 센서 신호는 모니터링 대상 식생(100)의 다양한 정보를 내포하고 있으며, 분광 센서 신호가 지표 반사도 측정장치(200)를 통해 데이터 취득 시스템(300)에 전달되는 경우, 다양한 식생 지수의 추정에 활용될 수 있다.
- [0085] 예를 들면, 분광 센서 신호는, NDVI(Normalized Difference Vegetation Index), EVI(Enhanced Vegetation Index), GI(Greenness Index), fPAR(fraction of absorbed Photosynthetically Active Radiation) 및 LAI(Leaf Area Index) 중 적어도 하나를 추정하기 위해 활용될 수 있다. 따라서, 스마트 분광 센서(200)에 의하면 모니터링 대상 식생(100)의 지표 레벨에서의 다양한 특성들이 정량적으로 분석될 수 있다.
- [0087] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 식생 모니터링을 위한 분광 센서 회로(210)가 구현되는 예시를 나타내는 도면이다.
- [0088] 도 9를 참조하면, 분광 센서 회로(210)의 구현 예시가 도시되어 있다. 분광 센서 회로(210)에는 입력광을 감지하기 위한 적어도 하나의 발광 다이오드(211) 또는 포토 다이오드(212)로서 다이오드(D1)가 배치될 수 있고, 그 출력을 증폭하기 위한 증폭기(213)가 배치될 수 있으며, 이들의 연결 관계에서 다양한 수동 소자들(214)이 배치될 수 있다.
- [0089] 도시된 바와 같이, 다이오드(D1)의 양단이 증폭기(213)의 두 입력 단자에 연결될 수 있고, 광 검출에 따른 전압 변동이 증폭되어 증폭기(213)의 출력 단자에서 출력될 수 있다.
- [0090] 한편, 도 9의 실시예에서는 하나의 다이오드만이 도시되어 있으나, 실제 구현시에는 복수 개의 다이오드들이 분광 센서 회로(210)에 배치될 수 있다. 이 경우, 각 다이오드마다 증폭기(213)가 배치될 수 있다. 또한, 수동 소자들(214)로서 저항들 및 캐패시터들의 배치는 예시적인 것이고, 필요에 따라 수동 소자들(214)의 개수, 소자값 또는 연결 위치 등이 변경될 수 있다.
- [0092] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치(200)의 통신부(230)가 구현되는 예시를 나타내는 도면이다.
- [0093] 도 10을 참조하면, 통신부(230)의 구현하는 회로도 예시가 도시되어 있다. 통신부(230)의 예시 회로도에 의하면, SDI-12 통신 프로토콜에 따른 스마트 분광 센서(200) 및 데이터 취득 시스템(300) 간의 데이터 통신이 수행될 수 있다.
- [0094] 통신부(230)의 예시 회로도에 의하면, 입력 신호들(C_SDI12_TX, C_SDI12_DIR, C_SDI12_RX)에 기초하여 송/수신 전환, 데이터 송신 및 데이터 수신 등의 동작이 수행될 수 있다.
- [0095] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 지표 반사도 측정장치(200)의 지지대 구조(250)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0096] 도 11을 참조하면, 지표 반사도 측정장치(200)가 장착되는 지지대 구조(250)의 각 구성을 나타내는 분리도(a) 및 구성들이 조립된 상태를 나타내는 조립도(b)가 도시되어 있다.
- [0097] 지표 반사도 측정장치(200)는, 분광 센서 회로(210), 데이터 처리부(220), 통신부(230) 및 방수 구조(240)와 함께, 방수 구조(240)가 적용되는 지표 반사도 측정장치(200)가 장착되는 지지대 구조(250)를 더 포함할 수 있다. 즉, 내부에 지표 반사도 측정장치(200)를 내장하는 방수 구조(240)가 지지대 구조(250)에 장착될 수 있다.

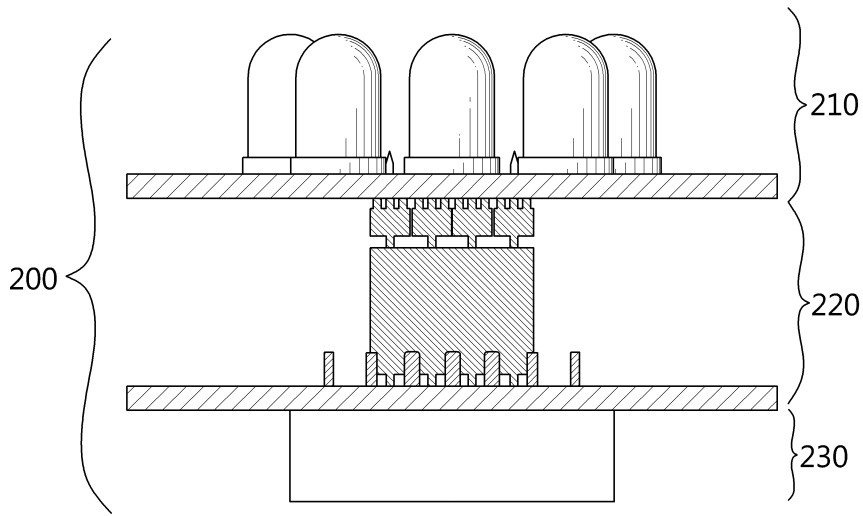
- [0098] 지지대 구조(250)에 의하면, 내부에 지표 반사도 측정장치(200)를 내장하는 방수 구조(240)가 보다 안정적으로 모니터링 대상 식생(100)의 근방에 설치될 수 있다.
- [0099] 한편, 지지대 구조(250)는, 각각이 지표 반사도 측정장치(200)의 장착에 활용되는 둘 이상의 센서 장착홀들, 및 수평 확인을 위한 수평계의 장착에 활용되는 수평계 장착홀을 포함할 수 있다.
- [0100] 즉, 지지대 구조(250)에는 내부에 지표 반사도 측정장치(200)를 내장하는 방수 구조(240)가 두 개 이상 설치될 수 있고, 수평계 장착에 의해 지지대 구조(250)가 훼손되지 않고 정상적으로 설치되어 있는지 여부가 확인될 수 있다. 한편, 지지대 구조(250)에는 지표 반사도 측정장치(200) 이외에 시중에서 유통되는 다른 광 센서를 부착하기 위한 홀 또한 마련될 수 있다.
- [0101] 전술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였다. 그러나 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능하다. 본 발명의 기술적 사상은 본 발명의 전술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

- [0102] 10: 식생 모니터링 시스템
- 100: 모니터링 대상 식생
- 200: 지표 반사도 측정장치
- 210: 분광 센서 회로
- 211: 적어도 하나의 발광 다이오드
- 212: 포토 다이오드
- 213: 증폭기
- 214: 수동 소자들
- 220: 데이터 처리부
- 230: 통신부
- 240: 방수 구조
- 250: 지지대 구조
- 260: 광조절 모듈
- 261: 광가이드부
- 262: 고정부
- 300: 데이터 취득 시스템

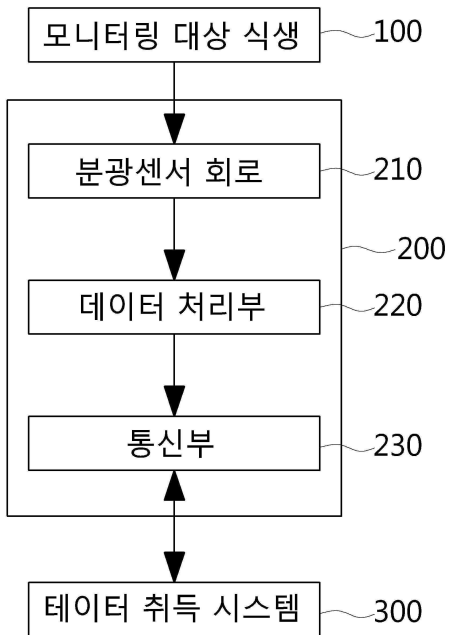
도면

도면1

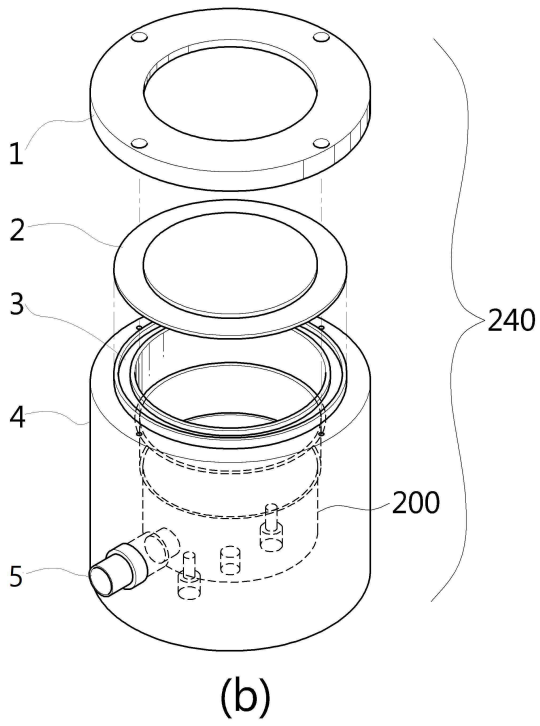
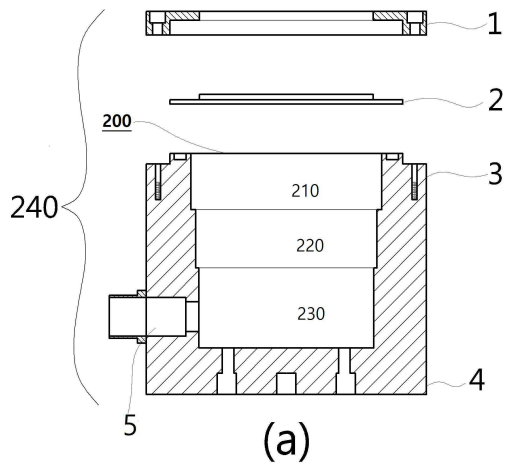


도면2

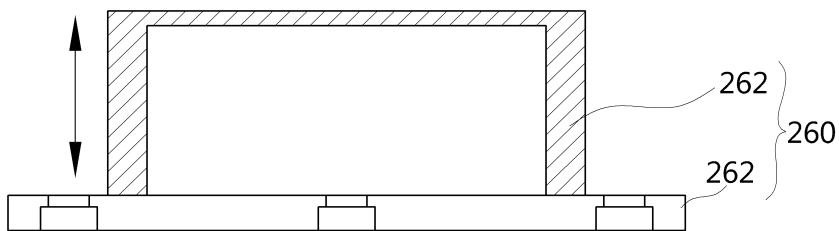
10



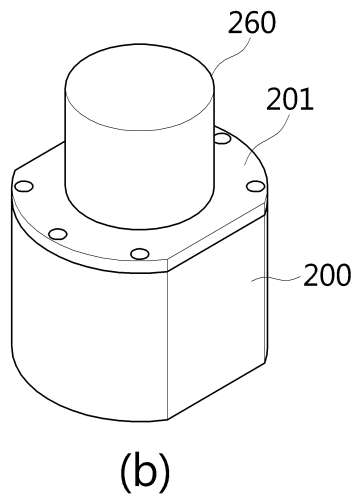
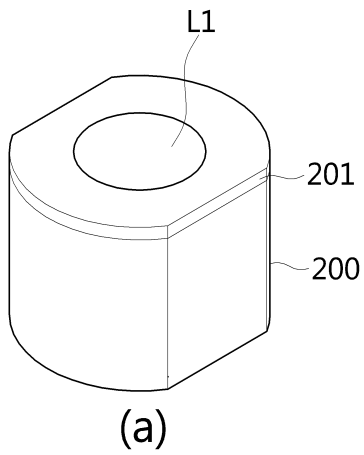
도면3



도면4

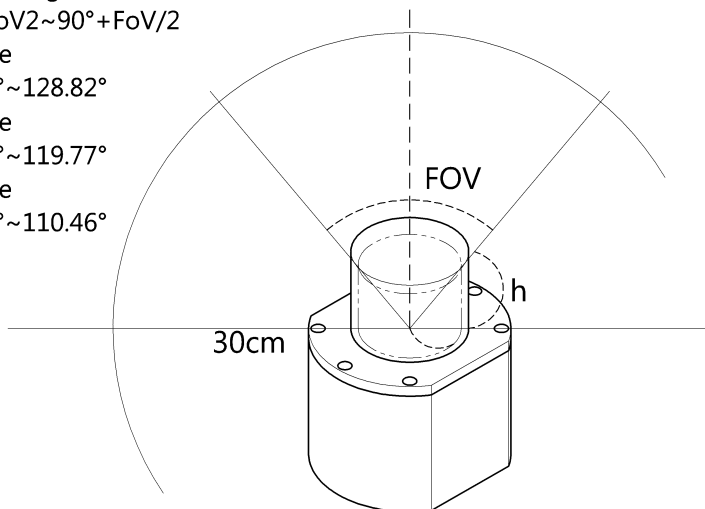


도면5

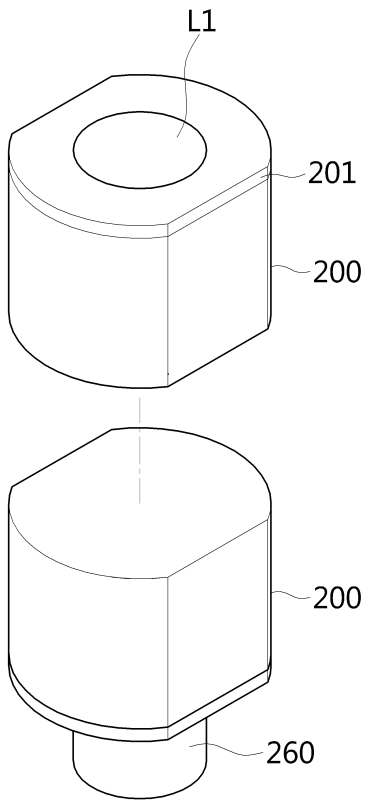


도면6

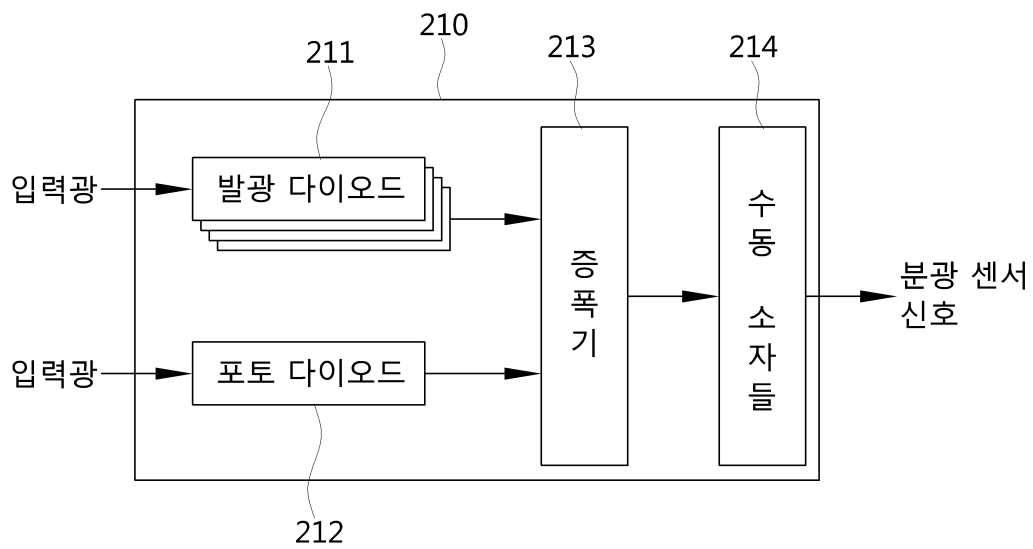
Field of View = $(90^\circ - \tan^{-1}(h/r)) * 2$
 Measurement range
 = $90^\circ - \text{FoV}/2 \sim 90^\circ + \text{FoV}/2$
 Module 1 range
 = $51.17^\circ \sim 128.82^\circ$
 Module 2 range
 = $60.22^\circ \sim 119.77^\circ$
 Module 3 range
 = $69.53^\circ \sim 110.46^\circ$



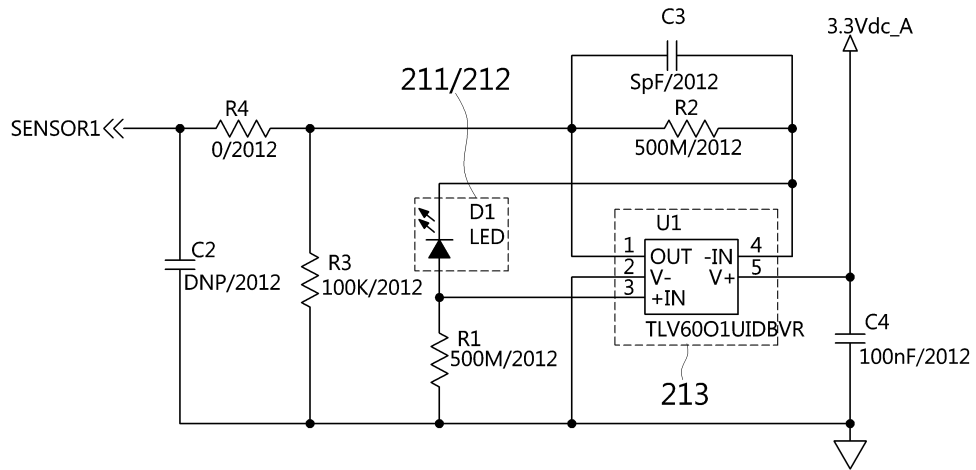
도면7



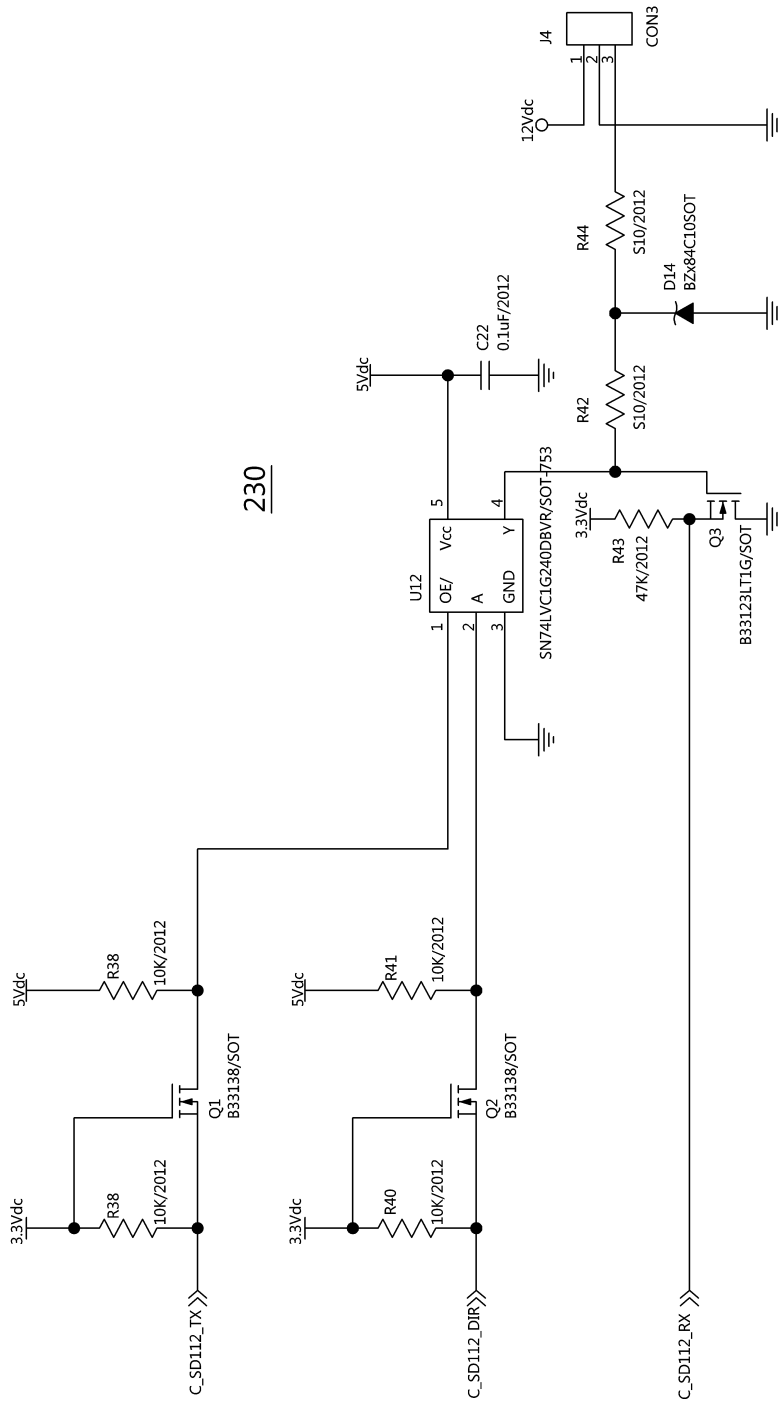
도면8



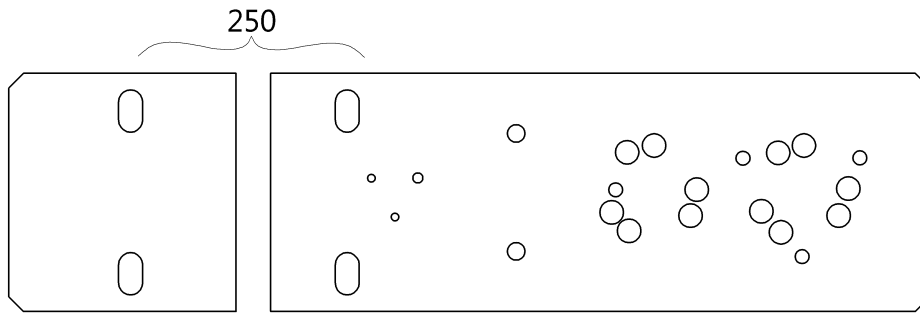
도면9



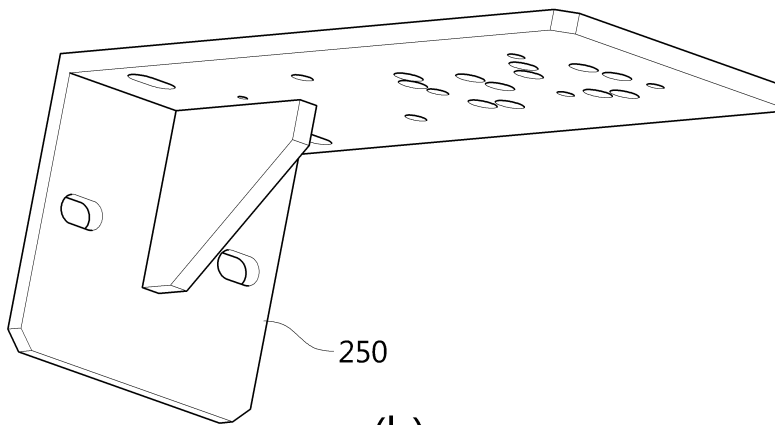
도면10



도면11



(a)



(b)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

내부에 수용공간을 마련하며, 광이 유입되는 유입부를 구비하는 분광센서부(200);

상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 모니터링 대상으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역의 신호 및 PAR(Photosynthetically Active Radiation)로부터 분광 센서 신호를 생성하는 분광 센서 회로(210);

상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 상기 분광 센서 신호에서 노이즈를 제거하는 필터링을 수행하기 위한 데이터 처리부; 외부의 데이터 취득 시스템에서의 요청에 따라 상기 필터링의 결과를 송신하기 위한 통신부(230);

온도 변화, 수분 및 습기로부터 상기 지표 반사도 측정장치를 보호하기 위한 방수 구조(240); 및

상기 분광센서부의 상부에 배치되어 상기 유입부로 유입되는 입력광의 관측 시야각을 조절하는 광조절 모듈(260);을 포함하며,

상기 방수 구조(240)는, 상기 지표 반사도 측정장치를 내장하기 위해 상면이 개방되는 원통형의 방수 구조 본체(4); 상기 방수 구조 본체를 밀폐하기 위해 상기 상면에 배치되고, 상기 입력광을 상기 분광 센서 회로에 균일하게 전달하기 위한 확산판(2); 및 상기 방수 구조 본체 및 상기 확산판의 결합면을 통한 수분 침투를 방지하기 위한 고무 패킹(3);을 포함하는,

지표 반사도 측정장치.

【변경후】

내부에 수용공간을 마련하며, 광이 유입되는 유입부를 구비하는 분광센서부(200);

상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 모니터링 대상으로부터 입사되는 입력광의 특정 파장 대역의 신호 및 PAR(Photosynthetically Active Radiation)로부터 분광 센서 신호를 생성하는 분광 센서 회로(210);

상기 분광센서부(200)의 내부에 배치되며, 상기 분광 센서 신호에서 노이즈를 제거하는 필터링을 수행하기 위한 데이터 처리부; 외부의 데이터 취득 시스템에서의 요청에 따라 상기 필터링의 결과를 송신하기 위한 통신부(230);

온도 변화, 수분 및 습기로부터 지표 반사도 측정장치를 보호하기 위한 방수 구조(240); 및

상기 분광센서부의 상부에 배치되어 상기 유입부로 유입되는 입력광의 관측 시야각을 조절하는 광조절 모듈(260);을 포함하며,

상기 방수 구조(240)는, 상기 지표 반사도 측정장치를 내장하기 위해 상면이 개방되는 원통형의 방수 구조 본체(4); 상기 방수 구조 본체를 밀폐하기 위해 상기 상면에 배치되고, 상기 입력광을 상기 분광 센서 회로에 균일하게 전달하기 위한 확산판(2); 및 상기 방수 구조 본체 및 상기 확산판의 결합면을 통한 수분 침투를 방지하기 위한 고무 패킹(3);을 포함하는,

지표 반사도 측정장치.