



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0049369
(43) 공개일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 7/04 (2006.01) G02B 6/293 (2006.01)
G06T 7/11 (2017.01) H04N 5/225 (2006.01)
H05B 45/00 (2020.01)
(52) CPC특허분류
A01G 7/045 (2013.01)
G02B 6/29361 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0132565
(22) 출원일자 2018년10월31일
심사청구일자 2018년10월31일

(71) 출원인
(주)카탈로닉스
강원도 춘천시 강원대학길 1, 한빛보듬관 2층(효자동, 강원대학교)
석민
서울특별시 송파구 백제고분로40길 30-12, 402호(석촌동)
(72) 발명자
석민
서울특별시 송파구 백제고분로40길 30-12, 402호(석촌동)
한경도
강원도 춘천시 후석로228번길 24, 207동 1106호(후평동, 석사2아파트)
(74) 대리인
리앤목특허법인

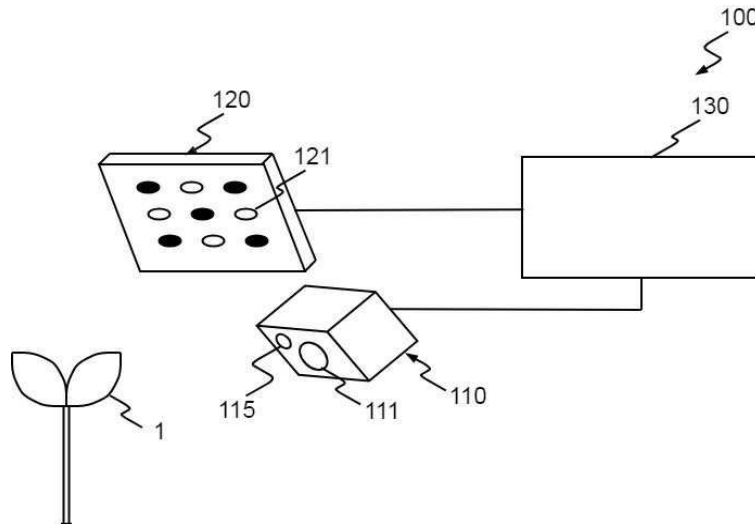
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 식물 생육 장치 및 그 제어 방법

(57) 요약

식물 생육 장치 및 그 제어 방법이 개시된다. 개시된 식물 생육 장치는 식물 생육을 위한 조명을 능동적으로 수행하는 것으로서, 적어도 2개의 과장대역에서 이미지를 촬영하는 촬상부와, 식물 생육을 위한 조명을 하는 조명부와, 촬상부와 조명부를 제어하고 촬상부에서 획득된 이미지를 처리하는 프로세서를 포함하며, 프로세서는 촬상부에서 획득된 이미지를 바탕으로 주변 환경 인자를 소거하고 식물 이미지만을 추출하고, 추출된 식물 이미지의 정보를 처리하여 식물의 생육도를 측정하고, 측정된 생육도에 기초하여 조명부에서 조명되는 광의 광량, 과장 및 조사 시간 중 적어도 하나를 제어한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/11 (2017.01)

H04N 5/2254 (2018.08)

H05B 47/105 (2020.01)

Y02A 40/256 (2018.01)

명세서

청구범위

청구항 1

식물 생육을 위한 조명을 능동적으로 수행하는 식물 생육 장치에 있어서,

적어도 2개의 파장대역에서 식물의 이미지를 촬영하는 촬상부;

식물 생육을 위한 조명을 하는 조명부;

상기 촬상부와 상기 조명부를 제어하고 상기 촬상부에서 획득된 이미지를 처리하는 프로세서;를 포함하며,

상기 프로세서는 상기 촬상부에서 획득된 이미지를 바탕으로 주변 환경 인자를 소거하고 식물 이미지만을 추출하고, 추출된 식물 이미지의 정보를 처리하여 식물의 생육도를 측정하고, 측정된 생육도에 기초하여 상기 조명부에서 조명되는 광의 광량, 파장 및 조사 시간 중 적어도 하나를 제어하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 측정된 생육도는 NDVI 값인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 촬상부는 레이저 빔을 조사하는 레이저 조사기를 더 포함하며,

상기 프로세서는 상기 촬상부에서 획득된 이미지에서 레이저 빔의 스폿을 기준으로 식물의 위치를 특정하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 측정된 생육도는 추출된 식물 이미지에서 레이저 빔의 스폿 근방의 NDVI값인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 촬상부는,

렌즈와,

상기 렌즈를 통해 입사된 광에서 적어도 2개의 파장대역을 통과시키는 다중 통과대역 필터와,

상기 다중 통과대역 필터를 통과한 광이 입사되며 이미지를 촬영하는 하나의 촬상소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 다중 통과대역 필터는 상기 렌즈를 통해 입사된 광에서 제1 파장대역의 광과 제2 파장대역의 광을 투과시키는 듀얼 밴드 다이크로익 필터인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제1 파장대역은 가시광 파장대역이고, 상기 제2 파장대역은 근적외광 파장대역인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 주변 환경 인자는 토양, 멀칭, 화분, 비닐 중 적어도 하나에 대한 인자인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 조명부는 복수의 영역에 대해 독립적으로 조명할 수 있는 복수의 발광소자들을 포함하며,

상기 프로세서는 식물 이미지로부터 식물을 복수 영역으로 구획하고, 각 영역별로 생육도를 판단하여, 식물의 복수 영역에 대해 해당 영역의 생육도에 맞도록 상기 조명부를 제어하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 촬상부가 식물 전체를 순차적으로 촬영할 수 있도록 상기 촬상부를 움직이는 촬상부 이동장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 11

제1 항에 있어서,

외부 장치와 통신하는 통신부를 더 포함하며,

상기 통신부는 상기 촬상부에서 획득된 이미지 정보와, 상기 프로세스에서 측정된 생육도 정보와, 상기 조명부를 제어하는데 사용되는 제어정보를 외부 장치에 전송하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 12

식물 생육을 위한 조명을 능동적으로 수행하는 식물 생육 장치의 제어 방법에 있어서,

촬상부를 이용하여 2개의 파장대역에서 이미지를 촬영하는 단계;

상기 이미지를 바탕으로 주변 환경 인자를 소거하고 식물 이미지만을 추출하는 단계;

추출된 식물 이미지의 정보를 처리하여 식물의 생육도를 측정하는 단계; 및

측정된 생육도 정보에 기초하여 조명부에서 조명되는 광의 광량, 파장 및 조사시간 중 적어도 하나를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 측정된 생육도는 NDVI 값인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 14

제12 항에 있어서,

레이저 빔을 조사하는 단계를 더 포함하며,

상기 촬상부에서 획득된 이미지에서 레이저 빔의 스폿을 기준으로 이미지의 위치를 특정하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 측정된 생육도는 추출된 식물 이미지에서 적어도 하나의 레이저 빔의 스폿 근방에서 NDVI값인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 16

제12 항에 있어서,

상기 이미지를 촬영하는 단계는 적어도 2개의 과장대역을 갖는 다중 통과대역 필터를 통과시킨 후 하나의 촬상 소자에 입사시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 다중 통과대역 필터는 상기 렌즈를 통해 입사된 광에서 제1 과장대역의 광과 제2 과장대역의 광을 투과시키는 듀얼 밴드 다이크로익 필터인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 제1 과장대역은 가시광 과장대역이고, 상기 제2 과장대역은 근적외광 과장대역인 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 19

제12 항에 있어서,

상기 식물의 생육도를 측정하는 단계는,

식물 이미지로부터 식물을 복수 영역으로 구획하고, 각 영역별로 생육도를 판단하는 단계와,

식물의 복수 영역에 대해 해당 영역의 생육도에 맞도록 상기 조명부를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

청구항 20

제12 항에 있어서,

상기 촬상부를 움직여 식물 전체를 순차적으로 촬영하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치.

청구항 21

제12 항에 있어서,

상기 촬상부에서 획득된 이미지 정보와, 상기 측정된 생육도 정보와, 상기 조명부를 제어하는데 사용되는 제어 정보를 외부 장치에 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 식물 생육 장치의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 개시는 식물 생육 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 식물 생육용 조명을 능동적으로 수행할 수 있는 식물 생육 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002] 기존의 실내 혹은 비닐하우스 재배 작물에 적용하는 생육용 조명은 기계식 혹은 전자식 타이머를 통하여 하루에 고정된 시간만큼의 광량을 공급하게끔 설정되어 왔다. 이 때, 사용자는 작물의 생장을 촉진하기 위하여 귀납적으로 광량 및 파장을 수동 조절하거나 조명의 초기 설정에 단순히 의존하여 왔다. 실내에서 주로 재배하는 식용엽채류 및 특용작물과 더불어 미관을 장식하기 위한 화훼류는 조명의 광량과 파장, 조사 시간, 조명 조사에 따른 온도변화에 대해 그 생산량이 매우 민감하게 반응하므로 단순히 조명 시간만을 조절하는 종래의 방식으로는 작물 생육에 있어 최적 조건을 확보하기 어렵다. 더불어, 최근 보편화되고 있는 풀스펙트럼 COB(Chips on Board) LED의 경우, 기본적으로 전 파장 대역의 조명을 공급하기에 식물이 원하는 대역의 파장만을 공급하기 어렵고, 광량의 조절이 난해하여 사용자의 수동적인 유지관리가 요구된다. 따라서 현재까지의 실내 재배 기법은 조명의 제공에 있어 전력 관리 및 생육 최적 조건 조성에 있어 효율성을 담보하지 못하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 개시는 종래에 제안된 방법들이 갖는 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 전력 관리 및 생육 최적 조건 조성에 있어 효율성을 향상시킨 식물 생육 장치 및 그 제어 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0004] 본 발명의 한 측면에 따르는 식물 생육 장치는 식물 생육을 위한 조명을 능동적으로 수행하는 것으로서,
- [0005] 적어도 2개의 파장대역에서 식물의 이미지를 촬영하는 촬상부;
- [0006] 식물 생육을 위한 조명을 하는 조명부;
- [0007] 촬상부와 조명부를 제어하고 촬상부에서 획득된 이미지를 처리하는 프로세서;를 포함하며,
- [0008] 프로세서는 촬상부에서 획득된 이미지를 바탕으로 주변 환경 인자를 소거하고 식물 이미지만을 추출하고, 추출된 식물 이미지의 정보를 처리하여 식물의 생육도를 측정하고, 측정된 생육도에 기초하여 조명부에서 조명되는 광의 광량, 파장 및 조사 시간 중 적어도 하나를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 측정된 생육도는 NDVI 값일 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따른 식물 생육 장치는 촬상부는 레이저 빔을 조사하는 레이저 조사기를 더 포함하며, 프로세서는 촬상부에서 획득된 이미지에서 레이저 빔의 스폿을 기준으로 식물의 위치를 특정할 수 있다. 이때, 측정된 생육도는 추출된 식물 이미지에서 레이저 빔의 스폿 근방의 NDVI값일 수 있다.
- [0011] 촬상부는, 렌즈와, 렌즈를 통해 입사된 광에서 적어도 2개의 파장대역을 통과시키는 다중 통과대역 필터와, 다중 통과대역 필터를 통과한 광이 입사되며 이미지를 촬영하는 하나의 촬상소자를 포함할 수 있다.
- [0012] 다중 통과대역 필터는 렌즈를 통해 입사된 광에서 제1 파장대역의 광과 제2 파장대역의 광을 투과시키는 듀얼 밴드 다이크로익 필터일 수 있다. 예를 들어, 제1 파장대역은 가시광 파장대역이고, 제2 파장대역은 근적외광 파장대역일 수 있다.
- [0013] 주변 환경 인자는 토양, 멀칭, 화분, 비닐 중 적어도 하나에 대한 인자일 수 있다.
- [0014] 조명부는 복수의 영역에 대해 독립적으로 조명할 수 있는 복수의 발광소자들을 포함하며, 프로세서는 식물 이미지로부터 식물을 복수 영역으로 구획하고, 각 영역별로 생육도를 판단하여, 식물의 복수 영역에 대해 해당 영역의 생육도에 맞도록 조명부를 제어할 수 있다.
- [0015] 조명부는 복수의 LED를 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 따른 식물 생육 장치는 촬상부가 식물 전체를 순차적으로 촬영할 수 있도록 상기 촬상부를 움직이는 촬상부 이동장치를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 따른 외부 장치와 통신하는 통신부를 더 포함하며, 통신부는 촬상부에서 획득된 이미지 정보와, 프로세서에서 측정된 생육도 정보와, 조명부를 제어하는데 사용되는 제어정보를 외부 장치에 전송할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 다른 측면에 따르는 제어 방법은 식물 생육을 위한 조명을 능동적으로 수행하는 식물 생육 장치의 제어 방법으로서,

- [0019] 촬상부를 이용하여 2개의 과장대역에서 식물의 이미지를 촬영하는 단계;
- [0020] 이미지를 바탕으로 주변 환경 인자를 소거하고 식물 이미지만을 추출하는 단계;
- [0021] 추출된 식물 이미지의 정보를 처리하여 식물의 생육도를 측정하는 단계; 및
- [0022] 측정된 생육도 정보에 기초하여 조명부에서 조명되는 광의 광량, 과장 및 조사시간 중 적어도 하나를 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 일 실시예에 따른 식물 생육 장치의 제어 방법은 레이저 빔을 조사하는 단계를 더 포함하며, 촬상부에서 획득된 이미지에서 레이저 빔의 스폿을 기준으로 이미지의 위치를 특정할 수 있다.
- [0024] 이미지를 촬영하는 단계는 적어도 2개의 과장대역을 갖는 다중 통과대역 필터를 통과시킨 후 하나의 촬상소자에 입사시키는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 개시된 실시예에 의한 식물 생육 장치 및 그 제어 방법은 촬상소자를 통하여 산출한 작물 생육도를 바탕으로 식물이 원하는 형태의 조명을 실시간으로 자동 제어케끔 하여 실내 농업의 생산성 향상을 도모할 수 있다. 이는 기존 수동 조작 혹은 단순 타이머 식 조명의 전력 소모와 비효율성을 효과적으로 해결할 수 있으며, 생육도 데이터베이스의 누적을 통하여 작물 별로 연구에 필요한 데이터를 범국가적으로 누적할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 식물 생육 장치를 개략적으로 도시한다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 식물 생육 장치의 블록도를 개략적으로 도시한다.
- 도 3은 도 1의 식물 생육 장치의 촬상부의 구성을 개략적으로 도시한다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 통과대역 필터의 통과대역 특성을 도시한다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 산출한 식물 건강 상태에 따른 정규식생지수(NDVI)를 예시적으로 도시한다.
- 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 식물 생육 장치의 조명부를 개략적으로 도시한다.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 식물 생육 장치를 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭하며, 도면에서 각 구성요소의 크기나 두께는 설명의 명료성을 위하여 과장되어 있을 수 있다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.
- [0028] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0029] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0030] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 식물 생육 장치(100)를 개략적으로 도시하며, 본 발명의 일 실시예에 따른 식물 생육 장치의 블록도를 개략적으로 도시하며, 도 3은 도 1의 식물 생육 장치(100)의 촬상부(110)의 구성을

개략적으로 도시한다.

- [0032] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 식물 생육 장치(100)는 촬상부(110)와, 조명부(120)와, 제어부(130)를 포함한다.
- [0033] 촬상부(110)는 식물(1)을 촬영한다. 식물(1)은 한 개체뿐만 아니라, 복수 개체를 지칭할 수 있다. 이러한 촬상부(110)는 렌즈(111)와, 다중 통과대역 필터(112)와, 촬상소자(113)를 포함할 수 있다.
- [0034] 렌즈(111)는 촬상부(110)에 입사된 광을 촬상소자(113)에 결상시킨다. 렌즈(111)는 단수 혹은 복수의 렌즈로 구성될 수 있다. 렌즈(111)는 사용자의 설정에 따라 알맞은 화각을 확보할 수 있게 한다. 렌즈(111)는 촬상부(110)에 탈착가능하게 결합되거나 혹은 고정될 수 있다.
- [0035] 다중 통과대역 필터(112)는 렌즈(111)를 통해 입사된 광에서 적어도 2개의 파장대역을 통과시킨다. 다중 통과대역 필터(112)는 제1 파장대역의 광과 제2 파장대역의 광을 투과시키는 듀얼 밴드 다이크로익 필터일 수 있다.
- [0036] 듀얼 밴드 다이크로익 필터의 통과대역 특성의 일 예가 도 3에 도시된다. 도 3을 참조하면, 다중 통과대역 필터(112)는 600 nm 파장의 가시광 대역과 850 nm 파장의 근적외광 대역을 통과대역으로 하는 필터일 수 있다. 다중 통과대역 필터(112)의 통과대역은 예시적인 것이며, 필요에 따라서 다른 통과대역을 가는 필터가 사용될 수 있음은 물론이다.
- [0037] 촬상소자(113)는 다중 통과대역 필터(112)를 통과한 광이 입사되며 이미지를 촬영한다. 이러한 촬상소자(113)는 CMOS(상보성 금속 산화막 반도체) 이미지 센서이거나 CCD(전하 결합 소자) 이미지 센서일 수 있다. 이미지 센서의 픽셀 어레이 상에는 RGB 칼라 필터들이 정렬되어 있다. 상용화된 CCD 이미지 센서나 CMOS 이미지 센서는 대략 170nm 내지 1150nm인 풀(full) 스펙트럼에 대체로 민감하다. 대부분의 카메라 제조자들은 캡처된 이미지들로부터 자외선과 적외선에 의한 변형(corruptin)을 방지하기 위해 IR 컷 필터(미도시)이나 UVIR 컷 필터(미도시)를 CCD 이미지 센서나 CMOS 이미지 센서의 앞에 설치되는데, 본 실시예에 사용되는 촬상소자(113)는 이러한 IR 컷 필터나 UVIR 컷 필터가 제거된 이미지 센서일 수 있다.
- [0038] 촬상부(110)는 레이저 빔을 조사하는 레이저 조사기(115)를 더 포함할 수 있다. 레이저 조사기(115)는 식물(1)이나 그밖의 표지에 하나 혹은 복수의 레이저 빔을 조사한다. 식물(1)이나 그밖의 표지에 맺힌 레이저 빔 스폿은 촬상소자(113)에 의해 촬상되는 이미지(특히, 식물)의 기준위치를 나타낼 수 있다.
- [0039] 조명부(120)는 복수의 발광소자들(121)을 구비하며, 식물(1)을 광을 조명한다. 발광소자들(121)은 예를 들어, LED(Light-Emitting Diode), OLED(Organic Light-Emitting Diode)와 같은 반도체 발광소자일 수 있다. 발광소자들(121)은 적색 발광소자, 녹색 발광소자, 청색 발광소자를 포함할 수 있으며, 적색 발광소자, 녹색 발광소자, 청색 발광소자 각각은 제어되어, 조명부(120)에서 조명되는 광의 광량, 파장(색) 및 조명시간 중 적어도 하나를 조정할 수 있다. 조명부(120)는 식물(1)을 균일하게 조명하도록 배치되거나 또는 식물(1)의 특정 부위(가령, 잎사귀들)에 집중 조명될 수도 있도록 배치될 수도 있다.
- [0040] 제어부(130)는 프로세서(131)와, 메모리(132)와, 조명제어부(133)와, 전원부(134)를 포함할 수 있다. 제어부(130)는 외부 장치(미도시)와의 통신을 위한 통신부(135)를 더 포함할 수 있다. 제어부(130)의 구성요소들은 별도의 모듈 박스에 마련될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 가령, 프로세서(131)와 메모리(132)는 촬상부(110)의 하우징 내에 위치할 수도 있다. 조명제어부(133)는 조명부(120)의 하우징 내에 위치할 수도 있다.
- [0041] 프로세서(131)는 촬상부(110)의 촬상소자(111)나 레이저 조사기(115), 조명 제어부(133), 입/출력을 위한 통신부(135)를 포함하여 식물 생육 장치(100)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 나아가, 프로세서(131)는 촬상소자(111)에서 획득된 이미지를 처리하며, 이를 바탕으로 식물(1)의 생육도를 산출하고 이에 따라 제어조건을 산출할 수도 있다. 프로세서(131)는 이미지 처리나, 생육도 산출 및 제어조건 산출을 위해 소정의 알고리즘을 이용할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 프로세서(131)는 이미지 처리나, 생육도 산출, 제어조건 산출을 위하여 뉴럴 네트워크를 포함할 수도 있다. 프로세서(131)의 좀 더 구체적인 동작에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0042] 메모리(132)는 휘발성 메모리나 비휘발성 메모리와 같은 내장 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(132)는 프로세서(131)의 제어에 의해 식물 생육 장치(100)를 구동하고 제어하는 다양한 데이터, 프로그램 또는 어플리케이션을 저장할 수 있다. 메모리(132)는 프로세서(131), 촬상부(110)의 촬상소자(111)나 레이저 조사기(115), 조명 제어부(133), 입/출력을 위한 통신부(135)의 구동에 대응되는 입력/출력되는 신호 또는 데이터를 저장할 수 있다.
- [0043] 조명제어부(133)는 예를 들어 릴레이(미도시) 및 디머 (미도시)를 통하여 조명부(120)의 파장(색), 광량 및 조

명시간 중 적어도 하나를 조정할 수 있다.

- [0044] 전원부(134)는 내장 배터리를 포함할 수 있다. 다른 예로, 전원부(134)는 외부로 유선으로 공급받을 수도 있다.
- [0045] 통신부(135)는 식물 생육 장치(100)와 외부 장치 사이의 입출력을 담당한다. 통신부(135)는 무선으로 외부 장치나 네트워크에 연결하는 무선 통신 모듈이나, 또는 유선으로 외부 장치나 네트워크에 연결하는 유선 통신 모듈을 포함할 수 있다.
- [0046] 나아가, 식물 생육 장치(100)는 온도, 습도, 가스 등을 측정할 수 있는 환경 센서(미도시)를 더 구비할 수 있다.
- [0047] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 식물 생육 장치(100)의 제어 방법을 설명하기로 한다.
- [0048] 촬상부(120)는 실시간으로 식물(1)이 위치한 영역을 촬영한다. 촬상부(120)의 렌즈(111)를 통과한 광은 다중 통과대역 필터(112)에서 제1 파장대역과 제2 파장대역만이 통과되어 촬상소자(113)에 입사된다. 예를 들어, 제1 파장대역은 600 nm 파장의 가시광 대역이고, 제2 파장대역은 850 nm 파장의 근적외광 대역일 수 있다. 촬상소자(113)는 제1 파장대역과 제2 파장대역의 이미지를 획득할 수 있다.
- [0049] 프로세서(131)는 촬상부(120)에서 획득된 이미지를 바탕으로 주변 환경 인자를 소거하고 식물 이미지만을 추출한다. 주변 환경 인자는, 예를 들어 토양, 멀칭(mulching), 화분, 비닐 등일 수 있다. 레이저 조사기(115)가 마련된 경우, 프로세서(131)는 레이저 조사기(115)에서 조사된 레이저 빔의 스폿을 통해 식물의 기준 위치를 판단할 수 있고, 이로부터 식물 이미지의 정확한 위치를 특정할 수 있다.
- [0050] 프로세서(131)는 주변 환경으로부터 분리된 식물 이미지 정보로부터 식물(1)의 생육도를 측정한다.
- [0051] 본 실시예는, 식물(1)이 가진 고유 반사도로부터 생육도를 구하기 위하여 정규식생지수(NDVI, normalized difference vegetation index)를 이용할 수 있다. NDVI는 0부터 1까지의 값으로 식생의 생육 상태를 알 수 있는 지수로, 다음의 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학적 식 1

$$NDVI = \frac{nIR - VIS}{nIR + VIS}$$

- [0052]
- [0053] 여기서, NDVI는 정규식생지수를, nIR은 다중 통과대역 필터(112)를 거쳐 검출된 근적외 파장대역(예를 들어, 850 nm)의 강도를, VIS는 다중 통과대역 필터(112)를 거쳐 검출된 가시 파장대역(예를 들어, 600 nm)의 강도를 뜻한다.
- [0054] NDVI가 -1부터 0의 값을 가지는 피사체는 죽은 식물이나 토양, 혹은 주변 환경의 사물을 나타내며, 0부터 0.33은 매우 건강하지 못한 식물, 0.33부터 0.66까지는 대체로 건강한 상태, 0.66부터 1까지는 매우 건강한 상태의 식물을 나타낸다.
- [0055] 추출된 식물 이미지에서 픽셀별로 수학적 식 1로 표현되는 NDVI값을 계산한다. false-color NDVI 영상에 포함되는 토양, 멀칭, 화분, 비닐 등의 주변 환경 인자를 소거하는 연산은 NDVI값을 계산하는 알고리즘 내에서, 기본적으로 산입된 기 촬영 영상자료 및 데이터베이스를 바탕으로 이루어질 수도 있다. 식물(1)이 가질 수 있는 NDVI 값은 한정적으로, 대체로 0.3에서 1 사이의 값을 가지므로 이러한 알고리즘은 일반적으로 적용할 수 있다.
- [0056] 레이저 조사기(115)가 마련된 경우, 추출된 식물 이미지에서 레이저 빔의 스폿 근방의 식물 부위(예를 들어, 하나의 잎사귀 혹은 무리지어진 잎사귀)에서의 NDVI값의 평균값을 상기 식물 부위의 생육도로 특정할 수 있다. 레이저 빔 스폿이 복수개인 경우, 식물(1)의 복수 부위에서의 생육도를 측정할 수 있을 것이다.
- [0057] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 산출한 식물 건강 상태에 따른 NDVI를 예시적으로 도시한다. 도 5의 좌측 이미지(a), (b)는 가시광 대역의 이미지를 도시하며, 도 5의 우측의 이미지 (c), (d)는 픽셀별로 NDVI 값을 컬러로 표시한 식물 이미지를 도시한다. 도 5의 우측의 이미지 (c), (d)에서 식물 이미지는 주변 환경 인자가 소거된 것을 확인할 수 있다.
- [0058] 도 5의 좌측 이미지(a), (b)만으로는 식물 건강 상태를 판단하기 어렵지만, 도 5의 우측의 이미지는 NDVI값이

대략적으로 0.66 이상의 값을 갖는 매우 건강한 상태의 식물((c)의 경우)과, NDVI값이 대략 0.66보다 작은 값을 갖는 건강하지 못하거나 대체로 건강한 상태의 식물((d)의 경우)를 구분할 수 있게 한다.

- [0059] 프로세서(131)는 측정된 생육도를 바탕으로 조명 필요 여부, 필요 파장대역, 필요 광량, 필요 조명시간을 산출하고, 조명부(120)에서 조명되는 광의 광량 및 파장 중 적어도 하나를 실시간으로 제어한다. 프로세서(131)가 뉴럴 네트워크를 가지고 있는 경우, 기존에 얻어진 다수의 생육 결과를 바탕으로 머신러닝을 통해 학습시키고, 이를 기초로 조명제어에 대한 판단을 수행할 수도 있을 것이다.
- [0060] 메모리(132)는 촬상부(110)에서 획득된 이미지 정보와, 프로세서(131)에서 측정된 생육도 정보 및 제어정보를 저장한다.
- [0061] 나아가, 식물 생육 장치(100)가 통신부(135)를 더 구비한 경우, 촬상부(110)에서 획득된 이미지 정보와, 프로세서(131)에서 측정된 생육도 정보 및 제어정보를 외부 장치로 전송할 수도 있다. 여기서, 외부 장치는 중앙 서버, 클라우드 서버, 데스크탑, 등일 수 있다. 식물 생육 장치(100)에서 수집한 시계열적 생육 자료는 향후 작물의 생육과 작황을 예측할 수 있는 데이터베이스로 활용될 수 있다.
- [0062] 진술한 실시예는, 촬상부(110)가 2개 대역에서 이미지를 촬영한 예를 가지고 설명하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예로서, 다중 통과대역 필터(12)는 3개 밴드 대역 또는 4개 밴드 대역을 통과대역으로 하고, 촬상소자(13)는 3개 밴드 대역 또는 4개 밴드 대역에서 이미지를 촬상할 수도 있다. 구체적인 예로서, 다중 통과대역 필터(12)는 NIR 또는 적색, 녹색, 청색 또는 UV와 같은 3개의 밴드들의 4개의 조합들(NIR;G;B, NIR;G;UV, R;G;UV, R;G;B) 중 하나를 캡처할 수 있는 다중 대역통과 필터일 수 있다.
- [0063] 진술한 실시예는 촬상부(110)가 하나의 촬상소자(113)를 가지고 이미지를 촬영하는 예를 가지고 설명하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예로서 촬상부(110)는 2개 이상의 촬상소자(113)를 구비하고, 각각의 촬상소자(113)는 하나의 밴드 대역 혹은 2개 밴드 대역 이상에서 이미지를 촬상할 수도 있다. 또한, 2개 이상의 촬상소자(113)를 구비한 경우, 각각의 촬상소자(113) 별로 렌즈(111)가 마련되거나, 하나의 렌즈(111)를 구비하되 빔스플리터(미도시)를 이용하여 촬상소자(113) 별로 분기시킬 수도 있다.
- [0064] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 식물 생육 장치의 조명부(220)를 개략적으로 도시한다.
- [0065] 조명부(220)의 발광소자들(221, 222)은 식물(1)의 복수 영역(11,12)에 대해 각기 독립적으로 조명할 수 있도록 그룹지어 배치될 수 있다. 이러한 경우, 프로세서(도 2의 131)는 식물 이미지로부터 식물(1)을 복수 영역(11, 12)으로 구획하고, 각 영역(11, 12)별로 생육도를 판단할 수도 있다. 복수의 레이저 빔을 조사하는 레이저 조사기(115)가 마련된 경우, 식물(1)의 복수 영역(11, 12)에 레이저 빔을 조사한다. 추출된 식물 이미지에서 복수의 레이저 빔의 스폿 근방의 식물 부위(예를 들어, 하나의 잎사귀 혹은 무리지어진 잎사귀)에서의 NDVI값의 평균값을 식물(1)의 복수 영역(11, 12)에서의 생육도로 특징지을 수 있다. 이에 따라 프로세서(131)는 식물(1)의 복수 영역(11, 12)에 대해 해당 영역의 생육도에 맞는 조명이 이루어지도록 조명부(220)를 제어할 수 있다. 여기서, 식물(1)은 한 개체뿐만 아니라, 복수 개체를 지칭할 수 있다. 따라서, 복수 영역(11,12)은 한 개체의 식물(1)의 서로 다른 부위를 의미할 수도 있고, 또는 복수 개체의 식물(1)에서 개별 개체들을 의미할 수도 있다.
- [0066] 상기와 같이, 식물(1)의 복수 영역(11, 12)에 대해 개별적으로 조명을 제어함으로써, 식물(1)의 복수 영역(11, 12)별로 성장 단계를 조절할 수 있다. 이와 같이 복수 영역(11, 12)별로 성장 단계를 조절할 수 있게 됨에 따라, 다수 개체의 식물(1)에 대해 순차적으로 수확하거나 출하를 가능하게 할 수 있다.
- [0067] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 식물 생육 장치(300)를 개략적으로 도시한다.
- [0068] 도 7을 참조하면, 식물 생육 장치(300)는 촬상부(310)와, 조명부(320)와, 촬상부 이동장치(340)와, 제어부(330)를 포함한다.
- [0069] 식물(1)이 비닐하우스와 같이 길다란 영역 혹은 넓은 영역에서 재배되는 경우에 촬상부(310)가 식물(1)을 한꺼번에 촬영하지 못할 수 있다. 본 실시예의 식물 생육 장치(300)는 촬상부(310)는 촬상부 이동장치(340)에 의해 순차적으로 이동하면서 식물(1)을 순차적으로 촬영하도록 한다. 촬상부 이동장치(340)는 레일상에 촬상부(310)를 이동시키는 장치일 수 있다. 다른 예로, 촬상부 이동장치(340)는 촬상부(310)의 방향을 회전시키는 장치일 수도 있다.
- [0070] 조명부(320)는 식물(1)의 전 영역에 대해 조명할 수 있도록 배치된다. 나아가, 조명부(320)는 식물(1)의 복수 영역에 대해 개별적으로 광량, 파장 및 조사 시간이 조정 가능하도록 구성될 수 있다.

[0071] 제어부(330)는 촬상부 이동장치(340)를 제어하여 촬상부(310)가 식물(1) 전체를 순차적으로 촬영할 수 있도록 한다. 한편, 제어부(330)는 순차적으로 촬영된 식물(1)의 이미지에서, 복수의 영역별로 레이저 빔의 스폿 근방에 대해 생육도(예를 들어, NDVI값의 평균)를 산출하고, 해당 영역별로 생육도에 맞게 조명부(320)의 광량, 파장 및 조사 시간을 조정할 수 있다. 이와 같이, 식물(1)의 복수 영역에 대해 개별적으로 조명을 제어함으로써, 식물(1)의 복수 영역별로 성장 단계를 조절하고, 각 영역별로 순차적으로 수확하거나 출하를 가능하게 할 수 있다.

[0072] 본 발명의 실시예들에 따른 식물 생육 장치 및 그 제어 방법은 실내 혹은 비닐하우스 재배 작물에 적용할 수 있다.

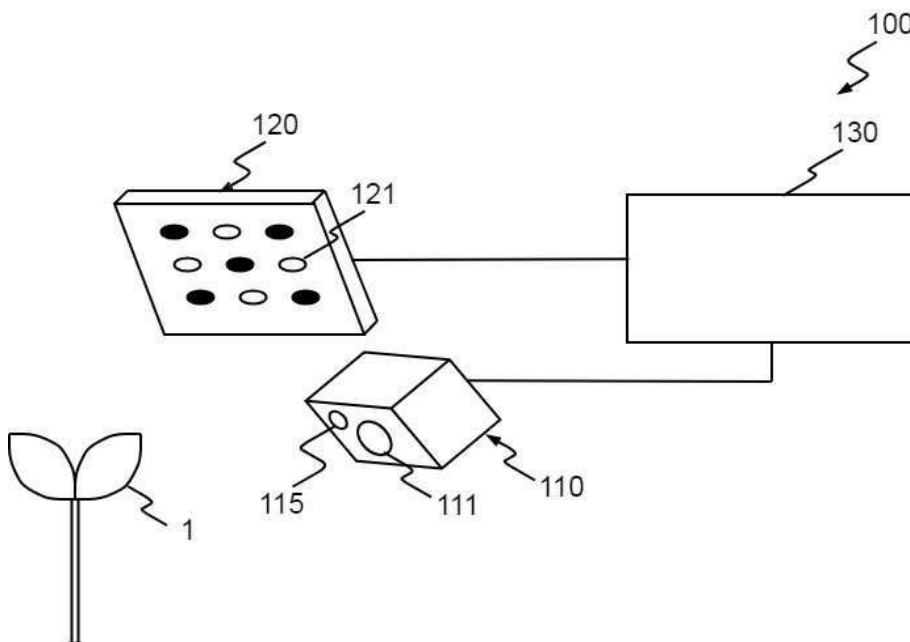
[0073] 전술한 본 발명인 식물 생육 장치 및 그 제어 방법은 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

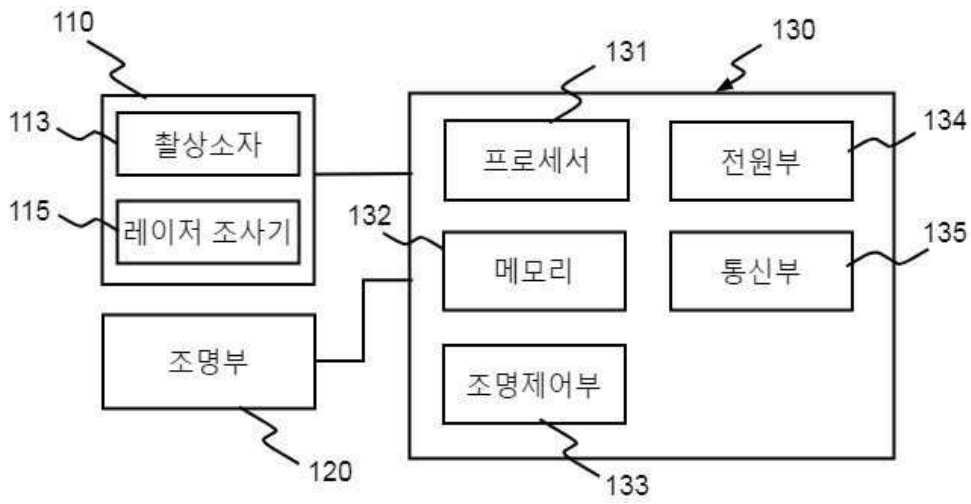
- [0074] 100, 300: 식물 생육 장치 110, 310: 촬상부
 111: 렌즈 112: 다중 통과대역 필터
 113: 촬상소자 115: 레이저 조사기
 120, 220, 320: 조명부 121, 221, 222: 발광소자
 130, 330: 제어부 131: 프로세서
 132: 메모리 133: 조명제어부
 134: 전원부 135: 통신부
 340: 촬상부 이동장치

도면

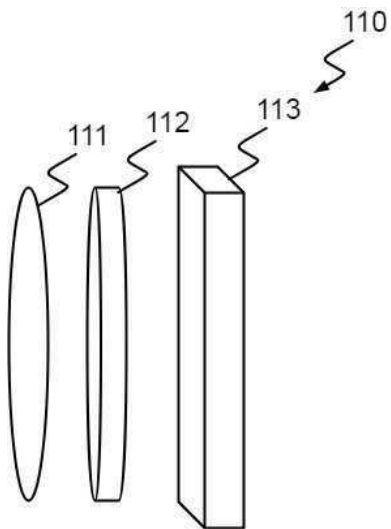
도면1



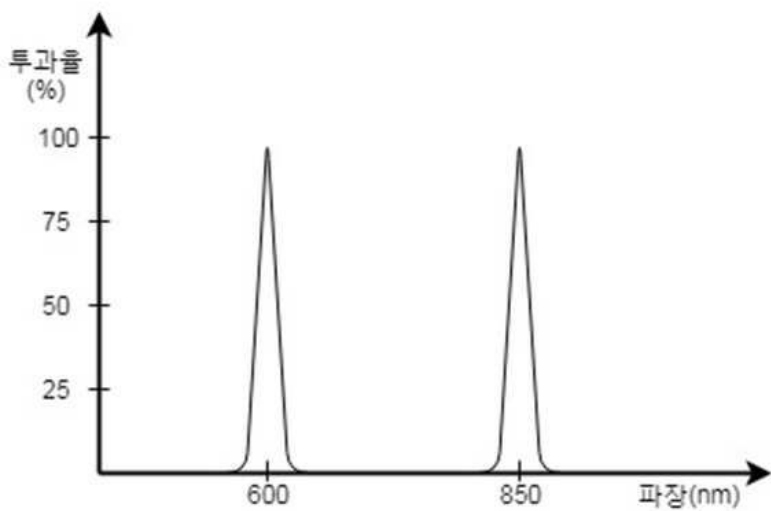
도면2



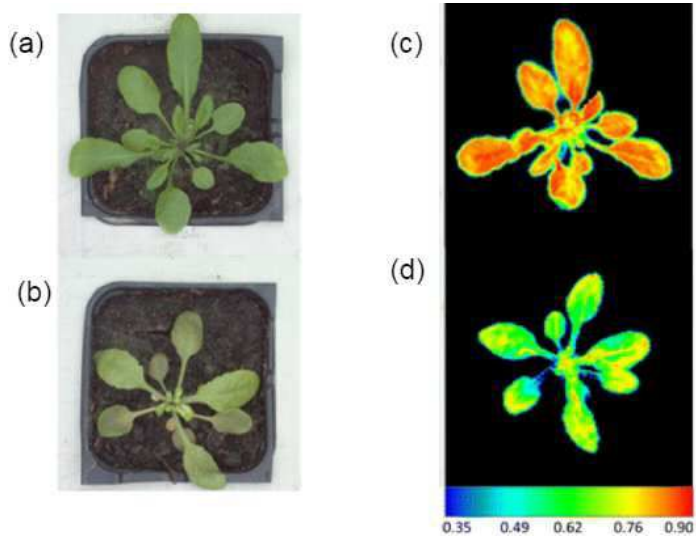
도면3



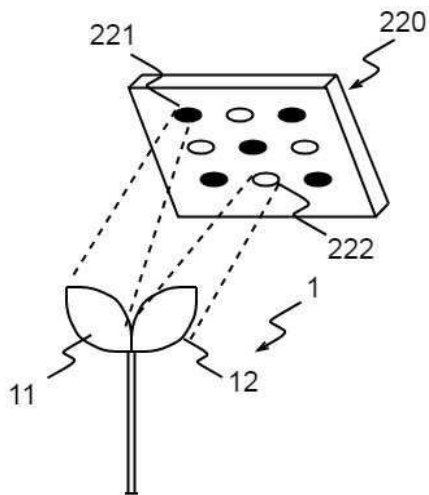
도면4



도면5



도면6



도면7

