(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0021267
(43) 공개일자 2018년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 33/02 (2006.01) *G01J 1/44* (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 33/025 (2013.01)
G01J 1/44 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0104723
(22) 출원일자 2016년08월18일
심사청구일자 2016년08월18일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
정선옥
세종특별자치시 누리로 54 519동 703호 (한솔동, 첫마을아파트5단지)
박상언
대전광역시 유성구 어은로 57, 한빛아파트 129동 502호
김선주
대전광역시 유성구 노은동로 111 열매마을10단지 1010동 1604호
(74) 대리인
이충한

전체 청구항 수 : 총 6 항

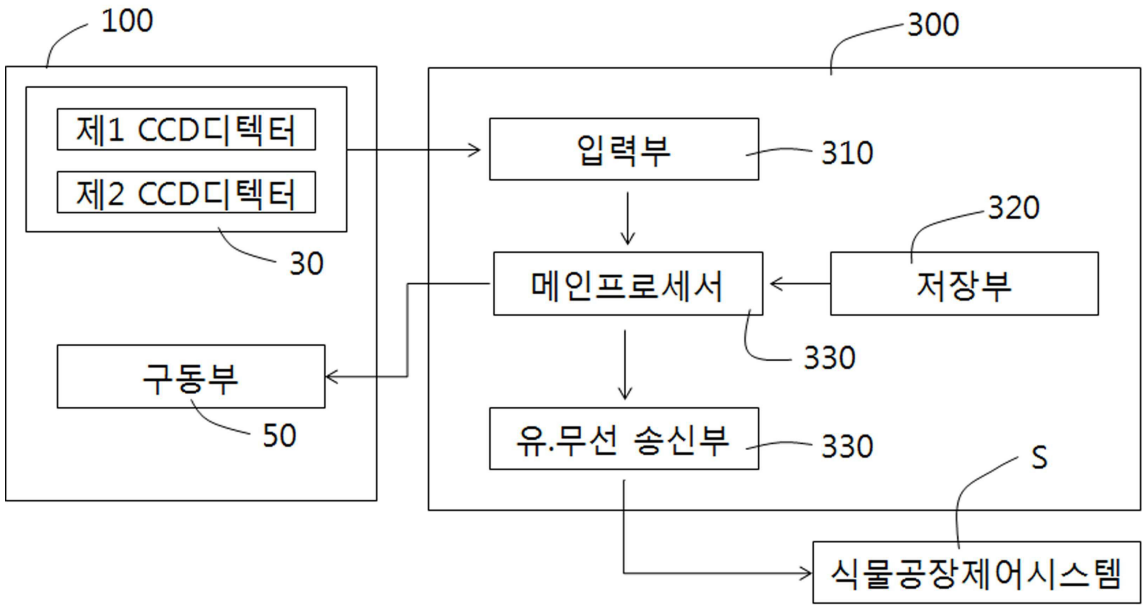
(54) 발명의 명칭 **식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템**

(57) 요 약

본 발명은 식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 식물공장 내에서 식물의 생육 정도 및 품질을 저렴하고 편리한 방법으로 측정하기 위해 비파괴적인 방법의 시스템을 이용하여 기능성성분을 측정할 수 있도록 한 식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도5



이를 위하여, 본 발명은 식물공장 내에서 재배 중인 식물에 빛을 조사하는 할로겐 램프; 상기 식물에서 반사되는 할로겐 램프의 반사광을 감지하는 CCD디텍터; 상기 CCD디텍터를 통해 감지된 반사광을 토대로 기능성 성분의 함량을 산출하는 제어부;를 포함하되, 상기 제어부는 CCD 디텍터의 반사광을 감지하는 입력부 및 기준값을 저장하고 있는 저장부, 상기 입력부로부터 감지된 반사광의 반사도를 상기 저장부에 저장된 기준값에 매칭하여 기능성 성분의 함량을 산출하는 메인프로세서, 및 상기 산출부의 정보를 식물공장제어시스템에 전송하는 유/무선 송신부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
G01N 33/0098 (2013.01)
G01J 2001/446 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 3110222-05-3-CG000
부처명 농림축산식품부
연구관리전문기관 농림수산식품기술기획평가원
연구사업명 GSP 프로젝트 사업
연구과제명 정밀농법이용 기능성 성분 발현 기술 확립
기 여 율 1/1
주관기관 충남대학교
연구기간 2015.08.19 ~ 2016.08.18

명 세 서

청구범위

청구항 1

식물공장 내에서 재배 중인 식물에 빛을 조사하는 할로겐 램프;

상기 식물에서 반사되는 할로겐 램프의 반사광을 감지하는 CCD디텍터;

상기 CCD디텍터를 통해 감지된 반사광을 토대로 기능성 성분의 함량을 산출하는 제어부;를 포함하되,

상기 제어부는 CCD 디텍터의 반사광을 감지하는 입력부 및 기준값을 저장하고 있는 저장부,

상기 입력부로부터 감지된 반사광의 반사도를 상기 저장부에 저장된 기준값에 매칭하여 기능성성분의 함량을 산출하는 메인프로세서, 및

상기 산출부의 정보를 식물공장제어시스템에 전송하는 유/무선 송신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 식물공장 내 식물 기능성성분 측정 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기능성 성분은 당도, 아미노산, 글루코시놀레이트 및 카로티노이드 중 어느 하나를 포함하고,

상기 기준값은 HPLC(high Pressure liquid chromatography) 시스템을 통해 측정된 상기 기능성 성분의 함량인 것을 특징으로 하는 식물공장 내 식물 기능성성분 측정 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 식물공장 각 트레이 천정부에는 센싱박스가 설치되고,

상기 할로겐 램프 및 CCD디텍터는 상기 센싱박스에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 식물공장 내 식물 기능성성분 측정 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 할로겐 램프는 엘이디(LED)이고,

상기 센싱박스는 LED 할로겐 램프가 장착되는 기판과,

상기 기판을 지지하는 방열판과,

상기 기판이 수용되는 내부 공간이 형성되고 적어도 상기 LED 측에 투광성을 갖는 관체와,

상기 관체 양쪽 또는 한쪽에 장착된 형광등기구에 연결 가능한 단자가 마련된 연결 단부 및

상기 방열판에 형성된 CCD디텍터를 구비하되,

상기 기판에는 한 쌍의 반사판이 구비되고,

상기 반사판은 적어도 한쪽면을 반사면으로 하고,

상기 반사판은 상기 내부 공간 내에 상기 기판의 길이 방향을 따라 상기 LED 측에 상기 반사면이 서로 대향되도

록 설치되고,

상기 반사면은 상기 기판에 대하여 연직하게 형성된 것을 특징으로 하는 식물공장 내 식물 기능성성분 측정 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 식물공장 각 트레이 천정부에는 레일이 설치되고

상기 센싱박스의 방열판 외면에는 상기 메인프로세서의 제어에 따라 상기 레일을 운행하도록 레일에 연결된 구동부가 형성된 것을 특징으로 하는 식물공장 내 식물 기능성성분 측정 시스템.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 방열판은 길이방향으로 연장된 판상의 베이스와,

상기 베이스 양단에 돌출되어 상기 관체가 결합되는 결합부를 포함하되,

상기 각각 결합부에는 상기 CCD디텍터가 제1 CCD디텍터 및 제2 상기 CCD디텍터가 각각 형성되고,

상기 제1 CCD디텍터는 190~890 nm의 파장범위를 측정할 수 있고,

상기 제2 상기 CCD디텍터는 470~1130 nm의 파장범위를 측정할 수 있는 것을 특징으로 하는 식물공장 내 식물 기능성성분 측정 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 식물공장 내에서 식물의 생육 정도 및 품질을 저렴하고 편리한 방법으로 측정하기 위해 비파괴적인 방법의 시스템을 이용하여 기능성성분을 측정할 수 있도록 한 식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 도시환경이 지하환경으로 확대되어 개발됨에 따라 도심에서의 생활환경이 열악해지고 있으며, 이를 극복하기 위해 개발되는 지하공간에 대한 인간친화적인 환경개선 요구가 급증하고 있다.

[0003] 최근 이에 대한 대응방안으로 식물재배를 농촌 환경이 아닌 도심 속에 구축함으로써 도심 속 환경개선은 물론 농촌에서 도심으로의 식자재 물류비용을 감소시켜 온실가스 배출량을 최소화하려는 움직임이 일어나는 추세이다.

[0004] 아울러, 집중호우, 초대형 태풍, 가뭄 등의 기상이변 및 심각한 기후변화로 노지 재배가 타격을 입는 경우가 늘고 있어 식품의 가격이 급격히 변동하는 리스크가 발생하고 있으며, 이에 따라 기후 변화로 인한 식량의 안정적인 확보 차원에서 농업의 피해 없이 1년 내내 지속적으로 식물을 재배할 수 있는 식물공장이 주목받고 있다.

[0005] 식물공장은 도시 대기 중에 급증하고 있는 이산화탄소를 포집하여 식물공장에 공급할 경우 도시의 온실가스를 절감할 수 있다. 또한, 식물공장은 온실가스 절감의 대표적인 기술인 LED를 광원으로 활용하므로 에너지를 절감할 수 있다.

[0006] 이러한 식물공장 재배 시스템과 관련된 종래기술로는 대한민국 등록특허공보 제10-959994호(발명의 명칭 : 식물공장 LED 조명장치 및 이의 제조방법) 및 대한민국 등록특허공보 제10-512378호(발명의 명칭 : 식물 공장 시스

템) 등이 개시되어 있다.

[0007] 한편, 식물공장 내에 지속적으로 생장하는 식물을 관리하기 위해서 식물의 크기를 확인하는 과정이 필수적으로 수행되었다. 하지만, 식물공장 내의 식물의 크기를 측정하려면 관리자가 수작업으로 각 식물의 크기를 측정하고 데이터를 관리하여야 하는 불편함이 있었다.

[0008] 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위하여 대한민국 등록특허공보 제 10-1263752호(발명의 명칭 : 식물공장제어시스템 및 그를 이용한 식물 생장 모니터링 방법, 이하 선행문헌 1이라 칭함) 및 대한민국 등록특허공보 제 10-1415933호(발명의 명칭 : 식물공장제어시스템 , 이하 선행문헌 2라 칭함) 등이 개시되어 있다.

[0009] 그러나, 상기 선행문헌 1은 단순히 식물의 크기를 측정하고 이를 통해 생육정도를 예측하는 시스템이고, 선행문헌 2는 식물의 성장환경을 측정하여 이를 통해 식물의 성장을 예측하는 시스템이므로, 이러한 기술들로는 식물의 직접적인 생육 정도 및 품질을 측정하기 에는 한계를 갖고 있었다.

[0010] 비록, HPLC(high pressure liquid chromatography) 시스템을 이용하여 식물의 기능성 성분을 측정함으로써 식물의 생육 및 품질을 직접적으로 측정할 수 있는 시스템이 사용되고 있기는 하나, 이는 식물의 잎을 시스템 내부에서 고압으로 으깨어 기능성성분 측정함으로써 표본 측정만이 가능하고 장비의 가격이 매우 고가이며, 측정시간이 오래 걸릴 뿐만 아니라 비파괴적 방법으로 측정하지 못하는 한계를 갖고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 선행문헌 1: 대한민국 등록특허공보 10-1263752호

(특허문헌 0002) 선행문헌 2: 대한민국 등록특허공보 10-1415933호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명에 따른 식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템은 식물공장 내에서 배추의 생육 정도 및 품질을 저렴하고 편리한 방법으로 측정하기 위해 비파괴적인 방법의 시스템을 제공하는 것을 과제로 한다.

[0013] 또한, 식물 생육 및 품질에 가장 영향을 많이 주는 기능성 성분인 글루코시놀레이트, 카로티노이드, 당도, 아미노산의 측정을 통해 식물의 생육 발달 정도 및 품질을 나타낼 수 있도록 하는 것을 과제로 한다.

[0014] 또한, 할로겐 램프로부터 식물에 조사되는 광량 및 방향을 일정하게 유지하고 CCD디텍터에는 할로겐 램프의 조사광이 수광되지 않고 식물에 반사되는 반사광이 수광되도록 하는 것을 과제로 한다.

[0015] 또한, 식물공장 내 수집된 생육정보는 무선으로 송신되어 식물공장제어시스템을 통해 생육환경을 조절할 수 있도록 하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템은 식물공장 내에서 재배중인 식물에 빛을 조사하는 할로겐 램프; 상기 식물에서 반사되는 할로겐 램프의 반사광을 감지하는 CCD디텍터; 상기 CCD디텍터를 통해 감지된 반사광을 토대로 기능성 성분의 함량을 산출하는 제어부;를 포함하되, 상기 제어부는 CCD 디텍터의 반사광을 감지하는 입력부 및 기준값을 저장하고 있는 저장부, 상기 입력부로부터 감지된 반사광의 반사도를 상기 저장부에 저장된 기준값에 매칭하여 기능성성분의 함량을 산출하는 메인프로세서, 및 상

기 산출부의 정보를 식물공장제어시스템에 전송하는 유/무선 송신부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 기능성 성분은 당도, 아미노산, 글루코시놀레이트 및 카로티노이드 중 어느 하나를 포함하고, 상기 기준값은 HPLC(high Pressure liquid chromatography) 시스템을 통해 측정된 상기 기능성 성분의 함량인 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 식물공장 각 트레이 천정부에는 센싱박스가 설치되고, 상기 할로겐 램프 및 CCD디텍터는 상기 센싱박스에 설치되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 할로겐 램프는 엘이디(LED)이고, 상기 센싱박스는 LED 할로겐 램프가 장착되는 기판과, 상기 기판을 지지하는 방열판과, 상기 기판이 수용되는 내부 공간이 형성되고 적어도 상기 LED 측에 투광성을 갖는 관체와, 상기 관체 양쪽 또는 한쪽에 장착된 형광등기구에 연결 가능한 단자가 마련된 연결 단부 및 상기 방열판에 형성된 CCD디텍터를 구비하되, 상기 기판에는 한 쌍의 반사판이 구비되고, 상기 반사판은 적어도 한쪽면을 반사면으로 하고, 상기 반사판은 상기 내부 공간 내에 상기 기판의 길이 방향을 따라 상기 LED 측에 상기 반사면이 서로 대향되도록 설치되고, 상기 반사면은 상기 기판에 대하여 연직하게 형성된 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 식물공장 각 트레이 천정부에는 레일이 설치되고, 상기 센싱박스의 방열판 외면에는 상기 메인프로세서의 제어에 따라 상기 레일을 운행하도록 레일에 연결된 구동부가 형성된 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 방열판은 길이방향으로 연장된 판상의 베이스와, 상기 베이스 양단에 돌출되어 상기 관체가 결합되는 결합부를 포함하되, 상기 각각 결합부에는 상기 CCD디텍터가 제1 CCD디텍터 및 제2 상기 CCD디텍터가 각각 형성되고, 상기 제1 CCD디텍터는 190~890 nm의 파장범위를 측정할 수 있고, 상기 제2 상기 CCD디텍터는 470~1130 nm의 파장범위를 측정할 수 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 상기와 같은 특징을 갖는 본 발명에 따른 식물공장 내 식물 기능성 성분 측정시스템은 식물공장 내에서 배추의 생육 정도 및 품질을 상시적으로 저렴하고 편리한 방법으로 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0023] 또한, 다양한 종류의 기능성 성분 중 식물 생육 및 품질에 가장 영향을 많이 주는 기능성성분인 글루코시놀레이트, 카로티노이드, 당도, 아미노산을 측정 대상으로 함에 따라 장치가 간편하고 저렴해지는 효과가 있다.

[0024] 또한, 할로겐 조명 및 CCD 디텍터를 식물공장 내에 배치하고, 할로겐 조명에서 반사되는 빛의 반사율을 CCD디텍터에서 측정을 통해 기능성 성분을 측정함으로써 간편하고 저렴해지는 효과가 있다.

[0025] 또한, 할로겐 조명시스템의 구조를 개선함에 따라 CCD 디텍터의 디텍팅 효율이 극대화되어 장치의 신뢰성이 향상되는 효과가 있다.

[0026] 또한, 식물공장 내 수집된 생육정보는 무선으로 송신되어 식물공장제어시스템과 연계함에 따라 식물공장 내의 생육환경을 조절할 수 있도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전체 사시도

도 2는 센싱박스 전체 사시도

도 3은 센싱박스 단면도

도 4는 센싱박스의 발광 원리의 이미지를 간단하게 나타낸 개념도

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 시스템 블록도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.

[0029] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 식물공장 내에서 재배 중인 식물에 빛을 조사하는 할로겐 램프(11), 상기 식물에서 반사되는 할로겐 램프의 반사광을 감지하는 CCD디텍터(30), 상기 CCD디텍터를 통해 감지된 반사광을 토대로 기능성 성분의 함량을 산출하는 제어부(300)를 포함한다.

[0030] 식물공장은, 도 1을 참조하면, 식물의 층별로 재배할 수 있는 트레이(T)가 다수개 설치되어 있고, 각 트레이(T) 하부에는 통상의 식물배지(V)가 마련되고, 천정부에는 통상의 조명(L)과 본 발명의 센싱박스(100)가 설치되고, 상기 할로겐 램프 및 CCD디텍터는 상기 센싱박스에 설치되어 있다.

[0031] 상기 할로겐 램프(11) 및 CCD디텍터(30)는, 도 2 내지 3을 참조하면, 센싱박스(100)를 내에서 하나의 모듈로서 구성되며, 상기 센싱박스는 식물공장의 각 트레이 천정부에 고정 설치되거나 또는 형성된 레일 상에서 운행하며 식물공장 내의 특정위치에서 할로겐 램프의 광을 조사하고 해당 위치에서 식물로부터 반사되는 반사광을 CCD디텍터로 측정한다.

[0032] 이때, 통상의 할로겐 램프의 구성은 광범위하게 조사하는 것에는 적합하지만 특정 범위에 원하는 조도(밝기)를 요구하는 경우에는 빛이 분산되어 충분한 조도를 얻을 수 없다는 문제가 있다.

[0033] 즉, 램프는 조사 각도가 넓고, 발광 할 때 그 램프 주변에 방사상의 공간으로 조사하기 때문에 광원 직하 램프(정면) 및 그 주변 공간 등의 특정 방향에 모든 광량을 모으는 것이 아니라, 불필요한 방향으로 광량이 분산된다.

[0034] 따라서 램프 자체의 발광 휘도는 높다고 해도 밝기라는 점에서는 만족할 만큼 충분한 조도를 얻기 어려운 경우가 있다.

[0035] 예를 들어, 램프의 밝기를 수치로 나타낸 루멘(lm)은 모든 방향으로 방사상으로 조사되는 빛의 총량 (광속)을 함께 나타내므로 광원 직하와 그 주변의 밝기가 실제로는 루멘 수치대로는 되지 않고 어두워 질도 많이 있다.

[0036] 본 발명에서는 램프로부터 조사된 광이 식물에 정확하게 일정방향으로 도달하고, 이로부터 반사된 광이 CCD디텍터로 입수되어야 하므로 광원 직하와 그 주변 공간 등의 특정 방향으로 광량을 집중시키는 것이 필수적이다.

[0037] 또한, 특정 범위 내에서 충분한 광량과 조도(밝기)를 얻을 수 있어야 할 뿐만 아니라 식물에 조명의 열에 의한 잎탄 등의 손상을 주지 않도록 표면 온도를 낮춰야 하는 구성이 필요하다.

[0038] 이를 위하여 상기 할로겐 램프는 LED 할로겐 램프(이하 LED 광원이라 칭한다)가 적정하다.

[0039] 아울러, 상기 센싱박스(100)는 LED광원(11)이 장착 된 기판(12)과 기판(12)에 설치된 반사판(13), 기판(12)을 지지하는 방열판(14), 방열판(14)에 결합되어 기판(12) 및 반사판(13)을 수용 할 수 있는 내부 공간(15)을 형성하는 관체(16), 관체(16)의 양단에 장착되는 연결 단부인 캡(17)으로 구성되어 있다.

[0040] 상기 기판(12)은 관체(16)에 의해 형성되는 내부 공간(15)에 배치되어 평판으로 구성된 전자 회로 기판이며, 표면 측에 복수의 LED광원(11)이 장착되어 있다.

[0041] 또한, LED광원(11)과 간섭하지 않는 위치에 그 LED광원(11)에 소정의 전류를 흐르게 하기 위한 전자 회로가 배치되어있다.

[0042] 한편, 기판(12)의 뒷면 측은 그 부분이 방열 수단으로서의 방열판(14)에 접착제 등으로 접합되어 기판(12)과 LED광원(11) 등에서 발생하는 열을 방열 할 수 있게 되어 식물에 조명의 열에 의한 잎탄 등의 손상을 주지 않도록 한다.

[0043] 상기 전자 회로는 여러 전자 부품(18, 예를 들어, AC 전원과 콘덴서 등)과 이들을 연결하는 배선(도시 생략)으로 구성되어 있다.

[0044] 상기 반사판(13)은 예를 들면, 알루미늄 등의 소정의 금속 소재로 이루어지고, 적어도 한쪽면에 표면 처리를 실시함으로써 높은 광 반사성을 갖추고 있다.

[0045] 반사판(13)는 길이 방향으로 연장되는 판형 부재이며, 길이 방향을 따라 폭 방향으??로 반사면(19) 반대편 측에 소정 각도로 접함으로써 반사면(19)과 절곡편(20)을 형성하고, 단면 L 자 모양의 직선 레일 형상을 이루고 있다.

[0046] 상기 소정 각도(α)는 65° ~ 90° 의 범위로 하는 것이 바람직하고, 본 실시 형태에서는 90° 로 하고 있으며, 이로 인해 상기 LED 광원(11)이 식물에게 일정 범위 내에서 조사되고, CCD 디텍터에 직접 조사되지 않는 효과가 있다.

[0047] 또한 그 절곡 위치는 반사판(13)을 기판(12)에 설치했을 때 접힌 후 형성되는 반사면(19)의 높이 방향의 높이(H)가 센싱박스(100)에 맞는 범위 내이며, 반사면(19)의 단부(19a)를 가능한 한 높게 관체(16)의 내 측면에 접촉하지 않을 정도로 가까운 위치하도록 접어 구부리는 것이 바람직하다.

[0048] 상기 반사판(13)은 기판(12)의 길이 방향을 따라 기판(12) 상에 설치되어 있으며, 본 실시 예에서는 2 개의 반사판(13)이 기판(12) 상에 장착 된 LED광원(11) 열 양쪽에 평행하여 반사면(19)이 LED 광원(11)의 열을 서로 끼워 대향하는 위치에 설치되어 있다.

[0049] 구체적으로는 기판(12)의 LED 광원(11)과 간섭하지 않는 위치에 단열재(21)를 접착하고 단열재(21)와 반사판(13)의 절곡편(20)을 접착제에 의해 접착하여 설치되어 있다.

[0050] 단열재 (21)는 방열 용의 절연체로 이루어진 판상 부재 및 도장 형상 부재이며, 이 단열재 (21)를 통해 반사판(13)을 설치함으로써, 기판(12)의 열이 반사판(13)에 전해지 수 없어 때문에 센싱박스(100) 자체의 발열을 적절하게 방지 할 수 있다.

[0051] 위 구성에 따라 반사판(13)의 반사면(19)는 기판(12)에 대해 소정 각도(본 실시 예에서는 70도)의 경사를 갖는 구성된다.

[0052] 상기 방열판(14)은 센싱박스(100)의 길이 방향으로 연장 판상의 베이스(22)의 양쪽에 한 쌍의 결합부(23)와 센싱박스(100)의 외면의 일부를 구성하는 만곡부(24)를 가지고 있다.

[0053] 상기 결합부(23)는 베이스(22)의 원주 방향의 양단에 각각 일체로 형성되어 있으며, 좌우 한쌍이 되는 걸림수단을 구성하고 있다.

[0054] 각 결합부(23)는 베이스(22)로부터 센싱박스(100)의 내부 공간(15)에 돌출 단면 “T” 자 모양의 직선 레일 형상을 이루고 있다.

[0055] 또한 결합부(23)는 단면 T 자 형상의 한쪽 구멍을 바깥쪽으로 향해 배치하고, 그 구멍이 베이스(22)의 원주 방향의 양단을 연결하는 직선을 따라 바깥쪽으로 개방하고 있으며, 그 구멍에 의한 결합부(23)의 직선 홈 부분이 베이스(22)의 길이 방향(축 방향)의 전체 길이를 따라 직선으로 뻗어있다.

[0056] 상기 베이스(22)는 만곡부(24)와의 사이에 중공부(25)가 형성되어 있으며, 이 중공부(25)에 의해 기판??(12)의 발열을 방열하는 구성이다.

[0057] 상기 관체(16)는 대략 반 원통형 (약자 Ω 모양)의 단면 형상을 갖는 부재로서, 예를 들면, 유리나 합성수지 등의 재료로 형성 할 수 있다.

[0058] 상기 관체(16)의 폭 방향의 단부에는 한 쌍의 걸림부(16a)가 형성되어 있으며, 각각 방열판(14)의 한 쌍의 결합부(23)에 끼워 맞추어 걸림되어 관체(16)가 방열판(14)에 결합되도록 되어 있다.

[0059] 이 때, 관체 (16)의 길이 방향의 양쪽 가장자리는 후술하는 캡(17)의 내부 가장자리 가장자리에 각각 빈틈없이 밀접 함과 동시에, 관체(16)의 원주 방향의 양쪽 가장자리는 방열판(14) 베이스(22)의 둘레 방향 양쪽 가장자리에 각각 빈틈없이 밀접한다.

[0060] 따라서, 방열판(14)에 관체(16)를 장착하여 일체화함으로써 내부에 기판(12)을 수용 할 수 있는 내부 공간(15)을 형성한 센싱박스(100)를 얻을 수 있다.

[0061] 상기 캡(17)은 관체(16)의 단면의 개구를 폐쇄하기 위한 캡 모양의 연결 단부이며, 센싱박스의 단부를 구성하는 부재로서, 관체(16)의 단면과 거의 같은 지름의 원반 모양으로 형성된 뚜껑(26)과, 관체(16)의 단면의 구멍에 끼워되는 관입부(27)를 갖고 있다.

[0062] 이로서, 캡(17)은 관체(16)의 길이 방향의 양단에서 관체(16)와 방열판(14)의 단부를 덮도록 외부 끼움하고 장착된다.

[0063] 한편, 캡(17)에는 2개의 핀 모양의 단자(28)가 돌출 형성되어 있어, 소켓 측 전원(상용 교류 전원)에서 소정 전압의 교류 전력을 전자 부품(18) 등을 통해 기판 ??(12)에 공급하고, 기판 (12) 상에 장착 된 LED 광원 (11) 및

CCD디텍터(30)에 공급한다.

[0064] 이러한 캡의 구조를 통해, 통상의 조명과 동일한 소켓을 사용할 수 있으므로 설치 및 유지보수가 용이한 장점을 갖는다.

[0065]

[0066] 그림 4는 본 실시 예에 따른 센싱박스(100)의 발광 원리의 이미지를 간단하게 나타낸 개념도이다.

[0067] LED 광원(11)으로부터 조사되는 빛은 일반적으로 조사 각도가 넓고, 발광할 때 그 LED 광원 주변에 방사형(반원)에 광범위하게 공간 조사되므로 빛이 분산된다.

[0068] 본 실시 형태의 센싱박스는 LED 광원(11)으로부터 조사되는 빛의 전 광속을 마주하는 반사판(13)의 반사면(19)에 의해 반사시킴으로써 조사면인 LED 광원(11)의 전면(광원 직하)과 그 주변 공간 등을 중심으로 광량을 집중시킬 수 있다.

[0069] 즉, 도 4a에 나타낸 바와 같이 LED 광원(11)으로부터 방사된 빛이 A 부분으로 퍼지면서 CCD디텍터에 반사광이 아닌 램프의 광이 직접 수광되어 디텍○₩터으 신뢰성에 문제가 발생된다.

[0070] 그러나, 도 4b에 도시된 바와 같이 LED 광원(11)으로부터 방사되는 빛이 반사판(13)에 의해 반사됨으로써 내부 반사면(19)과 반사면(19)에 끼워진 영역(B 부분)에 모아지면서 식물에 직접적으로 한정된 부부능ㄹ 조사하고 디텍터에는 광을 조사할 수 없게 된다.

[0071] 이와 같이, LED 광원(11)으로부터 방사상으로 조사되는 빛의 전체 광량을 LED 광원의 정면과 주변 공간 등의 특정 방향으로 집중적으로 조사할 수 있다.

[0072] 한편, 상기 방열판 외면에는 하기할 메인프로세서의 제어에 따라 상기 레일(R)을 운행하도록 레일에 연결된 구동부(50)가 형성된다.

[0073] 여기서, 구동부(50)은 통상의 모터를 구비한 구동체이므로 더 이상의 기재는 생략한다.

[0074] 상기 CCD디텍터는, 도 2 및 3을 참조하면, 한쌍의 절곡편(20)에 각각 형성된다.

[0075] 이로서, 종래에 LED 광원(11)으로부터 방사되는 빛을 직접 수광하지 않고, 식물로부터 반사되는 반사광만을 수광할 수 있게 되어 디텍팅의 신뢰성이 향상된다.

[0076] 한편, 각각 결합부에는 상기 CCD디텍터가 제1 CCD디텍터 및 제2 상기 CCD디텍터가 각각 형성되고, 상기 제1 CCD디텍터는 190~890 nm의 파장범위를 측정할 수 있고, 상기 제2 상기 CCD디텍터는 470~1130 nm의 파장범위를 측정할 수 있도록 한다.

[0077] 한편, 제1 CCD디텍터 및 제2 상기 CCD디텍터는 각각 복수개 병열로 설치될 수 있다.

[0078] 이로서, 상기 CCD디텍터는 여러 종류의 기능성성분을 측정할 수 있는 파장 영역을 확보할 수 있게 된다.

[0079] 여기서, 기능성성분이란 작물의 생육에 직접적인 영향을 주는 성분으로서, 당도, 아미노산, 글루코시놀레이트, 카로티노이드 등이 대표적이며, 이러한 기능성 성분의 파장은 아래 표와 같다.

표 1

[0080]

기능성성분	기능성성분 계산에 사용되는 파장(nm)
당도	317, 329, 338, 376, 383, 393, 512, 837, 888, 944
아미노산	315, 415, 951
글루코시놀레이트	613, 860, 827, 948
카로티노이드	432, 454, 472, 584, 925

[0081] 본 실시예에서는 상기 당도, 아미노산, 글루코시놀레이트 및 카로티노이드를 기능성 성분으로 측정하는 것으로 하고, 이는 상기 4대 기능성 성분만으로도 충분히 식물의 생육상태를 판단할 수 있기 때문이다.

[0082] 이렇게 측정된 반사광은, 도 5를 참조하면, 제어부(200)로 송신되어 제어부에서 기능성 성분의 함량을 산출하게

된다.

[0083] 이를 위하여, 상기 제어부(200)는 CCD 디텍터의 반사광을 감지하는 입력부(210) 및 기준값을 저장하고 있는 저장부(220), 상기 입력부로부터 감지된 반사광의 반사도를 상기 저장부에 저장된 기준값에 매칭하여 기능성성분의 함량을 산출하는 메인프로세서(230), 및 상기 산출부의 정보를 식물공장제어시스템에 전송하는 유/무선 송신부(240)를 포함한다.

[0084] 상기 입력부(210)는 제1 및 제2 CCD디텍터(121, 122)로부터 감지된 반사광의 정보를 입력받아 메인프로세서(230)로 인가하는 기능을 한다.

[0085] 한편, 저장부(220)에는 고압(高壓)액체크로마토그래피(HPLC: high Pressure liquid chromatography) 시스템을 통해 측정된 상기 기능성 성분의 함량이 저장되어 있다. 여기서, HPLC는 공지되어 있는 시스템이므로 더 이상의 언급은 생략한다.

[0086] 상기 메인프로세서(230)는 기능성 성분의 파장에 해당하는 반사광의 강도를 저장부에 저장되어 있는 해당 기능성 성분의 성분값에 대비하여 그 강도에 대응되는 성분값을 도출해내는 구성으로서, 즉, 사용자에 의해 입력된 측정하고자 하는 기능성성분에 대한 정보를 저장부에 저장하였다가 사용자의 요구에 의해 측정위치까지 센싱박스를 이동시킨 후 CCD 디텍터에 의해 수광된 반사광을 인가받아 반사광의 강도를 저장부에 저장되어 있는 해당 기능성 성분의 성분값에 대비하여 그 강도에 대응되는 성분값을 도출해 낸다.

[0087] 이때, 사용자에 의해 입력된 기능성성분은 파장값이 제1 CCD센서와 제2CCD 센서에 동시에 수광된 경우 메인프로세서는 이들의 값을 평균하여 하나의 값으로 전환한 후 반사광의 강도를 저장부에 저장되어 있는 해당 기능성 성분의 성분값에 대비하여 그 강도에 대응되는 성분값을 도출해 낸다.

[0088] 여기서, 제1 CCD디텍터 및 제2 상기 CCD디텍터는 각각 복수개 병열로 설치된 경우에도 이들의 값을 평균하여 하나의 값으로 전환한 후 그 강도에 대응되는 성분값을 도출해 낼 수 있다.

[0089] 아울러, 레일을 따라 이동하면서 수광된 반사광은 메인프로세서에 의해 그 위치가 저장부에 저장되고, 이를 토대로 메인프로세서는 측정 구역에 대한 성분값을 도출하거나, 또는 각 구역의 값을 평균하여 식물공장 전체의 성분값을 대표값으로 도출할 수 있다.

[0090] 한편, 메인프로세서는 CCD디텍터로부터 인가받은 기능성성분의 반사광의 강도를 토대로 그 정확도를 높이기 위하여 $\sqrt{Ref}, \mathrm{Ln}(Ref), Ref^2, e^{Ref}, 1/Ref$ 의 보정식을 이용하여 아래와 같이 각 기능성성분에 대한 강도를 특화하여 산출한 후 저장부에 저장되어 있는 해당 기능성 성분의 성분값에 대비하여 그 강도에 대응되는 성분값을 도출해 낸다.

표 2

[0091]

기능성성분	강도값
당도	$\sqrt{Ref}+\mathrm{Ln}(Ref)$
아미노산	$\sqrt{Ref}+Ref$
글루코시놀레이트	$\mathrm{Ln}(Ref)+e^{Ref}$
카르티노이드	$\mathrm{Ln}(Ref)+\sqrt{Ref}$

[0092] 여기서, Ref 는 도 6을 참조하면, 식물로부터 반사되는 파장별 반사율(reflectance)

[0093] 이렇게, 산출된 기능성성분에 대한 성분값은 제어부의 유.무선 송신부(340)을 통해 식물공장제어시스템(S)에 전송되고, 식물공장제어시스템(S)은 이를 토대로 식물공장 내에서 생육되는 식물의 생육 정도 및 품질을 판단하고, 각 기능성성분에 해당하는 양액제어, 온/습도제어 또는 채광제어 등을 종합적으로 수행하게 된다.

[0094] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것이고, 명세서에 게시된 실시예는 본 발명의 기술사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 그러므로 본 발명의 보호범위는

청구범위에 기재된 사항에 의해 해석되고, 그와 균등한 범위 내에 있는 기술적 사항도 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0095] 100: 센싱박스

11: 할로겐 램프 12: 기판 13: 반사판

14: 방열판 15: 내부 공간 16: 관체

17: 캡 19: 반사면 20: 절곡편

22; 베이스 23: 결합부 24: 만곡부

25: 중공부 27: 관입부 28: 단자

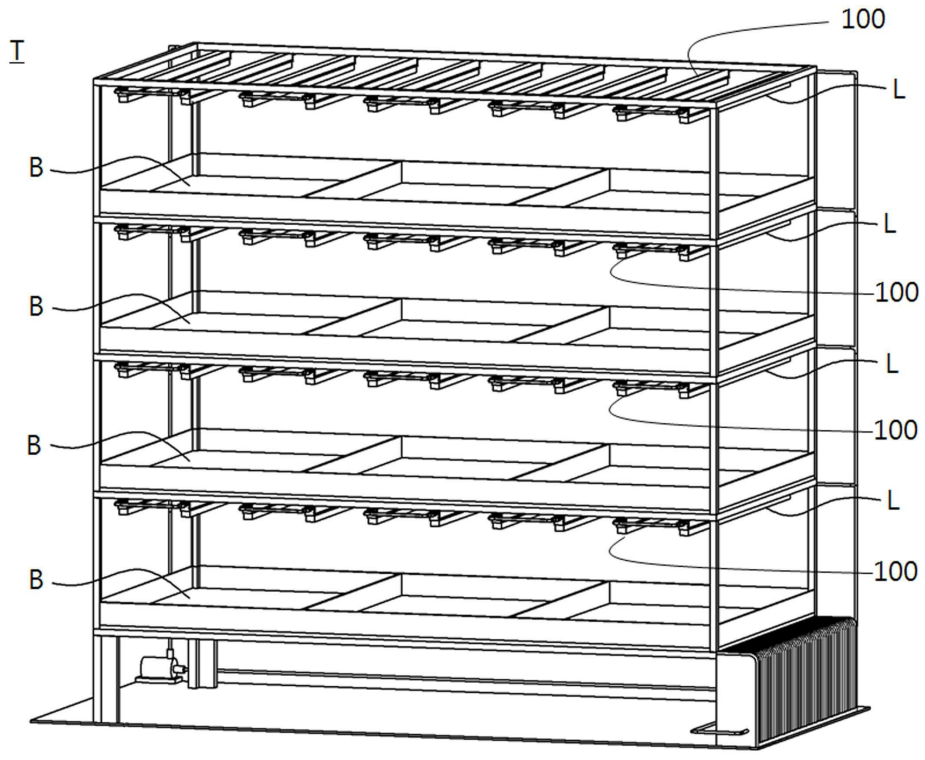
30: CCD디텍터 50: 구동부

300: 제어부 310: 입력부 320: 저장부

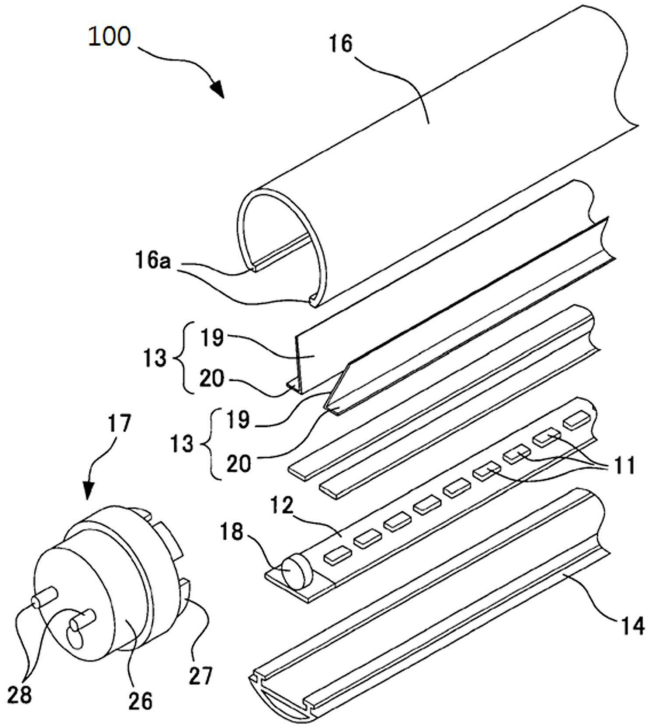
330: 메인프로세서 340: 유/무선 송신부

도면

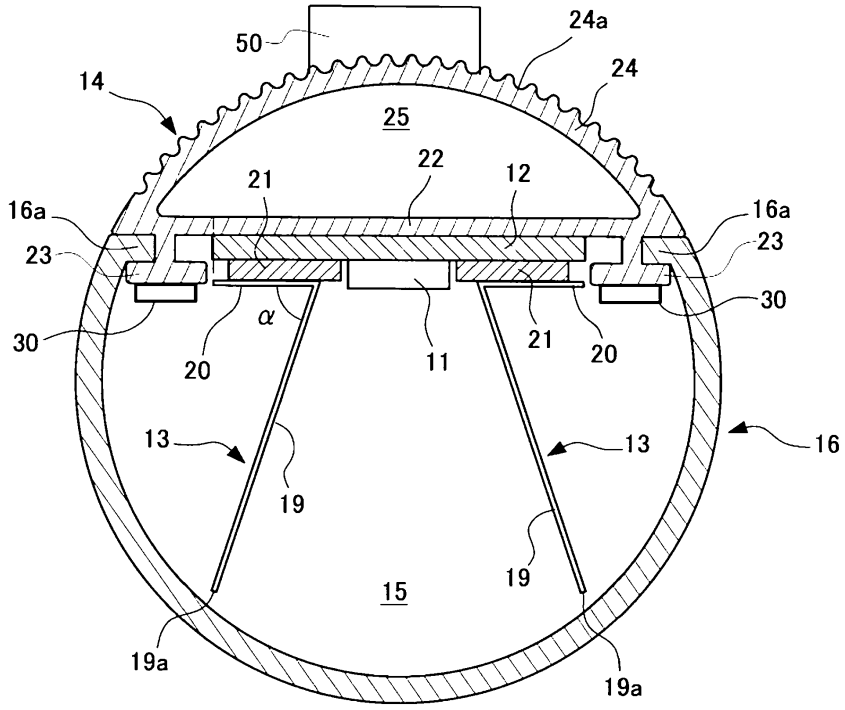
도면1



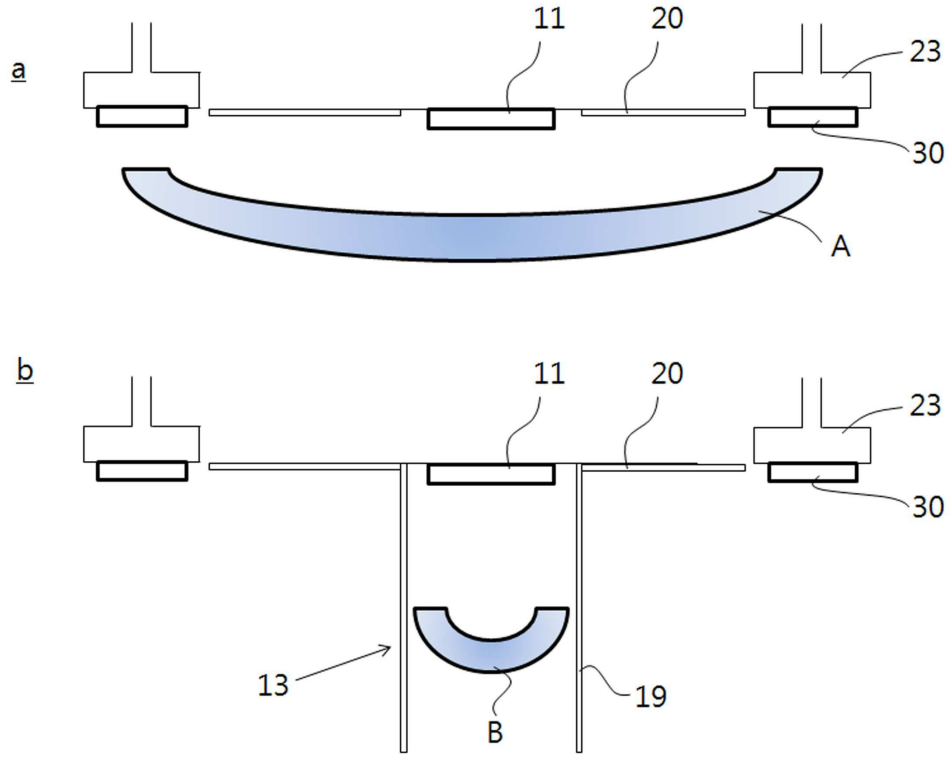
도면2


100
16
16a
13
19
20
17
19
13
20
11
12
18
14
28
26
27

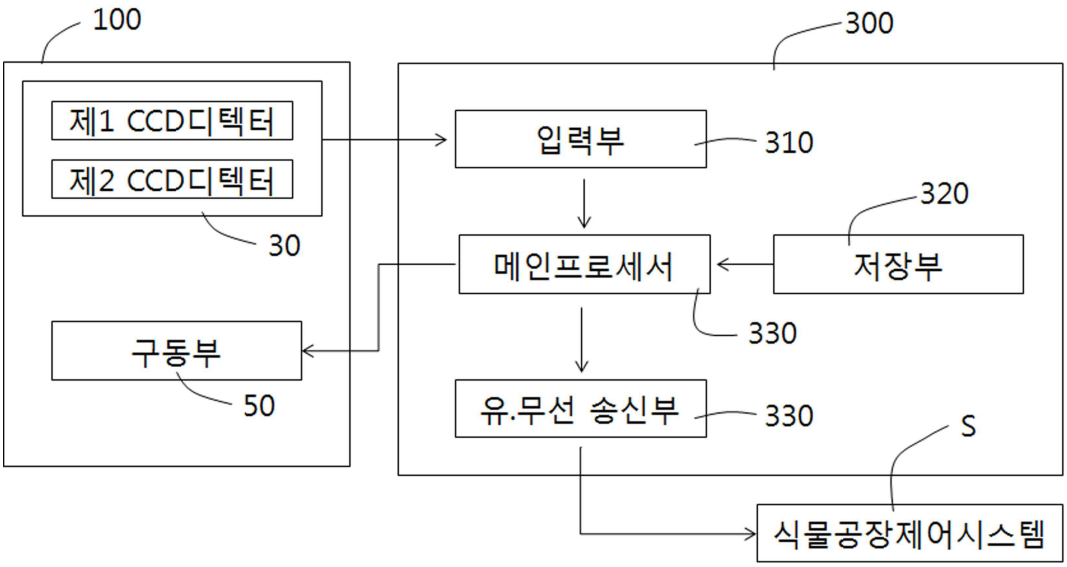
도면3


50
24a
24
14
25
22
12
21
16a
16a
23
23
30
30
α
20
11
21
20
13
13
16
19
19
15
19a
19a

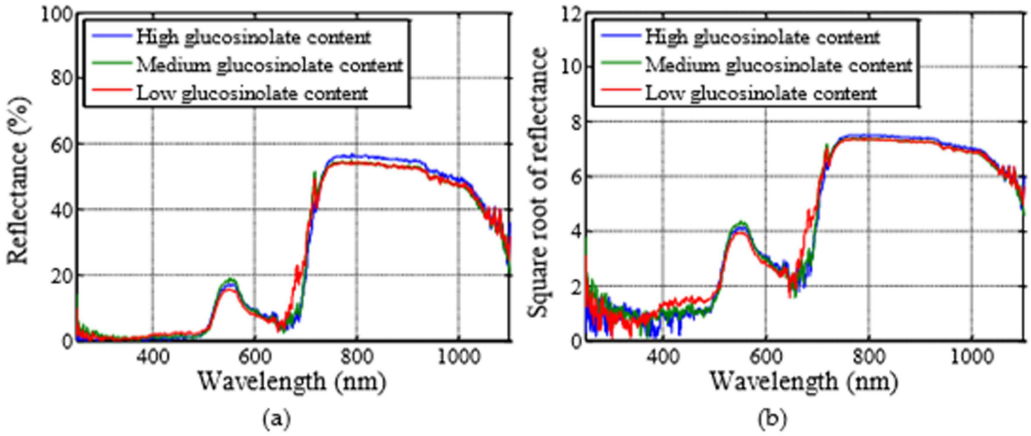
도면4


a
11
20
23
30
A
b
11
20
23
30
13
B
19

도면5


100
제1 CCD디텍터
제2 CCD디텍터
30
구동부
50
300
입력부
310
320
메인프로세서
저장부
330
유.무선 송신부
330
S
식물공장제어시스템

도면6


High glucosinolate content
Medium glucosinolate content
Low glucosinolate content
Reflectance (%)
Wavelength (nm)
(a)
Square root of reflectance
Wavelength (nm)
(b)