



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월16일
(11) 등록번호 10-2134655
(24) 등록일자 2020년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 31/02 (2019.01) A01G 7/06 (2006.01)
G05D 7/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01G 31/02 (2019.02)
A01G 7/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0049113
(22) 출원일자 2020년04월23일
심사청구일자 2020년04월23일
(56) 선행기술조사문헌
JP3205611 U9*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
농업회사법인 상상텃밭 주식회사
경상북도 안동시 경동로 1375, 406호(송천동, 지역산학협력관)
(72) 발명자
반병현
경상북도 안동시 강남7길 18, 205호(정하동)
(74) 대리인
특허법인리담, 특허법인이지

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 김민정

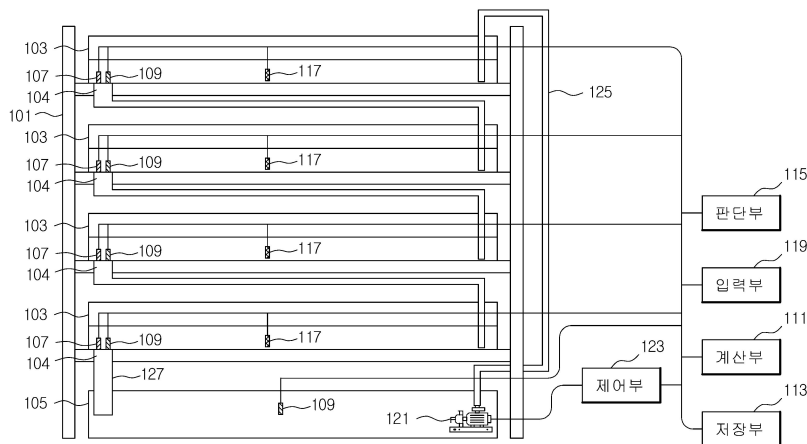
(54) 발명의 명칭 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 층류를 활용한 수경재배용 욕포 장치에 관한 것으로, 양액이 담겨있는 양액통; 하부에 배출구가 형성되어 있고, 상기 배출구로 상기 양액을 배출하는 욕포판; 상기 양액을 상기 욕포판으로 공급하는 공급부; 및 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건인 2000 이하가 되도록 상기 공급부의 출력을 조절하는 제어부;를 포함한다.

대표도

100



(52) CPC특허분류
G05D 7/06 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020040019869 A*
KR1020160003395 A*
JP2016217564 A*
KR1020130009323 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425134362

부처명 중소벤처기업부

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 창업성장기술개발(R&D)

연구과제명 농장 원격 자동 제어를 위한 클라우드 기반 대량 노드 데이터 스트림 처리 및 관리 인공지능개발과 실내형 식물공장에서의 실증

기 여 율 1/1

주관기관 농업회사법인 상상텃밭 주식회사

연구기간 2019.06.26 ~ 2020.06.25

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

양액이 담겨있는 양액통;

하부에 배출구가 형성되어 있고, 상기 배출구로 상기 양액을 배출하며 식물이 수용되는 재배 베드;

상기 양액통의 양액을 상기 재배 베드로 공급하는 공급부;

상기 양액의 용존산소량에 따라 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 상기 공급부의 출력을 제어하고, 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도의 농도차에 따라 상기 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 상기 공급부의 출력을 제어하는 제어부; 및

상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 용존산소량 및 상기 농도차 중 어느 것에 우선순위를 두고 제어해야 하는지 판단하는 판단부;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 용존산소량을 측정하는 용존산소 측정 센서;

상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도를 측정하는 양액 농도 측정 센서;

상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도의 농도차를 계산하는 계산부;

상기 양액의 용존산소량 기준치와 상기 농도차 기준치를 저장하고 있는 저장부;를 더 포함하되,

상기 제어부는 상기 측정한 상기 양액의 용존산소량이 상기 용존산소량 기준치 이하일 경우 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 상기 공급부의 출력을 제어하고, 상기 계산된 농도차가 상기 농도차 기준치 이상일 경우 상기 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 상기 공급부의 출력을 제어하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 배출구의 내경을 입력받는 입력부;를 더 포함하되,

상기 계산부는 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 상기 입력받은 상기 배출구의 내경에 따라 상기 공급부의 출력을 계산하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 입력부는 상기 재배 베드의 기울기 및 높이를 더 입력받으며,

상기 계산부는 양액의 용존산소량과 상기 재배 베드의 기울기 및 높이로 학습되어, 상기 측정된 용존산소량과 상기 입력받은 재배 베드의 기울기 및 높이에 따라 상기 공급부의 출력을 계산하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 저장부에는 상기 식물의 뿌리가 공기중에 노출된 노출 기준치가 더 저장되어 있고,

상기 식물의 뿌리를 촬영하는 카메라;를 더 포함하되,

상기 판단부는 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 농도차에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단하고, 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이하이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 측정된 용존산소량에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 판단부는 CNN 기반 AI를 활용해 상기 촬영한 식물의 뿌리를 비전 처리하여 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상인지 판단하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치.

청구항 8

공급부가 양액통의 양액을 재배 베드로 공급하는 제1단계;

용존산소 측정 센서가 상기 재배 베드의 배출구로 배출되는 양액의 용존산소량을 측정하는 제2단계;

양액 농도 측정 센서가 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도를 측정하는 제3단계;

계산부가 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도의 농도차를 계산하는 제4단계; 및

제어부가 상기 측정된 상기 양액의 용존산소량이 저장부에 저장된 용존산소량 기준치 이하일 경우 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부의 출력을 제어하고, 상기 계산된 농도차가 저장부에 저장된 농도차 기준치 이상일 경우 상기 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 상기 공급부의 출력을 제어하는 제5단계;를 포함하되,

상기 제5단계는,

판단부가 상기 측정된 용존산소량이 상기 용존산소량 기준치 대비 이상 또는 이하인지, 상기 계산한 농도차가 상기 농도차 기준치 대비 이상 또는 이하인지 판단하는 제5-1단계;

카메라가 상기 식물의 뿌리를 촬영하는 제5-2단계;

상기 판단부가 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 측정한 용존산소량 및 상기 계산한 농도차 중 어느 것에 우선순위를 두고 제어해야 하는지 판단하는 제5-3단계; 및

상기 판단부가 판단한 우선순위에 따라 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어하는 제5-4단계;인 것을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어부가 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부의 출력을 제어하는 것은,

상기 계산부가 입력부를 통해 입력받은 상기 배출구의 내경에 따라 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 계산한 상기 공급부의 출력에 상응하게 상기 제어부가 제어하는 것인 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부가 상기 공급부의 유량이 늘어나게 상기 공급부의 출력을 제어하는 것은,

상기 양액의 용존산소량과 재배 베드의 기울기 및 높이로 학습된 상기 계산부가 상기 측정한 용존산소량과 상기 입력부를 통해 입력받은 상기 재배 베드의 기울기 및 높이에 따라 계산한 상기 공급부의 출력에 상응하게 상기 제어부가 제어하는 것인 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 저장부에 상기 식물의 뿌리가 공기중에 노출된 노출 기준치가 더 저장되어 있으며,

상기 판단부는 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 농도차에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단하고, 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이하이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 측정한 용존산소량에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 판단부는 CNN 기반 AI를 활용해 상기 촬영한 식물의 뿌리를 비전 처리하여 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상인지 판단하는 것

을 특징으로 하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전통적인 식물재배는 토양을 사용하여 작물재배나 나무를 번식시키는 데 이용되는 뿌리가 있는 어린 식물을 기르는 것이다.

[0005] 그런데, 최근에는 토양과 무관하게 액체상태인 양액을 사용하여 식물을 재배하는 수경재배에 관한 기술이 각광을 받고 있다.

[0007] 이런 수경재배는 재배 베드에 식물을 설치한 후 뿌리 부분에 양액을 공급하여 재배하는 방식이다.

[0009] 이런 수경재배 방식 중 최근에 많이 사용하고 있는 방식은 재배 베드에 양액을 흘려보내고, 흘러내리는 양액에 식물 뿌리를 접촉시켜 식물에 영양분을 공급한 후 흘러내린 양액을 회수해 다시 재배 베드에 흘려보내는 방식인 순환식 양액 재배 방식으로, 이런 종래기술로는 한국등록특허공보 제10-1873148호가 있다.

[0011] 그러나 종래기술은 순환식 양액 재배 방식 중 Nutrient Film Technique(NTF)로 공기공급 측면에서 유리하게 식물의 뿌리가 공기중에 많이 노출되게 소량의 양액을 흘려보내 재배 베드의 일정 수준을 벗어나면 양액이 공급되는 곳과 배출구 부분의 농도 차이가 발생하여 영양 불균형이 심하며, 이런 문제점을 해결하기 위해 재배 베드의 길이를 감소시킬 경우 면적 대비 재배 효율이 감소하는 문제점이 있다.

[0013] 이런 문제점을 해결하기 위한 순환식 양액 재배 방식 중 다른 방식은 Aeroponics 방식이 있는데, Aeroponics 방식은 필요한 만큼의 양액만 뿌리에 접촉한다는 장점이 있어 뿌리의 영양공급 균일성 측면에서는 장점이 있으나, 그만큼 회수된 양액은 다른 방식에 비해 영양분이 매우 부족하여 재순환을 시키고자 한다면 양액에 영양분을 보충하는 재보정 작업을 굉장히 자주 해줘야 하는 불편함과 설치비용이 다른 기법에 비하여 비싸며 고장이 발생하면 일반 농가가 대처하기 힘든 문제점이 있다.

[0015] 또 다른 방식인 DWC(Deep water Culture) 방식은 산소공급을 위한 별도 장치가 필수적이며, 무게가 무겁기 때문에 다층으로 시설을 구비하기에 곤란하고, 다른 방식에 비해 작물의 품질이 떨어지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 다층의 재배 베드의 양액이 공급되는 곳과 배출구 모두에 용존산소량과 농도가 풍부한 양액을 공급할 수 있는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치를 제공하는 데 있다.

[0019] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 비용과 공간을 절약할 수 있는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치를 제공하는 데 있다.

[0021] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 면적 대비 재배 효율이 좋은 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0023] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 바람직한 일 측면에 따르면, 양액이 담겨있는 양액통; 하부에 배출구가 형성되어 있고, 상기 배출구로 상기 양액을 배출하며 식물이 수용되는 재배 베드; 상기 양액통의 양액을 상기 재배 베드로 공급하는 공급부; 및 상기 양액의 용존산소량에 따라 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 상기 공급부의 출력을 제어하고, 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도의 농도차에 따라 상기 공급되는 양액의 유량이 늘어나

게 상기 공급부의 출력을 제어하는 제어부;를 포함하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치를 제공할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 용존산소량을 측정하는 용존산소 측정 센서; 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도를 측정하는 양액 농도 측정 센서; 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도의 농도차를 계산하는 계산부; 상기 양액의 용존산소량 기준치와 상기 농도차 기준치를 저장하고 있는 저장부;를 더 포함하되, 상기 제어부는 상기 측정한 상기 양액의 용존산소량이 상기 용존산소량 기준치 이하일 경우 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 상기 공급부의 출력을 제어하고, 상기 계산된 농도차가 상기 농도차 기준치 이상일 경우 상기 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 상기 공급부의 출력을 제어할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 배출구의 내경을 입력받는 입력부;를 더 포함하되, 상기 계산부는 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 상기 입력받은 상기 배출구의 내경에 따라 상기 공급부의 출력을 계산할 수 있다.

[0029] 여기서, 상기 입력부는 상기 재배 베드의 기울기 및 높이를 더 입력받으며, 상기 계산부는 양액의 용존산소량과 상기 재배 베드의 기울기 및 높이로 학습되어, 상기 측정한 용존산소량과 상기 입력받은 재배 베드의 기울기 및 높이에 따라 상기 공급부의 출력을 계산할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 측정한 용존산소량 및 상기 계산한 농도차 중 어느 것에 우선순위를 두고 제어해야 하는지 판단하는 판단부;를 더 포함할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 저장부에는 상기 식물의 뿌리가 공기중에 노출된 노출 기준치가 더 저장되어 있고, 상기 식물의 뿌리를 촬영하는 카메라;를 더 포함하되, 상기 판단부는 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 농도차에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단하고, 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이하이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 측정한 용존산소량에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단할 수 있다.

[0035] 여기서, 상기 판단부는 CNN 기반 AI를 활용해 상기 촬영한 식물의 뿌리를 비전 처리하여 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상인지 판단할 수 있다.

[0037] 본 발명의 바람직한 다른 측면에 따르면, 공급부가 양액통의 양액을 재배 베드로 공급하는 제1단계; 용존산소 측정 센서가 상기 재배 베드의 배출구로 배출되는 양액의 용존산소량을 측정하는 제2단계; 양액 농도 측정 센서가 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도를 측정하는 제3단계; 계산부가 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 농도와 상기 양액통의 상기 양액의 농도의 농도차를 계산하는 제4단계; 및 제어부가 상기 측정한 상기 양액의 용존산소량이 저장부에 저장된 용존산소량 기준치 이하일 경우 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부의 출력을 제어하고, 상기 계산된 농도차가 저장부에 저장된 농도차 기준치 이상일 경우 상기 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 상기 공급부의 출력을 제어하는 제5단계;를 포함하는 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법을 제공할 수 있다.

[0039] 여기서, 상기 제어부가 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부의 출력을 제어하는 것은, 상기 계산부가 입력부를 통해 입력받은 상기 배출구의 내경에 따라 상기 배출구로 배출되는 상기 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 계산한 상기 공급부의 출력에 상응하게 상기 제어부가 제어하는 것일 수 있다.

[0041] 여기서, 상기 제어부가 상기 공급부의 유량이 늘어나게 상기 공급부의 출력을 제어하는 것은, 상기 양액의 용존산소량과 재배 베드의 기울기 및 높이로 학습된 상기 계산부가 상기 측정한 용존산소량과 상기 입력부를 통해 입력받은 상기 재배 베드의 기울기 및 높이에 따라 계산한 상기 공급부의 출력에 상응하게 상기 제어부가 제어하는 것일 수 있다.

[0043] 여기서, 상기 제5단계는, 판단부가 상기 측정한 용존산소량이 상기 용존산소량 기준치 대비 이상 또는 이하인지, 상기 계산한 농도차가 상기 농도차 기준치 대비 이상 또는 이하인지 판단하는 제5-1단계; 카메라가 상기 식물의 뿌리를 촬영하는 제5-2단계; 상기 판단부가 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 측정한 용존산소량 및 상기 계산한 농도차 중 어느 것에 우선순위를 두고 제어해야 하는지 판단하는 제5-3단계; 및 상기 판단부가 판단한 우선순위에 따라 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어하는 제5-4단계;일 수

있다.

[0045] 여기서, 상기 저장부에 상기 식물의 뿌리가 공기중에 노출된 노출 기준치가 더 저장되어 있으며, 상기 판단부는 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 농도차에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단하고, 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이하이면 상기 제어부가 상기 공급부의 출력을 제어할 때 상기 측정된 용존산소량에 우선순위를 두고 제어하게 하도록 판단할 수 있다.

[0047] 여기서, 상기 판단부는 CNN 기반 AI를 활용해 상기 촬영한 식물의 뿌리를 비전 처리하여 상기 촬영한 식물의 뿌리가 상기 노출 기준치 이상인지 판단할 수 있다.

발명의 효과

[0049] 본 발명은 용존산소량과 양액이 공급되는 곳과 배출구의 양액의 농도차에 따라 용존산소량 및 양액 농도 조절이 되도록 양액이 공급되는 유량을 제어하기 때문에 다층의 재배 베드의 양액이 공급되는 곳과 배출구 모두에 용존산소량과 농도가 풍부한 양액을 공급할 수 있는 효과가 있다.

[0051] 또한, 본 발명은 공급부를 설치하는 비용 및 공간을 절약할 수 있는 효과가 있다.

[0053] 또한, 본 발명은 다층의 재배 베드의 양액이 공급되는 곳과 배출구 모두에 용존산소량과 농도가 풍부한 양액을 공급하여 재배 베드 길이를 늘릴 수 있어 면적 대비 재배 효율이 좋으며, 식물의 생육 초기에 품질관리 및 폐사 방지용 대책으로 활용 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0055] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 양액 재배 장치와 종래 장치를 적용한 수경재배 결과를 비교한 사진이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0056] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0057] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0059] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나, 또는 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '직접 연결되어' 있다거나, '직접 접속되어' 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0061] 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. 본 출원에서, '포함한다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 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.

[0063] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치의 구성도이다.

[0065] 도 1을 참조하면, 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치(100)는 선반(101), 재배 베

드(103), 양액통(105), 용존산소 측정 센서(107), 양액 농도 측정 센서(109), 계산부(111), 저장부(113), 판단부(115), 카메라(117), 입력부(119), 공급부(121), 제어부(123), 공급관(125) 및 배출관(127)을 포함한다.

[0067] 선반(101)은 복수의 재배 베드(103)가 다층으로 수납된다.

[0069] 재배 베드(103)는 하부에 양액이 배출되는 배출구(104)가 형성되어 있어 배출구(104)로 양액을 배출하며, 복수의 식물이 내부에 수용된다.

[0071] 양액통(105)은 재배 베드(103)에 수용된 식물을 수경재배하기 위한 영양분을 공급하는 양액이 수용되어 있다.

[0073] 용존산소 측정 센서(107)은 재배 베드(103)의 배출구(104) 마다 설치되어, 배출구(104)를 통해 배출되는 양액의 용존산소량을 측정한다.

[0075] 양액 농도 측정 센서(109)는 양액통(103)과 재배 베드(103)의 배출구(104) 마다 설치되어, 양액통(103)에 수용된 양액의 농도와 배출구(104)를 통해 배출되는 양액의 농도를 측정한다.

[0077] 계산부(111)는 배출구(104)로 배출되는 양액의 농도와 양액통의 양액의 농도의 농도차를 계산하며, 재배 베드(103)의 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 입력부(119)를 통해 입력된 재배 베드(103) 배출구(104)의 내경에 따라 공급부(121)의 출력을 계산한다.

[0079] 구체적으로, 계산부(111)는 입력부(119)를 통해 입력받은 재배 베드(103) 배출구(104)의 내경을 D, 양액의 동점성계수를 μ 로 설정하여 재배 베드(103)의 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 하는 배출구(104)로 배출되는 양액의 유속인 v 를 계산한다. 이때, 계산부(111)가 양액의 동점성계수인 μ 를 물의 동점성계수인 10^{-6} 을 사용하는데 이는 양액이 물로 희석하였기 때문에 물의 동점성계수와 동일하기 때문이다.

[0081] 이어 계산부(111)는 입력부(119)를 통해 입력받은 재배 베드(103) 배출구(104)의 내경 및 선반(101)에 가장 상부에 설치된 재배 베드(103)의 상부에 양액을 공급하게 하는 공급관(125)의 부분과 공급부(121)의 수직 높이인 재배 베드(103)의 높이를 바탕으로 계산된 양액의 유속인 v 에 상응하는 공급부(121)의 출력을 계산한다.

[0083] 또한, 계산부(111)는 양액의 용존산소량과 재배 베드(103)의 기울기 및 높이로 학습되어, 용존산소 측정 센서(107)로 측정된 용존산소량과 입력부(119)를 통해 입력받은 재배 베드(103)의 기울기 및 높이에 따라 공급부(121)의 출력을 계산한다.

[0085] 구체적으로, 용존산소 측정 센서(107)로 측정된 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 이상일 경우 계산부(111)는 측정된 용존산소량에 따라 입력부(119)를 통해 입력받은 재배 베드(103)의 기울기 및 높이를 고려하여 공급부(121)를 통해 공급되는 양액의 유량을 달리하기 위해 공급부(121)의 출력을 달리 계산하는데, 예를 들어, 용존산소 측정 센서(107)로 측정된 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치보다 2배 많은 경우 공급부(121)를 통해 공급되는 양액의 유량이 최대가 되도록 입력부(119)를 통해 입력받은 재배 베드(103)의 기울기 및 높이를 고려하여 공급부(121)의 출력을 계산하고, 용존산소 측정 센서(107)로 측정된 용존산소량이 저장부(111)에 저장된 용존산소량 기준치보다 1.2배 많은 경우 공급부(121)를 통해 공급되는 양액의 유량이 최대보다 적게 되도록 입력부(119)를 통해 입력받은 재배 베드(103)의 기울기 및 높이를 고려하여 공급부(121)의 출력을 계산한다.

[0087] 저장부(113)는 양액의 용존산소량 기준치, 배출구(104)로 배출되는 양액의 농도와 양액통(105)의 양액의 농도의 농도차에 대한 농도차 기준치 및 식물의 뿌리가 공기중에 노출된 노출 기준치를 저장한다. 여기서, 양액의 용존산소량 기준치, 농도차 기준치 및 노출 기준치는 입력부(119)를 통해 입력받을 수 있다.

[0089] 또한, 저장부(113)는 입력부(119)를 통해 입력 받은 배출구(104)의 내경, 재배 베드(103)의 기울기 및 높이를 저장한다.

[0091] 판단부(115)는 용존산소 측정 센서(107)로 측정된 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 대비 이상 또는 이하인지, 계산부(111)가 계산한 농도차가 저장부(113)에 저장된 농도차 기준치 대비 이상 또는 이하인지 판단한다.

[0093] 또한, 판단부(115)는 제어부(123)가 공급부(121)의 출력을 제어할 때 용존산소 측정 센서(107)로 측정된 용존산소량과 계산부(111)가 계산한 농도차 중 어느 것에 우선순위를 두고 제어해야 하는지 판단한다.

- [0095] 구체적으로, 판단부(115)는 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 이하이면서, 계산부(111)가 계산한 농도차가 저장부(113)에 저장된 농도차 기준치 이상일 경우 제어부(123)가 공급부(121)의 출력을 제어할 때 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량과 계산부(111)가 계산한 농도차 중 어느 것에 우선순위를 두고 제어해야 하는지 판단한다.
- [0097] 이럴 경우 판단부(115)는 제어부(123)가 용존산소량에 우선순위를 두고 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부(121)의 출력을 제어하나, 카메라(117)를 통해 촬영한 식물의 뿌리가 저장부(113)에 저장된 노출 기준치 이상으로 식물의 뿌리가 공기중에 많이 노출된 경우에는 제어부(123)가 농도차에 우선순위를 두고 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 공급부(121)의 출력을 제어한다.
- [0099] 이때, 판단부(115)는 CNN 기반 AI를 활용해 카메라(117)를 통해 촬영한 식물의 뿌리를 비전 처리하여 촬영한 식물의 뿌리가 저장부(113)에 저장된 노출 기준치 이상인지 판단한다.
- [0101] 카메라(117)는 재배 베드(103)의 내부에 수용된 식물의 뿌리를 전체를 촬영할 수 있게 위치와 개수를 달리해 재배 베드(103)에 설치되어 재배 베드(103)에 수용된 식물의 뿌리를 촬영한다.
- [0103] 입력부(119)는 사용자를 통해 재배 베드(103) 배출구(104)의 내경, 재배 베드(103)의 기울기 및 선반(101)에 가장 상부에 설치된 재배 베드(103)의 상부에 양액을 공급하게 하는 공급관(125)의 부분과 공급부(121)의 수직 높이인 재배 베드(103)의 높이를 입력 받는다.
- [0105] 또한, 입력부(119)는 사용자를 통해 용존산소량 기준치, 농도차 기준치 및 노출 기준치를 입력받는다. 여기서, 입력부(119)는 사용자를 통해 공급부(121)의 출력도 입력받을 수 있는데, 사용자가 입력부(119)를 통해 입력한 공급부(121)의 출력은 사용자가 계산한 재배 베드(103) 배출구(104)의 내경에 따른 재배 베드(103)의 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되는 공급부(121)의 출력 또는 공급부(121)를 통해 공급되는 양액의 유량을 늘릴 수 있는 공급부(121)의 출력일 수 있다.
- [0107] 공급부(121)는 양액통(105)에 담긴 양액을 재배 베드(103)로 공급한다. 구체적으로, 공급부(121)는 제어부(123)의 제어에 따라 출력을 달리하여 공급부(121)에 연결된 공급관(125)을 통해 양액을 재배 베드(103)로 공급한다.
- [0109] 제어부(123)는 재배 베드(103)의 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부(121)의 출력을 제어하거나, 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 공급부(121)의 출력을 제어한다. 여기서, 제어부(123)가 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부(121)의 출력을 제어하는 것은 공급되는 양액의 유량이 줄어들게 공급부(121)의 출력을 제어하는 것일 수 있다.
- [0111] 구체적으로, 제어부(123)는 판단부(115)의 판단에 따라 공급부(121)의 출력을 제어하는데, 판단부(115)가 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 이하이면서, 계산부(111)가 계산한 농도차가 저장부(113)에 저장된 농도차 기준치 이하라고 판단하면, 제어부(123)는 재배 베드(103)의 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부(121)의 출력을 제어하고, 판단부(115)가 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 이상이면서, 계산부(111)가 계산한 농도차가 저장부(113)에 저장된 농도차 기준치 이상이라고 판단하면, 제어부(123)는 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 공급부(121)의 출력을 제어한다.
- [0113] 또한, 판단부(115)가 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 이하이면서, 계산부(111)가 계산한 농도차가 저장부(113)에 저장된 농도차 기준치 이상이라고 판단하면, 판단부(115)가 판단한 우선순위에 맞춰 공급부(121)의 출력을 제어한다. 이때, 제어부(123)는 계산부(111)가 계산한 공급부(121)의 출력을 바탕으로 공급부(121)의 출력을 제어하거나, 사용자가 입력한 공급부(121)의 출력을 바탕으로 공급부(121)의 출력을 제어한다.
- [0115] 공급관(125)은 공급부(121)에 연결되어 공급부(121)를 통해 공급되는 양액이 선반(101)의 가장 상부에 수납된 재배 베드(103)의 상부에 공급되게 한다. 여기서, 공급관(125)을 통해 선반(101)의 가장 상부에 수납된 재배 베드(103)의 상부에 공급되는 양액은 공급부(121)로부터 양액을 공급받아 용존산소 결핍이 발생하지 않으며, 공급부(121)를 통해 공급되는 양액의 유량이 늘어난 경우 공급관(125)을 통해 공급된 양액의 유속이 빨라져 공급관(125) 또는 배출관(127)과 배수구(104) 사이의 양액의 농도 차이가 줄어들는데, 이는 식물 뿌리에서의 물질교환 속도 변화에 비해 새로운 양액 유입 속도가 더욱 빠르기 때문이다.
- [0117] 배출관(127)은 재배 베드(103)의 배출구(104)에 연결되어 배출구(104)를 통해 배출되는 양액이 선반

(101)의 가장 하부에 수납된 재배 베드(103)를 제외하고는 하부에 위치한 재배 베드(103)의 상부에 배출되게 하며, 선반(101)의 가장 하부에 수납된 재배 베드(103)에 연결된 배출관(127)은 양액통(105)에 양액이 배출되게 한다.

[0119] 이때, 재배 베드(103)의 배출구(104)를 통해 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 조건을 만족해 배출구(104) 부분에서 양액이 배출될 때 전향력으로 인해 소용돌이가 발생하고, 이때 점성 때문에 빠져나오지 못한 공기를 포함하는 기포가 발생하여, 배출관(127)을 통해 하부에 위치한 재배 베드(103)의 상부에 배출될 때 기포가 양액과 같이 공급되어 선반(101)의 가장 상부에 수납된 재배 베드(103) 하부에 위치한 재배 베드(103)도 용존산소 결핍이 발생하지 않게 되며, 선반(101)의 가장 하부에 수납된 재배 베드(103)에 연결된 배출관(127)은 양액통(105)에 기포를 추가적으로 공급한다.

[0121] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 양액 재배 장치와 종래 장치를 적용한 수경재배 결과를 비교한 사진이다. 도 2(a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치가 적용된 수경재배 시설 사진이며, 도 2(b)는 종래 양액 재배 장치 중 Nutrient Film Technique(NFT)가 적용된 수경재배 시설 사진이다,

[0123] 도 2(a)를 참조하면, 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 장치(100)가 적용된 수경재배 시설의 경우 용존산소 측정 센서(107) 및 양액 농도 측정 센서(109)를 통해 측정된 용존산소량과 농도차를 바탕으로 공급부(121)를 통해 공급되는 양액의 유량을 조절해 위층과 아래층 모두 영양과 산소조건이 만족된 상태이다 보니, 위층의 빛까지 받은 아래층의 식물이 위층의 식물보다 더욱 생육이 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0125] 도 2(b)를 참조하면, NFT가 적용된 수경재배 시설의 경우 아래층으로 갈수록 양액과 용존산소를 위층의 식물이 흡수하여 영양과 산소조건이 만족하지 못해 아래층의 식물이 위층의 식물보다 생육이 왜소한 것을 확인할 수 있다.

[0127] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 용존산소량 및 양액 농도 조절이 가능한 양액 재배 방법의 순서도이다.

[0129] 도 3을 참조하면, 제1단계(S310)에서는 공급부(121)가 양액통(105)에 있는 양액을 공급관(125)을 통해 선반(101)에 수용된 최상단의 재배 베드(103)로 공급한다.

[0131] 제2단계(S320)에서는 재배 베드(103)의 배출구(104) 마다 설치된 용존산소 측정 센서(107)가 배출구(104)를 통해 배출되는 양액의 용존산소량을 측정한다.

[0133] 제3단계(S330)에서는 양액통(103)과 재배 베드(103)의 배출구(104) 마다 설치된 양액 농도 측정 센서(109)가 양액통(103)에 수용된 양액의 농도와 배출구(104)를 통해 배출되는 양액의 농도를 측정한다.

[0135] 제4단계(S340)에서는 계산부(111)가 배출구(104)로 배출되는 양액의 농도와 양액통(105)의 양액의 농도의 농도차를 계산한다.

[0137] 제5단계(S350)에서는 제어부(123)가 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 양액의 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 이하일 경우 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부(121)의 출력을 제어하고, 계산부(111)가 계산한 농도차가 저장부(113)에 저장된 농도차 기준치 이상일 경우 공급부(121)를 통해 공급되는 양액의 유량이 늘어나게 공급부(121)의 출력을 제어한다.

[0139] 구체적으로, 제5단계(S350)는 판단부(113)가 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량이 저장부(113)에 저장된 용존산소량 기준치 대비 이상 또는 이하인지, 계산부(111)가 계산한 농도차가 저장부(113)에 저장된 농도차 기준치 대비 이상 또는 이하인지 판단하는 5-1단계, 카메라(117)가 식물의 뿌리를 촬영하는 제5-2단계, 판단부(115)가 제어부(123)가 공급부(121)의 출력을 제어할 때 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량 및 계산부(111)가 계산한 농도차 중 어느 것에 우선순위를 두고 제어해야 하는지 판단하는 제5-3단계, 판단부(115)가 판단한 우선순위에 따라 제어부(123)가 공급부(121)의 출력을 제어하는 제5-4단계로 구성된다.

[0141] 여기서, 제어부(123)가 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 공급부(121)의 출력을 제어하는 것은, 계산부(111)가 입력부(119)를 통해 입력받은 배출구(104)의 내경에 따라 배출구(104)로 배출되는 양액의 레이놀드수가 층류 발생 조건이 되도록 계산한 공급부(121)의 출력에 상응하게 제어부(123)가 제어하는 것이며, 제어부(123)가 공급부(121)의 유량이 늘어나게 공급부(121)의 출력을 제어하는 것은, 양액의 용존산소량과 재배 베드(103)의 기울기 및 높이로 학습된 계산부(111)가 용존산소 측정 센서(107)로 측정한 용존산소량과 입력부(119)를 통해 입력받은 재배 베드(103)의 기울기 및 높이에 따라 계산한 공급부(121)

의 출력에 상응하게 제어부(121)가 제어하는 것일 수 있다.

[0143] 이상에서 본 발명에 따른 실시 예들이 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명의 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 범위의 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 다음의 청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

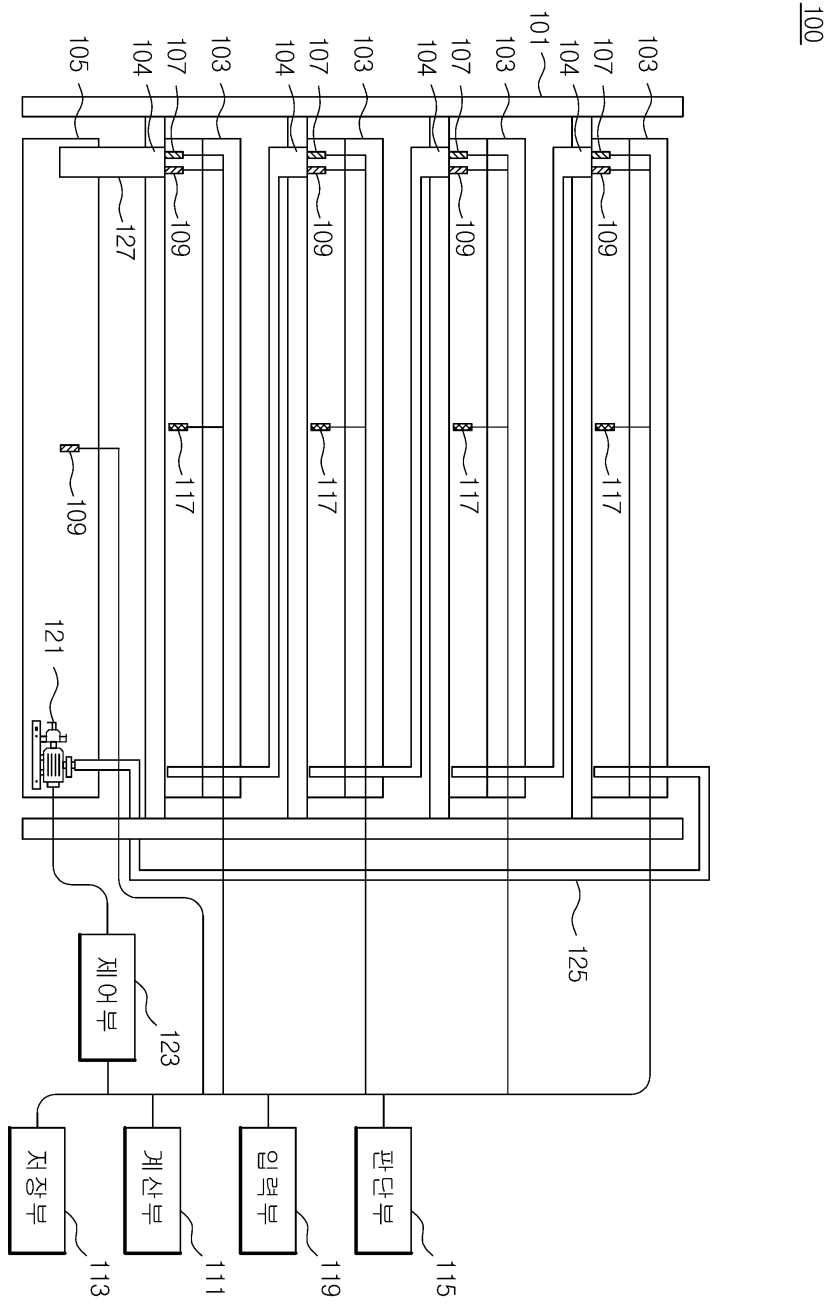
부호의 설명

[0145]

101 : 선반	103 : 재배 베드
105 : 양액통	107 : 용존산소 측정 센서
109 : 양액 농도 측정 센서	111 : 계산부
113 : 저장부	115 : 판단부
117 : 카메라	119 : 입력부
121 : 공급부	123 : 제어부
125 : 공급관	127 : 배출관

도면

도면1



도면2



도면3

