



등록특허 10-2308623



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월05일

(11) 등록번호 10-2308623

(24) 등록일자 2021년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A01G 31/02 (2019.01) A01G 24/40 (2018.01)

A01G 7/00 (2019.01) G06Q 50/02 (2012.01)

(52) CPC특허분류

A01G 31/02 (2019.02)

A01G 24/40 (2018.02)

(21) 출원번호 10-2021-0041526

(22) 출원일자 2021년03월31일

심사청구일자 2021년07월01일

(56) 선행기술조사문헌

KR101240375 B1\*

KR1020150053077 A\*

KR102071175 B1\*

JP06253695 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

농업회사법인 상상텃밭 주식회사

경상북도 안동시 임하면 금소길 341-12

(72) 발명자

반병현

경상북도 안동시 강남7길 18, 205호 (정하동)

류동훈

경상북도 안동시 복주2길 세영두레 101동 104호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인리담

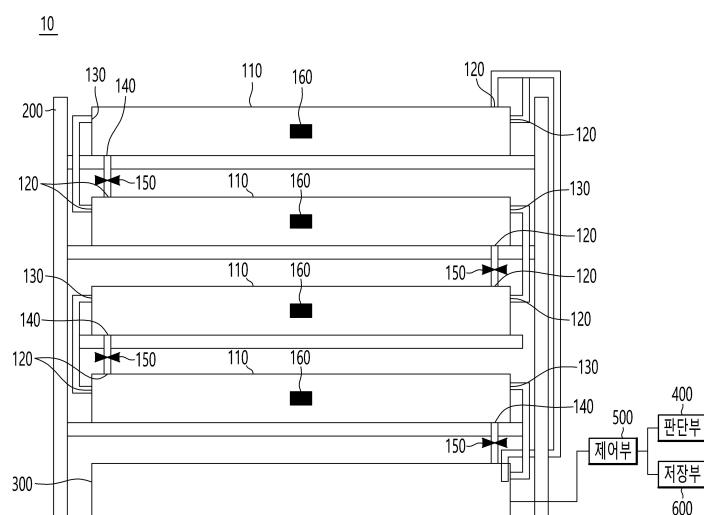
전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 김민정

(54) 발명의 명칭 수경재배 베드 및 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법

**(57) 요 약**

본 발명은 수경재배 베드에 관한 것으로, 수경재배 장치에 사용되는 수경재배 베드에 있어서, 상기 수경재배 장치에서 양액을 공급 받고, 식물이 수용되는 베드; 상기 베드의 측면 상부에 형성되어 상기 양액을 배출하는 제1 배출구; 상기 베드의 하단에 형성되어 상기 양액을 배출하는 제2 배출구; 및 상기 제2 배출구를 통한 상기 양액의 배출 여부를 조절하는 밸브;를 포함하되, 상기 수경재배 장치가 상기 식물의 뿌리 생장을 판단하여 상기 양액이 상기 제1 배출구 또는 상기 제2 배출구를 통해 배출되도록 상기 밸브를 제어한다.

**대 표 도 - 도1**

(52) CPC특허분류

*A01G 7/00* (2019.02)*G06Q 50/02* (2013.01)

(72) 발명자

김수빈

경상북도 안동시 강남5길 46, 301호 (누리보듬빌)

이민우

경상북도 안동시 축제장1길 77(운흥동) A2블록 행복  
주택아파트 201동 412호**권영범**

경상북도 안동시 은행나무로 106-6 302동 703호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425144386

과제번호 S2948223

부처명 중소벤처기업부

과제관리(전문)기관명 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 창업성장기술개발(R&amp;D)

연구과제명 지능형 의사결정 시스템이 탑재된 클라우드화 수직형 식물공장 개발

기여율 1/1

과제수행기관명 농업회사법인 상상텃밭 주식회사

연구기간 2020.08.01 ~ 2022.07.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

수경재배 장치에 사용되는 수경재배 베드에 있어서,

상기 수경재배 장치에서 양액을 공급 받고, 식물이 수용되는 베드;

상기 베드의 측면 상부에 형성되어 상기 양액을 배출하는 제1 배출구;

상기 베드의 하단에 형성되어 상기 양액을 배출하는 제2 배출구; 및

상기 제2 배출구를 통한 상기 양액의 배출 여부를 조절하는 밸브;를 포함하되,

상기 수경재배 장치가 상기 식물의 뿌리 생장을 판단하여 상기 양액이 상기 제1 배출구 또는 상기 제2 배출구를 통해 배출되도록 상기 밸브를 제어하고,

상기 뿌리 생장의 판단은, 상기 수경재배 장치가 상기 제1 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액 및 상기 제2 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액에 대한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율을 아래 [수식 1]을 이용해 분석하여, 상기 분석한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율의 평균율을 바탕으로 판단하는 것

을 특징으로 하는 수경재배 베드.

[수식 1]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V$$

(여기서,  $\frac{d[ion]}{dt}$  은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화,  $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로  $D_A$ 는 확산 상수,  $M$ 은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며,  $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성,  $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며,  $B$ 는 식물종에 대한 계수,  $S$ 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

수경재배 장치에서 식물이 수용되는 베드로 양액을 공급하는 단계; 및

상기 수경재배 장치가 상기 식물의 뿌리 생장을 판단하여 상기 양액이 상기 베드의 측면 상부에 형성된 제1 배출구 또는 상기 베드의 하단에 형성된 제2 배출구를 통해 배출되도록 밸브를 제어하는 단계;를 포함하되,

상기 뿌리 생장의 판단은, 상기 수경재배 장치가 상기 제1 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액 및 상기 제2 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액에 대한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율을 아래 [수식 2]를 이용해 분석하여, 상기 분석한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율의 평균율을 바탕으로 판단하는 것

을 특징으로 하는 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법.

[수식 2]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V$$

(여기서,  $\frac{d[ion]}{dt}$  은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화,  $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로  $D_A$ 는 확산 상수,  $M$ 은 문자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며,  $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적 특성,  $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며,  $B$ 는 식물종에 대한 계수,  $S$ 는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

## 청구항 5

삭제

## 청구항 6

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001]

본 발명은 수경재배 베드 및 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0003]

전통적인 식물의 재배는 토양을 사용하여 작물재배나 나무를 번식시키는 데 이용되는 뿌리가 있는 어린 식물을 기르는 것이다.

[0005]

그런데, 최근에는 토양과 무관하게 액체상태인 양액을 사용하여 식물을 재배하는 수경재배가 각광을 받고 있다.

[0007]

이런 수경재배는 수경재배 베드에 모종을 설치한 후 뿌리 부분에 양액을 공급하여 재배하는 방식이다.

[0009]

이런 수경재배는 다양한 수경재배 기법이 있는데 수경재배 기법을 구분하는 가장 중요한 기준은 식물에 물을 제공하는 형태로, 고여 있는 물에 식물을 담가 두는 패시브 수경재배 기법부터 흐르는 물에 뿌리를 담가 두는 기법들, 분무기나 가습기 노즐로 물을 공급하는 기법들까지 다양한 기법들이 있다.

[0011]

이들 중 산업상 수요가 가장 높은 기법은 NFT(Nutrient Film Technique)와 DFT(Deep Flow Techinuqe) 기법으로 이들은 모두 흐르는 물에 식물 뿌리를 담가 두어 영양과 물을 공급한다는 것은 동일하나 수위를 조절하는 방식에서 차이가 있다.

[0013]

NFT 기법은 수위를 매우 낮게 유지하여 양액이 마치 필름(film)처럼 흐른다고 하여 붙여진 이름이며, DFT 기법은 NFT 기법에 비해 깊은(deep)수위의 흐르는 양액을 활용한 재배기법이다.

[0015]

NFT 기법은 식물 뿌리와 공기 사이의 접촉면이 매우 커 산소공급이 원활하며 수위가 낮아 수경재배 베드의 무게가 낮아져 다층 적재를 위해 하중을 견디기 위한 비용이 추가로 발생한다는 단점이 있지만, 펌프가 멈춰도 고여 있는 물이 벼파 역할을 하여 며칠 가량 작물의 손상이 발생하지 않으며, 기온이 급격히 변하여도 수온이 천천히 변하여 뿌리의 생리활성 변화가 잘 일어나지 않는 장점이 있다.

[0017]

DFT 기법은 NFT 기법 대비 산소 공급 효율이 떨어져 기포발생기 등의 장치를 추가로 설치하는 경우가 많고 수경재배 베드의 무게가 높아져 다층 적재를 위해 하중을 견디기 위한 비용이 추가로 발생한다는 단점이 있지만, 펌프가 멈춰도 고여 있는 물이 벼파 역할을 하여 며칠 가량 작물의 손상이 발생하지 않으며, 기온이 급격히 변하여도 수온이 천천히 변하여 뿌리의 생리활성 변화가 잘 일어나지 않는 장점이 있다.

[0019]

그러나 대규모 식물공장 시스템에서는 식물의 뿌리 활착 과정과 관련하여 수위조절이 필요하다.

[0021]

대형 시설에서는 NFT 기법을 활용하여 유량을 최소화 하는것이 산업적 및 경제적 이점이 굉장히 크지만, 작물의 생육 초기에는 DFT 기법처럼 수위를 높여 재배하는 것이 실익이 있다.

[0023] 이에 DFT 기법과 NFT 기법은 각각의 장단점이 있으므로 수위조절을 통해 양자의 장점을 적절히 조합하여는 수요가 증가하고 있다.

[0025] 이런 종래기술로는 한국등록특허 제10-1435906호가 있다.

[0027] 그러나 종래기술은 한 번 DFT 기법 및 NFT 기법을 세팅한 뒤 기법을 변경하려면 베드의 분해-재설치가 필요한데, 대형 식물공장 시스템에서는 일반적으로 베드 1개로 대략 12포기 가량의 작물을 기르고, 시설 1 곳에서 적게는 1만 포기에서 많게는 20만 포기 작물을 재배하기 때문에 시설 내의 NFT 기법을 DFT 기법으로 전환하려면 약 1천회에서 2만회 가량의 분해 재조립 과정이 필요하므로 산업용 규모에서의 이용 가능성이 낮은 문제점이 있다.

[0029] 또한, 식물이 생육하기 적합한 환경에서는 뿌리 또한 생육속도가 매우 빠르고 활발해, 종래기술처럼 수경재배 베드의 높이가 충분히 높지 않아 뿌리가 관을 막아 양액의 역류현상이 일어나는 문제점이 있다.

[0031] 이는 저렴한 쌈채소의 경우 생육 사이클이 짧아 뿌리가 비대해지기 전에 수확할 수 있지만, 고부가가치 작물과 과채류 등 장시간 재배가 필요한 작물은 뿌리로 인해 관이 막혀 양액이 빠져나가지 못하고 수경재배 베드 상부로 역류하는 현상이 일어나 시스템의 오작동과 양액의 유출, 일부 구간의 양액 공급 차단 등의 다양한 문제가 발생하게 한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0033] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, DFT 기법과 NFT 기법을 조절할 수 있는 수경재배 베드 및 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법을 제공하는 데 있다.

[0035] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, DFT 기법과 NFT 기법 전환 시 추가적인 설치나 분해 재조립 등으로 가동을 정지하지 않는 수경재배 베드 및 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법을 제공하는 데 있다.

[0037] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 식물의 뿌리 성장으로 수경재배 베드가 막히지 않는 수경재배 베드 및 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법을 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0039] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 바람직한

[0040] 일 측면에 따르면, 수경재배 장치에 사용되는 수경재배 베드에 있어서, 상기 수경재배 장치에서 양액을 공급 받고, 식물이 수용되는 베드; 상기 베드의 측면 상부에 형성되어 상기 양액을 배출하는 제1 배출구; 상기 베드의 하단에 형성되어 상기 양액을 배출하는 제2 배출구; 및 상기 제2 배출구를 통한 상기 양액의 배출 여부를 조절하는 밸브;를 포함하되, 상기 수경재배 장치가 상기 식물의 뿌리 생장을 판단하여 상기 양액이 상기 제1 배출구 또는 상기 제2 배출구를 통해 배출되도록 상기 밸브를 제어하는 수경재배 베드를 제공할 수 있다.

[0042] 여기서, 상기 뿌리 생장의 판단은, 상기 수경재배 장치가 상기 제1 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액 및 상기 제2 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액에 대한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하여, 상기 분석한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율의 괴리율을 바탕으로 판단할 수 있다.

[0044] 또한, 상기 베드에 설치되어 뿌리 생장 정보를 획득하는 뿌리 생장 정보 획득부;를 더 포함하되, 상기 뿌리 생장의 판단은, 상기 수경재배 장치가 상기 획득한 뿌리 생장 정보를 바탕으로 판단할 수 있다.

[0046] 본 발명의 바람직한 다른 측면에 따르면, 수경재배 장치에서 식물이 수용되는 베드로 양액을 공급하는 단계; 및 상기 수경재배 장치가 상기 식물의 뿌리 생장을 판단하여 상기 양액이 상기 베드의 측면 상부에 형성된 제1 배출구 또는 상기 베드의 하단에 형성된 제2 배출구를 통해 배출되도록 밸브를 제어하는 단계;를 포함하는 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법을 제공할 수 있다.

[0048] 여기서, 상기 뿌리 생장의 판단은, 상기 수경재배 장치가 상기 제1 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액 및 상기 제2 배출구를 통해 배출될 때의 상기 양액에 대한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하여, 상기 분석한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율의 괴리율을 바탕으로 판단할 수 있다.

[0050] 여기서, 상기 뿌리 생장의 판단은, 상기 수경재배 장치가 상기 베드에 설치된 뿌리 생장 정보 획득부에

서 획득한 뿌리 생장 정보를 바탕으로 판단할 수 있다.

### 발명의 효과

[0052] 본 발명은 DFT 기법과 NFT 기법을 뿌리 성장에 따라 조절하여 식물의 성장에 맞춤형 수경재배 기법을 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0054] 또한, 본 발명은 식물 뿌리 성장을 판단하여 DFT 기법과 NFT 기법을 전환하여 가동 정지 없이 수경재배 기법을 전환할 수 있는 효과가 있다.

[0056] 또한, 본 발명은 뿌리가 성장해도 수경재배 베드가 막히지 않아 양액이 역류하지 않는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0058] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수경재배 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 수경재배 베드의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 베드와 종래 베드를 비교도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 판단부가 괴리율을 분석할 때를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법의 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0059] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러가지 실시예를 가질수 있는바, 특정 실시예들을 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.

[0061] 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.

[0063] 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.

[0065] 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.

[0067] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수경재배 장치의 구성도이다.

[0068] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 수경재배 베드의 구성도이다.

[0069] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 베드와 종래 베드를 비교도이다. 여기서, 도 3(a)는 본 발명의 일실시예에 따른 베드(110)이며, 도 3(b)는 종래 베드이다.

[0071] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 수경재배 장치(10)는 수경재배 베드(100), 선반(200), 양액탱크(300), 판단부(400), 제어부(500) 및 저장부(600)를 포함한다.

[0073] 수경재배 베드(100)는 베드(110), 공급구(120), 제1 배출구(130), 제2 배출구(140), 벨브(150) 및 뿌리 생장 정보 획득부(160)를 포함한다.

[0075] 베드(110)는 식물이 수용되며, 수경재배 장치(10)의 양액탱크(300)로부터 양액을 공급받고, 양액을 수경재배 장치(10)의 양액탱크(300)로 배출한다. 여기서, 베드(110)는 단독 또는 복수개가 연결되어 수경재배 장치(10)의 선반(200)에 설치될 수 있다.

[0077] 또한, 베드(110)의 높이(a)는 종래 베드(111)의 높이(b)와 비교해 더 높아 식물의 뿌리가 팽창할 수 있는 공간을 제공할 수 있고, 성장한 식물의 뿌리에 의해 제2 배출구(140)가 막히지 않는다.

[0079] 공급구(120)는 베드(110)의 측면 상부 및 상단에 형성되어 베드(110)에 양액이 공급되게 한다. 이때, 베드(110)가 단독으로 선반(200)에 설치 경우는 양액탱크(300)와 관으로 연결되어 양액탱크(300)로부터 이동한 양액이 베드(110)로 공급되게 하고, 베드(110)가 복수개가 선반(200)에 설치될 경우 제일 상단의 베드(110)는 양액탱크(300)와 관으로 연결되어 양액탱크(300)로부터 이동한 양액이 베드(110)로 공급되게 하며, 하단의 베드(110)는 상단의 제1 배출구(130) 및 제2 배출구(140)와 관으로 연결되어 제1 배출구(130) 및 제2 배출구(140) 중 어느 하나에서 배출되는 양액이 베드(110)에 공급되게 한다.

[0081] 제1 배출구(130)는 공급구(120) 반대편인 베드(110)의 측면 상부에 형성되어 양액을 배출한다.

[0083] 제2 배출구(140)는 공급구(120) 반대편인 베드(110)의 하단에 형성되어 양액을 배출한다.

[0085] 이때, 베드(110)가 단독으로 선반(200)에 설치 경우는 제1 배출구(130) 및 제2 배출구(140)는 공급구(120)와 관으로 연결되지 않고, 양액탱크(300)와 관으로 연결되어 양액을 양액탱크(300)로 배출시키며, 베드(110)가 복수개가 선반(200)에 설치될 경우 제일 상단의 제1 배출구(130) 및 제2 배출구(140)는 하단의 공급구(120)와 관으로 연결되어, 하단의 베드(110)로 공급구(120)를 통해 양액을 배출시켜 베드(110)에 양액이 공급되게 하는 한편, 제일 하단의 제1 배출구(130) 및 제2 배출구(140)는 양액탱크(300)와 관으로 연결되어 양액을 양액탱크(300)로 배출시킨다.

[0087] 제2 배출구(140) 및 하단의 공급구(120)는  $100L/m^3h$  이상의 양액 유속을 저항 없이 배출할 수 있을 정도의 크기를 갖는다. 예를들어 베드(110)의 폭이 10cm인 경우 제2 배출구(140) 및 하단의 공급구(120)는 지름 1cm 이상일 수 있다.

[0089] 밸브(150)는 제2 배출구(140) 또는 제2 배출구(140)와 연결되는 관에 설치되어, 수경재배 장치(10)의 제어부(500)의 제어에 따라 제2 배출구(140)를 통한 양액의 배출 여부를 조절하기 위해 폐쇄 또는 개방된다.

[0091] 뿌리 생장 정보 획득부(160)는 베드(110)에 설치되어 뿌리 생장 정보를 획득한다. 여기서, 뿌리 생장 정보 획득부(160)는 카메라로 베드(110)의 내부에 수용된 식물의 뿌리를 전체를 촬영할 수 있게 위치와 개수를 달리해 재배 베드(110)에 설치되어 재배 베드(110)에 수용된 식물의 뿌리를 촬영하여 뿌리 생장 정보를 획득하거나, 카메라 외의 뿌리 생장 정보를 획득할 수 있는 다른 센서들일 수 있고, 뿌리 생장 정보 획득부(160)는 생략될 수도 있다.

[0093] 선반(200)은 베드(100)를 수납한다.

[0095] 양액탱크(300)는 베드(110)에 수용된 식물을 수경재배하기 위한 영양분을 공급하는 양액이 담겨있다. 여기서, 양액탱크(300)는 베드(110)에서 배출된 양액이 저장될 수 있으며, 내부에 EC, pH, 그 외 이온 센서들 중 1개 이상이 설치되어 센서값을 판단부(400)에 제공할 수 있고, 제어부(500)가 제어에 따라 액비탱크(미도시) 또는 원수탱크(미도시)로부터 액비 또는 원수를 공급받을 수 있다.

[0097] 판단부(400)는 양액탱크(300)에 설치된 센서로부터 획득한 센서값인 양액 정보를 바탕으로 아래 [수학식 1]을 이용해 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다. 이때, 판단부(400)는 제1 배출구(130)를 통해 배출될 때의 양액 및 제2 배출구(140)를 통해 배출될 때의 양액에 대한 식물 뿌리의 이온 흡수율을 각각 분석할 수 있다.

[0099] [수학식 1]

$$\frac{d[ion]}{dt} = -\frac{B}{S} \cdot \frac{D_A \sqrt{M}}{(kN_F)^{1.5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V$$

[0100] [여기서,  $\frac{d[ion]}{dt}$  은 뿌리 내부의 ion이라는 이름의 이온의 시간에 따른 조성변화,  $D_A \sqrt{M}$ 은 이온의 물리적 특성으로  $D_A$ 는 확산 상수, M은 분자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며,  $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적

특성,  $\frac{1}{\sqrt{V_m}} \frac{d}{dt} V$ 은 Goldman의 방정식으로 계산되는 식물 뿌리와 주변 사이의 상호 작용에 대한 계수이며, B는 식물종에 대한 계수, S는 이온이 흐르는 표면적으로 식물 성장에 대한 계수이다.)

[0103] 또한, 판단부(400)는 제1 배출구(130)를 통해 배출될 때의 양액 및 제2 배출구(140)를 통해 배출될 때

의 양액에 대한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하여, 분석한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율의 평균값을 분석해 식물의 뿌리 생장을 판단한다. 여기서, 평균값이 큰 경우 평균값이 적은 경우보다 식물의 뿌리 생장이 이뤄지지 않아 제2 배출구(140)로 양액이 배출될 때 낮은 양액의 수위로 뿌리를 통해 영양분을 흡수하지 못하지만, 평균값이 일정 수준이 될 경우 식물의 뿌리 생장이 충분히 이뤄져 제2 배출구(140)로 양액이 배출될 때 낮은 양액의 수위에도 뿌리를 통해 영양분을 흡수할 수 있기 때문에, 판단부(400)는 평균값을 바탕으로 식물의 뿌리 생장 정도를 추론할 수도 있다.

[0105] 또한, 판단부(400)는 저장부(600)에 저장된 평균값과 비교하여 평균값이 하인지 판단하여, 기준값이 하인 경우 밸브(150)의 개방 시점으로 판단한다. 여기서, 저장부(600)에 저장된 평균값은 사용자가 직접 입력하여 지정한 값이거나, 사용자가 입력한 저장부(600)에 저장한 밸브(150)의 적정 개방 시점을 바탕으로 머신러닝을 수행하여 분석한 해당 적정 개방 시점의 평균값일 수 있다.

[0107] 또한, 판단부(400)는 뿌리 생장 정보 획득부(160)에서 획득한 뿌리 생장 정보를 바탕으로 뿌리 생장을 판단할 때, 저장부(600)에 저장된 뿌리 생장 정보 기준치와 비교하여 뿌리 생장 정보 기준치 이상인지 판단하여, 뿌리 생장 정보 기준치 이상일 때 밸브(150)의 개방 시점으로 판단한다. 여기서, 뿌리 생장 정보 획득부(160)가 카메라인 경우 판단부(400)는 CNN 기반 AI를 활용해 촬영한 식물의 뿌리를 비전 처리하여 촬영한 식물의 뿌리가 뿌리 생장 정보 기준치 이상인지 판단한다.

[0109] 판단부(400)가 판단하는 밸브(150)의 개방 시점은 밸브(150)가 개방되어 제2 배출구(140)로 양액이 배출되어 베드(110)에 양액의 수위가 낮은 Nutrient Film Technique(NFT) 기법이 되어도 식물의 뿌리가 양액과 접촉하여 양액을 흡수할 수 시점이다.

[0111] 제어부(500)는 판단부(400)가 판단한 뿌리 생장을 바탕으로 밸브(150)를 제어하여 제2 배출구(140)를 폐쇄 또는 개방한다. 여기서, 제어부(500)는 판단부(400)가 판단한 결과값 이외 사용자가 직접 입력한 명령에 따라 제2 배출구(140)를 폐쇄 또는 개방할 수도 있다.

[0113] 구체적으로, 제어부(500)는 판단부(400)가 제1 배출구(130)를 통해 배출될 때의 양액 및 제2 배출구(140)를 통해 배출될 때의 양액에 대한 각각의 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 판단한 밸브(150)의 개방 시점 및 판단부(400)가 생장 정보 획득부(160)에서 획득한 뿌리 생장 정보를 바탕으로 판단한 밸브(150)의 개방 시점 중 적어도 어느 하나를 바탕으로 제2 배출구(140)를 개방한다.

[0115] 또한, 제어부(500)는 밸브(150)를 폐쇄와 개방을 반복하여 판단부(400)가 제1 배출구(130)를 통해 양액탱크(300)에 배출된 양액과 제2 배출구(140)를 통해 양액탱크(300)에 배출된 양액을 바탕으로 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석과 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율을 통해 평균값을 분석할 수 있게 한다.

[0117] 또한, 제어부(500)는 양액탱크(300)의 양액을 베드(110)로 공급되게 제어한다.

[0119] 저장부(600)는 평균값, 밸브(150)의 적정 개방 시점, 뿌리 생장 정보 기준치 및 판단부(400)가 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율을 저장하고 있다.

[0121] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 판단부가 평균값을 분석할 때를 설명하기 위한 도면이다.

[0123] 도 4(a)를 참조하면, 제어부(500)는 밸브(150)를 폐쇄되게 제어하여 베드(110)에 공급된 양액이 제1 배출구(130)를 통해 배출되게 한 후, 판단부(400)가 제1 배출구(130)를 통해 양액탱크(300)에 배출된 양액을 바탕으로 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하게 한다.

[0125] 도 4(b)를 참조하면, 제어부(500)는 밸브(150)를 30분 이내로 개방하여 베드(110)에 공급된 양액이 제2 배출구(140)를 통해 배출되게 한 후, 판단부(400)가 제2 배출구(140)를 통해 양액탱크(300)에 배출된 양액을 바탕으로 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하도록 한다. 여기서, 밸브(150)를 30분 이내로 개방하는 것은 장시간 뿌리가 양액 밖에 노출될 경우 잔뿌리부터 시작하여 뿌리가 손상될 수 있기 때문이며, 밸브(150)의 개방 시간은 매질의 함수율이나 공극률, 작물의 종류에 따라 더욱 단축하거나 연장될 수도 있고, 식물 뿌리의 이온 흡수율은 밸브(150)가 폐쇄된 후 시점에 양액탱크(300)에 배출된 양액을 바탕으로 분석한다.

[0127] 도 4(c)를 참조하면, 제어부(500)는 밸브(150)를 폐쇄되게 제어하여 베드(110)에 공급된 양액이 제1 배출구(130)를 통해 배출되게 한 후, 판단부(400)가 제1 배출구(130)를 통해 양액탱크(300)에 배출된 양액을 바탕으로 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하게 한다. 여기서, 판단부(400)는 식물 뿌리의 이온 흡수율을 도 4(b)에서 분석한 시점과 동일한 시간 경과 후 양액탱크(300)에 배출된 양액을 바탕으로 분석한다.

- [0129] 판단부(400)는 도 4(b)에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율과 도 4(a)에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율의 차와 도 4(c)에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율과 도 4(b)에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율의 차를 바탕으로 괴리율을 분석하여, 분석한 괴리율이 저정부(600)에 저장된 괴리율 기준값 이하인지 판단한다.
- [0131] 이때, 판단부(400)가 괴리율 기준값 이하로 판단한 경우 제어부(500)는 벨브(150)를 개방하여 베드(110)에 공급된 양액이 제2 배출구(140)를 통해 배출되게 하여, Nutrient Film Technique(NFT) 기법으로 식물을 재배하도록 하고, 판단부(400)가 괴리율 기준값 이상인 경우 제어부(500)는 벨브(150)를 폐쇄하여 베드(110)에 공급된 양액이 제1 배출구(130)를 통해 배출되게 하여 DFT(Deep Flow Techinuqe) 기법으로 식물을 재배하는 한편, 도 4(a) 내지 도 4(c)과정을 반복한다.
- [0133] 수경재배의 경우 베드(110)에 수용된 식물의 생육 초기 뿌리가 짧은 시기에는 NFT 기법으로 낮은 유량의 양액을 제공하면 뿌리가 양액에 접촉하지 않아 물과 영양을 공급받지 못하기 때문에, 생육 초기에는 DFT 기법으로 높은 수위를 제공하여 식물 뿌리에 영양을 공급하고, 식물의 뿌리가 충분히 자라 NFT 기법으로도 영양을 공급할 수 있게 된다면 NFT 기법으로 재배기법을 전환할 필요가 있는데, 본원발명은 판단부(400)가 괴리율을 바탕으로 NFT 기법이 가능한 식물의 뿌리 생장을 판단하기 때문에, 식물의 뿌리 생장에 따라 수경재배 장치(10)의 가동 중단없이 DFT와 NFT 기법을 전환할 수 있다. 또한, 판단부(400)가 괴리율을 바탕으로 NFT 기법이 가능한 식물의 뿌리 생장을 판단하기 때문에 베드(110) 별로 DFT와 NFT 기법을 제어할 수 있다.
- [0135] 또한, 본원발명의 수경재배 베드(100)의 베드(110)의 높이가 종래 베드 보다 높아 식물의 뿌리 성장 시 뿌리에 의한 제1 배출구(130) 및 제2 배출구(140)의 막힘을 방지할 수 있고, 뿌리 생장을 판단하기 때문에 뿌리가 제1 배출구(130) 및 제2 배출구(140)의 막기 전에 베드(110)를 교환하거나 식물을 베드(110)에서 제거할 수 있다.
- [0137] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 뿌리 생장 정보를 이용한 수경재배 방법의 순서도이다.
- [0139] 도 5를 참조하면, S510단계에서는 제어부(500)가 양액탱크(300)의 양액을 양액탱크(300)와 관으로 연결된 공급구(120)를 통해 베드(110)로 공급되게 하며, 벨브(150)를 폐쇄한다.
- [0141] S520단계에서는 판단부(400)가 제1 배출구(130)를 통해 양액탱크(300)로 배출된 양액을 바탕으로 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다.
- [0143] S530단계에서는 제어부(500)가 양액탱크(300)의 양액을 양액탱크(300)와 관으로 연결된 공급구(120)를 통해 베드(110)로 공급되게 하며, 벨브(150)를 개방되게 제어한다.
- [0145] S540단계에서는 판단부(400)가 제2 배출구(140)를 통해 양액탱크(300)로 배출된 양액을 바탕으로 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다.
- [0147] S550단계에서는 제어부(500)가 양액탱크(300)의 양액을 양액탱크(300)와 관으로 연결된 공급구(120)를 통해 베드(110)로 공급되게 하며, 벨브(150)를 폐쇄한다.
- [0149] S560단계에서는 판단부(400)가 제1 배출구(130)를 통해 양액탱크(300)로 배출된 양액을 바탕으로 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다.
- [0151] S570단계에서는 판단부(400)가 S540에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율과 S520에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율의 차와 S560에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율과 S540에서 분석한 식물 뿌리의 이온 흡수율의 차를 바탕으로 괴리율을 분석하여, 분석한 괴리율이 저정부(600)에 저장된 괴리율 기준값 이하인지 판단해 괴리율 기준값 이하로 판단하면, S580단계를, 괴리율 기준값 이상으로 판단하면, S530단계를 진행한다.
- [0153] S580단계에서는 제어부(500)가 벨브(150)를 개방되게 제어한다.
- [0155] 도 5에서는 판단부(400)가 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 괴리율을 분석하여, 제어부(500)가 이를 바탕으로 벨브(150)를 제어하여 수경재배하는 방법을 설명했으나, 판단부(400)는 식물 뿌리의 이온 흡수율 이외의 뿌리 생장 정보 획득부(160)에서 획득한 뿌리 생장 정보를 바탕으로 저정부(600)에 저장된 뿌리 생장 정보 기준치와 비교하여 기준치 이상인지 판단해 제어부(500)가 이를 바탕으로 벨브(150)를 제어하여 수경재배할 수도 있다.
- [0157] 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 이

해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 다음의 청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

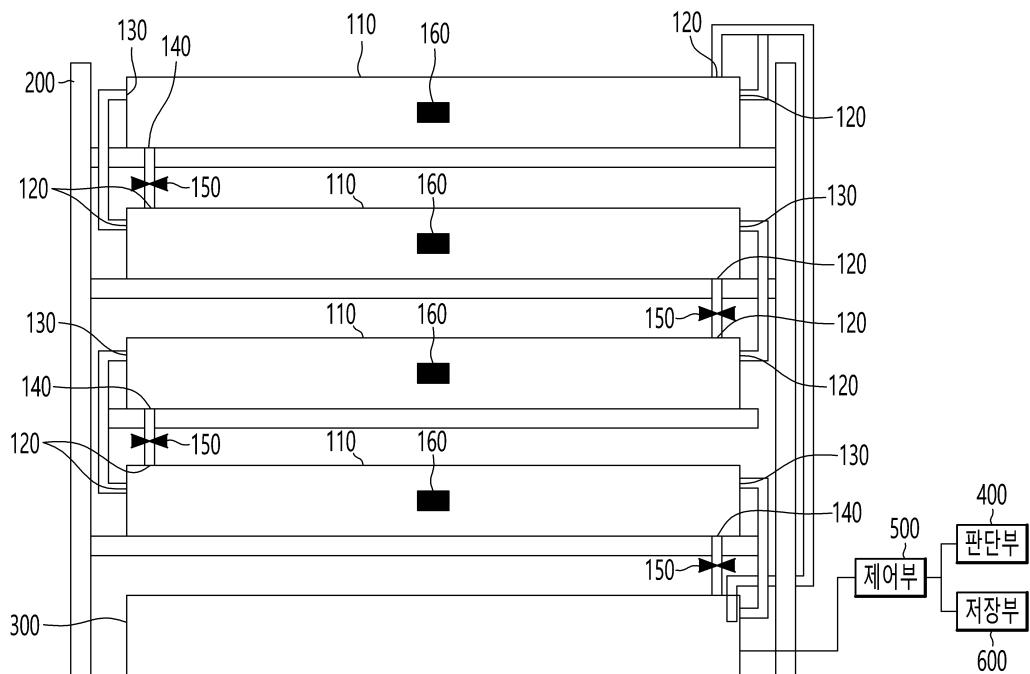
부호의 설명

- |        |               |           |
|--------|---------------|-----------|
| [0159] | 100 : 수경재배 베드 | 200 : 선반  |
|        | 300 : 양액탱크    | 400 : 판단부 |
|        | 500 : 제어부     |           |

도면

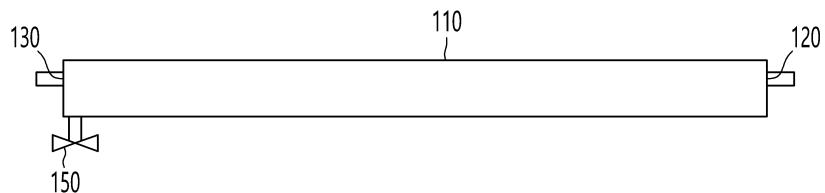
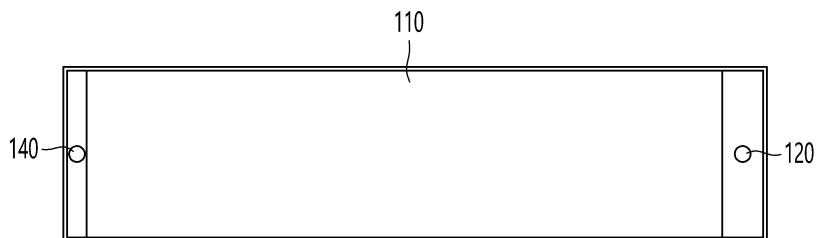
## 도면1

10

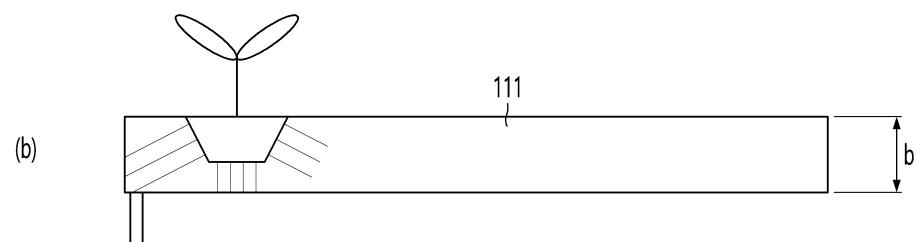
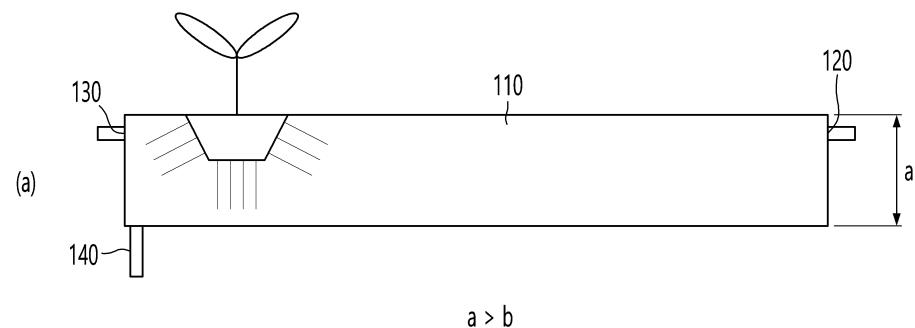


도면2

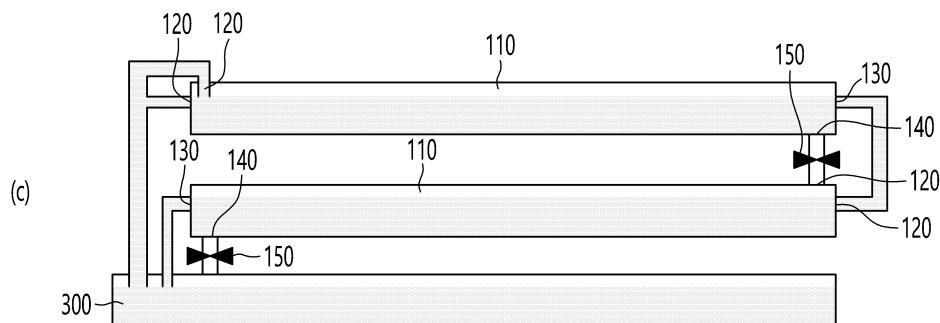
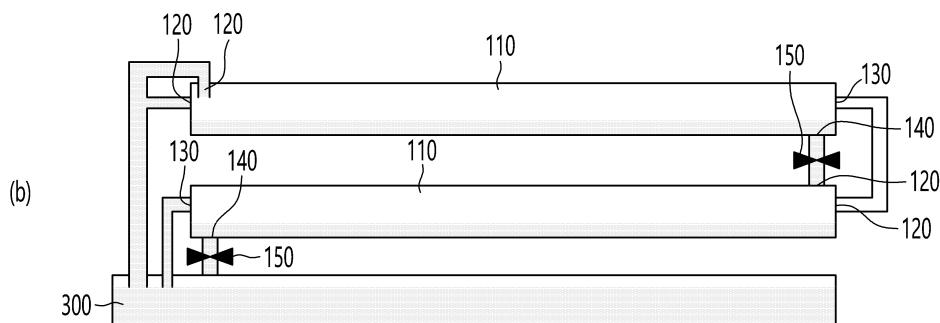
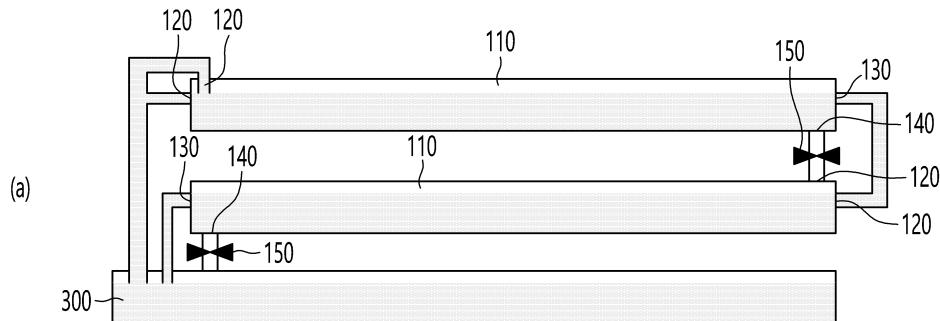
100



## 도면3



## 도면4



## 도면5

