



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0018161
(43) 공개일자 2020년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01C 23/00 (2006.01) A01G 27/00 (2006.01)
A01G 31/02 (2019.01)
(52) CPC특허분류
A01C 23/007 (2013.01)
A01G 27/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0094076
(22) 출원일자 2018년08월10일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
남윤성
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
김민근
경기도 안양시 동안구 귀인로 157, 710동 903호(호계동, 목련우성7차아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
신성특허법인(유한)

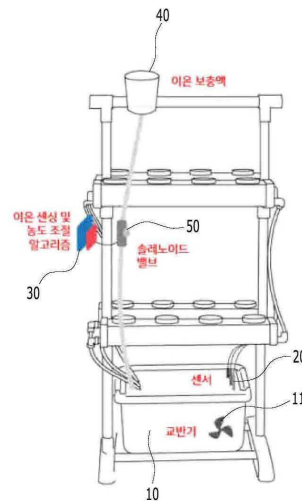
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명의 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템은 수경재배를 위한 양액을 작물에 공급하는 양액 공급부(10); 양액 공급부(10)의 양액의 개별 이온들의 농도를 실시간으로 측정하는 센서부(20); 센서부에서 실시간으로 전송되는 개별 이온들의 농도의 측정값을 수신하여 알고리즘에 따라 처리하는 중앙처리부(30); 및 고농도의 특정 이온을 양액 공급부에 공급하기 위하여 양액 공급부와 솔레노이드 밸브(50)를 통해 연결된 적어도 하나 이상의 이온 보충부(40)를 포함하며, 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 전송된 측정값이 사전에 결정된 특정 값 이하인 경우 이온 보충부(40)로부터 고농도의 특정 이온을 양액 공급부(10)에 보충하도록 솔레노이드 밸브(50)의 개폐를 조절 가능하도록 설정될 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A01G 31/02 (2019.02)

Y02P 60/216 (2015.11)

(72) 발명자

김수립

경기도 의정부시 오목로 170, 406동 405호(민락동,
산들마을 아파트)

김현준

서울특별시 성북구 정릉로 402-16, 103동 1704호(
돈암동, 범양아파트)

이하영

경상남도 통영시 비석1길 49, 102동 604호(태평동,
주영라이프)

황의경

경기도 군포시 금산로 91, 112동 2002호(산본동,
래미안 하이어스)

반병현

경상북도 안동시 안기1길 39, 102동 403호(안기동,
대원타운)

이민우

경상북도 안동시 강남5길 46, 203호(정하동)

명세서

청구범위

청구항 1

수경재배를 위한 양액을 작물에 공급하는 양액 공급부(10);

상기 양액 공급부(10)의 양액의 개별 이온들의 농도를 실시간으로 측정하는 센서부(20);

센서부에서 실시간으로 전송되는 상기 개별 이온들의 농도의 측정값을 수신하여 알고리즘에 따라 처리하는 중앙처리부(30); 및

고농도의 특정 이온을 상기 양액 공급부에 공급하기 위하여 상기 양액 공급부와 솔레노이드 밸브(50)를 통해 연결된 적어도 하나 이상의 이온 보충부(40)를 포함하며,

상기 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 상기 전송된 측정값이 사전에 결정된 특정 값 이하인 경우 이온 보충부(40)로부터 고농도의 특정 이온을 양액 공급부(10)에 보충하도록 상기 솔레노이드 밸브(50)의 개폐를 조절가능하도록 설정된

수경재배용 양액 관리 자동화 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 이온 보충부(40) 각각에는 양액을 이루는 개별 특정 이온으로 이루어진 용액이 저장되는

수경재배용 양액 관리 자동화 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 아두이노(arduino) 기반인

수경재배용 양액 관리 자동화 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 상기 솔레노이드 밸브(50)의 개폐 시간 및/또는 상기 양액공급부(10)의 양액의 개별 이온들의 적정 농도를 선택할 수 있도록 구성된

수경재배용 양액 관리 자동화 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 상기 개별 이온들 중 서로 상호작용을 하는 짝이온들을 함께 제어할 수 있도록 구성된

수경재배용 양액 관리 자동화 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 상기 양액 공급부의 양액 폐기의 임계점인 브레이크포인트(breakpoint)를 설정하도록 구성된

수경재배용 양액 관리 자동화 시스템.

청구항 7

양액 공급부(10)에서 수경재배를 위한 양액을 작물에 공급하는 단계(S100);

센서부(20)에서 상기 양액의 개별 이온들의 농도를 실시간으로 측정하는 단계(S200);

상기 센서부(20)에서 실시간으로 전송되는 상기 개별 이온들의 농도의 측정값을 중앙처리부(30)에서 수신하는 단계(S300); 및

상기 전송된 측정값이 사전에 결정된 특정 값 이하인 경우 이온 보충부(40)로부터 고농도의 특정 이온을 양액 공급부(10)에 보충하는 단계(S400)를 포함하는

수경재배용 양액 관리 자동화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 양액을 전량 교체하지 않더라도 시스템 설정 값만을 변경함으로써 최적의 이온 농도를 갖는 배양액을 공급할 수 있는 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 수경재배, 또는 양액재배라고도 하는 재배방식은 수경생물이 아닌 작물을 무토양 상태에서 재배하는 것으로서, 작물생육에 필요한 원소들을 물에 희석시킨 배양액을 사용하여 작물을 재배하는 방식이다. 최근 들어, 산업기술의 발달로 작물 재배 방식은 기존의 농업 방식을 넘어 다양한 정보기술들과 접목하는 스마트팜으로 바뀌는 추세이며, 이러한 스마트팜의 성장은 점점 가속화되고 있다.

[0003] 이와 같은 수경재배 시장 규모의 증가로 가구 단위보다도 기업 단위의 수경재배가 점차 많아지고 있다. 이러한 기업 단위의 수경재배에서 양액(nutrient solution)의 관리는 가장 중요한 요소 중 하나이다. 대한민국 등록특허 제10-0270500호에 나타난 바와 같은 종래의 순환식 수경재배 시스템에서는 양액 농도 감소에 따라 전체 양액을 교환하는 방식을 널리 사용하고 있다.

[0004] 그러나, 상기 특허문헌에서는 전체 이온의 전기전도도(EC)를 측정하여 양액을 재사용하고 있으므로, 이에 따른 많은 경제적 손실과 환경 문제 등을 야기할 수 있다. 예를 들어, 종래의 지자체가 운영하는 어느 스마트팜의 경우, 약 2000평 정도의 수경재배 시스템을 운영하며 비순환식 수경재배를 시행하고 있는데, 월 150만원 정도의 매출 대비 양액 제조, 관리에만 약 800만원 정도를 지출하고 있는 실정이다.

[0005] 특히, EC 기반의 측정 시스템은 단순히 양액 이온의 전체 총합을 나타내는 지표이며, 개별 이온마다 EC 값에 기여하는 정도가 다르므로, 이러한 종래의 방식으로는 개별 이온 각각을 조절하는 것이 불가능하여 양액 내 이온 불균형을 초래할 뿐만 아니라, 생육 단계에 따라 부족 이온을 보충하거나 과잉 이온을 배제하는 등의 효율적인 관리가 어렵다.

[0006] 즉, 종래에는 식물에 외견적 변화나 이상이 발생하는 경우, 양액을 전부 버리고 새로운 양액을 공급하여야 하므로, 양액 제조를 위한 비용, 관리를 위한 노동력 및 양액으로 인한 부영양화가 문제가 된다. 특히, 양액 속 개

별 이온의 성분비 측정이 곤란하여, 어떠한 개별 이온이 부족한지를 판단하는 것이 불가능하므로 양액을 전체적으로 교환할 수 밖에 없다.

[0007] 또한, 개별 이온 농도를 측정하기 위하여 종래 사용하는 이온별 검출 방법은 검출 분해능이 낮거나 검출 기기의 가격이 높아 쉽게 접근하기가 어렵다. 또한, 종래의 검출 키트를 이용한 일시적인 검출 방법의 경우, 이를 이용하더라도 작물을 매 순간 균일조건에서 재배하는 것은 어렵다.

[0008] 따라서, 양액을 전량 교체하지 않더라도 작물을 실시간으로 균일 조건에서 재배하기 위하여, 개별 이온의 농도를 지속적으로 측정함과 동시에 부족한 이온을 보충해주는 시스템이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 양액을 전량 교체하지 않더라도 작물을 실시간으로 균일 조건에서 재배하기 위하여, 시스템 설정 값만을 변경함으로써 최적의 이온 농도를 갖는 배양액을 공급할 수 있는 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템을 제공함에 있다.

[0010] 이런 목적은, 본 발명의 양액 관리 자동화 시스템이 개별 이온의 농도를 지속적으로 측정함과 동시에 부족한 이온을 보충해주도록 구성됨을 전제한다.

과제의 해결 수단

[0011] 이와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템은 수경재배를 위한 양액을 작물에 공급하는 양액 공급부; 양액 공급부의 양액의 개별 이온들의 농도를 실시간으로 측정하는 센서부; 센서부에서 실시간으로 전송되는 개별 이온들의 농도의 측정값을 수신하여 알고리즘에 따라 처리하는 중앙처리부; 및 고농도의 특정 이온을 양액 공급부에 공급하기 위하여 양액 공급부와 솔레노이드 밸브를 통해 연결된 적어도 하나 이상의 이온 보충부를 포함하며, 중앙처리부에서의 알고리즘은 전송된 측정값이 사전에 결정된 특정 값 이하인 경우 이온 보충부로부터 고농도의 특정 이온을 양액 공급부에 보충하도록 솔레노이드 밸브의 개폐를 조절가능하도록 설정될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 있어서, 적어도 하나 이상의 이온 보충부 각각에는 양액을 이루는 개별 특정 이온으로 이루어진 용액이 저장될 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 있어서, 중앙처리부에서의 알고리즘은 아두이노(arduino) 기반일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 있어서, 중앙처리부에서의 알고리즘은 솔레노이드 밸브의 개폐 시간 및/또는 양액공급부의 양액의 개별 이온들의 적정 농도를 선택할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 있어서, 중앙처리부에서의 알고리즘은 개별 이온들 중 서로 상호작용을 하는 짝이온들을 함께 제어할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 있어서, 중앙처리부에서의 알고리즘은 양액 공급부의 양액 폐기의 임계점인 브레이크포인트(breakpoint)를 설정하도록 구성될 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 방법은 양액 공급부에서 수경재배를 위한 양액을 작물에 공급하는 단계; 센서부에서 양액의 개별 이온들의 농도를 실시간으로 측정하는 단계; 센서부에서 실시간으로 전송되는 개별 이온들의 농도의 측정값을 중앙처리부에서 수신하는 단계; 및 전송된 측정값이 사전에 결정된 특정 값 이하인 경우 고농도의 특정 이온을 양액 공급부에 보충하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 위와 같은 과제해결수단에 따르면, 본 발명은 양액을 전량 교체하지 않더라도 작물을 실시간으로 균일 조건에서 재배하기 위하여, 시스템 설정 값만을 변경함으로써 최적의 이온 농도를 갖는 배양액을 공급하도록 할 수 있다.

[0019] 특히, 식물 생장에 필요한 개별 이온들의 이온 농도를 측정하여 이를 양액 내로 보충해줌으로써, 수경재배 양액 내 개별 이온 농도 추적 및 빠른 양분 조절을 가능하도록 하면서, 양액 재사용 처리의 안정성을 향상시키고 작

물 생산량 증대와 비료 투입 절감을 통한 수익성 향상도 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 개략적인 모델링을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 중앙처리부에서의 식물 성장 관리 알고리즘을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 3의 알고리즘의 구현 코드를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에 사용되는 예시적인 센서에 대한 테스트 결과를 개략적으로 도식화한 다이어그램이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 솔레노이드 밸브를 조절하기 위한 장치들을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 각 구성의 전체적인 연결 상태를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 센서부를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 아두이노를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 솔레노이드 밸브를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 이온 보충부를 나타낸 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 양액 공급부 내 모터 및 교반기를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 작동 순서를 도식화한 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 기술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 실시예를 통하여 보다 분명해질 것이다.
- [0022] 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 출원의 명세서에서 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니된다.
- [0023] 본 발명의 개념에 따른 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시예들은 도면에 예시하고 본 출원의 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시 형태에 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 본 출원의 명세서에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서 "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템은 양액 공급부(10), 센서부(20), 중앙처리부(30) 및 이온 보충부(40)를 포함한다.

- [0027] 도 1에는 본 발명의 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 개략적인 모델링이 나타나 있으며, 도 2 및 도 7에서는 본 발명의 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템의 상기 각 구성들이 나타나 있다.
- [0028] 이러한 본 발명의 상기 각각의 구성을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0029] 양액 공급부(10)는 수경재배를 위한 양액을 작물에 공급한다. 양액 공급부(10)의 양액에는 식물생장에 필요한 NO_3^- 와 같은 다양한 이온이 포함되어 있다. 도 12에 나타난 바와 같이, 양액 공급부(10) 내부에는 모터와 양액의 각 부분의 이온 농도를 균일화하는 교반기(11)가 구비될 수 있다. 이에 따라, 후술할 이온 보충부(40)를 통해 고농도의 이온이 보충된 양액 공급부(10) 내에서 교반기를 통해 양액이 균일하게 되도록 섞고, 펌프를 통해 식물이 있는 포트에 양액이 공급된다.
- [0030] 센서부(20)는, 도 8에 나타난 바와 같이, 양액 공급부(10)의 양액의 개별 이온들의 농도와 성분비를 실시간으로 측정할 수 있다. 센서부(20)는 작물 재배에 있어서의 중요 이온인 NO_3^- 를 추적(tracking)하는 NO_3^- 선택적 이온 센서를 중심으로, 그 외에 pH 센서 및 총이온량을 측정해주는 EC센서로 구성되어 있다. 이들은 후술할 중앙처리부(30)인 아두이노와 연결되어 실시간으로 측정값을 중앙처리부(30)에 전송할 수 있다.
- [0031] 이온 보충부(40)에서는, 도 11에 도시된 바와 같이, 상기와 같이 전송된 측정값이 사전에 결정된 알고리즘에 맞게 처리된 후, 이에 따라 해당 이온을 보충하게 된다. 양액을 구성하는 각 이온들을 보충하기 위하여 이온 보충부(40)는 하나뿐만 아니라 복수로도 이루어질 수 있다. 한편, 이온 보충부(40)는 전기적 신호에 따라 호스를 개폐할 수 있는 도 10에 도시된 바와 같은 솔레노이드 밸브(50)와 연결되어 있다. 본 발명의 각 구성의 전체적인 연결 상태는 도 7에 나타나 있다.
- [0032] 본 발명의 솔레노이드 밸브(50)는 도 6에 나타난 바와 같은 릴레이 보드와 같은 구성들을 통하여 전압이 조절될 수 있으며, 특히 아두이노와의 연동이 가능하다. 본 발명의 솔레노이드 밸브(50)를 구동하기 위하여, 예를 들어, 외부의 220v 전원을 릴레이를 통하여 12V로 변환하고, 아두이노에서 릴레이의 개폐를 통하여 솔레노이드 밸브에 전압을 가해주고 끊어주는 과정을 수행하도록 구성할 수 있다.
- [0033] 한편, 상술한 바와 같은 본 발명의 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템은 유선 시스템으로 구성될 수도 있지만, 이에 제한되는 것은 아니며, 블루투스 아두이노와 같은 장치를 이용한 무선 시스템으로 구성될 수도 있다.
- [0034] 본 발명에 사용될 수 있는 예시적인 센서에 대한 테스트 결과가 도 5에 도시되어 있다. 본 발명의 센서는 다양한 이온들이 포함된 용액 내에서도 정확하게 NO_3^- 와 같은 특정 이온의 농도만을 측정할 수 있도록 이루어질 수 있다. 개별 이온의 농도를 측정함으로써, 양액 공급부(10) 내의 부족한 이온이 무엇인지를 파악하여 개별적으로 공급할 수 있다.
- [0035] 즉, 이온 보충부(40)에서의 이온 보충은, 연결된 솔레노이드 밸브(50)를 이용한 채널 개폐 방식을 채택하여 중력을 이용해 고농도 이온을 이온 보충부(40)로부터 양액 공급부(10)로 넣어주는 방식을 통하여 수행된다. 이를 위하여, 고농도의 이온용액이 넣어진 이온 보충부(40)는 충분한 높이를 가지는 위치에 배치되도록 설정될 수 있다.
- [0036] 이러한 방식으로 양액 공급부(10)에 보충되는 이온 보충부(40)의 이온용액은 기존의 양액에 비해 고농도이므로, 양액 공급부(10) 내부의 교반기(11)를 통하여 양액의 각 부분의 이온 농도가 짧은 시간 내에 균일해지도록 할 수 있다. 이는 용액의 고임 현상으로 인한 녹조발생을 방지하는 효과도 있다. 또한, 양액공급부(10)의 한쪽으로 이온용액이 공급관을 통하여 한꺼번에 공급되므로, 이온용액의 공급으로 인한 일시적인 측정 오류를 방지하기 위하여, 센서부(20)의 위치는, 도 2에 도시된 바와 같이, 이온용액이 공급되는 쪽의 반대편에 설치하는 것이 바람직하다.
- [0037] 즉, 적어도 하나 이상의 이온 보충부(40) 각각에는 양액을 이루는 개별 특정 이온으로 이루어진 용액이 저장될 수 있다. 이에 따라, NO_3^- 이온뿐만 아니라, NH_4^+ , PO_4^- 이온 및 이들의 짝이온 등에 대하여도 여러 개의 이온 보충부(40)를 통하여 양액 공급부(10)에 작물 재배에 필수적인 상기 각각의 이온이 함유된 이온용액을 분리하여 공급할 수 있다. 특히, 식물은 생장 시기별로 필요로 하는 이온의 종류나 양이 달라지므로, 본 발명의 이온 보충부를 통하여 후술하는 바와 같은 중앙처리부(30)에서의 시스템 설정 값만 변경하는 것으로 최적의 이온 농도를 가진 배양액을 공급해 줄 수 있게 된다.

- [0038] 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 중앙처리부(30)는 센서부에서 실시간으로 전송되는 개별 이온들의 농도의 측정값을 수신하여 알고리즘에 따라 처리할 수 있다. 이러한 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 도 9에 도시된 바와 같은 아두이노(arduino) 기반일 수 있다. 도 3은 중앙처리부(30)에서의 식물 성장 관리 알고리즘을 나타내며, 도 4는 상기 알고리즘의 구현 코드를 나타낸다. 이 알고리즘은 식물 성장 알고리즘을 바탕으로 구성할 수 있으며, 각 이온별 상호작용까지 고려하여 제작할 수 있다. 즉, 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 개별 이온들 중 서로 상호작용을 하는 짝이온들을 함께 제어할 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 작물 재배에 일반적으로 가장 중요한 이온인 NO_3^- 이온뿐만 아니라 NO_3^- 와 짝이온을 이루는 K^+ 이온과 Ca^{2+} 이온 등을 함께 제어할 수 있다.
- [0039] 또한, 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 pH센서와 EC센서 등의 센서를 통해 전송되는 개별 이온들의 정보를 통하여 양액 공급부의 양액 폐기의 임계점인 브레이크포인트를 설정하도록 구성될 수 있다. 나아가, 상기 알고리즘은 전송되는 개별 이온들의 측정값들을 바탕으로 식물 성장 과정에서 발생할 수 있는 문제점들과, 수확 시기 등의 정보를 알 수 있도록 구성될 수도 있다.
- [0040] 이에 따라, 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 상기 전송된 측정값이 사전에 결정된 특정 값 이하인 경우, 이온 보충부(40)로부터 고농도의 특정 이온을 양액 공급부(10)에 보충하도록 도 10에 도시된 바와 같은 솔레노이드 밸브(50)의 개폐를 조절가능하도록 설정할 수 있다.
- [0041] 이를 수행하기 위한, 도 4에 나타난 알고리즘 구현 코드를 상세히 설명하면 다음과 같다. 용액관리 방식은 일반적인 피드백 컨트롤(feedback control) 방식으로, 양액 공급부(10)의 개별 이온이 특정 값 이하가 될 때 고농도의 보충용액이 솔레노이드 밸브(50)를 통해 수 ms의 시간 동안 방출한 후, 변화된 이온 농도 값을 측정하는 과정을 개별 이온이 적정 농도가 될 때까지 반복하는 방식이다.
- [0042] 특히, 이와 같은 중앙처리부(30)에서의 알고리즘은 솔레노이드 밸브(50)의 개폐 시간 및/또는 양액공급부(10)의 양액의 개별 이온들의 적정 농도를 선택할 수 있도록 구성될 수 있다. 이에 따라, 식물 성장에 필요한 이온들을 균일하게 유지하여 최적의 작물 재배가 가능한 시스템을 구축할 수 있게 된다. 특히, 식물은 성장 시기별로 필요로 하는 이온의 종류나 양이 달라지는데, 이번에 고안한 시스템을 사용하면 양액을 특별히 교체하지 않아도 시스템 설정 값만 변경하는 것으로 최적의 이온 농도를 가진 배양액을 공급해줄 수 있다.
- [0043] 또한, 상술한 바와 같은 센서부(20)에서 측정된 개별 이온들의 농도를 중앙처리부(30)에서의 알고리즘으로 처리하는 과정에서, 이러한 정보들이 축적되어 특정 식물을 수경재배 시스템에 도입하는 과정에 필요한 데이터베이스를 용이하게 수집할 수 있게 된다. 즉, 식물의 성장 주기에 따른 이온 흡수 특성 등을 추적하여 최적의 이온 농도 값을 얻고 적용하는 과정이 수경재배에 있어 매우 중요한데, 이러한 과정에 본 발명을 통해 수집된 데이터베이스를 통해 이를 쉽게 분석할 수 있다. 또한, 개별 작물 재배에 있어서, 재배방식이나 환경에 따라 달라지는 성장 과정을 분석하여 이에 따른 맞춤형 이온 보충을 가능하게 한다.
- [0044] 정리하면, 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 수경재배용 양액 관리 자동화 방법에 의하면, 사용자는 양액 공급부에서 수경재배를 위한 양액을 작물에 공급하는 단계(S100), 센서부에서 양액의 개별 이온들의 농도를 실시간으로 측정하는 단계(S200), 센서부에서 실시간으로 전송되는 개별 이온들의 농도의 측정값을 중앙처리부에서 수신하는 단계(S300), 전송된 측정값이 사전에 결정된 특정 값 이하인 경우 고농도의 특정 이온을 양액 공급부에 보충하는 단계(S400)를 차례로 실시할 수 있다.
- [0045] 이러한 과정의 피드백을 반복함으로써, 센서부(20)를 통해 부족한 양액 공급부(10)에서의 부족한 개별 이온을 실시간으로 측정하여 이온 보충부(40)로 이를 보충할 수 있게 된다.
- [0046] 따라서, 본 발명에 따른 수경재배용 양액 관리 자동화 시스템에서는 양액의 주요 성분인 NO_3 , K, Ca 등의 이온 농도를 측정하는 이온 모니터링 시스템, 및 특정 이온을 양액 내로 보충해주는 양액 관리 시스템을 갖고 있다. 예를 들면, 양액 내 NO_3 이온 농도를 모니터링하고 알고리즘에 따라 설정값까지 양액 내의 NO_3 이온을 보충할 수 있게 된다. 이에 따라, 본 발명의 개별 이온 농도 기반 양액 관리 자동화 시스템이 수경재배 양액 내 개별 이온 농도 추적 및 빠른 양분 조절을 가능하도록 하면서, 양액 재사용 처리의 안정성을 향상시키고 작물 생산량 증대와 비료 투입 절감을 통한 수익성 향상도 기대할 수 있게 된다.
- [0047] 이상, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명이 그에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 이러한 기재로부터 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 치환 및/또는 변경 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 전술한 실시예에 국한되

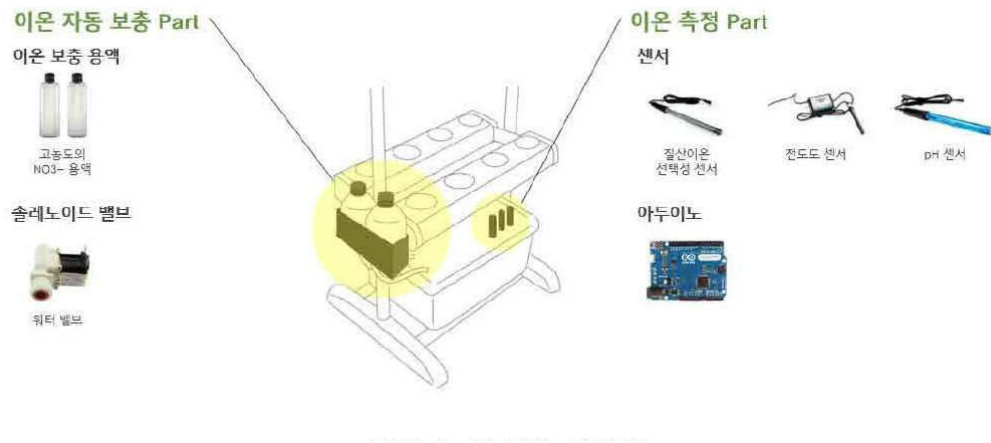
어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 그에 균등한 것들에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

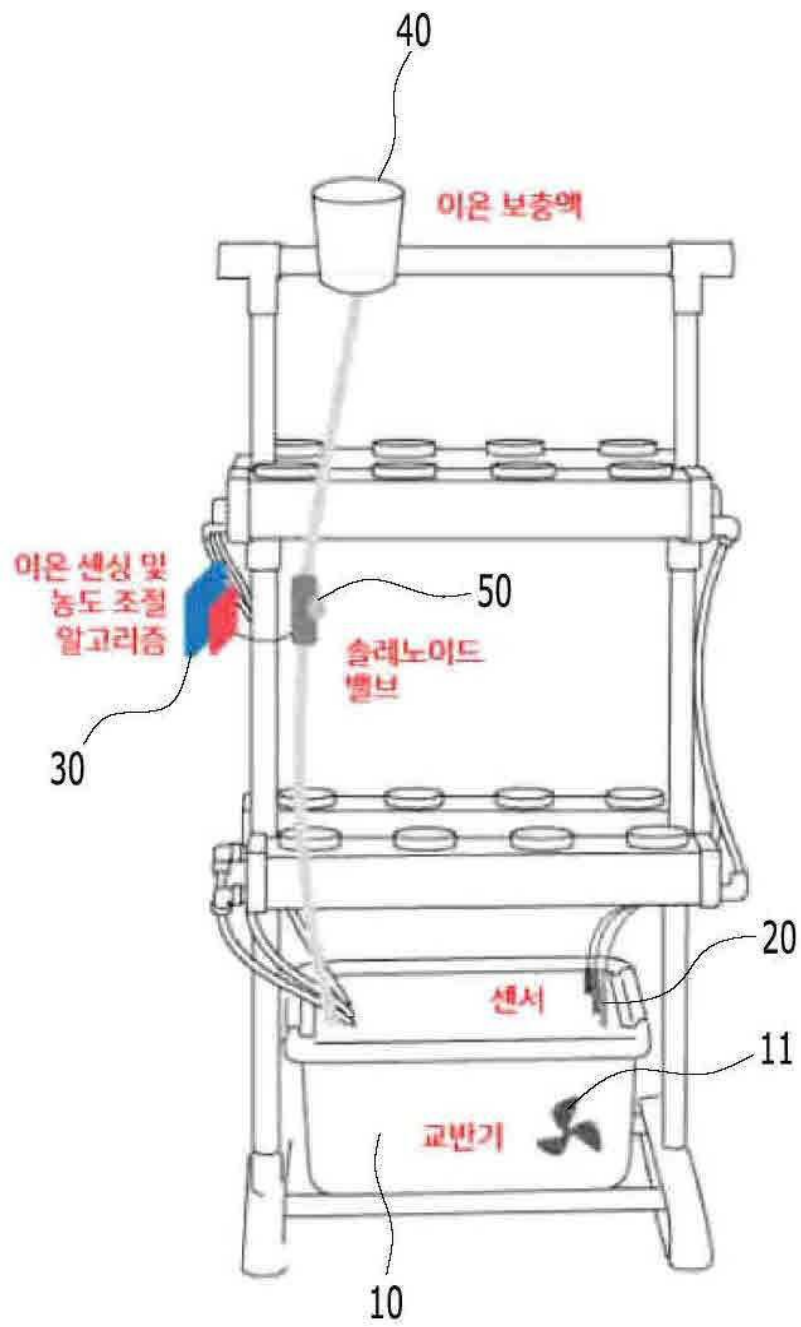
- | | |
|--------------|------------|
| 10: 양액 공급부 | 20: 센서부 |
| 30: 중앙처리부 | 40: 이온 보충부 |
| 50: 솔레노이드 밸브 | |

도면

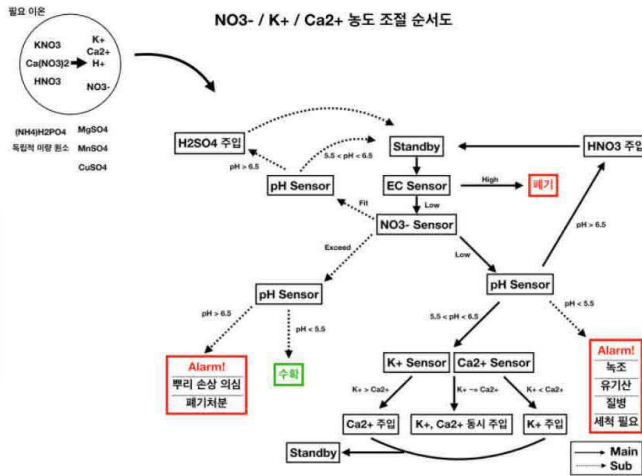
도면1



도면2



도면3



도면4

```

1_2sensors_modify.ino
#include "VernierLib.h" //include Vernier functions in this sketch
VernierLib Vernier; //create an instance of the VernierLib library

float sensorReading; //create global variable to store sensor reading
//
float rawCount; //create global variable for reading from A/D converter (0-1023)
float voltage; //create global variable for voltage (0-5V)
float sensorValue; //create global variable for sensor value
float slope = -4.9; //create global variable for slope for a Dual-Range Force Sensor +/-10N range
float intercept = 12.25; //create global variable for intercept for a Dual-Range Force Sensor +/-10N
char units = "N"; //create global variable for units for a Dual-Range Force Sensor
//

void setup() {
  Serial.begin(9600); //setup communication to display
  Vernier.autoID(); //identify the sensor being used
  pinMode(13, OUTPUT);
  //pinMode(12, OUTPUT);
}

int i = 0;
void loop() {
  sensorReading = Vernier.readSensor(); //read one data value

  rawCount = analogRead(A2);
  voltage = rawCount/1023*5;
  sensorValue = slope*voltage+intercept;

  int no3_ppm_val = exp((sensorReading - 353.48)/(-19.62))*20;
  Serial.print(no3_ppm_val);
  Serial.println(" ppm");

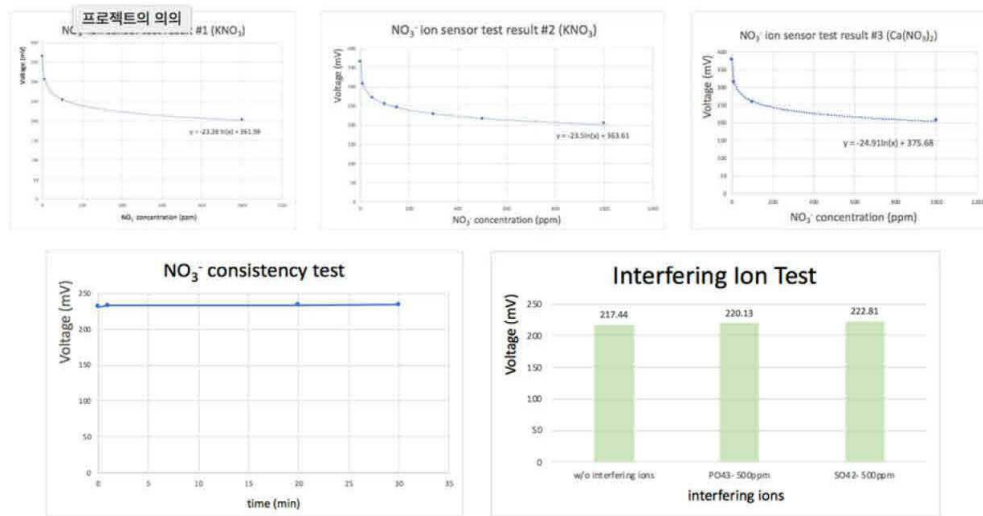
  Serial.print(sensorValue);
  Serial.println(units);

  int ec_ppm_val = (sensorValue - 1.6176)/2.166;
  Serial.print(ec_ppm_val);
  Serial.println(" ppm");

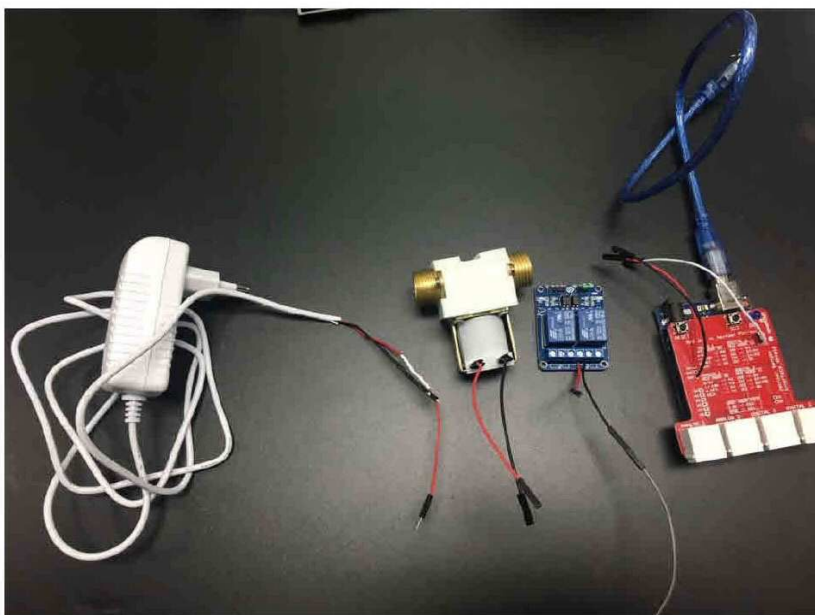
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000);
}

```

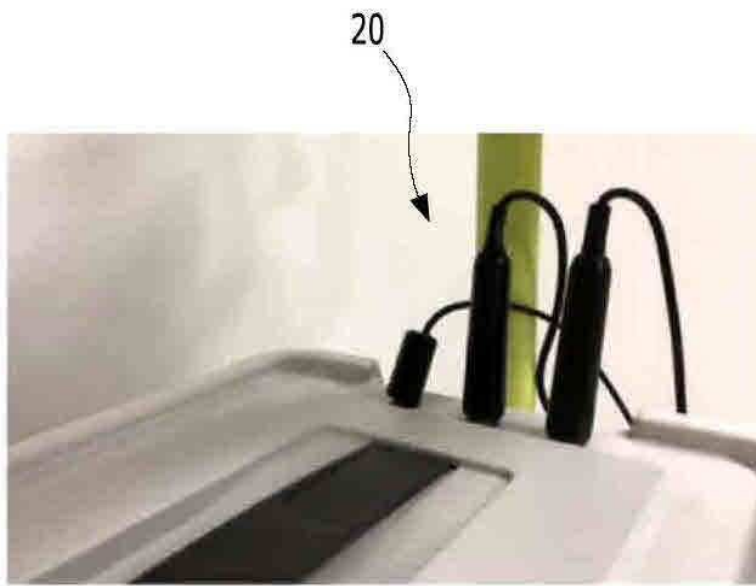
도면5



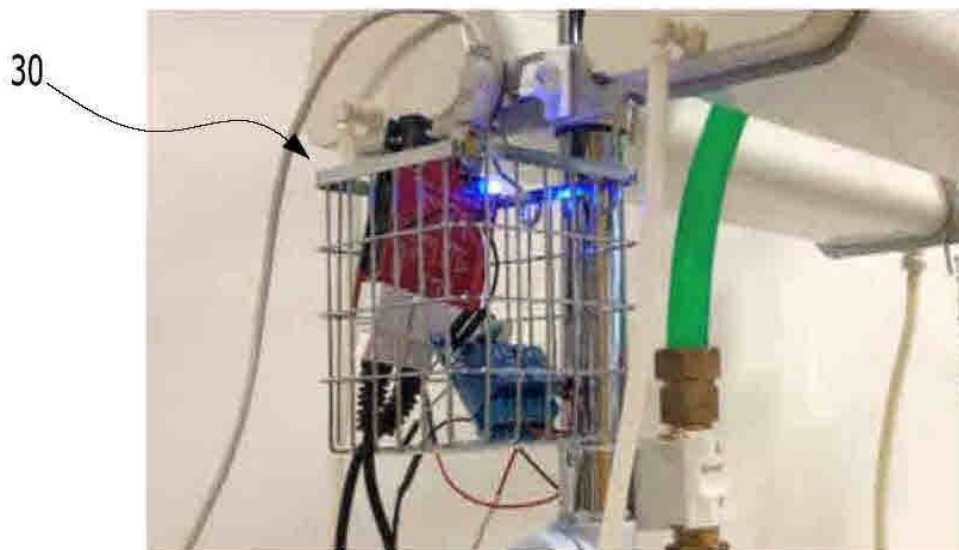
도면6



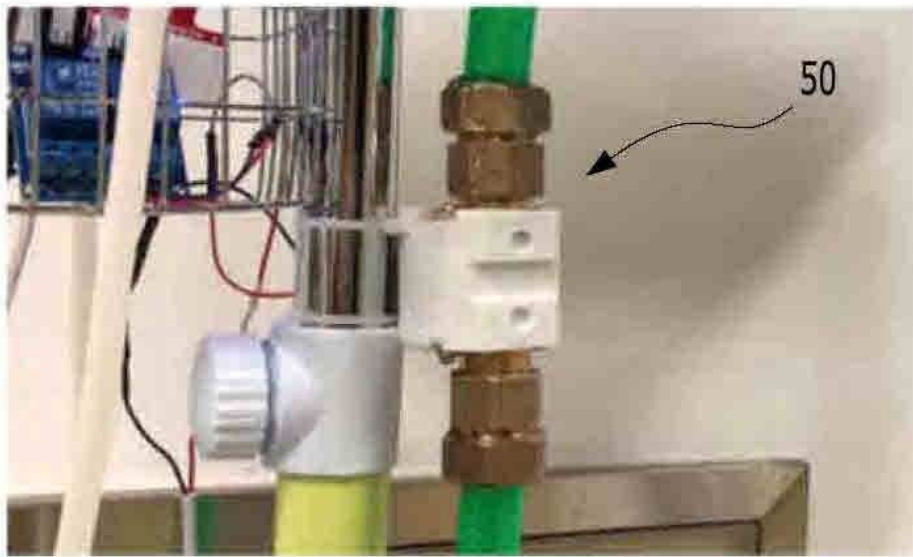
도면7



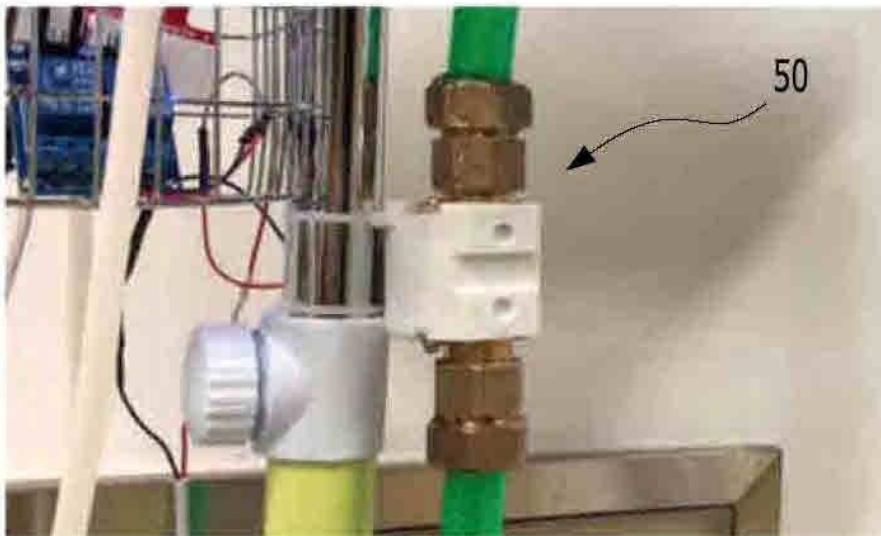
도면8



도면9



도면10



도면11



도면12



도면13

