



등록특허 10-2162817



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월07일
(11) 등록번호 10-2162817
(24) 등록일자 2020년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01C 23/00 (2006.01) *A01G 31/02* (2019.01)

(52) CPC특허분류
A01C 23/007 (2013.01)
A01C 23/008 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0072009

(22) 출원일자 2020년06월15일
심사청구일자 2020년06월15일

(56) 선행기술조사문현
JP04309856 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
농업회사법인 상상텃밭 주식회사
경상북도 안동시 경동로 1375, 406호(송천동, 지
역산학협력관)

(72) 발명자
반병현
경상북도 안동시 강남7길 18, 205호 (정하동)
이장훈
경상북도 안동시 강남5길 46 누리보듬빌 203호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인리답 톤허법인이이지

전체 청구항 수 : 총 12 항

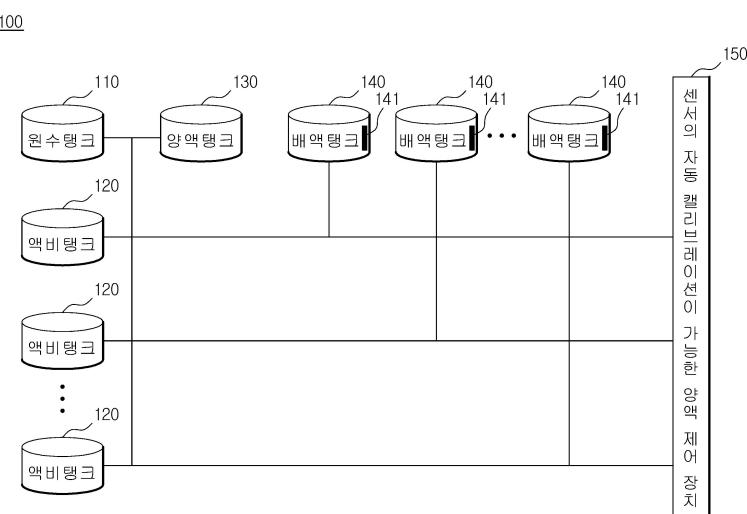
심사관 : 김정희

(54) 발명의 명칭 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치에 관한 것으로, 복수의 액비탱크와 연결된 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치에 있어서, 상기 복수의 액비탱크에서 액비를 순차적으로 공급받는 측정탱크; 상기 측정탱크에 설치되어 상기 순차적으로 공급된 액비의 정보를 획득하는 제1 센서부; 상기 획득한 복수의 액비의 정보를 바탕으로 상기 제1 센서부를 캘리브레이션(calibration)하는 분석부; 및 상기 측정탱크에 공급되는 상기 액비의 공급량을 제어하는 제어부;를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

A01G 31/02 (2019.02)

(72) 발명자

류동훈

경상북도 안동시 복주2길 세영두레 101동 104호

이민우

경상북도 안동시 강남5길 46 누리보듬빌 203호

권영범

경상북도 안동시 은행나무로 106-6 302동 703호

엄태동경상북도 안동시 송현길 84-28, 105동 1306호 (송
현동, 청구하이츠)

(56) 선 행기술조사문헌

JP2016191654 A

JP2020005605 A

KR101892084 B1

KR102016014849 A

KR1020160108858 A

KR1020160142599 A*

KR1020190124991 A

KR1020190128850 A

KR101480061 B1*

WO2000003586 A2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545020852
과제번호	120009021SB010
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	농식품기술융합창의인재양성(R&D)
연구과제명	수경재배에서의 남조류 억제기능을 가진 미생물 개발 및 실증을 통한 연구인력 역량 강화
기여율	1/1
과제수행기관명	농업회사법인 상상텃밭 주식회사
연구기간	2020.01.29 ~ 2022.01.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

액비가 저장되어 측정탱크에 순차적으로 액비를 공급하는 복수의 액비탱크;

제배지에서 배출된 배액이 저장되어 상기 측정탱크에 순차적으로 배액을 공급하는 복수의 배액탱크;

상기 액비와 상기 배액을 공급받는 상기 측정탱크;

상기 측정탱크에 설치되어 상기 액비의 정보를 획득하는 제1 센서부;

상기 액비의 정보를 바탕으로 상기 제1 센서부를 캘리브레이션(calibration)하는 분석부; 및

상기 측정탱크에 공급되는 상기 액비의 공급량을 제어하는 제어부;를 포함하되,

상기 측정탱크에 상기 배액이 공급되면, 상기 제1 센서부는 상기 배액의 정보를 획득하고,

상기 분석부는 상기 배액의 정보를 바탕으로 상기 배액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 상기 배액의 이온 조성물 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

원수를 공급하는 원수탱크;

상기 복수의 배액탱크에 설치되어 상기 배액탱크의 수위를 측정하는 제2 센서부; 및

상기 배액탱크의 기준 수위가 저장된 저장부;를 더 포함하되,

상기 분석부가 상기 제2 센서부에서 측정한 배액탱크의 수위를 상기 배액탱크의 기준 수위 이하라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 배액탱크의 수위가 상기 배액탱크의 기준 수위가 되도록 상기 원수탱크로부터 상기 배액탱크에 상기 원수가 공급되게 제어하고,

상기 분석부가 상기 제2 센서부에서 측정한 배액탱크의 수위를 상기 배액탱크의 기준 수위와 동일 또는 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 복수의 배액탱크의 상기 배액을 순차적으로 상기 측정탱크로 공급하도록 제어하는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 배액의 적정 농도가 저장된 저장부;를 더 포함하되,

상기 분석부가 상기 배액의 이온 조성물 농도가 상기 배액의 적정 농도 이하라고 판단하면, 상기 분석부는 분석한 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양을 분석하고, 상기 제어부는 상기 분석한 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양보다 적은 양의 상기 액비를 상기 배액에 공급되게 제어하는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 측정탱크에 설치되어 상기 측정탱크의 수위를 측정하는 제3 센서부;를 더 포함하되,

상기 저장부에는 상기 측정탱크의 측정 수위와 기준 수위가 더 저장되어 있고,

상기 측정탱크의 일부에는 상기 측정탱크에 공급된 상기 액비 또는 상기 배액이 배출되는 배출구가 형성되어 있으며,

상기 분석부가 상기 측정한 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 측정 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 제1 센서부가 상기 액비의 정보 또는 상기 배액의 정보를 획득하게 제어하고,

상기 분석부가 상기 측정한 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 기준 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 액비 또는 상기 배액을 상기 배출구로 배출되게 제어하는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

양액탱크;를 더 포함하되,

상기 저장부에는 식물종에 따른 양액 조성이 더 저장되어 있으며,

상기 제어부는 상기 저장된 식물종에 따른 양액 조성에 따라 상기 양액탱크에 공급되는 상기 원수 및 상기 복수의 액비의 공급량을 제어하는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 센서부는 EC 센서, PH 센서 및 복수의 ISE 센서로 구성된 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치.

청구항 8

제어부가 복수의 액비탱크에 저장된 액비를 순차적으로 측정탱크에 공급되게 제어하는 단계;

제1 센서부가 상기 순차적으로 공급된 액비의 정보를 획득하는 단계;

분석부가 상기 순차적으로 획득한 정보를 바탕으로 상기 제1 센서부를 캘리브레이션(calibration)하는 단계;

상기 제어부가 재배지에서 배출된 배액이 저장된 복수의 배액탱크에 저장된 상기 배액을 순차적으로 상기 측정탱크로 공급되게 제어하는 단계;

상기 제1 센서부가 상기 순차적으로 공급된 배액의 정보를 획득하는 단계;

상기 분석부가 상기 순차적으로 획득한 배액의 정보를 바탕으로 상기 배액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 상기 배액의 이온 조성물 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 단계; 및

상기 제어부가 상기 분석한 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 상기 액비를 상기 배액에 공급되게 하는 단계;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 액비를 상기 배액에 공급되게 하는 단계는,

상기 분석부가 상기 배액의 이온 조성물 농도가 상기 배액의 적정 농도 이하인지 판단하는 단계; 및

상기 배액의 적정 농도 이하라고 판단하면, 상기 분석부는 분석한 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양을 분석하고, 상기 제어부는 상기 분석한 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양보다 적은 양의 상기 액비를 상기 배액에 공급되게 제어하는 단계;로 이뤄진 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 배액을 순차적으로 상기 측정탱크로 공급되게 제어하는 단계는,

제2 센서부가 상기 배액탱크의 수위를 측정하는 단계;

상기 분석부가 상기 측정한 배액탱크의 수위와 상기 배액탱크의 기준 수위를 비교 분석하는 단계; 및

상기 비교 분석 결과에 따라 상기 제어부는 상기 배액탱크의 수위가 상기 배액탱크의 기준 수위가 되도록 원수탱크에 저장된 원수를 상기 배액탱크에 공급되게 한 후 상기 배액을 상기 측정탱크로 공급하게 하거나 상기 원수 공급없이 상기 배액을 상기 측정탱크로 공급하도록 제어하는 단계;로 이뤄진 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 분석부가 제3 센서부를 통해 측정한 상기 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 측정 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 제1 센서부가 상기 액비의 정보 또는 상기 배액의 정보를 획득하게 제어하고,

상기 분석부가 상기 측정한 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 기준 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 액비 또는 상기 배액을 상기 측정탱크 일부에 형성된 배출구로 배출되게 제어하는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 액비를 순차적으로 측정탱크에 공급되게 제어하는 단계, 상기 액비의 정보를 획득하는 단계 및 상기 캘리브레이션(calibration)하는 단계는 상기 분석부가 캘리브레이션 시점이라고 분석한 경우에 수행하며, 상기 분석부가 상기 캘리브레이션 시점이 아니라고 분석하면 수행하지 않는 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 제1 센서부는 EC 센서, PH 센서 및 복수의 ISE 센서로 구성된 것

을 특징으로 하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 원예작물의 양액재배는 토양을 이용하지 않는 재배 방법으로 생육에 필요한 영양 성분(다량 및 미량원소)을 적절하게 흡수할 수 있도록 알맞은 조성과 농도로 조절된 배양액을 식물에 공급해주며 재배하는 방법이다.

[0004] 양액재배는 물만으로 재배하는 순수 수경 재배(水耕栽培)와 배지(인공토양)에 심어 재배하는 배지경 수경재배가 있으며, 배양액을 만들어 재배하기 때문에 양액 재배(Solution Culture)라고도 한다.

[0005] 이러한 양액재배는 단기간에 많은 양의 작물을 수확할 수 있고 토양재배와 비교하여 자연환경의 지배를 덜 받기 때문에 농경이 불가능한 곳에서도 원예작물의 재배를 가능하게 한다. 그러나 이 양액재배는 많은 자본이 필요하고, 양액이 작황에 지배적인 영향을 가져오므로 상기 양액에 대한 세심한 관리가 요구된다.

[0006] 양액재배는 양액의 재활용 여부에 따라 개방 시스템과 폐쇄 시스템으로 구분되는데, 개방 시스템은 일정시간 사용한 양액을 다시 재사용하지 않고 배출하는 방식으로 배출양액의 잔여 비료성분으로 인하여 환경오염 및 비료의 불필요한 과다사용으로 인한 문제점이 있다.

[0007] 이에 재배지에서 회수한 배액을 활용한 폐쇄 시스템이 양액의 이용율의 극대화 및 환경문제 해결을 위하여 많은 관심을 받고 있다.

[0008] 이런 종래기술로는 한국등록특허 제10-2062081호가 있다.

[0009] 그러나 종래기술은 양액의 전기전도도(Electric conductivity: EC)를 측정하는 EC 센서를 이용해 기준 농도에 맞도록 농축배양액을 첨가하여 전체적인 배양액의 농도를 보정해주는 방식을 채택하고 있으나, 양액내의 이온간 불균형상태를 완전히 해소할 수 없는 문제점이 있다.

[0010] 또한, EC센서 대신 이온 선택성 전극(Ion Selective Electrod)인 ISE 센서를 이용할 수 있지만, 이는 그대로 이용 시 이온 간섭 효과가 발생하여 센서의 값이 왜곡되어 출력되는 문제점이 있다.

[0011] 또한, 종래기술은 양액 및 배액 측정 후 마다 센서를 자동으로 캘리브레이션 하지 않기 때문에 센서 결과값이 오류가 발생하거나 수작업으로 진행 시 번거로움이 발생하는 문제점이 있다.

[0012] 또한, 종래기술에 ISE 센서를 적용할 시 혼합탱크 및 배액탱크 마다 고가의 ISE 센서를 설치하여 측정하기 때문에 비용이 크게 증가하는 문제점이 있다.

[0013] 또한, 종래기술은 식물종 및 식물 성장 정도에 따른 식물 뿌리의 이온 흡수율 분석할 수 없어 식물종 및 식물 성장 정도 따른 필요 영양분을 공급할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 이온 간섭 효과를 제거하여 양액 및 배액의 이온 조성을 농도를 정확하게 분석할 수 있는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0016] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 센서를 자동으로 캘리브레이션할 수 있는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0017] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 양액 및 배액을 분석 시 1개의 ISE 센서 세트만 사용하여 비용을 절감할 수 있는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0018] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 식물종 및 식물 성장 정도 따른 필요 영양분을 공급할 수 있는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 바람직한 일 측면에 따르면, 복수의 액비탱크와 연결된 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치에 있어서, 상기 복수의 액비탱크에서 액비를 순차적으로 공급받는 측정탱크; 상기 측정탱크에 설치되어 상기 순차적으로 공급된 액비의 정보를 획득하는 제1 센서부; 상기 획득한 복수의 액비의 정보를 바탕으로 상기 제1 센서부를 캘리브레이션(calibration)하는 분석부; 및 상기 측정탱크에 공급되는 상기 액비의 공급량을 제어하는 제어부;를 포함하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치를 제공할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치는 복수의 배액탱크 및 원수탱크와 더 연결되어 되어, 상기 복수의 배액탱크에 설치되어 상기 배액탱크의 수위를 측정하는 제2 센서부; 및 상기 배액탱크의 기준 수위가 저장된 저장부;를 더 포함하고, 상기 분석부가 상기 측정한 배액탱크의 수위를 상기 배액탱크의 기준 수위 이하라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 배액탱크의 수위가 상기 배액탱크의 기준 수위가 되도록 상기 배액탱크에 상기 원수가 공급되게 제어하고, 상기 분석부가 상기 측정한 배액탱크의 수위를 상기 배액탱크의 기준 수위와 동일 또는 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 복수의 배액탱크의 상기 배액을 순차적으로 상기 측정탱크로 공급하도록 제어할 수 있다.

[0022] 여기서, 상기 측정탱크에 상기 배액이 공급되면, 상기 제1 센서부는 상기 순차적으로 공급된 배액의 정보를 획득하고, 상기 분석부는 상기 순차적으로 획득한 배액의 정보를 바탕으로 상기 배액의 이온 조성을, 이온 간섭 효과를 제거한 상기 배액의 이온 조성을 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석할 수 있다.

[0023] 여기서, 상기 저장부에 상기 배액의 적정 농도가 더 저장되어 있고, 상기 분석부가 상기 배액의 이온 조성을 농도가 상기 배액의 적정 농도 이하라고 판단하면, 상기 분석부는 분석한 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양을 분석하고, 상기 제어부는 상기 분석한 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양보다 적은 양의 상기 액비를 상기 배액에 공급되게 제어할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 측정탱크에 설치되어 상기 측정탱크의 수위를 측정하는 제3 센서부;를 더 포함하되, 상기 저장부에는 상기 측정탱크의 측정 수위와 기준 수위가 더 저장되어 있고, 상기 측정탱크의 일부에는 상기 측정탱크에 공급된 상기 액비 또는 상기 배액이 배출되는 배출구가 형성되어 있으며, 상기 분석부가 상기 측정한 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 측정 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 제1 센서부가 상기 액비의 정보 또는 상기 배액의 정보를 획득하게 제어하고, 상기 분석부가 상기 측정한 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 기준 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 액비 또는 상기 배액을 상기 배출구로 배출되게 제어할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치는 양액탱크와 더 연결되어 되어, 상기 저장부에는 식물종에 따른 양액 조성이 더 저장되어 있으며, 상기 제어부는 상기 저장된 식물종에 따른 양액 조성에 따라 상기 양액탱크에 공급되는 상기 원수 및 상기 복수의 액비의 공급량을 제어할 수 있다.

[0026] 여기서, 상기 제1 센서부는 EC 센서, PH 센서 및 복수의 ISE 센서로 구성될 수 있다.

[0027] 본 발명의 바람직한 다른 측면에 따르면, 제어부가 복수의 액비탱크에 저장된 액비를 순차적으로 측정탱크에 공급되게 제어하는 단계; 제1 센서부가 상기 순차적으로 공급된 액비의 정보를 획득하는 단계; 분석부가

상기 순차적으로 획득한 정보를 바탕으로 상기 제1 센서부를 캘리브레이션(calibration)하는 단계; 상기 제어부가 재배지에서 배출된 배액이 저장된 복수의 배액탱크에 저장된 상기 배액을 순차적으로 상기 측정탱크로 공급되게 제어하는 단계; 상기 제1 센서부가 상기 순차적으로 공급된 배액의 정보를 획득하는 단계; 상기 분석부가 상기 순차적으로 획득한 배액의 정보를 바탕으로 상기 배액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 상기 배액의 이온 조성물 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 단계; 및 상기 제어부가 상기 분석한 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 상기 액비를 상기 배액에 공급되게 하는 단계;를 포함하는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법을 제공할 수 있다.

[0028] 여기서, 상기 액비를 상기 배액에 공급되게 하는 단계는, 상기 분석부가 상기 배액의 이온 조성물 농도가 상기 배액의 적정 농도 이하인지 판단하는 단계; 및 상기 배액의 적정 농도 이하라고 판단하면, 상기 분석부는 분석한 상기 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양을 분석하고, 상기 제어부는 상기 분석한 상기 배액에 추가해야 할 상기 액비의 양보다 적은 양의 상기 액비를 상기 배액에 공급되게 제어하는 단계;로 이뤄질 수 있다.

[0029] 여기서, 상기 배액을 순차적으로 상기 측정탱크로 공급되게 제어하는 단계는, 제2 센서부가 상기 배액 탱크의 수위를 측정하는 단계; 상기 분석부가 상기 측정한 배액탱크의 수위와 상기 배액탱크의 기준 수위를 비교 분석하는 단계; 및 상기 비교 결과에 따라 상기 제어부는 상기 배액탱크의 수위가 상기 배액탱크의 기준 수위가 되도록 상기 배액탱크에 상기 원수가 공급되게 한 후 상기 배액을 상기 측정탱크로 공급하게 하거나 상기 원수 공급없이 상기 배액을 상기 측정탱크로 공급하도록 제어하는 단계;로 이뤄질 수 있다.

[0030] 여기서, 상기 분석부가 제3 센서부를 통해 측정한 상기 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 측정 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 제1 센서부가 상기 액비의 정보 또는 상기 배액의 정보를 획득하게 제어하고, 상기 분석부가 상기 측정한 측정탱크의 수위를 상기 측정탱크의 기준 수위 이상이라고 분석하면, 상기 제어부는 상기 액비 또는 상기 배액을 상기 배출구로 배출되게 제어할 수 있다.

[0031] 여기서, 상기 액비를 순차적으로 측정탱크에 공급되게 제어하는 단계, 상기 액비의 정보를 획득하는 단계 및 상기 캘리브레이션(calibration)하는 단계는 상기 분석부가 상기 캘리브레이션 시점이라고 분석한 경우에 수행하며, 상기 분석부가 상기 캘리브레이션 시점이 아니라고 분석하면 수행하지 않을 수 있다.

[0032] 여기서, 상기 제1 센서부는 EC 센서, PH 센서 및 복수의 ISE 센서로 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0034] 본 발명은 이온 간섭 효과를 제거하여 양액 및 배액의 이온 조성물 농도를 정확하게 분석할 수 있는 효과가 있다.

[0035] 또한, 본 발명은 센서를 자동으로 캘리브레이션할 수 있는 효과가 있다.

[0036] 또한, 본 발명은 센서의 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다.

[0037] 또한, 본 발명은 식물종 및 식물 성장 정도 따른 필요 영양분을 공급할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 시스템의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배액에 액비를 추가하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법의 순서도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 분석부가 캘리브레이션 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 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 한정하려

는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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 것인지, 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.

[0044] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 시스템의 구성도이다.

[0045] 도 1을 참조하면, 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 시스템(100)은 원수탱크(110), 복수의 액비탱크(120), 양액탱크(130), 복수의 배액탱크(140) 및 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)를 포함한다.

[0046] 원수탱크(110)는 지하수나 하천수를 정수한 원수를 저장하는 탱크로, 양액탱크(130) 및 복수의 배액탱크(140)와 연결된 배관에는 펌프를 구비하여 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 의해 양액탱크(130) 및 배액탱크(140)에 공급되는 원수의 양이 제어된다.

[0047] 복수의 액비탱크(120)는 서로 다른 종류의 비료 원액인 액비가 저장된 탱크로, 양액탱크(130), 복수의 배액탱크(140) 및 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)와 연결된 배관에는 펌프를 구비하여 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 의해 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)에 액비를 공급하거나, 양액탱크(130) 및 복수의 배액탱크(140)에 공급되는 액비의 양이 제어된다.

[0048] 양액탱크(130)는 원수탱크(110)의 원수와 복수의 액비탱크(120)의 복수의 액비가 혼합된 양액을 저장하는 탱크로, 재배지, 원수탱크(110), 복수의 액비탱크(120) 및 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)와 연결되며, 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 의해 원수탱크(110) 및 복수의 양액탱크(120)에서 원수 및 복수의 액비를 공급받아 식물종에 따른 양액 조성의 양액이 형성되어 저장된다.

[0049] 또한, 양액탱크(130)는 재배지와 연결된 배관에는 펌프를 구비하여 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 의해 해당 재배지로 양액을 공급하게 제어될 수 있다. 여기서, 양액탱크(130)는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)와 연결된 배관에 펌프를 구비하여 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)에 제어에 따라 양액을 공급할 수도 있으며, 도 1에서는 양액탱크(130)가 1개만 있는 것으로 설명했으나 복수개가 구비될 수도 있다.

[0050] 복수의 배액탱크(140)는 각 재배지의 식물에 공급된 양액 중 식물이 흡수하지 못하고 배출되는 양액인 배액을 회수하여 저장하는 탱크로, 재배지, 원수탱크(110), 복수의 액비탱크(120) 및 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)와 연결되며, 각 재배지와 연결된 배관에 구비된 펌프를 통해 배액을 공급받고, 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 의해 원수탱크(110) 및 복수의 액비탱크(120)에서 원수 및 복수의 액비를 공급받는다.

[0051] 또한, 복수의 배액탱크(140)는 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)와 연결된 배관에는 펌프를 구비하여 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 의해 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)로 배액을 공급하며, 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 따라 재배지에서 배액을 공급받는 배관과 다른 배관에 구비된 펌프를 통해 각 재배지로 배

액을 공급한다.

[0052] 또한, 복수의 배액탱크(140)에는 각각 제2 센서부(141)가 설치되어 있어 각 재배지에서 회수된 배액이 저장되어 있는 배액탱크(140)의 수위를 측정하여 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)에 제공하고, 측정한 수위에 따른 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)의 제어에 따라 바로 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)로 배액을 공급하거나 원수탱크(110)에서 원수를 공급 받은 후 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)로 배액을 공급한다.

[0053] 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)는 원수탱크(110), 복수의 액비탱크(120), 양액탱크(130) 및 배액탱크(140)와 배관 및 유무선 통신으로 연결되어, 원수탱크(110), 복수의 액비탱크(120), 양액탱크(130) 및 배액탱크(140)를 제어하고, 복수의 액비탱크(120)에서 순차적으로 공급받은 복수의 액비를 바탕으로 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)에 설치된 제1 센서부(151)를 캘리브레이션(calibration)한다.

[0054] 또한, 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)는 복수의 배액탱크(140)에서 순차적으로 배액을 공급받아 배액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 배액의 이온 조성물 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다. 여기서, 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)는 양액탱크(130)에서 양액을 공급받아 양액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 양액의 이온 조성물 농도를 분석하여 식물종에 따른 양액 조성으로 제대로 양액이 형성되었는지 분석할 수도 있다.

[0055] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치의 구성도이다.

[0057] 도 2를 참조하면, 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치(150)는 제1 센서부(151), 측정탱크(152), 제3 센서부(153), 배출구(154), 분석부(155), 제어부(156) 및 저장부(157)를 포함한다.

[0058] 도 2를 참조하면, 제1 센서부(151)는 EC 센서, PH 센서 및 복수의 ISE 센서로 구성되어 측정탱크(152)에 설치되어 복수의 액비탱크(120)에서 측정탱크(152)로 순차적으로 공급되는 액비의 정보와 복수의 배액탱크(140)에서 측정탱크(152)로 순차적으로 공급되는 배액의 정보를 순차적으로 획득한다. 여기서, 제1 센서부(151)는 양액탱크(130)에서 측정탱크(152)로 공급되는 양액의 정보를 획득할 수도 있으며, ISE 센서는 액비탱크(120)에 저장된 액비의 이온을 측정할 수 있는 센서이다.

[0059] 구체적으로, 측정탱크(152)에 설치된 제3 센서부(153)를 통해 측정탱크(152)의 수위를 측정하고, 분석부(155)가 제3 센서부(153)를 통해 측정한 측정탱크(152)의 수위를 저장부(157)에 저장된 측정탱크(152)의 측정 수위 이상이라고 분석하면, 제1 센서부(151)는 제어부(156)의 제어에 따라 측정탱크(152)에 공급된 액비, 배액 및 양액 중 어느 하나의 정보를 획득한다.

[0060] 예를 들어, 제어부(156)의 제어에 따라 복수의 액비탱크(120)에서 우선순위 액비가 측정탱크(152)로 공급되면, 측정탱크(152)에 공급된 액비의 수위가 측정 수위 이상일 때 제어부(156)의 제어에 따라 제1 센서부(151)가 우선순위 액비에 대한 정보를 획득하고, 측정탱크(152)에 공급된 액비의 수위가 기준 수위 이상일 때 우선순위 액비가 배출구(154)로 배출되면, 다음 순위 액비가 측정탱크(152)로 공급되어 제1 센서부(151)가 액비에 대한 정보를 획득하는 과정을 반복한다. 이때 반복은 분석부(155)가 2점 캘리브레이션 할 경우는 2개의 액비만 제어부(156)가 액비탱크(120)에서 측정탱크(152)에 공급되게 하고, 제1 센서부(151)가 액비의 정보를 획득하는 등 ISE 센서의 종류 및 개수나 액비의 종류 개수나 사용자가 저장부(157)에 저장한 캘리브레이션 점의 개수에 따라 달라진다.

[0061] 또한, 제어부(156)의 제어에 따라 복수의 배액탱크(140)에서 우선순위 배액이 측정탱크(152)로 공급되면, 측정탱크(152)에 공급된 배액의 수위가 측정 수위 이상일 때 제어부(156)의 제어에 따라 제1 센서부(151)가 우선순위 배액에 대한 정보를 획득하고, 측정탱크(152)에 공급된 배액의 수위가 기준 수위 이상일 때 우선순위 배액이 배출구(154)로 배출되면, 다음 순위 배액이 측정탱크(152)로 공급되어 제1 센서부(151)가 배액에 대한 정보를 획득하는 과정을 반복한다. 이때 반복은 사용자가 저장부(157)에 저장한 최대 배액 분석 개수에 상응하게 제어부(156)가 배액탱크(140)에서 측정탱크(152)에 공급되게 하고, 제1 센서부(151)가 배액의 정보를 획득하는 등 사용자가 저장부(157)에 저장한 최대 배액 분석 개수에 따라 달라진다.

[0062] 측정탱크(152)는 제어부(156)의 제어에 따라 공급되는 액비, 배액 및 양액을 공급받는 탱크로, 제1 센서부(151) 및 제3 센서부(153)가 내부에 설치되어 있고, 일부분에 배출구(154)가 형성되어 있다.

[0063] 제3 센서부(153)는 측정탱크(152)에 설치되어 측정탱크(152)에 수위를 측정한다.

[0064] 배출구(154)는 측정탱크(152)의 일부분에 형성되어 측정탱크(152)에 공급된 액비, 배액 및 양액을 배출한다. 여기서, 배출구(154)는 제어부(156)의 제어에 따라 개폐되는 구성, 제어부(156)의 제어에 따라 개폐되는 밸브, 펌프를 구비하여 제어부(156)에 제어데 따라 배출하는 구성일 수 있다.

[0065] 구체적으로, 분석부(155)가 제3 센서부(153)를 통해 측정한 측정탱크(152)의 수위를 저장부(157)에 저장된 측정탱크(152)의 기준 수위 이상이라고 분석하면, 제어부(156)의 제어에 따라 측정탱크(152)에 공급된 액비, 배액 및 양액을 배출한다. 여기서, 배출구(154)는 펌프 또는 밸브 등을 구비하고 있어 제어부(156)의 제어에 따라 측정탱크(152)에 공급된 액비, 배액 및 양액을 배출할 수 있으며, 배출구(154)를 통해 배출된 액비, 배액 및 양액은 공급된 액비탱크(120), 배액탱크(140) 및 양액탱크(130)로 다시 바로 공급되거나 배출구(154) 하부에 저장탱크를 따로 두어 저장탱크에서 다시 공급하거나 폐기될 수 있다.

[0066] 분석부(155)는 제1 센서부(151)를 통해 획득한 액비 정보를 바탕으로 제1 센서부(151)를 캘리브레이션(calibration)한다. 여기서, 캘리브레이션은 제1 센서부(151)에 포함된 ISE 센서가 2가지 이온을 측정할 수 있게 2개의 ISE 센서로 되어 있거나 액비의 종류가 2개이거나 사용자가 저장부(157)에 저장한 캘리브레이션 점의 개수가 2점이면 2점 캘리브레이션을 ISE 센서가 4가지 이온을 측정할 수 있게 4개의 ISE 센서로 되어 있거나 액비의 종류가 4개이거나 사용자가 저장부(157)에 저장한 캘리브레이션 점의 개수가 4점이면 4점 캘리브레이션을 수행하며, 이는 ISE 센서의 종류 및 개수나 액비의 종류 개수나 사용자가 저장부(157)에 저장한 캘리브레이션 점의 개수에 따라 틀려질 수 있다.

[0067] 즉, 2개의 ISE 센서로 되어 있으면 다른 종류의 2개 액비에 대해 획득한 정보를 바탕으로 분석부(155)가 2점 캘리브레이션을, 2개의 ISE 센서로 되어 있으면 다른 종류의 4개 액비에 대해 획득한 정보를 바탕으로 분석부(155)가 4점 캘리브레이션을 수행하는 등 2점 및 3점 캘리브레이션을 포함해 4점 이상도 캘리브레이션 할 수 있다.

[0068] 분석부(155)가 캘리브레이션하는 방법은 공지된 기술이기 때문에 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0069] 또한, 분석부(155)는 제1 센서부(151)가 획득한 양액의 정보 및 사용자가 저장부(157)에 저장한 최대 배액 분석 개수에 상응하게 획득한 배액의 정보에 대한 분석이 끝나고 난 후를 캘리브레이션 하는 시점으로 분석하여 자동적으로 제1 센서부(151)에 대한 캘리브레이션을 수행한다.

[0070] 또한, 분석부(155)는 제1 센서부(151)를 통해 획득한 양액 정보를 바탕으로 머신러닝을 활용하여 양액의 이온 조성을 및 이온 간섭 효과를 제거한 양액의 이온 조성을 농도를 분석한다. 분석부(155)가 양액의 이온 조성을 및 이온 간섭 효과를 제거한 양액의 이온 조성을 농도를 분석하는 것은 공지된 기술이기 때문에 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0071] 또한, 분석부(155)는 제1 센서부(151)를 통해 획득한 배액 정보를 바탕으로 머신러닝을 활용하여 배액의 이온 조성을, 이온 간섭 효과를 제거한 배액의 이온 조성을 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다. 분석부(155)가 배액의 이온 조성을 및 이온 간섭 효과를 제거한 배액의 이온 조성을 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석하는 것은 공지된 기술이기 때문에 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0072] 또한, 분석부(155)는 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 배액에 추가해야 할 액비의 양을 분석한다.

[0073] 또한, 분석부(155)는 제2 센서부(141)가 측정한 배액탱크(140)의 수위가 저장부(157)에 저장된 배액탱크(140)의 기준 수위와 비교 분석하며, 제3 센서부(153)가 측정한 측정탱크(152)의 수위가 저장부(157)에 저장된 측정탱크의 측정 수위 및 기준 수위와 비교 분석하고, 분석한 배액의 이온 조성을 농도가 저장부(157)에 저장된 배액의 적정 농도와 비교 분석하고, 저장부(157)에 저장된 임계치를 100%를 넘는지 분석한다.

[0074] 또한, 분석부(155)는 분석한 양액의 이온 조성을, 이온 간섭 효과를 제거한 양액의 이온 조성을 농도가 저장부(157)에 저장된 식물종에 따른 양액 조성이 동일하게 되었는지 등을 분석하고, 측정탱크(152)로 공급된 액비에 상응하는 액비탱크(120)의 식별번호, 측정탱크(152)로 공급된 배액에 상응하는 배액탱크(130)의 식별번호를 분석한다.

[0075] 제어부(156)는 분석부(155)가 제1 센서부(151)의 캘리브레이션 하는 시점이라고 분석하면, 분석부(155)가 분석한 캘리브레이션 점 개수에 상응하게 복수의 액비탱크(120)에 저장된 액비를 측정탱크(152)에 순차적으로 공급되게 제어한다.

[0076] 또한, 제어부(156)는 분석부(155)가 측정탱크(152)에 공급되는 액비, 배액 및 양액 중 어느 하나의 수

위가 측정탱크(152)의 측정 수위가 넘었다고 분석하면, 제1 센서부(151)를 통해 액비, 배액 및 양액 중 어느 하나의 정보를 획득하게 제어한다.

[0077] 또한, 제어부(156)는 분석부(155)가 복수의 배액탱크(140)에 저장된 배액의 수위가 배액탱크(140)의 기준 수위 이하라고 분석하면, 원수탱크(110)를 제어하여 기준 수위 이하라고 분석한 배액탱크(140)에 원수를 기준 수위 동일 또는 이상이 될 때까지 공급하게 하고, 분석부(155)가 복수의 배액탱크(140)에 저장된 배액의 수위가 배액탱크(140)의 기준 수위 동일 또는 이상이라고 분석하면, 원수탱크(110)를 제어하여 원수 공급을 중단하는 한편, 복수의 배액탱크(140)에 저장된 배액을 분석부(155)가 분석한 최대 배액 분석 개수에 상응하게 측정탱크(152)에 순차적으로 공급되게 제어한다. 이때, 배액탱크(140)에 원수를 공급하는 것은 식물이 양액 뿐만 아니라 원수도 흡수하기 때문에, 줄어든 만큼 원수를 공급하는 것이다.

[0078] 또한, 제어부(156)는 분석부(155)가 측정탱크(152)에 공급되는 액비, 배액 및 양액 중 어느 하나의 수위가 측정탱크(152)의 기준 수위가 넘었다고 분석하면, 액비, 배액 및 양액 중 어느 하나를 배출구(154)를 제어하여 배출하게 한다.

[0079] 또한, 제어부(156)는 저장부(157)에 저장된 식물종에 따른 양액 조성에 따라 양액탱크(120)에 공급되는 원수 및 복수의 액비의 공급량을 제어한다.

[0080] 또한, 제어부(156)는 분석부(155)가 분석한 양액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 양액의 이온 조성물 농도가 저장부(157)에 저장된 식물종에 따른 양액 조성이 동일하게 되었는지의 결과에 따라 원수탱크(110) 및 복수의 액비탱크(120)를 제어하여 양액탱크(130)에 공급되는 원수 및 액비를 조절하거나, 저장부(157)에 저장된 식물종에 따른 양액 조성에 따라 원수탱크(110) 및 복수의 액비탱크(120)를 제어하여 양액탱크(130)에 공급되는 원수 및 복수의 액비의 공급량을 조절할 수 있다.

[0081] 또한, 제어부(156)는 분석부(155)가 분석한 배액의 조성물 이온 농도가 배액의 적정 농도 이하이면, 분석부(155)가 분석한 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 배액에 추가해야 할 액비의 양을 바탕으로 해당 액비가 저장된 액비탱크(120)를 제어하여 추가해야 할 액비 양보다 적게 해당 배액탱크(140)에 공급되게 한다. 여기서, 제어부(156)는 추가해야 할 액비 양의 3/4을 해당 배액탱크(140)에 공급되게 제어하는 것이 바람직하다.

[0082] 또한, 제어부(156)는 분석부(155)가 분석한 배액의 조성물 이온 농도가 배액의 적정 농도 이상이면, 배액탱크(140)에 저장된 배액을 재배지에 바로 공급되게 제어하고, 분석부(155)가 분석한 배액의 조성물 이온 농도가 배액의 적정 농도 이상이면서 임계치를 100% 초과한 경우 배액탱크(140)에 저장된 배액을 폐기장소로 배출되게 한다.

[0083] 저장부(157)는 ISE 센서의 종류 및 개수, 액비의 종류 개수, 캘리브레이션 점의 개수, 최대 배액 분석 개수, 측정탱크(152)의 측정 수위 및 기준 수위, 배액탱크(140)의 기준 수위, 배액의 적정 농도, 임계치 및 식물종에 따른 양액 조성을 저장한다.

[0084] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배액에 액비를 추가하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

[0085] 도 3을 참조하면, 분석부(155)는 제1 센서부(151)를 통해 획득한 배액 정보를 바탕으로 아래 [수학식 1]을 이용해 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분석한다.

[0086] [수학식 1]

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

[0087]

[0088] (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 문자량(단원자 이온의 경우에는 원자량)이며, $(kN_F)^{1.5}$ 는 이온의 전기적

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

[0089] 이를 통해 식물종 및 식물의 성장에 따라 식물 뿌리의 이온 흡수율이 다른 것과 양액 내의 이온이 많을

수록 양액의 이온이 식물에게 흡수당해 줄어드는 속도가 빠른 것을 알 수 있다.

[0090] 이에 양액탱크(130)에서 재배지에 공급된 양액(310)의 경우 이온이 많아 양액의 이온이 식물에게 흡수당해 줄어드는 속도가 빨라, 재배지에서 회수한 배액(320, 340, 360) 중 양액을 공급한 후 처음 회수한 배액(320)의 조성이 가장 적은 것을 확인할 수 있다.

[0091] 이때, 분석부(155)가 분석한 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 배액에 추가해야 할 액비의 양을 모두 배액(320, 340, 360)에 공급할 경우 이온이 식물에게 흡수당해 줄어드는 속도가 빨라 분석부(155)가 배액을 분석하여 배액에 액비를 추가하기도 전에 흡수할 이온이 없어져 식물이 영양분을 흡수할 수 없는 문제점이 발생할 수 있다.

[0092] 이에 분석부(155)가 분석한 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 배액에 추가해야 할 액비의 양을 바탕으로 해당 액비가 저장된 액비탱크(120)를 제어하여 추가해야 할 액비 양보다 적은 양(바람직하게는 추가해야 할 액비 양의 3/4)을 해당 배액탱크(140)에 공급되게하여 보정된 배액(330, 350, 370)을 재배지에 공급하면, 식물이 계속 영양분을 흡수할 수 있게 할 수 있다.

[0093] 또한, 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 배액에 추가해야 할 액비의 양을 공급하기 때문에 식물종 및 식물의 성장에 따라 달라지는 필요 영양분을 정확하게 공급할 수 있다.

[0094] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 방법의 순서도이다.

[0095] 도 4를 참조하면, S401단계에서는 분석부(155)가 제1 센서부(151)를 통해 획득한 양액의 정보 및 사용자가 저장부(157)에 저장한 최대 배액 분석 개수에 상응하게 획득한 배액의 정보에 대한 분석이 끝난 캘리브레이션 하는 시점인지를 분석한다. 이때, 캘리브레이션 시점이라고 분석하면 S402단계를 캘리브레이션 시점이 아니라고 분석하면 S405단계를 진행한다.

[0096] S402단계에서는 제어부(156)가 복수의 액비탱크(120)를 제어하여 복수의 액비탱크(120)에 저장된 액비를 순차적으로 측정탱크(152)에 공급되게 한다.

[0097] S403단계에서는 분석부(155)가 제3 센서부(153)를 통해 측정한 측정탱크(152)의 수위를 저장부(157)에 저장된 측정탱크(152)의 측정 수위 이상이라고 분석하면, 제1 센서부(151)는 제어부(156)의 제어에 따라 측정탱크(152)에 공급된 액비의 정보를 순차적으로 획득한다.

[0098] 구체적으로, 제어부(156)의 제어에 따라 복수의 액비탱크(120)에서 우선순위 액비가 측정탱크(152)로 공급되면, 측정탱크(152)에 공급된 액비의 수위가 측정 수위 이상일 때 제어부(156)의 제어에 따라 제1 센서부(151)가 우선순위 액비에 대한 정보를 획득하고, 분석부(155)가 측정탱크(152)에 공급된 액비의 수위가 기준 수위 이상이라고 분석하면 제어부(156)는 우선순위 액비를 배출구(154)로 배출되게 하는 한편, 다음 순위 액비를 측정탱크(152)로 공급되게 하고 제1 센서부(151)가 액비에 대한 정보를 획득하는 과정을 반복한다.

[0099] S404단계에서는 분석부(155)가 제1 센서부(151)를 통해 획득한 액비 정보를 바탕으로 제1 센서부(151)를 캘리브레이션(calibration)한다.

[0100] S405단계에서는 분석부(155)가 제2 센서부(141)를 통해 측정한 배액탱크(140)의 수위가 저장부(157)에 저장된 배액탱크(140)의 기준 수위와 비교 분석하며, 기준 수위와 동일하다고 분석하면 S407단계를, 기준 수위 이하라고 분석하면 S406단계를 진행한다.

[0101] S406단계에서는 제어부(156)가 원수탱크(110)를 제어하여 기준 수위 이하라고 분석한 배액탱크(140)에 원수를 기준 수위 동일 또는 이상이 될 때까지 공급하게 한다.

[0102] S407단계에서는 제어부(156)가 복수의 배액탱크(140)를 제어하여 복수의 배액탱크(140)에 저장된 배액을 순차적으로 측정탱크(152)에 공급되게 한다.

[0103] S408단계에서는 분석부(155)가 제3 센서부(153)를 통해 측정한 측정탱크(152)의 수위를 저장부(157)에 저장된 측정탱크(152)의 측정 수위 이상이라고 분석하면, 제1 센서부(151)는 제어부(156)의 제어에 따라 측정탱크(152)에 공급된 배액의 정보를 순차적으로 획득한다.

[0104] S409단계에서는 분석부(155)가 제1 센서부(151)를 통해 획득한 배액 정보를 바탕으로 머신러닝을 활용하여 배액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 배액의 이온 조성물 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 분

석한다.

[0105] S410단계에서는 분석부(155)가 분석한 배액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 배액의 이온 조성물 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 저장부(157)에 저장된 배액의 적정 농도 이하인지 분석하며, 적정 농도 이하라고 분석하면 S411단계를, 적정 농도 이상이라고 분석하면 S414단계를 진행한다.

[0106] S411단계에서는 분석부(155)가 식물 뿌리가 흡수한 이온량에 상응하는 배액에 추가해야 할 액비의 양을 분석한다.

[0107] S412단계에서는 제어부(156)가 해당 액비가 저장된 액비탱크(120)를 제어하여 추가해야 할 액비 양보다 적은 양(바람직하게는, 추가해야 할 액비 양의 3/4)을 해당 배액탱크(140)에 공급되게 한다.

[0108] S413단계에서는 제어부(156)가 배액탱크(140)의 배액을 해당 재배지로 공급되게 제어한다.

[0109] S414단계에서는 분석부(155)가 분석한 배액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 배액의 이온 조성물 농도 및 식물 뿌리의 이온 흡수율을 바탕으로 저장부(157)에 저장된 임계치를 100% 초과했는지 분석하며, 임계치를 100% 초과했다고 분석하면 S415단계를, 임계치를 100% 초과하지 않았다고 분석하면 S413단계를 진행한다.

[0110] S415단계에서는 제어부(156)가 배액탱크(140)에 저장된 배액을 폐기장소로 배출되게 제어한다.

[0111] S416단계에서는 제어부(156)가 저장부(157)에 저장된 식물종에 따른 양액 조성에 따라 양액탱크(120)에 공급되는 원수 및 복수의 액비의 공급량을 제어하여 양액을 제조한다.

[0112] S417단계에서는 제어부(156)가 양액탱크(130)의 양액을 측정탱크(152)로 공급되게 제어하여, 제1 센서부(151)를 통해 양액의 정보를 획득하면, 분석부(155)가 양액 정보를 바탕으로 양액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 양액의 이온 조성물 농도를 분석한다.

[0113] 이어 분석부(155)가 분석한 양액의 이온 조성물, 이온 간섭 효과를 제거한 양액의 이온 조성물 농도가 저장부(157)에 저장된 식물종에 따른 양액 조성이 동일하게 되었는지 분석하며, 동일하다고 분석하면 S419단계를, 동일하지 않다고 분석하면 S418단계를 진행한다.

[0114] S418단계에서는 제어부(156)가 분석부(155)가 분석한 양액의 부족한 원수 및 액비가 추가되도록 원수탱크(110) 및 복수의 액비탱크(120)를 제어한다.

[0115] S419단계에서는 제어부(156)가 양액탱크(130)에 저장된 양액을 해당 재배지로 공급되게 제어한다.

[0116] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 분석부가 캘리브레이션 방법의 순서도이다. 여기서, 도 5는 분석부(155)가 4점 캘리브레이션을 하는 방법의 순서도이다.

[0117] 도 5를 참조하면, S501단계에서는 제어부(156)가 복수의 액비탱크(120)에 저장된 액비 중 제1액비를 측정탱크(152)에 공급되게 제어한다.

[0118] S502단계에서는 분석부(155)가 측정탱크(152)의 측정 수위라고 분석하면, 제어부(156)가 제1 센서부(151)를 제어하여 제1액비의 정보를 획득하게 하는 한편, 분석부(155)가 측정탱크(152)의 기준 수위 이상이라고 분석하면 배출구(154)를 제어해 측정탱크(152)에 공급된 제1액비를 배출되게 한다.

[0119] S503단계에서는 제어부(156)가 복수의 액비탱크(120)에 저장된 액비 중 제2액비를 측정탱크(152)에 공급되게 제어한다.

[0120] S504단계에서는 분석부(155)가 측정탱크(152)의 측정 수위라고 분석하면, 제어부(156)가 제1 센서부(151)를 제어하여 제2액비의 정보를 획득하게 하는 한편, 분석부(155)가 측정탱크(152)의 기준 수위 이상이라고 분석하면 배출구(154)를 제어해 측정탱크(152)에 공급된 제2액비를 배출되게 한다.

[0121] S505단계에서는 제어부(156)가 복수의 액비탱크(120)에 저장된 액비 중 제3액비를 측정탱크(152)에 공급되게 제어한다.

[0122] S506단계에서는 분석부(155)가 측정탱크(152)의 측정 수위라고 분석하면, 제어부(156)가 제1 센서부(151)를 제어하여 제3액비의 정보를 획득하게 하는 한편, 분석부(155)가 측정탱크(152)의 기준 수위 이상이라고 분석하면 배출구(154)를 제어해 측정탱크(152)에 공급된 제3액비를 배출되게 한다.

[0123] S507단계에서는 제어부(156)가 복수의 액비탱크(120)에 저장된 액비 중 제4액비를 측정탱크(152)에 공

급되게 제어한다.

[0124] S508단계에서는 분석부(155)가 측정탱크(152)의 측정 수위라고 분석하면, 제어부(156)가 제1 센서부(151)를 제어하여 제4액비의 정보를 획득하게 하는 한편, 분석부(155)가 측정탱크(152)의 기준 수위 이상이라고 분석하면 배출구(154)를 제어해 측정탱크(152)에 공급된 제4액비를 배출되게 한다.

[0125] S509단계에서는 분석부(155)가 제1 센서부(151)를 통해 획득한 제1 내지 제4액비의 정보를 바탕으로 4점 캘리브레이션한다. 이때 분석부(155)는 [수학식 2] 및 [수학식 3]에 따른 결과 중 회귀분석을 수행하여 보다 정확한 수학식 이용해 캘리브레이션을 수행할 수 있으며, 도 5에서는 4점 캘리브레이션을 수행하는 것으로 설명했으나, 4점 이하 또는 4점 이상의 캘리브레이션을 수행할 수 있고, 이에 따라 측정탱크(152)에 공급되는 액비도 달라질 수 있다.

[0126] [수학식 2]

$$\text{Concentration} = \alpha \exp(volt) + \beta$$

[0127] (여기서, α 는 센서의 감도, β 는 전극의 표준 전위 오프셋이다.)

[0128] [수학식 3]

$$\text{Concentration} = \alpha' \exp(\beta' \exp(volt))$$

[0129] (여기서, α' 는 센서의 감도, β' 는 전극의 표준 전위 오프셋이다.)

[0130] [0131] 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

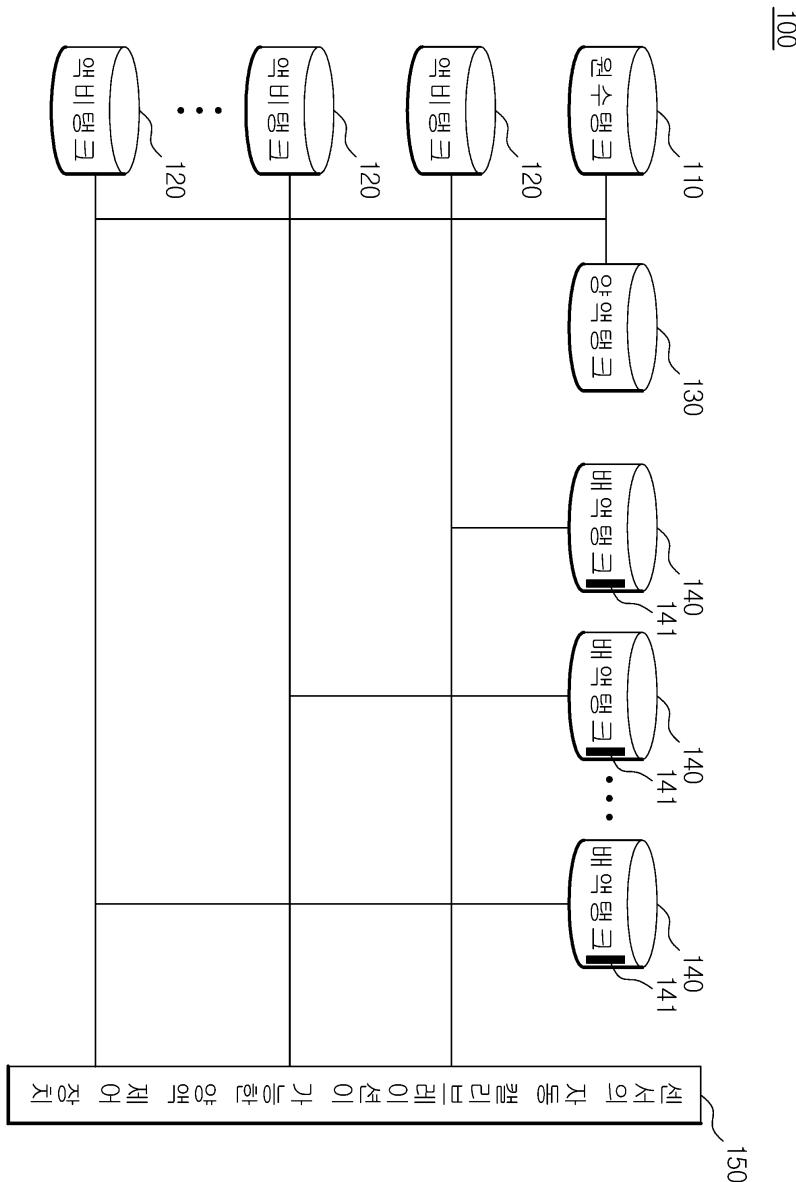
[0134] 110 : 원수탱크 120 : 액비탱크

130 : 양액탱크 140 : 배액탱크

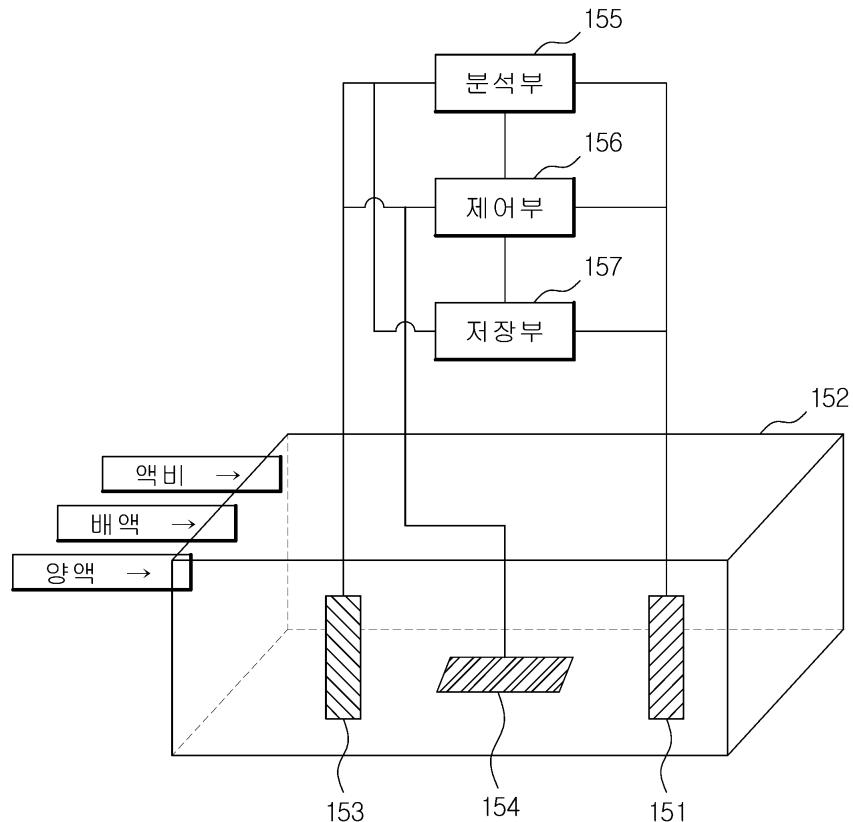
150 : 센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치

도면

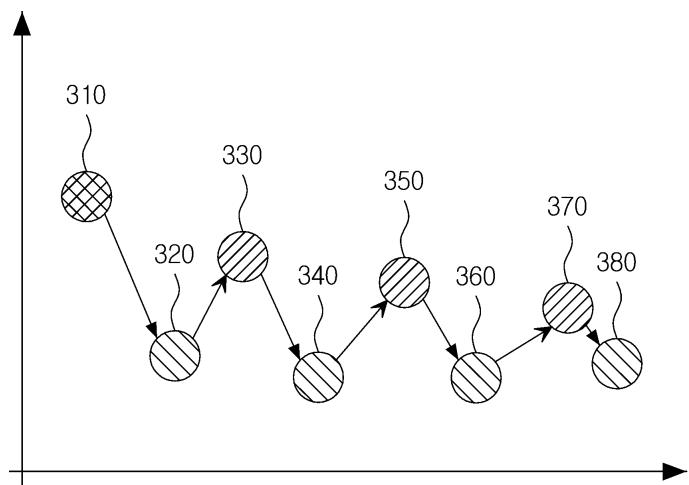
도면1



도면2

150

도면3



양액조성

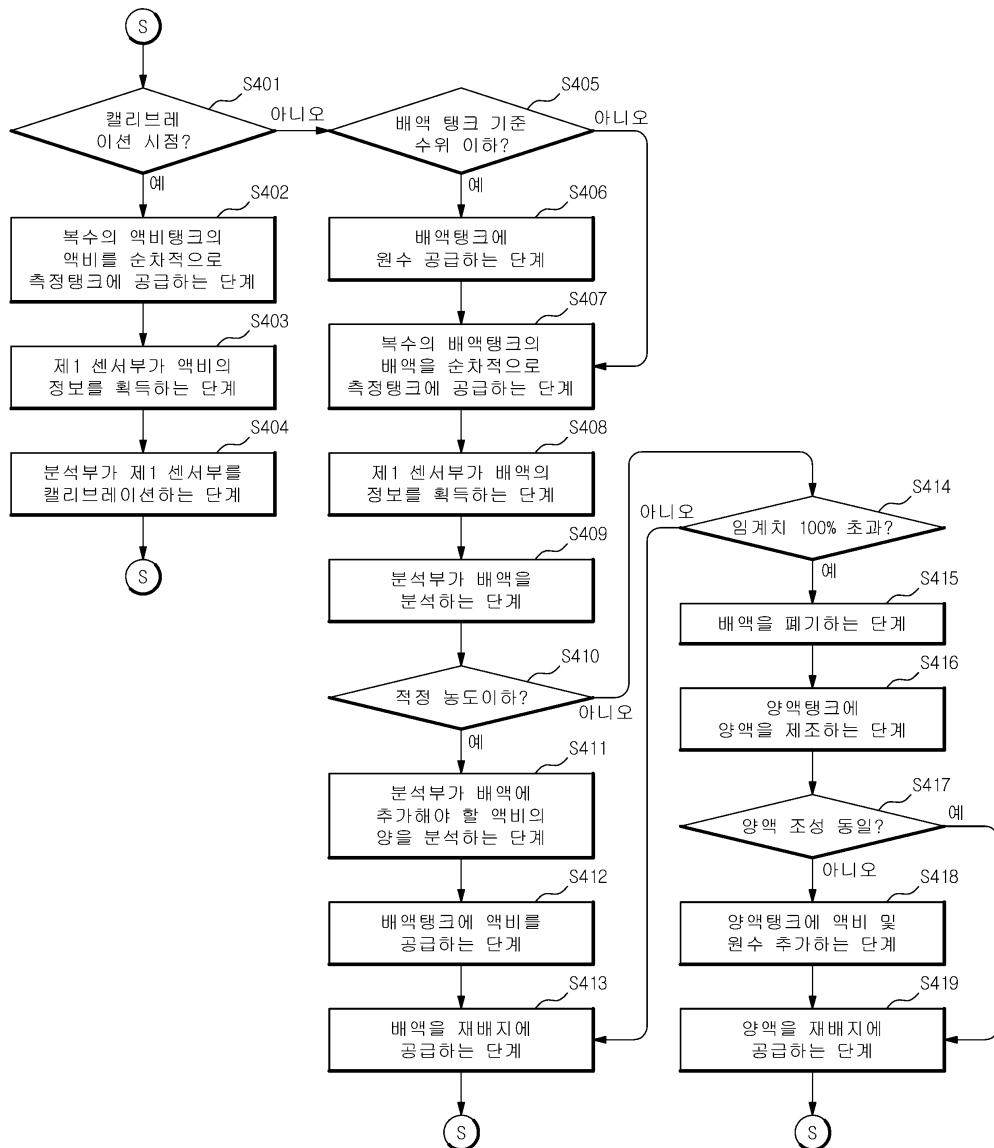
일정시간 식물이 영양섭취 후의 배액조성

액비를 추가해 보정된 배액조성

식물 흡수로 인한 State Transition

보정으로 인한 State Transition

도면4



도면5