



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0000749
(43) 공개일자 2025년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 27/00 (2006.01) A01G 9/029 (2019.01)
A01G 9/26 (2006.01) G01N 5/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01G 27/003 (2013.01)
A01G 9/0295 (2018.02)
(21) 출원번호 10-2023-0082903
(22) 출원일자 2023년06월27일
심사청구일자 2023년06월27일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
부산대학교 산학협력단
부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동, 부산대학교)
(72) 발명자
김종윤
서울특별시 성북구 월곡로14길 26 106동 901호
오성현
대전광역시 유성구 죽동로 321 106동 601호
안성광
경기도 고양시 일산동구 경의로 333 501동 1902호
(74) 대리인
특허법인에스알비

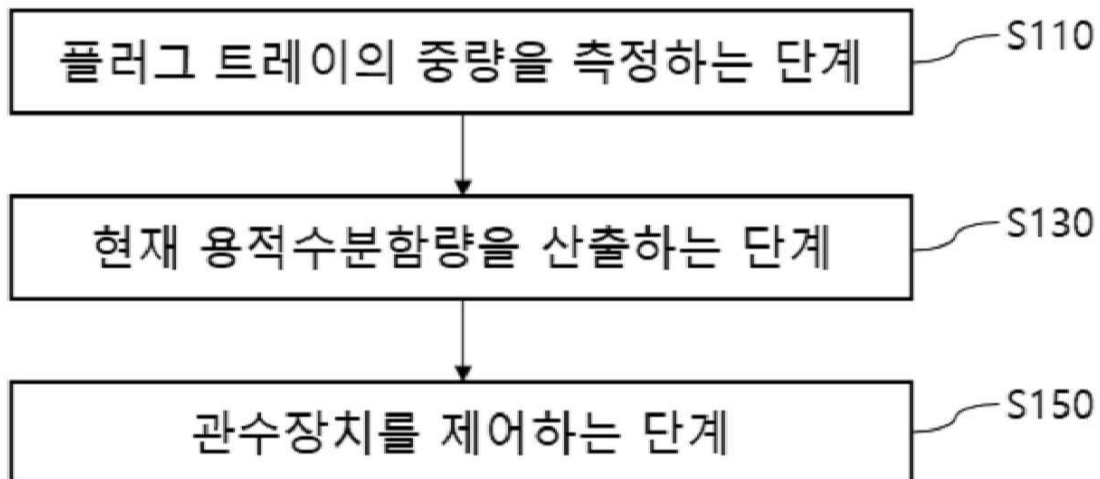
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 중량기반으로 계산된 용적수분함량을 이용한 자동관수방법, 이를 이용한 자동관수시스템 및 컴퓨터 프로그램

(57) 요약

본 발명은, 적어도 하나 이상의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계; 상기 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 상기 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출하는 단계; 및 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어하는 단계;를 포함하고, 상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는, 현재 용적수분함량이 상기 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 상기 현재 용적수분함량을 보정하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A01G 9/26 (2019.05)

G01N 5/025 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1395072603
과제번호	PJ016184
부처명	농촌진흥청
과제관리(전문)기관명	농촌진흥청
연구사업명	농업정책지원기술개발
연구과제명	헬스케어 식물 발굴 및 소재 규격화 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교(서울)
연구기간	2021.04.01 ~ 2025.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나 이상의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계;

상기 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 상기 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출하는 단계; 및

산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 플러그 트레이에 관수되도록 관수 장치를 제어하는 단계;를 포함하고,

상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는,

현재 용적수분함량이 상기 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 현재 용적수분함량을 보정하는 것을 특징으로 하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는,

작물이 식재되지 않은 상태에서, 상기 배지에 충분히 관수하여 포화시킨 후 증류수가 용탈되었을 때의 용적수분 함량인 포화 용적수분함량을 계산하는 단계;

를 포함하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 포화 용적수분함량을 계산하는 단계는,

[수학식 1]을 이용하여 포화 용적수분함량을 계산하는 것을 특징으로 하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

[수학식 1]

$$VWC_{saturation} = (WT_{tray_sat} - WT_{tray_dry}) / V_{tray} \times 100$$

(여기에서, $VWC_{saturation}$ 는 포화 용적수분함량(%), WT_{tray_sat} 은 플러그 트레이의 포화 중량(g), WT_{tray_dry} 는 플러그 트레이의 건조 중량(g), V_{tray} 는 플러그 트레이의 용적(mL)을 의미한다)

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는,

상기 포화 용적수분함량에 도달한 플러그 트레이의 중량을 작물이 식재된 플러그 트레이의 포화 중량인 제1 포화 중량으로 설정하는 단계;

를 포함하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는,

상기 제1 포화 중량과 작물이 식재된 플러그 트레이의 현재 중량의 차이를 이용하여 현재 용적수분함량을 계산하는 단계;

를 더 포함하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 현재 용적수분함량을 계산하는 단계는,

[수학식 2]을 이용하여 현재 용적수분함량을 계산하는 것을 특징으로 하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

[수학식 2]

$$VWC_{current} = VWC_{saturation} - (WT_{saturation} - WT_{current}) / V_{tray} \times 100$$

(여기에서, $VWC_{current}$ 는 현재 용적수분함량(%), $VWC_{saturation}$ 는 포화 용적수분함량(%), $WT_{saturation}$ 은 작물이 식재된 플러그 트레이의 포화 중량(g), $WT_{current}$ 는 작물이 식재된 플러그 트레이의 현재 중량(g)을 의미한다)

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는,

산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되어 수행된 관수 이후, 포화된 배지의 중력수가 용탈되었을 때의 작물이 식재된 플러그 트레이의 중량인 제2 포화 중량을 추출하는 단계;

를 포함하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 현재 용적수분함량을 계산하는 단계는,

상기 제1 포화중량을 상기 제2 포화중량으로 대체하여 상기 작물의 생장에 따른 중량 증가가 반영되도록 현재 용적수분함량을 보정하는 단계;

를 포함하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 관수장치를 제어하는 단계는,

상기 플러그 트레이에 충전된 배지가 포화 용적수분함량에 도달할 수 있도록

상기 관수장치의 유량규격에 맞춰 관수 시간을 제어하는 것을 특징으로 하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

현재 관수 시점과 이전 관수 시점 사이의 포화 용적수분함량에 도달한 플러그 트레이의 중량 변화량에 최초 관수 시 작물의 초기 중량을 더하여 작물의 중량을 계산하는 단계;

를 더 포함하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법.

청구항 11

복수개의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 측정하는 중량측정부;

상기 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 상기 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출하는 연산부; 및

산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어하는 제어부;를 포함하고,

상기 연산부는,

현재 용적수분함량이 상기 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 상기 현재 용적수분함량을 보정하는 것을 특징으로 하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수시스템.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 중량 측정부는,

로드셀, 상기 로드셀의 수평을 맞추는 로드셀 하판, 및 상기 플러그 트레이를 받치는 로드셀 상판이 구비되는 것을 특징으로 하는 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수시스템.

청구항 13

컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장되어 컴퓨터로 하여금 이하의 동작들을 수행하도록 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 동작들은:

복수개의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 불러오는 동작,

상기 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 상기 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출하는 동작, 및

산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어하는 제어 신호를 생성하는 동작을 포함하고,

상기 현재 용적수분함량을 산출하는 동작은,

현재 용적수분함량이 상기 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 상기 현재 용적수분함량을 보정하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법, 이를 이용한 시스템 및 컴퓨터 프로그램에 관한 것으로서, 특히 육묘기간 동안 작물이 식재된 플러그 트레이 내 배지가 특정 용적수분함량에 도달하였을 때, 정확히 관수가 이루어 질 수 있게 하는 중량기반으로 계산된 용적수분함량을 이용한 자동관수방법, 이를 이용한 시스템 및 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 원예작물 생산에 있어 효율적인 수분 관리의 중요성이 높아짐에 따라 다양한 자동관수시스템이 개발되고 있고, 개발된 자동관수시스템이 현장에 적용되고 있다. 현재 각각의 작물들의 생육에 최적인 관수 시점이 배지의 수분함량에 기반하여 제시되어 있으므로, 자동관수시스템에 이를 적용하기 위해서는 배지의 수분함량을 정확히 측정하는 과정이 중요하다.

[0003] 일반적으로 배지의 수분함량을 측정하는 방법에는 토양수분센서로 측정하는 방법과 배지의 중량을 측정하여 계산하는 방법이 있다. 플러그 트레이를 이용하는 플러그 공정 육묘의 경우 플러그 트레이 규격이 시중에 나와 있

는 토양수분센서의 크기와 맞지 않기 때문에 토양수분센서를 사용하는데 한계가 있다.

[0004] 배지와 용기의 전체 중량을 측정하여 용기 내부에 채워진 배지의 수분함량을 분석하는 기술은 한국등록특허 제 10-1824652호를 비롯한 다양한 선행문헌들에 개시되어 있다. 그러나 상기 선행문헌과 같이 단순히 화분 전체의 중량을 측정하여 배지의 수분함량을 분석하는 기술은 화분에 식재되어 있는 식물의 생장에 따른 중량 증가량을 고려하지 않기 때문에, 정확한 배지의 수분함량을 계산하는데 한계가 있다.

[0005] 이러한 문제점을 해결하기 위해 한국공개특허 제10-2022-0102827호는 특정 식물이 식재된 상태에서 화분의 중량 변화를 미리 측정하고, 이렇게 측정된 식물의 중량 증가량을 반영하여 배지의 수분함량을 계산하는 방법을 개시하고 있다. 그러나, 이러한 방법은 특정 식물의 전체 생육 기간 동안의 중량 변화량을 미리 측정해야 하며, 식물의 생육에 따른 중량 변화는 생육 환경에 큰 영향을 받으므로 동일한 식물에 대해 동일한 환경 조건에서 생육했을 때에만 적용할 수 있다는 한계가 있다.

[0006] 전술한 바와 같이, 식물의 전체 생육기간 동안의 중량 변화 데이터를 이용하여 식물의 중량 변화가 반영된 배지의 수분함량을 계산하고, 계산된 배지의 수분함량을 기준으로 관수를 조절하는 방법에 관한 선행문헌이 다수 제안되고 있다. 다만, 종래의 경우, 식물의 종류, 작물의 생육 환경 등에 따라 식물 중량 변화가 달라질 수 있는데, 이를 고려하여 배지의 수분함량을 계산하고자 하는 문제의식은 제시되지 못하였다.

[0007] 따라서, 작물의 종류, 작물의 생육 환경 등이 반영될 수 있도록 식물의 생체 중량변화를 지속적으로 측정하고 이에 따라 용적수분함량을 보정하여 최적의 관수 시점을 결정할 수 있는 중량기반으로 계산된 용적수분함량을 이용한 자동관수방법, 이를 이용한 시스템 및 컴퓨터 프로그램이 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1824652호
(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2022-0102827호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 식물의 생체 변화에 따른 중량 변화를 고려하여 배지의 용적수분함량을 실시간으로 보정하고, 배지의 용적수분함량이 특정 수준에 도달하였을 때 자동으로 관수가 실행되게 할 수 있는 중량기반으로 계산된 용적수분함량을 이용한 자동관수방법, 이를 이용한 시스템 및 컴퓨터 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 적어도 하나 이상의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계; 상기 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 상기 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출하는 단계; 및 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어하는 단계;를 포함하고, 상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는, 현재 용적수분함량이 상기 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 현재 용적수분함량을 보정하는 것을 일 특징으로 한다.

[0011] 바람직하게는, 상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는, 작물이 식재되지 않은 상태에서, 상기 배지에 충분히 관수하여 포화시킨 후 중력수가 용탈되었을 때의 용적수분함량인 포화 용적수분함량을 계산하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0012] 바람직하게는, 상기 포화 용적수분함량을 계산하는 단계는, [수학식 1]을 이용하여 포화 용적수분함량을 계산할 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는, 상기 포화 용적수분함량에 도달한 플러그 트레이의 중량을 작물이 식재된 플러그 트레이의 포화 중량인 제1 포화 중량으로 설정하는 단계;를 포함할 수 있다.

- [0014] 바람직하게는, 상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는, 상기 제1 포화 중량과 작물이 식재된 플러그 트레이의 현재 중량의 차이를 이용하여 현재 용적수분함량을 계산하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 현재 용적수분함량을 계산하는 단계는, [수학식 2]을 이용하여 현재 용적수분함량을 계산할 수 있다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 현재 용적수분함량을 산출하는 단계는, 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되어 수행된 관수 이후, 포화된 배지의 중력수가 용탈되었을 때의 작물이 식재된 플러그 트레이의 중량인 제2 포화 중량을 추출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 현재 용적수분함량을 계산하는 단계는, 상기 제1 포화중량을 상기 제2 포화중량으로 대체하여 작물의 생장에 따른 중량 증가가 반영되도록 현재 용적수분함량을 보정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 관수장치를 제어하는 단계는, 상기 플러그 트레이에 충전된 배지가 포화 용적수분함량에 도달할 수 있도록 상기 관수장치의 유량규격에 맞춰 관수 시간을 제어할 수 있다.
- [0019] 바람직하게는, 현재 관수 시점과 이전 관수 시점 사이의 포화 용적수분함량에 도달한 플러그 트레이의 중량 변화량에 최초 관수 시 작물의 초기 중량을 더하여 작물의 중량을 계산하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 또한 본 발명은, 복수개의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 측정하는 중량측정부; 상기 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 상기 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출하는 연산부; 및 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어하는 제어부;를 포함하고, 상기 연산부는, 현재 용적수분함량이 상기 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 현재 용적수분함량을 보정하는 것 다른 특징으로 한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 중량 측정부는, 로드셀, 상기 로드셀의 수평을 맞추는 로드셀 하판, 및 상기 플러그 트레이를 받치는 로드셀 상판이 구비될 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명은, 컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장되어 컴퓨터로 하여금 이하의 동작들을 수행하도록 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 동작들은: 복수개의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 불러오는 동작, 상기 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 상기 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출하는 동작, 및 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 상기 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어하는 제어 신호를 생성하는 동작을 포함하고, 상기 현재 용적수분함량을 산출하는 동작은, 현재 용적수분함량이 상기 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 현재 용적수분함량을 보정하는 것을 또 다른 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명은 작물의 성장량을 반영하여 다음 관수 시 현재 용적수분함량을 자동으로 보정하므로, 작물에 알맞은 관수 개시점을 제공할 수 있으며, 작물 생육에 최적인 용적수분함량 시점에 수분을 효과적으로 공급함으로써 물 이용 효율과 묘 품질을 높일 수 있다는 이점이 있다.
- [0024] 또한 본 발명은, 현재 용적수분함량을 보정하는 과정에서 부가적으로 작물의 생체중 변화량을 얻을 수 있어 작물의 생육 변화를 산출하여 보다 균일한 묘를 생산할 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법의 흐름도를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 현재 용적수분함량을 산출하여 관수 시점을 제어하는 알고리즘을 나타낸다.
- 도 3은 종래 기술의 관수 시점과 플러그 트레이의 중량과의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 종래 기술의 관수 시점과 용적수분함량과의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 관수 시점과 플러그 트레이의 중량과의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 관수 시점과 용적수분함량과의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수시스템의 구성도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0027] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "편부", "편기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0028] 다양한 실시예들이 이제 도면을 참조하여 설명된다. 본 명세서에서, 다양한 설명들이 본 개시의 이해를 제공하기 위해서 제시된다. 그러나, 이러한 실시예들은 이러한 구체적인 설명 없이도 실행될 수 있음이 명백하다.
- [0029] 본 명세서에서 사용되는 용어 "컴포넌트", "모듈", "시스템" 등은 컴퓨터-관련 엔티티, 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 소프트웨어 및 하드웨어의 조합, 또는 소프트웨어의 실행을 지칭한다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서 상에서 실행되는 처리과정(procedure), 프로세서, 객체, 실행 스레드, 프로그램, 및/또는 컴퓨터일 수 있지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치에서 실행되는 애플리케이션 및 컴퓨팅 장치 모두 컴포넌트일 수 있다. 하나 이상의 컴포넌트는 프로세서 및/또는 실행 스레드 내에 상주할 수 있다. 일 컴포넌트는 하나의 컴퓨터 내에 로컬화 될 수 있다. 일 컴포넌트는 2개 이상의 컴퓨터들 사이에 분배될 수 있다. 또한, 이러한 컴포넌트들은 그 내부에 저장된 다양한 데이터 구조들을 갖는 다양한 컴퓨터 판독가능한 매체로부터 실행할 수 있다. 컴포넌트들은 예를 들어 하나 이상의 데이터 패킷들을 갖는 신호(예를 들면, 로컬 시스템, 분산 시스템에서 다른 컴포넌트와 상호작용하는 하나의 컴포넌트로부터의 데이터 및/또는 신호를 통해 다른 시스템과 인터넷과 같은 네트워크를 통해 전송되는 데이터)에 따라 로컬 및/또는 원격 처리들을 통해 통신할 수 있다.
- [0030] 더불어, 용어 "또는"은 배타적 "또는"이 아니라 내포적 "또는"을 의미하는 것으로 의도된다. 즉, 달리 특정되지 않거나 문맥상 명확하지 않은 경우에, "X는 A 또는 B를 이용한다"는 자연적인 내포적 치환 중 하나를 의미하는 것으로 의도된다. 즉, X가 A를 이용하거나; X가 B를 이용하거나; 또는 X가 A 및 B 모듈을 이용하는 경우, "X는 A 또는 B를 이용한다"가 이들 경우들 어느 것으로도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용된 "및/또는"이라는 용어는 열거된 관련 아이템들 중 하나 이상의 아이템의 가능한 모든 조합을 지칭하고 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 또한, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 해당 특징 및/또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 다만, "포함한다" 및/또는 "포함하는"이라는 용어는, 하나 이상의 다른 특징, 구성요소 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 달리 특정되지 않거나 단수 형태를 지시하는 것으로 문맥상 명확하지 않은 경우에, 본 명세서와 청구범위에서 단수는 일반적으로 "하나 또는 그 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0032] 그리고, "A 또는 B 중 적어도 하나"이라는 용어는, "A만을 포함하는 경우", "B 만을 포함하는 경우", "A와 B의 구성으로 조합된 경우"를 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0033] 당업자들은 추가적으로 여기서 개시된 실시예들과 관련되어 설명된 다양한 예시적 논리적 블록들, 구성들, 모듈들, 회로들, 수단들, 로직들, 및 모델 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양쪽 모두의 조합들로 구현될 수 있음을 인식해야 한다. 하드웨어 및 소프트웨어의 상호호환성을 명백하게 예시하기 위해, 다양한 예시적 컴포넌트들, 블록들, 구성들, 수단들, 로직들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 그들의 기능성 측면에서 일반적으로 위에서 설명되었다. 그러한 기능성이 하드웨어로 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 전반적인 시스템에 부과된 특정 어플리케이션(application) 및 설계 제한들에 달려 있다. 숙련된 기술자들은 각각의 특정 어플리케이션들을 위해 다양한 방법들로 설명된 기능성을 구현할 수 있다. 다만, 그러한 구현의 결정들이 본 개시 내용의 영역을 벗어나게 하는 것으로 해석되어서는 안된다.
- [0034] 제시된 실시예들에 대한 설명은 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다. 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 범위를 벗어나지 않고 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예 들로 한정되는 것이 아니다. 본 발명은 여기에

제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

- [0035] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수방법의 흐름도를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 중량기반 자동관수방법은 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계(S110), 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130), 관수장치를 제어하는 단계(S150), 및 작물의 중량을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0037] 중량기반 자동관수방법은 플러그 육묘 시 플러그 트레이 중량의 증감을 기반으로 플러그 트레이에 충전된 배지의 용적수분함량을 측정하고, 적당 용적수분함량 수준으로 관수를 제어하는 알고리즘을 수행할 수 있다. 중량기반 자동관수방법은 어린 식물을 재배하는 육묘기간 동안 작물이 식재된 플러그 트레이 내 배지가 일정 용적수분함량에 도달하였을 때 정확히 관수가 이루어지게 할 수 있다. 중량기반 자동관수방법은 작물의 생육에 최적인 범위의 수분을 정밀하게 공급하여 물 이용 효율을 높일 수 있다. 중량기반 자동관수방법은 어린 묘의 생체중 성장량을 계산할 수 있다.
- [0038] 플러그 트레이란 여러 개의 작은 셀(cell)이 연결된 육묘 전용 용기를 지칭할 수 있다. 용적수분함량(Volumetric Water Contents, VWC)은 배지(media)의 함수율(단위 부피 당 수분 부피)을 의미한다. 즉, 배지의 용적수분함량은 $((\text{수분의 부피}/\text{배지의 부피}) \times 100)$ 으로 정의되는 수식을 통해 구할 수 있다. 예를 들면, 배지 부피가 100mL이고 배지의 용적수분함량이 60%인 경우, 배지 내에 60mL의 물이 존재함을 알 수 있다.
- [0039] 중량기반 자동관수방법은 플러그 트레이 등을 포함한 식물 컨테이너의 용적과 충전된 배지의 특성을 고려하여 배지의 용적수분함량을 정확하게 계산하고, 작물의 생체중 변화에 따른 중량 변화를 고려하여 배지의 용적수분함량을 실시간으로 보정할 수 있다. 중량기반 자동관수방법은 육묘기간 동안 플러그 트레이와 식재된 작물의 중량을 지속적으로 측정할 수 있다.
- [0040] 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계(S110)는 적어도 하나 이상의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 측정할 수 있다. 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계(S110)는 배지가 충전된 플러그 트레이 또는 작물이 식재된 플러그 트레이의 중량을 측정할 수 있다. 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계(S110)는 최초 관수, 포화, 건조, 관수에 이르기까지 작물의 성장과정 전체에 걸쳐 플러그 트레이의 중량을 측정할 수 있다.
- [0041] 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출할 수 있다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 현재 용적수분함량을 산출하여 관수 시점을 제어하는 알고리즘을 나타낸다. 도 2를 참조하여, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)를 살펴본다.
- [0043] 먼저, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 포화 용적수분함량을 계산하는 단계(S211)를 포함할 수 있다. 본 발명은 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 보다 작은 경우 관수를 실시하므로 현재 용적수분함량을 산출하는 과정이 요구된다. 본 발명은 중량 변화량을 통해 수분량의 변화량을 계산할 수 있다.
- [0044] 포화 용적수분함량을 계산하는 단계(S211)는 수분량의 변화량을 이용하여 현재 용적수분함량을 계산하기 위해 요구되는 기준 값인 포화 용적수분함량을 계산할 수 있다. 포화 용적수분함량을 계산하는 단계(S211)는 작물이 식재되지 않은 상태에서, 배지에 충분히 관수하여 포화시킨 후 중력수가 용탈되었을 때의 용적수분함량인 포화 용적수분함량을 계산할 수 있다.
- [0045] 여기에서 주목할 점은 배지의 포화 용적수분함량은 항상 일정하다는 점이다. 예를 들면, 포화 용적수분함량이 80%인 배지는 충분히 관수되어 포화된 후 중력수(배지에 흡수되지 않고 배출되는 물)가 용탈되었을 때 항상 80%의 용적수분함량에 도달한다. 따라서, 항상 일정한 값을 유지하는 포화 용적수분함량은 배지의 현재 용적수분함량을 계산하는데 기준값으로 사용될 수 있다. 다만, 포화 용적수분함량은 배지의 수분 보유 능력에 따라 다르므로 배지가 달라질 경우 그 값이 달라질 수 있다.
- [0046] 배지의 포화 용적수분함량은 $((\text{플러그 트레이 포화 시 수분의 부피}/\text{배지의 부피}) \times 100)$ 으로 정의된 수식을 통해 구할 수 있다. 이때, 배지의 부피는 배지를 담는 플러그 트레이의 셀 부피에 셀 개수를 곱하여 구할 수 있다. 포화 시 수분의 부피는 물 1mL를 1g으로 환산할 수 있다는 점을 이용하여 포화 시 수분의 중량으로 변환이 가능하다. 즉, 포화 시 수분의 중량은 플러그 트레이의 포화 중량과 플러그 트레이의 건조 중량의 차를 의미할 수 있다. 따라서, 포화 용적수분함량을 계산하는 단계(S211)는 하기 [수학식 1]을 이용하여 포화 용적수분함량을 계산할 수 있다.

- [0047] [수학식 1]
- [0048]
$$VWC_{saturation} = (WT_{tray_sat} - WT_{tray_dry}) / V_{tray} \times 100$$
- [0049] (여기에서, $VWC_{saturation}$ 는 포화 용적수분함량(%), WT_{tray_sat} 은 플러그 트레이의 포화 중량(g), WT_{tray_dry} 는 플러그 트레이의 건조 중량(g), V_{tray} 는 플러그 트레이의 용적(mL)을 의미한다)
- [0050] 구체적으로, 포화 용적수분함량을 계산하는 단계(S211)는 배지를 충전하고 충분히 관수하여 완전히 포화시킨 플러그 트레이의 포화 중량, 오븐 등에서 완전히 건조시킨 플러그 트레이의 건조 중량, 및 플러그 트레이의 용적을 [수학식 1]에 대입하여 포화 용적수분함량을 계산할 수 있다.
- [0051] 포화 용적수분함량을 계산하는 단계(S211)에서는 관수설정 용적수분함량이 설정될 수 있다. 관수설정 용적수분함량은 관수가 시작되는 현재 용적수분함량의 값을 의미한다. 관수설정 용적수분함량은 사용자가 임의로 설정하거나 연구결과 등을 참고하여 설정될 수 있다. 예를 들면, 배지의 포화 용적수분함량이 80%인 육묘용 상토에서 바질을 키울 경우 현재 용적수분함량이 60%에서 관수하였을 때 바질의 생육이 가장 좋았다는 연구결과를 인용하여, 관수설정 용적수분함량이 60%로 설정될 수 있다.
- [0052] 이어서, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 배지가 포화될 때까지 작물이 식재된 플러그 트레이에 관수를 수행할 수 있다(S213). 본 단계에서 수행되는 관수는 작물이 식재된 플러그 트레이에 행해지는 최초의 관수이다.
- [0053] 다음으로, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 포화 용적수분함량에 도달한 플러그 트레이의 중량을 작물이 식재된 플러그 트레이의 포화 중량인 제1 포화 중량으로 설정하는 단계(S215)를 포함할 수 있다. 즉, 제1 포화 중량으로 설정하는 단계(S215)는 작물이 식재된 플러그 트레이에 최소 관수가 수행(S213)된 이후에 중력수가 용탈된 플러그 트레이(포화 용적수분함량에 도달한 플러그 트레이)의 중량을 추출할 수 있다. 이때, 플러그 트레이의 중량은 제1 포화 중량일 수 있다. 제1 포화 중량으로 설정하는 단계(S215)는 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계(S110)에서 측정한 플러그 트레이의 중량에서 제1 포화 중량을 추출할 수 있다.
- [0054] 계속해서, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 S211, S213, 및 S215 단계에서 산출된 배지의 포화 용적수분함량, 관수설정 용적수분함량, 또는 제1 포화 중량을 저장할 수 있다(S217). 여기에서 저장된 데이터는 이후 현재 용적수분함량을 산출할 때 사용될 수 있다.
- [0055] S211, S213, S215, 및 S217 단계는 현재 용적수분함량을 산출하기에 앞서, 산출에 필요한 기준 데이터(포화 용적수분함량, 관수설정 용적수분함량, 제1 포화 중량 등)를 계산하거나 설정하는 단계이다. 아래에서는 현재 용적수분함량을 직접적으로 계산하여 산출하는 단계(S231, S233, S235)를 설명한다.
- [0056] 먼저, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계(S110)에서 측정한 플러그 트레이의 중량을 실시간으로 불러올 수 있다(S231).
- [0057] 이어서, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 제1 포화 중량과 작물이 식재된 플러그 트레이의 현재 중량의 차이를 이용하여 현재 용적수분함량을 계산하는 단계(S233, S235)를 포함할 수 있다. 현재 용적수분함량을 계산하는 단계(S233, S235)는 현재 용적수분함량을 계산하기 위해 제1 포화 중량과 현재 중량의 차이를 계산할 수 있다. 여기에서, 제1 포화 중량은 S215 단계에서 설정된 것이고, 현재 중량은 S231 단계에서 불러온 값이다.
- [0058] 현재 용적수분함량은 포화 용적수분함량과 용적수분함량의 변화량의 차를 통해 계산할 수 있다. 용적수분함량의 변화량은 플러그 트레이 내 수분 중량의 변화에 의한 것이며, 이는 관수 후 현재까지의 플러그 트레이 중량 변화량을 통해 알 수 있다. 수분 중량 변화량은 작물이 식재된 플러그 트레이의 포화 중량에서 작물이 식재된 플러그 트레이의 현재 중량의 차를 통해 계산할 수 있다. 따라서, 현재 용적수분함량을 계산하는 단계(S233, S235)는 하기 [수학식 2]를 이용하여 현재 용적수분함량을 계산할 수 있다.
- [0059] [수학식 2]
- [0060]
$$VWC_{current} = VWC_{saturation} - (WT_{saturation} - WT_{current}) / V_{tray} \times 100$$
- [0061] (여기에서, $VWC_{current}$ 는 현재 용적수분함량(%), $VWC_{saturation}$ 는 포화 용적수분함량(%), $WT_{saturation}$ 은 작물이 식재된 플러그 트레이의 포화 중량(g), $WT_{current}$ 는 작물이 식재된 플러그 트레이의 현재 중량(g)을 의미한다)
- [0062] 앞서 설명한, S231, S233, 및, S235 단계는 기준 데이터(포화 용적수분함량, 제1 포화 중량 등)와 플러그 트레

이의 현재 중량을 이용하여 현재 용적수분함량을 계산하는 단계이다.

- [0063] 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 현재 용적수분함량을 보정할 수 있다. 이하에서는 최초 관수 이후에 관수가 실행된 경우 제1 포화 중량을 변경하여 현재 용적수분함량을 보정하는 단계(S251, S253, S255, S257)를 설명한다.
- [0064] 먼저, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량보다 낮은 지를 판별할 수 있다(S251). 이에 한정되지 않고, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 관수장치를 제어하는 단계(S150)에서 판별된 정보를 불러올 수 있다.
- [0065] 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량보다 낮지 않으면, 현재 용적수분함량을 계산하는 단계(S231, S233, S235)를 반복할 수 있다.
- [0066] 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량보다 낮으면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 현재 용적수분함량을 보정하는 과정을 수행할 수 있다(S253, S255). 이때, 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량보다 낮으므로 배지가 포화될 때까지 플러그 트레이에 관수가 이루어질 수 있다(S253). 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량보다 낮으면 관수장치를 제어하는 단계(S150)가 수행될 수 있도록 제어 신호를 전송할 수 있다.
- [0067] 종래 기술의 경우에는 중량 변화량을 계산하는 기준값(제1 포화 중량)을 변경 없이 처음 설정한 값을 계속해서 사용한다. 따라서, 시간이 지남에 따라 작물이 성장하여 작물의 중량이 증가함에 따라 현재 용적수분함량이 달라져, 원하는 시점에 관수가 이루어지지 않는 문제가 발생한다.
- [0068] 도 3은 종래 기술의 관수 시점과 플러그 트레이의 중량과의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 4는 종래 기술의 관수 시점과 용적수분함량과의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [0069] 도 3을 참조하면, 종래 기술은 관수가 실행될 중량 변화량을 54g으로 설정한 후에 중량 변화량을 계산하는 기준값(제1 포화 중량)을 변경하지 않고 계속해서 사용하였다. 이에 따라, 종래 기술은 작물이 식재된 플러그 트레이의 중량이 198.3g에서만 관수가 실행됨을 확인할 수 있다.
- [0070] 도 4를 참조하면, 종래 기술과 같이 중량 변화량을 계산하는 기준값(제1 포화 중량)을 변경하지 않고 계속해서 사용할 경우, 시간이 지남에 따라 작물이 성장하여 중량이 증가할수록 더 낮은 용적수분함량에서 관수가 되어 관수 시점이 변경된다.
- [0071] 본 발명에 따른 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되어 수행된 관수 이후, 포화된 배지의 중력수가 용탈되었을 때의 작물이 식재된 플러그 트레이의 중량인 제2 포화 중량을 추출할 수 있다. 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 제1 포화중량을 제2 포화중량으로 대체하여 작물의 생장에 따른 중량 증가가 반영되도록 현재 용적수분함량을 보정하는 단계(S255)를 포함할 수 있다. 이를 통해, 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 작물이 성장하여 중량이 증가하여도 동일한 용적수분함량에서 관수가 수행되도록 관수 시점을 유지할 수 있다.
- [0072] 현재 용적수분함량을 보정하는 단계(S255)는 관수가 수행된 이후 중력수가 용탈되어 배지의 포화 용적수분함량에 도달한 작물이 식재된 플러그 트레이의 전체 중량(제2 포화 중량)을 추출할 수 있고, 이때 추출된 중량은 이전 포화 중량(제1 포화 중량)에 관수가 새롭게 이루어지기까지 기간 동안 작물의 성장에 따라 증가한 중량이 더해진 값이다. 따라서, 현재 용적수분함량을 보정하는 단계(S255)는 제1 포화 중량을 제2 포화 중량으로 대체하여 현재 용적수분함량을 계산할 때 작물 중량 변화량을 반영할 수 있다. 이러한 작물 중량 변화량의 반영은 관수가 이루어 졌을 때만 수행함으로써 실시간 보정이 가능하다.
- [0073] 본 발명의 일실시예를 통해 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)를 설명한다.
- [0074] 본 실시예에서는 270mL(V_{tray}) 플러그 트레이에 Sunshine Mix #5 육묘용 상토를 가득 충전하였다. 본 실시예에서 상토가 충전된 플러그 트레이에 충분히 관수한 후 플러그 트레이의 포화 중량을 측정하였고, 플러그 트레이의 포화 중량이 250g($WT_{\text{tray_sat}}$)으로 측정되었다. 본 실시예에서는 상토가 충전된 플러그 트레이를 완전히 건조시킨 후 플러그 트레이의 건조 중량을 측정하였고, 플러그 트레이의 건조 중량이 34g($WT_{\text{tray_dry}}$)으로 측정되었다. 본 실시예에서는 플러그 트레이의 부피, 플러그 트레이의 포화 중량, 및 건조 중량을 [수학식 1]에 대입하여, 배지

의 포화 용적수분함량($VWC_{saturation}$)이 80%로 계산되었다.

[0075] 본 실시예에서는 플러그 트레이에 장미허브를 삽목하였고, 관수설정 용적수분함량을 60%로 설정하였다. 즉, 본 실시예에서는 배지의 포화 용적수분함량인 80%에서 용적수분함량이 20% 감소(현재 용적수분함량 60%)했을 때 관수하는 것으로 설정되었다. 본 실시예에서는 [수학식 2]에 의해 용적수분함량의 감소량이 20%가 되는 작물이 식재된 플러그 트레이의 중량 변화량은 54g으로 계산되었다. 자세한 계산식은 아래와 같다.

[0076] [계산식]

[0077] $(WT_{saturation} - WT_{current}) / V_{tray} \times 100 = 20$

[0078] $(WT_{saturation} - WT_{current}) / 270 \times 100 = 20$

[0079] $(WT_{saturation} - WT_{current}) = 54$

[0080] 도 5는 본 실시예에 따른 관수 시점과 플러그 트레이의 중량과의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 6은 본 실시예에 따른 관수 시점과 용적수분함량과의 관계 그래프를 나타낸다.

[0081] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 현재 용적수분함량을 산출하는 단계(S130)는 현재 용적수분함량을 보정하는 단계(S255)를 포함하므로 최초 관수 시 제1 포화 중량(252.3g)이 제2 포화 중량(259.5g)으로 대체되어 포화 중량이 증가하게 된다. 따라서, 본 발명은 관수 시 마다 새로운 포화 중량(제2 포화 중량)으로 대체되어, 작물 중량 증가량을 반영할 수 있다. 도 6을 참조하면, 관수 시 마다 중량 변화량을 계산하는 기준값(포화 중량)을 지속적으로 변경하여 작물 중량 증가량을 반영한 결과 동일한 용적수분함량에서 관수가 되어 관수 시점 기준이 일정한 것을 확인할 수 있다.

[0082] 관수장치를 제어하는 단계(S150)는 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어할 수 있다. 관수장치를 제어하는 단계(S150)는 현재 용적수분함량을 산출하는 단계에서 계산된 배지의 현재 용적수분 함량과 설정된 관수설정 용적수분함량을 불러올 수 있다.

[0083] 관수장치를 제어하는 단계(S150)는 배지가 포화될 때까지 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어할 수 있다. 관수장치를 제어하는 단계(S150)는 플러그 트레이에 충전된 배지가 포화 용적수분함량에 도달할 수 있도록 관수장치의 유량규격에 맞춰 관수 시간을 제어할 수 있다.

[0084] 작물의 중량을 계산하는 단계는 현재 관수 시점과 이전 관수 시점 사이의 포화 용적수분함량에 도달한 플러그 트레이의 중량 변화량에 최초 관수 시 작물의 초기 중량을 더하여 작물의 중량을 계산할 수 있다. 작물의 중량은 처음 관수를 시작할 당시의 작물 초기 중량(종자 또는 삽수의 중량)에 작물 중량 변화량을 더하여 구할 수 있다. 작물 중량 변화량은 관수할 때마다 측정된 포화 중량값들의 차이를 통해서 구할 수 있다.

[0085] 작물의 중량을 계산하는 단계는 현재 포화 중량(플러그 트레이의 포화 중량 + 현재 관수가 이뤄졌을 때의 작물 중량)과 이전 포화 중량(플러그 트레이의 포화 중량 + 이전 관수가 이뤄졌을 때의 작물 중량)의 차를 통해 작물 중량 변화량(이전 관수 시점과 현재 관수 시점 사이 기간 동안의 작물 중량 변화)을 구할 수 있다. 따라서, 작물의 중량을 계산하는 단계는 하기 [수학식 3]을 통해서 작물의 중량을 계산할 수 있다.

[0086] [수학식 3]

[0087] $WT_{plant} = WT_{initial_plant} + WT_{current_saturation} - WT_{past_saturation}$

[0088] (여기에서, WT_{plant} 는 작물의 중량(g), $WT_{initial_plant}$ 는 작물의 초기 중량(g), $WT_{current_saturation}$ 는 작물이 식재된 플러그 트레이의 현재 포화 중량(g), $WT_{past_saturation}$ 는 작물이 식재된 플러그 트레이의 이전 포화 중량(g)을 의미한다)

[0089] 도 7은 본 발명의 다른 실시예로 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수시스템(100)의 구성도를 나타낸다. 도 7을 참조하면, 중량기반 자동관수시스템(100)은 중량 측정부(110), 연산부(130), 및 제어부(150)를 포함할 수 있다.

[0090] 중량 측정부(110)는 복수개의 셀을 구비한 플러그 트레이의 중량을 측정할 수 있다. 중량 측정부(110)는 로드셀(111), 로드셀 하판(113), 및 로드셀 상판(115)를 포함할 수 있다. 로드셀(111)은 힘 또는 무게를 측정하는데 사용되는 전기적 기계 센서를 의미할 수 있다. 로드셀 하판(113)은 로드셀(111)의 수평을 맞추는데 사용될 수

있다. 로드셀 상판(115)은 플러그 트레이(1)를 받칠 수 있다. 중량 측정부(110)는 로드셀(111)을 사이에 두고 로드셀(111) 상하에 로드셀 상판(115)과 로드셀 하판(113)이 배치될 수 있다.

[0091] 중량 측정부(110)는 로드셀(111)에서 측정된 무게(하중) 값을 전기적 신호로 변환하여 연산부(130) 또는 제어부(150)로 전송할 수 있다. 중량 측정부(110)는 전술한 플러그 트레이의 중량을 측정하는 단계(S110)의 동작을 수행할 수 있다.

[0092] 연산부(130)는 플러그 트레이의 중량 변화량으로부터 플러그 트레이에 충전된 배지의 현재 용적수분함량을 산출할 수 있다. 연산부(130)는 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 작물의 생장에 따른 중량 증가를 반영하여 현재 용적수분함량을 보정할 수 있다. 연산부(130)는 전술한 현재 용적수분함량을 산출하는 단계의 동작 또는 작물의 중량을 계산하는 단계의 동작을 수행할 수 있다.

[0093] 제어부(150)는 산출된 배지의 현재 용적수분함량이 관수설정 용적수분함량 이하가 되면 플러그 트레이에 관수되도록 관수장치를 제어할 수 있다. 제어부(150)는 전술한 관수장치를 제어하는 단계(S150)의 동작을 수행할 수 있다.

[0094] 관수장치는 제어부(150)에 연결되고, 관수용 전자밸브를 포함할 수 있다. 관수장치는 제어부(150)로부터 관수개시 신호를 받으면 관수용 전자밸브가 열려 관수가 이루어질 수 있다.

[0095] 연산부(130) 또는 제어부(150)는 컴퓨터에 연결되어 사용자가 컴퓨터를 통해 로드셀의 중량 변화 데이터와 중량 기반 자동관수시스템(100)의 작동 상황을 모니터링할 수 있는 환경을 제공할 수 있다.

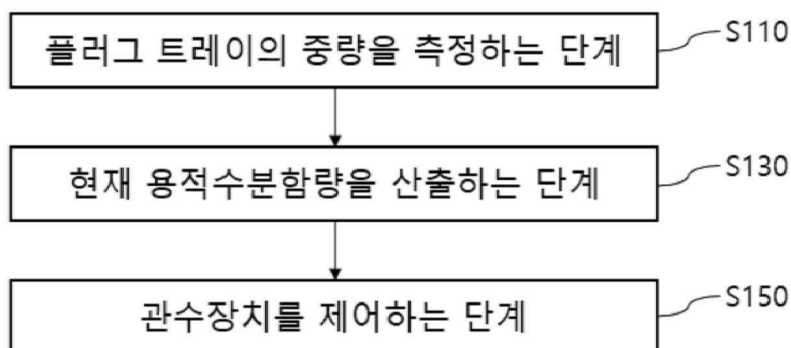
[0096] 본 발명의 또 다른 실시예인 플러그 묘 생산 시 배지 수분 관리를 위한 중량기반 자동관수 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독가능 저장매체에 저장되어 컴퓨터로 하여금 이하의 동작들을 수행하도록 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램이다. 컴퓨터 프로그램은 플러그 트레이의 중량을 불러오는 동작, 현재 용적수분함량을 산출하는 동작, 관수장치를 제어하는 동작, 및 작물의 중량을 계산하는 동작을 수행할 수 있다.

[0097] 플러그 트레이의 중량을 불러오는 동작은 전술한 플러그 트레이의 중량을 불러오는 단계에서 수행되는 동작을 의미한다. 현재 용적수분함량을 산출하는 동작은 전술한 용적수분함량을 산출하는 단계에서 수행되는 동작을 의미한다. 관수장치를 제어하는 동작은 전술한 관수장치를 제어하는 단계에서 수행되는 동작을 의미한다. 작물의 중량을 계산하는 동작은 전술한 작물의 중량을 계산하는 단계에서 수행되는 동작을 의미한다.

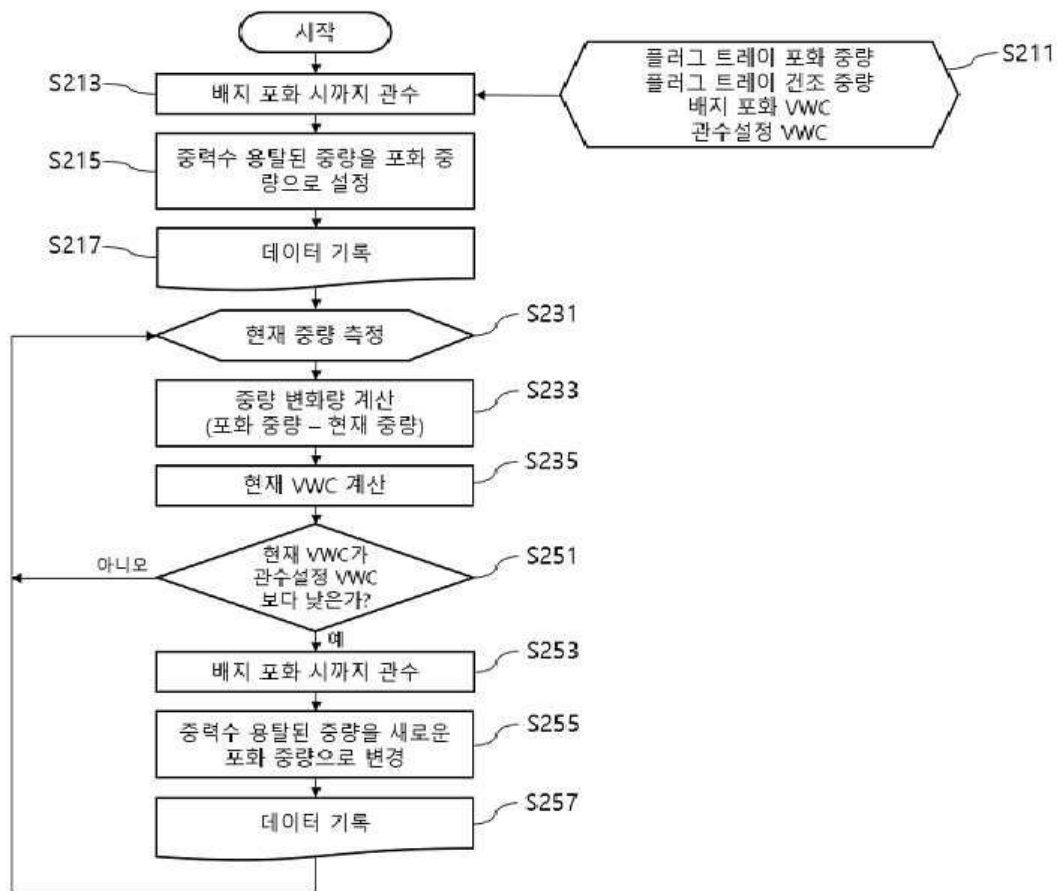
[0098] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

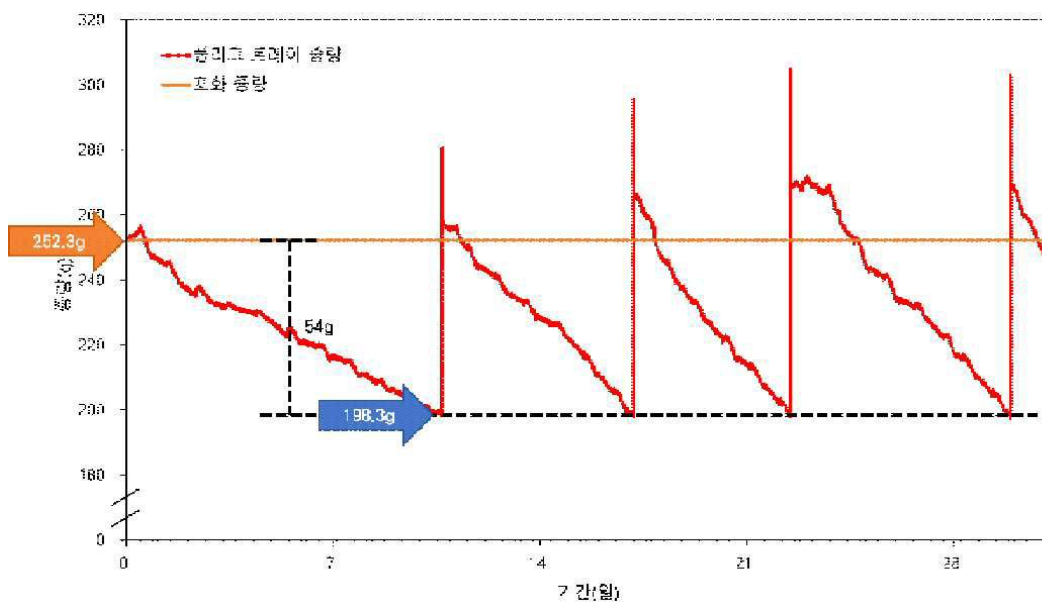
도면1



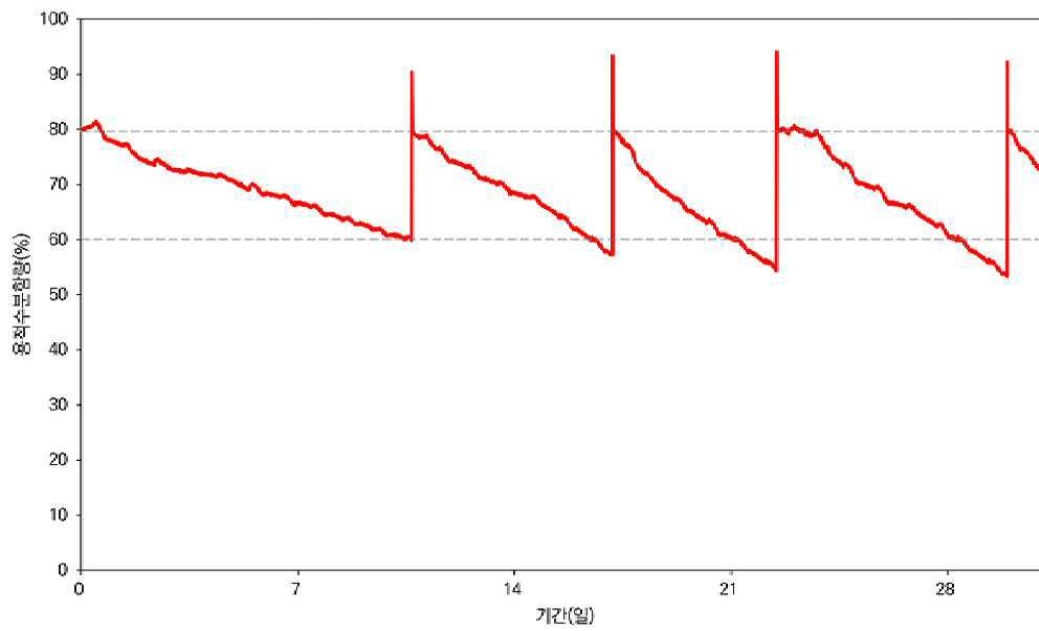
도면2



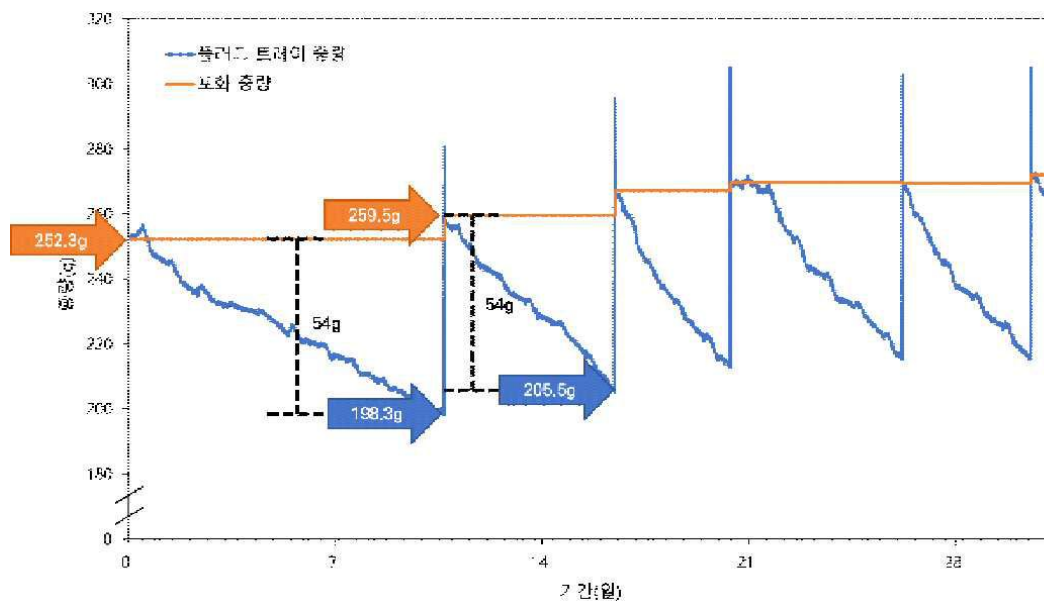
도면3



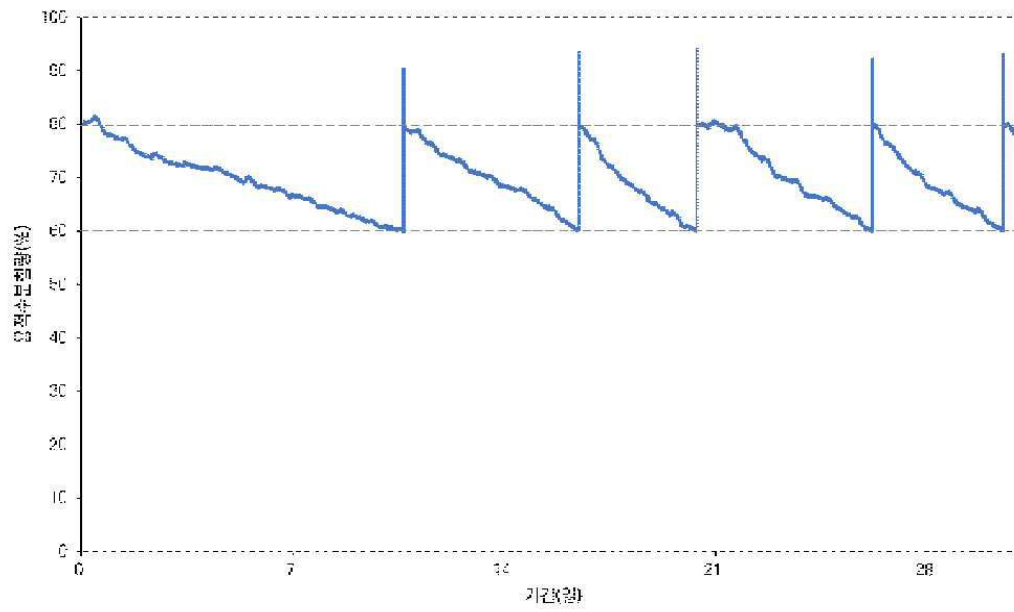
도면4



도면5



도면6



도면7

