

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-18004
(P2017-18004A)

(43) 公開日 平成29年1月26日(2017.1.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
AO1G 31/00 (2006.01)	AO1G 31/00 617	2B314
AO1G 9/02 (2006.01)	AO1G 31/00 612	2B327
AO1G 7/00 (2006.01)	AO1G 9/02 103W	
	AO1G 7/00 603	
	AO1G 7/00 602Z	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2015-135933 (P2015-135933)
(22) 出願日 平成27年7月7日 (2015.7.7)

(71) 出願人 314012076
パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74) 代理人 100142446
弁理士 細川 覚
(74) 代理人 100141449
弁理士 松本 隆芳
(74) 代理人 100170575
弁理士 森 太士
(72) 発明者 石堂 太郎
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内

最終頁に続く

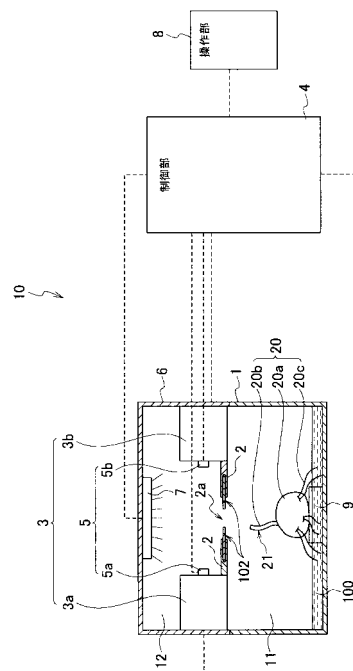
(54) 【発明の名称】 水耕栽培装置

(57) 【要約】

【課題】地上部が形成される前の地下部のみが存在する段階から植物を栽培することができ、かつ、地上部が形成された後の必要な時期に地下部への光の照射を防止することができる水耕栽培装置を提供する。

【解決手段】水耕栽培装置10は、仕切り部2の一部を構成し、開口部2aの内周面と茎20bとの間に隙間が存在する状態から開口部2aの内周面が茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲む状態へ変化し得る遮光性の絞り機構102と、絞り機構102の状態を変化させるように絞り機構102を駆動する駆動部3と、塊状栄養蓄積部20aから伸びる茎20bの先端が開口部2aを通過した場合に、駆動部3を制御することによって、開口部2aの内周面が茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲む状態へ絞り機構102を変化させる制御部4と、を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

植物の塊状栄養蓄積部を収容するように構成された遮光性の栽培槽と、

前記栽培槽に取り付けられ、前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が通過する位置に開口部を有し、前記植物の地下部が成長する地下空間と前記植物の地上部が成長する地上空間とを仕切る遮光性の仕切り部と、

前記仕切り部の一部を構成し、前記開口部の内周面と前記茎との間に隙間が存在する状態から前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ変化し得る遮光性の絞り機構と、

前記絞り機構の状態を変化させるように前記絞り機構を駆動する駆動部と、

前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が前記開口部を通過した場合に、前記駆動部を制御することによって、前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ前記絞り機構を変化させる制御部と、を備えた、水耕栽培装置。

10

【請求項 2】

前記絞り機構は、3以上の平板状のシャッタを有し、

前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態で、前記3以上の平板状のシャッタのうちの隣接するシャッタの一部同士が平面視において互いに重なるように配置されている、請求項1に記載の水耕栽培装置。

【請求項 3】

前記絞り機構は、前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態で、前記茎の形状に応じて弾性変形する柔軟性部材を含む、請求項1または2に記載の水耕栽培装置。

20

【請求項 4】

前記茎に接触したことを検出する検出部をさらに備え、

前記制御部は、前記開口部の内周面と前記茎の外周面とが接触したことを前記検出部が検出した場合に、前記絞り機構の動作を停止させる、請求項1～3のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 5】

前記開口部の内周面と前記茎の外周面とが接触しているときの接触圧を検出する圧力測定部をさらに備え、

30

前記制御部は、前記圧力測定部によって検出された前記接触圧が所定値以下になるように前記絞り機構を制御する、請求項1～3のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 6】

前記地上空間に設けられ、前記茎の先端が前記開口部を通過したことを検出するセンサをさらに備え、

前記制御部は、前記茎の先端が前記開口部を通過したことを前記センサが検出した場合に、前記駆動部を制御することにより、前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ前記絞り機構を変化させる、請求項1～5のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 7】

40

前記地上空間に設けられ、前記開口部を貫通した前記茎の先端の画像データを取得する撮像部をさらに備え、

前記制御部は、

前記撮像部によって取得された画像データに基づいて前記茎の先端が前記開口部を貫通したか否かを判定する判定部を含み、

前記茎の先端が前記開口部を貫通したと前記判定部が判定した場合に、前記駆動部を制御することにより、前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ前記絞り機構を変化させる、請求項1～5のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 8】

前記制御部は、時間を計時するタイマを含み、前記タイマが所定の時間を計時したこと

50

に基づいて、前記茎の先端が前記開口部を貫通したとみなし、前記駆動部を制御することにより、前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ前記絞り機構を変化させる、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 9】

栽培者が操作する操作部をさらに備え、

前記制御部は、前記操作部に対して所定の操作がなされたことに基づいて、前記茎の先端が前記開口部を貫通したとみなし、前記駆動部を制御することにより、前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ前記絞り機構を変化させる、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 10】

前記地上空間において点灯することにより、前記地上部に光を照射する照明部をさらに備え、

前記制御部は、前記開口部の内周面と前記茎の外周面との間に隙間が存在する状態において、前記照明部を点灯させる、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 11】

植物の塊状栄養蓄積部を収容するように構成された遮光性の栽培槽と、

前記栽培槽に取り付けられ、前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が通過する位置に開口部を有し、前記植物の地下部が成長する地下空間と前記植物の地上部が成長する地上空間とを仕切る遮光性の仕切り部と、

前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が前記開口部を通過した場合に、前記茎と前記開口部との間の隙間を塞ぐように、前記仕切り部の上面上で前記茎を取り囲む遮光性の閉塞構造体と、を備え、

前記閉塞構造体は、前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲んだ状態で、前記茎の形状に応じて弾性変形する弾性部材を含む、水耕栽培装置。

【請求項 12】

前記閉塞構造体は、前記弾性部材を取り囲む筒状部材を含む、請求項 11 に記載の水耕栽培装置。

【請求項 13】

前記茎が前記弾性部材の対向面同士の間を貫通するによって、前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲んだ状態が形成された、請求項 11 または 12 に記載の水耕栽培装置。

【請求項 14】

前記閉塞構造体は、平面視において前記茎を挟む複数の閉塞部品により構成されている、請求項 11 ~ 13 のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 15】

前記閉塞構造体を移動させる移動機構と、

前記移動機構を駆動する駆動部と、

前記駆動部を制御する制御部と、をさらに備え、

前記制御部は、前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が前記開口部を通過した場合に、前記駆動部を制御することによって、前記閉塞構造体が前記茎を取り囲むように前記閉塞構造体を前記移動機構に移動させる、請求項 11 ~ 14 のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【請求項 16】

前記地上空間に設けられ、前記茎の先端が前記開口部を通過したことを検出するセンサをさらに備え、

前記制御部は、前記茎の先端が前記開口部を通過したことを前記センサが検出した場合に、前記駆動部を制御することにより、前記閉塞構造体が前記茎を取り囲むように前記閉塞構造体を前記移動機構に移動させる、請求項 15 に記載の水耕栽培装置。

【請求項 17】

前記地上空間に設けられ、前記開口部を貫通した前記茎の先端の画像データを取得する

10

20

30

40

50

ことができるように配置された撮像部をさらに備え、

前記制御部は、

前記撮像部によって取得された画像データに基づいて前記茎の先端が前記開口部を貫通したか否かを判定する判定部を含み、

前記茎の先端が前記開口部を貫通したと前記判定部が判定した場合に、前記駆動部を制御することにより、前記閉塞構造体が前記茎を取り囲むように前記閉塞構造体を前記移動機構に移動させる、請求項 15 に記載の水耕栽培装置。

【請求項 18】

前記制御部は、

時間を計時するタイマを含み、

前記タイマが所定の時間を計時したことに基づいて、前記茎の先端が前記開口部を貫通したとみなし、前記駆動部を制御することにより、前記閉塞構造体が前記茎を取り囲むように前記閉塞構造体を前記移動機構に移動させる、請求項 15 に記載の水耕栽培装置。

【請求項 19】

栽培者が操作する操作部をさらに備え、

前記制御部は、前記操作部に対して所定の操作がなされたことに基づいて、前記茎の先端が前記開口部を貫通したとみなし、前記駆動部を制御することにより、前記閉塞構造体が前記茎を取り囲むように前記閉塞構造体を前記移動機構に移動させる、請求項 15 に記載の水耕栽培装置。

【請求項 20】

前記地上空間において点灯することにより、前記地上部に光を照射する照明部をさらに備え、

前記制御部は、前記閉塞構造体が前記茎の周囲を取り囲むように前記閉塞構造体を移動させる前の状態において、前記照明部を点灯させる、請求項 15 ~ 19 のいずれかに記載の水耕栽培装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、土壌を用いることなく、植物を栽培する水耕栽培装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、根菜類の土耕栽培においては、塊状栄養蓄積部は、土壌で被覆される。たとえば、根菜類の一例のジャガイモの塊状栄養蓄積部である塊茎、いわゆる種イモは、土壌中に埋設される。その理由は、根菜類は、地下部に光が照射されると、成長不良が生じてしまうためである。たとえば、ジャガイモを栽培する場合、地下部に光が照射されると、その光が照射された地下部は地上部として成長してしまう。

【0003】

より具体的に言うと、地下茎として地下で成長するはずであった部分は、地上に露出すると、緑化した地上茎として成長してしまう。この緑化した地上茎は、有毒成分を含有するため、食用野菜としての商業的価値を失ってしまう。したがって、根菜類の土耕栽培が行われている圃場においては、光が地下部に照射されることを防止するために、塊茎や塊根等の塊状栄養蓄積部が土壌に被覆されるように土壌を高く盛り上げる作業が必要になる。

【0004】

一方、水耕栽培においては、次の特許文献 1 に開示されているように、土耕栽培のような盛り土ではなく、遮光されるべき空間への光の進入を防止するために、遮光壁を形成する技術が検討されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開平 4 - 2 7 3 2 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

上記の特許文献 1 に開示された遮光壁によれば、茎および葉等の地上部が形成された段階で水耕栽培装置に植物が固定される。したがって、特許文献 1 に開示された技術によれば、地上部が形成されていない地下部のみの段階から水耕栽培装置内で植物を栽培することはできない。したがって、地上部が形成された後の必要な時期に地下部への光の照射を防止しながらも、地上部が形成される前の地下部のみが存在する段階から水耕栽培装置内で植物を栽培することができる技術が求められている。

10

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものである。そして、本発明の目的は、地上部が形成される前の地下部のみが存在する段階から植物を栽培することができ、かつ、地上部が形成された後の必要な時期に地下部への光の照射を防止することができる水耕栽培装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記の課題を解決するために、本発明の第 1 の態様の水耕栽培装置は、植物の塊状栄養蓄積部を収容するように構成された遮光性の栽培槽と、前記栽培槽に取り付けられ、前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が通過する位置に開口部を有し、前記植物の地下部が成長する地下空間と前記植物の地上部が成長する地上空間とを仕切る遮光性の仕切り部と、前記仕切り部の一部を構成し、前記開口部の内周面と前記茎との間に隙間が存在する状態から前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ変化し得る遮光性の絞り機構と、前記絞り機構の状態を変化させるように前記絞り機構を駆動する駆動部と、前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が前記開口部を通過した場合に、前記駆動部を制御することによって、前記開口部の内周面が前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲む状態へ前記絞り機構を変化させる制御部と、を備えている。

20

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の態様の水耕栽培装置は、植物の塊状栄養蓄積部を収容するように構成された遮光性の栽培槽と、前記栽培槽に取り付けられ、前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が通過する位置に開口部を有し、前記植物の地下部が成長する地下空間と前記植物の地上部が成長する地上空間とを仕切る遮光性の仕切り部と、前記塊状栄養蓄積部から伸びる茎の先端が前記開口部を通過した場合に、前記茎と前記開口部との間の隙間を塞ぐように、前記仕切り部の上面上で前記茎を取り囲む遮光性の閉塞構造体と、を備え、前記閉塞構造体は、前記茎の外周面に接触しながら前記茎を取り囲んだ状態で、前記茎の形状に応じて弾性変形する弾性部材を含む。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、地上部が形成される前の地下部のみが存在する段階から植物を水耕栽培装置内で栽培することができ、かつ、地上部が形成された後の必要な時期に地下部への光の照射を防止することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過する前の状態を示す図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 の水耕栽培装置の仕切り部の開口部の周辺の部分平面図であって、茎の先端が開口を通過する前の絞り機構の状態を示す図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過した後、絞り機構が閉じられた状態を示す図である。

50

【図 4】本発明の実施の形態 1 の水耕栽培装置の仕切り部の開口部の周辺の部分平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、開口部の内周面が茎の外周面に接触した状態を示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態 1 の水耕栽培装置の孔閉塞処理 1 を説明するためのフローチャートである。

【図 6】本発明の実施の形態 2 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過した後、絞り機構が閉じられた状態を示す図である。

【図 7】本発明の実施の形態 2 の水耕栽培装置の孔閉塞処理 2 を説明するためのフローチャートである。

【図 8】本発明の実施の形態 3 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過した後、絞り機構が閉じられた状態を示す図である。

【図 9】本発明の実施の形態 3 の水耕栽培装置の孔閉塞処理 3 を説明するためのフローチャートである。

【図 10】本発明の実施の形態 1 ~ 3 の絞り機構の他の例を示す平面図であって、絞り機構が開いている状態を説明するための図である。

【図 11】本発明の実施の形態 1 ~ 3 の絞り機構の他の例を示す平面図であって、絞り機構が閉じている状態を説明するための図である。

【図 12】本発明の実施の形態 1 ~ 3 の絞り機構のさらに他の例を示す平面図であって、絞り機構が開いている状態を説明するための図である。

【図 13】本発明の実施の形態 1 ~ 3 の絞り機構のさらに他の例を示す平面図であって、絞り機構が閉じられた状態を説明するための図である。

【図 14】本発明の実施の形態 4 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が開口部と茎との間の隙間を塞いだ状態を示す図である。

【図 15】本発明の実施の形態 4 の水耕栽培装置の第 1 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が茎を挟んだ状態を示す図である。

【図 16】本発明の実施の形態 4 の水耕栽培装置の第 2 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が茎を挟んだ状態を示す図である。

【図 17】本発明の実施の形態 4 の水耕栽培装置の第 1 の例の閉塞構造体の周辺の縦断面図であって、閉塞構造体が茎を挟む前の状態を示す図である。

【図 18】本発明の実施の形態 4 の水耕栽培装置の孔閉塞処理 4 を説明するためのフローチャートである。

【図 19】本発明の実施の形態 5 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が開口部と茎との間の隙間を塞いだ状態を示す図である。

【図 20】本発明の実施の形態 5 の水耕栽培装置の孔閉塞処理 5 を説明するためのフローチャートである。

【図 21】本発明の実施の形態 6 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が開口部と茎との間の隙間を塞いだ状態を示す図である。

【図 22】本発明の実施の形態 6 の水耕栽培装置の孔閉塞処理 6 を説明するためのフローチャートである。

【図 23】本発明の実施の形態の第 3 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が茎を挟んだ状態を示す図である。

【図 24】本発明の実施の形態の第 4 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が茎を挟んだ状態を示す図である。

【図 25】本発明の実施の形態 7 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が開口部と茎との間の隙間を塞いだ状態を示す図である。

【図 26】本発明の実施の形態 7 の水耕栽培装置の全体構成を説明するための模式的な断

10

20

30

40

50

面図であって、茎の先端が開口を通過した後、閉塞構造体が開口部と茎との間の隙間を塞ぐ直前の状態を示す図である。

【図 27】本発明の実施の形態の第 5 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、茎が閉塞構造体の対向面同士の間挿入された状態を示す図である。

【図 28】本発明の実施の形態の第 6 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、茎が閉塞構造体の対向面同士の間挿入された状態を示す図である。

【図 29】本発明の実施の形態の第 7 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、茎が閉塞構造体の対向面同士の間挿入された状態を示す図である。

【図 30】本発明の実施の形態の第 8 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、茎が閉塞構造体の対向面同士の間挿入された状態を示す図である。

【図 31】本発明の実施の形態の第 9 の例の閉塞構造体の平面図であって、茎の先端が開口を通過した後、茎が閉塞構造体の対向面同士の間挿入された状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら、実施の形態の水耕栽培装置を説明する。以下の複数の実施の形態においては、同一の参照符号が付された部分同士は、図面上における形状に多少の相違があっても、特段の記載がない限り、互いに同一の機能を発揮するものとする。

【0013】

以下に説明される各実施の形態の水耕栽培装置は、根菜類を栽培するためのものである。根菜類は、地下部に塊状栄養蓄積部を形成する。塊状栄養蓄積部は、具体的には、塊茎、塊根、ならびにその他の水分および栄養分を蓄えることによって肥大した部分を意味する。塊茎を有する根菜類は、ジャガイモまたはこんにゃく等であり、塊根を有する根菜類は、サツマイモまたはダリア等である。本実施の形態においては、塊状栄養蓄積部は、ジャガイモの塊茎である。

【0014】

(実施の形態 1)

以下、図 1 ~ 図 6 を用いて、実施の形態 1 の水耕栽培装置 10 を説明する。まず、図 1 ~ 図 4 を用いて、本実施の形態の水耕栽培装置 10 の構成を説明する。

【0015】

(水耕栽培装置の全体構成)

図 1 ~ 図 4 に示されるように、本実施の形態の水耕栽培装置 10 は、根菜類を栽培するための養液 100 を貯留する栽培槽 1 と、栽培槽 1 の上端に取り付けられた上部構造体 6 とを備えている。

【0016】

栽培槽 1 は、その断面が凹形である、いわゆる水槽のような構造を有している。栽培槽 1 は、光を透過させない非透光性部材によって構成されている。したがって、栽培槽 1 は、その上端の開口以外の部分においては、完全に光を遮断する構造を有している。一方、本実施の形態の水耕栽培装置 10 においては、上部構造体 6 は、その断面が凹形を上下逆にした形状を有している。上部構造体 6 は、その内側の空間へ光を透過させない非透光部材によって構成されている。そのため、栽培槽 1 と上部構造体 6 とは、1 つの密閉された遮光空間を構成している。したがって、上部構造体 6 の内部空間に照明部 7 が設置されている。しかしながら、上部構造体 6 が光を透過させる透光性部材によって構成されている場合には、照明部 7 は、上部構造体 6 の外部空間に設置されていてもよく、また、人工光源を設置することなく、太陽光が光源として用いられてもよい。

【0017】

(他の例の水耕栽培装置の構成)

本実施の形態の水耕栽培装置 10 は、上部構造体 6 以外の部分が、ある程度の気密性が保持され、かつ、外部からの光の進入が遮断された内部空間を内包する筐体 (ハウジング) 内に設けられたものであってもよい。筐体は、開閉可能な扉を備えている。植物 20 の栽培をする栽培者は、扉を開閉することにより、筐体の内部へ入ったり、筐体から外部へ

10

20

30

40

50

出たりする。したがって、太陽光は、筐体によって遮られているため、植物 20 には照射されない。この場合、地上空間 12 は、筐体内の空間である。照明部 7 は、筐体内に設置されている。

【0018】

(水耕栽培装置の各部の構成)

図 1 ~ 図 4 に示されるように、遮光性の栽培槽 1 は、植物 20 の塊状栄養蓄積部 20 a を収容するように構成されている。栽培槽 1 の底面上には、載置台 9 が置かれている。載置台 9 上には、本実施の形態の水耕栽培装置 10 によって栽培される根菜類の塊状栄養蓄積部 20 a が置かれている。栽培槽 1 内には、植物 20 に栄養を与えるための養液 100 が貯留されている。養液 100 は、載置台 9 の上面よりも低い位置まで栽培槽 1 内に貯留されている。塊状栄養蓄積部 20 a から伸びる根 20 c が養液 100 に浸されている。植物 20 は、根 20 c から養液 100 を吸収する。

10

【0019】

水耕栽培装置 10 は、遮光性の栽培槽 1 に加えて、遮光性の仕切り部 2 を備えている。ただし、栽培槽 1 および仕切り部 2 のいずれも、遮光性を有する一体構造物の一部であってもよい。仕切り部 2 は、その上面に遮光性塗料が塗布された平板状の部材である。仕切り部 2 は、栽培槽 1 の開口を塞ぐように、栽培槽 1 の上端部に設置されている。遮光性の仕切り部 2 は、植物 20 の地下部 21 が成長する地下空間 11 と植物 20 の地上部 22 が成長する地上空間 12 とを仕切り、光が地上空間 12 から地下空間 11 へ到達することを抑制する。ただし、仕切り部 2 は、その一部において、後述される駆動部 3 の下側部分と一体化されている。いずれにしても、仕切り部 2 と駆動部 3 とは、地下空間 11 への光の進入を妨げるように機能している。

20

【0020】

水耕栽培装置 10 は、絞り機構 102、制御部 4、センサ 5、および駆動部 3 を備えている。絞り機構 102 は、仕切り部 2 の一部を構成し、遮光性を有している。絞り機構 102 は、カメラのレンズの絞り機構と同様の構造を有している。センサ 5 は茎 20 b を検出するためのものである。駆動部 3 は、制御部 4 からの信号を受け、絞り機構 102 の後述されるシャッタの開閉動作をさせるためのモータ等である。駆動部 3 は、左側の駆動部 3 a と右側の駆動部 3 b とに分けて設けられているが、カメラの絞り機構のシャッタの開閉動作と同様の開閉動作を絞り機構 102 にさせることができるのであれば、いかなる構造を有していてもよい。左側の駆動部 3 a と右側の駆動部 3 b とは、それぞれ、制御部 4 からの指令信号を受けて、後述される複数のシャッタに開閉動作をさせる。制御部 4 は、センサ 5 が茎 20 b を検出した場合に、駆動部 3 を制御し、それにより、駆動部 3 によって絞り機構 102 を開状態から閉状態へ変化させる。

30

【0021】

具体的には、絞り機構 102 は、開口部 2 a の内周面と茎 20 b との間に隙間が存在する状態から開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ変化し得る。制御部 4 は、塊状栄養蓄積部 20 a から伸びる茎 20 b の先端が開口部 2 a を通過した場合に、駆動部 3 を制御することによって、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を変化させる。そのため、光が地下部 21 に到達することを抑制することができる。その結果、光が地下部 21 に照射されてしまうことに起因して植物 20 の成長に悪影響が与えられることを抑制することができる。

40

【0022】

図 2 に示されるように、絞り機構 102 は、複数の平板状のシャッタ 102 a, 102 b, 102 c, 102 d, 102 e, 102 f, 102 g, 102 h を含んでいる。複数の平板状のシャッタ 102 a, 102 b, 102 c, 102 d, 102 e, 102 f, 102 g, 102 h は、それぞれ、複数の柔軟性部材 103 a, 103 b, 103 c, 103 d, 103 e, 103 f, 103 g, 103 h を有している。複数の柔軟性部材 103 a ~ 103 h は、それぞれ、複数の平板状のシャッタ 102 a ~ 102 h の内側の先端部

50

を構成している。ただし、絞り機構 102 は、開口部 2a を小さくすることにより、開口部 2a の内周面と茎 20b の外周面との間の隙間を塞ぐことができる構造であれば、いかなる構造を有していてもよい。

【0023】

絞り機構 102 は、図 2 に示される開状態から図 4 に示される閉状態へ変化する。図 4 から分かるように、複数の柔軟性部材 103a, 103b, 103c, 103d, 103e, 103f, 103g, 103h は、植物 20 の茎 20b に接触し、茎 20b の形状に応じて弾性変形する。そのため、茎 20b が損傷することが防止されている。複数の平板状のシャッタ 102a, 102b, 102c, 102d, 102e, 102f, 102g, 102h は、図 4 に示される閉状態で、平面視において互いに重なり合う部分を有している。そのため、光が地下空間 11 へ進入することが確実に防止されている。

10

【0024】

また、図 2 および図 4 から分かるように、水耕栽培装置 10 は、柔軟性部材 103a 内に、茎 20b に接触したことを検出する検出部 104 を備えている。制御部 4 は、開口部 2a の内周面と茎 20b の外周面とが接触したことを検出部 104 が検出した場合に、絞り機構 102 の動作を停止させるように、駆動部 3 を制御する。そのため、茎 20b を損傷させるおそれを低減することができる。

【0025】

ただし、水耕栽培装置 10 は、開口部 2a の内周面と茎 20b の外周面とが接触しているときの接触圧を検出する圧力測定部 105 を備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、圧力測定部 105 によって検出された接触圧が所定値以下になるように、駆動部 3 に絞り機構 102 を駆動させる。これによっても、茎 20b を損傷させるおそれを低減することができる。

20

【0026】

本実施の形態においては、検出部 104 および圧力測定部 105 は、いずれも、ワイヤを流れる電流の変化から読み取られる柔軟性部材 103a の変形度合から茎 20b にかかっている力を推定するひずみゲージであるものとする。ただし、検出部 104 および圧力測定部 105 は、それぞれの目的を達成できるのであれば、いかなるものであってもよい。

【0027】

本実施の形態においては、センサ 5 は、地上空間 12 に設けられ、茎 20b の先端が仕切り部 2 の開口部 2a を通過したことを検出する。制御部 4 は、茎 20b の先端が仕切り部 2 の開口部 2a を通過したことをセンサ 5 が検出した場合に、絞り機構 102 を開状態（図 2）から閉状態（図 4）へ変化させるように、駆動部 3 を制御する。

30

【0028】

センサ 5 は、発光素子 5a と受光素子 5b とにより、茎 20b の先端が仕切り部 2 の開口部 2a を通過したことを検出する。具体的には、発光素子 5a が発する光が茎 20b によって遮られることによって、受光素子 5b が発光素子 5a から光を受け取らなくなった場合に、茎 20b が開口部 2a を通過したことが検出される。ただし、センサ 5 は、茎 20b の先端が仕切り部 2 の開口部 2a を通過したことを検出することができるものであれば、いかなるセンサであってもよい。

40

【0029】

本実施の形態においては、植物 20 は、茎 20b の先端が塊状栄養蓄積部 20a から伸びている状態で、栽培槽 1 内の地下空間 11 に収容される。この状態では、図 1 に示されるように、照明部 7 が発する光は、開口部 2a を通じて、地下空間 11 へ進入する。その後、茎 20b の先端が開口部 2a を通過し、センサ 5 によって検出されると、図 3 に示されるように、絞り機構 102 が閉じられる。それにより、図 4 に示されるように、複数の柔軟性部材 103a, 103b, 103c, 103d, 103e, 103f, 103g, 103h の内側の面は、それぞれ、茎 20b の外周面に接触する。

【0030】

50

以上のような本実施の形態の水耕栽培装置 10 によれば、図 3 および図 4 に示されるように、茎 20 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過した場合には、仕切り部 2 を構成する絞り機構 102 を閉じることによって、開口部 2 a を塞ぐことができる。そのため、地下部 21 まで到達する光の量を極めて少なくすることができる。その結果、光が地下部 21 に照射されてしまうことに起因して植物 20 の成長に悪影響が与えられることを防止することができる。

【0031】

本実施の形態においては、水耕栽培装置 10 は、上記の構成に加えて、地上空間 12 において点灯することにより、地上部 22 に光を照射する照明部 7 を備えている。したがって、制御部 4 は、茎 20 b の先端が仕切り部 2 を通過するまでの期間においても、照明部 7 を点灯している。これによれば、一般に茎 20 b は光へ向かって伸びる性質を有しているため、開口部 2 a が多少小さくても、茎 20 b は開口部 2 a を通過するように伸長する。

10

【0032】

実施の形態 1 の水耕栽培装置 10 は、上記の構成に加えて、植物 20 の栽培者が操作し得る操作部 8 を備えている。制御部 4 は、操作部 8 に対して所定の操作がなされたことに基づいて、茎 20 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したとみなし、駆動部 3 に絞り機構 102 を閉じさせる制御を実行することができる。そのため、栽培者が絞り機構 102 を閉じるタイミングを決定することができる。たとえば、センサ 5 の不具合が原因で、茎 20 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過しているにも関わらず、絞り機構 102 が閉じられない場合がある。この場合に、栽培者の判断で、絞り機構 102 を閉じることができる。

20

【0033】

次に、図 5 を参照しながら、実施の形態 1 の水耕栽培装置 10 の制御部 4 において実行される孔閉塞処理 1 を説明する。

【0034】

まず、ステップ S1 において、制御部 4 は、水耕栽培装置 10 による栽培が開始されたか否かを判定する。水耕栽培が開始されたか否かは、制御部 4 が操作部 8 から水耕栽培を開始することを指示する指令信号を受け取ったか否かによって判定される。具体的には、栽培者が水耕栽培の開始を制御部 4 に知らせるためのスイッチ等を操作したことにより、操作部 8 は、水耕栽培を開始することを指示する指令信号を制御部 4 へ送信する。それにより、制御部 4 は、その指令信号を受けとったときに、水耕栽培が開始されたことを認識する。したがって、栽培者が水耕栽培の開始のための操作を操作部 8 に対してしなければ、制御部 4 は、水耕栽培が開始されたと認識しない。そのため、ステップ S1 において、水耕栽培装置 10 による栽培が開始されたと判定されるまで、制御部 4 は、ステップ S1 の処理を繰り返す。

30

【0035】

一方、ステップ S1 において、水耕栽培装置 10 による栽培が開始されたと判定されると、ステップ S2 において、照明部 7 を点灯させる。これにより、照明部 7 が発する光は、地上空間 12 から開口部 2 a を通じて地下空間 11 へ進入する。そのため、植物 20 の茎 20 b は、光に向かって、すなわち、開口部 2 a に向かって伸長する。

40

【0036】

次に、ステップ S3 において、制御部 4 は、センサ 5 が茎 20 b の先端を検出したか否かを判定する。ステップ S3 において、センサ 5 が茎 20 b の先端を検出したと判定されなければ、ステップ S4 の処理が実行される。

【0037】

ステップ S4 において、制御部 4 は、駆動部 3 に絞り機構 102 に閉じさせることを指示するための所定の操作が操作部 8 に対してなされたか否かを判定する。仕切り部 2 を駆動することを指示するための所定の操作が仕切り部 2 に対してなされたか否かは、制御部 4 が操作部 8 から駆動部 3 に絞り機構 102 を閉じさせることを指示する指令信号を受け

50

取ったか否かによって判定される。ステップ S 4 において、駆動部 3 に絞り機構 1 0 2 を閉じさせることを指示するための所定の操作が操作部 8 に対してなされたと判定されなければ、制御部 4 は、ステップ S 3 およびステップ S 4 の処理を繰り返す。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 3 において、センサ 5 が茎 2 0 b の先端を検出したか、または、ステップ S 4 において、駆動部 3 に絞り機構 1 0 2 に閉じさせることを指示するための所定の操作が操作部 8 に対してなされたと判定される場合がある。この場合、ステップ S 5 において、制御部 4 は、駆動部 3 に絞り機構 1 0 2 を閉じさせる制御を実行する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 5 においては、制御部 4 は、開口部 2 a の内周面と茎 2 0 b の外周面とが接触したことを検出部 1 0 4 が検出した場合に、絞り機構 1 0 2 の動作を停止させる。また、水耕栽培装置 1 0 が開口部 2 a の内周面と茎 2 0 b の外周面とが接触しているときの接触圧を検出する圧力測定部 1 0 5 を備えている場合がある。この場合には、制御部 4 は、圧力測定部 1 0 5 によって検出された接触圧が所定値以下になるように絞り機構 1 0 2 を制御する。これらの制御によって、茎 2 0 b の損傷が防止される。

10

【 0 0 4 0 】

なお、水耕栽培装置 1 0 は、検出部 1 0 4 または圧力測定部 1 0 5 を備えていない場合には、ステップ S 5 において、検出部 1 0 4 または圧力測定部 1 0 5 に関する処理を行わない。

【 0 0 4 1 】

その後、ステップ S 6 において、制御部 4 は、栽培を終了すべきタイミングであるか否かを判定する。ステップ S 6 において、制御部 4 は、栽培を終了すべきタイミングであると判定されなければ、その状態を維持する。一方、ステップ S 6 において、栽培を終了すべきタイミングであると判定されると、ステップ S 7 において、制御部 4 は、照明部 7 を消灯する。その後、ステップ S 8 において、制御部 4 は、駆動部 3 に絞り機構 1 0 2 を開かせる。これにより、水耕栽培装置 1 0 は、水耕栽培を終了した状態になる。

20

【 0 0 4 2 】

(実施の形態 2)

以下、図 6 および図 7 を用いて、実施の形態 2 の水耕栽培装置 1 0 を説明する。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 の構造および制御は、実施の形態 1 の水耕栽培装置の構造および制御とほぼ同一であるので、その同一である部分の説明は繰り返さない。本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 は、以下に説明する事項のみ、実施の形態 1 の水耕栽培装置 1 0 と異なっている。

30

【 0 0 4 4 】

まず、図 6 を用いて、本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 の構成を説明する。

【 0 0 4 5 】

図 6 に示されるように、本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 は、地上空間 1 2 に設けられ、仕切り部 2 の開口部 2 a を通過した茎 2 0 b の先端の画像データを取得することができるように配置された撮像部 1 5 を備えている。制御部 4 は、撮像部 1 5 によって取得された画像データに基づいて茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したか否かを判定する判定部 4 a を含んでいる。また、制御部 4 は、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したと判定部 4 a が判定した場合に、駆動部 3 に絞り機構 1 0 2 を閉じさせる制御を実行する。この構成によっても、実施の形態 1 の水耕栽培装置 1 0 と同様に、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過した状態で、絞り機構 1 0 2 を閉じることができる。

40

【 0 0 4 6 】

茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したか否かは、撮像部 1 5 によって取得された画像データにおける茎 2 0 b の色または形状等によって判定されてもよい。ただし、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したことを特定できるのであれば、

50

判定部 4 a は、いかなる画像データ処理を用いて茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したと判定してもよい。

【 0 0 4 7 】

次に、図 7 を参照しながら、実施の形態 2 の水耕栽培装置 1 0 の制御部 4 において実行される孔閉塞処理 2 を説明する。

【 0 0 4 8 】

本実施の形態の孔閉塞処理 2 は、ステップ S 3 の代わりにステップ S 3 a が実行される点において、実施の形態 1 の孔閉塞処理 1 と異なる。その他の点においては、本実施の形態の孔閉塞処理 2 と実施の形態 1 の孔閉塞処理 1 とは同一である。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 3 a においては、制御部 4 は、センサ 5 によって茎 2 0 b の先端が検出されたか否かを判定するのではなく、撮像部 1 5 によって取得されている画像データに茎 2 0 b の先端と認識されるものがあるのか否かを判定する。これにより、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したか否かを判定する。

【 0 0 5 0 】

(実施の形態 3)

以下、図 8 および図 9 を用いて、実施の形態 3 の水耕栽培装置 1 0 を説明する。

【 0 0 5 1 】

本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 の構造および制御は、実施の形態 1 の水耕栽培装置の構造および制御とほぼ同一であるので、その同一である部分の説明は繰り返さない。本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 は、以下に説明する事項のみ、実施の形態 1 の水耕栽培装置 1 0 と異なっている。

【 0 0 5 2 】

まず、図 8 を用いて、本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 の構成を説明する。

【 0 0 5 3 】

図 8 に示されるように、制御部 4 は、時間を計時するタイマ 4 b を含んでいる。制御部 4 は、タイマ 4 b が所定の時間を計時したことに基づいて、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したとみなし、駆動部 3 に絞り機構 1 0 2 を閉じさせる制御を実行する。この構成によれば、上記のようなセンサ 5 または撮像部 1 5 等の構成を設けることなく、絞り機構 1 0 2 を閉じることができる。

【 0 0 5 4 】

次に、図 9 を参照しながら、実施の形態 3 の水耕栽培装置 1 0 の制御部 4 において実行される孔閉塞処理 3 を説明する。

【 0 0 5 5 】

図 9 に示されるように、本実施の形態の孔閉塞処理 3 は、ステップ S 3 の代わりにステップ S 3 b が実行される点において、実施の形態 1 の孔閉塞処理と異なる。その他の点においては、本実施の形態の孔閉塞処理 3 と実施の形態 1 の孔閉塞処理 1 とは同一である。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 3 b においては、センサ 5 によって茎 2 0 b の先端が検出されたか否かを判定するのではなく、タイマ 4 b によって計時されている時間が所定の時間を計時したか否かを判定する。これにより、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したか否かを判定する。タイマ 4 b は、たとえば、水耕栽培を開始することを指示するための操作が操作部 8 に対してなされた場合に計時を開始するものとする。

【 0 0 5 7 】

タイマ 4 b の計時の開始はいかなるタイミングであってもよい。また、前述の所定時間もいかなる長さであってもよい。この所定時間は、予め行われた植物 2 0 の育成実験によって求められている。

【 0 0 5 8 】

(絞り機構の他の例)

絞り機構 1 0 2 は、図 1 0 に示されるように、平面視において三角形の内周面を有する

10

20

30

40

50

開口部 2 a を構成する 3 枚の平板状のシャッタ 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c を備えていてもよい。シャッタ 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c のうちの隣接するシャッタの一部同士は、カメラのレンズの絞り機構と同様に、互いに平面視において重なっている。この場合、シャッタ 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c は、それぞれ、その内側の先端に柔軟性部材 1 0 3 a , 1 0 3 b , 1 0 3 c を有している。この図 1 0 に示される絞り機構 1 0 2 が閉じられると、図 1 1 に示されるように、柔軟性部材 1 0 3 a , 1 0 3 b , 1 0 3 c と茎 2 0 b との間の隙間が閉塞された状態が形成される。

【 0 0 5 9 】

絞り機構 1 0 2 は、図 1 2 に示されるように、四角形の開口部 2 a を構成するように、4 枚の平板状のシャッタ 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c , 1 0 2 d を備えていてもよい。シャッタ 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c , 1 0 2 d のうちの隣接するシャッタの一部同士は、カメラのレンズの絞り機構と同様に、互いに平面視において重なっている。この場合、シャッタ 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c , 1 0 2 d は、それぞれ、その先端に柔軟性部材 1 0 3 a , 1 0 3 b , 1 0 3 c , 1 0 3 d を有している。この図 1 2 に示される絞り機構 1 0 2 が閉じられると、図 1 3 に示されるように、柔軟性部材 1 0 3 a , 1 0 3 b , 1 0 3 c , 1 0 3 d と茎 2 0 b との間の隙間が閉塞された状態が形成される。

10

【 0 0 6 0 】

要するに、絞り機構 1 0 2 は、3 以上のシャッタを有していればよい。前述の 3 以上のシャッタは、開口部 2 a の内周面が茎 2 0 b の外周面に接触しながら茎 2 0 b を取り囲む状態で、平面視において互いに重なるように配置されている。そのため、カメラの絞り機構と同様の原理で、光が地上空間 1 2 から地下空間 1 1 へ進入することを確実に抑制することができる。

20

【 0 0 6 1 】

上記した絞り機構 1 0 2 は、いずれも、茎 2 0 b と接触する柔軟性部材を有しているが、複数枚のシャッタと茎 2 0 b との間に許容されない程度の大きさの隙間が形成されないのであれば、柔軟性部材を有していなくてもよい。たとえば、シャッタの枚数が多ければ、複数枚のシャッタと茎 2 0 b との間の隙間は極めて小さいため、シャッタの先端の柔軟性部材を必要としない場合がある。

【 0 0 6 2 】

(実施の形態 4)

以下、図 1 4 ~ 図 1 8 を用いて、実施の形態 4 の水耕栽培装置 1 0 を説明する。

30

【 0 0 6 3 】

本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 の構造および制御は、実施の形態 1 の水耕栽培装置の構造および制御とほぼ同一であるので、その同一である部分の説明は繰り返さない。本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 は、以下に説明する事項のみ、実施の形態 1 の水耕栽培装置 1 0 と異なっている。

【 0 0 6 4 】

図 1 4 に示されるように、本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 においては、実施の形態 1 の絞り機構 1 0 2 の代わりに、閉塞構造体 2 0 0 および移動機構 3 0 が用いられる。

【 0 0 6 5 】

閉塞構造体 2 0 0 は、塊状栄養蓄積部 2 0 a から伸びる茎 2 0 b の先端が開口部 2 a を通過した場合に、茎 2 0 b と開口部 2 a との間の隙間を塞ぐように、仕切り部 2 上で茎 2 0 b を取り囲む。閉塞構造体 2 0 0 は、遮光性を有している。実施の形態 1 ~ 3 においては、開口部 2 a は、絞り機構 1 0 2 の内周面であるため、移動可動な部分であったが、本実施の形態においては、図 1 4 に示されるように、開口部 2 a は、仕切り部 2 に形成された貫通孔であるため、その位置が固定された部分である。閉塞構造体 2 0 0 は、茎 2 0 b と開口部 2 a との間の隙間を塞ぐために用いられる。

40

【 0 0 6 6 】

移動機構 3 0 は、閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b と開口部 2 a との間の隙間を塞ぐように、閉塞構造体 2 0 0 を移動させる。本実施の形態においては、制御部 4 は、右側の駆動部

50

3 a および左側の駆動部 3 b からなる駆動部 3 を制御する。

【0067】

図14および図15に示されるように、駆動部3は、左側の駆動部3 a と右側の駆動部3 b とを含んでいる。移動機構30は、左側の駆動部3 a によって駆動される左側のプランジャ30 a と右側の駆動部3 b によって駆動される右側のプランジャ30 b とを含んでいる。閉塞構造体200は、左側のプランジャ30 a の先端に固定された左側の閉塞部品200 L と右側のプランジャ30 b の先端に固定された右側の閉塞部品200 R とを含んでいる。左側の駆動部3 a および右側の駆動部3 b は、左側の閉塞部品200 L と右側の閉塞部品200 R とが茎20 b を挟むように、左側のプランジャ30 a および右側のプランジャ30 b を互いに接近させる。

10

【0068】

本実施の形態の水耕栽培装置10によっても、光が地下部21に到達することを抑制することができる。その結果、光が地下部21に照射されてしまうことに起因して植物20の成長に悪影響が与えられることを抑制することができる。

【0069】

本実施の形態の閉塞構造体200は、茎20 b の外周面に接触しながら茎20 b を取り囲んだ状態で、茎20 b の形状に応じて弾性変形する弾性部材200 E 1, 200 E 2 を含んでいる。そのため、茎20 b を損傷させるおそれを低減することができる。弾性部材200 E 1, 200 E 2 は、たとえば、スポンジ(ウレタンフォーム)等である。スポンジであれば、水分を吸収するため、茎20 b の表面に水分を与えることにより、茎20 b の表面の水分不足の発生を防止することができる。弾性部材200 E 1, 200 E 2 は、茎20 b の形状に応じて変形できるのであれば、ゴム等のいかなる弾性部材であってもよい。

20

【0070】

閉塞構造体200は、図14および図15から分かるように、弾性部材200 E 1, 200 E 2 を取り囲む筒状部材を含んでいる。そのため、弾性部材200 E 1 と弾性部材200 E 2 との対向面同士の間隙が形成され難い。筒状部材は、外側の半割の筒状部材200 A 1, 200 A 2、内側の半割の筒状部材200 B 1, 200 B 2、および連結部200 C 1, 200 C 2 を含んでいる。外側の半割の筒状部材200 A 1, 200 A 2 は、開口部2 a の外側の仕切り部2上設置されている。内側の半割の筒状部材200 B 1, 200 B 2 は、外側の半割の筒状部材200 A 1, 200 A 2 の内側に設けられ、弾性部材200 E 1, 200 E 2 を保持している。連結部200 C 1, 200 C 2 は、リングを2等分した円弧形状を有している。連結部200 C 1, 200 C 2 は、内側の半割の筒状部材200 B 1, 200 B 2 と外側の半割の筒状部材200 A 1, 200 A 2 とを連結している。連結部200 C 1, 200 C 2 は、それぞれ、内側の筒状部材200 B 1, 200 B 2 と外側の半割の筒状部材200 A 1, 200 A 2 との間隙を完全に閉塞している。

30

【0071】

図15に示されるように、前述の閉塞構造体200によれば、茎20 b に不要な力を与えることなく、開口部2 a と茎20 b との間隙を塞ぐことができる。そのため、植物20を栽培しているときに、地下部21まで光が到達してしまうことを防止することができる。その結果、光が地下部21に照射されてしまうことに起因して植物20の成長に悪影響を与えることを抑制することができる。また、閉塞構造体200は、光を通過させないように互いに連結された二重の筒状部材によって構成されているため、その外形を大きくすることができる。したがって、茎20 b が地上空間12へ到達し易いように開口部2 a のサイズを大きくしても、開口部2 a を容易に塞ぐことができる。また、閉塞構造体200の外形が大きくても、弾性部材200 E 1, 200 E 2 の平面視におけるサイズを小さくすることができる。そのため、弾性部材200 E 1, 200 E 2 の対向面が水平方向に伸びる距離を短くすることができる。したがって、弾性部材200 E 1, 200 E 2 同士の間隙が形成されてしまうおそれが低減されている。

40

50

【0072】

なお、図15においては、2本の茎20bがそれぞれ凹んだ弾性部材200E1, 200E2内に嵌り込んでいる。しかしながら、後述される図23および図24に示されるように、2本の茎20bが弾性部材200E1, 200E2の対向面同士の間を沿って並んでいることも考えられる。いずれにしても、2本の茎20bと弾性部材200E1, 200E2との間の隙間が、許容されない程度まで大きくならなければよい。

【0073】

図16に示されるように、図15に示される閉塞構造体200における連結部200C1, 200C2の代わりに、弾性体200D1, 200D2が設けられていてもよい。弾性体200D1, 200D2は、それぞれ、外側の半割の筒状部材200A1, 200A2と内側の半割の筒状部材200B1, 200B2とを連結する。これによれば、内側の半割の筒状部材200B1, 200B2は、茎20bの位置に対応して、外側の半割の筒状部材200A1, 200A2に対する相対的な位置を変化させることができる。つまり、内側の半割の筒状部材200B1, 200B2は、弾性体200D1, 200D2の弾性変形を利用して、茎20bの位置に応じて移動することができる。したがって、茎20bにかかる負担を低減することができる。

【0074】

図17に示されるように、本実施の形態の水耕栽培装置10は、実施の形態1の水耕栽培装置10と同様に、地上空間12に設けられ、茎20bの先端が開口部2aを通過したことを検出するセンサ5を備えている。そのため、制御部4は、茎20bの先端が開口部2aを通過したことをセンサ5が検出した場合に、駆動部3を制御することにより、閉塞構造体200が茎20bを取り囲むように閉塞構造体200を移動機構30に移動させる。それにより、左側のプランジャ30aに連結された左側の閉塞部品200Lと右側のプランジャ30bに連結された右側の閉塞部品200Rとが接近する。これによれば、茎20bの先端が開口部2aを通過した場合に、閉塞構造体200に仕切り部2上で茎20bの外周面に接触しながら茎20bを自動的に取り囲ませることができる。

【0075】

本実施の形態の水耕栽培装置10は、実施の形態1の水耕栽培装置10と同様に、栽培者が操作する操作部8を備えている。そのため、制御部4は、操作部8に対して所定の操作がなされたことに基づいて、茎20bの先端が開口部2aを貫通したとみなす。それにより、制御部4は、駆動部3を制御することにより、閉塞構造体200が茎20bを取り囲むように閉塞構造体200を移動機構30に移動させる。そのため、植物20の栽培者は閉塞構造体200に茎20bの外周面を取り囲ませるタイミングを決定することができる。

【0076】

本実施の形態の水耕栽培装置10においては、実施の形態1の水耕栽培装置10と同様に、制御部4は、閉塞構造体200が茎20bの周囲を取り囲むように閉塞構造体200を移動させる前の状態において、照明部7を点灯させる。茎20bは、一般に、光の方向へ向かって伸びる性質を有している。そのため、上記の構成によれば、開口部2aから地下空間11へ漏れる光によって、茎20bの先端が開口部2aに向かって伸びるように誘導される。

【0077】

次に、図18を参照しながら、実施の形態3の水耕栽培装置10の制御部4において実行される孔閉塞処理4を説明する。

【0078】

図18に示されるように、本実施の形態の孔閉塞処理4は、ステップS5およびステップS8の代わりにステップS5aおよびステップS8aが実行される点において、実施の形態1の孔閉塞処理と異なる。その他の点においては、本実施の形態の孔閉塞処理2と実施の形態1の孔閉塞処理1とは同一である。

【0079】

10

20

30

40

50

ステップ S 5 a においては、制御部 4 は、駆動部 3 を駆動する。それにより、駆動部 3 は、その駆動力によって、茎 2 0 b と閉塞構造体 2 0 0 との間に隙間が形成されている状態から閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b を取り囲む状態へ変化するように、閉塞構造体 2 0 0 を移動機構 3 0 に移動させる。具体的には、制御部 4 は、プランジャ 3 0 a とプランジャ 3 0 b とを互いに接近させる。それにより、制御部 4 は、左側の閉塞部品 2 0 0 L と右側の閉塞部品 2 0 0 R とに茎 2 0 b を挟ませる。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 8 a においては、制御部 4 は、閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b を取り囲む状態から茎 2 0 b と閉塞構造体 2 0 0 との間に隙間が形成されるように、駆動部 3 の駆動力によって閉塞構造体 2 0 0 を移動機構 3 0 に移動させる。具体的には、制御部 4 は、プラン

10

【 0 0 8 1 】

(実施の形態 5)

以下、図 1 9 および図 2 0 を用いて、実施の形態 5 の水耕栽培装置 1 0 を説明する。

【 0 0 8 2 】

本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 の構造および制御は、実施の形態 4 の水耕栽培装置の構造および制御とほぼ同一であるので、その同一である部分の説明は繰り返さない。本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 は、以下に説明する事項のみ、実施の形態 4 の水耕栽培装置 1 0 と異なっている。

【 0 0 8 3 】

本実施の形態においては、水耕栽培装置 1 0 は、撮像部 1 5 を備えている。制御部 4 は、撮像部 1 5 によって取得された画像データに基づいて茎 2 0 b の先端が開口部 2 a を貫通したか否かを判定する判定部 4 a を含んでいる。制御部 4 は、茎 2 0 b の先端が開口部 2 a を貫通したと判定部 4 a が判定した場合に、駆動部 3 を駆動する。それにより、駆動部 3 は、閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b を取り囲むように閉塞構造体 2 0 0 を移動機構 3 0 に移動させる。具体的には、制御部 4 は、茎 2 0 b が左側の閉塞部品 2 0 0 L と右側の閉塞部品 2 0 0 R とによって挟まれるように、左側の駆動部 3 a および右側の駆動部 3 b にプランジャ 3 0 a およびプランジャ 3 0 b を互いに接近させる。この構成によっても、茎 2 0 b の先端が開口部 2 a を通過した場合に、閉塞構造体 2 0 0 に仕切り部 2 上 で茎 2 0 b の外周面に接触しながら茎 2 0 b を自動的に取り囲ませることができる。

20

30

【 0 0 8 4 】

次に、図 2 0 を参照しながら、実施の形態 2 の水耕栽培装置 1 0 の制御部 4 において実行される孔閉塞処理 5 を説明する。

【 0 0 8 5 】

本実施の形態の孔閉塞処理 5 は、ステップ S 3 の代わりにステップ S 3 a が実行される点において、実施の形態 4 の孔閉塞処理 4 と異なる。その他の点においては、本実施の形態の孔閉塞処理 5 と実施の形態 4 の孔閉塞処理 4 とは同一である。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 3 a においては、制御部 4 は、センサ 5 によって茎 2 0 b の先端が検出されたか否かを判定するのではなく、撮像部 1 5 によって取得されている画像データに茎 2 0 b の先端と認識されるものがあるのか否かを判定する。これにより、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したか否かを判定する。

40

【 0 0 8 7 】

(実施の形態 6)

以下、図 2 1 および図 2 2 を用いて、実施の形態 6 の水耕栽培装置 1 0 を説明する。

【 0 0 8 8 】

本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 の構造および制御は、実施の形態 4 の水耕栽培装置の構造および制御とほぼ同一であるので、その同一である部分の説明は繰り返さない。本実施の形態の水耕栽培装置 1 0 は、以下に説明する事項のみ、実施の形態 4 の水耕栽培装置 1 0 と異なっている。

50

【 0 0 8 9 】

本実施の形態においては、制御部 4 は、時間を計時するタイマ 4 b を含んでいる。制御部 4 は、タイマ 4 b が所定の時間を計時したことに基づいて、茎 2 0 b の先端が開口部 2 a を貫通したとみなす。それにより、制御部 4 は、駆動部 3 を制御することにより、閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b を取り囲むように閉塞構造体 2 0 0 を移動機構 3 0 に移動させる。具体的には、制御部 4 は、左側の駆動部 3 a および右側の駆動部 3 b を駆動して、左側の閉塞部品 2 0 0 L と右側の閉塞部品 2 0 0 R とによって茎 2 0 b が挟まれるように、左側のプランジャ 3 0 a と右側のプランジャ 3 0 b とを互いに接近させる。

【 0 0 9 0 】

次に、図 2 2 を参照しながら、実施の形態 6 の水耕栽培装置 1 0 の制御部 4 において実行される孔閉塞処理 6 を説明する。

10

【 0 0 9 1 】

図 2 2 に示されるように、本実施の形態の孔閉塞処理 6 は、ステップ S 3 の代わりにステップ S 3 b が実行される点において、実施の形態 1 の孔閉塞処理と異なる。その他の点においては、本実施の形態の孔閉塞処理 6 と実施の形態 4 の孔閉塞処理 4 とは同一である。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 3 b においては、センサ 5 によって茎 2 0 b の先端が検出されたか否かを判定するのではなく、タイマ 4 b によって計時されている時間が所定の時間を計時したか否かを判定する。これにより、茎 2 0 b の先端が仕切り部 2 の開口部 2 a を通過したか否かを判定する。タイマ 4 b は、たとえば、水耕栽培を開始することを指示するための操作が操作部 8 に対してなされた場合に計時を開始するものとする。

20

【 0 0 9 3 】

ただし、タイマ 4 b の計時の開始はいかなるタイミングであってもよい。また、前述の所定時間はいかなる長さであってもよい。この所定時間は、予め行われた実験によって求められる。

【 0 0 9 4 】

(閉塞構造体の他の例)

図 2 3 に示されるように、実施の形態 4 ~ 6 の水耕栽培装置 1 0 において使用される閉塞構造体 2 0 0 は、プランジャ 3 0 a に固定された弾性部材 2 0 0 E 1 とプランジャ 3 0 b に固定された弾性部材 2 0 0 E 2 とによって構成されていてもよい。つまり、左側の閉塞部品 2 0 0 L が弾性部材 E 1 のみによって構成されており、右側の閉塞部品 2 0 0 R が弾性部材 E 2 のみによって構成されていてもよい。これによれば、極めて簡単な構造で、閉塞構造体 2 0 0 を形成することができる。弾性部材 2 0 0 E 1 と弾性部材 2 0 0 E 2 とは、いずれも、円柱部材が回転中心軸を含む平面に沿って切られた形状を有している。しかしながら、弾性部材 2 0 0 E 1 および弾性部材 2 0 0 E 2 は、互いに接触するように移動し、地上部 2 2 すなわち茎 2 0 b を挟むことができる形状であれば、いかなる形状であってもよい。また、弾性部材 2 0 0 E 1 および弾性部材 2 0 0 E 2 は、茎 2 0 b の形状に応じて弾性変形し、それらと茎 2 0 b との間の隙間が許容できない程度の大きさにならないように構成されていれば、いかなる構造を有していてもよい。

30

40

【 0 0 9 5 】

閉塞構造体 2 0 0 は、図 2 4 に示されるように、左側のプランジャ 3 0 a に固定された左側の半割の筒状部材 2 0 0 A 1 と、右側のプランジャ 3 0 b に固定された右側の半割の筒状部材 2 0 0 A 2 とを備えていてもよい。つまり、左側の閉塞部品 2 0 0 L が弾性部材 E 1 と半割の筒状部材 2 0 0 A 1 とによって構成されており、右側の閉塞部品 2 0 0 R が弾性部材 E 2 と半割の筒状部材 2 0 0 A 2 とによって構成されていてもよい。この場合、半割の筒状部材 2 0 0 A 1 の内側に弾性部材 2 0 0 E 1 が固定され、半割の筒状部材 2 0 0 A 2 内側に弾性部材 2 0 0 E 2 が固定されている。これによれば、弾性部材 2 0 0 E 1 と弾性部材 2 0 0 E 2 とは、互いに茎 2 0 b を押しつけ合う。つまり、弾性部材 2 0 0 E 1 と弾性部材 2 0 0 E 2 とは、茎 2 0 b を挟む方向に広がるようにする。そのため、弾性部

50

材 200E1 および弾性部材 200E2 は、それらと茎 20b との間の隙間をより確実に塞ぐことができる。

【0096】

なお、図 23 および図 24 においては、2本の茎 20b が弾性部材 200E1, 200E2 の対向面同士の間を沿って並んでいるが、図 15 および図 16 に示されるように、2本の茎 20b がそれぞれ凹んだ弾性部材 200E1, 200E2 に嵌り込んでいてもよい。

【0097】

閉塞構造体 200 は、複数の弾性部材を有しており、それらの弾性部材が茎 20b を挟み、それらの弾性部材と茎 20b との間の隙間を塞ぐことができるのであれば、いかなる構造を有していてもよい。また、弾性部材の数も、特に限定されていない。

10

【0098】

(実施の形態 7)

以下、図 25 ~ 図 30 を用いて、実施の形態 7 の水耕栽培装置 10 を説明する。

【0099】

本実施の形態の水耕栽培装置 10 の構造および制御は、実施の形態 5 の水耕栽培装置の構造および制御とほぼ同一であるので、その同一である部分の説明は繰り返さない。本実施の形態の水耕栽培装置 10 は、以下に説明する事項のみ、実施の形態 5 の水耕栽培装置 10 と異なっている。

【0100】

図 25 に示されるように、本実施の形態の水耕栽培装置 10 においては、移動機構 30 が、実施の形態 5 のプランジャ 30a, 30b の代わりに、2つのマニピュレータ 50, 150 を有している。マニピュレータ 150 およびマニピュレータ 50 は、それぞれ、駆動部 3a および駆動部 3b によって駆動される。マニピュレータ 50, 150 は、いずれも、いわゆるロボットアームと呼ばれ、人間の手に類似した作業をし得るものである。移動機構 30 としての 2つのマニピュレータ 50, 150 は、人間の左右の手と同様に、協働作業によって茎 20b を弾性部材 200E1 と弾性部材 200E2 との間に挿入する。それにより、茎 20b が弾性部材 200E1, 200E2 の対向面同士の間を貫通することによって、弾性部材 200E1, 200E2 が茎 20b の外周面に接触しながら茎 20b を取り囲んだ状態が形成される。

20

30

【0101】

制御部 4 は、撮像部 15 が取得している画像データに基づいて駆動部 3a および 3b を制御する。それにより、制御部 4 は、マニピュレータ 50 および 150 によって、閉塞構造体 200 を図 26 に示される位置から図 25 に示される位置へ移動させる。具体的には、一方のマニピュレータ 50 は、茎 20b の先端が開口部 2a を通過した後、図 26 に示されるように、閉塞構造体 200 を挟持した状態で茎 20b の上方へ移動する。他方のマニピュレータ 150 は、茎 20b を所定の位置で保持する。一方のマニピュレータ 50 が、茎 20b が弾性部材 200E1 と弾性部材 200E2 との境界面同士の間を挿入されるように、閉塞構造体 200 を下方へ移動させる。それにより、図 25 に示されるように、仕切り部 2 の開口部 2a が閉塞構造体 200 によって塞がれ、かつ、弾性部材 200E1, 200E2 と茎 20b との間の隙間が存在しない状態が形成される。

40

【0102】

図 27 に示されるように、本実施の形態の閉塞構造体 200 は、弾性部材 200E1 と弾性部材 200E2 とが筒状部材 200A に挿入されることによって形成されている。植物 20 の茎 20b は、弾性部材 200E1 と弾性部材 200E2 との対向面同士の間を、対向面同士を押し分けながら挿入される。これによれば、極めて簡単な構造で、閉塞構造体 200 を形成することができる。

【0103】

図 28 に示されるように、本実施の形態の閉塞構造体 200 は、弾性部材 200E1、弾性部材 200E2、および弾性部材 200E3 が筒状部材 200A に挿入されることに

50

よって形成されたものであってもよい。

【0104】

前述の弾性部材200E1, 200E2または弾性部材200E1, 200E2, 200E3の形状は、筒状部材200Aの形状によって規定される。本実施の形態においては、円筒状の筒状部材200Aを用いているが、その代わりに角筒状の筒状部材内に複数の弾性部材が挿入された閉塞部材が用いられてもよい。また、弾性部材200E1, 200E2または弾性部材200E1, 200E2, 200E3は、茎20bの形状に応じて弾性変形し、それらと茎20bとの間の隙間を塞ぐことができるように構成されていれば、いかなる形状を有していてもよい。弾性部材の対向面同士の間には茎20bが挿入されるのであれば、筒状部材内に保持される弾性部材の数はいくつであってもよい。

10

【0105】

前述の筒状部材200Aは、複数の弾性部材が挿入され、複数の弾性部材を保持できるものであれば、格子または網目状態の材料が筒状に形成されたものであってもよい。

【0106】

図29に示されるように、本実施の形態の閉塞構造体200は、1つの弾性部材200Eに上下方向に貫通する切れ込み200Xが設けられたものであってもよい。図29に示される構造においては、平面視において、直線上に切れ込み200Xが設けられている。この閉塞構造体200によれば、茎20bが弾性部材200Eの切れ込み200Xの対向面同士の間を貫通することによって、弾性部材200Eが茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲んだ状態が形成される。この構造であれば、閉塞構造体200を極めて簡単に形成することができる。

20

【0107】

図30に示されるように、本実施の形態の閉塞構造体200は、1つの弾性部材200Eに上下方向に貫通する切れ込み200Xであって、平面視において、円の中心から3方向に伸びる直線状の切れ込み200Xが設けられたものであってもよい。これによっても、弾性部材200Eのみからなる簡単な構造で、閉塞構造体200を形成することができる。

【0108】

図31に示されるように、本実施の形態の閉塞構造体200は、1つの平板状の弾性部材200Eが、渦巻き状に巻かれたものであってもよい。これによっても、茎20bが渦巻き状の弾性部材200Eの対向面同士の間を貫通することによって、弾性部材200Eが茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲んだ状態が形成される。弾性部材200Eは、輪ゴムまたは紐200Fで拘束されている。これによれば、1つの平板状の弾性部材200Eのみからなる簡単な構造で、閉塞構造体200を形成することができる。ただし、渦巻きを構成する各部分同士は茎20bが通過できるように固定されていない。

30

【0109】

(実施の形態8)

本実施の形態の水耕栽培装置10の構造は、実施の形態7の水耕栽培装置の構造とほぼ同一であるので、その同一である部分の説明は繰り返さない。本実施の形態の水耕栽培装置10は、以下に説明する事項のみ、実施の形態7の水耕栽培装置10と異なっている。

40

【0110】

実施の形態の水耕栽培装置10は、実施の形態7の水耕栽培装置10において、マニピュレータ50, 150および撮像部15を有していない。本実施の形態の水耕栽培装置10を使用する場合、植物20の栽培者自身が茎20bの先端が仕切り部2の開口部2aを通過したことを目視によって発見する。

【0111】

その後、栽培者は、一方の手で茎20bを掴んだ状態で、他方の手で掴まれた図27または図28に示される閉塞構造体200を茎20bに押し付ける。それにより、図25に示されるように、仕切り部2の開口部2aが閉塞構造体200によって塞がれ、かつ、弾性部材200E1, 200E2と茎20bとの間の隙間が存在しない状態が形成される。

50

【0112】

以下、本実施の形態の水耕栽培装置10の特徴的構成およびそれにより得られる効果を説明する。

【0113】

(1) 水耕栽培装置10は、遮光性の栽培槽1、遮光性の仕切り部2、および遮光性の絞り機構102を備えている。遮光性の栽培槽1は、植物20の塊状栄養蓄積部20aを収容するように構成されている。遮光性の仕切り部2は、栽培槽1に取り付けられ、塊状栄養蓄積部20aから伸びる茎20bの先端が通過する位置に開口部2aを有し、植物20の地下部21が成長する地下空間11と植物20の地上部22が成長する地上空間12とを仕切る。遮光性の絞り機構102は、仕切り部2の一部を構成し、開口部2aの内周面と茎20bとの間に隙間が存在する状態から開口部2aの内周面が茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲む状態へ変化し得る。駆動部3は、絞り機構102の状態を変化させるように絞り機構102を駆動する。制御部4は、塊状栄養蓄積部20aから伸びる茎20bの先端が開口部2aを通過した場合に、駆動部3を制御することによって、開口部2aの内周面が茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲む状態へ絞り機構102を変化させる。この構成によれば、地上部22が形成される前の地下部21のみが存在する段階から植物20を水耕栽培装置10内で栽培することができ、かつ、地上部22が形成された後の必要な時期に地下部21への光の照射を防止することができる。その結果、光が地下部21に照射されてしまうことに起因して植物20の成長に悪影響が与えられることを抑制することができる。

10

20

【0114】

(2) 絞り機構102は、3以上の平板状のシャッタ102a, 102b, 102c, 102d, 102e, 102f, 102g, 102hを有していてもよい。この場合、開口部2aの内周面が茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲む状態で、前述の3以上の平板状のシャッタのうちの隣接するシャッタの一部同士が平面視において互いに重なるように配置されていることが好ましい。この構成によれば、カメラの絞り機構と同様の原理で、光が地上空間12から地下空間11へ進入することを抑制することができる。

【0115】

(3) 絞り機構102は、開口部2aの内周面が茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲む状態で、茎20bの形状に応じて弾性変形する柔軟性部材103a~103hを含んでいてもよい。この構成によれば、茎20bを損傷させるおそれを低減することができる。

30

【0116】

(4) 水耕栽培装置10が茎20bに接触したことを検出する検出部104をさらに備えていてもよい。この場合、制御部4は、開口部2aの内周面と茎20bの外周面とが接触したことを検出部104が検出した場合に、絞り機構102の動作を停止させる。この構成によれば、茎20bを損傷させるおそれを低減することができる。

【0117】

(5) 水耕栽培装置10が開口部2aの内周面と茎20bの外周面とが接触しているときの接触圧を検出する圧力測定部105をさらに備えていてもよい。この場合、制御部4は、圧力測定部105によって検出された接触圧が所定値以下になるように絞り機構102を制御する。この構成によっても、茎20bを損傷させるおそれを低減することができる。

40

【0118】

(6) 水耕栽培装置10は、地上空間12に設けられ、茎20bの先端が開口部2aを通過したことを検出するセンサ5をさらに備えていてもよい。制御部4は、茎20bの先端が開口部2aを通過したことをセンサ5が検出した場合に、駆動部3を制御することにより、開口部2aの内周面が茎20bの外周面に接触しながら茎20bを取り囲む状態へ絞り機構102を変化させてもよい。この構成によれば、茎20bの先端が開口部2a

50

を通過した場合に、絞り機構 102 に開口部 2 a と茎 20 b との間の隙間を自動的に閉塞させることができる。

【0119】

(7) 水耕栽培装置 10 は、地上空間 12 に設けられ、開口部 2 a を貫通した茎 20 b の先端の画像データを取得する撮像部 15 をさらに備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、撮像部 15 によって取得された画像データに基づいて茎 20 b の先端が開口部 2 a を貫通したか否かを判定する判定部 4 a を含んでいる。それにより、制御部 4 は、茎 20 b の先端が開口部 2 a を貫通したと判定部 4 a が判定した場合に、駆動部 3 を制御することにより、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を変化させる。この構成によっても、茎 20 b の先端が開口部 2 a を通過した場合に、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を自動的に変化させることができる。

10

【0120】

(8) 制御部 4 は、時間を計時するタイマ 4 b を含んでいてもよい。この場合、制御部 4 は、タイマ 4 b が所定の時間を計時したことに基づいて、茎 20 b の先端が開口部 2 a を貫通したとみなす。それにより、制御部 4 は、駆動部 3 を制御することにより、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を変化させる。この構成によれば、センサ 5 および撮像部 15 等の構成を設けることなく、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を自動的に変化させることができる。

20

【0121】

(9) 水耕栽培装置 10 は、栽培者が操作する操作部 8 をさらに備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、操作部 8 に対して所定の操作がなされたことに基づいて、茎 20 b の先端が開口部 2 a を貫通したとみなす。制御部 4 は、駆動部 3 を制御することにより、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を変化させる。

【0122】

上記の構成によれば、植物 20 の栽培者は開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を自動的に変化させるタイミングを決定することができる。また、センサ 5、撮像部 15、またはタイマ 4 b に何らかの不具合が生じている場合がある。この場合に、茎 20 b の先端が開口部 2 a を通過しているにも関わらず、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 が自動的に変化しないことがある。上記の構成によれば、前述の場合に、植物 20 の栽培者の判断で、開口部 2 a の内周面が茎 20 b の外周面に接触しながら茎 20 b を取り囲む状態へ絞り機構 102 を強制的に変化させることができる。

30

【0123】

(10) 水耕栽培装置 10 は、地上空間 12 において点灯することにより、地上部 22 に光を照射する照明部 7 をさらに備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、開口部 2 a の内周面と茎 20 b の外周面との間に隙間が存在する状態において、照明部 7 を点灯させる。茎 20 b は、一般に、光の方向へ向かって伸びる性質を有している。そのため、前述の構成によれば、開口部 2 a から地下空間 11 へ光が漏れることにより、茎 20 b を開口部 2 a まで誘導することができる。

40

【0124】

(11) 水耕栽培装置 10 は、遮光性の栽培槽 1、遮光性の仕切り部 2、および遮光性の閉塞構造体 200 を備えている。遮光性の栽培槽 1 は、植物 20 の塊状栄養蓄積部 20 a を収容するように構成されている。遮光性の仕切り部 2 は、栽培槽 1 に取り付けられ、塊状栄養蓄積部 20 a から伸びる茎 20 b の先端が通過する位置に開口部 2 a を有し、植物 20 の地下部 21 が成長する地下空間 11 と植物 20 の地上部 22 が成長する地上空間 12 とを仕切る。遮光性の閉塞構造体 200 は、塊状栄養蓄積部 20 a から伸びる茎 20 b の先端が開口部 2 a を通過した場合に、茎 20 b と開口部 2 a との間の隙間を塞ぐよ

50

うに、仕切り部 2 の上面上で茎 20b を取り囲む。閉塞構造体 200 は、茎 20b の外周面に接触しながら茎 20b を取り囲んだ状態で、茎 20b の形状に応じて弾性変形する弾性部材 200E1, 200E2 (または 200E1, 200E2, 200E3) を含んでいることが好ましい。この構成によれば、地上部 22 が形成される前の地下部 21 のみが存在する段階から植物 20 を水耕栽培装置 10 内で栽培することができ、かつ、地上部 22 が形成された後の必要な時期に地下部 21 への光の照射を防止することができる。その結果、光が地下部 21 に照射されてしまうことに起因して植物 20 の成長に悪影響が与えられることを抑制することができる。さらに、弾性部材 200E1, 200E2 (または 200E1, 200E2, 200E3) が茎 20b に接触するのであれば、茎 20b を損傷させるおそれを低減することができる。

10

【0125】

(12) 閉塞構造体 200 は、弾性部材 200E1, 200E2 (または弾性部材 200E1, 200E2, 200E3) を取り囲む筒状部材 200A (または 200A1, 200A2) を含んでいることが好ましい。これによれば、弾性部材 200E1, 200E2 (または弾性部材 200E1, 200E2, 200E3) 同士の間隙が形成され難くなる。

【0126】

(13) 茎 20b が弾性部材 200E1, 200E2 (または 200E1, 200E2, 200E3 または 200E) の対向面同士の間を貫通することによって、茎 20b の外周面に接触しながら茎 20b を取り囲んだ状態が形成されてもよい。

20

【0127】

(14) 閉塞構造体 200 は、平面視において茎 20b を挟む複数の閉塞部品 200L, 200R により構成されていてもよい。これによれば、閉塞構造体 200 に茎 20b の外周面に接触しながら茎 20b を取り囲んだ状態を容易に形成させることができる。

【0128】

(15) 水耕栽培装置 10 は、閉塞構造体 200 を移動させる移動機構 30 と、移動機構 30 を駆動する駆動部 3 と、駆動部 3 を制御する制御部 4 と、をさらに備えていることが好ましい。この場合、制御部 4 は、塊状栄養蓄積部 20a から伸びる茎 20b の先端が開口部 2a を通過した場合に、駆動部 3 を制御することによって、閉塞構造体 200 が茎 20b を取り囲むように閉塞構造体 200 を移動機構 30 に移動させる。

30

【0129】

(16) 水耕栽培装置 10 は、地上空間 12 に設けられ、茎 20b の先端が開口部 2a を通過したことを検出するセンサ 5 をさらに備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、茎 20b の先端が開口部 2a を通過したことをセンサ 5 が検出した場合に、駆動部 3 を制御することにより、閉塞構造体 200 が茎 20b を取り囲むように閉塞構造体 200 を移動機構 30 に移動させる。この構成によれば、茎 20b の先端が開口部 2a を通過した場合に、閉塞構造体 200 に仕切り部 2 上で茎 20b の外周面に接触しながら茎 20b を自動的に取り囲ませることができる。

【0130】

(17) 水耕栽培装置 10 は、地上空間 12 に設けられ、開口部 2a を貫通した茎 20b の先端の画像データを取得することができるように配置された撮像部 15 をさらに備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、撮像部 15 によって取得された画像データに基づいて茎 20b の先端が開口部 2a を貫通したか否かを判定する判定部 4a を含んでいる。制御部 4 は、茎 20b の先端が開口部 2a を貫通したと判定部 4a が判定した場合に、駆動部 3 を制御することにより、閉塞構造体 200 が茎 20b を取り囲むように閉塞構造体 200 を移動機構 30 に移動させる。この構成によっても、茎 20b の先端が開口部 2a を通過した場合に、閉塞構造体 200 に仕切り部 2 上で茎 20b の外周面に接触しながら茎 20b を自動的に取り囲ませることができる。

40

【0131】

(18) 制御部 4 は、時間を計時するタイマ 4b を含んでいてもよい。この場合、制

50

御部 4 は、タイマ 4 b が所定の時間を計時したことに基づいて、茎 2 0 b の先端が開口部 2 a を貫通したとみなす。それにより、制御部 4 は、駆動部 3 を制御することにより、閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b を取り囲むように閉塞構造体 2 0 0 を移動機構 3 0 に移動させる。この構成によれば、センサ 5 および撮像部 1 5 等の構成を設けることなく、閉塞構造体 2 0 0 に仕切り部 2 上で茎 2 0 b の外周面に接触しながら茎 2 0 b を自動的に取り囲ませることができる。

【 0 1 3 2 】

(1 9) 水耕栽培装置 1 0 は、栽培者が操作する操作部 8 をさらに備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、操作部 8 に対して所定の操作がなされたことに基づいて、茎 2 0 b の先端が開口部 2 a を貫通したとみなす。それにより、制御部 4 は、駆動部 3 を制御することにより、閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b を取り囲むように閉塞構造体 2 0 0 を移動機構 3 0 に移動させる。この構成によれば、植物 2 0 の栽培者は閉塞構造体 2 0 0 に茎 2 0 b の外周面を取り囲ませるタイミングを決定することができる。

10

【 0 1 3 3 】

(2 0) 水耕栽培装置 1 0 は、地上空間 1 2 において点灯することにより、地上部 2 2 に光を照射する照明部 7 をさらに備えていてもよい。この場合、制御部 4 は、閉塞構造体 2 0 0 が茎 2 0 b の周囲を取り囲むように閉塞構造体 2 0 0 を移動させる前の状態において、照明部 7 を点灯させる。茎 2 0 b は、一般に、光の方向へ向かって伸びる性質を有している。そのため、上記の構成によれば、開口部 2 a から地下空間 1 1 へ光が漏れることにより、茎 2 0 b を開口部 2 a まで誘導することができる。

20

【符号の説明】

【 0 1 3 4 】

- 1 栽培槽
- 2 仕切り部
- 2 a 開口部
- 3 駆動部
- 4 制御部
- 4 b タイマ
- 5 センサ
- 7 照明部
- 8 操作部

1 0 水耕栽培装置

1 1 地下空間

1 2 地上空間

2 0 植物

2 0 a 塊状栄養蓄積部

2 0 b 茎

2 1 地下部

2 2 地上部

3 0 移動機構

1 0 2 絞り機構

1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c , 1 0 2 d , 1 0 2 e , 1 0 2 f , 1 0 2 g , 1 0 2 h
シャッタ

1 0 3 a , 1 0 3 b , 1 0 3 c , 1 0 3 d , 1 0 3 e , 1 0 3 f , 1 0 3 g , 1 0 3 h
柔軟性部材

1 0 4 検出部

1 0 5 圧力測定部

2 0 0 閉塞構造体

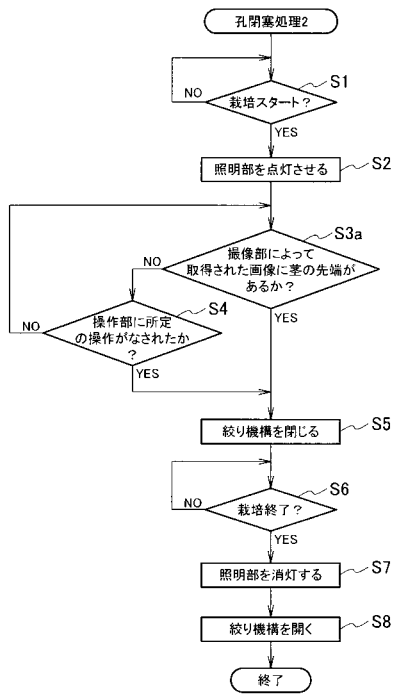
2 0 0 A 筒状部材

30

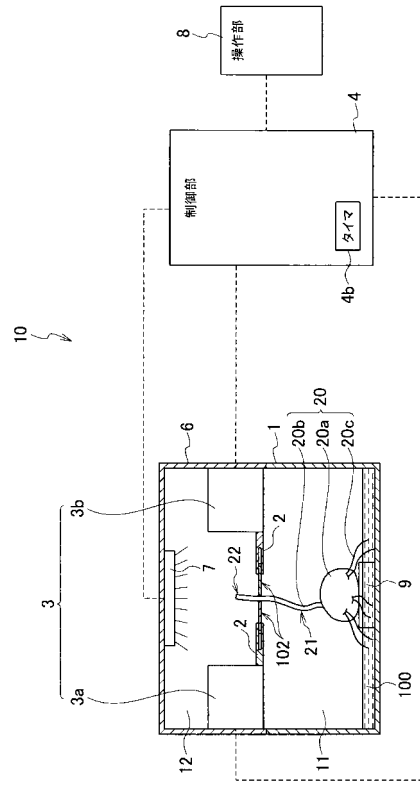
40

50

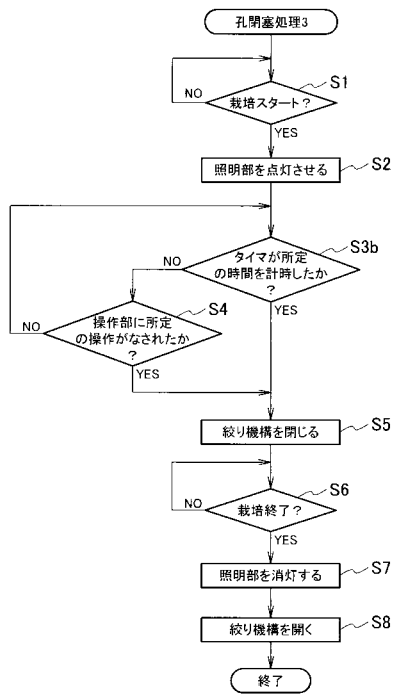
【 図 7 】



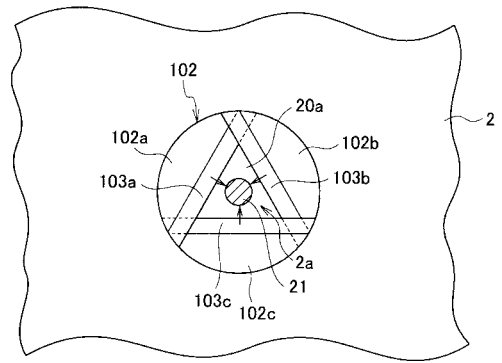
【 図 8 】



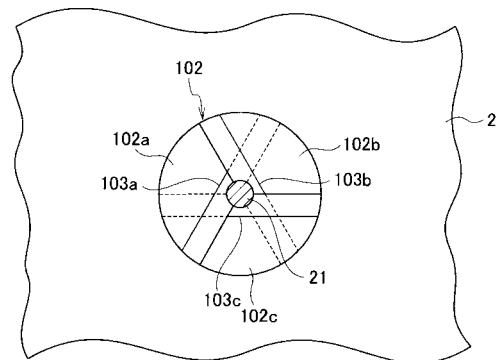
【 図 9 】



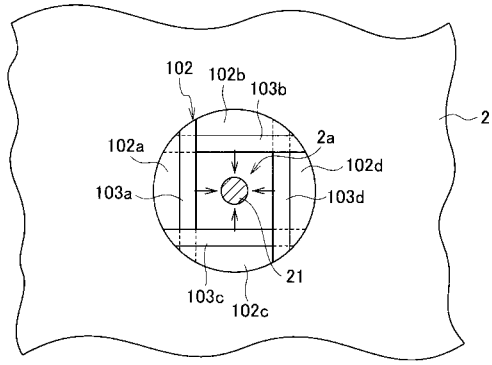
【 図 10 】



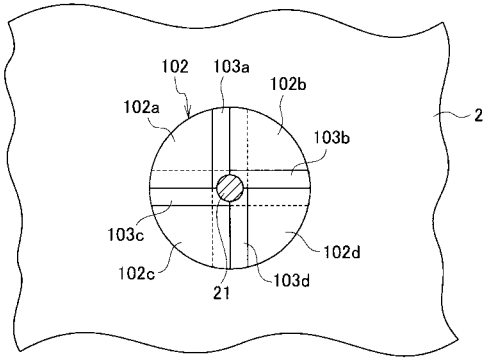
【 図 11 】



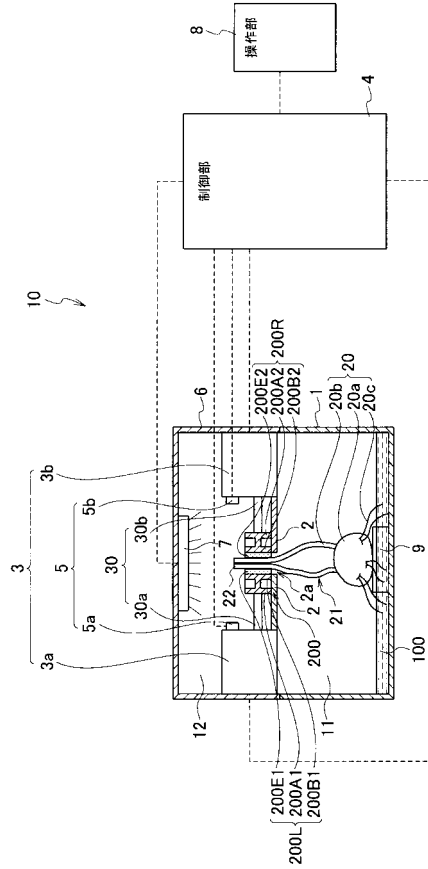
【図 1 2】



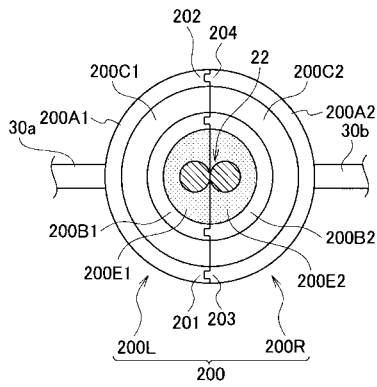
【図 1 3】



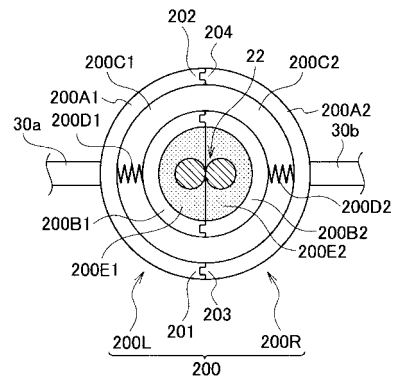
【図 1 4】



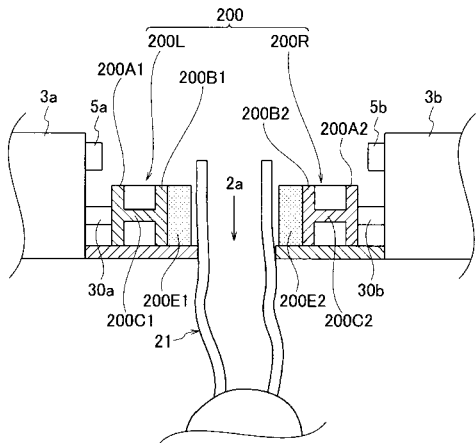
【図 1 5】



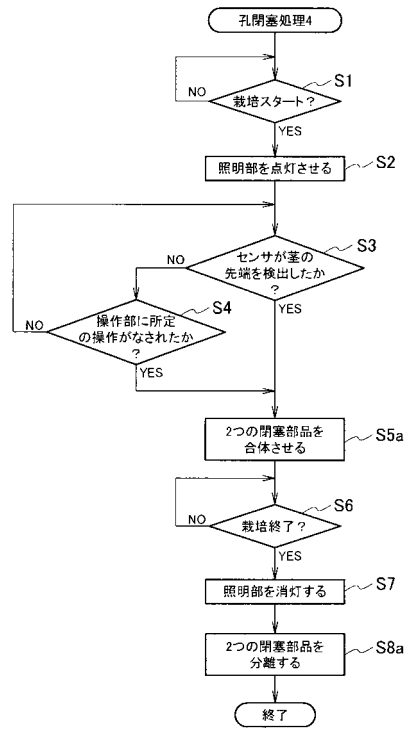
【図 1 6】



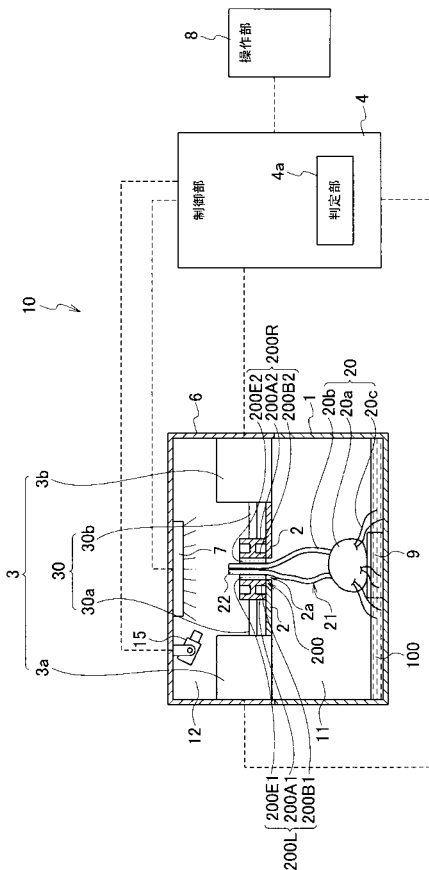
【図17】



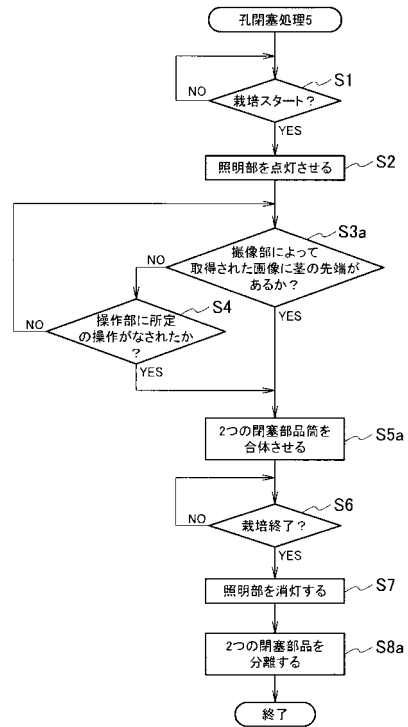
【図18】



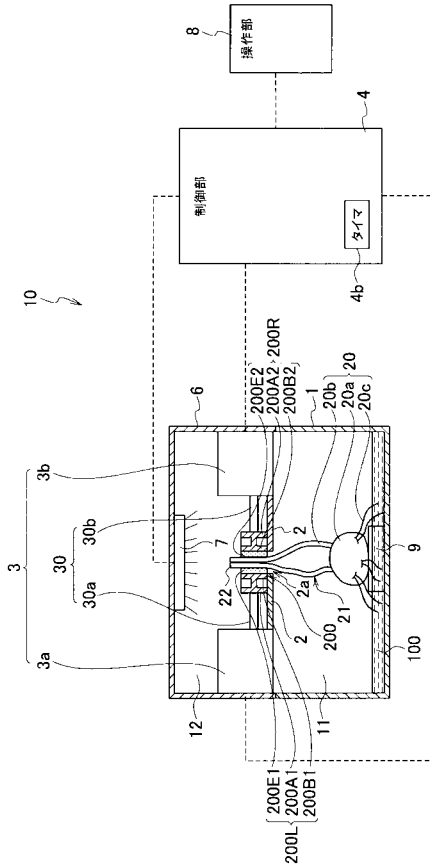
【図19】



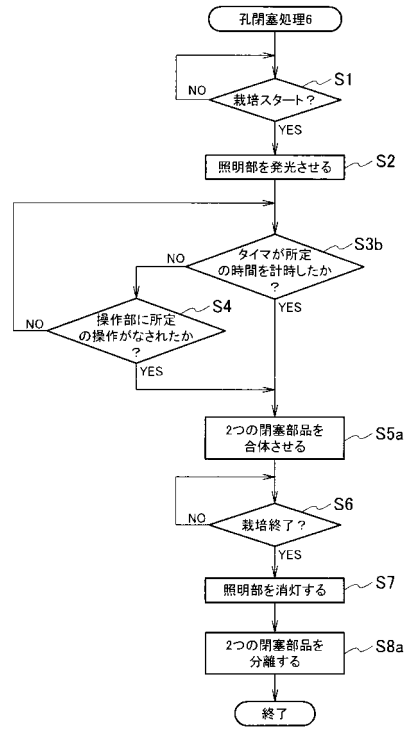
【図20】



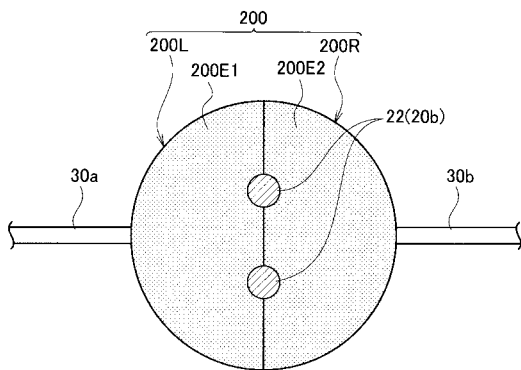
【図 2 1】



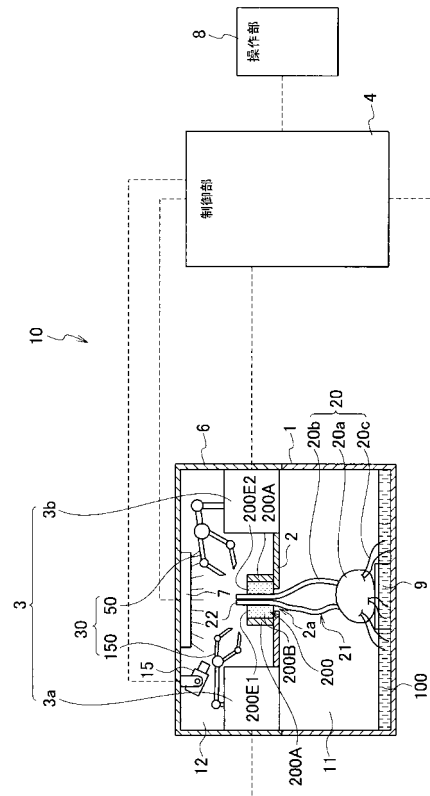
【図 2 2】



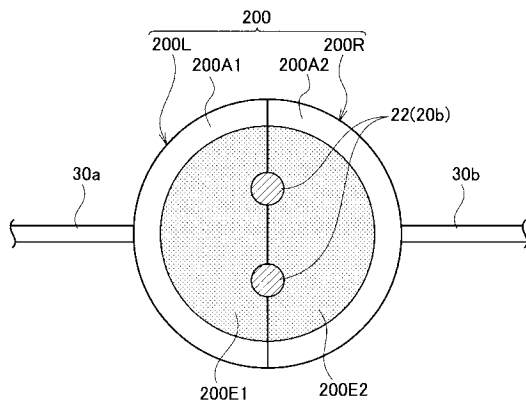
【図 2 3】



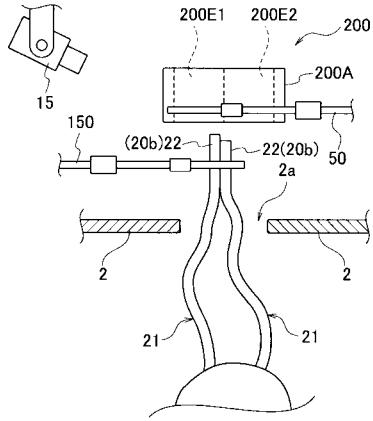
【図 2 5】



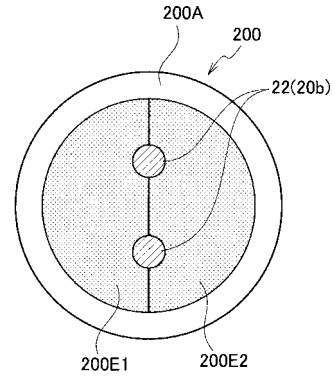
【図 2 4】



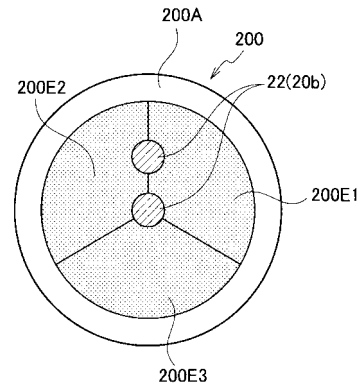
【 図 2 6 】



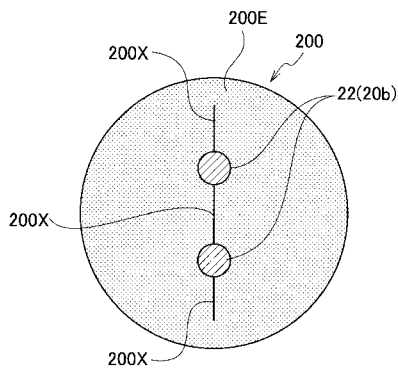
【 図 2 7 】



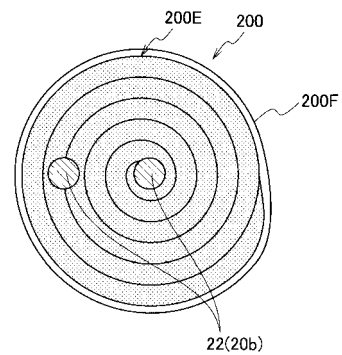
【 図 2 8 】



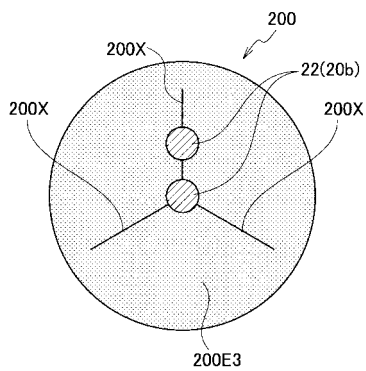
【 図 2 9 】



【 図 3 1 】



【 図 3 0 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2B314 MA38 MA70 PD19 PD59 PD65 PD70
2B327 ND01 RA06 RA13 RA14 RA22 RA26 UA13 VA05