(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 11 月 26 日(26.11.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/178409 A1

(51) 国際特許分類:
A01G 31/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/064421

(22) 国際出願日: 2015 年 5 月 20 日(20.05.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-105721 2014 年 5 月 21 日(21.05.2014) JP
特願 2014-256292 2014 年 12 月 18 日(18.12.2014) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 池口　直樹(IKEGUCHI, Naoki); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 馬場 将人(BABA, Masato); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 中井　龍資(NAKAI, Ryusuke); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 松尾　圭一郎(MATSUO, Keiichirou); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 深川　大志(FUKAGAWA, Hiroshi); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 中田　元己, 外(NAKATA, Motomi et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

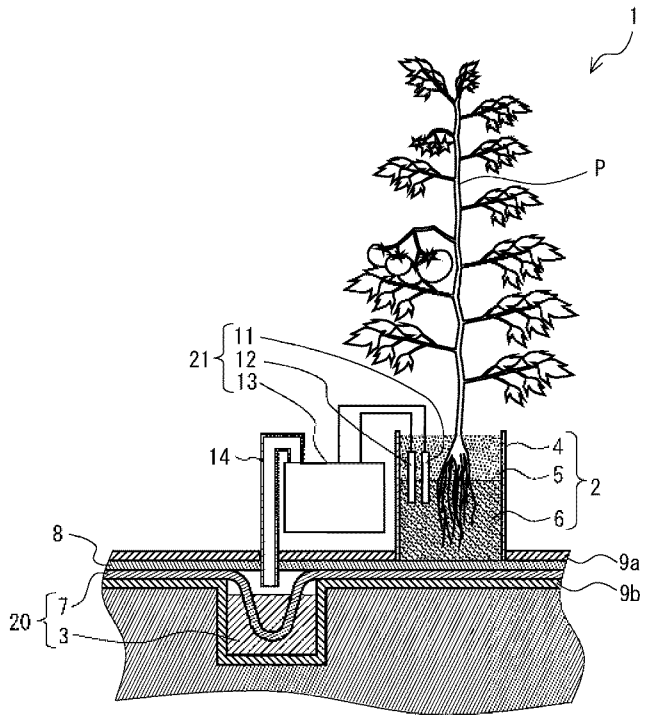
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) **Title**: CULTIVATION APPARATUS AND CULTIVATION METHOD

(54) 発明の名称 : 栽培装置及び栽培方法



(57) **Abstract**: A cultivation apparatus according to the present invention is provided with: a culture medium part in which a crop is grown; and a cultivation-liquid supply mechanism for supplying a cultivation liquid to the culture medium part. The culture medium part is provided with: a frame; particles for filling the inside of the frame; and an area in which capillary action is used to supply the cultivation liquid to at least an intermediate-layer section of a layer formed by the filling particles.

(57) 要約: 本発明に係る栽培装置は、作物を着生させる培地部と、この培地部に栽培液を供給する栽培液供給機構とを備える栽培装置であって、上記培地部が、枠体と、この枠体内に充填される粒子と、この充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される領域とを有する。

WO 2015/178409 A1

ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 栽培装置及び栽培方法

技術分野

[0001] 本発明は、栽培装置及び栽培方法に関する。

背景技術

[0002] 作物の土壌栽培では、例えば連作障害、土の固さにより根の伸長が抑えられることによる作物全体の生育障害、害虫の影響や土壌の老朽化による収量の低下等様々な問題がある。近年、これらの問題を解消する栽培方法として水耕栽培が着目され、種々の装置が開発されている。

[0003] この水耕栽培では、一般的には培地を使用せず、植物の根部を栽培液中に直接浸漬する。従来の水耕栽培では、植物の根腐れを避けるため根部に酸素を多く供給する必要があり、散気管や栽培液循環に伴い空気を送ることができる栽培液循環ポンプ等の酸素補給構造により根部への酸素の供給が行われている（特開２０１３－９６４４号公報参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１３－９６４４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記従来の栽培装置においては酸素が十分に供給されているとは言い難く、また装置の管理コストが高くなる等の不都合がある。

[0006] また、水耕栽培のように根が浸漬した条件では、水の過剰供給により、得られる作物の含水量増大に伴う食味の低下を招来する場合がある。作物の食味を維持又は向上させるために、例えば乾燥ストレスや浸透圧ストレス等の水分ストレスを加えることによる高糖度処理を行うことが知られているが、より安定的に適度な水分ストレスをかけることができる栽培装置が望まれている。

[0007] また、従来の土壌栽培では、大量の土壌が必要となる。そのため、土壌の質量が非常に大きくなり足場等の上に農地を設ける構成とすることが困難であり、農地に高低差がある場合、整地するための大きな労力とコストとが必要となる。

[0008] 本発明は、上述のような事情に基づいてなされたものであり、作物に安定的に適度な水分ストレスをかけることができると共に、低コストで作物の根部に十分な酸素を供給し根腐れを避けることができ、かつ土壌栽培に比べて土壌の使用量を低減できる栽培装置及び栽培方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するためになされた本発明の一態様に係る栽培装置は、作物を着生させる培地部と、この培地部に栽培液を供給する栽培液供給機構とを備える栽培装置であって、上記培地部が、枠体と、この枠体内に充填される粒子と、この充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される領域とを有する栽培装置である。

[0010] また、本発明の一態様に係る栽培方法は、作物を着生させた培地部に栽培液を供給する栽培方法であって、上記培地部が、枠体と、この枠体内に充填される粒子と、この充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される領域とを有し、上記領域を介して作物に栽培液を供給する栽培方法である。

発明の効果

[0011] 本発明の実施形態に係る栽培装置及び栽培方法によれば、作物に安定的に適度な水分ストレスをかけることができると共に、低コストで作物の根部に十分な酸素を供給して根腐れを避けることができ、かつ土壌栽培に比べて土壌の使用量を低減できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第一実施形態に係る栽培装置を示す模式図である。

[図2]本発明の第二実施形態に係る栽培装置を示す模式図である。

[図3]培地量評価における収量及び糖度を示すグラフである。

[図4]農地高低差評価におけるポット枠体の配置を示す模式的平面図である。

[図5]温室内気温、貯留部液温及び培地部温度の各温度変化を示すグラフである。

符号の説明

[0013] １　栽培装置

２　培地部

３　貯留部

４　枠体

５　充填粒子

６　栽培液供給領域

７　送液部

８　遮根透水シート

９ａ　第一防水シート

９ｂ　第二防水シート

１１　水分センサー

１２　水分張力センサー

１３　制御部

１４　供給管

２０　栽培液供給機構

２１　水位塩分濃度調節機構

３１　栽培装置

３２　培地部

３３　貯留部

３４　枠体

３５　充填粒子

３６　栽培液供給領域

３７　台

３８　水位調節機構

３９　水位計

４０　制御部

４１　供給管

４２　温度計

４３　ヒーター

５０　農地

５１ａ　第１ポット枠体

５１ｂ　第２ポット枠体

５１ｃ　第３ポット枠体

Ｐ　作物

発明を実施するための形態

[0014] ［本発明の実施形態の説明］

本発明の一実施形態に係る栽培装置は、作物を着生させる培地部と、この培地部に栽培液を供給する栽培液供給機構とを備える栽培装置であって、上記培地部が、枠体と、この枠体内に充填される粒子と、この充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される領域とを有する栽培装置である。

[0015] 当該栽培装置は、培地部が、枠体とこの枠体内に充填される粒子とを有し、かつこの充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象を発現して栽培液が培地部内に供給される領域を有することで、栽培液の過剰な供給が避けられ、作物の根部に安定的に適度な水分ストレスをかけることができる。また、毛管現象により栽培液が供給される上記領域は、気相が液相に比べて大きく、通気性に優れる。これにより、酸素供給構造がなくとも、酸素不足による根腐れを効果的に抑制することができ、設備コスト及び運転コストを削減できる。また、上記領域で毛管現象が発現できる量の土壌等の粒子が枠体内に充填されればよいので、従来の土壌栽培に比べて土壌の使用量を大幅に低減でき、培地部を軽量化できる。これにより、樹脂パイプ等の安価な

材料で形成した足場の上に農地を設ける構成とでき、足場の調節により農地の高低差を容易に調整できる。ここで、「水分ストレス」とは、例えば作物が低湿度の状態に曝されることによる乾燥ストレス、及び作物を取り囲む環境が高濃度の塩分のため高浸透圧となることによる浸透圧ストレスを意味する。

[0016] 上記栽培液供給機構が、栽培液を貯留する貯留部と、上記培地部及び貯留部間に配設される送液部とを有し、上記送液部が、貯留部の栽培液を毛管現象により培地部内の粒子の底部に供給するとよい。栽培液供給機構が、このような貯留部及び送液部を備えることで、培地部と貯留部とを隔離しても培地部内に栽培液を容易かつ確実に供給することが可能となる。また、貯留部の栽培液を毛管現象により培地部内の粒子の底部に供給することで、栽培液が貯留部から培地部へ一方向的に送液されるので、貯留水を介した病害の水平伝播を防止できる。

[0017] 上記貯留部内の栽培液の水位又は塩分濃度を調節する機構を備えるとよい。このように、貯留部内の栽培液の水位又は塩分濃度を調節可能とすることで、作物の根部に対してかかる乾燥ストレス又は浸透圧ストレスを制御できるため、収穫する作物の糖度をより高めることができる。

[0018] 上記貯留部内の栽培液の温度を調節する温度調節機構を備えるとよい。このように、貯留部内の栽培液の温度を調節することで、作物の生育に適切な温度となるよう培地の温度を調節することができる。また、栽培液の温度調節に要する運転コストは、気温を調節するエアコン等の運転コストより低いので、従来のエアコン等により気温を調節する場合に比べて低コストで培地温度を調節することができる。また、培地温度は栽培液の温度と密接に連動するので、培地温度を調節し易い。

[0019] 上記枠体の少なくとも底部が遮根透水シートであることが好ましい。このように枠体の少なくとも底部を遮根透水シートとすることで、培地部内の作物の根部が貯留部に浸漬することを防ぐことができる。その結果、根腐れ防止及び水分ストレスの付与をより効果的に発揮させることができる。また、

貯留部の汚染を防ぐこともできる。

[0020] 上記粒子としては、土壌が好ましい。このように上記粒子を土壌とすることで、充填粒子が形成する層の中層部が毛管現象をより確実かつ効果的に発揮することができる。その結果、根腐れ防止及び水分ストレスの付与をより効果的に発揮させることができる。

[0021] 上記土壌としては、砂が好ましい。このように上記土壌として砂を用いることで、充填粒子が形成する層の中層部における気相の液相に対する比をより高めることができ、酸素供給能力を効果的に高めることができる。また、砂は土に比べて有機物含量が低く微生物生息数も少ないので根病が起こり難い。従って、水耕栽培で必要な栽培液の循環フィルター処理や、栽培装置の殺菌等を省略又は簡略化できる。さらに、砂は物理化学的に安定であるため、長年使用した場合でも連作障害が発生し難く継続的に使用でき、根病も起こり難い。また、砂は単粒構造であるため、団粒構造をとる他の土壌よりも毛管現象の再現性及び水の均一拡散性が高く、水分調節をし易い。その結果、低コストで高品質な作物を栽培することができる。ここで、「砂」とは、例えば未固結の破片の堆積物で孔隙に毛管水が保水される例えば直径が０．０１ｍｍ以上２ｍｍ以下の砕屑物を意味する。

[0022] 上記充填粒子が形成する層の毛管上昇高さとしては、３ｃｍ以上３００ｃｍ以下が好ましい。このような毛管上昇高さとすることで、装置設計の自由度を高められるほか、農作業の作業性を向上させることができる。

[0023] 上記粒子は、粒径０．１ｍｍ以上１ｍｍ以下の単粒を５０質量％以上含むことが好ましい。上記粒子をこのような構成とすることで、上記中層部が毛管現象をより効果的に発揮し、かつ中層部における気相の液相に対する比をさらに高めることで酸素不足による根腐れをより効果的に抑制することができる。ここで、「粒径」とは、ＪＩＳ－Ｚ８８０１－１（２００６）に規定される篩を用い、目開きの大きい篩から順に粒子をかけて篩上の粒子数と各篩の目開きとから算出される粒子の平均径である。

[0024] 上記粒子のタップ密度としては、１．００ｇ／ｃｍ^{3}以上３．００ｇ／ｃｍ

^{3}以下が好ましい。このように粒子のタップ密度を上記範囲内とすることで、上記中層部が毛管現象をより効果的に発揮することができ、かつ中層部における気相の液相に対する比をより高めることで酸素不足による根腐れをより効果的に抑制することができる。ここで、「タップ密度」とは、粉体の嵩密度を意味し、ＪＩＳ－Ｚ２５１２（２０１２）に準拠して測定される値である。

[0025] また、別の本発明の一態様に係る栽培方法は、作物を着生させた培地部に栽培液を供給する栽培方法であって、上記培地部が、枠体と、この枠体内に充填される粒子と、この充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される領域とを有し、上記領域を介して作物に栽培液を供給する栽培方法である。

[0026] 当該栽培方法は、枠体内の充填粒子が形成する層の毛管現象により栽培液が供給される領域から作物へ栽培液が供給されるので、栽培液の過剰な供給が避けられ、作物の根部に安定的に適度な水分ストレスをかけることができる。また、毛管現象により栽培液が供給される上記領域は、気相が液相に比べて大きく通気性に優れるので、酸素供給構造がなくとも、作物の根部に十分な酸素を供給でき根腐れを効果的に抑制できる。また、当該栽培方法は、上記領域で毛管現象が発現できる量の土壌等の粒子を枠体内に充填すればよいので、従来の土壌栽培に比べて土壌の使用量を大幅に低減でき、培地部を軽量化できる。これにより、当該栽培方法は、樹脂パイプ等の安価な材料で形成した足場の上に農地を設ける構成とでき、足場の調節により農地の高低差を容易に調整できる。

[0027] ［本発明の実施形態の詳細］

以下、本発明に係る栽培装置の実施形態について図面を参照しつつ詳説する。

[0028] 〔第一実施形態〕

図１に示す当該栽培装置１は、作物Ｐを着生させる培地部２と、この培地部２に栽培液を供給する栽培液供給機構２０とを主に備える。培地部２は、

枠体４と、この枠体４内に充填される充填粒子５と、この充填粒子５が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される栽培液供給領域６とを有する。また、栽培液供給機構２０は、栽培液を貯留する貯留部３と、栽培液を培地部２内の充填粒子５の底部に供給する送液部７とを有する。また、当該栽培装置１は、上記貯留部３内の栽培液の水位及び塩分濃度を調節する水位塩分濃度調節機構２１、遮根透水シート８、第一防水シート９ａ及び第二防水シート９ｂを備える。

[0029] ＜培地部＞

培地部２は、枠体４と、この枠体４内に充填される充填粒子５と、この充填粒子５が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される栽培液供給領域６とを有し、作物Ｐを着生させる部分である。

[0030] （枠体）

枠体４は、充填粒子５を保持すると共に、作物Ｐの根が枠体４外へ貫通することを防止する。

[0031] 枠体４は有底筒状体である。枠体４の平面形状としては、特に限定されないが、輸送の観点からは重ね合わせ可能な形状が好ましく、円形がより好ましい。また、枠体４の底部は遮根透水シート８で構成される。このように枠体４の少なくとも底部を遮根透水シート８とすることで、培地部２内の作物Ｐの根部が貯留部３に浸漬することを防止できる。

[0032] なお、枠体４の底部だけでなく、側部及び上部も遮根透水シート８とする構成としてもよいが、培地部２の保水性を高める観点からは底面のみを遮根透水シート８とすることが好ましい。

[0033] 枠体４の平均内径の下限としては、６ｃｍが好ましく、９ｃｍがより好ましい。一方、枠体４の平均内径の上限としては、２３ｃｍが好ましく、１５ｃｍがより好ましい。枠体４の平均内径が上記下限未満の場合、作物Ｐの根部が十分に広がることができず生育不良となるおそれがある。逆に、枠体４の平均内径が上記上限を超える場合、培地部２の質量が大きくなりすぎるおそれがある。なお、「平均内径」とは、枠体４の平面視内面形状と同面積の

円の直径（真円換算径）を枠体４の高さ方向で平均した値を意味する。

[0034] 枠体４の底部（遮根透水シート８）を除く部分を構成する材料としては、特に限定されないが、通気性と透水性とを有する紙、シート状の樹脂等が挙げられる。シート状の樹脂は織布でも不織布でもよく、その中でも多孔質樹脂フィルムが好ましく、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素樹脂製フィルムを延伸した多孔質樹脂フィルムがより好ましい。

[0035] 遮根透水シート８は、枠体４の底面部分のみに配設してもよいが、図１に示すように平面視で枠体４以外の領域にも敷設してもよい。遮根透水シート８は、透水性を有するため、このように敷設することで栽培液の送液を邪魔せずに、防水、遮光等の機能を奏する。なお、枠体４の底部と遮根透水シート８とは接着されていてもよいし、枠体４を遮根透水シート８の上に載置してもよい。

[0036] 遮根透水シート８の素材としては、特に限定されないが、例えば紙、織布等が挙げられる。

[0037] 遮根透水シート８の平均厚みの下限としては、０．１ｍｍが好ましく、０．２ｍｍがより好ましい。一方、遮根透水シート８の平均厚みの上限としては、５ｍｍが好ましく、３ｍｍがより好ましい。遮根透水シート８の平均厚みが上記下限未満の場合、遮根性が損なわれるおそれがある。逆に、遮根透水シート８の平均厚みが上記上限を超える場合、遮根透水シート８のコストが高くなりすぎるおそれがある。

[0038] （粒子）

枠体４内に充填される充填粒子５が形成する層の中層部及び下層部が、毛管現象を発現する栽培液供給領域６に含まれる。充填粒子５としては、充填により形成する層が毛管現象を発現するものであれば特に限定されないが、例えば土壌、パミスミサンド等の微粒軽石、多孔性の火山岩の粉砕粒、粒状のロックウール、コーラルサンド、サンゴ、木炭等が挙げられる。これらは２種以上を混合して用いてもよい。これらのうち、良好な毛管現象が確保され、また不要になった場合に自然土に返せる観点から、充填粒子５としては

土壌が好ましい。

[0039] 上記土壌としては、例えば市販の園芸用の培土、バーミキュライト、ベントナイト、ゼオライト、砂、鹿沼土、赤玉土、真砂土等が挙げられる。これらの中でも、砂が好ましい。上記土壌として砂を用いることで、気相の液相に対する比をより高めて、酸素供給能力を効果的に高めることができる。これにより、酸素供給構造がなくとも、酸素不足による根腐れを効果的に抑制することができる。また、砂は一般的な培土に比べて有機物含量が低く微生物生息数も少ないので根病が起こり難い。

[0040] 充填粒子５の単粒の粒径の下限としては、０．１ｍｍが好ましく、０．１５ｍｍがより好ましい。一方、上記粒径の上限としては、１ｍｍが好ましく、０．６ｍｍがより好ましい。上記粒径が上記下限未満の場合、栽培液供給領域６の空隙部分が少なくなりすぎて過湿になり雑菌が繁殖し易くなるおそれがある。逆に、上記粒径が上記上限を超える場合、栽培液供給領域６の空隙が大きくなりすぎて毛管現象が弱くなり、所定の量の栽培液を根部に給水できなくなるおそれがある。

[0041] 充填粒子５の粒径０．１ｍｍ以上１ｍｍ以下の単粒の含有割合の下限としては、５０質量％が好ましく、８０質量％がより好ましい。上記単粒の含有割合が上記下限未満の場合、栽培液供給領域６が発揮する毛管現象が弱くなり、所定の量の栽培液を根部に給水できなくなるおそれがある。

[0042] 充填粒子５を構成する粒子のタップ密度の下限としては、１．００ｇ／ｃｍ^{3}が好ましく、１．６５ｇ／ｃｍ^{3}がより好ましく、１．７０ｇ／ｃｍ^{3}がさらに好ましい。一方、上記粒子のタップ密度の上限としては、３．００ｇ／ｃｍ^{3}が好ましく、１．８５ｇ／ｃｍ^{3}がより好ましく、１．８３ｇ／ｃｍ^{3}がさらに好ましい。上記粒子のタップ密度が上記下限未満の場合、栽培液供給領域６の空隙が大きくなりすぎて毛管現象が弱くなり、所定の量の栽培液を根部に給水できなくなるおそれがある。逆に、上記粒子のタップ密度が上記上限を超える場合、栽培液供給領域６の空隙部分が少なくなりすぎて過湿になり雑菌が繁殖し易くなるおそれがある。

[0043] 充填粒子５が形成する層の毛管上昇高さの下限としては、３ｃｍが好ましく、１０ｃｍがより好ましく、２０ｃｍがさらに好ましい。一方、充填粒子５が形成する層の毛管上昇高さの上限としては、３００ｃｍが好ましく、２００ｃｍがより好ましく、４０ｃｍがさらに好ましい。充填粒子５が形成する層の毛管上昇高さを上記範囲とすることで、装置設計の自由度を高められるほか、農作業の作業性を向上させることができる。充填粒子５が形成する層の毛管上昇高さが上記下限未満の場合、作物Ｐの根部に栽培液を給水できず作物Ｐが生育不良となるおそれがある。逆に、充填粒子５が形成する層の毛管上昇高さが上記上限を超える場合、根部に水分ストレスを与え難くなるおそれがある。

[0044] なお、毛管上昇高さ（ｍ）ｈは、栽培液の表面張力（Ｎ／ｍ）をＴ、栽培液の接触角（°）をθ、栽培液の密度（ｋｇ／ｍ^3）をρ、重力（ｍ／ｓ^2）をｇ、充填粒子５の質量１０％粒子径（ｍ）をｒとすると、下記式（１）で求められる。ここで、「質量１０％粒子径」とは、ＪＩＳ－Ａ１２０４（２００９）「土の粒度試験方法」に準拠して、粒径加積曲線から読み取られる通過質量百分率が１０％のときの粒径Ｄ（１０％粒径D_{10}）を意味する。

$$h = 2T\cos\theta / \rho g r \quad \cdots (1)$$

[0045] １つの枠体４において、栽培液供給領域６の枠体４の底面からの高さが０ｃｍの位置における栽培液の平均流速の下限としては、０．２Ｌ／ｈｒが好ましく、０．３Ｌ／ｈｒがより好ましい。上記栽培液の平均流速が上記下限未満であると、作物Ｐが必要な吸水速度に満たないため、水切れにより作物Ｐが枯れるおそれがある。なお、平均流速とは、枠体４の底面を通過して栽培液供給領域６に至る栽培液の通過量（Ｌ）を５つ以上の独立した枠体４で測定して得られる数値の平均値である。

[0046] 栽培液供給領域６における栽培液の平均流速が十分に大きい条件では、栽培液供給領域６に作物Ｐの吸水速度が平均流速以下となる地点が存在するため、作物Ｐは際限なく吸水する（このときの吸水量を最大吸水日量という）

。この状態から後述する貯留部３の液面の水位を少しずつ下げていくと、徐々に給水速度が低下して吸水に制限が掛かる（このときの吸水量を制限吸水日量という）。当該栽培装置１では作物Ｐの吸水日量は水消費日量から概算できるため、吸水量を任意の割合に制限できる。栽培液の平均流速が制限されても給水は継続するため、給水量を制限する場合と比べて培地部２は乾燥し難く、根部が傷むおそれは小さい。給水速度制限による培地部２の保水量の低下は、培地部２の重量の低下によっても計測できる。そのため、管理者は高価な水分センサーがなくとも水分を管理できる。

[0047] 充填粒子５の充填高さの下限としては、１ｃｍが好ましく、３ｃｍがより好ましく、５ｃｍがさらに好ましい。一方、充填粒子５の充填高さの上限としては、５０ｃｍが好ましく、３０ｃｍがより好ましく、１５ｃｍがさらに好ましい。充填粒子５の充填高さが上記下限未満の場合、作物Ｐの根が栽培液供給領域６の毛管構造を破壊することにより、生育不良となるおそれがある。逆に、充填粒子５の充填高さが上記上限を超える場合、培地部２の質量が大きくなりすぎるおそれがある。

[0048] 栽培液供給領域６の栽培液の保水量の下限としては、０．０４Ｌが好ましく、０．０５Ｌがより好ましく、０．１０Ｌがさらに好ましい。一方、栽培液供給領域６の栽培液の保水量の上限としては、２Ｌが好ましく、１．５Ｌがより好ましく、０．６Ｌがさらに好ましい。栽培液供給領域６の栽培液の保水量が上記下限未満の場合、当該栽培装置１の故障等により貯留部３からの給水が失われた場合に、作物Ｐが全滅するリスクが高くなる場合がある。逆に、栽培液の保水量が上記上限を超える場合、培地部２の質量が大きくなるおそれや、保水量の調節が困難となるおそれがある。なお、保水量とは、保水状態の培地部２の質量から乾燥状態の培地部２の質量を引いた値を体積換算したものをいう。

[0049] ＜栽培液供給機構＞

栽培液供給機構２０は、栽培液を貯留する貯留部３と、培地部２及び貯留部３間に配設される送液部７とを有する。

[0050] （送液部）

送液部７はシート体である。送液部７は、培地部２及び貯留部３間に、その一部が後述の貯留部３内に浸漬されるように配設されており、貯留部３の栽培液を毛管現象により揚水し、遮根透水シート８を介して培地部２内の充填粒子５の底部に供給する。栽培液供給機構２０が送液部７を有することで、培地部２と貯留部３とを隔離しても培地部２内に栽培液を容易かつ確実に供給することが可能となる。

[0051] 送液部７は、毛管現象により栽培液を揚水し、充填粒子５の底部に供給できるものであれば特に制限されないが、例えば不織布、ロックウールシート、フェルトシート、ウレタンシート等が挙げられる。これらのうち、適度な毛管現象の発現及び適切な吸水率を発揮させる観点から、不織布が好ましい。

[0052] 送液部７の透水率の下限としては、０．０１％が好ましく、１％がより好ましい。一方、送液部７の透水率の上限としては、４０％が好ましく、３０％がより好ましい。送液部７の透水率が上記下限未満の場合、培地部２内の充填粒子５の底部に供給される栽培液の量が不十分となるおそれがある。逆に、送液部７の透水率が上記上限を超える場合、送液部７ひいては当該栽培装置１のコストが高くなりすぎるおそれがある。ここで、透水率とは、平面状の送液部７の表面から水を散布した際に送液部７の裏面へ通過した水の比率をあらわす。

[0053] 送液部７の平均厚みの下限としては、０．５ｍｍが好ましく、０．７ｍｍがより好ましい。一方、送液部７の平均厚みの上限としては、２ｍｍが好ましく、１．５ｍｍがより好ましい。送液部７の平均厚みが上記下限未満の場合、送液部７の強度が低下し破断するおそれがある。逆に、送液部７の平均厚みが上記上限を超える場合、送液部７のコストが高くなるおそれがある。

[0054] 送液部７の揚水高さの下限としては、３ｃｍが好ましく、１０ｃｍがより好ましく、２０ｃｍがさらに好ましい。一方、送液部７の揚水高さの上限としては、３００ｃｍが好ましく、２００ｃｍがより好ましく、４０ｃｍがさ

らに好ましい。送液部７の揚水高さが上記下限未満の場合、培地部２内の充填粒子５の底部に供給される栽培液の量が不十分となり水切れが起こるおそれがある。逆に、送液部７の揚水高さが上記上限を超える場合、送液部７のコストが高くなるおそれがある。ここで、揚水高さとは、以下の手法で測定される。まず、送液部７を幅４ｃｍ、長さ１２０ｃｍに切断したシートを平均厚み０．０３ｍｍのポリエチレンフィルムで被覆（熱圧着で袋状としたフィルムにシートを挿入して周りを被覆）したものを測定サンプルとし、鉛直に測定サンプルを吊り下げられるようにした架台にセットする。このとき、上部及び下部を５ｃｍ開放して液面に接しておくようにする。そして、２４時間で液面から揚水した高さを５回測定した値の平均値を揚水高さとする。

[0055] （貯留部）

貯留部３は、栽培液を保持する非透水性の貯留槽から構成される。貯留部３は培地部２と離間して配設される。具体的には、貯留部３は、培地部２の下方かつ平面視で培地部２と重複しない領域に配設されている。このような領域に貯留部３を配設することで、作物Ｐの根が貯留部３に侵入することをより確実に防止できると共に、複数の培地部２で１つの貯留部３を共有することができる。なお、貯留部３の貯留槽は、上方が開放され栽培液の供給を容易にすると共に、底面及び側面には第二防水シート９ｂが敷設され栽培液の漏出を防止している。第一防水シート９ａと第二防水シート９ｂとは一枚のシートから形成されてもよい。

[0056] 貯留部３内には送液部７の一部が浸漬されており、栽培液はこの送液部７を介して培地部２内の充填粒子５の底部に供給される。栽培液は貯留部３から培地部２へ一方向的に送液されるため、水耕栽培に見られる貯留水を介した病害の水平伝播を防止できる。

[0057] 貯留部３が保持する栽培液は、肥料を含むことが好ましい。肥料は、貯留部３において雑菌が繁殖することを抑制できる観点から、化学肥料を含むことが好ましい。なお、肥料は、栽培液だけでなく、培地部２内に直接与えてもよい。

[0058] 貯留部３の上部は、遮光材で遮光されていることが好ましい。この遮光材としては、例えば遮根透水シート８、第一防水シート９ａ等を使用できる。このように貯留部３が遮光されることで、貯留部３において藻が繁殖することを抑制することができる。加えて、当該栽培装置１においては、貯留部３の保持する栽培液が作物Ｐの根に直接接触しない。これらの相乗効果で、貯留部３は清潔な状態が保たれており、栽培液はフィルター処理せずとも雑菌の繁殖が抑制されている。

[0059] ＜防水シート＞

第一防水シート９ａは、培地部２設置領域以外の領域の遮根透水シート８及び送液部７の上面側に積層されるシートであり、栽培液の蒸発、漏出した栽培液等が貯留部３に混入すること等を防止する。また、上述したように、第一防水シート９ａは、遮光材としての機能も発揮することができる。

[0060] 第二防水シート９ｂは、遮根透水シート８と送液部７又は貯留部３との下面側に積層されるシートであり、当該栽培装置１を例えば地表と隔離することで、漏出した栽培液が地下に浸透することを防止できる。

[0061] 第一防水シート９ａ及び第二防水シート９ｂとしては、水と作物Ｐの根とを通さないものであれば特に限定されないが、例えばポリオレフィン系フィルム、フッ素樹脂系フィルム、生分解性プラスチックフィルム等を使用することができる。

[0062] ＜水位塩分濃度調節機構＞

水位塩分濃度調節機構２１は、培地部２の充填粒子５中に埋め込まれた水分センサー１１及び水分張力センサー１２と、これらのセンサーの測定値に基づいて貯留部３へ継ぎ足し供給する栽培液の供給量及び塩分濃度を調節する制御部１３とを有する。

[0063] 水分センサー１１は、培地部２が保持する水分量を検出し、水分張力センサー１２は、充填粒子５間の水分張力を検出する。制御部１３は、培地部２内の水分量及び充填粒子５間の水分張力に基づいて、作物Ｐに適した乾燥ストレスがかかるように、供給管１４から貯留部３への栽培液の供給量を制御

し、貯留部３内の栽培液の水位を調節する。貯留部３内の栽培液の水位を上下させることで毛管上昇後の培地部２内の液面高さを調節することができる。従って、このように貯留部３内の栽培液の水位を調節することで、高糖度処理のための乾燥ストレスをかけることができ、作物Ｐの食味の向上を図ることができる。

[0064] 従来の水耕栽培では作物への栽培液の供給量を減少させるよう制御することは困難であったが、当該栽培装置１では、培地部２内の水分量及び充填粒子５間の水分張力に基づいて毛管上昇後の培地部２内の液面高さを調節できるので、作物Ｐへの栽培液の供給量を減少させるように調節することができる。

[0065] また、制御部１３は、培地部２内の水分量及び充填粒子５間の水分張力に基づいて、作物Ｐに適した浸透圧ストレスがかかるように、供給管１４から貯留部３へ供給する栽培液に添加する塩分の量を調節する。これにより、作物Ｐの根部に対する栽培液の浸透圧を調節できるので、高糖度処理のための浸透圧ストレスをかけることができ、作物Ｐの食味の向上を図ることができる。なお、このように栽培液に塩分を添加する場合、作物Ｐの根部から吸収される栽培液の塩分濃度を調節するだけの量の塩分を添加すればよいので、従来の水耕栽培で塩分を直接添加する場合に比べて塩分の使用量を低減できる。

[0066] 当該栽培装置１は、このように水位調節と共に塩分濃度を調節するので、より少ない塩分の添加量で、効果的に作物Ｐに対して水分ストレスをかけることができる。

[0067] ［栽培方法］

当該栽培方法は、作物Ｐを着生させた培地部に栽培液を供給する栽培方法であって、上記培地部２が、枠体４と、この枠体４内に充填される充填粒子５と、この充填粒子５が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される栽培液供給領域６とを有し、上記栽培液供給領域６を介して作物Ｐに栽培液を供給する栽培方法である。

[0068] 当該栽培方法は、より具体的には、送液部７によって培地部２に栽培液を供給する工程（栽培液供給工程）と、培地部２に供給する栽培液を保持する貯留部３の水位の調節により作物Ｐに乾燥ストレスをかける工程（乾燥ストレス工程）と、培地部２に供給する栽培液の塩分濃度の調節により作物Ｐに浸透圧ストレスをかける工程（浸透圧ストレス工程）とを備える。

[0069] ＜栽培液供給工程＞

栽培液供給工程では、送液部７が貯留部３で保持される栽培液を培地部２の底部まで送液する。この栽培液は、枠体４内の充填粒子５が形成する層の毛管現象により培地部２の栽培液供給領域６へ供給される。具体的には、栽培液を保持する貯留部３から、送液部７の毛管現象により栽培液を揚水し、遮根透水シート８を介して培地部２内の充填粒子５の底部へ供給する。そして、充填粒子５の底部へ送液された栽培液は、充填粒子５が形成する層の毛管現象によって栽培液供給領域６を介して作物Ｐの根部へ供給される。

[0070] 栽培液供給工程では、培地部２への栽培液の供給状態に従って作物Ｐに適した供給量の栽培液を貯留部３に継ぎ足す。具体的には、水分センサー１１及び水分張力センサー１２により培地部２内の水分量及び充填粒子５間の水分張力を検出し、これらの検出結果に基づいて制御部１３が栽培液を貯留部３へ継ぎ足し供給する。これにより、作物Ｐに連続的に栽培液を供給することができる。

[0071] ＜乾燥ストレス工程＞

乾燥ストレス工程では、培地部２への栽培液の供給状態に従って栽培液を保持する貯留部３の水位を調節し、この水位の調節により乾燥ストレスをかける。具体的には、水分センサー１１及び水分張力センサー１２により培地部２内の水分量及び充填粒子５間の水分張力を検出し、これらの検出結果に基づいて制御部１３が貯留部３へ継ぎ足す栽培液の供給量を調節する。この貯留部３への栽培液の供給量の調節により、貯留部３内の栽培液の水位を調節する。このようにして貯留部３内の栽培液の水位を上下させることで毛管上昇後の培地部２内の液面高さを調節し、作物Ｐに対して適切な乾燥ストレ

スをかける。

[0072] ＜浸透圧ストレス工程＞

浸透圧ストレス工程では、培地部２への栽培液の供給状態に従って培地部２に供給する栽培液の塩分濃度を調節し、この栽培液の塩分濃度の調節により浸透圧ストレスをかける。具体的には、水分センサー１１及び水分張力センサー１２により培地部２内の水分量及び充填粒子５間の水分張力を検出し、これらの検出結果に基づいて制御部１３が貯留部３へ供給する栽培液に添加する塩分の量を調節する。これにより、作物Ｐの根部に対する栽培液の浸透圧を調節し、作物Ｐに対して適切な浸透圧ストレスをかける。

[0073] ＜利点＞

当該栽培装置は、枠体内の充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象を発現して栽培液が培地部内に供給される栽培液供給領域を有するので、栽培液の過剰な供給が避けられ、作物の根部に安定的に適度な水分ストレスをかけることができる。また、毛管現象により栽培液が供給される栽培液供給領域は、気相が液相に比べて大きく通気性に優れるので、当該栽培装置は、酸素供給構造がなくとも、酸素不足による根腐れを効果的に抑制することができる。

[0074] また、当該栽培装置は、栽培液供給領域で毛管現象が発現できる量の土壌等の粒子を枠体内に充填すればよく、従来の土壌栽培に比べて土壌の使用量を大幅に低減できるので、培地部を軽量化できる。これにより、当該栽培装置は、樹脂パイプ等の安価な材料で形成した足場の上に農地を設ける構成とすることができ、足場の調節により農地の高低差を容易に調整できる。

[0075] また、当該栽培装置は下方灌水であるため、上方灌水より節水である。これは培地部の上層の保水量が比較的低く蒸発が起こり難いためである。このように蒸発が起こり難いため、温室の湿度管理と灌水管理とが干渉し難い。当該栽培装置では貯留部の貯留槽が非透水性であるためさらに節水であり、排水のない完全閉鎖的な栽培装置が構築可能である。また、蒸発による水分の流亡が極めて小さいため、栽培液の消費量をほぼ正確に計測でき、吸水量

を通じた植物生育の定量化が可能となる。さらに、このように培地部からの蒸発量が小さく、培地部に保たれた水分に塩類が溶出するため、上方灌水や毛管水耕に比べ塩類集積が起こり難いというメリットがある。また、培地部をフラッシングすることも容易である。

[0076] また、当該栽培装置は、培地量を最小化することで、培地部に保持される栽培液の消費速度を高めることができ、貯留部中の栽培液と培地部中の栽培液とがほぼ均質となる。これにより他の培地耕に比べて栽培液の変更の影響も即座に得ることができ、培地部中のｐＨの調整等が容易となる。

[0077] 〔第二実施形態〕

図２に示す当該栽培装置３１は、作物Ｐを着生させる培地部３２と、この培地部３２に栽培液を供給する栽培液供給機構とを主に備える。培地部３２は、枠体３４と、この枠体３４内に充填される充填粒子３５と、この充填粒子３５が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される栽培液供給領域３６とを有する。なお、栽培液供給機構は、栽培液を貯留する貯留部３３により構成される。また、当該栽培装置３１は、上記貯留部３３内の栽培液の水位を調節する水位調節機構３８と、貯留部３３内の栽培液の温度を調節する温度調節機構とを備える。

[0078] 第一実施形態の栽培装置１は、貯留部３と培地部２とが隔離されていたのに対し、当該栽培装置３１は、貯留部３３と培地部３２とを隔離せず、栽培液供給機構が送液部を有していない点が第一実施形態の栽培装置１と異なる。なお、当該栽培装置３１は、送液部を有していないので、栽培装置１が備える遮根透水シート８、第一防水シート９ａ及び第二防水シート９ｂなどは備えない。以下、第一実施形態の栽培装置１と異なる点について説明する。

[0079] ＜培地部＞

培地部３２は、枠体３４と、この枠体３４内に充填される充填粒子３５と、この充填粒子３５が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される栽培液供給領域３６とを有し、作物Ｐを着生させる部分である。

[0080] 枠体３４は、栽培液が通過し充填粒子３５は通過しない複数の微小な貫通孔が底部に形成されており、貯留部３３の底に配設された複数の台３７の上に載置されている。この枠体３４は、底部が栽培液に浸漬しており、充填粒子３５の浸漬部分は栽培液が侵入した栽培液浸潤層となり、充填粒子３５の栽培液浸潤層の上方が全て栽培液供給領域３６となる。当該栽培装置３１は、栽培液浸潤層において酸素が不足しがちであるため、作物Ｐの根は栽培液浸潤層に伸長し難い。

[0081] なお、枠体３４の底部を除く部分、例えば側面を構成する材料としては、特に限定されないが、第一実施形態の枠体４の底部を除く部分、例えば側面と同様の材料を用いることができる。すなわち、通気性と透水性とを有する紙、シート状の樹脂等が挙げられる。シート状の樹脂は織布でも不織布でもよく、その中でも多孔質樹脂フィルムが好ましく、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素樹脂製フィルムを延伸した多孔質樹脂フィルムがより好ましい。

[0082] ＜栽培液供給機構＞

栽培液供給機構は、栽培液を貯留する貯留部３３で構成される。

[0083] （貯留部）

貯留部３３は、底に複数の台３７が配設され、これらの台３７の上に培地部３２が載置される。貯留部３３には、所定の水位の栽培液が保持され、枠体３４の底部がこの栽培液に浸漬するように培地部３２が貯留部３３内に載置される。なお、１つの貯留部３３内に複数の培地部３２が載置されることが好ましい。１つの貯留部３３内に複数の培地部３２を載置することで、これらの複数の培地部３２に対する乾燥ストレスを同時かつ同等に調節できる。

[0084] ＜水位調節機構＞

水位調節機構３８は、貯留部３３内に付設された水位計３９と、水位計３９で検出される水位に基づいて貯留部３３への栽培液の供給量を調節する制御部４０とを備える。

[0085] 水位計３９は、貯留部３３内の栽培液の水位を検出し、その検出結果を制御部４０へ通知する。

[0086] 制御部４０は、水位計３９で検出された水位に基づいて貯留部３３へ補充すべき栽培液の供給量を求め、供給管４１より栽培液を供給する。例えば、貯留部３３内の水位が常に一定になるように制御部４０が栽培液の供給量を制御することで、栽培液を自動供給でき、管理者の水やりの手間の省力化を図ることができる。

[0087] また、制御部４０による貯留部３３への栽培液の供給量の制御により、乾燥ストレスをかけるように貯留部３３の水位を調節してもよい。上述したように、貯留部３３内の栽培液の水位を上下させることで毛管上昇後の培地部３２内の液面高さを調節できるので、貯留部３３への栽培液の供給量を制御することで、作物Ｐに対して適切な乾燥ストレスをかけることができる。

[0088] また、制御部４０により、貯留部３３へ供給する栽培液に添加する塩分の量を調節してもよい。制御部４０は、水位計３９で検出された水位から貯留部３３内に保持される栽培液量を検出できるので、この栽培液量から作物Ｐに適した浸透圧ストレスがかかるような塩分の添加量を求めることができる。これにより、作物Ｐの根部に対する栽培液の浸透圧を調節できるので、作物Ｐに対して適切な浸透圧ストレスをかけることができる。なお、浸透圧ストレスを調節する場合、第一実施形態の栽培装置１のように培地部３２内の水分量及び充填粒子３５間の水分張力を検出できる機構を備えることにより、より適切な浸透圧をかけることができる。

[0089] ＜温度調節機構＞

温度調節機構は、例えば培地部３２の充填粒子３５に埋め込まれて配設される温度計４２と、制御部４０に配設され、制御部４０から貯留部３３へ供給する栽培液を加熱するヒーター４３とを備える。

[0090] 発明者らは、後述する培地温度調査により、培地部の温度が温室内の気温よりも栽培液の温度に密接に連動することを見出した。これにより、従来のエアコン等で温室内の気温を調節するよりも、培地部へ供給する栽培液の温

度を調節する方が、培地部の温度を効率よく調節できることを見出した。上記温度調節機構は、この知見に基づき、培地部内の温度を調節するために付設した機構であり、栽培液の温度を調節する機構である。

[0091] 制御部４０は、温度計４２で検出される培地部３２の温度に基づいて、作物Ｐの根部に供給される栽培液の温度が適切な温度となるよう、ヒーター４３を制御して貯留部３３へ供給する栽培液の温度を調節すると共に、その温度調節した栽培液を貯留部３３へ供給する。上述したように、培地部３２の温度は栽培液の温度に密接に連動するので、このように貯留部３３へ供給する栽培液の温度を調節することで、培地部３２に供給される栽培液の温度が調節され、これにより培地部３２内の温度を精度よく調節できる。従って、このような温度調節機構を備えることで、従来のエアコン等での温室内の気温調節による培地部の温度調節に比べて容易かつ効果的に培地部３２内の温度を調節できる。

[0092] ＜利点＞

当該栽培装置は、栽培液供給機構として送液部を有していないので、簡易な構成とでき、設備コストを低減できる。また、当該栽培装置は、水位計により貯留部の水位を検出するので、精度よく貯留部の水位を調節できる。

[0093] また、当該栽培装置は、温度調節機構により栽培液の温度を調節することで培地部の温度を調節する。これにより、当該栽培装置は、従来のエアコン等での温室内の気温調節による培地部の温度調節に比べて低コストで運転でき、作物の栽培コストを低減できる。

[0094] ［その他の実施形態］

今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

[0095] 上記第一実施形態では送液部７としてシート体を用いたが、貯留部３内の栽培液を培地部２に供給できれば送液部７はシート体に限定されない。例え

ば、送液部７として貯留部３と培地部２とに接続される板状や筒状の供給路を用いてもよい。また、送液部７として、上記充填粒子５として好適に用いられるものを含む構造体を用いてもよい。つまり、例えば土壌、パミスサンド等の微粒軽石、多孔性の火山岩の粉砕粒、粒状のロックウール、コーラルサンド、サンゴ、木炭等の板状や筒状等への成形や、筒状の枠内への充填等により栽培液の通過で崩れない形状の構造体とし、この構造体を介して貯留部３と培地部２の底部とを接続してもよい。

[0096] また、上記実施形態においては、制御部により乾燥ストレス及び浸透圧ストレスを調節する栽培装置について説明したが、制御部を備えない栽培装置も本発明の意図する範囲内である。当該栽培装置は、制御部を備えていなくても、枠体内の充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象を発現して栽培液が培地部内に供給される領域を有するので、栽培液の過剰な供給が避けられ、作物の根部に安定的に適度な水分ストレスをかけることができ、かつ酸素不足による根腐れを効果的に抑制することができる。

[0097] また、上記第一実施形態において制御部１３により作物Ｐに加える乾燥ストレス及び浸透圧ストレスは、同時に加えてもよいし、それぞれを作物Ｐに適した別々のタイミングで加えてもよい。また、当該栽培装置は、乾燥ストレス及び浸透圧ストレスのいずれか一方のみを加える構成としてもよい。

[0098] また、上記第一実施形態では、水位塩分濃度調節機構２１として水分センサー１１及び水分張力センサー１２を備える構成について説明したが、上記第二実施形態のように、水位塩分濃度調節機構が水位計と貯留部への栽培液の供給量を制御する制御部とを備える構成としてもよい。例えば貯留部内に水位計を付設し、この水位に基づいて貯留部へ供給する栽培液量を調節することにより、作物Ｐにかかる乾燥ストレス及び浸透圧ストレスを調節する。水位塩分濃度調節機構として水位計を用いる場合、水分センサー及び水分張力センサーを用いる場合に比べて、検出対象が可視的で検出し易く、かつ低コストで設置できる。

[0099] また、上記第一実施形態では、遮根透水シート８、第一防水シート９ａ及

び第二防水シート９ｂを備える栽培装置１について説明したが、これらを備えない構成の栽培装置も本発明の意図する範囲内である。

実施例

[0100] 以下、実施例によって本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0101] ＜生育評価＞

実施例として、４ｃｍの高さの砂（粒径０．１５ｍｍ～０．６ｍｍである砂粒子が８０質量％以上）をポット枠体に詰めた培地部にトマト苗を植え、３ｃｍの水面高さの栽培液を保持する貯留部に培地部の下方を浸漬し、２ヶ月以上静置した。この際、水耕栽培では必要とされる酸素供給などは行わず、水位維持のための栽培液の給液を継続した。その結果、２ヶ月経過後もトマトは根腐れすることなく成長し着果した。

[0102] 比較例の水耕栽培では、溶存酸素の確保による根呼吸の維持と雑菌の繁殖防止が最重視され、水分管理の大きな手間が必要となる。これに対し、上記実施例の栽培方法では、酸素供給設備、除菌設備及び水分管理の手間を省略できる。

[0103] ＜培地量評価＞

底面部に複数の貫通孔を有する高さ３０ｃｍの円柱状のポット枠体に砂（粒径０．１５ｍｍ～０．６ｍｍである砂粒子が８０質量％以上）４．３Ｌを充填した培地部にトマト苗を植え、実施例としての試験Ｎｏ．１の評価苗とした。２個の試験Ｎｏ．１の評価苗について、水面高さ２ｃｍの栽培液を保持する貯留部に培地部の底部を浸漬し２ヶ月静置した。その後、栽培液への塩分の添加により浸透圧ストレスをかけて高糖度処理を１ヶ月実施し、合計３０個の果実を収穫した。それぞれの評価苗で収穫した果実について、糖度（Ｂｒｉｘ値）を測定すると共に収量換算値（ｔ／１０００ｍ^2／年）を求めた。図３に、これらの平均収量換算値（ｔ／１０００ｍ^2／年）及び平均糖度（°Ｂｘ）をそれぞれ棒グラフ及び黒点で示す。なお、図３中のエラーバーは標準偏差を示している。

[0104] ポット枠体を高さ２５ｃｍの円柱状のものとしたこと以外は試験Ｎｏ．１の評価苗と同様としたものを実施例としての試験Ｎｏ．２の評価苗とした。２個の試験Ｎｏ．２の評価苗について合計２７個の果実を収穫し、試験Ｎｏ．１の評価苗と同様の評価を実施した。

[0105] ポット枠体を高さ２０ｃｍの円柱状のものとしたこと以外は試験Ｎｏ．１の評価苗と同様としたものを実施例としての試験Ｎｏ．３の評価苗とした。２個の試験Ｎｏ．３の評価苗について合計２８個の果実を収穫し、試験Ｎｏ．１の評価苗と同様の評価を実施した。

[0106] 実施例としての試験Ｎｏ．４では、上部５ｃｍが円柱状で、下部１０ｃｍが厚み方向が水平方向となるよう立設された板状であり、下部が窄まった形状の高さ１５ｃｍのポット枠体を用いた。このポット枠体に砂を充填してトマト苗を植えた。ポット枠体上部の円柱状部分に充填された砂は０．５Ｌであった。１個の試験Ｎｏ．４の評価苗について、このポット枠体を貯留部の底に載置し、ポット枠体の円柱状の最下位置が、水面高さ２ｃｍの栽培液を保持する貯留部の水面の８ｃｍ上方の位置となるように配置した。このようにして、ポット枠体の下部に板状に充填された砂の毛管現象によって栽培液が上記円柱状の培地部へ揚水されるようにした。なお、ポット枠体の下部に充填された板状の砂の平均厚みは、１ｃｍであった。この試験Ｎｏ．４の評価苗について１４個の果実を収穫し、試験Ｎｏ．１の評価苗と同様の評価を実施した。

[0107] 底面部に複数の貫通孔を有する高さ２０ｃｍの円柱状のポット枠体に砂２．２Ｌを充填した培地部にトマト苗を植え、実施例としての試験Ｎｏ．５の評価苗とした。２個の試験Ｎｏ．５の評価苗について、ポット枠体の底面の位置が、水面高さ２ｃｍの栽培液を保持する貯留部の水面の７ｃｍ上方の位置となるように配置した。そして、ポット枠体の底面と貯留部の栽培液の水面との間に不織布を配設し、この不織布での毛管現象によって栽培液が培地部へ揚水されるようにした。これらの試験Ｎｏ．５の評価苗について合計２９個の果実を収穫し、試験Ｎｏ．１の評価苗と同様の評価を実施した。

[0108] 試験Ｎｏ．１で用いたものと同種の砂を土壌としてトマト苗を植え、比較例としての試験Ｎｏ．６の評価苗とした。１４個の試験Ｎｏ．６の評価苗について、従来の土壌栽培により、高糖度処理を行わずに３ヶ月栽培し、合計１９５個の果実を収穫した。これらの試験Ｎｏ．６の評価苗について、試験Ｎｏ．１の評価苗と同様の評価を実施した。

[0109] 試験Ｎｏ．１で用いたものと同種の砂を土壌としてトマト苗を植え、比較例としての試験Ｎｏ．７の評価苗とした。１２個の試験Ｎｏ．７の評価苗について、従来の土壌栽培により、２ヶ月後から高糖度処理を１ヶ月実施し、合計１６２個の果実を収穫した。これらの試験Ｎｏ．７の評価苗について、試験Ｎｏ．１の評価苗と同様の評価を実施した。

[0110] ［評価結果］

図３の結果より、試験Ｎｏ．１～試験Ｎｏ．５の実施例と高糖度処理を実施しない従来の土壌栽培（試験Ｎｏ．６）とを比較すると、試験Ｎｏ．６の果実の平均糖度が６．２°Ｂｘであったのに対し、試験Ｎｏ．１～試験Ｎｏ．５では平均糖度６．７°Ｂｘ以上７．５°Ｂｘ以下という高糖度の果実を生産できることを確認できた。

[0111] 一方、高糖度処理を行った従来の土壌栽培（試験Ｎｏ．７）で収穫した果実の平均糖度は７．８°Ｂｘと高かったものの、その平均収量換算値は１２．５ｔ／１０００ｍ^2／年と比較的小さかった。これに対し、試験Ｎｏ．１～試験Ｎｏ．５の実施例における平均収量換算値は２０．８ｔ／１０００ｍ^2／年以上であり、試験Ｎｏ．７の１．６倍以上の収量が得られることがわかった。これらのことから、試験Ｎｏ．１～試験Ｎｏ．５の栽培方法により、高糖度処理との兼ね合いで多少収量を犠牲にしてもそれを補う高糖度の果実を生産できること、すなわち糖度及び収量を高次元でバランスさせて作物を栽培できることがわかった。

[0112] また、砂の充填量を０．５Ｌとした超小型のポット枠体を用いた試験Ｎｏ．４における平均収量換算値は２１．４ｔ／１０００ｍ^2／年であり、従来の土壌栽培と同等の果実の収量が得られることがわかった。なお、従来の土壌

栽培では、１ベッド（１０００ｍｍ×６００ｍｍ×７０ｍｍ）当たり平均２．７５株の苗を植え４２Ｌの砂を使用する。つまり、従来の土壌栽培では１株当たり１５．３Ｌの砂を使用するので、試験Ｎｏ．４の超小型のポット枠体を用いることにより、従来の土壌栽培における砂の使用量を９６．７％低減できるといえる。

[0113] ＜農地高低差評価＞

第一実施形態の栽培装置を用いて、農地高低差による作物の生育状態を評価した。具体的には、図４に示すような足場の上に設けた２５ｍ長の農地５０を用いて、この農地５０の長手方向の両端部及び中央部の３箇所に、本葉５枚又は６枚が展開したトマト苗を植えた第１ポット枠体５１ａ、第２ポット枠体５１ｂ、第３ポット枠体５１ｃを載置した。そして、第三花房が確認できるまでこれらのトマト苗を栽培した。栽培した期間は４３日間である。各ポット枠体の鉛直方向高さは、農地５０の長手方向の一端側に載置した第１ポット枠体５１ａ、農地５０の長手方向中央部に載置した第２ポット枠体５１ｂ、農地５０の長手方向の他端側に載置した第３ポット枠体５１ｃの順に高くなっており、第１ポット枠体５１ａと第３ポット枠体５１ｃとの高低差は約３ｃｍであった。

[0114] 上記３つのポット枠体：第１ポット枠体５１ａ、第２ポット枠体５１ｂ、第３ポット枠体５１ｃに植えたトマト苗について、農地５０内の載置箇所の違いによる生育差は見られなかった。これにより、当該栽培方法により、ある程度の高低差がある場合でも同等の品質でトマト苗を栽培できることを確認できた。

[0115] ＜培地温度調査＞

第一実施形態の栽培装置１を用いて、温室内の気温、培地部２の温度及び貯留部３内の栽培液の温度を測定し、培地部２の温度と温室内の気温及び貯留部３内の栽培液の温度との関係を調査した。栽培装置１を用いてトマト苗を栽培し、収穫直前の５．５日間におけるこれらの温度の経時的変化を図５に示す。

[0116] 図５の結果より、培地部２の温度は、温室内の気温よりも栽培液の温度に密接に連動していることがわかった。従って、図１の栽培装置１で培地部２に供給する栽培液の温度を調節することで、従来のようなエアコン等による温室内の気温調節よりも、培地温度を調節し易いといえる。

産業上の利用可能性

[0117] 以上のように、本発明の栽培装置及び栽培方法によれば、作物に安定的に適度な水分ストレスをかけることができると共に、低コストで作物の根部に十分な酸素を供給し根腐れを避けることができるので、高品質な作物を低コストで栽培することができる。また、本発明の栽培装置及び栽培方法によれば、土壌栽培に比べて土壌の使用量を低減でき、農地に足場を設け易い。

請求の範囲

[請求項1] 作物を着生させる培地部と、

この培地部に栽培液を供給する栽培液供給機構と

を備える栽培装置であって、

上記培地部が、枠体と、この枠体内に充填される粒子と、この充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される領域とを有する栽培装置。

[請求項2] 上記栽培液供給機構が、栽培液を貯留する貯留部と、上記培地部及び貯留部間に配設される送液部とを有し、

上記送液部が、貯留部の栽培液を毛管現象により培地部内の粒子の底部に供給する請求項１に記載の栽培装置。

[請求項3] 上記貯留部内の栽培液の水位又は塩分濃度を調節する機構を備える請求項２に記載の栽培装置。

[請求項4] 上記貯留部内の栽培液の温度を調節する温度調節機構を備える請求項２又は請求項３に記載の栽培装置。

[請求項5] 上記枠体の少なくとも底部が遮根透水シートである請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の栽培装置。

[請求項6] 上記粒子が土壌である請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の栽培装置。

[請求項7] 上記土壌が砂である請求項６に記載の栽培装置。

[請求項8] 上記充填粒子が形成する層の毛管上昇高さが３ｃｍ以上３００ｃｍ以下である請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の栽培装置。

[請求項9] 上記粒子が、粒径０．１ｍｍ以上１ｍｍ以下の単粒を５０質量％以上含む請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の栽培装置。

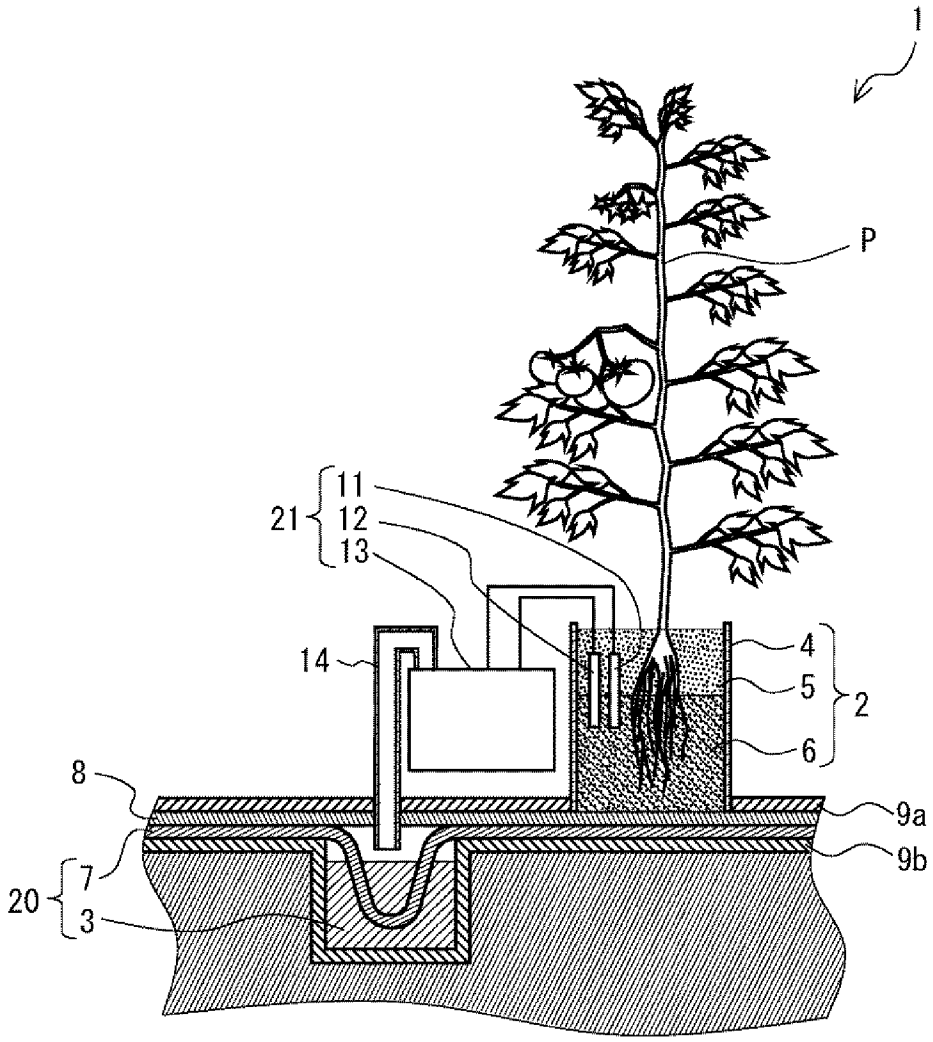
[請求項10] 上記粒子のタップ密度が１．００ｇ／ｃｍ^{3}以上３．００ｇ／ｃｍ^{3}以下である請求項１から請求項９のいずれか１項に記載の栽培装置。

[請求項11] 作物を着生させた培地部に栽培液を供給する栽培方法であって、

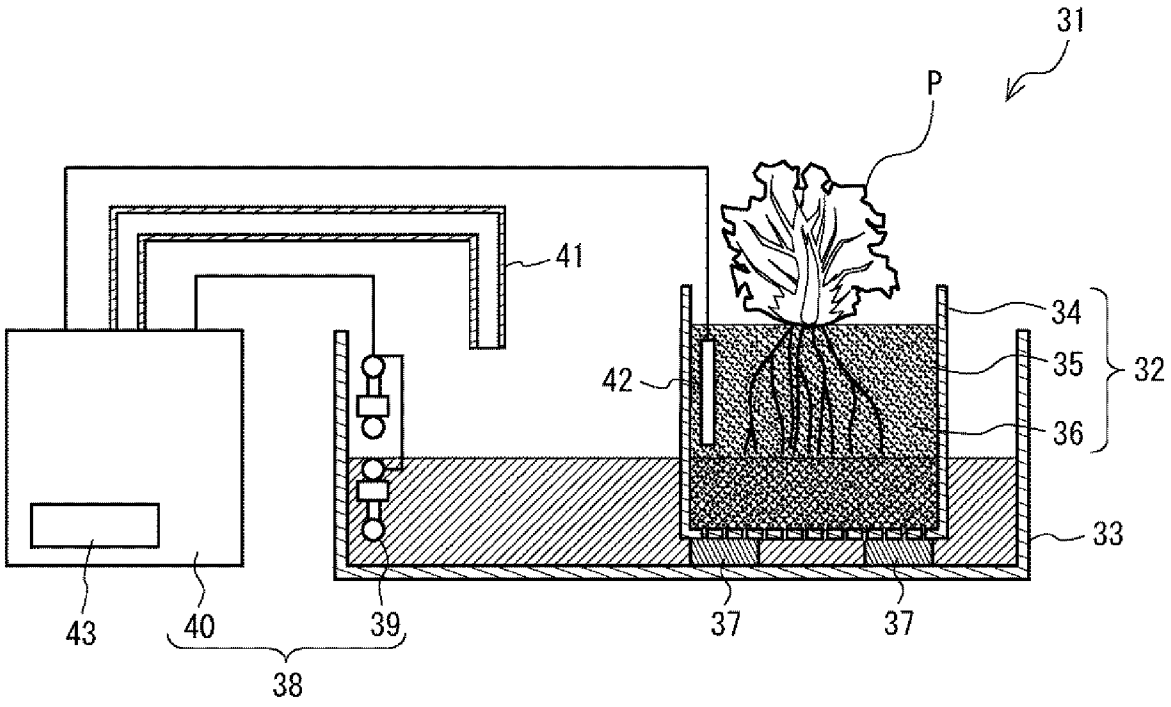
上記培地部が、枠体と、この枠体内に充填される粒子と、この充填粒子が形成する層の少なくとも中層部に毛管現象により栽培液が供給される領域とを有し、

上記領域を介して作物に栽培液を供給する栽培方法。

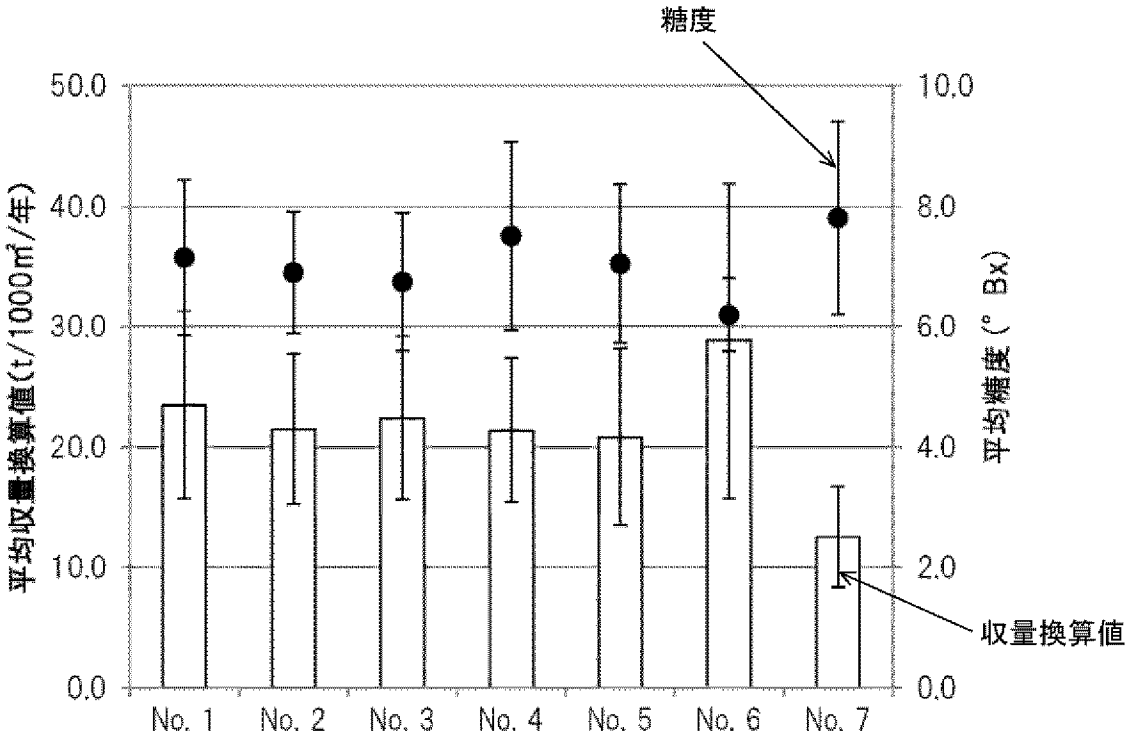
[図1]


1
P
11
21
12
13
14
4
5
2
6
8
9a
9b
7
20
3

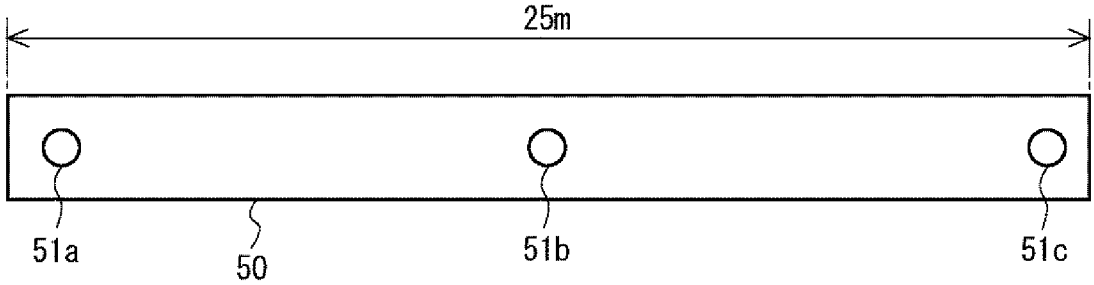
[図2]


31
P
41
34
35
32
42
36
33
43
40
39
37
37
38

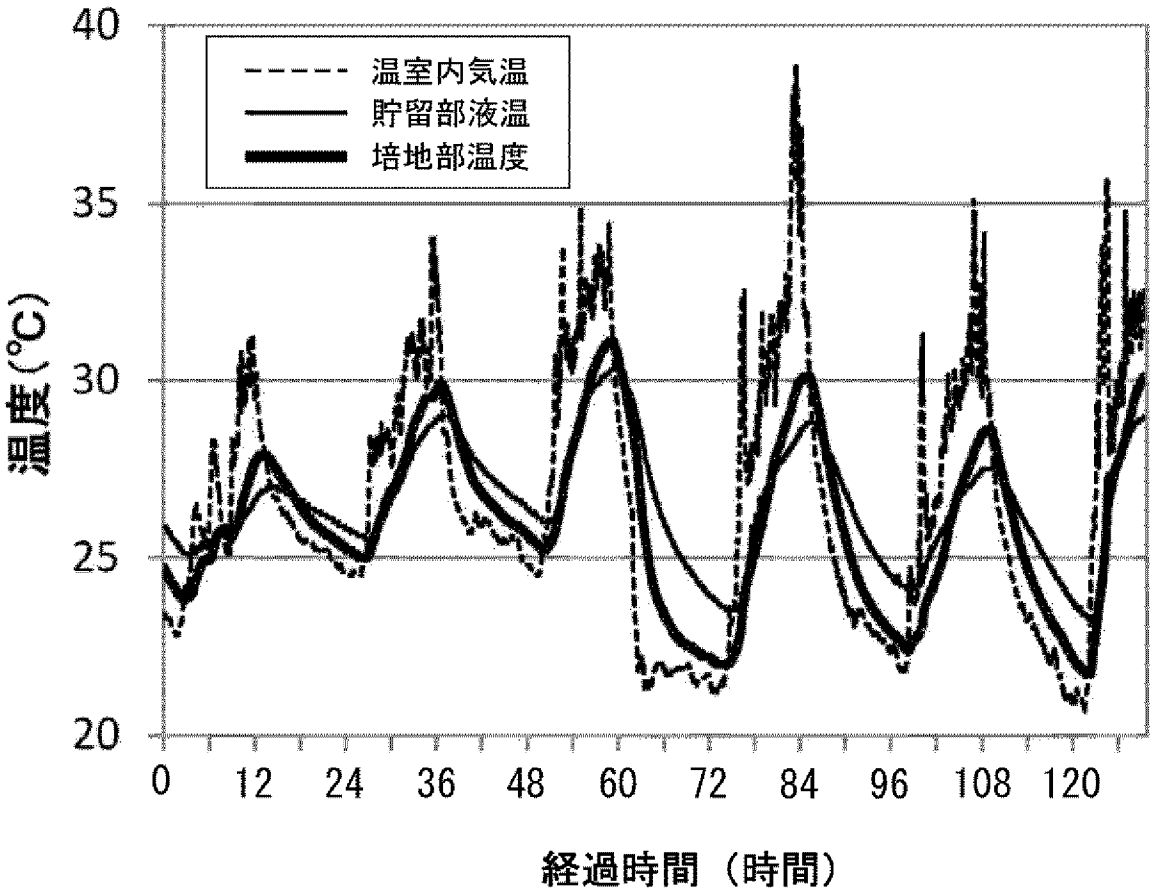
[図3]


糖度
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
平均収量換算値(t/1000㎡/年)
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
平均糖度(°Bx)
収量換算値
No. 1
No. 2
No. 3
No. 4
No. 5
No. 6
No. 7

[図4]


25m
51a
50
51b
51c

[図5]


温室内気温
貯留部液温
培地部温度
温度（℃）
40
35
30
25
20
0
12
24
36
48
60
72
84
96
108
120
経過時間（時間）

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/064421

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A01G31/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A01G31/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 9-121701 A (Daiko Corp.), 13 May 1997 (13.05.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1,5-11 2-4
Y	JP 11-318244 A (Kochi-Ken), 24 November 1999 (24.11.1999), entire text; all drawings (Family: none)	2-4
Y	JP 9-275782 A (Hitachi, Ltd.), 28 October 1997 (28.10.1997), entire text; all drawings (Family: none)	3,4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 August 2015 (07.08.15)	18 August 2015 (18.08.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/064421

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-135427 A (Toshiba Corp.), 08 May 1992 (08.05.1992), entire text; all drawings (Family: none)	3,4
A	JP 2003-289734 A (Kazuo OSHIRO), 14 October 2003 (14.10.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	WO 2012/014536 A1 (Sharp Corp.), 02 February 2012 (02.02.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６４４２１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A01G31/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A01G31/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 9-121701 A (株式会社大弘) 1997.05.13, 全文、全図（ファミリーなし）	1,5-11 2-4
Y	JP 11-318244 A (高知県) 1999.11.24, 全文、全図（ファミリーなし）	2-4
Y	JP 9-275782 A (株式会社日立製作所) 1997.10.28, 全文、全図（ファミリーなし）	3,4

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０７．０８．２０１５	１８．０８．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｂ　９５０７
竹中　靖典
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２３７

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 4-135427 A (株式会社東芝) 1992.05.08, 全文、全図 (ファミリーなし)	3,4
A	JP 2003-289734 A (大城　一男) 2003.10.14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	WO 2012/014536 A1 (シャープ株式会社) 2012.02.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11