

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6712653号
(P6712653)

(45) 発行日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月3日(2020.6.3)

(51) Int.Cl.		F I			
AO1G 31/00	(2018.01)	AO1G	31/00	601C	
AO1G 9/02	(2018.01)	AO1G	31/00	612	
		AO1G	31/00	611Z	
		AO1G	9/02	101F	

請求項の数 10 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-562212 (P2018-562212)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成29年5月30日 (2017.5.30)</p> <p>(65) 公表番号 特表2019-517254 (P2019-517254A)</p> <p>(43) 公表日 令和1年6月24日 (2019.6.24)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/TH2017/000041</p> <p>(87) 国際公開番号 W02017/217941</p> <p>(87) 国際公開日 平成29年12月21日 (2017.12.21)</p> <p>審査請求日 平成30年11月30日 (2018.11.30)</p> <p>(31) 優先権主張番号 1601003575</p> <p>(32) 優先日 平成28年6月16日 (2016.6.16)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 タイ (TH)</p>	<p>(73) 特許権者 518415141 ムアンチャート マンカエー Muanchart, Mankaew タイ 32000 スリン ムアン スリ ン サボラン ロード 55/1 55/1 Saboran Road, Muang Surin, Surin 32000 THAILAND</p> <p>(74) 代理人 100180482 弁理士 田中 将隆</p> <p>(72) 発明者 ムアンチャート マンカエー タイ 32000 スリン ムアン スリ ン サボラン ロード 55/1</p> <p>審査官 坂田 誠</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 垂直式植物栽培密閉システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

4つの側壁と上部壁・下部壁とにより密閉された成長空間(1)と、光と温度と成長空間(1)における空気動を制御する環境制御ユニット(2)とを有してなる、成長空間の環境を制御可能な垂直式植物栽培密閉システムであって、

成長空間(1)に設置されるタワー形状の植木鉢であって、栽培対象の植物が植えられる植物根固定箇所が垂直方向に複数設けられ、植物根固定箇所には植物が垂直方向に30°~80°傾いた状態で固定されるタワー型植木鉢(3)と、

植物根固定箇所の上方で且つタワー型植木鉢の少なくとも1箇所に設置されるHOF (humidifier or fog generator: 加湿器もしくは霧発生器)(5)と、

を具備する

ことを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、

タワー型植木鉢(3)において最も高い位置にある植物根固定箇所は、前記HOF (humidifier or fog generator: 加湿器もしくは霧発生器)(5)から8~50センチメートル離れた位置にある

ことを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

10

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、
前記 H O F (humidifier or fog generator : 加湿器もしくは霧発生器) (5) は、
超音波ヘッド、または、H O F (5) と接続された霧状細分化栄養素移送管からなり、
3 ~ 7 ミクロンの霧状細分化栄養素を発生させるために、1 ~ 7 メガヘルツの高周波を
発生させる
ことを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、
最も低い位置にある植物根固定箇所は、タワー型植木鉢 (3) の底部から 8 ~ 30 セン
チメートル離れた位置にある
ことを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、
4 つの側壁と上部壁・下部壁からなる成長空間 (1) と、成長空間 (1) から仕切られ
た環境制御ユニット (2) と、に区切られてなり、

20

環境制御ユニット (2) 内に設置され、有線システムを通じて信号を送信する光制御ユ
ニット (14) と、

光制御ユニット (14) に接続され、同光制御ユニットによる制御の下、光を放出する
光源 (4) と、

音声制御ユニット (15) による制御の下、音声を出力する音源 (17) と、

成長空間内の空気動および成長空間内の温度の調節を指示する空気移動制御ユニット兼
温度制御ユニット (air movement and temperature control unit) (11) と、

空気移動制御ユニット兼温度制御ユニット (11) に接続され、環境制御ユニット (2)
から成長空間 (1) へ延伸するように設置される、空気動を生じさせるとともに成長空
間内の温度を所定の温度に保つ空気移動源兼熱源 (air movement and temperature sourc
es) (9) と、

30

を具備し、

上部壁およびタワー型植木鉢 (3) 間の隙間、もしくは、4 つの側壁およびタワー型植
木鉢 (3) 間の隙間に、光源 (4) を配置し、

空気移動源兼熱源 (9) は、

成長空間 (1) 内にある 4 つの側壁および上部壁・下部壁の壁際に設置され、

空気移動ユニット兼温度制御ユニット (11) の指示に従って、ガスタンク (12) か
ら二酸化炭素を移送するよう動作し、

40

その後、当該空気移動源兼熱源 (9) が発生させた空気動により送られた空気が、空気
移動制御ユニット (10) へ到達し、

前記空気移動制御ユニット (10) は、

空気動を発生させ、空気移動源兼熱源 (9) から送られてきた空気を再び空気移動兼温
度制御ユニット (11) へ移送し、

加えて、空気移動源兼熱源 (9) は、

成長空間 (1) 内の温度を摂氏 5 ~ 35 度に保ち、速度 0.5 ~ 3 m / s の空気動を発
生させ、

50

500～2000マイクロモル/モル(モル百分率)の二酸化炭素を成長空間内の全植物へと定期的に移送することで、植物の葉に付着した酸素を除去することができ、さらに、空気動によって植物の葉の周辺の湿度を40～80%の範囲に制御することを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか1項に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、タワー型植木鉢(3)の構成材料は、塩化ポリビニル・ポリエチレン・ポリプロピレン・ステンレス鋼316L・ステンレス鋼304・ステンレス鋼308のいずれか1つであることを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

10

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれか1項に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、前記植物根固定箇所は、ステンレス鋼316L・304・308を型入れすることにより作製されたもの、もしくは、ポリビニル・ポリエチレン・ポリプロピレンにより形成されたものであることを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

20

【請求項8】

請求項7に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、前記植物根固定箇所は、円形状もしくは多角形状を有する、切削により設けられた直径30～50ミリメートルの穴であることを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

【請求項9】

請求項1乃至8のいずれか1項に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、タワー型植木鉢(3)の表面は光を反射するように構成されており、成長空間の全領域に対し光量子束密度(photon flux density)100～1000[マイクロンモル/平方メートル・秒]の光を散乱することを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

30

【請求項10】

請求項1乃至9のいずれか1項に記載の垂直式植物栽培密閉システムであって、環境制御ユニット(2)内にある音声制御ユニット(15)による制御のもと音声出力を行う音源(17)は、成長空間(1)内に配置されたタワー型植木鉢を取囲むように、4つの側壁の壁沿いに設置されていることを特徴とする垂直式植物栽培密閉システム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、バイオテクノロジー、植物成長促進システム、装置および方法に関し、とりわけ超音波振動によりエアロゾル化した栄養素を組合せた霧栽培(fogponics)植物栽培密閉システムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波振動によりエアロゾル化した栄養素を組合せた霧栽培(fogponics)の農業システムは、水耕栽培農業システムから発達した。

システムは、水と栄養素溶液を揺り動かすための高周波を送る超音波ヘッドを有してい

50

る。

高周波により水を振動させると、それらは揮発して低温の霧に変わる。揮発した霧はさらに上部にある空気を通して浮遊し、根に付着する。

研究によれば、超音波ヘッドは植木鉢の底部ちかくに設置される。そして霧の浮遊体は植物の根に付着する。

しかしながら、霧状溶液を引込むための植木鉢上方に固定された給水システムに必要なファン (fan) が設置されているため、揮発した霧状浮遊体は2フィートの高さ制限を超えて浮遊する。

ファンは、霧状浮遊体を上に向かって通過させる。

【0003】

同時係属中の米国特許出願公開第5136804号明細書によれば、給水システムには超音波ヘッドが設置され、植木鉢の底部には霧状浮遊体をより高く押し上げるための押出ファンが設置される。

ここで、当該ファンは超音波ヘッドの上方にある。

【0004】

しかし霧栽培 (fogponics) の問題は、商業的に産業的な栽培には適用することができず、また適していないことである。

【0005】

1. 給水システムは、タワー型植木鉢の上方に引込ファンが設置されており、十分な高さまで浮上がるように霧を引込むことができない。

霧の高さレベルは、引込ファンの出力により変化する。十分に高出力の引込ファンについては、低出力のファンを使用するよりもさらに高く霧が浮遊する。

しかしながら、より高くまで霧を流すシステムであることは、密閉されたシステム内においてより高温であることと引換になる。

また引込ファンの高い温度により、植木鉢のさらに上方にある植物は枯れてしまうおそれがある。しかしながら背の低いタワー型植木鉢は生産性が低く、それゆえに商業的に産業利用することはできない。

【0006】

2. 霧栽培 (fogponics) システムおよび水耕栽培システム (aeroponics) は、他の無土壌栽培システムとは性質が異なっている。

霧栽培 (fogponics) システムにおいては、根に霧が付着しており、常時湿っている。システムが失敗したときは、それから12時間以上も霧は根に付着せず、根は乾燥し、植物は急速に枯れてしまった。

霧栽培 (fogponics) システムにはすべての植木鉢に引込ファンが必要であり、そのことが商業的な産業において霧栽培 (fogponics) を適用することの主要な問題点となっている。

引込ファンは、霧栽培 (fogponics) システムにとって非常に重要な構成要素である。

【0007】

ある研究者は、すべての植木鉢ごとにセンサを設けることで問題解決できることを示している。

しかしながら、この方法は高コストである上に、植物は低価格の作物である。

そのため、超音波振動によりエアロゾル化した栄養素を組合せた水耕栽培 (fogponics) システムは商業的な産業に適したものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許出願公開第5136804号明細書

【発明の概要】

【0009】

本発明の見地によれば、垂直式植物栽培密閉システムは、以下を含むように設置される

10

20

30

40

50

。霧栽培（fogponics）システムの旧式の装置を低減するとともに霧状細分化栄養素の動きを低減する。

植物根固定点を通して上方に放出することにより、霧状細分化栄養素の移動方向を制御する。

霧状細分化栄養素は、霧状細分化栄養素の密度を基礎とするレベルまで一定に降下する。少なくとも1つの位置に植物根固定点が横たわった上部にHOF（5）の位置を固定する。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

本発明のすべての観点を取込む実施形態を、以下、図面とともに参照する実施例を通じて記載する。

【図1】図1は、本システムの実施形態に従った植物栽培空間システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[発明の詳細な説明]

本願発明において示す当該目的の「密閉システム」は全空間を密閉する植物成長技術であり、密閉システムの環境を制御しうる。図1に示すように、それは当該密閉システムを記載しうる。

20

目的とするシステムは空間を2つの部分に区切っており、1つ目は4つの側壁と上部壁・下部壁からなる成長空間（1）であり、2つ目は他の側壁から明確に分離した環境制御ユニット（2）である。

光源（4）は光制御ユニット（14）により送出され、有線システムを通じて信号を送信する。

音源（17）は、音声制御ユニット（15）により送られる。

「空気移動源 兼 熱源」（air movement and temperature sources）（9）は、2つの部分の間に設置されるとともに、空気移動兼温度制御ユニット（10）により接続される。

30

成長空間（1）と環境制御ユニット（2）は、密閉システムの内外に植物を運ぶための1つの出口（13）を有しており、このシステムを維持する。

【0012】

密閉システム環境とその制御システムの管理は、上部壁もしくは4つの側壁の上に、および/または、タワー型植木鉢（3）の間に固定されている光放出用の光源（4）を含んでいる。

研究によれば、光強度は植物の成長速度に影響する。赤い光と青い光の光強度は、植物の成長速度に対して最も効果的な2つの光源である。

その他の種類の植物ならびに成長した植物の他の期間は、光強度の調節の検証を要求する。例えば、葉植物の段階では、青い光よりも赤い光の高い光強度を必要とする。

40

【0013】

光源（4）の操作は、環境制御ユニット（2）内に設置された光強度を制御する光制御ユニット（14）に接続される。

6つの全側壁ならびに成長空間（1）内の外部の植木鉢において音源（17）を設置することができる。

研究に関していえば、音声は植物の成長速度に影響を及ぼす。植物の成長に適した音声の1つは、音楽である。さらに大変適切な音楽の1つは、クラシック音楽である。

音源は全側壁に設置することが可能であり、環境制御ユニット（2）内の音声制御ユニット（15）を通じて有線接続される。

「空気移動源 兼 熱源」（9）は、4つの側壁および上部・下部の側壁に設置可能であ

50

る。空気移動源兼熱源(9)の操作は、「空気移動兼温度制御ユニット」(11)を通じてガスタンク(12)から二酸化炭素をどのように移動するかを示し、それから(9)において制御された空気が次の制御ユニットを通過して流れる。

空気移動制御ユニット(10)は、空気移動兼温度制御ユニット(11)を再度通過して流れる空気の動きを発生させる。適温は、植物の型に依る。

学習と研究によれば、密閉システムは温度を摂氏5~35度に制御するために、絶縁体抵抗15~45時間平方フィート華氏温度/英式熱量単位(BTU)を有する必要がある。

【0014】

空気の移動は、植物の成長速度に対する1つの効果的なパラメータである。

500~2000マイクロモル/モルの二酸化炭素を成長空間内の全植物へと定常的に運ぶことができ、植物の葉に付着した酸素が残存しないように、空気移動源は適切に設置されるべきであり、空気の動きの速度は0.5~3m/sとすべきである。

空気の移動は、植物の型に基づいて植物の葉の周辺の湿度を40~80%に固定するように制御する。

【0015】

栽培システムは、当該システムに従って多くの栄養素給送技術、例えば、水素栽培(hydroponics)、水栽培(aquaponics)、水耕栽培および霧栽培、を有している。

必要とされる霧状細分化栄養素は、栄養素溶液の形で密閉システムへと給送される。

また、異なる植物成長システムは異なる給送手法を有する。

例えば、水素栽培(hydroponics)は、液体の形で必要とされる霧状細分化栄養素を給送する。

霧栽培(fogponics)は、霧状細分化栄養素の形で必要とされる栄養素溶液を給送する。

【0016】

本発明は、霧栽培(fogponics)の給送技術を記述する。植物はタワー型植木鉢(3)の中に置かれ、それらの根は当該タワー型植木鉢の内部に固定される。

霧状細分化栄養素は加湿器もしくは霧発生器(HOF)(5)により生じ、植物の根を通過して、それから霧状細分化栄養素の溶液に戻って霧状細分化栄養素復帰トレイ(6)に集められ、再生タンク(7)に霧状細分化栄養素の溶液を戻して、ふたたび再生することが望ましい。

そして霧状細分化栄養素の溶液は脱イオン水に変えられ、霧状細分化栄養素タンク(8)に蓄えられる。

それから霧状細分化栄養素を、HOF(5)に再び噴射する溶液霧発生器(16)へと給送する。

霧状細分化栄養素復帰トレイ(6)と霧状溶液発生器(16)は、システムの湿度を一定に制御する溶液霧発生器(16)と接続するいくつかの管を有する。

【0017】

本発明の観点によれば、垂直式植物栽培密閉システムは植物成長栽培の密閉システムとして記述され、以下を含んでいる。

【0018】

A. HOF(5)は、(i)超音波ヘッド、および/または、(ii)霧状溶液発生器(16)に接続された霧状細分化栄養素管のなかから選択できる。

霧状溶液発生器(16)とHOF(5)は、音波よりも高い高周波を発生し、かつ適切な周波数は「1~7メガヘルツ」である。

最適な周波数は1~5メガヘルツであり、霧栽培密閉システムに適した「3~7マイクロン」の霧状細分化栄養素溶液を発生させる。

【0019】

B. タワー型植木鉢(3)は、垂直面において植物が成長可能な当該システムの植木鉢である。同タワー型植木鉢は、密閉システムにことさら特別に適しており、以下を具備して

10

20

30

40

50

いる。

【 0 0 2 0 】

1. タワー型植木鉢 (3) の表面積は、植木鉢の内側から測定する。そして、その面積は少なくとも 0 . 0 1 ~ 1 平方メートルでなければならない。

当該の適切な植木鉢の面積は、湿度 1 0 0 パーセントに対して霧状細分化栄養素強度を制御するため、0 . 0 1 ~ 0 . 5 平方メートルである。

【 0 0 2 1 】

2. タワー型植木鉢 (3) の材料としては、密閉システムの温度に適するものを価格・浸食性・軽量性を考慮して手頃なものを選択する。

研究からは、タワー型植木鉢を製造する適切な材料としては、塩化ポリビニル・ポリエチレン・ポリプロピレン・ステンレス鋼 3 1 6 L ・ステンレス鋼 3 0 4 ・ステンレス鋼 3 0 8 もしくはこれらと同等なものがある。

最も適切な材料は、浸食が少なく軽量で安価な塩化ポリビニルである。

【 0 0 2 2 】

3. 植物根固定点の準備には 2 つの設計事項があり、第 1 の設計事項はステンレス鋼 3 1 6 L ・ 3 0 4 ・ 3 0 8 又はこれらと同等なものを型入れして作製したり、もしくはポリビニル・ポリエチレン・ポリプロピレンを使用した可塑性材料により形成することである。

その他の設計事項は、植木鉢の周囲を丸く切削することにより通常の植木鉢から作成することである。

切削穴は、円形か多角形かそれに近いものであり、その直径は 3 0 ~ 5 0 ミリメートルであり、植物管と接続されるものであって、接続される植物管についてもまた植物根固定点として考慮する。

切削穴の最も適切な直径は 3 5 ~ 4 0 ミリメートルである。なぜなら、この寸法は密閉システムにおける植物成長に適しているからである。

【 0 0 2 3 】

4. 前記タワー型植木鉢 (3) からの植物根固定点は角度 3 0 ~ 8 0 ° に曲げられており、且つ垂直距離においてはその整数倍である。

その角度により、このシステムは、他の植物密閉システムとは異なっている。

本願密閉システムにおける光制御に関して、成長に最も適しているのは角度 4 5 ° である。

【 0 0 2 4 】

5. タワー型植木鉢 (3) は曲面状の表面を有し、密閉システム内において全箇所を光を散乱する。

プラスチック塗布技術によれば、表面またはプラスチックの原色に薄膜を張るためには、光合成の光子束密度は、1 0 0 ~ 1 0 0 0 [ミクロンモル / 平方メートル・秒] である。

適切な光合成の光子束密度は、1 0 0 ~ 5 0 0 [ミクロンモル / 平方メートル・秒] である。

【 0 0 2 5 】

6. タワー型植木鉢 (3) の最も高いところにある植物根固定点は、H O F (5) から約 8 ~ 5 0 センチメートル離れたところに設定される。

側壁および / または上部壁および / または H O F (5) から植物を防ぐための光学距離は、8 ~ 1 3 センチメートルである。

タワー型植木鉢 (3) の底および最も低い植物根固定点は、約 8 ~ 3 0 センチメートルの光学距離を有するべきであり、最大の光学範囲は 8 ~ 1 3 センチメートルである。

密閉システムにおける植物根の長さを制御するためである。

本願発明の密閉システムは、光制御技術のために、植物の根とタワー型植木鉢 (3) の底の間の距離を他のシステムよりも短く設定する。

【 0 0 2 6 】

霧栽培 (fogponics) システムにおける霧状分子の流れの研究からは、霧状溶液分子の

10

20

30

40

50

方向は、植物根固定点を通して押され、及び／又は、引かれて、停止速度 0 に戻る。

その後、水と溶液は、霧密度の程度に基づいてしたたり落ちる。

霧は植物根と同一の高さにおいて溶液へと変わる。

本発明の新たな目的は、霧栽培（fogponics）の第 1 の区画を削減した霧状細分化栄養素の方向を制御し、霧状細分化栄養素の溶液を押し下り若しくは引いたりして速度 0 に戻るが、しかしながら霧状細分化栄養素を植物根に対して下方に向けて浴びせることで、その密度が一定になる。

【 0 0 2 7 】

本願発明の一目的は、ファンがなくとも、タワーから霧状細分化栄養素を浴びせることである。

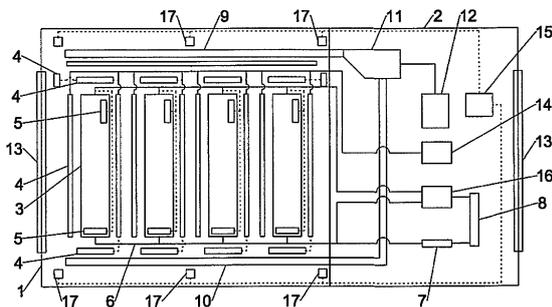
霧状細分化栄養素は、他の霧栽培システムよりも速やかに一定密度になる。

なぜなら、霧状細分化栄養素の移動距離はより短いからである。

霧状細分化栄養素は、一定の粒子密度に移行する。なぜなら、霧状細分化栄養素はファンからの熱を有さないからである。

霧状細分化栄養素の動く方向を制御する本願発明の一目的は、タワー型植木鉢（ 3 ）上の植物根固定点の上方にある H O F （ 5 ）の位置を最低 1 ヶ所において特定することである。

【 図 1 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-13383(JP,A)
特表2011-515070(JP,A)
特開2014-217349(JP,A)
特開2008-92859(JP,A)
実開昭55-083978(JP,U)
実開昭60-191162(JP,U)
特開2012-196164(JP,A)
特開平6-169655(JP,A)
特開2016-21918(JP,A)
特開平10-94333(JP,A)
特開2011-217635(JP,A)
特開平6-62669(JP,A)
特開2007-312760(JP,A)
実開昭62-60156(JP,U)
特開平5-192046(JP,A)
特開昭61-158726(JP,A)
実開昭62-196654(JP,U)
実開平2-960(JP,U)
実開昭53-137042(JP,U)
特開昭57-146525(JP,A)
国際公開第2014/162848(WO,A1)
米国特許出願公開第2003/0089037(US,A1)
中国特許出願公開第103918540(CN,A)
米国特許第5136804(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A01G 31/00
A01G 9/02