

明 細 書

発明の名称：水耕栽培システム

技術分野

[0001] 本発明は、自然光を採り入れて、低コストかつ高栽培密度で植物を効率よく育成することができる水耕栽培システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、食糧の安定した供給のために、葉物野菜などの植物を屋内施設で天候に左右されることなく、水耕栽培により育成する植物工場に期待が寄せられており、これに関して様々な技術が提案されている。

[0003] 例えば、特許文献1には、多数の孔が穿たれて、それぞれの孔に苗を保持する栽培パネルを垂直に多段に構成し、各パネルを上から下にスライド移動させて最下段のパネルのみを取り外し可能として、収穫状態となったパネルを順次取り外していくようにした水耕システムが提案されている。このような特許文献1の水耕システムは、外部と隔絶された閉鎖的空間において、完全に制御された環境で植物を育成することができることから、病原菌や害虫の侵入がなく、農薬の散布も不要であるため、無農薬による安全で安定した生産が可能であるなどの利点がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開W O O O / 4 4 2 2 0 号パンフレット

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1の水耕システムのように、閉鎖的空間で植物を育成するには、植物の育成に必要な光を照射するために、蛍光灯や発光ダイオードなどの人工的な光源を設置しなければならず、そのための電力費用が嵩むだけでなく、光源が発する熱の影響が植物に及ばないようにすることも求められる。

[0006] そこで、本発明者らは、人工的な光源に代えて、自然光を採り入れて栽培対象となる植物に光を照射することで、電力費用などのコストを抑えるとともに、人工的な光源による植物への好ましからざる影響を避けるべく鋭意検討を重ねた結果、本発明を完成するに至った。

[0007] すなわち、本発明は、自然光を採り入れて、低コストかつ高栽培密度で栽培対象を効率よく育成することができる水耕栽培システムの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る水耕栽培システムは、栽培対象の苗が移植される栽培パネルが縦に配置された水耕栽培ユニットと、自然光を外部から採り入れて前記栽培パネルに移植された苗に照射する採光装置とを備え、前記採光装置が、前記水耕栽培ユニットが備える前記栽培パネルの栽培面と平行に立設された一対の反射板を有し、採光口から採り入れられた自然光が、前記反射板の反射面を繰り返し反射しながら伝搬する過程で、前記反射板に穿設された出射孔から、前記栽培パネルに移植された苗に光を照射する構成としてある。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、自然光を採り入れて、低コストかつ高栽培密度で栽培対象を効率よく育成することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第一実施形態に係る水耕栽培システムの概略を縦断面視して示す説明図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係る水耕栽培システムの栽培ブロックの概略を斜視して示す説明図である。

[図3]本発明の第一実施形態に係る水耕栽培システムの栽培パネルの一例の液肥供給面側を斜視して示す説明図である。

[図4]本発明の第一実施形態に係る水耕栽培システムの栽培パネルの他の例の液肥供給面側を斜視して示す説明図である。

[図5]本発明の第一実施形態に係る水耕栽培システムの概略を斜視して示す説

明図である。

[図6]本発明の第一実施形態に係る水耕栽培システムにおいて栽培パネルの入れ替え作業の様子を示す説明図である。

[図7]本発明の第二実施形態に係る水耕栽培システムの概略を縦断面視して示す説明図である。

[図8]本発明の第二実施形態に係る水耕栽培システムの概略を縦断面視して示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る水耕栽培システムの好ましい実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

[0012] [第一実施形態]

まず、本発明に係る水耕栽培システムの第一実施形態について説明する。

[0013] 本実施形態に係る水耕栽培システム1は、レタス、グリーンリーフ、サラダ菜、ミズ菜、ハウレンソウ、ハーブ類などの葉物野菜を栽培するのに特に好適であり、苗床で種から育てられた、これらの植物（栽培対象）の苗pが移植される栽培パネル21が縦に配置された水耕栽培ユニット2と、自然光を外部から採り入れて栽培パネル21に移植された苗pに光を照射する採光装置3とを備えている。

[0014] 栽培パネル21としては、例えば、ポリスチレン、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリウレタン等の合成樹脂からなるボード（発泡ボードを含む）、植物繊維、樹脂繊維、無機繊維等の繊維素材からなる繊維ボード、木材などを用いることができるが、軽量であるとともに、生育した栽培対象Pの重さに耐え得る強度を有していれば、特に限定されない。

[0015] 栽培パネル21には、移植された苗pを保持する複数の植え付け孔22が穿設されている。これらの植え付け孔22は、栽培対象Pの収穫期の大きさを考慮した適切な間隔で配列されているとともに、パネル面に対して一定の角度をもって穿設されている。後述するようにして栽培パネル21の液肥供給面24に液肥を供給する際に、栽培パネル21の栽培面23側に液肥が回

り込んで、栽培対象Pの根以外の部分に液肥が触れてしまわないようにするために、この角度 θ は、 $20 \sim 50^\circ$ とするのが好ましい（図3参照）。

特に図示しないが、栽培パネル21に苗pを移植するには、例えば、小片に切り出されたスポンジ状の苗床で苗pを生育させて、そのような苗床ごと植え付け孔22に保持させるなどすればよい。

[0016] また、栽培パネル21は、一方のパネル面が栽培面23とされ、他方のパネル面が液肥供給面24とされている。栽培パネル21に苗pを移植するには、その根が液肥供給面24に添って成長していくように移植する。これにより、液肥供給面24の上方に配設された液肥供給パイプ25から供給された液肥（固形又は液状の肥料を水に溶かした液体肥料）が、液肥供給面24を伝わって移植された苗pの根に行き渡るようにする。

[0017] 特に図示しないが、液肥供給パイプ25には、その内部を流れる液肥が、栽培パネル21の液肥供給面24に向けて流下するように複数の小孔が穿設されている。そして、その配置や開口面積とともに、液肥の流量、流速を適宜調整することで、それぞれの栽培パネル21の液肥供給面24に均一に液肥を供給できるようになっている。

[0018] ここで、前述した特許文献1の水耕システムでは、液肥をミスト状に噴霧している。本実施形態にあっても、苗pの根に液肥をミスト状に噴霧してもよいが、このようにした場合、目詰まりしないようにメンテナンスに気を付けなければならない。このため本実施形態では、上記のようにして苗pの根に液肥を供給するのが好ましい。このようにすることで、より簡易で、かつ、メンテナンスも容易な設備で液肥を供給することができる。

[0019] また、栽培パネル21を横に配置すると、苗pに液肥を供給するために液肥を貯えておく栽培ベッドを用意しなければならず、重量物である栽培ベッドを支持するための構造が必要になる。これに対して、栽培パネル21を縦に配置して、上記のようにして苗pの根に液肥を供給することで、そのような構造が不要となる。これにより、設備コストを削減することができるだけでなく、設備の重量増加を抑制することもできる。

[0020] 栽培パネル 2 1 の液肥供給面 2 4 には、移植された苗 p の根に効率よく液肥が行き渡るように、凹凸形状を設けたり、根の近傍に液肥が滞留する液肥だまりを形成したりすることもできるが、液肥供給面 2 4 の具体的な形態は特に限定されない。

[0021] 例えば、図 3 に示すように、植え付け孔 2 2 の配列に沿って凸条 2 2 a を形成するとともに、液肥供給面 2 4 を裏面パネル 2 4 a で覆うようにしてもよい。このようにすることで、液肥供給面 2 4 に供給された液肥は、凸条 2 2 a に滞留しつつ裏面パネル 2 4 a との隙間から流下するようになり、移植された苗 p の根に効率よく液肥が行き渡るようにすることができる。

また、液肥供給面 2 4 には、図 4 に示すような傾斜面を組み合わせた凹凸形状を形成し、これらの傾斜面を伝わりながら流下する液肥が、移植された苗 p の根に効率よく行き渡るようにしてもよい。

[0022] また、本実施形態では、このような栽培パネル 2 1 が縦に配置されていれば、栽培パネル 2 1 の具体的な配列などは特に限定されない。図示する例では、上下に複数段に組まれたフレームのそれぞれの段に設けられたガイドレール 2 6 に、縦に配置された複数の栽培パネル 2 1 が、横スライド可能に支持されて横方向に並んでいる（図 2 参照）。栽培パネル 2 1 を支持する段ごとに敷設されたガイドレール 2 6 には、栽培パネル 2 1 の横スライドを補助するローラー 2 7 を列設してもよい。

[0023] 図示する例において、栽培パネル 2 1 の液肥供給面 2 4 に液肥を供給する液肥供給パイプ 2 5 は、段ごとに配設されており、栽培パネル 2 1 を支持するガイドレール 2 6 は、栽培パネル 2 1 の液肥供給面 2 4 を伝わって流下してきた液肥を受ける樋状に形成することができる。これとともに、樋状に形成したガイドレール 2 6 で受けた液肥を適宜調製して、液肥供給パイプ 2 5 に循環させて再利用することもできる。

[0024] このように、本実施形態における水耕栽培ユニット 2 は、段ごとにガイドレール 2 6 に複数の栽培パネル 2 1 を横スライド可能に支持してなる栽培ブロック 2 0 を含み、上下に段状に形成された栽培ブロック 2 0 の集合体とし

て構成される。そして、図2に示すように、栽培ブロック20ごとに、栽培対象Pの成長にあわせて栽培パネル21を横スライド（図2に示す例では、図中左側から右側に向かって横スライド）させていき、栽培対象Pが収穫期になった栽培パネル21を取り外すとともに、新たな苗pが移植された栽培パネル21をガイドレール26に支持していく作業を繰り返すことで、栽培対象Pを定期的に収穫できるようにしてある。

[0025] ここで、特許文献1の水耕栽培システムでは、垂直に多段に構成したパネルを縦方向にスライドさせて、その入れ替え作業を行うようにしている。このため、最下段のパネルを取り外す際に、その上段に位置するパネルをストッパーで固定する作業が必要となり、最下段のパネルを取り外した後もパネルが落下しないように注意しながら全てのパネルを縦方向にスライドさせなければならず、煩雑な作業を要する。これに対して、本実施形態によれば、栽培パネル21を横スライド可能に支持して栽培ブロック20を構成するので、栽培パネル21の入れ替え作業が容易になる。

なお、図6は、栽培パネル21の入れ替え作業の様子を示す説明図である。

[0026] また、本実施形態において、水耕栽培ユニット2は、栽培パネル21の栽培面23が対向するようにして、二基の水耕栽培ユニット2が対をなして設置される。そして、対になった二基の水耕栽培ユニット2の間に、これらの水耕栽培ユニット2が備える栽培パネル21に移植された苗pに、自然光を外部から採り入れて光を照射する採光装置3が設置される。

[0027] このような構成を基本構成として備える本実施形態の水耕栽培システム1は、栽培パネル21の栽培面23が対向するように設置された二基の水耕栽培ユニット2と、その間に設置された採光装置3とを構成単位とし、水耕栽培ユニット2が備える栽培パネル21の液肥供給面24側を突き合わせて複数の当該構成単位を並べて設置することができる。

[0028] 採光装置3は、それぞれの水耕栽培ユニット2が備える栽培パネル21の栽培面23と平行に立設された一对の反射板31aを有しており、かかる一

対の反射板 31a のそれぞれの対向面は、反射率が高められた反射面とされている。これにより、上方に位置する採光口 30 から採り入れられた自然光が、対向する反射板 31a の間で反射を繰り返しながら下方に伝搬するようになっている。

なお、図示する例において、反射板 31a は、フレームに立設された支柱 35 と、かかる支柱 35 と交叉して格子状に組まれた梁 36 とに固定されている。

[0029] このような反射板 31a としては、例えば、その反射面となる面に、銀、銀合金、アルミニウム、多層フィルムなどからなる層が形成されて反射率が高められた、鋼板、アルミニウム板、アルミニウム合金板などの金属板を用いることができる。かかる金属板を用いて反射板 31a を形成するにあたり、反射板 31a は一枚の当該金属板から形成してもよく、複数の当該金属板を組み合わせて形成してもよい。

[0030] また、それぞれの反射板 31a には、栽培パネル 21 の位置に応じて、複数の出射孔 32 が所定の開口率で穿設されている(図 5 参照)。これにより、採光口 30 から採り入れられた自然光が、反射板 31a の反射面を繰り返し反射しながら伝搬する過程で、反射板 31a に穿設された出射孔 32 から、栽培パネル 21 に移植された苗 p にスポット的に光が照射されるようになっている。

なお、図 5 は、本実施形態に係る水耕栽培システムの概略を斜視して示す説明図であり、フレームなどを除いた主要構成部材のみを示している。

[0031] 採光装置 3 の高さは、水耕栽培ユニット 2 の高さと同等又はそれ以上とし、採光口 30 から採り入れた自然光を上下に並ぶ栽培パネル 21 に移植された苗 p に照射できるようにするが、横方向に並ぶ一又は二以上の栽培パネル 21 ごとに対応するように反射板 31a を分割してもよい。

[0032] また、採光装置 3 は、その底部側に、採光装置 3 内を伝搬して底部側に達した光を反射板 31a に向けて反射する底部反射板 31b を有している。底部反射板 31b は、反射板 31a に用いたのと同様の金属板を用いて、底部

側に達した光が、対向するそれぞれの反射板 3 1 a に向かって均等に反射されるように、所定の角度をもった山なりに形成するのが好ましい。

[0033] また、採光装置 3 は、その側部側に、側部からの光の漏洩を防ぐための側部反射板 3 1 c を有することが好ましい。側部反射板 3 1 c も、反射板 3 1 a と同様の金属板を用いて形成することができる。

[0034] また、採光装置 3 から照射された光が、無駄なく栽培パネル 2 1 に移植された苗 p に照射されるように、採光装置 3 と水耕栽培ユニット 2 との間の空間（栽培空間）の側部に、当該空間を囲う側部囲繞部材を設けるのが好ましい。側部囲繞部材を設けるには、図 5 に示すように、当該空間側の面が反射面とされた反射側板 3 1 d を側部反射板 3 1 c と並設してもよいが、採光装置 3 の側部反射板 3 1 c を水耕栽培ユニット 2 側に延長してもよい。後者の場合、水耕栽培システム 1 を構成する部材数が増えないため、部材管理や製造コストの面で有利である。

[0035] このようにすることで、栽培空間からの光の漏洩を抑制するとともに、採光装置 3 と水耕栽培ユニット 2 との間に形成される栽培空間への二酸化炭素の供給や、その空調を効率よく行うことができる。

[0036] さらに、採光装置 3 から照射された光が、無駄なく栽培パネル 2 1 に移植された苗 p に照射されるようにするには、反射板 3 1 a の栽培パネル 2 1 側の面も反射面とするのが好ましく、かかる反射面は、拡散反射面とするのがより好ましい。

[0037] このような本実施形態に係る水耕栽培システム 1 にあっては、栽培対象の苗 p が移植される栽培パネル 2 1 を縦に配置することで、栽培面積を広くとることができる、収穫量を増やすことができる。さらに、栽培パネル 2 1 の栽培面 2 3 と平行に立設された一対の反射板 3 1 a を有する採光装置 3 により、採光口から採り入れられた自然光が、反射板 3 1 a の反射面を繰り返し反射しながら伝搬する過程で、かかる反射板 3 1 a に穿設された出射孔 3 2 から、栽培パネル 2 1 に移植された苗 p に光が照射されるようにすることで、低コストかつ高栽培密度で栽培対象 P を効率よく育成することができる。

[0038] また、採光装置 3 は、栽培パネル 2 1 の栽培面 2 3 と平行に立設された一对の反射板 3 1 a を有する縦型の採光装置として構成されており、採光口を建屋の天面に設置することができるため、太陽の位置に対する設置の自由度が高い。

なお、反射板を横置きにして採光装置を構成した場合、採光口を建屋の天面に設置すると、光を導くための付加的な導光手段が必要になり、システムの構造が複雑になってしまう。また、採光口を建物の壁面に設置すれば、そのような導光手段は必要なくなるが、太陽の位置によって採光できない時間が生じてしまう。

[0039] このように、本実施形態によれば、栽培パネル 2 1 を縦に配置するとともに、この栽培パネル 2 1 の栽培面 2 3 と平行に立設された一对の反射板 3 1 a を有する採光装置 3 によりシステムを構築することで、簡易なシステム構成で、低コストかつ高栽培密度で栽培対象 P を効率よく育成することができる。

[0040] [第二実施形態]

次に、本発明に係る水耕栽培システムの第二実施形態について説明する。

[0041] 本実施形態にあつては、図 7 及び図 8 に示すように、水耕栽培ユニット 2 が備える栽培パネル 2 1 の栽培面 2 3 と平行に立設された一对の反射板 3 1 a のそれぞれが、水耕栽培ユニット 2 に対する近接位置から離間位置に移動可能としている。

ここで、図 7 に示す例は、反射板 3 1 a が水耕栽培ユニット 2 に対する近接位置にある状態を示し、図 8 に示す例は、一方の反射板 3 1 a が水耕栽培ユニット 2 に対する離間位置にある状態を示している。

[0042] これらの図に示す例において、反射板 3 1 a は、レール 3 3 上を移動する台車 3 4 に立設された支柱 3 5 と、かかる支柱 3 5 と交叉して格子状に組まれた梁 3 6 とに固定されて、水耕栽培ユニット 2 に対する近接位置から離間位置に移動可能とされている。

また、反射板 3 1 a の転倒を防止するために、反射板 3 1 a の上端側には

、水耕栽培ユニット2側に向かって垂直に張り出す支持部材37を固定しておき、かかる支持部材37をフレーム側に固定したガイド部材38にスライド可能に支持するようにしている。

[0043] 水耕栽培ユニット2に対して反射板31aを離間させることで、水耕栽培ユニット2をメンテナンスする際の作業スペースを確保することができる。さらに、成長した栽培対象Pが反射板31aに接触してしまわないように、栽培対象Pの成長にあわせて、栽培対象Pへの光の照射量ができるだけ減少しないようにしながら、反射板31aを徐々に栽培対象Pから離間させていくこともできる。また、水耕栽培ユニット2と反射板31aとの間隔が狭いと、その間に空気が滞留して、栽培対象Pの生育に必要な二酸化炭素が不足してしまったり、温度が偏ったりしてしまうなどの不具合が懸念される。このような不具合を抑止するために、必要に応じて、水耕栽培ユニット2に対して反射板31aを離間させて所定の空間を確保することによって、通気性を良くして空気の循環を促すようにすることもできる。

[0044] このように、一对の反射板31aのそれぞれが、水耕栽培ユニット2に対する近接位置から離間位置に移動可能とするにあたり、底部反射板31bは、反射板31aに用いたのと同様の金属板を頂部で屈曲可能となるように所定の角度をもって山なりに組み合わせることによって形成するのが好ましい。そして、一对の反射板31aのうち少なくとも一方を栽培ユニット2に対して離間させる際に、底部反射板31bの頂部が屈曲しながらせり上がっていくようにすることで、反射板31aの移動を妨げないようにするのが好ましい（図8参照）。

[0045] また、採光装置3の側部側に、側部反射板31cを設けるにあたっては、一方の反射板31aを水耕栽培ユニット2に対して離間させて、水耕栽培ユニット2との間に作業スペースを確保する際に、当該作業スペースに作業者が立ち入ることができるように、一方又は両方の側部反射板31cを引き戸状、又は開き戸状に開閉できるようするのが好ましい。

[0046] 本実施形態が前述した第一実施形態と異なるのは、以上の点であり、それ

以外は同様の構成を備えているので、他の構成についての詳細な説明は省略する。

[0047] 以上、本発明について、好ましい実施形態を示して説明したが、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲で種々の変更実施が可能であることはいうまでもない。

[0048] 例えば、本発明によれば、自然光を採り入れて栽培対象Pに光を照射することで、低コストかつ高栽培密度で栽培対象Pを効率よく育成することができるが、このような本発明の効果を著しく損なわない範囲で、蛍光灯、発光ダイオード、有機ELなどの人工的な光源を補助的に併用することもできる。

[0049] また、自然光を採り入れて栽培対象Pに光を照射する採光装置3には、採光量を向上させるために、太陽光追尾装置や集光レンズなどを設けてもよい。

[0050] この明細書に記載の文献及び本願のパリ優先権の基礎となる日本出願明細書の内容を全てここに援用する。

産業上の利用可能性

[0051] 本発明は、植物工場において栽培対象を高栽培密度で効率よく育成する水耕栽培システムとして好適に利用することができる。

符号の説明

[0052]	1	水耕栽培システム
	2	水耕栽培ユニット
	20	栽培ブロック
	21	栽培パネル
	22	植え付け孔
	23	栽培面
	26	ガイドレール
	3	採光装置
	30	採光口

3 1 a	反射板
3 1 b	底部反射板
3 1 c	側部反射板
3 1 d	反射側板
3 2	出射孔
P	栽培対象
p	苗

請求の範囲

- [請求項1] 栽培対象の苗が移植される栽培パネルが縦に配置された水耕栽培ユニットと、
- 自然光を外部から採り入れて前記栽培パネルに移植された苗に照射する採光装置と
- を備え、
- 前記採光装置が、前記水耕栽培ユニットが備える前記栽培パネルの栽培面と平行に立設された一対の反射板を有し、
- 採光口から採り入れられた自然光が、前記反射板の対向する反射面を繰り返し反射しながら伝搬する過程で、前記反射板に穿設された出射孔から、前記栽培パネルに移植された苗に光を照射することを特徴とする水耕栽培システム。
- [請求項2] 前記採光装置と前記水耕栽培ユニットとの間の空間の側部に、当該空間を囲う側部囲繞部材を設けた請求項1に記載の水耕栽培システム。
- [請求項3] 前記反射板の前記栽培パネル側の面も反射面とした請求項1又は2に記載の水耕栽培システム。
- [請求項4] 前記水耕栽培ユニットが、ガイドレールに複数の前記栽培パネルを横スライド可能に支持してなる栽培ブロックを含む請求項1～3のいずれか一項に記載の水耕栽培システム。
- [請求項5] 前記水耕栽培ユニットが、上下に段状に形成された前記栽培ブロックの集合体として構成される請求項4に記載の水耕栽培システム。
- [請求項6] 前記反射板のそれぞれが、前記水耕栽培ユニットに対する近接位置から離間位置に移動可能とした請求項1～5のいずれか一項に記載の水耕栽培システム。
- [請求項7] 前記採光装置が、内部を伝搬して底部側に達した光を前記反射板に向けて反射する底部反射板を有し、
- 前記底部反射板が、頂部で屈曲可能となるように所定の角度をもつ

て山なりに形成され、前記反射板のうち少なくとも一方を前記栽培パネルに対して離間させる際に、屈曲しながら頂部がせり上がる請求項6に記載の水耕栽培システム。