

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6625999号
(P6625999)

(45) 発行日 令和1年12月25日(2019.12.25)

(24) 登録日 令和1年12月6日(2019.12.6)

(51) Int.Cl.

F 1

AO1G 31/00 (2018.01)
AO1G 7/00 (2006.01)AO1G 31/00 612
AO1G 7/00 601C
AO1G 31/00 601B
AO1G 31/00 601C

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-559898 (P2016-559898)
 (86) (22) 出願日 平成27年3月26日 (2015.3.26)
 (65) 公表番号 特表2017-509347 (P2017-509347A)
 (43) 公表日 平成29年4月6日 (2017.4.6)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2015/056528
 (87) 國際公開番号 WO2015/144812
 (87) 國際公開日 平成27年10月1日 (2015.10.1)
 審査請求日 平成30年3月14日 (2018.3.14)
 (31) 優先権主張番号 BA201400054
 (32) 優先日 平成26年3月28日 (2014.3.28)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 デンマーク (DK)
 (31) 優先権主張番号 BA201400055
 (32) 優先日 平成26年3月28日 (2014.3.28)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 デンマーク (DK)

(73) 特許権者 515219713
 プラントウイ オサケ ユキチュア
 Plantu Oy
 フィンランド国 トゥルク ケイデンブノ
 ヤンカトウ 14
 Koydenpunojankatu 1
 4, FI-20100 Turku, Fi
 nland
 (74) 復代理人 110001151
 あいわ特許業務法人
 (74) 代理人 100134061
 弁理士 菊地 公一
 (74) 代理人 100079991
 弁理士 香取 幸雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】水耕屋内園芸方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- i) 種子を用意し、
- ii) 該種子を40~140 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の光合成光子束密度(PPFD)で発芽させ、
- iii) 該発芽した種子を190~450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで稚苗に生育させ、
- iv) 該稚苗を210~450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで栄養期を経て、および230~700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで富栄養期を経て成熟した植物に生育させ、
- v) 該成熟した植物を30~150 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDに維持することを含むことを特徴とする植物を種子から屋内で生育させる水耕方法。

【請求項 2】

請求項1に記載の方法において、該方法はさらに、前記成熟した植物を240~700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで開花期を経て生育させる工程を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 3】

請求項1または2に記載の方法において、該方法はさらに、前記成熟した植物を240~460 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで繁殖期を経て生育させる工程を含むことを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項1に記載の方法において、工程iii)は190~370 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで実行し、工程iv)は、栄養期において210~410 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで、および富栄養期において230~450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで実行し、工程v)は30~140 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで実行することを特徴とする方法。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法において、

工程 ii)において、前記PPFDの $20 \sim 60 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、該PPFDの $20 \sim 80 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、

工程 iii)において、前記PPFDの $70 \sim 110 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、PPFDの $90 \sim 170 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、該PPFDの $30 \sim 70 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあり、該PPFDの $0 \sim 20 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $560 \sim 620 \text{ nm}$ の黄スペクトルにあり、

工程 iv)の栄養期において、前記PPFDの $80 \sim 120 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、該PPFDの $100 \sim 180 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、該PPFDの $30 \sim 80 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあり、該PPFDの $0 \sim 30 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $560 \sim 620 \text{ nm}$ の黄スペクトルにあり、

工程 iv)の富栄養期において、前記PPFDの $60 \sim 120 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、該PPFDの $120 \sim 190 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、該PPFDの $30 \sim 80 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあり、任意的に、該PPFDの $20 \sim 60 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $560 \sim 620 \text{ nm}$ の黄スペクトルにあり、および/または

工程 v)において、前記PPFDの $10 \sim 50 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、該PPFDの $10 \sim 50 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、該PPFDの $10 \sim 40 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあることを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の方法において、該方法はさらに、前記成熟した植物を $240 \sim 460 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで開花期および/または繁殖期を経て生育させる工程を含むことを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の方法において、前記開花期および/または繁殖期では、前記PPFDの $100 \sim 160 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、 $90 \sim 160 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、 $30 \sim 80 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあり、任意的に、 $20 \sim 60 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $560 \sim 620 \text{ nm}$ の黄スペクトルにあることを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 4 ないし 7 のいずれかに記載の方法において、前記植物は葉物野菜、ハーブまたは花卉であることを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の方法において、工程 iii)は $300 \sim 450 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで実行し、工程 iv)は、栄養期では $300 \sim 450 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで、さらに富栄養期では $350 \sim 700 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで実行し、工程 v)は $100 \sim 150 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで実行することを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法において、

工程 iii)において、前記PPFDの $100 \sim 200 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、PPFDの $100 \sim 200 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、該PPFDの $50 \sim 100 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあり、該PPFDの $0 \sim 20 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $560 \sim 620 \text{ nm}$ の黄スペクトルにあり、

工程 iv)の栄養期において、前記PPFDの $100 \sim 200 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、該PPFDの $100 \sim 180 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、該PPFDの $50 \sim 100 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあり、該PPFDの $0 \sim 30 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $560 \sim 620 \text{ nm}$ の黄スペクトルにあり、

工程 iv)の富栄養期において、前記PPFDの $150 \sim 300 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $640 \sim 690 \text{ nm}$ の赤スペクトルにあり、該PPFDの $120 \sim 190 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $400 \sim 480 \text{ nm}$ の青スペクトルにあり、該PPFDの $80 \sim 180 \text{ } \mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は $510 \sim 540 \text{ nm}$ の緑スペクトルにあり、任意的に、該PPFD

10

20

30

40

50

の20～60 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は560～620 nmの黄スペクトルにあり、および/または工程v)において、前記PPFDの40～80 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は640～690 nmの赤スペクトルにあり、該PPFDの40～80 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は400～480 nmの青スペクトルにあり、該PPFDの10～40 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は510～540 nmの緑スペクトルにあることを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

請求項 9 または10に記載の方法において、該方法はさらに、前記成熟した植物を350～700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで開花期を経て生育させる工程を含み、好ましくは、該PPFDの100～160 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は640～690 nmの赤スペクトルにあり、120～190 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は400～480 nmの青スペクトルにあり、80～180 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は510～540 nmの緑スペクトルにあり、任意的に、20～60 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は560～620 nmの黄スペクトルにあることを特徴とする方法。 10

【請求項 1 2】

請求項 9 ないし11のいずれかに記載の方法において、該方法はさらに、前記成熟した植物を300～450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで繁殖期を経て生育させる工程を含み、好ましくは、前記PPFDの100～200 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は640～690 nmの赤スペクトルにあり、100～180 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は400～480 nmの青スペクトルにあり、50～100 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は510～540 nmの緑スペクトルにあり、0～30 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は560～620 nmの黄スペクトルにあることを特徴とする方法。

【請求項 1 3】

請求項 9 ないし12のいずれかに記載の方法において、前記植物は野菜様果実、または高輝度照光を必要とする他の植物であることを特徴とする方法。 20

【請求項 1 4】

請求項 1 ないし13のいずれかに記載の方法において、前記種子は種子カートリッジにて提供されることを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 ないし14のいずれかに記載の方法において、前記種子または生育させる植物はエプアンドフロー方式によって灌水されることを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 ないし15のいずれかに記載の方法において、前記種子または生育させる植物は空中栽培方式で灌水されることを特徴とする方法。 30

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0001】

本発明は、植物を種子から生育させる水耕方法に関するものである。

【発明の背景】

【0002】

今日、植物を屋内で食用および装飾目的で生育させることができます一般的になっている。その結果、様々な園芸および植物生育装置が利用可能である。

【0003】

典型的には、初心者は、生育後の花およびハーブなどの調理用植物の購入を好むことがある。調理用植物の寿命を延ばす装置が提供されているが、多くの場合、それらは、2日から、たかだか数週間まで生存し続けるものである。 40

【0004】

より高度の栽培装置は、植物をむしろ種子から生育させることができる。しかし、家庭での屋内温度および照明状態は、強く頑健で生命力のある稚苗を得るのに適していない。そこで、植物の条件に適いながら強健な稚苗および成熟した植物を得るには、より高度な生育方法および装置が必要である。

【0005】

水耕とは、水および栄養素の液溶体における無土壤植物栽培を言う。残念ながら、現在利用可能な水耕方法および装置には、いくつかの欠点がある。そのような装置はしばしば 50

、醜悪であるか騒音が大きく、または最適とはいえない照明状態しか得られない。さらに、そのような装置は、最も高度の栽培装置を指向し、特別な熟練を要するものである。

【0006】

このように本技術分野では、さらに高度ではあるが簡略かつ/または自動化された屋内園芸用方法および装置に対する需要がある。

【発明の簡単な説明】

【0007】

一様において、本発明は、植物を種子から屋内で生育させる水耕方法を提供する。本方法は、i)種子を用意する工程と、ii)種子を40~140 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の光合成光子束密度(PPFD)で発芽させる工程と、iii)発芽した種子を190~450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで稚苗に生育させる工程と、iv) 稚苗を210~450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで栄養期を経て、さらに230~700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで富栄養期を経て成熟した植物に生育させる工程と、v)成熟した植物を30~150 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで維持する工程とを含む。
10

【0008】

生育させる植物に応じて、本方法はさらに、成熟した植物を240~700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで開花期を経て生育させる工程、および/または成熟した植物を240~460 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDで繁殖期を経て生育させる工程を含んでもよい。

【0009】

本発明のいくつかの特定の実施形態を従属請求項に記載する。

【0010】

本発明の他の目的、実施形態、細部および利点は、以下の図面、詳細な説明および実施例から明らかとなろう。
20

【図面の簡単な説明】

【0011】

以下に、添付図面を参照して本発明を好ましい実施形態によってさらに詳細に説明する。
。

【図1】光合成植物色素の吸収スペクトルを示す概略図である。

【図2】実施例における本方法によるバジルの生育に使用する照光および用水条件を示す図である。

【図3】フィンランド南部で5月にバジルを2.5週間、窓辺で生育させた写真である。 30

【図4】図1の場合と同日に栽培を始めたが本方法で生育させたバジルの写真である。

【発明の詳細な説明】

【0012】

本発明は、家庭、レストランおよび業務用調理室などのエンドユーザ環境において葉物野菜、野菜様果実、その他の果実、または花卉などの植物を生育させる水耕方法に関するものである。

【0013】

ここで使用するように、用語「葉物野菜」とは、葉および茎が食用である植物を言う。この用語は、緑色野菜または葉物野菜を含み、例えばレタス(例えばリーフレタス、バタビアレタス、サンチュ、玉レタスおよびローマンレタス)、ホウレンソウ(例えばベイビースピナッチャおよびツルナ)、チンゲンサイ、タアサイ、ミズナ、コマツナ、シソ、マンゴールド、ならびに、例えばルッコラ(例えばロケットロック)、バジル(例えばバニラバジル、シナモンバジル、レモンバジル、レッドバジル、タイバジルおよびブッシュバジル)、タイム、パセリ、ハッカ(例えばグリーンミント、セイヨウハッカおよびアップルミント)、ローズマリー、コエンドロ、マヨラナ、ハナハッカおよびセージなどのハーブである。
40

【0014】

ここで使用するように、用語「野菜様果実」とは、野菜のように使用されるが植物学上は果実である植物を言う。そのような植物の非制限的例には、トマト、キュウリ、パプリカおよびトウガラシが含まれる。
50

【 0 0 1 5 】

ここで使用するように、用語「要高輝度照光植物」とは、野菜様果実、他の果実、および医療大麻など、その繁茂、生長および健康な状態に高輝度照光を必要とする植物を言う。

【 0 0 1 6 】

本方法で生育させるのに適した花卉には、スミレ(例えばヨーロッパスミレ、ニオイスミレおよびサンショクスミレ)、コウカ、ヤグルマギクおよびマリーゴールドなどの一年生花卉が含まれるが、これに限定されない。

【 0 0 1 7 】

ここで使用するように、用語「水耕」とは、水および栄養素の液溶体における無土壌植物栽培方法を言う。無土壌栽培では、人工培地を使用して、発芽させる種子、および何らかの稚苗またはそれから育った成熟植物の機械的支持を与えてよい。10

【 0 0 1 8 】

ここで使用するように、用語「空中栽培」とは高度の水耕形態を言い、密な霧状の栄養素、すなわち栄養素が空気と混合されたモイスチャクラウドをある間隔で根に噴霧するものである。

【 0 0 1 9 】

そこで、本方法で発芽させ生育させる何らかの種子を種子カートリッジに埋め込んで与えてよい。種子カートリッジは一般に、種子の保持に十分な材料膜から成るものでよい。また、その材料は、栄養素液溶体を植物の根にまで流すことができて、しかも根が常時、液溶体に浸かって根を腐らせてしまうことのないような多孔性かつ保水特性を有すべきである。20

【 0 0 2 0 】

種子カートリッジの形状および寸法は変えてよいが、典型的には円筒である。カートリッジは、当業者が容易に理解する様な異なる材料から成っていてもよい。適切な非有機材料の非限定的例には、例えば玄武岩またはパーライトを含む岩綿またはストーンウールなどの鉱物綿纖維または鉱物纖維が含まれる。しかし、岩綿は好ましい材料である。他には、防腐性および抗菌性に優れる点でミズゴケが好ましい材料である。また、他の有機材料、例えば木部纖維、麻纖維、ココヤシ皮纖維等を使用してもよい。

【 0 0 2 1 】

所望に応じて、種子カートリッジの頂面は、不透明または不透過カバーを有していてよい。カバーの目的の1つは、光および湿気に晒したときに、種子カートリッジの頂部に藻類およびカビが生えないようにすることである。他の目的は、種子カートリッジ内を適切な湿度に維持し、これによって種子が発芽中に乾燥しないようにすることである。これらの態様は、種子を長い発芽期間で生育させる場合は、とくに重要である。カバーは、薄葉紙などの分散性材料から成るものでよく、これによって、生育中の植物が突き抜けて生長するのを防いでいる。30

【 0 0 2 2 】

種子から植物を生育することは、明瞭ないくつかの期間に分かれる。ここで用いるように、第1期は「発芽」と呼ばれ、種子が稚苗に育つ過程である。一般に発芽は、種子に水を与えることで始まる。その結果、加水分解酵素が活性化し、種子に蓄えられている澱粉、蛋白質または油などの備蓄養分の生育過程のエネルギーおよび代謝的に有用な化学物質への転換を開始する。また、水を摂取すると、種皮が膨張し裂けることになる。稚苗が種皮から現れる最初の部分は根であり、新芽と、最後には種子葉(すなわち子葉)がこれに続く。この時までに、種子の備蓄養分は、典型的には消尽され、生育し続けるのに必要な将来のエネルギーは、光合成によって与えられる。ここで使用するように、種子葉の出現で発芽期が終了する。発芽期の長さの典型的な非限定的例は、約7日から約10日間である。40

【 0 0 2 3 】

植物生育の第2期は「稚苗期」と呼ばれ、ここで使用するように、種子葉の出現から稚苗高が概ね数センチメートル、例えば3cmになるまでの範囲である。正確な値は、当業者50

が理解のように、例えば植物種に応じてばらつくことがある。いずれにせよ、すべての稚苗は栄養分が豊富であり、しばしば料理上喜ばしいことである。

【0024】

植物の生涯における次の生育期は「栄養期」および「富栄養期」と呼ばれる。これら2つの生育期の区別は、生育速度に基づいている。初期栄養期すなわち遅滞期中は、植物生育速度が緩慢である。しかし、富栄養期中は、生育速度が指数関数的速度で急速に増す。これら2つの期では、次期の開始前にできるだけ多く生長するように植物の光合成が非常に活発である。次期は、生育させる植物に応じて、開花期、繁殖期または保存期のいずれかである。いずれの該当する期で植物が生長するかは、当業者に明らかである。

【0025】

富栄養期、開花期および繁殖期の境目をいずれも正確に区別することは、ときどき困難なことがある。例えば、植物の別々の部分が植物種に応じて異なる生育期にあることがある、事実、開花期の初期の週は、茎および葉が急速に伸びて生長する更なる栄養期にあることがある。

【0026】

ここで使用するように、用語「繁殖期」とは、植物のエネルギーが主に果実の発生に向かう生育期を言う。したがって、本方法にこの期を含めることは、とりわけ、トマト、キュウリ、パプリカおよびトウガラシなどの野菜様果実に適用される。

【0027】

ここで使用するように、用語「保存期」は、植物がこれ以上目立って伸びない安定期を言う。この期は、「維持」期または「収穫」期と称してもよい。

【0028】

本生育方法は、上述した各期のすべて、またはそれらのうちのいくつかのみを含んでもよい。換言すれば、本方法は、発芽期のみから成ってもよく、または発芽期から稚苗期、初期栄養期、富栄養期、または開花期もしくは保存期のいずれかまでの期を含んでもよい。こうして、本方法を使用して発芽した種子、芽、稚苗または成熟した植物を得てもよい。それぞれの場合、本方法の開始材料は、植物種子、好ましくは種子カートリッジで提供されるものである。

【0029】

植物は、その生長および生育にエネルギーが必要である。このエネルギーは、太陽光から光合成によって得られ、これは、葉緑素、すなわち植物に見られる緑色素が光エネルギーを使って水および二酸化炭素を単糖および酸素に転換する方法である。そこでこの単糖を使ってより複合的な糖および澱粉を作り、これを植物のエネルギー備蓄すなわち構造的要素として利用する。光合成では、植物は、400～700ナノメートル波長域の太陽光を使用することができ、これは、多少ともヒトの可視光域に相当する。スペクトルのこの部分は、光合成有効放射(PAR)として知られ、太陽光エネルギーの37%を占めるにすぎず、太陽光エネルギーの62%は赤外波長(>700 nm)に含まれ、残りである1%が紫外波長(200～400 nm)に含まれる。

【0030】

植物では、葉緑素aが光合成に関係する主色素であり、葉緑素bは補助色素として働いて光合成の際に吸収される光のスペクトルを広げている。光合成植物色素およびその吸収スペクトルの概要を表1および図1に示す。吸収のピークは、葉緑素aでは約400～450 nmおよび650～700 nmの波長、また葉緑素bでは450～500 nmおよび600～650 nmである。青スペクトル、すなわち約400～500 nm、より具体的には約420～約480 nmは、主に葉の栄養生長に関与している。次に、赤スペクトル、すなわち約600～700 nm、より具体的には約640～約690 nmは、とりわけ発芽および根の生育に重要である。さらに、赤色光は、青色光と一緒にになると、開花が促進される。一方、植物は、緑～黄色領域では十分に吸収しないが、これを反射させる。これは、植物がヒトの目に緑に映る原因である。

【0031】

10

20

30

40

【表1】

表1 光合成色素と光の青、緑および赤スペクトルの効果の概要

| 色素 | 特性吸収ピーク | | 発生 |
|----------|-------------|-------------------------------------|---------------------|
| | 有機溶剤中、nm | 細胞中、nm | |
| 葉緑素a | 420、660 | 435、670～680 (数個の形状) | 全光合成植物 (バクテリア以外) |
| 葉緑素b | 453、643 | 480、650 | 高等植物および 緑藻類 |
| 葉緑素c | 445、625 | 645で赤帯 | 珪藻植物および 赤藻類 |
| 葉緑素d | 450、690 | 740で赤帯 | いくつかの赤藻類 で報告あり |
| αカロチン | 420、440、470 | 多くの葉、およびある種の藻 | |
| βカロチン | 425、450、480 | 他の全植物の主カロチン | |
| γカロチン | 440、460、495 | いくつかの植物では微量 | |
| ビオラキサンチン | 425、450、475 | 葉の第2の主カロチノール | |
| ルテオール | 420、440、470 | 多くの葉、およびある種の藻 | |
| 400～480 | 青スペクトル | 植物の葉を厚くし、色素形成、栄養生育、抗酸化物含有量および旨味を高める | |
| 510 | 緑スペクトル | 緑スペクトルで少量吸収。黄スペクトルでほとんど吸収なし | |
| 640～680 | 赤スペクトル | 葉緑素吸収ピーク。種子発芽と開花/開蓄の促進。 植物を潤滑化 | |

【0032】

上述のように、本方法は、発光ダイオード(LED)などの人工光源を1個以上利用し、これは、光合成に適した電磁スペクトルを放射することによって植物の生長および生育を刺激するように構成されている。植物は緑色光を十分に吸収しないが、とくに本方法の栄養生長および維持期では、緑スペクトル、すなわち約500～600 nm、より具体的には約510～約540 nmを使用して、植物が反射する緑色を強化する。植物照光に緑スペクトルを含めることは、ヒトの目に心地よく審美的な全体照明色を提供するためには、とくに重要である。ヒトは、青～赤の照光状態では最高の気分にならないことが分かっている。そこで、緑照光はヒトの健康な状態にとって重要である。

【0033】

葉緑素bは、黄色～オレンジ光を、ある程度吸収する。そこで、所望ならば、本方法で使用する人工光は黄色スペクトル、すなわち約560～約620 nmも含んでよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

本方法で使用する人工光源は、生育させる植物の上方で調整可能に配置された照光装置に設けてもよい。

【 0 0 3 5 】

好ましい実施形態では、利用する光のスペクトル領域のそれぞれについて本方法において個別のLEDをいずれの所望の組合せで使用してもよい。より好ましい実施形態では、それぞれの植物を赤色発光LED、青色発光LEDおよび緑色発光LEDの下で生育させ、その光放射の相対的比例レベルを栽培中の植物の生育期、および／または必要に応じて調整してもよい。これらの光のスペクトル特性は、線形または段階的に調整してもよい。

【 0 0 3 6 】

LEDの発光光の波長、したがって発光色は、LEDの通過電流を制御することで調整可能である。LEDのピーク波長は、LED技術の限界値内でシフトさせててもよい。そこで、各LEDが異なる優勢波長を有し、それらを調整して全体で各優勢波長間のスペクトル領域をカバーし、広げるようにしてもよい。

【 0 0 3 7 】

適切なスペクトル領域に加えて、植物用人工光源は、植物の条件に合うような適切な光輝度も出力しなければならない。LED技術では、発光光の輝度は、LEDに掛かる電圧を制御することで調整可能であり、これは当該技術分野で公知である。

【 0 0 3 8 】

光合成有効放射(PAR)は通常、 $\mu\text{モル光子数}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (毎秒平方メートル当たりの $\mu\text{モル光子数}$)として定量化され、これは、光合成光子束密度(PPFD)の測定値である。南半球では、夏季正午の十分な陽光は、約2000 PPFDであり、冬季は約1000 PPFDである。典型的には、植物は、その生長および生育に約200～約700 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを必要とする。より具体的には、レタス、サラダ菜およびハーブなどの多くの葉物野菜は、約200～約400 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを必要とするが、トマト、トウガラシおよびパプリカなどの多くの野菜様果実、または他の高輝度光を必要とする植物、および医療大麻は、約400～約700 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを必要とする。注目すべきは、屋内の典型的な照明状態は、約15 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ に等しいことである。したがって、人工光源で得られる十分な光輝度は、健康で丈夫な成熟植物が美味となり、または大きく開花するのに重要である。しかし、現存の屋内園芸装置の多くは、十分な光輝度の条件を満たしていない。

【 0 0 3 9 】

本方法では、生育させる植物の生長段階および／または条件に応じて約100～約400 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを多くの葉物野菜、ハーブ、花卉その他に使用する。いくつかの好ましい実施形態では、約40～約140 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを発芽期に、約190～約370 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを稚苗期に、約210～約410 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを初期栄養期に、約230～約450 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを富栄養期に、約240～約460 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを開花期があればそれに、約240～約460 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを繁殖期があればそれに、および／または約30～約140 $\mu\text{モル}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを保存期に使用する。様々な光スペクトルの間の好ましい比、およびより好ましい比の非限定的例を表2に示す。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

【表2】

表2 葉物野菜、ハーブおよび花卉の様々な生育期における好ましい照光パラメータ

| 照光 | 発芽期、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 稚苗期、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 早期栄養 期、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 栄養期、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 開花期/ 繁殖期、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 保存期、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 総 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 40~140 | 190~370 | 210~410 | 230~450 | 240~460 | 30~140 |
| 赤スペクトル(640~690 nm) は30~40 | 20~60、 好ましく は30~40 | 70~110 、 好ましく は30~40 | 80~120 、 好ましく は90~11 | 60~120 、 好ましく は90~11 | 100~160 、 好ましく は80~10 | 10~50、 好ましく は20~30 |
| 緑スペクトル(510~540 nm) は30~60 | 0 | 30~70、 好ましく は30~60 | 30~80、 好ましく は40~60 | 30~80、 好ましく は40~60 | 30~80、 好ましく は40~60 | 10~40、 好ましく は20~30 |
| 青スペクトル(400~480 nm) は50~60 | 20~80、 好ましく は50~60 | 90~170 、 好ましく は120~1 | 100~180 、 好ましく は120~1 | 120~190 、 好ましく は140~1 | 90~160 、 好ましく は120~1 | 10~50、 好ましく は20~30 |
| 全任意的 ：黄スペクトル(560~620 nm) | 0 | 0~20 | 0~30 | 20~60、 好ましく は30~50 | 20~60、 好ましく は30~50 | 0 |

【0041】

本方法では、多くの野菜様果実および他の要高輝度照光植物について、生育させる植物の生育段階および/条件に応じて約300~約700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを使用する。いくつかの好ましい実施形態では、発芽期には約40~約140 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを、稚苗期には約300~約450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを、初期栄養期には約300~約450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを、富栄養期には約350~約700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを、開花期があればそれに約350~約700 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを、繁殖期があればそれに約300~約450 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを、および/または保存期には約30~約140 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のPPFDを使用する。様々な光スペクトルの間の好ましい比、およびより好ましい比の非限定的例を表3に示す。

【0042】

10

20

30

40

【表3】

表3 野菜様果実および他の要高輝度照光植物(例えばトマト、トウガラシ、キュウリ、医療大麻)の様々な生育期の好ましい照光パラメータ

| 照光 | 発芽期 、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 稚苗期 、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 早期栄養期、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 栄養期 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 開花期(花卉のみ)、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 繁殖期(果実他) 、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 保存期 、 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ |
|-------------------------------------|---|---|---|--|---|--|---|
| 総 $\mu\text{モルm}^{-2}\text{s}^{-1}$ | 40~140 0 | 300~45 0 | 300~45 0 | 350~70 0 | 350~70 0 | 300~45 0 | 100~15 0 |
| 赤スペクトル(640~690 nm) | 40~80 好まし くは50 ~60 | 100~20 好まし くは100 ~150 | 100~20 好まし くは10 ~150 | 150~30 好まし くは160 ~190 | 100~16 好まし くは90 ~100 | 100~20 好まし くは100 ~150 | 40~80 好まし くは50 ~60 |
| 緑スペクトル(510~540 nm) | 0 好まし くは50 ~90 | 50~100 好まし くは50 ~90 | 50~100 好まし くは50 ~90 | 80~180 好まし くは90 ~120 | 80~180 好まし くは90 ~120 | 50~100 好まし くは50 ~90 | 10~40 好まし くは20 ~30 |
| 青スペクトル(400~480 nm) | 40~80 好まし くは50 ~60 | 100~20 好まし くは120 ~160 | 100~18 好まし くは120 ~170 | 120~19 好まし くは140 ~180 | 90~190 好まし くは140 ~180 | 100~18 好まし くは120 ~170 | 40~80 好まし くは50 ~60 |
| 全任意的: 黄スペクトル(560 nm) | 0 好まし くは30 | 0~20 好まし くは30 | 0~30 好まし くは30 | 20~60 好まし くは30 | 20~60 好まし くは30 | 0~30 好まし くは30 | 0 好まし くは30 |
| | | | | ~50 | ~50 | | |

10

20

30

40

【0043】

植物の生長および生育を左右する更なるパラメータは「照光期間」であり、これは植物に光を当てる24時間表記の時間数を言う。必須でないが典型的には、本生育方法における照光期間は、当該植物種および生育期などの様々な変化に応じて12時間から24時間まで変えてよい。いくつかの好ましい実施形態では、照光期間は、発芽期では約12時間から約16時間まで、稚苗期では約16時間から約24時間まで、初期栄養期では約16時間から約24時間まで、富栄養期では約16時間から約24時間まで、開花期(該当する場合)では約16時間から約24時間まで、および/または保存期では約12時間から約16時間までそれぞれ個々に変え

50

てもよい。長い光照射が必要な植物の非限定期には、トマト、トウガラシ、パプリカおよび医療大麻が含まれる。

【0044】

本発明では、各生育期の間の遷移には、上述のように照光調整を必要とする。この調整は、手動または自動で様々に行なうことができる。例えば、自動調整は、マシンビジョン、3D測定、赤外測定、葉緑素測定、超音波測定、質量測定などによる植物の稚苗または生育の高さの測定に基づいてもよい。手動調整は、例えばインテリジェント延伸部品などの1つ以上の延伸部品の使用によって行なってもよく、これは、光源を持ち上げて生長中の植物に多くの空間を与えるとともに、人工植物照光の輝度およびスペクトル特性を調整するものである。手動調整はとくに、教育目的の場合、望ましい。こうして、植物の生育に対するさまざまな照光状態の効果を学ぶことができる。10

【0045】

上述のように、光合成には二酸化炭素が必要である。典型的には、本植物生育方法を家庭環境での開放した園芸装置で実行すれば、植物には何ら二酸化炭素を供給する必要がない。これは、十分な量の二酸化炭素をエンドユーザ自身が呼吸で発生しているからである。しかし、本方法を大規模に、好ましくは閉じた装置で実行すると、植物は、約340～約1000 ppmのCO₂の下で生育させることができる。所望に応じて、様々な生育期についてこの範囲内でさらに十分な値を個々に選択してもよい。

【0046】

本方法は屋内で実行するものであるので、一般に温度調整は不要である。しかし、生育させる植物の特定の条件に応じて、本方法では、本方法の1つ以上の生育期にわたって加熱または冷却を行なってもよい。いくつかの植物種は、例えば涼しい環境、または寒冷な環境でさえも良好に発芽する。20

【0047】

適切かつ十分な光放射に加えて、植物は、その生育および生長に水が必要である。いくつかの実施形態では、本方法は、基本的なタイプの水耕の1つ、つまり洪排水とも称するエブアンドフローに依拠している。この方式では、水耕溶液、すなわち水および栄養素は、種子カートリッジまたは生育させる植物へ定期的に給送され、下の槽に戻される。このようなエブアンドフローのサイクルは、温度、生育期、および生育させる植物の特定の条件などの変数に応じて日に数回、例えば2～4回繰り返される。いくつかの好ましい実施形態では、用水は、発芽期では2日に1回、ないし1日に2回、稚苗期では1日に1～2回、初期栄養期では1日に2～6回、富栄養期では1日に6～10回、開花期(該当する場合)では1日に6～10回、および／または保存期では3～6日に行なう。しかし、本方法は何れの特定の用水スケジュールにも限定されない。30

【0048】

エブアンドフロー装置は、従来から温室でのみ利用される教務用用水方式である。しかし本方法は、従来の水耕をエブアンドフロー装置を組み合わせてエンドユーザ環境での使用が容易で、またそれに適した閉じた自動化システムとしている。

【0049】

エブアンドフロー装置にはいくつかの利点がある。例えば、根が常時、水に浸かることではなく、したがって、腐朽の危険が最小である。さらに、ポンプが日に数回しか作動しないので、本方法は、現存の多くの家庭園芸用装置に比べて静肅である。ポンプの動作は線形または段階的に調整してもよい。40

【0050】

他のいくつかの実施形態では、本方法は空中栽培に依拠している。この実施形態では、生育させる植物の種子または根に空中栽培溶液、すなわち水、栄養素および空気を噴霧装置によって定期的に噴霧する。噴霧間隔は、温度、生育期、および生育させる植物の特定の条件などの様々な変数に応じて自由に調整してよい。

【0051】

エブアンドフロー機構のように、空中栽培装置にはいくつかの利点がある。例えば、根50

が常時、水に浸されることではなく、したがって腐朽の危険性は最小である。さらに、ポンプは日に数回だけ作動するので、現存の多くの家庭園芸装置に比べて本方法は静肅である。ポンプの動作は、線形または段階的に調整してもよい。

【0052】

本方法は、水および／または栄養素を用水系に補充する時期になると、例えば音声表示器または光表示器により警報する機構を有していてもよい。

【0053】

当業者が容易に理解しているように、本方法で使用する栄養素成分は、生育させる植物種および当該生育期などの様々な変数に応じて変えてよい。好みい、とくにハーブの生育に適した栄養素成分では、窒素(N)、リン(P)およびカリウム(K)がそれぞれ11:3:21の比で存在する。一般に、窒素は光合成の促進、ならびに葉および植物の生育に重要であり、リンは根の生育、開花および代謝過程に重要である一方、カリウムは、植物のストレス耐性にとって重大であるとともに、植物細胞内外の水圧の安定化に重要である。好みい栄養素成分に含まれる該当の微量元素は、当業者に明らかである。

10

【0054】

照光および灌水は両方とも、手動または自動調整可能であってよい。手動調整はとくに、教育目的の場合、望ましい。こうして、植物の生育に対するさまざまな照光および灌水の効果を学ぶことができる。

【0055】

また、照光および用水の両方とも、いわゆる休日モードに設定してもよい。これは、生育させる植物に十分な光および水を供給して、かなり生長することはなくても生命を維持するようにするモードである。

20

【0056】

藻類およびカビの形成は、とくに屋内園芸では問題となる。本方法では、この問題を様々な方法で回避することができる。実施形態によれば、UV光を使用して、水耕溶液または空中栽培溶液の槽に形成されたどのような藻類も退治する。藻類はその繁殖に光を必要とするので、その生育を防ぐ1つの方法は、槽を不透明材料で構成することである。

【0057】

一般に本方法は、形状および大きさが可変の装置で実行してもよい。実施形態において、装置は卓上園芸向きであり、とくに家庭用に適している。他のいくつかの実施形態では、装置は、とくに、大きな収穫が望まれる環境用に適した植物工場などの多段構成システムである。そのような環境の非限定的な例には、レストランおよび業務用調理室が含まれる。

30

【0058】

本方法の利点の1つは、二酸化炭素排出量が少なく、多い収穫が得られることである。このように本方法は、環境に対しても健康的である。これは、少なくとも部分的に、本方法が加熱、冷却、またはCO₂の追加を必要としないためである。全世界で最も効率的な温室は、約80~100 kg m⁻²の収穫でレタスを生産することができる。これに対して本方法は、上述の世界最高効率の温室のわずか1/10のエネルギー消費で約60 kg m⁻²のレタスを生産することができる。より一般的に言えば、本方法は、従来の温室より90%少ないエネルギーで1 kgの青物野菜を生産することができる。このように本方法は、非常にエネルギー効率がよく、都市環境で食料の分散生産に使用することができる。

40

【0059】

本発明の他の利点は、食料生産に殺虫剤も殺菌剤も必要としないことである。これは、例えば、本方法が屋内の閉じた用水系で実行され、用水系にUV殺菌を備えることができ、岩綿などの種子カートリッジの材料が無垢で無菌なためである。

【実施例】

【0060】

以下の実施例は、5月にフィンランド南部で行なった。

【0061】

50

バジル種子を岩綿製の8本のカートリッジに埋め込んだ。それらの種子カートリッジのうちの4本をプラスチック容器に配置し、残りの4本の種子カートリッジは、本植物生育方法を実行するように設計した卓上サイズの園芸装置に配置した。プラスチック容器は、南向きの窓辺に置いたまま、本園芸装置の人工光を図2に示すように調整した。

【0062】

両方式とも同じ頻度で用水させたが、園芸装置の方は、エブアンドフロー用水を利用した。

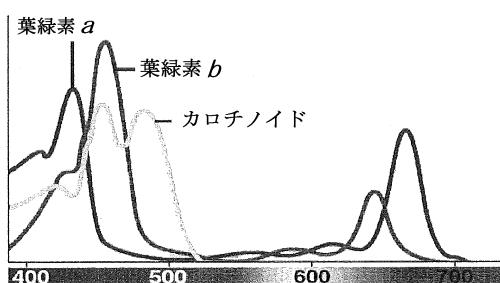
【0063】

本方法によれば、窓辺で行なった方法で得られた発芽速度と比べて20~30%高い発芽速度が達成された。図3および図4はそれぞれ、窓辺方法および本方法の開始後、2.5週で撮影した写真を示す。明らかに、図3に示す稚苗は、収穫を得るに十分な生命力がない。他方、本方法で生産したバジル稚苗は、写真を撮影した際にすでに、強く頑健、強健であり、かつ風味を有していた。

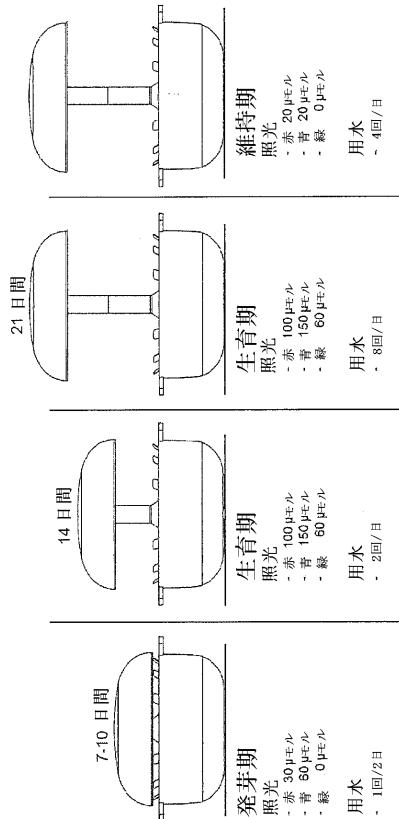
【0064】

当業者に明らかとなろうが、技術の進展とともに、本発明思想は様々なやり方で実現可能である。本発明とその実施形態は、上述した各例に限定されず、特許請求の範囲内で可変である。

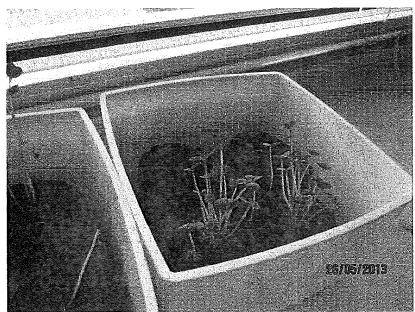
【図1】



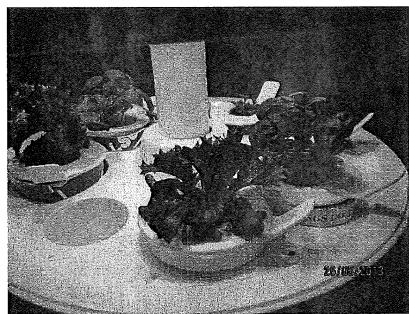
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 14162567.3

(32)優先日 平成26年3月31日(2014.3.31)

(33)優先権主張国・地域又は機関

　　欧洲特許庁(EP)

(74)代理人 100153453

　　弁理士 北島 弘崇

(72)発明者 ブオリネン、 カリ

　　フィンランド共和国 エフアイ - 2 0 1 0 0 トゥルク、 コイデンプノヤンカトウ 14、 ブ
　　ラントウイ オサケ ユキチュア内

(72)発明者 ロイスケ、 ヤンネ

　　フィンランド共和国 エフアイ - 2 0 1 0 0 トゥルク、 コイデンプノヤンカトウ 14、 ブ
　　ラントウイ オサケ ユキチュア内

(72)発明者 アレン、 マッティ

　　フィンランド共和国 エフアイ - 2 0 1 0 0 トゥルク、 コイデンプノヤンカトウ 14、 ブ
　　ラントウイ オサケ ユキチュア内

審査官 竹中 靖典

(56)参考文献 特開2 0 0 7 - 0 0 6 8 6 2 (JP, A)

特開平0 7 - 0 7 9 6 4 7 (JP, A)

特開2 0 0 4 - 0 0 0 0 5 5 (JP, A)

特開2 0 0 5 - 1 0 2 5 9 6 (JP, A)

特開2 0 0 1 - 2 5 8 3 8 9 (JP, A)

特開2 0 1 2 - 0 6 5 6 0 1 (JP, A)

特開2 0 0 6 - 3 0 4 6 1 0 (JP, A)

特開2 0 0 4 - 0 8 1 1 1 0 (JP, A)

特開平1 0 - 1 7 8 8 9 9 (JP, A)

特開平0 5 - 2 7 6 8 3 5 (JP, A)

特開平0 9 - 1 6 3 8 8 7 (JP, A)

特開平0 9 - 2 6 6 7 2 5 (JP, A)

特開2 0 1 3 - 2 3 6 5 6 0 (JP, A)

米国特許出願公開第2 0 0 9 / 0 1 5 1 2 4 8 (US, A 1)

米国特許第0 6 2 4 7 2 6 8 (US, B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 0 1 G 3 1 / 0 0 - 3 1 / 0 6

A 0 1 G 7 / 0 0