

(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
2012 年 12 月 13 日(13.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/169357 A1

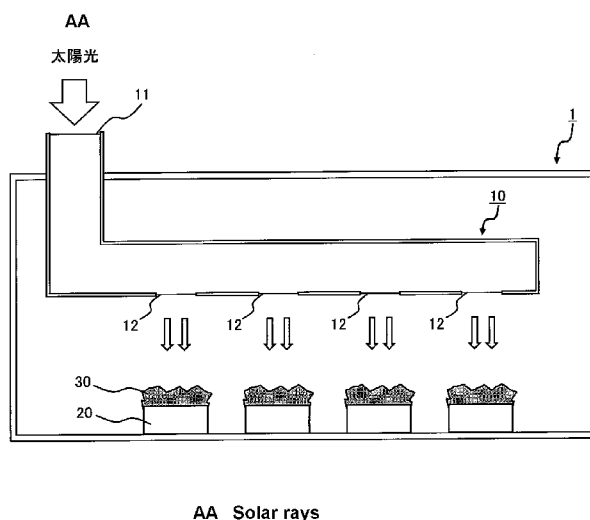
- (51) 国際特許分類:
A01G 7/00 (2006.01) F21V 7/22 (2006.01)
F21S 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/063217
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 23 日(23.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-129787 2011 年 6 月 10 日(10.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東洋
鋼板株式会社 (TOYO KOHAN CO., LTD.) [JP/JP];
〒1028447 東京都千代田区四番町 2 番地 1 2
Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西 麻里
(NISHI, Mari) [JP/JP]; 〒7448611 山口県下松市東豊
井 1 2 9 6 番地の 1 東洋鋼板株式会社 技術
研究所内 Yamaguchi (JP). 岡本 浩明(OKAMOTO,
Hiroaki) [JP/JP]; 〒7448611 山口県下松市東豊井 1
2 9 6 番地の 1 東洋鋼板株式会社 技術研究
所内 Yamaguchi (JP). 小林 聡 (KOBAYASHI,
Satoshi) [JP/JP]; 〒7448611 山口県下松市東豊井 1
2 9 6 番地の 1 東洋鋼板株式会社 技術研究
所内 Yamaguchi (JP).
- (74) 代理人: とこしえ特許業務法人 (TOKOSHIE PAT-
ENT FIRM); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁
目 2 2 番 2 7 号 西新宿 K N ビル Tokyo (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, 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, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: LIGHTING DEVICE FOR PLANT FACTORY AND METHOD FOR GROWING PLANTS

(54) 発明の名称: 植物工場用の採光装置および植物の育成方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a lighting device for a plant factory, which has a lighting unit (11) that captures natural light and a light-emitting unit (12) that irradiates light captured by the lighting unit to inside a plant factory, and which comprises a light-reflecting layer comprising silver or a silver alloy on the inside surface thereof. The lighting device for a plant factory is characterized by the light captured by the lighting unit (11) being reflected at least once by the light-reflecting layer and then being irradiated inside the plant factory from the light-emitting unit (12), and by the near infrared light quantum ratio for 700-1,000 nm wavelengths in light irradiated inside the plant factory from the light-emitting unit (12) being at least 40%.

(57) 要約: 自然光を採り込む採光部 11 と、前記採光部から採り込んだ光を植物工場内に照射する放光部 12 とを有する植物工場用の採光装置であって、内面に銀または銀合金からなる光反射層を備え、前記採光部 11 から採り込まれた光が、前記光反射層で少なくとも 1 回反射した後に、前記放光部 12 から植物工場内に照射され、か

つ、前記放光部 12 から植物工場内に照射される光中における波長 700~1000 nm の近赤外域の光子の割合が 40% 以上であることを特徴とする植物工場用の採光装置を提供する。

WO 2012/169357 A1



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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, 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：植物工場用の採光装置および植物の育成方法

技術分野

[0001] 本発明は、植物工場用の採光装置および植物の育成方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、食物の安定供給のため、植物育成環境を制御して植物を育てる閉鎖型植物工場の開発が進んでいる（たとえば、特許文献1参照）。しかしながら、このような閉鎖型植物工場においては、植物に照射する光の光源として蛍光灯などの人工光源を用いられているが、照明コストが高く、さらには、人工光源栽培であるという点から消費者の印象があまり良くないという問題があった。

[0003] これに対して、たとえば、光ダクトにより太陽光を導き、閉鎖型植物工場内に導かれた太陽光を照射する技術が知られている（たとえば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平5－85134号公報

特許文献2：特開2004－97172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、上述した特許文献2のように光ダクトを用いて、太陽光を閉鎖型植物工場内に導く方法においては、光ダクト内において、採り込まれた太陽光が複数回反射することにより、採り込まれた太陽光の光量が減衰してしまい、これにより植物の育成が不十分になってしまうという問題があった。

[0006] 本発明は、植物を、低コストで、良好かつ効率的に育成可能な植物工場用の採光装置を提供することを目的とする。また、本発明は、このような採光

装置を用いた植物の育成方法を提供することも目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者等は、上記目的を達成するために鋭意研究した結果、上述した特許文献2に記載の光ダクトなどの従来の光ダクトにおいては、採り込まれた太陽光が光ダクト内で複数回反射する際に、特定の波長領域の光の減衰が大きく、その結果として、植物の育成が不十分となっていること、および、このような特定の波長領域の光の減衰を防止することにより上記問題が解決できることを見出し、このような知見に基づいて、本発明を完成させるに至った。

[0008] すなわち、本発明によれば、自然光を採り込む採光部と、前記採光部から採り込んだ光を植物工場内に照射する放光部とを有する植物工場用の採光装置であって、内面に銀または銀合金からなる光反射層を備え、前記採光部から採り込まれた光が、前記光反射層で少なくとも1回反射した後に、前記放光部から植物工場内に照射され、かつ、前記放光部から植物工場内に照射される光中における波長700～1000nmの近赤外域の光量子の割合が40%以上であることを特徴とする植物工場用の採光装置が提供される。

[0009] 本発明の採光装置においては、前記放光部に、前記採光部から採り込まれた光を拡散するための拡散板が設けられていることが好ましい。

[0010] また、本発明によれば、自然光を採り込み、採り込んだ光を植物工場内に照射可能な採光装置を用いて、植物工場内で植物を育成する方法であって、前記採光装置が、内面に銀または銀合金からなる光反射層を備え、前記採光装置内に採り込まれた光を、前記光反射層で少なくとも1回反射させた後に、前記植物工場内に、波長700～1000nmの近赤外域の光量子の割合が40%以上である自然光を照射することを特徴とする植物の育成方法が提供される。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、植物を、低コストで、良好かつ効率的に育成可能な植物工場用の採光装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図 1 は、本実施形態に係る植物工場の全体構成を示す概略図である。

[図2]図 2 は、実施形態に係る採光装置を構成する反射板の構成を示す図である。

[図3]図 3 (A)、図 3 (B) は、実施例で用いた採光装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面に基づいて、本発明の実施形態について説明する。

[0014] 図 1 は、本実施形態に係る植物工場 1 の全体構成を示す概略図である。図 1 に示すように、本実施形態に係る植物工場 1 は、たとえば、冷凍コンテナや、空き店舗、廃工場などを閉鎖空間として利用した植物工場であり、植物工場 1 内に太陽光を照射するための採光装置 10 を備えている。

[0015] 採光装置 10 は、採光口 11 から、太陽光を採り込み、採り込んだ光を採光装置 10 の内面に形成された光反射層（光反射層については後述する。）で反射させながら、採光装置 10 の内部に導き、導いた光を各放光口 12 から植物工場 1 内に照射するような構成となっている。そして、図 1 に示すように、各放光口 12 からの光は、植物工場 1 内に設置された植物 30 が植えられた栽培容器 20 に照射されることとなる。なお、植物工場 1 としては、水耕栽培および人工土壌栽培のいずれの栽培方法にも用いることが可能である。また、採光装置 10 としては、太陽光を効率的に採り込むために、太陽光を追尾するための太陽光追尾装置や、集光レンズなどの集光装置を備えるものであってもよい。

[0016] 本実施形態の採光装置 10 は、内層に光反射層が形成された光反射板を所定の形状に成型してなり、内面に形成された光反射層により、採光口 11 から採り込まれた太陽光が反射されるようになっている。また、採光口 11 および放光口 12 は、光を透過できるような透明性の高い板、たとえば、透明ガラス板や透明樹脂板で構成することができる。あるいは、放光口 12 は、このような透明性の高い板を設けずに開口としてもよい。なお、採光装置 1

0は、図1に示すように屈曲部を有しており、これにより、採光口11から採り込まれた太陽光が少なくとも1回、好ましくは2回以上、採光装置10内面に形成された光反射層で反射された後に、放光口12から植物工場1内に照射されるようになっている。

[0017] なお、本実施形態の採光装置10においては、放光口12に対向する面に、拡散板を設置してもよく、拡散板を設置することにより、放光口12から植物工場1内に照射される光をやわらかいものとすることができる。あるいは、本実施形態では、放光口12に、透明性の高い板に代えて拡散板を設置してもよく、この場合でも、放光口12から植物工場1内に照射される光をやわらかいものとすることができる。

[0018] 次に、本実施形態の採光装置10を構成する光反射板について説明する。図2は、本実施形態の採光装置10を構成する光反射板の構成を示す図である。図2に示すように、本実施形態の採光装置10を構成する光反射板は、基体100、樹脂層110、光反射層120、および保護層130を、この順に積層することにより、形成されている。なお、図2に示す光反射板は、採光装置10内において、光反射層120および保護層130が内面側となるように配置される。

[0019] 基体100としては、所望の形状に加工可能な材質で構成すればよいが、本実施形態では、加工性に優れるという点より、金属板を用いる。また、基体100を構成する金属板としては、特に限定されないが、鋼板、アルミニウム板、アルミニウム合金板などが挙げられ、これらのなかでも機械的強度の向上や製造コストの低減という点から、鋼板が好ましく用いられる。

[0020] 鋼板としては、クロム含有量が11質量%未満の鉄合金の板、または、クロム含有量が11質量%以上の鉄合金、いわゆるステンレスの板が挙げられる。特に、クロム含有量が11質量%未満の鉄合金鋼板は、アルミニウムやステンレスと比べて安価な材料であるため、製品を広く普及させるのに好適である。

[0021] アルミニウム合金板は、アルミニウムを主成分とし、強度、加工性、耐食

性などを付与するためにマグネシウム（Mg）、マンガン（Mn）、シリコン（Si）などを添加し、合金化したものである。

[0022] また、基体１００を構成するための金属板としては、表面処理が施された表面処理金属板であってもよい。表面処理金属板としては、上記した金属板の表面に各種めっきを施したもの、またはアルミニウム板の表面にアルマイト処理を施したものなどが挙げられる。

[0023] 基体１００を、めっきで表面処理しためっき処理金属板とする場合において、めっきに用いる金属としては、亜鉛、亜鉛合金、錫、ニッケル、クロムなどを用いることができる。

[0024] たとえば、基体１００として、鋼板上に、亜鉛めっきまたは亜鉛合金めっきを形成することにより得られる亜鉛めっき鋼板を例示して説明すると、めっき方法により、たとえば、熔融亜鉛めっき鋼板、熔融亜鉛合金めっき鋼板、電気亜鉛めっき鋼板、電気亜鉛合金めっき鋼板など複数の種類が挙げられる。

[0025] また、鋼板上に亜鉛めっきまたは亜鉛合金めっきを形成する際に、めっきに用いる金属としては、亜鉛や亜鉛合金が用いられる。亜鉛合金としては、亜鉛（Zn）に５～５５質量％のアルミニウム（Al）を含有するもの、亜鉛（Zn）にコバルト（Co）、モリブデン（Mo）を含有するものなどが用いられる。

[0026] さらに、亜鉛めっき鋼板としては、亜鉛等のめっきの剥がれや変質を防止するために化成処理を施してもよい。化成処理として、例えば、クロメート処理、リン酸塩処理、リチウムシリケート処理、シランカップリング処理あるいは、ジルコニウム処理などが挙げられる。

[0027] 基体１００の厚みは、特に限定されないが、通常、０．２～１mmであり、好ましくは０．３～０．８mmである。

[0028] 樹脂層１１０は、基体１００自体の耐食性を向上させ、さらに、基体１００と光反射層１２０の間に介在させることで、基体１００と光反射層１２０との密着性を向上させるために設けられる。樹脂層１１０は、種々の材料で

構成される塗装膜またはフィルムとすることができる。塗装膜の材料としては、基板 100 に対して密着性の良い有機樹脂材料であれば、その種類は特に限定されるものではないが、特に、ポリエステル樹脂、アルキッド樹脂、アクリル樹脂、2液硬化型ポリウレタン樹脂などの塗料が好適である。また、フィルムの材料としては、ポリエチレン、ポリカーボネート樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂などが挙げられる。樹脂層 110 を塗装膜で形成する場合、材料を溶解した塗料を用いた塗布法により基体 100 上に作製することができる。また、樹脂層 110 をフィルムで形成する場合、フィルムを接着剤等により基体 100 に貼り付けることで基体 100 上に作製することができる。

[0029] 光反射層 120 は、銀または銀合金からなる層である。銀は元素の中でも可視光域において高い反射率を有していることから、光反射板の反射効率を高めるという観点より、好適である。

[0030] また、銀は、採光装置 10 に採り込まれる光を反射させた際に、採光装置 10 に採り込まれる光の 400～1000 nm の波長域のうち、700～1000 nm の波長域の光を減衰させずに、反射させることができる。特に、400～1000 nm の波長域のうち、植物の光合成に必要な光合成有効波長域は 400～700 nm である一方で、近赤外波長域である 700～1000 nm の光には、光合成を促進する作用を有することが知られている（エマーソン効果）。そのため、本実施形態では、光反射層 120 を、銀または銀合金からなる層とすることにより、採光装置 10 内に採り込まれる光が反射した際に、近赤外波長域である 700～1000 nm の光が減衰してしまうことを防止することができる。そして、本実施形態では、これにより図 1 に示す採光口 11 から採り込まれた太陽光を、光反射層 120 で反射させながら、採光装置 10 内に導き、導かれた光を放光口 12 から照射した際における、放光口 12 から植物工場 1 内に照射される光中における、波長 700～1000 nm の近赤外域の光量子の割合を 40% 以上、より好ましくは 50% 以上とすることができるものである。そして、その結果として、植物工

場 1 内に設置された採光装置 2 0 内の植物 3 0 の育成を促進できるものである。なお、採光装置 1 0 に採り込まれる太陽光は、通常、波長 7 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の近赤外域の光を、5 0 ~ 7 0 % の割合で含有している。

[0031] 一方で、従来の閉鎖型植物工場のように、蛍光灯などの人工光源を用いた場合には、蛍光灯などの人工光源から照射される光の波長は、通常、光合成有効波長域である 4 0 0 ~ 7 0 0 n m であり、近赤外波長域である 7 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の光を含まないことから、植物の育成が不十分であった。また、蛍光灯などの人工光源を、4 0 0 ~ 7 0 0 n m の波長域の光に加えて、7 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の波長域の光を含むものとしたり、人工光源で補光すると、コストが大幅に挙がってしまうという課題もある。

[0032] さらに、本発明者等が検討したところ、採光装置の光反射層を、従来から用いられているアルミニウムまたはアルミニウム合金は、反射効率は比較的高いものの、8 0 0 n m 付近においてアルミニウム特有の吸収ピークがあり、そのため、採光装置の光反射層をアルミニウムまたはアルミニウム合金で形成した場合には、採光装置内に採り込まれた光が光反射層で反射することにより、7 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の波長域の光が減衰してしまうことが認められた。そして、光反射層をアルミニウムまたはアルミニウム合金で形成してなる採光装置は、7 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の波長域の光が減衰してしまうため、植物工場用に用いた場合に、植物の育成が不十分となるという問題があった。

[0033] これに対し、本発明によれば、採光装置 1 0 を構成する光反射層 1 2 0 を、銀または銀合金からなる層で形成することにより、採光口 1 1 から採り込んだ光が光反射層 1 2 0 で反射させた場合でも、7 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の波長域の光が減衰してしまうことを防止し、これにより上述した従来の問題を解決することで、植物の育成を促進できるものである。

[0034] このような光反射層 1 2 0 は、銀鏡反応により銀を還元析出させる無電解めっき法、たとえば、スプレーめっき法により形成することができる。その他に、銀イオンを含む水溶液中で電気分解を行なう電気めっき法や、減圧雰

囲気下にて銀を蒸発させて皮膜を形成する蒸着法などにより形成することができる。

[0035] 光反射層 120 の厚みは、好ましくは 0.01 ~ 0.3 μm であり、より好ましくは 0.08 ~ 0.15 μm である。光反射層 120 の厚みが薄すぎると、ピンホールが発生してしまい、反射率が低下するおそれがある。一方、光反射層 120 の厚みが厚すぎると、所望の光沢面を得ることができず、反射率が低下するおそれがある。また、経済的にも、光反射層 120 の厚みが厚すぎることは望ましくない。

[0036] また、光反射層 120 を銀合金からなるものとする場合においては、主として銀を含有する合金とすればよいが、銀合金中の銀の含有割合が、好ましくは 97 重量%以上であり、より好ましくは 99 重量%以上である。

[0037] 保護層 130 は、光反射層 120 を保護するための層である。光反射層 120 は、銀または銀合金からなるため、大気に露出されると変色したり、汚れなどを生じ易く、特に、雰囲気ガスを微量でも含む場合に变色し易いという性質を有する。また、光反射層 120 に付着した砂塵、埃を洗浄する場合、光反射層 120 は洗剤による変色跡を残し易いという性質も有する。そのため、保護層 130 はこれらを防止するために光反射層 120 上に設けられる層であり、保護層 130 を設けることにより、長期間にわたり、採光装置 10 の性能維持および保守管理が可能となる。

[0038] 保護層 130 は、有機樹脂材料、もしくは無機材料、またはこれらの混合物からなる膜を用いる。あるいは、有機樹脂材料の膜と、無機材料の膜との 2 層で構成してもよい。

[0039] 有機樹脂材料としては、透明であり、かつ薄層化が可能な材料であればよいが、たとえば、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂などを用いることができる。また、無機材料としては、耐汚染性に優れる酸化チタンなどを用いることができる。保護層 130 を、有機樹脂材料で形成する場合には、たとえば、有機樹脂材料を溶解した塗布液を用いた塗布法、または、有機樹脂材料をフィルム状にして貼り付ける方法などにより作製すること

ができる。

[0040] また、本実施形態では、保護層 130 を増反射膜としてもよい。増反射膜は、チタン酸化物などの大きな屈折率の材料からなる層と、シリコン酸化物などの小さな屈折率の材料からなる層を 2 層に積層したものであり、それらの各層の光学的厚さ（物理的な膜厚×屈折率）を $\lambda/4$ （ λ ：光の波長）として全体の光学的厚さを $\lambda/2$ としたものである。保護層 130 を増反射膜とすることで、光の正反射率をより一層向上させることができる。

[0041] 保護層 130 の厚みは、好ましくは $1 \sim 15 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $3 \sim 10 \mu\text{m}$ である。保護層 130 の厚みが薄すぎると、光反射層 120 の保護効果が小さくなり、光反射層 120 に変色が発生したり、汚れが生じやすくなったりするおそれがある。一方、保護層 130 の厚みが厚すぎると、反射率が低下するおそれがある。

[0042] 次いで、本実施形態の採光装置 10 を構成する光反射板の製造方法について、説明する。

[0043] 最初に、基体 100 を構成するための金属板を準備し、金属板の表面に樹脂層 110 を形成する。樹脂層 110 は、基体 100 上に樹脂層 110 を形成する材料を溶解した塗料を用いた塗布法により形成する方法、または樹脂層 110 を形成する材料からなるフィルムを接着剤等により基体 100 に貼り付ける方法などにより形成することができる。そして、基体 100 上に形成した樹脂層 110 の表面に、銀または銀合金からなる光反射層 120 を形成する。以下においては、無電解めっき法により、銀からなる光反射層 120 を形成する方法について、説明する。

[0044] まず、樹脂層 110 と、光反射層 120 との密着性をより向上させるために、樹脂層 110 の表面に、コロナ放電処理またはグロー放電処理を施す。

[0045] 次いで、樹脂層 110 の表面に、塩酸を含有する塩化第 2 錫、塩化第 1 錫および塩化第 2 鉄を含んだ水溶液（前処理溶液）を塗布することで、触媒としての錫を樹脂層 110 の表面に形成する。なお、前処理溶液としては、pH を 2 以下に調製したものをを用いることが好ましい。次いで、イオン交換水

または蒸留水を用いて錫を形成させた樹脂層 110 の表面を洗浄し、樹脂層 110 表面に残る前処理溶液を除去する。

[0046] 次いで、樹脂層 110 の表面に、硝酸銀水溶液を塗布する。これにより樹脂層 110 の表面に析出した銀により、前処理溶液を用いて形成した錫が置換され、銀の始動核が形成される。次いで、イオン交換水または蒸留水を用いて樹脂層 110 の表面を洗浄し、樹脂層 110 表面に残る余剰の硝酸銀水溶液を除去する。

[0047] 次いで、銀の始動核が形成された樹脂層 110 表面に、スプレー噴射により pH 10 ~ 13 のアンモニア性硝酸銀水溶液と、還元剤（例えば、硫酸ヒドラジニウム、グリオキサールなど）を含む pH 8 ~ 12 の還元剤水溶液とを同時に射出する。なお、この際においては、還元剤水溶液として、還元剤を水に溶解、あるいは希釈したものに水酸化ナトリウムを加えてアルカリ性にしたものを用いる。そして、これにより、樹脂層 110 表面に形成した銀を始動核として、銀からなる光反射層 120 が形成される。

[0048] 次いで、イオン交換水または蒸留水を用いて洗浄を行い、光反射層 120 の表面に残存しているアンモニア性硝酸銀水溶液と還元剤水溶液とを除去し、エアブローにて光反射層 120 表面に付着している水滴を吹き飛ばし、その後、乾燥を行なう。乾燥条件は、たとえば、70℃、20分とすることができる。

[0049] なお、本実施形態においては、光反射層 120 を形成する際には、上述したスプレー噴射方式に代えて、浸漬方式を用いてもよいし、さらには、上述した無電解めっき法に代えて、従来公知の電気めっき法や蒸着法などにより、光反射層 120 を形成してもよい。

[0050] 次いで、光反射層 120 上に、保護層 130 を形成する。保護層 130 は、保護層 130 を構成することとなる樹脂を含有する保護層用溶液を、光反射層 120 上に、塗布し、乾燥することで形成することができる。乾燥温度は、好ましくは 70 ~ 120℃、より好ましくは、80 ~ 100℃である。乾燥時間は、好ましくは 20 ~ 90 分、より好ましくは、30 ~ 60 分であ

る。

[0051] 以上のようにして、本実施形態の採光装置 10 を構成する光反射板は製造される。

[0052] そして、本実施形態の採光装置 10 は、上述したように、内面に銀または銀合金からなる光反射層 120 を備えており、かつ、採光口 11 から採り込まれた太陽光が少なくとも 1 回、好ましくは 2 回以上、採光装置 10 内面に形成された銀または銀合金からなる光反射層 120 で反射された後に、放光口 12 から植物工場 1 内に照射されるようになっている。ここで、光反射層 120 を構成する銀は、上述したように、採光装置 10 に採り込まれる太陽光の 400～1000 nm の波長域のうち、700～1000 nm の波長域の光を減衰させずに、反射させることができるものであり、そのため、本実施形態によれば、放光口 12 から植物工場 1 内に照射される光中における波長 700～1000 nm の近赤外域の光量子の割合を 40% 以上、好ましくは 50% 以上とすることができる。そのため、本実施形態の採光装置 10 によれば、植物工場 1 内に、植物の光合成に必要な光合成有効波長域は 400～700 nm の光に加えて、光合成を促進する作用を有する波長 700～1000 nm の近赤外域の光を十分な光量で照射することができ、これにより、植物工場 1 内に配置された植物 30 を、良好かつ効率的に育成することができる。また、本実施形態によれば、蛍光灯などの人工光源に代えて、太陽光を用いることにより、植物工場 1 で植物を育成する際に要するコストを低減することも可能となる。そして、本発明の採光装置 10 は、上記特性を活かし、植物工場 1 で育成可能な各種植物の育成、特に、葉物植物（たとえば、レタス類や春菊、ほうれん草、小松菜、水菜等の、主として葉が食される葉菜類）の育成に好適に用いることができる。

[0053] なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

実施例

[0054] 以下に、実施例を挙げて、本発明についてより具体的に説明するが、本発明は、これら実施例に限定されない。

[0055] <実施例 1>

実施例 1 では、図 3 (A)、図 3 (B) に示す採光装置を作製し、作製した採光装置を用いて、栽培試験を行い、後述する各評価を行った。なお、実施例 1 では、基体 100 として亜鉛めっき鋼板の上にアクリルウレタン樹脂からなる樹脂層を形成したものの上に、pH 10 のアンモニア性硝酸銀水溶液と pH 10 の還元剤（硫酸ヒドラジニウム）水溶液とを用いた無電解めっき法により厚さ 100 nm の銀からなる光反射層 120、およびアクリルシリコン樹脂からなる保護層 130 を形成してなる光反射板を用いて、採光装置を作製した。また、図 3 (A)、図 3 (B) 中、 $L1 = 4230 \text{ mm}$ 、 $L2 = 770 \text{ mm}$ 、 $L3 = 1572 \text{ mm}$ 、 $W1 = W2 = W3 = W4 = 500 \text{ mm}$ 、 $\alpha = 45^\circ$ 、 $\beta = 22^\circ$ とした。

[0056] また、太陽光を採り入れる採光部には、透明ガラスからなる採光口と、採光口から採り込まれる光を採光装置内部に反射させるための反射板を設け、採光口から採り込まれた光が放光口から、 $500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ の面積で設けられた栽培区に照射されるようにし、栽培区に、播種日から 14 日経過して 5 葉展開したチマ・サンチュの苗を 12 株定植することで、栽培試験を行った。なお、栽培試験においては、栽培区には採光装置からの光以外の光が照射されないように遮光を行なった。

[0057] そして、栽培開始からの光量を分光放射計（Handy Lambda II、スペクトラ・コープ社製）にて、栽培区に照射される光の光合成量子束密度（PPFD, $\text{mol} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ ）を 10 分間隔で測定し、光合成量子束密度の積算量（光合成に寄与した光の積算光量、 $\text{PPFD} \times 600 \text{ s}$ ）を算出し、光合成量子束密度の積算量が $120 \sim 130 \text{ mol} / \text{m}^2$ に達するまで栽培試験を行い、下記の評価を行った。

[0058] 700～1000 nm の光の強度割合

分光放射計（H a n d y L a m b d a II、スペクトラ・コープ社製）を用いて、栽培区に照射される光の400～1000nmの分光スペクトルの測定を行い、栽培区に照射される光中における700～1000nmの光量子の強度割合を算出した。結果を表1に示す。

[0059] 葉の生重量

栽培した株の葉の重量を測定し、1株当たりの葉の生重量を算出した。なお、葉の重量の測定は、12株全ての株について行い、得られた結果を平均したものを1株当たりの葉の生重量とした。結果を表1に示す。

[0060] 葉の面積

栽培した株の葉の面積を測定し、1枚当たりの葉の面積を算出した。なお、葉の面積の測定は、12株全ての株について行い、得られた結果を平均したものを1枚当たりの葉の面積とした。結果を表1に示す。

[0061] <比較例1>

比較例1では、光反射層をアルミニウムで形成した以外は、実施例1と同様にして、図3（A）、図3（B）に示す採光装置を作製し、実施例1と同様にして栽培試験を行い、同様に評価を行った。結果を表1に示す。

[0062] <比較例2>

比較例2では、図3（A）、図3（B）に示す採光装置の代わりに、光源として、蛍光灯（3波長型白色蛍光灯、20W×4本）を用いて、実施例1と同様にして栽培試験を行い、同様に評価を行った。結果を表1に示す。

[0063] [表1]

	実施例1	比較例1	比較例2
光合成量子密度の積算量 (mol/m ²)	125	122	130
波長700～1000nmの光の割合 (%)	60	10	0
葉の生重量 (g)	27	23	21
葉の面積 (cm ²)	1050	704	690

[0064] 表1に示すように、採光装置内面に、銀からなる光反射層を設けた実施例

1 では、栽培区に照射される光中における、波長 700～1000 nm の光量子の割合が 60% と高く、そのため、栽培された株の葉の重量および葉の面積が大きくなる結果となった。なお、栽培区に照射される光中における、波長 700～1000 nm の光量子の割合をこのように高くできるのは、銀による効果であるため、光反射層を銀を主成分とする銀合金とした場合でも、同様の効果が得られると考えられる。

[0065] 一方、採光装置内面に、アルミニウムからなる光反射層を設けた比較例 1 では、栽培区に照射される光中における、波長 700～1000 nm の光量子の割合が 10% と低く、そのため、栽培された株の葉の重量および葉の面積が小さくなる結果となった。

同様に、光源に蛍光灯を用いた比較例 2 では、栽培区に照射される光中における、波長 700～1000 nm の光量子の割合が 0% であり、そのため、栽培された株の葉の重量および葉の面積が小さくなる結果となった。

符号の説明

[0066] 1…植物工場

10…採光装置

11…採光口

12…放光口

100…基体

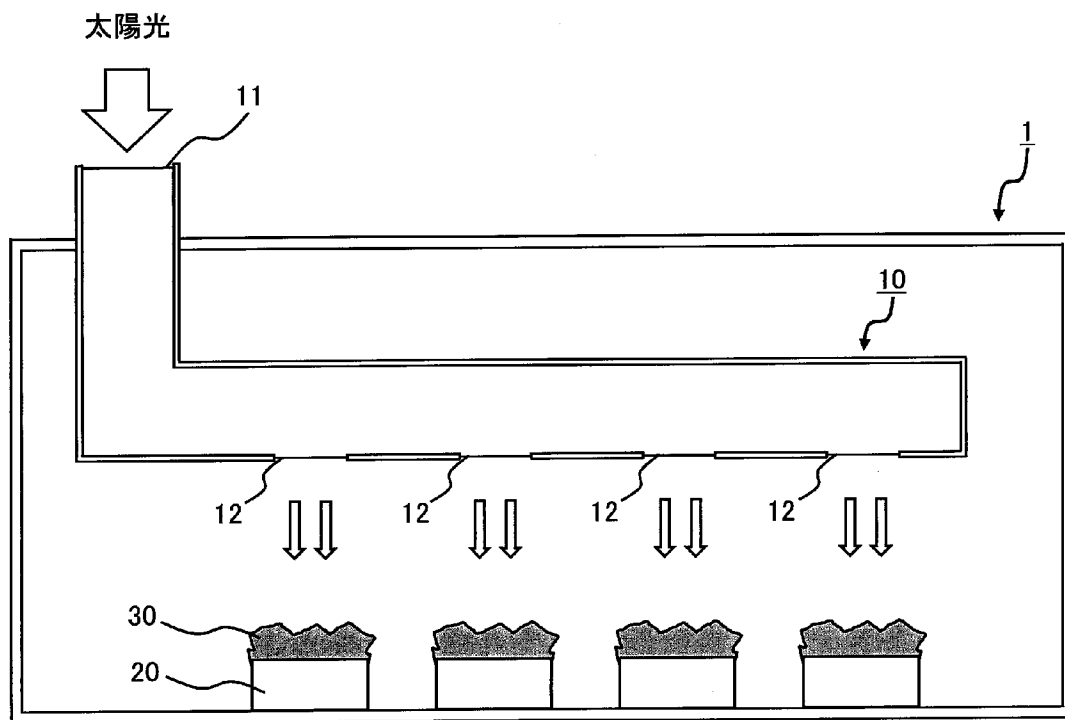
120…光拡散層

130…保護層

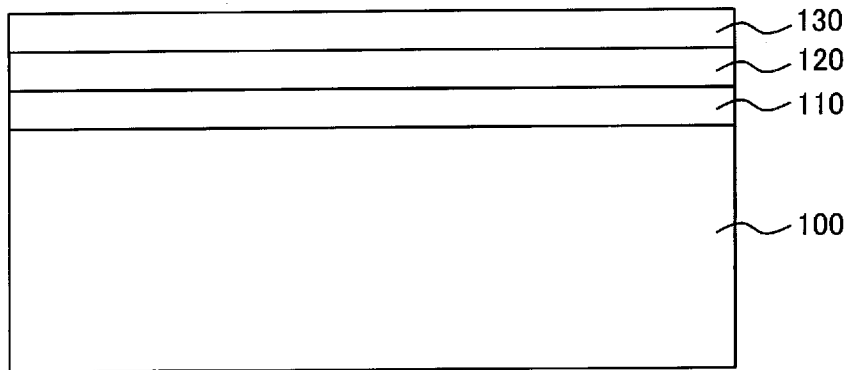
請求の範囲

- [請求項1] 自然光を採り込む採光部と、前記採光部から採り込んだ光を植物工場内に照射する放光部とを有する植物工場用の採光装置であって、
 内面に銀または銀合金からなる光反射層を備え、前記採光部から採り込まれた光が、前記光反射層で少なくとも1回反射した後に、前記放光部から植物工場内に照射され、かつ、前記放光部から植物工場内に照射される光中における波長700～1000nmの近赤外域の光量子の割合が40%以上であることを特徴とする植物工場用の採光装置。
- [請求項2] 前記放光部には、前記採光部から採り込まれた光を拡散するための拡散板が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の植物工場用の採光装置。
- [請求項3] 自然光を採り込み、採り込んだ光を植物工場内に照射可能な採光装置を用いて、植物工場内で植物を育成する方法であって、
 前記採光装置は、内面に銀または銀合金からなる光反射層を備え、
 前記採光装置内に採り込まれた光を、前記光反射層で少なくとも1回反射させた後に、前記植物工場内に、波長700～1000nmの近赤外域の光量子の割合が40%以上である自然光を照射することを特徴とする植物の育成方法。

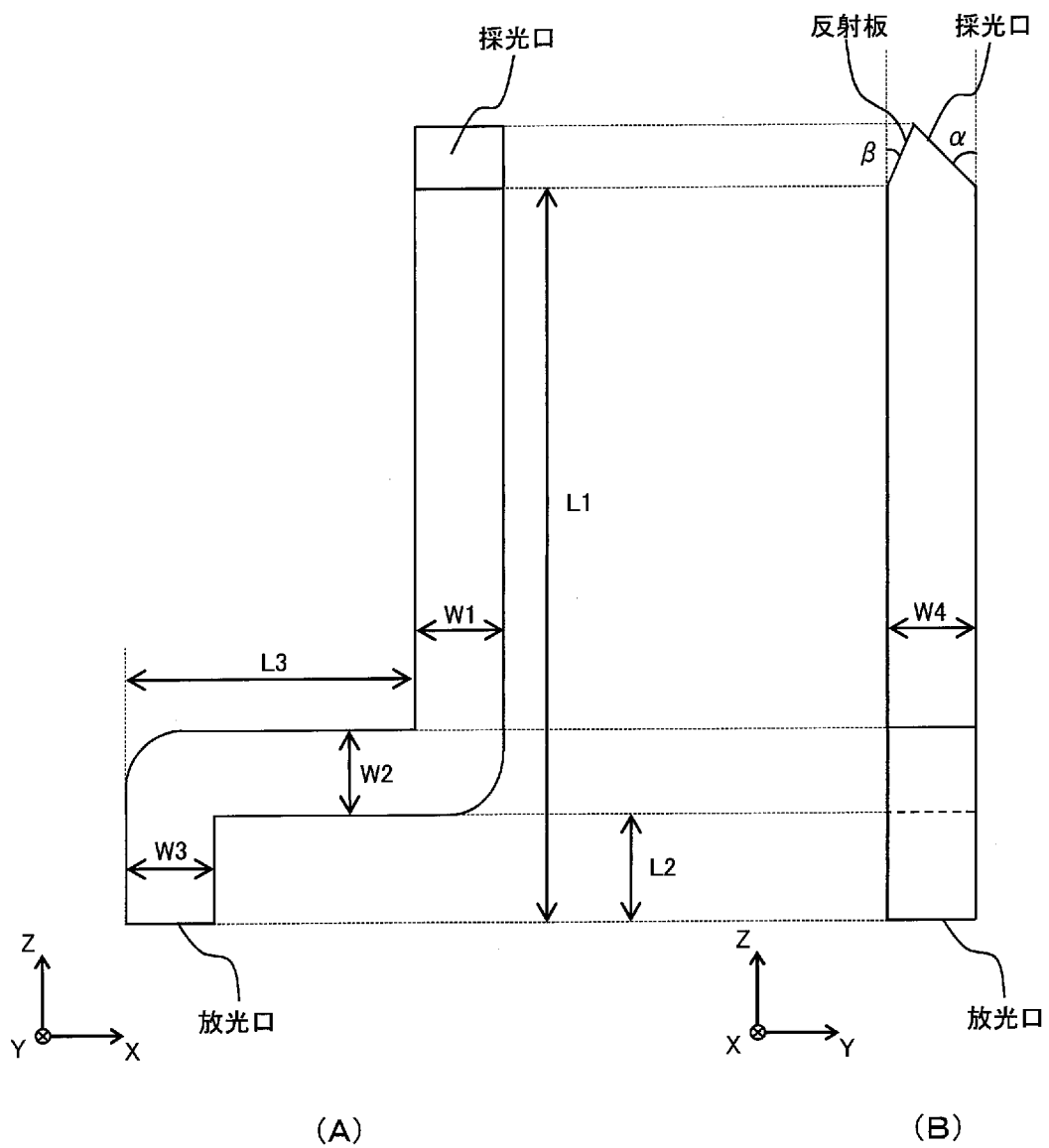
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063217

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01G7/00(2006.01)i, F21S11/00(2006.01)i, F21V7/22(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)

A01G7/00, F21S11/00, F21V7/22

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
Y	JP 2004-97172 A (Nikken Sekkei Ltd.), 02 April 2004 (02.04.2004), paragraphs [0005] to [0006]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-3
Y	JP 2009-25716 A (Toyo Kohan Co., Ltd.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraphs [0001], [0089] & US 2010/0053785 A1 & EP 2172793 A1 & WO 2009/013944 A1 & CN 101680975 A & TW 200916602 A	1-3
Y	JP 2004-238784 A (Mitsui Chemicals, Inc.), 26 August 2004 (26.08.2004), paragraph [0018] (Family: none)	1-3

☒ 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
25 June, 2012 (25.06.12)Date of mailing of the international search report
03 July, 2012 (03.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063217

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 63-7728 A (Hitachi, Ltd.), 13 January 1988 (13.01.1988), specification, page 2, lower right column, line 20 to page 3, upper left column, line 4 (Family: none)	1-3
Y	JP 2006-302828 A (Kabushiki Kaisha STI Japan), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraph [0002]; fig. 10, 11 & TWB 00I294507	2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A01G7/00(2006.01)i, F21S11/00(2006.01)i, F21V7/22(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 (I P C))

Int.Cl. A01G7/00, F21S11/00, F21V7/22

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
Y	JP 2004-97172 A (株式会社日建設計) 2004.04.02, 段落【0005】 - 【0006】、図1、図2 (ファミリーなし)	1 - 3
Y	JP 2009-25716 A (東洋鋼板株式会社) 2009.02.05, 段落【0001】、 【0089】 & US 2010/0053785 A1 & EP 2172793 A1 & WO 2009/013944 A1 & CN 101680975 A & TW 200916602 A	1 - 3
Y	JP 2004-238784 A (三井化学株式会社) 2004.08.26, 段落【001 8】 (ファミリーなし)	1 - 3
Y	JP 63-7728 A (株式会社日立製作所) 1988.01.13, 明細書第2頁右 下欄第20行~第3頁左上欄第4行 (ファミリーなし)	1 - 3

☒ 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

2 5 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

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)

竹中 靖典

2 B

4 4 6 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 3 7

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 2006-302828 A (株式会社エス・テー・アイ・ジャパン) 2006. 11. 02, 段落【0002】、図10、図11 & TWB 00I294507	2