

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-510656
(P2018-510656A)

(43) 公表日 **平成30年4月19日(2018.4.19)**

(51) Int.Cl. **A01G 7/00 (2006.01)** F I **A01G 7/00 601C** テーマコード(参考) **2B022**

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2018-502051 (P2018-502051)
 (86) (22) 出願日 平成28年3月25日 (2016. 3. 25)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年11月14日 (2017. 11. 14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/024293
 (87) 国際公開番号 W02016/154570
 (87) 国際公開日 平成28年9月29日 (2016. 9. 29)
 (31) 優先権主張番号 62/138, 132
 (32) 優先日 平成27年3月25日 (2015. 3. 25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 517333381
 ヴィータビーム リミテッド
 イギリス国 ダブリュ1ユー 2エヌティ
 ー ロンドン, メリルボーン レーン 4
 5-57
 (74) 代理人 110002572
 特許業務法人平木国際特許事務所
 (72) 発明者 ワシレンコ, ウラジミール
 カナダ国 ケーオシー 1エスO オンタ
 リオ, マーティンタウン, マクフェイル
 ロード 17891
 Fターム(参考) 2B022 DA08

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近赤外及び可視光による植物の育成及び発育の刺激方法及び装置

(57) 【要約】

様々な農作物の育成及び生産を改善するための方法及びデバイスが提供される。植物は、光合成有効光と近赤外光との組み合わせにさらされる。

【選択図】 図 1 2

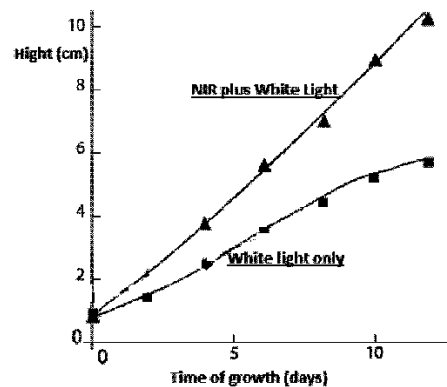


Fig. 12

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

植物の育成を刺激する方法であって、1つ以上のLED素子からの赤外光、好ましくは800nm～1000nmの範囲の近赤外線(NIR)で前記植物を照射することを含む方法。

【請求項 2】

近赤外光波長を有する前記LED素子の放射出力が、840nm～960nmの範囲である、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記植物が、1つ以上のLED素子から放射された近赤外光及び白色光によって同時に照射される、請求項1または2に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記白色光が、波長範囲400nm～700nmの温白色光(3000～3500K)と冷白色光(5000～7000K)との組み合わせである、請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記近赤外LED素子の放射出力が、全放射出力の少なくとも2%、より好ましくは少なくとも5%、最も好ましくは5～25%である、請求項1～4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記白色光がUV-A、UV-Bならびに400nm～700nmの波長の紫色、青色、緑色、橙色及び赤色の選択の組み合わせである、請求項3、4または5に記載の方法。

20

【請求項 7】

前記白色光が、UV-Aならびに400nm～700nmの波長範囲の紫色、青色、緑色、橙色及び赤色の選択の組み合わせである、請求項3～6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記植物が、食用植物である、請求項1～7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記植物が、開花種である、請求項1～7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

NIRを用いて植物を照射するためのデバイスであって、前記デバイスが、1つ以上のLED素子と、前記LED素子のための電力とを備え、前記LED素子が、400～700nmのPAR光波長の色LEDと、840nm～960nmの範囲内の近赤外LED素子とを備えるデバイス。

30

【請求項 11】

前記白色LED素子及び前記近赤外LED素子が、長尺パネルまたはストリング内で交互に長尺方向に含まれる、請求項10に記載のデバイス。

【請求項 12】

前記デバイスが、可撓性のあるストリングである、請求項10または11に記載のデバイス。

40

【請求項 13】

前記デバイス内の白色光LED素子の数が、近赤外LED素子の数よりも多い、請求項10～12のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 14】

白色光LED素子の数が、近赤外LED素子の数の4～20倍多い、請求項13に記載のデバイス。

【請求項 15】

前記近赤外LED素子の放射出力が、全放射出力の5～25%の範囲内である、請求項10～14のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 16】

50

N I R 及び P A R の他の色を使用して植物を照射するためのデバイスであって、前記デバイスが、スペクトルにおけるより多い赤色または青色または近赤外線を可能にする植物の必要に応じて、前記光スペクトルを調整することを可能にする、デバイス。

【請求項 17】

前記デバイスが、太陽光スペクトルの自然な日々の変化に応じて前記光スペクトルを調整することを可能にし、これは、前記スペクトルにおける赤色、青色、緑色または近赤外波長のパーセンテージを自動的に変化させるか、または 24 時間サイクル内の時間帯に応じて前記光をオン及びオフにする、請求項 16 に記載のデバイス。

【請求項 18】

前記調整が、回路ベースのプログラマブル自動化リレー回路基板を前記デバイスに組み込むことによって自動化される、請求項 16 または 17 に記載のデバイス。

10

【請求項 19】

個々のスペクトルが、最大 999 個の時系列事象によって制御され得、それによって、各特定のスペクトルの必要とされる強度及び持続時間に対する最大限のカスタマイズを可能にする、請求項 16 ~ 18 のいずれか一項に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権

本出願は、2015年3月25日に提出された米国仮出願第 62 / 138 , 132 号の優先権を主張し、その内容は参照により本明細書に組み込まれる。

20

【0002】

本発明は、園芸及び農業用植物のための育成光を提供することに関する。

より具体的には、本発明は、植物の育成、生産及び健康を助長するための近赤外光の使用に関する。

【背景技術】

【0003】

赤外光は目に見えない「黒い」光であり、赤外光は太陽光スペクトルの一部である。赤外光は、電磁スペクトルの可視部分とマイクロ波部分との間にある。赤外光は、可視光が赤色光から紫色までの波長を有するのと同様に、ある範囲の波長を有する。赤外光は、「近赤外」領域と「遠赤外」領域に分けることができる。「近赤外」光は、波長において可視光に最も近く、「遠赤外」は、電磁スペクトルのマイクロ波領域に近い。近赤外光は、波長領域 750 nm ~ 1400 nm の可視赤色光をちょうど超える光からなる。遠赤外波が熱波である一方で、近赤外波は熱波ではない。言い換えれば、我々は、毎日赤外線を熱の形で経験する。人、動物、そして無生物が赤外光を放射し、地球、太陽、星や銀河のような遠く離れた物体も赤外光を放射する。しかし、地球上の近赤外線 (N I R) の重要性は、今まで科学者にとってさえも謎であった。

30

【0004】

20 年近くにわたり、本発明者は生物学、農業、食品生産、腐敗しやすい製品の保管の異なる分野における赤外光の応用の理論と実践を開発してきた。彼の最近の研究は、N I R が生存生物に与える影響を理解する新しいビジョンを開く。現在、N I R は、植物及び動物のいくつかの重要な情報プロセスのメッセンジャーであることが明らかになっている。

40

【0005】

N I R は、異なるレベルで生物に影響を与える。N I R の電磁気的影響は、組織及び臓器レベルで影響を及ぼし、以下の影響を引き起こす。

- 1 . 未知の赤外光受容体のトリガー及びその形質導入、
- 2 . 細胞内のイオンの流入、
- 3 . 呼吸数の増加、
- 4 . 植物ホルモン濃度の変化、ならびに

50

5. 遺伝子発現の変化 - 代謝、育成及び他のマクロ効果。

【0006】

NIRは量子レベル（原子レベル及び分子レベルに影響を及ぼす）ならびに植物の細胞及び組織レベルに作用する。

【0007】

近赤外光の使用は、種子の発芽を改善することが知られている。特許文献1は、種子を近赤外光で、任意に赤色光と組み合わせて処理することを開示している。典型的には、800～1000nmの範囲の波長を有する種子の処理は、様々な園芸植物種の種子の発芽を改善した。さらに、種子がNIRで照射されたときに苗木の活力が向上した。照射の典型的な持続時間は、1～10分であった。

10

【0008】

植え付けから120時間にわたり連続的に935nmまたは880nmのNIRでカラスムギ苗木を照射することもまた、植物発育に影響を及ぼすことが示されている（非特許文献1）。880nm照射の存在下で育成させた苗木は、暗所で育成した苗木（照射なし）と比較して短く、中胚葉組織の割合が低い一方で、935nmで育成した苗木は、照射なしで育成したものよりも中胚葉組織が少なく生長腺組織が多かった。

【0009】

したがって、たとえ近赤外が電磁スペクトルの可視領域と遠赤色領域の外側にあるため、植物に影響を及ぼさないと仮定されていたとしても、近赤外光は植物発育において活発な役割を果たし得ると思われる。実際、近赤外光は植物にとって有害であることが提案されており（特許文献2）、そのため、例えば、日本特許出願である特許文献2は、スペクトルの近赤外部分が植物から離れる方に故意に向けられる照明システムを開示している。

20

【0010】

近赤外光は植物組織の温度に有意に影響を及ぼさないもので、温度とNIRの効果との間の、植物への直接的関係は存在しない。健康な植生は青色光と赤色光のエネルギーを吸収して光合成を促進し、葉緑素を生成する。より多くの葉緑素を持つ植物は、不健康な植物よりも多くの近赤外エネルギーを反射する。したがって、可視及び赤外波長における吸収及び反射の両方の植物のスペクトルを分析することは、植物の健康及び生産性に関する情報を提供し得る。

【0011】

したがって、近赤外光が植物の育成及び発育に影響を与えていることが示されていても、近赤外光の植物の育成及び発育における役割は多少不明である。多くの当事者は、NIRが植物の育成を阻害する可能性があると考えており、これは、本開示の驚くべき知見に反している。その結果、近赤外光は、商業用植物育成照明システムでは使用されない。さらに、可視光と近赤外光との組み合わせは、試験されていない。また、恐らく部分的には「役に立たない」または「有害」であるという受け入れられた概念により、NIRの連続照射も、オプションとして考慮されてもいない。

30

【0012】

温室における商業的な植物栽培は、今日の世界の主な工業的活動である。野菜、果物、花の年間生産は、期待される水準である。また現地生産は、今日高く評価されている傾向である。したがって、消費者を満足させるために、温室及び人工光の下で植物を生産することが必要となっている。エネルギーコストが高いことを考えると、生産者は、品質を損なうことなく生産を増加させるあらゆる解決策を当然期待する。これらの理由から、植物の生産性及び健康を改善するための照明システムが絶えず必要とされている。

40

【0013】

本発明は、温室及び他の人工的に照明された建物の環境において植物の生産を増加させる方法及びデバイスを提供する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

50

【特許文献1】英国特許第2303533号明細書

【特許文献2】特開2011-000012号公報

【非特許文献】

【0015】

【非特許文献1】C.F.Johnson et al.; Photochem. Photobiol. 1996, 63(2): 238-242

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

一般に、本発明は、上述の問題及び本明細書に開示された方法及びデバイスを使用することによって明示的に述べられていない他の問題を解決する。

10

【課題を解決するための手段】

【0017】

したがって、本発明の目的は、1つ以上のLED/OLED（有機発光ダイオード）素子または他の光生成技術からの近赤外光を植物に、800nm～1000nmの範囲、ある態様では800nm～950nmの範囲、他の態様では800nm～900nmの範囲、及びいくつかの態様では840nm～960nmの範囲内に有する近赤外照射（NIR）で照射することを含む植物の育成及び生産の刺激方法を提供することである。

【0018】

本発明の別の目的は、1つ以上のLED素子からの近赤外照射（NIR）で、好ましくは840nm～960nmに及ぶ近赤外光波長で、好ましくは1日当たり少なくとも2時間、より好ましくは8、12または16時間のサイクルで、植物を照射することを含む、植物の育成及び生産の刺激方法を提供することである。連続的なNIR照射も可能である。

20

【0019】

本発明のさらに別の目的は、植物を1つ以上のLED素子からの近赤外光で照射することと、光合成有効放射（PAR）、及び場合により1つ以上のLED素子から放射される380nm～700nmの白色光スペクトルから選択される様々な波長の組み合わせによる同時照射をすることを含む、植物の育成及び生産の刺激方法を提供することである。

【0020】

本発明のさらに別の目的は、植物を、800nm～1000nm、800～950nmまたは840～960nmの範囲の近赤外光を有する1つ以上のLED素子からの近赤外光で照射すること、及び400nm～700nmの波長範囲の温白色光（3000～3500K）と冷白色光または冷昼白色光（5000～7000K）との組み合わせによる同時照射をすることを含む植物の育成及び生産の刺激方法を提供することである。

30

【0021】

本発明のさらなる目的は、方法が近赤外及び380nm、450nm、600nm及び660nmなどの白色光スペクトルからの波長の選択された組み合わせで照射することを含む、植物の育成及び生産を刺激するための方法を提供し、近赤外LED素子の放射出力は全放射出力の少なくとも5%である。

【0022】

本発明のさらに別の目的は、方法が、近赤外及び白色光スペクトルからの波長の選択された組み合わせで照射することを含む、植物の育成及び生産を刺激するための方法を提供し、近赤外LED素子の放射出力が少なくとも5%であり、波長の選択は、波長範囲400nm～700nmのUV-A、UV-B、紫色、青色、緑色、橙色及び赤色の組み合わせである。

40

【0023】

本発明のさらに別の目的は、近赤外及び450nm、660nm及び730nmなどの白色光スペクトルからの選択された波長の組み合わせを用いて培地上に移入された外植片を照明することにより、インビトロ植物の増殖を改善する方法及びデバイスを提供することである。UV-A及び/またはUV-B光を組み合わせに加えることができる。

50

【 0 0 2 4 】

本発明の別の目的は、植物を近赤外及び白色光スペクトルからの選択波長の組み合わせで照射することによって、植物の開花を向上させ、刺激し、延長する方法及びデバイスを提供することである。

【 0 0 2 5 】

本発明のさらに別の目的は、植物を近赤外、赤色光及び青色光の組み合わせで照射することにより、医療用大麻の育成及び生産を刺激する方法及びデバイスを提供することである。光選択はまた、UV - B及び/またはUV - A照射によって修正することもできる。

【 0 0 2 6 】

本発明のさらに別の目的は、NIR波長のスペクトルを使用して植物を照射するデバイスを提供することであり、デバイスは、1つ以上のLED素子及びLED素子用の電力を備え、前記LED素子は、近赤外LED素子、好ましくは840nm~960nmの範囲内の赤外LED素子を含む。

10

【 0 0 2 7 】

本発明の別の目的は、白色光スペクトルからの波長の選択された組み合わせと組み合わせでNIRを使用してインピトロ小植物体を照射するためのデバイスを提供することである。

【 0 0 2 8 】

本発明のさらなる目的は、NIR光を使用して植物を照射するデバイスを提供することであり、このデバイスは、1つ以上のLED素子及びLED素子用の電力を備え、前記LED素子は、近赤外LED素子及び白色光素子を含み、白色及び近赤外LED素子は、好ましくは長尺パネルまたはストリングに長尺方向に交互に含まれる。

20

【 0 0 2 9 】

本発明のさらに別の目的は、NIRを使用して植物を照射するデバイスを提供することであり、このデバイスは、1つ以上の近赤外LED素子及びLED素子用の電力を含み、前記LED素子は、近赤外LED素子及び白色光素子を含み、白色及び近赤外LED素子は、好ましくは長尺パネルまたはストリングに長尺方向に交互に含まれ、デバイス内の白色光LED素子の数は近赤外素子の数よりも多い。

【 0 0 3 0 】

本発明の別の目的は、NIRを使用して植物を照射するデバイスを提供することであり、このデバイスは、1つ以上のLED素子及びLED素子用の電力を備え、前記LED素子は、赤外LED素子及び白色光素子を含み、白色及び近赤外LED素子は、好ましくは長尺パネルまたはストリングに長尺方向に交互に含まれ、近赤外LED素子の放射出力は全放射出力の5%~25%の範囲である。

30

【 0 0 3 1 】

本発明のさらなる目的は、光合成有効放射(PAR)の他の色と組み合わせで、スペクトル内のNIR波長を使用して植物を照射するデバイスを提供することであり、このデバイスは、育成段階の植物の必要性に応じてまたはスペクトル内のより多くの赤色もしくは青色または近赤外光線を可能にする暗/明サイクルの時間に基づいて光スペクトルを調整することを可能にする。

40

【 0 0 3 2 】

本発明のさらに別の目的は、PARの他の色と組み合わせで、スペクトル内のNIR波長を使用して植物を照射するデバイスを提供することであり、このデバイスは、太陽光スペクトルの自然の日々の変化に応じてスペクトル内の赤色、青色、緑色または近赤外波長のパーセンテージを自動的に変化させるか、または24時間サイクル内の時間帯に応じて光をオン及びオフにして、光スペクトルを調整することを可能にする。

【 0 0 3 3 】

これらの実施形態及び他の実施形態は、以下の図面及び説明と共によりよく理解されるであろう。

【 0 0 3 4 】

50

本発明の様々な態様を、例として、添付の図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】健康及び不健康な植生の反射率を示す。NIR領域では、不健康な植物は健全な植物よりもはるかに少なく反射されていることが分かる。これは、NIR波長の吸収が健康な植物によるよりも不健康な植物による方が高いことを意味する。不健康な植物は、その損傷の程度によって、NIR領域の光の最大60%を吸収する可能性がある。

【図2】市販の育成光の典型的なスペクトルを示す。現在の技術レベルでは、緑色と黄色の光がない照明システムが提供されており、現在のシステムにはNIRが含まれていない。

【図3】本発明の一態様による育成光のスペクトルの例を示す。このスペクトルには、冷白色(5000K)及び温白色(3500K)LED及びピークが約930nmの875~975nmで発光する近赤外LED素子が含まれる。

【図4】本発明の一態様の近赤外LED素子によるスペクトル及び放射出力の例を示す。LEDは775~925nmで発光し、ピークは850nmである。

【図5】880nmにおけるピーク放射を有する標準的な近赤外LEDのスペクトル及び放射出力の例と、同様に880nmのピークを有する点光源放射体とを示しており、これらの両方は、本開示のデバイス及び方法において使用され得る。

【図6】本発明の冷白色LED素子の一実施形態のスペクトル及び放射出力の例を示す。これらの素子は、近赤外LED素子(例えば、図4及び図5)及び/または温白色LED素子(例えば、図7)と組み合わせて使用される。

【図7】本開示の温白色LED素子の一実施形態のスペクトル及び放射出力の例を示す。これらの素子は、近赤外LED素子(例えば、図4及び図5)及び/または冷白色LED素子(例えば、図6)と組み合わせて使用される。

【図8】白色光が、PARスペクトルの様々な色の多数のLED素子から放射されたスペクトルを含み、NIRが、異なる波長を有するいくつかの近赤外LED素子から放射される、本発明の一実施形態の一例を示す。

【図9】本開示による育成光デバイスの例を示す。このデバイスは、近赤外LED素子及び白色LED素子を含み、白色LED素子は、同じ波長または異なる波長を放射することができ、図6のようなスペクトルを放射する冷白色LED素子であってもよく、または図7のようなスペクトルを放射する温白色LED素子であってもよい。

【図10】本発明による育成光デバイスの実施形態を示す。このデバイスは、近赤外LED素子と白色LED素子とを備え、デバイスは可撓性である。

【図11】フクシア植物の樹冠内部の図9に示すようなハイブリッドNIR/LEDを示す。

【図12】NIR及び光合成有効放射の種々の植物種の苗木の育成速度に対する効果を示す。曲線は、小麦、トウモロコシ、ゼラニウム及びフクシア苗木で得られた代表的な結果を表す。

【発明を実施するための形態】

【0036】

定義

遠赤外とは、1400nmを超える波長を意味する。

【0037】

近赤外は、波長750~1400nmを意味する。

【0038】

可視光とは、波長390~750nmを意味する。

【0039】

光合成有効放射(PAR)とは、波長400~700nmを意味する。

【0040】

青色光とは、波長380~495nmを意味する。

10

20

30

40

50

【0041】

紫外光とは、波長10～380nmを意味する。

【0042】

紫外A光とは、波長350～400nmを意味する。

【0043】

紫外B光とは、波長280～315nmを意味する。

【0044】

橙色光とは、波長590～620nmを意味する。

【0045】

赤色光とは、波長600～700nmを意味する。

10

【0046】

遠赤色光とは、波長700～750nmを意味する。

【0047】

緑色光とは、波長495～590nmを意味する。

【0048】

黄色光とは、波長570～590nmを意味する。

【0049】

冷白色光とは、5000～6000Kの相関色温度*を有する光を意味する。

【0050】

温白色光とは、2700～3500Kの相関色温度を有する光を意味する。

20

* 照明における相関色温度(CCT)は、Kelvins(K)で測定された光の色がどのようにランプから見えるかを表す。

【0051】

本明細書では、用語「LED」、「LED素子」及び「発光ダイオード」は互換的に使用され、無機、有機、点状、または線状であるすべての既知の形態の発光ダイオードを指す。本発明の一態様では、LEDは広角素子であり、スポットライトではなく均一に広がった光を供給するLEDを指す。LEDは高出力で使用され、連続的に放射することができる。

【0052】

本発明は、人工LED光を使用して植物を育成する方法に関する。この方法は、近赤外と可視光の組み合わせを用いて植物を照射する照明システムを提供することを含む。他のタイプの育成光と比較して、本発明の方法及びデバイスは、独自のスペクトルのために植物をより迅速に育成させるのに役立つ。葉緑素及びカロチノイド及びフィトクロムに対する複数の吸収ピークが存在し、本発明の光及びデバイス(本明細書ではVitaBeam GROW(商標)と呼ばれる)は、これらのピークと重なる特別な波長の光線を使用する。デバイスは、植物の典型的な光化学プロセスの吸収ピークに対応する光の波長を放射する。

30

【0053】

近赤外光は、リモートセンシングに広く使用されている。リモートセンシングは、植生の検出、育成の段階及び植生の健康に使用されてきた。不健康な植物は、はるかに少ないNIRしか反射しないが、健康な植物は、そのほとんど(約80%)を反射するため、近赤外スペクトルを使用することによって同定することができる。したがって、植物のストレスは、NIR反射率の漸進的減少によって示される。これを図1に模式的に示す。この情報に基づいて、緑色植物は、それらの育成、発育及び損傷組織の修復に関連する特定の生理学的及び生化学的プロセスのためにNIR光を必要とするようである。これは、不健康な植物がより多い近赤外光を必要とする理由であり、より少ない量が放射されるからである。NIRは植物及びその損傷組織における代謝を、恐らく動物及びヒトの組織で行われるのと同様の方法で活性化する。NIR作用の機構の1つは、ミトコンドリア内に位置する細胞の呼吸システムを含む。しかし、上述したように、NIRは植物にとって「役に立たない」または「有害」とみなされてきた。

40

50

【0054】

光合成有効色素は、約600～700nmの赤色光を吸収する。フィトクロムは、植物の光感知に必須であることが知られており、赤色光及び遠赤色光(約750nm)を吸収する。いくつかの植物色素は、青色光領域の光を吸収する。緑色光は、可視光の中で最も活性が低いことが知られている。これらの理由から、植物に供給される育成光は、通常、青色光及び赤色光、時には遠赤色光、及び通常は緑色光がない波長を含むスペクトルを有する。図2は、市販の照明システムの典型的なスペクトルを示す。NIRを吸収する特定の色素は知られていない。

【0055】

より最近では、異なる発育段階の植物が異なる赤色/青色比で良好に育成することを示す研究がなされている。国際公開第2013/188303号は、植物の発育段階に応じて赤色と青色の比率を変更することができる照明システムを示している。

10

【0056】

白色光スペクトルから選択された色スペクトルの組み合わせにおいてNIR放射の使用を示す商業的に入手可能な照明システムまたは開示はない。照射期間または照射期間の選択された部分を通してNIRのレベルを維持しながら、色スペクトルが日中に変化するシステムは開示されていない。

【0057】

この開示は、NIRがスペクトルの本質的な部分である照明システムを提供する。図3を参照すると、本発明による育成光のスペクトルの一例が示されている。このスペクトルには、冷昼白色(5000～7000K)及び温白色(3000～3500K)LEDならびにピークが約930nmの875～975nmを放射する近赤外のLED素子を含む。NIR波長は、800nm～900nm、または800nm～950nmであってもよい。

20

【0058】

NIR放射は、図4に示すような発光スペクトルを有する近赤外LED素子によって提供され、850nmにピークを有する。NIR放射は、図5に示すように、880nmにピークを有する近赤外LEDまたは880nmにピークを有する光源発光体によって提供され得る。NIR放射ピークは、波長850nm～960nmにあり得る。

【0059】

本発明の照明システムはさらに、図6に示されるような可視光スペクトルを有し、可視スペクトルは冷白色スペクトル(波長380nm～750nm)であるか、図7に示されるように可視光スペクトルは温白色スペクトル(波長420～720nm)である。例として、2つのスペクトルの組み合わせ(2種類の白色LEDライト)は、植物の光合成、最適な育成及び収量のためのほとんどの要求事項に適合する「普遍的な」スペクトルを与える。

30

【0060】

可視スペクトルはまた、図8に示すように、PARスペクトルの様々な色の多数のLED素子から放射されたスペクトルから構成されてもよい。同様に、NIRスペクトルは、例えば図8に示されるような異なるピーク波長を有する様々な近赤外LEDから放射されるNIRから構成されてもよい。

40

【0061】

本発明のいくつかの態様では、本開示の照明システムは、紫外光も含むことができる。紫外光は、350～400nmの波長であり得る。いくつかの態様では、紫外B光は、紫外線A光の有無にかかわらず含まれてもよい。

【0062】

図9を参照すると、本発明による育成光デバイスは、1つ以上の近赤外LED及び1つ以上の白色LEDからなるLEDチューブであってもよい。好ましくは、白色LEDの数は、近赤外LEDの数よりも多い。

【0063】

50

図10は、育成光デバイスが可撓性材料上に作られたデバイスの変形例を示す。これにより、植物の樹冠内に光を位置させることができ、小さなまたは不規則な空間でデバイスを使用することが可能になる。1つの態様によれば、色LED及び近赤外LED素子は、長尺パネルまたはストリングに交互に長尺方向にデバイスに含まれる。

【0064】

近赤外LED素子の数及びデバイス内の白色光LED素子の数は、デバイスの形態及びそれらが使用される用途に応じて変化し得る。1つの態様では、白色光LED素子の数は、近赤外LED素子の数よりも多い。

【0065】

近赤外LED素子に対する白色光LED素子の比率は、用途及びデバイスの形態に応じて変化し得る。好ましくは、白色LEDの数は、近赤外LED素子の数の4~20倍多い。いくつかの態様では、白色光LEDの数は、近赤外LED素子の数の5~15倍多い。本発明の1つの態様では、青色、黄色、緑色及び赤色などの色LED素子の数は、近赤外LED素子の数の4倍~20倍多い。いくつかの態様では、色LEDの数は、近赤外LED素子の数の5~15倍多い。

【0066】

LEDの電力出力は、任意の都合のよい方法で調整することができる。一実施形態では、出力は、特定の波長の種類ごとに調整される。LEDの放射出力は、好ましくは少なくとも10mW、より好ましくは少なくとも50mW、少なくとも100mW、少なくとも500mWまたは少なくとも1Wである。より好ましくは、LEDは、少なくとも5W、少なくとも10W、少なくとも15W、少なくとも20W、少なくとも25W、少なくとも30W、少なくとも35W、または少なくとも40Wの放射出力を有する高出力LEDである。一実施形態では、LEDは、連続モードで、少なくとも100mW/cm²、少なくとも200mW/cm²、少なくとも300mW/cm²、少なくとも400mW/cm²、少なくとも500mW/cm²または少なくとも1000mW/cm²の光強度を有する高出力LED素子である。温室では、補助PARレベルは、シダ及び他の低光作物については3W/m²から、野菜作物及び増殖エリアについては20W/m²に及ぶことが好ましい。例えば、デバイスは、少なくとも2W/m²、より好ましくは5W/m²または10W/m²で18時間または少なくとも15W/m²または少なくとも20W/m²の、または少なくとも50W/m²または少なくとも100W/m²で作物を照射する。露光持続時間は、少なくとも2時間、好ましくは少なくとも8時間、より好ましくは少なくとも12時間、最も好ましくは16時間、18時間または24時間である。

【0067】

白色LEDは、異なる波長を放射することができる。図6のような冷白色LED発光スペクトルが存在してもよいし、図7のような温白色LED発光スペクトルが存在してもよい。

【0068】

本発明の一態様では、放射されるNIRは800~1000nmの範囲にある。好ましくは、NIRは840及び960nmの範囲にある。本発明のいくつかの態様では、NIRは、860~900nmの範囲にある。

【0069】

一実施形態によれば、NIRは、400~700nmの波長で温白色光(3000~3500K)及び冷白色光(5000~7000K)と組み合わせて提供される。白色光を生成するには2つの方法がある。1つの方法は、いくつかの色のLED(図8)からの光を混合して、白色に見えるスペクトル出力分布を作り出すことである。

【0070】

白色光を生成するための別のアプローチは、短波長LEDと共に蛍光体を使用することである。例えば、LEDに使用される1つの蛍光物質が青色光によって照射される場合、それはかなり広いスペクトル出力分布を有する黄色光を放射する。ピーク波長が約450~470nmの青色LEDの本体に蛍光体を組み込むことにより、青色光の一部は蛍光体

10

20

30

40

50

によって黄色光に変換される。残りの青色光は、黄色光と混合すると白色光となる。新しい蛍光体は、図6及び図7に示すように、演色性を改善するために開発されている。

【0071】

本発明の一態様によれば、近赤外LED素子の放射出力は、全出力の1～50%である。より好ましくは、出力近赤外LED素子は、少なくとも2%、より好ましくは少なくとも5%、最も好ましくは5～25%である。

【0072】

本発明の1つの態様によれば、本発明のデバイスは、植物の必要に応じて光スペクトルを調整することにより、スペクトル内により多くの赤色または青色または近赤外光線を可能にする。この調整は、植物の発育段階に基づいて、または太陽光の日々の自然な変化に基づいて、または時間帯に基づいて、手動または自動で行うことができる。本発明の一態様によれば、ソフトウェアがリレー回路基板のプログラミングを可能にする照明システムに提供される。1つの態様によれば、個々のスペクトルは、各特定のスペクトルの強度及び持続時間のカスタマイズを可能にする連続事象によって制御することができる。1つの態様によれば、システムは、24時間サイクル中の1日の時間に応じて赤色、青色、緑色及びNIR波長のパーセンテージを自動的に変化させる。デバイスは、スペクトル内の赤色、青色、緑色または近赤外波長のパーセンテージを自動的に変化させる太陽光スペクトルの自然の日々の変化に応じて光スペクトルを調整することができ、または24時間サイクル内の時間帯に応じて光をオン及びオフにすることができる。1つの態様では、個々のスペクトルは、最大999個の時間配列された事象により制御され得、それにより、各特定のスペクトルの要求される強度及び持続時間に対して最大限にカスタマイズすることを可能にする。

【0073】

本発明は、植物をNIRと可視光との組み合わせで照射することにより、作物の育成、収量及び健康を改善するためのデバイス及び方法を提供する。植物は、農作物、医療植物、または開花植物から選択することができる。植物は、単子葉植物または双子葉植物、藻類またはシダ植物であり得る。植物は、少なくとも次の種、オオムギ、オート麦、ライ麦、トウモロコシ、イチゴ、ブルーベリー、ラズベリー、ジャガイモ、トマト、キャベツ植物、マメ科植物、キュウリ、胡椒、球根植物、大麻、フクシア、ゼラニウム、菊、バラ、チューリップ、及びアマリリスから選択され得る。様々な他の植物種も、本開示に記載の方法から恩恵を受けることができる。植物は、インビボまたはインビトロで育成させることができ、それらは水耕栽培や土壌で育成可能である。

【0074】

NIR及び可視光の正の効果は、例えば、バイオマスの増加、花または葉の増加、果実または果実の数の増加、植物種での生化学的自然発生の含有量の改善、早期開花、より長続きする開花、及び/またはより早期の作物の生産として評価され得る。

【0075】

本発明はここで、例示的であるが非限定的な例に照らして記載される。

【実施例】

【0076】

実施例1．NIRと白色光が植物育成に及ぼす相乗効果

様々な植物種(トマト、小麦、トウモロコシ、フクシア、ゼラニウムなど)の種子が暗所で発芽した。発芽したら、苗木を図9に示す照明デバイスの下に移した。このデバイスは、近赤外LED素子と、PAR波長領域の白色LED素子とを含んでいた。例えば、デバイス内の白色光LED素子の数が近赤外LED素子の数よりも多い、長尺パネルまたは長尺方向のストリングに交互に白色及び近赤外LED素子が含まれるデバイスである。より詳細には、白色光LED素子が3500KのLED素子及び6500KのLED素子を含み、850nm最大出力(800nm～900nm範囲)または880nm最大出力(800nm～950nm範囲)のNIRを含むデバイスである。LED素子の放射出力は、好ましくは少なくとも10mW、より好ましくは少なくとも50mW、少なくとも10

10

20

30

40

50

0 mW、少なくとも500 mWまたは少なくとも1 Wである。より好ましくは、LEDは、少なくとも5 W、少なくとも10 W、少なくとも15 W、少なくとも20 W、少なくとも25 W、少なくとも30 W、少なくとも35 W、または少なくとも40 Wの放射出力を有する高出力LEDである。一実施形態では、LEDは、少なくとも100 mW/cm²、少なくとも200 mW/cm²、少なくとも300 mW/cm²、少なくとも400 mW/cm²、少なくとも500 mW/cm²または少なくとも1000 mW/cm²の光強度を有する高出力LED素子である。温室では、シダ及びその他の低光量作物の場合は3 Wm²から、野菜作物及び繁殖区域の場合は20 Wm²に及ぶ補助PARレベルが示唆されている。例えば、このデバイスは、少なくとも2 W/m²、より好ましくは5 W/m²または10 W/m²で18時間または少なくとも15 W/m²または少なくとも20 W/m²または少なくとも50 W/m²または少なくとも100 W/m²で作物を照射する。露光持続時間は、少なくとも12時間、より好ましくは16時間、18時間または24時間である。

【表1】

表1.商用温室作物の代表的補助照射処理(h)(様々なソース)

作物	処理の「長期」範囲	処理の「短期」範囲
トマト (増殖)	12~24	8~15
キュウリ (増殖)	12~24	8~15
胡椒 (増殖)	12~24	8~15
果物植物	12~24	3~6
花壇用植物	12~24	5~15
菊	12~24(長日数) <12(短日数)	5~15
バラ	18~24	5~8

【0077】

対照植物は白色LEDの下にあり、実験植物は近赤外光と白色光の組み合わせの下にあった。白色LEDのスペクトルは、対照植物及び実験植物の両方で同一であった。昼夜サイクルは、8時間夜間16時間の昼間になるようにプログラムされた。苗木の育成は、苗木の新鮮な乾燥重量(バイオマス)を14日間測定することによってモニタした。結果は、一貫してPAR波長のNIR+白色光がPARの白色光で育成した対照植物と比較して植物の育成を改善することを示した。図12は、小植物の典型的な育成曲線を示す。

【0078】

実施例2. NIRと白色光との組み合わせにより、ゼラニウムの開花が改善される
ゼラニウム植物は、白色光のみ(400 nm~700 nmのPAR)または850 nm~880 nmの平均ピークを有する800 nm~950 nmのNIR及び白色光(PAR)のいずれかに曝露された。明/暗期間は16時間/8時間であった。植物は、これらの照明条件に60日間曝露された。

【0079】

NIR+白色光に曝露された植物の開花は、白色光のみを有する植物の開花より平均して3日早く開始した。さらに、NIR+白色光照射植物の花は、白色光のみを照射した植物の花よりも平均して3~5日長く完全に開いた。

【0080】

実施例3. イチゴの水耕栽培におけるNIRと白色光の組み合わせ

イチゴ小植物は、水耕性培養上で栽培される。植物は、850 nm ~ 880 nmのピークを有する800 nm ~ 950 nmのNIRと組み合わせて光合成有効放射で照射される。昼/夜のサイクルは16/8時間である。植物の乾燥バイオマスは、1日1回、30日間測定される。予備実験は、10%のNIRを有するPAR下で育成した植物が、乾燥質量の最大蓄積を示すと予想されることを示す。PARプラス5%または25%のNIRは、PARのみで栽培された植物よりも高い乾燥質量の蓄積率を示すことが期待される。しかし、PAR + 5% NIRまたはPAR + 25% NIRで育成した植物は、PAR及びNIRの10%で育成した植物よりも少ないバイオマス蓄積を示すと予想される。NIRの50%で、PAR下で育成した植物は、PAR下で育成した植物と比較して改善を示さなかった。

10

【表2】

表 2.16 時間/8時間昼間サイクルでの乾燥バイオマス蓄積を示す水耕栽培におけるイチゴの育成へのPARに対するNIRの添加の効果。結果は、実験期間の終了時での育成度を表す。

PAR	5~7%のNIRを有するPAR	10%のNIRを有するPAR	25%のNIRを有するPAR	50%のNIRを有するPAR
100%	131%	140%	125~130%	100~105%

【0081】

実施例4. 医療大麻の栽培におけるNIR、PAR及びUV光の組み合わせ

20

大麻植物はUV B光(280~315 nm)、PAR光(400~700 nm)を有する10~15% UV A光(380~400 nm)、及び5~15%のNIR(波長850 nm~890 nm)を備える光の下で育成される。UV-A光の効果は、大麻中のTHCの割合を増加させることである。NIRの効果は、植物のバイオマスを増加させることである。したがって、NIRと組み合わせてUV下で栽培された植物は、バイオマスが高く、組織中のTHC濃度が高いことが期待される。この組み合わせにより、医療用マリファナの生産性が大幅に向上する。

【0082】

実施例5. インビトロ植物繁殖に使用するためのNIR及びPARの組み合わせ

30

NIR及びPARは、インビトロ植物増殖の場合、苗木の育成を刺激するのに役立つ。280~315 nm及び5%紫色の405 nmのUV-Bの添加は、あるレベルの消毒(様々な病原性細菌及び真菌の2~3対数減少)をもたらす、植物材料に病原体を含まない。この照明の適用の結果として、小植物はより良く育成し、より健康な植物を収穫する。NIRとPAR照明のこの組み合わせは、遺伝子組み換え外植片からの小植物の発育を改善することも期待されている。

【0083】

実施例6. アブラナ科植物の初期育成段階の刺激

チューリップ、アマリリス及び水仙の休眠球根は、12/12時間の昼/夜の間に、室温でNIR及びPAR光の組み合わせを受ける。対照球根はPAR光のみを受ける。最初の緑色の葉は、PARのみで処理された球根と比較して、NIRとPARの組み合わせで処

40

【0084】

実施例7. 農作物の育成刺激

10日齢の有機麦、オート麦及び小麦の苗木または「穀物」を2インチ×4インチのポット及びプラスチック容器のアルファルファ芽に植えた。光は、植物上6インチに調製された。対照照明は6000KのLED T8チューブ(PARの供給源として)、NIR 7%の出力+PAR、6000KのLED T8チューブ、NIR 50%の出力+PAR(6000KのLED T8チューブ)である。植物の育成は、総バイオマス蓄積としてモニタされた。NIRの割合が低い(NIRの7%でバイオマス蓄積量が31%増加)ことにより、育成が刺激された。NIRの高いパーセンテージ(約50%)は、これらの試

50

験において植物育成に有意な利益を示さなかった。

【 0 0 8 5 】

実施例 8 . キク植物の育成刺激

植物組織由来の菊の苗木を有する人工堆肥土壌混合物を有するプラスチックポットを、育成のためにプラスチックで覆われた温室トンネル中に置いた。P A R 及び N I R 照射は、約 2 0 c m の距離から植物に与えられた。対照処理をトンネルの別個の区画に入れた。植物の育成は 3 及び 5 週目に測定され、植物の高さ、植物あたりの葉数及び植物生存率はその時点で登録される。対照と N I R - P A R 処理植物との間の植物育成の差は、N I R + P A R 処理のために 2 5 % ~ 3 0 % であった。

【 0 0 8 6 】

実施例 9 . トマトを温室内で育成するための照明システム

近赤外 (8 4 0 ~ 9 6 0 n m)、赤色光 (6 6 0 n m)、青色光 (4 5 0 n m) 及び 4 0 0 ~ 7 0 0 n m の光合成有効放射プロファイルを有する白色光を供給する L E D ランプを含む照明システム。照明システムは、以下のようにプログラムされる。

【表 3】

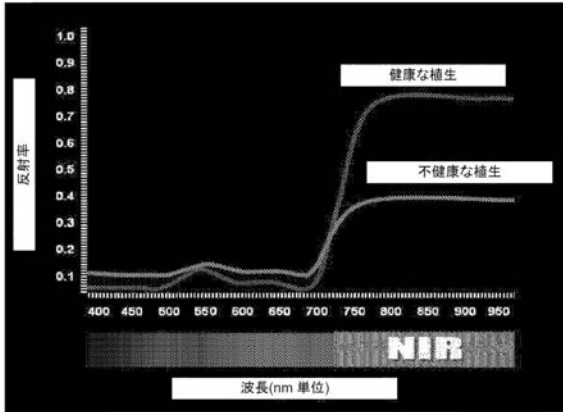
照明 LED の動作サイクル

時間	色			
	NIR	赤色	青色	白
6:00~7:00AM	オン	オン	オフ	オフ
7:00~9:00AM	オン	オン	オフ	オン
9:00~6:00PM	オフ	オン	オン	オン
6:00~8:00PM	オフ	オン	オン	オン
8:00~9:00PM	オン	オン	オン	オン
9:00~11:00PM	オン	オン	オフ	オン
11:00PM~12:AM	オン	オン	オフ	オフ
12:00~6:00AM	オフ	オフ	オフ	オフ
6:00AM	オン	オン	オフ	オフ

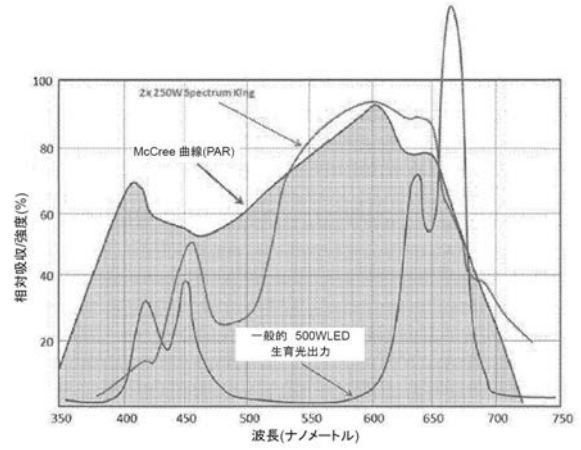
【 0 0 8 7 】

したがって、植物は、赤色光及び / または光合成有効光と組み合わせて、早朝及び深夜の夜間に N I R で照射される。この植物は、午前中、昼間及び夕方に、光合成有効白色光と組み合わせた青色光に曝露される。光合成有効光は午前 7 時から午前 1 0 時の間に点灯する。植物は 1 2 ~ 5 : 3 0 A M の間に光がない。植物は朝に 6 . 0 0 ~ 8 . 3 0、そして 8 . 0 0 ~ 1 1 . 3 0 P M に N I R に曝露される。この光サイクルは、トマト植物の育成を改善する。乾燥質量ならびに果実の生産は、N I R を受けない以外は同じ光条件を有する植物と比較して、これらの植物でより高い。

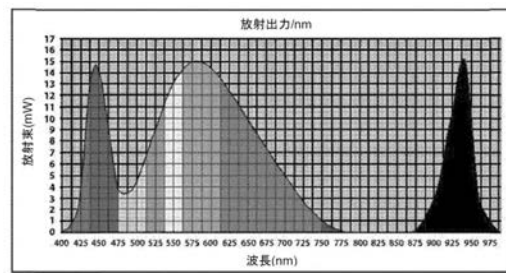
【 図 1 】



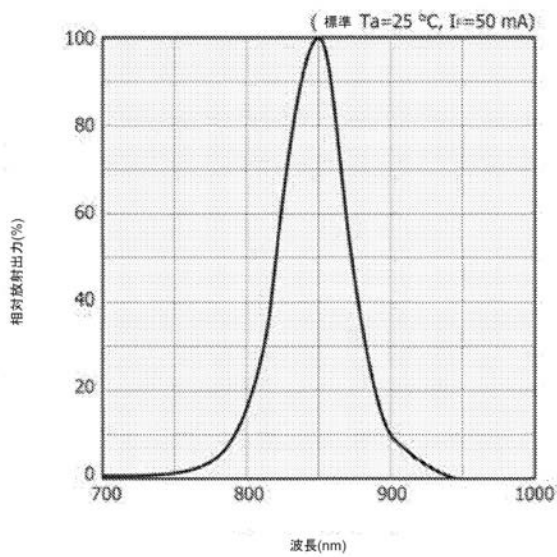
【 図 2 】



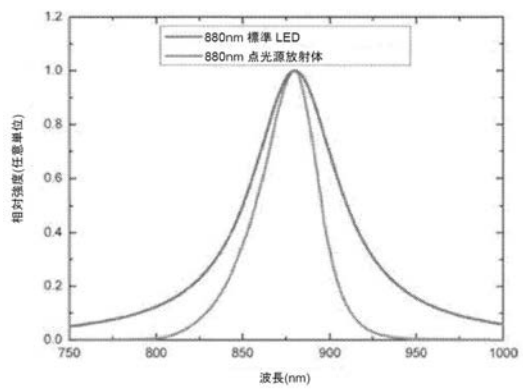
【 図 3 】



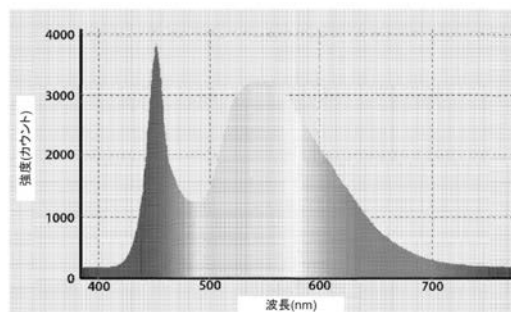
【 図 4 】



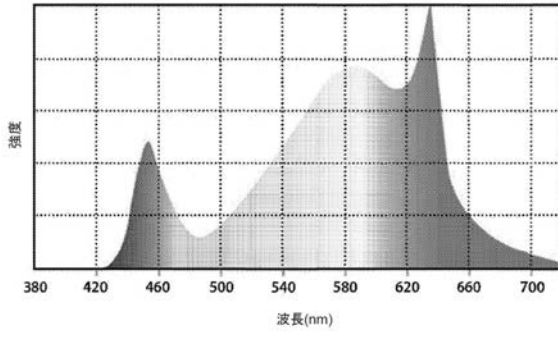
【 図 5 】



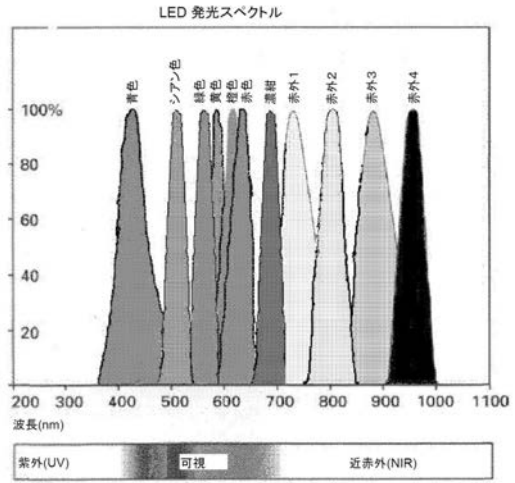
【 図 6 】



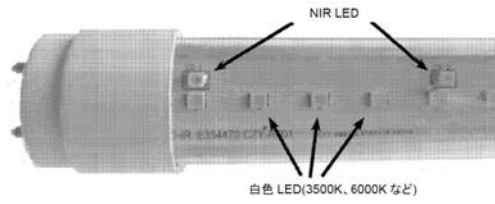
【 図 7 】



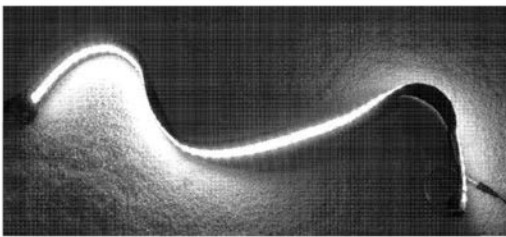
【 図 8 】



【 図 9 】



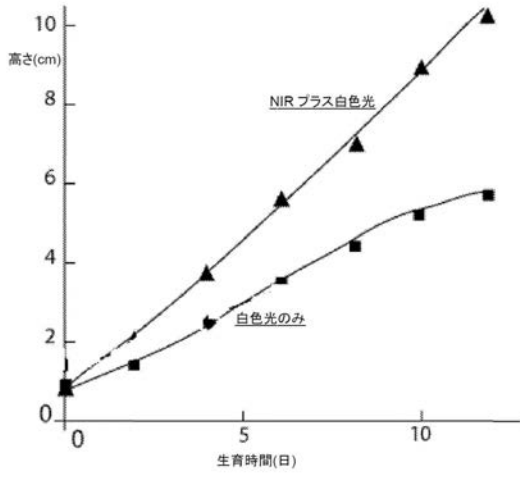
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 18/24293
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - F21V 99/00 (2016.01) CPC - Y10S 362/805, Y02P 60/149, A01 G7/045, F21Y 2101/02, F21K 9/00, F21Y 2113/005, F21V 23/003 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) CPC - Y10S 362/805, Y02P 60/149, A01 G7/045, F21Y 2101/02, F21K 9/00, F21Y 2113/005, F21V 23/003 IPC(8) - F21V99/00 (2016.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC - Y10S362/805, Y02P60/149, A01G7/045, F21Y2101/02, F21K9/00, F21Y2113/005, F21V23/003, H05B33/0857 IPC(8) - F21V99/00 (2016.01); USPC - 362/231		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Patbase; Google Web, Google Patent Search terms used: grow light lamp LED plant seed seedling near infrared NIR photosynthesis warm yellow cool cold blue red white alternating flexible string		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/0020536 A1 (BAFETTI et al.) 28 January 2010 (28.01.2010), para [0048], [0192], [0217], [0160]-[0164], [0182]-[0192], [0215]-[0217]; Fig 4a, 4b, 5g, 9g	1-3, 10, 16, 17
Y		4, 11, 12, 18
X	GB 2303533 A (GROW LIGHT LIMITED) 26 February 1997 (26.02.1997), pg 3, 6, 7	1, 2
Y	ADAMS, "DIY LED Grow Lights - Revisted (And Now Affordable!)" www.Earthineer.com, 17 December 2013 (17.12.2013), pg 2-3 [online] URL <http://www.earthineer.com/blog/22893/diyledgrowlightsrevistedandnowaffordable>	4
Y	US 2014/0313713 A1 (ANDREWS) 23 October 2014 (23.10.2014), para [0039], [0040], [0048]; Fig 1-3	11, 12
Y	LOVATO ELECTRIC, "Programmable logic relays Kinco" www.LovatoElectric.com, 09/2008 (09.2008), pg 2, 6 [online] URL <http://www.lovatoelectric.com/Download/PD09GB09_08.pdf>	18
A	US 2012/0043907 A1 (LU et al.) 23 February 2012 (23.02.2012), entire document	1-4, 10-12, 16-18
A	US 8,882,291 B1 (BOURGET et al.) 11 November 2014 (11.11.2014), entire document	1-4, 10-12, 16-18
A	US 2007/0058368 A1 (PARTEE et al.) 15 March 2007 (15.03.2007), entire document	1-4, 10-12, 16-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 02 June 2016 (02.06.2016)		Date of mailing of the international search report 27 JUN 2016
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 16/24293

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.: 5-9, 13-15, 19
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, JP, 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