

(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2014-509787
(P2014-509787A)

(43) 公表日 平成26年4月21日(2014.4.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 33/06 (2010.01)	H O 1 L 33/00 1 1 2	2 B O 2 2
B 8 2 B 1/00 (2006.01)	B 8 2 B 1/00 Z N M	5 F 1 4 1
H O 1 L 33/28 (2010.01)	H O 1 L 33/00 1 8 2	5 F 1 4 2
H O 1 L 33/30 (2010.01)	H O 1 L 33/00 1 8 4	
H O 1 L 33/08 (2010.01)	H O 1 L 33/00 1 2 0	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-558477 (P2013-558477)	(71) 出願人 513224652 ヴァロヤ、オーワイ フィンランド国、エフアイー〇〇二〇〇 ヘルシンキ、ラウッタサーレンティエ 5 4 エー 3. ケーアールエス
(86) (22) 出願日 平成24年2月8日 (2012.2.8)	
(85) 翻訳文提出日 平成25年10月24日 (2013.10.24)	
(86) 国際出願番号 PCT/FI2012/050118	
(87) 国際公開番号 W02012/123627	
(87) 国際公開日 平成24年9月20日 (2012.9.20)	(74) 代理人 100114775 弁理士 高岡 亮一
(31) 優先権主張番号 11158693.9	(74) 代理人 100121511 弁理士 小田 直
(32) 優先日 平成23年3月17日 (2011.3.17)	(74) 代理人 100191086 弁理士 高橋 香元
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者 アイカラ、ラルス フィンランド国、エフアイー〇二五二〇 ラピンキラ、ラメンティエ 8〇
(31) 優先権主張番号 61/468,831	
(32) 優先日 平成23年3月29日 (2011.3.29)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	
最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 植物照明装置および方法

(57) 【要約】

本発明は、植物栽培用の人工的光を発生させる改善された方法に関する。より詳細には、本発明は、半導体発光解決策および温室環境における植物栽培に適した装置を有する照明装置に関連する。本発明の最良のモードは、光合成有効放射（PAR）スペクトルと同様の発光スペクトルを生成する量子ドットの粒度分布を生成するコロイド法により作成した二元合金量子ドット（110、120、130、140、150、160）を備えた照明装置と考えられる。本発明の方法および構成は、植物（310、311）栽培において使用した光の発光スペクトルのより正確なスペクトル同調を可能とする。したがって、本発明は、植物成長の光形態形成の制御における予期されていない改善、さらに植物生産におけるさらなる改善を表す。

【選択図】 図1B

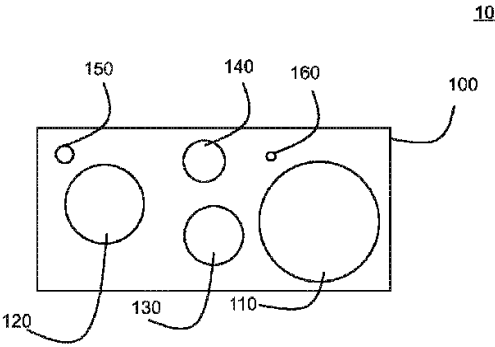


FIG 1B.

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

植物の栽培のための照明装置であって、

前記照明装置（100）が、植物栽培用の光を発生させる異なるサイズの複数の量子ドット（110、120、130、140、150、160）を備えることを特徴とする、植物の栽培のための照明装置。

【請求項 2】

前記照明装置が、発光ダイオード用の複数の多重量子ウェル構造を備え、少なくとも1つの量子ウェル構造が、バリア層上の量子ドット構造を備えることを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

10

【請求項 3】

前記発光スペクトルが、緑黄色（500～600nm）の非常に低い強度を除去または提供し、かつ赤外色の700～800nmのバンド中の高い強度のスペクトル特性を備えることを除く光合成有効放射（PAR）スペクトルと同様の総計発光スペクトルを生成するように前記複数の量子（110、120、130、140、150、160）ドットの前記粒度分布を配置することを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

【請求項 4】

少なくとも1つの前記量子ドットの前記サイズが、植物のある光形態形成効果を有する前記光子スペクトル中のプリセットした相対的強度を有するバンドまたは多様なバンド中の光子を発光するよう選択されることを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

20

【請求項 5】

前記可変光形態形成効果は、重量、葉の数、根の質量、茎の高さ、異なる時点または収穫する成熟期での前記植物の（ビタミン、ミネラルならびに／または養分含量および／または濃縮物などの）化学組成物の生物学的パラメータのいずれかである、請求項4に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）の内の少なくとも1つが、Ga₃N、InGa₃N、AlGa₃N、GaAs、セレン化カドミウム、硫化カドミウム、ヒ化インジウム、リン化インジウムおよび／もしくは硫セレン化カドミウムまたはこれらのいずれかの組み合わせの、合金のいずれかから作成されることを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

30

【請求項 7】

前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）の前記粒度分布が、1nmから20nmの範囲内の異なるサイズの量子ドットを含むことを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

【請求項 8】

少なくとも1つの前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）が、MOCVD工程により生成されることを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

【請求項 9】

少なくとも1つの前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）が、コロイド合成工程により生成されることを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

40

【請求項 10】

前記少なくとも1つの量子ドット（110、120、130、140、150、160）のサイズが、700～800nmの赤外光バンド中で発光するように構成されることを特徴とする、請求項1に記載の照明装置。

【請求項 11】

植物の栽培のための照明方法であって、異なるサイズの複数の量子ドット（110、120、130、140、150、160）により、光を発生させ、かつ少なくとも1つの植物（310、311）に前記光を照射することを特徴とする、植物の栽培のための照明

50

方法。

【請求項 1 2】

前記複数の量子ドット（110、120、130、140、150、160）の前記粒度分布が、前記発光スペクトルが500～600nmの緑黄色の非常に低い強度を除去または提供し、かつ700～800nmの赤外色のバンド中に高いスペクトル特性を備えることを除く光合成有効放射（PAR）スペクトルと同様の総計発光スペクトルを生成することを特徴とする、請求項 1 1 に記載の照明方法。

【請求項 1 3】

少なくとも1つの前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）のサイズが、前記光子スペクトル中のプリセットした相対的な強度を有するバンドまたは多様なバンド中の光子発光が、植物において特定の光形態形成効果とともに得られるように選択されることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の照明方法。

10

【請求項 1 4】

前記可変光形態形成効果が、重量、葉の数、根の質量、茎の高さ、異なる時点または収穫する成熟期の前記植物の（ビタミン、ミネラルならびに／または養分含量および／または濃縮物などの）化学組成物の生物学的パラメータのいずれかであることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の照明方法。

【請求項 1 5】

前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）の少なくとも1つが、Ga₃N、InGa₃N、AlGa₃N、GaAs、セレン化カドミウム、硫化カドミウム、ひ化インジウム、リン化インジウムおよび／もしくは硫セレン化カドミウムまたはこれらのいずれかの組み合わせの合金のいずれかから作成されることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の照明方法。

20

【請求項 1 6】

前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）の前記粒度分布が、2nmから200nmの範囲内の異なるサイズの量子ドットを含むことを特徴とする、請求項 1 1 に記載の照明方法。

【請求項 1 7】

少なくとも1つの前記量子ドット（110、120、130、140、150、160）が、コロイド合成により生成されることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の照明方法。

30

【請求項 1 8】

前記少なくとも1つの量子ドット（110、120、130、140、150、160）の前記サイズが、前記量子ドットが赤外色の700nmから800nmのバンド中で発光するように構成される、請求項 1 1 に記載の照明方法。

【請求項 1 9】

園芸照明発光構成要素であって、
発光量子ドット半導体チップと、
前記量子ドットチップ直近に配置される光波長アップコンバージョン量子ドットと、
を備え、

前記構成要素が、2つの特徴的な発光ピークを発光することができ、かつ500～600nmの波長の少なくとも部分的または全体の前記発光が、最小化、ならびに／あるいは除去、ならびに／あるいは、400～500nmバンドにおける強度より低く、かつ600～700nmのバンドにおける強度より低く低減されるように構成される
園芸照明発光構成要素。

40

【請求項 2 0】

前記光波長アップコンバージョン量子ドットが、前記量子ドットチップの前記表面の真上に配置されるか、または他の光学材料により離間されている、請求項 1 9 に記載の発光構成要素。

【請求項 2 1】

前記発光量子ドット半導体チップが、440～500nmの範囲内の発光ピークを有す

50

る、請求項 19 または 20 のいずれか 1 項に記載の発光構成要素。

【請求項 22】

前記波長アップコンバージョン量子ドットを、前記量子ドット半導体チップにより照射した前記発光エネルギーの一部を 600～700 nm の高い波長へと変換するよう構成する、請求項 19 から 21 のいずれか 1 項に記載の発光構成要素。

【請求項 23】

前記 2 つの特徴的な発光ピークが、440 nm～500 nm および 600～700 nm である、請求項 19 から 22 のいずれか 1 項に記載の発光構成要素。

【請求項 24】

前記 2 つの特徴的な発光ピークが、少なくとも 50 nm の半値全幅および別の最大値である 50 nm の半値全幅および異なる波長範囲の両方の値であるスペクトル特性を除去する、請求項 19 から 23 のいずれか 1 項に記載の発光構成要素。

【請求項 25】

環境光中または前記単一の光源として前記照明装置または照明器具を備えた暗室キャビティ中の少なくとも 1 つの植物を備える前記少なくとも 1 つの植物用の光を提供する、請求項 1 に記載の照明装置または照明器具の使用。

【請求項 26】

環境光中または前記単一の光源として前記照明装置または照明器具を備えた暗室キャビティ中の少なくとも 1 つの植物を備える前記少なくとも 1 つの植物用の光を提供する、請求項 19 に記載の発光構成要素の使用。

【請求項 27】

請求項 1 に記載の少なくとも 1 つの照明装置または照明器具が、環境光中または前記単一の光源として前記照明装置または照明器具を備える暗室キャビティ中の少なくとも 1 つの植物を備える前記少なくとも 1 つの植物に光を発光する、植物の成長を強化する方法。

【請求項 28】

請求項 19 に記載の少なくとも 1 つの発光構成要素が、環境光中または前記単一の光源として前記照明装置または照明器具を備える暗室キャビティ中の少なくとも 1 つの植物を備える前記少なくとも 1 つの植物に光を発光する、植物の成長を強化する方法。

【請求項 29】

前記発光装置、器具および／または構成要素が、任意にふたで閉鎖された遮光キャビティにより囲まれている、請求項 1 および／または 19 のいずれか 1 項に記載の発光装置、器具、および／または構成要素。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

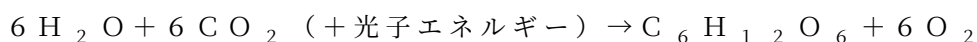
【0001】

本発明は、植物栽培用の人工光を発生させる改善された方法に関する。より詳細には、本発明は、温室環境における植物栽培に適した半導体発光解決策を備えた照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

地表に到達する放射線の約 50 % のみが、光合成有効放射（PAR）である。PAR は、電磁スペクトルの 300 nm および 800 nm の間の波長領域を備えるものと解釈される。光周性、屈光性および光形態形成とともに、光合成が、放射線と植物との間の相互作用に関連する 4 つの代表的な工程である。以下の式が、光合成の単純化された化学式を示す。



【0003】

クロロフィル a、クロロフィル b およびベータカロテンならびに 2 つに相互変換可能な形態（Pfr および Pr）であるフィトクロムなどの最も一般的な光合成および光形態形

10

20

30

40

50

成の光受容体の典型的な吸収スペクトルを図 1 A に示す。

【0004】

光合成とは対照的に、光形態形成反応は、非常に少ない光量で達成されることができる。この異なる種類の光合成および光形態形成の光受容体は、光合成、フィトクロム、およびクリプトクロムまたは青／UV-A（紫外線-A）の、3つの知られた光化学系に分類することができる。

【0005】

光合成の光化学系において存在する色素は、クロロフィルおよびカロテノイドである。クロロフィルは、植物の葉の葉肉細胞中に位置するクロロプラストのチラコイド中に位置する。これらの色素の活性が集光に密接に関連するため、放射線の量およびエネルギーは最も重要な側面を有する。この2つの最も重要なクロロフィルの吸収ピークは、それぞれ625から675 nmおよび425から475 nmの赤色および青色領域中に位置する。さらに、近紫外線（300～400 nm）および遠赤外領域（700～800 nm）に局在した他のピークも存在する。キサントフィルおよびカロテンなどのカロテノイドは、植物細胞上の有色体の色素体である細胞小器官中に位置し、かつ、主に青色領域を吸収する。

10

【0006】

フィトクロムの光化学系は、2つの相互変換可能な形態のフィトクロムであるPrおよびPfrを含む。これら2つのフィトクロムは、それぞれ660 nmでの赤色領域および730 nmでの赤外領域中に感度ピークを有する。このフィトクロムにより媒介した光形態形成反応は、通常、赤外色光（FR）に対する赤色光（R）の比（R/FR）を介した光質の検出に関連する。葉部拡大、隣接知覚（neighbour perception）、日陰回避、茎成長、種子発芽、および開花誘導などが含まれる異なる生理反応によりフィトクロムの重要性を評価することができる。日陰回避反応は、通常、R/FR比の検出を介したフィトクロムにより制御されるにも関わらず、青色光およびPAR値も同様に、関連した適応型形態学的反応中に含まれる。

20

【0007】

青色光—およびUV-A（紫外線A）—感応性光受容体は、クリプトクロムの光合成中にて発見される。青色吸収色素は、クリプトクロムおよびフォトトロピンの両方を含む。これらは、光の量、質、方向および周期性を管理するなどのいくつかの異なる役割を果たす。青色光およびUC-A感応性光受容体の異なる群は、内因性リズム、組織配向（organ orientation）、茎成長、気孔開口、発芽、葉部拡大、根成長および屈光性などの重要な形態学的反応を媒介する。フォトトロピンは、光合成器官および細胞小器官の色素含有量および位置を調節して集光および光抑制を最適化する。同様に、赤外線、青色光の連続的な照射にさらすことにより、クリプトクロムの光受容体の媒介を介して開花を促進させる。さらに、青色光—感応性光受容体（たとえば、フラビンおよびカロテノイド）は、近紫外線照射に感応性があり、370 nm周辺の位置に感度ピークを見いだすことができる。

30

【0008】

クリプトクロムは、全ての植物種に共通して存在するわけではない。クリプトクロムは、シロイヌナズナなどの植物の開花の概日リズムの同調を含む様々な光反応を媒介する。300 nm未満の波長の照射が、分子の化学結合およびDNA構造に非常に有害であるが、植物にこの領域が照射されることも同様に有害である。PAR領域内の照射量は、UV照射の有害な影響を低減させるために重要であってもよい。これらの光受容体は大方研究されており、したがって、これらの光合成制御における役割および成長は、当然よく知られている。しかしながら、他の光受容体が存在する証拠があり、これらの活性が、植物の重要な生理反応を媒介する重要な役割を有し得る。さらに、ある群の受容体間の相互反応および相互依存の性質は、あまり理解されていない。

40

【0009】

多くの植物は、人工光を使用した温室栽培といった手段により、自然の生息地と異なる

50

地理的位置にて成長することができる。Zukauskas et al による国際出願第2010/053341号から、植物に光形態形成が必要な場合を満たすために、蛍光体変換器を有する発光ダイオード（LED）を使用できることが知られている。蛍光体変換器は、より長い波長の照射を吸収し、かつ最照射する蛍光体構成要素に隣接する短い波長で発光するLEDなどの光が存在するように作動する。この光子がたとえば、茎の高さなどの、いくつかの形態学的な目的を満たすためのある方法において、植物を成長させることを提供するように、この照明装置の総計発光スペクトルを変更することができる。この文献は、参照として本明細書に引用される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

発光ダイオード（LED）は、日々一般化されている。LEDで使用される特有の構造は、励起子が、すべての3次元に閉じ込めた半導体である量子ドットである。量子ドットは、量子ドットを含む多重量子ウェル構造（MQW）を記載する国際出願第2009/048425号において、蛍光体を除去するために使用されることが示唆されてきた。この公開によると、MQWを、赤色のない蛍光体および白色の窒化物系LEDを生成するために使用することができる。この文献も、同様に参照として本明細書に引用される。

【0011】

この従来技術は大きな欠点を有する。従来技術の蛍光管、LED、および蛍光体の配置は、十分に高分解能である発光スペクトルの調整をすることが可能ではない。さらに、この従来技術の蛍光管、LED、および蛍光体の配置は、植物用の光の主要源として非常に乏しいものであり、建物の地下室などの暗い成長キャビティにおいて乏しい量の収穫を得ることとなる。

20

【0012】

従来技術のMQWおよび量子ドットの照明装置は、（リンなどの）建築的に欠点のある機構の代替物であることに主に焦点を当てられており、このことは、園芸家にとってほとんど有益ではない。

【0013】

先進国における食物および植物生産の環境影響と同様に、発展途上国における世界的な飢餓と立ち向かうために、より明確に洗練された植物栽培が必要であることが言える。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

研究下での本発明は、以前と比較してより高精度であり、光形態形成の必要のある植物を扱う、量子閉じ込め半導体照明装置を効率的に実行するシステムおよび方法に関連する。

【0015】

本発明の1つの実施態様において、量子閉じ込めは、量子ドット、すなわち、3次元すべてにおける閉じ込めまたは複数の量子ドットとしてとして認識される。量子ドットを使用する他に、いくつかの実施形態において、たとえば、この実施形態から1つ以上の量子ドットを交換することにより、量子細線（2D空間の閉じ込め）および量子ウェル（1D空間の閉じ込め）を使用して本発明を実行することができる。

40

【0016】

本発明の1つの実施態様により、量子ドット—発光ダイオードは、異なるサイズの量子ドットを特徴とする。量子ドットにおいて、このサイズは、発光エネルギー、すなわち、より高いエネルギーを発するより小さな量子ドットであるエネルギー排出と逆比例して相関する。本発明の1つの実施態様において、本発明の量子ドット—発光ダイオードにより発せられた人工光により栽培される植物に有益な光形態形成効果を有する総計発光スペクトルを生成するために、量子ドットの粒度分布を選択する。

【0017】

本発明の目的は、この技術に関連する問題の少なくとも一部を除去し、かつ量子ドット

50

を使用して植物の成長を促進させる新規の方法を提供することである。

【0018】

本発明の第1の目的は、良好に光合成工程が反応する単一の発光源系量子ドット装置を提供することである。

【0019】

本発明の第2の目的は、光合成光量子束（PPF）を最適化した量子ドット装置に基づく温室栽培の照明器具を提供することである。

【0020】

本発明の第3の目的は、300～800nmの波長の範囲内の少なくとも2つの発光ピークで提供し、かつこの発光ピークのうちの少なくとも1つが、少なくとも50nm以上の半値全幅（FWHM）を有する量子ドット装置を得ることである。

10

【0021】

本発明の第4の目的は、300～500nmおよび600～800nmといった2つの発光周波数の発光強度の比が、10,000時間の動作中、20%未満低減する、量子ドット系温室栽培照明器具を提供することである。

【0022】

本発明の第5の目的は、通常温室栽培に使用される従来の高圧ナトリウムおよびLEDランプにより得られる値より良いWattあたりのPPF値（すなわち、使用した電源のワット数に対するPPF）を取得し、それにより、その中で使用した温室栽培工程および人口照明の効率的なエネルギー光源を提供する技術的解決策を提供することである。

20

【0023】

本発明の第6の目的は、単一の発光源を提供することであって、300～500nmの周波数の発光が、半導体の量子ドットチップにより生成され、かつ600～800nmの周波数の発光が、別の量子ドットチップを使用して生成されることである。本発明者は、たとえば、キュウリまたはレタスなどの植物が、赤外光（700～800nm）を含む独創的な園芸用の光が照射した場合、この植物がより長い長さおよび／またはより大きな質量に達することを発見した。

【0024】

本発明の第7の目的は、単一の発光源を提供することであり、半導体量子ドットチップにより300～500nmの周波数の発光を発生させ、かつ、第2の量子ドットチップを使用して600～800nmの周波数の発光を発生させ、これにより発光用の電流をそれぞれ駆動し、または、先に記載した量子ドットの波長アップコンバーターとして作動させることである。600～800nmの照射するための波長のアップコンバージョンは、第1の量子ドット発光源付近の1つ以上の波長アップコンバージョン量子ドットを使用することにより得られる。

30

【0025】

この使用における「アップコンバージョン」は、流入する吸収光の波長をより長い波長の照射光に変えることと解釈される。

【0026】

本発明の第8の目的は、400～500nm、600～800nm、または両方の周波数の部分的または完全な範囲を提供し、または半導体量子ドットチップの波長のアップコンバージョンを完成させることであって、このチップは、300～500nmの範囲の発光を有することである。この波長のアップコンバージョンは、有機材料、無機材料、または両方の種類の材料の組み合わせを使用することにより認識される。

40

【0027】

本発明の第9の目的は、アップコンバージョンのためのナノサイズの粒子材料を使用した波長のアップコンバージョンを提供することである。

【0028】

本発明の第10の目的は、アップコンバージョンのための分子を使用した波長のアップコンバージョンを提供することである。

50

【0029】

本発明の第11の目的は、アップコンバージョンの材料が、波長のアップコンバージョンを提供するポリマーマトリックスと共有結合するポリマー材料を使用した波長アップコンバージョンを提供することである。

【0030】

本発明の第12の目的は、500～600nmのスペクトルバンドを抑制する量子ドット系照明器具を提示することである。この抑制されたバンドにおいて、ほとんどまたは全く発光せず、または隣接する400～500nm、600～700nmのどちらかのバンドの発光よりも少ない。この抑制は、400～500nmのバンド中の少量の主要の発光を有するまたは全く有さないことにより、かついずれかのアップコンバージョンが600nmを超える波長を変える波長シフトを引き起こすことを確かめることにより本発明にしたがって達成することができる。一般的に、この照射が、光合成の変換のために吸収されるというよりも植物から単に反射されるため、隣接するバンド中の照射と同様に緑色（500～600nm）の照射を緑色植物が利用することができないことが知られている。

【0031】

本発明の第13の目的は、望ましい赤外光を提供することにより、植物の同化成長を最大限にし、これにより、植物栽培が、エネルギーを浪費する照射の見込みから緑色光を最小限にする。この目的は、発光した青色光（300～500）nmの一部を、赤外構成要素を有するが、緑色構成要素（500～600nm）を除くかつ／または最小限にした広い範囲の赤色光スペクトル構成要素（600～800nm）にアップコンバートする波長のアップコンバージョン装置を有する青色量子ドット光エミッタにより本発明の一態様を理解する。

【0032】

本発明は、温室栽培に適した量子ドットおよび関連照明器具を提供する。本発明に係ると、この量子ドットは、特有の発光周波数パターン、すなわち、少なくとも2つのスペクトル特性、少なくとも50nm以上の半値全幅を有し、かつ600～700nmの範囲内のピーク波長を有する1つの発光ピーク、および500nmの範囲未満のピーク波長を有する第2のスペクトル特性を有する。この量子ドットの発光ピークは、植物の光合成反応スペクトルと一致し、したがって、特に非常に効率的な人工照明に適している。

【0033】

上述した本発明の利点のいくつかまたはすべては、この植物が、異なる時点または収穫の成熟期に有する、重量、葉の数、根の質量、茎の高さ、（ビタミン、ミネラルならびに／または養分含量および／または濃縮物などの）化学組成物の生物学的パラメータのいずれかである、影響を受ける光形態形成の変数のために、発光スペクトルを最適化する量子ドット粒度分布が生じることである。

【0034】

植物栽培用の照明装置は、本発明に係り、かつこの照明装置が異なるサイズの複数の量子ドットを含むことにおいて特徴付けられる。

【0035】

植物の栽培のための照明方法は、本発明に係り、かつ、異なるサイズの複数の量子ドットにより光が生じ、かつこの光が、少なくとも1つの植物を照射することにおいて特徴付けられる。

【0036】

温室および／またはグロースチャンバ光装置は、本発明に係り、かつ、この光装置が少なくとも1つの量子ドットを含むことにおいて特徴付けられる。

【0037】

本発明に係る園芸用照明装置は、少なくとも1つの量子ドットを含み、この量子ドットが、

a) 600～700nmの波長の範囲にピークを含み、かつ少なくとも50nm以上の半値全幅を示すよう配置される、第1のスペクトル特性と、

b) 半値全幅が50nmの最大値を有し、かつ440～500nmの範囲内のピーク波長を示すように配置される第2のスペクトル特性と、を含み、任意に、

c) 600～800nmの周波数の発光の全てまたは一部が、量子ドットチップ照射電力の全体または部分的な波長アップコンバージョンを使用して、かつ／または別の電力の量子ドットにより、生成されることを含む

【0038】

本発明に係る園芸用照明装置は、少なくとも1つの量子ドットを含み、この量子ドットが、

a) 600～700nmの波長の範囲内にピークを含み、かつ少なくとも50nm以上の半値全幅を示すよう配置される、第1のスペクトル特性と、

b) 50nmの半値全幅の最大値を有し、かつ、440～500nmの範囲内にピーク波長を示すように配置される第2のスペクトル特性と、を有し、

c) 500～600nmの波長の発光の少なくとも一部または全体が、最小化、ならびに／あるいは除去、ならびに／あるいは、400～500nmバンドにおける強度未満であり、かつ600～700nmの強度未満に低減されるように配置される。

【0039】

先行する5つの段落のいずれかの照明装置の使用または器具は本発明に係り、本発明は、環境光中、または単一の光源としての光装置または照明装置を備えた暗室キャビティ (dark cavity) 中の少なくとも1つの植物を備えた少なくとも1つの植物に光を提供する。同様に、先行する5つの段落の植物の成長を高める方法は、本発明に係り、少なくとも1つの照明装置または照明器具が、環境光中、または単一の光源としての照明装置または器具を有する暗室キャビティ中の少なくとも1つの植物を備えた少なくとも1つの植物に光を照射することが、本発明に関連する。

【0040】

園芸用の光の発光構成要素は、本発明に係り、かつ発光量子ドット半導体チップと、

この量子ドットチップに直近に配置した光波長アップコンバージョン量子ドットと、を含み、この構成要素が、2つの特徴的な発光ピークを発光することができ、かつ500～600nmの波長での発光の少なくとも一部または全体が、最小化、ならびに／あるいは除去、ならびに／あるいは、400～500nmのバンドにおける強度未満かつ600～700nmのバンドにおける強度未満に低減されるように配置される。

【0041】

環境光中、または単一の発光源としての照明装置または器具を有する暗室キャビティ中の少なくとも1つの植物に光を提供することにおいて、先行する段落の発光構成要素の使用は本発明に関連する。同様に、植物の成長を高める方法は本発明に関連するものであり、この先行する段落の少なくとも1つの発光構成要素は、環境光中、または単一の発光源としての照明装置または器具を有する暗室キャビティ中の少なくとも1つの植物を備えた少なくとも1つの植物に光を発する。

【0042】

暗室キャビティまたは遮蔽されたキャビティ中の園芸の照明器具は、本発明に係り、かつ、

a) 600～700nmの波長範囲内にピークを含み、かつ少なくとも50nm以上の半値全幅を示すように配置した第1のスペクトル特性と、

b) 50nmの半値全幅の最大値を有し、かつ440～500nmの範囲内のピーク波長を示すように配置した第2のスペクトル特性と、を有する少なくとも1つのLEDを含み、

c) 600～800nmの周波数の発光の全てまたは一部が、このLEDチップ照射電力の全体または部分的な波長のアップコンバージョンを使用して生成される。

【0043】

暗室キャビティまたは遮蔽されたキャビティ中の園芸の照明器具は、本発明に係り、かつ

a) 600～700 nmの波長範囲内にピークを含み、かつ少なくとも50 nm以上の半値全幅の最大値を示すように配置した第1のスペクトル特性と、

b) 50 nmの半値全幅の最大値を有し、かつ440～500 nmの範囲内のピーク波長を示すよう配置した第2のスペクトル特性と、

を有する少なくとも1つのLEDを含み、かつ

c) 500～600 nmの波長の発光の少なくとも一部または全体が、最小化、ならびに／あるいは除去、ならびに／あるいは、400～500 nmバンドにおける強度未満かつ600～700 nmバンドにおける強度未満に低減されるよう配置される。

10

【0044】

量子ドットおよび／またはLEDに基づく本発明の器具は、非常に明確な発光スペクトルのスペクトル変化を可能にし、したがって、人工光に依存した植物栽培の非常に良好なエネルギー効率および改良した光形態形成制御を可能にする。この利点は、量子ドットを使用した時にのみ、これらにより提供されたスペクトル変化を、従来のLEDより優れていることから、さらに提言される。さらに、この収穫量が、本発明の照明装置でかなり改善し、かつこのことが、暗室成長チャンバーまたは非常に制限された環境光を備えたチャンバーでの栽培に関連する多くの利点を引き起こす。第1に、植物は、消費する場所により近く、たとえば、大都市の住居の地下室で成長してもよく、それにより、輸送コストを除去することができる。第2に、植物は、たとえば、夏の砂漠の条件など、農業が伝統的に不可能な地形で成長してもよい。第3に、植物の量を改良するために、個々の植物の間の整合性が、改善され、より簡易に収穫することができる。このことは、個人の関与がより少なくなり、かつ機械に基づく収穫装置が、一貫した量、サイズまたは色を有する植物を認識することができるようになるためである。第4に、ほぼ全ての成長パラメータを制御することができ、それにより、特に、栽培する花または装飾用植物である場合に特に有利であるため、この植物の特性を制御した形式で変動してもよい。第5に、一定の光子線量を植物に毎日照射することにより、栄養量を毎年維持することができるため、栄養を管理することに役立つ。第6に、非常に晴れて暑い地形において、日光を反射する、暗く不透明な成長チャンバー中で植物を生育してもよい。本発明の人工的な照射で使用するエネルギーは、日光の下での空気調節または冷却において消費するであろうエネルギーよりも十分に少ない。

20

30

【0045】

暗室キャビティとは、光子を発する本発明の人工光源がない状態で、日光および／または環境光が0または低いレベルを有する光が限定された空間として構成されるが、このキャビティは、顕微鏡を用いるほど小さい大きさ、植木鉢のサイズ、10 m²の住居／ビジネスの地下室、船舶の荷物用コンテナ、たとえばサッカー場の地下室などのサッカー場なみの大きさ、および／または1つ以上のフロアで都市全体用の野菜を生育するのに十分である20のフロアを備えた超高層ビルなど、どのような大きさとすることもできる。

【0046】

さらに上述の実施形態で生じる利益に関して、本発明の最も最良のモードは、発光スペクトルが、緑黄色(500～600) nmにおける非常に低い強度を除去または提供し、かつ700～800 nmの赤外色における高い強度のスペクトルの形態を含むことを除く光合成有効放射(PAR)と同様の他の発光スペクトルを生成する量子ドットの粒度分布を生成するコロイド法により作成される二元合金量子ドットを有する照明装置と考えられる。

40

【0047】

以下において、本発明は、添付される図面にしたがって例示的な実施形態をより詳細に例示する。

【図面の簡単な説明】

【0048】

50

【図 1 A】緑色植物における最も一般的な光合成の光受容体および光形態形成の光受容体の相対的な吸収スペクトルを示す。

【図 1 B】ブロック図として本発明の照明装置 10 の実施形態を説明する。

【図 2】流れ図として本発明に関する照明装置の実施形態 20 を説明する。

【図 3】ブロック図として本発明の照明装置の使用の実施形態 30 を説明する。

【図 4】本発明に係る第 1 の単一発光源量子ドット装置の発光ピークを有する実施形態 40 を示す。

【図 5】本発明に係る第 2 の単一発光源量子ドット装置の発光ピークを有する実施形態 50 を示す。

【図 6】本発明に係る第 3 の単一発光源量子ドット装置の発光ピークを有する実施形態 60 を示す。

10

【図 7】本発明に係る第 4 の単一発光源量子ドット装置の発光ピークを有する実施形態 70 を示す。

【図 8】本発明に係る植物のバイオマスを最大限することが発見されたスペクトルを有する実施形態 80 を示す。

【発明を実施するための形態】

【0049】

実施形態の中には、独立請求項に記載されているものがある。

図 1 B は、複数の異なるサイズの量子ドット 110、120、130、140、150 および 160 を含む照明装置を示す。この量子ドットの粒度分布は、2 nm から 200 nm の範囲内の異なるサイズの量子ドット、すなわち、概して 200 nm の直径を有する量子ドット 110 および約 2 nm の直径を有する量子ドット 160 を含む。

20

【0050】

電力および電極（不図示）を、通常の方法における量子ドット中の電子を励起する電場を生成するために使用する。この電子は、より低いエネルギー状態まで緩和するため、励起状態および緩和状態の間のエネルギー差により検知された波長を有する電子を発光する。これらの発光した光子は、照明装置 100 の発光スペクトルを生成する。

【0051】

いくつかの実施形態において、量子ドット 150、160 は、250～400 nm の範囲内の UV／青色光を伝達するよう配置され、この量子ドット 140 および 130 は、400～600 nm の緑色光および／または黄色光を伝達するよう配置され、かつ量子ドット 120 は、600～700 nm の赤色光を伝達するよう配置され、かつ量子ドット 110 は、700～800 nm のバンド中の赤外光を伝達するよう配置される。

30

【0052】

相対的な発光強度およびあるサイズの量子ドット 110、120、130、140、150、および 160 の数は、いくつかの実施形態において光合成有効放射（PAR）スペクトルと類似および／または同一の発光スペクトルの総計発光スペクトルを生成するために変動する。より好ましくは、PAR スペクトルと類似するこの発光スペクトルは、（500～600 nm の）緑黄色の非常に低い強度を除去または提供し、かつ本発明に関する 700～800 nm の赤外色のバンドの高い強度である特定の形態を含む。

40

【0053】

量子ドット 110、120、130、140、150、および 160 の全てまたは一部は、通常、いくつかの実施形態において、以下の、セレン化カドミウム、硫化カドミウム、ヒ化インジウム、リン化インジウム、および／または硫セレン化カドミウムの合金のいずれかから製造される。

【0054】

より詳細な実施形態において、この量子ドットが、植物におけるある光形態形成効果を有する光子スペクトルにおけるバンド中の光子発光を生成するように、少なくとも 1 つの量子ドット 110、120、130、140、150、および／または 160 のサイズを選択する。この変動する光形態形成の効果は、植物が、本発明のいくつかの実施形態にお

50

いて異なる時点または収穫成熟期において有する、以下の、重量、葉の数、根の質量、茎の高さ、（ビタミン、ミネラルならびに／または養分含量および／または濃縮物などの）化学組成物の生物学的パラメータのいずれかであり得る。

【0055】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの量子ドット110、120、130、140、150、および／または160を、コロイド合成により生成する。コロイド合成において、コロイド半導体ナノ結晶を、伝統的な化学工程において溶液中に溶解する前駆化合物から合成する。概して、このコロイド状量子ドットの合成は、前駆体、有機界面活性剤および溶媒から構成される3つの成分系に基づく。この反応媒体を十分に高温となるまで加熱し、この前駆体を化学的にモノマーへと変換する。このモノマーが非常に高い過飽和のレベルに達すると、ナノ結晶が核形成工程と共に開始する。この成長工程の間の温度が、いくつかの実施形態におけるナノ結晶の成長の最適条件を決定する重要な要因の1つである。概して、この温度は、結晶成長を促進するのに十分に低い状態のまま、合成工程の間原子を再配置かつアニーリングすることが可能となるように十分に高い。ナノ結晶成長中に制御される別の重要な要因は、いくつかの実施形態におけるモノマーの濃度である。

10

【0056】

ナノ結晶の成長工程は、通常「フォーカス」および「デフォーカス」として記述される2つの異なるレジームにおいて発生し得る。高いモノマー濃度にて、この（ナノ結晶が縮小も成長もしないサイズである）臨界となるサイズは、相対的に小さく、全ての粒子が成長するという結果となる。このレジームにおいて、より大きな結晶は、小さな結晶より成長するためにより多くの原子が必要であるため、小さな粒子程大きな粒子より成長が早く、この結果は、粒度分布の「フォーカス」の結果となり、単分散粒子に近い粒子を得ることとなる。フォーカスのサイズは、平均ナノ結晶サイズが、臨界サイズよりもわずかに大きいようにモノマーの濃度が保たれている場合が概して最適である。このモノマーの濃度が、成長中に消耗する場合、この臨界サイズが、存在する平均のサイズよりも大きくなり、この分布は、オストワルド成長の結果として「デフォーカス」する。

20

【0057】

多くの異なる半導体を生成するためのコロイド法がある。本発明の典型的なドットは、セレン化カドミウム、硫化カドミウム、ヒ化インジウム、およびリン化インジウムなどの二元合金から作成される。同様に、ドットは、いくつかの実施形態において、硫セレン化カドミウムなどの三元合金から作成される。これらの量子ドットは、10～50の原子の直径を有する量子ドット量内の100～1000、000原子と同じ量を含むことができる。

30

【0058】

異なるコロイド合成の方法または他の方法により量子ドットの異なる群を生成し、その後、植物栽培のための望ましい発光スペクトルを提供する粒度分布を得るためにこの群を組み合わせることが、本発明に関連する。

【0059】

実施形態10が、本発明に関する従来のLEDと共に使用することが示される。同様に、実施形態10が、暗室の成長キャビティおよび／またはチャンバー、または低いレベルの環境光を備えたキャビティにおける少なくとも1つの植物用の照明源として使用されるよう相当する。

40

【0060】

実施形態10は、実施形態20、30、31、40、50、60、70、および／または80のいずれかの組み合わせと容易に変更または組み合わせることができる。

【0061】

図2は、たとえば、温室環境における本発明の照明装置の作動を示す。段階200において、少なくとも1つの植物に向かう照明装置から発光が方向付けられる。

【0062】

50

段階 2 1 0 における電力は、照明装置および照明装置中の少なくとも 1 つの量子ドットに提供され、このことにより、電場が生成される。この電場は、段階 2 2 0 においてより高いエネルギー状態まで量子ドット中の電子を励起する。

【0063】

この電子がより低いエネルギー状態に緩和するため、状態 2 3 0 および 2 4 0 における励起状態および緩和状態の間のエネルギー差によりある波長を有する光子が発光する。これらの照射された光子は、照明装置から伝送する発光スペクトルを生成する。

【0064】

いくつかの実施形態において、250～400 nm の範囲内の UV / 青色光、400～600 nm の範囲内の緑および / または黄色光、600～700 nm の赤色光、ならびにまたは 700～800 nm のバンドの赤外光は、本発明の方法において異なるサイズの量子ドットにより照射される。概して、いくつかの実施形態において、大きい量子ドットが照射されると、より波長の長い赤色光を照射し、かつより小さい量子ドットは、より短い波長の青色光を照射する。

【0065】

実施形態 2 0 は、本発明に関する従来の LED と共に使用されてもよいことが示される同様に、実施形態 2 0 は、暗室成長キャビティ、または低いレベルの環境光を有するキャビティの照明方法として使用するために適応する。

【0066】

さらに同様に、実施形態 2 0 は、実施形態 1 0、3 0、3 1、4 0、5 0、6 0、7 0、および / または 8 0 のいずれかと容易に変更しかつ / または組み合わせることができる。

【0067】

図 3 は、本発明の人工的温室照明装置および方法である、実施形態 3 0、3 1 の構成の異なる使用を示す。1 つの実施形態 3 0 において、透明な壁 3 1 0 を有する温室の床上で植物 3 1 1 が栽培される。複数の量子ドットを備えた照明装置 3 2 2 は、照明装置から照射した光子が、照射の束の最大値を可能な限り多くの植物 3 1 1 に到達させることができる位置に配置される。いくつかの実施形態において、この照明装置の発光スペクトル 3 5 0 は、壁 3 0 1 を介して伝達される日光である補完的な天然の光スペクトルに近い。いくつかの実施形態において、照明装置 3 2 2 は、本発明に係る温室の壁に藻で出したまたは弱められた波長が伝達するよう配置された量子ドットを含んでも良い。

【0068】

実施形態 3 1 において、栽培される植物は、温室 3 0 0 内の成長室 3 6 0 に重ねられる。いくつかの実施形態において、それぞれの成長キャビティは、照明装置 3 2 1 を有する。たとえば、植物が透明な成長室中に重ねられていたとしても、1 つ以上の透明な壁を介して伝達する必要のある光子として、場合によっては実施形態 3 0 における状態以上の日光の低減および / または希薄化となる。したがって、量子ドットを有する照明装置 3 2 1 は、上述の複合的な伝達である天然光のスペクトルを補完し、または不透明なチャンバーの場合には、植物 3 1 0 にすべての光照射を提供する。いくつかの実施形態において、成長チャンバ 3 1 0 のための専用の照明装置および 1 つ以上の成長チャンバー 3 6 0 における 1 つ以上の植物 3 1 0 により共有される少なくとも 1 つの照明装置 3 2 0 が両方存在する。

【0069】

いくつかの実施形態において、量子ドットは、伝達されたスペクトル 3 4 0 との組み合わせが、光合成有効放射 (PAR) と同様のものである場合に発光スペクトルを生成するよう配置される。好ましくは、この生成した発光スペクトルは、緑黄色 (500～600 nm) の非常に低い強度を除くまたは提供し、かついくつかの実施形態において、700～800 nm の赤外光のバンド中の高い強度の特定の形態を含む。このことは、暗室成長チャンバー中にて照明装置が使用される場合が特に好ましい。

【0070】

いくつかの実施形態において、バンドが植物のある光形態形成効果を有する光子スペク

10

20

30

40

50

トル中のバンドを発するように照明装置中の少なくとも1つの量子ドットが選択される。異なる時点または収穫の成熟期にて、植物310、311の可変効果のある光形態形成は、以下の、重量、葉の数、根の質量、茎の高さ、(ビタミン、ミネラルならびに／または養分含量および／または濃縮物などの)化学組成物の生物学的パラメータのいずれかであり得る。

【0071】

本発明に係る従来のLEDと共に実施形態30を使用できることが示される。同様に、実施形態30、31は、不透明または透明ないずれかのレベルの成長チャンバー360で実行されるよう適応される。

【0072】

実施形態30および31は、実施形態10、20、40、50、60、70、および／または80のお互いおよび／またはいずれかと容易に変更および／または組み合わせることができることがさらに示される。

【0073】

図4において、半導体量子ドットチップの発光周波数のピークは、25nmの半値全幅の発光ピークを有する457nmの波長である。この場合、波長のアップコンバージョンは、2つのアップコンバージョン材料により行われる。これら2つのアップコンバージョンの材料は、660nmおよび604nmの同一の発光ピークを有する。これらの材料は、いくつかの実施形態において量子ドットとすることができる。図4は、101nmのFWHMの発光ピークを有する651nmの波長がピークである2つのアップコンバージョン材料から組み合わせられた発光ピークを示す。この場合、(ピーク強度から計算された)約40%の半導体量子ドットチップの発光は、2つの同一のアップコンバージョン材料により651nmの発光へとアップコンバートされる。

【0074】

いくつかの実施形態において、アップコンバージョンは使用されず、より長い波長のスペクトルの形態が、電力により駆動される少なくとも1つの量子ドットにより照射される。

【0075】

スペクトル40を従来のLEDと共に使用しかつ実効できることが示される。本発明と組み合わせて少なくとも1つの量子ドットおよび少なくとも1つのLEDによりスペクトル40を実行することができる。このスペクトル40は、特に、暗室成長キャビティまたは低いレベルの環境光を有するキャビティ中の少なくとも1つの植物への照射に使用するよう特に適応されている。

【0076】

実施形態40は、容易に変更、ならびに／あるいは実施形態10、20、30、31、50、60、70および／または80のいずれかと組み合わせることができる。

【0077】

図5において、半導体量子ドットチップ発光周波数は、30nmの半値全幅(FWHM)の発光ピークを有する470nmの波長にピークを有する。この場合、波長のアップコンバージョンは、2つのアップコンバージョンの材料を使用することにより行われる。これら2つの波長のアップコンバージョンの材料は、660nmおよび604nmで同一の発光ピークを有する。これらの材料は、いくつかの実施形態において、量子ドットとすることができる。図5は、105nmのFWHMの発光ピークを有する660nmの波長にピークを有するこれら2つの波長のアップコンバージョン材料から組み合わせられた発光ピークを示す。この場合、(ピーク強度から計算された)約60%の半導体LEDチップの発光は、2つの同一の「アップコンバージョン」材料による660nmの発光へとアップコンバートされる。

【0078】

いくつかの実施形態において、アップコンバージョンは使用されず、より長い波長のスペクトルの形態が、電力により駆動される少なくとも1つの量子ドットにより照射される

10

20

30

40

50

。

【0079】

従来のLEDと共にスペクトル50が、使用および実施されうることが示される。同様に、本発明に係る組み合わせにおいて少なくとも1つの量子ドットおよび少なくとも1つのLEDにより、スペクトル50を実行することができる。特に、この暗室成長キャビティまたは低いレベルの環境光を有するキャビティ中の少なくとも1つの植物を照射するために使用されるようにスペクトル50が特に適応される。

【0080】

同様に、実施形態50は、容易に変更、ならびに／あるいは実施形態10、20、30、31、40、50、60、および／または70のいずれかと組み合わせることができることがさらに示される。

10

【0081】

図6において、半導体LEDチップ発光周波数は、(図6中には不図示)25nmの半値全幅(FWHM)の発光ピークを有する452nmの波長にピークがある。この場合、この波長のアップコンバージョンは、1つのアップコンバージョン材料を使用することにより行われる。いくつかの実施形態において、この材料は量子ドットとすることができる。図6は、80nmのFWHMの発光ピークを有する658nmの波長にピークのあるこのアップコンバージョン材料からの発光ピークを示す。この場合、(ピーク強度から計算した)約100%の半導体量子ドットチップ発光は、アップコンバージョン材料により658nmの発光はアップコンバートされる。このことは、図6から示すことができ、量子ドット装置が励起する452nmの発光は存在しない。

20

【0082】

いくつかの実施形態において、アップコンバージョンは使用されず、より長い波長の特定の形態は、電力により駆動される少なくとも1つの量子ドットにより発光される。

【0083】

従来のLEDと共にスペクトル60を使用しかつ実行することができることが示される。同様に、本発明に関する組み合わせにおいて少なくとも1つの量子ドットおよび少なくとも1つのLEDによりスペクトル60を実行することができる。特に、このスペクトル60は、暗室成長キャビティまたは低いレベルの環境光を有するキャビティ中の少なくとも1つの植物を照射の使用に特に適応される。

30

【0084】

同様に、実施形態60は、容易に変更、ならびに／あるいは実施形態10、20、30、31、40、50、70および／または80のいずれかと組み合わせることができることが示される。

【0085】

図7において、半導体量子ドットチップ発光周波数は、25nmの半値全幅(FWHM)の発光ピークを有する452nmの波長にピークを有する。この場合、波長のアップコンバージョンは、1つのアップコンバージョン材料を使用することにより行われる。この材料は、いくつかの実施形態において、量子ドットとすることができる。図7は、78nmのFWHMの発光ピークを有する602nmの波長にピークを有するこのアップコンバージョン材料からの発光ピークを示す。この場合、(ピーク強度から計算した)約95%の半導体量子ドットチップ発光は、波長のアップコンバージョン材料により602nm発光へとアップコンバートされる。

40

【0086】

いくつかの実施形態において、アップコンバージョンは使用されず、より長い波長のスペクトルの形態が、電力により駆動される少なくとも1つの量子ドットにより発光される。

。

【0087】

従来のLEDと共にスペクトル70を使用および実行できることが示される。同様に、本発明に関する組み合わせのける少なくとも1つの量子ドットおよび少なくとも1つのL

50

EDによりスペクトル70を実行することができる。スペクトル70は、暗室成長キャビティまたは低いレベルの環境光を有するキャビティ中の少なくとも1つの植物の照射に使用されるよう特に適応される。

【0088】

さらに同様に、実施形態70は、容易に変更、ならびに／あるいは実施形態10、20、30、31、40、50、60、および／または80のいずれかと組み合わせることができることが示される。

【0089】

図8は、植物におけるバイオマスの生成を最大限にする最適化されたスペクトル80を示す。この最適化されたスペクトルは、好ましくは、この使用に記述される本発明の照明装置で生成される。スペクトル80は、成長チャンバーの栽培に特に有利であり、この成長チャンバーは、暗室チャンバー、すなわち、0または低いレベルの環境光を有する。スペクトル80を生成する本発明の照明装置を、チャンバー内へと配置し、本発明に係るバイオマスの生成を最大化する。本発明者はスペクトル80の形態を最大化するバイオマスを、実験的に発見した。

【0090】

同様に、実施形態802は、容易に変更、ならびに／あるいは実施形態10、20、30、31、40、50、60、および／または70のいずれかと組み合わせることができることがさらに示される。

【0091】

使用した量子ドット材料およびサイズは、量子ドット装置からの望ましい発光スペクトルが得られる方法において選択されるべきである。

【0092】

要約すると、量子ドットの種類および粒度分布を調整ことにより、量子ドット装置からの望ましい発光スペクトルを調整することができ、かつ量子ドットの数进行调整することにより、量子ドット装置用の望ましい量子ドットチップ発光量／総計を調整することが可能である。

【0093】

同様に、本発明は、600～700nmの波長範囲内にピークを含むスペクトル特性を有する少なくとも1つの量子ドットを含む植物成長を促進するための照明器具に関する。

【0094】

この手法を使用することにより、従来の技術と比較して優れているPPFおよびワット効率あたりのPPFおよび性能および非常に低電力の消費および非常に長い寿命動作に到達するようにこの光源が設計される。

【0095】

いくつかの実施形態において、300～500nmの周波数での発光は、半導体量子ドットチップにより生成され、かつ400～800nmの周波数での発光は、量子ドットチップ放射電力の波長の完全なまたは部分的なアップコンバージョンを使用して生成される。この部分的な波長のアップバージョンは、半導体量子ドットチップの5から95%、好ましくは、35から65%の範囲内から選択することができる。この400～800nmの照射を生成するための波長のアップコンバージョンは、いくつかの実施形態において、量子ドットに近い1つ以上のアップコンバージョンの材料を使用して得られる。

【0096】

この手法において、上述の「調節可能な」ピーク波長は、工場での照明器具の組み立ての間に調節することができかつ／または同様に、ピーク波長調節部位上の照明器具の調節可能なダイヤルとして「調節可能な」ピーク波長とみなされる。この装置の製造工程中の量子ドットのピーク波長を調節することが本発明に関連することに加えて、「調節可能である」ということが、量子ドットの製造工程中に作成される調節をも含むとみなされるべきである。上述の全ての実施形態にある調節可能なピーク波長または他のいずれかの調節可能な光源、または可変量子ドットは、本特許出願の範囲内である。

10

20

30

40

50

【0097】

本発明の1つの特別な例示的实施形態において、おおよそ±0.5nmの粒度分布である、平均粒子サイズが6.6nmであるCdSe-ZnS（コアシェル）量子ドットナノ粒子を、2つの構成要素のシリコン封止樹脂と混合した。この混合比は、シリコン樹脂中のナノ粒子が0.2重量%であった。PLCCキャビティ中のInGaN発光ダイオードを含む塑性リーデッドチップキャリア（PLCC）内へ封止剤としてナノ粒子を含む樹脂を適用した。450nmの波長範囲で電気蛍光発光を有するようにこの発光ダイオードを決定した。

【0098】

封止材料を含むナノ粒子を備えたInGaN含有PLCCパッケージを3.2Vの順電圧および350mAの電流を有するDC電力源に接続した。この装置の最適な発光スペクトルを450nmの波長範囲に第1のピークおよび660nmの波長範囲に第2のピークといった2つの発光ピークを得るという結果となった。この660nmの波長範囲の発光ピークの半値全幅は、約60nmより大きいことを観察した。450nmおよび660nmのピークの強度比は、0.5:1であった。上述の実験は、本出願人により処理された。いくつかの異なるサイズとして上述される量子ドットを生成することが本発明に関連する。これらの量子ドット、1つ以上の量子ドットは、電源からの電流／電圧で駆動されてもよく、またはこの1つ以上の量子ドットが、光励起または光励起および本発明に係る電流／電圧により駆動されてもよい。

【0099】

1つの照明器具中に異なる発光ピークを有する量子ドットを含むことおよび望ましい特別な発光を提供するためにこれらを制御して所定の成長結果または生理反応を得ることが本発明に関連する。この方法において、照明システムが、照度およびスペクトルの多目的な制御を可能にする。最終的に、CO₂濃度、温度、採光特性および湿度などの他の非生物学的パラメータの制御が、作物生産性および温室の総合的管理を最適化する照明を共に備えた同一の制御システム内に統合することができる。

【0100】

本発明は、上述の実施形態に関しては上述に説明されるものであり、いくつかの商業的かつ工業的利点が記載される。本発明の方法および配置は、植物栽培で使用される光の発光スペクトルを調整するより正確なスペクトルを可能にする。したがって、本発明は、植物成長の光形態形成の制御におけるいままで予期していない改良および植物産生におけるさらなる改良に関する。同様に、本発明は、人工光によって植物栽培のエネルギー効率を格段に改善する。さらに、収穫量が、本発明の光装置を有することにより格段に改善され、かつこのことが、暗室成長チャンバーまたは非常に制限された環境光を有するチャンバー内の栽培に関連した複合的利点を引き起こす。第1に、植物は、たとえば、大都市の住居の地下室などの、消費場所により近い場所にて成長し、このことにより輸送コストを削減してもよい。第2に、農業が伝統的に可能ではない場所、たとえば、夏の暑い砂漠の条件などの地形で植物が成長してもよい。第3に、植物の量が同様に、個々の植物間の整合性が改善されるため、収穫をより早く行うことが可能となる。このことは、一貫した量、寸法および色を有するより良い植物を収穫機械が認識することに基づき、個人および機械の認識による拒絶が少なくなるためである。第4に、ほぼ全ての成長パラメータが制御下におかれるため、植物の特性を形式的に制御するように変動してもよく、このことは、花および装飾植物を栽培する場合に特に有利である。第5に、植物に毎日一定の光子線量を与えることが、栄養の管理を維持することにつながり、この栄養量を毎年維持することができる。第6に、非常に熱く日差しが強い地域において、植物が日光を反射しかつふたで閉鎖された不透明な暗室成長チャンバー中にて成長してもよい。本発明の人工的照明中で使用したエネルギーは、日光中植物を調整したまたは冷却した空気中に放出されるエネルギーよりも非常に少ない。

【0101】

本発明は、上述の実施形態に関して説明されてきた。しかしながら、本発明は、これら

の実施形態のみに限定されるものではなく、以下の特許請求の範囲を介して全ての可能な実施形態および本発明の範囲を含む。

【0102】

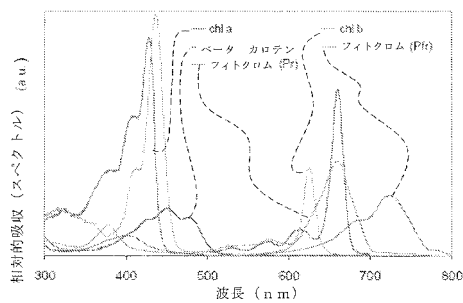
参考文献

国際出願第2010/053341号, "Phosphor conversion light-emitting diode for meeting photomorphogenetic needs of plants", Zukauskas et al. 2010.

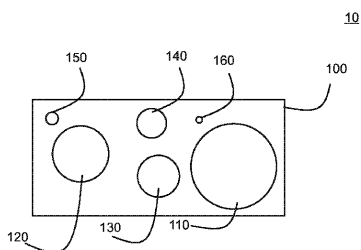
国際出願第2009/048425号, "Fabrication of Phosphor free red and white nitride-based LEDs", Soh et al. 2009.

10

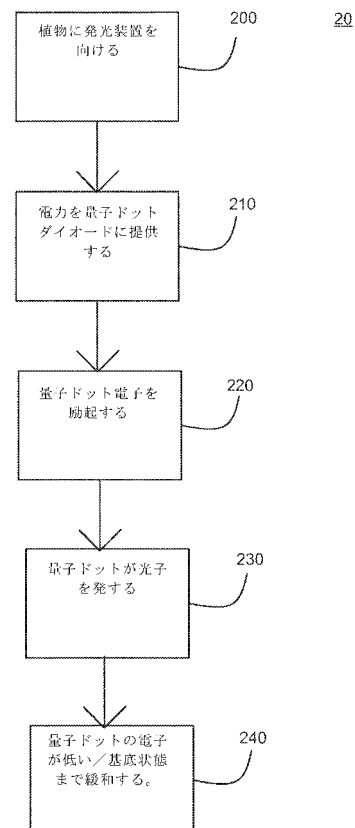
【図1A】



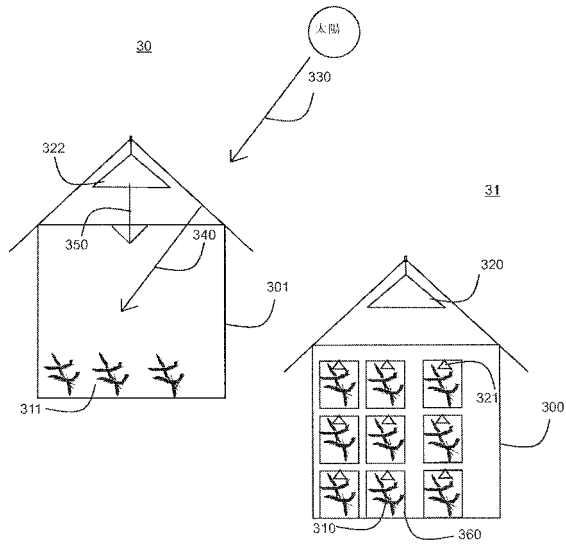
【図1B】



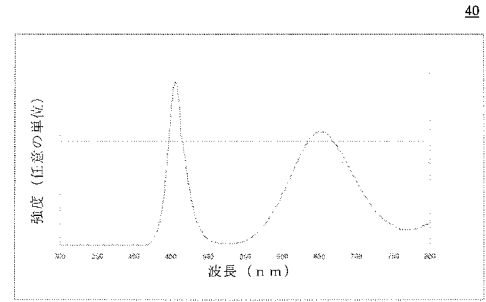
【図2】



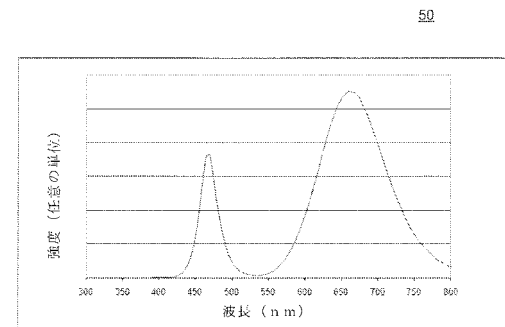
【図 3】



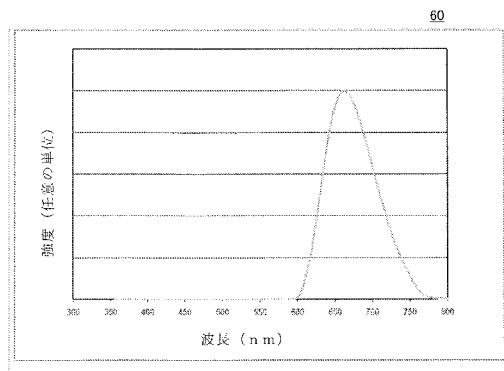
【図 4】



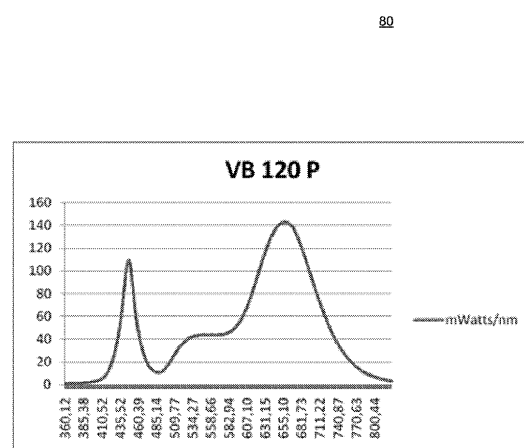
【図 5】



【図 6】



【図 8】



【図 7】

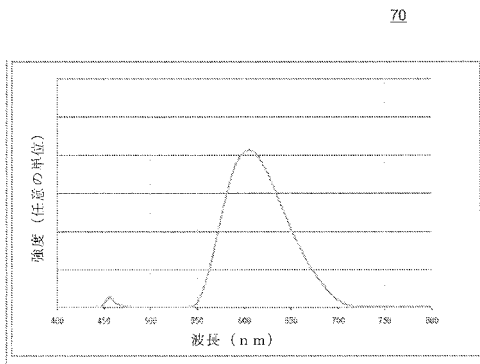


FIG 8.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI2012/050118

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER See extra sheet 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) IPC: H01L, A01G Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched FI, SE, NO, DK Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI, Google Scholar, XPI3E, XPESP, XPIEE		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	MASSA, GD et al. Plant Productivity in Response to LED Lighting. HortScience. December 2008, Vol.43, No.7, pages 1951-1956, ISSN 0018-5345. abstract, sections "The importance of blue light", "Green light" and "Importance of LEDs for horticulture"	1-10, 19-29, 36, 38, 40
Y	US 2004259363 A1 (BAWENDI MOUNGI G et al.) 23 December 2004 (23.12.2004) paragraphs [0005],[0012]-[0014],[0019]-[0020],[0044]	1-10, 19-29, 36, 38, 40
Y	US 2010051898 A1 (KIM JAE IL et al.) 04 March 2010 (04.03.2010) paragraphs [0004],[0007],[0036]-[0042]	1-10, 19-29, 36, 38, 40
A	WO 2009123763 A2 (QD VISION INC et al.) 08 October 2009 (08.10.2009)	11-18, 30-35, 37, 39
A	WO 2009014707 A2 (QD VISION INC et al.) 29 January 2009 (29.01.2009)	11-18, 30-35, 37, 39
☒ 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 24 April 2012 (24.04.2012)		Date of mailing of the international search report 03 May 2012 (03.05.2012)
Name and mailing address of the ISA/FI National Board of Patents and Registration of Finland P.O. Box 1160, FI-00101 HELSINKI, Finland Facsimile No. +358 9 6939 5328		Authorized officer Thomas Carlsson Telephone No. +358 9 6939 500

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI2012/050118

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007085092 A1 (CHEN GA-LANE) 19 April 2007 (19.04.2007)	11-18, 30-35, 37, 39

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

 International application No.
 PCT/FI2012/050118

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family members(s)	Publication date
US 2004259363 A1	23/12/2004	US 2012012877 A1	19/01/2012
		JP 2011142336 A	21/07/2011
		EP 2325897 A2	25/05/2011
		EP 2309557 A1	13/04/2011
		US 2010176715 A1	15/07/2010
		US 2010140585 A1	10/06/2010
		US 2010141118 A1	10/06/2010
		US 2008174233 A1	24/07/2008
		US 2003127660 A1	10/07/2003
		US 2003127659 A1	10/07/2003
		US 6803719 B1	12/10/2004
		WO 9950916 A1	07/10/1999
		JP 2002510866 A	09/04/2002
		EP 1070355 A1	24/01/2001
		US 6501091 B1	31/12/2002
.....			
US 2010051898 A1	04/03/2010	US 2011240960 A1	06/10/2011
		JP 2010258469 A	11/11/2010
		CN 101666952 A	10/03/2010
		DE 102009013569 A1	04/03/2010
		JP 2010061098 A	18/03/2010
		KR 20100027892 A	11/03/2010
.....			
WO 2009123763 A2	08/10/2009	US 2011140075 A1	16/06/2011
		CN 102047098 A	04/05/2011
		KR 20110008206 A	26/01/2011
		EP 2283342 A2	16/02/2011
.....			
WO 2009014707 A2	29/01/2009	US 2010283036 A1	11/11/2010
.....			
US 2007085092 A1	19/04/2007	TW I344314B B	21/06/2011
.....			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FI2012/050118

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.
H01L 33/06 (2010.01)
A01G 7/04 (2006.01)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H 0 1 L	33/50	(2010.01)	H 0 1 L 33/00	4 1 0
A 0 1 G	7/00	(2006.01)	A 0 1 G 7/00	6 0 1 A
			A 0 1 G 7/00	6 0 1 C

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, JP, 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

(72)発明者 キヴィマキ, イルッカ

フィンランド国, エフアイー 0 0 1 5 0 ヘルシンキ, メリカトゥ 4 1 エー 1 1

Fターム(参考) 2B022 DA01 DA08

5F141 AA11 AA12 CA05 CA12 CA40 CA41 CA67 FF11 FF16

5F142 AA24 DA01 DA12 DA64 DA73 GA21 GA40 HA01