

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-90

(P2013-90A)

(43) 公開日 平成25年1月7日(2013.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A O 1 G 7/00 (2006.01)	A O 1 G 7/00 6 O 3	2 G O 5 9
G O 1 N 21/27 (2006.01)	G O 1 N 21/27 B	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-136833 (P2011-136833)	(71) 出願人	303000408
(22) 出願日	平成23年6月21日 (2011. 6. 21)		コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社
			東京都八王子市石川町2970番地
		(74) 代理人	110001254
			特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72) 発明者	八木 克哉
			東京都八王子市石川町2970番地 コニ
			カミノルタオプト株式会社内
		(72) 発明者	柴谷 一弘
			東京都八王子市石川町2970番地 コニ
			カミノルタオプト株式会社内
		(72) 発明者	藤井 英之
			東京都八王子市石川町2970番地 コニ
			カミノルタオプト株式会社内
			最終頁に続く

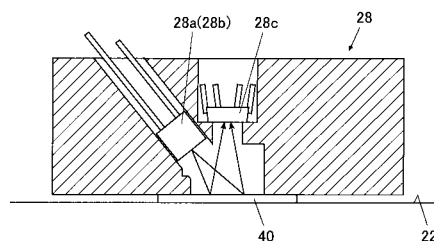
(54) 【発明の名称】 生育状態評価装置

(57) 【要約】

【課題】測定誤差の発生を抑制することができる生育状態評価装置を提供する。

【解決手段】測定対象物40に対し発光波長の異なる複数の光を照射し、その反射光を検出して植物の生育状態を評価する生育状態評価装置が開示されている。当該装置は、発光波長(1)が測定対象物40の分光反射率のレッドエッジの波長領域に存在するLED28aと、発光波長(2)が前記レッドエッジの波長領域よりも長波長のフラットな波長領域に存在するLED28bと、LED28a, 28bの各照射光を検出する光検出器28cとを備え、LED28aの照射光の伝播光路とLED28bの伝播光路とが一致する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

測定対象物に対し発光波長の異なる複数の光を照射し、その反射光を検出して植物の生育状態を評価する生育状態評価装置であって、

発光波長（ 1 ）が前記測定対象物の分光反射率のレッドエッジの波長領域に存在する第 1 の光源と、発光波長（ 2 ）が前記レッドエッジの波長領域よりも長波長のフラットな波長領域に存在する第 2 の光源と、前記第 1 の光源と前記第 2 の光源との各照射光を検出する光検出器とを備え、

前記第 1 の光源の照射光の伝播光路と前記第 2 の光源の伝播光路とが一致することを特徴とする生育状態評価装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の生育状態評価装置において、

前記第 1 の光源、前記第 2 の光源および前記光検出器を制御する制御装置であって、前記光検出器の検出結果から、前記第 1 の光源の発光波長に対応する光の出力値（ I_1 ）と、前記第 2 の光源の発光波長に対応する光の出力値（ I_2 ）とを算出し、 I_1 / I_2 または $(I_1 - I_2) / (I_1 + I_2)$ の値を、前記測定対象物の生育状態を評価する際の指標値として、算出する前記制御装置を備えることを特徴とする生育状態評価装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の生育状態評価装置において、

発光波長（ 3 ）が前記測定対象物の分光反射率のレッドエッジの波長領域に存在し、かつ、前記第 1 の光源の発光波長と異なる第 3 の光源を備え、

前記制御装置が、前記光検出器の検出結果から、前記第 1 の光源の発光波長に対応する光の出力値（ I_1 ）と、前記第 2 の光源の発光波長に対応する光の出力値（ I_2 ）と、前記第 3 の光源の発光波長に対応する光の出力値（ I_3 ）とを算出し、 $(I_1 - I_3) / (I_1 + I_3)$ を I_2 で補正した値または $(I_1 + I_3) / 2 \times I_2$ の値を、前記測定対象物の生育状態を評価する際の指標値として、算出することを特徴とする生育状態評価装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の生育状態評価装置において、

前記レッドエッジの波長領域が 690 ～ 750 nm であり、

前記フラットな波長領域が 760 nm 以上であることを特徴とする生育状態評価装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 の生育状態評価装置において、

前記第 1 の光源、前記第 2 の光源および前記第 3 の光源は LED であり、

これら光源が同一のパッケージ内に実装されていることを特徴とする生育状態評価装置。

。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は生育状態評価装置に関し、特に植物の生育状態を評価するのに使用される植物の生育状態評価装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

従来、農業分野において植物の生育状態を調べる際には、人間の目で見えた色や形状によって評価・判定することが多く、勘や経験に頼るところが多かった。

これを解消するため、植物の緑葉の分光特性を、分光器を用いて測定し、定量評価・判定することが試みられ、一部実用化されてきている。

ただ、通常の分光器では、大型でかつ高価であるため広く用いられるには至っておらず、近年では、小規模現場での使用に供するよう簡便・安価とするため、通常の分光器に代

50

えて、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）を用いた簡易分光による植物の分光特性測定器が用途を絞って販売されている。また、植物に限らず測定対象物の分光反射特性を、発光波長の異なる複数のＬＥＤを用いて測定する装置が提案されている（たとえば特許文献１，２参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００５－３０８７３３号公報

【特許文献２】特開２００６－２５０７６５号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

このように、発光波長の異なる複数のＬＥＤを用いた小型で安価な測定を行う装置は販売・提案されているものの、かかる測定装置では、自然物である植物の緑葉の特定箇所に対し互いに異なる複数の位置から光照射しこれを受光するような構成となっているため、緑葉の葉脈の状態や緑葉自体のそり具合などに影響され、光照射位置によって測定誤差が生じると考えられ、これに対する対策がなされていない。

したがって、本発明の主な目的は、測定誤差の発生を抑制することができる生育状態評価装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【０００５】

上記課題を解決するため、本発明によれば、

測定対象物に対し発光波長の異なる複数の光を照射し、その反射光を検出して植物の生育状態を評価する生育状態評価装置であって、

発光波長（１）が前記測定対象物の分光反射率のレッドエッジの波長領域に存在する第１の光源と、発光波長（２）が前記レッドエッジの波長領域よりも長波長のフラットな波長領域に存在する第２の光源と、前記第１の光源と前記第２の光源との各照射光を検出する光検出器とを備え、

前記第１の光源の照射光の伝播光路と前記第２の光源の伝播光路とが一致することを特徴とする生育状態評価装置が提供される。

30

【発明の効果】

【０００６】

本発明によれば、各光源の照射光の伝播経路が一致するため、緑葉の葉脈の状態や緑葉自体のそり具合などによる影響が軽減され、測定誤差の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】測定対象物の分光特性を概略的に示す図面であって、測定対象物への光の照射波長と分光反射率との関係を示すものである。

【図２】生育状態評価装置の概略構成を示す図面であって（ａ）可動部が閉じた状態および（ｂ）可動部が開いた状態を示す図面である。

40

【図３】センサーヘッドの概略構成を示す断面図である。

【図４】図３の（ａ）平面図および（ｂ）底面図である。

【図５】生育状態評価装置の概略的な制御構成を示すブロック図である。

【図６】センサーヘッドの光源部分の変形例を示す（ａ）側面図および（ｂ）正面図である。

【図７】センサーヘッドの光源部分の変形例を示す図面である。

【図８】センサーヘッドの光源部分の変形例を示す図面である

【図９】センサーヘッドの光源部分の変形例を示す（ａ）平面図および（ｂ）（ｃ）正面図である。

【図１０】第２の実施形態にかかる生育状態評価装置のセンサーヘッドの概略構成を示す

50

(a) 平面図および (b) 底面図である。

【図 1 1】センサーヘッドの光源部分の変形例を示す (a) 側面図および (b) 正面図である。

【図 1 2】センサーヘッドの光源部分の変形例を示す (a) 側面図および (b) (c) 正面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

以下、図面を参照しながら本発明の好ましい実施形態について説明する。

【 0 0 0 9 】

[第 1 の実施形態]

10

まず、測定対象物として樹体等の植物の緑葉を選択してその分光特性を観測すると、当該植物においては、図 1 に示すとおり、およそ 6 9 0 n m から 7 5 0 n m にかけての波長範囲において分光反射率が急峻に変化する波長領域がある (これを「レッドエッジ」という。)。

レッドエッジの波長領域は、一般に、植物が生育環境から受けるストレスによってシフトすることが知られている。その代表例として、レッドエッジの波長領域は、水分ストレス (樹体の渇き) が大きくなるにしたがい、短波長側にシフトするという特性を有している。したがって、植物の緑葉の分光特性を観測すれば、測定対象物のレッドエッジも算出することができ、その算出結果から植物の生育状態を把握 (評価) することができる。

【 0 0 1 0 】

20

図 2 は、このような植物の分光特性を観測してその植物の生育状態を評価するための生育状態評価装置の概略構成を示す図面である。

図 2 (a) に示すとおり、生育状態評価装置 2 0 は概観上、主に固定部 2 2 、可動部 2 4 および軸部 2 6 から構成されている。

固定部 2 2 に対し可動部 2 4 が軸部 2 6 を介して回転可能となっている。

固定部 2 2 中には制御装置 2 2 a とバッテリー 2 2 b とが内蔵されている。

可動部 2 4 中にはセンサーヘッド 2 8 が内蔵されている。可動部 2 4 の表面には植物の生育状態を文字や図形などで表示するための表示パネル 3 0 (図 5 参照) が形成されている。

【 0 0 1 1 】

30

図 3 に示すとおり、センサーヘッド 2 8 は L E D 2 8 a (2 8 b) と光検出器 2 8 c とを有している。

センサーヘッド 2 8 は、L E D 2 8 a (2 8 b) が点灯して測定対象物 4 0 に向けて光を照射し、光検出器 2 8 c が測定対象物 4 0 で反射した光を受光 (検出) するような構成を有している。

測定対象物 4 0 としては植物の緑葉が使用される。

【 0 0 1 2 】

詳しくは、図 4 (a) に示すとおり、センサーヘッド 2 8 には、互いに発光波長が異なる 2 種の L E D 2 8 a , 2 8 b と 1 台の光検出器 2 8 c とが設置されている。

2 種の L E D 2 8 a , 2 8 b は光源の一例であり、光検出器 2 8 c を中心とした円周上に配置され、その円周軌道上を移動可能となっている。

40

一方の L E D 2 8 a の発光波長 (1) は、レッドエッジの波長領域に対応する 6 9 0 ~ 7 5 0 n m の範囲に存在し、本実施形態では 7 3 0 n m に設定されている。

他方の L E D 2 8 b の発光波長 (2) は、レッドエッジの波長領域よりも長波長の波長領域であって分光反射率に変化が少ないフラットな波長領域に対応する 7 6 0 n m 以上の範囲に存在し、本実施形態では 7 8 0 n m に設定されている。

なお、測定対象物 4 0 として使用される緑葉の種類 (レッドエッジの波長領域) に応じて、L E D 2 8 a , 2 8 b の種類を変更し、その発光波長を適宜変更するようにしてもよい。

【 0 0 1 3 】

50

図4(b)に示すとおり、センサーヘッド28の底面部には円形状の窓部28dが形成されている。LED28a, 28bの光は窓部28dを通じて測定対象物40に照射され、その反射光は窓部28dを通じて光検出器28cで検出される。

生育状態評価装置20では、一方のLED28aが光照射してその反射光が光検出器28cで検出され、その後他方のLED28bが一方のLED28aの位置に移動して再度光照射してその反射光が光検出器28cで検出される。

かかる場合、他方のLED28bが一方のLED28aの光照射位置まで移動するので、各LED28a, 28bの照射光が光検出器28cに伝播する際の光路は同一となり、各伝播光路が一致するようになっている。

【0014】

10

続いて、生育状態評価装置20の制御構成について説明する。

【0015】

図5に示すとおり、制御装置22aにはバッテリー22bやLED28a, 28b、光検出器28c、表示パネル30などが接続されている。

特に、生育状態評価装置20では、制御装置22aが2種のLED28a, 28bを発光させて光検出器28cによる検出結果を受け、その検出結果から植物の生育状態を指標値により算出するようになっている(指標値の算出方法などは後述する。)。

生育状態評価装置20では、制御装置22aはインターフェース32を介して外部処理装置34との通信が可能とされてもよい。かかる場合、通信は有線によるものとしてもよい、無線によるものとしてもよい。

20

【0016】

続いて、生育状態評価装置20を用いた植物の生育状態の評価方法について説明する。

【0017】

生育状態評価装置20はいわゆる反射型の分光測定装置であり、バッテリー22bを内蔵するため携帯性を有している。

実際に、生育状態評価装置20を使用して植物の生育状態を評価する場合は、作業者が生育状態評価装置20を携帯して植物のある栽培地に出向き、図4(b)に示すとおり、測定対象物40(緑葉)を固定部22と可動部24との間に挟持し生育状態評価装置20を作動させる。

かかる場合、好ましくは、緑葉の葉脈の影響やそり具合、葉の場所による分光特性の違いの影響が最小となるように、極力中央でかつ平坦な部分を挟み込むようにする。また、同一植物の経時特性を見る際は、極力同一の緑葉の同一の箇所を観測するようにする。

30

【0018】

生育状態評価装置20が作動すると、制御装置22aが、バッテリー22bの電力の供給を受けながら、一方のLED28aを点灯させ、測定対象物40に発光波長1の光を照射するとともに、光検出器28cにその反射光を検出させる。

その後、制御装置22aは、他方のLED28bを制御して一方のLED28aの点灯位置まで移動させ、その位置でLED28bを点灯させて測定対象物40に発光波長2の光を照射し、上記と同様に、光検出器28cにその反射光を検出させる。

かかる場合、制御装置22aは、発光波長1, 2の光を、異なる周波数で変調し、その反射光を光検出器28cに検出させる。

40

検出された反射光(光量)は順次、光検出器28cから制御装置22aに送信され、制御装置22aは光検出器28cの検出結果を受信する。

【0019】

その後、制御装置22aは、光検出器28cの検出結果から、LED28a, 28bの変調周波数に対応した強度出力値(I1, I2)を算出する。

なお、LED28a, 28bを発光させていないときの光検出器28cから出力される暗電流や外乱光成分をバックグラウンド出力としてあらかじめ求めておき、測定対象物40の分光測定時の出力から差し引くことにより、測定精度を向上させてもよい。

その後、制御装置22aは、演算プログラムにしたがってこの出力値(I1, I2

50

)を処理し、 I_1 / I_2 または $(I_1 - I_2) / (I_1 + I_2)$ の値を、植物の生育状態を評価するための指標値として、算出する。

I_1 / I_2 による演算は最も単純なものであり、レッドエッジの中心波長に対応する指標値となる。 $(I_1 - I_2) / (I_1 + I_2)$ はレッドエッジの傾斜に対応する指標値となる。

その後、制御装置22aは、算出した指標値やその指標値と一定の基準値との差などを、表示パネル30に表示したり外部処理装置34に出力したりする。

【0020】

以上の本実施形態によれば、一方のLED28aが点灯した後に他方のLED28bがその点灯位置に移動し点灯するから、各LED28a, 28bの照射光の伝播経路が一致する。そのため、測定対象物40に光照射してこれを検出する際に、緑葉の葉脈の状態や緑葉自体のそり具合などによる影響が軽減され、測定誤差の発生を抑制することができ、ひいては植物の生育状態の評価精度を向上させることができる。

【0021】

[変形例1]

図6に示すとおり、2種のLED28a, 28bを近接した位置に配置した状態で同一のパッケージ50内に実装しこれを光源として使用してもよい。

かかる場合、LED28a, 28bの各照射光の伝播光路は完全には一致しないが、本実施形態のように、LED28a, 28bの配置が同じパッケージ内に収まる程度に近接していれば、各照射光の伝播光路は一致するものとみなしてよい。

【0022】

[変形例2]

図7に示すとおり、LED28a, 28bの位置を固定するとともに各照射光の伝播光路上に合波ミラー52を配置し、各照射光の伝播光路を一致させてもよい。

[変形例3]

図8に示すとおり、LED28a, 28bの位置を固定するとともに各照射光の伝播光路上に合波プリズム54を配置し、各照射光の伝播光路を一致させてもよい。

[変形例4]

図9(a), (b)に示すとおり、LED28a(またはLED28b)のみを単一使用してこれを固定するとともに、その照射光の伝播光路上に2波長分の波長変換がおこなえる円形状のバンドパスフィルター56を配置し、バンドパスフィルター56をモータ58で回転させるようにしてもよい。

かかる場合、照射光は、発光波長自体が同じでも伝播波長を変更することができ、その伝播光路を一致させることができる。

図9(c)に示すとおり、バンドパスフィルター56として矩形状のものを使用し、これを1方向に往復移動させるようにしてもよい。

【0023】

[第2の実施形態]

第2の実施形態は下記の点で第1の実施形態と異なっており、それ以外の構成や作用等の技術的事項は第1の実施形態と同様となっている。

【0024】

図10に示すとおり、植物生育評価装置20では、センサーヘッド28において、2種のLED28a, 28bに加え第3のLED28eが設けられている。

本実施形態でも、LED28a, 28b, 28eは光検出器28cを中心とした円周上に配置され、その円周軌道上を移動可能となっている。

第3のLED28eの発光波長(3)は、レッドエッジの波長領域に対応する690~750nmの範囲に存在している。

本実施形態では、LED28aの発光波長1は720nmに設定され、LED28eの発光波長3は740nmに設定されている(LED28bの発光波長2は780nmに設定されたままである。)。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

本実施形態でも、生育状態評価装置 20 を用いた植物の生育状態の評価方法についての操作や動作は、第 1 の実施形態と同様である。

異なるのは、レッドエッジの波長領域に対して LED 28 a , 28 c の発光波長 1 , 3 の 2 波長分を割り当てたことであり、その結果として、レッドエッジの波長領域の傾斜を、指標値として表示ならびに出力できる点にある。

指標値を算出する場合は、制御装置 22 a によって、光検出器 28 c の検出結果を、LED 28 a , 28 b , 28 e の変調周波数に対応した強度出力値 (I_1 , I_2 , I_3) を算出し、 $(I_1 - I_3) / (I_1 + I_3)$ の値を指標値として算出する。

かかる場合、 I_2 は、光束の測定対象物 40 への当たり方で反射率に誤差が生じたときに、光検出器 28 c に入射する光量が増加するのを補正するのに使用される。

さらに、指標値を算出する場合、 $(I_1 + I_3) / 2 \times I_2$ の値を算出してこれを指標値としてもよい。

【 0 0 2 6 】

以上の本実施形態によれば、レッドエッジの波長領域に対して LED 28 a , 28 c の発光波長 1 , 3 の 2 波長分を割り当てているから、第 1 の実施形態よりさらに多様な指標値の出力が可能となる。

【 0 0 2 7 】

[変形例 1]

図 11 に示すとおり、3 種の LED 28 a , 28 b , 28 e を近接した位置に配置した状態で同一のパッケージ 60 内に実装しこれを光源として使用してもよい。

かかる場合、LED 28 a , 28 b , 28 e の各照射光の伝播光路は完全には一致しないが、本実施形態のように、LED 28 a , 28 b , 28 e の配置が同じパッケージ内に収まる程度に近接していれば、各照射光の伝播光路は一致するものとみなしてよい。

【 0 0 2 8 】

[変形例 2]

図 12 (a) , (b) に示すとおり、LED 28 a (または LED 28 b , 28 e) のみを単一使用してこれを固定するとともに、その照射光の伝播光路上に 3 波長分の波長変換がおこなえる円形状のバンドパスフィルター 62 を配置し、バンドパスフィルター 62 をモータ 64 で回転させるようにしてもよい。

かかる場合、照射光は、発光波長自体が同じでも伝播波長を変更することができ、その伝播光路を一致させることができる。

図 12 (c) に示すとおり、バンドパスフィルター 62 として矩形状のものを使用してこれを 1 方向に往復移動させるようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】

なお、LED 28 a , 28 b , 28 c を移動させる構成 (図 4 および図 10 参照) 、LED 28 a , 28 b , 28 c を同一パッケージに実装する構成 (図 6 および図 11 参照) 、合波ミラー 52 や合波プリズム 54 を使用する構成 (図 7 および図 8) およびバンドパスフィルター 56 , 62 を使用する構成 (図 9 および図 12 参照) のいずれにおいても、照射光の伝播光路を一致させる範囲内で、光源の数は適宜変更可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

- 20 生育状態評価装置
- 22 固定部
- 22 a 制御装置
- 22 b バッテリ
- 24 可動部
- 26 軸部
- 28 センサーヘッド
- 28 a , 28 b LED

10

20

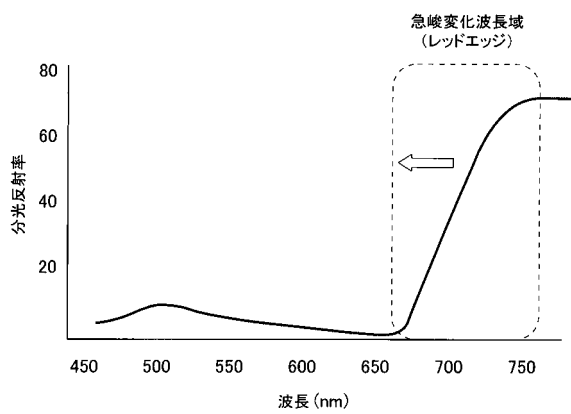
30

40

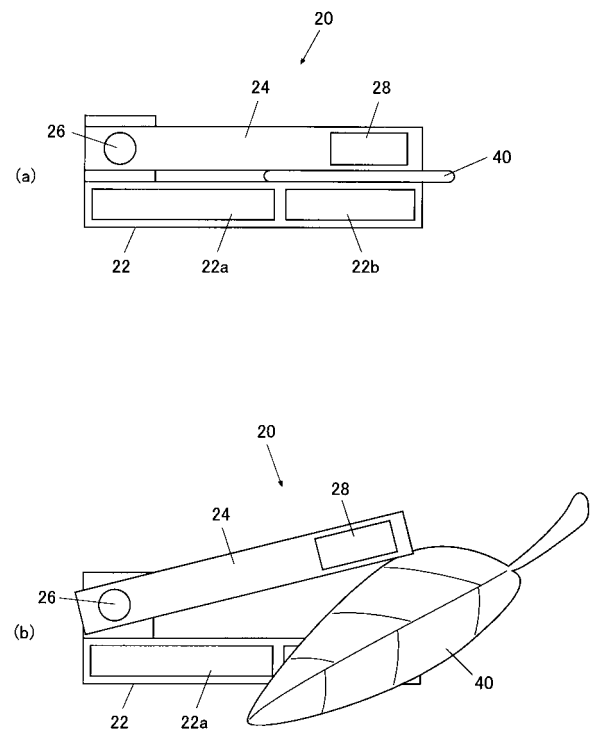
50

- 28c 光検出器
- 28d 窓部
- 28e LED
- 30 表示パネル
- 32 インターフェース
- 34 外部処理装置
- 40 測定対象物

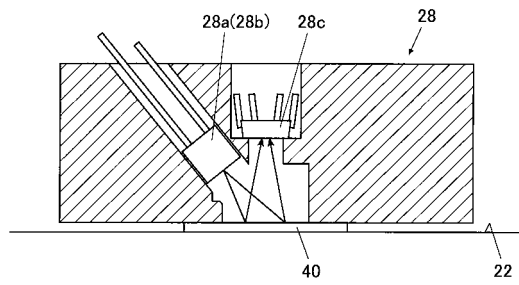
【図1】



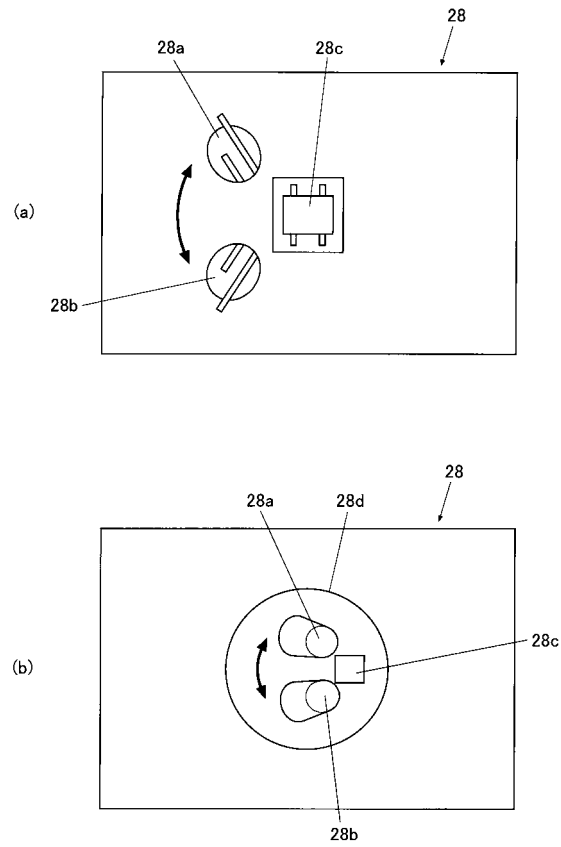
【図2】



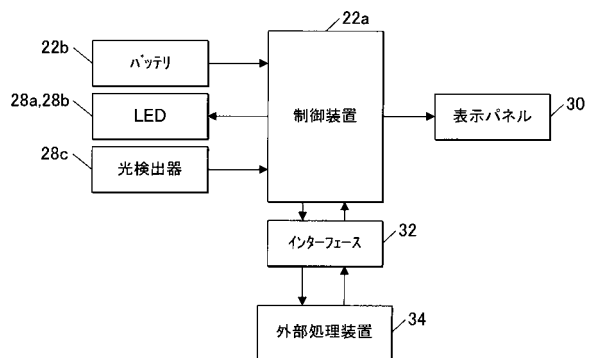
【 図 3 】



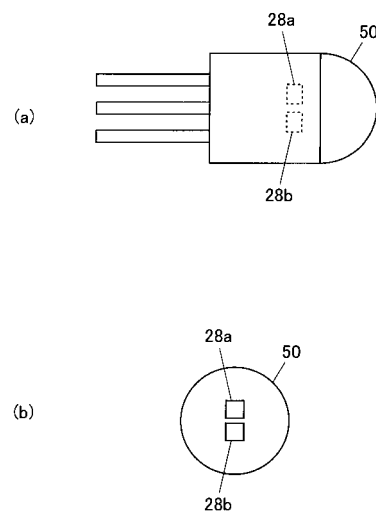
【 図 4 】



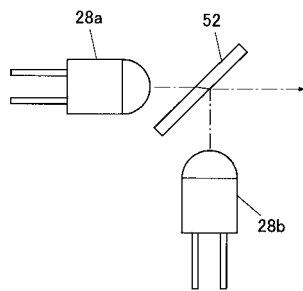
【 図 5 】



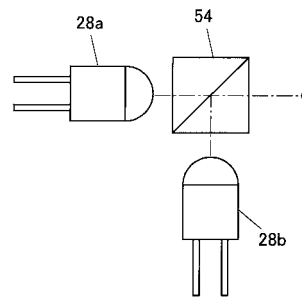
【 図 6 】



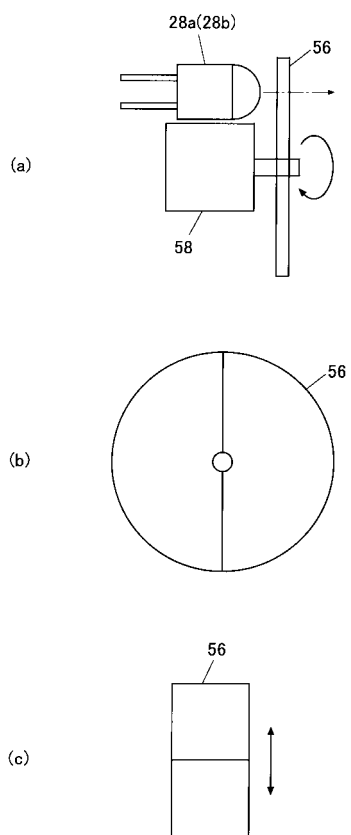
【 図 7 】



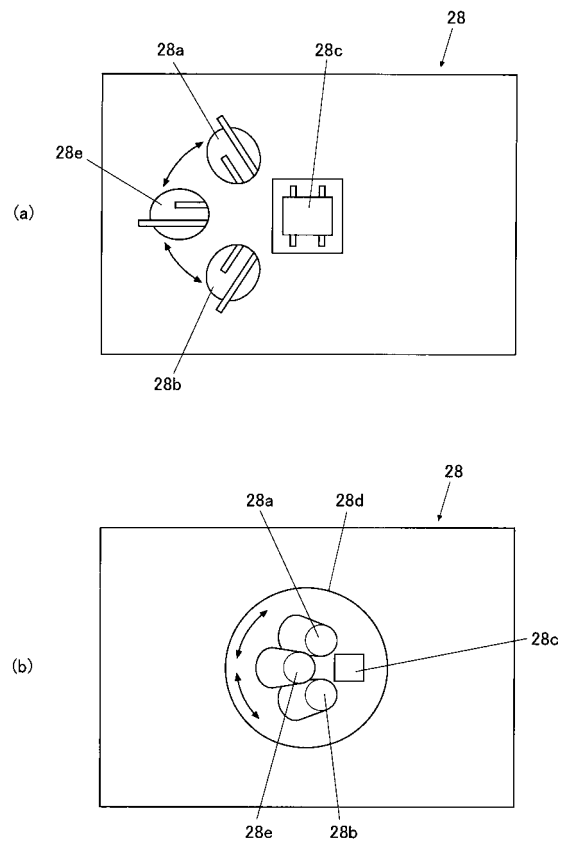
【 図 8 】



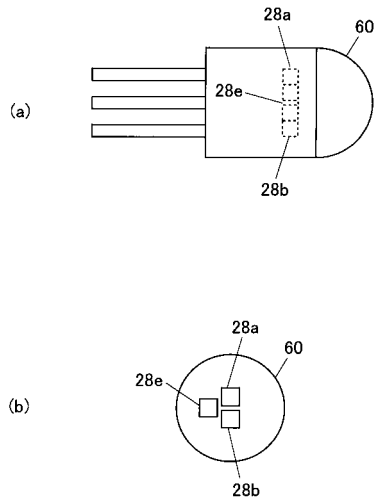
【 図 9 】



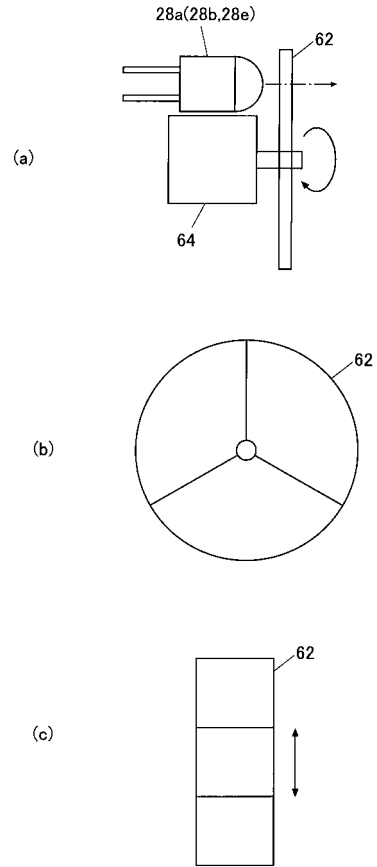
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 谷尻 靖

東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内

(72)発明者 中村 健人

東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタオプト株式会社内

F ターム(参考) 2G059 AA05 BB12 DD13 EE02 EE11 GG02 GG03 HH01 HH02 KK01
MM01