

(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
2018年3月15日(15.03.2018)



(10) 国際公開番号

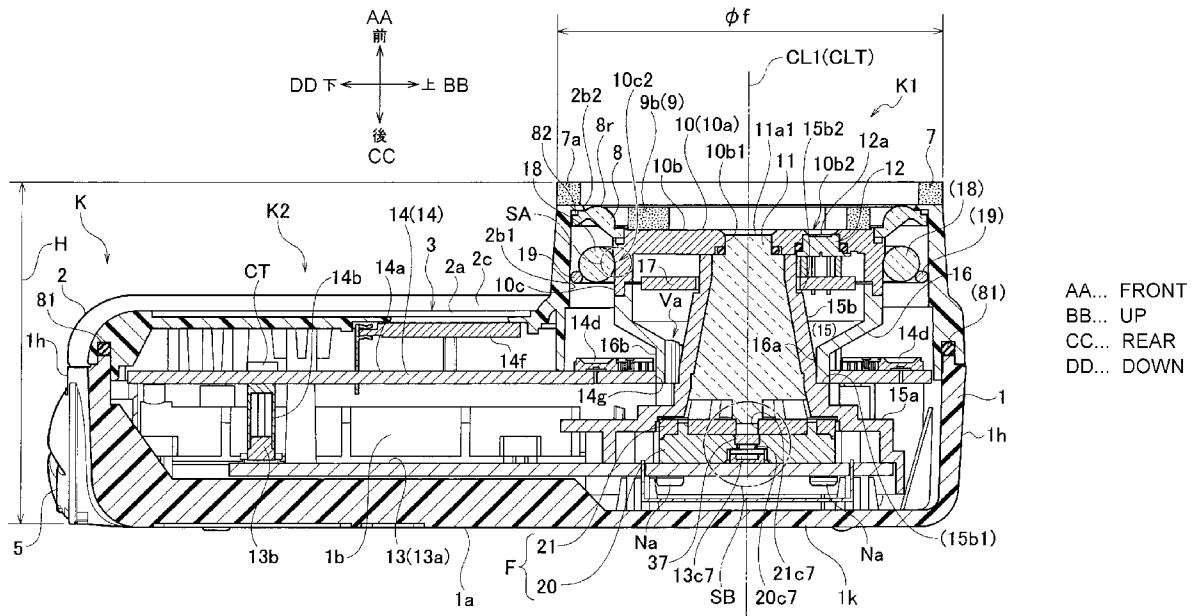
WO 2018/047366 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/359 (2014.01) G01N 21/49 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001848
- (22) 国際出願日: 2017年1月20日(20.01.2017)
- (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 2016-173529 2016年9月6日(06.09.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社アタゴ(ATAGO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1050011 東京都港区芝公園二丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 雨宮 秀行 (AMAMIYA Hideyuki); 〒1050011 東京都港区芝公園二丁目6番3号 株式会社アタゴ内 Tokyo (JP). 田中 政之介 (TANAKA Masanosuke); 〒1050011 東京都港区芝公園二丁目6番3号 株式会社アタゴ内 Tokyo (JP). 喜入 朋宏 (KIIRE Tomohiro); 〒1050011 東京都港区芝公園二丁目6番3号 株式会社アタゴ内 Tokyo (JP). 樋口 純司 (HIGUCHI Junji); 〒1050011 東京都港区芝公園二丁目6番3号 株式会社アタゴ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(54) Title: NONDESTRUCTIVE MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 非破壊測定装置

[図3]



(57) Abstract: Provided is a nondestructive measuring device which can be miniaturized, and which can stably measure the light absorbance of an object to be measured such as a fruit or vegetable in a nondestructive manner. This nondestructive measuring device comprises: a housing (K) including a grippable grip part (K2) and a measuring part (K1) having an annular contact part (7) that is brought into contact with an object to be measured, such as a fruit or vegetable (AS); a light source group (14dG) comprising a plurality of light sources (14d) circumferentially arranged spaced apart from each other

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

inside the housing; a ring lens (8) disposed, with a smaller annular shape than the contact part (7), in an inner portion of the contact part (7), and transmitting, in an annular shape to the outside of the housing (K), light (LT) from the light source group (14dG); a light guide member (11), of which one end surface (11a1) is exposed toward the inside of the ring lens (8) and the other end surface (11fb) is located inside the housing (K), and in which light incident from the one end surface (11a1) is emitted out from the other end surface (11fb); a photosensor (13c) disposed in the housing (K) and receiving the light emitted from the other end surface (11fb) of the light guide member (11); and a light intensity processing part (CT3) which calculates the light absorbance on the basis of the intensity of the light received by the photosensor (13c).

(57) 要約 : 小型化が可能で、青果物などの測定対象の吸光度を非破壊で安定して測定できる非破壊測定装置を提供する。非破壊測定装置は、把持可能なグリップ部(K2)と、青果物(AS)などの測定対象に当接させる環状の当接部(7)を有する測定部(K1)と、を含む筐体(K)と、その内部に周方向に離隔配置された複数の光源(14d)からなる光源群(14dG)と、当接部(7)の内側部分に当接部(7)より小さい環状に配置され、光源群(14dG)からの光(LT)を筐体(K)外部に環状に出射するリングレンズ(8)と、リングレンズ(8)の内側に一端面(11a1)が露出し、他端面(11fb)が筐体(K)の内部に位置して一端面(11a1)から入射した光を前記他端面(11fb)から外部に出射する導光部材(11)と、筐体(K)内に配置され、導光部材(11)の他端面(11fb)から出射した光を受光するフォトセンサ(13c)と、フォトセンサ(13c)の受光強度に基づいて吸光度を求める光強度処理部(CT3)と、からなる。

明 細 書

発明の名称：非破壊測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、青果物などの測定対象の吸光度を非破壊で測定する非破壊測定装置に関する。

背景技術

[0002] 青果物の吸光度を非破壊で測定する青果物の非破壊測定装置が知られている。

例として、青果物に照射入光させた近赤外光の透過光を利用して吸光度を測定し、測定した吸光度に基づいて青果物の糖度を B r i x 値として得る非破壊測定装置がある。

この非破壊測定装置は、特許文献 1 に、非破壊糖度測定装置として記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-014042号公報

[0004] 特許文献 1 に記載された非破壊測定装置は、収穫後の青果物を対象に測定するものである。また、収穫した青果物をコンベア上に載置して吸光度を測定するため、装置は大型である。

[0005] 青果物の生産者からは、収穫した青果物はもとより、収穫前の木などになっている（生育している）状態の青果物も対象とし、収穫時期の見極め等のために非破壊で吸光度を測定して糖度を把握できる装置が望まれている。

具体的には、生育中の青果物に対しても容易に使用できるように、片手で把持できる程度に小型化された非破壊測定装置が望まれている。

[0006] また、非破壊測定装置を片手で把持できる程度に小型化する場合、光源には、省スペース及び省消費電力の観点で、発光ダイオード（L i g h t E m i t t i n g D i o d e : L E D）の採用が検討される。

LEDを採用した場合、皮の厚い青果物でも光量不足とならず安定的に測定できる工夫も新たに必要になる。

発明の概要

[0007] 従って、本発明の目的は、小型化が可能で、青果物などの測定対象の吸光度を非破壊で安定して測定できる非破壊測定装置を提供することである。

[0008] 本発明の一側面によると、把持可能なグリップ部と、測定対象に当接させるための環状の当接部を有する測定部と、を含む筐体と、

前記筐体の内部において周方向に離隔配置された複数の光源からなる光源群と、

前記当接部に囲まれた内側部分に前記当接部よりも小さい環状に配置され、前記光源群から出た光を、前記筐体の外部に環状に出射するリングレンズと、

前記リングレンズの内側に一端面が露出し、他端面が前記筐体の内部に位置して前記一端面から入射した光を前記他端面から外部に出射する導光部材と、

前記筐体内に配置され、前記導光部材の前記他端面から出射した光を受光するフォトセンサと、

前記フォトセンサの受光強度に基づいて吸光度を求める光強度処理部と、からなる非破壊測定装置が提供される。

好ましくは、前記非破壊測定装置は、前記光源群と前記リングレンズとの間において、前記光源群からの光を前記リングレンズに誘導する環状の中継レンズから更になる。

好ましくは、前記非破壊測定装置において、前記リングレンズから出射した環状の光の主光軸は、前記リングレンズから出射した後に縮径する方向に傾斜している。

好ましくは、前記非破壊測定装置において、前記フォトセンサは、少なくとも m 個（ m は2以上の整数）のフォトセンサを含み、

前記非破壊測定装置は、前記 m 個のフォトセンサのそれぞれと前記導光部

材の前記他端面との間において、異なる m 種類の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ のそれぞれを中心波長として有するバンドパスフィルタから更になる。

好ましくは、前記非破壊測定装置において、前記光強度処理部は、前記吸光度を、前記 m 個のフォトセンサによって得られた前記波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ のそれぞれに対応した受光強度に基づいて求めると共に、求めた前記吸光度から $Brix$ 値を算出する。

好ましくは、前記非破壊測定装置において、前記グリップ部は、長手を有して把持可能に形成され、

前記測定部は、前記グリップ部における前記長手の一方の端部に、前記当接部の延在方向を前記長手に沿う方向として形成されると共に、前記当接部の先端面が、前記グリップ部の表面よりも突出した位置にある。

好ましくは、前記非破壊測定装置は、前記測定対象を前記当接部に当接させた状態で、前記測定対象における前記当接部に囲まれた表面と前記導光部材の前記他端面との間において、通過する光を拡散させる拡散部から更になる。

[0009] 本発明によれば、小型化が可能で、青果物などの測定対象の吸光度を非破壊で安定して測定できる非破壊測定装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明に係る非破壊測定装置の一実施形態であるハンディ非破壊糖度計51（糖度計51）の外観斜視図である。

[図2]図2は、図1の糖度計51の前面図である。

[図3]図3は、図2におけるS3-S3位置での断面図である。

[図4]図4は、図1の糖度計51の組立図である。

[図5]図5は、図1の糖度計51が備えるセンサ基板13の前面図である。

[図6]図6は、図1の糖度計51が備えるベース基板14の前面図である。

[図7]図7は、図1の糖度計51が備える中継レンズ18の取り付け状態を説明するための部分断面図である。

[図8]図8は、図1の糖度計51が備えるリングレンズ8の半断面図である。

[図9]図9は、図1の糖度計51が備えるフィルタユニットFを説明するための組立図である。

[図10]図10は、図9のフィルタユニットFの後面図である。

[図11]図11は、図1の糖度計51が備える導光部材11の斜視図である。

[図12]図12は、図11の導光部材11の二面図であり、(a)は半断面側面図、(b)は後面図である。

[図13]図13は、図3におけるSB部の拡大断面図である。

[図14]図14は、図1の糖度計51の制御系を説明するための図である。

[図15]図15は、図1の糖度計51の机上載置による測定態様を説明するための図である。

[図16]図16は、図1の糖度計51の把持による測定態様を説明するための図である。

[図17]図17は、図1の糖度計51における光路を説明するための部分断面図である。

[図18]図18は、図1の糖度計51のキャリブレーションに用いる標準蓋体52及びその使用状態を説明するための半断面図である。

[図19]図19は、図1の糖度計51の変形例1としての拡散板41及びその取付態様を説明するための部分断面図である。

[図20]図20は、図1の糖度計51の変形例2としての導光部材11Wを説明するための半断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明に係る非破壊測定装置を、その一実施形態であるハンディ非破壊糖度計51（以下、単に糖度計51とも称する）を例にとって説明する。また、以下では、青果物を測定対象とした非破壊測定装置の実施形態を説明するが、非破壊測定装置の測定対象は、必ずしも青果物には限られない。

[0012] まず、糖度計51の構成を、図1～図4を参照して説明する。

図1は、糖度計51の外観斜視図である。図2は、糖度計51の前面図である。図3は、図2におけるS3-S3位置での断面図である。図4は、糖

度計 5 1 の組立図である。

[0013] 以下の説明では、上下左右前後の各方向を、図 1 に示した方向に規定する。

糖度計 5 1 は、片手で把持可能な、いわゆるハンディタイプである。従って、図 1 に示した上下左右前後の方向は、説明の便宜上規定するものであって、糖度計 5 1 の使用時の姿勢などを限定するものではない。

[0014] まず、糖度計 5 1 の外観構成について説明する。

糖度計 5 1 は、前方側が開放した略箱状の箱体 1 と、箱体 1 に対し、前方側を塞ぐように取り付けられる略蓋状の蓋体 2 と、を有する。

箱体 1 は、図 3 に示されるように、概ね平板状に形成された基部 1 k と、基部 1 k の周囲から前方に立ち上がる側壁部 1 h と、を有し、箱状とされている。

[0015] 箱体 1 と蓋体 2 とは、図示しないタッピングねじにより、間にリング 8 1 (図 3 参照) を介在させて一体化された筐体 K を構成する。

糖度計 5 1 は、筐体 K におけるリング 8 1 の介在や他の図示しないシール構造などにより、IEC (International Electrotechnical Commission) 規格における保護特性である IP 65 以上の防水防塵機能を有する。

[0016] 筐体 K は、上部に形成された、前後方向に延びる軸線 CL 1 を中心とする略円筒状の測定部 K 1 と、測定部 K 1 の後部側から下方に延びる略扁平直方体状のグリップ部 K 2 と、を有する。

[0017] 蓋体 2 は、グリップ部 K 2 において概ね平坦な前面部 2 a 1 を有する前面部 2 a と、測定部 K 1 において前面部 2 a の前後方向位置に対して前方に円筒状で突出したステージ部 2 b と、を有する。

蓋体 2 は、前面部 2 a の左縁部において前方に突出した土手部 2 c を有する。土手部 2 c は、後述する把持状態における指掛かりとなる部分である。

[0018] 測定部 K 1 の軸線 CL 1 は、後述する受光軸線 CL T と一致している。

受光軸線 CL T は、後述するフォトセンサ 1 3 c で受光する光の光軸とし

て仮想設定される。

[0019] グリップ部K 2において、蓋体2の前面2 a 1には、表示素子1 4 f（図3及び図6参照）により数字、文字、及び記号を視認可能に表示する表示部3と、指で押して動作モードの選択やゼロリセットをするための複数のスイッチ押圧部4 aを含むスイッチ部4が設けられている。

[0020] 表示部3は、制御部C T（図3及び図14参照）の制御の下、例えば、糖度計5 1の動作状態、電池残量、及び測定で得られた糖度（B r i x値）を表示する。

[0021] 箱体1の内部における左後部には、下面1 cに出入口1 b 1を有して電池を収容する電池ボックス1 b（図3参照）が形成されている。

出入口1 b 1には、電池蓋5が着脱自在に取りつけられている。

電池ボックス1 bには、糖度計5 1の電源として、例えば単4形の乾電池が、使用者により出入口1 b 1から挿入及び抜去（以下挿抜）可能に収容される。

[0022] 箱体1の上右部には、押し釦6が設けられている。使用者などによって押し釦6が押される毎に、内部に設けられたスイッチ1 3 d（図4及び図5参照）が動作して測定の開始と停止の動作が交互に実行される。

[0023] グリップ部K 2は、大人の片手で把持できるサイズに形成されている。

この糖度計5 1を使用するために、例えば右手でグリップ部K 2を把持する際に、箱体1の後面1 aに手のひらを当てると、人差し指から小指までの4本の指が自然と土手部2 cに掛かり、使用者は、糖度計5 1を良好に把持できる。

この把持状態で、押し釦6は、親指で押し易い位置に設けられている。

また、箱体1の後面1 aの右部には、手の母指球の部分が感触よく当たるように、母指球に合わせた凹曲面の当て部1 a 1（図1参照）が形成されている。

[0024] 箱体1及び蓋体2は、樹脂で形成されている。樹脂は例えば、黒色のポリカーボネート樹脂の近赤外線吸収グレードである。

[0025] 次に測定部K 1の外観構成について詳述する。

[0026] 蓋体2におけるステージ部2 bの先端には、環状の外当接部7が取り付けられている。外当接部7は、少なくとも後方への圧縮に対し弾性を有する材料で形成されている。材料例は、スポンジである。

[0027] 図2に示される前面視において、外当接部7に囲まれた内側部分には、外側から順に、レンズ部材であるリングレンズ8、内当接部9、及びステージベース10の前面10 aの一部が、それぞれ環状に視認される。軸線CL 1を含む中心部には、導光部材11の前端面11 a 1が視認される。

[0028] 内当接部9は、環状に形成され前面10 aに取り付けられている。

内当接部9は、少なくとも後方への圧縮に対し弾性を有する材料で形成されている。材料例は、スポンジである。

内当接部9は、内縁の一部において、径方向の外方に円弧状に挟られた切り込み部9 aを有する。

ステージベース10には、温度センサ12の感温面12 aが前面に露出するように取り付けられている。

温度センサ12は、前方から見たときに、感温面12 aの一部が切り込み部9 a内に進入して配置されている。

温度センサ12は、いわゆるサーモパイルであって、測定部K 1に宛がわれた測定対象である青果物AS（図15及び図16参照）の表面の温度T 2を非接触で測定すると共に、周囲の筐体Kに相当する温度T 1も測定する。温度センサ12は、測定した温度T 1及び温度T 2を、温度情報JTとして制御部CTに向け出力する（図14参照）。温度T 1と温度T 2とは逆でもよい。すなわち、青果物ASの表面の温度を、温度T 1としてもよい。

筐体Kにおいて、測定部K 1は、外当接部7及び内当接部9の環状形状の延在面が、グリップ部K 2の長手方向である上下方向に沿う面（例えば概ね平行）となる姿勢で、グリップ部K 2の一端側（上方側）に一体形成されている。

[0029] 測定部K 1における各部位の前後方向の位置については、図3に示される

ように、外当接部7の前端面7aに対し、内当接部9の前端面9bは後方側にある。

リングレンズ8は、内当接部9と概ね同じ前後位置に配置されている。

リングレンズ8における最も前側に位置する前端稜線部8rは、内当接部9の前端面9bと概ね同じ前後位置にある。

内当接部9の前端面9bに対し、ステージベース10の前面10aは後方側にある。

ステージベース10の前面10aに対し、導光部材11の前端面11a1は前後方向に同じ位置か、又はわずかに後方側に位置している。

[0030] 次に、筐体Kの内部に配置された部品などについて図3～図12を参照して説明する。

図3及び図4に示されるように、筐体Kの内部には、2枚の大きな基板が、前後方向に対向して並設収容されている。具体的には、箱体1の基部1k側からセンサ基板13及びベース基板14である。

[0031] 図5は、センサ基板13を説明するための前面図である。

センサ基板13は、筐体K内に収納された状態での前側となる前面13aに、レセプタクル13bと複数のフォトセンサ13cとスイッチ13dとが実装されている。

[0032] レセプタクル13bは、センサ基板13の前方に配置されたベース基板14のプラグ14bに装着されて、センサ基板13とベース基板14とが電氣的に接続される(図3参照)。

[0033] 複数のフォトセンサ13cは、この例において7個である。7個の内の6個のフォトセンサ13cは、受光軸線CLTの周りに、角度ピッチ θ_p が 60° の等間隔で、かつ、各フォトセンサ13cの中心位置が径 ϕa の線上となるように実装されている。

残りの1個は、径 ϕa の中心位置に実装されている。

7個のフォトセンサ13cは、後の説明で区別が必要となる場合、図5に示されるように、フォトセンサ13c1～13c7として区別する。

[0034] スイッチ13dは、組立てられた糖度計51において、既述のように押し釦6が押し込まれる毎にON動作、OFF動作を交互に繰り返す。

[0035] センサ基板13は、フォトセンサ13cよりも径方向の外側の位置に、約90°間隔で四つの貫通孔13eを有している。

[0036] 図6は、ベース基板14を説明するための前面図である。

ベース基板14は、上部に受光軸線CLTを中心とする円形の孔14gと、孔14gの下縁において、下方に向け矩形に抉られた切り込み部14g1と、孔14gの外側における上下左右に対する斜め45°方向にそれぞれ孔14hを有する。

ベース基板14は、受光軸線CLTを中心とする円弧状の外形とされた円弧部14jを有する。

[0037] ベース基板14は、筐体K内に収納された状態での前側となる前面14aに、表示素子14f、スイッチ14s、光源となる発光素子としての複数(n個：nは2以上の整数)のLED14d、複数のFB(フィードバック)用フォトセンサ14e、及び糖度計51の動作を制御する制御部CTが実装されている。

一方、後面14cには、センサ基板13のレセプタクル13bと接続するプラグ14bが実装されている。

[0038] 表示素子14fは、例えば液晶デバイス、有機EL(organic Electro-Luminescence)デバイスなどの表示デバイスである。

[0039] 複数のLED14dは、この例において20個(n=20)である。20個のLED14dは、受光軸線CLTを中心とする孔14gの周囲の直径φbの線上に角度ピッチθpaを18°とする等間隔で、放射状となる姿勢で実装されている。

詳しくは、LED14dは、円弧部14jに近い位置において周方向に離隔配置されている。

複数のLED14dをまとめた光源群として、以下、LED群14dGと

も称する。

[0040] LED 14 d は、例えば、次の波長をそれぞれ中心波長とする 6 種類を用い、周方向に順番に配置されている。

すなわち、その波長は、880 nm, 900 nm, 950 nm, 980 nm, 1020 nm, 及び 1064 nm である。

この場合、20 個全体で、各波長を中心波長とする LED 14 d は少なくとも 3 個配置される。中でも、880 nm 及び 900 nm をそれぞれ中心波長とする LED 14 d は、それぞれ 4 個配置される。

6 種類の波長に対する LED 14 d の選択は、これに限定されない。別の例として、6 種類の波長の内、短い波長の 3 種と長い波長の 3 種とについて、3 種の波長それぞれを中心波長とする 3 種の LED を一つにパッケージした、いわゆる 3 波長複合型の LED を用いてもよい。

例えば、880, 900, 950 nm の 3 種の波長を中心波長とする 3 波長複合型 LED と、980, 1020, 1064 nm の 3 種の波長を中心波長とする 3 波長複合型 LED と、を、用い、例えば、前者の 8 個及び後者の 12 個の合計 20 個を適宜配置してもよい。

[0041] 孔 14 g の縁部と LED 14 d との間には、上下左右方向それぞれに FB (フィードバック) 用のフォトセンサ 14 e (以下、FB 用フォトセンサ 14 e と称する) が実装されている。以下、この 4 個の FB 用フォトセンサ 14 e をまとめ FB 用フォトセンサ群 14 e G と称する。

[0042] 図 3 及び図 4 に示されるように、センサ基板 13 に対し、7 個のフォトセンサ 13 c を覆うように扁平円筒状のフィルタユニット F が配置されている。

フィルタユニット F の前側には、中実で概ね円錐台状に形成された導光部材 11 が配置されている。

[0043] フィルタユニット F と導光部材 11 とは、前方側からセンサ基板 13 に宛がわれて、後方側からタッピングねじ Na で締結固定されるステージ基台 16 によって、ユニットホルダ 15 と共にセンサ基板 13 との間に挟持されて

いる。導光部材 1 1, ステージ基台 1 6, 及びフィルタユニット F の具体的な構成は、後述する。

[0044] 図 3 及び図 4 に示されるように、ユニットホルダ 1 5 は、後方側が開放し前方が底となる丸鍋状の基部 1 5 a と、基部 1 5 a から前方に突出する突出部 1 5 b と、を有する。

基部 1 5 a には、上下左右に対する斜め 45° 方向において、タッピングねじ N a を挿通させるための前後方向に延びる貫通孔 1 5 a 1 (図 4 参照) が四ヶ所形成されている。

突出部 1 5 b は、導光部材 1 1 が内側にほぼ隙間なく嵌りこむ中空円錐状に形成されており、ベース基板 1 4 の孔 1 4 g を通して前方に突出している。

[0045] 突出部 1 5 b の外周面は、後方側と先端側との 2 ヶ所に径が急激に変わる段部 1 5 b 1 と段部 1 5 b 2 が形成されている。

[0046] ベース基板 1 4 の孔 1 4 g の内径に対し、突出部 1 5 b の外径は小さく設定されており、孔 1 4 g と突出部 1 5 b との間に、ステージ基台 1 6 の後端部 1 6 a が係合している。後端部 1 6 a は、突出部 1 5 b の段部 1 5 b 1 に当接して前後方向位置が決められている。

[0047] ステージ基台 1 6 は、後端部側がすぼまった略漏斗形状に形成されている。

後端部 1 6 a には、下方側へ突出する通路部 1 6 b が形成されている。

通路部 1 6 b の外形形状が、ベース基板 1 4 の孔 1 4 g における切り込み部 1 4 g 1 に係合するようになっている。すなわち、ベース基板 1 4 に対し、ステージ基台 1 6 の受光軸線 C L T まわりに位置が決められている。

[0048] 後端部 1 6 a の内周面は、通路部 1 6 b の部分を除き、ユニットホルダ 1 5 の突出部 1 5 b の外面と当接している。

すなわち、通路部 1 6 b と突出部 1 5 b との間には、隙間 V a (図 3 参照) が形成されている。

この隙間 V a は、後述する温度センサ基板 1 7 からのリード線を前後方向

に通過させる通路となる。

[0049] 後端部16aには、前面視における上下左右に対し斜め45°方向に、前後に延びる四つのボス16a1が形成されている。各ボス16a1には、前方が底となる有底孔が形成されている。

[0050] 図3に示されるタッピングねじNaを、センサ基板13の貫通孔13e及びユニットホルダ15の貫通孔15a1に挿通してステージ基台16のボス16a1に形成された有底孔に螺着することで、センサ基板13に対し、ユニットホルダ15及びステージ基台16が固定される。

その際、ユニットホルダ15によって、フィルタユニットF及び導光部材11がセンサ基板13との間に挟まれ保持される。

[0051] ステージ基台16の前方には、ステージベース10が配置される。

ステージベース10は、円盤状のステージ底部10b(図3参照)と、ステージ底部10bの周縁から後方立ち上がる円環状の周壁部10cと、を有する。既述の前面10aは、ステージ底部10bの前面である。

[0052] 図3に示されるように、ステージ底部10bの中心(受光軸線CLTの位置)には、貫通孔10b1が形成されている。また、貫通孔10b1に対する上方側に、貫通孔10b2が形成されている。

[0053] 貫通孔10b1には、後方側から導光部材11の先端部分が進入し、導光部材11の前端面11a1が前方に露出している。

貫通孔10b2には、後方側から温度センサ12が進入し、温度センサ12の感温面12aが前方に露出している。

[0054] ステージベース10の周壁部10cに囲まれた内部には、温度センサ基板17が配置されている。

図4に示されるように、温度センサ基板17は、円盤状を呈し、中心孔17a及び一対の貫通孔17bを有して形成されている。

また、温度センサ基板17には、温度センサ12が実装されている。

温度センサ基板17は、貫通孔17bを挿通したタッピングねじ(不図示)によってステージ底部10bに対して取り付けられている。

[0055] 温度センサ基板 17 からは、リード線（不図示）が後方に引き出され、隙間 Va を通りセンサ基板 13 へと引き回されている。

[0056] ステージ基台 16, 及びステージベース 10 は、樹脂で形成される。樹脂は、例えば、黒色のポリカーボネート樹脂の近赤外線吸収グレードである。

ユニットホルダ 15 は、アルミニウムで形成されており、表面に黒アルマイト処理が施されている。ユニットホルダ 15 を金属で形成することでシールド機能が発揮され、センサ基板 13 に対する外乱ノイズの影響を低減できる。

[0057] ステージベース 10 の周壁部 10c には、中継レンズ 18 が取り付けられている。次に、中継レンズ 18 とその取り付け構造について図 7 を主に参照して説明する。図 7 は、図 3 における SA 部の拡大図である。

[0058] 図 7 において、ステージベース 10 の周壁部 10c の外周面 10c1 には、前方側が僅かに大径となる段差部 10c2 が、全周に亘り形成されている。

中継レンズ 18 は、段差部 10c2 に取り付けられている。

[0059] 中継レンズ 18 は、内径 D_a なる環状の光学部材であり、延在方向に直交する断面形状が直径 D の円形を呈する。

環状部分の中心位置 P_c の直径 ϕb_7 は、ベース基板 14 に実装された LED 14d の中心位置の直径 ϕb （図 6 参照）と等しく設定される。

中継レンズ 18 は、例えば、光透過性を有する透明のポリカーボネート樹脂で形成される。

[0060] ステージベース 10 における周壁部 10c の外周面 10c1 は、段差部 10c2 よりも前方の外径が、中継レンズ 18 の内径 D_a よりも大きい直径 D_b で形成されている。

そして、段差部 10c2 において、後方に向かうに従い、半径 $R (= D/2)$ の凹曲面 10c3 で徐々に縮径し、内径 D_a と同じ外径を有する縮径部 10c4 に接続している。

また、縮径部 10c4 には、周方向に所定間隔で離隔して、複数の微小突

起10c5が形成されている。

中継レンズ18は、前方側に向け凹曲面10c3に密着するように取りつけられており、微小突起10c5は、中継レンズ18の後方側への移動を規制している。

[0061] 中継レンズ18を段差部10c2に取りつける際には、中継レンズ18を、後方側から内径を広げる弾性変形をさせながら移動させ（矢印DRa参照）、微小突起10c5を乗り越えさせて、微小突起10c5と凹曲面10c3との間に収める。

[0062] 図3に示されるように、中継レンズ18と、蓋体2におけるステージ部2bの内面2b1と、の間には、シールリング19が強嵌合で嵌め込まれている。

シールリング19は、例えば金属製のばね線で形成されている。

シールリング19は、中継レンズ18の位置がずれることなくより確実に維持されるように、強嵌合の弾性反発力により、中継レンズ18をステージベース10に押しつけている。

[0063] 中継レンズ18の前方には、中継レンズ18に対し前後方向で対向する既述のリングレンズ8が取り付けられている。

リングレンズ8は、例えば、光透過性を有する透明のポリカーボネート樹脂で形成される。

図8は、リングレンズ8を説明するための半断面図（一部切断省略）である。

[0064] 図8に示されるように、リングレンズ8は、孔8a1を有して環状に形成された環状基部8aと、環状基部8aから径方向外方かつ前方に傾斜して延出した偏向部8bと、偏向部8bから径方向外方に張り出したフランジ部8cと、を有する。

環状基部8a、偏向部8b、及びフランジ部8cは、前後に延びる軸線CL8を中心として環状に形成されている。

[0065] 偏向部8bは、後方側の入光面8b1と、前方側の出光面8b2と、を有

する。

入光面 8 b 1 は、直径 D_c の仮想基準円 P 1 を通り、軸線 CL 8 から離れるほど前方に向かうよう傾斜角度 θ_a で傾斜した円錐周面である。

出光面 8 b 2 は、軸線 CL 8 を含む平面と仮想基準円 P 1 との交点を点 P 1 a としたときに、図 8 に示される断面形状が、点 P 1 a を中心とする半径 R_a をなす断面円弧状で周方向に延在する曲面として形成されている。

[0066] 入光面 8 b 1 が形成される径方向の範囲は、内径側の縁部 8 b 1 a が、直径 D_c よりも小さい直径 D_d であり、外径側の縁部 8 b 1 b が、直径 D_c よりも大きい直径 D_e である。

出光面 8 b 2 が形成される径方向の範囲は、少なくとも入光面 8 b 1 が形成される径方向の範囲を含んでいる。

具体的には、出光面 8 b 2 の内径側の縁部 8 b 2 a が、直径 D_d よりも小さい直径 D_{d1} であり、外径側の縁部 8 b 2 b が、直径 D_e よりも大きい直径 D_{e1} である。

[0067] フランジ部 8 c は、前部において、出光面 8 b 2 の外径側の縁部 8 b 2 b に接続し、軸線 CL 8 に直交する環状の平面部 8 c 1 と、平面部 8 c 1 の径方向外側において、平面部 8 c 1 に対し階段状に形成されて後方側に位置する環状の棚部 8 c 2 と、を有する。

[0068] 図 3 に示されるように、リングレンズ 8 は、ステージベース 10 の前面 10 a の周縁部と、蓋体 2 のステージ部 2 b の内面 2 b 1 との間を塞ぐように取り付けられる。

詳しくは、環状基部 8 a の孔 8 a 1 が、ステージベース 10 の前面 10 a の周縁に形成された段部に係合し、Oリング（不図示）を介在させて封止すると共に接着剤によって固定されている。

フランジ部 8 c の平面部 8 c 1 は、ステージ部 2 b の先端において内向きに突出形成された内フランジ 2 b 2 の後面に当接し、その後面と棚部 8 c 2 との間には、Oリング 8 2 が介在している。

[0069] 次に、フィルタユニット F について図 9 及び図 10 を参照して説明する。

フィルタユニットFは、円盤状のフィルタホルダ20と、フィルタホルダ20に対しフィルタホルダ20の軸線CLf方向に係合する円盤状のホルダカバー21と、フィルタホルダ20とホルダカバー21との間に挟持される複数（この例において7枚）の光学バンドパスフィルタであるバンドパスフィルタ31～37と、を有して構成されている。7枚のバンドパスフィルタ31～37は、それぞれ中心波長が異なるバンドパス特性を有する外形形状が矩形のものが採用されている。

[0070] フィルタホルダ20及びホルダカバー21は、樹脂で形成される。樹脂は、例えば黒色のポリカーボネート樹脂の近赤外線吸収グレードである。

[0071] 吸光度を測定する波長は、糖の吸収波長に基づき、 m （ m は2以上の整数）種の波長を選択する。

この例では、 $m=7$ とした7種の波長 $\lambda_1\sim\lambda_7$ を選択している。また、フォトセンサ13cとして、 m 個のフォトセンサ13c1～13c7を備える。

すなわち、バンドパスフィルタ31～37それぞれの中心波長を、従来知られている糖の吸収波長に基づいて選択設定した波長 $\lambda_1\sim\lambda_7$ とする。

また、LED14dは、中心波長 $\lambda_1\sim\lambda_7$ それぞれに対応した発光中心波長を有するものを選択している。

詳しくは、LED14dは、中心波長 $\lambda_1\sim\lambda_7$ それぞれに等しい又は近い発光中心波長を有するものを選択する。

この例において選択設定した中心波長 $\lambda_1\sim\lambda_7$ は次の通りである。また、括弧内の波長は、バンドパスフィルタ31～37それぞれに対応して選択使用したLED14dの発光中心波長である。

バンドパスフィルタ31・・・ λ_1 ：875nm（880nm）

バンドパスフィルタ32・・・ λ_2 ：900nm（900nm）

バンドパスフィルタ33・・・ λ_3 ：950nm（950nm）

バンドパスフィルタ34・・・ λ_4 ：980nm（980nm）

バンドパスフィルタ35・・・ λ_5 ：1020nm（1020nm）

バンドパスフィルタ 36 . . . $\lambda 6 : 1050 \text{ nm} (1064 \text{ nm})$

バンドパスフィルタ 37 . . . $\lambda 7 : 1064 \text{ nm} (1064 \text{ nm})$

[0072] 上記例において、バンドパスフィルタ 31, 36 以外のバンドパスフィルタ 32~35, 37 の中心波長は、それぞれに対応して用いた LED 14 d の発光中心波長と一致している。また、バンドパスフィルタ 31, 36 の中心波長と、対応する LED 14 d の発光中心波長との差は、それぞれ 5 nm, 14 nm である。

この程度（例えば 20 nm 以下）の波長差であれば、一般的な LED の発光スペクトルにおいて、バンドパスフィルタの各中心波長の光強度に考慮すべき差は生じない。

一般的な LED は、発光スペクトルがナローなため、バンドパスフィルタの中心波長に対応した発光中心波長を有する LED を選択することが好ましい。

一方、LED 14 d として、低消費電力で高輝度の発光スペクトルがブロードな LED を選択する場合は、バンドパスフィルタの中心波長に近い発光中心波長のものを選択しなくてもよい。

[0073] 図 9 は、フィルタユニット F の模式的な組立図である。

フィルタホルダ 20 は、軸線 CL f を中心とする円盤状に形成されており、前面 20 a には、軸線 CL f まわりの角度ピッチ 60° で、かつ軸線 CL f を中心とする直径 ϕc の円を中心位置として形成された 6 個の凹部 20 b 1~20 b 6 と、中央に形成された凹部 20 b 7 と、が形成されている。凹部 20 b 1~20 b 7 は、バンドパスフィルタ 22 の外形形状に対応した矩形の凹みとされている。

[0074] ホルダカバー 21 は、円盤状に形成された基部 21 a と、基部 21 a の周縁部から後方に延出し、フィルタホルダ 20 に対し係合する 4 本の爪部 21 c を有する。爪部 21 c は、周方向に角度ピッチ 90° で離隔配置されている。

基部 21 a には、軸線 CL f を中心とする角度ピッチ 60° かつ直径 ϕd

の円を径方向中心とする位置に、矩形の貫通孔 21b1～21b7 が形成されている。

また、中心位置には、丸形の貫通孔 21b7 が形成されている。

[0075] 直径 ϕd は、直径 ϕc と等しく設定されている。

[0076] ホルダカバー 21 は、フィルタホルダ 20 に対し、前方側から接近させ（矢印 DRb 参照）、爪部 21c をフィルタホルダ 20 に設けられた被係合部 20d に係合させることで、フィルタホルダ 20 と一体化することができる。

すなわち、フィルタホルダ 20 の凹部 20b1～20b7 に、それぞれバンドパスフィルタ 31～37 を収め、ホルダカバー 21 を前方側からフィルタホルダ 20 に係合させることで、バンドパスフィルタ 31～37 を保持したフィルタユニット F が形成される。

[0077] 図 10 は、フィルタユニット F の後面図である。

フィルタホルダ 20 の後面 20f には、前面 20a に形成された凹部 20b1～20b7 に対応した位置に、前方に向け抉られた矩形開口のポケット部 20e1～20e7 が形成されている。

凹部 20b1～20b7 とポケット部 20e1～20e7 とは、それぞれ矩形の貫通孔 20c1～20c7 で前後方向に連結されている。貫通孔 20c1～20c6 の径方向の中心位置は、直径 ϕc の円形上にある。

[0078] 次に、導光部材 11 について図 11 及び図 12 を参照して説明する。

図 11 は、導光部材 11 を斜め前方から見た斜視図である。

図 12 は、導光部材 11 の半断面図 (a) 及び後面図 (b) である。図 12 (a) は、後面図 (b) における S12-S12 位置での半断面である。

[0079] 導光部材 11 は、光透過性を有する透明部材として形成されている。材質は、例えば、光透過性を有する透明のポリカーボネート樹脂である。

[0080] 導光部材 11 は、前後に長く形成されている。導光部材 11 は、長手の一端面として前端面 11a1 を有し、前後に延びる軸線 CL11 を中心とする直径 Df の円筒状の前突出部 11a と、直径 Df よりも大きい直径 Dg の円

筒状の中間筒部 1 1 b と、中間筒部 1 1 b の後方側に接続し後方に向かうにしたがって徐々に拡径する円錐台部 1 1 c と、を備える。

[0081] さらに、導光部材 1 1 は、円錐台部 1 1 c の後方端部において、軸線 C L 1 1 に対し直交方向に拡径する段部 1 1 d を経て直径 D h の円筒状となる後方筒部 1 1 e と、後方筒部 1 1 e の後面 1 1 e 1 から、後方に向け独立して突出形成された 7 個の導光突起部 1 1 f 1 ~ 1 1 f 7 を有する脚部 1 1 f と、を備える。

[0082] 6 個の導光突起部 1 1 f 1 ~ 1 1 f 6 は、軸線 C L 1 1 を中心とする等角度間隔（角度ピッチ 60° ）、かつ直径 ϕe の円上に、形成されている。

残りの 1 個である導光突起部 1 1 f 7 は、中心位置において円柱状に形成されている。

[0083] また、導光突起部 1 1 f 1 ~ 1 1 f 6 は、後方先端部位において、段付き部 1 1 f 1 b ~ 1 1 f 6 b で縮形してさらに後方に突出する係合部 1 1 f 1 a ~ 1 1 f 6 a を有する。

また、導光突起部 1 1 f 7 は、後方先端部位において、段付き部 1 1 f 7 b で縮径してさらに後方に突出する係合部 1 1 f 7 a を有する。

係合部 1 1 f 1 a ~ 1 1 f 7 a の段付き部 1 1 f 1 b ~ 1 1 f 7 b の位置及び先端面の前後方向位置は、それぞれ互いに同じ位置とされている。

[0084] 係合部 1 1 f 1 a ~ 1 1 f 7 a は、段付き部位がホルダカバー 2 1 の基部 2 1 a の前面に当接し、それぞれ、フィルタユニット F におけるホルダカバー 2 1 の貫通孔 2 1 b 1 ~ 2 1 b 7 に対し前方側から進入するようになっている。

[0085] センサ基板 1 3 に対するフィルタユニット F と導光部材 1 1 との組み付け状態について、図 1 3 を参照して説明する。この組み付けは、既述のように、ステージ基台 1 6 をタッピングねじ N a で固定することで、ステージ基台 1 6 とセンサ基板 1 3 との間に、フィルタユニット F 及び導光部材 1 1 が前後方向に挟まれてなされる。

[0086] 図 1 3 は、図 3 における S B 部の模式的断面図である。すなわち、センサ

基板13のフォトセンサ13c7と、フィルタユニットFと、導光部材11における導光突起部11f7との組み付け状態が示される。他のフォトセンサ13c1~13c6についても同様であり、代表として説明する。

[0087] 図13に示されるように、センサ基板13の前面13aには、フィルタホルダ20の後面20fが当接している。

前面13aに実装されたフォトセンサ13c7は、フィルタユニットFのフィルタホルダ20に形成されたポケット部20e7に進入している。

フィルタホルダ20の凹部20b7には、バンドパスフィルタ37が挿着されている。バンドパスフィルタ37の前方への移動は、バンドパスフィルタ37の外形より小さく形成されたホルダカバー21の貫通孔21b7によって押さえられ規制されている。

バンドパスフィルタ37は、フォトセンサ13c7の前方の対向位置にある。

[0088] ホルダカバー21の貫通孔21b7には、前方側から導光部材11の導光突起部11f7の係合部11f7aが進入係合している。導光突起部11f7の段付き部11f7bは、ホルダカバー21の基部21aの前面21a1に当接している。

[0089] 以上構成を説明した糖度計51の動作は、制御部CTによって制御される。

図14は、糖度計51における制御系の構成を説明するための図である。

制御部CTは、中央処理装置(CPU)CT1、補正部CT2、光強度処理部CT3、表示制御部CT4、光量制御部CT5、及び記憶部CT6を有する。

[0090] 糖度計51の外形寸法である長さL及び幅W(図2参照)と、厚さH(図3参照)と、は、例えば、概ね以下の通りに設定される。

$$L = 113 \text{ mm}, W = 63 \text{ mm}, H = 43 \text{ mm}$$

また、測定部K1の外径 ϕf (図3参照)は、例えば48mmに設定される。

[0091] 次に、上述の構成を有する糖度計 5 1 の動作について説明する。

まず、作業者は、糖度計 5 1 の測定部 K 1 と測定対象である青果物 A S とを接触させる。

具体的には、例えば収穫後の青果物 A S を測定する場合は、図 1 5 に示されるように、作業者は、糖度計 5 1 を、測定部 K 1 の外当接部 7 及び内当接部 9 が上端となる向きに机 9 1 などの台上に載せ、青果物 A S を、測定部 K 1 に載せて測定することができる。この測定態様で凹みのある青果物 A S を測定する場合は、凹がない部分或いは凹みが少ない部分を測定部 K 1 に載せるとよい。

[0092] 収穫前の成育中の青果物 A S や、重たい、若しくは大きい青果物 A S を測定する場合は、図 1 6 に示されるように、作業者は、グリップ部 K 2 を把持し、測定部 K 1 を青果物 A S の表面に接触させて測定する。

測定部 K 1 は、グリップ部 K 2 に対し突出して形成されている。

これにより、糖度計 5 1 を台上に置き青果物 A S を測定部 K 1 に載せたときに、青果物 A S の凸凹した表面の凸部がグリップ部 K 2 に当たって、青果物 A S が不安定に載置されることはない。

また、糖度計 5 1 を把持し測定部 K 1 を青果物 A S に当てて測定する場合に、把持した指に青果物 A S が当たりにくくなる。そのため、外当接部 7 及び内当接部 9 と青果物 A S との間に隙間が生じて外光が進入し測定精度が低下する可能性は小さい。

[0093] 次に、糖度計 5 1 の具体的な測定動作について、図 1 4 及び図 1 7 を主に参照して説明する。図 1 7 は、糖度計 5 1 で糖度測定をする際の光路を説明するための模式図であり、図 3 の測定部 K 1 の部分を利用している。また、図 1 7 では、描画が煩雑にならないように、断面で示されている導光部材 1 1 にハッチングを付していない。

[0094] まず、LED 1 4 d が周方向に離隔配置されている直径 ϕb (図 6 も参照) と、中継レンズ 1 8 の中心の直径 $\phi b 7$ (図 7 参照) 及びリングレンズ 8 の仮想基準円 P 1 の直径 $D c$ (図 8 参照) と、が等しく設定されている。直

径 ϕb ($=\phi b 7 = D c$) は、例えば直径38mmとされる。

[0095] (1) 使用者は、糖度計51の電源を入れた状態で、測定する青果物ASを糖度計51の測定部K1の外当接部7及び内当接部9に載置する、又は、測定する青果物ASに、糖度計51の測定部K1を密着するように押しつける。

青果物ASは、例えば、果物及び野菜であって、トマト、リンゴ、スイカなどが該当する。

青果物ASの自重、又は使用者の押しつけ力によって、外当接部7及び内当接部9は、青果物ASの表面に圧縮されつつ概ね密着する。

[0096] (2) 使用者は、押し釦6を押し、スイッチ13dを入状態とする。スイッチ13dからは入状態になった旨の信号が制御部CTの中央処理装置CT1に送出される。

[0097] (3) 中央処理装置CT1は、スイッチ13dが入状態になったことを把握したら、光量制御部CT5に指示してLED群14dGを発光させる。LED群14dGの各LED14dから上方に出た光LTは、中継レンズ18を通過し、リングレンズ8に達する。

LED14dからリングレンズ8迄の間の、光LTの経路となる空間Vbは、径方向外側は蓋体2のステージ部2bの内面2b1で塞がれ、径方向内側はステージ基台16とステージベース10の外周面10c1で塞がれている。

すなわち、空間Vbは、径方向側が塞がれ、軸方向側のみ開放された空間となっている。軸方向側の先端部分は、リングレンズ8によって塞がれている。

これにより、LED群14dGからの出光が、リングレンズ8を通過せずに青果物ASに達することはない。

[0098] 図17において、LED14dから出た光LTの主光軸LTaを実線で示す。

主光軸LTaは、中継レンズ18の中心を通りリングレンズ8の入光面8

b 1 に達すると、入光面 8 b 1 が、図 8 に示されるように径方向外側ほど前方に傾斜していることから、その傾斜角度 θa とリングレンズ 8 の材料の屈折率に応じた出光の角度 θb で、出光面 8 b 2 から前方に出射する。

[0099] 出光の角度 θb は、 $0 < \theta b < 45^\circ$ で設定するのが好ましい。また、角度 θb は、リングレンズ 8 の仮想基準円 P 1 の直径 $D c$ が大きいほど大きく設定することが好ましい。

これにより、青果物 A S 内に進入した光 L T R (後述) は、青果物 A S の内部で中心に集光し易くなる。

糖度計 5 1 のように直径 $D c$ が約 40 mm の場合、角度 θb は 20° 前後が好適である。

[0100] この出光面 8 b 2 から前方に出射した光は、主光軸 L T a を含み径の内外方向に幅を有する環状の光 L T R となる。

すなわち、図 17 において、出光面 8 b 2 から出射した環状の光の内、リングレンズ 8 から最も内径側に偏向出射した光の L E D 1 4 d からの光路 L T b が、破線で示されている。また、最も外径側に偏向出射した光の L E D 1 4 d からの光路 L T c が、一点鎖線で示されている。

[0101] さらに、図 17 には、出射後の前後方向位置 P 2 における環状の光 L T R の強度特性 Q を示している。

これらから、リングレンズ 8 から出射した環状の光 L T R の径方向の強度特性 Q は、主光軸 L T a において急峻に立ち上がるピーク $Q p$ を有し、内径側及び外径側に向かうに従って急速に強度低下する特性となっている。

[0102] 一方、環状の光 L T R の周方向の強度特性は、ほぼ一定となっている。

すなわち、環状の光 L T R の周方向の強度分布は、複数の L E D 1 4 d が周方向に離隔して配置されているものの、各 L E D 1 4 d の周方向へも広がっている発光特性と、中継レンズ 1 8 及びリングレンズ 8 で生じるわずかな内部拡散と、から、複数の L E D 1 4 d を同時点灯した場合にほぼ同程度となるように平均化されている。

[0103] リングレンズ 8 から出射した環状の光 L T R は、主光軸 L T a が上述のよ

うに、受光軸線CLTに接近する方向に角度 θb で偏向している（受光軸線CLTは、導光部材11の軸線と一致している）。

換言するならば、リングレンズ8から出射した環状の光LTRは、リングレンズ8から出射した後、縮径するように進行する。

[0104] 内当接部9の内側の中心部位には、導光部材11の前端面11a1が露出している。

[0105] (4) リングレンズ8から出射した光LTRは、青果物ASの表面に対し環状に照射され、青果物ASの内部に進入する。

[0106] (5) 青果物ASの内部に進入した光LTRは、内部で乱反射すると共に、青果物ASの状態に対応した特性で吸収されて一部が外部に出光する。(6) 外部に出た光の一部は、外部に露出している導光部材11の前端面11a1から導光部材11の内部に進入する。

導光部材11の内部に進入した光は、LED群14dGから出光し、青果物ASの内部を通過して戻ってきた光であることから、以下、戻り光LTdと称する。

戻り光LTdは、導光部材11の内部を進行し脚部11fの導光突起部11f1~11f7に誘導される。

[0107] このように、戻り光LTdは、青果物ASの内部に環状に進入して内部で反射し、進入した環状の進入部位に対する中央部位から外部に出射した光である。そのため、青果物ASの内部組織に部分毎に吸光度の偏りがあったとしても、それが平均化された光となる。

[0108] また、青果物ASへ入射した光LTRは、環状であって、受光軸線CLTに接近する方向に偏向している。

そのため、青果物ASの内部で乱反射した光の内、中央下部の前端面11a1へ入射する光の割合が、偏向していない場合（角度 $\theta b = 0$ ）と比べて高くなっている。

[0109] これにより、糖度計51では、戻り光LTdが、LED14dの出光に対し高効率で得られ、青果物ASの内部組織の吸光度の偏りがあっても、その

偏りの影響を受けにくく青果物 A S の吸光度をより高精度に反映した光として得られる。

[0110] (7) 脚部 1 1 f の導光突起部 1 1 f 1 ~ 1 1 f 7 に誘導された戻り光 L T d は、互いに特性に偏りが無い均質の光となっており、それぞれ係合部 1 1 f 1 a ~ 1 1 f 7 a それぞれの後端面 1 1 f b からバンドパスフィルタ 3 1 ~ 3 7 に向け、突起部出射光 L T e (L T e 1 ~ L T e 7) として出光する。

後端面 1 1 f b は、導光部材 1 1 において、長手の一端面である前端面 1 1 a 1 に対する他端面となる。

[0111] (8) 係合部 1 1 f 1 a ~ 1 1 f 7 a から出射した突起部出射光 L T e は、バンドパスフィルタ 3 1 ~ 3 7 によりそれぞれの分光特性に応じて分光されてフォトセンサ 1 3 c 1 ~ 1 3 c 7 に入光する。(9) フォトセンサ 1 3 c 1 ~ 1 3 c 7 は、それぞれ受光強度である強度 Q 1 ~ Q 7 を検出し、光強度処理部 C T 3 に送出する (図 1 4 参照) 。

すなわち、フォトセンサ 1 3 c 1 ~ 1 3 c 7 から得られた強度 Q 1 ~ Q 7 は、バンドパスフィルタ 3 1 ~ 3 7 それぞれの中心波長 λ 1 ~ λ 7 の分光強度である。

[0112] (10) 光強度処理部 C T 3 は、強度 Q 1 ~ Q 7 から、既知の演算方法で波長 λ 1 ~ λ 7 それぞれの吸光度を求め、各吸光度から B r i x 値 Y を算出する。

具体的算出方法例は次の通りである。

[0113] 一般に、波長 λ の吸光度 A は、式 (1) で示される。

I O (λ) は、リファレンスとなる測定対象に入る波長 λ の光の強度、 I S (λ) は、測定対象から出た波長 λ の光の強度である。

$$A = \log [I O (\lambda) / I S (\lambda)]$$

$$= \log I O (\lambda) - \log I S (\lambda) \quad \dots \dots \dots (1)$$

[0114] 7 種類の波長 λ 1 ~ λ 7 の内、基準となる波長を波長 λ 6 として、他の 6 種類の波長 λ 1 ~ λ 5 , λ 7 それぞれについて、吸光度差 A 1 ~ A 5 , A 7

を次の式（2-1）～（2-6）によって求める。

[数1]

$$A_1 = A(\lambda_1) - A(\lambda_6) = \log \frac{I_0(\lambda_1)}{I_s(\lambda_1)} - \log \frac{I_0(\lambda_6)}{I_s(\lambda_6)} \quad \dots (2-1)$$

$$A_2 = A(\lambda_2) - A(\lambda_6) = \log \frac{I_0(\lambda_2)}{I_s(\lambda_2)} - \log \frac{I_0(\lambda_6)}{I_s(\lambda_6)} \quad \dots (2-2)$$

...

$$A_6 = A(\lambda_7) - A(\lambda_6) = \log \frac{I_0(\lambda_7)}{I_s(\lambda_7)} - \log \frac{I_0(\lambda_6)}{I_s(\lambda_6)} \quad \dots (2-6)$$

[0115] これらの式に基づき、B r i x 値 Y は、次の式（3）で算出する。

[数2]

$$Y = PL0 + A_1 \times PL1 + A_2 \times PL2 + A_3 \times PL3 + A_4 \times PL4 + A_5 \times PL5 + A_6 \times PL6 + T_1 \times PL7 + T_2 \times PL8$$

... (3)

ここで、PL0～PL8は、予め複数の測定対象（青果物AS）の吸光度データを用いて、重回帰分析で求めた係数である。また、温度T1は、温度センサ12で測定した測定対象（青果物AS）の表面温度であり、温度T2は、温度センサ12で測定した筐体Kに相当する温度である。

[0116] 図3に示されるように、制御部CTは、補正部CT2を有する。

補正部CT2は、FB用フォトセンサ群14eGからの光量情報JL及び温度センサ12からの温度情報JTに基づいて、LED群14dGの光量を閉制御する。

[0117] LEDの一般的特性として、温度上昇に伴って発光光量が増加する。LED14dも同様である。

糖度計51は、FB用フォトセンサ群14eG、温度センサ12、及び補正部CT2を有して、複数のLED14dの発光光量を一定にすると共に時間変動を抑制し安定化できる。これにより、糖度計51の測定精度はより向

上する。

制御部C Tは、L E D群1 4 d GのL E D 1 4 dすべてを同時発光させるように制御するものに限らない。

制御部C Tは、設定した6種類の波長毎に、或いは周方向の配置順に、対応するL E D 1 4 dを時系列的に順次発光させ、その都度フォトセンサ1 3 c 1～1 3 c 7で受光強度を測定してもよい。

L E D群1 4 d Gを同時発光させると、短時間でも消費電力が大きくなるため、電源の負荷低減が必要な場合は、後者の、複数のL E D 1 4 dを時系列的に順次点灯させて測定する方法が好ましい。

[0118] 上述した、青果物の非破壊測定装置である糖度計5 1は、青果物A Sに照射する光の光源として、複数のL E D 1 4 dを用いている。

これにより、糖度計5 1は、光源の消費電力及び設置スペースが少なく、筐体Kを片手で把持できる小型化が可能である。

従って、収穫前の生育中の青果物の測定も容易に行える。

[0119] 糖度計5 1は、複数のL E D 1 4 dを、周方向に並べて配置すると共に、各L E D 1 4 dからの出光を環状のリングレンズ8を通して青果物A Sに向け照射するようにした。そのため、青果物A Sに対し光が環状の光束として照射入光するようになっている。

これにより、青果物A Sの内部の組織の吸光に偏りがあっても、その偏りの影響を受けにくく、平均化された出光が得られ、青果物A Sの状態を良好に反映した測定結果が得られる。

[0120] リングレンズ8は、L E D 1 4 dからの入光を、リングレンズ8の中心に向け偏向させて出光する光学特性を付与している。

そのため、青果物A Sの内部で反射し、リングレンズ8の中央部分に向け出光する戻り光の強度が高く得られ、L E D 1 4 dの発光の利用効率が高い。

これにより、糖度計5 1は、光透過率の高い青果物では発光強度を抑制するなどにより、低消費電力化可能で、バッテリーで駆動するハンディタイプに

好適である。また、皮が厚いなどによって光透過率の低い青果物に対しても測定に十分な戻り光を得易く、糖度計51は、測定可能な青果物の種類が多く、汎用性に優れる。

[0121] 糖度計51は、LED14dからリングレンズ8に至る出光経路の途中に、LED14dからの光をリングレンズ8に集光させる環状の中継レンズ18を有する。

中継レンズ18を配置したことで、LED14dの出光を、より高い効率でリングレンズ8に導入して青果物ASに照射することができる。

これによっても、糖度計51は低消費電力化可能となり、ハンディタイプに好適である。また、皮が厚いなどによって光透過率の低い青果物に対しても測定に十分な戻り光をより得易く、糖度計51は、測定可能な青果物の種類が多く、汎用性に優れる。

[0122] また、中継レンズ18を配置したことで、LED14dとリングレンズ8との間の光の経路距離を長くすることができる。

そのため、リングレンズ8を青果物ASに対しより近い位置に配置できる。

これにより、リングレンズ8からの出光光束は十分狭い環状で青果物ASに照射入光し、単位面積あたりの入光強度をより高くできる。従って、LED14dの出光の利用効率がさらに向上する。

また、外部からの入光による影響を実質的に無視できる程度に抑制できる。

これにより、糖度計51は、高精度の測定が行える。

[0123] また、中継レンズ18を配置してLED14dとリングレンズ8との間の光の経路距離を長くできることから、青果物ASを載置するステージ部を、手で把持するグリップ部に対し、十分に突出させることが可能となる。

これにより、図16に示されるような、グリップ部K2を把持して青果物ASを測定した場合も、青果物ASとグリップ部K2を把持した指とが当たることがなく、作業が好感触で、容易に、高効率で行える。

また、製造上のばらつきにより、ベース基板14上のLED14dの実装位置にわずかなずれが生じると、各LED14dの出光角度にもわずかな違いが生じる。また、既述の3波長複合型LEDのような、パッケージ化された複合型LEDを用いた場合は、発光中心波長毎に出光位置が径方向でわずかに異なる。

これに対し、糖度計51では、中継レンズ18を、LED14dとリングレンズ8との間に縮小光学系レンズとして配置している。

すなわち、中継レンズ18は、環状の光源（環状に配置された複数のLED14d）より出射した光から光源の縮小系を作成してリングレンズ8に投入する。そして、リングレンズ8は、投入された光源の縮小系を環状のビームとして青果物に照射するようになっている。

そのため、LED14dの実装位置のわずかなずれ、或いは、LED14dが複合化LEDの場合の出光位置の径方向のわずかなずれ、に伴い出光角度のずれが生じても、そのずれが測定に及ぼす影響は小さい。

これにより、糖度計51は、高精度の測定が行える。

[0124] 糖度計51は、リングレンズ8に対する径方向の内外位置に、それぞれ内当接部9と外当接部7とを有している。

これにより、図17に示されるように、青果物ASが測定部K1に宛がわれた状態で、リングレンズ8と、青果物ASと、内当接部9と、外当接部7と、によって閉じた空間Vcが形成される。

[0125] すなわち、リングレンズ8に対する外径側は、外当接部7によってステージ部2bと青果物ASとの間が塞がれている。また、内径側は、内当接部9によってステージ部2bと青果物ASとの間が塞がれている。

これにより、リングレンズ8から出射した環状の光LTRは、導光部材11の前端面11a1に達することはなく、また、径外方の外部にも漏出しない。

従って、糖度計51において測定に供される戻り光LTdは、必ず青果物ASから入来した光となって測定精度が向上する。

また、光L T Rが外部に漏出しないので、L E D 1 4 dの発光の利用効率が向上する。

[0126] 糖度計5 1は、受光軸線C L T方向を長手とする導光部材1 1を備えており、導光部材1 1の長手の一端側を戻り光L T dの入光面の前端面1 1 a 1とし、他端側を、フォトセンサ1 3 cに向けた戻り光L T dの出光面として

いる。
これにより、入光面から入った戻り光L T dは、比較的長い距離を導光部材1 1の内面反射を伴いつつ出光面に誘導されるので、出光面に達した光は、出光面の達した場所によらず、均質の光となっている。

従って、糖度計5 1は、フォトセンサ1 3 c 1～1 3 c 7それぞれに入光する光の特性に偏りはなく、測定を高精度で行うことができる。

[0127] この構成により、筐体K内の、前後方向の位置関係において、光源となるL E D群1 4 d Gよりも、フォトセンサ1 3 c 1～1 3 c 7の方が、後方側、すなわち、外当接部7及び内当接部9から遠い位置に配置される。

従って、フォトセンサ1 3 c 1～1 3 c 7を搭載したセンサ基板1 3は、箱体1の後面1 a近傍に配置されると共に、導光部材1 1は、ベース基板1 4の孔1 4 gを貫いて配置されている。

[0128] 次に、糖度計5 1のキャリブレーションについて説明する。

糖度計5 1の測定精度の維持、並びに、他機及び過去の測定結果との整合性をより確実に得るために、糖度計5 1はキャリブレーションを定期的に行うことが望まれる。

[0129] 糖度計5 1には、そのキャリブレーションのために、標準蓋体5 2が用意されている。

図1 8は、標準蓋体5 2の使用状態を説明するための半断面図であって、標準蓋体5 2と、筐体Kにおける測定部K 1の一部と、が示されている。

[0130] 標準蓋体5 2は、測定部K 1の先端開口を覆う円柱状を呈し、蓋体2のステージ部2 bに被せて使用する。

標準蓋体5 2は、丸鍋状のベース体5 2 aと、ベース体の内部に取りつけ

られた反射体52bと、を有する。

[0131] 図18に示される使用状態において、反射体52bは、中央部分に前方に向け円形に窪んだ凹部52b1と、径方向外側ほど前方に向かうよう傾斜し、かつ後方側が凸となる環状の曲面を有する曲面部52b2と、を備える。

凹部52b1は、導光部材11の前端面11a1に対し前後方向で対向し、曲面部52b2は、リングレンズ8に対し少なくとも出光方向（図17に示される主光軸LTa方向で対向している。

[0132] 反射体52bは、白色部材により中実に形成されている。白色部材は、例えばフッ素樹脂である。

反射体52bは、測定する青果物の標準代替品として機能する。

すなわち、リングレンズ8から出た環状の光LTR（図17参照）は、反射体52bの曲面部52b2に照射され一部が内部に進入する。

反射体52bの内部に進入した光は、内部で拡散しながら一部が凹部52b1から外部に出光し、戻り光LTdとして導光部材11に進入する。

この戻り光LTdに基づく測定結果が、予め設定され記憶部CT6に記憶された基、標準蓋体52を用いた準測定値となるように、光強度処理部CT3及び中央処理装置CT1はキャリブレーションを行う。

[0133] 標準蓋体52での測定は、標準蓋体52が小さく持ち運び容易であり、単にステージ部2bに被せるだけで行える。そのため、キャリブレーション作業が容易であり、糖度計51のある個体と他の個体との相関も容易に確保できる。

[0134] 本発明の実施例は、上述した構成及び手順に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において変形してよい。

[0135] 実施例の糖度計51は、青果物ASを通過して出射した戻り光が、導光部材11を通りその後端面11fbから出射するまでの戻り光の経路上に、通過する光を拡散させる拡散部WBを設けて戻り光を積極的に拡散させる構造に変形してよい。

すなわち、内当接部9に当接させた青果物ASの表面の、環状の内当接部

9に囲まれた部分と、導光部材11の後端面11fbとの間に、拡散部WBを設けてもよい。これについて、変形例1～3として次に説明する。

[0136] (変形例1)

図19は、変形例1を説明するための部分断面図であり、図17における導光部材11及びその近傍に対応する図である。

変形例1は、実施例の糖度計51において、導光部材11の前端面11a1に対する前方に、拡散板41を配置したものである。

具体的には、拡散板41は、前方視で前端面11a1の全面を覆うように、例えばステージベース10に接着剤或いは両面テープなどにより取り付けられている。

拡散板41は、前面41aに入射した光を拡散して後面41bから出射する。

拡散板41の種類は限定されない。例えば、透明樹脂に拡散剤を分散配合させて板状に形成した拡散板、或いは、透明樹脂板の少なくとも一方の表面に微小レンズが形成された拡散板、など周知の拡散板を適用できる。

[0137] 変形例1では、図19に示されるように、戻り光LTdは、導光部材11の前端面11a1の前方に配置された拡散板41により、前端面11a1から導光部材11内に拡散入射する。

これにより、青果物ASを通過して導光部材11に入射する戻り光LTdは、拡散板41によって積極的に拡散され、より高度に均質化されて導光部材11に入射する。その後、均質化された戻り光LTdは、導光部材11を通過しバンドパスフィルタ31～37を通りフォトセンサ13c1～13c7に入光する。

そのため、吸光度とBr ix値Yとの相関係数が高まり、例えば、同一の青果物ASを繰り返し測定したときの吸光度及びBr ix値Yのばらつきが低減するなど、測定精度が向上する。

[0138] (変形例2)

変形例2は、実施例の糖度計51に用いる導光部材11の替わりに、導光

部材 1 1 W を適用したものである。図 2 0 は、導光部材 1 1 W の半断面図である。

詳しくは、導光部材 1 1 W は、導光部材 1 1 における軸線 C L 1 1 方向の一部を、拡散部材 4 2 にしたものである。

ここでは、導光部材 1 1 W が、前端面 1 1 a 1 から後方筒部 1 1 e の後面 1 1 e 1 (図 1 2 参照) との間に拡散部 W B を有する例を説明する。

[0139] 詳しくは、導光部材 1 1 W は、拡散部 W B として、前端面 1 1 a 1 から後方側に距離 L_a 隔てた位置を後方端として、厚さ L_b の拡散部材 4 2 を有している。

拡散部材 4 2 は、例えば、透明樹脂に拡散剤を分散配合させて形成する。

[0140] 変形例 2 において、導光部材 1 1 W に対して前端面 1 1 a 1 から入射した戻り光 $L T d$ (図 2 0 では不図示) は、拡散部材 4 2 の前方端から入光して後方側に拡散出光する。

距離 L_a の最大値は、前端面 1 1 a 1 から、後方筒部 1 1 e の後面 1 1 e 1 までの距離 L_c をとり得る。すなわち、距離 L_a は、厚さ L_b から距離 L_c までの範囲で設定され得る。また、拡散部材 4 2 の厚さは、最大で距離 L_a まで設定され得る。

[0141] これにより、青果物 A S を通過して導光部材 1 1 W に入射した戻り光 $L T d$ は、導光部材 1 1 W 内に設けられた拡散部材 4 2 を通過する際に積極的に拡散されてより高度に均質化される。その後、均質化された戻り光 $L T d$ は、導光部材 1 1 W から出てバンドパスフィルタ 3 1 ~ 3 7 を通りフォトセンサ 1 3 c 1 ~ 1 3 c 7 に入光する。

そのため、吸光度と B r i x 値 Y との相関係数が高まり、例えば、同一の青果物 A S を繰り返し測定したときの吸光度及び B r i x 値 Y のばらつきが低減するなど、測定精度が向上する。

[0142] さらに、変形例 3 として、実施例の糖度計 5 1 に用いる導光部材 1 1 の替わりに、同じ形状で拡散剤を分散させた樹脂で形成した導光部材 1 1 W A を適用してもよい (符号は図 1 2 参照)。

この場合、導光部材 11WA に入射した戻り光 L T d は、導光部材 11 内を進行するに伴い積極的に拡散されてより高度に均質化される。その後、均質化された戻り光 L T d は、導光部材 11WA から出てバンドパスフィルタ 31～37 を通りフォトセンサ 13c1～13c7 に入光する。そのため、吸光度と B r i x 値 Y との相関係数が高まり、例えば、同一の青果物 A S を繰り返し測定したときの吸光度及び B r i x 値 Y のばらつきが低減するなど、測定精度が向上する。

[0143] 変形例 1～3 は、組み合わせ可能な範囲で自由に組み合わせることができる。

[0144] 実施例及び変形例 1～3 において、中継レンズ 18 及びリングレンズ 8 は、一体の一つの光学部材にしてもよい。

中継レンズ 18 又はリングレンズ 8 は、複数の光学部材としてもよい。

すなわち、L E D 14 d からの光を、測定部 K 1 の先端から環状に出射させると共に、出射方向を、角度 θb をもって受光軸線 C L T に近づく方向に偏向する一つ光学部材、又は複数の光学部材で構成された光学系としてもよい。

[0145] 実施例では、光源群 14 d G として、7 種の中心波長 $\lambda 1 \sim \lambda 7$ の内の 6 種を発光中心波長とする 6 種の L E D 14 d を用いたものを説明した。

もちろん、これに限らず、一つの発光中心波長を有する或いはブロードな発光スペクトルを有する L E D 14 d の、その発光スペクトルに基づき、バンドパスフィルタとして選択設定した複数の中心波長の光が測定に必要な光強度で得られると判断された場合には、複数の中心波長に対しその L E D 14 d を共用してもよい。

すなわち、バンドパスフィルタの中心波長として選択設定した m (2 以上の整数) 種の波長 ($\lambda 1 \sim \lambda m$) に対し、 q ($1 \leq q \leq m$) 種の発光中心波長それぞれを有する q 種の L E D を用いてよい。

この場合、フォトセンサ 13c は、少なくとも m 個備えられている。

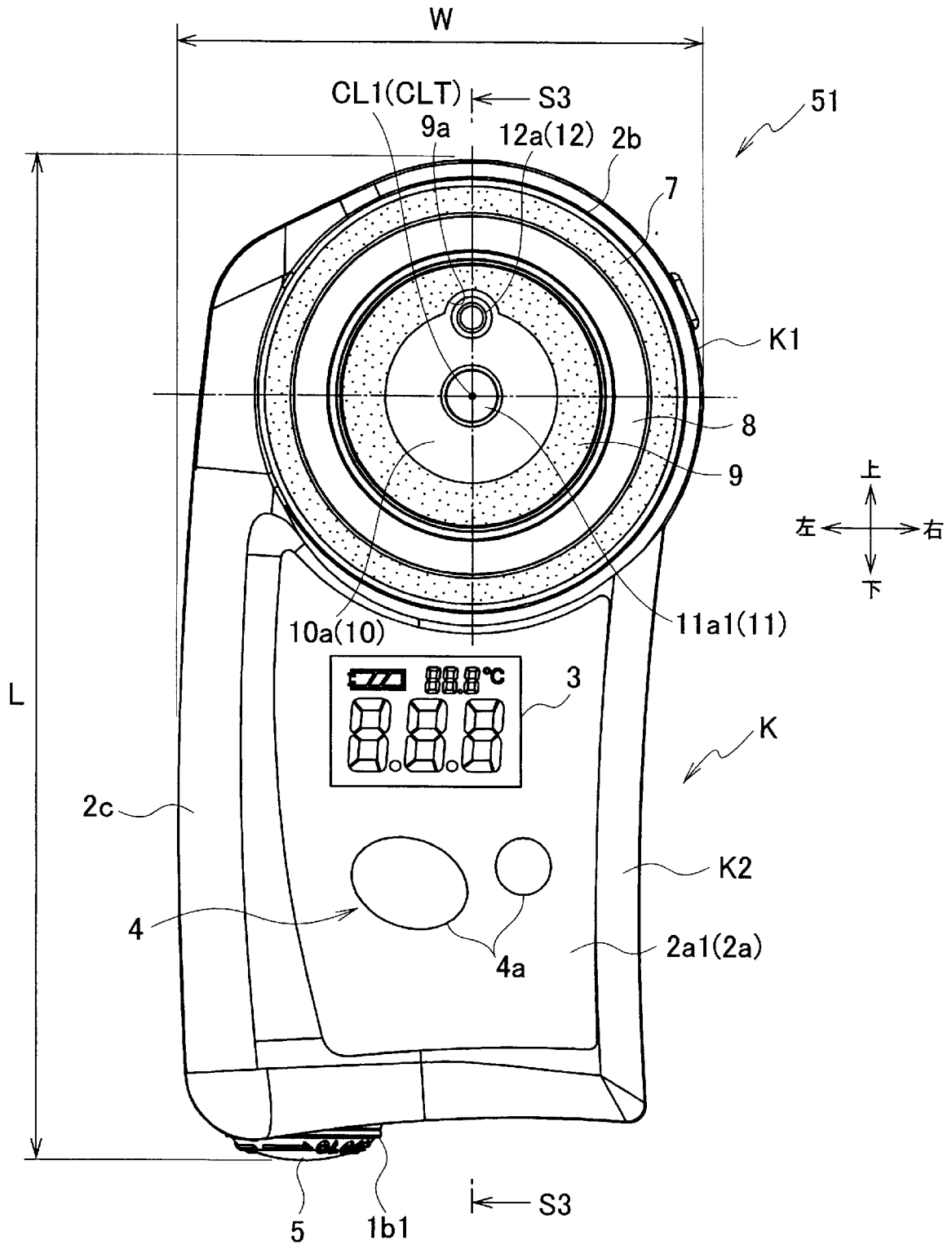
[0146] 光源は L E D に限定されるものではなく、他の発光素子であってもよい。

請求の範囲

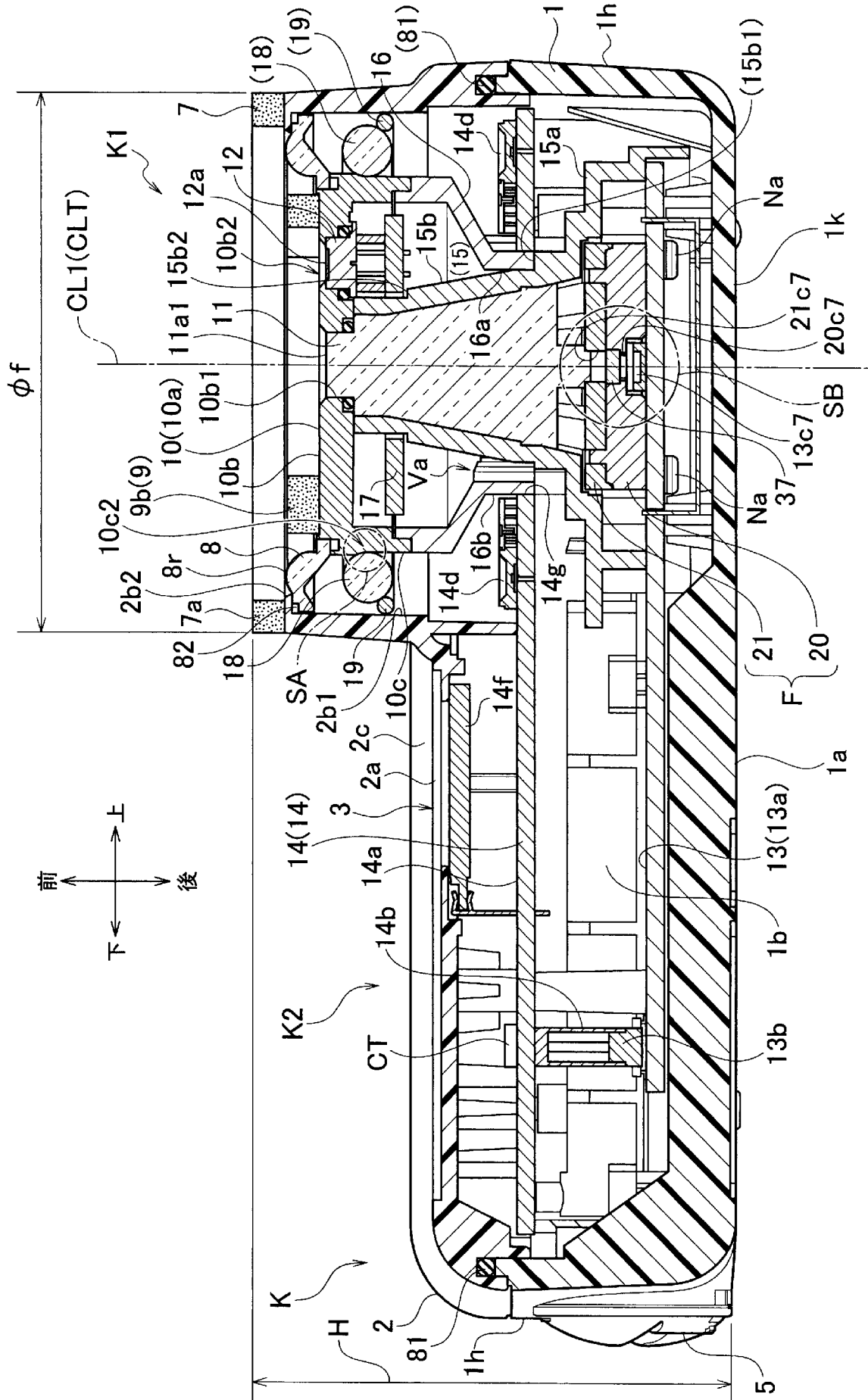
- [請求項1] 把持可能なグリップ部と、測定対象に当接させるための環状の当接部を有する測定部と、を含む筐体と、
前記筐体の内部において周方向に離隔配置された複数の光源からなる光源群と、
前記当接部に囲まれた内側部分に前記当接部よりも小さい環状に配置され、前記光源群から出た光を、前記筐体の外部に環状に出射するリングレンズと、
前記リングレンズの内側に一端面が露出し、他端面が前記筐体の内部に位置して前記一端面から入射した光を前記他端面から外部に出射する導光部材と、
前記筐体内に配置され、前記導光部材の前記他端面から出射した光を受光するフォトセンサと、
前記フォトセンサの受光強度に基づいて吸光度を求める光強度処理部と、
からなる非破壊測定装置。
- [請求項2] 前記光源群と前記リングレンズとの間において、前記光源群からの光を前記リングレンズに誘導する環状の中継レンズから更になる、請求項1記載の非破壊測定装置。
- [請求項3] 前記リングレンズから出射した環状の光の主光軸は、前記リングレンズから出射した後に縮径する方向に傾斜している、請求項1又は請求項2記載の非破壊測定装置。
- [請求項4] 前記フォトセンサは、少なくとも m 個 (m は2以上の整数) のフォトセンサを含み、
前記 m 個のフォトセンサのそれぞれと前記導光部材の前記他端面との間において、異なる m 種類の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ のそれぞれを中心波長として有するバンドパスフィルタから更になる、請求項1～3のいずれか1項に記載の非破壊測定装置。

- [請求項5] 前記光強度処理部は、前記吸光度を、前記m個のフォトセンサによって得られた前記波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ のそれぞれに対応した受光強度に基づいて求めると共に、求めた前記吸光度からB r i x値を算出する、請求項4に記載の非破壊測定装置。
- [請求項6] 前記グリップ部は、長手を有して把持可能に形成され、
前記測定部は、前記グリップ部における前記長手の一方の端部に、前記当接部の延在方向を前記長手に沿う方向として形成されると共に、前記当接部の先端面が、前記グリップ部の表面よりも突出した位置にある、請求項1～5のいずれか1項に記載の非破壊測定装置。
- [請求項7] 前記測定対象を前記当接部に当接させた状態で、前記測定対象における前記当接部に囲まれた表面と前記導光部材の前記他端面との間において、通過する光を拡散させる拡散部から更になる、請求項1～6のいずれか1項に記載の非破壊測定装置。

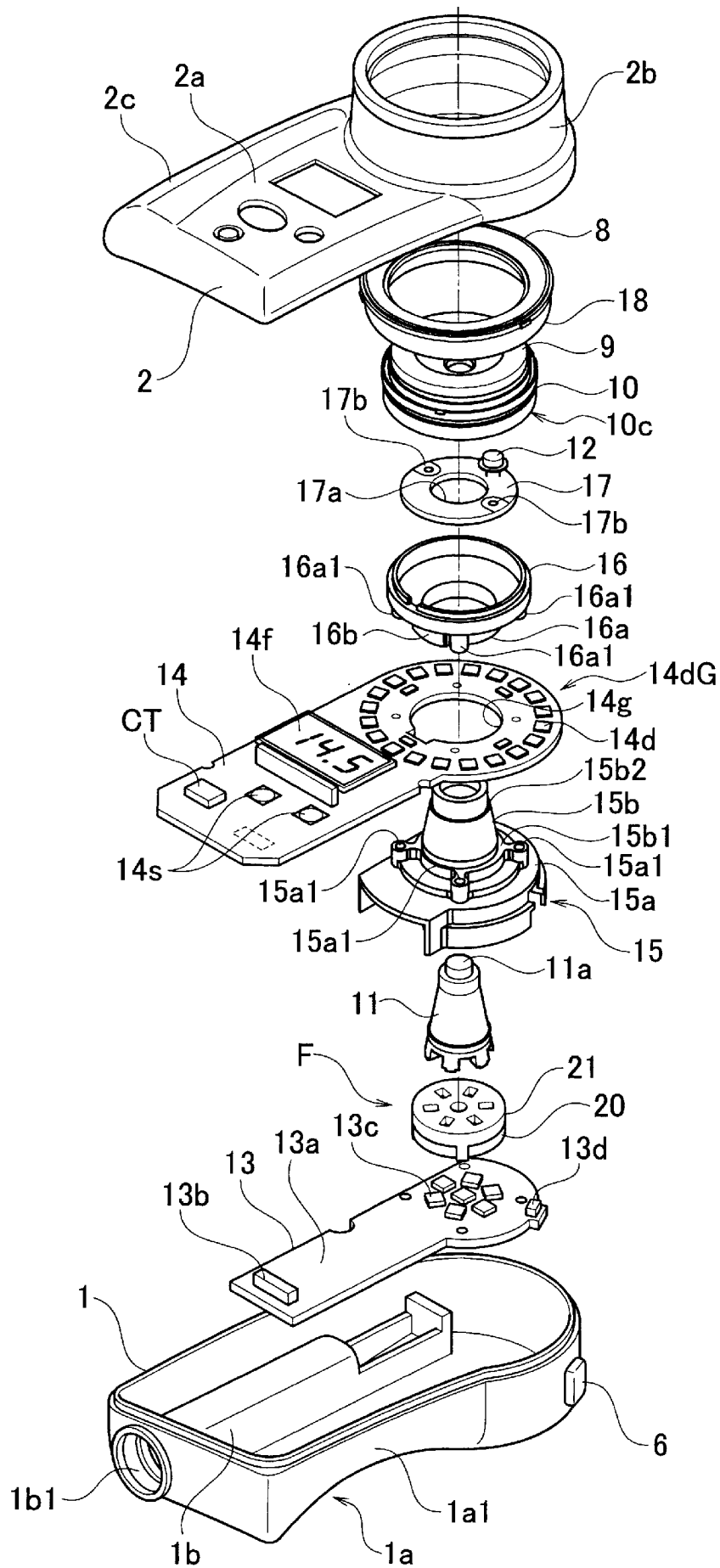
[図2]



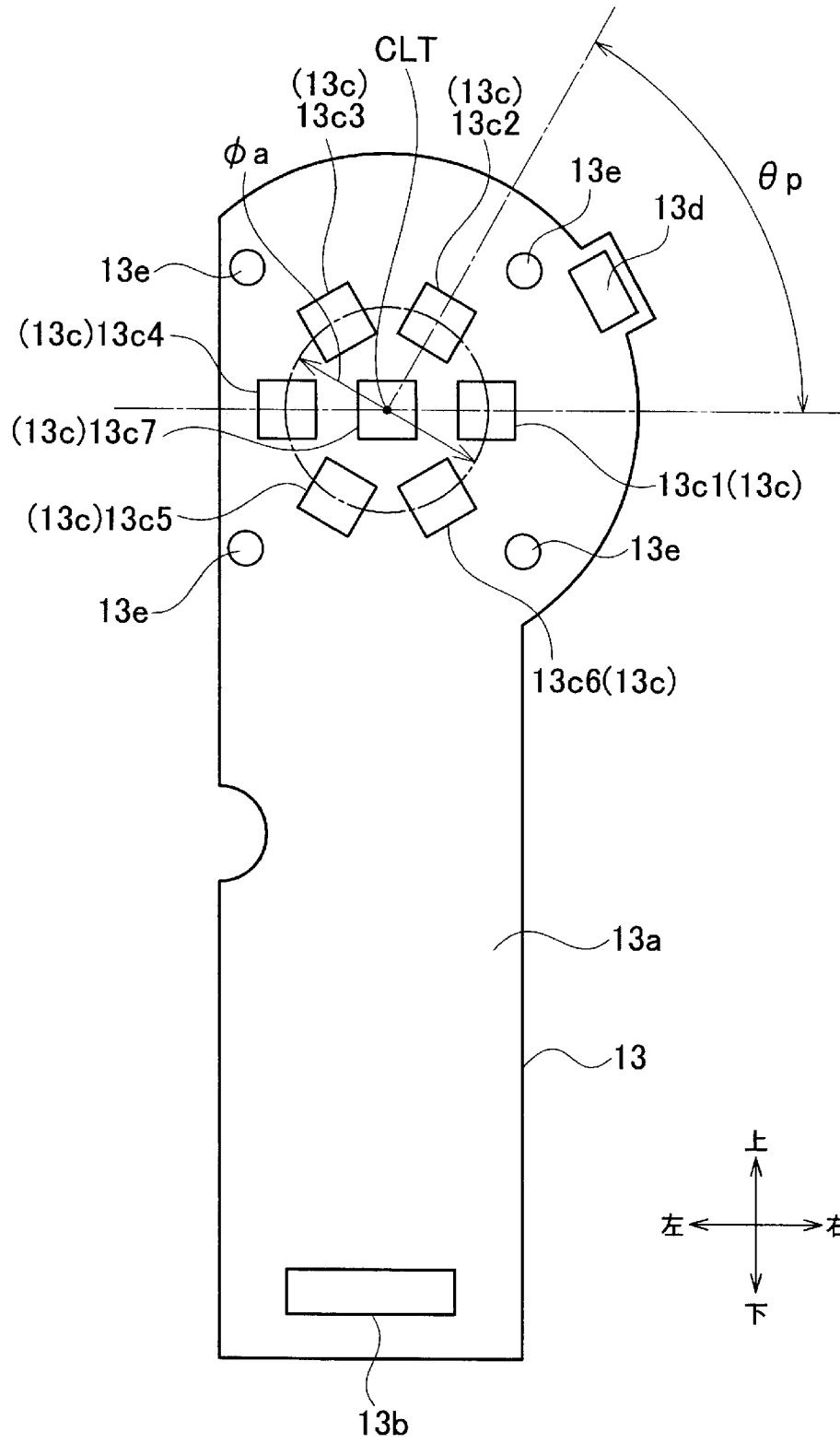
[図3]



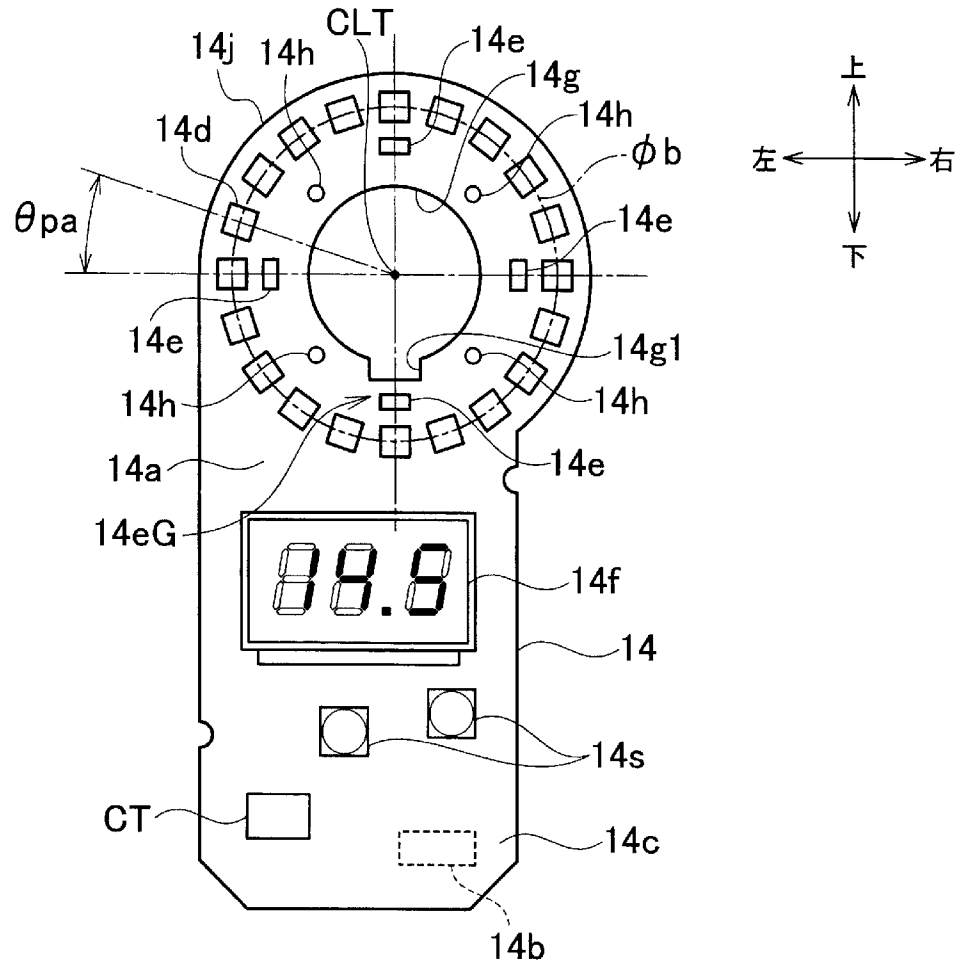
[図4]



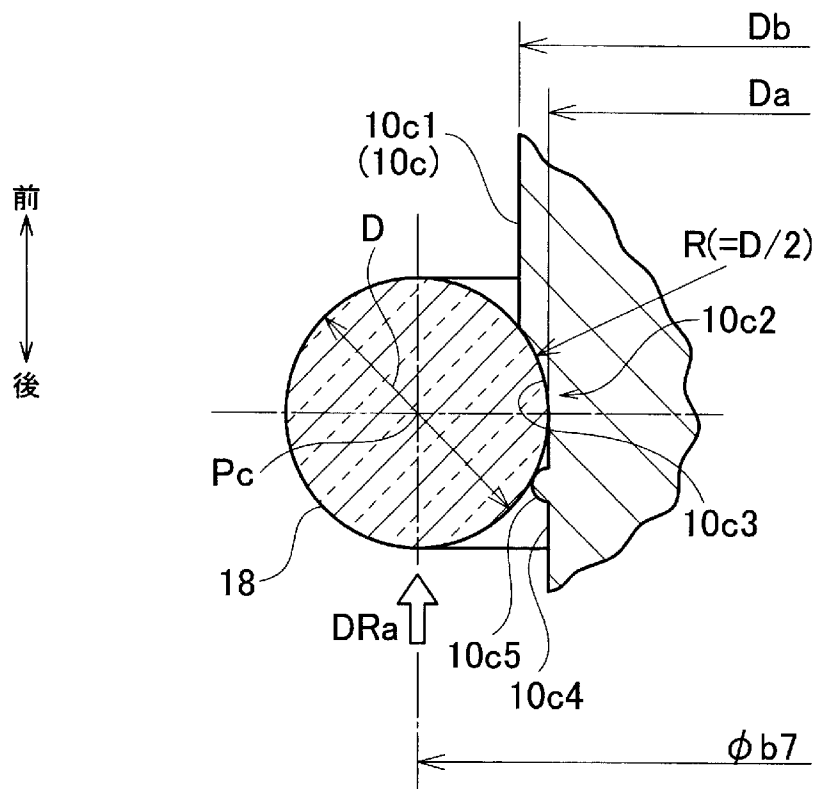
[図5]



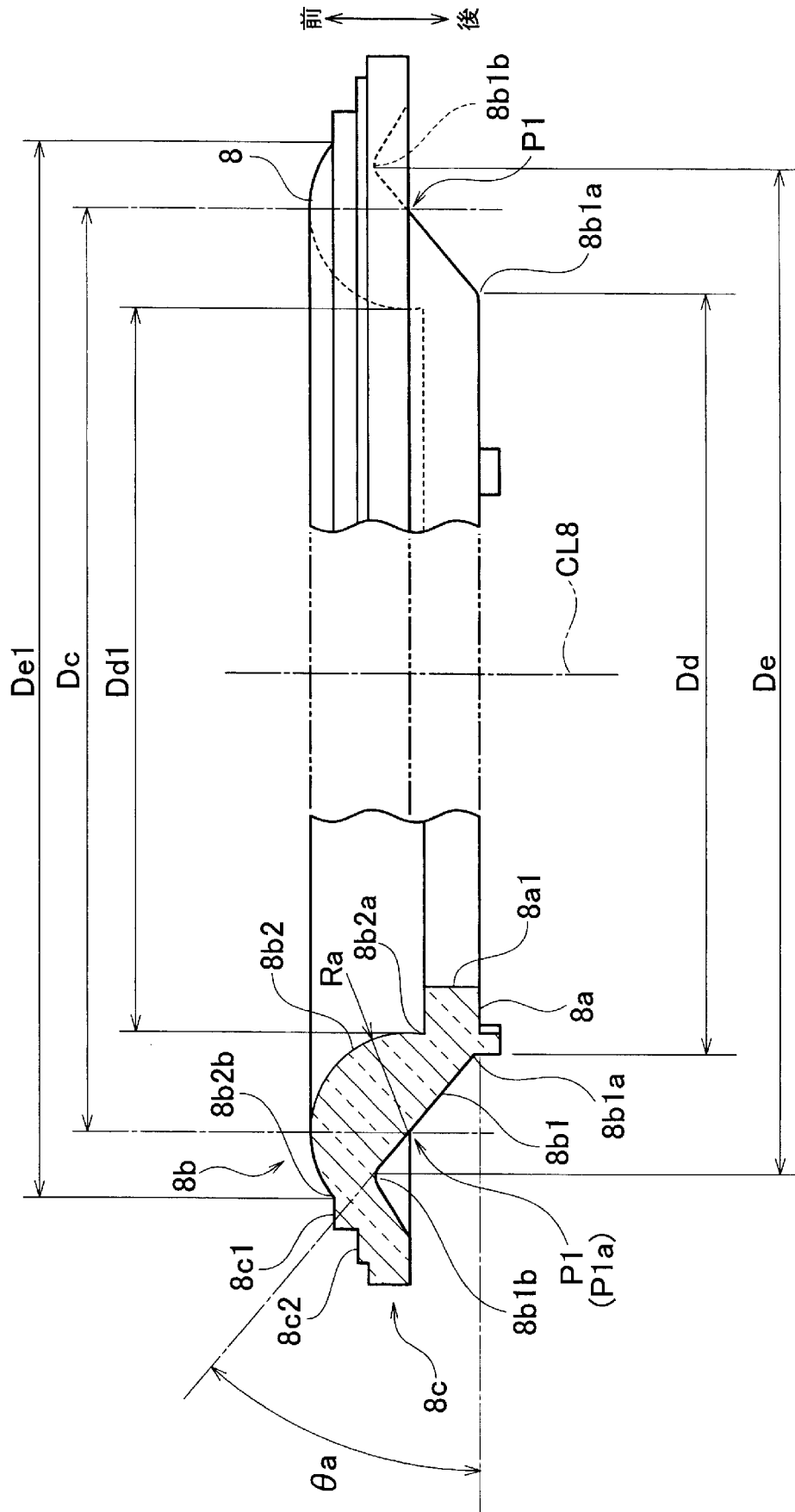
[図6]



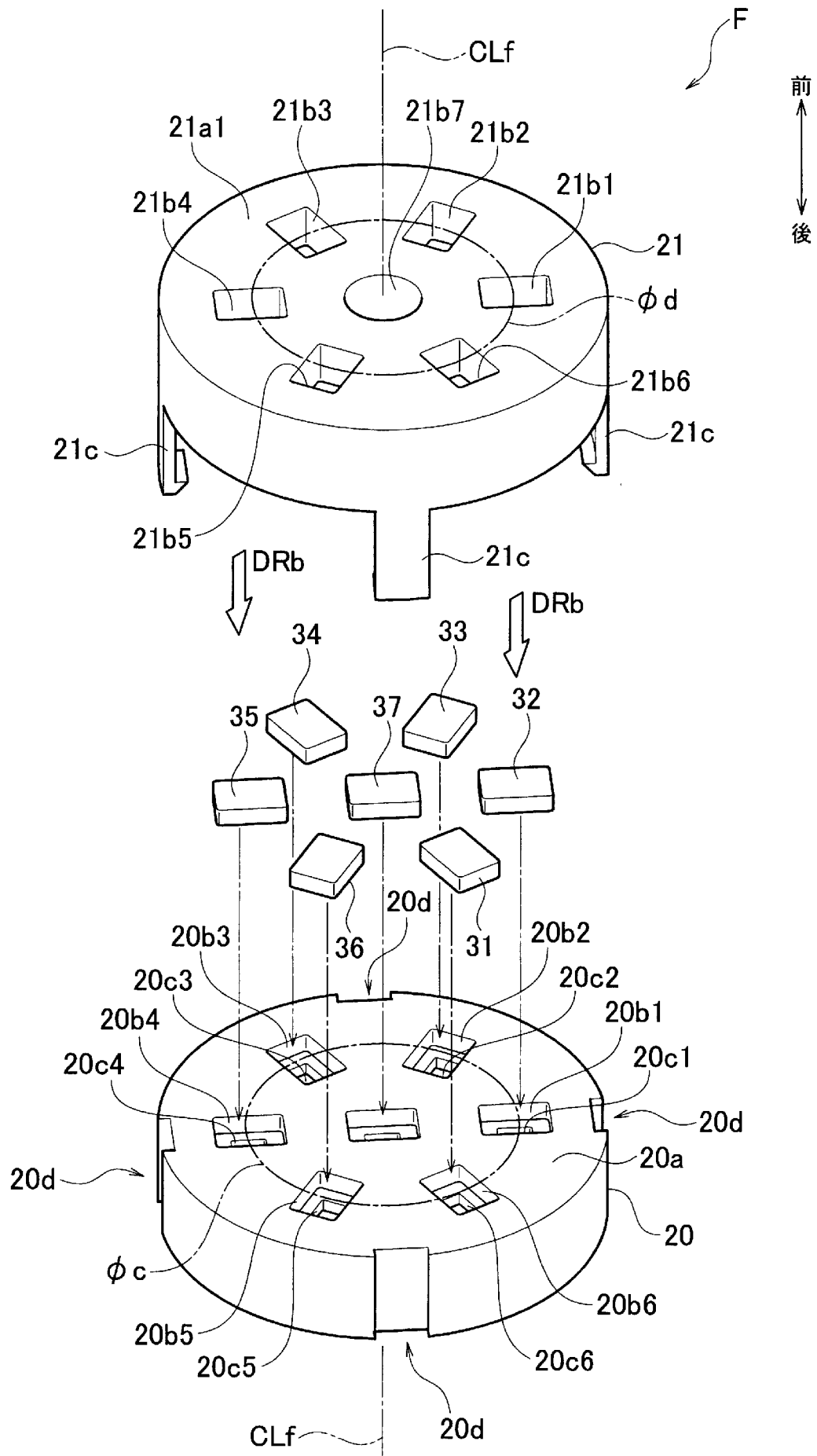
[図7]



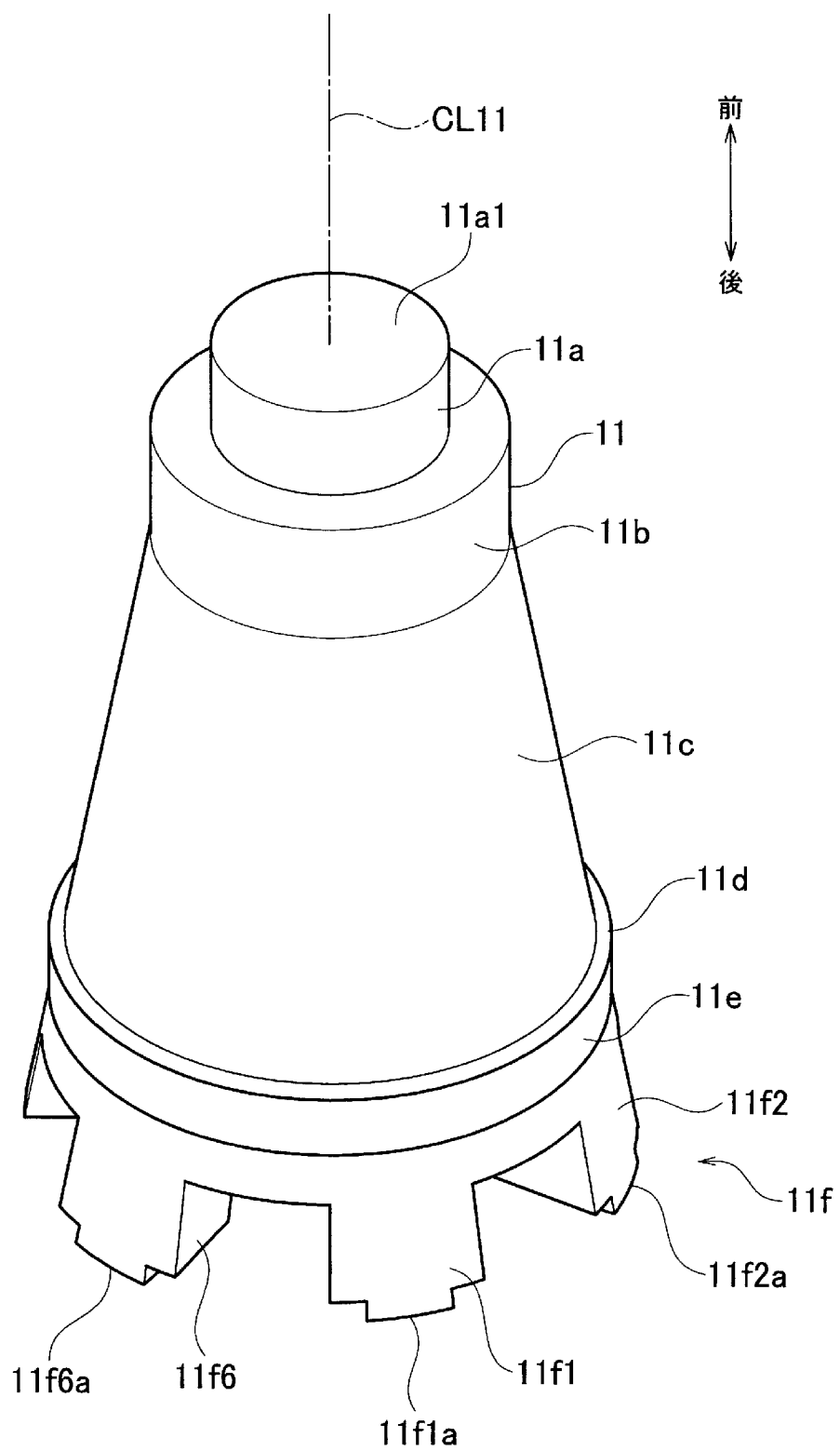
[図8]



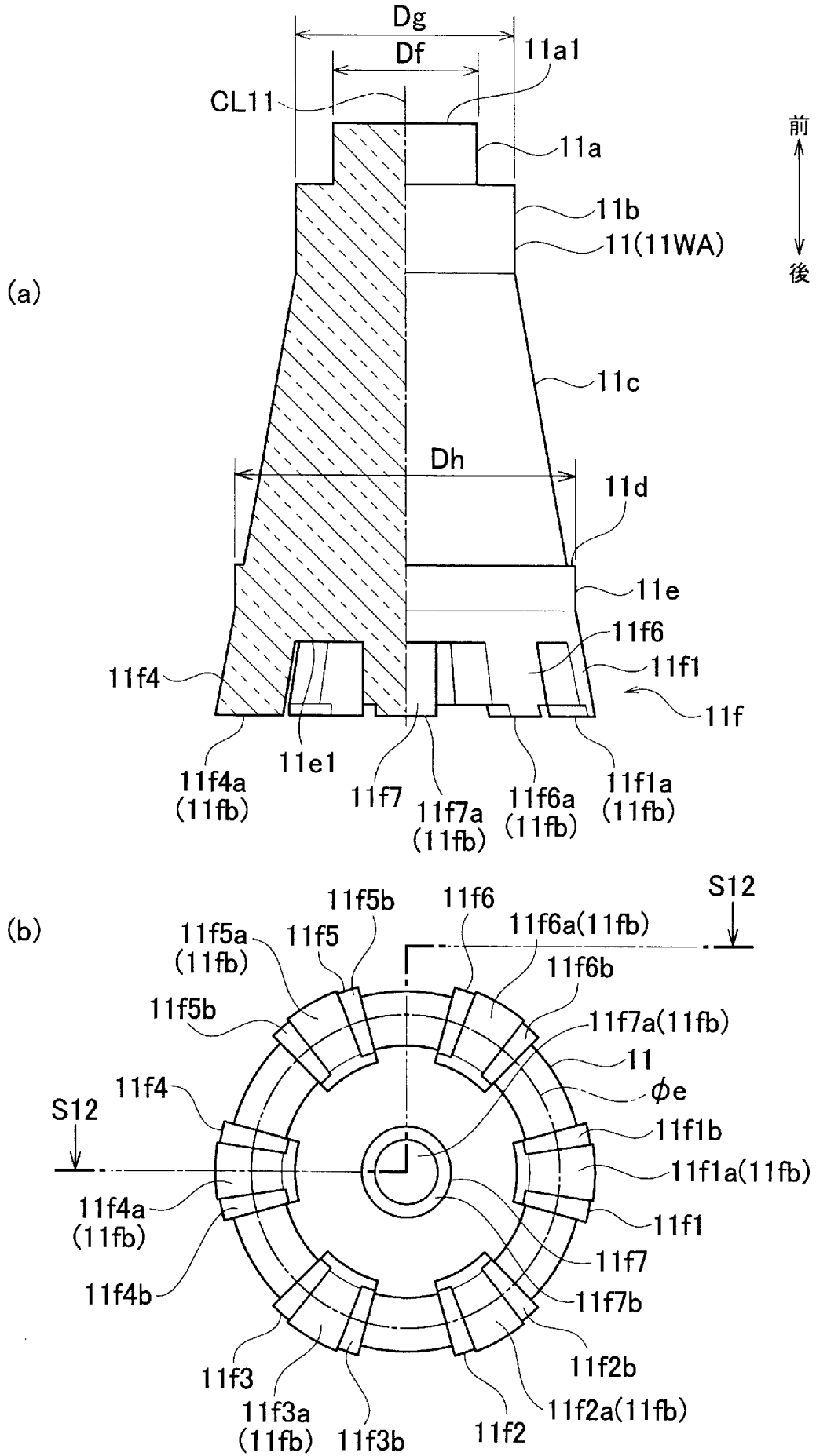
[図9]



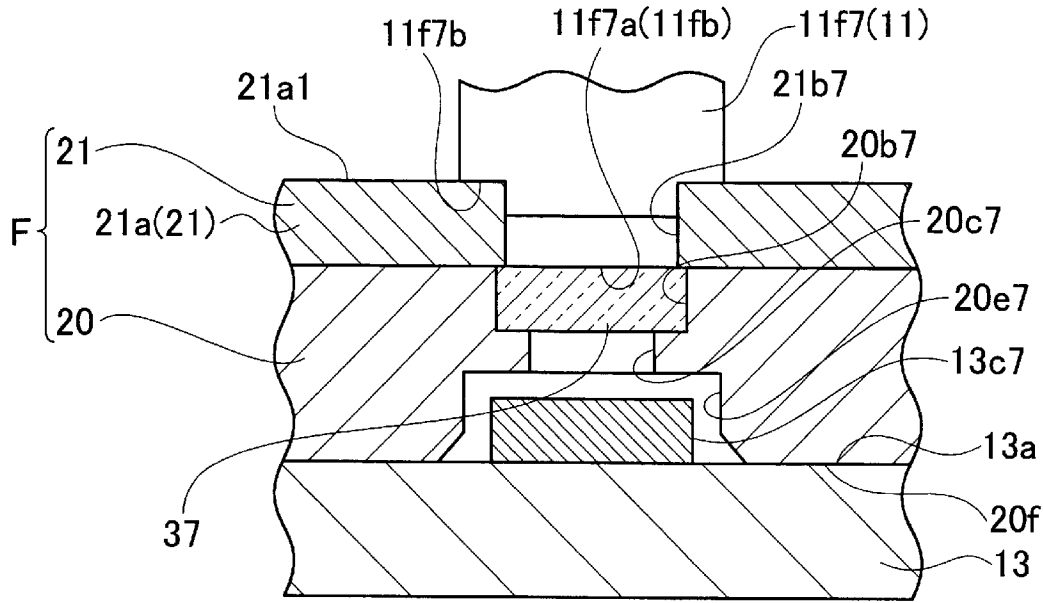
[図11]



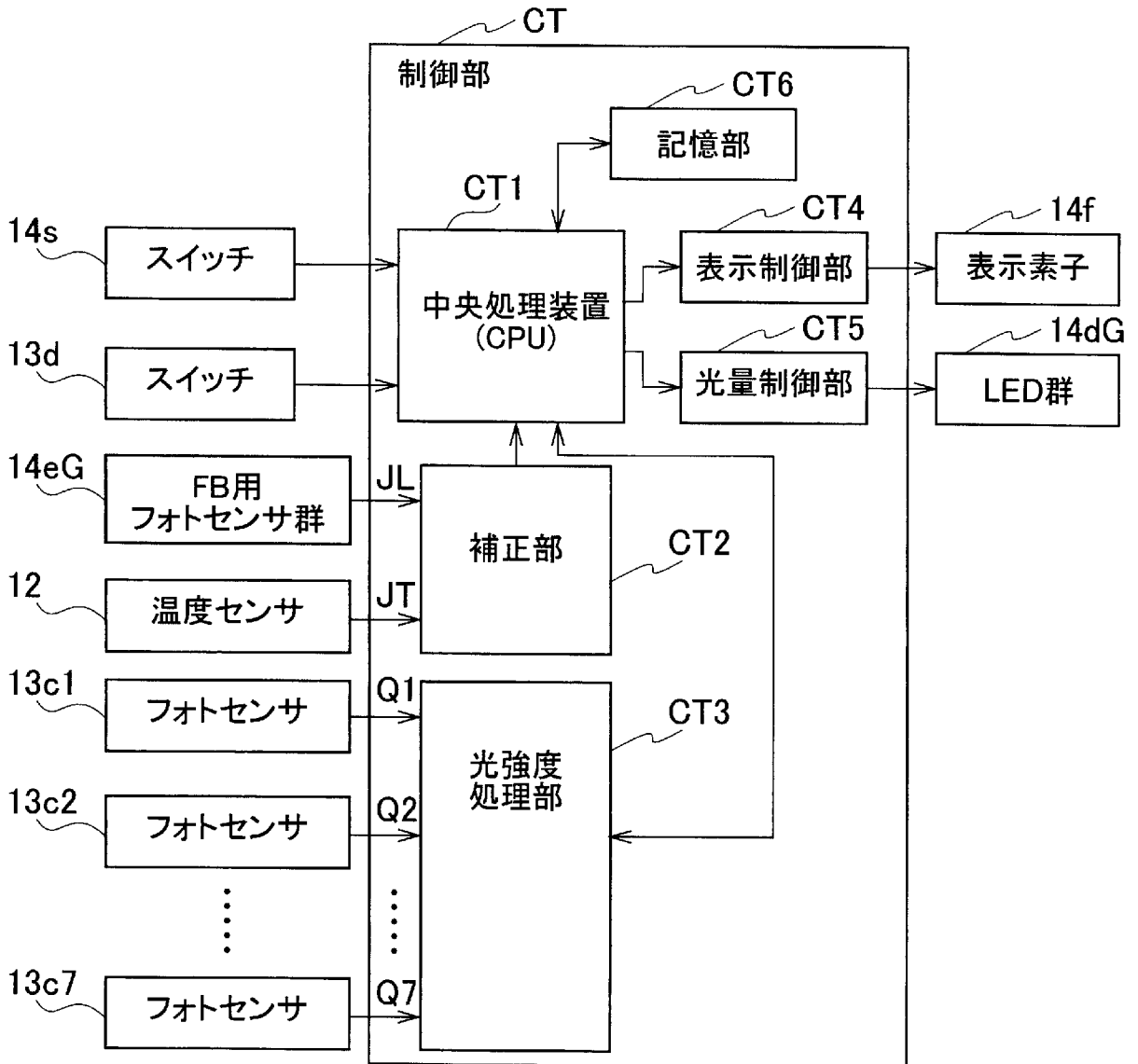
[図12]



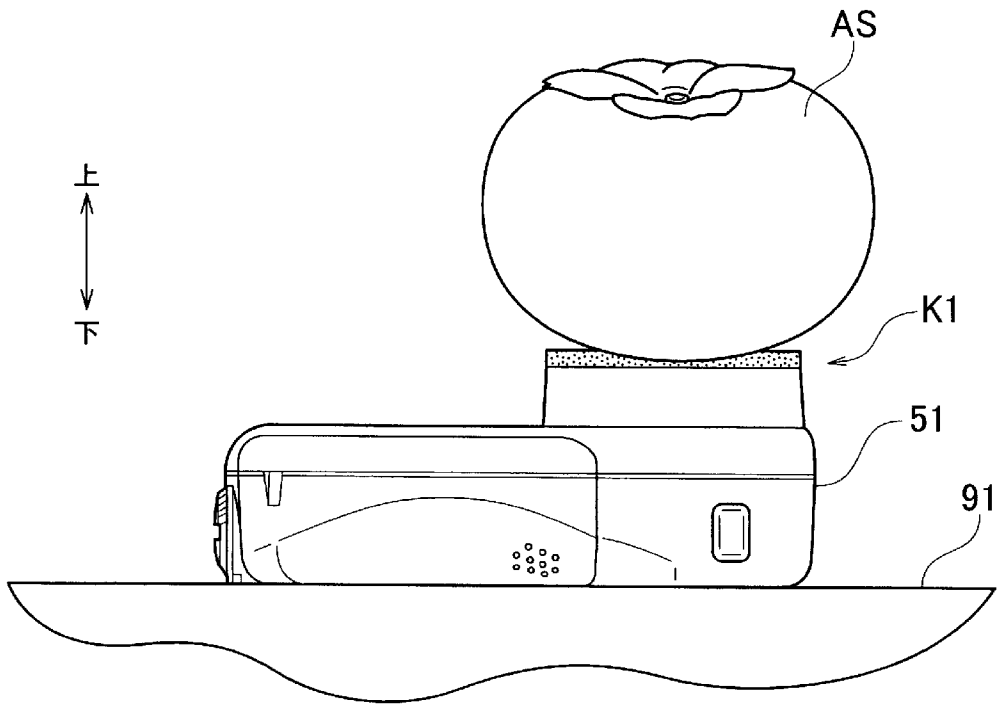
[図13]



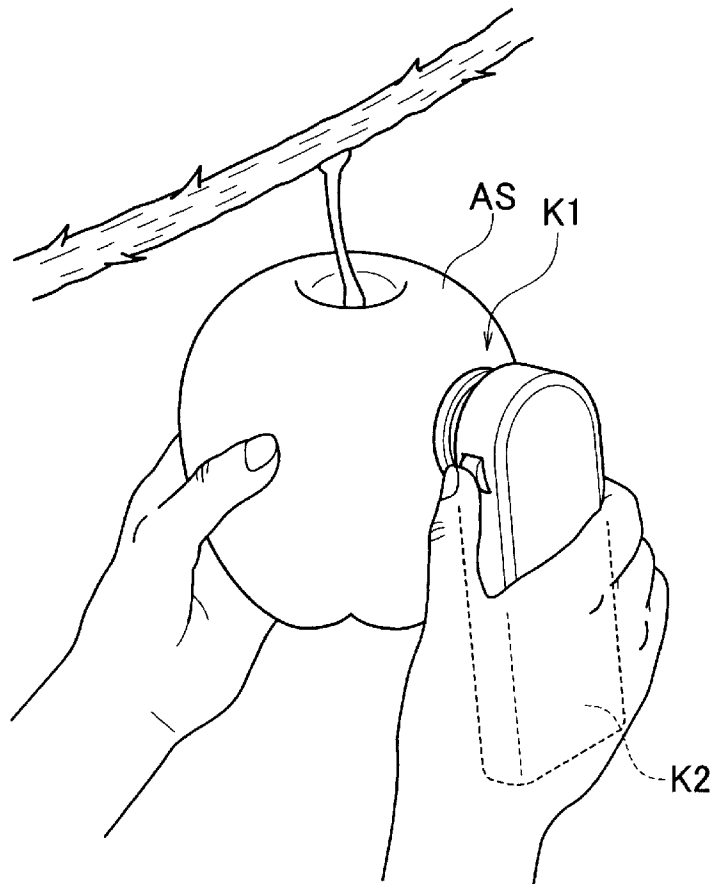
[図14]



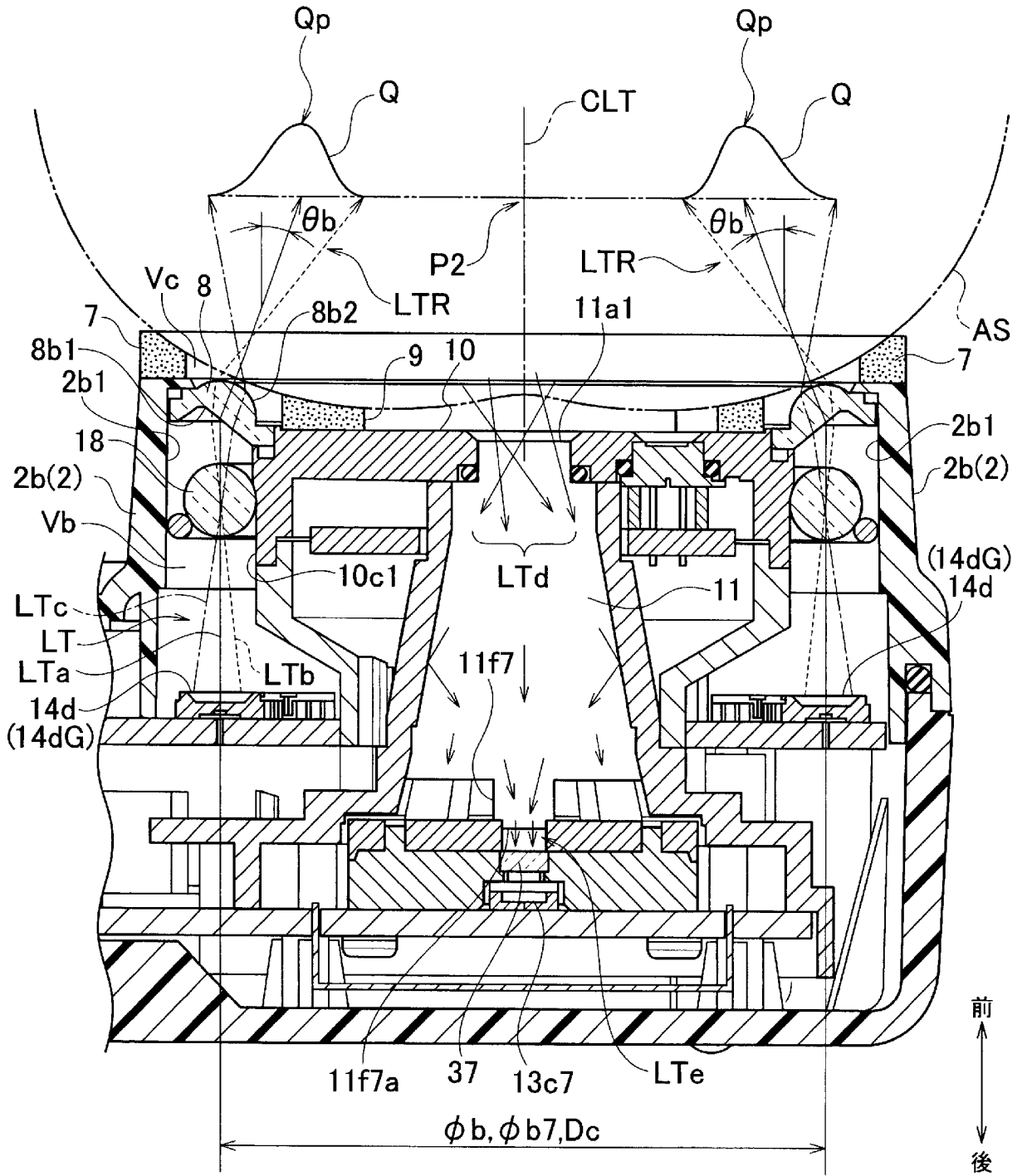
[図15]



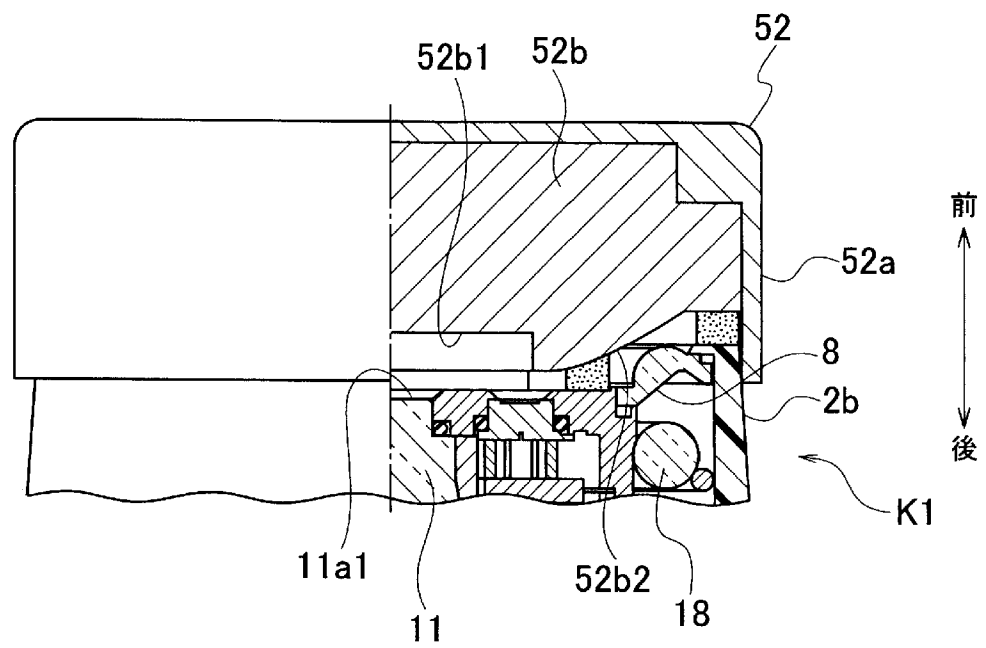
[図16]



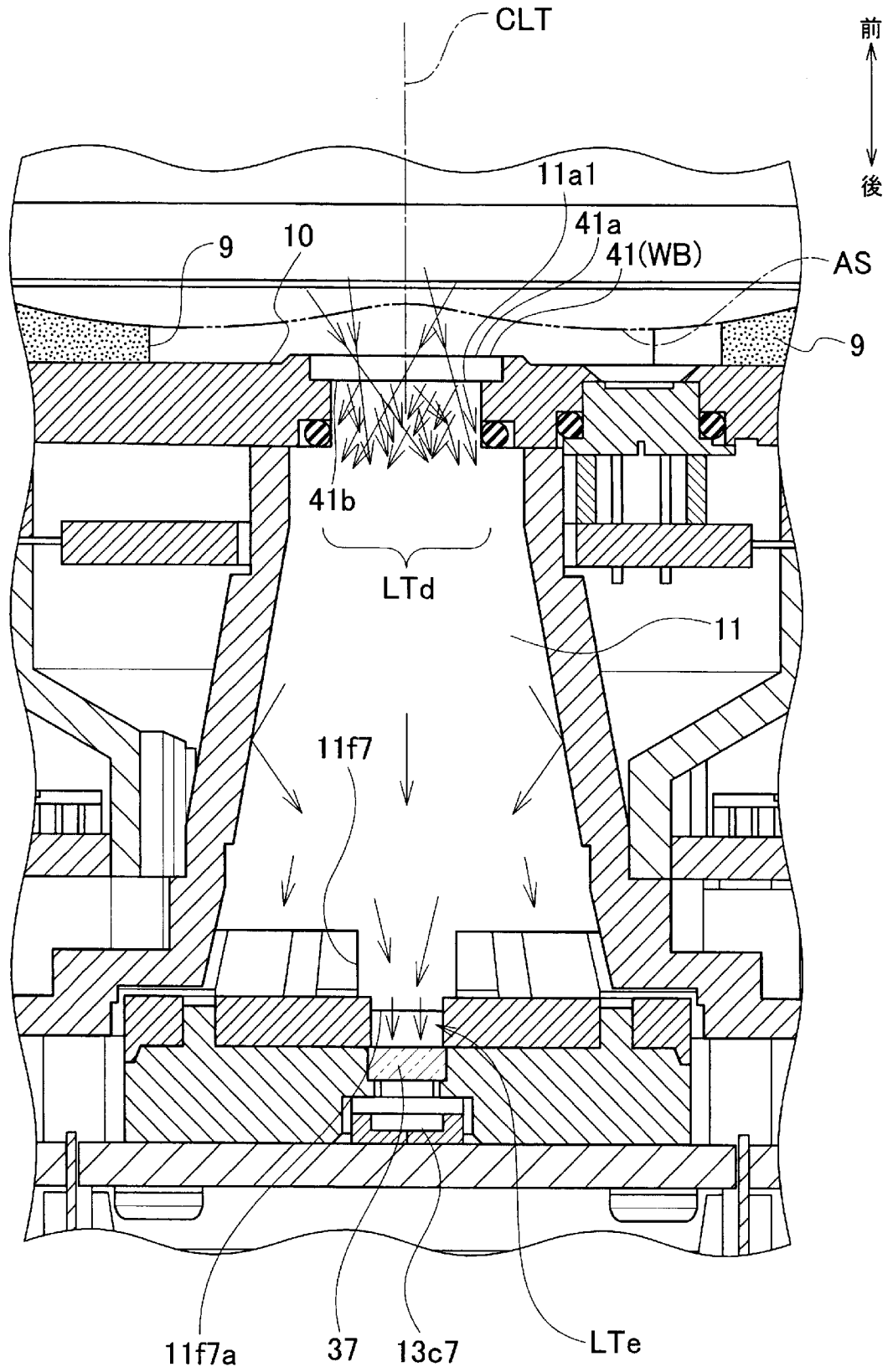
[図17]



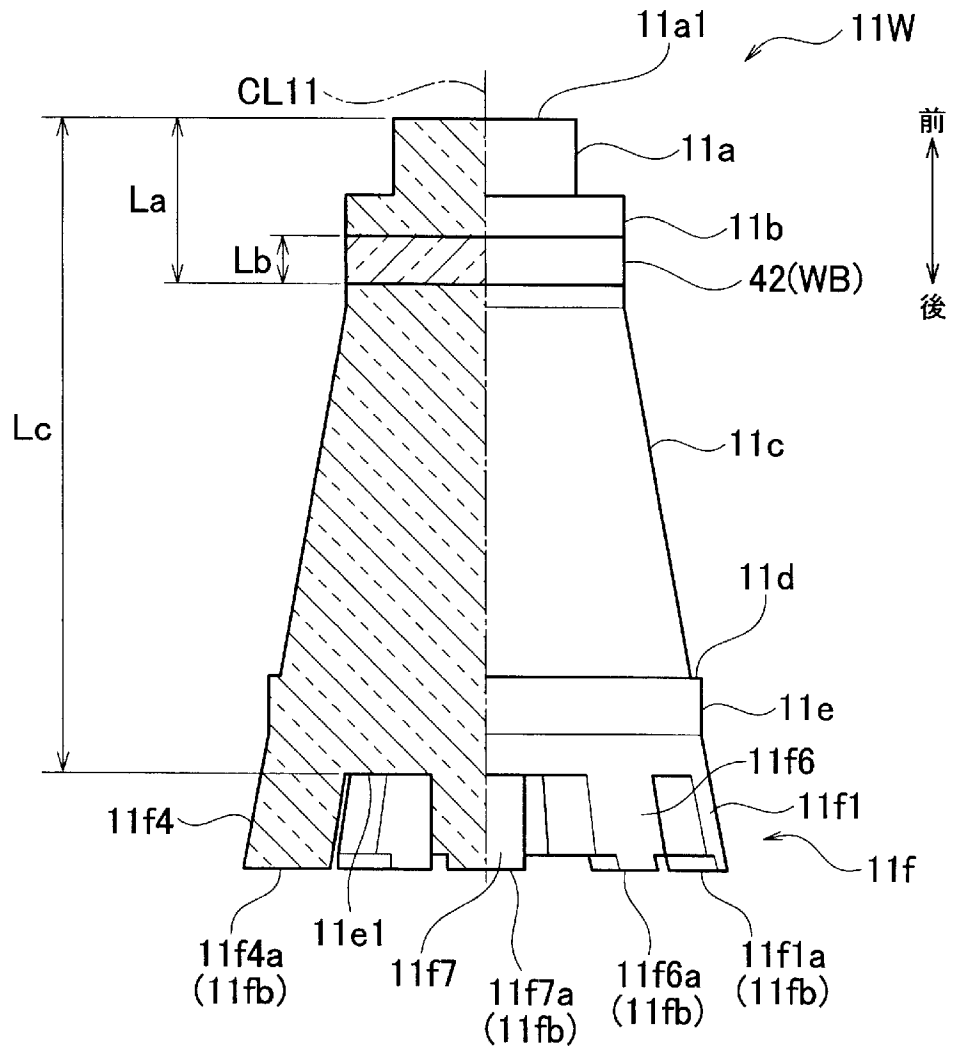
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/001848

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21/359(2014.01)i, G01N21/49(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)
G01N21/00-21/01, G01N21/17-21/61, G01N21/84-21/958, G01J3/00-3/52

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
Japio-GPG/FX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2012/0229809 A1 (PELLENC et al.), 13 September 2012 (13.09.2012), paragraphs [0001] to [0003], [0061] to [0126]; fig. 3 to 21 & WO 2011/027052 A1 & FR 2949861 A1	1-7
Y	US 2015/0021478 A1 (LEE et al.), 22 January 2015 (22.01.2015), paragraphs [0035] to [0044] & KR 10-1348563 B1	1-7
Y	JP 2007-57296 A (Denso Wave Inc.), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0066] to [0070]; fig. 4(b) (Family: none)	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 02 March 2017 (02.03.17)	Date of mailing of the international search report 14 March 2017 (14.03.17)
---------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001848

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/0169421 A1 (EHBETS), 11 September 2003 (11.09.2003), paragraphs [0046] to [0048]; fig. 1 & EP 1314972 A1 & CA 2412589 A1	1-7
A	JP 2011-80959 A (The Graduate School for The Creation of New Photonics Industries), 21 April 2011 (21.04.2011), entire text (Family: none)	1-7
A	JP 2015-108508 A (Chiyoda Electronics Co., Ltd.), 11 June 2015 (11.06.2015), entire text & WO 2013/137145 A1	1-7
A	WO 02/088681 A1 (Hiromu MAEDA), 07 November 2002 (07.11.2002), entire text & US 2004/0130720 A1 entire text & EP 1394531 A1 & CN 1505756 A	1-7
A	US 2004/0149916 A1 (BENEDETTI et al.), 05 August 2004 (05.08.2004), entire text & WO 02/088678 A2	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N21/359(2014.01)i, G01N21/49(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（IPC））

Int.Cl. G01N21/00-21/01, G01N21/17-21/61, G01N21/84-21/958, G01J3/00-3/52

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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）

Japio-GPG/FX

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	US 2012/0229809 A1 (PELENC et al.) 2012.09.13, [0001]-[0003], [0061]-[0126], 図 3-21 & WO 2011/027052 A1 & FR 2949861 A1	1-7
Y	US 2015/0021478 A1 (LEE et al.) 2015.01.22, [0035]-[0044] & KR 10-1348563 B1	1-7
Y	JP 2007-57296 A (株式会社デンソーウェーブ) 2007.03.08, [0066]-[0070], 図 4(b) (ファミリーなし)	1-7

☑ 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

02.03.2017

国際調査報告の発送日

14.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

塚本 丈二

2W

3304

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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	US 2003/0169421 A1 (EHBETS) 2003.09.11, [0046]-[0048], 図 1 & EP 1314972 A1 & CA 2412589 A1	1-7
A	JP 2011-80959 A (学校法人光産業創成大学院大学) 2011.04.21, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2015-108508 A (千代田電子工業株式会社) 2015.06.11, 全文 & WO 2013/137145 A1	1-7
A	WO 02/088681 A1 (前田弘) 2002.11.07, 全文 & US 2004/0130720 A1, 全文 & EP 1394531 A1 & CN 1505756 A	1-7
A	US 2004/0149916 A1 (BENEDETTI et al.) 2004.08.05, 全文 & WO 02/088678 A2	1-7