

(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
2020年3月19日(19.03.2020)



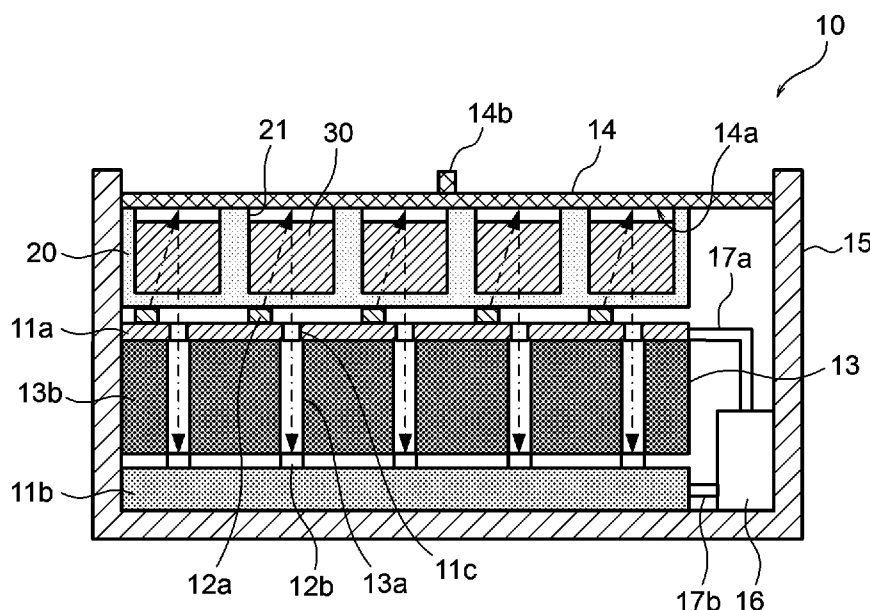
(10) 国際公開番号

WO 2020/054562 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/59 (2006.01) *G01N 21/03* (2006.01) **PORATION**) [JP/JP]; 〒8190395 福岡県福岡市
西区元岡 7 4 4 Fukuoka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/034911 (72) 発明者: 森田 金市(**MORITA Kinichi**); 〒1008150
東京都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 5 号 ウ
シオ電機株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 信二
(**SUZUKI Shinji**); 〒1008150 東京都千代田区丸
(22) 国際出願日: 2019年9月5日(05.09.2019) の内 1 丁目 6 番 5 号 ウシオ電機株式会
(25) 国際出願の言語: 日本語 社内 Tokyo (JP). 興 雄司(**OKI Yuuji**); 〒8190395
(26) 国際公開の言語: 日本語 福岡県福岡市西区元岡 7 4 4 国立大学
(30) 優先権データ: 特願 2018-169741 2018年9月11日(11.09.2018) JP 法人九州大学内 Fukuoka (JP).
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(**USHIO DENKI**
KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京
都千代田区丸の内一丁目 6 番 5 号 Tokyo
(JP). 国立大学法人九州大学(**KYUSHU**
UNIVERSITY, NATIONAL UNIVERSITY COR-
- (74) 代理人: 小 西 恵, 外 (**KONISHI Kay et al.**);
〒1070052 東京都港区赤坂 2 - 2 1
- 8 Tokyo (JP).

(54) Title: MICROPLATE READER

(54) 発明の名称: マイクロプレートリーダー



(57) **Abstract:** Provided is a microplate reader that can be reduced in size and that makes it possible to perform highly precise optical measurement of all of the samples accommodated in the individual wells of a microplate. The microplate reader comprises a plurality of sets of a light projection unit and a light reception unit arranged on one side of a microplate, a reflective member arranged on the opposite side from that of the light projection unit and the light reception unit with the microplate therebetween and used to reflect light transmitted through a sample accommodated in a well from the side of the light projection unit and the light reception unit toward the side of the light projection unit and the light reception unit, and a light guide path for light reception that is arranged between the light projection unit and the light reception unit and

(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, JO, 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))

that guides light reflected by the reflective member and transmitted through the sample toward the light reception unit. The microplate reader is provided with: a light guide section in which a plurality of the light guide paths for light reception are surrounded by a surrounding member comprising a pigment-containing resin that contains a pigment having light absorption properties; and a limiting section that limits an angular component of light entering the light reception units.

(57) 要約: 小型化が可能であり、マイクロプレートの各ウェルに収容された試料全ての光測定を高精度に行うことができるマイクロプレートリーダーが開示される。マイクロプレートリーダーは、マイクロプレートの方の側に配置された投光部および受光部と、マイクロプレートを挟んで投光部および受光部とは反対側に配置され、投光部および受光部側からウェルに収容された試料を通過した光を、投光部および受光部側へ反射させる反射部材と、投光部と受光部との間に配置され、反射部材によって反射され試料を通過した光を受光部へ導光する受光用導光路との組を複数有し、受光用導光路の複数を、光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂によりなる包囲部材により包囲した導光部と、受光部に入射する光の角度成分を制限する制限部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： マイクロプレートリーダー

技術分野

[0001] 本発明は、マイクロプレートのウェルに收容された試料に対して光学的測定を行うマイクロプレートリーダーに関する。

背景技術

[0002] 従来、例えばアクリル、ポリエチレン、ポリスチレン、ガラス等からなり、多数の窪み（ウェル）が設けられた平板状のマイクロプレートを用いて、試薬の分離、合成、抽出、分析、細胞培養などが行われている。例えば、抗体が固定された各ウェルに抗原を含む試薬を注入することにより発生する抗体抗原反応（酵素免疫反応）に関する測定（例えば、E L I S A（Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay）法による測定）が、マイクロプレートを用いて行われる。

マイクロプレートの各ウェルに收容された試料に対しては、例えば、当該試料の光学的性質が測定される。この測定は、上記試料に対して光学的測定を行う測定装置であるマイクロプレートリーダーによって行われる。マイクロプレートリーダーは、例えば、吸光、蛍光、化学発光、蛍光偏光等の光学的性質を測定可能である。

[0003] 従来のマイクロプレートリーダーとして、例えば特許文献１（特開２０１４－４１１２１号公報）に記載の技術がある。特許文献１（特開２０１４－４１１２１号公報）に記載のマイクロプレートリーダーは、試料に対して光照射を行ったり、光照射された試料からの発光を観測し光測定を行ったりするための光学的測定／検出装置（測定ヘッド）を有する。測定ヘッドからマイクロプレートへの光照射は、マイクロプレートの各ウェルの下方向から行われ、測定ヘッドは、各ウェルの上方へ放出される観測光を測定する。測定ヘッドは固定されており、マイクロプレートは、マイクロプレートリーダーの駆動機構により、測定ヘッドの検出軸（マイクロプレートに垂直な方向の

軸（Z軸））にウェルが位置するように、2次元方向（X方向、Y方向）に走査される。

[0004] また、特許文献2（特開2009-103480号公報）には、携帯可能な程度に小型化されたマイクロプレートリーダーが開示されている。特許文献2（特開2009-103480号公報）に記載のマイクロプレートリーダーは、8つのウェルが一行に配置された8連のマイクロプレートを挿入可能な空間を有し、当該空間内をマイクロプレートがスライド可能に構成されている。このマイクロプレートリーダーは、上記空間の上部かつ、マイクロプレートのウェル上面に対向する位置から、当該ウェルに保持される試料へ光が照射される構成を有する。また、上記空間の下部には、上記試料から放出される光を検出するフォトダイオードが設けられている。マイクロプレートリーダーは、マイクロプレートを上記空間内においてスライドさせながら光測定を行う。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-41121号公報

特許文献2：特開2009-103480号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献1（特開2014-41121号公報）に記載されたマイクロプレートリーダーは、1回の光測定毎に都度、マイクロプレートを走査させるための駆動機構が必須となり、装置自体が大がかりとなる。

そのため、ライフサイエンス分野におけるポイントオブケア（POCT）検査のような分野で要請される装置の小型化への対応は難しい。

[0007] また、上記特許文献2（特開2009-103480号公報）に記載されたマイクロプレートリーダーは、携帯可能な程度に小型化されてはいるが、

マイクロプレートを挿入する空間に対して外光がノイズ光として入射するおそれがあり、各ウェルに收容されている試料の光測定を高精度に行うことができない。

[0008] そこで、本発明は、小型化が可能であり、マイクロプレートの各ウェルに收容された試料全ての光測定を高精度に行うことができるマイクロプレートリーダーを提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明に係るマイクロプレートリーダーの一態様は、筐体と、前記筐体内において、配置される複数のウェルを有するマイクロプレート的一方の側に配置され、前記マイクロプレートの1つのウェルに対応した投光部と、前記マイクロプレートの前記一方の側に配置され、前記マイクロプレートの1つのウェルに対応した受光部と、前記マイクロプレートを挟んで前記投光部および前記受光部とは反対側に配置され、前記投光部および前記受光部側から前記ウェルに收容された試料を通過した光を、前記投光部および前記受光部側へ反射させる反射部材と、前記投光部と前記受光部との間に配置され、前記反射部材によって反射され前記試料を通過した光を前記受光部へ導光する受光用導光路と、を備え、1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組が複数設けられていて、前記受光用導光路の複数を、光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂によりなる包囲部材により包囲した導光部と、前記受光部に入射する光の角度成分を制限する制限部と、をさらに備える。

[0010] このように、1つのウェルに投光部と受光部と受光用導光路とが対応して設けられており、投光部と受光部と受光用導光路との組が複数設けられている。そして、受光用導光路の複数を、外光や散乱光を吸収可能な顔料含有樹脂により包囲した導光部をさらに備える。したがって、外光や散乱光等が迷光（ノイズ光）となって受光部に入射されることを抑制することができる。そのため、迷光の多重散乱等に対応した複雑な光学系が不要となり、光学系を小型化することができる。また、受光部に入射する光の角度成分を制限す

る制限部を備えるため、適切に上記迷光による測定誤差を低減することができる。したがって、高精度な測定が可能となる。

[0011] また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組は、少なくとも前記マイクロプレートのウェルの数だけ設けられていてもよい。

この場合、マイクロプレートの各ウェルに収容される試料の全ての光測定をほぼ同時に行うことが可能となり、測定時間を短縮することができる。また、従来のようなマイクロプレートを走査させるための複雑な駆動機構等が不要であるため、小型化を実現することができる。

[0012] さらに、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組は、前記マイクロプレートのウェルの数より少なく、前記マイクロプレートの全てのウェルに対応するように、前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組に対して、前記マイクロプレートを相対的に逐次移動させる移動機構を有していてもよい。

この場合、投光部と受光部と受光用導光路との組をマイクロプレートの全てのウェルに対応させて設ける必要がなく、大幅に小型化することができる。また、投光部と受光部と受光用導光路との組に対してマイクロプレートを相対的に逐次移動させることで、マイクロプレートの各ウェルに収容される試料の全ての光測定を行うことが可能である。

[0013] また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組は、前記マイクロプレートの一つの辺のウェルの数だけ設けられており、前記移動機構は、前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組に対して、前記マイクロプレートを、前記一つの辺に直交する方向にのみ相対的に逐次移動させてもよい。

この場合、移動機構による移動を1軸方向のみの移動とすることができる。そのため、移動機構の構造を簡略化することができ、安価に構成すること

ができる。また、薄型化を実現することができるので、例えばインキュベータ内の培養空間などの限られた空間内にも設置することが可能となる。

[0014] また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、複数の前記投光部が設けられた投光用基板と、前記投光用基板に前記マイクロプレートの1つのウェルに対応して少なくとも前記マイクロプレートのウェルの数だけ設けられ、前記反射部材によって反射され前記試料を通過した光を通過させ、前記受光用導光路へ入射させるアパーチャ部と、をさらに備え、前記制限部は、前記受光用導光路の光入射端の開口よりも小さい前記アパーチャ部であってよい。

このように、反射部材によって反射され試料を通過した光を受光用導光路へ入射させるためのアパーチャ部を、受光用導光路の光入射端の開口よりも小さくすることで、受光用導光路へ入射される光の角度成分を制限することができる。したがって、受光部に入射する光の角度成分を制限することができる、高精度な測定結果を得ることができる。

[0015] さらに、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記制限部は、前記マイクロプレートに対向する面において、前記受光用導光路の形成位置に応じて選択的に設けられた前記反射部材であってよい。

この場合、1つのウェルを通過して反射部材に到達した光の一部を反射させないようにして、結果的に受光部に入射する光の角度成分を制限することができる。つまり、1つのウェルを通過して反射部材に到達した光の一部が当該ウェルに隣接する他のウェルに入射することを抑制することが可能となる。したがって、高精度な測定結果を得ることができる。

[0016] また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記反射部材は、1枚の基板上に選択的に設けられ、前記基板の前記反射部材が設けられていない領域の少なくとも一部にARコーティング処理が施されていてもよい。あるいは、前記基板の前記反射部材が設けられていない領域の少なくとも一部に光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂よりなる光吸収部材を設けても良い。

この場合、反射部材が設けられていない領域において光反射が生じることが適切に抑制することができる。したがって、反射部材が設けられていない領域において反射された光が測定結果に悪影響を及ぼすことを抑制することができる。

[0017] さらに、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記制限部は、前記投光部から放出される光を集光する集光レンズであってよい。

この場合、投光部から放出される光の広がりを集光レンズによって狭めることができ、結果的に受光部に入射する光の角度成分を制限することができる。つまり、1つのウェルを通過して反射部材に到達した光の一部が当該ウェルに隣接する他のウェルに入射することを抑制することが可能となる。したがって、高精度な測定結果を得ることができる。

[0018] また、上記のマイクロプレートリーダーは、前記受光部の上方に前記導光部が配置され、前記導光部の上方に前記投光部が配置され、前記投光部の上方に配置された前記マイクロプレートの上方に、前記反射部材が配置されていてもよい。

このように、マイクロプレートリーダーは、受光部の上に導光部を配置し、導光部の上に投光部を配置し、投光部の上にマイクロプレートを配置し、マイクロプレートの上に反射部材を配置する構造とすることができる。この場合、投光部、受光部および導光部を筐体内に固定しておき、試料を収容したマイクロプレートを投光部上に載置し、マイクロプレートの上方を反射部材で覆うようにすればよい。したがって、セッティングが容易なマイクロプレートリーダーとすることができる。

[0019] さらにまた、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、複数の前記投光部への給電回路を有し、前記投光部が電氣的に接続された投光用基板と、複数の前記受光部への給電回路を有し、前記受光部が電氣的に接続された受光用基板と、前記投光用基板に前記マイクロプレートの1つのウェルに対応して少なくとも前記マイクロプレートのウェルの数だけ設けられ、前記反射部材によって反射され前記試料を通過した光を通過させ、前記受光用導光路へ

入射させるアパーチャ部と、をさらに備えてもよい。

この場合、複数の投光部への電力供給を、配線パターンが形成された1枚のプリント基板によって実現することができる。同様に、複数の受光部への電力供給を、配線パターンが形成された1枚のプリント基板によって実現することができる。したがって、マイクロプレートリーダーの小型化が図れる。

[0020] また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記投光部は、発光ダイオードであってもよい。発光ダイオード（LED）は小型であるため、投光部を適切に各ウェルに1つずつ対応させて設置することが可能である。また、LEDは比較的安価であるため、マイクロプレートリーダーを低コストで実現することができる。

さらに、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記受光部は、受光センサであってもよい。この場合、受光部をカラーセンサとすることが可能であり、容易に測定データを得ることができる。

また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記受光部は、光ファイバであってもよい。この場合、複数の光ファイバによって導光された光を画像センサにより取り込み、画像データとして光測定データを取得することもできる。この場合、全ウェルに対応した光測定データを一括して同時にデータ処理することが可能となる。

[0021] さらに、上記のマイクロプレートリーダーは、前記受光用導光路の少なくとも一部に、前記顔料含有樹脂を構成する光透過特性を有する樹脂が充填されているともよい。

この場合、導光路と包囲部材との界面における光の反射や散乱を抑制することができる。したがって、より効果的に迷光による測定誤差を抑制することができる。

[0022] さらに、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記受光用導光路は、光透過特性を有する樹脂からなり、平坦部とこの平坦部から柱状に伸びる柱状部材とからなるように構成してもよい。

このように構成することで、平坦部から入射する光の散乱を抑制することができる。

また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記平坦部と前記柱状部材との接続部分に、当該接続部分側の径が前記柱状部材の先端部分側の径よりも大きくなるように段差部が設けられていてもよい。

このように構成することで、外光の影響を抑制することができる。

[0023] また、本発明に係るマイクロプレートリーダーユニットの一態様は、マイクロプレートの1つのウェルにそれぞれ対応した投光部および受光部と、前記投光部から放出され、対応する前記ウェルが収容する試料を通過した光が折り返されて再び前記試料を通過した光を、前記受光部へ導光する受光用導光路と、前記受光用導光路を、光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂により包囲する包囲部材と、を有する導光部と、前記受光部に入射する光の角度成分を制限する制限部と、を備える。

これにより、小型化が可能であり、マイクロプレートの各ウェルに収容された試料全ての光測定を短時間で高精度に行うことができるマイクロプレートリーダーを構成することができる。

[0024] さらに、上記のマイクロプレートリーダーユニットにおいて、前記受光用導光路は、光透過特性を有する樹脂からなり、平坦部とこの平坦部から柱状に伸びる柱状部材とからなるように構成してもよい。

このように構成することで、平坦部から入射する光の散乱を抑制することができる。

また、上記のマイクロプレートリーダーユニットにおいて、前記平坦部と前記柱状部材との接続部分に、当該接続部分側の径が前記柱状部材の先端部分側の径よりも大きくなるように段差部が設けられていてもよい。

このように構成することで、外光の影響を抑制することができる。

発明の効果

[0025] 本発明のマイクロプレートリーダーは、小型化が可能であり、マイクロプレートの各ウェルに収容された試料全ての光測定を高精度に行うことができ

る。

上記した本発明の目的、態様及び効果並びに上記されなかった本発明の目的、態様及び効果は、当業者であれば添付図面及び請求の範囲の記載を参照することにより下記の発明を実施するための形態（発明の詳細な説明）から理解できるであろう。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本実施形態におけるマイクロプレートリーダーの概略構成図である。

[図2]図2は、マイクロプレートリーダーの主要部の分解斜視図である。

[図3]図3は、光源およびセンサの電源ラインの一例である。

[図4]図4は、導光路に侵入する外光について説明する図である。

[図5]図5は、マイクロプレートリーダーのセッティング方法を説明する図である。

[図6]図6は、マイクロプレートリーダーのセッティング方法を説明する図である。

[図7]図7は、マイクロプレートリーダーのセッティング方法を説明する図である。

[図8]図8は、外光の影響を説明する図である。

[図9]図9は、ミラープレートの別の例を示す図である。

[図10]図10は、ミラープレートの別の例を示す図である。

[図11]図11は、ミラープレートの別の例を示す図である。

[図12]図12は、測定データを一括処理するための構成を示す図である。

[図13]図13は、マイクロプレートリーダーユニットの構成を示す図である。

[図14]図14は、マイクロプレートリーダーユニットの配置例である。

[図15]図15は、マイクロプレートリーダーユニットの別の例である。

[図16]図16は、96ウェルのマイクロプレートの測定例である。

[図17]図17は、6ウェルのマイクロプレートの測定例である。

[図18]図 1 8 は、マイクロプレートの別の例を示す図である。

[図19]図 1 9 は、集光レンズを用いたマイクロプレートリーダーの概略構成図である。

[図20A]図 2 0 A は、導光プレート部の製造工程例を示す図である。

[図20B]図 2 0 B は、導光プレート部の製造工程例を示す図である。

[図20C]図 2 0 C は、導光プレート部の製造工程例を示す図である。

[図20D]図 2 0 D は、導光プレート部の不具合を示す図である。

[図21A]図 2 1 A は、導光プレート部の別の製造工程例を示す図である。

[図21B]図 2 1 B は、平坦部と柱状部材とからなる導光プレート部を示す図である。

[図22A]図 2 2 A は、導光プレート部の別の製造工程例を示す図である。

[図22B]図 2 2 B は、段差部を有する導光プレート部を示す図である。

[図23]図 2 3 は、スキャン式のマイクロプレートリーダーの一例である。

[図24]図 2 4 は、スキャン式のマイクロプレートリーダーの要部を示す図である。

[図25]図 2 5 は、スキャン式のマイクロプレートリーダーの別の例である。

[図26A]図 2 6 A は、1 回目の光測定時のマイクロプレートの位置を示す図である。

[図26B]図 2 6 B は、2 回目の光測定時のマイクロプレートの位置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

(第一の実施形態)

図 1 は、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー 1 0 の概略構成図である。また、図 2 は、マイクロプレートリーダー 1 0 の主要部の構成を示す分解斜視図である。

マイクロプレートリーダー 1 0 は、投光用基板 1 1 a と、測定用基板 1 1 b と、複数の光源（投光部） 1 2 a と、複数の受光センサ（受光部） 1 2 b

と、導光プレート部（導光部）１３と、ミラープレート（反射部材）１４と、筐体１５と、電源部１６と、給電ケーブル１７ａ、１７ｂと、を備える。

[0028] 投光用基板１１ａ、測定用基板１１ｂ、複数の光源１２ａ、複数の受光センサ１２ｂ、導光プレート部１３、電源部１６および給電ケーブル１７ａ、１７ｂは、上方に開口部を有する筐体１５内に配置され、固定されている。本実施形態におけるマイクロプレートリーダー１０は、図２に示すように、測定用基板１１ｂに複数の受光センサ１２ｂが設けられ、当該測定用基板１１ｂの上に導光プレート部１３が設けられ、導光プレート部１３の上に投光用基板１１ａが設けられている。投光用基板１１ａには、複数の光源１２ａが設けられている。そして、筐体１５内における投光用基板１１ａの上部にマイクロプレート２０が設置可能に構成されている。

また、マイクロプレートリーダー１０は、導光プレート部１３上に設置されたマイクロプレート２０の上に、ミラープレート１４が配置されるよう構成されている。ミラープレート１４のマイクロプレート２０と対向する面１４ａは、反射面（ミラー面）となっている。ミラープレート１４は、筐体１５の開口部を塞ぎ、マイクロプレート２０の上蓋として機能する。

[0029] （マイクロプレート）

マイクロプレート２０は、例えばアクリル、ポリエチレン、ポリスチレン、ガラス等からなる平板状の部材である。図２に示すように、マイクロプレート２０は、例えば長形状の平板であり、表面に多数のウェル２１が設けられている。ウェル２１の形状は、例えば平底を有する円柱形状である。また、ウェル２１の数は、６個、２４個、９６個、３８４個、１５３６個等であり、容量は数μリットル～数ｍリットルである。図２に示すマイクロプレート２０は、８×１２の９６ウェルのマイクロプレートである。

[0030] （投光部および受光部）

光源１２ａは、光を放出する投光部であり、投光用基板１１ａの一方の表面（上部表面）に配置される。受光センサ１２ｂは、光を受光する受光部であり、測定用基板１１ｂの一方の表面（上部表面）に配置される。光源１２

aは、例えば発光ダイオード（LED）であり、受光センサ12bは、例えばRGBカラーセンサである。光源12aは、例えばチップLED（表面実装型LED）とすることができる。この場合、1つの光源12aは、複数の発光部（発光点）を有するチップLEDを含む。

マイクロプレートリーダー10は、光源12aおよび受光センサ12bを、それぞれマイクロプレート20のウェル21と同じ数だけ備える。つまり、マイクロプレート20の1つのウェル21に対し、1つの光源12aおよび1つの受光センサ12bが対応して設けられている。例えば図2に示すように、マイクロプレート20のウェル21が96個ある場合、投光用基板11aには96個の光源12aが設けられ、測定用基板11bには96個の受光センサ12bが設けられる。

[0031] （投光用基板および測定用基板）

投光用基板11aは、光源12aが接続される光源用電源ラインを有する。複数の光源12aは、投光用基板11aに設けられた光源用電源ラインに接続され、光源用電源ラインから電力を得ている。投光用基板11aの光源用電源ラインには、電源部16から給電ケーブル17aを介して電力が供給される。

同様に、測定用基板11bは、受光センサ12bが接続されるセンサ用電源ラインを有する。複数の受光センサ12bは、測定用基板11bに設けられたセンサ用電源ラインに接続され、センサ用電源ラインから電力を得ている。測定用基板11bのセンサ用電源ラインには、電源部16から給電ケーブル17bを介して電力が供給される。

[0032] 複数の光源12aは、例えば図3に示すように、光源用電源ラインに対し並列に接続されている。また、同様に複数の受光センサ12bは、例えば図3に示すように、センサ用電源ラインに対し並列に接続されている。

光源12aおよび受光センサ12bに接続される給電用の配線部は、それぞれ2つである。そのため、本実施形態のように投光部および受光部がそれぞれ96個設けられる場合は、384個の配線が必要となる。このように膨

大な配線をコンパクトにまとめるために、投光用基板 1 1 a および測定用基板 1 1 b は、上記配線のパターン（給電回路）が形成されたプリント基板として構成される。なお、測定用基板 1 1 b には、受光センサ 1 2 b への給電回路のみならず、センサ出力回路やセンサ出力の外部への通信回路等が設けられていてもよい。

[0033] また、投光用基板 1 1 a には、光源 1 2 a と同じ数のアパーチャ部 1 1 c が設けられている。アパーチャ部 1 1 c は、光源 1 2 a から放出され、ウェル 2 1 に收容された試料 3 0 等を通過して後述するミラープレートにより反射され、再度試料 3 0 等を通過して放出される光を通過させることができる。

アパーチャ部 1 1 c は、投光用基板 1 1 a が導光プレート部 1 3 上に載置された場合に、アパーチャ部 1 1 c の光出射端が、導光プレート部 1 3 の後述する受光用導光路 1 3 a の光入射端に対応する位置に配置されるように、投光用基板 1 1 a に設けられている。また、このアパーチャ部 1 1 c は、投光用基板 1 1 a 上にマイクロプレート 2 0 が載置された場合に、アパーチャ部 1 1 c の光入射端が、マイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 の底面に対応する位置に配置されるように、投光用基板 1 1 a に設けられている。また、光源 1 2 a は、アパーチャ部 1 1 c に隣接して設けられており、この光源 1 2 a もマイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 の底面に対応する位置に配置される。

さらに、アパーチャ部 1 1 c は、後述する受光用導光路 1 3 a に入射する光の角度成分を制限するために、当該受光用導光路 1 3 a の光入射端の開口よりも小さい径を有する。

[0034] （導光プレート部）

導光プレート部 1 3 は、受光用導光路 1 3 a を備える。受光用導光路 1 3 a は、投光用基板 1 1 a に設けられた光源 1 2 a から放出され、ウェル 2 1 に收容された試料 3 0 等を通過して後述するミラープレートにより反射され、再度試料 3 0 等を通過して放出される光を受光センサ 1 2 b に導光する。

本実施形態では、受光用導光路 13 a は、導光プレート部 13 自体が小型になるように、鉛直方向に配置された直線光路となっている。

導光プレート部 13 は、受光用導光路 13 a を、マイクロプレート 20 のウェル 21 と同じ数だけ備える。つまり、マイクロプレート 20 の 1 つのウェル 21 に対し、1 つの受光用導光路 13 a が対応して設けられる。例えば図 2 に示すように、マイクロプレート 20 のウェル 21 が 96 個ある場合、導光プレート部 13 は、96 個の受光用導光路 13 a を備える。

[0035] 受光用導光路 13 a は、当該受光用導光路 13 a の光出射端が、測定用基板 11 b に設けられた受光センサ 12 b に対応する位置に配置されるように、導光プレート部 13 に設けられている。また、受光用導光路 13 a は、導光プレート 13 上に投光用基板 11 a が載置された場合に、受光用導光路 13 a の光入射端が、投光用基板 11 a のアパーチャ部 11 c に対応する位置に配置されるように、導光プレート部 13 に設けられている。結果として、受光用導光路 13 a の光入射端は、導光プレート 13 上に設置されたマイクロプレート 20 のウェル 21 の底面に対応する位置に配置される。

すなわち、図示を省略した位置決め手段により、マイクロプレート 20 は、各ウェル 21 の底面が、受光用導光路 13 a の光入射端に対向する位置に位置決めされる。

このように、各ウェル 21 に対応する導光路は、受光用導光路 13 a の 1 本であり、投光用基板 11 a 上の光源 12 a は、アパーチャ部 11 c や受光用導光路 13 a の光軸に隣接して設けることが可能である。そのため、例えば、384 ウェルのマイクロプレートのようにウェル自体が小型である場合であっても、投光部、受光部および導光部を、各ウェル 21 にそれぞれ対応させて配置することができ、適切な光測定が可能である。

[0036] 受光用導光路 13 a は、光源 12 a から放出され、ウェル 21 に収容された試料 30 等を通過してミラープレート 14 により反射され、再度試料 30 等を通過して放出される光に対して透明な樹脂（例えば、シリコン樹脂）により構成される。また、受光用導光路 13 a は、顔料含有樹脂からなる包

囲部材 13b により包囲されている。ここで、顔料含有樹脂は、光透過特性を有する樹脂（例えば、シリコン樹脂）に、迷光を吸収する特性を有する顔料を含有したものである。上記顔料は、例えば、黒色顔料であるカーボンブラック等を採用することができる。

[0037] 本実施形態では、受光用導光路 13a を構成する透明な樹脂と、顔料含有樹脂を構成する光透過性を有する樹脂との材質を同じにする。これにより、両樹脂の界面での反射および散乱が抑制される。また、顔料含有樹脂に入射した迷光は、その顔料含有樹脂で吸収され、受光用導光路 13a にほとんど戻らず、迷光の複雑な多重反射がほとんど発生しない。

図 4 に示すように、受光用導光路 13a に侵入する外光等のノイズ光 L1 のうち、受光用導光路 13a の光軸と同方向に進む成分は非常に少なく、大部分は、受光用導光路 13a と顔料含有樹脂からなる包囲部材 13b との界面から顔料含有樹脂へと入射し、顔料により吸収される。このとき、上記界面での反射は、受光用導光路 13a を構成する透明な樹脂と、包囲部材 13b を構成する顔料含有樹脂との材質を同じとすることにより、発生しない。

[0038] なお、顔料に入射する外光やその散乱光は、当該顔料によりほぼ吸収されるが、わずかながら顔料表面で散乱される。しかしながら、その散乱光は、再度顔料含有樹脂からなる包囲部材 13b へと入射する場合が多く、顔料含有樹脂の顔料により吸収されることになる。

したがって、図 4 に示すように、受光用導光路 13a から取り出される光の大部分は、受光用導光路 13a の光軸に沿った直進光 L1 となる。

[0039] ところで、受光用導光路 13a の断面積や光路長の設定によっては、顔料表面によりわずかながら散乱される散乱光の一部が、受光用導光路 13a の光出射端から放出される場合がある。そのため、受光用導光路 13a の断面積や光路長を適宜設定し、その強度を測定に影響しない程度にまで減衰することが好ましい。

受光用導光路 13a の光入射端の面積が大きくなると、受光用導光路 13

aへ入射する光量は大きくなる。よって、当該光入射端の面積が大きくなると、受光用導光路13aを進む直進光の強度も、受光用導光路13aの光入射端で散乱して光出射端へと散乱光として到達する外光の強度も大きくなる。

[0040] 本発明者らは、受光用導光路13aの光入射端の面積に対する直進光の強度依存性、および外光の強度依存性を調査した。その結果、受光用導光路13aの直径の増加に対する外光の強度の増加量は、測定光の強度の増加量よりも大きいことがわかった。

つまり、受光用導光路13aの光入射端の面積が狭いほど、S/N比が向上することがわかった。具体的には、光入射端から光出射端までの距離(L)に対する、受光用導光路13aの光入射端の面積(A)の平方根の比($\sqrt{A/L}$)が、0.4以下であると、S/N比が十分に高い光測定が可能となることがわかった。

したがって、受光用導光路13aの断面積や光路長は、上記の条件を満たすように設定することが好ましい。これにより、散乱光の光測定への悪影響を適切に抑制することができる。

[0041] (ミラープレート)

ミラープレート14のマイクロプレート20と対向する面14aは、反射面(ミラー面)となっている。そのため、各光源12aから放出され、マイクロプレート20の各ウェル21に収容された試料30を通過した光は、ミラープレート14に到達後、当該ミラープレート14の反射面14aにより反射される。

ミラープレート14の反射面14aにより反射された光は、再度マイクロプレート20の各ウェル21に収容された試料30を通過する。試料30を通過した光は、投光用基板11aに設けられた各アパーチャ部11cと導光プレート部13の各受光用導光路13aとを通過して、各受光センサ12bに入射する。

[0042] 次に、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー10のセッティング

方法について説明する。

図5に示すように、筐体15内部に測定用基板11b、複数の受光センサ12b、導光プレート部13、投光用基板11a、複数の光源12a、電源部16および給電ケーブル17a、17bが固定された状態のマイクロプレートリーダー10に対して、作業者は、図6に示すように、各ウェル21に試料30が収容されたマイクロプレート20を設置する。このとき、マイクロプレート20は、投光用基板11a上に載置される。また、このときマイクロプレート20は、各ウェル21の底面が、投光用基板11aに設けられたアパーチャ部11cを介して受光用導光路13aの光入射端に1つずつ対向する位置に配置するように、位置決めされる。

[0043] 次に、図7に示すように、作業者は、マイクロプレート20上にミラープレート14を設置する。このとき、作業者は、ミラープレート14における反射面14aとは反対の面に設けられた把持部14bを持って、ミラープレート14を、筐体15の開口部を塞ぐようにマイクロプレート20上に設置する。なお、ミラープレート14は、不図示の位置決め部材により上下方向に位置決めがなされるようにしてもよい。

作業者は、ミラープレート14をマイクロプレート20上に設置した後、不図示の電源スイッチ等を操作して、電源部16から給電ケーブル17a、17bを介して各光源12aおよび各受光センサ12bへ電力を供給する。これにより、各光源12aから光が放出される。

[0044] 各光源12aから放出された光は、マイクロプレート20の各ウェル21に収容された試料30を通過してミラープレート14に到達する。そして、ミラープレート14に到達した光は、ミラープレート14の反射面14aによって反射され、再度各ウェル21を通過する。各ウェル21を通過した光は、投光用基板11aのアパーチャ部11cと導光プレート部13の各受光用導光路13aとを通過して受光センサ12bによって受光される。このようにして、試料30の光学特性（例えば、吸光特性）が測定される。

受光センサ12bによる測定結果は、光強度情報として、不図示のデータ

通信部を介して外部装置に送信可能であってもよい。この場合、外部装置は、上記の光強度情報をもとに、試料30の光学特性を測定する。

[0045] 以上説明したように、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー10は、水平配置されるマイクロプレート20の下方に配置され、マイクロプレート20の1つのウェル21に対応した投光部としての光源12aと受光部としての受光センサ12bとからなる組を、マイクロプレート20のウェル21の数だけ有する。また、マイクロプレートリーダー10は、マイクロプレート20の上方に配置され、投光部側からウェル21に収容された試料30を通過した光を、受光部側へ反射させるミラープレート14を備える。

さらに、複数の光源12aは、投光用基板11aに設けられており、投光用基板11aには、光源12aから放出されてウェル21に収容された試料30を通過し、ミラープレート14の反射面14aによって反射されて、再度試料30を通過した光を通過させるアパーチャ部11cが設けられている。このアパーチャ部11cは、マイクロプレート20の1つのウェル21に対応して少なくともマイクロプレート20のウェル21の数だけ設けられており、受光用導光路13aの光入射端の開口よりも小さい径を有する。また、マイクロプレートリーダー10は、投光部と受光部との間に配置され、ミラープレート14の反射面14aによって反射され当該試料30を通過した光を受光センサ12bへ導光する受光用導光路13aと、受光用導光路13aを、それぞれ顔料含有樹脂により包囲する包囲部材13bと、を有する導光プレート部13を備える。

[0046] このように、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー10によれば、マイクロプレート20の各ウェル21全てに対応して、当該ウェル21に収容される試料30に光を照射するための光源12aと、当該試料30から放出される光を計測する受光センサ12bが設けられている。

従来、マイクロプレート20の各ウェル21全てに対応して光源および受光センサを設けるという発想はなく、1回の光測定毎に都度、マイクロプレート20を走査させ、複数回の測定によって全てのウェル21の光測定を行

っていた。そのため、全てのウェル 21 の光測定には時間を要していた。

本実施形態では、従来のように 1 回の光測定毎にマイクロプレート 20 を走査させることなく、1 回の測定でマイクロプレート 20 の各ウェル 21 に収容される試料 30 の全ての光測定をほぼ同時に行うことが可能である。したがって、測定時間を短縮することができる。また、マイクロプレート 20 を走査させるための複雑な駆動機構等が不要であるため、装置サイズを小さくすることが可能である。

[0047] また、マイクロプレートリーダー 10 は、光源 12 a からマイクロプレート 20 の各ウェル 21 に収容された試料 30 へ照射され当該ウェル 21 を通過した光を、再度上記ウェル 21 を通過させて受光センサ 12 b へ導くようなミラープレート 14 を備える。そのため、投光部と受光部とをマイクロプレート 20 を挟んで上下方向に対向配置させる場合と比較して、光路部の長さを短くすることが可能となる。したがって、装置の小型化を実現することができる。

[0048] また、導光プレート部 13 は、透明な樹脂（シリコン樹脂）により構成される受光用導光路 13 a を、外光や散乱光を吸収可能な顔料含有樹脂からなる包囲部材 13 b により包囲した構成を有する。したがって、上記外光や散乱光からのノイズ光（迷光）の影響を抑制することが可能である。

特に、上記透明な樹脂と、顔料含有樹脂との材質を同じにすることにより、両樹脂の界面での反射や散乱を適切に抑制することができる。つまり、顔料含有樹脂に入射した迷光は当該顔料含有樹脂により吸収され導光路に殆ど戻らず、迷光の複雑な多重反射がほとんど発生しない。また、受光用導光路 13 a の断面積や光路長を適宜設定することにより、外光の影響を著しく抑制することもできる。

[0049] すなわち、装置内部に外光が進入したとしても、導光プレート部 13 における受光用導光路 13 a において、外光の影響は著しく減衰される。よって、マイクロプレートリーダー内部の光学系に対して厳密にノイズ光対策を行う必要がなく、また、そのノイズ光対策のために装置自体が大がかりになる

こともない。

以上のようなシリコン樹脂を用いたモノリシックな光学系の技術を、SOT (Silicone Optical Technologies) と呼称する。本実施形態では、SOT構造をマイクロプレートリーダーの光学系に採用することにより、外光（ノイズ光）の影響をほぼ無視することが可能となり、装置の小型化と高精度な光測定とが実現されたマイクロプレートリーダーとすることができる。

[0050] さらに、本実施形態のマイクロプレートリーダー10において、マイクロプレート20は、投光用基板11aの上に配置され、投光用基板11a上の光源12aからの光はマイクロプレート20の底面からウェル21に直接投光される。投光用基板11a（光源12a）が導光プレート部13の下方に配置され、導光プレート部13の上にマイクロプレート20が配置される場合、導光プレート部13において、光源12aから放出される光をマイクロプレート20のウェル21へ導くための投光用導光路が必要となる。しかしながら、本実施形態においては、導光プレート部13は、受光用導光路13aのみを備えればよい。そして、その受光用導光路13aは、鉛直方向に配置された直線光路とすることが可能である。

このように、本実施形態のマイクロプレートリーダー10は、各ウェル21に対応する導光路を1本のみ備える。また、当該導光路は、鉛直方向に配置された直線光路とすることができ。そのため、投光用基板11a上の光源12aは、アパーチャ部11cや受光用導光路13aの光軸に隣接して設けることが可能となる。したがって、例えば、384ウェルのマイクロプレートのようにウェル自体が小型である場合であっても、適切な光測定が可能である。

[0051] また、投光用基板11aに設けられたアパーチャ部11cは、受光用導光路13aの光入射端の開口よりも小さい径を有する。そのため、受光用導光路13aに入射する光の角度成分を制限することができる。つまり、受光用導光路13aと包囲部材13bとの界面に入射することなく受光センサ12bへ到達する光の入射角度を制限することができる。このように、本実施形

態のマイクロプレートリーダー１０は、受光センサ１２ｂに入射する光の角度成分を制限する制限部を有する。

したがって、例えば、３８４ウェルのマイクロプレートのようにウェル自体が小型であり、ウェルの中心間距離が短く（例えば４．５ｍｍ）、各ウェルに対応させて複数の光源１２ａを近接させて配置する必要がある場合であっても、迷光の影響を抑制して適切な光測定が可能である。

[0052] また、マイクロプレートリーダー１０は、マイクロプレート２０を配置する筐体１５を備える。筐体１５は、例えば遮光性や断熱性を有する材料により構成することもできる。この場合、マイクロプレート２０の側面から入射する外光の影響や温度の影響を抑制することができる。したがって、マイクロプレート２０の端部に位置するウェル２１の測定データの信頼性を確保することができる。

[0053] 以上のように、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー１０は、ＰＯＣＴ検査等の分野において携帯可能な程度に小型化され、マイクロプレート２０の各ウェル２１に収容された試料３０全ての光測定を短時間で高精度に行うことができる。

[0054] なお、上述した導光プレート部１３の構造により、外光（ノイズ光）の影響はほぼ無視することが可能であるが、更なるノイズ光対策を講じるようにしてもよい。一般に、チップＬＥＤから放出される光は、所定の広がり性を有している。そのため、例えば図８に示すように、光源１２ａから放出され、ウェル２１および試料３０を通過した光の一部Ｌ２１は、ミラープレート１４の反射面１４ａに到達して隣接するウェル２１に入射することが考えられる。この場合、隣接するウェル２１に入射した光成分Ｌ２１の一部は、対応する受光用導光路１３ａを通過してノイズ光として受光センサ１２ｂに到達するおそれがある。光源１２ａから放出される光（信号光）の強度が小さい場合には、微弱なノイズ光であっても測定結果に悪影響を及ぼす可能性が高いため、このようなノイズ光の影響を抑制する必要がある。

[0055] この場合、ウェル２１を通過してきた光が再度当該ウェル２１へのみへ入

射するように、ミラープレート14の反射面14aの領域を制限すればよい。図9は、反射面14a領域を制限したミラープレート14の一例である。

図9では、ミラープレート14の反射面14aは、マイクロプレート20の各ウェル21の上方にそれぞれ制限され、反射面14aの周囲は、非反射面14cとなっている。反射面14aの形状は、例えば図10に示すように円形とすることができる。反射面14aが円形である場合、反射面14aは、ミラープレート14において、円の中心が各ウェル21の中心軸と略同位置となるような位置に設けられる。

[0056] このように、ミラープレート14のマイクロプレート20に対向する面において、反射面14aを受光用導光路13aの形成位置に応じて選択的に設けるようにしてもよい。上記のように反射面14aを制限することにより、光源12aからの広がった光の一部を反射させないようにして、受光センサ12bに入射する光の角度成分を制限することができる。つまり、ミラープレート14に反射面14aと非反射面14cとを設けることで、受光センサ12bに入射する光の角度成分を制限する制限部を実現することができる。これにより、1つのウェル21を通過してミラープレート14に到達した光の一部が上記ウェル21に隣接する他のウェル21に入射することを抑制することが可能となる。したがって、高精度な測定結果が得られる。

なお、ミラープレート14の非反射面14cに光が照射された場合、非反射面14cにおいて僅かながら光反射が生じることもある。このような反射光の強度が測定結果に悪影響を及ぼす可能性がある場合は、非反射面領域に、ウェル21に収容されている試料30を通過して放出される光の波長に対応したAR (Anti-Reflection) コーティングを施してもよい。あるいは、図11に示すように、上記非反射面領域に上記した包囲部材と同様の顔料含有樹脂からなる光吸収部材14dを設けてもよい。

[0057] また、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー10は、上述したように、マイクロプレート20の各ウェル21全てに対して、ほぼ同時に測定データを取得することが可能である。しかしながら、測定データの処理は、

必ずしも同時に行うわけではなく、例えば、1回のデータ処理は8つのウェルに対して行い、これを12回行う場合もある。この場合、データ処理時間がある程度かかってしまう。

[0058] そこで、マイクロプレートリーダー10は、各ウェル21に対応する測定データを、一括して同時に処理することが可能な構造であってもよい。

この場合、図12に示すように、マイクロプレートリーダー10は、各ウェル21に收容される試料30から放出され、受光用導光路13aによって導光される光を、光ファイバ51で受光する構造であってもよい。つまり、受光部として、受光センサ12bの代わりに光ファイバ51の先端（入射端）51aを配置するようにしてもよい。

[0059] 各ウェル21に対応した受光用導光路13aを通過した光を受光する各光ファイバ51は、光出射端側で束ねることができる。この場合、各光ファイバ51を束ねた光ファイバ束から出射される光は、画像センサ52により取り込むことができる。画像センサ52により取り込まれた画像データは、マイクロプレート20の全ウェル21に対応した光測定データであり、当該画像データを演算処理することにより、全ウェル21に対応した光測定データを一括して同時にデータ処理することが可能となる。

[0060] なお、本実施形態においては、マイクロプレートリーダー10は、受光センサ12bからなる受光部の上に導光プレート部13を配置し、導光プレート部13の上に光源12aからなる投光部を配置し、投光部の上にマイクロプレート20を配置し、マイクロプレート20の上にミラープレートを設置する構造である場合について説明した。つまり、上述したマイクロプレートリーダー10は、マイクロプレート20のウェル21の下方から光を照射し、ウェル21を通過した光を当該ウェル21の上方で反射させ、再度ウェル21を通過させてウェル21の底面側で受光する構造である。

しかしながら、マイクロプレート20のウェル21の上方から光を照射し、ウェル21を通過した光を底面側で反射させ、再度ウェル21を通過させてウェル21の上方で受光する構造であってもよい。ただし、上述したよう

にマイクロプレート20のウェル21の底面側から光を照射する構造である方が、マイクロプレート20のセッティングが容易であるため好ましい。

[0061] (第二の実施形態)

次に、本発明における第二の実施形態について説明する。

上述した第一の実施形態では、所定のウェル数(96ウェル)のマイクロプレートに対応したマイクロプレートリーダーについて説明した。第二の実施形態では、ウェル数が異なるマイクロプレートに対応したマイクロプレートリーダーについて説明する。

例えば、マイクロプレートを用いて細胞培養を行い、培養した細胞に対する光測定を行う場合、ウェル数の少ない(例えば、6ウェル)マイクロプレートが使用される。このような異なる種類のマイクロプレートに対応するために、本実施形態では、1つのウェルのみに対応した単位ユニット(マイクロプレートリーダーユニット)を用いる。

[0062] 図13は、マイクロプレートリーダーユニット18の構成例を示す図である。

この図13に示すように、マイクロプレートリーダーユニット18は、光源18aと、受光センサ18bと、単位投光用基板18cと、アパーチャ部18dと、受光用導光路18eと、包囲部材18fと、を備える。ここで、光源18aおよび受光センサ18bは、上述した第一の実施形態における光源12aおよび受光センサ12bと同様である。アパーチャ部18cは、上述した第一の実施形態におけるアパーチャ部11cと同様である。さらに、受光用導光路18eおよび包囲部材18fは、上述した第一の実施形態における導光プレート部13を構成する受光用導光路13aおよび包囲部材13bと同様である。

[0063] マイクロプレートリーダーユニット18は、測定用基板111に対して着脱可能に構成されている。測定用基板111は、上述した第一の実施形態における測定用基板11bと同様の基板の表面に、当該基板に形成された給電回路とマイクロプレートリーダー18の受光センサ18bと電氣的に接続可

能なコネクタ部 112 を備えた構成を有する。

コネクタ部 112 は、例えば 96 ウェルのマイクロプレートの各ウェルに対応する位置にそれぞれ配置されるよう、測定用基板 111 上に 96 個ずつ設けられている。具体的には、コネクタ部 112 は、測定用基板 111 において、例えば図 2 に示す受光センサ 12b に対応する位置にそれぞれ設けられている。マイクロプレートリーダーユニット 18 は、96 ウェルのマイクロプレートの 1 つのウェルに相当する大きさを有し、測定用基板 111 上に、96 ウェルのマイクロプレートの各ウェルにそれぞれ対応して最大 96 個装着可能である。

[0064] ここで、マイクロプレートリーダーユニット 18 が測定用基板 111 上に装着された場合、マイクロプレートリーダーユニット 18 の単位投光用基板 18c は、互いに隣り合う単位投光用基板同士、電氣的に接続可能なように構成されている。これにより、例えば、96 個の単位投光用基板 18c が電氣的に接続されると、図 2 に示す投光用基板 11a と同等の電気回路構成となる。

[0065] 図 14 は、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー 10A の一例を示す図であり、マイクロプレートリーダーユニット 18 を、測定用基板 111 上に複数隣接させて装着した場合の図である。この図 14 に示すように、複数のマイクロプレートリーダーユニット 18 を測定用基板 111 に接続した構造は、図 1 に示す第一の実施形態におけるマイクロプレートリーダー 10 の一部（投光用基板 11a、光源 12a、測定用基板 11b、受光センサ 12b および導光プレート部 13）と同様の構造となる。

したがって、96 個のマイクロプレートリーダーユニット 18 を測定用基板 111 に接続したマイクロプレートリーダー 10A は、図 1 に示す第一の実施形態におけるマイクロプレートリーダー 10 と同様の構造となる。

[0066] なお、図 13 および図 14 では、マイクロプレートリーダーユニット 18 が、1 つのウェル 21 のみに対応した単位ユニットである例を示したが、これに限るものではなく、マイクロプレートリーダーユニット 18 は、複数の

ウェル 21 に対応した単位ユニットでもよい。例えば、マイクロプレートリーダーユニット 18 を 8 つのウェル 21 に対応する単位ユニットとし、96 ウェルのマイクロプレート 20 に対し、12 個の単位導光ユニット部 182 を用いるようにしてもよい。

図 15 は、マイクロプレートリーダーユニット 18 が複数のウェル 21 に対応している例を示している。

[0067] 本実施形態におけるマイクロプレートリーダー 10A は、光測定に使用するマイクロプレート 20 のウェル 21 の数および位置に応じて、マイクロプレートリーダーユニット 18 が適宜配置されてなるものである。

例えば 96 ウェルのマイクロプレート 20 を使用する場合、図 16 に示すように、96 個のマイクロプレートリーダーユニット 18 が、96 個の各ウェル 21 にそれぞれ対応させた位置に配置される。これら 96 個のマイクロプレートリーダーユニット 18 は、測定用基板 111 に形成された配線 60 に接続され、電力が供給可能に構成される。このとき、複数の単位投光用基板 18c が接続されてなる投光用基板にも、同様に電力が供給される。ここで、配線 60 の接続方式は、マルチドロップ接続やデジチェーン接続を用いることができる。

[0068] 一方、6 ウェルのマイクロプレート 20 を使用する場合、図 17 に示すように、6 個のマイクロプレートリーダーユニット 18 が、6 個の各ウェル 21 にそれぞれ対応させた位置に配置される。この場合にも、これら 6 個のマイクロプレートリーダーユニット 18 は、測定用基板 111 に形成された配線 60 に接続され、電力が供給可能に構成される。このとき、複数の単位投光用基板 18c が接続されてなる投光用基板にも、同様に電力が供給される。

なお、図 17 では、1 つのウェル 21 に対して 1 つのマイクロプレートリーダーユニット 18 を配置する場合について説明したが、1 つのウェル 21 に対して複数のマイクロプレートリーダーユニット 18 を配置してもよい。この場合、1 つのウェル 21 に対応する複数のマイクロプレートリーダーユ

ニット 18 の測定データの統計を、当該 1 つのウェル 21 に対する測定データとして採用してもよい。

[0069] 以上説明したように、本実施形態におけるマイクロプレートリーダーユニット 10A は、マイクロプレート 20 のウェル 21 の数および位置に応じて、マイクロプレートリーダーユニット 18 を測定用基板 111 上の必要な位置に必要な数だけ配置する構成を有する。したがって、異なるウェル数のマイクロプレート 20 に対応したマイクロプレートリーダーとすることができる。

[0070] なお、本実施形態においては、マイクロプレートリーダーユニット 18 は、投光部と受光部と導光プレート部とを備える場合について説明したが、投光部を構成する光源 18a および受光部を構成する受光センサ 18b にそれぞれ接続された配線を有する基板までを含むようにしてもよい。この場合、マイクロプレート 20 のウェル 21 の数および位置に対応させてマイクロプレートリーダーユニット 18 を配置した際に、当該ユニットを構成する上記基板が、電源部に接続された給電ケーブルに接続可能な構成であればよい。

[0071] (変形例)

上記各実施形態において、受光用導光路 (13a、18e) を透明な樹脂により構成する場合について説明したが、これら受光用導光路は空洞であってもよい。その場合、受光用導光路とそれを包囲する顔料含有樹脂からなる包囲部材 (13b、18f) との界面における迷光反射の抑制効果は得られないものの、顔料含有樹脂に入射した迷光は当該顔料含有樹脂によって吸収されるので、迷光の複雑な多重反射はある程度抑制される。

[0072] また、上記各実施形態において、マイクロプレート 20 のウェル底面が平板形状である場合について説明した。ウェル底面が平板形状の場合、導光プレート部 13 との接触性が良いため好ましいが、ウェル底面の形状は、必ずしも平板形状でなくてもよい。

例えば図 18 に示すように、マイクロプレート 20 のウェル 22 の底面の形状が球面であってもよい。この場合、受光用導光路 13a の光入射端とウ

エル 2 2 の底面との間には、僅かな間隙が形成されるため、外光が入射するおそれがある。しかしながら、受光用導光路 1 3 a の断面積および光路長を適宜設定することにより、外光の強度は測定結果に影響しない程度にまで減衰させることが可能である。

[0073] さらに、上記各実施形態においては、投光部（光源）と受光部（受光センサ）とを 1 組ずつ個別に駆動可能な構成であってもよい。この場合、マイクロプレートのウェル数および位置に応じて、必要な数および位置の投光部と受光部とを選択的に駆動することもできる。これにより、ウェル数の異なるマイクロプレートに対応したマイクロプレートリーダーとすることができる。

また、上記各実施形態においては、投光部（光源）数、受光部（受光センサ）数とウェル数とは必ずしも一致する必要はなく、投光部数および受光部数よりも少ないウェル数のマイクロプレートを配置することもできる。

また、上記各実施形態においては、必ずしもマイクロプレートを水平配置して、その鉛直方向に投光部と受光部とを配置することに限られるものではなく、例えばマイクロプレートを垂直配置したり、マイクロプレートの斜め方向に投光部と受光部とを配置したりするなど、ウェルに収容されている試料が光測定できる範囲内で適宜変形可能である。

[0074] さらに、上記各実施形態においては、受光センサ 1 2 b に入射する光の角度成分を制限するための制限部として、アパーチャ部 1 1 c の径を受光用導光路 1 3 a の光入射端の径よりも小さくしたり、ミラープレート 1 4 に反射面 1 4 a と非反射面 1 4 c とを設けたりする場合について説明した。しかしながら、上記制限部は、上記に限定されるものではない。

例えば、図 1 9 に示すマイクロプレートリーダー 1 0 B のように、光源 1 2 a に集光レンズ 1 1 d を設けてもよい。なお、図 1 9 において、図 1 に示すマイクロプレートリーダー 1 0 と同一構成を有する部分には、図 1 と同一符号を付している。

[0075] ここで、集光レンズ 1 1 d は、例えば、チップ LED に滴下後、固化させ

た樹脂（例えば、PDMS樹脂）により構成することができる。このように、集光レンズ11dを設けることで、光源12aから放出される光の広がりを制限することができ、結果的に受光センサ12bに入射する光の角度成分を制限することができる。

[0076] なお、受光センサ12bに入射する光の角度成分を制限するための制限部は、上述した投光用基板11aのアパーチャ部11cを用いた制限、ミラープレート14の非反射面14cを用いた制限、および光源12aの集光レンズ11dを用いた制限の少なくとも1つであればよく、これらを適宜組み合わせて用いることもできる。例えば、上記制限部が、ミラープレート14の非反射面14cを用いた制限や、光源12aの集光レンズ11dを用いた制限である場合、投光用基板11aのアパーチャ部11cの径は、受光用導光路13aの光入射端の開口と同等もしくはそれ以上であってもよい。

[0077] なお、前記した導光プレート部13を、透明な樹脂（シリコン樹脂）からなる受光用導光路13aと、この受光用導光路13aを外光や散乱光を吸収可能な顔料含有樹脂からなる包囲部材13bにより包囲する構成とする場合、当該導光プレート部13は例えば以下の手順で製造される。

図20Aに示すように、まず受光用導光路が後に形成される導光路用空洞部13fが設けられた顔料含有樹脂からなる包囲部材を成形する。

次に、図20Bに示すように、この包囲部材13fを定盤40上に設置して前記した導光路用空洞部13fに液体状の透明樹脂13gを注入する。この透明樹脂13gを固化することで、図20Cに示すように、透明な樹脂からなる受光用導光路13aと、顔料含有樹脂からなり前記受光用導光路13aを包囲する包囲部材13bとからなる導光プレート部13が得られる。

[0078] 発明者らがこのような手順で導光プレート部13を製作したところ、以下のような不具合が発生することが判明した。すなわち、前記した導光路用空洞13fに透明樹脂13gを注入して固化する場合、図20Dのように、液体状の透明樹脂13gを注入した際の表面張力等の影響により、受光用導光路13aの先端部（光入射端）13hが必ずしも平坦状とはならない。この

ような場合、例えばこの先端部（光入射端）13hから入射する光の一部は散乱され、受光用導光路13aの光出射端から取り出される光の強度が低下する。

また、液体状の透明樹脂13gを注入した際に受光用導光路13a内で気泡が生じて、受光用導光路13aが包囲部材13bにより包囲されているので、目視で前記気泡を確認できない。そして、透明樹脂13gが固化すると、前記気泡は、受光用導光路13aにおける泡状空洞部13iとして固定される。

この泡状空洞部13iに光が入射すると散乱され、散乱光の一部は包囲部材13bに入射して吸収される。よって、受光用導光路の光出射部から取り出される光の強度は低下する。

[0079] このような不具合を解消するために、発明者らは、以下のような手順で導光プレート部を製作した。

まず、図21Aを示すように、透明な樹脂からなり、平坦部13jに受光用導光路となる柱状部（柱状部材）13kを設けてなる導光路用透明樹脂部材13mを成形する。この場合、導光路用透明樹脂部材13mは包囲部材13bに包囲されていないので、前記導光路用透明樹脂部材13mに泡状空洞部13iが生じているか否かは目視で確認される。また、前記柱状部13kに対応する導光路用空洞部13fが設けられた顔料含有樹脂からなる包囲部材13bを成形する。

そして、包囲部材13bの導光路用空洞部13fに導光路用透明樹脂部材13mの柱状部13kが挿入されるように包囲部材13bと導光路用透明樹脂部材13mとを嵌合することにより、図21Bに示すように、透明な樹脂からなる受光用導光路13aと、顔料含有樹脂からなり前記受光用導光路13aを包囲する包囲部材13bとからなる導光プレート部13が得られる。

なお、両者がスムーズに嵌合可能なように、導光路用透明樹脂部材13mの柱状部13kは、側面にテーパ部13nが設けられた円錐台形状とすることが好ましい。

[0080] 図21Bに示す導光プレート部13においては、当該導光プレート部13の上面に透明な樹脂からなる平坦部13jを有し、この平坦部13jの下面は光学的に連続して受光用導光路13aと接続されている。そのため、この平坦部13jを光入射側に配置することにより当該平坦部13jに入射する光の散乱は、図20Cに示す導光プレート部13の先端部（光入射端）13hに入射する光の散乱より抑制される。そのため、導光プレート部13の受光用導光路13aの光出射端から取り出される光の強度の低下を抑制することができる。

また、受光用導光路となる導光路用透明樹脂部材13mと包囲部材13bを個別に成形するので、導光路用透明樹脂部材13mに泡状空洞部13iが生じているか否かを目視で確認することができる。泡状空洞部13iが形成されていないと確認できた導光路用透明樹脂部材13mと包囲部材13bとを組み合わせ導光プレート部13を形成することにより、泡状空洞部13iにより生じる光散乱を回避することが可能となる。

[0081] なお、導光プレート部13へ入射する外光の影響を小さくするため、図22Aに示すように、平坦部13jと円錐台形状の柱状部13kとの接続部分に当該接続部分側の径が柱状部13kの先端部分側の径よりも大きくなるように段差部13pを設けて、図22Bに示すように、外光に照らされる顔料含有樹脂からなる包囲部材13bの側壁の上部13qが光出射端13r側に配置される受光センサから隠れるようにしても良い。

[0082] （応用例）

先に説明した通り、上記各実施形態におけるマイクロプレートリーダーは、受光用導光路を、外光や散乱光を吸収可能な顔料含有樹脂によりなる包囲部材により包囲するので、外光や散乱光等が迷光（ノイズ光）となって受光部に入射されることを抑制することができる。また、受光部に入射する光の角度成分を制限する制限部を備えるため、適切に測定誤差を低減することができる。したがって、高精度な測定が可能となる。

このような構造は、例えば、投光部、受光部および受光用導光路の組に対

してマイクロプレートを相対的に走査させる方式（以下、「スキャン式」という。）のマイクロプレートリーダーにも適用することができる。

[0083] スキャン式のマイクロプレートリーダーでは、マイクロプレートを相対的に走査させるための駆動機構が必須となり、一般に、装置自体が大がかりとなる。また、従来のマイクロプレートリーダーでは、迷光の複雑な多重反射が発生する場合があります、それに対応する光学系設計が必要となる。

しかしながら、上述した各実施形態の光学系構成（SOT構造）を採用することにより、従来のように多重散乱等が発生する迷光に対応する光学系設計が必要ない。SOT構造は比較的構成が簡易であるため、SOT構造を採用したスキャン式のマイクロプレートリーダーは、従来のスキャン式のマイクロプレートリーダーと比較して小型化することができる。また、SOT構造の採用により、従来と比較して測定の高精度化を図ることもできる。

[0084] 以下、スキャン式のマイクロプレートリーダーの構成について説明する。

図23および図24は、SOT構造を採用したスキャン式のマイクロプレートリーダー10Cにおける要部を示す。ここで、図24は、図23のX-X断面図である。なお、上述した各実施形態と同様の構成要素については、詳細な説明を省略する。

図24に示すように、マイクロプレートリーダー10Cは、投光用基板11a'と、測定用基板11b'と、光源12a'と、受光センサ12b'と、導光プレート部13'と、を備える。測定用基板11b'には複数の受光センサ12b'が設けられており、この測定用基板11b'の上に導光プレート部13'が設けられている。導光プレート部13'は、複数の受光用導光路13a'を顔料含有樹脂からなる包囲部材13b'により包囲した構造を有する。

[0085] 導光プレート部13'の上には投光用基板11a'が設けられており、この投光用基板11a'には複数の光源12a'が設けられている。また、投光用基板11a'には、光源12a'と同じ数のアパーチャ部11c'が設けられている。投光用基板11a'の上部にはマイクロプレート20が設置

され、マイクロプレート20の上にはミラープレート14が配置される。

投光用基板11a'の上方にマイクロプレート20が配置され位置決めされた状態では、投光用基板11a'に設けられた複数の光源12a'は、マイクロプレート20の所定の複数のウェル21にそれぞれ対向するように配置される。また、投光用基板11a'に設けられた複数のアパーチャ部11c'や導光プレート部13'に設けられた複数の受光用導光路13a'、測定用基板11b'に設けられた複数の受光センサ12b'も同様に、マイクロプレート20の所定の複数のウェル21にそれぞれ対向するように配置される。

[0086] ここで、マイクロプレートリーダー10Cは、マイクロプレート20の一系列分のウェル21と同じ数だけ、光源12a'、受光センサ12b'および受光用導光路13a'を備える。すなわち、マイクロプレート20の一系列分の各ウェルにそれぞれ対応して、1つの光源12a'、1つの受光センサ12b'および1つの受光用導光路13a'が設けられる。

[0087] この1つのウェル21に対応した光源12a'、受光用導光路13a'および受光センサ12b'の組は、マイクロプレート20のウェル21の列方向（一つの辺の方向）に複数配置される。例えば、マイクロプレート20が $8 \times 12 = 96$ ウェルを有する場合、複数配置される光源12a'、受光センサ12b'および受光用導光路13a'の組数は、8または12となる。

また、1つのアパーチャ部11c'における光入射端および光出射端、1つの受光用導光路13a'における光入射端および光出射端、ならびに1つの受光センサ12b'は、鉛直方向に一系列に配置される。さらに、複数配置される光源12a'、受光センサ12b'および受光用導光路13a'の組の配置間隔は、マイクロプレート20の各ウェル21のピッチに等しい。

[0088] よって、投光用基板11a'の上方にマイクロプレート20を配置して位置決めすることにより、一系列分の各ウェル21にそれぞれ対応するように、光源12a'、受光センサ12b'および受光用導光路13a'の組が配置される。

すなわち、マイクロプレート20の一系列分の各ウェル21において、1つの光源12a'から放出された光は、1つのウェル21に収容された試料30等を通してミラープレート14により反射され、再度試料30等を通して、1つのアパーチャ部11c'および1つの受光用導光路13a'を通して1つの受光センサ12b'に到達する。

これにより、マイクロプレート20のウェル一系列分の光測定を同時に行うことが可能となる。

[0089] なお、アパーチャ部11c'における光入射端および光出射端、受光用導光路13a'の光入射端および光出射端、ならびに受光センサ12b'の配置は、厳密に鉛直方向に一系列である必要はなく、1つの光源12a'から放出され、マイクロプレート20の1つのウェル21に収容された試料30等を通してミラープレート14により反射され、再度試料30等を通して放出される光が、1つの受光用導光路13a'を通して1つの受光センサ12b'に到達可能な配置であればよい。

[0090] そして、上記構成を有するマイクロプレートリーダー10Cにおいて、マイクロプレート20のウェル21の列方向に配置された複数の光源12a'、受光センサ12b'および受光用導光路13a'の組に対して、マイクロプレート20を、ウェル21の列方向にほぼ直交する方向に相対的に逐次移動させることにより、マイクロプレート20の全てのウェル21に対して光測定を行うことが可能となる。

例えば、 $8 \times 12 = 96$ ウェルのマイクロプレート20に対して、一系列8個のウェル21に対応して光源12a'、受光センサ12b'および受光用導光路13a'の組が8組設けられている場合、上記の相対的に逐次移動させる方向は、ウェル21が12個並ぶ方向となる。

[0091] 上記の相対的な逐次移動は、図示を省略した移動機構により行うことができる。移動機構は、マイクロプレート20をウェル21の列方向に直交する方向に移動させるか、鉛直方向に一系列に配置された光源12a'、受光用導光路13a'および受光センサ12b'の組を互いの位置関係を保持したま

まウエル 21 の列方向に直交する方向に移動させる。

図 23 は、マイクロプレート 20 が固定されており、投光用基板 11a'、導光プレート部 13' および測定用基板 11b' の組が、移動機構により逐次移動される場合を示している。

[0092] 移動機構は、例えばサーボモータやステッピングモータの制御機能を有することができる。なお、マイクロプレート 20 の各ウエル 21 のピッチが比較的大きい場合には、高精度な位置制御が不要であるため、移動機構はメカ的なストッパ等により実現することもできる。

[0093] このように、スキャン式のマイクロプレートリーダー 10C は、マイクロプレート 20 のウエル 21 の数よりも少ない光測定部（光源 12a'、受光用導光路 13a' および受光センサ 12b'）の組を用いて、マイクロプレート 20 の全てのウエル 21 に対する光測定を行うことができる。したがって、上述した図 1 などに示すようにウエル 21 の数と同一の数の光測定部の組を設ける場合と比較して、装置を小型化することが可能である。

また、光測定部の組をマイクロプレート 20 の一列分のウエル 21 の数だけ設け、これら光測定部の組をウエル 21 の列方向に直交する方向に移動させる構成の場合、1 軸方向のみの移動とすることができるので、比較的簡易に移動機構を構成することができる。光測定部の組を直交する 2 軸方向に移動させる場合には、例えばガイドレールを 2 段にするなど移動機構が高さ方向に大型化するが、1 軸方向のみの移動であれば移動機構が高さ方向に大きくならないようにすることができ、結果として装置の薄型化を図ることができる。

[0094] さらに、スキャン式のマイクロプレートリーダーの場合、マイクロプレートと光測定部の組とを相対的に移動させる必要があるため、マイクロプレートと光測定部との間に所定の間隙が形成される。そのため、この間隙の部分においては外光が侵入したり散乱光が発生したりしやすい。

しかしながら、上記のマイクロプレートリーダー 10C では、SOT 構造の導光プレート部 13' を採用しており、直進光のみを取り出すことができ

るため、例えばマイクロプレート20の下面と投光用基板11a'の上面との間に隙間が形成されていても、外光や散乱光などの迷光（ノイズ光）の影響を無視することができる。また、外光の影響を受けないため、室外でも高精度な光測定が可能となる。

このように、スキャン式のマイクロプレートリーダー10Cは、小型で高精度な光測定が可能であるため、測定対象となる試料が得られた現場（オンサイト）での光測定が可能である。例えば、港における輸入穀物に対するカビ毒検査などに適用することができる。

[0095] また、上記のマイクロプレートリーダー10Cにおいては、マイクロプレート20の上側に配置されるミラープレート14を固定とし、マイクロプレート20の下側に配置される光源12a'と受光センサ12b'と受光用導光路13a'との組を移動機構により移動させる構成とすることができる。このように、マイクロプレート20の上側に配置される部材を固定とすることができるので、スキャンに伴うゴミがマイクロプレート20に落下するのを防止することができる。

[0096] なお、図23および図24においては、上述した図1などに示す筐体15、電源部16、給電ケーブル17aおよび17bの図示を省略しているが、上記のように移動機構により、投光用基板11a'、導光プレート部13'および測定用基板11b'の組を移動させる場合、電源部16から投光用基板11a'や測定用基板11b'に給電するための給電ケーブル17a、17bは、投光用基板11a'、導光プレート部13'および測定用基板11b'の移動に追従可能な構成（例えば、長さ、配置）とする。

[0097] また、上記のマイクロプレートリーダー10Cでは、投光用基板11a'、導光プレート部13'および測定用基板11b'からなる光測定部の組を逐次移動させる場合について説明したが、光測定部の組を固定し、マイクロプレート20を逐次移動させるようにしてもよい。

ただし、マイクロプレート20を移動させる場合、各ウェル21に収容された液体試料30の液面が動き、液面が安定するまでに時間を要する。その

ため、マイクロプレート20を移動させるのではなく光測定部の組を移動させる方が、液面を安定させたまま保持することができ、全てのウェル21に対する光測定を短時間で完了させることができるので好ましい。

[0098] さらに、図23および図24に示すマイクロプレートリーダー10Cは、マイクロプレート20の一行分のウェル21と同数の光源12a'、受光用導光路13a'および受光センサ12b'からなる光測定部の組を備える場合について説明した。しかしながら、スキャン式のマイクロプレートリーダーにおいて、光測定部の組数は、マイクロプレート20のウェル数よりも少ない数であればよく、上記に限定されるものではない。

[0099] 例えば、光測定部の組数を、マイクロプレート20の一行分のウェル21よりも少ない数とし、光測定部の組をマイクロプレート20に対して2次元的に逐次移動させるようにしてもよい。この場合にも、マイクロプレート20の全ウェルに対する光測定を行うことができる。

また、光測定部の組数を、マイクロプレート20の一行分のウェル21よりも多い数としてもよい。例えば、光測定部の組数を、マイクロプレート20の二列分や三列分といった複数列分のウェル21と同一の数とし、光測定部の組を複数列分ずつ逐次移動させるようにしてもよい。

[0100] さらに、光測定部の組は、必ずしもマイクロプレート20の隣接するウェルにそれぞれ対応させて配置しなくてもよい。

図1などに示すようにウェル21の数と同一の数の光源12a、受光用導光路13aおよび受光センサ12bからなる光測定部の組を設ける場合、マイクロプレート20のウェル数が多いほど、光測定部のコストが嵩む。また、マイクロプレート20のウェル数が多いほど各ウェル21のピッチは狭く、光測定部のアライメントが困難になる。

[0101] そこで、図25に示すマイクロプレートリーダー10Dのように、光源12a'、受光用導光路13a'および受光センサ12b'の組を、1つおきに各ウェル21に対応させて配置するようにしてもよい。

このようなマイクロプレートリーダー10Dの場合、図26Aに示すよう

に、光源 1 2 a'、受光用導光路 1 3 a' および受光センサ 1 2 b' の組を、マイクロプレート 2 0 の各ウェル 2 1 の位置に対して、市松模様状に配置してもよい。この場合、マイクロプレート 2 0 を、図 2 6 A の矢印の方向に一行分移動させることにより、図 2 6 B に示すようにマイクロプレート 2 0 の全てのウェル 2 1 に対して光測定を行うことが可能となる。

[0102] つまり、1 回目の光測定では、図 2 6 A に示すように、光源 1 2 a' が対向配置されているウェル 2 1 について光測定が行われ、2 回目の光測定では、図 2 6 B に示すように、1 回目の光測定において光測定が行われなかったウェル 2 1 について光測定が行われる。なお、図 2 6 B において、黒塗りのウェル 2 1' は、1 回目に光測定が行われたウェルである。

このような構成により、ウェル数の多い、例えば各ウェル 2 1 のピッチが 2.25 mm である 1 5 3 6 ウェルのマイクロプレート 2 0 の光測定にも適切に対応することができる。

[0103] また、マイクロプレートリーダー 1 0 D においては、マイクロプレート 2 0 の位置を 2 位置間で切り替えるだけでよいため、モータの位置制御のような複雑な制御が必要なく、移動機構を簡易なアクチュエータで安価に構成することができる。

[0104] 上記のマイクロプレートリーダー 1 0 D は、例えばインキュベータ（培養器）内にて使用することができる。

インキュベータは、培養容器を収容する収容空間（培養空間）を内部に備える。一般に、収容空間には、複数の棚板が上下方向に離間して水平に配置されており、これらの棚板に培養容器を載置するようになっている。そのため、棚段数をかせぐためには、インキュベータ内で使用されるマイクロプレートリーダーには薄型化が要求される。

また、インキュベータの中では、できるだけウェル中の細胞（幹細胞など）に外部刺激（振動）を与えたくない。

[0105] 上述したように、マイクロプレートリーダー 1 0 D は、1 軸方向のみの移動であるため、高さ方向に大きくならない装置構成とすることができる。ま

た、マイクロプレートリーダー１０Ｄは、２位置間のみの移動であるため、極力、振動等の刺激を与えない最低限での走査にとどめることができる。

したがって、マイクロプレートリーダー１０Ｄは、インキュベータ内での使用に適したマイクロプレートリーダーとすることができる。

[0106] なお、上記において特定の実施形態が説明されているが、当該実施形態は単なる例示であり、本発明の範囲を限定する意図はない。本明細書に記載された装置及び方法は上記した以外の形態において具現化することができる。また、本発明の範囲から離れることなく、上記した実施形態に対して適宜、省略、置換及び変更をなすこともできる。かかる省略、置換及び変更をなした形態は、請求の範囲に記載されたもの及びこれらの均等物の範疇に含まれ、本発明の技術的範囲に属する。

符号の説明

[0107] １０…マイクロプレートリーダー、１１ａ…投光用基板、１１ｂ…測定用基板、１１ｃ…アパーチャ部、１２ａ…光源、１２ｂ…受光センサ、１３…導光プレート部、１３ａ…受光用導光路、１４…ミラープレート、１４ａ…反射面、１５…筐体、１８…マイクロプレートリーダーユニット、２０…マイクロプレート、２１…ウェル

請求の範囲

[請求項1]

筐体と、

前記筐体内において、配置される複数のウェルを有するマイクロプレート的一方の側に配置され、前記マイクロプレートの1つのウェルに対応した投光部と、

前記マイクロプレートの前記一方の側に配置され、前記マイクロプレートの1つのウェルに対応した受光部と、

前記マイクロプレートを挟んで前記投光部および前記受光部とは反対側に配置され、前記投光部および前記受光部側から前記ウェルに收容された試料を通過した光を、前記投光部および前記受光部側へ反射させる反射部材と、

前記投光部と前記受光部との間に配置され、前記反射部材によって反射され前記試料を通過した光を前記受光部へ導光する受光用導光路と、を備え、

1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組が複数設けられていて、

前記受光用導光路の複数を、光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂によりなる包囲部材により包囲した導光部と、

前記受光部に入射する光の角度成分を制限する制限部と、をさらに備えることを特徴とするマイクロプレートリーダー。

[請求項2]

前記1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組は、少なくとも前記マイクロプレートのウェルの数だけ設けられていることを特徴とする請求項1に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項3]

前記1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組は、前記マイクロプレートのウェルの数より少なく、

前記マイクロプレートの全てのウェルに対応するように、前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組に対して、前記マイクロプ

レートを相対的に逐次移動させる移動機構を有することを特徴とする請求項1に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項4] 前記1つのウェルに対応した前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組は、前記マイクロプレートの一つの辺のウェルの数だけ設けられており、

前記移動機構は、前記投光部と前記受光部と前記受光用導光路との組に対して、前記マイクロプレートを、前記一つの辺に直交する方向にのみ相対的に逐次移動させることを特徴とする請求項3に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項5] 複数の前記投光部が設けられた投光用基板と、

前記投光用基板に前記マイクロプレートの1つのウェルに対応して設けられ、前記反射部材によって反射され前記試料を通過した光を通過させ、前記受光用導光路へ入射させるアパーチャ部と、をさらに備え、

前記制限部は、

前記受光用導光路の光入射端の開口よりも小さい前記アパーチャ部であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項6] 前記制限部は、

前記マイクロプレートに対向する面において、前記受光用導光路の形成位置に応じて選択的に設けられた前記反射部材であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項7] 前記反射部材は、1枚の基板上に選択的に設けられ、

前記基板の前記反射部材が設けられていない領域の少なくとも一部にARコーティング処理が施されていることを特徴とする請求項6に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項8] 前記反射部材は、1枚の基板上に選択的に設けられ、

前記基板の前記反射部材が設けられていない領域の少なくとも一部に光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂よりなる光吸収部材が設けられていることを特徴とする請求項6に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項9] 前記制限部は、

前記投光部から放出される光を集光する集光レンズであることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項10] 前記受光部の上方に前記導光部が配置され、

前記導光部の上方に前記投光部が配置され、

前記投光部の上方に配置された前記マイクロプレートの上方に、前記反射部材が配置されていることを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項11] 複数の前記投光部への給電回路を有し、前記投光部が電氣的に接続された投光用基板と、

複数の前記受光部への給電回路を有し、前記受光部が電氣的に接続された受光用基板と、

前記投光用基板に前記マイクロプレートの1つのウェルに対応して設けられ、前記反射部材によって反射され前記試料を通過した光を通過させ、前記受光用導光路へ入射させるアパーチャ部と、をさらに備えることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

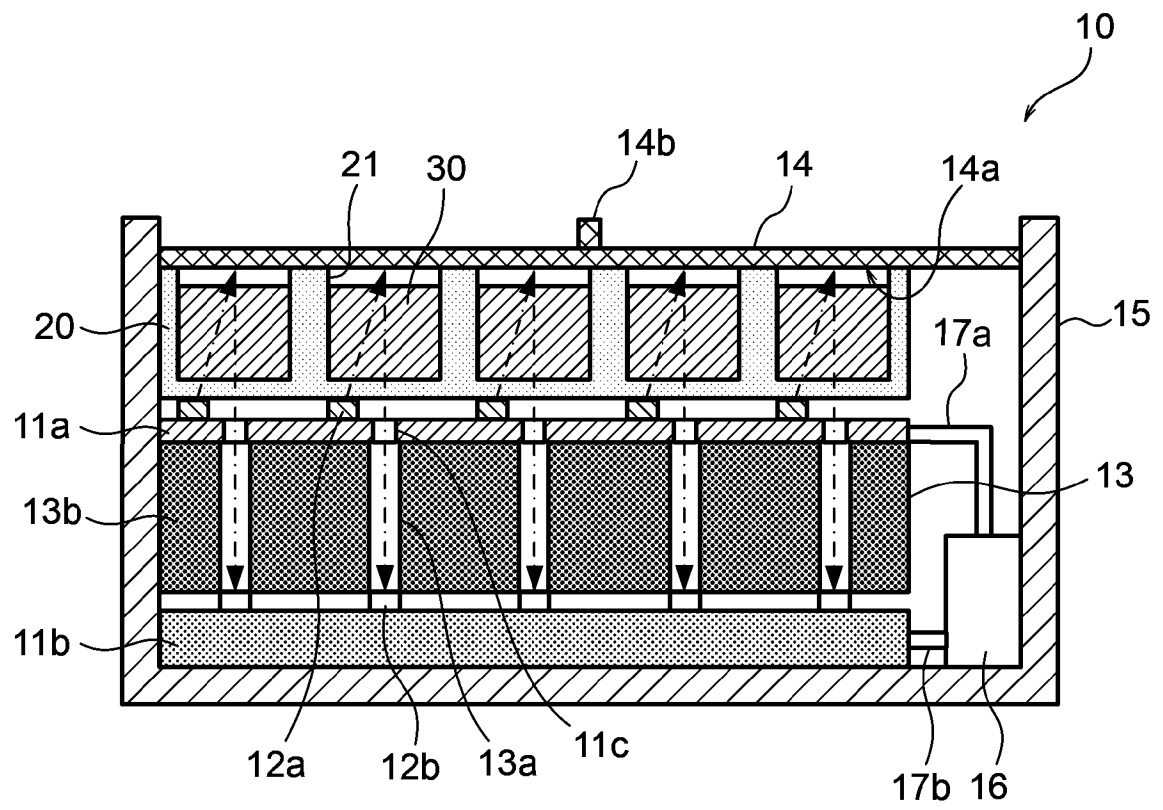
[請求項12] 前記投光部は、発光ダイオードであることを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

[請求項13] 前記受光部は、受光センサであることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

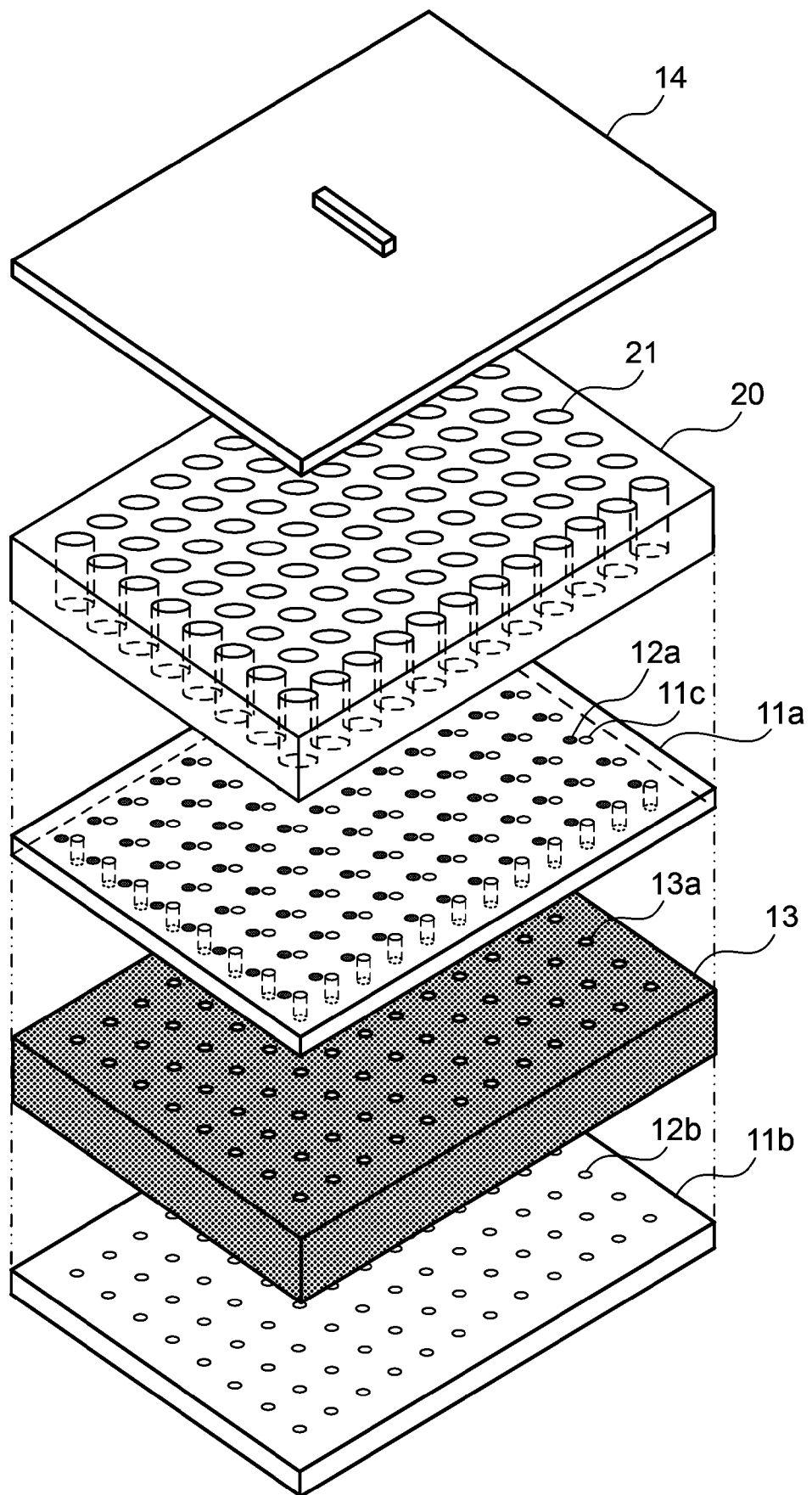
[請求項14] 前記受光部は、光ファイバであることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。

- [請求項15] 前記受光用導光路の少なくとも一部に、前記顔料含有樹脂を構成する光透過特性を有する樹脂が充填されていることを特徴とする請求項1から14のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。
- [請求項16] 前記受光用導光路は、光透過特性を有する樹脂からなり、平坦部とこの平坦部から柱状に伸びる柱状部材とからなることを特徴とする請求項1から15のいずれか1項に記載のマイクロプレートリーダー。
- [請求項17] 前記平坦部と前記柱状部材との接続部分に、当該接続部分側の径が前記柱状部材の先端部分側の径よりも大きくなるように段差部が設けられていることを特徴とする請求項16に記載のマイクロプレートリーダー。
- [請求項18] マイクロプレートの1つのウェルにそれぞれ対応した投光部および受光部と、
前記投光部から放出され、対応する前記ウェルが収容する試料を通過した光が折り返されて再び前記試料を通過した光を、前記受光部へ導光する受光用導光路と、前記受光用導光路を、光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂により包囲する包囲部材と、を有する導光部と、
前記受光部に入射する光の角度成分を制限する制限部と、を備えることを特徴とするマイクロプレートリーダーユニット。
- [請求項19] 前記受光用導光路は、光透過特性を有する樹脂からなり、平坦部とこの平坦部から柱状に伸びる柱状部材とからなることを特徴とする請求項18に記載のマイクロプレートリーダーユニット。
- [請求項20] 前記平坦部と前記柱状部材との接続部分に、当該接続部分側の径が前記柱状部材の先端部分側の径よりも大きくなるように段差部が設けられていることを特徴とする請求項19に記載のマイクロプレートリーダーユニット。

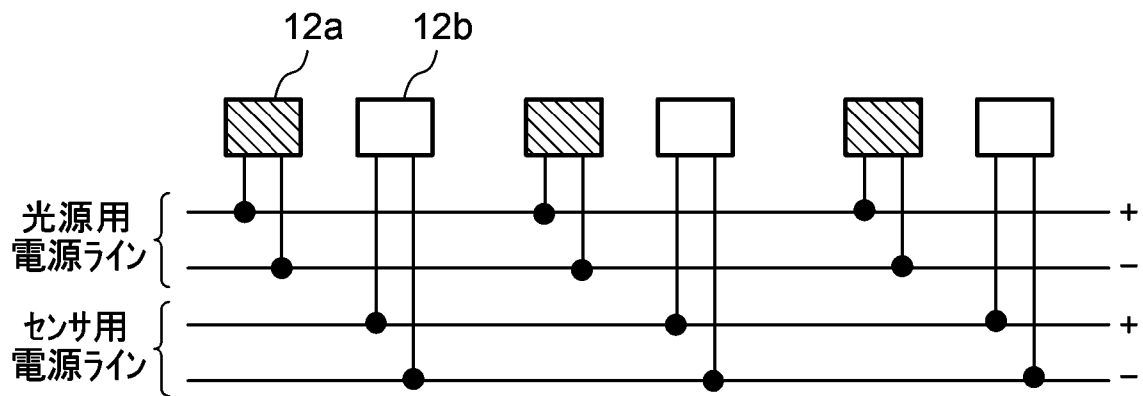
[図1]



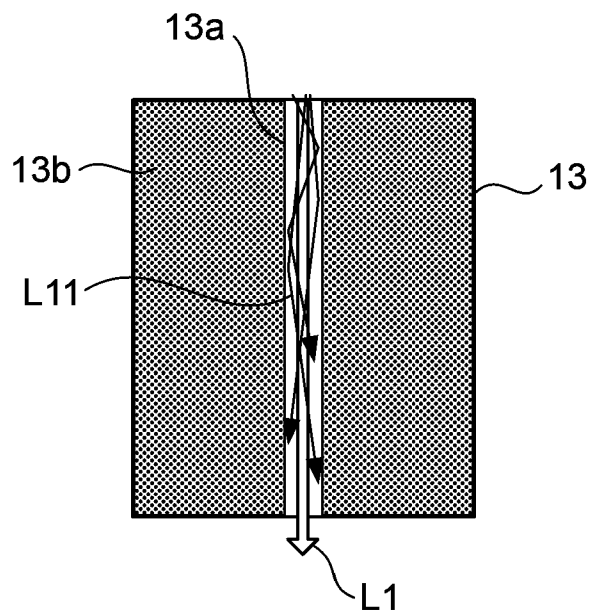
[図2]



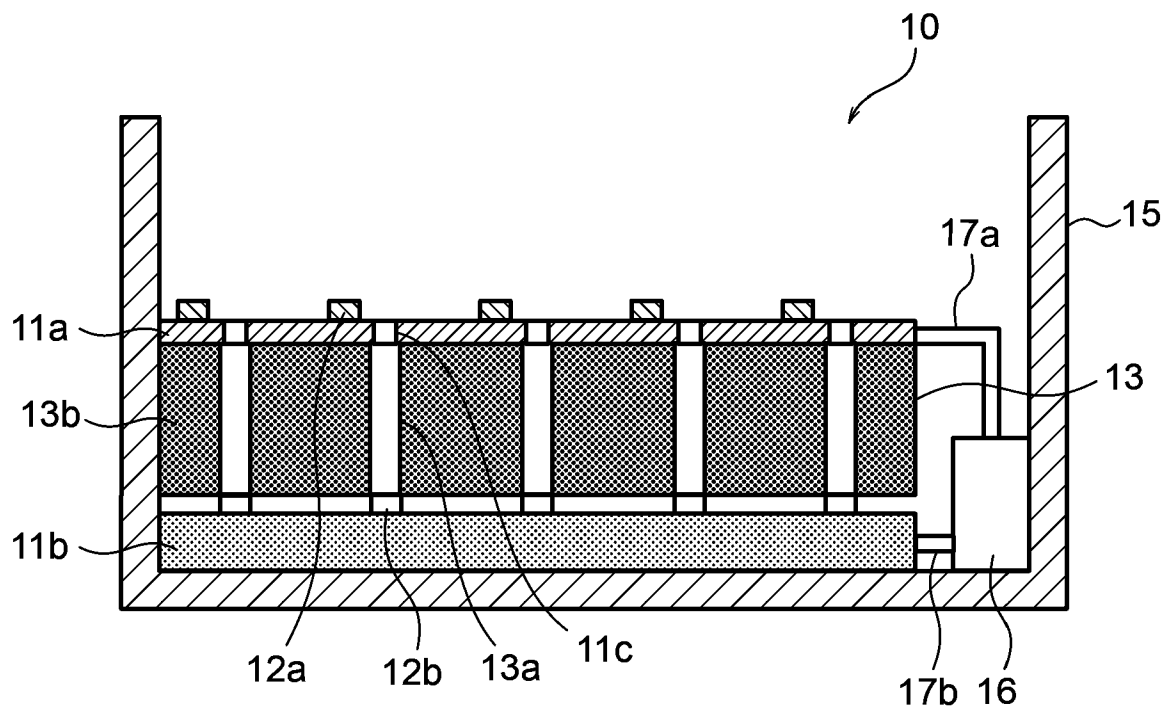
[図3]



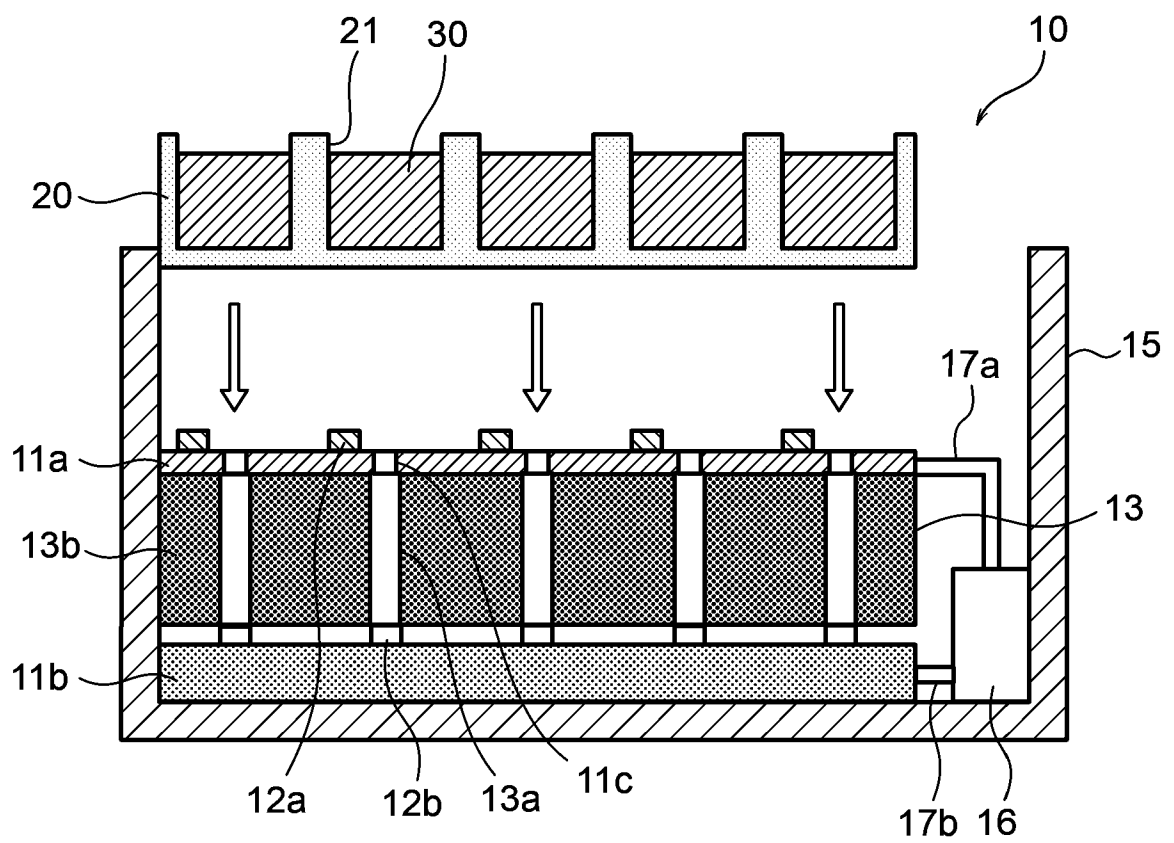
[図4]



[図5]

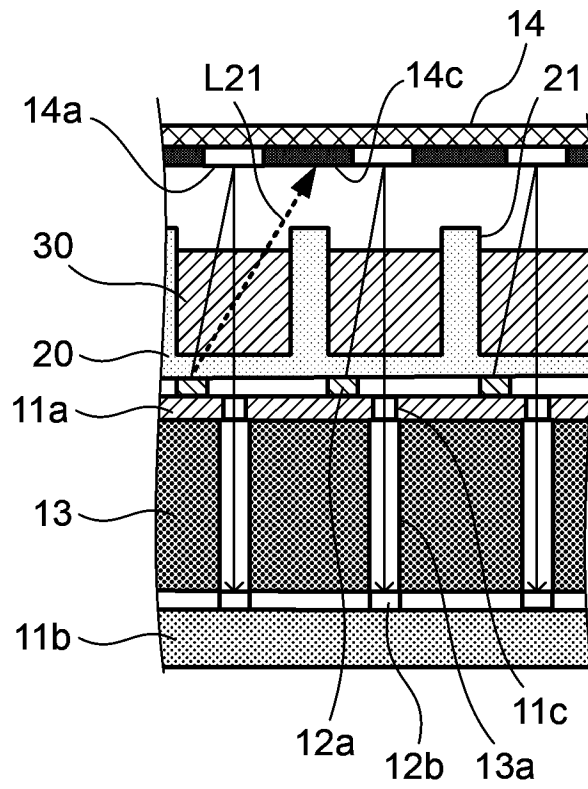


[図6]

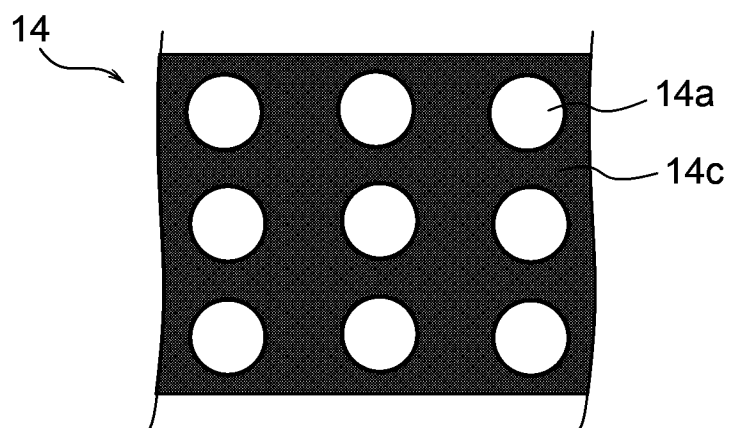


[illegible][illegible]

[図9]

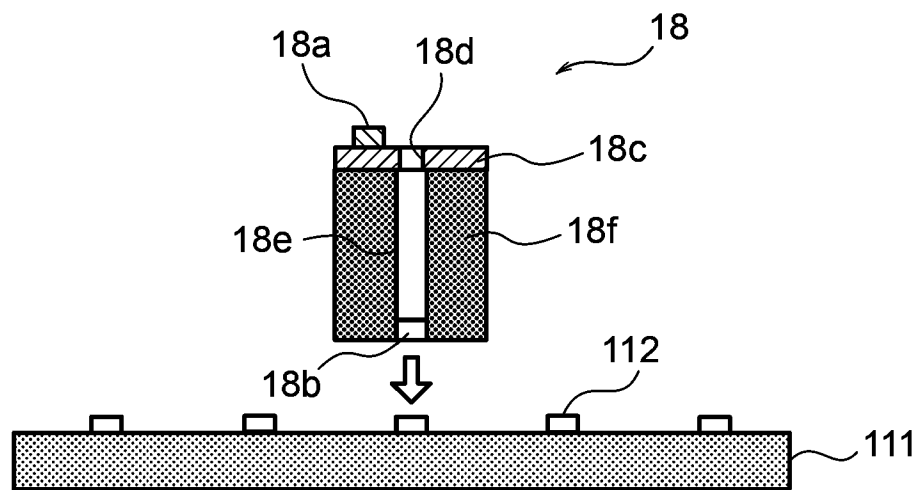


[図10]

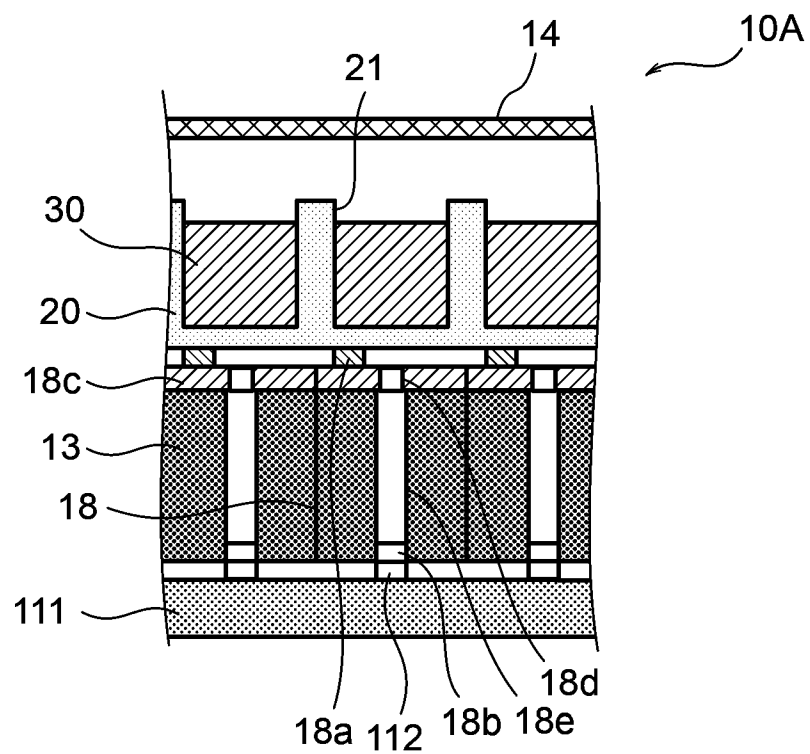


This diagram shows a cross-sectional view of a device with multiple layers. From top to bottom, the layers are: a top layer (14), a layer with three rectangular protrusions (20), a thin layer (21), a layer with three rectangular protrusions (30), a thin layer (11a), a layer with three rectangular protrusions (12a), a layer with three rectangular protrusions (13), a thin layer (11b), and a bottom layer (11c). Three vertical lines (51a) pass through the layers, each ending in a downward-pointing arrowhead. These lines are connected to a common horizontal line (51) at the bottom, which is then connected to a rectangular block (52) on the right.

[図13]

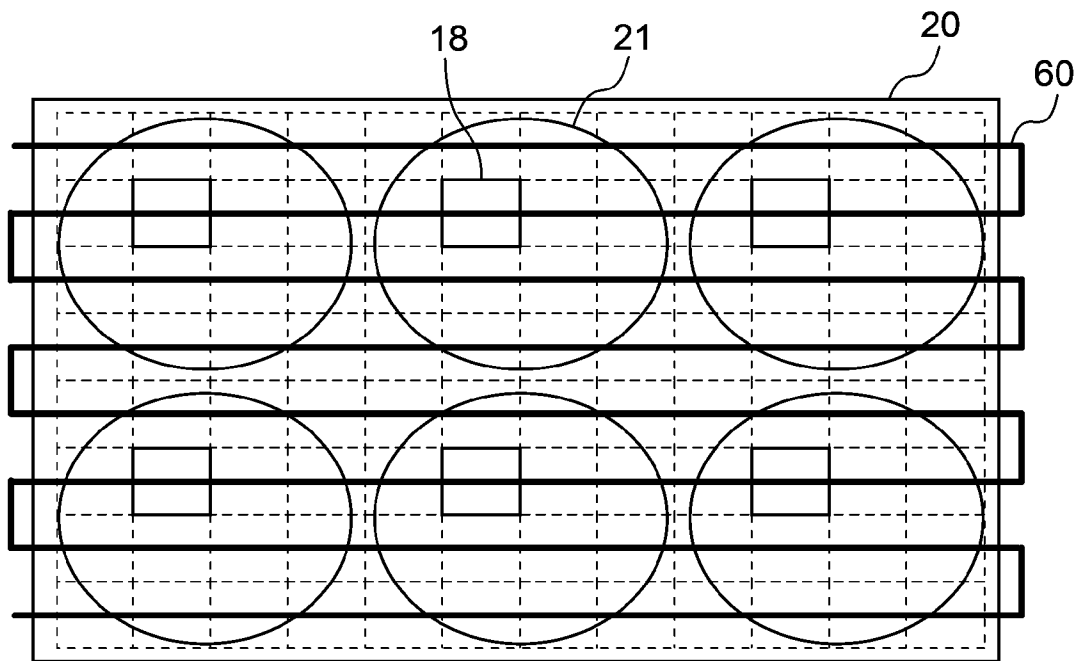


[図14]

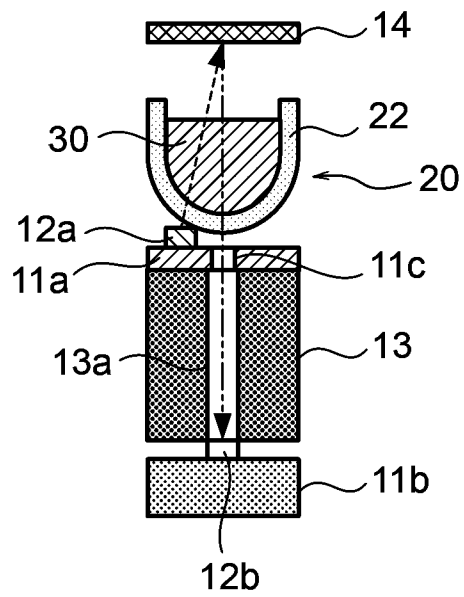


[illegible]

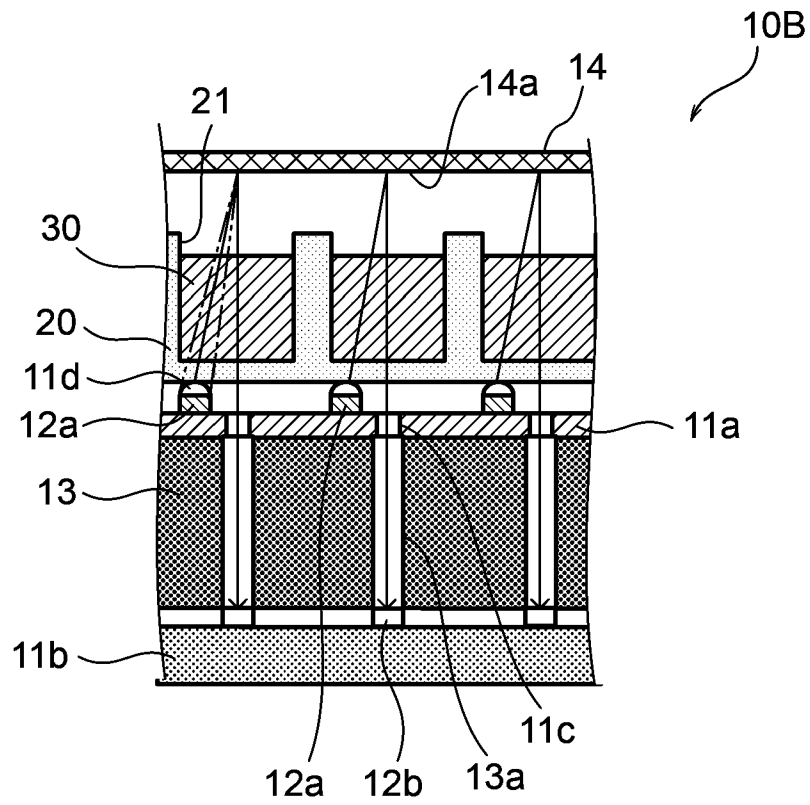
[図17]



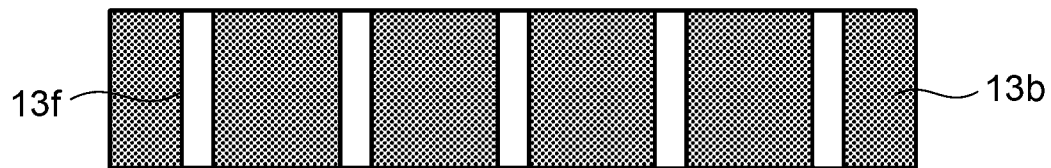
[図18]



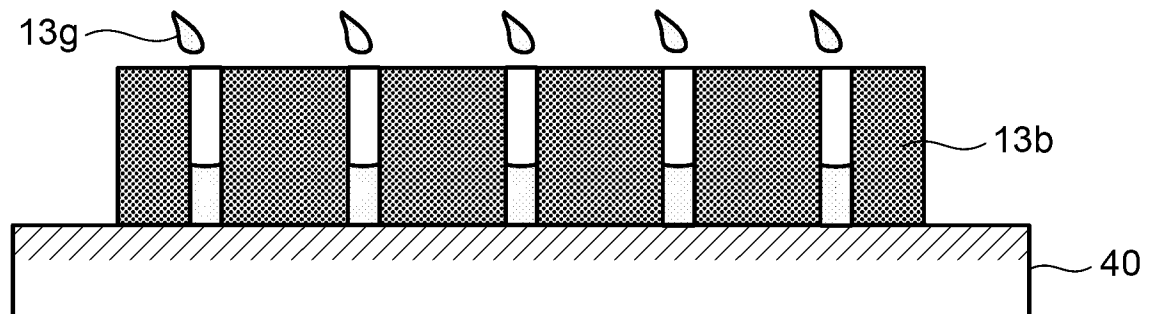
[図19]



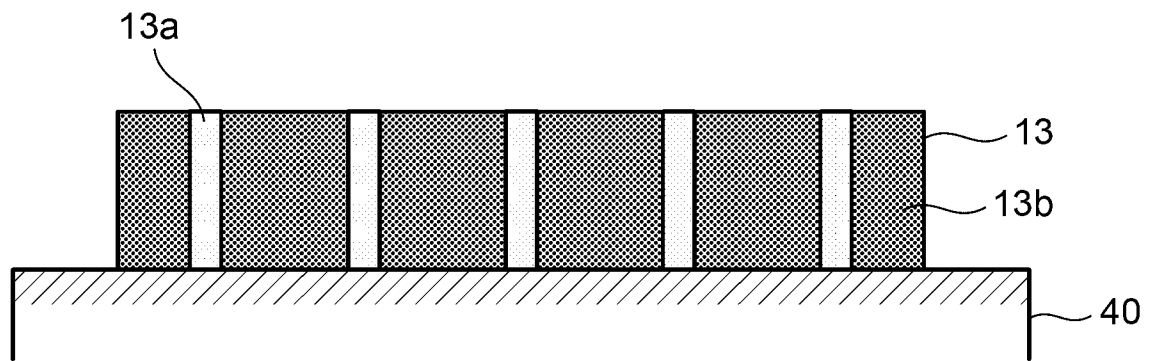
[図20A]



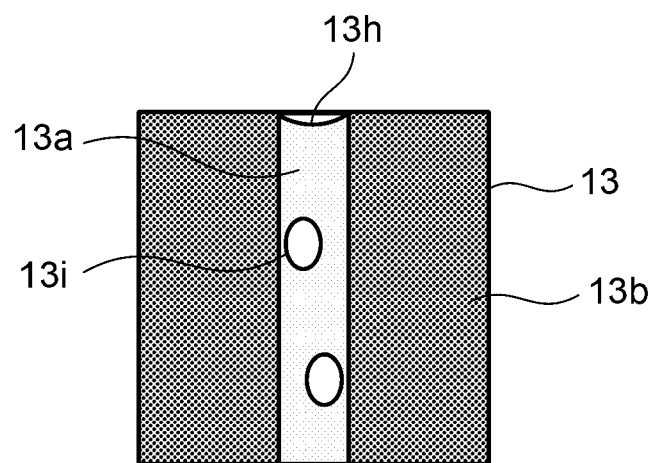
[図20B]



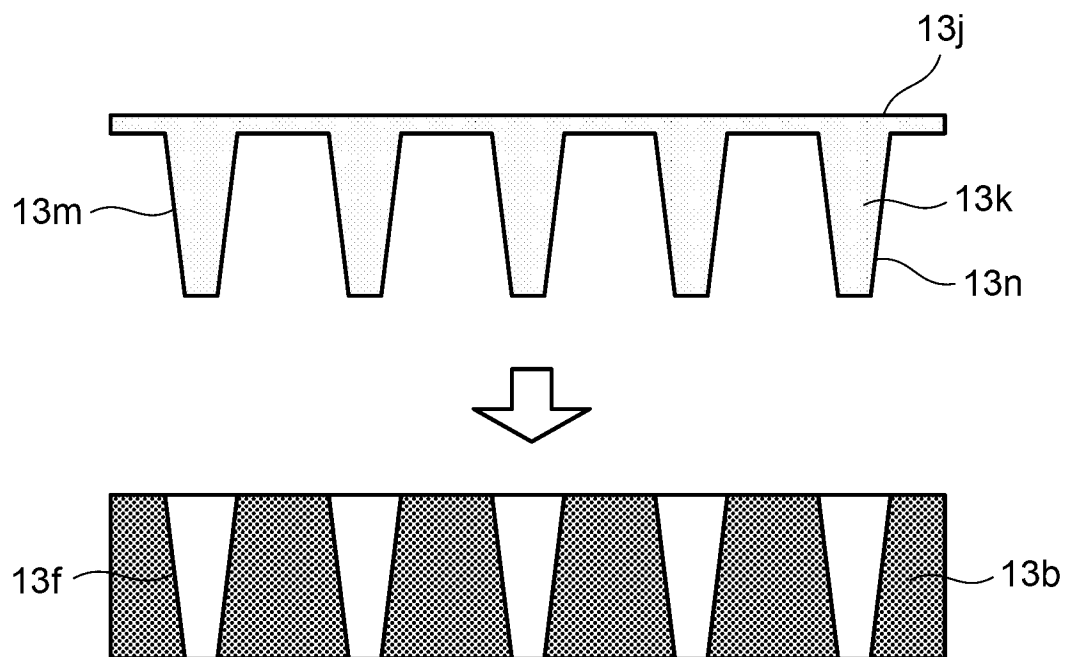
[図20C]



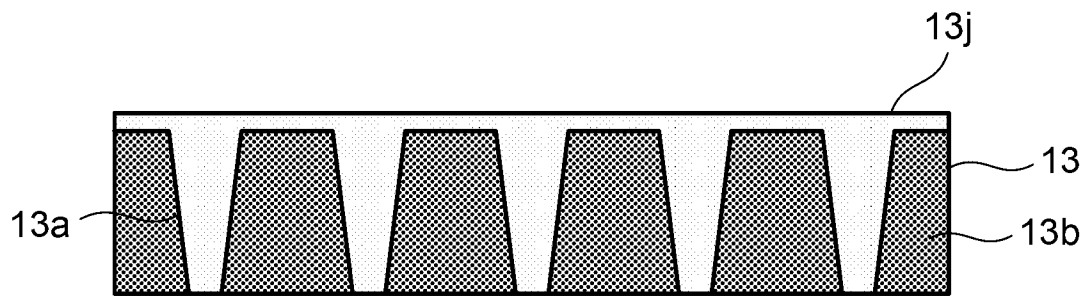
[図20D]



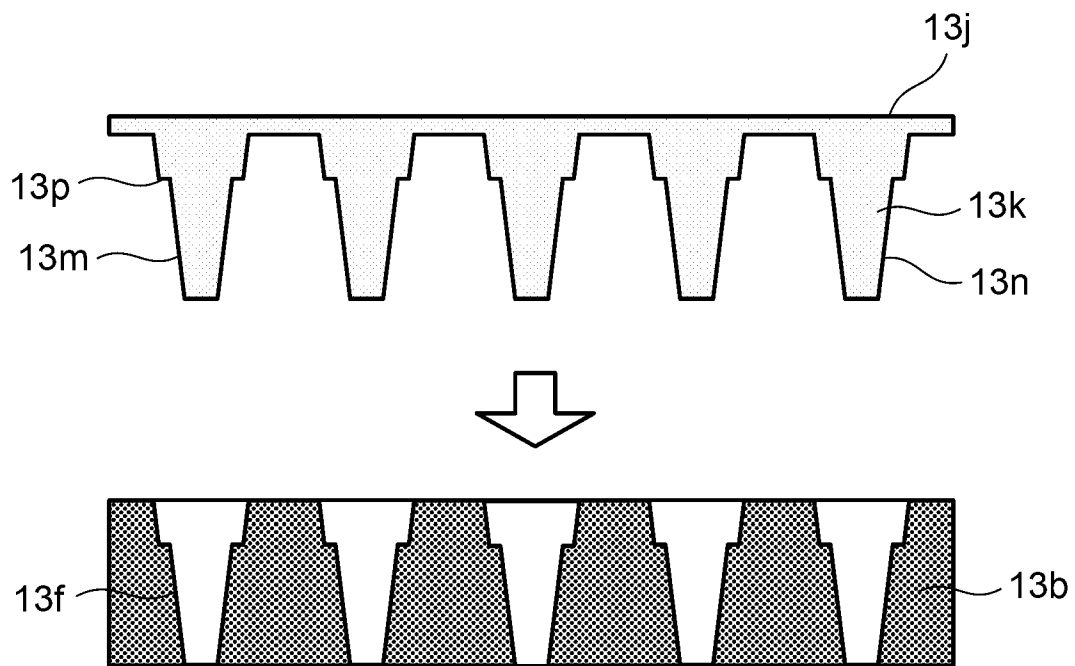
[図21A]



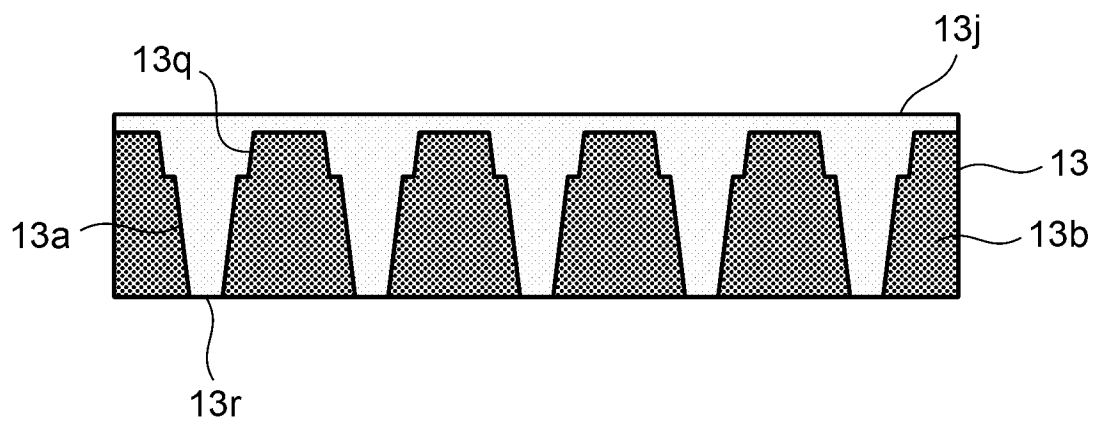
[図21B]



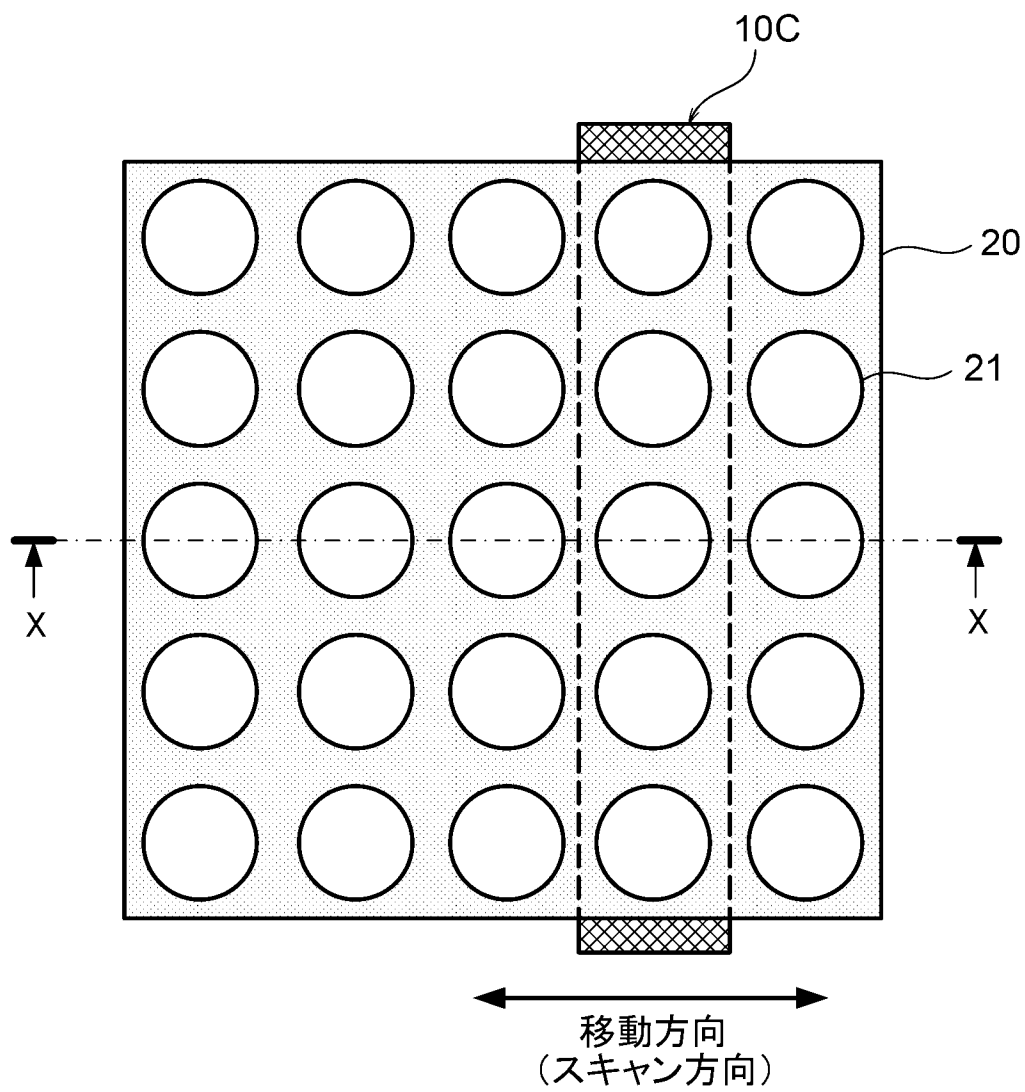
[図22A]



[図22B]



[図23]



[図24]

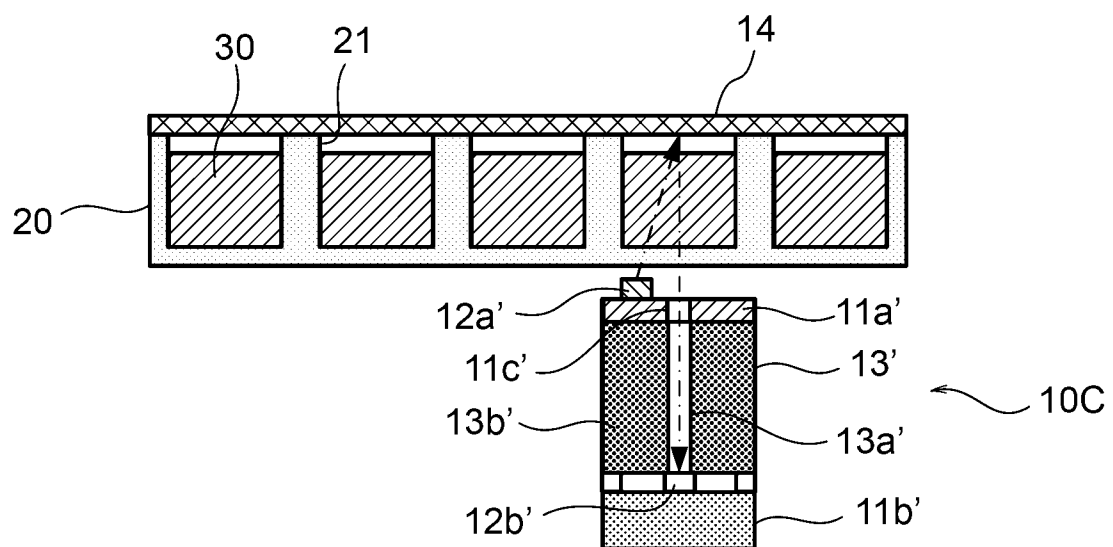
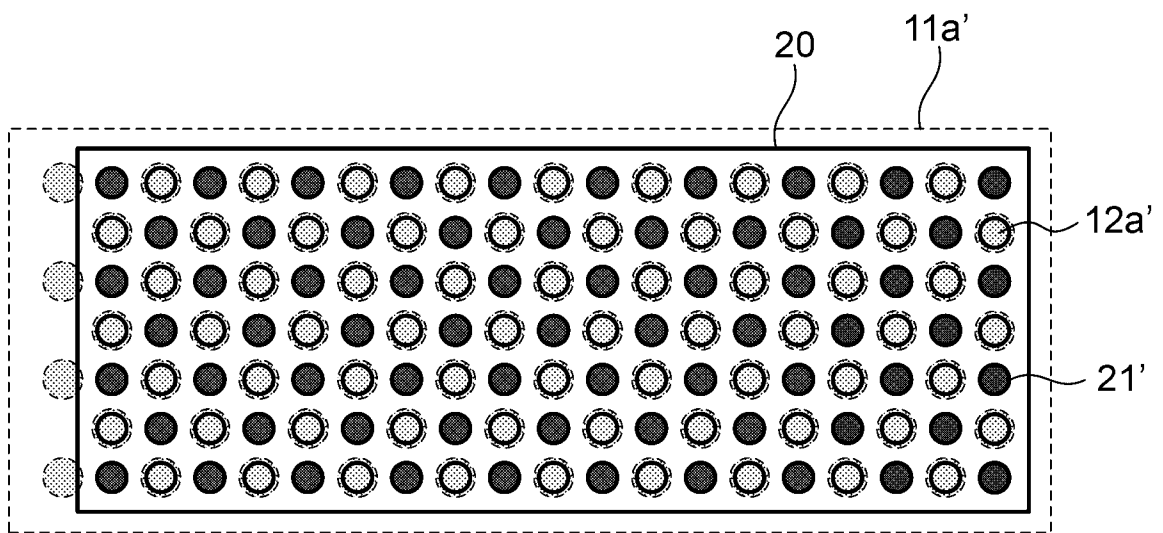


Figure 1 is a plan view of a substrate 20. The substrate 20 is a rectangular region containing a grid of circular elements. The elements are arranged in a regular pattern, alternating between two types: 11a' (hatched circles) and 12a' (white circles). The elements are arranged in a grid where the horizontal direction is labeled as the movement direction (移動方向). The elements 11a' and 12a' are arranged in a checkerboard pattern. The substrate 20 is surrounded by a dashed line, and the elements 11a' and 12a' are labeled with their respective reference numerals.

[図26B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/034911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01N21/59 (2006.01) i, G01N21/03 (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)

Int.Cl. G01N21/59, G01N21/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-221242 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 21 August 1998, paragraphs [0014]-[0039], fig. 3-6 (Family: none)	1-20
A	JP 2018-9825 A (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) 18 January 2018, paragraphs [0004], [0024], fig. 2 (Family: none)	1-20
A	JP 7-20037 A (J T SCI KK) 24 January 1995, paragraphs [0016], [0018], [0023], fig. 2-4 (Family: none)	1-20



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
08 November 2019 (08.11.2019)

Date of mailing of the international search report
19 November 2019 (19.11.2019)

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/JP2019/034911

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-20380 A (ALOKA CO., LTD.) 31 January 2008, paragraphs [0010], [0013], [0040], fig. 2-4 (Family: none)	1-20
A	JP 2005-9876 A (AISIN COSMOS R&D CO., LTD.) 13 January 2005, paragraph [0031], fig. 2 (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N21/59(2006.01)i, G01N21/03(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. G01N21/59, G01N21/03

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-221242 A（浜松ホトニクス株式会社）1998.08.21, 段落 [0014]-[0039], 図3-6（ファミリーなし）	1-20
A	JP 2018-9825 A（信越ポリマー株式会社）2018.01.18, 段落 [0004], [0024], 図2（ファミリーなし）	1-20
A	JP 7-20037 A（有限会社ジェイティサイエンス）1995.01.24, 段落 [0016], [0018], [0023], 図2-4（ファミリーなし）	1-20

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

08.11.2019

国際調査報告の発送日

19.11.2019

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）

中澤 真吾

2W

3414

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
A	JP 2008-20380 A (アロカ株式会社) 2008.01.31, 段落 [0010], [0013], [0040], 図 2-4 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2005-9876 A (株式会社アイシン・コスモス研究所) 2005.01.13, 段落[0031], 図 2 (ファミリーなし)	1-20