

(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)



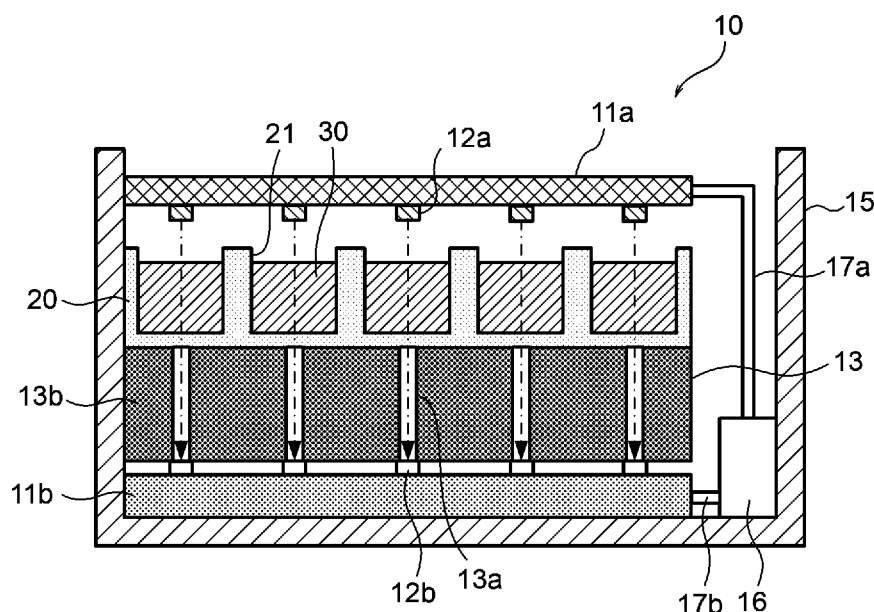
(10) 国際公開番号

WO 2020/054561 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/JP2019/034910 (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
の内 1 丁目 6 番 5 号 ウシオ電機株式会
社内 Tokyo (JP). 興 雄司(**OKI Yuuji**); 〒8190395
福岡県福岡市西区元岡 7 4 4 国立大学
法人九州大学内 Fukuoka (JP).
- (22) 国際出願日: 2019年9月5日(05.09.2019)
- (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 2018-169740 2018年9月11日(11.09.2018) 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 arranged on one side of a microplate so as to correspond to one well in the microplate, a light reception unit arranged on the opposite side from that of the light projection unit with the microplate therebetween so as to correspond to the one well in the microplate, and a light guide path for light reception arranged between the light reception unit and the microplate and used to guide light emitted from the light reception unit and transmitted through a sample accommodated in the well toward the light reception unit. The microplate

[続葉有]

(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))

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. Light emitted from one light projection unit is transmitted through one light guide path for light reception and arrives at one light reception unit in the microplate reader.

(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一方向の側に配置され、マイクロプレートの1つのウェルに対応した投光部と、マイクロプレートを挟んで投光部とは反対側に配置され、マイクロプレートの1つのウェルに対応した受光部と、受光部とマイクロプレートとの間に配置され、投光部から放出され、ウェルに収容された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を備える。このマイクロプレートリーダーにおいて、1つの投光部から放出された光は、1つの受光用導光路を通過して1つの受光部に到達する。

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を挟んで前記投光部とは反対側に配置され、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、前記受光部と前記マイクロプレートとの間に配置され、前記投光部から放出され、前記ウェルに收容された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、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をさらに備え、1つの前記投光部から放出された光は、1つの前記受光用導光路を通過して1つの前記受光部に到達する。

[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、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、複数の投光部から放出された光が1つの受光用導光路を通過して1つの受光部に到達しないようにすることができるため、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。

- [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

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、複数の前記投光部の発光部が配置される発光面と、前記受光用導光路の光軸とが交わる点を o 、前記発光面から前記受光用導光路の前記受光部側の端面までの距離を L_a 、前記受光用導光路の光路長を L_b 、前記受光用導光路の幅を d とすると、前記投光部は、当該投光部の発光部が、前記発光面において、前記点 o を中心とし、下式により定義される半径 r の円領域内に1つのみ存在するように配置されていてもよい。

$$r = d (L_a / L_b - 1 / 2)$$

このように、マイクロプレートから受光部へと光を導光する受光用導光路の形状をもとに、投光部の配置位置を規定してもよい。この場合、受光用導光路を包囲する顔料含有樹脂によって吸収されずに直接受光部に到達する可能性のある光を放出する投光部は、1つの受光部に対して1つのみとすることができ。つまり、隣接する他の投光部からの光が、受光用導光路を包囲する顔料含有樹脂によって吸収されずに外光として直接受光部に到達することを防止することができる。したがって、測定誤差を適切に低減することができる。

- [0015] さらに、上記のマイクロプレートリーダーは、前記1つの投光部に隣接する前記投光部から放出された光が、前記1つの投光部に対応する前記1つの受光用導光路に入射することを制限する制限部材をさらに備えてもよい。

このように、制限部材を配置することで、1つの受光部に到達する光を放出する投光部が1つのみとなるようにすることができる。したがって、測定誤差を適切に低減することができる。

- [0016] また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記制限部材は、前記導光部の前記投光部側に配置され、前記試料を通過した光を前記受光用導光路へ入射させる当該受光用導光路の光入射端の開口よりも小さい開口部を有するアパーチャ板であってもよい。

このように、アパーチャ板を配置することで、受光用導光路に入射する光

の角度成分を制限することができる。また、この場合、アパーチャ板に設けられた開口部の大きさを適宜設定することで、受光用導光路への光の入射範囲を容易に調整することができる。

[0017] さらに、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記制限部材は、前記受光用導光路の内壁に設けられ、前記受光用導光路の幅を制限する突出部であってもよい。

このように、受光用導光路の内壁に突出部を設けることで、受光用導光路に入射する光、もしくは受光用導光路から出射する光を適切に制限することができる。また、この場合、突出部の大きさを適宜設定することで、受光用導光路の幅を容易に調整することができる。

[0018] また、上記のマイクロプレートリーダーにおいて、前記制限部材は、互いに隣接する前記投光部の間に配置された遮蔽部材であってもよい。

このように、投光部間に遮蔽部材を配置することで、1つの投光部から放出された光が隣接する投光部の表面に到達して反射され、当該隣接する投光部に対応するウェルに入射してしまうといった不具合が発生することを防止することができる。

[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、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配置された前記マイクロプレートの上方に、前記投光部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、導光部の上にマイクロプレートを配置し、マイクロプレートの上方に投光部を配置する構造とすることができる。この場合、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導光部上に載置し、マイクロプレートの上方を投光部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。

[0020] 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、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。

[0021] さらに、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。

[0022] さらにまた、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てもよい。

この場合、受光用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。

[0023] 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。

[0024] 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つのウェルに対応した投光部を有する単位光源ユニット部と、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、を有する単位導光ユニット部と、を備え、1つの前記単位導光ユニット部が有する前記受光用導光路を通過して前記受光部に到達する光は、1つの前記単位光源ユニット部が有する前記投光部から放出された光である。

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。

[0025] 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

[0026] 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

[0027] [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、光の通過経路について説明する図である。

[図6]図6は、隣接する光源からの光（迷光）の入射について説明する図である。

[図7]図7は、光源の配置位置について説明する図である。

[図8]図8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9]図9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10]図10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11]図11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12]図12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13]図13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14]図14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15]図15は、96ウェルのマイクロプレートの測定例である。

[図16]図16は、6ウェルのマイクロプレートの測定例である。

[図17]図17は、マイクロプレートの別の例を示す図である。

[図18]図18は、隣接する光源が放出する光の影響を説明する図である。

[図19]図19は、マイクロプレートリーダーの別の例を示す概略構成図である。

[図20]図20は、マイクロプレートリーダーの別の例を示す概略構成図である。

[図21]図21は、制限部材の一例であるアパーチャ板を示す図である。

[図22]図22は、制限部材の一例である突出部を示す図である。

[図23A]図23Aは、導光プレート部の製造工程例を示す図である。

[図23B]図23Bは、導光プレート部の製造工程例を示す図である。

[図23C]図23Cは、導光プレート部の製造工程例を示す図である。

[図23D]図23Dは、導光プレート部の不具合を示す図である。

[図24A]図24Aは、導光プレート部の別の製造工程例を示す図である。

[図24B]図24B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25A]図25Aは、導光プレート部の別の製造工程例を示す図である。

[図25B]図25Bは、段差部を有する導光プレート部を示す図である。

[図26]図26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27]図27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28]図28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29A]図29A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29B]図29B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

[0028] 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10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10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10は、投光用基板11aと、測定用基板11bと、複数の光源(投光部)12aと、複数の受光センサ(受光部)12bと、導光プレート部(導光部)13と、筐体15と、電源部16と、給電ケーブル17a、17bと、を備える。

[0029] 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、筐体15内における導光プレート部13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、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー10は、導光プレート部13の上部に設置されたマイクロプレート20の上方に、投光用基板11aが配置されるよう構成されている。投光用基板11aには複数の光源12aが設けられており、投光用基板11aは、光源12aがマイクロプレート20に対向するように配置される。

[0030] (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、例えば長方形の平板であり、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。

[0031] (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(下部表面)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12a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。

[0032] (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。

[0033] 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 1 2 b 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 1 2 a および受光センサ 1 2 b 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 9 6 個設けられる場合は、3 8 4 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。

[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、マイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 に入射し、後述するようにウェル 2 1 に収容された試料 3 0 等を通して放出される光を受光センサ 1 2 b に導光する。

導光プレート部 1 3 は、受光用導光路 1 3 a を、マイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 と同じ数だけ備える。つまり、マイクロプレート 2 0 の 1 つのウェル 2 1 に対し、1 つの受光用導光路 1 3 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 2 0 のウェル 2 1 が 9 6 個ある場合、導光プレート部 1 3 は、9 6 個の受光用導光路 1 3 a を備える。

[0035] 受光用導光路 1 3 a は、導光プレート 1 3 上にマイクロプレート 2 0 が載置された場合に、受光用導光路 1 3 a 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、導光プレート部 1 3 に設けられている。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 2 0 は、各ウェル 2 1 の底面が、受光用導光路 1 3 a の光入射端に対向する位置に位置決めされる。また、受光用導光路 1 3 a は、当該受光用導光路 1 3 a の光出射端が、測定用基板 1 1 b に設けられた受光センサ 1 2 b に対応する位置に配置されるように、導光プレート部 1 3 に設けられ

ている。

また、光源 1 2 a は、上記のように位置決めされたマイクロプレート 2 0 の上方に投光用基板 1 1 a が設置された場合に、マイクロプレート 2 0 の各ウェル 2 1 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。

[0036] 測定用基板 1 1 b 上に導光プレート部 1 3 が配置され、導光プレート部 1 3 上にマイクロプレート 2 0 が配置され、マイクロプレート 2 0 上に投光用基板 1 1 a が配置された状態では、光源 1 2 a、受光用導光路 1 3 a の光入射端、受光用導光路 1 3 a の光出射端および受光センサ 1 2 b は、鉛直方向に一直列に配置される。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 2 1 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。

なお、光源 1 2 a、受光用導光路 1 3 a の光入射端、受光用導光路 1 3 a の光出射端および受光センサ 1 2 b の配置は、厳密に鉛直方向に一直列である必要はなく、光源 1 2 a から放出され、マイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 に収容された試料 3 0 等を通して放出される光が、受光センサ 1 2 b に到達可能な配置であればよい。

[0037] 受光用導光路 1 3 a は、光源 1 2 a から放出され、マイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 に収容された試料 3 0 等を通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 1 3 a は、顔料含有樹脂からなる包囲部材 1 3 b 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。

[0038] 本実施形態では、受光用導光路 1 3 a 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 1 3 a 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 1 3 a に侵入する外光等のノイズ光 L 1 のうち、受光用導光路 1 3 a 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 1 3 a と顔料含有樹脂からなる包囲部材 1 3 b 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 1 3 a を構成する透明な樹脂と、包囲部材 1 3 b 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。

[0039] 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 1 3 b 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 1 3 a から取り出される光の大部分は、受光用導光路 1 3 a の光軸に沿った直進光 L 1 となる。

[0040] ところで、受光用導光路 1 3 a 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 1 3 a 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 1 3 a 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 1 3 a の光入射端の面積が大きくなると、受光用導光路 1 3 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 1 3 a を進む直進光の強度も、受光用導光路 1 3 a 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。

[0041] 本発明者らは、受光用導光路 1 3 a 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 1 3 a 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 13 a 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 13 a 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 13 a 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。

[0042] (投光用基板における光源の配置)

上述したように、マイクロプレート 20 の 1 つのウェル 21 には、1 つの光源 12 a および 1 つの受光センサ 12 b が対応して配置される。すなわち、1 つの光源 12 a から放出される光が、マイクロプレート 20 のウェル 21 が収容する試料 30 に照射され、試料 30 とウェル 21 とを通過して受光用導光路 13 a に入射し、当該受光用導光路 13 a から放出される光が 1 つの受光センサ 12 b によりセンシングされる。

この 1 つの光源 12 a に隣接する他の光源 12 a から放出される光の一部が、試料 30 およびウェル 21 を通過して受光用導光路 13 a に外光として入射した場合であっても、その光の殆どは、図 4 に示すように、受光用導光路 13 a と顔料含有樹脂からなる包囲部材 13 b 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。

[0043] しかしながら、図 5 に示すように、受光用導光路 13 a の縦断面と導光プレート部 13 の光出射側の面とが交差する点を a、b とし、受光用導光路 13 a の縦断面と導光プレート部 13 の光入射側の面とが交差する点を c、d とするとき、例えば、線分 a d を通過する外光や、線分 b c を通過する外光は、受光用導光路 13 a と包囲部材 13 b との界面に入射することなく、受光用導光路 13 a の外部へ放出される。

[0044] すなわち、図 5 に示すように、複数の光源 12 a の発光部が配置される発

光面 1 2 c と受光用導光路 1 3 a の光軸 L c とが交わる点を o、線分 a d の延長線と発光面 1 2 c とが交わる点を q、線分 b c の延長線と発光面 1 2 c とが交わる点を p とするとき、発光面 1 2 c において、中心 o、直径 p q の円領域から放出される光の少なくとも一部は、受光用導光路 1 3 a と包囲部材 1 3 b との界面に入射することなく、受光用導光路 1 3 a の光出射端から外部に放出される可能性がある。つまり、このような光は、顔料含有樹脂からなる包囲部材 1 3 b に入射しないため、当該顔料による吸収も行われない。

[0045] 例えば、図 6 に示すように、中心 o、直径 p q の円領域に、2 つの光源 1 2 a の発光部が配置されている場合、これら 2 つの光源 1 2 a から放出される光の少なくとも一部が、それぞれ顔料含有樹脂からなる包囲部材 1 3 b に入射することなく 1 つの受光センサ 1 2 b に到達してしまう。この場合、上記 2 つの光源 1 2 a のうち、一方の光源 1 2 a から放出されて上記 1 つの受光センサ 1 2 b に到達する光は、外光（ノイズ光）となる。そのため、結果として光測定精度が低くなってしまう。

[0046] 詳細を図 7 に示す。受光用導光路 1 3 a を円筒形状と仮定し、発光面 1 2 c から受光用導光路 1 3 a の光出射面（線分 a b）までの距離を L a、受光用導光路 1 3 a の光路長を L b、受光用導光路 1 3 a の直径を d とすると、中心 o、直径 p q の円領域の半径 r は、次式により表すことができる。

$$r = d (L a / L b - 1 / 2) \quad \cdots \cdots (1)$$

つまり、発光面 1 2 c において、中心 o、半径 r の円領域内に光源 1 2 a の発光部が 1 つのみ存在するように、各光源 1 2 a を投光用基板 1 1 a に配置すれば、隣接する他の光源 1 2 a からの光が外光として直接受光センサ 1 2 b に到達することはなくなる。

[0047] そこで、本実施形態では、受光用導光路 1 3 a の形状を考慮し、各光源 1 2 a の発光部が上記円領域内に 1 つのみ存在するように、各光源 1 2 a の配置を規定する。これにより、隣接する他の光源 1 2 a からの光が、受光用導光路 1 3 a を包囲する顔料含有樹脂によって吸収されずに外光として直接受

光センサ 12b に到達することを防止することができる。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り、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、隣接する他の光源 12a からの光が測定結果に悪影響を及ぼすことを防止し、測定誤差を適切に低減することができる。

なお、各ウェル 21 の中心と各受光用導光路 13a の光軸 L_c とが一致する場合、各ウェル 21 のピッチを P とすると、 $P > 2r$ である方が好ましい。この場合、各受光用導光路 13a にそれぞれ対応する上記円領域が重複することがなくなる。そのため、マイクロプレート 20 のウェル 21 のピッチ P を考慮して、上記円領域に光源 12a の発光部分が 1 つのみ存在するように配置することが好ましい。

[0048] 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 8 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、電源部 16 および給電ケーブル 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 9 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、導光プレート部 13 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、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。

[0049] 次に、図 10 に示すように、作業者は、マイクロプレート 20 の上方に投光用基板 11a を設置する。このとき、作業者は、投光用基板 11a 上の複数の光源 12a が、それぞれ 1 個ずつマイクロプレート 20 の各ウェル 21 に対応した位置に配置されるように、投光用基板 11a をマイクロプレート 20 の上方に設置する。ここで、投光用基板 11a 上の複数の光源 12a は、当該投光用基板 11a をマイクロプレート 20 の上方に位置合わせしたときに、マイクロプレート 20 の各ウェル 21 に対応した位置に配置されるよ

うに、予め隣接する光源 1 2 a との間の距離が設定されている。具体的には、各光源 1 2 a は、上述した中心 o、半径 r の円領域内に光源 1 2 a の発光部が 1 つのみ配置されるように、隣接する光源 1 2 a との間の距離が設定されている。なお、投光用基板 1 1 a 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。

[0050] 作業者は、投光用基板 1 1 a をマイクロプレート 2 0 の上方に設置した後、投光用基板 1 1 a と電源部 1 6 とを給電ケーブル 1 7 a により接続する。その後、作業者は、不図示の電源スイッチ等を実行して、電源部 1 6 から給電ケーブル 1 7 a、1 7 b を介して各光源 1 2 a および各受光センサ 1 2 b へ電力を供給する。これにより、各光源 1 2 a から光が放出される。

[0051] 各光源 1 2 a から放出された光は、マイクロプレート 2 0 の各ウェル 2 1 に収容された試料 3 0 を通過する。各ウェル 2 1 を通過した光は、導光プレート部 1 3 の各受光用導光路 1 3 a を通過して受光センサ 1 2 b によって受光される。このようにして、試料 3 0 の光学特性（例えば、吸光特性）が測定される。

受光センサ 1 2 b 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 3 0 の光学特性を測定する。

[0052] 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 1 0 は、水平配置されるマイクロプレート 2 0 の上方に配置され、マイクロプレート 2 0 の 1 つのウェル 2 1 に対応した投光部としての光源 1 2 a と、水平配置されるマイクロプレート 2 0 の下方に配置され、マイクロプレート 2 0 の 1 つのウェル 2 1 に対応した受光部としての受光センサ 1 2 b とからなる組を、マイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 の数だけ有する。また、マイクロプレートリーダー 1 0 は、受光センサ 1 2 b とマイクロプレート 2 0 との間に配置され、光源 1 2 a から放出されウェル 2 1 に収容された試料 3 0 を通過した光を受光センサ 1 2 b へ導光する受光用導光路 1 3 a と、受光用導光路 1 3 a を顔料含有樹脂により包囲する包囲部材 1 3 b と、を有する導光プ

レート部 13 を備える。さらに、マイクロプレートリーダー 10 は、1 つの受光用導光路 13 a を通過して受光センサ 12 b に到達する光は、1 つの光源 12 a から放出された光であるように構成されている。

[0053] 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 12 a と、当該試料 30 から放出される光を計測する受光センサ 12 b 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。

[0054] 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。

[0055] 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13a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。

[0056] 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。

[0057] さらに、光源12aは、発光面12cにおいて、図7に示す点oを中心とし、上記(1)式により定義される半径rの円領域内に1つのみ存在するように配置されている。つまり、1つの受光センサ12bに直接光を入射可能な領域内には、1つの光源12aしか配置されないようにしている。このように、受光用導光路13aの形状をもとに光源12aの配置位置を規定することで、1つの受光センサ12bに複数の光源12aから放出された光が入射されることを防止している。つまり、1つの受光用導光路13aを通過して受光センサ12bに到達する光が、1つの光源12aから放出された光となるようにしている。

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。

[0058] 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。

[0059] なお、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。

[0060] 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１１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に収容される試料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。

[0061] 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。

[0062] 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の上に光源１２ａを配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の上方から光を照射し、ウェル２１を通過した光をウェル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の下方から光を照射し、ウェル２１を通過した光をウェル２１の上方で受光する構造であってもよい。

[0063] （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。

[0064] 図１２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１２に示すように、マイクロプレートリーダーユニット１８は、単位光源ユニット部１８１と、単位導光ユニット部１８２と、を備える。単位光源ユニット部１８１は、光源１８１ａと、光源１８１ａが設けられた保持用基板１８１ｂと、光源用コネクタ部１８１ｃと、を備える。単位導光ユニット部１８２は、受光センサ１８２ａと、受光用導光路１８２ｂと、包囲部材１８２ｃと、を備える。

ここで、光源１８１ａおよび受光センサ１８２ａ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。また、受光用導光路１８２ｂおよび包囲部材１８２ｃ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 13 a および包囲部材 13 b と同様である。

[0065] 単位光源ユニット部 181 において、光源 181 a と光源用コネクタ 181 c とは、例えば保持用基板 181 b を挟んで略同一軸上に設けられ、両者は電氣的に接続されている。また、この単位光源ユニット部 181 は、投光用基板 111 a に対して着脱可能に構成されている。

投光用基板 111 a は、上述した第一の実施形態における投光用基板 12 a と同様の基板の表面に、単位光源ユニット部 181 の光源用コネクタ部 181 c と電氣的に接続可能な光源用コネクタ部 112 a を備えた構成を有する。投光用基板 111 a の基板の表面には給電回路が形成されており、光源用コネクタ部 112 a は、当該給電回路に電氣的に接続されている。そのため、投光用基板 111 a の光源用コネクタ部 112 a に単位光源ユニット部 181 の光源用コネクタ部 181 c が装着されると、光源 181 a は、光源用コネクタ部 181 c を介して光源用コネクタ部 112 a と電氣的に接続される。

[0066] また、単位導光ユニット部 182 は、測定用基板 111 b に対して着脱可能に構成されている。

測定用基板 111 b は、上述した第一の実施形態における測定用基板 11 b と同様の基板の表面に、単位導光ユニット部 182 の受光センサ 182 a と電氣的に接続可能なセンサ用コネクタ部 112 b を備えた構成を有する。投光用基板 111 a の基板の表面には給電回路が形成されており、センサ用コネクタ部 112 b は、当該給電回路に電氣的に接続されている。

[0067] 投光用基板 111 a および測定用基板 111 b は、マイクロプレートとある一定の位置関係となるように、位置合わせされて設置される。

この三者の位置合わせ状態において、光源用コネクタ部 112 a およびセンサ用コネクタ部 112 b 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よう、投光用基板 111 a 上および測定用基板 111 b 上にそれぞれ 96 個ずつ設けられている。

具体的には、光源用コネクタ部 1 1 2 a は、投光用基板 1 1 1 a において、例えば図 2 に示す光源 1 2 a に対応する位置に設けられている。また、センサ用コネクタ部 1 1 2 b は、測定用基板 1 1 1 b において、例えば図 2 に示す受光センサ 1 2 b に対応する位置に設けられている。

[0068] 単位光源ユニット部 1 8 1 および単位導光ユニット部 1 8 2 からなるマイクロプレートリーダーユニット 1 8 は、9 6 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する。単位光源ユニット部 1 8 1 は、投光用基板 1 1 1 a 上に、9 6 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 9 6 個装着可能である。同様に、単位導光ユニット部 1 8 2 は、測定用基板 1 1 1 b 上に、9 6 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 9 6 個装着可能である。

投光用基板 1 1 1 a 上の 9 6 個の光源用コネクタ部 1 1 2 a に 9 6 個の単位光源ユニット部 1 8 1 をそれぞれ装着すると、光源 1 8 1 a、光源用コネクタ部 1 8 1 c および光源用コネクタ部 1 1 2 a は略同一軸上に配置され、光源 1 8 1 a は、マイクロプレートの 9 6 個の各ウェル 2 1 に対応する位置にそれぞれ配置される。同様に、測定用基板 1 1 1 b 上の 9 6 個のセンサ用コネクタ部 1 1 2 b に 9 6 個の単位導光ユニット部 1 8 2 をそれぞれ装着すると、受光センサ 1 8 2 a は、マイクロプレートの 9 6 個の各ウェル 2 1 に対応する位置にそれぞれ配置される。

[0069] 図 1 3 は、本実施形態におけるマイクロプレートリーダー 1 0 A 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 1 8 のうち、単位光源ユニット部 1 8 1 を投光用基板 1 1 1 a 上に複数隣接させて装着するとともに、単位導光ユニット部 1 8 2 を測定用基板 1 1 1 b 上に複数隣接させて装着した場合の図である。この図 1 3 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 1 8 を投光用基板 1 1 1 a および測定用基板 1 1 1 b 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 1 0 の一部（投光用基板 1 1 a、光源 1 2 a、測定用基板 1 1 b、受光センサ 1 2 b および導光プレート部 1 3）と同様の構造となる。

したがって、96組のマイクロプレートリーダーユニット18を投光用基板111aおよび測定用基板111b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。

[0070] なお、図12および図13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。また、マイクロプレートリーダーユニット18を構成する単位光源ユニット部181および単位導光ユニット部182の少なくとも一方が、複数のウェル21に対応していてもよい。例えば、単位導光ユニット部182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14は、単位光源ユニット部181が1つのウェル21のみに対応しており、単位導光ユニット部182が複数のウェル21に対応している例を示している。

[0071] 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15に示すように、96組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組のマイクロプレートリーダーユニット18のうち、単位光源ユニット部181は、投光用基板111aに形成された配線60aに接続され、電力が供給可能に構成される。同様に、単位導光ユニット部182は、測定用基板111bに形成された配線60bに接続され、電力が供給可能に構成される。ここで、配線60a、60b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。

[0072] 一方、6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、6組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組のマイクロプレートリーダーユニット18のうち、単位光源ユニット部181は、投光用基板111aに形成された配線60aに接続され、電力が供給可能に構成される。同様に、単位導光ユニット部182は、測定用基板111bに形成された配線60bに接続され、電力が供給可能に構成される。

なお、図16では、1つのウェル21に対して1組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に対して複数組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に対応する複数組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。

[0073] 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を投光用基板111aおよび測定用基板111b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。

[0074] 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181aおよび受光部を構成する受光センサ182a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。

[0075] (変形例)

上記各実施形態において、受光用導光路（１３ａ、１８２ｂ）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、１８２ｃ）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。

[0076] 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１７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の光入射端とウェル２２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１３ａ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。

[0077] 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。

[0078] さらに、上記各実施形態においては、光源としてチップLEDを用いる場合について説明したが、光源は、例えば汎用LED（レンズ付きLED）であってもよい。

図18は、汎用LEDである光源12dを備えるマイクロプレートリーダー10Bの概略構成図である。なお、図18において、図1に示すマイクロプレートリーダー10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。

[0079] 汎用LEDは、チップLEDと比較して大型のLEDである。そのため、例えば図18の矢印L12で示すように、1つの光源（一番左の光源）12dからの光が、隣接する光源（左から2番目の光源）12dに対応するウェル21に入射しやすい。また、例えば矢印L13で示すように、1つの光源（一番左の光源）12dからの光が、隣接する光源（左から2番目の光源）12dの表面に到達して反射され、結果として隣接する光源（左から2番目の光源）12dに対応するウェル21に入射する場合もある。このように、隣接する光源12dからの光が迷光として受光用導光路13aに入射し、測定結果に悪影響を及ぼすおそれがある。

[0080] そこで、光源として汎用LEDを用いる場合、図19に示すように、互いに隣接する光源12dの間に遮蔽部材19aを配置してもよい。この遮蔽部材19aは、1つの光源12dに隣接する光源12dから放出された光が、当該1つの光源12dに対応する受光用導光路13aに入射することを制限するための制限部材である。

遮蔽部材19aは、光源12dからの光を遮蔽する材料により構成する。例えば、遮蔽部材19aは、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構成することもできる。ここで、遮蔽部材19aの配置位置や形状（長さ、厚さ）は、1つの光源12dから放出される光が、他の光源12dに対応するウェル21、ひいては受光用導光路13aに入射しないよ

うに適宜設定する。

[0081] また、図20に示すように、マイクロプレート20と受光センサ12bとの間に配置されている導光プレート部13と同様の構成を有する導光プレート部19bを、光源12aとマイクロプレート20との間に配置してもよい。

導光プレート部19bは、複数の光源12dにそれぞれ対応する投光用導光路191を備える。投光用導光路191は、光源12aから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、投光用導光路191は、顔料含有樹脂からなる包囲部材192により包囲されている。この場合、顔料含有樹脂からなる包囲部材192が、互いに隣接する光源12dの間に配置され、1つの光源12dに隣接する光源12dから放出された光が、上記1つの光源12dに対応する受光用導光路13aに入射することを制限するための制限部材として機能する。

[0082] このように、互いに隣接する光源12dの間に制限部材を配置することで、1つの光源12dから放出される光が、他の光源12dに対応するウェル21に直接入射したり、他の光源12dの表面に反射されて当該他の光源12dに対応するウェル21に入射したりすることを防止することができる。特に、制限部材として顔料含有樹脂を用いることで、1つの光源12dから他のウェル21や他の光源12dに向かう光を適切に吸収させることができる。その結果、各光源12dからの光は、ほぼ直進光として対応する各ウェル21に収容される試料30に入射することができる。

[0083] なお、上記制限部材は、図21に示すように、受光用導光路13aの光源側に配置され、受光用導光路13aへの光の入射範囲を制限する開口部13cを有するアパーチャ板13dであってもよい。ここで、開口部13cは、受光用導光路13aの光入射端の開口よりも小さい開口部を有する。このように、アパーチャ板13dを配置することで、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。また、この場合、アパーチャ板13dの開口部13cの大きさを適宜設定することで、受光用導光路13aへ

の光の入射範囲を容易に調整することができる。したがって、迷光が測定結果に及ぼす悪影響を適切に抑制することができる。

[0084] また、上記制限部材は、図22に示すように、受光用導光路13aの内壁に設けられ、受光用導光路13aの幅を制限する突出部13eであってもよい。このように、受光用導光路13aの内壁に突出部13eを設けることで、受光用導光路13aに入射する光、もしくは受光用導光路13aから出射する光を適切に制限することができる。また、この場合、突出部13eの大きさを適宜設定することで、受光用導光路13aの幅を容易に調整することができる。したがって、迷光が測定結果に及ぼす悪影響を適切に抑制することができる。

なお、図22は、突出部13eを受光用導光路13aの光源側端部に設けた例を示しているが、突出部13eを設ける位置は図22に示す位置に限定されない。

[0085] 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23A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23B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23C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。

[0086] 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23D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 1 3 a の先端部（光入射端） 1 3 h 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） 1 3 h から入射する光の一部は散乱され、受光用導光路 1 3 a 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 1 3 g を注入した際に受光用導光路 1 3 a 内で気泡が生じて、受光用導光路 1 3 a が包囲部材 1 3 b 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 1 3 g が固化すると、前記気泡は、受光用導光路 1 3 a における泡状空洞部 1 3 i として固定される。

この泡状空洞部 1 3 i に光が入射すると散乱され、散乱光の一部は包囲部材 1 3 b 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。

[0087] 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 2 4 A を示すように、透明な樹脂からなり、平坦部 1 3 j に受光用導光路となる柱状部（柱状部材） 1 3 k を設けてなる導光路用透明樹脂部材 1 3 m を成形する。この場合、導光路用透明樹脂部材 1 3 m は包囲部材 1 3 b に包囲されていないので、前記導光路用透明樹脂部材 1 3 m に泡状空洞部 1 3 i 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 1 3 k に対応する導光路用空洞部 1 3 f が設けられた顔料含有樹脂からなる包囲部材 1 3 b を成形する。

そして、包囲部材 1 3 b の導光路用空洞部 1 3 f に導光路用透明樹脂部材 1 3 m の柱状部 1 3 k が挿入されるように包囲部材 1 3 b と導光路用透明樹脂部材 1 3 m とを嵌合することにより、図 2 4 B に示すように、透明な樹脂からなる受光用導光路 1 3 a と、顔料含有樹脂からなり前記受光用導光路 1 3 a を包囲する包囲部材 1 3 b とからなる導光プレート部 1 3 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 1 3 m の柱状部 1 3 k は、側面にテーパ部 1 3 n が設けられた円錐台形状とするこ

とが好ましい。

[0088] 図24B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23C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。

[0089] 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25A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25B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。

[0090] （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、複数の投光部から放出された光が1つの受光用導光路を通過して受光部に到達しないようにすることができるため、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。

[0091] 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。

[0092] 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26および図27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10Eにおける要部を示す。ここで、図27は、図26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27に示すように、マイクロプレートリーダー10E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。

[0093] 導光プレート部13'の上部には、一定の間隔が設けられた隙間を挟んで投光用基板11a'が配置されており、この投光用基板11a'には複数の

光源 1 2 a' が設けられている。

測定用基板 1 1 b'、導光プレート部 1 3' および投光用基板 1 1 a' は、例えば支持部材（例えば、支柱） 1 1 c により一体的に保持されている。

[0094] 導光プレート部 1 3' と投光用基板 1 1 a' との間の一定の間隔が設けられた隙間には、マイクロプレート 2 0 が挿入される。すなわち、上記隙間の間隔は、マイクロプレート 2 0 が挿入可能なように、マイクロプレート 2 0 の厚みよりも大きく設定される。

上記隙間にマイクロプレート 2 0 が挿入され位置決めされた状態では、投光用基板 1 1 a' に設けられた複数の光源 1 2 a' は、当該隙間に挿入されたマイクロプレート 2 0 の所定の複数のウェル 2 1 にそれぞれ対向するように配置される。また、導光プレート部 1 3' に設けられた複数の受光用導光路 1 3 a' や測定用基板 1 1 b' に設けられた複数の受光センサ 1 2 b' も同様に、隙間に挿入されたマイクロプレート 2 0 の所定の複数のウェル 2 1 にそれぞれ対向するように配置される。

[0095] ここで、マイクロプレートリーダー 1 0 E は、マイクロプレート 2 0 の一列分のウェル 2 1 と同じ数だけ、光源 1 2 a'、受光センサ 1 2 b' および受光用導光路 1 3 a' を備える。すなわち、マイクロプレート 2 0 の一列分の各ウェルにそれぞれ対応して、1つの光源 1 2 a'、1つの受光センサ 1 2 b' および1つの受光用導光路 1 3 a' が設けられる。

[0096] この1つのウェル 2 1 に対応した光源 1 2 a'、受光用導光路 1 3 a' および受光センサ 1 2 b' の組は、マイクロプレート 2 0 のウェル 2 1 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 2 0 が $8 \times 12 = 96$ ウェルを有する場合、複数配置される光源 1 2 a'、受光センサ 1 2 b' および受光用導光路 1 3 a' の組数は、8または12となる。

また、1つの光源 1 2 a'、1つの受光用導光路 1 3 a' 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 1 2 b' は、鉛直方向に一列に配置される。さらに、複数配置される光源 1 2 a'、受光センサ 1 2 b' および受光用導光路 1 3 a' の組の配置間隔は、マイクロプレート 2 0 の各

ウェル 21 のピッチに等しい。

[0097] よって、導光プレート部 13' と投光用基板 11a' との間の隙間においてマイクロプレート 20 を位置決めすることにより、一列分の各ウェル 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 等を経由して1つの受光用導光路 13a' を通過し、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 のウェル一列分の光測定を同時に行うことが可能となる。

[0098] なお、光源 12a'、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 等を通して放出される光が、1つの受光用導光路 13a' を通過して1つの受光センサ 12b' に到達可能な配置であればよい。

[0099] そして、上記構成を有するマイクロプレートリーダー 10E 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。

[0100] 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ェル21の列方向に直交する方向に移動させる。

図26は、マイクロプレート20が固定されており、支柱11cにより一体的に保持される投光用基板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。

[0101] 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の各ウェル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。

[0102] このように、スキャン式のマイクロプレートリーダー10Eは、マイクロプレート20のウェル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の全てのウェル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ェル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の一系列分のウェル21の数だけ設け、これら光測定部の組をウェル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。

[0103] 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隙間が形成される。そのため、この隙間の部分

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１０Ｅ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の下面と導光プレート１３´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１０Ｅ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。

[0104] なお、図２６および図２７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。

[0105] また、上記のマイクロプレートリーダー１０Ｅ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。

[0106] さらに、図２６および図２７に示すマイクロプレートリーダー１０Ｅ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。

[0107] 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。

[0108] 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。

[0109] そこで、図28に示すマイクロプレートリーダー10F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10Fの場合、図29Aに示すように、光源12a'、受光用導光路13a'および受光センサ12b'の組を、マイクロプレート20の各ウェル21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20を、図29Aの矢印の方向に一行分移動させることにより、図29Bに示すようにマイクロプレート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。

[0110] つまり、1 回目の光測定では、図 29A に示すように、光源 12a' が対向配置されているウェル 21 について光測定が行われ、2 回目の光測定では、図 29B 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 21 について光測定が行われる。なお、図 29B において、黒塗りのウェル 21' 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 21 のピッチが 2.25 mm である 1536 ウェルのマイクロプレート 20 の光測定にも適切に対応することができる。

[0111] また、マイクロプレートリーダー 10F においては、マイクロプレート 20 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。

[0112] 上記のマイクロプレートリーダー 10F 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。

[0113] 上述したように、マイクロプレートリーダー 10F 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 10F 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 10F 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。

[0114] 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

[0115] 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、12a…光源、12b…受光センサ、13…導光プレート部、13a…受光用導光路、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を挟んで前記投光部とは反対側に配置され、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、

前記受光部と前記マイクロプレートとの間に配置され、前記投光部から放出され、前記ウェルに収容された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をさらに備え、

1つの前記投光部から放出された光は、1つの前記受光用導光路を通過して1つの前記受光部に到達す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] 複数の前記投光部の発光部が配置される発光面と、前記受光用導光路の光軸とが交わる点を o 、

前記発光面から前記受光用導光路の前記受光部側の端面までの距離を L_a 、

前記受光用導光路の光路長を L_b 、

前記受光用導光路の幅を d とすると、

前記投光部は、当該投光部の発光部が、前記発光面において、前記点 o を中心とし、下式により定義される半径 r の円領域内に1つのみ存在するように配置されてい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。

$$r = d (L_a / L_b - 1 / 2)$$

[請求項6] 前記1つの投光部に隣接する前記投光部から放出された光が、前記1つの投光部に対応する前記1つの受光用導光路に入射することを制限する制限部材をさらに備え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] 前記制限部材は、

前記導光部の前記投光部側に配置され、前記試料を通過した光を前記受光用導光路へ入射させる当該受光用導光路の光入射端の開口よりも小さい開口部を有するアパーチャ板であ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] 前記制限部材は、

前記受光用導光路の内壁に設けられ、前記受光用導光路の幅を制限する突出部であ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] 前記制限部材は、
互いに隣接する前記投光部の間に配置された遮蔽部材であ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配置された前記マイクロプレートの上方に、前記投光部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、をさらに備えることを特徴とする請求項1から10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つのウェルに対応した投光部を有する単位光源ユニット部と、

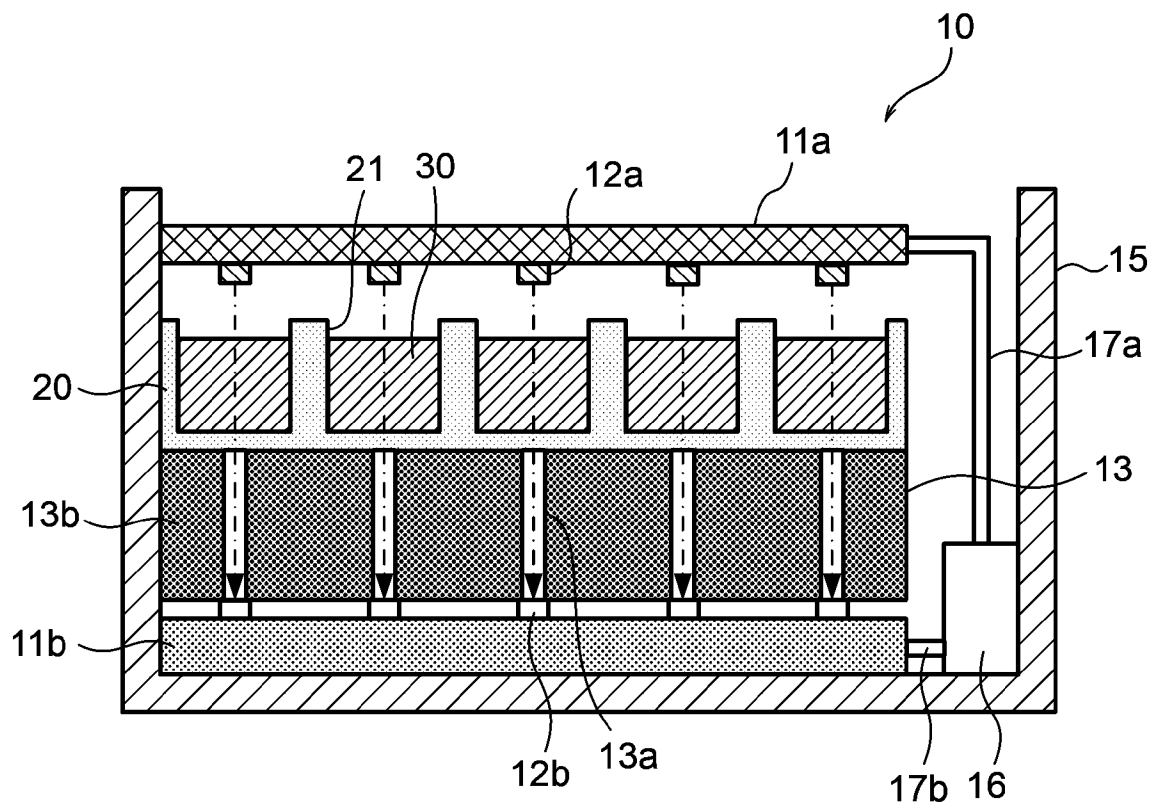
 マイクロプレートの1つのウェルに対応した受光部と、前記投光部から放出され、対応する前記ウェルが収容する試料を通過した光を、前記受光部へ導光する受光用導光路と、前記受光用導光路を、光を吸収する特性を有する顔料を含有する顔料含有樹脂により包囲する包囲部材と、を有する単位導光ユニット部と、を備え、

 1つの前記単位導光ユニット部が有する前記受光用導光路を通過して前記受光部に到達する光は、1つの前記単位光源ユニットが有する前記投光部から放出された光であ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。

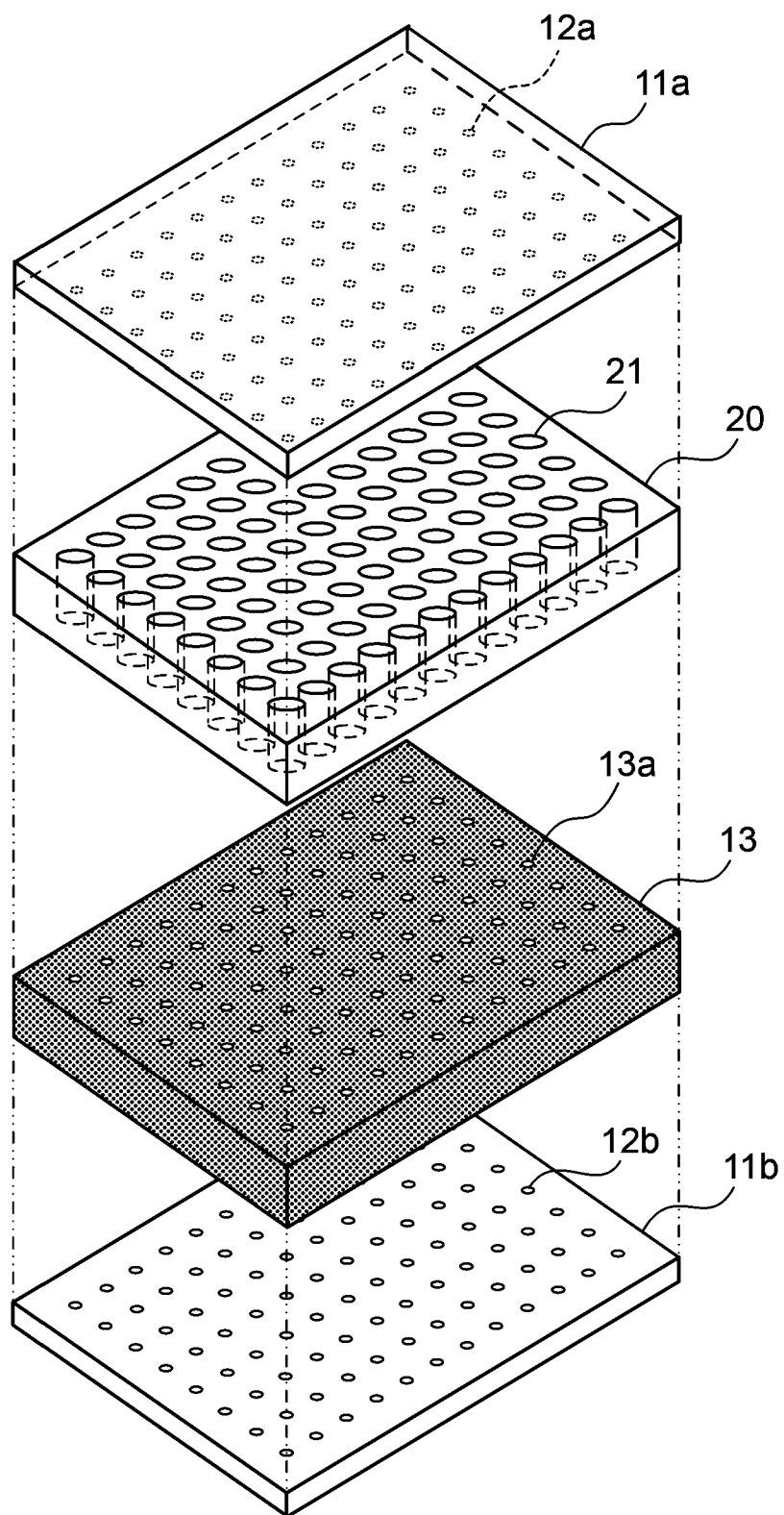
[請求項19] 前記受光用導光路は、光透過特性を有する樹脂からなり、平坦部とこの平坦部から柱状に伸びる柱状部材とからなることを特徴とする請求項18に記載のマイクロプレートリーダーユニット。

[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。

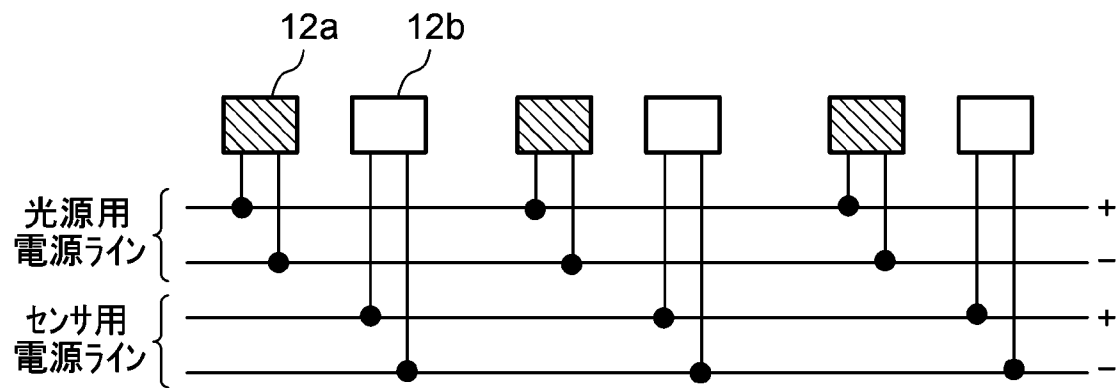
[図1]



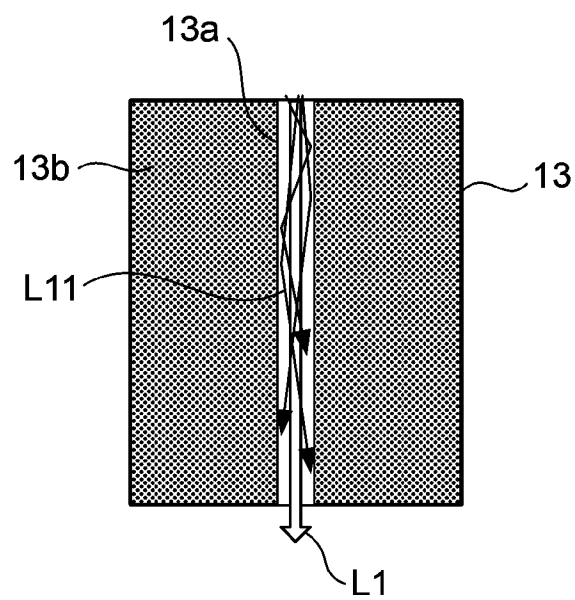
[図2]



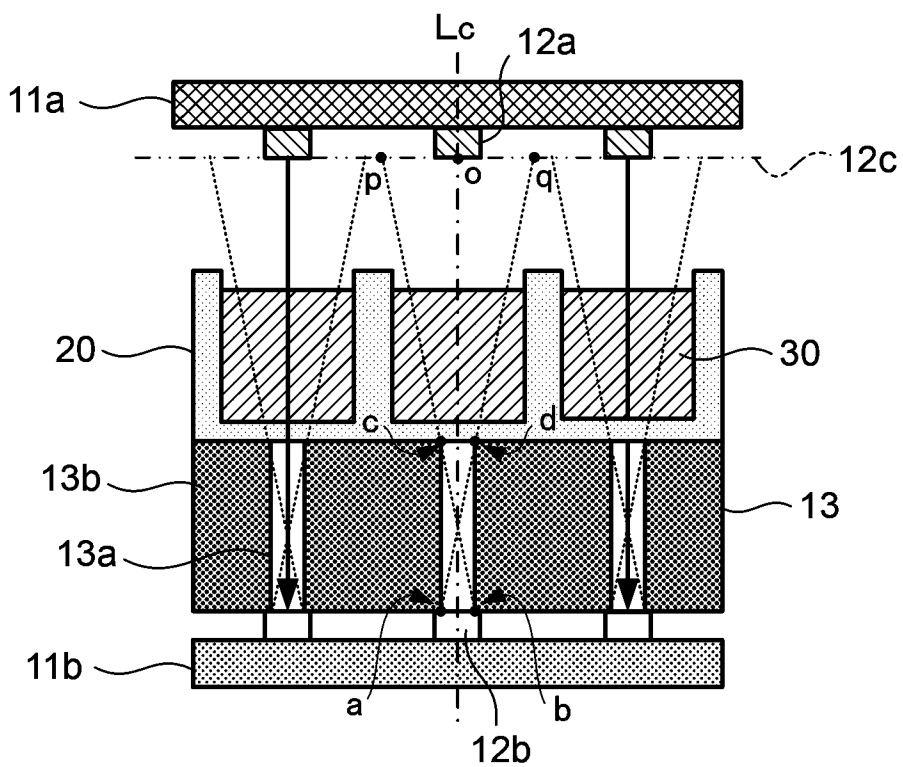
[図3]



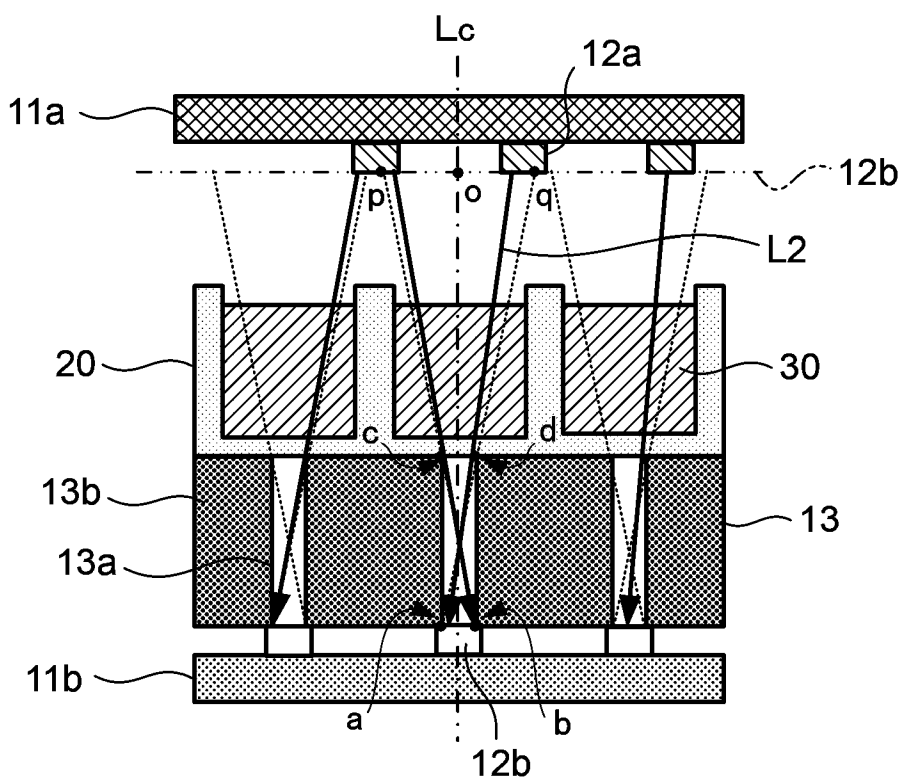
[図4]



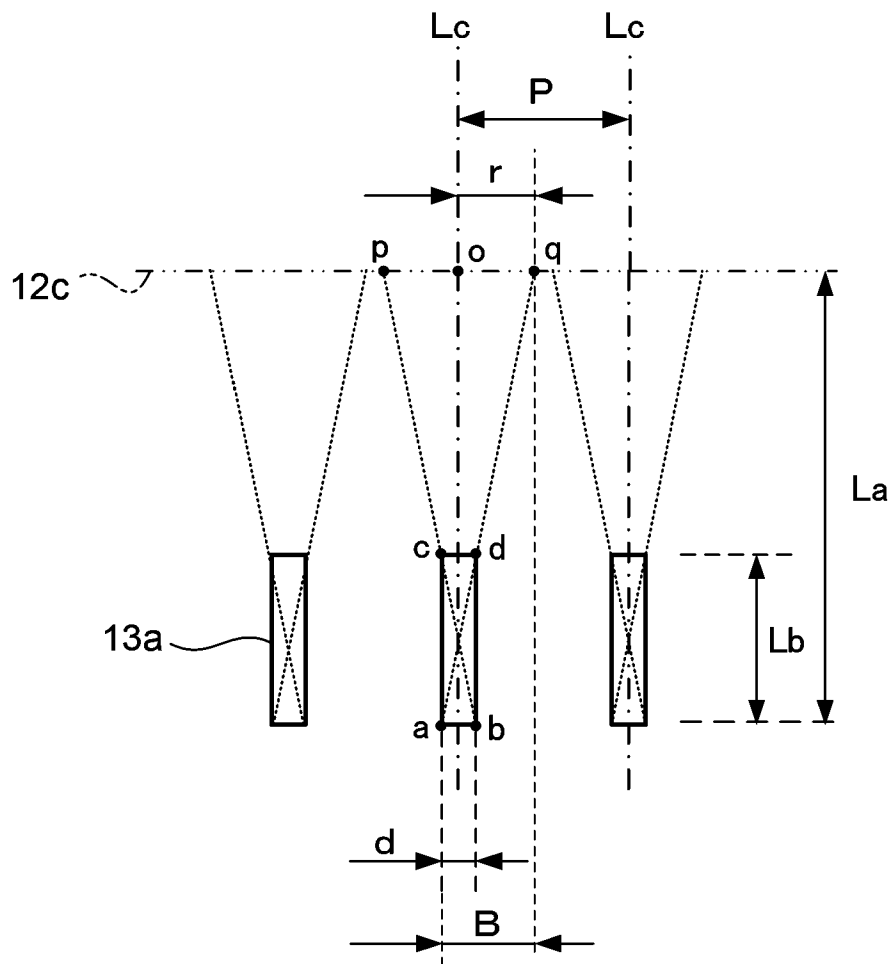
[図5]



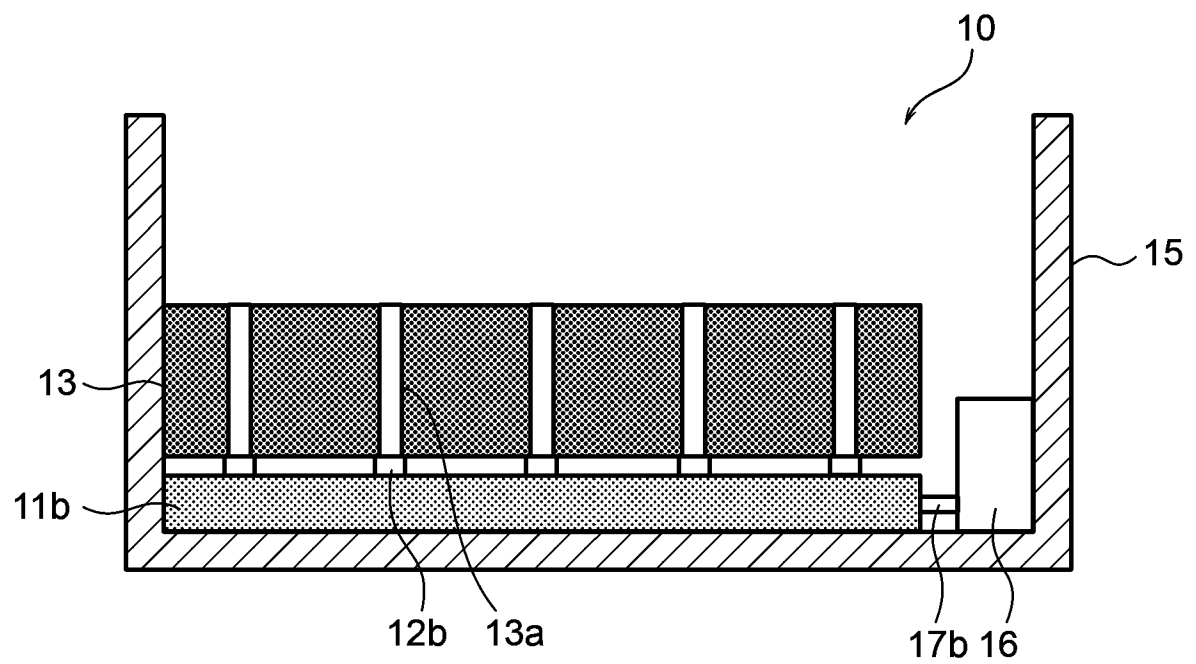
[図6]



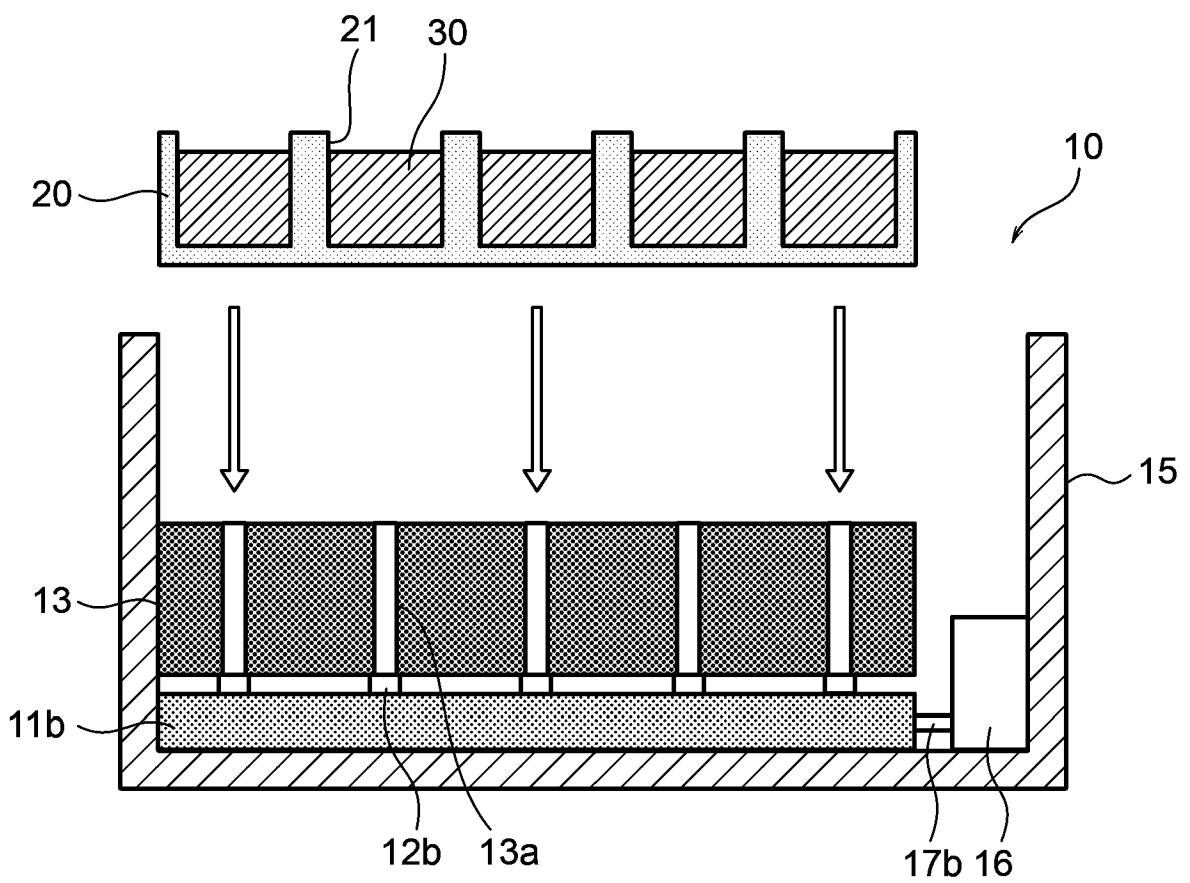
[図7]



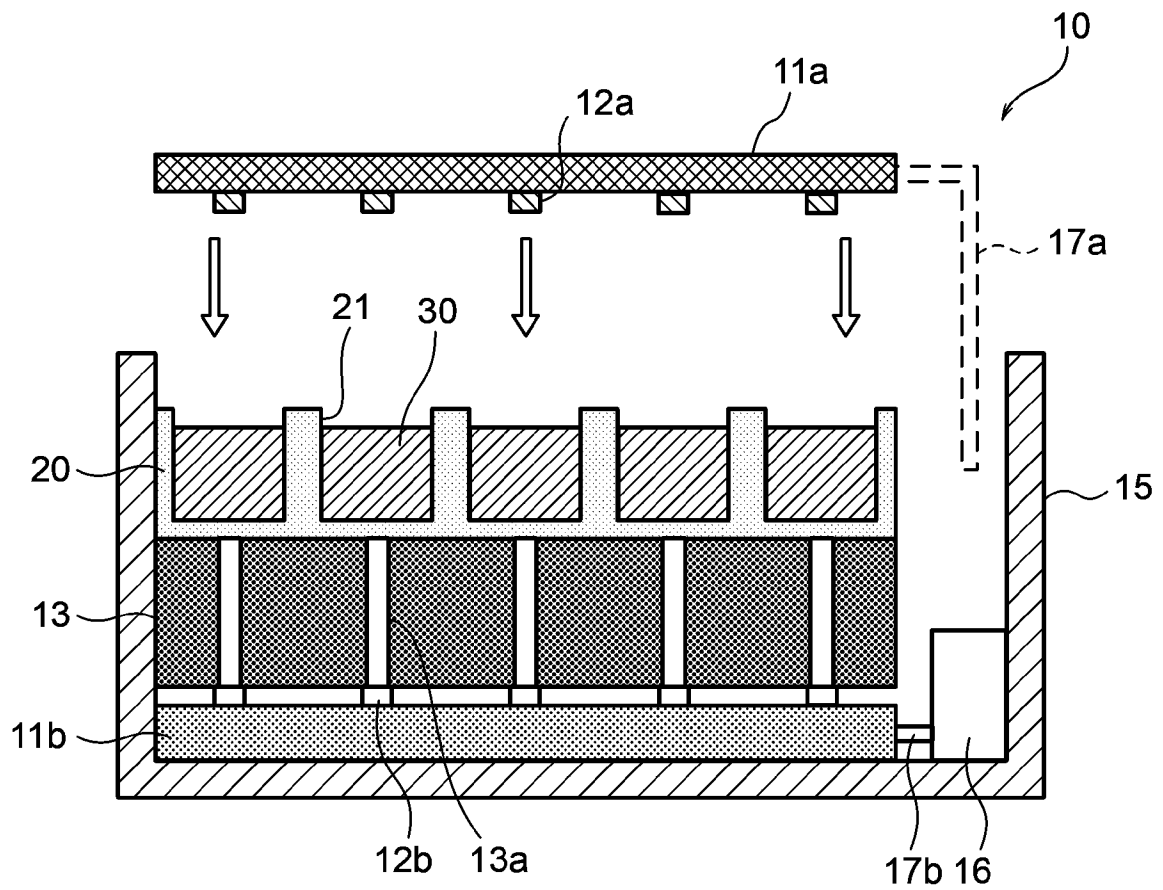
[図8]



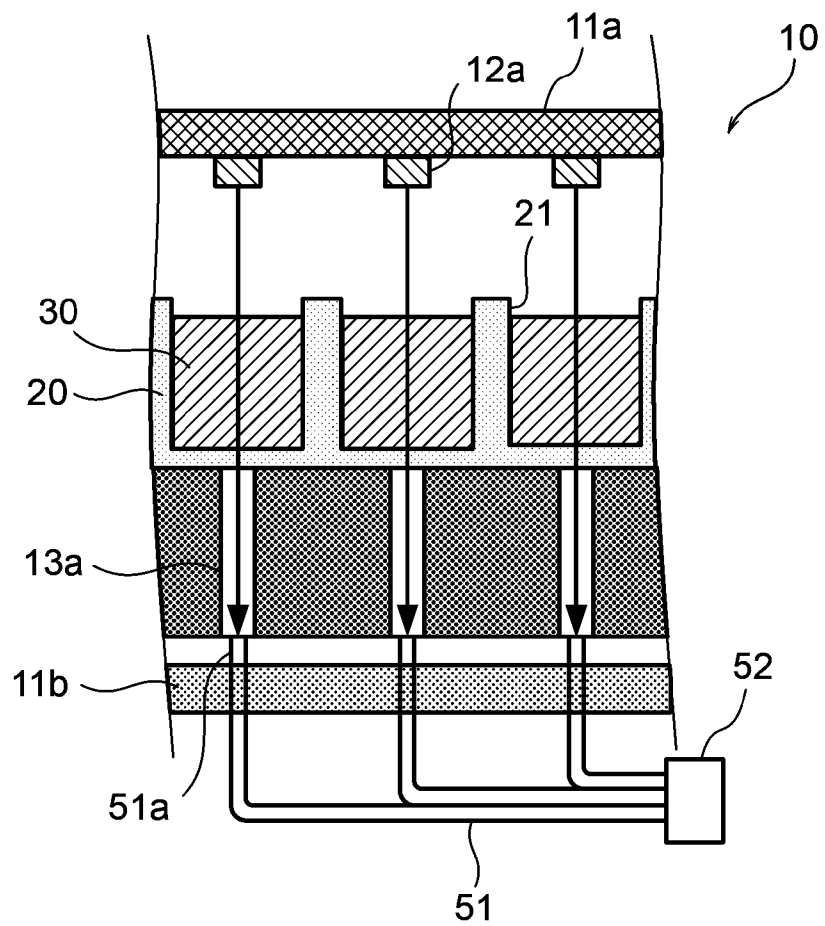
[図9]



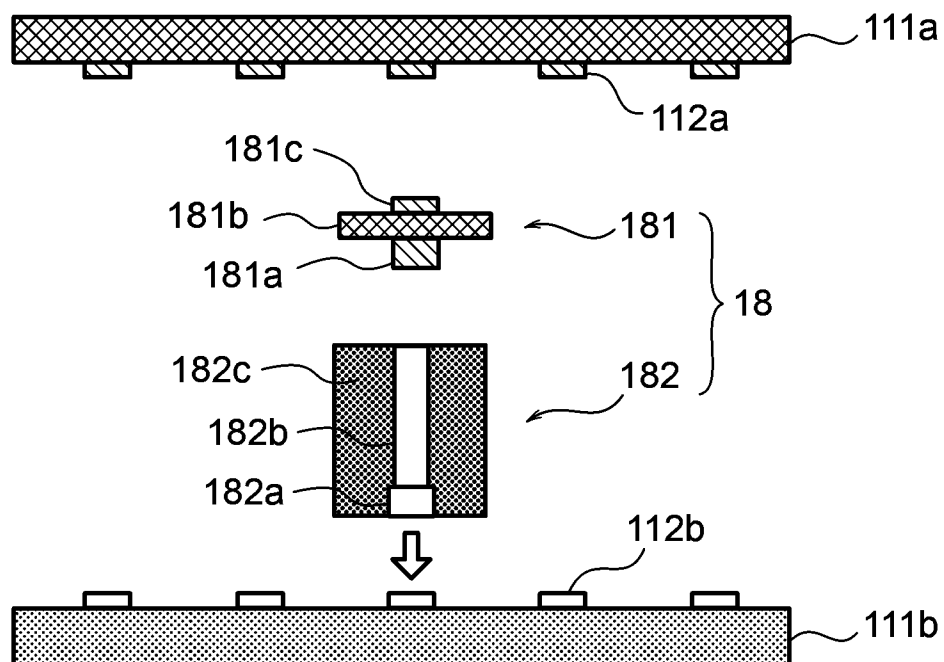
[図10]



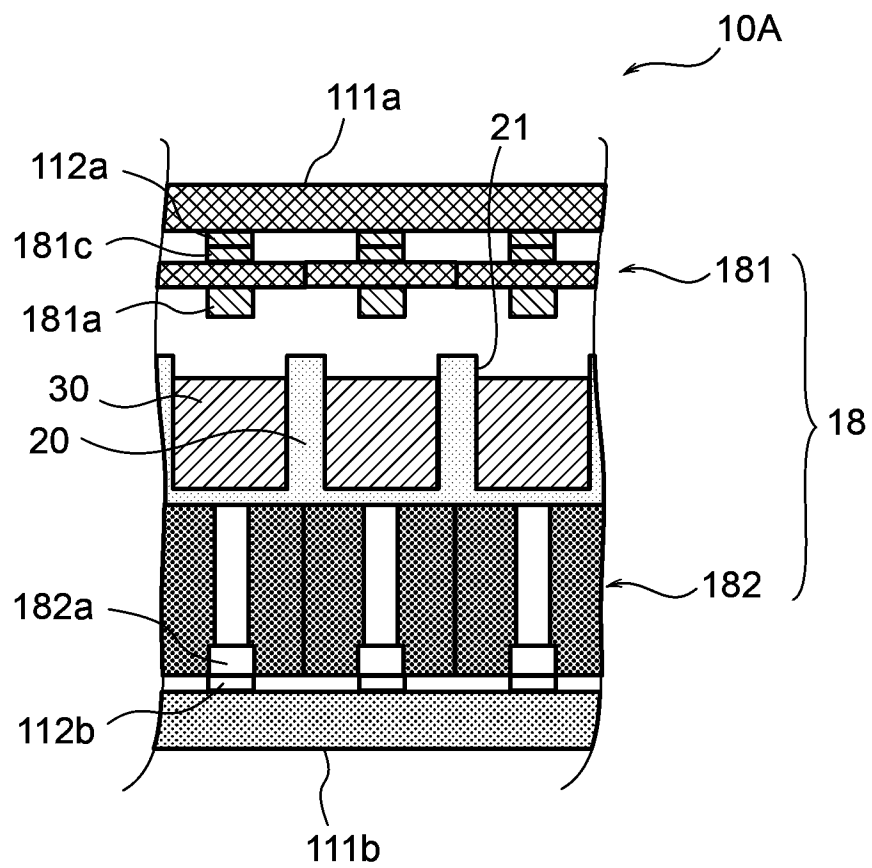
[図11]



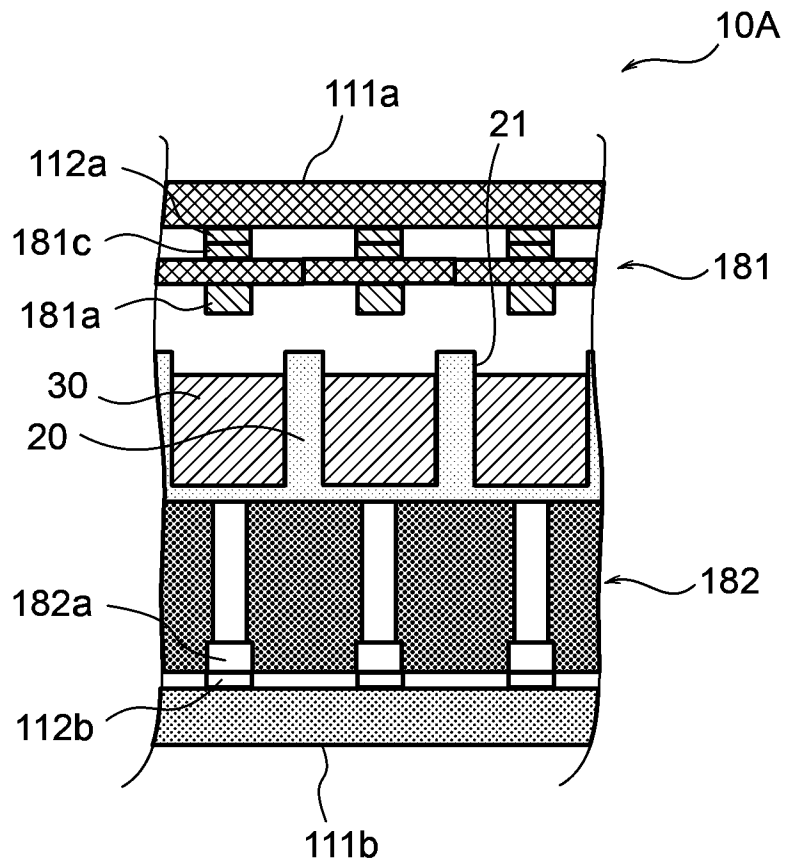
[図12]



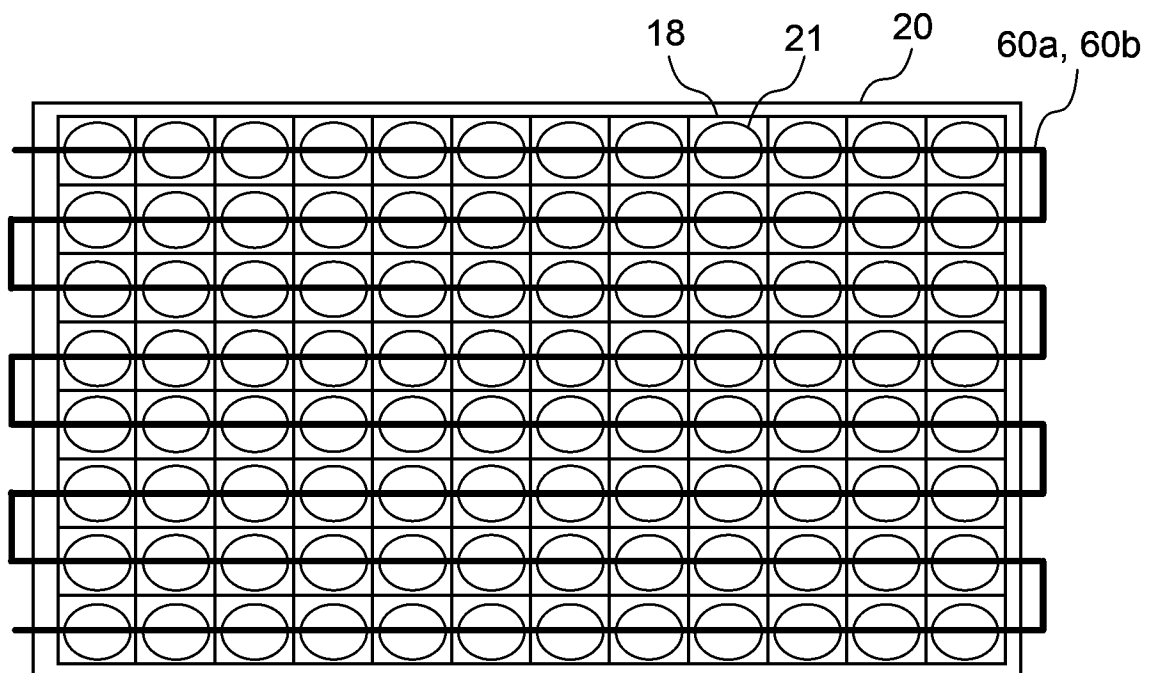
[図13]



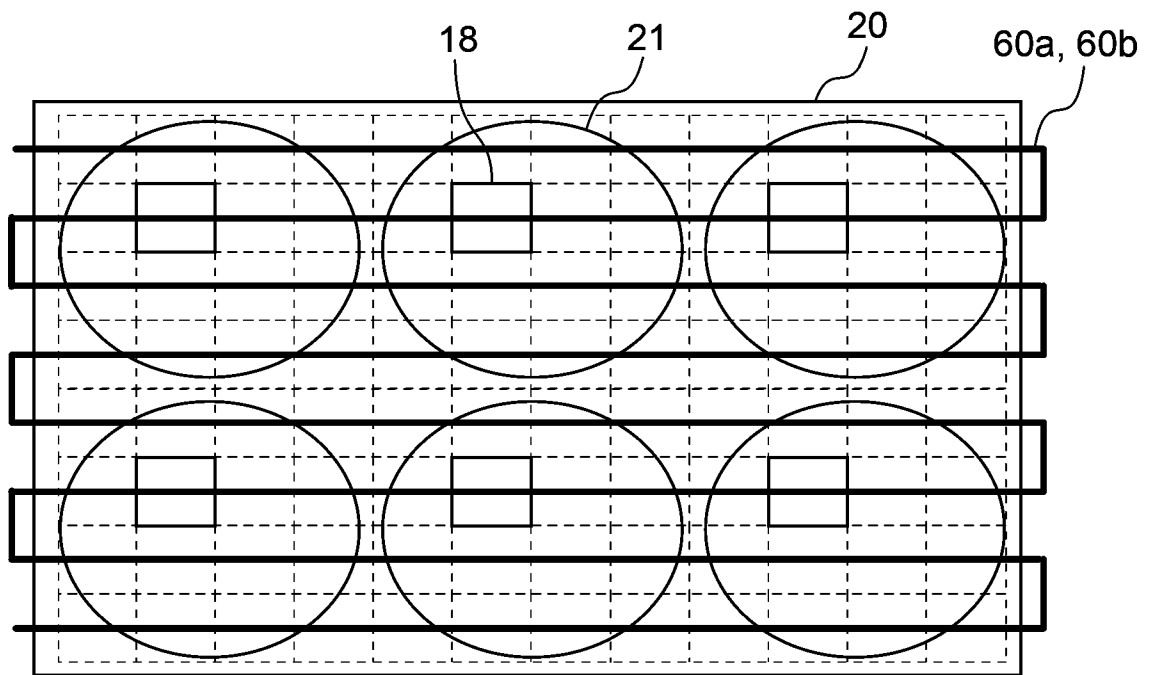
[図14]



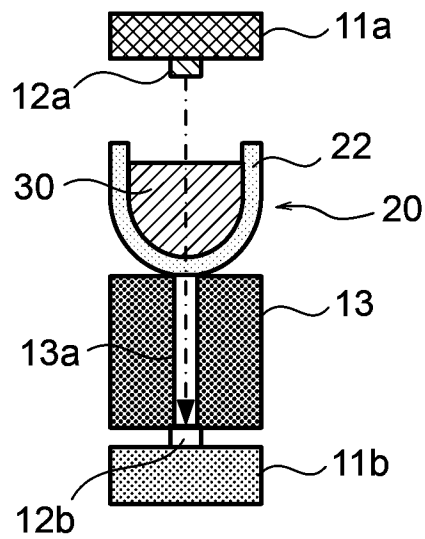
[図15]



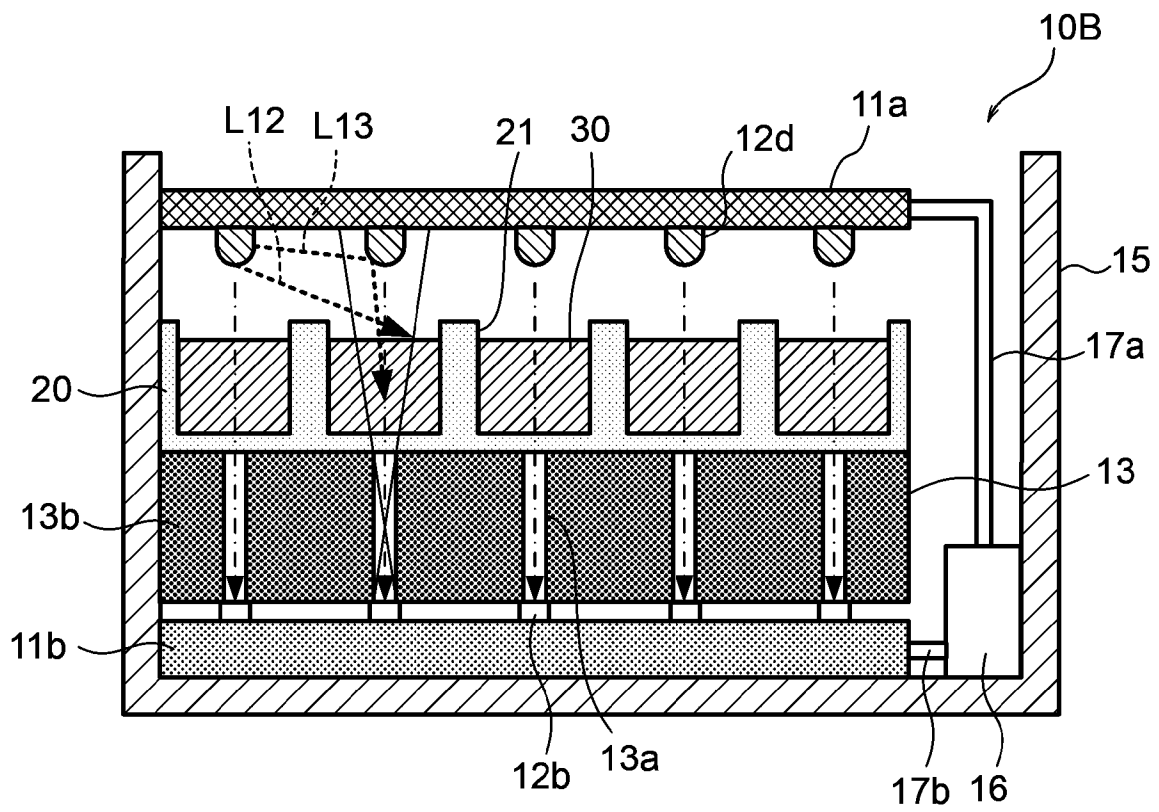
[図16]



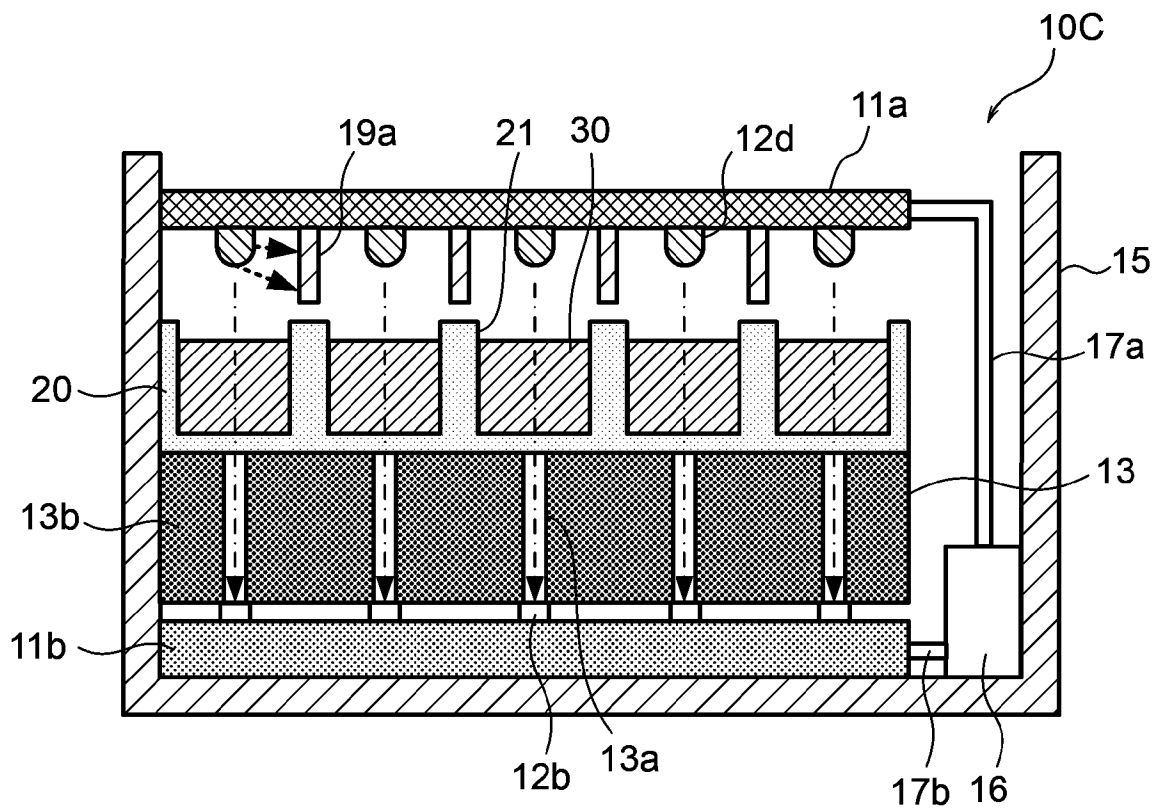
[図17]



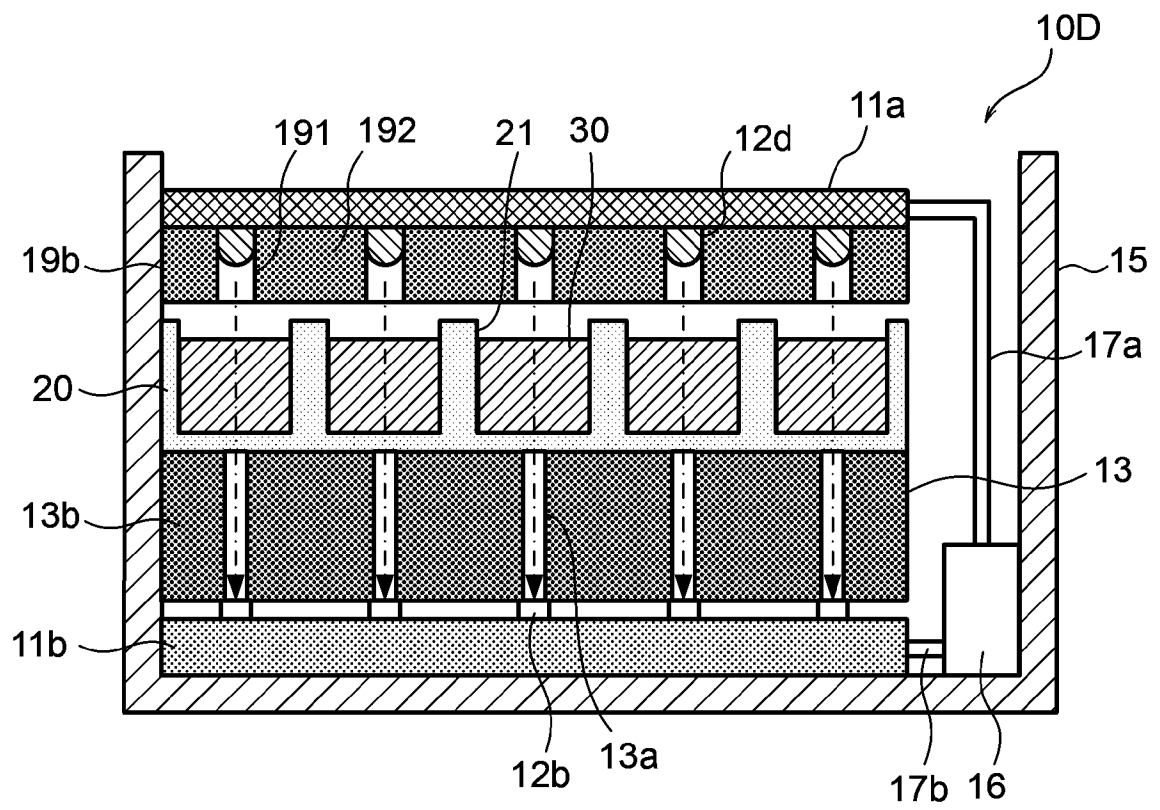
[図18]



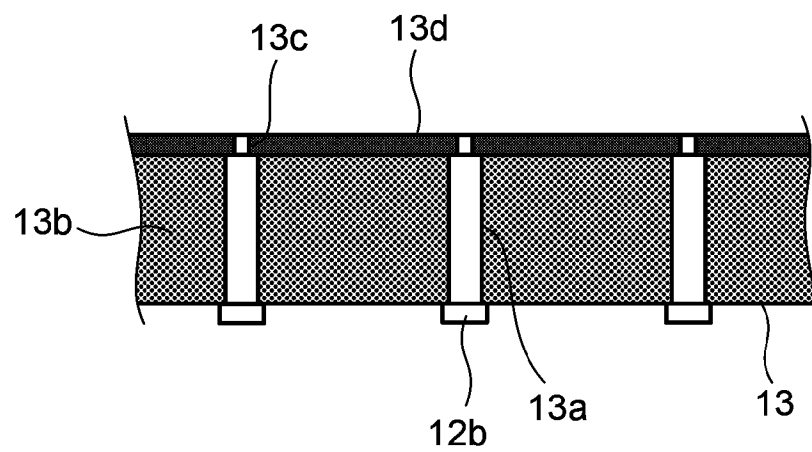
[図19]



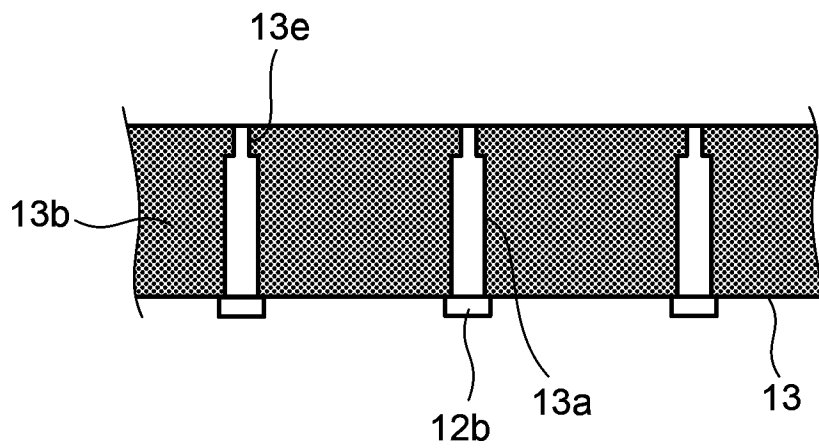
[図20]



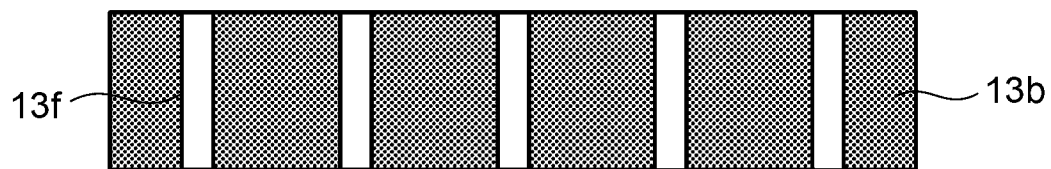
[図21]



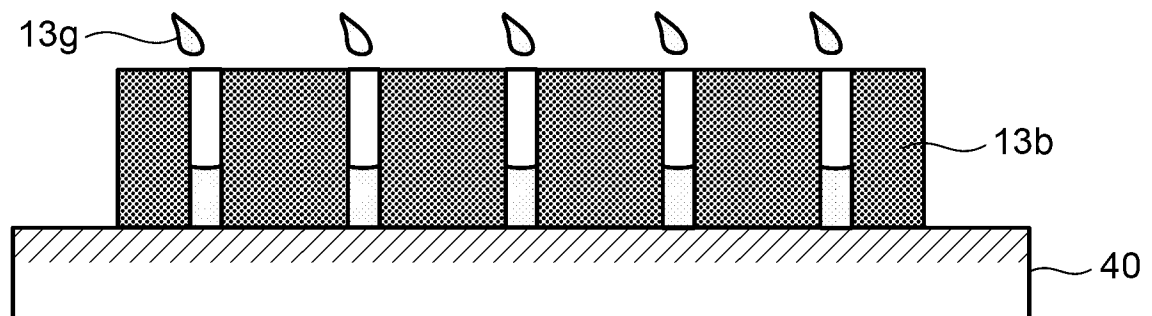
[図22]



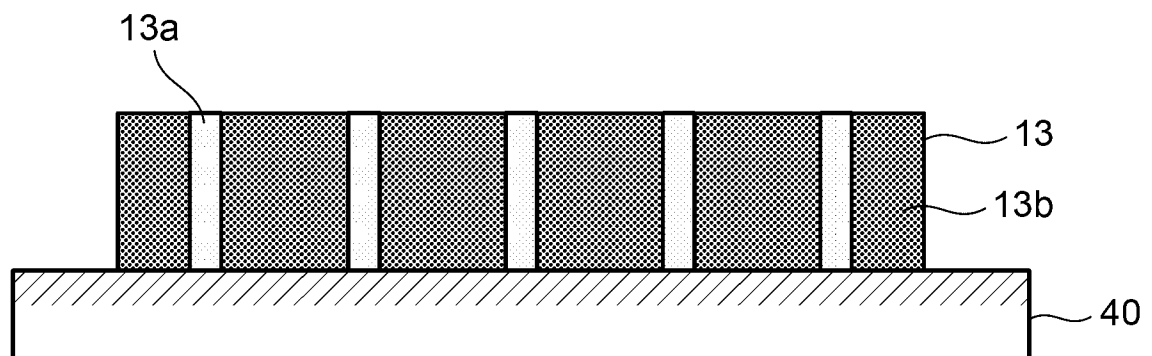
[図23A]



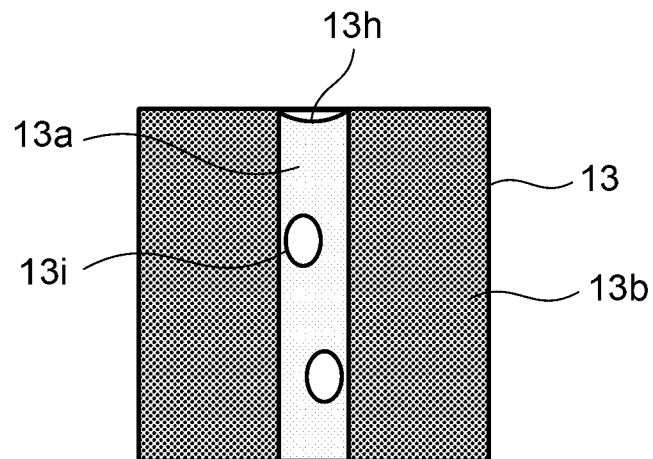
[図23B]



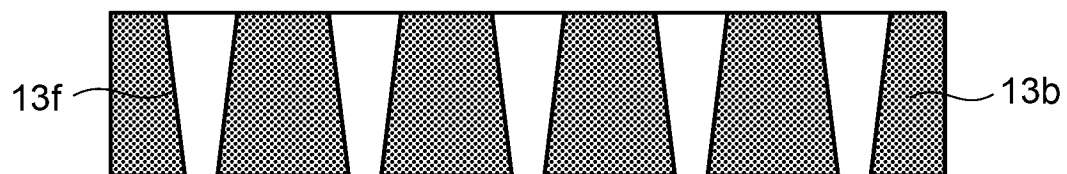
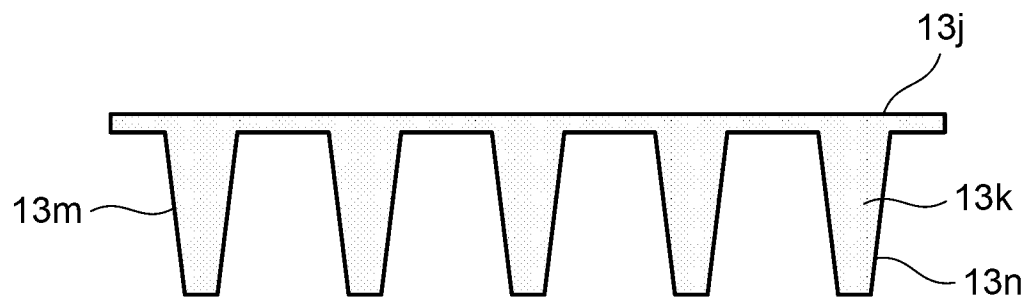
[図23C]



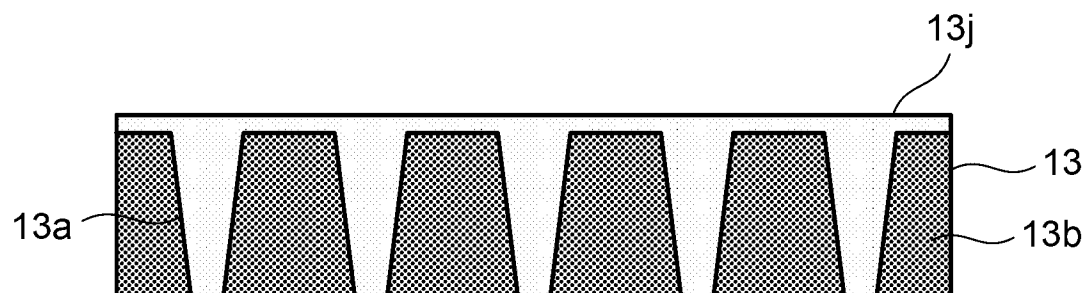
[図23D]



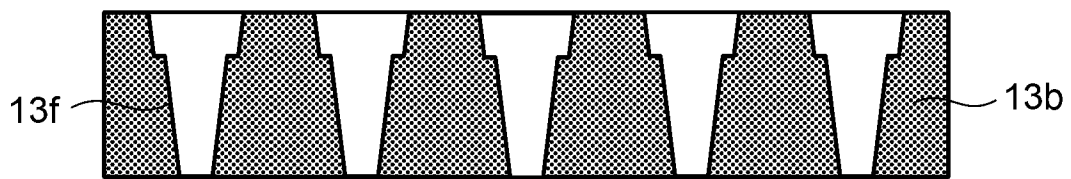
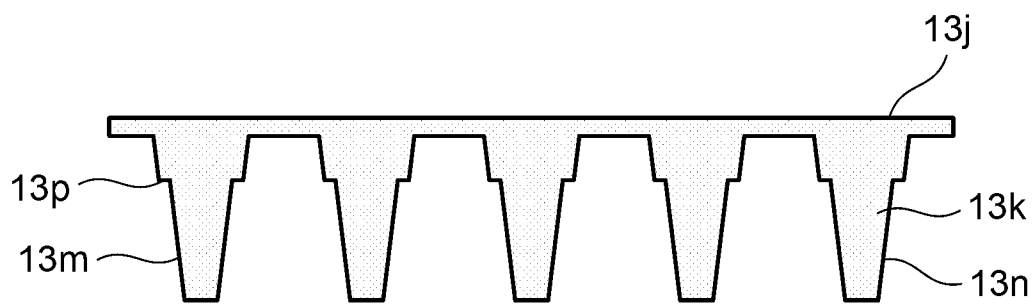
[図24A]



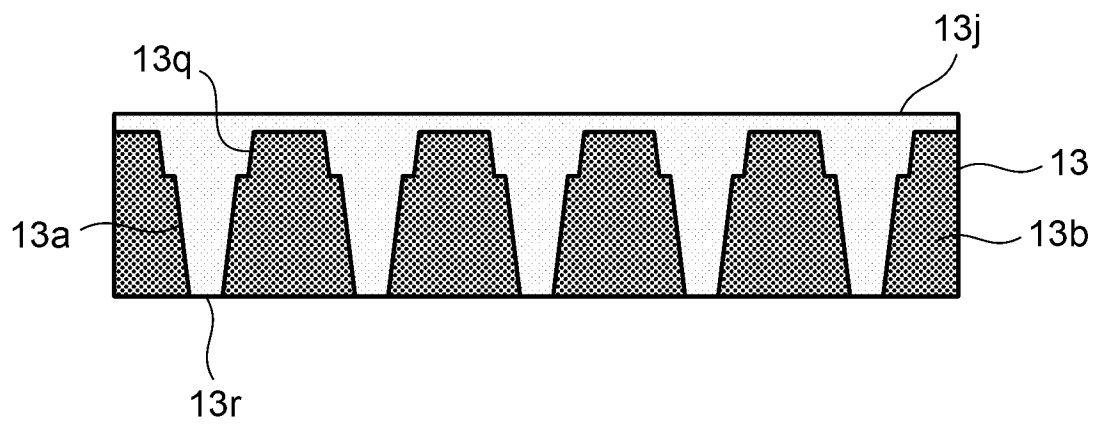
[図24B]



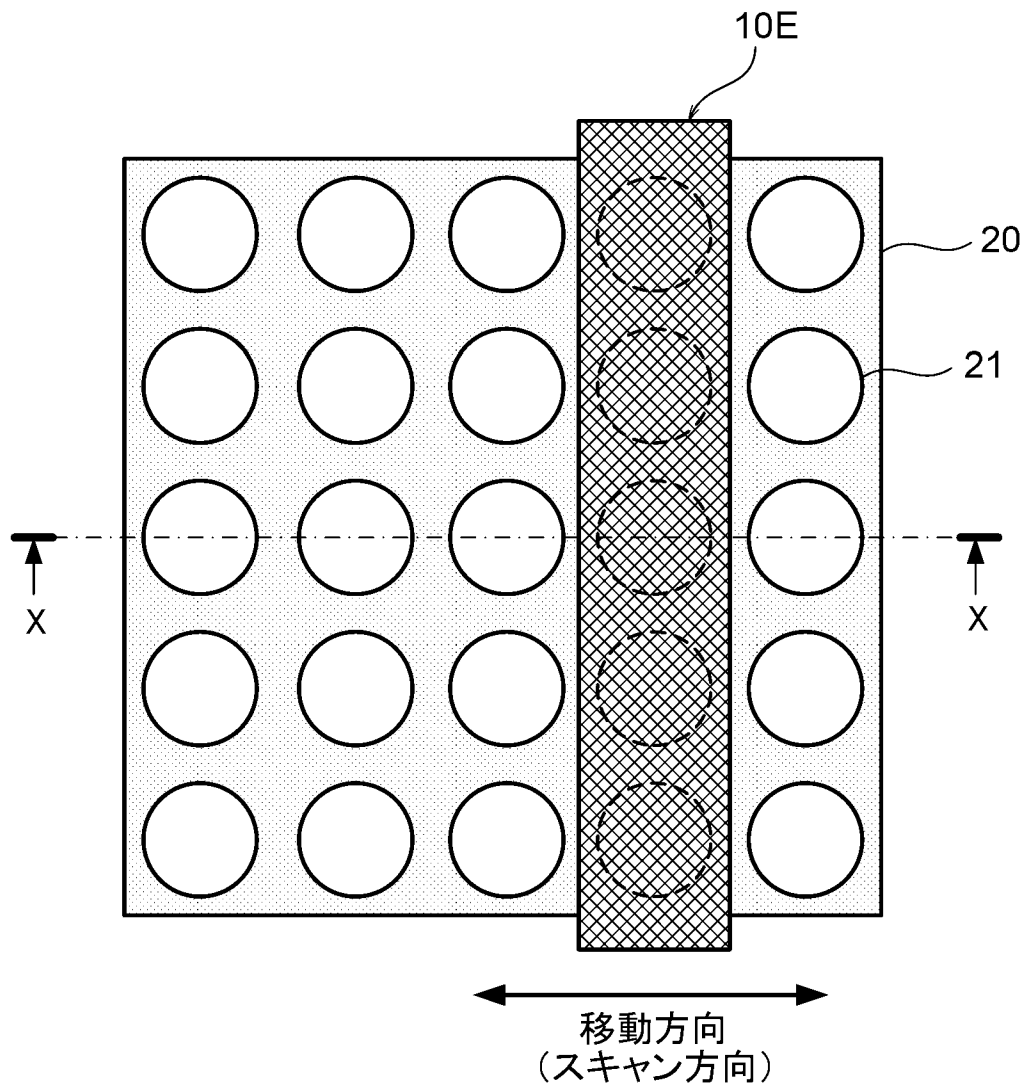
[図25A]



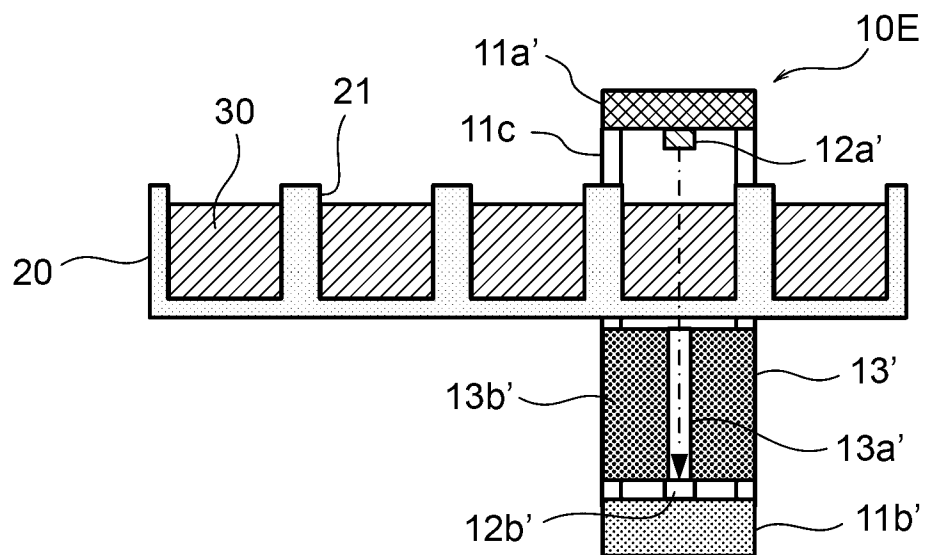
[図25B]



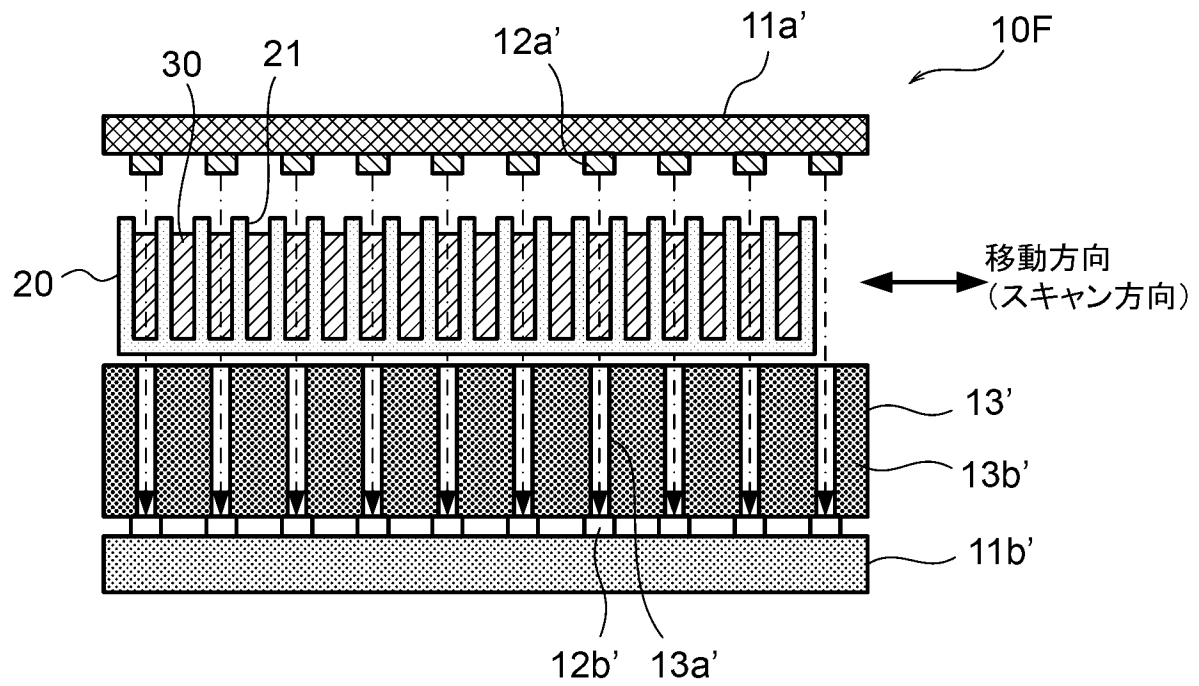
[図26]



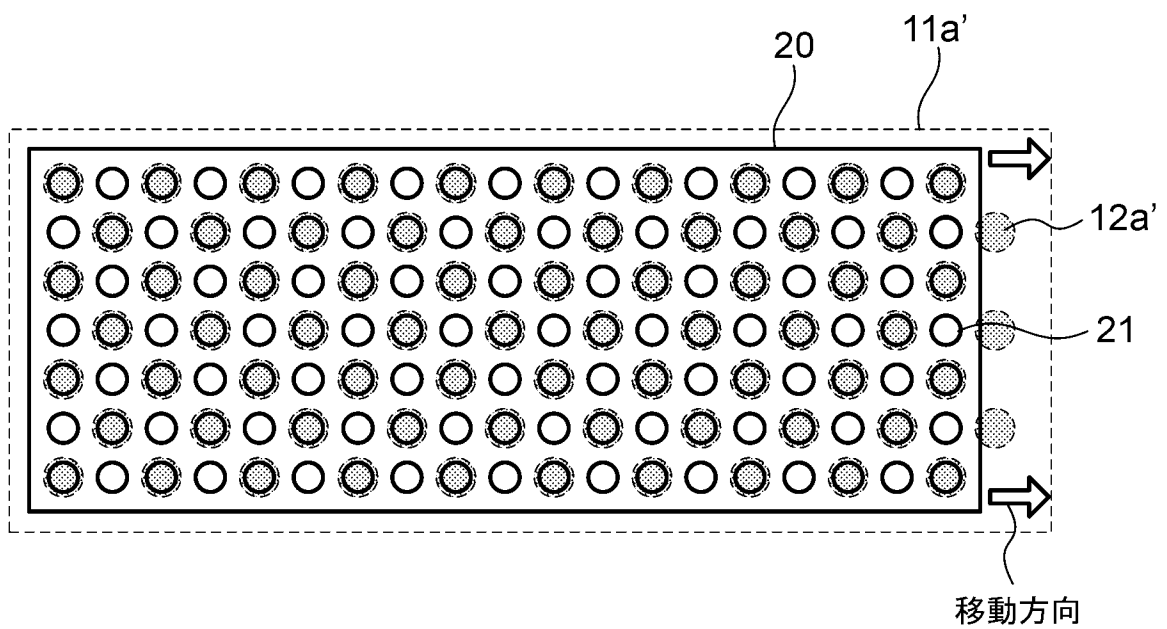
[図27]



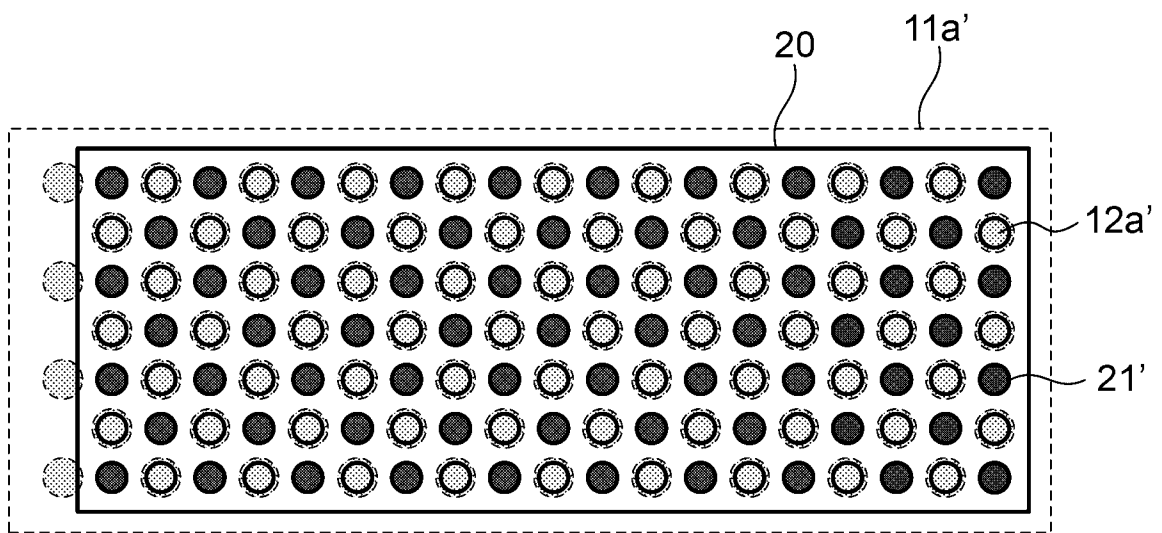
[図28]



[図29A]



[図29B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/034910

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.
Y	JP 10-221242 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 21 August 1998, paragraphs [0014]-[0039], fig. 3-6 (Family: none)	1-6, 8-14, 16, 18-19
A		7, 15, 17, 20
Y	JP 2018-9825 A (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) 18 January 2018, paragraphs [0004], [0024], fig. 2 (Family: none)	1-6, 8-14, 16, 18-19
Y	JP 7-20037 A (J T SCI KK) 24 January 1995, paragraphs [0016], [0018], [0023], fig. 2-4 (Family: none)	1-6, 8-14, 16, 18-19

☒ 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
07 November 2019 (07.11.2019)

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/JP2019/034910

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-20380 A (ALOKA CO., LTD.) 31 January 2008, paragraphs [0010], [0013], [0040], fig. 2-4 (Family: none)	2, 5-6, 8-9, 16, 19
Y	JP 2005-9876 A (AISIN COSMOS R&D CO., LTD.) 13 January 2005, paragraph [0031], fig. 2 (Family: none)	9, 16, 19

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
Y 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）	1-6, 8-14, 16, 18-19 7, 15, 17, 20
Y	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）	1-6, 8-14, 16, 18-19
Y	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）	1-6, 8-14, 16, 18-19

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

07.11.2019

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
Y	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)	2, 5-6, 8-9, 16, 19
Y	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)	9, 16, 19