

(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
2021年12月2日(02.12.2021)



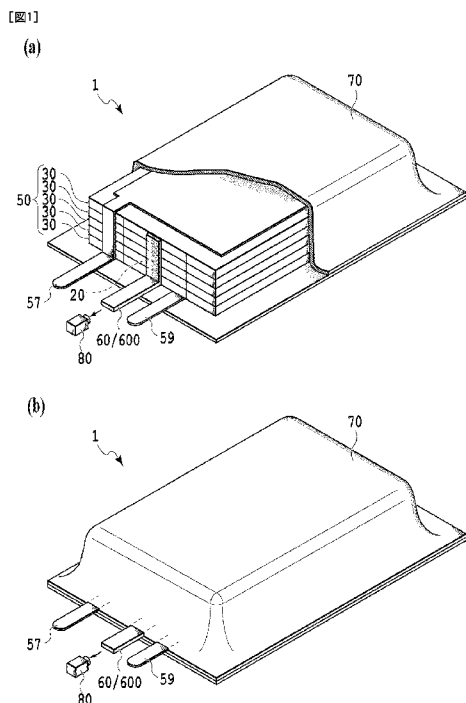
(10) 国際公開番号

WO 2021/241646 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/48 (2006.01) H01M 50/204 (2021.01)
H04B 10/516 (2013.01) H01M 50/284 (2021.01)
H04B 10/69 (2013.01) H01M 50/569 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/020042
- (22) 国際出願日: 2021年5月26日(26.05.2021)
- (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 2020-091368 2020年5月26日(26.05.2020) JP
特願 2020-123666 2020年7月20日(20.07.2020) JP
- (71) 出願人: A P B株式会社(APB CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1010041 東京都千代田区神田須田
町1丁目3番地9 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀江 英明(HORIE Hideaki); 〒1010041
東京都千代田区神田須田町1丁目3番地
9 A P B株式会社内 Tokyo (JP). 川崎 洋志
(KAWASAKI Yohji); 〒6050995 京都府京都市
東山区一橋野本町11番地の1 三洋化成工
業株式会社内 Kyoto (JP). 水野 雄介(MIZUNO
Yusuke); 〒6050995 京都府京都市東山区一橋
野本町11番地の1 三洋化成工業株式会
社内 Kyoto (JP). 那須 浩太郎(NASU Kotaro);
〒6050995 京都府京都市東山区一橋野本町11
番地の1 三洋化成工業株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(TANI & ABE, P.C.); 〒1070052 東京都港区赤
坂2丁目6番20号 Tokyo (JP).
- (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,

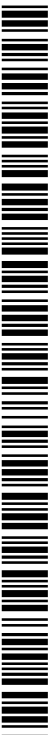
(54) Title: LITHIUM-ION BATTERY AND OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: リチウムイオン電池および光通信システム



(57) Abstract: The present disclosure provides a lithium-ion battery that has a configuration in which optical signals are outputted from light-emitting units of respective cells forming a battery pack, but reduces cumbersome wiring work and enables increase in tolerance of positional deviation. This lithium-ion battery (1) is configured by accommodating, within an outer package (70), a battery pack (50) comprising a plurality of cells (30) stacked on one another. Each of the cells is equipped with a light-emitting unit (20) which emits light according to the characteristics of said cell to thereby output an optical signal. An optical waveguide (light guide plate) (60) is disposed adjacent to or in the vicinity of light emitting surfaces of the light-emitting units so as to serve as a shared transmission path for optical signals outputted from the light-emitting units of the respective cells.

(57) 要約: 本開示は、組電池を構成する各単電池が有する発光部から光信号を出力する構成において、配線の手間の煩雑性を削減し、位置ずれ許容量の増大を可能にするリチウムイオン電池を提供する。外装体(70)内に、積層された複数の単電池(30)で構成された組電池(50)を収容したリチウムイオン電池(1)において、各単電池に当該単電池の特性に基づいて発光して光信号を出力する発光部(20)を備えるとともに、発光部の発光面に隣接または近接して光導波路(導光板)(60)を配置して複数の単電池の発光部からの光信号の共通伝送経路となるようにした。



WO 2021/241646 A1

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, IT, JO, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

明 細 書

発明の名称： リチウムイオン電池および光通信システム

技術分野

[0001] 本開示は、リチウムイオン電池および光通信システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、電気自動車およびハイブリッド電気自動車等の電源携帯型電子機器の電源としてリチウムイオン電池の単電池を複数個積層した組電池が用いられている。このような組電池を充電する場合、過充電状態になる単電池が存在することがないように充電管理を行う必要がある。

[0003] 特許文献1には、外部の充電装置に対して、金属の配線および端子などの電気的な接続を介して、電池パック内の各単電池の端子間の電圧を伝達することが記載されている（例えば、特許文献1の第0040段落、第4図参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2009/119075号公報

特許文献2：特開平11-341693号公報

発明の概要

[0005] このように、外部の装置に対して、電気的な接続を介して、電池パック内の各単電池の特性に関する情報を伝達する場合には、積層された単電池の数に応じて配線数や端子数が増加するため、配線や端子に起因する重量の増加やスペースの増加が問題となる。また、電気的配線を設置すれば、単電池間の短絡のリスクと、配線の手間が煩雑という問題もある。

[0006] このような問題を解決することを意図して、光信号を伝送するための光ファイバーを利用するという考え方がある。例えば特許文献2には、直列に接続された単電池を含む電池モジュールの両端に、発光ダイオードを含む過充電発熱回路を並列に接続し、過充電が生じたときに発光ダイオードの発光が

共通の光ファイバーにより受光ダイオードに送られることが開示されている（例えば、特許文献2の第0012、0023-0024段落、第5図参照）。

[0007] しかしながら、特許文献2に記載の技術によれば、光ファイバーの手段を採ることにより単電池間の短絡のリスクを解決できたものの、光ファイバーも前述した電氣的配線と同様に配線接続が必要となるため、結局配線の手間が多く、前述した問題は依然として解決されていなかった。また、光ファイバーにより光信号をまとめて伝送する構成とすると、位置合わせが厳密に必要となるので、位置ずれに弱いという問題もあった。

[0008] 本開示は、上述した問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、組電池を構成する各単電池が有する発光部から光信号を出力する構成において、配線の手間の煩雑性を削減し、位置ずれ許容量の増大を可能にするリチウムイオン電池を提供することにある。

[0009] このような目的を達成するために、本願発明の一実施形態に係るリチウムイオン電池は、

積層された複数の単電池であって、各単電池が、当該単電池の特性を測定する測定部および当該単電池の特性に基づいて発光して光信号を出力する発光部を有する、複数の単電池と、

発光部の発光面に隣接または近接して配置された光導波路であって、入射し伝搬した光信号が出射する光出力部を有する、光導波路と、

複数の電池および光導波路を収容する外装体とを備え、

光導波路は、複数の単電池からの前記光信号の共通伝送経路となっている、ことを特徴とする。

[0010] 以上説明したように、本開示によれば、リチウムイオン電池の外装体の内に収容した組電池を構成する各単電池が有する発光部から出力された光信号を、共通伝送経路となる光導波路により伝送するように構成することで、配線の手間の煩雑性を削減し、位置ずれ許容量の増大を可能にすることが可能

となる。

[0011] さらに、特許文献2の構成は、単電池に過充電が生じて対応する発光ダイオードに通電が生じると発光する構成であるため、所定の期間毎に温度や電圧などの特性に応じて発光することができない。また、特許文献2の構成は、複数の発光ダイオードの発光が共通の光ファイバーにより受光ダイオードに送られる構成であるため、受光ダイオードで発光が検出されたときに少なくとも1つの単電池が過充電であると決定することができるのみである。

[0012] 本開示は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、各発光部が所定の期間毎に対応する単電池の特性に応じた光信号を共通の光導波路に出力するようした光通信システムを提供することにある。また、光信号がいずれの特性を示しているかを決定または推定することが可能な光通信システムを提供することにある。

[0013] 上記の目的を達成するために、本発明の一実施形態の光通信システムは、リチウムイオン電池を構成する積層された複数の単電池に備えられた複数の光送信器を含み、各単電池に対応する光送信器を有し、

各光送信器は、

対応する単電池の特性を表す特性信号を受信し、所定の期間毎に当該特性信号を符号化した制御信号を出力するように構成された制御部と、

複数の光送信器に共通の光導波路に、制御信号に応じた光信号を出力する発光部と、を備え、

複数の光送信器は非同期で光信号を送信するように構成されていることを特徴とする。

[0014] また、他の実施形態に係る光通信システムは、光信号を受信して電気信号に変換する受光部と、当該電気信号を処理して複数の単電池のそれぞれの状態を決定または推定するように構成された信号処理部とさらに備えることを特徴とする。

[0015] 以上説明したように、本開示によれば、各発光部が所定の期間毎に対応する単電池の特性に応じた光信号を共通の光導波路に出力するようした光通信

システムを提供することが可能となる。また、本発明の一実施形態によれば、光信号がいずれの特性を示しているかを決定または推定することが可能な光通信システムを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態にかかる光通信システムを適用することができるリチウムイオン電池の構成を示す図であり、(a)は一部を切り欠いた斜視図であり、(b)は外観を示す斜視図である。

[図2]図1に示すリチウムイオン電池の概略断面構造を示す図である。

[図3]本発明の他の実施形態にかかるリチウムイオン電池の構成を示す図であり、(a)は一部を切り欠いた斜視図であり、(b)は外観を示す斜視図である。

[図4]図3に示すリチウムイオン電池の変形例を示す図である。

[図5]本発明の他の実施形態にかかるリチウムイオン電池が有する光導波路を示す図であり、(a)は錐状(線形テーパ)の断面形状を有する光導波路を示す図であり、(b)は指数関数テーパまたは放物線テーパの断面形状を有する光導波路を示す図である。

[図6]本発明の一実施形態の光通信システム内の複数の光送信器の概略構成を示す図である。

[図7]本発明の一実施形態の光通信システムにおける光送信器のクロック生成回路の概略構成を示す図である。

[図8]本発明の一実施形態の光通信システムにおける光送信器の測定回路の機能ブロック図である。

[図9]本発明の一実施形態の光通信システムにおけるある時間期間(システム周期内の理想的なタイミング)において複数の光送信器が送信する光信号を説明する図であり、(a)、(b)、および(c)は互いに異なる光送信器から送信される光信号を時間軸上に示す図であり、(d)は共通の光導波路における(a)、(b)、および(c)の光信号を時間軸上に示す図である。

。

[図10]本発明の一実施形態の光通信システムにおける別の時間期間（システム周期内の理想的なタイミングからずれたタイミング）において複数の光送信器が送信する光信号を説明する図であり、（a）、（b）、および（c）は互いに異なる光送信器から送信される光信号を時間軸上に示す図であり、（d）は共通の光導波路における（a）、（b）、および（c）の光信号を時間軸上に示す図である。

[図11]本発明の一実施形態の光通信システム内において光送信器が送信する光信号のタイミングを説明する図であり、（a）は光送信器のクロックを示す図であり、（b）は測定回路からの特性信号を示す図であり、（c）は所定の期間を示す信号を示す図であり、（d）は発光部が制御回路からの制御信号に応じて出力する光信号を示す図である。

[図12]本発明の一実施形態の光通信システムの機能ブロック図である。

[図13]本発明の一実施形態の光通信システムの信号処理装置の信号処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。同一または類似の符号は、同一または類似の要素を示すものとし、繰り返しの説明を省略する場合がある。以下に説明される数値および材料は例示であり、したがって、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で他の数値および材料を用いて実施することができることは言うまでもない。

[0018] 本発明の一実施形態に係るリチウムイオン電池は、積層された複数の単電池であって、各単電池が、単電池の特性を測定する測定部および単電池の特性に基づいて発光して光信号を出力する発光部を有する、複数の単電池と、発光部の発光面に隣接または近接して配置された光導波路であって、入射し伝搬した光信号が出射する光出力部を有する、光導波路と、複数の電池および光導波路を収容する外装体とを備え、光導波路は、複数の単電池からの光信号の共通伝送経路となっている。光導波路の一部は、外装体外へ引き出されるとともに外装体に密着され、光出力部とされてもよい。あるいは、光出

力部を含む光導波路の全体は、外装体内に收容されていてもよい。

[0019] 本発明の一実施形態に係る光通信システムは、リチウムイオン電池を構成する積層された複数の単電池に備えられた複数の光送信器を含む。各単電池が対応する光送信器を有する。各光送信器は、対応する単電池の特性を表す特性信号を受信し、所定の期間毎に当該特性信号を符号化した制御信号を出力するように構成された制御部と、複数の光送信器に共通の光導波路に、制御信号に応じた光信号を出力する発光部とを備える。複数の光送信器は、非同期で光信号を送信するように構成されている。

[0020] 典型的に、単電池は、下から順に正極集電体と、正極活物質層と、セパレータと、負極活物質層と、負極集電体とを積層したものである。また、単電池は、略矩形平板状の正極集電体の表面に正極活物質層が形成された正極と、同様に略矩形平板状の負極集電体の表面に負極活物質層が形成された負極とが、略平板状のセパレータを介して積層されて形成されている。単電池は、正極集電体と負極集電体との間に環状の枠部材を配置し、当該枠部材により、正極集電体と負極集電体の間にセパレータの周縁部を固定するとともに、正極活物質層、セパレータおよび負極活物質層を封止している。例えば、発光部または受発光部は、枠部材の側面に露出するように、枠部材内に埋め込まれるまたは枠部材に取り付けられてもよい。

[0021] (第1の実施形態)

図1は本発明の第1の実施形態にかかるリチウムイオン電池の構成を示す図である。図(a)は一部を切り欠いた斜視図であり、(b)は外観を示す斜視図である。

[0022] 図1に示すように、リチウムイオン電池1は積層された複数の単電池30を有する。また、リチウムイオン電池1は、発光部20の発光面に隣接または近接して配置された光導波路60(導光板)を有する。さらに、リチウムイオン電池1は複数の単電池30および光導波路60を收容する外装体70を有する。

[0023] 積層された複数の単電池30は組電池50を構成している。図1は、5つ

の単電池30を積層した形態を示しているが、単電池の積層数は5より多くても、または5より少なくてもよい。一実装例では、単電池30の積層数は20以上であり得る。各単電池30は、負極集電体（不図示）および負極集電体と対向する正極集電体（不図示）を有する。組電池50内において隣り合う2つの単電池30は、一方の単電池30の負極集電体の上面と他方の単電池30の正極集電体の下面が隣接するように積層されている。図1は、5つの単電池30を直列接続した組電池50を示している。

[0024] 正極集電体および負極集電体は、銅、アルミニウム、チタン、ステンレス鋼、ニッケルおよびこれらの合金などの金属材料、ならびに焼成炭素、導電性高分子材料、導電性ガラス等のいずれかを用いて構成され得る。

[0025] 組電池50の最上面の負極集電体の上には導電性シートが設けられている。導電性シートの一部が外装体70から引き出されて引出配線57となっている。また、組電池50の最下面の正極集電体の下には導電性シートが設けられている。導電性シートの一部が外装体70から引き出されて引出配線59となっている。導電性シートは、銅、アルミニウム、チタン、ステンレス鋼、ニッケルおよびこれらの合金などの金属材料のいずれかを用いて構成され得るが、導電性を有す材料であればこれらに限定されない。導電性シートは、導電性高分子材料を用いて構成されてもよい。

[0026] 各単電池30は、当該単電池の特性を測定する測定部（不図示）および当該測定された特性に基づいて発光して光信号を出力する発光部20を有する。

[0027] 測定部は、単電池30の電圧を測定し、測定された電圧に基づいて、発光部20の発光を制御するように構成され得る。より具体的には、測定部は、正極集電体および負極集電体にそれぞれ接する電圧測定端子（不図示）と、電圧測定端子に電氣的に結合されると共に発光部20に電氣的に結合された制御素子（不図示）とを備える。制御素子は、IC、LSIなどの任意の半導体素子を用いて構成され得る。制御素子は、単電池30から電力供給され、正極集電体と負極集電体との間の電圧に応じた制御信号を発光部20に供

給するように構成され得る。

[0028] 発光部20は、LED素子、有機EL素子などの発光素子を用いて構成され得る。発光部20は、単電池30から電力供給され、測定部を構成する制御素子からの制御信号に基づいて駆動する（すなわち、発光する）ように構成され得る。

[0029] 発光部20は、単電池30の短辺の一方に配置されている。好ましくは、複数の単電池30を積層した状態で、複数の発光部20の発光面が、組電池50の側面に複数の単電池30の積層方向に一直線に並ぶように配置される。

[0030] 光導波路60は、入射し伝搬した光信号が出射する光出力部を有する。本実施形態において、光導波路60の一部は、外装体70から引き出されて、光出力部となっている。光出力部から出射した光信号は、受光部80により受信される。受光部80は、フォトダイオード、フォトトランジスタなどを用いて構成することができる。発光素子であるLED素子を受光素子として用いて受光部80を構成してもよい。なお、上述したように、光出力部を含む光導波路60の全体は外装体70の内部に収容されていてもよい。この場合、後述するように光導波路60の一部を外装体70に密着させる必要はない。光導波路60の全体を外装体70の内部に収容する場合、光出力部から出射した光信号は、外装体70の内部に配置された受光部80により受信される。

[0031] 図2は、図1に示すリチウムイオン電池の概略断面構造を示す図である。図2に示すように、単電池の積層方向に延伸した光導波路60は、発光部20の発光面に隣接または近接して配置される。光導波路60は、発光部20からの光信号を受光するのに十分な幅（単電池の積層方向に直交する方向の長さ）を有する。光導波路60の幅方向寸法は発光部20の発光面の最大寸法（発光面が円形の場合は直径、矩形の場合は対角線）よりも大きい。光導波路60は、複数の発光部20の発光面（各々が積層された複数の単電池に対応する）を覆う（好ましくは発光面のすべてを覆う）ように配置されている。光導波路60は、発光部20の発光方向（発光面の鉛直方向に一致する

場合および発光面の鉛直方向にから傾斜している場合を含む) のすべてを覆うように配置されている。なお、光導波路60の厚み方向寸法(1つの単電池の発光部20に対応する積層方向寸法)は特に限定されないが、例えば、単電池の厚み(積層方向の厚み)より大きいと好適である。

[0032] 光導波路60は、周囲の媒質(例えば、空気)の屈折率に比べ高屈折率の材料で構成されている。ここで、高屈折率とは、周囲の媒質の屈折率との間の差が、入射した光を光導波路内に閉じ込めて伝搬させることができる程度の値になる屈折率をいう。たとえば、光導波路60は、高屈折率の樹脂製フィルムまたは樹脂製板を用いて構成することができる。好ましくは、光導波路60は、約90度程度の曲げ部分を形成することができる程度に、変形可能な樹脂製フィルムまたは樹脂製板を用いて構成される。変形可能な樹脂製フィルムまたは樹脂製板は、常温または室温で柔らかいものであってもよく、常温または室温で硬いものであってもよい。光導波路60は、例えば、発光部20の発光面に対向する光導波路60の表面うち光の入力部(発光部20の発光面に隣接または近接する部分)と光出力部だけ低屈折率物質が無い状態(閉じ込め能力を下げる)とし、当該入力部と光出力部以外の部分(光導波路60の裏面および側面)を真空より低い屈折率の物質で覆う構成としてもよい。

[0033] 光導波路60を構成する樹脂製フィルムまたは樹脂製板を形成する樹脂は、限定するものではないが、アクリル樹脂等とすることができる。例えば、樹脂製フィルムまたは樹脂製板は、光学材料と呼ばれる高屈折率樹脂の中から柔軟なものを選択することができる。発光素子の発光波長帯域が吸収され難い材料のフィルム光導波路60を構成する樹脂製フィルムまたは樹脂製板を形成する樹脂が好ましい。発光素子の発光波長帯域が赤外光の場合には、850nm~950nmの赤外吸収ピークが低い材料のフィルムが望ましい。

[0034] 光導波路60は、光信号を受光する表面の位置に対応する裏面の位置に、散乱加工60aが施されている。散乱加工60aは、隣接または近接する発

光部 20 の発光面に対応する位置に施されている。散乱加工 60 a は、例えば、凹凸加工であり得る。光導波路 60 に入射し散乱加工 60 a により散乱した光信号の一部は、光出力部の方向に伝搬する。

[0035] 光導波路 60 は、曲げ部分に反射加工 60 b が施されており、これにより曲げ部分により散乱した光信号を光出力部の方向へ反射することができる。また、光導波路 60 の光出力部となる端部と反対の端部および曲げ部分に反射加工 60 b が施されており、これにより凹凸加工により光出力部の方向と反対方向に散乱した光を、光出力部の方向反射することができる。

[0036] 再び、図 1 を参照すると、外装体 70 は、金属缶ケースまたは高分子金属複合フィルムを用いて構成することができる。外装体 70 は、内部の減圧を保つように封止される。

[0037] 以上の構成により、本実施形態のリチウムイオン電池は、外装体の内に収容した組電池を構成する各単電池が有する発光部から出力された光信号を、外装体の外部または内部で受光して利用することが可能となる。

[0038] 上述したように、本実施形態のリチウムイオン電池は、組電池を構成する各単電池が有する発光部から出力された光信号を伝送する共通伝送経路として光導波路（導光板）を用いたので、光ファイバーを共通伝送経路として用いた場合に比べ、共通伝送経路の位置決めの手間の煩雑性が削減される、または位置ずれ許容量が増大される。

[0039] さらに、共通伝送経路として光導波路（導光板）を用いたので、光ファイバーを共通伝送経路として用いた場合に比べ、発光部から出力された光信号が受光され易く、よって充放電中における単電池の体積の変化によって発光部と共通伝送経路の相対的な位置が変化したとしても、該変化によって生じ得る発光部と共通伝送経路との間の位置ずれ耐性が増大される。また、共通伝送経路として光導波路（導光板）を用いたので、比較的広い面で効率的に光信号を受光することが可能であり、よって発光部から出力された光信号を集光して共通伝送経路へ入射させるためのレンズ等の追加部品の必要がなくなる。

[0040] また、変形可能な樹脂製フィルムを用いて構成された光導波路（導光板）を共通伝送路として用いことにより、単電池の変形等に伴う発光部の位置の変化が生じたとしても、当該位置の変化に追従して、共通伝送路を変形しての発光部と共通伝送経路との相対的な位置を容易に調整することが可能となる。

[0041] （第2の実施形態）

本実施形態は、高分子金属複合フィルムを用いて構成した外装体70を用いたリチウムイオン電池1を提供する。積層された複数の単電池30を含む組電池50は、アルミ箔やスチール箔とプラスチックフィルムとが積層されたラミネートフィルム（高分子金属複合フィルム）を用いて構成された外装体70内に收容される。外装体70内は減圧の状態に維持される。

[0042] 図3は本発明の第2の実施形態にかかるリチウムイオン電池1の構成を示す図である。図3（a）は一部を切り欠いた斜視図であり、図3（b）は外観を示す斜視図である。

[0043] 本実施形態のリチウムイオン電池1は、図1に示すリチウムイオン電池1と同様に、積層された複数の単電池30を有する。また、リチウムイオン電池1は、発光部20の発光面に隣接または近接して配置された光導波路（導光板）60を有する。さらに、リチウムイオン電池1は複数の単電池30および光導波路60を收容する外装体70を有する。

[0044] 図3に示すように、単電池の積層方向に略直交する方法に延伸した光導波路60は、発光部20の発光面に隣接または近接して配置される。光導波路60は、単電池の積層方向に並んだ複数の発光部20からの光信号を受光するのに十分な幅（単電池の積層方向の長さ）を有する。図1に示すリチウムイオン電池1における光導波路60は、複数の単電池30の積層方向に延伸する構造を有するため、単電池30の積層数の増加に応じて、光信号の伝搬距離が長くなり、光出力部における光の強度が小さくなる可能性がある。これに対して本実施形態のように単電池の積層方向に略直交する方法に延伸した光導波路60では、単電池30の積層数の増加に応じて長くなる光信号の

伝搬距離は小さくすることができ、光出力部における光の強度が小さくなる可能性を低くできる。

[0045] 光導波路60は、図1を参照して説明した実施形態と同様に、高屈折率を有する、約90度程度の曲げ部分を形成することができる程度に、変形可能な樹脂製フィルムまたは樹脂製板を用いて構成され得る。また、光導波路60は、光信号を受光する表面に対応する裏面における隣接または近接する発光部20の発光面に対応する位置に、散乱加工60aが施されていてもよい。光導波路60に入射し散乱加工60aにより散乱した光信号の一部は、光出力部の方向に伝搬する。また、光導波路60は、曲げ部分に反射加工60bが施されていてもよい。

[0046] 組電池50は、外装体70を構成する2枚のラミネートフィルムを用いて収容される。より具体的には、平面状の第1のラミネートフィルム上に配置した組電池50に、箱状に折り畳んだ第2のラミネートフィルムを被せ、内部を減圧するとともに、第1のラミネートフィルムの縁部と第2のラミネートフィルムの縁部とをヒートシールで密着させることによって、組電池50を外装体70の内部に収容することができる。

[0047] 組電池50の最上面の負極集電体の上に設けられた導電性シートの一部は、外装体70の縁部（第1のラミネートフィルムと第2のラミネートフィルムとが重なる部分）から引き出されて引出配線57となっている。同様に、組電池50の最下面の正極集電体の下に設けられた導電性シートの一部も、外装体70の縁部から引き出されて引出配線59となっている。引出配線57および引出配線59はそれぞれ、第1のラミネートフィルムおよび第2のラミネートフィルムの縁部にヒートシールで密着される。

[0048] 光導波路60の一部は、箱状に折り畳んだ第2のラミネートフィルムにおける山折り部分の折線に沿って形成された切り込み（スリット）から引き出されて、光出力部となっている。光出力部は、ヒートシールにより第2のラミネートフィルムにおける山折り部分に密着される（光出力部の表面および裏面が第2のラミネートフィルムに密着される）。

[0049] 図3に示すように、光導波路60は、第2のラミネートフィルムにおける山折り部分の位置（スリットの位置）に応じて、曲げ部分が生じる。光導波路60は、常温、室温又は電池が使用される温度域で変形可能な樹脂製フィルムまたは樹脂製板を用いて形成されているため、製造プロセスで容易に曲げ部分を形成することができる。なお、光導波路60は、常温または室温で硬い樹脂で形成されてもよく、この場合、光導波路60の曲げ部分は製造プロセス中に加熱処理して一時的に変形可能とすればよい。常温または室温で硬い樹脂で光導波路60を形成した場合、常温または室温で柔らかい樹脂で形成した場合に比べて、単電池の体積の変化によって生じ得る発光部と共通伝送経路である光導波路60との間の位置ずれに追従して、光導波路60を変形することによる発光部20と光導波路60との相対的な位置の調整範囲が減少し得る。

[0050] 図4は、図3に示すリチウムイオン電池1の変形例を示す図である。図4に示すリチウムイオン電池1の光導波路60は、曲げ部分を含まない点で、図3のリチウムイオン電池1と異なる。曲げ部分を含まないため、光導波路60における散乱または反射が低減し、光信号の損失が低減する。

[0051] 外装体を形成する第2のラミネートフィルムの山折り部分のスリットの幅は、光導波路（導光板）60の幅に応じて決定される。製造プロセスにおける内部の減圧およびラミネートフィルムの縁部の密着を考慮すると、光導波路（導光板）60の幅を狭くして、スリットの幅を狭くする方が有利である。

[0052] 図5は、本実施形態にかかるリチウムイオン電池が有する光導波路60を示す図である。図5（a）は錐状（線形テーパ）の断面形状を有する光導波路（導光板）60を示す図であり、図5（b）は指数関数テーパまたは放物線テーパの断面形状を有する光導波路（導光板）60を示す図である。

[0053] 任意選択により、光導波路60の形状を図5（a）の光導波路60または図5（b）の光導波路60のようにすることで、伝搬損失を低減して光信号を高効率に伝搬させるとともに、光導波路（導光板）60の幅を減少させる

ことができる。

[0054] 以上の構成により、本実施形態のリチウムイオン電池は、外装体の内に収容した組電池を構成する各単電池が有する発光部から出力された光信号を、外装体の外部で受光して利用することが可能となる。

[0055] 上述したように、本実施形態のリチウムイオン電池は、組電池を構成する各単電池が有する発光部から出力された光信号を伝送する共通伝送経路として光導波路（導光板）を用いたので、光ファイバーを共通伝送経路として用いた場合に比べ、共通伝送経路の位置決めの手間の煩雑性が削減される、または位置ずれ許容量が増大される。特に、光ファイバーを共通伝送経路として用いた場合に生じ得る、ラミネート材を用いて構成された外装体の内部を減圧するときの外装体の変形に伴う光ファイバーの位置ずれの可能性を考慮すると、本実施形態のリチウムイオン電池は顕著である。

[0056] なお、図1を参照して説明したリチウムイオン電池の外装体70を、図3を参照して説明したように第1のラミネートフィルムおよび第2のラミネートフィルムを用いて構成してもよい。この場合、発光部20が配列された方向に延伸した光導波路60の一部は、外装体70の縁部（第1のラミネートフィルムと第2のラミネートフィルムとが重なった平坦部分）から引き出されて、ヒートシールにより第1のラミネートフィルムおよび第2のラミネートフィルムの縁部に密着されて、光出力部となる。

[0057] 以上、種々の実施形態およびその変形例を説明したが、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で、構成要素の一部または全部を置換して、若しくは、構成要素を追加して、実施することができることは言うまでもない。

[0058] （第3の実施形態）

次に、本開示の一実施形態の光通信システムを説明する。本実施形態の光通信システムは、上述した一実施形態のリチウムイオン電池に適用することができる。図1は本発明の実施形態にかかる光通信システムを適用することができるリチウムイオン電池の一部を切り欠いた斜視図である。図1に示すように、リチウムイオン電池1は積層された複数の単電池30を有する。ま

た、リチウムイオン電池 1 は、発光部 20 の発光面に隣接または近接して配置された光導波路 600 を有する。さらに、リチウムイオン電池 1 は複数の単電池 30 および光導波路 600 を収容する外装体 70 を有する。

[0059] 各単電池 30 は、当該単電池の特性を測定する測定回路 90 を有する。また、各単電池 30 は、測定された特性に基づいて発光して光信号を出力する発光部 20 を有する。測定回路 90 および発光部 20 は、制御回路 40 とともに光送信器 10 に備えられている。光送信器 10 については後述する。

[0060] 光導波路 600 は、入射し伝搬した光信号が出射する光出力部を有する。一実装例では、1つの光導波路 600 に隣接または近接して配置された 20 個以上の単電池 30 の各々に備えられた発光部 20 からの発光が、光学的に結合され、光出力部から出射する。本実施形態において、光導波路 600 の一部は、外装体 70 から引き出されて、光出力部となっている。光出力部から出射した光信号は、受光部 80 により受信される。受光部 80 は、フォトダイオード、フォトランジスタなどを用いて構成することができる。発光素子である LED 素子を受光素子として用いて受光部 80 を構成してもよい。なお、光出力部を含む光導波路 600 の全体は外装体 70 の内部に収容されていてもよい。光導波路 600 の全体を外装体 70 の内部に収容する場合、光出力部から出射した光信号は、外装体 70 の内部に配置された受光部 80 により受信される。

[0061] 外装体 70 は、金属缶ケースまたは高分子金属複合フィルムを用いて構成することができる。外装体 70 は、内部の減圧を保つように封止される。

[0062] 図 2 に示すように、単電池の積層方向に延伸した光導波路 600 は、発光部 20 の発光面に隣接または近接して配置される。光導波路 600 は、例えば、光ファイバーとしてもよく、発光部 20 からの光信号を受光するのに十分な幅（単電池の積層方向に直交する方向の長さ）を有する導光板としてもよい。光導波路 600 を導光板で構成する場合、光導波路 600 の幅方向寸法を発光部 20 の発光面の最大寸法（発光面が円形の場合は直径、矩形の場合は対角線）よりも大きくするとよい。図 2 は、導光板を用いて光導波路 6

00を構成した場合を示している。

[0063] 光導波路600として導光板を用いる場合、複数の発光部20の発光面（各々が積層された複数の単電池に対応する）のすべてを覆うように光導波路600を配置することができる。また、発光部20の発光方向（発光面の鉛直方向に一致する場合および発光面の鉛直方向にから傾斜している場合を含む）を覆うように光導波路600を配置することができる。

[0064] このように光導波路600として導光板を用いる場合、光導波路600として光ファイバーを用いる場合に比べて、発光部20から出力された光信号が受光され易くなる、発光部20からの光信号を光導波路600に集光するためのレンズなどの追加部品が必要なくなる、光導波路の位置決めの手間が削減される、または位置ずれの許容量が増大される。勿論、光導波路600としての導光板に対する発光部20からの光信号の結合効率を高めるために、レンズなどの追加部品を用いてもよく、集光加工を施した導光板を用いてもよい。レンズなどの追加部品および集光加工を施した導光板の一方または双方を用いる場合であっても、光導波路600として光ファイバーを用いる場合に比べ、位置決めの手間の煩雑性が削減される、または位置ずれ許容量が増大される。単電池の積層方向に延伸した光導波路600を例示するが、単電池の積層方向に直交する方向に延伸した光導波路600を用いることも可能である。この場合、光導波路600としての導光板は、複数の発光部20の発光面のすべてを覆うことが可能で、光出力部に向かうテーパ形状とすることで、先細りの光出力部から出力される光信号を受光部80で受信することができる。

[0065] 図2に示すように、光導波路600は、光信号を受光する表面の位置に対応する裏面の位置に、散乱加工60aが施されている。散乱加工60aは、隣接または近接する発光部20の発光面に対応する位置に施されている。散乱加工60aは、例えば、凹凸加工であり得る。光導波路600に入射し散乱加工60aにより散乱した光信号の一部は、光出力部の方向に伝搬する。

[0066] また、光導波路600は、曲げ部分に反射加工60bが施されており、こ

れにより曲げ部分により散乱した光信号を光出力部の方向へ反射することができる。また、光導波路600の光出力部となる端部と反対の端部および曲げ部分に反射加工60bが施されており、これにより凹凸加工により光出力部の方向と反対方向に散乱した光を、光出力部の方向反射することができる。

[0067] 図6は、本発明の一実施形態の光通信システム内の複数の光送信器の概略構成を示す図である。光送信器10は単電池30にそれぞれ対応する。光送信器10は、フレキシブルプリント基板（Flexible printed circuits：FPC）（不図示）の上に配置された発光部20、制御回路40、および測定回路90を備える。

[0068] 測定回路90は、対応する単電池30の特性を測定し、測定された特性を表す特性信号を出力するように構成されている。測定回路90は、マイクロコンピュータ、IC、LSIなどの任意の半導体素子を用いて構成し得る。測定回路90は、単電池30から電力供給される。測定回路90は、単電池の特性として、例えば、電圧または温度若しくは両方を測定するように構成し得る。より具体的には、測定回路90は、正極集電体および負極集電体にそれぞれ接する電圧測定端子（不図示）に電氣的に結合されると共に発光部20に電氣的に結合された制御回路40と電氣的に結合される。測定回路90は、電圧測定端子に入力される電圧に対応するバイナリー信号を特性信号として出力する。測定回路90は単電池30の特性に対応するバイナリー信号を出力するが、例えば、電圧範囲と対応する信号パターンを定義した、ルックアップテーブルを使って、電圧測定端子に入力された電圧をバイナリー信号に変換して出力してもよく、また、電圧測定端子に入力された電圧をアナログ／デジタル変換により8ビット（または16ビット）バイナリー信号に変換して出力してもよい。測定回路90は、電圧測定端子の代替としてまたは追加して、正極集電体および負極集電体の表面または単電池の表面に接して設けられた1つ以上の温度測定素子（不図示）に電氣的に結合されてもよい。測定回路90は、温度測定素子からの出力に対応するバイナリー信号

を特性信号として出力する。測定回路90は、例えば、温度測定素子からの出力（または温度測定素子からの出力に対応する温度）と対応する信号パターンを定義した、ルックアップテーブルを使って、温度測定素子からの出力をバイナリー信号に変換して出力してもよく、また、温度測定素子からの出力をアナログ／デジタル変換により8ビット（または16ビット）バイナリー信号に変換して出力してもよい。電圧および温度について、8ビットまたは16ビットのバイナリー信号は例示であり、バイナリー信号は任意のビット数を含み得る。

[0069] 制御回路40は、測定回路90から対応する単電池の特性を表す特性信号を受信し、所定の期間毎に特性信号を符号化した制御信号を出力するように構成されている。制御信号は、発光部20に供給される。制御回路40は、マイコン、IC、LSIなどの任意の半導体素子を用いて構成され得る。単電池30から電力供給される。制御回路40は、測定回路90と一体であってもよい。制御回路は、特性信号と共に対応する単電池30に固有の識別子IDを符号化して制御信号を出力するように構成してもよい。特性信号と共に対応する制御信号に単電池30の識別子IDが符号化された制御信号に基づいて光信号が出力されるようになることで、受信側で、いずれの単電池の状態情報であるかを決定または推定することが可能となる。

[0070] 発光部20は、LED素子、有機EL素子などの発光素子を用いて構成され得る。発光部20は、単電池30から電力供給され、制御回路40からの制御信号に基づいて駆動する（すなわち、制御信号に応じて発光することで制御信号に応じた光信号を出力する）ように構成され得る。

[0071] 光送信器10は、発光部20が単電池30の短辺の一方に配置されるように、単電池30に備えられている。好ましくは、複数の単電池30を積層した状態で、複数の発光部20の発光面が、組電池50の側面に複数の単電池30の積層方向に一直線に並び、光導波路600に隣接または近接して配置される。

[0072] 光送信器10は、内部クロックで動作するように構成される。測定回路9

0および制御回路40は内部クロックに同期して動作する。単電池30から電力供給される光送信器10による電力消費を抑制するため、クロック生成回路も電力消費の小さなものが好ましい。

[0073] 図7は、本発明の一実施形態の光通信システムにおける光送信器のクロック生成回路の概略構成を示す図である。このクロック生成回路は、コルピッツ回路のような発信回路（不図示）により生成された正弦波電圧を、コンパレータの2つの入力の内的一方（ V_{inp} ）と他方（ V_{inn} ）に印加すると矩形波のクロック信号を出力する回路である。抵抗Rと容量Cを含むRC回路が V_{inp} に接続されており、抵抗Rと容量Cの大きさは、所望の矩形波の周期または周波数に応じて決定されている。

[0074] 図8は、本実施形態の光送信器の測定回路90の機能ブロック図である。測定回路90は、入力端子91aおよび入力端子91bと、比較回路92と、ルックアップテーブル94と、セクタ93と、出力端子95とを備える。

[0075] 入力端子91aおよび入力端子91bは、単電池30の正極集電体および負極集電体にそれぞれ接する電圧測定端子と測定回路90を電氣的に結合するための端子である。または、入力端子91aおよび入力端子91bは、単電池30の正極集電体および負極集電体の表面または単電池の表面に接して設けられた1つ以上の温度測定素子（不図示）に測定回路90を電氣的に結合するための端子である。

[0076] 比較回路92は、入力端子91aおよび91bに入力される電位を比較して、電位差を出力する。この電位差は、単電池30の電圧または単電池の温度に相当する。

[0077] セクタ93は、ルックアップテーブル94を参照して、比較回路92から出力される電位差に対応するバイナリー信号を選択する。

[0078] 出力端子95は、セクタ93により選択されたバイナリー信号を、単電池30の特性（電圧または温度）に対応する特性信号として出力するための端子である。

[0079] 以上の構成により、複数の光送信器 10 はそれぞれ、対応する単電池の特性に対応する光信号を出力する。各光送信器 10 は、他の光送信器と非同期で光信号を出力する。

[0080] 図 9 は、本発明の一実施形態の光通信システムにおけるある時間期間において（システム周期内の理想的な送信タイミングにおいて）複数の光送信器が送信する光信号を説明する図である。組電池 50 は n 個（ n は、2 以上の整数）の単電池が積層されて構成されており、光通信システムは n 個の単電池にそれぞれ対応する n 個の光送信器を含むものとする。光通信システムのシステム周期を $n \times T$ とし、各光送信器 10 はシステム周期内の時間期間 T において光信号を送信する。 n 個の光送信器 10 が光信号を送信する n 個の時間間隔 T が重ならないタイミングがシステム周期内の理想的な送信タイミングである。

[0081] 図 9 (a)、(b)、および (c) は、システム周期内の理想的な送信タイミングにおいて、 n 個の光送信器 10 の内の 3 つの光送信器から送信される光信号を時間軸上に示す図である。図 9 (a) は 3 つの光送信器の内の第 1 の光送信器によって $t = t_0$ から $t = t_1$ までの時間期間 T に送信された光信号を示し、図 9 (b) は 3 つの光送信器の内の第 2 の光送信器によって $t = t_1$ から $t = t_2$ までの時間期間 T に送信された光信号を示し、図 9 (c) は 3 つの光送信器の内の第 3 の光送信器によって $t = t_2$ から $t = t_3$ までの時間期間 T に送信された光信号を示す。第 1、第 2 および第 3 の光送信器が光信号を送信する時間期間は T であり、周期（繰り返し時間期間）は nT である。図 9 (d) は n 個の光送信器 10 に共通の光導波路 600 上の光信号を時間軸上に示す図である。図 9 (a)、(b)、および (c) に示す光信号は、光導波路 600 上で重ならず、受光部 80 で受信される。図 9 は、各光送信器が、同じ内容の光信号を送信する場合を示すが、光信号の内容（パルスの数やパターン）は単電池の状態に応じて可変である。時間期間 T において送信できる最大数のパルスが光信号として送信される場合もあり、より少ない数のパルスが光信号として送信される場合（時間期間 T の前

半にパルスが送信され、後半にパルスが送信されない場合)もある。

[0082] 上述したように、光送信器10は、内部クロックで動作するように構成される。したがって、すべての光送信器10の内部クロックは同一とはならず、光信号の送信タイミングにずれが生じる。光信号の送信タイミングのずれは時間の経過とともに大きくなり、再びシステム周期内の理想的な送信タイミングに戻る。仮にすべての光送信器10の内部クロックは同一であるとすると、非同期で光信号を送信する2つの以上の光送信器10の光信号の送信タイミングは同一となり得る。この場合、光導波路600上において光信号は重なり続けることになるので、複数の光送信器10間で、送信タイミングを制御する機構が必要となり、すなわち複数の光送信器10間で、送信タイミングを同期化する必要がある。

[0083] 送信のタイミングを制御する機構を追加すると、部品点数の増加、光送信器10のサイズの増加、組み立て工程の増加に伴い光送信器10のコストが増加する。したがって、本実施例の光通信システムは、複数の光送信器10のそれぞれが、内部クロックで動作して、他の光通信器と非同期に、光信号を送信するようにしている。より具体的には図7を参照して上述したRC回路の抵抗Rおよび容量Cの大きさを調整することで、すべての光送信器10の内部クロックが同一とならないように予め構成してある。

[0084] 図7を参照して説明した本実施形態のクロック発生回路の精度は、水晶振動子を用いたクロック発生回路に比べて、低い。図7のクロック発生回路のようなマイコン内に実装され得るシリコン振動子やセラミック振動子の制度は、 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$ (0.1%~数%)程度であり温度依存性を有するのに対して、温度補償回路を内蔵した水晶振動子の精度は、 1×10^{-9} 程度である。また、本実施形態のシリコン振動子やセラミック振動子の制度は、製造時の目標精度からのずれを含む(制度にばらつきがある)。したがって、光送信器10の内部クロックは、製造時のバラつきにより、および/またはRC回路の調整により、他の光送信器10の内部クロックと同一とならないように調整されている。

[0085] 上述したように、発光部20は、光送信器10の内部クロックにしたがって動作し発光する。光送信器10の内部クロックは温度依存性を有している。よって、光信号として送信されるパルスの幅（発光時間の長さ）もまた温度依存性を有している。光パルスの幅が温度に応じて変化しているにもかかわらず、受光部80が一定のサンプリング間隔で、光信号を電気信号に変換した場合、パルスの取り込みミスが生じる可能性（発光部20側で光パルスの幅が短くなっている場合に受光部80側で2つの光パルスを1つの電気パルスに変換したり、または、発光部20側で光パルスの幅が長くなっている場合に受光部80側で1つの光パルスを2つの電気パルスに変換したりする可能性）がある。したがって、受光部80は、受信した光信号を電気信号に変換する際のサンプリング間隔を、予め取得した光送信器10の内部クロックの温度依存性にしたがって変更する機構を備えた構成とすることが望ましい。

[0086] 図10は、本発明の一実施形態の光通信システムにおけるある時間期間（システム周期内の理想的な送信タイミングからずれた送信タイミング）において複数の光送信器が送信する光信号を説明する図である。図9と同様に、図10(a)、(b)、および(c)は、n個の光送信器10の内の3つの光送信器から送信される光信号を時間軸上に示す図である。

[0087] 図10(a)は第1の光送信器によって $t = t_0$ から $t = t_1$ までの時間期間Tに送信された光信号を示す。第1の光送信器の内部クロックを基準とすると、第2の光送信器の内部クロックの周期はわずかに短く（周波数はわずかに高く）構成されており、したがって、光信号を送信する時間期間はTよりも δ_1 だけ短くなっており、周期（繰り返し時間期間）は $n(T - \delta_1)$ となっている。図10(b)は第2の光送信器によって $t = t_1$ からずれた時間期間 $T - \delta_1$ に送信された光信号を示す。また、第3の光送信器の内部クロックの周期は、第1の光送信器の内部クロックに比べてわずかに長く（周波数はわずかに低く）構成されており、したがって、光信号を送信する時間期間はTよりも δ_2 だけ長くなっており、周期（繰り返し時間期間）は

$n(T + \delta 2)$ となっている。図 10 (c) は第 3 の光送信器によって $t = t_2$ からずれた時間期間 $T + \delta 2$ に送信された光信号を示す。図 10 (d) は n 個の光送信器 10 に共通の光導波路 600 上の光信号を時間軸上に示す図である。図 10 (a)、(b)、および (c) に示す光信号は、光導波路 600 上で重なって、受光部 80 で受信される。光導波路 600 上で光信号が重なることで、例えば、 $t = t_0$ から $t = t_1$ までの時間期間 T における光信号に含まれる光パルス数、光パルスの幅、または配列パターンの少なくとも一部は、第 1 の光送信器が出力した光信号に含まれる光パルスから変化する。図 10 (d) の例では、 $t = t_0$ から $t = t_1$ までの時間期間 T の後ろから 2 つ目のパルスが追加され、後ろから 1 つ目のパルスの幅が広くなり、光信号内の光パルスの配列が変化している。この変化は、受光部 80 から電気信号にも現れる。したがって、受光部 80 から電気信号に含まれる電気パルス数、電気パルスの幅、または電気パルスの配列の少なくとも 1 つに基づいて、複数の光送信器 10 から出力された複数の光信号の少なくとも一部が光導波路 600 上で重なったかどうかを判定することができる。

[0088] 図 11 は、本発明の一実施形態の光通信システム内において光送信器が光信号を送信するタイミングを説明する図である。図 9 および図 10 を参照して説明した第 1 の光送信器 10 を例に、光送信器 10 が、システム周期の時間期間 nT 内の $t = 0$ から $t = 1$ までの時間期間 T において光信号を送信するタイミングを説明する。

[0089] 図 11 (a) は、光送信器 10 の内部クロックを時間軸上に示す図である。この内部クロックにしたがって、測定回路 90 および制御回路 40 が動作する。

[0090] 図 11 (b) は、測定回路 90 からの特性信号を示す図である。測定回路 90 において、内部クロックにしたがって、比較回路 92 が 2 つの入力端子間の電位差（単電池の電圧）を出力し、セレクタ 93 がルックアップテーブルを参照して電位差に対応するバイナリー信号を選択するように動作する。このとき、量子化誤差が生じる。選択されたバイナリー信号が、単電池 30

の特性（電圧または温度）に対応する特性信号として出力される。図 11（b）は、 $t = 0$ からのシステム周期の時間期間 nT 内に測定回路 90 の 2 つの入力端子間の電位差が変化しない場合を例示しているが、2 つの入力端子間の電位差の変化に応じて、バイナリー信号（パルスの数やパターン）が変化する。

[0091] 図 11（c）は、システム周期の時間期間 nT における所定の時間期間 T （繰り返し周期が nT である）を示す信号を示す図である。制御回路 40 は、内部クロックをカウントするクロックカウンターを使用して、システム周期の時間期間 nT および時間期間 nT 中の所定の時間期間 T を計数し、所定の時間期間を示す信号を生成することができる。制御回路 40 は、特性信号を所定の時間期間を示す信号とともに符号化して制御信号を出力する。制御回路 40 が発光部 20 へ供給する制御信号は、図 11（b）に示す特性信号と図 11（c）に示す所定の期間を示す信号の積となっている。

[0092] 図 11（d）は、発光部 20 が制御回路 40 から供給された制御信号にしたがって発光することにより出力される光信号を示す図である。図 11（b）に示す $t = t_1$ 以降に測定回路 90 から出力された特性信号は、制御信号に符号化されず（または、符号化されて 0 の連続となる）、したがって、光信号として出力されない。システム周期の時間期間 nT の内の $t = t_1$ 以降の期間に、残りの $n - 1$ 個の光送信器（例えば、第 2 の光送信器、第 3 の光送信器、 \dots 第 n の光送信器）が互いに異なるタイミングで光信号を送信すれば、図 9（d）に示すように光信号は、光導波路 600 上で重ならず、受光部 80 で受信されることになる。

[0093] 以上説明したように、システム周期内の理想的な送信タイミングにおいては図 9（d）に示したように光信号は共通の光導波路 600 上で重ならず、受光部 80 で受信される。その後のシステム周期内の理想的な送信タイミングからずれた送信タイミングにおいては図 10（d）に示したように光信号は、光導波路 600 上で重なって、受光部 80 で受信される。さらにその後のシステム周期内の理想的な送信タイミングにおいては再び図 9（d）に示

したように光信号は共通の光導波路600上で重ならず、受光部80で受信される。このように、本実施形態の光通信システムにおいては、比較的長い周期で、システム周期内の理想的な送信タイミングが生じ、この時に受信した複数の光送信器10からの光信号に基づいて、複数の単電池の特性を決定することが可能となる。

[0094] 図10(d)に示すシステム周期内の理想的な送信タイミングからずれた送信タイミングにおいて単電池の特性を決定または推定する方法を以下に説明する。

[0095] 図12は、本発明の一実施形態の光通信システムの機能ブロック図である。光通信システムは、受光部80が光信号から変換した電気信号とは別の追加情報を考慮し、複数の単電池の状態を決定または推定するように構成された信号処理装置100を備える。

[0096] 図12に示すようにリチウムイオン電池1は、引出配線57と引出配線59とに接続された、組電池の入出力電圧を測定するための電圧計120を備える。また、リチウムイオン電池1は、引出配線57に接続された、組電池の入出力電流を測定するための電流計110を備える。電圧計120から取得される入出力電圧情報および電流計110から取得される入出力電流情報は追加情報として複数の単電池の状態を決定または推定する際に用いることができる。また、複数の単電池の状態を決定または推定する際に時系列や事前知識を用いることもできる。時系列は、状態決定部102により決定された状態を時間順に記録した情報テーブルとすることができる。事前知識は、事前に設定した単電池の特性（電圧や温度などの内部状態）と測定回路90が出力する特性信号の長さとの対応関係を示す情報テーブルや、単電池の特性（電圧や温度などの内部状態）の状態遷移を示す情報とすることができる。時系列や事前知識は、コンピュータが読取可能な記録媒体に記録された情報とすることができる。

[0097] 信号処理装置100は、状態決定部102および状態推定部104を備える。信号処理装置100は、メモリおよびプロセッサと、プロセッサを状態

決定部102および状態推定部104として機能させるプログラムを記録したコンピュータが読取可能な記憶媒体とを備えたコンピューティング装置としてもよい。コンピュータが読取可能な記憶媒体は、プログラムの他に、上述した事前知識を示す情報を記録していてもよい。

[0098] システム周期内の理想的な送信タイミングからずれた送信タイミングにおいても、複数の光送信装置から送信される光信号は、重ならない限り、受光部80によって受光され、当該光信号を送信した光送信器に対応する単電池30の特性を正しく決定できる。したがって、図13に示すように、初めに、状態決定部102において受光部80からの電気信号に基づいて単電池30の状態（特性）を決定し（ステップS11）、全ての単電池の状態を決定できたかどうかを判定し（ステップS12）、状態を決定できなかった単電池については、状態推定部104で状態を推定する（ステップS13）。以下、単電池の特性として単電池の電圧を決定または推定する方法の具体例を説明する。

[0099] 状態決定部102は、受光部80からの電気信号を処理して、2つ以上の光信号が重なった状態の光信号から変換されたものでないかを決定する。例えば、電子信号に含まれるパルスの数、パルスの幅、パルスの配列パターンに基づいて、2つ以上の光信号が重なったかどうかを決定することができる。電気信号が2つ以上の光信号が重なった状態の光信号から変換されたものでないと決定された場合、状態決定部102は、当該電気信号が示す電圧を、単電池30の電圧であると決定する。

[0100] 状態推定部104は、状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を推定する。状態推定部104は、電圧計120から取得される入出力電圧情報を利用する。直列に接続されたn個の単電池30から構成された組電池50の入出力電圧情報 V_{total} とし、複数の単電池の電圧の和を $V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$ とすると、式1の関係が成立する。状態推定部104は、式1の関係を利用することで状態決定部102により決定することができなかった単電池の電圧を推移する。

$$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad (\text{式 } 1)$$

[0101] 状態推定部104は、 V_{total} と、状態決定部102により決定された単電池の電圧の和との差を求め、求めた差に基づいて状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を推定することができる。ここで、状態決定部102により決定された単電池の電圧は、測定回路90および制御回路40における量子化誤差を含み得る。したがって、この誤差の範囲を考慮して、状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を推定することが好ましい。状態決定部102により電圧が決定された単電池の数を m (m は整数)とし、電気信号により表された電圧の範囲の下限を S_m とし、上限を S_M とすると、状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧の範囲 V_{rng_ND} は、式(2)で表現できる。状態推定部104は、この範囲内で状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を推定することができる。

$$V_{total} - (S_{M1} + S_{M2} + \dots + S_{Mm}) < V_{rng_ND} < V_{total} - (S_{m1} + S_{m2} + \dots + S_{mm}) \quad (\text{式 } 2)$$

[0102] また、状態推定部104は、あるタイミングで状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を、時系列に基づいて推定することができる。例えば、状態推定部104は、あるタイミングで状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を、そのタイミングよりも前のタイミングおよびそのタイミングよりも後のタイミングの少なくとも一方で状態決定部102により決定された単電池の電圧に基づいて推定することができる。例えば、 $t = t_0$ および $t = t_2$ において状態決定部102により決定された単電池の電圧が V_1 で等しかったとする。このとき、状態推定部104は、この時系列に基づいて、 $t = t_1$ において状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧が、 V_1 に近い (V_1 との差が大きい) V_0 、 V_1 または V_2 ($V_0 < V_1 < V_2$) のいずれかであると推定することができる。別の例では、 $t = t_0$ において状態決定部102により決定された単電池の電圧が V_1 で、 $t = t_2$ において状態決定部102により決定された単電池

の電圧が V_3 であったとする。このとき、状態推定部104は、この時系列に基づいて、 $t = t_1$ において状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧が、 V_1 または V_3 に近い（ V_1 または V_3 との差が大きい） V_1 から V_3 までの間の V_1 、 V_2 または V_3 （ $V_1 < V_2 < V_3$ ）と推定することができる。

[0103] さらにまた、状態推定部104は、事前知識を用いて、タイミングで状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を推定することができる。事前知識として、予め測定された電圧-容量曲線を保持しておき、状態推定部104は、電圧-容量曲線にフィットする値を用いて、ある電圧の単電池に所定量充電した後の当該単電池における電圧変化量または電圧を推定することができる。

[0104] 状態推定部104は、追加情報を用いる推定、時系列に基づく推定、および事前知識を用いる推定の1つ以上を用いて、タイミングで状態決定部102により決定されなかった単電池の電圧を推定することができる。

[0105] 以上説明したように、システム周期内の理想的な周期からずれた時間期間においては図10(d)に示したように光信号が光導波路600上で重なって受光部80で受信されるが、単電池の状態を推定することが可能となる。

[0106] 以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。実施形態で説明したフローチャート、シーケンス、実施形態が備える各要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズ等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、異なる実施形態で示した構成要素の一部または全部を置換して若しくは構成要素を追加して、組み合わせることが可能である。

符号の説明

- [0107] 1 リチウムイオン電池
10 光送信器
20 発光部

- 30 単電池
- 40 制御回路
- 50 組電池
- 57、59 引出配線
- 60、600 光導波路（導光板）
- 60a 散乱加工
- 60b 反射加工
- 70 外装体
- 80 受光部
- 90 測定回路
- 91a、91b 入力端子
- 92 比較回路
- 93 セレクタ
- 94 ルックアップテーブル
- 95 出力端子
- 100 信号処理装置
- 102 状態決定部
- 104 状態推定部
- 110 電流計
- 120 電圧計

請求の範囲

- [請求項1] 積層された複数の単電池であって、各単電池が、当該単電池の特性を測定する測定部および前記単電池の前記特性に基づいて発光して光信号を出力する発光部を有する、前記複数の単電池と、
- 前記発光部の発光面に隣接または近接して配置された光導波路であって、入射し伝搬した前記光信号が出射する光出力部を有する、前記光導波路と、
- 前記複数の電池および前記光導波路を収容する外装体とを備え、
- 前記光導波路は、前記複数の単電池からの前記光信号の共通伝送経路となっている、リチウムイオン電池。
- [請求項2] 前記外装体は、ラミネートフィルムで形成され、
- 前記光導波路は、樹脂で形成されている、請求項1に記載のリチウムイオン電池。
- [請求項3] 前記光導波路の延伸方向に直交する前記光導波路の幅方向寸法が前記発光面の最大寸法よりも大きく、且つ、前記光導波路は、積層された前記複数の単電池に対応する前記発光部の前記発光面を覆うように配置されている、請求項1又は2に記載のリチウムイオン電池。
- [請求項4] 前記光導波路は、前記発光部の発光素子の発光方向のすべてを覆うように配設されている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のリチウムイオン電池。
- [請求項5] 前記光導波路は、前記複数の単電池の体積変形に追従して変形可能な材料で構成されている、請求項1乃至4のいずれか一項に記載のリチウムイオン電池。
- [請求項6] 前記光導波路の一部は、前記ラミネートフィルムの山折り部分または前記ラミネートフィルムが重なった平坦部分から引き出されている、請求項2に記載のリチウムイオン電池。
- [請求項7] 前記光導波路は、前記複数の単電池の積層方向に直交する方向に延

伸し、前記光導波路の幅は、光出力部に向かって減少する、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電池。

[請求項8] 前記光導波路の一部は、散乱加工または反射加工が施され、前記光信号は、前記光導波路中を散乱または反射して伝搬して前記光出力部から出力する、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電池。

[請求項9] 前記請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のリチウムイオン電池に備えられた前記積層された複数の単電池に備えられた複数の光送信器を含む光通信システムであって、前記各単電池が対応する光送信器を有し、

各光送信器は、

対応する単電池の前記測定部と、

対応する単電池の前記測定部から当該単電池の前記特性を表す特性信号を受信し、所定の期間毎に前記特性信号を符号化した制御信号を出力するように構成された制御部と、

対応する単電池の前記発光部であって、前記共通伝送経路に、前記制御信号に応じた光信号を出力する前記発光部と、を備え、

前記複数の光送信器が非同期で前記光信号を送信するように構成されている、光通信システム。

[請求項10] 前記制御部は他の単電池の制御部と非同期で前記制御信号を出力するように構成されている、請求項 9 に記載の光通信システム。

[請求項11] 前記複数の光送信器のそれぞれが個別の内部クロックで動作しており、前記制御部は前記個別の内部クロックに基づく一定の周期で前記制御信号を出力し、前記内部クロックが互いに異なるおよび／または異なるように調整されていることにより、前記一定の周期は前記他の単電池の制御部が制御信号を出力する一定の周期と異なる、請求項 10 に記載の光通信システム。

[請求項12] 前記測定部は、前記特性に対応するバイナリー信号を前記特性信号

として出力する、請求項 9 乃至 11 のいずれか一項に記載の光通信システム。

[請求項13] 前記特性は、前記単電池の電圧または前記単電池の温度である、請求項 9 乃至 12 のいずれか一項に記載の光通信システム。

[請求項14] 前記光信号を受信して電気信号に変換する受光部と、
前記電気信号を処理して前記複数の単電池のそれぞれの状態を決定または推定するように構成された信号処理部と
をさらに備えた、請求項 9 から 13 のいずれか一項に記載の光通信システム。

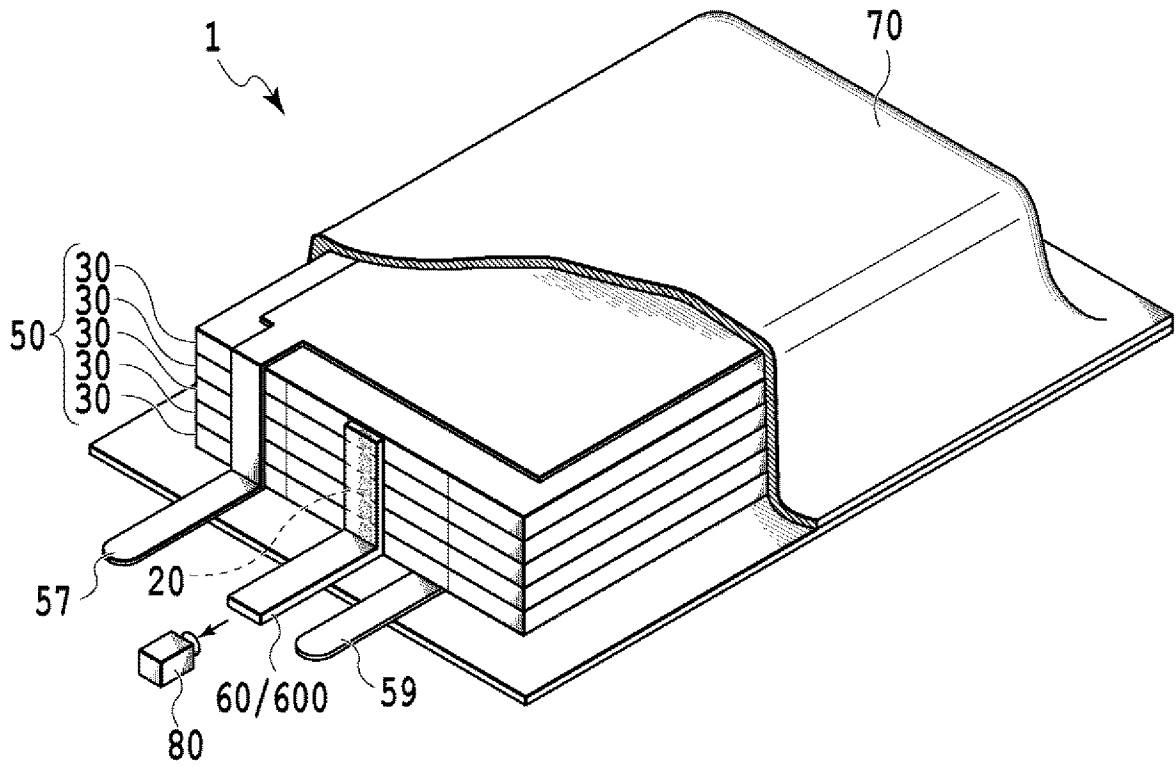
[請求項15] 前記信号処理部は、
前記電気信号に基づいて前記単電池のそれぞれの状態を決定するように構成された状態決定部と、
前記状態決定部により前記電気信号に基づいて状態が決定されなかった前記単電池のそれぞれの状態を推定するように構成された状態推定部と
を備えた、請求項 14 に記載の光通信システム。

[請求項16] 前記光信号を受信して電気信号に変換する受光部と、
前記電気信号に基づいて前記単電池のそれぞれの状態を決定する状態決定部と、を備え、
前記状態決定部は、
前記光通信システムのシステム周期毎に、前記電気信号に基づいて、前記複数の光送信器から出力された複数の光信号の少なくとも一部が前記共通伝送経路上で重なったかどうかを判定し、前記複数の光信号の少なくとも一部が前記共通伝送経路上で重なっていないと判定したタイミングで受信した前記光信号から変換された前記電気信号に基づいて、前記複数の光送信器に対応する前記複数の単電池のそれぞれの状態を決定する、請求項 9 から 15 のいずれか一項に記載の光通信システム。

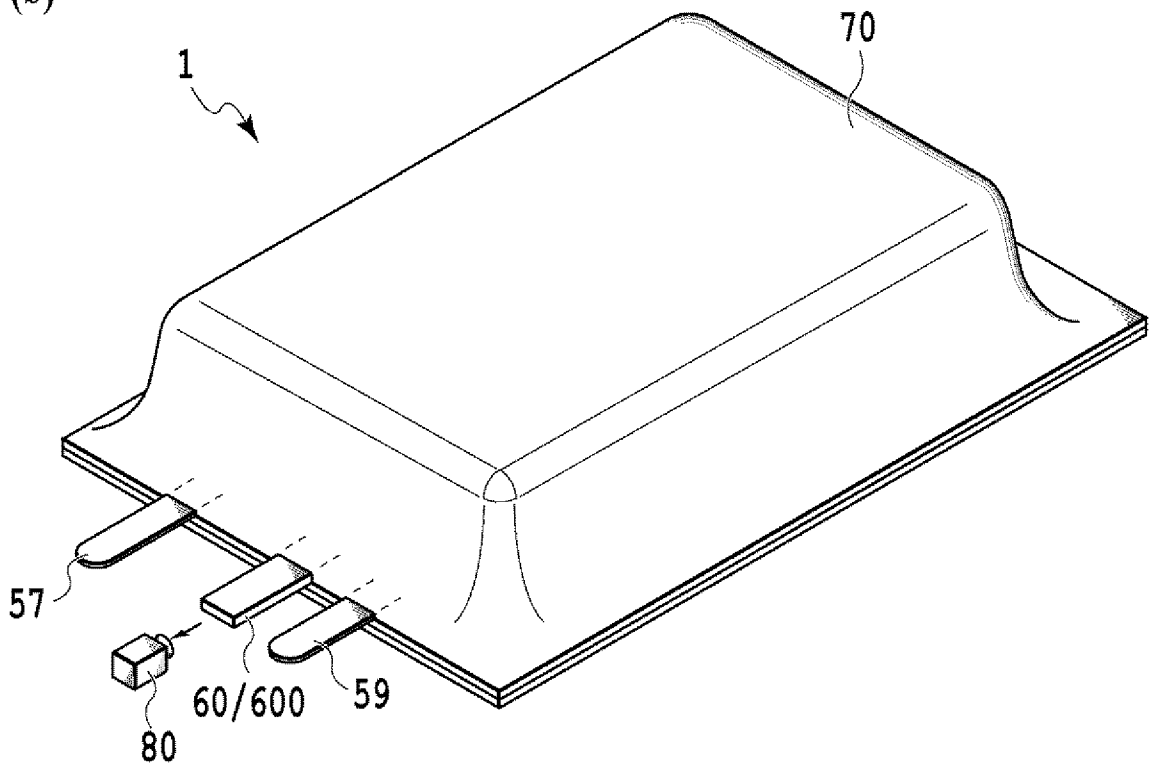
[請求項17] 前記状態決定部は、前記電気信号に含まれるパルスの数、パルスの幅、またはパルスの配列パターンの少なくとも1つに基づいて、前記複数の光送信器から出力された前記複数の光信号の少なくとも一部が前記共通伝送経路上で重なったかどうかを判定する、請求項16に記載の光通信システム。

[図1]

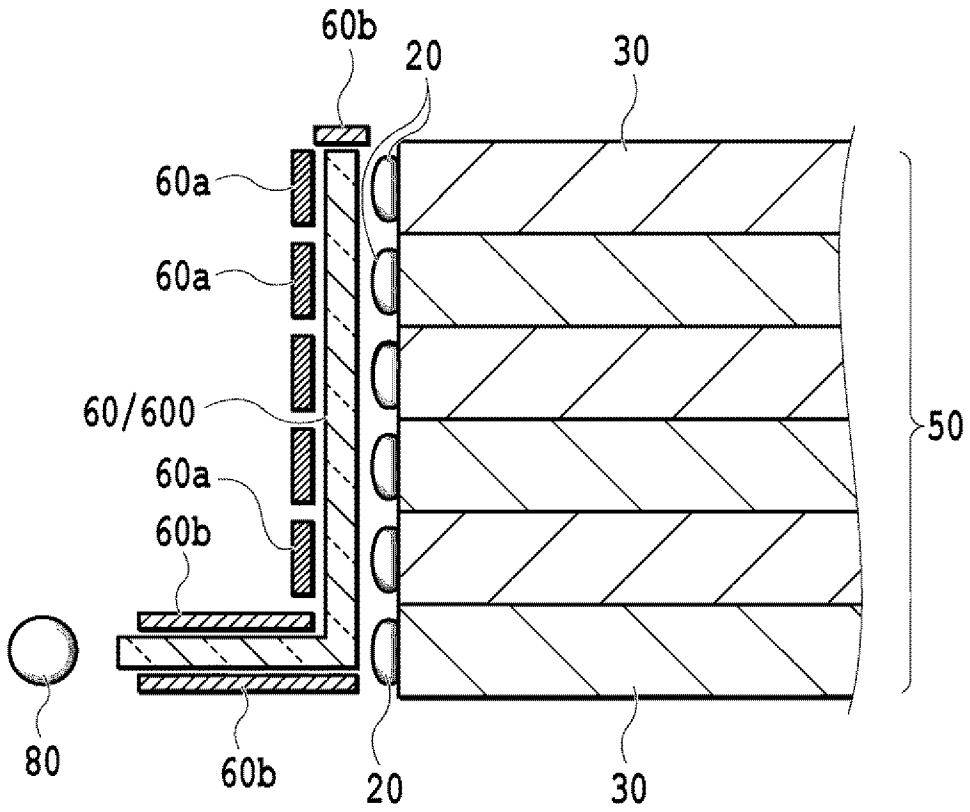
(a)



(b)

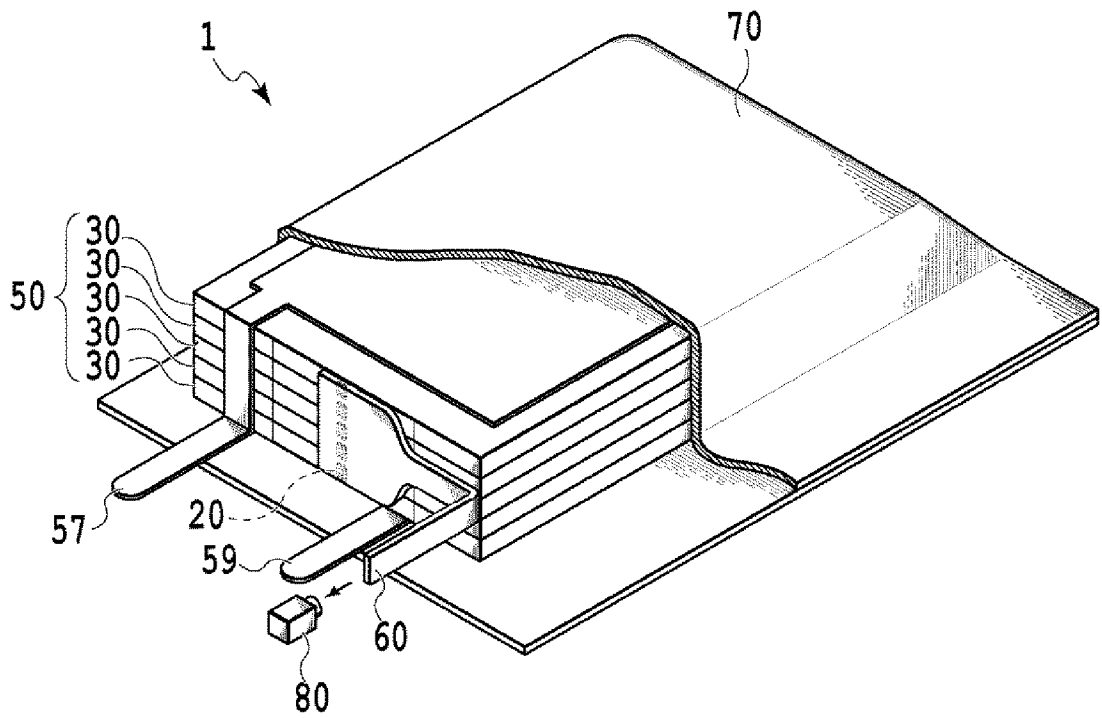


[図2]

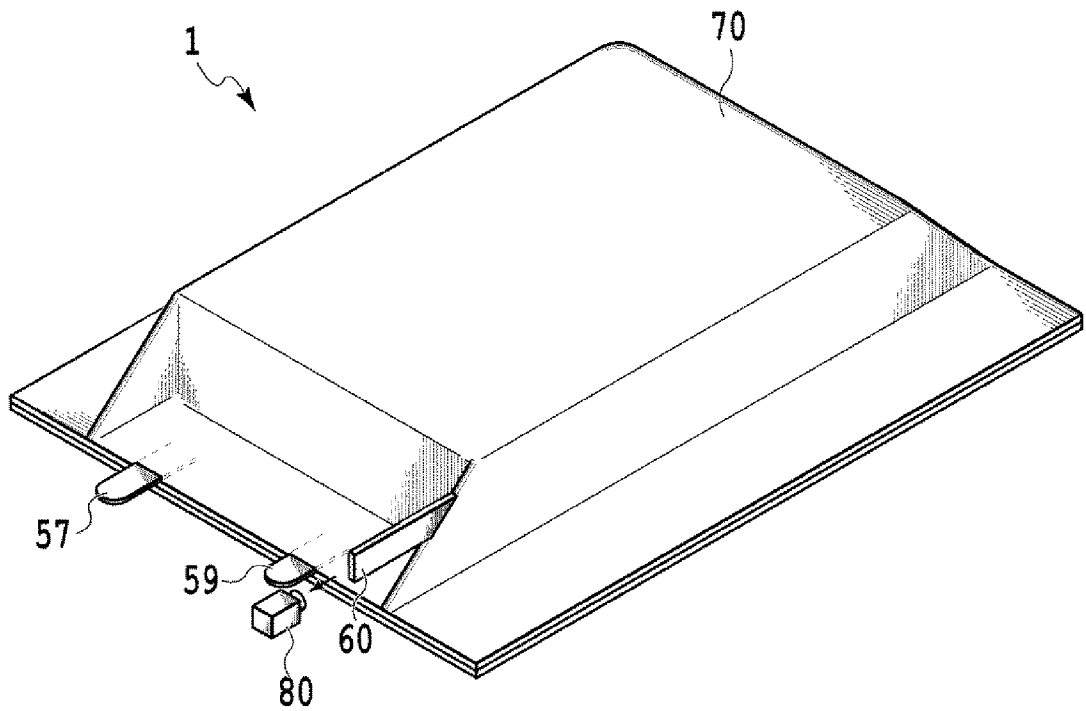


[図3]

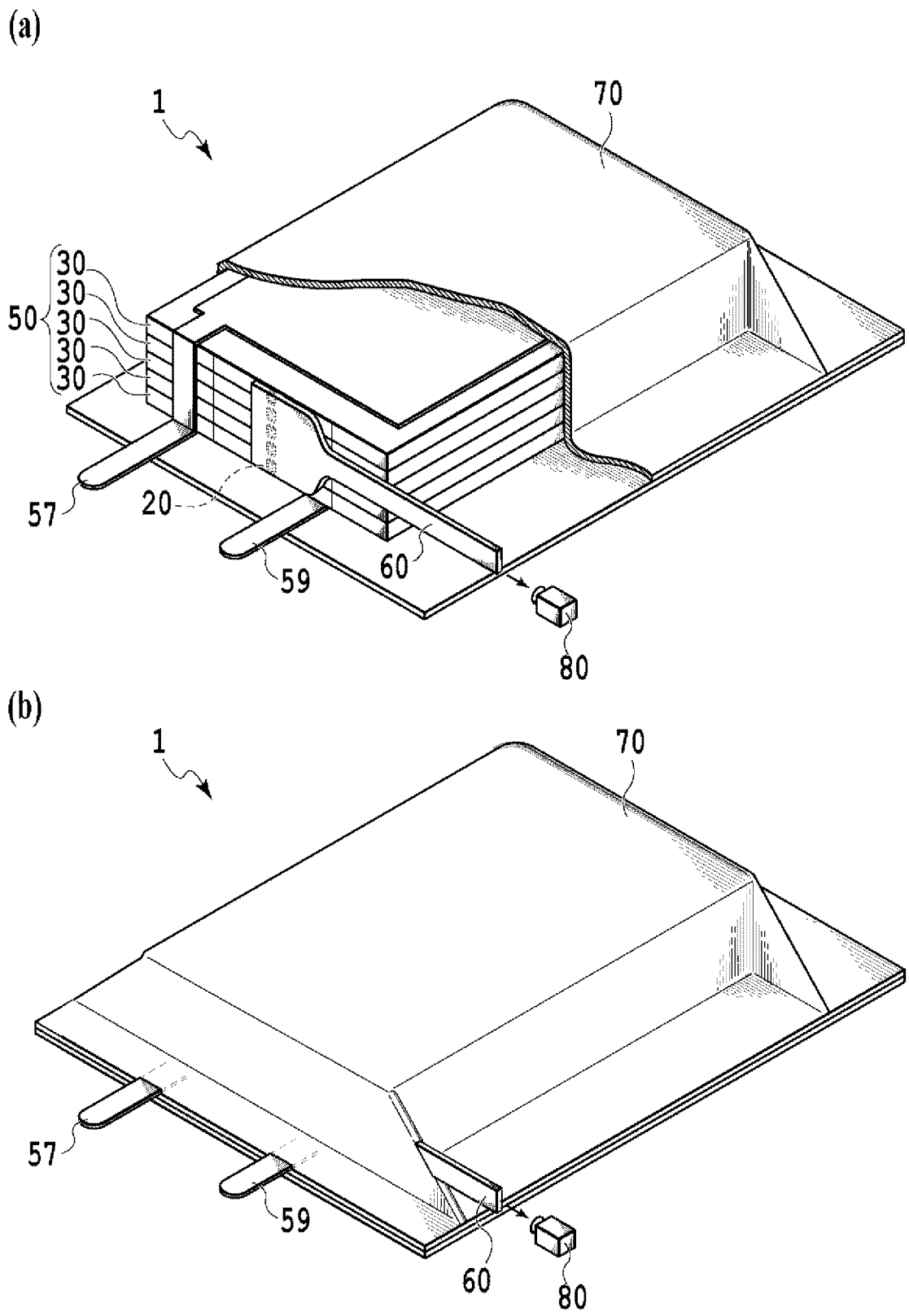
(a)



(b)

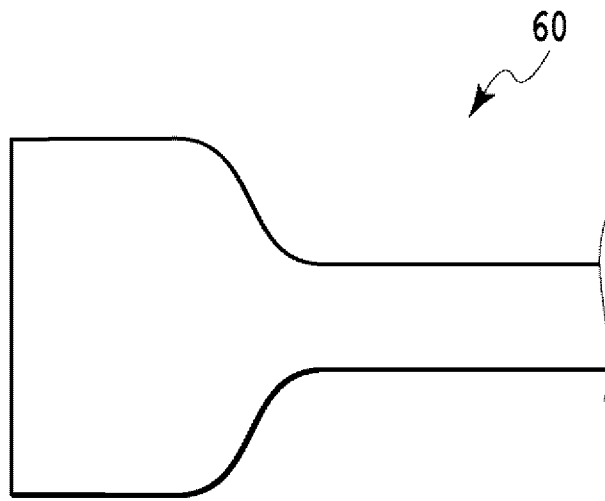


[図4]

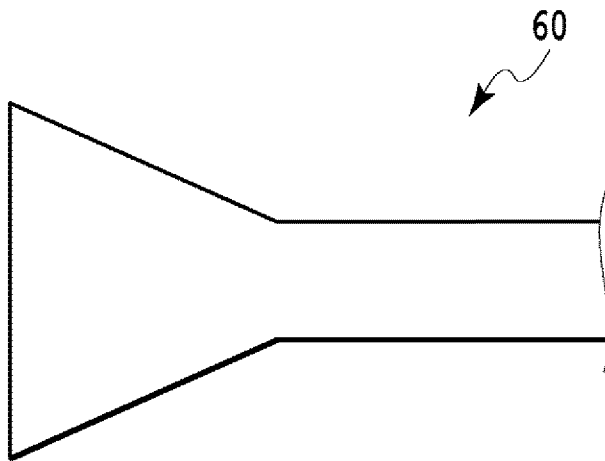


[図5]

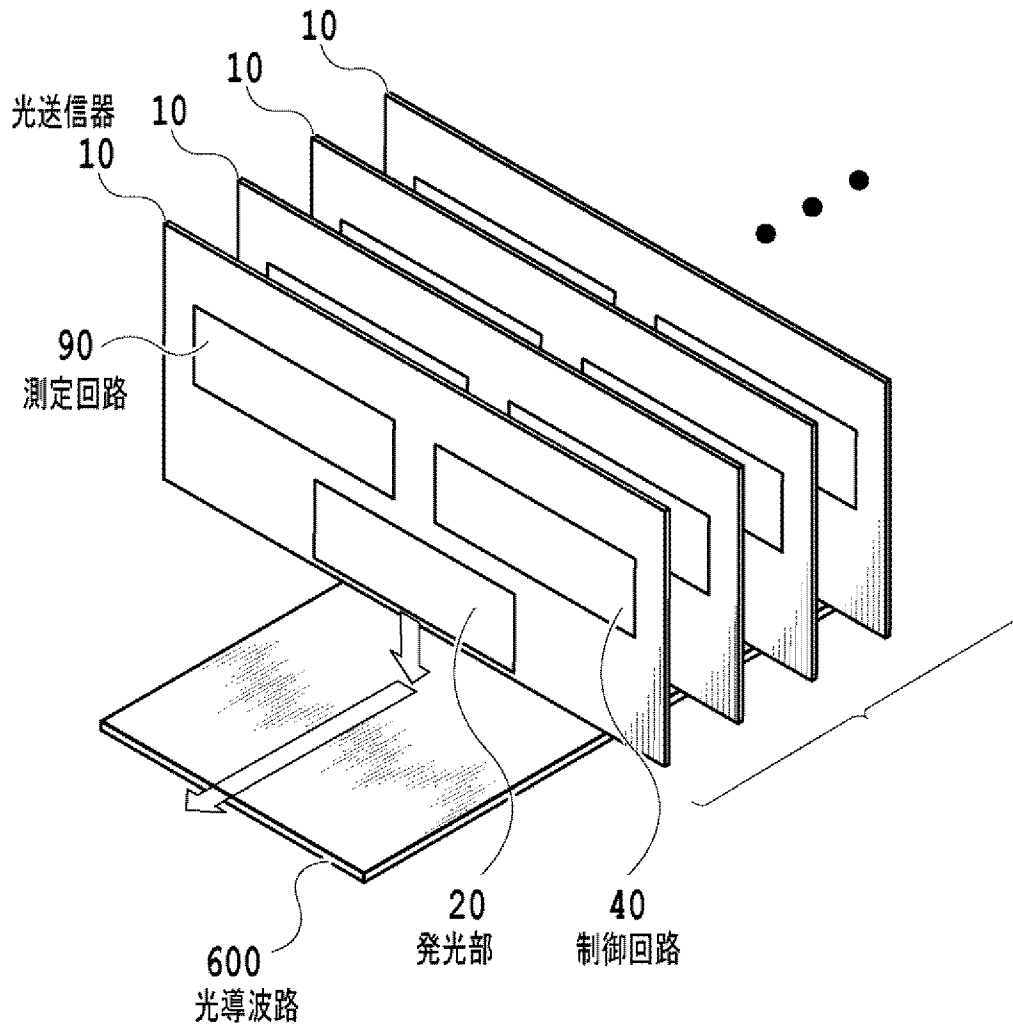
(a)



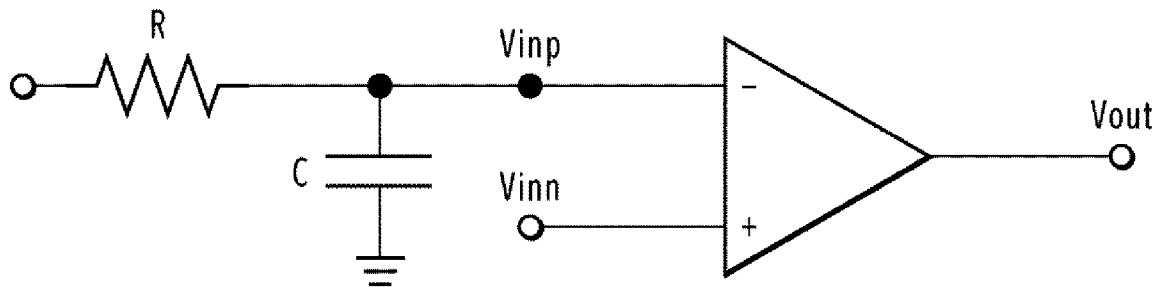
(b)



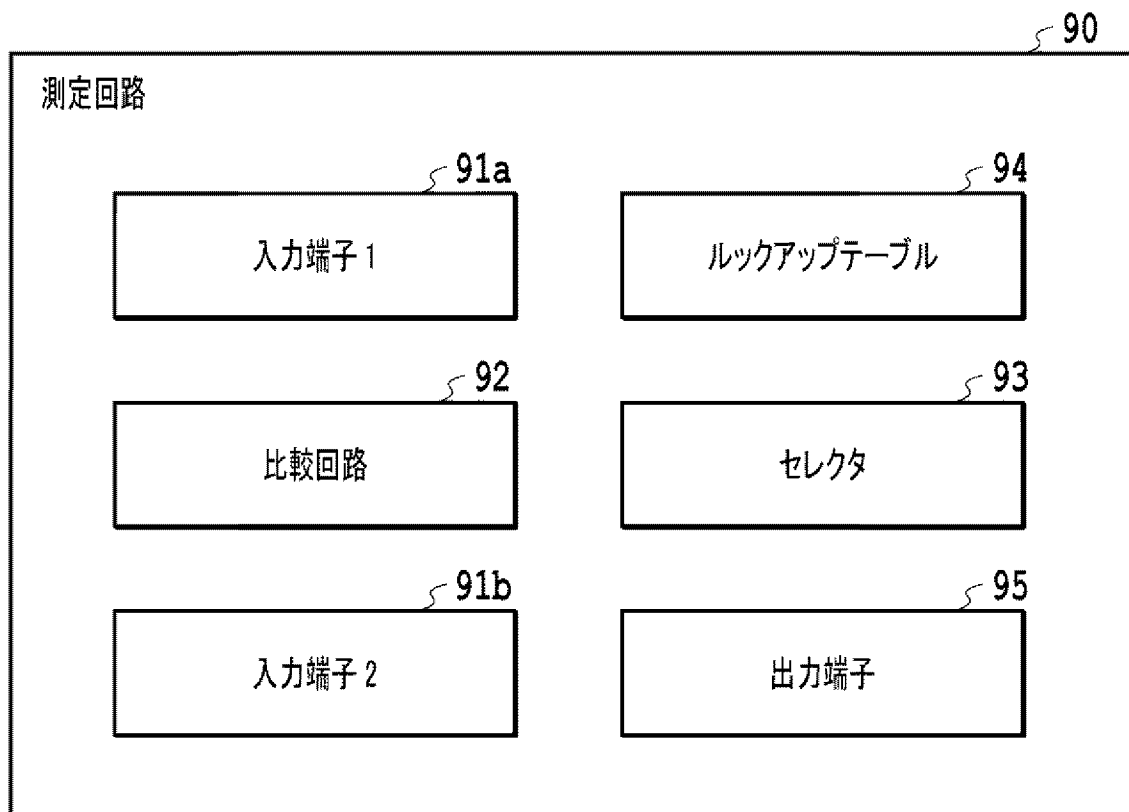
[図6]



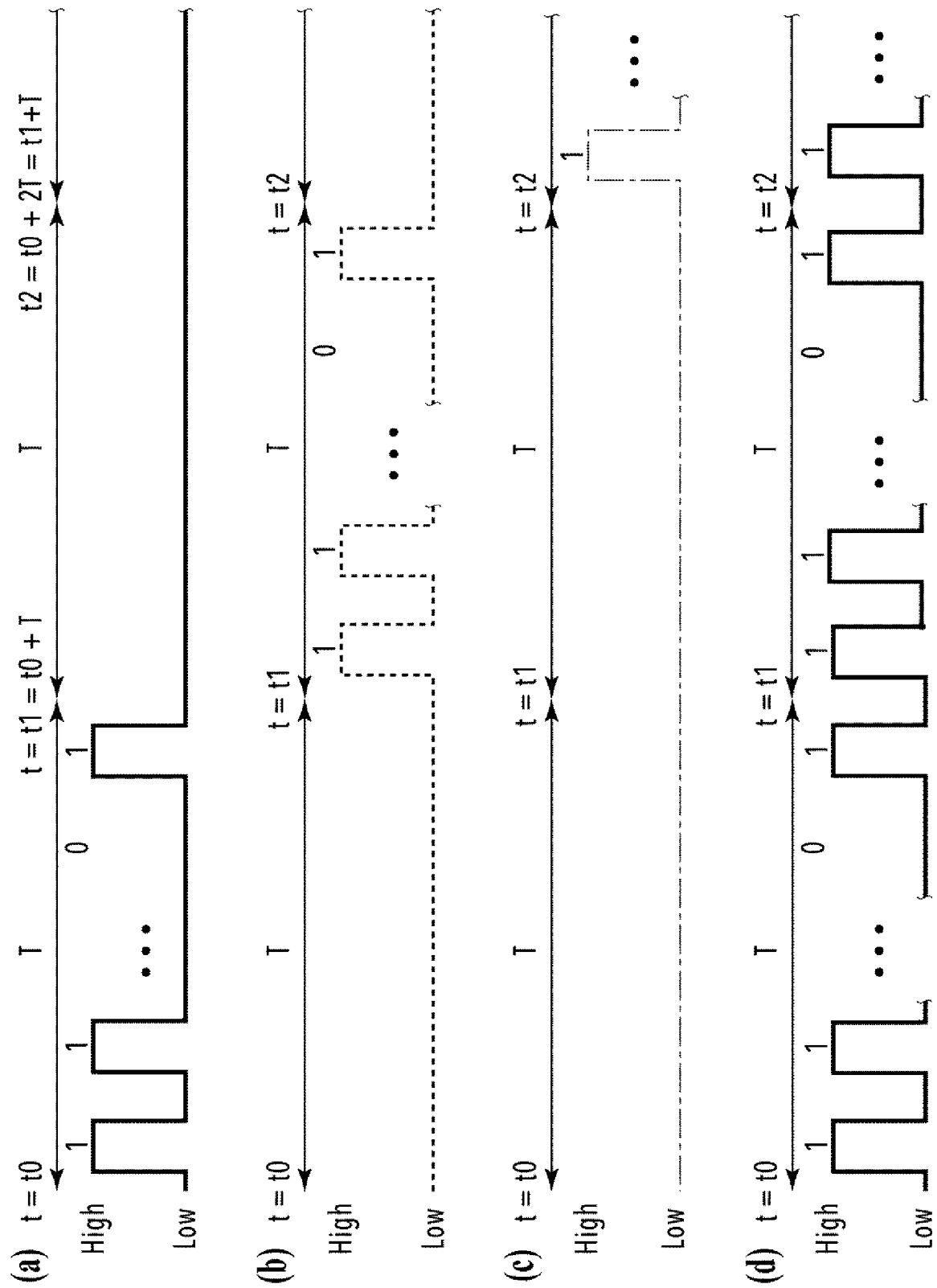
[図7]



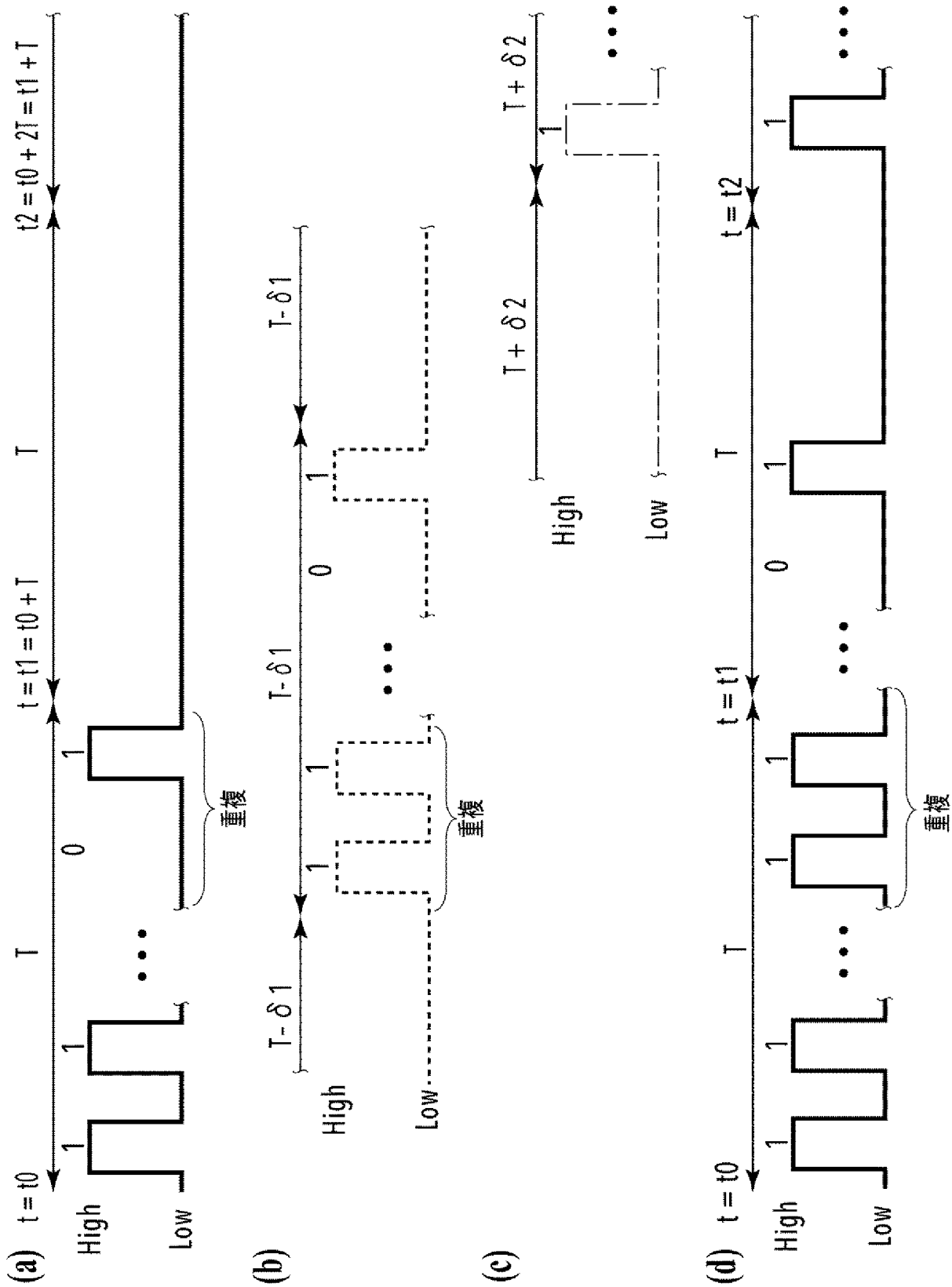
[図8]



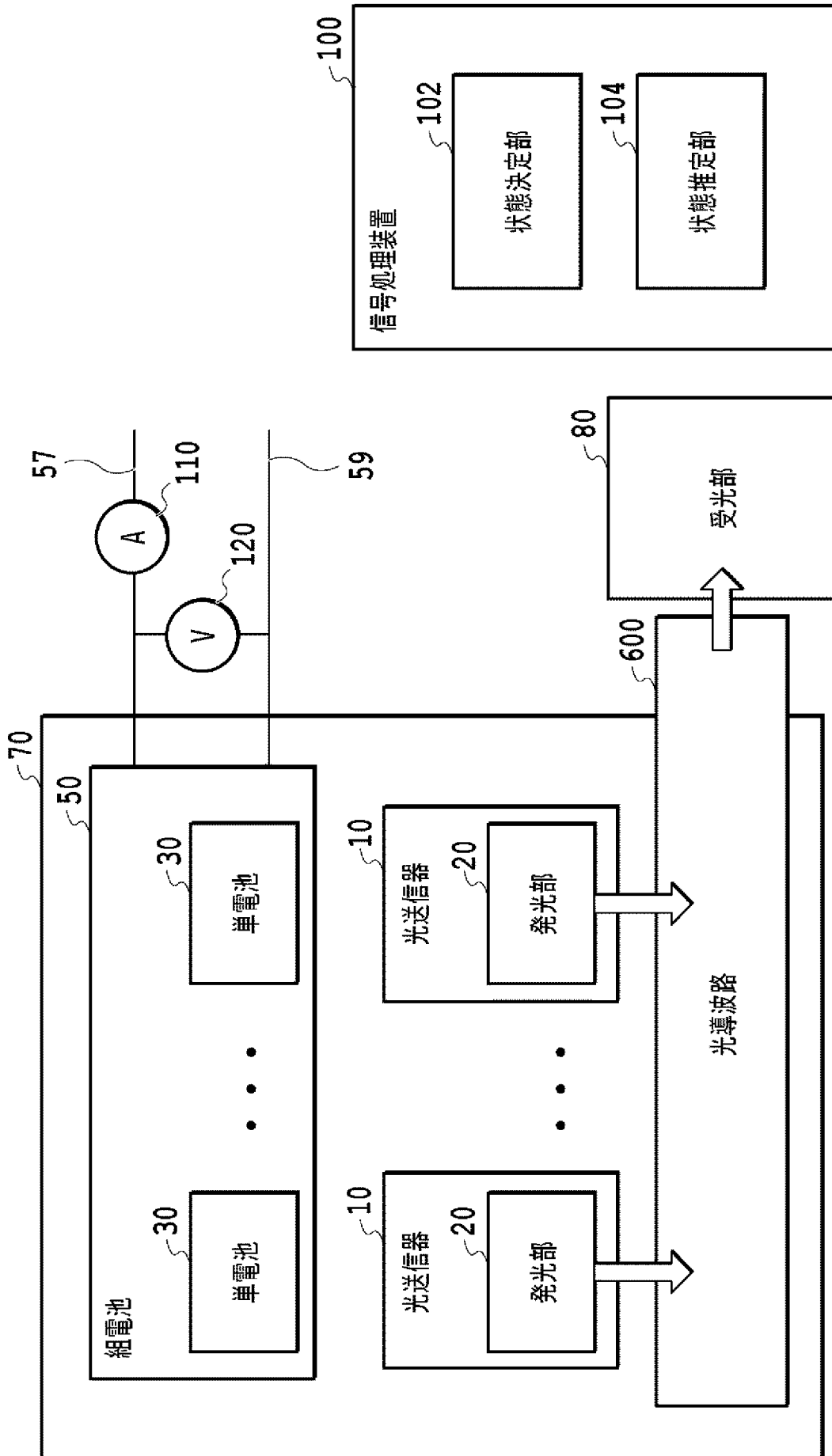
[図9]



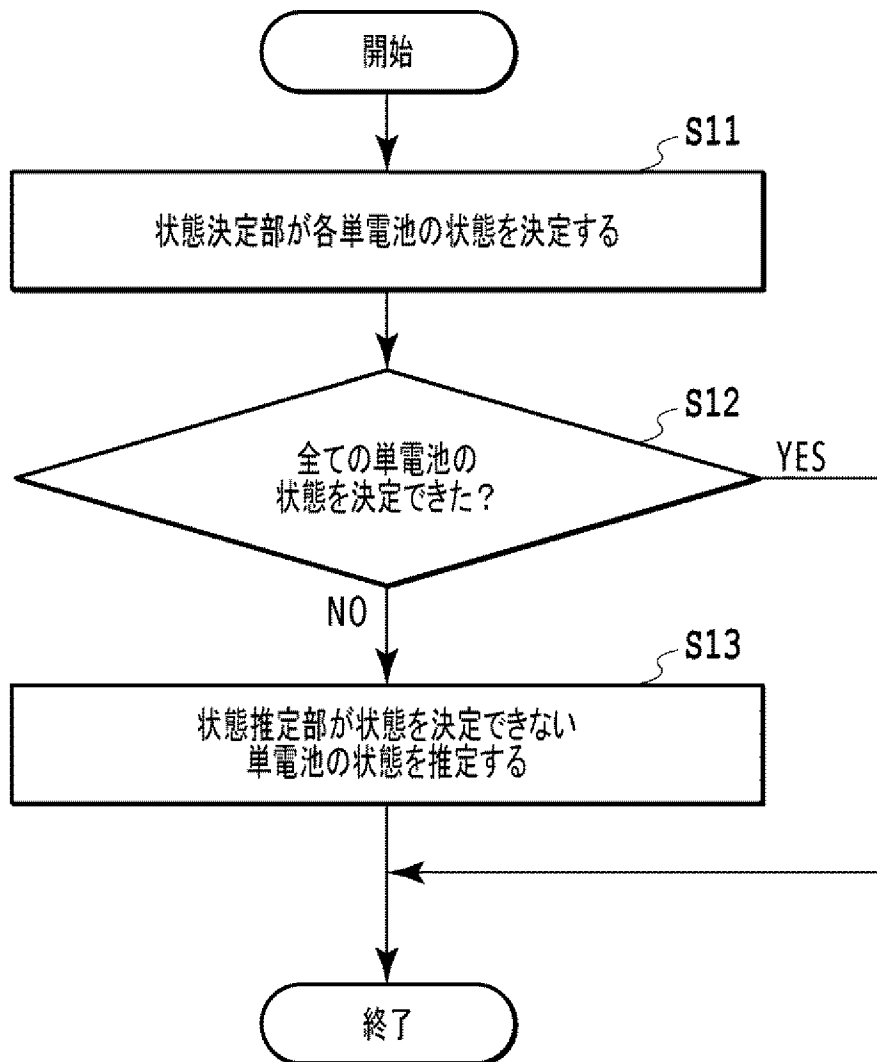
[図10]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/020042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int.Cl. H01M10/48 (2006.01) i, H04B10/516 (2013.01) i, H04B10/69 (2013.01) i, H01M50/204 (2021.01) i, H01M50/284 (2021.01) i, H01M50/569 (2021.01) i FI: H01M50/204401D, H01M50/569, H01M10/48P, H04B10/69, H01M10/48301, H04B10/516, H01M50/284 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. H01M10/48, H04B10/516, H04B10/69, H01M50/204, H01M50/284, H01M50/569		
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		1971-2021
Registered utility model specifications of Japan		1996-2021
Published registered utility model applications of Japan		1994-2021
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.
X	JP 2007-157403 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 21 June 2007 (2007-06-21), claims, paragraphs [0010], [0022]-[0027], fig. 1, 2	1, 3-5, 8-10, 12-15
Y		2, 6
A		7, 11, 16-17
Y	JP 2005-235463 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 02 September 2005 (2005-09-02), claims, paragraphs [0064], [0071], fig. 3	2, 6
A	JP 11-341693 A (DENSO CORPORATION) 10 December 1999 (1999-12-10), claims, fig. 5	1-17
P, X	WO 2021/045223 A1 (APB CORP.) 11 March 2021 (2021-03-11), claims, paragraphs [0057], [0070]-[0098]	1-4, 6-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "I" 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 28 July 2021		Date of mailing of the international search report 17 August 2021
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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/020042

JP 2007-157403 A	21 June 2007	(Family: none)
JP 2005-235463 A	02 September 2005	(Family: none)
JP 11-341693 A	10 December 1999	(Family: none)
WO 2021/045223 A1	11 March 2021	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01M 10/48(2006.01)i; H04B 10/516(2013.01)i; H04B 10/69(2013.01)i; H01M 50/204(2021.01)i; H01M 50/284(2021.01)i; H01M 50/569(2021.01)i FI: H01M50/204 401D; H01M50/569; H01M10/48 P; H04B10/69; H01M10/48 301; H04B10/516; H01M50/284		
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）） H01M10/48; H04B10/516; H04B10/69; H01M50/204; H01M50/284; H01M50/569 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
X Y A	JP 2007-157403 A（三洋電機株式会社）21.06.2007（2007-06-21） 特許請求の範囲，段落[0010]，[0022]-[0027]，図1-2	1,3-5,8-10,12-15 2,6 7,11,16-17
Y	JP 2005-235463 A（日産自動車株式会社）02.09.2005（2005-09-02） 特許請求の範囲，段落[0064]，[0071]，図3	2,6
A	JP 11-341693 A（株式会社デンソー）10.12.1999（1999-12-10） 特許請求の範囲，図5	1-17
P, X	WO 2021/045223 A1（APB株式会社）11.03.2021（2021-03-11） 請求の範囲，段落[0057]，[0070]-[0098]	1-4,6-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 28.07.2021	国際調査報告の発送日 17.08.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 原 和秀 4X 4039 電話番号 03-3581-1101 内線 3477	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/020042

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2007-157403 A	21.06.2007	(ファミリーなし)	
JP 2005-235463 A	02.09.2005	(ファミリーなし)	
JP 11-341693 A	10.12.1999	(ファミリーなし)	
WO 2021/045223 A1	11.03.2021	(ファミリーなし)	