

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年12月4日 (04.12.2003)

PCT

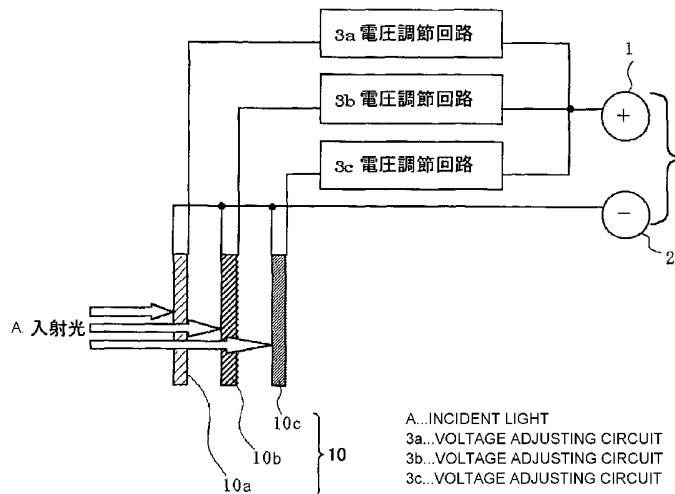
(10) 国際公開番号
WO 03/100867 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 31/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/05939
- (22) 国際出願日: 2003年5月13日 (13.05.2003)
- (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2002-138211 2002年5月14日 (14.05.2002) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 榎本正 (ENOMOTO, Masashi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 本多俊夫 (HONDA, Toshio) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 中村友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: POWER SOURCE DEVICE

(54) 発明の名称: 電源装置



(57) Abstract: A power source device including a plurality of cells having different output characteristics whose output is taken out from a common terminal, wherein lowering of energy efficiency caused by connection between the cells is suppressed. Outputs of the plurality of cells (10a to 10c) having different output voltages and output currents are adjusted to be an identical output voltage and output to terminals (4, 5) so as to satisfy the parallel relationship. Since the output of each cell is output in parallel, unlike the series connection, there is no disadvantage that the cell of the smallest output current limits the output current of the entire power source. Moreover, since the cells are connected after adjusted to an identical output voltage, there arises no problem of reverse flow. When the power source device is applied to a tandem type solar cell, it is possible to assign light absorption wavelength characteristics to each tandem photoelectric conversion element so as to use the solar light with a maximum efficiency. Even when the solar light wavelength distribution is significantly deviated from the standard distribution, the photoelectric energy conversion efficiency will not be lowered.

(57) 要約: 出力特性の異なる複数の電池の出力が共通の端子から取り出され、しかも、電池間の接続によるエネルギー効率の低下が極力抑えられるように構成された電源装置である。出力電圧及び出力電流が異なる複数の電池(10a~10c)の出力が、互いに同一の出力電圧に調節された後、並列の関係を満たすように端子(4、5)に出力されるようにする。各電池の出力が並列に出力されるので、直列接続と

[続葉有]

WO 03/100867 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

異なり、出力電流の小さい電池が電源全体の出力電流を制限するという不都合がない。また、同一の出力電圧に調節された上で接続されるので、逆流等の問題点が生じることもない。タンデム型太陽電池に応用した場合には、各タンデム光電変換素子に対し、太陽光を最大効率で利用できるように光吸収波長特性を割り当てることができ、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合でも、光電エネルギー変換効率が低下することがない。

明 細 書

電源装置

5

技術分野

本発明は、太陽電池（光電変換装置）や化学電池等の電池からなる電源装置に関するものである。

10 背景技術

化石燃料に代わるエネルギー源として、太陽光を利用する太陽電池が注目され、種々の研究が行われてきた。太陽電池は、光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換装置の1種である。

現在最も普及している半導体のp n接合、あるいは異種材料ヘテロ接合を利用する太陽電池では、例えばp n接合に入射した光子のうち半導体のバンドギャップエネルギーよりも大きなエネルギーをもつ光子を吸収して、価電子帯の電子が伝導帯に励起され、同時に価電子帯には正孔が発生する。このように半導体内で発生した電子-正孔対は、p n接合部に形成された内部電界により、電子がn型半導体層の方に、正孔がp
15
20 型半導体層の方に移動し、起電力が発生する。

一方、新しい原理による太陽電池として、光誘起電子移動を応用した湿式太陽電池が知られている。図9Aは、湿式太陽電池の一例の概略断面図である。この湿式太陽電池は、主として、ガラスなどの透明基板1
1、ITO（Indium Tin Oxide）などの透明電極12、酸化チタンTiO₂
25 などの半導体層14、対向電極17、半導体層14と対向電極17との間に保持された電解質層16、基板19等で構成され、更に、半導体層

1 4 の電解質層 1 6 側表面には、ルテニウム錯体からなる光増感色素等の、可視光領域付近に吸収スペクトルを有する光吸収物質 1 5 が吸着されている。

図 9 A の装置は、光が入射すると、対向電極 1 7 を正極、透明電極 1 2 を負極とする電池として動作する。その原理は次の通りである。

光吸収物質 1 5 が半導体層 1 4 に入射した光子を吸収すると、光吸収物質 1 5 中の電子が基底状態から励起状態へ励起される。光吸収物質 1 5 と半導体層 1 4 との間にはカルボキシル基等による電気的結合が形成されているため、励起状態の電子はすみやかに半導体層 1 4 の伝導帯に移動し、半導体層 1 4 を経て透明電極 1 2 に到達する。

一方、光吸収物質 1 5 が電子を失って生じた陽イオンは、電解質層 1 6 の陰イオンから電子を受け取り、電気的に中和される。電子を失った陰イオンは拡散により対向電極 1 7 に到達し、対向電極 1 7 から電子を受け取る。

上記のいずれの太陽電池でも、最も重要な特性の一つは、光エネルギーを電気エネルギーに変換するエネルギーの変換効率である。この変換効率を高める上で大きな問題点が存在する。

光子1個がもつエネルギーは、光の振動数に比例し、光の波長に対しては反比例する。太陽光等の通常の光には種々の波長の光が含まれているから、通常の光は種々のエネルギーをもつ光子の集まりである。

それに対し、物質中の電子は、量子力学的に決まる、その物質固有のいくつかのエネルギー状態しか取り得ない。従って、基底状態にある電子と励起状態にある電子とのエネルギー差、つまり、電子を基底状態から励起状態に励起するのに必要なエネルギーも、その物質固有の値として定まっている(以下、このエネルギーを「励起エネルギー E_x 」と呼び、それと等しいエネルギーをもつ光子の波長を λ_x と記すことにする)。

p n 接合を利用する太陽電池では、価電子帯（基底状態）と伝導帯（励起状態）とのエネルギー差、即ちバンドギャップエネルギーが励起エネルギー E_x である。湿式太陽電池では、光吸収物質の基底状態と励起状態とのエネルギー差が励起エネルギー E_x である。

5 図 8 は、可視光付近のすべての波長の光を均等に含む光が太陽電池に入射した場合に、光エネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。

波長が λ_x よりも長く、光子のエネルギーが励起エネルギー E_x に満たない光は、電子を励起できないので吸収されず、そのエネルギーが電気エネルギーに変換されることもない。つまり、波長が λ_x よりも長い光のエネルギーは、利用できず無駄になる（図 8 斜線部（I））。

一方、波長が λ_x よりも短く、光子のエネルギーが励起エネルギー E_x より大きい光が吸収されたとしても、電子によって獲得されるエネルギーが E_x を超えることはない。つまり、 E_x を超える強力なエネルギーをもつ光によって励起しても、 E_x を超えるエネルギーは、熱エネルギーになってしまい無駄になる（図 8 斜線部（II））。

E_x を小さくすると、斜線部（I）の無駄は小さくなるが、斜線部（II）の無駄が大きくなる。 E_x を大きくすると、斜線部（II）の無駄は小さくなるが、斜線部（I）の無駄が大きくなる。このように、斜線部（I）及び（II）で示される利用できないエネルギーには、一方を小さくすると他方が大きくなるという二律背反の関係がある。

図 9 B は、図 9 A の湿式太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。太陽から地球に降り注ぐ光は図 9 B に示す波長分布をもっている。単一の光吸収物質のみによる太陽電池では、上記の二律背反の関係のために、励起エネルギーに満たず無駄になるエネルギーと励起エネルギーを超えて無駄

になるエネルギーとの総和が最小になるように励起エネルギー E_x を選んでも、エネルギー変換効率の最大値は約 33% を超えることはできない。

このような二律背反の関係を克服して、より高いエネルギー変換効率
5 を実現するために、異なる光吸収波長特性（つまり、異なる E_x ）をもつ複数の光電変換素子が光の透過方向に積層されたタンデム型太陽電池が提案されている（特開平 11-273753 号公報、特開 2000-90989 号公報、特開 2000-100483 号公報等；以下、タンデム型太陽電池において積層されている各光電変換素子をタンデム光電
10 変換素子と呼ぶことにする）。

タンデム型太陽電池では、前段のタンデム光電変換素子で吸収できなかった波長の光を後段のタンデム光電変換素子で吸収することができ、光の吸収効率、ひいては、エネルギー変換効率を高めることができる。

図 10A は、湿式太陽電池によるタンデム型太陽電池 10 の一例の概
15 略断面図である。入射光に近い側から、3つのタンデム光電変換素子 10a、10b、10c がこの順で積層されている。

各タンデム光電変換素子は、図 9A に示した単層の湿式太陽電池とほぼ同様の構成をもつ。例えば、タンデム光電変換素子 10a は、ガラス基板 11、透明電極 12a、半導体層 14a、光吸収物質 15a、電解
20 質層 16a、対向電極 17a、スペーサ 20（基板 19 に相当）とから構成されている。ただし、光吸収物質 15a に吸収されなかった光が次のタンデム光電変換素子まで透過していけるように、対向電極 17a やスペーサ 20 は、光が透過しやすい材質及び構造のものからなる。

広い波長範囲の光を高い変換効率で光電変換するためには、各タンデム
25 光電変換素子の光吸収物質 15a~15c の吸収波長は、互いに異なっていて、光の入射方向から遠い層の光吸収物質ほど、より長波長の光

を吸収するものであることが望ましい。

例えば、光吸収物質 15 a としてアントラキノン系イエロー色素、光吸収物質 15 b としてアントラキノン系マゼンタ色素、光吸収物質 15 c としてアントラキノン系シアン色素を用いる等である。

- 5 また、光吸収物質の電子が吸収した励起エネルギーができるだけ無駄にならず、半導体層の伝導帯電子のエネルギーとして保存され、電池の起電力として取り出せるように、半導体層 14 a ~ 14 c も光吸収物質 15 a ~ 15 c に合わせて最適化するのが好ましい。即ち、光吸収物質 15 a ~ 15 c のそれぞれに対しその励起エネルギーにできるだけ近い
- 10 バンドギャップエネルギーをもつ半導体を組み合わせる。

例えば、波長の短い光を吸収する、励起エネルギーの大きい光吸収物質には、酸化チタン TiO_2 の代わりに酸化ジルコニウム ZrO_2 を組み合わせ、波長の長い光を吸収する、励起エネルギーの小さい光吸収物質には、酸化スズ SnO_2 を組み合わせる。

- 15 図 10 B は、このように構成されたタンデム型太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。図 9 B と比べると、タンデム型太陽電池では、単層の太陽電池では捨てていた太陽光の長波長成分を利用できるとともに、短波長成分のエネルギー変換効率も高まることがわかる。

- 20 タンデム型太陽電池では、積層された各タンデム光電変換素子の電気出力を直列に接続し、各素子の出力電流が互いに等しくなるように、各素子が吸収する波長範囲を分割することが多い。

- この方式では、標準となる太陽光の波長分布に対しては各素子からの出力電流が等しくなるように設定されているとしても、夏期と冬期、日
- 25 中と朝夕など、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合には、積層された各素子からの出力電流に大きな差が生じる。このような状態

で各素子を直列につなぐと、光量不足で出力電流が小さい素子が電池全体の内部抵抗を増大させ、出力電流を制限してしまう不都合が生じる。

かといって、各タンデム光電変換素子を並列につなぐと、各素子の出力電圧が異なるため、最大電圧を出力する素子の電気エネルギーがそれ
5 以外の素子の中を逆流して一部が消滅してしまうと言う問題点が生じる。

他の問題点は、各タンデム光電変換素子からの出力電流を等しくする波長分割パターンが、太陽光を最大効率で利用するための波長分割パターンと、一般に一致しないことである。上記の方式では、直列接続という出力の取り出し方が、各タンデム光電変換素子に割り当てる光吸収波
10 長特性を制限し、太陽光を最大効率で利用する上での障害になっている。

本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、出力特性の異なる複数の電池の出力が共通の端子から取り出され、しかも、電池間の接続によるエネルギー効率の低下が極力抑えられるように構成された電源装置を提供することにある。

15

発明の開示

即ち、本発明は、出力特性の異なる複数の電池が互いに並置され、前記複数の電池の各出力が互いに同一の電圧に調節され、これらの出力が共通の端子から取り出されるように構成された電源装置に係わる。

20 本発明によれば、出力電圧及び出力電流が異なる前記複数の電池の出力が、互いに同一の出力電圧に調節された後、並列の関係を満たすように共通の端子に出力される。

前記複数の電池の出力が並列の関係を満たすように出力されるので、直列接続の場合と異なり、出力電流が小さい電池が電源全体の内部抵抗
25 を増大させ、出力電流を制限してしまうという不都合がない。

また、同一の出力電圧に調節された上で共通の端子に出力されるので、

異なる出力電圧の出力を並列に接続した場合に生じる逆流等の問題点が生じることもない。

図面の簡単な説明

- 5 図 1 は本発明の実施の形態 1 に基づく電源装置を示す概略構成図である。
- 図 2 は電圧調整回路の一例である昇圧型チョッパ方式レギュレータの回路を示す概略である。
- 図 3 は本発明の実施の形態 2 に基づく電源装置を示す概略構成図である。
- 10 図 4 は本発明の実施の形態 3 に基づく電源装置を示す概略構成図である。
- 図 5 A ~ 図 5 C は小型セルによる電池マトリックスの配線パターンを示す概略平面図である。
- 15 図 6 は本発明の実施の形態 3 で用いるのに適した直列段数変更回路を示す概略図である。
- 図 7 は同、別の直列段数変更回路を示す概略図である。
- 図 8 はすべての波長の光を均等に含む光が太陽電池に入射した場合に、光エネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。
- 20 図 9 A は湿式太陽電池の一例の概略断面図であり、図 9 B は湿式太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフである。
- 図 10 A は湿式太陽電池によるタンデム型太陽電池の一例の概略断面図であり、図 10 B はタンデム型湿式太陽電池によって、太陽光のエネルギーが電気エネルギーに変換される割合を概略的に示すグラフであ
- 25

る。

発明を実施するための最良の形態

本発明において、前記複数の電池がそれぞれの電圧調整回路を介して
5 互いに並列に接続されるのがよい。

また、前記複数の電池からの各出力が一旦コンデンサに蓄積され、これらの各コンデンサに対して切り換え可能に接続された前記電圧調整回路によって、前記各コンデンサの蓄積電荷が前記同一の電圧として時分割で取り出されるようにするのもよい。

10 また、前記複数の電池のそれぞれが複数個に分割され、これらの分割された電池の直列接続段数及び並列接続個数が調整されるように構成するのもよい。

本発明において、前記複数の電池が太陽電池等の光電変換素子であり、例えば、光の透過方向に積層され、かつ互いに異なる光吸収特性をもつ
15 光電変換素子であるのがよい。

以下、本発明に基づく実施の形態を図面参照下に具体的に説明する。

実施の形態 1

図 1 は、タンデム型湿式太陽電池 10 の各タンデム光電変換素子 10
20 a ~ 10 c の出力がそれぞれの電圧調整回路 3 a ~ 3 c を介して互いに並列に接続され、共通の出力端子 1 と 2 の間に出力される電源装置を示す概略構成図である。

図 10 A は、タンデム型湿式太陽電池 10 の概略断面図である。タンデム型湿式太陽電池 10 では、ガラス基板 11、2 枚のスペーサ 20、
25 もう一方の基板 19 のそれぞれの間、入射光に近い側から 1 層目にタンデム光電変換素子 10 a、2 層目にタンデム光電変換素子 10 b、3

層目にタンデム光電変換素子 10 c が保持されている。

スペーサ 20 は、光が透過しやすい材質と形状のもの、例えば透明なガラス板、あるいはポリエチレンテレフタレートやポリカーボネートなどの透明なプラスチック板とする。基板 19 は、光を透過させる必要はないので、不透明なガラス板、プラスチック板、セラミック板、金属板を使用してもかまわない。

各タンデム光電変換素子 10 a ~ 10 c は同じ構造をもち、それぞれ、ITO (Indium Tin Oxide) などからなる透明電極 12 a ~ 12 c 及び対向電極 17 a ~ 17 c、酸化チタンTiO₂などからなる半導体層 14 a ~ 14 c、光吸収物質 15 a ~ 15 c、電解質層 16 a ~ 16 c 等によって構成される。

電解質層 16 a ~ 16 c としては、電解質溶液、又はゲル状あるいは固体状の電解質が使用可能である。電解質溶液としては、I⁻/I₃⁻等の酸化還元系（レドックス対）を含む溶液が挙げられる。具体的には、ヨウ素とヨウ化アンモニウムとをアセトニトリルなどの溶媒に溶解させた溶液を使用する。電池の側面は、エポキシ系熱硬化性樹脂、アクリル系紫外線硬化樹脂、水ガラス等の封止材 18 によって密閉される。

光吸収物質 15 a ~ 15 c の吸収波長は、互いに異なっていて、光の入射方向から遠い層の光吸収物質ほど、より長波長の光を吸収するものである。例えば、光吸収物質 15 a としてアントラキノン系イエロー色素、光吸収物質 15 b としてアントラキノン系マゼンタ色素、光吸収物質 15 c としてアントラキノン系シアン色素が用いられる。

電圧調整回路 3 a ~ 3 c としては、昇圧型、降圧型、昇降圧型のいずれでもよく、低消費電力で高効率のものが好ましい。既存の DC-DC コンバータ回路を用いることができる。

図 2 に、一例として昇圧型チョッパ方式定電圧回路の例を示す。タン

デム光電変換素子からの出力電圧 V_1 は、入力端子 5 1 と接地端子 5 2 に入力され、所望の電圧に昇圧された出力電圧 V_0 は、出力端子 5 3 と接地端子 5 4 に出力される。

図 2 の左側の回路では、入力端子 5 1 と接地端子 5 2 の間にコイル 5 5 とスイッチングトランジスタ 5 6 とが直列に挿入されていて、トランジスタ 5 6 が ON の状態にある間に電流 I_1 が流れ、コイル 5 5 にエネルギーを蓄積する。

図 2 の外まわりの回路、つまり、入力端子 5 1 と接地端子 5 2 の間にコイル 5 5、ダイオード 5 7、コンデンサ 5 8 が直列に挿入されている回路では、トランジスタ 5 6 が OFF の状態にある間に、コイル 5 5 の逆起電力によって昇圧された電流 I_2 が流れ、ダイオード 5 7 を経てコンデンサ 5 8 を充電するようになっている。この時、コイル 5 5 に蓄積されていたタンデム光電変換素子からの出力エネルギーは、コンデンサ 5 8 の充電エネルギーとして出力側に送り出される。

上記の 2 つの動作を切り換えるために、スイッチングトランジスタ 5 6 のベース端子に制御回路 5 9 から矩形波形の制御パルスが印加される。

以下、電圧調節作用に重点を置いて、定常状態における図 2 の回路の動作を説明する。

トランジスタ 5 6 のベース端子に正のパルスが印加され、トランジスタ 5 6 が ON の状態になると、タンデム光電変換素子からコイル 5 5 とトランジスタ 5 6 に電流 I_1 が流れ始める。少なくとも数サイクルの間 V_1 は一定とみなせるから、コイル 5 5 を流れる電流 I_1 は、次式のように、流れ始めからの時間に比例して増加する。

$$d I_1 / d t = V_1 / L$$
ここで、 L はコイル 5 5 のインダクタンスである。

従って、トランジスタ 5 6 が ON 状態にある期間を t_{ON} 、ON 状態の

初めの I_1 の値を I_{1S} 、ON 状態の終了時の I_1 の値を I_{1E} とおくと、次式
の関係が成り立つ。

$$I_{1E} = I_{1S} + (V_1/L) t_{ON}$$

トランジスタ 56 のベース電位が接地電位に落とされ、トランジスタ
56 が OFF の状態になると、コイル 55 の両端間に逆起電力 V_L が誘起
され、ダイオード 57 が導通状態になり、コイル 55 からコンデンサ 5
8 へ電流 I_2 が流れ始める。ダイオード 57 での電圧降下を無視すると、
次の関係が成り立つ。

$$V_L = - (d I_2 / d t) L$$

$$V_1 + V_L = V_0$$

ここで、コンデンサ 58 のリップル電圧は無視でき、 V_0 はほぼ一定と
みなせるとすると、次式のように、電流 I_2 は、流れ始めからの時間に比
例して減少する。

$$d I_2 / d t = -V_L / L = - (V_0 - V_1) / L$$

従って、トランジスタ 56 が OFF 状態にある期間を t_{OFF} 、OFF
状態の初めの I_2 の値を I_{2S} 、OFF 状態の終了時の I_2 の値を I_{2E} とおくと、
次式の関係が成り立つ。

$$I_{2E} = I_{2S} - (V_0 - V_1) t_{OFF} / L$$

コイル 55 の性質から、OFF 状態の終了時の I_2 の値 I_{2E} は上記
 I_{1S} に等しく、OFF 状態の初めの I_2 の値 I_{2S} は上記 I_{1E} に等し
いから、次の関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} I_{1S} &= I_{1E} - (V_0 - V_1) t_{OFF} / L \\ &= (I_{1S} + V_1 t_{ON} / L) - (V_0 - V_1) t_{OFF} / L \end{aligned}$$

上式を整理すると、

$V_0 = (t_{ON} + t_{OFF}) V_1 / t_{OFF}$ となり、入力電圧 V_1 が変化しても、
 t_{ON} / t_{OFF} を調節することにより、出力電圧 V_0 を一定に保ち得るこ

とがわかる。より具体的には、制御回路 5 9 が、出力電圧 V_0 をモニタして、所定の値からのずれに応じて矩形波パルスのデューティ比を増減することで、 V_0 は一定に保たれる。

5 電圧調整回路は必ずしもすべてのタンデム光電変換素子につける必要はなく、どれかひとつ基準となるタンデム光電変換素子を決めて、その他のタンデム光電変換素子に付けるだけでもよい。

10 本実施の形態では、各タンデム光電変換素子からの出力電流は並列の関係を満たすように出力されるので、直列接続の場合と異なり、各素子からの出力電流を互いに等しくする必要がない。従って、太陽光を最大効率で利用できるように、各タンデム光電変換素子の光吸収波長特性を割り当てることができる。

更に、夏期と冬期、日中と朝夕など、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合でも、出力電流の小さい電池が電源全体の出力電流を制限してしまうという不都合がない。

15 また、同一の出力電圧に調節された上で共通の端子に出力されるので、異なる出力電圧の出力を並列に接続した場合に生じる逆流等の問題点が生じることもない。

実施の形態 2

20 図 3 は、タンデム型湿式太陽電池 1 0 の各タンデム光電変換素子 1 0 a ~ 1 0 c によって発電されたエネルギーが一旦電荷として各コンデンサ 4 a ~ 4 c に蓄積され、これらの各コンデンサに対して切り換え可能に接続された電圧調整回路 3 d によって、各コンデンサに蓄えられたエネルギーが同一の電圧をもつ電流として時分割で共通の出力端子 1 と 2 の間に出力されるように構成されている電源装置を示す概略構成図である。

25 このスイッチトキャパシタ方式の出力方式は、実施の形態 1 の出力方

式の変形とみなし得るものである。各タンデム光電変換素子 10 a ~ 10 c の電圧調整後の出力が共通の出力端子 1 に同時に接続されることはないので、厳密な意味では出力が並列接続されていると言えないが、各タンデム素子 10 a ~ 10 c が共通の出力端子 1 に対して対等の関係で並置されている点で並列の関係を満たしており、並列接続の変形と言える。

更に言えば、両者の違いは、実施の形態 1 では、タンデム光電変換素子と同数の電圧調節回路 3 a ~ 3 c を設け、すべてのタンデム素子の出力を常時電圧調節しているのに対し、実施の形態 2 では、複数の電圧調節回路の機能を 1 つの電圧調節回路 3 d に集約し、各タンデム光電変換素子の出力を時分割で電圧調節している点のみである。実施の形態 2 のコンデンサ 4 a ~ 4 c は、処理を待つ間の各タンデム光電変換素子 10 a ~ 10 c からの出力を一時的に保存するために付加されたものである。

従って、電圧調節回路 3 d としては、実施の形態 1 で用いられるものとほぼ同様のものを用いることができる。ただし、限られた時間内で処理を終えなければならないから、その応答速度の速い回路であることが必要である。

電圧調節回路 3 d の入力を切り換える方式としては、公知の半導体スイッチを用いたマルチプレキサがよい。ただ、原理的にはこれに限るものではなく、接点を切り換える機械式スイッチも使用可能である。

みかけは違っても、各タンデム光電変換素子の出力が並列の関係を満たすように共通の端子に出力される点は、実施の形態 1 と同じであるから、実施の形態 1 に記述したと同様の効果が得られるのは、言うまでもない。

25 実施の形態 3

図 4 は、各光電変換層のタンデム光電変換素子 10 a ~ 10 c があら

かじめ同じ大きさの多数の小型セルに分割され、小型セルの接続関係の設定のみで各層ごとに互いに同一の出力電圧が形成され、それらが並列の関係で共通の端子 1 と 2 の間に出力されるように構成された、実施の形態 3 の電源装置を示す概略構成図である。ここでは、実施の形態 1 や 2 と異なり、昇降圧回路等の電圧調節回路は用いなくてよい。

図 4 中の二重線の接続線は、直列と並列の併用により小型セルがマトリックス的に接続されていることを表し、実際には、小型セルが一定個数直列に接続されたものが複数あり、それらが互いに並列の関係で接続されている（以下、このマトリックス的に接続された小型セル全体を電池マトリックスと呼ぶことにする）。

電池マトリックスの出力電圧は、各層の起電力と小型セルの直列接続段数の積となる。各層の電池マトリックスの出力電圧を互いに同一になるようにするには、各層の起電力を考慮して、適切な直列段数及びそれを可能とする小型セルへの分割数を決めなければならない。

以下、その決定の順序を説明する。例えば、1 層目の起電力が 0.6 V、2 層目の起電力が 0.4 V、3 層目の起電力が 0.3 V であるとすると、6 と 4 と 3 の最小公倍数は 12 であるから、共通の出力電圧を 1.2 V 又はその整数倍 $1.2n$ V (n は整数) と定める。

説明を簡単にするため、出力電圧を 1.2 V と定めたとする。その出力電圧を形成するために、1 層目の小型セルは 2 個、2 層目の小型セルは 3 個、3 層目の小型セルは 4 個を直列に接続する必要があるから、各光電変換層のタンデム光電変換素子 10 a ~ 10 c をあらかじめ (2 と 3 と 4 の最小公倍数である) 12 個の小型セルに分割しておけばよいことになる。

図 5 A ~ 図 5 C は、各光電変換層のタンデム光電変換素子 10 a ~ 10 c が 12 個の小型セル 6 a ~ 6 c に分割され、各電池マトリックスが

同一の出力電圧 1.2 V を出力するように配線された状態を示す概略平面図である。図 5 A は一層目電池マトリックス、図 5 B は二層目電池マトリックス、図 5 C は三層目電池マトリックスを示す図である。各層の電池マトリックスの出力は、それぞれ、出力端子 7 a ~ 7 c 及び 8 a ~ 8 c から取り出される。

直列段数の設定方法には 2 種類の方法がある。簡単なのは、上記のようにしてあらかじめ決定しておいた直列／並列配線パターンを使い、これに固定して以後は変更しない方法である。もう一つの方法は、入射光の波長分布の変化や電池の経年変化等により各層の起電力が変化した場合でも、電池マトリックスが同一の出力電圧を維持できるように、小型セルの直列／並列配線パターンを変化させ、直列接続段数を変化させる方法である。

後者の例を図 6 と図 7 に示す。図 6 は、多接点のスライドスイッチを用いて、直列段数を切り換える回路の例である。スライドスイッチ 6 2 が点線の位置にあるとき、小型セル 6 1 が 3 段に直列接続された出力が出力端子 6 3 と 6 4 の間に出力される。一方、スライドスイッチが実線の位置にあるとき、小型セルが 4 段に直列接続された出力が出力端子 6 5 と 6 6 の間に出力される。

図 7 は、トランジスタを用いたゲート回路による直列段数切り換え回路の例である。トランジスタ 7 2 ~ 7 6 は、制御端子 7 2 a ~ 7 6 a に制御信号を印加して ON、OFF を制御する。

トランジスタ 7 2 のみを導通させると、出力端子 7 7 と 7 8 の間には小型セル 8 1 の起電力が出力される。トランジスタ 7 3 と 7 5 のみを導通させると、出力端子 7 7 と 7 8 の間には小型セル 8 1 と 8 2 を直列につないだ電圧が出力される。トランジスタ 7 4 と 7 5 と 7 6 を導通させトランジスタ 7 2 と 7 3 を遮断すると、出力端子 7 7 と 7 8 の間には小

型セル 8 1 と 8 2 と 8 3 を直列につないだ電圧が出力される。

方式は異なっても、出力が並列の関係を満たすように共通の端子に出力される点は、実施の形態 1 及び 2 と同じであるから、前述したのと同様の効果が得られるのは、言うまでもない。

- 5 以上、本発明を実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこれらの例に何ら限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

- 例えば、実施の形態 1 又は 2 と実施の形態 3 を併用することも可能である。つまり、実施の形態 3 の方式で小型セルを複数個直列につなぎ、
10 目標とする出力電圧値に近い値にあらかじめ調整された出力を、実施の形態 1 又は 2 の電圧調節回路の入力として用いるのである。

- この併用方式によれば、実施の形態 1 又は 2 の側からみると、目標とする出力電圧値に近い値に調整された電圧が入力されるので、電圧調節回路の負担が小さくなり、電圧調節のために費やされるエネルギーの損失が小さくなるという利点がある。実施の形態 3 の側からみると、最終的には電圧は電圧調節回路によって同一電圧に調節されるので、各層の電池マトリックスの出力電圧を厳密に一致させる必要がない。従って、
15 直列段数及び小型セルへの分割数をかなり自由に選択できるという利点がある。

- 20 また、本発明は、太陽電池からなる電源装置ばかりでなく、化学電池等あらゆる電池からなる電源装置、例えば、鉛蓄電池等からなる非常用電源装置や燃料電池からなる発電装置に対して、効果的に適用可能である。

- いずれの電池においても、起電力や電池一個あたりの出力電流が比較
25 的小さく限られるため、実際の使用では多数の電池が直列及び／又は並列に接続されて用いられることが多い。しかも、製作条件、経年変化、

充電状態や電池活物質の供給速度などの動作条件等の相違により、各電池の起電力と出力電流がともに相違している。以上のように、電池からなる電源装置は一般に太陽電池からなる電源装置と共通した問題点を抱えているからである。

5

産業上の利用可能性

本発明によれば、出力電圧及び出力電流が異なる複数の電池の出力が、互いに同一の出力電圧に調節された後、並列の関係を満たすように共通の端子に出力される。

10 複数の電池の出力が並列の関係を満たすように出力されるので、直列接続の場合と異なり、出力電流が小さい電池が電源全体の内部抵抗を増大させ、出力電流を制限してしまうという不都合がない。

また、同一の出力電圧に調節された上で共通の端子に出力されるので、異なる出力電圧の出力を並列に接続した場合に生じる逆流等の問題点が

15 生じることもない。

タンデム型太陽電池に応用した場合には、夏期と冬期、日中と朝夕など、太陽光の波長分布が標準の分布から大きく偏る場合でも、出力電流の小さい電池が電源全体の出力電流を制限し光電エネルギー変換効率が低下するという不都合がない。

20 また、積層された各タンデム光電変換素子からの出力電流を互いに等しくする必要がないので、各タンデム光電変換素子に対し、太陽光を最大効率で利用できるように光吸収波長特性を割り当てることができる。

請 求 の 範 囲

1. 出力特性の異なる複数の電池が互いに並置され、前記複数の電池の各出力が互いに同一の電圧に調節され、これらの出力が共通の端子から
- 5 取り出されるように構成された電源装置。
2. 前記複数の電池がそれぞれの電圧調整回路を介して互いに並列に接続されている、請求項1に記載した電源装置。
3. 前記複数の電池からの各出力が一旦コンデンサに蓄積され、これらの各コンデンサに対して切り換え可能に接続された電圧調整回路によつ
- 10 て、前記各コンデンサの蓄積電荷が前記同一の電圧として時分割で取り出される、請求項1に記載した電源装置。
4. 前記複数の電池のそれぞれが複数個に分割され、これらの分割された電池の直列接続段数及び並列接続個数が調整される、請求項1に記載した電源装置。
- 15 5. 前記複数の電池が光電変換素子である、請求項1に記載した電源装置。
6. 前記複数の電池が、光の透過方向に積層され、かつ互いに異なる光吸収特性をもつ光電変換素子である、請求項5に記載した電源装置。

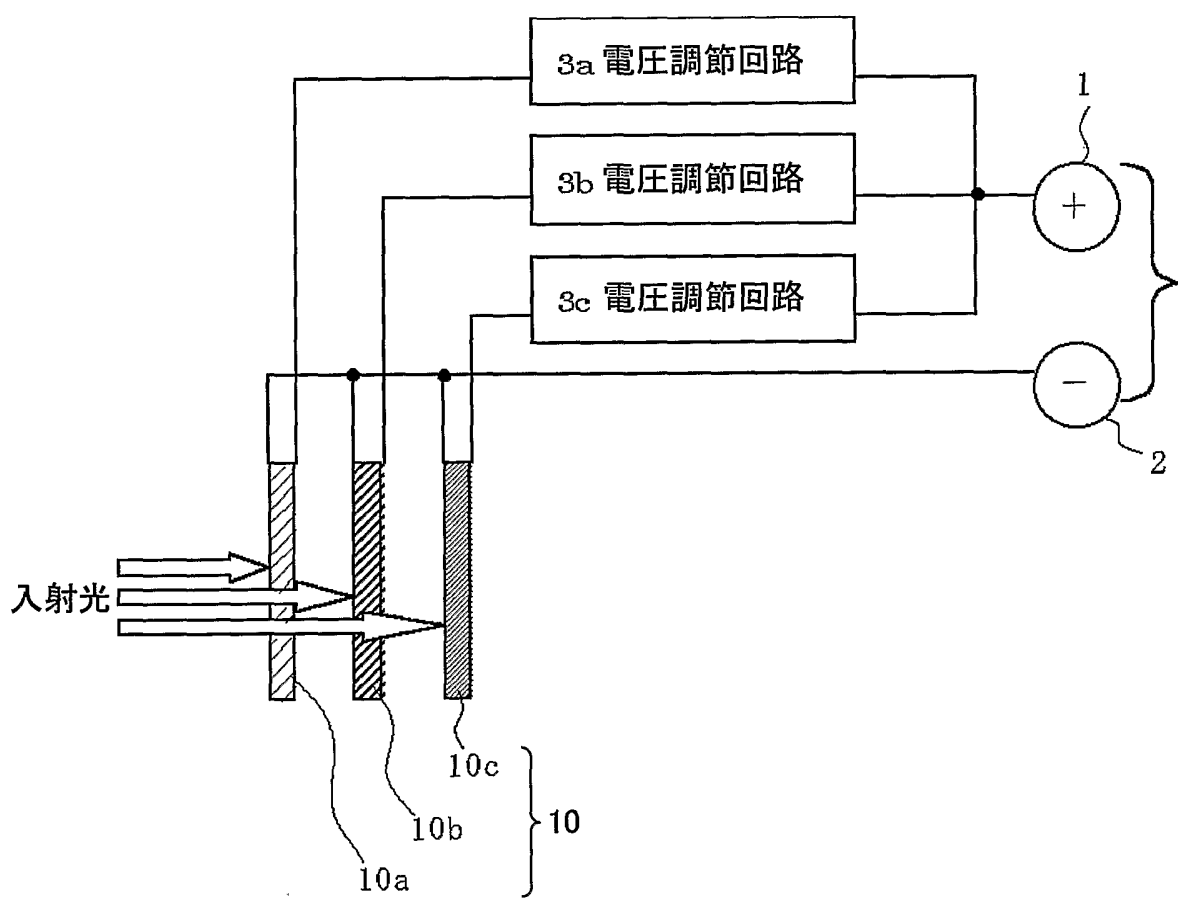


Fig.1

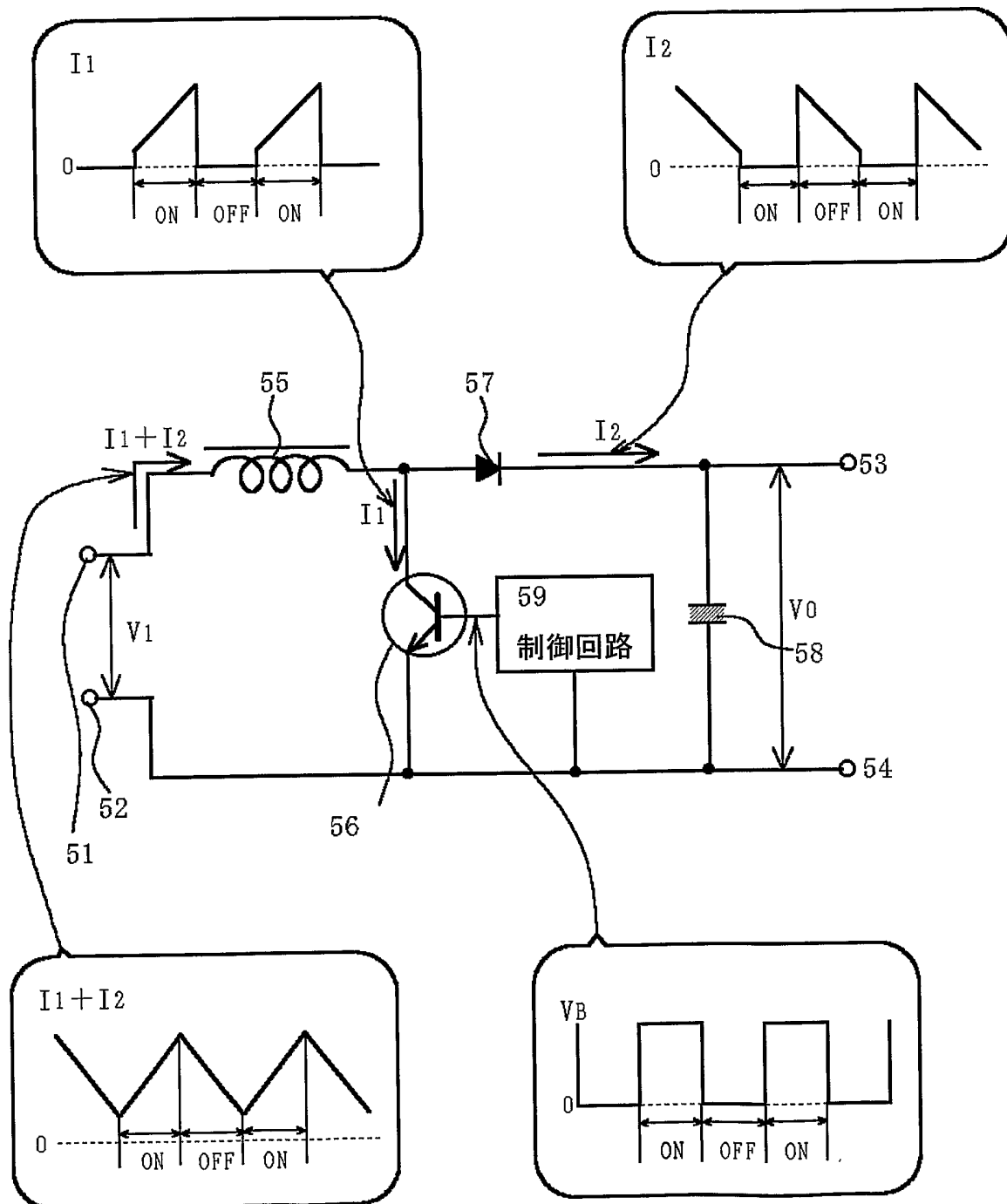


Fig.2

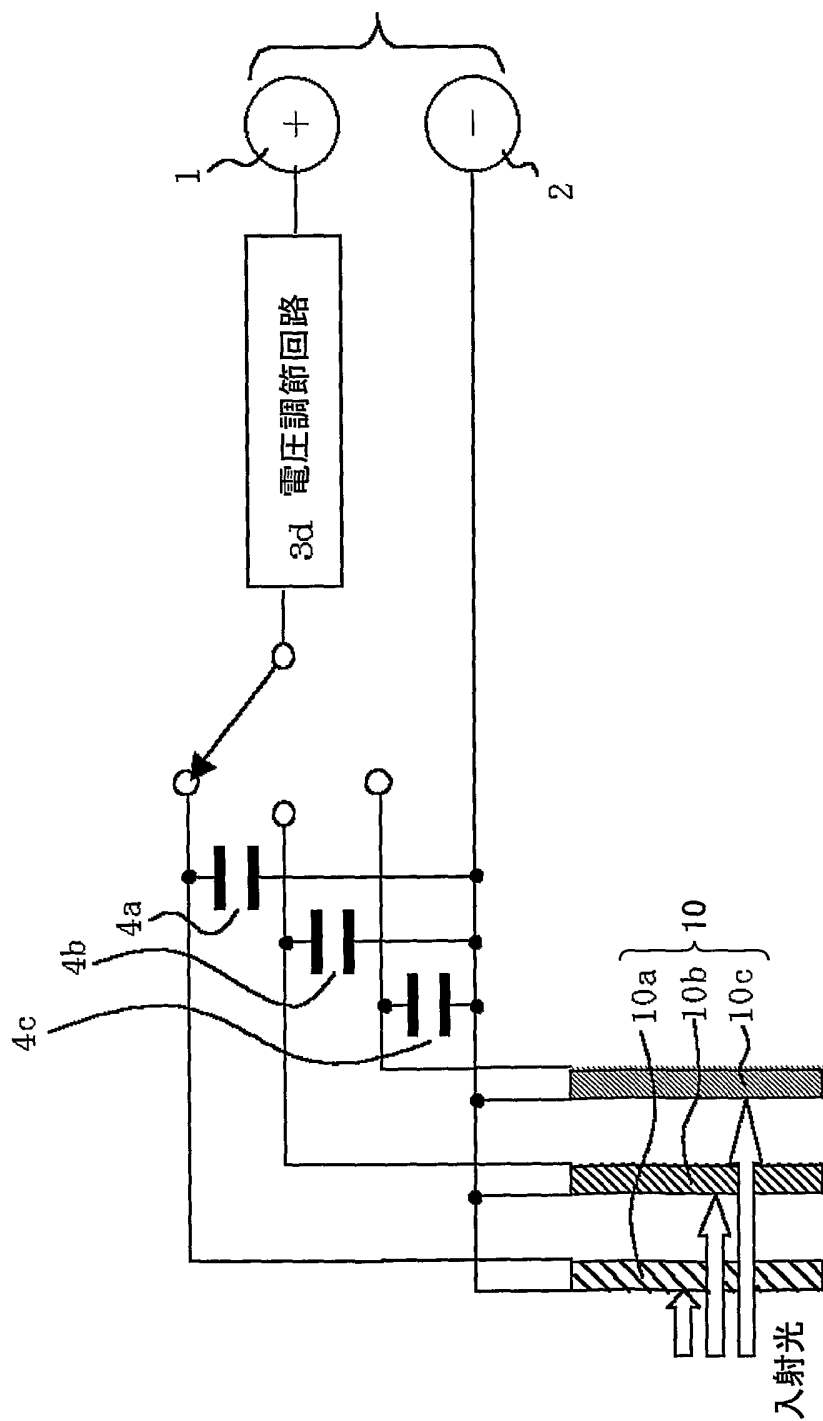


Fig.3

電圧調節の方法

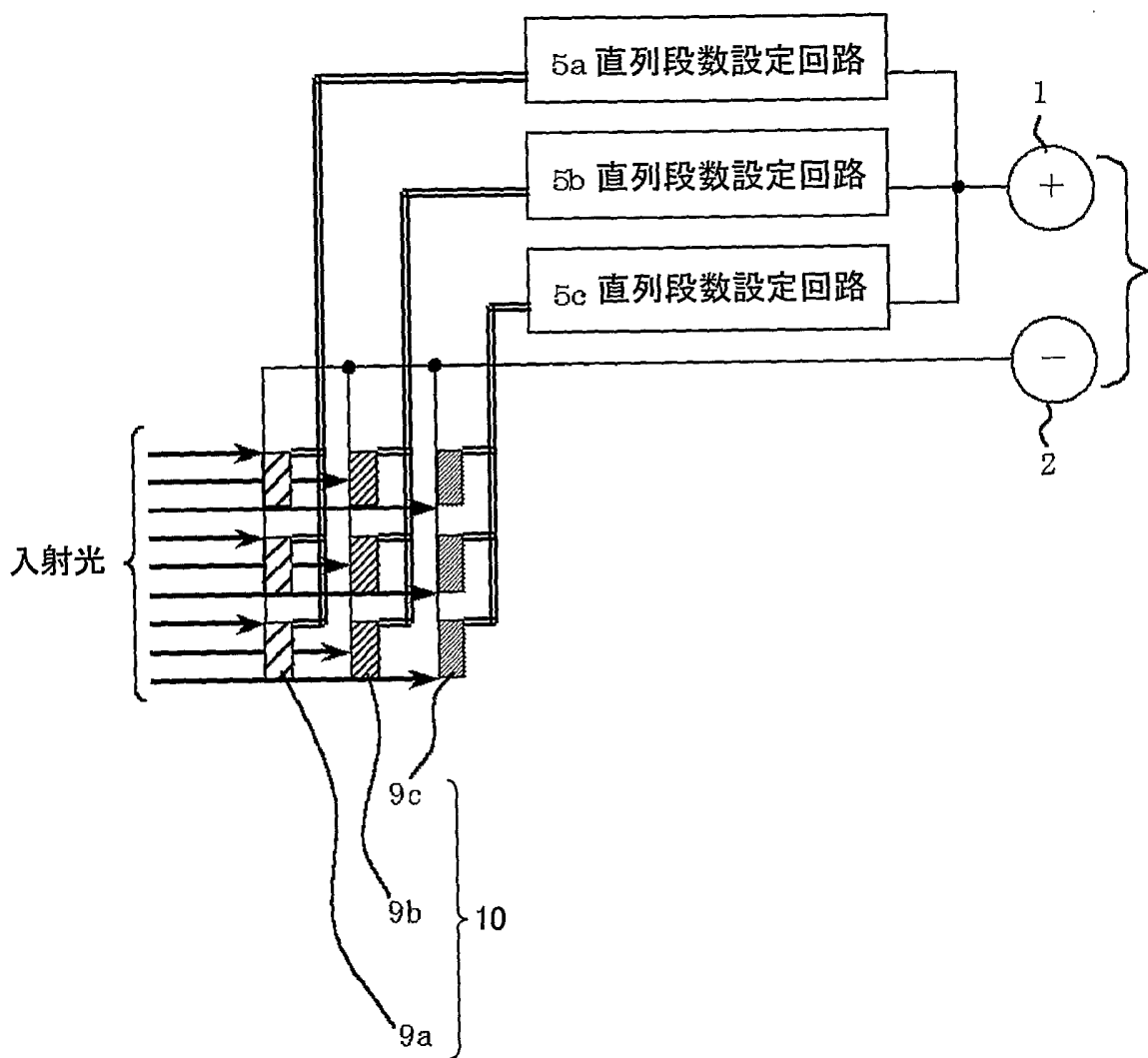


Fig.4

Fig.5A

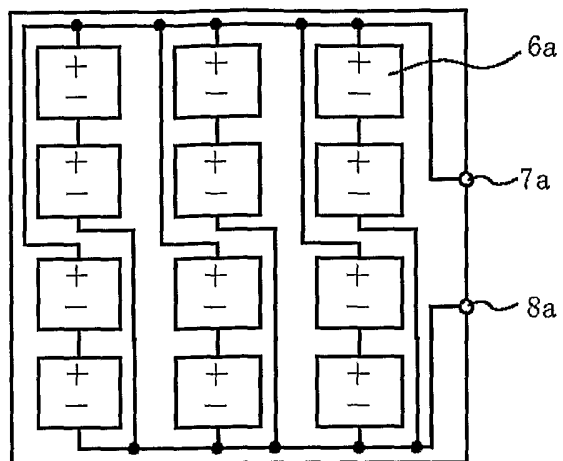


Fig.5B

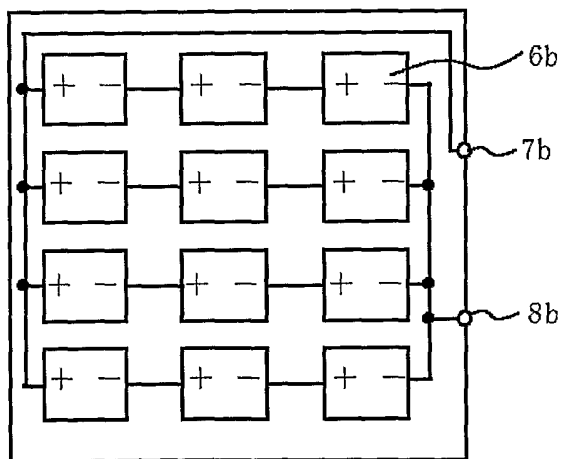
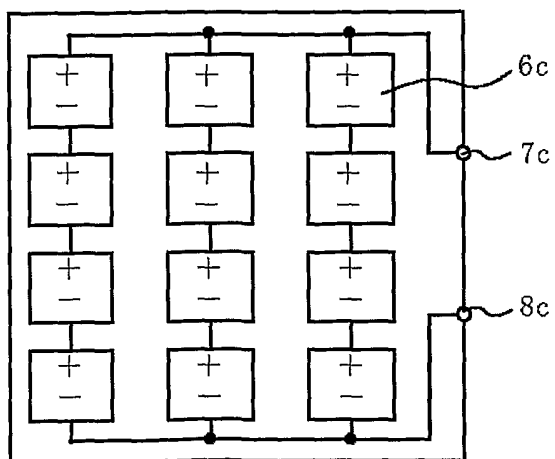


Fig.5C



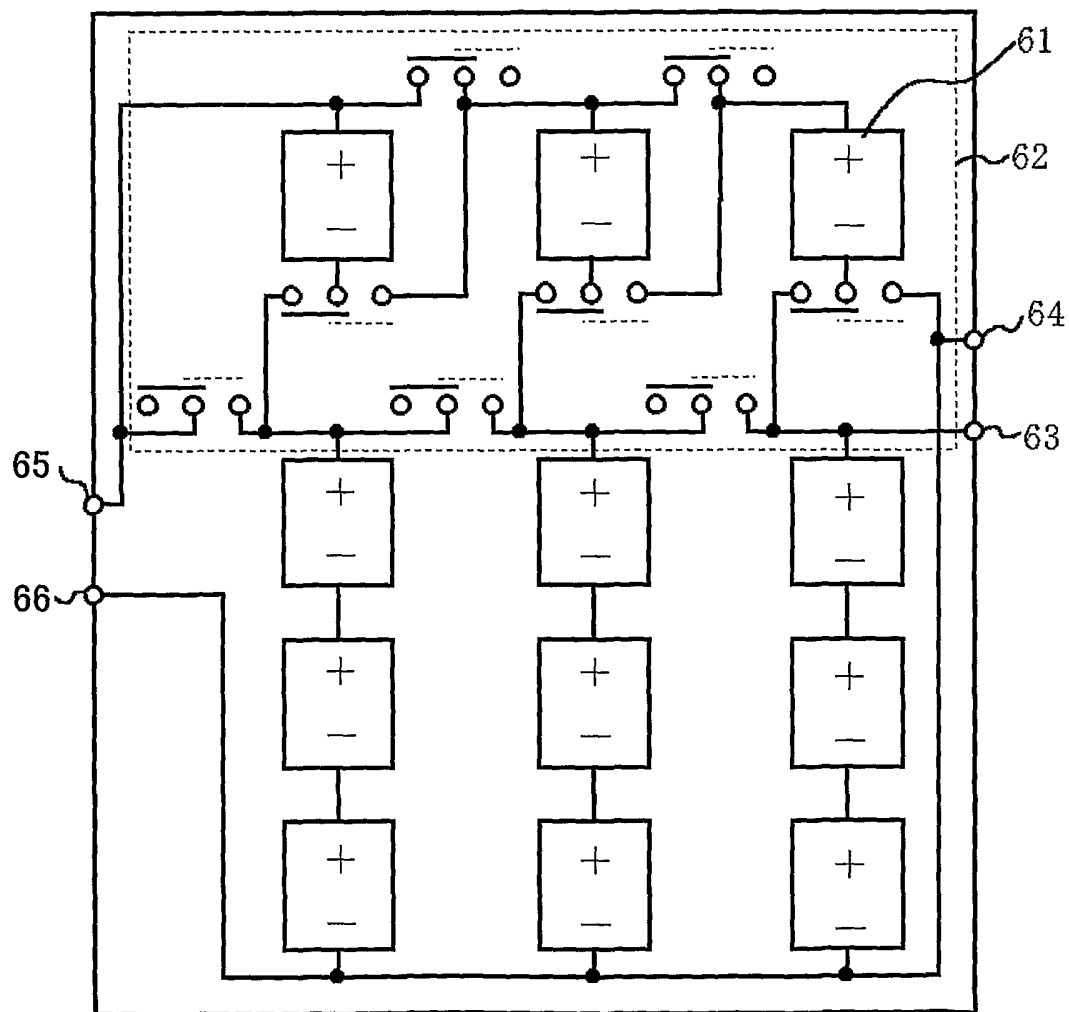


Fig.6

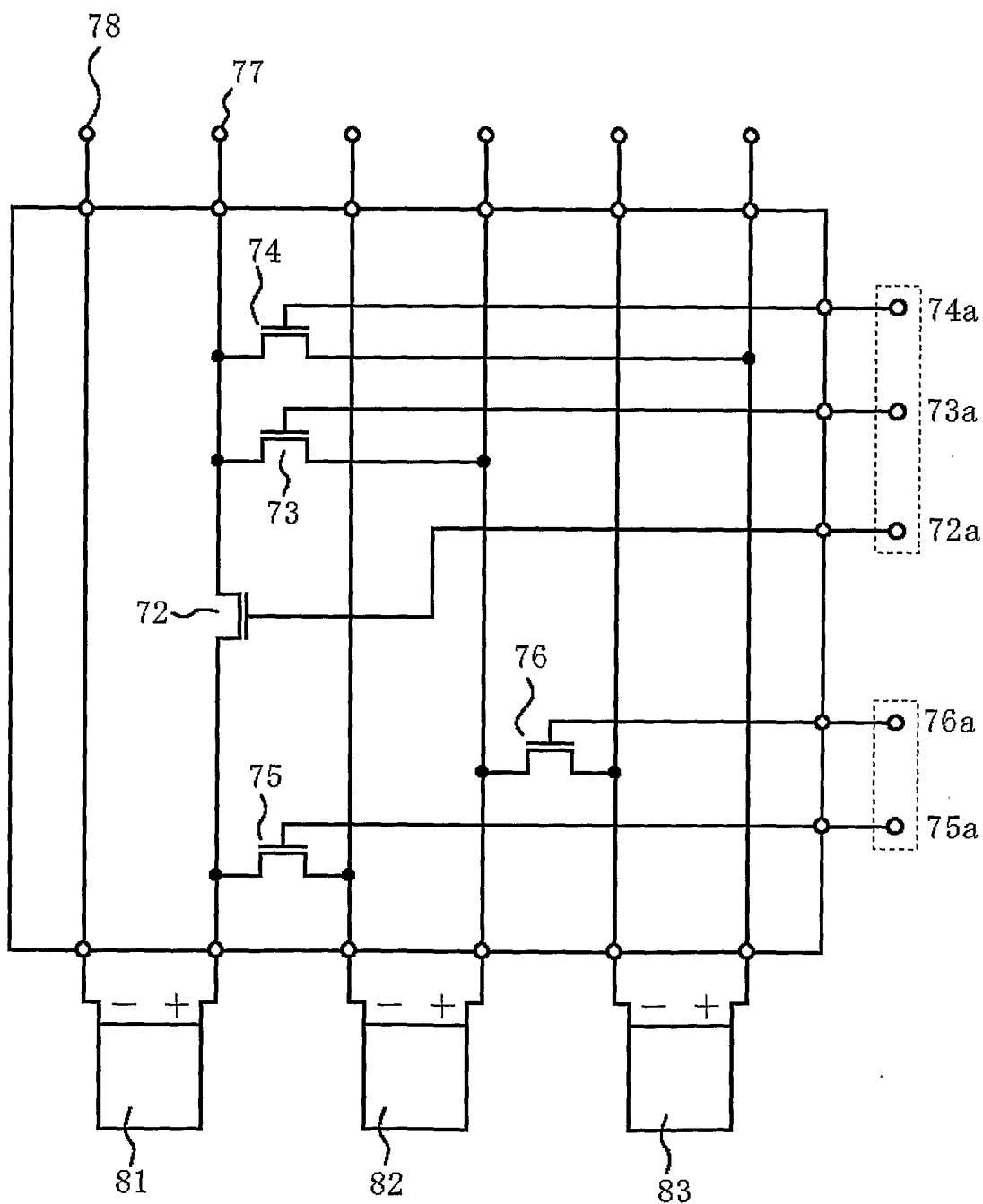


Fig.7

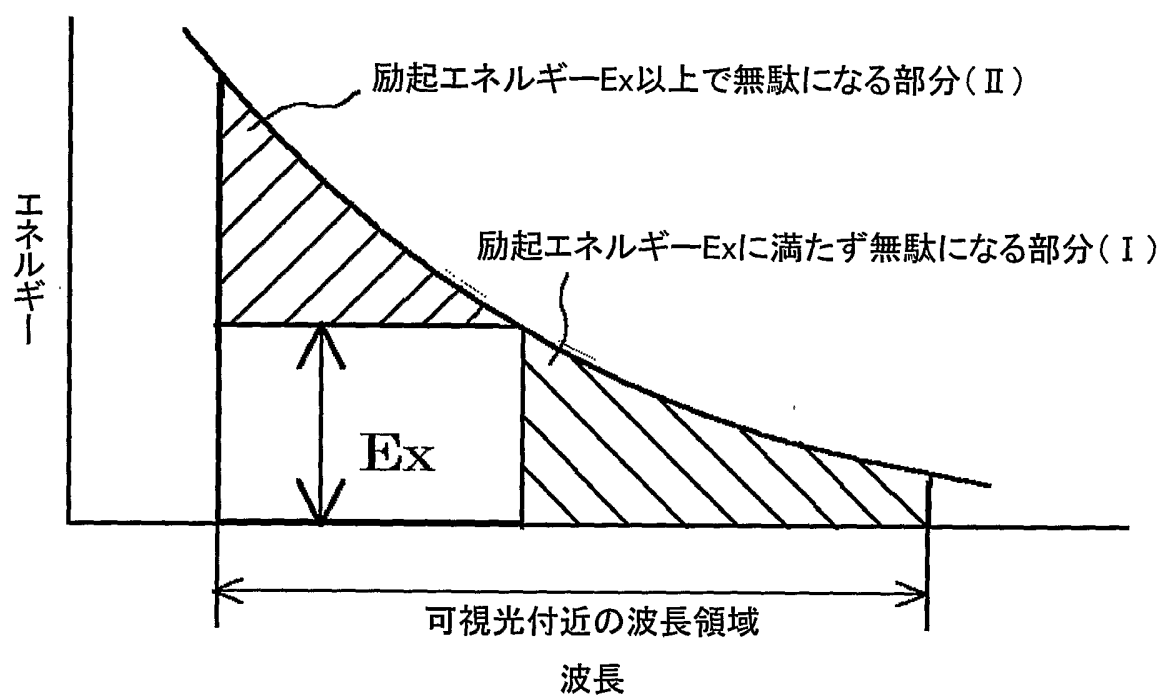


Fig.8

Fig.9A

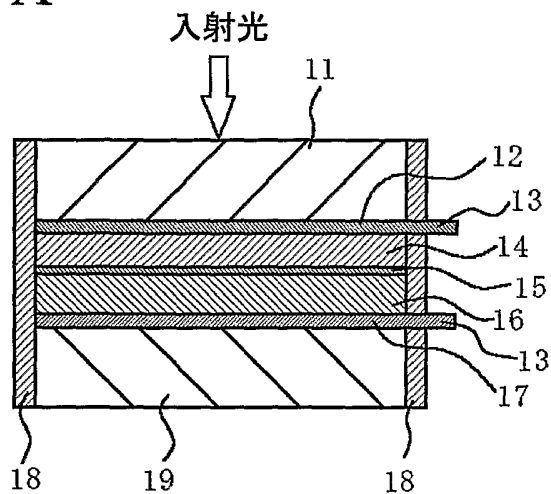


Fig.9B

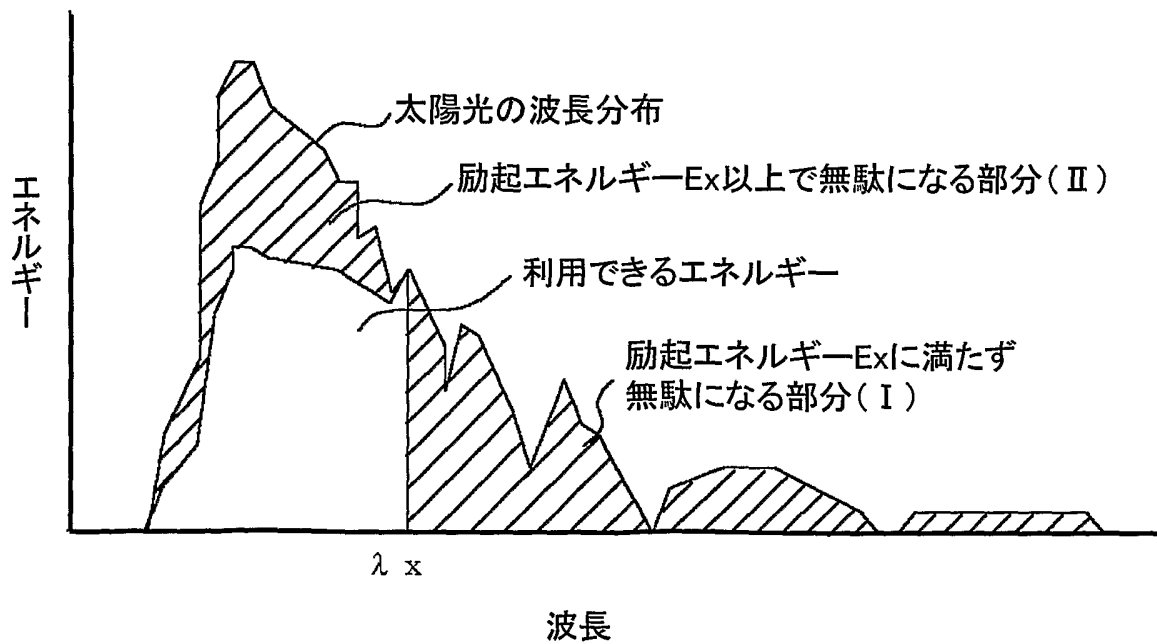


Fig.10A

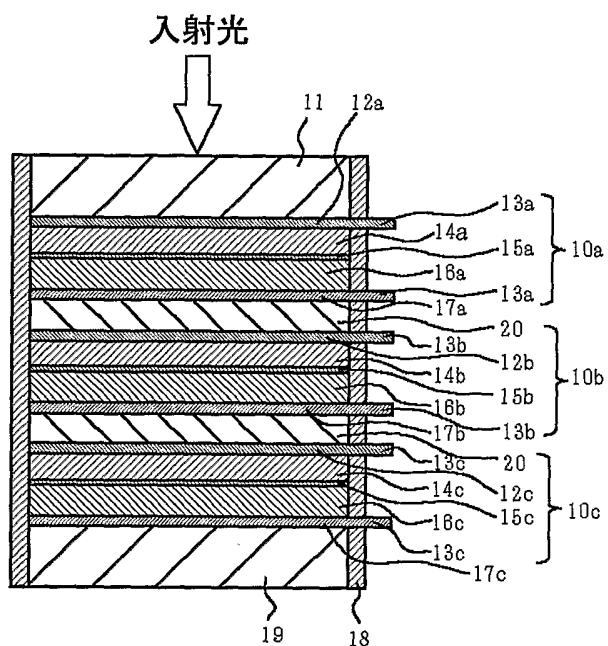
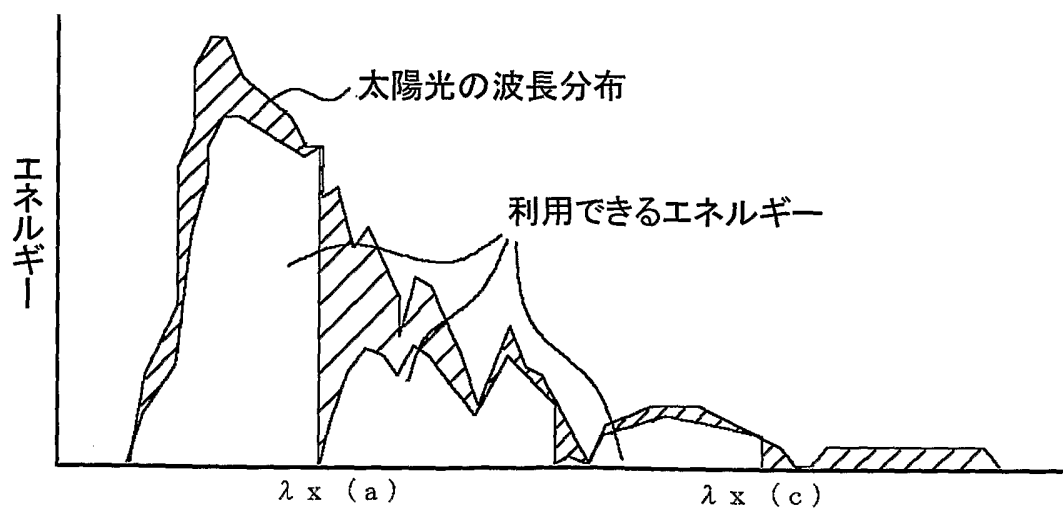


Fig.10B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L31/04

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.Cl⁷ H01L31/04

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6150605 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA), 21 November, 2000 (21.11.00), & JP 2000-100483 A	1-6
A	JP 11-273753 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 08 October, 1999 (08.10.99), (Family: none)	1-6
A	JP 2000-90989 A (Toshiba Corp.), 31 March, 2000 (31.03.00), (Family: none)	1-6
A	JP 2001-177120 A (Toyota Motor Corp.), 29 June, 2001 (29.06.01), (Family: none)	1-6

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 document 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
03 October, 2003 (03.10.03)

Date of mailing of the international search report
14 October, 2003 (14.10.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl⁷ H01L 31/04

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. Cl⁷ H01L 31/04

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

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 請求の範囲の番号
A	US 6150605 A (SHARP K. K.) 2000. 11. 21 & JP 2000-100483 A	1-6
A	JP 11-273753 A (積水化学工業株式会社) 1999. 10. 08 (family: none)	1-6

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 03. 10. 03	国際調査報告の発送日 14.10.03
--------------------------	------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 杉田 恵 印	5T 8936
	電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

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 請求の範囲の番号
A	JP 2000-90989 A (株式会社東芝) 2000.03.31 (family: none)	1-6
A	JP 2001-177120 A (トヨタ自動車株式会社) 2001.06.29 (family: none)	1-6