

(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
2017年5月26日(26.05.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/085929 A1

- (51) 国際特許分類:
H01G 9/20 (2006.01) H01L 51/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/004890
- (22) 国際出願日: 2016年11月16日(16.11.2016)
- (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 2015-224403 2015年11月17日(17.11.2015) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人名古屋大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION NAGOYA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町1番 Aichi (JP). 日清紡ホールディングス株式会社 (NISSHINBO HOLDINGS INC.) [JP/JP]; 〒1038650 東京都中央区日本橋人形町二丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 阿波賀 邦夫 (AWAGA, Kunio); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP). 松下 未知雄 (MATSUSHITA, Michio); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP). カラク スプラバット (KARAK, Supravat); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町1番

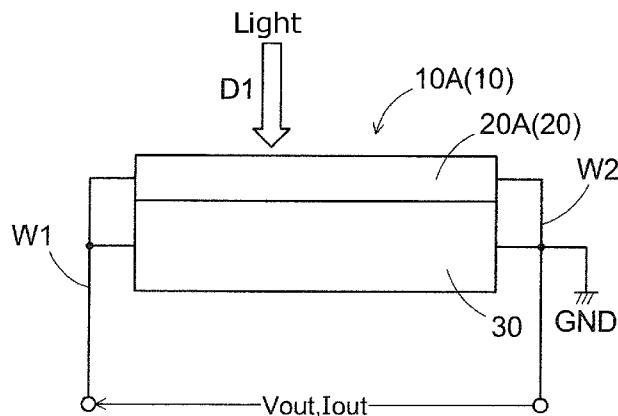
国立大学法人名古屋大学内 Aichi (JP). 湯山 佳菜子 (YUYAMA, Kanako); 〒2670056 千葉県千葉市緑区大野台1-2-3 日清紡ホールディングス株式会社内 Chiba (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人 共立 (KYORITSU INTERNATIONAL); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅3丁目2番5号 Aichi (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, 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, KE, KG, 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), ユーロパ (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),

[続葉有]

(54) Title: PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE

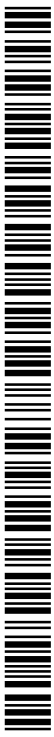
(54) 発明の名称: 光電変換装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a photoelectric conversion device for converting light energy to alternating electric energy and outputting the same. This photoelectric conversion device 10 has: a pair of electrodes comprising a first electrode 31 and a second electrode 34; a charge separation layer 32 (charge separation section) provided in contact with the first electrode 31; an insulating polarization layer 33 (insulating polarization section) provided interposed between the charge separation layer 32 and the second electrode 34; and an incidence switching unit 20 for alternately switching between an incident state in which light enters the charge separation layer 32 and a non-incident state in which light does not enter the charge separation layer 32 on the basis of an electric current flowing between the first electrode 31 and the second electrode 34. The present invention self-oscillates by charge separation by the charge separation layer 32, storage and discharge by the insulating polarization layer 33, and switching between the incident state and the non-incident state by the incidence switching unit 20, and continuously outputs alternating current or AC voltage from an output terminal. According to this configuration, the present invention can output and sustain alternating current by self-oscillation.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/085929 A1



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

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

光エネルギーを交流の電気エネルギーに変換して出力する光電変換装置を提供することである。光電変換装置 10 は、第 1 電極 31 と第 2 電極 34 とを含む一対の電極と、第 1 電極 31 に接触して設けられる電荷分離層 32 (電荷分離部) と、電荷分離層 32 と第 2 電極 34 との間に介在されて設けられる絶縁分極層 33 (絶縁分極部) と、第 1 電極 31 と第 2 電極 34 との間を流れる電流に基づいて、光が電荷分離層 32 に入射する入射状態と、光が電荷分離層 32 に入射しない非入射状態とを交互に切り替える入射切替部 20 とを有し、電荷分離層 32 による電荷分離と、絶縁分極層 33 による蓄電および放電と、入射切替部 20 による入射状態と非入射状態の切り替えとによって自己発振し、出力端子から交流電流または交流電圧を持続して出力する。この構成によれば、自己発振により交流を出力し、かつ持続できる。

明 細 書

発明の名称：光電変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、光エネルギーを電気エネルギーに変換して出力する光電変換装置に関する。

背景技術

[0002] 有機物を利用して光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池として、無機系の太陽電池と同様に p n 接合からの電荷分離を起点とする有機薄膜太陽電池と、酸化チタン表面の吸着色素からの電荷分離を起点とする色素増感太陽電池が知られている。

[0003] 有機薄膜太陽電池や色素増感太陽電池では、直流電流が常にデバイス内を流れ続けるため、移動度の低い有機物にとって、本質的に不利な構造であると言わざるを得ない。また上記エネルギー変換では必ず直流電流が出力され、交流電流は出力されない。

[0004] 従来では、安価に作製でき、暗電流の発生が極力抑えられ、光を受けて大きくかつ高速の応答性をもつ過渡電流を発生させることを目的とする有機光電変換素子に関する技術の一例が開示されている（例えば特許文献1を参照）。この有機光電変換素子は、仕事関数に差をつけた第1電極および第2電極と、光を受けて電荷を分離する電荷分離層と、電極と電荷分離層とを絶縁して分極する絶縁分極層とを有する。電荷分離層と絶縁分極層を組み合わせることで、大きな過渡電流を取り出すことができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2011/114708号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、特許文献1に記載の有機光電変換素子は、チョップ光のような断

続的な光が入射されることを条件として、交流電流を出力する。すなわち、単に光を入射させただけでは交流電流を出力することができない。よって、交流電流が必要とされる場合には、外部電源を利用して光チョッパーなどを駆動して光を変調する必要があるという問題点があった。

[0007] 本開示はこのような点に鑑みてなしたものであり、光エネルギーから交流の電気エネルギーへの変換を自己発振して持続できる光電変換装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するためになされた第1の発明は、光エネルギーを電気エネルギーに変換して出力する光電変換装置において、出力端子となる第1電極と第2電極とを含む一对の電極と、前記第1電極に接触して設けられ、光を受けて電荷分離する電荷分離部と、前記電荷分離部と前記第2電極との間に介在されて設けられ、前記第1電極と前記電荷分離部とを絶縁して分極する絶縁分極部と、前記第1電極と前記第2電極との間に生じる起電力に基づいて、光が前記電荷分離部に入射する入射状態と、光が前記電荷分離部に入射しない非入射状態とを交互に切り替える入射切替部とを有し、前記電荷分離部による電荷分離と、前記絶縁分極部による蓄電および放電と、前記入射切替部による前記入射状態と前記非入射状態の切り替えとによって自己発振し、前記出力端子から交流電流または交流電圧を持続して出力することを特徴とする。

[0009] この構成によれば、入射状態では電荷分離部で電荷分離したキャリア（すなわち正孔や電子）が絶縁分極部に蓄積して充電されるため、一方側電極（例えば第1電極）から他方側電極（例えば第2電極）に向かって電流が流れる。非入射状態では絶縁分極部に蓄積されたキャリアが放電されるため、他方側電極から一方側電極に向かって電流が流れる。すなわち、入射状態と非入射状態とでは電流の流れる方向が逆になる。入射切替部は入射状態と非入射状態とを交互に切り替える。これらが組み合わさって自己発振し、出力端子（すなわち第1電極および第2電極）からは交流電流または交流電圧が持

続して出力される。さらに、入射切替部は第1電極と第2電極との間を流れる電流に基づいて入射状態と非入射状態とを交互に切り替えるので、出力端子から出力する電気エネルギーを交流にすることができる。

[0010] 第2の発明は、前記起電力の変化と、前記入射切替部における前記入射状態と前記非入射状態の切り替えとの間に所定のタイムラグを設けることを特徴とする。この構成によれば、入射状態で起電力が大きくなって絶縁分極部にキャリアを蓄積してから非入射状態に切り替えたり、非入射状態で絶縁分極部に蓄積されたキャリアが放電されてから入射状態に切り替えたりする。充電のために入射状態から非入射状態への切り替えにタイムラグが必要となり、放電のために非入射状態から入射状態への切り替えにもタイムラグが必要となる。所定のタイムラグは、短すぎても自己発振せず、長すぎても自己発振しないので、光、電荷分離部、絶縁分極部および入射切替部などの条件に応じて適切な数値を設定するとよい。所定のタイムラグを適切に設定することによって、出力端子から交流電流または交流電圧の出力を確実に自己発振させ、かつ持続させることができる。

[0011] 第3の発明は、前記電荷分離部は、光を受けて電荷分離が行える有機化合物、無機化合物、金属錯体のうちで一以上を含むことを特徴とする。この構成によれば、確実に発電を行える材料で電荷分離部を構成することができる。

[0012] 第4の発明は、前記電荷分離部は、電荷移動吸収帯をもつドナーおよびアクセプターのうちで一方または双方を含むことを特徴とする。この構成によれば、入射される光の波長域に応じた材料で電荷分離部を構成することができる。

[0013] 第5の発明は、前記電荷分離部は、ペロブスカイト型結晶構造の化合物を含むことを特徴とする。この構成によれば、低コストかつ高効率で発電が行え、交流電流や交流電圧を高めることができる。

[0014] 第6の発明は、前記絶縁分極部は、陽イオンと陰イオンとを主成分として含むイオン液体であることを特徴とする。この構成によれば、電荷分離部と

の界面に電気二重層が形成されることで、電荷分離が促進され、大きな発電容量が得られる。

[0015] 第7の発明は、前記イオン液体は、プラスチッククリスタル相を示すことを特徴とする。この構成によれば、イオン液体に含まれるイオンの自由な運動を確保することができ、光電変換素子から外部に漏洩するのを防止することができる。

[0016] 第8の発明は、前記入射切替部は、少なくとも前記電荷分離部を覆って経時的に光の透過と遮断を交互に変えられる液晶シャッター、または、前記光源と前記電荷分離部との間を通過するように不透明部材を移動させて光の透過と遮断を交互に変えられる移動機構であることを特徴とする。この構成によれば、確実に入射状態と非入射状態とを交互に切り替えるので、出力端子から出力する電気エネルギーを確実に持続させることができる。

[0017] ここで、第1電極と第2電極との間に接続される導線を通る「電流」は、主に過渡電流である。「電荷分離部」は、光を受けて電荷を分離できる材料で成形されていれば任意であり、ペロブスカイト型結晶構造の化合物を含む。「絶縁分極部」は、導電性よりも誘電性が優位な物質で形成されていれば任意であり、陽イオンと陰イオンとを主成分として含むイオン液体 (Ionic Liquid) を含む。「イオン液体」は、陽イオンと陰イオンとを主成分として含む限りにおいて、液体でもよく、ゲル状でもよい。一対の電極（すなわち第1電極および第2電極）は、交流電源のように双方ともに極性が変換する電極として用いる。「接触」は接合を含み、接触面で一方から他方へ分極が伝わる形態を意味する。「透過」には反射を含む。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]光電変換装置の第1構成例を示す模式図である。

[図2]入射切替部の第1構成例を示す模式図である。

[図3]光電変換素子の構成例を模式的に示す断面図である。

[図4]出力電流に関する経時的な変化を示すタイムチャート図である。

[図5]出力電圧に関する経時的な変化を示すタイムチャート図である。

[図6]出力電流と出力電圧の関係例を示すグラフ図である。

[図7]光電変換装置の第2構成例を示す模式的に示す側面図である。

[図8]光電変換装置の第2構成例を示す模式的に示す平面図である。

[図9]入射切替部の第2構成例を示す模式図である。

[図10]出力に関する経時的な変化を示すタイムチャート図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明を実施するための形態について、図面に基づいて説明する。
なお、特に明示しない限り、「接続する」という場合には電氣的に接続することを意味する。各図は、本発明を説明するために必要な要素を図示し、実際の全要素を図示しているとは限らない。上下左右等の方向を言う場合には、図面の記載を基準とする。

[0020] [実施の形態1]

実施の形態1は図1～図6を参照しながら説明する。図1に示す光電変換装置10Aは、光電変換装置10の一例である。この光電変換装置10Aは、入射切替部20Aや光電変換素子30などを有する。

[0021] 入射切替部20Aと光電変換素子30とは、導線W1, W2によって接続される。導線W1, W2のうちで一方は、グラウンドGNDに接続するとよい。グラウンドGNDは共通電位であり、必ずしも0[V]とは限らない。接地されたグラウンドGNDは0ボルトになる。後述するように出力電圧Voutや出力電流Ioutは交流であるので、図1に示すように導線W2をグラウンドGNDに接続してもよく、図示を省略するが導線W1をグラウンドGNDに接続してもよい。

[0022] 入射切替部20Aは、入射切替部20の一例である。図2に一点鎖線で示す入射切替部20Aは、少なくとも液晶シャッター23などを有する。入射切替部20Aは、さらに二点鎖線で示す増幅器21や信号生成器22などを必要に応じて備えてもよい。

[0023] 増幅器21は、光電変換素子30から出力される電気エネルギーを増幅して出力する。この増幅器21は、光電変換素子30から出力される電気エネ

ルギーによって液晶シャッター23を直接駆動できない場合に備えるとよい。電気エネルギーは電力であり、図4に示す出力電流 I_{out} や、図5に示す出力電圧 V_{out} などを含む。明示しない限り、本形態では電気エネルギーに出力電圧 V_{out} を適用する。

[0024] 増幅器21は、電気エネルギーを増幅して出力できれば任意に構成してよい。図2に示す構成例は、コンデンサC、抵抗器R、オペアンプQを含む反転増幅器である。発振を防いで位相補償を行うために、コンデンサCと抵抗器Rを並列接続してローパスフィルタにする。当該並列接続の両端をオペアンプQのマイナス入力（反転入力とも呼ぶ）と出力とに接続することで、負帰還フィードバックを行う。オペアンプQのプラス入力（非反転入力とも呼ぶ）はグラウンドGNDに接続し、マイナス入力は導線W1に接続する。本形態では、コンデンサCの静電容量を100pFとし、抵抗器Rの抵抗値を10M Ω とする。

[0025] 信号生成器22は、増幅された出力電圧 V_{out} に基づいて液晶シャッター23の表示／非表示を切り替える切替信号を生成して出力する。光電変換素子30から出力される電気エネルギーを電力信号と仮定するとき、信号生成器22は自己発振を継続するために電力信号とタイムラグを設けて切替信号を生成する必要がある場合に備えるとよい。当該切替信号の形態は任意に設定してよく、例えばパルス信号やデータ信号などが該当する。表示／非表示を切り替える周波数は任意に設定してよく、商用電源の周波数（例えば50Hzや60Hzなど）に合わせてもよい。液晶シャッター23は、信号生成器22から出力される信号に基づいて、外部から光電変換素子30に向けて入射される光を透過／非透過する。

[0026] 液晶シャッター23は、外部からの光を透過／非透過できれば任意に構成してよい。図示を省略するが、本形態では光源を含まず、偏光フィルタを含む液晶パネルや、当該液晶パネルを駆動する駆動回路などを有する。光が液晶シャッター23を透過すると、光電変換素子30に入射される入射状態になる。これに対して、光が液晶シャッター23を透過しないと、光電変換素

子30に入射されない非入射状態になる。

[0027] 光を発する光源は任意であり、太陽光などの自然光でもよく、電灯などの人工光でもよい。光は、直接光や間接光を問わず、光量や輝度等の経時的変化は問わない。ただし、定常光を含めて連続的に発する光を対象とする。光は、光電変換素子30に入射して励起できれば、どの方向から入射してもよい。例えば、図1に矢印D1で示す入射方向は一例に過ぎない。光の波長は、光電変換素子30で起電力を生じれば任意である。例えば、太陽光のように複数の波長からなる光でもよく、レーザ光やLED光のように単一の波長からなる光でもよい。

[0028] 光電変換素子30は、図3に示すように、第1電極31、電荷分離層32、絶縁分極層33、第2電極34などを有する。第1電極31および第2電極34は「一对の電極」に相当し、導電性を有する任意の材料で成形してよい。仕事関数の差を問わず、透明であるか否かを問わない。仕事関数は、理化学辞典第5版（岩波書店、1998年）にも記載されているように、「物質（金属や半導体の結晶等）表面からその外側へ1個の電子を取り出すのに必要な最小のエネルギー」を意味する。第1電極11と第2電極15との間で仕事関数に差をつける場合には、電荷分離層32内での電荷分離を増長する。第1絶縁体12や第2絶縁体14も電荷分離を助ける。すなわち、電荷分離層32内に生じた分極を第1電極11および第2電極に伝えて両者に過渡的な電位差を生じさせるので、電荷分離層32が光を受けてから出力される応答性（高い光-電流変換効率および短い光-電流変換時間）を従来よりもさらに高めることができる。

[0029] 電極越しに電荷分離層32を励起する場合は、電極を透明にする必要がある。透明性導電材料は、例えばアンチモンやフッ素等をドーピングした酸化スズ（ATO、FTO）、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ（ITO）、酸化亜鉛インジウム（IZO）等の導電性金属酸化物などが該当する。金、銀、クロム、ニッケルなどの金属薄膜でもよい。導電性金属酸化物または金属薄膜と、導電性金属酸化物との混合物または積層物で

もよい。ヨウ化銅や硫化銅などの無機導電性物質でもよい。カーボンナノチューブ、ポリピロール、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）などの有機導電性材料でもよい。金属、無機導電性物質、有機導電性材料のうちで一以上と、酸化インジウムスズ（ITO）とを積層して成形した積層物でもよい。高導電性や透明性等の観点から、透明導電性金属酸化物が望ましい。

[0030] 電荷分離層32は「電荷分離部」に相当する。この電荷分離層32は、光を受けて電荷を分離する化合物であれば任意の材料や形状で形成してよく、半導体（p型やn型等の型式を含めて）であるか否かを問わない。すなわち、光を受けて電荷を分離するにあたって、正孔や電子が第1電極31まで移動する材料であればよい。電荷分離層32は、光を受けて電荷分離が行えることを条件として、有機化合物、無機化合物、金属錯体のうちで一以上の材料を含めてよい。電荷分離層32の厚みは、光を受けて電荷分離させ易く、所望の起電力を確保する観点で設定するとよい。電荷分離層32が薄くなるにつれて電荷分離し易くなる反面、起電力も小さくなるためである。

[0031] 電荷分離層32の材料例として、例えばペロブスカイト型結晶構造の化合物でもよい。具体的には、チタン酸バリウム（ $BaTiO_3$ ）やヨウ化鉛メチルアンモニウム（ $CH_3NH_3PbI_3$ ）などのように、一般式 ABX_3 で示される3元系からなる化合物である。A、B、Xは、金属イオン、アルキル基、アミノ基などが該当する。AイオンとBイオンの原子価は足して平均で3価になるような組み合わせでペロブスカイト構造が成立する。Xが酸素となる酸化物の場合は、例えば $A^{2+}B^{4+}O_3$ 、 $A^{1+}B^{5+}O_3$ 、 $A^{3+}B^{3+}O_3$ などの組み合わせがある。

[0032] 電荷分離層32は、入射された光に含まれる特定の波長域に吸収帯をもつドナーまたはアクセプター、特定の波長域に電荷移動吸収帯をもつ電荷移動錯体（ドナーとアクセプターとの分子間化合物）、あるいはそのドナーとアクセプターとの混合物などでもよい。すなわち電荷分離さえ起こればよく、電荷移動吸収帯を含めた吸収帯を励起するドナーやアクセプターを用いて形

成すればよい。ここにいうドナーは電子を供与しやすい化合物に相当する「電子供与性化合物」であり、同様にアクセプターは電子を受容しやすい化合物に相当する「電子受容性化合物」である。

- [0033] 特定の波長域が可視光の波長域である場合には、可視光の波長域に電荷移動吸収帯をもつ電荷移動錯体、あるいはそのドナーとアクセプターの混合物で形成する。同様に特定の波長域が紫外光の波長域である場合には、紫外光の波長域に吸収帯をもつドナーまたはアクセプター、あるいはそのドナーとアクセプターとの混合物で形成する。
- [0034] ドナーとアクセプターの組み合わせは、組み合わせの対象となる化合物のエネルギー準位のエネルギーレベルから相対的に決定されるものの、任意の材料を適用してよい。例えば、ドナーとしてのフタロシアニン (M-Pc) と、アクセプターとしてのフラーレン化合物とが該当する。フタロシアニンの中央部に配位されるMには、H₂, TiO, VO, Mn, Fe, Co, Zn, Sn, Pb, Liなどを適用できる。フラーレン化合物は、フラーレンC₆₀のほか、フラーレンC₇₀、フラーレンC₇₆、フラーレンC₇₈、フラーレンC₈₀、フラーレンC₈₂、フラーレンC₈₄、フラーレンC₉₀、フラーレンC₉₆、フラーレンC₂₄₀、フラーレンC₅₄₀、ミックスドフラーレン、フラーレンナノチューブなどが該当する。
- [0035] 上述したフラーレン化合物には、置換基が付加されたフラーレン誘導体を含めてよい。当該置換基としては任意の基を適用できる。例えば、ハロゲン原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、複素環基、シアノ基、ヒドロキシル基、ニトロ基、カルボキシル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、シリルオキシ基、ヘテロ環オキシ基、アシルオキシ基、カルバモイルオキシ基、アルコキシカルボニルオキシ基、アリールオキシカルボニルオキシ基、アミノ基、アンモニオ基、アシルアミノ基、アミノカルボニルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリールオキシカルボニルアミノ基、スルファモイルアミノ基、アルキル及びアリールスルホニルアミノ基、メルカプト基、アルキルチオ基、アリールチオ基、ヘテロ環チオ基、

スルファモイル基、スルホ基、アルキル及びアリールスルフィニル基、アルキル及びアリールスルホニル基、アシル基、アリールオキシカルボニル基、アルコキシカルボニル基、カルバモイル基、アリール及びヘテロ環アゾ基、イミド基、ホスフィノ基、ホスフィニル基、ホスフィニルオキシ基、ホスフィニルアミノ基、ホスホノ基、シリル基、ヒドラジノ基、ウレイド基、ボロン酸基、ホスファト基、スルファト基などが該当する。

[0036] 上述したドナーとアクセプターの混合物以外では、単成分物質で形成してもよい。単成分物質は、例えば環状チアジラジカル（BDTDA）のほか、N-エチルフェナジルなどが該当する。

[0037] 上記特定の波長域が赤外光（望ましくは近赤外光）の波長域である場合には、赤外光（もしくは近赤外光）に電荷移動吸収帯をもつ電荷移動錯体、あるいはそのドナーとアクセプターの混合物で形成する。ドナーとアクセプターの組み合わせは、上記条件を満たせば任意の物質を適用することができる。例えば、ドナーとしてのテトラチアフルバレン（TTF）と、アクセプターとしてのクロラニル（CA）との組み合わせが該当する。また、としての環状ジチアゾール化合物（NT）と、アクセプターとしてのテトラシアノキノジメタン（TCNQ）との組み合わせも該当する。

[0038] 絶縁分極層33は「絶縁分極部」に相当する。この絶縁分極層33は、絶縁性と蓄電性とを兼ね備える任意の材料（例えばイオン液体や固体絶縁体など）や形状で形成してよい。すなわち、電荷分離層32における電荷の分離を促進し、分離した電荷が第2電極34に吸収し易くする機能を担う。絶縁分極層33の厚みは、より大きな静電容量を確保し、分極させ易くする観点で設定するとよい。絶縁分極層33が厚くなるにつれて静電容量が減少し、分極も減少して起電力が小さくなるためである。交流電流（後述する出力電流 I_{out} ）または交流電圧（後述する出力電圧 V_{out} ）が目的値（最大値や振幅値など）となるように、絶縁分極層33の静電容量を設定するとよい。

[0039] 絶縁分極層33は任意の物質で形成することが可能である。例えば陽イオンと陰イオンとを主成分として含むイオン液体を適用してもよい。イオン液

体は、一般的に、極めて低い蒸気圧を有し、難燃性もしくは不燃性を有する。常温熔融塩と称されることもあるように、融点が室温付近にあるものが多い。本形態のイオン液体は、使用温度範囲で液体であればよい。

[0040] 陽イオンは特に限定されるものではない。例えば、窒素含有化合物カチオン、第四級ホスホニウムカチオン、スルホニウムカチオン等が挙げられる。窒素含有化合物カチオンとしては、例えば、イミダゾリウムカチオン、ピリジニウムカチオン等の複素環式芳香族系カチオン、ペペリジニウムカチオン、ピロリジニウムカチオン、ピラゾリウムカチオン、チアゾリウムカチオン、モルフォリニウムカチオン等の複素環式脂肪族系カチオン、第四級アンモニウムカチオン、もしくは芳香族アミン、脂肪族アミン、脂環式アミンに水素が付加した形のカチオン等が該当する。

[0041] 陰イオンは特に限定されるものではない。例えば、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- などのハロゲン化物アニオン、 BF_4^- 、 $\text{B}(\text{CN})_4^-$ 、 $\text{B}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^-$ 等のホウ素化物アニオン、 $(\text{CN})_2\text{N}^-$ 、 $[\text{N}(\text{SO}_2\text{F})_2]^-$ 、 $[\text{N}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2]^-$ 、 $[\text{N}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2]^-$ 等のアミドアニオンやイミドアニオン、 RSO_3^- 、 RSO_4^- 、 RfSO_3^- 、 RfSO_4^- 等のスルフェートアニオン又はスルフォネートアニオン、 $\text{Rf}_2\text{P}(\text{O})\text{O}^-$ 、 PF_6^- 、 Rf_3PF_3^- 等のリン酸アニオン、 SbF_6^- 等のアンチモンアニオンなどが該当する。なお、Rは「脂肪族炭化水素基又は芳香族炭化水素基」とし、Rfは「含フッ素ハロゲン化炭化水素基」とする。その他、ラクテート、硝酸イオン、トリフルオロアセテート等、各種の陰イオンなどが該当する。

[0042] イオン液体は、上述したカチオン及びアニオン1種ずつの組み合わせからなるものでもよく、カチオン及びアニオンについて片方もしくは両方が2種以上混在するものからなるものでもよい。

[0043] またイオン液体には、ゲルやプラスチッククリスタル相（柔粘性結晶相）を示すイオン液体を用いてもよい。プラスチッククリスタルは柔粘性結晶とも呼ばれ、結晶形態をとりながら柔軟性を有する中間相状態を示す物質であり、比較的高いイオン伝導性を示す。プラスチッククリスタルは高温にする

と、通常の結晶と同様に融解する。イオンがほぼ完全に固定されてしまう結晶状態と異なり、プラスチッククリスタル相の中では、イオンがある程度自由に運動できる利点がある。イオン液体の不燃性不揮発性の特性を有しながら、室温で軟質のポリマーのような形状を維持する為、イオン液体が漏洩することなくイオン液体同等の性能を得ることができる。

[0044] 上述したイオン液体に代えて、固体絶縁体を用いてもよい。固体絶縁体は、例えばポリビニリデンジフルオライド（P V D F）、ポリビニルフルオライド（P V F）、ポリテトラフルオロエチレン（P T F E）、テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体（E T F E）、テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体（F E P）、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキル・ビニルエーテル共重合体（P F A）、ポリクロロ・トリフルオロエチレン（P C T F E）、クロロトリフルオロエチレン・エチレン共重合体（E C T F E）などのようなフッ素系プラスチック（フッ素樹脂）などが該当する。なお物質に限らず、電荷の移動が極めて困難な空間（すなわち真空や準真空の空間）を形成してもよい。

[0045] 光電変換素子 30 の製造法は任意である。例えば図 3 に示す構造では、左側の第 1 電極 31 から右側に順番に作製してもよく、右側の第 2 電極 34 から左側に順番に作製してもよい。電荷分離層 32 と絶縁分極層 33 とは、全体として有機層として一体成形してもよい。第 1 電極 31 や第 2 電極 34 が有機材料であれば、電極も合わせて一体成形してもよい。電荷分離層 32 と絶縁分極層 33 とを別体に成形した後に接触させてもよい。

[0046] 光電変換素子 30 の第 1 電極 31 と電荷分離層 32 との間に生じる起電力の変化（すなわち立ち上がりや立ち下がり）は、急峻であるのが望ましい。入射切替部 20 における入射状態と非入射状態の切り替えも急峻であるのが望ましい。急峻の時間スケールは、早ければ早いほど（すなわち変化に要する時間が短ければ短いほど）よい。自己発振の条件としては、タイムラグより早ければ（すなわち時間的に短ければ）よい。

[0047] 所定のタイムラグは、光の種類や、電荷分離層 32, 絶縁分極層 33 およ

び入射切替部 20 などの各構成に応じて適切な数値を設定するとよい。自己発振のためには、立ち上がり時間や立ち下がり時間より長時間であればよい。すなわち、切り替え時間 \leq タイムラグの関係を満たせばよい。起電力の変化自体にタイムラグがある場合には、わざわざ外部回路によるタイムラグを設ける必要がない。すなわち、光の入射に伴って電荷分離層 32 で電荷分離が行われて起電力が大きくなり、絶縁分極層 33 にキャリアを蓄積した後、入射切替部 20 を非入射状態に切り替えるタイムラグが該当する。また、光が入射しなくなって絶縁分極層 33 に蓄積されたキャリアが放電された後、入射切替部 20 を入射状態に切り替えるタイムラグが該当する。所定のタイムラグを適切に設定することによって、出力端子である第 1 電極 31 と第 2 電極 34 から交流電流または交流電圧が自己発振して出力され、かつ持続させることができる。

[0048] 次に、光電変換装置 10 の作動例について、図 4～図 6 を参照しながら説明する。図 4, 図 5 に示す特性線を得た光電変換素子 30 は、次のように構成した。第 1 電極 31 には酸化インジウム (ITO/PEDOT:PSS) を用いた。電荷分離層 32 にはペロブスカイト結晶構造を有するヨウ化鉛メチルアンモニウム ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$) を用いた。絶縁分極層 33 にはイオン液体の一つである N, N-ジエチル-N-メチル-N-(2-メトキシエチル)アンモニウム・テトラフルオロボラート (DEME-BF₄) を用いた。第 2 電極 34 にはアルミニウム (Al) を用いた。光は ITO 側から入射させ、ITO がカソードになった。本構成はあくまで一例に過ぎず、上述した各要素に用いられる材料を任意に組み合わせても、後述する結果と同様の結果が得られた。

[0049] 図 4 に示す出力電流 I_{out} は、導線 W1 と導線 W2 との間に電流計を接続して計測した結果である。上段に示す「LC」は液晶シャッター 23 の作動である。光が液晶シャッター 23 を透過して光電変換素子 30 に入射される入射状態を透過しているとの意味で「T」と図示し、光が液晶シャッター 23 を透過せずに光電変換素子 30 に入射されない非入射状態を非透過の意味で

「NT」と図示する。区別し易くするために非透過をハッチ線で示す。すなわち、時刻 t_{10} から時刻 t_{11} まで、時刻 t_{12} から時刻 t_{13} まで、時刻 t_{14} から時刻 t_{15} までそれぞれ光が透過している。時刻 t_{11} から時刻 t_{12} まで、時刻 t_{13} から時刻 t_{14} までそれぞれ光が透過しない。

[0050] 出力電流 I_{out} は、光が入射するとプラス方向に変化し、光が入射しないとマイナス方向に変化する。すなわち、電荷分離層 32 は光が入射すると、エネルギー励起して電荷分離が行われ、正孔と電子とに分離して、このなかで分極が生じる。この分極が絶縁分極層 33 を分極させる。この分極が導線 W_1 , W_2 に伝わり、プラス方向の出力電流 I_{out} が流れる。電荷分離層 32 は光が入射しなくなると、分極が解消されるため、導線 W_1 , W_2 には入射時とは逆向き、すなわちマイナス方向の出力電流 I_{out} が流れる。したがって、出力電流 I_{out} は交流電流になる。なお、電荷分離層 32 の構成に応じて、矢印 D_2 , D_3 で示すように振幅が変化する。

[0051] 図 5 に示す出力電圧 V_{out} は、導線 W_1 と導線 W_2 との間に電圧計を接続して計測した結果である。上段に示す「LC」は図 4 と同様である。よって、時刻 t_{20} から時刻 t_{21} まで、時刻 t_{22} から時刻 t_{23} まで、時刻 t_{24} から時刻 t_{25} までそれぞれ光が透過している。時刻 t_{21} から時刻 t_{22} まで、時刻 t_{23} から時刻 t_{24} までそれぞれ光が透過しない。出力電圧 V_{out} は、図 4 の出力電流 I_{out} と同様に電荷分離と分極に従って変化するので、交流電圧になる。なお、電荷分離層 32 の構成に応じて、矢印 D_4 , D_5 で示すように振幅が変化する。

[0052] なお図 4 と図 5 では、光を透過させる透過期間と、光を透過させない不透過期間とが異なっている例を示した。当然のことながら、透過期間と不透過期間が同一になるように液晶シャッター 23 の表示／非表示を切り替えることも可能である。

[0053] 図 6 には、縦軸を出力電流 I_{out} とし、横軸を出力電圧 V_{out} とするとき、交流周波数を変化させた場合の特性を示す。交流周波数が 400 Hz の場合は特性線 L_1 のように変化し、交流周波数が 50 Hz の場合は特性線 L_2 の

ように変化する。矢印D6で図示するように、交流周波数を増やすにつれて、出力電流 I_{out} が大きくなる。言い換えると、大きな電流を必要とする場合には周波数を増やせばよい。

[0054] 図2に示す液晶シャッター23は、信号生成器22から伝達される信号に基づいて透過と非透過が切り替わると、1周期分の出力電流 I_{out} や出力電圧 V_{out} を出力する。よって、図6に示す特性線L1の400Hzにするには、信号生成器22は400回の透過と非透過を交互に繰り返す信号を出力するとよい。同じく特性線L2の50Hzにするには、50回の透過と非透過を交互に繰り返す信号を出力するとよい。すなわち、信号生成器22で生成する信号を適切に設定したり制御したりすることによって、出力電流 I_{out} や出力電圧 V_{out} を目的周波数で出力することができる。

[0055] [実施の形態2]

実施の形態2は図7～図9を参照しながら説明する。なお図示および説明を簡単にするため、特に明示しない限り、実施の形態1で用いた要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。よって、主に実施の形態1と相違する点を説明する。

[0056] 図7～図9に示す光電変換装置10Bは、光電変換装置10の一例である。この光電変換装置10Bは、入射切替部20Bや光電変換素子30などを有する。光電変換装置10Bが光電変換装置10Aと相違するのは、入射切替部20Aに代えて入射切替部20Bを用いる点である。

[0057] 「移動機構」に相当する入射切替部20Bは、増幅器21，モータ26，不透明部材27などを有する。その他、図9に示す整流器24やインバータ25を含めてもよい。

[0058] モータ26は、増幅器21から出力される信号に従って不透明部材27を回転させる。不透明部材27は、光源と光電変換素子30との間を通過するように、モータ26の回転軸に固定される。光を遮ることができれば、不透明部材27の形態（例えば材料，形状，数など）を問わない。不透明部材27の形状は、回転に伴って光が透過する入射状態と、光が透過しない非入射

状態とを交互に切り替える形状あれば任意である。回転方向は、矢印D7方向で図示する左回転でもよく、図示しない右回転でもよい。図8には、中心角が90度の扇形状に成形した2枚の不透明部材27で構成する例を示す。図示しないが、扇形状以外の形状で成形してもよい。光が電荷分離層32に入射しない非入射状態を確保できれば、中心角も任意に設定してよい。

[0059] モータ26を安定して回転させるために、整流器24を備えてもよく、さらにインバータ25を備えてもよい。整流器24は、定電圧出力が可能な素子（例えばツェナーダイオードなど）や、定電圧回路、定電流出力が可能な素子（例えば定電流ダイオードなど）、定電流回路を含むとよい。モータ26が直流モータであれば、光电変換素子30から出力される交流を整流器24で整流して直流に変換すれば駆動できる。モータ26が交流モータであれば、光电変換素子30から出力される交流を整流器24で整流して直流に変換し、さらにインバータ25で交流に変換すれば駆動できる。

[0060] 図8の構成例で示す不透明部材27は、1回転するごとに入射状態と非入射状態とをそれぞれ2回切り替えるので、2周期の出力電流 I_{out} や出力電圧 V_{out} を出力する。よって、図6に示す特性線L1の400Hzにするには、200rpmで回転させるとよい。同じく特性線L2の50Hzにするには、25rpmで回転させるとよい。すなわち、モータ26の回転を適切に設定したり制御したりすることによって、出力電流 I_{out} や出力電圧 V_{out} を目的周波数で出力することができる。

[0061] 〔他の実施の形態〕

以上では本発明を実施するための形態について実施の形態1, 2に従って説明したが、本発明は当該形態に何ら限定されるものではない。言い換えれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施することもできる。例えば、次に示す各形態を実現してもよい。

[0062] 上述した実施の形態2における入射切替部20Bの不透明部材27は、中心角が90度の扇形状に成形した2枚の不透明部材27で構成した（図8を参照）。この形態に代えて、90度以外の中心角で所定形状に成形した複数

枚の不透明部材 27 で構成してもよい。所定形状は、扇形状でもよく、三角形や四角形等のような幾何学形状でもよい。例えば、60度の中心角で成形した3枚の不透明部材 27 や、45度の中心角で成形した4枚の不透明部材 27 などが該当する。枚数が増えるにつれて、モータ 26 の回転数を低くしてよいので、モータ 26 の駆動に必要な電力消費を抑えることができる。不透明部材 27 以外で光を透過／非透過する部材を含む移動機構を適用してもよい。いずれにせよ、実施の形態 2 と同様の作用効果が得られる。

[0063] 上述した実施の形態 1 の液晶シャッター 23 は全面で入射状態と非入射状態とを切り替える構成とし、実施の形態 2 の不透明部材 27 は扇形状に成形する構成とした（図 1，図 8 を参照）。実施の形態 1，2 の構成によれば、図 4，図 5 に示すような波形になり、正弦波（余弦波でもよい。以下同様である。）とは異なる波形である。この形態に代えて、液晶シャッター 23 は電荷分離層 32 への入射状態と非入射状態が部分的に切り替わるように表示制御する構成としてもよく、不透明部材 27 について電荷分離層 32 への入射状態と非入射状態とが部分的に切り替わる形状で構成してもよい。「部分的に切り替わる」とは、光が液晶シャッター 23 や不透明部材 27 を透過して電荷分離層 32 に入射する透過率を 0% から 100% に順次増やしたり、同じく透過率を 0% から 100% に順次増やしたりするような制御や形状である。制御や形状を適切に設定すると、出力端子である第 1 電極 31 および第 2 電極 34 から出力する出力電流 I_{out} や出力電圧 V_{out} は、図 10 に示すような正弦波にすることができる。図示を省略するが、正弦波以外の波形（例えば矩形波，三角波，ノコギリ波など）になるように制御や形状を設定することもできる。この構成によれば、出力電流 I_{out} や出力電圧 V_{out} を目的とする波形で出力することができ、実施の形態 1，2 と同様の作用効果が得られる。

[0064] 上述した実施の形態 1，2 では、光電変換素子 30 に含まれる絶縁分極層 33 を一定容量からなるイオン液体で構成した（図 3 を参照）。この形態に代えて、絶縁分極層 33 に含まれるイオン液体の容量を増減する液体増減制

御部を有する構成としてもよい。すなわち絶縁分極層 33 は、絶縁体の容器と、当該容器に対してイオン液体の容量を増減する液体増減制御部とを有する。イオン液体の容量が増減するにつれて、静電容量も増減する。よって、容器内に含まれるイオン液体の容量を制御することにより、出力電流 I_{out} や出力電圧 V_{out} を所定の目的値に制御することができる。

[0065] 上述した実施の形態 1 は、入射切替部 20A の液晶シャッター 23 と、光電変換素子 30 とを別体に構成した（図 3 を参照）。この形態に代えて、液晶シャッター 23 の電極と、光電変換素子 30 の電極とを共用することにより、液晶シャッター 23 と光電変換素子 30 とを一体成形する構成としてもよい。共用する電極は、同じ電位になる。よって、液晶シャッター 23 の駆動電圧と光電変換素子 30 の起電力が異なる場合には、共用する電極をグラウンド GND とするのが望ましい。この構成によれば、一体化された光電変換装置 10 になり、小型化できるとともに、実施の形態 1 と同様の作用効果が得られる。

[0066] [作用効果]

上述した実施の形態 1, 2 および他の実施の形態によれば、以下に示す各効果を得ることができる。

[0067] (1) 光電変換装置 10 (10A, 10B) において、出力端子となる第 1 電極 31 と第 2 電極 34 とからなる一对の電極と、第 1 電極 31 に接触して設けられて光を受けて電荷分離する電荷分離層 32 (電荷分離部) と、電荷分離層 32 と第 2 電極 34 との間に介在されて設けられて第 1 電極 31 と電荷分離層 32 とを絶縁して分極する絶縁分極層 33 (絶縁分極部) と、第 1 電極 31 と第 2 電極 34 との間を流れる電流に基づいて、光が電荷分離層 32 に入射する入射状態と、光が電荷分離層 32 に入射しない非入射状態とを交互に切り替える入射切替部 20 (20A, 20B) とを有し、電荷分離層 32 による電荷分離と、絶縁分極層 33 による蓄電および放電と、入射切替部 20 による入射状態と非入射状態とによって自己発振し、出力端子から交流電流または交流電圧を持続して出力する構成とした（図 1, 図 7, 図 8

を参照)。この構成によれば、入射状態では一方側電極（例えば第1電極31）から他方側電極（例えば第2電極34）に向かって電流が流れ、非入射状態では他方側電極から一方側電極に向かって電流が流れる。入射切替部20は入射状態と非入射状態とを交互に切り替える。これらが組み合わさって自己発振し、出力端子（すなわち第1電極31および第2電極34）からは交流電流または交流電圧が持続して出力される。さらに、入射切替部20は第1電極31と第2電極34との間を流れる電流に基づいて入射状態と非入射状態とを交互に切り替えるので、出力端子から出力する電気エネルギーを交流にすることができる。

[0068] (2) 起電力の変化と、入射切替部における入射状態と非入射状態の切り替えとの間に所定のタイムラグを設ける構成とした。この構成によれば、出力端子から交流電流または交流電圧の出力を確実に自己発振させ、かつ持続させることができる。

[0069] (3) 電荷分離層32は、光を受けて電荷分離が行える有機化合物、無機化合物、金属錯体のうちで一以上を含む構成とした。この構成によれば、確実に発電を行える材料で電荷分離部を構成することができる。

[0070] (4) 電荷分離層32は、電荷移動吸収帯をもつドナーおよびアクセプターのうちで一方または双方を含む構成とした。この構成によれば、入射される光の波長域に応じた材料で電荷分離層32を構成することができる。

[0071] (5) 電荷分離層32は、ペロブスカイト型結晶構造の化合物を含む構成とした。この構成によれば、低コストかつ高効率で発電が行え、出力電流 I_{out} （交流電流）や出力電圧 V_{out} （交流電圧）を高めることができる。

[0072] (6) 絶縁分極層33は、陽イオンと陰イオンとを主成分として含むイオン液体である構成とした。この構成によれば、電荷分離層32との界面に電気二重層が形成されるので、キャリアの生成を促進し、大きな発電量を得られる。

[0073] (7) イオン液体は、プラスチッククリスタル相を示す構成とした。この構成によれば、イオン液体に含まれるイオンの自由な運動を確保することが

でき、光電変換素子 30 から外部に漏洩するのを防止することができる。

[0074] (8) 入射切替部 20 は、少なくとも光電変換素子 30 (すなわち電荷分離層 32) を覆って経時的に光の透過と遮断を交互に変えられる液晶シャッター 23、または、光源と光電変換素子 30 との間を通過するように不透明部材 27 を移動させて光の透過と遮断を交互に変えられる移動機構である構成とした (図 1, 図 7, 図 8 を参照)。この構成によれば、確実に入射状態と非入射状態とを交互に切り替えるので、出力端子 (第 1 電極 31 および第 2 電極 34) から出力する電気エネルギーを確実に持続させることができる。

産業上の利用可能性

[0075] 本発明によれば、光エネルギーから交流の電気エネルギーへの変換を自己発振して持続できる光電変換装置を提供することができる。

符号の説明

[0076] 10 (10A, 10B) 光電変換装置
20 (20A, 20B) 入射切替部
21 増幅器
22 信号生成器
23 液晶シャッター
24 整流器
25 インバータ
26 モータ
27 不透明部材
30 光電変換素子
31 第 1 電極 (出力端子)
32 電荷分離層 (電荷分離部)
33 絶縁分極層 (絶縁分極部)
34 第 2 電極 (出力端子)

請求の範囲

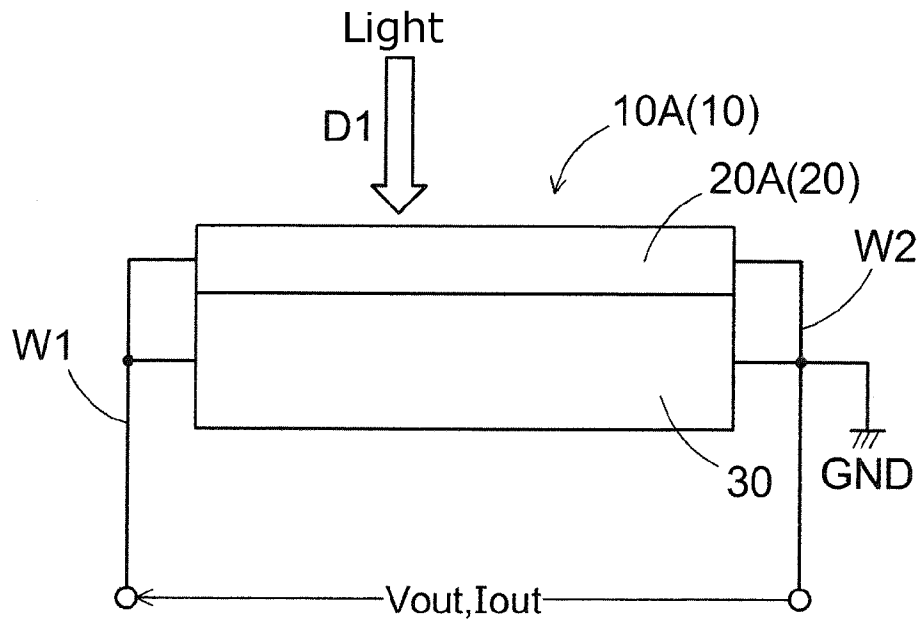
- [請求項1] 光エネルギーを電気エネルギーに変換して出力する光電変換装置において、
- 出力端子となる第1電極と第2電極とを含む一对の電極と、
- 前記第1電極に接触して設けられ、光を受けて電荷分離する電荷分離部と、
- 前記電荷分離部と前記第2電極との間に介在されて設けられ、前記第1電極と前記電荷分離部とを絶縁して分極する絶縁分極部と、
- 前記第1電極と前記第2電極との間に生じる起電力に基づいて、光が前記電荷分離部に入射する入射状態と、光が前記電荷分離部に入射しない非入射状態とを交互に切り替える入射切替部とを有し、
- 前記電荷分離部による電荷分離と、前記絶縁分極部による蓄電および放電と、前記入射切替部による前記入射状態と前記非入射状態の切り替えとによって自己発振し、前記出力端子から交流電流または交流電圧を持続して出力することを特徴とする光電変換装置。
- [請求項2] 前記起電力の変化と、前記入射切替部における前記入射状態と前記非入射状態の切り替えとの間に所定のタイムラグを設けることを特徴とする請求項1に記載の光電変換装置。
- [請求項3] 前記電荷分離部は、光を受けて電荷分離が行える有機化合物、無機化合物、金属錯体のうちで一以上を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の光電変換装置。
- [請求項4] 前記電荷分離部は、電荷移動吸収帯をもつドナーおよびアクセプターのうちで一方または双方を含むことを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の光電変換装置。
- [請求項5] 前記電荷分離部は、ペロブスカイト型結晶構造の化合物を含むことを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の光電変換装置。
- [請求項6] 前記絶縁分極部は、陽イオンと陰イオンとを主成分として含むイオン液体であることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載

の光電変換装置。

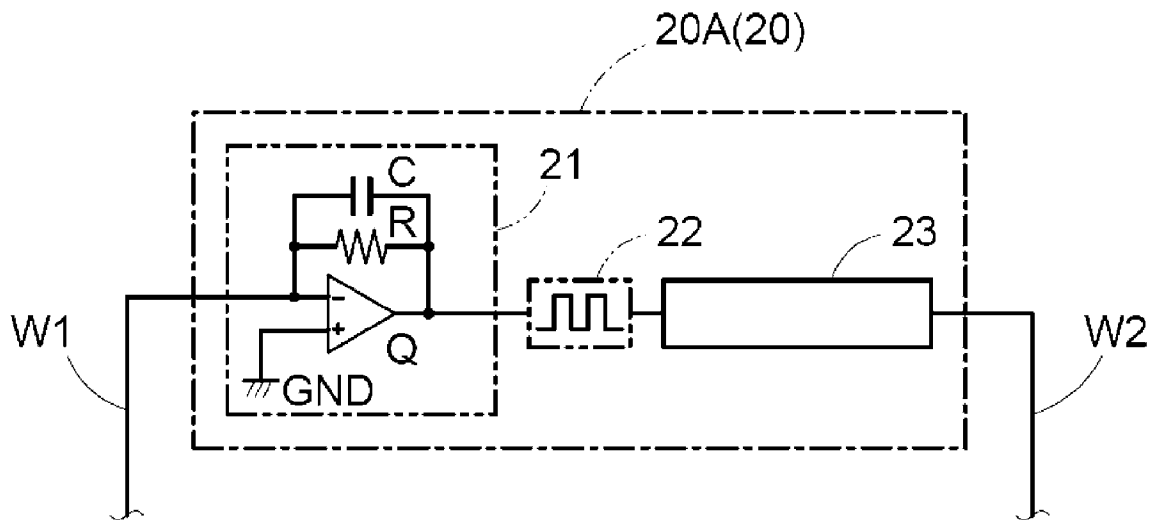
[請求項7] 前記イオン液体は、プラスチッククリスタル相を示すことを特徴とする請求項6に記載の光電変換装置。

[請求項8] 前記入射切替部は、少なくとも前記電荷分離部を覆って経時的に光の透過と遮断を交互に変えられる液晶シャッター、または、光源と前記電荷分離部との間を通過するように不透明部材を移動させて光の透過と遮断を交互に変えられる移動機構であることを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の光電変換装置。

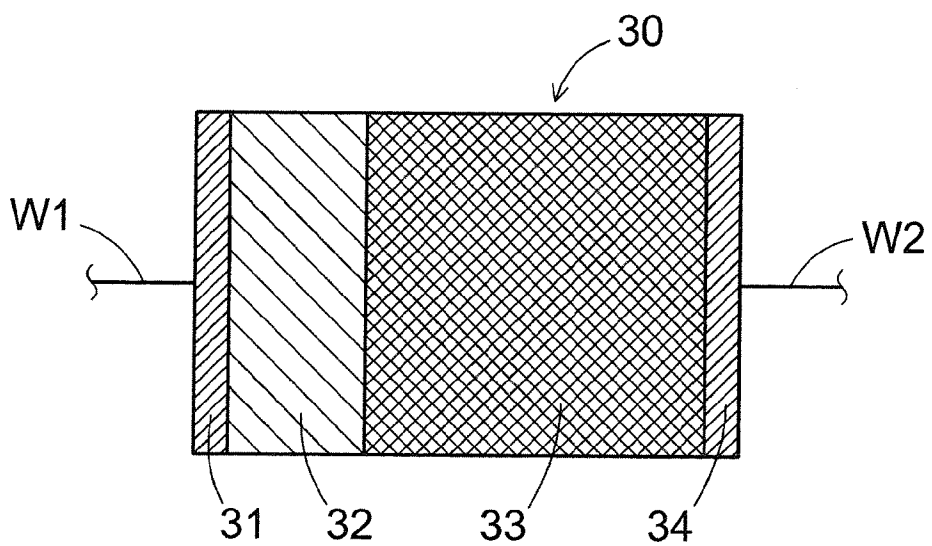
[図1]



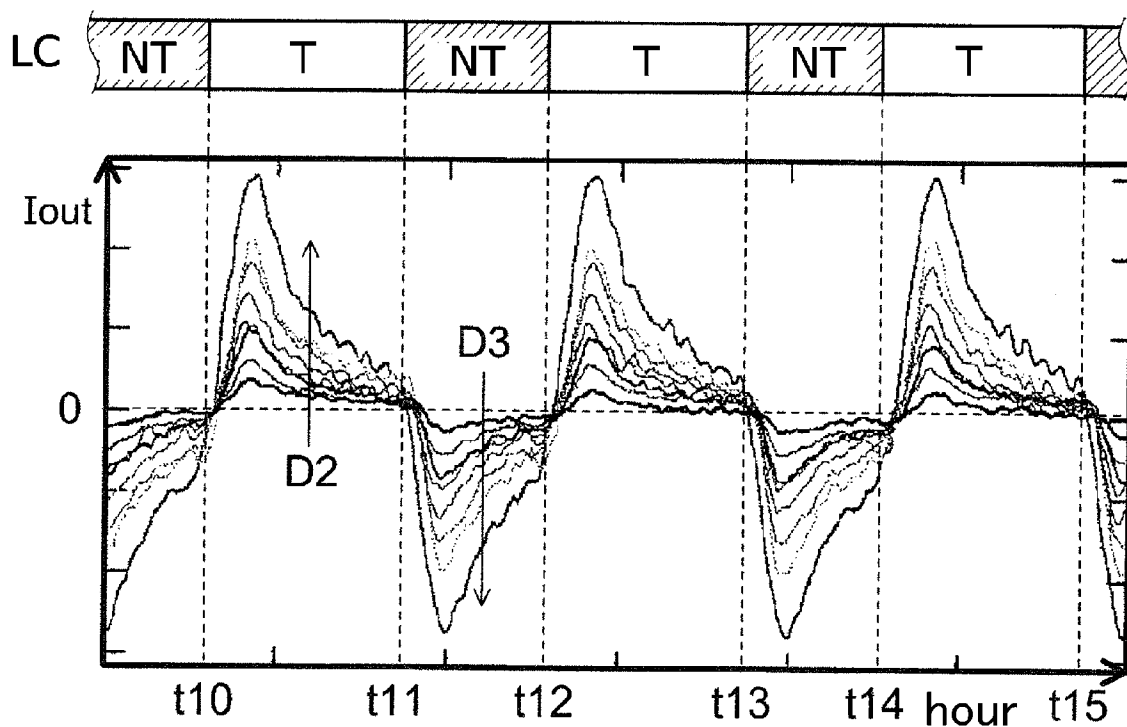
[図2]



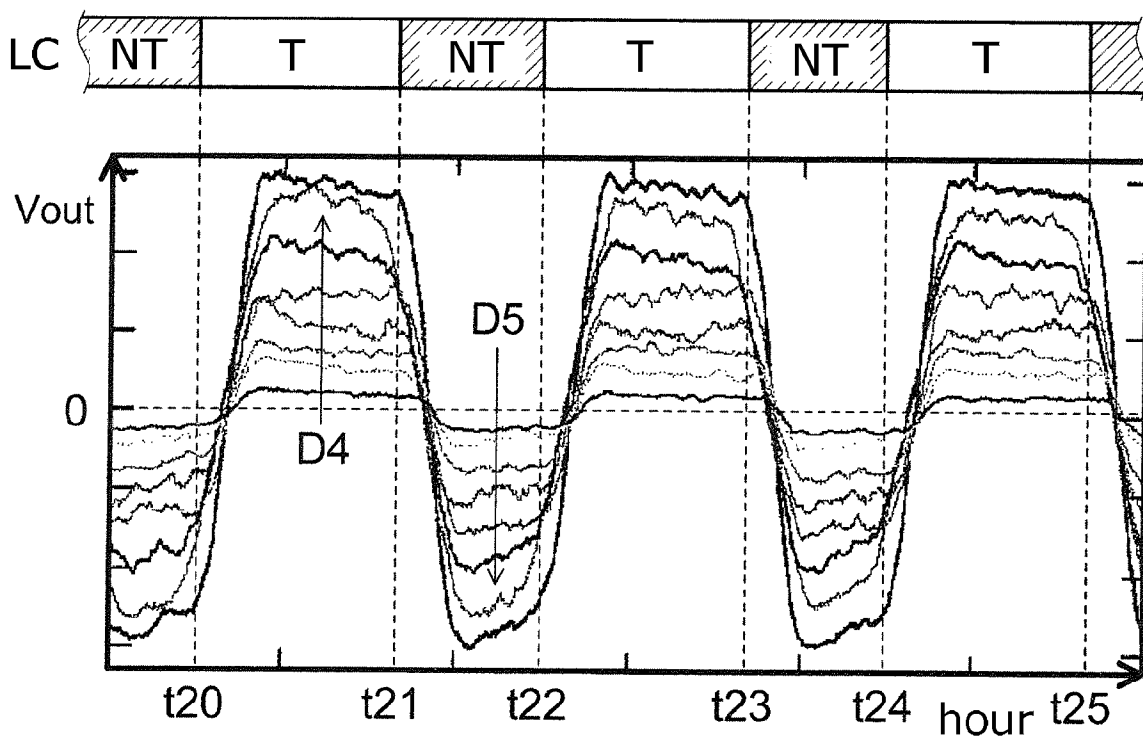
[図3]



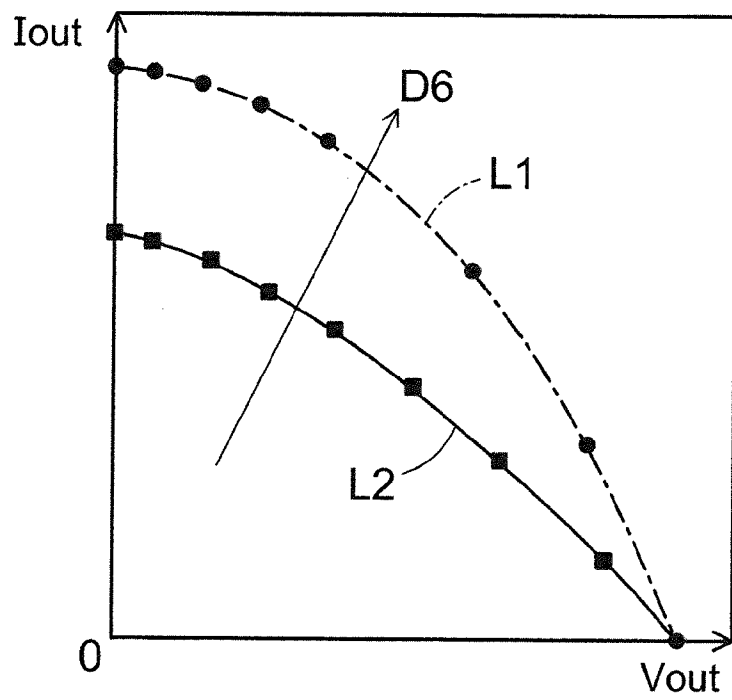
[図4]



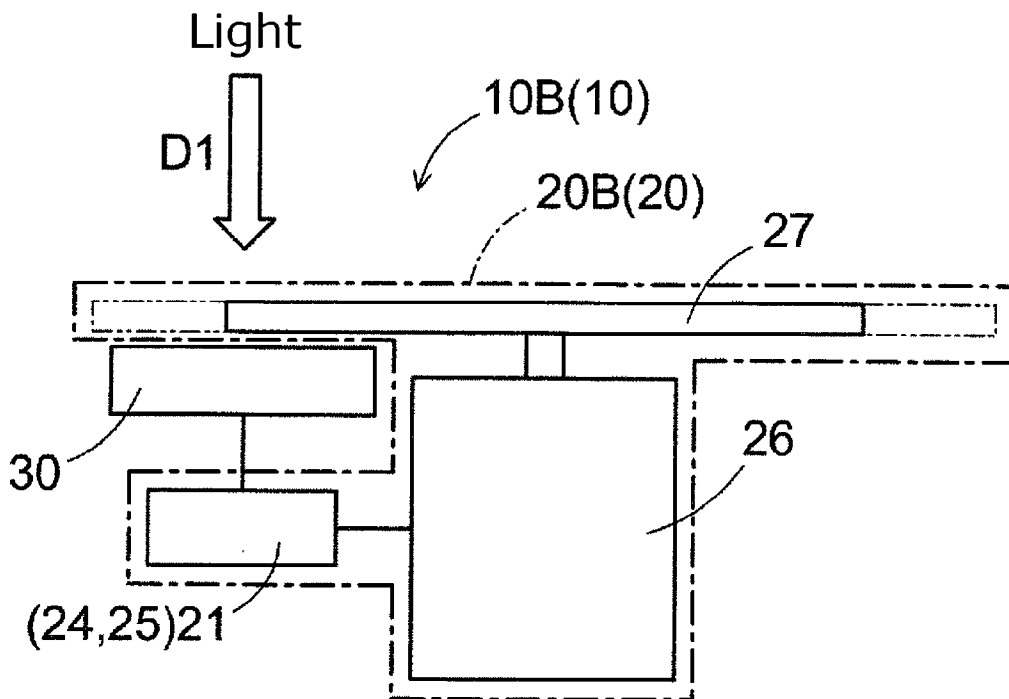
[図5]



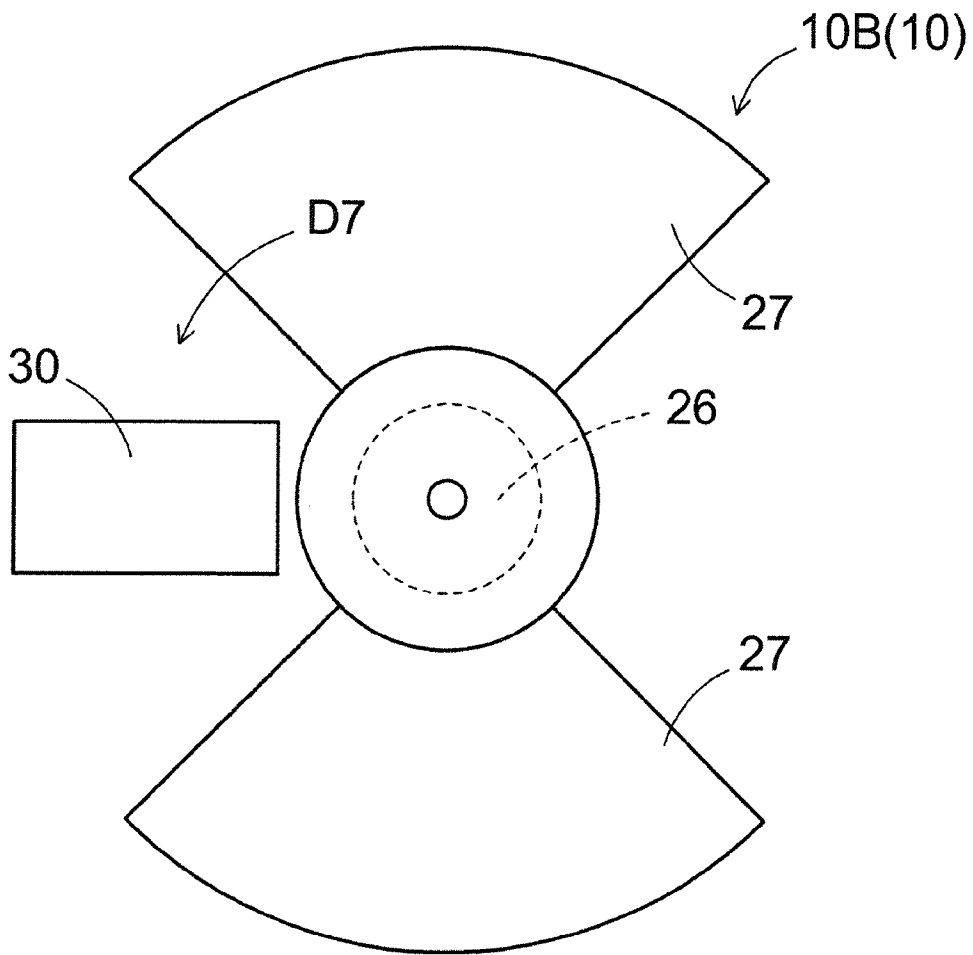
[図6]



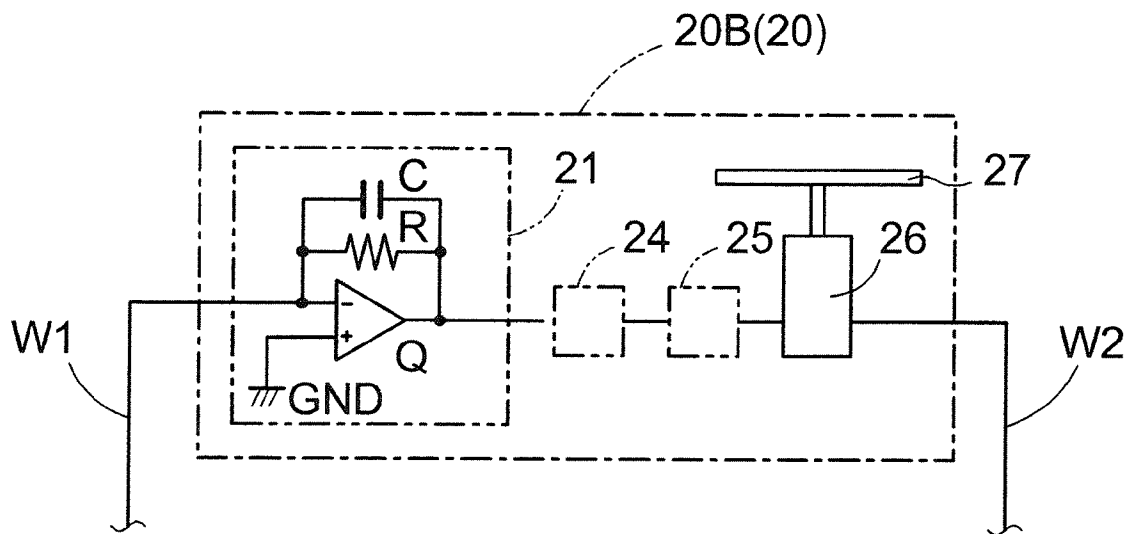
[図7]



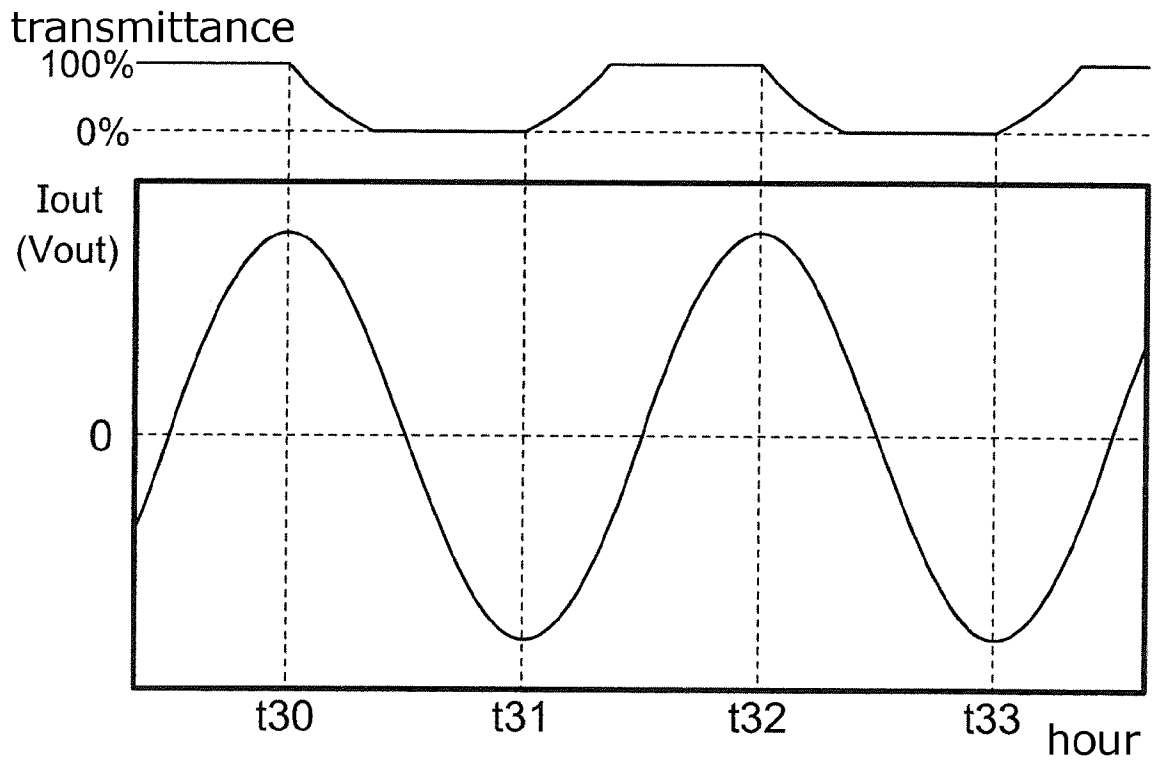
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/004890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01G9/20(2006.01) i, H01L51/44(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)
H01G9/20, H01L51/44

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/114708 A1 (Nagoya University), 22 September 2011 (22.09.2011), (Family: none)	1-8
A	Kaname KANAI, Harunobu KOIKE, Rie SUIZU, Kunio AWAGA, Kazuhiko MASE, Takashi KUBO, "Electronic Structure of Organic Biradical Molecular Films", Journal of the Vacuum Society of Japan, vol.56, no.1, 20 February 2013 (20.02.2013), pages 32 to 38	1-8
A	LAIGUI Hu, et al., Effect of photoinduced charge displacement on organic optoelectronic conversion, PHYSICAL REVIEW B, 2011.11.21, Vol.84, 205329-1 - 205329-5	1-8

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 February 2017 (10.02.17)	Date of mailing of the international search report 21 February 2017 (21.02.17)
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/004890

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Yukiko NODA, LAIGUI Hu, Kunio AWAGA, Hiroshi ITO, "Yuki Tasomaku o Riyo shita Kokoritsu Kosoku Kodenryu Henkan", 2010 Extended Abstracts; the 71st Japan Society of Applied Physics Autumn Meeting, 30 August 2010 (30.08.2010), 16p-R-3	1-8
A	Masato ODAKA, Sho FUKUOKA, DALGLEISH Simon, Kunio AWAGA, "Novel organic photocells operated by electric double layers in ionic liquids", 94th Annual Meeting of the Chemical Society of Japan in Spring 2014 Nen Koen Yokoshu II, 12 March 2014 (12.03.2014), page 266, 3D3-10	1-8
A	JP 2000-228884 A (Tomotada ENAMI), 15 August 2000 (15.08.2000), (Family: none)	1-8
A	JP 2002-176191 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 21 June 2002 (21.06.2002), & US 2003/0013008 A1 & EP 1207556 A2 & EP 1801875 A1 & DE 60135293 D & DE 60139218 D & AT 404994 T & AT 436081 T	1-8
A	US 4728878 A (JOHN Anthony), 01 March 1988 (01.03.1988), (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01G9/20(2006.01)i, H01L51/44(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. H01G9/20, H01L51/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2011/114708 A1（国立大学法人名古屋大学）2011.09.22, （ファミリーなし）	1-8
A	金井 要, 古池 晴信, 水津 理恵, 阿波賀 邦夫, 間瀬 一彦, 久保 孝史, 有機ピラジカル分子薄膜の電子構造, Journal of the Vacuum Society of Japan, Vol.56, No.1, 2013.02.20, pp.32-38	1-8

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

10.02.2017

国際調査報告の発送日

21.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

井原 純

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4X

9354

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	LAIGUI Hu, et al., Effect of photoinduced charge displacement on organic optoelectronic conversion, PHYSICAL REVIEW B, 2011.11.21, Vol.84, 205329-1 - 205329-5	1-8
A	野田 祐紀子, LAIGUI Hu, 阿波賀 邦夫, 伊東 裕, 有機多層膜を利用した高効率高速光電流変換, 2010年秋季第71回応用物理学会学術講演会講演予稿集, 2010.08.30, 16p-R-3	1-8
A	小高 真慧, 福岡 聖, DALGLEISH Simon, 阿波賀 邦夫, イオン液体がつくる電気二重層の特性を活かした新規有機光電セル, 日本化学会第94春季年会2014年講演予稿集 II, 2014.03.12, p.266, 3D3-10	1-8
A	JP 2000-228884 A (江波 知忠) 2000.08.15, (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2002-176191 A (富士写真フイルム株式会社) 2002.06.21, & US 2003/0013008 A1 & EP 1207556 A2 & EP 1801875 A1 & DE 60135293 D & DE 60139218 D & AT 404994 T & AT 436081 T	1-8
A	US 4728878 A (JOHN Anthony) 1988.03.01, (ファミリーなし)	1-8