

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5802374号
(P5802374)

(45) 発行日 平成27年10月28日 (2015. 10. 28)

(24) 登録日 平成27年9月4日 (2015. 9. 4)

(51) Int. Cl.

F I

C O 1 B 3/04 (2006. 01)

C O 1 B 3/04 A

H O 1 M 14/00 (2006. 01)

H O 1 M 14/00 P

C 2 5 B 1/04 (2006. 01)

C 2 5 B 1/04

C 2 5 B 9/00 (2006. 01)

C 2 5 B 9/00 A

H O 1 M 8/00 (2006. 01)

H O 1 M 8/00 Z

請求項の数 13 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-231710 (P2010-231710)
 (22) 出願日 平成22年10月14日 (2010. 10. 14)
 (65) 公開番号 特開2012-1420 (P2012-1420A)
 (43) 公開日 平成24年1月5日 (2012. 1. 5)
 審査請求日 平成25年10月9日 (2013. 10. 9)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-115319 (P2010-115319)
 (32) 優先日 平成22年5月19日 (2010. 5. 19)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 (74) 代理人 100065248
 弁理士 野河 信太郎
 (74) 代理人 100145229
 弁理士 秋山 雅則
 (74) 代理人 100159385
 弁理士 甲斐 伸二
 (74) 代理人 100163407
 弁理士 金子 裕輔
 (74) 代理人 100166936
 弁理士 稲本 潔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池一体型気体製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受光面とその裏面を有する光電変換部と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第1電解用電極と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第2電解用電極と、切換部とを備え、
 第1電解用電極および第2電解用電極は、前記光電変換部が受光することより生じる起電力により電解液を電気分解しそれぞれ第1気体および第2気体を発生させることができるように設けられ、

前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部をさらに備え、

第1電解用電極および第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、それぞれ前記
 切換部と電気的に接続し、

前記切換部は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1外部回路へ出力させる回路と、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極および第2電解用電極に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする太陽電池一体型気体製造装置。

【請求項 2】

受光面とその裏面を有する光電変換部と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第1電解用電極と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第2電解用電極と、切換部とを備え、
 第1電解用電極および第2電解用電極は、前記光電変換部が受光することより生じる起電

10

20

力により電解液を電気分解しそれぞれ第1気体および第2気体を発生させることができるように設けられ、

前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部をさらに備え、

第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、前記切換部と電氣的に接続し、

第1電解用電極は、前記光電変換部の裏面上に設けられ、かつ、前記光電変換部の裏面と電氣的に接続し、

前記切換部は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1外部回路へ出力させる回路と、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極および第2電解用電極に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする太陽電池一体型気体製造装置。

10

【請求項3】

受光面とその裏面を有する光電変換部と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第1電解用電極と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第2電解用電極と、切換部とを備え、

第1電解用電極および第2電解用電極は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力により電解液を電気分解しそれぞれ第1気体および第2気体を発生させることができるように設けられ、

前記光電変換部の受光面上に設けられた第1電極と、前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部とをさらに備え、

第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、第1電極と電氣的に接続し、

20

第1電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、前記切換部と電氣的に接続し、

前記切換部は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1外部回路へ出力させる回路と、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極および第2電解用電極に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする太陽電池一体型気体製造装置。

【請求項4】

受光面とその裏面を有する光電変換部と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第1電解用電極と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第2電解用電極と、切換部とを備え、

第1電解用電極および第2電解用電極は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力により電解液を電気分解しそれぞれ第1気体および第2気体を発生させることができるように設けられ、

30

前記光電変換部の受光面上に設けられた第1電極と、前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部とをさらに備え、

第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、第1電極と電氣的に接続し、

第1電解用電極は、前記光電変換部の裏面上に設けられ、かつ、前記光電変換部の裏面と電氣的に接続し、

前記切換部は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1外部回路へ出力させる回路と、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極および第2電解用電極に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする太陽電池一体型気体製造装置。

40

【請求項5】

第2電解用電極と第1電極とを電氣的に接続する第1導電部をさらに備える請求項3または4に記載の装置。

【請求項6】

前記絶縁部は、前記光電変換部の側面を覆うように設けられ、

第1導電部は、前記絶縁部の前記光電変換部の側面を覆う部分の上に設けられた請求項5に記載の装置。

【請求項7】

前記絶縁部は、前記光電変換部の側面を覆うように設けられ、

50

第 2 電解用電極は、前記絶縁部の前記光電変換部の側面を覆う部分の上に設けられ、かつ、第 1 電極と接触する請求項 3 または 4 に記載の装置。

【請求項 8】

前記光電変換部の受光面上に設けられた第 1 電極と、前記光電変換部の裏面上に設けられた第 2 電極をさらに備え、

第 1 電極および第 2 電極は、それぞれ前記切換部と電氣的に接続する請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の装置。

【請求項 9】

受光面とその裏面を有する光電変換部と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第 1 電解用電極と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第 2 電解用電極と、切換部とを備え、

第 1 電解用電極および第 2 電解用電極は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力により電解液を電気分解しそれぞれ第 1 気体および第 2 気体を発生させることができるように設けられ、

前記光電変換部は、受光することにより前記裏面の第 1 および第 2 区域間に電位差が生じ、

第 1 区域は、第 1 電解用電極と電氣的に接続し、

第 2 区域は、第 2 電解用電極と電氣的に接続し、

前記光電変換部は、n 型半導体部および p 型半導体部を有する少なくとも 1 つの半導体材料からなり、第 1 および第 2 区域のうち、一方は前記 n 型半導体部の一部であり、他方は前記 p 型半導体部の一部であり、

前記切換部は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力させる回路と、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極および第 2 電解用電極に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする太陽電池一体型気体製造装置。

【請求項 10】

第 1 気体および第 2 気体のうち一方は、水素であり、他方は、酸素である請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の装置。

【請求項 11】

第 1 電解用電極および第 2 電解用電極のうち、一方は、電解液から H_2 を発生させる水素発生部であり、他方は、電解液から O_2 を発生させる酸素発生部であり、前記水素発生部および前記酸素発生部は、それぞれ電解液から H_2 が発生する反応の触媒および電解液から O_2 が発生する反応の触媒を含む請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の装置。

【請求項 12】

前記切換部は、第 2 外部回路と電氣的に接続することができ、かつ、第 2 外部回路から入力される起電力を第 1 電解用電極および第 2 電解用電極に出力し電解液からそれぞれ第 1 気体および第 2 気体を発生させる回路に切り換えることができる請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 つに記載の装置。

【請求項 13】

前記切換部は、前記装置に照射される日射量の予測、降水確率、日時、気温および電力需要予測のうち少なくとも 1 つに基づき前記切換部が切り換える回路を選択する請求項 12 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池一体型気体製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球温暖化の懸念から発電に伴い CO_2 が発生しない太陽電池が普及しつつある

10

20

30

40

50

。しかし、太陽電池を用いた発電は、時間帯により発電量が変動し、また、季節によっても発電量が変動するという課題がある。この課題を解決するために、太陽電池により発電した電力を水の電気分解により生じる水素として貯蔵し、この水素を燃料とする燃料電池の発電により発電量の変動を解消する発電システムが考えられている。このため、太陽電池と電解槽を組み合わせた様々な技術が提案されている。

例えば、特許文献 1 では、基板上に形成した透明電極膜の上に薄膜太陽電池と電解触媒層を並列に形成し、薄膜太陽電池に光を照射することにより、電解液を電気分解することを可能とする水素製造装置が開示されている。

また、特許文献 2 では、最適化された太陽電池の起電力を電解槽に出力し、水素および酸素を発生させる電解システムが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 288955 号公報

【特許文献 2】特表 2007 - 524762 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来技術では、太陽電池の起電力を利用して水素を発生させるものであり、同じ太陽電池を利用して電力を外部回路に供給することはできない。

20

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、太陽電池の起電力を利用して第 1 気体および第 2 気体を発生させることができ、かつ、同じ太陽電池を利用して電力を外部回路に供給できる太陽電池一体型気体製造装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、受光面とその裏面を有する光電変換部と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第 1 電解用電極と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第 2 電解用電極と、切換部とを備え、第 1 電解用電極および第 2 電解用電極は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力により電解液を電気分解しそれぞれ第 1 気体及び第 2 気体を発生させることができるように設けられ、前記切換部は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力させる回路と、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極および第 2 電解用電極に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする太陽電池一体型気体製造装置を提供する。

30

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極と第 2 電解用電極に出力することができるため、電解液に浸漬することができる第 1 電解用電極と第 2 電解用電極において、電解液から第 1 気体および第 2 気体を製造することができる。

40

本発明によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を切換部を介して第 1 外部回路に出力することができ、第 1 外部回路に電力を供給することができる。

【0007】

本発明によれば、切換部により、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力させる回路と、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極および第 2 電解用電極に出力させる回路とを切り換えることができるため、光電変換部に照射される日射量や本発明の装置を設置した施設などの電力需要などに応じて、電力供給と第 1 気体および第 2 気体の製造を切り換えることができる。このことにより、光電変換部が受光することにより生じる起電力をより効率的に利用することができる。

【0008】

50

本発明によれば、光電変換部の裏面側に第１電解用電極と第２電解用電極を設けるため、光電変換部の受光面に電解液を介さず光を入射させることができ、電解液による入射光の吸収や入射光の散乱を防止することができる。このことにより、光電変換部への入射光の量を多くすることができ、光利用効率を高くすることができる。

本発明によれば、光電変換部の裏面側に第１電解用電極および第２電解用電極を設けるため、受光面に入射する光が、第１電解用電極および第２電解用電極、ならびにそこからそれぞれ発生する第１気体及び第２気体により吸収や散乱されることはない。このことにより、光電変換部への入射光の量を多くすることができ、光利用効率を高くすることができる。

【０００９】

10

本発明によれば、光電変換部の裏面側に第１電解用電極と第２電解用電極を設けるため、第１気体および第２気体の製造を光電変換部の裏面側において行うことができる。このため、光電変換部と電解用電極との間の配線抵抗を低くすることができ、効率よく第１気体および第２気体を製造することができる。

本発明によれば、太陽電池と気体製造装置が一体化しているため、よりコンパクトな装置とすることができ、設置面積を少なくすることができる。太陽電池と気体製造装置に共通部分を利用することができ、製造コストを低くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略平面図である。

20

【図２】図１の点線Ａ－Ａにおける太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図３】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略裏面図である。

【図４】図１の点線Ｂ－Ｂにおける太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図５】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図６】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図７】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図８】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図９】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図１０】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図１１】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

30

【図１２】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略断面図である。

【図１３】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略回路図である。

【図１４】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略回路図である。

【図１５】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略回路図である。

【図１６】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略回路図である。

【図１７】本発明の一実施形態の太陽電池一体型気体製造装置の概略回路図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置は、受光面とその裏面を有する光電変換部と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第１電解用電極と、前記光電変換部の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第２電解用電極と、切換部とを備え、第１電解用電極および第２電解用電極は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力により電解液を電気分解しそれぞれ第１気体及び第２気体を発生させることができるように設けられ、前記切換部は、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第１外部回路へ出力させる回路と、前記光電変換部が受光することにより生じる起電力を第１電解用電極および第２電解用電極に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする。

40

太陽電池一体型気体製造装置とは、太陽電池の機能と気体製造装置の機能を有する装置である。

【００１２】

50

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第1気体および第2気体のうち一方は、水素であり、他方は、酸素であることが好ましい。

このような構成によれば、第1電解用電極と第2電解用電極において、電解液から水素および酸素を製造することができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部をさらに備え、第1電解用電極および第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、それぞれ前記切換部と電氣的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を切換部を介して第1外部回路に出力することができ、また、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極または第2電解用電極に出力することができる。また、第1外部回路または第1、第2電解用電極に起電力を出力する場合、リーク電流が流れることを防止することができる。

10

【0013】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部をさらに備え、第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、前記切換部と電氣的に接続し、第1電解用電極は、前記光電変換部の裏面上に設けられ、かつ、前記光電変換部の裏面と電氣的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を切換部を介して第1外部回路に出力することができ、また、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極または第2電解用電極に出力することができる。また、第1外部回路または第1、第2電解用電極に起電力を出力する場合、リーク電流が流れることを防止することができる。

20

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部の受光面上に設けられた第1電極と、前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部とをさらに備え、第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、第1電極と電氣的に接続し、第1電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、前記切換部と電氣的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を切換部を介して第1外部回路に出力することができ、また、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極または第2電解用電極に出力することができる。また、第1外部回路または第1、第2電解用電極に起電力を出力する場合、リーク電流が流れることを防止することができる。

30

【0014】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部の受光面上に設けられた第1電極と、前記光電変換部の裏面上に設けられた絶縁部とをさらに備え、第2電解用電極は、前記絶縁部上に設けられ、かつ、第1電極と電氣的に接続し、第1電解用電極は、前記光電変換部の裏面上に設けられ、かつ、前記光電変換部の裏面と電氣的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極または第2電解用電極に出力することができる。また、光電変換部が受光することにより生じる起電力が、電解液の電解電圧に達しない場合には、光電変換部が受光することにより生じる起電力を切換部を介して第1外部回路に出力することができる。

40

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第2電解用電極と第1電極とを電氣的に接続する第1導電部をさらに備えることが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を効率よく第2電解用電極に出力することができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第1導電部は、前記光電変換部を貫通するコンタクトホールに設けられることが好ましい。

このような構成によれば、第2電解用電極と第1電極とを電氣的に接続することができ、第2電解用電極と第1電極とをほぼ同じ電位とすることができる。

【0015】

50

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記絶縁部は、前記光電変換部の側面を覆うように設けられ、第1導電部は、前記絶縁部の前記光電変換部の側面を覆う部分の上に設けられたことが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を効率よく第2電解用電極に出力することができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記絶縁部は、前記光電変換部の側面を覆うように設けられ、第2電解用電極は、前記絶縁部の前記光電変換部の側面を覆う部分の上に設けられ、かつ、第1電極と接触することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を効率よく第2電解用電極に出力することができる。

10

【0016】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部の受光面上に設けられた第1電極と、前記光電変換部の裏面上に設けられた第2電極とをさらに備え、第1電極および第2電極は、前記切換部と電気的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる起電力を第1外部回路または第1電解用電極と第2電解用電極とに出力することができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部は、受光することにより前記裏面の第1および第2区域間に電位差が生じ、第1区域は、第1電解用電極と電気的に接続し、第2区域は、第2電解用電極と電気的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、第1および第2区域と第1電解用電極および第2電解用電極とを容易に電気的に接続することができ、製造コストを低減することができる。

20

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部は、n型半導体部およびp型半導体部を有する少なくとも1つの半導体材料からなり、第1および第2区域のうち、一方は前記n型半導体部の一部であり、他方は前記p型半導体部の一部であることが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部の裏面の第1および第2区域間に電位差が生じさせることができる。

【0017】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部の裏面と第1電解用電極との間の一部および前記裏面と第2電解用電極との間の一部に設けられた絶縁部をさらに備え、第1電解用電極および第2電解用電極は、それぞれ前記絶縁部が設けられていない第1および第2区域を介して前記n型半導体部または前記p型半導体部と電気的に接続することが好ましい。

30

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより形成される電子およびホールを効率よく分離することができ、光電変換効率をより高くすることができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第1区域および第2区域は、それぞれ前記切換部と電気的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより第1および第2区域間に生じる起電力を第1外部回路へ出力することができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記絶縁部と第1電解用電極との間または前記絶縁部と第2電解用電極との間に設けられた第2導電部をさらに備えることが好ましい。

40

このような構成によれば、第1電解用電極または第2電解用電極で生じる内部抵抗をより小さくすることができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、透光性基板をさらに備え、前記光電変換部は、前記受光面が前記透光性基板側となるように前記透光性基板上に設けられることが好ましい。

このような構成によれば、透光性基板の上に光電変換部を形成することができるため、光電変換部をより形成しやすくなる。

【0018】

50

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部の裏面側に背面基板をさらに備え、第2電解用電極は、前記背面基板上に設けられ、かつ、前記切換部と電氣的に接続し、第1電解用電極は、前記光電変換部の裏面上に設けられ、かつ、前記光電変換部の裏面と電氣的に接続することが好ましい。

このような構成によれば、第1電解用電極および第2電解用電極を設ける領域を広くすることができ、電解液の電気分解反応が進行する第1電解用電極の表面および第2電解用電極の表面を広くすることができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第1電解用電極または第2電解用電極を浸漬させる電解液を貯留可能な電解液室をさらに備えることが好ましい。

このような構成によれば、第1電解用電極および第2電解用電極を電解液に浸漬させることができる。

10

【0019】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、背面基板を備え、前記電解液室は、前記光電変換部の裏面と前記背面基板との間に設けられることが好ましい。

このような構成によれば、第1電解用電極または第2電解用電極を浸漬させる電解液を貯留可能な電解液室を容易に設けることができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第1電解用電極が浸漬する電解液を貯留可能な電解液室と、第2電解用電極が浸漬する電解液を貯留可能な電解液室とを仕切る隔壁をさらに備えることが好ましい。

このような構成によれば、第1電解用電極および第2電解用電極でそれぞれ発生した第1気体および第2気体を分離することができ、第1気体および第2気体をより効率的に回収することができる。

20

【0020】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記隔壁は、イオン交換体を含むことが好ましい。

このような構成によれば、第1電解用電極の上部の電解液室に導入された電解液と第2電解用電極の上部の電解液室に導入された電解液との間のイオン濃度の不均衡を解消することができ、安定して第1気体および第2気体を発生させることができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部は、p型半導体層、i型半導体層およびn型半導体層を備える光電変換層を有することが好ましい。

30

このような構成によれば、光電変換部がpin構造を有することができ、効率よく光電変換をすることができる。また、光電変換部で生じる起電力をより大きくすることができ、電解液をより効率的に電気分解することができる。

【0021】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記光電変換部は、直列接続した複数の光電変換層を含み、前記複数の光電変換層は、受光することにより生じる起電力を第1電解用電極および第2電解用電極に供給することが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部が受光することにより生じる電位差をより大きくすることができ、効率よく第1気体および第2気体を発生させることができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、各光電変換層は、第3導電部により直列接続されたことが好ましい。

40

このような構成によれば、並列に並べられた各光電変換層を直列接続することができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第3導電部は、前記光電変換層の受光面側に設けられた透光性電極と、前記光電変換層の裏面側に設けられた裏面電極とを含むことが好ましい。

このような構成によれば、並列に並べられた各光電変換層を直列接続することができる。

【0022】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、第1電解用電極および第2電解用電極

50

のうち、一方は、電解液から H_2 を発生させる水素発生部であり、他方は、電解液から O_2 を発生させる酸素発生部であり、前記水素発生部および前記酸素発生部は、それぞれ電解液から H_2 が発生する反応の触媒および電解液から O_2 が発生する反応の触媒を含むことが好ましい。

このような構成によれば、本発明の太陽電池一体型気体製造装置により燃料電池の燃料となる水素を製造することができる。また、各触媒を含むことにより、電解液の電気分解反応が進行する速度を速くすることができる。さらに、製造した水素は、燃料電池の燃料とする他、熱源として利用することもできる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記水素発生部および前記酸素発生部のうち少なくとも一方は、触媒が担持された多孔質の導電体から形成されることが好ましい。

10

このような構成によれば、水素発生部および酸素発生部のうち少なくとも一方の触媒表面積を大きくすることができ、より効率的に酸素または水素を発生させることができる。また、多孔質の導電体を用いることにより、光電変換部と触媒との間の電流が流れることによる電位の変化を抑制することができ、より効率的に水素または酸素を発生させることができる。

【0023】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記切換部は、第2外部回路と電氣的に接続することができ、かつ、前記第2外部回路から入力される起電力を第1電解用電極および第2電解用電極に出力し電解液からそれぞれ第1気体および第2気体を発生させる回路に切り換えることができることが好ましい。

20

このような構成によれば、本発明の太陽電池一体型気体製造装置と太陽電池パネルなどの起電力が生じる装置とを並べて設置した場合、前記装置で生じる起電力を用いて第1気体および第2気体を製造することができる。

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記切換部が切り換える回路を選択し、選択した結果を前記切換部に出力する切換選択部をさらに備え、前記切換部は、入力した前記切換選択部が選択した結果に基づき回路の切り換えを行うことが好ましい。

このような構成によれば、光電変換部に照射される日射量などの前記装置の状況や本発明の装置を設置した施設などの電力需要などの需要状況に応じて、電力供給と第1気体および第2気体の製造を切り換えることができる。

30

【0024】

本発明の太陽電池一体型気体製造装置において、前記切換選択部は、前記装置に照射される日射量の予測、降水確率、日時、気温および電力需要予測のうち少なくとも1つに基づき前記切換部が切り換える回路を選択することが好ましい。

このような構成によれば、前記装置に照射される日射量の予測、降水確率、日時、気温および電力需要予測のうち少なくとも1つに基づき、本発明の太陽電池一体型気体製造装置による第1外部回路への電極の供給と、第1気体および第2気体の製造を切り換えることができる。このことにより、光電変換部で生じた起電力を無駄なく有効に活用することができる。

以下、本発明の一実施形態を図面を用いて説明する。図面や以下の記述中で示す構成は、例示であって、本発明の範囲は、図面や以下の記述中で示すものに限定されない。

40

【0025】

太陽電池一体型気体製造装置の構成

本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置25は、受光面とその裏面を有する光電変換部2と、光電変換部2の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第1電解用電極8と、光電変換部2の裏面側に設けられ、かつ、電解液に浸漬可能に設けられた第2電解用電極7と、切換部10とを備え、第1電解用電極8および第2電解用電極7は、光電変換部2が受光することにより生じる起電力により電解液を電気分解しそれぞれ第1気体及び第2気体を発生させることができるように設けられ、切換部10は、光電変換部2が受光することにより生じる起電力を第1外部回路へ出力させる回路と、光電変換部2

50

が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力させる回路とを切り換えることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 2 5 は、透光性基板 1、第 2 電極 5、第 1 導電部 9、絶縁部 1 1、隔壁 1 3、背面基板 1 4、電解液室 1 5、シール材 1 6、切換選択部 2 1 をさらに有してもよい。

以下、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 2 5 について説明する。

なお、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 2 5 は、図 2 のような断面を有してもよく、図 5、6、7、8、9、1 0、1 1 または 1 2 のような断面を有してもよい。なお、図 5 ~ 8 は、図 1 の点線 A - A の断面図に対応している。また、図 9 ~ 1 2 は、図 1 の点線 A - A の断面図に対応しているが、隔壁 1 3 などの位置が異なっている。

10

【 0 0 2 7 】

1 . 透光性基板

透光性基板 1 は、透光性を有する基板であれば特に限定されない。透光性基板 1 の材料としては、例えば、ソーダガラス、石英ガラス、パイレックス（登録商標）、合成石英板等の透明なリジッド材、あるいは透明樹脂板やフィルム材等が好適に用いられる。化学的および物理的安定性を備える点より、ガラス基板を用いることが好ましい。

透光性基板 1 の光電変換部 2 側の表面には、入射した光が光電変換部 2 の表面で有効に乱反射されるように、微細な凹凸構造に形成することができる。この微細な凹凸構造は、例えば反応性イオンエッチング（R I E）処理もしくはブラスト処理等の公知の方法により形成することが可能である。

20

【 0 0 2 8 】

2 . 第 1 電極

第 1 電極 4 は、透光性基板 1 の上に設けることができ、光電変換部 2 の受光面と接触するように設けることができる。また、第 1 電極 4 は、切換部 1 0 に電氣的に接続することができる。また、第 1 電極 4 は、図 6、7、9 のように第 1 導電部 9 を介して第 2 電解用電極 7 と電氣的に接続してもよく、図 8 のように第 2 電解用電極 7 と直接接触してもよい。また、第 1 電極 4 は透光性を有してもよい。

また、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 2 5 が図 1 1 または図 1 2 のような断面を有する場合、第 1 電極 4 は省略することができる。

30

第 1 電極 4 を設けることにより、光電変換部 2 の受光面と切換部 1 0 との間に流れる電流を大きくすることができる。また、図 6、7、9 のように第 1 電極 4 が第 1 導電部 9 を介して第 2 電解用電極 7 と電氣的に接続する場合、光電変換部 2 で生じた起電力を効率よく第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 とに出力することができる。

第 1 電極 4 は、例えば、I T O、S n O₂などの透明導電膜からなってもよく、A g、A uなどの金属のフィンガー電極からなってもよい。また、透明導電膜と金属のフィンガー電極とを組み合わせた電極であってもよい。

【 0 0 2 9 】

以下に第 1 電極 4 を透明導電膜とした場合について説明する。

透明導電膜は、光電変換部 2 の受光面と切換部 1 0 などとのコンタクトを取りやすくするために用いている。

40

一般に透明電極として使用されているものを用いることが可能である。具体的には I n - Z n - O（I Z O）、I n - S n - O（I T O）、Z n O - A l、Z n - S n - O、S n O₂等を挙げることができる。なお本透明導電膜は、太陽光の光線透過率が 8 5 % 以上、中でも 9 0 % 以上、特に 9 2 % 以上であることが好ましい。このことにより光電変換部 2 が光を効率的に吸収することができるためである。

透明導電膜の作成方法としては公知の方法を用いることができ、スパッタリング、真空蒸着、ゾルゲル法、クラスタービーム蒸着法、P L D（P u l s e L a s e r D e p o s i t i o n）法などが挙げられる。

【 0 0 3 0 】

50

3. 光電変換部

光電変換部 2 は、透光性基板 1 上に設けることができ、かつ、受光することにより電位差が生じる。光電変換部 2 は、図 2、5 ~ 10 のように受光面とその裏面との間に電位差が生じるものであってもよく、図 11、12 のように裏面の第 1 区域と第 2 区域との間に電位差が生じるものであってもよい。光電変換部 2 は、例えば、シリコン系半導体を用いた光電変換部、化合物半導体を用いた光電変換部、色素増感剤を利用した光電変換部、有機薄膜を用いた光電変換部などである。

【0031】

光電変換部 2 の受光面および裏面が切換部 10 を介して第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に電氣的に接続する場合、光電変換部 2 は、受光することにより、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 においてそれぞれ第 1 気体と第 2 気体を発生させるために必要な起電力が生じる必要がある。

第 1 気体および第 2 気体が水素および酸素である場合、光電変換部 2 は、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 において電解液に含まれる水を分解し水素と酸素が発生させるために必要な起電力が生じる必要がある。第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 の電位差は、水分解のための理論電圧 (1.23 V) より大きくする必要があり、そのためには光電変換部 2 で十分大きな電位差を生み出す必要がある。そのため光電変換部 2 は、pn 接合など起電力を生じさせる部分 (光電変換層 28) を二接合以上直列に接続することが好ましい。光電変換層 28 を直列接続させる方法は、特に限定されないが、光電変換層 28 を積層させて直列接続させてもよく、図 9、12 のように並列に設けられた光電変換層 28 を第 3 導電部 33 により直列接続してもよい。なお、第 3 導電部 33 は、図 9 のように透光性電極 30 と裏面電極 31 を含んでもよい。

【0032】

光電変換を行う材料は、シリコン系半導体、化合物半導体、有機材料をベースとしたものなどが挙げられるが、いずれの光電変換材料も使用することが可能である。また、起電力を大きくするために、これらの光電変換材料を積層することが可能である。積層する場合には同一材料で多接合構造を形成することが可能であるが、光学的バンドギャップの異なる複数の光電変換層を積層し、各々の光電変換層の低感度波長領域を相互に補完することにより、広い波長領域にわたり入射光を効率よく吸収することが可能となる。

【0033】

また、光電変換層間の直列接続特性の改善や、光電変換部 2 で発生する光電流の整合のために、層間に透明導電膜等の導電体を介在させることが可能である。これにより光電変換部 2 の劣化を抑制することが可能となる。

光電変換部 2 の例を以下に具体的に説明する。また、光電変換部 2 は、これらを組み合わせたものでもよい。

【0034】

3-1. シリコン系半導体を用いた光電変換部

シリコン系半導体を用いた光電変換部 2 は、例えば、単結晶型、多結晶型、アモルファス型、球状シリコン型、及びこれらを組み合わせたもの等が挙げられる。いずれも p 型半導体と n 型半導体が接合した pn 接合を有することができる。また、p 型半導体と n 型半導体との間に i 型半導体を設けた pin 接合を有するものとすることもできる。また、pn 接合を複数有するもの、pin 接合を複数有するもの、pn 接合と pin 接合を有するものとすることもできる。

シリコン系半導体とは、シリコンを含む半導体であり、例えば、シリコン、シリコンカーバイド、シリコンゲルマニウムなどである。また、シリコンなどに n 型不純物または p 型不純物が添加されたものも含み、また、結晶質、非晶質、微結晶のものも含む。

また、シリコン系半導体を用いた光電変換部 2 は、基板 1 の上に形成された薄膜または厚膜の光電変換層であってもよく、また、シリコンウェハなどのウェハに pn 接合または pin 接合を形成したのものでよく、また、pn 接合または pin 接合を形成したウェハの上に薄膜の光電変換層を形成したのものでよい。

【0035】

シリコン系半導体を用いた光電変換部2の形成例を以下に示す。

透光性基板1上に積層した第1電極4上に、第1導電型半導体層をプラズマCVD法等の方法で形成する。この第1導電型半導体層としては、導電型決定不純物原子濃度が $1 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ 程度ドーピングされた、p+型またはn+型の非晶質Si薄膜、または多結晶あるいは微結晶Si薄膜とする。第1導電型半導体層の材料としては、Siに限らず、SiCあるいはSiGe、 $\text{Si}_x\text{O}_{1-x}$ 等の化合物を用いることも可能である。

【0036】

このように形成された第1導電型半導体層上に、結晶質Si系光活性層として多結晶あるいは微結晶の結晶質Si薄膜をプラズマCVD法等の方法で形成する。なお、導電型は第1導電型半導体よりドーピング濃度が低い第1導電型とするか、あるいはi型とする。結晶質Si系光活性層の材料としては、Siに限らず、SiCあるいはSiGe、 $\text{Si}_x\text{O}_{1-x}$ 等の化合物を用いることも可能である。

10

【0037】

次に、結晶質Si系光活性層上に半導体接合を形成するため、第1導電型半導体層とは反対導電型である第2導電型半導体層をプラズマCVD等の方法で形成する。この第2導電型半導体層としては、導電型決定不純物原子が $1 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ 程度ドーピングされた、n+型またはp+型の非晶質Si薄膜、または多結晶あるいは微結晶Si薄膜とする。第2導電型半導体層の材料としては、Siに限らず、SiCあるいはSiGe、 $\text{Si}_x\text{O}_{1-x}$ 等の化合物を用いることも可能である。また接合特性をより改善するために、結晶質Si系光活性層と第2導電型半導体層との間に、実質的にi型の非単結晶Si系薄膜を挿入することも可能である。このようにして、受光面に最も近い光電変換層を一層積層することができる。

20

【0038】

続けて第二層目の光電変換層を形成する。第二層目の光電変換層は、第1導電型半導体層、結晶質Si系光活性層、第2導電型半導体層からなり、それぞれの層は、第一層目の光電変換層中の対応する第1導電型半導体層、結晶質Si系光活性層、第2導電型半導体層と同様に形成する。二層のタンデムで水分解に十分な電位を得ることができない場合は、三層あるいはそれ以上の層状構造を取ることが好ましい。ただし第二層目の光電変換層の結晶質Si系光活性層の体積結晶化分率は、第一層目の結晶質Si系光活性層と比較すると高くすることが好ましい。三層以上積層する場合も同様に下層と比較すると体積結晶化分率を高くすることが好ましい。これは、長波長域での吸収が大きくなり、分光感度が長波長側にシフトし、同じSi材料を用いて光活性層を構成した場合においても、広い波長域で感度を向上させることが可能となるためである。すなわち、結晶化率の異なるSiでタンデム構造にすることにより、分光感度が広くなり、光の高効率利用が可能となる。このとき低結晶化率材料を受光面側にしないと高効率とならない。また結晶化率が40%以下に下がるとアモルファス成分が増え、劣化が生じてしまう。

30

【0039】

3-2. 化合物半導体を用いた光電変換部

化合物半導体を用いた光電変換部2は、例えば、III-V族元素で構成されるGaP、GaAsやInP、InAs、II-VI族元素で構成されるCdTe/CdS、I-III-VI族で構成されるCIGS (Copper Indium Gallium DiSelenide) などを用いpn接合を形成したものが挙げられる。

40

【0040】

化合物半導体を用いた光電変換部2の製造方法の一例を以下に示すが、本製造方法では、製膜処理等はすべて有機金属気相成長法(MOCVD; Metal Organic Chemical Vapor Deposition)装置を使って連続して行われる。III族元素の材料としては、例えばトリメチルガリウム、トリメチルアルミニウム、トリメチルインジウムなどの有機金属が水素をキャリアガスとして成長装置に供給される。V族元素の材料としては、例えばアルシン(AsH_3)、ホスフィン(PH_3)、スチピン(SbH_3)等のガスが使われる。p型不純

50

物またはn型不純物のドーパントとしては、例えばp型化にはジエチルジシラン、またはn型化には、モノシラン(SiH_4)やジシラン(Si_2H_6)、セレン化水素(H_2Se)等が利用される。これらの原料ガスを、例えば700℃に加熱された基板上に供給することにより熱分解させ、所望の化合物半導体材料膜をエピタキシャル成長させることが可能である。これら成長層の組成は導入するガス組成により、また膜厚はガスの導入時間によって制御することが可能である。これらの光電変換部を多接合積層する場合は、層間での格子定数を可能な限り合わせることににより、結晶性に優れた成長層を形成することができ、光電変換効率を向上することが可能となる。

【0041】

p-n接合を形成した部分以外にも、例えば受光面側に公知の窓層や、非受光面側に公知の電界層等を設けることによりキャリア収集効率を高める工夫を有してもよい。また不純物の拡散を防止するためのバッファ層を有していてもよい。

【0042】

3-3. 色素増感剤を利用した光電変換部

色素増感剤を利用した光電変換部は、例えば、主に多孔質半導体、色素増感剤、電解質、溶媒などにより構成される。

多孔質半導体を構成する材料としては、例えば、酸化チタン、酸化タングステン、酸化亜鉛、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、硫化カドミウム等公知の半導体から1種類以上を選択することが可能である。多孔質半導体を基板上に形成する方法としては、半導体粒子を含有するペーストをスクリーン印刷法、インクジェット法等で塗布し乾燥もしくは焼成する方法や、原料ガスを用いたCVD法等により製膜する方法、PVD法、蒸着法、スパッタ法、ゾルゲル法、電気化学的な酸化還元反応を利用した方法等が挙げられる。

【0043】

多孔質半導体に吸着する色素増感剤としては、可視光領域および赤外光領域に吸収を持つ種々の色素を用いることが可能である。ここで、多孔質半導体に色素を強固に吸着させるには、色素分子中にカルボン酸基、カルボン酸無水基、アルコキシ基、スルホン酸基、ヒドロキシ基、ヒドロキシアルキル基、エステル基、メルカプト基、ホスホニル基等が存在することが好ましい。これらの官能基は、励起状態の色素と多孔質半導体の伝導帯との間の電子移動を容易にする電気的結合を提供する。

【0044】

これらの官能基を含有する色素として、例えば、ルテニウムピリジン系色素、キノン系色素、キノンイミン系色素、アゾ系色素、キナクリドン系色素、スクアリリウム系色素、シアニン系色素、メロシアニン系色素、トリフェニルメタン系色素、キサンテン系色素、ポルフィリン系色素、フタロシアニン系色素、ペリレン系色素、インジゴ系色素、ナフタロシアニン系色素等が挙げられる。

【0045】

多孔質半導体への色素の吸着方法としては、例えば多孔質半導体を、色素を溶解した溶液(色素吸着用溶液)に浸漬する方法が挙げられる。色素吸着用溶液に用いられる溶媒としては、色素を溶解するものであれば特に制限されず、具体的には、エタノール、メタノール等のアルコール類、アセトン等のケトン類、ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン等のエーテル類、アセトニトリル等の窒素化合物類、ヘキサン等の脂肪族炭化水素、ベンゼン等の芳香族炭化水素、酢酸エチル等のエステル類、水等を挙げることができる。

【0046】

電解質は、酸化還元対とこれを保持する液体または高分子ゲル等固体の媒体からなる。

酸化還元対としては一般に、鉄系、コバルト系等の金属類や塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン物質が好適に用いられ、ヨウ化リチウム、ヨウ化ナトリウム、ヨウ化カリウム等の金属ヨウ化物とヨウ素の組み合わせが好ましく用いられる。さらに、ジメチルプロピルイミダゾールアイオダイド等のイミダゾール塩等を混入することもできる。

【0047】

また、溶媒としては、プロピレンカーボネート等のカーボネート化合物、アセトニトリル等のニトリル化合物、エタノール、メタノール等のアルコール、その他、水や非プロトン極性物質等が用いられるが、中でも、カーボネート化合物やニトリル化合物が好適に用いられる。

【 0 0 4 8 】

3 - 4 . 有機薄膜を用いた光電変換部

有機薄膜を用いた光電変換部は、電子供与性および電子受容性を持つ有機半導体材料で構成される電子正孔輸送層、または電子受容性を有する電子輸送層と電子供与性を有する正孔輸送層とが積層されたものであってもよい。

電子供与性の有機半導体材料としては、電子供与体としての機能を有するものであれば特に限定されないが、塗布法により製膜できることが好ましく、中でも電子供与性の導電性高分子が好適に使用される。

【 0 0 4 9 】

ここで導電性高分子とはp共役高分子を示し、炭素 - 炭素またはヘテロ原子を含む二重結合または三重結合が、単結合と交互に連なったp共役系からなり、半導体的性質を示すものをさす。

【 0 0 5 0 】

電子供与性の導電性高分子材料としては、例えばポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン、ポリチオフェン、ポリカルバゾール、ポリビニルカルバゾール、ポリシラン、ポリアセチレン、ポリピロール、ポリアニリン、ポリフルオレン、ポリビニルピレン、ポリビニリアントラセン、およびこれらの誘導体、共重合体、あるいはフタロシアニン含有ポリマー、カルバゾール含有ポリマー、有機金属ポリマー等が挙げられる。中でも、チオフェン - フルオレン共重合体、ポリアルキルチオフェン、フェニレンエチニレン - フェニレンビニレン共重合体、フルオレン - フェニレンビニレン共重合体、チオフェン - フェニレンビニレン共重合体等が好適に利用される。

【 0 0 5 1 】

電子受容性の有機半導体材料としては、電子受容体としての機能を有するものであれば特に限定されないが、塗布法により製膜できることが好ましく、中でも電子供与性の導電性高分子が好適に使用される。

電子受容性の導電性高分子としては、例えばポリフェニレンビニレン、ポリフルオレン、およびこれらの誘導体、共重合体、あるいはカーボンナノチューブ、フラーレンおよびこれらの誘導体、C N基またはC F₃基含有ポリマーおよびそれらの - C F₃置換ポリマー等が挙げられる。

【 0 0 5 2 】

また、電子供与性化合物がドーブされた電子受容性の有機半導体材料や、電子受容性化合物がドーブされた電子供与性の有機半導体材料等を用いることが可能である。電子供与性化合物がドーブされる電子受容性の導電性高分子材料としては、上述の電子受容性の導電性高分子材料を挙げることができる。ドーブされる電子供与性化合物としては、例えばLi、K、Ca、Cs等のアルカリ金属やアルカリ土類金属のようなルイス塩基を用いることができる。なお、ルイス塩基は電子供与体として作用する。また、電子受容性化合物がドーブされる電子供与性の導電性高分子材料としては、上述した電子供与性の導電性高分子材料を挙げることができる。ドーブされる電子受容性化合物としては、例えばFeCl₃、AlCl₃、AlBr₃、AsF₆やハロゲン化合物のようなルイス酸を用いることができる。なお、ルイス酸は電子受容体として作用する。

【 0 0 5 3 】

3 - 5 . 裏面の第 1 および第 2 区域間に起電力が生じる光電変換部

裏面の第 1 および第 2 区域間に起電力が生じる光電変換部 2 を形成する方法としては、例えば、図 1 1、1 2 のように、半導体ウェハを材料として用い、p 型半導体部 3 6 の一部およびn 型半導体部 3 7 の一部が半導体ウェハの裏面にそれぞれ形成されるようにp 型半導体部 3 6 およびn 型半導体部 3 7 を形成することが挙げられる。このように形成した

光電変換部 2 の受光面から光を入射させると、光電変換部の裏面の p 型半導体部 3 6 が形成された区域と n 型半導体部 3 7 が形成された区域との間に電位差を生じさせることができる。

【0054】

半導体ウェハに p 型半導体部 3 6 および n 型半導体部 3 7 をこれらが接するように形成すると、光電変換部 2 に p n 接合を形成することができる。また、i 型半導体からなる半導体ウェハに p 型半導体部 3 6 および n 型半導体部 3 7 をこれらが接しないように形成すると、光電変換部に p i n 接合を形成することができる。また、p 型半導体の半導体ウェハを用いると n p p⁺接合を有する光電変換部 2 を形成することができ、n 型半導体の半導体ウェハを用いると p n n⁺接合を有する光電変換部 2 を形成することができる。

10

p 型半導体部 3 6 および n 型半導体部 3 7 は、図 1 1 のように半導体ウェハにそれぞれ一箇所ずつ形成してもよい。また、半導体ウェハに p 型半導体部 3 6 および n 型半導体部 3 7 をそれぞれ複数形成してもよく、半導体ウェハに p 型半導体部 3 6 および n 型半導体部 3 7 のうちどちらか一方を一箇所形成し、他方をその両側に二箇所形成してもよい。

【0055】

上記にて示した光電変換部 2 においては、第一義的には太陽光を受光させ光電変換を行うことを想定しているが、用途により蛍光灯や白熱灯、LED、特定の熱源から発せられる光等の人工光を照射し光電変換を行うことも可能である。

【0056】

4. 第 2 電極

20

第 2 電極 5 は、光電変換部 2 の裏面上に設けることができ、かつ、切換部 1 0 と電氣的に接続することができる。また、第 2 電極 5 は、図 5、7 ~ 1 0 のように第 1 電解用電極 8 と電氣的に接続することができる。また、第 2 電極 5 は、図 5、7、8、1 0 のように第 1 電解用電極 8 を光電変換部 2 の裏面上に設ける場合、第 1 電解用電極 8 が第 2 電極 5 と同様の機能を有することができるため、第 2 電極 5 を省略することができる。

第 2 電極 5 を設けることにより、光電変換部 2 の裏面と切換部 1 0 との間の電流を大きくすることができる。また、図 5、7 ~ 1 0 のように第 2 電極 5 を第 1 電解用電極 8 と電氣的に接続した場合、光電変換部 2 で生じた起電力を効率よく第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 とに出力することができる。

第 2 電極 5 は、導電性を有すれば特に限定されないが、例えば、金属薄膜であり、また、例えば、Al、Ag、Au などの薄膜である。これらは、例えば、スパッタリングなどにより形成することができる。また、例えば、In - Zn - O (IZO)、In - Sn - O (ITO)、ZnO - Al、Zn - Sn - O、SnO₂ 等の透明導電膜である。

30

【0057】

5. 絶縁部

絶縁部 1 1 は、図 2、図 6 のように第 2 電極 5 と第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 との間に設けることができる。

絶縁部 1 1 を設けることにより、第 2 電極 5 と第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 とが切換部 1 0 を介さずに電氣的に接続することを防止することができる。このことにより、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路に出力する場合、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 にリーク電流が流れることを防止することができる。

40

また、絶縁部 1 1 は、図 5、7、8 のように第 2 電極 5 と第 2 電解用電極 7 との間に設けることができる。このことにより、第 2 電解用電極 7 が切換部 1 0 を介さずに第 2 電極 5 と電氣的に接続することを防止することができ、リーク電流が流れることを防止することができる。

また、絶縁部 1 1 は、図 9 のように直列接続された光電変換層 2 8 と第 2 電解用電極 7 との間に設けられてもよく、図 1 1、1 2 のように第 1 電解用電極 8 と第 1 区間とが電氣的に接続する部分および第 2 電解用電極 7 と第 2 区域とが電氣的に接続する部分以外の、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 と、光電変換部 2 との間に設けられてもよい。

50

また、絶縁部 11 は、図 8, 9 のように光電変換部 2 の側面を覆うように形成することができる。このことにより、光電変換部 2 の側面を覆った絶縁部 11 の上に第 2 電解用電極 7 または第 1 導電部 9 を形成することができ、第 2 電解用電極 7 または第 1 導電部 9 を第 1 電極 4 と接触するように設けても、リーク電流が発生することを防止することができる。

【0058】

絶縁部 11 としては、有機材料、無機材料を問わず用いることが可能であり、例えば、ポリアミド、ポリイミド、ポリアリーレン、芳香族ビニル化合物、フッ素系重合体、アクリル系重合体、ビニルアミド系重合体等の有機ポリマー、無機系材料としては、 Al_2O_3 等の金属酸化物、多孔質性シリカ膜等の SiO_2 や、フッ素添加シリコン酸化膜 (FSG)、 $SiOC$ 、 HSQ (Hydrogen Silsesquioxane) 膜、 SiN_x 、シラノール ($Si(OH)_4$) などを用いて形成することができる。

10

【0059】

絶縁部 11 を形成する方法としては、絶縁性材料を含有するペーストをスクリーン印刷法、インクジェット法、スピンコーティング法等で塗布し乾燥もしくは焼成する方法や、原料ガスを用いた CVD 法等により製膜する方法、PVD 法、蒸着法、スパッタ法、ゾルゲル法を利用した方法等が挙げられる。

【0060】

6. 第 1 導電部

第 1 導電部 9 は、図 6, 7, 9 のように第 2 電解用電極 7 と第 1 電極 4 とを電氣的接続することができる。このことにより、第 2 電解用電極 7 を光電変換部 2 の裏面上に形成することができ、かつ、第 2 電解用電極 7 を第 1 電極 4 と電氣的に接続することができる。

20

【0061】

第 1 導電部 9 は光電変換部 2 の受光面と接触した第 1 電極 4 と光電変換部 2 の裏面上に設けられた第 2 電解用電極 7 とに接触することができるため、光電変換部 2 の受光面と平行な第 1 導電部 9 の断面積を大きくしすぎると、光電変換部 2 の受光面の面積を小さくすることにつながる場合がある。また、光電変換部 2 の受光面に平行な第 1 導電部 9 の断面積を小さくしすぎると光電変換部 2 の受光面の電位と第 2 電解用電極 7 の電位との間に差が生じ、電解液を分解する電位差が得られなくなる場合もあり、第 1 気体または第 2 気体の発生効率の減少につながる場合もある。従って、光電変換部 2 の受光面と平行な第 1 導電部 9 の断面積は、一定の範囲である必要がある。例えば、光電変換部 2 の受光面と平行な第 1 導電部 9 の断面積 (第 1 導電部が複数の場合、その断面積の総計) は、光電変換部 2 の受光面の面積を 100% としたとき、0.1% 以上 10% 以下とすることができ、好ましくは、0.5% 以上 8% 以下、さらに好ましくは、1% 以上 6% 以下とすることができる。

30

【0062】

また、第 1 導電部 9 は、光電変換部 2 を貫通するコンタクトホールに設けられてもよい。このことにより、第 1 導電部 9 を設けることによる光電変換部 2 の受光面の面積の減少をより小さくすることができる。また、このことにより、光電変換部 2 の受光面と第 2 電解用電極 7 との間の電流経路を短くすることができ、より効率的に第 1 気体または第 2 気体を発生させることができる。また、このことにより、光電変換部 2 の受光面と平行な第 1 導電部 9 の断面積を容易に調節することができる。例えば、図 6, 7 に示す本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 25 の断面図のように第 2 電解用電極 7 と第 1 電極 4 とを光電変換部 2 を貫通するコンタクトホールに設けられた第 1 導電部 9 により電氣的に接続することができる。

40

また、第 1 導電部 9 が設けられたコンタクトホールは、1 つまたは複数でもよく、円形の断面を有してもよい。また、光電変換部 2 の受光面と平行なコンタクトホールの断面積 (コンタクトホールが複数の場合、その断面積の総計) は、光電変換部 2 の受光面の面積を 100% としたとき、0.1% 以上 10% 以下とすることができ、好ましくは、0.5% 以上 8% 以下、さらに好ましくは、1% 以上 6% 以下とすることができる。

50

また、第1導電部9は、図9のように光電変換部2の側面を覆う絶縁部11の上に設けられてもよい。

【0063】

第1導電部9の材料は、導電性を有しているものであれば特に制限されない。導電性粒子を含有するペースト、例えばカーボンペースト、Agペースト等をスクリーン印刷法、インクジェット法等で塗布し乾燥もしくは焼成する方法や、原料ガスを用いたCVD法等により製膜する方法、PVD法、蒸着法、スパッタ法、ゾルゲル法、電気化学的な酸化還元反応を利用した方法等が挙げられる。

【0064】

7. 第2導電部

第2導電部29は、絶縁部11と第1電解用電極8との間または絶縁部11と第2電解用電極7との間に設けられてもよい。第2導電部29を設けることにより、第1電解用電極8または第2電解用電極7の電気伝導率が比較的低い場合でも、光電変換部2が受光することにより生じる起電力を効率よく第1電解用電極8および第2電解用電極7に出力することができる。また、第1電解用電極8は第2導電部29を介して切換部10と電氣的に接続してもよく、例えば、図9のように第2電解用電極7は第2導電部29を介して切換部10または第1電極4と電氣的に接続してもよい。また、光電変換部2が図11、12のようにその裏面の第1および第2区域間に起電力が生じるものである場合、第1電解用電極8および第2電解用電極7は、それぞれ第2導電部29を介して第1区域および第2区域と電氣的に接続してもよい。

【0065】

第2導電部29の材料は、導電性を有しているものであれば特に制限されない。導電性粒子を含有するペースト、例えばカーボンペースト、Agペースト等をスクリーン印刷法、インクジェット法等で塗布し乾燥もしくは焼成する方法や、原料ガスを用いたCVD法等により製膜する方法、PVD法、蒸着法、スパッタ法、ゾルゲル法、電気化学的な酸化還元反応を利用した方法等が挙げられる。

【0066】

8. 第1電解用電極、第2電解用電極

第1電解用電極8および第2電解用電極7は、光電変換部2の裏面側に設けられる。このことにより、第1電解用電極8および第2電解用電極7は光電変換部2に入射する光を遮ることはない。

また、第1電解用電極8および第2電解用電極7は、切換部10と電氣的に接続することができる。例えば、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置25が、図2のような断面を有し、図13のような電気回路を有する場合、切換部10を介して第1電極4および第2電極5と、第1電解用電極8および第2電解用電極7とを電氣的に接続することができる。このことにより、第1電解用電極8および第2電解用電極7は、切換部10を介して光電変換部2の受光面または裏面と電氣的に接続することができる。このことにより、光電変換部2が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極8および第2電解用電極7に出力することができる。

【0067】

また、第1電解用電極8および第2電解用電極7のうち一方と切換部10を電氣的に接合することができる。例えば、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置25が、図5、10のような断面を有し、図14のような電気回路を有する場合、または本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置25が、図6のような断面を有し、図15のような電気回路を有する場合、光電変換部2の受光面および裏面と、第1電解用電極8および第2電解用電極7とを電氣的に接続することができる。このことにより、光電変換部2が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極8および第2電解用電極7に出力することができる。また、図10のような断面を有する場合、第2電極5を省略し、図17のような電気回路を有することができる。

【0068】

また、第1電解用電極8および第2電解用電極7は、それぞれ第2電極5および第1電極4に電氣的に接続することができる。例えば、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置25が、図7、8、9のような断面を有し、図16のような電気回路を有する場合、光電変換部2の受光面および裏面と、第1電解用電極8および第2電解用電極7とを電氣的に接続することができる。このことにより、光電変換部2が受光することにより生じる起電力を第1電解用電極8および第2電解用電極7に出力することができる。また、太陽電池一体型気体製造装置25が、図11、12のような断面を有する場合、図16に示した第1電極を、第2電解用電極7と光電変換部2との間に設けられた第2導電部29とし、図16に示した第2電極を、第1電解用電極8と光電変換部2との間に設けられた第2導電部29とした電気回路を有してもよい。

10

【0069】

また、第1電解用電極8および第2電解用電極7は、電解液に浸漬可能に設けられる。これらにより、第1電解用電極8および第2電解用電極7の表面において、電解液の電気分解反応を進行させることができ、第1気体および第2気体を発生させることができる。また、第1気体および第2気体のうち一方は、水素であり、他方は酸素とすることができる。

また、第1電解用電極8と第2電解用電極7とは、接触しないように設けることができる。このことにより、第1電解用電極8と第2電解用電極7との間にリーク電流が流れるのを防止することができる。

【0070】

20

第1電解用電極8および第2電解用電極7のうち、一方は、電解液から H_2 を発生させる水素発生部であってもよく、他方は、電解液から O_2 を発生させる酸素発生部であってもよい。このことにより、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置により、電解液に含まれる水を分解し、燃料電池の燃料となる水素および酸素を製造することができる。

【0071】

9. 水素発生部

水素発生部は、電解液から H_2 を発生させる部分であり、第1電解用電極8および第2電解用電極7のうち一方とすることができる。また、水素発生部は、電解液から H_2 が発生する反応の触媒を含んでもよい。このことにより、電解液から H_2 が発生する反応の反応速度を大きくすることができる。水素発生部は、電解液から H_2 が発生する反応の触媒のみからなってもよく、この触媒が担持体に担持されたものであってもよい。また、水素発生部は、光電変換部2の受光面の面積より大きい触媒表面積を有してもよい。このことにより、電解液から H_2 が発生する反応をより速い反応速度とすることができる。また、水素発生部は、触媒が担持された多孔質の導電体であってもよい。このことにより、触媒表面積を大きくすることができる。また、光電変換部2の受光面または裏面と水素発生部に含まれる触媒との間に電流が流れることによる電位の変化を抑制することができる。さらに、水素発生部は、水素発生触媒としてPt、Ir、Ru、Pd、Rh、Au、Fe、NiおよびSeのうち少なくとも1つを含んでもよい。

30

【0072】

電解液から H_2 が発生する反応の触媒（水素発生触媒）は、2つのプロトンと2つの電子から1分子の水素への変換を促進する触媒であり、化学的に安定であり、水素生成過電圧が小さい材料を用いることができる。例えば、水素に対して触媒活性を有するPt、Ir、Ru、Pd、Rh、Au等の白金族金属およびその合金あるいは化合物、水素生成酵素であるヒドロゲナーゼの活性中心を構成するFe、Ni、Seの合金あるいは化合物、およびこれらの組み合わせ等を好適に用いることが可能である。中でもPtおよびPtを含有するナノ構造体は水素発生過電圧が小さく好適に用いることが可能である。光照射により水素発生反応が確認されるCdS、CdSe、ZnS、 ZrO_2 などの材料を用いることもできる。

40

【0073】

反応面積をより大きくし気体生成速度を向上させるために、水素発生触媒を導電体に担

50

持することができる。触媒を担持する導電体としては、金属材料、炭素質材料、導電性を有する無機材料等が挙げられる。

【0074】

金属材料としては、電子伝導性を有し、酸性雰囲気下で耐腐食性を有する材料が好ましい。具体的には、Au、Pt、Pd等の貴金属、Ti、Ta、W、Nb、Ni、Al、Cr、Ag、Cu、Zn、Sn、Si等の金属並びにこれらの金属の窒化物および炭化物、ステンレス鋼、Cu-Cr、Ni-Cr、Ti-Pt等の合金が挙げられる。金属材料には、Pt、Ti、Au、Ag、Cu、Ni、Wからなる群より選ばれる少なくとも一つの元素を含むことが、他の化学的な副反応が少ないという観点から、より好ましい。これら金属材料は、比較的電気抵抗が小さく、面方向に電流を取り出しても電圧の低下を抑制することができる。また、Cu、Ag、Zn等の酸性雰囲気下での耐腐食性に乏しい金属材料を用いる場合には、Au、Pt、Pd等の耐腐食性を有する貴金属および金属、カーボン、グラファイト、グラッシーカーボン、導電性高分子、導電性窒化物、導電性炭化物、導電性酸化物等によって耐腐食性に乏しい金属の表面をコーティングしてもよい。

10

【0075】

炭素質材料としては、化学的に安定で導電性を有する材料が好ましい。例えば、アセチレンブラック、バルカン、ケッチェンブラック、ファーネスブラック、VGCF、カーボンナノチューブ、カーボンナノホーン、フラーレン等の炭素粉末や炭素繊維が挙げられる。

【0076】

導電性を有する無機材料としては、例えば、In-Zn-O (IZO)、In-Sn-O (ITO)、ZnO-Al、Zn-Sn-O、SnO₂、酸化アンチモンドープ酸化スズが挙げられる。

20

【0077】

なお、導電性高分子としては、ポリアセチレン、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリピロール、ポリパラフェニレン、ポリパラフェニレンビニレン等が挙げられ、導電性窒化物としては、窒化炭素、窒化ケイ素、窒化ガリウム、窒化インジウム、窒化ゲルマニウム、窒化チタニウム、窒化ジルコニウム、窒化タリウム等が挙げられ、導電性炭化物としては、炭化タンタル、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタニウム、炭化モリブデン、炭化ニオブ、炭化鉄、炭化ニッケル、炭化ハフニウム、炭化タングステン、炭化バナジウム、炭化クロム等が挙げられ、導電性酸化物としては、酸化スズ、酸化インジウムスズ (ITO)、酸化アンチモンドープ酸化スズ等が挙げられる。

30

【0078】

水素発生触媒を担持する導電体の構造としては、板状、箔状、棒状、メッシュ状、ラสบ板状、多孔質板状、多孔質棒状、織布状、不織布状、繊維状、フェルト状が好適に使用できる。また、フェルト状電極の表面を溝状に圧着した溝付き導電体は、電気抵抗と電極液の流動抵抗を低減できるので好適である。

【0079】

10．酸素発生部

酸素発生部は、電解液からO₂を発生させる部分であり、第1電解用電極8および第2電解用電極7のうち一方とすることができる。また、酸素発生部は、電解液からO₂が発生する反応の触媒を含んでもよい。このことにより、電解液からO₂が発生する反応の反応速度を大きくすることができる。また、酸素発生部は、電解液からO₂が発生する反応の触媒のみからなってもよく、この触媒が担持体に担持されたものであってもよい。また、酸素発生部は、光電変換部2の受光面の面積より大きい触媒表面積を有してもよい。このことにより、電解液からO₂が発生する反応をより速い反応速度とすることができる。また、酸素発生部は、触媒が担持された多孔質の導電体であってもよい。このことにより、触媒表面積を大きくすることができる。また、光電変換部2の受光面または裏面と酸素発生部に含まれる触媒との間に電流が流れることによる電位の変化を抑制することができる。さらに、酸素発生部は、酸素発生触媒としてMn、Ca、Zn、CoおよびIrのう

40

50

ち少なくとも１つを含んでもよい。

【００８０】

電解液から O_2 が発生する反応の触媒（酸素発生触媒）は、２つの水分子から１分子の酸素および４つのプロトンと４つの電子への変換を促進する触媒であり、化学的に安定であり、酸素発生過電圧が小さい材料を用いることができる。例えば、光を用い水から酸素発生を行う反応を触媒する酵素であるPhotosystem IIの活性中心を担うMn, Ca, Zn, Coを含む酸化物あるいは化合物や、Pt, RuO_2 , IrO_2 等の白金族金属を含む化合物や、Ti, Zr, Nb, Ta, W, Ce, Fe, Ni等の遷移金属を含む酸化物あるいは化合物、および上記材料の組み合わせ等を用いることが可能である。中でも酸化イリジウム、酸化マンガン、酸化コバルト、リン酸コバルトは、過電圧が小さく酸素発生効率

10

【００８１】

反応面積をより大きくし気体生成速度を向上させるために、酸素発生触媒を導電体に担持することができる。酸素発生触媒を担持する導電体としては、金属材料、炭素質材料、導電性を有する無機材料等が挙げられる。これらの説明は、「９．水素発生部」に記載した水素発生触媒についての説明が矛盾がない限り当てはまる。

【００８２】

水素発生触媒および酸素発生触媒の単独の触媒活性が小さい場合、助触媒を用いることも可能である。例えば、Ni, Cr, Rh, Mo, Co, Seの酸化物あるいは化合物などが挙げられる。

20

【００８３】

なお、水素発生触媒、酸素発生触媒の担持方法は、導電体もしくは半導体に直接塗布する方法や、真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法等のPVD法、CVD法等の乾式塗工法、電析法など、材料により適宜その手法を変え作製することが可能である。また水素発生および酸素発生のための触媒活性が十分でない場合、金属やカーボン等の多孔質体や繊維状物質、ナノ粒子等に担持することにより反応表面積を大きくし、水素及び酸素発生速度を向上させることが可能である。

【００８４】

１１．切換部

切換部１０は、光電変換部２が受光することにより生じる起電力を第１外部回路へ出力させる回路と、光電変換部２が受光することにより生じる起電力を第１電解用電極および第２電解用電極に出力し電解液からそれぞれ第１気体および第２気体を発生させる回路とを切り換えることができる。このことにより、光電変換部２が受光することにより生じる起電力を第１外部回路へ電力として供給でき、また、光電変換部２が受光することにより生じる起電力を用いて第１気体および第２気体を製造することができる。

30

切換部１０が第１外部回路と電氣的に接続する方法は、特に限定されないが、例えば、切換部１０が出力端子２２を備え、出力端子２２を介して第１外部回路と電氣的に接続してもよい。

【００８５】

また、切換部１０は、第２外部回路と電氣的に接続することができ、かつ、第２外部回路から入力される起電力を第１電解用電極８および第２電解用電極７に出力し電解液からそれぞれ第１気体および第２気体を発生させる回路に切り換えることができる。このことにより、第２外部回路から入力される起電力を利用して、電解液から第１気体および第２気体を製造することができる。

40

切換部１０が第２外部回路と電氣的に接続する方法は特に限定されないが、例えば、切換部１０が入力端子２３を備え、入力端子２３を介して第２外部回路と電氣的に接続してもよい。

【００８６】

図面を用いて具体的に説明する。例えば、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置２５が図２のような断面を有し、図１３のような電気回路を有する場合、例えば、SW（ス

50

イチ) 1、SW 2 が ON 状態であり、SW 3、SW 4 が OFF 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力することができる。また、SW 1、SW 2、SW 5、SW 6 が OFF 状態であり、SW 3、SW 4 が ON 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 に出力することができる。

また、例えば、SW 3、SW 4 が OFF 状態であり、SW 5、SW 6 が ON 状態である場合、第 2 外部回路から入力される起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力することができる。また、SW 1、SW 2 が OFF 状態であり、SW 3、SW 4、SW 5、SW 6 が ON 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力および第 2 外部回路から入力される起電力の両方を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力することができる。

10

【0087】

例えば、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 25 が図 5、10 のような断面を有し、図 14 のような電気回路を有する場合、または図 17 のような電気回路を有する場合、例えば、SW 1、SW 2 が ON 状態であり、SW 3、SW 4 が OFF 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力することができる。また、SW 1、SW 2、SW 3、SW 5 が OFF 状態であり、SW 4 が ON 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 に出力することができる。

また、例えば、SW 1、SW 2、SW 4 が OFF 状態であり、SW 3、SW 5 が ON 状態である場合、第 2 外部回路から入力される起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力することができる。また、SW 1、SW 2 が OFF 状態であり、SW 3、SW 4、SW 5 が ON 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力および第 2 外部回路から入力される起電力の両方を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力することができる。

20

【0088】

例えば、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 25 が図 6 のような断面を有し、図 15 のような電気回路を有する場合、例えば、SW 1、SW 2 が ON 状態であり、SW 3、SW 4 が OFF 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力することができる。また、SW 1、SW 2、SW 3、SW 5 が OFF 状態であり、SW 4 が ON 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 に出力することができる。

30

また、例えば、SW 1、SW 2、SW 4 が OFF 状態であり、SW 3、SW 5 が ON 状態である場合、第 2 外部回路から入力される起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力することができる。また、SW 1、SW 2 が OFF 状態であり、SW 3、SW 4、SW 5 が ON 状態である場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力および第 2 外部回路から入力される起電力の両方を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力することができる。

【0089】

例えば、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 25 が図 7、8、9 のような断面を有し、図 16 のような電気回路を有する場合、例えば、SW 1、SW 2 が ON 状態であり、SW 3、SW 4 が OFF 状態である場合であって、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力が電解液の電解電圧に達しない場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力することができる。また、SW 1、SW 2、SW 3、SW 4 が OFF 状態である場合であって、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力が電解液の電解電圧に達する場合、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 へ出力することができる。従って、図 12 のような電気回路を有する場合でも、切換部 10 により、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 外部回路へ出力させる回路と、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力させる回路とを切り換えることが

40

50

できる。

また、SW 3、SW 4 が ON 状態であり、SW 1、SW 2 が OFF 状態の場合、第 2 外部回路から入力される起電力、または第 2 外部回路から入力される起電力と光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力の両方を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力することができる。

また、本実施形態の太陽電池一体型気体製造装置 2 5 が図 1 1、1 2 のような断面を有する場合、図 1 6 に示した第 1 電極を、第 2 電解用電極 7 と光電変換部 2 との間に設けた第 2 導電部 2 9 とし、図 1 6 に示した第 2 電極を、第 1 電解用電極 8 と光電変換部 2 との間に設けた第 2 導電部 2 9 とした電気回路を有することができる。

【0090】

10

また、切換部 1 0 は、切換選択部 2 1 が選択した結果を入力することができ、入力した選択結果に基づき回路の切換を行うことができる。このことにより、切換部 1 0 は、切換選択部 2 1 が選択した回路に切り換えることができる。

また、切換部 1 0 は、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力の大きさに基づき回路の切換を行うこともできる。このことにより、第 1 外部回路に出力する電力が光電変換部 2 で生じている場合、第 1 外部回路に光電変換部 2 で生じた起電力を出力することができ、第 1 外部回路に出力する電力が光電変換部 2 で生じていない場合、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に光電変換部 2 で生じた起電力を出力することができる。

さらに切換部 1 0 は、第 2 外部回路の起電力の大きさに基づき回路の切換を行うこともできる。このことにより、第 2 外部回路が供給する電力が電気需要より大きくなっている場合、第 2 外部回路が供給する電力を利用して第 1 気体および第 2 気体を製造することができる。

20

【0091】

1 2 . 切換選択部

切換選択部 2 1 は、切換部 1 0 が切り換える回路を選択し、選択した結果を切換部 1 0 に出力することができる。このことにより、状況に合わせて切換部 1 0 の回路を切換させるための信号を出力することができる。

また、切換選択部 2 1 は、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 に照射される日射量の予測、降水確率、日時、気温および電力需要予測のうち少なくとも 1 つに基づき切換部 1 0 が切り換える回路を選択することができる。また、切換選択部 2 1 は、光電変換部 2 が受光することにより生じる起電力の大きさ、または第 2 外部回路の起電力の大きさに基づき切換部 1 0 が切り換える回路を選択することができる。このことにより、その時の状況に最も適するように切換部 1 0 が切り換える回路を選択することができる。

30

【0092】

例えば、降水確率が高く、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 に照射される日射量が少ないと予測される場合、光電変換部 2 で生じる起電力を電力として第 1 外部回路に供給したとしても、電力需要を満たす十分な電力を供給することができない。この場合、切換選択部 2 1 が光電変換部 2 で生じる起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力する回路を選択することにより、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 が電解液を分解し、水素などを製造することができる。このことにより、水素が十分に貯まった状態でこの水素を燃料として燃料電池で発電することにより、電力需要を十分に満たす電力を第 1 外部回路に供給することができる。

40

【0093】

例えば、気温が低い、湯の使用量が多いなどの理由により、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 を設置した施設の熱需要が多い場合、切換選択部 2 1 が光電変換部 2 で生じる起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力する回路を選択することができる。このことにより、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 が電解液を分解し、水素などを製造することができ、水素などを燃料とする熱源を用いて前記施設などで熱を利用することができる。

【0094】

50

例えば、太陽電池一体型気体製造装置 25 を設置した施設の電力需要が、少ない場合、切換選択部 21 が光電変換部 2 で生じる起電力を第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 に出力する回路を選択することができる。このことにより、太陽電池一体型気体製造装置 25 が電解液を分解し、水素などを製造することができ、水素などとしてエネルギーを貯蔵することができる。

以上のような切換選択部 21 が回路を選択するための判断要素は、複数であってもよく、複数の場合、複数の判断要素を総合勘案して切換選択部 21 は切り換える回路を判断することができる。

【0095】

切換選択部 21 は、例えば、家庭のスマートメータが発信する信号、電力会社が発信する信号、インターネットなどの情報網を通じて提供される信号を受信し、その信号に基づき切換部 10 が切り換える回路を選択することができる。

また、切換選択部 21 が受信する信号は、有線または無線により受信することができる。

【0096】

13. 電解液室

電解液室 15 は、第 1 電解用電極 8 または第 2 電解用電極 7 が浸漬する電解液を貯留可能に設けられる。このことにより、第 1 電解用電極 8 または第 2 電解用電極 7 を電解液に浸漬することができ、第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 の表面で電解液の電気分解反応を進行させることができる。電解液室 15 は、例えば、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 と背面基板 14 との間に形成される空間とすることができる。

また、電解液室 15 は、第 1 電解用電極 8 から発生させた第 1 気体および第 2 電解用電極 7 から発生させた第 2 気体を回収するための流路とすることができる。

【0097】

14. 背面基板

背面基板 14 は、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 の上に透光性基板 1 と対向するように設けることができる。また、背面基板 14 は、第 1 電解用電極 8 または第 2 電解用電極 7 と背面基板 14 との間に空間が設けられるように設けることができる。この空間を電解液室 15 とすることができる。

また、背面基板 14 は、光電変換部 2、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 を収容でき、電解液室 15 を形成することができる外箱の一部であってもよい。

【0098】

また、背面基板 14 は、電解液を貯留し、生成した第 1 気体および第 2 気体を閉じ込めるための電解液室 15 を構成することができるため、機密性が高い物質が求められる。背面基板 14 は、透明なものであっても不透明なものであっても特に限定されるものではない。背面基板 14 としては、例えば石英ガラス、パイレックス（登録商標）、合成石英板等の透明なリジッド材、あるいは透明樹脂板、透明樹脂フィルムなどを挙げることができる。中でも、ガスの透過性がなく、化学的物理的に安定な物質である点でガラス材を用いることが好ましい。

【0099】

背面基板 14 に外箱を用いる場合、外箱は、例えばステンレス鋼等の鋼材または、ジルコニア、アルミナ等のセラミック、フェノール樹脂、メラミン樹脂（MF）、ガラス繊維強化ポリアミド樹脂等の合成樹脂からなることが好ましい。

【0100】

15. 隔壁

隔壁 13 は、第 1 電解用電極 8 と背面基板 14 との間の電解液室 15 および第 2 電解用電極 7 と背面基板 14 との間の電解液室 15 とを仕切るように設けることができる。このことにより、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 で発生させた第 1 気体および第 2 気体が混合することを防止することができ、第 1 気体および第 2 気体を分離して回収することができる。

また、隔壁 13 は、イオン交換体を含んでもよい。このことにより、第 1 電解用電極 8 と背面基板 14 との間の電解液室 15 の電解液と第 2 電解用電極 7 と背面基板 14 との間の電解液室 15 の電解液でアンバランスとなったイオン濃度を一定に保つことができる。つまり、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 における電気分解反応により生じたイオン濃度の不均衡が、イオンが隔壁 9 を介してイオンの移動が起こることにより解消することができる。なお、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 において H_2O の電気分解反応により水素と酸素を発生させる場合、隔壁 13 がイオン交換体を含むことにより、プロトン濃度の不均衡を解消することができる。

【0101】

電解液を電気分解し、水素および酸素を発生させる場合、電解液からの水素発生量および酸素発生量の割合は、2 : 1 のモル比であり、第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 により、気体発生量が異なる。このため、装置内の含水量を一定量にする目的から、隔壁 13 は水を透過する材料であることが好ましい。

10

隔壁 13 は、例えば、多孔質ガラス、多孔質ジルコニア、多孔質アルミナ等の無機膜あるいはイオン交換体を用いることが可能である。イオン交換体としては、当該分野で公知のイオン交換体をいずれも使用でき、プロトン伝導性膜、カチオン交換膜、アニオン交換膜等を使用できる。

【0102】

プロトン伝導性膜の材質としては、プロトン伝導性を有しかつ電氣的絶縁性を有する材質であれば特に限定されず、高分子膜、無機膜又はコンポジット膜を用いることができる。

20

【0103】

高分子膜としては、例えば、パーフルオロスルホン酸系電解質膜である、デュポン社製のナフィオン（登録商標）、旭化成社製のアシブレックス（登録商標）、旭硝子社製のフレミオン（登録商標）等の膜や、ポリスチレンスルホン酸、スルホン化ポリエーテルエーテルケトン等の炭化水素系電解質膜等が挙げられる。

【0104】

無機膜としては、例えば、リン酸ガラス、硫酸水素セシウム、ポリタングストリン酸、ポリリン酸アンモニウム等からなる膜が挙げられる。コンポジット膜としては、スルホン化ポリイミド系ポリマー、タングステン酸等の無機物とポリイミド等の有機物とのコンポジット等からなる膜が挙げられ、具体的にはゴア社製のゴアセレクト膜（登録商標）や細孔フィリング電解質膜等が挙げられる。さらに、高温環境下（例えば、100 以上）で使用する場合には、スルホン化ポリイミド、2 - アクリルアミド - 2 - メチルプロパンスルホン酸（AMPSS）、スルホン化ポリベンゾイミダゾール、ホスホン化ポリベンゾイミダゾール、硫酸水素セシウム、ポリリン酸アンモニウム等が挙げられる。

30

【0105】

カチオン交換膜としては、カチオンを移動させることができる固体高分子電解質であればよい。具体的には、パーフルオロカーボンスルホン酸膜や、パーフルオロカーボンカルボン酸膜等のフッ素系イオン交換膜、リン酸を含浸させたポリベンゾイミダゾール膜、ポリスチレンスルホン酸膜、スルホン酸化スチレン・ビニルベンゼン共重合体膜等が挙げられる。

40

【0106】

支持電解質溶液のアニオン輸率が高い場合には、アニオン交換膜の使用が好ましい。アニオン交換膜としては、アニオンの移動可能な固体高分子電解質を使用できる。具体的には、ポリオルトフェニレンジアミン膜、アンモニウム塩誘導体基を有するフッ素系イオン交換膜、アンモニウム塩誘導体基を有するビニルベンゼンポリマー膜、クロロメチルスチレン・ビニルベンゼン共重合体をアミノ化した膜等が挙げられる。

水素発生、酸素発生がそれぞれ水素発生触媒、酸素発生触媒にて選択的に行われ、これに伴うイオンの移動が起こる場合、必ずしもイオン交換のための特殊な膜等の部材を配置する必要はない。ガスを物理的に隔離することのみの目的であれば、後述のシール剤に記

50

載の紫外線硬化性樹脂あるいは熱硬化性樹脂を用いることが可能である。

【 0 1 0 7 】

1 6 . シール材

シール材 1 6 は、透光性基板 1 と背面基板 1 4 を接着し、電解液室 1 5 を構成するための材料である。また、背面基板 1 4 に箱状のものをを用いた場合、シール材 1 6 は、箱状のものと透光性基板 1 とを接着するための材料である。シール材 1 6 は、例えば、紫外線硬化性接着剤、熱硬化性接着剤等が好適に使用されるが、その種類は限定されるものではない。紫外線硬化性の接着剤としては、200 ~ 400 nm の波長を持つ光を照射することにより重合が起こり光照射後数秒で硬化反応が起こる樹脂であり、ラジカル重合型とカチオン重合型に分けられ、ラジカル重合型樹脂としてはアクリルレート、不飽和ポリエステル、カチオン重合型としては、エポキシ、オキセタン、ビニルエーテル等が挙げられる。また熱硬化性の高分子接着剤としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂、熱硬化性ポリイミド等の有機樹脂が挙げられる。熱硬化性の高分子接着剤は、熱圧着時に圧力を掛けた状態で加熱重合し、その後、加圧したまま、室温まで冷却することにより、各部材を良好に接合させるため、締め付け部材等を要しない。また、有機樹脂に加えて、ガラス基板に対して密着性の高いハイブリッド材料を用いることが可能である。ハイブリッド材料を用いることによって、弾性率や硬度等の力学的特性が向上し、耐熱性や耐薬品性が飛躍的に向上する。ハイブリッド材料は、無機コロイド粒子と有機バインダ樹脂とから構成される。例えば、シリカなどの無機コロイド粒子と、エポキシ樹脂、ポリウレタンアクリレート樹脂やポリエステルアクリレート樹脂などの有機バインダ樹脂と

10

20

【 0 1 0 8 】

ここではシール材 1 6 と記しているが、基板 1 と背面基板 1 4 などを接着させる機能を有するものであれば限定されず、樹脂製あるいは金属製のガスケットを用い外部からネジ等の部材を用いて物理的に圧力を加え機密性を高める方法等を適宜用いることも可能である。

【 0 1 0 9 】

1 7 . 給水口、第 1 気体排出口および第 2 気体排出口

給水口 1 8 は、例えば、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 に含まれるシール材 1 6 の一部に開口を作ることにより設けることができる。給水口 1 8 は、電解液室 1 5 に電解液を供給するために設置され、その配置箇所および形状は、電解液が効率よく太陽電池一体型気体製造装置 2 5 へ供給されさえすれば、特に限定されるものではないが、流動性および供給の容易性の観点から、傾斜して設置した太陽電池一体型気体製造装置 2 5 の下部に設けることが好ましい。

30

【 0 1 1 0 】

また、第 1 気体排出口 2 0 および第 2 気体排出口 1 9 は、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 を傾斜させて設置したとき、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 の上側の部分のシール材 1 6 に開口を作ることにより設けることができる。また、第 1 気体排出口 2 0 と第 2 気体排出口 1 9 は、それぞれ隔壁 1 3 を挟んで第 1 電解用電極側と第 2 電解用電極側に設けることができる。

40

【 0 1 1 1 】

このように給水口 1 8、第 1 気体排出口 2 0 および第 2 気体排出口 1 9 を設けることにより、例えば、図 4 の断面図のように太陽電池一体型気体製造装置 2 5 を光電変換部 2 の受光面が上向きの状態で水平面に対し傾斜し、給水口 1 8 が下側になり第 1 気体排出口 2 0 および第 2 気体排出口 1 9 が上側になるように設置することができる。このように設置することにより、給水口 1 8 から電解液を太陽電池一体型気体製造装置 2 5 内に導入し、電解液室 1 5 を電解液 2 7 で満たすことができる。この状態で、太陽電池一体型気体製造装置 2 5 に光を入射させ、切換部 1 0 で光電変換部 2 の起電力を第 1 電解用電極 8 と第 2 電解用電極 7 に出力させることにより、第 1 電解用電極 8 および第 2 電解用電極 7 でそれぞれ、連続して第 1 気体および第 2 気体を発生させることができる。この発生した第 1 気体

50

および第 2 気体は、隔壁 13 により分離することができ、第 1 気体及び第 2 気体は太陽電池一体型気体製造装置 25 の上部へ上昇し、第 1 気体排出口 20 および第 2 気体排出口 19 から回収することができる。

【0112】

18. 電解液

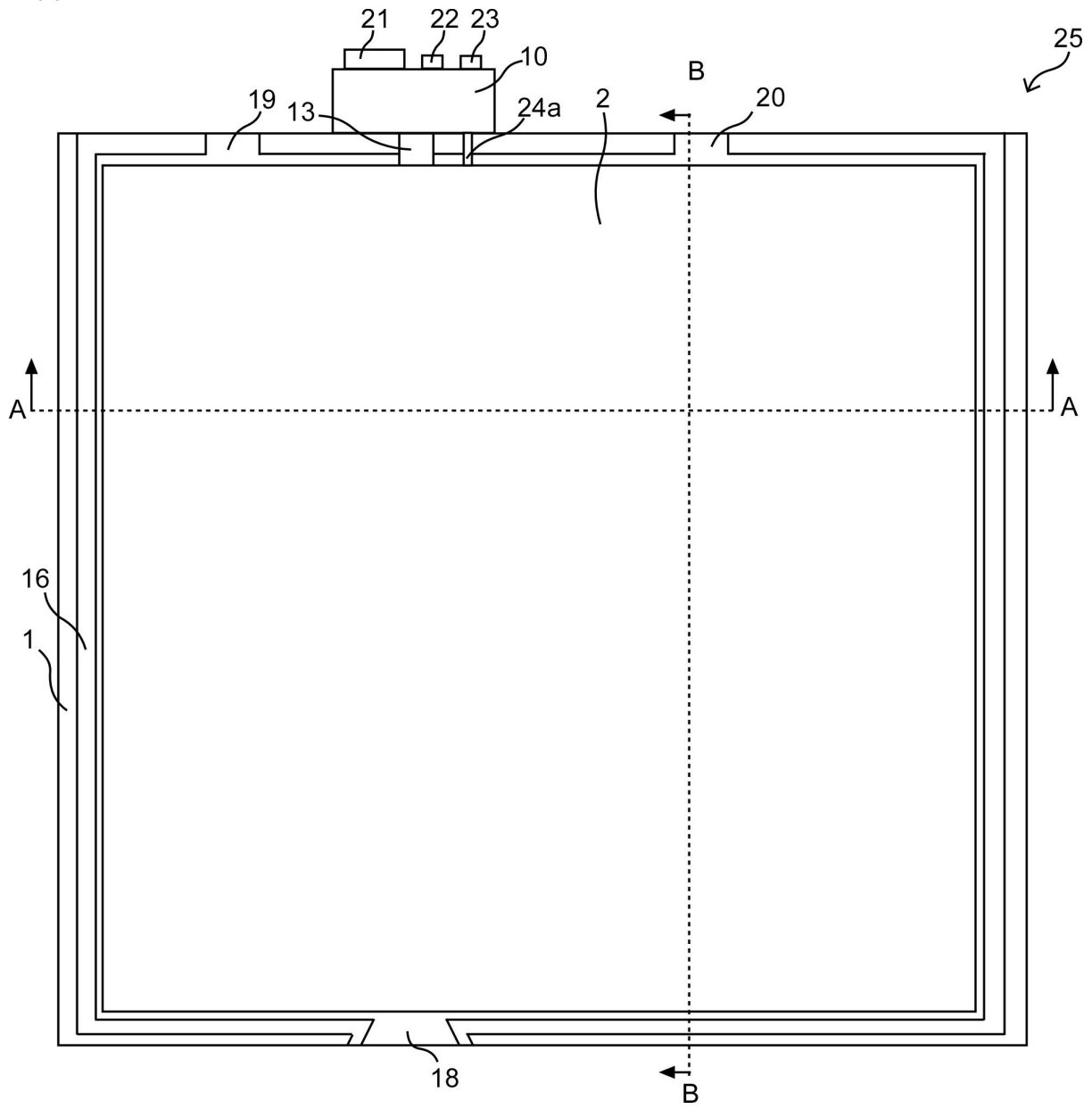
電解液は、電解質を含む水溶液であり、例えば、0.1 M の H_2SO_4 を含む電解液、0.1 M リン酸カリウム緩衝液などであるが、気体発生反応のためのイオン移動が起これば電解質の種類は問われず、電解質濃度は限定されない。

【符号の説明】

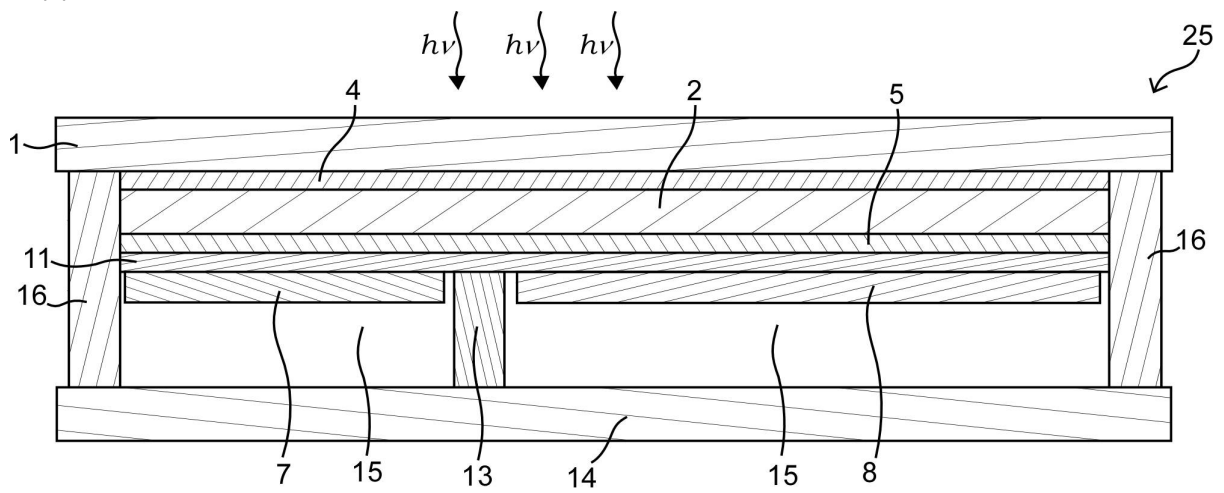
【0113】

1 : 透光性基板 2 : 光電変換部 4 : 第 1 電極 5 : 第 2 電極 7 : 第 2 電解用電極 8 : 第 1 電解用電極 9 : 第 1 導電部 10 : 切換部 11 : 絶縁部 13 : 隔壁 14 : 背面基板 15 : 電解液室 16 : シール材 18 : 給水口 19 : 第 2 気体排出口 20 : 第 1 気体排出口 21 : 切換選択部 22 : 出力端子 23 : 入力端子 24 a、24 b、24 c : 配線 25 : 太陽電池一体型気体製造装置 27 : 電解液 28 : 光電変換層 29 : 第 2 導電部 30 : 透光性電極 31 : 裏面電極 33 : 第 3 導電部 35 : 半導体部 36 : p 型半導体部 37 : n 型半導体部 40 : アイソレーション

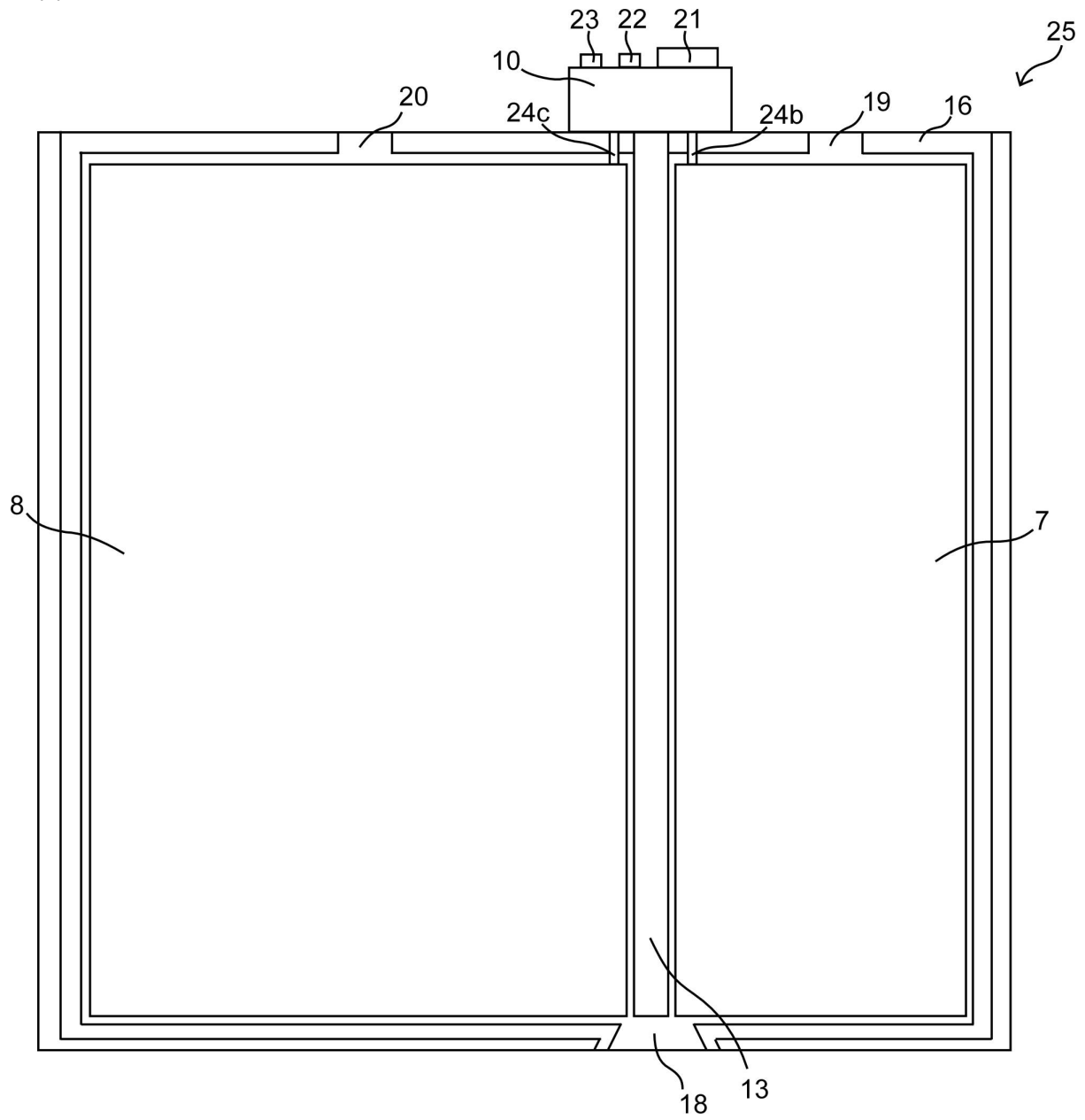
【図 1】



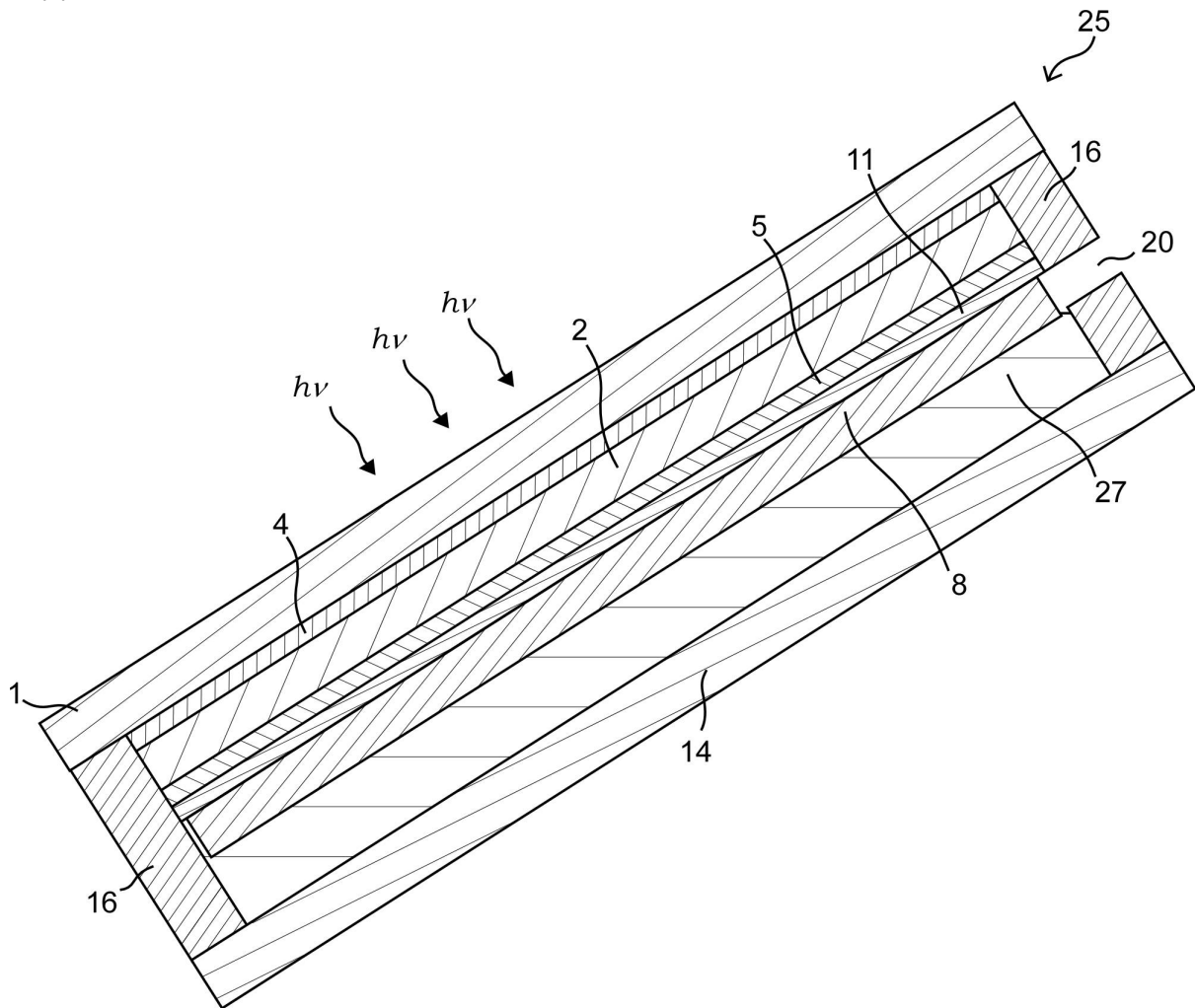
【図 2】



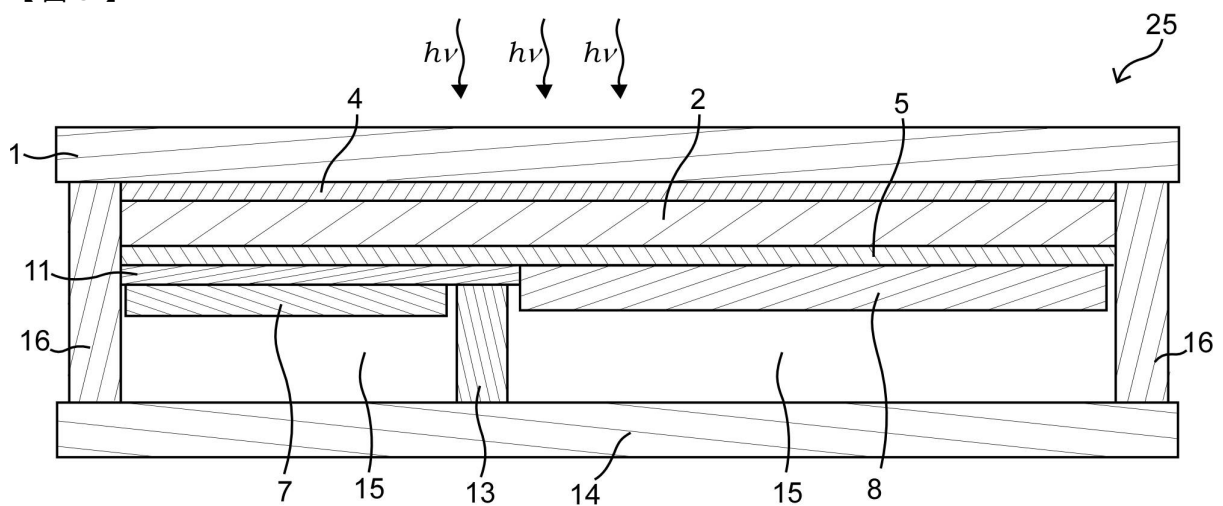
【図 3】



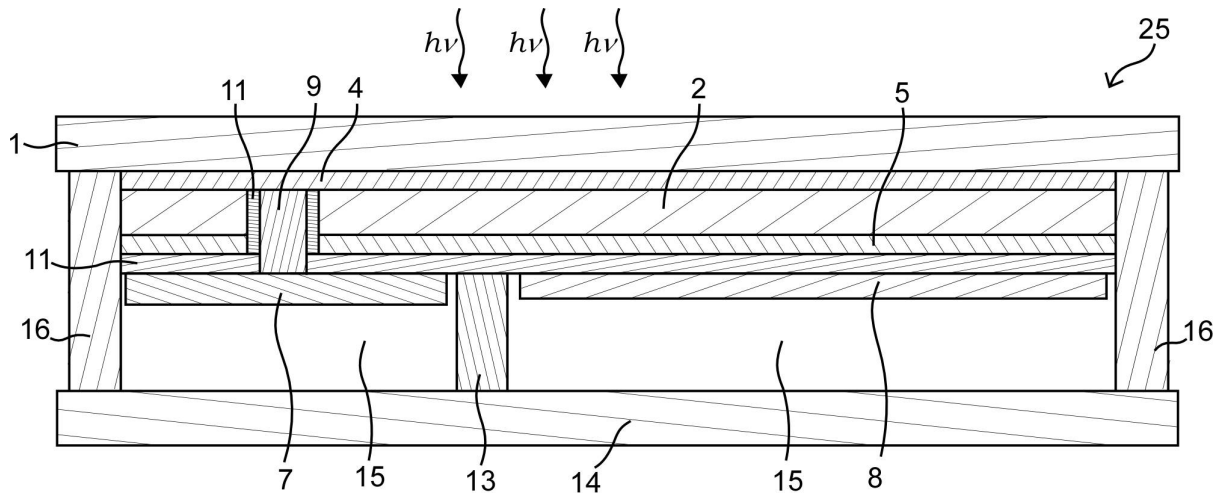
【図4】



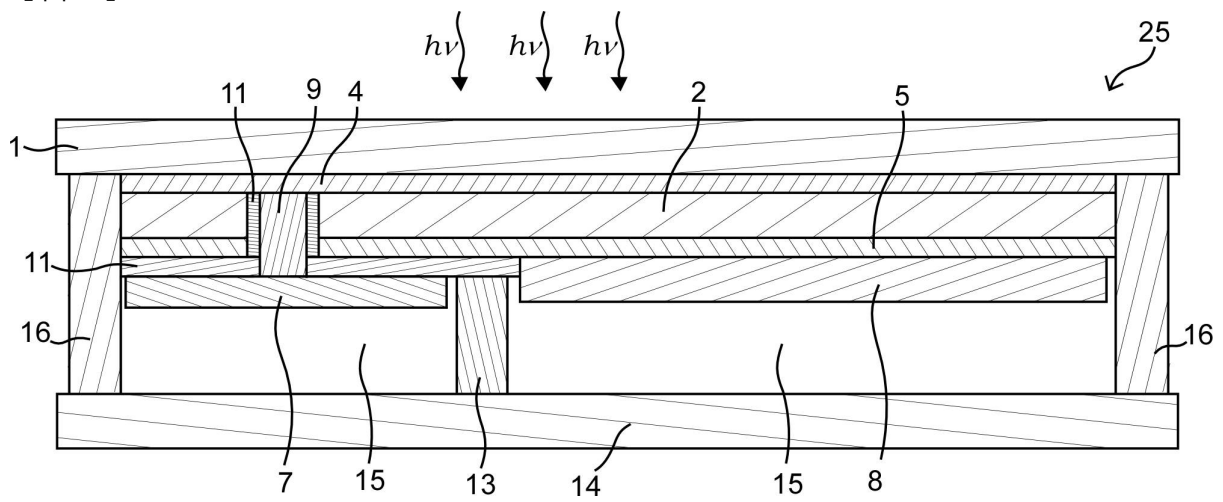
【図5】



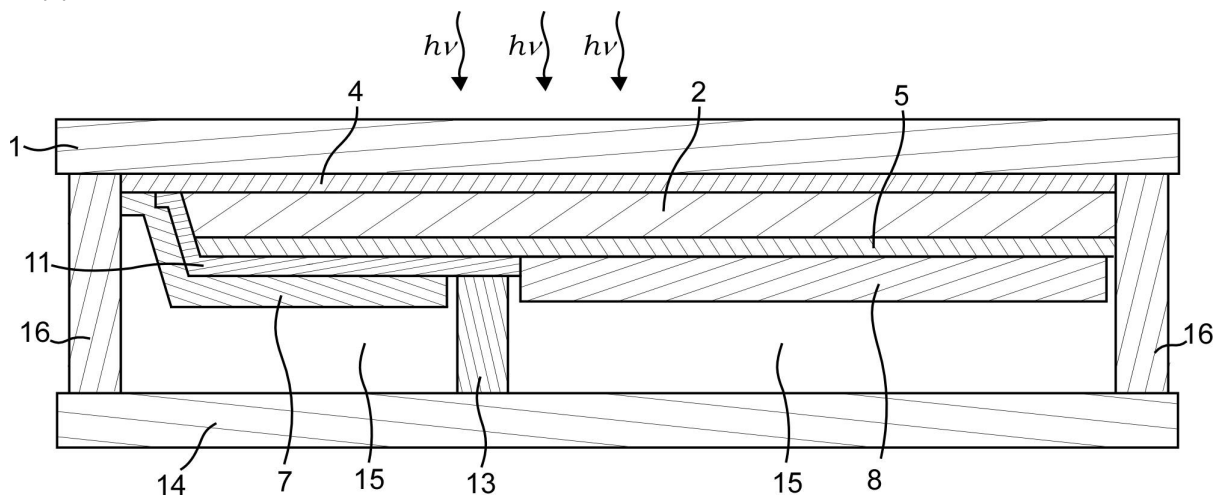
【図 6】



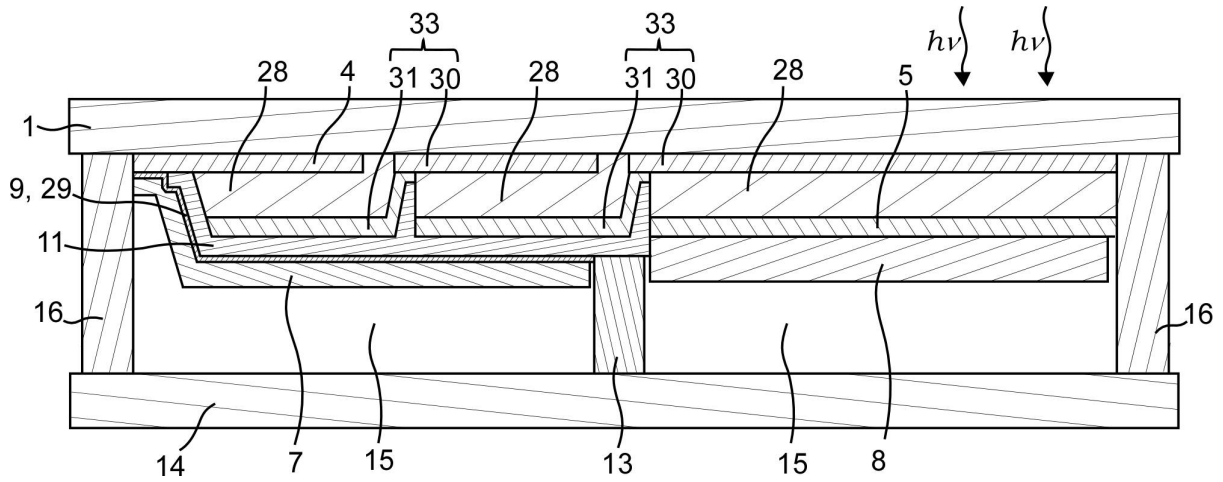
【図 7】



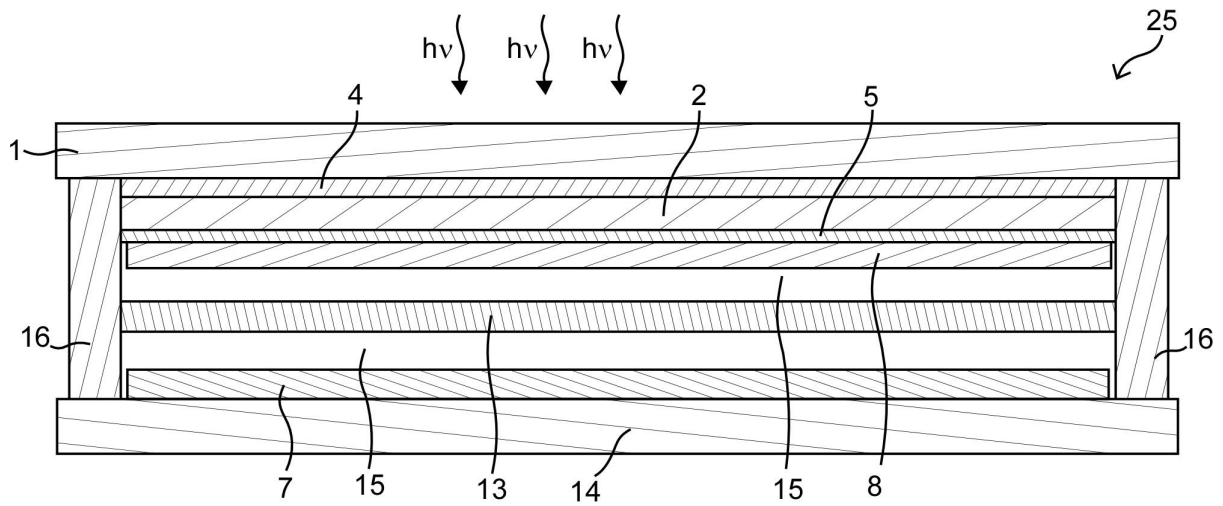
【図 8】



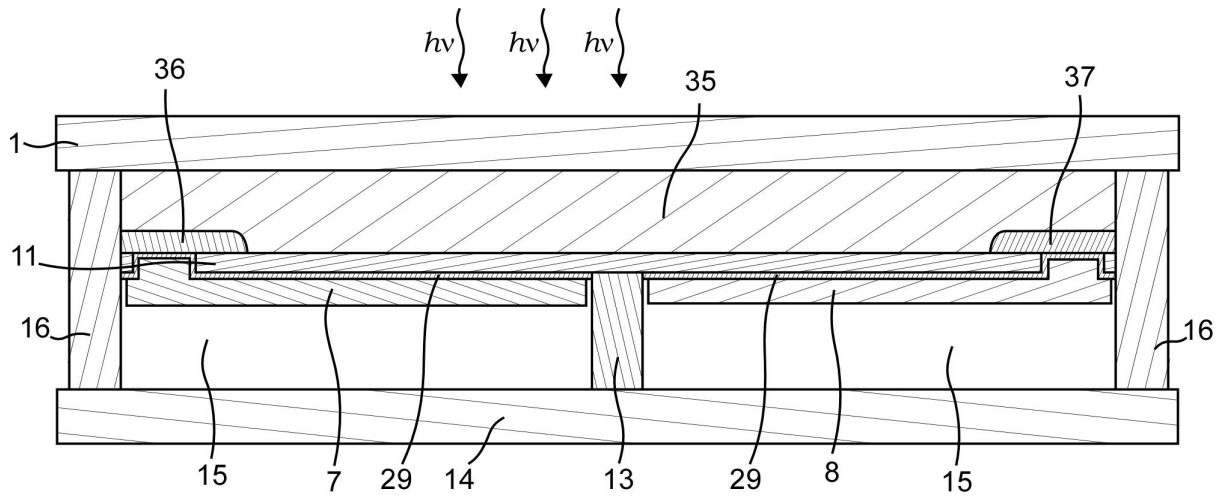
【図 9】



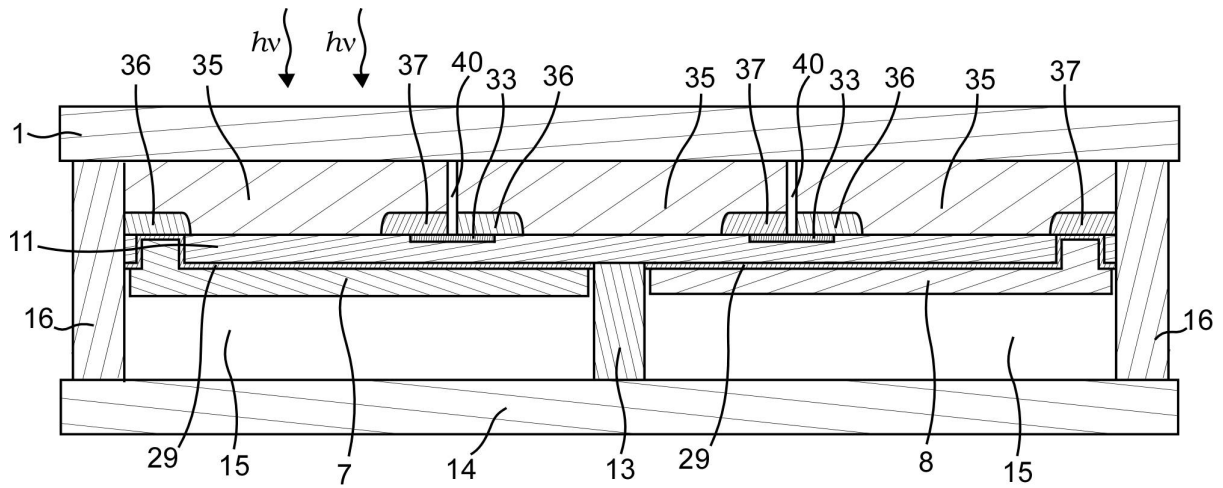
【図 10】



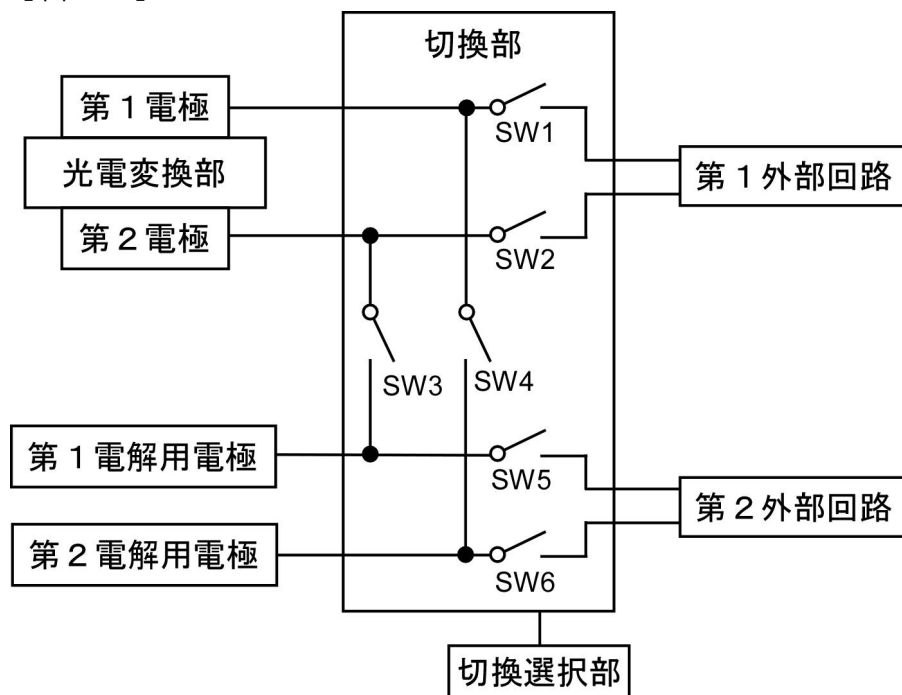
【図 11】



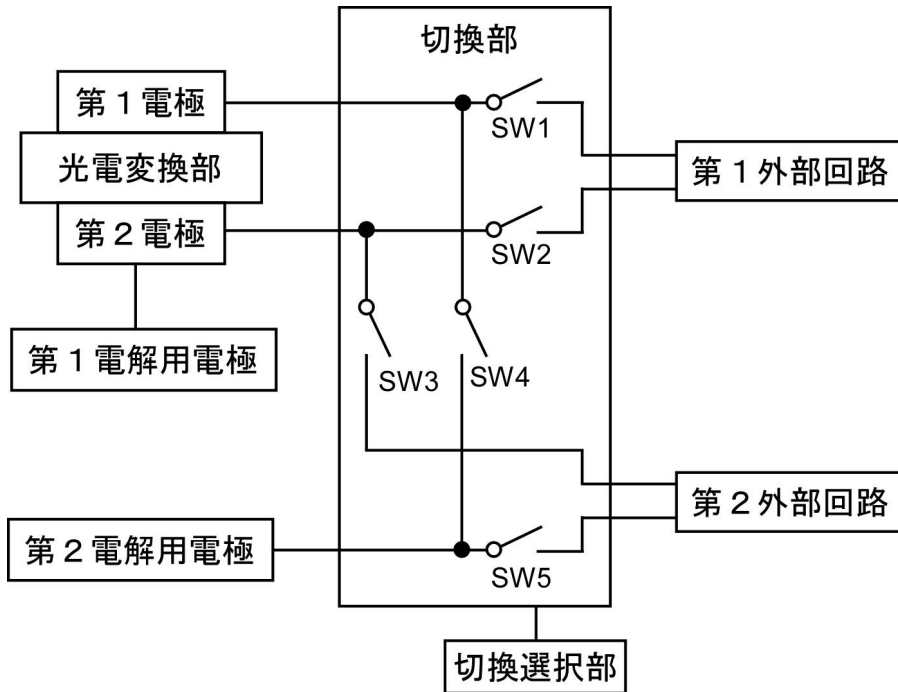
【図 1 2】



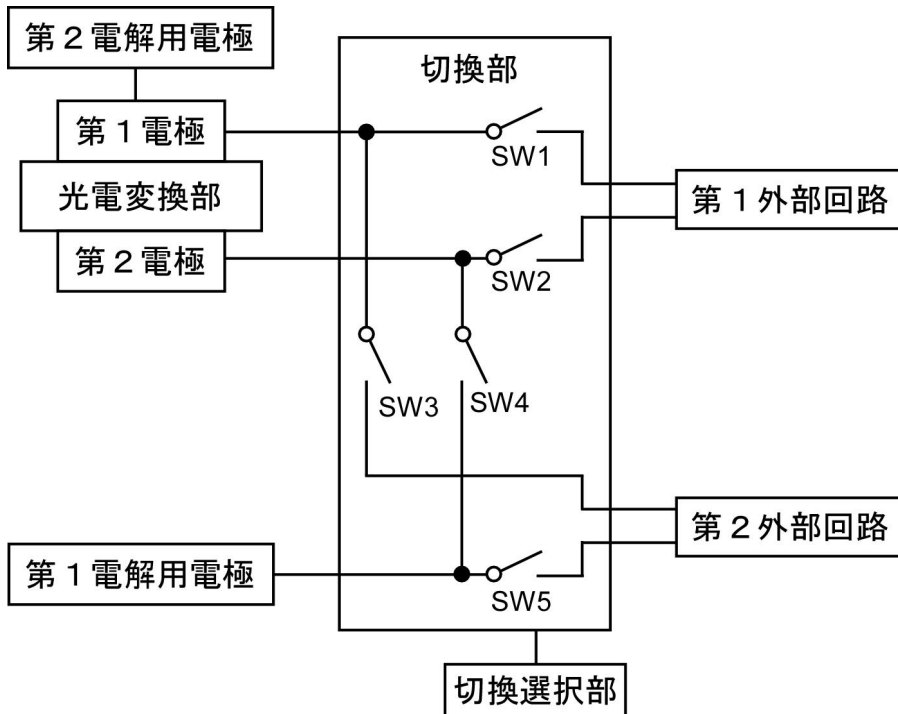
【図 1 3】



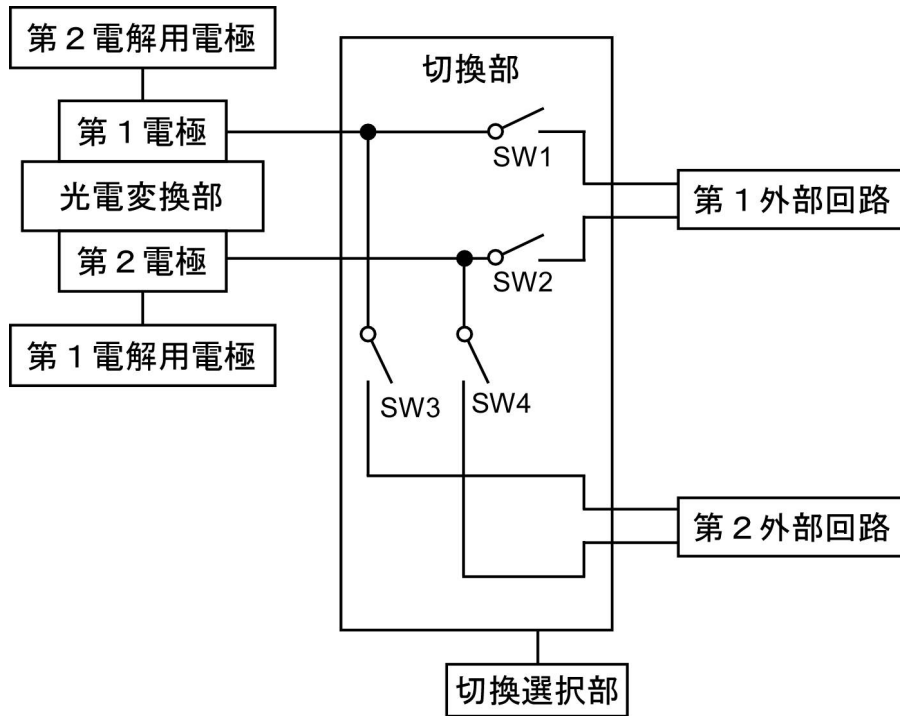
【図 1 4】



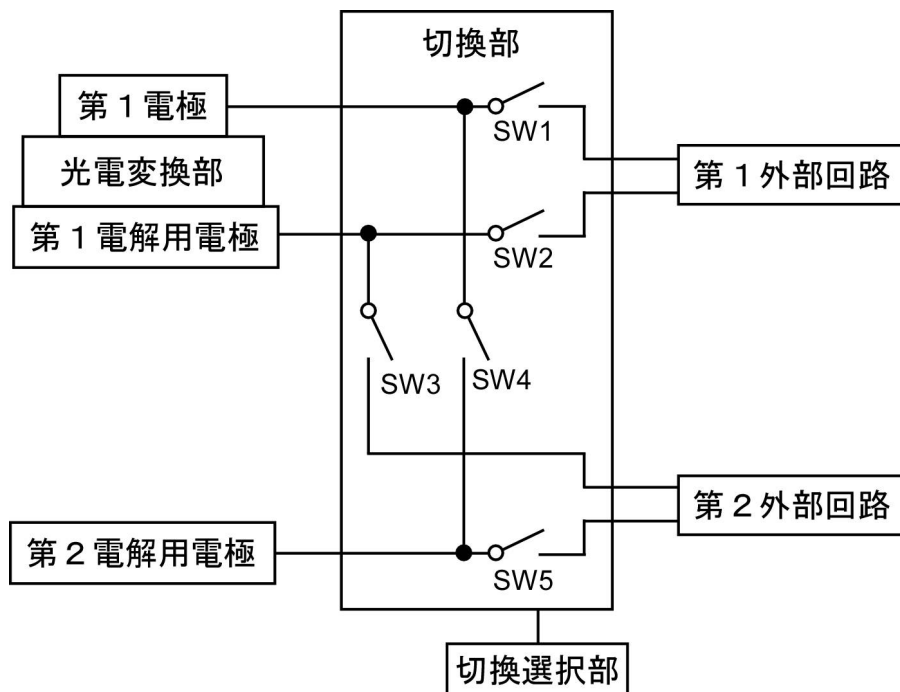
【図 1 5】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/06 (2006.01) H 0 1 M 8/06 R

(72)発明者 吉田 章人
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
(72)発明者 加賀 正樹
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
(72)発明者 佐多 俊輔
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

審査官 川崎 良平

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 9 7 1 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 9 4 5 7 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 9 2 2 7 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 6 8 1 0 1 (J P , A)
特表 2 0 0 7 - 5 2 4 7 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 8 8 9 5 5 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 1 0 5 9 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C 0 1 B 3 / 0 4
C 2 5 B 9 / 0 0