

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-510183

(P2012-510183A)

(43) 公表日 平成24年4月26日(2012.4.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO 1 L 31/04 (2006.01)</b>	HO 1 L 31/04 Y	5 F 1 5 1
	HO 1 L 31/04 E	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-538700 (P2011-538700)	(71) 出願人	509223874
(86) (22) 出願日	平成21年11月25日 (2009.11.25)		マイクロリンク デバイセス, インク.
(85) 翻訳文提出日	平成23年7月22日 (2011.7.22)		MICROLINK DEVICES,
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/065982		INC.
(87) 国際公開番号	W02010/062991		アメリカ合衆国 イリノイ州 60714
(87) 国際公開日	平成22年6月3日 (2010.6.3)		ナイルズ ウェスト ハワード ストリート 6457
(31) 優先権主張番号	61/118,296		6457 W. Howard Street,
(32) 優先日	平成20年11月26日 (2008.11.26)		Niles, IL 60714 (US)
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(74) 代理人 100136630  
弁理士 水野 祐啓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エミッタ層に接触する裏面バイアを備えた太陽電池

## (57) 【要約】

太陽電池装置の直列抵抗を増大させることなく影損失を減少させる太陽電池装置が提供される。この太陽電池装置では、太陽電池エミッタ層への電気接点をこの太陽電池装置の裏面から形成できる。この構造を用いることで、エミッタ接点の影損失を有意に減少する一方で、装置の直列抵抗を減少させる。

【選択図】なし

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光起電性装置であって、  
少なくとも1つの接合領域と、

前記接合領域に形成されると共に、前記装置の底面から前記接合領域の内部に軸方向に延伸したバイアホールであって、前記接合領域を完全に貫通して延伸することなく前記接合領域内で終了するバイアホールと、

前記バイアホールの内表面の少なくとも一部に形成された絶縁層と、

前記絶縁層に形成されると共に前記接合領域に接触した導電層とを含む、光起電性装置

。

10

**【請求項 2】**

前記接合領域がエミッタ領域及びベース領域を含み、前記バイアホールが前記エミッタ領域で終了する、請求項1に記載の光起電性装置。

**【請求項 3】**

前記エミッタ領域が複数層を含む、請求項2に記載の光起電性装置。

**【請求項 4】**

前記エミッタ領域が、エミッタ接点層と、窓層と、エミッタ層とを含み、前記バイアホールが前記エミッタ接点層において或いはその内部で終了する、請求項3に記載の光起電性装置。

**【請求項 5】**

前記接合領域内で終了する複数のバイアホールをさらに含む、請求項1に記載の光起電性装置。

20

**【請求項 6】**

前記複数のバイアホールがグリッドパターンで設けられている、請求項5に記載の光起電性装置。

**【請求項 7】**

複数の接合領域をさらに含み、前記複数の接合領域のそれぞれがエミッタ領域とベース領域とを含み、前記バイアホールが前記複数の接合領域の何れかの前記エミッタ領域または前記ベース領域内で終了する、請求項1に記載の光起電性装置。

**【請求項 8】**

前記複数の接合領域の何れかの前記エミッタ領域が、エミッタ接点層と、窓層と、エミッタ層とを含み、前記バイアホールが前記エミッタ接点層において或いはその内部で終了する、請求項7に記載の光起電性装置。

30

**【請求項 9】**

複数のバイアホールをさらに含み、前記バイアホールのそれぞれが前記複数の接合領域の何れかの前記エミッタ領域または前記ベース領域で終了する、請求項7に記載の光起電性装置。

**【請求項 10】**

前記複数のバイアホールのそれぞれが、前記複数の接合領域の何れかの前記エミッタ領域で終了する、請求項9に記載の光起電性装置。

40

**【請求項 11】**

前記複数の接合領域のそれぞれの前記エミッタ領域がエミッタ接点層を含み、前記複数のバイアホールが、前記複数の接合領域の前記エミッタ接点層において或いはその内部で終了する、請求項10に記載の光起電性装置。

**【請求項 12】**

前記光起電性装置が太陽電池装置である、請求項1に記載の光起電性装置。

**【請求項 13】**

前記バイアホールが前記装置の裏面に形成されている、請求項1に記載の光起電性装置

。

**【請求項 14】**

50

エミッタ接点パッドと、前記エミッタ接点パッドから延伸する複数のエミッタ接点バーと、ベース接点パッドと、前記ベース接点パッドから延伸する複数のベース接点バーとをさらに含む、請求項1に記載の光起電性装置。

【請求項15】

太陽電池装置であって、

エミッタ領域及びベース領域を備えた第1接合領域と、

エミッタ領域及びベース領域を備えた第2接合領域と、

前記第2接合領域の前記ベース領域から前記第1接合領域の前記エミッタ領域内まで軸方向に延伸し、且つ前記第1接合領域の前記エミッタ領域において或いはその内部で終了する第1バイアホールと、

10

前記第1バイアホールの内表面の少なくとも一部に形成された第1絶縁層と、

前記第1バイアホールの前記内表面における前記第1絶縁層の少なくとも一部に形成された第1導電層であって、その少なくとも一部が、第1接合領域の前記エミッタ領域と直接的に電気接続している第1導電層と、

前記第2接合領域の前記ベース領域から前記第2接合領域の前記エミッタ領域内まで軸方向に延伸し、且つ前記第2接合領域の前記エミッタ領域において或いはその内部で終了する第2バイアホールと、

前記第2バイアホールの内表面の少なくとも一部に形成された第2絶縁層と、

前記第2バイアホールの前記第2絶縁層の少なくとも一部に形成された第2導電層であって、その少なくとも一部が、前記第2接合領域の前記エミッタ領域と直接的に電気接続している第2導電層と、を含む太陽電池装置。

20

【請求項16】

エミッタ領域及びベース領域を備えた第3接合領域と、

前記第2接合領域の前記ベース領域から前記第3接合領域の前記エミッタ領域内まで軸方向に延伸し、且つ前記第3接合領域の前記エミッタ領域において或いはその内部で終了する第3バイアホールと、

前記第3バイアホールの内表面の少なくとも一部に形成された第3絶縁層と、

前記第3バイアホールの前記内表面における前記第3絶縁層の少なくとも一部に形成された第3導電層であって、その少なくとも一部が、前記第3接合領域の前記エミッタ領域と直接的に電気接続している前記第3導電層とをさらに含む、請求項15に記載の太陽電池装置

30

【請求項17】

光起電性装置を形成するための方法であって、

エミッタ領域及びベース領域を備えた接合領域を形成する段階と、

前記装置の裏面から前記接合領域内まで軸方向に延伸するバイアホールであって、前記接合領域の前記エミッタ領域を完全に貫通して装置上側まで延伸することなく、前記接合領域の前記エミッタ領域において或いはその内部で終了するバイアホールを形成する段階と、

前記バイアホールの内表面の少なくとも一部に絶縁層を形成する段階と、

前記絶縁層の少なくとも一部に導電層を形成する段階とを含み、前記導電層が、前記接合領域の前記エミッタ領域と直接的に電気接続して配置される、方法。

40

【請求項18】

複数の接合領域を形成する段階であって、前記接合領域のそれぞれがエミッタ領域及びベース領域を含む、形成する段階と、

前記複数の接合領域の前記エミッタ領域において或いはその内部で終了する複数のバイアホールを形成する段階とをさらに含む、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記複数のバイアホールは前記装置の裏面に設けられた裏面接点層に接触する、請求項18に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

## 関連出願

本願は、2008年11月26日付けで提出された米国仮特許出願第61/118,296号の利益及び優先権を主張し、その開示全体はここに引用して援用する。

## 【0002】

## 背景技術

本願は、太陽電池装置などの光起電性装置に関する。より詳細には、本願は、エミッタ層などの埋込半導体層との裏面接点を備えた光起電性装置に関する。

## 【背景技術】

10

## 【0003】

光起電性装置は光エネルギーを電気に変換する。「太陽電池装置」という用語はしばしば、太陽光からエネルギーを捕捉する装置を指すために用いられるが、「太陽電池装置」及び「光起電性装置」という用語は、本願においては光源が何であっても交換可能に使用される。

## 【0004】

図1は、従来の多接合太陽電池装置100の断面図である。多接合太陽電池装置100は、第1pn接合領域110、第2pn接合領域120、及び第3pn接合領域130などの多数の接合領域を含むことができ、これらは直列に接続されている。各pn接合領域は、エミッタ層及びベース層(図示しない)を含む多数層を含むことができる。

20

## 【0005】

多接合太陽電池装置100は、該装置の(照射される)正面すなわち上面から光を受け取ることができる。多接合太陽電池装置100は、該装置の正面すなわち上面にエミッタ「グリッド」接点140を含むことができ、これらは第1接合領域110のエミッタ層に接触できる。多接合太陽電池装置100は、該装置100の(照射されない)裏面すなわち底面にベース接点150を備えることができ、第3接合領域130のベース層に接触できる。

## 【0006】

装置100との電気接続は、エミッタ「グリッド」接点140及びベース接点150を介して行うことができる。ベース接点150は装置100の裏面全体を覆うことができる一方、エミッタ「グリッド」接点140は、装置100の上面すなわち正面から電流を集めるフィンガーまたはバスのアレーからなることができる。第1接合領域110のエミッタ層の曝露された上面に反射防止コーティング160を設けて反射による損失を最小限に抑制できる。

30

## 【0007】

従来の多接合太陽電池装置100では、上部グリッド接点140の影となる領域は、その影となる領域で光が吸収されないため装置の効率で有意な損失の原因となりうる。上部グリッド接点140の金属フィンガーは、装置100の上面の少なくとも5%を覆うことがあり、これは大きな値である。影の領域を最小限にするための従来の方法は、影の領域とそれに関わる抵抗損失との性能の兼ね合いにより非常に限定されている。すなわち、太陽電池装置100の表面を覆うグリッド金属の面積を減らせば影損失を減少可能かもしれないが、それは装置100の直列抵抗を増加させてしまう。特に光学集中装置(optical concentrator)などの大電流用途では、この直列抵抗が装置の全体的な効率を制限する大きな要因となる。

40

## 【0008】

従って、太陽電池装置の直列抵抗を不要に増大させることなく影損失を減少させる新たな太陽電池装置の構造が必要である。

## 【発明の概要】

## 【0009】

本願の一実施形態は、太陽電池装置の直列抵抗を増大させることなく影損失を減少させる太陽電池装置の構造を提供できる。前記太陽電池装置では、エミッタ層などの埋込太陽電池層への電気接点を前記太陽電池装置の裏面から形成できる。前記太陽電池装置の前記裏面は、本願の詳細の説明においては前記太陽電池装置の照射されない側を指す。この構

50

造を用いることで、本願のこの実施形態は、エミッタ接点の影損失を有意に減少する一方で、装置の直列抵抗を減少させうる。

#### 【0010】

一実施形態によれば、太陽電池装置は、エミッタ領域及びベース領域を備えた少なくとも1つの接合領域を含む。前記太陽電池装置は、前記装置の底面から前記接合領域の内部に軸方向に延伸したバイアホールであって、前記接合領域を完全に貫通して延伸することなく前記接合領域で終了するバイアホールをさらに含むことができる。前記太陽電池装置は、前記バイアホールの内表面に形成された絶縁層と、前記絶縁層に形成された導電層とをさらに含むことができる。

#### 【0011】

本発明の別の実施形態によれば、太陽電池装置は、エミッタ領域及びベース領域を備えた第1接合領域と、エミッタ領域及びベース領域を備えた第2接合領域とを含む。前記太陽電池は、前記第2接合領域の前記ベース領域から前記第1接合領域のエミッタ領域内まで軸方向に延伸し、且つ前記第1接合領域の前記エミッタ領域で終了する第1バイアホールと、前記第1バイアホールの内表面の形成された第1絶縁層と、前記第1バイアホールの前記内表面における前記第1絶縁層上に形成された第1導電層であって、前記第1接合領域の前記エミッタ領域と前記第2接合領域の前記ベース領域とを、外部負荷を介して電氣的に結合する第1導電層とをさらに含む。幾つかの実施形態によれば、前記太陽電池は、前記第2接合領域の前記ベース領域から前記第2接合領域の前記エミッタ領域内まで軸方向に延伸し、且つ前記第2接合領域の前記エミッタ領域で終了する第2バイアホールと、前記第2バイアホールの内表面の形成された第2絶縁層と、前記第2バイアホールの前記第2絶縁層上に形成された第2導電層であって、前記第2接合領域の前記エミッタ領域と前記第2接合領域の前記ベース領域とを、外部負荷を介して電氣的に結合する第2導電層とをさらに含む。

10

20

#### 【0012】

本発明の別の実施形態によれば、エミッタ領域と、ベース領域と、前記エミッタ領域と前記ベース領域との間の接合すなわち境界面とを備えた太陽電池装置を形成するための方法が提供される。バイアホールが前記装置の底面から前記接合内まで延伸し、且つ前記接合領域で終了するように形成されている。絶縁層が前記バイアホールの内表面に形成され、導電層が前記絶縁層上に形成される。

30

#### 【0013】

本発明のさらに別の実施形態によれば、エミッタ領域及びベース領域を備えた第1接合領域と、エミッタ領域及びベース領域を備えた第2接合領域とを含む太陽電池装置を形成するための方法が提供される。第1バイアホールが、前記第2接合領域の前記ベース領域から前記第1接合領域の前記エミッタ領域内まで軸方向に延伸し、且つ前記第1接合領域の前記エミッタ領域で終了する。第1絶縁層が、前記第1バイアホールの内表面に形成され、第1導電層が、前記第1バイアホールの前記内表面における前記第1絶縁層に形成され、前記第1接合領域の前記エミッタ領域と前記第2接合領域の前記ベース領域とを電氣的に結合する。第2バイアホールを形成し、このバイアホールは前記第2接合領域の前記ベース領域から前記第2接合領域の前記エミッタ領域内まで軸方向に延伸し、且つ前記第2接合領域の前記エミッタ領域で終了する。第2絶縁層が、前記第2バイアホールの内表面に形成され、第2導電層が、前記第2バイアホールの前記第2絶縁層に形成され、前記第2接合領域の前記エミッタ領域と前記第2接合領域の前記ベース領域とを電氣的に結合する。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0014】

本発明の上述の特徴は、添付の図面と共に次の詳細な説明を参照すればよりよく理解できるはずである。

【図1】従来の多接合太陽電池装置の概略的な断面図である。

【図2】本願の一実施形態による、裏面エミッタ接点を備えた多接合太陽電池装置の概略的な断面図である。

50

【図3】本発明の教示による、裏面エミッタ接点のアレーを備えた代表的な太陽電池装置の概略的な断面図である。

【図4】図3に示した線4-4から見た裏面接点層の断面図である。

【図5】本願の教示による、深さが異なる多数のバイアホールを用いた多接合太陽電池装置の概略的な断面図である。

【図6】本願の教示による、1つの裏面バイアホールを用いた単一または多接合太陽電池装置を作製するための段階を示す概略的なフローチャートである。

【図7】本願の教示による、多数の裏面バイアホールを用いた単一または多接合太陽電池装置を作製するための段階を示す概略的なフローチャートである。

【図8A】本発明と共に使用するのに適した代表的な太陽電池装置の可能な様々な層を示す概略的な断面図である。

10

【図8B】本発明と共に使用するのに適した代表的な太陽電池装置の可能な様々な層を示す概略的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の実施形態は、太陽電池装置の構造体と、それら太陽電池装置の構造体とを作製する方法を提供する。これら太陽電池装置において、太陽電池エミッタ層との電気接点は太陽電池装置の裏面(照射されない側)からもたらされる。これら構造体及び方法はエミッタ接点の影損失を減少させる一方、装置の直列抵抗を同時に減少させる。

【0016】

20

図2は、本発明の裏面バイアホールと組み合わせて使用するのに適した代表的な多接合太陽電池装置200の概略的な断面図である。多接合太陽電池装置200は、第1すなわち上部接合領域210と、第2すなわち中間接合領域220と、第3すなわち底部接合領域230とを含むことができる。多接合太陽電池装置200は代表的な例であって、任意の数の接合を図示した太陽電池装置で使用できることは通常の実験を備えた当業者であれば理解するはずである。例えば、図示した太陽電池装置は単一の接合あるいは2つ又はそれ以上の接合を含むことができる。通常の実験を備えた当業者であれば、太陽電池装置200の各接合を構成する様々な層を容易に理解できるであろう。

【0017】

図示した太陽電池装置200の各接合領域は、ガリウムヒ素 (GaAs)、リン化ガリウムインジウム(GaInP)、ヒ化ガリウムインジウム(GaInAs)、ヒ化リン化インジウムガリウム(GaInAsP)などの1つまたは複数のIII-V族化合物、あるいはそれ以外の任意適切なIII-V族化合物から形成できる。各接合領域は、エミッタ領域、ベース領域、及びこれらのエミッタ領域とベース領域との間に接合を含むことができる。エミッタ領域はn型III-V族化合物で形成されたエミッタ層を含むことができ、ベース領域はp型III-V族化合物で形成されたベース層を含むことができる。他の実施形態では、エミッタ層及びベース層は、それぞれp型III-V族化合物及びn型III-V族化合物で形成してよい。通常の実験を備えた当業者であれば、それぞれの接合領域は一定のバンドギャップエネルギー特性を備えることができ、これが太陽スペクトルの一定部分を使って発電することは容易に理解するはずである。多接合太陽電池装置200における接合領域は、これら多数の接合領域が太陽スペクトルの異なる波長を吸収する異なるバンドギャップを備えるように、異なるドーピング及び材料で形成してよい。例えば、第1接合領域210、第2接合領域220、及び第3接合領域230はそれぞれGaAs、GaInP、及びGaInAsで形成してよい。従って、第1接合領域210、第2接合領域220、及び第3接合領域230は、太陽スペクトルの異なる波長を吸収できる。

30

40

【0018】

こうした接合領域はエピタキシャルリフトオフ(ELO)法を用いて基板上に形成し、基板から取り外せばよい。ELO法は米国特許出願第2009/0038678 A1号に詳細に説明されており、その内容はここに引用して援用する。これら接合領域は他の周知の方法を用いて形成してもよい。例えば、接合領域は基板上でエピタキシャル成長させ、太陽電池としての作製及び配置の全過程を通じて基板上に取り付けたままにしておいてもよい。

50

## 【0019】

図示した実施形態では、太陽電池装置200は、選択した接合領域、例えば第1接合領域210に接触するように形成された裏面バイアホール290を含む。更に、バイアホール290は、この接合領域の選択した領域すなわち層において或いはその内部で終了するよう形成できる。図8A及び8Bは、この太陽電池装置を構成可能な様々な層を示す。図示した層は、例示及び説明目的で単純化してある。図8A及び8Bは後に詳述する。図2、8A及び8Bを参照すると、バイアホール290は、第3すなわち底部接合領域230のベース領域から最も離れた第1すなわち上部接合領域210のエミッタ領域において或いはその内部で終了できる。通常の技能を備えた当業者であれば、バイアホール290の構造は代表的なものであり、このバイアホールは、第2または第3接合領域のエミッタ領域において或いはその内部など、他の接合若しくは領域または接合領域の層若しくは領域において或いはその内部で終了させてよいことは理解するはずである。さらに、通常の技能を備えた当業者であれば、バイアホール290は、例えばエミッタ接点層においてまたはその内部など、エミッタ領域の任意層においてまたはその内部で終了させてよいことは理解するはずである。通常の技能を備えた当業者であれば、図3乃至5を参照して後述するように、様々な位置における複数のバイアホールを太陽電池装置200に形成してよいことも理解するはずである。

10

## 【0020】

本発明の図示した実施形態は、エミッタ接点バイアホール290を太陽電池装置200の裏面から形成することで、エミッタ領域すなわち層への接点240を提供する。エミッタ接点バイアホール290は、ウェットエッチングまたはドライエッチング法などの周知のエッチング法により形成すればよい。本発明の教示によれば、バイアホール290は、太陽電池装置200を部分的にのみ通過して、選択したエミッタ領域において或いはその内部で終了させてよい。エッチングしたバイアホール290は装置200の裏面からエミッタ領域内に延伸し、エミッタ領域においてまたはその内部で終了するが、バイアホール290は装置200の（照射される）正面すなわち上面まで完全に通過して延伸していない。

20

## 【0021】

絶縁層270がバイアホール290の側壁と、第3接合領域におけるベース領域の底面の少なくとも一部とに形成されている。絶縁層270は、 $\text{SiO}_2$ 又は他の適切な絶縁物質から形成すればよい。通常の技能を備えた当業者であれば、絶縁層270は、プラズマ促進化学蒸着(PECVD)など周知の技法を用いて形成すればよいことは理解するはずである。絶縁層270が、バイアホール290の側壁と第3接合領域230の底面のとから導電層280を絶縁する。

30

## 【0022】

導電層280は絶縁層270に形成されている。接点240は導電層280と第1接合領域210のエミッタ領域すなわち層との間に形成されて、この導電層280が第1接合領域210のエミッタ層に電氣的に接続されるようになっている。別の導電層(裏面接点250)が第3接合領域230の底面に形成されている。裏面接点250は第3接合領域230のベース領域に接触して、この裏面接点250が第3接合領域230のベース層に電氣的に接続されるようになっている。通常の技能を備えた当業者であれば、これら導電層は、周知のメッキ技法など周知の技法を用いて形成すればよいことは理解するはずである。接点250及び240は外部負荷(図示しない)を介して電氣的に接続できる。

40

## 【0023】

例えば、第1接合領域のエミッタ層などの太陽電池装置200の上面に反射防止コーティング260を設け、反射による損失を最小限に抑制できる。反射防止コーティング260は、硫化亜鉛/弗化マグネシウムコーティングでよい。通常の技能を備えた当業者であれば、反射防止コーティング260は、他の適切な反射防止コーティング剤またはコーティング剤若しくは材料の組合せを用いて実現できることは理解するはずである。

## 【0024】

上記の構造によって、この太陽電池装置の図示した照射される面上の接点は除去すなわち取り除かれるので、図示した実施形態はエミッタ接点の影損失を減少または除去する利点を提供する。図示した実施形態は、太陽電池装置の照射されない面からエミッタ接点を

50

設けることによって装置の直列抵抗を減少するという利点も提供する。また、これはエミッタ接点の寸法を制限しない。

#### 【0025】

動作時には、これら複数の接合が直列に接続され、太陽電池装置200の上面すなわち正面から光を受け取る。電位が、第1接合領域210のエミッタ層と第3接合領域230のベース層との間で発生される。この電位によって、導電層280とベース接点250との間に電気回路が形成されたときに電流が導電層280を流れる。

#### 【0026】

図2では、多接合太陽電池装置200は単純化した形式で図示されている。しかし、図8A及び8Bに示したように、太陽電池装置200は、例えばトンネル接合、裏面電界(BSF)層、及び窓層などの付加的な層を含んでもよいことは当業者であれば理解するはずである。第3接合領域の下に基板を設けてもよい。

10

#### 【0027】

図3は、裏面エミッタ接点バイアホール390のアレーを用いた代表的な太陽電池装置300の断面図である。裏面エミッタ接点バイアホール390のアレーは宇宙及び地上の用途に実現できる。例えば、裏面エミッタ接点バイアホール390のアレーは、高濃度用途のための太陽電池装置に実装できる。各バイアホールの構造は、図2に示したものと実質的に同じである。従って、バイアホールの側壁に形成された絶縁層は図3には示されていない。通常の技能を備えた当業者であれば、このホールを特定の用途に従って任意適切なパターン及び数で配列できることは容易に理解するはずである。

20

#### 【0028】

代表的な太陽電池装置300では、バイアホール390は接合領域310においてグリッドパターンで形成してよい。接合領域310は単一の接合を備えていてもよい。異なる実施形態では、接合領域310は多数の接合を含むことができる。バイアホール390の深さは同じでもよいし、異なってもよい。バイアホールの深さが異なる一実施形態は、図5を参照してより詳細に後述する。

#### 【0029】

裏面接点層320は接合領域310の底面に設けられている。裏面接点層320は、接合領域310のベース領域に接触するベース接点350を含んでおり、このベース接点350が接合領域110のベース領域に電氣的に接続されるようになっている。裏面接点層320は、バイアホール390の側壁に形成された導電層に接触するエミッタ接点グリッド380も含んでいる。エミッタ接点グリッド380は、絶縁物質370によってベース接点350から絶縁されている。エミッタ接点グリッド380は接点パッドによって相互接続されており、これは図4を参照して後に詳述する。

30

#### 【0030】

太陽電池装置300の上面に反射防止コーティング360を設けて反射による損失を最小限に抑制できる。反射防止コーティング360は、硫化亜鉛/弗化マグネシウムコーティングまたは他の適切な反射防止コーティングでよい。

#### 【0031】

動作時には、接合領域310は、太陽電池装置300の上面すなわち正面から光を受け取る。電位が接合領域のエミッタ層とベース層との間で発生される。この電位によって、エミッタ接点グリッド380とベース接点350との間に電気回路(外部負荷)が形成されたときに電流がエミッタ接点グリッド380を流れる。

40

#### 【0032】

図4は、図3に示した線4-4から見た裏面接点層320の断面図である。代表的な裏面接点層320では、エミッタ接点グリッド380は、装置の上端部において大型の水平接点パッド410によって相互接続している(「エミッタ接点パッド」)。ベース接点350は、装置の下端部において大型の水平接点パッド420も含んでいる(「エミッタ接点パッド」)。エミッタ接点グリッド380は、絶縁物質370によってベース接点350から絶縁されているとともに、ベース接点350の間に交互に設けられている。

50



## 【0033】

本発明の図示した実施形態では、太陽電池の裏面における影による制約がないので、エミッタ接点グリッド380は必要なだけ広く且つ厚くできる。エミッタ接点グリッド380は、低抵抗裏面接点パッド410を用いて相互接続されている。エミッタ接点グリッド380は100- $\mu$ mグリッドにおいて10- $\mu$ mの直径を備え、規則的な間隔を有するので、この燃料電池は計算上、概ね1%の影損失を被ることになる。

## 【0034】

特に、エミッタ接点パッド410及びベース接点パッド420との外部接続は装置の裏面からのみ可能である。従って、本発明の裏面接点層は、宇宙及び地上用途において効率的なデバイス実装構成を提供する。

10

## 【0035】

図5は、本発明の別の例示的な実施形態における深さが異なる多数のバイアホールを含む代表的な太陽電池装置500である。太陽電池装置500は、第1接合領域510、第2接合領域520、及び第3接合領域530を含むことができる。各接合領域は、エミッタ領域、ベース領域、及びこれらのエミッタ領域とベース領域との間の接合を含むことができる。太陽電池装置500は、バイアホール591、592、及び593などの任意適切な数のバイアホールを含むことができる。図示した代表的な実施形態によれば、第1バイアホール591は、第1すなわち上部接合領域510のエミッタ領域において或いはその内部で終了し、第2バイアホール592は、第2すなわち中間接合領域520のエミッタ領域において或いはその内部で終了し、第3バイアホール593は、第3すなわち底部接合領域530のエミッタ領域において或いはその内部で終了する。図示したバイアホール591、592、及び593は、装置500内の異なるエミッタ領域への電気接続を与える。

20

## 【0036】

通常の技能を備えた当業者であれば、エミッタ接点バイアホール591、592、及び593は、様々な接合領域の異なる領域すなわち層で終了してよいことは理解するはずである。

## 【0037】

絶縁物質570がバイアホール591、592、及び593の側壁と、第3接合領域530におけるベース領域の底面の少なくとも一部とに形成されている。導電層581、582、及び583が絶縁層570に形成されていて、それぞれ、第1、第2、及び第3接合領域のエミッタ層に電気接続を与える。太陽電池装置510のエミッタ領域に反射防止コーティング560を設けて反射による損失を最小限に抑制できる。

30

## 【0038】

図示した実施形態では、装置500は、異なる接合領域における異なるエミッタ層に接触する多数のバイアホールを含む。この構造では、多数の接合を、従来の直列接続でなく直並列接続と組み合わせて用いることができる。上述の構造は、太陽電池装置500の空間的頑健性及び効率を向上させうる。

## 【0039】

図6は、本発明の教示に従って太陽電池を作製するための代表的な方法の概略的フローチャートである。本発明の一実施形態によれば、多数のpn接合領域を直列で設けて太陽電池装置を形成する(段階610)。各pn接合領域はエミッタ領域及びベース領域を含み、領域間にpn接合を形成することができる。バイアホールを、この装置の底部から多数のpn接合領域の選択したエミッタ領域内まで延伸するように形成する(段階620)。絶縁層をバイアホールの内表面に形成する(段階630)。導電層を絶縁層上に形成して、エミッタ領域と、装置の底部に接触するベース領域とを電氣的に結合する(段階640)。

40

## 【0040】

任意の数のpn接合領域を本願の太陽電池装置で使用できることは通常の技能を備えた当業者であれば理解するはずである。さらに、通常の技能を備えた当業者であれば、図7を参照して後述するように、任意適切な数のバイアホールを本願の太陽電池装置に形成してよいことも理解するはずである。

## 【0041】

50

図7は、本発明の教示に従って太陽電池を作製するための別の代表的な方法の概略的フローチャートである。本発明のこの実施形態によれば、エミッタ領域及びベース領域を備えた第1接合領域と、エミッタ領域及びベース領域を備えた第2接合領域とが直列に設けられて太陽電池装置が形成される(段階710)。第1バイアホールを形成し、このバイアホールは第2接合領域のベース領域から第1接合領域のエミッタ領域内まで延伸し、且つ第1接合領域のエミッタ領域で終了させる(段階720)。第2バイアホールを設け、このバイアホールは第2接合領域のベース領域から第2接合領域のエミッタ領域内まで延伸し、且つ第2接合領域のエミッタ領域で終了させる(段階730)。絶縁層を第1バイアホール及び第2バイアホールの内表面に形成する(段階740)。第1導電層を第1バイアホールの内表面における絶縁層上に形成して、第1接合領域のエミッタ領域と、第2接合領域のベース領域とを電氣的に結合する(段階750)。第2導電層を第2バイアホールの絶縁層上に形成して、第2接合領域のエミッタ領域と、第2接合領域のベース領域とを電氣的に結合する(段階760)。

10

#### 【0042】

図8Aは、本発明の教示とともに使用するのに適した代表的な単一接合太陽電池を示す。この単一接合太陽電池は、例えば、エミッタ領域810とベース領域820との間に接合を含んでいる。エミッタ領域810はベース領域820の上に析出させてもよい。

#### 【0043】

エミッタ領域810は、エミッタ接点層811、窓層812、及び/またはエミッタ層813を含むことができる。ドーパント・エミッタ接点層811を窓層812の上に析出させて、図2に示した導電層280のような金属導電物質との電気接触を向上させてもよい。窓層812をエミッタ層813上に析出させて、光をエミッタ層820に到達させて電子とホールが再結合する前にそれらを効果的に分離する補助としてもよい。

20

#### 【0044】

ベース領域820は、ベース層821、裏面電界(BSF)層822、及び/またはベース接点層823を含むことができる。ベース層821はBSF層822の上に析出させることができる。太陽電池の裏面における再結合損失を減少させるため、BSF層822をベース接点層823の上に析出させることができる。ドーパント・ベース接点層823は、図2に示した裏面接点250のような金属物質との接触を向上させうる。

#### 【0045】

図示した実施形態では、1つまたは複数のバイアホールが、図示した接合領域の任意領域において或いはその内部で終了する。好適には、1つまたは複数のバイアホールが、エミッタ領域810の任意層において或いはその内部で終了する。最も好適には、1つまたは複数のバイアホールが、エミッタ領域810のエミッタ接触層において或いはその内部で終了する。

30

#### 【0046】

図8Bは、本発明の教示とともに使用するのに適した代表的な多接合太陽電池装置を示す。この多接合太陽電池装置は、第1接合領域830と第2接合領域850とを含むことができる。第1接合領域830は、エミッタ接点層831、窓層832、エミッタ層833、ベース層841、及び/またはBFS層842を含むことができ、図8Aに示したようにエミッタ領域及びベース領域に分離できる。第2接合領域860は、エミッタ接点層861、窓層862、エミッタ層863、ベース層871、BFS層872、及び/またはベース接点層873を含むことができ、図8Aに示したようにエミッタ領域及びベース領域に分離できる。トンネリング接合層850が、第1接合領域830と第2接合領域850との間に析出されている。トンネリング接合層850はトンネリングダイオードを形成して、第1接合領域830と第2接合領域850との間での電子の流動を許容できる。

40

#### 【0047】

図示した実施形態では、1つまたは複数のバイアホールが、接合領域の任意領域において或いはその内部で終了してよい。好適には、1つまたは複数のバイアホールが、エミッタ領域の任意層において或いはその内部で終了する。最も好適には、1つまたは複数のバイアホールが、エミッタ領域のエミッタ接触層において或いはその内部で終了できる。通常の技能を備えた当業者であれば、これらバイアホールは、接合領域における他の任意の

50

領域または層で終了してよいことは容易に理解するはずである。

【0048】

通常の技能を備えた当業者であれば、こうした接合領域の構造は図8A及び8Bに示した構成に限定されず、接合領域は1つまたは複数の異なる層を含んでよいことは理解するはずである。例えば、接合領域は窓層またはBSF層を含まなくてもよい。

【0049】

本願の利点の一つは、影の損失を減少させられることである。さらに、影の損失を減少させつつ、装置の直列抵抗の減少も可能である。

【0050】

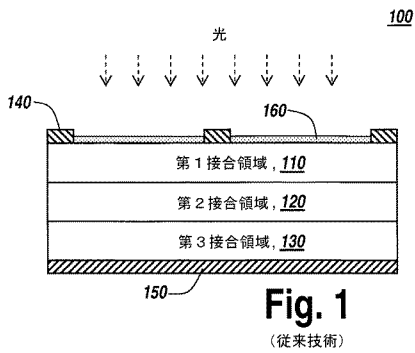
本願の多くの修正及び代替実施形態は、上述の記載を考慮すれば通常の技能を備えた当業者には明白となるはずである。従って、この記載は、例示的なものとしてのみ解釈されるべきであり、また、これは通常の技能を備えた当業者に、本願を実施するための最良の様態を教示するためのものである。上述の構成の詳細は、本願の精神から逸脱することなく実質的に変更することができ、添付した特許請求の範囲内に入る全ての修正の排他的使用権は、保持されている。本願は、添付の特許請求の範囲及び適用法規が要求する範囲においてのみ限定されることが意図されている。

【0051】

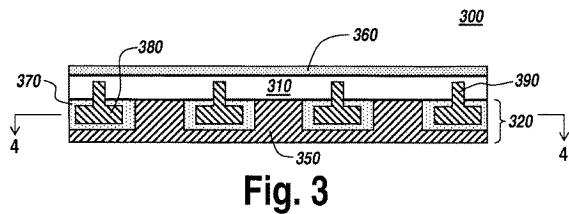
更に、以下の特許請求の範囲は、ここに説明された本発明の全ての一般的特徴と具体的特徴とを網羅するものであり、また本発明の範囲に関する全ての言明をも網羅する。

10

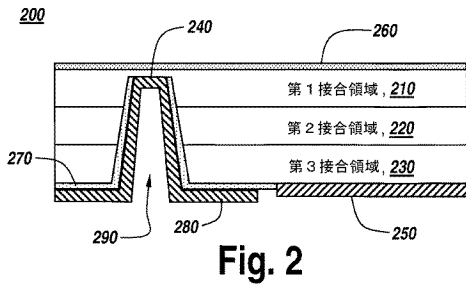
【図1】



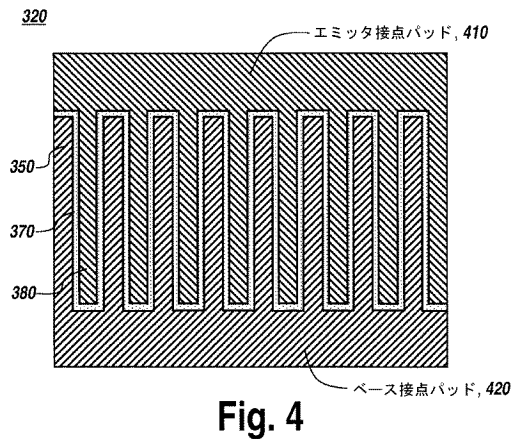
【図3】



【図2】



【図4】



【 図 5 】

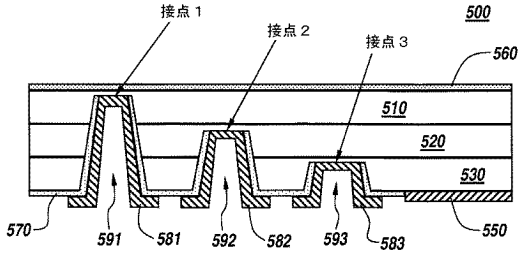


Fig. 5

【 図 6 】

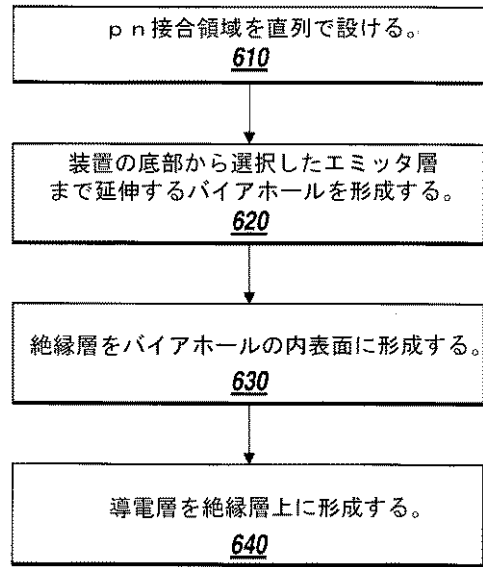


Fig. 6

【 図 7 】

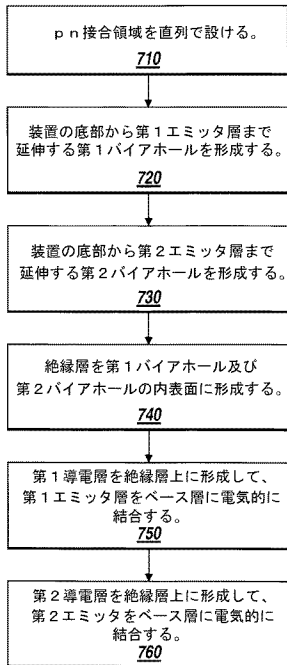


Fig. 7

【 図 8 A 】

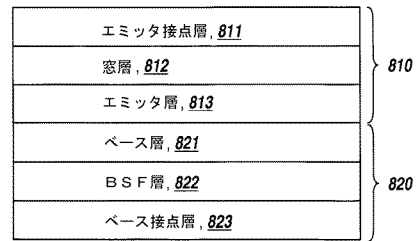


Fig. 8A

【 図 8 B 】

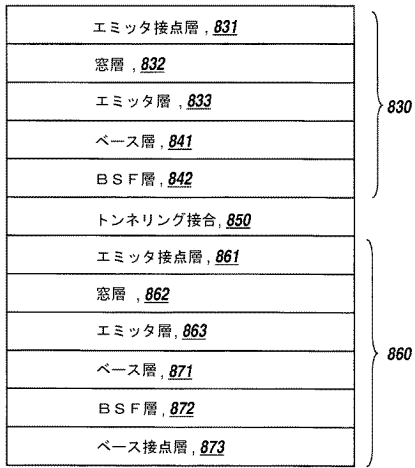


Fig. 8B

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 09/65982
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - H01L 31/0376, 31/18 (2009.01) USPC - 136/258; 257/E21.09 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - H01L 31/0376, 31/18 (2009.01) USPC - 136/258; 257/E21.09 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 136/258; 257/E21.09; 257/E31.047, 438/96 (keyword search)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST, WIPO, Web: Google, Google Scholar Search Terms Used: photovoltaic, solar cell, junction, backside, contact, multiple, multi, plurality, triple, via, hole, pad, par, emitter, base, window, conducting, insulating		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/0231130 A1 (Sharps et al.) 19 October 2006 (19.10.2006) Entire document, especially: abstract; Fig 2, 3, para [0001], [0005], [0015]-[0019], [0025]-[0029], also see claims 1, 16, 18	1-19
Y	WO 2005/098956 A1 (Poenar et al.) 20 October 2005 (20.10.2005) Entire document, especially: Fig 2-6; para [0015], [0016], [0029], [0030], [0048], [0049], [0051]	7-11, 15, 16, 18, 19
Y	US 2006/0162766 A1 (Gee et al.) 27 July 2006 (27.07.2006) Entire document, especially: abstract; Fig 1A-D; para [0014], [0015], [0029]	1-14, 17-19
A	US 2007/0186971 A1 (Lochun et al.) 16 August 2007 (16.08.2007) Entire document	15-19
A	US 7,071,407 B2 (Fatermi et al.) 04 July 2006 (04.07.2006) Entire document	15-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 January 2010 (07.01.2010)		Date of mailing of the international search report <b>21 JAN 2010</b>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),  
 EP(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,SE,SI,S  
 K,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,  
 BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,I  
 S,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE  
 ,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ヨットセイ , クリストファー

アメリカ合衆国 イリノイ州 60048 リバティービル ジョンソン アベニュー 223

(72)発明者 トゥミネロ , フランシス

アメリカ合衆国 イリノイ州 60608 シカゴ サウス ブルー アイランド アベニュー  
 1550 ユニット #908

(72)発明者 エラルド , ビクター , シー .

アメリカ合衆国 イリノイ州 60202 エバンストン ハワード ストリート 415 アパ  
 ートメント 1102

Fターム(参考) 5F151 AA08 BA02 BA05 CB21 CB22 CB27 DA10 DA15 DA16 DA19

FA16 FA17 HA03