

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-138546

(P2012-138546A)

(43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 31/042 (2006.01)	H O 1 L 31/04 R	5 F 1 5 1
H O 1 L 31/04 (2006.01)	H O 1 L 31/04 E	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2010-291597 (P2010-291597)	(71) 出願人	301023238
(22) 出願日	平成22年12月28日 (2010.12.28)		
(出願人による申告) 平成22年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、革新的太陽光発電技術研究開発 (革新型太陽電池国際研究拠点整備事業) 委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(72) 発明者	角谷 正友
			茨城県つくば市千現一丁目2番地1 独立行政法人物質・材料研究機構内
		Fターム(参考)	5F151 AA08 JA22 JA30

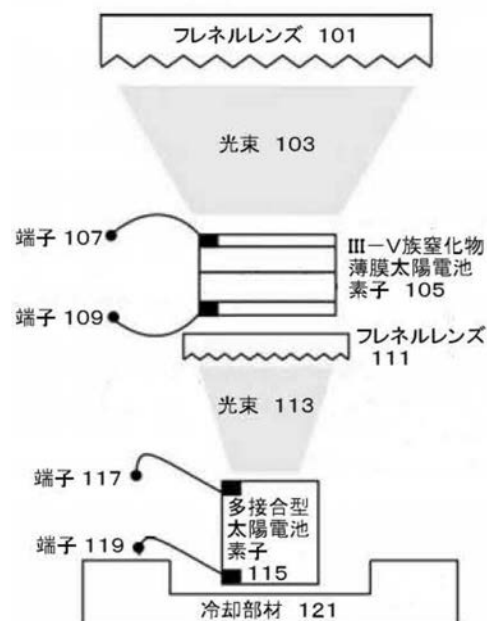
(54) 【発明の名称】 複合太陽電池

(57) 【要約】

【課題】短波長側の光も有効に利用することにより従来の多接合型太陽電池よりも高い変換効率を得るための、実現容易な太陽電池構造を提供する。

【解決手段】より短波長の光電変換を行うⅢⅤⅢ-Ⅴ族窒化物薄膜太陽電池素子を、多接合型太陽電池素子の前段に設置する。更に、太陽電池素子の設計の自由度を確保するため、これらの太陽電池素子を全体として従来の多接合型太陽電池素子のように電氣的に直列接続するのではなく、夫々の素子に別個に出力端子を設けて両者の出力を互いに独立して取り出す。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多接合型である第 1 の太陽電池素子と、
光電変換対象光波長域の少なくとも一部が前記第 1 の太陽電池素子の光電変換対象光波長域よりも短波長側にある第 2 の太陽電池素子と
を設け、

前記第 1 の太陽電池素子と前記第 2 の太陽電池素子とは、前記第 2 の太陽電池を透過した入射光が前記第 1 の太陽電池素子に入射するように配置されるとともに、前記第 1 の太陽電池素子と前記第 2 の太陽電池素子との電気出力は互いに独立して取り出される
複合太陽電池。

10

【請求項 2】

前記第 1 の太陽電池素子は前記第 1 の太陽電池素子の電気出力を取り出す第 1 の端子対を有し、

前記第 2 の太陽電池素子は前記第 2 の太陽電池素子の電気出力を取り出す第 2 の端子対を有する、

請求項 1 に記載の複合太陽電池。

【請求項 3】

集光光学系を前記第 2 の太陽電池素子の前に設けた、請求項 1 または請求項 2 に記載の複合太陽電池。

【請求項 4】

前記第 1 の太陽電池素子と前記第 2 の太陽電池素子は互いに離間している、請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載の複合太陽電池。

20

【請求項 5】

前記第 1 の太陽電池素子と前記第 2 の太陽電池素子は張り合わせにより一体化されている、請求項 1 から請求項 3 の何れかに記載の複合太陽電池。

【請求項 6】

前記第 1 の太陽電池素子は半導体材料として InGaP 、 GaAs 及び InGaAs を使用して作製され、

前記第 2 の太陽電池素子は半導体材料として III-V 族窒化物を使用して作製される、

30

請求項 1 から請求項 5 の何れかに記載の複合太陽電池。

【請求項 7】

前記第 2 の太陽電池素子は InGaN 薄膜太陽電池素子である、請求項 6 に記載の複合太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は多接合型太陽電池の変換効率を向上させることに関し、特に高エネルギー側の光を効率よく利用することのできるように多接合型太陽電池素子と III-V 族太陽電池素子を複合させた複合太陽電池に関する。

40

【背景技術】

【0002】

太陽電池の変換効率を向上させるための太陽電池素子の構造として、バンドギャップの異なる材料を重ね合わせて太陽光のスペクトル内の幅広い波長領域の光のエネルギーを電気エネルギーに変換する多接合型太陽電池が従来から使用されている（特許文献 1）。また、太陽光を集光させる構造を有する集光型太陽電池の光電変換素子として多接合型太陽電池素子を使用することもまた広く行われている。

【0003】

従来の InGaP 系の多接合型素子を使用した集光型太陽電池の変換効率は最大でも 42% であった。この変換効率を更に向上させるためには、従来利用されていなかった高エ

50

エネルギー側、つまり約 500 nm 以下の短波長領域の光も高い効率で発電に利用することが必要である。

【0004】

従来よりも更に短波長側の光も利用できるようにするためには、バンドギャップが更に大きな材料である III-V 族窒化物薄膜太陽電池を使用することが考えられる。しかしながら、従来利用していた波長領域を InGaP 系などの既存の材料で光電変換し、新たに利用しようとする短波長領域を III-V 族窒化物で光電変換するという構成を従来の多接合型太陽電池素子で実現しようとしても、効率の高い太陽電池を実現するのは困難である。

【0005】

その理由は、多接合型太陽電池素子では、複数の接合部の各々で構成される特定波長領域を分担する複数の太陽電池が直列接続された構造を取るため、これらの太陽電池の発生する電流を同一とする必要がある（言い換えれば、これらの太陽電池で発生される電流のうちの最小の電流が多接合型太陽電池によって発生される電流となる）からである。このため、従来の多接合型太陽電池では使用される多数の半導体材料のバンドギャップをそれぞれ調節するなどの手法を用いることによって、入射する太陽光に対して各接合部で発生する電流が同じ値となるようにしていた。しかしながら、このような調節を行うと、太陽電池全体の設計の自由度が少なくなるため、特に従来利用されていなかった短波長領域の変換のために利用できる半導体材料の適切な選択が困難になる。

【0006】

更には、太陽高度あるいは天候により太陽光の全エネルギー中で各波長領域の光のエネルギーの占める割合が変動するが、この変動は短波長側で特に顕著である。従って、多接合型太陽電池の光電変換波長域を従来よりも短波長側まで拡張して更に高い効率を実現できたとしても、それが真に高効率を発揮できる局面は大きく制約される。具体的に言えば、このような多接合型太陽電池を特定の緯度及び季節における晴天の正午頃の太陽光スペクトルに適合するように設計すると、これとは異なる時刻、天候条件あるいは地域、例えば朝夕あるいは曇天・雨天など、で使用した場合には、その変換効率が極端に低下してしまう。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、上述した従来技術の問題点を解消し、従来の多接合型太陽電池よりも短波長側に光電変換対象波長域を拡張することで従来よりも高い変換効率を有する太陽電池を、高い自由度を以って設計、製造できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面によれば、多接合型である第1の太陽電池素子と、光電変換対象光波長域の少なくとも一部が前記第1の太陽電池素子の光電変換対象光波長域よりも短波長側にある第2の太陽電池素子とを設け、前記第1の太陽電池素子と前記第2の太陽電池素子とは、前記第2の太陽電池を透過した入射光が前記第1の太陽電池素子に入射するように配置されるときともに、前記第1の太陽電池素子と前記第2の太陽電池素子との電気出力は互いに独立して取り出される複合太陽電池が与えられる。

ここで、前記第1の太陽電池素子は前記第1の太陽電池素子の電気出力を取り出す第1の端子対を有し、前記第2の太陽電池素子は前記第2の太陽電池素子の電気出力を取り出す第2の端子対を有することができる。

また、集光光学系を前記第2の太陽電池素子の前に設けることができる。

また、前記第1の太陽電池素子と前記第2の太陽電池素子は互いに離間しているようにすることができる。あるいは、前記第1の太陽電池素子と前記第2の太陽電池素子は張り合わせにより一体化することもできる。

また、前記第1の太陽電池素子は半導体材料として InGaP、GaAs 及び InGa

10

20

30

40

50

As を使用して作製し、前記第 2 の太陽電池素子は半導体材料として III-V 族窒化物を使用して作製することができる。

また、前記第 2 の太陽電池素子は InGaN 薄膜太陽電池素子とすることができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、多接合型の太陽電池素子とそれよりも短波長の光を光電変換する別の太陽電池素子を、特殊な素子構造などを用いることなく、高変換効率の太陽電池を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明の一実施例の複合太陽電池の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の複合太陽電池では、従来の多接合型太陽電池と同じように、バンドギャップの異なる複数の半導体で構成された複数の接合部を直列に太陽光が透過していくことにより、太陽光のスペクトル中の広い波長範囲のエネルギーを複数の接合部で夫々変換波長範囲を分担して光電変換する。ただし、従来の多接合型太陽電池のような、これらの接合部が光学的のみならず電氣的にも直列接続されている構造の場合の上述した問題点を解消するため、電氣的にはこれらを二分割し、光路上の最も光源に近い側に置かれる最短波長領域の光電変換を行う太陽電池素子とこれ以外の波長領域の光電変換を行う従来の多接合型太陽電池素子を設け、これら 2 つの太陽電池素子から互いに独立して電気出力を取り出すように構成する。具体的にはこれら 2 つの太陽電池素子の夫々にそこから電気出力を取り出す端子対を設置することができる。もちろん、これらの太陽電池を空間的に離間させず、互いに張り合わせるなどの空間的に密着した、あるいは近接した位置関係に置く場合には、必要に応じてこれらの 2 つの端子対を構成する 4 個の端子のうちの 2 個を共通化することも当然可能である。

【0012】

なお、このようにして構成された複合太陽電池に集光光学系を付加することにより、従来の多接合型太陽電池と同様に、集光型太陽電池として構成してもよい。

【0013】

なお、本発明の複合太陽電池中の多接合太陽電池素子は従来のものをそのまま使用できる。また、最短波長領域の光電変換を行う太陽電池素子としては例えば III-V 族窒化物を使用した太陽電池素子、より具体的には InGaN（組成比は例えば $\text{In}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ ）薄膜太陽電池素子を使用することができる。

【実施例】

【0014】

図 1 は集光型太陽電池として構成された本発明の複合太陽電池の一実施例を示す概念図である。

【0015】

図 1 において、上方から入射する太陽光などの光はフレネルレンズ 101 で代表される集光光学系によって集光される。その光束 103 は III-V 族窒化物薄膜太陽電池素子 105（以下、最短波長太陽電池素子と称する）に入射する。本実施例においては、最短波長太陽電池素子 105 は $\text{In}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ （バンドギャップ 2.6 eV）を使用している。これにより、最短波長太陽電池素子 105 は入射光のうちの約 350 nm～約 500 nm の範囲の光を高い効率で電気エネルギーに変換して、端子 107 と端子 109 からなる端子対から出力する。

【0016】

光束 103 中の最短波長太陽電池素子 105 に吸収されずに残った光は、フレネルレンズ 111 で代表される次段の集光系によって集光されて光束 113 となり、多接合型太陽電池素子 115 に入射する。多接合型太陽電池素子 115 は本実施例においては半導体材

10

20

30

40

50

料として InGaP、GaAs, InGaAs を使用して製造されたものであるが、もちろんこれ以外の材料を使用しても良い。

【0017】

ここにおいて、最短波長太陽電池素子 105 と多接合型太陽電池素子 115 が張り合わせなどによって密着しているか、あるいは互いに離間していても離間距離が十分に小さい場合には上述した次段の集光系は不要であることに注意されたい。

【0018】

ここで光束 113 が多接合型太陽電池素子 115 を上から下へ通過する間に、この内部に構成されている複数の接合部の夫々に応じた波長域の光が光電変換され、これの光電変換結果を内部で直列接続したものが多接合型太陽電池素子 115 の電気出力として、端子 117 と端子 119 からなる端子対から出力される。この動作は従来の多接合型太陽電池素子と同一である。

10

【0019】

更に、集光型太陽電池では温度が上昇しやすいため、使用されている太陽電池素子などを冷却部材 121 を使用して冷却することにより、効率の低下や太陽電池素子などの劣化を防止する。このような冷却は従来の集光型太陽電池で慣用されてきたものであるため、本願ではこれ以上説明しない。

【0020】

上で説明したように、最短波長太陽電池素子 105 からの電気出力は単独で端子 107 と端子 109 から取り出され、最短波長領域以外の光からの電気出力は、最短波長太陽電池素子 105 の電気出力とは独立に多接合型太陽電池素子 115 の端子 117 と端子 119 から取り出される。これらの出力は電圧変換などを行うことで 1 つの電気出力として合成することができる。あるいは、これらの出力を互いに独立して使用することもできる。これにより、最短波長太陽電池素子 105 からの出力電流と多接合型太陽電池素子 115 の出力電流は互いに独立な値を取ることができる。従って、本発明の複合太陽電池は最短波長領域用の太陽電池素子の設計を多接合型太陽電池素子とは独立して設計することができるため、使用する半導体の選択などの設計の自由度が高くなる。また、夫々の太陽電池素子の出力電流は独立して変化することができるため、設計の際に想定した太陽光スペクトルとは異なったスペクトルの光が入射する可能性が想定される環境で使用しても、特別な設計や追加の構造・附属機器なしで高い効率を維持することができる。

20

30

【産業上の利用可能性】

【0021】

以上説明したように、本発明によれば、従来の多接合型太陽電池よりも入射光のエネルギーの利用効率の高い太陽電池を、既存技術を利用して、単純な構成で実現することができるため、変換効率が 50 % 以上の太陽電池を得ることも可能であるなど、産業上の利用可能性が大いに期待できる。

【符号の説明】

【0022】

- 101 フレネルレンズ
- 103 光束
- 105 III-V 族窒化物薄膜太陽電池素子
- 107 端子
- 109 端子
- 111 フレネルレンズ
- 113 光束
- 115 多接合型太陽電池素子
- 117 端子
- 119 端子
- 121 冷却部材

40

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0023】

【特許文献1】特開2004-319934

【図 1】

