

(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2012-500490
(P2012-500490A)

(43) 公表日 平成24年1月5日(2012.1.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/042 (2006.01)	HO 1 L 31/04 R	5 F 1 5 1
HO 1 L 31/04 (2006.01)	HO 1 L 31/04 Y	
	HO 1 L 31/04 W	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 (86) (22) 出願日 (85) 翻訳文提出日 (86) 国際出願番号 (87) 国際公開番号 (87) 国際公開日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願2011-523735 (P2011-523735) 平成21年8月17日 (2009. 8. 17) 平成23年1月20日 (2011. 1. 20) PCT/KR2009/004589 W02010/021477 平成22年2月25日 (2010. 2. 25) 10-2008-0081048 平成20年8月19日 (2008. 8. 19) 韓国 (KR)	(71) 出願人 (74) 代理人 (72) 発明者	510011732 ティージー ソーラー コーポレイション 大韓民国キョンギド445-812・ファ ソンシ ドンタンミョン ジョングシリ 164-5 100089266 弁理士 大島 陽一 リー、ユージン 大韓民国キョンギド448-550・ヨン インシ・スジグ・プンドクチョン2ドン・ テヨンデザインアパートメント ナンバー 106-2002
			最終頁に続く

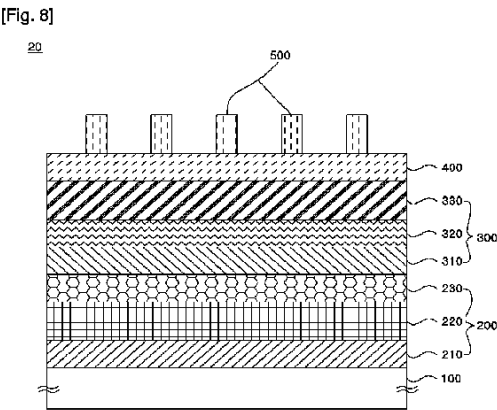
(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 太陽電池モジュール及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の太陽電池モジュールは、太陽電池が直列に連結された太陽電池モジュールにおいて、行と列方向に配列される複数の太陽電池及び、複数の太陽電池を電氣的に直列に連結する導電性リボンを含み、太陽電池は、多結晶半導体層で構成された第1の光電素子と非晶質半導体層で構成された第2の光電素子とからなる積層構造であることを特徴とする。

【選択図】 図2A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

行方向及び列方向に配列された複数の太陽電池と、
前記複数の太陽電池を互いに電氣的に接続する導電性リボンとを含み、
前記太陽電池が、多結晶半導体層からなる第 1 の光電素子及び、非晶質半導体層からなる第 2 の光電素子を含む積層構造であることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項 2】

前記太陽電池が、
導電性材料からなる基板と、
前記基板上に形成された第 1 の多結晶半導体層、前記第 1 の多結晶半導体層上に形成された第 2 の多結晶半導体層及び、前記第 2 の多結晶半導体層上に形成された第 3 の多結晶半導体層を含む第 1 の光電素子と、
前記第 3 の多結晶半導体層上に形成された第 1 の非晶質半導体層、前記第 1 の非晶質半導体層上に形成された第 2 の非晶質半導体層及び、前記第 2 の非晶質半導体層上に形成された第 3 の非晶質半導体層を含む第 2 の光電素子と、
前記第 3 の非晶質半導体層上に形成された上部電極と、
前記上部電極上に一方向に互いに平行に形成された複数のグリッド電極とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 3】

前記グリッド電極が、前記導電性リボンによって、前記一方向に隣接する他の太陽電池の基板に対して連結されることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 4】

前記基板上に導電性材料からなる下部電極をさらに形成したことを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 5】

前記下部電極が、透明導電酸化物 (Transparent Conducting Oxide: TCO)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、モリブデン-タングステン (MoW)、及びこれらの合金からなる群から選択されるいずれかであることを特徴とする請求項 4 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 6】

前記基板が、金属または金属合金であることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 7】

前記上部電極が、透明導電性材料からなることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 8】

前記第 3 の多結晶半導体層と前記第 1 の非晶質半導体層との間に、透明導電性材料からなる連結層をさらに形成したことを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 9】

前記透明導電性材料が、ITO (Indium Tin Oxide)、ZnO (Zinc Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、FSO (SnO:F)、及びAZO (ZnO:Al) からなる群から選択されるいずれかを含むことを特徴とする請求項 7 または請求項 8 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 10】

前記第 1、第 2 及び第 3 の多結晶半導体層が、それぞれ、固相晶析法 (Solid Phase Crystallization: SPC)、エキシマ・レーザ・アニール法 (Excimer Laser Annealing: ELA)、逐次的横方向結晶化法 (Sequential Lateral Solidification: SLS)、金属誘導結晶化法 (Metal Induced Crystallization: MIC) 及び金属誘導横方向結晶化法 (Metal Induced Lateral Crystallization: MILC) のうちのいずれかの方法を用いて結晶化されたことを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池モジュール。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記第 1、第 2 及び第 3 の多結晶半導体層が多結晶シリコンであり、前記第 1、第 2 及び第 3 の非晶質半導体層が非晶質シリコンであることを特徴とする請求項 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 1 2】

(a) 多結晶半導体層からなる第 1 の光電素子及び非晶質半導体層からなる第 2 の光電素子を含む積層構造を有する太陽電池を複数作製するステップと、

(b) 前記複数の太陽電池を導電性リボンによって互いに電氣的に接続するステップとを含むことを特徴とする太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項 1 3】

10

前記太陽電池を作製するステップが、

(a 1) 導電性材料からなる基板上に第 1 の下部非晶質半導体層を形成するステップと

、

(a 2) 前記第 1 の下部非晶質半導体層上に第 2 の下部非晶質半導体層を形成するステップと、

(a 3) 前記第 2 の下部非晶質半導体層上に第 3 の下部非晶質半導体層を形成するステップと、

(a 4) 前記第 1、第 2 及び第 3 の下部非晶質半導体層を結晶化させて第 1、第 2 及び第 3 の多結晶半導体層を形成するステップと、

(a 5) 前記第 3 の多結晶半導体層上に第 1 の上部非晶質半導体層を形成するステップと、

20

(a 6) 前記第 1 の上部非晶質半導体層上に第 2 の上部非晶質半導体層を形成するステップと、

(a 7) 前記第 2 の上部非晶質半導体層上に第 3 の上部非晶質半導体層を形成するステップと、

(a 8) 前記第 3 の上部非晶質半導体層上に上部電極を形成するステップと、

(a 9) 前記上部電極上に複数のグリッド電極を一方向に互いに平行に形成するステップとを含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項 1 4】

前記基板上に導電性材料からなる下部電極を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

30

【請求項 1 5】

前記第 3 の多結晶半導体層と前記第 1 の非晶質半導体層との間に透明導電性材料からなる連結層を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【請求項 1 6】

前記結晶化が、固相晶析法 (Solid Phase Crystallization: S P C)、エキシマ・レーザ・アニール法 (Excimer Laser Annealing: E L A)、逐次的横方向結晶化法 (Sequential Lateral Solidification: S L S)、金属誘導結晶法 (Metal Induced Crystallization: M I C) 及び金属誘導横方向結晶化法 (Metal Induced Lateral Crystallization: M I L C) のうちのいずれかの方法を用いて行われることを特徴とする請求項 1 3 に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

40

【請求項 1 7】

前記第 1、第 2 及び第 3 の多結晶半導体層が多結晶シリコンとして形成され、前記第 1、第 2 及び第 3 の上部非晶質半導体層が非晶質シリコンとして形成されたことを特徴とする請求項 1 3 に記載の太陽電池モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池モジュール及びその製造方法に関するもので、より詳細には光電素

50

子を積層させたタンデム（tandem）構造の太陽電池が直列に連結された太陽電池モジュール及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の一般的な太陽電池は、単一接合型になっているため、多量の電力を生産するためには大面積の太陽電池を必要とした。しかしながら、このような面積の増加が原因になって、設置場所等の制限また費用の上昇を招くことになった。

【0003】

また、単一接合型太陽電池のうち、光電変換効率に優れた太陽電池の場合にも20%程度に過ぎず、大部分の光はそのまま透過したり反射したりして消失する。

10

【0004】

このような問題点を克服するために、光電素子を積層した二重接合型タンデム構造の太陽電池が提案された。タンデム構造の太陽電池は、同一の基板面積でより多量の電気を生産することができるので、従来の単一接合型太陽電池より向上した光電変換効率を得ることができる長所がある。

【0005】

例えば、Saitoh等は、プラズマ化学気相蒸着法（Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD）を使用してp-i-n型非晶質シリコン（amorphous Si; a-Si）／微小結晶質シリコン（microcrystalline Si; μ c-Si）タンデム構造の太陽電池を製造した。このとき、 1 cm^2 当りの初期変換効率は、9.4%、安定化後の変換効率は、8.5%であった。しかしながら、Saitoh等が開発したタンデム構造のシリコン太陽電池は、PECVDを利用して微小結晶質シリコンを形成する場合、圧力と温度の工程条件によって基板に曲がりが発生したり工程時間が長くなったりするという問題点があった。

20

【0006】

また、タンデム構造は、多数層の薄膜が積層されている構造であるため、複数の層間で発生する反射、屈折等によって下部層に行くほど光の強度が大きく減少して、光電変換効率が低下するという問題点があった。

【0007】

また、従来には複数の太陽電池を連結して太陽電池モジュールを製造する際、太陽電池をエッチングして複数の太陽電池単位セルに分割させなければならないなどの追加工程が必要であるので、太陽電池モジュールの製造工程が複雑であり、製造コストが上昇するという問題点があった。

30

【0008】

また、太陽電池の基板としてガラスを使用する場合、高温工程によって基板の曲がりが発生することになると、太陽電池を直列に連結して太陽電池モジュールを製作する際、連結状態が不安定になったり、さらには太陽電池間に断線が発生したりするという問題点があった。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0009】

したがって、前述したような従来技術の諸問題点を解決するためになされた本発明は、積層された光電素子毎に相違する波長の光を受光して光電変換効率を向上させるタンデム構造の太陽電池を備える太陽電池モジュール及びその製造方法を提供することにその目的がある。

【0010】

また、本発明の他の目的は、高品質の多結晶シリコンを採用して光電変換効率を向上させるタンデム構造の太陽電池を備える太陽電池モジュール及びその製造方法を提供することにある。

【0011】

50

また、本発明のまた他の目的は、太陽電池を複数の太陽電池単位セルに隔離させる工程が不要であるので、製造工程が簡単であり、製造コストが低いタンデム構造の太陽電池を備える太陽電池モジュール及びその製造方法を提供することにある。

【0012】

また、本発明のさらに他の目的は、導電性材料であり、且つ剛性の金属または金属合金で基板を形成して、太陽電池間の直列連結状態が安定したタンデム構造の太陽電池を備える太陽電池モジュール及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前述した目的を達成するための本発明に係る太陽電池モジュールは、行と列方向に配列される複数の太陽電池、及び前記複数の太陽電池を電氣的に連結する導電性リボンを含み、前記太陽電池は、多結晶半導体層で構成された第1の光電素子と、非晶質半導体層で構成された第2の光電素子とからなる積層構造であることを特徴とする。

【0014】

前記太陽電池は、導電性材料の基板、前記基板上に形成される第1の多結晶半導体層と、前記第1の多結晶半導体層上に形成される第2の多結晶半導体層と、前記第2の多結晶半導体層上に形成される第3の多結晶半導体層を含む第1の光電素子、前記第3の多結晶半導体層上に形成される第1の非晶質半導体層と、前記第1の非晶質半導体層上に形成される第2の非晶質半導体層と、前記第2の非晶質半導体層上に形成される第3の非晶質半導体層を含む第2の光電素子、前記第3の非晶質半導体層上に形成される上部電極、及び前記上部電極上に一方向に形成される複数のグリッド電極を含むことを特徴とする。

【0015】

また、前述した目的を達成するための本発明に係る太陽電池モジュールの製造方法は、(a) 多結晶半導体層で構成された第1光電素子と非晶質半導体層で構成された第2光電素子とからなる積層構造で複数の太陽電池を形成するステップ、及び(b) 前記複数の太陽電池を導電性リボンで電氣的に連結するステップを含むことを特徴とする。

【0016】

前記太陽電池を形成するステップは、(a1) 導電性材料の基板上に第1の下部非晶質半導体層を形成するステップ、(a2) 前記第1の下部非晶質半導体層上に第2の下部非晶質半導体層を形成するステップ、(a3) 前記第2の下部非晶質半導体層上に第3の下部非晶質半導体層を形成するステップ、(a4) 前記第1、第2及び第3の下部非晶質半導体層を第1、第2及び第3の多結晶半導体層に結晶化するステップ、(a5) 前記第3の多結晶半導体層上に第1の上部非晶質半導体層を形成するステップ、(a6) 前記第1の上部非晶質半導体層上に第2の上部非晶質半導体層を形成するステップ、(a7) 前記第2の上部非晶質半導体層上に第3の上部非晶質半導体層を形成するステップ、(a8) 前記第3の上部非晶質半導体層上に上部電極を形成するステップ、及び(a9) 前記上部電極上に一方向に複数のグリッド電極を形成するステップを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、多結晶シリコン光電素子と非晶質シリコン光電素子の二重構造を有する太陽電池を備えることによって、多様な波長帯の光を受光して光電変換効率を向上させることができる。

【0018】

また、本発明によれば、結晶化度(crystallinity)に優れた(すなわち、高品質を有する)多結晶シリコンの光電素子を採用することによって、光電変換効率を向上させることができる。

【0019】

また、本発明によれば、太陽電池モジュールの製造の際、太陽電池を複数の太陽電池単位セルに隔離させる工程が不要であるので、製造工程が簡単であり、製造コストが低くなる。

【0020】

また、本発明によれば、導電性材料であり、且つ剛性の金属または金属合金で基板を形成して結晶化する際、工程時間を短縮しながらも基板の曲がりを防止することができるので、太陽電池間に安定した直列連結状態を保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態に係る太陽電池モジュールの分解斜視図である。

【図2A】図1に示した太陽電池20の連結状態を概略的に示す平面図である。

【図2B】図2Aに示した太陽電池20の側面図である。

【図3A】本発明の一実施形態に係る太陽電池の製造方法で太陽電池を製造する過程の一番目のステップを示す断面図である。 10

【図3B】本発明の一実施形態に係る太陽電池の製造方法で太陽電池を製造する過程の二番目のステップを示す断面図である。

【図3C】本発明の一実施形態に係る太陽電池の製造方法で太陽電池を製造する過程の三番目のステップを示す断面図である。

【図3D】本発明の一実施形態に係る太陽電池の製造方法で太陽電池を製造する過程の四番目のステップを示す断面図である。

【図3E】本発明の一実施形態に係る太陽電池の製造方法で太陽電池を製造する過程の五番目のステップを示す断面図である。

【図4】図3Eに示した太陽電池20に導電性リボン30を連結した状態を概略的に示す平面図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を実施できる特定実施形態を例示として示す添付図面を参照して本発明について詳細に説明する。後述するこれらの実施形態は当業者が本発明を十分に実施できるように詳細に説明する。本発明の多様な実施形態は互いに異なるが、相互排他的である必要はないと理解しなければならない。例えば、ここに記載されている特定形状、構造及び特性は一実施形態に関連して本発明の技術的思想及びその範囲から逸脱せずに他の実施形態として具現することができる。また、ここに開示したそれぞれの実施形態のうち、個別構成要素の位置または配置は、本発明の技術的思想及びその範囲から逸脱せずに変更できることを理解するべきである。したがって、後述する詳細な説明は限定的な意味で扱うものでなく、本発明の技術的範囲は、適切に説明されるならば、その請求項に記載された本発明と均等な全ての技術的範囲と共に添付した特許請求範囲によって定められる。

【0023】

図1は、本発明の一実施形態に係る太陽電池モジュールの分解斜視図である。

【0024】

図1を参照すれば、本発明に係る太陽電池モジュールは、メイン基板10上に複数の太陽電池20が行方向及び列方向に配置されたマトリックス(matrix)構造をなす。

【0025】

このような複数の太陽電池20は、複数の導電性リボン30によって電氣的に直列に接続されて、必要な電圧を得る太陽電池モジュールを実現することになる。これについてのより詳細な説明は、図2A及び図2Bを参照して理解するべきである。 40

【0026】

また、複数の太陽電池20を含むメイン基板10上には光を透過させる透明な保護基板40が配置されて太陽電池20を保護することができる。

【0027】

このとき、メイン基板10と太陽電池20との間、または太陽電池20と保護基板40との間には、保護層(不図示)がそれぞれ形成されるので、外部から加えられる物理的な衝撃及び湿気などのような不良因子から内部に位置する太陽電池20をさらに保護することができる。 50

【0028】

保護層は、透明な材料の緩衝材を使用することができ、好ましくは、接着性も有するエチレンビニルアセテート（Ethylene Vinyl Acetate；EVA）樹脂を使用することができる。

【0029】

以上では太陽電池20の上下に保護層をそれぞれ形成する構造を説明したが、メイン基板10と保護基板40との間に樹脂を充填する方法で保護層を形成することもできる。

【0030】

図2Aは、図1に示した太陽電池20の連結状態を概略的に示す平面図であり、図2Bは、図2Aに示した太陽電池20の側面図である。

10

【0031】

図2A及び2Bを参照すれば、導電性リボン30の一侧が単位太陽電池20の上部に接続され、導電性リボン30の他側が一方方向に隣接する他の太陽電池20の下部に接続されるような方式で、複数の太陽電池20が電氣的に直列連結をなすことになる。

【0032】

このとき、導電性リボン30は、1つの配線で太陽電池20の間を連結することもできるが、断線不良の発生に備えて図面のように2つ以上の配線で連結することが好ましい。

【0033】

一方、太陽電池20は、多結晶半導体層で構成された第1の光電素子と非晶質半導体層から構成された第2の光電素子との積層構造であるタンデム構造で形成し、これを直列連結して光電変換効率を向上させることができるが、このような太陽電池20は、以下のような製造方法を通じて得ることができる。

20

【0034】

図3Aから図3Eは、本発明の一実施形態に係る太陽電池の製造方法で太陽電池を製造する過程を示す断面図である。

【0035】

図3Aを参照すれば、まず基板100が必要とされる。基板100の材料としては、公知の導電性材料を制限なく使用されることができ、以後の高温の結晶化工程において、基板100が曲がる現象に耐える剛性を有しながら、熱膨張係数がシリコンと同様である金属または金属合金を使用することが好ましい。例えば、基板はSUS（ステンレス鋼）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、モリブデン－タングステン合金（MoW）、インバー（invar；Fe－Ni合金）等で製作することができる。

30

【0036】

このとき、基板100の表面は、テクスチャリング（texturing）処理されることができる。テクスチャリングとは、太陽電池の基板表面に入射される光の反射による光学的損失に起因して、その特性が低下する現象を防止するために行われる表面処理であって、基板の表面を粗化すること、すなわち基板表面に凹凸状のパターンを形成することを含む。テクスチャリングで基板の表面が粗くなると、表面から一度反射された光が再反射されて入射光の反射率を減少させることによって、表面に入射する光量が増加して太陽電池の光電変換効率を向上させることができる。

40

【0037】

一方、基板100上には、導電性材料からなる下部電極（不図示）をさらに形成することができる。下部電極の素材は、接触抵抗が低いながら高温工程を進行しても電氣的特性が低下しないモリブデン（Mo）、タングステン（W）、モリブデン－タングステン（MoW）、及びこれらの合金からなる群から選択されるいずれかであることが好ましいが、必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、一般的な導電性材料である銅、アルミニウム、チタニウム等、及びこれらの合金を含むことができる。また、下部電極の素材は、透明導電酸化物（Transparent Conducting Oxide；TCO）を含むことができる。下部電極の形成方法としては、熱蒸着法（Thermal Evaporation）、電子ビーム蒸着法（E-beam Evaporation）、スパッタリング（sputtering）のような物理気状蒸着法（Physical Va

50

por Deposition; PVD) 及び LPCVD、PECVD、金属有機化学気相蒸着法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD) のような化学気相蒸着法 (Chemical Vapor Deposition; CVD) を含むことができる。

【0038】

次に、図3Bを参照すれば、基板100上には3層の非晶質シリコン層211、221、231が形成される。より詳細に説明すると、基板100上に第1の下部非晶質シリコン層211を形成し、続いて第1の下部非晶質シリコン層211上に第2の下部非晶質シリコン層221を形成し、続いて第2の下部非晶質シリコン層221上に第3の下部非晶質シリコン層231を形成することによって、1つの光電素子を構成する。このとき、第1、第2及び第3の下部非晶質シリコン層211、221、231を形成するために、PECVDまたはLPCVDのような化学気相蒸着法を利用することができる。

10

【0039】

次に、図3Cを参照すれば、第1、第2及び第3の下部非晶質シリコン層211、221、231を結晶化させる(250)。すなわち、第1の下部非晶質シリコン層211は、第1の多結晶シリコン層210に、第2の下部非晶質シリコン層221は、第2の多結晶シリコン層220に、第3の下部非晶質シリコン層231は、第3の多結晶シリコン層230にそれぞれ結晶化される。

【0040】

最終的に、基板100上には、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230からなる第1の光電素子200が形成される。例えば、第1の光電素子200は、多結晶シリコン層が積層された構造であり、受光により発生する光起電力で電力を生産するp型、i型、n型の多結晶シリコン層が順に積層されたp-i-nダイオードの構造である。ここで、i型は、不純物をドーピングしない真性(intrinsic)を意味する。n型またはp型ドーピングは、非晶質シリコン層の形成の際に、不純物をイン-シチュー(in-situ)方式でドーピングすることが好ましい。p型のドーピングの際の不純物としては、ボロン(B)を、n型のドーピングの際の不純物としては、リン(P)または砒素(As)を使用することが一般的であるが、これに限定されるものではなく、公知の技術を制限なく使用することができる。

20

【0041】

このとき、非晶質シリコン層211、221、231の結晶化250方法は、固相晶析法(Solid Phase Crystallization: SPC)、エキシマ・レーザ・アニール法(Excimer Laser Annealing: ELA)、逐次的横方向結晶化法(Sequential Lateral Solidification: SLS)、金属誘導結晶化法(Metal Induced Crystallization: MIC)、及び金属誘導横方向結晶化法(Metal Induced Lateral Crystallization: MILC)のうちのいずれかの方法を用いることができる。前述した非晶質シリコンの結晶化方法は、公知の技術であるので、本明細書ではこれについての詳細な説明を省略する。

30

【0042】

一方、以上では第1、第2及び第3の下部非晶質シリコン層211、221、231を全て形成した後に、これらの層を同時に結晶化させる例に基づいて説明したが、必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、1つの下部非晶質シリコン層毎に結晶化工程を別途に行うことができ、また、2つの下部非晶質シリコン層は、同時に結晶化工程を同時に行い、残り1つの下部非晶質シリコン層は別途に結晶化工程を行うようにすることもできる。

40

【0043】

また、第1の多結晶シリコン層210、第2の多結晶シリコン層220、第3の多結晶シリコン層230は、多結晶シリコンの性質をより向上させるために、欠陥除去処理をさらに行うことができる。本発明では、多結晶シリコン層を高温熱処理したり水素プラズマ処理したりすることにより、多結晶シリコン層内に存在する欠陥(例えば、不純物及びダングリングボンド(dangling bond)等)を除去することができる。

【0044】

50

次に、図3Dを参照すれば、第1の光電素子200上に、3層の非晶質シリコン層310、320、330をさらに形成する。より詳細に説明すると、第3の多結晶シリコン層230上に第1の上部非晶質シリコン層310を形成し、続いて第1の上部非晶質シリコン層310上に第2の上部非晶質シリコン層320を形成し、続いて第2の上部非晶質シリコン層320上に第3の上部非晶質シリコン層330を形成することにより、第1の光電素子200のようなp-i-nダイオード構造の第2の光電素子300を構成する。第1、第2及び第3の上部非晶質シリコン層310、320、330を形成するためには、PECVDまたはLPCVDのような化学気相蒸着法を利用することができる。

【0045】

続いて、第3の上部非晶質半導体層330上には、透明導電性材料からなる上部電極400を形成する。上部電極400の材料は、ITO (Indium Tin Oxide)、ZnO (Zinc Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、及びSnOにフッ素(F)が少量ドーピングされたFSO (SnO:F)等からなる群から選択されるいずれかであることが好ましいが、必ずしもこれに限定されるものではない。上部電極400の形成方法としては、スパッタリングのような物理気相蒸着法や、LPCVD、PECVD、MOCVDのような化学気相蒸着法などを含むことができる。

【0046】

一方、図示しなかったが、第3の多結晶シリコン層230上には、透明導電性材料からなる連結層(不図示)をさらに形成することができる。この連結層は、第3の多結晶シリコン層230と第1の上部非晶質半導体層310との間のトンネル接合(Tunnel Junction)をなすようにすることにより、太陽電池のより優れた光電変換効率を期待できるようになる。このとき、連結層は、ZnOにアルミニウム(Al)を少量添加したAZO (ZnO:Al)であることが好ましいが、必ずしもこれに限定されるものではなく、一般的なITO、ZnO、IZO、FSO (SnO:F)などのような透明導電性材料を使用することができる。

【0047】

以上のようにして、多結晶シリコン層から構成される第1の光電素子200と非晶質シリコン層から構成される第2の光電素子300とを含むタンデム構造の太陽電池を得ることができる。第1の光電素子200は多結晶シリコン層からなるので長波長の光に対する光電変換効率に優れ、第2の光電素子300は非晶質シリコン層からなるので短波長の光に対する光電変換効率に優れる。したがって、本発明に係るタンデム構造の太陽電池は、多様な波長の光を吸収することができ、その結果、光電変換効率性を向上させることができる。

【0048】

また、本発明のタンデム構造の太陽電池は、高品質の多結晶シリコンを採用することによって、微小結晶質シリコンを採用する既存のタンデム構造の太陽電池より劣化特性に優れる(劣化の進行が難しい)という長所がある。すなわち、シリコンの特性上、非晶質シリコンは劣化特性が低下し、微小結晶質シリコンとは異なり、多結晶シリコン内には非晶質シリコンがほとんど存在しないため、本発明のタンデム構造の太陽電池は、使用による特性の低下が殆ど発生しない。

【0049】

本発明において、第1及び第2の光電素子200、300の構造は、好ましくは、次のような4種類の配列で形成することができる。以下で、+と-の意味は、ドーピング濃度の相対的な差を示し、+が-より高濃度のドーピング濃度を有することを意味する。例えば、n+は、n-よりハイドーピングされていることを意味する。また、+または-の表示がない場合は、ドーピング濃度に特別な制限がないことを意味する。

【0050】

第1に、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれn、i、pで、第1、第2及び第3の上部非晶質シリコン層310、320、330は、導電型がそれぞれn、i、pで構成されてもよい。このとき、第1、第2及び第

10

20

30

40

50

3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれn+、i、p+であることがより好ましい。

【0051】

第2に、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれn、n、pで、第1、第2及び第3の上部非晶質シリコン層310、320、330は、導電型がそれぞれn、i、pで構成されてもよい。このとき、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれn+、n-、p+であることがより好ましい。

【0052】

第3に、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれp、i、nで、第1、第2及び第3の上部非晶質シリコン層310、320、330は導電型がそれぞれp、i、nで構成されてもよい。このとき、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれp+、i、n+であることがより好ましい。

【0053】

第4に、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれp、p、nで、第1、第2及び第3の上部非晶質シリコン層310、320、330は、導電型がそれぞれp、i、nで構成されてもよい。このとき、第1、第2及び第3の多結晶シリコン層210、220、230は、導電型がそれぞれp+、p-、n+であることがより好ましい。

【0054】

以上の詳細な説明では、第1及び第2の光電素子200、300を互いに積層させたタンデム構造を一例として説明したが、必要に応じて光電素子を二重以上に積層することができ、p-i-n型でなく、p-n型を使用することができる。

【0055】

次に、図3Eを参照すれば、上部電極400上に、複数のグリッド電極500を、一方方向に互いに平行に形成される。グリッド電極500は、太陽電池の上部電極400の表面における電流収集を容易にするためのものであり、導電性材料を使用することができる。一般的に、AlまたはNi/Al材料を使用する。グリッド電極500が形成された表面には太陽光が吸収されないため、複数形成し互いに所定の間隔を隔てて配置することによって、受光される領域を増加させることが好ましい。このとき、グリッド電極500の数と幅は、設計基準によって多様に変化することができる。

【0056】

図4は、図3Eに示した太陽電池20に導電性リボン30を連結した状態を概略的に示す平面図である。

【0057】

図4を参照すれば、グリッド電極500は、上部電極400上に列方向に形成されたが、行方向に形成されてもよい。このとき、グリッド電極500は、一方方向に隣接する他の太陽電池の基板と導電性リボン30により電氣的に直列に接続される。

【0058】

以上のように、本発明では単一基板上に形成されたタンデム構造の太陽電池の場合、それ自体が太陽電池モジュールの製造の際に必要なとされる単位太陽電池（すなわち、太陽電池セル）となり、導電性リボンを用いてこのような複数の単位太陽電池を直列連結してタンデム構造の太陽電池を備える太陽電池モジュールを製造する。したがって、本発明では既存の太陽電池モジュールの製造過程では必然的に追加される複数の太陽電池単位セルを形成する工程（すなわち、レーザースクラビング方式などを利用して太陽電池を構成する多層膜をエッチングすることによって、太陽電池を複数の太陽電池単位セルに分割させる工程）を省略することができる。その結果、本発明によれば、太陽電池モジュールの製造工程が簡単になるので、製造コストが低下する。

【0059】

また、本発明において、基板１００は、高温で曲がる現象に耐える導電性のある剛性の金属または金属合金で形成して太陽電池間の直列連結状態を安定的に維持することができる。従って、本発明の産業利用性はきわめて高いものといえる。

【００６０】

以上、本発明の詳細な説明では具体的な実施形態について説明したが、本発明の要旨から逸脱しない範囲内で多様に変形できる。よって、本発明の権利範囲は、上述の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載及びこれと均等なものに基づいて定められるべきである。

【符号の説明】

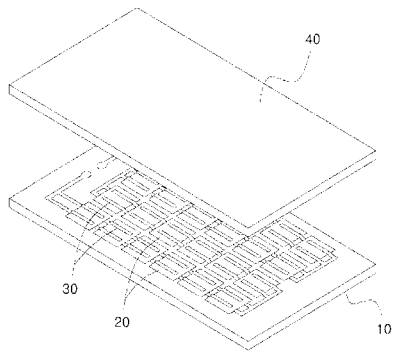
【００６１】

- １０ メイン基板
- ２０ 太陽電池
- ３０ 導電性リボン
- ４０ 保護基板
- １００ 基板
- ２００ 第１の光電素子
- ２１０ 第１の多結晶半導体層
- ２１１ 第１の下部非晶質半導体層
- ２２０ 第２の多結晶半導体層
- ２２１ 第２の下部非晶質半導体層
- ２３０ 第３の多結晶半導体層
- ２３１ 第３の下部非晶質半導体層
- ３００ 第２の光電素子
- ３１０ 第１の上部非晶質半導体層
- ３２０ 第２の上部非晶質半導体層
- ３３０ 第３の上部非晶質半導体層
- ４００ 上部電極
- ５００ グリッド電極

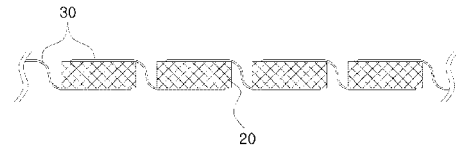
10

20

【図 1】



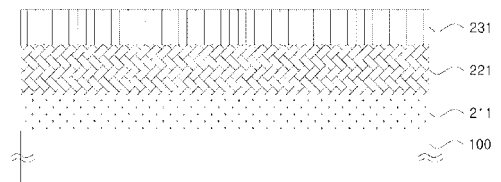
【図 2 B】



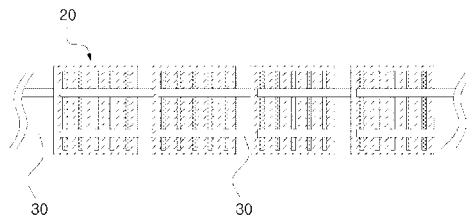
【図 3 A】



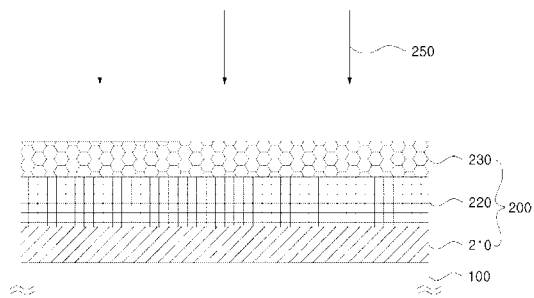
【図 3 B】



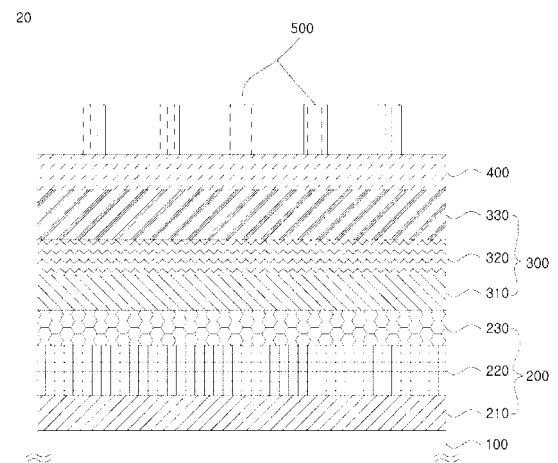
【図 2 A】



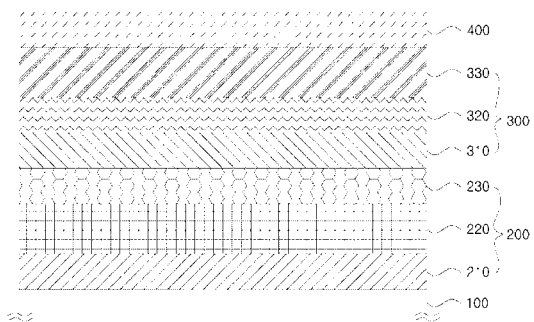
【図 3 C】



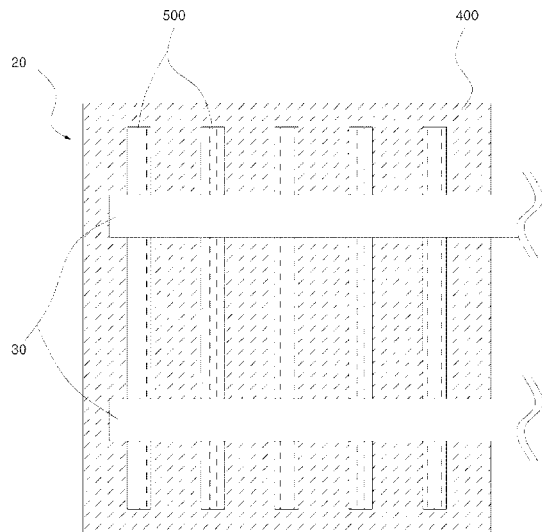
【図 3 E】



【図 3 D】



【図 4】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2009/004589

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/042(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)

H01L 31/042; G01T 1/24; H01L 21/00; H01L 21/20; H01L 21/205; H01L 21/768; H01L 27/14; H01L 29/04; H01L 31/04; H01L 31/072

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

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

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

eKOMPASS (KIPO internal)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6368892 B1 (ARYA; RAJEEWA R.) 09 April 2002 See column 9 and figure 2.	1-17
A	JP 2006-093422 A (TOSHIBA CORP et al.) 06 April 2006 See claims 1-4 and figure 1.	1-17
A	US 2002-0127764 A1 (MANFRED LOHMEYER et al.) 12 September 2002 See abstract and figure 1.	1-17
A	US 6288325 B1 (JANSEN; KAI W. et al.) 11 September 2001 See abstract and figure 1.	1-17
PX	JP 2009-094198 A (KANEKA CORP) 30 April 2009 See abstract and figure 1.	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier 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

15 JANUARY 2010 (15.01.2010)

Date of mailing of the international search report

03 FEBRUARY 2010 (03.02.2010)

Name and mailing address of the ISA/


 Korean Intellectual Property Office
 Government Complex-Daejeon, 139 Seosusa-ro, Daejeon 302-701,
 Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2009/004589

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6368892 B1	09.04.2002	US 6121541 A	19.09.2000
JP 2006-093422 A	06.04.2006	NONE	
US 2002-0127764 A1	12.09.2002	AT 232912 T	15.03.2003
		AU 2000-66974 A1	25.07.2000
		AU 6697400 A	13.02.2001
		DE 19935046 A1	01.03.2001
		DE 19935046 C2	12.07.2001
		EP 1208245 A1	29.05.2002
		EP 1208245 B1	19.02.2003
		ES 2190982 T3	01.09.2003
		JP 2003-505596 A	12.02.2003
		US 2004-0082097 A1	29.04.2004
		US 6670543 B2	30.12.2003
		US 7041342 B2	09.05.2006
		WO 01-07678 A1	01.02.2001
US 6288325 B1	11.09.2001	AU 1999-37999 A1	07.07.1999
		AU 3799999 A	03.02.2000
		DE 19932640 A1	10.02.2000
		ES 2150887 A1	01.12.2000
		ES 2150887 B1	01.10.2001
		FR 2781930 A1	04.02.2000
		GB 2339963 A	09.02.2000
		GB 2339963 A	09.02.2000
		GB 2339963 B	28.03.2001
		GB 9916531 D0	15.09.1999
		JP 2000-058887 A	25.02.2000
		JP 2001-177137 A	29.06.2001
		US 6077722 A	20.06.2000
JP 2009-094198 A	30.04.2009	NONE	

국제조사보고서		국제출원번호 PCT/KR2009/004589
A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01L 31/042(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01L 31/042; G01T 1/24; H01L 21/00; H01L 21/20; H01L 21/205; H01L 21/768; H01L 27/14; H01L 29/04; H01L 31/04; H01L 31/072 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 6368892 B1 (ARYA; RAJEEWA R.) 2002.04.09 칼럼9 및 도2 참조.	1-17
A	JP 2006-093422 A (TOSHIBA CORP 외 1) 2006.04.06 청구항 1-4 및 도1 참조.	1-17
A	US 2002-0127764 A1 (MANFRED LOHMEYER 외 4명) 2002.09.12 요약 및 도1 참조.	1-17
A	US 6288325 B1 (JANSEN; KAI W. 외 1명) 2001.09.11 요약 및 도1 참조.	1-17
PX	JP 2009-094198 A (KANEKA CORP) 2009.04.30 요약 및 도1 참조.	1-17
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2010년 01월 15일 (15.01.2010)		국제조사보고서 발송일 2010년 02월 03일 (03.02.2010)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 선사로 139, 정부대전청사 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 고재현 전화번호 82-42-481-5687 

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2009/004589

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 6368892 B1	2002.04.09	US 6121541 A	2000.09.19
JP 2006-093422 A	2006.04.06	없음	
US 2002-0127764 A1	2002.09.12	AT 232912 T	2003.03.15
		AU 2000-66974 A1	2000.07.25
		AU 6697400 A	2001.02.13
		DE 19935046 A1	2001.03.01
		DE 19935046 C2	2001.07.12
		EP 1208245 A1	2002.05.29
		EP 1208245 B1	2003.02.19
		ES 2190982 T3	2003.09.01
		JP 2003-505596 A	2003.02.12
		US 2004-0082097 A1	2004.04.29
		US 6670543 B2	2003.12.30
		US 7041342 B2	2006.05.09
		WO 01-07678 A1	2001.02.01
US 6288325 B1	2001.09.11	AU 1999-37999 A1	1999.07.07
		AU 3799999 A	2000.02.03
		DE 19932640 A1	2000.02.10
		ES 2150887 A1	2000.12.01
		ES 2150887 B1	2001.10.01
		FR 2781930 A1	2000.02.04
		GB 2339963 A	2000.02.09
		GB 2339963 A	2000.02.09
		GB 2339963 B	2001.03.28
		GB 9916531 D0	1999.09.15
		JP 2000-058887 A	2000.02.25
		JP 2001-177137 A	2001.06.29
		US 6077722 A	2000.06.20
JP 2009-094198 A	2009.04.30	없음	

서식 PCT/ISA/210 (대응특허 추가용지) (2009년 7월)

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, SK, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, 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 キム、ドンジ

大韓民国キョンギド463-909・ソンナムシ・ブンダング・チョンジャドン・ハンソルマウル
・エルジー アパートメント ナンバー201-201

(72)発明者 ジャン、ソクピル

大韓民国キョンギド441-729・スワンシ・クウォンソング・コセクドン・テサン2チャ ア
パートメント ナンバー205-301

(72)発明者 リー、ヨンホ

大韓民国キョンギド448-519・ヨンギンシ・スジグ・サンヒョンドン・サンウォン サンテ
ビル-3チャ アパートメント ナンバー233-1303

(72)発明者 リー、ビョンイル

大韓民国キョンギド463-804・ソンナムシ・ブンダング・クムゴクドン65-1・シオンヴ
ィラ ナンバーエー-402

(72)発明者 ジャン、タクヨン

大韓民国キョンギド443-470・スワンシ・ヨントング・ヨントンドン・ロッテアパートメン
ト ナンバー946-605

Fターム(参考) 5F151 AA03 AA05 CA14 CB18 CB24 DA04 DA16 FA04 FA06 GA02
GA14 JA02 JA07