

(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2008-520094
(P2008-520094A)

(43) 公表日 平成20年6月12日(2008.6.12)

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

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-541189 (P2007-541189)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成17年10月14日 (2005.10.14)</p> <p>(85) 翻訳文提出日 平成19年7月11日 (2007.7.11)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/US2005/036680</p> <p>(87) 国際公開番号 W02006/055126</p> <p>(87) 国際公開日 平成18年5月26日 (2006.5.26)</p> <p>(31) 優先権主張番号 10/988, 208</p> <p>(32) 優先日 平成16年11月12日 (2004.11.12)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(71) 出願人 503468695 フエロ コーポレーション アメリカ合衆国 オハイオ州 44114 クリーブランド、レイクサイド アベニ ュー 1000</p> <p>(74) 代理人 100092901 弁理士 岩橋 祐司</p> <p>(72) 発明者 スリダーラン, スリニバサン アメリカ合衆国, オハイオ州, 44136 , ストロングスビル, パイン レイクス ドライブ 14073</p> <p>(72) 発明者 ファム, タン アメリカ合衆国, カリフォルニア州, 92 083, ビスタ, カレーナ コート 71 0</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 太陽電池コンタクトの製造方法

(57) 【要約】

太陽電池の構成及び製造方法を開示する。本発明は、概して、固体部分と有機部分を含む混合物から作られる太陽電池コンタクトを提供するものであって、該太陽電池コンタクトは、該固体部分が、約85～約99重量%の銀、及び約1～約15重量%のガラス成分を含み、該ガラス成分が、約15～約75mol%のPbO、及び約5～約50mol%のSiO₂を含み、好適にはB₂O₃を含まないことを特徴とするものである。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

混合物から製造される太陽電池コンタクトであって、該混合物が、

- a . 固体部分、及び
- b . 有機部分を含み、
- c . 該固体部分が、
 - i . 約 8 5 ~ 約 9 9 重量%の銀成分、及び
 - ii . 約 1 ~ 約 1 5 重量%のガラス成分を含み、
 - iii . 該ガラス成分が
 - a . 約 1 5 ~ 約 7 5 m o l % の P b O 、
 - b . 約 5 ~ 5 0 m o l % の S i O ₂ を含み、
 - c . B ₂ O ₃ を含まない

10

ことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 2】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記有機部分に対する前記固体部分の重量比が約 2 0 : 1 ~ 約 1 : 2 0 であることを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 3】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 1 ~ 約 3 0 m o l % の B i ₂ O ₃ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 4】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 1 5 m o l % の A l ₂ O ₃ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

20

【請求項 5】

請求項 4 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 1 0 m o l % の T a ₂ O ₅ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 6】

請求項 5 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 1 0 m o l % の Z r O ₂ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 7】

請求項 6 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 8 m o l % の P ₂ O ₅ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

30

【請求項 8】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 1 5 m o l % の H f O ₂ + I n ₂ O ₃ + G a ₂ O ₃ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 9】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 1 0 m o l % の Y ₂ O ₃ + Y b ₂ O ₃ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 10】

請求項 4 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 1 5 m o l % の H f O ₂ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

40

【請求項 11】

請求項 4 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 1 0 m o l % の Z r O ₂ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 12】

請求項 11 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 8 m o l % の P ₂ O ₅ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 13】

請求項 4 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0 . 1 ~ 約 3 m o l % の B ₂ O ₃ を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

50

【請求項 14】

請求項 13 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0.1 ~ 約 10 mol % の Sb_2O_5 を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 15】

請求項 14 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0.1 ~ 約 10 mol % の ZrO_2 を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 16】

請求項 4 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、

- a. 約 26 ~ 約 34 mol % の PbO 、
- b. 約 27 ~ 約 33 mol % の SiO_2 、
- c. 約 5 ~ 約 11 mol % の Al_2O_3 、
- d. 約 0.1 ~ 約 2 mol % の Ta_2O_5 を含み、
- e. さらに約 27 ~ 約 33 mol % の ZnO を含む

10

ことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 17】

請求項 4 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、さらに約 0.1 ~ 約 3 mol % の MoO_3 を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 18】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記固体部分が、さらに Bi_2O_3 、 Sb_2O_3 、 In_2O_3 、 Ga_2O_3 、 SnO 、 ZnO 、 Pb_3O_4 、 PbO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Ta_2O_5 、 $4PbO \cdot SiO_2$ 、 $3PbO \cdot SiO_2$ 、 $2PbO \cdot SiO_2$ 、 $3PbO \cdot 2SiO_2$ 、 $PbO \cdot SiO_2$ 、 $ZnO \cdot SiO_2$ 、及び $ZrO_2 \cdot SiO_2$ 、及びこれらの反応生成物、及びこれらの組み合わせから成る群から選択される結晶性添加剤を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

20

【請求項 19】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記固体部分が、約 60 ~ 約 95 重量 % のフレーク状銀もしくは粉末状銀、及び約 0.1 ~ 約 20 重量 % のコロイダルシルバーを含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 20】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記銀成分が、フレーク状、粉末状、もしくはコロイド粒子状として存在する群から選択される銀を含み、固体部分がさらにリンを含み、そのリンの少なくとも一部が、銀のフレーク、粉末もしくはコロイド粒子の少なくとも一部の被膜として存在することを特徴とする太陽電池コンタクト。

30

【請求項 21】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記銀成分が、銀酸化物又は銀塩、もしくはそれらの組み合わせから成る群から選択される化合物を含むことを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 22】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記固体部分が、さらに約 0.5 ~ 約 25 重量 % の第一金属を含み、該第一金属は、 Pb 、 Bi 、 Zn 、 In 、 Ga 、及び Sb 、及びこれらと少なくとも 1 種の第二金属との合金から成る群から選択されることを特徴とする太陽電池コンタクト。

40

【請求項 23】

請求項 22 の太陽電池コンタクトにおいて、少なくとも 1 種の第二金属が銀であることを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 24】

請求項 22 の太陽電池コンタクトにおいて、第一金属が亜鉛であることを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 25】

50

請求項 24 の太陽電池コンタクトにおいて、少なくとも 1 種の第二金属が銀であることを特長とする太陽電池コンタクト。

【請求項 26】

請求項 1 の太陽電池コンタクトにおいて、前記ガラス成分が、第一ガラス組成物と第二ガラス組成物を含み、

a . 第一ガラス組成物が、

- i . 約 26 ~ 約 34 mol % の PbO 、
- ii . 約 27 ~ 約 33 mol % の SiO_2 、
- iii . 約 20 ~ 約 33 mol % の ZnO 、及び
- iv . 約 5 ~ 約 11 mol % の Al_2O_3 を含み、

10

b . 第二ガラス組成物が、

- i . 約 58 ~ 約 70 mol % の PbO 、
- ii . 約 5 ~ 約 50 mol % の SiO_2 を含み、

c . 第一及び第二ガラス組成物の重量比が、約 1 : 20 ~ 約 20 : 1 であることを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 27】

請求項 26 の太陽電池コンタクトにおいて、第一及び第二ガラス成分の重量比が、約 1 : 3 ~ 約 3 : 1 であることを特徴とする太陽電池コンタクト。

【請求項 28】

太陽電池コンタクトの製造方法であって、

20

- a . 銀含有ペーストを反射防止シリコンウェハー上に塗布し、
- b . ペーストを焼成して被膜を形成し、
- c . 該ペーストは固体部分と有機部分とを含み、該固体部分が、
 - i . 約 85 ~ 約 99 重量%の銀、及び
 - ii . 約 1 ~ 約 15 重量%のガラス成分を含み、
- d . 該ガラス成分が、
 - i . 約 15 ~ 75 mol % の PbO 、
 - ii . 約 5 ~ 約 50 mol % の SiO_2 、及び
 - iii . 約 3 mol % 未満の B_2O_3 を含む

ことを特徴とする製造方法。

30

【請求項 29】

請求項 28 の製造方法において、前記ペーストが、約 650 ~ 約 1000 の炉設定温度で約 1 秒 ~ 約 5 分間焼成されることを特徴とする製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ペースト組成物、及び太陽電池のコンタクトの製造方法、並びに光二次電池の製造に用いられる他の関連成分に関連する。

【背景技術】

【0002】

40

太陽電池は、通常、太陽光を有用な電気エネルギーに変換するシリコン (Si) のような半導体によって製造される。太陽電池は、一般的に、 Si の薄ウェハーから作られ、このウェハーは好適なリン源からリン (P) を P 型 Si ウェハーへと拡散することにより形成される PN 接合を要する。シリコンウェハーの太陽光が入射する側は、入射する太陽光の反射損失を防ぐため、通常反射防止膜 (ARC) で覆われており、これによって太陽電池の効率が高められる。前面コンタクト ($front - contact$) として知られる二次元の電極グリッドパターンは N 型シリコンへの連絡を形成し、もう一方の側 (裏面コンタクト; $back - contact$) は、アルミニウム (Al) コーティングによって P 型シリコンへと連絡する。これらのコンタクトは、 PN 接合部から外部へと出力するための電氣的な出力路である。

50

【発明の開示】

【0003】

本発明は、前面コンタクト (front - contact) のペースト原料に用いるためのガラス組成物を提供するものであって、これらは高性能 (効率 () 及び曲線因子 (FF) によって計測される) の太陽電池を得るための低い直列抵抗 (R_s) 及び高い並列抵抗 (R_{sh}) を備えている。本発明には、概略、固体部分と有機部分の混合物成分から製造される太陽電池コンタクトが含まれる。固体部分は、約 85 ~ 約 99 重量 % の金属成分 (好ましくは銀) 、及び約 1 ~ 約 15 重量 % のガラス成分を含む。ガラス成分は、約 15 ~ 約 75 mol % の PbO 、及び約 5 ~ 約 50 mol % の SiO_2 を含む。金属成分は、銀フレーク、銀粉、コロイダルシルバー、及び / 又はリン被覆銀粉を含む。また、上記の成分及び量を使用した太陽電池の製造方法も想定される。

10

【0004】

本発明の組成物及び方法は、前面コンタクト成分間 (典型的には Ag と Si である) において、ガラス媒体を通じて最適な相互作用、結合、及び接触の形成を促進することによって、従来技術の欠点を克服するものである。ガラス及び銀を含有する導電性のペーストは、シリコン基板上に印刷された後に焼成され、ガラスが熔融し、金属が焼結する。焼成後、 Ag / Si の導電性単独系統が形成され、バルクペーストとシリコンウェハーの間に導電性のブリッジを作る。有鉛ガラスは、比較的低温での優れたフロー特性により、低い温度での焼成を可能にする。

20

【0005】

上記ならびに他の本発明の特徴は、以下、さらに詳しく記載され、特に請求項や以下の記載 (本発明における特定の具体的な実施例を詳細に説明している) において指摘されている。しかしながら、これらは本発明の原理が採用される多様な方法が少なからずあることを示している。

【発明の詳細な説明】

【0006】

上記ならびに他の本発明の特徴は、以下、さらに詳しく記載される。銀 - 、及びガラス - 含有の厚膜フィルムペーストは、光照射によって発生する電流を集電するために、シリコンベース太陽電池の前面コンタクトの製造に使用される。銀 / シリコン界面の微細構造及び電気的特性によって、セル効率 () 及び曲線因子 (FF) によって計測される電池の電気的性能は大きく影響を受ける。また、太陽電池の電気的特性は、 R_s 及び R_{sh} によって特徴付けられる。前面コンタクト界面の構成及び微細構造により、 R_s がほぼ決定される。ペーストは一般的にスクリーン印刷で塗布されるが、噴出、パッド印刷、及びホットメルト印刷のような方法も使用される。スクリーン印刷された前面コンタクトを有する太陽電池は、比較的低温 (ウェハー温度 550 ~ 850 、焼成炉の設定温度 650 ~ 1000) で焼成され、リンをドーブしたシリコンウェハーの N 側と銀ベースのペーストとの間に低い抵抗のコンタクトを形成する。前面コンタクトペーストは、焼成される前において、1 又はそれ以上の形状 (粉末、フレーク、コロイド) での銀含有化合物、及びガラス成分、及び / 又は他の添加物を含む。ガラス成分は、少なくとも PbO 及び SiO_2 を含む。

30

40

【0007】

温度に作用して起こる反応の順序及び速度は、銀ペーストとシリコンウェハー間に低い抵抗のコンタクトを形成する要因である。界面の構造は、シリコン基板、 Ag / Si 単独系統、絶縁ガラス層内の Ag 沈殿物、バルク銀といった複数の相からなる。ガラスは、シリコン界面とバルク銀との間に、ほぼ連続の層を形成する。

【0008】

太陽電池は、原料混合物からなるペースト又はインクにより作られた前面コンタクトを有する。これらの混合物は、焼成前において、固体部分と有機部分とを含む。固体部分は、導電性金属とガラス成分とを含む。他の添加物 (すなわち、無機添加物) は、最大約 30 重量 % まで、好適には最大約 25 重量 % まで、さらに好適には最大約 10 重量 % までが

50

、必要に応じて含まれる。本発明にかかるペースト組成物の固体部分は、(a) 固体部分の約85～約99重量%、好適には約88～約95重量%の銀、銀合金、銀酸化物、もしくは銀化合物(すなわち、銀成分)を含む金属成分、及び(b) 固体部分の約1～約15重量%、好適には約2～約9重量%、さらに好適には約3～約8重量%のガラス成分を含む。本発明のペーストの有機部分は、(a) 少なくとも約80重量%の有機溶媒、(b) 最大約15重量%までの熱可塑性樹脂、(c) 最大約4重量%までのチキソトロップ剤、及び(d) 最大約2重量%までの湿潤剤を含む。1種以上の溶媒、樹脂、チキソトロップ剤、湿潤剤の使用も想定される。有機部分に対する固体部分の重量比は各種想定されるが、一実施例においては、約20:1～約1:20の有機部分に対する固体部分の重量比を含んでいる。好適な実施例において、重量比は、約15:1～約1:15、最も好適には、約10:1～約1:10の割合である。それぞれの主要成分の種類(ガラス、金属、有機物)は以下に詳しく説明する。

10

【0009】

ペーストガラス。ガラス成分は、焼成前において、1種もしくはそれ以上のガラス組成物を含む。それぞれのガラス組成物は、 PbO や SiO_2 を含む酸化物フリットを最小限含有している。酸化亜鉛(ZnO)を、本発明のガラス成分中の PbO の一部と置き換えてもよい。特に、本発明の各種実施例において、ガラス成分は表1の成分を含んでいる。少なくとも2種のガラス組成物が存在する場合、それらの構成及び比率の選択は、太陽電池コンタクトの品質に影響する。 ZnO を高い割合(例えば、約35mol%以上)で含む(第一の)ガラス組成物を使用すると、シリコンへの浸透は最小となる。このようなガラス組成物は、表3の実施例V及びVII、表4の組成物Aに例示されている。一方、 PbO を高い割合(例えば、約75mol%以上)で含む(第二の)亜鉛を含有しないガラス組成物を使用すると、よりシリコンへ浸透する。このようなガラス組成物は、表3の実施例VI、VIII、IX、X及びXI、表4の組成物B、C、D及びEに例示されている。使用されるガラス組成物の数にかかわらず、ガラス組成物全体での PbO 及び SiO_2 の総量は、 PbO が約15～約75mol%、 SiO_2 が約5～約50mol%の範囲内となる。様々な割合の第一及び第二ガラス組成物が、太陽電池コンタクトの形成において、シリコンへの浸透の程度及びこれにより得られる太陽電池の特性を調整するために使用することができる。例えば、ガラス成分中に、第一及び第二のガラス組成物は、約1:20～約20:1、好適には約1:3～約3:1の重量比で存在する。好適には、ガラス成分は、カドミウムもしくはカドミウムの酸化物を含まない。さらに、本発明において、太陽電池の製造に使用されるガラス組成物を得るために、 PbO の一部を Bi_2O_3 へ置き換えることもできる。例えば、約1～約30mol%の Bi_2O_3 が使用可能である。

20

30

【0010】

他の実施例においては、さらに Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Sb_2O_5 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 In_2O_3 、 Ga_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。 $Y_2O_3 + Yb_2O_3$ といった記載は、 Y_2O_3 又は Yb_2O_3 もしくはこの2つの組み合わせが一定量含まれることを意味する。表1に示される実施例において、つづく表2に示される酸化物フリット成分をさらに含んでもよい。

【0011】

40

【表 1】

酸化フリット成分（ガラス成分中のモル％）

ガラス組成物成分	I (広範囲)	II (好適)	III (さらに好適)
PbO	15-75	25-66	30-64
SiO ₂	5-50	15-40	20-35
ZnO	0-50	5-35	20-33
PbO+ZnO	15-80	---	---

10

【 0 0 1 2 】

【表 2】

表 1 実施例の追加の酸化物フリット成分（ガラス成分中のモル％）

ガラス組成物成分	I (広範囲)	II (好適)	III (さらに好適)
Al ₂ O ₃	0-15	1-11	2-10
Ta ₂ O ₅	0.1-10	0.1-3	0.2-2
Sb ₂ O ₅	0.1-10	0.1-3	0.2-2
ZrO ₂	0.1-10	0.5-5	1-2
P ₂ O ₅	0.1-8	1-5	2-4
MoO ₃	0.1-3	---	---
HfO ₂ +In ₂ O ₃ +Ga ₂ O ₃	0.1-15	1-10	3-8
Y ₂ O ₃ + Yb ₂ O ₃	0.1-10	1-8	3-8

20

30

【 0 0 1 3 】

実施例において、表 2 に記載されている全てのフリット成分を含んでいる必要はないものの様々な組み合わせが可能である。表 3 に示されるように、他の具体的な実施例において、様々な量（モル％）で前記成分を含むことができる。

【 0 0 1 4 】

【表 3】

ガラス成分中のガラス組成物のさらなる実施例（ガラス成分中のモル％）

ガラス組成物	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
成分								
PbO	58-64	25-40	58-64	26-34	58-66	58-66	58-70	58-66
SiO ₂	25-31	20-31	22-32	27-33	20-31	20-31	20-31	20-32
ZnO	0-10	5-34		27-33				
Al ₂ O ₃	2-11	4-10	1-10	5-11	1-9	1-9	1-11	1-9
Ta ₂ O ₅		0-2		0.1-2	0.1-2			
P ₂ O ₅								0.1- 4
HfO ₂ +In ₂ O ₃ +Ga ₂ O ₃			0.1-8					
ZrO ₂					0.1-5		0.1-2	0.1- 4
B ₂ O ₃						0-3		
Sb ₂ O ₅						0.1-3		

10

【0015】

銀成分。銀成分中の銀原料は、1又はそれ以上の銀金属又は銀合金の微粉末とすることができる。銀の一部は、酸化銀（Ag₂O）、もしくはAgCl、AgNO₃又はAgOOCCH₃（酢酸銀）のような銀塩として添加できる。さらに、銀は、リンのような様々な物質で被覆されていてもよい。あるいは、ガラス溶解/製造工程において、酸化銀をガラス中に溶解させることもできる。ペーストに使用される銀粒子は、球状、フレーク状、又はコロイド懸濁液としての提供、あるいはこれらの組み合わせであってもよい。本発明の太陽電池コンタクトの銀成分とするために、前記銀原料のいずれを用いてもよい。例えば、ペーストの固体部分は、約80～約99重量%の球状銀粒子、もしくは約75～約90重量%の銀粒子、及び約1～10重量%の銀フレークを含んでいてもよい。他の固体部分の代替組成は、約75～90重量%の銀フレーク、及び約1～約10重量%のコロイダルシルバーを含んでいる。一般的に、固体部分は、約60～約95重量%の銀粉もしくは銀フレーク、及び約0.1～約20重量%のコロイダルシルバーを含んでいてもよい。適当な市販の銀粒子の例として、球状銀粉Ag3000-1、銀フレークSF-23、及びコロイダルシルバー懸濁液RDAGCOLBが挙げられ、これらはすべてFerro Corporation（オハイオ州クリーブランド）にて市販されている。

20

30

【0016】

無機添加剤/その他の添加剤。リンは、前面コンタクトの抵抗を減少させるため、様々な方法によってペーストに添加することができる。例えば、ある種のガラスは、粉末状又は酸化物フリット状のP₂O₅とともに処理するか、もしくはリンを、リン酸エステル及びその他の有機リン化合物としてペーストへ添加することができる。より簡単には、ペーストの調製に先立って、リンを銀粒子の被覆物として添加できる。このような場合、ペースト化する前に、銀粒子は液状リン及び溶媒とともに混合される。例えば、約85～約95重量%の銀粒子、約5～約15重量%の溶媒、及び約0.5～約10重量%の液状リンを混合し、溶媒を蒸発させる。リン被覆銀粒子の使用により、本発明のペーストにおけるリンと銀との緊密な混合が確実になされる。

40

【0017】

微粒子シリコン又は炭素粉、もしくはその両方のような他の添加剤は、銀の還元及び沈殿反応を抑えるためにペーストへと添加することができる。界面又はバルクガラス中での銀の沈殿は、焼成雰囲気（例えば、N₂又はN₂/H₂/H₂O混合物フローでの焼成）の調整によっても抑えることができる。Pb、Bi、In、Ga、Sn、Zn、及び各金属と少なくとも1種の他の金属との合金のような、優れた低融点の金属添加物（すなわち、金属酸化物とは異なる元素金属添加物）は、低温条件でコンタクトを提供するため、もしくは焼成温度範囲を拡大するために添加することができる。亜鉛は好適な金属添加物であり、銀は金属添加物を合金とするための好適な金属である。亜鉛-銀合金が最も好適で

50

ある。

【0018】

(a) ガラスの混合物、又は(b) ガラスと結晶性添加物の混合物、又は(c) 1種もしくはそれ以上の結晶性添加物の混合物が、所望の組成範囲のガラス成分を構成するために使用できる。その目的は、接触抵抗を減少させ、太陽電池の電気的性能を向上させることにある。例えば、 Bi_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Sb_2O_5 、 In_2O_3 、 Ga_2O_3 、 SnO 、 ZnO 、 Pb_3O_4 、 PbO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Ta_2O_5 のような第二の相の結晶性物質を、コンタクトの性能を調整するためにガラス成分に添加してもよい。前記酸化物の組み合わせ及び反応生成物は、所望の特性を有するガラス成分の調製のためにも好適である。例えば、 $4\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $3\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $3\text{PbO} \cdot 2\text{SiO}_2$ 及び $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ のような PbO と SiO_2 の反応によって生成される低融点のケイ酸鉛(結晶質又はガラス質、あるいは単独又は混合物の状態である)を、ガラス成分の調製に用いることができる。ケイ酸鉛の第二の相は必要に応じて用いてもよい。また、 $\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2$ や $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ のような前記酸化物のほかの反応生成物を使用してもよい。しかし、上記酸化物の総量は、ここに開示されている様々な実施例に特定される範囲内でなければならない。

10

【0019】

本発明者らは、(B_2O_3 としての)ホウ素含有量が、コンタクト形成に影響を与えることを見出した。多量($>10\text{mol}\%$)の B_2O_3 が存在すると、特に高い R_s を有する劣悪なコンタクトの形成を招く。したがって、好適な実施例において、ガラス成分は、約 $3\text{mol}\%$ を超える B_2O_3 、好適には約 $1\text{mol}\%$ を超える B_2O_3 を含まない。最も好適には、ガラス成分は B_2O_3 を含まない。

20

【0020】

さらに本発明者らは、ハフニウムの酸化物(HfO_2)、インジウムの酸化物(In_2O_3)、及び/またはガリウムの酸化物(Ga_2O_3)を含有する特定のガラスは、導電性の Ag/Si 単独システムのサイズ、質をともに増加させることも見出した。したがって、最大 $15\text{mol}\%$ までの HfO_2 、及び/又は In_2O_3 、及び/又は Ga_2O_3 をガラス成分中に含んでもよい。

【0021】

タンタル及びモリブデンの酸化物は、焼成中のガラス粘性及びガラスの表面張力を減少し、溶融したガラスによるウェハーの湿潤をより促進させる。したがって、最大約 $10\text{mol}\%$ までの Ta_2O_5 、及び最大約 $3\text{mol}\%$ までの MoO_3 をガラス成分中に含有することができる。

30

【0022】

ガラス組成物からの銀の溶解及び沈殿の反応速度は、アルカリ金属酸化物の存在によって大きく変化する。この点から、本発明の組成物は、さらに、例えば、 Na_2O 、 K_2O 及び Li_2O 及びそれらの組み合わせのようなアルカリ金属酸化物を含んでもよい。特に、本発明の一実施例のガラス成分は、約 $0.1 \sim 15\text{mol}\%$ の $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O}$ 、もしくはさらに好適には、約 $0.1 \sim 5\text{mol}\%$ のこれらのアルカリ金属酸化物を含んでもよい。

40

【0023】

前面コンタクトペースト又はインク中のガラスは、効率的な前面コンタクト銀-シリコン界面を形成するために、多くの主要な役割を果たす。前面コンタクトペーストガラスは、焼成を通じて下部の Si とのコンタクトを形成するため、一般に窒化ケイ素(SiN_x)又は二酸化チタン(TiO_2)から作られる反射防止膜を腐食させる。ガラスはまた、 Si との自己-制御相互作用(Si の一部を酸化して SiO_2 としてガラス中へ溶解させる)にも関与する。 SiO_2 が局所的に集まることでガラスの粘性が増加し、この増加により Si が SiO_2 としてさらに溶解することが一時的に制限されるため、ガラスと Si との自己制御相互作用が生じてもPN接合は保たれる。ガラスはまた、ガラスに溶解している Ag 金属を溶解し、 Ag イオンをシリコン界面へ移動させ、有益な Ag/Si 単独系

50

統を界面で形成するために、ガラスから Ag を沈殿させる。最終的に、ガラスは、バルク銀の抵抗を減少させるための銀ペーストの緻密性を高める働きをし、シリコンウェハーと焼成（銀）ペースト間の結合（密着）を高める。

【0024】

有機ビヒクル。多くの導電性組成物のためのビヒクル又はキャリアーは、一般に、溶媒に溶解した樹脂溶液であり、その多くは樹脂とチキソトロップ剤の両者を含む溶媒溶液である。溶媒の沸点は、通常、約 130 ~ 約 350 である。この目的で最も頻繁に使用される樹脂は、エチルセルロースでもある。しかし、エチルヒドロキシエチルセルロース、ウッドロジン、エチルセルロースとフェノール樹脂の混合物、低級アルコールのポリメタクリル酸エステル、及びエチレングリコールモノアセテートのモノブチルエーテルも使用可能である。厚膜塗布に最も広く使用される溶媒は、又はテルピネオールのようなテルペン、もしくは、Dowanol（登録商標；ジエチレングリコールモノエチルエーテル）のような高沸点アルコール、又はそれらと butyl Carbitol（登録商標；ジエチレングリコールモノブチルエーテル）、dibutyl Carbitol（登録商標；ジエチレングリコールジブチルエーテル）、butyl Carbitol acetate（登録商標；ジエチレングリコールモノブチルエーテルアセテート）、ヘキシレングリコール、Texanol（登録商標；2, 2, 4-トリメチル-1, 3-ペンタジオールイソブチレート）のような他の溶媒との混合物、並びにその他のアルコールエステル、ケロシンやフタル酸ジブチルである。ビヒクルは、コンタクトを修飾するために、例えば、ニッケル、リンもしくは銀をベースとする有機金属化合物を含有することができる。これらと他の溶媒との様々な混合によって、それぞれの用途に求められる所望の粘度や揮発性とすることができる。一般的に厚膜ペースト形成に使用される他の分散剤、界面活性剤及び流動性改質剤を含んでいてもよい。有機キャリアーに有用な製品は、以下の商標にて入手することができる：Texanol（登録商標；Eastman Chemical Company, テネシー州キングSPORT）；Dowanol 及び Carbitol（登録商標；Dow Chemical Co., ミシシッピ州ミッドランド）；Triton（登録商標；Union Carbide Division of Dow Chemical Co., ミシシッピ州ミッドランド）、Thixatrol（登録商標；Elementis Company, ニュージャージー州ハイツタウン）、及び Diffusol（登録商標；Transene Co. Inc., マサチューセッツ州ダンバー）。N-DIFFUSOL（登録商標）は、リン元素と同程度の拡散係数を持つ n 型拡散剤を含有する安定な液体製剤である。

【0025】

一般的に使用される有機チキソトロップ剤は、水素化ヒマシ油及びそれらの誘導体である。懸濁液のずり流動化能を有する溶媒/樹脂特性においてのみ好適であるため、チキソトロップ剤は常に必要とされるものではない。さらに、湿潤剤として脂肪酸エステル、例えば、N-タロー-1, 3-ジアミノプロパンジオレート、N-タロートリメチレンジアミンジアセテート、N-ココトリメチレンジアミン、ベータジアミン、N-オレイルトリメチレンジアミン、N-タロートリメチレンジアミン及びN-タロートリメチレンジアミンジオレート、及びそれらの組み合わせが用いられる。

【0026】

前述の組成範囲は好ましい領域のものであって、これらの範囲に限定されるものではないことに注意すべきであり、当業者は、最終的な製品の製造、形成のために、特定の用途、特定の組成物及び条件に応じて、これらの組成範囲を変更し得ることを認識するであろう。本発明にかかるペーストは、3本ロールミルを用いて調製することができる。使用されるキャリアーの量及びタイプは、主に、最終的に所望される処方粘性、ペーストの粉の細かさ、及び所望されるウェットプリントの厚さによって決定される。本発明にかかる組成物の調製においては、微粒子無機固体をキャリアーと混合し、3本ロールミルのような適当な装置によって分散し、懸濁液を生成する。この結果得られた組成物は、ブルックフィールドHTB型スピンドル14粘度計を用いた25、せん断速度9.6 sec⁻¹で

10

20

30

40

50

の粘性が、約100～約500 kcps、好適には約300～約400 kcpsとなる。

【0027】

ペーストのプリント及び焼成。前記ペースト組成物は、太陽電池コンタクトあるいは他の太陽電池部品の製造工程で用いられる。本発明の太陽電池コンタクトの製造方法においては、(1)銀含有ペーストをシリコン基板に塗布し、(2)ペーストを乾燥させ、(3)ペーストを焼成して金属を焼結させ、シリコンへのコンタクトを形成する工程が含まれる。ペーストのプリントパターンは、炉設定温度約650～950、又はウェハー温度約550～850といった好適な温度で焼成される。好適には、炉設定温度は、約750-930で、ペーストは空气中で焼成される。焼成中、反射防止SiN_x層がガラスによって酸化、腐食され、Si基板との反応によってAg/Si単独系統が形成し、これがシリコンに対してエピタキシャルに結合していると考えられる。焼成条件は、シリコンウェハー上のシリコン/ペースト界面において、Ag/Si単独系統の十分な密度を生成するために選択され、これが低い抵抗性、高い変換効率、高い曲線因子を有する前面コンタクト及び太陽電池の生産につながる。

10

【0028】

標準的なARCは、Si₃N₄のような、総称してSiN_xと呼ばれる窒化ケイ素のようなシリコン化合物から作られる。この層は絶縁体として働き、接触抵抗を増加させる傾向にある。したがって、ガラス成分によるこのARC層の腐食は、前面コンタクトの形成に必要な工程である。本発明者らは、シリコンウェハーとペースト間の抵抗の減少は、界面でのエピタキシャルな銀/シリコンの導電性単独系統の形成によって促進されることを見出した。すなわち、シリコン上の銀単独系統は、シリコン基板において見られるものと同様の結晶構造であると考えられる。このようなエピタキシャルな銀/シリコン界面が生じないとした場合、この界面での抵抗は、容認し難いほど高くなる。これまでは、低抵抗のエピタキシャルな銀/シリコン界面を得るための加工条件は、非常に範囲が狭く、成し遂げ難かった。本発明のペースト及び製法は、幅広い加工条件下、すなわち、最小焼成温度約650から最大850(ウェハー温度)まで焼成可能な条件下で、(低抵抗を有するコンタクトの形成につながる)エピタキシャルな銀/シリコン界面の形成を可能にする。本発明のペーストは空气中で焼成することができる。

20

【0029】

シリコン太陽電池の低抵抗前面コンタクトの形成は、技術的な挑戦を伴うものである。ペースト構成成分(銀金属、ガラス、添加剤、有機物)中の相互作用、及びペースト構成成分とシリコン基板間の相互反応は、両者ともに複雑である。しかしながら、ペースト成分とシリコン基板間の相互反応については制御しなければならない。急速な炉工程では、すべての反応が反応速度論に大きく依存するようになる。さらに、この興味深い反応は、PN接合を保持するために、シリコンの非常に狭い領域内(<0.5ミクロン)で行われなければならない。

30

【0030】

本発明で論じられる特性は、ガラス組成物、ペースト中のガラス量、銀の形態、そして焼成条件を含む様々な変量によって決まるものと考えられる。低直列抵抗(R_s)をもつ前面コンタクトを形成するためには、ガラス成分内でのいくつかの物理的及び化学的現象が起こらなければならない。小さな温度変化、すなわち、PVセル内、セル間、炉-炉、セルロット-セルロット間での温度変化が、電池の性能に大きな影響を与えるため、前面コンタクト特性の最適化には、焼成温度及び焼成条件の微調整が必要とされる。中間層のガラスの厚さが最小化されると、銀とシリコンとの間のコンタクト(すなわち、エピタキシャルな銀/シリコン単独系統)の数及び質が増加することによって、抵抗が減少し、導電性が増加すると考えられる。ペーストが低すぎる温度で焼成されると、Ag/Si界面において銀とシリコンとが十分に反応できないため、高い直列抵抗が生じる。反対に、ペーストが高すぎる温度で焼成されると、シリコン中へ過剰量の銀が拡散すること(及び界面から離れること)により、シリコンウェハーのPN接合が影響を受け、その結果、R_sの減少によって電池性能が悪化する。高いR_sは、優れた電池性能のために必要とさ

40

50

れる。

【0031】

前面コンタクトの製造方法。本発明に係る太陽電池コンタクトは、ここに開示された導電性ペーストを、例えば、スクリーンプリントによって、例えば、約40～約80ミクロンの所望のウェット厚さで、基板に塗布することによって製造される。自動スクリーンプリント技術には、200～325メッシュスクリーンを使用することができる。その後、印刷されたパターンは焼成の前に、約1～15分間、200以下、好適には約120で乾燥される。乾燥された印刷されたパターンは、ベルトコンベヤー式の炉で、ピーク温度にて、わずか1秒から最大約5分の間、空气中で焼成することができる。焼成中、ガラスが溶解され、金属が焼結される。

10

【0032】

窒素(N₂)又はその他の不活性雰囲気が、必要に応じて用いられる。焼成は、通常、有機物質の完全燃焼が可能な約300～約550の温度プロフィールで行なわれ、約650～約1000の炉設定温度ピークは、わずか1秒間しか持続しない。しかしながら、低温で焼成した場合には、1、3、及び5分程度のより長い焼成時間が可能である。例えば、3ゾーン焼成プロフィールを、ベルト速度約1～約4m/min、好適には、3m/min(約120インチ/min)で使用することができる。好適な例では、ゾーン1は約7インチ(18センチ)、ゾーン2は約16インチ(40センチ)、そしてゾーン3は約7インチ(18センチ)である。それぞれの連続するゾーンの温度は、一般に、例えば、ゾーン1が700～790、ゾーン2は800～850、ゾーン3は800～970といったように、前のゾーンよりも高くする。当然、4、5、6、又は7ゾーンもしくはそれ以上を含む3ゾーン以上の焼成配列も本発明により想定され、それぞれのゾーンの長さは約5～約20インチ、焼成温度は650～1000である。

20

【実施例1】

【0033】

実施例：12.5cm×12.5cm、厚さ250～300μmの多結晶シリコンウェハーを窒化ケイ素反射防止膜によって被覆した。これらのウェハーのシート抵抗は約1-cmであった。

【0034】

市販の裏面用アルミニウムペースト(Ferro CN53-038)及び裏面銀ペースト(Ferro CN33-451)を裏面コンタクトのために用いた。前面コンタクトパターンは、280メッシュスクリーンを使用し、フィンガーラインのオープニング100μm、ライン間のスペース約2.8mmでプリントした。実施例のペーストに用いられたガラス組成物は、周知のガラス製造技術によって調製した。ガラス組成物を表4に、このガラス組成物の特性を表5に、ペースト組成物を表6に示す。前面コンタクトをプリントした後、サンプルを約100～約150で約3～約15分間乾燥した。プリントしたウェハーは、3ゾーン赤外線(IR)ベルト炉を使用し、約3m(120")/minのベルト速度で、3つのゾーンの設定温度がそれぞれ780、810、930の条件で、共焼成した。ゾーンは、それぞれ7"、16"、7"であった。ほとんどのサンプルの焼成後のフィンガー幅は、約120～約170μmで、焼成後の厚さは、約10～15μmであった。

30

40

【0035】

太陽電池の電気的性能は、Oriental Instrument Co.社(コネチカット州ストラトフォード)のModel 91193-1000を用いて、ASTM G-173-03に準じ、AM 1.5の太陽光条件で測定した。電気的試験の結果を表7に示す。

【0036】

【表 4】

実施例のガラス組成物

ガラス →	A	B	C	D	E
mole %					
PbO	31.3	61.6	61.5	58.9	61.9
ZnO	30.0				
SiO ₂	29.8	30.3	27.2	28.7	30.1
Al ₂ O ₃	8.0	3.3	5.6	7.7	
B ₂ O ₃			2.4		
Ta ₂ O ₅	0.9				
ZrO ₂		1.6	2.0		
P ₂ O ₅		3.3			
Sb ₂ O ₅			1.4		
Ga ₂ O ₃					8.0
HfO ₂				4.8	

10

【0037】

ガラス組成物 A ~ E の特性は、つづく表 5 に説明する。T_g は、ガラス転移温度を表す。TCE は、25 ~ 300 の範囲での熱膨張係数である。

20

【0038】

【表 5】

ガラス特性

ガラス組成物	A	B	C	D	E
ガラス特性					
T _g , °C	498	404	390	---	404
TCE, (25-300°C) × 10 ⁻⁷ /°C	68	105	98	105	97
密度, gm/cc	5.8	6.7	6.5	6.8	6.3

【0039】

表 6 のペースト剤は、Ferro Corporation (オハイオ州クリーブランド) より市販されている有機ビヒクル V131 及び V132 を使用して製造された。表 6 中の量は、すべて固体部分及び有機部分を含むペーストの重量パーセントである。

30

【0040】

【表 6】

ペースト処方

ペースト →	1	2	3	4	5	6
成分(重量%)						
ガラス成分	A	B	C	D	E	B
ペースト中のガラス成分	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
銀フレーク、SF-23						73.0
銀粉末、Ag3000-1	68	68	68	68	68	
コロイダルシルバー、RDAGCOLB	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	5.0
ビヒクル V131	0.6	6.5	0.6	0.6	0.6	17.5
ビヒクル V132	14.5	8.6	14.5	14.5	14.5	

40

表 6 の前面コンタクトペーストは、本発明に開示された焼成プロフィールに従って焼成した。得られた太陽電池の電気的特性を表 7 に説明する。

【0041】

【表 7】

表 6 の前面コンタクトペーストで製造された太陽電池の電気的特性

ペースト→	1	2	3	4	5	6
ガラス→	A	B	C	D	E	B
Isc, A	4.73	4.93	4.73	4.83	4.72	4.89
Voc, mV	597	605	601	602	598	600
効率, %	13.9	14.7	14.1	14.3	11.0	14.1
曲線因子, %	76.5	77.2	76.1	76.6	61.1	75.2
R _s , mΩ	8.5	8.1	8.8	8.8	21.7	8.8
R _{sh} , Ω	31.7	29	20	38	22.3	8.0

10

【 0 0 4 2 】

I s c とは、出力電圧 0 で測定された短絡電流を意味し、V o c とは、出力電流 0 で測定された開回路電圧を意味する。R_s 及び R_{s h} は前記定義の通りである。

【 0 0 4 3 】

付加的な利点及び変更を、当業者は容易に思いつくであろう。このため、本発明は、その広範な態様において、本明細書に示され、記載された特定の詳細又は具体的実施例に限定されるものではない。したがって、添付の請求項及びその均等物により定義される全般的な発明概念の精神あるいはその範囲から逸脱しない限りにおいて、多様な変更を行ってよい。

20

【 国際調査報告 】

60700780019



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US05/36680

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC: H01L 31/0224(2006.01)		
USPC: 136/256;252/514		
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) U.S. : 136/256; 252/514		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,118,362 A (St. Angelo et al) 02 June 1992 (02.06.1992), entire document.	1, 2, 21-23, 28, and 29
Y		3-9, 11-20, and 24-27
Y	US 5,198,154 A (Yokoyama et al) 30 March 1993 (30.03.1993), entire document.	3-7, 9, 11, 12, 14-18, and 24-27
Y	JP 58-083073 A (Asada et al) 18 May 1983 (18.05.1983), entire document and English abstract.	4-8, 11-15, 17, and 18
Y	US 3,839,231 A (Patterson et al) 01 October 1974 (01.10.1974), entire document.	4-8, 16, 26, and 27
Y	US 6,225,392 B1 (Sunahara) 01 May 2001 (01.05.2001), entire document.	7, 12, and 20
Y	US 5,948,320 A (Nikaidoh et al) 07 September 1999 (07.09.1999), entire document.	10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"T" later documents 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	
"B" earlier application or patent published on or after the international filing date	"C" 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	
"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)	"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	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"E" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 13 August 2007 (13.08.2007)	Date of mailing of the international search report 24 SEP 2007	
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 Jeffrey T. Barton Telephone No. (571)272-1307	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

04.12.2007

21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US03/36680

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,841,044 A (Weise et al) 24 November 1998 (24.11.1998), entire document.	10
Y	US 6,036,889 A (Kydd) 14 March 2000 (14.03.2000), embodiment of Example III.	19

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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 カディルカール, チャンドラシェクハール, エス
アメリカ合衆国, オハイオ州, 44147, ブロードビュー ハイウェイ, クウェイル ランド
ドライブ 412

(72)発明者 シェイク, アジーズ, エス
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, 92127, サンディエゴ, ウィーピング レーン 177
90

(72)発明者 キム, スティーブ, エス
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, 93117, ゴレタ, モールバラ ドライブ 6292

Fターム(参考) 5F051 BA14 CB27 FA10 FA30