

(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2011-103301

(P2011-103301A)

(43) 公開日 平成23年5月26日(2011.5.26)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
H 0 1 B	1/22	(2006.01)	H 0 1 B	1/22	A	5 F 1 5 1
H 0 1 L	31/04	(2006.01)	H 0 1 L	31/04	H	5 G 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-252993 (P2010-252993) (22) 出願日 平成22年11月11日 (2010.11.11) (31) 優先権主張番号 10-2009-0108674 (32) 優先日 平成21年11月11日 (2009.11.11) (33) 優先権主張国 韓国 (KR) (31) 優先権主張番号 10-2010-0096382 (32) 優先日 平成22年10月4日 (2010.10.4) (33) 優先権主張国 韓国 (KR)	(71) 出願人 390019839 三星電子株式会社 Samsung Electronics Co., Ltd. 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416 416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea (74) 代理人 110000671 八田国際特許業務法人 (72) 発明者 李 殷 成 大韓民国ソウル特別市西大門区延禧1洞 413-58 <div style="text-align: right;">最終頁に続く</div>
---	--

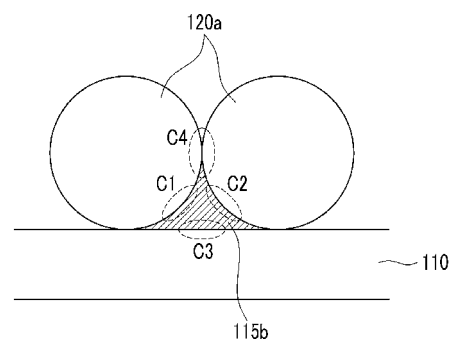
(54) 【発明の名称】 導電性ペースト及びこれを用いた太陽電池

(57) 【要約】

【課題】電荷の損失を減らして、太陽電池の効率を改善できる導電性ペーストを提供する。

【解決手段】導電性粉末、金属ガラス、及び有機ビヒクルを含む導電性ペーストである。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

導電性粉末、金属ガラス (metallic glass)、及び有機ビヒクルを含むことを特徴とする、導電性ペースト。

【請求項 2】

前記金属ガラスは、銅 (Cu)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、鉄 (Fe)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、コバルト (Co)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、金 (Au)、セリウム (Ce)、ランタン (La)、イットリウム (Y)、ガドリニウム (Gd)、ベリリウム (Be)、タンタル (Ta)、ガリウム (Ga)、アルミニウム (Al)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb)、鉛 (Pb)、銀 (Ag)、リン (P)、ホウ素 (B)、ケイ素 (Si)、炭素 (C)、スズ (Sn)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、マンガン (Mn)、エルビウム (Er)、クロム (Cr)、プラセオジウム (Pr)、ツリウム (Tm)、及びこれらの組み合わせから選択される少なくとも 1 種を含む合金である、請求項 1 に記載の導電性ペースト。

10

【請求項 3】

前記金属ガラスは、銅 (Cu)、ジルコニウム (Zr)、ニッケル (Ni)、鉄 (Fe)、チタン (Ti)、マグネシウム (Mg)、及びこれらの組み合わせから選択される少なくとも 1 種を含む合金である、請求項 2 に記載の導電性ペースト。

20

【請求項 4】

前記金属ガラスのガラス転移温度 (Tg) は、前記半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の導電性ペースト。

【請求項 5】

前記導電性粉末と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い、請求項 4 に記載の導電性ペースト。

【請求項 6】

前記半導体物質と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い、請求項 4 または 5 に記載の導電性ペースト。

【請求項 7】

前記金属ガラスは、前記導電性粉末の焼結温度で固体、過冷却液体 (supercooled liquid)、または液体として存在する、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の導電性ペースト。

30

【請求項 8】

前記導電性粉末は、銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の導電性ペースト。

【請求項 9】

前記導電性粉末、前記金属ガラス、及び前記有機ビヒクルの含量は、前記導電性ペーストの総量に対してそれぞれ 50 ~ 90 質量%、1 ~ 20 質量%、及び残部である、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の導電性ペースト。

40

【請求項 10】

ガラスフリットをさらに含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の導電性ペースト。

【請求項 11】

前記導電性粉末、前記金属ガラス、前記ガラスフリット、及び前記有機ビヒクルは、前記導電性ペーストの総含有量に対してそれぞれ 50 ~ 90 質量%、1 ~ 20 質量%、1 ~ 10 質量%、及び残量で含まれる、請求項 10 に記載の導電性ペースト。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の導電性ペーストを用いて形成された電極を含む電子素子。

【請求項 13】

50

半導体物質を含む半導体層と、
前記半導体層に電氣的に接続され、導電性物質を含む電極と、
前記半導体層及び前記電極と接触し、金属ガラスを含むバッファ層と、
を含む太陽電池。

【請求項 14】

前記バッファ層は前記半導体層と前記電極との間に位置する、請求項 13 に記載の太陽電池。

【請求項 15】

前記金属ガラスのガラス転移温度は、前記半導体物質と前記導電性物質との共融温度より低い、請求項 13 または 14 に記載の太陽電池。

10

【請求項 16】

前記導電性物質と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性物質との共融温度より低い、請求項 13 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

【請求項 17】

前記半導体物質と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性物質との共融温度より低い、請求項 13 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

【請求項 18】

前記バッファ層はガラスフリットをさらに含む、請求項 13 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

【請求項 19】

前記半導体物質はシリコンを含む、請求項 13 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

20

【請求項 20】

前記電極と前記バッファ層との間に位置し、前記導電性物質と前記金属ガラスとが共融してなる第 1 共融層をさらに含む、請求項 13 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

【請求項 21】

前記半導体層と前記バッファ層との間に位置し、前記半導体物質と前記金属ガラスとが共融してなる第 2 共融層をさらに含む、請求項 13 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

【請求項 22】

前記第 2 共融層はガラスフリットが共に共融している、請求項 21 に記載の太陽電池。

30

【請求項 23】

前記金属ガラスは、銅 (Cu)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、鉄 (Fe)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、コバルト (Co)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、金 (Au)、セリウム (Ce)、ランタン (La)、イットリウム (Y)、ガドリニウム (Gd)、ベリリウム (Be)、タンタル (Ta)、ガリウム (Ga)、アルミニウム (Al)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb)、鉛 (Pb)、銀 (Ag)、リン (P)、ホウ素 (B)、ケイ素 (Si)、炭素 (C)、スズ (Sn)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、マンガン (Mn)、エルビウム (Er)、クロム (Cr)、プラセオジウム (Pr)、ツリウム (Tm)、及びこれらの組み合わせから選択される少なくとも 1 種を含む合金である、請求項 13 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

40

【請求項 24】

前記導電性物質は、銀 (Ag)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 13 ~ 23 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

【請求項 25】

前記半導体層は、p 型不純物がドーピングされた p 型層及び n 型不純物がドーピングされた n 型層を含み、

前記電極は、前記 p 型層に電氣的に接続された第 1 電極及び前記 n 型層に電氣的に接続

50

された第 2 電極を含み、

前記バッファ層は、前記 p 型層と前記第 1 電極との間及び前記 n 型層と前記第 2 電極との間のうちの少なくとも一つに位置する、請求項 13 ~ 24 のいずれか 1 項に記載の太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性ペースト及びこれを用いた太陽電池に関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

太陽電池は、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換素子であって、無限、無公害の次世代エネルギー資源として脚光を浴びている。

【0003】

太陽電池は、p 型半導体及び n 型半導体を含み、光活性層で太陽光エネルギーを吸収すると、半導体の内部で電子 - 正孔対 (electron-hole pair、EHP) が生成され、ここで生成された電子及び正孔が n 型半導体及び p 型半導体にそれぞれ移動し、これらが電極に収集されることによって、外部で電気エネルギーとして利用できる。

【0004】

太陽電池は、太陽光エネルギーからできるだけ多くの電気エネルギーを出力できるように効率を上げることが重要である。このような太陽電池の効率を上げるためには、半導体の内部でできるだけ多くの電子 - 正孔対を生成することも重要であるが、生成された電荷を損失せずに外部に引き出すことも重要である。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

太陽電池の電極は、導電性ペーストを使用したスクリーン印刷 (screen printing) 法により形成することができる。

【0006】

そこで本発明は、電荷の損失を減らして、太陽電池の効率を改善できる導電性ペーストを提供することを目的とする。

30

【0007】

また、本発明は、前記導電性ペーストを使用した太陽電池を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、導電性粉末、金属ガラス (metallic glass)、及び有機ビヒクルを含むことを特徴とする、導電性ペーストである。

【0009】

前記金属ガラスは、例えば、銅 (Cu)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、鉄 (Fe)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、コバルト (Co)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、金 (Au)、セリウム (Ce)、ランタン (La)、イットリウム (Y)、ガドリニウム (Gd)、ベリリウム (Be)、タンタル (Ta)、ガリウム (Ga)、アルミニウム (Al)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb)、鉛 (Pb)、銀 (Ag)、リン (P)、ホウ素 (B)、ケイ素 (Si)、炭素 (C)、スズ (Sn)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、マンガン (Mn)、エルビウム (Er)、クロム (Cr)、プラセオジウム (Pr)、ツリウム (Tm)、及びこれらの組み合わせから選択した少なくとも 1 種を含む合金でありうる。

40

【0010】

好ましくは、前記金属ガラスは、銅 (Cu)、ジルコニウム (Zr)、ニッケル (Ni)、鉄 (Fe)、チタン (Ti)、マグネシウム (Mg)、及びこれらの組み合わせから

50

選択される少なくとも１種を含む合金である。

【００１１】

好ましくは、前記金属ガラスのガラス転移温度（ T_g ）は、シリコンなどの半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い。

【００１２】

好ましくは、前記導電性粉末と前記金属ガラスとの共融温度は、シリコンなどの半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い。

【００１３】

好ましくは、半導体物質と前記金属ガラスとの共融温度は、半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い。

【００１４】

好ましくは、前記金属ガラスは、前記導電性粉末の焼結温度で固体、過冷却液体（supercooled liquid）、または液体として存在する。

【００１５】

好ましくは、前記導電性粉末は、銀（Ag）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、またはこれらの組み合わせを含む。

【００１６】

前記導電性粉末、前記金属ガラス、及び前記有機ビヒクルは、前記導電性ペーストの総含有量に対してそれぞれ約５０～９０質量％、約１～２０質量％、及び残量で含まれる。

【００１７】

前記導電性ペーストは、ガラスフリットをさらに含むことができる。

【００１８】

前記導電性粉末、前記金属ガラス、前記ガラスフリット、及び前記有機ビヒクルは、前記導電性ペーストの総含有量に対してそれぞれ約５０～９０質量％、約１～２０質量％、約１～１０質量％、及び残量で含まれることができる。

【００１９】

本発明はまた、半導体物質を含む半導体層と、前記半導体層に電氣的に接続され、導電性物質を含む電極と、前記半導体層及び前記電極と接触し、金属ガラスを含むバッファ層とを含む太陽電池を提供する。

【００２０】

前記バッファ層は、前記半導体層と前記電極との間に位置することができる。

【００２１】

好ましくは、前記金属ガラスのガラス転移温度は、前記半導体物質と前記導電性物質との共融温度より低い。

【００２２】

好ましくは、前記導電性物質と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性物質との共融温度より低い。

【００２３】

好ましくは、前記半導体物質と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性物質との共融温度より低い。

【００２４】

前記バッファ層はガラスフリットをさらに含むことができる。

【００２５】

好ましくは、前記半導体物質はシリコンを含むことができる。

【００２６】

前記太陽電池は、前記電極と前記バッファ層との間に位置し、前記導電性物質と前記金属ガラスとが共融してなる第１共融層をさらに含むことができる。

【００２７】

前記太陽電池は、前記半導体層と前記バッファ層との間に位置し、前記半導体物質と前

10

20

30

40

50

記金属ガラスとが共融してなる第2共融層をさらに含むことができる。

【0028】

前記第2共融層は、ガラスフリットが共に共融していることができる。

【0029】

前記金属ガラスは、例えば、銅(Cu)、チタン(Ti)、ニッケル(Ni)、ジルコニウム(Zr)、鉄(Fe)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、コバルト(Co)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、金(Au)、セリウム(Ce)、ランタン(La)、イットリウム(Y)、ガドリニウム(Gd)、ベリリウム(Be)、タンタル(Ta)、ガリウム(Ga)、アルミニウム(Al)、ハフニウム(Hf)、ニオブ(Nb)、鉛(Pb)、銀(Ag)、リン(P)、ホウ素(B)、ケイ素(Si)、炭素(C)、スズ(Sn)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、マンガン(Mn)、エルビウム(Er)、クロム(Cr)、プラセオジム(Pr)、ツリウム(Tm)、及びこれらの組み合わせから選択される少なくとも1種を含む合金である。

10

【0030】

好ましくは、前記導電性物質は、銀(Ag)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、またはこれらの組み合わせを含む。

【0031】

好ましくは、前記半導体層は、p型不純物がドーピングされるp型層及びn型不純物がドーピングされるn型層を含み、前記電極は、前記p型層に電氣的に接続される第1電極及び前記n型層に電氣的に接続される第2電極を含み、前記バッファ層は、前記p型層と前記第1電極との間及び前記n型層と前記第2電極との間のうちの少なくとも一つに位置する。

20

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、太陽電池の電極において電荷の損失を減らし、太陽電池の効率を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の一実施形態に係る太陽電池において、半導体基板上に導電性ペーストが塗布された場合の例を示す概略図である。

30

【図2】本発明の一実施形態に係る太陽電池において、半導体基板上に導電性ペーストが塗布された場合の例を示す概略図である。

【図3A】導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温した際の変化を示す概略図である。

【図3B】導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温した際の変化を示す概略図である。

【図3C】導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温した際の変化を示す概略図である。

【図3D】導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温した際の変化を示す概略図である。

40

【図3E】導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温した際の変化を示す概略図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る太陽電池を示す断面図である。

【図5】本発明の他の実施形態に係る太陽電池を示す断面図である。

【図6】本発明のさらに他の実施形態に係る太陽電池を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明の実施形態について、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が容易に実施できるように詳細に説明する。しかし、本発明は種々の異なる形態で実施することができ、ここで説明する実施形態に限られない。

50

【0035】

最初に、本発明の一実施形態に係る導電性ペーストについて説明する。

【0036】

本発明の一実施形態に係る導電性ペーストは、導電性粉末 (conductive powder)、金属ガラス (metallic glass)、及び有機ビヒクル (organic vehicle) を含む。

【0037】

導電性粉末としては、例えば、アルミニウム (Al) またはアルミニウム合金のようなアルミニウム含有金属、銀 (Ag) または銀合金のような銀含有金属、銅 (Cu) または銅合金のような銅含有金属、ニッケル (Ni) またはニッケル合金のようなニッケル (Ni) 含有金属、またはこれらの組み合わせが挙げられる。しかしながら、これらに限定されず、他の種類の金属とすることができ、前記金属以外に他の添加物を含むことも可能である。前記導電性粉末は、例えば、約 $0.1 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ の大きさを有しうる。

【0038】

金属ガラスは、二つ以上の金属を含む合金が無秩序な原子構造を有するもので、非晶質金属 (amorphous metal) とも呼ぶ。金属ガラスは、シリケート (silicate) のような一般的なガラスとは異なって比抵抗が低く、導電性を示す。

【0039】

金属ガラスは、例えば、遷移金属、貴金属、希土類金属、アルカリ土類金属、半金属 (semimetal) またはこれらの組み合わせの合金でありうる。例えば、銅 (Cu)、チタン (Ti)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、鉄 (Fe)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、コバルト (Co)、パラジウム (Pd)、白金 (Pt)、金 (Au)、セリウム (Ce)、ランタン (La)、イットリウム (Y)、ガドリニウム (Gd)、ベリリウム (Be)、タンタル (Ta)、ガリウム (Ga)、アルミニウム (Al)、ハフニウム (Hf)、ニオブ (Nb)、鉛 (Pb)、銀 (Ag)、リン (P)、ホウ素 (B)、ケイ素 (Si)、炭素 (C)、スズ (Sn)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、マンガン (Mn)、エルビウム (Er)、クロム (Cr)、プラセオジウム (Pr)、ツリウム (Tm)、及びこれらの組み合わせから選択される少なくとも1種を含む合金とすることができる。

【0040】

前記金属ガラスは、好ましくは、銅 (Cu)、ジルコニウム (Zr)、ニッケル (Ni)、鉄 (Fe)、チタン (Ti)、マグネシウム (Mg)、及びこれらの組み合わせから選択される少なくとも1種を含む合金である。

【0041】

前記金属ガラスは、例えば、 $\text{Cu}_{50}\text{Zr}_{50}$ 、 $\text{Cu}_{30}\text{Ag}_{30}\text{Zr}_{30}\text{Ti}_{10}$ 、 $\text{Cu}_{43}\text{Zr}_{43}\text{Al}_{7}\text{Ag}_{7}$ 、 $\text{Cu}_{46}\text{Zr}_{46}\text{Al}_{8}$ 、 $\text{Cu}_{58.1}\text{Zr}_{35.9}\text{Al}_{6}$ 、 $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{15}\text{Cu}_{32}\text{Sn}_{3}$ 、 $\text{Ti}_{45}\text{Ni}_{15}\text{Cu}_{25}\text{Sn}_{3}\text{Be}_{7}\text{Zr}_{5}$ 、 $\text{Ni}_{60}\text{Nb}_{30}\text{Ta}_{10}$ 、 $\text{Ni}_{61}\text{Zr}_{20}\text{Nb}_{7}\text{Al}_{4}\text{Ta}_{8}$ 、 $\text{Ni}_{57.5}\text{Zr}_{35}\text{Al}_{7.5}$ 、 $\text{Zr}_{41.2}\text{Ti}_{13.8}\text{Ni}_{10}\text{Cu}_{12.5}\text{Be}_{22.5}$ 、 $\text{Mg}_{65}\text{Y}_{10}\text{Cu}_{15}\text{Ag}_{5}\text{Pd}_{5}$ 、 $\text{Mn}_{55}\text{Al}_{25}\text{Ni}_{20}$ 、 $\text{La}_{55}\text{Al}_{25}\text{Ni}_{10}\text{Cu}_{10}$ 、 $\text{Mg}_{65}\text{Cu}_{7.5}\text{Ni}_{7.5}\text{Ag}_{5}\text{Zn}_{5}\text{Gd}_{10}$ 、 $\text{Mg}_{65}\text{Cu}_{15}\text{Ag}_{10}\text{Y}_{6}\text{Gd}_{4}$ 、 $\text{Fe}_{77}\text{Nb}_{6}\text{B}_{17}$ 、 $\text{Fe}_{67}\text{Mo}_{13}\text{B}_{17}\text{Y}_{3}$ 、 $\text{Ca}_{65}\text{Mg}_{15}\text{Zn}_{20}$ 、 $\text{Ca}_{66.4}\text{Al}_{33.6}$ 、またはこれらの組み合わせを含むことができるが、これらに限定されない。

【0042】

金属ガラスは、ガラス転移温度 (glass transition temperature、 T_g) 以上でガラスのように軟化 (softening) する。

【0043】

この際、金属ガラスのガラス転移温度 (T_g) は、好ましくは、シリコンのような半導体物質と前記導電性粉末との共融温度 (eutectic temperature) よ

10

20

30

40

50

り低い。そのため、昇温時に前記半導体物質と前記導電性粉末とが共融する前に前記金属ガラスが軟化しうる。

【0044】

また、好ましくは、前記導電性粉末と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い。そのため、昇温時に前記半導体物質と前記導電性粉末とが共融する前に、導電性粉末と金属ガラスとがまず共融しうる。

【0045】

また、好ましくは、前記半導体物質と前記金属ガラスとの共融温度は、前記半導体物質と前記導電性粉末との共融温度より低い。そのため、前記半導体物質と前記導電性粉末とが共融する前に、前記半導体物質と前記金属ガラスとがまず共融しうる。

10

【0046】

前記金属ガラスは、前記導電性粉末の焼結温度で固体、過冷却液体 (supercooled liquid)、または液体として存在しうる。

【0047】

すなわち、半導体物質で形成された半導体層の上に、上述した導電性ペーストを塗布して昇温すると、金属ガラスは最初に軟化して、前記導電性粉末及び半導体層との接触面積を広げることができる。前記金属ガラスが軟化した後に、金属ガラスと導電性粉末とが共融し、金属ガラスと半導体物質とが共融し、半導体物質と導電性粉末とが共融しうる。

【0048】

好ましくは、前記有機ビヒクルは、導電性粉末及び金属ガラスと混合されて適切な粘度を付与できる有機化合物、及びこれらを溶解する溶媒を含む。

20

【0049】

有機化合物としては、例えば、(メタ)アクリレート系樹脂；エチルセルロースのようなセルロース樹脂；フェノール樹脂；アルコール樹脂；テフロン；及びこれらの組み合わせから選択される少なくとも1種を含むことができ、界面活性剤、増粘剤、及び安定化剤のような添加剤をさらに含むことができる。

【0050】

溶媒は、これらを混合できる形態であれば、公知の溶媒を使用することができる。

【0051】

好ましくは、前記導電性粉末、前記金属ガラス、及び前記有機ビヒクルの含量は、前記導電性ペーストの総量に対してそれぞれ50～90質量%、1～20質量%、及び残部である。ここで、有機ビヒクルの含量は、有機化合物、添加剤、および溶媒の総量である。

30

【0052】

前記導電性ペーストは、ガラスフリット (glass frit) をさらに含むことができる。

【0053】

ガラスフリットは、絶縁膜をエッチングする特性に優れ、太陽電池の反射防止膜のような絶縁膜の上部に導電性ペーストを使用して電極を形成する時、前記導電性ペーストが絶縁膜を貫く役割を強化することができる。また、ガラスフリットは、下部膜との密着性に優れ、下部膜との接着性を改善することができる。

40

【0054】

前記ガラスフリットとしては、例えば、 $PbO-SiO_2$ 系、 $PbO-SiO_2-B_2O_3$ 系、 $PbO-SiO_2-B_2O_3-ZnO$ 系、 $PbO-SiO_2-B_2O_3-BaO$ 系、 $PbO-SiO_2-ZnO-BaO$ 系、 $ZnO-SiO_2$ 系、 $ZnO-B_2O_3-SiO_2$ 系、 $ZnO-K_2O-B_2O_3-SiO_2-BaO$ 系、 $Bi_2O_3-SiO_2$ 系、 $Bi_2O_3-B_2O_3-SiO_2$ 系、 $Bi_2O_3-B_2O_3-SiO_2-BaO$ 系、 $ZnO-BaO-B_2O_3-P_2O_5-Na_2O$ 系統、 $Bi_2O_3-B_2O_3-SiO_2-BaO-ZnO$ 系、またはこれらの組み合わせが挙げられる。

【0055】

前記ガラスフリットをさらに含む場合、前記導電性粉末、前記金属ガラス、前記ガラス

50

フリット、及び前記有機ビヒクルの含量は、前記導電性ペーストの総量に対してそれぞれ 50～90質量%、1～20質量%、1～10質量%、及び残部である。

【0056】

前記導電性粉末、金属ガラス、及び有機ビヒクルを含む導電性ペーストは、多様な電子素子の電極を形成する際、例えば、スクリーン印刷法によって塗布して用いることができる。このような電子素子としては、例えば、太陽電池が挙げられる。

【0057】

本発明の導電性ペーストは、太陽電池に用いられる導電性ペーストに限定されず、PDP電極またはOLEDグリッド電極などの他の電子素子にも適用されうる。

【0058】

太陽電池の電極を形成する際、シリコンウエハー(silicon wafer)のような半導体基板上に、上述した導電性ペーストを塗布し、焼成して電極を形成することができる。

【0059】

以下、図1～3を参照して、半導体基板上に導電性ペーストを塗布する際の前記導電性ペーストの作用について説明する。

【0060】

図1及び図2は、本発明の一実施形態に係る太陽電池において、半導体基板上に導電性ペーストが塗布された場合の例を示す概略図であり、図3A～3Eは、導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温する際の導電性ペーストの変化を示す概略図である。

【0061】

図1を参照すると、半導体基板110の上に導電性ペーストを塗布した場合、導電性ペーストに含まれている導電性粉末120a及び金属ガラス115aはそれぞれ粒子状で存在しうる(有機ビヒクルは図示せず)。

【0062】

この際、上述したように、金属ガラス115aのガラス転移温度(T_g)は、例えばシリコンのような半導体物質と前記導電性粉末120aとの共融温度より低いので、導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温する場合、前記半導体物質と前記導電性粉末120aとが共融する前に金属ガラス115aがまず軟化される。

【0063】

したがって、導電性ペーストが塗布された半導体基板110を、金属ガラス115aのガラス転移温度(T_g)以上に熱処理()を行う場合、図1に示すように、金属ガラス115aは軟化して、複数の導電性粉末120aの間の空隙を満たす軟化した金属ガラス115bが形成されうる。

【0064】

図2を参照すると、軟化した金属ガラス115bは、導電性粉末120aと接触する部分C1、C2、及び半導体基板110と接触する部分C3を形成するだけでなく、隣接する導電性粉末120aの間の密着性も高めて、これらの間に接触する部分C4を形成する。このように軟化した金属ガラス115bが、導電性粉末120aと半導体基板110との間で、これらの間を密着させることによって、太陽電池の作動時に半導体基板110から発生した電荷が導電性粉末120aまで伝達される経路を形成することができる。

【0065】

一方、軟化した金属ガラス115bは半導体基板110の上にバッファ層を形成することができる。

【0066】

これについて、図3A～3Eを参照して具体的に説明する。

【0067】

図3A～3Eは、導電性ペーストが塗布された半導体基板を昇温し、バッファ層を形成する工程を示す概略図である。

【0068】

10

20

30

40

50

はじめに、図3Aのように、半導体基板110の上に導電性粉末120a及び金属ガラス115a(有機ビヒクルは省略する)を含む導電性ペーストを塗布する。

【0069】

次いで、図3Bのように、金属ガラス115aのガラス転移温度(T_g)以上に昇温する。例えば、金属ガラス115aが $Cu_{50}Zr_{40}Al_{10}$ を含む場合、ガラス転移温度(T_g)は約450~500でありうる。ガラス転移温度(T_g)以上の温度で軟化した金属ガラス115bは、半導体基板110の表面の上においてぬれ性(wetting)を示し、密着できる。この際、軟化した金属ガラス115bの粘度が低い場合、ぬれ性が高く、密着性をさらに高めることができる。

【0070】

図3Cを参照すると、導電性粉末120aの焼結温度(sintering temperature、 T_s)以上に昇温する。例えば、導電性粉末120aが銀(Ag)である場合、焼結温度(T_s)は約580~700とすることができる。焼結温度(T_g)以上の温度で、隣接する導電性粉末120aは互いにぎっしりと密着して、焼結された導電性粉末120bを形成する。導電性粉末120aの焼結温度で、前記金属ガラスは固体、過冷却液体(supercooled liquid)または液体として存在することができる。

【0071】

図3Dを参照すると、焼結した導電性粉末120bと軟化した金属ガラス115bとの共融温度(eutectic temperature、 T_1)以上に昇温する。例えば、導電性粉末120bが銀(Ag)であり、金属ガラス115bが $Cu_{50}Zr_{40}Al_{10}$ の場合、これらの共融温度は約780でありうる。導電性粉末120bと金属ガラス115bが共融して、これらの間に密着性が高まり、これらの間に第1共融層117が形成される。

【0072】

図3Eを参照すると、軟化した金属ガラス115bと半導体基板110との共融温度(T_2)以上に昇温する。例えば、金属ガラス115bが $Cu_{50}Zr_{40}Al_{10}$ であり、半導体基板110がシリコンからなる場合、これらの共融温度は約802でありうる。金属ガラス115bと半導体基板110とは共融して、これらの間の密着性が高まり、これらの間に第2共融層118が形成される。

【0073】

前記軟化した金属ガラス115bは、所定温度で結晶化されて、バッファ層115を形成することができ、バッファ層115は、導電性粉末120bが半導体基板110内に拡散することを防止することができる。

【0074】

本実施形態においては、導電性を有する金属ガラスを使用して、半導体基板と電極とを電氣的に接続させることによって、電荷の移動経路を広げて電荷の損失を減らし、金属ガラスを含むバッファ層によって、電極を形成する導電性物質が半導体基板内に拡散することを防止することができる。

【0075】

一方、前述のように、前記導電性ペーストはガラスフリットをさらに含むことができる。この場合、ガラスフリットは金属ガラスと類似する挙動を示し、バッファ層及び共融層を形成することができる。

【0076】

以下、図面を参照して、上述した導電性ペーストを使用して形成された電極を含む本発明の一実施形態に係る太陽電池について説明する。

【0077】

図面において、種々の層及び領域を明確に表現するために厚さを拡大して示した。明細書の全体にわたって類似する部分に対しては同一の図面符号を付けた。層、膜、領域、板などの部分が他の部分の「上」にある場合、これは他の部分の「すぐ上」にある場合だけ

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

【 0 0 7 9 】

【 0 0 8 0 】

10

20

【 0 0 8 3 】

30

【 0 0 8 5 】

40

【 0 0 8 7 】

50

0 bとの間には、それぞれ第1共融層117及び第2共融層118が形成されている。第1共融層117は、前面電極120を形成する導電性物質とバッファ層115を形成する金属ガラスが共融した共融物を含み、第2共融層118は、バッファ層115を形成する金属ガラスと上部半導体層110bの半導体物質が共融した共融物を含む。

【0088】

前面電極120の上には前面バスバー(bus bar)電極(図示せず)が形成されている。バスバー電極は、複数の太陽電池セルを組み立てる時、隣接する太陽電池セルを連結するためのものである。

【0089】

半導体基板110の下部には誘電膜130が形成されている。誘電膜130は電荷の再結合を防止すると同時に、電流が漏れることを防止して、太陽電池の効率を上げられる。誘電膜130は複数の貫通部135を有し、貫通部135を通じて半導体基板110と後述する後面電極140とが接触することができる。

【0090】

誘電膜130は、例えば、酸化ケイ素(SiO_2)、窒化ケイ素(SiN_x)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、またはこれらの組み合わせで形成することができ、好ましくは、約100~2000の厚さを有する。

【0091】

誘電膜130の下部には後面電極140が形成されている。後面電極140は、導電性物質で形成することができ、例えばアルミニウム(Al)のような不透明金属で形成することができる。後面電極140は前面電極120と同様に、導電性ペーストを用いたスクリーン印刷法により形成することができる。

【0092】

後面電極140と下部半導体層110aとの間には、前面電極120と同様にバッファ層(図示せず)を形成することができる。また、後面電極140とバッファ層との間及び下部半導体層110bとバッファ層との間には、前面電極120と同様にそれぞれ第1共融層(図示せず)及び第2共融層(図示せず)を形成することができる。

【0093】

本実施形態においては、導電性を有する金属ガラスを用いて半導体基板と電極とを電気的に接続させることによって、電荷の移動経路を広げて電荷の損失を減らし、金属ガラスを含むバッファ層によって、電極を形成する導電性物質が半導体基板内に拡散することを防止することができる。

【0094】

以下、前記太陽電池の製造方法について、図4を参照して説明する。
まず、シリコンウエハーのような半導体基板110を準備する。この時、半導体基板110は、例えばp型不純物がドーピングされていてもよい。

【0095】

次に、半導体基板110を表面組織化する。表面組織化は、例えば硝酸及びフッ酸のような強酸、または水酸化ナトリウムのような強塩基溶液を使用する湿式法で行うか、またはプラズマを使用した乾式法で行うことができる。

【0096】

次に、半導体基板110に、例えばn型不純物をドーピングする。ここでn型不純物は、例えば、 POCl_3 または H_3PO_4 などを高温で拡散させることによってドーピングすることができる。これにより、半導体基板110は他の不純物でドーピングされた下部半導体層110a及び上部半導体層110bを含む。

【0097】

次に、上部半導体層110bの上に前面電極用導電性ペーストを塗布する。前面電極用導電性ペーストは、例えば、スクリーン印刷法により形成することができる。スクリーン印刷は、銀(Ag)などの導電性粉末、金属ガラス、及び有機ビヒクルを含む前面電極用導電性ペーストを、電極が形成される位置に塗布して乾燥する段階を含む。

10

20

30

40

50

【0098】

導電性ペーストは、上述のように、金属ガラスを含む。前記金属ガラスは、例えば、熔融紡糸法 (melt spinning)、溶浸鑄造法 (infiltration casting)、気体噴霧法 (gas atomization)、イオン照射法 (ion irradiation)、または機械的合金法 (mechanical alloying) などの公知の方法により製造することができる。

【0099】

次に、前面電極用導電性ペーストを乾燥する。乾燥温度は特に限定されないが、好ましくは、有機溶媒の沸点より高い温度で乾燥を行なう。

【0100】

次に、半導体基板 110 の後面に、例えばアルミニウム酸化物 (Al_2O_3) または酸化ケイ素 (SiO_2) などをプラズマ化学気相蒸着法により積層して、誘電膜 130 を形成する。

【0101】

次に、誘電膜 130 の一部にレーザーを照射して、複数の貫通部 135 を形成する。

【0102】

次に、誘電膜 130 一面に後面電極用導電性ペーストをスクリーン印刷法により塗布して乾燥する。

【0103】

次に、後面電極用導電性ペーストを乾燥する。乾燥温度は特に限定されないが、好ましくは、有機溶媒の沸点より高い温度で乾燥を行なう。

【0104】

次に、前面電極用導電性ペースト及び後面電極用導電性ペーストを共焼成 (co-firing) する。しかし、これに限定されず、前面電極用導電性ペーストと後面電極用導電性ペーストをそれぞれ焼成することも可能である。

【0105】

焼成は、焼成炉で、導電性物質 (例えば、銀などの導電性金属) の熔融温度より高い温度まで昇温することができ、例えば約 400 ~ 1000 で行うことができる。なお、上記の工程は図 3A ~ 3E に記載の工程と同一の工程であるが、図 3A ~ 3E は、本発明の理解を助けるために、温度変化による金属ガラスおよび導電性粉末の変化を図示したものである。

【0106】

以下、本発明の他の実施形態に係る太陽電池について、図 5 を参照して説明する。上述した実施形態と重複する説明は省略する。

【0107】

図 5 は、本発明の他の実施形態に係る太陽電池を示す概略断面図である。

【0108】

図 5 を参照すると、本実施形態に係る太陽電池は、上述した実施形態と同様に、下部半導体層 110a 及び上部半導体層 110b を含む半導体基板 110、上部半導体層 110b の上に位置する複数の前面電極 120、上部半導体層 110b と前面電極 120 との間に位置するバッファ層 115、前面電極 120 とバッファ層 115 との間に位置する第 1 共融層 117、上部半導体層 110b とバッファ層 115 との間に位置する第 2 共融層 118、半導体基板 110 の下部に位置する誘電膜 130、及び誘電膜 130 の下部に位置する後面電極 140 を含む。

【0109】

しかしながら、本実施形態に係る太陽電池は、上述した実施形態とは異なって、半導体基板 110 の前面に絶縁膜 112 がさらに形成されている。

【0110】

絶縁膜 112 は、光の吸収が少なく、絶縁性を有する物質で形成することができ、例えば、窒化ケイ素 (SiN_x)、酸化ケイ素 (SiO_2)、酸化チタン (TiO_2)、酸化

10

20

30

40

50

アルミニウム (Al_2O_3)、酸化マグネシウム (MgO)、酸化セリウム (CeO_2)、及びこれらの組み合わせなどが挙げられる。絶縁膜 112 は、単一層または複数層に形成することができる。

【0111】

絶縁膜 112 は、例えば、約 200 ~ 1500 の厚さを有しうる。

【0112】

絶縁膜 112 は、太陽光エネルギーを受ける半導体基板 110 の前面に形成されて、光の反射率を低減させ、特定の波長領域の選択性を増加させる反射防止膜 (anti-reflective coating、ARC) の役割を果たすことができる。また、絶縁膜 112 は、半導体基板 110 の表面に存在するシリコンとの接触特性を改善し、太陽電池の効率を上げることができる。

10

【0113】

前面電極 120 は絶縁膜 112 を貫いて上部半導体層 110b と接触している。前面電極 120 と上部半導体層 110b とが接触した部分は、絶縁膜 112 がエッチングされて除去されている。これは、前面電極 120 形成用導電性ペーストに絶縁膜エッチング機能を付与することによって実施できる。

【0114】

従って、本実施形態で用いた導電性ペーストは、上述した導電性粉末、金属ガラス、及び有機ビヒクル以外に、ガラスフリットをさらに含むことが好ましい。ガラスフリットは、熱処理時に絶縁膜をエッチングすることができる。

20

【0115】

前記ガラスフリットは、上述した金属ガラスと類似する挙動を示すことができ、ガラスフリットと金属ガラスとを共に含むことにより、下部の層との密着性を高め、接着性を改善することができる。

【0116】

以下、本発明のさらに他の実施形態に係る太陽電池について、図 6 を参照して説明する。上述した実施形態と重複する説明は省略する。

【0117】

図 6 は、前記太陽電池を示す概略断面図である。

【0118】

本実施形態に係る太陽電池は、p 型または n 型不純物でドーピングされた半導体基板 110 を含む。半導体基板 110 は後面側に形成されており、互いに異なる不純物でドーピングされた複数の第 1 ドーピング領域 111a 及び第 2 ドーピング領域 111b を含む。第 1 ドーピング領域 111a は、例えば p 型不純物でドーピングすることができ (p 型層)、第 2 ドーピング領域 111b は、例えば n 型不純物でドーピングすることができる (n 型層)。第 1 ドーピング領域 111a と第 2 ドーピング領域 111b は、半導体基板 110 の後面側に交互に配置することができる。

30

【0119】

半導体基板 110 の前面は表面組織化されていてもよく、表面組織化によって光の吸収率を高め、反射率を低減させて、太陽電池の効率を改善することができる。

40

【0120】

半導体基板 110 の上には絶縁膜 112 が形成されている。半導体基板 110 の後面には複数の貫通部を有する誘電膜 150 が形成されている。

【0121】

半導体基板 110 の後面には、第 1 ドーピング領域 111a に接続されている第 1 電極 121 と、第 2 ドーピング領域 111b に接続されている第 2 電極 141 が、それぞれ形成されている。第 1 電極 121 は貫通部を通じて第 1 ドーピング領域 111a と接触することができ、第 2 電極 141 は貫通部を通じて第 2 ドーピング領域 111b と接触することができる。第 1 電極 121 と第 2 電極 141 は交互に配置できる。

【0122】

50

第 1 電極 1 2 1 及び第 2 電極 1 4 1 は、上述した実施形態と同様に、導電性粉末、金属ガラス、及び有機ビヒクルを含む導電性ペーストを使用して形成することができ、詳細は上述した通りである。

【0123】

第 1 ドーピング領域 1 1 1 a と第 1 電極 1 2 1 との間、及び第 2 ドーピング領域 1 1 1 b と第 2 電極 1 4 1 との間には、バッファ層 1 1 5 がそれぞれ形成されている。バッファ層 1 1 5 は、上述したように、金属ガラスを含むので、導電性を有し、第 1 電極 1 2 1 または第 2 電極 1 4 1 と接触する部分、及び第 1 ドーピング領域 1 1 1 a または第 2 ドーピング領域 1 1 1 b と接触する部分を有するので、第 1 ドーピング領域 1 1 1 a と第 1 電極 1 2 1 との間、または第 2 ドーピング領域 1 1 1 b と第 2 電極 1 4 1 との間で、電荷が移動できる経路の面積を広げて、電荷の損失を減少させることができる。また、バッファ層 1 1 5 は、第 1 電極 1 2 1 または第 2 電極 1 4 1 を形成する物質が第 1 ドーピング領域 1 1 1 a または第 2 ドーピング領域 1 1 1 b 内に拡散することを防止することができる。

10

【0124】

第 1 電極 1 2 1 または第 2 電極 1 4 1 とバッファ層 1 1 5 との間には、第 1 電極 1 2 1 または第 2 電極 1 4 1 を形成する導電性物質と、バッファ層 1 1 5 を形成する金属ガラスとが共融した共融物を含む第 1 共融層 1 1 7 が形成されており、第 1 ドーピング領域 1 1 1 a または第 2 ドーピング領域 1 1 1 b とバッファ層 1 1 5 との間には、半導体物質と金属ガラスとが共融した共融物を含む第 2 共融層 1 1 8 が形成されている。

20

【0125】

本実施形態に係る太陽電池は、上述した実施形態とは異なって、第 1 電極 1 2 1 及び第 2 電極 1 4 1 がいずれも太陽電池の後面に位置することによって、前面で金属が占める面積を減らして光吸収の損失を減少させ、これによって太陽電池の効率をさらに上げることができる。

【0126】

以下、本実施形態に係る太陽電池の製造方法について説明する。

【0127】

まず、例えば n 型不純物でドーピングされている半導体基板 1 1 0 を用意する。次に、半導体基板 1 1 0 を表面組織化した後、半導体基板 1 1 0 の前面及び後面に絶縁膜 1 1 2 及び誘電膜 1 5 0 を形成する。絶縁膜 1 1 2 及び誘電膜 1 5 0 は、例えば化学気相蒸着法により形成することができる。

30

【0128】

次に、半導体基板 1 1 0 の後面側の誘電膜 1 5 0 の一部を、例えばレーザーなどで開放して複数の開放部（貫通部）を形成した後、前記開放部に p 型不純物及び n 型不純物を順次に高濃度にドーピングして、第 1 ドーピング領域 1 1 1 a 及び第 2 ドーピング領域 1 1 1 b を形成する。

【0129】

次に、誘電膜 1 5 0 の一面において、第 1 ドーピング領域 1 1 1 a に対応する領域に第 1 電極用導電性ペーストを塗布し、第 2 ドーピング領域 1 1 1 b に対応する領域に第 2 電極用導電性ペーストを塗布する。第 1 電極用導電性ペースト及び第 2 電極用導電性ペーストは、それぞれスクリーン印刷法により形成することができ、それぞれ上述した導電性粉末、金属ガラス、及び有機ビヒクルを含む導電性ペーストを使用することができる。

40

【0130】

次に、第 1 電極用導電性ペースト及び第 2 電極用導電性ペーストを同時に、またはそれぞれ焼成することができ、焼成は、焼成炉で、導電性物質の熔融温度より高い温度まで昇温することができる。

【0131】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳細に説明したが、本発明の技術的範囲はこれに限定されず、添付の特許請求の範囲で定義される。本発明の基本概念を利用した当業者の種々の変形及び改良形態も本発明の技術的範囲に属するものである。

50

【符号の説明】

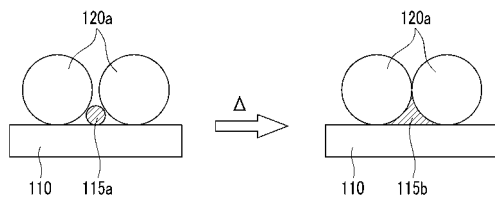
【 0 1 3 2 】

- 1 1 0 半導体基板、
 1 1 0 a 下部半導体層、
 1 1 0 b 上部半導体層、
 1 1 1 a 第1ドーピング領域、
 1 1 1 b 第2ドーピング領域、
 1 1 2 絶縁膜、
 1 1 5 パッファ層、
 1 1 5 a 金属ガラス、
 1 1 5 b 軟化した金属ガラス、
 1 1 7 第1共融層、
 1 1 8 第2共融層、
 1 2 0 前面電極、
 1 2 0 a 導電性粉末、
 1 2 0 b 焼結された導電性粉末、
 1 2 1 第1電極、
 1 3 0 誘電膜、
 1 3 5 貫通部、
 1 4 0 後面電極、
 1 4 1 第2電極。

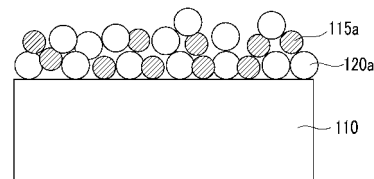
10

20

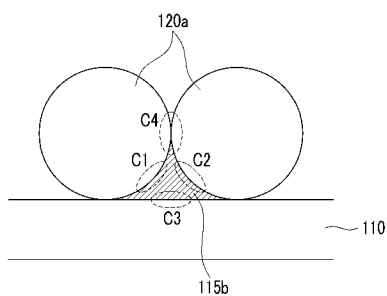
【図 1】



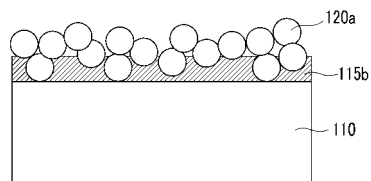
【図 3 A】



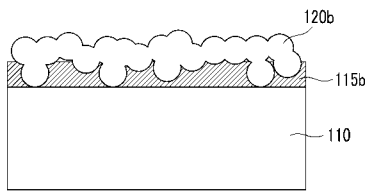
【図 2】



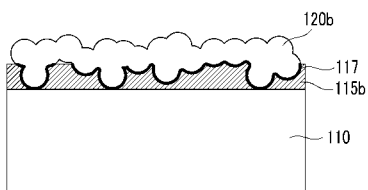
【図 3 B】



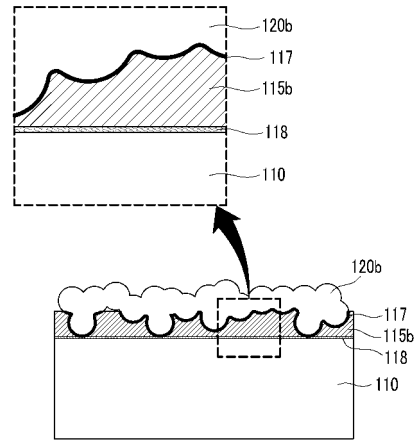
【図 3 C】



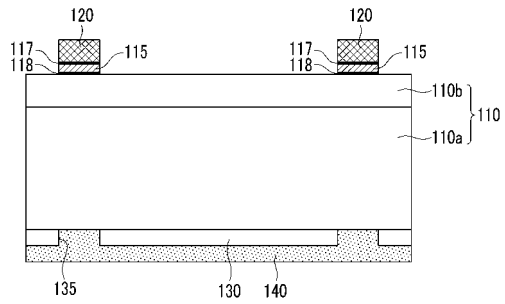
【図 3 D】



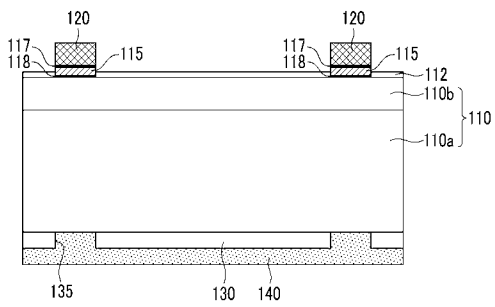
【図 3 E】



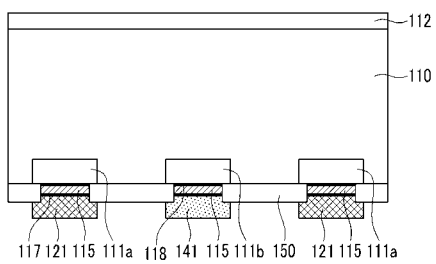
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 金 世 潤

大韓民国ソウル特別市西大門区大 けん 洞 ラッキーアパート 1 0 2 棟 6 0 4 号

(72)発明者 池 尚 洙

大韓民国京畿道華城市陵洞 陵洞マウルイジドウォンアパート 7 7 2 棟 1 0 1 号

F ターム(参考) 5F151 AA02 AA16 CB20 CB27 DA03 DA10 FA10 FA13 FA15 FA18

FA24 GA04 HA03

5G301 DA03 DA04 DA06 DA10 DA34 DA42 DD01