

(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2014-505357
(P2014-505357A)

(43) 公表日 平成26年2月27日(2014.2.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/225 (2006.01)	HO 1 L 21/225 D	5 F 1 5 1
HO 1 L 31/04 (2014.01)	HO 1 L 21/225 R	
HO 1 L 29/06 (2006.01)	HO 1 L 31/04 H	
	HO 1 L 29/06 6 O 1 N	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-544748 (P2013-544748)
 (86) (22) 出願日 平成23年12月14日 (2011.12.14)
 (85) 翻訳文提出日 平成25年6月14日 (2013.6.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/064954
 (87) 国際公開番号 WO2012/082926
 (87) 国際公開日 平成24年6月21日 (2012.6.21)
 (31) 優先権主張番号 12/967,654
 (32) 優先日 平成22年12月14日 (2010.12.14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 506418921
 イノヴァライト インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 085 サニーヴェイル イースト アー
 カス アベニュー 965
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 エレナ ブイ. ロゴジナ
 アメリカ合衆国 95126 カリフォル
 ニア州 サンノゼ サドル ラック スト
 リート 1390 ナンバー428
 (72) 発明者 マキシム ケルマン
 アメリカ合衆国 94043 カリフォル
 ニア州 マウンテン ビュー グラディス
 アベニュー 165

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高忠実度ドーピングペーストおよびその方法

(57) 【要約】

高忠実度ドーパントペーストが開示される。高忠実度ドーパントペーストは、溶媒と、溶媒へ分散された非ガラスマトリックス粒子の組と、ドーパントと、を含む。

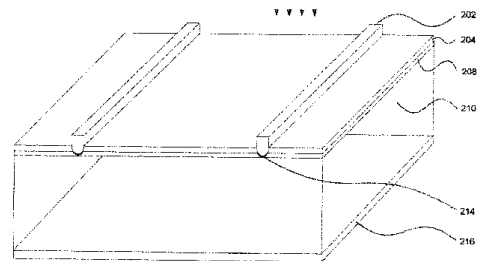


FIG. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶媒と、
前記溶媒へ分散された非ガラスマトリックス粒子の組と、
ドーパントと、
を含む高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 2】

前記溶媒が、約 200 より高い沸点を有する有機溶媒である、請求項 1 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 3】

前記溶媒が、直鎖もしくは環式の構造を有する溶媒、飽和もしくは不飽和の炭化水素の部分を含む溶媒、炭化水素をベースとする溶媒（すなわち、アルカン、アルケン、アルキン）、アルコール、チオール、エーテル、エステル、アルデヒド、ケトン、または、それらと組み合わせられた溶媒の 1 つを含む、請求項 1 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

10

【請求項 4】

バインダーをさらに含む、請求項 1 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 5】

前記バインダーが、前記有機溶媒に可溶のポリマーである、請求項 4 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

20

【請求項 6】

前記バインダーが、ポリアクリレート、ポリアセタール、ポリビニル、セルロース、およびそれらのコポリマーの 1 つである、請求項 4 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 7】

前記非ガラスマトリックス粒子の組が、少なくともセラミックおよび元素化合物の 1 つを含む、請求項 1 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 8】

前記セラミックが、 Al_2O_3 、 MgO 、 CeO_2 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 ZnO 、 ZrO_2 、 ZrO_{2-3} 、および Y_2O_3 の 1 つである、請求項 8 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

30

【請求項 9】

前記元素化合物が、炭素およびシリコンの 1 つである、請求項 8 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 10】

前記ドーパントが、n 型ドーパント前駆体および p 型ドーパント前駆体の 1 つである、請求項 1 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 11】

前記 n 型ドーパント前駆体が、n 型液体、n 型固体、および n 型ポリマーの 1 つである、請求項 10 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 12】

n 型液体が、 H_3PO_4 および $O=P(OR)_x(OH)_{3-x}$ の 1 つである、請求項 11 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

40

【請求項 13】

n 型固体が、 P_2O_5 、 Na_3PO_4 、 $AlPO_4$ 、 AlP および Na_3P の 1 つである、請求項 11 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 14】

n 型ポリマーが、ポリホスホン酸エステルおよびポリホスファゼンの 1 つである、請求項 11 に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項 15】

前記 p 型ドーパント前駆体が、p 型液体、p 型固体、p 型二元化合物および p 型ポリマ

50

一の1つである、請求項10に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項16】

前記p型液体が、 $B(OH)_3$ である、請求項15に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項17】

前記p型固体が、 $B(OH)_3$ 、 $NaBO_2$ 、 $Na_2B_4O_7$ 、および B_2O_3 の1つである、請求項15に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【請求項18】

前記p型二元化合物が、ボロナイトライド(boronitride)、炭化ホウ素、ホウ素ケイ化物および元素ホウ素の1つである、請求項15に記載の高忠実度ドーパントペースト。

10

【請求項19】

前記p型ポリマーが、ポリボラゾール(polyborazole)および有機ホウ素-ケイ素の1つである請求項15に記載の高忠実度ドーパントペースト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に半導体に関し、特に高忠実度ドーピングペーストおよびその方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

半導体は現代のエレクトロニクスの基盤となっている。半導体は、導電性と絶縁性の間で選択的に変更し制御することができる物理的特性を有しており、ほとんどの現代の電気デバイス(例えばコンピューター、携帯電話、光電池など)において不可欠なものである。

【0003】

典型的な太陽電池は、第1のドーパントによりドーブされた(吸収体領域)シリコン基板上に形成され、その上に、第2のカウントドーパントが、ガスまたは液体のプロセスを用いて拡散され(エミッター領域)、pn接合が完成される。不活性化および反射防止のコーティングの付加の後に、メタル接点(エミッター上のフィンガーおよびバスバー、ならびに吸収体の裏面上のパッド)が、生成された電荷キャリアを取り出すために付加され得る。エミッターのドーパント濃度は、両方のキャリア収集のために、および金属電極とのコンタクトのために特に最適化されなければならない。

30

【0004】

電界(または内蔵電位)内の、接合のp型側にある電子は、(通常リンドープされている)n型領域に引きつけられ、かつ、(通常ホウ素ドーブされている)p型領域からはね返される傾向がある一方、接合のn型側の電界内にある正孔は、その際p型領域に引きつけられ、かつn型領域からはね返され得る。一般に、n型領域および/またはp型領域はおのおの、別々に、 n^- 、 n^+ 、 n^{++} 、 p^- 、 p^+ 、 p^{++} などとしばしば示される相対的なドーパント濃度(例えば、リン、ヒ素、アンチモン、ホウ素、アルミニウム、ガリウムなど)のさまざまなレベルで構成することができる。内蔵電位、したがって、電界の大きさは、2つの隣接層間の、ドーピングのレベルに一般に依存する。

40

【0005】

太陽電池の構造によっては、基板の位置の関数としてドーパントの型および濃度を変更することが有益であり得る。例えば、選択エミッター太陽電池に対して、エミッター領域内の(置換型の)ドーパント原子の低濃度は、低い再結合(したがってより高い太陽電池効率)、および金属電極への不十分な電気コンタクトという両方の結果をもたらす。反対に、(置換型の)ドーパント原子の高濃度は、高い再結合(したがって太陽電池効率を低下させ)および金属電極への低抵抗オーミックコンタクトという両方の結果をもたらす。1つの解決法は、2重ドーブエミッターまたは選択エミッターと通常呼ばれるが、一般に

50

、前面メタル接点の組の下方にあるエミッター領域内に比較的高いドーパント濃度を用いて、かつ、前面メタル接点の組の下方にないエミッター領域内に比較的低いドーパント濃度を用いて太陽電池基板を構成することである。差異をつけたドーピングは、バックコンタクト太陽電池など、ドーパントを局所化する必要がある他の太陽電池構造にも有益であり得る。

【0006】

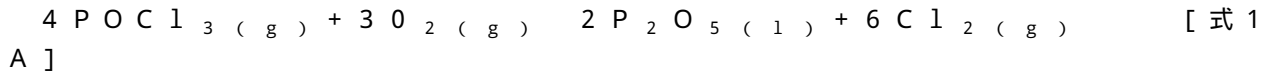
ここで図1を参照すると、従来の太陽電池の簡略図が示されている。一般に、中程度にドーパされた拡散エミッター領域108が、比較的低濃度にカウンタドーパされた拡散領域である吸収体領域110の上に通常形成される。さらに、基板の前面への窒化ケイ素(SiNx)層104の堆積前に、前面のメタル接点102および裏面電界(BSF)/裏面メタルコンタクト116を含むメタル接点の組が、シリコン基板110の上に形成され、シリコン基板110の中へ焼成される。

10

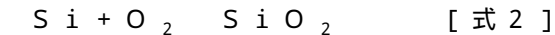
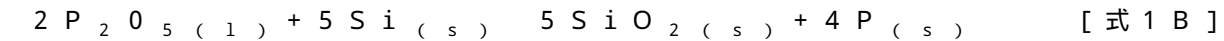
【0007】

通常の構成において、低濃度のn型拡散領域108(通常エミッターまたはフィールドと呼ばれる)は、ホウ素ドーパの基板をPOCl₃(オキシ塩化リン)環境にさらし、ウエハーの表面にリンケイ酸ガラス(PSG)を形成することにより形成される。シリコンによる五酸化リンの還元は、基板のバルクヘリンを放出し、それをドーパする。その反応は通常以下の通りである。

【0008】



20



【0009】

POCl₃環境は、液体のPOCl₃で満たされたバブラーを通して流される窒素ガス(N₂ガス)、および蒸発したPOCl₃と反応するように構成された反応性酸素ガス(反応性O₂ガス)を通常含み、堆積(処理)ガスを形成する。一般に、リンを遊離するP₂O₅の還元は、Si原子の利用可能性に正比例する。

【0010】

ここで図2を参照すると、選択エミッターの簡略図が示されている。一般に、比較的高濃度のn型拡散領域(高ドーパント濃度)214は、前面のメタル接点202の組の下方にあるエミッター領域に通常形成され、一方、比較的低濃度のn型拡散領域(低ドーパント濃度)208は、前面のメタル接点202の組の下方にないエミッター領域に通常形成される。さらに、基板の前面への窒化ケイ素(SiNx)層204の堆積前に、前面のメタル接点202および裏面電界(BSF)/裏面メタルコンタクト216を含むメタル接点の組が、シリコン基板210の上に形成され、シリコン基板210の中へ焼成される。通常の構成において、低濃度のn型拡散領域208(通常エミッターまたはフィールドと呼ばれる)は、前述したようにホウ素ドーパの基板をPOCl₃にさらすことにより形成される。

30

【0011】

図1および図2の構成を代替する一構成において、拡散は、環境ガス源による代わりに、基板の表面に直接堆積されたドーピングペーストを用いて、形成されてもよい(または部分的に形成されてよい)。一般に、n型またはp型のドーパント源は、拡散プロセス中に堆積されたパターンでドーパント源を提供すると共に、一旦拡散プロセスが完了すれば、続いて容易に除去される、好適には印刷可能な、何らかの種類マトリックス材料と組み合わせられる。

40

【0012】

n型ドーピングペーストは、n型液体(すなわち、リン酸[H₃PO₄]、有機リン酸エステル[O=P(OR)_x(OH)_{3-x}]など)、n型固体(すなわち、P₂O₅、無機リン酸塩[Na₃PO₄、AlPO₄など]、およびリン化合物[AlP、Na₃Pな

50

ど])、および、n型ポリマー（すなわちポリホスホン酸エステル、ポリホスファゼンなど）などのドーパント前駆体を含み得る。

【0013】

p型ドーピングペーストは、p型液体（すなわち、ホウ酸塩エステル[$B(OR)_3$]）、p型固体（すなわち、ホウ酸[$B(OH)_3$]、ホウ酸塩[$NaBO_2$ 、 $Na_2B_4O_7$ 、 B_2O_3]）、p型二元化合物（すなわち、ボロナイトライド(boronitride)、炭化ホウ素、ホウ素ケイ化物および元素ホウ素)、および、p型ポリマー（すなわち、ポリボラゾール(polyborazole)、有機ホウ素-ケイ素ポリマーなど)などドーパント前駆体を含み得る。

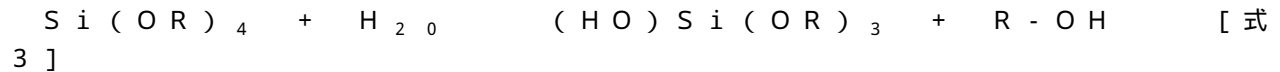
【0014】

一般的なマトリックス材料の具体例は、シリカゾル-ゲルである。「ゾル」は通常、液体内のコロイド粒子(2~200nm)の安定した懸濁液であり、「ゲル」は、多孔性で3次元に相互接続されており、液体媒体の全体にわたって安定した方法で広がり容器の寸法によって制限される、固体網状組織である。

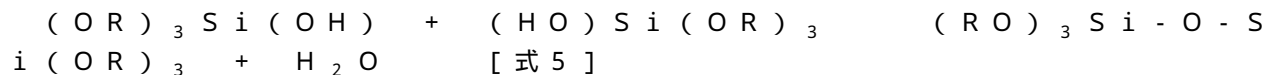
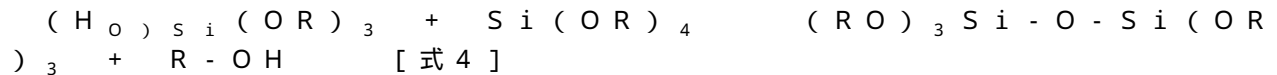
【0015】

一般に、ゾル-ゲルから誘導するガラス形成プロセスは、最初にアルコキシドの加水分解(ゾル形成)、次に、水酸基の重縮合(ゲル化)を含む。一般式 $Si(OR)_4$ の所与のシリコンアルコキシドに対して、Rはアルキルチェーンであるため、これらの反応は、以下のように書くことができる。

加水分解



縮合



【0016】

例えば、ゾル-ゲル懸濁液(シリコンアルコキシドを含む)は、リン酸(H_3PO_4)、有機燐酸エステル($O=P(OR)_x(OH)_{3-x}$)などのような五酸化リン(P_2O_5)のn型前駆体と組み合わせられてもよい。同様に、p型ドーピングで、ゾル-ゲル懸濁液は、ホウ酸($B(OH)_3$)、ホウ素アルコキシド($B(OR)_3$)などのような、三酸化ホウ素(B_2O_3)のp型前駆体と組み合わせられてもよい。高温ベーキング($200 < T_{bake} < 500$)の間に縮合反応によって形成され、結果として得られるドーブされたシリコンガラス(それぞれn型およびp型ドーピングに対して、ホスホロ-シリケートガラス(phosphoro-silicate glass)(PSG)、およびホウケイ酸ガラス(BSG))は、後のドーパント拡散プロセスに用いられる。

【0017】

しかしながら、ゾル-ゲルドーピングペーストの利用は、ドーブされたシリコンガラスの比較的低いガラス転移温度により、選択ドーピングには問題があり得る。加えて、ガラス遷移温度は、ドーパントのコンセンセレーション(consentration)が増加するとともに、シリカ層の原子無秩序の増加に対応して、著しく低下する傾向がある。J.W.Morris, Jr.の、Glasses, Engineering 45 Notes, Fall 1995, UC Berkeley.の第5章を参照されたい。

【0018】

典型的なドーピングペーストから形成されるドーブされた石英ガラスのガラス転移温度は、ドーパントをシリコン基板にドライインするために必要とされる温度を相当に下回る。その結果、ドーブされた石英ガラスは、高温処理中リフロー(流動)をし、表面上でドーパント源が広がる結果となる傾向が強い。大きい基板表面の全面的なドーピングには

10

20

30

40

50

問題でない(またおそらくむしろ有益である)一方、シリコンガラスを生成するドーピングプロセスの利用は、オーム接触を形成する前面メタルフィンガーの下方で必要とされるであろうような高忠実度ドーピング領域を形成するには問題である。

【0019】

さらに、多くの典型的なゾル-ゲルドーピングペーストは、スクリーン印刷特性が最適ではない。一般に、高い印刷の解像度を備える太陽電池の大量生産において商業的に実現可能であるためには、スクリーン印刷機において用いられるペーストは、非ニュートンずり減粘流体でなければならない。非ニュートン流体とは、その流動性が単一の粘度の定数値によっては記述されない流体を指す。ずり減粘とは、ずり応力の増加速度とともに粘性が低下する流体を指す。

10

【0020】

したがって、ペーストの粘度は、スクリーンパターンを通過するために、高いずり速度において比較的低くなければならないが、堆積前に、および堆積後に(低いずり速度またはゼロずり速度において)それぞれ、スクリーンを通過して、または基板表面上で動かないように比較的高くなければならない。しかしながら、多くの典型的なゾル-ゲルドーピングペーストは、ほぼニュートン挙動を示し、それらが、効率よくスクリーンを通過するにはあまりにも粘性で、または動きを防止するには十分に粘性でないといういずれかであり、そのことは、堆積パターンの忠実度が低いということに対応する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0021】

上記に鑑みて、適切なドーピング温度より相当に高いガラス転移温度を有するドーピングペーストが要望されている。

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明は、一実施形態において、高忠実度ドーパントペーストに関する。高忠実度ドーパントペーストは、溶媒と、溶媒へ分散された非ガラスマトリックス粒子の組と、ドーパントと、を含む。

【0023】

添付図面の各図において、本発明を例として、限定せずに、図示する。図中、同様の参照番号は同様の要素を表す。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】従来の太陽電池の簡略図を示す。

【図2】選択エミッター太陽電池の簡略図を示す。

【図3A】ドーパされたガラスの組のシリコン基板上でのリフローを、シリコンインクと比較する簡略図を示す。

【図3B】ドーパされたガラスの組のシリコン基板上でのリフローを、シリコンインクと比較する簡略図を示す。

【図3C】ドーパされたガラスの組のシリコン基板上でのリフローを、シリコンインクと比較する簡略図を示す。

40

【図3D】ドーパされたガラスの組のシリコン基板上でのリフローを、シリコンインクと比較する簡略図を示す。

【図4A】n型の従来のドーピングペースト、および本発明によるn型の高忠実度ドーピングペーストの両方に対して、粘度対ずり速度を比較する。

【図4B】n型の従来のドーピングペースト、および本発明によるn型の高忠実度ドーピングペーストの両方に対して、同一のスクリーンを用いる堆積の後に結果として得られる線幅を比較する。

【図5】従来のドーピングペーストと、本発明によるn型の高忠実度ドーピングペーストとの間で、線幅を比較する。

50

【図6】本発明による、高忠実度ドーピングペーストとともに使用するための背中合わせのドーパント拡散構成の簡略図を示す。

【図7】本発明による、p型シリコン基板の組の上の、HFドーピングペーストのシート抵抗を従来のn型ドーピングペーストと比較する。

【図8】本発明による、p型シリコン基板の組の上の、様々なHF（リン）ドーピングペースト構成のシート抵抗を比較する。

【図9A】本発明による、n型シリコン基板の組の上の、様々なHF（ホウ素）ドーピングペースト構成のシート抵抗を比較する。

【図9B】本発明による、n型シリコン基板の組の上の、様々なHF（ホウ素）ドーピングペースト構成のシート抵抗を比較する。

【発明を実施するための形態】

【0025】

ここで、本発明を、添付図面に示す本発明のいくつかの好ましい実施形態を参照して詳細に説明する。以下の説明で、本発明についての完全な理解を提供するために、多数の特定の詳細を述べる。しかしながら、本発明は、これらの特定の詳細のうちの一つかまたはすべてを伴わないでも実行され得ることは、当業者に明白である。他の実例において、本発明を不必要に不明瞭にしないために、周知のプロセスステップ、および/または、構造は詳細には記述していない。

【0026】

1つの有利な手法では、高忠実度のドーパされたパターンが、ドーパント源（前駆体）、および高い融解温度（すなわち、拡散温度より相当に高い）を有するマトリックス粒子の組を含む高忠実度ドーピングペーストによって基板上で形成され得る。1つの構成において、マトリックス粒子の組は、非ガラス形成粒子を含む。

【0027】

別の構成において、マトリックス粒子の組は、200 を超える沸点を有する溶媒中に分散される。そのような溶媒の例として、直鎖もしくは環式の構造を有する溶媒、飽和もしくは不飽和の炭化水素の部分有する溶媒、炭化水素をベースとする溶媒（すなわちアルカン、アルケン、アルキン）、アルコール、チオール、エーテル、エステル、アルデヒド、ケトン、または、それらと組み合わせされた溶媒が挙げられる。

【0028】

別の構成において、マトリックス粒子の組の平均直径は、25ミクロン未満である。別の構成において、バインダーも溶媒に付加される。別の構成において、バインダーは、ポリアクリレート、ポリアセタール、ポリビニル、セルロース（そのエーテルおよびエステルを含めて）、およびそれらのコポリマーの1つである。

【0029】

一般に、典型的なドーパントのドライブイン（drive in：追い込み）温度は、約800 と約1050 との間（すなわち、対応するドーパントが、結晶シリコン内で置換型の結合のために基板にドライブインされる温度）にある。したがって、拡散プロセス中において、堆積されたパターンの形状または解像度のいかなる変化も最小限に抑えるために非ガラスマトリックス材料の融解温度は、1050 より高くあるべきである。非ガラスマトリックス粒子の例として、セラミック（すなわち Al_2O_3 、 MgO 、 CeO_2 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 ZnO 、 ZrO_2 、 ZrO_{2-3} 、 Y_2O_3 ）、WおよびWC、ならびに炭素およびシリコンのような元素の化合物が挙げられる。

【0030】

前述したドーパント前駆体の付加は、非ガラスマトリックス粒子の融解温度に極めてわずかしが影響を及ぼさない。例えば、結晶シリコンは、約1440 の高い融解温度を有し、固溶限までのホウ素の添加は、融点を50 と80 との間に下げることができるだけである（R. W. Olesinski および G. J. Abbaschian, The B-Si System, Bull Alloy. Phase Diagrams, 5 (no. 5), 1984, p478-484; A. I. Za

10

20

30

40

50

itsev および A. A. Koentsov, Thermodynamic Properties and Phase Equilibria in the Si-B System J. Phase Equilib. 22 (no. 2), 2001, p126-135)。同様に、シリコン基板マトリックスへのリンの原子の添加(同じく固溶限まで)は、融解温度を1180 に下げる傾向がある。[R. W. Olesinski, N. Kanani, G. J. Abbaschian, The P-Si System, Bull Alloy Phase Diagrams 6 (no. 3), 1985]。

【0031】

さらに、典型的なゾル-ゲルドーピングペーストと異なり、ミクロンおよびサブミクロンの粒径を含む高忠実度ドーピングペーストは、強いずり減粘(非ニュートン)挙動を示す傾向もある。前述したように、非ニュートン流体とは、その流動性が単一の粘度の定数値によっては記述されない流体を指す。ずり減粘とは、その粘度がずり速度の増加とともに減少する流体を指す。

【0032】

ここで図3A~Dを参照すると、ドーブされたガラスの組(従来のドーピングペーストにおいて用いられている)のシリコン基板上のリフローを、本発明によるシリコンインクを含む高忠実度ドーピングペーストと比較した、簡略図の組が示されている。一般に、シリコンインクは、非ニュートンシリコンナノ粒子コロイド分散体である。より詳細な情報は、2009年6月29日出願の、Sub-Critical Shear Thinning Group IV Based Nanoparticle Fluid、と題する米国特許出願第12/493,946号明細書に記載され、参照によりその特許出願の開示全体を本明細書に組み込む。

【0033】

図3Aは、ドーブされたガラスの組に対して、リフロー角度 をリフロー温度 に対して比較する。リフロー温度は、単位 で、水平軸302に沿って示し、リフロー角度 は垂直軸に沿って示す。堆積に際して、リフロー角度 は、流体の、空気-ガラス境界とガラス-基板境界との間で形成される。定義によって、流体が広がるにつれて、対応するリフロー角度 は減少する。

【0034】

ドーブされたシリコンガラスは堆積され、次いで、約810 から約890 に加熱される。第1のシリコンガラス308は、5%のリンおよび3%のホウ素で構成される。第2のシリコンガラス310は、5%のリンおよび4%のホウ素で構成される。第3のシリコンガラス312は、5%のリンおよび5%のホウ素で構成される。図から分かるように、810 ~ 約890 の流動範囲内の任意の所与の温度に対して、より高いドーパント濃度は、より小さなリフロー角度 に対応する。すなわち、基板表面上のより高い濡れ、およびパターン忠実度の劣化に。

【0035】

図3Bは、ドーブされたガラスの同一の組の正規化された線幅を、本発明によるドーブされたシリコンインクと比較する。リフロー角度からの、正規化された線幅の導出は、下記に、図3Cで説明される。

【0036】

第1のシリコンガラス328は、5%のリンおよび3%のホウ素で構成される。第2のシリコンガラス330は、5%のリンおよび4%のホウ素で構成される。第3のシリコンガラス332は、5%のリンおよび5%のホウ素で構成される。さらに、シリコンインク326は、10%のリンのドーパント濃度で構成される。

【0037】

図3Aに見られるように、ガラスの組に対して810 ~ 約890 の流動範囲内の任意の所与の温度にわたって、より高いドーパント濃度は、正規化された線幅においてより大きい差異に対応する。しかしながら、1つの有利な手法では、シリコンインク326は

10

20

30

40

50

、同一の温度領域にわたって正規化された線幅において本質的な変化を示さない。

【0038】

図3C～Dは、リフロー角度から正規化された線幅への変換を導出する。J. E. Tongらの、Solid State Tech., Jan 1984, p161、を参照されたい。一般に、堆積されたペーストまたはシリコンインクなどの、堆積された流体の小滴344は、円筒の側面の一切れ342としてモデル化されてもよい。以下の導出は、図3A内のリフロー角度 α の、図3B内の公称の線幅314への変換を示す。

【0039】

堆積された流体の形状を円筒の一切れとしてモデル化し、半径Rが計算され得る。

【0040】

【数1】

$$A = \pi R^2 \cdot \left(\frac{2\alpha}{2\pi}\right) = \alpha R^2 \quad [\text{式6A}]$$

$$A = \frac{x \cdot (R-h)}{2} \quad x = R \cdot \sin \alpha \quad [\text{式6B}]$$

$$A = \left(\frac{R \cdot \sin \alpha \cdot (R-h)}{2}\right) = \frac{R^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2} \quad [\text{式6C}]$$

$$A = R^2 \sin \alpha \cos \alpha \quad [\text{式6D}]$$

$$A = \alpha R^2 - R^2 \sin \alpha \cos \alpha \quad [\text{式6E}]$$

$$R = \left(\frac{1}{\alpha - \sin \alpha \cos \alpha}\right)^{1/2} \quad [\text{式6F}]$$

$$X = R \sin \alpha = \left(\frac{1}{\alpha - \sin \alpha \cos \alpha}\right)^{1/2} \cdot \sin \alpha \quad [\text{式6G}]$$

【実施例】

【0041】

レオロジー（流動性）比較

実験1

ここで図4A～Bを参照すると、簡略図の組は、従来のドーピングペーストを、本発明による高忠実度ドーピングペーストと比較する。

【0042】

図4Aは、n型Ferroドーピングペースト406（ガラス）、および本発明によるn型シリコンインクベースの高忠実度ドーピングペースト408（非ガラス）の両方に対して粘度対ずり速度を示す。単位1/秒でずり速度の対数402を水平軸に沿って示し、一方、25において単位cPで測定された粘度の対数404を、垂直軸に沿って示す。シリコンナノ粒子のペーストの流動挙動への影響を示すために、粘度をずり速度の関数として測定した。図から分かるように、従来のドーピングペースト406は、ゾル粒子の低い表面相互作用のために典型的な近ニュートン挙動を示す。したがって、流体の粘度は、異なるずり速度の下でわずかに変化する。しかしながら、シリコンインクベースの高忠実度ドーピングペースト408は、著しい粒子-粒子相互作用で特徴づけられ、はるかに強いずり減粘挙動を示す。増加したずり減粘挙動は、スクリーンを通るよりよいインク流動の結果をもたらし、図4Bで見られるように、対象面上で、印刷された形状の広がりが増減される。

【0043】

図4Bは、同一のスクリーンを用いた堆積の後の、従来のFerro n型ペースト、およびシリコンインクベースの高忠実度ドーピングペーストに対して線幅403を示す。2つのp型基板を、ペースト堆積前にフッ化水素酸と塩酸との混合物を用いて各々洗浄した。両方のペーストを175 μ mのスクリーンマスク開口部を用いて堆積し、次いで、溶

10

20

30

40

50

媒を除去し、かつ堆積されたペーストの密度を高めるために200 で約3分間ベークした。図から分かるように、より強い減粘挙動により、高忠実度ドーピングペーストは、従来のドーピングペーストより小さな絶対線幅で堆積することができる。メジアン線幅は、従来のドーピングペーストでは約365 μm であり、対して、高忠実度ドーピングペーストでは224 μm のメジアン線幅である。175 μm のフィンガー開口部に対して、従来のドーピングペーストの190 μm 拡大と比較して、高忠実度ペーストは約50 μm の拡大である。

【0044】

実験2

図5は、従来の(Ferro n型)ドーピングペースト(Matthew Edwards, y, Jonathan Bocking, Jeffrey E. Cotter および Neil Bennett; Prog. Photovolt: Res. Appl. 16 (1) pp 31-45, 2008、を参照されたい)と、本発明によるISOのテクスチャー付き基板上でのn型高忠実度ドーピングペーストとの間で、異なる処理段階における平均線幅を比較する。

【0045】

従来のドーパントペーストを、400 μm (504a)のスクリーン開口部を通して印刷し、約520 μm (506a)の印刷された線幅を結果として得て、次いで、溶媒を除去し、かつ堆積されたペーストの密度を高めるために300 で1~2分間ベークし、約570 μm (508a)の線幅を結果として得たが、スクリーンマスク開口部より約40%の増加した。ドーパントを基板へ拡散するため、従来のドーパントペーストを、950の温度に90分間加熱し、約870 μm (510a)の、または元のスクリーン開口部の217.5%のドーパント幅を結果として得た。

【0046】

高忠実度ドーピングペーストに対して、175 μm (504b)のスクリーンマスク開口部をペーストを堆積するために用いて、約220 μm (506b)の堆積された幅を結果として得たが、約20%の増加となった。次いで、溶媒を除去し、かつ堆積されたペーストの密度を高めるために、従来のドーパントペーストを200 で約3分間ベークした。しかしながら、結果として得られた線幅は、スクリーン開口部(508b)より約20%の拡大にとどまった。次いで、基板へドーパントを拡散するために、高忠実度ドーパントペーストを950の温度に90分間加熱した。前述同様に、また従来のドーピングペーストと異なり、結果として得られた線幅はスクリーン形状開口部(510b)の約120%にとどまった。

【0047】

ドーピング比較

図6は、本発明による、高忠実度ドーピングペーストとともに使用する背中合わせのドーパント拡散構成の簡略図を示す。

【0048】

ドーピング環境中にドーピングペーストから揮発性になる環境ドーパントの影響を最小限に抑えるために、シリコン基板604を背中合わせの構成で垂直に置く。N₂環境において、堆積されたFerroドーピングペースト、および高忠実度ドーピングペースト606を、(それぞれに見合せて)対応する基板で覆うために、p型シリコン基板604を背中合わせで、横型拡散炉内の石英チューブ内に垂直に置いた。

【0049】

実験3

ここで図7を参照すると、本発明による、(2ohm-cm/180 μm /切断損傷エッチング済み)p型シリコン基板の組の上のHFドーピングペーストのシート抵抗を、Ferro n型ドーピングペーストと比較する簡略図。発明者らは、Ferroドーピングペーストのドーピングプロファイルは、ほとんどのドーピングペーストに相当に類似していると考える。

10

20

30

40

50

860 のドライブイン温度、および5%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約2670 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約1620 Ω/sq である。

【0058】

860 のドライブイン温度で、および10%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約2370 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約1270 Ω/sq である。

【0059】

860 のドライブイン温度で、および18%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約1260 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約830 Ω/sq である。

10

【0060】

900 のドライブイン温度で、および5%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約1980 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約1120 Ω/sq である。

【0061】

900 のドライブイン温度で、および10%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約1600 Ω/sq であり、基板の覆われたシート抵抗が約890 Ω/sq である。

【0062】

900 のドライブイン温度で、および18%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約890 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約570 Ω/sq である。

20

【0063】

1000 のドライブイン温度で、および5%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約1140 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約420 Ω/sq である。

【0064】

1000 のドライブイン温度で、および10%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約750 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約520 Ω/sq である。

30

【0065】

1000 のドライブイン温度で、および18%のリンのドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約360 Ω/sq であり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約410 Ω/sq である。

【0066】

図から分かるように、任意の所与の温度に対して、より低いシート抵抗、したがって、より高いドーパント濃度が基板にドライブインされている。

【0067】

実験5

40

ここで図9A~Bを参照すると、本発明による、(20 Ω/cm / 180 μm / 切断損傷エッチング済み) n型シリコン基板の組の上の、様々なp型(ホウ素)高忠実度ドーピングペースト構成のシート抵抗を比較する簡略図の組。図9Aは対数目盛上にデータを表示し、一方、図9Bは均等目盛上にデータを表示する。

【0068】

シート抵抗(Ω/sq)902を垂直軸に沿って示し、一方、露出904、ドーピング濃度%906、およびドライブイン温度()908を、水平軸に沿って示す。

【0069】

前述したように、テルピネオール溶媒中に1.5重量%のエチルセルロースバインダー、および8重量%のシリコンナノ粒子を含有するSiナノ粒子ペーストに、5%、10%

50

、または19%のホウ酸トリエチルを付加することによって、高忠実度ドーピングペーストを調製し、続けて、遊星型ミキサーで完全に混合した。

【0070】

3つの高忠実度ドーピングペーストホウ素濃度を調製した(5%、10%および19%)。n型シリコン基板の組を、ペースト堆積前にフッ化水素酸と塩酸との混合物によりおのおの洗浄した。次いで、薄膜の密度を高めるため、基板下位組を、N₂環境において200で3分間バークした。次いで、すべての基板下位組を、ホウ素のドーパントをドライブインするために、N₂環境を備えた石英チューブ内で30分間加熱した。

【0071】

860のドライブイン温度で、および5%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約1588ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約431ohm/sqである。

10

【0072】

860のドライブイン温度で、および10%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約889ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約268ohm/sqである。

【0073】

860のドライブイン温度で、および19%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約629ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約247ohm/sqである。

20

【0074】

900のドライブイン温度で、および5%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約1232ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約231ohm/sqである。

【0075】

900のドライブイン温度で、および10%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約603ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約171ohm/sqである。

【0076】

900のドライブイン温度で、および19%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約520ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約154ohm/sqである。

30

【0077】

1000のドライブイン温度で、および5%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約653ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約58ohm/sqである。

【0078】

1000のドライブイン温度で、および10%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約297ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約43ohm/sqである。

40

【0079】

1000のドライブイン温度で、および19%のホウ素ドーピング濃度で、さらされた基板のシート抵抗は、約105ohm/sqであり、一方、覆われた基板のシート抵抗は、約43ohm/sqである。

【0080】

図から分かるように、任意の所与の温度に対して、より低いシート抵抗、したがって、より高いドーパント濃度が基板にドライブインされている。

【0081】

説明的に本明細書で記述された本発明は、いかなる素子または素子群、限定または限定群が欠けていても、特に本明細書で開示されていなくても、適切に実行されてもよい。し

50

たがって、たとえば、用語「備える」、「含む」、「包含している」などは、拡張的に、かつ、限定せずに読まれるものとする。さらに、本明細書で使用された用語と表現は、記述の用語として使用されたもので、限定の用語として使用されたものではなく、そのような用語および表現の使用において、示され、記述された特徴およびその特徴の部分の、いかなる均等物も除外する意図はなく、様々な変更が請求された本発明の請求の範囲内で可能であることが認識されるはずである。

【0082】

したがって、本発明を、好ましい実施形態および任意選択的な特徴によって具体的に開示してきたが、本明細書で開示された本発明の修正、改善および変更が当業者によって行使されてもよいこと、および、そのような修正、改善および変更は、本発明の範囲内であると見なされることは、理解すべきである。本明細書で提供される材料、方法、および実施例は、好ましい実施形態の代表的なものであり、例示になるものであり、本発明の範囲に対する限定として意図されたものではない。

10

【0083】

当業者によって理解される通り、いかなる、かつ、全ての目的に対しても、特に書面による記述の提供の点で、本明細書で開示された全ての範囲はまた、その範囲の、いかなる、かつ、全ての可能な下位の範囲およびそれらの下位の範囲の組み合わせを包含する。いかなる列挙された範囲も、その同じ範囲が少なくとも、等分、3等分、4等分、5等分、10等分などに分割されることを、十分に記述し可能にしているものとして、容易に認めることができる。非限定例として、本明細書で説明された範囲はおのおの、下側の3分の1、中央の3分の1、上側の3分の1へ容易に分割できる。さらに当業者によって理解されるように、「まで」、「少なくとも」、「より大きい」、「より小さい」および同種のものなど、全ての言葉は詳述された数を含み、かつ、上記に説明したとおり、下位の範囲に後で分割することができる範囲を表す。さらに、用語「ドーパント、またはドーブされた」および「カウンタードーパント、またはカウンタードーブされた」は反対の型のドーパントの組を表す。すなわち、ドーパントがp型である場合、カウンタードーパントはn型である。さらに、特に断らない限り、ドーパントの型は入れ替えてもよい。さらに、シリコン基板は、単結晶状、または多結晶状でもよい。さらに、「無ドーブの」は、ドーパントが欠如している材料を指す。本明細書に記載の通り、ケトン分子およびアルコール分子は、環式、直線、または、分岐であってもよい。

20

30

【0084】

さらに、本発明は、2008年2月12日出願の、Methods and Apparatus for Creating Junctions on a Substrate、と題する米国特許出願第12/029,838号明細書に記載されるような他の太陽電池構造に適用されてもよく、参照によりその特許出願の開示全体を本明細書に組み込む。

【0085】

本明細書で参照された全ての刊行物、特許出願、登録特許、および他の文献は、おのおのの個別の、刊行物、特許出願、登録特許、および他の文献を具体的かつ個別に引用した場合その全体を組み込むのと同程度に、参照により、本明細書に組み込む。参照によって組み込まれたテキストに包含されている定義は、本開示中の定義と矛盾する範囲については除外される。

40

【0086】

本開示の目的のために、および特に指定がない限り、「1つ」は「1つまたは複数」を意味する。本明細書に引用した全ての特許、特許出願、参考文献、および刊行物は、それらが個別に参照として組み込まれている場合と同程度に、それらの全体を参照として組み込む。さらに、単語「組」は、1つまたは複数の、品目または物の、集合を指す。

【0087】

本発明の利点は、太陽電池の大量生産におけるスクリーン印刷に対して最適化された高忠実度ドーピングペーストを含む。

50

【 0 0 8 8 】

例示的な実施形態および最良の形態を開示してきたが、以下の特許請求の範囲によって定義される本発明の主題および精神の範囲内で、開示した実施形態に修正および変更を施すことができる。

【 図 1 】

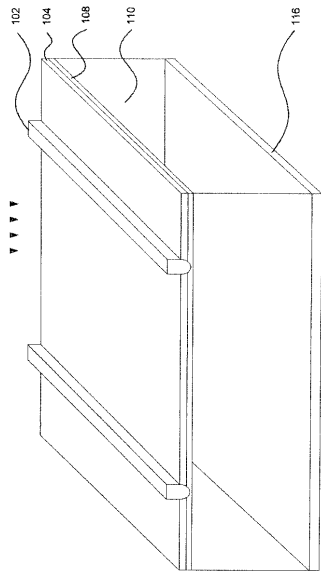


FIG. 1

【 図 2 】

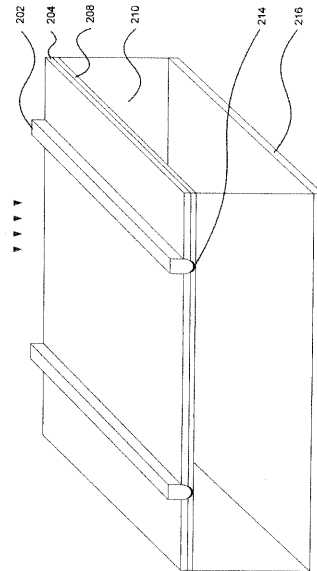


FIG. 2

【図 3 A】

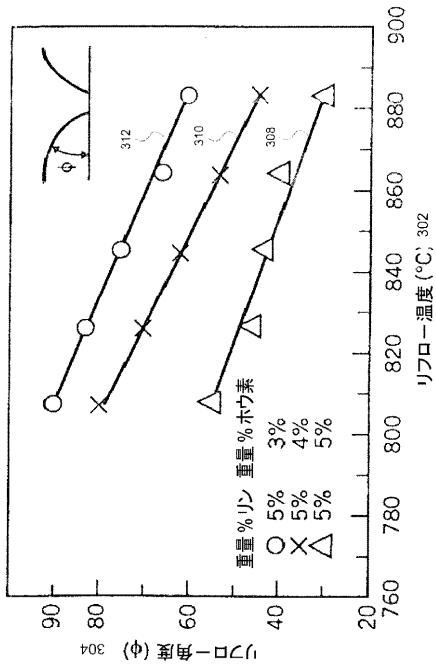


FIG. 3A

【図 3 B】

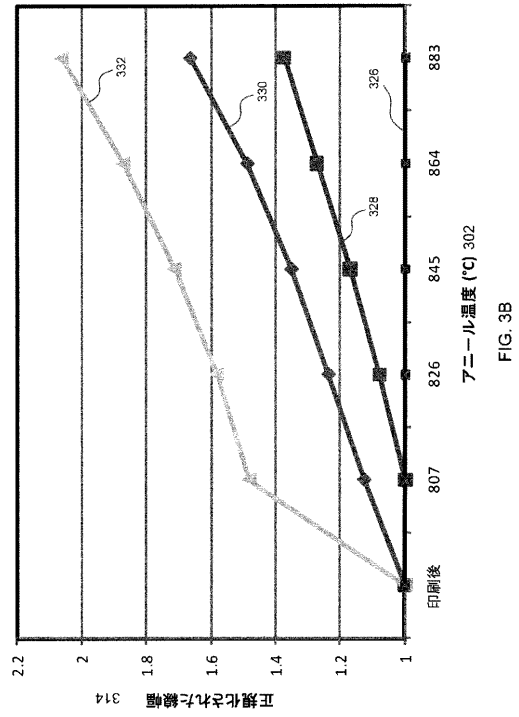


FIG. 3B

【図 3 C】

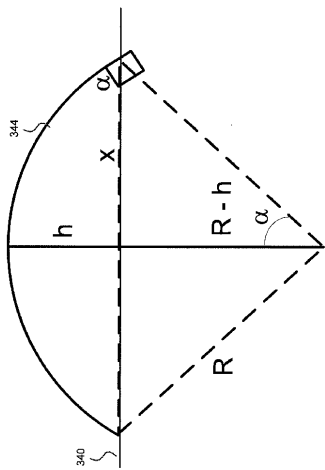


FIG. 3C

【図 3 D】

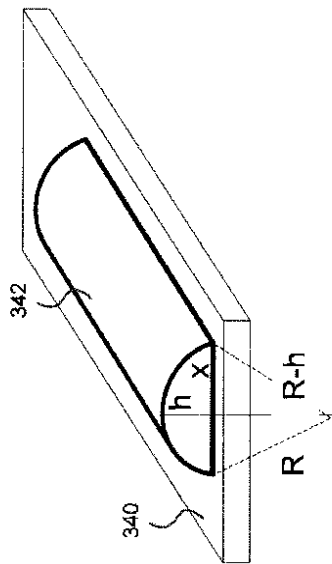


FIG. 3D

【 図 4 A 】

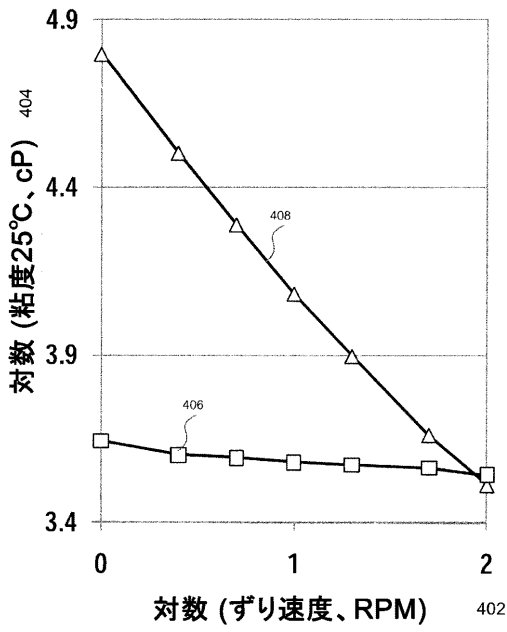


FIG. 4A

【 図 4 B 】

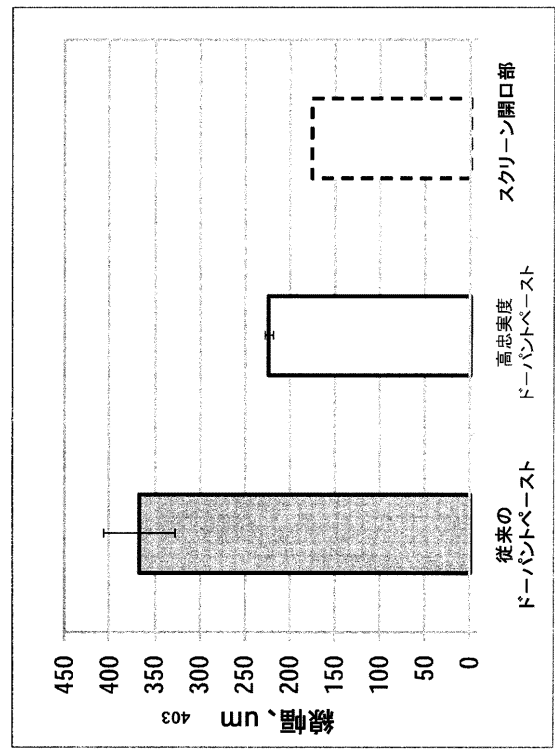


FIG. 4B

【 図 5 】

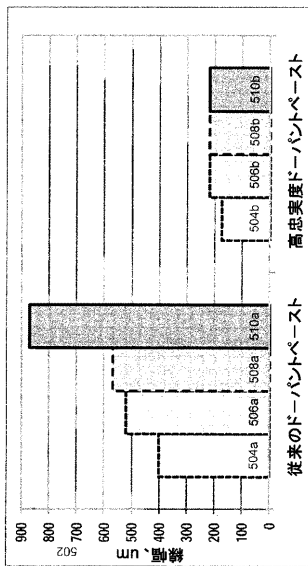


FIG. 5

【 図 6 】

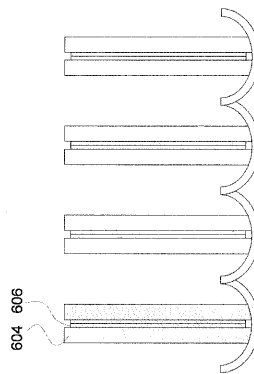


FIG. 6

【 図 7 】

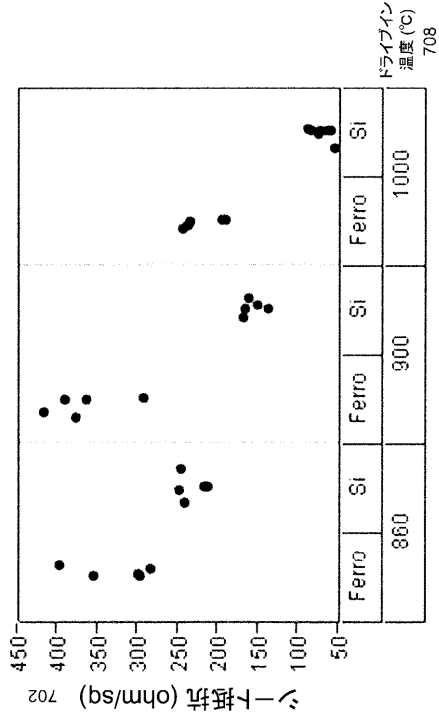


FIG. 7

【 図 8 】

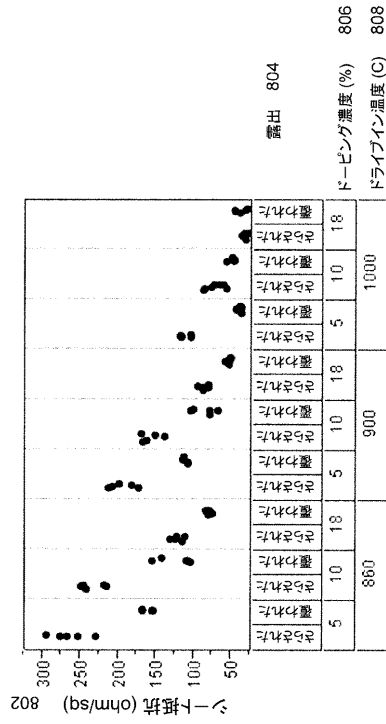


FIG. 8

【 図 9 A 】

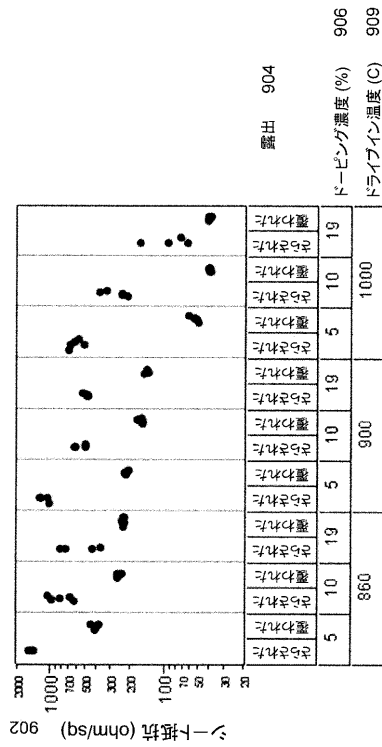


FIG. 9A

【 図 9 B 】

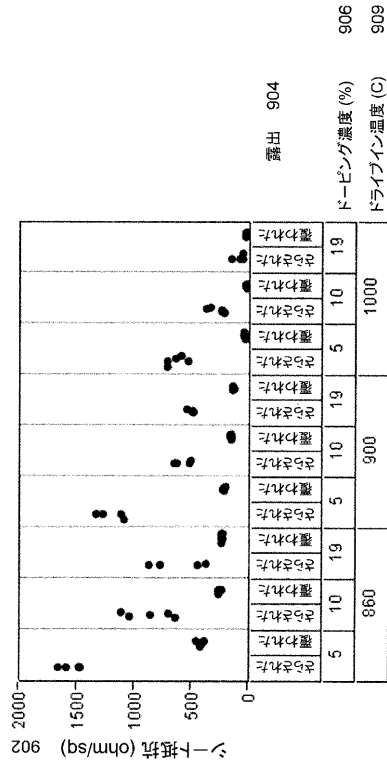


FIG. 9B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2011/064954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L31/0288 H01L31/18 ADD.		
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		
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) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/142911 A1 (ASANO NAOKI [JP] ET AL FUNAKOSHI YASUSHI [JP]) 4 June 2009 (2009-06-04) abstract paragraph [0012] - paragraph [0017] paragraph [0023] - paragraph [0031] claims 25,26	1-19
X	US 2005/176164 A1 (GEE JAMES M [US] ET AL) 11 August 2005 (2005-08-11) abstract paragraph [0081]	1
X	US 2010/150852 A1 (PROCHAZKA JAN R [US]) 17 June 2010 (2010-06-17) abstract paragraph [0025] - paragraph [0028]	1
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" 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 "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 19 November 2012		Date of mailing of the international search report 23/11/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Favre, Pierre

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2011/064954

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 695 903 B1 (KUEBELBECK ARMIN [DE] ET AL) 24 February 2004 (2004-02-24) abstract column 1, line 65 - column 6, line 6 -----	1
A	JP 2010 056465 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 11 March 2010 (2010-03-11) abstract -----	1
A	NOT PROCESSED: "Not processed", THE COMPILED STATE-OF-THE-ART OF PV SOLAR TECHNOLOGY AND DEPLOYMENT : 23RD EUROPEAN PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONFERENCE, EU PVSEC ; PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE, HELD IN VALENCIA, SPAIN, 1 - 5 SEPTEMBER 2008, WIP-RENEWABLE ENERGIES, D, 1 September 2008 (2008-09-01), XP040529144, ISBN: 978-3-936338-24-9 the whole document -----	1
A	HORZEL J ET AL: "A simple processing sequence for selective emitters Si solar cells", CONFERENCE RECORD OF THE 26TH IEEE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE - 1997. PVSC '97. ANAHEIM, CA, SEPT. 29 - OCT. 3, 1997; [IEEE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE], NEW YORK, NY : IEEE, US, 29 September 1997 (1997-09-29), pages 139-142, XP010267746, DOI: 10.1109/PVSC.1997.654048 ISBN: 978-0-7803-3767-1 the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2011/064954

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009142911 A1	04-06-2009	EP 1923906 A1 US 2009142911 A1 WO 2007020833 A1	21-05-2008 04-06-2009 22-02-2007
US 2005176164 A1	11-08-2005	AU 2005213444 A1 AU 2009238329 A1 CA 2596831 A1 CN 1938819 A EP 1714308 A2 JP 2007521668 A KR 20070004672 A US 2005176164 A1 WO 2005076960 A2	25-08-2005 10-12-2009 25-08-2005 28-03-2007 25-10-2006 02-08-2007 09-01-2007 11-08-2005 25-08-2005
US 2010150852 A1	17-06-2010	NONE	
US 6695903 B1	24-02-2004	AT 535943 T AU 766807 B2 AU 3960100 A CA 2367137 A1 CN 1343376 A DE 19910816 A1 EP 1166366 A1 EP 2276058 A1 IL 145333 A JP 2002539615 A KR 20010112313 A NO 20014384 A PL 350966 A1 TW 492081 B US 6695903 B1 WO 0054341 A1	15-12-2011 23-10-2003 28-09-2000 14-09-2000 03-04-2002 05-10-2000 02-01-2002 19-01-2011 15-06-2009 19-11-2002 20-12-2001 10-09-2001 24-02-2003 21-06-2002 24-02-2004 14-09-2000
JP 2010056465 A	11-03-2010	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, 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, RS, 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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 ジュゼッペ スカーデラ

アメリカ合衆国 94087 カリフォルニア州 サニーベール イースト レミントン ドライブ 120 ユニット 204

Fターム(参考) 5F151 AA02 AA03 BA14 CB18