

(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2011-525887

(P2011-525887A)

(43) 公表日 平成23年9月29日(2011.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO3C 8/18 (2006.01)	CO3C 8/18	4G062
CO3C 8/16 (2006.01)	CO3C 8/16	5F058
CO3C 8/20 (2006.01)	CO3C 8/20	5F151
CO3C 3/07 (2006.01)	CO3C 3/07	
CO3C 3/072 (2006.01)	CO3C 3/072	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-516408 (P2011-516408)	(71) 出願人	390023674
(86) (22) 出願日	平成21年6月8日 (2009.6.8)		イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・
(85) 翻訳文提出日	平成22年12月6日 (2010.12.6)		アンド・カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/046573		E. I. DU PONT DE NEMO
(87) 国際公開番号	W02009/149438		URS AND COMPANY
(87) 国際公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)		アメリカ合衆国、デラウェア州、ウイルミ
(31) 優先権主張番号	61/075, 826		ントン、マーケット・ストリート 100
(32) 優先日	平成20年6月26日 (2008.6.26)		7
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	110001243
(31) 優先権主張番号	61/078, 888		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(32) 優先日	平成20年7月8日 (2008.7.8)	(72) 発明者	今野 卓也
(33) 優先権主張国	米国 (US)		栃木県宇都宮市兵庫塚3-24-8
(31) 優先権主張番号	61/107, 035		
(32) 優先日	平成20年10月21日 (2008.10.21)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光起電力電池用導体に用いるガラス組成物

(57) 【要約】

本発明は、ケイ素半導体デバイスおよび光起電力電池用導電性ペーストに有用なガラス組成物に関する。厚膜導体組成物は、1つ以上の電気機能性粉末と、有機媒体に分散された1つ以上のガラスフリットとを含む。厚膜組成物はまた1つ以上の添加剤を有していてもよい。例示の添加剤としては、金属、金属酸化物または焼成中、これらの金属酸化物を生成することのできる任意の化合物を挙げることができる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 1つ以上の導電性材料と、
 (b) 1つ以上のガラスフリットであって、前記ガラスフリットの1つ以上が、前記ガラスフリットの重量%を基準として、
 7～25重量%の SiO_2 、
 55～90重量%の Bi_2O_3 、
 0.5～5重量%の B_2O_3 、
 1.5～8重量%の1つ以上のアルカリ金属酸化物、
 1～8重量%の ZrO_2
 を含む1つ以上のガラスフリットと、
 (c) 有機媒体と
 を含む組成物。

10

【請求項 2】

前記1つ以上のガラスフリットが、11～25重量%の SiO_2 を含む請求項1に記載の組成物。

【請求項 3】

前記アルカリ金属酸化物が、 Na_2O 、 Li_2O およびこれらの混合物からなる群から選択される請求項1に記載の組成物。

【請求項 4】

前記ガラスフリットの軟化点が500～600である請求項1に記載の組成物。

20

【請求項 5】

(a) Zn 、 Pb 、 Bi 、 Gd 、 Ce 、 Zr 、 Ti 、 Mn 、 Sn 、 Ru 、 Co 、 Fe 、 Cu および Cr から選択される金属と、(b) Zn 、 Pb 、 Bi 、 Gd 、 Ce 、 Zr 、 Ti 、 Mn 、 Sn 、 Ru 、 Co 、 Fe 、 Cu および Cr から選択される金属の1つ以上の金属酸化物と、(c) 焼成の際に(b)の前記金属酸化物を生成することのできる任意の化合物と、(d) これらの混合物とからなる群から選択される1つ以上の添加剤をさらに含む請求項1に記載の組成物。

【請求項 6】

前記添加剤の少なくとも1つが、 ZnO または焼成の際に ZnO を形成する化合物を含む請求項5に記載の組成物。

30

【請求項 7】

前記ガラスフリットが、全組成物の1～6重量%である請求項1に記載の組成物。

【請求項 8】

前記導電性材料が Ag を含む請求項1に記載の組成物。

【請求項 9】

前記 Ag が、前記組成物中の固体の90～99重量%である請求項8に記載の組成物。

【請求項 10】

前記 ZnO が、全組成物の2～10重量%である請求項6に記載の組成物。

【請求項 11】

(a) 半導体基板、1つ以上の絶縁膜および請求項1に記載の組成物を提供する工程と、
 (b) 前記絶縁膜を前記半導体基板に適用する工程と、
 (c) 前記組成物を前記半導体基板上の前記絶縁膜に適用する工程と、
 (d) 前記半導体、絶縁膜および厚膜組成物を焼成する工程と
 を含む半導体デバイスを製造する方法。

40

【請求項 12】

前記絶縁膜が、酸化チタン、窒化ケイ素、 $SiN_x:H$ 、酸化ケイ素および酸化ケイ素/酸化チタンから選択される1つ以上の成分を含む請求項11に記載の方法。

【請求項 13】

50

請求項 1 1 に記載の方法により作製された半導体デバイス。

【請求項 1 4】

電極を備える半導体デバイスであって、前記電極が、焼成前、請求項 1 に記載の組成物を含む半導体デバイス。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の半導体デバイスを含む太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

10

本出願は、以下の米国仮特許出願について、米国特許法第 1 1 9 条 (e) に従って、優先権を主張する。

2 0 0 8 年 6 月 2 6 日出願の米国仮特許出願第 6 1 / 0 7 5 8 2 6 号、

2 0 0 8 年 7 月 8 日出願の米国仮特許出願 6 1 / 0 7 8 8 8 8 号、

2 0 0 8 年 1 0 月 2 1 日出願の米国仮特許出願 6 1 / 1 0 7 0 3 5 号、

2 0 0 8 年 1 1 月 1 2 日出願の米国仮特許出願 6 1 / 1 1 3 7 0 1 号、

2 0 0 8 年 1 2 月 2 3 日出願の米国仮特許出願 6 1 / 1 4 0 2 3 5 号、

2 0 0 9 年 1 月 9 日出願の米国仮特許出願 6 1 / 1 4 3 5 2 5 号、

2 0 0 9 年 2 月 5 日出願の米国仮特許出願 6 1 / 1 5 0 0 4 4 号。

【0002】

20

本発明の実施形態は、ケイ素半導体デバイス、および太陽電池デバイスに用いるガラスフリットを含有する導電性銀ペーストに関する。

【背景技術】

【0003】

p - 型ベースの従来の太陽電池構造は、電池の前側または太陽側となりうる負極と、反対側となりうる正極とを有する。半導体本体の p - n 接合に当たる適切な波長の放射線は、その本体に正孔 - 電子対を生成するための外部エネルギー源として作用する。p - n 接合に存在する電位差のために、正孔および電子は、反対の方向に接合を移動して、電力を外部回路に分配することのできる電流を流す。たいていの太陽電池は、金属化された、すなわち、導電性の金属接触を備えたケイ素ウェハの形態にある。

30

【0004】

改善された電気的性能を有する組成物、構造（例えば、半導体、太陽電池またはフォトダイオード構造）および半導体デバイス（例えば、半導体、太陽電池またはフォトダイオードデバイス）、ならびに製造方法が必要とされている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一実施形態は、(a) 1 つ以上の導電性材料と、(b) 7 ~ 2 5 重量%の $S i O_2$ 、5 5 ~ 9 0 重量%の $B i_2 O_3$ 、0 . 5 ~ 5 重量%の $B_2 O_3$ 、1 . 5 ~ 8 重量%の 1 つ以上のアルカリ金属酸化物、1 ~ 8 重量%の $Z r O_2$ を含む 1 つ以上のガラスフリットと、有機媒体とを含む組成物に関する。本発明の一態様において、組成物は、1 1 ~ 2 5 重量%の $S i O_2$ を含んでいてよい。一態様において、アルカリ金属酸化物は、 $N a_2 O$ 、 $L i_2 O$ およびその混合物からなる群から選択してよい。組成物は、(a) $Z n$ 、 $P b$ 、 $B i$ 、 $G d$ 、 $C e$ 、 $Z r$ 、 $T i$ 、 $M n$ 、 $S n$ 、 $R u$ 、 $C o$ 、 $F e$ 、 $C u$ および $C r$ から選択される金属と、(b) $Z n$ 、 $P b$ 、 $B i$ 、 $G d$ 、 $C e$ 、 $Z r$ 、 $T i$ 、 $M n$ 、 $S n$ 、 $R u$ 、 $C o$ 、 $F e$ 、 $C u$ および $C r$ から選択される金属の 1 つ以上の金属酸化物と、(c) 焼成の際に (b) の金属酸化物を生成することのできる任意の化合物と、(d) これらの混合物からなる群から選択される 1 つ以上の添加剤をさらに含んでいてもよい。

40

【0006】

本発明の他の態様は、(a) 半導体基板、1 つ以上の絶縁膜および厚膜組成物を提供す

50

る工程と、(b)絶縁膜を半導体基板に適用する工程と、(c)厚膜組成物を半導体基板上の絶縁膜に適用する工程と、(d)半導体、絶縁膜および厚膜組成物を焼成する工程とを含む半導体デバイスを製造する方法に関する。

【0007】

本発明の他の態様は、半導体基板と、絶縁膜と、電極とを含み、前側電極が、7~25重量%の SiO_2 、55~90重量%の Bi_2O_3 、0.5~5重量%の B_2O_3 、1.5~8重量%の1つ以上のアルカリ金属酸化物、1~8重量%の ZrO_2 を含有するガラスフリットを含む、半導体デバイスを含む太陽電池に関する。

【発明を実施するための形態】

【0008】

10

本明細書に記載した厚膜導体組成物は、1つ以上の電気機能性粉末と、有機媒体に分散された1つ以上のガラスフリットを含む。厚膜組成物はまた、1つ以上の添加剤も含んでいてもよい。例示の添加剤としては、金属、金属酸化物または焼成中にこれらの金属酸化物を生成することのできる任意の化合物が挙げられる。本発明の一態様は、厚膜導体組成物に有用な1つ以上のガラスフリットに関する。一実施形態において、これらの厚膜導体組成物は、半導体デバイスに用いられる。本実施形態の一態様において、半導体デバイスは、太陽電池またはフォトダイオードである。一実施形態は、後半な半導体デバイスに関する。一実施形態は、フォトダイオードおよび太陽電池等の受光素子に関する。

【0009】

20

ガラスフリット

一実施形態は、ガラスフリット組成物(本明細書においては、ガラスフリットまたはガラス組成物とも呼ばれる)に関する。例示のガラスフリット組成物を、以下の表1~4に挙げてある。表1~4に挙げたガラス組成物に限定されない。ガラス化学の当業者であれば、追加の成分の実質的でない代用および本発明のガラス組成物の所望の特性の大幅でない変更を行えるものと考えられる。例えば、 P_2O_5 0~3重量%、 GeO_2 0~3重量%、 V_2O_5 0~3重量%等のガラス形成剤への代用を、同様の性能を達成するために、別個か、組み合わせるかのいずれかで行ってよい。例えば、1つ以上の中間体酸化物、例えば、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 CeO_2 および SnO_2 を、本発明のガラス組成物に存在する他の中間体酸化物(例えば、 Al_2O_3 、 CeO_2 、 SnO_2)に代用してよい。

30

【0010】

本明細書に記載したガラスフリットを製造する例示の方法は、通常ガラス製造技術による。成分を秤量してから、所望の比率で混合し、炉で加熱して、白金合金をつぼで溶融物を形成する。当該技術分野において周知されているとおり、加熱をピーク温度(80~140)まで、溶融物が完全に液体になり、均一になるような時間にわたって実施する。溶融ガラスを、反転ステンレス鋼ローラ間で冷却して、厚さ10~15ミルのガラス板を形成する。次に、得られたガラス板を、ミリングして、所望のターゲット(例えば、0.8~1.5 μm)間に設定された50%体積分布の粉末を形成する。当業者であれば、これらに限られるものではないが、水冷、ゾル-ゲル、噴霧熱分解またはガラスの粉末形態を作製するのに好適なその他の別の合成技術を利用することができる。

40

【0011】

一実施形態において、ガラスフリットは、 SiO_2 、 PbO および ZnO を含み、一実施形態においては、これらは略等しいモル比であってよい。本実施形態の態様において、厚膜組成物中のフリットの一部は、焼成により失透し、ラーゼナイト(PbZnSiO_4)の結晶化となる。

【0012】

他の実施形態において、ガラスフリットは、他の化学成分、例えば、これらに限られるものではないが、酸化鉄、酸化マンガン、酸化クロム、希土類酸化物、 MgO 、 BeO 、 SrO 、 BaO または CaO を含んでいてよい。理論に拘束されるものではないが、 CaO を組成物に添加する実施形態においては、エスパー石(カルシウムラーゼナイト(Pb

50

$\text{Ca}_3\text{Zn}_4(\text{SiO}_4)_4$ とも呼ばれる)が失透の際に形成されるであろうと考えられる。

【0013】

さらなる実施形態において、セラミング後の残留ガラスが特定の化学的性質を有することのあるガラスフリットはガラス-セラミックを含んでいる場合がある。例えば、表1のガラスNo. 11は、実施形態において、セラミング後、残留ガラスのシリカ含量が最少である。

【0014】

ガラス組成物に関連する例示の実施形態を、合計ガラス組成物の重量パーセントにおいて、表1に示す。これらのガラスフリット組成物は、本明細書に記載した方法に従って作製された。別記しない限り、本明細書で用いる重量%は、ガラス組成物単独の重量%を意味する。一実施形態において、ガラスフリットは、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 PbO 、 B_2O_3 、 CaO 、 ZnO または Na_2O 、 Ta_2O_5 または Li_2O のうち1つ以上を含んでいてよい。本実施形態の態様において、合計ガラス組成物の重量を基準として、 SiO_2 は、10~30重量%、15~25重量%または17~19重量%であってよく、 Al_2O_3 は、0~11重量%、1~7重量%または1.5~2.5重量%であってよく、 PbO は、40~70重量%、45~60重量%または50~55重量%であってよく、 B_2O_3 は、0~5重量%、1~4重量%または3~4重量%であってよく、 CaO は、0~30重量%、0.1~30重量%または0.1~1重量%であってよく、 ZnO は、0~30重量%、15~30重量%または16~22重量%であってよく、 Na_2O は、0~2重量%、0.1~1重量%または0.2~0.5重量%であってよく、 Ta_2O_5 は、0~5重量%、0~4重量%または3~4重量%であってよく、 Li_2O は、0~2重量%、0.1~1重量%または0.5~0.75重量%であってよい。ガラスフリットはまた、上述したラーゼナイト(PbZnSiO_4)の結晶化に従って、モル%で表わすこともできる。モルパーセントだと、ガラスフリットは、25~45モル%の SiO_2 、15~35モル%の PbO および15~35モル%の ZnO を含んでいてよい。一実施形態において、 SiO_2 、 PbO および ZnO は、略等しいモル比を有していてよい。

【0015】

ガラス製造の当業者であれば、 Na_2O または Li_2O の一部または全てを、 K_2O 、 Cs_2O または Rb_2O に換えて、本実施形態において、合計アルカリ金属酸化物含量が、0~2重量%、0.1~1重量%または0.75~1重量%であれば、上に挙げた組成物と同様の特性を備えたガラスを形成できる。さらに本実施形態において、 ZnO および CaO の合計量は、10~30重量%、15~25重量%または19~22重量%であってよい。アルカリ金属酸化物としては、酸化ナトリウム、 Na_2O 、酸化リチウム、 Li_2O 、酸化カリウム、 K_2O 、酸化ルビジウム、 Rb_2O および酸化セシウム、 Cs_2O が例示されるが、これらに限られるものではない。

【0016】

一実施形態において、ガラスフリットは、500~600 の軟化点を有していてよい。

【0017】

一実施形態において、ガラスフリットは、500~600 の軟化点を有していてよい。

【表 1】

表1: 重量パーセント(wt%)でのガラス組成

ID 番号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	PbO	B ₂ O ₃	CaO	ZnO	MgO	Na ₂ O	FeO	Li ₂ O	Ta ₂ O ₅
1	14.4	6.6	56.2	-	-	19.6	-	-	-	-	3.2
2	14.9	6.8	58.1	-	-	20.3	-	-	-	-	-
3	14.7	6.0	56.4	2.3	-	20.6	-	-	-	-	-
4	16.1	-	59.8	2.3	-	21.8	-	-	-	-	-
5	14.5	5.9	54.0	2.3	-	19.7	-	-	-	-	3.6
6	14.8	7.8	55.0	2.4	-	20.1	-	-	-	-	-
7	14.5	9.6	53.9	2.4	-	19.7	-	-	-	-	-
8	14.7	6.2	54.5	4.8	-	19.9	-	-	-	-	-
9	17.2	6.3	53.4	3.7	-	19.5	-	-	-	-	-
10	18.6	6.3	53.2	2.5	-	19.4	-	-	-	-	-
11	15.6	6.0	56.6	2.3	-	19.5	-	-	-	-	-
12	20.0	10.5	47.9	4.1	-	17.5	-	-	-	-	-
13	18.6	2.0	54.0	3.6	0.5	20.4	-	0.3	-	0.6	-
14	18.6	2.0	53.8	3.5	-	21.1	-	0.3	-	0.6	-
15	19.9	2.1	57.6	3.8	15.6	-	-	0.3	-	0.6	-
16	19.9	2.1	57.5	3.8	15.0	0.8	-	0.3	-	0.6	-
17	18.7	2.0	54.2	3.6	0.5	20.5	-	0.2	-	0.3	-
18	18.8	2.0	54.3	3.6	0.5	20.6	-	0.1	-	0.2	-

10

20

【0018】

一実施形態において、ガラスフリットは、高パーセンテージのPbを有してよい。本実施形態の一態様において、焼成の際、金属Pbの沈殿が生じる可能性があり、本実施形態の一態様において、焼結電気機能性粉末と半導体基板間の電氣的接触が改善される可能性がある。ガラス組成物に関連する例示の実施形態を、合計ガラス組成物の重量パーセントにおいて、表2に示す。これらのガラスフリット組成物は、本明細書に記載した方法に従って作製された。一実施形態において、ガラスフリットは、SiO₂、Al₂O₃、ZrO₂、B₂O₃、PbO、ZnOまたはNa₂OまたはLi₂Oのうち1つ以上を含んでよい。本実施形態のいくつかの態様において、合計ガラス組成物の重量を基準として、SiO₂は、5～36重量%、12～30重量%または15～25重量%、Al₂O₃は、0.1～10重量%、0.2～5重量%または0.2～0.4重量%であってよく、ZrO₂は、0～2.5重量%、0.1～1重量%または0.25～0.75重量%であってよく、B₂O₃は、0～2.2重量%、0.1～5重量%または0.5～3重量%であってよく、PbOは、65～90重量%、70～85重量%または75～80重量%であってよく、ZnOは、0～50重量%、30～50重量%または40～50重量%であってよく、Na₂Oは、0～3重量%、0.1～3重量%または1～2重量%であってよく、Li₂Oは、0～3重量%、0.1～3重量%または1.25～2.25重量%であってよい。

30

【0019】

ガラス製造の当業者であれば、Na₂OまたはLi₂Oの一部または全てを、K₂O、Cs₂OまたはRb₂Oに換えて、本実施形態において、合計アルカリ金属酸化物含量が、0～5重量%、2～4重量%または2～3重量%であれば、上に挙げた組成物と同様の特性を備えたガラスを形成できる。

40

【0020】

一実施形態において、ガラスフリットは、400～600 の軟化点を有してよい。

【0021】

【表 2】

表 2：重量パーセント(wt%)でのガラス組成

ID 番号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	PbO	B ₂ O ₃	ZrO ₂
19	20.15	0.26	79.08	-	0.51
20	24.20	0.46	74.94	-	0.40
21	17.58	0.41	81.65	-	0.36
22	14.78	0.39	84.49	-	0.34
23	19.60	0.99	76.93	1.99	0.50
24	17.45	1.17	81.03	-	0.36
25	12.80	0.40	81.43	4.96	0.40
26	15.77	0.41	81.53	1.88	0.41
27	11.32	0.37	86.06	1.89	0.37
28	13.27	0.38	85.97	-	0.38
29	28.40	3.73	67.87	-	-
30	29.21	0.49	69.80	-	0.50

10

【0022】

一実施形態は、鉛フリーのガラスフリットに関する。ガラス組成物に関連する例示の実施形態を、合計ガラス組成物の重量パーセントにおいて、表3に示す。これらのガラスフリット組成物は、本明細書に記載した方法に従って作製された。一実施形態において、本明細書に記載されたガラスフリット組成物は、SiO₂、Al₂O₃、B₂O₃、Na₂O、Li₂O、ZrO₂、Bi₂O₃またはTi₂Oのうち1つ以上を含んでいてよい。本実施形態のいくつかの態様において、SiO₂は、7～25重量%、15～24重量%または20～22重量%であってよく、Al₂O₃は、0～1重量%、0～0.3重量%または0.1～0.3重量%であってよく、B₂O₃は、0.5～5重量%、0.8～4.5重量%または3～4重量%であってよく、Na₂Oは、0.1～4重量%、0.5～3重量%または1.5～2.5重量%であってよく、Li₂Oは、0.1～4重量%、0.5～3重量%または1.5～2.5重量%であってよい。合計ガラス組成物の重量パーセントを基準として、ZrO₂は、1～8重量%、1.25～6重量%または4～5重量%であってよく、Bi₂O₃は、55～90重量%、60～80重量%または60～70重量%であってよく、TiO₂は、0～5重量%、0～3重量%または1.5～2.5重量%であってよい。

20

30

【0023】

ガラス製造の当業者であれば、Na₂OまたはLi₂Oの一部または全てを、K₂O、Cs₂OまたはRb₂Oに換えて、本実施形態において、合計アルカリ金属酸化物含量が、0～8重量%、1.5～5重量%または4～5重量%であれば、本実施形態で上に挙げた組成物と同様の特性を備えたガラスを形成できる。

【0024】

さらなる実施形態において、本ガラスフリット組成物は、CeO₂、SnO₂、Ga₂O₃、In₂O₃、NiO、MoO₃、WO₃、Y₂O₃、La₂O₃、Nd₂O₃、FeO、HfO₂、Cr₂O₃、CdO、Nb₂O₅、Ag₂O、Sb₂O₃および金属ハロゲン化物（例えば、NaCl、KBr、NaI）の追加のセットの成分の1つ以上を有していてもよい。

40

【0025】

当業者であれば、原材料の選択には、処理中にガラスに組み込まれる可能性のある不純物が意図的ではなく含まれる可能性があることが分かるであろう。例えば、不純物は、数百から数千ppmの範囲で存在する恐れがある。

【0026】

一実施形態において、組成物は、全組成物の重量%を基準として、1.0重量%未満の無機添加剤を含んでいてもよい。一実施形態において、組成物は、全組成物の重量%を基

50

準として、0.5重量%未満の無機添加剤を含んでいてもよい。さらなる実施形態において、組成物は無機添加剤を含んでいなくてもよい。一実施形態において、本明細書で言及したガラスフリットは、500～600の軟化点を有してよい。

【0027】

【表3】

表3：重量パーセント(wt%)でのガラス組成

ID 番号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Na ₂ O	Li ₂ O	ZrO ₂	Bi ₂ O ₃	TiO ₂
31	16.36	-	1.92	1.20	1.20	2.71	76.62	-
32	11.28	-	1.32	0.94	0.94	1.87	83.65	-
33	7.66	-	0.90	0.79	0.79	1.27	88.60	-
34	21.02	-	3.70	2.31	2.31	5.23	65.43	-
35	21.90	0.25	3.80	1.60	1.50	4.10	64.85	2.0

10

【0028】

全組成物中のガラスフリットの量は、全組成物の0.1～10重量%の範囲内である。一実施形態において、ガラス組成物は、全組成物の1～8重量%の量で存在している。さらなる実施形態において、ガラス組成物は、全組成物の4～6重量%の範囲で存在している。

20

【0029】

【表 4】

表 4：重量パーセント(wt%)でのガラス組成

ID 番号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	PbO	B ₂ O ₃	CaO	ZnO	MgO	Na ₂ O	FeO	Li ₂ O	ZrO ₂	Bi ₂ O ₃	TiO ₂
36	5.01	0.37	86.09	8.17		0.37					0.38		-
37	13.27	0.38	85.97								0.38		-
38	17.26	9.31	-	21.86	-	46.81	-	1.13	-	1.39	2.24	76.7	-
39	18.41	8.99	-	18.08	-	49.92	-	1.09	-	1.34	2.17	-	-
40	35.70	5.47	-	11.77	-	41.68	-	1.82	-	2.24	1.32	-	-
41	19.8	-	-	1.0	-	-	-	0.6	-	0.6	1.4	76.7	-
42	16.7	7.1	-	29.0	-	45.2	-	-	-	2.1	-	-	-
43	19.8	0.3	77.5	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
44	15.8	-	81.9	1.8	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-
45	15.8	-	81.6	1.9	-	-	-	0.1	-	0.2	0.4	-	-
46	15.7	0.4	81.0	1.9	-	-	-	0.2	-	0.4	0.4	-	-
47	15.7	0.4	81.3	1.9	-	-	-	0.1	-	0.2	0.4	-	-
48	15.8	0.2	81.5	1.9	-	-	-	0.1	-	0.2	0.4	-	-
49	19.7	0.2	77.6	2.0	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
50	19.6	0.2	77.1	2.0	-	-	-	0.2	-	0.4	0.5	-	-
51	19.7	0.2	77.3	2.0	-	-	-	0.1	-	0.2	0.5	-	-
52	3.1	2.9	56.0	-	6.3	8.9	1.0	-	21.8	-	-	-	-
53	4.4	3.0	56.0	-	9.1	8.9	1.3	-	17.4	-	-	-	-
54	3.3	1.2	85.0	-	6.8	3.0	0.7	-	-	-	-	-	-
55	33.4	5.5	-	9.1	-	45.3	-	2.1	-	3.3	1.3	-	-
56	28.4	5.5	-	7.0	-	52.3	-	2.1	-	3.3	1.3	-	-
57	13.4	5.5	-	19.0	-	55.4	-	2.1	-	3.3	1.3	-	-
58	10.4	5.5	-	14.2	-	63.2	-	2.1	-	3.3	1.3	-	-
59	27.4	5.3	-	6.8	-	50.4	-	5.5	-	3.4	1.3	-	-
60	-	-	82.8	17.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	5.1	-	86.7	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	4.9	-	84.6	8.0	-	-	-	0.5	-	2.0	-	-	-
63	4.9	-	84.4	8.0	-	-	-	0.9	-	1.8	-	-	-
64	5.0	-	85.9	8.2	-	-	-	0.3	-	0.6	-	-	-
65	3.6	0.4	84.0	11.6	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-
66	3.5	0.4	82.7	11.5	-	-	-	0.6	-	1.1	0.4	-	-
67	4.9	0.4	84.7	8.0	-	-	-	0.5	-	1.1	0.4	-	-
68	12.2	0.3	-	4.2	-	-	-	2.4	-	2.3	4.7	71.6	2.2
69	22.6	0.3	-	3.9	-	-	-	-	-	-	4.2	66.9	2.1
70	22.4	0.3	-	3.9	-	-	-	0.2	-	0.5	4.2	66.5	2.1

10

20

30

【0030】

導電性粉末

一実施形態において、厚膜組成物は、適切な電気機能性を組成物に付与する機能相を有していてもよい。機能相は、組成物を形成する機能相の担体として作用する有機媒体に分散された電気機能性粉末を含む。組成物を焼成して有機相をバーンアウトし、無機バインダー相を活性化して、電気機能性を付与する。一実施形態において、電気機能性粉末は、導電性粉末であってよい。

40

【0031】

一実施形態において、導電性粉末はAgを含んでいてもよい。さらなる実施形態において、導電性粉末は銀(Ag)およびアルミニウム(Al)を含んでいてよい。さらなる実施形態において、導電性粉末は、例えば、Cu、Au、Ag、Pd、Pt、Al、Ag-Pd、Pt-Au等のうち1つ以上を含む。一実施形態において、導電性粉末は、(1) Al、Cu、Au、Ag、PdおよびPt、(2) Al、Cu、Au、Ag、Pdおよび

50

Ptの合金および(3)これらの混合物のうち1つ以上を含んでいてもよい。

【0032】

一実施形態において、組成物の機能相は、導電性のコートまたは未コート銀粒子を含んでいてよい。銀粒子がコートされた実施形態において、それらは、界面活性剤で少なくとも部分的にコートされていてよい。一実施形態において、界面活性剤は、ステアリン酸、パルミチン酸、ステアレートの塩、パルミテートの塩、ラウリン酸、パルミチン酸、オレイン酸、ステアリン酸、カプリン酸、ミリスチン酸、リノール酸およびこれらの混合物の界面活性剤のうち1つ以上を含んでいてよいが、これらに限られるものではない。対イオンは、水素、アンモニウム、ナトリウム、カリウムおよびこれらの混合物であってよいが、これらに限られるものではない。

10

【0033】

銀の粒子サイズは、特に限定されない。一実施形態において、平均粒子サイズは、10ミクロン未満、さらなる実施形態においては、5ミクロン以下である。一態様において、平均粒子サイズは、例えば、0.1~5ミクロンである。一実施形態において、銀粒子は、ペースト組成物の70~85重量%であってよい。さらなる実施形態において、銀は、組成物中(すなわち、有機ピヒクルを除く)の固体の90~99重量%であってよい。

【0034】

添加剤

一実施形態において、厚膜組成物は、添加剤を含んでいてよい。一実施形態において、組成物は添加剤を含んでいなくてもよい。一実施形態において、添加剤は、(a)Zn、Pb、Bi、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、CuおよびCrから選択される金属と、(b)Zn、Pb、Bi、Gd、Ce、Zr、Ti、Mn、Sn、Ru、Co、Fe、CuおよびCrから選択される金属の1つ以上の金属酸化物と、(c)焼成の際に(b)の金属酸化物を生成することのできる任意の化合物と、(d)これらの混合物とのうち1つ以上から選択してよい。

20

【0035】

一実施形態において、添加剤は、Zn含有添加剤を含んでいてもよい。Zn含有添加剤は、(a)Znと、(b)Znの金属酸化物と、(c)焼成の際にZnの金属酸化物を生成することのできる任意の化合物と、(d)これらの混合物とのうち1つ以上を含んでいてよい。一実施形態において、Zn含有添加剤は、Zn樹脂酸塩を含んでいてよい。

30

【0036】

一実施形態において、Zn含有添加剤は、ZnOを含んでいてよい。ZnOは、10ナノメートル~10ミクロンの範囲の平均粒子サイズを有していてよい。さらなる実施形態において、ZnOは、40ナノメートル~5ミクロンの平均粒子サイズを有していてよい。さらなる実施形態において、ZnOは、60ナノメートル~3ミクロンの平均粒子サイズを有していてよい。さらなる実施形態において、ZnOは、例えば、1-nm未満、90nm未満、80nm未満、1nm~1-nm未満、1nm~95nm、1nm~90nm、1nm~80nm、7nm~30nm、1nm~7nm、35nm~90nm、35nm~80nm、65nm~90nm、60nm~80nmおよび中間範囲の平均粒子サイズを有していてよい。

40

【0037】

一実施形態において、ZnOは、組成物中に、全組成物の2~10重量パーセントの範囲で存在していてよい。一実施形態において、ZnOは、全組成物の4~8重量パーセントの範囲で存在していてよい。さらなる実施形態において、ZnOは、全組成物の5~7重量パーセントの範囲で存在していてよい。さらなる実施形態において、ZnOは、全組成物の4.5重量%、5重量%、5.5重量%、6重量%、6.5重量%、7重量%または7.5重量%を超える範囲で存在していてよい。

【0038】

さらなる実施形態において、Zn含有添加剤(例えば、Zn、Zn樹脂酸塩等)は、合計厚膜組成物中に、2~16重量パーセントの範囲で存在していてよい。さらなる実施形

50

態において、Zn含有添加剤は、全組成物の4～12重量パーセントの範囲で存在してよい。さらなる実施形態において、Zn含有添加剤は、全組成物の4.5重量%、5重量%、5.5重量%、6重量%、6.5重量%、7重量%または7.5重量%を超える範囲で存在してよい。

【0039】

一実施形態において、金属/金属酸化物添加剤（例えば、Zn等）の粒子サイズは、7ナノメートル（nm）～125nmの範囲内であり、さらなる実施形態において、粒子サイズは、例えば、1-nm、90nm、85nm、80nm、75nm、70nm、65nmまたは60nm未満であってよい。

【0040】

有機媒体

一実施形態において、本明細書に記載した厚膜組成物は、有機媒体を含んでいてよい。無機成分は、有機媒体と、例えば、機械的混合により混合して、印刷にとって好適なコンシステンシーおよびレオロジーを有する「ペースト」と呼ばれる粘性組成物を形成してもよい。様々な不活性粘性材料を、有機媒体として用いることができる。一実施形態において、有機媒体は、無機成分が、適切な程度の安定性で、分散できるものであればよい。一実施形態において、媒体のレオロジー特性は、固体の安定な分散、スクリーン印刷にとって適切な粘性およびチクトロピー、基板およびペースト固体の適切な濡れ性、良好な乾燥速度および良好な焼成特性をはじめとする特定の適用特性を組成物に与えることができる。一実施形態において、厚膜組成物に用いる有機ビヒクルは、非水性不活性液体であってよい。増粘剤、安定剤および/またはその他一般的な添加剤を含有していてもしていなくてもよい様々な有機ビヒクルの使用が考えられる。有機媒体は、溶剤中のポリマーの溶液であってよい。一実施形態において、有機媒体はまた1つ以上の成分、例えば、界面活性剤を含んでいてもよい。一実施形態において、ポリマーは、エチルセルロースであってよい。その他例示のポリマーとしては、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レートおよ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またはこれらの混合物が挙げられる。一実施形態において、本明細書に記載した厚膜組成物に有用な溶剤としては、エステルアルコールおよびテルペン、例えば、アルファ-またはベータ-テルピネオール、またはそれらと、他の溶剤、例えば、ケロセン、ジブチルフタレート、ブチルカルビトール、ブチルカルビトールアセテート、ヘキシレングリコールおよび高沸点アルコールおよびアルコールエステルとの混合物が挙げられる。さらなる実施形態において、有機媒体は、基板への適用後、即時の硬化を促進するために揮発性液体を含んでいてよい。

【0041】

一実施形態において、ポリマーは、例えば、有機媒体に、5～20重量%、または8重量%～11重量%の有機媒体の範囲で存在してよい。組成物は、当業者であれば、有機媒体により、所定のスクリーン印刷可能な粘度まで調節することができる。

【0042】

一実施形態において、厚膜組成物中の有機媒体と、分散液中の無機成分の比は、当業者により判断されるとおり、ペーストの適用方法および有機媒体の種類により異なることがある。一実施形態において、分散液は、良好な濡れを得るために、70～95重量%の無機成分と、5～30重量%の有機媒体（ビヒクル）を含んでいてよい。

【0043】

半導体デバイスを製造する方法の説明

本発明の一実施形態は、半導体デバイスの製造に利用できる厚膜組成物に関する。半導体デバイスは、接合を含む半導体基板と、その主表面に形成された窒化ケイ素絶縁膜で構成された構造要素から、以下の方法により製造すればよい。半導体デバイスを製造する方法は、所定の形状および所定の位置で、絶縁膜上に適用する（例えば、コーティングおよび印刷する）工程を含み、組成物は、絶縁膜に浸透する能力を有し、焼成して、導電性厚膜組成物が、絶縁膜を溶融し、通過するようにして、ケイ素基板との電氣的接触をもたら

10

20

30

40

50

すものである。

【0044】

本発明の一実施形態は、本明細書に記載された方法から製造された半導体デバイスに関する。

【0045】

一実施形態において、絶縁膜は、窒化ケイ素膜または酸化ケイ素膜を含んでよい。窒化ケイ素膜は、プラズマ化学蒸着(CVD)または熱CVDプロセスにより形成してよい。酸化ケイ素膜は、熱酸化、熱CFDまたはプラズマCFDにより形成してよい。

【0046】

一実施形態において、半導体デバイスの製造方法には、半導体デバイスを、接合を含む半導体基板と、その主表面に形成された絶縁膜で構成された構造要素から製造することによっても特徴付けてよく、絶縁層は、酸化チタン窒化ケイ素、SiNx:H、酸化ケイ素および酸化ケイ素/酸化チタン膜から選択され、所定の形状および所定の位置で、絶縁膜に形成する工程を含み、金属ペースト材料は、絶縁膜と反応し、浸透して、ケイ素基板に電氣的接触を形成する能力を有している。酸化チタン膜は、チタン含有有機液体材料を、半導体基板にコートし、焼成することにより、または熱CVDにより形成すればよい。窒化ケイ素膜は、典型的に、PECVD(プラズマ化学気相成長)により形成される。本発明の一実施形態は、上述した方法から製造された半導体デバイスに関する。

10

【0047】

一実施形態において、組成物は、例えば、スクリーン印刷等の当業者に知られた印刷技術を用いて適用してよい。

20

【0048】

一実施形態において、導電性厚膜組成物から形成された電極は、酸素と窒素の混合ガスで構成された雰囲気中で焼成してよい。この焼成プロセスによって、有機媒体が除去され、導電性厚膜組成物において、Ag粉末と共にガラスフリットを焼結する。半導体基板は、例えば、単結晶または多結晶ケイ素であってよい。

【0049】

本明細書に記載した厚膜組成物で利用してよい、さらなる基板、デバイス、製造方法等については、その全体が参考文献として本明細書に援用される米国特許出願公開第2006/0231801号明細書、米国特許出願公開第2006/0231804号明細書および米国特許出願公開第2006/0231800号明細書に記載されている。

30

【0050】

不純物の存在は、ガラス、厚膜組成物または焼成デバイスの特性を変えないであろう。例えば、厚膜組成物を含有する太陽電池は、厚膜組成物が不純物を含んでいても、本明細書に記載した効率を有することができる。

【0051】

本実施形態のさらなる態様において、厚膜組成物は、電気機能性粉末と、有機媒体に分散したガラス-セラミックフリットを含んでよい。一実施形態において、これらの厚膜導体組成物を半導体デバイスに用いてよい。本実施形態の一態様において、半導体デバイスは、太陽電池またはフォトダイオードであってよい。

40

【実施例】

【0052】

ペースト調製に用いた材料および各成分の内容物は以下のとおりである。

【0053】

ガラス特性測定

表1、表2および表3に示したガラスフリット組成物を、密度、軟化点、TMA収縮、透明度および結晶度を求めて特定した。表1の各ガラスフリット粉末を有機ビヒクルと混合して、厚膜ペーストを作製し、絶縁膜と共に結晶ケイ素に印刷し、焼成してから、断面を見て、フリットが絶縁膜と反応および浸透する能力を評価した。さらに、フリットのペレットを基板(例えば、ガラス、アルミナ、窒化ケイ素、ケイ素および/または銀ホイール

50

)で焼成して、これらの基板でのフロー特性を評価した。

【0054】

ペースト調製

ペースト調製は、概して、以下の手順で行った。適切な量の溶剤、媒体および界面活性剤を秤量して、混合缶で15分間混合してから、本明細書に記載したガラスフリットおよび任意で金属添加剤を添加して、さらに15分間混合した。A gが、組成物の固体の大部分であるため、徐々に増やしながら添加して、良好な濡れを確保した。よく混合したら、ペーストを、漸次0～4 p s iに増加する圧力で、3本ロールミルに繰り返し通過させた。ロールのギャップは1ミルに調節した。分散の程度は、微粉度(F O G)により測定した。導体についての典型的なF O G値は、概して、20/10以下である。

10

【0055】

試験手順効率および結果

本明細書に記載した方法に従って構築した太陽電池の効率を、表5および6に示すとおりにして試験した。効率を試験する例示の方法を以下に示す。

【0056】

一実施形態において、本明細書に記載した方法に従って構築された太陽電池を、効率を測定するための市販のI Vテスター(N C T - 1 5 0 A A、N P C C o . , L t d .)に置いた。I VテスターのX eアークランプは、既知の強度の日光をシミュレートしたものであり、電池の前表面に放射された。テスターを4つの接触方法に用いて、約4 - 負荷抵抗設定で、電流(I)および電圧(V)を測定し、セルのI - V曲線を求めた。効率(E f f)をI - V曲線から計算した。

20

【0057】

上記の効率試験は例示である。試験効率のための他の機器および手順は、当業者に認識されていた。

【0058】

【表5】

表5

ガラス ID 番号	Si ウェハ	EFF (%)
1	モノ	14.31
2	モノ	13.47
3	モノ	15.72
4	モノ	15.72
5	モノ	14.82
6	モノ	14.11
7	モノ	14.72
8	モノ	14.04
9	モノ	7.36
10	モノ	6.47
11	ポリ	14.55
12	ポリ	10.68
13	ポリ	16.11
14	ポリ	16.16
15	ポリ	16.14
16	ポリ	16.26
17	ポリ	16.21
18	ポリ	15.38

30

40

【0059】

【表 6】

表 6

ID 番号	Si ウェハ	EFF (%)
19	ポリ	15.92
20	ポリ	15.48
21	ポリ	15.86
22	ポリ	15.68
23	ポリ	15.92
24	ポリ	15.69
25	ポリ	12.44
26	ポリ	15.87
27	ポリ	15.00
28	ポリ	15.62
29	ポリ	10.86
30	ポリ	12.62

10

【 0 0 6 0 】

FF の試験手順および結果

20

ガラス ID 3 1 ~ 3 4 番および従来のガラス組成物である ID 3 5 番を含有する電極を備えた得られた太陽電池基板の電気特性 (I - V 特性) を、NPC Co. 製の型番 NCT - M - 1 5 0 A A セルテスターを用いて評価した。電流 - 電圧曲線 (I - V 曲線) を、測定結果から作製し、曲線因子 (FF 値) を計算した。概して、高い FF 値は、太陽電池における良好な電気生成特性を示している。3 1 ~ 3 4 番のガラスフリットにより形成された電極では、3 5 番より高い FF が得られた。

【 0 0 6 1 】

上記の効率試験は例示である。試験効率のための他の機器および手順は、当業者に認識されていた。

30

【 0 0 6 2 】

【表 7】

表 7

ID 番号	FF
31	0.74
32	0.55
33	0.54
34	0.76
35	0.41

40

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2009/046573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER					
INV.	C03C3/064	C03C3/066	C03C3/07	C03C3/072	C03C3/074
	C03C3/14	C03C8/04	C03C8/10	C03C8/12	C03C8/14
	C03C8/18	C03C8/20	C03C10/00	C03C14/00	H01B1/16
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) C03C H01B 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 practical, 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 2006/001009 A1 (GARREAU-ILES ANGELIQUE GENEVIE [GB]; BELTON CLIFFORD G [GB]) 5 January 2006 (2006-01-05) paragraph [0047]; examples A,B			1-15	
A	JP 2007 246311 A (OHARA KK) 27 September 2007 (2007-09-27) examples			1-15	
A	EP 1 298 099 A1 (OKUNO CHEM IND CO [JP]) 2 April 2003 (2003-04-02) B-5 example 5			1-15	
A	JP 2005 174683 A (TORAY INDUSTRIES) 30 June 2005 (2005-06-30) example c			1-15	
<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 document 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. *8* document member of the same patent family					
Date of the actual completion of the international search 3 September 2009			Date of mailing of the international search report 17/09/2009		
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 Somann, Karsten		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2009/046573

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2009/046573

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2006001009	A1	05-01-2006	CN 1716458 A EP 1621525 A2 JP 2006016298 A KR 20060048660 A	04-01-2006 01-02-2006 19-01-2006 18-05-2006
JP 2007246311	A	27-09-2007	NONE	
EP 1298099	A1	02-04-2003	CN 1454188 A HK 1058663 A1 WO 0200563 A1 JP 2002020140 A US 2003119647 A1	05-11-2003 22-07-2005 03-01-2002 23-01-2002 26-06-2003
JP 2005174683	A	30-06-2005	NONE	

フロントページの続き

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 0 3 C 3/064 (2006.01)	C 0 3 C 3/064	
H 0 1 L 31/04 (2006.01)	H 0 1 L 31/04	H
H 0 1 L 21/316 (2006.01)	H 0 1 L 31/04	M
	H 0 1 L 21/316	H

- (31)優先権主張番号 61/113,701
(32)優先日 平成20年11月12日(2008.11.12)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/140,235
(32)優先日 平成20年12月23日(2008.12.23)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/143,525
(32)優先日 平成21年1月9日(2009.1.9)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/150,044
(32)優先日 平成21年2月5日(2009.2.5)
(33)優先権主張国 米国(US)

(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, 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, 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 ブライアン ジェイ . ラフリン
アメリカ合衆国 27539 ノースカロライナ州 アベックス グラストンベリー ロード 2737

(72)発明者 松野 久
東京都世田谷区豪徳寺 1 - 3 3 - 3 1

Fターム(参考) 4G062 AA09 AA11 AA15 BB01 CC08 DA03 DA04 DB01 DB02 DB03
DC02 DC03 DD01 DE01 DE02 DE03 DE04 DE05 DF01 DF02
DF03 DF04 DF05 DF06 EA01 EA02 EA03 EA10 EB01 EB02
EB03 EC01 ED01 EE01 EF01 EG01 FA01 FB01 FB02 FB03
FC01 FC02 FC03 FD01 FE01 FF01 FG01 FH01 FJ01 FK01
FL01 FL02 FL03 GA06 GA07 GB01 GC01 GC02 GC03 GD01
GE01 HH01 HH03 HH05 HH07 HH09 HH11 HH13 HH15 HH17
HH20 JJ01 JJ03 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK03 KK05 KK07
KK10 MM05 MM06 MM07 NN26 NN32 NN33 NN34 PP01 PP12
QQ20
5F058 BA02 BA06 BA09 BA10 BB07 BC03 BC04 BC05 BC08 BC09
BC10 BF46 BF47 BH01 BJ01 BJ02 BJ03
5F151 FA10