

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5703539号  
(P5703539)

(45) 発行日 平成27年4月22日(2015.4.22)

(24) 登録日 平成27年3月6日(2015.3.6)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>CO3C</b>	<b>8/04</b>	<b>(2006.01)</b>	CO3C	8/04	
<b>CO3C</b>	<b>8/18</b>	<b>(2006.01)</b>	CO3C	8/18	
<b>H01L</b>	<b>51/46</b>	<b>(2006.01)</b>	H01L	31/04	140

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-19498 (P2009-19498)	(73) 特許権者	000000044
(22) 出願日	平成21年1月30日 (2009.1.30)		旭硝子株式会社
(65) 公開番号	特開2010-173904 (P2010-173904A)		東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
(43) 公開日	平成22年8月12日 (2010.8.12)	(74) 代理人	110001092
審査請求日	平成23年9月12日 (2011.9.12)		特許業務法人サクラ国際特許事務所
		(72) 発明者	横山 雄貴
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			旭硝子株式会社内
		(72) 発明者	山中 一彦
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			旭硝子株式会社内
		(72) 発明者	下山 徹
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			旭硝子株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス組成物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

実質的に  $PbO$  と  $SiO_2$  を含まず、質量%表示の酸化物換算で  $83\% \text{ Bi}_2O_3$ 、 $9.7\%$ 、 $0.1\% \text{ B}_2O_3$ 、 $5.2\%$ 、 $0\% < ZnO$ 、 $9.1\%$  を含有し、かつモル%換算比で  $0.296 \text{ B}_2O_3 / \text{Bi}_2O_3$ 、 $0.340$  を満たし、

さらに、 $BaO$ 、 $MgO$ 、 $CaO$ 、および  $SrO$  から選ばれる少なくとも一種を  $0.8 \sim 4.8$  質量%または / および  $Al_2O_3$  を  $0.5 \sim 1.0$  質量%含有し、太陽電池の電極用であることを特徴とするガラス組成物。

【請求項2】

質量%表示の酸化物換算で  $85\% \text{ Bi}_2O_3$ 、 $9.7\%$  を満たす請求項1に記載のガラス組成物。

【請求項3】

$CeO_2$ 、 $CuO$ 、 $Fe_2O_3$  の少なくとも一種を  $0 \sim 5$  質量%含有する請求項1または2に記載のガラス組成物。

【請求項4】

$Li_2O$ 、 $Na_2O$ 、 $K_2O$  の少なくとも一種を  $0 \sim 2.0$  質量%含有する請求項1～3のいずれかに記載のガラス組成物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、実質的にPbOおよびSiO<sub>2</sub>を含まず、半導体デバイス用電極を形成する導電性ペーストに含有する無鉛ガラス組成物に関する。特に結晶系Si太陽電池のn型もしくはp型Si半導体基板に電極を形成する導電性ペーストに含有するガラス組成物、このガラス組成物を用いて作製された導電性ペーストおよびこのペーストを用いて形成した電極を備えた太陽電池に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球温暖化やクリーンエネルギーの利用の観点から、家庭用もしくは産業用の太陽電池の需要が著しく増加している。特に、現在は結晶系Si半導体基板を用いた太陽電池が多く用いられている。

10

【0003】

その結晶系Si太陽電池の構成は、p型のSi半導体基板の表面にn型層を設けてpn接合を形成し、受光面となるn型層側には受光面電極を備え、反対側のp型層側には裏面電極を備える形態が広く採用されている。また、受光面には入射光をより多く取り込むために反射防止膜を被覆している。

【0004】

この結晶系Si太陽電池において、上記した受光面電極および裏面電極は、導電作用を担う金属粉末（具体的にはAg粉末）と有機ビヒクルとを混練した導電性ペーストを結晶系Si半導体基板上にスクリーン印刷法等の印刷法により塗布した後、焼成炉で焼成を行うことで、金属粉末の焼結体として形成される。この印刷法は、自動化が容易で生産性向上が望まれることから、電子デバイスの電極形成の手法として公知のものである。

20

【0005】

また、電極と結晶系Si半導体基板との接着強度を高めるためには、導電性ペースト中にガラス粉末を添加したものを焼結することにより、焼結体となった電極中にガラス粉末が分散していることが望ましい。非特許文献1によると、導電性ペースト中にPbOを含むガラス組成物を使用することが開示されている。

【0006】

さらに、実質的に鉛を含有せず、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびZnOを主要成分として含有するガラス組成物は平面ディスプレイにも使用されている。この平面ディスプレイに使用されるガラス組成物は低融点ガラスであり、550以上の温度で結晶化するガラスであり、450～550では結晶化しないガラスであった（特許文献1）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-137637号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】P, Fath et al., 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 7-11, 2004.

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

非特許文献1には、焼成工程において、導電性ペーストが結晶系Si半導体基板上の反射防止膜（おもに窒化ケイ素からなる）と反応することによって、受光面に形成したn型層と電氣的に接触することができる」と記載されている。この反応時には、導電性ペースト中に添加されているガラス組成物が、その役割を担うことも示されている。

【0010】

しかし、この結晶系Si太陽電池の用途に使用される電極を形成する焼成工程における焼成プロファイルは、焼成温度範囲（電極材料の種類によらず一般的に700～800である）中の加熱開始から加熱終了までの時間が数分といった短時間である。このため、

50

この短時間で良好な流動性を持つことが必要とされている。この良好な流動性を持つものとして、非特許文献 1 に開示されていたような PbO を含むガラス組成物が用いられていたが、近年環境保護の観点から電子部品に含まれる鉛化合物には懸念を持たれており、この用途においても無鉛化の必要性が叫ばれている。

【0011】

また、特許文献 1 に記載の低融点ガラスは、550 を超える温度で結晶化するガラスであるため、700 ~ 800 で良好な流動性が得られないものであった。

【0012】

したがって、本発明は上記課題を解決するために、実質的に PbO および SiO<sub>2</sub> を含有しないガラス組成物であって、焼成温度範囲での加熱時間が短い場合であっても良好に流動するガラス組成物を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

請求項 1 に対応する発明は、実質的に PbO と SiO<sub>2</sub> を含まない太陽電池の電極用のガラス組成物であって、質量%表示の酸化物換算で 83% Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、9.7%、0.1% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、5.2%、0% < ZnO 9.1% を含有し、かつモル%換算比で 0.296 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.340 を満たし、さらに、BaO、MgO、CaO、および SrO から選ばれる少なくとも一種を 0.8 ~ 4.8 質量% または / および Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を 0.5 ~ 1.0 質量% 含有する。このような組成範囲とすることにより、電極を焼結するための焼成温度までの昇温過程で Bi 系結晶が析出し、ペースト中の有機成分を除去する（脱バインダー）温度（500）付近でガラスの流動を防ぐことができる。また、この Bi 系結晶は融点が上記焼成温度よりも低温であると考えられるため、昇温過程で融解するので、700 ~ 800 での流動性に優れている。

20

【0014】

請求項 2 に対応する発明は、請求項 1 に対応する発明のガラス組成物において、質量%表示の酸化物換算で 85% Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < 99.9% を満たすものとした。

【0015】

請求項 3 に対応する発明は、請求項 1 または 2 に対応する発明のガラス組成物において、CeO<sub>2</sub>、CuO および Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の少なくとも一種を 0 ~ 5 質量% 含有するものとした。

30

【0016】

請求項 4 に対応する発明は、請求項 1 ~ 3 のいずれかに対応する発明に記載のガラス組成物において、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O および K<sub>2</sub>O の少なくとも一種を 0 ~ 2.0 質量% 含有するものとした。

【0017】

金属粉末と、有機ビヒクルと、請求項 1 ~ 4 のいずれかに対応する発明に記載のガラス組成物から形成されたガラス粉末とを混合して導電性ペーストとすることができる。金属粉末とは、その状態が粉末状のものだけでなく、フレーク状のものを含むものとする。また、金属粉末としては、Ag 粉末、Cu 粉末、Pd 粉末、Au 粉末および Pt 粉末が考えられ、好ましくは Ag 粉末である。ただし、Cu 粉末においては材料の特性上還元雰囲気下（おもに N<sub>2</sub>）での取扱いが好ましい。

40

【0018】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに対応する発明に記載のガラス組成物から形成されたガラス粉末と、金属粉末と、有機ビヒクルとを混合してペーストとする工程と、このペーストを半導体基板上に塗布し塗布基板を作製する工程と、この塗布基板を焼成し前記半導体基板上に電極を形成する工程を行うことにより半導体基板上に電極を形成することができる。上記半導体基板とは、結晶系半導体基板（結晶系 Si や結晶系 Ge）、好ましくは結晶系 Si が用いられる。

【0019】

半導体基板上の受光面に反射防止膜が形成された太陽電池が備える電極の形成に上記導

50

電性ペーストを用いることができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、実質的にPbOおよびSiO<sub>2</sub>を含有しないガラス組成物は、一旦焼成温度よりも低温で結晶化し、その後その結晶が融解し焼成温度で素早く流動することができる。したがって、反射防止膜が形成された半導体基板に塗布する導電性ペーストに添加して用いると、反射防止膜と良好に反応し電極と半導体基板との間に良好な電気的接合を可能とすることが期待できる。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明のガラス組成物は通常、D<sub>50</sub>で1~2μm程度の粉末状にしてガラス粉末として使用される。このガラス粉末と金属粉末（具体的にはAg粉末）と有機ビヒクルとを混練して導電性ペーストとして使用するときには、焼結体の電極形成のために700~800で焼成されることとなる。次に、ガラス組成物の各成分について質量%を単に%と表示して説明する。

【0022】

Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はガラスの軟化流動性を上げ、半導体基板と電極とを接合するための必須成分である。Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が79%未満ではガラス組成物の軟化点が高くなり脱バインダー時にガラスが流動するおそれがある。好ましくは83%以上であり、さらに好ましくは85%以上である。一方、99.9%以上だとガラス化が極めて困難となる。好ましくは97%以下であり、さらに好ましくは95%以下である。また、焼成温度範囲よりも低温で結晶化し融解する結晶を析出させるための必須成分でもある。

【0023】

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はガラスネットワークフォーマーであり、必須成分である。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が0.1%未満であるとガラス化が困難となる。好ましくは1%以上、さらに好ましくは2.5%以上である。一方、5.2%を超えると耐水性の低いガラスとなってしまう、電極の耐久性を低減させるだけでなく、軟化点が高くなり脱バインダー時にガラスが流動し、焼成温度範囲内で結晶が析出し流動性を低下させる可能性がある。好ましくは5.1%以下であり、さらに好ましくは4.8%以下である。

【0024】

ZnOはガラス安定化の調整、半導体基板との接着力向上およびガラス軟化点調整等のための必須成分である。ZnOが含まれていないと脱バインダー時に結晶を析出させることが難しくなり、ガラスを安定にするためには2%以上が好ましい。一方、11%超ではガラスの流動性を低下させるおそれがある。好ましくは9%以下である。

【0025】

MgO、CaO、SrOおよびBaOは任意成分であり、半導体基板との接着力向上やガラス安定性等のためにその合計量として10%まで含有してもよい。しかし、10%超ではガラスの流動性が低下したり、ガラスが不安定になったりするおそれがある。好ましくは1.3%以上8%以下である。さらに好ましくは1.5%以上6%以下である。

【0026】

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は任意成分であるが、ガラス安定性を向上させる効果がある。ただし、10%超ではガラス流動性を低下させることになる。好ましくは8%以下、さらに好ましくは6%以下である。

【0027】

CeO<sub>2</sub>、CuOおよびFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は任意成分であるが、ガラス製造時における生産安定性、特にガラス溶解時、雰囲気酸性に保ち、溶解槽の腐食を低減する効果がある。そのため、工業的に白金等の耐火物を使用して生産する場合には、少なくとも一種を含むとよい。その含有量の合計は、好ましくは0~3%（0%を含まない）である。

【0028】

Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>OおよびK<sub>2</sub>Oは含有しなくてもよいが、2%の上限であれば含んで

10

20

30

40

50

もよい。好ましくは1%以下、さらに好ましくは0.5%以下である。上記のアルカリ金属酸化物を含有すると、例えば本発明のガラスを太陽電池の電極部材に用いた場合、熱拡散しやすいアルカリ金属イオンが半導体基板中に拡散し、太陽電池としての電極性能を著しく劣化させるおそれがある。

#### 【0029】

また、 $B_2O_3$ の含有量と $Bi_2O_3$ の含有量との比率は、脱バインダー時に所望とする結晶を析出させるための重要な条件であり、その含有量をモル換算したときに、 $0.007 < B_2O_3 / Bi_2O_3 < 0.375$ の関係を満たす必要がある。下限値は好ましくは0.150であり、さらに好ましくは0.250である。上限値は好ましくは0.350であり、さらに好ましくは0.340である。この所望とする結晶は、500 付近では結晶が含まれガラスの流動性が抑えられた状態で、550~650 付近から析出結晶の再融解が始まり、700~800 で良好に流動する程度に融解するものである。

10

#### 【0030】

本発明のガラス組成物は上記成分を含むものであるが、本発明の目的を損なわない範囲でその他の成分を含有してもよい。その場合、そのような成分の含有量は合計で10%以下であることが好ましく、より好ましくは8%以下、さらに好ましくは5%以下である。

#### 【0031】

また、本発明において、 $PbO$ および $SiO_2$ は実質的に含有しない。高ビスマス含有ガラスにおいて、 $SiO_2$ を必須成分として積極的に含有させると、上記した焼成温度で $Si$ を含む結晶の析出が促進されるため、焼成時の流動性が著しく悪くなることが懸念される。 $PbO$ は先述の通り環境的側面から含有することは好ましくない。どちらの酸化物も、含有したとしても不純物程度である。

20

#### 【0032】

本発明のガラスを用いた太陽電池用導電性ペーストは、ガラス粉末と印刷性を付与する等のための有機ビヒクルおよび電極材である金属粉末（具体的には $Ag$ 粉末）とを混合して作製される。なお、有機ビヒクルとはメチルセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、オキシエチルセルロース、ベンジルセルロース、プロピルセルロース、ニトロセルロース等を例えば、 $\alpha$ -テルピネオール、ブチルカルビトールアセテート、エチルカルビトールアセテート等の溶剤に溶解したものと、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、ブチル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシエチルメタアクリレート等のアクリル系樹脂を例えば、メチルエチルケトン、 $\alpha$ -テルピネオール、ブチルカルビトールアセテート、エチルカルビトールアセテート等の溶剤に溶解したものが挙げられる。

30

#### 【0033】

作成された導電性ペーストは反射防止膜の形成された結晶系 $Si$ 半導体基板へ200~325メッシュを用いたスクリーン印刷で塗布され、赤外線ランプ加熱装置（焼成炉）で焼成を行う。焼成の際には、導電性ペースト中のガラス粉末と反射防止膜とが反応することで、 $Ag$ 電極と結晶系 $Si$ 半導体基板上の $n$ 型層または $p$ 型層との導通がとれることとなる。

#### 【0034】

上記焼成は700~800で行われる。結晶系 $Si$ 半導体基板と $Ag$ 電極との金属間反応においては、導電性ペースト中に含有されているガラス組成物がバインダーとしての役割を果たす。焼成される過程において、500程度で流動しすぎてしまうと、ペースト中の有機成分の分解が阻害され、電極中にカーボンが残存するリスクが高まる。このように、電極中にカーボンが残存すると、ペーストが発泡して表面の外観を損なう上、基板への設置部分が低下し電極形成における反応性を低下させるおそれがある。また、700

40

付近で結晶化するようなガラスであると流動せず、反射防止膜とガラスとの反応が起こりにくくなり電氣的接合が不十分となって、電極の接触抵抗を著しく増大し、発光効率の低下の恐れがある。したがって、焼成温度である700 付近において、ガラス組成物を良好に流動させることで結晶系 $Si$ 半導体基板と $Ag$ 電極との間とを阻害させることなく

50

良好な接着が得られると考えられる。

【0035】

(太陽電池の製造方法)

本発明の太陽電池の製造方法について詳しく説明する。また、以下の説明においては、 $250\ \mu\text{m}$ 以下の厚みにスライスされたp型の結晶系Si半導体基板を用いて説明を行うが、n型の結晶系Si半導体基板を用いても構わない。

【0036】

初めに、基板のスライス面を洗浄するために、表面をNaOHやフッ酸等ごく微量程度エッチング処理する。

【0037】

その後、光の受光面側の結晶系Si半導体基板表面にドライエッチング法や、ウエットエッチング法を用いて、光反射率を低減させるような凹凸構造を形成する。ただし、この凹凸構造の形成は、省略することもできる。高効率のものを得るためには、凹凸構造を形成することが望ましい。

【0038】

次に、n型層を拡散にて形成する。n型化のドーピング元素としてはP(リン)を用いることが好ましく、これは半導体基板の受光面に形成されるものである。例えば、ガス状態にした $\text{POCl}_3$ (オキシ塩化リン)を拡散源とした気相熱拡散法などが挙げられる。このn型層は $0.2\sim 0.5\ \mu\text{m}$ 程度の厚みに形成される。なお、この過程において、望まない部分に拡散領域が形成された場合には、後工程でエッチング処理によって不要部分を除去すればよい。

【0039】

次に、反射防止膜を形成する。反射防止膜の材料としては、おもに、 $\text{SiN}_x$ (窒化珪素、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ を中心とし、組成比(x)には幅がある)が用いられる。その厚みは、適当な入射光に対して無反射条件を実現できるよう、半導体材料に応じて選択する。Si半導体基板である場合、屈折率2.2程度、厚み70nm程度にすればよい。その製法としては、プラズマCVD法、またはスパッタ法などが用いられる。

【0040】

次に、表面電極および裏面電極を半導体基板の表面側および裏面側に形成する。これらの電極は、半導体基板の表面にスクリーン印刷法等の公知の塗布法を用いて、本発明のガラス粉末を含有した太陽電池電極用導電性ペーストを塗布する。また、裏面には太陽電池電極用Alペーストおよびはんだ付けのためのAgペーストを塗布する。その後、ピーク温度が $700\sim 800$ 程度で数十秒～数分間焼成を行い、電極を形成する。

【0041】

以上のようにして、太陽電池の製造が行われる。特に、本発明においては無鉛ガラス粉末を用いるため、環境保護の観点からも好ましい太陽電池を製造することができる。

【実施例】

【0042】

表1～4の各成分の欄に質量%表示で示す組成となるように原料を調合して混合し、 $1000\sim 1250$ の電気炉中で白金ルツボを用いて1時間溶融し、薄板状ガラスに成形した後、ボールミルで粉碎し、その後325メッシュの篩にて粗粒を除去してガラス粉末を得た。例1、3～7、9～20は実施例、例21～27は比較例、例2、8は参考例である。

【0043】

各ガラス粉末の転移点： $T_g$ (単位： )、結晶化点： $T_c$ (単位： )について、示差熱分析装置(DTA)を用いて測定した。

【0044】

各ガラス粉末の流動性は次のようにして評価した。各サンプルにおいて体積を一定に計量したガラス粉末を直径が $12.7\ \text{mm}$ (1/2インチ)の型でプレス成型したサンプル(フローボタン)を作製し、これを $500\sim 700$ までの3条件で、バッチ焼成炉で昇

10

20

30

40

50

温して流動させ流動性を評価した。昇温後のサンプルの直径が30 mm以上であるものは流動性が良好であるとして表中にHで、15 mm以下のものはLで、15 mm超30 mm未満のものはその値を、それぞれ示した。導電性ペーストに使用されるガラス粉末としては、500 における流動性がL（本実施例ではサンプルが結晶化して流動せず）で、700 における流動性がHであることが求められる。

【0045】

【表1】

例	1	2	3	4	5	6	7
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	85.0	87.0	87.0	87.0	88.2	89.4	90.5
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.1	3.5	4.0	4.0	4.4	4.3	4.2
ZnO	9.1	8.5	8.1	8.1	2.6	2.5	2.5
MgO	0	0	0	0	0	0	0
BaO	1.0	0	0	0	4.8	3.8	2.8
CaO	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4	0.5	0.5	0.5	0	0	0
CeO <sub>2</sub>	0.2	0.2	0	0.2	0	0	0
CuO	0.1	0.2	0.4	0.2	0	0	0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1	0.1	0	0	0	0	0
モル%換算							
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	49.8	53.3	52.8	53.0	60.0	62.1	64.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.1	14.3	16.3	16.3	20.0	20.0	19.9
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.323	0.268	0.309	0.308	0.333	0.322	0.311
T <sub>g</sub> (°C)	346	337	339	336	325	325	323
T <sub>c</sub> (°C)	430	410	426	447	404	400	397
流動性 (500°C)	L	L	L	L	L	L	L
流動性 (600°C)	16	L	18	17	L	17	17
流動性 (700°C)	H	H	H	H	H	H	H

10

20

30

【0046】

【表 2】

例	8	9	10	11	12	13	14
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	90.2	91.6	92.6	87.4	89.6	90.5	91.3
$\text{B}_2\text{O}_3$	4.5	4.2	4.1	4.4	4.5	4.4	4.3
$\text{ZnO}$	5.3	2.4	2.4	5.1	2.6	2.6	2.5
$\text{MgO}$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{BaO}$	0	1.8	0.9	3.1	0	0	0
$\text{CaO}$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{SrO}$	0	0	0	0	3.3	2.6	1.9
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{CeO}_2$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{CuO}$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0	0	0	0	0	0	0
wt%換算							
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	59.9	65.9	67.8	56.2	60.0	61.7	63.9
$\text{B}_2\text{O}_3$	20.0	20.2	20.1	18.9	20.2	20.1	20.1
$\text{B}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{O}_3$	0.334	0.307	0.296	0.336	0.337	0.326	0.315
T <sub>g</sub> (°C)	327	320	318	331	331	328	326
T <sub>c</sub> (°C)	409	388	385	406	401	400	396
流動性 (500°C)	L	L	L	L	L	L	L
流動性 (600°C)	H	L	L	23	L	L	L
流動性 (700°C)	H	H	H	H	H	H	H

10

20

【 0 0 4 7 】

30

【表 3】

例	15	16	17	18	19	20
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	91.6	92.2	92.0	92.4	89.9	91.1
$\text{B}_2\text{O}_3$	4.4	4.3	4.4	4.3	4.3	4.2
$\text{ZnO}$	2.6	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5
$\text{MgO}$	0	0	1.0	0.8	0	0
$\text{BaO}$	0	0	0	0	3.3	2.3
$\text{CaO}$	1.4	1.0	0	0	0	0
$\text{SrO}$	0	0	0	0	0	0
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0	0	0	0	0	0
$\text{CeO}_2$	0	0	0	0	0	0
$\text{CuO}$	0	0	0	0	0	0
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0	0	0	0	0	0
wt%換算						
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	62.1	64.2	62.2	63.8	62.8	64.8
$\text{B}_2\text{O}_3$	20.0	20.0	19.9	19.9	20.1	20.0
$\text{B}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{O}_3$	0.322	0.312	0.320	0.312	0.320	0.309
Tg (°C)	330	327	332	328	324	322
Tc (°C)	402	397	404	398	396	393
流動性 (500°C)	L	L	L	L	L	L
流動性 (600°C)	L	L	L	L	20	17
流動性 (700°C)	H	H	H	H	H	H

10

20

【 0 0 4 8 】

【表 4】

例	21	22	23	24	25	26	27
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	0	57.3	54.4	54.7	54.0	43.9	66.7
$\text{B}_2\text{O}_3$	11.8	5.1	2.0	6.1	6.1	6.1	11.2
$\text{ZnO}$	1.8	0	0	0	0	0	10.6
$\text{MgO}$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{BaO}$	40.3	15.2	17.8	18.0	17.8	19.6	0
$\text{CaO}$	3.1	0	0	0	0	0	0
$\text{SrO}$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{Al}_2\text{O}_3$	3.3	6.1	6.5	0	0	3.9	0
$\text{CeO}_2$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{CuO}$	0	0	0	0	0	1.2	0
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0	0	0	0	0	0	0
$\text{SiO}_2$	35.0	16.3	19.3	21.2	21.0	22.8	6.2
$\text{TiO}_2$	1.2	0	0	0	1.1	2.5	0
$\text{ZrO}_2$	3.5	0	0	0	0	0	5.3
モル%換算							
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	0	19.6	18.1	17.4	17.0	12.2	25.8
$\text{B}_2\text{O}_3$	14.5	11.7	4.4	13.0	12.8	11.3	29.0
$\text{B}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{O}_3$	$\infty$	0.597	0.243	0.747	0.753	0.926	1.12
Tg (°C)	683	517	561	527	534	555	520
Tc (°C)	-	700	726	-	753	-	-
流動性 (500°C)	未焼結	未焼結	未焼結	未焼結	未焼結	未焼結	未焼結
流動性 (600°C)	未焼結	L	未焼結	L	L	未焼結	L
流動性 (700°C)	未焼結	19	L	19	L	L	20

10

20

## 【産業上の利用可能性】

## 【0049】

本発明のガラス組成物は、太陽電池の電極だけではなく、マイクロマシン(MEMS)、低温同時焼成基板(LTCC)、プラズマディスプレイパネルの部材にも利用できる。

30

---

フロントページの続き

審査官 大工原 大二

- (56)参考文献 特開2007-019106(JP,A)  
特開2006-253143(JP,A)  
特開2006-137637(JP,A)  
特開2003-095697(JP,A)  
特開2005-052208(JP,A)  
特開2007-059380(JP,A)  
特開平08-315634(JP,A)  
特開2006-321665(JP,A)  
特開2010-018502(JP,A)  
特開2006-302618(JP,A)  
国際公開第2006/090551(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03C 1/00-14/00  
INTERGLAD