(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7072901号
(P7072901)

(45)発行日　令和4年5月23日(2022.5.23)

(24)登録日　令和4年5月13日(2022.5.13)

(51)国際特許分類		FI		
C03B 19/08 (2006.01)		C03B	19/08	E
B09B 3/40 (2022.01)		B09B	3/00	303A
C03C 11/00 (2006.01)		C03C	11/00	

請求項の数　15　（全19頁）

(21)出願番号　特願2019-545055(P2019-545055)
(86)(22)出願日　平成30年9月21日(2018.9.21)
(86)国際出願番号　PCT/JP2018/035004
(87)国際公開番号　WO2019/065489
(87)国際公開日　平成31年4月4日(2019.4.4)
審査請求日　令和3年4月16日(2021.4.16)
(31)優先権主張番号　特願2017-186944(P2017-186944)
(32)優先日　平成29年9月27日(2017.9.27)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　510040363
株式会社鳥取再資源化研究所
鳥取県東伯郡北栄町東園５８３
(74)代理人　100145403
弁理士　山尾 憲人
(74)代理人　100138863
弁理士　言上 恵一
(74)代理人　100138885
弁理士　福政 充睦
(72)発明者　中野 惠文
鳥取県東伯郡北栄町東園５８３ 株式会社鳥取再資源化研究所内
(72)発明者　田中 弘樹
鳥取県東伯郡北栄町東園５８３ 株式会社鳥取再資源化研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
太陽電池モジュールガラスをガラス粉に粉砕すること；
ガラス粉と、ＳｉＣ、ＣａＣＯ３及び貝殻から選択される少なくとも１種の発泡剤と、Ｆｅ２Ｏ３とＣａＳＯ４との組み合わせを含むか、Ａｌ２（ＳＯ４）３を含む抑制剤とを混合して、混合物を製造すること；及び、
混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させて、発泡ガラスを製造すること
を含む、太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法。
【請求項２】
ガラス粉の１００ｇ当たり、０．１～１５ｇの発泡剤を加える、請求項１に記載のリサイクル方法。
【請求項３】
ガラス粉の１００ｇ当たり、０．１～２５ｇの抑制剤を加える、請求項１又は２に記載のリサイクル方法。
【請求項４】
太陽電池モジュールガラスのガラス粉のアンチモンの含有量は、５～５０００ｐｐｍである、請求項１～３のいずれかに記載のリサイクル方法。
【請求項５】
発泡ガラスから水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満である、請求項１～４のいず

れかに記載のリサイクル方法。
【請求項６】
抑制剤として、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも２種を混合して、混合物を製造することを含む、請求項１～５のいずれかに記載のリサイクル方法。
【請求項７】
請求項１～６のいずれかに記載の太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法を含む、太陽電池モジュールのリサイクル方法。
【請求項８】
アンチモンを含むガラスを破砕し、ガラス粉を製造すること；
ガラス粉と、ＳｉＣ、$CaCO_3$及び貝殻から選択される少なくとも１種の発泡剤と、Fe_2O_3と$CaSO_4$との組み合わせを含むか、$Al_2(SO_4)_3$を含む抑制剤を混合して、混合物を得ること；及び
混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させること
を含む、発泡ガラスの製造方法。
【請求項９】
ガラス粉の１００ｇ当たり、０．１～１５ｇの発泡剤を加え、
ガラス粉の１００ｇ当たり、０．１～２５ｇの抑制剤を加える、請求項８に記載の製造方法。
【請求項１０】
アンチモンを含むガラスのアンチモンの含有量は、５～５０００ｐｐｍである、請求項８又は９に記載の製造方法。
【請求項１１】
ガラス発泡体の細孔内に、Fe_2O_3と$CaSO_4$との組み合わせを含むか、$Al_2(SO_4)_3$を含む抑制剤が存在するように、混合物を、７００～１１００℃に加熱し、溶融及び発泡させることを含む、請求項８～１０のいずれかに記載の製造方法。
【請求項１２】
発泡ガラスから水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満である、請求項８～１１のいずれかに記載の製造方法。
【請求項１３】
アンチモンを含む発泡ガラスであって、
水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満であり、
発泡ガラスの細孔内に、Fe_2O_3と$CaSO_4$との組み合わせを含むか、$Al_2(SO_4)_3$を含む抑制剤が存在する、発泡ガラス。
【請求項１４】
発泡ガラスの細孔内に、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも２種の抑制剤が存在する、請求項１３に記載の発泡ガラス。
【請求項１５】
アンチモンを含む発泡ガラスのアンチモンの含有量は、５～５０００ｐｐｍである、請求項１３又は１４に記載の発泡ガラス。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法に関し、更に、太陽光発電所を構成する太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
太陽光発電は、２０１１年３月の東日本大震災の津波による福島第一原子力発電所事故を考慮した再生可能エネルギーへの転換及び２０１２年７月から開始された再生可能エネルギーの固定価格全量買取制度等から注目され、太陽光発電所は、個人住宅の屋根等の小規

模発電所から、メガソーラー等の大規模な発電所まで、その設置が活発化している。
【０００３】
一方、太陽光発電所を構成する太陽電池モジュールは、経年劣化するので、太陽電池モジュールの廃棄が問題になりつつある。太陽電池モジュールは種々の部品で構成されており、廃棄太陽電池モジュールを各部品に分離する技術及び分離された各部品をリサイクルする技術開発が求められる。
【０００４】
そのような部品の中で、ガラスは太陽電池モジュールの約７０～約８０重量％を占めるので、その廃ガラスのリサイクルは、今後廃棄太陽電池モジュールが大量に発生することを考慮すると重要な意義を有する（非特許文献１第４頁左欄第１５行～第１８行参照）。
【０００５】
太陽電池モジュールガラスには、高い透明性が要求されるので、消泡剤として、アンチモン（Ｓｂ）が加えられていることが多い（非特許文献１第４頁表１フロントカバーガラスのアンチモン含有量参照）。アンチモンには、産業廃棄物の溶出基準値が定められていないが、埋め立て処分場に対して溶出による一定の環境負荷を与える可能性を有する点に留意する必要がある。
【０００６】
廃太陽電池モジュールガラスのリサイクル品として、例えば、廃ガラスを約３０重量％～約５０重量％含む住宅用のセラミックタイルが開発されている。
【先行技術文献】
【非特許文献】
【０００７】
【文献】山口裕司、「太陽光発電設備のリユース・リサイクル・適正処分の推進に向けた調査・検討について」、いんだすと、２０１５年１２月号（Vol.30, No.12）第２頁～第８頁、一般財団法人日本環境衛生センター、２０１５年１２月発行
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
太陽電池モジュールガラスは、上述したようにアンチモンを含むことが多い。太陽電池モジュールガラスのアンチモンの含有量は、５ｐｐｍ～５０００ｐｐｍでありえる（非特許文献１第４頁表１フロントカバーガラスのアンチモン含有量参照）。その廃ガラスを他の用途に使用してリサイクル品を製造すると、将来、それらが埋め立て処分されることが予想される。その廃ガラスによる環境負荷を考慮すると、水へのアンチモンの溶出量を減少させ、制御することが求められる。
【０００９】
更に、２０３０年以降、廃棄太陽電池モジュールが、急激に増加して、約８０万トンに達すると予想されているので、その廃ガラスは、約５６万トン～約６４万トンに達すると予想できる（非特許文献１第６頁図３参照）。
【００１０】
廃ガラスのリサイクル品として、「住宅用のセラミックタイル」が開発されているが、上述の莫大な廃ガラスを全て使用するほどの、十分な市場規模を有さず、すぐに飽和して、廃ガラスを処理することができなくなることが予想できる。そこで、「住宅用のセラミックタイル」に加えて、更に「廃ガラス」の他の新たな用途開発が求められる。
【００１１】
また、廃ガラスのリサイクル品として、単にガラスを細かく粉砕した、ガラス粉が考えられるが、単なる砂であるから、極めて低価格であり、またガラスに含まれる、Ｓｂの水への溶出が心配される。
【００１２】
従って、本発明は、太陽電池モジュールの「廃ガラス」から水へのＳｂ溶出量を制御しながら、「廃ガラス」の他の新たな用途開発を可能とする、太陽電池モジュールガラスのリ

サイクル方法を提供することを目的とする。
更に、太陽電池モジュールの新たなリサイクル方法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】
【００１３】
本発明者等は、鋭意検討を重ねた結果、アンチモン（Ｓｂ）を含む太陽電池モジュールガラスに、特定の発泡剤と特定の抑制剤を加えて、ガラスを発泡させて、発泡ガラスを製造することを伴う、太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法は、太陽電池モジュールの「廃ガラス」から水へのＳｂ溶出量を制御しながら、「廃ガラス」の他の新たな用途開発を可能とすることを見出して、本発明を完成させるに至った。
【００１４】
即ち、本発明は、一の要旨において、太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法を提供し、それは、
太陽電池モジュールガラスをガラス粉に粉砕すること；
ガラス粉と、ＳｉＣ、ＣａＣＯ３及び貝殻から選択される少なくとも１種の発泡剤と、Ｃａ３（ＰＯ４）２、ＣａＨＰＯ４、Ａｌ（Ｈ２ＰＯ４）３、ＦｅＳＯ４、Ｆｅ２（ＳＯ４）３、Ｆｅ２Ｏ３、Ａｌ２（ＳＯ４）３、及びＣａＳＯ４から選択される少なくとも１種の抑制剤とを混合して、混合物を製造すること；及び、
混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させて、発泡ガラスを製造することを含む。
【００１５】
本発明は、他の要旨において、太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法を含む、太陽電池モジュールのリサイクル方法を提供する。
【００１６】
本発明は、更なる要旨において、
アンチモンを含むガラスを破砕し、ガラス粉を製造すること；
ガラス粉と、ＳｉＣ、ＣａＣＯ３及び貝殻から選択される少なくとも１種の発泡剤と、Ｃａ３（ＰＯ４）２、ＣａＨＰＯ４、Ａｌ（Ｈ２ＰＯ４）３、ＦｅＳＯ４、Ｆｅ２（ＳＯ４）３、Ｆｅ２Ｏ３、Ａｌ２（ＳＯ４）３、及びＣａＳＯ４から選択される少なくとも１種の抑制剤を混合して、混合物を得ること；及び
混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させること
を含む、発泡ガラスの製造方法を提供する。
【００１７】
本発明は、好ましい要旨において、
アンチモンを含む発泡ガラスであって、
水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満である、発泡ガラスを提供する。
【発明の効果】
【００１８】
本発明の実施形態の方法は、太陽電池モジュールの「廃ガラス」から水へのＳｂ溶出量を制御しながら、「廃ガラス」の他の新たな用途開発を可能とする、太陽電池パネルモジュールガラスのリサイクル方法を提供することができる。
更に本発明の実施形態の方法は、そのような太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法を含む太陽電池モジュールのリサイクル方法を提供することができる。
製造される発泡ガラスは、アンチモンの水への溶出量が抑制され、制御されて、発泡ガラスとして、種々の用途に好ましく使用することができる。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
本発明は、一の要旨において、
太陽電池モジュールガラスをガラス粉に粉砕すること；
ガラス粉と、ＳｉＣ、ＣａＣＯ３及び貝殻から選択される少なくとも１種の発泡剤と、Ｃａ３（ＰＯ４）２、ＣａＨＰＯ４、Ａｌ（Ｈ２ＰＯ４）３、ＦｅＳＯ４、Ｆｅ２（ＳＯ４

）３、Ｆｅ２Ｏ３、Ａｌ２（ＳＯ４）３、及びＣａＳＯ４から選択される少なくとも１種の抑制剤とを混合して、混合物を製造すること；及び、
混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させて、発泡ガラスを製造すること
を含む、太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法を提供する。
【００２０】
本明細書において、「太陽電池モジュール」とは、ソーラーパネル（solar panel）、太陽電池板等を構成する、太陽光で発電を行うためのモジュールである限り、特に制限されることはない。
本明細書において、「太陽電池モジュールガラス」とは、「太陽電池モジュール」に含まれる（又は構成する）ガラスをいい、例えば、基板ガラス、保護ガラス、カバーガラス、網入れガラス等の「太陽電池モジュール」に含まれるガラスである限り、特に制限されることはない。
【００２１】
「太陽電池モジュールガラス」は、透明性を高めるために、消泡材として、アンチモン（Sb）が含まれることがある。太陽電池モジュールガラスのアンチモンの含有量は、５～５０００ｐｐｍでありえ、５～４０００ｐｐｍでありえ、５～３０００ｐｐｍでありえる。更に、太陽電池モジュールガラスのアンチモンの含有量の下限は、１０ｐｐｍでありえ、２０ｐｐｍでありえる。
「太陽電池モジュールガラス」は、ホウケイ酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、青板ガラス、白板ガラス等でありえるが、透明性に優れることから、白板ガラス、ソーダ石灰ガラスであることが好ましい。
「太陽電池モジュールガラス」は、廃太陽電池モジュールガラスであることが好ましい。
【００２２】
太陽電池モジュールガラスは、ガラス粉に、粉砕される。所望のガラス粉が得られる限り、粉砕方法及び粉砕装置等は、適宜選択することができる。太陽電池モジュールガラスは、一旦粗破砕後、微粉砕する二段階ガラス粉に粉砕しても、最初から微粉砕する一段階でガラス粉に粉砕してもよい。
【００２３】
ガラス粉の粒度は、１０００μｍ以下であることが好ましく、５００μｍ以下であることがより好ましい。
従って、微粉砕後のガラス粉を、例えば、１０００μｍの粒度で選別して、１０００μｍより粒度が大きいガラス粉は、再度微粉砕して、使用することができる。更に、微粉砕後のガラス粉を、５００μｍの粒度で選別して、５００μｍより粒度が大きいガラス粉は、再度微粉砕して、使用してもよい。１０００μｍの粒度でのガラス粉の選別は、Ｎｏ．１８（ＡＳＴＭ　Ｅ－１１）の篩を使用して行うことができ、５００μｍの粒度でのガラス粉の選別は、Ｎｏ．３５（ＡＳＴＭ　Ｅ－１１）の篩を使用して行うことができる。
【００２４】
太陽電池モジュールガラスのガラス粉のアンチモンの含有量は、５～５０００ｐｐｍでありえ、５～４０００ｐｐｍでありえ、５～３０００ｐｐｍでありえる。更に、太陽電池モジュールガラスのガラス粉のアンチモンの含有量の下限は、１０ｐｐｍでありえ、２０ｐｐｍでありえる。
【００２５】
ガラス粉と、ＳｉＣ、ＣａＣＯ３及び貝殻から選択される少なくとも１種の発泡剤と、Ｃａ３（ＰＯ４）２、ＣａＨＰＯ４、Ａｌ（Ｈ２ＰＯ４）３、ＦｅＳＯ４、Ｆｅ２（ＳＯ４）３、Ｆｅ２Ｏ３、Ａｌ２（ＳＯ４）３、及びＣａＳＯ４から選択される少なくとも１種の抑制剤が混合されて、混合物が製造される。
【００２６】
ＳｉＣ、ＣａＣＯ３及び貝殻から選択される少なくとも１種が、発泡剤として使用される。本発明が目的とするリサイクル方法を行える限り、ＳｉＣ、ＣａＣＯ３及び貝殻の各々に

ついて、特に制限されることはない。
更に、発泡剤は、適宜粉砕して使用することができ、その粒度は、特に制限されることはないが、１０００μｍ以下であることが好ましく、５００μｍ以下であることがより好ましい。１０００μｍの粒度での発泡剤の選別は、Ｎｏ．１８（ＡＳＴＭ　Ｅ－１１）の篩を使用して行うことができ、５００μｍの粒度での発泡剤の選別は、Ｎｏ．３５（ＡＳＴＭ　Ｅ－１１）の篩を使用して行うことができる。
【００２７】
発泡剤として、市販品を使用することができる。例えば、屋久島電工（株）社製のＳｉＣ、太平洋ランダム（株）社製のＳｉＣ、信濃電気精錬（株）社製のＳｉＣ、和光純薬工業（株）社製の$CaCO_3$、関東化学（株）社製の$CaCO_3$、ナカライテスク（株）社製の$CaCO_3$を使用することができる。
貝殻は、水産加工場、貝殻飼料センター等からの貝殻等を使用することができ、廃棄された貝殻を使用することができる。貝殻は、目的とするリサイクル方法を行うことができる限り、その貝の種類等、特に限定されることはない。
発泡剤は、単独で又は組み合わせて使用することができる。
【００２８】
発泡剤を、ガラス粉の１００ｇ当たり、０．１～１５ｇ加えることが好ましく、０．１～１０ｇ加えることがより好ましく、０．２～８ｇ加えることが更に好ましく、０．２～６ｇ加えることが特に好ましい。発泡剤を、ガラス粉の１００ｇ当たり、０．１～１５ｇ加える場合、発泡性がより向上しえる。
【００２９】
$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも１種が、抑制剤として使用される。
$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも１種を含む少なくとも２種が、抑制剤として使用されることが好ましい。
$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも２種が、抑制剤として使用されることがより好ましい。
【００３０】
本発明が目的とするリサイクル方法を行える限り、$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$の各々について、特に制限されることはない。
更に、抑制剤は、適宜粉砕して使用することができ、その粒度は、特に制限されることはないが、１０００μｍ以下であることが好ましく、５００μｍ以下であることがより好ましい。１０００μｍの粒度での抑制剤の選別は、Ｎｏ．１８（ＡＳＴＭ　Ｅ－１１）の篩を使用して行うことができ、５００μｍの粒度での抑制剤の選別は、Ｎｏ．３５（ＡＳＴＭ　Ｅ－１１）の篩を使用して行うことができる。
【００３１】
抑制剤として、市販品を使用することができる。関東化学（株）社製の$Ca_3(PO_4)_2$、和光純薬工業（株）社製の$Ca_3(PO_4)_2$、関東化学（株）社製の$CaHPO_4$、ナカライテスク（株）社製の$CaHPO_4$、関東化学（株）社製の$Al(H_2PO_4)_3$、ナカライテスク（株）社製の$Al(H_2PO_4)_3$、ナカライテスク（株）社製の$FeSO_4$、関東化学（株）社製の$FeSO_4$、関東化学（株）社製の$Fe_2(SO_4)_3$、和光純薬工業（株）社製の$Fe_2(SO_4)_3$、関東化学（株）社製のFe_2O_3、和光純薬工業（株）社製のFe_2O_3、関東化学（株）社製の$Al_2(SO_4)_3$、和光純薬工業（株）社製の$Al_2(SO_4)_3$、関東化学（株）社製の$CaSO_4$、及び和光純薬工業（株）社製の$CaSO_4$等を使用することができる。
抑制剤は、単独で又は組み合わせて使用することができる。

【００３２】
抑制剤を、ガラス粉の１００ｇ当たり、例えば、０．１～２５ｇ加えることができ、０．１～２０ｇ加えることができ、０．１～１５ｇ加えることが好ましく、０．１～１０ｇ加えることがより好ましく、０．２～８ｇ加えることが更に好ましく、０．２～６ｇ加えることが特に好ましい。抑制剤を、ガラス粉の１００ｇ当たり、０．１～２５ｇ加える場合、より抑制することができ、０．１～１５ｇ加える場合、より適切に抑制することができる。
【００３３】
ガラス粉と、発泡剤と、抑制剤を、均一になるまで混合して、混合物を得る。混合方法及び混合装置等は、本発明が目的とするリサイクル方法を行える限り、特に制限されることはない。
【００３４】
得られた混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させて、発泡ガラスを製造する。
混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させる条件、方法及び装置等は、発泡ガラスを製造することができ、本発明が目的とするリサイクル方法を行える限り、特に制限されることはない。例えば、加熱温度は、８５０℃～１０００℃であることがより好ましい。加熱時間は、３～３０分間であることが好ましく、５～２０分間であることがより好ましく、７～１５分間であることが更に好ましい。
【００３５】
$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも１種の抑制剤を、発泡ガラスの細孔内に存在させるように、混合物を、７００～１１００℃に加熱して、混合物を溶融及び発泡させることが好ましい。
$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも１種の抑制剤を、発泡ガラスの細孔内に存在する状態である場合、発泡ガラスは、アンチモンの溶出をより抑制でき好ましい。
【００３６】
発泡ガラスについて、環境庁告示第４６号法溶出試験（土壌環境基準）に基づいて、アンチモンの溶出量について評価した。あわせて、ガラス粉についても、アンチモンの溶出量について評価した。詳細は、実施例に記載した。
【００３７】
発泡ガラスから水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満であることが好ましく、２．０ｐｐｍ以下であることがより好ましく、１．０ｐｐｍ以下であることが更に好ましく、０．８ｐｐｍ以下であることが特に好ましく、０．５ｐｐｍ以下であることが更に特に好ましい。
【００３８】
本発明は、他の要旨において、本発明の実施形態の太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法を含む、太陽電池モジュールのリサイクル方法を提供する。
【００３９】
本発明は、更なる要旨において、
アンチモンを含むガラスを破砕し、ガラス粉を製造すること；
ガラス粉と、ＳｉＣ、$CaCO_3$及び貝殻から選択される少なくとも１種の発泡剤と、$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも１種の抑制剤を混合して、混合物を得ること；及び
混合物を、７００～１１００℃に加熱して、溶融及び発泡させること
を含む、発泡ガラスの製造方法を提供する。
上述の太陽電池モジュールのリサイクル方法で記載した種々の実施形態は、特に不具合が

無い限り、発泡ガラスの製造方法に適用することができる。
【００４０】
アンチモンを含むガラスのアンチモンの含有量は、５～５０００ｐｐｍでありえ、５～４０００ｐｐｍでありえ、５～３０００ｐｐｍでありえる。更に、アンチモンを含むガラスのアンチモンの含有量の下限は、１０ｐｐｍでありえ、２０ｐｐｍでありえる。
アンチモンを含むガラスは、太陽電池モジュールガラスであることが好ましく、廃太陽電池モジュールガラスガラスであることがより好ましい。
【００４１】
ガラス粉の１００ｇ当たり、発泡剤を０．１～１５ｇ加えることが好ましく、０．１～１０ｇ加えることがより好ましく、０．２～８ｇ加えることが更に好ましく、０．２～６ｇ加えることが特に好ましい。
ガラス粉の１００ｇ当たり、抑制剤を、例えば、０．１～２５ｇ加えることができ、０．１～２０ｇ加えることができ、０．１～１５ｇ加えることが好ましく、０．１～１０ｇ加えることがより好ましく、０．２～８ｇ加えることが更に好ましく、０．２～６ｇ加えることが特に好ましい。
【００４２】
ガラス発泡体の細孔内に、$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも一種の抑制剤が存在するように、混合物を、７００～１１００℃に加熱し、溶融及び発泡させることを含む、製造方法であることが好ましい。
【００４３】
発泡ガラスから水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満であることが好ましく、２．０ｐｐｍ以下であることがより好ましく、１．０ｐｐｍ以下であることが更に好ましく、０．８ｐｐｍ以下であることが特に好ましく、０．５ｐｐｍ以下であることが更に特に好ましい。
【００４４】
本発明は、好ましい要旨において、
アンチモンを含む発泡ガラスであって、
水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満である、発泡ガラスを提供する。
上述の太陽電池モジュールのリサイクル方法及び発泡ガラスの製造方法で記載した種々の実施形態は、特に不具合が無い限り、発泡ガラスの製造方法に適用することができる。
【００４５】
本発明の実施形態の発泡ガラスでは、発泡ガラスの細孔内に、$Ca_3(PO_4)_2$、$CaHPO_4$、$Al(H_2PO_4)_3$、$FeSO_4$、$Fe_2(SO_4)_3$、Fe_2O_3、$Al_2(SO_4)_3$、及び$CaSO_4$から選択される少なくとも一種の抑制剤が存在することが好ましい。
【００４６】
本発明の実施形態の発泡ガラスのアンチモンの含有量は、５～５０００ｐｐｍでありえ、５～４０００ｐｐｍでありえ、５～３０００ｐｐｍでありえる。更に、発泡ガラスのアンチモンの含有量の下限は、１０ｐｐｍでありえ、２０ｐｐｍでありえる。
発泡ガラスから水へのアンチモンの溶出量は、５ｐｐｍ未満であることが好ましく、２．０ｐｐｍ以下であることがより好ましく、１．０ｐｐｍ以下であることが更に好ましく、０．８ｐｐｍ以下であることが特に好ましく、０．５ｐｐｍ以下であることが更に特に好ましい。
【００４７】
本発明の実施形態の太陽電池モジュールのリサイクル方法等で得られる発泡ガラスからのアンチモンの溶出量を抑制することができる理由は下記の通りと考えられるが、この理由によって、本願発明は何ら制限されることはない。
【００４８】
アンチモンを含むガラスから水へのアンチモンの溶出量は、大きくないが、ガラス粉に粉

砕すると大きくなり、更に、発泡ガラスにするとより大きくなる。これは、ガラスの表面積が増加するので、ガラス中のアンチモンが水と接触する機会が増加するからであると考えられる。
従って、アンチモンを含むガラス粉に発泡剤を加えて、加熱、溶融して、発泡ガラスを製造すると、アンチモンの水への溶出量が増加するので、好ましくない。
【００４９】
本発明者らは、特定の抑制剤を加えて、加熱、溶融して、発泡ガラスを製造すると、アンチモンの水への溶出量が、抑制剤を加えないで製造した発泡ガラスのアンチモンの水への溶出量より、減少する（抑制される）ことを見いだした。
これは、抑制剤が、発泡ガラスの表面及び内部の細孔内に存在することで、アンチモンの溶出を防止（又は抑制）しているからであると考えられる。
【００５０】
本発明の実施形態の太陽電池モジュールのリサイクル方法等で得られる発泡ガラスは、通常の発泡ガラスと同様の性質を示すので、例えば、人工軽量骨材、建築用断熱材、防音材、及びその他の発泡ガラスの用途等に同様に使用することができる。
更に、本発明の実施形態の発泡ガラスは、廃棄することができる。
【実施例】
【００５１】
以下、本発明を実施例及び比較例により具体的かつ詳細に説明するが、これらの実施例は本発明の一態様にすぎず、本発明はこれらの例によって何ら限定されるものではない。
【００５２】
本実施例で使用した成分を以下に示す。
（Ａ）ガラス
（ａ１）廃棄太陽電池モジュールガラス（Ｓｂを約１１００ｐｐｍ含む）
（Ｂ）発泡剤
（ｂ１）ＳｉＣ（屋久島電工（株）社製のダイヤシック（商品名））
（ｂ２）$CaCO_3$（和光純薬工業（株）社製の炭酸カルシウム（商品名））
（ｂ３）貝殻（ムール貝）
（Ｃ）抑制剤
（ｃ１）$Al_2(SO_4)_3$（関東化学（株）社製の硫酸アルミニウム14-18水（商品名））
（ｃ２）Fe_2O_3（関東化学（株）社製の酸化鉄（III）（商品名））
（ｃ３）$CaSO_4$（関東化学（株）社製の硫酸カルシウム二水和物（商品名））
【００５３】
<u>実施例１の発泡ガラスの製造とＳｂ溶出評価</u>
（ａ１）廃棄太陽電池モジュールガラスを、粗破砕した後、更に微粉砕して、ガラス粉にした。粒度選別して、５００μｍ以下のガラス粉を集めた。５００μｍを超えるガラス粉は、再度微粉砕した。
５０ｇのガラス粉と、０．２５ｇの（ｂ１）ＳｉＣと、１．００ｇの（ｃ１）$Al_2(SO_4)_3$を混合して混合物を製造した。この混合物を約９１０℃で、約１０分間加熱して、実施例１の発泡ガラスを得た。実施例１の発泡ガラスは、多孔質（porous）（形態又は構造）であった。
【００５４】
実施例１の発泡ガラスを粉砕して、ガラス粉にした。粒度選別して、５００μｍ以下のガラス粉を集めた。１０ｇのこのガラス粉を１００ｇの蒸留水に入れて、室温（２０～３０℃）で約３時間振とう後、濾過して、サンプル濾液を得た。４０ｍＬのサンプル濾液を秤取し、これに塩酸水溶液（濃塩酸：蒸留水＝１：１）１ｍＬを加え、更に蒸留水を加えて全体（合計）で５０ｍＬにして、分析サンプルを得た。この分析サンプルを、高周波プラズマ発光分光分析装置（SII NANOTECHNOLOGY INC. 製、SPS3100（商品名））で分析した。２回分析サンプルを作成して平均値を分析サンプルのＳｂの濃度とした。分析サ

ンプルのＳｂの濃度は、０．６８ｐｐｍ（ｍｇ／Ｌ）であった。サンプル濾液のＳｂの濃度は、分析サンプルのＳｂ濃度を１．２５倍して０．８５ｐｐｍであった。結果は、表１に示した。

【００５５】

実施例２～実施例１８の発泡ガラスの製造とＳｂの溶出評価

表１～２に記載した発泡剤と抑制剤を表１～２に記載した量で使用し、表１～２に記載した条件で発泡ガラスを製造した他は、実施例１に記載した方法と同様の方法を用いて、実施例２～１８の発泡ガラスを製造した。実施例２～１８の発泡ガラスは、いずれも多孔質であった。得られた発泡ガラスを、実施例１に記載した方法と同様の方法を用いて、Ｓｂの溶出評価を行った。結果は、表１～２に示した。

【００５６】

比較例１～３の発泡ガラスの製造とＳｂの溶出評価

表３に記載した発泡剤を表３に記載した量で使用し、抑制剤を全く使用しないで、表３に記載した条件で発泡ガラスを製造した他は、実施例１に記載した方法と同様の方法を用いて、比較例１～３の発泡ガラスを製造した。比較例１～３の発泡ガラスは、いずれも多孔質であった。得られた発泡ガラスを、実施例１に記載した方法と同様の方法を用いて、Ｓｂの溶出評価を行った。結果は、表３に示した。

【００５７】

比較例４：太陽電池モジュールガラス（粉末）のＳｂの溶出評価

実施例１で記載した、（ａ１）廃棄太陽電池モジュールガラスのガラス粉自身からのＳｂの溶出評価を行った。従って、比較例４のガラス粉は、粉末（powder）であった。

１０ｇの（ａ１）廃棄太陽電池モジュールガラスのガラス粉を、１００ｇの蒸留水に入れて、室温２５℃で約３時間振とう後、濾過して、サンプル濾液を得た。４０ｍＬのサンプル濾液を秤取し、これに塩酸水溶液（濃塩酸：蒸留水＝１：１）１ｍＬを加え、更に蒸留水を加えて全体（合計）で５０ｍＬにして、分析サンプルを得た。この分析サンプルを、実施例１に記載した方法と同様の方法を用いて、Ｓｂの溶出評価を行った。結果は、表３に示した。

【００５８】

比較例５：太陽電池モジュールガラスに含まれるＳｂの含有量

５００ｍｇの（ａ１）廃棄太陽電池モジュールガラスのガラス粉に、１．５ｇの炭酸ナトリウムと０．５ｇのホウ酸を加えて、ガラス粉を融解した。これに塩酸水溶液（濃塩酸：蒸留水＝１：１）約１０ｍＬを加え、加熱して溶解した。加熱時に水溶液が少なくなったので、少量の塩酸水溶液を加えた。約２０分後に０．０５ｗｔ％のグリコール水溶液１０ｍＬを加えて、攪拌した。約５分後に、この溶液をろ過した。ろ紙中に不溶物があったので、少量の熱塩酸水溶液（濃塩酸：蒸留水＝１：５０）を加えて、溶解した。これを繰り返した後、ろ液に蒸留水を加え、全体（合計）で２５０ｍＬにして、分析サンプルを得た。この分析サンプルを、高周波プラズマ発光分光分析装置（SII NANOTECHNOLOGY INC.製、SPS3100（商品名））で分析した。２回分析サンプルを作成して平均値を分析サンプルのＳｂの濃度とした。分析サンプルのＳｂの濃度は、２．１０ｐｐｍ（ｍｇ／Ｌ）であった。

分析サンプルの比重は、約１．０なので、２５０ｍＬのサンプルの重量は、２５０ｇである。分析サンプル中に含まれるＳｂの重量は２５０，０００ｍｇ×２．１×１０$^{-6}$＝０．５２５ｍｇである。この重量のＳｂが、５００ｍｇのガラスに含まれているので、ガラス粉に含まれるＳｂの濃度は、０．５２５／５００＝０．００１０５であるから、約１１００ｐｐｍである。

【００５９】

比較例５に示すように、（ａ１）太陽電池モジュールガラスには、約１１００ｐｐｍのアンチモン（Ｓｂ）が含まれている。

比較例４に示すように、その（ａ１）モジュールガラスを粉砕して得られるガラス粉（粉末）と水が接触して生じる溶出液のＳｂ濃度は、０．１７ｐｐｍである。

比較例１～３に示すように、その（ａ１）モジュールガラスから得られる発泡ガラスと水が接触して生じる溶出液のＳｂ濃度は、０．５５～０．９７ｐｐｍである。いずれも比較例４のガラス粉末と水が接触して生じる溶出液のＳｂ濃度より高い。これは、ガラスの表面積が増加して、水とガラスの間の接触面積が増えるからと考えられる。
従って、太陽電池モジュールガラスから発泡ガラスを製造すると、ガラスと水が接触して得られる溶出液のＳｂ濃度は増加する。

【００６０】

実施例２１～実施例１６６の発泡ガラスの製造

表４～１３に記載した発泡剤と抑制剤を表４～１３に記載した量で使用し、表４～１３に記載した条件で発泡ガラスを製造した他は、実施例１に記載した方法と同様の方法を用いて、実施例２１～１６６の発泡ガラスを製造した。実施例２１～１６６の発泡ガラスは、いずれも多孔質（porous）であった。

【００６１】

実施例２１～実施例１６６の発泡ガラスのＳｂの溶出評価

実施例１で使用したＳｂの溶出評価方法では、Ｓｂ濃度の測定下限は、約０．０５ｐｐｍであった。Ｓｂの濃度をより低濃度（約０．００１ｐｐｍ）まで測定することを目的として、実施例２１～実施例１６６の発泡ガラスのＳｂの溶出評価は、下記の方法を使用した。

【００６２】

各々の実施例の発泡ガラスを粉砕して、各々のガラス粉にした。粒度選別して、５００μｍ以下の各々のガラス粉を集めた。各々の発泡ガラス５ｇに蒸留水５０mLを加え、室温（２０～３０℃）で約３時間振とう後、ろ過して各々のサンプル濾液を得た。次に、４０mLの各々のサンプル濾液を秤取し、これに塩酸溶液（濃塩酸：蒸留水＝１：１）１mL、チオ尿素（０．１mol/L）を加え、さらに蒸留水を加えて全体（合計）で５０mLにして、各々の分析サンプルを得た。
この各々の分析サンプルを、水素化物発生装置（SII NANOTECHNOLOGY INC.製）及び高周波プラズマ発光分光分析装置(SII NANOTECHNOLOGY INC.製、SPS3000(商品名))を用いて分析した。
各々の実施例について２回分析サンプルを作成して平均値を分析サンプルのＳｂの濃度とした。サンプル濾液のＳｂの濃度は、分析サンプルのＳｂ濃度を１．２５倍して得た。例えば、実施例２１では、０．０２８ｐｐｍであった。
実施例２１～１６６発泡ガラスの結果は、表４～１３に示した。

【００６３】

実施例１～１６６の発泡ガラスは、いずれも、太陽電池モジュールの廃棄ガラスのガラス粉と、少なくとも１種の発泡剤と、少なくとも１種の抑制剤とを混合して、加熱して発泡させて得られた発泡ガラスである。
実施例１～６の発泡ガラスは、比較例１の発泡ガラスと発泡剤の点で対応し、実施例７～１２の発泡ガラスは、比較例２の発泡ガラスと発泡剤の点で対応し、実施例１３～１８の発泡ガラスは、比較例３の発泡ガラスと発泡剤の点で対応する。実施例の発泡ガラスが水と接触して得られる溶出液のＳｂ濃度は、対応する比較例の発泡ガラスが水と接触して得られる溶出液のＳｂ濃度より低い。

【００６４】

更に、実施例４～６、１０～１２及び１６～１８では、少なくとも２種の抑制剤が使用されると、発泡ガラスが水と接触して得られる溶出液のＳｂ濃度が更により低いことを示す。更にまた、実施例２１～１６６では、少なくとも２種の抑制剤が使用され、抑制剤の量等が調整されると、発泡ガラスが水と接触して得られる溶出液のＳｂ濃度が更により低下し得ることを示す。

【００６５】

上述の結果は、Ｓｂを含む太陽電池モジュールガラスを原料とする、発泡ガラスであっても、本発明の方法を使用して製造することで、製造される発泡ガラスから水へのＳｂの溶出量を抑制し、制御可能なことを示す。

従って、そのような発泡ガラスは、通常の発泡ガラスとして、種々の用途に利用することができる。

【００６６】

【表１】

		実施例									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(A)											
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)											
(b1)	g	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25				
(b2)	g							0.75	0.75	0.75	0.75
(b3)	g										
(C)											
(c1)	g	1.0			1.0	1.0		1.0			1.0
(c2)	g		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0
(c3)	g			1.0		1.0	1.0			1.0	
加熱温度	℃	960	960	960	960	960	960	920	920	920	920
加熱時間	min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.85	0.12	0.66	0.08	0.18	0.10	0.10	0.25	0.20	0.06

a) pr: porous, pw: powder

【００６７】

【表２】

		実施例							
		11	12	13	14	15	16	17	18
(A)									
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)									
(b1)	g								
(b2)	g	0.75	0.75						
(b3)	g			0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
(C)									
(c1)	g	1.0		1.0			1.0	1.0	
(c2)	g		1.0		1.0		1.0		1.0
(c3)	g	1.0	1.0			1.0		1.0	1.0
加熱温度	℃	920	920	910	910	910	910	910	910
加熱時間	min	10	10	10	10	10	10	10	10
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.07	0.09	0.12	0.18	0.21	0.07	0.08	0.08

a) pr: porous, pw: powder

【００６８】

【表３】

		比較例			
		1	2	3	4
(A)					
(a1)	g	50	50	50	50
(B)					
(b1)	g	0.25			
(b2)	g		0.75		
(b3)	g			0.90	
(C)					
(c1)	g				
(c2)	g				
(c3)	g				
加熱温度	℃	920	920	920	
加熱時間	min	10	10	10	
形態a)		pr	pr	pr	pw
Sb濃度	ppm	0.97	0.55	0.60	0.17

a) pr: porous, pw: powder

【００６９】

【表４】

		実施例											
		21	22	23	24	25	26	27	28	31	32	33	34
(A)													
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)													
(b1)	g	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4				
(b2)	g									1.25	1.25	1.25	1.25
(b3)	g												
(C)													
(c1)	g	3	2	3	4					1	1	1	1
(c2)	g	3	3	2	4	3	2	3	4	2	2.5	3	
(c3)	g					3	3	2	4				2.5
加熱温度	℃	960	960	960	960	960	960	960	960	920	930	930	930
加熱時間	min	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.028	0.025	0.023	0.018	0.021	0.040	0.038	0.038	0.015	0.010	0.004	0.023

a) pr: porous, pw: powder

【００７０】

【表５】

		実施例									
		35	36	37	38	41	42	43	44	45	46
(A)											
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)											
(b1)	g										
(b2)	g	1.25	1.25	1.25	1.25						
(b3)	g					1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
(C)											
(c1)	g					1	1	1			
(c2)	g	3	2	3	2.5	2	2.2	2.4	2	1	2
(c3)	g	3	3	2	2.5				2	2	1
加熱温度	℃	920	920	920	920	920	920	920	920	920	920
加熱時間	min	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.019	0.022	0.016	0.015	0.035	0.018	0.022	0.030	0.027	0.016

a) pr: porous, pw: powder

【００７１】

【表６】

		実施例										
		51	52	53	54	55	56	57	61	62	63	64
(A)												
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)												
(b1)	g	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.40				
(b2)	g								1.25	1.25	1.25	1.25
(b3)	g											
(C)												
(c1)	g	3	2	4					1	1	1	1
(c2)	g	3	3	4	3	2	3	4	2	2.5	3	
(c3)	g				3	3	2	4				2
加熱温度	℃	970	970	970	970	970	970	970	960	960	960	960
加熱時間	min	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.020	0.019	0.019	0.009	0.018	0.013	0.010	0.019	0.022	0.018	0.012

a) pr: porous, pw: powder

【００７２】

【表７】

		実施例									
		65	66	67	68	71	72	73	74	75	76
(A)											
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)											
(b1)	g										
(b2)	g	1.25	1.25	1.25	1.25						
(b3)	g					1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
(C)											
(c1)	g	1				1	1	1			
(c2)	g		3	2	3	2	2.2	2.4	2	1	2
(c3)	g	2.5	3	3	2				2	2	1
加熱温度	℃	960	960	960	960	930	930	930	930	930	930
加熱時間	min	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.016	0.007	0.009	0.011	0.016	0.020	0.024	0.012	0.019	0.029

a) pr: porous, pw: powder

【００７３】

【表８】

		実施例											
		81	82	83	84	85	86	87	88	91	92	93	94
(A)													
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)													
(b1)	g	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.40				
(b2)	g									1.25	1.25	1.25	1.25
(b3)	g												
(C)													
(c1)	g	3	2	3	4					1	1	1	1
(c2)	g	3	3	2	4	3	2	3	4	2	2.5	3	
(c3)	g					3	3	2	4				2
加熱温度	℃	980	980	980	980	980	980	980	980	970	970	970	970
加熱時間	min	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.022	0.021	0.025	0.018	0.028	0.036	0.023	0.025	0.037	0.027	0.028	0.016

a) pr: porous, pw: powder

【００７４】

【表９】

		実施例									
		95	96	97	98	101	102	103	104	105	106
(A)											
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)											
(b1)	g										
(b2)	g	1.25	1.25	1.25	1.25						
(b3)	g					1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
(C)											
(c1)	g	1				1	1	1			
(c2)	g		2	3	2.5	2	2.2	2.4	2	1	2
(c3)	g	2.5	3	2	2.5				2	2	1
加熱温度	℃	970	970	970	970	940	940	940	940	940	940
加熱時間	min	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.015	0.016	0.013	0.013	0.029	0.027	0.023	0.017	0.025	0.047

a) pr: porous, pw: powder

【００７５】

【表１０】

		実施例											
		111	112	113	114	115	116	117	118	121	122	123	124
(A)													
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)													
(b1)	g	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5				
(b2)	g									1.5	1.5	1.3	1.3
(b3)	g												
(C)													
(c1)	g	3	2	3	4					1	1	1	
(c2)	g	3	3	2	4	3	2	3	4	2	3		2
(c3)	g					3	3	2	4			2	3
加熱温度	℃	970	970	970	970	970	970	970	970	950	950	960	950
加熱時間	min	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.030	0.026	0.055	0.033	0.018	0.021	0.013	0.015	0.004	0.003	0.015	0.008

a) pr: porous, pw: powder

【００７６】

【表１１】

		実施例						
		125	126	131	132	133	134	135
(A)								
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50
(B)								
(b1)	g							
(b2)	g	1.3	1.3					
(b3)	g			1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
(C)								
(c1)	g			1	1	1		
(c2)	g	3	2.5	2	2.2	2.4	1	2
(c3)	g	2	2.5				2	1
加熱温度	℃	950	950	930	930	930	930	930
加熱時間	min	20	20	20	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.009	0.012	0.010	0.010	0.013	0.012	0.014

a) pr: porous, pw: powder

【００７７】

【表１２】

		実施例											
		141	142	143	144	145	146	147	148	151	152	153	154
(A)													
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)													
(b1)	g	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5				
(b2)	g									1.5	1.5	1.5	1.3
(b3)	g												
(C)													
(c1)	g	3	2	3	4					1	1	1	1
(c2)	g	3	3	2	4	3	2	3	4	2	2.5	3	
(c3)	g					3	3	2	4				2
加熱温度	℃	970	970	970	970	970	970	970	970	960	960	960	970
加熱時間	min	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.044	0.051	0.042	0.039	0.014	0.024	0.012	0.013	0.003	0.002	0.001	0.014

a) pr: porous, pw: powder

【００７８】

【表１３】

		実施例										
		155	156	157	158	159	161	162	163	164	165	166
(A)												
(a1)	g	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(B)												
(b1)	g											
(b2)	g	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						
(b3)	g						1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
(C)												
(c1)	g	1					1	1	1			
(c2)	g		3	2	3	2.5	2	2.2	2.4	2	1	2
(c3)	g	2.5	3	3	2	2.5				2	2	1
加熱温度	℃	970	960	960	960	960	940	940	940	940	940	940
加熱時間	min	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
形態a)		pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr	pr
Sb濃度	ppm	0.013	0.006	0.007	0.006	0.007	0.004	0.002	0.005	0.009	0.010	0.023

a) pr: porous, pw: powder

【産業上の利用可能性】

【００７９】

本発明の方法を使用して、Ｓｂを含むガラスを用いて発泡ガラスを製造すると、発泡ガラスから水へのＳｂ溶出濃度を抑制し、制御することができる。従って、本発明の方法で製造される発泡ガラスは、例えば、人工軽量骨材、建築用断熱材、防音材、及びその他の発泡ガラスの用途等の種々の用途に使用できる。Ｓｂ溶出濃度を制御可能な発泡ガラスの製造を伴う本願発明の方法は、新たな、太陽電池モジュールガラスのリサイクル方法及び太陽電池モジュールのリサイクル方法として有用である。

フロントページの続き

審査官　永田 史泰
(56)参考文献　特表２００７－５０６５３５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１０６８７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１３２７１４（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０３Ｂ１９／０８
Ｂ０９Ｂ３／４０
Ｃ０３Ｃ１１／００
ＪＳＴＰｌｕｓ（ＪＤｒｅａｍＩＩＩ）
ＪＳＴ７５８０（ＪＤｒｅａｍＩＩＩ）
ＪＳＴＣｈｉｎａ（ＪＤｒｅａｍＩＩＩ）