

(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2011-522770

(P2011-522770A)

(43) 公表日 平成23年8月4日(2011.8.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C03C 3/085 (2006.01)	C O 3 C 3/085	4 G O 6 2
C03C 3/087 (2006.01)	C O 3 C 3/087	5 F 1 5 1
C03C 3/078 (2006.01)	C O 3 C 3/078	
H01L 31/042 (2006.01)	H O 1 L 31/04 R	
H01L 31/052 (2006.01)	H O 1 L 31/04 G	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)		

(21) 出願番号	特願2011-513053 (P2011-513053)	(71) 出願人	591229107
(86) (22) 出願日	平成21年6月9日 (2009.6.9)		ビルキントン グループ リミテッド
(85) 翻訳文提出日	平成23年2月7日 (2011.2.7)		イギリス国 マーシーサイド ダブリュ
(86) 国際出願番号	PCT/GB2009/050640		ーエイ１０ ３ティーティー セント
(87) 国際公開番号	W02009/150451		ヘレンズ プレスコット ロード (番
(87) 国際公開日	平成21年12月17日 (2009.12.17)		地なし)
(31) 優先権主張番号	0810525.6	(74) 代理人	100147485
(32) 優先日	平成20年6月9日 (2008.6.9)		弁理士 杉村 憲司
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100119530
			弁理士 富田 和幸
		(74) 代理人	100136858
			弁理士 池田 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソーラーユニット用ガラスプレートおよびガラス組成物

(57) 【要約】

成分量を重量％で表して、下記成分を含む組成を有するソーラーユニット用ガラスプレート： SiO_2 60～75％； Al_2O_3 0～5％； Na_2O 10～18％； K_2O 0～5％； CaO 0～11％； MgO 0～5％； SO_3 0～1％； $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0.15\%$ ；及び下記的一方または両方： SrO 0～15％； BaO 0～15％（但し、 SrO と BaO の総量は1％より大きい）。更に、ソーラーユニット用カバープレート又はバックングプレートとして使用されるガラスプレートであって、成分量を重量％で表して、下記成分を含む組成を有するガラスプレート： SiO_2 65～74％； Al_2O_3 0～3％； Na_2O 12～15％； K_2O 0～2％； CaO 0～11％； MgO 0～2％； SO_3 0～1％； Fe_2O_3 （全鉄） $< 0.1\%$ ；及び下記的一方または両方： SrO 2～10％； BaO 1.5～10％（但し、 SrO と BaO の総量は2％より大きい）。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ソーラーユニット用のカバープレートまたはバックングプレートとして使用されるガラスプレートであって、成分量を重量パーセントで表して、下記の成分を含む組成を有するガラスプレート：

SiO_2 65～74%；
 Al_2O_3 0～3%；
 Na_2O 12～15%；
 K_2O 0～2%；
 CaO 0～11%；
 MgO 0～2%；
 SO_3 0～1%；
 Fe_2O_3 （全鉄） < 0.1%；

および下記のうちの一方または両方：

SrO 2～10%；
 BaO 1.5～10%

ただし、 SrO と BaO の総量は、2%より大きいことを条件とする。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のガラスプレートであって、前記組成中に 3～8%、好ましくは 4～6%の量で SrO が存在する、ガラスプレート。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のガラスプレートであって、前記組成中に 2～8%、好ましくは 3～6%の量で BaO が存在する、ガラスプレート。

【請求項 4】

前記請求項のいずれか一項に記載のガラスプレートであって、前記組成中に 1%以下の量で MgO が存在する、ガラスプレート。

【請求項 5】

前記請求項のいずれか一項に記載のガラスプレートであって、前記組成中のアルカリ土類金属酸化物成分の総量が、10～20%の範囲、好ましくは 11～18%の範囲、最も好ましくは 12～18%の範囲である、ガラスプレート。

【請求項 6】

前記請求項のいずれか一項に記載のガラスプレートであって、前記組成が、下記の酸化剤のうちの 1 種または複数種を使用して調製された、ガラスプレート：

硝酸ナトリウム、硝酸カリウム、および／またはアンチモン、ヒ素、セリウム、マンガ、バナジウム、銅、チタンの酸化物。

【請求項 7】

前記請求項のいずれか一項に記載のガラスプレートであって、前記ガラス内に存在する第一鉄 Fe(II) の状態の鉄の量は、40%未満、好ましくは 30 または 25%未満、最も好ましくは 15～22%である、ガラスプレート。

【請求項 8】

前記請求項のいずれか一項に記載のガラスプレートであって、第一鉄 Fe(II) の状態の鉄による吸収バンドの最大値が、1120～1500nm、好ましくは 1125～1400nm、最も好ましくは 1130～1300nm に位置する、ガラスプレート。

【請求項 9】

前記請求項のいずれか一項に記載のガラスプレートであって、0.5mm～10mmの厚さで形成されたガラスプレート。

【請求項 10】

前記請求項のいずれか一項に記載のガラスプレートであって、強化または半強化されているガラスプレート。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のガラスプレートであって、 $50 \sim 350^{\circ}\text{C}$ で $100 \times 10^{-7}^{\circ}\text{C}^{-1}$ より大きい熱膨張係数 α を有するガラスプレート。

【請求項 12】

請求項 10 または 11 に記載のガラスプレートであって、 3.5mm 以下の厚さ、好ましくは 3mm の厚さで形成されたガラスプレート。

【請求項 13】

成分量を重量パーセントで表して、下記の成分を含む組成を有するソーラーユニット用ガラスプレート：

SiO_2 $60 \sim 75\%$ ；

Al_2O_3 $0 \sim 5\%$ ；

Na_2O $10 \sim 18\%$ ；

K_2O $0 \sim 5\%$ ；

CaO $0 \sim 11\%$ ；

MgO $0 \sim 5\%$ ；

SO_3 $0 \sim 1\%$ ；

Fe_2O_3 (全鉄) $< 0.15\%$ ；

および下記のうちの一方または両方：

SrO $0 \sim 15\%$ ；

BaO $0 \sim 15\%$

ただし、 SrO と BaO の総量は、 1% より大きいことを条件とする。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のソーラーユニット用ガラスプレートであって、強化または半強化されており、 $50 \sim 350^{\circ}\text{C}$ で $100 \times 10^{-7}^{\circ}\text{C}^{-1}$ より大きい熱膨張係数 α を有するソーラーユニット用ガラスプレート。

【請求項 15】

請求項 1 ～ 14 のいずれか一項に記載のガラスカバープレートを備えるソーラーユニット。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のソーラーユニットであって、請求項 1 ～ 14 のいずれか一項にそれぞれ記載されるガラスカバープレートおよびガラスバックングプレートを備える太陽光発電ユニットの形態のソーラーユニット。

【請求項 17】

請求項 15 または 16 に記載のソーラーユニットであって、ガラスカバープレート以外の点では同一の太陽光発電ユニットに関して従来のガラスカバープレートを使用して達成されるセル効率を少なくとも 0.2 パーセントポイント、好ましくは 0.3 パーセントポイント上回るセル効率を有する太陽光発電ユニットの形態のソーラーユニット。

【請求項 18】

太陽光集光に使用されるソーラーミラーであって、請求項 1 ～ 14 のいずれか一項に記載の太陽指向のガラスプレートを備えるソーラーミラー。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のソーラーミラーであって、裏面鏡であるソーラーミラー。

【請求項 20】

太陽光集光に使用されるレンズであって、請求項 1 ～ 14 のいずれか一項に記載の太陽指向のガラスプレートを備えるレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、改良されたソーラーユニット用ガラスプレートに関し、より詳細には、該ガラスプレート用のガラス組成物に関する。この組成物は、かかるユニットに含まれるソーラー材料（例えば光起電力材料）が使用可能な波長範囲全体で高い透過率を示す。

【背景技術】

【0002】

本明細書では、「ソーラーユニット」という用語は、個々の光起電力電池（当業界では太陽電池としても知られる）、複数の光起電力電池を含むモジュール、ソーラーミラー、ソーラーレンズ、太陽熱システムのうちのいずれかおよび／またはすべてを意味する。ソーラーミラーは、太陽からの電磁放射線（例えば赤外光（IR）、可視光、および／または紫外光（UV）放射線）を反射し、且つ／または熱や電気等のエネルギーを収集および／または生成することが可能な装置上に集める鏡である。このような鏡は、集熱器として知られることもある。太陽熱システムは、ガラスカバープレートで保護される熱吸収流体充填チューブアレイまたは等価な太陽熱利用システムを含む可能性がある。

10

【0003】

近年、代替エネルギー源（すなわち、化石燃料の代替物）の需要が着実に増加している。最大の代替エネルギー源の1つは太陽であり、このエネルギーを活用する技術および装置には、上述の太陽熱鏡集熱器システム、太陽熱温水器、および光起電力電池またはモジュールを含めた様々なものが存在する。

【0004】

太陽光発電ユニットは、典型的にはガラスカバープレートを備え、太陽の電磁放射線は、このガラスカバープレートを通じてソーラー材料の1つまたは複数の下層に到達する。ここで、ソーラー材料は、可視光、IR、およびUV放射線の影響下で電気を発生させる材料を指す（一般に光起電力材料として知られる）。通常は、ユニットに機械的安定性をもたらすために、やはりガラス製であり得るバックングプレートまたは基板が設けられる。

20

【0005】

鏡の形態のソーラーユニットは、典型的にはそれ自体の背面または裏面（すなわち、光が入射する表面と比較して太陽から遠い方の表面）上に銀等の反射性金属の層を有する透過率の高いガラス基板を備える。反射率を低下させる恐れがある大気汚染、高湿度、掻き傷、擦り傷のような要因から鏡を保護するために、銀層上に銅やスズのような別の金属を含有する層を設けて変色を遅らせることが知られている。更に、この別の金属層を1つまたは複数の塗料層で保護することにより、該金属層の物理的耐久性および化学的耐久性を高めることも知られている。

30

【0006】

太陽熱システムの形態のソーラーユニットの関連では、ソーラー材料は、熱吸収流体充填チューブアレイまたはその等価物を指す。

【0007】

当該技術分野では、採用される光起電力材料の性質に応じて、結晶乃至ウェハ材料、薄膜コーティング材料、または有機材料の3つの大きなタイプのうちの1つに分類される、いくつかの異なる光起電力ユニットが知られている。結晶性の光起電力材料には、ヒ化ガリウム（GaAs）、その他のIII-V族半導体材料系、および単結晶シリコン（c-Si）と多結晶シリコン（mc-Si）の両方が含まれる。これらの材料は、薄くもろいウェハの形態で使用され、したがって、通常はカバープレートを利用してウェハを撓曲および破損から保護する必要がある。薄膜コーティング材料としては、二セレン化銅インジウム（CIS）、二セレン化銅インジウムガリウム（CIGS）、テルル化カドミウム（CdTe）、およびアモルファスシリコン（a-Si）が挙げられるが、これらに限定されるものではない。これらの材料を使用する場合もカバープレートの存在が必要となるが、カバープレートは、コーティングを成長させるための基板であってもよい。薄膜タイプを用いる場合、ガラスは、光起電力層を成長させる基板として機能できる。有機材料としては、色素増感セルが挙げられる。

40

【0008】

ソーラーユニットの製造業者は、各々のユニットの効率改善および製造コストの削減に努めている。太陽光発電ユニットの場合、これらの2つの目的は、ドル毎ワットピーク（

50

dollar per watt peak: \$/W_p) の販売コストと結び付けられる。「ワットピーク」とは、密度 1000 ワット毎平方メートル、周囲温度 25℃ のエアーマス (Air Mass) 1.5 に対応する太陽放射が光起電力ユニットに照射されたときの出力ワット数である。

【0009】

ユニット効率を改善する 1 つの手法は、光起電力材料／鏡／熱吸収材料間の放射伝達を最大化することである。太陽光発電ユニット／ソーラーミラー／太陽熱システムの場合、カバーガラスの透過率を指定する際に最も一般的に使用される測定値は、当業界で透過エネルギー (Transmitted Energy: TE) としても知られる直射太陽熱透過率 (Direct Solar Heat Transmission: DSH T) である。DSH T は、先述のすべての光起電力材料のスペクトル応答範囲を包含する 300～2500 nm の波長範囲にわたって積分された透過率値である。この波長範囲の透過率を最大化するために、光起電力ユニットのカバープレートに 1 つまたは複数の外部反射防止層または 3 次元パターンを組み込むことにより、これらのいずれの機能も有さない標準的なガラス板と比較して、透過放射線密度を高めることができる。1 つまたは複数の外部反射防止層の使用は、鏡型ソーラーユニットの IR、UV、および可視光の透過率を高めるのにも有用である。

10

【0010】

更に、理想的には、カバーガラス自体は、光起電力材料によって利用される波長領域、またはソーラーミラーによって反射される波長領域、または太陽熱システムによって吸収される波長領域では吸収を示さないようにすべきである。実際には、最も純粋なガラス製造用原料にも微量の不純物が含まれるため、そのようにすることは可能でない。これらの不純物には、ガラス製造に使用される鉱物および加工材料に自然に発生する鉄やコバルト等が含まれる。懸念される主な着色剤は鉄であり、特にそれが第一鉄 Fe (II) の状態で存在するときである。Fe²⁺ イオンは、第一鉄吸収バンドとして知られる吸収バンドの最大吸収率 (すなわち、最小透過率) が 1050 nm 付近である故に、ガラスを青緑色に着色させる。

20

【0011】

太陽エネルギー透過率を最大化するために、ガラスカバープレートの製造業者は、自然な成り行きとして、可能な限り純粋な原料を仕入れることによりこれらの着色剤の濃度を最小限に抑えようと努める。しかしながら、これらの材料は容易に入手できない可能性があり、仮に入手できたとしても経済的に合理的な価格でない可能性がある。

30

【0012】

原料の選択的な購入の代替的な手法または追加的な手法は、ガラスに含まれる可能な限り多くの鉄が吸収率の低い酸化第二鉄 Fe (III) の状態になること、すなわち、第一鉄 Fe (II) の状態の鉄の量が減少すること、または他の条件／成分が変更されても最低限一定に保たれることを保証することである。この手法は、ガラス製造炉内に必要な酸化条件を与えることによって達成され得るが、その制御は困難となる可能性があり、且つ／または所望の酸化状態が達成されない可能性がある。別法として、この手法は、1 つまたは複数の酸化剤、例えば硝酸ナトリウム、硝酸カリウム、および／またはアンチモン、ヒ素、セリウム、バナジウム、マンガン、銅、もしくはチタンの酸化物をガラス構成成分に追加することによって達成され得る。残念ながら、これらの酸化剤の中には一般に使用されるガラス製造プロセスと相性が悪いものもあり、例えば酸化アンチモンは、アンチモンがフロートバス内の溶融スズと望ましくない合金を形成するので、フロートプロセスで使うことができない。

40

【0013】

放射線の透過率を改善する別の手段は、選択した組成のガラス片を薄く作るほど吸収率が低下するというランベルト - ベールの法則を単純に適用するものである。例えば、0.1 重量% の鉄 (そのうち 25% は第一鉄状態) を含有する 4 mm 厚のガラス片は、0.2 重量% の鉄 (25% は第一鉄) を含有する 2 mm 厚のガラス片と同じ吸収率を有するはずである。同様に、0.1 重量% の鉄を含有する 2 mm 厚のガラス片は、4 mm 厚の母ガラス (parent) の半分の吸収率を示すはずである。

50

【0014】

したがって、ガラスの厚さを減少させれば、より純度の低い原料を使用して同じ透過率を達成すること、すなわち同じ着色剤組成物で得られる透過率を改善することができる。しかしながら、ガラスカバープレートは典型的には（長い寿命期間にわたる石や雹の衝撃に対する耐久性が備わるように）強化または半強化されるので、ガラスカバープレートの厚さを3mm未満に減少させると、薄いガラスほど強化が困難である故に従来の強化プロセスとの相性の点で問題が生じる可能性がある。

【0015】

米国特許出願公開第2008/0085827A1号には、透光率の高い中間色のガラスが開示されている。このガラスは、中間色を示すように指定された量の酸化亜鉛および／または酸化エルビウムと結合される少量の鉄を含む。上述のとおり、純粋なまたは低鉄の原料は高額であるため、大規模な商用事業での利用が制限される。更に、酸化エルビウムも高額である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】米国特許出願公開第2008/0085827A1号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

したがって、ガラスカバープレートを経てソーラーユニットのソーラー材料に到達する放射伝達を改善し、それによって後者の効率を高め、他の方法に関連する問題が生じない代替的な手段を得ることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0018】

そこで、本発明は、成分量を重量パーセントで表して、下記の成分を含む組成を有するソーラーユニット用ガラスプレートを提供する：

SiO_2 60～75%；

Al_2O_3 0～5%；

Na_2O 10～18%；

K_2O 0～5%；

CaO 0～11%；

MgO 0～5%；

SO_3 0～1%；

Fe_2O_3 （全鉄）<0.15%；

および下記のうちの一方または両方：

SrO 0～15%；

BaO 0～15%

ただし、 SrO と BaO の総量は、1%より大きいことを条件とする。

【0019】

本明細書の全体をとおして、全鉄は、当業界で知られるように、すべての鉄が酸化第二鉄（ Fe_2O_3 ）として存在する場合と同様に表される。第一鉄のレベルは、吸光光度分析法を使用して光学的に測定される。

【0020】

かかる組成のガラスは、そのガラスによって透過される放射線の透過率が増加（場合によっては最大化）されるので、それ自体が一部を構成し得るソーラーユニットの効率を向上させる（場合によっては最大化する）のに有効である。これらの向上は、第1にガラスの鉄含有量を制限すること、第2にソーラーユニットが動作する領域からより長い波長（波長は長いほどよい）に第一鉄の吸収バンドの最大値（maximum）（既述）をシフトさせることによって実現される。

【0021】

第一鉄のバンドシフトの原理は、自動車グレイジングの分野で性能改善手段として知られているが（性能は、所与のガラス厚に対する可視光の透過率（可能な限り高くすべき）とD S H T（可能な限り低くすべき）の差を指す）、驚くべきことに、低い太陽エネルギー透過率ではなく高い太陽エネルギー透過率が必要とされる場合に、これと同じタイプのバンドシフトがソーラーユニットの製造、特に1つ（または複数）のガラス部品の製造に有益であることが発見された。

【0022】

しかしながら、D S H Tの波長範囲は従来の光起電力材料、つまり現行の中心的な動作範囲が400～1100nmである材料によって利用される波長範囲よりも遥かに広いことから、D S H Tは、太陽光発電ユニット用のガラスカバープレートを識別する最も効果的な手法ではないと判断されている。本明細書では、この「アクティブ」領域外の透過率の高低は、異なるガラスカバープレート間の比較にとって二次的な問題である。したがって、2枚の異なるカバーガラスプレートがアクティブな波長範囲にわたって同じ透過率を有する可能性もあり、これらのカバーガラスプレートを使用して、D S H T値が異なる点を除いて同一である同じセル効率の太陽光発電ユニットが製造される可能性もある。

【0023】

例えば、以下の状況を考える。ガラスプレートAは、D S H T範囲全体（300～2500nm）にわたって高い透過率を有する一方、ガラスプレートBは、その吸収ピークが300～400nmの範囲と1100～2500nmの範囲にあるため、全体のD S H Tはより低いものとする。しかしながら、ガラスプレートAとガラスプレートBは共に、アクティブな波長範囲（400～1100nm）において同じ透過率を有するため、同じセル効率を与える。これに対して、ガラスプレートCおよびガラスプレートDは、同じD S H T値を有するが、一方のガラスプレートの吸収バンドが400～1100nmの範囲にあり、他方のガラスプレートの等価な吸収バンドがこの波長範囲外にある故に、異なるセル効率を与える可能性がある。この理由から、太陽エネルギー産業で標準となりつつあるように、太陽光発電ユニット用（カバー）ガラスプレートの記述には、400～1100nmの透過率定義を使用することがより適切であると考えられる。

【0024】

また、本発明は、ソーラーユニット用のガラスプレートであって、成分量を重量パーセントで表して、下記の成分を含む組成を有するガラスプレートも提供する：

SiO_2 65～74%；

Al_2O_3 0～3%；

Na_2O 12～15%；

K_2O 0～2%；

CaO 0～11%；

MgO 0～2%；

SO_3 0～1%；

Fe_2O_3 （全鉄）<0.1%；

および下記のうちの一方または両方：

SrO 2～10%；

BaO 1.5～10%

ただし、 SrO と BaO の総量は、2%より大きいことを条件とする。

【0025】

このガラスプレートは、平坦（板ガラス産業で一般に使用される「平坦」の意味の範囲内）であっても、湾曲（曲率は、板ガラスの成形プロセスを適用した結果生じる任意の曲率）していてもよい。

【0026】

有利なことに、組成中に存在する SrO の量は、3～8%、好ましくは4～6%とすることができる。組成中に存在する BaO の量は、2～8%、好ましくは3～6%とするこ

とができる。典型的には、ガラス構成成分に炭酸塩としてストロンチアおよびバリウムが追加されるが、これらはいずれも実質的に鉄を含まない原料であり、したがって低鉄ガラスの実現に寄与する。

【0027】

これらの基準を満足することは、特に光起電力アクティブ波長範囲の透過率を有するガラスを製造するのに必要な条件を整えるのに有用であると思われ、その結果、このガラスが太陽光発電ユニット内のカバープレートとして使用されるときにより高いセル効率がもたらされる可能性がある。本明細書では、このような「高いセル効率」は、ガラスカバープレート以外の点では同一の太陽光発電ユニットに関して従来のガラスカバープレートを使用して達成されるセル効率を少なくとも0.2パーセントポイント、好ましくは0.3パーセントポイント上回るセル効率を指す。

10

【0028】

MgOは、第一鉄の吸収波長に影響を及ぼすので、組成中に1%以下の量、好ましくは0.4%以下の量、最も好ましくは可能な限り少ない量(0.2%未満)で存在することが好ましい。理想的には、マグネシアは、(特に、マグネシアをガラス組成物に配合するのに使用される原料、すなわちドロマイトを低鉄または鉄不含の形態で取得するのが困難であるため)ガラス組成物内にまったく存在しなくてもよい。しかしながら、実際にそのようにすることは可能でない可能性がある。というのも、例えばマグネシア含有ガラス組成物(最大4.5%前後のMgOを含有する可能性がある)からの遷移時間を妥当な短さにする必要があるからである。可能な妥協点は、マグネシアを0.1~0.2%または0.2~0.4%のレベルで含むことである。標準的な透明ガラスと比較してMgOをこれらの低いレベルに減少させることは、ガラス組成物に施される他の変更と相まって、先述の第一鉄吸収バンドの移動に寄与する。

20

【0029】

Na₂O(ソーダ)は、有利には16%未満、好ましくは15%未満の量で存在させることができる(14%前後が好ましい)。ソーダは、バッチ成分間の融解反応を促進するのに使用される融剤であり、したがって不可欠なガラス構成成分である。

【0030】

組成中に含まれるアルカリ土類金属酸化物成分の総量は、10~20%、好ましくは11~18%、最も好ましくは12~18%であることが好ましい。

30

【0031】

有利なことに、上述のガラス組成物はいずれも下記の酸化剤のうちの1つまたは複数を使用して調製することができる：硝酸ナトリウム、硝酸カリウム、およびアンチモン、ヒ素、セリウム、マンガン、バナジウム、銅、チタンの酸化物。かかる材料は、第一鉄Fe(II)から第二鉄Fe(III)への鉄の酸化を促進し、したがって、特に光起電力材料のスペクトル応答領域(すなわちアクティブ波長領域)における第一鉄吸収バンドの強度を低下させるために、ガラス組成物に含めることができる。

【0032】

このガラスは、ZnO、Li₂O、B₂O₃、Er₂O₃、Sb₂O₃のうちのいずれかまたはすべてを含まなくてもよい。これらの材料の中には高額なものや、いくつかの製造プロセスと相性が悪いものがある。

40

【0033】

400~1100nmの範囲のより長い波長にわたって透過率を維持するために、ガラス内に第一鉄Fe(II)の状態が存在する鉄の量は、40%未満、好ましくは30または25%未満、最も好ましくは15~22%であることが望ましい。

【0034】

有利なことに、上記の措置により、第一鉄Fe(II)の状態の鉄による吸収バンドの最大値が1120~1500nm、好ましくは1125~1400nm、最も好ましくは1130~1300nmに位置するようにすることができる。

【0035】

50

一部のソーラーユニットの応用例、例えば建築設計で使用される太陽光発電ユニット（建物一体型太陽光発電（Building Integrated Photovoltaics：B I P V）としても知られる）では、カバーガラスプレートは、ガラス構成成分に着色剤を配合することにより、追加的に審美的効果が得られるように色味付けることができる。しかしながら、このような色味付け成分は、ユニット効率の低下、すなわちB I P Vの光起電力変換効率の低下を招く恐れがある。このような低下は、本明細書に記載する基礎ガラス組成の更なる改変および最適化によって緩和することができるが、最大限のセル効率を得るには、カバーガラスプレートを可能な限り透明にすべきである。

【0036】

このガラスは、特にフロートプロセスおよびロールプロセスを含めた既知の任意の板ガラス形成プロセス、とりわけツイン水冷ローラを利用した改良プロセスによって形成することができる。特に、当業界でよく知られる技法であるフロートプロセスまたはロールガラスプロセスを使用して製造される場合、本発明によるガラスプレートは、便利なことにより、アニールシートの形で提供することができる。典型的には、妥当な機械的安定性と許容可能な重量の均衡をとるために、ガラスシートは0.5 mm～10 mmの厚さ、好ましくは1～5 mmの厚さで提供することができる。前記シートは、所望のサイズに切断することができ、必要に応じて更なる加工を施すことができる。

【0037】

このような更なる加工は、所望の耐衝撃性を付与するためのガラスの強化または半強化を含む可能性がある。このような（半）強化の容易性は、ガラスの熱膨張係数 α によって判定することができる。標準的な透明ガラスは、50～350℃で約 $90 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ の α を有するが、本発明によるガラスは、50～350℃で $100 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ より大きい α を有することができ、好ましくは50～350℃で $102 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 前後の α を有することができる。ガラス組成物のソーダの含有量が高くなるほど、ガラスの熱膨張係数が高くなり、ガラスの強化がより容易になる可能性があると考えられる。有利な強化特性により、強化ライン上のガラスのスループットが向上する可能性があるため、更なる製造上の利点をもたらされる可能性がある。

【0038】

更に、熱膨張係数が高くなるほど硬化温度を低下させることが可能となり、且つ／または高温のガラスをクエンチ（冷却）し、そのガラスを所望の圧縮応力および引張応力に「固定（fix）」するのに使用されるクエンチ圧力を減少させることが可能となる可能性がある。更に、本発明によるガラスプレートがより薄い厚さ（3.5 mm未満、または3 mm未満）で提供されれば、従来の強化機器およびプロセスを使用して（現状では標準的な組成のこのような薄いガラスの強化には特殊な機器が必要となる）ガラスプレートの強化または半強化を満足するいく形で実施することが可能となる。ガラスプレートが薄くなるほどより大幅な重量の減少を達成することができ、カバーガラスプレートに特に有用なガラスプレート内の放射伝達を増加させることができる。

【0039】

本発明の他の態様によれば、先述の少なくとも1枚のガラスプレートを備えるソーラーユニットが提供される。太陽光発電ユニットの場合は、この少なくとも1枚のガラスプレートは通常、上記ユニットのカバープレートである。

【0040】

しかしながら、太陽光発電ユニットは、先述の少なくとも2枚のガラスプレートを備えることが好ましい。この場合、ガラスプレートは通常、カバープレートおよびバックングプレートである。ガラス製のバックングプレートは通常、所与の厚さで追加的な機械的強度が備わるように強化される。バックングプレートは、ソーラーユニットの重量を減少させるために薄いガラスで作製されることが好ましい。

【0041】

ソーラーユニットは、太陽を指向する湾曲ガラスプレートを備えた太陽エネルギー収集に使用されるソーラーミラーであってもよい。曲率は、所望の焦点効果に適合するように

10

20

30

40

50

選択され、例えば放物面である可能性がある。このミラーは、裏面鏡であってもよい。更に、太陽指向のガラスプレートは、太陽光集光に使用されるレンズ、例えばプレートをエッチングすることによって作製されるフレネルレンズを構成することもできる。

【0042】

2枚の両方のプレートを従来のガラスプレートよりも薄くすれば、他の点では同一の従来技術のユニットと比較して太陽光発電ユニットの全体の重量が減少するとともに、本明細書に記載する効率改善がもたらされる。ソーラーミラー用途では、特にソーラーミラーが太陽の軌道を辿る追跡システムに搭載される場合は、重量の減少も非常に重要となる。多くの太陽熱システムは、建物の屋根に取り付けられる。これらのシステムでは、ユニットの重量を減少させることは、各ユニットに必要とされる構造支持体を少なくする上で有利である。

10

【0043】

また他の態様では、本発明は、本明細書に開示される新規なガラス組成物自体をそれらの用途に関わらず包含する。

【発明を実施するための形態】

【0044】

本発明の理解が深まるように、本発明のより具体的な説明を非限定的な例として以下に提示する。

【0045】

以下の表1は、本発明によるガラス試料の例を従来技術によるガラスの比較例（例1および2）と共に示している。ガラスはすべて3.2mm厚である。例1は、既知のマグネシア含有板ガラス組成物であり、例2は、マグネシアを含まない組成物である。表1には、測定した組成物、各組成物の第一鉄のレベルおよび第一鉄の吸収バンドの最大値の詳細が列挙されている。

20

【0046】

【表 1】

		1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	重量%	72.2	73.0	71.4	71.4	71.3	71.3	71.3
Al ₂ O ₃		1.1	1.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Fe ₂ O ₃		0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Na ₂ O		13.2	13.3	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8
K ₂ O		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
MgO		4.0	0.1	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0
CaO		8.6	11.0	8.3	4.8	5.6	4.8	4.8
SrO		0.0	0.0	3.5	7.0	0.0	0.0	0.0
BaO		0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	7.0	7.0
SO ₃		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Σ アルカリ金属 酸化物		13.9	14.0	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4
Σ アルカリ土類 金属酸化物		12.5	11.1	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
第一鉄	%	20	20	20	20	20	20	26
第一鉄のバンドの 最大値	nm	1040	1115	1130	1145	1115	1150	1150
例1からのバンドの 最大値の変化	nm		75	90	105	75	110	110

【0047】

例 1 は、全鉄の含有量が 0.12 重量%であり、特に約 13%のソーダ、9%のカルシア、および 4%のマグネシアを含み、ストロンチアおよびバリアを含まない典型的な基礎ガラス組成の従来技術によるガラスである。このガラスの第一鉄レベルは 20%であり（先述のように化学的に測定）、第一鉄吸収バンドの最大値の位置は 1040 nm である。この位置は、ガラスがカバーガラスとして光起電力ユニット内に取り付けられたときに、光起電力材料を通過する放射線の透過を干渉する位置である。

【0048】

例 2 は、MgO の除去による第一鉄吸収バンドへの影響を示しており、MgO の除去で 75 nm だけシフトしている。この場合、MgO は主に CaO で置き換えられている。例 3～7 は、すべて本発明を例示するガラスである。これらのガラスはすべて、例 1 のガラスと全鉄の含有量が同じであるので、例 1 と直接比較することが可能である。これらのガラスは、それぞれ例 1 の波長位置よりも長い波長位置に第一鉄バンド最大値を有し、最も長い波長値は、例 6 および例 7 の 1150 である（110 nm のシフトを示す）。

【0049】

上記の例の組成物の分析により、例 3～例 7 は、専らソーダレベルの増加により例 1 と比較してアルカリ金属酸化物の総含有量が増加していることがより厳密に示されている。更に、例 3～例 7 はすべて、例 1 と比較してカルシアおよびマグネシアの含有レベルが低下しており、カルシアは少なくとも 16%、マグネシアは少なくとも 29% 減少しており、いずれも大幅な最小値の減少である。また、例 3～例 7 はすべて、かなりの量のストロンチアまたはバリアを含有する。第一鉄の最大値は、バリアの各連続添加においてより高

い波長にシフトされていることにも留意されたい。

【0050】

この技術の更なる改良は、透過スペクトルを該当する特定の光起電力材料のセル応答で重み付けすることである。上記の例において、従来の組成と比較したガラス組成の変化の利点は、以下の光電気モデリング法を使用して計算した。

【0051】

このモデルは、光がカバーガラスを通じてセルに入り、高分子中間層（該当する場合）を通過し、その後光起電力材料自体の上に達する、光起電力電池の一般化された像に基づく。ガラス組成変更の期待利益を決定においては、ガラスの透過率および／またはガラスの反射率の変化による短絡電流の変化が推定される。この推定を行うために、入射光のうちセルに透過される部分が波長の関数として計算される。続いて、例えば「Solar Cells - Materials, Manufacture and Operation」第2章（Tom MarkvartおよびLuis Castaner著、2005年Elsevier発行）に概要が示されるように、特定の光起電力材料の量子効率（またはスペクトル応答）に基づく重み係数が適用される。その後、短絡回路電流の期待される変化を使用してセル効率の変化を推定することができる。

10

【0052】

発生するガラス特性の有益な変化の単純な推定値として、入射光強度とセル応答の両方で重み付けされたガラスの透過率が計算される（全波長の合計が求められる）。続いて、この量が光強度およびセル応答によって正規化されるが、この場合も全波長の合計が求められる。

20

【0053】

この方法によって計算されるセル効率の変化は、このモデルで材料に応じて使用される量子効率曲線に依存することに留意されたい。しかしながら、いずれの場合も標準値と考えられる値が使用されており、製造技術および材料の純度が異なっても、結果の差は僅かである可能性がある。したがって、計算される利益は、確実に実現できる増加分としてではなく、達成可能な利益の例として与えられる。

【0054】

以下の表2は、上記の表1に記載した新しい各ガラス組成を有するいくつかの異なるタイプの光起電力材料に関して予測される相対的効率改善を示している。例示の材料としては、単結晶シリコンウェハ（c-Si）および薄膜材料、個別の単一接合セルおよびタンデム（多層）接合セルの組合せとしてアモルファスシリコン（a-Si）および多結晶シリコン（ μ c-Si）、テルル化カドミウム（CdTe）、および二セレン化銅インジウムガリウム（CIGS）が挙げられる。すべてのデータは、3.2mm厚の試料に関するものである。他の材料、例えばヒ化ガリウム（GaAs）から製造される光起電力電池にも同様の利益がもたらされ得ることを理解されたい。赤外領域にまで及ぶスペクトル範囲の吸収を示す光起電力材料は、ここで例示する例よりも第一鉄吸収バンドの悪影響を受けやすいため、ここで例示する例よりも遥かに大きい利益をもたらすことが期待される。同様に、本発明で説明するガラスで構成される鏡を利用した集熱器システムの利益は、太陽の放射線がガラスを2度通過してから反射層に届き、その後太陽エネルギー収集装置に到達することになるので、従来技術のガラスよりも大きい効率上の利益をもたらすことが期待される。

30

40

【0055】

【表 2】

		1	2	3	4	5	6	7
第一鉄	%	20	20	20	20	20	20	26
DSHT (ISO9050 2003, AM 1.5)	%	84.9	84.9	84.9	84.8	84.9	85.0	83.4
平均透過率 400-1100nm (重み付け無し)	%	84.6	84.7	84.7	84.7	84.6	84.9	83.1
例1に対する光起 電力材料の重み付 け透過率の相対的 改善 (単位:%ポイント)	c-Si	-	0.3	0.1	0.3	0.2	0.5	-1.0
	a-Si	-	0.2	0	0.2	0.4	0.3	0.2
	μ c-Si	-	0.4	0.2	0.5	0.3	0.7	-0.9
	a-Si/ μ c-Si タンデム	-	0.2	0.2	0.4	0.3	0.6	0.5
	CdTe	-	0.4	0.2	0.4	0.4	0.6	-0.3
	CIGS	-	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	-1.3

【0056】

ストロンチアを含有する例3および例4を例2と比較すると（この場合も第一鉄レベルは同じであり、DSHT値は公称上同じである）、第一鉄バンドの最大値の位置を1130または1145nmにシフトしたときに、 μ c-Siおよびタンデムセル性能が僅かに改善されることが予想される。

【0057】

例5、例6、および例7は、バリアを含有する。例5では、マグネシアと石灰の両方がバリアに部分的に置換され、例6および例7では、マグネシアがバリアで完全に置き換えられている。例6および例7は、第一鉄バンドの最大値の位置が110nmシフトされ1150nmとなっており、例1と比較して最も大きいシフトを示している。特に、例6と例1を比較すると、公称上同じ第一鉄レベル、驚くべきことには公称上同じDSHT値であっても、第一鉄バンドの最大値を1040nmから1150nmにシフトさせることにより、a-Si以外の材料では光起電力材料の重み付け透過率（photovoltaic material weighted transmission: PMWT）が少なくとも0.3パーセントポイント、典型的には0.4～0.7パーセントポイント改善することが示されている。

【0058】

これらの改善点の利益の背景説明として、結晶シリコンウェハベースモジュールの典型的な効率、現時点（2009年）で約15～18%、薄膜モジュールでは6～11%である。太陽光電力の現在の販売価格を\$4.5/Wp前後とすれば、0.5%の相対的効率改善により、使用される光起電力材料によってはモジュール販売価格が\$1.3～4.1/m²上昇する可能性がある。販売価格の上昇は、光起電力材料の効率と、本発明で開示するガラスの組成変更によって生じる相対的な効率の変化の両方に依存する。太陽光産業は急速な発展を遂げており、光起電力材料の効率は将来向上する可能性が高い。反対に、太陽エネルギーの販売価格は低下する可能性が高い。したがって、上述の組成変更に起因する効率改善による全体的な販売価格の利益は、数年間は上記の水準程度に維持されることが予想される。

【0059】

例7は、ガラスの第一鉄レベルがそれ自体のPMWTに与える影響を示している。例7

のガラスは、例 6 のガラスと組成は同じであるが、第一鉄レベルは 26 %（例 6 では 20 %）である。例 7 のガラスの PMWT に関する負の値（すなわち値の悪化）は、このガラスでは第一鉄レベルが高すぎることを示している。ガラスの第一鉄レベルは、使用される各原料の実際の組成、およびガラスが製造されるガラス炉の温度を含めたいくつかの要因に依存するが、これらの要因はそれぞれ、上記の表 2 に示したタイプの利益を達成するために第一鉄レベルが許容可能な低いレベル（既述）に維持されるように管理すべきである。

【0060】

上述の非限定的な例は、典型的な透明ガラスの全酸化鉄および第一鉄レベルに基づいている。本明細書に開示する本発明は、より低い酸化鉄および第一鉄レベルも包含する。以下の表 3 は、より低い全鉄レベルを有するその他の例を示す。第一鉄吸収率は鉄含有量が低いガラスではずっと小さくなるので、以下の例では、この吸収バンドをより長い波長にシフトすることから得られる様々な太陽電池材料の効率上の利益は、ずっと低くなる。しかしながら、先述のとおり、必ずしもそれだけに限定されるわけではないが、低鉄ドロマイトが希少な世界中の地域でストロンチウムまたはバリウムを含有する低鉄ガラス製造原料が利用可能になることや、本発明で開示する低鉄組成物の製造を望ましいものにし得る焼戻し挙動の改善等、追加的な利益がもたらされる可能性がある。

【0061】

【表 3】

		8	9	10
SiO ₂	重量%	71.7	73.3	71.6
Al ₂ O ₃		1.5	1.5	1.5
Fe ₂ O ₃		0.025	0.025	0.025
Na ₂ O		14.1	14.0	14.8
K ₂ O		0.0	0.0	0.0
MgO		4.0	0.1	0.1
CaO		8.3	10.7	4.8
SrO		0.0	0.0	0.1
BaO		0.0	0.0	6.7
SO ₃		0.3	0.3	0.3
Σ アルカリ金属酸化物		14.1	14.1	14.8
Σ アルカリ土類金属酸化物		12.3	10.8	11.6
バンド最大値	nm	1040	1120	1130
例8からのバンド最大値の変化	nm		80	90
第一鉄	%	15	15	15
DSHT (ISO9050 2003, AM 1.5)	%	90.62	90.56	90.59
平均透過率 400-1100nm (重み付け無し)	%	90.71	90.71	90.71
例8に対する光起電力材料の重 み付け透過率の相対的改善 (単位:%ポイント)	c-Si	-	0.02	0.05
	a-Si	-	-0.01	0.11
	μ c-Si	-	0.05	0.08
	a-Si/ μ c-Si タ ンデム	-	0.02	0.09
	CdTe	-	0.04	0.10
	CIGS	-	0.01	0.02

10

20

30

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/GB2009/050640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C03C3/087

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

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, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 657 146 A (KREIDL NORBERT J) 27 October 1953 (1953-10-27) abstract column 2; example I	1
X	SU 1 047 851 A1 (GUSEVSKIY GI STEKLA [SU]) 15 October 1983 (1983-10-15) abstract column 2; example 2	1,3,5-8
X	JP 2000 143280 A (CENTRAL GLASS CO LTD) 23 May 2000 (2000-05-23) abstract paragraph [0051]; example 1; table 3	1,2,6-8
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 2009

Date of mailing of the international search report

16/09/2009

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

Mertins, Frédéric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2009/050640

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/169316 A1 (THOMSEN SCOTT V [US] ET AL) 3 August 2006 (2006-08-03) abstract page 4; example 1; table 4 page 2, paragraph 15 page 4, paragraph 34	4,9-20
Y	JP 60 215546 A (NIPPON SHEET GLASS CO LTD) 28 October 1985 (1985-10-28) abstract	4,9-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2009/050640

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2657146	A	27-10-1953	NONE	
SU 1047851	A1	15-10-1983	NONE	
JP 2000143280	A	23-05-2000	NONE	
US 2006169316	A1	03-08-2006	BR PI0607114 A2 CA 2594898 A1 EP 1846340 A1 WO 2006083545 A1	11-08-2009 10-08-2006 24-10-2007 10-08-2006
JP 60215546	A	28-10-1985	JP 1715448 C JP 4004259 B	27-11-1992 27-01-1992

フロントページの続き

(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 ショナ テイラー

イギリス国 ランカシャー エル４０ ５ティーエフ オームスカーク レイサム リング オー
ベルズ レーン メイポール ビラ

(72)発明者 ネイル マクスポラン

イギリス国 マーシーサイド エル１５ ９エイチエヌ リヴァープール ピーターバラ ロード
１９

Fターム(参考) 4G062 AA01 BB03 DA06 DA07 DB01 DB02 DB03 DC01 DD01 DE01
DF01 EA01 EB04 EC01 EC02 EC03 ED01 ED02 ED03 EE01
EE02 EE03 EE04 EF01 EF02 EF03 EG01 EG02 EG03 FA01
FA10 FB01 FB02 FC01 FD01 FE01 FF01 FF02 FG01 FH01
FJ01 FK01 FL01 GA01 GA10 GB01 GC01 GD01 GE01 HH01
HH03 HH04 HH05 HH07 HH09 HH10 HH11 HH12 HH13 HH15
HH17 HH20 JJ01 JJ03 JJ04 JJ05 JJ07 JJ10 KK01 KK03
KK05 KK07 KK10 MM01 NN01 NN15 NN29 NN30
5F151 JA03 JA22 JA23