

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-123516

(P2022-123516A)

(43)公開日 令和4年8月24日(2022.8.24)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
C 0 3 C 17/34 (2006.01)	C 0 3 C 17/34	4 G 0 5 9
C 0 3 B 18/02 (2006.01)	C 0 3 B 18/02	5 F 1 5 1
H 0 1 L 31/0392(2006.01)	H 0 1 L 31/04	2 8 4

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-20874(P2021-20874)	(71)出願人	000000044
(22)出願日	令和3年2月12日(2021.2.12)		A G C 株式会社
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
		(74)代理人	110002000
			特許業務法人栄光特許事務所
		(72)発明者	岩田 至弘
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			A G C 株式会社内
		(72)発明者	立川 卓
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			A G C 株式会社内
		(72)発明者	高橋 亮
			東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
			A G C 株式会社内
		F ターム (参考)	4G059 AA08 AA14 AC14 EA02
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 太陽電池用ガラス基板及び太陽電池

(57)【要約】

【課題】色斑を抑制した太陽電池を得られるガラス基板を提供すること。

【解決手段】ガラス板上に、アンダーコート層と第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層とがこの順に配置され、前記第一の機能性透明膜層はフッ素ドーパ酸化スズからなり、前記第二の機能性透明膜層は酸化スズからなり、前記第一の機能性透明膜層と前記第二の機能性透明膜層の膜厚の合計が550～1000nmである、太陽電池用ガラス基板とする。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ガラス板上に、アンダーコート層と第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層とがこの順に配置され、

前記第一の機能性透明膜層はフッ素ドーパ酸化スズからなり、前記第二の機能性透明膜層は酸化スズからなり、

前記第一の機能性透明膜層と前記第二の機能性透明膜層の膜厚の合計が 550 ~ 1000 nm である、太陽電池用ガラス基板。

【請求項 2】

前記アンダーコート層が、炭化酸化ケイ素、酸化チタン及び酸化ケイ素からなる群から選択される少なくとも 1 つを含有する、請求項 1 に記載の太陽電池用ガラス基板。 10

【請求項 3】

前記太陽電池用ガラス基板の色差変動 E が 8.0 以下である、請求項 1 又は 2 に記載の太陽電池用ガラス基板。

【請求項 4】

Haze 値が 6.0 % 以下である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の太陽電池用ガラス基板。

【請求項 5】

前記第一の機能性透明膜層の膜厚が 500 ~ 900 nm であり、前記第二の機能性透明膜層の膜厚が 6 ~ 150 nm である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の太陽電池用ガラス基板。 20

【請求項 6】

前記第一の機能性透明膜層と前記第二の機能性透明膜層の膜厚の合計が 600 ~ 1000 nm である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の太陽電池用ガラス基板。

【請求項 7】

フロートガラス製造プロセスにおいて製膜された、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の太陽電池用ガラス基板。

【請求項 8】

前記第一の機能性透明膜層と前記第二の機能性透明膜層が互いに接している、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の太陽電池用ガラス基板。 30

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の太陽電池用ガラス基板を備える、太陽電池。

【請求項 10】

カドミウムテルル太陽電池である、請求項 9 に記載の太陽電池。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、太陽電池用ガラス基板及び該太陽電池用ガラス基板を用いた太陽電池に関する。

【背景技術】**【0002】**

太陽電池は、太陽光のうちの所定の波長帯域の光を吸収することにより、光エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。太陽電池では、吸収する波長帯域の違いにより、アモルファスシリコン (a-Si) 太陽電池や、カドミウムテルル (CdTe) 太陽電池、CIS 系太陽電池、CIGS 系太陽電池等、様々な種類がある。

【0003】

太陽電池は、太陽電池用ガラス基板に光吸収層を積層して構成され、太陽電池の種類に適したガラス基板が用いられる。太陽電池に用いられるガラス基板は、一般に、ガラス板上に、アンダーコート層と、透明導電膜層と表面層とを順に積層して得られる。

【0004】

太陽電池に用いられるガラス基板は、種々の検討がなされている。例えば、特許文献 1 には、ガラス板と、前記ガラス板上に形成した珪素、酸素および炭素を含む下地膜と、前記下地膜と接するように前記下地膜上に形成した酸化錫を主成分とする透明導電膜とを含む透明導電膜付きガラス板であって、J I S R 3 2 5 5 - 1 9 9 7「ガラスを基板とした薄膜の付着性試験」に基づいて測定した前記透明導電膜の付着力が 9 0 m N 以上である透明導電膜付きガラス板が提案されている。

【 0 0 0 5 】

また、カドミウムテルル太陽電池に用いられるガラス基板には、透明導電膜層にフッ素ドーパ酸化スズ (SnO_2 に F を添加した金属酸化物、F T O) を用いることがなされる。例えば、非特許文献 1 には、膜厚 4 0 0 n m の F T O 膜を備えたガラス基板を用いたカ

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 9 4 6 3 号公報

【非特許文献】

【 0 0 0 7 】

【非特許文献 1】Amit H. Munshi、他 6 名、「改善された吸収体の表面安定化処理及び電流収集により 1 8 % を超える効率を有する多結晶 C d T e 太陽電池 (Polycrystalline CdTe photovoltaics with efficiency over 18% through improved absorber passivation and current collection) 」、「太陽エネルギー材料と太陽電池 (Solar Energy Materials and Solar Cells) 」、Volume 176、March 2018、Pages 9-18

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

従来のガラス基板は面内に膜厚分布が大きく、例えばカドミウムテルル太陽電池に用いた場合、色斑が大きくなってしまうことがあった。近年では太陽電池に意匠性が求められる応用もあるため、色斑を抑制できるガラス基板が求められていた。

【 0 0 0 9 】

30

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、色斑を抑制した太陽電池を得られるガラス基板を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意取り組んだところ、アンダーコート層上に特定 2 種の機能性透明膜層を配置し、これらの総膜厚を特定範囲とすることにより上記課題を解決できることを見出し、本発明に至った。

【 0 0 1 1 】

本発明は、下記 < 1 > ~ < 1 0 > に関するものである。

< 1 > ガラス板上に、アンダーコート層と第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層とがこの順に配置され、前記第一の機能性透明膜層はフッ素ドーパ酸化スズからなり、前記第二の機能性透明膜層は酸化スズからなり、前記第一の機能性透明膜層と前記第二の機能性透明膜層の膜厚の合計が 5 5 0 ~ 1 0 0 0 n m である、太陽電池用ガラス基板。

40

< 2 > 前記アンダーコート層が、炭酸化ケイ素、酸化チタン及び酸化ケイ素からなる群から選択される少なくとも 1 つを含有する、前記 < 1 > に記載の太陽電池用ガラス基板。

< 3 > 前記太陽電池用ガラス基板の色差変動 E が 8 . 0 以下である、前記 < 1 > 又は < 2 > に記載の太陽電池用ガラス基板。

< 4 > H a z e 値が 6 . 0 % 以下である、前記 < 1 > ~ < 3 > のいずれか 1 つに記載の太陽電池用ガラス基板。

< 5 > 前記第一の機能性透明膜層の膜厚が 5 0 0 ~ 9 0 0 n m であり、前記第二の機能性

50

透明膜層の膜厚が 6 ~ 1 5 0 n m である、前記 < 1 > ~ < 4 > のいずれか 1 つに記載の太陽電池用ガラス基板。

< 6 > 前記第一の機能性透明膜層と前記第二の機能性透明膜層の膜厚の合計が 6 0 0 ~ 1 0 0 0 n m である、前記 < 1 > ~ < 5 > のいずれか 1 つに記載の太陽電池用ガラス基板。

< 7 > フロートガラス製造プロセスにおいて製膜された、前記 < 1 > ~ < 6 > のいずれか 1 つに記載の太陽電池用ガラス基板。

< 8 > 前記第一の機能性透明膜層と前記第二の機能性透明膜層が互いに接している、前記 < 1 > ~ < 7 > のいずれか 1 つに記載の太陽電池用ガラス基板。

< 9 > 前記 < 1 > ~ < 8 > のいずれか 1 つに記載の太陽電池用ガラス基板を備える、太陽電池。

10

< 1 0 > カドミウムテルル太陽電池である、前記 < 9 > に記載の太陽電池。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明の太陽電池用ガラス基板は、得られる太陽電池の面内での反射色のバラツキを抑制できるので、太陽電池の色斑を小さくできる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の太陽電池用ガラス基板の構成を説明するための一例としての太陽電池用ガラス基板の断面図である。

【図 2】太陽電池用ガラス基板の第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層の総膜厚と、カドミウムテルル太陽電池の色斑との関係のシミュレーション結果を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明について説明するが、以下の説明における例示によって本発明は限定されない。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の太陽電池用ガラス基板の構成を説明するための一例としての太陽電池用ガラス基板の断面図である。

図 1 に示したように、本発明の太陽電池用ガラス基板 1 0 は、ガラス板 1 上に、アンダーコート層 3 と第一の機能性透明膜層 5 と第二の機能性透明膜層 7 がこの順に配置される。第一の機能性透明膜層 5 はフッ素ドーパ酸化スズからなり、第二の機能性透明膜層 7 は酸化スズからなり、第一の機能性透明膜層 5 と第二の機能性透明膜層 7 の膜厚の合計は 5 5 0 ~ 1 0 0 0 n m である。以下、各層について説明する。

30

【 0 0 1 6 】

(ガラス板)

ガラス板 1 は、太陽電池用ガラス基板 1 0 の支持基材である。

ガラス板は、従来太陽電池に用いられているものと同様のものを用いることができる。例えば、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZrO_2 、 Na_2O および K_2O を母組成として含むガラス板が挙げられる。より具体的には、酸化物基準のモル百分率表示で、 SiO_2 を 6 0 ~ 7 5 %、 Al_2O_3 を 1 ~ 7 . 5 %、 B_2O_3 を 0 ~ 1 %、 MgO を 8 . 5 ~ 1 2 . 5 %、 CaO を 1 ~ 6 . 5 %、 SrO を 0 ~ 3 %、 BaO を 0 ~ 3 %、 ZrO_2 を 0 ~ 3 %、 Na_2O を 1 ~ 8 %、 K_2O を 2 ~ 1 2 % 含有するガラス板が挙げられる。ただし、これら組成に限定されるものではない。

40

【 0 0 1 7 】

ガラス板は、太陽電池の発電効率を考慮すると、波長 5 0 0 ~ 8 0 0 n m の光に対する平均透過率が、2 m m 厚み換算で 9 0 . 3 % 以上であることが好ましく、9 0 . 4 % 以上がより好ましく、9 0 . 5 % 以上がさらに好ましい。

【 0 0 1 8 】

また、太陽電池を作製する際に、太陽電池用ガラス基板に対して熱処理を行うことから、ガラス板は良好な耐熱性を有することが好ましい。

50

具体的には、ガラス転移温度 (T_g) は 640 以上であることが好ましく、645 以上がより好ましく、655 以上がさらに好ましい。一方、溶解時の粘性を上げすぎないようにするため、ガラス転移温度は 750 以下であることが好ましく、720 以下がより好ましい。

【0019】

また、ガラス板の 50 ~ 350 における平均熱膨張係数は、モジュール化する際にモジュールが反るのを抑制する点から 70×10^{-7} / 以上が好ましく、 80×10^{-7} / 以上がより好ましい。一方、剥がれ等を抑制する点から、 90×10^{-7} / 以下が好ましく、 85×10^{-7} / 以下がより好ましい。

【0020】

ガラス板の厚みについては特に制限はないが、機械的強度及び光透過性のバランスの観点から、1 ~ 5 mm の範囲であることが好ましい。ガラス板の厚みは、2 mm 以上であることがより好ましく、2.5 mm 以上がさらに好ましく、また 4.5 mm 以下であることがより好ましく、4 mm 以下がさらに好ましく、3.5 mm 以下が特に好ましい。

【0021】

ガラス板の形状は特に限定されず、本発明の太陽電池用ガラス基板を用いて製造される太陽電池の形状に応じて適宜選択できる。例えば、断面形状が平らな平板状であってもよく、曲面状であってもよく、また他の異形状であってもよい。

【0022】

(アンダーコート層)

アンダーコート層 3 は、ガラス板 1 と、第一の機能性透明膜層 5 と第二の機能性透明膜層 7 とを含む機能性透明膜層との間の反射を抑制するために設けられる。また、アンダーコート層を有することにより、太陽電池の作製に際し、熱処理を行った場合であっても、ガラス板からのアルカリの拡散を防止し、機能性透明膜層の変質を防ぐことができる。

【0023】

アンダーコート層を構成する材料としては、炭化酸化ケイ素 ($SiOC$)、酸化チタン (TiO_2)、酸化ケイ素 (SiO_2)、窒化酸化ケイ素 ($SiON$)、酸化スズ (SnO_2) 等が挙げられ、これらの 1 種以上を含むことが好ましい。中でも、ガラス基板上に平坦に蒸着しやすいという観点から、炭化酸化ケイ素 ($SiOC$)、酸化チタン (TiO_2) 及び酸化ケイ素 (SiO_2) からなる群から選択される少なくとも 1 つを含有することが好ましい。

【0024】

アンダーコート層は、1 層からなるものでもよいし、2 層以上が積層された構成でもよい。アンダーコート層の具体的な例としては、例えば、炭化酸化ケイ素 ($SiOC$) の単層からなるものや、酸化チタン (TiO_2) からなる第 1 のアンダーコート層と酸化ケイ素 (SiO_2) からなる第 2 のアンダーコート層とからなる積層構造を有するものなどが挙げられる。

【0025】

アンダーコート層として炭化酸化ケイ素 ($SiOC$) 層を用いる場合、 $SiOC$ 層の膜厚は 10 ~ 150 nm であることが好ましい。 $SiOC$ 層の膜厚が 10 nm 以上であるとガラス板の表面を均一に被覆でき、150 nm 以下であると平坦性を確保できる。

$SiOC$ 層の膜厚は、20 nm 以上であることがより好ましく、25 nm 以上がさらに好ましく、30 nm 以上が特に好ましく、また、100 nm 以下であることがより好ましく、90 nm 以下がさらに好ましく、80 nm 以下が特に好ましい。

【0026】

アンダーコート層として酸化チタン (TiO_2) 層を用いる場合、 TiO_2 層の膜厚は 3 ~ 50 nm であることが好ましい。 TiO_2 層の膜厚が 3 nm 以上であるとガラス板の表面を均一に被覆でき、50 nm 以下であると十分なアルカリバリア性を担保できる。

TiO_2 層の膜厚は、4 nm 以上であることがより好ましく、5 nm 以上がさらに好ましく、6 nm 以上が特に好ましく、また、30 nm 以下であることがより好ましく、25

10

20

30

40

50

nm以下がさらに好ましく、20nm以下が特に好ましい。

【0027】

アンダーコート層として酸化ケイ素(SiO₂)層を用いる場合、SiO₂層の膜厚は10~200nmであることが好ましい。SiO₂層の膜厚が10nm以上であるとガラス板の表面を均一に被覆でき、200nm以下であると十分なアルカリバリア性を担保できる。

SiO₂層の膜厚は、12nm以上であることがより好ましく、15nm以上がさらに好ましく、20nm以上が特に好ましく、また、120nm以下であることがより好ましく、100nm以下がさらに好ましく、70nm以下が特に好ましく、60nm以下が最も好ましい。

10

【0028】

アンダーコート層全体の膜厚としては、10~300nmであることが好ましい。アンダーコート層の総膜厚が10nm以上であると、十分なアルカリバリア性を担保することができ、300nm以下であると、アンダーコート層内で光学干渉による色斑を抑制することができる。

アンダーコート層の総膜厚は、20nm以上であることがより好ましく、25nm以上がさらに好ましく、30nm以上が特に好ましく、また、150nm以下であることがより好ましく、100nm以下がさらに好ましく、80nm以下が特に好ましく、70nm以下が最も好ましい。

20

【0029】

(第一の機能性透明膜層)

本発明において、第一の機能性透明膜層5は、導電性を持ちながら透明性を有する半導体膜層である。第一の機能性透明膜層は、フッ素ドープ酸化スズ(FTO)からなる。

【0030】

第一の機能性透明膜層であるFTO膜中のフッ素(F)の含有量は、太陽電池基板として適切な電気伝導性と透過率の観点から、0.01~10mol%であることが好ましく、0.1~5mol%がより好ましく、0.2~1mol%がさらに好ましい。

【0031】

なお、FTO膜の組成はX線光電子分光法(XPS)や二次イオン質量分析法(SIMS)により同定できる。

30

【0032】

第一の機能性透明膜層の膜厚は500~950nmであることが好ましい。カドミウムテルル太陽電池にFTO膜を用いる場合、FTO膜は500nmよりも薄い膜厚で用いられることが一般的であった。しかし本発明者らの知見により、第一の機能性透明膜層の膜厚を500nm以上とすることで太陽電池の色斑を抑制できることがわかった。また、FTO膜(第一の機能性透明膜層)の膜厚は、950nm以下であると生産性が担保できる。

第一の機能性透明膜層の膜厚は、520nm以上であることが好ましく、530nm以上がより好ましく、550nm以上がさらに好ましく、また、930nm以下であることが好ましく、920nm以下がより好ましく、900nm以下がさらに好ましい。

40

【0033】

(第二の機能性透明膜層)

第二の機能性透明膜層7は、太陽電池中で発生した光ホールと、第一の機能性透明膜層中の伝導キャリアの再結合を防ぎ、太陽電池の効率を改善するための層である。第二の機能性透明膜層は、ノンドープの酸化スズ(SnO₂)からなる。

【0034】

なお、第二の機能性透明膜層の組成も同様に、X線光電子分光法(XPS)や二次イオン質量分析法(SIMS)により同定できる。

【0035】

第二の機能性透明膜層の膜厚は6~150nmであることが好ましい。第二の機能性透

50

明膜層の膜厚が6 nm以上であると、第一の機能性透明膜層を均一に被覆でき、一方、第二の機能性透明膜層が厚くなり過ぎると、太陽電池にとって直接抵抗成分となるため、150 nm以下であることが好ましい。

第二の機能性透明膜層の膜厚は、8 nm以上であることがより好ましく、9 nm以上がさらに好ましく、10 nm以上が特に好ましく、12 nm以上が殊更に好ましく、15 nm以上が最も好ましく、また、100 nm以下であることがより好ましく、90 nm以下がさらに好ましく、80 nm以下が特に好ましい。

【0036】

本発明において、第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層の膜厚の合計は550 ~ 1000 nmである。第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層の総膜厚が550 nm以上であると、太陽電池に用いたときに太陽電池の色斑の抑制効果が発揮され、1000 nm以下であると基板全体の透過率を高くできる。

第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層の総膜厚は、600 nm以上であることが好ましく、650 nm以上がより好ましく、670 nm以上がさらに好ましく、また、950 nm以下であることが好ましく、930 nm以下がより好ましく、900 nm以下がさらに好ましい。

【0037】

本発明の太陽電池用ガラス基板は、第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層の他に、他の機能性透明膜層を備えていてもよい。

他の機能性透明膜層としては、FTO以外の、金属酸化物を主として含んだ透明な半導体膜層や、SnO₂以外の、酸化物を主として含んだ透明な酸化物層等が挙げられる。なお、主として含むとは、金属酸化物或いは酸化物が50質量%以上であることを意味し、他の機能性透明膜層全体に対して70質量%以上であることが好ましく、85質量%以上であることがより好ましい。また、上限は特に限定されないが、半導体膜層において、主成分にドーパント（不純物金属）がドーピングされる場合には、99.9重量%以下が好ましい。

【0038】

このような金属酸化物としては、例えば、ZnO（酸化亜鉛）、In₂O₃（酸化インジウム）、SnO₂（酸化スズ）等が挙げられ、これらの金属酸化物には、Al（アルミニウム）、B（ホウ素）、Ga（ガリウム）、In（インジウム）、Sn（スズ）、Sb（アンチモン）、F（フッ素）等の不純物金属が含まれてもよい。

このような不純物金属が含まれた金属酸化物の具体例としては、例えば、ITO（スズドーピング酸化インジウム、In₂O₃にSnを添加した金属酸化物）、AZO（アルミニウムドーピング酸化亜鉛、ZnOにAlを添加した金属酸化物）、IZO（インジウムドーピング酸化亜鉛、ZnOにInを添加した金属酸化物）、ニオブドーピング酸化チタン、タンタルドーピング酸化チタン、アンチモンドーピング酸化スズ等が挙げられる。

前記酸化物としては、例えば、ZnO（酸化亜鉛）、In₂O₃（酸化インジウム）、TiO₂（酸化チタン）、CdO（酸価カドミウム）等が挙げられる。

【0039】

他の機能性透明膜層は1層であってもよいし、2層以上でもよい。

また、他の機能性透明膜層を設ける位置は特に限定されず、例えば、アンダーコート層と第一の機能性透明膜層との間、第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層との間、第二の機能性透明膜層の表面等が挙げられる。

【0040】

本発明において、第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層は互いが接していることが好ましく、アンダーコート層上に第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層がこの順で積層された構造であることがより好ましい。

【0041】

（太陽電池用ガラス基板の製造方法）

本発明の太陽電池用ガラス基板は、例えば、ガラス板の表面にアンダーコート層、第一

10

20

30

40

50

の機能性透明膜層及び第二の機能性透明膜層を順次製膜することにより製造できる。

【0042】

ガラス板は、ガラス原料を加熱して熔融ガラスを得る溶解工程、熔融ガラスから泡を除く清澄工程、熔融ガラスを板状にしてガラスリボンを得る成形工程、およびガラスリボンを室温状態まで徐冷する徐冷工程により得ることができる。また、熔融ガラスをブロック状に成形し、徐冷した後に、切断、研磨を経てガラス板を製造してもよい。

上記各工程は、従来公知の各方法を用いることができる。製造方法は、実施形態に限定されず、本発明の目的を達成できる範囲で適宜変形や改良等が可能である。

【0043】

アンダーコート層、第一の機能性透明膜層及び第二の機能性透明膜層はいずれも、CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学気相蒸着) 法やスパッタリング法、化学メッキ法、湿式塗布法等により形成できる。スパッタリング法は製板されたガラス板上に製膜する方法であり、化学メッキ法は鏡を作る方法である。

【0044】

CVD法には、オンラインCVD法とオフラインCVD法がある。

オンラインCVD法とはフロートライン上でガラス板の製造過程中に、ガラス板の表面に直接、膜を製膜する方法である。すなわち、ガラス板を得た後に機能性透明膜層等を製膜するのではなく、ガラス板を得る工程の途中で機能性透明膜層等を製膜する。

具体的には、ガラス板の製造の際、ガラスリボンが熔融錫浴の上を移動した後、徐冷されることで、連続的にガラス板が製造されるが、このガラスリボンの移動中に、ガラスリボンの上面に、所望する層の製膜工程を連続的に実施するものである。

【0045】

より具体的には、上記ガラス板の製造方法における徐冷工程の前、すなわち、成形工程でフロートライン上にあるガラスがまだ熱い状態のうちに、気体原料をガラス表面に吹き付けて、反応させながら、所望の層を製膜することで太陽電池用ガラス基板が得られる。

オンラインCVD法はガラス板を製造する一連の工程の中で、アンダーコート層、第一の機能性透明膜層及び第二の機能性透明膜層を形成できることから、製造コストを低く抑えることができるため好ましい。

【0046】

一方で、オフラインCVD法とは、一旦、ガラス製造工程により製造され、適当なサイズに切断されたガラス板を、改めて電気炉に投入して搬送しながら、前記オンラインCVD法と同様に気体原料の反応を利用して、所望の層を製膜する方法である。搬送速度や基板温度を製膜に合わせて設定することができる利点がある反面、製造コストは、オンラインCVD法に比べて高くなる。

【0047】

スパッタリング法を用いる場合には、真空にした容器の中に特殊ガスを極微量注入し、電圧をかけることによって、ガラス板上に所望の機能性透明膜層が形成され、太陽電池用ガラス基板が得られる。

スパッタリング法は一度製板されたガラス板上に層を形成することから、製造コストはかかるものの、所望する様々な組成の層を形成できる。

【0048】

アンダーコート層、第一の機能性透明膜層と第二の機能性透明膜層の厚さは、CVD法の場合、原料の種類、原料ガス濃度、原料ガスのガラスリボンへの吹き付け流速、基板温度、コーティングビーム構造由来の反応ガス滞留時間等により制御できる。またスパッタリング法の場合には、スパッタ時間や電圧等により厚さを制御できる。

【0049】

以下、オフラインCVD法により太陽電池用ガラス基板を製造する場合の方法を説明する。

以下の製造方法では、ガラス板の表面に、アンダーコート層を形成し、続いて第一の機能性透明膜層としてのFTO膜及び第二の機能性透明膜層としての酸化スズ層を製膜する

10

20

30

40

50

。

【 0 0 5 0 】

アンダーコート層として炭化酸化ケイ素層を製膜する場合、原料としては、例えば、モノシラン (SiH_4)、エチレン及び二酸化炭素を含む混合ガスを用いることが好ましい。

。

炭化酸化ケイ素層を製膜する際の温度は、 $700 \sim 1000$ であることが好ましく、 $850 \sim 950$ がより好ましい。

【 0 0 5 1 】

アンダーコート層として酸化チタン層を製膜する場合、原料としては、例えば、オルトチタン酸テトライソプロピル (TTIP)、四塩化チタン等が挙げられる。中でも、オルトチタン酸テトライソプロピル (TTIP) がより好ましい。 10

酸化チタン層を製膜する際の温度は、 $500 \sim 800$ であることが好ましく、 $550 \sim 700$ がより好ましい。

【 0 0 5 2 】

アンダーコート層として酸化ケイ素層を製膜する場合、原料としては、例えば、モノシラン (SiH_4)、エチレン及び二酸化炭素を含む混合ガスを用いることが好ましい。

酸化ケイ素層を製膜する際の温度は、 $500 \sim 800$ であることが好ましく、 $550 \sim 700$ がより好ましい。

【 0 0 5 3 】

アンダーコート層を製膜した後、続けて第一の機能性透明膜層を製膜する。 20

【 0 0 5 4 】

第一の機能性透明膜層であるFTO膜を形成する場合、原料としては、例えば、モノブチル錫トリクロライド、酸素、水、窒素及びトリフロロ酢酸を含有する混合ガスを用いることが好ましい。

FTO膜を製膜する際の温度は、 $500 \sim 800$ であることが好ましく、 $550 \sim 700$ がより好ましい。

【 0 0 5 5 】

第一の機能性透明膜層を製膜した後、続けて第二の機能性透明膜層を製膜する。

【 0 0 5 6 】

第二の機能性透明膜層である酸化スズ (SnO_2) 層を形成する場合、原料としては、例えば、モノブチル錫トリクロライド、ジメチル錫ジクロライド、トリブチル錫、トリメチル錫、四塩化錫のいずれかと、酸素、水及び窒素を含有する混合ガスを用いることが好ましい。 30

酸化スズを製膜する際の温度は、 $400 \sim 800$ であることが好ましく、 $500 \sim 750$ がより好ましい。

【 0 0 5 7 】

第二の機能性透明膜層を製膜した後、徐冷して、ガラス板上にアンダーコート層と第一の機能性透明膜層及び第二の機能性透明膜層が製膜された太陽電池用ガラス基板が得られる。

【 0 0 5 8 】

本発明において、製造コストや製造工程数等の観点から、太陽電池用ガラス基板は、ガラス基板の製造に連続してアンダーコート層と機能性透明膜層を製造する、オンラインCVD法によるフロートガラス製造プロセスにおいて製造されることが好ましい。 40

【 0 0 5 9 】

本発明の太陽電池は本発明の太陽電池用ガラス基板に光吸収層を成膜して得られるが、光吸収層を太陽電池用ガラス基板上に成膜する際、まずn型半導体層を成膜する。このn型半導体層は膜厚が $25 \sim 100 \text{ nm}$ と薄いため、太陽電池用ガラス基板の表面に凹凸があると均一に製膜することができない。

したがって、効率の高い太陽電池を得るには、太陽電池用ガラス基板の表面平坦性が高いことが望ましい。具体的には、 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ の表面形状をAFM (Atomic Force 50

Microscope) で評価した時、基板表面の最大高さと最小高さの差 (Rz) が、n 型半導体層の膜厚よりも小さいことが望ましい。

Rz の値は、50 nm 以下が好ましく、40 nm 以下がより好ましく、30 nm 以下が特に好ましい。

【0060】

また、太陽電池用ガラス基板の表面の粗さは基板の Haze (ヘイズ) 値と比例するため、Haze は表面粗さの指標として広く用いられている。光吸収層を成膜するときに、均一に光吸収層を成膜するには、太陽電池用ガラス基板の Haze 値が 6.0 % 以下であることが好ましい。

Haze 値は、5.5 % 以下であるのがより好ましく、5.0 % 以下がさらに好ましく、4.5 % 以下が特に好ましく、また下限は特に限定されないが、1.0 % 以上であるのが好ましい。

【0061】

なお、Haze 値は、ヘイズメーター (例えば、スガ試験機株式会社製「HZ-V3」) を用い、JIS K 7105 (1981) に準拠して測定できる。

【0062】

本発明の太陽電池用ガラス基板は、色差変動 E が 8.0 以下であることが好ましい。色差変動 E が 8.0 以下であると、太陽電池構造での色差変動を 4.5 以下にすることができる。

色差変動 E は、7.0 以下であることがより好ましく、6.0 以下がさらに好ましく、5.0 以下が特に好ましい。また、色差変動 E は小さければ小さいほど色斑が抑えられるため、下限は特に限定されない。

【0063】

太陽電池用ガラス基板の色差変動 E は、太陽電池用ガラス基板のガラス板側から見た反射色 (a^* , b^*) の分布を測定することにより求められる。具体的に、光源は D65 光源とし、入射角、反射角ともに基板に対して 8° とし、光は基板のガラス面側から照射する。光源のスポットサイズは、ガラス板表面で約 $1 \sim 4 \text{ cm}^2$ になるように調整し、ガラス基板の面内を 3 cm 間隔で反射スペクトルを測定する。得られたスペクトルから各測定点の反射色 (a^* , b^*) を計算する。得られた反射色のデータから、色座標上でのユークリッド距離 $E_{12} = ((a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2)^{0.5}$ が最大になる (a_1^* , b_1^*), (a_2^* , b_2^*) の組み合わせを選び、その E_{12} を太陽電池用ガラス基板の色差変動 E とする。

【0064】

本発明の太陽電池用ガラス基板は、可視光の透過率が 70 % 以上であることが好ましい。該透過率が 70 % 以上であると、太陽電池にしたときに、光変換効率を向上できる。該透過率は、73 % 以上であることがより好ましく、76 % 以上がさらに好ましい。

【0065】

なお、太陽電池用ガラス基板の可視光の透過率は、紫外可視分光光度計により測定できる。

【0066】

本発明の太陽電池用ガラス基板は、その表面層上に光吸収層を製膜することで太陽電池として使用できる。

光吸収層としては、例えば、カドミウムテルル (CdTe)、硫化カドミウム (CdS)、CIGS (Cu/In/Ga/Se)、CIS (Cu/In/Se)、硫化スズ (SnS) 等が挙げられる。中でも、本発明の太陽電池用ガラス基板は、カドミウムテルル太陽電池用として有用である。

【0067】

本発明の太陽電池用ガラス基板を用いた太陽電池は、色差変動 E が 5.0 以下であることが好ましい。色差変動 E が 5.0 以下であると、色斑が小さく、太陽電池の意匠性を向上できる。

10

20

30

40

50

色差変動 E は、 4.7 以下であることがより好ましく、 4.5 以下がさらに好ましく、 4.3 以下が特に好ましく、また色差変動 E は小さければ小さいほど色斑が抑制できるので下限は特に限定されないが、 0.5 以上であることが好ましい。

【0068】

なお、太陽電池の色差変動 E は、上記した太陽電池用ガラス基板の色差変動の測定方法と同様にして、太陽電池のガラス基板側から見た反射色 (a^* , b^*) の分布を測定することにより求められる。具体的に、光源は D65 光源とし、入射角、反射角ともに基板に対して 8° とし、光は基板のガラス面側から照射する。光源のスポットサイズは、ガラス基板表面で約 $1 \sim 4 \text{ cm}^2$ になるように調整し、ガラス基板の面内を 3 cm 間隔で反射スペクトルを測定する。得られたスペクトルから各測定点の反射色 (a^* , b^*) を計算する。得られた反射色のデータから、色座標上でのユークリッド距離 $E_{12} = ((a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2)^{0.5}$ が最大になる (a_1^* , b_1^*), (a_2^* , b_2^*) の組み合わせを選び、その E_{12} を太陽電池の色差変動 E とする。

10

【実施例】

【0069】

以下、本発明を実施例により詳しく説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、以下で作製した例について、例 1 ~ 4、9 ~ 13、17 ~ 23 は実施例であり、例 5 ~ 8、14 ~ 16、24 ~ 29 は比較例である。

【0070】

ガラス基板は、酸化物基準のモル百分率表示で、 SiO_2 を 72% 、 Al_2O_3 を 1.1% 、 MgO と CaO の和が 13.5% 、 Na_2O と K_2O の和が 13.5% 、 Fe_2O_3 と FeO の和が 0.015% 以下の組成で含有するガラス基板を用いた。

20

【0071】

< 実験例 1 >

ガラス板上に CVD 法を用いて薄膜を製膜すると、膜厚に面内ばらつきが生じる。このガラス板の上に太陽電池を製膜すると、光学反射スペクトルがガラス板の面内でばらつき、色斑となる。

実験例 1 では、機能性透明膜層である第一の機能性透明膜層 (FTO 膜) 及び第二の機能性透明膜層 (酸化スズ膜) の総膜厚 (SnO_2 総膜厚) を変えた様々な基板上に積層した太陽電池の色斑を、光学シミュレーションを用いて評価した。光源は D65 光源とし、入射角、反射角ともに基板に対して垂直とした。

30

色斑の大きさは、 SnO_2 総膜厚が、 $\pm 10\%$ 変動した時の、カドミウムテルル型太陽電池の反射色の、 ab 座標上での変化の大きさとした。カドミウムテルル型太陽電池の構造は、膜の組成と膜厚で、 CdTe : 3500 nm / CdS : 50 nm / SnO_2 : 45 nm / FTO (F : SnO_2): $155 \sim 1005 \text{ nm}$ / SiOC : 55 nm / ガラス板: 3.2 mm とした。

【0072】

図 2 は、 SnO_2 総膜厚を横軸にとった時の、カドミウムテルル型太陽電池の色差変動 (E) を示すグラフである。

図 2 より、機能性透明膜層の総膜厚が 400 nm を超えると色差変動 (E) は小さくなり、総膜厚が 500 nm 以上になると E は 6 付近を下回るようになり、総膜厚が 600 nm 以上で E は 4 以下になることが示された。

40

【0073】

< 実験例 2 >

実験例 2 では、例 1 ~ 16 の太陽電池用ガラス基板及び太陽電池を作製した。

【0074】

(例 1)

ソーダライムシリカガラス組成からなる溶融ガラスを $1500 \sim 1600$ のフロートバス中に流し込み、連続的にガラスリボンを流しながら板状ガラスの成形を行った。

厚み 3.2 mm のガラスリボン (ガラス板) 上に、複数のコーティングビームを有する

50

装置を用いて、アンダーコート層、第一の機能性透明膜層（FTO膜）及び第二の機能性透明膜層（SnO₂膜）を形成し、太陽電池用ガラス基板を作製した。

ガラスリボンの温度が700 となる最上流側に位置する第1のコーティングビームから、モノシラン（SiH₄）、エチレン及びCO₂からなる混合ガスを供給し、ガラスリボン上に膜厚55nmのSiOC膜であるアンダーコート層を製膜した。

続いて、ガラスリボンが600 となる下流側に位置する第2のコーティングビームから、モノブチル錫トリクロライド、酸素、水、窒素及びトリフロロ酢酸からなる混合ガスを供給しSiOC膜上に膜厚855nmのF：SnO₂を成分とするFTO膜（F：0.4モル%）を製膜した。

さらに、そのすぐ下流にある第3のコーティングビームから、モノブチル錫トリクロライド、酸素、水及び窒素からなる混合ガスを供給し、膜厚が45nmの酸化スズ（SnO₂）膜を製膜することで、太陽電池用ガラス基板を得た。

【0075】

なお、FTO膜及びSnO₂膜を製膜する際の混合ガスはいずれも、各物質を液相又は気相状態でミキサーに供給し、そこで加熱気化しながら混合して混合ガスとした。

アンダーコート層を製膜する際の第1のコーティングビームから供給した各原料の量は、モノシラン0.12kg/時間（液相）、エチレン0.36kg/時間、CO₂30kg/時間であった。

FTO膜を製膜する際の第2のコーティングビームから供給した各原料の量は、モノブチル錫トリクロライド20.5L/時間（液相）、酸素35.7Nm³/時間、水88.6kg/時間、トリフロロ酢酸4.9L/時間（液相）であった。

SnO₂膜を製膜する際の第3のコーティングビームから供給した各原料の量は、モノブチル錫トリクロライド5.9L/時間（液相）、酸素1.27Nm³/時間、水44.6kg/時間であった。

【0076】

得られた太陽電池用ガラス基板を真空チャンバーに搬送した後、酸化スズ層上に、膜厚50nmの硫化カドミウム層と膜厚3500nmのカドミウムテルル層を、それぞれ440、650 で昇華近接法を用いて製膜した。その後、カドミウムテルルと硫化カドミウムを相互拡散させるために、塩化カドミウムを昇華した後に440 で加熱することで、CdTe（3500nm）/CdS（50nm）/SnO₂（45nm）/FTO（855nm）/SiOC（55nm）/ガラス板（3.2mm）の構成の太陽電池を作製した。

【0077】

（例2～8）

第一の機能性透明膜層（FTO膜）と第二の機能性透明膜層（SnO₂膜）の膜厚を表1に記載のとおりに変更した以外は、例1と同様にして太陽電池用ガラス基板を得て、例1と同様の構成の太陽電池を作製した。

【0078】

（例9）

厚み3.2mmのガラスリボン（ガラス板）上に、複数のコーティングビームを有する装置を用いて、アンダーコート層、第一の機能性透明膜層（FTO膜）及び第二の機能性透明膜層（SnO₂膜）を形成し、太陽電池用ガラス基板を作製した。

ガラスリボンの温度が650 となる最上流側に位置する第1のコーティングビームから、オルトチタン酸テトライソプロピル（TTIP）を供給し、ガラスリボン上に膜厚8nmの酸化チタン膜である第1のアンダーコート層を製膜した。

次に、ガラスリボンが600 となる下流側に位置する第2のコーティングビームから、モノシラン（SiH₄）、エチレン、及びCO₂からなる混合ガスを供給し、酸化チタン膜上に膜厚33nmの酸化ケイ素膜である第2のアンダーコート層を製膜した。

次に、ガラスリボンが600 となる下流側に位置する第3のコーティングビームから、モノブチル錫トリクロライド、酸素、水、窒素及びトリフロロ酢酸からなる混合ガスを

供給し、酸化ケイ素膜上に膜厚 855 nm の F : SnO₂ を成分とする FTO 膜 (F : 0 . 4 モル %) を製膜した。

さらに、そのすぐ下流にある第 4 のコーティングビームから、モノブチル錫トリクロライド、酸素、水及び窒素からなる混合ガスを供給し、膜厚が 45 nm の酸化スズ (SnO₂) 膜を製膜し、太陽電池用ガラス基板を得た。

【 0079 】

なお、FTO 膜及び SnO₂ 膜を製膜する際の混合ガスはいずれも、各物質を液相又は気相状態でミキサーに供給し、そこで加熱気化しながら混合して混合ガスとした。

FTO 膜を製膜する際の第 3 のコーティングビームから供給した各原料の量は、モノブチル錫トリクロライド 20 . 5 L / 時間 (液相) 、酸素 35 . 7 Nm³ / 時間、水 88 . 6 kg / 時間、トリフロロ酢酸 4 . 9 L / 時間 (液相) であった。 10

SnO₂ 膜を製膜する際の第 4 のコーティングビームから供給した各原料の量は、モノブチル錫トリクロライド 5 . 9 L / 時間 (液相) 、酸素 1 . 27 Nm³ / 時間、水 44 . 6 kg / 時間であった。

【 0080 】

得られた太陽電池用ガラス基板を真空チャンバーに搬送した後、酸化スズ層上に、膜厚 50 nm の硫化カドミウム層と膜厚 3500 nm のカドミウムテルル層を、それぞれ 440 、 650 で昇華近接法を用いて製膜した。その後、カドミウムテルルと硫化カドミウムを相互拡散させるために、塩化カドミウムを昇華した後に 440 で加熱することで、CdTe (3500 nm) / CdS (50 nm) / SnO₂ (45 nm) / FTO (855 nm) / SiO₂ (33 nm) / TiO₂ (8 nm) / ガラス板 (3 . 2 mm) の構成の太陽電池を作製した。 20

【 0081 】

(例 10 ~ 16)

第一の機能性透明膜層 (FTO 膜) と第二の機能性透明膜層 (SnO₂ 膜) の膜厚を表 2 に記載のとおりに変更した以外は、例 9 と同様にして太陽電池用ガラス基板を得て、例 9 と同様の構成の太陽電池を作製した。

【 0082 】

< 色差変動 (E) の測定 >

例 1 ~ 16 で作製した太陽電池用ガラス基板及び太陽電池それぞれについて、色差変動 (色斑の大きさ) を測定した。 30

色斑の大きさを計算するために、太陽電池用ガラス基板についてはガラス板側、太陽電池についてはガラス基板側から見た反射色 (a^{*} , b^{*}) の分布を測定した。光源は D65 光源とし、入射角、反射角ともに基板に対して垂直とした。光は基板のガラス面側から照射した。光源のスポットサイズは、ガラス板 / ガラス基板表面で約 1 cm² になるように調整した。ガラス基板の面内を 3 cm 間隔で反射スペクトルを測定した。得られたスペクトルから各測定点の反射色 (a^{*} , b^{*}) を計算した。

得られた反射色のデータから、色座標上でのユークリッド距離 $E_{12} = ((a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2)^{0.5}$ が最大になる (a₁^{*} , b₁^{*}) , (a₂^{*} , b₂^{*}) の組み合わせを選び、その E₁₂ を太陽電池用ガラス基板又は太陽電池の色差変動 E とした。 40

結果を表 1 又は表 2 に示す。

【 0083 】

【表 1】

表1

	太陽電池用ガラス基板の構成			FTO+SnO ₂ (nm)	a*	b*	太陽電池の 色差変動 (ΔE)	太陽電池用 ガラス基板の 色差変動 (ΔE)
	SiOC (nm)	FTO (nm)	SnO ₂ (nm)					
例1	55	855	45	900	-0.62	-1.46	1.2	2.1
例2	55	755	45	800	-0.94	-1.60	1.6	3.9
例3	55	655	45	700	-1.37	-1.47	1.8	4.2
例4	55	555	45	600	-0.25	-1.29	3.0	7.4
例5	55	455	45	500	-2.38	-0.85	6.2	11.3
例6	55	355	45	400	-1.94	0.08	8.6	19.8
例7	55	255	45	300	-0.11	-1.77	9.6	17.5
例8	55	155	45	200	-0.42	-3.58	9.0	13.1

10

【0084】

【表 2】

20

表2

	太陽電池用ガラス基板の構成				FTO+SnO ₂ (nm)	a*	b*	太陽電池の 色差変動 (ΔE)	太陽電池用 ガラス基板の 色差変動 (ΔE)
	TiO ₂ (nm)	SiO ₂ (nm)	FTO (nm)	SnO ₂ (nm)					
例9	8	33	855	45	900	-0.97	-1.23	1.0	2.0
例10	8	33	755	45	800	-1.28	-1.35	1.2	3.3
例11	8	33	655	45	700	-1.63	-1.29	1.5	3.8
例12	8	33	555	45	600	-0.45	-1.26	2.9	7.6
例13	10	36	555	45	600	-0.73	-1.19	2.2	6.2
例14	8	33	455	45	500	-2.66	-0.95	5.1	10.6
例15	8	33	355	45	400	-1.99	0.07	6.7	16.0
例16	8	33	255	45	300	-0.73	-1.19	5.3	12.2

30

【0085】

表1、2の結果より、FTO膜とSnO₂膜の総膜厚が550nm以上である、例1～4、9～13で作製した太陽電池用ガラス基板はいずれも、色差変動Eは8.0以下であった。また、例1～4、9～13で作製した太陽電池は、いずれも色差変動Eが5.0以下であり、色斑が抑えられることがわかった。

40

【0086】

< 実験例3 >

実験例3では、例17～29の太陽電池用ガラス基板及び太陽電池を作製した。

【0087】

(例17～29)

第一の機能性透明膜層(FTO膜)と第二の機能性透明膜層(SnO₂膜)の膜厚を表3に記載のとおりに変更した以外は、実験例2の例1と同様にして太陽電池用ガラス基板を得て、例1と同様の構成の太陽電池を作製した。

【0088】

50

< H a z e (ヘイズ) の測定 >

例 17 ~ 29 で作製した太陽電池用ガラス基板について、スガ試験機株式会社製ヘイズメーター「H Z - V 3」を用い、J I S K 7 1 0 5 (1 9 8 1 に準拠して H a z e 値を測定した。

結果を表 3 に示す。

【 0 0 8 9 】

< 色差変動 (E) の測定 >

例 17 ~ 29 で作製した太陽電池用ガラス基板及び太陽電池について、実験例 2 で測定したのと同様にして太陽電池用ガラス基板及び太陽電池の色差変動 E を測定した。

結果を表 3 に示す。

【 0 0 9 0 】

【表 3】

表3

	太陽電池用ガラス基板の構成			FTO+SnO ₂ (nm)	a*	b*	太陽電池	太陽電池用ガラス基板	
	SiOC (nm)	FTO (nm)	SnO ₂ (nm)				色差変動 (ΔE)	色差変動 (ΔE)	Haze (%)
例17	55	639	21	660	-1.21	-1.07	2.0	4.4	4.3
例18	55	637	19	656	-1.09	-1.07	2.0	4.5	3.5
例19	55	628	9	637	-0.53	-1.23	2.0	5.1	4.0
例20	55	610	22	631	-0.41	-1.31	2.0	5.4	4.0
例21	55	593	12	605	-0.54	-1.54	2.7	7.1	3.7
例22	55	575	25	601	-0.68	-1.52	2.9	7.4	3.8
例23	55	554	9	563	-2.56	-0.82	3.4	8.0	3.4
例24	55	456	27	483	0.22	-2.19	4.9	13.4	2.4
例25	55	443	16	459	-0.33	-1.08	6.2	17.1	2.0
例26	55	439	15	454	-0.61	-0.78	6.4	16.8	1.8
例27	55	440	12	452	-0.74	-0.67	6.5	16.7	1.8
例28	55	433	18	451	-0.81	-0.61	6.6	16.7	1.9
例29	55	438	12	449	-0.95	-0.51	6.6	16.5	1.9

【 0 0 9 1 】

表 3 の結果より、F T O 膜と S n O ₂ 膜の厚みを変更しても、総膜厚を 5 5 0 n m 以上とすることで、太陽電池用ガラス基板の色差変動 E は 8 . 0 以下となり、また太陽電池の色差変動 E は 5 . 0 以下となった。これにより、例 17 ~ 23 で作製された太陽電池は色斑が抑えられることがわかった。

また、実施例である例 17 ~ 23 の太陽電池用ガラス基板は、H a z e 値が 6 . 0 % 以下であり、光吸収層の製膜性に優れることがわかった。

なお、例 17 ~ 29 はアンダーコート層として炭化酸化ケイ素 (S i O C) 層を製膜した例であるが、H a z e 値は F T O 膜と S n O ₂ 膜の厚みの総和で概ね決まるため、ガラス板上にアンダーコート層として酸化チタン (T i O ₂) 層と酸化ケイ素 (S i O ₂) 層を順に積層した積層膜 (S i O ₂ / T i O ₂) を用いた場合も同程度の H a z e 値になると想定される。

【符号の説明】

【 0 0 9 2 】

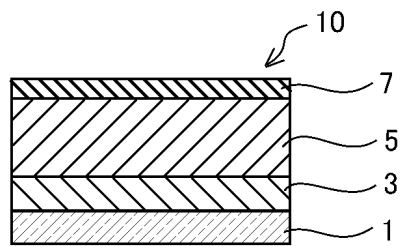
1 ガラス板

3 アンダーコート層

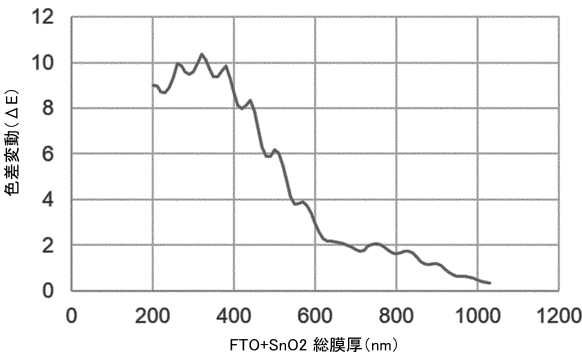
5 第一の機能性透明膜層

7 第二の機能性透明膜層
10 太陽電池用ガラス基板

【図面】
【図1】



【図2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

F ターム (参考) EA04 EA05 EA11 EB03 EB04 GA02 GA04 GA12
 5F151 AA09 GA03