

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006 年 6 月 1 日 (01.06.2006)

PCT

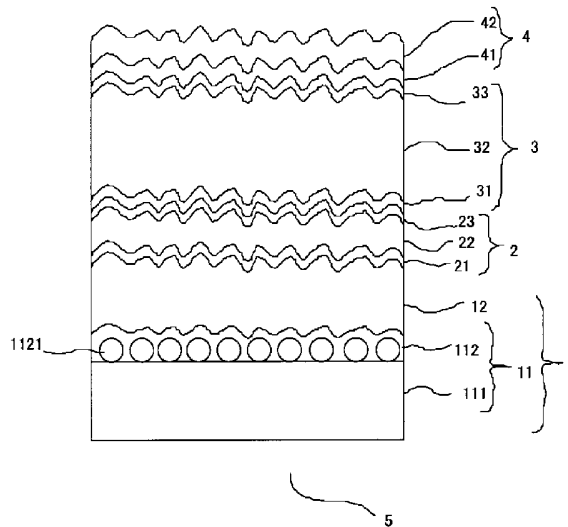
(10) 国際公開番号
WO 2006/057161 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/0236 (2006.01) *H01L 31/075* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/020512
- (22) 国際出願日: 2005 年 11 月 9 日 (09.11.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2004-343868
2004 年 11 月 29 日 (29.11.2004) JP
特願 2005-028720 2005 年 2 月 4 日 (04.02.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社力ネカ (KANEKA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5308288 大阪府大阪市北区中之島三丁目 2-4 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 敏明 (SASAKI, Toshiaki) [JP/JP]; 〒5200104 滋賀県大津市比叡辻 2-1-2-131 Shiga (JP). 小井 洋平 (KOI, Yohei) [JP/JP]; 〒5200103 滋賀県大津市木の岡町 24-8-304 Shiga (JP). 多和田 裕子 (TAWADA, Yuko) [JP/JP]; 〒5660073 大阪府摂津市鳥飼和道 1 丁目 8-28-304 Osaka (JP). 末崎 恭 (SUEZAKI, Takashi) [JP/JP]; 〒5240021 滋賀県守山市吉山 3 丁目 18-52-405 Shiga (JP). 山本 憲治 (YAMAMOTO, Kenji) [JP/JP]; 〒6512277 兵庫県神戸市西区美賀多台 1 丁目 2-W1406 Hyogo (JP).
- (74) 共通の代表者: 株式会社力ネカ (KANEKA CORPORATION); 〒5308288 大阪府大阪市北区中之島三丁目 2-4 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE FOR THIN FILM PHOTOELECTRIC CONVERTER AND THIN FILM PHOTOELECTRIC CONVERTER EQUIPPED WITH IT

(54) 発明の名称: 薄膜光電変換装置用基板、及びそれを備えた薄膜光電変換装置



(57) Abstract: A substrate for a thin film photoelectric converter in which the characteristics do not deteriorate when protrusions and recesses of the substrate for a thin film photoelectric converter are increased effectively, and a thin film photoelectric converter employing that substrate and exhibiting improved performance. Since the surface area ratio of a transparent electrode layer in the substrate for a thin film photoelectric converter is set in the range of 55-95%, protrusions and recesses are increased effectively to effectively enhance light confinement effect, and deterioration of characteristics due to sharpening of the protrusions and recesses is suppressed, whereby the substrate for a thin film photoelectric converter capable of enhancing the characteristics of the thin film photoelectric converter can be provided.

(57) 要約: 薄膜光電変換装置用基板の凹凸を効果的に増大させた場合に、特性低下が生じない薄膜光電変換装置用基板、及びその基板を用いた性能が改善された薄膜光電変換装置を提供することを目的とする。本発明によれば、薄膜光電変換装置用基板の透明電極層の表面面積比

[続葉有]



WO 2006/057161 A1



- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

を55%以上95%以下とすることにより、凹凸を効果的に増大させて光閉じ込め効果を増加させるとともに、凹凸の先鋭化による特性低下を抑制して、薄膜光電変換装置の特性を向上する薄膜光電変換装置用基板を提供することが出来る。

明 細 書

薄膜光電変換装置用基板、及びそれを備えた薄膜光電変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、薄膜光電変換装置用基板およびそれを備えた薄膜光電変換装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、太陽電池を含む光電変換装置の低コスト化、高効率化を両立するために原材料が少なくすむ薄膜光電変換装置が注目され、開発が精力的に行われている。特に、ガラス等の安価な基板上に低温プロセスを用いて良質の半導体層を形成する方法が低コストを実現可能な方法として期待されている。

[0003] このような薄膜光電変換装置は、一般に透明絶縁基板上に順に積層された透明電極層と、1つ以上の光電変換ユニットと、及び裏面電極層とを含んでいる。ここで、光電変換ユニットは一般にp型層、i型層、及びn型層がこの順、またはその逆順に積層されてなり、その主要部を占めるi型の光電変換層が非晶質のものは非晶質光電変換ユニットと呼ばれ、i型層が結晶質のものは結晶質光電変換ユニットと呼ばれている。

[0004] 薄膜光電変換装置の製造においては、透明絶縁基板上に透明電極層を堆積してなる薄膜光電変換装置用基板が用いられる。透明絶縁基板として一般にガラス基板が用いられる。ガラス基板上には透明電極層として、たとえば厚さ700nmのSnO₂膜が熱CVD法にて形成される。

[0005] 薄膜光電変換装置用基板の上に形成される各々の光電変換ユニットは、p型層、実質的に真性な光電変換層であるi型層、およびn型層から成るpin接合によって構成される。このうちi型層に非晶質シリコンを用いたものを非晶質シリコン光電変換ユニット、結晶質を含むシリコンを用いたものを結晶質シリコン光電変換ユニットと呼ぶ。なお、非晶質あるいは結晶質のシリコン系材料としては、半導体を構成する主要元素としてシリコンのみを用いる場合だけでなく、炭素、酸素、窒素、ゲルマニウムなどの元素をも含む合金材料も用い得る。また、導電型層の主要構成材料としては、必ずし

もi型層と同質のものである必要はなく、例えば非晶質シリコン光電変換ユニットのp型層に非晶質シリコンカーバイドを用い得るし、n型層に結晶質を含むシリコン層(μ c-Siとも呼ばれる)も用い得る。

- [0006] 光電変換ユニットの上に形成される裏面電極層としては、例えば、Al、Agなどの金属層をスパッタ法または蒸着法により形成する。また、光電変換ユニットと金属電極との間に、ITO、SnO₂、ZnO等の導電性酸化物からなる層を形成しても構わない。
- [0007] 基板側から光を入射するタイプの光電変換装置にて用いられる透明絶縁基板には、ガラス、透明樹脂等から成る板状部材やシート状部材が用いられる。
- [0008] 透明電極層は、例えば、SnO₂、ZnO等の導電性金属酸化物が用いられ、CVD、スパッタ、蒸着等の方法で形成される。透明電極層はその表面に微細な凹凸を有することにより、入射光の散乱を増大させる効果を有することが望ましい。
- [0009] 薄膜光電変換装置の一例である非晶質シリコン光電変換装置は、単結晶や多結晶光電変換装置に比べ、初期光電変換効率が低く、さらに光劣化現象により変換効率が低下するという問題がある。そこで、薄膜多結晶シリコンや微結晶シリコンのような結晶質シリコンを光電変換層として用いた結晶質シリコン薄膜光電変換装置が、低コスト化と高効率化とを両立可能なものとして期待され、検討されている。なぜなら、結晶質シリコン薄膜光電変換装置は、非晶質シリコンの形成と同様にプラズマCVD法にて低温形成でき、さらに光劣化現象がほとんど生じないからである。また、非晶質シリコン光電変換層が長波長側において800nm程度の波長の光を光電変換し得るのに対し、結晶質シリコン光電変換層はそれより長い約1200nm程度の波長の光までを光電変換することができる。
- [0010] また、光電変換装置の変換効率を向上させる方法として、2つ以上の光電変換ユニットを積層した、積層型と呼ばれる構造を採用した光電変換装置が知られている。この方法においては、光電変換装置の光入射側に大きな光学的禁制帯幅を有する光電変換層を含む前方光電変換ユニットを配置し、その後ろに順に小さなバンドギャップを有する光電変換層を含む後方光電変換ユニットを配置することにより、入射光の広い波長範囲にわたる光電変換を可能にし、入射する光を有効利用することにより装置全体としての変換効率の向上が図られている。(本願では、相対的に光入射側

に配置された光電変換ユニットを前方光電変換ユニットと呼び、これよりも相対的に光入射側から遠い側に隣接して配置された光電変換ユニットを後方光電変換ユニットと呼ぶ。)

ところで、薄膜光電変換装置は、従来のバルクの単結晶や多結晶シリコンを使用した光電変換装置に比べて光電変換層を薄くすることが可能であるが、反面、薄膜全体の光吸収が膜厚によって制限されてしまうという問題がある。そこで、光電変換層を含む光電変換ユニットに入射した光をより有効に利用するために、光電変換ユニットに接する透明導電膜あるいは金属層の表面を凹凸化(テクスチャ化)し、その界面で光を散乱した後、光電変換ユニット内へ入射させることで光路長を延長せしめ、光電変換層内での光吸収量を増加させる工夫がなされている。この技術は「光閉じ込め」と呼ばれており、高い光電変換効率を有する薄膜光電変換装置を実用化する上で、重要な要素技術となっている。

[0011] 薄膜光電変換装置に最適な透明電極層の凹凸形状を求めるために、凹凸の形状を定量的に示す指標が必要である。従来、一般的に用いられている凹凸の形状を表す指標として、ヘイズ率、算術平均粗さ(Ra)、二乗平均平方根粗さ(RMS)がある。

[0012] ヘイズ率とは、透明な基板の凹凸を光学的に評価する指標で、(拡散透過率/全光線透過率)×100[%]で表されるものである(JIS K7136)。ヘイズ率の測定は、ヘイズ率を自動測定するヘイズメータが市販されており、容易に測定することができる。測定用の光源としては、C光源を用いて測定するものが一般的である。

[0013] 算術平均粗さは、中心線平均粗さ、平均粗さ、ラフネス・アベレージ・オブ・ザ・サーフェス(Roughness Average of the Surface)とも呼ばれる。略称としてRaあるいはSaが用いられる。基板に鉛直方向の高さをZ、高さの平均値をZaveとしたとき、3次元の凹凸形状について、Raは(1式)で定義される。

[0014] [数1]

$$R_a = \frac{1}{MN} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N |Z(x_j, y_k) - Z_{ave}| \quad (1 \text{ 式})$$

[0015] ただし、測定点数はM×N点である。Z(x_j, y_k)は、座標(x_j, y_k)における高さ、ZaveはM×N点の高さの平均値である。1式より、Raとは各点の高さとZaveの差の絶対

値を、平均したものであることがわかる。Raの測定は、原子間力顕微鏡(AFM)、走査トンネル顕微鏡(STM)などの走査型顕微鏡で測定することができる。

- [0016] 二乗平均平方根粗さは、ルート・ミーン・スクエア・デビエーション・オブ・ザ・サーフェス(Root-Mean-Square Deviation of the Surface)とも呼ばれる。略称としてRMSあるいはSqが用いられる。RMSは3次元の凹凸形状について求めるとき、(2式)で定義される(ISO4287/1)。

- [0017] [数2]

$$S_q = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N (Z(x_j, y_k) - Z_{ave})^2} \quad (2式)$$

- [0018] 2式より、RMSは各点の高さ $Z(x_j, y_k)$ と Z_{ave} の差の二乗を平均し、その平方根を取ったものである。RMSの測定は、Raと同様にAFMまたはSTMなどの走査型顕微鏡で測定することができる。

- [0019] (先行例1)

特許文献1には、ガラス基体の上に透明電極層としてZnOを堆積した薄膜光電変換装置用基板を用いて、薄膜半導体に非晶質シリコンを用いた薄膜光電変換装置の例が開示されている。透明電極層の凹凸は、光閉じ込めの効果を大きくするためには凹凸が大きいほど望ましいが、凹凸を大きくしすぎると薄膜半導体層の成長が阻害されて薄膜光電変換装置の特性を落とす場合があることが指摘されている。具体的には、凹凸の指標として、Raを用い、Raが $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $2 \mu\text{m}$ 以下が好ましいとしている。Raが $0.1 \mu\text{m}$ 未満では凹凸面が光学的に平坦面に近づき光閉じ込め効果が小さくなり望ましくないとしている。また、Raが $2 \mu\text{m}$ を超えると薄膜半導体層の成長が阻害されて膜質が悪くなるので望ましくないとしている。

特許文献1:特開2003-115599号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0020] 本発明者らは、透明電極層の凹凸の形状が様々に異なる薄膜光電変換装置用基板を作製し、それを用いた薄膜光電変換装置の特性を鋭意検討したところ、前述の

先行例1とは異なり、Raが2 μ m以下の場合においても、薄膜光電変換装置のVoc、FFの低下が大きく、薄膜半導体層の成長が阻害されている場合がある問題を見出した。

[0021] また、ヘイズ率、Ra、RMSの大小と薄膜光電変換装置の特性との間に、明確な相関が見られない場合があり、ヘイズ率、Ra、RMSは薄膜光電変換装置用基板の凹凸の良い指標とは言えない問題が明らかになった。

[0022] 上記の問題を鑑み、本発明の目的は、薄膜光電変換装置用基板の凹凸を効果的に増大させた場合に、特性低下が生じない薄膜光電変換装置用基板、及びその基板を用いた性能が改善された薄膜光電変換装置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

[0023] 本発明の薄膜光電変換装置用基板は、透明絶縁基板とその上に堆積された透明電極層とからなる薄膜光電変換装置用基板であって、前記透明電極層の表面は表面面積比が55%以上95%以下であることを特徴とする薄膜光電変換装置用基板であるので、凹凸を効果的に増大させて光閉じ込め効果を増加させるとともに、特性低下を抑制して、薄膜光電変換装置の特性を向上する薄膜光電変換装置用基板を提供することが出来る。

[0024] 前記透明電極層としては、少なくとも酸化亜鉛を含むことが好ましく、表面面積比を最適範囲とする薄膜光電変換装置用基板を安価に提供することが出来る。

[0025] 前記透明絶縁基板としては、主にガラス基板からなるとが好ましく、透過率が高く安価な薄膜光電変換装置用基板を提供することが出来る

このような本発明の薄膜光電変換装置用基板の上に1以上の光電変換ユニット、及び裏面電極層の順に積層されてなる薄膜光電変換装置は、高い特性を有し、かつ安価である。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、表面面積比を薄膜光電変換装置用基板の凹凸の指標とすることにより、薄膜光電変換装置に好適な凹凸形状を判定することができる。また、表面面積比を55%以上95%以下とすることによって、凹凸を効果的に増大させて光閉じ込め効果を増加させるとともに、凹凸の先鋭化による特性低下を抑制して、薄膜光電変換

換装置の特性を向上する薄膜光電変換装置用基板を提供することが出来る。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1]薄膜光電変換装置用基板および薄膜光電変換装置の構造
[図2]SDRの解説図
[図3]Raに対するEffの相関図
[図4]Raに対するJscの相関図
[図5]Raに対するFFの相関図
[図6]Raに対するVocの相関図
[図7]RMSに対するEffの相関図
[図8]Hzに対するEffの相関図
[図9]Ra、RMSに対するHzの相関図
[図10]Sdrに対するEffの相関図
[図11]Sdrに対するJscの相関図
[図12]Sdrに対するFFの相関図
[図13]Sdrに対するVocの相関図
[図14]Sdrに対するHzの相関図

符号の説明

- [0028] 1 光電変換装置用基板
11 透明絶縁基板
111 透光性基体
112 透光性下地層
1121 透光性微粒子
1122 透光性バインダー
12 透明電極層
2 前方光電変換ユニット
21 一導電型層
22 光電変換層
23 逆導電型層

- 3 後方光電変換ユニット
- 31 一導電型層
- 32 光電変換層
- 33 逆導電型層
- 4 裏面電極層
- 41 導電性酸化物層
- 42 金属層
- 5 薄膜太陽電池

発明を実施するための最良の形態

- [0029] 以下において本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお本願の各図において、厚さや長さなどの寸法関係については図面の明瞭化と簡略化のため適宜変更されており、実際の寸法関係を表してはいない。また、各図において、同一の参照符号は同一部分または相当部分を表している。
- [0030] 光閉じ込めの効果を大きくするためには凹凸を大きくすることが望ましいが、凹凸を大きくすると先鋭化して薄膜光電変換装置の特性を落とす場合があることが指摘されている。凹凸が先鋭化すると薄膜光電変換装置の特性としては、開放電圧(Voc)、曲線因子(FF)が低下して、変換効率(Eff)が低下する。また、場合によっては、短絡電流密度(Jsc)も低下する。
- [0031] 薄膜光電変換装置の特性が低下する理由として、以下の原因が挙げられる。凹凸が先鋭化して透明電極層に鋭角的に尖った凸部、峡谷状の凹部があると、薄膜半導体層の成長が阻害されて、透明電極層を半導体層で均一に覆うことができなくなる、いわゆるカバレッジの低下が起こり、接触抵抗の増加、リーク電流の増加が起こって、主にVocとFFが低下して、Effが低下する。また、凹凸が先鋭化すると、透明電極層上の半導体層の成長が阻害されて、半導体層の膜質が低下して、キャリア再結合による損失が多くなり、Voc、FFおよびJscが低下し、Effが減少する。
- [0032] 発明者らは、透明電極層の凹凸の形状が様々に異なる薄膜光電変換装置用基板を作製し、それを用いた薄膜光電変換装置の特性を鋭意検討したところ、前述の先行例1とは異なり、Raが2 μ m以下の場合においても、薄膜光電変換装置のVoc、F

Fの低下が大きく、薄膜半導体層の成長が阻害されている場合がある問題を見出した。

[0033] また、ヘイズ率、Ra、RMSの大小と薄膜光電変換装置の特性との間に、明確な相関が見られない場合があり、ヘイズ率、Ra、RMSは薄膜光電変換装置用基板の凹凸の良い指標とは言えない問題が明らかになった。

[0034] 上記課題を解決するために、薄膜光電変換装置用基板とそれを用いた薄膜光電変換装置についてさらに鋭意検討したところ、薄膜光電変換装置用基板の凹凸の指標として「表面面積比」(Sdr)を用いることが良いことを発見した。すなわち、本発明の薄膜光電変換装置用基板は、表面面積比(Sdr)が55%以上95%以下であることを特徴としていることによって課題を解決する。

[0035] ここで凹凸の評価指標とした、表面面積比は、ディベロップト・サーフェス・エリア・レシオ(Developed Surface Area Ratio)とも呼ばれる。略称としてSdrが用いられる。Sdrは(3式)および(4式)で定義(K. J. Stout, P. J. Sullivan, W. P. Dong, E. Manisah, N. Luo, T. Mathia: "The development of methods for characterization of roughness on three dimensions", Publication no.EUR 15178 EN of the Commission of the European Communities, Luxembourg, pp.230-231,1994)。

[0036] [数3]

$$S_{dr} = \frac{\left(\sum_j^{M-1} \sum_k^{N-1} A_{jk} \right) - (M-1)(N-1)\Delta X \Delta Y}{(M-1)(N-1)\Delta X \Delta Y} \times 100\% \quad (3式)$$

[0037] ただし、 A_{jk} は次式で示される。

[0038] [数4]

$$A_{jk} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{\Delta Y^2 + \{Z(x_j, y_k) - Z(x_{j+1}, y_{k+1})\}^2} + \sqrt{\Delta Y^2 + \{Z(x_{j+1}, y_k) - Z(x_{j+1}, y_{k+1})\}^2} \right] \\ \times \frac{1}{2} \left[\sqrt{\Delta X^2 + \{Z(x_j, y_k) - Z(x_{j+1}, y_k)\}^2} + \sqrt{\Delta X^2 + \{Z(x_j, y_{k+1}) - Z(x_{j+1}, y_{k+1})\}^2} \right] \quad (4式)$$

[0039] ここで、 ΔX 、 ΔY はそれぞれX方向、Y方向の測定間隔の距離である。

[0040] 3式と4式の意味を、図2を用いて説明する。Sdrは、平坦なXY平面の面積に対し

て、表面積が増加した割合を示す。つまり、凹凸が大きく、鋭く尖っているほどSdrは大きくなる。3式に対応してSdrの意味をわかり易く示すと、(5式)のようになる。

[0041] [数5]

$$S_{dr} = \left\{ \frac{\text{近似表面積} - \Delta X \Delta Y}{\Delta X \Delta Y} \text{の平均} \right\} \times 100\% \quad (5 \text{ 式})$$

[0042] ここで近似表面積は(6式)で示される。

[0043] [数6]

$$\text{近似表面積} = \frac{(a+c)}{2} \times \frac{(b+d)}{2} \quad (6 \text{ 式})$$

[0044] ただし、a、b、c、dは図2に示すように、隣接する測定点を結んだ線分の長さである。Sdrの測定は、Ra、RMSと同様にAFMまたはSTMなどの走査型顕微鏡で測定することができる。

[0045] 薄膜光電変換装置用基板の凹凸の鋭さは、走査型電子顕微鏡(SEM)の断面像や透過型電子顕微鏡(TEM)の断面像でもある程度判断できるが、定量的に判定するのは困難である。薄膜光電変換装置用基板の凸部や凹部の断面形状は直線的であるとは限らず、一般に、曲率半径や大きさがばらついた曲面なので、凹凸を角度で定義するのは困難であり、断面像で凹凸の鋭さを定量的に測定するのは困難である。また、断面像は、薄膜光電変換装置用基板の1つの断面を示しているに過ぎず、薄膜光電変換装置用基板の凹凸形状を的確に代表しているとは限らない。

[0046] これに対して、Sdrは、凹凸の曲率半径や大きさがばらついていても、定量的に測定可能である。また、Sdrは、1つの断面の測定ではなく、3次元の測定を行なっているので、薄膜光電変換装置用基板の凹凸形状をよりの確に代表しているといえる。

[0047] 表面面積比(Sdr)の範囲は、55%以上95%以下が望ましい。後述で詳細に説明する図10に示すように、Sdrに対して薄膜光電変換装置のEffは相関がみられ、Sdrの増加に対してEffは極大値をもつ。Sdrは、高いEffを得るための、薄膜光電変換装置用基板の最適な表面形状を示す指標として用いることが出来る。Sdrが95%より大きい場合は、開放電圧(Voc)、曲線因子(FF)が低下して、Effが低下する。場合によっては、短絡電流密度(Jsc)が低下して、Effが低下する。Sdrが95%以上で

Voc、FFが低下するのは、薄膜光電変換装置用基板の凹凸が鋭角的になって、透明電極層上のシリコン半導体層のカバレッジが悪くなって、接触抵抗の増加またはリーク電流の増加がおきるためと考えられる。また、Sdrが95%以上でJscが低下するのは、透明電極層上の半導体層の成長が阻害されて、半導体層の膜質が低下して、キャリア再結合による損失が多くなるためと考えられる。また、Sdrが55%未満の場合は、薄膜光電変換装置用基板の凹凸の大きさが小さくなるため、光閉じ込めの効果が弱くなり、短絡電流密度(Jsc)が低下してEffが低下するといえる。

[0048] 図1に、本発明の実施形態の一例による薄膜光電変換装置用基板および薄膜光電変換装置の断面図を示す。透明絶縁基板11上に、透明電極層12を形成した薄膜光電変換装置用基板1を備える。その上に、前方光電変換ユニット2、後方光電変換ユニット3、および裏面電極層4の順に配置され、薄膜光電変換装置5を形成している。

[0049] 透明絶縁基板11には、ガラス、透明樹脂等から成る板状部材やシート状部材が主に用いられる。特に透明絶縁基板として主にガラス基板を用いると、透過率が高く、安価であることから、透明絶縁基板として望ましい。

[0050] 透明絶縁基板11は薄膜光電変換装置5を構成した際に光入射側に位置することから、より多くの太陽光を透過させて非晶質または結晶質の光電変換ユニットに吸収させるために、できるだけ透明であることが好ましく、その材料としてはガラス板が好適である。同様の意図から、太陽光の光入射面における光反射ロスを低減させるように、透明絶縁基板の光入射面に無反射コーティングを行うことが望ましい。

[0051] 透光性絶縁基板11にはガラス基板を単体で用いることが可能であるが、さらに、透光性絶縁基板11は、基体が平滑な表面を有するガラスなどの透光性基体111と透光性下地層112との積層体からなることがより好ましい。このとき透光性下地層112は該透明電極層12側の界面に二乗平均平方根粗さが5～50nmである微細な表面凹凸を有し、その凸部は曲面からなることを特徴とすることが好ましい。上記のような透光性下地層112を備えることによっても、表面面積比を望ましい値に制御することが可能である。

[0052] 透光性下地層112は、例えば、透光性微粒子1121を、溶媒を含んだバインダー

形成材料と共に塗布することで作製できる。具体的には、透光性のバインダーとして、シリコン酸化物、アルミニウム酸化物、チタン酸化物、ジルコニウム酸化物およびタンタル酸化物などの金属酸化物が挙げられる。また、透光性微粒子1121としては、シリカ(SiO_2)、酸化チタン(TiO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、酸化インジウム錫(ITO)、またはフッ化マグネシウム(MgF_2)等が用いられ得る。透光性基体111の表面に上記塗布液を塗布する方法としては、ディッピング法、スピコート法、バーコート法、スプレー法、ダイコート法、ロールコート法、フローコート法等が挙げられるが、透光性微粒子を緻密かつ均一に形成するにはロールコート法が好適に用いられる。塗布操作が完了したら、直ちに塗布薄膜を加熱乾燥する。

[0053] 透明絶縁基板11上に配置される透明電極層12の材料としては、その上に形成される半導体層と接する面に少なくともZnOを含む透明電極層を用いることが好ましい。なぜなら、ZnOは200℃以下の低温でも光閉じ込め効果を有するテクスチャが形成でき、かつ耐プラズマ性の高い材料であるため、光電変換ユニットが結晶質光電変換ユニットを有する薄膜光電変換装置に好適だからである。例えば、本発明の薄膜光電変換装置用基板のZnO透明電極層は、基板温度が200℃以下で減圧条件下のCVD法にて形成され、粒径が概ね50～500nmで、かつ凹凸の高さが概ね20～200nmの表面凹凸を有する薄膜であることが薄膜光電変換装置の光閉じ込め効果を得る点で好ましい。なお、ここでいう基板温度とは、基板が製膜装置の加熱部と接している面の温度のことをいう。

[0054] 透明電極層12がZnOを主とする薄膜のみで構成されている場合、ZnO膜の平均厚さは0.7～5μmであることが好ましく、1～3μmであることがより好ましい。なぜなら、ZnO膜が薄すぎれば、光閉じ込め効果に有効に寄与する凹凸を十分に付与すること自体が困難となり、また透明電極層として必要な導電性が得にくく、厚すぎればZnO膜自体による光吸収により、ZnOを透過し光電変換ユニットへ到達する光量が減るため、効率が低下するからである。さらに、厚すぎる場合は、製膜時間の増大によりその製膜コストが増大する。

[0055] また、ZnOの製膜条件で表面面積比を制御して最適な値とすることが可能であるので、透明電極層として好適である。例えば、減圧条件下のCVD法で、ZnOの表面面

積比は、基板温度、原料ガス流量、圧力などの製膜条件によって大きく変わるので、それらを制御して表面面積比を所望の値とすることが可能である。

- [0056] 前方光電変換ユニット2として非晶質シリコン系材料を選べば、約360～800nmの光に対して感度を有し、後方光電変換ユニット3に結晶質シリコン系材料を選べばそれより長い約1200nmまでの光に対して感度を有する。したがって、光入射側から非晶質シリコン系材料の前方光電変換ユニット2、結晶質シリコン系材料の後方光電変換ユニット3の順で配置される薄膜光電変換装置5は、入射光をより広い範囲で有効利用可能となる。ただし、「シリコン系」の材料には、シリコンに加え、シリコンカーバイドやシリコンゲルマニウムなど、シリコンを含むシリコン合金半導体材料も含む。
- [0057] 前方光電変換ユニット2は、例えばpin型の順にプラズマCVD法により各半導体層を積層して形成される。具体的には、例えば導電型決定不純物原子であるボロンが0.01原子%以上ドーピングされたp型非晶質シリコンカーバイド層を一導電型層21とし、真性非晶質シリコン層を光電変換層22とし、導電型決定不純物原子であるリンが0.01原子%以上ドーピングされたn型微結晶シリコン層を逆導電型層23として、この順に堆積すればよい。
- [0058] 後方光電変換ユニット3は、例えばpin型の順にプラズマCVD法により各半導体層を積層して形成される。具体的には、例えば導電型決定不純物原子であるボロンが0.01原子%以上ドーピングされたp型微結晶シリコン層を一導電型層31とし、真性結晶質シリコン層を光電変換層32とし、導電型決定不純物原子であるリンが0.01原子%以上ドーピングされたn型微結晶シリコン層を逆導電型層33としてこの順に堆積すればよい。
- [0059] 裏面電極層4としては、Al、Ag、Au、Cu、PtおよびCrから選ばれる少なくとも一つの材料を、少なくとも一層の金属層42としてスパッタ法または蒸着法により形成することが好ましい。また、1以上の光電変換ユニットとの間に、ITO、SnO₂、ZnO等の導電性酸化物層41を裏面電極層4の一部として形成するほうが好ましい。この導電性酸化物層41は、1以上の光電変換ユニットと裏面電極層4との間の密着性を高めるとともに、裏面電極層4の光反射率を高め、さらに、光電変換ユニットの化学変化を防止する機能を有する。

実施例

- [0060] 以下、本発明による実施例と、従来技術による比較例に基づいて詳細に説明する。各図において同様の部材には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。また、本発明はその趣旨を超えない限り以下の実施例に限定されるものではない。
- [0061] 表面形状の異なる薄膜光電変換装置用基板を多数作製し、表面形状を評価し、その上に薄膜光電変換装置としてシリコン系積層型薄膜光電変換装置を作製した。図1に薄膜光電変換装置用基板および薄膜光電変換装置の構造を示す。
- [0062] (比較例1)
- 比較例1の薄膜光電変換装置用基板は、酸化錫を透明電極層に用いた市販品のものである。熱化学気相堆積法(熱CVD法)で透明電極層として SnO_2 をガラス上に形成したものを購入した。大きさは、 $910\text{mm} \times 455\text{mm} \times 4\text{mm}$ である。
- [0063] 比較例1の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層について、Sdrを測定したところ、29～42%であった。ここで、薄膜光電変換装置用基板のSdrの測定は、一辺が $5\mu\text{m}$ の正方形領域を、各辺256分割して観察した原子間力顕微鏡(AFM)像を測定し、(3式)および(4式)から求めた。このAFM測定にはNano-Rシステム(Pacific Nanotechnology社製)のノンコンタクトモードを用いた。
- [0064] (比較例2)
- 比較例2の薄膜光電変換装置用基板は以下のように形成した。
- [0065] 厚み4mm、 $910\text{mm} \times 455\text{mm}$ のガラス基板の透光性基体111からなる透明絶縁基板11上に ZnO からなる透明電極層12を形成した。この透明電極層12は、基体温度を 190°C で、原料ガスとしてジエチルジンク(DEZ)と水、ドーパントガスとしてジボランガスを供給し、減圧条件下CVD法にて形成している。このほか、希釈ガスとしてアルゴンおよび水素を用いた。DEZに対する水の比は2、DEZに対するジボランの比は1%である。圧力は100Paとした。
- [0066] このようにして作製した比較例2の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層は、膜厚 $1.5 \sim 2.5\mu\text{m}$ において、Sdrを測定したところ、95%より大きかった。
- [0067] (比較例3)
- 比較例3の薄膜光電変換装置用基板は以下のように形成した。

- [0068] 厚み4mm、910mm×455mmのガラス基板の透光性基体111上にSiO₂微粒子112を含む透光性下地層112を形成し、透明絶縁基板11とした。透光性下地層11を形成する際に用いた塗布液は、粒径が50～90nmの球状シリカ分散液、水、エチルセロソルブの混合液にテトラエトキシシランを加え、更に塩酸を添加してテトラエトキシシランを加水分解させたものを用いた。塗布液を印刷機にてガラス上に塗布した後、90℃で30分乾燥し、その後350℃で5分加熱することにより、表面に微細な凹凸が形成された透明絶縁基板11を得た。この透明絶縁基板11の表面を原子間力顕微鏡(AFM)で観察したところ、微粒子の形状を反映し、凸部が曲面からなる凹凸が確認された。
- [0069] この条件で製膜された透光性下地層112のRMSは5～50nmであった。なお、RMSは、一辺が5μmの正方形領域を観察した原子間力顕微鏡(AFM)像から求めている(ISO 4287/1)。
- [0070] 得られた透光性下地層112の上にZnOからなる透明電極層12を形成し、薄膜光電変換装置用基板を得た。この透明電極層12は、比較例2と同様の方法で作製した。
- [0071] このようにして作製された比較例3の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層は、膜厚1.5～2.5μmにおいて、Sdrを測定したところ、95%より大きかった。
- [0072] (比較例4)
比較例4の薄膜光電変換装置用基板は以下のように形成した。
- [0073] ZnOの形成条件が比較例2と異なることを除いて、比較例3と同様の構造および作製方法で薄膜光電変換装置用基板を作製した。比較例3と異なるのは、ZnOを形成する際、基体温度を130℃にしたことである。
- [0074] このようにして作製した比較例4の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層は、膜厚1.5～2.5μmにおいて、Sdrを測定したところ、55%未満であった。
- [0075] (実施例1)
実施例1の薄膜光電変換装置用基板は以下のように形成した。
- [0076] ZnOの形成条件が比較例3と異なることを除いて、比較例3と同様の構造および作製方法で薄膜光電変換装置用基板を作製した。比較例3と異なるのは、ZnOを形成

する際、基体温度を160℃としたことである。

[0077] このようにして作製された実施例1の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層は、膜厚1.5～2.5 μm において、Sdrを測定したところ、69～87%であった。

[0078] (実施例2)

実施例2の薄膜光電変換装置用基板は以下のように形成した。

[0079] ZnOの形成条件が実施例1と異なることを除いて、実施例1と同様の構造および作製方法で薄膜光電変換装置用基板を作製した。基体温度は実施例1と同様に160℃とした。実施例1と異なるのは、圧力を20Paとした点である。

[0080] このようにして作製された実施例2の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層は、膜厚1.5～2.5 μm において、Sdrを測定したところ、66～93%であった。

[0081] (実施例3)

実施例3の薄膜光電変換装置用基板は以下のように形成した。

[0082] ZnOの形成条件が実施例1と異なることを除いて、実施例1と同様の構造および作製方法で薄膜光電変換装置用基板を作製した。基体温度は実施例1、2と同様に160℃とし、圧力は実施例2と同様に20Paとした。実施例2と異なるのは、DEZに対する水の比を2.5とした点である。

[0083] このようにして作製された実施例3の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層は、膜厚1.5～2.5 μm において、Sdrを測定したところ、58～91%であった。

[0084] (実施例4)

実施例4の薄膜光電変換装置用基板は以下のように形成した。

[0085] ZnOの形成条件が実施例1と異なることを除いて、実施例1と同様の構造および作製方法で薄膜光電変換装置用基板を作製した。基体温度は実施例1、2、3と同様に160℃とし、圧力は実施例2、3と同様に20Paとした。実施例3と異なるのは、DEZに対する水の比を3.5とした点である。

[0086] このようにして作製された実施例4の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層は、膜厚1.5～2.5 μm において、Sdrを測定したところ、70～80%であった。

[0087] (比較例、実施例)

これらの比較例、及び実施例の薄膜光電変換装置用基板を用いその上に非晶質

シリコン光電変換ユニット、結晶質シリコン光電変換ユニット、及び裏面電極層を形成することで実施例、及び比較例の積層型光電変換装置を作製した。

[0088] 具体的には、これらの実施例、及び比較例の薄膜光電変換装置用基板の透明電極層の上に、厚さ15nmのp型非晶質シリコンカーバイド層の一導電型層21、厚さ350nmの真性非晶質シリコン層の光電変換層22、及び厚さ15nmのn型微結晶シリコン層の逆導電型層23からなる非晶質光電変換ユニットの前方光電変換ユニット2を形成し、さらに、厚さ15nmのp型微結晶シリコン層の一導電型層31、厚さ1.5 μm の真性結晶質シリコン層の光電変換層32、及び厚さ15nmのn型微結晶シリコン層の逆導電型層33からなる結晶質シリコン光電変換層ユニットの後方光電変換ユニット3を順次プラズマCVD法で形成した。さらに、裏面電極層4として厚さ90nmのAlドープされたZnOの導電性酸化物層41と厚さ200nmのAgの金属層42をスパッタ法にて順次形成し、積層型光電変換装置を作製した。

[0089] このようにして得られた実施例、及び比較例の積層型薄膜光電変換装置5にAM1.5の光を100mW/cm²の光量で照射して出力特性を測定した。

[0090] 図3～図14に作製した実施例、及び比較例の薄膜光電変換装置用基板の特性と、さらにそれらの基板を用いて作製した実施例、及び比較例の積層型薄膜光電変換装置の各種特性との相関図を示す。

[0091] 図3は、薄膜光電変換装置用基板のRaと、積層型薄膜光電変換装置の変換効率(Eff)との関係を示す相関図である。ここで、薄膜光電変換装置用基板のRaは、一辺が5 μm の正方形領域を、各辺256分割して観察した原子間力顕微鏡(AFM)像を測定し、(1式)から求めている。このAFM測定にはNano-Rシステム(Pacific Nanotechnology社製)のノンコンタクトモードを用いた。

[0092] 図3から明らかなように、Raに対してEffは相関が見られない。従って、Raは、薄膜光電変換装置用基板の表面形状の良い指標ではない。これは、Raは表面の高さの情報を反映し、基板に平行な方向の情報を含んでいないので表面の凹凸の角度や鋭さを表すことが出来ないためと考えられる。

[0093] 図4は、薄膜光電変換装置用基板のRaと、積層型薄膜光電変換装置の短絡電流密度(Jsc)との関係を示す相関図である。図4から明らかなように、Raに対して、Jsc

は明確には相関がみられない。先行例1では、Raが大きいほど凹凸が大きくなって光閉じ込め効果が大きくなり、Jscが増加するとしているが、RaとJscとには、それほど明確な相関がみられないことが判った。

[0094] 図5、図6は、薄膜光電変換装置用基板のRaと、積層型薄膜光電変換装置の各々曲線因子(FF)、開放電圧(Voc)との関係を示す相関図である。

[0095] 図5から明らかなように、Raに対して、FFは相関がみられない。また、図6から明らかなように、Raに対して、Vocは相関がみられない。さらに、Raが $2\mu\text{m}$ 以下の場合において、FF、または、Vocの低下が大きい場合がある。これは、薄膜半導体層の成長が阻害されて膜質が低下した場合、短絡電流密度(Jsc)だけでなく、Voc、FFも低下して、Effが減少することを示している。従って、先行例1とは異なり、Raが $2\mu\text{m}$ 以下であっても、薄膜半導体層の成長が阻害されて膜質が悪くなる場合があることが判った。

[0096] 図7は、薄膜光電変換装置用基板のRMSと、積層型薄膜光電変換装置のEffとの関係を示す相関図である。ここで、薄膜光電変換装置用基板のRMSは、一辺が $5\mu\text{m}$ の正方形領域を、各辺256分割して観察した原子間力顕微鏡(AFM)像を測定し、(2式)から求めた。このAFM測定にはNano-Rシステム(Pacific Nanotechnology社製)のノンコンタクトモードを用いた。

[0097] 図7から明らかなように、RMSとEffに相関が見られない。従って、RMSは薄膜光電変換装置用基板の表面形状の良い評価指標ではないことが判った。

[0098] RMSもRaと同様には表面の高さの情報を反映し、基板に平行な方向の情報を含んでいないので表面の凹凸の角度や鋭さを表すことが出来ない。このため、鋭角的な凸部があるかどうか、峡谷的な凹部があるかどうか判らない。このため、RMSとEffに相関が見られないと考えられる。

[0099] また、RMSに対してJsc、FF、Vocの関係を調べたところ、いずれも相関がみられなかった。したがって、RMSと薄膜光電変換装置の特性のいずれのパラメータも相関が無いことが判った。

[0100] 図8は、薄膜光電変換装置用基板のヘイズ率(Hz)と、積層型薄膜光電変換装置のEffとの関係を示す相関図である。ここで、薄膜光電変換装置用基板のHzは、C

光源を用いてヘイズメータ(日本電色工業製、NDH5000W型濁度・曇り度計)で測定を行なった。

[0101] 図8から明らかなように、HzとEffに相関が見られない。従って、Hzは薄膜光電変換装置用基板の表面形状の良い評価指標ではないことが判った。Hzは、広い範囲の波長の平均的な散乱の度合いを示すので、凹凸の周期の情報は明確に反映されない。このため、表面の凹凸の角度や鋭さを明確に反映することが出来ず、HzとEffに相関が見られないといえる。

[0102] 図9は、薄膜光電変換装置用基板のRaおよびRMSに対するHzの関係を示す相関図である。Raに対するHz、RMSに対するHzのいずれも右上がりの1次の相関が見られる。従って、Ra、RMS、Hzは、薄膜光電変換装置用基板の凹凸に関して、独立した評価指標とはいえず、凹凸に関してほぼ同じ現象を示していることが判った。Raと薄膜光電変換装置のEffが相関がなければ、RMS、HzもEffと相関がないといえる。

[0103] 図10は、薄膜光電変換装置用基板のSdrと、積層型薄膜光電変換装置のEffとの関係を示す相関図である。薄膜光電変換装置用基板のSdrは、比較例1と同様にAFMで測定し、(3式)と(4式)から求めた。

[0104] 図10から明らかなように、Sdrに対してEffは相関がみられ、Sdrの増加に対してEffは極大値をもつ。Effが比較的高い値である9%以上を示すのは、Sdrが55%以上95%以下の範囲であった。したがって、Sdrは、高いEffを得るための、薄膜光電変換装置用基板の最適な表面形状を示す指標として用いることが出来る。Sdrが95%より大きい場合は、凹凸が鋭角的になって、透明電極層上のシリコン半導体層のカバレージが悪くなる、あるいはシリコン半導体層の膜質が悪くなってEffが低下すると考えられる。また、Sdrが55%未満の場合は、凹凸の大きさが小さくなるため、光閉じ込めの効果が弱くなり、Jscが低下してEffが低下している。

[0105] 図11は、薄膜光電変換装置用基板のSdrと、積層型薄膜光電変換装置のJscとの関係を示す相関図である。図11から明らかなように、Sdrに対してJscは相関がみられ、Sdrの増加に対してJscは極大値をもつ。Sdrは、Effだけでなく高いJscを得るための、薄膜光電変換装置用基板の最適な表面形状を示す指標として用いることが出

来ることが判った。Sdrが約75%より小さい範囲でSdrの増加とともにJscが増加するのは、薄膜光電変換装置用基板の凹凸が大きくなって、光閉じ込め効果が大きくなるためである。また、Sdrが約75%より大きい範囲でSdrの増加とともにJscが減少するのは、凹凸が鋭角的になって、透明電極層上のシリコン半導体層のカバレッジが悪くなって接触抵抗損失が増えるため、あるいはシリコン半導体層の膜質が悪くなって再結合電流損失が増えるためと考えられる。

[0106] 図12は、薄膜光電変換装置用基板のSdrと、積層型薄膜光電変換装置のFFとの関係を示す相関図である。図12から明らかにように、Sdrに対してFFは相関がみられ、Sdrの増加に対してFFはほぼ直線的に減少する。Sdrは、Effだけでなく高いFFを得るための、薄膜光電変換装置用基板の最適な表面形状を示す指標として用いることが出来ることが判った。

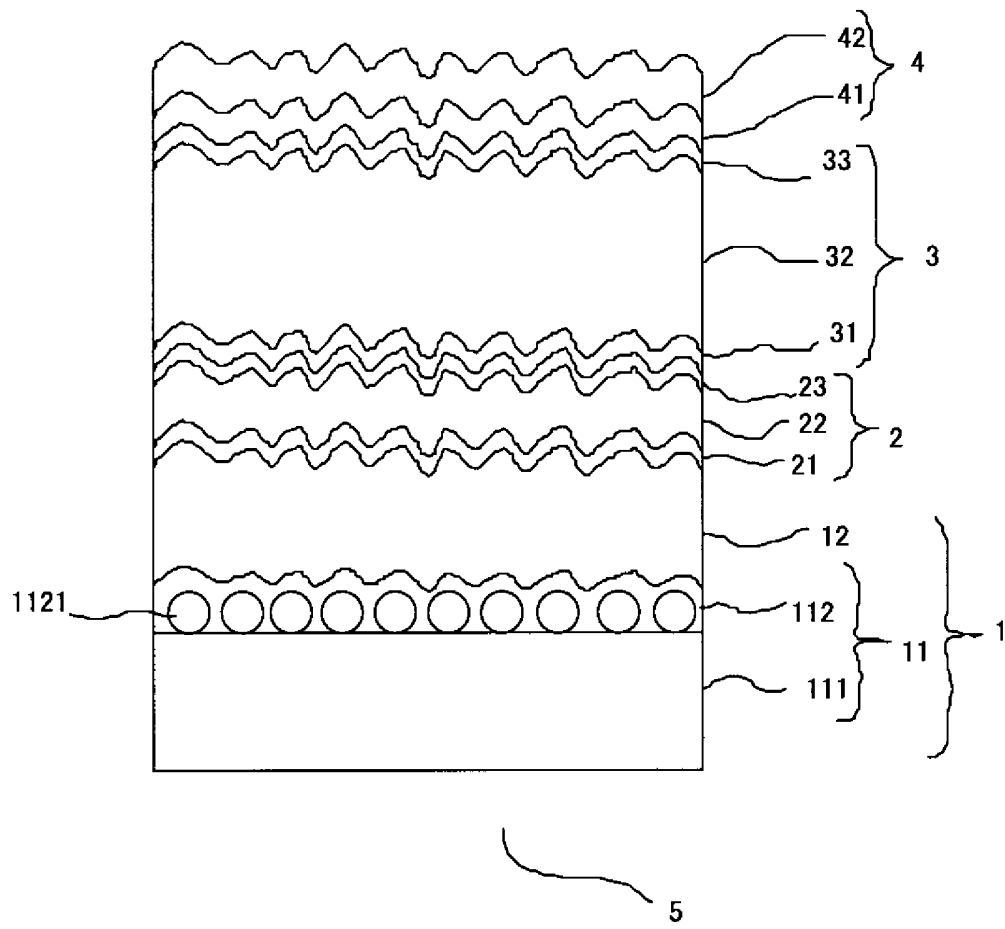
[0107] 図13は、薄膜光電変換装置用基板のSdrと積層型薄膜光電変換装置のVocとの関係を示す相関図である。図13から明らかにように、Sdrに対してVocは相関がみられ、Sdrの増加に対してVocは極大値をもつ。Sdrは、Effだけでなく高いVocを得るための、薄膜光電変換装置用基板の最適な表面形状を示す指標として用いることが出来ることが判った。

[0108] 図14は、薄膜光電変換装置用基板のSdrに対するHz関係を示す相関図である。Sdrに対してHzは相関がみられない。従って、SdrとHzは、薄膜光電変換装置用基板の凹凸に関して、独立した評価指標といえることが判った。

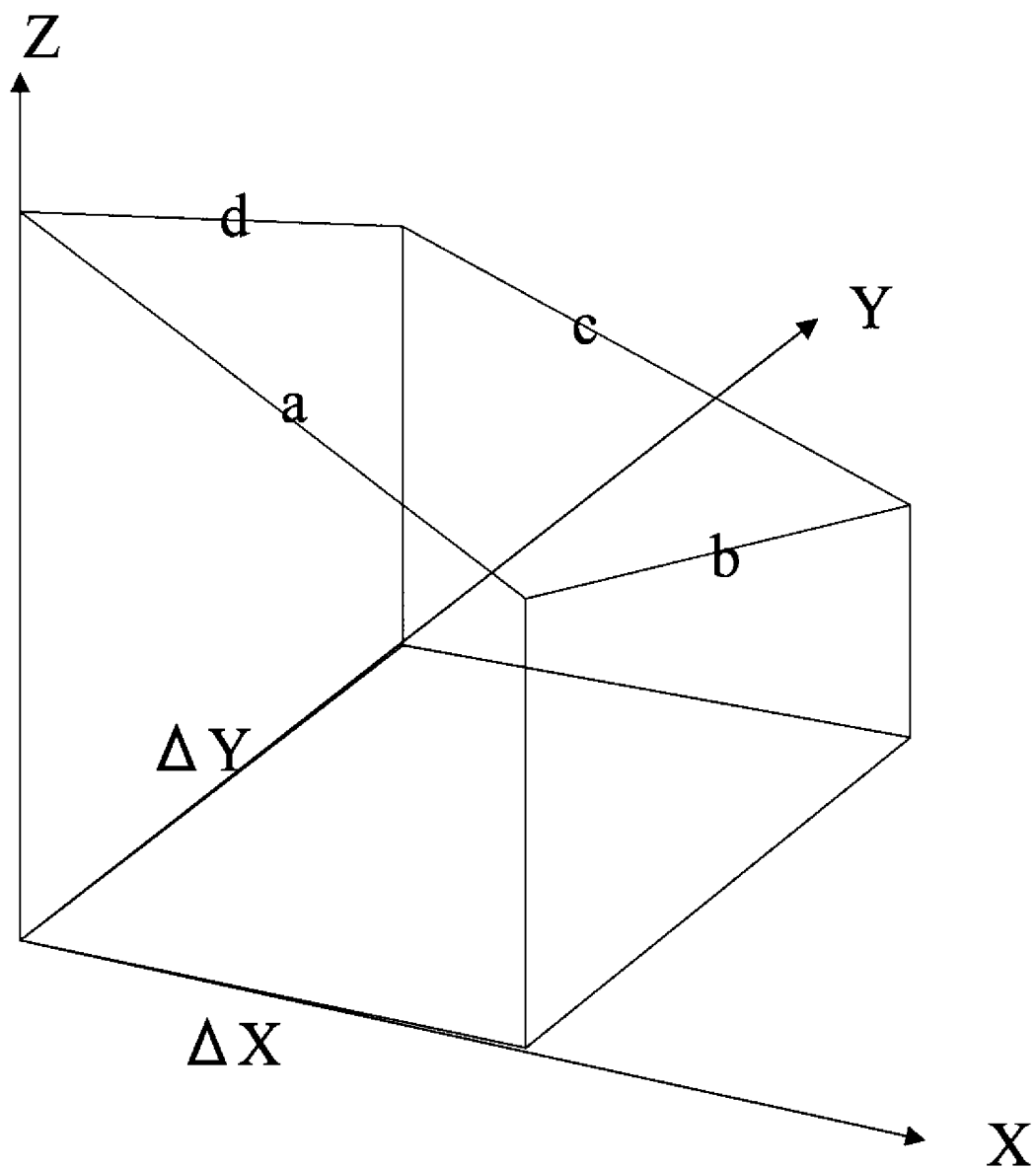
請求の範囲

- [1] 透明絶縁基板とその上に堆積された透明電極層とからなる薄膜光電変換装置用基板であって、該透明電極層の表面は表面面積比が55%以上95%以下であることを特徴とする薄膜光電変換装置用基板。
- [2] 請求項1に記載の薄膜光電変換装置用基板であって、前記透明電極層は少なくとも酸化亜鉛を含むことを特徴とする薄膜光電変換装置用基板。
- [3] 請求項1に記載の薄膜光電変換装置用基板であって、前記透明絶縁基板が主にガラス基板からなることを特徴とする薄膜光電変換装置用基板。
- [4] 請求項1～3のいずれかに記載の薄膜光電変換装置用基板上に1以上の光電変換ユニット、及び裏面電極層の順に積層されてなることを特徴とする薄膜光電変換装置。

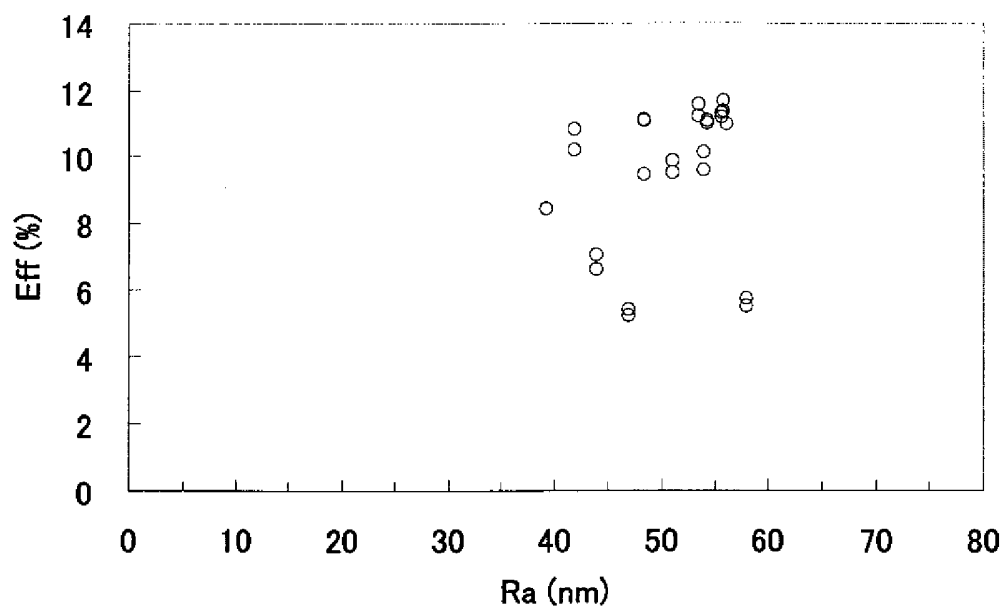
[図1]



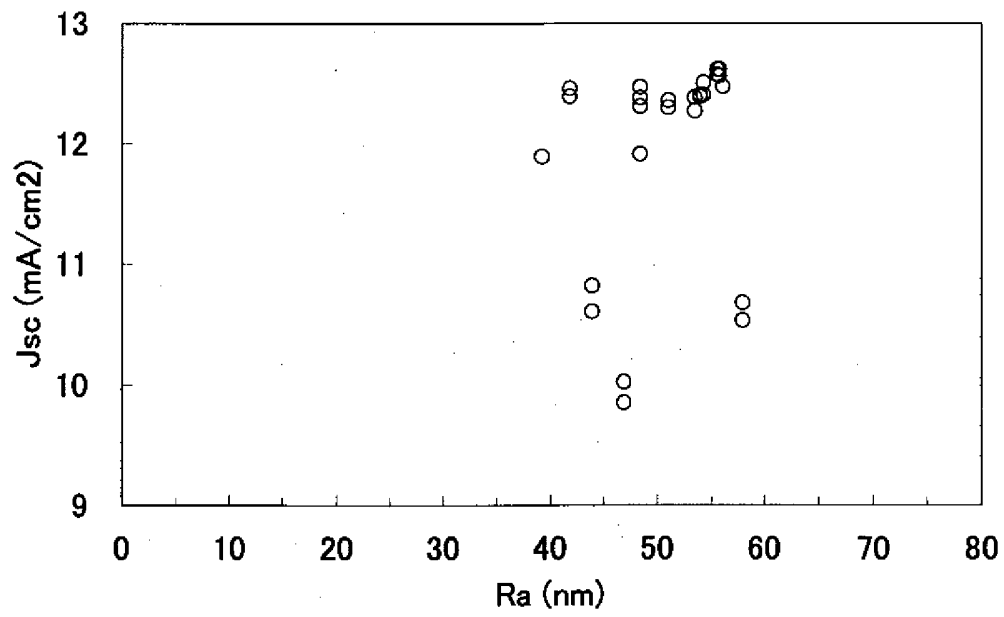
[図2]



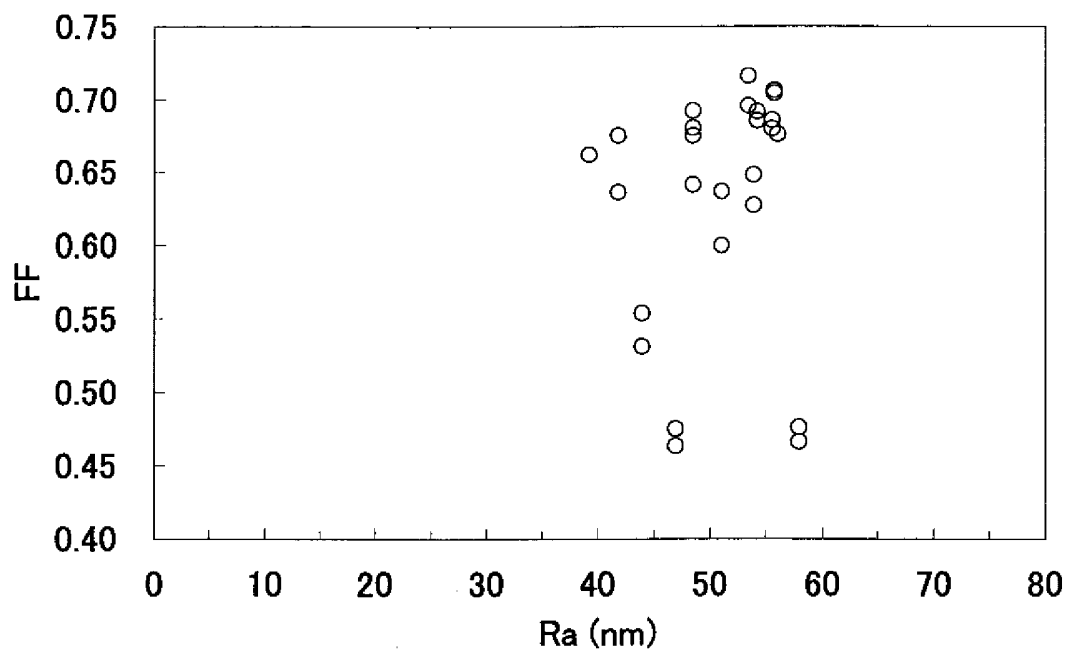
[図3]



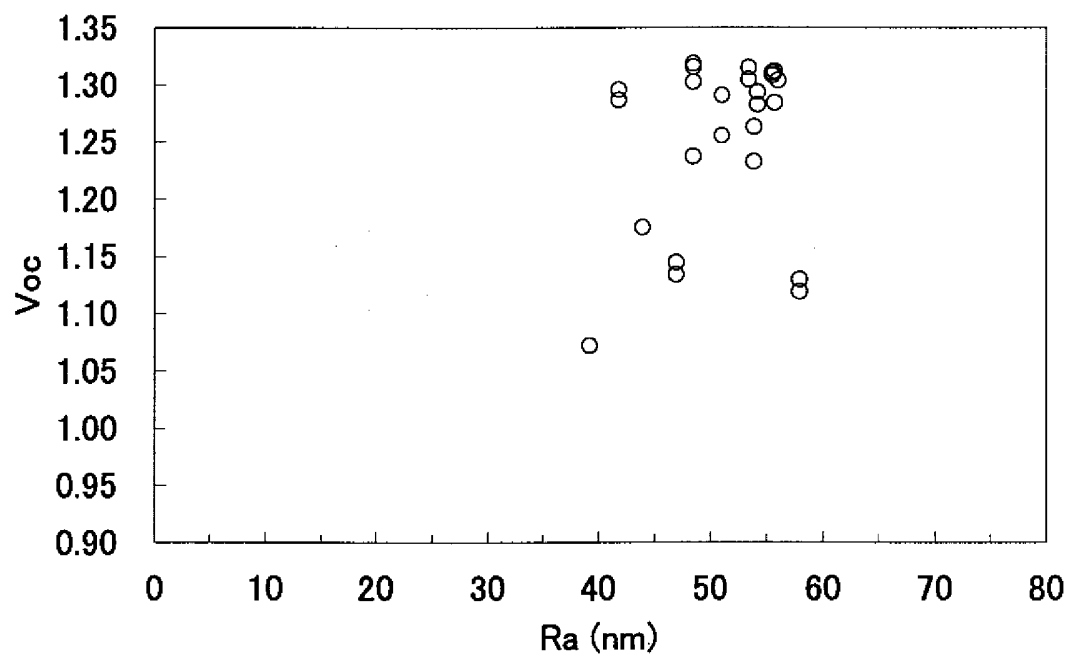
[図4]



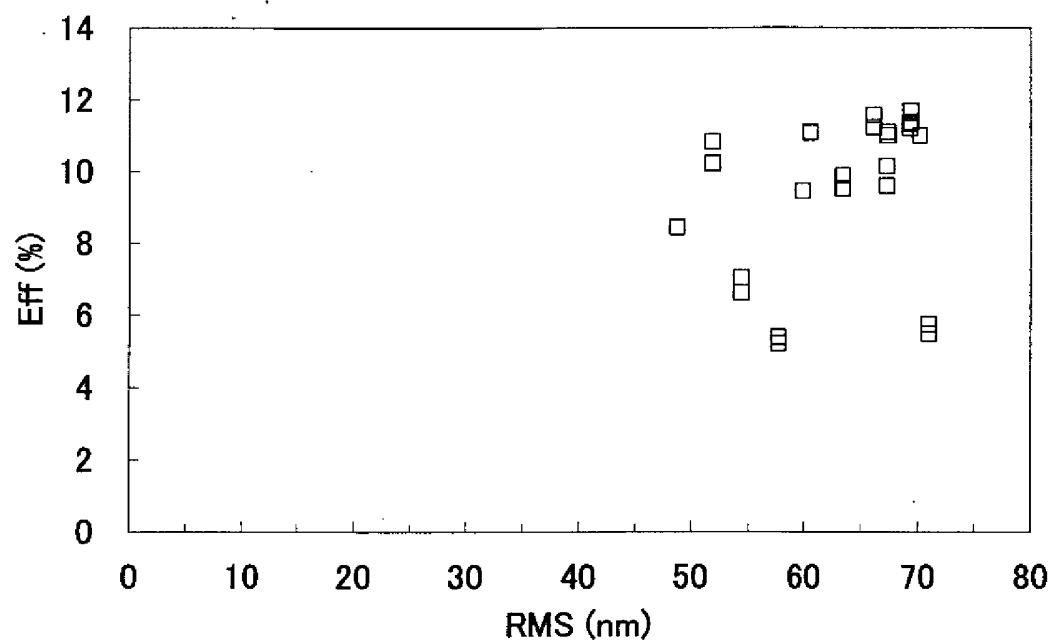
[図5]



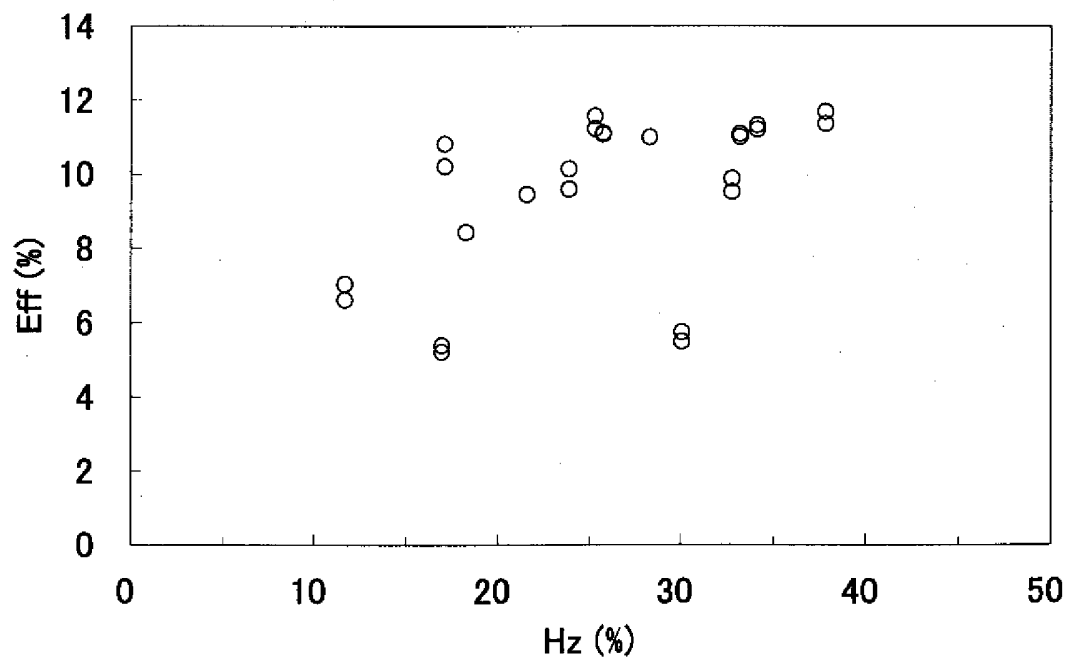
[図6]



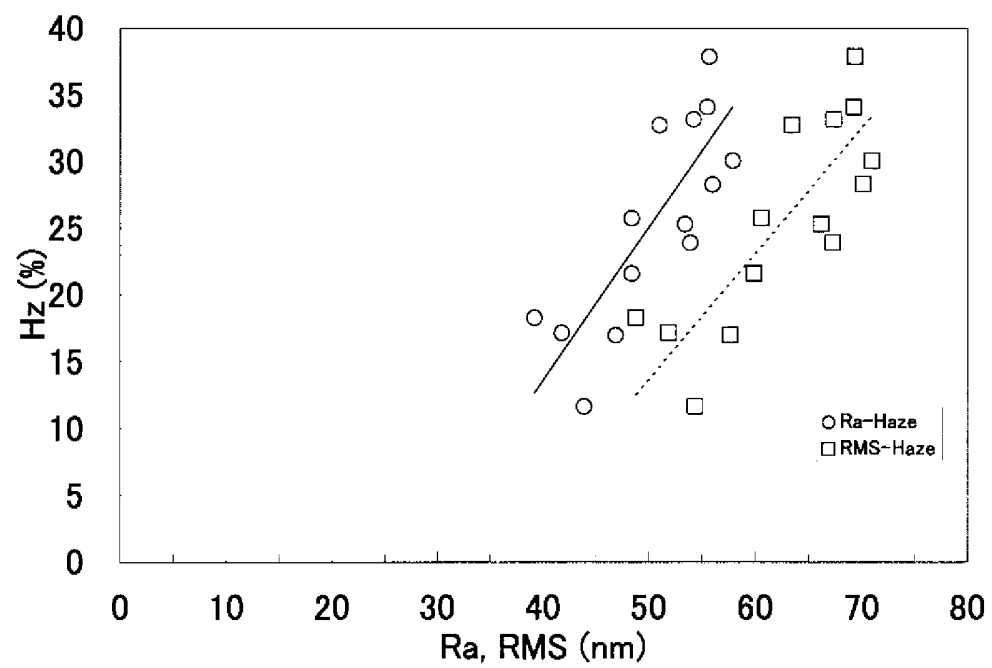
[図7]



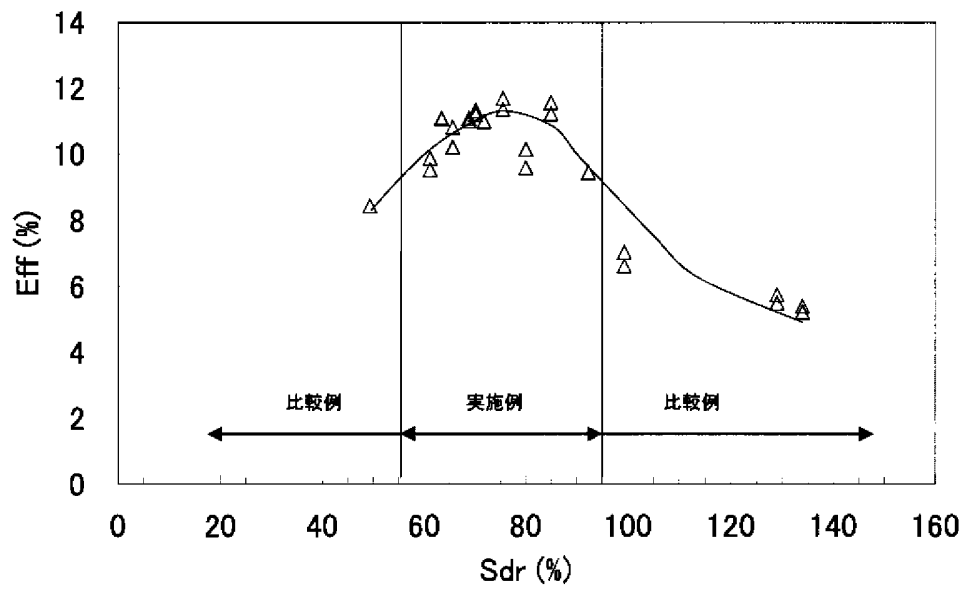
[図8]



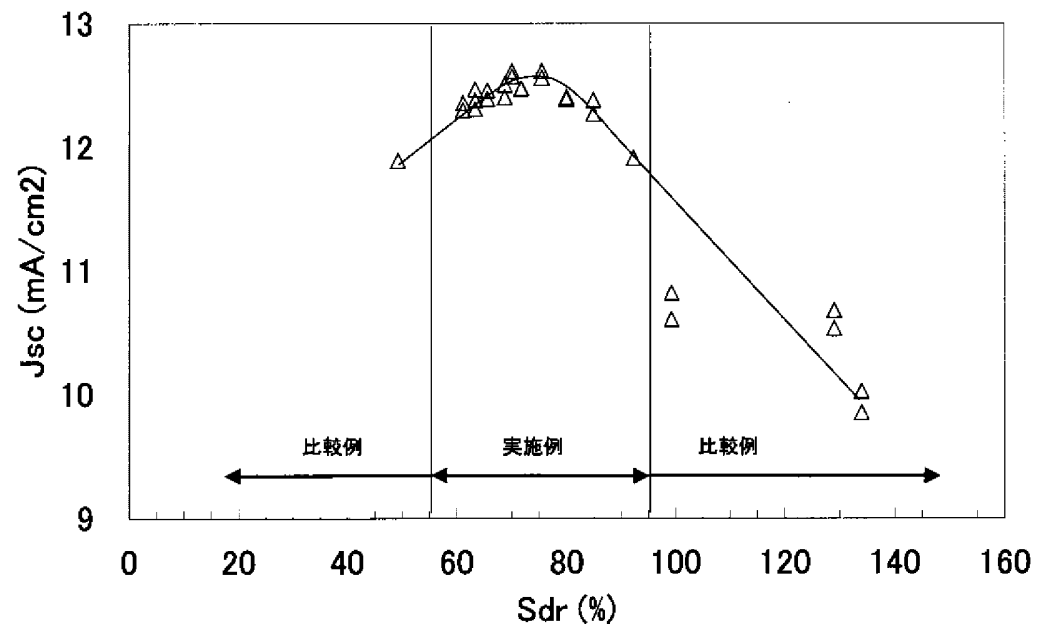
[図9]



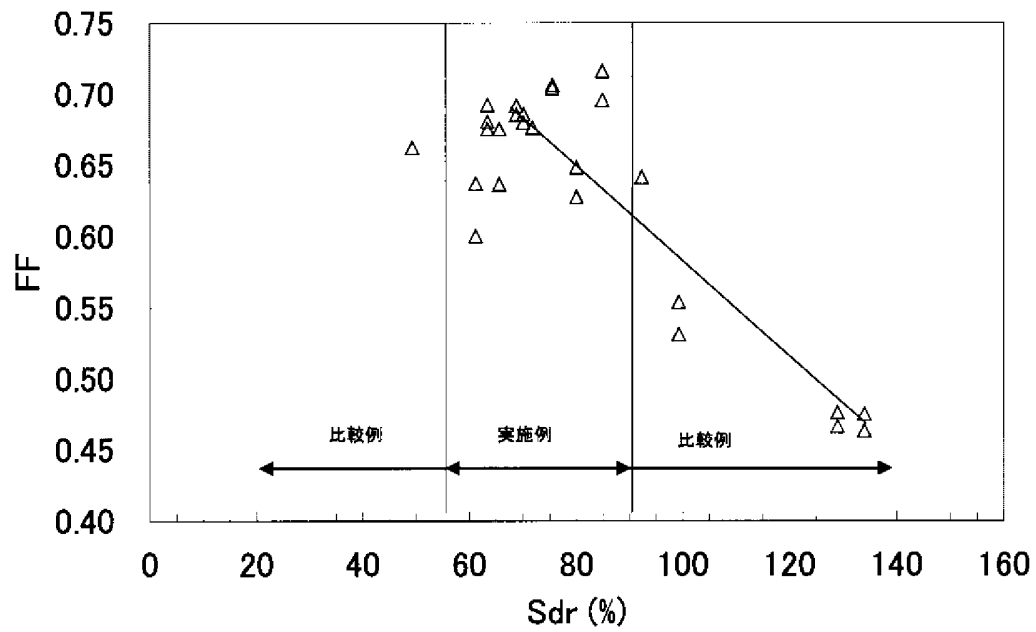
[図10]



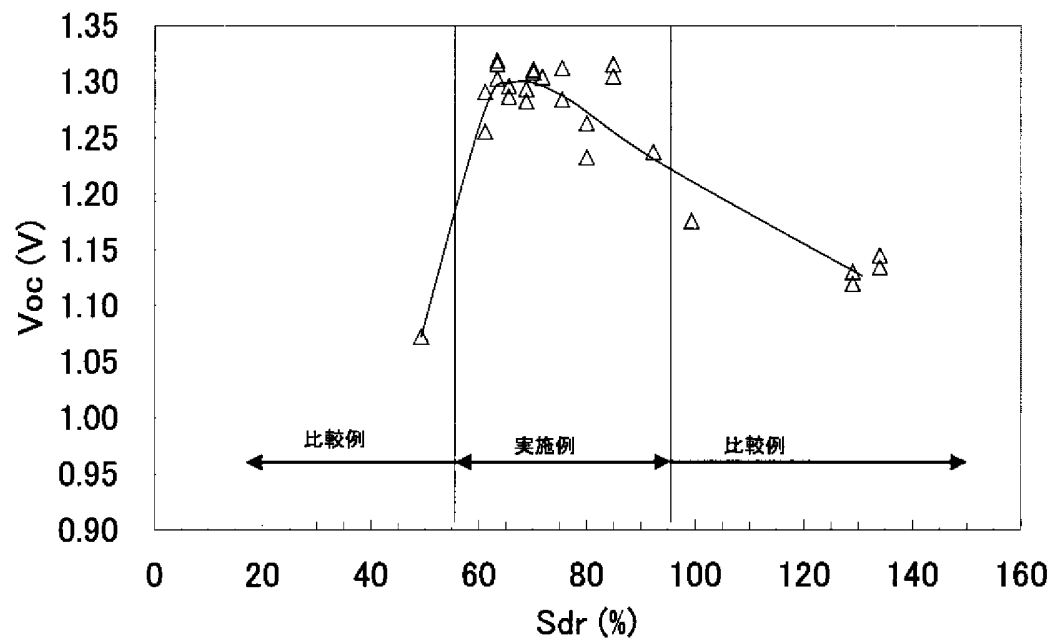
[図11]



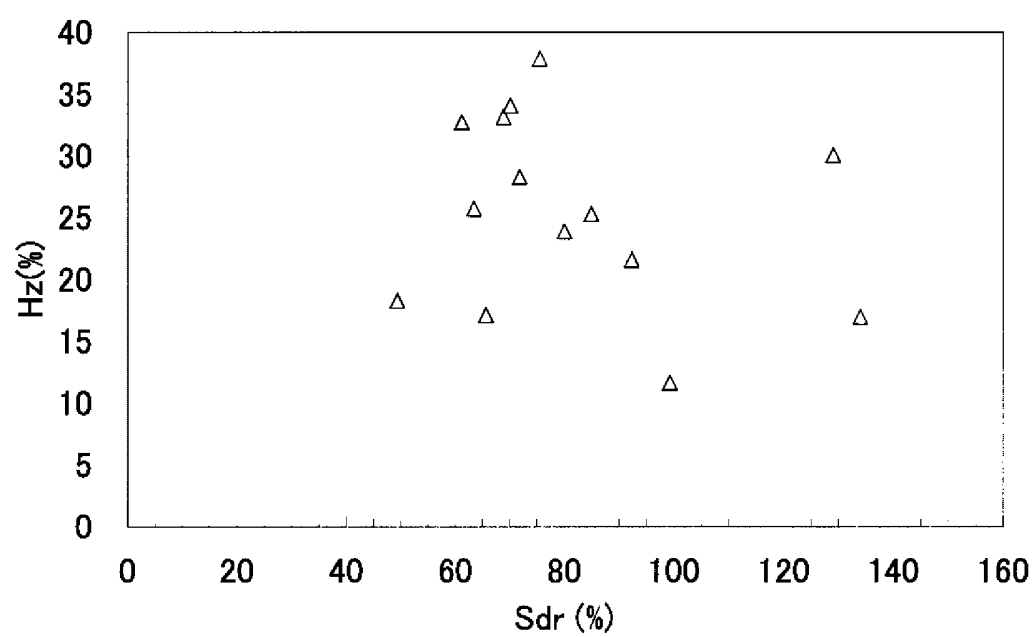
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/020512

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L31/0236, H01L31/075 (2006.01)		
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) H01L31 (2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-311704 A (KANEKA Corp.), 04 November, 2004 (04.11.04), (Family: none)	1-4
X	JP 2003-347572 A (KANEKA Corp.), 05 December, 2003 (05.12.03), (Family: none)	1-4
X	WO 01/57933 A (KANEKA Corp.), 10 August, 2001 (10.08.01), & JP 2001-217440 A & US 2003/0010900 A & DE 10195267 T	1-4
X	JP 2002-237610 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 23 August, 2002 (23.08.02), (Family: none)	1-4
☒ 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 application or patent 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 January, 2006 (12.01.06)		Date of mailing of the international search report 24 January, 2006 (24.01.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/020512

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-327496 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 18 November, 2004 (18.11.04), (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/0236, H01L31/075(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31(2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2004-311704 A (鐘淵化学工業株式会社) 2004.11.04 (ファミリーなし)	1-4
X	J P 2003-347572 A (鐘淵化学工業株式会社) 2003.12.05 (ファミリーなし)	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.01.2006

国際調査報告の発送日

24.01.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

2K

9207

濱田 聖司

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	WO 01/57933 A (鐘淵化学工業株式会社) 2001. 08. 10 & J P 2001-217440 A & US 2003/0010900 A & DE 10195267 T	1-4
X	J P 2002-237610 A (日本板硝子株式会社) 2002. 08. 23 (ファミリーなし)	1-4
X	J P 2004-327496 A (旭硝子株式会社) 2004. 11. 18 (ファミリーなし)	1-4