



- (51) 国際特許分類 : H01B 5/14 (2006.01) C23C 14/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 10/066077
- (22) 国際出願日 : 2010年9月16日 (16.09.2010)
- (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 2009-216259 2009年9月17日 (17.09.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : 三洋電機株式会社 (SANYO Electric Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 Osaka (JP).
- () 発明者 ;および
- () 発明者/出願人 (米国についてのみ) : 藤嶋 大介 (FUJISHIMA Daisuke) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号三洋電機株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人 : ▲ 角 ▼ 谷 浩 (KADOYA Hiroshi); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号三洋電機株式会社内 Osaka (JP).
- (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, 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, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, 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 (AL, 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, SM, TR), OAPI (BF,

[続葉有]

(54) Title: TRANSPARENT CONDUCTIVE FILM AND DEVICE COMPRISING SAME

(54) 発明の名称 : 透明導電膜及びこれを備えた装置

[0 2]

	AA	BB	JJ	CC	DD	EE	FF	GG
	焼結体	基体	セリウム濃度 [atoms/cm ³]	水素含有量	比抵抗 [Ωcm]	キャリア移動度 [cm ² /Vs]	キャリア密度 [cm ⁻³]	
HH	実施例1	CeO ₂ (1wt%)	(111)Si基板	2.4×10 ²⁰	LL 多	2.50×10 ⁻⁴	95.5	2.59×10 ²⁰
HH	実施例2	CeO ₂ (2wt%)	(111)Si基板	4.8×10 ²⁰	LL 多	2.12×10 ⁻⁴	100.5	2.93×10 ²⁰
HH	実施例3	CeO ₂ (3wt%)	(111)Si基板	8.0×10 ²⁰	LL 多	1.95×10 ⁻⁴	112.5	2.84×10 ²⁰
HH	実施例4	CeO ₂ (5wt%)	(111)Si基板	1.2×10 ²¹	LL 多	2.29×10 ⁻⁴	90.9	3.00×10 ²⁰
HH	実施例5	CeO ₂ (1wt%)	ガラス基板	2.4×10 ²⁰	LL 多	2.35×10 ⁻⁴	104.4	2.55×10 ²⁰
HH	実施例6	CeO ₂ (3wt%)	ガラス基板	8.0×10 ²⁰	LL 多	1.84×10 ⁻⁴	117.9	2.88×10 ²⁰
HH	実施例7	CeO ₂ (5wt%)	ガラス基板	1.2×10 ²¹	LL 多	2.15×10 ⁻⁴	87.5	3.32×10 ²⁰
II	比較例1	CeO ₂ (7wt%)	(111)Si基板	1.6×10 ²¹	LL 多	1.14×10 ⁻³	23.2	2.35×10 ²⁰
II	比較例2	CeO ₂ (10wt%)	(111)Si基板	2.2×10 ²¹	LL 多	1.57×10 ⁻³	21.5	1.85×10 ²⁰
II	比較例3	CeO ₂ (7wt%)	ガラス基板	1.6×10 ²¹	LL 多	3.31×10 ⁻⁴	60.4	3.12×10 ²⁰
II	比較例4	CeO ₂ (10wt%)	ガラス基板	2.2×10 ²¹	LL 多	2.10×10 ⁻³	15.4	1.92×10 ²⁰
II	比較例5	CeO ₂ (3wt%)	(111)Si基板	8.0×10 ²⁰	MM 少	3.79×10 ⁻⁴	59.2	2.78×10 ²⁰
II	比較例6	CeO ₂ (5wt%)	(111)Si基板	1.2×10 ²¹	MM 少	3.51×10 ⁻⁴	63.9	2.78×10 ²⁰
II	比較例7	CeO ₂ (10wt%)	(111)Si基板	2.2×10 ²¹	MM 少	4.72×10 ⁻⁴	61.5	2.15×10 ²⁰
II	比較例8	SnO ₂ (1wt%)	(111)Si基板	—	LL 多	2.95×10 ⁻⁴	48.6	4.36×10 ²⁰
II	比較例9	SnO ₂ (1wt%)	ガラス基板	—	LL 多	2.60×10 ⁻⁴	53.6	4.47×10 ²⁰
II	比較例10	SnO ₂ (1wt%)	(111)Si基板	—	MM 少	4.71×10 ⁻⁴	42.2	3.14×10 ²⁰

KK
AA SINTERED BODY
BB BASE
CC CERIUM CONCENTRATION
DD HYDROGEN CONTENT
EE RESISTIVITY
FF CARRIER MOBILITY

JJ
GG CARRIER DENSITY
HH EXAMPLE
II COMPARATIVE EXAMPLE
JJ (111) SI SUBSTRATE
KK GLASS SUBSTRATE
LL HIGH
MM LOW

(57) Abstract: Disclosed are: a transparent conductive film which exhibits low light absorption on the long wavelength side, while having good carrier mobility and lower electrical resistivity; and a device which comprises the transparent conductive film. Specifically disclosed is a transparent conductive film (2), which contains indium oxide that contains hydrogen and cerium, and which is substantially composed of a polycrystalline structure. The transparent conductive film (2) has a resistivity of $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$.

(57) 要約 : 【課題】長波長側の光吸収が少なく、良好なキャリア移動度を有し、電気抵抗をより低くすることが可能な透明導電膜及びこれを備えた装置を提供する。【解決手段】水素及びセリウムを含有する酸化インジウムを含み、実質的に多結晶構造からなる透明導電膜2であって、比抵抗が $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ である。



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, 添付公開書類：

S N · T D · TG) .

— 國際調查報告 (條約第 21 条(3))

明 細 書

発 明 の 名 称 : 透 明 導 電 膜 及 び こ れ を 備 え た 装 置

技 術 分 野

[0001] 本発明は、透明導電膜及びこれを備えた装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、液晶ディスプレイ装置、有機エレクトロルミネッセンス装置等の画像表示装置、薄膜太陽電池、色素増感太陽電池等の太陽電池装置、電子部品等の各種装置に透明導電膜が使用されている。

[0003] 斯かる透明導電膜は、電気抵抗が小さいことが望ましい。従来、透明導電膜としては、錫 (Sn) を含有する酸化インジウム (ITO) からなる透明導電膜や酸化亜鉛 (ZnO) からなる透明導電膜等が知られている。酸化インジウムを主成分とする透明導電膜としては、ITOからなる透明導電膜の他、例えば、スパッタリング法によるセリウム (Ce) を添加した酸化インジウムからなる透明導電膜が開示されている (例えば、特許文献1参照)。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1 : 特開平8 _ 260134号公報

発 明 の 概 要

発 明 が 解 決 し ょ う と す る 課 題

[0005] しかしながら、セリウムが添加された酸化インジウムからなる透明導電膜は、長波長側の光吸収が少なく、良好なキャリア移動度にし、電気抵抗をより低くすることが困難であるという問題がある。

[0006] 本発明は、上記の点を鑑みなされたものであり、長波長側の光吸収が少なく、良好なキャリア移動度にし、電気抵抗をより低くすることが可能な透明導電膜及びこれを備えた装置を提供するものである。

課 題 を 解 決 す る た め の 手 段

[0007] 本発明の一局面に係る透明導電膜は、水素及びセリウムを含有する酸化イ

ンジウムを含み、実質的に多結晶構造からなる透明導電膜であって、比抵抗が $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である。

[0008] 本発明によれば、水素及びセリウムを含有する酸化インジウムを含み、実質的に多結晶構造からなる透明導電膜であって、比抵抗が $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であるので、長波長側の光吸収が少なく、キャリア移動度を良好にでき、電気抵抗をより低くすることができる。

[0009] 従って、液晶ディスプレイ装置、有機エレクトロルミネッセンス装置等の画像表示装置、結晶太陽電池、薄膜太陽電池、色素増感太陽電池等の太陽電池装置、電子部品等に適用した場合、これら装置の特性を向上できる。

発明の効果

[0010] 長波長側の光吸収が少なく、良好なキャリア移動度にし、電気抵抗をより低くすることが可能な透明導電膜及びこれを備えた装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1] 図1は本発明の一実施形態に係る透明導電膜の断面図である。

[図2] 本発明の一実施形態に係る実施例1～実施例7及び比較例1～比較例10の膜作製に用いた焼結体、基体の種類、透明導電膜中のセリウム (Ce) 含有量及び水素含有量、透明導電膜の比抵抗、キャリア移動度及びキャリア密度を示す図である。

[図3] 本発明の一実施形態に係る実施例及び比較例にかかる透明導電膜のセリウム (Ce) 濃度と比抵抗の関係を示す図である。

[図4] 本発明の一実施形態に係る実施例及び比較例にかかる透明導電膜のセリウム (Ce) 濃度とキャリア移動度の関係を示す図である。

[図5] 本発明の一実施形態に係る実施例及び比較例にかかる透明導電膜のセリウム (Ce) 濃度とキャリア密度の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態に係る透明導電膜について図を用いて説明する。

[0013] 1は、ガラス基板、多結晶シリコン基板、単結晶シリコン基板、及び実質

的に真性な i 型アモルファスシリコン層及び p 型アモルファスシリコン層をこの順序で備えてなる上表面が該 p 型アモルファスシリコン層である単結晶シリコン基板等の基体であり、2 は前記基体 1 上に形成された透明導電膜である。

[001 4] 透明導電膜 2 は、水素 (H) を含有すると共に、セリウム (Ce) を含有する主成分が酸化インジウムからなる膜である。即ち、上記透明導電膜 2 は、水素 (H) 、セリウム (Ce) 、In (インジウム) 及び酸素 (O) を含有し、不純物として水素 (H) 及びセリウム (Ce) がドーパされた酸化インジウム (In_2O_3) からなる。

[001 5] また、透明導電膜 2 は、実質的に多結晶構造からなり、且つ基体上を覆いつくすように立つてなる多数の柱状構造からなり、極めて少ないが、非晶質部分を有する。

[001 6] 透明導電膜 2 の水素 (H) の含有量は、 $1.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以上が好ましく、 $10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーがより好ましい。水素の含有量は、透明導電膜 2 の膜厚方向における中間位置の含有量の値であり、透明導電膜 2 の両表面近傍を除いての平均含有量に略相当する。透明導電膜 2 の水素の含有濃度は、両表面近傍を除いて基体 1 側の方が膜表面側より含有濃度が大きくなるのが好ましく、基体 1 側に向かって徐々に大きくなる構成がより好ましい。

[001 7] 透明導電膜 2 の比抵抗は、 $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である。透明導電膜 2 の比抵抗は小さいほどよいが、 $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下 $1.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であってもよい。

[0018] 透明導電膜２のセリウム（Ce）の含有量は、 $1.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.4 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下が望ましく、好ましくは $2.4 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、より好ましくは $4.8 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、更に好ましくは $7.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、特に好ましくは $7.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$

cm^3 以上 $8.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下である。

[0019] 以下に本実施形態に係る透明導電膜の製造方法を説明する。

[0020] まず、洗浄することにより表面の不純物を除去した基体1を準備する。

[0021] なお、上記基体1が、n型単結晶シリコン基板上に実質的に真性なi型アモルファスシリコン層及びp型アモルファスシリコン層をこの順序で形成してなる基体である場合は、n型単結晶シリコン基板を洗浄することにより不純物を除去した後、例えば、RFプラズマCVD法を用いて、周波数：約13.56MHz、形成温度：約100℃〜約300℃、反応圧力：約5Pa〜約100Pa、RFパワー：約1mW/cm²〜約500mW/cm²の条件で、n型単結晶シリコン基板上に、上記i型アモルファスシリコン層および上記p型アモルファスシリコン層をこの順で形成し、その後、再度洗浄を行った。

[0022] 次に、イオンプレーティング法を用いて、ArとO₂の混合ガス及び水蒸気の雰囲気中および室温下で、基体1上に、不純物として水素(H)及びセリウム(Ce)を含有する酸化インジウムからなる透明導電膜を形成する。ここで、材料源として、ドーピング用の酸化セリウム(CeO₂)粉末を所定量含むIn₂O₃粉末の焼結体を用いた。この場合、酸化セリウム(CeO₂)粉末の含有量を変えた焼結体を用いることにより、上記透明導電膜中のセリウム(Ce)量を変化させることができる。

[0023] 次に、上記透明導電膜を、結晶化を進めるため、例えば、約200℃で1時間程度アニールし、透明導電膜2を作製する。なお、各種装置を製造する際には、製造工程でアニール処理を兼ねる場合は、当該アニール工程を別に設けなくともよい。

[0024] 本実施形態の透明導電膜2は、後方散乱電子回折(EBSD)、透過型電子顕微鏡(TEM)及びX線回折(XRD)の測定結果から、実質的に多結晶構造を有する柱状構造からなり、極めて少ないが、非晶質部分を有することが判った。

[0025] 図2は、本実施形態に係る実施例1〜実施例7及び比較例1〜比較例10の

膜作製に用いた焼結体中の酸化セリウム (CeO_2) 量、基体の種類、透明導電膜中のセリウム (Ce) 含有量及び水素含有量、透明導電膜の比抵抗、キャリア移動度及びキャリア密度を示す図である。尚、透明導電膜中の Ce の量はラザフォート後方散乱分析法 (RBS) を用いて測定した。また、透明導電膜中の水素の量は水素前方散乱分析法 (HFS) を用いて測定した。

[0026] 図中、水素含有量の欄において「多」は、透明導電膜中の水素 (H) 量が約 $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 、「少」は $9.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ であり、基体の欄の「(111) Si 基板」は、 n 型単結晶シリコン基板上に層厚約 5 nm の実質的に真性な i 型アモルファスシリコン層及び層厚約 5 nm の p 型アモルファスシリコン層をこの順序で備えてなる基体を意味する。

[0027] 比較例 1～10 は、焼結体、水蒸気量以外は、本実施形態の製造方法と同様の方法で作製した。なお、比較例 1～7 は、水素 (H) 及びセリウム (Ce) を含有する主成分が酸化インジウムからなる透明導電膜、比較例 8～比較例 10 の透明導電膜は、水素 (H) 及び錫 (Sn) を含有する主成分が酸化インジウムからなる透明導電膜である。

[0028] 図 3 は、上記実施例 1～実施例 7 の透明導電膜 2 及び比較例 1～10 の透明導電膜の比抵抗と該透明導電膜中のセリウム (Ce) の量との関係を示す図にしたものである。ここで、図中、実線は透明導電膜中の水素 (H) 量が $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のものであり、点線は透明導電膜中の水素 (H) 量が $9.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ のものである。尚、比抵抗は、ホール効果測定装置を用いてファン・デル・パウ法で測定した。

[0029] 図 2 及び図 3 から、透明導電膜のセリウム (Ce) の含有量が $1.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.4 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲では、透明導電膜中の水素 (H) 量が $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の $10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーの場合、透明導電膜中の水素 (H) 量が $9.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ の $10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーの場合に比べ、比抵抗が小さく、 $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることがわかる。

[0030] 更に、透明導電膜中の水素 (H) 量が $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の $10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーの場合、透明導電膜のセリウム (Ce) の含有量が $2.4 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲で比抵抗が $2.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下と小さくより望ましく、 $4.8 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲で比抵抗が $2.2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下と小さくより好ましく、 $7.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲が更に好ましく、特に $7.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $8.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下がよいことが判る。

[0031] 図4は、上記実施例1〜実施例7の透明導電膜2及び比較例1〜比較例10の透明導電膜のキャリア移動度と膜中のセリウム (Ce) の量との関係を示す図である。図中、実線は透明導電膜中の水素 (H) 量が $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のものであり、点線は透明導電膜中の水素 (H) 量が $9.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ のものである。尚、キャリア移動度は、ホール効果測定装置を用いて測定した。

[0032] キャリア移動度は、その値が大きいほど、比抵抗を減少させ、デバイスの電極としての特性が良好になるので、キャリア移動度は高い方が好ましい。

[0033] 図2及び図4から、透明導電膜のセリウム (Ce) の含有量が $1.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.4 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲では、透明導電膜中の水素 (H) 量が $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の $10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーの場合、透明導電膜中の水素 (H) 量が $9.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ の $10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーの場合に比べ、キャリア移動度が大きく、 $70 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上と大きいことが判る。

[0034] 更に、透明導電膜中の水素 (H) 量が $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の $10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーの場合、透明導電膜のセリウム (Ce) の含有量が $1.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲でキャリア移動度が約 $90 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上となり望ましく、 $2.4 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の

範囲が好ましく、 $4.8 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲がより好ましく、特に $7.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $8.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下がよいことが判る。

[0035] 上述の上記透明導電膜の比抵抗及びキャリア移動度の観点から、透明導電膜のセリウム (Ce) の含有量は $1.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.4 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下が望ましく、好ましくは $2.4 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、より好ましくは $4.8 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、更に好ましくは $7.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $8.5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であることが判る。

[0036] 図5は、上記実施例1～実施例7の透明導電膜2及び比較例1～比較例10の透明導電膜のキャリア密度と膜中のセリウム (Ce) の量との関係を示す図である。図中、実線は透明導電膜中の水素 (H) 量が $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のものであり、点線は透明導電膜中の水素 (H) 量が $9.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ のものである。尚、キャリア密度は、ホール効果測定装置を用いて測定した。

[0037] キャリア密度は、その値が大きいほど、長波長側の光を吸収し、また、キャリア自身が散乱要因になるため、結果としてキャリア移動度を減少させてしまうため、比抵抗が同じであれば、キャリア密度は小さい方が望ましい。ただし、キャリア密度が低くなりすぎると、膜中の粒界散乱が増加し、結果として移動度を減少させてしまうため、ある一定の範囲にあることが望ましい。

[0038] 図2及び図5から、透明導電膜のセリウム (Ce) の含有量が $1.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $2.0 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下の範囲においては、キャリア密度が $2.0 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $3.5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり、良好な範囲であるが、当該範囲の中、該透明導電膜のセリウム (Ce) の含有量は、より高濃度側またはより低濃度側がよりよいことが判る。

[0039] なお、図2～図4から、水素(H)及び錫(Sn)を含有する主成分が酸化インジウムからなる透明導電膜である比較例8～比較例10は、比抵抗は小さいものの、キャリア移動度は $60\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 未満であり、水素含有量が $10^{21}\text{ atoms/cm}^3$ のオーダーである水素(H)及びセリウム(Ce)を含有する主成分が酸化インジウムからなる透明導電膜の方が好ましいことが判る。

[0040] 本発明にかかる透明導電膜は、液晶ディスプレイ装置、有機エレクトロルミネッセンス装置等の画像表示装置、結晶太陽電池、薄膜太陽電池、色素増感太陽電池等の太陽電池、電子部品等に適宜使用できる。

[0041] 例えば、ガラス基板上に、テクスチャー構造を有する透明導電膜、一導電型アモルファスシリコン層、実質的に真性なi型アモルファスシリコン層、該一導電型とは逆導電型のアモルファスシリコン層及び透明導電膜がこの順序に形成された薄膜太陽電池の透明導電膜に適用してもよい。

産業上の利用可能性

[0042] 長波長側の光吸収が少なく、良好なキャリア移動度を有し、電気抵抗をより低くすることが可能な透明導電膜及びこれを備えた装置を提供することができるので、液晶ディスプレイ装置、有機エレクトロルミネッセンス装置等の画像表示装置、結晶太陽電池、薄膜太陽電池、色素増感太陽電池等の太陽電池、電子部品等の分野において利用できる。

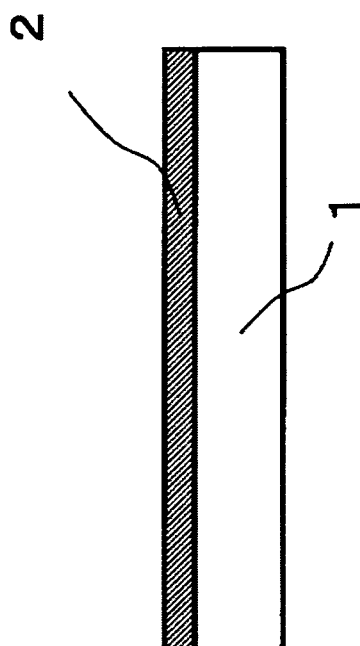
符号の説明

- [0043] 1 基体
2 透明導電膜

請求の範囲

- [請求項1] 水素及びセリウムを含有する酸化インジウムを含み、実質的に多結晶構造からなる透明導電膜であって、比抵抗が $3.4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする透明導電膜。
- [請求項2] 前記セリウムの含有量は、 $1.0 \times 10^2 \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1.4 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の透明導電膜。
- [請求項3] 前記水素の含有量は、 $10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ のオーダーであることを特徴とする請求項1に記載の透明導電膜。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれかに記載の透明導電膜を用いたことを特徴とする装置。
- [請求項5] 請求項1乃至3のいずれかの透明導電膜を用いたことを特徴とする太陽電池。

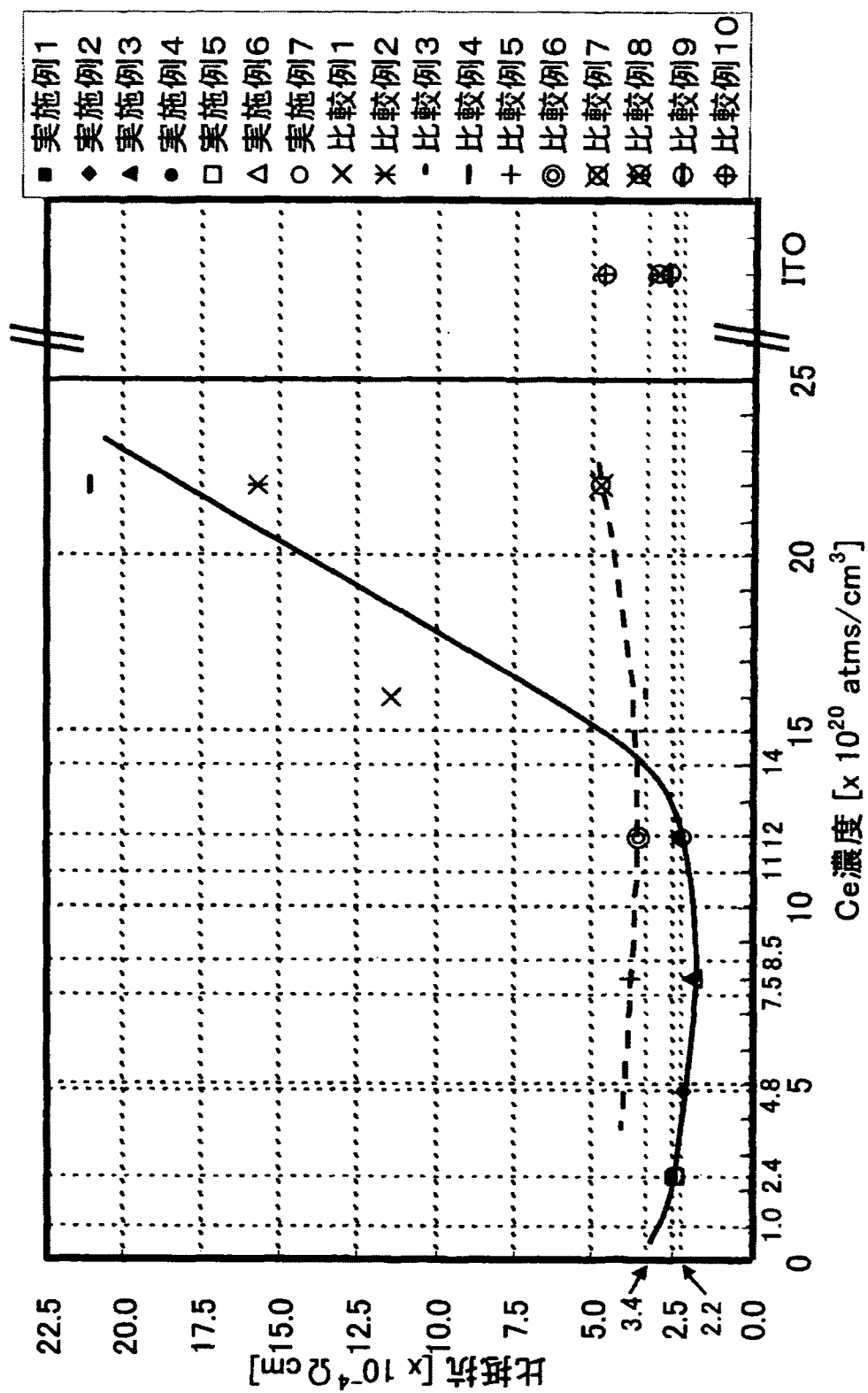
[図 1]



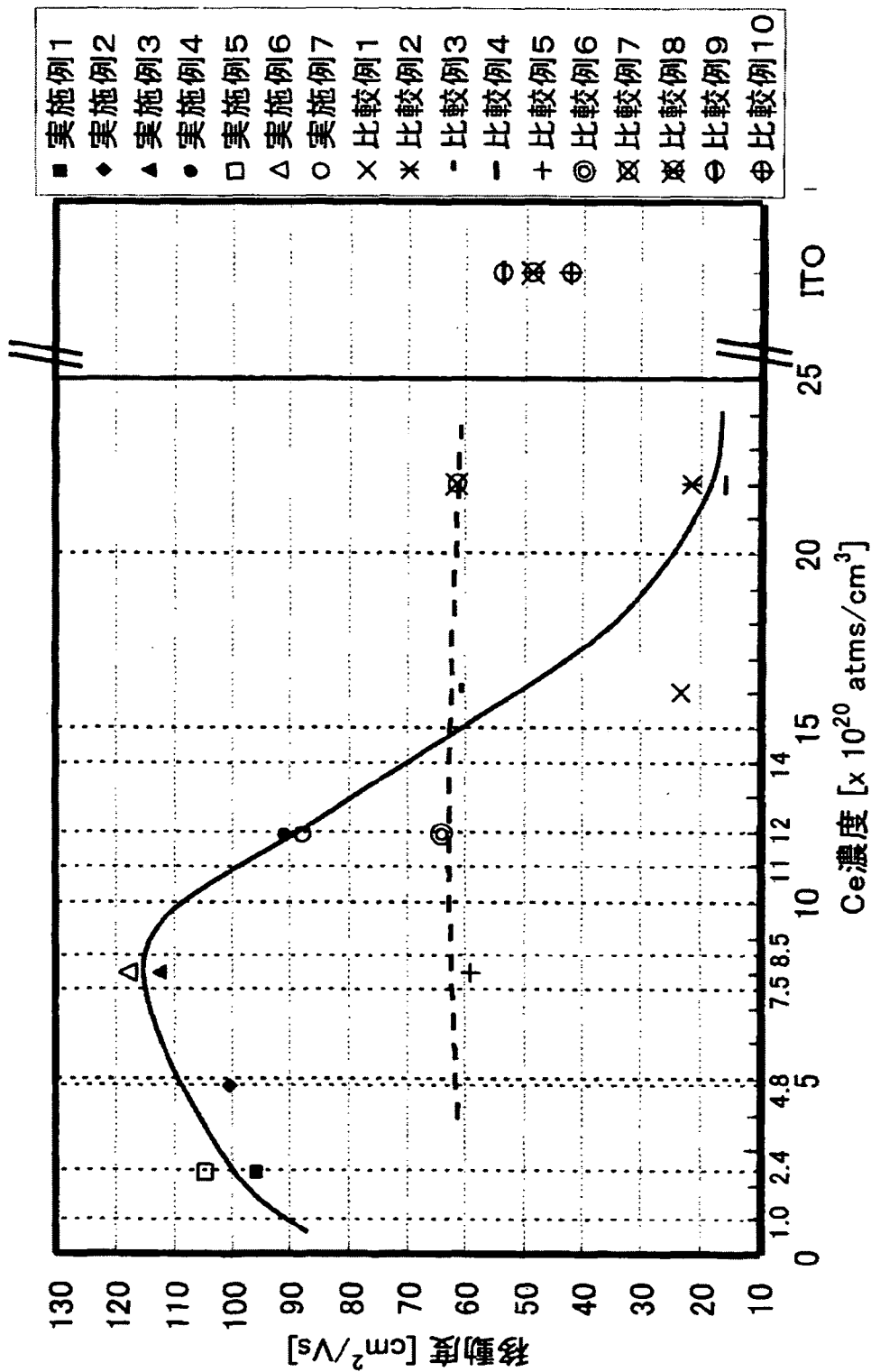
[図 2]

	焼結体	基体	セリウム濃度 [atoms/cm ³]	水素含有量	比抵抗 [Ω cm]	キャリア移動度 [cm ² /Vs]	キャリア密度 [cm ⁻³]
実施例1	CeO ₂ (1wt%)	(111)Si基板	2.4 × 10 ²⁰	多	2.50 × 10 ⁻⁴	95.5	2.59 × 10 ²⁰
実施例2	CeO ₂ (2wt%)	(111)Si基板	4.8 × 10 ²⁰	多	2.12 × 10 ⁻⁴	100.5	2.93 × 10 ²⁰
実施例3	CeO ₂ (3wt%)	(111)Si基板	8.0 × 10 ²⁰	多	1.95 × 10 ⁻⁴	112.5	2.84 × 10 ²⁰
実施例4	CeO ₂ (5wt%)	(111)Si基板	1.2 × 10 ²¹	多	2.29 × 10 ⁻⁴	90.9	3.00 × 10 ²⁰
実施例5	CeO ₂ (1wt%)	ガラス基板	2.4 × 10 ²⁰	多	2.35 × 10 ⁻⁴	104.4	2.55 × 10 ²⁰
実施例6	CeO ₂ (3wt%)	ガラス基板	8.0 × 10 ²⁰	多	1.84 × 10 ⁻⁴	117.9	2.88 × 10 ²⁰
実施例7	CeO ₂ (5wt%)	ガラス基板	1.2 × 10 ²¹	多	2.15 × 10 ⁻⁴	87.5	3.32 × 10 ²⁰
比較例1	CeO ₂ (7wt%)	(111)Si基板	1.6 × 10 ²¹	多	1.14 × 10 ⁻³	23.2	2.35 × 10 ²⁰
比較例2	CeO ₂ (10wt%)	(111)Si基板	2.2 × 10 ²¹	多	1.57 × 10 ⁻³	21.5	1.85 × 10 ²⁰
比較例3	CeO ₂ (7wt%)	ガラス基板	1.6 × 10 ²¹	多	3.31 × 10 ⁻⁴	60.4	3.12 × 10 ²⁰
比較例4	CeO ₂ (10wt%)	ガラス基板	2.2 × 10 ²¹	多	2.10 × 10 ⁻³	15.4	1.92 × 10 ²⁰
比較例5	CeO ₂ (3wt%)	(111)Si基板	8.0 × 10 ²⁰	少	3.79 × 10 ⁻⁴	59.2	2.78 × 10 ²⁰
比較例6	CeO ₂ (5wt%)	(111)Si基板	1.2 × 10 ²¹	少	3.51 × 10 ⁻⁴	63.9	2.78 × 10 ²⁰
比較例7	CeO ₂ (10wt%)	(111)Si基板	2.2 × 10 ²¹	少	4.72 × 10 ⁻⁴	61.5	2.15 × 10 ²⁰
比較例8	SnO ₂ (1wt%)	(111)Si基板	—	多	2.95 × 10 ⁻⁴	48.6	4.36 × 10 ²⁰
比較例9	SnO ₂ (1wt%)	ガラス基板	—	多	2.60 × 10 ⁻⁴	53.6	4.47 × 10 ²⁰
比較例10	SnO ₂ (1wt%)	(111)Si基板	—	少	4.71 × 10 ⁻⁴	42.2	3.14 × 10 ²⁰

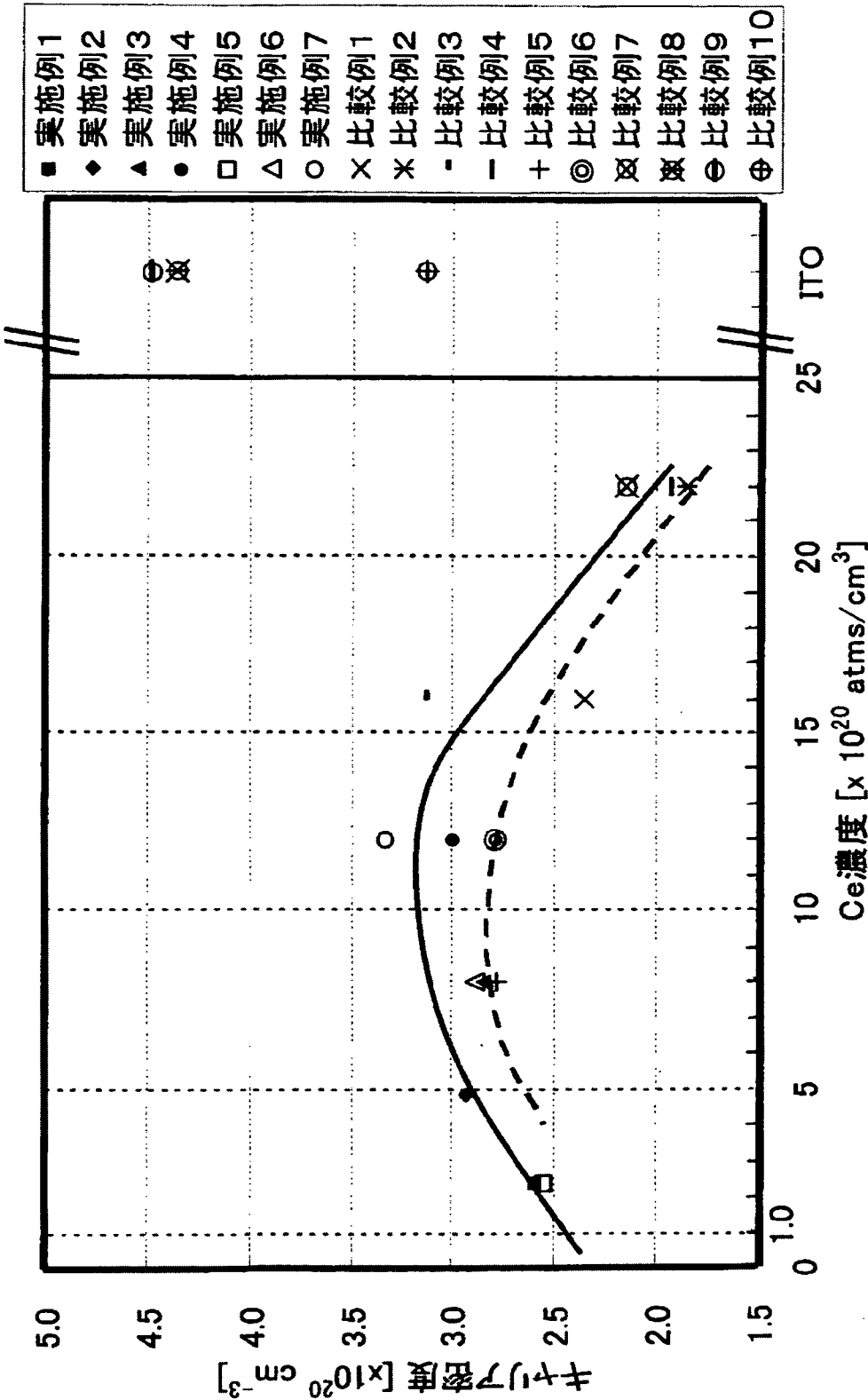
[図 3]



[図 4]



[図 5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B5/1 4 (2006.01) i, C23C14/08 (2006.01) i

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)

H 0 1 B 5 / 1 4 , C 2 3 C 1 4 / 0 8

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2010
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2010	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2010

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.
A	J P 3 - 4 3 9 1 1 A (Sh o Wa Denko Kabu shi ki Kai sha) , 2 5 February 1 9 9 1 (2 5 . 0 2 . 1 9 9 1) , claims (F a m i l y : none)	1-5
A	J P 7 - 5 4 1 3 3 A (Sumi tomo Metal Mini ng Co . , Ltd .) , 2 8 February 1 9 9 5 (2 8 . 0 2 . 1 9 9 5) , example s 1 t o 3 ; tabl e 1 (F a m i l y : none)	1-5
A	WO 2 0 0 5 / 0 6 2 6 7 8 A I (I demi t su Ko san Co . , Ltd .) , 0 7 July 2 0 0 5 (0 7 . 0 7 . 2 0 0 5) , claims 3 , 5 , 6 ; table 2 & US 2 0 0 7 / 0 1 0 3 0 5 5 A I & EP 1 6 9 9 2 7 0 A 2	1-5



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

"I" 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

3 0 November , 2 0 1 0 (3 0 . 1 1 . 1 0)

Date of mailing of the international search report

0 7 December , 2 0 1 0 (0 7 . 1 2 . 1 0)

Name and mailing address of the ISA/

Japan e Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066077

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-150477 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 10 June 1997 (10.06.1997), example 6; tables 1, 2 & WO 1997/001853 A1	1-5
A	JP 2002-313141 A (Toyobo Co., Ltd.), 25 October 2002 (25.10.2002), claims 1, 2; table 1 (Family: none)	1-5
A	JP 9-123337 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 13 May 1997 (13.05.1997), & JP 9-183181 A & JP 9-230806 A & JP 2003-154598 A & US 5667853 A & EP 733931 A2	1-5
A	JP 2004-247220 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 02 September 2004 (02.09.2004), paragraphs [0027], [0032] (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01B5/14 (2006. 01) i , C23C14/08 (2006. 01) i

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 (I P C))

Int.Cl. H01B5/14, C23C14/08

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	1 9 2 2 - 1 9
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0

国際調査で使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)
年

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 請求項の番号
A	JP 3-43911 A (昭和電工株式会社) 1991. 02. 25, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 7-54133 A (住友金属鉱山株式会社) 1995. 02. 28, 実施例 1 ~ 3、表 1 (ファミリーなし)	1 - 5
A	Wo 2005/062678 A1 (出光興産株式会社) 2005. 07. 07, 請求項 3, 5, 6、表 2 & US 2007/0103055 A1 & EP 1699270 A2	1 - 5

☒ 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

IA 「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」
 IE 「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」
 I 「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)」
 IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP 「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

「」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」
 IY 「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」
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

3 0 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 2 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

高木 康晴

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

4 X

9 2 7 5

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 請求項の番号
A	JP 9-150477 A (出光興産株式会社) 1997. 06. 10 , 実施例 6 、表 1 、表 2 & wo 1997/001853 A1	1 - 5
A	JP 2002-313141 A (東洋紡績株式会社) 2002. 10. 25 , 請求項 1 , 2 、表 1 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 9-123337 A (凸版印刷株式会社) 1997. 05. 13 , & JP 9-183181 A & JP 9-230806 A & JP 2003-154598 A & US 5667853 A & EP 733931 A2	1 - 5
A	JP 2004-247220 A (凸版印刷株式会社) 2004. 09. 02 , 段落 0027 , 0032 (ファミリーなし)	1 - 5