

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年2月28日 (28.02.2002)

PCT

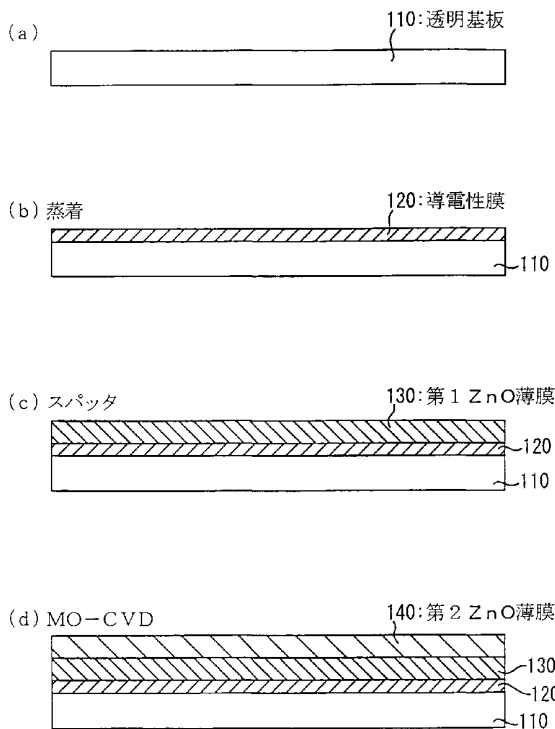
(10) 国際公開番号
WO 02/16679 A1

- (51) 国際特許分類: C30B 29/16, H01L 21/363, 21/365, 29/78, C23C 14/08, 16/40
- (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 羽賀浩一 (HAGA, Koichi) [JP/JP]; 〒989-1744 宮城県柴田郡柴田町松ヶ越1丁目5-3 Miyagi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/05575
- (74) 代理人: 弁理士 重信和男, 外 (SHIGENOBU, Kazuo et al.); 〒102-0083 東京都千代田区麹町4丁目6番8号 ダイニチ麹町ビル3階 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2000年8月18日 (18.08.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (81) 指定国 (国内): CA, JP, KR, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社東北テクノアーチ (TOHOKU TECHNO ARCH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468番地 Miyagi (JP).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: POLYCRYSTALLINE SEMICONDUCTOR MATERIAL AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: 多結晶半導体部材およびその作成方法



(57) Abstract: An aluminum film (120) is formed on a transparent substrate (110), for example, by deposition. A first thin zinc oxide (130) is formed on the surface of the aluminum film (120) by sputtering with a DC bias applied to the aluminum film. A second thin zinc oxide (140) is formed on the surface of the first thin zinc oxide (130) by normal-pressure MO-CVD. When the second thin zinc oxide (140) is formed by MO-CVD on the first thin zinc oxide (130), which is a-oriented, the second thin zinc oxide is also a-oriented. Since the film (120) is absorbed in the first thin zinc oxide when heated in the MO-CVD process, transmittivity increases, thus providing a highly transparent ZnO/Al/glass structure.

110...TRANSPARENT SUBSTRATE 140...SECOND THIN ZnO
 120...CONDUCTIVE FILM (b)...DEPOSITION
 130...FIRST THIN ZnO (c)...SPUTTERING



WO 02/16679 A1

[続葉有]



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ドランスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、透明基板（110）上に例えば蒸着を用いて、Al膜（120）を形成する。次に、Al膜（120）の表面に直流バイアスを加えて、スパッタ法により第1の酸化亜鉛薄膜（130）を形成する。さらに、第1の酸化亜鉛薄膜（130）の表面に第2の酸化亜鉛薄膜（140）を常圧MO-CVD法により形成する。a軸配向性のある第1の酸化亜鉛薄膜（130）上に、MO-CVD法で堆積した第2の酸化亜鉛薄膜（140）を形成すると、この第2の酸化亜鉛薄膜（140）はa軸配向性を有することになる。

Al薄膜（120）は、MO-CVD法で堆積するときの加熱により、第1の酸化亜鉛薄膜内に吸収されるので、透過率が高くなり、ZnO/Al/ガラス構造の試料は全体として透明性が高い。

明細書

多結晶半導体部材およびその作成方法

5 技術分野

本発明は、透明の半導体素子を構成するのに適した半導体部材に関し、特に最適な、透明度が高く、抵抗率の低い亜鉛酸化物に関する。

背景技術

- 10 亜鉛と酸素を構成元素とする多結晶酸化亜鉛部材は、受光素子、表面弾性波素子、圧電素子、透明導電電極、能動素子等への応用が期待されている。作成方法としては、超高真空を用いたM B E法、レーザーアベレーション法、スパッタリング法、真空蒸着法、ゾルゲル法、M O - C V D法、等の多くの方法が検討されている。
- 15 透明トランジスタ等の能動素子について言えば、結晶性の観点から、超高真空を用いたM B E法とレーザー・アベレーション法を併用した方法が主流となっている。しかし、この方法は低価格、大面積の能動素子を実現するには、好ましい作成方法ではない。しかしながら、透明導電電極の作成には、上記方法が用いられ、トップデータを叩き出している。
- 20 また、大面積堆積ではスパッタリング法が試みられているが、M B E法に匹敵する低抵抗率は得られていない。このような現状から、結晶性が良く大面積薄膜の形成が可能なM O - C V D法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition System) に注目が集まっている。
- 25 β ジケトン化合物の有機金属を用いた酸化亜鉛材料のM O - C V D法による作成は、南らにより Appl.Phys.Lett.,41 (1982) 958 に示されている。この内容は、材料の使用目的として透明導電電極に限られており、ガラス基板上へ形成されたc軸配向性を有する多結晶酸化亜鉛薄膜に関するもので、抵抗率も十分なものではなかった。また、この作成法を用

いて他の素子に応用した例に関しては、報告がない。

M B E 法を用いて、酸化亜鉛を透明トランジスタ素子に応用した例は、東工大の川崎らにより平成 1 2 年春季応用物理学会講演会予稿集で報告されている。この報告では、基板としてガラス基板を用いているが、結
5 晶配向性はウルツ鉱構造の c 軸である。

薄膜の深さ方向の伝導を用いる太陽電池と異なり、透明トランジスタ、透明導電電極、表面弾性波素子は面内方向の伝導を利用する素子である。東北大学の中村らは (Jpn.J.Appl.Pbys 39 (2000) L534) M B E 法を用いて、a 軸配向の単結晶酸化亜鉛薄膜が表面弾性波素子に適しているこ
10 とを報告している。

多結晶あるいは非晶質基板の上に形成された酸化亜鉛 (Z n O) 薄膜は、結晶軸の c 軸配向性を示す場合が殆どである。これは、c 軸配向が最も薄膜作成時の堆積エネルギーが小さいためであるとされている。この c 軸配向性を有する酸化亜鉛は、深さ方向に伝導性がよい。しかし、面内
15 方向に伝導性がよい a 軸配向性を有する酸化亜鉛薄膜を形成することは難しい。非常に特殊な作成条件で薄膜を形成すれば、a 軸配向となる場合もあるが、再現性が低い。

本特許の目的は、平面方向に抵抗率が低い、結晶軸の a 軸配向性を持つ多結晶酸化亜鉛半導体部材およびその作成方法を提供するものである。
20 また、可視の領域で透明性を有する酸化亜鉛半導体部材も本発明の目的である。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明は、基板上に形成される多結晶半導体部材であって、構成元素として亜鉛、酸素を少なくとも有し、結
25 晶配向面がウルツ鉱構造 a 軸に配向していることを特徴とする。

この多結晶半導体部材は、I 族または III 族の不純物を含み、基板側の不純物濃度が高くてもよい。このような多結晶半導体部材は、透明基

板上に形成して、基板を含めて可視領域において50%以上の透過率を有するようにすることができる。

この多結晶半導体部材は、結晶性あるいは不純物濃度の少なくとも一方が異なる第1と第2の多結晶酸化亜鉛薄膜により形成することも可能で、これは例えばスパッタ法とMO-CVD法の2つの方法で多結晶酸化亜鉛薄膜を形成することで実現することができる。

前記半導体部材を、不純物組成の異なる第1と第2の多結晶酸化亜鉛薄膜により形成することも可能で、これによりトランジスタ等の能動素子を形成することが可能となる。

10 また、本発明は、多結晶半導体部材の作成方法であって、支持基板の上に、導電膜を形成し、前記形成した導電膜に直流バイアスを印加して、スパッタリング法によりa軸配向性を有する多結晶酸化亜鉛薄膜を作成することを特徴とする。

15 前記導電膜は、導電性を有するI族あるいはIII族の薄膜であり、前記多結晶酸化亜鉛薄膜を形成した後加熱することにより、導電膜を可視領域で透明化することができる。

20 さらに、MO-CVD法により、a軸配向性を有する第2の多結晶酸化亜鉛薄膜を、前記多結晶酸化亜鉛薄膜上に形成することもでき、また、前記導電膜は、導電性を有するI族あるいはIII族の薄膜とすることもできる。

MO-CVD法では、 β ジケトン化合物の有機金属を原料に使用することもでき、この β ジケトン化合物の有機金属を予備加熱して分解し、酸素ガスと反応させることもできる。前記 β ジケトン化合物の有機金属には、I族またはIII族の不純物を含むこともできる。

25

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の多結晶酸化亜鉛の半導体部材の製造過程を示す図である。

第2図は、直流バイアスの印加電圧を変えて作成された酸化亜鉛薄膜のX線回折測定の結果を示すグラフである。

第3図は、 $Zn(acac)_2$ の分子構造式を示す図である。

第4図は、 $Zn(acac)_2$ の水和物原料(a)及び非水和水物原料(b)のTG、DTA測定結果を示すグラフである。

第5図は、有機金属気相成長(MOCVD)装置の構成を示す図である。

第6図は、製造過程の各段階における試料の透過率を示す図である。

第7図は、Liを不純物として添加した試料の抵抗率の変化を示すグラフである。

第8図は、Gaを不純物として添加した試料の抵抗率の変化を示すグラフである。

第9図は、本発明の部材を透明トランジスタに応用した例について示す図である。

15

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

図1は本発明のa軸配向性を有する酸化亜鉛薄膜を、形成する過程を示す図である。

20 本発明の目的であるa軸配向のZnO薄膜を作成するには、結晶性基板または非晶質基板上に、ウルツ鉱構造a軸配向性を有する酸化亜鉛薄膜を作成することが重要である。このため、まず、透明基板110上に例えば蒸着を用いて、導電性の膜120を形成する(図1(a)-(b)参照)。

25 透明素子の形成に適した透明な基板110として、非晶質基板としては、鉛ガラス、パイレックス・ガラス、石英ガラス等が用いられる。結晶性基板としては、シリコン・ウェハー、MgO、アルミナ、サファイア等が挙げられる。また、導電性の膜120としては、酸化亜鉛のn型

不純物となる III 族の材料が適している。具体的な材料としては、Al、In、Ga、B 等の金属あるいは化合物が用いられる。しかし、p 型不純物となる I 族の材料で導電性の膜を形成してもよい。

つぎに、図 1 (c) に示すように、直流バイアスを印加した高周波スパッタリング法を用いて、ZnO 膜 130 を形成する。直流バイアスの印加法としては、透明基板 110 に堆積した導電性の膜 120 の表面に直流バイアスを加える。直流バイアスは、定電圧源、定電流源のどちらを用いても良い。直流バイアスを印加できれば、スパッタ電源として高周波以外の周波数、たとえばマイクロ波を用いても良い。

10 図 2 に、定電圧源による直流バイアスの印加電圧を変えた場合の、X 線回折測定の結果を示すグラフを示す。図 2 のグラフは、ガラス基板上の直流バイアスを導電させる薄膜として、Al を用いた場合を示している。

図 2 から明らかなように、正のバイアス電圧ではウルツ鉱構造 c 軸である (002) 軸が優先配向となっているが、直流バイアスが -25 V 以上で a 軸配向である (110) 軸が出現している。図 2 のグラフに示した結果は、再現性良く得られる。導電性薄膜を、例えば、In 化合物である ITO (酸化錫インジウム合金) に変えてもほぼ同様な結果が得られた。これは、基板への負の DC バイアスの印加により正イオンが基板表面に衝撃を与え、六方晶構造の c 軸配向が a 軸配向面へと傾斜し、再配列したものと考えられる。

この状態では、Al 薄膜を使用しているため、ZnO/Al/ガラス構造の試料は Al の透過率が低く、不透明となり透明デバイスには利用できない。このため、次に、図 1 (d) に示すように、この試料の表面に第 2 の酸化亜鉛薄膜 140 を常圧 MO-CVD 法により形成する。この常圧 CVD 法にはアセチルアセトン金属を原料に用いる。

第 1 の酸化亜鉛薄膜上に MO-CVD 法で堆積した第 2 の酸化亜鉛薄膜の X 線回折の結果は、第 1 の多結晶酸化亜鉛薄膜 130 の結晶配向性

を反映して、a軸、c軸配向ともエピタキシャル的に成長が起こっていることを示していた。したがって、直流バイアスを印加して、スパッタにより形成したa軸配向性のある第1の酸化亜鉛薄膜130上に、MO-CVD法で堆積した第2の酸化亜鉛薄膜140を形成すると、この第5 2の酸化亜鉛薄膜140はa軸配向性を有することになる。

ここで、常圧MO-CVD法において、原料に用いているアセチルアセトン金属について説明する。例えば、 β ジケトン化合物の有機金属の1つであるアセチルアセトン亜鉛($Zn(acac)_2$)は、試薬として市販されており、純度は99.8%から99.99%のものが一般的である。この $Zn(acac)_2$ には、図3に示す分子構造式のような、水分子を水和物として亜鉛元素に結合している $Zn(acac)_2(H_2O)$ と、非水和物の $Zn(acac)_2$ がある。市販の試薬には両者を区別する明確な記載が無く、水和物と非水和物が混在して販売されている。 $Zn(acac)_2(H_2O)$ は、精製の過程で水分子が1分子結合している1水和物で構成されており、これが最も安定な水和物である。15

さて、水和物と非水和物の原料評価方法として、熱分析法(DTA)と熱重量(TG)法がある。熱分析法とは、材料の構造が変化するときの吸熱あるいは発熱反応を測定するものである。熱重量法は、材料が昇華あるいは蒸発していくときの重量変化を測定するものである。重量変化は、加熱速度に対応して異なる値を示すが、吸熱及び発熱反応は、材料固有の値となる。20

図4に $Zn(acac)_2$ の水和物原料(a)及び非水和物原料(b)のTG、DTA測定結果を示す。DTAとTGの測定条件は、昇温速度 $10^\circ C/min$ 、 N_2 ガス流量 $200 cc/min$ の大気圧雰囲気とした。図4における水和物(a)のTG曲線は、 $50^\circ C$ 付近から少しずつ重量が減少し始め、DTA曲線にも大きな吸熱反応が見られた。これは、温度上昇に伴い、 $Zn(acac)_2$ 材料のZn原子に水和物として結合している水分子が徐々に蒸発しているためと考えられる。さらに材料が加25

熱されると、重量減少は、D T A 曲線の溶融ピーク（132.1℃）付近から急に大きくなる。非水和物原料（b）の T G 曲線は、60℃付近から一様に減少し、水和物より若干高い溶融ピーク（133.4℃）付近から急激に減少する。

5 結晶性及び再現性の見地から、常圧 M O - C V D 法における薄膜作成においては、非水和物に比べ、水和物を用いるのが好ましい。また、薄膜作成では、水和物と非水和物を混在して使用することは良質な薄膜を作成する妨げとなる。また、溶融温度も良質な Z n O 薄膜の作成には重要である。溶融温度は 132℃から 135℃の範囲が良い。

10 Z n O 薄膜の作成に用いる有機金属気相成長（M O - C V D）装置 200 を図 5 に示す。本発明では、工業的な大量生産を考慮して、結晶方位を決定する第 1 の多結晶酸化亜鉛薄膜をスパッタリング法、第 2 の多結晶酸化亜鉛薄膜を常圧 M O - C V D 法で形成している。

図 5 において、常圧 M O - C V D 原料の Z n (a c a c)₂ はガラス製の加熱炉（容器）218 に充填されている。原料の Z n (a c a c)₂ は熱分析で構造安定性が確認された、純度 99.99% のものを使用している。加熱炉で昇華した原料は、フローメータ（F M）222 で流量が制御された、容器 212 からの窒素（N₂）キャリアガスにより、薄膜を堆積させる反応室 230 まで運ばれる。また、容器 214 からの酸素の原料である酸素ガス（O₂）は、原料との気相反応を避けるために、薄膜を堆積する基板の直前までガラス管で分離して輸送している。

Z n (a c a c)₂ は、O₂ ガスとの反応性が低く、通常、酸素の供給原料として純水を使用する必要があった。しかし、常圧 C V D プロセスで純水を原料に用いた場合、配管や装置の低温領域に凝縮した水分が周囲温度の上昇に伴って再蒸発し、薄膜組成の再現性が得にくいことが知られている。これは、工業的な製造プロセスの障害となる可能性が大きい。図 5 に示した本発明の装置 200 では、O₂ ガスとの化学的反応性の低さを補う目的で、反応室 230 直前に予備加熱領域 220 を設け、加

熱により $Zn(acac)_2$ 原料の分解を促進させた。この構成も本発明の特徴の一つである。

第2の多結晶酸化亜鉛薄膜140を形成した後の構造は、透過率が大幅に向上する。これを図6に示す透過率のグラフで示す。図6のグラフでは、図1にした製造過程の各段階(b)(c)(d)における試料の透過率を示している。図6に示すように、 $ZnO(Sputter)/Al$ /パイレックス構造を有する試料(c)の透過率は、550nmで23%であるのに対し、MO-CVD法でこの上部に ZnO 薄膜を堆積した試料(d)の透過率は80%と約4倍程度に向上している。これは、第2の多結晶酸化亜鉛薄膜140を形成する際の熱により、ガラス基板110上に形成した Al 薄膜120の Al 原子が、第1の多結晶酸化亜鉛薄膜130に拡散することによる。したがって、スパッタ法で、直流を印加しながらa軸配向の酸化亜鉛薄膜を Al 薄膜上に形成した(図1(c)参照)後、加熱することにより、この段階で透明度を高くすることもできる。この場合、MO-CVD法による第2の酸化亜鉛薄膜を形成しなくてもよい。

第2の多結晶酸化亜鉛薄膜にさらにドーピング材料として、I族化合物である Li 、 Cu 、III族化合物である B 、 Ga 、 In 、 Al 等のアセチルアセトン金属あるいはデピパロイル・メタネート(DPM)金属を用いて、薄膜作製の際に不純物を添加することもある。

図7は、 Li を不純物として添加した試料の抵抗率の変化について示すグラフである。 Li の添加量は Li の原料であるデピパロイルメタネート $Li(Li(DPM))$ を導入した容器216(図5参照)を加熱して調整する。図7に示すように、容器216の温度 T_c を増加させるに従い、抵抗率は単調増加する。

図8は、 Ga を不純物として添加した試料の抵抗率の変化を示すグラフである。添加した Ga の原料は、アセチルアセトン $Ga(Ga(acac)_3)$ を用いた。 Ga の添加量は、 Ga の原料である $Ga(acac)_3$

3。を導入した容器 2 1 6 を加熱して調整する。この図から明らかなように容器 2 1 6 の温度を上げて G a の添加量を増やすに連れて抵抗率は単調に減少し、1 1 0 °C で最小値を示した。

5 図 7 および図 8 に示すように、G a の不純物添加は抵抗率を低下させる通常のドーピング特性を示すが、L i の添加は、抵抗率を増加させる傾向を示す。これは、不純物を添加しない薄膜が本来 n 型であるため、p 型の不純物添加により真性半導体となるためと考えられる。透明素子に用いる薄膜は、低電流動作が求められ、高抵抗である必要があることからこの特性は好ましい。

10 (実施例 1)

真空蒸着法を用いて、パイレックス基板の上に数百 Å の A l 薄膜を蒸着し、この上部に r f スパッタリング装置により Z n O 薄膜を堆積させた。A l 薄膜の抵抗は電極間距離 5 m m の針状電極を表面に接触させて測定を行った。基板とチャンバー間に印加した直流バイアスは -1 0 0 V とし、
15 堆積中の圧力は 0 . 0 1 T o r r とした。

常圧 M O - C V D 法で堆積した Z n O 薄膜の原料には、アセチルアセトン亜鉛 ($Z n (a c a c)_2$) 及び O_2 ガスを使用した。 $Z n (a c a c)_2$ のキャリアガスに用いた N_2 と O_2 ガスの流量は、各々 4 0 0 s c c m とした。

20 A l 薄膜の抵抗値が 3 k Ω 以下では、a 軸配向を示す Z n O (1 1 0) 面の回折ピークを有するが、それ以上の抵抗値では Z n O (0 0 2) 面の c 軸配向が出現した。

(実施例 2)

25 図 9 に、この部材を透明トランジスタに応用した例について示す。図 9 (a) は、トランジスタ 3 1 0 の断面図である。使用した酸化亜鉛薄膜の配向性は透明トランジスタの電流の流れに最適な配向軸である a 軸を用いている。ガラス基板 1 1 0 上に形成された第 1 の酸化亜鉛薄膜 1 3 0 の膜厚は 5 0 0 - 1 5 0 0 Å 程度である。伝導型は界面に堆積した

A 1 電極からの A 1 原子の拡散により、n 型の伝導型を示す。第 2 の酸化亜鉛薄膜 1 4 0 の膜厚は 1 0 0 0 - 2 0 0 0 Å となる。第 2 の酸化亜鉛薄膜には Li を添加し、抵抗率が $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ の値を示す条件の酸化亜鉛を堆積した。このトランジスタの全膜厚は、例えば 2 5 0 0 Å であ

5 った。

ゲート絶縁膜 3 1 5 としては、シリコン酸化膜あるいはシリコン窒化膜が用いられる。この膜厚は、ゲート駆動電圧にもよるが、2 0 0 - 2 0 0 0 Å が用いられる。ソース電極 3 1 4、ドレイン電極 3 1 2 は A 1 電極を直接第 2 の酸化亜鉛薄膜に堆積して用いたが、第 2 の酸化亜鉛薄

10 膜に伝導型の異なる不純物を拡散させ、pn 接合による漏れ電流の抑制をしても良い。得られた透明トランジスタ 3 1 0 は、ゲート電圧の変化に対応してドレイン電流を制御することができた。

(実施例 3)

実施例 2 に示した透明トランジスタ 3 1 0 は、ゲート電極が上部にあるものであったが、図 9 (b) の実施例 3 に示すトランジスタ 3 2 0 は、ゲート電極 3 2 6 を下部に形成したものとなる。このトランジスタ 3 2 0 の特徴は、外部の環境の影響を受けにくいこと、上質なゲート絶縁膜を形成した後にトランジスタの部材を形成するため、ゲート電圧変化によるヒステリシスの影響を受けにくいことである。各薄膜の特性、膜厚

20 は全て実施例 2 と同様となる。この構成の透明トランジスタは実施例 2 に比べ off 電圧をさらに低減できた。

符号の説明

1 1 0	ガラス基板
25 1 2 0	導電性膜
1 3 0	多結晶酸化亜鉛薄膜
1 4 0	多結晶酸化亜鉛薄膜
2 0 0	MO-CVD 装置

	2 1 2	N ₂ 容器
	2 1 4	O ₂ 容器
	2 1 6	Li / Ga (C ₅ H ₇ O ₂) ₃ 容器
	2 1 8	Zn (C ₅ H ₇ O ₂) ₂ 容器
5	2 2 0	予備加熱領域
	2 3 0	反応室
	3 1 0 . 3 2 0	透明トランジスタ
	3 1 2 , 3 2 2	ドレイン電極
	3 1 4 , 3 2 4	ソース電極
10	3 1 5 , 3 2 5	ゲート絶縁膜
	3 1 6 , 3 2 6	ゲート電極

15

20

25

請求の範囲

1. 基板上に形成される多結晶半導体部材であって、構成元素として亜鉛、酸素を少なくとも有し、結晶配向面がウルツ鉱構造 a 軸に配向していることを特徴とする多結晶半導体部材。
- 5 2. 請求項 1 記載の多結晶半導体部材において、前記多結晶半導体部材は、I 族または III 族の不純物を含み、基板側の不純物濃度が高いことを特徴とする多結晶半導体部材。
3. 請求項 2 記載の多結晶半導体部材において、前記多結晶半導体部材は、透明基板上に形成され、基板を含めて可視領域において 50% 以上の透過率を有していることを特徴とする多結晶半導体部材。
- 10 4. 請求項 1～3 のいずれかに記載の多結晶半導体部材において、前記多結晶半導体部材は、結晶性あるいは不純物濃度の少なくとも一方が異なる第 1 と第 2 の多結晶酸化亜鉛薄膜により形成されていることを特徴とする多結晶半導体部材。
- 15 5. 請求項 1～4 のいずれかに記載の多結晶半導体部材において、前記半導体部材は、不純物組成の異なる第 1 と第 2 の多結晶酸化亜鉛薄膜により形成されていることを特徴とする多結晶半導体部材。
6. 多結晶半導体部材の作成方法であって、支持基板上に、導電膜を形成し、前記形成した導電膜に直流バイアスを印加して、スパッタリング法により a 軸配向性を有する多結晶酸化亜鉛薄膜を作成することを特徴とする多結晶半導体部材の作成方法。
- 20 7. 請求項 6 記載の多結晶半導体部材の作成方法において、前記導電膜は、導電性を有する I 族あるいは III 族の薄膜であり、前記多結晶酸化亜鉛薄膜を形成した後加熱することを特徴とする多結晶半導体部材の作成方法。
- 25 8. 請求項 7 記載の多結晶半導体部材の作成方法において、さらに MOCVD 法により、a 軸配向性を有する第 2 の多結晶酸化亜鉛薄膜を、前記多結晶酸化亜鉛薄膜上に形成することを特徴とする多結晶半導体部材の作成方法。

材の作成方法。

9. 請求項 8 記載の多結晶半導体部材の作成方法において、前記導電膜は、導電性を有する I 族あるいは III 族の薄膜であることを特徴とする多結晶半導体部材の作成方法。

5 10. 請求項 8 または 9 記載の多結晶半導体部材の作成方法において、 β ジケトン化合物の有機金属を原料に使用していることを特徴とする多結晶半導体部材の作成方法。

10 11. 請求項 10 記載の多結晶半導体部材の作成方法において、前記 β ジケトン化合物の有機金属を予備加熱して分解し、酸素ガスと反応させることを特徴とする多結晶半導体部材の作成方法。

12. 請求項 10 または 11 記載の多結晶半導体部材の作成方法において、前記 β ジケトン化合物の有機金属は、I 族または III 族の不純物を含むことを特徴とする多結晶半導体部材の作成方法。

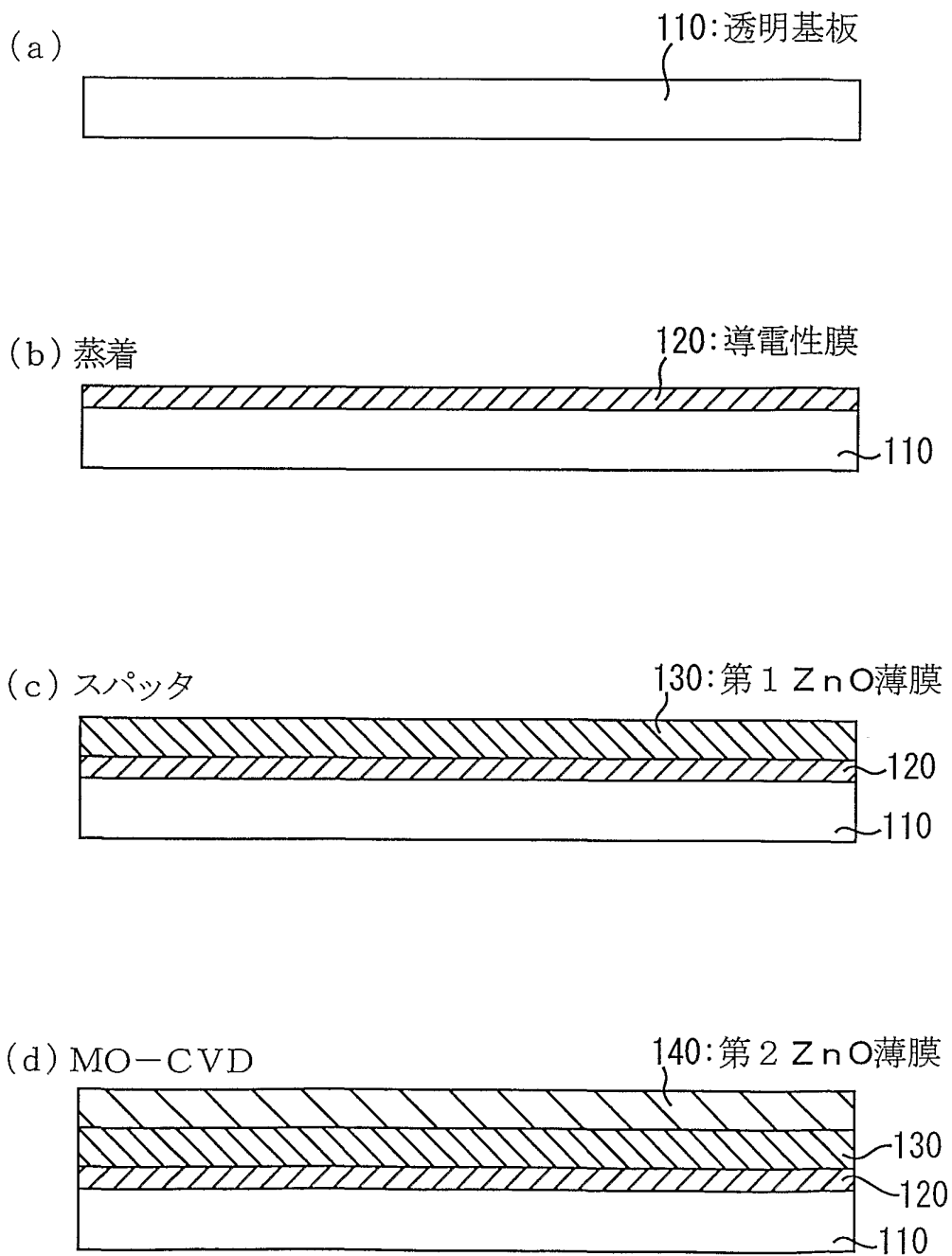
15

20

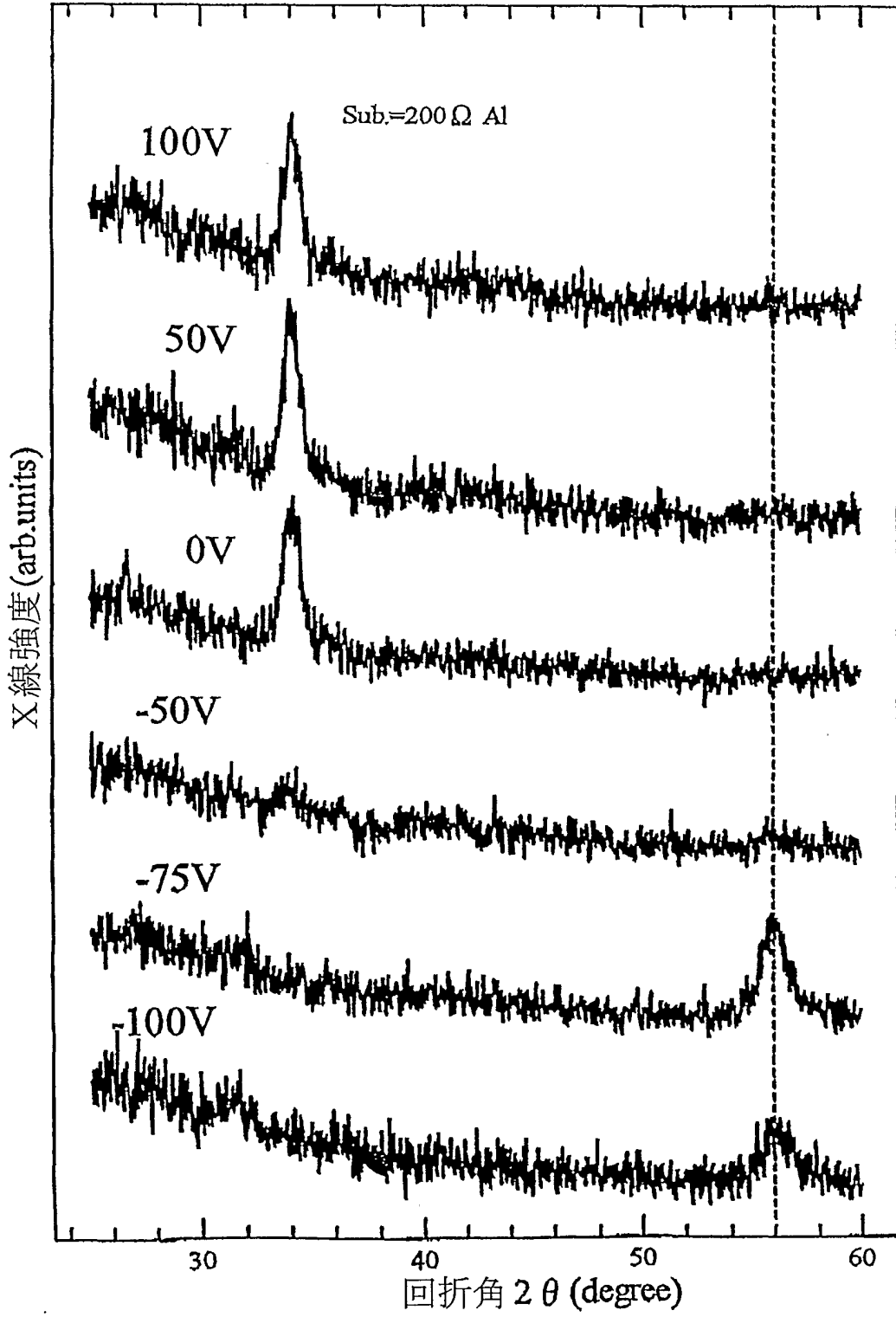
25

図面

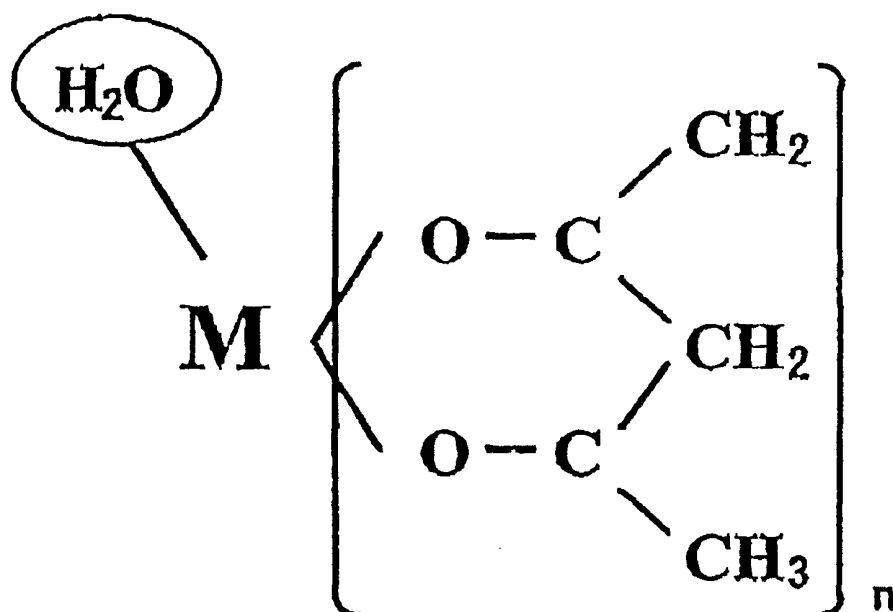
【図1】



【図2】

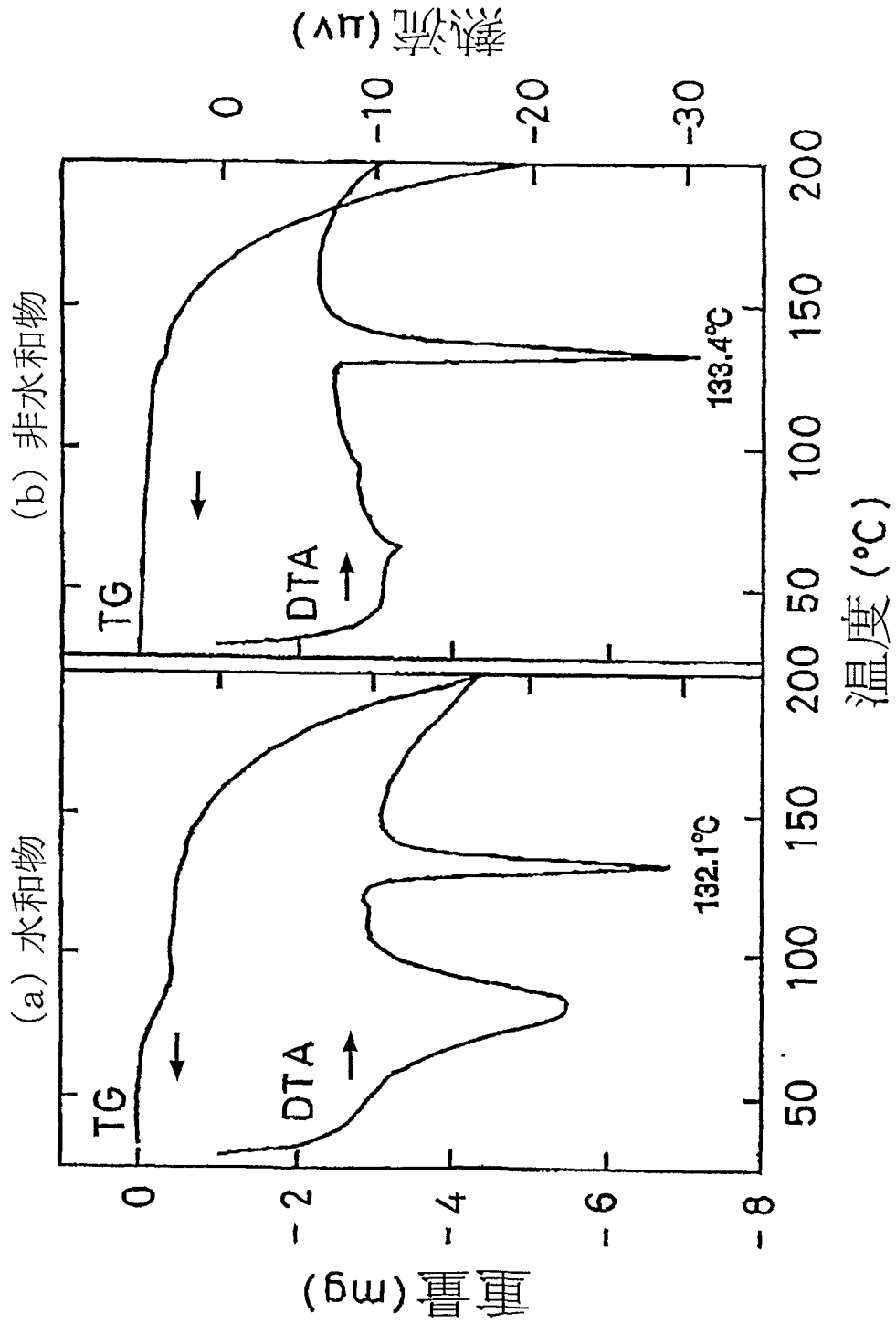


【図3】

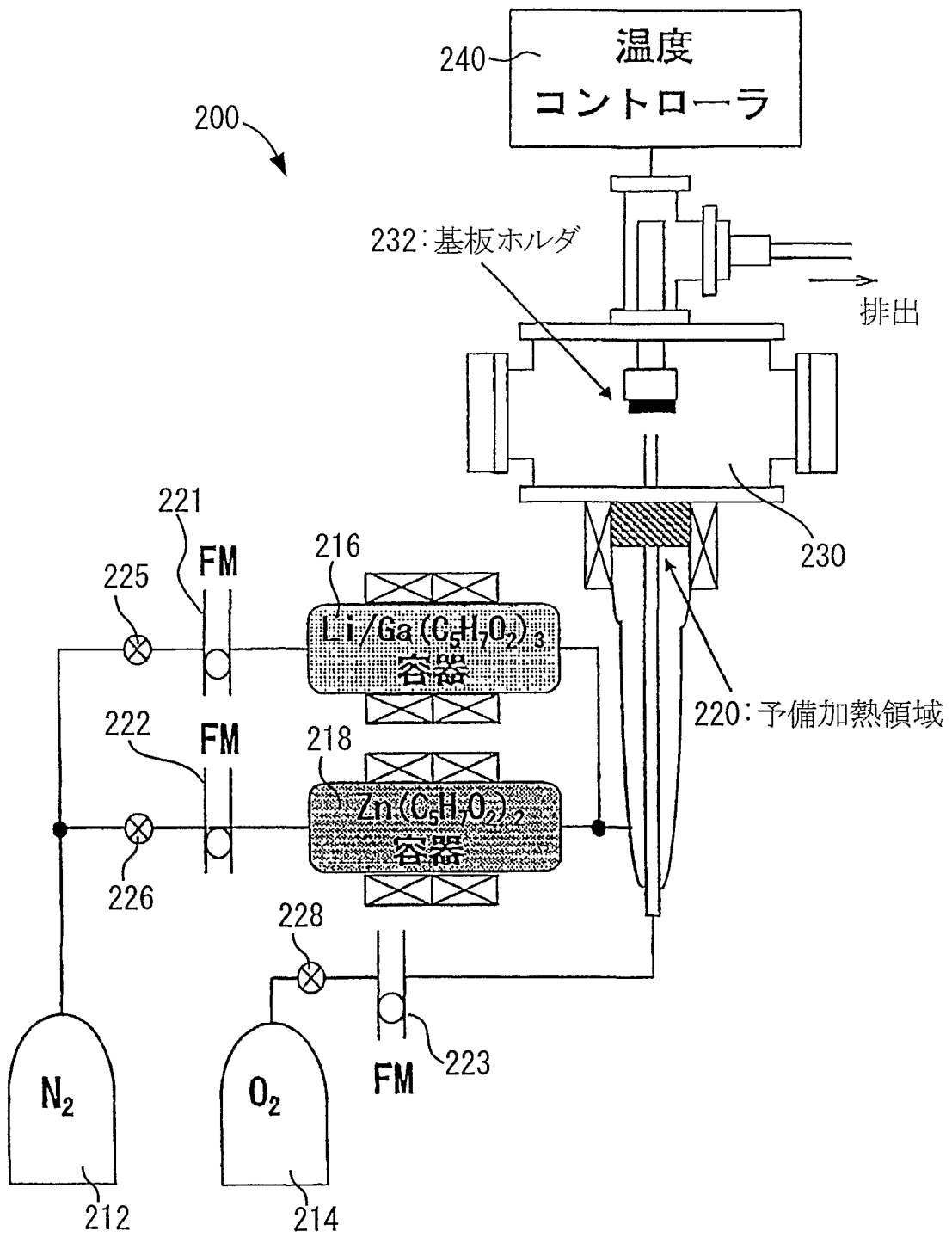


M: 金属化学要素

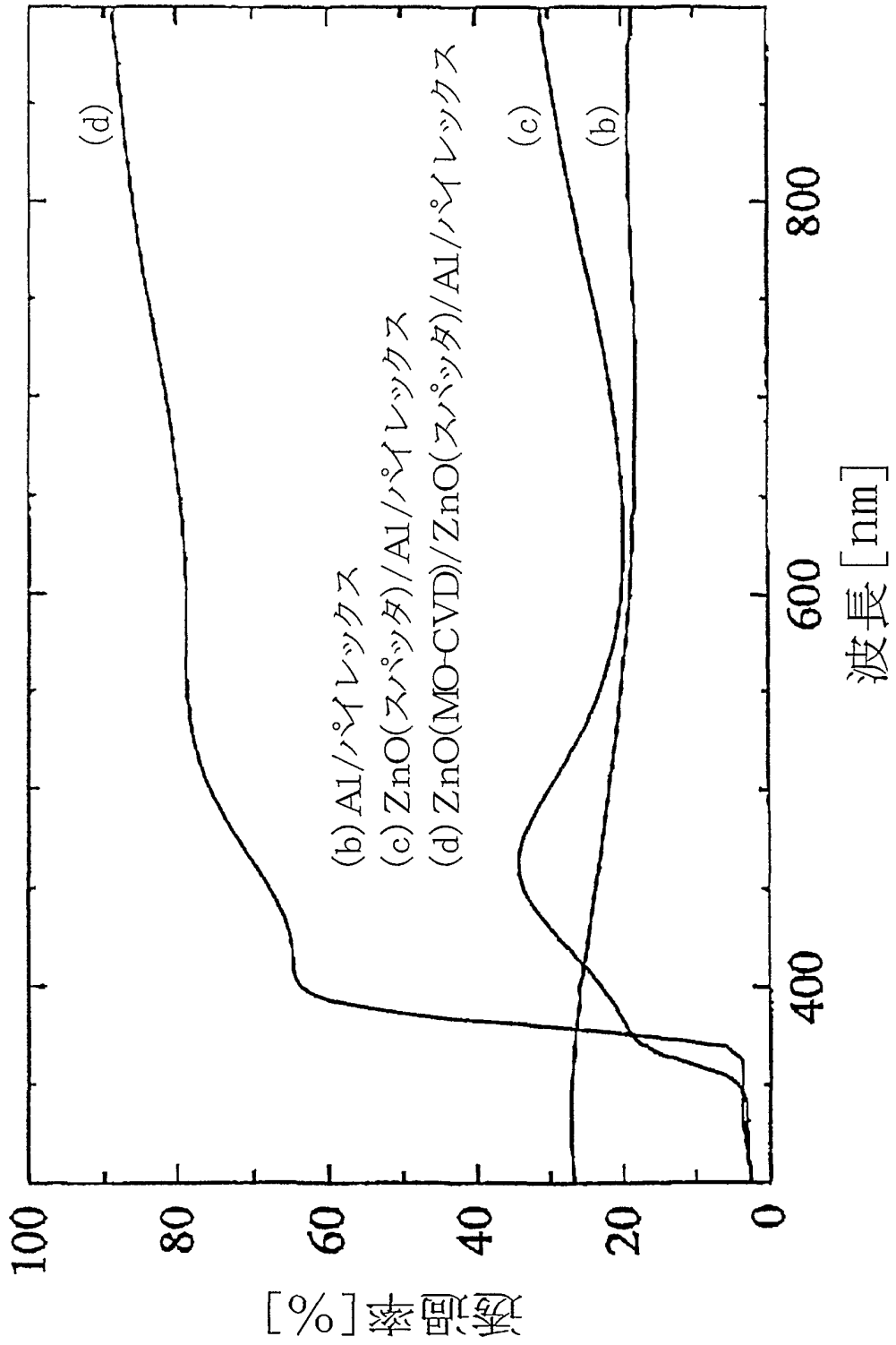
【図4】



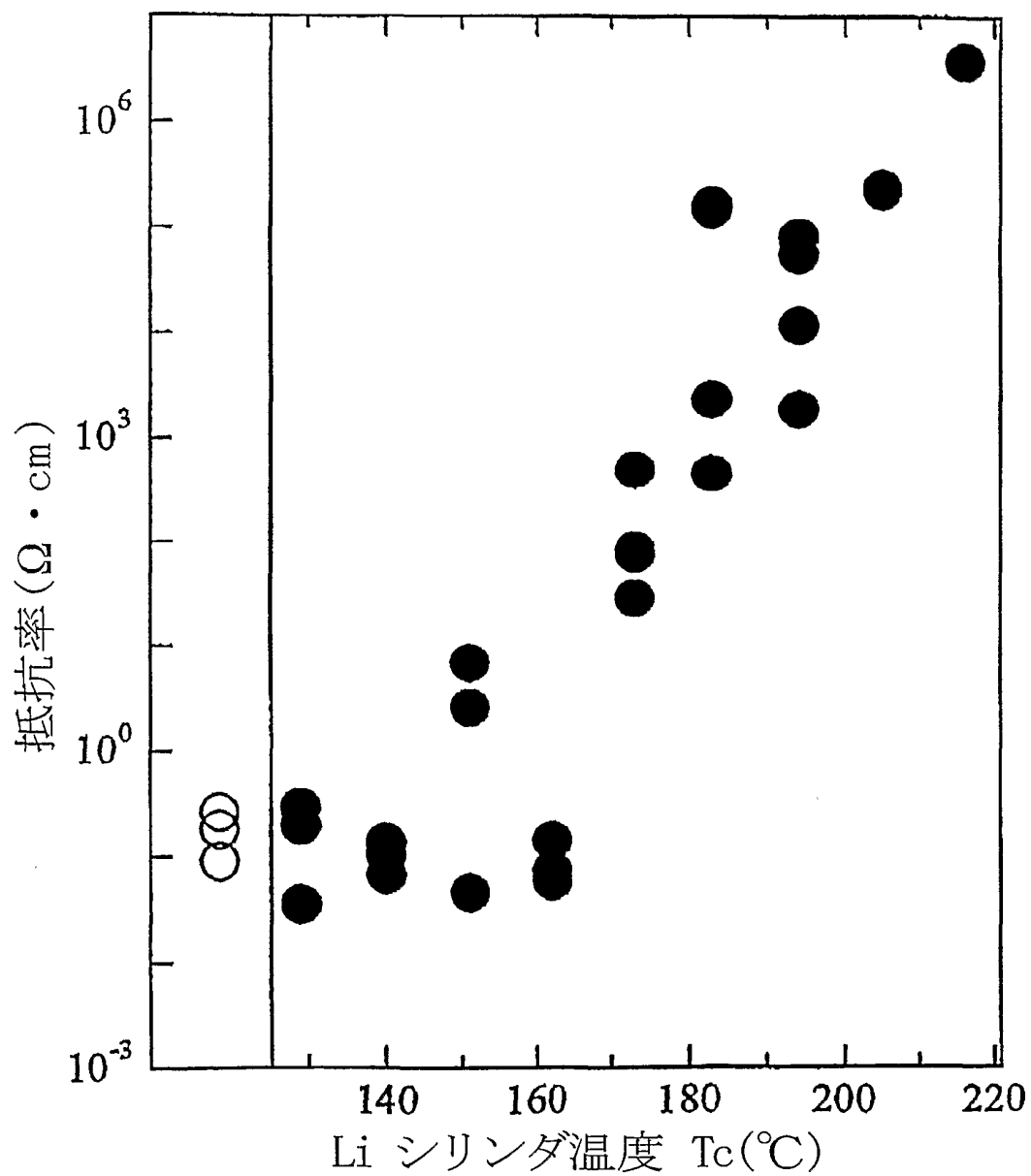
【図5】



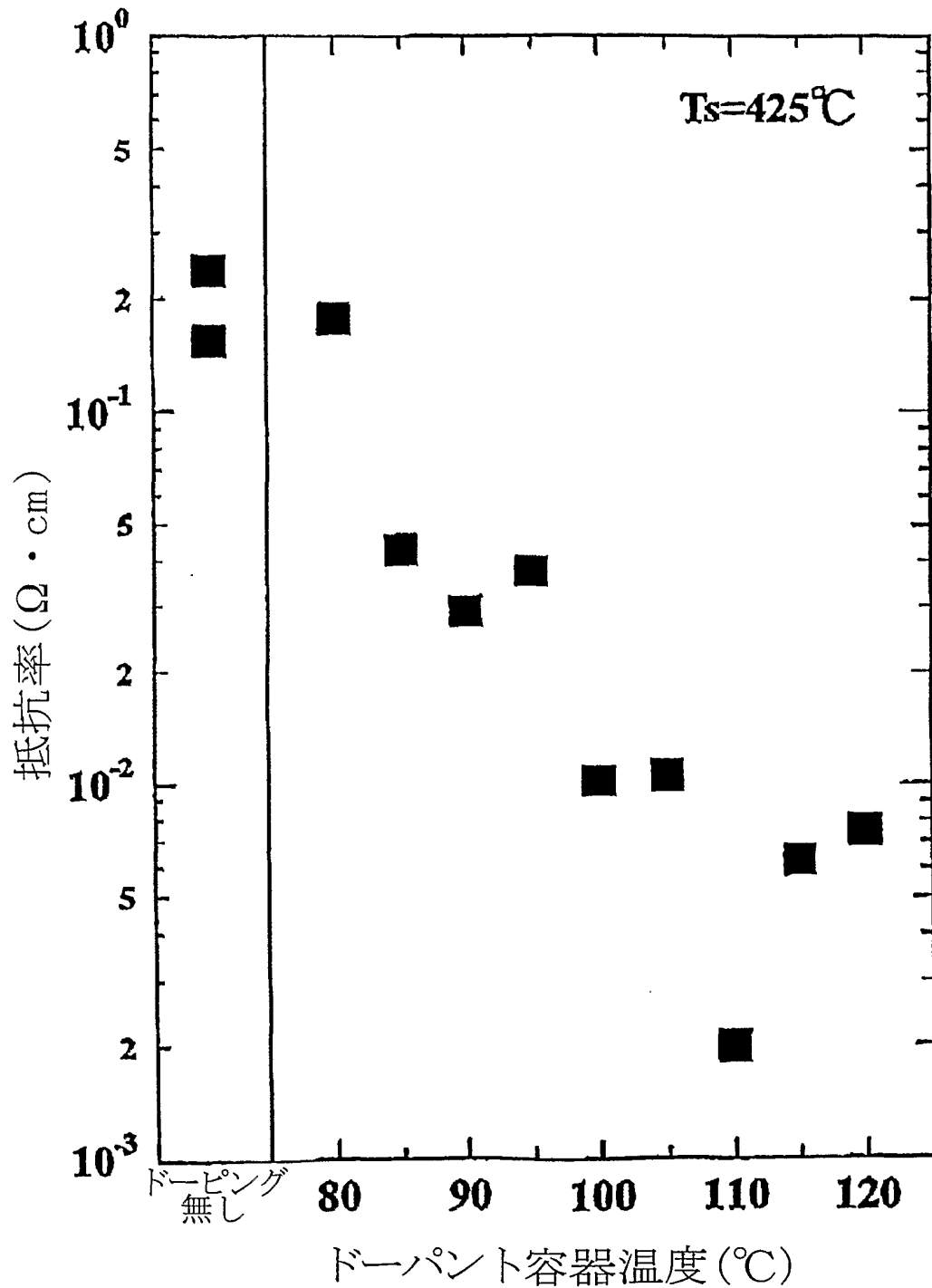
【図6】



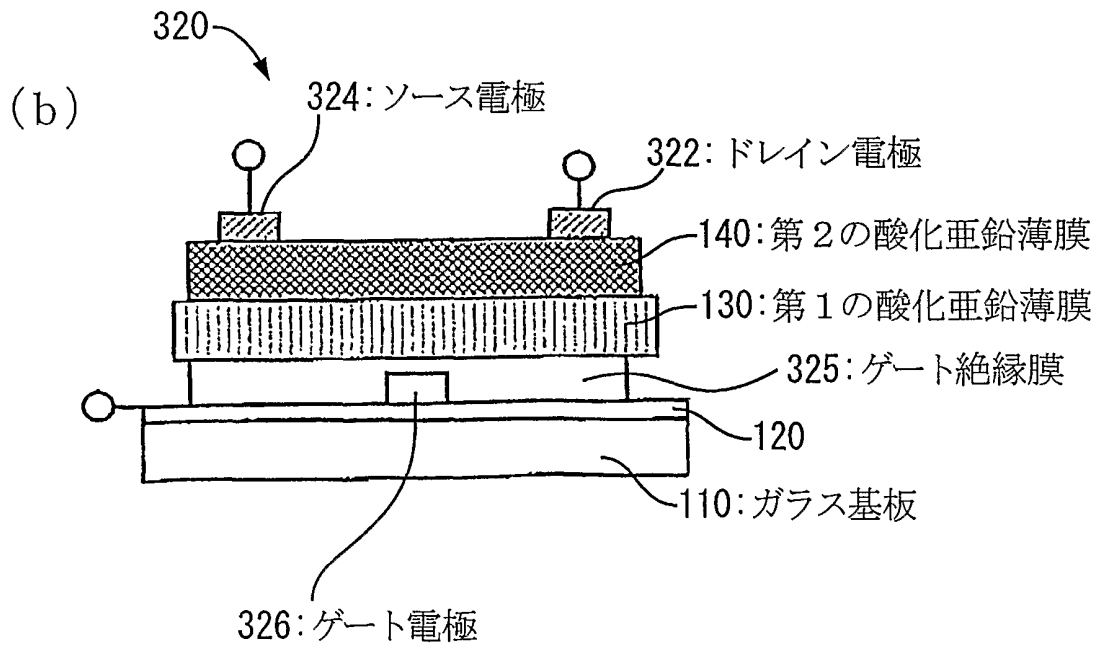
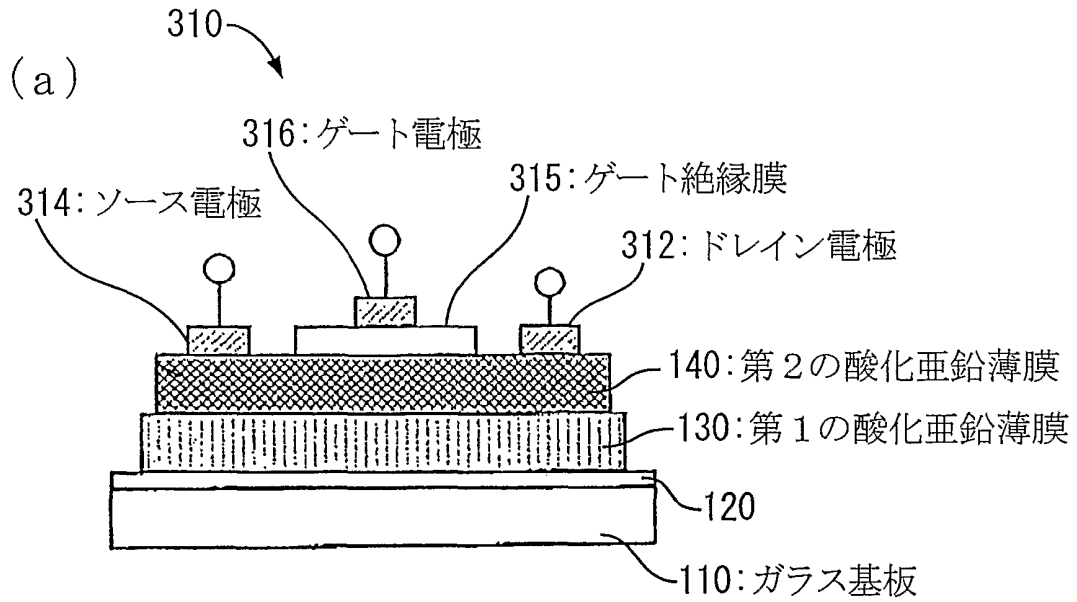
【図 7】



【図 8】



【図9】




INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05575

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁷ C30B29/16, H01L21/363, 21/365, 29/78, C23C14/08, 16/40</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>												
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl⁷ C30B29/16, H01L21/363, 21/365, 29/78, C23C14/08, 16/40</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CAS ONLINE</p>												
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2000-137342 A (Tohoku Ricoh Co., Ltd.), 16 May, 2000 (16.05.00), column 6, line 4 to column 9, line 40 (Family: none)</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T. Sekiguchi et al., "ZnO films grown under the oxygen-rich condition", Journal of Crystal Growth, Vol. 214/215, June, 2000, pages 68 to 71</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 2000-137342 A (Tohoku Ricoh Co., Ltd.), 16 May, 2000 (16.05.00), column 6, line 4 to column 9, line 40 (Family: none)	1-12	A	T. Sekiguchi et al., "ZnO films grown under the oxygen-rich condition", Journal of Crystal Growth, Vol. 214/215, June, 2000, pages 68 to 71	1-12	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.										
X	JP 2000-137342 A (Tohoku Ricoh Co., Ltd.), 16 May, 2000 (16.05.00), column 6, line 4 to column 9, line 40 (Family: none)	1-12										
A	T. Sekiguchi et al., "ZnO films grown under the oxygen-rich condition", Journal of Crystal Growth, Vol. 214/215, June, 2000, pages 68 to 71	1-12										
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>												
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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	"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)	"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	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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											
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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											
"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)	"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											
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family											
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed												
<p>Date of the actual completion of the international search 01 September, 2000 (01.09.00)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 12 September, 2000 (12.09.00)</p>										
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>										
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>										

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. ⁷ C30B29/16, H01L21/363, 21/365, 29/78, C23C14/08, 16/40		
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. ⁷ C30B29/16, H01L21/363, 21/365, 29/78, C23C14/08, 16/40		
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 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年		
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) CAS ONLINE		
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	JP, 2000-137342, A (東北リコー株式会社), 16. 5月. 2000 (16. 05. 00), 第6欄第4行~第9欄第40行 (ファミリーなし)	1-12
A	T. Sekiguchi et al., "ZnO films grown under the oxygen-rich condition", Journal of Crystal Growth, Vol. 214/215, June 2000, pp. 68-71	1-12
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 01. 09. 00	国際調査報告の発送日 12.09.00	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 五十棲 毅	4G 9440 
	電話番号 03-3581-1101	内線 3416