

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012年8月9日(09.08.2012)



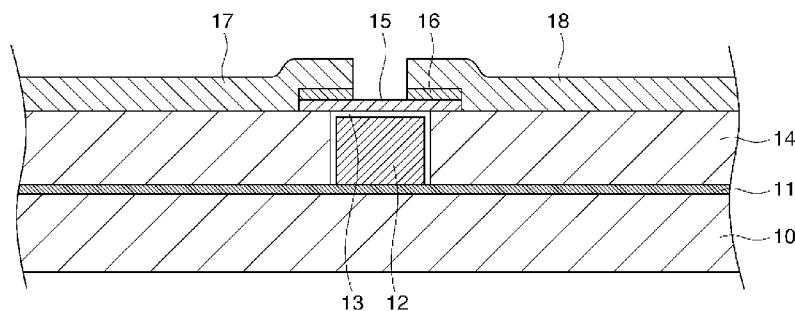
(10) 国際公開番号  
WO 2012/104902 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/336 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/000530
- (22) 国際出願日: 2011年1月31日(31.01.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人東北大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大見 忠弘(OHMI, Tadahiro) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 大塚 康德, 外(OHTSUKA, Yasunori et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号 紀尾井町パークビル7F Tokyo (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, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, RS, SE, SI, SK, SM, 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(条約第21条(3))

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 半導体装置及びその製造方法

[図1]



(57) Abstract: This semiconductor device comprises: a gate electrode provided on a substrate and containing Al and Zr; a gate insulating film provided so as to cover at least the upper surface of the gate electrode and containing Al and Zr, and an insulator layer provided on the substrate so as to surround the gate electrode.

(57) 要約: 半導体装置は、基板上に設けられたAlおよびZrを含むゲート電極と、前記ゲート電極の少なくとも上面を覆うように設けられたAlおよびZrを含むゲート絶縁膜と、前記ゲート電極を取り囲むように前記基板上に設けられた絶縁体層とを含む。



WO 2012/104902 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：半導体装置及びその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置及びその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 一般に、液晶表示装置、有機EL装置、無機EL装置等の表示装置は、平坦な一主面を有する基板上に、配線パターン、電極パターン等の導電パターンを順次、成膜、パターニングすることによって形成されている。そして電極膜、表示装置を構成する素子に必要な各種の膜等を順次成膜、パターニングすることによって、表示装置が製作されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-43131号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1には、絶縁基板の上に樹脂膜を形成する工程と、該樹脂膜をパターニングすることで電極もしくは配線が收容される凹部を形成する工程と、該凹部に触媒を付与する工程と、該樹脂膜を加熱硬化する工程と、該凹部にめっき法により導電性材料を形成する工程と、を含む製造方法が開示されている。ゲート電極は、たとえば、Cu層は、無電解めっき法により形成され、その上にCu拡散抑止層として選択的CVD法によりW層を形成するか、無電解めっき法によりNi層を形成することによって構成される。

[0005] しかしながら、この方法では、ゲート電極の表面が粗く、ゲート電極上に形成されるゲート絶縁層の平坦性が悪いことが分かった。いずれにしても、ゲート絶縁層をごく薄くすることは困難で、TFTの電流駆動能力の低下を招いていた。

[0006] 本発明は、薄くかつ電気的特性の良好なゲート絶縁層を有する半導体装置

およびその製造方法を提供するものである。

### 課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の第1の側面は、半導体装置に係り、該半導体装置は、基板上に設けられたAlおよびZrを含むゲート電極と、前記ゲート電極の少なくとも上面を覆うように設けられたAlおよびZrを含むゲート絶縁膜と、前記ゲート電極を取り囲むように前記基板上に設けられた絶縁体層とを含む。
- [0008] ゲート絶縁膜の厚さは、20nm以上かつ80nm以下であることが好ましい。ここで、半導体装置あるいはトランジスタの電流駆動能力はゲート絶縁膜の逆数に比例するので、ゲート絶縁膜の厚さは、電流駆動能力の向上の観点では薄い方が良く、よって、80nm以下であることが好ましい。一方、ゲート絶縁膜の絶縁耐圧はゲート絶縁膜の厚さに依存し、この観点では、ゲート絶縁膜の厚さは20nm以上であることが好ましい。なお、AlおよびZrを含むゲート絶縁膜については知られていない。
- [0009] ゲート電極は、Mgの濃度が質量%で1%以下であることが好ましく、0.1%以下であることが更に好ましく、0.01%以下であることが更に好ましく、検出限界以下（検出方法によるが、例えば、0.01%以下）あるいは0であることが更に好ましい。これは、ゲート電極の配線抵抗を小さくし、配線遅延を小さくするために有利である。また、ゲート絶縁膜は、例えば、非水溶液を用いてゲート電極を陽極酸化することによって形成することができ、この陽極酸化において高品質のゲート絶縁膜を形成するためには、Mgの濃度が質量%で0.01%以下であることが好ましい。陽極酸化は、例えばpH=6~9の範囲において実施され、この範囲ではMgが非水溶液に溶け出す（Mgは、pH=11.5以下では非水溶液に溶け出す。）。非水溶液中にMgが溶け出すと、陽極酸化によって形成されるゲート絶縁膜の品質（例えば、絶縁性、表面平坦性）が悪くなりうる。
- [0010] 他の観点において、ゲート電極は、Mgの濃度が質量%で1%以下であり、かつ、Zrの濃度が質量%で0.01%超かつ0.15%以下であることが好ましい（Mgの濃度は、質量%で0.1%以下であることが更に好まし

く、0.01%以下であることが更に好ましい。) 。ここで、Zrの濃度が質量%で0.05%超かつ0.15%以下であることが好ましく、質量%で0.1%超かつ0.15%以下であることが最も好ましい。Mgの濃度が質量%で0.01%以下であることが好ましい理由は前述のとおりである。Zrの濃度の上限(0.15%)は、Alへの最大固溶量によって定まる。AlへのZrの添加は、Alの結晶粒の大型化を抑え、製造プロセス時の熱履歴による応力の発生を抑えるために効果的である。

[0011]

ゲート電極は、更にCeを含んでもよい。その他、ゲート電極は、不可避不純物を含み、不可避不純物の元素は、それぞれ0.01%以下でありうる。不可避不純物の元素は、主としてSi、Fe、Cuであり、その他、Mn、Cr、Zn等が合金の溶製時の原料地金、スクラップ、工具等から不可避免的に混入する。Mgを意図的に添加せず、Mgの濃度を最小化したい場合には、Mgもまた不可避不純物として理解することができる。不可避不純物がそれぞれ0.01%以下の合金を得るには、例えば、偏析法あるいは三層電解法等によって得られるAl純度99.98質量%以上の高純度Alからなる地金を用いて溶製したものを用いるのが好ましい。

[0012] 不可避不純物は、通常、汎用のAl合金には0.数%程度混入しているが、それでは陽極酸化処理によって生成した皮膜の均一性を損なう等の悪影響を及ぼすので、0.01%以下にすることが好ましい。アルミニウム合金の陽極酸化皮膜、特に後で述べる非水溶液による陽極酸化で形成された酸化アルミニウム皮膜は熱安定性が高く、緻密でポイドやガス溜まり等は形成されず、薬品やハロゲンガス、特に塩素ガスに対する耐腐食性が極めて優れており、従って、絶縁強度が大きくリーク電流が小さい等電気的特性に優れている。また0.1 $\mu$ m程度の極めて薄い皮膜とすることができるので、トランジスタの電流駆動能力が大幅に向上する。

[0013] ゲート絶縁膜は、前述のように、非水溶液を用いた陽極酸化によって形成されうる。このような陽極酸化によって形成されるゲート絶縁膜は、無孔質

の陽極酸化膜でありうる。

- [0014] 前記基板は実質的に透明な絶縁体基板であって、前記絶縁体層は実質的に透明な樹脂層でありうる。
- [0015] 前記樹脂層は、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、フッ素系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、脂環式オレフィン系樹脂、およびエポキシ系樹脂からなる群から選ばれた一種以上の樹脂でありうる。
- [0016] 前記樹脂層は、アルカリ可溶性脂環式オレフィン系樹脂組成物で形成される。
- [0017] 前記基板は、アルカリガラスと、その上に形成されたアルカリ拡散防止膜とを含んで構成される。前記アルカリ拡散防止膜は、実質的に透明な絶縁体塗布膜でありうる。前記絶縁体塗布膜は、金属有機化合物および金属無機化合物の少なくとも一方と溶媒とを含む液体状の塗布膜を乾燥、焼成して得た膜でありうる。
- [0018] 本発明の第2の側面は、半導体装置の製造方法に係り、基板上にAlおよびZrを含むゲート電極を形成する工程と、非水溶液を用いた陽極酸化法によって、前記ゲート電極の表面を陽極酸化してゲート絶縁膜を形成する工程と、前記ゲート電極を取り囲むように絶縁体層を前記基板上に形成する工程とを有する。
- [0019] 前記ゲート絶縁膜を形成する工程では、20nm以上かつ80nm以下の厚さを有するゲート絶縁膜を形成することが好ましい。前記ゲート電極を形成する工程では、Mgの濃度が質量%で0.01%以下であり、AlおよびZrを含むゲート電極を形成することが好ましい。前記ゲート電極を形成する工程では、Mgの濃度が質量%で0.01%以下であり、かつ、Zrの濃度が質量%で0.01%超かつ0.15%以下であり、かつ、AlおよびZrを含むゲート電極を形成することが好ましい。化成液として非水溶液を用いた陽極酸化法によって陽極酸化する工程は、好ましくは、誘電率が水よりも小さく、かつ、水を溶解する有機溶媒を含む化成液中で陽極酸化して無孔性非晶質膜アルミニウム酸化物不動態膜を形成する工程を含む。水の誘電

率は約80であるが、物質の結合エネルギーは誘電率の二乗に逆比例するので、これより高い誘電率、例えば、誘電率が83のHF溶液では水は0°Cでも解離してしまう。

[0020] そこで、水の分解を防ぎ、成長したアルミニウム酸化膜がエッチングされるのを防ぐためには、誘電率が水よりも小さく、かつ、水を溶解する、蒸気圧の低い有機溶媒を含む化成液中で陽極酸化すればよい。その結果、無孔性非晶質膜アルミニウム酸化物不動態膜を形成することができる。

[0021] このような有機溶媒の例として、エチレングリコールは誘電率が39であり、ジエチレングリコールは誘電率が33、トリエチレングリコールは誘電率が24、テトラエチレングリコールは誘電率が20である。よって、これらの有機溶媒を用いれば、効果的に誘電率を下げ、水の電気分解を起こさずに高電圧を印加することができる。例えば、エチレングリコールを用いれば、水の電気分解を起こさずに最大200Vまで陽極酸化電圧を印加でき、厚さが0.3  $\mu\text{m}$ の無孔性非晶質膜のアルミニウム酸化物不動態膜を形成することができる。ジエチレングリコールを用いれば水の電気分解を起こさずに最大300Vまで陽極酸化電圧を印加でき、厚さが0.4  $\mu\text{m}$ の無孔性非晶質膜のアルミニウム酸化物不動態膜を形成することができる。

[0022] 化成液としての非水溶液には該非水溶液を電気伝導性にする電解質を添加するが、その結果、化成液が酸性になってしまえば、アルミニウム部材が腐食されてしまう。よって、化成液の電気伝導性を高めつつpHが6~9、好ましくは5.5~8.5、より好ましくは6~8として、アルミニウムの腐食を防止できるような電解質、例えば、アジピン酸塩を用いる。その含有量は0.1~10重量%、好ましくは1%程度であるのがよい。典型例では、有機溶媒79%、水20%、電解質1%の化成液が用いられる。

[0023] ここで、化成液のpHは、4以上、好ましくは5以上、より好ましくは6以上がよい。また通常10以下、好ましくは9以下、より好ましくは8以下がよい。陽極酸化により生成した金属酸化物膜が化成液に溶解しにくいよう、pHは中性に近いことが望ましい。

- [0024] 化成液は、化成中の各種物質の濃度変動を緩衝してpHを所定範囲に保つためにも、pHが6～9の範囲で緩衝作用を示すことが好ましい。このため緩衝作用を示す酸や塩などの化合物を含むことが望ましい。このような化合物の種類は特に限定されないが、化成液への溶解性が高く溶解安定性もよい点で、好ましくは硼酸、燐酸及び有機カルボン酸並びにそれらの塩よりなる群から選ばれる少なくとも一種である。より好ましくは陽極酸化膜中に硼素、燐元素の残留がほとんどない有機カルボン酸又はその塩である。
- [0025] 陽極酸化処理により生成される酸化物膜には、溶質成分が極微量ながら取り込まれるが、溶質として有機カルボン酸又はその塩を用いることにより、酸化物膜から硼素、燐元素が溶出する可能性が皆無となり、形成した薄膜の品質及びこれを用いたデバイス等の性能安定化、向上が望める。溶液安定性、安全性、良好な緩衝作用等の理由で酒石酸、クエン酸、アジピン酸が特に好ましい。このうち1種を用いてもよいし2種以上を組み合わせ用いてもよい。
- [0026] これら化合物の濃度は、化成液全体に対して、通常0.01質量%以上とし、好ましくは0.1質量%以上とし、より好ましくは1質量%以上とする。電気伝導率を上げ酸化物膜の形成を十分に行うためには多くすることが望ましい。ただし、化合物の濃度は、通常、30質量%以下とし、好ましくは15質量%以下とし、より好ましくは10質量%以下とする。酸化物膜の性能を高く保ち、またコストを抑えるためにはこれ以下が望ましい。
- [0027] 陽極酸化物膜の形成に用いる化成液の非水溶媒として、特に好ましいのは、先に述べたようにエチレングリコール、プロピレングリコール、又はジエチレングリコールであり、これらを単独又は組み合わせ用いてもよい。また非水溶媒を含有していれば、水を含有していてもよい。
- [0028] 非水溶媒は、化成液全体に対して通常10質量%以上、好ましくは30質量%以上、さらに好ましくは50質量%以上、特に好ましくは55質量%以上含む。ただし、非水溶媒は、通常95質量%以下、好ましくは90質量%以下、特に好ましくは85質量%以下含む。

- [0029] 化成液が非水溶媒に加えて水を含む場合、その含有量は化成液全体に対して、通常1質量%以上、好ましくは5質量%以上、さらに好ましくは10質量%以上、特に好ましくは15質量%以上であり、通常85質量%以下、好ましくは50質量%以下、特に好ましくは40質量%以下である。
- [0030] 非水溶媒に対する水の割合は、好ましくは1質量%以上、好ましくは5質量%以上、さらに好ましくは7質量%以上、特に好ましくは10質量%以上であり、通常90質量%以下、好ましくは60質量%以下、さらに好ましくは50質量%以下、特に好ましくは40質量%以下である。
- [0031] 非水溶液を用いた陽極酸化法によって陽極酸化する工程は、あらかじめ定められた化成電圧 $V_f$ まで定電流で化成し、化成電圧 $V_f$ に達した後にその電圧 $V_f$ に一定時間保持して陽極酸化を行う工程を含むことが好ましい。
- [0032] この際、効率的に酸化膜を形成する為に、電流密度は、通常 $0.001\text{ mA/cm}^2$ 以上とし、好ましくは $0.01\text{ mA/cm}^2$ 以上とする。ただし表面平坦性の良好な酸化膜を得る為に、電流密度は、通常 $100\text{ mA/cm}^2$ 以下とし、好ましくは $10\text{ mA/cm}^2$ 以下とする。
- [0033] また、化成電圧 $V_f$ は通常3V以上とし、好ましくは10V以上、より好ましくは20V以上とする。得られる酸化膜厚は化成電圧 $V_f$ と関連するので、酸化膜に一定の厚みを付与するために、前記電圧以上を印加することが好ましい。ただし通常1000V以下とし、好ましくは700V以下とし、より好ましくは500V以下とする。得られる酸化膜は高絶縁性を有するので、絶縁破壊を起こすことなく、良質な酸化膜を形成する為には、前記の電圧以下で行うことが好ましい。
- [0034] 前記絶縁体層を前記基板上に設ける工程は、前記絶縁体層を構成する材料を前記基板上から前記ゲート電極上を延在するように形成する工程と、前記絶縁体層を構成する材料の表面を、酸素を含むプラズマを用いて除去する工程とを含みうる。
- [0035] 前記ゲート絶縁膜を前記プラズマを用いて除去する工程は、前記ゲート絶縁膜を露出させる工程と、露出した前記ゲート絶縁膜を前記プラズマによっ

て改質する工程とを含みうる。

### 発明の効果

[0036] 本発明によれば、薄くかつ電気的特性の良好なゲート絶縁層を有する半導体装置およびその製造方法が提供される。

### 図面の簡単な説明

- [0037] [図1]本発明の実施例1に係る薄膜トランジスタの構造を示す断面図である。  
[図2] (a) ~ (g) は本発明の実施例1に係る薄膜トランジスタの製造方法の一例を工程順に説明する断面図である。  
[図3] (a) ~ (h) は本発明の実施例1に係る薄膜トランジスタの製造方法の他の例を工程順に説明する断面図である。  
[図4]本発明の実施例1に係る薄膜トランジスタの製造方法において、図2または図3の工程の後の工程を説明する断面図である。  
[図5]本発明の実施例2に係る薄膜トランジスタの構造を示す断面図である。  
[図6] Zr添加Al合金の陽極酸化被膜SIMS分析を示す図である。  
[図7]本発明の実施例による薄膜トランジスタのゲート絶縁膜の特性を示す図である。

### 発明を実施するための形態

- [0038] 本発明の実施例1について図を用いて説明する。
- [0039] 図1は本発明の薄膜トランジスタ(TFT)の構造の一例を示す断面図であり、ガラス基板(絶縁基板)10上に形成されたNa拡散防止膜11と、Na拡散防止膜11上に所定のパターンで形成されたAlまたはAl合金のゲート電極12(図にはゲート電極の部分を示す)および配線層と、ゲート電極12の表面に非水溶液を用いた陽極酸化で形成された緻密な陽極酸化膜13と、ゲート電極12の周囲を取り囲むように配置され、ゲート電極12の上面上における陽極酸化膜13の上面と略同一の高さを有し、陽極酸化膜13の上面と略同一平面をなす透明樹脂層14と、ゲート電極12上にゲート絶縁膜13を介して形成された半導体層15と、半導体層15の電極接続領域16に接続されたソース電極17とドレイン電極18とを有している。

[0040] 次に、上記のような本実施例の薄膜トランジスタの形成方法について図を用いて説明する。図2(a)～(g)は本薄膜トランジスタの製造方法の一例を工程順に示す模式図である。まず、図2(a)を参照すると、基板として安価なソーダガラスまたはアルカリガラスの基板10を用意する。このガラス基板10としては30インチ以上の大型画面を形成できるような大型の基板でも良い。このガラス基板10を0.5体積%のフッ酸水溶液で10秒間処理し、純水で水洗して表面の汚染をリフトオフ除去する。次に、図2(b)に示すように、ソーダガラス基板10の表面に、 $(\text{CH}_3\text{SiO}_{3/2})_x(\text{SiO}_2)_{1-x}$  (但し、 $0 < x \leq 1.0$ ) 組成物を有機溶剤に溶かした溶液を、スリットコーターを用いて塗布する。そして、減圧下で加熱させて溶媒を完全に除去する。具体的には、1～5 Torr (133～665 Pa) の減圧下において400℃で加熱する。このようにして形成された厚さ0.2 μmの透明なアルカリ拡散防止層11の絶縁特性は、1 MV/cmで電流密度  $1 \times 10^{-10}$  A/cm<sup>2</sup>、3 MV/cmで電流密度  $1 \times 10^{-9}$  A/cm<sup>2</sup>、5 MV/cmでも電流密度  $1 \times 10^{-8}$  A/cm<sup>2</sup>、という優れた値を示す。そして、この塗布型アルカリ拡散防止膜11のナトリウム拡散防止性能は、膜厚が150～300 nmの範囲で、ナトリウムを含有するガラス基板10からの当該膜11へのナトリウム拡散は焼成後とアニール後で殆ど差が無く、ナトリウムの拡散が完全に防止できていることが確認された。

[0041] 次に、図2(c)を参照すると、基板のアルカリ拡散防止膜11上にAl合金層12'をスパッタによって2～3 μmの厚さに形成する。ついで、図2(d)に示すようにその上にホトレジスト20'を塗り、図2(e)に示すように公知の露光・現像によって所定のパターン20にレジストを残し、それをマスクにしたドライエッチングによってAl合金層12'を所定のゲート電極・配線パターン12とする。次に、レジスト20を除去し、図2(f)に示すように、Al合金12の表面に、先に述べた非水溶液による陽極酸化を施し、陽極酸化膜13を形成する。

[0042] ここで、本実施例におけるAl合金層12'の成膜において、スパッタの

ターゲットに用いるAl合金は、質量%で、Mg濃度が0.01%以下、Zr濃度が0.01%超かつ0.15%以下、残部がAlおよび不可避不純物からなり、前記不可避不純物の元素がそれぞれ0.01%以下であるAl合金である。この実施例において、前記不可避不純物の元素は、主としてSi、Fe、Cuであり、その他、Mn、Cr、Zn等が合金の溶製時の原料地金、スクラップ、工具等から不可避免的に混入する。このような純度の合金を得るには、例えば、偏析法あるいは三層電解法等によって得られるAl純度99.98質量%以上の高純度Alからなる地金を用いて溶製したものを用いるのが好ましい。前記不可避不純物は、通常、汎用のAl合金には0.数%程度混入しているが、それでは陽極酸化処理によって生成した皮膜の均一性を損なう等の悪影響を及ぼすので、0.01%以下にする必要がある。

[0043] 質量%で0.01%超かつ0.15%以下の範囲内でZrをAlに添加することにより、350°C程度の熱処理を行っても粒成長が抑えられ機械的強度が保たれる。更に、本発明において必須ではないが、Ceを0.01%超かつ15.0%以下の範囲内でAlに添加することで、ビッカース硬度が向上する。なお、Ce添加量が5.0%を超えると部材に空隙が入るので、Ce添加量は5.0%以下が好ましいが、空隙はHIP (Hot Isostatic Pressing: 熱間静水圧圧縮成形) 処理で除くこともできる。

[0044] 本実施例では、Zr添加Al合金層12の表面に、非水溶液 (non-aqueous solution) を用いた陽極酸化により、陽極酸化皮膜13として非晶質のZr添加Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を0.1μm~0.6μm程度設ける。用いた非水溶液は、エチレングリコール又はジエチレングリコールを溶媒として含み、純水及びアジピン酸を溶質として含むものである。ゲート絶縁膜としてはなるべく薄い方が好ましいので、陽極酸化皮膜13の厚さは0.1μmとした。

[0045] 次に、図2 (g) に示すように、アクリル系樹脂、シリコーン系樹脂、フッ素系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、脂環式オレフィン

系樹脂、およびエポキシ系樹脂からなる群から選ばれた一種以上の樹脂を溶媒に溶かした溶液をスリットコーターでゲート電極・配線層 1 2 の周囲に、該ゲート電極 1 2 およびその上面陽極酸化膜 1 3 と略同一の高さ程度まで塗布・乾燥し、上面陽極酸化膜 1 3 と略同一平面をなす透明樹脂層 1 4 を設ける。なお、樹脂としては、アルカリ可溶性脂環式オレフィン系樹脂組成物を用いるのが好ましい。

[0046] 次に、図 3 (a) ~ (h) を参照して、本発明に係る薄膜トランジスタの製造方法の他の実施例を説明する。なお、図 3 (a) ~ (f) の工程は図 2 (a) ~ (f) の工程とそれぞれ同じ工程であるため説明を省略する。図 3 (g) を参照すると、ここでは、透明絶縁膜 1 4' をゲート電極・配線 1 2 およびその上面のゲート絶縁膜 1 3 の高さを超えて成膜する。ついで、透明絶縁膜 1 4' まで形成した基板 1 0 をマイクロ波励起式プラズマ処理装置に設置し、装置内にクリプトンガスおよび酸素ガスを導入し、さらに装置内にマイクロ波を導入してプラズマを発生させ、図 3 (h) に示すように、透明絶縁膜 1 4' の表面をエッチバックによって除去し、ゲート絶縁膜 1 3 表面を露出させる。このとき、露出したゲート絶縁膜 1 3 表面は上記プラズマによって発生した酸素ラジカルに曝されて酸化が進行し、膜質が改善される。

[0047] 次に、図 4 を参照すると、図 2 (g) の工程または図 3 (h) の工程に引き続いて、金属表面マイクロ波励起プラズマ処理装置 (MSE P) にてゲート絶縁膜 1 3 を介してゲート電極 1 2 を覆うように PECVD 法によりアモルファスシリコン膜 1 5 及び n+型アモルファスシリコン膜 1 6 を連続的に堆積し、フォトリソグラフィ法および公知の RIE 法によりゲート電極 1 2 上およびその周辺部以外のアモルファスシリコン膜 1 5、1 6 を一部除去した。

[0048] 続いて、図 1 に示されているように、公知のスパッタ法などにより、ソース電極およびドレイン電極とすべく、Ti、Al、Ti の順で成膜を行い、フォトリソグラフィ法でパターニングを行うことによって、ソース電極 1 7 およびドレイン電極 1 8 を形成した。次に、形成されたソース電極 1 7 お

よびドレイン電極 18 をマスクとして、公知の手法により  $n+$  型アモルファスシリコン膜 16 をエッチングすることで、ソース領域とドレイン領域の分離を行った。次に、公知の PECVD 法により、保護膜としてシリコン窒化膜（図示せず）を形成して、本実施例の薄膜トランジスタを完成した。

[0049] 次に、図 5 を参照して、本発明の実施例 2 の構造と製造方法について説明する。本発明の実施例 2 に係る薄膜トランジスタ (TFT) 200 は、ソーダガラスの基板 100 上に形成された Na 拡散防止膜 110 と、Na 拡散防止膜 110 上に所定のパターンで形成された下層 121 が Al、上層 122 が Al-Zr 合金からなるゲート電極兼ゲート駆動配線層 120（図にはゲート電極の部分を示す）と、ゲート電極 120 の表面に非水溶液を用いた陽極酸化で形成された緻密な陽極酸化膜 130 とを備えている。更に、図示された TFT 200 は、ゲート電極・配線層 120 の周囲を取り囲むように配置され、ゲート電極 120 の上面における陽極酸化膜 130 の上面と略同一の高さまで形成され、上面陽極酸化膜 130 と略同一平面をなす透明樹脂層 140 と、該ゲート電極 120 上に該ゲート絶縁膜 130 を介して形成されたイントリンシックのアモルファスシリコン ( $i$ -aSi) 層 150 と、を有している。 $i$ -aSi 層 150 には、ソース及びドレインの電極接続領域が設けられている。

[0050] このうち、ソース電極接続領域においては、高濃度  $n$  型のアモルファスシリコン ( $n^+$ -aSi) 層 160 が設けられ、同層 160 表面にコンタクトするように、Zr によって形成された下層 171 と、Al によって形成された上層 172 とを含むソース電極 170 を有している。一方、ドレイン電極接続領域においても、高濃度  $n$  型のアモルファスシリコン ( $n^+$ -aSi) 層 160 が設けられ、同層 160 表面にコンタクトするように、Zr によって形成された下層 181 と Al からなる上層 182 とを含むドレイン電極 180 を有している。ソース電極 170、ドレイン電極 180、及び、 $i$ -aSi 層 150 の露出部分は SiCN 保護膜 190 によって覆われており、SiCN 保護膜 190 は装置の上面を覆っている。

[0051] 次に、上記のような本実施例の薄膜トランジスタの形成方法について図5を用いて説明する。まず、基板として安価なソーダガラスの基板100を用意する。このガラス基板100を0.5体積%のフッ酸水溶液で10秒間処理し、純水で水洗して表面の汚染をリフトオフ除去する。次に、ソーダガラス基板100の表面に、 $((\text{CH}_3)\text{SiO}_{3/2})_x(\text{SiO}_2)_{1-x}$  (但し、 $0 < x \leq 1.0$ ) 組成物を有機溶剤に溶かした溶液を、スリットコーターを用いて塗布する。そして、減圧下で加熱させて溶媒を完全に除去する。具体的には、5 Torr (665 Pa) の減圧下において400°Cで加熱する。このようにして厚さ0.2  $\mu\text{m}$  ~ 0.3  $\mu\text{m}$  の透明なアルカリ拡散防止層110を形成する。次に、基板のアルカリ拡散防止膜110上にAl層121をスパッタによって1.5 ~ 2.0  $\mu\text{m}$  の厚さに形成し、その上にAl合金層 (質量%でZr : 0.1%を含み、残余がAl (Mgは検出限界以下あるいは0.01%以下)) 122をスパッタによって0.5 ~ 1.5  $\mu\text{m}$  の厚さに成膜し、その上にホトレジスト (図示せず) を塗り、公知の露光・現像によって所定のパターン (ゲート電極およびゲート駆動配線のパターン) にレジストを残し、それをマスクにしたドライエッチングによってAl層121およびAl合金層122を所定のゲート電極・配線パターン120とする。次に、レジストを除去し、ゲート電極・配線層120の表面に、非水溶液による陽極酸化を施し、陽極酸化膜130を形成する。

[0052] なお、本実施例におけるAl層121およびAl合金層122は、先に述べたと同様に、Si、Fe、Cu、Mn、Cr、Zn等の不可避不純物の元素を質量%でそれぞれ0.01%以下含むうる。またAl合金層122は、さきに述べたと同様に、質量%で、Mg濃度が0.01以下、Ce濃度が0.01%以下、Zr濃度が0.01%超で0.15%以下、残部がAlおよび不可避不純物からなるものがよい。

[0053] 本実施例では、Al層121およびAl合金層122の表面に、非水溶液 (non-aqueous solution) を用いた陽極酸化により、陽極酸化皮膜130としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜 (Al合金層122の表面に形成され

た部分ではZrが添加されている)を0.05 $\mu\text{m}$ ~0.1 $\mu\text{m}$ の厚さに設ける。これは、ゲート絶縁膜としては、EOTで0.025 $\mu\text{m}$ ~0.05 $\mu\text{m}$ に相当する。用いた非水溶液は、溶媒としてエチレングリコール79%、溶質として純水20%およびアジピン酸1.0% (体積比)、又はジエチレングリコール79.5%、純水20%及びアジピン酸0.5%からなるものである。前者を用いた場合は室温で、後者の場合は50 $^{\circ}\text{C}$ で、まず電流密度0.1mA/cm<sup>2</sup>~0.2mA/cm<sup>2</sup>の定電流モードで陽極酸化を行い、次いで電圧60V~30Vの定電圧モードで陽極酸化を行う。そして、窒素ガスおよび酸素ガスの雰囲気中、300 $^{\circ}\text{C}$ で1時間程度、陽極酸化膜の熱処理を行う。

[0054] 次に、アルカリ可溶性脂環式オレフィン系樹脂組成物を溶媒に溶かした溶液をスリットコーターでゲート電極・配線層120の周囲に、該ゲート電極120上面の陽極酸化膜130の高さを超えて成膜し透明有機絶縁膜を形成する。次いで、マイクロ波励起式プラズマ処理装置において、装置内にクリプトンガスおよび酸素ガスを導入し、さらに装置内にマイクロ波を導入してプラズマを発生させ、透明有機絶縁膜の全表面をエッチングして、ゲート絶縁膜130表面を露出させる。このとき、露出したゲート絶縁膜130表面は上記プラズマによって発生した酸素ラジカルに曝されて酸化が進行し、膜質が改善される。こうして、ゲート絶縁膜130表面と同一高さの透明有機絶縁膜140が形成される。

[0055] 前述したように、フラットになったゲート絶縁膜130表面および透明有機絶縁膜140表面上に、マイクロ波励起プラズマ処理装置にてPECVD法により、イントリンシックなアモルファスシリコン膜を0.02~0.1 $\mu\text{m}$ 形成し、さらにその上にn+型アモルファスシリコン膜を0.05~0.1 $\mu\text{m}$ 連続的に堆積する。さらにその上に、Zrを0.1~0.2 $\mu\text{m}$ 、その上にAlを0.5 $\mu\text{m}$ 連続的に堆積する。そして、フォトリソグラフィー法および公知のRIE法により、Al/Zr/n+型アモルファスシリコン膜/イントリンシックなアモルファスシリコン膜を所定パターン (ゲート

電極 120 上およびその周辺部)を残してそれ以外を全て除去する。こうして、所定パターン(ゲート電極 120 上およびその周辺部)のイントリンシックなアモルファスシリコン膜 150 が形成される。続いて、Al/Zr/n+型アモルファスシリコン膜を、ソース・ドレインが分離されるように、それ以外の部分をエッチング除去して、ソース領域およびドレイン領域の n+型アモルファスシリコン膜 160、Al/Zr ソース電極 170、Al/Zr ドレイン電極 180 が形成される。次に、PECVD 法により、保護膜として SiCN 膜 190 を形成する。

[0056] なお、ソース・ドレイン電極 170、180 への配線コンタクトは、SiCN 保護膜 190 にスルーホールを設けて行う。

[0057] 実施例 2 によって得られた TFT 200 は、ゲート電極 120 の上層に、Zr 含有 Al 合金層 122 を設けている。このように、Zr 含有 Al 層 122 は、Al 層 121 だけの場合に比較して、緻密かつ良質な陽極酸化膜が形成できる。このため、Zr 含有 Al 層 122 上に形成される Zr 添加陽極酸化膜 130 も緻密かつ良質(薄くても絶縁性能がよく、高耐圧)に形成できると言う利点がある。

[0058] 上記に本発明の例示的な実施例およびその製造工程を示したが、本発明はこれに限定されず、例えば、必要に応じて上面の陽極酸化絶縁膜 13、130 表面に窒化シリコン膜等を CVD 形成して複合ゲート絶縁膜としてもよい。また、ゲート電極・配線も、実施例では Zr 添加 Al 合金を用いたが、その内部または下部に他の材料の電極を用いても良い。要はゲート電極又は配線の少なくとも上面を Zr 添加 Al で構成し、その表面を非水溶液の陽極酸化で酸化して Zr 添加 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を形成し、それをゲート絶縁膜の少なくとも一部に用いればよい。

[0059] 図 6 には、Zr を 0.1% 含有する Al の表面を上述した非水溶液による陽極酸化し、これによって 300 nm の厚さの陽極酸化膜を形成した場合の S I S M 分析結果が示されている。図 6 から明らかなように、Zr を添加した Al の表面に非水溶液による陽極酸化によって形成した陽極酸化膜には、

Zrが添加されていることが確認された。

[0060] 次に図7を参照すると、Zrを0.1%添加したAl膜をスパッタで形成し、その表面に非水溶液による陽極酸化によって形成した厚さ80nmの陽極酸化膜について電界強度E (MV/cm) (横軸) とリーク電流J (A/cm<sup>2</sup>) (縦軸) とを測定した結果 (図7において「本発明」) が示されている。比較例として、Mgを4.5%、Ceを1.0%、Zrを0.1%添加したAl膜をスパッタで形成し、その表面に非水溶液による陽極酸化によって形成した厚さ80nmの陽極酸化膜についての値も示した。陽極酸化膜は、79%EG/20%H<sub>2</sub>O/1%ADAの溶液を用い、50Vの定電圧のあと0.5μA/cm<sup>2</sup>の定電流での陽極酸化を23°Cで2時間行い、その後窒素中で減圧熱処理・酸素中常圧で300°C1時間熱処理して形成した。図7に示されるように、Zrのみを添加した陽極酸化膜の方 (図7において「本発明」) が比較例よりも、リーク電流が低く、かつブレークダウン電圧が高くなっており、優れたゲート絶縁膜であることが明らかになった。

### 産業上の利用可能性

[0061] 本発明は液晶表示装置、有機EL装置、無機EL装置等の表示装置に適用して、これら表示装置を大型化することができると共に、表示装置以外の配線にも適用できる。

### 符号の説明

- [0062] 10、100：透明基板  
11、110：Na拡散防止層  
12、120：ゲート電極・配線層  
13、130：陽極酸化膜  
14、140：透明樹脂膜  
15：半導体層  
16：電極コンタクト層  
17：ソース配線層  
18：ドレイン配線層

## 請求の範囲

- [請求項1] 基板上に設けられたA l およびZ r を含むゲート電極と、  
前記ゲート電極の少なくとも上面を覆うように設けられたA l およ  
びZ r を含むゲート絶縁膜と、  
前記ゲート電極を取り囲むように前記基板上に設けられた絶縁体層  
と、  
を含むことを特徴とする半導体装置。
- [請求項2] 前記ゲート絶縁膜の厚さが、20 nm以上かつ80 nm以下である  
、  
ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記ゲート電極は、M g の濃度が質量%で0.01%以下である、  
ことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記ゲート電極は、M g の濃度が質量%で0.01%以下であり、  
かつ、Z r の濃度が質量%で0.01%超かつ0.15%以下である  
、  
ことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記ゲート絶縁膜が、非水溶液を用いた陽極酸化によって形成され  
た無孔質の陽極酸化膜である、  
ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の半導体装  
置。
- [請求項6] 前記基板は実質的に透明な絶縁体基板であって、前記絶縁体層は実  
質的に透明な樹脂層である、  
ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の半導体装  
置。
- [請求項7] 前記樹脂層が、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、フッ素系樹脂  
、ポリアイミド系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、脂環式オレフィン系樹  
脂、およびエポキシ系樹脂からなる群から選ばれた一種以上の樹脂を  
含む、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

[請求項 8] 前記樹脂層がアルカリ可溶性脂環式オレフィン系樹脂組成物で形成されたものである、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

[請求項 9] 前記基板が、アルカリガラスと、その上に形成されたアルカリ拡散防止膜とを含んで構成されている、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置。

[請求項 10] 前記アルカリ拡散防止膜が、実質的に透明な絶縁体塗布膜である、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置。

[請求項 11] 前記絶縁体塗布膜が、金属有機化合物および金属無機化合物の少なくとも一方と溶媒とを含む液体状の塗布膜を乾燥、焼成して得た膜である、

ことを特徴とする請求項 10 に記載の半導体装置。

[請求項 12] 基板上に Al および Zr を含むゲート電極を形成する工程と、  
非水溶液を用いた陽極酸化法によって、前記ゲート電極の表面を陽極酸化してゲート絶縁膜を形成する工程と、

前記ゲート電極を取り囲むように絶縁体層を前記基板上に形成する工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

[請求項 13] 前記ゲート絶縁膜を形成する工程では、20 nm 以上かつ 80 nm 以下の厚さを有するゲート絶縁膜を形成する、

ことを特徴とする請求項 12 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項 14] 前記ゲート電極を形成する工程では、Mg の濃度が質量%で 0.01% 以下であり、Al および Zr を含むゲート電極を形成する、

ことを特徴する請求項 12 又は 13 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項 15] 前記ゲート電極を形成する工程では、Mg の濃度が質量%で 0.01% 以下であり、かつ、Zr の濃度が質量%で 0.01% 超かつ 0.

15%以下であり、かつ、AlおよびZrを含むゲート電極を形成する、

ことを特徴する請求項12又は13に記載の半導体装置の製造方法

。

[請求項16]

前記絶縁体層を前記基板上に設ける工程は、

前記絶縁体層を構成する材料を前記基板上から前記ゲート電極上を延在するように形成する工程と、

前記絶縁体層を構成する材料の表面を、酸素を含むプラズマを用いて除去する工程と、

を含むことを特徴とする請求項12乃至15のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項17]

前記絶縁体層を構成する材料の表面を前記プラズマを用いて除去する工程は、

前記ゲート絶縁膜を露出させる工程と、

露出した前記ゲート酸化膜を前記プラズマによって改質する工程と

、

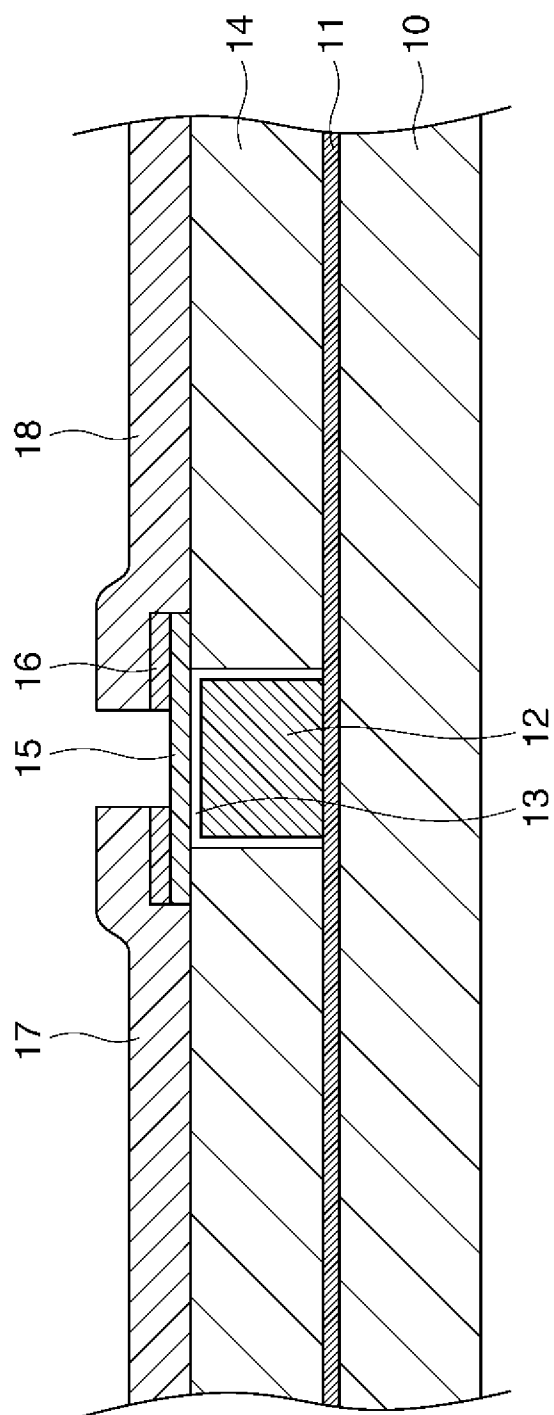
を含むことを特徴とする請求項16に記載の半導体装置の製造方法

。

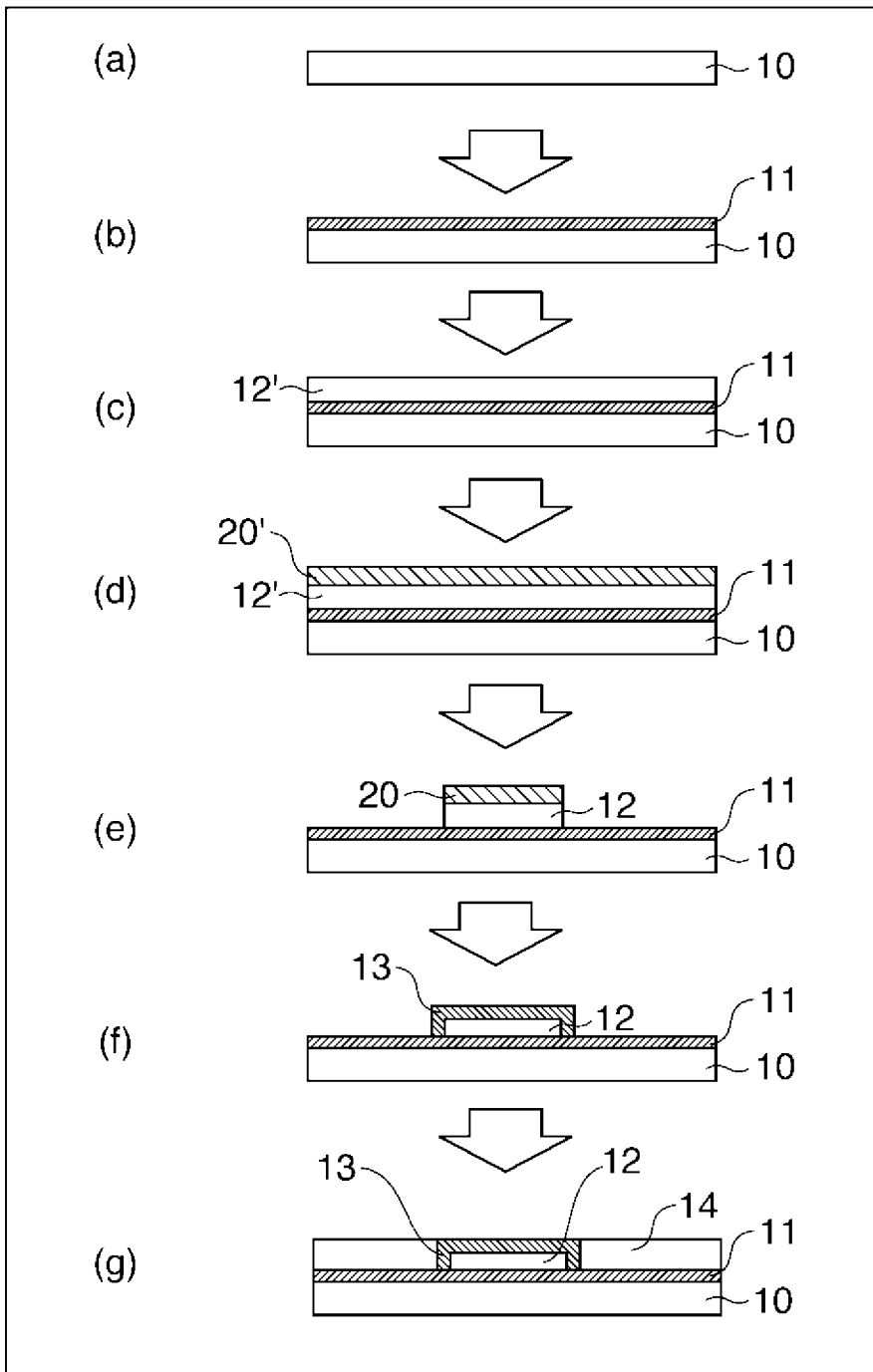
[請求項18]

請求項1乃至11のいずれか1項に記載の半導体装置を含むことを特徴とする表示装置。

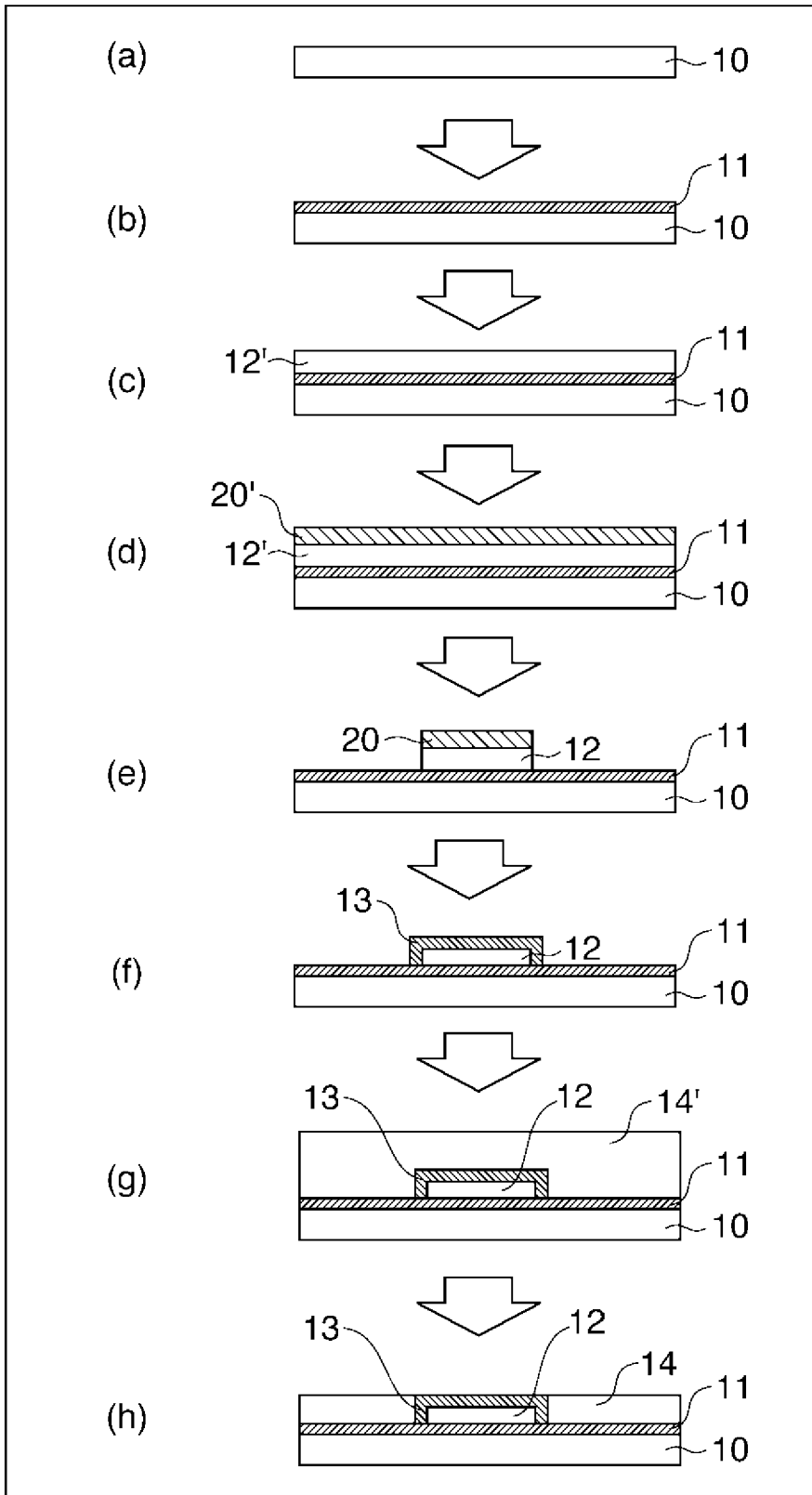
[図1]



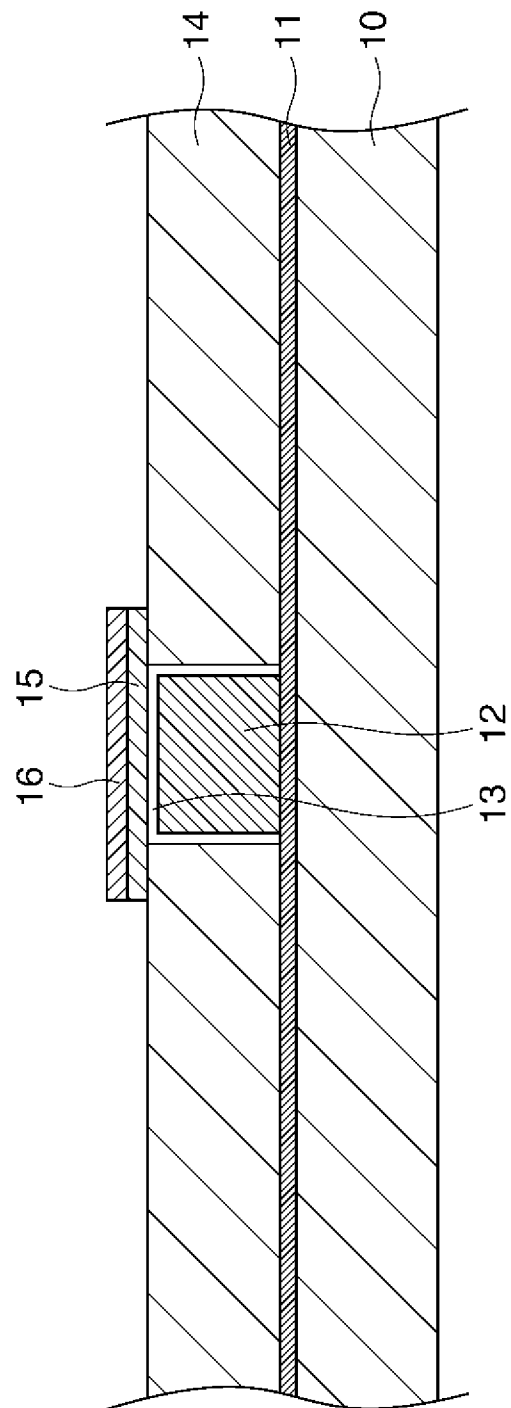
[図2]



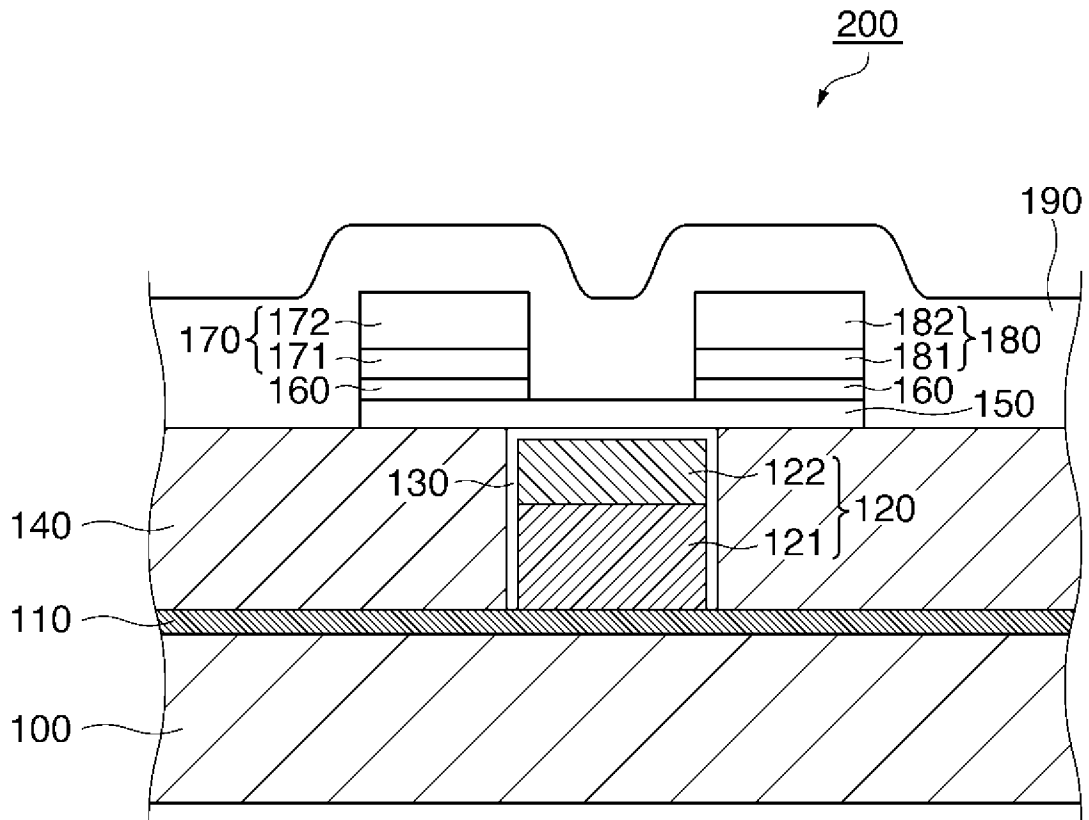
[圖3]



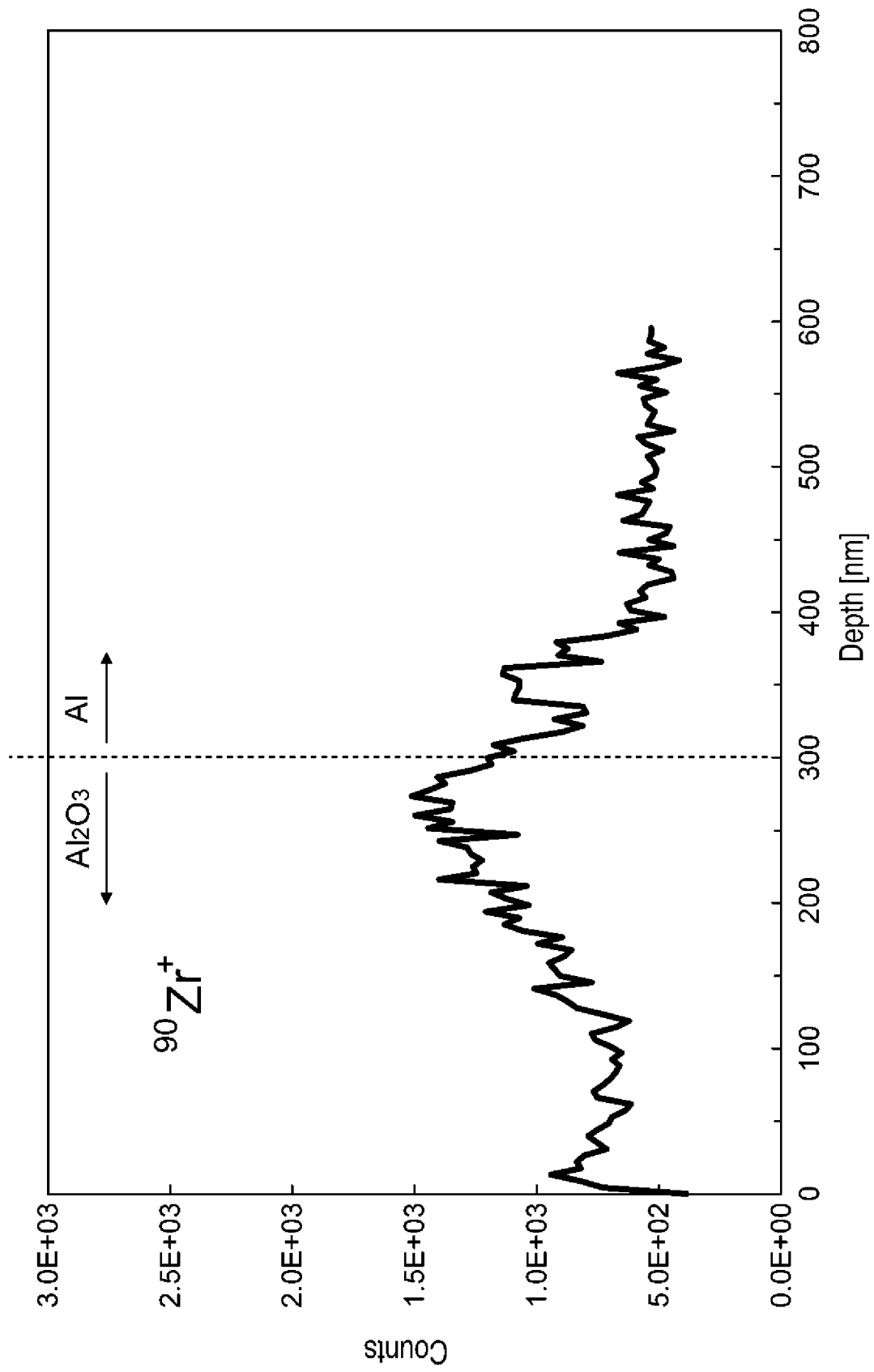
[図4]



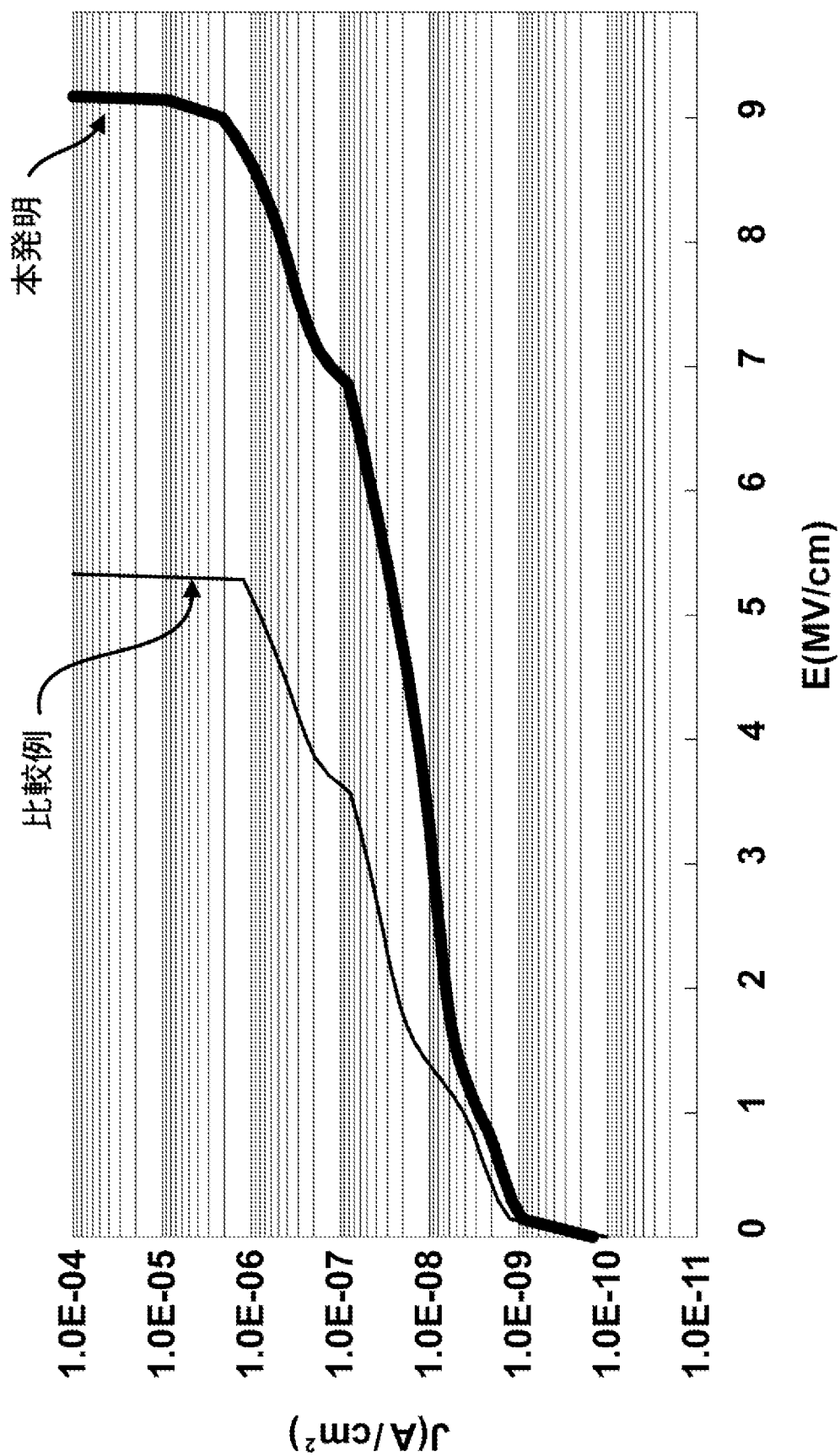
[図5]



[圖6]



[図7]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000530

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/336(2006.01) i, H01L29/786(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)

H01L21/336, H01L29/786

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
Y A	JP 06-326130 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 November 1994 (25.11.1994), paragraphs [0001] to [0033]; fig. 1 to 15 (Family: none)	1-15, 18 16, 17
Y	JP 10-319441 A (Fujitsu Ltd.), 04 December 1998 (04.12.1998), paragraph [0052] & US 2001/0001482 A1 & TW 392361 B	1-15, 18
Y	JP 2006-210477 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 10 August 2006 (10.08.2006), paragraph [0036] & WO 2006/080116 A1 & KR 10-2007-0103394 A & CN 101088166 A	1-15, 18

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 February, 2011 (28.02.11)Date of mailing of the international search report  
08 March, 2011 (08.03.11)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000530

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 07-245434 A (Seiko Epson Corp.), 19 September 1995 (19.09.1995), paragraph [0070] (Family: none)	2-11, 13-15, 18
Y	JP 02-085826 A (Hitachi, Ltd.), 27 March 1990 (27.03.1990), page 4, upper left column, line 17 to lower left column, line 6 (Family: none)	5-11, 18
Y A	JP 2007-043131 A (Tohoku University), 15 February 2007 (15.02.2007), paragraphs [0098], [0099] & US 2008/0217617 A1 & WO 2007/004666 A1	6-11, 18 16, 17
Y	JP 11-052415 A (Toshiba Corp.), 26 February 1999 (26.02.1999), paragraph [0048] (Family: none)	9-11, 18
Y	JP 2009-021621 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 29 January 2009 (29.01.2009), paragraphs [0015], [0016] & US 2003/0080436 A1 & KR 10-2003-0035998 A & CN 1417859 A	10, 11, 18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01L21/336(2006.01)i, H01L29/786(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 (IPC))  
 Int.Cl. H01L21/336, H01L29/786

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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)

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
Y A	JP 06-326130 A (松下電器産業株式会社) 1994. 11. 25, 段落 0001~0033, 図 1~15 (ファミリーなし)	1~15, 18 16, 17
Y	JP 10-319441 A (富士通株式会社) 1998. 12. 04, 段落 0052 & US 2001/0001482 A1 & TW 392361 B	1~15, 18
Y	JP 2006-210477 A (出光興産株式会社) 2006. 08. 10, 段落 0036 & WO 2006/080116 A1 & KR 10-2007-0103394 A & CN 101088166 A	1~15, 18

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般の技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 28.02.2011	国際調査報告の発送日 08.03.2011
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) 川村 裕二 電話番号 03-3581-1101 内線 3462
	4M 4665

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
Y	JP 07-245434 A (セイコーエプソン株式会社) 1995. 09. 19, 段落 0070 (ファミリーなし)	2~11, 13~ 15, 18
Y	JP 02-085826 A (株式会社日立製作所) 1990. 03. 27, 第4頁左上欄第17行~左下欄第6行 (ファミリーなし)	5~11, 18
Y A	JP 2007-043131 A (国立大学法人東北大学) 2007. 02. 15, 段落 0098、0099 & US 2008/0217617 A1 & WO 2007/004666 A1	6~11, 18 16, 17
Y	JP 11-052415 A (株式会社東芝) 1999. 02. 26, 段落 0048 (ファミリーなし)	9~11, 18
Y	JP 2009-021621 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2009. 01. 29, 段落 0015、0016 & US 2003/0080436 A1 & KR 10-2003-0035998 A & CN 1417859 A	10, 11, 18