

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3663832号
(P3663832)

(45) 発行日 平成17年6月22日(2005.6.22)

(24) 登録日 平成17年4月8日(2005.4.8)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 27/14

F I

H01L 27/14

D

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平9-136933	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成9年5月27日(1997.5.27)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開平10-335621		東京都品川区北品川6丁目7番35号
(43) 公開日	平成10年12月18日(1998.12.18)	(74) 代理人	100122884
審査請求日	平成15年10月16日(2003.10.16)		弁理士 角田 芳末
		(74) 代理人	100113516
			弁理士 磯山 弘信
		(74) 代理人	100080883
			弁理士 松隈 秀盛
		(72) 発明者	池沢 玉池
			鹿児島県国分市野口北5番1号 ソニー国分株式会社内
		審査官	恩田 春香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固体撮像装置の遮光層が、A l S i 膜上にA l 膜が被着形成された第1の遮光層と、該第1の遮光層の表面に形成されたバリア層と、該バリア層を介して上記第1の遮光層上に被着形成されたA l 膜よりなる第2の遮光層とを少なくとも有し、
 上記第1の遮光層のA l S i 膜とA l 膜の各厚さをT1sとT1aとし、上記第2の遮光層のA l 膜の厚さをT2aとするとき、
 $A l S i$ 膜とA l 膜との厚さの比、 $T1s / (T1a + T2a)$ が0.30以下とされ、
 上記第1の遮光層の厚さと、上記第1および第2の遮光層の厚さとの比、 $(T1s + T1a) / (T1s + T1a + T2a)$ が、0.6 ~ 0.9の範囲に選定されたことを特徴とする固体撮像装置。

10

【請求項2】

上記バリア層が、上記第1の遮光層の上記A l 膜の表面酸化膜よりなることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項3】

A l S i 膜上にA l 膜を連続スパッタリングして第1の遮光層を形成する第1のスパッタリング工程と、
 該第1の遮光層のA l 膜の表面を酸化して酸化膜によるバリア層を形成する工程と、
 該酸化膜上に、A l 膜をスパッタリングして第2の遮光層を形成する第2のスパッタリング工程とを経て固体撮像装置の遮光層を形成し、

20

上記第1の遮光層のAlSi膜とAl膜の各厚さを T_{1s} と T_{1a} とし、上記第2の遮光層のAl膜の厚さを T_{2a} とすると、

AlSi膜とAl膜との厚さの比、 $T_{1s} / (T_{1a} + T_{2a})$ が0.30以下とされ、
上記第1の遮光層の厚さと、上記第1および第2の遮光層の厚さとの比、 $(T_{1s} + T_{1a}) / (T_{1s} + T_{1a} + T_{2a})$ が、0.6 ~ 0.9の範囲に選定された
ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項4】

上記第1の遮光層のAl膜の表面酸化を、自然酸化、熱酸化、化学的処理による酸化のいずれか1以上の方法によって行う

ことを特徴とする請求項3に記載の固体撮像装置の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像装置とその製造方法に係わる。

【0002】

【従来の技術】

CCD（電荷結合素子）構造による固体撮像装置においては、その受光部以外の非露光部、すなわち黒レベルを設定する遮光領域いわゆるオプティカルブラック領域（以下OPB領域という）の形成部や、受光に応じた信号電荷を転送する転送レジスタ等の形成部等を覆って、遮光層の被覆がなされる。

20

【0003】

この遮光層は一般にAl膜が用いられる。しかしながら、このAl膜のみによって遮光層を形成する場合、遮光層は、例えば固体撮像装置の出力回路を構成するMOSトランジスタ（絶縁ゲート型トランジスタ）や、保護回路のバイポーラトランジスタの一部配線として用いられることから、この遮光層は、固体撮像装置を構成するSi半導体基板の所定部にオーミックコンタクトされるものであり、この場合、この半導体基板のSiと、Alとの相互拡散によるAlのSi基板への進入によって生じるAlSiの形成がオーミックコンタクトの特性低下や、例えばトランジスタを構成するp-n接合への突き抜けによる破壊とか、さらには遮光性の低下を来すなどの不都合を生じる。

【0004】

30

そこで、この遮光層として、例えば連続スパッタリングによってAlのSi基板との相互拡散の発生を回避すべくSiが最初から含まれたAlSi膜と、これの上にAl膜を被着形成した2層構造とするものが用いられている。

一方、遮光層において、確実な遮光性を得るには、遮光性にすぐれたAl膜の厚さを大きくすることが必要であるが、固体撮像装置の小型化、画素数の増大化の要求から、遮光層のパターン形成、例えば固体撮像装置の受光部に対する開口形成のエッチングに際して、高精細度パターン形成が要求されることから、遮光層の厚さに制約がある。従来、このAlSi膜とAl膜とによる2層構造の遮光層においては、所要の遮光性を得るに、AlSi膜の膜厚を T_{AlSi} 、Al膜の膜厚を T_{Al} とすると、両者の膜厚の比 T_{AlSi} / T_{Al} を、0.30以下とすると、所要の遮光性が得られるとされている。

40

例えば、全体の厚さが400nmとされ、AlSi膜の膜厚 T_{AlSi} が例えば65nm、Al膜の膜厚 T_{Al} が335nmに選定され、 T_{AlSi} / T_{Al} が、0.194とされるが、さらに好ましくは、 T_{AlSi} / T_{Al} が例えば0.162に選定される。

【0005】

しかしながら、遮光層全体の厚さが、例えば400nmに抑えられた状態で、 T_{AlSi} / T_{Al} を余り小さくすると、前述したAl膜からのAlのSi基板への進入によるp-n接合の破壊の問題が生じてくる。

【0006】

そこで、AlSi膜およびAl膜の積層構造を採るものの、例えば下層のAlSi膜を65nmの厚さに形成し、これの上に厚さ135nmをもってAl膜を連続的にスパッタリ

50

ングし、その後このAl膜の表面を酸化することによって酸化アルミニウム膜によるバリア層を形成し、これの上に厚さ200nmにAl膜を形成して、Al膜からのAlのSi基板への拡散、進入を阻止することの構造が提案された。

【0007】

そして、このように、酸化膜によるバリア層を形成する構造とすることによって、このバリア層形成後に経る加熱工程において、AlSi層におけるSiの析出いわゆるノジュール(nodule)の成長を停止する効果を奏し、このSiの析出による遮光層の欠陥発生、したがって、不良品の発生率を改善できるとされた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

10

しかしながら、上述したAlSi膜およびAl膜の積層構造による遮光層においても、加熱処理工程を経た場合、その降温過程で、Siの析出が生じる場合があり、必ずしも上述のSiの析出を回避できずに、遮光層における欠陥発生等、ひいては目的とする固体撮像装置の不良品の発生率を充分低めることができなかった。

【0009】

本発明は、このようなSiの析出を確実に回避することができるようにした固体撮像装置とその製造方法を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明による固体撮像装置は、その遮光層が、AlSi膜上にAl膜が被着形成された第1の遮光層と、この第1の遮光層の表面に形成されたバリア層と、このバリア層を介して第1の遮光層上に被着形成されたAl膜よりなる第2の遮光層とを少なくとも有して成る。

20

そして、第1の遮光層のAlSi膜とAl膜の各厚さを T_{1s} と T_{1a} とし、第2の遮光層のAl膜の厚さを T_{2a} とすると、AlSi膜とAl膜との厚さの比、 $T_{1s} / (T_{1a} + T_{2a})$ が0.30以下とし、第1の遮光層の厚さと、第1および第2の遮光層の厚さとの比、 $(T_{1s} + T_{1a}) / (T_{1s} + T_{1a} + T_{2a})$ を、0.6~0.9の範囲に選定する。

【0011】

また、本発明による固体撮像装置の製造方法においては、AlSi膜上にAl膜を連続スパッタリングして第1の遮光層を形成する第1のスパッタリング工程と、この第1の遮光層のAl膜の表面を酸化して酸化膜によるバリア層を形成する工程と、この酸化膜上に、Al膜をスパッタリングして第2の遮光層を形成する第2のスパッタリング工程とを経て固体撮像装置の遮光層を形成する。

30

そして、第1の遮光層のAlSi膜とAl膜の各厚さを T_{1s} と T_{1a} とし、第2の遮光層のAl膜の厚さを T_{2a} とすると、AlSi膜とAl膜との厚さの比、 $T_{1s} / (T_{1a} + T_{2a})$ が0.30以下とし、第1の遮光層の厚さと、第1および第2の遮光層の厚さとの比、 $(T_{1s} + T_{1a}) / (T_{1s} + T_{1a} + T_{2a})$ を、0.6~0.9の範囲に選定する。

【0012】

上述の本発明による固体撮像装置およびその製造方法によれば、遮光層全体におけるAlSi膜の厚さと、Al膜との厚さの比を、0.3以下とするものであることから、Al膜の厚さが大となり、遮光性の高い遮光層とすることができるものである。

40

そして、本発明では、この構成において、第1の遮光層の厚さと、遮光層全体の厚さの比、 $(T_{1s} + T_{1a}) / T$ 、すなわち $(T_{1s} + T_{1a}) / (T_{1s} + T_{1a} + T_{2a})$ を、0.6~0.9の範囲に選定することによって、後の熱処理工程を経ても、AlSi膜におけるSiの析出を効果的に回避できた。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を説明する。

本発明による固体撮像装置は、その遮光層が、AlSi膜上にAl膜が被着形成された第1の遮光層と、この第1の遮光層の表面に形成されたバリア層と、このバリア層を介して

50

第1の遮光層上に被着形成されたAl膜よりなる第2の遮光層とを少なくとも有して成る。

そして、第1の遮光層のAlSi膜とAl膜の各厚さを T_{1s} と T_{1a} とし、第2の遮光層のAl膜の厚さを T_{2a} とすると、AlSi膜とAl膜との厚さの比、 $T_{1s} / (T_{1a} + T_{2a})$ が0.30以下好ましくは0.15以上とし、第1の遮光層の厚さと、第1および第2の遮光層の厚さとの比、 $(T_{1s} + T_{1a}) / (T_{1s} + T_{1a} + T_{2a})$ を、0.6 ~ 0.9の範囲に選定する。

【0014】

バリア層は、第1の遮光層のAl膜の表面を、酸化して形成した酸化アルミニウム、 Al_2O_3 、 AlO 等によって構成し得る。

10

【0015】

また、本発明による固体撮像装置の製造方法においては、AlSi膜上にAl膜を連続スパッタリングして第1の遮光層を形成する第1のスパッタリング工程と、この第1の遮光層のAl膜の表面を酸化して酸化膜によるバリア層を形成する工程と、この酸化膜上に、Al膜をスパッタリングして第2の遮光層を形成する第2のスパッタリング工程とを経て固体撮像装置の遮光層を形成する。

そして、第1の遮光層のAlSi膜とAl膜の各厚さを T_{1s} と T_{1a} とし、第2の遮光層のAl膜の厚さを T_{2a} とすると、AlSi膜とAl膜との厚さの比、 $T_{1s} / (T_{1a} + T_{2a})$ が0.30以下とし、第1の遮光層の厚さと、第1および第2の遮光層の厚さとの比、 $(T_{1s} + T_{1a}) / (T_{1s} + T_{1a} + T_{2a})$ を、0.6 ~ 0.9の範囲に選定する。

20

【0016】

バリア層の形成工程としては、第1の遮光層のAl膜の表面酸化を、自然酸化、熱酸化、化学的処理による酸化のいずれか、あるこれら方法の2以上の組み合わせによって行う。

【0017】

図1は、本発明を適用する固体撮像装置の一例の概略平面図を示す。この例は、フレームインターライン転送方式によるCCD固体撮像装置の例であるが、本発明による固体撮像装置は、これに限られるものではなく、OPB領域を含む非露光部に遮光層が設けられる種々の固体撮像装置に適用することができる。

【0018】

図1のフレームインターライン転送方式のCCD固体撮像装置1は、画素となる複数の光電変換機能を有する受光部2がマトリックス状に配列され、各受光部列の一側にCCD構造の垂直転送レジスタ3が設けられた撮像部4と、撮像部4の複数の垂直転送レジスタ3に対応するCCD構造の複数の垂直転送レジスタ5が設けられた蓄積部6と、この蓄積部6の一側に配置されたCCD構造の水平転送レジスタ7の出力側に配置された出力回路8と、黒レベルの設定を行うOPB領域9が形成されてなる。

30

【0019】

この固体撮像装置においては、その表面に、受光部2上において開口10Wが穿設された遮光層10が、垂直転送レジスタ3、OPB領域9、蓄積部6、水平転送レジスタ7上等を覆って、図1に斜線を付してように被着形成される。

【0020】

40

この構成による固体撮像装置1は、各受光部2における光電変換によって、それぞれの受光量に応じて生じた信号電荷を、垂直転送レジスタ3に転送し、この垂直転送レジスタ3によって、各信号電荷を蓄積部6に転送して、ここで蓄積し、その一水平ライン毎の信号電荷を水平転送レジスタ7に転送して、これによって順次出力回路8に転送し、これから撮像出力を取り出されるようになされる。

【0021】

図2は、図1のA-A線上の概略断面図、すなわち撮像部4における概略断面図を示す。この固体撮像装置1は、第1導電型例えばn型のシリコン半導体基体11に形成され、図2に示される撮像部4においては、シリコン基体11の一主面側に、第2導電型例えばp型のウエル領域12が形成され、これの上に第1導電型の不純物導入領域13と、これの

50

上に正電荷蓄積領域 14 が形成された受光部 2 が構成される。そして、この受光部 2 の各列に隣り合って、垂直転送レジスタ 3 を構成する転送チャンネル領域 15 が受光部 2 の列に沿って（図 2 において紙面と直交する方向に沿って）形成されている。16 は、半導体基体 11 の上記一主面に臨んで形成された第 1 導電型の高不純物濃度領域よりなるチャンネルストップ領域で、信号電荷の授受を回避すべき部分に形成される。半導体基体 11 上には、例えばシリコン酸化膜 SiO_2 よりなる絶縁層 17 が形成され、これの上に垂直転送レジスタ 3 等を構成する例えば多結晶シリコンよりなる転送電極 18

【0022】

本発明においては、この遮光層 10 の構成を、図 3 にその断面構造を示すように、固体撮像装置の表面を覆って、例えば、まず全面的に連続スパッタリングによって AlSi 膜 101s を厚さ T1s に被着形成し、続いてこの AlSi 膜 101s 上に全面的に Al 膜 101a を厚さ T1a に被着形成する第 1 のスパッタリングを行う。

10

【0023】

その後、上層の Al 膜 101a の表面を酸化して、酸化アルミニウム Al_2O_3 、AlO よりなるバリア層 10B を形成する。この酸化は、熱酸化、大気中に放置する自然酸化、硝酸処理等の化学薬品による化学的処理のいずれか、あるいはこれら 2 以上の方法の組み合わせによって行う。

【0024】

その後、バリア層 10B 上に、第 2 の遮光層 102 を構成する Al 膜 102a を厚さ T2a に、第 2 のスパッタリングによって被着形成する。

20

【0025】

そして、各膜の厚さ T1s, T1a, T2a の厚さは、下記（数 1）および（数 2）に選定する。ここに、 $(T1s + T1a) / (T1s + T1a + T2a)$ を R とおく。

【0026】

【数 1】

$$T1s / (T1a + T2a) = 0.30$$

【0027】

【数 2】

$$0.6 \leq R \leq 0.9$$

【0028】

30

図 4A, B および C は、それぞれ異なる膜厚に選定した場合の断面を模式的に示したものである。図 4A は、 $T1s = 65 \text{ nm}$, $T1a = 235 \text{ nm}$, $T2a = 100 \text{ nm}$ とした場合、したがって、上記（数 1）を満足し、かつ $R = 0.754$ であって（数 2）を満足させた場合であり、図 4B は、 $T1s = 65 \text{ nm}$, $T1a = 185 \text{ nm}$, $T2a = 150 \text{ nm}$ とした場合、したがって、上記（数 1）を満足し、かつ $R = 0.625$ であって（数 2）を満足させた場合である。そして図 4C は、 $T1s = 65 \text{ nm}$, $T1a = 135 \text{ nm}$, $T2a = 200 \text{ nm}$ とした場合で、（数 1）を満足するものの、 $R = 0.500$ とした場合である。

【0029】

これら、図 4 の A ~ C を比較して明らかなように、遮光層 10 全体の厚さを一定とすると、R が小となるにつれ、バリア層 10B は、半導体基体側へと移行し、第 1 の遮光層 101 が薄くなる。

40

ところで、遮光層の形成の後に、固体撮像装置の製造過程で加熱工程を経る場合、その降温に伴って Si の析出量すなわち前述したノジュールの発生量は、この加熱温度下での Al 中の Si の固溶度で決まることから、AlSi 膜中の Si の含有量が一定で、その厚さ T1s を一定とするときは、R が小さくなるにつれ、固溶度が高まり Si の析出は顕著となる。

【0030】

そして、今、上記（数 1）の条件下において、その $R (= (T1s + T1a) / (T1s + T1a + T2a))$ を変化させて、それぞれ 100 個の固体撮像装置を作製した試料番号 1 ~ 12 について、それぞれ OPB 領域における欠陥による不良品の発生率を測定した結果を、表

50

1 に示す。

【 0 0 3 1 】

【 表 1 】

資料No	T1s(nm)／T1a(nm)	バリア層の 形成方法	T2a(nm)	R	OPB欠陥 による 不良率(%)
1	6 5／1 3 5	R A	2 0 0	0.5	5 3.1
2	6 5／1 3 5	自然酸化	2 0 0	0.5	4 8.7
3	6 5／1 7 5	R A	1 6 0	0.6	2 5.0
4	6 5／1 7 5	自然酸化	1 6 0	0.6	2 5.0
5	6 5／1 8 5	R A	1 5 0	0.6 2 5	1 9.8
6	6 5／1 8 5	自然酸化	1 5 0	0.6 2 5	1 3.8
7	6 5／2 3 5	R A	1 0 0	0.7 5	6.1
8	6 5／2 3 5	自然酸化	1 0 0	0.7 5	2.9
9	6 5／2 9 5	R A	4 0	0.9	1 9.0
10	6 5／2 9 5	自然酸化	4 0	0.9	1 8.0
11	6 5／3 3 5	R A	0	1.0	6 1.0
12	6 5／3 3 5	自然酸化	0	1.0	6 0.0

表中、T1sは第1の遮光層のA l S i 膜の厚さ

T1aは第1の遮光層のA l 膜の厚さ

T2aは第2の遮光層のA l 膜の厚さ

R Aは、硝酸処理

Rは $(T1s + T1a) / (T1s + T1a + T2a)$

【 0 0 3 2 】

表1において、R Aはバリア層1 0 Bの形成を硝酸処理によって行った場合を示す。また、この場合の第1遮光層の連続スパッタリング、第2の遮光層のA l 膜のスパッタリングは、それぞれ基体温度を1 5 0 とし、A l S i 膜のスパッタ源はS iが1重量%含有したA l S iを用いた。

【 0 0 3 3 】

表1から分かるように、Rが0 . 6 ~ 0 . 9の範囲で、格段に不良品の発生率が低下している。

【 0 0 3 4 】

上述したように、本発明構成によれば、上記(数1)の条件に設定したことにより、遮光層1 0の遮光性を充分高めることができ、しかも(数2)の条件に設定することによって、S iの析出が効果的に回避され、固体撮像装置における不良品の発生率を効果的に減少させることができる。しかしながら、T1s / (T1a + T2a)は、0 . 1 5以上とすることが不良品の発生率をより低下させる上で望ましいことが分かった。

【 0 0 3 5 】

尚、前述したように、上述した例ではフレームインターライン転送方式によるCCD固体撮像装置に適用した場合であるが、この転送方式による固体撮像装置に限らず、本発明は、非露光領域を形成するための遮光層を形成する各種固体撮像装置に適用することができるというまでもない。

【0036】

【発明の効果】

上述したように、本発明構成によれば、遮光層10の遮光性を充分高めることができ、信頼性の高い遮光層を有する固体撮像装置を構成することができ、また不良品の発生率が効果的に低減化されて、歩留り高く固体撮像装置を構成でき、ひいては固体撮像装置のコストの低減化をはかることができるものである。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による固体撮像装置の一例の概略平面図である。

【図2】図1のA-A線上の概略断面図である。

【図3】本発明による固体撮像装置の遮光層の断面図である。

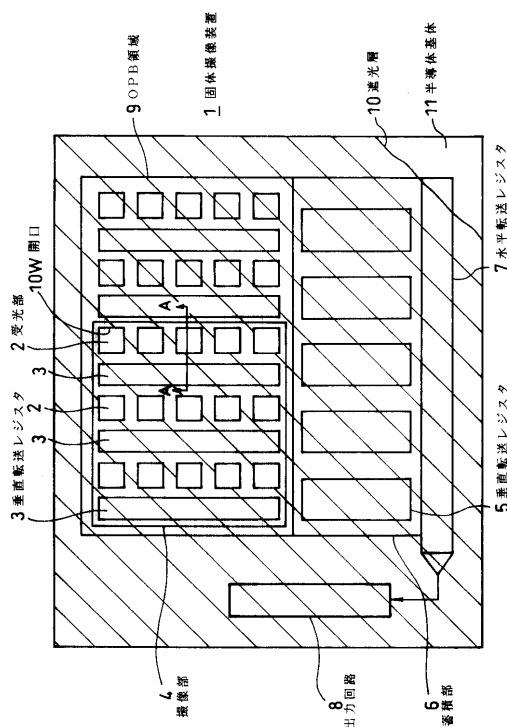
【図4】A～Cは本発明の説明に供する遮光層の各部の膜厚の比較図である。

【符号の説明】

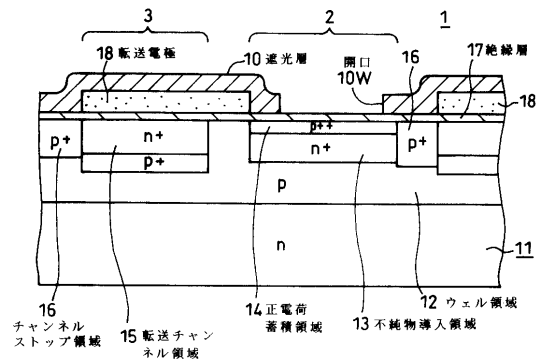
1 固体撮像装置、2 受光部、3 垂直転送レジスタ、4 撮像部、5 垂直転送レジスタ、6 蓄積部、7 水平転送レジスタ、8 出力回路、9 OPB領域（オプティカルブラック領域）、10 遮光層、10W 開口、11 シリコン基体、12 ウェル領域、13 不純物導入領域、14 正電荷蓄積領域、15 転送チャンネル領域、16 チャンネルストップ領域、17 絶縁層、18 転送電極、101 第1の遮光層、102 第2の遮光層、10B バリア層、101s 第1の遮光層のAlSi膜、101a 第1の遮光層のAl膜、102a 第2の遮光層のAl膜。

20

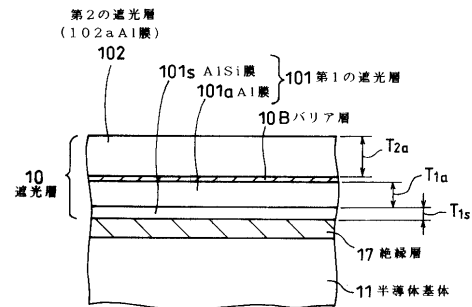
【図1】



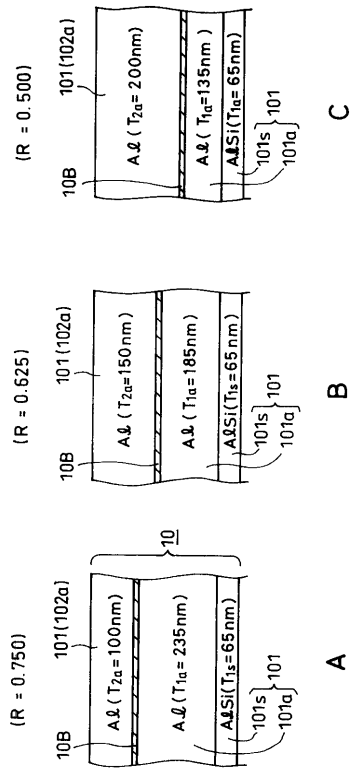
【図2】



【図3】



【図 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-030090(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 27/14 - 27/148