

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4157048号
(P4157048)

(45) 発行日 平成20年9月24日(2008.9.24)

(24) 登録日 平成20年7月18日(2008.7.18)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L	21/316	(2006.01)	HO 1 L	21/316	G
CO 1 B	33/12	(2006.01)	CO 1 B	33/12	C
CO 4 B	38/00	(2006.01)	CO 4 B	38/00	3 O 4 Z
HO 1 L	21/768	(2006.01)	HO 1 L	21/90	Q

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-17994 (P2004-17994)	(73) 特許権者	000002060
(22) 出願日	平成16年1月27日(2004.1.27)		信越化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-216895 (P2005-216895A)		東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(43) 公開日	平成17年8月11日(2005.8.11)	(73) 特許権者	000005821
審査請求日	平成17年11月29日(2005.11.29)		松下電器産業株式会社
			大阪府門真市大字門真1006番地
		(74) 代理人	100099623
			弁理士 奥山 尚一
		(74) 代理人	100096769
			弁理士 有原 幸一
		(74) 代理人	100107319
			弁理士 松島 鉄男
		(74) 代理人	100114591
			弁理士 河村 英文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多孔質膜形成用組成物、その製造方法、多孔質膜及び半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポリシロキサン微粒子、シリカ微粒子又はゼオライト微粒子(以下、A成分という。)を製造する工程と、該A成分に架橋性を付与する工程と、その架橋性を一時的に停止させる工程とを含むことを特徴とする多孔質膜形成用組成物の製造方法であって、

上記A成分に架橋性を付与する工程が、有機ケイ素化合物(以下、B成分という。)を添加することからなり、

上記架橋性を一時的に停止させる工程が、高い架橋反応性を維持したまま凍結するために、上記A成分に架橋性を付与する工程後、1時間以内に少なくとも二個のカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸を添加することを含むことを特徴とする多孔質膜形成用組成物の製造方法。

【請求項2】

上記架橋性を一時的に停止させる工程において、シュウ酸、マロン酸、マロン酸無水物、マレイン酸、マレイン酸無水物、フマル酸、グルタル酸、グルタル酸無水物、シトラコン酸、シトコン酸無水物、イタコン酸、イタコン酸無水物及びアジピン酸からなる群から選ばれるカルボン酸が用いられることを特徴とする請求項1に記載の多孔質膜形成用組成物の製造方法。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の方法によって製造されることを特徴とする多孔質膜形成用組成物。

10

20

【請求項 4】

ポリシロキサン微粒子、シリカ微粒子又はゼオライト微粒子（以下、A成分という。）を製造する工程と該A成分に架橋性を付与する工程とその架橋性を一時的に停止させる架橋性抑止材を添加する工程を含んでなる方法により多孔質膜形成用組成物を製造する工程と、該多孔質膜形成用組成物を基板上に塗布して膜を形成する工程と、該膜を乾燥する工程と、乾燥された膜を加熱して上記架橋性抑制材を除去するとともに上記A成分を架橋させる工程と、を含んでなることを特徴とする多孔質膜の形成方法であって、

上記A成分に架橋性を付与する工程が、有機ケイ素化合物（以下、B成分という。）を添加することからなり、

上記架橋性を一時的に停止させる工程が、高い架橋反応性を維持したまま凍結するために、上記A成分に架橋性を付与する工程後、1時間以内に少なくとも二個のカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸を添加する工程を含むことを特徴とする多孔質膜の形成方法。

10

【請求項 5】

上記架橋性を一時的に停止させる工程において、シュウ酸、マロン酸、マロン酸無水物、マレイン酸、マレイン酸無水物、フマル酸、グルタル酸、グルタル酸無水物、シトラコン酸、シトコン酸無水物、イタコン酸、イタコン酸無水物及びアジピン酸からなる群から選ばれるカルボン酸が用いられることを特徴とする請求項4に記載の多孔質膜の形成方法。

【請求項 6】

請求項4又は請求項5に記載の方法によって製造されることを特徴とする多孔質膜。

20

【請求項 7】

ポリシロキサン微粒子、シリカ微粒子又はゼオライト微粒子（以下、A成分という。）を製造する工程と、該A成分に架橋性を付与する工程と、その架橋性を一時的に停止させる工程とを含んでなる製造方法により形成された多孔質膜形成用組成物を用いて形成された多孔質膜を内部に有することを特徴とする半導体装置であって、

上記A成分に架橋性を付与する工程が、有機ケイ素化合物（以下、B成分という。）を添加することからなり、

上記架橋性を一時的に停止させる工程が、高い架橋反応性を維持したまま凍結するために、上記A成分に架橋性を付与する工程後、1時間以内に少なくとも二個のカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸を添加する工程を含むことを特徴とする半導体装置。

30

【請求項 8】

上記架橋性を一時的に停止させる工程において、シュウ酸、マロン酸、マロン酸無水物、マレイン酸、マレイン酸無水物、フマル酸、グルタル酸、グルタル酸無水物、シトラコン酸、シトコン酸無水物、イタコン酸、イタコン酸無水物及びアジピン酸からなる群から選ばれるカルボン酸が用いられることを特徴とする請求項7に記載の半導体装置。

【請求項 9】

上記多孔質膜が、多層配線の同一層の金属配線間絶縁膜、又は上下金属配線層の層間絶縁膜に存在することを特徴とする請求項7又は請求項8に記載の半導体装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘電特性、密着性、塗膜の均一性、機械強度に優れ、吸湿性を低減化した多孔質膜を形成し得る膜形成用組成物、多孔質膜の形成方法及び形成された多孔質膜、並びに多孔質膜を内蔵する半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体集積回路の形成においては、その高集積化に伴い、金属配線間の寄生容量である配線間容量の増加に起因する配線遅延時間の増大が半導体回路の高性能化の妨げになって

50

いる。配線遅延時間は、金属配線の電気抵抗と配線間の静電容量の積に比例する所謂RC遅延と呼ばれるものである。この配線遅延時間を小さくするためには、金属配線の抵抗を小さくするか又は配線間の容量を小さくすることが必要である。

このようにして配線金属の抵抗及び配線間容量を小さくすることによって、半導体装置は高集積化しても配線遅延を低下させることができるため、半導体装置サイズの縮小と高速化が可能になり、さらに消費電力も小さく抑えることが可能になる。

【0003】

金属配線の抵抗を小さくするためには、最近では従来適用されてきたアルミニウムによる配線に対し、金属銅を配線として用いる半導体装置構造が採用されるようになってきた。しかし、これのみでは高性能化に限界があり、配線間容量の低減が半導体のさらなる高性能化にとって急務となってきている。

10

【0004】

配線間容量を小さくする方法としては、金属配線同士の間形成される層間絶縁膜の比誘電率を低くすることが考えられる。通常、比誘電率およそ2.5以下の材料を形成するためには内部に空孔を導入し多孔質化するという方法が用いられる。

【0005】

しかしながら、材料の多孔質化は必然的に膜の機械強度低下をもたらし、半導体装置を製造する上で大きな問題となってくる。また、膜機械強度が低下することによって、半導体装置自体の強度が不十分となり、半導体装置の信頼性が低下するという問題が生じる。

したがって、低誘電率と高機械強度を両立する低誘電率材料の開発が必要不可欠になってきている。

20

【0006】

層間絶縁膜の形成方法としては、大別して化学的気相成長法による方法と、塗布による方法が知られている。それぞれに長所と短所があるが、機械強度の点で、比誘電率がおおよそ2.6以上では化学気相成長法が有利であるのに対して、比誘電率がおおよそ2.6以下では塗布法の方が有利である。

塗布材料の中でも、有機材料よりも比較的的空孔を形成しやすい酸化ケイ素の主骨格を有するような材料が次世代絶縁材料として期待されている。

しかしながら、従来の塗布材料では実際の半導体装置製造に必要な低誘電率と機械強度を両立することが困難であった。

30

【0007】

例えば、特許文献1によれば、通常のシリコン系重合モノマーの加水分解縮合物では十分な強度が得られないが、シリカ微粒子と、 $X_nSi(OR)_{4-n}$ で表されるアルコキシシランと、 $X_nSiX'_{4-n}$ で表されるハロゲン化シランの混合物を加水分解縮合して得られる組成物において、誘電率が小さく、被塗布面との密着性、機械強度、耐薬品性及びクラック耐性に優れた低誘電率膜形成が可能であるとされる。しかしながら、このような方法で得られる薄膜では、原料として用いるハロゲン化シラン由来のハロゲン化物イオンの膜中への混入を防ぐことが不可能であるため、ハロゲン化物イオンが半導体デバイスの製造において歩留まり低下及び性能劣化を引き起こすという致命的な問題があった。

【0008】

40

これに対し、特許文献2~4によると、塩基性化合物存在下、シラン化合物を加水分解縮合して得られる加水分解縮合物を用いることで前記問題を解決できるとされている。また、同時にこれらの方法で製造される材料は巨大分子からなり、粒子状の形態をとっていないことが明記されている。しかしながら、これらの方法で得られる材料は機械強度が不十分であるため、実際に半導体製造への適用は困難であった。

【0009】

更に、特許文献1では、機械強度を向上させるため、シリカ微粒子を含有することを特徴とする膜形成用塗布液が示されている。この方法では、シリカ微粒子とアルコキシシラン又はハロゲン化シランの部分加水分解物がシリカ表面で反応することでシリカ系塗布液を得ている。しかしながら、この方法では、最も反応性が高く機械強度向上に有効なシラ

50

ノール基は塗布液形成時に架橋反応に供するのではなく、このシリカ表面への表面修飾反応時に消費されてしまうため、ほとんど機械強度は向上しない。

【0010】

【特許文献1】特開平9-315812号

【特許文献2】特開2001-294809号

【特許文献3】特開2001-354904号

【特許文献4】特開2002-20688号

【特許文献5】特開2001-316624号

【特許文献6】特開2001-354903号

【非特許文献1】J. Colloid Interface Sci., 26 (1968) 62-69

【非特許文献2】J. Am. Chem. Soc. 122 (2000) 3530-3531

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

以上の問題に鑑みて、本発明は、通常の半導体プロセスに用いられる方法によって、容易に、任意に制御された膜厚の薄膜が形成可能であり、機械強度及び誘電特性に優れた多孔質膜形成用塗布液を提供することを目的とする。また、本発明はこの多孔質膜を内蔵する高性能かつ高信頼性を備えた半導体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】

【0012】

本発明者らは、上記多孔質膜形成用塗布液の開発を目指し鋭意検討を行った。その結果、微粒子を製造する工程と、該微粒子に架橋性を付与する工程と、その架橋性を一時的に凍結する工程とを含む方法によって製造される多孔質膜形成用組成物を含む塗布液が、優れた機械強度及び誘電特性を示す塗布膜の形成を可能にすることを見出した。

【0013】

本発明の多孔質膜形成用組成物の製造方法は、ポリシロキサン微粒子、シリカ微粒子又はゼオライト微粒子（以下、A成分という。）を製造する工程と、該A成分に架橋性を付与する工程と、その架橋性を一時的に停止させる工程とを含み、

上記A成分に架橋性を付与する工程が、有機ケイ素化合物（以下、B成分という。）を添加することからなり、

上記架橋性を一時的に停止させる工程が、高い架橋反応性を維持したまま凍結するために、上記A成分に架橋性を付与する工程後、1時間以内に少なくとも二個のカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸を添加することを含む。

上記カルボン酸は、好ましくは、シュウ酸、マロン酸、マロン酸無水物、マレイン酸、マレイン酸無水物、フマル酸、グルタル酸、グルタル酸無水物、シトラコン酸、シトコン酸無水物、イタコン酸、イタコン酸無水物及びアジピン酸からなる群から選ばれる。

本発明の多孔質膜形成用組成物は、好ましくは、上記多孔質膜形成用組成物の製造方法により製造される。

本発明の多孔質膜の形成方法は、ポリシロキサン微粒子、シリカ微粒子又はゼオライト微粒子（以下、A成分という。）を製造する工程と該A成分に架橋性を付与する工程とその架橋性を一時的に停止させる架橋性抑制材を添加する工程を含んでなる方法により多孔質膜形成用組成物を製造する工程と、該多孔質膜形成用組成物を基板上に塗布して膜を形成する工程と、該膜を乾燥する工程と、乾燥された膜を加熱して上記架橋性抑制材を除去するとともに上記A成分を架橋させる工程とを含んでなり、

上記A成分に架橋性を付与する工程が、有機ケイ素化合物（以下、B成分という。）を添加することからなり、

上記架橋性を一時的に停止させる工程が、高い架橋反応性を維持したまま凍結するために、上記A成分に架橋性を付与する工程後、1時間以内に少なくとも二個のカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸を添加する工程を含む。

上記カルボン酸は、好ましくは、シュウ酸、マロン酸、マロン酸無水物、マレイン酸、

10

20

30

40

50

マレイン酸無水物、フマル酸、グルタル酸、グルタル酸無水物、シトラコン酸、シトコン酸無水物、イタコン酸、イタコン酸無水物及びアジピン酸からなる群から選ばれる。

本発明の多孔質膜は、好ましくは、上記多孔質膜の形成方法によって製造される。

本発明の半導体装置は、ポリシロキサン微粒子、シリカ微粒子又はゼオライト微粒子（以下、A成分という。）を製造する工程と、該A成分に架橋性を付与する工程と、その架橋性を一時的に停止させる工程とを含んでなる製造方法により形成された多孔質膜形成用組成物を用いて形成された多孔質膜を内部に有し、上記A成分に架橋性を付与する工程が、有機ケイ素化合物（以下、B成分という。）を添加することからなり、

上記架橋性を一時的に停止させる工程が、高い架橋反応性を維持したまま凍結するために、上記A成分に架橋性を付与する工程後、1時間以内に少なくとも二個のカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸を添加する工程を含む。

10

上記カルボン酸は、好ましくは、シュウ酸、マロン酸、マロン酸無水物、マレイン酸、マレイン酸無水物、フマル酸、グルタル酸、グルタル酸無水物、シトラコン酸、シトコン酸無水物、イタコン酸、イタコン酸無水物及びアジピン酸からなる群から選ばれる。

上記多孔質膜は、半導体装置内において、好ましくは、多層配線の同一層の金属配線間絶縁膜、又は上下金属配線層の層間絶縁膜として存在する。

【発明の効果】

【0014】

本発明の多孔質膜形成用組成物の製造方法によれば、誘電特性、密着性、塗布の均一性、機械強度に優れた多孔質膜を形成可能な多孔質膜形成用組成物を製造することができる。

20

本発明の多孔質膜形成用組成物を用いれば、誘電特性、密着性、塗布の均一性、機械強度に優れた多孔質膜を形成することができる。

本発明の多孔質膜の形成方法によれば、誘電特性、密着性、塗布の均一性、機械強度に優れた多孔質膜を形成することができる。

本発明の多孔質膜を用いれば、誘電特性、密着性、塗布の均一性、機械強度に優れた絶縁膜を実現できる。

本発明の半導体装置によれば、誘電特性、密着性、厚膜均一性、機械強度に優れた絶縁膜を有する高性能多層配線を備えた半導体装置を製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0015】

以下、各工程について説明する。

ここで言われているポリシロキサン微粒子、シリカ微粒子及びゼオライト微粒子は、一般式(1)



上式中、 R^1 は水素、置換基を有してよい炭素数1~8の直鎖、分枝状若しくは環状のアルキル基又はアシル基を表し、 R^1 が複数含まれる場合には、各々独立して互いに同じでも異なってもよい。 n は、1.5~2の数である。一般に、 $n=2$ のときポリシロキサンと呼ばれ、 $n=2$ のときはシリカと呼ばれる。その中でもゼオライト構造またはその前駆体となる規則的な構造を持つものがゼオライトである。

40

【0016】

第1工程の微粒子を製造する工程は、特に限定されるものではないが、大きくは、規則的な繰り返し構造を持たないポリシロキサン微粒子及びシリカ系微粒子製造と規則的な繰り返し構造を持つゼオライト微粒子製造に分類できる。

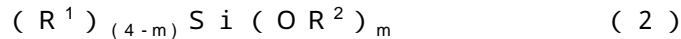
【0017】

初めにポリシロキサン微粒子及びシリカ微粒子製造について例示する。この製造方法は、非特許文献1の報告を端緒として数多くの方法が知られており、一般に水又は含水有機溶剤中アルコキシシランを塩基性触媒の存在下、加水分解縮合すると球状のポリシロキサン及びシリカ微粒子を形成できることが知られている。

【0018】

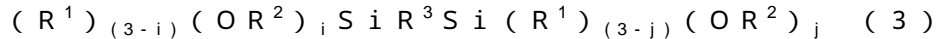
50

このような微粒子の製造原料として、一般式(2)



(上式中、 R^1 は一般式(1)と同様である。 R^2 は置換基を有してよい炭素数1~4の直鎖若しくは分枝状のアルキル基を表し、 R^2 が複数含まれる場合には、各々独立して互いに同じでも異なってよい。 m は2~4の整数である。)

又は、一般式(3)



(上式中、 R^1 、 R^2 は一般式(2)と同様である。 R^3 は置換基を有してよい炭素数1~10の直鎖若しくは分枝状のアルキレン基、アルケニレン基、アルキニレン基又はアリーレン基を表す。 R^1 、 R^2 が複数含まれる場合には、各々独立して互いに同じでも異なって

10

【0019】

一般式(2)又は(3)で表すことができるシランとしては、例えば、トリメトキシシラン、トリエトキシシラン、トリプロポキシシラン、トリブトキシシラン、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、テトラプロポキシシラン、テトラブトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、メチルトリプロポキシシラン、エチルトリメトキシシラン、エチルトリエトキシシラン、プロピルトリメトキシシラン、プロピルトリエトキシシラン、ブチルトリメトキシシラン、ブチルトリエトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリエトキシシラン、2-(3,4-エポキシシクロヘキシルエチル)トリメトキシシラン、2-(3,4-エポキシシクロヘキシルエチル)トリエトキシシラン、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3-メルカプトプロピルトリエトキシシランや、ビス-1,2-(トリメトキシシリル)エタン、ビス-1,6-(トリメトキシシリル)ヘキサン、ビス-1,4-(トリメトキシシリル)ベンゼンなどを例示できる。これらの化合物のうち好ましくは、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、テトラプロポキシシラン、テトラブトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、メチルトリプロポキシシランであり、特に好ましいは、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシランである。

20

30

【0020】

加水分解縮合に使用される塩基性触媒としては、アンモニア、メチルアミン、ジメチルアミン、トリメチルアミン、エチルアミン、ジエチルアミン、トリエチルアミン、プロピルアミン、ジプロピルアミン、トリプロピルアミン、ジイソブチルアミン、ブチルアミン、ジブチルアミン、トリブチルアミン、トリエタノールアミン、ピロリジン、ピペリジン、モルホリン、ピペラジン、ピリジン、ピリダジン、ピリミジン、ピラジン、トリアジンなどのアミン類、水酸化テトラメチルアンモニウム、水酸化テトラエチルアンモニウム、水酸化テトラプロピルアンモニウム、水酸化テトラブチルアンモニウム、コリン等の第4

40

級アンモニウム水酸化物、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化カルシウム等のアルカリ金属水酸化物またはアルカリ土類金属水酸化物等が挙げられる。
塩基性触媒の添加量は、シラン化合物に対してモル比で好ましくは0.001~10倍量、より好ましくは0.01~1.0倍量が用いられる。加水分解のための水は、シラン化合物を完全に加水分解するために必要なモル数の好ましくは、0.5~100倍量、より好ましくは1~10倍量が用いられる。

【0021】

シラン化合物を加水分解して微粒子を製造する場合、水以外にもシラン化合物のアルコキシ基に対応するアルコール等の溶媒を含むことができる。例えば、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、ブタノール、プロピレングリコールモノメチルエーテル

50

、プロピレングリコールモノプロピルエーテル等が挙げられる。その他にアセトン、メチルエチルケトン、テトラヒドロフラン、アセトニトリル、ホルムアミド、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド等が挙げられる。水以外の溶媒の添加量は、シラン化合物の重量に対して、好ましくは1～1000倍重量、より好ましくは2～100倍重量である。

【0022】

シラン化合物の加水分解縮合時間は、好ましくは0.01～100時間、より好ましくは0.1～50時間であり、加水分解縮合温度は、好ましくは0～100、より好ましくは10～80である。

【0023】

一方、ゼオライト微粒子製造について例示する。ゼオライト微粒子は、アルコキシシランと特定の塩基性物質との組み合わせ、特に水酸化第四級アンモニウムによる加水分解縮合で製造できる。そのような反応の実例としては非特許文献2などが挙げられ、例えばテトラエチルオルソシリケート中に水酸化テトラプロピルアンモニウム(20～25重量%)を加えた後30で3日間熟成、続いて80で25時間熟成することでゼオライト結晶の微粒子懸濁液が製造できる。

【0024】

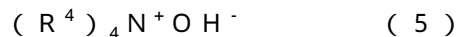
このようなゼオライト微粒子製造の原料として、一般式(4)



(上式中、R²は(2)式と同様である。)で表すことができるシランを一種類以上用いて製造することができる。例えば、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、テトラプロポキシシラン、テトラブトキシシランを例示することができる。

【0025】

加水分解触媒としては、一般式(5)



(上式中、R⁴は水素原子又は炭素数1～20の直鎖、分岐又は環状のアルキル基を表し、各々独立して互いに同じでも異なってもよい。)で表される第四級アンモニウム水酸化物を例示できる。

一般式(5)の第四級アンモニウム水酸化物の例として、水酸化テトラメチルアンモニウム、水酸化テトラエチルアンモニウム、水酸化テトラプロピルアンモニウム、水酸化テトラブチルアンモニウム、コリン等が好ましく、特に、水酸化テトラプロピルアンモニウムが好ましい。

【0026】

第四級水酸化アンモニウム触媒の添加量は、シラン化合物に対してモル比で好ましくは0.001～50倍量、より好ましくは0.01～5.0倍量が用いられる。加水分解のための水は、シラン化合物を完全に加水分解するために必要なモル数の好ましくは0.5～100倍量、より好ましくは1～10倍量が用いられる。

【0027】

シラン化合物を加水分解してゼオライト微粒子を製造する場合、水以外にもシラン化合物のアルコキシ基に対応するアルコール等の溶媒を含むことができ、例えば、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、ブタノール等が挙げられる。水以外の溶媒の添加量は、シラン化合物の重量に対して、好ましくは0.1～10倍量、より好ましくは0.5～2倍重量である。

【0028】

一般式(4)のシラン化合物の加水分解時間は、好ましくは1から100時間、より好ましくは10～70時間であり、温度は、好ましくは0～50、より好ましくは15～30である。加水分解後の加熱処理は、温度は、好ましくは30以上、より好ましくは50以上であり、加水分解に使用した溶媒の大気圧での沸点を超える場合には、密閉容器中で処理してもよい。加熱処理時間は、好ましくは1～100時間、より好ましくは10～70時間である。

10

20

30

40

50

【0029】

このようにして得られたA成分は、水やアルコール等の反応溶媒に分散されている。ここから溶媒を留去して乾燥微粒子を得ようとする、微粒子が2次凝集し、大きな粒子が得られてしまい、出来上がりの多孔質膜表面の平坦性を損なうので好ましくない。従って、湿潤した状態のまま濃度調整を行うことが好ましい。

【0030】

A成分として、好ましくは、ゼオライト構造を有する。ゼオライト構造は、結晶格子として長距離規則をもつゼオライト結晶、粒径としては10～15nm以上のものだけではなく、結晶格子の規則性が不十分な1nmのクラスターから10～15nm程度のゼオライト結晶の前駆体も含んでいる。この前駆体が凝集、結晶成長を繰り返してゼオライト構造を形成していく。このような過程で様々な粒径のゼオライトを形成することが可能であるが、粒径が多孔質膜に影響を与えるため、これを制御する必要がある。本発明では、触媒の種類や濃度、反応温度などで粒径の制御は可能である。ゼオライトの平均粒径は、好ましくは1～500nm、より好ましくは1～50nm、更に好ましくは1～10nmのものが目的の多孔質膜の機械強度を達成するために必要である。この範囲であれば、従来知られている巨大分子を含有してなる組成物から得られる塗布膜と遜色のない平滑性、密着性の塗布膜を得ることができるからである。平均粒径が500nmを超えると、目的とする多孔質膜に多くの欠陥が発生するので好ましくない。

【0031】

特に本発明では、平均粒径が1nmから10～15nm以下のゼオライト前駆体であっても、既にゼオライト構造を有する平均粒径が10～15nm以上の微粒子と同様に、多孔質膜形成時の熱処理において、塗膜内部でのゼオライトを形成し、目的の多孔質膜の機械強度、誘電特性を向上させることができる。このゼオライト構造は結晶構造であり、均一なマイクロポーラス構造を形成しているので、得られた薄膜内全体に空孔が極めて高い割合で分布しているにもかかわらず優れた機械強度を有している。そしてゼオライトの多孔質性と本質的に疎水性である故の低比誘電率が相まって、半導体製造プロセスに適用可能な誘電特性を有する多孔質膜を得ることができる。

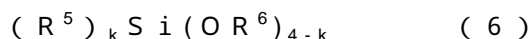
【0032】

また、必要に応じて平均粒径の異なる2種類以上のゼオライトゾルを組み合わせ用いてもよい。このときの比率は、ゼオライトゾルの物性や目的の多孔質膜の物性に応じて、任意の割合で混合して使用することができる。

【0033】

次に、第2工程において、第1工程で得られた微粒子に架橋性を付与する。微粒子に架橋性を付与する工程としては、好ましくは有機ケイ素化合物(以下、B成分という。)を添加することを含む。有機ケイ素化合物は、好ましくは低分子量でA成分と反応するための活性基を有するケイ素含有化合物である。低分子量とは、重量平均分子量で好ましくは1000以下、より好ましくは800以下、更に好ましくは500以下である。分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフ(GPC)を用いてポリスチレン換算によって得られる。活性基としては、シラノール基又はアルコキシ基を挙げることができる。

B成分としては、以下のようなものが例示できる。一般式(6)



(上式中、 R^5 は水素原子、又は置換基を有してよい炭素数1～8の直鎖、分枝若しくは環状のアルキル基又はアリール基を表し、 R^6 は水素原子、又は炭素数1～4のアルキル基を表し、 R^6 は、各々独立して互いに同じでも異なってもよく、 k は0又は1である。)

)で表される一種以上のシラン化合物又はその部分加水分解縮合物である。

このB成分でA成分の表面を変性し架橋性を付与することができる。

【0034】

一般式(6)中、 R^1 は水素原子、又は炭素数1～8の直鎖若しくは分枝状のアルキル基又はアリール基を表し、置換基を有することができる。具体例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、t

10

20

30

40

50

tert-ブチル基、ペンチル基、sec-ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、2-エチルヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、フェニル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、キシリル基、ベンジル基などが挙げられる。

【0035】

一般式(6)中、 R^2 は水素原子、又は炭素数1~4のアルキル基である。具体例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基などが挙げられる。一般式(6)中、kは0又は1である。

【0036】

一般式(6)のシラン化合物の例としては、トリメトキシシラン、トリエトキシシラン、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、テトラプロポキシシラン、テトラブトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、メチルトリプロポキシシラン、エチルトリメトキシシラン、プロピルトリメトキシシラン、ブチルトリメトキシシラン、ペンチルトリメトキシシラン、ヘキシルトリメトキシシラン、2-エチルヘキシルトリメトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、トリメチルメトキシシラン、トリエチルメトキシシラン等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0037】

本発明で最も重要な工程は、第3工程の架橋反応を一時的に凍結させる工程である。この工程を見出したことにより、最も反応性の高いシラノール基を被膜形成時まで安定に存在させることが可能になり、非常に高強度で誘電率の低い被膜を得ることが可能になった。

【0038】

従来、特許文献1などでは、シラン化合物の加水分解物とシリカ微粒子を配合することにより、低誘電率であり機械的強度の高い塗布膜を製造している。しかしながら、特許文献1における方法では、本発明で見出された第3工程が存在しないため、シラン化合物の加水分解縮合物とシリカ微粒子の間での反応しか考慮されておらず、ただ単に両者を混合し表面修飾したに過ぎない。この表面修飾された微粒子間の結合について、その強度及び反応性について十分な検討がなされなかったために、微粒子間の結合をより活性化結合性基として生かす工夫や、その活性化結合性基の活性を一時的に凍結する手法が十分に検討されていなかった。本発明では、この活性化架橋性基を有する架橋性活性微粒子を多孔質膜形成時に発現させることで機械的強度に優れた多孔質膜を新たに実現した。

【0039】

本発明の特徴である第3工程の実施態様としては、シラン化合物等の架橋性を付与する物質をA成分を含む溶液に添加した第2工程の後、直ちにその架橋性を抑制する物質を添加することで、一時的に架橋性が付与されたA成分表面の架橋反応性が凍結される。そして、その後の多孔質膜形成に際しての加熱工程で、架橋反応性を抑制する物質が消失し、架橋反応性が発現することで機械的強度に優れた本発明の効果をもつ多孔質薄膜を得ることもできる。

【0040】

従来、微粒子を含有しないハードコート膜製造の分野ではハードコート膜形成用組成物の安定化のため、酸性物質を用いてpHを酸性に保つことで保存安定性を付与することが一般的に知られている。更に低誘電率塗布膜製造の分野においても多孔質微粒子を含有しない場合は、特許文献5~6などでハードコート膜製造と同様の方法でpHを酸性に保つことで保存安定性を付与している。

しかしながら、本発明の第3工程はpHを酸性に保つことによる安定化作用ではなく、特定の構造を有する物質が微粒子同士の架橋性を抑制することを特徴としている。即ち、本発明で示されている以外の構造の物質で同じpHになるように制御しても、本発明に示されているような架橋反応性を凍結する効果は得られない。

【0041】

本発明では、架橋反応性多孔質微粒子の架橋性を凍結する物質としては、好ましくは少なくとも二つのカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸である。特に好ましくは、二

10

20

30

40

50

つのカルボキシル基を分子中に有するカルボン酸であって、シュウ酸、マロン酸、マロン酸無水物、マレイン酸、マレイン酸無水物、フマル酸、グルタル酸、グルタル酸無水物、シトラコン酸、シトラコン酸無水物、イタコン酸、イタコン酸無水物又はアジピン酸などが有する特定の構造が微粒子間の架橋反応の凍結に絶大な効果がある。これらをB成分のアルコキシ基及び/又はシラノール基等に対して、好ましくは0.005モルから0.5モルの範囲で加える。そして、最も重要なことはこれらを添加するタイミングであり、架橋性を付与するためにB成分の架橋反応性が最も高い時に添加することで、その高架橋反応性を維持したまま凍結することができる。具体的には、第2工程終了後、1時間以内、好ましくは30分以内に上記化合物を反応系に添加することで、効果が得られる。

【0042】

多孔質膜の形成は、得られた多孔質膜形成用組成物を基板上に塗布して膜を形成する工程と、該膜を乾燥する工程と、乾燥された膜を加熱する工程とを含んでなる。

架橋性を凍結する物質は、加熱工程で分解し、未添加と同じ架橋性反応が生じる。即ち、架橋性を抑制させるために用いた材料が熱的に除去され、再び架橋性を発現する段階を経る。再び架橋性を発現することにより、第1工程で形成された微粒子同士が空隙を保ちつつ強固に結合することができる。それ故、機械的強度の高い多孔質膜を得ることができる。

【0043】

得られた多孔質膜形成用組成物を基板上へ塗布する方法としては、好ましくは、スピン塗布が挙げられる。溶質の濃度を制御しかつ適当な回転数を用いてスピン塗布することで、任意の膜厚の薄膜が形成可能になる。実際の膜厚としては、通常0.2~1 μ m程度の膜厚の薄膜が形成されるがこれに限定されるものではなく、例えば複数回塗布することで更に大きな膜厚の薄膜形成も可能である。この際、希釈に用いる溶媒としては、n-ペンタン、イソペンタン、n-ヘキサン、イソヘキサン、n-ヘプタン、2,2,2-トリメチルペンタン、n-オクタン、イソオクタン、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサンなどの脂肪族炭化水素系溶媒、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、トリメチルベンゼン、メチルエチルベンゼン、n-プロピルベンゼン、イソプロピルベンゼン、ジエチルベンゼン、イソブチルベンゼン、トリエチルベンゼン、ジイソプロピルベンゼン、n-アミルナフタレンなどの芳香族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン、メチルn-プロピルケトン、メチル-n-ブチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、2-ヘキサノン、メチルシクロヘキサノン、2,4-ペンタンジオン、アセトニルアセトン、ジアセトンアルコール、アセトフェノン、フェンチオンなどのケトン系溶媒、エチルエーテル、イソプロピルエーテル、n-ブチルエーテル、n-ヘキシルエーテル、2-エチルヘキシルエーテル、ジオキソラン、4-メチルジオキソラン、ジオキサソ、ジメチルジオキサソ、エチレングリコールモノ-n-ブチルエーテル、エチレングリコールモノ-n-ヘキシルエーテル、エチレングリコールモノフェニルエーテル、エチレングリコールモノ-2-エチルブチルエーテル、エチレングリコールジブチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールモノプロピルエーテル、ジエチレングリコールジプロピルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールジブチルエーテル、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールジメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールジエチルエーテル、プロピレングリコールモノプロピルエーテル、プロピレングリコールジプロピルエーテル、プロピレングリコールモノブチルエーテル、ジプロピレングリコールジメチルエーテル、ジプロピレングリコールジエチルエーテル、ジプロピレングリコールジプロピルエーテル、ジプロピレングリコールジブチルエーテルなどのエーテル系溶媒、ジエチルカーボネート、酢酸エチル、 γ -ブチロラクトン、 γ -バレロラクトン、酢酸n-プロピル、酢酸イソプロピル、酢酸n-ブチル、酢酸イソブチル、酢酸sec-ブチル、酢酸n-ペンチル、酢酸3-メトキシブチル、酢酸メチル

10

20

30

40

50

ペンチル、酢酸 2 - エチルブチル、酢酸 2 - エチルヘキシル、酢酸ベンジル、酢酸シクロヘキシル、酢酸メチルシクロヘキシル、酢酸 n - ノニル、アセト酢酸メチル、アセト酢酸エチル、酢酸エチレングリコールモノメチルエーテル、酢酸エチレングリコールモノエチルエーテル、酢酸ジエチレングリコールモノメチルエーテル、酢酸ジエチレングリコールモノエチルエーテル、酢酸ジエチレングリコールモノ n - ブチルエーテル、酢酸プロピレングリコールモノメチルエーテル、酢酸プロピレングリコールモノエチルエーテル、酢酸ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、酢酸ジプロピレングリコールモノエチルエーテル、酢酸ジプロピレングリコールモノ n - ブチルエーテル、ジ酢酸グリコール、酢酸メトキシトリグリコール、プロピオン酸エチル、プロピオン酸 n - ブチル、プロピオン酸イソアミル、シュウ酸ジエチル、シュウ酸ジ n - ブチル、乳酸メチル、乳酸エチル、乳酸 n - ブチル、乳酸 n - アミル、マロン酸ジエチル、フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチルなどのエステル系溶媒、N - メチルホルムアミド、N, N - ジメチルホルムアミド、アセトアミド、N - メチルアセトアミド、N, N - ジメチルアセトアミド、N - メチルプロピオンアミド、N - メチルピロリドンなどの含窒素系溶媒、硫化ジメチル、硫化ジエチル、チオフェン、テトラヒドロチオフェン、ジメチルスルホキシド、スルホラン、1, 3 - プロパンスルトンなどの含硫黄系溶媒などを挙げることができる。これらは 1 種又は 2 種以上を混合して使用することができる。

希釈の程度としては、粘度や目的とする膜厚等により異なるが、通常、溶媒が 50 ~ 99 重量%、より好ましくは 75 ~ 95 重量%となる量である。

【0044】

このようにして形成された薄膜は、乾燥工程（通常、半導体プロセスでプリベークと呼ばれる工程）で、好ましくは、50 ~ 150 に数分加熱することで溶媒を除去する。このとき A 成分としてゼオライト微粒子を用いた場合、乾燥工程の後に、添加したゼオライト微粒子を核として塗布膜内でのゼオライト構造化を進めるために、ゼオライト構造成長のための加熱工程を設ける。ゼオライト構造成長のための加熱工程では、好ましくは 150 ~ 400、より好ましくは 180 ~ 250 に加熱され、加熱時間は、好ましくは 1 ~ 300 分、より好ましくは 1 ~ 100 分である。得られた薄膜は、膜全体に対して機械強度の大きなゼオライトが均一に分布しているため優れた機械強度を有し、ナノインデンテーションによる測定で硬度として通常 0.7 ~ 5 GPa、弾性率として 5 ~ 40 GPa 程度のものが得られる。これは、通常シリコンレジン中に熱分解型ポリマーを添加して、これを加熱によって除去し空孔を形成するタイプの多孔質材料では、硬度として 0.05 ~ 2 GPa、弾性率として 1.0 ~ 4.0 GPa 程度しか得られないことに比較し、極めて機械強度の大きな薄膜が得られていると言える。

【0045】

本発明の多孔質膜形成用組成物は、室温における保存安定性がよく、誘電率の上昇や機械的強度の低下も見られることもなく低誘電率塗布膜を得られる。

【0046】

本発明の多孔質膜は、特に半導体集積回路における配線の層間絶縁膜として好ましい。半導体装置は、高集積化しても配線遅延を引き起こさなくするために、配線間容量を小さくすることが必要となる。これを達成するための種々の手段が考えられているが、金属配線同士の間形成される層間絶縁膜の比誘電率を低くすることもその一つである。本発明の多孔質形成用組成物を用いて層間絶縁膜を製造すると、半導体装置の微細化と高速化が可能になり、さらに消費電力も小さく抑えることが可能になる。

【0047】

従来は低誘電率化するために膜に空孔を導入し多孔質とした場合、膜を構成する材料の密度が低下するため、膜の機械的な強度が低下してしまうという問題がある。機械的な強度の低下は、半導体装置の強度自体に影響を及ぼすのみならず、製造プロセスにおいて通常用いられる化学的機械研磨のプロセスにおいて十分な強度を有しないために剥離を引き起こすという問題がある。特に、本発明にかかる多孔質膜を半導体の層間絶縁膜として用いる場合には、多孔質膜でありながら大きな機械強度及び低い比誘電率を有するためにこ

のような剥離を引き起こさず、高信頼性で高速、しかもサイズの小さな半導体装置を製造することが可能になる。

【0048】

本発明の半導体装置の実施形態について説明する。図1は、本発明の半導体装置の一例の概念断面図を示す。

図1において、基板1は、Si基板、SOI(Si・オン・インシュレータ)基板等のSi半導体基板であるが、SiGeやGaAs等々の化合物半導体基板であってもよい。層間絶縁膜として、コンタクト層の層間絶縁膜2と、配線層の層間絶縁膜3、5、7、9、11、13、15、17と、ビア層の層間絶縁膜4、6、8、10、12、14、16を示す。最下層の配線層の層間絶縁膜3から最上層の配線層の層間絶縁膜17までの配線層を順に略称でM1、M2、M3、M4、M5、M6、M7、M8と呼ぶ。最下層のビア層の層間絶縁膜4から最上層の配線層の層間絶縁膜16までのビア層を順に略称でV1、V2、V3、V4、V5、V6、V7と呼ぶ。いくつかの金属配線には18と21~24の番号を付したが、番号が省略されていてもこれらと同じ模様の部分は金属配線を示す。ビアプラグ19は、金属により構成される。通常、銅配線の場合には銅が用いられる。図中、番号が省略されていても、これと同じ模様の部分はビアプラグを示している。コンタクトプラグ20は、基板1の最上面に形成されたトランジスタ(図示外)のゲートあるいは基板へ接続される。このように、配線層とビア層は交互に積み重なった構成となっており、一般に、多層配線とはM1から上層部分のことを指す。通常、M1~M3をローカル配線、M4とM5を中間配線あるいはセミグローバル配線、M6~M8をグローバル配線と呼ぶことが多い。

【0049】

本発明の半導体装置は、配線層の層間絶縁膜3、5、7、9、11、13、15、17、及びビア層の層間絶縁膜4、6、8、10、12、14、16の少なくとも1以上の絶縁膜に、本発明の多孔質膜を用いたものである。

例えば、配線層(M1)の層間絶縁膜3に本発明の多孔質膜を用いている場合、金属配線21と金属配線22の間の配線間容量が大きく低減できる。また、ビア層(V1)の層間絶縁膜4に本発明の多孔質膜を用いている場合、金属配線23と金属配線24の間の配線間容量を大きく低減することができる。このように、配線層に本発明の低比誘電率を有する多孔質膜を用いると、同一層の金属配線間容量を大きく低減できる。また、ビア層に本発明の低比誘電率を有する多孔質膜を用いると、上下金属配線の層間容量を大きく低減できる。したがって、すべての配線層及びビア層に本発明の多孔質膜を用いることにより、配線の寄生容量を大きく低減できる。本発明の多孔質膜を配線の絶縁膜として使用することにより、従来問題となっていた多孔質膜を積層形成して多層配線を形成する際の多孔質膜の吸湿による誘電率の増大も発生しない。その結果、半導体装置の高速動作及び低消費電力動作が実現される。

また、本発明の多孔質膜は、機械強度が強いため、半導体装置の機械強度が向上し、その結果半導体装置の製造上の歩留まりや半導体装置の信頼性を大きく向上させることができる。

【実施例】

【0050】

以下、実施例によって本発明を具体的に説明するが、本発明は下記実施例によって制限されるものではない。

実施例1

テトラエトキシシラン14.6gと1mol/L水酸化テトラプロピルアンモニウム水溶液25.4gの混合物を室温で3日間攪拌した。続いて、反応混合物を75℃で12時間攪拌して、無色のゼオライトゾルを得た。このものの粒径をサブミクロン粒度分布測定装置(測定限界3nm)で測定しようとしたが、粒度分布の裾が5nmであり、粒度分布全体を測定することは出来なかった。

次に、25重量%水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液8g、超純水512g、エタ

ノール 960 g、上記ゼオライトゾルを室温で混合した後、テトラエトキシシラン 32 g 及びメチルトリメトキシシラン 24 g を 60 で 1 時間で滴下した。滴下終了後、直ちに 20 重量%マレイン酸水溶液を加えた。この溶液にプロピレングリコールモノプロピルエーテル 320 g 加え、溶液の重量が 320 g になるまで濃縮した。続いて、酢酸エチルを加えて、2 回超純水で洗浄、分液し、更に、酢酸エチルを減圧で留去して目的の組成物を得た。

【0051】

実施例 2

28 重量%アンモニア水 6.3 g、超純水 34 g、メタノール 640.4 g の混合物を 10 で攪拌し、その溶液にテトラメトキシシラン 85.2 g を 1.5 時間かけて滴下した。得られたメタノール分散シリカゾルの粒径をサブミクロン粒度分布測定装置（測定限界 3 nm）で測定しようとしたが、粒度分布の裾が 5 nm であり、粒度分布全体を測定することは出来なかった。

10

次に、25 重量%水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液 8 g、超純水 512 g、エタノール 960 g、上記メタノールゾルを 1 g を室温で混合した後、テトラエトキシシラン 32 g 及びメチルトリメトキシシラン 24 g を 55、1 時間で滴下した。滴下終了後、直ちに 20 重量%マレイン酸水溶液を加えた。この溶液にプロピレングリコールモノプロピルエーテル 320 g 加えた後、溶液の重量が 320 g になるまで濃縮した。続いて、酢酸エチルを加えて、2 回超純水で洗浄、分液し、更に、酢酸エチルを減圧で留去して目的の組成物を得た。

20

【0052】

実施例 3

エタノール 70 g、超純水 35 g、20 重量%水酸化テトラメチルアンモニウム 3.9 g の混合物を 55 で攪拌し、その溶液にテトラエトキシシラン 97 g、メチルトリメトキシシラン 73 g およびエタノール 236 g の混合液、および 20 重量%水酸化テトラメチルアンモニウム 35 g、エタノール 400 g および超純水 310 g の混合液を同時に 2 時間かけて滴下した。得られた水 - エタノール分散ポリシロキサン粒子の粒径をサブミクロン粒度分布測定装置（測定限界 3 nm）で測定しようとしたが、粒度分布の裾が 5 nm であり、粒度分布全体を測定することは出来なかった。

次に、25 重量%水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液 8 g、超純水 512 g、エタノール 960 g、上記、水 - エタノール分散シリコーン樹脂を 10 g を室温で混合した後、テトラエトキシシラン 32 g 及びメチルトリメトキシシラン 24 g を 55、1 時間で滴下した。滴下終了後、直ちに 20 重量%マレイン酸水溶液を加えた。この溶液にプロピレングリコールモノプロピルエーテル 320 g 加えた後、溶液の重量が 320 g になるまで濃縮した。続いて、酢酸エチルを加えて、2 回超純水で洗浄、分液し、更に、酢酸エチルを減圧で留去して目的の組成物を得た。

30

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明の多孔質膜形成用組成物の製造方法は、高機械強度を備えた低誘電率絶縁膜を形成するための材料を製造する方法として有効である。

40

本発明の多孔質膜形成用組成物は、高機械強度を備えた低誘電率絶縁膜を形成するための材料として有効である。

本発明の多孔質膜の形成方法は、高機械強度を備えた低誘電率絶縁膜を形成するための材料を製造する方法として有効である。

本発明の多孔質膜は、高機械強度を備えた低誘電率絶縁膜を形成するための材料として有効である。

本発明の半導体装置は、高速、低消費電力動作を実現する高性能半導体装置として有効である。

【図面の簡単な説明】

【0054】

50

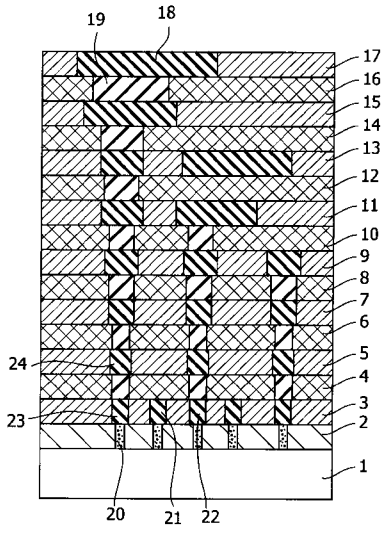
【図 1】本発明の半導体装置の一例の概略断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

- | | | |
|----|--------------------|----|
| 1 | 基板 | |
| 2 | コンタクト層の層間絶縁膜 | |
| 3 | 配線層 (M 1) の層間絶縁膜 | |
| 4 | ビア層 (V 1) の層間絶縁膜 | |
| 5 | 配線層 (M 2) の層間絶縁膜 | |
| 6 | ビア層 (V 2) の層間絶縁膜 | |
| 7 | 配線層 (M 3) の層間絶縁膜 | 10 |
| 8 | ビア層 (V 3) の層間絶縁膜 | |
| 9 | 配線層 (M 4) の層間絶縁膜 | |
| 10 | ビア層 (V 4) の層間絶縁膜 | |
| 11 | 配線層 (M 5) の層間絶縁膜 | |
| 12 | ビア層 (V 5) の層間絶縁膜 | |
| 13 | 配線層 (M 6) の層間絶縁膜 | |
| 14 | ビア層 (V 6) の層間絶縁膜 | |
| 15 | 配線層 (M 7) の層間絶縁膜 | |
| 16 | ビア層 (V 7) の層間絶縁膜 | |
| 17 | 配線層 (M 8) の層間絶縁膜 | 20 |
| 18 | 金属配線 | |
| 19 | ビアプラグ | |
| 20 | コンタクトプラグ | |
| 21 | 金属配線 | |
| 22 | 金属配線 | |
| 23 | 金属配線 | |
| 24 | 金属配線 | |

【図 1】



フロントページの続き

- (72)発明者 荻原 勤
新潟県中頸城郡頸城村大字西福島 2 8 番地の 1 信越化学工業株式会社 新機能材料技術研究所内
- (72)発明者 八木橋 不二夫
新潟県中頸城郡頸城村大字西福島 2 8 番地の 1 信越化学工業株式会社 新機能材料技術研究所内
- (72)発明者 濱田 吉隆
新潟県中頸城郡頸城村大字西福島 2 8 番地の 1 信越化学工業株式会社 新機能材料技術研究所内
- (72)発明者 浅野 健
新潟県中頸城郡頸城村大字西福島 2 8 番地の 1 信越化学工業株式会社 新機能材料技術研究所内
- (72)発明者 岩淵 元亮
新潟県中頸城郡頸城村大字西福島 2 8 番地の 1 信越化学工業株式会社 新機能材料技術研究所内
- (72)発明者 笹子 勝
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社社内
- (72)発明者 中川 秀夫
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社社内

審査官 山本 雄一

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 5 4 7 2 3 (J P , A)
特開平 0 9 - 3 1 5 8 1 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 1 2 - 2 1 / 2 0
C 0 1 B 3 3 / 1 2