

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	F I
H 0 1 L 21/3205		H 0 1 L 21/88 R
21/265		21/28 3 0 1 R
21/28	3 0 1	21/265 Q
		21/88 M

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-8037

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月19日

(31) 優先権主張番号 9 7 P 7 2 7 1

(32) 優先日 1997年 3月 5日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 権 ▲てつ▼ 純

大韓民国ソウル特別市瑞草區方背 3洞1028

- 1 番地京南アパート 7棟707號

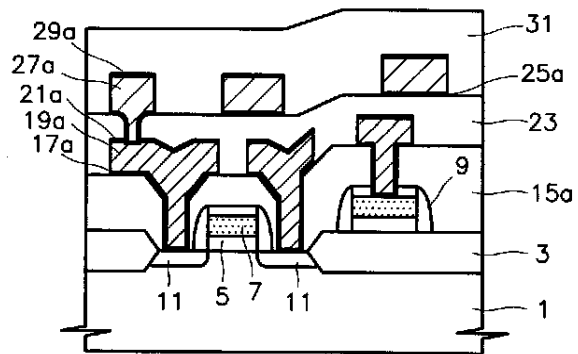
(74) 代理人 弁理士 八田 幹雄 (外 1名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の銅金属配線形成方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 半導体基板と銅金属膜間の拡散を防止し得る非晶質拡散防止膜を有する半導体装置の銅金属配線形成方法を提供する。

【解決手段】 半導体装置の銅金属配線形成方法は、半導体基板上に層間絶縁膜 1 5 a 及び拡散防止膜を順次に形成する。前記拡散防止膜は M o、W、T i、T a、W N、T i W、T i N 及びその組合中から選択された一つを利用して化学気相蒸着法で形成する。続いて、前記拡散防止膜に不純物をイオン注入して非晶質拡散防止膜 1 7 a を形成した後、前記非晶質拡散防止膜上に銅膜 1 9 a を形成する。前記不純物はボロン (B)、窒素 (N) 及びシリコン (S i) 中から選択された一つを利用する。こうすれば、前記非晶質拡散防止膜を通じる銅の拡散を防止し得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に層間絶縁膜を形成する段階と、

前記層間絶縁膜上に拡散防止膜を形成する段階と、

前記拡散防止膜に不純物をイオン注入して非晶質拡散防止膜を形成する段階と、

前記非晶質拡散防止膜上に銅膜を形成する段階とを含んでなることを特徴とする半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項2】 前記拡散防止膜は、Mo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つで形成することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項3】 前記拡散防止膜は、化学気相蒸着法で形成することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項4】 前記拡散防止膜は、100～1000Åの厚さで形成することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項5】 前記不純物は、ボロン(B)、窒素(N)及びシリコン(Si)中から選択された一つであることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項6】 前記不純物のイオン注入は20～140KeVの加速電圧と $10^{16} \sim 10^{17}$ ions/cm²のドーズ量で遂行することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項7】 半導体基板上に層間絶縁膜を形成する段階と、

前記層間絶縁膜を蝕刻して前記半導体基板を露出させるコンタクトホールを形成する段階と、

前記露出された半導体基板と層間絶縁膜上に拡散防止膜を形成する段階と、

前記拡散防止膜に不純物をイオン注入して非晶質拡散防止膜を形成する段階と、

前記非晶質拡散防止膜上に銅膜を形成する段階とを含んでなることを特徴とする半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項8】 前記拡散防止膜は、Mo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つで形成することを特徴とする請求項7に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項9】 前記拡散防止膜は、化学気相蒸着法で形成することを特徴とする請求項7に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項10】 前記不純物は、ボロン(B)、窒素(N)及びシリコン(Si)中から選択された一つであることを特徴とする請求項7に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項11】 半導体基板上に第1銅膜を形成する段

階と、

前記第1銅膜上に層間絶縁膜を形成する段階と、

前記層間絶縁膜を蝕刻して前記第1銅膜を露出させるブライアホールを形成する段階と、

前記露出された第1銅膜と層間絶縁膜上に拡散防止膜を形成する段階と、

前記拡散防止膜に不純物をイオン注入して非晶質拡散防止膜を形成する段階と、

前記非晶質拡散防止膜上に第2銅膜を形成する段階とを含んでなることを特徴とする半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項12】 前記拡散防止膜は、Mo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つで形成することを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項13】 前記拡散防止膜は、化学気相蒸着法で形成することを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項14】 前記不純物は、ボロン(B)、窒素(N)及びシリコン(Si)中から選択された一つであることを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項15】 半導体基板上に第1層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第1層間絶縁膜を蝕刻して前記半導体基板を露出させるコンタクトホールを形成する段階と、

前記露出された半導体基板及び第1層間絶縁膜上に第1拡散防止膜を形成する段階と、

前記第1拡散防止膜に不純物をイオン注入して第1非晶質拡散防止膜を形成する段階と、

前記第1非晶質拡散防止膜上に第1銅膜を形成する段階と、

前記第1銅膜上に第2拡散防止膜を形成する段階と、

前記第2拡散防止膜上に不純物をイオン注入して第2非晶質拡散防止膜を形成する段階と、

前記第2非晶質拡散防止膜の全面に第2層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第2層間絶縁膜及び第2非晶質拡散防止膜を蝕刻して前記第1銅膜を露出させるブライアホールを形成する段階と、

前記ブライアホールを形成した基板の全面に第3拡散防止膜を形成する段階と、

前記第3拡散防止膜上に不純物をイオン注入して第3非晶質拡散防止膜を形成する段階と、

前記第3非晶質拡散防止膜上に前記ブライアホールを埋立し得るように第2銅膜を形成する段階とを含んでなることを特徴とする半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項16】 前記第1ないし第3拡散防止膜は、Mo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つで形成することを特徴とする請

求項15に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項17】 前記第1ないし第3拡散防止膜は、化学気相蒸着法で形成することを特徴とする請求項15に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【請求項18】 前記第1ないし第3拡散防止膜にイオン注入する不純物は、ボロン(B)、窒素(N)及びシリコン(Si)中から選択された一つであることを特徴とする請求項15に記載の半導体装置の銅金属配線形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置の製造方法に係り、特に半導体装置の銅金属配線形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に半導体装置の金属配線方法は、半導体装置の作動速度、収率及び信頼性を決定する要因になるため、半導体製造工程中非常に重要な位置を占めている。従来集積度が低い半導体装置において、純粋アルミニウム(aluminium)を使用して金属配線層を形成したが、アルミニウム層は焼結(sintering)段階で温度が上がることによってシリコン基板からシリコン原子を吸収して接合スパイク(spike)を発生するため、アルミニウムをシリコンで過飽和させたAl-1%Siが金属配線層の材料で広く使われてきた。

【0003】しかし、このようなAl-1%Siを使用して半導体装置の配線層を形成する場合、約450℃以上の温度で熱処理するとき配線層からシリコンが析出してシリコン残渣を形成し、コンタクトホール(contact hole)ではシリコン粒子の固相エピタキシャル成長(epitaxial growth)によりシリコンノジュール(Si-nodule)が形成され、金属配線層の抵抗も接触抵抗も増加させる。金属配線層とシリコン基板間の前記のような反応によるアルミニウムスパイクやシリコン残渣またはシリコンノジュールの形成を防止するため、金属配線層とシリコン基板、または絶縁層間に拡散防止膜、例えばTiN薄膜を形成することが公知になっている。

【0004】一方、半導体素子の面積の持続的な縮小により、従来のアルミニウム金属よりさらに低い比抵抗値を有する銅が次世代金属配線材料として注目されるようになってきた。

【0005】ところが、銅は拡散防止膜内の拡散速度がアルミニウムに比べて非常に大きく、既存のTiN膜では600℃以上の温度で拡散防止力を喪失する。その原因はTiN薄膜は結晶粒子構造が円柱状構造(columnar structure)なので、結晶粒界(grain boundary)に沿って主に拡散する銅を効果的に遮断できないためである。また、TiN薄膜

はスパッタリング(sputtering)方法により形成するため、輻射損失による薄膜の欠陥発生が高いだけでなく段差被覆性(step coverage)が悪いという短所がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の技術的課題は、段差被覆性が優秀で、結晶粒界を通じる銅の拡散を遮断し得る非晶質拡散防止膜を有する半導体装置の銅金属配線形成方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記技術的課題を達成するために、本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法は半導体基板上に層間絶縁膜(inter level dielectric layer)及び拡散防止膜(diffusion barrier film)を順次に形成する。前記拡散防止膜はMo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つを利用して形成する。続いて、前記拡散防止膜に不純物をイオン注入して非晶質拡散防止膜を形成した後、前記非晶質拡散防止膜上に銅膜を形成する。前記不純物は、ボロン(B)、窒素(N)及びシリコン(Si)中から選択された一つを利用する。こうすれば、前記銅膜の銅が非晶質拡散防止膜によって前記層間絶縁膜に拡散しなくなる。

【0008】また、本発明の他の例による半導体装置の銅金属配線形成方法は、半導体基板上に層間絶縁膜を形成した後、蝕刻して前記半導体基板を露出させるコンタクトホールを形成する。続いて、前記露出した半導体基板と層間絶縁膜上に拡散防止膜を形成する。前記拡散防止膜は、Mo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つを利用して形成する。次に、前記拡散防止膜に不純物をイオン注入して非晶質拡散防止膜を形成する。前記不純物は、ボロン(B)、窒素(N)及びシリコン(Si)中から選択された一つを利用する。続けて、前記非晶質拡散防止膜上に銅膜を形成する。こうすれば、前記銅膜の銅が非晶質拡散防止膜によって前記半導体基板へ拡散しなくなる。

【0009】また、本発明のまた他の例による半導体装置の銅金属配線形成方法は、半導体基板上に第1銅膜及び層間絶縁膜を順次に形成する。続いて、前記層間絶縁膜を蝕刻して前記第1銅膜を露出させるブイアホール(via hole)を形成した後、前記露出された第1銅膜と層間絶縁膜上に拡散防止膜を形成する。前記拡散防止膜は、Mo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つを利用して形成する。次に、前記拡散防止膜に不純物をイオン注入して非晶質拡散防止膜を形成した後、前記非晶質拡散防止膜上に第2銅膜を形成する。前記不純物は、ボロン(B)、窒素(N)及びシリコン(Si)中から選択された一つを利用する。

【0010】また、本発明のまた他の例による半導体装置の銅金属配線形成方法は、半導体基板上に第1層間絶縁膜を形成した後蝕刻し、前記半導体基板を露出させるコンタクトホールを形成する。続いて、前記露出した半導体基板及び第1層間絶縁膜上に第1拡散防止膜を形成した後、前記第1拡散防止膜に不純物をイオン注入し第1非晶質拡散防止膜を形成する。

【0011】次に、前記第1非晶質拡散防止膜上に第1銅膜及び第2拡散防止膜を順次に形成する。続いて、前記第2拡散防止膜上に不純物をイオン注入して第2非晶質拡散防止膜を形成する。続けて、前記第2非晶質拡散防止膜の全面に第2層間絶縁膜を形成した後、前記第2層間絶縁膜及び第2非晶質拡散防止膜を蝕刻し前記第1銅膜を露出させるブライアホールを形成する。前記ブライアホールを形成した基板の全面に第3拡散防止膜を形成した後、前記第3拡散防止膜上に不純物をイオン注入し、第3非晶質拡散防止膜を形成する。続いて、前記第3非晶質拡散防止膜上に前記ブライアホールを埋立し得るように第2銅膜を形成する。

【0012】本発明の半導体装置の銅金属配線形成方法によれば、拡散防止膜を形成した後、拡散防止膜に不純物をイオン注入し、結晶構造を非晶質化させることによって結晶粒界を通じる銅の拡散を防止することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面を参照して本発明の一実施例を詳細に説明する。図1に示すように、フィールド酸化膜3によって限定される半導体基板1の活性領域にゲート酸化膜5、ゲート電極7、スペーサ9、ソース/ドレイン領域11及びキャッピング絶縁膜13で構成されたトランジスターを形成する。このとき、フィールド絶縁膜3上にもゲート電極7及びキャッピング絶縁膜13が形成される。続いて、トランジスターが形成された結果物全面に第1層間絶縁膜15を形成する。

【0014】図2に示すように、写真蝕刻工程を利用して前記第1層間絶縁膜15を蝕刻して半導体基板のソース/ドレイン領域11の表面を露出させるコンタクトホール16を有する第1層間絶縁膜パターン15aを形成する。このとき、フィールド絶縁膜3上に形成されたキャッピング絶縁膜13も蝕刻され、ゲート電極7を露出させるコンタクトホール16を形成する。

【0015】図3に示すように、前記コンタクトホール16によって露出した半導体基板1の全面に第1拡散防止膜を、例えばMo、W、Ti、Ta、WN、TiW、TiN及びその組合中から選択された一つを利用して100～1000Åの厚さで形成する。前記拡散防止膜は欠陥発生が少なく、ステップカバレッジが優秀な化学気相蒸着法、例えば低圧化学気相蒸着法(low pressure chemical vapor depo-

sition:LPCVD)またはプラズマ化学気相蒸着法(plasma enhanced chemical vapor deposition:PECVD)で300～600℃の温度で形成する。続いて、前記第1拡散防止膜に不純物、例えばボロン(B)、窒素(N)またはシリコンを加速電圧20～140KeV、ドーズ量 $10^{16} \sim 10^{17}$ ions/cm²でイオン注入して第1非晶質拡散防止膜17を形成する。このとき、前記イオン注入された不純物は半導体基板1と第1非晶質拡散防止膜17の界面に位置する。したがって、前記第1非晶質拡散防止膜17は、前記イオン注入によって結晶構造が非晶質化しているため、800℃まで銅が結晶粒界を通じて前記ソース/ドレイン領域11及びゲート電極7へ拡散することを防止する。また、前記第1非晶質拡散防止膜17は、前記第1層間絶縁膜パターン15aと後工程の第1銅膜との反応を防止する。

【0016】図4に示すように、前記第1非晶質拡散防止膜17が形成された基板1の全面に第1銅膜19を形成する。前記第1銅膜19は金属有機化学気相蒸着法(metal-organic chemical vapor deposition:MOCVD)で形成する。前記第1銅膜19上に第2非晶質拡散防止膜21を形成する。前記第2非晶質拡散防止膜21は、前記第1非晶質拡散防止膜17と同一方法で形成する。前記第2非晶質拡散防止膜21は、後工程で形成される第2層間絶縁膜パターン23と第1銅膜19の反応を防止する。

【0017】図5に示すように、前記第2非晶質拡散防止膜21、第1銅膜19及び第1非晶質拡散防止膜17を蝕刻して第2非晶質拡散防止膜パターン21a、第1銅膜パターン19a及び第1拡散防止膜パターン17aを形成する。

【0018】図6に示すように、前記第2非晶質拡散防止膜パターン21a、第1銅膜パターン19a及び第1拡散防止膜パターン17aが形成された基板1の全面に第2層間絶縁膜を形成する。続いて、前記第2層間絶縁膜及び第2非晶質拡散防止膜パターン21aを蝕刻して前記半導体基板1上に形成された第1銅膜パターン21aを露出させるブライアホール24を有する第2層間絶縁膜パターン23を形成する。

【0019】図7に示すように、前記ブライアホール24を埋立するように基板の全面に第3非晶質拡散防止膜25を形成する。前記第3非晶質拡散防止膜25は前記第1非晶質拡散防止膜17と同一方法で形成する。前記第3非晶質拡散防止膜25は前記第1銅膜パターン21aと後工程で形成される第2銅膜27との反応を防止する。続けて、前記第3非晶質拡散防止膜25上に第2銅膜27を形成する。前記第2銅膜27は、前記第1銅膜19と同一方法で形成する。続いて、前記第2銅膜27上に第4非晶質拡散防止膜29を形成する。前記第4非

晶質拡散防止膜29は前記第1非晶質拡散防止膜17と同一方法で形成する。前記第4非晶質拡散防止膜29は第2銅膜27と後工程の保護膜31との反応を防止する。

【0020】図8に示すように、前記第4非晶質拡散防止膜29、第2銅膜27、及び第3非晶質拡散防止膜25を蝕刻して第4非晶質拡散防止膜パターン29a、第2銅膜パターン27a及び第3非晶質拡散防止膜パターン25aを形成する。続いて、結果物全面に保護膜31を形成することによって本発明の半導体装置を完成する。

【0021】次に、本発明の非晶質拡散防止膜及び従来品の拡散防止膜の拡散防止特性を調べてみた。具体的に、本発明によってシリコン基板上に非晶質拡散防止膜及び銅膜を順次に形成した次に、300～600℃で30分ないし120分間熱処理した後、銅膜を除去した状態のシリコン表面と、従来技術によってシリコン基板上に拡散防止膜及び銅膜を順次に形成し、次に、300～600℃で30分ないし120分間熱処理した後、銅膜を除去した状態のシリコン表面を比較観察した。その結果、従来方法による試験片では、銅が拡散防止膜を開けシリコン基板に四角形もよみの欠陥が現れた。これに反して、本発明の方法による試験片では、銅が非晶質拡散防止膜を開けることなく四角形の欠陥も発生しないことが確かめられた。

【0022】

【発明の効果】前述したように本発明の半導体装置の銅金属配線形成方法によれば、欠陥が少なく段差被覆性が優秀な化学気相蒸着法で拡散防止膜を形成した後、拡

散防止膜に不純物、例えば窒素、シリコンまたはボロンをイオン注入して結晶構造を非晶質化させることによって結晶粒界を通じる銅の拡散を防止できる。

【0023】以上、本発明を具体的に説明したが、本発明はこれに限定されなく、当業者の通常的な知識の範囲でその変形でも改良が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

【図2】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

【図3】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

【図4】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

【図5】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

【図6】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

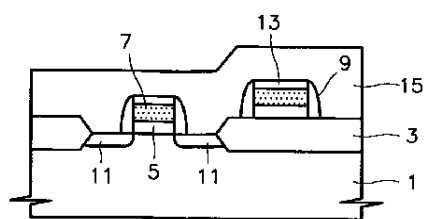
【図7】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

【図8】 本発明の一例による半導体装置の銅金属配線形成方法を示した断面図である。

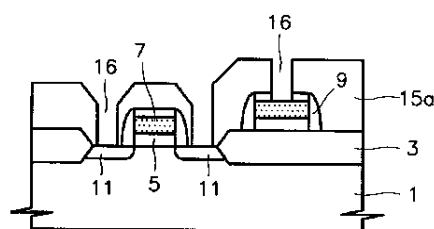
【符号の説明】

- 1…半導体基板、
- 15…第1層間絶縁膜、
- 17…第1非晶質拡散防止膜、
- 19…第1銅膜。

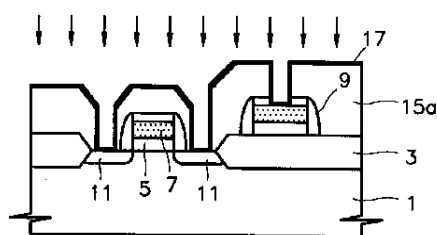
【図1】



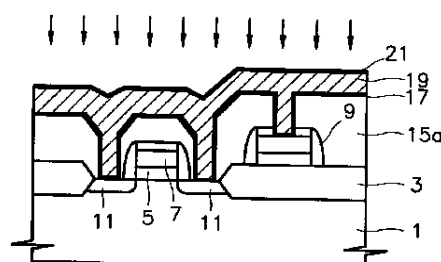
【図2】



【図3】



【図4】



Explore Litigation Insights

Docket Alarm provides insights to develop a more informed litigation strategy and the peace of mind of knowing you're on top of things.

Real-Time Litigation Alerts



Keep your litigation team up-to-date with **real-time alerts** and advanced team management tools built for the enterprise, all while greatly reducing PACER spend.

Our comprehensive service means we can handle Federal, State, and Administrative courts across the country.

Advanced Docket Research



With over 230 million records, Docket Alarm's cloud-native docket research platform finds what other services can't. Coverage includes Federal, State, plus PTAB, TTAB, ITC and NLRB decisions, all in one place.

Identify arguments that have been successful in the past with full text, pinpoint searching. Link to case law cited within any court document via Fastcase.

Analytics At Your Fingertips



Learn what happened the last time a particular judge, opposing counsel or company faced cases similar to yours.

Advanced out-of-the-box PTAB and TTAB analytics are always at your fingertips.

API

Docket Alarm offers a powerful API (application programming interface) to developers that want to integrate case filings into their apps.

LAW FIRMS

Build custom dashboards for your attorneys and clients with live data direct from the court.

Automate many repetitive legal tasks like conflict checks, document management, and marketing.

FINANCIAL INSTITUTIONS

Litigation and bankruptcy checks for companies and debtors.

E-DISCOVERY AND LEGAL VENDORS

Sync your system to PACER to automate legal marketing.