

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4852234号  
(P4852234)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年10月28日(2011.10.28)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 L 21/768 (2006.01) H O 1 L 21/90 A

請求項の数 4 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-222508 (P2004-222508)</p> <p>(22) 出願日 平成16年7月29日 (2004.7.29)</p> <p>(65) 公開番号 特開2005-57277 (P2005-57277A)</p> <p>(43) 公開日 平成17年3月3日 (2005.3.3)</p> <p>審査請求日 平成18年3月30日 (2006.3.30)</p> <p>(31) 優先権主張番号 2003-053890</p> <p>(32) 優先日 平成15年8月4日 (2003.8.4)</p> <p>(33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 390019839 三星電子株式会社 Samsung Electronics Co., Ltd. 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416 416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea</p> <p>(74) 代理人 110000671 八田国際特許業務法人</p> <p>(72) 発明者 安 正 勳 大韓民国京畿道果川市注岩洞66-6番地 パクビル202号</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボイド発生が防止される金属配線構造及び金属配線方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1層間絶縁膜内に配された下部金属配線膜パターンと、  
前記第1層間絶縁膜及び下部金属膜パターン上で前記下部金属膜パターンの一部表面を露出させるビアコンタクトホールを有する金属間絶縁膜と、  
前記ビアコンタクトホール内部面及び前記下部金属配線膜パターンの露出表面上に形成された障壁金属層と、  
前記障壁金属層上で前記ビアコンタクトホール内部を充填するビアコンタクトと、  
前記金属間絶縁膜及びビアコンタクト上で前記金属間絶縁膜の一部表面及びビアコンタクトの上部表面を露出させるトレンチを有する第2層間絶縁膜と、  
前記金属間絶縁膜及び前記ビアコンタクト上で前記トレンチの底面および側面を被覆する、第1厚さの第1上部金属配線膜パターンと、  
前記第1上部金属配線膜パターン上に形成されたボイド拡散防止膜と、  
前記ボイド拡散防止膜上で前記トレンチ内部を全て充填する第2厚さの第2上部金属配線膜パターンとを備え、  
前記第1上部金属配線膜パターンと第2上部金属配線膜パターンとは、同一の金属から形成され、  
前記第1上部金属配線膜パターンの側壁は、前記第2層間絶縁膜と接することを特徴とする金属配線構造。

【請求項2】

前記第2上部金属配線膜パターンの第2厚さは前記第1上部金属配線膜パターンの第1厚さの5倍以上であることを特徴とする請求項1に記載の金属配線構造。

【請求項3】

第1層間絶縁膜内で相互離隔された第1領域及び第2領域にそれぞれ配される第1及び第2下部金属配線膜パターンと、

前記第1層間絶縁膜と前記第1及び第2下部金属配線膜パターン上に形成され、前記第1下部金属配線膜パターンの一部表面を露出させる第1ビアコンタクトホール及び前記第2下部金属配線膜パターンの一部表面を露出させる第2ビアコンタクトホールを含む、ビアコンタクトホールのみを有する金属間絶縁膜と、

前記第1ビアコンタクトホール及び第2ビアコンタクトホール内にそれぞれ形成された第1及び第2障壁金属層と、

前記第1及び第2障壁金属層上でそれぞれ第1及び第2ビアコンタクトホールを充填するように形成された第1及び第2ビアコンタクトと、

前記金属間絶縁膜上に形成され、前記第1ビアコンタクトの上部面を露出させる第1トレンチ及び前記第2ビアコンタクトの上部面を露出させる第2トレンチを有する第2層間絶縁膜と、

前記第1トレンチを充填するように形成された第1上部金属配線膜パターンと、

前記第2トレンチの底面および側面を被覆するように前記第2障壁金属層上に形成されることによって、前記第2トレンチ内の第3トレンチを形成させる第2上部金属配線膜パターンと、

前記第2上部金属配線膜パターン上に形成されたボイド拡散防止層と、

前記ボイド拡散防止層上で前記第3トレンチを充填する第3上部金属配線膜パターンとを含むことを特徴とする金属配線膜構造。

【請求項4】

第1層間絶縁膜内に相互離隔された第1及び第2下部金属配線膜パターンを形成する段階と、

前記第1層間絶縁膜と前記第1及び第2下部金属配線膜パターン上に金属間絶縁膜を形成する段階と、

前記金属間絶縁膜の一部を除去し、前記第1及び第2下部金属配線膜パターンの一部表面をそれぞれ露出させる第1コンタクトホール及び第2コンタクトホールを形成する段階と、

前記金属間絶縁膜と前記第1及び第2下部金属配線膜パターンの露出表面上に障壁金属層を形成する段階と、

前記第1コンタクトホール及び第2コンタクトホールが充填されるように前記障壁金属層上に金属膜を形成する段階と、

平坦化を行い、前記金属膜を前記第1コンタクトホール内の第1ビアコンタクト及び前記第2コンタクトホール内の第2ビアコンタクトに分離させる段階と、

前記金属間絶縁膜、第1ビアコンタクト及び第2ビアコンタクト上に第2層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第2層間絶縁膜の一部を除去し、前記第1ビアコンタクト及び第2ビアコンタクトの上部面をそれぞれ露出させる第1トレンチ及び第2トレンチを形成する段階と、

前記第1トレンチが充填されるように第1上部金属配線膜を形成し、前記第2トレンチ内部底面および側面を被覆するように前記障壁金属層上に第2上部金属配線膜を形成することにより、第3トレンチを形成させる段階と、

前記第3トレンチを有する第1上部金属配線膜上にボイド拡散防止層を形成する段階と、

前記第3トレンチが充填されるように前記ボイド拡散防止層上に第2上部金属配線膜を形成する段階と、

平坦化を行い、前記第1トレンチ内の第1上部金属配線膜と前記第2及び第3トレンチ

内の第2及び第3上部金属配線膜とを分離させる段階とを含むことを特徴とする金属配線方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体素子の金属配線構造及び金属配線方法に係り、特にビアコンタクト内のボイド発生が防止される金属配線構造及び金属配線方法に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、半導体素子の高速化に関わる多くの要求によって金属配線として既存のアルミニウム配線の代わりに銅配線が脚光を浴びている。ほぼ $2.74\mu\text{m}\cdot\text{cm}$ の比抵抗を有するアルミニウムに比べ、銅はほぼ $1.72\mu\text{m}\cdot\text{cm}$ の低い比抵抗を有するので、銅配線が採用された半導体素子はアルミニウム配線を採用した半導体素子に比べて向上された性能を示せる。

10

【0003】

この他にも、銅配線は低温工程で形成できるので、金属間絶縁膜として低誘電率を有する物質膜を使用でき、これにより信号伝達(RC)遅延を顕著に減少させられるという利点も提供される。しかし、アルミニウム配線パターンを形成することより、銅配線パターンを形成することの方がさらに困難である。その理由は銅がアルミニウムに比べてエッチングがさらに困難なためである。

20

【0004】

しかし、最近にはダマシン工程を適用して銅配線パターンを形成することによってこのような問題が解決され、ほとんどあらゆる半導体分野でアルミニウム配線の代わりに銅配線を使用している趨勢である。

【0005】

ダマシン工程を使用して銅配線を形成するためには、まず下部銅配線膜上に順次に積層される金属間絶縁膜パターン及び層間絶縁膜パターンを形成する。金属間絶縁膜パターンは下部銅配線膜の一部表面を露出させるビアコンタクトホールを有し、層間絶縁膜パターンはビアコンタクトホールを露出させるトレンチを有する。この状態で障壁金属層を形成し、続いて銅配線膜をトレンチ及びビアコンタクトホール内部が完全に充填されるように形成する。次に、平坦化工程を行って上部銅配線膜を完成する。

30

【0006】

ところで、このようにダマシン工程を使用して銅配線を形成する過程で、熱応力と結晶粒成長による体積収縮とによって銅配線内に応力が発生する。この応力は上部銅配線膜の幅が狭い場合、すなわち上部銅配線膜内の空孔が少ない場合には大きい問題とならない。しかし、上部銅配線膜の幅が広い場合、すなわち上部銅配線膜内の空孔が多い場合には応力勾配により、ビアコンタクトホール内に前記空孔が集まりボイドを形成させ、配線短絡を誘発させて全体的に素子の信頼性を劣悪にする。この時、上部金属膜内の空孔は結晶界のような移動経路を介して拡散して集まる。

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明が解決しようとする技術的課題は、ボイドがビアコンタクト内にできない構造を有する金属配線構造を提供することである。

【0008】

本発明が解決しようとする他の技術的課題は、ダマシン工程を使用してメタル配線構造を形成する際に、ビアコンタクト内にボイドを発生させない金属配線方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

50

前記技術的課題を達成するために、本発明のさらに他の実施例による金属配線構造は、第1層間絶縁膜内に配された下部金属配線膜パターンと、前記第1層間絶縁膜及び下部金属膜パターン上で前記下部金属膜パターンの一部表面を露出させるビアコンタクトホールを有する金属間絶縁膜と、前記ビアコンタクトホール内部面及び前記下部金属配線膜パターンの露出表面上に形成された障壁金属層と、前記障壁金属層上で前記ビアコンタクトホール内部を充填するビアコンタクトと、前記金属間絶縁膜及びビアコンタクト上で前記金属間絶縁膜の一部表面及びビアコンタクトの上部表面を露出させるトレンチを有する第2層間絶縁膜と、前記金属間絶縁膜及び前記ビアコンタクト上で前記トレンチの底面および側面を被覆する、第1厚さの第1上部金属配線膜パターンと、前記第1上部金属配線膜パターン上に形成されたボイド拡散防止膜と、前記ボイド拡散防止膜上で前記トレンチ内部を全て充填する第2厚さの第2上部金属配線膜パターンとを備えることを特徴とする。

10

【0017】

前記第2上部金属配線膜パターンの第2厚さは前記第1上部金属配線膜パターンの第1厚さの5倍以上であることが望ましい。

【0018】

前記技術的課題を達成するために、本発明のさらに他の実施例による金属配線構造は、第1層間絶縁膜内で相互離隔された第1領域及び第2領域にそれぞれ配される第1及び第2下部金属配線膜パターンと、前記第1層間絶縁膜と前記第1及び第2下部金属配線膜パターン上に形成され、前記第1下部金属配線膜パターンの一部表面を露出させる第1ビアコンタクトホール及び前記第2下部金属配線膜パターンの一部表面を露出させる第2ビアコンタクトホールを含む、ビアコンタクトホールのみを有する金属間絶縁膜と、前記第1ビアコンタクトホール及び第2ビアコンタクトホール内にそれぞれ形成された第1及び第2障壁金属層と、前記第1及び第2障壁金属層上でそれぞれ第1及び第2ビアコンタクトホールを充填するように形成された第1及び第2ビアコンタクトと、前記金属間絶縁膜上に形成され、前記第1ビアコンタクトの上部面を露出させる第1トレンチ及び前記第2ビアコンタクトの上部面を露出させる第2トレンチを有する第2層間絶縁膜と、前記第1トレンチを充填するように形成された第1上部金属配線膜パターンと、前記第2トレンチの底面および側面を被覆するように前記第1および第2障壁金属層上に形成されることによって、前記第2トレンチ内の第3トレンチを形成させる第2上部金属配線膜パターンと、前記第2上部金属配線膜パターン上に形成されたボイド拡散防止層と、前記ボイド拡散防止層上で前記第3トレンチを充填する第3上部金属配線膜パターンとを含むことを特徴とする。

20

30

【0028】

前記他の技術的課題を達成するために、本発明の他の実施例による金属配線方法は、第1層間絶縁膜内に相互離隔された第1及び第2下部金属配線膜パターンを形成する段階と、前記第1層間絶縁膜と前記第1及び第2下部金属配線膜パターン上に金属間絶縁膜を形成する段階と、前記金属間絶縁膜の一部を除去し、前記第1及び第2下部金属配線膜パターンの一部表面をそれぞれ露出させる第1コンタクトホール及び第2コンタクトホールを形成する段階と、前記金属間絶縁膜と前記第1及び第2下部金属配線膜パターンの露出表面上に障壁金属層を形成する段階と、前記第1コンタクトホール及び第2コンタクトホールが充填されるように前記障壁金属層上に金属膜を形成する段階と、平坦化を行い、前記金属膜を前記第1コンタクトホール内の第1ビアコンタクト及び前記第2コンタクトホール内の第2ビアコンタクトに分離させる段階と、前記金属間絶縁膜、第1ビアコンタクト及び第2ビアコンタクト上に第2層間絶縁膜を形成する段階と、前記第2層間絶縁膜の一部を除去し、前記第1ビアコンタクト及び第2ビアコンタクトの上部面をそれぞれ露出させる第1トレンチ及び第2トレンチを形成する段階と、前記第1トレンチが充填されるように第1上部金属配線膜を形成し、前記第2トレンチ内部底面および側面を被覆するように前記障壁金属層上に第2上部金属配線膜を形成することにより、第3トレンチを形成させる段階と、前記第3トレンチを有する第1上部金属配線膜上にボイド拡散防止層を形成する段階と、前記第3トレンチが充填されるように前記ボイド拡散防止層上に第2上部金

40

50

属配線膜を形成する段階と、平坦化を行い、前記第1トレンチ内の第1上部金属配線膜と前記第2及び第3トレンチ内の第2及び第3上部金属配線膜とを分離させる段階とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0029】

本発明による金属配線構造及び金属配線方法によれば、応力勾配により上部金属配線膜パターン内のボイドが下部のビアコンタクト内部に広がる経路上にボイド拡散防止膜を配することにより、ビアコンタクト内部にボイドを発生させず、これにより素子の安定性を向上させられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、添付された図面を参照しつつ本発明の実施例を詳細に説明する。

【0031】

図1は本発明による金属配線構造の一実施例を示した断面図である。

【0032】

図1を参照すれば、第1層間絶縁膜106内に相互離隔された第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bが配される。図面上では、第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bは相互離隔されているが、図示されていない他の部分で相互連結されることもある。また、第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bは絶縁膜104を介在して半導体基板102から分離されているが、図示されていない他の部分でのコンタクトを介して半導体基板102の所定領域、例えばアクティブ領域と連結されるのが一般的である。第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bは銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0033】

第1層間絶縁膜106と、第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108b上には金属間絶縁膜112が配される。金属間絶縁膜112は低誘電率、例えば3以下の誘電率を有する低誘電体物質膜である。このように低誘電率を有する低誘電体物質膜を金属間絶縁膜112として使用することによってRC遅延時間を縮められる。金属間絶縁膜112は第1ビアコンタクトホール120a及び第2ビアコンタクトホール120bを有する。第1ビアコンタクトホール120aは金属間絶縁膜112を貫通して第1下部金属配線膜パターン108aの一部表面を露出させる。第2ビアコンタクトホール120bは金属間絶縁膜112を貫通して第2下部金属配線膜パターン108bの一部表面を露出させる。一方、金属間絶縁膜112下部には第1エッチング停止膜110が配される。第1エッチング停止膜110は第1ビアコンタクトホール120a及び第2ビアコンタクトホール120b形成のためのエッチング工程時にエッチング停止のために設けられる膜である。

【0034】

金属間絶縁膜112上には第2層間絶縁膜116が配される。第2層間絶縁膜116は第1トレンチ118a及び第2トレンチ118bを有する。第1トレンチ118aは第2層間絶縁膜116を貫通して第1ビアコンタクトホール120aを完全に露出させる。したがって、第1トレンチ118aの幅または断面積は第1ビアコンタクトホール120aの幅または断面積より広い。第2トレンチ118bは第2層間絶縁膜116を貫通して第2ビアコンタクトホール120bを完全に露出させる。したがって、第2トレンチ118bの幅または断面積は第2ビアコンタクトホール120bの幅または断面積より広い。第2トレンチ118bの幅または断面積は、第1トレンチ118aの幅または断面積より顕著に広いが、その差については後述する。

【0035】

一方、第2層間絶縁膜116下部には第2エッチング停止膜114が配される。第2エッチング停止膜114は第1トレンチ118a及び第2トレンチ118bの形成のための

10

20

30

40

50

エッチング工程時にエッチング停止のために設けられる膜である。

【0036】

第1ビアコンタクトホール120a及び第1トレンチ118a内部と第1下部金属配線膜パターン108aの露出表面上には第1障壁金属層122aが配される。第1障壁金属層122aは第1ビアコンタクトホール120a内部を充填する第1上部金属配線膜124aからの金属成分が金属間絶縁膜112に浸透して入っていく現象を防止するためのものもあり、この他にも公知のさまざまな利点を提供する。第1障壁金属層122aは、タンタル膜、窒化タンタル膜、チタン膜及び窒化チタン膜のうち少なくともいずれか一つを含む単層膜または多層膜である。

【0037】

第1障壁金属層122a上には第1上部金属配線膜パターン124aが配される。第1上部金属配線膜パターン124aは第1ビアコンタクトホール120a及び第1トレンチ118a内部を完全に充填する。第1上部金属配線膜パターン124aは銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0038】

第2ビアコンタクトホール120b及び第2トレンチ118b内部と第2下部金属配線膜パターン108bの露出表面上には第2障壁金属層122bが配される。第2障壁金属層122bは、前述の第1障壁金属層122aと同様に第2ビアコンタクトホール120b内部を充填する第2上部金属配線膜124bからの金属成分が金属間絶縁膜112に侵入して入っていく現象を防止するためのものであり、この他にも公知のさまざまな利点を提供する。第2障壁金属層122aもタンタル膜、窒化タンタル膜、チタン膜及び窒化チタン膜のうち少なくともいずれか一つを含む単層膜または多層膜である。

【0039】

第2障壁金属層122b上には第2上部金属配線膜パターン124bが配される。第2上部金属配線膜パターン124bは銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。この第2上部金属配線膜パターン124bは第2ビアコンタクトホール120b内部を完全に充填するが、第2トレンチ118b内部は完全に充填できずに一部だけを充填する。その結果、第2上部金属配線膜パターン124bにより第2トレンチ118b内には第3トレンチ126が設けられる。第3トレンチ126が第2トレンチ118bより狭い幅または断面積を有するということは当然である。

【0040】

第3トレンチ126内でボイド拡散防止膜128が第2上部金属配線膜パターン124b上に形成される。そして、ボイド拡散防止膜128上には第3上部金属配線膜パターン130bが第3トレンチ126を充填しつつ配される。第3上部金属配線膜パターン130bは、第2上部金属配線膜パターン124bのような銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。第3上部金属配線膜パターン130bの厚さは第2上部金属配線膜パターン124bの厚さの少なくとも5倍以上である。望ましくは、第2上部金属配線膜パターン124bの厚さはほぼ1000ほどであり、第3上部金属配線膜パターン130bの厚さはほぼ7000ほどである。

【0041】

前記ボイド拡散防止膜128は、第3上部金属配線膜パターン130b内に存在するボイドを第2ビアコンタクトホール120b内に移動させないための膜である。このボイド拡散防止膜128は、タンタル膜、チタン膜及びアルミニウム膜のうち少なくともいずれか一つを含む単層膜または多層膜である。

【0042】

前記金属配線構造は、デュアルダマシン工程により設けられうる金属配線構造である。デュアルダマシン工程を使用して金属配線構造を形成するにあたり、上部金属配線膜パターンが十分な幅または広さを有する場合、上部金属配線膜パターン内に存在するボイドが応力勾配によりビアコンタクトホール内に流入されて合わさり、その結果ビアコンタクトホール内に大きなボイドが設けられうるということはすでに説明した。しかし、実施例に

10

20

30

40

50

よる金属配線構造において、第1上部金属配線膜パターン124aは比較的狭い幅または断面積を有するが、その程度は第1上部金属配線膜パターン124a内のボイド密度が低く、たとえある程度の応力勾配が存在したとしても、ボイドが第1ビアコンタクトホール120a内部に円滑に流入されない程度である。一方、第2及び第3上部金属配線膜パターン124b, 130bは、第1上部金属配線膜パターン124aに比べて比較的広い幅または断面積を有するが、その程度は第2及び第3上部金属配線膜パターン124b, 130b内のボイド密度が高く、このボイドが第2ビアコンタクトホール120b内部に円滑に流入される程度である。

#### 【0043】

本実施例による金属配線構造において、比較的狭い幅または断面積を有してボイド密度が低い領域、すなわち図面の左側配線領域では別のボイド拡散防止膜がなくとも、第1ビアコンタクトホール120a内にボイドが発生しない。そして、比較的広い幅または断面積を有してボイド密度が高い領域、すなわち図面の右側配線領域では第2上部金属配線膜パターン124bと第3上部金属配線膜パターン130b間にボイド拡散防止膜128が配されることにより、第3上部金属配線膜パターン130b内に多量に分布しているボイドが第2ビアコンタクトホール120b内部に流入できず、その結果第2ビアコンタクトホール120b内にもボイドが発生しない。

#### 【0044】

図2は本発明による金属配線構造の他の実施例を示した断面図である。本実施例による金属配線構造はシングルダマシン工程を適用して設けられる金属配線構造という点でデュアルダマシン工程を適用した図1の実施例とは異なる。

#### 【0045】

図2を参照すれば、第1層間絶縁膜206内に相互離隔された第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bが配される。図面上では、第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bは相互離隔されているが、図示されていない他の部分で相互連結されることもある。また第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bは絶縁膜204を介して半導体基板202から分離されているが、図示されていない他の部分でのコンタクトを介して半導体基板202の所定領域、例えばアクティブ領域と連結されることが一般的である。第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bは銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。

#### 【0046】

第1層間絶縁膜206と、第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208b上には金属間絶縁膜212が配される。金属間絶縁膜212は低誘電率、例えば3以下の誘電率を有する低誘電体物質膜である。金属間絶縁膜212は第1ビアコンタクトホール214a及び第2ビアコンタクトホール214bを有する。第1ビアコンタクトホール214aは金属間絶縁膜212を貫通して第1下部金属配線膜パターン208aの一部表面を露出させる。第2ビアコンタクトホール214bは金属間絶縁膜212を貫通して第2下部金属配線膜パターン208bの一部表面を露出させる。一方、金属間絶縁膜212の下部には第1エッチング停止膜210が配される。第1エッチング停止膜210は第1ビアコンタクトホール214a及び第2ビアコンタクトホール214b形成のためのエッチング工程時にエッチング停止のために設けられる膜である。

#### 【0047】

第1ビアコンタクトホール214aの内部面と第1下部金属配線膜パターン208aの露出面上には第1障壁金属層216aが配される。第1障壁金属層216aは、タンタル膜、窒化タンタル膜、チタン膜及び窒化チタン膜のうち少なくともいずれか一つを含む単層膜または多層膜である。第1障壁金属層216a上には第1ビアコンタクト218aが形成される。第1ビアコンタクト218aは、上下部の金属配線パターンを連結させるものであり、金属膜のような導電性物質膜であり、第1ビアコンタクトホール214a内部を完全に充填する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 8 】

同様に、第2障壁金属層216bが第2ビアコンタクトホール214bの内部面と第2下部金属配線膜パターン208bの露出面上に配される。第2障壁金属層216bは、タンタル膜、窒化タンタル膜、チタン膜及び窒化チタン膜のうち少なくともいずれか一つを含む単層膜または多層膜である。第2障壁金属層216b上には第2ビアコンタクト218bが形成される。第2ビアコンタクト218bもまた上下部の金属配線パターンを連結させるものであり、金属膜のような導電性物質膜であり、第2ビアコンタクトホール214bの内部を完全に充填する。

## 【 0 0 4 9 】

金属間絶縁膜212上には第2層間絶縁膜222が配される。第2層間絶縁膜222は第1トレンチ224a及び第2トレンチ224bを有する。第1トレンチ224aは第2層間絶縁膜222を貫通して第1ビアコンタクト218aの上部面とその周囲の金属間絶縁膜212の一部とを露出させる。第2トレンチ224bは第2層間絶縁膜222を貫通して第2ビアコンタクト218bの上部面とその周囲の金属間絶縁膜212の一部とを露出させる。第2トレンチ224bの幅または断面積は、第1トレンチ224aの幅または断面積より顕著に広いが、その差については前述のようにボイド密度の差と関係がある。一方、第2層間絶縁膜222の下部には第2エッチング停止膜220が配される。第2エッチング停止膜220は、第1トレンチ224a及び第2トレンチ224b形成のためのエッチング工程時にエッチング停止のために設けられる膜である。

## 【 0 0 5 0 】

第1トレンチ224a内には第1上部金属配線膜パターン226aが配される。第1上部金属配線膜パターン226aの下部面は第1ビアコンタクト218aの上部面とコンタクトされる。第2上部金属配線膜パターン226aは銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。

## 【 0 0 5 1 】

第2トレンチ224b内には第2上部金属配線膜パターン226b、ボイド拡散防止膜230及び第3上部金属配線膜パターン232bが順次に配される。第2上部金属配線膜パターン226bは銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。具体的に、第2上部金属配線膜パターン226bの下部面は第2ビアコンタクト218bの上部面とコンタクトされ、第2トレンチ224bの内部を完全に充填できずに一部だけを充填する。その結果、第2上部金属配線膜パターン226bにより第2トレンチ224b内には第3トレンチ228が設けられる。第3トレンチ228が第2トレンチ224bより狭い幅または断面積を有するということは当然である。第3トレンチ228内でボイド拡散防止膜230が第2上部金属配線膜パターン226b上に形成され、ボイド拡散防止膜230上には第3上部金属配線膜パターン232bが第3トレンチ228が完全に充填されるように配される。

## 【 0 0 5 2 】

第3上部金属配線膜パターン232bは、第2上部金属配線膜パターン226bのような銅膜パターンであるが、必ずしもこれに限定されるものではない。第3上部金属配線膜パターン232bの厚さは第2上部金属配線膜パターン226bの厚さの少なくとも5倍以上である。望ましくは、第2上部金属配線膜パターン226bの厚さはほぼ1000ほどであり、第3上部金属配線膜パターン232bの厚さはほぼ7000ほどである。前記ボイド拡散防止膜230は、第3上部金属配線膜パターン232b内に存在するボイドを第2ビアコンタクト218b内に移動させないための膜であるということは前述のところと同一である。このボイド拡散防止膜230は、タンタル膜、チタン膜及びアルミニウム膜のうち少なくともいずれか一つを含む単層膜または多層膜である。

## 【 0 0 5 3 】

図3ないし図6は本発明による金属配線方法の一実施例を説明するために示した断面図である。本実施例による金属配線方法はデュアルダマシン工程を適用する配線方法である。

10

20

30

40

50

## 【0054】

まず図3を参照すれば、第1層間絶縁膜102内に相互離隔された第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bを形成する。第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bは、絶縁膜104により半導体基板102と分離されているように図示されているが、実質的には半導体基板102内の一定領域、例えばアクティブ領域に電氣的に連結される。また、第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bと半導体基板102間には絶縁膜104以外にも他の複数個の膜が形成されることもある。前記第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108bは銅膜パターンより形成できる。

10

## 【0055】

次に図4を参照すれば、第1層間絶縁膜102、第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108b上に第1ビアコンタクトホール120a及び第2ビアコンタクトホール120bを有する金属間絶縁膜112を形成する。そして、金属間絶縁膜112上に第1トレンチ118a及び第2トレンチ118bを有する第2層間絶縁膜116を形成する。このためにまず、第1層間絶縁膜102、第1下部金属配線膜パターン108a及び第2下部金属配線膜パターン108b上に第1エッチング停止膜110、金属間絶縁膜112、第2エッチング停止膜114及び第2層間絶縁膜116を順次に積層する。次に、第2層間絶縁膜116上に第1マスク膜パターン(図示せず)を形成する。この第1マスク膜パターン(図示せず)は第1トレンチ118a及び第2トレンチ118bが設けられる部分の第2層間絶縁膜116を露出させる。次に、前記第1マスク膜パターン(図示せず)をエッチングマスクとしたエッチング工程を行って第2層間絶縁膜116の露出部分を除去する。このエッチング工程は第2エッチング停止膜114の一部表面が露出されるまでなされる。それにより、比較的狭い幅の第1トレンチ118a及び比較的広い幅の第2トレンチ118bが設けられる。

20

## 【0056】

第1トレンチ118a及び第2トレンチ118bが設けられれば、第1マスク膜パターン(図示せず)を除去し、露出された第2エッチング停止膜114を除去して金属間絶縁膜112の一部表面を露出させる。場合により、第1マスク膜パターンは第2エッチング停止膜114を除去した後に除去することもある。

30

## 【0057】

次に、全面に第2マスク膜パターン(図示せず)を形成する。この第2マスク膜パターン(図示せず)は第1ビアコンタクトホール120a及び第2ビアコンタクトホール120bが設けられる部分の金属間絶縁膜112を露出させる。次に、前記第2マスク膜パターン(図示せず)をエッチングマスクとしたエッチング工程を行って金属間絶縁膜112の露出部分を除去する。このエッチング工程は第1エッチング停止膜110の一部表面が露出されるまでなされる。それにより、第1トレンチ118a及び第2トレンチ118b内にそれぞれ第1ビアコンタクトホール120a及び第2ビアコンタクトホール120bが形成される。次に、第2マスク膜パターン(図示せず)を除去し、露出された第1エッチング停止膜110を除去して第1下部金属配線膜108a及び第2下部金属配線膜108bの一部表面を露出させる。場合により、第2マスク膜パターンは第1エッチング停止膜110を除去した後に除去することもある。

40

## 【0058】

次に図5を参照すれば、全面に障壁金属層122を形成する。この障壁金属層122はタンタル膜、窒化タンタル膜、チタン膜及び窒化チタン膜のうち少なくともいずれか一つが含まれるように形成する。次に、第1上部金属配線膜124を形成する。第1上部金属配線膜124は、電気メッキ法を使用して形成する。すなわち、全面に金属シード層を形成し、この金属シード層を陰極としてメッキ液との化学反応を発生させることによってメッキ液からの金属イオンを金属シード層表面に蒸着させる。この場合、第1ビアコンタクトホール120a及び第2ビアコンタクトホール120bの内部は第1上部金属配線膜1

50

24により完全に充填される。そして、第1トレンチ118aも比較的狭い幅または断面積を有するので、その内部が第1上部金属配線膜124により完全に充填される。しかし、比較的広い幅または断面積を有する第2トレンチ118bの場合には、第1上部金属配線膜124によりその内部が完全に充填されず、従って第2トレンチ118b内部の第3トレンチ126が設けられる。

【0059】

次に図6を参照すれば、第1上部金属配線膜124上にボイド拡散防止膜128及び第2上部金属配線膜130を順次に形成する。このボイド拡散防止膜128は、第2上部金属配線膜130内に存在するボイドを第1上部金属配線膜124を介して第2ビアコンタクトホール120b内に流入させないためのものである。ボイド拡散防止膜128はタンタル膜、チタン膜及びアルミニウム膜のうち少なくともいずれか一つを含み、特にアルミニウム膜は金属配線膜の結晶粒界に偏析されてボイドと拡散防止にさらに効果的である。ボイド拡散防止膜128は物理的気相蒸着(PVD: Physical Vapor Deposition)法、化学的気相蒸着(CVD: Chemical Vapor Deposition)法または原子層蒸着(ALD: Atomic Layer Deposition)法を使用して形成する。ボイド拡散防止膜128及び第2上部金属配線膜130を形成した後は平坦化工程を行う。平坦化工程としては、公知の化学的機械的平坦化(CMP: Chemical Mechanical Polishing)法を使用し、「A」と示された点線上に存在する全てのものを除去する。それにより、図1に図示されたように、第1上部金属配線膜(図6の124)は第1ビアコンタクトホール120a及び第1トレンチ118a内の第1上部金属配線膜パターン124aと、第2ビアコンタクトホール120b及び第2トレンチ118b内の第2上部金属配線膜パターン124bとに分離され、第2上部金属配線膜(図6の130)は第3トレンチ126内の第3上部金属配線膜パターン130bとしてだけ残る。

【0060】

図7ないし図9は本発明による金属配線方法の他の実施例を説明するために示した断面図である。本実施例による金属配線方法はシングルダマシン工程を適用する配線方法である。

【0061】

まず図7を参照すれば、第1層間絶縁膜202内に相互離隔された第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bを形成する。本実施例においても、第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bは、実質的に半導体基板202内の一定領域、例えばアクティブ領域に電氣的に連結される。また、第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bと半導体基板202間には絶縁膜204以外にも他の複数個の膜が形成されることもある。前記第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208bは銅膜パターンより形成できる。

【0062】

次に、第1層間絶縁膜202、第1下部金属配線膜パターン208a及び第2下部金属配線膜パターン208b上に第1エッチング停止膜210及び金属間絶縁膜212を順次に形成する。そして、所定のエッチングマスク膜パターンを利用したエッチング工程を行って金属間絶縁膜212の一部を除去する。このエッチング工程は第1エッチング停止膜210の一部表面が露出されるまで行われる。次に、露出された第1エッチング停止膜210を除去すれば、第1下部金属配線膜パターン208aの一部表面を露出させる第1ビアコンタクトホール214a及び第2下部金属配線膜パターン208bの一部表面を露出させる第2ビアコンタクトホール214bが設けられる。

【0063】

次に、障壁金属層を全面に形成し、続いて第1ビアコンタクトホール214a及び第2ビアコンタクトホール214bが充填されるようにコンタクト用金属膜を障壁金属層上に形成する。障壁金属層はタンタル膜、窒化タンタル膜、チタン膜及び窒化チタン膜のうち

少なくともいずれか一つが含まれるように形成する。次に、1次平坦化工程を行って金属間絶縁膜212の表面を露出させる。それにより、障壁金属層は第1ビアコンタクトホール214a内の第1障壁金属層216aと、第2ビアコンタクトホール214b内の第2障壁金属層216bとに分離される。また、コンタクト用金属膜も第1ビアコンタクトホール214a内の第1ビアコンタクト218aと、第2ビアコンタクトホール214b内の第2ビアコンタクト218bとに分離される。

【0064】

次に図8を参照すれば、金属間絶縁膜212、第1ビアコンタクト218a及び第2ビアコンタクト218bの上部面上に第2エッチング停止膜220及び第2層間絶縁膜222を順次に形成する。次に、所定のエッチングマスク膜パターンを利用したエッチング工程を行って第2層間絶縁膜222の一部を除去する。このエッチング工程は第2エッチング停止膜220の一部表面が露出されるまで行われる。次に、露出された第2エッチング停止膜220を除去すれば、第1ビアコンタクト218aの上部面を完全に露出させる第1トレンチ224a及び第2ビアコンタクト218bの上部面を完全に露出させる第2トレンチ224bが設けられる。第1トレンチ224aの幅または断面積は第2トレンチ224bの幅または断面積より小さい。

10

【0065】

次に、全面に第1上部金属配線膜226を形成する。第1上部金属配線膜226は、電気メッキ法を使用して形成する。すなわち、全面に金属シード層を形成し、この金属シード層を陰極としてメッキ液との化学反応を発生させることにより、メッキ液からの金属イオンを金属シード層表面に蒸着させる。この場合、狭い幅または断面積を有する第1トレンチ224a内部は第1上部金属配線膜226により完全に充填される。しかし、広い幅または断面積を有する第2トレンチ224bの場合には、第1上部金属配線膜226によりその内部が完全に充填されず、従って第2トレンチ224b内部の第3トレンチ228が設けられる。

20

【0066】

次に図9を参照すれば、第1上部金属配線膜226上にボイド拡散防止膜230及び第2上部金属配線膜232を順次に形成する。このボイド拡散防止膜230は、第2上部金属配線膜232内に存在するボイドを第1上部金属配線膜226を介して第2ビアコンタクト218b内部に流入させないためのものである。ボイド拡散防止膜230はタンタル膜、チタン膜及びアルミニウム膜のうち少なくともいずれか一つを含み、特にアルミニウム膜は金属配線膜の結晶粒界に偏析されてボイドの拡散防止にさらに効果的である。ボイド拡散防止膜230はPVD法、CVD法またはALD法を使用して形成する。ボイド拡散防止膜230及び第2上部金属配線膜232を形成した後は平坦化工程を行う。平坦化工程としてはCMP法を使用し、「A」と示された点線上に存在する全てのものを除去する。それにより、図2に図示されたように、第1上部金属配線膜(図9の226)は第1トレンチ224a内の第1上部金属配線膜パターン226aと、第2トレンチ224b内の第2上部金属配線膜パターン226bとに分離され、第2上部金属配線膜(図9の232)は第3トレンチ228内の第3上部金属配線膜パターン232bとしてだけ残る。

30

【0067】

以上、本発明を望ましい実施例を挙げて詳細に説明したが、本発明は前記実施例に限定されず、本発明の技術的思想内で当分野で当業者によってさまざまな変形が可能であることは明らかである。

40

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明は金属配線を有する半導体素子を利用するあらゆる産業分野に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】本発明による金属配線構造の一実施例を示した断面図である。

【図2】本発明による金属配線構造の他の実施例を示した断面図である。

50

- 【図3】本発明による金属配線方法の一実施例を説明するために示された断面図である。  
 【図4】本発明による金属配線方法の一実施例を説明するために示された断面図である。  
 【図5】本発明による金属配線方法の一実施例を説明するために示された断面図である。  
 【図6】本発明による金属配線方法の一実施例を説明するために示された断面図である。  
 【図7】本発明による金属配線方法の他の実施例を説明するために示された断面図である。  
 。  
 【図8】本発明による金属配線方法の他の実施例を説明するために示された断面図である。  
 。  
 【図9】本発明による金属配線方法の他の実施例を説明するために示された断面図である

10

## 【符号の説明】

## 【0070】

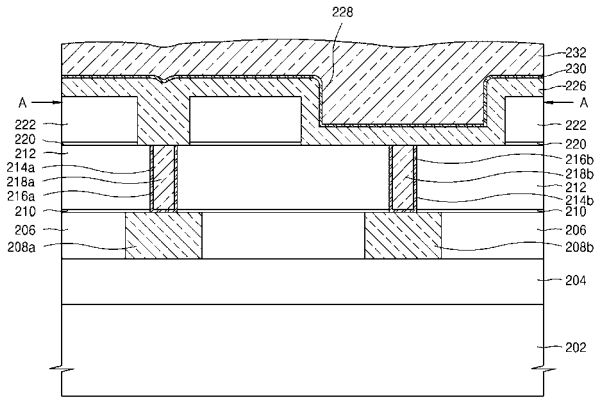
- 102、202 半導体基板、  
 104、204 絶縁膜、  
 106、206 第1層間絶縁膜、  
 108a、208a 第1下部金属配線膜パターン、  
 108b、208b 第2下部金属配線膜パターン、  
 110、210 第1エッチング停止膜、  
 112、212 金属間絶縁膜、  
 114、220 第2エッチング停止膜、  
 116、222 第2層間絶縁膜、  
 118a、224a 第1トレンチ、  
 118b、224b 第2トレンチ、  
 120a、214a 第1ビアコンタクトホール、  
 120b、214b 第2ビアコンタクトホール、  
 122a、216a 第1障壁金属層、  
 122b、216b 第2障壁金属層、  
 124a、226a 第1上部金属配線膜パターン、  
 124b、226b 第2上部金属配線膜パターン、  
 128、230 ボイド拡散防止膜、  
 130b、232b 第3上部金属配線膜パターン、  
 218a 第1ビアコンタクト、  
 218b 第2ビアコンタクト、  
 228 第3トレンチ。

20

30



【 図 9 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 李 孝 鐘  
大韓民国ソウル特別市瑞草区瑞草1洞1624-21番地 成才ビル601号
- (72)発明者 李 京 泰  
大韓民国ソウル特別市江南区大峙洞316番地 銀馬アパート15棟111号
- (72)発明者 李 敬 雨  
大韓民国ソウル特別市陽川区新亭3洞1159番地 シントリー1団地103棟206号
- (72)発明者 李 守 根  
大韓民国京畿道水原市靈通区網浦洞488番地 碧山アパート117棟1602号
- (72)発明者 徐 鋒 錫  
大韓民国京畿道水原市長安区栗田洞334-13番地 華南アパート101棟1009号

審査官 辻 弘輔

- (56)参考文献 特開2003-124313(JP,A)  
特開2000-100847(JP,A)  
特開2004-311865(JP,A)  
特開平08-298285(JP,A)  
特開2001-110809(JP,A)  
特開2000-260770(JP,A)  
特開2003-218201(JP,A)  
特開2001-015549(JP,A)  
特開2003-282703(JP,A)  
特開2003-031574(JP,A)  
国際公開第2004/088745(WO,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3205  
H01L 21/3213  
H01L 21/768  
H01L 23/522