(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-16828
(P2009-16828A)
(43)公開日　平成21年1月22日(2009.1.22)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 21/768	(2006.01)	H01L	21/90	J	5F033
H01L 23/522	(2006.01)	H01L	21/316	S	5F048
H01L 21/316	(2006.01)	H01L	21/90	C	5F058
H01L 21/8242	(2006.01)	H01L	27/10	681B	5F083
H01L 27/108	(2006.01)	H01L	27/10	434	5F101

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　（全 21 頁）　最終頁に続く

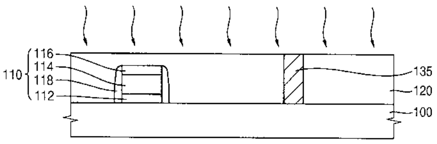
(21)出願番号　特願2008-168937 (P2008-168937)
(22)出願日　平成20年6月27日 (2008.6.27)
(31)優先権主張番号　10-2007-0066111
(32)優先日　平成19年7月2日 (2007.7.2)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)

(71)出願人　390019839
三星電子株式会社
ＳＡＭＳＵＮＧ　ＥＬＥＣＴＲＯＮＩＣＳ　ＣＯ．，ＬＴＤ．
大韓民国京畿道水原市霊通区梅灘洞４１６
４１６，Ｍａｅｔａｎ－ｄｏｎｇ，Ｙｅｏｎｇｔｏｎｇ－ｇｕ，Ｓｕｗｏｎ－ｓｉ，Ｇｙｅｏｎｇｇｉ－ｄｏ　４４２－７４２（ＫＲ）
(74)代理人　100093779
弁理士　服部　雅紀
(72)発明者　洪　▲宗▼▲元▼
大韓民国京畿道華城市半月洞新霊通現代２次アパート２０８棟９０６号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体装置の製造方法

(57)【要約】
【課題】ゲート絶縁膜に形成されたダングリングボンドを効果的にキュアリングして向上した電気的特性を確保しうる半導体装置の製造方法を提供する。
【解決手段】基板１００上にゲート構造物１１０が形成される。ゲート構造物１１０の形成された基板１００に水素を含むガス雰囲気下で第１熱処理が行われる。基板１００上に金属配線が形成される。これによって、ゲート絶縁膜パターン１１２のダングリングボンドがキュアリングされ、信頼性のある半導体装置が製造される。
【選択図】　図６



【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板上にゲート構造物を形成する段階と、
前記ゲート構造物上に層間絶縁膜を形成する段階と、
前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して前記基板を熱処理する段階と、
前記熱処理の後、前記層間絶縁膜上にシリコン窒化膜を形成する段階と、
前記層間絶縁膜上に金属配線を形成する段階と、
を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。
【請求項２】
前記金属配線は、銅を含むことを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項３】
前記熱処理工程の前に、前記基板と接触する前記層間絶縁膜を貫通するプラグを形成する段階を更に含み、
前記金属配線は、前記プラグに電気的に接続されることを特徴とする請求項２に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項４】
前記プラグは、タングステンを含むことを特徴とする請求項３に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項５】
前記熱処理工程の前に、前記基板と接触する前記層間絶縁膜を貫通するプラグを形成する段階を更に含み、
前記金属配線は、前記プラグに電気的に接続されることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項６】
前記プラグを形成する段階は、
前記基板を露出する開口を前記層間絶縁膜に形成する段階と、
前記開口の内部及び前記層間絶縁膜上に導電膜を形成する段階と、
前記導電膜の上部を前記層間絶縁膜が露出するまで平坦化する段階と、
を含むことを特徴とする請求項５に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項７】
前記導電膜の上部を平坦化する段階は、機械的化学的研磨工程、エッチバック工程、またはこれらの混合工程によって行われることを特徴とする請求項６に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項８】
前記層間絶縁膜を形成する段階は、前記ゲート構造物を覆う第１層間絶縁膜を形成する段階を含み、
前記金属配線を形成する段階は、
前記シリコン窒化膜上に第２層間絶縁膜を形成する段階と、
前記第２層間絶縁膜及び前記シリコン窒化膜を貫通しかつ前記プラグを露出させるホールを形成する段階と、
前記ホールを埋め立てる金属膜を形成する段階と、
を含むことを特徴とする請求項５に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項９】
前記第２層間絶縁膜は、低誘電物質を含むことを特徴とする請求項８に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項１０】
前記シリコン窒化膜を前記層間絶縁膜上に形成する段階は、前記熱処理の後に前記第１層間絶縁膜上に第１シリコン窒化膜を形成する段階を含み、
前記シリコン窒化膜上に前記第２層間絶縁膜を形成する段階は、前記第１シリコン窒化膜上に前記第２層間絶縁膜を形成する段階を含み、

前記第２層間絶縁膜及び前記シリコン窒化膜を貫通する前記ホールを埋め立てて前記金属膜を形成する段階は、前記第２層間絶縁膜及び前記第１シリコン窒化膜を貫通する前記ホールを埋め立てて第１金属膜を形成する段階を含み、

前記金属配線を形成する段階は、

前記第２層間絶縁膜上に第２シリコン窒化膜を形成する段階と、

前記第２シリコン窒化膜上に第３層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第３層間絶縁膜上に第３シリコン窒化膜を形成する段階と、

前記第３シリコン窒化膜上に第４層間絶縁膜を形成する段階と、

前記第４層間絶縁膜、前記第３シリコン窒化膜及び前記第３層間絶縁膜を貫通し、かつ前記第２シリコン窒化膜の一部を露出させるホールを形成する段階と、

前記第４層間絶縁膜の一部を除去して前記ホールに隣接する前記第３シリコン窒化膜の一部を露出させる段階と、

前記ホールに隣接する前記第３シリコン窒化膜の一部及び前記ホールの内部の前記第２シリコン窒化膜の露出された部分を除去して前記ホールの底面の前記第１金属膜の一部を露出させる段階と、

前記露出された第１金属膜上に第２金属膜を形成する段階と、

を含むことを特徴とする請求項８に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１１】

前記第３層間絶縁膜及び第４層間絶縁膜は、低誘電物質を含むことを特徴とする請求項１０に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１２】

前記熱処理工程は、２００～６００℃の温度で１～５時間のうちに行われることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１３】

前記熱処理工程は、前記層間絶縁膜の表面を水素ガス及び非活性ガスを含む混合ガス雰囲気に露出して行われることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１４】

前記金属配線の形成された前記基板上に保護膜を形成する段階と、

前記保護膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して前記基板に対して熱処理工程を行う段階と、

を更に含むことを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１５】

前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程と前記保護膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程とは実質的に同一の時間のうちに行われることを特徴とする請求項１４に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１６】

前記基板は、シリコンを含み、

前記ゲート構造物は、シリコン酸化物を含むゲート絶縁膜を具備することを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１７】

前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程によって、前記ゲート絶縁膜に形成されたダングリングボンドがキュアリングされる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】

前記金属配線は、ビットラインを含むことを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項１９】

前記ゲート構造物は、前記基板上に順次に積層されたトンネル絶縁膜、フローティングゲート、誘電膜、及びコントロールゲートを具備し、

前記基板はシリコンを含み、前記トンネル絶縁膜パターンはシリコン酸化物を含むこと

を特徴とする請求項１に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項２０】

前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程によって、前記トンネル絶縁膜に形成されたダングリングボンドがキュアリングされることを特徴とする請求項１９に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は半導体装置の製造方法に係り、より詳細には、ゲート構造物を有する半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

一般的に、半導体装置のゲート構造物に含まれる絶縁膜としてシリコン酸化膜が用いられる。即ち、ＤＲＡＭ装置の場合、シリコン酸化物を用いてゲート絶縁膜を形成し、フラッシュメモリ装置の場合、シリコン酸化物を用いてトンネル絶縁膜を形成する。

【０００３】

具体的に、シリコンを含む基板に熱酸化工程を行い、シリコン酸化物を含むゲート絶縁膜を形成する。ここで、ゲート絶縁膜に含まれたシリコン原子の最外郭の電子の一部が結合できず、いわゆるダングリングボンド（ｄａｎｇｌｉｎｇ　ｂｏｎｄ）が発生する。ダングリングボンドは、電子をトラップして、ゲート構造物を含むトランジスタのしきい電圧及びスイングなどの電気的特性を低下させる。

【０００４】

ダングリングボンドをキュアリング（ｃｕｒｉｎｇ）してトランジスタの電気的特性を向上させるために、いわゆるアロイ（ａｌｌｏｙ）工程が行われる。アロイ工程について簡単に説明すると、基板上にゲート構造物を含むトランジスタを形成した後、金属配線を形成する。その後、トランジスタ及び金属配線が形成された基板を水素ガス雰囲気下で約４００℃の温度で約３時間のうちに熱処理を行う。これによって、ゲート絶縁膜に形成されたダングリングボンドがＳｉ－Ｈボンドに変換される。

【０００５】

一方、最近半導体装置の集積度及び動作速度が増加することによって、半導体装置内に形成された配線の長さが増加しつつある。配線の長さの増加によって全体抵抗が増加し、これによってＲＣ遅延時間が増加する。これを解決するために、配線の素材として従来のアルミニウムの代わりに銅を用いつつある。

【０００６】

しかし、銅を用いて配線を形成することによって、前述したアロイ工程によるダングリングボンドのキュアリング効果が低下する。これは、銅配線はダマシン（ｄａｍａｓｃｅｎｅ）工程によって形成されるものの、ここでエッチング阻止膜として用いられるシリコン窒化膜が水素を吸収してゲート構造物まで水素が移動できないためである。

【０００７】

シリコン窒化膜の存在可否に応じて、ゲート絶縁膜に到達する水素の量が変わることを図１に示す。図１は、ゲート構造物上にシリコン窒化膜が形成されていない場合（Ａ）と、形成されている場合（Ｂ）と、それぞれにおいて、水素ガス雰囲気下でゲート構造物を熱処理したとき、ゲート構造物内に含まれている水素の量を示したグラフである。

【０００８】

図１を参照すると、シリコン窒化膜の形成されていない場合（Ａ）に比べて、シリコン窒化膜の形成されている場合（Ｂ）において、ゲート絶縁膜に含まれた水素の量が少ないことがわかる。

【０００９】

また、銅配線形成の後、長時間アロイ工程を行うと銅イオンが周囲の絶縁膜などに移動して配線の信頼性が低下する。更に、アレイ工程によって、配線間に形成される絶縁膜と

して主に用いられる低誘電膜からガスが漏れて半導体装置が劣化する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

本発明の目的は、ゲート絶縁膜に形成されたダングリングボンドを効果的にキュアリングして向上した電気的特性を確保しうる半導体装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

前述した本発明の目的を達成するために、本発明の一態様による半導体装置の製造方法においては、基板上にゲート構造物を形成する。前記ゲート構造物上に層間絶縁膜を形成する。前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して前記基板を熱処理する。前記熱処理の後、前記層間絶縁膜上にシリコン窒化膜を形成する。前記層間絶縁膜上に金属配線を形成する。

【００１２】

本発明の一態様によると、前記金属配線は銅を含むことができる。ここで、前記熱処理工程の前に、前記基板と接触する前記層間絶縁膜を貫通するプラグを形成する段階を更に含むことができ、前記金属配線は、前記プラグに電気的に接続することができる。

【００１３】

本発明の一態様によると、前記プラグはタングステンを含むことができる。

本発明の一態様によると、前記熱処理工程の前に、前記基板と接触する前記層間絶縁膜を貫通するプラグを形成する段階を更に含むことができ、前記金属配線は前記プラグに電気的に接続することができる。ここで、前記プラグを形成する段階は、前記基板を露出する開口を前記層間絶縁膜に形成する段階と、前記開口の内部及び前記層間絶縁膜上に導電膜を形成する段階と、前記導電膜の上部を前記層間絶縁膜が露出するまで平坦化する段階と、を含むことができる。

【００１４】

本発明の一態様によると、前記導電膜の上部を平坦化する段階は、機械的化学的研磨工程、エッチバック工程、またはこれらの混合工程によって行うことができる。

【００１５】

本発明の一態様によると、前記層間絶縁膜を形成する段階は、前記ゲート構造物を覆う第１層間絶縁膜を形成する段階を含むことができ、前記金属配線を形成する段階は、前記シリコン窒化膜上に第２層間絶縁膜を形成する段階と、前記第２層間絶縁膜及び前記シリコン窒化膜を貫通しかつ前記プラグを露出させるホールを形成する段階と、前記ホールを埋め立てる金属膜を形成する段階と、を含むことができる。

【００１６】

本発明の一態様によると、前記第２層間絶縁膜は低誘電物質を含むことができる。

【００１７】

本発明の一態様によると、前記シリコン窒化膜を前記層間絶縁膜上に形成する段階は、前記熱処理の後に前記第１層間絶縁膜上に第１シリコン窒化膜を形成する段階を含み、前記シリコン窒化膜上に前記第２層間絶縁膜を形成する段階は、前記第１シリコン窒化膜上に前記第２層間絶縁膜を形成する段階を含み、前記第２層間絶縁膜及び前記シリコン窒化膜を貫通する前記ホールを埋め立てて前記金属膜を形成する段階は、前記第２層間絶縁膜及び前記第１シリコン窒化膜を貫通する前記ホールを埋め立てて第１金属膜を形成する段階を含み、前記金属配線を形成する段階は、前記第２層間絶縁膜上に第２シリコン窒化膜を形成する段階と、前記第２シリコン窒化膜上に第３層間絶縁膜を形成する段階と、前記第３層間絶縁膜上に第３シリコン窒化膜を形成する段階と、前記第３シリコン窒化膜上に第４層間絶縁膜を形成する段階と、前記第４層間絶縁膜、前記第３シリコン窒化膜及び前記第３層間絶縁膜を貫通しかつ前記第２シリコン窒化膜の一部を露出させるホールを形成する段階と、前記第４層間絶縁膜の一部を除去して前記ホールに隣接する前記第３シリコン窒化膜の一部を露出させる段階と、前記ホールに隣接する前記第３シリコン窒化膜の一

部及び前記ホールの内部の前記第２シリコン窒化膜の露出された部分を除去して、前記ホールの底面の前記第１金属膜の一部を露出させる段階と、前記露出された第１金属膜上に第２金属膜を形成する段階と、を含むことができる。

【００１８】

本発明の一態様によると、前記第３層間絶縁膜及び第４層間絶縁膜は、低誘電物質を含むことができる。

【００１９】

本発明の一態様によると、前記熱処理工程は、２００～６００℃の温度にて１～５時間行うことができる。

【００２０】

本発明の一態様によると、前記熱処理工程は、前記層間絶縁膜の表面を水素ガス及び非活性ガスを含む混合ガス雰囲気に露出させて行うことができる。

【００２１】

本発明の一態様によると、前記金属配線の形成された前記基板上に保護膜を形成する段階と、前記保護膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して前記基板に対して熱処理工程を行う段階と、更に含むことができる。

【００２２】

本発明の一態様によると、前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程と前記保護膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程は実質的に同一の時間のうちに行うことができる。

【００２３】

本発明の一態様によると、前記基板はシリコンを含み、前記ゲート構造物はシリコン酸化物を含むことができる。

【００２４】

本発明の一態様によると、前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程によって、前記ゲート絶縁膜に形成されたダングリングボンドがキュアリングされる。

【００２５】

本発明の一態様によると、前記金属配線は、ビットラインを含むことができる。

本発明の一態様によると、前記ゲート構造物は、前記基板上に順次に積層されたトンネル絶縁膜、フローティングゲート、誘電膜、及びコントロールゲートを具備し、前記基板はシリコンを含み、前記トンネル絶縁膜パターンはシリコン酸化物を含むことができる。

【００２６】

本発明の一態様によると、前記層間絶縁膜の表面を水素ガス雰囲気に露出して行われる熱処理工程によって、前記トンネル絶縁膜に形成されたダングリングボンドがキュアリングされる。

【発明の効果】

【００２７】

本発明によると、銅配線の形成のためのダマシン工程においてエッチング阻止膜として機能するシリコン窒化膜を形成する前に、ゲート絶縁膜のダングリングボンドをキュアリングするための熱処理工程を水素ガスの雰囲気下で行う。前記熱処理工程によって前記シリコン窒化膜によって水素が吸収されることを防止するので、前記ゲート絶縁膜に水素を効果的に移動させて前記ダングリングボンドを効果的にキュアリングすることができる。また、前記銅配線の形成の前に高温で熱処理工程を行うため、前記熱処理によって銅イオンが前記銅配線から漏れることを防止することができる。更に、ＦＳＧやＴＥＯＳ酸化物のような低誘電物質を用いて金属配線の間に層間絶縁膜を形成しても、前記熱処理は前記層間絶縁膜の形成の前に行われるので、前記層間絶縁膜からガスが濡れて半導体装置が劣化する現象が発生しない。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２８】

以下、本発明の実施形態による半導体装置の製造方法について図面に基づいて説明する。

（第１実施形態）

図２から図１５は、本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【００２９】

図２を参照すると、基板１００上にゲート構造物１１０を形成する。基板１００は、シリコン基板、ゲルマニウム基板、シリコン－ゲルマニウム基板、ＳＯＩ（ｓｉｌｉｃｏｎ ｏｎ ｉｎｓｕｌａｔｏｒ）基板、ＧＯＩ（ｇｅｒｍａｎｉｕｍ ｏｎ ｉｎｓｕｌａｔｏｒ）基板などのような半導体基板を含むことができる。本実施形態では、基板１００としてシリコン基板が用いられる。基板１００の上部にはシャロートレンチ素子分離（ｓｈａｌｌｏｗ ｔｒｅｎｃｈ ｉｓｏｌａｔｉｏｎ； ＳＴＩ）工程または熱酸化工程のような素子分離工程を通じて基板１００にアクティブ領域及びフィールド領域を定義する図示しない素子分離膜を形成することができる。

【００３０】

ゲート構造物１１０は、基板１００上にゲート絶縁膜、ゲート導電膜、及びゲートマスク層を順次形成した後、前記ゲートマスク層、前記ゲート導電膜及び前記ゲート絶縁膜をパターニングすることで、基板１００の前記アクティブ領域上に形成することができる。

【００３１】

前記ゲート絶縁膜は、基板１００に対して熱酸化工程を行って形成することができる。本実施形態によると、シリコンを含む基板１００の表面を熱酸化してシリコン酸化物を含む前記ゲート絶縁膜を形成することができる。ここで、熱酸化工程を通じて形成された前記ゲート絶縁膜内にはダングリングボンドが生成されるおそれがある。前記ゲート導電膜は、ドープされたポリシリコン、金属、及び／または金属シリサイドを用いて形成することができ、前記ゲートマスク層は、シリコン窒化物またはシリコン酸窒化物を用いて形成することができる。

【００３２】

ゲート構造物１１０は、基板１００上に順次積層されたゲート絶縁膜パターン１１２、ゲート電極１１４、及びゲートマスク１１６を具備する。また、ゲート構造物１１０は、シリコン窒化物のような窒化物を含むゲートスペーサ１１８を追加的に具備することができる。ゲートスペーサ１１８は、ゲート絶縁膜パターン１１２、ゲート電極１１４、及びゲートマスク１１６を覆う窒化膜を基板１００上に形成した後、このような窒化膜を異方性エッチング工程でエッチングして形成することができる。

【００３３】

一方、図示していないが、ゲート構造物１１０をイオン注入マスクとして用いるイオン注入工程を行い、ゲート構造物１１０に隣接する前記アクティブ領域に不純物領域を形成する。これによって、ゲート構造物１１０と前記不純物領域を含むトランジスタが基板１００の前記アクティブ領域上に形成することができる。

【００３４】

図３を参照すると、ゲート構造物１１０を覆い、かつ基板１００上に第１層間絶縁膜１２０を形成する。第１層間絶縁膜１２０は、酸化物、窒化物、及び／または酸窒化物を用いて形成することができる。第１層間絶縁膜１２０は、化学気相蒸着工程、原子層積層工程などを用いて形成することができる。

【００３５】

図示しないフォトレジストパターンを第１層間絶縁膜１２０上に形成した後、前記フォトレジストパターンをエッチングマスクとして用いて第１層間絶縁膜１２０を部分的にエッチングすることで、第１層間絶縁膜１２０を貫通する開口１２５を形成する。開口１２５は、前記不純物領域を露出させる。開口１２５の形成後、前記フォトレジストパターンは、アッシング工程及び／またはストリッピング工程を通じて除去することができる。

【００３６】

図４を参照すると、開口１２５を満たしかつ第１層間絶縁膜１２０上に導電膜１３０を形成する。導電膜１３０は、金属及び／または金属窒化物を用いて形成することができる。本実施形態では、導電膜１３０はタングステンを用いて形成することができる。

【００３７】

一方、導電膜１３０を形成する前に、開口部１２５の底面と側壁及び第１層間絶縁膜１２０上に図示しないバリア膜を追加に形成することができる。前記バリア膜は、金属膜／金属窒化膜の２重膜構造を有することができる。本実施形態によると、前記バリア膜は、チタン／チタン窒化膜の多層膜構造を有することができる。前記バリア膜は導電膜１３０が第１層間絶縁膜１２０に拡散することを防止することができる。

【００３８】

図５を参照すると、第１層間絶縁膜１２０が露出するまで導電膜１３０を部分的に除去して開口部１２５を満たすプラグ１３５を形成する。プラグ１３５は、前記不純物領域上に位置する。本実施形態によると、プラグ１３５は、化学的機械的研磨工程及び／またはエッチバック工程を用いて形成することができる。

【００３９】

図６を参照すると、ゲート構造物１１０、第１層間絶縁膜１２０及びプラグ１３５が形成された基板１００上に水素を含むガス雰囲気下で第１熱処理工程を行う。前記ガスは水素の他、窒素のような非活性ガスを追加的に含むことができる。また、前記第１熱処理工程は重水素を含むガス雰囲気下で行うこともできる。しかし、図１６及び図１７を参照して後述するように、重水素を含むガスを用いることに比べて水素を含むガスを用いることがダングリングボンドキュアリング効果からより優秀である。前記第１熱処理工程は約２００〜６００℃の温度で約１〜５時間のうちに行うことができる。

【００４０】

前記第１熱処理工程によって、ゲート絶縁膜パターン１１２に形成されたダングリングボンドがキュアリングされる。具体的に、熱酸化工程の期間、他のシリコン原子との共有結合が壊れたシリコン原子が、前記第１熱処理工程のうち、水素と結合することでＳｉ－Ｈボンドを形成するようになり、これによってゲート絶縁膜パターン１１２内の前記ダングリングボンドがキュアリングされることが可能である。

【００４１】

特に、前記第１熱処理工程を行う期間、水素がゲート絶縁膜パターン１１２に移動することを遮断するシリコン窒化膜が形成されていないので、前記ダングリングボンドは十分にキュアリングされることが可能である。

【００４２】

図７を参照すると、第１層間絶縁膜１２０及びプラグ１３５上に第１エッチング阻止膜１４０及び第２層間絶縁膜１４５を形成する。第１エッチング阻止膜１４０は、シリコン窒化物（ＳｉＮ）、シリコン炭化物（ＳｉＣ）、シリコン酸窒化物（ＳｉＯＮ）、シリコン酸炭化物（ＳｉＯＣ）などを用いて形成することができる。本実施形態では、第１エッチング阻止膜１４０は、シリコン窒化物（ＳｉＮ）を用いて形成される。第２層間絶縁膜１４５は、酸化物、窒化物、及び／または酸窒化物を用いて形成することができる。本実施形態によると、第２層間絶縁膜１４５は、誘電率の低いＦＳＧ(ｆｌｕｒｏ－ｓｉｌｉｃａｔｅｇｌａｓｓ)、あるいはＴＥＯＳ（ｔｅｔｒａｅｔｈｙｌ ｏｒｔｈｏｓｉｌｉｃａｔｅ）酸化物を用いて形成する。第１エッチング阻止膜１４０及び第２層間絶縁膜１４５は、化学気相蒸着工程または原子層積層工程を用いて形成することができる。

【００４３】

図８を参照すると、図示しないフォトレジストパターンを第２層間絶縁膜１４５上に形成した後、前記フォトレジストパターンをエッチングマスクとして用いて第１エッチング阻止膜１４０が露出するまで第２層間絶縁膜１４５を部分的にエッチングする。その後、露出した第１エッチング阻止膜１４０部分をエッチングして、プラグ１３５を露出させる第１ホール１４７を形成する。ここで、プラグ１３５周辺の第１層間絶縁膜１２０部分も一緒に露出させることができる。前記フォトレジストパターンはアッシング（ａｓｈｉｎ

ｇ）及び／またはストリッピング（ｓｔｒｉｐｐｉｎｇ）工程によって除去することができる。

【００４４】

図９を参照すると、第１ホール１４７を満たしかつ第２層間絶縁膜１４５上に第１金属膜を形成する。前記第１金属膜は銅、アルミニウム、タングステンなどのような金属を用いて形成されることができる。本実施形態では、前記第１金属膜は銅を用いて形成する。

【００４５】

第２層間絶縁膜１４５が露出するまで前記第１金属膜を部分的に除去して第１ホール１４７を満たす第１金属配線１５５を形成する。第１金属配線１５５は、プラグ１３５と電気的に接続される。本実施形態によると、第１金属配線１５５は、フラッシュメモリ装置あるいはＤＲＡＭなどのメモリ装置で形成されるビットラインである。第１金属配線１５５は、化学的機械的研磨（ＣＭＰ）工程及び／またはエッチバック(ｅｔｃｈ－ｂａｃｋ)工程を用いて形成することができる。図７から図９を参照して説明したように、第１金属配線１５５は、シングルダマシン工程によって形成することができる。

【００４６】

図１０を参照すると、第２層間絶縁膜１４５及び第１金属配線１５５上に第２エッチング阻止膜１６０、第３層間絶縁膜１６５、第３エッチング阻止膜１７０及び第４層間絶縁膜１７５を形成する。第２エッチング阻止膜１６０及び第３エッチング阻止膜１７０は、シリコン窒化物（ＳｉＮ）、シリコン炭化物（ＳｉＣ）、シリコン酸窒化物（ＳｉＯＮ）、シリコン酸炭化物（ＳｉＯＣ）などを用いて形成することができる。本実施形態では、第２エッチング阻止膜１６０及び第３エッチング阻止膜１７０は、シリコン窒化物（ＳｉＮ）を用いて形成される。第３層間絶縁膜１６５及び第４層間絶縁膜１７５は、酸化物、窒化物、及び／または酸窒化物を用いて形成することができる。本実施形態例によると、第３層間絶縁膜１６５及び第４層間絶縁膜１７５は、誘電率の低いＦＳＧまたはＴＥＯＳ酸化物を用いて形成される。第２エッチング阻止膜１６０、第３エッチング阻止膜１７０、第３層間絶縁膜１６５、及び、第４層間絶縁膜１７５は、化学気相蒸着工程または原子層積層工程を用いて形成することができる。

【００４７】

図１１を参照すると、図示しないフォトレジストパターンを第４層間絶縁膜１７５上に形成した後、前記フォトレジストパターンをエッチングマスクに用いて第２エッチング阻止膜１６０が露出するまで第４層間絶縁膜１７５、第３エッチング阻止膜１７０及び第３層間絶縁膜１６５を部分的にエッチングして第２ホール１６７を形成する。

【００４８】

図１２を参照すると、図示しないフォトレジストパターンを第４層間絶縁膜１７５上に形成した後、前記フォトレジストパターンをエッチングマスクに用いて第３エッチング阻止膜１７０が露出するまで第４層間絶縁膜１７５を部分的にエッチングしてトレンチ１７７を形成する。

【００４９】

図１３を参照すると、露出した第３エッチング阻止膜１７０部分及び露出した第２エッチング阻止膜１６０部分をエッチングする。これによって、第２ホール１６７及びトレンチ１７７の深さが深くなる。

【００５０】

図１４を参照すると、第２ホール１６７及びトレンチ１７７を満たし、かつ第４層間絶縁膜１７５上に第２金属膜を形成する。前記第２金属膜は、銅、アルミニウム、タングステンなどのような金属を用いて形成することができる。本実施形態では、前記第２金属膜は銅を用いて形成される。

【００５１】

第４層間絶縁膜１７５が露出するまで前記第２金属膜を部分的に除去して第２ホール１６７及びトレンチ１７７を満たす第２金属配線１８５を形成する。第２金属配線１８５は、第１金属配線１５５と電気的に接続される。第２金属配線１８５は、化学的機械的研磨

（ＣＭＰ）工程及び／またはエッチバック工程を用いて形成することができる。図１０から図１４を参照して説明したように、第２金属配線１８５は、デュアルダマシン工程によって形成することができる。

【００５２】

一方、前述したことは違って、第１金属配線１５５をデュアルダマシン工程によって形成して、第２金属配線１８５をシングルダマシン工程で形成することもできる。更に、シングルダマシン工程またはデュアルダマシン工程を用いて、第２金属配線１８５の上部に一本以上の金属配線を更に形成することもできる。

【００５３】

図示していないが、銅を用いて第１金属配線１５５及び第２金属配線１８５を形成した場合には、第２金属配線１８５の上部にアルミニウムパッドを更に形成することができる。

【００５４】

図１５を参照すると、第４層間絶縁膜１７５及び第２金属配線１８５上に保護膜（ｐａｓｓｉｖａｔｉｏｎ　ｌａｙｅｒ）１９０を形成する。保護膜１９０は、基板１００上に形成されたゲート構造物１１０、第１金属配線１５５及び第２金属配線１８５などを保護する役割を果たす。

【００５５】

その後、ゲート構造物１１０、第１金属配線１５５及び第２金属配線１８５などを有する基板１００に水素を含むガス雰囲気下で第２熱処理を更に行うこともできる。前記ガスは水素以外に窒素のような非活性ガスを更に含むことができる。前述したように、前記第２熱処理を高温で長期間に行う場合、銅で形成された第１金属配線１５５及び第２金属配線１８５から銅イオンが漏れるか、または低誘電物質で形成された第２層間絶縁膜１４５、第３層間絶縁膜１６５及び第４層間絶縁膜１７５からガスが漏れるおそれがある。よって、前記第２熱処理は、前記第１熱処理によってゲート絶縁膜１１２に形成されたダングリングボンドが十分にキュアリングされなかった場合にのみ、補充的に実施することができる。

【００５６】

前述した工程を行うことによって、本実施形態による半導体装置が完成する。本実施形態による半導体装置は、銅を用いて金属配線を形成し、かつ、ゲート絶縁膜に形成されたダングリングボンドを効果的にキュアリングすることができる。即ち、前記銅配線を形成するダマシン工程で用いられるシリコン窒化膜を形成する前に水素ガス雰囲気下で熱処理を行うことで、前記シリコン窒化膜によって水素が吸収されることを防止する。これによって、前記ゲート絶縁膜に水素を効果的に移動させて前記ダングリングボンドを効果的にキュアリングすることができる。また、前記銅配線の形成前に高温の前記熱処理を行うため、前記熱処理を行なうとき、前記銅配線から銅イオンが漏れることを防止することができる。更に、金属配線の間のクロストーク（ｃｒｏｓｓ－ｔａｌｋ）を減少させるためにＦＳＧやＴＥＯＳ酸化物のようなオイル低誘電物質を用いて層間絶縁膜を形成しても、記熱処理は前記層間絶縁膜の形成前に行われるので、前記熱処理を行なうとき、前記層間絶縁膜からガスが漏れて半導体装置が劣化する現象が発生しない。

【００５７】

一方、前記熱処理によって前記ゲート絶縁膜のダングリングボンドがキュアリングされる効果を図１６及び図１７を参照して説明する。図１６及び図１７は、静的（ｓｔａｔｉｃ）及び動的（ｄｙｎａｍｉｃ）リフラッシュ時間を示したグラフである。図１６は静的リフラッシュ時間を、図１７は動的リフラッシュ時間を示す。図１６及び図１７においては、銅配線が形成される半導体装置に重水素雰囲気下で熱処理を行った場合を三角、アルミニウム配線が形成された半導体装置に水素雰囲気下で熱処理を行った場合を丸、及び銅配線が形成される半導体装置に水素雰囲気下で熱処理を行った場合を四角で示す。前記銅配線の形成された半導体装置の場合は、前記銅配線の形成前に熱処理を行い、アルミニウム配線の形成された半導体装置の場合は前記アルミニウム配線を形成してから熱処理を行

った。

【００５８】

図１６及び図１７を参照すると、例えば、フェイルビットの数が１００個である場合、同一の銅配線の形成された半導体装置において、水素雰囲気下で熱処理を行った場合の方が重水素雰囲気下で熱処理を行った場合に比べてリフラッシュ時間が長いということが分かる。同一のフェイルビット数に対してリフラッシュ時間が長いというのは、半導体装置の信頼性が高いということを意味する。また、同一の水素雰囲気下で熱処理を行った場合には、アルミニウム配線の形成された半導体装置より銅配線の形成された半導体装置の方がリフラッシュ時間が長いということも分かる。即ち、重水素雰囲気下より水素雰囲気下で、また、金属配線を形成した後より形成する前に、熱処理を行うことが、ダングリングボンドキュアリング効果が高いということが分かる。

【００５９】

重水素雰囲気下で熱処理を行う場合が水素雰囲気下で熱処理を行う場合に比べて、半導体装置の信頼性改善の効果が小さいということは、図１８を参照して説明することができる。図１８は、前記熱処理工程の後、後続の高温工程が伴われない場合（Ａ）と高温工程が伴われる場合（Ｂ）において、ゲート絶縁膜に分布する重水素原子数を示すグラフである。

【００６０】

図１８を参照すると、後続の高温工程が伴われる場合（Ｂ）は、そうではない場合（Ａ）に比べて重水素の原子数が大きく減少したことが分かる。即ち、重水素雰囲気下で熱処理をしてゲート絶縁膜にＳｉ－Ｄボンドが複数形成されてダングリングボンドをキュアリングするとしても、後続の高温工程で重水素がＳｉ－Ｄボンドからすり漏れてダングリングボンドキュアリング効果が減少すると言える。

【００６１】

これに対し、図１６及び１７に示したグラフは、水素雰囲気下で熱処理をしてダングリングボンドをキュアリングする場合には、後続の高温工程が伴われても前記ダングリングボンドキュアリング効果が少し減少するということを示している。ただし、水素雰囲気下で前記熱処理を行う場合にも、後続の高温工程によってダングリングボンドキュアリング効果が一部減少するおそれがあるので、前記熱処理は高温工程の後に行うことが望ましい。例えば、プラグ１３５の形成工程の時、チタン窒化物を蒸着してバリア膜を形成する時、高温工程が必要であるので、前記熱処理はプラグ１３５の形成の後に行うことが望ましい。

【００６２】

（第２実施形態）

図１９から図２３は、本発明の第２実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。図１９から図２３において、ＤＲＡＭ装置の製造方法を例示的に説明するが、本発明がここに限定されることはない。

【００６３】

図１９を参照すると、シャロウトレンチ素子分離工程または熱酸化工程のような素子分離工程を通じて基板２００の上部に素子分離膜２０５を形成して、基板２００にアクティブ領域及びフィールド領域を定義する。その後、基板２００の前記アクティブ領域上に第１ゲート構造物２１０及び第２ゲート構造物２２０を形成する。第１ゲート構造物２１０はセル領域に形成して、第２ゲート構造物２２０はコア／ペリ領域に形成される。第１ゲート構造物２１０は、第１ゲート絶縁膜パターン２１２、第１ゲート電極２１４、第１ゲートマスク２１６、及び第１ゲートスペーサ２１８を具備する。第２ゲート構造物２２０は、第２ゲート絶縁膜２２２、第２ゲート電極２２４、第２ゲートマスク２２６、及び第２ゲートスペーサ２２８を具備する。

【００６４】

第１ゲート絶縁膜パターン２１２及び第２ゲート絶縁膜パターン２２２は、基板２００表面に熱酸化工程を行って形成することができ、これによってシリコン酸化物を含むこと

ができる。この時、第１ゲート絶縁膜パターン２１２及び第２ゲート絶縁膜パターン２２２には、複数のダングリングボンドを形成することができる。第１ゲート電極２１３及び第２ゲート電極２２４は、ドープされたポリシリコン、金属、及び／または金属シリサイドを用いて形成することができる。また、第１ゲートマスク２１６及び第２ゲートマスク２２６は、シリコン窒化物またはシリコン酸窒化物を用いて形成することができる。第１ゲートスペーサ２１８及び第２ゲートスペーサ２２８は、シリコン窒化物のような窒化物を用いて形成することができる。

【００６５】

その後、第１ゲート構造物２１０及び第２ゲート構造物２２０をイオン注入マスクとして用いるイオン注入工程を行い、第１ゲート構造物２１０に接した第１不純物領域２０２及び第２不純物領域２０４を形成して、第２ゲート構造物２２０に接した第３不純物領域２０６を形成する。これによって、第１ゲート構造物２１０と第１不純物領域２０２と第２不純物領域２０４とを含む第１トランジスタ、及び、第２ゲート構造物２２０と第３不純物領域２０６とを含む第２トランジスタを基板２００の前記アクティブ領域に形成することができる。

【００６６】

第１ゲート構造物２１０及び第２ゲート構造物２２０を覆い、かつ基板２００上に第１層間絶縁膜２３０を形成する。第１層間絶縁膜２３０は、酸化物、窒化物、及び／または酸窒化物を用いる化学気相蒸着工程または原子層積層工程を用いて形成することができる。その後、第１層間絶縁膜２３０を貫通する第１プラグ２３５及び第２プラグ２３７を形成する。第１プラグ２３５は第１不純物領域２０２上に形成され、第２プラグ２３７は第３不純物領域２０６上に形成される。第１プラグ２３５及び第２プラグ２３７は、金属及び／または金属窒化物を用いて形成することができる。一方、図示していないが、第２不純物領域２０４上にもプラグを形成ることができ、前記プラグは後続工程で図示しないキャパシタと電気的に接続することができる。

【００６７】

その後、第１層間絶縁膜２３０及び第１プラグ２３５及び第２プラグ２３７上にビットライン２４０を形成する。本実施形態によると、ビットライン２４０は、アルミニウム、タングステンなどの図示しない金属膜を第１層間絶縁膜２３０、第１プラグ２３５及び第２プラグ２３７上に形成した後、これをパターニングして形成する。本実施形態によると、ビットライン２４０は銅を用いるダマシン工程によって形成される。この場合には、後述する熱処理工程を先に行い、ビットライン２４０を形成する。

【００６８】

図２０を参照すると、第１層間絶縁膜２３０及びビットライン２４０上に第２層間絶縁膜２５０を形成する。第２層間絶縁膜２５０は、酸化物、窒化物、及び／または酸窒化物を用いる化学気相蒸着工程または原子層積層工程を用いて形成することができる。その後、第２層間絶縁膜２５０を貫通する第３プラグ２５５を形成する。第３プラグ２５５は、金属及び／または金属窒化物を用いて形成することができる。

【００６９】

図２１を参照すると、第１ゲート構造物２１０、第２ゲート構造物２２０、第１層間絶縁膜２３０、第２層間絶縁膜２５０、ビットライン２４０、第１プラグ２３５、第２プラグ２３７、及び、第３プラグ２５５の形成された基板２００上に水素を含むガス雰囲気下で熱処理工程を行う。前記ガスは、水素以外に窒素のような非活性ガスを更に含むことができる。前記熱処理工程は、約２００～６００℃の温度で約１～５時間のうちに行うことができる。前記熱処理工程によって、第１ゲート絶縁膜パターン２１２及び第２ゲート絶縁膜パターン２２２内に形成されたダングリングボンドがキュアリングされる。特に、前記熱処理工程を行う期間、水素が第１ゲート絶縁膜パターン２１２及び第２ゲート絶縁膜パターン２２２に移動することを遮断するシリコン窒化膜が形成されていないので、前記ダングリングボンドを十分にキュアリングすることができる。

【００７０】

図２２を参照すると、第２層間絶縁膜２５０及び第３プラグ２５５上に第１エッチング阻止膜２６０及び第３層間絶縁膜２６５を形成して、シングルダマシン工程によって第１エッチング阻止膜２６０及び第３層間絶縁膜２６５を貫通する第１金属配線２７５を形成する。第１エッチング阻止膜２６０はシリコン窒化物（ＳｉＮ）、シリコン炭化物（ＳｉＣ）、シリコン酸窒化物（ＳｉＯＮ）、シリコン酸炭化物（ＳｉＯＣ）などを用いて形成することができる。本実施形態では、第１エッチング阻止膜２６０は、シリコン窒化物（ＳｉＮ）を用いて形成される。第３層間絶縁膜２６５は、酸化物、窒化物及び／または酸窒化物を用いて形成することができる。本実施形態によると、第３層間絶縁膜２６５は誘電率の低いＦＳＧまたはＴＥＯＳ酸化物を用いて形成される。第１金属配線２７５は、銅、アルミニウム、タングステンなどの金属を用いて形成することができる。本実施形態では、第１金属配線２７５は、銅を用いて形成される。

【００７１】

図２３を参照すると、第３層間絶縁膜２６５及び第１金属配線２７５上に第２エッチング阻止膜２８０、第４層間絶縁膜２８５、第３エッチング阻止膜２９０及び第５層間絶縁膜２９５を形成して、デュアルダマシン工程によって第２エッチング阻止膜２８０、第４層間絶縁膜２８５、第３エッチング阻止膜２９０、及び第５層間絶縁膜２９５を貫通する第２金属配線２９７を形成する。第２エッチング阻止膜２８０及び第３エッチング阻止膜２９０は、シリコン窒化物（ＳｉＮ）のような窒化物を用いて形成することができる。第４層間絶縁膜２８５及び第５層間絶縁膜２９５は、誘電率の低いＦＳＧまたはＴＥＯＳ酸化物のような酸化物、窒化物及び／または酸窒化物を用いて形成することができる。第２金属配線２９７は、銅のような金属を用いて形成することができる。

【００７２】

一方、前述したこととは違って、第１金属配線２７５をデュアルダマシン工程によって形成して、第２金属配線２９７をシングルダマシン工程によって形成することもできる。更に、シングルダマシン工程またはデュアルダマシン工程を用いて、第２金属配線２９７上部に一本以上の金属配線を更に形成することもできる。

【００７３】

また、図示していないが、第２金属配線２９７の上部にアルミニウムパッドを更に形成することもでき、第５層間絶縁膜２９５及び第２金属配線２９７上に保護膜を更に形成することもできる。

【００７４】

前述した工程を行うことで、本実施形態による半導体装置、具体的にＤＲＡＭ装置が完成する。前記ＤＲＡＭ装置は、銅配線を形成するダマシン工程で用いられるシリコン窒化膜を形成する前に水素ガス雰囲気下で熱処理を行うことで、ゲート絶縁膜に形成されたダングリングボンドを効果的にキュアリングできる。

【００７５】

（第３実施形態）

図２４から図２７は、本発明の第３実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。図２４から図２７において、フラッシュメモリ装置の製造方法を例示的に説明するが、本発明がここに限定されることはない。

【００７６】

図２４を参照すると、基板３００の上部に素子分離膜３０５を形成して、基板３００にアクティブ領域とフィールド領域を定義する。その後、基板３００の前記アクティブ領域に第１ゲート構造物３１０及び第２ゲート構造物３２０を形成する。第１ゲート構造物３１０は、セル領域に形成され、第２ゲート構造物３２０はコア／ペリ領域に形成される。第１ゲート構造物３１０は、第１トンネル絶縁膜パターン３１２、第１フローティングゲート３１４、第１誘電膜パターン３１６、第１コントロールゲート３１８及び第１ゲートスペーサ３１９を具備し、第２ゲート構造物３２０は、第２トンネル絶縁膜パターン３２２、第２フローティングゲート３２４、第２誘電膜パターン３２６、第２コントロールゲート３２８及び第２ゲートスペーサ３２９を具備する。

【００７７】
第１トンネル絶縁膜パターン３１２及び第２トンネル絶縁膜パターン３２２は、基板３００の表面に熱酸化工程を行って形成することができ、これによってシリコン酸化物を含むことができる。このとき、第１トンネル絶縁膜パターン３１２及び第２トンネル絶縁膜パターン３２２にはダングリングボンドを形成することができる。第１フローティングゲート３１４及び第２フローティングゲート３２４は、ポリシリコンを用いて形成することができる。第１誘電膜パターン３１６及び第２誘電膜パターン３２６は、金属酸化物を用いて形成することができる。第１コントロールゲート３１８及び第２コントロールゲート３２８は、金属及び／または金属窒化物を用いて形成することができる。第１ゲートスペーサ３１９及び第２ゲートスペーサ３２９は、シリコン窒化物のような窒化物を用いて形成することができる。
【００７８】
その後、第１ゲート構造物３１０及び第２ゲート構造物３２０をイオン注入マスクとして用いるイオン注入工程を行い、第１ゲート構造物３１０に接した第１不純物領域３０２及び第２不純物領域３０４を形成して、第２構造物３２０に接した第３不純物領域３０６を形成する。これによって、第１ゲート構造物３１０と第１不純物領域３０２及び第２不純物領域３０４とを含む第１トランジスタ、及び、第２ゲート構造物３２０と第３不純物領域３０６とを含む第２トランジスタを基板３００の前記アクティブ領域に形成することができる。
【００７９】
第１ゲート構造物３１０及び第２ゲート構造物３２０を覆い、かつ基板３００上に第１層間絶縁膜３３０を形成する。第１層間絶縁膜３３０は、酸化物、窒化物及び／または酸窒化物を用いる化学気相蒸着工程または原子層積層工程を用いて形成することができる。その後、第１層間絶縁膜３３０を貫通する第１プラグ３３５及び第２プラグ３３７を形成する。第１プラグ３３５は第１不純物領域３０２上に形成され、第２プラグ３３７は第３不純物領域３０６上に形成される。第１プラグ３３５及び第２プラグ３３７は、金属及び／または金属窒化物を用いて形成することができる。一方、図示していないが、第２不純物領域３０４上には、後続工程で図示しない共通ソースラインを形成することができる。
【００８０】
図２５を参照すると、第１ゲート構造物３１０、第２ゲート構造物３２０、第１層間絶縁膜３３０、第１プラグ３３５、及び、第２プラグ３３７の形成された基板３００上に水素を含むガス雰囲気下で熱処理工程を行う。前記ガスは、水素以外に窒素のような非活性ガスを更に含むことができる。前記熱処理工程は、約２００～６００℃の温度で約１～５時間のうちに行うことができる。前記熱処理工程を行うことによって、第１トンネル絶縁膜パターン３１２及び第２トンネル絶縁膜パターン３２２に形成されたダングリングボンドがキュアリングされる。特に、前記熱処理工程を行う期間、水素が第１トンネル絶縁膜パターン３１２及び第２トンネル絶縁膜パターン３２２に移動することを遮断するシリコン窒化膜が形成されていないので、前記ダングリングボンドは十分にキュアリングされることが可能である。
【００８１】
図２６を参照すると、第１層間絶縁膜３３０及び第１プラグ３３５及び第２プラグ３３７上にビットライン３５５を形成する。ビットライン３５５は、銅、アルミニウム、タングステンなどの金属を用いて形成することができる。本実施形態によると、ビットライン３５５は銅を用いるシングルダマシン工程によって形成される。即ち、第１層間絶縁膜３３０及び第１プラグ３３５及び第２プラグ３３７上に第１エッチング阻止膜２３０及び第２層間絶縁膜３４５を形成し、第１プラグ３３５及び第２プラグ３３７を露出させるホールを形成した後、前記ホールを満たすビットライン３５５を形成する。このとき、第１エッチング阻止膜３４０はシリコン窒化物のような窒化物を用いて形成することができ、第２層間絶縁膜３４５は誘電率の低いＦＳＧまたはＴＥＯＳ酸化物のような酸化物、窒化物及び／または酸窒化物を用いて形成することができる。

【００８２】

図２７を参照すると、第２層間絶縁膜３４５及びビットライン３５５上に第２エッチング阻止膜３６０、第３層間絶縁膜３６５、第３エッチング阻止膜３７０及び第４層間絶縁膜３７５を形成し、デュアルダマシン工程によって第２層間絶縁膜３４５及びビットライン３５５上に第２エッチング阻止膜３６０、第３層間絶縁膜３６５、第３エッチング阻止膜３７０及び第４層間絶縁膜３７５を貫通する金属配線３８５を形成する。第２エッチング阻止膜３６０及び第３エッチング阻止膜３７０は、シリコン窒化物のような窒化物を用いて形成することができる。第３層間絶縁膜３６５及び第４層間絶縁膜３７５は、誘電率の低いＦＳＧまたはＴＥＯＳ酸化物のような酸化物、窒化物及び／または酸窒化物を用いて形成することができる。金属配線３８５は、銅のような金属を用いて形成することができる。

【００８３】

一方、前述したこととは違って、金属配３８５をデュアルダマシン工程によって形成することもできる。更に、シングルダマシン工程またはデュアルダマシン工程を用いて、金属配線３８５の上部に一本以上の金属配線を更に形成することもできる。また、図示していないが、金属配線３８５の上部にアルミニウムパッドを更に形成することもでき、第４層間絶縁膜３７５及び金属配線３８５上に保護膜を更に形成することもできる。

【００８４】

前述した工程を行うことで、本実施形態による半導体装置、具体的には、フラッシュメモリ装置が完成する。前記フラッシュメモリ装置は、銅配線を形成するダマシン工程で用いられるシリコン窒化膜を形成する前に水素ガス雰囲気下で熱処理を行うことで、トンネル絶縁膜に形成されたダングリングボンドを効果的にキュアリングすることができる。

【産業上の利用可能性】

【００８５】

本発明によると、銅配線形成のためのダマシン工程からエッチング阻止膜として用いられるシリコン窒化膜を形成する前に、ゲート絶縁膜のダングリングボンドをキュアリングするための熱処理を水素ガス雰囲気下で行う。これによって、前記熱処理を行なうとき、前記シリコン窒化膜によって水素が吸収されることが防止されるので、前記ゲート絶縁膜に水素を効果的に移動させて前記ダングリングボンドを効果的にキュアリングすることができる。よって前記ゲート絶縁膜を有する半導体装置の信頼性を改善することができる。

【００８６】

以上、本発明の実施形態によって詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明が属する技術分野において通常の知識を有するものであれば本発明の思想と精神を離脱することなく、本発明を修正または変更できる。

【図面の簡単な説明】

【００８７】

【図１】ゲート構造物上にシリコン窒化膜の形成されていない場合（Ａ）と形成されている場合（Ｂ）それぞれにおいて、水素ガス雰囲気下で前記ゲート構造物を熱処理したとき、前記ゲート構造物内に含まれている水素の量を示したグラフである。

【図２】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【図３】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【図４】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【図５】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【図６】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【図７】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【図８】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

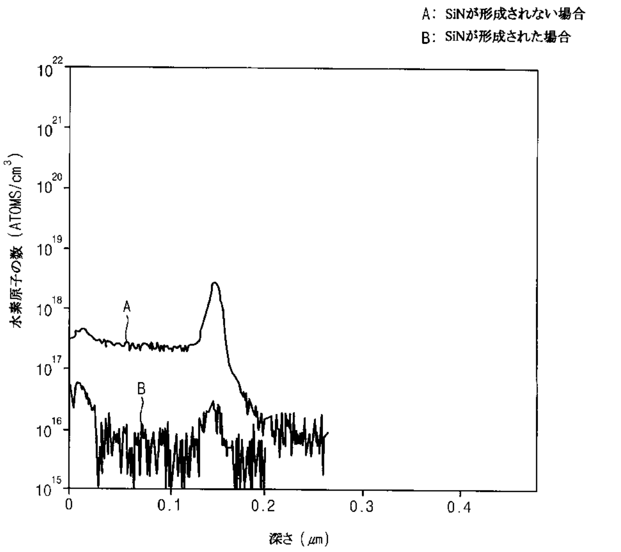
【図９】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

【図１０】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。

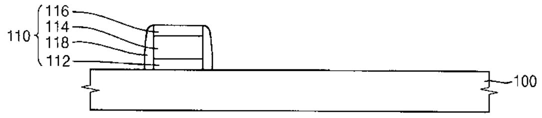
【図１１】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である

。
【図１２】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。
【図１３】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。
【図１４】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。
【図１５】本発明の第１実施形態による半導体の製造方法を説明するための断面図である。
【図１６】静的（ｓｔａｔｉｃ）リフラッシュ時間を示したグラフである。
【図１７】動的（ｄｙｎａｍｉｃ）リフラッシュ時間を示したグラフである。
【図１８】前記熱処理工程の後、後続の高温工程が伴われない場合（Ａ）と高温工程が伴われる場合（Ｂ）において、ゲート絶縁膜に分布する重水素原子数を示すグラフである。
【図１９】本発明の第２実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２０】本発明の第２実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２１】本発明の第２実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２２】本発明の第２実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２３】本発明の第２実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２４】本発明の第３実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２５】本発明の第３実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２６】本発明の第３実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【図２７】本発明の第３実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。
【符号の説明】
【００８８】
　１００、２００、３００：基板、１１０：ゲート構造物、１１２：ゲート絶縁膜パターン、１２０：第１層間絶縁膜、１３５：プラグ、１４０：第１エッチング阻止膜、１４５：第２層間絶縁膜、１５５：第１金属配線、１６０：第２エッチング阻止膜、１７０：第３エッチング阻止膜、１６５：第３層間絶縁膜、１７５：第４層間絶縁膜、１８５：第２金属配線、１９０：保護膜、２１０、３１０：第１ゲート構造物、２１２：第１ゲート絶縁膜パターン、２２２：第２ゲート絶縁膜パターン、２２０、３２０：第２ゲート構造物、２３０：第１層間絶縁膜、２３５：第１プラグ、２３７：第２プラグ、２４０：ビットライン、２５０：第２層間絶縁膜、２５５：第３プラグ、２６０：第１エッチング阻止膜、２６５：第３層間絶縁膜、２７５：第１金属配線、２８０：第２エッチング阻止膜、２８５：第４層間絶縁膜、２９０：第３エッチング阻止膜、２９５：第５層間絶縁膜、２９７：第２金属配線、２８５：第４層間絶縁膜、２９５：第５層間絶縁膜

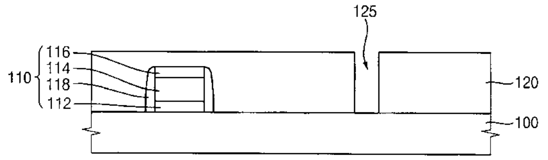
【図１】



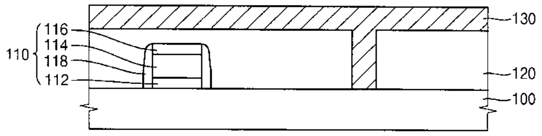
【図２】



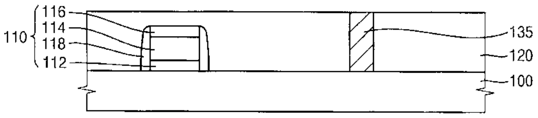
【図３】



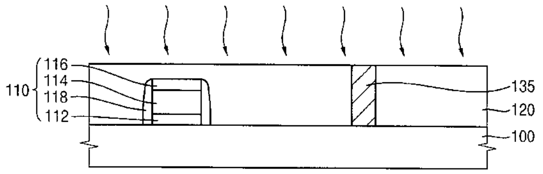
【図４】



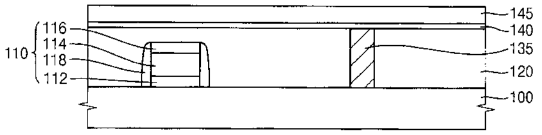
【図５】



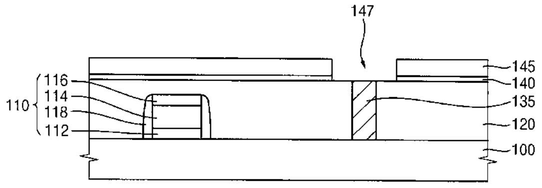
【図６】



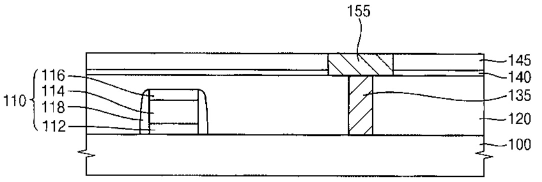
【図７】



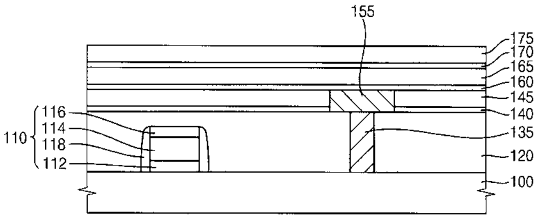
【図８】



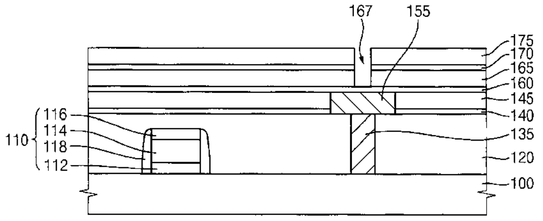
【図９】



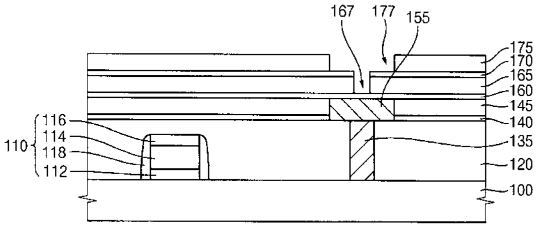
【図１０】



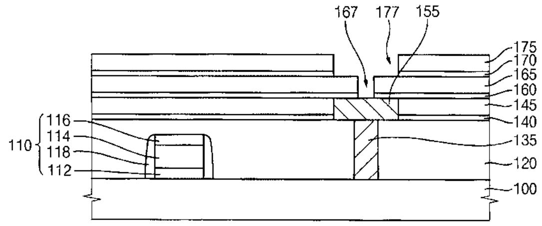
【図１１】



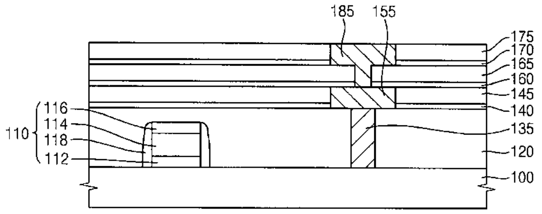
【図１２】



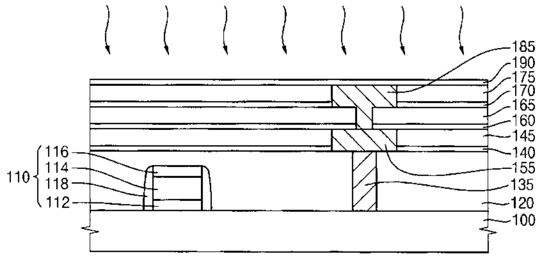
【図１３】



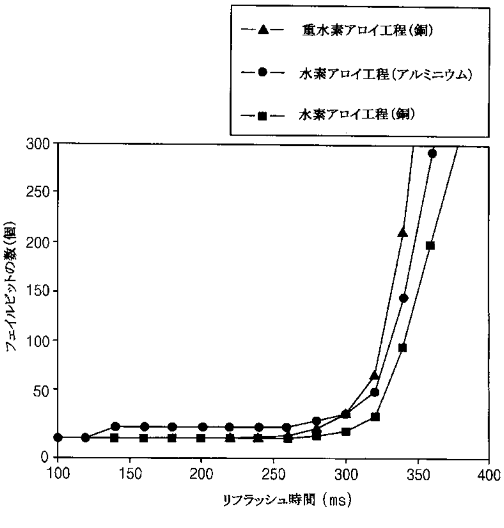
【図１４】



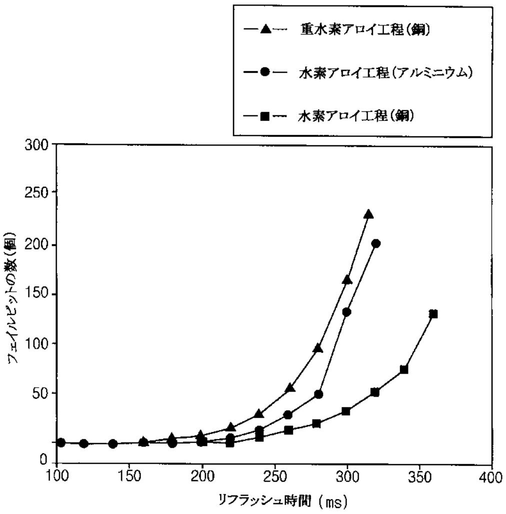
【図１５】



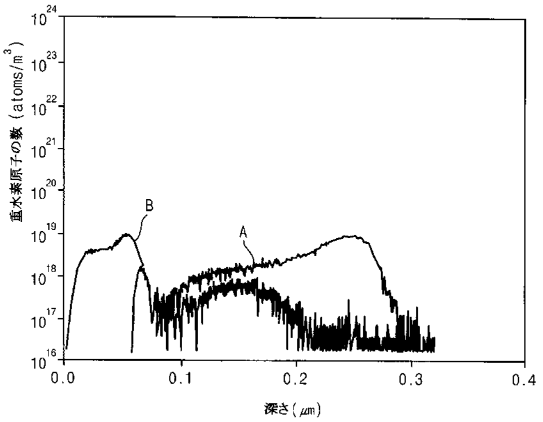
【図１６】



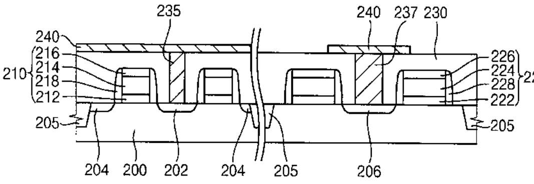
【図１７】



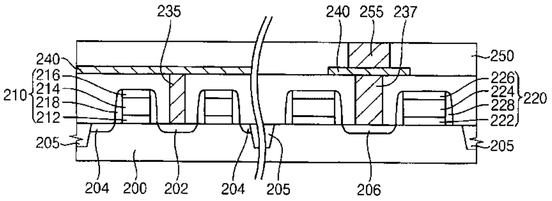
【図１８】



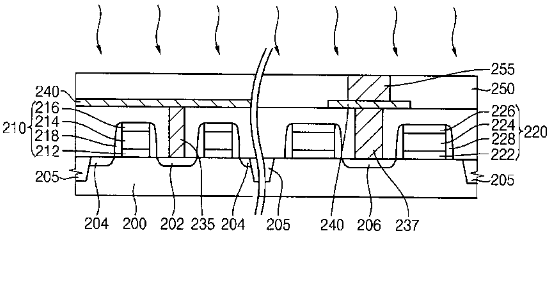
【図１９】



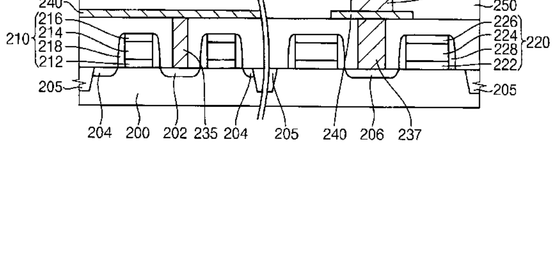
【図２０】



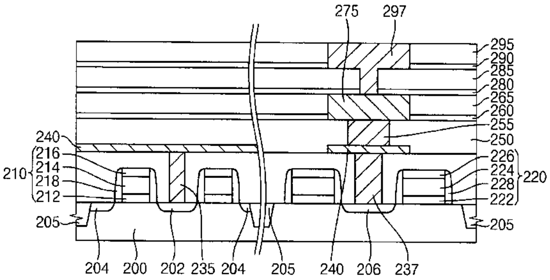
【図２１】



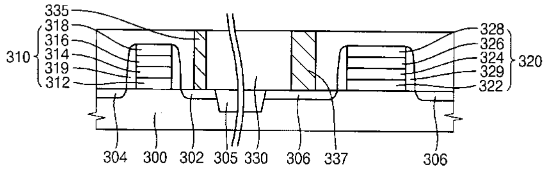
【図２２】



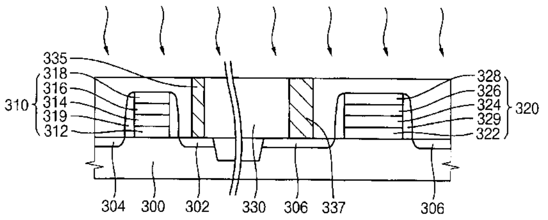
【図２３】



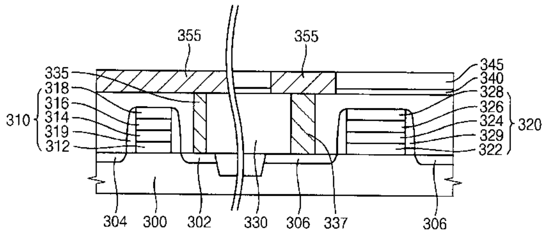
【図２４】



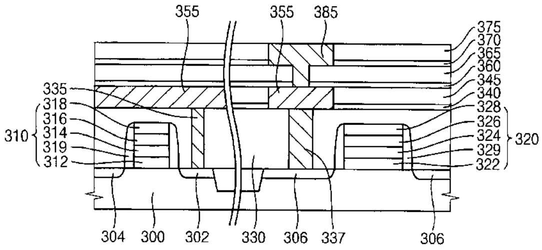
【図２５】


335
318
316
314
319
312
310
328
326
324
329
322
320
304
300
302
330
306
337
306

【図２６】


355
355
335
318
316
314
319
312
310
345
340
328
326
324
329
322
320
304
300
302
330
306
337
306

【図２７】


355
355
385
375
370
365
360
345
340
328
326
324
329
322
320
335
318
316
314
319
312
310
304
300
302
330
306
337
306

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			ＦＩ			テーマコード（参考）
Ｈ０１Ｌ	***21/8247***	***(2006.01)***	Ｈ０１Ｌ	29/78	３７１	
Ｈ０１Ｌ	***27/115***	***(2006.01)***	Ｈ０１Ｌ	27/06	１０２Ａ	
Ｈ０１Ｌ	***29/788***	***(2006.01)***				
Ｈ０１Ｌ	***29/792***	***(2006.01)***				
Ｈ０１Ｌ	***21/8234***	***(2006.01)***				
Ｈ０１Ｌ	***27/06***	***(2006.01)***				

(72)発明者　崔　吉鉉
大韓民国ソウル特別市江南区大峙１洞チョンシルアパート１５棟８０２号
(72)発明者　リ　ジョングミョング
大韓民国京畿道城南市盆唐区盆唐洞セッピョルマウルサンブアパート４１４棟１０２号
(72)発明者　成　金重
大韓民国ソウル特別市瑞草区瑞草洞１３１６棟１７号

Ｆターム(参考) 5F033 GG00 GG01 HH04 HH08 HH11 HH19 HH25 JJ01 JJ08 JJ11
JJ18 JJ19 JJ33 KK01 KK08 KK11 KK19 MM01 MM02 MM15
NN06 NN07 QQ09 QQ10 QQ25 QQ31 QQ37 QQ48 QQ58 QQ73
QQ74 QQ76 RR01 RR04 RR06 RR08 RR11 SS04 SS11 SS25
SS27 TT08 VV06 VV07 VV16 WW00 WW03 XX00
5F048 AA07 AB01 AC03 BA01 BB03 BE03 BF02 BF07 BF11 BG13
DA24
5F058 BC02 BF52 BH05 BJ01
5F083 AD48 EP02 EP22 JA35 JA36 JA37 JA39 JA56 MA06 MA20
NA01 PR33
5F101 BA01 BB05 BD02 BH17