

(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2010-141024

(P2010-141024A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/768 (2006.01)	H O 1 L 21/90 N	5 F O 3 3
H O 1 L 23/522 (2006.01)	H O 1 L 21/316 C	5 F O 5 8
H O 1 L 21/316 (2006.01)	H O 1 L 21/90 L	
	H O 1 L 21/90 P	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-314540 (P2008-314540)	(71) 出願人	503121103
(22) 出願日	平成20年12月10日 (2008.12.10)		株式会社ルネサステクノロジ
			東京都千代田区大手町二丁目6番2号
		(74) 代理人	100064746
			弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

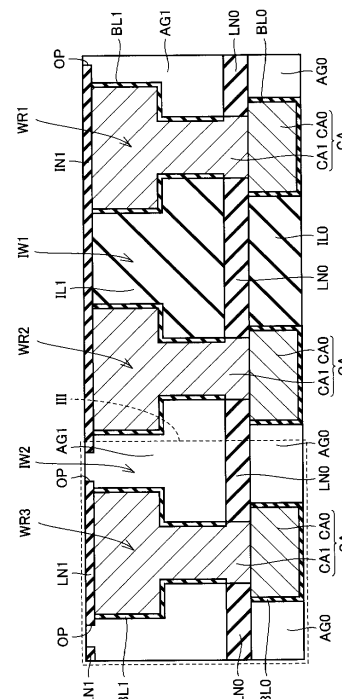
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法および半導体装置

(57) 【要約】

【課題】エアギャップ部を有し、かつ、高い機械的強度を有する半導体装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】酸素を含有する層間絶縁膜 I L 1 の複数の溝部の側壁を被覆するバリア金属層 A L が形成される。複数の溝部を充填するように配線金属層 P C が形成される。層間絶縁膜 I L 1 の酸素を熱拡散させることによってバリア金属層 A L の少なくとも一部を酸化することによって、酸化バリア層 B L 1 が形成される。配線金属層のうち複数の溝部の外側の部分を除去することによって、第 1 および第 2 の配線間領域 I W 1 , I W 2 と第 1 ~ 第 3 の配線 W R 1 ~ W R 3 とが形成される。第 1 の配線間領域 I W 1 を覆い、かつ第 2 の配線間領域 I W 2 上に開口部 O P を有するライナー膜 L N 1 が形成される。開口部 O P を介したエッチングが行なわれる。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

酸素を含有する層間絶縁膜を半導体基板上に形成する工程と、
前記層間絶縁膜に第 1 ～ 第 3 の溝部を形成する工程と、
金属からなり、前記第 1 ～ 第 3 の溝部の各々の側壁を被覆するバリア金属層を形成する工程と、

前記第 1 ～ 第 3 の溝部を充填するように前記層間絶縁膜上に、銅を含有する配線金属層を形成する工程と、

前記層間絶縁膜に含有される酸素を熱拡散させることによって前記バリア金属層の少なくとも一部を酸化することで、金属酸化物からなる酸化物バリア層を形成する工程と、

前記配線金属層のうち前記第 1 ～ 第 3 の溝部の外側の部分を除去することによって、第 1 の配線間領域によって互いに分離された第 1 および第 2 の配線と、第 2 の配線間領域によって前記第 2 の配線と分離された第 3 の配線とを形成する工程と、

前記第 1 ～ 第 3 の配線を形成する工程の後に、前記第 1 および第 2 の配線間領域と前記第 1 ～ 第 3 の配線との上に位置し、かつ前記第 1 の配線間領域を覆い、かつ前記第 2 の配線間領域上に開口部を有するライナー膜を形成する工程と、

前記開口部を介したエッチングにより前記層間絶縁膜のうち前記第 2 の配線間領域の部分を除去することによって、前記第 2 の配線間領域を気体および真空のいずれかによって満たすエアギャップ部を形成し、かつ前記層間絶縁膜のうち前記第 1 の配線間領域の部分を残存させる工程とを備えた、半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記第 1 ～ 第 3 の配線の少なくとも 1 つは導体部上に形成される、請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記金属は、アルミニウム、チタン、ルテニウムおよびタンタルの少なくともいずれかの金属を含む、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記配線金属層を形成する工程は、前記酸化物バリア層を形成する工程の前に行なわれる、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記バリア金属層は銅を含有する、請求項 4 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

前記酸化物バリア層を形成する工程は、前記配線金属層を形成する工程の前に行なわれる、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】

前記酸化物バリア層を形成する工程の後まで残存した前記バリア金属層を、前記配線金属層を形成する工程の前に除去する工程をさらに備えた、請求項 6 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

半導体基板と、

銅を含有し、前記半導体基板上に設けられた第 1 ～ 第 3 の配線とを備え、

前記第 1 および第 2 の配線の間は第 1 の配線間領域によって分離され、前記第 2 および第 3 の配線の間は第 2 の配線間領域によって分離され、

金属酸化物からなり、前記第 1 および第 2 の配線間領域と、前記第 1 ～ 第 3 の配線との界面を隔てる酸化物バリア層と、

酸素を含有し、前記第 1 の配線間領域を埋めこむ層間絶縁膜と、

前記第 2 の配線間領域を気体および真空のいずれかによって満たすエアギャップ部とをさらに備えた、半導体装置。

【請求項 9】

前記第 1 ～ 第 3 の配線の少なくとも 1 つの前記半導体基板側の面に接する導体部をさら

10

20

30

40

50

に備えた、請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記金属酸化物は、アルミニウム、チタン、ルテニウムおよびタンタルの少なくともいずれかの酸化物を含む、請求項 8 または 9 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記第 1 ～ 第 3 の配線は、前記金属酸化物に含有される金属元素を含有しない、請求項 8 ～ 10 のいずれかに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、半導体装置およびその製造方法に関し、特に、エアギャップ部を有する半導体装置およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年まで、集積回路の高速化は、微細化プロセスを進め、トランジスタのゲート長を縮めることにより達成されてきた。しかし、微細化が進むにつれて集積回路の配線部における遅延が問題となった。この遅延は、配線抵抗 (R) と配線間容量 (C) の積 (RC 積) に比例する。微細化が進められると、配線が細くなることによる配線抵抗の増大と、配線間隔が短くなることによる配線間容量の増大とが生じる。130nm ノード以降では、配線抵抗の低減のために配線層に銅 (Cu) が用いられ、配線間容量の低減のために配線層間に低誘電率膜 ($low-k$ 膜) が用いられている。しかし 32nm ノード以降では、さらなる配線間容量の低減のために、配線間に絶縁膜がない部分 (エアギャップ部) を有する構造 (エアギャップ構造) が検討されている。

20

【0003】

エアギャップ部の形成法の 1 つとして、いわゆる (デュアル) ダマシン法により配線を形成した後に、層間絶縁膜を除去する方法がある。この方法では、まず層間絶縁膜中に配線・ビアとなる箇所が溝や接続孔として形成され、この溝や接続孔が配線材料 (Cu) の膜で埋め込まれ、この膜の余分な部分が CMP (Chemical Mechanical Polish) 法により取り除かれることで Cu 配線が形成される。そして層間絶縁膜のエッチングによる除去が行なわれる。この方法では、層間絶縁膜をエッチングする際に、 Cu 配線をバリア膜で保護する必要がある。

30

【0004】

このようにバリア膜を用いるエアギャップ部の形成方法は、たとえば特開 2007-48974 号公報 (特許文献 1) に記載されている。この公報によれば、以下の工程が行なわれる。

【0005】

まず少なくとも Si を含む絶縁膜中に配線用の溝が形成される。溝中に、所定の金属元素を含み Cu を主成分とする合金膜が埋め込まれる。合金膜上および絶縁膜上に、少なくとも Si を含むポーラス膜が形成される。ポーラス膜越しに少なくとも O_2 ガスを含んだエッチングが熱処理と共に行なわれる。絶縁膜が除去されて空洞が形成されると同時に、合金膜の表面上に所定の金属元素と Si 元素と上記 O_2 ガスからの O 元素との化合物を主成分とするバリア膜が自己整合的に形成される。

40

【特許文献 1】特開 2007-48974 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記公報の技術によれば、絶縁膜が形成されていた領域の全体が空洞となってしまうため、半導体装置の機械強度が不足してしまうことがあるという問題がある。

【0007】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、エアギャップ部を有し

50

、かつ、高い機械的強度を有する半導体装置およびその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一実施の形態における半導体装置の製造方法は、以下の工程を有する。

酸素を含有する層間絶縁膜が半導体基板上に形成される。層間絶縁膜に第1～第3の溝部が形成される。金属からなり、第1～第3の溝部の各々の側壁を被覆するバリア金属層が形成される。第1～第3の溝部を充填するように層間絶縁膜上に、銅を含有する配線金属層が形成される。層間絶縁膜に含有される酸素を熱拡散させることによってバリア金属層の少なくとも一部を酸化することで、金属酸化物からなる酸化物バリア層が形成される。配線金属層のうち第1～第3の溝部の外側の部分を除去することによって、第1の配線間領域によって互いに分離された第1および第2の配線と、第2の配線間領域によって第2の配線と分離された第3の配線とが形成される。第1～第3の配線が形成された後に、第1および第2の配線間領域と第1～第3の配線との上に位置し、かつ第1の配線間領域を覆い、かつ第2の配線間領域上に開口部を有するライナー膜が形成される。開口部を介したエッチングにより層間絶縁膜のうち第2の配線間領域の部分を除去することによって、第2の配線間領域を気体および真空のいずれかによって満たすエアギャップ部が形成され、かつ層間絶縁膜のうち第1の配線間領域の部分が残存される。

10

【0009】

本発明の一実施の形態における半導体装置は、半導体基板と、第1～第3の配線と、酸化物バリア層と、層間絶縁膜と、エアギャップ部とを有する。第1～第3の配線は、銅を含有し、半導体基板上に設けられている。第1および第2の配線の間は第1の配線間領域によって分離され、第2および第3の配線の間は第2の配線間領域によって分離されている。酸化物バリア層は、金属酸化物からなり、第1および第2の配線間領域と、第1～第3の配線との界面を隔てている。層間絶縁膜は、酸素を含有し、第1の配線間領域を埋めこんでいる。エアギャップ部は、第2の配線間領域を気体および真空のいずれかによって満たしている。

20

【発明の効果】

【0010】

本実施の形態によれば、開口部を介したエッチングにより層間絶縁膜のうち第2の配線間領域の部分を除去することによって、第2の配線間領域を気体および真空のいずれかによって満たすエアギャップ部が形成され、かつ層間絶縁膜のうち第1の配線間領域の部分が残存される。これにより、配線間容量を低減するためのエアギャップ部を有し、かつ残存された層間絶縁膜によって機械的強度が高められた半導体装置を得ることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1における半導体装置の構成を概略的に示す部分断面図である。図1を参照して、本実施の形態の半導体装置は、半導体基板ELと、多層配線層WLと、パッシベーション層PLとを有する。半導体基板ELの多層配線層WL側には、トランジスタなどの半導体素子（図示せず）が形成されている。多層配線層WLは半導体基板EL上に形成されている。パッシベーション層PLは多層配線層WL上に形成されている。

40

【0012】

図2は、図1の破線部IIの概略拡大図である。また図3は、図2の破線部IIIの概略拡大図である。主に図2を参照して、多層配線層WLは、複数の配線CAと、下部酸化アルミニウム層BL0と、上部酸化アルミニウム層BL1（酸化物バリア層）と、下部層間絶縁膜IL0と、上部層間絶縁膜IL1（層間絶縁膜）と、下部エアギャップAG0と、上部エアギャップAG1（エアギャップ部）と、下部エアギャップAG0と、上部ライナー膜LN1と、下部ライナー膜LN0とを有する。

50

【 0 0 1 3 】

複数の配線 C A は、銅を含有している。また複数の配線 C A の各々は、下部配線 C A 0 (導体部)と、上部配線 C A 1 とを有する。下部配線 C A 0 は、上部配線 C A 1 の半導体基板 E L (図 1)側の面(図 2における上部配線 C A 1の下面)に接している。上部配線 C A 1の各々は、第 1 ~ 第 3 の配線 W R 1 ~ W R 3 を含む。

【 0 0 1 4 】

第 1 および第 2 の配線 W R 1 , W R 2 の間は、第 1 の配線間領域 I W 1 によって分離されている。また第 2 および第 3 の配線 W R 2 , W R 3 の間は、第 2 の配線間領域 I W 2 によって分離されている。

【 0 0 1 5 】

上部酸化アルミニウム層 B L 1 は、第 1 および第 2 の配線間領域 I W 1 , I W 2 と、配線 W R 1 ~ W R 3 との界面を隔てている。また上部酸化アルミニウム層はアルミニウムの酸化物を含む金属酸化物からなる。上部酸化アルミニウム層 B L 1 の厚さは、たとえば 0 . 5 ~ 1 0 n m である。

【 0 0 1 6 】

上部層間絶縁膜 I L 1 は、第 1 の配線間領域 I W 1 を埋めこんでいる。また上部層間絶縁膜 I L 1 は、酸素を含有する絶縁材料からなる。この絶縁材料は、たとえばシリカ系絶縁材料であり、より具体的には、たとえば S i O₂ または S i O C である。

【 0 0 1 7 】

上部エアギャップ A G 1 は、第 2 の配線間領域 I W 2 を気体および真空のいずれかによって満たしている。これにより第 2 の配線間領域 I W 2 の誘電率は、第 1 の配線間領域 I W 1 の誘電率よりも小さくされている。

【 0 0 1 8 】

上部ライナー膜 L N 1 は、第 1 および第 2 の配線間領域 I W 1 , I W 2 と第 1 ~ 第 3 の配線 W R 1 ~ W R 3 との上に位置している。また上部ライナー膜 L N 1 は、第 1 の配線間領域 I W 1 を覆っている。また上部ライナー膜 L N 1 は、第 2 の配線間領域 I W 2 上に開口部 O P を有する。上部ライナー膜 L N 1 は、配線 C A 中の C u の拡散を遮断することができる材料からなる。この材料は、たとえば、S i N、S i C および S i C N のいずれかである。

【 0 0 1 9 】

なお下部配線 C A 0、下部酸化アルミニウム層 B L 0、下部層間絶縁膜 I L 0、下部ライナー膜 L N 0 および下部エアギャップ A G 0 のそれぞれの材料は、たとえば上部配線 C A 1、上部酸化アルミニウム層 B L 1、上部層間絶縁膜 I L 1、上部ライナー膜 L N 1 および上部エアギャップ A G 1 のそれぞれの材料と同様のものが用いられている。

【 0 0 2 0 】

次に本実施の形態の半導体装置の製造方法について説明する。図 4 ~ 図 9 のそれぞれは、本発明の実施の形態 1 における半導体装置の製造方法の第 1 ~ 第 6 工程を、図 3 の図示範囲において示す概略的な断面図である。

【 0 0 2 1 】

まず、トランジスタなどの半導体素子が形成された半導体基板 E L (図 1)が準備される。

【 0 0 2 2 】

図 4 を参照して、半導体基板 E L 上に、下部配線 C A 0 と、下部酸化アルミニウム層 B L 0 と、下部エアギャップ A G 0 とが形成される。これらの形成方法としては、後述する上部配線 C A 1 と、上部酸化アルミニウム層 B L 1 と、上部エアギャップ A G 1 との形成方法と同様の方法を用いることができる。

【 0 0 2 3 】

次に半導体基板 E L 上に、下部ライナー膜 L N 0 と、酸素を含有する上部層間絶縁膜 I L 1 との積層膜が形成される。次にこの積層膜に、接続孔 T H と配線溝 W T とを有する溝部が形成される。この溝部は、たとえばドライエッチング法により形成することができる

10

20

30

40

50

。

【 0 0 2 4 】

図 5 を参照して、上記溝部の側壁および底面を被覆するアルミニウム層 A L (バリア金属層) が形成される。このアルミニウム層 A L 上に銅シード層 C S が形成される。アルミニウム層 A L および銅シード層 C S の各々は、たとえば P V D (Physical Vapor Deposition) 法により形成することができる。

【 0 0 2 5 】

図 6 を参照して、アルミニウム層 A L および銅シード層 C S を介して上記溝部を充填するように、上部層間絶縁膜 I L 1 上に、銅層 P C (配線金属層) が形成される。銅層 P C の形成は、たとえば純銅めっきにより行なうことができる。

10

【 0 0 2 6 】

主に図 7 を参照して、次に熱処理が行なわれる。熱処理の温度は、たとえば 1 0 0 ~ 5 0 0 である。また熱処理の雰囲気は、たとえば真空または弱い酸化雰囲気である。この熱処理によって、上部層間絶縁膜 I L 1 に含有される酸素が熱拡散される。これによってアルミニウム層 A L (図 6) の少なくとも一部を酸化することで、上部酸化アルミニウム層 B L 1 が形成される。またこの熱処理によって、アルミニウム層 A L (図 6) の一部が銅層 P C (図 6) に拡散されることで、銅層 P C から銅・アルミニウム層 P C A が形成される。

【 0 0 2 7 】

次に、銅・アルミニウム層 P C A および上部酸化アルミニウム層 B L 1 のうち上部層間絶縁膜 I L 1 の溝部の外側の部分が、C M P 法によって除去される。

20

【 0 0 2 8 】

主に図 8 を参照して、上記の除去によって、第 3 の配線 W R 3 が形成される。また同時に、第 1 および第 2 の配線 W R 1 , W R 2 (図 2) が形成される。これら第 1 ~ 第 3 の配線 W R 1 ~ W R 3 (図 2) と、第 1 および第 2 の配線間領域 I W 1 , I W 2 (図 2) との上に、上部ライナー膜 L N 1 が形成される。

【 0 0 2 9 】

主に図 9 を参照して、第 2 の配線間領域 I W 2 上に選択的に、開口部 O P が形成される。この際、第 1 の配線間領域 I W 1 (図 2) 上には開口部は形成されないため、第 1 の配線間領域 I W 1 は上部ライナー膜 L N 1 によって覆われたままである。開口部 O P の選択的な形成は、たとえばフォトリソグラフィ技術によって行なうことができる。

30

【 0 0 3 0 】

次に開口部 O P を介したエッチングにより上部層間絶縁膜 I L 1 のうち第 2 の配線間領域 I W 2 の部分が除去される。エッチング方法としては、たとえばウエットエッチング法を用いることができる。このエッチングにより、第 2 の配線間領域 I W 2 を気体および真空のいずれかによって満たす上部エアギャップ A G 1 (図 3) が形成される。このエッチングの際、第 1 の配線間領域 I W 1 (図 2) は上部ライナー膜 L N 1 によって覆われているので、上部層間絶縁膜 I L 1 のうち第 1 の配線間領域 I W 1 の部分は残存する。

【 0 0 3 1 】

以上により本実施の形態の半導体装置 (図 1 ~ 図 3) が得られる。

40

本実施の形態によれば、開口部 O P (図 9) を介したエッチングにより上部層間絶縁膜 I L 1 のうち第 2 の配線間領域 I W 2 の部分を除去することによって、図 2 に示すように、第 2 の配線間領域 I W 2 を気体および真空のいずれかによって満たす上部エアギャップ A G 1 が形成され、かつ上部層間絶縁膜 I L 1 のうち第 1 の配線間領域 I W 1 の部分が残存される。これにより、第 2 および第 3 の配線 W R 2 , W R 3 の間の配線間容量を低減するための上部エアギャップ A G 1 を有し、かつ第 1 の配線間領域 I W 1 に位置する上部層間絶縁膜 I L 1 によって機械的強度が高められた半導体装置を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

また開口部 O P が設けられる位置は任意に選択することができる。よって配線間容量を低減したい領域に選択的に上部エアギャップ A G 1 を形成することができる。

50

【 0 0 3 3 】

またアルミニウム層 A L (図 6) のうち、上部配線 C A 1 となる部分 (銅層 P C の溝内の部分) と下部配線 C A 0 の境界部分に位置していた部分のアルミニウム元素は、図 3 の領域 N B に示すように、ほぼ熱拡散によって消散される。よってこの境界部分における電気抵抗がアルミニウム元素の存在によって増大することを抑制することができる。

【 0 0 3 4 】

また上部酸化アルミニウム層 B L 1 によって、上部エアギャップ A G 1 を形成するためのエッチングにおける第 1 ~ 第 3 の配線 W R 1 ~ W R 3 へのダメージを抑制することができる。

【 0 0 3 5 】

また銅・アルミニウム層 P C A (図 7) から配線 C A (図 8) が形成されるので、配線 C A はアルミニウムを含有する。これにより純銅からなる配線の信頼性に比して、より高い信頼性が確保される。

【 0 0 3 6 】

上記の説明においては、アルミニウム層 A L (図 6) が上部層間絶縁膜 I L 1 とのみ反応することで上部酸化アルミニウム層 B L 1 (図 7) が形成される例を示したが、これ以外に、以下に説明する変形例が用いられてもよい。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 は、本発明の実施の形態 1 の変形例における半導体装置の製造方法の一工程を示す概略的な部分断面図であり、図 8 の工程に対応する図である。本変形例においては、熱処理条件などを変えることにより、アルミニウム層 A L (図 6) および下部配線 C A 0 の各々と下部ライナー膜 L N 0 との界面での反応によって、炭化アルミニウム (A L C) 層 B L 2 (図 1 0) が形成される。次に、図 9 と同様の開口部 O P が形成される。次に、下部酸化アルミニウム層 B L 0、上部酸化アルミニウム層 B L 1、および炭化アルミニウム層 B L 2 によって配線 C A へのダメージを抑制しながら、エッチングによって上部層間絶縁膜 I L 1 および下部ライナー膜 L N 0 が除去される。

【 0 0 3 8 】

本変形例によれば、上部層間絶縁膜 I L 1 に加えて下部ライナー膜 L N 0 も除去できるので、配線容量をより一層低減することができる。

【 0 0 3 9 】

(実施の形態 2)

図 1 1 は、本発明の実施の形態 2 における半導体装置の構成を、図 1 の破線部 I I に示す図示範囲において概略的に示す部分断面図である。また図 1 2 は、図 1 1 の破線部 X I I の概略拡大図である。図 1 1 および図 1 2 を参照して、本実施の形態の半導体装置は、上部配線 C A 1 および下部配線 C A 0 からなる配線 C A (実施の形態 1) の代わりに、上部配線 C C 1 および下部配線 C C 0 からなる配線 C C を有する。配線 C C は、上部酸化アルミニウム層 B L 1 に含まれる酸化アルミニウムに含有される金属元素であるアルミニウム元素を含有していない。より具体的には、配線 C C は、たとえば純銅からなる。

【 0 0 4 0 】

次に本実施の形態の半導体装置の製造方法について説明する。図 1 3 ~ 図 1 6 のそれぞれは、本発明の実施の形態 2 における半導体装置の製造方法の第 1 ~ 第 4 工程を、図 1 2 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【 0 0 4 1 】

図 1 3 を参照して、実施の形態 1 と同様に、上部層間絶縁膜 I L 1 の溝部の側壁および底面を被覆するアルミニウム層 A L (バリア金属層) が形成される。

【 0 0 4 2 】

図 1 4 を参照して、次に実施の形態 1 と同様の熱処理が行なわれる。この熱処理によって、上部層間絶縁膜 I L 1 に含有される酸素が熱拡散される。これによってアルミニウム層 A L (図 6) の一部を酸化することで、上部酸化アルミニウム層 B L 1 が形成される。次に残存したアルミニウム層 A L がエッチングによって除去される。エッチング方法とし

10

20

30

40

50

ては、たとえば混酸によるウエットエッチングを用いることができる。

【0043】

図15を参照して、上記エッチングによって上部層間絶縁膜IL1の溝内から金属アルミニウムが除去される。

【0044】

図16を参照して、上部酸化アルミニウム層BL1上に銅シード層CSが形成される。次に実施の形態1の図6と同様に、銅シード層CS上に銅層PCが形成される。次に、図8および図9と同様の工程が行なわれることで、本実施の形態の半導体装置が形成される。

【0045】

なお、上記以外の構成については、上述した実施の形態1の構成とほぼ同じであるため、同一または対応する要素について同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

【0046】

本実施の形態によれば、銅層PC(図6)形成前に予め上部酸化アルミニウム層BL1が形成されているので、銅層PC形成後に上部酸化アルミニウム層BL1を形成するための熱処理を行なう必要がない。よって最終的に形成される配線CC(図8)にアルミニウム層AL中のアルミニウムが熱拡散されないので、配線CCの銅純度を高めることができる。これにより配線CCの電気抵抗を低減することができる。

【0047】

(実施の形態3)

図17は、本発明の実施の形態3における半導体装置の製造方法の一工程を概略的に示す部分断面図である。図17を参照して、図4(実施の形態1)と同様に、上部層間絶縁膜IL1に溝部が形成された後、この溝部の側壁および底面を被覆する銅・アルミニウム・シード層CAS(バリア金属層)が形成される。銅・アルミニウム・シード層CASは、銅およびアルミニウムの合金からなり、たとえばPVD(Physical Vapor Deposition)法により形成することができる。この後、実施の形態1における図6(実施の形態1)の銅層PCの形成工程、およびそれ以降の工程と同様の工程が行なわれることで、本実施の形態の半導体装置が形成される。

【0048】

本実施の形態によれば、実施の形態1におけるアルミニウム層ALおよび銅シード層CSの形成工程(図5)、すなわち1層の薄膜の形成工程を、銅・アルミニウム・シード層CASの形成工程(図17)、すなわち1層の薄膜の形成工程に置き換えることができる。これにより半導体装置の製造工程を簡略化することができる。

【0049】

なお上記各実施の形態においては、バリア金属層としてアルミニウム層ALまたは銅・アルミニウム・シード層CASが用いられ、かつ酸化物バリア層として上部酸化アルミニウム層BL1が用いられたが、本発明はこれに限定されるものではない。たとえば、アルミニウム、チタン、ルテニウムおよびタンタルの少なくともいずれかの金属を含む金属からなるバリア金属層を用いることで、アルミニウム、チタン、ルテニウムおよびタンタルの少なくともいずれかの酸化物を含む金属酸化物からなる酸化物バリア層が形成されてもよい。

【0050】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明は、エアギャップ部を有する半導体装置およびその製造方法に特に有利に適用され得る。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 2 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の構成を概略的に示す部分断面図である。

【図 2】図 1 の破線部 I I の概略拡大図である。

【図 3】図 3 は、図 2 の破線部 I I I の概略拡大図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の製造方法の第 1 工程を、図 3 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の製造方法の第 2 工程を、図 3 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の製造方法の第 3 工程を、図 3 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 7】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の製造方法の第 4 工程を、図 3 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 8】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の製造方法の第 5 工程を、図 3 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態 1 における半導体装置の製造方法の第 6 工程を、図 3 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 10】本発明の実施の形態 1 の変形例における半導体装置の製造方法の一工程を示す概略的な部分断面図であり、図 8 に対応する工程を示す図である。

【図 11】本発明の実施の形態 2 における半導体装置の構成を、図 1 の破線部 I I に示す図示範囲において概略的に示す部分断面図である。

【図 12】図 11 の破線部 X I I の概略拡大図である。

【図 13】本発明の実施の形態 2 における半導体装置の製造方法の第 1 工程を、図 12 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 14】本発明の実施の形態 2 における半導体装置の製造方法の第 2 工程を、図 12 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 15】本発明の実施の形態 2 における半導体装置の製造方法の第 3 工程を、図 12 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 16】本発明の実施の形態 2 における半導体装置の製造方法の第 4 工程を、図 12 に対応する図示範囲において示す概略的な部分断面図である。

【図 17】本発明の実施の形態 3 における半導体装置の製造方法の一工程を概略的に示す部分断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

A G 0 下部エアギャップ、A G 1 上部エアギャップ（エアギャップ部）、A L アルミニウム層（バリア金属層）、B L 0 下部酸化アルミニウム層、B L 1 上部酸化アルミニウム層（酸化物バリア層）、B L 2 炭化アルミニウム層、C A 配線、C A 0 下部配線（導体部）、C A 1 上部配線、C A S 銅・アルミニウム・シード層、C C 配線、C C 0 下部配線、C C 1 上部配線、C S 銅シード層、E L 半導体基板、I L 0 下部層間絶縁膜、I L 1 上部層間絶縁膜（層間絶縁膜）、I W 1 第 1 の配線間領域、I W 2 第 2 の配線間領域、L N 0 下部ライナー膜、L N 1 上部ライナー膜、O P 開口部、P C 銅層（配線金属層）、P C A 銅・アルミニウム層、P L パッシベーション層、T H 接続孔、W L 多層配線層、W R 1 ~ W R 3 第 1 ~ 第 3 の配線、W T 配線溝。

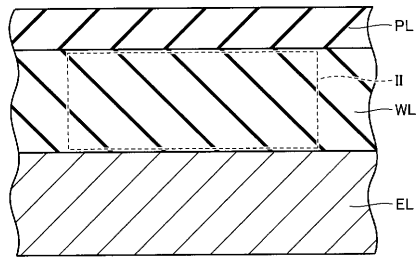
10

20

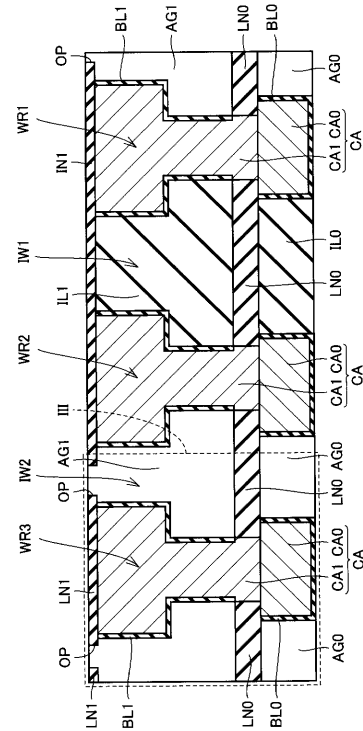
30

40

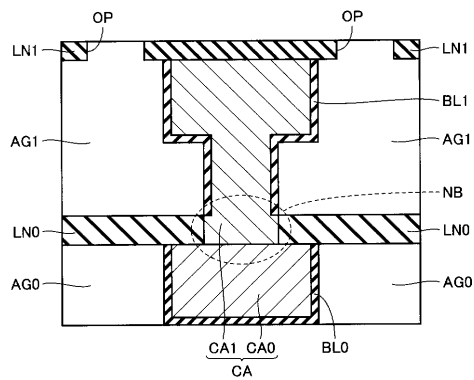
【図 1】



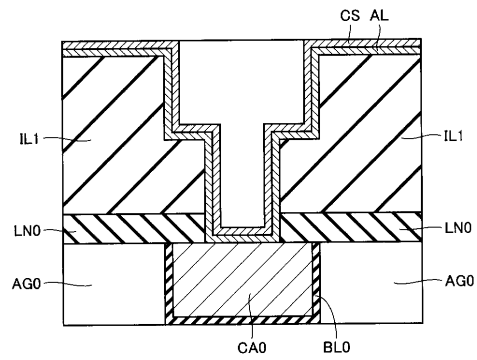
【図 2】



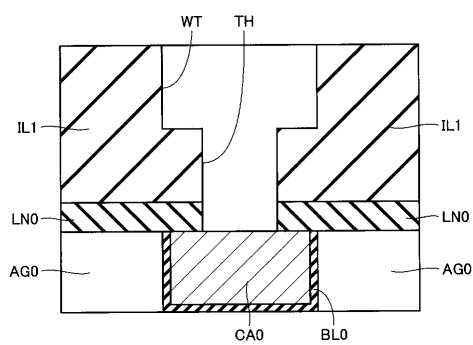
【図 3】



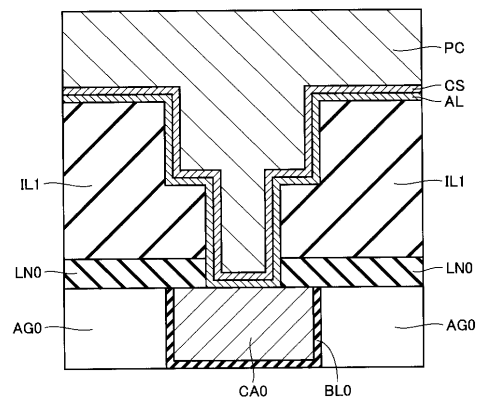
【図 5】



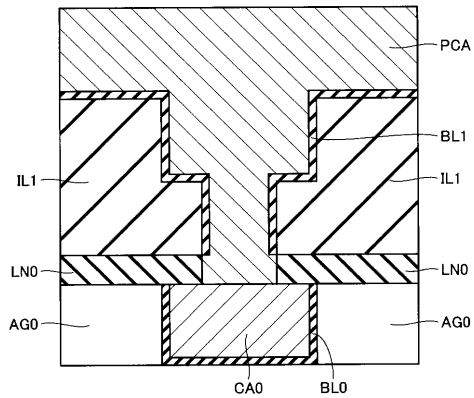
【図 4】



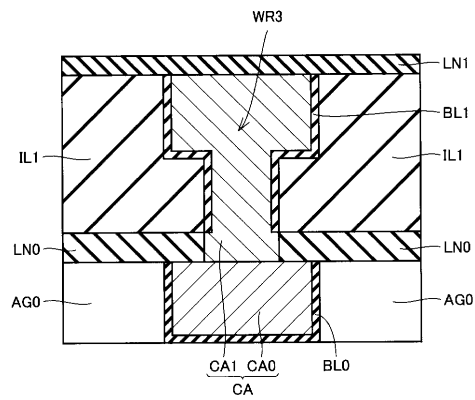
【図 6】



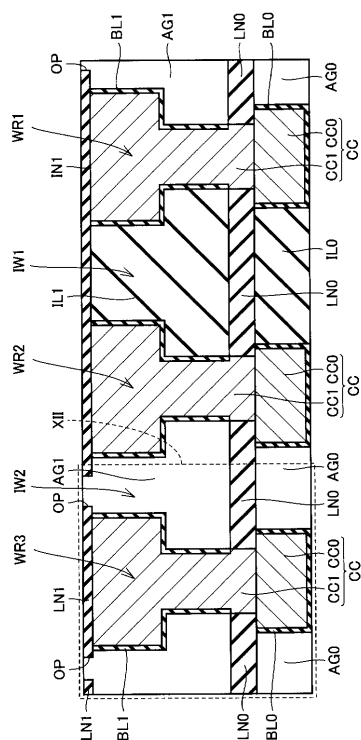
【図 7】



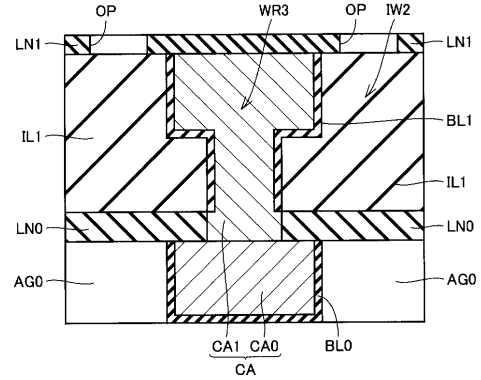
【図 8】



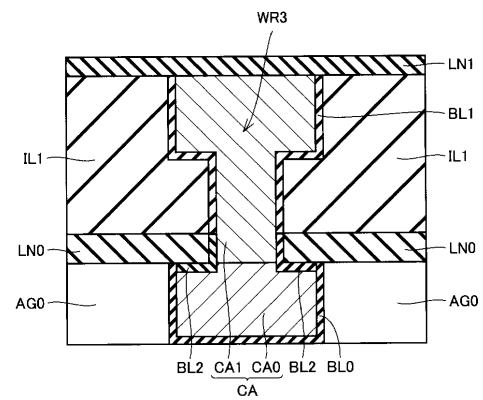
【図 11】



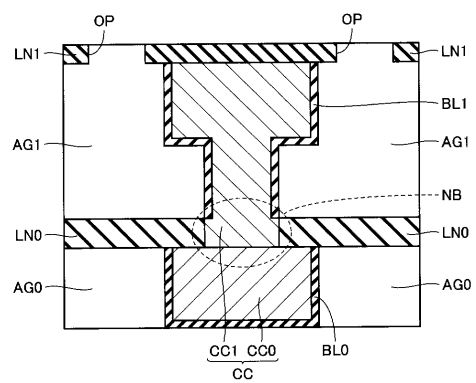
【図 9】



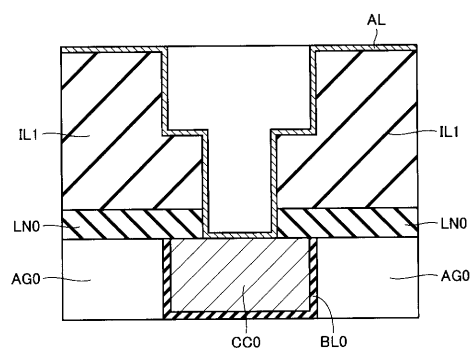
【図 10】



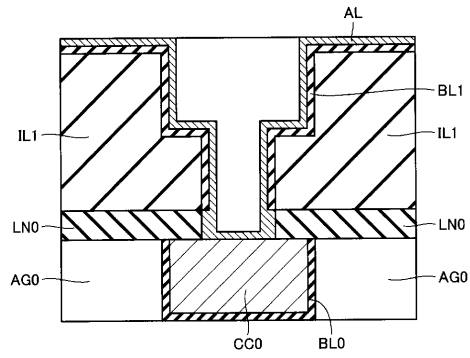
【図 12】



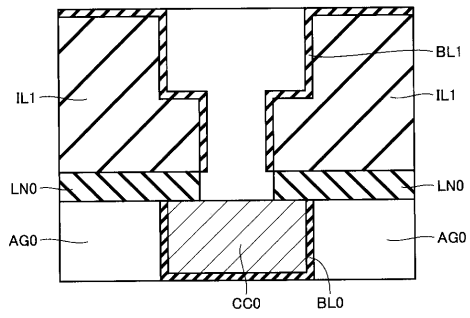
【図 13】



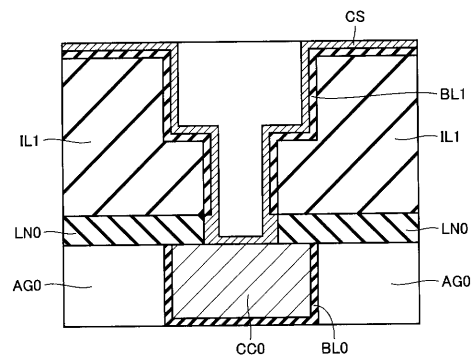
【図 1 4】



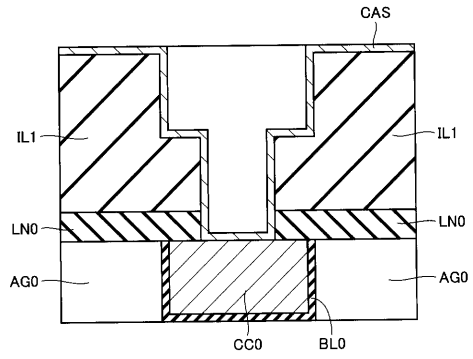
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 大森 和幸

東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 株式会社ルネサステクノロジ内

(72)発明者 前川 和義

東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 株式会社ルネサステクノロジ内

(72)発明者 森 健壹

東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 株式会社ルネサステクノロジ内

(72)発明者 堤 聡明

東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 株式会社ルネサステクノロジ内

F ターム(参考) 5F033 HH07 HH11 HH12 HH35 JJ07 JJ11 JJ12 JJ35 JJ38 KK07
KK08 KK11 KK35 KK36 MM02 MM12 MM13 NN06 NN07 PP14
PP27 PP33 QQ09 QQ73 QQ74 QQ76 QQ80 QQ85 RR01 RR03
RR04 RR06 RR30 SS26 SS27 TT07 TT08 XX00 XX24
5F058 AA10 AB05 AB06 AC03 AD02 AD05 AG01 AG10 AH02 BA20
BC02 BC03 BD01 BD02 BD04 BD05 BE10 BF54 BF55 BF60
BH20 BJ02 BJ05 BJ07