

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3927270号  
(P3927270)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月9日(2007.3.9)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>B 2 4 B</b>	<b>37/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 4 B	37/00 H
<b>C 0 9 K</b>	<b>3/14</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 9 K	3/14 5 5 0 C
<b>H 0 1 L</b>	<b>21/304</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 1 L	21/304 6 2 1 D
			H 0 1 L	21/304 6 2 2 D

請求項の数 4 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-351341</p> <p>(22) 出願日 平成8年12月27日(1996.12.27)</p> <p>(65) 公開番号 特開平10-180619</p> <p>(43) 公開日 平成10年7月7日(1998.7.7)</p> <p>審査請求日 平成15年8月27日(2003.8.27)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号</p> <p>(73) 特許権者 000006183 三井金属鉱業株式会社 東京都品川区大崎1丁目11番1号</p> <p>(74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦</p> <p>(72) 発明者 岸井 貞浩 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内</p> <p>(72) 発明者 中村 亘 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 研磨剤、研磨方法および半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

MnO<sub>2</sub> よりなる砥粒と、溶媒と、添加剤とよりなる研磨剤において、前記添加剤はN(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH)<sub>3</sub>を含むことを特徴とする研磨剤。

【請求項2】

MnO<sub>2</sub> よりなる砥粒と、溶媒と、添加剤とよりなる研磨剤において、前記添加剤はオルガノシランを含むことを特徴とする研磨剤。

【請求項3】

MnO<sub>2</sub> よりなる砥粒と、溶剤と、N(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH)<sub>3</sub> またはオルガノシランを含む添加剤とからなる研磨剤を使って金属を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項4】

MnO<sub>2</sub> よりなる砥粒と、溶剤と、N(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH)<sub>3</sub> またはオルガノシランを含む添加剤とからなる研磨剤を使って導体層を研磨する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に半導体装置の製造に関し、特に研磨工程を含む半導体装置の製造方法に関する。さらに、本発明は研磨方法および研磨剤に関する。

半導体装置、特に半導体集積回路では、基板上に形成した絶縁層上に配線パターンを埋め

込んだ配線構造を多層積層した多層配線構造が一部に採用されてきた。このような多層配線構造では、第1の、下層配線構造上に、他の配線構造が形成されるため、各々の配線構造は平坦な表面を有することが要求される。

【0002】

【従来の技術】

そこで、従来より、多層配線構造を形成する場合には、絶縁層上にコンタクトホールあるいは配線溝を形成し、かかる絶縁層上に、前記コンタクトホールあるいは配線溝を埋めるように金属層を堆積し、次いでかかる金属層を、前記絶縁層表面が露出するまでCMP（化学機械研磨）により除去し、平坦な配線構造を形成することが行われている。かかる配線構造は、上主面が平坦であるため、その上に次の配線構造を容易に形成することができ

10

【0003】

かかる従来の半導体装置の製造工程においては、コンタクトホールあるいは配線溝を埋めるW等の金属層を、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ よりなる砥粒と $\text{H}_2\text{O}_2$ 等よりなる液体酸化剤との混合物よりなる研磨剤を使い、ウレタン樹脂等の研磨布上において研磨し、平坦化している。

【0004】

しかし、このような酸化剤を含んだ研磨剤をW等の導体層の研磨に使用すると、研磨剤中の酸化剤が、前記導体層表面に例えばコンタクトホールあるいは配線溝に対応して形成される凹部の継ぎ目ないしシームに沿って、前記導体層中に侵入してしまい、その結果、かかる酸化剤の存在下で実行される研磨工程により、前記シームが拡大してしまう問題が発生する。すなわち、導体層のCMPの結果コンタクトホールを埋めるように形成される導体プラグの中央部に、前記シームに対応して大きくまた深い凹部が形成されてしまい、コンタクトホールにおける電気的な接続が不確実になってしまう問題点が生じる。かかる導体プラグ研磨時に形成される凹部は、特にコンタクトホールの大きさが $0.5\mu\text{m}$ あるいはそれ以下の高い集積密度を有する半導体装置および集積回路において、特に深刻な信頼性の低下をもたらす。

20

【0005】

この問題点を解決するため、本発明の出願人は、先に、特願平7-169057において、固体酸化剤として作用する $\text{MnO}_2$ を砥粒として有する研磨剤、およびかかる研磨剤を使った半導体装置の製造方法を提案した。かかる $\text{MnO}_2$ を使った研磨剤では、 $\text{H}_2\text{O}_2$ のような液体酸化剤を使わないため、コンタクトホール中のシームが酸化されることがなく、このため研磨を行ってもシームが侵食されることがない。

30

【0006】

一方、このような $\text{MnO}_2$ を使った研磨剤では、特に $\text{SiO}_2$ 膜上に堆積したWやTiN等の導体層を研磨する際に、下地の $\text{SiO}_2$ に対する導体層の研磨の選択性、換言すると、 $\text{SiO}_2$ の研磨速度に対する導体層の研磨速度の比が2倍程度であるため、 $\text{SiO}_2$ が効果的な研磨ストッパとして作用しない問題点があった。

【0007】

このため、本発明の出願人は、研磨される金属材料の液体酸化剤による侵食を抑制でき、しかも絶縁膜に対して高い選択性を示す研磨剤として、 $\text{MnO}_2$ よりなる砥粒と、溶媒と、添加剤とよりなる研磨剤において、前記添加剤として、ベンゼン環を含む化合物、あるいは乳酸、あるいはラクトース等を使用することを、特願平7-169048において提案した。このような添加剤を使うことにより、Wの研磨速度と $\text{SiO}_2$ の研磨速度との間に20以上の選択比を実現できることが発見された。換言すると、 $\text{SiO}_2$ は、このような場合、効果的な研磨ストッパとして作用する。

40

【0008】

一方、かかる半導体集積回路の製造においては、層間絶縁膜等の絶縁層を研磨する必要がある場合も度々生じる。

例えば、半導体集積回路では、一般に隣接する半導体装置相互を電氣的に分離するために

50

素子分離構造を形成するが、特に最近の微細化された半導体集積回路においては、従来のLOCOS法によるフィールド酸化膜のかわりに、隣接する素子間に溝（シャロートレンチ）を形成した、いわゆるシャロートレンチ構造が使われるようになってきている。かかるシャロートレンチ法では、素子間に形成した溝を絶縁層で埋め込むことにより、所期の素子分離効果を得る。しかし、このような従来のシャロートレンチ法では、基板表面に溝を形成するため、必然的に凹凸が生じ、このためかかる分離構造を形成された基板表面上に半導体装置あるいは多層配線構造を形成するためには、基板を覆う層間絶縁膜を平坦化する必要がある。

#### 【0009】

このような要求に応じて、本発明の出願人は、先に特願平8-167621において、 $Mn_2O_3$  あるいは $Mn_3O_4$  を砥粒として使う研磨剤を提案した。 $Mn_2O_3$  あるいは $Mn_3O_4$  を使うことにより、 $SiO_2$  層を、従来のコロイダルシリカ研磨剤と実質的に同等、あるいはそれ以上の研磨速度で研磨することができる。さらに、同様な結果が、研磨の際に $MnO_2$  砥粒を使い、その表面を $Mn_2O_3$  あるいは $Mn_3O_4$  が形成されるような条件で処理した場合にも得られることが確認された。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、先に説明した $MnO_2$  研磨剤にベンゼン環を有する化合物等よりなる添加剤を加えた場合、望ましい研磨の選択性を得るためには、多量の添加剤を、典型的には10重量%程度加える必要があった。しかし、多量の添加剤を使った場合、研磨後の洗浄を長時間行わなければならない等の問題が生じ、特に半導体装置の製造において、スループットが低下してしまう。

#### 【0011】

また、 $Mn_2O_3$  あるいは $Mn_3O_4$  を砥粒として $SiO_2$  層等の絶縁層を研磨する場合、コロイダルシリカ等、シリカ系研磨剤に匹敵する研磨速度は得られるが、研磨速度の絶対値は、セリア( $CeO_2$ ) を使って $SiO_2$  等のガラスを研磨する場合にはおよばない。

#### 【0012】

そこで、本発明は、 $MnO_2$  を砥粒とする研磨剤において、金属層を研磨する場合に少量の添加剤を添加することにより、金属膜に対する研磨の選択性を、絶縁膜に対して大きく向上させることのできる研磨剤および研磨方法、さらに半導体装置の製造方法を提供することを第1の課題とする。

#### 【0013】

本発明は、さらに、 $MnO_2$ 、 $Mn_2O_3$  および $Mn_3O_4$  を含むMn酸化物を砥粒とする研磨剤において、添加剤を添加することにより、絶縁層に対する研磨効率を向上させた研磨剤および研磨方法、さらにかかる研磨剤を使った半導体装置の製造方法を提供することを第2の課題とする。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、  
請求項1に記載したように、  
 $MnO_2$  よりなる砥粒と、溶媒と、添加剤とよりなる研磨剤において、前記添加剤は $N(CH_2CH_2OH)_3$  を含むことを特徴とする研磨剤により、または  
請求項2に記載したように、  
 $MnO_2$  よりなる砥粒と、溶媒と、添加剤とよりなる研磨剤において、前記添加剤はオルガノシランを含むことを特徴とする研磨剤により、または  
請求項3に記載したように、  
 $MnO_2$  よりなる砥粒と、溶剤と、 $N(CH_2CH_2OH)_3$  またはオルガノシランを含む添加剤とからなる研磨剤を使って金属を研磨することを特徴とする研磨方法により、または

10

20

30

40

50

請求項4に記載したように、

$MnO_2$  よりなる砥粒と、溶剤と、 $N(CH_2CH_2OH)_3$  またはオルガノシランを含む添加剤とからなる研磨剤を使って導体層を研磨する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法により、解決する。

【0015】

本発明は、 $Mn$ 酸化物を砥粒とする研磨剤において、添加剤を添加することにより、研磨特性を変化させる。

特に、本発明者は、請求項1および2に記載したように、 $MnO_2$  を砥粒として使い、 $N(CH_2CH_2OH)_3$  または水に溶けるシランカップリング剤を含むオルガノシランを添加剤として少量添加することにより、導体を選択的に研磨でき、また絶縁体で研磨が停止する研磨剤を得ることができることを発見した。

10

【0016】

図1および図2は、 $MnO_2$  を研磨剤として $SiO_2$  膜を研磨する場合の研磨速度を、それぞれ添加した $N(CH_2CH_2OH)_3$  およびオルガノシランの添加量の関数として示す。ただし、オルガノシランとして、 $H_2NC_3H_6Si(OC_2H_5)_3$  を使い、研磨は、RODEL社製SUBA400研磨布上にさらにRODEL社製研磨布IC400を被せたターンテーブル上において、試料を担持する研磨ヘッドおよび前記ターンテーブルを、同一方向にいずれも70rpmの回転速度で回転させながら、 $350g/cm^2$  の研磨圧で行った。また、その際、研磨剤を100cc/minの割合で供給した。研磨剤は、砥粒として $MnO_2$  を $H_2O$  中に約10wt%含んだものを使い、これに添加剤を様々な割合で添加している。

20

【0017】

図1および図2よりわかるように、 $N(CH_2CH_2OH)_3$ 、あるいはオルガノシランを添加しない場合、 $SiO_2$  膜の研磨速度は $0.2\mu m/min$ 程度であったのが、 $N(CH_2CH_2OH)_3$ 、あるいはオルガノシランをわずか1wt%程度添加するだけで、 $SiO_2$  膜の研磨速度がほとんどゼロに低下するのがわかる。一方、研磨剤は、このように添加剤を添加していても、Wに対しては、図3に示すように、 $0.13\sim 0.14\mu m/min$ 程度の十分な研磨速度を示す。ただし、図3は、同じ研磨条件下において、Wを研磨した場合の研磨速度を、 $N(CH_2CH_2OH)_3$  およびオルガノシランの添加量の関数として示す。

30

【0018】

さらに、本発明によれば、請求項3～4に記載したように、 $Mn$ 酸化物よりなる砥粒に、シリカ、アルミナ、ジルコニアより選ばれる添加剤を添加することにより、絶縁層を効率よく研磨できる研磨剤を得ることができる。

図4は、 $MnO_2$ 、 $Mn_2O_3$  および $Mn_3O_4$  を砥粒に使った研磨剤により $SiO_2$  膜を研磨した場合に得られる研磨速度を示す。ただし、図4の結果は、先と同じようにターンテーブルをSUBA400およびIC1000研磨布で覆い、テーブルおよび研磨ヘッドを20rpmの速度で同一方向に回転させながら、 $420g/cm^2$  の研磨速度で研磨を行った場合についてのものである。図4よりわかるように、 $MnO_2$ 、 $Mn_2O_3$  および $Mn_3O_4$  のいずれを砥粒として使っても、 $0.15\mu m/min$ を超える研磨速度が得られ、しかも研磨速度は $MnO_2$ 、 $Mn_2O_3$  および $Mn_3O_4$  の順に大きくなる。ただし、図4の実験では、研磨剤中における $Mn$ 酸化物砥粒の割合は、10wt%に設定してある。また、溶剤としては、 $H_2O$  を使っている。

40

【0019】

図4において、砥粒として $MnO_2$  を使った場合の研磨速度は $0.18\mu m/min$ 、 $Mn_2O_3$  を使った場合には、 $0.27\mu m/min$ 、また $Mn_3O_4$  を使った場合には $0.30\mu m/min$ の研磨速度が得られる。

図5, 6, 7は、それぞれ図4の実験で使った $MnO_2$ 、 $Mn_2O_3$  および $Mn_3O_4$  の粉末X線回折パターンを示す。このうち、 $MnO_2$  砥粒は、 $Mn$ 塩の電解質溶液の電気分解により陽極上に形成された $MnO_2$  の塊を平均粒径が $1\mu m$ 以下になるまで粉碎するこ

50

とにより製造され、一方、 $Mn_2O_3$  砥粒は、このようにして形成された  $MnO_2$  を、空气中、 $900^\circ C$  の温度で10分間熱処理の後急冷することにより製造している。さらに、 $Mn_3O_4$  は、前記  $MnO_2$  の熱処理を空气中、 $1000^\circ C$  で10分間実行することにより得られる。図5よりわかるように、 $MnO_2$  砥粒は主として相の  $MnO_2$  より構成され、一方、図6, 7よりわかるように、 $Mn_3O_4$  砥粒は少量の  $Mn_2O_3$  を含んでいる。

#### 【0020】

本発明の発明者は、図8に示すように、 $MnO_2$  ,  $Mn_2O_3$  ,  $Mn_3O_4$  をそれぞれ砥粒とする研磨剤において、シリカ、アルミナあるいはジルコニアを添加剤として添加することにより、酸化膜を研磨する場合の研磨速度を大きく増大させることができるのを発見した。

10

#### 【0021】

より具体的には、 $MnO_2$  砥粒を10wt%含む研磨剤において、シリカを3wt%添加することにより、 $SiO_2$  膜の研磨速度が、当初の  $0.18 \mu m/min$  から  $0.28 \mu m/min$  まで増大することが発見された。また、シリカの代わりにアルミナを添加した場合は、研磨速度は  $SiO_2$  膜を研磨した場合、先の  $0.18 \mu m/min$  から  $0.291 \mu m/min$  まで増大した。さらに、シリカの代わりにジルコニアを添加した場合には、研磨速度は、 $SiO_2$  膜を研磨した場合、先の  $0.18 \mu m/min$  から  $0.285 \mu m/min$  まで増大した。ただし、研磨条件は先の場合と同じで、SUBA400研磨布およびIC1000研磨布を被せたターンテーブル上において、ターンテーブルおよび研

20

#### 【0022】

さらに、 $MnO_2$  砥粒の代わりに  $Mn_2O_3$  砥粒を10wt%含む研磨剤では、シリカを3wt%添加することにより、 $SiO_2$  膜の研磨速度が、当初の  $0.27 \mu m/min$  から  $0.388 \mu m/min$  まで増大した。また、シリカの代わりにアルミナを添加した場合は、研磨速度は  $SiO_2$  膜を研磨した場合、当初の前記  $0.27 \mu m/min$  から  $0.291 \mu m/min$  まで増大した。さらに、シリカの代わりにジルコニアを添加した場合には、研磨速度は、 $SiO_2$  膜を研磨した場合、当初の前記  $0.27 \mu m/min$  から  $0.285 \mu m/min$  まで増大した。ただし

30

#### 【0023】

添加するシリカ粒子はキズの発生を避けるためにMn酸化物の粒子よりも小さい必要がある。従って、粒径は  $0.5 \mu m$  以下、望ましくは  $0.1 \mu m$  以下である。このような微粒子は溶融シリカを微粉際しても得られるが、四塩化ケイ素などのガスを公園で噴霧して得られるヒュームドシリカや、水ガラスから析出して得られるコロイダルシリカでもよい。乾燥粉をスラリに添加してもよいが、凝集粒子がほどけないとキズの原因になるので水に分散させたものを添加した方がよい。さらに、Mn酸化物を粉碎し終わってから添加して混合してもよいが、粉碎前あるいは粉碎中に添加してもよい。

40

#### 【0024】

添加量については  $0.1 \sim 15\%$  の範囲で効果がある。  $0.1\%$  よりも少ないと添加して効果が現れず、  $15\%$  よりも多いと添加剤がMn酸化物の研磨作用を阻害し始めるので、研磨速度がかえって低下する。特に  $1 \sim 5\%$  の範囲が望ましい。

#### 【0025】

$MnO_2$  砥粒の代わりに  $Mn_3O_4$  砥粒を10wt%含む研磨剤では、シリカを3wt%添加することにより、 $SiO_2$  膜の研磨速度が、当初の  $0.30 \mu m/min$  から  $0.407 \mu m/min$  まで増大した。また、シリカの代わりにアルミナを添加した場合は、研磨速度は

50

SiO<sub>2</sub> 膜を研磨した場合、当初の前記0.30 μmから0.399 μmまで増大した。さらに、シリカの代わりにジルコニアを添加した場合には、研磨速度は、SiO<sub>2</sub> 膜を研磨した場合、当初の前記0.30 μmから0.405 μmまで増大した。ただし、研磨条件は先の場合と同じで、SUBA400研磨布およびIC1000研磨布を被せた研磨ターンテーブル上において、ターンテーブルおよび研磨ヘッドを同一方向に20 rpmの速度で回転させながら、研磨圧を420 g/cm<sup>2</sup> に設定して行った。その際、研磨剤を、100 cc/minの割合で研磨布上に供給している。

【0026】

このように、本発明によれば、Mn酸化物を砥粒とする研磨剤により、SiO<sub>2</sub> 等の絶縁膜を研磨する場合、シリカ、アルミナあるいはジルコニアを添加剤として添加することにより、研磨速度を大きく増大させることができ、研磨作業の効率を向上させることができる。

10

【0027】

以下の表1に、前記SiO<sub>2</sub> 膜研磨の実験結果をまとめて示す。

【0028】

【表1】

SiO<sub>2</sub> 膜研磨速度

砥粒	シリカ添加	アルミナ添加	ジルコニア添加
MnO <sub>2</sub>	0.280 μm/min	0.291 μm/min	0.285 μm/min
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.388 μm/min	0.392 μm/min	0.379 μm/min
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0.407 μm/min	0.399 μm/min	0.405 μm/min

20

30

【0029】

さらに、本発明の発明者は、MnO<sub>2</sub> を砥粒とする研磨剤においては、シリカ、アルミナあるいはジルコニアを添加剤として添加することにより、WあるいはTiN等の導電膜の研磨速度も大きく向上することを発見した。

より具体的には、MnO<sub>2</sub> 砥粒を10 wt%含む研磨剤において、シリカを3 wt%添加することにより、W膜の研磨速度が、当初の0.15 μm/minから0.34 μm/minまで増大することが見出された。また、シリカの代わりにアルミナを添加した場合は、研磨速度は先の0.15 μm/minから0.35 μm/minまで増大した。さらに、シリカの代わりにジルコニアを添加した場合には、研磨速度は先の0.15 μm/minから0.36 μm/minまで増大した。ただし、研磨はSUBA400研磨布およびIC1000研磨布を被せた研磨ターンテーブル上において、ターンテーブルおよび研磨ヘッドを同一方向に70 rpmの速度で回転させながら、研磨圧を250 g/cm<sup>2</sup> に設定して行った。その際、研磨剤を、100 cc/minの割合で研磨布上に供給した。

40

【0030】

このように、本発明によれば、MnO<sub>2</sub> を砥粒とする研磨剤により、WやTiN等の導電膜を研磨する場合にも、シリカ、アルミナあるいはジルコニアを添加剤として添加することにより、研磨速度を大きく増大させることができ、研磨作業の効率を向上させることができる。

【0031】

50

以下の表 2 に、前記 W 膜研磨の実験結果をまとめて示す。

【 0 0 3 2 】

【 表 2 】

### W膜研磨速度

砥 粒	研磨速度
MnO <sub>2</sub>	0.15 μm/min
MnO <sub>2</sub> + SiO <sub>2</sub>	0.34 μm/min
MnO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.35 μm/min
MnO <sub>2</sub> + ZrO <sub>2</sub>	0.36 μm/min

10

20

【 0 0 3 3 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下、本発明の好ましい実施例を、半導体装置の製造に適用した場合につき説明する。

〔 実 施 例 1 〕

次に、本発明の研磨剤を使った、本発明の第 1 実施例による半導体装置の製造工程を、MOS トランジスタの製造工程を例に説明する。

【 0 0 3 4 】

図 9 ( A ) を参照するに、MOS トランジスタは例えば p 型にドーブされた Si 基板 1 上に、前記基板 1 上に形成されたフィールド酸化膜 1 a が画成する活性領域 1 A に対応して形成される。より具体的には、MOS トランジスタは前記活性領域 1 A 表面に形成された n<sup>+</sup> 型拡散領域 1 b と、前記活性領域 1 A 表面上に、前記拡散領域 1 b から MOS トランジスタのチャネル領域 1 d により隔てられて形成された別の拡散領域 1 c と、前記チャネル領域 1 d 上に、ゲート酸化膜 ( 図示せず ) を挟んで形成されたゲート電極 2 とより構成され、前記ゲート電極 2 の側壁には側壁絶縁膜 2 a , 2 b が形成される。また、前記拡散領域 1 b および 1 c はそれぞれ MOS トランジスタのソース領域およびドレイン領域として作用する。

30

【 0 0 3 5 】

図 9 ( A ) の工程では、かかる MOS トランジスタを埋め込むように、SiO<sub>2</sub> よりなる層間絶縁膜 3 が、例えば CVD 法等により、典型的には 50 nm 程度の厚さに堆積される。その結果、前記ゲート電極および拡散領域 1 b , 1 c は前記絶縁膜 3 により覆われる。ただし、図 9 ( A ) に示すように、絶縁膜 3 の表面は前記ゲート電極 2 に対応した凹凸を有する。

40

【 0 0 3 6 】

次に、図 9 ( B ) の工程で、前記絶縁膜 3 の表面が一様に研磨され、その結果、絶縁膜 3 の面が平坦化される。この工程では、公知の適当な研磨剤を使えばよい。さらに、図 10 ( C ) の工程で、前記絶縁膜 3 がレジスト ( 図示せず ) を使ったフォトリソグラフィによりパターンングされ、その結果、前記絶縁膜 3 中に、前記拡散領域 1 b に対応して、前記領域 1 b の表面を露出するコンタクトホール 3 a が形成される。さらに、図 10 ( D ) の工程において、図 10 ( C ) の構造上に、W , Al , Cu 等の金属あるいは合金よりなる導体層 4 を、一様な厚さに、例えば CVD 法により堆積する。その結果、前記導体層 4 は

50

、前記コンタクトホール 3 a を埋め、前記コンタクトホールにおいて拡散領域 1 b と電氣的に接触する。図 1 0 ( D ) の構造では、前記導体層 4 は前記コンタクトホール 3 a を埋めるため、導体層 4 表面上には前記コンタクトホール 3 a に対応して凹部 4 a が現れる。換言すると、前記導体層 4 の表面には凹凸が生じる。

【 0 0 3 7 】

そこで、本実施例においては、図 1 1 ( E ) の工程において、 $MnO_2$  を砥粒として含む研磨剤に、さらに  $N(CH_2CH_2OH)_3$  あるいはオルガノシランを添加剤として添加した研磨剤を使って前記導体層 4 を一様に研磨し、図 1 1 ( E ) に示す絶縁膜 3 の表面が平坦化された構造を得る。本発明による研磨剤は導体層 4 を構成する W 層に対して選択的に作用し、研磨は前記絶縁膜 3 の上主面が露出した段階で自発的に停止する。その結果、前記コンタクトホール 3 a を埋めるように、前記拡散領域 1 b に接触する導体プラグ 4 b が形成される。かかる研磨による平坦化の結果、前記導体プラグ 4 b の上主面は前記絶縁膜 3 の上主面と一致する。本発明の研磨剤では砥粒として含まれる  $MnO_2$  が固体酸化剤として作用するために、研磨は砥粒が実際に作用する導体プラグ 4 b の表面に限定され、導体プラグ 4 b 中のシームが研磨に際して侵食されることはない。

10

【 0 0 3 8 】

次に、図 1 1 ( F ) の工程において、前記平坦化された図 1 1 ( F ) の構造上に、 $SiO_2$  等よりなる別の絶縁膜 5 が堆積され、図 1 2 ( G ) の工程でフォトリソグラフィによりパターンニングされ、前記導体プラグ 4 b を露出する溝 5 a が形成される。さらに、図 1 2 ( H ) の工程において、 $W, Al, Cu$  等の金属あるいは合金よりなる別の導体層 6 が、前記図 1 2 ( G ) の構造上に堆積され、その結果前記溝 5 a に対応して導体層 6 には凹部 6 a が、図 1 2 ( H ) に示すように形成される。

20

【 0 0 3 9 】

さらに、図 1 3 ( I ) の工程において、前記導体層 6 を、図 1 1 ( E ) の工程と同様に、 $MnO_2$  を砥粒とし、 $N(CH_2CH_2OH)_3$  あるいはオルガノシランを添加剤として加えた研磨剤により研磨し、図 1 3 ( I ) に示す平坦化された構造が得られる。図 1 3 ( I ) の構造では、前記絶縁膜 5 中の溝を前記導体層 6 の一部をなす導体パターンニング 6 b が埋める。さらに、かかる構造上に、図 1 3 ( J ) の工程で、さらに別の絶縁層 7 を堆積し、絶縁層 7 上に、必要に応じて様々な配線パターンを形成する。

【 0 0 4 0 】

かかる半導体装置の製造方法においては、図 1 1 ( E ) あるいは図 1 3 ( I ) の研磨工程において平坦性のすぐれた構造を得ることができ、また絶縁層中を延在する導体プラグが研磨剤により侵食されないため、多層配線構造を容易にかつ確実に形成することができる。

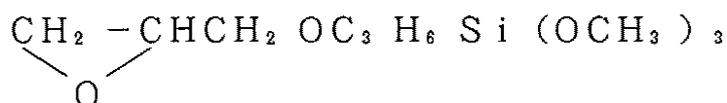
30

【 0 0 4 1 】

図 1 1 ( E ) あるいは図 1 3 ( I ) の工程で使われる研磨剤としては、例えば平均粒径が  $0.1 \sim 1 \mu m$  の  $MnO_2$  砥粒を純水 ( $H_2O$ ) 中に約 10 wt % 分散させ、さらに、 $N(CH_2CH_2OH)_3$ 、あるいは  $H_2NC_3H_6Si(OC_2H_5)_3$ 、さらに

【 0 0 4 2 】

【 化 1 】



40

【 0 0 4 3 】

等のオルガノシランを純水に対して 1 ~ 2 wt % 程度添加したものを使うのがよく、その際研磨は、例えば SUBA 400 および IC 1000 研磨布を重ねて被せたターンテーブル上において、 $250 \sim 350 g/cm^2$  程度の圧力で、ターンテーブルおよび研磨ヘッ

50

ドを70rpmで回転させながら行うのがよい。その際、研磨剤は、例えば100cc/min程度の割合で供給される。

【0044】

なお、上記実施例ではSiO<sub>2</sub>上のWの研磨について詳述したが、本発明は他の絶縁膜上の金属の研磨についても有効である。他の絶縁膜としては、PSG、BPSG、SiN等が含まれ、また本発明が適用できる金属には、さらにAl、Cu、Ti等の高融点金属、あるいはTiN等の高融点金属化合物が含まれる。[実施例2]

図14(A)~(C)は本発明の第2実施例による半導体装置の製造工程、特にシャロートレンチを使った素子分離構造の形成工程を示す図である。

【0045】

図14(A)を参照するに、Si基板11上には、素子分離溝11Aが、例えば約400nmの深さに形成され、次に工程(B)において工程(A)の構造上にSiO<sub>2</sub>層14が、前記溝11Aを埋めるように、CVD法により堆積される。さらに、工程(C)において、前記SiO<sub>2</sub>層14が、表1に記載したMnO<sub>2</sub>、Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>あるいはMn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>を砥粒とし、シリカ、アルミナあるいはジルコニアを添加した研磨剤を使って研磨される。

【0046】

SiO<sub>2</sub>層14の研磨は、先にも説明したように、SUBA400およびIC1000研磨布を被せたターンテーブル上において、420g/cm<sup>2</sup>程度の圧力で、ターンテーブルおよび研磨ヘッドを20rpmの速度で同一方向に回転させながら、H<sub>2</sub>Oを溶剤を使って実行される。その際、研磨は、Si基板11の表面が露出した時点で、Siに対するSiO<sub>2</sub>の研磨速度の選択性により、自動的に停止する。

【0047】

MnO<sub>2</sub>、Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>あるいはMn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>等の砥粒にシリカ、アルミナあるいはジルコニア等の添加剤を添加することにより、工程(B)の研磨効率が非常に高くなり、半導体装置の製造スループットが向上する。

また、図14(A)~(C)の工程では、Si基板11の表面それ自体が研磨ストッパとして作用し、その結果従来におけるような、別に研磨ストッパ層を設け、さらにそれを除去するという余計な工程が省略できる。

【0048】

本実施例においては、また研磨の際にMnO<sub>2</sub>を砥粒として使い、溶剤の酸化還元電位およびpHを調整することにより、MnO<sub>2</sub>砥粒の表面にMn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>あるいはMn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>を形成してもよい。この場合、Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>あるいはMn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>砥粒を使ったのと同様なSiO<sub>2</sub>層4の効率的な研磨、およびSiに対するSiO<sub>2</sub>の選択性による研磨の自動停止効果が得られる。この方法だと、別の研磨工程でW等の導体層の研磨に使われるMnO<sub>2</sub>研磨剤と同じ研磨剤を使い、溶剤の組成だけを変化させることにより、研磨剤の交換が不要になり、研磨工程が非常に簡単になる。例えば、酸化還元電位Eを0V、pHを12以上に設定することにより、Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をMnO<sub>2</sub>砥粒表面に形成することが可能になる。

【0049】

以上、本発明を半導体装置の製造について説明したが、本発明は、ガラス等の絶縁層をCeO<sub>2</sub>に匹敵する研磨速度で研磨できるため、従来CeO<sub>2</sub>が使われていたレンズの研磨にも有効である。しかも、Mn酸化物はCeO<sub>2</sub>よりもはるかに安価であるため、本発明により、製造されるレンズの価格を低下させることができる。

【0050】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明はかかる実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載の要旨内において様々な変形・変更が可能である。

【0051】

【発明の効果】

本発明によれば、MnO<sub>2</sub>よりなる砥粒と、溶媒と、添加剤とよりなる研磨剤において、前記添加剤としてN(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH)<sub>3</sub>あるいはオルガノシランを使うことにより、絶縁層を実質的に研磨することなく、導体層のみを効率的に研磨することができ、しか

10

20

30

40

50

も必要な添加剤の添加量が少なく済む。

【0052】

また本発明によれば、Mn酸化物よりなる砥粒と、溶媒と、添加剤とよりなる研磨剤において、前記添加剤としてシリカ、アルミナおよびジルコニアよりなる群から選択することにより、ガラス等の絶縁層を研磨する速度が増大し、かかる研磨工程を含む半導体装置の製造工程あるいはレンズ等の製造工程を効率化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理を説明する図（その一）である。

【図2】本発明の原理を説明する図（その二）である。

【図3】本発明の原理を説明する図（その三）である。

【図4】Mn酸化物を砥粒とする研磨剤によるSiO<sub>2</sub>膜の研磨特性を示す図である。

【図5】本発明によるMnO<sub>2</sub>砥粒の粉末X線回折パターンを示す図である。

【図6】本発明によるMn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>砥粒の粉末X線回折パターンを示す図である。

【図7】本発明によるMn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>砥粒の粉末X線回折パターンを示す図である。

【図8】本発明の原理を説明する図（その四）である。

【図9】(A)，(B)は本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その一）である。

【図10】(C)，(D)は本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その二）である。

【図11】(E)，(F)は本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その三）である。

【図12】(G)，(H)は本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その四）である。

【図13】(I)，(J)は本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その五）である。

【図14】本発明の第2実施例による半導体装置の製造工程を示す図である。

【符号の説明】

1, 11 基板

1a フィールド酸化膜

1b, 1c 拡散領域

1d チャネル領域

2 ゲート電極

2a, 2b ゲート側壁絶縁膜

3, 5, 7 絶縁膜

3a コンタクトホール

4, 6 導体層

4a 凹部

4b 導体プラグ

4c シーム

5a 溝

6a 凹部

6b 導体パターン

11A 分離溝

14 酸化膜

14A 凹部

10

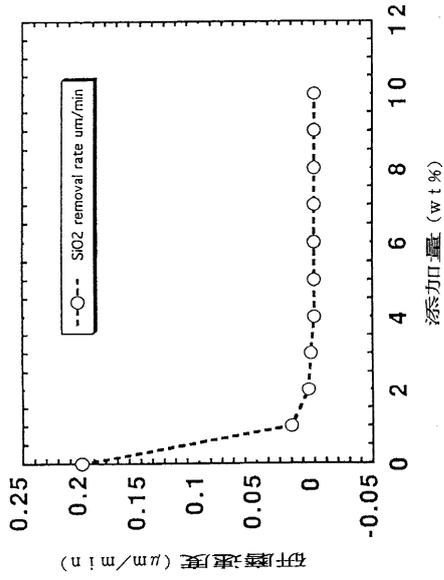
20

30

40

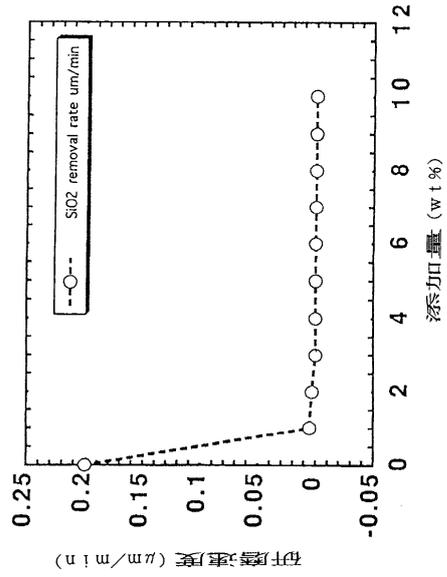
【 図 1 】

本発明の原理を説明する図（その一）



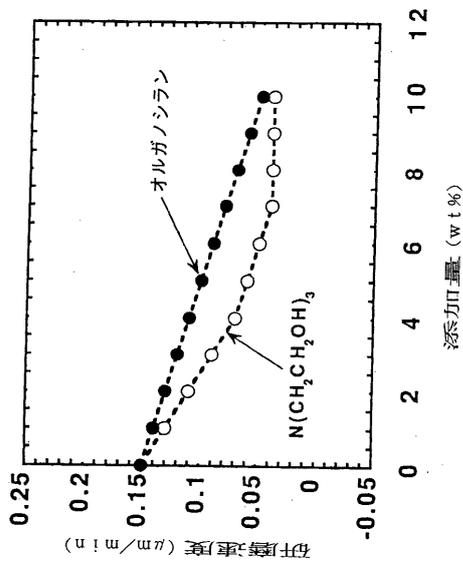
【 図 2 】

本発明の原理を説明する図（その二）



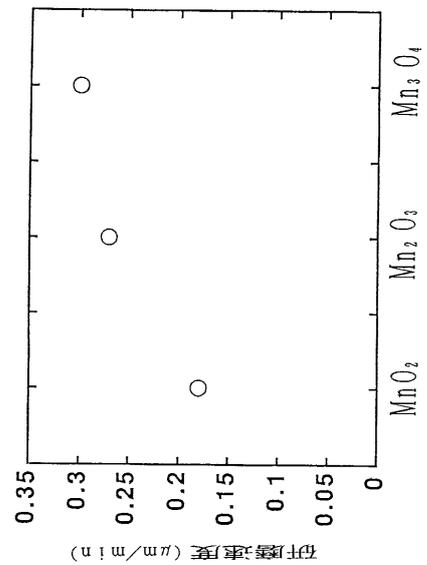
【 図 3 】

本発明の原理を説明する図（その三）



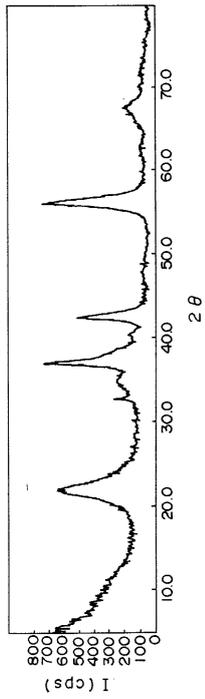
【 図 4 】

Mn酸化物を砥粒とする研磨剤による SiO<sub>2</sub> 膜の研磨特性を示す図



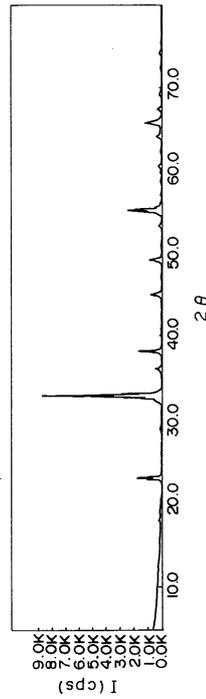
【 図 5 】

MnO<sub>2</sub> 砥粒の粉末X線回折パターンを示す図



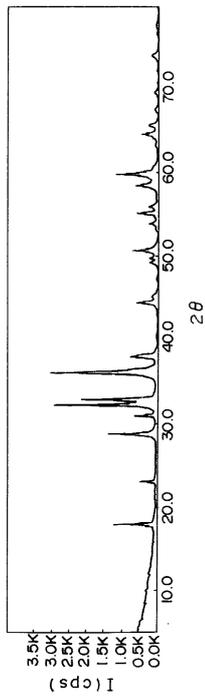
【 図 6 】

Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 砥粒の粉末X線回折パターンを示す図



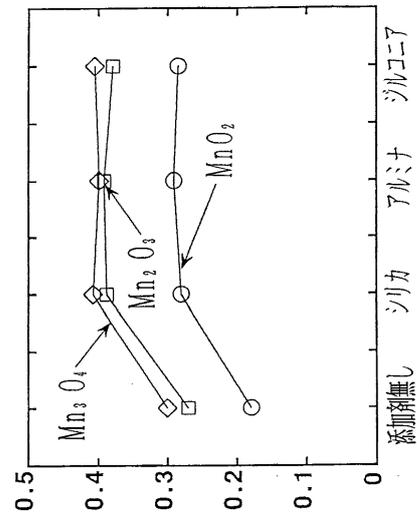
【 図 7 】

Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 砥粒の粉末X線回折パターンを示す図



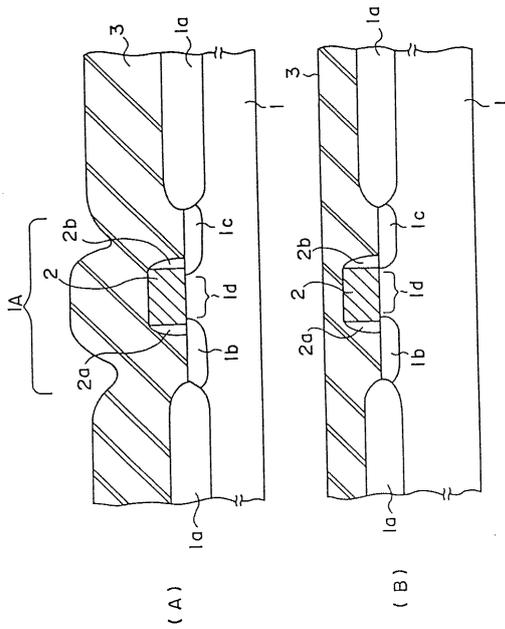
【 図 8 】

本発明の原理を説明する図（その四）



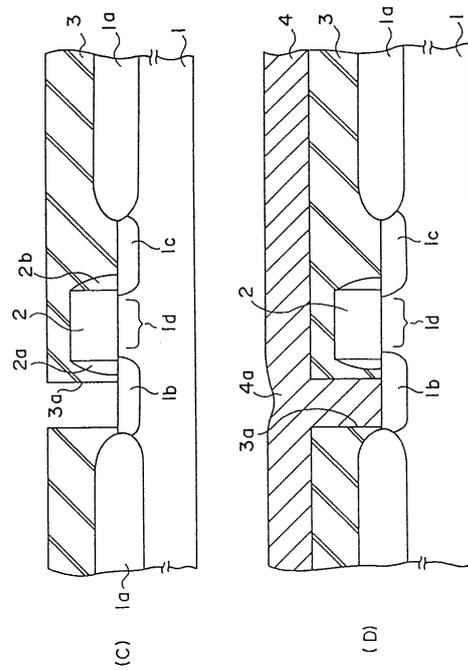
【 図 9 】

本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その1）



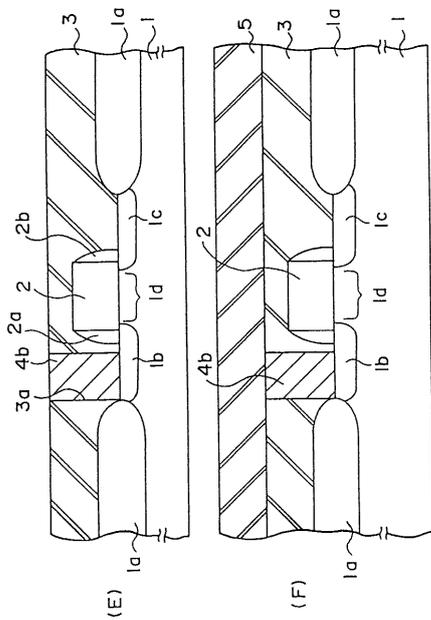
【 図 10 】

本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その2）



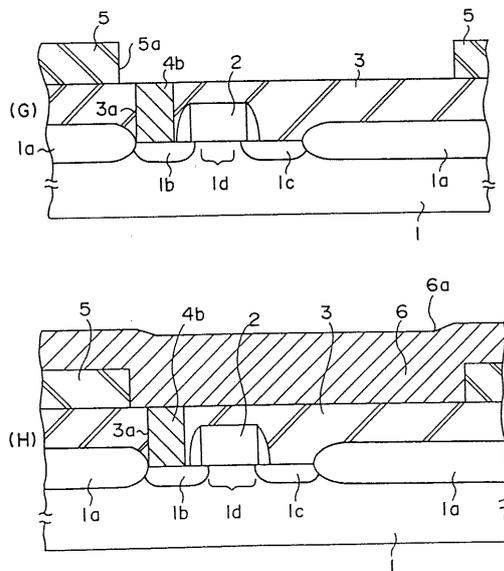
【 図 11 】

本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その3）



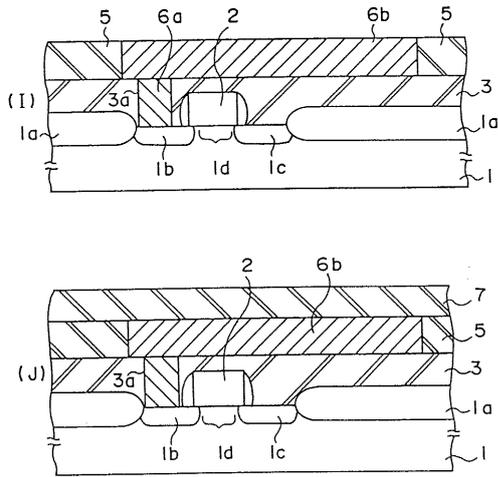
【 図 12 】

本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その4）



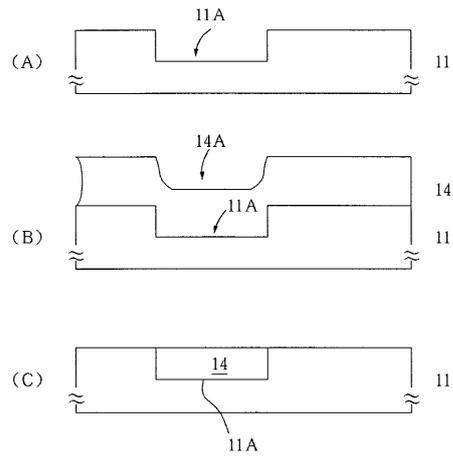
【 図 1 3 】

本発明の第1実施例による半導体装置の製造工程を示す図（その5）



【 図 1 4 】

本発明の一実施例による素子分離構造の形成を示す図



---

フロントページの続き

- (72)発明者 畑田 明良  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 有本 由弘  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 植田 成生  
埼玉県北足立郡吹上町富士見4-12-25
- (72)発明者 塙 健三  
埼玉県上尾市原市1380-1

審査官 栗田 雅弘

- (56)参考文献 特開平05-156238(JP,A)  
特開平08-321479(JP,A)  
特開昭48-034396(JP,A)  
特開平10-193256(JP,A)  
特開平03-256665(JP,A)  
特開平03-197575(JP,A)  
特開平09-069501(JP,A)  
特開平05-345611(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00  
C09K 3/14  
H01L 21/304