(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3601937号
(P3601937)
(45)発行日　平成16年12月15日(2004.12.15)　(24)登録日　平成16年10月1日(2004.10.1)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01L 21/304　H01L 21/304　621C
H01L 21/3205　H01L 21/304　622F
H01L 21/88　K

請求項の数 11　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平9-136429
(22)出願日　平成9年5月27日(1997.5.27)
(65)公開番号　特開平10-335276
(43)公開日　平成10年12月18日(1998.12.18)
審査請求日　平成15年1月28日(2003.1.28)

(73)特許権者　503121103
株式会社ルネサステクノロジ
東京都千代田区丸の内二丁目４番１号
(74)代理人　100068504
弁理士　小川　勝男
(72)発明者　安井　感
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所　中央研究所内
(72)発明者　森山　茂夫
茨城県ひたちなか市市毛８８２番地　株式会社日立製作所　計測器事業部内
(72)発明者　▲片▼桐　創一
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所　中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】表面平坦化方法および表面平坦化装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

表面上に所望のパターンが形成されてあるウエハをウエハホルダに保持するとともに、砥石を研磨定盤の上に当該砥石より弾性率が低い砥石保持層と前記砥石保持層の上に設けられた上記砥石保持層より厚さが薄く弾性率が大きい結合層を介して保持し、上記ウエハと上記砥石を対向して所定の圧力で互いに接触させて、上記ウエハおよび上記砥石の少なくとも一方を面方向に動かすことにより、上記パターンを研磨することを特徴とする表面平坦化方法。

【請求項２】

上記研摩は、上記ウエハを当該ウエハの表面に垂直な方向の軸を第１の回転軸として回転させるとともに、上記砥石を上記第１の回転軸と平行でかつ上記第１の回転軸から所定の距離だけ離間した軸を第２の回転軸として回転させることによって行なわれ、上記ウエハの前記第１の回転軸を上記砥石上において円運動させることによって行なわれることを特徴とする請求項１に記載の表面平坦化方法。

【請求項３】

上記砥石の弾性率は１ｋｇ／ｍｍ^2～５００ｋｇ／ｍｍ^{2}であり、上記砥石保持層の弾性率が０．１ｋｇ／ｍｍ^2～５０ｋｇ／ｍｍ^{2}であることを特徴とする請求項１から２のいずれか一に記載の表面平坦化方法。

【請求項４】

上記砥石は複数のセグメントに分離されているか、若しくは上記砥石に形成された複数の

溝によって当該溝の底部以外の部分が複数の区画に区分されていることを特徴とする請求項１から３のいずれか一に記載の表面平坦化方法。
【請求項５】
上記砥石の半径方向における上記セグメント若しくは区画の大きさは、上記砥石の半径方向に沿って変化し、上記砥石の半径方向における中央部分において上記砥石のセグメントが最も小さいことを特徴とする請求項４に記載の表面平坦化方法。
【請求項６】
上記圧力は３０ｇ／ｃｍ^2～５００ｇ／ｃｍ^{2}であることを特徴とする請求項１から５のいずれか一に記載の表面平坦化方法。
【請求項７】
ウエハを保持するためのウエハホルダと、当該ウエルホルダの表面に垂直な方向の軸を第１の回転軸として上記ウエハホルダを回転させる手段と、研摩定盤の上に形成された、保持すべき砥石より弾性率が低い砥石支持層と、上記砥石保持層の上の当該砥石保持層より厚さが薄く弾性率が大きい結合層を介して、上記砥石保持層の上に保持された上記砥石と、上記第１の回転軸と平行でかつ上記第１の回転軸から所定の距離だけ離間した軸を第２の回転軸として上記研摩定盤を回転させる手段と、上記砥石支持層上に支持された上記砥石と上記ウエハホルダに保持された上記ウエハを所定の圧力で互いに接触させる手段を少なくとも具備することを特徴とする表面平坦化装置。
【請求項８】
上記砥石の弾性率は１ｋｇ／ｍｍ^2～５００ｋｇ／ｍｍ^{2}であり、上記砥石保持層の弾性率は０．１ｋｇ／ｍｍ^2～５０ｋｇ／ｍｍ^{2}であることを特徴とする請求項７に記載の表面平坦化装置。
【請求項９】
上記砥石は複数のセグメントに分離されているか、若しくは上記砥石に形成された複数の溝によって当該溝の底部以外の部分が複数の区画に区分されていることを特徴とする請求項７または８のいずれか一に記載の表面平坦化装置。
【請求項１０】
上記砥石の半径方向における上記セグメント若しくは区画の大きさは、上記砥石の半径方向に沿って変化し、砥石の半径方向における中央部分において上記砥石のセグメントが最も小さいことを特徴とする請求項９に記載の表面平坦化装置。
【請求項１１】
上記ウエハの外周部には、上記ウエハホルダとは独立して上記砥石に対して圧力を印加できるリテーナーリングが設けられていることを特徴とする請求項７から１１のいずれか一に記載の表面平坦化装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、表面平坦化方法および表面平坦化装置に関し、詳しくは、各種半導体装置の製造において、表面上に各種パターンが形成された半導体ウエハの表面平坦化に特に好適な、表面平坦化方法およびそれに用いる表面平坦化装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体製造工程は多くのプロセス処理工程からなるが、極めて集積密度の高い微細な半導体装置を形成するために、表面の平坦化が特に重要になってきた。その一例として、配線の形成工程を図２を用いて説明する。
【０００３】
図２（ａ）は、第１層の配線が形成された状態を示し、トランジスタ（図示せず）が形成されている基板１の表面上には絶縁膜２およびアルミニウム等からなる配線層３が設けられている。配線層３は、絶縁膜２に形成された開口部を介してトランジスタと接続されるため、接続部における配線層３の表面３’は若干へこんでいる。

【０００４】
そのため、図２（ｂ）に示したように、第２層の配線を形成するために、第２の絶縁膜４、アルミニウム膜５およびホトレジスト膜６を順次積層して形成すると、ホトレジスト膜６の表面は平坦にならず、凹凸が生ずる。
【０００５】
次に、図２（ｃ）に示したように、ステッパ７を用いて所定の回路パターンを上記ホトレジスト膜６上に露光して回路パターンを転写すると、ホトレジスト膜６の表面が平坦ではなく凹凸が存在し、しかも周知のように、ステッパの焦点深度は深くないため、ホトレジスト膜６の凹部と凸部８に同時に焦点を合わせることができず、解像ボケという重大な障害が生ずる。
【０００６】
このような障害を防止するため、図２（ａ）に示した工程の次に、図２（ｄ）に示したように、絶縁膜４を全面に形成した後、この絶縁膜４をレベル９まで研摩して表面を平坦化し、図２（ｅ）に示した形状にする。
【０００７】
次に、アルミニウム膜５とホトレジスト膜６を形成し、図２（ｆ）に示したようにステッパ７を用いて露光する。このようにすれば、レジスト膜６の表面が平坦であるため、表面の凹凸による上記解像ボケの問題が生じる恐れはない。
【０００８】
このような研摩によって表面を平坦化させる方法は、例えば米国特許第４９４４８３６号や特公平５－３００５２号に記載されている。
【０００９】
表面を平坦化するための研摩法としては、化学機械研摩法（以下、ＣＭＰ法と記す）と呼ばれる方法が一般に行なわれている。この方法は、図３に示したように、研摩パッド１１を定盤１２上に貼り付け、加工すべきウエハ１を弾性を有するバッキングパッド１３を介してウエハホルダ１４に固定して、定盤１２を回転させ、研摩パッド１１の上に研摩スラリ１５を供給するとともに、上記ウエハホルダ１４を回転させながら研摩パッド１１の表面に荷重する方法である。
【００１０】
これにより、ウエハ１表面の絶縁膜４の凸部は研摩されて除去され、表面は平坦化される。上記研摩パッド１１としては、例えば発泡ウレタン樹脂を薄いシート状にスライスしたものが使用され、また、上記研摩スラリ１５としては、例えば、二酸化珪素等の絶縁膜を研摩する場合は、微細で高純度なシリカ粒子を水酸化カリウムやアンモニア等のアルカリ水溶液に懸濁させたフュームドシリカが、一般に用いられている。
【００１１】
【発明が解決しようとする課題】
半導体デバイスの製造においては、他の分野におけるよりも、平坦化に要求される精度が著しく高いばかりでなく、平坦化終了後に残った膜の厚さの誤差も、±０．１μｍ程度以下と、極めて低くすることが要求される。しかし、図４（ａ）に示したように、ウエハホルダ上に保持された加工すべきウエハ１には、表面の凹凸に加えて、横方向に数ｍｍサイズ以上のスケールでうねりが存在する。このようなうねりが存在するウエハ１の表面を、柔軟性を有さない研摩パッド１１を用いて研摩し、表面を完全に平坦化すると、図４（ａ）に示したように、ウエハ１のうねりによって局所的に著しく研摩されて、ウエハ１の厚さが著しく不均一になってしまう。
【００１２】
これを避けるため、研摩パッド１１としてはある程度柔らかいものが用いられている。この場合は、図４（ｂ）に示したように、ウエハ１の凹凸およびうねりに研摩パッド１１が追従し、ウエハ１の表面の凸部および凹部のいずれにも研摩パッド１１が接触するので、局所的な研摩ムラが防止される。しかし、ウエハ１の凸部および凹部のいずれにも研摩パッド１１が一様に接触して、凸部と凹部が一様に研摩されるため、本来の目的であった凸

部のみを選択的に除去して平坦化する能力が低下してしまう。

【００１３】

一方、柔らかい研摩パッドを用いた従来の標準的なＣＭＰ法によって、サイズが異なるパターンが形成されているウエハを研摩すると、小サイズのパターンの方が大サイズのパターンより速く研摩され、数ｍｍ角以上の大きなパターンによる段差を完全に平坦化することは困難であった。しかし、例えばＤＲＡＭのメモリマット部には、数ｍｍ角から時には１０ｍｍ角程度の大きさのパターンによる段差が存在しており、さらに大サイズのパターンの平坦化が必要である。

【００１４】

上記段差平坦化能力と研摩量均一性のトレードオフを改善する方法として、特開平５－２１２６６９には研摩パッドをセグメントに分割し、下層に弾性支持層を設ける方法が提案されている。セグメントに分割された研摩パッドは、下層である弾性支持層の変形によってウエハ加工面の凹凸に追従するため、段差平坦化能力の高さと研摩量均一性の良さが両立するとしている。

【００１５】

この方法は、硬質な研摩パッドが使用されるため段差平坦化能力は向上するが、遊離砥粒（研摩スラリ）が使用されるため、転動した遊離砥粒によってパターンの凹部までが削り込まれてしまう。さらに、荷重が加わっているセグメントと無負荷のセグメントの間に生じた段差によってウエハに傷がつく、研摩中にウエハが離脱する、ウエハ周辺部の研摩量が他の部分より多くなる、各セグメントが同じサイズであるためウエハ中央部の液供給が相対的に不足して研摩量の均一性が低下する、アルカリ性または酸性のスラリを使用するので下層の弾性支持層として使用できる材質が限定される、上層の研摩パッドと下層の支持層との接着強度が劣化する支持層として弾性率が適当な多孔性の物質を用いた場合、乾燥したスラリが気孔中に残留し特性の劣化、パーティクル汚染の原因となる、スラリと弾性支持層の干渉が悪影響をもたらす、など多くの問題があった。

【００１６】

さらにスラリを使用する方法は、砥粒の利用効率が低いためコストが高い、スラリ中の砥粒は保管によって凝集あるいは沈殿して特性が変化する可能性があるので、スラリの取り扱いには気を使う必要がある、雰囲気中にパーティクルを飛散させる原因となるので、半導体製造のクリーンルーム中での使用には本来適していないなど多くの問題がある。

【００１７】

そのため、例えばＤＲＡＭ等のように大サイズパターンを含む半導体集積回路の形成、あるいは極めて高い平坦化能力と均一性を要求される浅溝素子分離工程などに、従来の平坦化方法を適用するのは困難であった。

【００１８】

本発明の目的は、上記従来の問題を解決し、ウエハ表面に形成されているパターンのサイズには関係なく、ウエハ全面を均一に高い精度で研摩して平坦化することができる、低コストの表面平坦化方法およびこれに用いる表面平坦化装置を提供することである。

【００１９】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明の表面平坦化方法は、表面上に所望のパターンが形成されてあるウエハをウエハホルダに保持するとともに、砥石を当該砥石より弾性率が低い砥石保持層上に保持し、上記ウエハと上記砥石を互いに対向させ所定の圧力で互いに接触させて、上記ウエハと上記砥石の少なくとも一方を面方向に動かすことによって、上記パターンを研磨することを特徴とする。

【００２０】

すなわち、本発明では、弾性率が砥石より低い砥石支持層の上に支持された砥石によって研摩が行われ、遊離砥粒（研摩スラリ）は用いられない。砥石および砥石とは弾性率が異なる砥石支持層を組み合わせて使用することにより、固定砥粒（砥石）による平坦化能力が高く、研摩量の均一性も良好な研摩が行われる。しかも、研摩スラリを使用しないので

、低コストであるばかりでく、研摩スラリの使用にともなう種々な上記障害が発生することはない。

【００２１】

本発明において、上記研摩を、（１）上記ウエハを当該ウエハの表面に垂直な方向の軸を第１の回転軸として回転させるとともに、上記砥石を上記第１の回転軸と平行でかつ上記第１の回転軸から所定の距離だけ離間した軸を第２の回転軸として回転させることによって行なう、（２）上記ウエハを上記砥石上において円運動（公転）させることによって行なう、および（３）上記砥石を直線方向に動かすことによって行なうことができる。

【００２２】

上記方法（１）は最も実用的な方法であり、上記第１および第２の回転軸の回転数は広い範囲で調節できる。上記方法（２）は、通常は砥石層を回転せずに静止して行なわれるが、砥石層をゆるやかに回転（自転）させてもよく研摩ムラの防止に有効である。ウエハは公転のみでもよいが、自転させてもよい。上記方法（３）の場合、ウエハは回転せずに静止させたままでもよいが、ウエハを自転させれば、研摩ムラの防止に有効である。

【００２３】

上記砥石保持層の上に、上記砥石保持層より厚さが薄く弾性率が大きい結合層を設け、この結合層の上に上記砥石を保持することができる。このようにすると、上記砥石支持層の過度の変形が防止され、特に砥石を複数のセグメントに分離したり、あるいは溝によってウエハとの接触部を複数の区画に区分した場合に、顕著な効果が得られる。

【００２４】

上記砥石保持層の弾性率は上記砥石の弾性率の１／１０程度であることが好ましく、例えば、上記砥石の弾性率を１ｋｇ／ｍｍ^2～５００ｋｇ／ｍｍ^2、上記砥石保持層の弾性率を０．１ｋｇ／ｍｍ^2～５０ｋｇ／ｍｍ^{2}とすれば、実用上好ましい結果が得られる。

【００２５】

上記砥石を複数のセグメントに分離するか、あるいは上記砥石に複数の溝を形成し、この溝の底部以外の部分を複数の区画に区分すると、ウエハ表面の凹凸やうねりに対する追従性が向上し、研摩量の均一性が向上する。さらに、上記砥石の半径方向における上記セグメント若しくは区画の大きさを、上記砥石の半径方向に沿って変化させ、上記ウエハの中心部が接する部分を最も小さくすると、ウエハ中央部への水の供給を増加させることができ、それによって研摩量の均一性および研摩速度が向上する。

【００２６】

上記研摩は上記砥石上に水を供給しながら行なうことができる。従来のＣＭＰ法とは異なり、研摩スラリではなく水が使用できるので、研摩スラリの使用にともなう多くの障害が防止され、実用上極めて有利である。

【００２７】

研摩を行う際の、ウエハと砥石の間に印加される圧力を３０ｇ／ｃｍ^2～５００ｇ／ｃｍ^{2}とすれば、好ましい結果が得られる。

【００２８】

本発明の表面平坦化方法は、表面に配線パターンなど各種パターンが形成されている半導体ウエハの表面平坦化に特に有用である。

【００２９】

さらに、本発明の表面平坦化装置は、ウエハを保持するためのウエハホルダと、当該ウエルホルダの表面に垂直な方向の軸を第１の回転軸として上記ウエハホルダを回転させる手段と、研摩定盤の上に形成された、保持すべき砥石より弾性率が低い砥石支持層と、上記第１の回転軸と平行でかつ上記第１の回転軸から所定の距離だけ離間した軸を第２の回転軸として上記研摩定盤を回転させる手段と、上記砥石支持層上に支持された上記砥石と上記ウエハを所定の圧力で互いに接触させる手段を少なくとも具備することを特徴とする。

【００３０】

上記砥石保持層の弾性率は上記砥石の弾性率の１／１０程度であることが好ましく、上記砥石の弾性率を１ｋｇ／ｍｍ^2～５００ｋｇ／ｍｍ^2、上記砥石保持層の弾性率を０．１

ｋｇ／ｍｍ^2～５０ｋｇ／ｍｍ^{2}とすれば実用上好ましい結果が得らる。また、上記砥石支持層を接着テープを介して上記研摩定盤上に接着すれば、交換作業が容易である。

【００３１】

上記砥石保持層の上に当該砥石保持層より厚さが薄く弾性率が大きい結合層を設け、上記砥石を上記結合層の上に保持することができる。これにより、ウエハ表面の凹凸やうねりに起因する砥石支持層の過度の変形が防止される。

【００３２】

上記砥石を複数のセグメントに分離するか、あるいは上記砥石に複数の溝を形成し、この溝の底部以外の部分を複数の区画に区分するようにしてもよい。これにより、ウエハ表面の凹凸やうねりに対する研摩の追従性が向上し、研摩量の均一性が向上する。この場合、上記砥石の半径方向における上記セグメント若しくは区画の大きさを、同一ではなく、上記砥石の半径方向に沿って変化させ、上記ウエハの中心部と接する部分が最も小さいようにすれば、ウエハ中央部への水の供給量が増加し、研摩量の不均一の低減および研摩速度の向上に有用である。

【００３３】

上記セグメント若しくは区画を、一辺が５ｍｍ～５０ｍｍである正方形、または当該正方形と同等の面積を持つ所望の形状とすれば、実用上好ましい結果が得られる。

【００３４】

上記砥石としては、砥粒と当該砥粒を固着する固着材からなるものを使用することができ、上記砥粒および固着剤としては、たとえば酸化セリウムおよびフェノール樹脂などを、それぞれ使用することができる。

【００３５】

また、上記ウエハの外周部には、上記ウエハとは独立して圧力を印加できるリテーナーリングを設けることができ、これによりウエハの外周部における研摩速度を適宜調節することができる。

【００３６】

【発明の実施の形態】

本発明において、砥石としては、微細（たとえば平均粒径１μｍ以下）で、不純物含有量が少ない酸化セリウムなどの砥粒を、フェノール樹脂などの固着剤によって結合させて形成したものを用いることができ、砥石支持層としては、ポリウレタン樹脂やポリウレタン含侵不織布などを使用できる。上記のように、砥石および砥石支持層の弾性率は、それぞれ１～５００ｋｇ／ｍｍ^{2}および０．１～５０ｋｇ／ｍｍ^{2}とすれば好ましい結果が得られる。砥石および砥石支持層の厚さは、たとえばそれぞれ３ｍｍおよび１ｍｍ程度にすることができる。

【００３７】

研摩を行う際における加工液の供給量は１００～１０００ｍｌ／分程度であり、加工液としては純水を用いることができる。ウエハホルダおよび研摩定盤は同一方向に回転され、回転数はそれぞれ２０～５０ｒｐｍ程度である。

【００３８】

砥石を、複数のセグメントに分割するか、あるいは複数の溝を形成してウエハとの接触部を複数の区画に区分すれば、研摩ムラの低減および研摩量の均一性の点で実用上有利である。ただし、充分薄く、かつ軟らかい砥石を使用すれば、砥石をこのようにセグメントに分割したり、溝によって区分したりすることなしに、研摩を行うことも可能である。

【００３９】

セグメントあるいは区画の形状としては、種々な形状が可能であり、例えば図１０（ａ）に示す格子状、図１０（ｂ）、（ｃ）にそれぞれ示した丸形および六角形など、多くの形のセグメントや区画を用いることができる。

【００４０】

【実施例】

〈実施例１〉

図５を用いて本発明の第１の実施例を説明する。図５から明らかなように、本実施例の表面平坦化装置は、研摩定盤１２、この研摩定盤１２上に取り付けられた研摩加工具１６、研摩すべきウエハ１を保持するウエハホルダ１４および研摩の際に水等の加工液１５を供給する液供給ユニット２０を具備している。

【００４１】

上記研摩加工具１６は、図１に示したように、砥石２１、砥石支持層２２、接着層２３から構成され、接着層２３によって上記研摩定盤１２に接着される。研摩定盤１２の大きさはウエハの大きさによって異なり、ウエハ径が６インチの場合には研摩定盤の直径は５００ｍｍ程度である。

【００４２】

ウエハ１を保持したウエハホルダ１４に圧力Ｗを上方から加えて、ウエハ１を研摩加工具１６に押しつけ、ウエハホルダ１４と研摩定盤１２を同時に回転させることによって、ウエハ１の研摩が行われる。この際、液供給ユニット２０から、毎分１００～１０００ｍｌ程度の加工液１５が研摩加工具１６上に供給される。ウエハホルダ１４を研摩加工具に押しつける力Ｗは、典型的には３０～５００ｇ／ｃｍ^{2}であり、研摩速度（１分間あたりの研摩量）はこの力Ｗにほぼ比例する。ウエハホルダ１４と研摩定盤１２は同一方向に回転させた。両者の回転数をほぼ同一にすることが、均一な研摩を行うためには好ましい。回転数の値は典型的には２０～５０ｒｐｍである。

【００４３】

上記研摩加工具１６の最上部に設けられ、ウエハ１に直接々触する砥石２１としては、微細な酸化セリウム砥粒を樹脂によって結合したものを用いることができる。この砥石は、図６（ａ）および図６（ｂ）に示したように、気孔２６を含んだ構造を有している。使用した樹脂の種類および用途によって、気孔２６の形は図６（ａ）のように連続的である場合と、図６（ｂ）のように独立した場合があるが、いずれの場合も、砥石２１中の不純物ができるだけ少ないことが望ましい。本実施例においては、平均粒径が１μｍ以下と微細な酸化セリウム砥粒を、フェノール樹脂によって結合させたものを砥石２１として用いた。

【００４４】

砥石２１の下層として設けられる砥石支持層２２としては、厚さが均一で所望の弾性率が得られる素材が望ましく、例えば、ポリウレタン樹脂あるいはポリウレタン含浸不織布などを用いることができる。本実施例ではポリウレタン樹脂を使用したが、この場合の砥石支持層２２の弾性率は約１０ｋｇ／ｍｍ^{2}であり、砥石２１の弾性率約１００ｋｇ／ｍｍ^{2}に比べ約一桁小さい。砥石２１の弾性率が高いほど平坦化能力が高いが、あまり高すぎると研摩キズ発生などの原因になるので好ましくない。弾性率が５００ｋｇ／ｍｍ^{2}以下であれば研摩キズの発生を回避できることがわかった。しかし、砥石２１の弾性率が１ｋｇ／ｍｍ^{2}以下では必要な平坦化能力が得られないので、研摩キズと平坦化能力の点からは、砥石２１の弾性率は１～５００ｋｇ／ｍｍ^{2}の範囲内にするのが好ましい。

【００４５】

一方、砥石支持層２２の弾性率が低いほど、ウエハ１面内の研摩量ムラが低減するが、あまり低すぎると、研摩加工具１６の寿命低下、平坦化能力低下などの問題が発生する。実用的な平坦化能力を得るためには、砥石支持層２２の弾性率を０．１ｋｇ／ｍｍ^{2}以上にすることが必要であり、研摩量の均一性を１σで５％以下とするためには、５０ｋｇ／ｍｍ^{2}以下とする必要があった。砥石支持層２２の弾性率を砥石２１の弾性率の１／１０程度にすると、研摩量均一性と平坦化能力が両立することがわかった。

【００４６】

本実施例では、砥石２１の厚さは約３ｍｍ、砥石支持層２２の厚さは１ｍｍとした。砥石２１と砥石支持層２２は接着剤によって互いに接着され、砥石支持層２２と研摩定盤１２との接着には、交換作業を容易にするため、粘着テープ２３を用いた。

【００４７】

砥石２１は、加工液の排出性および研摩量の均一性向上のため、本実施例では、一辺が１

５ｍｍの正方形であるセグメントに分割した。各セグメントのサイズは、平坦化すべきウエハ上のチップサイズが１辺５ｍｍから１５ｍｍ程度であることなどを考慮して１５ｍｍとした。

【００４８】

この研摩装置を用いて、ｐ－ＴＥＯＳ膜（SiO_2膜）が全面に均一に形成されてあるシリコン・ウエハを、加工液として純水のみを使用して研摩し、各ウエハ直径方向の位置における研摩量を測定した。研摩量の測定は光干渉式の膜厚計を用いて行い、ウエハのオリエンテーションフラットに沿って直径上の１５点について、研摩前と研摩後における膜厚をそれぞれ測定し、両者の差から研摩量を求めた。比較のため、単層砥石のみからなる研摩加工具を用いて、同様の研摩および測定を行った。

【００４９】

単層砥石のみからなり、上記砥石支持層を有さない研摩加工具を用いた場合の結果を図７（ａ）に示し、本実施例によって得られた結果を図７（ｂ）に示した。図７（ａ）および図７（ｂ）から明らかなように、砥石２１の下に弾性率が低い砥石支持層２２を設けた本実施例の場合、ウエハ面内における研摩量の分布は、単層砥石のみを用いた場合よりはるかに均一であり、研摩量の変動がはるかに少ないことが確認された。なお、上記ウエハとしては直径は６インチのシリコン・ウエハを使用し、研摩工程における印加圧力は２４０ｇ／ｃｍ^2、相対速度は５３ｃｍ／ｓ、研摩時間は３分間とした。

【００５０】

〈実施例２〉

本発明の第２の実施例を、図８を用いて説明する。

【００５１】

図８から明らかなように、本実施例においては、砥石２１と砥石支持層２２の間に、結合層２４が設けられている。この結合層２４の役割は、柔らかい砥石支持層２２が研摩の際に必要以上に変形することを防ぐことにある。砥石２１がセグメント化されている場合には、研摩時の荷重によって各砥石２１が縦方向に変位して、各セグメント間に階段状の段差が生じ、研摩キズ、ウエハ離脱およびウエハ外周部の研摩量過多などの発生原因になる。

【００５２】

そのため、本実施例では、薄くて引っ張り方向の力に対して伸びが少ないＰＥＴ（ポリエチレン・テレフタレート）フィルムなどからなる結合層２４を、砥石２１と砥石支持層２２の間に介在させて、砥石２１の縦変更の変位を抑制した。他の点は上記第１の実施例と同様である。これにより、荷重が印加されるセグメントと無負荷のセグメントの境界が不連続にならずに、スムーズに連結され、上記研摩キズなどの障害はさらに減少した。

【００５３】

なお、本実施例では、上記結合層２４として厚さ１００μｍのＰＥＴフィルムを用いた。しかし、この結合層２４は、必ずしもフィルム状物質である必要はなく、セグメント状の各砥石２１の縦方向における変位を抑制できるもの、例えば紐状物質を編み合わせたものや、金属、樹脂などの線からなるメッシュ状の層でも良い。また砥石２１と砥石支持層２２の間に介在させるのではなく、例えば紐状物質からなる結合層を各砥石２１間のみに配置したり、あるいは適当な弾性を有する材料を各砥石２１の間に介在させて、隣接する各砥石２１を互いに結合しても良い。

【００５４】

〈実施例３〉

本発明の第３の実施例を図９を用いて説明する。

【００５５】

図９から明らかなように、本実施例においては、砥石２１のセグメントを上記第１および第２の実施例のように完全には分離させず、溝の底部を残して結合部２５とした。このような構造とすることによって、上記第２の実施例において設けた結合層２４の役割を、砥石２１の各セグメント間の結合部２５が果たし、特別な結合層を砥石２１の下に設けるこ

となしに、実施例２と同様の効果が得られた。

【００５６】

〈実施例４〉

本実施例は、図１１に示したように、セグメント２１の大きさに分布を持たせ、ウエハ１の中央部と接する部分ほど、セグメント２１のサイズが小さくなるようにした例である。ウエハ１の中央部は研摩中に水膜が形成され易いため、このようにセグメント２１の直径方向におけるサイズを小さくして溝の割合を増加させた。また溝の割合を増やすことによってウエハ１の中央部への水の供給量を増やすことができた。これにより水膜形成と水供給不足に起因する研摩量ムラが低減された。また、研摩時の定盤の回転数をより高くすることができるので、研摩速度を大きくすることができた。

【００５７】

〈実施例５〉

砥石がセグメントに分割されている場合、相対的に柔らかい砥石支持層に支えられている各セグメントの高さは、それぞれ独立に変化する。そのため加工中にウエハに接して押されているセグメントと、ウエハに接触せずウエハからの力が加わらないセグメントの間には、必然的に段差が生じる。このセグメント間の段差によってウエハエッジ周辺だけが特に速く研摩されたり、逆に研摩され難くなるなどの研摩量異常が生ずる場合がある。

【００５８】

本実施例は、このような障害を防止した例であり、図１２に示したように、ウエハホルダ１４外周のリテーナーリング２７の圧力Ｗ１を、ウエハ１の圧力Ｗ２とは独立に印加できるようにした。ウエハ１の外周部が特に速く研摩される場合には、リテーナーリング２７の圧力Ｗ１を大きくし、反対に、ウエハ１の外周部が遅く研摩される場合には、リテーナーリング２７の圧力Ｗ１を下げればよい。

〈実施例６〉

本実施例は、本発明を半導体装置の製造工程のうちの浅溝素子分離工程に適用した例である。

【００５９】

図１３（ａ）に示したように、素子を形成すべき領域３２に素子形成部保護用の窒化珪素膜３３を形成した後、シリコン基板３０の表面に周知のホトエッチングを用いて素子分離用の溝３１を形成した。

【００６０】

次に、図１３（ｂ）に示したように、周知のＣＶＤ法を用いてSiO_2膜３４を全面に形成した。さらに、上記実施例１に示した方法を用いて、破線３５の位置まで研摩を行なって、上記SiO_2膜３４を溝内のみに残し、他の部分は除去して、図１３（ｃ）に示した構造を形成した。

【００６１】

上記絶縁膜３４の研摩を、従来のＣＭＰ法を用いて行なうと、溝内の絶縁膜３４の表面が、凹形状になって平坦にならないディッシングと呼ばれる現象が起きる。ディッシングが起こると所望の素子特性が得られないが、本実施例によれば、このようなディッシングを起こすことなしに、表面が平坦な浅溝素子分離を行うことができた。

【００６２】

〈実施例７〉

本実施例は、本発明の砥石支持層上に支持された砥石を、ウエおよび砥石の回転軸が床面に対して水平方向を向き、ウエハと砥石が床面に垂直な面内で運動する形式の研摩装置に適用した例であり、図１４を用いて説明する。

【００６３】

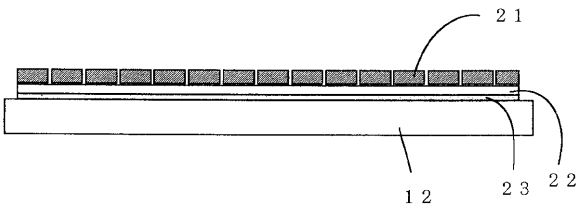
図１４に示したように、２枚のウエハ１はウエハホルダ１４の両面上にそれぞれ保持され、砥石２１によってウエハホルダ１４をを挟み込むように配置され、ウエハ１の研摩が行なわれる。なお図示は省略されているが、砥石２１と定盤１２の間には、上記実施例１の場合と同様に、砥石支持層２２と接着層２３が設けられている。

【００６４】
砥石２１の直径はウエハ１の直径の１倍以上であるのが好ましく、液供給ウニット２０からの加工液（純水）の供給が、砥石２１の表面上の溝から行なう場合は、砥石２１の直径はウエハ１の直径の２倍以下でよい。本実施例は、回転する研摩面が床面に対して垂直であるため、装置が小型化できるという特長がある。
〈実施例８〉
本実施例は、上記砥石２１（図１に示したように、砥石支持層２２および接着層２３の上に形成されている）を用いて平坦性の高い研摩を行なった後に、研摩パッドとスラリを用いた周知の研摩加工を行なった例である。
【００６５】
本実施例によれば、最終的な表面粗さが向上するとともに、残存する異物量を低減することができ、例えばＢＰＳＧ膜のように、比較的軟らかい膜の加工に特に有用である。なお、研摩パッドとスラリによる加工量が過大であると、平坦性が低下するため、加工量は厚さとしてほぼ０．１μｍ以下にするのが好ましい。
〈実施例９〉
本実施例は、上記砥石２１（図１に示したように、砥石支持層２２および接着層２３の上に形成されている）に、砥粒を含むスラリを併用して研摩を行なった例であり、研摩速度をさらに向上することができる。
【００６６】
砥石上にスラリとしてヒュームドシリカを添加した場合の、シリカの濃度と研摩速度の関係を求めて、砥石のみを使用した場合およびフュームドシリカスラリと研摩パッドを用いた場合を比較し、得られた結果を図１５に示した。
【００６７】
図１５から明らかなように、研摩圧が１００ｇ／ｃｍと低く、かつ、研摩面の粗さを重視して、研摩速度が低い砥石を使用したため、砥石のみを用いた場合の研摩速度は５ｎｍ／分と低かった。
【００６８】
しかし、通常用いられる濃度１２％のフュームドシリカスラリを上記砥石２１と併用すると、研摩速度は１００ｎｍ／分に達し、スラリを稀釈して濃度を１．２％に低くしても、研摩速度は４０ｎｍ／分であった。一方、砥石を使用せず、スラリと研摩パッドのみで研摩を行なった場合の研摩速度は、スラリ濃度１２％のときは４０ｎｍ／分、１．２％のときはほぼ０であり、砥石と研摩スラリの併用が、研摩速度の向上に有用であることが確認された。
【００６９】
【発明の効果】
上記説明から明らかなように、本発明によれば、遊離砥粒を用いた従来の方法では困難であった、数ｍｍを超える大きなパターンであっても、良好な平坦化とウエハ面内での充分均一な研摩量を両立させることがが可能になった。また、アルカリ性や酸性のスラリを使用せずに純水だけでの加工ができるため、装置や加工具を劣化させることなしに長期間安定な加工が可能になるばかりでなく、コストの低下などが実現された。さらに、リソグラフィーのフォーカスマージンが小さくなり、従来よりも微細な半導体集積回路の製造が低コストで可能になった。また、従来は困難であった素子分離工程における研摩を、ディッシングを起こすことなしに行なうことができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】第１の実施例を示す図、
【図２】ウエハ表面の平坦化工程を説明するための工程図、
【図３】ＣＭＰ法を説明するための図、
【図４】研摩ムラの発生を説明するための図、
【図５】本発明の構成を説明するための図、
【図６】砥石の気孔形状を示す図、

【図７】本発明の効果の一例を示す図、
【図８】第２の実施例を示す図、
【図９】第３の実施例を示す図、
【図１０】セグメントの形状の例を示す図、
【図１１】第４の実施例を示す図、
【図１２】第５の実施例を示す図、
【図１３】第６の実施例を示す工程図、
【図１４】第７の実施例を示す図、
【図１５】第９の実施例を示す図。
【符号の説明】
１…ウエハ、２、４…絶縁膜、３…配線層、５…アルミニウム層、６…ホトレジスト層、７…ステッパ、８…凹部、９…平坦化の目標レベル、１１…研摩パッド、１２…定盤、１３…バッキングパッド、１４…ウエハホルダ、１５…加工液、１６…研摩加工具、２０…液供給ユニット、２１…砥石、２２…砥石支持層、２３…接着層、２４…結合層、２５…結合部、２６…気孔、２７…リテーナーリング、３０…シリコン基板、３１…素子分離用の溝、３２…素子形成領域、３３…窒化珪素膜、３４…SiO_2膜、３５…除去すべき位置を示す破線。

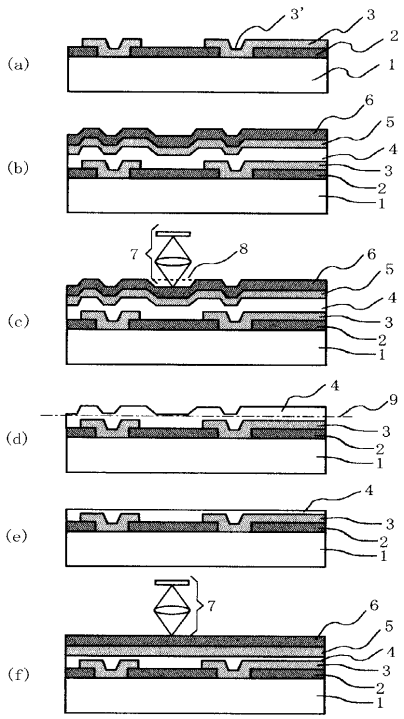
【図１】

図１



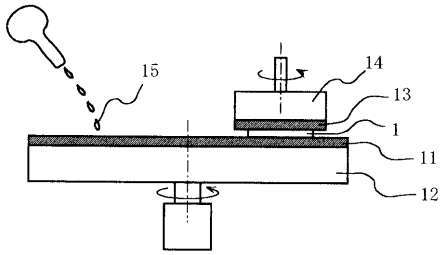
【図２】

図２



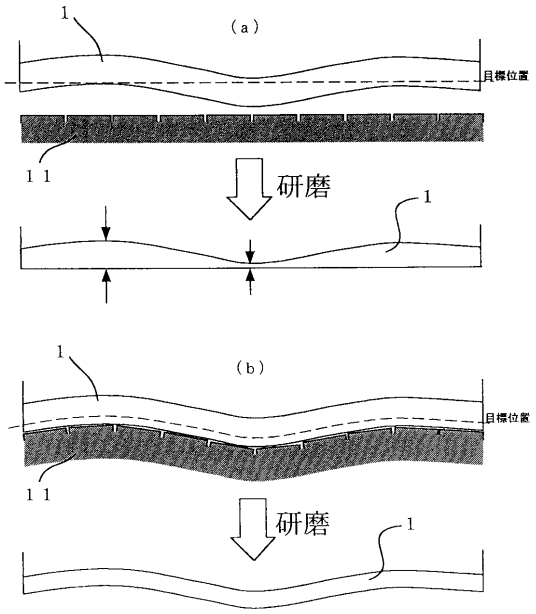
【図３】

図３



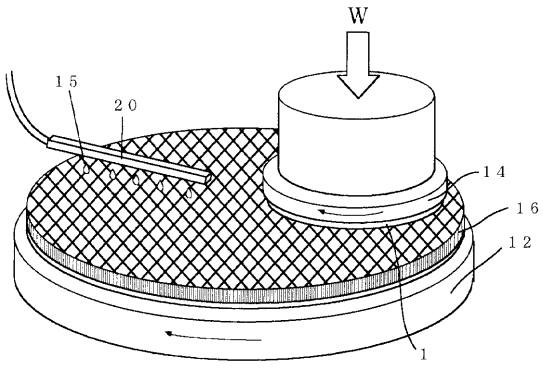
【図４】

図４



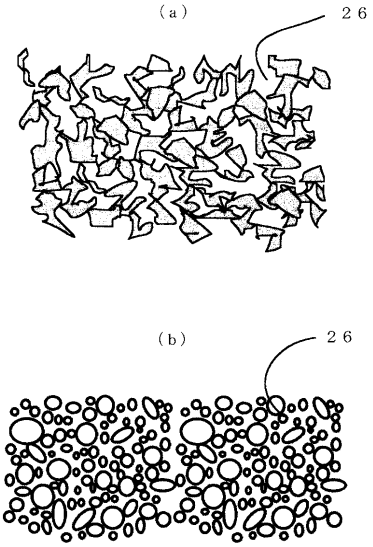
【図５】

図５



【図６】

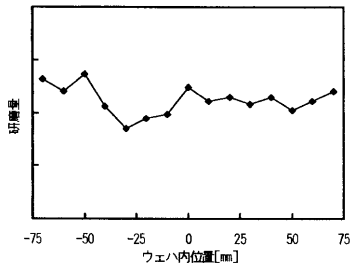
図６



【図７】

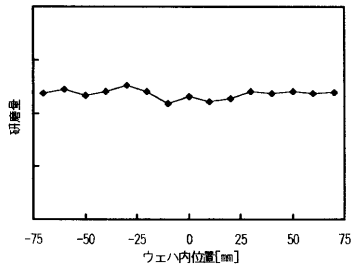
図７

（ａ）



研磨量のウェハ面内分布

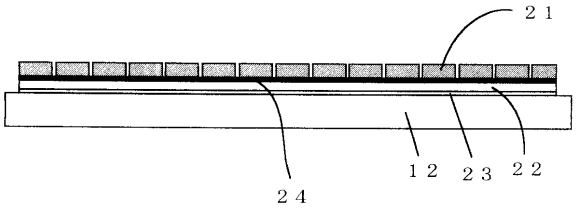
（ｂ）



研磨量のウェハ面内分布

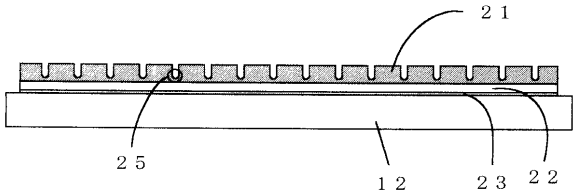
【図８】

図８



【図９】

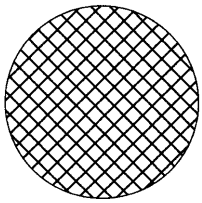
図９



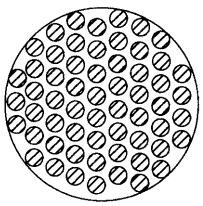
【図１０】

図１０

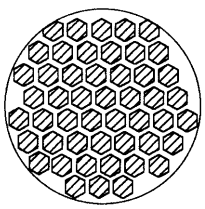
（ａ）



（ｂ）

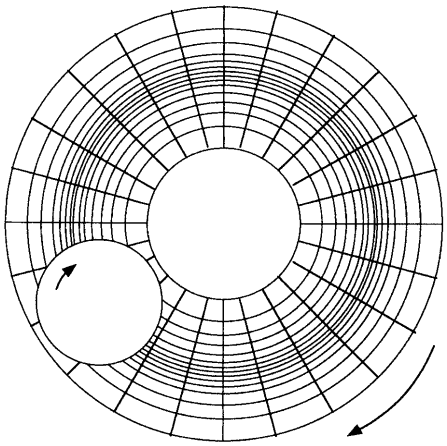


（ｃ）



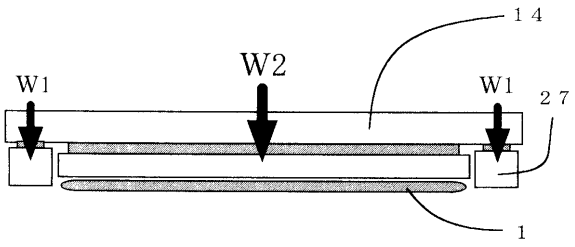
【図１１】

図１１



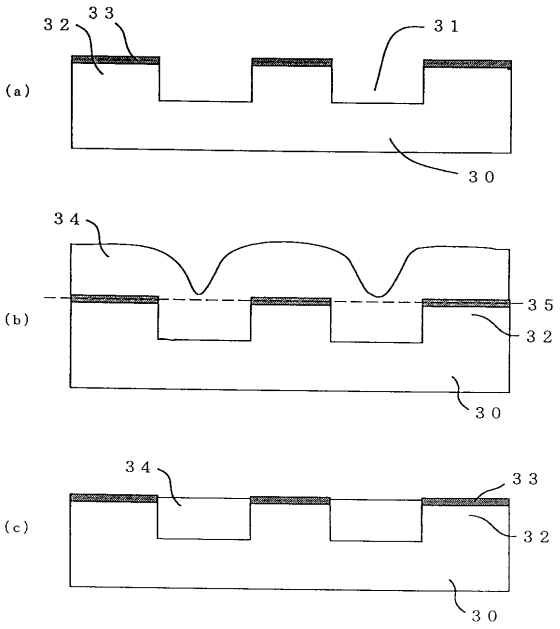
【図１２】

図１２



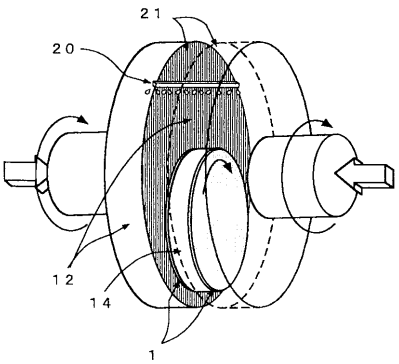
【図１３】

図１３



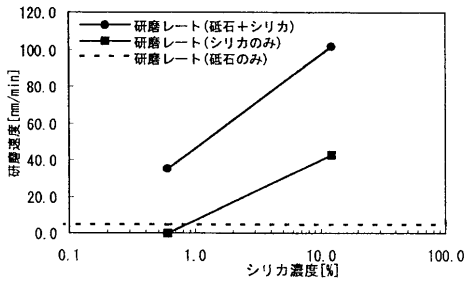
【図１４】

図１４



【図１５】

図１５



フロントページの続き

(72)発明者　山口　克彦
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所　中央研究所内

審査官　紀本　孝

(56)参考文献　国際公開第９７／０１０６１３（WO，Ａ１）
実開昭６３－０９７４５７（ＪＰ，U）
実開平０７－０２７７５４（ＪＰ，U）
実開平０５－０６０７６９（ＪＰ，U）
特開平０９－１０９００５（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－０７８２５４（ＪＰ，U）
特開平０８－１３２３４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０５０９７４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２２６２７２（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２２９８０８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
H01L 21/304
H01L 21/3205