

(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2004-23009

(P2004-23009A)

(43) 公開日 平成16年1月22日(2004.1.22)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 21/304
B24B 37/00

F I

H01L 21/304 622F
B24B 37/00 C

テーマコード(参考)

3C058

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-179323 (P2002-179323)
(22) 出願日 平成14年6月20日 (2002.6.20)

(71) 出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(74) 代理人 100096770
弁理士 四宮 通
(72) 発明者 星野 進
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内
(72) 発明者 菅谷 功
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内
Fターム(参考) 3C058 AA07 AA09 CA01 CB01 DA12

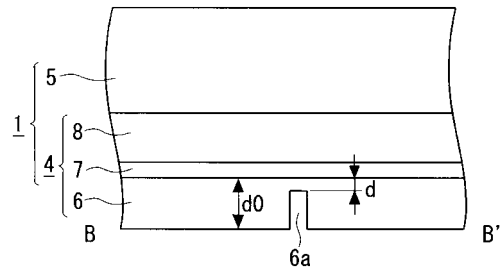
(54) 【発明の名称】 研磨体、研磨装置、半導体デバイス及び半導体デバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】「グローバル・リムーバル均一性」を確保しながら、段差解消性を高めて「ローカル・パターン平坦性」を向上させることができ、しかも寿命の長い研磨体を提供する。

【解決手段】研磨体4は、基材5に取り付けられる。研磨体4は、研磨パッド6、硬質弾性部材7、及び軟質部材8を、研磨面側からこの順に積層した構造を持つ。研磨パッド6として、例えば、ロデール社製のIC1000(商品名)が用いられる。硬質弾性部材7として、例えば、ステンレス板が用いられる。軟質部材8として、ロデール社製のSuba400(商品名)を用いられる。研磨パッド6は、研磨面側に溝6aを有する。研磨パッド6における溝6aの箇所に残り厚さdが、 $0\text{ mm} < d < d_0$ 、6 mmの条件を満たすように設定される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置に、用いられる前記研磨体であって、研磨面側に溝が形成された研磨パッド、硬質弾性部材、及び軟質部材をこの順に積層した構造を持ち、前記研磨パッドにおける前記溝の箇所の残り厚さ d が、 $0 \text{ mm} < d \leq 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たすことを特徴とする研磨体。

【請求項 2】

前記残り厚さ d が、 $d \leq 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の研磨体。

10

【請求項 3】

研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置に、用いられる前記研磨体であって、研磨面側に溝が形成された研磨パッド、硬質弾性部材、及び軟質部材をこの順に積層した構造を持ち、前記研磨パッドにおける前記溝の箇所の残り厚さ d は、前記研磨パッドにおける前記溝以外の箇所の厚さが 2.5 mm 以上である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 1.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 以上 2.5 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすことを特徴とする研磨体。

20

【請求項 4】

前記残り厚さ d が、 $0.1 \text{ mm} \leq d$ の条件を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の研磨体。

【請求項 5】

前記研磨パッドの、 1.0 kg/cm^2 で加圧した時の圧縮率が、 10% 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の研磨体。

【請求項 6】

研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置に、用いられる、研磨面側に溝が形成された研磨パッド、硬質弾性部材及び軟質部材をこの順に積層した構造を持つ前記研磨体を、構成するために用いられる前記研磨パッドであって、前記溝の箇所の残り厚さ d は、前記溝以外の箇所の厚さが 2.5 mm 以上である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 1.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 以上 2.5 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすことを特徴とする研磨パッド。

30

40

【請求項 7】

研磨面側に溝が形成された研磨パッドであって、前記溝の箇所の残り厚さ d は、前記溝以外の箇所の厚さが 2.5 mm 以上である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 1.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 以上 2.5 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすことを特徴とする研磨パッド。

【請求項 8】

1.0 kg/cm^2 で加圧した時の圧縮率が、 10% 以下であることを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の研磨パッド。

【請求項 9】

50

研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置において、前記研磨体が請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の研磨体であることを特徴とする研磨装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の研磨装置を用いて、半導体ウエハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項 11】

請求項 10 記載の半導体デバイス製造方法により製造されることを特徴とする半導体デバイス。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内部に半導体回路等が形成されたウエハ等の半導体ウエハなどの被研磨物の研磨に用いられる研磨体、この研磨体を用いた研磨装置、この研磨装置を用いた半導体デバイス製造方法、及び、半導体デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路の高集積化、微細化に伴って、半導体製造プロセスの工程は、増加し、複雑になってきている。これに伴い、半導体デバイスの表面は必ずしも平坦ではなくなってきた。半導体デバイスの表面における段差の存在は、配線の段切れ、局所的な抵抗の増大などを招き、断線や電気容量の低下などをもたらす。また、絶縁膜では耐電圧劣化やリークの発生などにもつながる。 20

【0003】

一方、半導体集積回路の高集積化、微細化に伴って、光リソグラフィに用いられる半導体露光装置の光源波長は短くなり、半導体露光装置の投影レンズの開口数、いわゆる NA は大きくなってきている。これにより、半導体露光装置の投影レンズの焦点深度は、実質的に浅くなってきている。焦点深度が浅くなることに対応するためには、今まで以上に半導体デバイスの表面の平坦化が要求されている。 30

【0004】

内部に半導体回路等が形成されたウエハ等のプロセスウエハなどの被研磨物の研磨技術として、大きな（ダイサイズレベルでの）エリアの効率的な平坦化技術として注目を集めているのが、化学的機械的研磨である。これは、CMP (Chemical Mechanical Polishing 又は Planarization) と呼ばれる研磨工程である。CMP は、物理的研磨に、化学的な作用を併用して、プロセスウエハの表面層を除いていく工程で、グローバル平坦化及び、電極形成のための重要な技術である。具体的には、酸、アルカリ、酸化剤などの研磨物の可溶性溶媒中に、研磨粒（シリカ、アルミナ、酸化セリウムなどが一般的）を分散させたスラリーと呼ばれる研磨剤を用い、更に、研磨パッドを有する研磨工具の前記研磨パッドで、ウエハ表面を加圧し、相対運動で摩擦することにより研磨を進行させる。 40

【0005】

ところで、ブランク状態のウエハと異なり、パターンウエハの表面は、平坦ではなく、特にチップが形成されている部分と形成されていない部分とでは段差があるのが普通である。よって、このようなパターンウエハを研磨する場合には、ウエハ基板の大きな周期の凹凸（うねり）に倣って、すなわち凹凸（うねり）に沿って一様に研磨（これを、「グローバル・リムーバル均一性」と呼んでいる。）を行いながら、局所的な凹凸をなくす（これを、「ローカル・パターン平坦性」と呼んでいる。）ことが求められている。

【0006】

このような要請に応えるべく、従来は、研磨工具において、研磨体として硬質研磨パッド 50

と軟質パッドとを貼り合わせたいわゆる2層パッドを用い、この2層パッドを、硬質研磨パッドが被研磨物側となるように、剛性体からなる研磨定盤の表面に貼り付けていた。前記硬質研磨パッドとして、ロデル社製のIC1000(商品名)が用いられ、その表面には研磨剤の供給及び排出のための溝が形成されていた。この硬質研磨パッドでは、溝が形成されていない箇所の厚さが1.27mm、溝の深さが約0.6mm、溝が形成されている箇所の残り厚さが約0.67(=1.27-0.6)mmであった。また、前記軟質パッドとして、スポンジ状のロデル社製のSuba400(商品名)が用いられていた。

【0007】

このような2層パッドからなる研磨体を用いれば、硬質研磨パッドと研磨定盤との間に軟質パッドが介在しているため、軟質パッドが比較的圧縮変形し易いことから、硬質研磨パッドがパターンウエハの大きなうねりに倣って変形する。よって、パターンウエハのうねりに沿って研磨量を一定とした研磨を行うことができる。一方、局所的な凹凸に対しては、硬質研磨パッドが比較的変形し難いので、局所的な凹凸は研磨により除去することができる。

10

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これまで以上に半導体集積回路の集積度を高めることが要請され、より細かい配線ルールを適用することが要請されている。また、システムLSIを研磨する需要が増加しているが、システムLSIにおいては、パターンの疎密度の分布が激しくなっている。

20

【0009】

このように、細かい配線ルールで決定されるパターンや、疎密度の分布が激しいパターンが内部に形成されたパターンウエハを研磨する場合、前述したような従来の研磨体を用いても、「グローバル・リムーバル均一性」と「ローカル・パターン平坦性」を共に満足させることが困難であった。すなわち、これらのウエハにおいては局所的な凹凸が大きくなる傾向にあり、前述したような従来の研磨体を用いた場合には、局所的な凹凸が増大するに伴って、軟質パッドが圧縮変形し、硬質パッドもそれに倣って変形する結果、段差解消性が低下し、「ローカル・パターン平坦性」を確保することが困難となる。

【0010】

そこで、本発明者は、表面に溝が形成された研磨パッド、硬質弾性部材、及び軟質部材をこの順に積層した構造を持つ研磨体を、案出した。ここで、硬質弾性部材は、例えば、ヤング率が10000kg/mm²以上の弾性部材である。軟質部材は、例えば、1.0kg/cm²で加圧した時の圧縮率が10%以上の部材である。

30

【0011】

この研磨体を用いれば、研磨パッドと軟質部材との間に硬質弾性部材が挟み込まれているため、「グローバル・リムーバル均一性」を確保しながら、段差解消性を高めて、「ローカル・パターン平坦性」を向上させることができる。

【0012】

この硬質弾性部材を挟み込んだ研磨体において用いる研磨面側の研磨パッドとしては、硬質パッドを用いることが好ましい。そこで、この研磨体の研磨面側の研磨パッドとして、前記従来の研磨体の硬質パッドと同じく、溝が形成されていない箇所の厚さが1.27mm、溝の深さが約0.6mm、溝が形成されている箇所の残り厚さが約0.67(=1.27-0.6)mmの、ロデル社製のIC1000(商品名)をそのまま用いることが考えられる。

40

【0013】

しかし、本発明者の研究の結果、この場合には、硬質弾性部材を挟み込んだ研磨体では、段差解消性の点では研磨面側の研磨パッドが本来的に長い寿命を持っているにも拘わらずに、当該研磨パッドの溝の深さによる制約を受けて、当該研磨パッドの寿命が短くなってしまふことが判明した。

50

【0014】

すなわち、硬質弾性部材を挟み込んだ研磨体の研磨面側の研磨パッドの厚さは、被研磨物の研磨に伴う消耗やドレッシング（研磨面の目詰まり等を除去する処理であり、コンディショニングとも呼ばれる。）に伴う消耗により、薄くなっていく。一方、研磨パッドの表面の溝は、研磨中の研磨剤の供給及び排出のために不可欠であり、溝が消失又は所定深さ以下になってしまうと、所望の研磨特性を得ることができない。したがって、前記厚さや溝深さを持つIC1000を用いる場合には、溝が消失するまで寿命が尽きないと仮定した場合でも、溝が不可欠であるという制約から、溝が形成されていない箇所の厚さが0.67 (= 1.27 - 0.6) mmまで薄くなった時点で、寿命が尽きることになる。ところが、本発明者の研究の結果、硬質弾性部材を挟み込んだ研磨体において、研磨面側の研磨パッドの厚さが0.67 (= 1.27 - 0.6) mmより薄くなっても、当該研磨体による段差解消性が低下するどころか逆にわずかに向上することが判明した。

【0015】

このように、硬質弾性部材を挟み込んだ研磨体において、従来の研磨パッドをそのまま用いると、溝の深さの制約を受けて、無駄に寿命が低下してしまうのである。

【0016】

なお、前述した2層パッドからなる研磨体の場合、そもそも前述した硬質弾性部材を挟み込んだ研磨体に比べて段差解消性が劣る上に、研磨面側の研磨パッドの溝が形成されていない箇所の厚さが薄くなるに従って段差解消性が低下してしまい、前記厚さや溝深さを持つIC1000を用いても、溝が消失する前に、段差解消性の点から制約を受けて寿命が尽きてしまう。したがって、2層パッドからなる研磨体の場合、研磨面側の研磨パッドの溝をより深くしておいても、何ら寿命を延ばすことはできない。

【0017】

本発明は、前述したような本発明者の研究により新たに見出された事情に鑑みてなされたもので、「グローバル・リムーバル均一性」を確保しながら、段差解消性を高めて「ローカル・パターン平坦性」を向上させることができ、しかも寿命の長い研磨体、及びこれに用いることができる研磨パッドを提供することを目的とする。

【0018】

また、本発明は、被研磨物を効率良く研磨することができるとともに、ランニングコストを低減することができる研磨装置を提供することを目的とする。

【0019】

さらに、本発明は、従来の半導体デバイス製造方法に比べて、歩留りが向上ししかも効率良く低コストで半導体デバイスを製造することができる半導体デバイス製造方法、及び低コストの半導体デバイスを提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するため、本発明の第1の態様による研磨体は、研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置に、用いられる前記研磨体であって、(a)研磨面側に溝が形成された研磨パッド、硬質弾性部材、及び軟質部材をこの順に積層した構造を持ち、(b)前記研磨パッドにおける前記溝の箇所の残り厚さdが、 $0\text{ mm} < d \leq 0.6\text{ mm}$ の条件を満たすものである。

【0021】

前記第1の態様において、硬質弾性部材は、例えば、ヤング率が 10000 kg/mm^2 以上の弾性部材であり、典型的な例として金属板を挙げることができる。硬質弾性部材として、例えば、ステンレス板を用いることができ、その厚さは例えば $0.1\text{ mm} \sim 0.94\text{ mm}$ とすることができる。前記軟質部材は、例えば、 1.0 kg/cm^2 で加圧した時の圧縮率が10%以上の部材であり、典型的な例として、気泡を内包するウレタン弾性部材、不織布などを挙げることができる。

【0022】

10

20

30

40

50

また、前記第1の態様において、例えば、前記被研磨物が、内部に半導体集積回路が形成されたウエハなどのパターンウエハであり、前記硬質弾性部材は、前記パターンウエハの研磨中にかかる研磨荷重における変形量が、前記パターンウエハにおけるパターンの最大間隔間において、前記パターンウエハに許容されるLTVより小さく、1チップに相当する間隔間において、前記パターンウエハに許容されるTTVより大きくなるように構成されたものでもよい。ここで、LTV(Local Thickness Variation)とは、ウエハの1チップ内の局所的な凹凸のことであり、TTV(Total Thickness Variation)とは、ウエハ全体での凹凸のことである。

【0023】

本発明の第2の態様による研磨体は、前記第1の態様において、前記残り厚さ d が、 $d < 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすものである。 10

【0024】

本発明の第3の態様による研磨体は、研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置に、用いられる前記研磨体であって、(a)研磨面側に溝が形成された研磨パッド、硬質弾性部材、及び軟質部材をこの順に積層した構造を持ち、(b)前記研磨パッドにおける前記溝の箇所の残り厚さ d は、前記研磨パッドにおける前記溝以外の箇所の厚さが 2.5 mm 以上である場合には $0 \text{ mm} < d < 1.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 以上 2.5 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d < 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d < 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすものである。 20

【0025】

本発明の第4の態様による研磨体は、前記第1乃至第3のいずれかの態様において、前記残り厚さ d が、 $0.1 \text{ mm} < d$ の条件を満たすものである。

【0026】

本発明の第5の態様による研磨体は、前記第1乃至第4のいずれかの態様において、前記研磨パッドの、 1.0 kg/cm^2 で加圧した時の圧縮率が、 10% 以下であるものである。

【0027】

本発明の第6の態様による研磨パッドは、研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置に、用いられる、研磨面側に溝が形成された研磨パッド、硬質弾性部材及び軟質部材をこの順に積層した構造を持つ前記研磨体を、構成するために用いられる前記研磨パッドであって、前記溝の箇所の残り厚さ d は、前記溝以外の箇所の厚さが 2.5 mm 以上である場合には $0 \text{ mm} < d < 1.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 以上 2.5 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d < 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d < 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすものである。 30

【0028】

本発明の第7の態様による研磨パッドは、研磨面側に溝が形成された研磨パッドであって、前記溝の箇所の残り厚さ d は、前記溝以外の箇所の厚さが 2.5 mm 以上である場合には $0 \text{ mm} < d < 1.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 以上 2.5 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d < 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、前記溝以外の箇所の厚さが 0.9 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d < 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすものである。 40

【0029】

本発明の第8の態様による研磨パッドは、前記第6又は第7の態様において、 1.0 kg/cm^2 で加圧した時の圧縮率が、 10% 以下であるものである。

【0030】

本発明の第 9 の態様による研磨装置は、研磨体と被研磨物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨体と前記被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨体と前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置において、前記研磨体が前記第 1 乃至第 5 のいずれかの態様による研磨体であるものである。

【0031】

本発明の第 10 の態様による半導体デバイス製造方法は、前記第 9 の態様による研磨装置を用いて、半導体ウエハの表面を平坦化する工程を有するものである。

【0032】

本発明の第 11 の態様による半導体デバイスは、前記第 10 の態様による半導体デバイス製造方法により製造されるものである。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による研磨体、研磨装置、半導体デバイス及び半導体デバイス製造方法について、図面を参照して説明する。

【0034】

図 1 は、本発明の一実施の形態による研磨装置を模式的に示す概略構成図である。図 2 は、図 1 中の A - A' 矢視の一部拡大図である。図 3 は、図 2 中の B - B' 線に沿った概略断面図である。

【0035】

本実施の形態による研磨装置は、研磨工具 1 と、研磨工具 1 の下側に被研磨物としてのウエハ 2 を保持するウエハホルダ 3 と、研磨工具 1 に形成した供給路（図示せず）を介してウエハ 2 と研磨工具 1 との間に研磨剤（スラリー）を供給する研磨剤供給部（図示せず）と、備えている。

【0036】

研磨工具 1 は、アクチュエータとして電動モータ等を用いた図示しない機構によって、図 1 中の矢印 a, b, c で示すように、回転、上下動及び左右に揺動（往復動）できるようになっている。ウエハホルダ 3 は、アクチュエータとして電動モータ等を用いた図示しない機構によって、図 1 中の矢印 t で示すように、回転できるようになっている。

【0037】

研磨工具 1 は、研磨体 4 と、研磨体 4 における研磨面（図 1 中の下面）と反対側の面（図 1 中の上面）を支持する基材 5 とを有している。本実施の形態では、研磨体 4 の径がウエハ 2 の径より小さくされ、装置全体のフットプリントが小さくなるとともに、高速・低荷重研磨が容易となっている。もっとも、本発明では、研磨体 4 の径はウエハ 2 の径と同じかそれより大きくてもよい。研磨体 4（特に研磨パッド 6）の平面視での形状は、例えば、回転中心の付近の部分が除去されたリング状としてもよいし、円板状としてもよい。

【0038】

研磨体 4 は、図 1 及び図 3 に示すように、研磨パッド 6、硬質弾性部材 7、及び軟質部材 8 を、研磨面側からこの順に積層した構造を持っている。研磨パッド 6 と硬質弾性部材 7 との間、硬質弾性部材 7 と軟質部材 8 との間、軟質部材 8 と基材 5 との間は、例えば、接着剤や両面接着テープを用いた接着等により、接合することができる。研磨パッド 6 の寿命が尽きた場合には、研磨体 4 の全体を交換してもよいし、研磨パッド 6 のみを交換してもよい。

【0039】

研磨パッド 6 は、硬質パッドであることが好ましく、例えば、 1.0 kg/cm^2 で加圧した時の圧縮率が 10% 以下であることが好ましい。具体的には、研磨パッド 6 として、例えば、ロデル社製の IC1000（商品名）を用いることができるが、これに限定されるものではない。

【0040】

研磨パッド 6 の研磨面側には、図 2 及び図 3 に示すように、格子状のパターンで溝 6a が

10

20

30

40

50

形成されている。もっとも、溝 6 a のパターンは、格子状に限定されるものではなく、種々のパターンを採用し得る。

【0041】

研磨パッド 6 における溝 6 a の箇所の残り厚さ d は、 $0 \text{ mm} < d \leq 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たすように設定されている。研磨パッド 6 における溝 6 a の箇所の残り厚さ d は、例えば、 $0 \text{ mm} < d \leq 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすように設定してもよい。

【0042】

あるいは、研磨パッド 6 における溝 6 a の箇所の残り厚さ d は、研磨パッド 6 における溝以外の箇所の初期の厚さ d_0 が 2.5 mm 以上である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 1.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、溝 6 a 以外の箇所の初期の厚さ d_0 が 0.9 mm 以上 2.5 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.6 \text{ mm}$ の条件を満たし、溝 6 a 以外の箇所の初期の厚さ d_0 が 0.9 mm 未満である場合には $0 \text{ mm} < d \leq 0.27 \text{ mm}$ の条件を満たすように、設定してもよい。

10

【0043】

なお、研磨パッド 6 における溝 6 a の箇所の残り厚さ d は、 0 mm を越える値であれば、溝 6 a で分離していないので、研磨パッド 6 を硬質弾性部材 7 に貼り付ける際の取り扱いが容易となる。残り厚さ d が 0.1 mm 以上であれば、不用意に溝 6 a の箇所で分離してしまうようなおそれなくなり、より好ましい。

【0044】

硬質弾性部材 7 は、例えば、ヤング率が 10000 kg/mm^2 以上の弾性部材であり、典型的な例として金属板を挙げるができる。具体的には、硬質弾性部材 7 として、例えば、ステンレス板を用いることができ、その厚さは例えば $0.1 \text{ mm} \sim 0.94 \text{ mm}$ とすることができる。

20

【0045】

なお、硬質弾性部材 7 は、ウエハ 2 の研磨中にかかる研磨荷重における変形量が、ウエハ 2 におけるパターンの最大間隔間において、ウエハ 2 に許容される LTV より小さく、1チップに相当する間隔間において、前記パターンウエハに許容される TTV より大きくなるように構成されたものでもよい。

【0046】

軟質部材 8 は、例えば、 1.0 kg/cm^2 で加圧した時の圧縮率が 10% 以上の部材であり、典型的な例として、気泡を内包するウレタン弾性部材、不織布などを挙げるができる。具体的には、軟質部材 8 として、ロデル社製の $Suba400$ (商品名) を用いることができる。

30

【0047】

ここで、本実施の形態によるウエハ 2 の研磨について説明する。研磨工具 1 は、回転しながら揺動つつ、研磨工具 1 の研磨体 4 がウエハホルダ 3 上のウエハ 2 の上面に所定の圧力 (荷重) で押し付けられる。ウエハホルダ 3 を回転させてウエハ 2 も回転させ、ウエハ 2 と研磨工具 1 との間で相対運動を行わせる。この状態で、研磨剤が研磨剤供給部からウエハ 2 と研磨体 4 との間に供給され、その間で拡散し、ウエハ 2 の被研磨面を研磨する。すなわち、研磨工具 1 とウエハ 2 の相対運動による機械的研磨と、研磨剤の化学的作用が相乗的に作用して良好な研磨が行われる。このとき、研磨体 4 の研磨パッド 6 の溝 6 a は、研磨中の研磨剤の供給及び排出の作用を担う。

40

【0048】

本実施の形態によれば、研磨体 4 が、研磨パッド 6、硬質弾性部材 7 及び軟質部材 8 の積層体として構成されており、研磨パッド 6 と軟質部材 8 との間に硬質弾性部材 7 が挟み込まれているため、硬質弾性部材 7 を介在させない場合 (すなわち、研磨体を、硬質研磨パッドと軟質パッドとを貼り合わせた従来の 2 層パッドで構成する場合) に比べて、「グローバル・リムーバル均一性」を確保しながら、段差解消性を高めて、「ローカル・パターン平坦性」を向上させることができる。

【0049】

50

研磨パッド6の溝6a以外の箇所の厚さは、ウエハ2の研磨に伴う消耗やドレッシングに伴う消耗により、薄くなっていく。本実施の形態では、従来の2層パッドからなる研磨体の硬質パッドと異なり、研磨体4の研磨パッド6における溝6aの箇所の残り厚さdが前述したように設定されているので、溝6aの深さの制約が緩和され、無駄に研磨パッド6の寿命が低下してしまう事態が低減され、寿命が延びる。したがって、本実施の形態によれば、ウエハ2を効率良く研磨することができるとともに、ランニングコストを低減することができる。

【0050】

この点について、本発明者は、図4に示すモデル及び図5に示すモデルについて、有限要素法を用いた解析を行い、図6に示す解析結果を得た。図4及び図5において、図1及び図3中の要素と同一又は対応する要素には、同一符号を付している。図4及び図5は解析モデルを模式的に示す概略断面図である。

10

【0051】

図4に示すモデルでは、基材5は完全な剛体であるものとした。軟質部材8は、ロデール社製のSuba400(商品名)とし、荷重をかけないときのその厚さを1.27mmとした。硬質弾性部材7は、厚さ0.2mmのステンレス板とした。研磨パッド6は、ロデール社製のIC1000(商品名)とし、荷重をかけないときのその厚さを d_0' とした。研磨パッド6は溝6aを有していないものとした。ウエハ2に代わるものとして、平面からなる上面を有し上面側に平面視で 4×4 mm角の十分深い孔10aを有する完全な剛体10を想定し、基材5に上方から 200 gf/cm^2 の荷重をかけたときの、研磨パッド6の孔10a内へのめり込み量 h を、研磨パッド6の厚さ d_0' をそれぞれ変えて各厚さ d_0' について、有限要素法を用いて算出した。このようにして得た図4に示す解析モデルの解析結果を、図6中にラインCで示す。図4に示す解析モデルは、前述した実施の形態の研磨体4に相当している。

20

【0052】

図5に示すモデルが図4に示すモデルと異なる所は、硬質弾性部材7が除去されている点のみである。図5に示すモデルの他の条件は、図4に示すモデルと場合と全く同一として、研磨パッド6の孔10a内へのめり込み量 h を、研磨パッド6の厚さ d_0' をそれぞれ変えて各厚さ d_0' について、有限要素法を用いて算出した。このようにして得た図5に示す解析モデルの解析結果を、図6中にラインDで示す。図5に示す解析モデルは、前述した2層パッドからなる従来の研磨体に相当している。

30

【0053】

図4及び図5に示すモデルにおいて、めり込み量 h の大きさはウエハ2等の被研磨物の段差解消性の指標となり、めり込み量 h が大きいほど段差解消性は低く、逆に、めり込み量 h が小さいほど段差解消性が高いことを意味する。

【0054】

図6からわかるように、前述した実施の形態の研磨体4に相当する図4に示すモデルの場合、研磨パッド6の各厚さ d_0' に渡って、めり込み量 h が十分に小さくて段差解消性が高く、しかも、厚さ d_0' が薄くなるに従って段差解消性が低下するどころか逆にわずかに向上する。これは、研磨パッド6が薄くなるに従って硬質弾性部材7の影響が支配的になるためであると、考えられる。なお、図6中のCに示すように、研磨パッド6の厚さ d_0' が $0.67 (= 1.27 - 0.6)$ mmより薄くなっても、段差解消性が向上している。

40

【0055】

これに対し、前述した2層パッドからなる従来の研磨体に相当する図5に示すモデルの場合、研磨パッド6の各厚さ d_0' に渡ってそもそもめり込み量 h が大きく段差解消性が低い上に、厚さ d_0' が薄くなるに従って、急激にめり込み量 h が増大し、段差解消性が急激に大きく低下することがわかる。

【0056】

したがって、図6に示す解析結果から、前述した2層パッドからなる従来の研磨体の場合

50

には、段差解消性の点から研磨パッド6の寿命に制約が生じてしまうのに対し、前述した実施の形態の研磨体4の場合には、段差解消性の点から研磨パッド6の寿命が制約されてしまうようなことがない。

【0057】

このため、前述した実施の形態の研磨体4の場合には、研磨体4の研磨パッド6における溝6aの箇所の残り厚さdを可能な限り薄くし、当初の研磨パッド6の溝6aの深さを深くしておくほど、溝6aによる寿命の制約が緩和され、研磨パッド6の寿命が延びることがわかる。したがって、本実施の形態では、研磨体4の研磨パッド6における溝6aの箇所の残り厚さdが前述したように設定されているので、既存の溝付きのロデル社製のIC1000(商品名)を研磨パッド6としてそのまま用いる場合に比べて、研磨パッド6の寿命を延ばすことができる。

10

【0058】

なお、前述した2層パッドからなる従来の研磨体の場合には、段差解消性の点から研磨パッドの寿命が制約されてしまうので、溝の箇所の残り厚さをいくら薄くしても、研磨パッド6の寿命を延ばすことは不可能である。

【0059】

次に、本発明に係る半導体デバイスの製造方法の実施の形態について説明する。図7は、半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。半導体デバイス製造プロセスをスタートして、まずステップS200で、次に挙げるステップS201~S204の中から適切な処理工程を選択する。選択に従って、ステップS201~S204のいずれかに進む。

20

【0060】

ステップS201はシリコンウエハの表面を酸化させる酸化工程である。ステップS202はCVD等によりシリコンウエハ表面に絶縁膜を形成するCVD工程である。ステップS203はシリコンウエハ上に電極膜を蒸着等の工程で形成する電極形成工程である。ステップS204はシリコンウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込み工程である。

【0061】

CVD工程もしくは電極形成工程の後で、ステップS209に進み、CMP工程を行うかどうかを判断する。行わない場合はステップS206に進むが、行う場合はステップS205に進む。ステップS205はCMP工程であり、この工程では、本発明に係る研磨装置を用いて、層間絶縁膜の平坦化や、半導体デバイスの表面の金属膜の研磨によるダマシン(damascene)の形成等が行われる。

30

【0062】

CMP工程または酸化工程の後でステップS206に進む。ステップS206はフォトリソ工程である。フォトリソ工程では、シリコンウエハへのレジストの塗布、露光装置を用いた露光によるシリコンウエハへの回路パターンの焼き付け、露光したシリコンウエハの現像が行われる。さらに次のステップS207は、現像したレジスト像以外の部分をエッチングにより削り、その後レジスト剥離を行い、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くエッチング工程である。

【0063】

次にステップS208で必要な全工程が完了したかを判断し、完了していなければステップS200に戻り、先のステップを繰り返して、シリコンウエハ上に回路パターンが形成される。ステップS208で全工程が完了したと判断されればエンドとなる。

40

【0064】

本発明に係る半導体デバイス製造方法では、CMP工程において本発明に係る研磨装置を用いているため、ウエハ2を高い精度で平坦に研磨することができる。このため、CMP工程での歩留まりが向上し、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができるという効果がある。また、研磨体4の研磨パッド6の寿命が長いので、ウエハ2を効率良く平坦に研磨することができ、この点からも低コストで半導体デバイスを製造することができる。

50

【0065】

なお、前記の半導体デバイス製造プロセス以外の半導体デバイス製造プロセスのCMP工程に本発明に係る研磨装置を用いても良い。

【0066】

本発明に係る半導体デバイスは、本発明に係る半導体デバイス製造方法により製造される。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができ、半導体デバイスの製造原価を低減することができるという効果がある。

【0067】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこの実施の形態に限定されるものではない。

10

【0068】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、「グローバル・リムーバブル均一性」を確保しながら、段差解消性を高めて「ローカル・パターン平坦性」を向上させることができ、しかも寿命の長い研磨体、及びこれに用いることができる研磨パッドを提供することができる。

【0069】

また、本発明によれば、被研磨物を効率良く研磨することができるとともに、ランニングコストを低減することができる研磨装置を提供することができる。

【0070】

さらに、本発明によれば、従来の半導体デバイス製造方法に比べて、歩留りが向上ししかも効率良く低コストで半導体デバイスを製造することができる半導体デバイス製造方法、及び低コストの半導体デバイスを提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による研磨装置を模式的に示す概略構成図である。

【図2】図1中のA-A'矢視の一部拡大図である。

【図3】図2中のB-B'線に沿った概略断面図である。

【図4】解析モデルを模式的に示す概略断面図である。

【図5】他の解析モデルを模式的に示す概略断面図である。

【図6】図4及び図5に示すモデルの解析結果を示す図である。

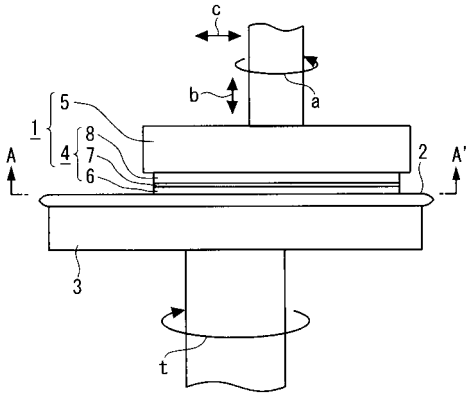
【図7】半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。

30

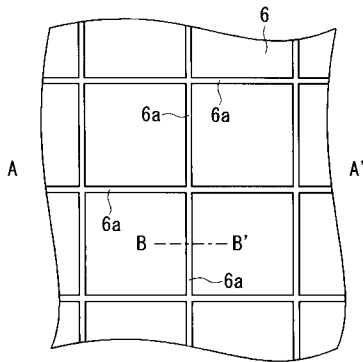
【符号の説明】

- 1 研磨工具
- 2 ウエハ
- 3 ウエハホルダ
- 4 研磨体
- 5 基材
- 6 研磨パッド
- 7 硬質弾性部材
- 8 軟質部材

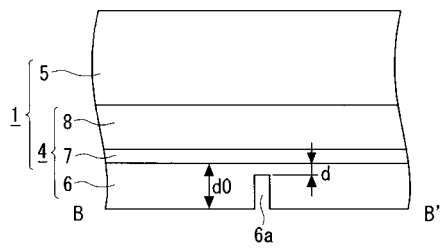
【図1】



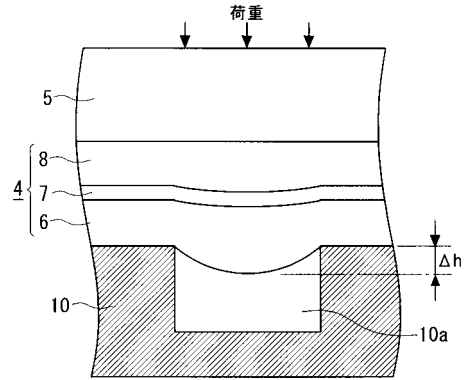
【図2】



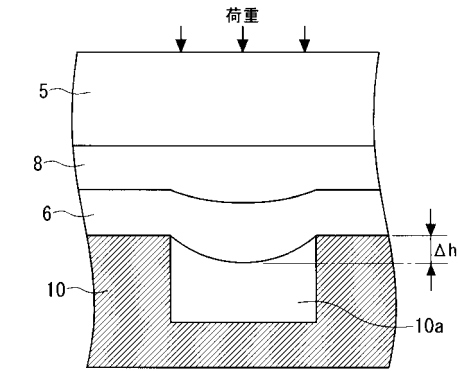
【図3】



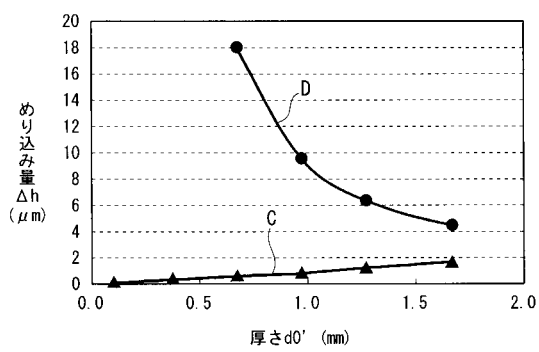
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

