

明 細 書

発明の名称：研磨パッド

技術分野

[0001] 本発明は、研磨パッドに関する。より詳しくは、本発明は、半導体、誘電／金属複合体および集積回路等において平坦面を形成するために好ましく使用される研磨パッドに関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスが高密度化するにつれ、多層配線と、これに伴う層間絶縁膜形成や、プラグ、ダマシンなどの電極形成等の技術が重要度を増している。これに伴い、これら層間絶縁膜や電極の金属膜の平坦化プロセスの重要度も増している。この平坦化プロセスのための効率的な技術として、CMP (Chemical Mechanical Polishing) と呼ばれる研磨技術が普及している。

[0003] 一般にCMP装置は、被処理物である半導体ウェハーを保持する研磨ヘッド、被処理物の研磨処理を行うための研磨パッド、および前記研磨パッドを保持する研磨定盤から構成されている。そして、CMPと呼ばれる研磨技術は、研磨層を有する研磨パッドを用いて、スラリーを供給しながら被研磨材を研磨する技術である。半導体ウェハーのCMP研磨とは、具体的には、スラリーを用いて、半導体ウェハー（以下、単にウェハーという）と研磨パッドを相対運動させることにより、ウェハー表面の層の突出した部分を除去し、ウェハー表面の層を平坦化するものである。

[0004] CMP研磨には、ウェハーの局所平坦性、グローバル平坦性の確保、欠陥の発生防止、高い研磨レートの確保などの要求特性がある。そのため、これらの要求特性を達成するために、研磨特性に影響を与える因子のうち、大きなものの一つである研磨パッドの溝の構成（溝のパターンおよび溝の断面形状等）について、様々な工夫がなされている。

[0005] 例えば、研磨層表面に形成されている溝の断面形状がV字形またはU字形で、溝のパターンを螺旋状または編み目状とし、研磨特性の安定化を図る技

術が知られている (特許文献 1 参照)。

[0006] この技術では、溝の断面形状における角部がウエハーの表面にスクラッチを発生させたり、断面形状において、研磨前後や研磨中に行われるブラッシング等に起因して、角部にバリ状物が形成されることでスクラッチを発生させたりすることがある。これを解消するための技術として、研磨面と溝の境界部に傾斜面を設ける技術も知られている (特許文献 2、3 参照)。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2001-212752 号公報

特許文献 2：特開 2010-45306 号公報

特許文献 3：特開 2004-186392 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ここで、本発明者らは、研磨面と溝の境界部に特定の角度の傾斜面を設けることで、ウエハーと研磨パッドの間で吸引力が働き、研磨レートが高くなること、面内均一性が良好になることを見出した。これは研磨面と溝の境界部に傾斜面を設けることが重要なのであるから、例えば、断面形状が V 字形の溝にも当てはまる。なお、製造工程を考慮すると、溝の断面形状は、単純な図形であることから好ましい。

[0009] ところが、本発明者らは、溝の断面形状が V 字形の場合、研磨パッドの使用に応じて研磨パッドが摩耗し、溝断面積が減少した研磨パッド寿命終期において、スラリーの供給、排出機能が十分でないことを原因とする、研磨欠陥が増加する問題を見出した。

[0010] 本発明は、かかる従来技術の課題に鑑み、高い研磨レートと良好な面内均一性を保ちながら、研磨パッドの使用に応じて研磨パッドが摩耗しても、スラリーの供給、排出機能を低減させることによる研磨欠陥が増加することの無い研磨パッドを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、研磨シートが高くなり、面内均一性が良好になるための研磨面と溝の境界部に特定の角度の傾斜面を有する溝（例えばV字形）と、研磨パットの使用に応じて研磨パットが摩耗しても、スライリーの供給、排出機能を持続するための溝（例えばI字形や一字溝に近い台形）を組み合わせたことで解消できるのではないかと考えた。

[0012] そこで、本発明は、上記課題を解決するために、次のような手段を採用する。即ち、本発明の研磨パットは、少なくとも研磨層を有する化学機械研磨用の研磨パットであって、前記研磨層の研磨面に第1の溝および第2の溝を有し、前記第1および第2の溝は、それぞれの溝幅方向の縁端部に前記研磨面と連続する側面を有し、前記第1の溝は、少なくとも一方の溝幅方向の縁端部において、前記研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が105度より大きく150度以下であり、前記第2の溝は、溝幅方向の2つの縁端部の両方において、前記研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が60度以上105度以下であることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明により、高い研磨レートと良好な面内均一性を保ちながら、研磨パットの使用につれて研磨パットが摩耗し、スライリーの供給、排出機能が低減しても、研磨欠陥が増加することの無い研磨パットを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1A]図1Aは、本発明の一実施の形態に係る研磨パットが有する第1の溝の断面形状（第1例）を示す図である。
 [図1B]図1Bは、本発明の一実施の形態に係る研磨パットが有する第1の溝の断面形状（第2例）を示す図である。
 [図1C]図1Cは、本発明の一実施の形態に係る研磨パットが有する第1の溝の断面形状（第3例）を示す図である。
 [図1D]図1Dは、本発明の一実施の形態に係る研磨パットが有する第1の溝

の断面形状（第4例）を示す図である。

[図2A]図2 Aは、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドが有する第2の溝の断面形状（第1例）を示す図である。

[図2B]図2 Bは、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドが有する第2の溝の断面形状（第2例）を示す図である。

[図2C]図2 Cは、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドが有する第2の溝の断面形状（第3例）を示す図である。

[図2D]図2 Dは、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドが有する第2の溝の断面形状（第4例）を示す図である。

[図2E]図2 Eは、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドが有する第2の溝の断面形状（第5例）を示す図である。

[図2F]図2 Fは、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドが有する第2の溝の断面形状（第6例）を示す図である。

[図3A]図3 Aは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第1例）を示す断面図である。

[図3B]図3 Bは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第2例）を示す断面図である。

[図3C]図3 Cは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第3例）を示す断面図である。

[図3D]図3 Dは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第4例）を示す断面図である。

[図3E]図3 Eは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第5例）を示す断面図である。

[図3F]図3 Fは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第6例）を示す断面図である。

[図3G]図3 Gは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第7例）を示す断面図である。

[図3H]図3 Hは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例（第8

例) 示す断面図である。

[図3I]図3 Iは、第1および第2の溝からなる単位ユニットの構成例(第9例) 示す断面図である。

[図4]図4は、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドの研磨面における第1の溝の配置例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明を実施するための形態を説明する。

本発明の研磨パッドは少なくとも研磨層を有する研磨パッドであって、研磨層の研磨面に溝A(第1の溝)および溝B(第2の溝)を有する。溝Aおよび溝Bは、それぞれの溝幅方向の縁端部に研磨面と連続する側面を有する。溝Aは、少なくとも一方の溝幅方向の縁端部において、研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が105度より大きく150度以下である。溝Bは、2つの溝幅方向の縁端部の両方において、研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が60度以上105度以下である。

[0016] 溝Aが少なくとも一方の溝幅方向の縁端部において、研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が105度より大きく150度以下であることにより、ウェハーと研磨パッドの間で吸引力が働き、研磨レートが上昇すると考えられる。また、吸引力が働くことでウェハー面内に均一に研磨パッドが接触する効果も伴い、ウェハーの研磨レートに高い面内均一性を与えると考えられる。

[0017] 研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度は、大きすぎると研磨パッドの表面積が低減し、また、溝の断面積が大きくなりすぎるため、スラリーが排出過多となり、研磨レートの低下を招く。一方、小さすぎると傾斜する溝側面が有する吸引効果が発現しない。このため、研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度は、105度より大きく150度以下であることが必要であり、110度以上であることが好ましく、115度以上であることがより好ましく、120度以上であることがさらに好ましい。

[0018] 溝Aは底面を有していても構わない。底面とは、研磨面に連続する側面に

対して研磨面とは逆側に連続する面であって、対向するもう一方の側面と接続する面である。なお、底面の形状は特に限定されるものではない。

[0019] 図1A～図1Dは、溝Aの断面形状の具体例を示す図である。

図1Aに示す溝A101は、V字形の断面形状を有する。溝A101は、溝幅方向の縁端部において研磨面1にそれぞれ連続する2つの側面2を有する。図1Aに示す場合、研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度 θ_A は溝幅方向の2つの縁端部において互いに等しく、その値は上述したように105度より大きく150度以下である。

図1Bに示す溝A102は、2つの側面2の間に略U字形の底面3を有する。

図1Cに示す溝A103は、台形の断面形状を有しており、2つの側面2の間に研磨面1と平行な底面4を有する。

図1Dに示す溝A104は、2つの側面2の間に研磨面1と直交する方向に穿設された凹部5を有しており、その底面は研磨面1と平行である。

[0020] なお、溝Aにおいて研磨面に連続する側面については、研磨パッドが摩耗しても、縁端部において研磨面とのなす角度が105度より大きく150度以下に維持できれば、直線だけでなく、曲線、折れ線、波線あるいはそれらの組み合わせでも良い。

[0021] ここで、研磨パッドを構成する溝Aは1種類である必要はない。例えば、少なくとも一方の溝幅方向の縁端部において、研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度の少なくとも片方が105度より大きく150度以下であるような複数の異なる断面形状を有する溝を組み合わせることによって研磨パッドを構成することも可能である。なお、面内均一性の観点からは1種類の溝Aによって研磨パッドを構成する方がより好ましい。

[0022] 研磨パッドは研磨に際し、金属或いはセラミックの台座にダイヤモンドを配したコンディショナーを用いることによってパッド表面の目立てを行うコンディショニングが不可欠である。コンディショニングを行うことで、研磨パッドの表面は研磨に適した凹凸形状を保ち、安定的な研磨が実施可能とな

る。しかし、コンディショニングによって研磨層は研削され、研磨を進めるに従って溝が減少する。溝の断面積が低減すると、スラリーの供給・排出のバランスが悪化し、研磨レートの低下や欠陥の増加などの悪影響を及ぼす場合がある。

[0023] 例えば、溝の断面形状がV字のみ場合、研磨初期は十分なスラリーの供給、排出機能を有するが、研磨が進行して溝の断面積が低減した研磨パッド寿命終期の場合、スラリーの供給・排出が十分に実施されず、欠陥の増加や、ウェハーが研磨パッドに吸着するなどの不具合が生じる場合がある。

[0024] 前記の側面を有する溝Aのみが、パッド表面全面に配されている場合、研磨パッド寿命終期で断面積が低減して、研磨レートの低下や欠陥が増加するなどの不具合が生じる場合があるが、スラリーの供給・排出を担う溝Bを備えることで、高い研磨レートと面内均一性を保ち、研磨パッド寿命終期まで安定的な研磨ができると考えられる。

[0025] 従って溝Bでは、溝の形状を安定化させるためには、研磨面と「溝Bの研磨面と連続する側面」とのなす角度のいずれもが60度以上105度以下であることが必要であり、80度以上であることがより好ましく、85度以上であることがさらに好ましい。また、100度以下であることがより好ましく、95度以下であることがさらに好ましい。

[0026] 溝Bは底面を有することが好ましい。なお、溝Bにおいても底面の形状は特に限定されるものではない。

[0027] 図2A～図2Fは、溝Bの断面形状の具体例を示す図である。

図2Aに示す溝B201は、矩形の断面形状を有する。溝B201は、溝幅方向の縁端部において研磨面1にそれぞれ連続する2つの側面2を有する。図2Aに示す場合、研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度 θ_1 は溝幅方向の2つの縁端部において互いに等しく、その値は90度をなす。このように、溝B201は矩形断面形状を有しており、底面6は研磨面1と平行である。

図2Bに示す溝B202は、2つの側面2の間に略U字形の底面7を有す

る。

図 2 C に示す溝 B 2 0 3 は、2 つの側面 2 の間に幅を狭めて穿設された凹部 8 を有しており、その底面は研磨面 1 と平行である。

図 2 D に示す溝 B 2 0 4 は、2 つの側面 2 にそれぞれ連続して形成され、内周側に傾斜するテーパ状の斜面 9 と、2 つの斜面 9 の間に形成される略 U 字形の底面 1 0 とを有する。

図 2 E に示す溝 B 2 0 5 は、2 つの側面 2 にそれぞれ連続して形成され、内周側に傾斜するテーパ状の斜面 1 1 と、2 つの斜面 1 1 の間に形成される V 字形の底面 1 2 とを有する。

図 2 F に示す溝 B 2 0 6 は、2 つの側面 1 3 の間に研磨面 1 と平行な底面 1 4 を有する。溝 B 2 0 6 において、研磨面 1 と該研磨面 1 に連続する側面 2 との角度 θ_B' は鋭角である。

[0028] なお、溝 B において研磨面に連続する側面については、研磨パッドが摩耗しても、縁端部において研磨面とのなす角度が 60 度以上 105 度以下に維持できれば、直線だけでなく、曲線、折れ線、複数の屈曲点を有する直線、波線あるいはそれらの組み合わせでも良い。

[0029] ここで、研磨パッドを構成する溝 B は、1 種類の溝の場合である必要はなく、複数の異なる断面形状を有する溝を組み合わせることによって研磨パッドを構成することも可能である。なお、面内均一性の観点からは 1 種類の溝の場合が好ましい。

[0030] 研磨面に形成される溝は、研磨面の面積あたりに形成される溝の面積率で規定する。研磨面に形成される溝は、単位ユニットあたりの溝面積率が 5 % 以上 50 % 以下であることが好ましい。特に、単位ユニットあたりの溝面積率の下限が 10 % 以上であることが好ましく、15 % 以上であることがさらに好ましい。また、単位ユニットあたりの溝面積率の上限が 45 % 以下であることがより好ましく、40 % 以下であることがさらに好ましい。

[0031] 単位ユニットとは互いに平行に並べられる溝 A と溝 B との組み合わせによって形成される単位であり、単位ユニットが繰り返し研磨面に形成されるこ

とで、研磨面全面に溝が形成される。

[0032] 図3A～図3Iは、溝Aおよび溝Bからなる代表的な単位ユニットの構成例を示す図である。

図3Aに示す単位ユニット301は、1本の溝Aと、隣接する3本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A B B B）からなる。

図3Bに示す単位ユニット302は、1本の溝Aと、隣接する2本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A B B）からなる。

図3Cに示す単位ユニット303は、隣接する2本の溝Aと、隣接する3本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A A B B B）からなる。

図3Dに示す単位ユニット304は、互いに隣接する1本の溝Aおよび1本の溝B（配列パターン：A B）からなる。

図3Eに示す単位ユニット305は、隣接する2本の溝Aと、隣接する2本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A A B B）からなる。

図3Fに示す単位ユニット306は、隣接する3本の溝Aと、隣接する3本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A A A B B B）からなる。

図3Gに示す単位ユニット307は、隣接する3本の溝Aと、隣接する2本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A A A B B）からなる。

図3Hに示す単位ユニット308は、隣接する2本の溝Aと、1本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A A B）からなる。

図3Iに示す単位ユニット309は、隣接する3本の溝Aと、1本の溝Bとの組み合わせ（配列パターン：A A A B）からなる。

[0033] 一方、溝面積あたりの溝Aの面積占有率とは、研磨面上に形成されている溝の面積あたりの溝Aの面積の割合であり、研磨面に形成される溝の面積あたりの溝Aの面積占有率は30%以上90%以下であることが好ましく、40%以上であることがより好ましく、50%以上であることがさらに好ましい。また、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は、80%以下であることがより好ましく、70%以下であることがさらに好ましい。

[0034] 研磨パッドの研磨層表面には、ハイドロプレーン現象を抑える為やウェハ

ーとパッドの吸いつきを防止する為に、格子形状、ディンプル形状、スパイラル形状、同心円形状等、通常の研磨パッドがとり得る溝（グループ）を設けてもよく、これらの組み合わせも好ましく用いられるが、特に格子形状が好ましい。格子形状とは、線を直角に基盤目に組み合わせた形状である。格子形状では、縦方向および横方向の溝が等間隔の場合、縦方向の溝の間隔が横方向の溝の間隔より狭い場合、横方向の溝の間隔が縦方向の溝の間隔より狭い場合など、複数の場合が考えられる。

[0035] 研磨パッドの研磨面表面に形成される溝Aは、前述の通り高い研磨レートと良好な面内均一性を与えるが、寿命終期の断面積の低減に伴うスラリーの供給および排出のバランスが悪化し、欠陥の増加に繋がる。その為、研磨面に形成される溝のうち、研磨面全体に形成される溝Aの溝長さの総計は、研磨面に形成される溝の溝長さ総計の10%以上90%以下であることが好ましく、20%以上であることがより好ましく、25%以上であることがさらに好ましく、30%以上であることが一層好ましく、35%以上であることが特に好ましい。また、研磨面に形成される溝のうち溝Aの溝長さの総計は、80%以下であることがより好ましく、70%以下であることがさらに好ましく、60%以下であることが一層好ましく、55%以下であることが特に好ましい。

[0036] 研磨面に形成される溝Aの溝長さの総計が全ての溝の溝長さの総計に対して占める割合が前述の範囲の場合、ウェハーと研磨パッドの間で吸引力が働き、研磨レートが上昇する効果を発現する。また、研磨パッドの研磨面表面に形成される溝の形成方法において、溝Aを研磨パッドの中央に集中するように形成し、溝Bを残りの部分に形成することも可能である。研磨面が円形をなす研磨パッドの場合、溝Aは、研磨パッドの中心を通過して互いに直交する2本の直線を含む領域であって2本の直線の少なくとも一方からの距離が研磨パッドの半径の70%以下である領域に形成されていることが好ましく、60%以下である領域に形成されていればより好ましく、50%以下である領域に形成されていればさらに好ましく、40%以下である領域に形成

されていれば特に好ましい。

[0037] 図4は、研磨パッドの研磨面における溝Aの配置例を模式的に示す図である。図4に示す研磨パッド401において、円形をなす研磨面402には、溝A403（太線で記載）が、研磨面402の中心Oを通過する2本の直線 L_1 、 L_2 を含む領域であって2本の直線の少なくとも一方からの距離の最小値が半径 r の $1/3$ （約33%）以下である領域に形成されている。なお、図4に示す破線は、溝B404を示している。このように、溝の形状としてXY格子形状を適用する場合、1方向にのみ溝A403を集中させるよりも、直交する2つの方向（X方向とY方向）に溝A403を分散させたほうがより好ましい。

[0038] 溝Aと溝Bが規則的に配列されて形成される場合、例えば、図3A～図3Hのいずれかに示すような単位ユニットをもとに研磨パッドを構成することができる。ただし、溝の組み合わせとして全体の溝の本数に対する溝Aの本数の割合は例示の限りではない。

[0039] 溝Aおよび溝Bの溝幅は、スラリーの供給および排出が可能な断面積を有することが必要なため、0.1mm以上10mm以下であることが好ましく、0.3mm以上であることがより好ましく、0.5mm以上であることがさらに好ましい。また、溝Aおよび溝Bの溝幅は、8mm以下であることがより好ましく、5mm以下であることがさらに好ましい。

[0040] 溝Aおよび溝Bの溝深さは、スラリーの供給、排出および十分な寿命を確保する必要があるため、0.2mm以上4mm以下であることが好ましく、0.3mm以上であることがより好ましく、0.4mm以上であることがさらに好ましい。また、溝Aおよび溝Bの溝深さは、3mm以下であることがより好ましく、2mm以下であることがさらに好ましい。

[0041] 研磨層の厚みは、研磨装置の定盤の上面から研磨ヘッドの下面までの距離より小さければよい。ため、4.0mm以下であることが好ましく、3.5mm以下であることがより好ましく、3.0mm以下であることがさらに好ましく、2.5mm以下であることが特に好ましい。

[0042] 本発明において研磨パッドを構成する研磨層としては、マイクロゴムA硬度で70度以上であり、独立気泡を有する構造のものが、半導体、誘電／金属複合体および集積回路等において平坦面を形成するので好ましい。特に限定されないが、かかる構造体を形成する材料としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリウレタン、ポリウレア、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリアセタール、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリテトラフルオロエチレン、エポキシ樹脂、ABS樹脂、AS樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、“ネオプレン（登録商標）”ゴム、ブタジエンゴム、スチレンブタジエンゴム、エチレンプロピレンゴム、シリコンゴム、フッ素ゴムおよびこれらを主成分とした樹脂等が挙げられる。これらを2種以上用いてもよい。このような樹脂においても、独立気泡径が比較的容易にコントロールできる点でポリウレタンを主成分とする素材がより好ましい。

[0043] ポリウレタンとは、ポリイソシアネートの重付加反応または重合反応により合成される高分子である。ポリイソシアネートとして、トリレンジイソシアネート、ジフェニルメタンジイソシアネート、ナフタレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネートなど挙げることができるが、これに限定されるものではなく、これらを2種以上用いてもよい。ポリイソシアネートの反応相手として用いられる化合物は、含活性水素化合物、すなわち、二つ以上のポリヒドロキシ基、あるいはアミノ基含有化合物である。ポリヒドロキシ基含有化合物としてはポリオールが代表的であり、ポリエーテルポリオール、ポリテトラメチレンエーテルグリコール、エポキシ樹脂変性ポリオール、ポリエステルポリオール、アクリルポリオール、ポリブタジエンポリオール、シリコンポリオール等が挙げられる、これらを2種以上用いてもよい。硬度、気泡径および発泡倍率によって、ポリイソシアネートとポリオール、および触媒、発泡剤、整泡剤の組み合わせや最適量を定めることが好ましい。

[0044] これらのポリウレタン中への独立気泡の形成方法としては、ポリウレタン

製造時における樹脂中への各種発泡剤の配合による化学発泡法が一般的であるが、機械的な攪拌により樹脂を発泡させたのち硬化させる方法も好ましく使用することができる。

[0045] 独立気泡の平均気泡径は、パッド表面にスラリーを保持する観点から $20\ \mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $30\ \mu\text{m}$ 以上がより好ましい。一方、独立気泡の平均気泡径は、半導体基板の局所的凹凸の平坦性を確保する観点から $150\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $140\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $130\ \mu\text{m}$ 以下が更に好ましい。なお、平均気泡径は、サンプル断面をキーエンス製 VK-8500 の超深度顕微鏡にて倍率 400 倍で観察したときに一視野内に観察される気泡のうち、視野端部に欠損した円状に観察される気泡を除く円状気泡に対し、画像処理装置にて断面面積から円相当径を測定し、数平均値を算出することにより求められる。

[0046] 本発明における研磨パッドの一実施態様として好ましいものは、ビニル化合物の重合体およびポリウレタンを含有し、独立気泡を有するパッドである。ビニル化合物からの重合体だけでは靱性と硬度を高めることはできるが、独立気泡を有する均質な研磨パッドを得ることが困難である。また、ポリウレタンは、硬度を高くすると脆くなる。ポリウレタン中にビニル化合物を含ませることにより、独立気泡を含み、靱性と硬度の高い研磨パッドとすることができる。

[0047] ビニル化合物は、重合性の炭素-炭素二重結合を有する化合物である。具体的にはメチルアクリレート、メチルメタクリレート、エチルアクリレート、エチルメタクリレート、*n*-ブチルアクリレート、*n*-ブチルメタクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、イソデシルメタクリレート、イソブチルメタクリレート、*n*-ラウリルメタクリレート、2-ヒドロキシエチルメタクリレート、2-ヒドロキシプロピルメタクリレート、2-ヒドロキシブチルメタクリレート、ジメチルアミノエチルメタクリレート、ジエチルアミノエチルメタクリレート、グリシジルメタクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、アクリル酸、メタクリル酸、フマル酸、フマル酸

ジメチル、フマル酸ジエチル、フマル酸ジプロピル、マレイン酸、マレイン酸ジメチル、マレイン酸ジエチル、マレイン酸ジプロピル、フェニルマレイミド、シクロヘキシルマレイミド、イソプロピルマレイミド、アクリロニトリル、アクリルアミド、塩化ビニル、塩化ビニリデン、スチレン、 α -メチルスチレン、ジビニルベンゼン、エチレングリコールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート等が挙げられる。なお、ビニル化合物として、これらを2種以上用いてもよい。

[0048] 上述したビニル化合物の中で、 $\text{CH}_2=\text{CR}^1\text{COOR}^2$ (R^1 :メチル基またはエチル基、 R^2 :メチル基、エチル基、プロピル基またはブチル基)が好ましい。中でもメチルメタクリレート、エチルメタクリレート、*n*-ブチルメタクリレート、イソブチルメタクリレートは、ポリウレタンへの独立気泡の形成が容易な点、モノマーの含浸性が良好な点、重合硬化が容易な点、重合硬化されたビニル化合物の重合体とポリウレタンを含有している発泡構造体の硬度が高く平坦化特性が良好な点で好ましい。

[0049] これらのビニル化合物の重合体を得るために好ましく用いられる重合開始剤としては、アゾビスイソブチロニトリル、アゾビス(2,4-ジメチルバレロニトリル)、アゾビスシクロヘキサンカルボニトリル、ベンゾイルパーオキシド、ラウロイルパーオキシド、イソプロピルパーオキシジカーボネート等のラジカル開始剤を挙げることができる。これらを2種以上用いてもよい。また、酸化還元系の重合開始剤、例えばパーオキシドとアミン類の組合せを使用することもできる。

[0050] ビニル化合物のポリウレタン中への含浸方法としては、ビニル化合物が入った容器中にポリウレタンを浸漬する方法が挙げられる。なお、その際、含浸速度を速める目的で、加熱、加圧、減圧、攪拌、振盪、超音波振動等の処理を施すことも好ましい。

[0051] ビニル化合物のポリウレタン中への含浸量は、使用するビニル化合物およびポリウレタンの種類や、製造される研磨パッドの特性により定められるべきものであり、一概にはいえないが、例えば、重合硬化した発泡構造体中の

ビニル化合物から得られる重合体とポリウレタンの含有比率が重量比で30／70～80／20であることが好ましい。ビニル化合物から得られる重合体の含有比率が重量比で30／70以上であれば、研磨パッドの硬度を十分高くすることができる。また、含有比率が80／20以下であれば、研磨層の弾力性を十分高くすることができる。

[0052] なお、ポリウレタン中の重合硬化したビニル化合物から得られる重合体およびポリウレタンの含有率は、熱分解ガスクロマトグラフィ／質量分析手法により測定することができる。本手法で使用する装置としては、熱分解装置としてダブルショットパイロライザー“PY-2010D”（フロンティア・ラボ社製）を、ガスクロマトグラフ・質量分析装置として、“TRIO-1”（VG社製）を挙げることができる。

[0053] 本発明において、半導体基板の局所的凹凸の平坦性の観点から、ビニル化合物から得られる重合体の相とポリウレタンの相とが分離されずに含有されていることが好ましい。このことを定量的に表現すると、「スポットの大きさが50 μ mの顕微赤外分光装置で研磨パッドを観察したときの赤外スペクトルが、ビニル化合物から重合される重合体の赤外吸収ピークとポリウレタンの赤外吸収ピークを有しており、色々な箇所の赤外スペクトルがほぼ同一である」、となる。ここで使用される顕微赤外分光装置として、SPECTRA-TEC社製のIR μ sを挙げることができる。

[0054] 研磨パッドは、特性改良を目的として、研磨剤、帯電防止剤、潤滑剤、安定剤、染料等の各種添加剤を含有してもよい。

[0055] 本発明において、研磨層のマイクロゴムA硬度は、高分子計器（株）製マイクロゴム硬度計MD-1で評価した値をさす。マイクロゴムA硬度計MD-1は、従来の硬度計では測定が困難であった薄物・小物の硬さ測定を可能にするものである。マイクロゴムA硬度計MD-1は、スプリング式ゴム硬度計（デュロメータ）A型の約1／5の縮小モデルとして、設計・製作されているため、スプリング式硬度計A型の硬度と一致した測定値が得られる。通常の研磨パッドは、研磨層または硬質層の厚みが5mmを切るので、スプ

リング式ゴム硬度計A型では評価できない。そこで、本発明において、研磨層のマイクロゴムA硬度は、前記マイクロゴムMD-1で評価する。

[0056] 本発明において、研磨層の硬度は、半導体基板の局所的凹凸の平坦性の観点から、マイクロゴムA硬度で70度以上が好ましく、80度以上がより好ましい。

[0057] 本発明において、研磨層の密度は、局所的な平坦性不良やグローバル段差を低減する観点から、 0.3 g/cm^3 以上が好ましく、 0.6 g/cm^3 以上がより好ましく、 0.65 g/cm^3 以上がさらに好ましい。一方、研磨層の密度は、スクラッチを低減する観点から、 1.1 g/cm^3 以下が好ましく、 0.9 g/cm^3 以下がより好ましく、 0.85 g/cm^3 以下がさらに好ましい。なお、本発明における研磨層の密度は、ハーバード型ピクノメーター（JIS R-3503基準）を用い、水を媒体に測定した値である。

[0058] 本発明における研磨パッドは、面内均一性を良好にする観点から、体積弾性率が40MPa以上でかつ引っ張り弾性率が1MPa以上20MPa以下のクッション層を有することが好ましい。体積弾性率は、あらかじめ体積を測定した被測定物に等方的な印加圧力を加えてその体積変化を測定し、この測定結果に基づいて、 $\text{体積弾性率} = \text{印加圧力} / (\text{体積変化} / \text{元の体積})$ により算出される。本発明においては、23℃においてサンプルに0.04～0.14MPaの圧力を加えた時の体積弾性率を言う。

[0059] 本発明における体積弾性率は、以下の方法により測定する。内容積が約40mLのステンレス製の測定セルに、試料片と23℃の水を入れ、容量0.5mLの硼珪酸ガラス製メスピペット（最小目盛り0.005mL）を装着する。別に、圧力容器としてポリ塩化ビニル樹脂製の管（内径90mmφ×2000mm、肉厚5mm）を使用して、その中に上記試料片を入れた測定セルを入れ、圧力Pで窒素加圧し、体積変化V1を測定する。続いて、試料片を測定セルに入れないで、圧力Pで窒素加圧し、体積変化V0を測定する。圧力Pを $\Delta V / V_i = (V_1 - V_0) / V_i$ で除した値を試料の体積弾性率として算出する。

- [0060] 本発明において、クッション層の体積弾性率は40MPa以上が好ましい。体積弾性率を40MPa以上とすることにより、半導体基板全面の面内均一性を向上させることができる。また、研磨パッドの表面と裏面を貫通する孔に流れ込むスラリーや水がクッション層に含浸しにくく、クッション特性を維持できる。
- [0061] 本発明における引張り弾性率は、ダンベル形状にして引張り応力を加え、引張り歪み（＝引張り長さ変化／元の長さ）が0.01から0.03までの範囲で引張り応力を測定し、この測定結果に基づいて、引張り弾性率＝（（引張り歪みが0.03時の引張り応力）－（引張り歪みが0.01時の引張り応力））／0.02で算出される。引張り応力の測定装置として、オリエンテック社製テンシロン万能試験機RTM-100などが上げられる。引張り応力の測定条件は、試験速度が5cm／分であり、試験片形状が幅5mmで試料長50mmのダンベル形状である。
- [0062] 本発明において、クッション層の引張り弾性率は、半導体基板全面の面内均一性の観点から、1MPa以上が好ましく、1.2MPa以上がより好ましい。また、クッション層の引張り弾性率は、20MPa以下が好ましく、10MPa以下がより好ましい。
- [0063] この様なクッション層としては、天然ゴム、ニトリルゴム、“ネオプレン（登録商標）”ゴム、ポリブタジエンゴム、熱硬化ポリウレタンゴム、熱可塑性ポリウレタンゴム、シリコンゴムなどの無発泡のエラストマを挙げることができるが、これらに限定されるわけではない。クッション層の厚みは、0.1～2mmの範囲が好ましい。クッション層の厚みは、半導体基板全面の面内均一性の観点からは、0.2mm以上が好ましく、0.3mm以上がより好ましい。また、クッション層の厚みは、局所平坦性の観点からは2mm以下が好ましく、1.75mm以下がより好ましい。
- [0064] 研磨層とクッション層を貼り合わせる手段としては、例えば両面テープあるいは接着剤が挙げられる。
- [0065] 両面テープは、不織布やフィルムなどの基材の両面に接着層を設けた一般

的な構成を有する。また、本発明の研磨パッドは、クッションシートのプラテンと接着する面に両面テープが設けられていてもよい。このような両面テープとしては、上述と同様に基材の両面に接着層を設けた一般的な構成を有するものを用いることができる。基材としては、例えば不織布やフィルム等が挙げられる。研磨パッドの使用後のプラテンからの剥離を考慮すれば、基材にフィルムを用いることが好ましい。

[0066] また、接着層の組成としては、例えば、ゴム系接着剤やアクリル系接着剤等が挙げられる。金属イオンの含有量を考慮すると、アクリル系接着剤は、金属イオン含有量が少ないため好ましい。また、クッションシートとプラテンは組成が異なることが多く、両面テープの各接着層の組成を異なるものとし、クッションシート、及びプラテンへの接着力を適正化することも可能である。

[0067] 本発明において研磨される被研磨材としては、例えば半導体ウェハーの上に形成された絶縁層または金属配線の表面が挙げられる。絶縁層としては、金属配線の層間絶縁膜や金属配線の下層絶縁膜や素子分離に使用されるシャロートレンチアイソレーションを挙げることができる。金属配線としては、アルミ、タングステン、銅等を挙げることができ、構造的にダマシン、デュアルダマシン、プラグなどがある。銅を金属配線とした場合には、窒化珪素等のバリアメタルも研磨対象となる。絶縁膜は、現在酸化シリコンが主流であるが、低誘電率絶縁膜も用いられる。被研磨材は、半導体ウェハー以外に磁気ヘッド、ハードディスク、サファイヤ等の研磨に用いることもできる。

[0068] 本発明の研磨方法は、ガラス、半導体、誘電／金属複合体および集積回路等に平坦面を形成するために好適に使用される。

実施例

[0069] 以下、実施例によって本発明の詳細を説明する。しかし、本実施例により本発明が限定して解釈されるわけではない。なお、測定は以下のとおりに行った。

[0070] <傾斜角度測定>

研磨層表面に溝を形成した研磨パッドを溝深さ方向にスライスし、溝の断面をキーエンス製V K-8500の超深度顕微鏡にて観察して研磨面と研磨面と連続する側面の成す角度を測定した。研磨パッドが円形の場合は、研磨パッド中心から50mm、150mmおよび250mmの位置から最も近い溝を測定し、この3点の平均を傾斜角度とした。また、研磨パッドが円形でない場合は、シートの対角線の交点から一方の端部に向けて50mm、150mmおよび250mmの位置から最も近い溝を測定し、この3点の平均を傾斜角度とした。

[0071] <平均研磨レート測定および面内均一性>

アプライドマテリアルズ（株）製のMirra 3400を用いて、所定の研磨条件で終点検出を行いながら研磨を行った。研磨特性としての平均研磨レートは、8インチウェハーの最外周10mmを除外した研磨レート（nm/分）を測定した。研磨レートの標準偏差を、研磨レートの最大値と最小値の差で除した値を面内均一性とした。

[0072] <欠陥評価>

エンハンス処理として、研磨したウェハーを0.5重量%のふっ酸に10分間浸漬して水洗後、1.0重量%のアンモニア溶液と1.0重量%の過酸化水素水の混合溶液にて洗浄し、水洗乾燥した。洗浄したウェハーについて、KLATencor（株）製のSP-1を用いて、0.155μm以上のディフェクト数を計数した。

[0073] <パッド研削速度>

研磨前後の溝深さをミットヨ（株）製デプスゲージ（デジマチックタイプ）を用いて測定し、溝の減少した値を評価中のディスク使用時間で除した値を、パッド研削速度とした。

[0074] <溝Aの本数の割合>

研磨面表面に溝を形成した研磨パッドを溝と並行にスライスし、溝Aおよび溝Bの本数を計測した。さらに、溝Aと溝Bの配列（断面図：図3）および溝Aと溝Bの配列例（パターン図：図4）から、溝Aと溝Bの本数の総和

にて、溝 A の本数を除して溝 A の本数の割合とした。以下に算出式を記載した。

$$\text{溝 A の本数の割合} = \text{溝 A の数} / (\text{溝 A の数} + \text{溝 B の数}) \times 100 (\%)$$

[0075] 以下、実施例 1 ～ 11、比較例 1 ～ 3 を説明する。

[0076] (実施例 1)

ポリプロピレングリコール 30 重量部と、ジフェニルメタンジイソシアネート 40 重量部と、水 0.5 重量部とトリエチルアミン 0.3 重量部と、シリコン整泡剤 1.7 重量部と、オクチル酸スズ 0.09 重量部とを RIM 成型機で混合して、金型に吐出して加圧成型を行い、厚み 2.6 mm の独立気泡の発泡ポリウレタンシート（マイクロゴム A 硬度：42 度、密度：0.76 g / cm³、独立気泡の平均気泡径：34 μm）を作製した。

[0077] 前記発泡ポリウレタンシートを、アゾビスイソブチロニトリル 0.2 重量部を添加したメチルメタクリレートに 60 分間浸漬した。次に前記発泡ポリウレタンシートを、ポリビニルアルコール“CP”（重合度：約 500、ナカライテスク（株）製）15 重量部、エチルアルコール（試薬特級、片山化学（株）製）35 重量部、水 50 重量部からなる溶液中に浸漬後乾燥することにより、前記発泡ポリウレタンシート表層をポリビニルアルコールで被覆した。

[0078] 次に前記発泡ポリウレタンシートを、塩化ビニル製ガasket を介して 2 枚のガラス板間に挟み込んで、65℃で 6 時間、120℃で 3 時間加熱することにより重合硬化させた。ガラス板間から離型し水洗した後、50℃で真空乾燥を行った。このようにして得られた硬質発泡シートを厚み 2.00 mm にスライス加工することにより研磨層を作製した。研磨層中のメチルメタクリレート含有率は 66 重量%であった。また研磨層の D 硬度は 54 度、密度は 0.81 g / cm³、独立気泡の平均気泡径は 45 μm であった。

[0079] 得られた硬質発泡シートを両面研削して、厚みが 2 mm の研磨層を作製した。

[0080] 上記方法により得られた研磨層に、クッション層として日本マタイ（株）

製の熱可塑性ポリウレタンのマイクロゴムA硬度90度の0.3mm品（体積弾性率=65MPa、引っ張り弾性率=4MPa）を、ロールコーターを用いて三井化学ポリウレタン（株）製MA-6203接着層を介して積層し、さらに裏面に裏面テープとして積水化学工業（株）製両面テープ5604TDMを貼り合わせた。

[0081] 溝幅3.0mm、溝ピッチ15mm、傾斜角度 θ_A が135度の断面形状V字、溝深さ1.5mmの溝Aと、溝幅1.5mm、溝ピッチ15mm、溝深さ1.5mmの矩形断面（傾斜角度 $\theta_B=90$ 度）の溝Bとを交互に繰り返す（以下、パターンAという）、XY格子状に形成して研磨パッドとした。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は24.9%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は73.7%であった。

[0082] 上記方法により得られた研磨パッドを、研磨機（アプライドマテリアルズ（株）製“Mirra 3400”）の定盤に貼り付けた。酸化膜の8インチウェハーをリテーナリング圧力=41kPa（6psi）、インナーチューブ圧力=28kPa（4psi）、メンブレン圧力=28kPa（4psi）、プラテン回転数=76rpm、研磨ヘッド回転数=75rpmとし、スラリー（キャボット社製、SS-25）を150mL／分の流量で流し、Saesol製ドレッサーで荷重17.6N（4lbf）、研磨時間1分、研磨開始から30秒間インサイチュードレッシングをして100枚を研磨した。100枚目の酸化膜の平均研磨レートは202nm／分、面内均一性は11.8%であった。

[0083] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155 μ m以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは331個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.01 μ m／分であった。

[0084] （実施例2）

研磨表面の溝を、溝幅3.0mm、溝ピッチ15mm、傾斜角度 θ_A が135度のV字形断面、溝深さ1.5mmの溝Aと、溝幅1.5mm、溝ピッチ15mm、溝深さ1.5mmの矩形断面の溝Bとで構成し、溝A1本と溝B

2本の組み合わせを繰り返して（以下、パターンBという）、研磨パッドの研磨面中心からパッド半径の全領域にわたってXY格子状に形成した以外は、実施例1と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は20.7%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は60.9%であった。平均研磨レートは197nm/分、面内均一性は9.0%であった。

[0085] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155μm以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは211個と良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.21μm/分であった。

[0086] （実施例3）

研磨層表面に溝幅3.0mm、溝ピッチ15mm、傾斜角度 θ_A が135度のV字形断面、溝深さ1.5mmの溝Aを、研磨面の中心を通過して互いに直交する2本の直線を含む領域であって、少なくとも一方の直線からの距離が研磨面の半径の32%以下の領域にXY格子状に形成し、溝幅1.5mm、溝ピッチ15mm、溝深さ1.5mmの矩形断面の溝Bを、直径からの距離が半径の32%を越えた領域にXY格子状に形成して研磨パッドとした（以下、パターンCという）以外は、実施例1と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は23.1%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は67.7%であった。溝の配置図を図4に示した。平均研磨レートは196nm/分、面内均一性は10.9%であった。

[0087] 研磨したウェハーについて前記欠陥評価方法により0.155μm以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは142個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.34μm/分であった。

[0088] （実施例4）

研磨層表面の溝Aの傾斜角度 θ_A が120度の台形断面とした以外は実施例1と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は16.5%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は54.8%であった。平均研磨レートは199nm/分、面内均一性は6.0%であった。

[0089] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155μm以上

のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは155個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.14 $\mu\text{m}/\text{分}$ であった。

[0090] (実施例5)

研磨層表面の溝Aの傾斜角度 θ_A が123度の台形断面とした以外は実施例4と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は28.3%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は73.6%であった。平均研磨レートは203 nm/分、面内均一性は8.4%であった。

[0091] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155 μm 以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは141個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.32 $\mu\text{m}/\text{分}$ であった。

[0092] (実施例6)

研磨層表面の溝Bの傾斜角度 θ_B が85度の台形断面とした以外は実施例4と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は30.2%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は68.9%であった。平均研磨レートは201 nm/分、面内均一性は9.1%であった。

[0093] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155 μm 以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは139個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.11 $\mu\text{m}/\text{分}$ であった。

[0094] (実施例7)

研磨層表面の溝Aを傾斜角度 θ_A が120度のV字形断面、溝Bを傾斜角度 θ_B が85度の台形断面とした以外は実施例3と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は16.5%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は54.8%であった。平均研磨レートは200 nm/分、面内均一性は9.8%であった。

[0095] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155 μm 以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは211個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.33 $\mu\text{m}/\text{分}$ であった。

[0096] (実施例8)

研磨層表面の溝Aを傾斜角度 θ_A が120度のV字形断面、溝Bを傾斜角度 θ_B が95度の台形断面とした以外は実施例3と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は18.4%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は49.0%であった。平均研磨レートは209nm/分、面内均一性は10.1%であった。

[0097] 研磨したウェハールについて、前記欠陥評価方法により0.155 μ m以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは109個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.30 μ m/分であった。

[0098] (実施例9)

研磨層表面の溝Aを傾斜角度 θ_A が150度のV字形断面とした以外は実施例3と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は34.6%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は78.4%であった。平均研磨レートは200nm/分、面内均一性は9.9%であった。

[0099] 研磨したウェハールについて、前記欠陥評価方法により0.155 μ m以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは111個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.41 μ m/分であった。

[0100] (実施例10)

研磨層表面の溝Aを傾斜角度 θ_A が150度のV字形断面、溝Bを傾斜角度 θ_B が85度の台形断面とした以外は実施例3と同様にして研磨した。溝Aの単位ユニットあたりの溝面積率は34.6%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は78.4%であった。平均研磨レートは206nm/分、面内均一性は10.0%であった。

[0101] 研磨したウェハールについて、前記欠陥評価方法により0.155 μ m以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは153個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.44 μ m/分であった。

[0102] (実施例11)

研磨層表面の溝Aを傾斜角度 θ_A が150度のV字形断面、溝Bを傾斜角度 θ_B が95度の台形断面とした以外は実施例3と同様にして研磨した。溝Aの

単位ユニットあたりの溝面積率は36.5%、溝面積あたりの溝Aの面積占有率は74.3%であった。平均研磨レートは200nm/分、面内均一性は10.1%であった。

[0103] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155μm以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは134個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.40μm/分であった。

[0104] (比較例1)

研磨層表面の溝を溝幅1.5mm、溝ピッチ15mm、溝深さ1.5mmの矩形断面のみとした以外は実施例1と同様にして研磨した。平均研磨レートは180nm/分、面内均一性は12.2%であった。

[0105] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155μm以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは583個と良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.13μm/分であった。

[0106] (比較例2)

研磨層表面の溝を、溝幅3.0mm、溝ピッチ15mm、溝深さ1.5mm、傾斜角度135度のV字形断面のみとした以外は実施例1と同様にして研磨した。平均研磨レートは217nm/分、面内均一性は21.1%であった。

[0107] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155μm以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは297個と非常に良好であった。また、研磨中のパッド研削速度は1.73μm/分であった。

[0108] (比較例3)

研磨層を1.0mmとし表面の溝を、溝幅1.0mm、溝ピッチ15mm、溝深さ0.5mm、傾斜角度135度のV字形断面のみとした以外は実施例1と同様にして研磨した。平均研磨レートは205nm/分、面内均一性は18.3%であった。

[0109] 研磨したウェハーについて、前記欠陥評価方法により0.155μm以上のディフェクトを計数したところ、ディフェクトは1521個と多かった。

また、研磨中のパッド研削速度は $1.68 \mu\text{m}/\text{分}$ であった。

[0110] 以上説明した実施例1～11、比較例1～3で得られた結果を表1に示す。

[0111] [表1]

(表1)

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10	実施例 11	比較例 1	比較例 2	比較例 3
溝A断面形状	V	V	V	台形	台形	台形	V	V	V	V	V	矩形	V	V
溝A傾斜角度 θ_A (度)	135	135	135	120	123	120	120	120	150	150	150	90	135	135
溝B断面形状	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	台形	台形	台形	矩形	台形	台形	-	-	-
溝B傾斜角度 θ_B (度)	90	90	90	90	90	85	85	95	90	85	95	-	-	-
溝配置パターン	A	B	C	A	A	A	C	C	C	C	C	-	-	-
溝A単位ユニットあたりの溝面積率(%)	24.9	20.7	23.1	16.5	28.3	30.2	16.5	18.4	34.6	34.6	36.5	-	-	-
溝面積あたりの溝A面積占有率(%)	73.7	60.9	67.7	54.8	73.6	68.9	54.8	49.0	78.4	78.4	74.3	-	-	-
平均研磨レート ($\text{nm}/\text{分}$)	202	197	196	199	203	201	200	209	200	206	200	180	217	205
面内均一性(%)	11.8	9.0	10.9	6.0	8.4	9.1	9.8	10.1	9.9	10.0	10.1	12.2	21.1	18.3
デフィエクト	331	211	142	155	141	139	211	109	111	153	134	583	297	1521
パッド研削速度 ($\mu\text{m}/\text{分}$)	1.01	1.21	1.34	1.14	1.32	1.11	1.33	1.30	1.41	1.44	1.40	1.13	1.73	1.68

符号の説明

- [0112] 1、402 研磨面
- 2、13 側面
- 3、4、6、7、8、10、12、14 底面
- 5 凹部
- 9、11、13 斜面
- 101、102、103、104、403 溝A
- 201、202、203、204、205、206、404 溝B
- 301、302、303、304、305、306、307、308、309 単位ユニット
- 401 研磨パッド

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも研磨層を有する化学機械研磨用の研磨パッドであって、
前記研磨層の研磨面に第1の溝および第2の溝を有し、
前記第1および第2の溝は、それぞれの溝幅方向の縁端部に前記研磨面と連続する側面を有し、
前記第1の溝は、少なくとも一方の溝幅方向の縁端部において、前記研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が105度より大きく150度以下であり、
前記第2の溝は、溝幅方向の2つの縁端部の両方において、前記研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が60度以上105度以下であることを特徴とする研磨パッド。
- [請求項2] 前記第2の溝が底面を有することを特徴とする請求項1に記載の研磨パッド。
- [請求項3] 単位ユニットあたりの溝面積率が5%以上50%以下であり、かつ溝面積あたりの第1の溝の面積占有率が30%以上90%以下であることを特徴とする請求項2に記載の研磨パッド。
- [請求項4] 前記第1および第2の溝が格子状に形成されることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の研磨パッド。
- [請求項5] 前記研磨面に形成される前記第1の溝の溝長さの総計が、前記研磨面に形成される溝の溝長さの総計の10%以上90%以下であることを特徴とする請求項4に記載の研磨パッド。
- [請求項6] 前記研磨面は円形をなし、前記研磨面に形成される前記第1の溝が、前記研磨面の中心を通過して互いに直交する2本の直線を含む領域であって、前記2本の直線の少なくとも一方からの距離が前記研磨面の半径の70%以下の領域内に形成されていることを特徴とする請求項4または5に記載の研磨パッド。
- [請求項7] 前記第1の溝は、溝幅方向の2つの両縁端部の両方において、前記研磨面と該研磨面に連続する側面とのなす角度が105度より大きく

150度以下であることを特徴とする請求項4～6のいずれかに記載の研磨パッド。