

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、半導体ウェハー（以下、単にウェハーという）の研磨処理は、スラリーを用いてウェハー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の研磨特性については、ウェハーの局所平坦性、グローバル平坦性の確保、スクラッチの防止、高い研磨レートの確保、等に代表されるような様々な要求特性がある。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表面構成（溝や孔のパターン）について、様々な工夫がなされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第4454833号公報

特許文献2：特許第3324643号公報

特許文献3：特許第3042593号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、かかる研磨表面全面に複数の孔と複数の溝を有する研磨パ

ッドを用いた場合、ウエハー中央部の平均研磨レート（以下、単に“研磨レ
ート”と言う場合がある）が不足するため、研磨レートの低下と研磨レートの
ウエハー面内均一性（以下、単に“面内均一性”と言う場合がある）の悪
化（所謂、セクタースロー）という課題を有していた。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ウエハー中央部の研磨レ
ート不足による研磨レート低下と面内均一性の悪化を抑制することが可能で
ある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

[0008] 発明者らは、溝の断面形状に着目し、複数の溝を後に詳述する「傾斜溝」
とすることで高い面内均一性を与え、「傾斜溝」を複数の孔を有する研磨パ
ッドに適用すると、複数の孔を有する研磨パッドの課題が解消され、顕著な
効果が得られることを見出したものである。

[0009] すなわち、本発明は、少なくとも研磨層とクッション層を有する研磨パッ
ドであって、前記研磨層には厚さ方向に貫通する複数の孔が設けられている
と共に、前記研磨層の研磨面には複数の溝が設けられ、貫通孔率が0.13
%以上2.1%以下であり、前記研磨面と該研磨面に連続する溝側面とのな
す角度は、両側面とも105度以上150度以下であることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明により、従来技術の課題であるウエハー中央部の研磨レート不足に
よる研磨レートの低下と面内均一の悪化（所謂、セクタースロー）を抑制し
つつ、研磨剤の保持と流動性能を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1] 図1は、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドの傾斜溝と貫通孔の断

面形状の例を示す図である。

[図2A]図2 Aは、傾斜溝の断面形状の例（第1例）を示す図である。

[図2B]図2 Bは、傾斜溝の断面形状の例（第2例）を示す図である。

[図2C]図2 Cは、傾斜溝の断面形状の例（第3例）を示す図である。

[図3A]図3 Aは、研磨層の上面から見た貫通孔の配置パターン（第1例）を模式的に示す図である。

[図3B]図3 Bは、研磨層の上面から見た貫通孔の配置パターン（第2例）を模式的に示す図である。

[図4]図4は、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドにおいて溝と貫通孔がスラリーを保持する状態を示す部分断面図である。

[図5]図5は、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドが溝および貫通孔のうち溝のみを有する場合にスラリーを保持する状態を示す部分断面図である。

[図6]図6は、本発明の一実施の形態に係る研磨パッドにおける溝ピッチと溝幅を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明を実施するための形態を説明する。

本発明における研磨パッドの研磨層表面は溝を有している。溝は溝幅方向の縁端部で研磨面と連続する側面を有している。そして、研磨面と前記溝の研磨面と連続する側面とのなす角度（以下「傾斜角度」という場合がある。）の少なくとも片方が105度以上150度以下の溝（以下「傾斜溝」という場合がある。）形状にすることにより、高い研磨レートを保ちながら研磨レートの変動を抑制できる。傾斜角度が105度以上150度以下の溝形状を有することにより、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、研磨レートのウェハー面内均一性が高くなる（研磨プロファイルがフラットになる）と考えられる。

[0013] 図1は、研磨パッドの構成例を示す部分断面図である。図1に示す研磨パッド1は、研磨層2と、研磨層2に積層されるクッション層3とを備える。

研磨層 2 には、研磨面 4 から穿設される溝 5 と、研磨層 2 を厚さ方向に貫通する複数の貫通孔（ディンプル） 6 とが設けられる。溝 5 は、研磨面 4 に連続して研磨面 4 に対して角度 θ （傾斜角度）でそれぞれ傾斜する 2 つの傾斜面 7 と、2 つの傾斜面 7 の間に設けられる底面 8 とを有する。貫通孔 6 は、クッション層 3 を研磨層 2 へ貼り付ける前に貫通加工されることが好ましい。貫通孔率は 0.13% 以上 2.1% 以下であることが好ましい。ここで貫通孔率とは、研磨パッドの全面積に対する合算した貫通孔の面積の割合である。

[0014] 傾斜角度 θ は、大きすぎると研磨パッド 1 の表面積が低減し、また、溝 5 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、傾斜角度 θ は、105 度以上 150 度以下であることが必要であり、スラリーの保持性と流動性の観点から、下限が 120 度以上であるか上限が 140 度以下であればより好ましい。遠心力によりスラリーが流動することから、溝を形成している向かい合う側面のうち、少なくとも円周側にある側面に傾斜があるほうがより効果的である。

[0015] 研磨層 2 の表面側から見た溝 5 の形状としては、放射状、格子状、同心円状、螺旋状等が挙げられるが、溝 5 は円周方向に延びる開放系のほうが効率的にスラリーを更新できることから、放射状もしくは格子状が好ましく、格子状が最も好ましい。

[0016] 溝は底面を有することが好ましい。図 1 に示す溝 5 の底面 8 は矩形断面を有しており、溝 5 全体で Y 字形の断面をなしていたが、溝の断面形状はこれに限定されるわけではない。溝は、例えば図 2 A に示す溝 9 のように V 字形断面をなしていてもよいし、図 2 B に示す溝 10 のように略 U 字形断面をなしていてもよいし、図 2 C に示す溝 11 のように台形断面をなしていてもよい。

[0017] 貫通孔 6 は研磨層の全面に設けられることが好ましく、貫通孔 6 の直径は 0.9 mm ϕ 以上 2.3 mm ϕ 以下が好ましく、1.2 mm ϕ 以上がより好

ましい。また、貫通孔 6 の直径は、 $2.0\text{ mm } \phi$ 以下がより好ましい。

[0018] 図 3 A および図 3 B は、研磨層の上面から見た貫通孔の配置パターンを模式的に示す図である。図 3 A に示す研磨パッド 1 2 の場合、貫通孔 1 3 は千鳥格子状に配置される。また、図 3 B に示す研磨パッド 1 4 の場合、貫通孔 1 5 は正方格子状に配置される。ここで、貫通孔 1 3 の間隔 r_1 および貫通孔 1 5 の間隔 r_2 は、 10.0 mm 以上 22 mm 以下が好ましく、下限が 13 mm 以上であるかまたは上限が 18 mm 以下であればより好ましい。

[0019] 傾斜溝と貫通孔を組み合わせることによって、従来、複数の孔と複数の溝（傾斜溝でない）を有する研磨パッドを用いた場合の問題点であった、ウェハー中央部の研磨レート不足による研磨レート低下と面内均一性の悪化を抑制することを可能とする研磨パッドを提供することができる。図 4 は、研磨パッド 1 において溝 5 と貫通孔 6 がスラリー 1 6 を保持する状態を示す部分断面図である。また、図 5 は、溝 5 のみを有する（貫通孔を有しない）研磨パッド 1 7（研磨層 1 8 およびクッション層 1 9 を備える）がスラリー 1 6 を保持する状態を示す部分断面図である。

[0020] 本発明において、研磨パッドはクッション層を有することが重要である。一般に研磨面に溝や貫通孔を多く形成するとパッド全体の剛性が低下し、段差解消性の悪化に繋がるため、クッション層の歪定数は、 $7.3 \times 10^{-6} \mu\text{m} / \text{Pa}$ 以上、 $4.4 \times 10^{-4} \mu\text{m} / \text{Pa}$ 以下の範囲が好ましく用いられる。 $3.0 \times 10^{-4} \mu\text{m} / \text{Pa}$ 以下がより好ましく、 $1.5 \times 10^{-4} \mu\text{m} / \text{Pa}$ 以下が更に好ましい。

[0021] なお、本発明における歪定数は、先端が直径 5 mm 圧子を用いて、ダイヤルゲージで 27 kPa の圧力を 60 秒間加えたときの厚みを $T_1 (\mu\text{m})$ とし、続いて 177 kPa での圧力を 60 秒間加えたときの厚みを $T_2 (\mu\text{m})$ として、以下の式に従って算出した。

$$\text{歪定数 } (\mu\text{m} / \text{Pa}) = (T_1 - T_2) / (177 - 27) / 1000$$

[0022] 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。

[0023] クッション層の厚みは、0.1～2 mmの範囲が好ましい。半導体基板全面の面内均一性の観点からは、0.3 mm以上が好ましい。また、局所平坦性の観点からは2.0 mm以下が好ましく、1.0 mm以下がより好ましい。

[0024] 研磨パッドを構成する研磨層としては、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。また、研磨層の硬度は、アスカード硬度計にて、45～65度であることが好ましい。アスカード硬度が45度未満の場合には、被研磨材のプラナリティ（平坦化特性）が低下し、また、65度より大きい場合は、プラナリティは良好であるが、被研磨材のユニフォーミティ（均一性）が低下する傾向にある。

[0025] 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。また、これらの材料のうち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。

[0026] 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。

[0027] 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。ポリヒドロキシ基含有化合物として、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。

[0028] 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。

[0029] 独立気泡の平均気泡径は、スクラッチを低減する観点から30 μm 以上が好ましい。一方、被研磨材の局所的凹凸の平坦性の観点から、独立気泡の平均気泡径は、150 μm 以下が好ましく、140 μm 以下がより好ましく、130 μm 以下がさらに好ましい。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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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、例えばパーオキサイドとアミン類の組合せを使用することもできる。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。本手法で利用できる装置としては、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（株）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。

[0037] 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50μm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ことである、となる。ここで使用される顕微赤外分光装置として、SP

E C T R A - T E C 社製の I R μ s を挙げることができる。

[0038] 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。

[0039] 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（J I S R - 3 5 0 3 基準）を用い、水を媒体に測定した値である。

[0040] 本発明において研磨される被研磨材としては、例えば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、アルミニウム、タングステン、銅、およびそれらの合金等を挙げることができ、構造的にはダマシン、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、ウェハー以外に磁気ヘッド、ハードディスク、サファイヤ、S i C、M E M S (Micro Electro Mechanical Systems) 等の研磨に用いることもできる。

[0041] 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

[0042] 以下、実施例によって、さらに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訳ではない。なお、測定は以下のとおりに行った。

[0043] <気泡径測定>

サンプル断面をキーンス製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積から円相当径を測定し、算出した数平均値を平均気泡径とした。

[0044] <硬度測定>

JIS K6253-1997に準拠して行った。作製したポリウレタン樹脂を2cm×2cm(厚み：任意)の大きさに切り出したものを硬度測定用試料とし、温度23℃±2℃、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定時には、試料を重ね合わせ、厚み6mm以上とした。硬度計(高分子計器(株)社製、アスカード型硬度計)を用い、硬度を測定した。

[0045] <傾斜角度測定>

研磨層表面に溝を形成したパッドを、剃刀刃が溝方向に対して垂直となるように配置して溝深さ方向にスライスし、溝の断面をキーンス製VK-8500の超深度顕微鏡にて観察して、研磨面と前記溝の研磨面と連続する側の成す角度を測定した。研磨パッドの中心から50mm、250mm、450mm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。

[0046] <歪数算出>

先端の直径が5mmの圧子を用いて、ダイヤルゲージで27kPaの圧力を60秒間加えたときの厚みを(T1)μmとし、続いて177kPaでの圧力を60秒間加えたときの厚みを(T2)μmとして、以下の式に従って歪数を算出した。

$$\text{歪数}(\mu\text{m}/\text{Pa}) = (T1 - T2) / ((177 - 27) / 1000)$$

[0047] <平均研磨レート算出>

アライブスリアルズ(株)製のMirra 3400を用いて、所定の研磨条件で研磨を行った。中心から半径90mm以内の面内を5mm毎に37点、中心から半径91mm以上の面内を1mm毎に18点を測定し、平均研磨レート(nm/分)を算出した。

[0048] <面内均一性算出>

アプライドマテリアルズ（株）製のM i r r a 3400を用いて、所定の研磨条件で研磨を行った。研磨特性は、8インチウェハーの最外周1mmを除外して、直径方向に測定した。中心から半径90mm以内の面内を5mm毎に37点、中心から半径91mm以上の面内を1mm毎に18点を測定し、以下の式にしたがって面内均一性（％）を算出した。

面内均一性＝（研磨レートの最大値－研磨レートの最小値）／平均研磨レート

[0049] （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重量部をRIM成型機で混合して、金型に吐出して加圧成型を行い、独立気泡の発泡ポリウレタンシートを作製した。

[0050] 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。

[0051] 次に、前記発泡ポリウレタンシートを、塩化ビニル製ガスを介して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2.00mm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0.81g/cm³、独立気泡の平均気泡径は45μmであった。

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。

[0052] 上記方法により得られた研磨層全面に1.7 mm ϕ の孔が正方格子状に連続して、その貫通孔の間隔が14.14 mmとなるように貫通加工を施した。貫通孔率は1.1%であった。

[0053] 次にクッション層として歪定数 $0.15 \times 10^{-4} \mu\text{m}/\text{Pa}$ の日本マタイ（株）製の熱可塑性ポリウレタン（クッション層厚み：0.3 μm ）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）両面テープ5604TDMを貼り合わせた。研磨層表面に溝ピッチを15 mmとし、傾斜角度が135度、断面形状がV字形、溝幅1.5 mm、溝深さ1.5 mmの溝を、先に設けた貫通孔と貫通孔の間を溝が通るように（=XY格子溝タイルの中央に貫通孔が配置されるように）XY格子状にパッド全面に形成した。この積層体を508 mmの直径の円に打ち抜いて、研磨パッドとした。図6は、研磨パッドにおける溝ピッチpと溝幅wを模式的に示す図である。なお、図6における丸印は貫通孔を示している。

[0054] 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。8インチの酸化膜ウェハーをリテナーリング圧力=55 kPa（6 psi）、インナーチューブ圧力=28 kPa（4 psi）、メンブレン圧力=28 kPa（4 psi）、プラテン回転数=76 rpm、研磨ヘッド回転数=75 rpm、スラリー（キャボット社製：SS-25=1：1（体積比率））を150 mL/分の流量で流し、ドレッサーで荷重17.6 N（4 lbf）、研磨時間1分、インサイチュードレッシングをして100枚を研磨した。100枚目の平均研磨レートは217 nm/分で、面内均一性は25.0%を示した。

[0055] （比較例1）

研磨パッドの傾斜角度 θ が90度（傾斜溝ではなく矩形溝）である以外は、実施例1と同様に実施した。100枚目の平均研磨レートは201 nm/

分で、面内均一性は39.7%を示した。実施例1と比べて、100枚目の平均研磨レートが低く、面内均一性が悪い（＝値が大きい）結果となった。

[0056]（比較例2）

研磨パッドの傾斜角度 θ が160度である以外は、実施例1と同様に実施した。100枚目の平均研磨レートは198nm/分で、面内均一性は36.1%を示した。実施例1と比べて、100枚目の平均研磨レートが低く、面内均一性が悪い（＝値が大きい）結果となった。

[0057]（比較例3）

実施例1と溝加工は同じで、貫通孔の径も1.75mm ϕ で同じだが、貫通孔の間隔が4.8mmと狭い研磨パッドを用いた。この研磨パッドの貫通孔率は、実施例1の1.1%に比べ高く、9.9%である。このような研磨パッドを用いて、実施例1と同じ研磨環境と条件にて研磨を実施した結果、100枚目の平均研磨レートは183nm/分で、面内均一性は31.8%となり、実施例1と比べて、100枚目の平均研磨レートが低く、面内均一性が悪い（＝値が大きい）結果となった。

[0058]（比較例4）

比較例3と溝加工は同じで、貫通孔の間隔が7.01mmであって貫通孔率が比較例3よりも低い研磨パッドを用いた。この研磨パッドの貫通孔率は、4.5%である。このような研磨パッドを用いて、実施例1と同じ研磨環境と条件にて研磨を実施した結果、平均研磨レートは190nm/分で、面内均一性は29.2%を示し、比較例3よりは研磨特性が改善したものの、実施例1と比べて、研磨レートが低く、面内均一性が悪い（＝値が大きい）結果となった。

[0059] 以上説明した実施例1、比較例1～4で得られた結果を表1に示す。

[0060]

[表1]

(表1)

	溝断面形状				
	実施例 1	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4
面内均一性(%)	25.0	39.7	36.1	31.8	29.2
100枚目の平均研磨レート(mm/分)	217	201	198	183	190
貫通孔率(%)	1.1	1.1	1.1	9.9	4.5
貫通孔の間隔(mm)	14.14	14.14	14.14	4.8	7.01
傾斜角度θ(度)	135	90	160	135	135
溝断面形状	V	矩形	V	V	V

符号の説明

[0061] 1、12、14、17 研磨パッド

2、18 研磨層

3、19 クッション層

4 研磨面

5、9、10、11 溝

6、13、15 貫通孔 (ディンプル)

7 傾斜面

8 底面

16 スラリー

p 溝ピッチ

w 溝幅

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも研磨層とクッション層を有する研磨パッドであって、
前記研磨層には厚さ方向に貫通する複数の孔が設けられていると共に、前記研磨層の研磨面には複数の溝が設けられ、
貫通孔率が0.13%以上2.1%以下であり、
前記研磨面と該研磨面に連続する溝側面とのなす角度は、両側面とも105度以上150度以下であることを特徴とする研磨パッド。
- [請求項2] 前記研磨層表面の溝が格子状であることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。