

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5089073号
(P5089073)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月21日(2012.9.21)

(51) Int.Cl.

F 1

B24B	37/20	(2012.01)	B 2 4 B	37/00	C
B24B	53/017	(2012.01)	B 2 4 B	37/00	A
B24B	53/02	(2012.01)	B 2 4 B	53/02	
HO1L	21/304	(2006.01)	HO 1 L	21/304	6 2 2 F
			HO 1 L	21/304	6 2 1 B

請求項の数 1 外国語出願 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2006-109276 (P2006-109276)

(22) 出願日

平成18年4月12日 (2006.4.12)

(65) 公開番号

特開2006-289605 (P2006-289605A)

(43) 公開日

平成18年10月26日 (2006.10.26)

審査請求日

平成21年3月25日 (2009.3.25)

(31) 優先権主張番号

60/670,466

(32) 優先日

平成17年4月12日 (2005.4.12)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(73) 特許権者 504089426

ローム アンド ハース エレクトロニクス マテリアルズ シーエムピー ホウルディングス インコーポレイテッド アメリカ合衆国 デラウェア州 19713、ニューアーク、ベルビュー・ロード 451

(74) 代理人 100078662

弁理士 津国 肇

(74) 代理人 100075225

弁理士 篠田 文雄

(74) 代理人 100113653

弁理士 東田 幸四郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半径方向の偏った研磨パッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 回転中心を有し、前記回転中心と同心であり、ある幅を有する環状研磨トラックを含む研磨層であって、前記環状研磨トラックの幅が半径方向の溝を含むものであり、前記半径方向の溝が、ある平均断面積を有するものである研磨層、及び

b) 前記研磨層中の、前記環状研磨トラックの幅の範囲内にある複数の半径方向のミクロチャネルであって、前記半径方向の溝の平均断面積の10分の1以下である平均断面積を有し、大多数が主として半径方向の向きを有する半径方向のミクロチャネルを含み、

前記研磨層がカーブした半径方向の溝を含み、前記半径方向のミクロチャネルがカーブした半径方向のミクロチャネルを含む、磁性基材、光学基材及び半導体基材の少なくとも一つを研磨するのに有用な研磨パッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般にケミカルメカニカルポリッシング用の研磨パッドの分野に関する。特に、本発明は、磁性基材、光学基材及び半導体基材を化学機械研磨するのに有用なコンディショニングされた研磨パッドに関する。

【背景技術】

【0002】

集積回路及び他の電子素子の製造においては、導体、半導体及び絶縁材料の多数の層を半導体ウェーハの表面に付着させたり同表面から除去したりする。導体、半導体及び絶縁材料の薄い層は、多数の付着技術を使用して付着させることができる。最新のウェーハ加工で一般的な付着技術としては、とりわけ、スパッタリングとしても知られる物理蒸着法（PVD）、化学蒸着法（CVD）、プラズマ増強化学蒸着法（PECVD）及び電気化学的めっき法がある。一般的な除去技術としては、とりわけ、湿式及び乾式の等方性及び異方性エッティングがある。

【0003】

材料層が逐次に付着され、除去されるにつれ、ウェーハの一番上の表面が平坦でなくなる。後続の半導体加工（たとえばメタライゼーション）はウェーハが平坦面を有することを要するため、ウェーハは平坦化されなければならない。望ましくない表面トポロジーならびに表面欠陥、たとえば粗面、凝集した材料、結晶格子の損傷、スクラッチ及び汚染された層又は材料を除去するためにはプラナリゼーションが有用である。プラナリゼーションは、ウェーハスケールで、均一さの観点で計測される。一般に、薄膜厚さは、ウェーハ表面上の数十ないし数百の地点で計測され、標準偏差が計算される。プラナリゼーションはまた、素子構造スケールでも計測される。このナノトポグラフィーは、とりわけ、ディッシング及びエロージョンの観点で計測される。一般に、ナノトポグラフィーは、比較的高い振動数で解析されるが、より小さな面積で計測される。

【0004】

ケミカルメカニカルプラナリゼーション又はケミカルメカニカルポリッシング（CMP）は、半導体ウェーハのような加工物を平坦化又は研磨するために使用される一般的な技術である。従来のCMPでは、ウェーハキャリヤ又は研磨ヘッドがキャリヤアセンブリに取り付けられる。研磨ヘッドがウェーハを保持し、CMP装置内で研磨パッドの研磨層と接する状態に配置する。キャリヤアセンブリがウェーハと研磨パッドとの間に制御可能な圧を供給する。それと同時に、スラリー又は他の研磨媒体を研磨パッド上に流し、ウェーハと研磨層との間の隙間に流し込む。研磨を起こさせるためには、研磨パッド及びウェーハを互いにに対して回転させる。研磨層及び表面上の研磨媒体の化学的かつ機械的作用によつてウェーハ表面が研磨され、平坦化される。研磨パッドがウェーハの下で回転すると、ウェーハは、ウェーハ表面が研磨層と直接対面するところの、一般に環状の研磨トラック又は研磨領域を描き出す。

【0005】

研磨層を設計する際の重要な考慮事項としては、とりわけ、研磨層の面上の研磨媒体の分布、研磨トラックへの新鮮な研磨媒体の流れ、研磨トラックからの使用済み研磨媒体の流れ及び本質的に使用されないまま研磨ゾーンを通過する研磨媒体の量がある。これらの考慮事項に対処する一つの方法は、溝付きのマクロテクスチャを研磨層に設けることである。何年にもわたり、多くの異なる溝パターン及び配置が具現化されてきた。典型的な溝パターンとしては、とりわけ、半径方向、同心円状、デカルト格子状及びらせん状がある。

【0006】

研磨媒体の分布及び流れに加えて、溝パターン及び配置が、CMP加工の他の重要な側面及び究極的にはウェーハの平坦さ、たとえば研磨速度、エッジ効果、ディッシングなどに影響する。さらには、溝パターン及び配置は、「溝パターン転写」として知られる現象によってウェーハ平坦さに影響する。この現象の結果は、特定の溝パターンが、研磨パッド上の溝のパターンに対応するコヒーレント構造をウェーハ表面に形成されることである。重大なことには、周方向の溝（研磨パッド速度に正接する線とで小さな角度を形成する溝）、すなわち円形の溝、円形のx-y溝又はらせん溝が、x-y溝又は半径方向の溝よりも顕著な溝パターン転写を生じさせる。

【0007】

一貫した研磨性能のために一貫した研磨面を維持するには研磨パッドのコンディショニングが重要である。時間とともに、研磨パッドの研磨面はすりへり、研磨面のミクロテク

10

20

30

40

50

スチャが平滑化（「グレーディング」）されてゆく。さらには、C M P 加工からの研磨くずが、スラリーが研磨面上を流れるときに通過するミクロチャネルを目詰まりさせることがある。これが起こると、C M P 加工の研磨速度は低下し、これが、ウェーハ間又はウェーハ内で不均一な研磨を生じさせかねない。定期的又は連続的な「インサイチュ」のコンディショニングが、C M P 加工で所望の研磨速度及び均一さを維持するのに有用な新たなテクスチャを研磨面上に創出する。

【0008】

従来の研磨パッドコンディショニングは、コンディショニングディスクを用いて研磨面を機械的に研ぐことによって達成される。コンディショニングディスクは、一般には埋め込まれたダイヤモンド点で構成される粗いコンディショニング面を有する。コンディショニングディスクは、C M P 加工の中断中又はC M P 加工が実施されている間に研磨面と接触する。一般に、コンディショニングディスクは、研磨パッドの回転軸に対して固定された位置で回転し、研磨パッドが回転すると同時に環状のコンディショニング領域を描き出す。上記のようなコンディショニング加工は、研磨テーブルの線速度がコンディショニングディスク上の任意の点の線速度を超えるため、周方向に偏った向きを一般にもつミクロチャネルを有するコンディショニング領域で均一なコンディショニングを生じさせる。

【0009】

研磨面上の研磨媒体の流れを増すための不均一コンディショニングが従来技術で開示されている。たとえば、米国特許第5,216,843号で、Breivogelらは、ダイヤモンド点コンディショニング加工によって形成される周方向のマクロ溝及び半径方向のマクロ溝を有する研磨パッドを開示している。しかし、Breivogelらの研磨パッドは、望ましくない溝パターン転写の影響をこうむる周方向の溝を含む。この溝パターン転写は、研磨不足のウェーハ領域につながる望ましくないコヒーレント構造を有する不均一なウェーハを造り出すおそれがある。溝パターン転写から生じるコヒーレント構造は、一般には高さが数十ナノメートル以上であるため、その後の半導体ウェーハ製造には受け入れられない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

C M P 加工における研磨媒体の分布及び流れを制御し、より高い平坦度の均一なウェーハを製造する研磨パッドが要望される。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一つの態様は、a)回転中心を有し、前記回転中心と同心であり、ある幅を有する環状研磨トラックを含む研磨層であって、前記環状研磨トラックの幅が、溝パターン転写を減らすために非半径方向の溝を有しないものであり、非半径方向の溝が、前記回転中心に対して周方向に30°範囲内の向きを有するものである研磨層、及びb)前記研磨層中の、前記環状研磨トラックの幅の範囲内にある複数の半径方向のミクロチャネルであって、大多数が、主として半径方向の向きを有し、50μm未満の平均幅を有する半径方向のミクロチャネルを含む、磁性基材、光学基材及び半導体基材の少なくとも一つを研磨するのに有用な研磨パッドを含む。

【0012】

本発明のもう一つの態様は、a)回転中心を有し、前記回転中心と同心であり、ある幅を有する環状研磨トラックを含む研磨層であって、前記環状研磨トラックの幅が半径方向の溝を含むものであり、前記半径方向の溝が、ある平均断面積を有するものである研磨層、及びb)前記研磨層中の、前記環状研磨トラックの幅の範囲内にある複数の半径方向のミクロチャネルであって、前記半径方向の溝の平均断面積の10分の1以下である平均断面積を有し、大多数が主として半径方向の向きを有する半径方向のミクロチャネルを含む、磁性基材、光学基材及び半導体基材の少なくとも一つを研磨するのに有用な研磨パッドを含む。

【0013】

10

20

30

40

50

本発明のもう一つの態様は、磁性基材、光学基材及び半導体基材の少なくとも一つを研磨媒体の存在下で研磨する方法であって、回転中心を有し、前記回転中心と同心であり、ある幅を有する環状研磨トラックを含む研磨層であって、前記環状研磨トラックの幅が、溝パターン転写を減らすために非半径方向の溝を有しないものであり、非半径方向の溝が、前記回転中心に対して周方向に30°範囲内の向きを有するものである研磨層、及び前記研磨層中の、前記環状研磨トラックの幅の範囲内にある複数の半径方向のミクロチャネルであって、大多数が、主として半径方向の向きを有し、50μm未満の平均幅を有する半径方向のミクロチャネルを含む研磨パッドを用いて研磨を実施すること、及び研磨中に前記パッドをコンディショニングしてさらなる半径方向のミクロチャネルを設けること、を含む方法を含む。

10

【0014】

本発明のもう一つの態様は、磁性基材、光学基材及び半導体基材の少なくとも一つを研磨媒体の存在下で研磨する方法であって、回転中心を有し、前記回転中心と同心であり、ある幅を有する環状研磨トラックを含む研磨層であって、前記環状研磨トラックの幅が半径方向の溝を含むものであり、前記半径方向の溝が、ある平均断面積を有するものである研磨層、及び前記研磨層中の、前記環状研磨トラックの幅の範囲内にある複数の半径方向のミクロチャネルであって、前記半径方向の溝の平均断面積の10分の1以下である平均断面積を有し、大多数が主として半径方向の向きを有する半径方向のミクロチャネルを含む研磨パッドを用いて研磨を実施すること、及び研磨中に前記パッドをコンディショニングしてさらなる半径方向のミクロチャネルを設けること、を含む方法を含む。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明は、得られる研磨基材に対する溝パターン転写効果を減らすマクロおよびミクロテクスチャを有する研磨パッドに関する。半径方向のコンディショニングが磁性基材、光学基材及び半導体基材上の表面の不均一さを減らすということが見いだされた。本明細書に関して、半径方向とは、研磨パッドの中心から周囲までの直線（「半径方向」）の60°範囲内の経路をいう。好ましくは、ミクロチャネルは、半径方向の45°範囲内、もっとも好ましくは半径方向の30°範囲内である。コンディショニングによって形成される半径方向のミクロチャネルは、溝パターン転写現象に伴う研磨不足領域を減らすことができる、外方へのスラリー分布を促進することができる。一般に、半径方向とともにミクロチャネルの割合が大きくなればなるほど、研磨から生じる研磨不足領域は減る。本明細書に関して、半径方向に偏ったミクロチャネルの大多数とは、線合計によって計測される半径方向のミクロチャネルの合計が、線合計によって計測される非半径方向のミクロチャネルの合計よりも大きいことをいう。これらの半径方向にコンディショニングされたパッドは、基材を研磨媒体で研磨するとき、ミクロチャネルの頻度に対応するスケールでウェーハの均一さを促進することができる。本明細書で使用する「研磨媒体」は、粒子含有研磨溶液及び非粒子含有研磨溶液、たとえば無砥粒反応液研磨溶液を含む。

30

【0016】

典型的なポリマー研磨パッド材料としては、ポリカーボネート、ポリスルホン、ナイロン、ポリエーテル類、ポリエステル類、ポリエーテル-ポリエステルコポリマー、アクリル系ポリマー、ポリメチルメタクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンコポリマー、ポリブタジエン、ポリエチレンイミン、ポリウレタン類、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミド、ポリケトン類、エポキシ樹脂、シリコーン類、それらのコポリマー及びそれらの混合物がある。ポリマー材料は、好ましくはポリウレタンであり、もっとも好ましくは架橋ポリウレタン、たとえばRohm and Haas Electronic Materials CMP Technologies製のIC1000（商標）及びVisionPad（商標）研磨パッドである。これらのパッドは一般に、二官能性又は多官能性イソシアネート類から誘導されるポリウレタン類、たとえばポリエーテルウレア、ポリイソシアヌレート、ポリウレタン類、ポリウレア、ポリウレタンウレア、それらのコポリマー及びそれらの混合物で構成される。

40

【0017】

50

これらの研磨パッドは、多孔性であることもできるし、無孔性であることもできる。多孔性であるならば、これらの研磨パッドは一般に、少なくとも0.1容量%の気孔率を有する。この気孔率が、研磨液を移動させる研磨パッドの能力に寄与する。好ましくは、研磨パッドは、0.2~70容量%の気孔率を有する。もっとも好ましくは、研磨パッドは、0.25~60容量%の気孔率を有する。好ましくは、気孔又は充填剤粒子は、重量平均直径 (weight average diameter) が1~100μmである。もっとも好ましくは、気孔又は充填剤粒子は、重量平均直径が10~90μmである。さらには、10~30μm (もっとも好ましくは15~25μm) の重量平均直径が研磨性能をさらに改善することができる。発泡した中空ポリマー微小球の重量平均直径の公称範囲は一般には10~50μmである。場合によっては、非発泡の中空ポリマー微小球を液体プレポリマーブレンドに直接加えることも可能である。一般には、非発泡微小球は、キャスティング中にインサイチュで発泡させる。

【0018】

気孔は、予備発泡させた、又はインサイチュで発泡させる中空の微小球をキャスティングすることによって、発泡剤を使用することによって、溶解ガス、たとえばアルゴン、二酸化炭素、ヘリウム、窒素及び空気又は超臨界流体、たとえば超臨界二酸化炭素の使用によって、ポリマー粒子を焼結することによって、選択的溶解によっては、機械的通気、たとえば攪拌によって、又は接着剤を使用してポリマー粒子を凝集させることによって、導入することが可能である。

【0019】

加えて、ポリマー研磨パッドはポリマー膜形成材料を含むことができ、その材料の液状の溶剤溶液を形成し、溶液の層を乾燥させると、常温固体のポリマー膜 (すなわち、通常の大気温度で固体) が形成する。ポリマー材料は、直鎖状のポリマー又はそのブレンドならびに添加剤、たとえば硬化剤、着色剤、可塑剤、安定剤及び充填剤からなることができる。典型的なポリマーとしては、ポリウレタンポリマー、ハロゲン化ビニルポリマー、ポリアミド、ポリエステルアミド、ポリエステル、ポリカーボネート類、ポリビニルブチラール、ポリ- -メチルスチレン、ポリ塩化ビニリデン、アクリル酸及びメタクリル酸のアルキルエステル類、クロロスルホン化ポリエチレン、ブタジエンとアクリロニトリルとのコポリマー、セルロースエステル類及びエーテル類、ポリスチレンならびにそれらの組み合わせがある。好ましくは、多孔性の凝固研磨パッドは、ポリウレタンポリマーで形成された多孔性マトリックスを有する。もっとも好ましくは、多孔性研磨パッドは、ポリエーテルウレタンポリマーをポリ塩化ビニルで凝固させることで形成され、たとえば、Rohm and Haas Electronic Materials CMP TechnologiesのPolitex (商標) 研磨パッドである。凝固マトリックスをフェルトタイプ又はフィルムベースのマトリックス、たとえばMylar (商標) ポリエチレンテレフタレートフィルムに付着させることができる。多孔性マトリックスは、非繊維質研磨層を有する。本明細書に関して、研磨層とは、研磨パッドのうち研磨中に基材と接触することができる部分である。独立気泡構造又は非網状構造が受け入れられるが、もっとも有利には、この構造は、気泡どうしを接続する微孔通路を含む連続気泡構造又は細網状構造である。微孔性細網状構造は、気体を気孔に通すが、研磨中に研磨パッドへのスラリー浸透を制限して、より均一な研磨パッド厚さを維持する。

【0020】

典型的な半径方向のミクロチャネルは、50μm未満の平均幅を有することができるが、強力なダイヤモンドコンディショニングの場合、100、150又は200μmの幅を有することもできる。ダイヤモンド形状、カット速度及び基材に依存して、ミクロチャネルは一般に、その幅と少なくとも等しい、その2倍又は3倍の深さを有する。研磨及び連続的又は半連続的コンディショニングに伴う摩耗のため、パッドは、一定範囲の高さ及び幅を有するミクロチャネルを含む。これらのミクロチャネルの大多数がウェーハトラック中で半径方向の向きを有するが、好ましくは、少なくとも80%がウェーハトラック中で半径方向の向きを有する。もっとも好ましくは、すべてのミクロチャネルがウェーハトラック中で半径方向の向きを有する。典型的なCMP研磨作業は研磨中のウェーハの振動に

10

20

30

40

50

依存して均一さを高めることができるが、本明細書に関して、研磨トラック又はウェーハトラックにおけるこの語句は、振動なしで製造されるウェーハトラックをいう。

【0021】

多孔性研磨パッド基材の場合、パッドは一般に、その半径方向のミクロチャネルの長さが平均気孔直径の少なくとも100倍である。好ましくは、多孔性パッドは、その半径方向のミクロチャネルの長さが平均気孔直径の少なくとも10,000倍である。半径方向の長さの増大は、スラリーの流れ、研磨くずの除去を促進し、半導体ウェーハのような基材へのパターン転写を減らす傾向にある。

【0022】

加えて、溝に関連する研磨不足領域を避けるため、研磨パッドは、優先的には、円形又はらせん形の溝をウェーハトラック中に含まない。もっとも好ましくは、パッドは、回転中心に対して周方向の30°範囲内にいかなる溝をも有しない。これは、最悪の溝パターン転写問題に関連する溝配置を回避する。溝パターン転写をさらに制限するため、研磨パッドは、場合によっては、15,000 μm^2 を超える平均断面積（長方形の溝断面の場合、平均溝深さ × 平均溝幅）を有する溝を環状研磨トラック内に含まない。場合によっては、7,500 μm^2 を超える断面積を有する溝を環状研磨トラック内に有しないようにさらに制限することもできる。

【0023】

研磨パッドは、場合によっては、半径方向のミクロチャネルに加えて、半径方向のマクロ溝、たとえば直線的な半径方向の溝、カーブした半径方向の溝、段状の半径方向の溝又は他の半径方向に偏った溝を含む。半径方向の溝を半径方向のミクロチャネルに加えることが、除去速度をさらに高め、研磨くず除去を促進する。カーブした半径方向の溝を設けると、基材全体での研磨均一さを改善するさらなる利点を得ることができる。これらのカーブした半径方向の設計は、大スケールの研磨、たとえば300mm半導体ウェーハを研磨する場合に特に効果的である。半径方向の溝を加える場合、溝は一般に、ミクロチャネルの断面積の少なくとも10倍の断面積を有する。好ましくは、半径方向の溝は、ミクロチャネルの断面積の少なくとも100倍の断面積を有する。本明細書に関して、この断面積比は、研磨中の初期比を指し、研磨加工の終了時に得られる、コンディショニング及びパッドの摩耗が溝の深さを劇的に減らしうる場合の最終比を指すのではない。

【0024】

ここで図面を参照すると、図1は、周線101及び回転中心102を有する研磨パッド100を示す。CMP加工中に研磨パッド100が回転すると、研磨層（図示せず）と接する状態に保持されたウェーハ130が、外境界131及び内境界132によって画定される、幅133を有する環状の研磨トラック（又はウェーハトラック）125を描き出す。さらには、研磨パッドは、スラリー滞留時間を増し、研磨効率を高めるための溝、たとえば直線的な半径方向の溝120を有することができる。

【0025】

図1Aは、図1の研磨パッド100に関して、図1の研磨層の領域140の拡大図を示す。直線的な半径方向の溝120は、幅121を有するように示されている。幅は異なることができるが、好ましくは、幅121は、すべての溝で同じであり、各溝の長手に沿って均一である。直線的な半径方向の溝120はまた、その深さがコンディショニング及び研磨とともに徐々に減少する。直線的な半径方向の溝120の間の領域には、半径方向のミクロチャネル151、152、153及び154がある。半径方向のミクロチャネル151、152、153及び154もまた幅を有する（図示せず）。半径方向のミクロチャネルの幅及び断面積は、溝121の幅及び断面積よりも小さい。

【0026】

半径方向のミクロチャネルは、多くのパターン及び配置を有することができる。たとえば、半径方向のミクロチャネルは、直線的な半径方向のミクロチャネル151、152及び153であってもよいし、カーブした半径方向のミクロチャネル154であってもよい。半径方向のミクロチャネルは、半径方向のミクロチャネル152のように研磨トラック

10

20

30

40

50

全体で途切れのないものであってもよいし、セグメント化された半径方向のミクロチャネル 151 又は 153 であってもよい。半径方向のミクロチャネルセグメントは、半径方向のミクロチャネル 153 のように規則的に離間し、均一な長さのものであってもよいし、半径方向のミクロチャネル 151 のように不規則に離間し、不規則な長さのものであってもよい。さらには、半径方向のミクロチャネルは、研磨トラックの幅全体で均一な密度を有することもできるし、密度が、半径方向、周方向又は両方向に異なることもできる。一般に、ミクロチャネルの密度の増大は、除去速度の局所的増大に対応する。場合によっては、半径方向のミクロチャネル 151、152、153 及び 154 は、溝 120 と交差して、研磨媒体の半径方向の流れを促進し、研磨くずの除去を改善する。もう一つの任意の実施態様では、半径方向のミクロチャネル 151、152、153 及び 154 は、溝 120 と交差しない。10

【0027】

半径方向のミクロチャネル 151、152、153 及び 154 は、便宜上、同じ図面で示されている。本発明の研磨パッド、たとえば研磨パッド 100 は、溝の間の様々な領域（又は溝のない研磨パッドの様々な領域）で様々なミクロチャネルパターン及び配置を有することができるが、研磨パッドは、一つのミクロチャネルパターン及び配置しか有しないか、研磨面に対称的に配置された複数のミクロチャネル配置を有することが好ましい。

【0028】

図 2 を参照すると、カーブした半径方向の研磨パッド 200 は、周線 201、回転中心 202 ならびに外境界 231 及び内境界 232 によって画定される、幅 233 を有するウェーハ 230 の研磨トラック 225 を有している。研磨パッド 200 は、カーブした半径方向の溝 220 を有している。カーブした半径方向の溝 220 は、その第一端を研磨トラックの内境界 232 に有し、その第二端を周線 201 に有するように示されている。カーブした半径方向の溝は、ウェーハを横切る方向での除去速度を制御し、中心高速及び中心低速の研磨を得るために特に有用である。あるいはまた、カーブした半径方向の溝 220（本発明の半径方向の溝など）は、その第一端を、回転中心 202 の近くに有してもよいし、研磨トラック内に有してもよい。同様に、カーブした半径方向の溝 220（又は他の溝）は、その第二端を、研磨トラック内に有してもよいし、外境界 231 の近くに有してもよい。

【0029】

図 2A は、図 2 の研磨層の領域 240 の拡大図でミクロチャネルを示す。カーブした半径方向の溝 220 は、幅 221 を有するように示されている。半径方向のミクロチャネル 251、252、253 及び 254 が半径方向の溝 220 の間の各領域に示されている。カーブした半径方向の溝 220 を含むいくつかの実施態様では、半径方向のミクロチャネル、すなわち直線的な半径方向のミクロチャネル 251 又はカーブした半径方向のミクロチャネル 254 が溝、すなわちカーブした半径方向の溝 220 と交差することが有利である。これは、スラリーの流れ及び研磨くずの除去を促進することができる。他の実施態様では、半径方向のミクロチャネルは、その大多数が半径方向の溝、すなわちカーブした半径方向のミクロチャネル 252 及びセグメント化され、カーブした半径方向のミクロチャネル 253 と交差しないようなやり方で設けられることが有利である。40

【0030】

図 3 で、段状の半径方向の溝研磨パッド 300 は、周線 301、回転中心 302 ならびに外境界 331 及び内境界 332 によって画定される、幅 333 を有する研磨トラック 325 を占めるウェーハ 330 を有している。研磨パッド 300 は、カーブした半径方向の溝 320 及び 321 を有している。カーブした半径方向の溝 321 は、その第一端を回転中心 302 の近くに有し、その第二端を研磨トラック 325 内に有している。カーブした半径方向の溝 320 は、その第一端を研磨トラック 325 内に有し、その第二端を周線 301 の近くに有している。カーブした半径方向の溝 320 及び 321 は、研磨媒体の研磨効率の増大を促進することができる。図は、カーブした半径方向の溝 320 及び 321 が同じパターン及び向きを有するように示すが、これらの溝は異なるパターン及び向きを有50

してもよい。たとえば、場合によっては、3組以上の半径方向の溝があってもよく、それらの半径方向の溝が各組の溝の間で交互に位置しなくてもよい。好ましくは、溝は、各組の溝の間で規則的なパターンで交互に位置する（2組の溝を有する研磨パッドに関して示すとおり）。カーブした半径方向の溝320及び321は、オーバラップ領域310を有するように示されているが、これは必要ではない。複数組の半径方向の溝を有する研磨パッドの場合、オーバラップ領域310は、研磨トラック325の幅333の20%よりも大きいことが好ましい。もっとも好ましくは、オーバラップ310は、研磨トラック325の幅333の50%よりも大きい。

【0031】

図3Aで、図3の領域340が、カーブした半径方向の溝320及び321を示す。これらの溝は、溝320と溝321とで同じであってもよいし、溝320と溝321とで異なってもよい幅322を有している。カーブした半径方向のミクロチャネル351が、カーブした半径方向の溝320及び321の間の領域に示されている。カーブした半径方向のミクロチャネル351は、交差を避けるため、概ね溝320及び321の円弧をたどる。直線状の半径方向のミクロチャネル352がカーブした半径方向の溝320及び321と交差している。最後に、カーブした半径方向のミクロチャネル353が、カーブした半径方向の溝320及び321と交差するように偏った湾曲を有している。

【0032】

図4を参照すると、溝のない研磨パッド400が、周線401、回転中心402ならびに外境界431及び内境界432によって画定される、幅433を有する研磨トラック425を占めるウェーハ430を有している。研磨パッド400は、従来スケールの溝を有しない。コンディショニングプレート460が方向465に沿って前後に振動して、パッド400の研磨面（図示せず）をコンディショニングする。コンディショニングプレート465の表面は、好ましくは、特定のパターンに配設された切削手段（図示せず）、たとえばダイヤモンド切歯を含む。パターンは、規則的であっても不規則であってもよいし、コンディショニング面内で異なる密度の切歯を有することができる。好ましくは、コンディショニングプレートは、くさびの形を有するか、変動するストロークの長さを使用して、研磨トラック425全体でより均一なコンディショニングを提供する。

【0033】

コンディショニングパッド400をコンディショニングするためには、コンディショニングプレート460の少なくとも一部を研磨パッド400の研磨層と接触させる。そして、コンディショニングプレートを研磨パッドに対して方向465に動かす。方向465は、直線的かつ半径方向として示されているが、他の方向もまた考えられる。加えて、研磨パッドに対するコンディショニングプレートの動きは振動として示されているが、一方向の動きもまた考えられる。コンディショニングプレートは、従来の単軸手段、たとえばピボットアームもしくはスライド又は従来の多軸手段、たとえばx-yスライドもしくは伸縮ピボットアームによって制御することができる。コンディショニングプレートの動きはまた、研磨パッド400の研磨層との断続的な接触を可能にするため、垂直運動を含むこともできる。本発明の要件を満たすためには、研磨パッド400の研磨層に対して平行な面におけるコンディショニングプレート460の運動が研磨パッド400の線速度に対して高速であることが不可欠である。

【0034】

図4Aを参照すると、任意のミクロチャネルパターンは、平行な半径方向のミクロチャネル451、半径方向のミクロチャネル452、カーブした半径方向のミクロチャネル453、段状又はバイパスの半径方向のミクロチャネル454及びセグメント化された半径方向のミクロチャネル455を含む。加えて、これらのミクロチャネルは、研磨媒体の流れを優先的に方向付けするように設計された他のパターン及びパターン密度を有することができる。これらのミクロチャネルは、研磨媒体の流れを小さなスケールで制御する利点を有する。たとえば、カーブした半径方向のミクロチャネルは、ウェーハ均一さ、たとえば中心高速又は中心低速問題を修正することができ、段状の半径方向のミクロチャネルは

10

20

30

40

50

、研磨媒体の効率を高めることができる。

【0035】

あるいはまた、コンディショニングプレートは、回転可能なディスクであってもよい。コンディショニングディスクは、平らであってもよいし、カーブしていてもよいし（お椀形又は平らなディスクのエッジを使用することができる）、複数の平らな面を異なる平面に有してもよい。たとえば、コンディショニングプレートは、コンディショニングプレートのコンディショニング面の少なくとも一部が研磨パッドの研磨面と接触した状態で、研磨パッドが位置する平面とは異なる平面でディスクを回転させることによって半径方向のミクロチャネルを形成するために使用することもできる。加えて、より長いコンディショニング行程及びより幅広いコンディショニングプレートがそれぞれ平行なミクロ溝の割合の増大につながる。好ましくは、コンディショニング加工は、より幅が狭いコンディショニングプレートを用いる高速行程の回数増に依存して、半径方向のミクロチャネルの分布を均等にするため、パッドの回転速度とは非同期的である。加えて、コンディショニングプレートのピボットアームをパッドの回転方向に弧状に曲げると、ミクロチャネルの半径方向の向きをさらに改善することができる。10

【0036】

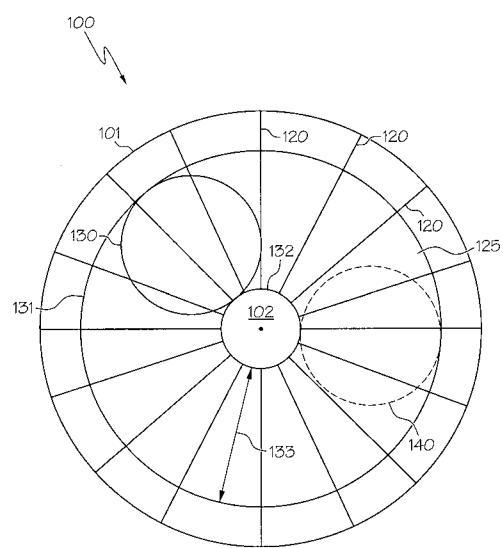
もう一つの代替方法は、コンディショニングディスクを使用せずに、たとえば研磨パッドの研磨面をブレード、たとえばナイフ又はフライス加工ツール、たとえばCNCツールで切り目を入れることによって研磨パッドをコンディショニングする方法である。加えて、ミクロチャネルは、場合によっては、研磨層の研磨面をレーザ、高压液体もしくは気体ジェット又は他の手段で除去又は切り目を入れることによって設けられる。もっとも好ましくは、研磨加工中、連続的にインサイチュでのコンディショニングが起こる。加えて、いくつかの任意の実施態様では、半径方向のコンディショニングを、円形ディスク、たとえば円形ダイヤモンドディスクを回転させることに関連する従来のコンディショニングと重ね合わせることも可能である。しかし、好ましくは、ミクロチャネルの大多数がウェーハトラック中で主として半径方向の向きを有して溝パターン転写効果を減らす。20

【図面の簡単な説明】

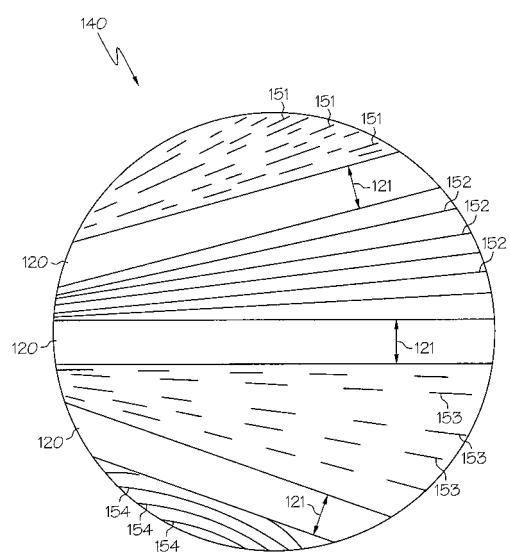
【0037】

【図1】半径方向の溝を有する本発明の研磨パッドの平面図である。30
【図1A】図1の研磨パッドの拡大平面図である。
【図2】カーブした半径方向の溝を有する本発明の他の研磨パッドの平面図である。
【図2A】図2の研磨パッドの拡大平面図である。
【図3】段状の半径方向の溝を有する本発明のもう一つの他の研磨パッドの平面図である。
【図3A】図3の研磨パッドの拡大平面図である。
【図4】本発明の方法を実施するための、図1の溝のない研磨パッドとコンディショニングプレートとの平面図である。
【図4A】図4の溝のない研磨パッドの略図である。

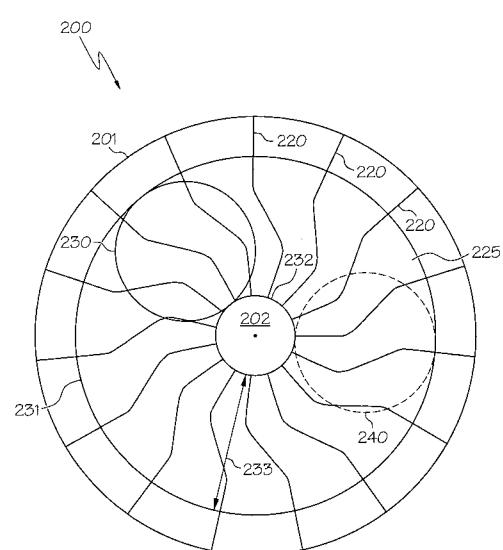
【図1】



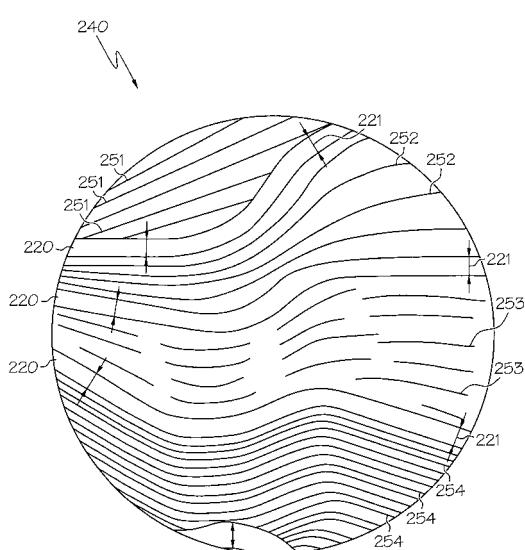
【図1A】



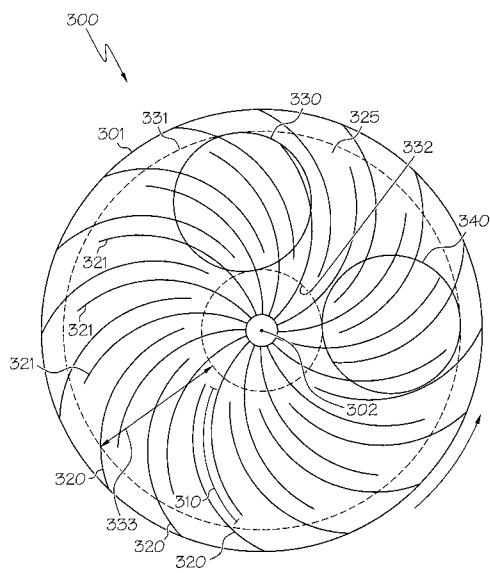
【図2】



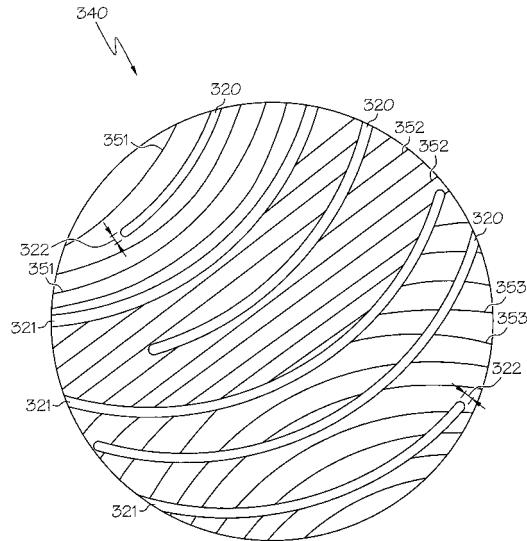
【図2A】



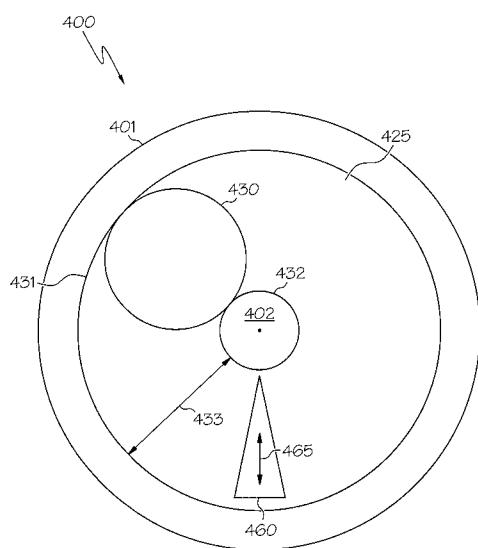
〔 四 3 〕



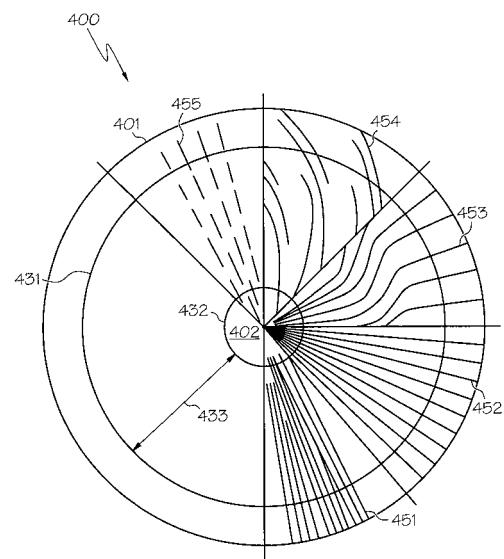
【図 3 A】



【図4】



【 図 4 A 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 01L 21/304 622M

(72)発明者 グレゴリー・ピー・ムルダウニー

アメリカ合衆国、メリーランド 21919、アールヴィル、イースト・ティール・ポイント・ロード 3

審査官 橋本 卓行

(56)参考文献 特開平09-117855 (JP, A)

特開2003-303793 (JP, A)

特開2004-167605 (JP, A)

特開2003-145413 (JP, A)

特開2002-100592 (JP, A)

国際公開第2005/023487 (WO, A1)

特開2001-001253 (JP, A)

国際公開第2005/030439 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00 - 37/34

B24B 53/02

H01L 21/304