

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-502311

(P2004-502311A)

(43) 公表日 平成16年1月22日(2004.1.22)

(51) Int.Cl.⁷H 0 1 L 21/304
B 2 4 B 37/04

F I

H 0 1 L 21/304 6 2 2 G
B 2 4 B 37/04 E

テーマコード (参考)

3 C 0 5 8

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2002-506892 (P2002-506892)
 (86) (22) 出願日 平成13年6月29日 (2001.6.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成14年12月27日 (2002.12.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/041232
 (87) 国際公開番号 W02002/002276
 (87) 国際公開日 平成14年1月10日 (2002.1.10)
 (31) 優先権主張番号 60/215,666
 (32) 優先日 平成12年7月1日 (2000.7.1)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 592010081
 ラム リサーチ コーポレーション
 LAM RESEARCH CORPOR
 ATION
 アメリカ合衆国, カリフォルニア 950
 38, フレモント, クッシング パークウ
 ェイ 4650
 (74) 代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 ハレー・デイビッド・ジー.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州934
 02 ロス・オスオス, カペイ・レーン,
 2780
 Fターム(参考) 3C058 AA05 AB04 CA01 CB01 DA12
 最終頁に続く

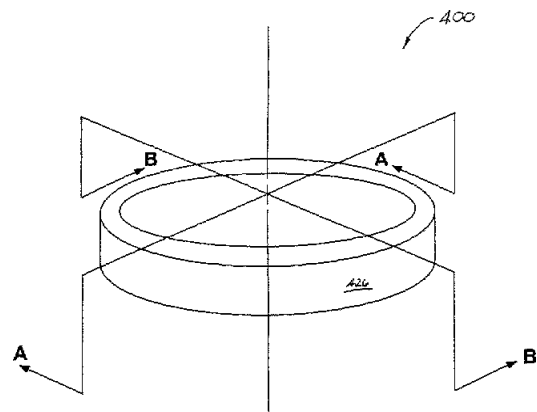
(54) 【発明の名称】 投射型ジンバルポイント駆動

(57) 【要約】

【課題】 投射型ジンバルポイント駆動

【解決手段】 投射型ジンバルポイント駆動システムを開示する。投射型ジンバルポイント駆動システムは、回転力を加えることができるスピンドルを含んでおり、さらに、スピンドルの下方部分に凹球面を形成している。また、ウェーハキャリアが、その一部を、スピンドルの下方部分のなかに設けられた形態で備えられている。ウェーハキャリアは、スピンドルの凹球面とは反対側の表面に、凸球面を形成している。また、スピンドルとウェーハキャリアとの間には、駆動カップが設けられている。駆動カップは、凹内面と凸外面とを有し、既定のジンバルポイントを基準にしてウェーハキャリアが傾くことを可能にする。このようにして、ジンバル作用に影響を及ぼすことなしに、回転力を加えることが可能になる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
回転力を加えることができ、下方部分に凹球面が形成されたスピンドルと、
前記スピンドルの前記下方部分に一部が設けられ、前記スピンドルの前記凹球面の反対側に凸球面が形成されたウェーハキャリアと、
前記スピンドルと前記ウェーハキャリアとのあいだに設けられ、凹内面と凸外面とを有し、
所定のジンバルポイントを基準にして前記ウェーハキャリアを傾斜可能とする駆動カップと
を備える投射型ジンバルポイント駆動システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記ジンバルポイントは、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間の境界面上に位置する投射型シンバルポイント駆動システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記ジンバルポイントは、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間の境界面の下方に位置する投射型シンバルポイント駆動システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記ジンバルポイントは、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間の境界面の上方に位置する投射型シンバルポイント駆動システム。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記駆動カップは、前記駆動カップの前記凸外面内に位置する第 1 の細長いスロットセットを有する投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、さらに、
前記スピンドルの前記凹球面から突き出した第 1 の駆動キーセットを備える投射型ジンバルポイント駆動システム。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記第 1 の駆動キーセットは、前記駆動カップの前記第 1 のスロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記駆動カップは、前記駆動カップの前記凹内面内に位置する第 2 の細長いスロットセットを有する投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、さらに、
前記ウェーハキャリアの前記凸球面から突き出した第 2 の駆動キーセットを備える投射型ジンバルポイント駆動システム。

40

【請求項 10】

請求項 9 に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記第 2 の駆動キーセットは、前記駆動カップの前記第 2 の駆動スロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項 11】

投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記駆動カップの凸外面内に位置する第 1 の細長いスロットセットと、
前記駆動カップの凹内面内に位置する第 2 の細長いスロットセットと

50

を備え、

前記駆動カップは、所定のジンバルポイントを基準にしてウェーハキャリアが傾くことを可能にする投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、スピンドルの凹球面から突き出した第 1 の駆動キーセットは、前記駆動カップの前記第 1 のスロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、前記ウェーハキャリアの凸球面から突き出した第 2 の駆動キーセットは、前記駆動カップ 10 の前記第 2 のスロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、前記第 1 のスロットセットは、2 つの細長いスロットからなる投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、前記第 1 のスロットセットの前記 2 つの細長いスロットは、前記駆動カップの円周に沿って約 1 8 0 度だけ隔てられている投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、前記第 2 のスロットセットは、2 つの細長いスロットからなる投射型ジンバルポイント駆動カップ。 20

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、前記第 2 のスロットセットの前記 2 つの細長いスロットは、前記駆動カップの円周に沿って約 1 8 0 度だけ隔てられている投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、前記第 1 のスロットセットは、前記駆動カップの対称軸を中心にして前記第 2 の細長いス 30 ロットセットから約 9 0 度だけ隔てられた位置にある投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 1 9】

投射型ジンバルポイントシステムを駆動するための方法であって、回転用のトルクを加えることができ、下方部分に凹球面が形成されたスピンドルを用意し、

前記スピンドルの前記凹球面の反対側に凸球面を形成し、かつ前記スピンドルの前記下方部分にウェーハキャリアの一部を設け、

前記スピンドルと前記ウェーハキャリアとのあいだに、凹内面と凸外面とを有した駆動カップを設け、該駆動カップを使用して、前記スピンドルを前記ウェーハキャリアに結合させ、 40

前記駆動カップは、所定のジンバルポイントを基準にして前記ウェーハキャリアを傾斜可能とした方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 に記載の方法であって、前記ジンバルポイントを、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間に境界面上に位置させた方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 9 に記載の方法であって、前記ジンバルポイントを、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェ 50

ーハの表面との間の境界面の下方に位置させた方法。

【請求項 22】

請求項 19 に記載の方法であって、

前記ジンバルポイントを、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間の境界面の上方に位置させた方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に、半導体ウェーハの研磨に関し、特に、ウェーハ研磨環境におけるジンバル式投射システムのための駆動機構に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造では、研磨およびパフ磨きを含む化学機械研磨（CMP）動作と、ウェーハ洗浄とを実施する必要がある。集積回路デバイスは、多層構造をとるのが通常である。基板層には、拡散領域を有したトランジスタデバイスが形成される。続く層には、接続配線がパターン形成される。これらの配線は、トランジスタデバイスに電気接続されることによって、所望の機能デバイスを規定する。パターン形成された導体層は、二酸化ケイ素などの誘電材料によって、他の導体層から絶縁される。形成される配線層およびそれに関連する誘電体層の数が増えるにつれ、誘電材料を平坦化させる必要性も増す。

【0003】

20

平坦化を行わないと、表面形状の差異が増大するので、配線層を続けて製造することが、実質的に困難になる。他の適用例では、誘電材料の中に配線パターンが形成され、次いで、余分な配線の除去を目的とした金属 CMP 動作が実施される。さらに他の適用例としては、配線形成プロセスに先立って堆積された、浅い溝による分離またはポリメタルによる絶縁のためなどに使用される誘電体膜を、平坦化させることが含まれる。

【0004】

CMP プロセスでは、CMP 基板キャリアのジンバルポイントが重要である。均一で平面的な研磨結果を保証するためには、基板キャリアと研磨表面とが正確に一致していなければならない。現在市販されている CMP 基板キャリアは、平面性に異常をきたしたウェーハを産出するものが多い。研磨表面上方の旋回ポイントの鉛直高さも、やはり重要である。なぜなら、高さが増すにつれ、研磨の最中に旋回ポイントに加わるモーメントも、大きくなるからである。ほとんどの CMP ウェーハ研磨装置では、ウェーハの中心部の研磨が途中で止まることと、プロセス変量の変化にともなってウェーハエッジの排除制御を調整することが不可能になることの、2つの問題が良く見られる。

30

【0005】

例えば、市販の CMP 機器の多くが使用している基板キャリアは、当該分野において「ノーズダイブ（急降下）」として知られている現象に直面する。研磨中のヘッドは、研磨力に反応してかなりの大きさのモーメントを生じ、生じたモーメントは、上述されたジンバルポイントの高さによって直接影響される。このモーメントは、ヘッドの運動方向に沿って圧力差を生じさせる。圧力差が生じた結果、ウェーハおよび研磨表面と境界を接する薬剤であるスラリも圧力分布が生じる。この結果、基板キャリアの前縁に位置するウェーハのエッジが、ウェーハの中心部よりも速く且つ多く研磨される原因となる。

40

【0006】

ウェーハ上の材料の除去は、スラリの化学作用に関連している。ウェーハと研磨パッドとのあいだにスラリが入り込み、反応が進むにつれ、ウェーハ材料の除去に寄与する化学剤は、徐々に使い果たされる。したがって、スラリに含まれる化学剤の活量は、ウェーハの中心部に近づくにつれて減少する。このため、基板キャリアの前縁から離れた位置（すなわちウェーハの中心部）でのウェーハ材料の除去は、基板キャリアの前縁（すなわちウェーハのエッジ）での化学作用と比べると劣ってしまう。

【0007】

50

「ノーズタイプ」に関する上記問題を改善するためには、基板キャリアの冠部を改良する試み以外にも、種々の試みがなされてきた。基板キャリアの上部に位置するシングル軸受けをとおして回転する従来技術による基板キャリアでは、基板キャリアの有効なジンバルポイントが研磨パッドの表面から有効な非ゼロ距離の位置にあるので、かなりの大きさのモーメントが生成される。したがって、研磨パッドの表面に作用する摩擦力がこの距離を経て作用し、不要なモーメントを形成するのである。

【0008】

さらに、ジンバルを駆動スピンドルに接続する捻り駆動部が必要であることから、「ノーズダイブ」効果の軽減は失敗であることがわかった。特に、シングル駆動手段または他の直接駆動手段を使用すると、ウェーハの上方に力モーメントが生じ、「ノーズダイブ」が再び生じる。さらに、回り止めは、穴の中で遊離していることによって旋回を可能にする必要があり、これは、バックラッシュを生じる原因になる。

【0009】

以上からわかるように、接近してくる研磨パッドにウェーハのエッジが埋め込まれる事態を生じることなしに、ウェーハを駆動することができる、ジンバル式の捻り駆動部が、必要とされている。このような駆動部は、ウェーハを旋回方式で回転駆動させることによって、駆動されているウェーハの接触面と回転軸とのずれを可能にすることが望ましい。

【0010】

【発明の概要】

本発明は、概して、研磨されているウェーハの平面が駆動スピンドルの回転軸と厳密に垂直でない場合であっても回転力および軸方向力をウェーハに伝達することを可能にする駆動機構を提供することによって、これらのニーズを満たす。したがって、このような駆動機構は、ウェーハの表面上に位置するジンバルポイントを基準にしてウェーハが傾くことを可能にする。1実施形態では、投射型ジンバルポイント駆動システムが開示される。投射型ジンバルポイント駆動システムは、回転力を加えることができるスピンドルを含んでおり、さらに、そのスピンドルの下方部分に凹球面を形成されている。また、スピンドルの下方部分内に一部分を設けられたウェーハキャリアも、含まれている。ウェーハキャリアは、スピンドルの凹球面とは反対側の表面に、凸球面を形成されている。また、スピンドルとウェーハキャリアとのあいだには、駆動カップが設けられている。駆動カップは、凹内面と凸外面とを有しており、既定のジンバルポイントを基準にしてウェーハキャリアが傾くことを可能にする。ジンバルポイントは、研磨パッドと、ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面と、のあいだの境界面上に位置することができる。ジンバルポイントは、さらに、研磨パッドと、ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面と、のあいだの境界面の上方（「ノーズダイブ」）または下方（「スキー（skiing）」）に意図的に位置することも、必要に応じて可能である。

【0011】

別の1実施形態では、投射型ジンバルポイント駆動カップが開示される。投射型ジンバルポイント駆動カップは、駆動カップの凸外面内に位置する第1の細長いスロットセットと、駆動カップの凹内面内に位置する第2の細長いスロットセットと、を含んでいる。駆動カップは、既定のジンバルポイントを基準にしてウェーハキャリアが傾くことを可能にする。スピンドルの凹球面から突き出した第1の駆動キーセットは、駆動カップの第1のスロットセット内に達するために使用することができる。同様に、ウェーハキャリアの凸球面から突き出している第2の駆動キーセットは、駆動カップの第2のスロットセット内に達することができる。場合によっては、第1のスロットセットは、駆動カップの円周に沿って約180度だけ隔てられた2つの細長いスロットからなることができる。同様に、第2のスロットセットは、駆動カップの円周に沿ってやはり約180度だけ隔てられた2つの細長いスロットからなることができる。さらに、第1のスロットセットは、駆動カップの対称軸を中心にして第2の細長いスロットセットから約90度だけ隔てられた位置にあることもできる。

【0012】

投射型ジンバルポイントシステムを駆動するための方法が、本発明のさらなる実施形態において開示される。回転力を加えることができるスピンドルが、提供される。スピンドルは、その下方部分に凹球面を形成されている。また、スピンドルの下方部分内に一部分が含まれる状態で、ウェーハキャリアが設けられている。ウェーハキャリアは、スピンドルの凹球面とは反対側の表面に、凸球面を形成されている。スピンドルは、次いで、スピンドルとウェーハキャリアとのあいだに設けられた駆動カップを使用して、ウェーハキャリアに結合される。上記のように、駆動カップは、凹内面と凸外面とを有しており、既定のジンバルポイントを基準にしてウェーハキャリア傾くことを可能にする。ジンバルポイントは、研磨パッドと、ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面と、のあいだの境界面上に位置することができる。ジンバルポイントは、場合によっては、研磨パッドと、ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面と、のあいだの境界面の上方または下方に、意図的に位置することもできる。

10

20

【0013】

本発明の実施形態は、駆動スピンドルの下方部分の表面およびウェーハキャリアの表面の球状と同心度とによって、ウェーハがウェーハパッド境界面内に位置する軸を基準にしてのみ傾くことが保証されるように、構成されると好都合である。ウェーハが傾く基準になる軸がウェーハパッド境界面の上方または下方に位置する場合は、ウェーハのセクタの1つをその正反対にあるセクタよりも強く研磨パッドに押し当てる力が生成され、望ましくない効果が生じる。本発明の実施形態は、所望の結果が得られるように、これらの力を低減させる、排除する、または意図的に制御して利用することを可能にする。本発明の原理を例示した添付図面との関連のもとで行う以下の詳細な説明によって、本発明のその他の態様および利点が明らかになる。

【0014】

添付の図面に関連して行う以下の説明から、本発明および本発明によってもたらされる利点を最も良く理解することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

投射型ジンバルポイント駆動部に関する発明が、開示される。この目的を達成するために、本発明は、研磨されているウェーハの平面が駆動スピンドルの回転軸と厳密に垂直でない場合であってもウェーハに回転力および軸方向力を伝達することを可能にする駆動分離カップを提供する。以下の説明では、本発明が完全に理解されるように、多くの項目を特定している。しかしながら、当業者には明らかなように、本発明は、これらの項目の一部または全部を特定しなくても、実施することが可能である。そのほか、本発明が不必要に不明瞭となるのを避けるため、周知のプロセス工程の説明は省略した。

30

【0016】

図1は、代表的な化学機械プラナリゼーション(CMP)システムを、本発明の1実施形態にしたがって示した概略図である。図1に示したように、CMPシステム200は、処理面が固定エンドレス研磨剤ベルト450であるため、固定研磨CMPシステムであるとされている。固定研磨剤ベルト450は、矢印214で示された方向にベルトを回転駆動させる2つのドラム212上に架設されている。

40

【0017】

ウェーハ414は、方向206に回転するウェーハキャリア機構400上に搭載されている。平坦化プロセスを進めるため、回転しているウェーハ414は、回転している固定研磨剤ベルト450に力Fで押し当てられる。当業者には周知のように、この力Fは、平坦化プロセスの要求を満たすように可変であって良い。固定研磨剤ベルト450の下方に設けられたプラテン210は、ベルトを安定させ、ウェーハ414が押し当てられる固定面を提供する。固定研磨剤ベルト450を使用すると、ウェーハ414表面の微細な凸凹は、固定研磨剤ベルト450の微細な繰り返し構造を有する表面の研磨性を活性化する。後ほど詳述されるように、ウェーハキャリア機構400は、固定研磨剤ベルト450の微細な繰り返し構造を有する表面が、ウェーハ414の前縁414aによって大きく活性化さ

50

れるのを、阻止するように構成されている。したがって、ウェーハ４１４の結晶表面が平坦化された暁には、もう、繰り返し構造を有する固定研磨剤ベルト４５０の表面を活性化する凹凸は残っていない。その結果、材料の除去率が１桁またはそれ以上減速されるので、CMPプロセスは、「自己停止」と称される自動停止特性を付与される。

【００１８】

図２は、投射型ジンバルポイント駆動部を有したウェーハキャリア機構４００を、本発明の１実施形態にしたがって示した図である。１実施形態では、投射型ジンバルポイント駆動部は、スピンドルの下方部分４２６内に設けられた駆動分離カップであり、研磨されているウェーハに回転力および軸方向力を伝達することを可能にする。本発明による駆動分離カップは、ウェーハの平面が駆動スピンドルひいてはウェーハキャリアの回転軸と厳密に垂直でない場合であっても、回転力および軸方向力をウェーハ伝達することができる。

10

【００１９】

続いて詳述されるように、駆動分離カップの幾何学的形状は、研磨パッドと、研磨されているウェーハの表面との境界面上に位置するジンバルポイントを基準にして、ウェーハが任意の方向に傾くことを可能にするような形状寸法である。このように、本発明の実施形態によれば、ジンバルポイントを他の位置に設けたときに、ウェーハに対して垂直に加わる望ましくない力を回避することができる。

【００２０】

図３は、スピンドルの回転軸を含む平面でウェーハキャリア機構４００を切り取った場合の側方Ａ－Ａ断面図である。なお、図３に示した駆動スピンドルの回転軸は、回転軸がウェーハに垂直な線と一致してウェーハの中心を通る理想的な状態にある。

20

【００２１】

ウェーハキャリア機構４００は、駆動カップ４２８を介してウェーハキャリア４２２に結合されたスピンドル４１２の下方部分４２６を含んでいる。駆動キー４４６、４４８は、回転力を伝達するために使用され、これは、図４に関連して後述される駆動キー４３８、４４０も同様である。研磨ベルト４５０は、ウェーハキャリア４２２の下方に設けられており、CMPプロセスの最中にウェーハ４１４の表面を研磨するために使用される。動作時において、駆動スピンドル４１２は、ウェーハ４１４の底面を研磨パッドに押し当てる回転力および下向きの力を加える。

【００２２】

完全に一致させようとする試みにかかわらず、ウェーハに垂直な線４５４は、スピンドル４１２の回転軸４５２と厳密に平行する状態からずれる可能性がある。本発明の実施形態は、このずれを都合良く調整することができる。本発明の実施形態は、最終的には、スピンドル軸４５２に垂直な位置からのウェーハ４１４の任意の傾きが、ウェーハパッド境界面４１６上に横たわる線を基準にして生じるような高さに、ウェーハ４１４を位置付ける。また、実施形態によっては、スピンドル軸４５２に垂直な位置からのウェーハ４１４の任意の傾きが、ウェーハパッド境界面４１６に平行な線を基準にして生じるような高さに、且つ、選択済みの距離だけ境界面の上方または下方に隔てられた位置に、ウェーハ４１４を配置する場合もある。

30

【００２３】

図３に示すように、凸球面４２０は、ウェーハキャリア４２２上に形成されている。凸球面４２０は、ウェーハパッド境界面４１６上のウェーハ４１４の中心に位置するポイント４１８から半径Ｒ１の距離にある。同じポイント４１８から半径Ｒ２の距離には、駆動スピンドル４１２の下方部分４２６の凹球面４２４が設けられている。なお、半径Ｒ１および半径Ｒ２としては、ウェーハ４１４の中心に位置するポイントであって且つウェーハパッド境界面４１６の上方または下方に位置するポイントからの距離のいずれかを、設計要件に応じてとって良い。

40

【００２４】

ウェーハキャリア４２２の凸球面４２０と、駆動スピンドル４１２の下方部分４２６の凹球面４２４とのあいだには、駆動カップ４２８が設けられている。駆動カップ４２８は、

50

一般にリング状であり、その内側凹球面 430 は半径 R1、外側凸球面 432 は半径 R2 である。駆動カップ 428 の外側凸球面 432 には、縦方向に細長い 2 つのスロット 442, 444 が形成されており、これらは、駆動カップ 428 の円周に沿って約 180 度だけ隔てられている。2 つの駆動キー 446, 448 は、駆動スピンドル 412 の下方部分 426 の凹球面 424 から突き出しており、駆動カップ 428 のスロット 442, 444 内にそれぞれ嵌まっている。従って、駆動キー 446, 448 により、凹球面 424 に回転力を伝達することができる。スロット 442, 444 の縦方向の長さは、駆動スピンドル 412 の下方部分 426 と駆動カップ 428 とのあいだで生じる傾斜運動に対応できるように、駆動キー 446, 448 よりも長くされている。

【0025】

図 4 は、スピンドルの回転軸沿いで交わる断面で切り取った場合のウェーハキャリア機構 400 の側方断面図 B-B である。なお、図 4 に示された駆動スピンドルの回転軸は、図 3 と同様に、回転軸がウェーハに垂直な線と一致してウェーハの中心を通る理想的な状態にある。

【0026】

図 4 に示されたように、縦方向に細長い 2 つのスロット 434, 436 は、駆動カップ 428 の内側凹球面 430 に形成されている。スロット 442, 444 と同様に、スロット 434, 436 は、駆動カップ 428 の円周に沿って約 180 度だけ隔てられている。2 つの駆動キー 438, 440 は、ウェーハキャリア 422 の凸球面 420 から突き出しており、駆動カップ 428 のスロット 434, 436 内に嵌まっている。従って、駆動キー 438, 440 により、ウェーハキャリア 422 に回転力を伝達することができる。さらに、駆動キー 438, 440 は、駆動カップ 428 の対称軸を中心として約 90 度だけ駆動キー 446, 448 から隔てられている。上記のように、スロット 434, 436 の縦方向長さは、ウェーハキャリア 422 と駆動カップ 428 とのあいだで生じる傾斜運動に対応できるように、駆動キー 438, 440 よりも長くしてある。

【0027】

本発明の実施形態では、駆動スピンドル 412 の下方部分 426 の表面 420 およびウェーハキャリアの表面 424 の球形状と両者の同心の程度とによって、ウェーハ 414 がウェーハパッド境界面 416 内に横たわる軸を基準にしてのみ傾くことが保証されるように、構成できると好都合である。ウェーハが傾く基準になる軸がウェーハパッド境界面 416 の上方または下方に位置する場合は、ウェーハ 414 のセクタの 1 つをその正反対にあるセクタよりも強く研磨パッド 450 に押し当てる力が生成され、望ましくない効果が生じる。本発明の実施形態は、所望の結果が得られるように、これらの力を低減し、排除し、あるいは意図的に制御して利用することを可能にしている。

【0028】

以上では、理解を明確にする目的で本発明を詳細に説明したが、添付した請求項の範囲内で、一定の変更および修正を加えられることは明らかである。したがって、上述した実施形態は、例示を目的としたものであって限定的ではなく、本発明は、本明細書で取り上げた項目に限定されず、添付した請求項の範囲および均等物の範囲内で変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 代表的な化学機械平坦化 (CMP) システムを、本発明の 1 実施形態にしたがって示した概略図である。

【図 2】 投射型ジンバルポイント駆動部を有したウェーハキャリア機構を、本発明の 1 実施形態にしたがって示した斜視図である。

【図 3】 スピンドルの回転軸に沿った平面で切り取った場合のウェーハキャリア機構の側方断面図 A-A である。

【図 4】 スピンドルの回転軸に沿った平面で切り取った場合のウェーハキャリア機構の側方断面図 B-B である。

【符号の説明】

10

20

30

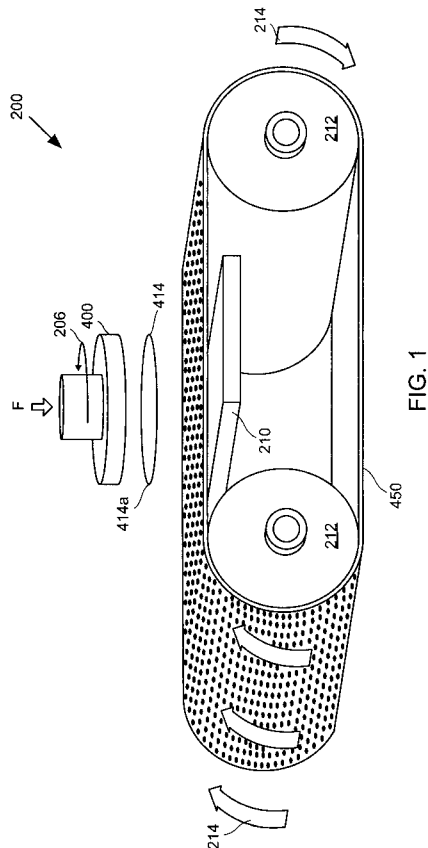
40

50

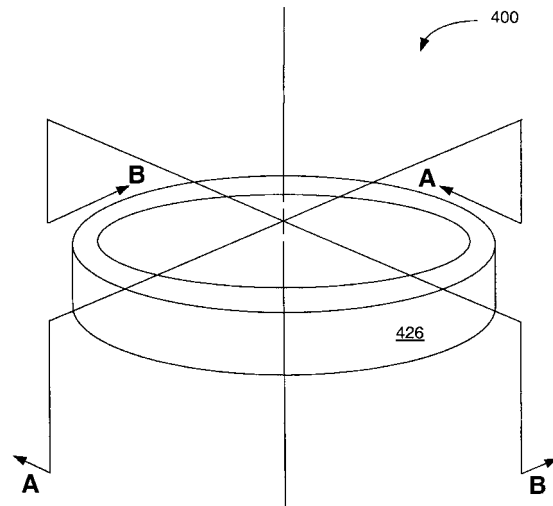
- 2 0 0 … C M P システム
- 2 1 0 … プラテン
- 2 1 2 … ドラム
- 4 0 0 … ウェーハキャリア機構
- 4 1 2 … 駆動スピンドル
- 4 1 4 … ウェーハ
- 4 1 4 a … ウェーハの前縁
- 4 1 6 … ウェーハパッド境界面
- 4 1 8 … ウェーハの中心点
- 4 2 0 … ウェーハキャリアの凸球面
- 4 2 2 … ウェーハキャリア
- 4 2 4 … 駆動スピンドル下方部分の凹球面
- 4 2 6 … 駆動スピンドルの下方部分
- 4 2 8 … 駆動カップ
- 4 3 0 … 駆動カップの内側凹球面
- 4 3 2 … 駆動カップの外側凸球面
- 4 3 4, 4 3 6, 4 4 2, 4 4 6 … 駆動カップのスロット
- 4 3 8, 4 4 0, 4 4 6, 4 4 8 … 駆動キー
- 4 5 0 … 固定研磨剤ベルト

10

【図 1】



【図 2】



【 図 4 】

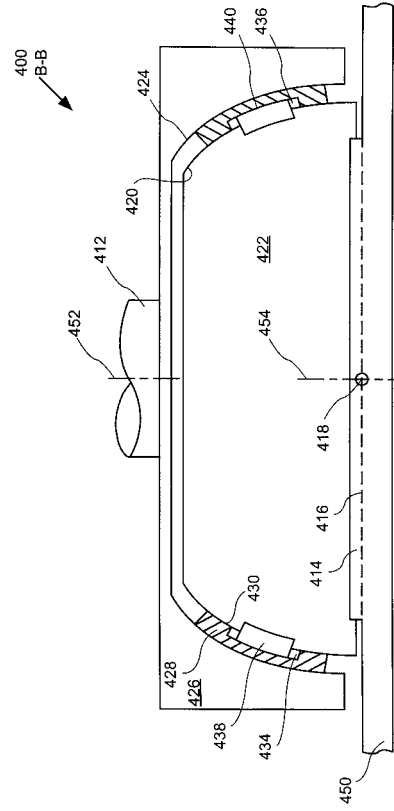


FIG. 4

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

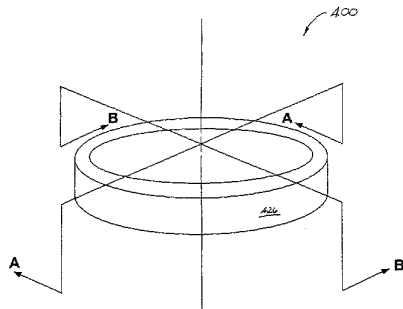
(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
10 January 2002 (10.01.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/02276 A2

- (51) International Patent Classification: **B24B 37/04**, 41/047, 47/10
- (21) International Application Number: PCT/US01/41232
- (22) International Filing Date: 29 June 2001 (29.06.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 60/215,666 1 July 2000 (01.07.2000) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): **LAM RESEARCH CORPORATION** [US/US]; 4650 Cushing Parkway, Fremont, CA 94568 (US).
- (72) Inventor; and
(75) Inventor/Applicant (for US only): **HALLEY, David, G.** [US/US]; 2780 Covey Lane, Los Osos, CA 93402 (US).
- (74) Agent: **PENILLA, Albert, S.**; Martine & Penilla, LLP, Suite 170, 710 Lakeway Drive, Sunnyvale, CA 94085 (US).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:
— without international search report and to be republished upon receipt of that report
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: PROJECTED GIMBAL POINT DRIVE



(57) Abstract: A projected gimbal point drive system is disclosed. The projected gimbal point drive system includes a spindle capable of apply a torque, and having a concave spherical surface formed on its lower portion. Further included is a wafer carrier disposed partially within the lower portion of the spindle. The wafer carrier has a convex spherical surface formed on a surface opposite the concave spherical surface of the spindle. In addition, a drive cup is included that is disposed between the spindle and the wafer carrier. The drive cup has a concave inner surface and a convex outer surface, and allows the wafer carrier to be tilted about a predefined gimbal point. In this manner, torque can be applied without affecting the gimbal action.

WO 02/02276 A2

PROJECTED GIMBAL POINT DRIVE**BACKGROUND OF THE INVENTION****5 1. Field of the Invention**

This invention relates generally to semiconductor wafer polishing, and more particularly to drive mechanisms for gimbal projection systems in a wafer polishing environment.

10 2. Description of the Related Art

In the fabrication of semiconductor devices, there is a need to perform Chemical Mechanical Polishing (CMP) operations, including polishing, buffing and wafer cleaning. Typically, integrated circuit devices are in the form of multi-level structures. At the substrate level, transistor devices having diffusion regions are formed. In subsequent
15 levels, interconnect metallization lines are patterned and electrically connected to the transistor devices to define the desired functional device. Patterned conductive layers are insulated from other conductive layers by dielectric materials, such as silicon dioxide. As more metallization levels and associated dielectric layers are formed, the need to planarize the dielectric material increases.

20 Without planarization, fabrication of additional metallization layers becomes substantially more difficult due to the higher variations in the surface topography. In other applications, metallization line patterns are formed in the dielectric material, and then metal CMP operations are performed to remove excess metallization. Further applications include planarization of dielectric films deposited prior to the metallization
25 process, such as dielectrics used for shallow trench isolation or for poly-metal insulation.

In the CMP process, the gimbal point of a CMP substrate carrier is a critical element. The substrate carrier must align itself to the polish surface precisely to insure uniform, planar polishing results. Many CMP substrate carriers currently available yield wafers having anomalies in planarity. The vertical height of the pivot point above the
30 polishing surface is also important, since the greater the height, the larger the moment that is induced about the pivot point during polishing. Two pervasive problems that exist

WO 02/02276

PCT/US01/41232

2

in most CMP wafer polishing apparatuses are underpolishing of the center of the wafer, and the inability to adjust the control of wafer edge exclusion as process variables change.

For example, substrate carriers used on many available CMP machines experience a phenomenon known in the art as "nose diving". During polishing, the head reacts to the polishing forces in a manner that creates a sizable moment, which is directly influenced by the height of the gimbal point, mentioned above. This moment causes a pressure differential along the direction of motion of the head. The result of the pressure differential is the formation of a standing wave of the chemical slurry that interfaces the wafer and the abrasive surface. This causes the edge of the wafer, which is at the leading edge of the substrate carrier, to become polished faster and to a greater degree than the center of the wafer.

The removal of material on the wafer is related to the chemical action of the slurry. As slurry is inducted between the wafer and the abrasive pad and reacts, the chemicals responsible for removal of the wafer material gradually become exhausted. Thus, the removal of wafer material further from the leading edge of the substrate carrier (i.e., the center of the wafer) experiences a diminished rate of chemical removal when compared with the chemical action at the leading edge of the substrate carrier (i.e., the edge of the wafer), due to the diminished activity of the chemicals in the slurry when it reaches the center of the wafer.

Apart from attempts to reshape the crown of the substrate carrier, other attempts have been made to improve the aforementioned problem concerning "nose diving". In a prior art substrate carrier that gimbals through a single bearing at the top of the substrate carrier, sizable moments are generated because the effective gimbal point of the substrate carrier exists at a significant, non-zero distance from the surface of the polishing pad. Thus, the frictional forces, acting at the surface of the polishing pad, act through this distance to create the undesirable moments.

Further, the need for torsional drives that connect the gimbal to the driving spindle have proved unsuccessful in reducing the "nose diving" effect. In particular, using a single, or other direct drive means causes a force moment above the wafer that again causes "nose diving." Moreover, drive pins are a source of backlash, since a pin needs to be free in a hole to allow pivoting.

WO 02/02276

PCT/US01/41232

3

In view of the foregoing, there is a need for a gimbal based torsion drive that is capable of driving a wafer without causing the wafer edges to dig into the on coming polishing pad. The drive should allow the wafer to be driven rotationally yet still pivot to allow for non-alignment of the rotational axis with the contact surface of the wafer being driven.

SUMMARY OF THE INVENTION

Broadly speaking, the present invention fills these needs by providing a drive mechanism that permits torque and axial force to be transmitted to a wafer being polished, notwithstanding that the plane of the wafer might not be exactly perpendicular to the axis of rotation of the driving spindle. Thus, the drive mechanism allows the wafer to tilt about a gimbal point located on the surface of the wafer. In one embodiment, a projected gimbal point drive system is disclosed. The projected gimbal point drive system includes a spindle capable of applying a torque, and further having a concave spherical surface formed on its lower portion. Also included is a wafer carrier disposed partially within the lower portion of the spindle. The wafer carrier has a convex spherical surface formed on a surface opposite the concave spherical surface of the spindle. In addition, a drive cup is included that is disposed between the spindle and the wafer carrier. The drive cup has a concave inner surface and a convex outer surface, and allows the wafer carrier to be tilted about a predefined gimbal point. The gimbal point can be located on an interface between a polishing pad and a surface of a wafer held by the wafer carrier. Further, the gimbal point can be intentionally located above ("nose diving") or below ("skiing") the interface between a polishing pad and a surface of a wafer held by the wafer carrier if desired.

In another embodiment, a projected gimbal point drive cup is disclosed. The projected gimbal point drive cup includes a first set of elongated slots located in a convex outer surface of the drive cup, and a second set of elongated slots located in a concave inner surface of the drive cup. The drive cup allows a wafer carrier to be tilted about a predefined gimbal point. A first set of drive keys extending out of a concave spherical surface of a spindle can be used to extend into the first set of slots in the drive cup. Similarly, a second set of drive keys extending out of a convex spherical surface of the wafer carrier can extend into the second set of slots of the drive cup. Optionally, the first

WO 02/02276

PCT/US01/41232

4

set of slots can comprise two elongated slots, which are separated by about 180 degrees around the circumference of the drive cup. Similarly, the second set of slots can comprise two elongated slots, which also are separated by about 180 degrees around the circumference of the drive cup. Further, the first set of slots can be located about ninety
5 degrees around an axis of symmetry of the drive cup from the second set of elongated slots.

A method for driving a projected gimbal point system is disclosed in a further embodiment of the present invention. A spindle is provided that is capable of apply a torque. The spindle includes a concave spherical surface formed on a lower portion of
10 the spindle. Also, a wafer carrier is disposed partially within the lower portion of the spindle. The wafer carrier includes a convex spherical surface formed on a surface opposite the concave spherical surface of the spindle. The spindle is then coupled to the wafer carrier using a drive cup disposed between the spindle and the wafer carrier. As above, the drive cup includes a concave inner surface and a convex outer surface, and
15 allows the wafer carrier to be tilted about a predefined gimbal point. The gimbal point can be located on an interface between a polishing pad and a surface of a wafer held by the wafer carrier. Optionally, the gimbal point can be intentionally located above or below the interface between a polishing pad and a surface of the wafer held by the wafer carrier as desired.

Advantageously, the embodiments of the present invention can be configured such that the spherical shape and concentricity of the surface of the lower part of the drive spindle and surface of the wafer carrier assure that the wafer can tilt only about an axis that lies in the plane of the wafer-pad interface. If the axis about which the wafer tilts lies above or below the wafer-pad interface, forces are generated that push one sector of the
20 wafer into the polishing pad more strongly than the diametrically opposite sector of the wafer is pushed, resulting in undesirable effects. The embodiments of the present invention allow these forces to be reduced, eliminated, or employed deliberately in a controlled manner to produce a desired result. Other aspects and advantages of the invention will become apparent from the following detailed description, taken in
25 conjunction with the accompanying drawings, illustrating by way of example the principles of the invention.

WO 02/02276

PCT/US01/41232

5

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The invention, together with further advantages thereof, may best be understood by reference to the following description taken in conjunction with the accompanying drawings in which:

- 5 Figure 1 is a simplified schematic diagram of an exemplary chemical mechanical planarization (CMP) system in accordance with one embodiment of the present invention;
- Figure 2 is an illustration showing a wafer carrier mechanism having a projected gimbal point drive, in accordance with an embodiment of the present invention;
- 10 Figure 3 is side elevation cross sectional view A-A through the wafer carrier mechanism intersecting along an axis of rotation of the spindle; and
- Figure 4 is side elevation cross sectional view B-B through the wafer carrier mechanism intersecting along an axis of rotation of the spindle.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

- An invention is disclosed for a projected gimbal point drive. To this end, the present invention provides a drive isolation cup that permits torque and axial force to be transmitted to a wafer being polished, notwithstanding that the plane of the wafer might not be exactly perpendicular to the axis of rotation of the driving spindle. In the following description, numerous specific details are set forth in order to provide a thorough understanding of the present invention. It will be apparent, however, to one skilled in the art that the present invention may be practiced without some or all of these specific details. In other instances, well known process steps have not been described in detail in order not to unnecessarily obscure the present invention.
- 20

- Figure 1 is a simplified schematic diagram of an exemplary chemical mechanical planarization (CMP) system in accordance with one embodiment of the present invention. As shown in Figure 1, CMP system 200 is a fixed abrasive CMP system, so designated because the preparation surface is an endless fixed abrasive material belt 450. Fixed abrasive material belt 450 is mounted on two drums 212, which drive the belt in a rotational motion in the direction indicated by arrows 214.
- 25

- Wafer 414 is mounted on wafer carrier mechanism 400, which is rotated in direction 206. To carry out a planarization process, rotating wafer 414 is applied against the rotating fixed abrasive material belt 450 with a force F. As is well known to those
- 30

WO 02/02276

PCT/US01/41232

6

skilled in the art, the force F may be varied to meet the demands of particular planarization processes. Platen 210, which is disposed below fixed abrasive material belt 450, stabilizes the belt and provides a solid surface onto which wafer 414 may be applied. Using the fixed abrasive material belt 450, the topographic features of wafer 414 activate the micro-replicated features of fixed abrasive material belt 450. Wafer carrier mechanism 400 is configured to prevent significant activation of the micro-replicated features of fixed abrasive material belt 450 by leading edge 414a of wafer 414, as will explained in more detail below. Thus, when the topographic features of wafer 414 are planarized, there are no remaining topographic features to activate the micro-replicated features of fixed abrasive material belt 450. As a result, the material removal rate slows by one or more orders of magnitude, thereby providing the CMP process with an automatic stopping characteristic referred to herein as "self-stopping."

Figure 2 is an illustration showing a wafer carrier mechanism 400 having a projected gimbal point drive, in accordance with an embodiment of the present invention. In one embodiment, the projected gimbal point drive is a drive isolation cup, disposed within the lower portion 426 of a spindle, which permits torque and axial force to be transmitted to a wafer being polished. The drive isolation cup of the present invention is capable of transmitting the torque and axial force to the wafer notwithstanding that the plane of the wafer might not be exactly perpendicular to the axis of rotation of the driving spindle, and by extension, the wafer carrier.

As discussed in greater detail subsequently, the geometry of the drive isolation cup is such that the wafer may tilt in any direction about a gimbal point located on the interface between the polishing pad and the surface of the wafer that is being polished. In this manner, embodiments of the present invention are capable of avoiding undesirable forces being applied perpendicular to the wafer, which are caused by locating the gimbal point in other locations.

Figure 3 is side elevation cross sectional view A-A through the wafer carrier mechanism 400 intersecting along an axis of rotation of the spindle. It should be noted that the axis of rotation of the driving spindle shown in Figure 3 is an ideal situation wherein the axis of rotation is coinciding with a line perpendicular to the wafer, through the center of the wafer.

WO 02/02276

PCT/US01/41232

7

The wafer carrier mechanism 400 includes a lower part 426 of the spindle 412 coupled to a wafer carrier 422 via drive cup 428. Drive keys 446 and 448 are used to transmit torque, as are drive keys 438 and 440, discussed subsequently with respect to Figure 4. A polishing belt 450, disposed below the wafer carrier 422, is used to polish the surface of the wafer 414 during a CMP process. In operation, the drive spindle 412 applies a torque and a downward force to push the lower surface of the wafer 414 against the polishing pad 450.

In spite of efforts to achieve perfect alignment, a line 454 perpendicular to the wafer might deviate from being exactly parallel to the axis of rotation 452 of the spindle 412. The embodiments of the present invention advantageously accommodate this misalignment. To this end, the embodiments of the present invention locate the wafer 414 at such an elevation that any tilting of the wafer 414 from a position perpendicular to the spindle axis 452 occurs about a line that lies on the wafer-pad interface 416. In addition, some embodiments can locate the wafer 414 at such an elevation that any tilting of the wafer 414 from a position perpendicular to the spindle axis 452 occurs about a line that lies parallel to the wafer-pad interface 416, but spaced above or below the interface by a pre-selected distance.

As shown in Figure 3, a convex spherical surface 420 is formed on the wafer carrier 422. The convex spherical surface 420 has a radius R_1 from a point 418 at the center of the wafer 414 on the wafer-pad interface 416. From the same point 418, a concave spherical surface 424 of radius R_2 is formed on a lower part 426 of the driving spindle 412. It should be noted that the radius R_1 and radius R_2 can alternatively extend from a point at the center of the wafer 414 above the wafer-pad interface 416, or below the wafer-pad interface 416, depending on design requirements.

Disposed between the convex spherical surface 420 of the wafer carrier 422 and the concave spherical surface 424 of the lower part 426 of the drive spindle 412 is a drive cup 428. The drive cup 428 is generally ring-shaped and has a concave inner spherical surface 430 of radius R_1 and a convex outer spherical surface 432 of radius R_2 . Formed in the convex outer spherical surface 432 of the drive cup 428 are two vertically elongated slots 442 and 444, which are separated by about 180 degrees around the circumference of the drive cup 428. Two drive keys 446 and 448 extend out of the

WO 02/02276

PCT/US01/41232

8

concave spherical surface 424 of the lower portion 426 of the drive spindle 412. The drive keys 446 and 448 extend into the slots 442 and 444 of the drive cup 428, respectively, to transmit torque. The slots 442 and 444 are longer than the drive keys 446 and 448 to accommodate tilting movement between the lower portion 426 of the drive spindle 412 and the drive cup 428.

Figure 4 is side elevation cross sectional view B-B through the wafer carrier mechanism 400 intersecting along an axis of rotation of the spindle. As in Figure 3, it should be noted that the axis of rotation of the driving spindle shown in Figure 4 is an ideal situation wherein the axis of rotation is coinciding with a line perpendicular to the wafer, through the center of the wafer.

As shown in Figure 4, two vertically elongated slots 434 and 436 are formed in the concave inner spherical surface 430 of the drive cup 428. Similar to slots 442 and 444, slots 434 and 436 are separated by about 180 degrees around the circumference of the drive cup 428. Two drive keys 438 and 440 extend out of the convex spherical surface 420 of the wafer carrier 422. The drive keys 438 and 440 extend into the elongated slots 434 and 436 of the drive cup 428, respectively, to transmit torque. Further, the drive keys 438 and 440 are spaced about 90 degrees from the drive keys 446 and 448 around the axis of symmetry of the drive cup 428. As above, the slots 434 and 436 are longer than the drive keys 438 and 440 to accommodate tilting movement between the wafer carrier 422 and the drive cup 428.

Advantageously, the embodiments of the present invention can be configured such that the spherical shape and concentricity of the surface 420 of the lower part 426 of the drive spindle 412 and surface 424 of the wafer carrier assure that the wafer 414 can tilt only about an axis that lies in the plane of the wafer-pad interface 416. If the axis about which the wafer 414 tilts lies above or below the wafer-pad interface 416, forces are generated that push one sector of the wafer 414 into the polishing pad 450 more strongly than the diametrically opposite sector of the wafer 414 is pushed, resulting in undesirable effects. The embodiments of the present invention allow these forces to be reduced, eliminated, or employed deliberately in a controlled manner to produce a desired result.

Although the foregoing invention has been described in some detail for purposes of clarity of understanding, it will be apparent that certain changes and modifications may

WO 02/02276

PCT/US01/41232

9

be practiced within the scope of the appended claims. Accordingly, the present embodiments are to be considered as illustrative and not restrictive, and the invention is not to be limited to the details given herein, but may be modified within the scope and equivalents of the appended claims.

5 *What is claimed is:*

WO 02/02276

PCT/US01/41232

10

Claims

1. A projected gimbal point drive system, comprising:
a spindle capable of applying a torque, the spindle having a concave spherical
5 surface formed on a lower portion of the spindle;
a wafer carrier disposed partially within the lower portion of the spindle, the wafer
carrier having a convex spherical surface formed on a surface opposite the concave
spherical surface of the spindle; and
a drive cup disposed between the spindle and the wafer carrier, the drive cup
10 having a concave inner surface and a convex outer surface, wherein the drive cup allows
the wafer carrier to be tilted about a predefined gimbal point.
2. A projected gimbal point drive system as recited in claim 1, wherein the
gimbal point is located on an interface between a polishing pad and a surface of a wafer
15 held by the wafer carrier.
3. A projected gimbal point drive system as recited in claim 1, wherein the
gimbal point is located below an interface between a polishing pad and a surface of a
wafer held by the wafer carrier.
20
4. A projected gimbal point drive system as recited in claim 1, wherein the
gimbal point is located above an interface between a polishing pad and a surface of a
wafer held by the wafer carrier.
- 25 5. A projected gimbal point drive system as recited in claim 1, wherein the
drive cup includes a first set of elongated slots located in the convex outer surface of the
drive cup.
- 30 6. A projected gimbal point drive system as recited in claim 5, further
comprising a first set of drive keys extending out of the concave spherical surface of the
spindle.

WO 02/02276

PCT/US01/41232

11

7. A projected gimbal point drive system as recited in claim 6, wherein the first set of drive keys extend into the first set of slots in the drive cup.

5 8. A projected gimbal point drive system as recited in claim 1, wherein the drive cup includes a second set of elongated slots located in the concave inner surface of the drive cup.

9. A projected gimbal point drive system as recited in claim 8, further
10 comprising a second set of drive keys extending out of the convex spherical surface of the wafer carrier.

10. A projected gimbal point drive system as recited in claim 9, wherein the second set of drive keys extend into the second set of drive slots of the drive cup.

15

11. A projected gimbal point drive cup, comprising:
a first set of elongated slots located in a convex outer surface of the drive cup; and
a second set of elongated slots located in a concave inner surface of the drive cup,
wherein the drive cup allows a wafer carrier to be tilted about a predefined gimbal point.

20

12. A projected gimbal point drive cup as recited in claim 11, wherein a first set of drive keys extending out of a concave spherical surface of a spindle extend into the first set of slots in the drive cup.

13. A projected gimbal point drive cup as recited in claim 12, wherein a second set of drive keys extending out of a convex spherical surface of the wafer carrier extend into the second set of slots of the drive cup.

25

14. A projected gimbal point drive cup as recited in claim 13, wherein the first
30 set of slots comprises two elongated slots.

WO 02/02276

PCT/US01/41232

12

15. A projected gimbal point drive cup as recited in claim 14, wherein the two elongated slots of the first set of slots are separated by about 180 degrees around the circumference of the drive cup.

5 16. A projected gimbal point drive cup as recited in claim 15, wherein the second set of slots comprises two elongated slots.

17. A projected gimbal point drive cup as recited in claim 16, wherein the two elongated slots of the second set of slots are separated by about 180 degrees around the circumference of the drive cup.

10

18. A projected gimbal point drive cup as recited in claim 17, wherein the first set of slots are located about ninety degrees around an axis of symmetry of the drive cup from the second set of elongated slots.

15

19. A method for driving a projected gimbal point system, comprising the operations of:

providing a spindle capable of applying a torque, the spindle having a concave spherical surface formed on a lower portion of the spindle;

20 disposing a wafer carrier partially within the lower portion of the spindle, the wafer carrier having a convex spherical surface formed on a surface opposite the concave spherical surface of the spindle; and

coupling the spindle to the wafer carrier using a drive cup disposed between the spindle and the wafer carrier, the drive cup having a concave inner surface and a convex outer surface, wherein the drive cup allows the wafer carrier to be tilted about a predefined gimbal point.

25

20. A method as recited in claim 19, wherein the gimbal point is located on an interface between a polishing pad and a surface of a wafer held by the wafer carrier.

30

WO 02/02276

PCT/US01/41232

13

21. A method as recited in claim 19, wherein the gimbal point is located below an interface between a polishing pad and a surface of a wafer held by the wafer carrier.
- 5 22. A method as recited in claim 19, wherein the gimbal point is located above an interface between a polishing pad and a surface of a wafer held by the wafer carrier.

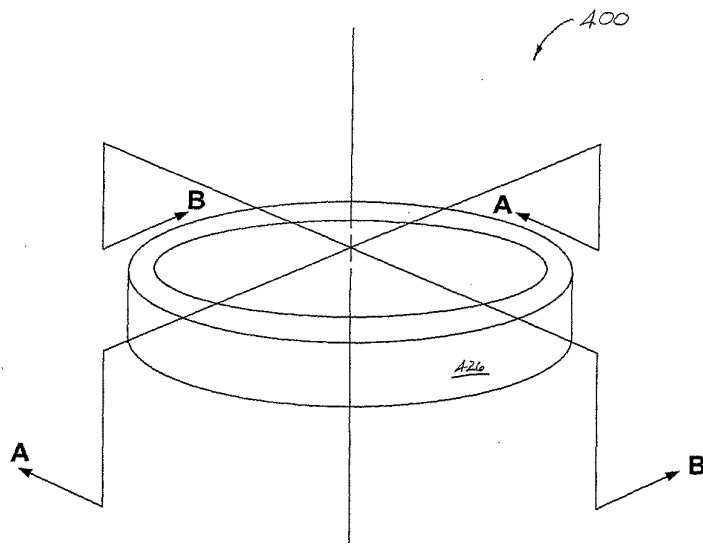


FIG. 2



WO 02/02276

4/4

PCT/US01/41232

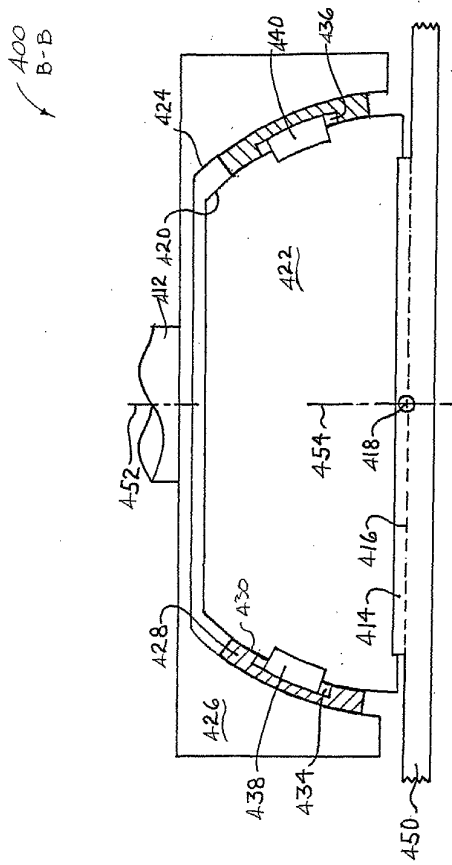


Fig. 4

【手続補正書】

【提出日】平成14年5月22日(2002.5.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
回転力を加えることができ、下方部分に凹球面が形成されたスピンドルと、
前記スピンドルの前記下方部分に一部が設けられ、前記スピンドルの前記凹球面の反対側に凸球面が形成されたウェーハキャリアと、
前記スピンドルと前記ウェーハキャリアとのあいだに設けられ、凹内面と凸外面とを有した駆動カップであって、さらに、前記凸外面内に位置する第1の細長いスロットセットを有し、既定のジンバルポイントを基準にして前記ウェーハキャリアが傾斜することを可能にする駆動カップと
を備える投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項2】

請求項1に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記ジンバルポイントは、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間の境界面上に位置する投射型シンバルポイント駆動システム。

【請求項3】

請求項1に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記ジンバルポイントは、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間の境界面の下方に位置する投射型シンバルポイント駆動システム。

【請求項4】

請求項1に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記ジンバルポイントは、研磨パッドと、前記ウェーハキャリアによって保持されたウェーハの表面との間の境界面の上方に位置する投射型シンバルポイント駆動システム。

【請求項5】

請求項1に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、さらに、
前記スピンドルの前記凹球面から突き出した第1の駆動キーセットを備える投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項6】

請求項5に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記第1の駆動キーセットは、前記駆動カップの前記第1のスロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項7】

請求項1に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記駆動カップは、前記駆動カップの前記凹内面内に位置する第2の細長いスロットセットを有する投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項8】

請求項7に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、さらに、
前記ウェーハキャリアの前記凸球面から突き出した第2の駆動キーセットを備える投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項9】

請求項8に記載の投射型ジンバルポイント駆動システムであって、
前記第2の駆動キーセットは、前記駆動カップの前記第2の駆動スロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動システム。

【請求項 10】

投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記駆動カップの凸外面内に位置する第1の細長いスロットセットと、
前記駆動カップの凹内面内に位置する第2の細長いスロットセットと
を備え、
前記駆動カップは、所定のジンバルポイントを基準にしてウェーハキャリアが傾くことを
可能にする投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
スピンドルの凹球面から突き出した第1の駆動キーセットは、前記駆動カップの前記第1
のスロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記ウェーハキャリアの凸球面から突き出した第2の駆動キーセットは、前記駆動カップ
の前記第2のスロットセット内に達している投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記第1のスロットセットは、2つの細長いスロットからなる投射型ジンバルポイント駆
動カップ。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記第1のスロットセットの前記2つの細長いスロットは、前記駆動カップの円周に沿っ
て約180度だけ隔てられている投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記第2のスロットセットは、2つの細長いスロットからなる投射型ジンバルポイント駆
動カップ。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記第2のスロットセットの前記2つの細長いスロットは、前記駆動カップの円周に沿っ
て約180度だけ隔てられている投射型ジンバルポイント駆動カップ。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の投射型ジンバルポイント駆動カップであって、
前記第1のスロットセットは、前記駆動カップの対称軸を中心にして前記第2の細長いス
ロットセットから約90度だけ隔てられた位置にある投射型ジンバルポイント駆動カップ
。

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZW