

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4413421号
(P4413421)

(45) 発行日 平成22年2月10日(2010.2.10)

(24) 登録日 平成21年11月27日(2009.11.27)

| | | | |
|--------------------|------------------|--------------|------|
| (51) Int.Cl. | F 1 | | |
| B24B 37/04 | (2006.01) | B 24 B 37/04 | E |
| B24B 37/00 | (2006.01) | B 24 B 37/00 | B |
| B24B 41/06 | (2006.01) | B 24 B 41/06 | L |
| B24B 47/10 | (2006.01) | B 24 B 47/10 | |
| HO1L 21/304 | (2006.01) | HO1L 21/304 | 622K |

請求項の数 10 (全 16 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2000-501870 (P2000-501870) | (73) 特許権者 | 390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド A P P L I E D M A T E R I A L S, I N C O R P O R A T E D アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ バウアーズ ア ベニュー 3050 |
| (86) (22) 出願日 | 平成10年7月10日(1998.7.10) | (74) 代理人 | 100088155 弁理士 長谷川 芳樹 |
| (65) 公表番号 | 特表2001-509440 (P2001-509440A) | (74) 代理人 | 100094318 弁理士 山田 行一 |
| (43) 公表日 | 平成13年7月24日(2001.7.24) | (74) 代理人 | 100107456 弁理士 池田 成人 |
| (86) 國際出願番号 | PCT/US1998/014032 | | |
| (87) 國際公開番号 | W01999/002304 | | |
| (87) 國際公開日 | 平成11年1月21日(1999.1.21) | | |
| 審査請求日 | 平成17年4月25日(2005.4.25) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 08/891,548 | | |
| (32) 優先日 | 平成9年7月11日(1997.7.11) | | |
| (33) 優先権主張国 | 米国(US) | | |

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可撓膜を有するケミカルメカニカルポリシングシステム用キャリヤヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケミカルメカニカルポリシングシステムで使用するキャリヤヘッドであって、駆動軸に取付け可能なフランジと、ベースと、前記ベースに結合されてチャンバを画成する可撓部材であって、その下面が基板受け面を提供する前記可撓部材と、

前記フランジを前記ベースにピボット式に結合するジンバルであって、前記ベースに結合される内側レースと、前記フランジに結合されてその間に隙間を画成する外側レースと、前記隙間に配置された複数のベアリングとを有する前記ジンバルとを備えるキャリヤヘッド。

【請求項2】

更に、前記内側レースと外側レースとを付勢して前記ベアリングと接触させるスプリングを備える請求項1に記載のキャリヤヘッド。

【請求項3】

更に、前記ベアリングを保持する環状リテーナを備える請求項1に記載のキャリヤヘッド。

【請求項4】

更に、前記駆動軸を前記ベースに結合してトルクを前記駆動軸から前記ベースへ伝達する複数のピンを備える請求項1に記載のキャリヤヘッド。

10

20

【請求項 5】

各ピンが前記フランジ内の通路を通って垂直に延び、各ピンの上端が前記駆動軸の凹部にはめられ各ピンの下端が前記ベースの凹部にはめられる請求項4に記載のキャリヤヘッド。

【請求項 6】

更に、前記ベースに結合されて、前記基板受け面と共に基板受け凹部を画成する保持リングを備える請求項1に記載のキャリヤヘッド。

【請求項 7】

ケミカルメカニカルポリシングシステムで使用されるキャリヤヘッドアセンブリであつて、

10

駆動軸と、

前記駆動軸の上端を横方向に固定する第1ボールベアリングアセンブリと、

前記駆動軸の下端を横方向に固定する第2ボールベアリングアセンブリと、

前記駆動軸の下端にジンバルによって結合されたキャリヤヘッドであつて、前記ジンバルは、前記キャリヤヘッドが前記駆動軸に対してピボット回転できるようにし、且つ、複数のベアリングを有している、該キャリヤヘッドと、

を備え、

前記第1ボールベアリングアセンブリと前記第2ボールベアリングアセンブリ間の距離は、前記ジンバルを介して伝達される横方向力が前記駆動軸を実質的にピボット回転させないように充分離れている、

20

キャリヤヘッドアセンブリ。

【請求項 8】

前記キャリヤヘッドが、チャンバを画成する可撓部材を含み、前記可撓部材の下面が基板受け面を提供する請求項7に記載のキャリヤヘッドセンブリ。

【請求項 9】

前記複数のベアリングは、前記キャリヤヘッドの回転中心点が実質的に研磨パッドと基板との境界面上にあるように、配されている、請求項1記載のキャリヤヘッド。

【請求項 10】

前記複数のベアリングは、前記キャリヤヘッドの回転中心点が実質的に研磨パッドと基板との境界面上にあるように、配されている、請求項7記載のキャリヤヘッドアセンブリ。

30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

発明の背景 本発明は一般に、基板のケミカルメカニカルポリシングに関し、より詳細には、ケミカルメカニカルポリシングシステム用のキャリヤヘッドに関する。

【0002】**【従来の技術】**

集積回路は通常、導電層、半導電層または絶縁層の連続的な堆積によって、基板、特にシリコンウエハ上に形成される。各層が堆積された後、その層がエッティングされて回路の表面構造(features)が作られる。一連の層は連続的に堆積されてエッティングされるので、基板の外面または最上面、すなわち基板の露出面は次第に平坦性が失われる。この平坦性を失った外面は集積回路メーカーに一つの問題を提起する。基板の外面の平坦性が失われると、その上に置かれたフォトトレジスト層も平坦性が失われる。フォトトレジスト層は通常、フォトトレジスト上に光画像の焦点を結ぶフォトリトグラフ装置によってパターン形成されている。基板の外面が充分に平坦性を失った場合、外面の山と谷の間の最大高度差は、画像装置の焦点深度を超えるかもしれないし、外側基板面上に正しく光画像の焦点を結ぶことが不可能になるだろう。

40

【0003】

改善された焦点深度を持つ新フォトリトグラフ装置を設計するのは極めて高くつくだろう

50

。更に、集積回路に用いられる表面構造のサイズが小さくなるに従って、より短い光波長を使用しなければならず、使用可能な焦点深度の更なる削減を招くことになる。

【0004】

従って、基板表面を定期的に平坦化して実質的に平坦層表面を提供するニーズがある。

【0005】

ケミカルメカニカルポリシング (C M P) は、一般的に是認された、平坦化の一方法である。この平坦化方法は通常、基板をキャリヤまたは研磨パッドに取り付けることを要求する。基板の露出面は、従って、回転する研磨パッドに接して配置される。キャリヤは制御可能な負荷、すなわち圧力を基板に対して提供して、基板を研磨パッドに押し付ける。更に、キャリヤは、基板と研磨パッド間の追加の動きを与えるために回転してもよい。研磨剤と少なくとも一つの化学的反応剤とを含む研磨スラリを研磨パッド上に散布して、研磨性の化学溶液をパッドと基板間の境界面に供給してもよい。

10

【0006】

C M P プロセスはかなり複雑で、簡単なウェットサンディングとは異なる。C M P プロセスでは、スラリ中の反応剤が基板の外面と反応して反応サイトを形成する。この反応サイトに対する研磨パッドと砥粒の相互作用が研磨をもたらす。

【0007】

効果的なC M P プロセスは高い研磨レートを持たなければならないし、仕上げられて（小規模の粗さがない）平らな（大規模なトポグラフィーがない）基板表面を作り出さなければならない。研磨レート、仕上げおよび平坦度は、パッドとスラリの組合せ、基板とパッド間の相対速度、および基板をパッドに押し付ける力によって決定される。不十分な平坦度と仕上げは不良基板を作ることがあるので、研磨パッドとスラリの組合せの選択は通常、要求される仕上げと平坦度によって決まる。これらの制約を条件として、研磨レートがその研磨装置の最大スループットを設定する。

20

【0008】

研磨レートは、基板がパッドに押し付けられる力に依存する。具体的には、この力が大きいほど、研磨レートは大きくなる。キャリヤヘッドが不均一な負荷を加えた場合、すなわちキャリヤヘッドが基板の或る領域に対して別の領域よりも大きな力を加えた場合、その高圧領域は低圧領域よりも早く研磨されるだろう。従って、不均一な負荷は基板の不均一な研磨をもたらすかもしれない。

30

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

C M P で遭遇している一つの問題は、基板のエッジが基板の中心部よりもしばしば異なるレート（通常はより早いが、ときにはより遅いこともある）で研磨されることである。この問題は「エッジ効果」と呼ばれ、負荷が基板に均一に加えられる場合でも発生することがある。エッジ効果は通常、基板の周辺部分、例えば、基板の最も外側の 5 ないし 10 ミリメートルで発生する。エッジ効果は基板の総合的平坦度を減少させ、基板の周辺部分を集積回路での使用に不向きにし、歩留まりを減少させる。

【0010】

従って、研磨スループットを最適化すると同時に所望の平坦度と仕上げを提供する C M P 装置に対するニーズが存在する。具体的には、C M P 装置は、実質的に均一な基板の研磨を提供するキャリヤヘッドを持たなければならない。

40

【0011】

【課題を解決するための手段】

一局面では、本発明は、ケミカルメカニカルポリシングシステムで使用されるキャリヤヘッドに向けられる。キャリヤヘッドはベースと、ベースに結合されて第 1 チャンバ、第 2 チャンバおよび第 3 チャンバを画成する可撓部材とを備えている。可撓部材の下面是、第 1 チャンバと関連する内側部分、その内側部分を囲むとともに第 2 チャンバに関連する実質的に環状の中間部分、およびその中間部分を囲むとともに第 3 チャンバに関連する実質的に環状の外側部分を持った基板受け面を提供する。可撓部材の内側、中間、および外側

50

部分に対する圧力は独立に制御できる。

【0012】

本発明の実施例は下記を含んでもよい。外側部分の幅は中間部分の幅よりも明らかに小さくする。外側部分は100mmにほぼ等しいかそれ以上、例えば150mmの外径を持ち、外側部分の幅は約4mmと20mmの間、例えば10mmとする。可撓部材は内側環状フラップ、中間環状フラップ、および外側環状フラップを含み、各フラップはベースの下面に固定されて第1、第2および第3チャンバを画成する。

【0013】

別の局面では、キャリヤヘッドは、駆動軸に取り付けられたフランジ、ベース、フランジをベースにピボット式に結合するジンバル、およびベースに結合されるとともにチャンバを画成する可撓部材を備えている。可撓部材の下面是基板受け面を提供する。ジンバルは、ベースに結合された内側レース、フランジに結合されてその間に隙間を画成する外側レース、および隙間に配置された複数のベアリングを含む。

10

【0014】

本発明の実施例は下記を含んでもよい。スプリングが内側レースと外側レースを付勢してベアリングと接触させ、環状リテナがベアリングを保持する。複数のピンはフランジ部分の通路を通って垂直に延びて、各ピンの上端が駆動軸の凹部にはまとるとともに各ピンの下端がベース部分の凹部にはまって駆動軸からのトルクをベースに伝達するようとする。保持リングをベースに結合して、基板受け面と共に、基板受け凹部を画成するようとする。

20

【0015】

別の局面では、本発明はケミカルメカニカルポリシングシステムで使用されるアセンブリに向けられる。アセンブリは、駆動軸、駆動軸に摺動可能に結合されたカップリング、駆動軸の下端に固定されて駆動軸と共に回転するキャリヤヘッド、駆動軸の上端に連結されて駆動軸とキャリヤヘッドの垂直位置を制御する垂直アクチュエータ、およびカップリングに連結されてカップリングを回転させ、トルクを駆動軸に伝達するモータを備えている。

【0016】

本発明の実施例は下記を含んでもよい。駆動軸は駆動軸ハウジングを通って延びて、垂直アクチュエータとモータとは駆動軸ハウジングに固定される。カップリングは、駆動軸の上端を囲む上部回転リングと駆動軸の下端を囲む下部回転リング、ならびに上部回転リングを駆動軸ハウジングに結合する第1ベアリングと下部回転リングを駆動軸ハウジングに結合する第2ベアリングを含んでいてもよい。上部と下部の回転リングはスライドナットで、駆動軸はスライドシャフトであってもよい。

30

【0017】

別の局面では、本発明は、駆動軸、駆動軸の上端を横方向に固定する第1ボールベアリングアセンブリ、駆動軸の下端を横方向に固定する第2ボールベアリングアセンブリ、および駆動軸の下端にジンバルによって結合されるキャリヤヘッドを備えた、ケミカルメカニカルポリシングシステムで使用されるキャリヤヘッドアセンブリに向けられる。ジンバルは、キャリヤヘッドが駆動軸に対してピボット回転できるようになる。第1ボールベアリングアセンブリと第2ボールベアリングアセンブリ間の距離は、ジンバルを介して伝達される横方向力が駆動軸を実質的にピボット回転させないように充分離れている。

40

【0018】

別の局面では、キャリヤヘッドアセンブリは、駆動軸と、駆動軸の下端に結合されたキャリヤヘッドとを備えている。駆動軸は、ボアと、ボア内に配置されて中央通路および中央通路を囲む少なくとも一つの環状通路を画成する少なくとも一つの円筒チューブとを含む。キャリヤヘッドは複数のチャンバを含み、各チャンバは通路の一つに結合されている。

【0019】

本発明の実施例は下記を含んでいてもよい。駆動軸はボア内に配置されて3つの同心の通路を画成する2つの同心チューブを含み、各通路はチャンバの一つに結合されている。回

50

転ユニオンは、複数の圧力源を複数の通路のそれぞれ一つに連結してもよい。

【0020】

別の局面では、本発明は、第1、第2および第3の独立加圧式チャンバ、第1チャンバに関連して第1圧力を基板の中央部分に加える可撓内側部材、第2チャンバに関連するとともに内側部材を囲んで第2圧力を基板の中間部分に加える実質的に環状の可撓中間部材、および第3チャンバに関連するとともに中間部材を囲んで第3圧力を基板の外側部分に加える実質的に環状の可撓外側部材を備えたキャリヤヘッドに向けられる。外側部材は中間部材よりも実質的に幅が狭い。

【0021】

本発明の利点は下記を含む。キャリヤヘッドは制御可能な負荷を基板の異なる部分に加えて研磨を均一に改善する。キャリヤヘッドは基板を真空チャックしてそれを研磨パッドから離して持ち上げることができる。キャリヤヘッドは少数の可動部品しか含まないので、小型で、整備が容易である。 10

【0022】

本発明のその他の利点と特徴は、図面および請求の範囲を含めて下記の説明から明らかになるであろう。

【0023】

【発明の実施の形態】

図1によれば、一個以上の基板10がケミカルメカニカルポリシング(CMP)装置20によって研磨される。CMP装置20の完全な説明は、1996年10月27日出願の、Perlov他による米国特許出願第08/549,336号、発明の名称「ケミカルメカニカルポリシングのための連続加工システム」(本発明の譲受人に譲渡済)に記載されており、同出願のすべての開示は引用によって本明細書に組み込まれている。 20

【0024】

CMP装置20は、テーブルトップ23が取り付けられた下部機械ベース22と、取り外し可能な上部外側カバー(図示せず)とを含む。テーブルトップ23は、一連の研磨ステーション25a、25b、25c、および移動ステーション27を支持する。移動ステーション27は、3つの研磨ステーション25a、25b、25cを持ったほぼ正方形の構成を形成する。移動ステーション27は、個々の基板10を装填装置(図示せず)から受け取ること、基板を洗浄すること、基板をキャリヤヘッドに載せること(以下に説明する)、基板をキャリヤヘッドから受け取ること、基板を再び洗浄すること、および最後に基板を装填装置に送り返すこと、といった多数の機能を果たす。 30

【0025】

各研磨ステーション25a～25cは研磨パッド32を載せるための回転式プラテン30を含む。基板10が直径8インチ(200mm)のディスクの場合、プラテン30と研磨パッド32は直径が約20インチになるだろう。プラテン30は、ステンレス鋼のプラテン駆動軸(図示せず)によってプラテン駆動モータ(これも図示せず)に結合された回転式のアルミニウムまたはステンレス鋼プレートでよい。大部分の研磨工程では、駆動モータはプラテン30を約30ないし200rpmで回転させるが、より低い回転速度でも、より高い速度でも使用できる。 40

【0026】

研磨パッド32は凹凸のある研磨面を持つ複合材料でよい。研磨パッド32は感圧接着剤層によってプラテン30に取り付けてもよい。研磨パッド32は厚さ50ミルの硬い上部層と厚さ50ミルの軟らかい下部層とを持ってもよい。上部層は增量剤を混合したポリウレタンでよい。下部層はウレタンで浸した圧縮フェルト纖維から構成してもよい。上部層はIC-1000からなり、下部層はSUBA-4からなる通常の2層研磨パッドが、デラウェア州ニューアークにあるRodel, Inc.から入手できる(IC-1000およびSUBA-4はRodel, Inc.の製品名である)。

【0027】

各研磨ステーション25a～25cは更に、関連パッドコンディショナ装置40を含む。

10

20

30

40

50

各パッドコンディショナ装置40は回転式アーム42を持ち、独立回転式コンディショナヘッド44と関連洗浄盤46とを保持する。コンディショナ装置40は、回転中にそれに押し付けられたすべての基板を効果的に研磨するように、研磨パッドの状態を維持する。

【0028】

反応剤（例えば、酸化研磨用の脱イオン水）、砥粒（例えば、酸化研磨用の二酸化珪素）および化学反応触媒（例えば、酸化研磨用の水酸化カリウム）を含むスラリ50は、プラテン30の中心部のスラリ供給ポート52によって研磨パッド32の表面に供給される。充分なスラリを供給して、研磨パッド32全体を覆って湿らせる。オプションの中間洗浄ステーション55a、55b、55cを近くの研磨ステーション25a、25b、25cおよび移動ステーション27の間に配置してもよい。洗浄ステーションを設けて、基板が研磨ステーションから研磨ステーションへと通過するにつれて基板をリノスするようにする。

10

【0029】

回転式マルチヘッドカルーセル60は、下部機械ベース22の上に配置される。カルーセル60は中央ポスト62によって支持され、ベース22内に配置されたカルーセルモータアセンブリによってカルーセル軸64のまわりにポストの上で回動する。中央ポスト62はカルーセル支持プレート66とカバー68とを支持する。カルーセル60は4つのキャリヤヘッドアセンブリ70a、70b、70c、70dを含む。キャリヤヘッドアセンブリの内の3つは基板を受けて保持し、研磨ステーション25a～25cのプラテン30上でそれらを研磨パッド32に押し付けることによって研磨する。キャリヤヘッドアセンブリの中の一つは移動ステーション27から基板を受け取って、それを移動テーブル27に渡す。

20

【0030】

4つのキャリヤヘッドアセンブリ70a～70dは、カルーセル支持プレート66の上に、カルーセル軸のまわりに等角度間隔で取り付けられる。中心ポスト62によってカルーセルモータはカルーセル支持プレート66を回転させるとともに、キャリヤヘッドシステム70a～70dとそれらに取り付けられた基板とをカルーセル軸64のまわりに旋回させることができる。

【0031】

各キャリヤヘッドシステム70a～70dは、キャリヤヘッド200、3つの空気圧アクチュエータ74（図2A、2B参照）、およびキャリヤモータ76（カバー68と空気圧アクチュエータ74の1/4を取り外すことによって示される）を含む。各キャリヤヘッド200はそれ自体の軸のまわりに独立に回転し、半径方向スロット72の中で独立に横方向に振動する。カルーセル支持プレート66には4つの半径方向スロット72があり、ほぼ半径方向に延びて90°間隔で配置される。各キャリヤ駆動モータ76は、半径方向スロット72を通ってキャリヤヘッド200まで延びるキャリヤ駆動軸アセンブリ78に結合される。各ヘッドに対して一つずつのキャリヤ駆動軸アセンブリとモータがある。

30

【0032】

実際の研磨中、キャリヤヘッドの中の3つ、例えば、キャリヤヘッドアセンブリ70a～70cのキャリヤヘッドがそれぞれの研磨ステーション25a～25cの位置で、その上方に配置される。空気圧アクチュエータはキャリヤヘッド200とそれに取り付けられた基板とを下降させて研磨パッド32に接触させる。スラリ50は基板ウエハのケミカルメカニカルポリシング用の触媒として働く。一般に、キャリヤヘッド200は基板を研磨パッドに接して保持して、基板の背面全体に下向きの圧力を均等に分配する。キャリヤヘッドはまた、駆動軸アセンブリ78から基板までトルクを伝達して、研磨中、基板がキャリヤヘッドの下から決して外れないようにする。

40

【0033】

カルーセル60のカバー68を取り除いた図2Aによれば、カルーセル支持プレート66は4つの支持スライド80を支持する。カルーセル支持プレート66に固定された2本のレール82が各スロット74を挟んで配置される。各スライド80は2本のレール82の

50

上に跨がって、スライド 80 が関連する半径方向スロット 72 に沿って自由に動けるよう 10 にする。

【 0034 】

レール 82 の一本の外側端に固定されたベアリング止め 84 は、スライド 80 が偶発的に レールの端部から抜け落ちるのを防止する。各スライド 80 は、図示されないねじ付キャビティ、またはスライドにその遠方端近くで固定されるナットを含む。ねじ付キャビティ 10 またはナットには、カルーセル支持プレート 66 に取り付けられたスライド半径方向振動モータ 88 によって駆動されるウォームギヤの親ねじ 86 がはまっている。モータ 88 がその親ねじ 86 を回転させると、スライド 80 は半径方向に動く。4つのモータ 88 を独立に作動させて、4つのスライド 80 を半径方向スロット 72 に沿って独立に動かすことができる。

【 0035 】

図 2A、2B によれば、3つの空気圧アクチュエータ 74 が各スライド 80 に取り付けられる。3つの空気圧アクチュエータ 74 はアーム 130 (図 2A に想像線で示す) によってキャリヤ駆動軸アセンブリ 78 に結合される。各空気圧アクチュエータ 74 はアーム 130 のコーナーの垂直位置を制御する。空気圧アクチュエータ 74 は共通の制御システムに結合されて同一の垂直運動を受けるので、アーム 130 は実質的に水平な位置を保つ。

【 0036 】

図 3 によれば、各キャリヤヘッドアセンブリ 70a ~ 70d は、前述のキャリヤヘッド 200、空気圧アクチュエータ 74 (断面図のために1個のみを図示)、キャリヤモータ 76、および駆動軸アセンブリ 78 を含む。駆動軸アセンブリ 78 は、スライインシャフト 92、上部スライインナット 94、下部スライインナット 96、およびアダプタフランジ 150 を含む。各キャリヤヘッドアセンブリ 70a ~ 70d は更に、駆動軸ハウジング 90 を含む。キャリヤモータ 76 は駆動軸ハウジング 90 に固定してもよいし、空気圧アクチュエータ 74 と駆動軸ハウジング 90 とをスライド 80 に固定してもよい。その他に、キャリヤモータ 76、空気圧アクチュエータ 74、および駆動軸ハウジング 70 をキャリヤ支持プレート (図示せず) に固定してもよいし、キャリヤ支持プレートをスライド 80 に取り付けてもよい。駆動軸ハウジング 90 は一対の上部ボールベアリング 100、102 によって上部スライインナット 94 を保持する。同様に、下部スライインナット 96 が一対の下部ボールベアリング 104、106 によって保持される。ボールベアリングによって、スライインシャフト 92 と、スライインナット 94、96 は、スライインナット 96、94 を垂直固定位置に保ちながら、駆動軸ハウジング 90 に対して回転することができる。円筒チューブ 108 をボールベアリング 102 と 104 の間に配置して、上部スライインナット 94 を下部スライインナット 96 に結合してもよい。スライインシャフト 92 はスライインナット 94、96 を貫通して、キャリヤヘッド 200 を支持する。スライインナット 94 と 96 はスライインシャフト 92 を横方向固定位置に保持するが、スライインシャフト 92 の垂直方向の摺動を許す。アダプタフランジ 150 はスライインシャフト 92 の下端に固定される。上部ボールベアリング 100、102 と下部ボールベアリング 104、106 間の距離は、スライインシャフトがキャリヤヘッドから加えられた側方負荷によってピボット回転するのを実質的に防止するように充分離れている。更に、ボールベアリングが低摩擦の回転連結を提供する。組み合わされて、ボールベアリングとスライインシャフトとは、スライインナットが側方負荷によって駆動軸ハウジングに摩擦的に「固着」するのを防止するのに役立つ。

【 0037 】

図 4 によれば、スライインシャフト 92 の外側円筒面 110 は、スライインナット 96 の内側円筒面の対応する凹部 116 にはまる 3 つ以上の突起またはタブ 112 を含む。かくして、スライインシャフト 92 は回転式に固定されるが、スライインナット 96 に対して垂直方向に自由に動くことができる。適当なスライインシャフトアセンブリは、日本の東京に所在する THK Company, Limited から入手できる。

【 0038 】

10

20

30

40

50

図3に戻って説明すると、第1ギヤ120は、駆動軸ハウジング90の上に突出した上部スプラインナット94の一部に結合される。第2ギヤ122はキャリヤモータ76によって駆動されて、第1ギヤ120と噛み合わされる。かくして、キャリヤモータ76は第2ギヤを駆動し、第2ギヤは第1ギヤ120を駆動し、第1ギヤは上部スプラインナット94を駆動し、上部スプラインナットは次に、スプラインシャフト92とキャリヤヘッド200を駆動することができる。ギヤ120と122をハウジング124で囲んで、それらをスラリその他の、ケミカルメカニカルポリシング装置からの汚染物質から保護することができる。

【0039】

キャリヤモータ76は駆動軸ハウジング90またはキャリヤ支持プレートに取り付けることができる。キャリヤモータ76はカルーセル支持プレート66(図2B参照)のアパーチャを通って延びていてもよい。利用可能なスペースを最大に利用して研磨装置のサイズを減少させるために、キャリヤモータ76を半径方向スロット72内で駆動軸アセンブリ78に隣接して配置することが有利である。スプラインガード126をカルーセル支持プレート66の下側に結合して、スラリがキャリヤモータ76を汚染しないようにしてよい。

10

【0040】

アーム130はスプラインシャフト92に結合される。アーム130は、円形アパーチャ136を含み、スプラインシャフト92は上部スプラインナット94の上に、アーム130のアパーチャ136を通って突出する。アーム130は上部リングベアリング132と下部リングベアリング143でスプラインシャフト92を保持する。リングベアリング132と134の内側レースは、スプラインシャフト92に固定され、リングベアリングの外側レースはアーム130に固定される。かくして、空気圧アクチュエータ74が、アーム130を上昇または下降させると、スプラインシャフト92とキャリヤヘッド200は、同様の動きを受ける。研磨パッド32の表面に接して基板10に負荷をかけるために、空気圧アクチュエータ74は、基板が研磨パッドに押し付けられるまで、キャリヤヘッド200を下降させる。空気圧アクチュエータ74は、研磨ステーション25a～25cと移動ステーション27の間で基板が移動する間、研磨パッド32から離して持ち上げられるように、キャリヤヘッド200の垂直位置も制御する。

20

【0041】

基板は通常、主研磨ステップに続く仕上げ研磨ステップを含めて、多数の研磨ステップを受ける。通常はステーション25aで行われる主研磨ステップでは、研磨装置は約4ないし10ポンド/平方インチ(psi)の力を基板に加えることができる。その後のステーションでは、研磨装置は同程度の力が加えられる。例えば、通常はステーション25cで行われる仕上げ研磨ステップでは、キャリヤヘッド200は約3psiの力を加えることができる。キャリヤモータ76はキャリヤヘッド200を約30ないし200rpmで回転させる。プラテン30とキャリヤヘッド200は実質的に同一速度で回転してもよい。

30

【0042】

図3、4によれば、ボア142はスプラインシャフト92の長さ全体に形成される。2つの円筒チューブ144a、144bはボア142内に配置されて、例えば、3つの同心円筒チャネルを作る。かくして、スプラインシャフト92は、例えば外側チャネル140a、中間チャネル140b、および内側チャネル140cを含むことができる。各種ストラットまたはクロスピース(図示せず)を使って、チューブ144aと144bとをボア142の内部に適切に保持できる。スプラインシャフト92の上部の回転カップリング146は、3つの流体管路148a、148b、148cを3つのチャネル140a、140b、149cにそれぞれ連結する。3つのポンプ149a、149b、149cを流体管路140a、140b、140cにそれぞれ結合してもよい。チャネル140a～140cとポンプ149a～149cを用いて、以下に、より詳しく説明するように、キャリヤヘッド200に空気圧を供給するとともに、基板をキャリヤヘッド200の底部に真空チヤックしてもよい。

40

50

【0043】

図5によれば、アダプタフランジ150はスラインシャフト92の底部に取り外し可能に結合されている。アダプタフランジ150は、ベース152と円形壁154とを有するほぼ椀状の本体である。3つの通路156a～156c（通路156aはこの断面図で想像線で示す）はアダプタフランジ150のベース152の上面158から下面160まで延びる。ベース152の上面158は円形凹所162を含み、その下面是下部ハブ部分164を含んでもよい。スラインシャフト92の最下端は円形凹所162にはまっている。

【0044】

ほぼ環状のコネクタフランジ170をスラインシャフト92の下部に結合してもよい。
コネクタフランジ170は2つの通路172aと172b（通路172bはこの断面図で想像線で示す）を含む。2つの水平通路174aと174bはスラインシャフト92を通って延びて、チャネル140aと140bとを通路172aと172bに結合する。

10

【0045】

アダプタフランジ150をスラインシャフト92に結合するために、3本のダウエルピン180（断面図のために一本のみを図示）がアダプタフランジ150の上面158の合わせ凹部182に挿入される。次に、アダプタフランジ150を持ち上げて、ダウエルピン180がコネクタフランジ170の合わせ受け凹部184にはまるようにする。これが、通路172aと172bを通路156aと156bにそれぞれ円周方向に整合させるとともに、チャネル140cを通路156cに整合させる。アダプタフランジ150を次にねじ（図示せず）でコネクタフランジ170に固定してもよい。

20

【0046】

アダプタフランジ150の円形壁154は、スラリがスラインシャフト92と接触しないようにする。フランジ190を駆動軸ハウジング90に結合し、円形壁154はフランジ190と駆動軸ハウジング90間の隙間192に突出してもよい。

【0047】

キャリヤヘッド200はハウジングフランジ202、キャリヤベース204、ジンバル機構206、保持リング208、および可撓膜210を含む。ハウジングフランジ202は駆動軸アセンブリ72の底部でアダプタフランジ150に結合される。キャリヤベース204はジンバル機構206によってハウジングフランジ202にピボット式に結合される。キャリヤベース204はまた、アダプタフランジ150に結合されて、研磨パッド32の表面に実質的に垂直な回転軸のまわりにそれと一緒に回転するようになる。可撓膜210はキャリヤベース204に結合されるとともに、円形中央チャンバ212、中央チャンバ212を囲む環状中間チャンバ214、および環状中間チャンバ214を囲む環状外側チャンバ216を含む3つのチャンバを画成する。チャンバ212、214、216の加圧は、研磨パッド32に対する基板の下向きの圧力を制御する。これらの要素のそれについて、以下に更に詳しく説明する。

30

【0048】

ハウジングフランジ202は形状がほぼ環状で、アダプタフランジ150とほぼ同一の直径を持ってもよい。ハウジングフランジ202は、キャリヤヘッド200の回転軸のまわりに等角度間隔で形成された3つの垂直通路220（断面図のためにその一つのみを図示）を含む。ハウジングフランジ202はねじ付円筒ネック260を持ってもよい。

40

【0049】

キャリヤベース204はハウジングフランジ202の下に配置されたほぼ円板状の本体である。キャリヤベース204の直径は、研磨される基板の直径よりもやや大きい。キャリヤベース204の上面222は、環状リム224、環状凹部226、および凹部226の中心部に配置されるタレット228を含む。キャリヤベース204の底面230は、中間チャンバ214のエッジを画成する環状外側凹所232を含む。キャリヤベース204の底面230はまた、内側チャンバ212の天井を画成する浅い環状内側凹所234を含む。

50

【0050】

キャリヤベース204はまた、タレット228の上面238から下面230まで延びる3つの通路236a～236c(236aはこの断面図で想像線で示す)を含む。Oリング239が上面238の凹部に挿入されて3つの通路236a～236cを囲み、キャリヤヘッド200がアダプタフランジ150に結合されたときにその通路をシールするようする。

【0051】

前述のように、キャリヤベース204はジンバル機構206によってハウジングフランジ202に結合される。ジンバル機構206によって、キャリヤベース204はハウジングフランジ202に対してピボット回転できるようになるので、キャリヤベース204は研磨パッドの表面に実質的に平行な状態を保つことができる。具体的には、ジンバル機構は、キャリヤベース204が研磨パッド32と基板10間の境界面上の一点のまわりに回転できるようにする。しかしながら、ジンバル機構206はスライインシャフト92の下にキャリヤベースを保持して、キャリヤベース204が横方向、すなわち研磨パッド32の表面に平行に動くことを防止する。ジンバル機構206はまた、スライインシャフト92からキャリヤベース204への下向きの圧力を伝達する。更に、ジンバル機構206は任意の側方負荷、例えば基板と研磨パッド32間の摩擦によって生じた剪断力をハウジングフランジ202と駆動軸アセンブリ78に伝達することができる。

10

【0052】

内方突出リップ242を持つ環状バイアスフランジ240はキャリヤベース204に固定される。バイアスフランジ240は環状凹部226内のキャリヤベース204にボルト締めしてもよい。

20

【0053】

ジンバル機構206は内側レース250、外側レース252、リテーナ254、および多数のボールベアリング256を含む。12個のボールベアリング256があるが、この断面図では2個のみ図示される。内側レース250はキャリヤベース204に固定されるか、その一部として形成され、タレット228に隣接する凹部226内に配置される。外側レース252はハウジングフランジ202に固定されるか、その一部として形成され、バイアスフランジ240の内方突出リップ242の下に延びる外方突出リップ258を含む。環状スプリングワッシャ244が内方突出リップ242と外方突出リップ258の間の隙間にはまっている。ワッシャ244は内側レース250と外側レース252を付勢してボールベアリング252と接触させる。リテーナ254は複数の円形アーチャを有するほぼ環状の本体である。ボールベアリング256はリテーナ254のアーチャにはまって、内側レース250と外側レース252間の隙間に適切に保持される。

30

【0054】

キャリヤヘッド200をアダプタフランジ150に結合するために、3本の垂直トルク伝達ピン262(その一本のみをこの断面図に示す)は、ハウジングフランジ202の通路220を通って、キャリヤベース204またはバイアスフランジ240の3つの受け凹部262に挿入される。次に、キャリヤヘッド200を持ち上げることによって、垂直トルク伝達ピン262はアダプタフランジ150内の3つの受け凹部266にはめられる。これが、アダプタフランジ150の通路156a～156cを通路236a～236cにそれぞれ整合させる。アダプタフランジ150の下部ハブ178はタレット228の上面239と接触する。最後に、ねじ付周辺ナット268が、アダプタフランジ150のエッジ269にはまって、ハウジングフランジ202のねじ付ネック260にねじ込まれ、キャリヤヘッド200をアダプタフランジ150と、従って、駆動軸アセンブリ78にしっかりと固定する。キャリヤベース204のリム224は周辺ナット268の下面の環状凹部259にはまってもよい。これは、制限された経路を作り、その経路によって、スラリがジンバル機構206またはスプリングワッシャ244を汚染しないようにする。

40

【0055】

保持リング208をキャリヤベース204の外側エッジで固定してもよい。保持リング2

50

0 8 は、実質的に平らな底面 2 7 0 を有するほぼ環状のリングである。空気圧アクチュエータ 7 4 がキャリヤヘッド 2 0 0 を下降させると、保持リング 2 0 8 は研磨パッド 3 2 と接触する。保持リング 2 0 8 の内面 2 7 2 は、可撓膜 2 1 0 の底面と共に、基板受け凹部 2 7 4 を画成する。保持リング 2 0 8 は、基板が基板受け凹部 2 7 4 から逃げないようにするとともに、横方向負荷を基板からキャリヤベース 2 0 4 に伝達する。

【 0 0 5 6 】

保持リング 2 0 8 は硬質プラスチックまたはセラミック材料で製作してもよい。保持リング 2 0 8 はキャリヤベース 2 0 4 に、例えば、保持ピース 2 0 6 によって固定してもよい。保持ピースは、例えば、キャリヤベース 2 0 4 にボルト 2 7 8 で固定される。

【 0 0 5 7 】

可撓膜 2 1 0 はキャリヤベース 2 0 4 に結合されて、その下に延びる。可撓膜 2 1 0 の底面は基板受け面 2 8 0 を提供する。ベース 2 0 4 と共に、可撓膜 2 1 0 は中央チャンバ 2 1 2 、環状中間チャンバ 2 1 4 、および環状外側チャンバ 2 1 6 を画成する。可撓膜 2 1 0 は、高強度シリコンゴムなどの可撓性で弾性の材料から形成されたほぼ円形のシートである。基板裏当て膜 2 1 0 は内側環状フラップ 2 8 2 a 、中間環状フラップ 2 8 2 b 、および外側環状フラップ 2 8 2 c を含む。フラップ 2 8 2 a ~ 2 8 2 c はほぼ同心に配置される。フラップ 2 8 2 a ~ 2 8 2 c は 3 つの独立した可撓膜を積み重ねるとともに、各膜の外側環状部分を自由に保つように、それらの膜の中央部分を接着することによって形成してもよい。その他に、可撓膜 2 1 0 全体を単一部品として押出加工してもよい。

【 0 0 5 8 】

環状下部フランジ 2 8 4 はキャリヤベース 2 0 4 の底面 2 3 0 上の凹所 2 3 2 内に固定してもよい。下部フランジ 2 8 4 はその上面に、内側環状溝 2 8 6 と外側環状溝 2 8 7 とを含む。通路 2 8 8 は下部フランジ 2 8 2 を通って延びて通路 2 3 6 b に結合してもよい。下部フランジ 2 8 4 はまた、その下面に環状窪み 2 8 9 を含んでもよい。内側フラップ 2 8 2 a 、中間フラップ 2 8 2 b 、および外側フラップ 2 8 2 c はそれぞれ、突出する外側エッジ 2 9 0 a 、2 9 0 b 、2 9 0 c を含んでもよい。可撓膜 2 1 0 をキャリヤベース 2 0 4 に固定するために、内側フラップ 2 8 2 a を、その突出エッジ 2 9 0 a が内側溝 2 8 6 にはまるように、下部フランジ 2 8 4 の内側エッジに巻き付け、中間フラップ 2 8 2 b を、その突出エッジ 2 9 0 b が外側溝 2 8 7 にはまるように、下部フランジ 2 8 4 の外側エッジに巻き付ける。次に、下部フランジ 2 8 4 は、キャリヤベース 2 0 4 の上面 2 2 2 から延びるねじ（図示せず）によって凹所 2 3 2 内に固定される。かくして、内側と中間のフラップ 2 8 2 a と 2 8 2 b が下部フランジ 2 8 4 とキャリヤベース 2 0 4 の間にクランプされて、内側と中間のチャンバ 2 1 2 と 2 1 4 とをシールする。最後に、外側フラップ 2 8 2 c の外側エッジ 2 9 0 c が保持リング 2 0 8 とキャリヤベース 2 0 4 間にクランプされて外側チャンバ 2 1 6 をシールする。

【 0 0 5 9 】

ポンプ 1 4 9 a (図 3 参照) は、流体管路 1 4 8 a 、回転カップリング 1 4 6 、スラインシャフト 9 2 内の内側チャネル 1 4 0 a 、アダプタフランジ 1 5 0 内の通路 (図示せず) 、およびキャリヤベース 2 0 4 を通る通路 2 3 6 c (図示せず) によって内側チャンバ 2 1 2 に結合してもよい。ポンプ 1 4 9 b は、流体管路 1 4 8 b 、回転カップリング 1 4 6 、中間チャネル 1 4 0 b 、アダプタフランジ 1 5 0 内の通路 (図示せず) 、キャリヤベース 2 0 4 内の通路 2 3 6 b 、および下部フランジ 2 8 4 内の通路 2 8 8 によって中間チャンバ 2 1 4 に結合してもよい。ポンプ 1 4 9 b c は、流体管路 1 4 8 c 、回転カップリング 1 4 6 、外側チャネル 1 4 0 c 、アダプタフランジ 1 5 0 内の通路 1 5 6 c 、およびキャリヤベース 2 0 4 内の通路 2 3 6 c によって外側チャンバ 2 1 6 に結合してもよい。ポンプが流体、好ましくは空気などの気体をチャンバの一つに圧送した場合、そのチャンバの体積が増大して、可撓膜の一部が下方または外方に押し出される。他方、ポンプが流体をチャンバから減圧排気すると、チャンバの体積が減少して、可撓膜の一部は上方または内方に引き込まれる。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

可撓膜 210 は、内側チャンバ 212、中間チャンバ 214、および外側チャンバ 216 の下にそれぞれ位置する円形内側部分 292、環状中間部分 294、および環状外側部分 296 を含んでもよい(図6参照)。かくして、チャンバ 212、214、216 内の圧力はそれぞれの可撓膜部分 292、294、296 によって加えられる下向きの圧力を制御できる。

【0061】

可撓膜部分は異なる寸法を持つてもよい。エッジ効果の大部分は基板の最外部の 6ないし 8ミリで発生する。従って、環状外側膜部分 296 は、基板の中央および中間部分に加わる圧力から無関係の基板のエッジにおける狭いエッジ領域の圧力制御を提供するために、環状中間膜部分 294 に比べて半径方向がかなり狭くてもよい。

10

【0062】

図6によれば、内側膜部分 292 は半径 R_1 を持ち、中間膜部分 294 は外径 R_2 を持ち、外側膜部分 296 は外径 R_3 を持つことができる。中間膜部分 294 の幅 W_1 は $R_2 - R_1$ に等しく、外側膜部分 296 の幅 W_2 は $R_3 - R_2$ に等しくてもよい。半径 R_3 は(直径 200mm の基板に対して)約 100mm に等しいかそれより大きく、幅 W_2 は 5 と 30ミリの間でよい。半径 R_3 が(直径 300mm の基板に対して)5.875インチの場合、幅 W_1 と W_2 はそれぞれ 2.375インチと 0.625インチでよい。この構造では、半径 R_1 と R_2 はそれぞれ 2.875 と 5.25インチである。

【0063】

チャンバ 212、214、216 内の圧力は、基板 10 の研磨の均一性を最大にするために、ポンプ 149a、149b、149c によって独立に制御できる。外側チャンバ 216 内の平均圧力を他の 2つのチャンバ内の平均圧力よりも低くして、エッジ効果によって生じる過剰な研磨を補償するために、外側環状膜部分 294 に対する圧力が、研磨中、内側膜部分 292 または中間膜部分 294 に対する圧力よりも低くなるようにしてもよい。

20

【0064】

可撓膜 210 は基板 10 の背面に合うように変形する。例えば、基板が反っている場合、可撓膜 210 は事実上、反った基板の外形に一致するだろう。かくして、基板の裏側に表面凹凸が存在する場合でも、基板に対する負荷は均一を保つはずである。

【0065】

各チャンバに異なる圧力を加えるのではなく、各チャンバに正の圧力が加わる時間を変更してもよい。この方式によって均一な研磨が達成されるだろう。例えば、内側チャンバ 212 と中間チャンバ 214 に 8.0psi の圧力を加えて外側チャンバ 216 に 6.0psi の圧力を加えるのではなく、8.0psi の圧力を内側チャンバ 212 と中間チャンバ 214 に 1 分間加える一方、同一圧力を外側チャンバ 216 に 45 秒間加えるようにしてもよい。この手法によって、圧力センサと圧力調整器とを、簡単なソフトウェアタイミング制御装置で置き換えることができる。更に、この手法によって、より正確な工程の特徴づけと、従って基板研磨におけるより良好な均一性が可能になるだろう。

30

【0066】

キャリヤヘッド 200 は基板 10 を可撓膜 210 の下側に真空チャックできる。かくして、中間チャンバ 214 内の圧力は他のチャンバ内の圧力に比べて削減され、これによって可撓膜 210 の中間膜部分 294 が内方に曲げられる。中間膜部分 294 の上向きの撓みは可撓膜 210 と基板 10 間に低圧ポケットを作り出す。この低圧ポケットが基板 10 をキャリヤヘッドに真空チャックすることになる。基板の中心部の曲げを避けるために、内側膜部分 293 ではなく、基板と研磨パッド間に低圧ポケットを作り出せる中間膜部分 294 を使うことは有利である。そのような低圧ポケットも基板を研磨パッドに真空チャックしようとするだろう。更に、外側チャンバ 216 内の圧力を増加させる一方、中間チャンバ 214 内の圧力を減少させることもできる。外側チャンバ 216 内の圧力の増大が外側膜部分 296 を基板に押し付けて流体密のシールを効果的に形成する。このシールによって、周囲の空気が中間膜部分 294 と基板間の真空に侵入するのを防止できる。真空ポケットが作られている間に、外側チャンバ 216 は、例えば 1 秒以下の短期間だけ加圧す

40

50

ればよいので、これは最も確実な真空チャックの手順を提供するように見える。

【0067】

研磨装置20は次のように動作してもよい。基板10は、その裏側を可撓膜210に当接した状態で、基板受け凹部274に装填される。ポンプ149aが流体を外側チャンバ216に送り込む。これによって、外側膜部分296が基板10のエッジに流体密シールを形成する。同時に、ポンプ149bが流体を中間チャンバ214から送り出して、可撓膜210と基板10の裏側の間に低圧ポケットを作り出す。外側チャンバ216はその後、早急に正常な大気圧に戻される。最後に空気圧アクチュエータ74がキャリヤヘッド200を研磨パッド32または移動ステーション27から持ち上げる。カルーセル60はキャリヤヘッド200を新しい研磨ステーションまで回転させる。空気圧アクチュエータ74は次に、基板10が研磨パッド32と接触するまで、キャリヤヘッド200を下降させる。最後に、ポンプ149a～149cが流体をチャンバ212、214、216に押し込んで、研磨のために基板10に下向きの負荷をかける。

【0068】

本発明を好ましい実施の形態について説明した。しかしながら、本発明は本明細書に図示説明した実施の形態に限定されない。むしろ、本発明の範囲は添付の請求の範囲によって定義される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、ケミカルメカニカルポリシング装置の概略分解斜視図である。

【図2】 図2Aは、図1のカルーセルの概略上面図で、上部ハウジングを取り外した状態である。図2Bは、カルーセル支持プレートの上に配置されたキャリヤヘッドアセンブリの要部の概略分解斜視図である。

【図3】 図3は、一部は図2Aの3-3線に沿ったキャリヤヘッドアセンブリの断面図で、一部はCMP装置で使用されるポンプの概略説明である。

【図4】 図4は、図3の4-4線に沿った概略断面図である。

【図5】 図5は、本発明のキャリヤヘッドの拡大図である。

【図6】 図6は、本発明のキャリヤヘッドの概略底面図である。

【符号の説明】

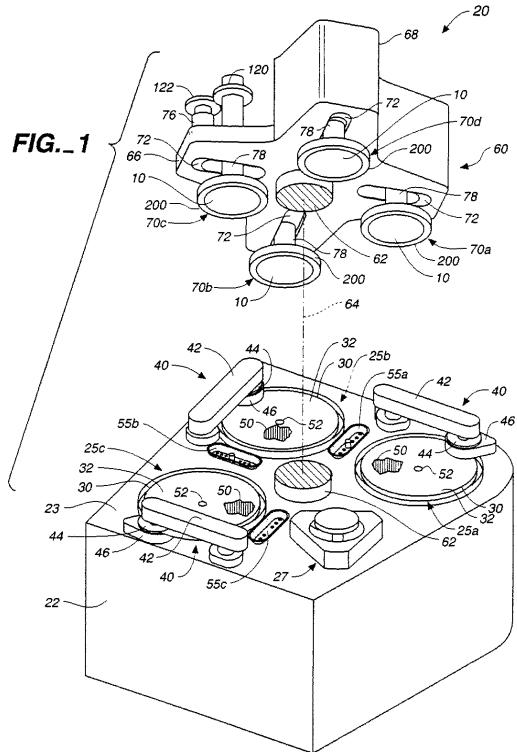
20...CMP装置20、23...テーブルトップ、25a, 25b, 25c...研磨ステーション、27...移動ステーション。

10

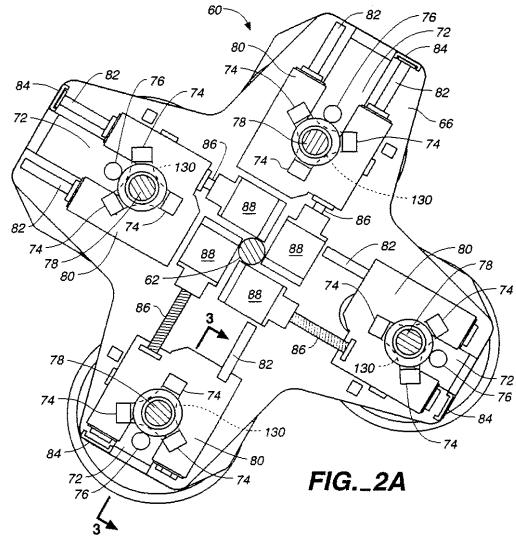
20

30

【 図 1 】



【図2A】



【図2B】

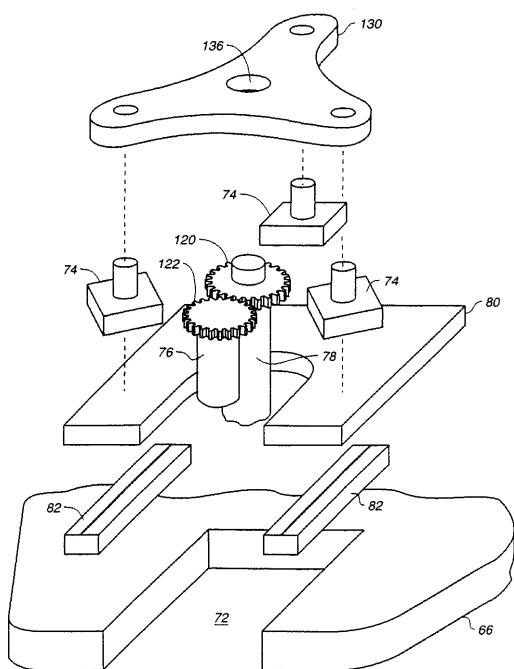
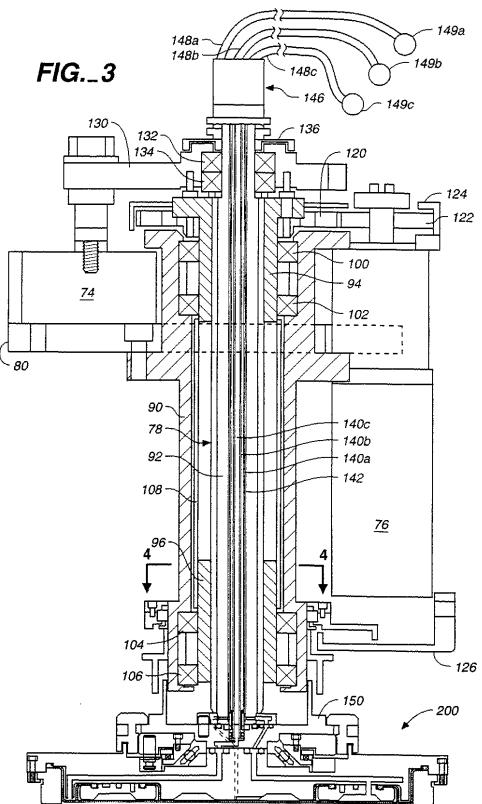


FIG. 2B

【図3】



【図4】

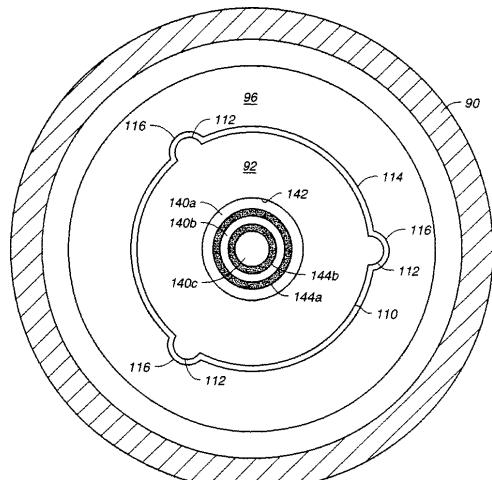


FIG. 4

【 図 5 】

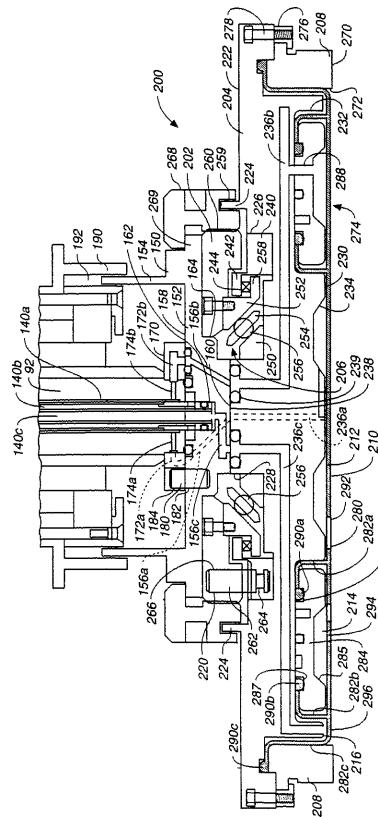


FIG. 5

【図6】

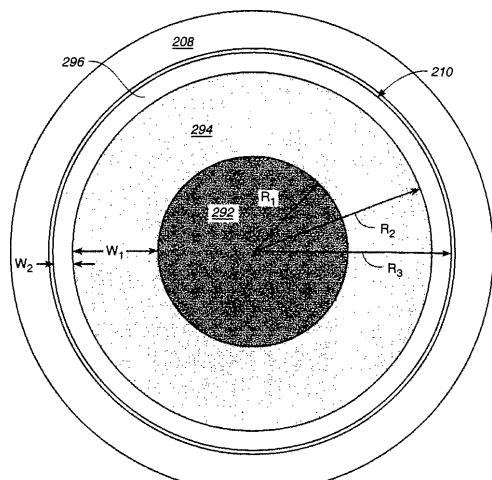


FIG. - 6

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 21/304 6 2 2 H

(74)代理人 100122507

弁理士 柏岡 潤二

(72)発明者 ペルロフ, イリヤ

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サンタ クララ, レイク アヴェニュー 183

(72)発明者 ギヤントファルク, ユージーン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サンタ クララ, フォーブス アヴェニュー 267
9

(72)発明者 コ, セン-ホウ

アメリカ合衆国, カリフォルニア州, クパティノ レッド ファー コート 21065

審査官 橋本 卓行

(56)参考文献 実開平03-087559 (JP, U)

特開平08-139165 (JP, A)

特開平07-223728 (JP, A)

特開平09-225821 (JP, A)

特開平07-001328 (JP, A)

特開昭62-094257 (JP, A)

特開平06-126615 (JP, A)

特開平09-011118 (JP, A)

特開平08-257901 (JP, A)

米国特許第04194324 (US, A)

特開平07-122523 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/04

B24B 37/00

B24B 41/06

B24B 47/10

H01L 21/304