

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4596228号
(P4596228)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006.01)
B 2 4 B 37/00 (2006.01)
B 2 4 B 53/00 (2006.01)
B 2 4 B 53/02 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 2 2 M
 B 2 4 B 37/00 A
 B 2 4 B 53/00 A
 B 2 4 B 53/02

請求項の数 59 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2001-520262 (P2001-520262)
 (86) (22) 出願日 平成12年8月31日(2000.8.31)
 (65) 公表番号 特表2003-508904 (P2003-508904A)
 (43) 公表日 平成15年3月4日(2003.3.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2000/024345
 (87) 国際公開番号 W02001/015865
 (87) 国際公開日 平成13年3月8日(2001.3.8)
 審査請求日 平成19年1月24日(2007.1.24)
 (31) 優先権主張番号 09/387,063
 (32) 優先日 平成11年8月31日(1999.8.31)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 595168543
 マイクロン テクノロジー, インク,
 アメリカ合衆国, アイダホ州 83716
 -9632, ボイズ, サウス フェデ
 ラル ウェイ 8000
 (74) 代理人 100106851
 弁理士 野村 泰久
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 ムーア, スコット イー,
 アメリカ合衆国 アイダホ 83642,
 メリディアン, イースト メアリー
 レーン 1840

審査官 太田 良隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロエレクトロニクス基板の平坦化に使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を調整およびモニターするための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための装置であって、

該研磨パッドの研磨面と係合するように構成された調整面を有する調整本体であって、該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動可能であり、該研磨面の表面状態を調整する、調整本体と、

該研磨面を含む平面内における摩擦力を検出するために該調整本体に連結されたセンサであって、該摩擦力は、該調整本体および該研磨パッドの一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動される際に、該研磨パッドと該調整本体との間に発生する、センサと、

第1末端および第2末端を有し、該調整本体に対して該第1末端の方へ回転可能に連結された、第1支持部材であって、該第1支持部材の該第2末端は、該調整本体から離れる方へ延びる、第1支持部材と、

旋回可能な連結部において該第1支持部材に対して該第1支持部材の該第2末端の方へ連結された第2支持部材であって、該センサは該第1支持部材と該第2支持部材との間に位置決めされており、該第1支持部材は、該摩擦力に対応する力を該センサに伝達するよう該第2支持部材に対して旋回可能である、第2支持部材と、

を備える、装置。

【請求項2】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための装置であって、

該研磨パッドの研磨面と係合するように構成された調整面を有する調整本体であって、該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動可能であり、該研磨面の表面状態を調整する、調整本体と、

該研磨面を含む平面内における摩擦力を検出するために該調整本体に連結されたセンサであって、該摩擦力は、該調整本体および該研磨パッドの一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動される際に、該研磨パッドと該調整本体との間に発生する、センサと、

ピストンと、

10

開口端および閉口端を有するシリンダーであって、該シリンダーは、該ピストンを密閉可能かつスライド可能に受容し、該ピストンおよび該シリンダーの少なくとも一方は、前記調整本体上への前記摩擦力の影響下で、該ピストンおよび該シリンダーの他方に対してスライドするように該調整本体に連結され、該ピストンおよび該シリンダーは、該ピストンの末端と該シリンダーの該閉口端との間の密閉間隙を規定し、該センサは、該間隙内に位置決めされ、該ピストンが該シリンダーに対して移動する際に、該間隙内の圧力の変化を測定する、シリンダーと、

を備える、装置。

【請求項 3】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための装置であって、

20

該研磨パッドの研磨面と係合するように構成された調整面を有する調整本体であって、該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動可能であり、該研磨面の表面状態を調整する、調整本体と、

該研磨面を含む平面内における摩擦力を検出するために該調整本体に連結されたセンサであって、該摩擦力は、該調整本体および該研磨パッドの一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動される際に、該研磨パッドと該調整本体との間に発生する、センサと、

ピストンと、

30

開口端および閉口端を有するシリンダーであって、該シリンダーは、該ピストンをスライド可能に受容し、該ピストンおよび該シリンダーの少なくとも一方は、該調整本体への該摩擦力の影響下で、該ピストンおよび該シリンダーの他方に対してスライドするように該調整本体に連結され、該ピストンおよび該シリンダーは、該ピストンの末端と該シリンダーの該閉口端との間の間隙を規定し、該センサは、該ピストンおよび該シリンダーの一方に対する、該ピストンおよび該シリンダーの他方の動きを測定するよう位置決めされたゲージを備える、シリンダーと、

を備える、装置。

【請求項 4】

前記調整本体が、前記研磨面に対して平行な調整面を有する、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

40

【請求項 5】

前記調整本体が、前記研磨パッドの前記研磨面を研磨するための研磨要素を備える、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 6】

前記センサは、力センサを備える、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

前記センサは、ひずみゲージを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記研磨パッドに対して前記調整本体を回転させるよう、前記調整本体に連結された電気アクチュエータをさらに備え、前記センサは、前記摩擦力の変化に従った、該電気アク

50

チュエータにより引き込まれる電流の変化を検出するよう、該電気アクチュエータに連結された電流センサを備える、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記調整本体の位置、および、前記調整本体と前記研磨パッドとの間の垂直な力、のうちの少なくとも一方を制御するよう、前記調整本体に連結されたアクチュエータをさらに備え、該アクチュエータは、前記センサから信号を受信し、かつ、該信号に応答して該位置および該垂直な力のうちの該少なくとも一方を調節するよう、該センサに連結されている、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 10】

前記ピストンが円形の断面形状を有し、かつ、前記シリンダーが、前記ピストンを受容するよう円形の断面形状を備える開口部を有する、請求項 2 に記載の装置。

10

【請求項 11】

前記ピストンが矩形の断面形状を有し、かつ、前記シリンダーが、前記ピストンを受容するよう矩形の断面形状を備える開口部を有する、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 12】

前記ピストンが、前記シリンダーとスライド可能に係合する、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 13】

前記ピストンを前記シリンダーの方へまたは前記シリンダーから離れる方へ付勢するよう、前記シリンダーおよび前記ピストンに連結された付勢部材をさらに備える、請求項 3 に記載の装置。

20

【請求項 14】

前記ゲージは、前記ピストンおよび前記シリンダーの一方の上にポインターを備え、かつ、前記ピストンおよび前記シリンダーの他方の上にスケールを備え、該ポインターは、前記ピストンと前記シリンダーとの間の相対的な移動を示すよう、該スケールと位置合わせされ、かつ、該スケールに対して移動可能である、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 15】

前記研磨パッドは、少なくとも 2 個のローラにわたって延びる連続ループを形成するよう、細長い形状であり、さらに、前記調整本体が前記研磨パッドを横切って延びる、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 16】

30

前記調整本体が堅固にできており、前記装置は、前記調整本体と前記研磨パッドとの間の力を制御するよう、前記調整本体に連結されたアクチュエータをさらに備える、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記調整本体の少なくとも一部が、前記研磨パッドに対し垂直な方向に可撓性を有し、前記装置は、前記調整本体に連結された複数のアクチュエータをさらに備え、各アクチュエータは、前記研磨パッドと前記調整本体の一部との間の垂直方向の力を制御するように構成される、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 18】

前記調整本体は、平面図で見て円形状を有する、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

40

【請求項 19】

化学的 - 機械的平坦化のために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を調整する間に、該研磨面に加わる摩擦力を測定するための装置であって、

マイクロエレクトロニクス基板の表面から基板材料を除去するための研磨面を有する研磨パッドと、

該研磨パッドに隣接する調整本体であって、該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方が、該研磨面の表面状態を調整するために、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動可能であり、該調整本体および該研磨パッドの一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動する際に、該調整本体および該研磨パッドの間に摩擦力が

50

発生する、調整本体と、

該摩擦力を検出するために該調整本体に作動可能に連結されたセンサと、

第 1 末端および第 2 末端を有し、該調整本体に対して該第 1 末端の方へ回転可能に連結された、第 1 支持部材であって、該第 1 支持部材の該第 2 末端は、該調整本体から離れる方へ延びる、第 1 支持部材と、

旋回可能な連結部において該第 1 支持部材に対して該第 1 支持部材の該第 2 末端の方へ連結された、第 2 支持部材であって、該センサは該第 1 支持部材と該第 2 支持部材との間に位置決めされており、該第 1 支持部材は、該摩擦力に対応する力を該センサに伝達するよう該第 2 支持部材に対して旋回可能である、第 2 支持部材と、

を備える、装置。

10

【請求項 20】

化学的 - 機械的平坦化のために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を調整する間に、該研磨面に加わる摩擦力を測定するための装置であって、

マイクロエレクトロニクス基板の表面から基板材料を除去するための研磨面を有する研磨パッドと、

該研磨パッドに隣接する調整本体であって、該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方が、該研磨面の表面状態を調整するために、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動可能であり、該調整本体および該研磨パッドの一方が、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動する際に、該調整本体および該研磨パッドの間に摩擦力が発生する、調整本体と、

20

該摩擦力を検出するために該調整本体に作動可能に連結されたセンサと、

ピストンと、

開口端および閉口端を有するシリンダーであって、該シリンダーは、該ピストンをスライド可能に受容し、該ピストンおよび該シリンダーの少なくとも一方は、該調整本体への該摩擦力の影響下で、該ピストンおよび該シリンダーの他方に対してスライドするように該調整本体に連結され、該ピストンおよび該シリンダーは、該ピストンの末端と該シリンダーの該閉口端との間の間隙を規定し、該センサは、該シリンダーに対する該ピストンの移動を測定するために、位置決めされるゲージを備える、シリンダーと、

を備える、装置。

【請求項 21】

30

前記調整本体が、前記研磨面に対して平行な調整面を有する、請求項 19 又は 20 に記載の装置。

【請求項 22】

前記調整本体が、前記研磨パッドに対して回転可能である、請求項 19 又は 20 に記載の装置。

【請求項 23】

前記調整本体が、前記研磨パッドに対して移動可能である、請求項 19 又は 20 に記載の装置。

【請求項 24】

前記研磨パッドが、前記調整本体に対して回転可能である、請求項 19 又は 20 に記載の装置。

40

【請求項 25】

前記センサは、力センサを備える、請求項 19 又は 20 に記載の装置。

【請求項 26】

前記センサは、ひずみゲージを備える、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 27】

前記ピストンが、前記シリンダーにスライド可能に係合する、請求項 20 に記載の装置

。

【請求項 28】

前記ピストンを前記シリンダーの方へまたは前記シリンダーから離れる方へ付勢するた

50

めの、前記シリンダーおよび前記ピストンに連結された付勢部材をさらに備える、請求項 20 に記載の装置。

【請求項 29】

前記センサからの信号に応答して、前記調整本体と前記研磨パッドとの間の力、および、前記研磨パッドに対する前記調整本体の位置、の少なくとも一方を変化させるための、前記センサおよび前記調整本体に連結されたフィードバックデバイスをさらに備える、請求項 19 又は 20 に記載の装置。

【請求項 30】

マイクロエレクトロニクス基板の化学的 - 機械的平坦化のために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための装置であって、

10

該研磨パッドの研磨面と係合するように構成された調整面を有する調整本体であって、該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方が、該研磨面の表面状態を調整するように、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動可能であり、該調整本体と該研磨面との間に摩擦力が発生する、調整本体と、

該調整本体と該研磨パッドとの間の垂直の力、および、該研磨パッドに対する該調整本体の位置、の少なくとも一方を制御するよう、該調整本体に支持アセンブリで連結されたアクチュエータと、

該摩擦力を検出するよう該支持アセンブリに連結されたセンサと、

該力センサから受信した信号に応答して該アクチュエータの駆動を制御するよう、該アクチュエータに連結されたフィードバックデバイスと、

20

第 1 末端および第 2 末端を有し、該調整本体に対して該第 1 末端の方へ回転可能に連結された、第 1 支持部材であって、該第 1 支持部材の該第 2 末端は、該調整本体から離れる方へ延びる、第 1 支持部材と、

旋回可能な連結部において該第 1 支持部材に対して該第 1 支持部材の該第 2 末端の方へ連結された、第 2 支持部材であって、該センサは該第 1 支持部材と該第 2 支持部材との間に位置決めされており、該第 1 支持部材は、該摩擦力に対応する力を該センサに伝達するよう該第 2 支持部材に対して旋回可能である、第 2 支持部材と、

を備える、装置。

【請求項 31】

マイクロエレクトロニクス基板の化学的 - 機械的平坦化のために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための装置であって、

30

該研磨パッドの研磨面と係合するように構成された調整面を有する調整本体であって、該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方が、該研磨面の表面状態を調整するように、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動可能であり、該調整本体と該研磨面との間に摩擦力が発生する、調整本体と、

該調整本体と該研磨パッドとの間の垂直の力、および、該研磨パッドに対する該調整本体の位置、の少なくとも一方を制御するよう、該調整本体に支持アセンブリで連結されたアクチュエータと、

該摩擦力を検出するよう該支持アセンブリに連結されたセンサと、

該力センサから受信した信号に応答して該アクチュエータの駆動を制御するよう、該アクチュエータに連結されたフィードバックデバイスと、

40

ピストンと、

開口端および閉口端を有するシリンダーであって、該シリンダーは、該ピストンをスライド可能に受容し、該ピストンおよび該シリンダーの少なくとも一方は、該調整本体への該摩擦力の影響下で、該ピストンおよび該シリンダーの他方に対してスライドするように該調整本体に連結され、該ピストンおよび該シリンダーは、該ピストンの末端と該シリンダーの該閉口端との間の間隙を規定し、該センサは、該ピストンと該シリンダーとの間の相対運動を検出するよう位置決めされている、シリンダーと、

を備える、装置。

【請求項 32】

50

前記フィードバックデバイスがマイクロプロセッサを備える、請求項 30 又は 31 に記載の装置。

【請求項 33】

前記アクチュエータが、前記研磨面にわたって横方向に前記調整本体を移動するよう位置決めされる、請求項 30 又は 31 に記載の装置。

【請求項 34】

前記アクチュエータが、前記研磨面にわたって円形運動で前記調整本体を回転するよう位置決めされる、請求項 30 又は 31 に記載の装置。

【請求項 35】

前記センサは、力センサを備える、請求項 30 又は 31 に記載の装置。

10

【請求項 36】

前記センサは、ひずみゲージを備える、請求項 30 に記載の装置。

【請求項 37】

前記ピストンは、前記シリンダーと密閉可能に係合され、前記センサは、前記ピストンおよび前記シリンダーの一方が他方に対して移動する場合に前記間隙の圧力の変化を検出するよう前記間隙内に位置決めされた圧力ゲージを備える、請求項 31 に記載の装置。

【請求項 38】

前記ピストンを前記シリンダーの方へまたは前記シリンダーから離れる方へ付勢するよう、前記シリンダーおよび前記ピストンに連結される、付勢部材をさらに備える、請求項 31 に記載の装置。

20

【請求項 39】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための方法であって、

調整本体を該研磨パッドの研磨面と係合させながら、該研磨パッドおよび該調整本体の少なくとも一方を、該研磨パッドおよび該調整本体の他方に対して移動させる工程と、

該調整本体の調整面と該研磨パッドの研磨面との間の摩擦力を検出するよう該調整本体をモニターする工程と、

を包含し、

該調整本体は、該研磨パッドに対して該調整本体を支持するための支持部材に連結され、該支持部材は、該調整本体に連結された上方に延びる部分と、該上方に延びる部分に旋回可能に連結された横方向に延びる部分とを備え、

30

該調整本体をモニターする工程は、該上方に延びる部分と該横方向に延びる部分との間の力を力センサーを用いて測定する工程を包含する、方法。

【請求項 40】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための方法であって、

調整本体を該研磨パッドの研磨面と係合させながら、該研磨パッドおよび該調整本体の少なくとも一方を、該研磨パッドおよび該調整本体の他方に対して移動させる工程と、

該調整本体の調整面と該研磨パッドの研磨面との間の摩擦力を検出するよう該調整本体をモニターする工程と、

40

を包含し、

該調整本体は、該研磨パッドに対して該調整本体を支持するための支持部材に連結され、該支持部材は、シリンダーにスライド可能に受容されたピストンを備え、

該調整本体をモニターする工程は、該ピストンおよび該シリンダーの一方に対する、該ピストンおよび該シリンダーの他方の運動を検出する工程を包含する、方法。

【請求項 41】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターするための方法であって、

調整本体を該研磨パッドの研磨面と係合させながら、該研磨パッドおよび該調整本体の少なくとも一方を、該研磨パッドおよび該調整本体の他方に対して移動させる工程と、

50

該調整本体の調整面と該研磨パッドの研磨面との間の摩擦力を検出するよう該調整本体をモニターする工程と、

を包含し、

該調整本体は、該研磨パッドに対して該調整本体を支持するための支持部材に連結され、該支持部材は、シリンダーの末端とピストンの末端との間の密閉空間を形成するように、該シリンダー中にスライド可能かつ密閉可能に受容された該ピストンを備え、

さらに、該調整本体をモニターする工程が、該密閉空間内の圧力を検出する工程を包含する、方法。

【請求項 4 2】

前記調整本体をモニターする工程が、前記研磨面に対して平行な平面内における前記調整本体への前記摩擦力を検出する工程を包含する、請求項 3 9 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 4 3】

前記調整本体および前記研磨パッドの少なくとも一方を移動させる工程が、電気モーターを用いて、前記研磨パッドに対して前記調整本体を回転させる工程を包含し、さらに、前記摩擦力を検出する工程が、該電気モーターによって引き込まれた電流を検出する工程を包含する、請求項 3 9 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記調整本体および前記研磨パッドの少なくとも一方を移動させる工程が、前記調整本体に対して前記研磨パッドを回転させる工程を包含する、請求項 3 9 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 4 5】

前記ピストンおよび前記シリンダーの一方を、前記ピストンおよび前記シリンダーの他方へまたはそれから離れる方へ付勢する工程をさらに包含する、請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記調整本体と前記研磨パッドのすくなくとも一方を、前記調整本体および前記研磨パッドの他方に対して移動させる工程が、前記調整本体に対して前記研磨パッドを回転させながら、前記研磨パッドの前記研磨面にわたって横方向に前記調整本体を移動させる工程を包含する、請求項 3 9 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 4 7】

前記調整本体および前記研磨パッドの少なくとも一方が、前記調整本体および前記研磨パッドの他方に対して移動しながら、前記研磨パッドの研磨面から研磨パッド材料を除去する工程をさらに包含する、請求項 3 9 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記調整本体への前記研磨パッドの摩擦力を検出することに応答して、前記調整本体に加わる、前記研磨面に垂直な力を調整する工程をさらに包含する、請求項 3 9 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 4 9】

前記研磨パッドおよび前記調整本体のすくなくとも一方を移動させる工程が、前記研磨パッドと前記調整本体との間の相対速度を一定速度に維持するよう、前記調整本体が前記研磨パッドを横切って移動する際に、可変速度で前記研磨パッドを回転させる工程を包含する、請求項 3 9 乃至 4 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 5 0】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターする方法であって、

センサを調整本体に連結する工程と、

該研磨パッドと該調整本体を係合させ、かつ、該調整本体が該研磨パッドと係合しながら、該調整本体と該研磨パッドの少なくとも一方を、該調整本体と該研磨パッドの他方に対して移動させる工程と、

50

該調整本体と該研磨パッドとの間の摩擦力を検出するよう該調整本体をモニターする工程と、

を包含し、

該調整本体が、該研磨パッドに対して該調整本体を支持するための支持部材に連結され、該支持部材は、シリンダーにスライド可能に受容されたピストンを備え、

該調整本体をモニターする工程は、該ピストンおよび該シリンダーの一方に対する、該ピストンおよび該シリンダーの他方の運動を検出する工程を包含する、方法。

【請求項 5 1】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態の調整をモニターする方法であって、

センサを調整本体に連結する工程と、

該研磨パッドと該調整本体を係合させ、かつ、該調整本体が該研磨パッドと係合しながら、該調整本体と該研磨パッドの少なくとも一方を、該調整本体と該研磨パッドの他方に対して移動させる工程と、

該調整本体と該研磨パッドとの間の摩擦力を検出するよう該調整本体をモニターする工程と、

を包含し、

該調整本体が、該研磨パッドに対して該調整本体を支持するための支持部材に連結され、該支持部材は、該シリンダーの末端と該ピストンの末端との間の密閉空間を形成するよう、該シリンダー中にスライド可能および密閉可能に受容された該ピストンを備え、

該調整本体をモニターする工程は、該密閉空間内の圧力を検出する工程を包含する、方法。

【請求項 5 2】

前記調整本体および前記研磨パッドの少なくとも一方を移動させる工程が、電気モーターを用いて、前記研磨パッドに対して前記調整本体を回転させる工程を包含し、

前記摩擦力を検出する工程が、前記電気モーターによって引き込まれた電流を検出する工程を包含する、請求項 5 0 又は 5 1 に記載の方法。

【請求項 5 3】

前記研磨パッドおよび前記調整本体の少なくとも一方を、前記研磨パッドおよび前記調整本体の他方に対して移動させる工程が、前記研磨パッドを前記調整本体に対して回転させる工程を包含する、請求項 5 0 又は 5 1 に記載の方法。

【請求項 5 4】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態をモニターする方法であって、

第 1 研磨パッドの研磨面に調整本体を係合させる工程と、

該調整本体を介して該第 1 研磨パッドに力を加える工程と、

該第 1 研磨パッドおよび該調整本体の少なくとも一方を、該第 1 研磨パッドおよび該調整本体の他方に対して移動させる工程と、

該第 1 研磨パッドの研磨面を含む平面内における該調整本体への該第 1 研磨パッドの摩擦力である第 1 摩擦力を検出する工程と、

第 2 研磨パッドの研磨面に該調整本体を係合させる工程と、

該調整本体を介して該第 2 研磨パッドに力を加える工程と、

該第 2 研磨パッドおよび該調整本体の少なくとも一方を、該第 2 研磨パッドおよび該調整本体の他方に対して移動させる工程と、

該第 2 研磨パッドの研磨面を含む平面内における該調整本体への該第 2 研磨パッドの摩擦力である第 2 摩擦力を検出する工程と、

該第 1 摩擦力と該第 2 摩擦力とを比較する工程と、

を包含する、方法。

【請求項 5 5】

前記調整本体を介して前記第 1 または第 2 研磨パッドに前記力を加える工程が、前記調

10

20

30

40

50

整本体の重量とは異なる力を前記調整本体に加える工程を包含する、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 5 6】

前記力が第 1 の力であり、さらに、前記第 1 または第 2 研磨パッドの前記研磨面から研磨パッド材料を除去するよう、該第 1 の力より大きな第 2 の力を前記調整本体に加えることにより、前記第 1 または第 2 研磨パッドの研磨面の表面状態を調整する工程を包含する、請求項 5 4 に記載の方法。

【請求項 5 7】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を調整するための方法であって、

調整本体を該研磨パッドと係合させる工程と、

該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方を、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動させ、該研磨パッドの研磨面から研磨パッド材料を除去する工程と、

該調整本体と該研磨パッドとの間の相対速度を調節することによって、該調整本体と該研磨パッドとの間に一定の摩擦力を維持する工程と、

を包含し、

該一定の摩擦力を維持する工程は、

目標とする摩擦力を選択する工程と、

該調整本体と該研磨パッドとの間の摩擦力を検出する工程と、

該摩擦力が、該目標とする摩擦力と等しくなるまで、該相対速度を調節する工程と、

を包含し、

該調整本体は、該調整本体を該研磨パッドに対して支持するための支持部材に連結され、該支持部材は、該調整本体に連結された上方に延びる部分と、該上方に延びる部分に旋回可能に連結された横方向に延びる部分とを備え、

該摩擦力を検出する工程は、該上方に延びる部分と該横方向に延びる部分との間の力を力センサーを用いて検出する工程を包含する、方法。

【請求項 5 8】

マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を調整するための方法であって、

調整本体を該研磨パッドと係合させる工程と、

該調整本体および該研磨パッドの少なくとも一方を、該調整本体および該研磨パッドの他方に対して移動させ、該研磨パッドの研磨面から研磨パッド材料を除去する工程と、

該調整本体と該研磨パッドとの間の相対速度を調節することによって、該調整本体と該研磨パッドとの間に一定の摩擦力を維持する工程と、

を包含し、

該一定の摩擦力を維持する工程は、

目標とする摩擦力を選択する工程と、

該調整本体と該研磨パッドとの間の摩擦力を検出する工程と、

該摩擦力が、該目標とする摩擦力と等しくなるまで、該相対速度を調節する工程と、

を包含し、

該調整本体は、該調整本体を該研磨パッドに対して支持するための支持部材に連結され、該支持部材は、シリンダーにスライド可能に受容されたピストンを備え、

該摩擦力を検出する工程は、該ピストンおよび該シリンダーの一方に対する、該ピストンおよび該シリンダーの他方の運動を検出する工程を包含する、方法。

【請求項 5 9】

前記調整本体および前記研磨パッドの少なくとも一方を移動させる工程が、前記調整本体に対して前記研磨パッドを回転させる工程を包含する、請求項 5 7 又は 5 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、マイクロエレクトロニクス基板の平坦化のために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を調整およびモニターするための装置および方法に関する。

【0002】

(発明の背景)

化学機械的平坦化(「CMP」)プロセスは、集積回路の生産において半導体ウェハの表面から物質を除去する。図1は、プラテン20を有するCMP機械を模式的に示す。プラテン20は、平坦化液体28が配置されている平坦化(planarizing)表面29を有する研磨パッド27を備え得る平坦化媒体21を支持する。この研磨パッド27は、連続相マトリックス材料(例えば、ポリウレタン)から作製された従来の研磨パッドであつてもよいし、懸濁媒体中に固定して分散された研磨用粒子から作製された新世代の固定研磨用研磨パッドであつてもよい。平坦化液体28は、ウェハから物質を除去する研磨用粒子および化学薬品を含有する従来のCMPスラリーであつてもよいし、この平坦化溶液は、研磨用粒子なしの平坦化溶液であつてもよい。大部分のCMP適用において、従来のCMPスラリーは、従来の研磨パッド上で使用され、そして研磨用粒子なしの平坦化溶液は、固定研磨剤を含む研磨パッド上で使用される。

【0003】

CMP機械10はまた、プラテン20の上部面22および研磨パッド27の下部面に取り付けた底部パッド(underpad)25を備え得る。駆動アセンブリ26は、プラテン20を回転させる(矢印Aにより示される)か、またはプラテン20を前後に往復運動させる(矢印Bにより示される)。研磨パッド27は底部パッド25に取り付けられているので、研磨パッド27は、プラテン20とともに動く。

【0004】

研磨パッド27に隣接して配置されたウェハキャリア30は、下部面32を有し、この下部面32にウェハ12が取り付けられ得る。あるいは、このウェハ12は、ウェハ12と下部面32との間に配置された弾力パッド(resilient pad)34に取り付けられ得る。ウェハキャリア30は、重量の加えられた自由に浮遊している(free-floating)ウェハキャリアであり得、またはアクチュエータアセンブリ40は、ウェハキャリアに取り付けられて、軸および/または回転運動(それぞれ、矢印CおよびDにより示される)を付与し得る。

【0005】

CMP機械10でウェハ12を平坦化するために、ウェハキャリア30を、研磨パッド27に対してウェハ12の表を下に向けて圧力をかける。ウェハ12の表が研磨パッド27に対して圧力をかけられている間、プラテン20またはウェハキャリア30のうちの少なくとも一方は、平坦化表面(研磨面)29を横切ってウェハ12を動かすように、他方に対して相対的に動く。ウェハ12の表が、平坦化表面29を横切って動くにつれて、物質が、ウェハ12の表面から連続的に除去される。

【0006】

CMP加工に伴う1つの問題は、スループットが低下し得、そしてウェハ上の研磨表面の均質性が適切でないかもしれないことである。なぜなら、ウェハ12からの廃物粒子が、研磨パッド27の平坦化表面29上に蓄積するからである。この問題は、特に、ドーピングされた二酸化ケイ素層を平坦化する場合に特に深刻である。なぜなら、ドーピングにより二酸化ケイ素が柔らかくなり、かつ平坦化されるにつれて、わずかに粘性になるからである。結果として、ドーピングした二酸化ケイ素の蓄積により、研磨パッド27の平坦化表面29がコーティングで釉薬をかけたようになり、このことは、釉薬をかけられたような領域に対する研磨速度を実質的に低下させ得る。

【0007】

研磨パッドの平坦化特性を回復するために、この研磨パッドは、代表的には、研磨調整(コンディショニング)ディスク50で廃物物質の蓄積を除去することにより調整される。従来の研磨調整ディスクは、一般に、ダイヤモンド粒子が埋め込まれ、そしてそれらは

10

20

30

40

50

、CMP機械の別個のアクチュエータに取り付けられ、このCMP機械は、この調整ディスク50を回転方向、横方向、または軸方向に動かし得る（それぞれ、矢印E、FおよびGにより示される）。代表的な調整ディスクは、研磨パッド27上に新たな正常な平坦化表面（研磨面）を形成するために、廃物物質に加えてパッド材料自体の薄層を除去する。いくつかの調整加工はまた、研磨用ディスクが研磨表面を浸食する場合に、研磨パッド27に対して、廃物物質の一部を溶解させる液体溶液を配置する工程を包含する。

【0008】

従来の調整方法に付随する1つの問題は、調整ディスク50が、磨耗によってかまたは研磨パッド27から除去された粒子性物質で金属片にされた研磨粒子間に間隙を有することによって、有効性を失い得ることである。有効性の変化が検出されない場合には、研磨パッド27は不十分に調整され得、そして引き続く平坦化操作が十分な量の材料をウェハ12から除去しないかもしれない。別の問題は、例えば、調整ディスク50が、研磨パッド上に堆積する堆積物が不均一であり得るので、または調整ディスクが平坦化表面29を半径方向に横切って移動するにつれて研磨パッドと調整ディスクとの間の相対速度が変化するので、研磨パッド27を不均一な様式で調整し得ることである。

【0009】

上記問題に取り組むための1つのアプローチは、研磨パッドとの界面における摩擦力を測定することである。米国特許第5,743,784号は、研磨パッドの表面粗さを、調整ディスクから離れて位置する浮遊ヘッド装置を用いて検出することを開示する。この方法に付随する1つの欠点は、浮遊ヘッドにより検出される摩擦力が、調整ディスクと研磨パッドとの間の摩擦力を正確には表さないかもしれないことである。さらに、浮遊ヘッドを別個に設けると、CMP装置の全体の複雑性が増す。

【0010】

別のアプローチは、米国特許第5,456,627号に開示されるように、調整エンドエフェクターと研磨パッドとの間の接触力を測定することである。上で議論されるように、このアプローチに付随する欠点は、接触力が、研磨パッドとコンディショナー（調整ディスク）との間の摩擦力を正確には表さないかもしれないことである。

【0011】

米国特許第5,036,015号は、ウェハと研磨パッドとの間の摩擦の変化を、ウェハおよび/または研磨パッドを回転させるモーターに供給される電流の変化を測定することによって感知し、平坦化の終点を検出することを開示する。しかし、この方法は、調整ディスクの表面状態を検出するという課題を解決するものではない。

【0012】

（発明の要旨）

本発明は、マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を調整（コンディショニング）およびモニターするための、方法および装置に関する。本発明の1つの局面において、この装置は、調整表面（調整面）を有する調整本体を備え得、この表面は、研磨パッドの研磨面と係合するよう構成される。1つの実施形態（例えば、研磨パッドが円形の研磨パッド、または供給ローラと巻取りローラとの間に延びる細長研磨パッドである場合）においては、調整本体は、円形の平面の形状を有し得る。あるいは（例えば、研磨パッドが高速連続ループ研磨パッドである場合）、調整本体は、研磨パッドの幅にわたって延び得る。調整本体および研磨パッドのうちの少なくとも一方は、研磨面を調整するために、他方に対して可動である。

【0013】

この装置は、さらに、調整本体に接続されるセンサを備えて、調整本体および研磨パッドのうちの一方が他方に対して移動する場合に研磨パッドによって調整本体に付与される摩擦力を、検出し得る。このセンサは、調整本体を研磨パッドに対して支持する支持体に、接続され得る。例えば、この支持体は、2つの支持部材を備え得、一方は、他方に対して旋回可能であり、そしてセンサは、これら2つの支持部材の間に位置する力センサを備えて、調整本体が研磨パッドに係合する際に、一方の支持部材によって他方に付与される

力を、検出し得る。あるいは、この支持体は、シリンダー内に移動可能に受容されるピストンを備え得、そしてセンサは、このシリンダー内の圧力変換器またはこのシリンダーに対するピストンの移動を検出するポインターを備え得る。

【0014】

本発明の別の局面において、この装置は、調整本体と研磨パッドとの間の、相対的な速度、位置、または力を、センサから受信されるシグナルに応答して制御する、フィードバックデバイスを備え得る。本発明のなお別の局面においては、調整本体が、研磨パッドの特性を決定するために使用され得、また、1つの研磨パッドの特性を別のものの特性と比較するために使用され得る。

【0015】

(発明の詳細な説明)

本発明は、マイクロエレクトロニクス基板を平坦化するために使用される研磨パッドの研磨面の表面状態を、モニターおよび調整するための方法および装置に関する。この装置は、調整中に調整本体と研磨パッドとの間の摩擦を検出するセンサを有する、調整本体を備え得る。本発明の特定の実施形態の多くの特定の詳細を、以下の説明および図2~7に記載して、このような実施形態の徹底的な理解を提供する。しかし、当業者は、本発明がさらなる実施形態を有し得ること、そしてこれらが以下の説明に記載される細部のいくつかを伴わずに実施され得ることを、理解する。

【0016】

図2は、本発明によるCMP機械110の1つの実施形態を示し、これは、プラテン120および平坦化媒体121を有する。図2に示す実施形態において、平坦化媒体121は、プラテン120に取り外し可能に取り付けられた研磨パッド127、および研磨パッド127の平坦化表面(研磨面)129に位置する平坦化液体128を備える。プラテン120は、プラテン駆動アセンブリ126によって可動であり得、このアセンブリは、プラテン120に、回転運動(矢印Aにより示される)および/または往復運動(矢印Bにより示される)を与え得る。上で議論されたように、CMP機械110はまた、キャリア130および弾性パッド134を備え得、これらは一緒になって、マイクロエレクトロニクス基板112を、研磨パッド127の平坦化表面(研磨面)129に押し付ける。キャリア駆動アセンブリ140は、キャリア130に接続されて、キャリアをプラテン120に対して軸方向(矢印Cにより示される)および/または回転方向(矢印Dにより示される)に移動させ得る。

【0017】

装置110は、さらに、支持体アセンブリ160によって平坦化媒体121に対して支持される、調整本体150を備え得る。調整本体150は、ほぼ円形の平面の形状、およびダイヤモンドまたは他の比較的硬い物質のような研磨粒子を含み得る調整表面(調整面)151を有し得る。1つの実施形態において、調整本体150は、固定された位置にとどまり得、一方で平坦化媒体121は、調整表面151の下で回転および/または並進する。別の実施形態において、以下にさらに詳細に議論するように、アクチュエータユニット190(図2に概略的に示す)が、調整本体150を、平坦化媒体121に対して移動させ得る。

【0018】

支持体アセンブリ160は、調整本体150に接続された直立支持体161および直立支持体161に接続された横方向支持体162を備え得る。直立支持体161は、ジンバルジョイント163において調整本体150に接続されて、調整中に調整本体150を直立支持体161に対して回転および旋回させ得る。直立支持体161は、旋回ピン164によって横方向支持体162に接続され得、これは、直立支持体161が横方向支持体162に対して旋回することを可能にする。横方向支持体162は、固定ピン167によって後方部分166に取り外し可能に接続された、前方部分165を備え得る。従って、前方部分165は、存在する後方部分166を改造するために使用され得る。

【0019】

10

20

30

40

50

1つの実施形態において、力センサ180が、直立支持体161と横方向支持体162との間に位置して、調整本体150および平坦化媒体121が互いに対して移動する場合に、直立支持体161から横方向支持体162へと伝達される圧縮力を検出する。この実施形態の1つの局面においては、力センサ180は、SLB系列の圧縮ロードセルを備え得、これは、カリフォルニア州のTransducer Techniques of Temecula社から入手可能である。他の実施形態において、力センサ180は、以下にさらに詳細に議論するような、他のデバイスを備え得る。

【0020】

操作において、調整本体150は、図2において示すように、ブラテン120の上であって、中心の左側かつ中心の前方に配置される。ブラテン120および平坦化媒体121は、矢印Aによって示される方向に回転し、その結果、平坦化媒体121の図2の前景の部分が、右から左へと移動する。次いで、平坦化媒体121と調整本体150との間の摩擦力が、調整本体150に、矢印Hにより示される方向で力を付与する。調整本体150への力の影響下で、直立支持体161は、旋回ピン164の周囲で時計回り方向に旋回し、直立支持体161と横方向支持体162との間の力センサ180を圧縮する傾向がある。力センサ180は、この圧縮力を検出し得、そしてまた、平坦化媒体121および/または調整本体150の変化から生じる圧縮力の変化を、検出し得る。例えば、平坦化媒体121と調整本体150との間の摩擦力（従って、力センサ180における圧縮力）は、調整本体150が平坦化表面（研磨面）129から材料を除去し、そして平坦化表面を粗くするにつれて、増加し得る。逆に、摩擦力および圧縮力は、調整本体150の調整表面151が研磨パッド127および/または調整本体150から除去される材料で艶出し（glaze）されるにつれて、減少し得る。

【0021】

代替の実施形態において、例えば、調整本体150が平坦化媒体121の一部分に、図2の後方に接触する場合に、平坦化媒体121は、摩擦力を、調整本体に、矢印Hによって示される方向と反対の方向に、付与し得る。従って、力センサ180は、直立支持体161と横方向支持体162との間の張力（圧迫と反対に）を検出するよう構成される、ひずみゲージまたは他のデバイスを備え得る。

【0022】

アクチュエータユニット190は、支持体アセンブリ160および調整本体150を、平坦化媒体121に対して、平坦化媒体121を移動させることと組み合わせるかまたは平坦化媒体121を移動させる代わりにかのいずれかで、移動させ得る。1つの実施形態において、アクチュエータユニット190は、調整本体150を移動および/または付勢するために、1つ以上のアクチュエータ（図2に概略的に示す）に接続されたコントローラ193を備え得る。例えば、コントローラ193は、横方向アクチュエータ192に接続されて、支持体アセンブリ160および調整本体150を、矢印Fにより示されるように横方向に移動させ得、かつ、図2の面に対してほぼ垂直な移動運動で、移動アクチュエータ195に支持体アセンブリ160および調整本体150を移動させ得る。コントローラ193はまた、下向きの力を支持体アセンブリ160に矢印Gによって示される方向に付与して、調整本体150が平坦化媒体121に接触する力を変化させ得る、下向き力アクチュエータ191に接続され得る。

【0023】

なおさらに、コントローラ193は、矢印Eに示されるように、平坦化媒体121に対して調整本体150を回転するために、回転アクチュエータ194に連結され得る。この実施形態のさらなる局面において、力センサ180は、回転アクチュエータ194に連結される電流センサ180aにより補助され得るかまたは置き換えられ得る。電流センサ180aは、調整本体150と平坦化媒体121との間の摩擦力が変化するにつれて、回転アクチュエータ194により引き込まれる電流の変化を検出し得る。あるいは、電流センサ180aは、回転アクチュエータ194と調整本体150との間の駆動列に位置付けられる別の型のセンサ（例えば、トルクセンサー、たわみセンサまたはひずみゲージ）によ

り補助されるかまたは置換されて、調整本体 150 上の摩擦により引き起こされる駆動列上の力を測定し得る。

【0024】

1つの実施形態において、力センサ 180 は、(図 2 に点線で示されるように)コントローラ 193 に連結されて、力センサ 180 により検出される変化に応じて調整本体 150 に加えられる運動および/または下向きの力を制御するためのフィードバックループを提供し得る。例えば、コントローラ 193 は、機械的またはマイクロプロセッサフィードバックユニットを備え得る。このユニットは、力センサ 180 からのシグナルを受信してそして自動的にアクチュエータ 191、192、194、および/または 195 を制御して、調整本体 150 の位置、調整本体 150 が平坦化媒体 121 に対して移動する速度、および/または調整本体 150 と研磨パッド 127 との間の下向きの力を制御する。この実施形態のさらなる局面において、コントローラ 193 は、上記のパラメータのいずれの変化も摩擦力の所望の変化を生じない場合、使用者に信号を送る。従って、コントローラ 193 は、調整本体 150 が過剰の力を平坦化媒体 121 に加えることを防止し得る。

【0025】

代替の実施形態において、力センサ 180 により検出される力は、従来のディスプレイデバイス 196 (例えば、デジタルディスプレイ、帯状チャートレコーダー、グラフィックディスプレイまたはその他のタイプのディスプレイデバイス)を介して使用者に示され得る。力センサ 180 が調整本体 150 と平坦化媒体 121 との間の摩擦力の变化を検出する場合、使用者は、調整本体 150 を清浄化するかそうでなければ再び磨き、そして/または手動で調整本体 150 への下向きの力を増大させて、調整本体 150 が平坦化媒体 121 を調整する速度を増大させ得る。

【0026】

装置 110 は、1つ以上のいくつかの方法に従って操作され得る。例えば、力センサ 180 は、インサイチュ調整(ウェーハ 112 の平坦化と同時に)またはエクサイチュ(ex situ)調整(平坦化と別々に行われる)の間、調整本体 150 と平坦化媒体 121 との間の摩擦力をモニタリングし得る。コントローラ 193 は、力センサ 180 から受けるシグナルに応じて、調整本体 への下向きの力を調整して、調整本体 150 と平坦化媒体 121 との間の摩擦力をほぼ一定に保ち得る。例えば、摩擦力は、平坦化表面 129 および/または調整表面 151 の表面特性、これら 2 つの表面間の通常の力、およびこれら 2 つの表面間の相対速度の関数であり得る。これら 2 つの表面間の相対的速度もまた、研磨パッド 127 の回転速度および/または並進速度、調整本体 150 の回転および/または並進速度、ならびに研磨パッド 127 に対する調整本体 150 の位置の関数であり得る。相対速度が小さい場合、摩擦力は小さくなる傾向がある。相対速度が増大するにつれて、摩擦力は、ある程度、調整本体 150 が平坦化液体 128 上で「平らに広がり(plane)」得る(これは摩擦力を減少させる)まで、摩擦力は増加する傾向にある。従って、1つの操作方は、標的摩擦力を選択することおよびプラテン 120 の回転速度が、標的摩擦力とほぼ同じ実際の摩擦力を維持するように調整することを含み得る。他の実施形態において、摩擦力に影響を及ぼす他の変数は、コントローラ 193 を介して、摩擦力をほぼ一定に保つように、手動または自動のいずれかで制御され得る。

【0027】

別の操作方法において、力センサ 180 は、研磨パッド 127 の状態をモニタリングするために使用され得る。例えば、比較的軽い下向きの力が調整本体 150 に加えられ得、調整本体 150 と研磨パッド 127 との間に小さな摩擦力を生じる。小さな摩擦力は、調整本体 150 の重量または下向きの力のアクチュエータ 191 で調整本体 150 に加えられる下向きの力と合わせた重量のいずれかであり得る。平坦化の間、摩擦力は、(研磨パッド 127 の特性および基板 112 から除去される材料のタイプに依存して、上向きまたは下向きのいずれかに)変化し得、研磨パッド 127 が基板 112 を平坦化する効率の変化を示す。力センサ 180 は、この変化を検出し得、そして研磨パッド 127 の効率が最適未満である場合に使用者に示す。この実施形態のさらなる局面において、コントローラ

193は、研磨パッド127の特性の変化を検出する際に調整本体150への下向きの力を増加させ得、それにより、平坦化表面129から材料を除去することにより研磨パッド127を調整する。

【0028】

なお別の操作方法において、研磨パッド127の回転速度を、調整本体150の位置に基づいて変化させて、これら2つの間の相対線形速度をほぼ一定に維持し得る。例えば、研磨パッド127の回転速度は、調整本体150が研磨パッド127の周辺部に向かって移動するにつれて減少し得、そして調整本体150が研磨パッド127の中心部に向かって移動するにつれて増加し得る。従って、調整本体150に加えられる下向きの力は、調整本体150および研磨パッド127の表面状態の変化の原因である場合を除いて、調整本体150が研磨パッド127に対して移動するにつれて調整される必要はない。

10

【0029】

なお別の操作方法において、装置110は、2つ以上の研磨パッド127を比較するために使用され得る。例えば、調整本体が第1の研磨パッド127と係合しながら、選択された下向きの力が、調整本体150に加えられる得る。その結果、力センサ180により測定された摩擦力が、調整本体150が第2の研磨パッド(示されない)と係合する場合に得られる摩擦力と比較され得る。

【0030】

図2に示される装置の利点は、調整本体150が研磨パッド127を調整する際、力センサ180が、この調整本体150の性能の変化を検出し得ることである。使用者は、この調整本体150の速度、位置または表面特性を調整することによって検出された変化に応答して、この調整本体の作動効率を増加し得る。さらなる利点は、力センサ180が、フィードバックループ内のコントローラ193に接続されて、1つ以上のアクチュエータ191、192、194および195の作動を制御することによって、調整本体150の性能を自動的に調整し得ることである。従って、調整本体150の速度、位置および/または表面特性は、研磨パッド127を均一に調整するために、連続的または断続的に調整され得る。

20

【0031】

装置110のなおさらなる利点は、力センサ180が直接、従ってより正確に、調整本体150の特性の変化を検出し得ることである。この構成は調整本体とは別個のデバイスが、研磨パッド127と接触し、そして調整本体150にかかる力を示すかまたは示し得ない力を検出するいくつかの従来の構成とは異なる。

30

【0032】

さらに別の利点は、力センサ180を研磨パッド127の表面粗さの変化を検出するために使用し得ることである。従って、装置110は、いつ研磨パッド127が適切に調整されたか、例えば、研磨パッド127と調整本体150との間の摩擦力が選択した閾値をいつ超えたかを判定するために使用され得る。さらに、力センサ180は、調整本体が平坦化表面129上を移動する場合、研磨パッド127の平坦化表面129にわたる表面粗さの変化を検出し得る。例えば、プラテン20が矢印Aによって示される方向に回転する場合、調整本体150と研磨パッド127との間の相対速度は、研磨パッド127の周囲に向かう際に、研磨パッドの中心に向かう際よりも大きくなり、その結果、平坦化表面129の表面粗さは半径方向に非均一的になる。上記のように、アクチュエータ191、192、194および195は、次いで、コントローラ193によって制御されて、平坦化表面129にわたる表面粗さの変化を減少し得る。

40

【0033】

図3は、本発明の別の実施形態に従う装置210の部分的に概略的な部分断面側面立面図である。この装置は、図2を参照して上で議論された様式とほぼ類似の様式で平坦化媒体121に隣接して配置された調整本体250を備える。この調整本体250は、直立支持体261の一端を調整本体250に連結させ、他方の末端において横方向支持体262に連結させて、支持体アセンブリ260に連結される。図3に示されるように、横方向支

50

持体 2 6 2 は、直立支持体 2 6 1 の対応するピストン部分 2 6 8 をスライド可能に収容するようにサイズ決めされた、末端の開放されたシリンダー部分 2 6 9 を備え得る。

【 0 0 3 4 】

一実施形態において、シリンダー部分 2 6 9 およびピストン部分 2 6 8 の両方は、ほぼ円形の断面形状を有し、そして他の実施形態において、この両方の部分は、正方形または他の断面形状を有し得る。いずれの場合においても、シール 2 7 1 は、ピストン部分 2 6 8 とシリンダー部分 2 6 9 の壁との間に配置されて、ピストン部分 2 6 8 をシリンダー部分 2 6 9 に対してスライドさせる際、それらの間の界面を密閉し得る。従って、ピストン部分 2 6 8 は、平坦化媒体 1 2 1 と調整本体 2 5 0 との間の摩擦力が増加するにつれて、シリンダー部分 2 6 9 内にさらに少しスライドし得、そしてこの摩擦力が減少するにつれて、シリンダー部分 2 6 9 から外にわずかにスライドし得る。

10

【 0 0 3 5 】

力センサ 2 8 0 (例えば、圧力変換器)は、調整本体 2 5 0 によってピストン部分 2 6 8 に与えられた力のもとで、ピストン部分 2 6 8 がシリンダー部分 2 6 9 に対して移動する際、シリンダー部分 2 6 9 内の圧力の変化を検出するために、シリンダー部分内に配置され得る。この実施形態の 1 つの局面において、シリンダー部分 2 6 9 は、空気供給導管 2 7 0 を備え得、この導管は少量の空気を、シリンダー部分 2 6 9 の壁内の入口開口部 2 7 2 を通して導入する。空気は、シリンダー部分 2 6 9 内の粒子を乗せて、それらを出口開口部 2 7 3 を通してパージし得る。この実施形態のさらなる局面において、入口開口部 2 7 2 および出口開口部 2 7 3 は、シリンダー部分 2 6 9 を通る空気の流れが力センサ 2 8 0 の測定に悪影響を与えないように、サイズ決めされる。あるいは、入口開口部 2 7 2 、出口開口部 2 7 3 、および導管 2 7 0 は、排除され得る。

20

【 0 0 3 6 】

図 3 に示される装置 2 1 0 の利点は、ピストン部分 2 6 8 がシリンダー部分 2 6 9 の方におよびシリンダー部分の外に向かって動く場合、力センサ 2 8 0 が調整本体 2 5 0 と平坦化媒体 1 2 1 との間の摩擦力の変化を検出し得ることである。従って、単一の力センサ 2 8 0 で、調整本体 2 5 0 と平坦化媒体 1 2 1 との間の摩擦力の増加および減少の両方を検出し得る。あるいは、単一の力センサ 2 8 0 で、プラテンが矢印 A で示される方向、またはその反対方向のいずれかで回転した場合の摩擦力の変化を検出し得る。別の利点は、力センサ 2 8 0 が作動している環境が、密閉またはパージされて、力センサ 2 8 0 の汚染の可能性を軽減し、力センサによってなされる測定の信頼性を改善することである。

30

【 0 0 3 7 】

図 4 は、本発明の別の実施形態に従う装置 3 1 0 の部分的に概略的な部分断面側面立面図である。この装置 3 1 0 は、図 3 を参照して上で議論された様式とほぼ類似の様式で、支持体アセンブリ 3 6 0 に連結された調整本体 3 5 0 を備える。この支持体アセンブリ 3 6 0 は、横方向支持体 3 6 2 の対応するシリンダー部分 3 6 9 内に密閉しかつスライド可能に収容されたピストン部分 3 6 8 を有する直立支持体 3 6 1 を備える。この実施形態の 1 つの局面において、装置 3 1 0 はセンサ 3 8 0 a を有し、このセンサは、横方向支持体 3 6 2 に連結されたポインター 3 8 1 および直立支持体 3 6 1 上の目盛り 3 8 2 を含む。調整本体 3 5 0 と平坦化媒体 1 2 1 との間の摩擦力が変化するにつれて、直立支持体 3 6 1 は、横方向支持体 3 6 2 に対して移動する傾向がある。直立支持体 3 6 1 と横方向支持体 3 6 2 との間の相対運動は、ポインター 3 8 1 と目盛り 3 8 2 との間の相対運動を観察することによって視覚的に検出され得る。

40

【 0 0 3 8 】

別の実施形態において、力センサ 3 8 0 a は、線形変位変換器を備える力センサ 3 8 0 b によって補われるかまたは置換され得る。例えば、この実施形態の 1 つの局面において、この線形変位変換器 3 8 0 b は、ピストン部分 3 6 8 およびシリンダー部分 3 6 9 の一方または他方の中に磁石、ならびに他方の部分に磁場検出器を備え得る。他の実施形態において、線形変位変換器 3 8 0 b は、他のデバイスを備え得る。いずれの場合においても、線形変位変換器 3 8 0 b は、図 2 を参照して上で議論された様式とほぼ類似の様式で、

50

コントローラ 193 に伝達される電気シグナルを生成し得る。コントローラ 193 は、次いで、このシグナルを、図 2 を参照して上で議論された様式とほぼ類似の様式でアクチュエータ 191、192、および 195 に伝達する（例示の目的のため、図 2 に示される回転式アクチュエータ 310 は図 4 に示されていない）。図 4 に示される装置 310 の利点は、調整本体 350 の運動を制御するためのデジタル信号に加えてか、またはその代わりに、装置 310 が、調整本体 350 と平坦化媒体 121 との間の摩擦力の機械的な視覚的指標を提供し得ることである。

【0039】

図 4 に示されるように、ピストン部分 368 は、シリンダー部分 369 内に密閉式に係合され、その結果、シリンダー部分 369 内の空気のカッションは、ピストン部分 368 の軸方向の運動を妨害する。図 5 の部分断面立面図に示される別の実施形態において、抵抗力は、ピストン部分 368 とシリンダー部分 369 の末端壁との間に配置されるスプリング 374 によって提供され得る。スプリング 347 は、シリンダー部分 369 の中において、またはこの外側へのピストン部分 368 の運動を妨害し得る。従って、ピストン部分 368 は、シリンダー部分 369 と密閉式に係合される必要はない。この実施形態の 1 つの局面において、1 つ以上のベアリング 375 が、シリンダー部分 369 とピストン部分 368 との間に配置されて、ピストン部分がシリンダー部分 369 に対して軸方向に滑らかに移動することを保証し得る。

【0040】

図 6 は、本発明の別の実施形態に従ってそこに取り付けられた歪みゲージ 480 を備える支持部材 460 を有する装置 410 の部分的に模式的な、部分断面側面立面図である。この実施形態の 1 つの局面において、支持部材 460 は、アクチュエータユニット 190 から調整本体 350 に延びる単一片を含み得る。この支持部材 460 は、一般的に剛性であり得るが、調整本体 150 と平坦化媒体 121 との間の摩擦力が変化することにつれて、測定可能な量だけ曲げることもまた可能である。歪みゲージ 480 は、歪みゲージ 480 が支持部材のたわみを検出し得る任意の適切な位置において、支持部材 460 に取り付けられ得る。

【0041】

図 6 に記載の実施形態において、装置 410 は、単一の歪みゲージ 480 を備え、そして他の実施形態において、装置 410 は、1 つ以上の軸に沿って、支持部材 460 のたわみを検出するための複数の歪みゲージを備え得る。任意の場合において、歪みゲージ 480 は表示デバイス 196 に連結されて、使用者に、調整本体 350 と平坦化媒体 121 との間の摩擦力の変化の視覚的表示を提供し得、そして、または歪みゲージ 480 はコントローラ 193 に連結されて、摩擦力の変化にตอบสนองして、調整本体 350 を自動的に制御し得る。図 6 に示される装置 410 の利点は、この装置 410 が、他の装置より少ない可動部品を含み、それによって、組み立ておよび維持が容易でありそしてあまり費用がかからなくあり得るということである。

【0042】

図 7 は、2 つのローラ 525 および 2 つのローラ 525 のまわりに延びる連続した研磨パッド 527 を有する装置 510 の部分的に模式的な、側面立面図である。研磨パッド 527 は、ローラ 525 から外側に向く平坦化表面（研磨面）529 を有し、そして連続した支持バンド 525（可撓性材料（例えば、ステンレス鋼の薄シート）から形成された）によって支持され得る。プラテン 520 の対は、2 つの対向する平坦化ステーションにおいて、研磨パッド 527 のためのさらなる支持を提供する。平坦化ステーションにおいて、プラテン 520 と整列した 2 つのキャリア 530 は、各々、研磨パッド 527 の対向する外側に向く部分に対して、基板 112 を付勢し得る。図 7 を参照して上に議論された特徴を有するデバイスは、AVERA™ の名前で、Apple 社（カリフォルニア州サンバレー）から入手可能である。水平方向に向いた磨きパッド 527 および単一のキャリア 530 を備える類似のデバイスが、Lam Research 社（カリフォルニア州フリーモント）から入手可能である。

【 0 0 4 3 】

この装置 5 1 0 は、さらに、支持アセンブリ 5 6 0 によって、研磨パッド 5 2 7 に対して支持された調整本体 5 5 0 を備え得る。この調整本体 5 5 0 は、研磨パッド 5 2 7 を調整するために、研磨パッド 5 2 7 に対して押される研磨調整表面 5 5 1 を有し得る。1つの実施形態において、調整本体 5 5 0 は、図 7 の平面を横切る平面において伸長されて、研磨パッド 5 2 7 の幅全体にわたり得る。この実施形態に 1 つの局面において、調整本体 5 5 0 は、研磨パッド 5 2 7 に対して垂直な方向に一般的に剛性であり得、その結果、調整本体 5 5 0 の一部分に適用される垂直方向の力は、調整本体 5 5 0 の幅にわたって分布される。あるいは、調整本体 5 5 0 は、垂直方向へ可撓性を有し (c o m p l i a n t) 、調整本体 5 5 0 の異なる部分に適用される垂直方向の力を分離し得、このことは、以下

10

【 0 0 4 4 】

支持アセンブリ 5 6 0 は、研磨パッド 5 2 7 に対して調整本体 5 5 0 を押しつけ、そして調整本体 5 5 0 に連結される第一の支持部材 5 6 1 および第一の支持部材 5 6 1 に連結される第二の支持部材 5 6 2 を備え得る。第一の支持部材 5 6 1 は、図 2 を参照して上に議論されたように、調整本体 5 5 0 に強固に連結され得るか、あるいは第一の支持部材 5 6 1 は、ジンバル継手を用いて調整本体 5 5 0 に連結され得る。第一の支持部材 5 6 1 は、回転ピン 5 6 4 を用いて第二の支持部材 5 6 2 に連結され得、この回転ピン 5 6 4 は、第一の支持部材 5 6 1 が、図 2 を参照して上に議論された様式と類似した様式で第二の支持部材 5 6 2 に対し回転することを可能にする。

20

【 0 0 4 5 】

1 つの実施形態において、力センサ 5 8 0 の対は、第一の支持部材 5 6 1 と第二の支持部材 5 6 2 との間の、第一の支持部材 5 6 1 の対向する側面上に位置決めされて、研磨パッド 5 2 7 が、調整本体 5 5 0 に対して動かされる場合に、第一の支持部材 5 6 1 から第二の支持部材 5 6 2 へと伝達される力を検出する。あるいは、力センサ 5 8 0 は、それらが調整本体 5 5 0 と 研磨パッド 5 2 7 との間の摩擦力を検出するように構成される限り、支持アセンブリ 5 6 0 または調整本体 5 5 0 の他の部分の上に位置決めされ得る。

【 0 0 4 6 】

装置 5 1 0 はまた、調整本体 5 5 0 に力を加えるためのアクチュエータユニット 5 9 0 を備え得る。例えば、アクチュエータユニット 5 9 0 は、垂直方向の力アクチュエータ 5 9 1 と連結されたコントローラ 5 9 3 を備えて、力を支持アセンブリ 5 6 0 に加え得、ここで、支持アセンブリ 5 6 0 は、研磨パッド 5 2 7 に垂直である。従って、アクチュエータユニット 5 9 0 は、調整本体 5 5 0 が、研磨パッド 5 2 7 と係合する力を変化させ得る。図 2 を参照して上で議論されたように、コントローラ 5 9 3 は、センサ 5 8 0 に連結されて、力センサ 5 8 0 から受けとるシグナルに応答して、調整本体 5 5 0 に加わる垂直方向の力を変化させ得る。

30

【 0 0 4 7 】

1 つの実施形態 (例えば、調整本体 5 5 0 が、一般的に剛性である場合) において、支持アセンブリ 5 6 0 は、調整本体 5 5 0 の長さを横切る途中に調整本体 5 5 0 と係合して、研磨パッド 5 2 7 の幅を横切るほぼ均一な垂直方向の力を加え得る。あるいは、複数の支持アセンブリ 5 6 0 は、調整本体の長さを横切って連結されて、調整本体 5 5 0 に、一定の力または変化可能な力を加え得る。例えば、調整本体 5 5 0 が、垂直方向に可撓性である場合、複数の支持アセンブリ 5 6 0 の各々は、調整本体 5 5 0 の長さ方向 (s p a n w i s e) 部分に加えられた垂直方向の力を独立して制御し得る。この配置の利点は、調整本体 5 5 0 に加えられた垂直方向の力が、磨きパッド 5 2 7 および / または調整本体 5 5 0 の調整表面 5 5 1 の特性における局所的な変化を考慮するために、局所的に増加され得ることである。

40

【 0 0 4 8 】

操作の間、連続する 研磨パッド 5 2 7 は、ローラ 5 2 5 のまわりに比較的速い速度で移動するが、一方で、キャリア 5 3 0 は、研磨パッド 5 2 7 に対して基板 1 1 2 を押す。研

50

磨スラリーまたは研磨粒子の懸濁液を有する他の平坦化液体が、研磨パッド 5 2 7 の表面に導入され、この研磨パッド 5 2 7 は、基板 1 1 2 に対する研磨パッド 5 2 7 の動きと組み合わせ、基板 1 1 2 から材料を機械的に除去する。研磨パッド 5 2 7 は、図 2 および図 7 を参照して上に議論された様式とほぼ類似の様式で、研磨パッド 5 2 7 に対して調整本体を押し付けることによる調整本体 5 5 0 を用いる平坦化の前、後またはその期間中に、調整され得る。

【 0 0 4 9 】

先の説明から、例示の目的のために本発明の特定の実施形態が本明細書中に記載されてきたが、種々の改変が本発明の意図および範囲から逸脱することなくなされ得ることが理解される。例えば、力センサおよび調整本体は、図面に示されるように、回転平坦化デバイスおよび連続する研磨パッド デバイスと共に使用され得、そしてまた、ウェブ形式平坦化デバイスと共に使用され得、ここで、研磨パッド は、供給ローラから巻き取りローラへ、プラテンを横切って、スクロールされ、そして調整器（コンディショナー）が研磨パッド に対して移動して、図 2 を参照して上に議論された様式とほぼ類似の様式で研磨パッド を調整する。従って、本発明は、添付の特許請求の範囲を除いて、制限されない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、先行技術による化学的機械的平坦化装置の、部分概略部分断面側面立面図である。

【図 2】 図 2 は、本発明の実施形態による、調整本体および旋回支持体アセンブリを有する装置の、部分概略部分断面側面立面図である。

【図 3】 図 3 は、本発明の別の実施形態による、シリンダ内に可動に受容されるピストンを備える支持体アセンブリによって支持される、調整本体を有する装置の、部分概略部分断面側面立面図である。

【図 4】 図 4 は、本発明のなお別の実施形態による、調整本体の線形移動を指向するよう配置されたセンサを備える、支持体アセンブリに接続された調整本体を有する装置の、部分概略部分断面側面立面図である。

【図 5】 図 5 は、本発明のなお別の実施形態による、シリンダ内で付勢されるピストンを備える支持体アセンブリに接続された調整本体を有する装置の、部分概略部分断面側面立面図である。

【図 6】 図 6 は、本発明のなお別の実施形態による、ひずみゲージを備える支持体アセンブリを有する装置の、部分概略部分断面側面立面図である。

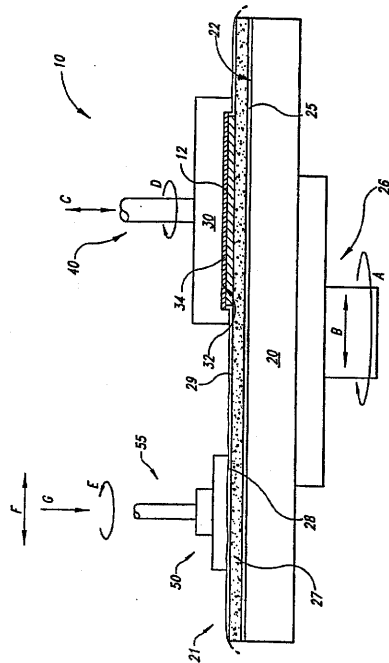
【図 7】 図 7 は、本発明のなお別の実施形態による調整本体および調整研磨パッドを有する装置の、部分概略側面立面図である。

10

20

30

【図 1】



(先行校閲)

【図 2】

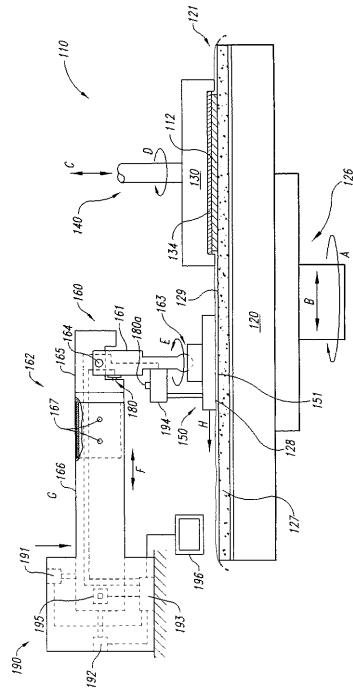


Fig. 2

【図 3】

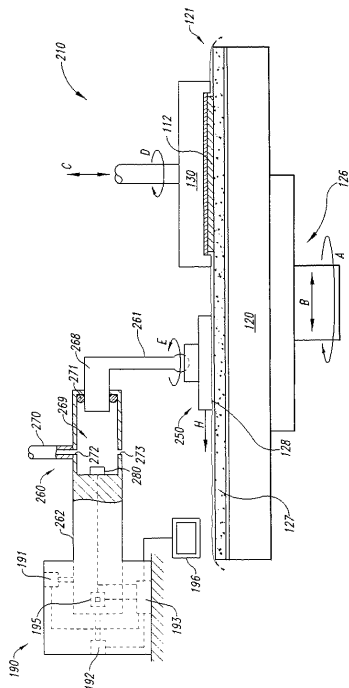


Fig. 3

【図 4】

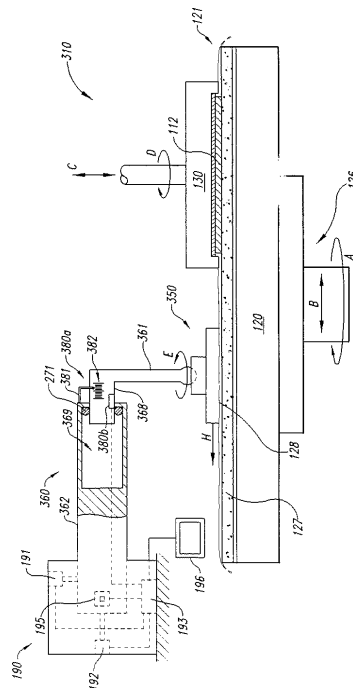


Fig. 4

【図 5】

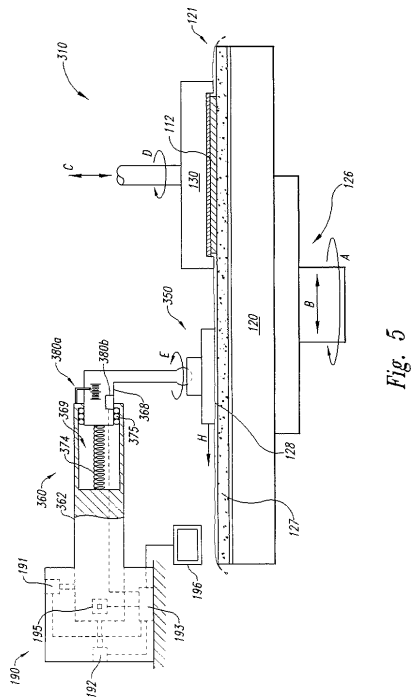


Fig. 5

【図 6】

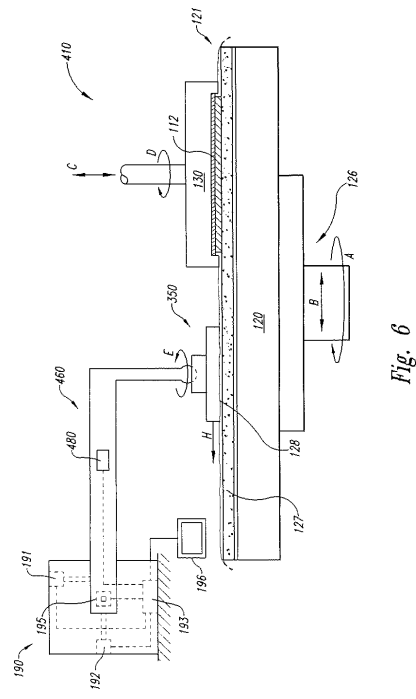


Fig. 6

【図 7】

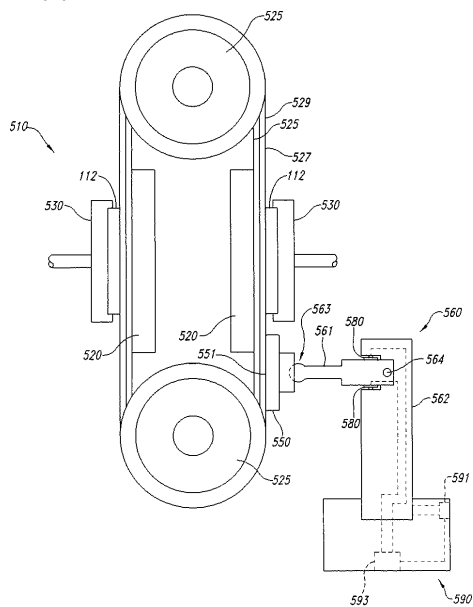


Fig. 7

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-058313(JP,A)
特開平08-052652(JP,A)
特開昭51-117391(JP,A)
特開昭62-004573(JP,A)
特開2000-202758(JP,A)
特開2000-141218(JP,A)
特開2001-030169(JP,A)
特開2000-311876(JP,A)
特開平10-315118(JP,A)
特開平10-315131(JP,A)
特開平10-217102(JP,A)
特開平11-320376(JP,A)
米国特許第5833519(US,A)
米国特許第5456627(US,A)
米国特許第5975994(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/304

B24B37/00 - 37/04

B24B53/00 - 57/04