(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3825220号
(P3825220)
(45)発行日　平成18年9月27日(2006.9.27)　(24)登録日　平成18年7月7日(2006.7.7)

(51)Int.Cl.		F I		
B24B 37/04	(2006.01)	B24B	37/04	G
B24B 21/00	(2006.01)	B24B	21/00	A
H01L 21/304	(2006.01)	H01L	21/304	621D
		H01L	21/304	622F

請求項の数 7　外国語出願　(全 24 頁)

(21)出願番号　特願2000-28260(P2000-28260)
(22)出願日　平成12年2月4日(2000.2.4)
(65)公開番号　特開2000-317823(P2000-317823A)
(43)公開日　平成12年11月21日(2000.11.21)
審査請求日　平成14年11月29日(2002.11.29)
(31)優先権主張番号　09/244456
(32)優先日　平成11年2月4日(1999.2.4)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　09/303812
(32)優先日　平成11年4月30日(1999.4.30)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　09/302570
(32)優先日　平成11年4月30日(1999.4.30)
(33)優先権主張国　米国(US)

(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
ＡＰＰＬＩＥＤ　ＭＡＴＥＲＩＡＬＳ，ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０５４　サンタ　クララ　バウアーズ　アベニュー　３０５０
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100094318
弁理士　山田　行一
(74)代理人　100094008
弁理士　沖本　一暁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】移動研磨シートを用いたケミカルメカニカルポリシング

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
回転プラテンであって、真空を与えて研磨シートを前記プラテンにチャックするためのチャンネルを備える前記プラテンと、
真空チャックにより前記プラテンに解放可能に固定されて前記プラテンと共に回転する略直線状の研磨シートであって、基板を研磨するために前記プラテンの上面の上で延在する露出部分を有し、前記基板の直径より大きな幅を有する研磨シートと、
前記研磨シートを前記プラテンの上面を横切って直線方向にインクレメンタルに給送する駆動機構と、
前記研磨シートを前記プラテンに真空チャックするために前記チャンネルに接続された真空ソースであって、前記研磨シートの前記露出部分を前記プラテンに解放可能に固定する、前記真空ソースと、
を備え、
前記チャンネルは、前記プラテンの上面にある溝である、ケミカルメカニカルポリシング装置。
【請求項２】
前記研磨シートは、前記プラテンに回転自在に連結された送りローラに巻き付けられる未使用部分と、前記プラテンに回転自在に連結された巻取りローラに巻き付けられる使用済み部分とを含む、請求項１記載の装置。
【請求項３】

前記駆動機構は、前記研磨シートの前記未使用部分の第１セグメントを前記送りローラから巻き戻すとともに前記研磨シートの前記露出部分の第２セグメントを巻取りローラに巻き付けることによって、前記研磨シートをインクレメンタルに給送する、請求項２記載の装置。

【請求項４】

前記送りローラの付近に配置され、前記研磨シートの上方につり下げられて隙間を形成するフレームと、前記隙間を通るようにガスを方向付けて前記研磨シートの前記未使用部分の汚染を防ぐ加圧ガスのソースと、を更に備える請求項３記載の装置。

【請求項５】

前記駆動機構は、前記第２ローラを付勢して第１方向に回転させるとともに前記研磨シートを前記プラテンの上面を横切って引っ張るように配置されたスプリングと、前記第１ローラに連結されたギヤと係合して前記第１ローラの回転を防止し、これによって、前記プラテンの上面を横切る前記研磨シートの移動を防止するラチェットと、前記第１ローラが回転できるように前記ラチェットを前記ギヤから解放する動作が可能なエスケープクラッチと、前記第２ローラに連結されて、前記第２ローラが前記第１方向と反対の第２方向に回転するのを防止するスリップクラッチと、を備えている、請求項１記載の装置。

【請求項６】

前記第１および第２ローラが前記プラテンの上面の下方に配置される、請求項１記載の装置。

【請求項７】

回転プラテンの上面の上で延在する略直線状の研磨シートに基板を接触させるステップであって、前記研磨シートは、前記基板の直径より大きな幅を有しているステップと、

前記プラテンを介してチャンネルに真空を与えて前記研磨シートを前記プラテンに真空チャックすることにより、前記研磨シートを前記プラテンに解放可能に固定するステップと、

前記プラテンを回転させることにより、前記研磨シートを回転させ、前記基板および前記研磨シート間の相対運動を形成するステップと、

前記研磨シートを前記プラテンから取り外すステップと、

研磨が完了した後、前記研磨シートを前記プラテンの上面を横切って直線方向にインクレメンタルに給送するステップと、

を備え、

前記チャンネルは、前記プラテンの上面にある溝である、ケミカルメカニカルポリシング方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は基板を化学機械的に研磨する装置および方法に関し、特に、移動研磨シートを使用する装置および方法に関する。

【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をシリコンウェーハ上に逐次堆積させることによって基板上に形成される。一つの製造工程は、パターン加工されたストップ層の上に充填層を堆積させるステップと、そのストップ層が露出されるまで充填層を平坦化するステップを含んでいる。例えば、絶縁層のトレンチやホールは導電層で充填される。平坦化の後、絶縁層の盛り上がったパターンの間に残された導電層の部分が、基板上の薄膜回路間の導電経路を提供するバイア、プラグおよびラインを形成する。

【０００３】

ケミカルメカニカルポリシング（ＣＭＰ）は、認知された平坦化方法の一つである。この平坦化方法では、通常、基板をキャリヤまたは研磨ヘッド上に取り付ける必要がある。基板の露出面は、回転研磨パッドに接するように配置される。研磨パッドは、「標準」パッ

ドであってもよいし、固定研削性パッドであってもよい。標準パッドが耐久性の粗面を持つのに対して、固定研削性パッドは、封入媒体内に保持された研磨粒子を持つ。キャリヤヘッドは、制御可能な荷重、すなわち圧力を基板に付与し、基板を研磨パッドに押し付ける。少なくとも一つの化学反応剤と、研磨粒子（標準パッドを使用する場合）とを含む研磨スラリが研磨パッドの表面に供給される。

【０００４】

効果的なＣＭＰプロセスは、高い研磨速度を提供するばかりでなく、仕上げられて（小規模の粗さがない）、平らな（大規模のトポロジーがない）基板表面も提供する。研磨速度、仕上げおよび平坦度は、パッドとスラリの組合せ、基板およびパッド間の相対速度、ならびに基板をパッドに押し付ける力によって決定される。研磨速度は、層を研磨するのに要する時間を決め、結果的にＣＭＰ装置の最大スループットを決める。

【０００５】

ＣＭＰ作業の間、研磨パッドは定期的に交換する必要がある。固定研削性パッドでは、基板が封入媒体を磨耗させて、埋め込まれた研磨粒子を露出させる。このため、固定研削性パッドは研磨プロセスによって徐々に消費される。充分な回数の研磨作業を行うと、固定研削性パッドを交換する必要が生じる。標準パッドでは、基板が熱的かつ機械的に研磨パッドに損傷を与え、パッドの表面を円滑化し、研磨性を低下させる。従って、標準パッドは、定期的に「調整」して、表面に粗いテクスチャを回復させなければならない。充分な回数の調整作業を行うと（例えば、３００～４００回）、調整プロセスがパッドを消耗させるか、パッドが適切に調整できなくなる。従って、パッドを交換しなければならない。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

ＣＭＰプロセスで遭遇する一つの問題は、研磨パッドを交換する場合の難しさである。研磨パッドは、プラテンの表面に接着剤で取り付けられることがある。その研磨パッドをプラテン表面から引き剥がすには、大きな物理的作業を要することが多い。この後、接着剤を削ぎ落としたり溶剤で洗ってプラテン表面から除去しなければならない。次に、新しい研磨パッドを、プラテンの清浄な表面に接着することができる。これが行われている間、プラテンは基板のポリシングに利用できないので、その結果、ポリシングスループットが減少する。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

一つの態様では、本発明は、回転プラテンと、基板を研磨するために前記プラテンの上面の上で延在した露出部分を有する略直線状の研磨シートと、前記研磨シートを前記プラテンの上面を横切って直線方向にインクレメンタルに給送する駆動機構とを有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。研磨シートは、プラテンと共に回転するようにプラテンに解放可能に固定され、基板の直径より大きな幅を有している。

【０００８】

本発明の実施例は、以下の事項を含んでいてもよい。研磨シートの未使用部分は送りローラに巻き付けられてもよく、研磨シートの使用済み部分は巻取りローラに巻き付けられてもよい。駆動機構は、研磨シートの未使用部分のセグメントを送りローラから巻き戻し、研磨シートの露出部分のセグメントを巻取りローラに巻き付けることによって、研磨シートをインクレメンタルに給送してもよい。送りローラと巻取りローラは、プラテンに回転自在に連結してもよい。研磨シートの未使用部分の汚染を防止するためにガードを設けてもよい。このガードは、送りローラの付近に配置されたフレームを含んでいてもよく、このフレームは、隙間を形成するように研磨シートの上方につり下げされていてもよい。ガードは、この隙間を通るようにガスを方向付ける加圧ガスソースを更に含んでいてもよい。

【０００９】

第１および第２ローラは、プラテン上のリテーナに（例えば、リテーナの開口部を通ってローラの受け凹部内に延在するピンによって）回転自在に連結してもよい。第２ローラを

付勢して第１方向に回転させるとともに研磨シートをプラテンの上面を横切って引っ張るようにバネを配置してもよい。ラチェットが第１ローラに連結されるギヤと係合して第１ローラの回転を防ぐことにより、研磨シートがプラテンの上面を横切って移動しないようにしてもよい。エスケープクラッチを作動させてラチェットとギヤとの係合を解除することにより、第１ローラを回転できるようにしてもよい。ラチェットおよびギヤは、エスケープクラッチの作動によって第１ローラが所定の増分量だけ回転できるように構成してもよい。空気圧ラインがエスケープクラッチに連結されていて、エスケープクラッチが空気圧ラインに圧力を加えることによって作動するようになっていてもよい。スリップクラッチを第２ローラに連結して、第２ローラが第１方向と反対の第２方向に回転しないようにしてもよい。第１および第２ローラはプラテンの上面の下方に配置してもよい。

【００１０】

プラテン駆動モータはプラテンを駆動してもよい。チャンネルをプラテン内に形成して、研磨シートをプラテンに真空チャックしてもよい。このチャンネルは、プラテンのエッジに沿って延びていてもよい。プラテンの上面は、略方形の形状を有していてもよい。研磨シート中に透明領域を形成してもよく、プラテンがその透明領域に位置合せされた開口部を含んでいてもよい。光学モニタリングシステムは、光が開口部および透明領域を通って基板に当たるように光を方向付けてもよい。研磨シートは、固定研削性研磨材でも非固定研削性研磨材でもよい。キャリヤヘッドが基板を保持し、キャリヤヘッド駆動モータがキャリヤヘッドを回転させてもよい。

【００１１】

別の態様では、本発明は、複数の研磨ステーションと、その複数の研磨ステーションの上で複数の研磨ヘッドを支持するカルーセルと、を有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。各研磨ステーションは、円形プラテンか方形プラテンのいずれかを受け入れることができる回転プラテンベースと、研磨シートを直線方向にインクレメンタルに給送する駆動機構と、を含んでいる。

【００１２】

本発明の実施例は下記を含んでもよい。複数の研磨ステーションは、第１プラテン、固定研削性研磨シート、および固定研削性研磨シートを第１プラテンの上面を横切ってインクレメンタルに給送する直線駆動機構を有する第１研磨ステーションと、第２プラテンおよび第２プラテンに接着されバフ作業に適している研磨シートを有する第２研磨ステーションと、を含んでいてもよい。

【００１３】

別の態様では、本発明は、ケミカルメカニカルポリシング方法に関する。この方法では、回転プラテンの上面の上で延在する略直線状の研磨シートに基板を接触させる。研磨シートは基板の直径より大きな幅を持つ。研磨シートはプラテンに解放可能に固定され、研磨シートを回転させて基板および研磨シート間の相対運動を形成するようにプラテンが回転させられる。研磨ステップが完了した後、研磨シートはプラテンから解放され、プラテンの上面を横切って直線方向にインクレメンタルに給送される。

【００１４】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。研磨シートは、プラテンに真空チャックされてもよい。研磨シートの未使用部分が送りローラから巻き戻され、研磨シートの使用済み部分が巻取りローラに巻き付けられてもよい。基板はキャリヤヘッドと共に回転させられてもよい。

【００１５】

ある態様では、本発明は、プラテン、第１リールおよび第２リール間に延在する研磨シートと、第１および第２リールの少なくとも一方を駆動して研磨時に研磨シートをプラテンの上面を横切って直線方向に移動させるモータと、を有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。研磨シートは研磨される基板の直径よりも大きな幅を持つとともに、基板を研磨するためにプラテンの上面の上で延在する部分を有している。

【００１６】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。モータは第１および第２リールを第１方向に駆動して、研磨シートを第１リールから第２リールに搬送するとともに、第１および第２リールを第２方向に駆動して研磨シートを第２リールから第１リールへ搬送してもよい。コントローラは、モータに第１および第２リールの第１方向への駆動と第２方向への駆動を交互に行わせてもよい。コントローラは、第１および第２リールの一方がほとんど空になったときにモータを減速させるように構成されていてもよい。また、コントローラは、研磨シートが所望の速度（例えば、約１メートル／秒）で移動するようになるまでモータを加速させるように構成されていてもよい。プラテンは、プラテンの上面に流体を供給して研磨シートおよびプラテン間に流体軸受を形成する複数の通路を含んでいてもよい。流体ソースは、その複数の通路に連通されていてもよい。アクチュエータは、プラテン（これは、略方形の形状を有していてもよい）を研磨シートへ向かう方向および研磨シートから離れる方向に移動させてもよい。回転キャリヤヘッドが基板を保持してもよい。フレームおよび複数のリテーナが第１および第２リールをフレームに固定してもよい。研磨シートは、固定研削性研磨材からなる略直線状のストリップであってもよい。

【００１７】

別の態様では、本発明は、プラテン、第１ローラ、第２ローラ、第１および第２ローラ間に延在する略直線状の研磨シート、ならびに第１および第２ローラの少なくとも一方を駆動して研磨シートを第１および第２ローラ間に移動させ、研磨シートをプラテンの上面を横切って直線方向に移動させるモータを有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。研磨シートは、研磨される基板の直径よりも大きな幅を有する。研磨シートは、第１ローラに巻かれた第１部分、第２ローラに巻かれた第２部分、および基板を研磨するためにプラテンの上面の上で延在する第３部分を有している。

【００１８】

別の態様では、本発明は、プラテン、第１ローラ、第２ローラ、第１および第２ローラ間に延在する研磨シート、第１および第２ローラを駆動して研磨シートをプラテンの上面を横切って移動させるモータ、ならびに基板の研磨中にモータに研磨シートの第１方向への駆動と第２の反対方向への駆動とを交互に行わせるコントローラを有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。研磨シートは、研磨される基板の直径よりも大きな幅を有し、基板を研磨するためにプラテンの上面の上で延在する部分を有している。

【００１９】

別の態様では、本発明は、第１リールおよび第２リール間に延在する研磨シートに基板が接触させられ、研磨時に研磨シートをプラテンの上面を横切って直線方向に移動させるように第１および第２リールが駆動されるケミカルメカニカルポリシング方法に関する。研磨シートは、研磨される基板の直径よりも大きな幅を有している。

【００２０】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。第１および第２リールは、第１リールから第２リールへ研磨シートを移動させるための第１方向への駆動と、第２リールから第１リールへ研磨シートを移動させるための第２方向への駆動を交互に行ってもよい。第１および第２リールは、第１および第２リールの一方がほとんど空になる時に減速してもよい。第１および第２リールは、研磨シートが所望の速度（例えば、約１メートル／秒）で移動するようになるまで加速してもよい。流体をプラテンの上面および研磨シート間に注入してその間に流体軸受を形成してもよい。プラテンを垂直方向に動かして、基板に対する研磨シートの圧力を調節してもよい。基板を回転させてもよい。研磨シートは、固定研削性研磨材とすることができる。流体が研磨シートの孔を通って基板の表面および研磨シート間に注入されてもよい。

【００２１】

ある態様では、本発明は、第１直線方向に移動可能な第１研磨シートと、第２直線方向に移動可能な第２研磨シートと、を有するケミカルメカニカル装置に関する。第１および第２研磨シートは、研磨時に基板の表面に接触するように平行かつ同一平面に配置される。

【００２２】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。第１および第２直線方向は平行であってもよく、同一方向でも反対方向でもよい。第１および第２研磨シートは、第１ローラおよび第２ローラ間に延在してもよい。第１モータは第１ローラを回転させて第１および第２研磨シートを一方向に駆動し、第２モータは第２ローラを回転させて第１および第２研磨シートを別の反対方向に駆動してもよい。第１研磨シートは第１ローラおよび第２ローラ間に延在してもよく、第２研磨シートは第３ローラおよび第４ローラ間に延在してもよい。第１および第３ローラが回転式に連結されていてもよく、第２および第４ローラが回転式に連結されていてもよい。第１モータは第１および第３ローラを回転させて第１および第２研磨シートを一方向に駆動してもよく、第２モータは第２および第４ローラを回転させて第１および第２研磨シートを前記一方向と反対の別の方向に駆動してもよい。キャリヤヘッドは、基板の表面を第１および第２研磨シートと接触するように配置してもよい。第１および第２研磨シートはそれぞれ、基板を研磨するためにプラテンの上面の上で延在する部分を有していてもよい。プラテンが回転自在でなく、駆動システムが基板の研磨中に第１および第２研磨シートを移動させるようになっていてもよい。プラテンが回転自在で、第１および第２研磨シートをプラテンに固定して研磨中にプラテンと共に回転させてもよい。駆動システムは、第１および第２研磨シートを各研磨作業の合間にインクレメンタルに動かしてもよい。第３研磨シートは、第１および第２研磨シートと実質的に平行かつ同一平面に配置してもよい。光学モニタリングシステムは、研磨中に光線（例えば、レーザー光線）を第１および第２研磨シート間の隙間を通って基板に当たるように方向付けてもよい。

【００２３】

別の態様では、本発明は、第１直線方向に移動可能な第１研磨シート、第２直線方向に移動可能な第２研磨シート、および第３直線方向に移動可能な第３研磨シートを有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。第１、第２および第３研磨シートは、研磨中に基板の表面と接触するように平行かつ同一平面に配置される。

【００２４】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。第１および第３方向が同一方向で、第２方向が第１方向と反対の方向であってもよい。第１、第２および第３研磨シートはそれぞれ、基板を研磨するためにプラテンの上面の上で延在する部分を有していてもよい。プラテンが回転自在でなく、駆動システムが基板の研磨中に第１、第２および第３研磨シートを移動させてもよい。あるいは、プラテンが回転自在で、第１、第２および第３研磨シートをプラテンに固定して研磨中にプラテンと共に回転するようにしてもよい。駆動システムは、第１、第２および第３研磨シートを各研磨作業の合間にインクレメンタルに移動させてもよい。

【００２５】

別の態様では、本発明は、第１ローラおよび第２ローラ間に延在する第１研磨シートと、第３ローラおよび第４ローラ間に延在する第２研磨シートと、を有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。第１および第２研磨シートは、研磨中に基板の表面に接触するように平行かつ同一平面に配置される。

【００２６】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。第１対のモータは第１研磨シートを基板と相対的に移動させてもよく、第２対のモータは第２研磨シートを基板と相対的に移動させてもよい。第１対のモータの一方のモータが第１研磨シートを第１の方向に駆動させてもよく、第２対のモータの一方のモータが第２研磨シートを第２の方向に駆動させてもよい。第１および第２方向は同一方向でも反対方向でもよい。第１対のモータのもう一方のモータが第１研磨シートを第１方向と反対の方向に駆動させてもよく、第２対のモータのもう一方のモータが第２研磨シートを第２方向と反対の方向に駆動させてもよい。第３研磨シートは、第５ローラおよび第６ローラ間に延在してもよい。第３研磨シートは、第１および第２研磨シートと実質的に平行かつ同一平面に配置してもよい。第１駆動システムが第１および第３研磨シートを第１方向に移動させ、第２駆動システムが第２研磨シ

ートを第２の反対方向に移動させてもよい。

【００２７】

別の態様では、本発明は、複数の研磨面、研磨中に複数の研磨面に接触して基板を保持するキャリヤヘッド、および複数の研磨面を移動させる駆動システムを有するケミカルメカニカルポリシング装置に関する。各研磨面は基板に対する摩擦力を形成し、複数の研磨面は、基板に対する摩擦力が実質的に相殺するように配置されて駆動される。

【００２８】

別の態様では、本発明は、平行かつ同一平面に配置された複数の研磨シートに基板が接触させられ、複数の研磨シートがプラテンの上面を横切って直線的に駆動させられて基板が研磨されるケミカルメカニカルポリシング方法に関する。

【００２９】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。基板は回転してもよい。研磨シートの一方を第１方向に駆動し、研磨シートのもう一方を第２の反対方向に駆動してもよい。また、研磨シートを同一方向に駆動してもよい。

【００３０】

別の態様では、本発明は、回転プラテンの上面の上で平行かつ同一平面に配置された複数の研磨シートの少なくとも一つに基板を接触させ、複数の研磨シートを回転させるようにプラテンを回転させて、基板が複数の研磨シートを横切って掃引するようにし、研磨シートが各研磨作業の合間にプラテンの上面を横切ってインクレメンタルにかつ直線的に動かされるケミカルメカニカルポリシング方法に関する。

【００３１】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。基板は、回転するとともに横方向に振動してもよい。複数の研磨シートは、二つまたは三つの隣接する研磨シートを含んでいてもよい。

【００３２】

別の態様では、本発明は、基板を複数の研磨面と接触させ、複数の研磨面を移動させて基板を研磨するようにしたケミカルメカニカルポリシング方法に関する。各研磨面は基板に対する横方向摩擦力を形成し、これらの研磨面は、基板に対するこれらの摩擦力が実質的に相殺するように配置されて動かされる。

【００３３】

本発明の実施例は、下記の事項を含んでいてもよい。基板に対する摩擦力は、基板上に正味の横方向力が実質的に存在しないように実質的に相殺してもよい。複数の研磨シートは、第１研磨シート、第２研磨シート、および第１および第２研磨シート間に配置された第３研磨シートを含んでいてもよい。第１および第２研磨シートが第１方向に移動し、第３研磨シートが第１方向に反対の第２方向に移動してもよい。

【００３４】

本発明の利点には、下記の事項が含まれる。研磨パッドを交換することなく、より多数の基板を研磨できるので、ＣＭＰ装置の休止時間を削減するとともに、スループットを増加させることができる。給送可能な固定研削性研磨材からなるシートを研磨カートリッジ内に設置することができる。研磨カートリッジをプラテンから取り外して交換するのは容易である。円形プラテンか方形プラテン（これに研磨カートリッジが取り付けられる）のいずれかをＣＭＰ装置の各研磨ステーションに取り付けることができる。研磨装置は、固定研削性研磨材に関連した利点を得る。回転キャリヤヘッドを使用することで、基板を回転研磨シートに押し付けることができる。基板に対する横方向摩擦力を低減できるので、保持リングに対する基板の負荷を減少させて、研磨の均一性を高めることができる。基板に対する研磨シートの剛性は、研磨シート材料とは独立に調節することができる。

【００３５】

他の特徴および利点は、図面および特許請求の範囲を含む下記の説明から明らかになるであろう。

【００３６】

【発明の実施の形態】
図１および図２に示されるように、一枚以上の基板１０がケミカルメカニカルポリシング装置２０によって研磨される。同様の研磨装置は、米国特許第５，７３８，５７４号に記載されている。この特許公報の開示の全体は、引用によって本明細書に組み込まれている。研磨装置２０は、一連の研磨ステーションを支えるテーブルトップ２３を有する機械ベース２２を含んでおり、研磨ステーションは、第１研磨ステーション２５ａ、第２研磨ステーション２５ｂおよび最終研磨ステーション２５ｃと、搬送ステーション２７とを含んでいる。搬送ステーション２７は、多数の機能を果たす。この機能には、ローディング装置（図示せず）から個々の基板１０を受け取る機能、基板を洗浄する機能、基板をキャリヤヘッドに装填する機能、基板をキャリヤヘッドから受け取る機能、基板を再び洗浄する機能、そして最後に、基板をローディング装置に搬送して戻す機能が含まれる。

【００３７】
各研磨ステーションは回転プラテンを含んでいる。研磨ステーションの少なくとも一つ、例えば第１ステーション２５ａは、回転自在な方形プラテン１００に取り付けられた研磨カートリッジ１０２を含んでいる。研磨カートリッジ１０２は、固定研削性研磨材からなる直線給送式シートまたはベルトを含んでいる。残りの研磨ステーション、例えば第２研磨ステーション２５ｂおよび最終研磨ステーション２５ｃは、それぞれ「標準」研磨パッドを含んでいてもよく、これらは円形プラテン３０にそれぞれ接着される。各プラテンは、３０～２００ｒｐｍでプラテンを回転させるプラテン駆動モータ（図示せず）に連結することができる。ただし、これより高いまたは低い回転速度を使用することもできる。基板１０が直径「８インチ」（２００ｍｍ）のディスクと仮定すると、方形プラテン１００は一辺が約２０インチとなり、円形プラテン３０と研磨パッド３２、３４は直径が約３０インチになる。

【００３８】
各研磨ステーション２５ａ、２５ｂおよび２５ｃは、対応する研磨面の上方に突出する複合スラリ／リンスアーム５２も含んでいる。各スラリ／リンスアーム５２は、研磨液、スラリ、または洗浄液を研磨パッドの表面に供給するための二つ以上のスラリ供給チューブを含んでいてもよい。例えば、第１研磨ステーション２５ａで固定研削性研磨シートに供給される研磨液は研磨粒子を含まないが、第２研磨ステーション２５ｂで標準研磨パッドに供給されるスラリは研磨粒子を含むことになる。最終研磨ステーション２５ｃがバフ作業のために使用される場合、そのステーションで研磨パッドに供給される研磨液は研磨粒子を含まないことになる。通常、研磨パッド全体を覆って濡らすために充分な液体が供給される。各スラリ／リンスアームは、各研磨および調整サイクルの終了時に高圧リンスを行う幾つかのスプレーノズル（図示せず）も含んでいる。

【００３９】
標準研磨パッドを含む研磨ステーション、すなわち研磨ステーション２５ｂ、２５ｃは、オプションの関連パッド調整装置４０を含んでいてもよい。固定研削性研磨パッドを含む研磨ステーション、すなわち研磨ステーション２５ａは、研磨シートの表面から粗粒や研磨くずを除去するためにオプションの図示しない洗浄装置を含んでいてもよい。洗浄装置は、研磨シートの表面を掃引する回転式ブラシ、および／または加圧洗浄流体（例えば、脱イオン水）を研磨シートの表面にスプレーするノズルを含んでいてもよい。この洗浄装置は、連続的に、または各研磨作業の合間に運転することができる。更に、洗浄装置は固定式でもよいし、研磨シートの表面を横切って掃引するようにしてもよい。

【００４０】
更に、オプションの洗浄ステーション４５を、研磨ステーション２５ａと２５ｂの間、研磨ステーション２５ｂと２５ｃの間、研磨ステーション２５ｃと搬送ステーション２７の間、および搬送ステーション２７と研磨ステーション２５ａの間に配置して、基板がステーション間を移動するに従って基板を洗浄するようにしてもよい。

【００４１】
回転マルチヘッドカルーセル６０は、研磨ステーションの上方でセンタポスト６２によっ

て支持され、カルーセルモータアセンブリ（図示せず）によってカルーセル軸６４のまわりに回転する。カルーセル６０は、カルーセル軸６４を中心としてカルーセル支持プレート６６上に等角度間隔で取り付けられた四つのキャリヤヘッドシステムを含んでいる。これらのキャリヤヘッドシステムのうち３個は、基板を受け取って保持し、それらをステーション２５ａの研磨シートとステーション２５ｂ、２５ｃの研磨パッドに押し付けることによって研磨する。キャリヤヘッドシステムの一つは、搬送ステーション２７から基板を受け取り、また搬送ステーション２７に基板を渡す。

【００４２】

各キャリヤヘッドシステムは、キャリヤまたはキャリヤヘッド８０を含んでいる。キャリヤ駆動シャフト７８は、各キャリヤヘッドが自身の軸のまわりに独立に回転できるようにキャリヤヘッド回転モータ７６（カルーセルカバーの１／４を取り除いて図示されている）をキャリヤヘッド８０に連結する。更に、各キャリヤヘッド８０は、カルーセル支持プレート６６に形成された径方向スロット７２内で独立に横方向に振動する。

【００４３】

キャリヤヘッド８０は、幾つかの機械的機能を果たす。一般に、キャリヤヘッドは、基板を研磨面に当てて保持し、基板の裏面全体に下向きの圧力を与え、駆動シャフトから基板へトルクを伝達して、基板が研磨作業中にキャリヤヘッドの下から脱落しないようにする。適当なキャリヤヘッドは、Steven M. Zuniga他によって１９９７年５月２１日に出願され本発明の譲受人に譲渡された米国特許出願第０８／８６１，２６０号、名称「ケミカルメカニカルポリシングシステム用の可撓膜を有するキャリヤヘッド」に記載されいる。この特許の全開示は、引用によって本明細書に組み込まれている。

【００４４】

図３、４、および５によれば、研磨カートリッジ１０２は、研磨ステーション２５ａにおいて方形プラテン１００に着脱自在に固定される。研磨カートリッジ１０２は、送りローラ１３０、巻取りローラ１３２、および研磨パッド材からなる略直線状のシートまたはベルト１１０を含んでいる。研磨シートの未使用、つまり「新品」の部分１２０は、送りローラ１３０に巻き付けられ、研磨シートの使用済み部分１２２は、巻取りローラ１３２に巻き付けられる。基板を研磨するために使用される研磨シートの方形露出部分１２４は、方形プラテン１００の上面１４０の上方で、使用済み部分１２２と未使用部分１２０との間に延在する。

【００４５】

方形プラテン１００を（図３において想像線の矢印「Ａ」で示すように）回転させて研磨シートの露出部分を回転させることによって、研磨中に基板と研磨シート間の相対運動を提供することができる。各研磨作業の合間に、研磨シートを（図３において想像線の矢印「Ｂ」で示されるように）給送して、研磨シートの未使用部分を露出させることができる。研磨材が給送されると、研磨シート１１０が送りローラ１３０から巻き戻され、方形プラテンの上面を横切って移動し、巻取りローラ１３２によって巻き上げられる。

【００４６】

図６によれば、研磨シート１１０は、研磨面１１２を持つ固定研削性研磨パッドであることが望ましい。固定研削性研磨パッドは、幅が約２０インチで、厚さが約０．００５インチとすることができる。固定研削性研磨パッドは、上部層１１４と下部層１１６を含んでいてもよい。上部層１１４は、バインダ材料中に保持または埋め込まれたと粒から構成される研磨複合層である。と粒は、約０．１～約１５００ミクロンの粒子サイズを持っていてもよい。このようなと粒の例としては、シリコン酸化物、溶融アルミニウム酸化物、セラミックアルミニウム酸化物、グリーンシリコン炭化物、シリコン炭化物、クロミア、アルミナジルコニア、ダイヤモンド、鉄酸化物、セリア、立方晶窒化ホウ素、ガーネット、およびこれらの組合せがあげられる。バインダ材料は、硬化してバインダ材料を形成する有機重合性樹脂を含む前駆物質から誘導することができる。このような樹脂の例としては、フェノール樹脂、ユリアホルムアルデヒド樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート、エチレン不飽和化合物、少なくとも一つのア

クリレート側基を有するアミノプラスト誘導体、少なくとも一つのアクリレート側基を有するイソシアヌレート誘導体、ビニルエーテル、エポキシ樹脂、およびこれらの組合せがあげられる。下部層１１６は、高分子フィルム、ペーパ、クロス、金属フィルムなどの材料からなるバッキング層である。シリコン酸化物研磨粒子を備えたポリエステルベルトを有する固定研削性研磨シートは、ミネソタ州ミネアポリスの3M社から入手することができる。

【００４７】

図３、４および５に戻って説明すると、透明ストリップ１１８が研磨シート１１０の長さに沿って形成されている。透明ストリップは、シートの中央部に配置され、幅は約０．６インチとすることができる。透明ストリップ１１８は、研磨シートの製造時にこの領域の封入媒体から研磨粒子を除外することによって形成される。透明ストリップは、エンドポイント検出のために基板面の光学モニタリングを行うため、方形プラテン１００の開口部または透明窓１５４と位置合わせされている。これについては、以下でより詳しく説明する。

【００４８】

送りローラ１３０および巻取りローラ１３２は、研磨シート１１０の幅よりもわずかに長くすべきである。ローラ１３０、１３２は、長さ約２０インチ、直径約２インチのプラスチックまたは金属シリンダとすることができる。図７によれば、送りローラ１３０（送りローラのみを示すが、巻取りローラも同様に製造されるだろう）の両端面１３４は、それぞれ凹部１３６を含み、その凹部はローラをブラシに固定する支持ピン１６４（図４、８を参照）に係合する。更に、各ローラの両端面１３４は、研磨シート１１０が横方向に外れないようにエッジ１３８を面取りしてもよい。

【００４９】

図３、４および５に戻って説明すると、方形プラテン１００は、送りエッジ１４２、巻取りエッジ１４４、および二つの平行側方エッジ１４６によって境界をつけられる略平坦な方形上面１４０を含んでいる。溝１５０（図３と図５に想像線で示す）は、上面１４０に形成される。溝１５０は、上面１４０のエッジ１４２～１４６に沿って延在する略方形のパターンとすることができる。プラテン１００を通る通路１５２は、溝１５０を真空ソース２００（図９を参照）に接続する。通路１５２が真空排気されると、研磨シート１１０の露出部分１２４がプラテン１００の上面１４０に真空チャックされる。この真空チャックの助けによって、研磨中に基板と研磨シート間の摩擦から生じた横方向力が研磨シートをプラテンから引き剥がすことのないようにする。研磨シートの溝への潜在的な撓みが研磨の均一性を妨げることのないように、上面１４０の中央領域１４８には溝がない。上述のように、方形プラテン１００の上面１４０には開口部１５４が形成されている。図示しない圧縮性バッキングパッドをプラテンの上面に置いて、研磨シートに対する基板の衝撃を和らげるようにしてもよい。更に、プラテン１００は、図示しないシムプレートを含んでいてもよい。様々な厚さのシムプレートをプラテンに取り付けることで、プラテンの上面の垂直位置を調節することができる。圧縮性バッキングパッドは、シムプレートに取り付けてもよい。

【００５０】

方形プラテン１００はまた、送りローラ１３０および巻取りローラ１３２を送りエッジ１４２および巻取りエッジ１４４でそれぞれ保持する四つのリテーナ１６０も含んでいる。各リテーナ１６０は、開口部１６２を含んでいる。各リテーナでは、ピン１６４が開口部１６２を通って凹部１３６（図７を参照）内に延在し、ローラ１３０、１３２をプラテン１００に回転自在に連結する。研磨カートリッジ１０２をプラテン１００に固定するために、送りローラ１３０を送りエッジ１４２に沿って二つのリテーナ間の空間に滑り込ませ、二つのピン１６４をリテーナ１６０内の対向開口部１６２を通して挿入して送りローラの二つの対向凹部に係合させる。同様に、巻取りローラ１３２を、二つのリテーナ間に巻取りエッジ１４４に沿って適切に滑り込ませ、対向開口部１６２を通して二つのピン１６４を挿入して巻取りローラの二つの対向凹部に係合させることによって、プラテン１００

に取り付ける。

【００５１】

図８に示されるように、各ローラ１３０、１３２からの一つのピン１６４がギヤアセンブリ１６６ａ、１６６ｂ（図１０も参照）を貫通してもよい。このギヤアセンブリは、ピンの回転を制御し、従ってローラの回転を制御する。ギヤアセンブリ１６６ａは、ネジまたはボルト１６７で方形プラテン１００の側面に固定してもよいし、カバー１６８がギヤアセンブリ１６６を研磨プロセス中の汚染から保護してもよい。

【００５２】

ローラ１３０および１３２は、研磨シート全体が両ローラに巻き付けられるときに研磨シートがプラテンの送りエッジ１４２および巻取りエッジ１４４に接触した状態になるように、上面１４０より充分に下に配置しなければならない。これは、真空が通路１５２に与えられて研磨シートをプラテンに真空チャックするときに、研磨シートと方形プラテンとの間にシールを形成するのに役立つ。更に、プラテンの送りエッジ１４２と巻取りエッジ１４４とを丸めて、研磨シートがプラテンを横切って動くときに研磨シートの下側が磨耗しないようにする。

【００５３】

図９に示すように、方形プラテン１００は、回転プラテンベース１７０に固定される。方形プラテン１００とプラテンベース１７０とは、プラテンベース１７０の底部に皿座ぐりされた数個の外周ねじ１７４によって結合してもよい。第１カラー１７６は、ねじ１７８によってプラテンベース１７０の底部に連結され、環状軸受１８０の内レースを捕捉するようになっている。一組のねじ１８３によってテーブルトップ２３に連結される第２カラー１８２は、環状軸受１８０の外レースを捕捉する。環状軸受１８０は、プラテン駆動モータによるプラテンの回転を可能にしつつ、方形プラテン１００をテーブルトップ２３上に支持する。

【００５４】

プラテンモータアセンブリ１８４は、取付けブラケット１８６を介してテーブルトップ２３の底部にボルト締めされる。プラテンモータアセンブリ１８４は、出力駆動シャフト１９０を有するモータ１８８を含んでいる。出力シャフト１９０は、一体モータシース１９２に装着されている。駆動ベルト１９４は、モータシース１９２およびハブシース１９８のまわりに巻き付いている。ハブシース１９６は、プラテンハブ１９８によってプラテンベース１７０に結合される。このため、モータ１８８は方形プラテン１００を回転させることができる。プラテンハブ１９８は、下部プラテンベース１７０およびハブシース１９６に対してシールされる。

【００５５】

空気圧制御ライン１７２は、方形プラテン１００中を延在し、通路１５２を（従って、溝１５０も）真空または圧力ソースに接続する。空気圧ライン１７２を使用することで、研磨シートを真空チャックするとともに、研磨シート給送機構に電力を供給したり作動させることができる。これについては、以下で詳細に説明する。

【００５６】

プラテン真空チャック機構および研磨シート給送機構には、ポンプや加圧ガスソースなどの固定空気圧源２００によってパワーを供給してもよい。空気圧源２００は、流体ライン２０２によってコンピュータ制御バルブ２０４に接続される。コンピュータ制御バルブ２０４は、第２流体ライン２０６によってロータリ継手２０８に接続される。ロータリ継手２０８は、空気圧源２００を回転シャフト２１２内の軸方向通路２１０に接続し、継手２１４は、軸方向通路２１０を可撓空気圧ライン２１６に接続する。

【００５７】

真空チャック通路１５２は、方形プラテン１００を通る空気圧ライン１７２、プラテンベース１７０内の通路２２０、プラテンハブ１９８内の垂直方向通路２２２、およびハブシース１９６内の通路２２４を介して、可撓空気圧ライン２１６に接続することができる。Ｏリング２２６を用いて、各通路をシールしてもよい。

【００５８】
汎用プログラマブルディジタルコンピュータ２８０が、バルブ２０４、プラテン駆動モータ１８８、キャリヤヘッド回転モータ７６、およびキャリヤヘッドラジアル駆動モータ（図示せず）に適切に接続される。コンピュータ２８０は、バルブ２０４を開閉し、プラテン１００を回転させ、キャリヤヘッド８０を回転させるとともに、キャリヤヘッドをスロット７２に沿って動かすことができる。
【００５９】
図８および図１０によれば、研磨カートリッジおよびプラテンは、研磨シート１１０をインクレメンタルに給送するシート給送機構を含んでいる。具体的には、送りローラ１３０に隣接するギヤアセンブリ１６６ａは、ピン１６４に回転式に固定される送りギヤホイール２３０を含んでいる。送りギヤホイール２３０は、エスケープクラッチ２３４によって所定の位置に保持されたラチェット２３２と噛み合う。ラチェット２３２およびエスケープクラッチ２３４はギヤアセンブリ１６６ａ内に収容できるので、図８には図示されていない。
【００６０】
送りローラ１３２に隣接するギヤアセンブリ１６６ｂ（図８には図示せず）は、ピン１６４に回転式に固定される送りギヤホイール２４０を含んでいる。巻取りギヤホイール２４０は、スリップクラッチ２４４およびねじりバネ２４２に係合する。ねじりバネ２４２は、巻取りローラを回転させて研磨シートを給送するための一定トルクを付与する。更に、スリップクラッチ２４４は、巻取りローラ１３２が、ねじりバネ２４２によって加えられたトルクに逆らって回転することを防止する。
【００６１】
ラチェット２３２が送りローラ上の送りギヤホイール２３０と噛み合っている間、研磨シート１１０は前進することができない。このため、ねじりバネ２４２およびスリップクラッチ２４４は、研磨シート１１０を研磨シートの露出部分が方形プラテン１００の上面を横切って伸張された張り状態に保つ。しかしながら、エスケープクラッチ２３４が作動すると、ラチェット２３２は送りギヤホイールから解放され、巻取りローラ１３２は、送りギヤホイール２３０がラチェット２３２と再び噛み合うまで（例えば、１ノッチだけ）回転することができる。エスケープクラッチ２３４は、研磨シート１１０をプラテン１００に真空チャックするために使用される同じ空気圧ライン１７２によって空気圧式に制御することができる。図示しないチューブが空気圧ライン１７２をギヤアセンブリ１６６ａに接続してもよい。正圧が空気圧ライン１７２に加えられると、エスケープクラッチ２３４が作動してラチェット２３２を動かす。これによって、送りローラは１ノッチだけ回転できるので、それに応じて研磨シートがプラテンを横切って給送されることになる。別個の空気圧ラインがエスケープクラッチを制御することもできるが、このためには追加の回転フィードスルーが必要になる。その他に、直線駆動機構は、ギヤアセンブリの一つと噛み合って研磨シートを手動で給送するラチェット１６９（図８を参照）を含んでいてもよい。
【００６２】
研磨中に生じる可能性のある問題は、研磨シートの未使用部分がスラリや研磨くずによって汚染されうることである。図１１に示されるように、送りローラがプラテン上面の下方でプラテンの送りエッジの内側に配置されるように、方形プラテン１００の一部１５６が送りローラ１３０の上に突出してもよい。このため、プラテンの本体が送りロールを汚染から遮蔽する。その他に、ほぼ半円形の断面を有する細長いカバーを各ローラのまわりに配置することができる。この細長カバーは、リテーナに固定することができる。研磨シートは、このカバーとプラテンとの間の狭い隙間を通過することになる。
【００６３】
更に、汚染ガード２５０を方形プラテンの送りエッジの上方に配置することができる。汚染ガードには、研磨シート１１０の幅に沿って延在し、シートの上方につり下げられて狭い隙間２５４を形成するフレーム２５２が含まれている。ポンプなどの流体ソース（図示

せず）は、空気などのガスを通路２５６を介して隙間２５４に強制的に通し、矢印２５８で示す均一な空気流を提供する。隙間２５４を通る空気の流れは、研磨液や研磨くずが汚染ガード２５０の下を通って送りローラ１３０上の研磨シートの未使用部分を汚染するのを防ぐ。

【００６４】

図１２によれば、開口部または孔１５４がプラテン１００に形成され、研磨シート１１０の透明ストリップ１１８と位置合わせされる。開口部１５４および透明ストリップ１１８は、研磨ヘッドの変化する位置に関係なく、プラテンの回転の一部の間、基板１０が「見える」ように配置される。光学モニタリングシステム９０は、プラテン１００の下方に配置され、プラテン１００に取り付けられる。例えば、光学モニタリングシステム９０は、プラテンと共に回転するようにプラテン１００とプラテンベース１７０との間でプラテン１００に固定される。光学モニタリングシステムは、レーザーなどの光源９４と検出器９６を含んでいる。光源は、開口部１５４および透明ストリップ１１８中を伝播して基板１０の露出面に当たる光線９２を発生させる。

【００６５】

運転時には、ＣＭＰ装置は、光学モニタリングシステム９０を使って、基板上の層の厚さを検出したり、基板の表面から除去された材料の量を検出したり、あるいは表面がいつ平坦化されたかを特定する。コンピュータ２８０を光源９４および検出器９６に接続してもよい。コンピュータおよび光学モニタリングシステム間の電気的接続は、ロータリ継手２０８によって形成してもよい。このコンピュータは、基板が窓と重なるときに光源を作動させ、検出器からの測定値を記憶し、出力装置９８上に測定値を表示し、研磨エンドポイントを検出するようにプログラムすることができる。これは、Manush Birang他によって１９９６年８月１６日に出願されて本発明の譲受人に譲渡された米国特許出願第０８／６８９，９３０号、名称「ケミカルメカニカルポリシング装置用の研磨パッドに透明窓を形成する方法」に記載されている。この全開示内容は、引用によって本明細書に組み込まれる。

【００６６】

運転時には、研磨シート１１０の露出部分１２４が、通路１５２に真空を加えることによって方形プラテン１００に真空チャックされる。基板は、研磨シート１１０と接触するようにキャリヤヘッド８０によって下げられ、プラテン１００とキャリヤヘッド８０が共に回転して基板の露出面を研磨する。研磨の後、基板は、キャリヤヘッドによって研磨パッドから取り上げられる。通路１５２の真空は除去される。研磨シートは、空気圧ライン１７２に正圧を加えて給送機構を作動させることにより給送される。これにより、研磨シートの新たなセグメントが露出される。この後、研磨シートが方形プラテンに真空チャックされ、新しい基板が研磨シートに接触するように下げられる。このようにして、各研磨作業の合間に研磨シートをインクレメンタルに給送することができる。研磨ステーションが洗浄装置を含む場合、研磨シートを各研磨作業の合間に洗浄してもよい。

【００６７】

シートを給送する量は、希望する研磨均一性と研磨シートの特性に依存するが、１回の研磨作業当り０．０５～１．０インチのオーダー（例えば、０．４インチ）とすべきである。研磨シートの露出部分１２４の長さが２０インチで、研磨シートが各研磨作業後に０．４インチ前進すると仮定すると、研磨シートの全露出部分は約５０回の研磨作業後に置き換えられることになる。

【００６８】

図１３によれば、第２研磨ステーション２５ｂでは、円形プラテンが、粗面２６２、上部層２６４および下部層２６６を有する円形研磨パッド３２を支持することができる。下部層２６６は、感圧接着層２６８によってプラテン３０に取り付けることができる。上部層２６４は、下部層２６６よりも硬くてもよい。例えば、上部層２６４は、微孔ポリウレタンまたは充填剤混合ポリウレタンから構成することができ、下部層２６６は、ウレタンを用いて浸出された圧縮フェルト繊維から構成することができる。上部層がＩＣ－１０００

またはＩＣ－１４００からなり下部層がＳＵＢＡ－４からなる二層研磨パッドは、デラウェア州ニューアークのRodel社から市販されている（ＩＣ－１０００、ＩＣ－１４００およびＳＵＢＡ－４は、Rodel社の製品名である）。プラテン３０の開口部３６の上方において研磨パッド３２中には、透明窓２６９を形成することができる。

【００６９】

図１４によれば、最終研磨ステーション２５ｃでは、プラテンは、全般的に円滑な表面２７２と単一の軟質層２７４とを有する研磨パッド３４を支持することができる。層２７４は、感圧接着層２７８によってプラテン３０に取り付けることができる。層２７４は、毛羽立てされた微孔質の合成材料から構成することができる。適当な軟質研磨パッドは、Polytexの商品名でRodel社から市販されている。研磨パッド３２および３４は、基板の面にわたるスラリの分配を改善するために、あるパターンでエンボス加工またはスタンピングしてもよい。研磨ステーション２５ｃは、その他の点では研磨ステーション２５ｂと同一とすることができる。開口部３６の上方において研磨パッド３４中には、透明窓２７９を形成することができる。

【００７０】

ＣＭＰ装置は研磨シートをプラテンに真空チャックするものとして説明しているが、他の技術を使って研磨中に研磨シートをプラテンに固定してもよい。例えば、研磨シートのエッジを一組のクランプによってプラテンの側面にクランプしてもよい。

【００７１】

また、ローラは、開口部を通して挿入されるピンによってリテーナに連結されるものとして説明しているが、ローラをプラテンに回転自在に連結するには、他のいくつもの取付け方が可能である。例えば、リテーナの内面に凹部を形成して、ローラの端面から突出するピンと係合するようにしてもよい。リテーナ１６０をわずかに屈曲性にし、ローラをリテーナにスナップ嵌めしてもよい。その他に、リテーナの内面の凹部が、張力によってローラを捕捉するラビリンス路を形成してもよい。またその他に、リテーナがプラテンにピボット式に取り付けられ、リテーナが所定の位置にロックされるとローラがリテーナと係合できるようになっていてもよい。

【００７２】

更に、本ＣＭＰ装置は、固定研削性研磨シートを持つ一つの方形プラテンと、標準パッドを持つ二つの円形プラテンを有するものとして説明しているが、他の構成も可能である。例えば、装置は１、２または３個の方形プラテンを含むことができる。実際、このＣＭＰ装置の一つの利点は、各プラテンベース１７０が方形プラテンと円形プラテンのいずれも受け入れることができることである。各方形プラテン上の研磨シートは、固定研削性研磨材でも非固定研削性研磨材でもよい。同様に、円形プラテン上の各研磨パッドは、固定研削性研磨材でも非固定研削性研磨材でもよい。標準研磨パッドは、単一の硬質層（例えば、ＩＣ－１０００）、単一の軟質層（例えば、Polytexパッドの場合）、または二層の積層体（例えば、ＩＣ－１０００／ＳＵＢＡ ＩＶ 組合せ研磨パッドの場合）を有することができる。異なるスラリ、および異なる研磨パラメータ（例えば、キャリヤヘッド回転速度、プラテン回転速度、キャリヤヘッド圧力）を異なる研磨ステーションで使用することができる。

【００７３】

このＣＭＰ装置の一つの実施例は、一次研磨用の固定研削性研磨シートを持つ二つの方形プラテンと、バフ作業用の軟質研磨パッドを持つ一つの円形プラテンとを含んでいる。研磨パラメータ、パッド組成およびスラリ組成を、第１研磨シートが第２研磨シートよりも早い研磨速度を持つように選択することができる。

【００７４】

図１５および図１６を参照すると、別の実施例では、研磨ステーションの少なくとも一つ（例えば、第１研磨ステーション）は、研磨カートリッジ１０２′と非回転プラテン３００とを含んでいる。研磨カートリッジ１０２′は、第１ローラまたはリール１３０′、第２ローラまたはリール１３２′、および研磨材（固定研削性研磨材など）からなる略直線

状のシートまたはベルト１１０′を含んでいる。研磨シートの第１部分１２０′は第１ローラ１３０′に巻き付けられ、研磨シートの第２部分１２２′は第２ローラ１３２′に巻き付けられる。研磨シートの露出部分１２４′は、プラテンの上方において第１および第２ローラ間に延在している。

【００７５】

四つのリテーナ３１０（図１６で想像線で示す）は、研磨ステーションのテーブルトップ２３に固定される。研磨カートリッジ１０２′は、リテーナ３１０によってテーブルトップに着脱自在に固定される。上述のように、研磨カートリッジをリテーナに連結するにあたって様々な態様が可能である。例えば、ローラ１３０′、１３２′の両端面は、ローラを関連リテーナに回転自在に連結する支持ピン３１２と係合してもよい。

【００７６】

駆動機構３２０は、ローラ１３０′および１３２′の回転を制御する。駆動機構３２０は二つのモータを含むことができる。一方のモータは第１ローラ１３０′を回転させ、他方のモータは第２ローラ１３２′を回転させる。各ローラは、その関連モータ３２２によって、それぞれの巻取り方向に駆動させることができる。研磨シートが巻取りローラに巻かれるに従ってローラの実効直径が変化するので、これによりローラの巻取り速度が変化することに注意すべきである（ローラは一定角速度で回転すると仮定している）。一度に１個のローラをその対応する巻取り方向に駆動することによって、巻取りローラの実効直径と関係なく、研磨シートが張り状態に保たれる。勿論、他の多くの駆動機構が可能である。例えば、より複雑な駆動機構を使用すれば、両方のローラを単一のモータで駆動することができるだろう。

【００７７】

研磨中、研磨シート１１０′は、駆動機構３２０によって、基板の露出部分を横切るように直線的に駆動され、基板と研磨シートとの間の相対運動をもたらす。図１７（ａ）に示されるように、研磨シートは、最初、（矢印「Ｃ」で示すように）第１ローラ１３０′から第２ローラ１３２′へと駆動される。具体的には、研磨シートが第１ローラ１３０′から巻き戻され、プラテンの上面を横切って移動し、第２ローラ１３２′によって巻き取られる。図１７（ｂ）に示されるように、第１ローラ１３０′が空になって第２ローラ１３２′が一杯になると、研磨シートは方向を反転し、研磨シートが（矢印「Ｄ」で示すように）第２ローラ１３２′から第１ローラ１３０′へと駆動される。具体的には、研磨シートは第２ローラ１３２′から巻き戻され、方形プラテンの上面を横切って移動し、第１ローラ１３０′によって巻き取られる。第１ローラ１３０′が一杯になって第２ローラ１３２′が空になると、研磨シートは再び方向を逆にして、第１ローラ１３０′から第２ローラ１３２′へと駆動される。要するに、研磨シートは、基板の研磨が完了するまで、一方向への駆動と逆方向への駆動を交互に行う。

【００７８】

研磨シートの適切な速度は、希望する研磨速度および研磨シートの特性に依存するが、約１メートル／秒のオーダーとすべきである。駆動モータ３２２は、研磨シートが過度の応力で破断しないように、ローラがほとんど空になったときに減速してもよい。更に、研磨シートが方向を反転するとき、モータが加速して研磨シートを希望の研磨速度まで上げる。従って、研磨シートの速度は必ずしも均一ではない。

【００７９】

図１５および図１６に戻って説明すると、プラテン３００は、ほぼ平坦な方形上面３０２を含んでいる。複数の通路３０４（図１５に想像線で示す）がプラテン３００を通るように形成される。流体供給ライン３０６は、通路３０４を流体ソース３０８に接続する。研磨の間、流体は通路３０４を通してプラテンの上面と研磨シートとの間の隙間３０９に強制的に供給され、これらの間に流体軸受を形成する。この流体軸受の助けによって、研磨中、研磨シートが磨耗したりプラテンに固着しないようになる。更に、開口部や孔が研磨シートに形成されていると、通路の一つを使って研磨流体（例えば、研磨プロセスを補助する化学物質の混合物）を注入し、研磨シートの孔を通して基板表面と研磨シートとの間

に研磨流体を供給することができる。

【００８０】

プラテン３００は、基板に対する研磨シートの圧力を調節するために垂直方向に移動可能であってもよい。空気圧アクチュエータや加圧式ベローズなどのアクチュエータ３３０がプラテン３００をＣＭＰ装置のテーブルトップに結合して、必要に応じてプラテンを上下させるようにしてもよい。

【００８１】

図１８および図１９によれば、別の実施例では、少なくとも一つの研磨ステーション（例えば、第１研磨ステーション）が、第１研磨カートリッジ３５０、第２研磨カートリッジ３６０、および回転方形プラテン３７０を含んでいる。第１研磨カートリッジ３５０は、第１ローラまたはリール３５２、第２ローラまたはリール３５４、および固定研削性研磨材等からなる略直線状のシートまたはベルト３５６を含んでいる。同様に、第２研磨カートリッジ３６０は、第１ローラまたはリール３６２、第２ローラまたはリール３６４、および固定研削性研磨材等からなる略直線状のシートまたはベルト３６６を含んでいる。研磨シート３５６、３６６は、同一の研磨材から構成されていてもよいし、異なる研磨材から構成されていてもよい。

【００８２】

研磨カートリッジ３５０、３６０は、研磨シート３５６、３６６の露出部分が比較的狭い隙間３７２によって分離された二つの平行共面ストリップとして配置されるように、リテーナ３７１を用いてプラテン３７０に取り付けることができる。研磨中、プラテン３７０は、基板と研磨シートとの間で相対運動を作るように回転させられる（研磨中に基板１０によってスイープされる領域は、想像線３７９で示されている）。各研磨作業の合間に、研磨シートをインクレメンタルに給送して研磨シートの未使用部分を露出させる。研磨シート３５４、３６４は、同一方向にも反対方向にもインクレメンタルに給送することができる。

【００８３】

二つの溝３７６（図１８に想像線で示す）がプラテン３７０の上面３７８に形成されている。各溝は略方形のパターンを形成し、一方の研磨シートがそれぞれの溝の上に重なるようになっている。これらの溝は双方とも真空ソースに接続され、それらの対応する研磨シートをプラテンに真空チャックする。

【００８４】

細長い透明窓３７４がプラテンに形成され、研磨シート３５２および３６２間の隙間に位置合わせされている。光学モニタリングシステムは、光線が窓３７４および隙間３７２を通って研磨中の基板に当たるように光線の向きを設定する。この実施例の利点は、透明ストライプを持つ研磨シートを必要としないことである。

【００８５】

図２０によれば、別の実施例では、少なくとも一つの研磨ステーション（例えば、第１研磨ステーション）が、非回転プラテン３７０′の上で機械ベースに取り付けられる第１研磨カートリッジ３５０′および第２研磨カートリッジ３６０′を含んでいる。第１研磨カートリッジ３５０′は第１ローラまたはリール３５２′、第２ローラまたはリール３５４′、および固定研削性研磨材からなる略直線状のシートまたはベルト３５６′を含んでいる。同様に、第２研磨カートリッジ３６０′は、第１ローラまたはリール３６２′、第２ローラまたはリール３６４′、および固定研削性研磨材からなる略直線状のシートまたはベルト３６６′を含んでいる。研磨シート３５６′、３６６′の露出部分は、比較的狭い隙間３７２′によって分離された二つの平行共面ストリップとして配置される。基板１０（想像線で示す）は、両研磨シート３５４′、３６４′の上に位置するように配置される。

【００８６】

図２２によれば、プラテン３７０′は、第１研磨シート３５６′の下に位置する第１流体軸受面３８０、第２研磨シート３６６′の下に位置する第２流体軸受面３８２、およびこ

れらの軸受面を分離するチャンネル３８４（図１７に想像線で示す）を含んでいる。更に、チャンネル３８５を軸受面の外側エッジに沿って形成してもよい。研磨中、研磨液は、研磨シートのエッジから流れ落ちて、チャンネル３８４および３８５に流入する。通路３８８はプラテンを通って延在し、出口３８７を介したチャンネル３８４および３８５からの研磨液の排出を可能にする。チャンネル３８４内に配置される透明窓３８６は、光学モニタリングシステム９０′用の観察ポートを提供する。具体的には、光学モニタリングシステム９０′は、光線９２′が窓３８６および隙間３７２′を通って研磨中の基板表面に当たるように光線９２′の向きを設定することができる。窓３８６は、チャンネル３８４の底部の上方に突出しているべきであるが、軸受面３８０および３８２の上方に突出すべきではない。このようにして、研磨中、ほぼ遮られることなく、窓を介して基板の底面を見ることができる。更に、通路３９０がプラテン３７０′を通るように形成されている。流体ソース３９１は、軸受面と研磨シートの下面との間に流体を注入するように通路３９０に接続されている。

【００８７】

図２０に戻って説明すると、研磨中、研磨シート３５４′、３６４′は、一方向への駆動と逆方向への駆動を交互に行う。具体的には、第１対のモータ３９２および３９４が第１対のローラ３５２′および３６２′をそれぞれ駆動し、第２対のモータ３９６および３９８が第２対のローラ３５４′および３６４′を駆動することができる。研磨シート３５４′および３６４′は、モータ３９２、３９４および３９６、３９８によって反対方向（それぞれ矢印ＥおよびＦで示す）に駆動させることができる。隙間の上に位置する基板領域で除去速度が低くなることを避けるために、基板を比較的低い速度で回転および／または横方向に振動させることができる。

【００８８】

その他に、図２１に示されるように、研磨シート３５４′、３６４′を同一方向（それぞれ想像線ＧおよびＨで示す）に駆動させることもできる。この場合、ローラ３５２″、３６２″は、例えば駆動シャフト３５８によって、回転自在に連結することができる。同様に、ローラ３５４″、３６４″は、例えば駆動シャフト３６８によって、回転自在に連結することができる。第１モータ３９２′はローラ３５２″、３６２″を駆動し、第２モータ３９６′はローラ３５４″、３６４″を駆動することができる。これにより、双方の研磨シートは同一方向に同一速度で動くことになる。更に、各ローラ対の代わりに、二つの別個の研磨シートを運ぶ単一のローラを用いることも可能である。この場合、中央リテーナをなくすことができる。

【００８９】

図２３によれば、更に別の実施例において、研磨ステーションの少なくとも一つ（例えば、第１研磨ステーション）は、一つの内側研磨カートリッジ４００と二つの外側研磨カートリッジ４１０とを含んでいる。内側研磨カートリッジ４００は第１ローラまたはリール４０２、第２ローラまたはリール４０４、および固定研削性研磨材からなる略直線状のシートまたはベルト４０６を含んでいる。同様に、外側研磨カートリッジ４１０は、第１ローラまたはリール４１２、第２ローラまたはリール４１４、および固定研削性研磨材からなる略直線状のシートまたはベルト４１６を含んでいる。内側および外側研磨シート４０６、４１６は、比較的狭い隙間４２０によって各々が分離された三つの実質的に平行なストリップとして配置される。光学モニタリングシステムは、研磨シート間の隙間の一つを通るように基板の表面上に光線を向けることができる。外側研磨カートリッジ４１０のローラ４１２、４１４は方形の配置をとるように位置決めされる。更に、中央カートリッジ４００のローラ４０２、４０４は、外側カートリッジのローラよりも離れた間隔で配置される。その結果、中央研磨シート４０６の露出部分は、どちらの外側研磨シート４１６の露出部分よりも長い。

【００９０】

図２３に示すように、研磨カートリッジは回転プラテン４３０に取り付けられ（図１８および図１９に示す実施例と同様）、研磨シートは各研磨作業の合間にインクレメンタルに

動かすことができる。カートリッジ用の駆動システムは図示しないが、図３～図７の実施例で示すものと同様とすることができる。プラテンが回転するに従って、基板１０は、研磨シートの各々をカバーする経路（想像線４３２で示す）の上をスイープする。ローラの千鳥配置によって回転プラテンの対角長が減少するので、プラテンによってスイープされる円（想像線４３４で示す）の半径が減少し、スペースがより効率良く使用される。

【００９１】

その他に、図２４に示すように、研磨カートリッジを非回転プラテン４３０′の上の機械ベースに取り付けて（図２０および図２２に示す実施例と同様）、研磨シートを研磨中に連続的に動かすことができる。中央研磨シート４０６′は一対のモータ４０８によって駆動することができ、外側研磨シート４１６′は二対のモータ４１８によって駆動することができる。各研磨シートは、モータの一方による一方向への駆動と他方のモータによる反対方向への駆動を交互に行うことができる。勿論、外側研磨シート４１６′を同一方向に駆動する場合は、外側ローラ４１２′および４１４′は共通の駆動シャフトを持つことができる。この場合、外側研磨シートは、一対のモータのみによって駆動させることができる。基板１０は、少なくとも二つ、好ましくは三つすべての研磨シートの上に重なるように配置される。基板は、隙間の上に位置する基板領域において除去速度が低下することを防ぐために、比較的低い速度で回転および／または横方向に振動させることができる。

【００９２】

図２４の実施例では、中央研磨シートは、外側研磨シートと反対の方向に駆動することができる（それぞれ矢印ＩおよびＪで示す）。実際には、三つの研磨シートを、基板上の全横方向力、すなわち基板面内の力を（従来の回転または直線研磨システムと比較して）低減するか実質的に除去するように駆動させることができる。具体的には、中央および外側研磨シートが実質的に同一の速度で反対方向に駆動され、かつ外側研磨シートに接触する基板の表面積４２４が中央研磨シートに接触する基板の表面積４２２と実質的に等しい場合、基板に加わる摩擦力は実質的に打ち消し合うことになる。その結果、基板に加わる全横方向力は、基板上に大きなトルクを作ることなく、低減されるか実質的に除去される。これは、当然、保持リングに対する基板の負荷を減少させるので、基板の変形を少なくして研磨の均一性を高めることになる。表面積４２２が表面積４２４よりも大きいか小さい場合は、全横方向力が実質的に減少するように研磨シートの相対速度を調節することができる。

【００９３】

更に、研磨シートを異なる速度で駆動して、基板の異なる部分における相対研磨速度を調節することができる。中央および外側研磨シートを反対方向に駆動したり、すべての研磨シートを同一方向に駆動したり、二つの外側研磨シートを反対方向（その一方は中央研磨シートの方向と合致することになる）に駆動することも可能である。

【００９４】

本発明は図示および説明した実施態様に限定されるものではなく、本発明の範囲は特許請求の範囲によって定められる。

【図面の簡単な説明】

【図１】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１のＣＭＰ装置の平面図である。

【図３】図１のＣＭＰ装置の第１研磨ステーションの平面図である。

【図４】方形プラテンおよび研磨カートリッジの概略分解斜視図である。

【図５】方形プラテンに取り付けられた研磨カートリッジの概略斜視図である。

【図６】固定研削性研磨シートの概略断面図である。

【図７】図４の研磨カートリッジの送りローラの概略断面図である。

【図８】方形プラテンに対する送りローラの結合部の概略分解斜視図である。

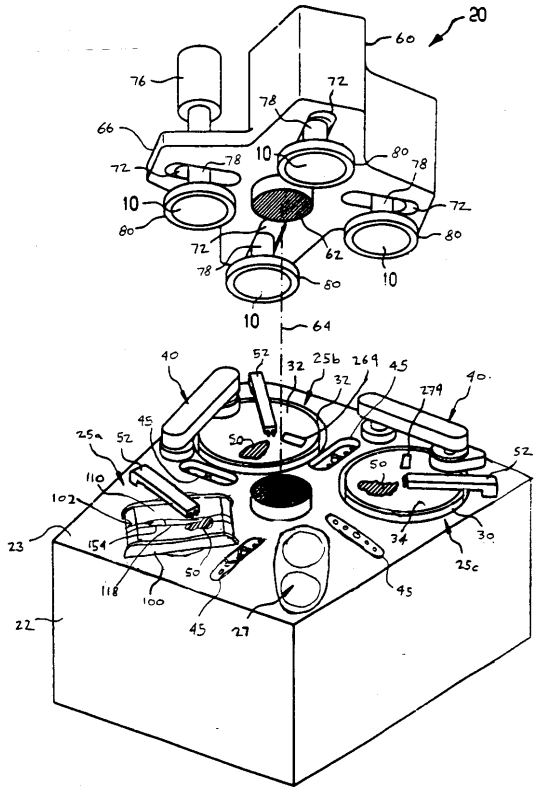
【図９】図３の研磨ステーションの概略断面図である。

【図１０】研磨シート給送システムの概略図である。

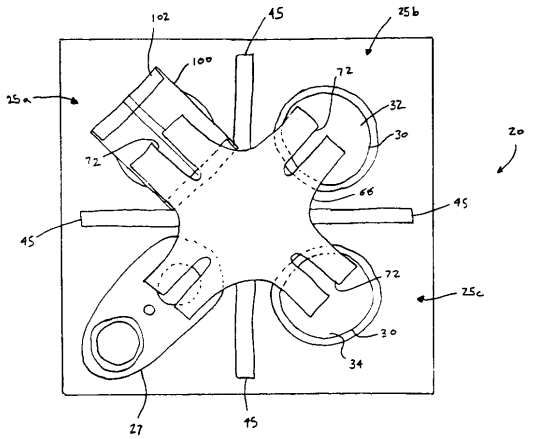
【図１１】給送可能研磨シートを持つプラテン用の汚染防止システムの概略部分断面図お

よび部分斜視図である。
【図１２】光学エンドポイント検出システムを有する研磨ステーションの概略断面図である。
【図１３】第２研磨ステーションのプラテンと研磨パッドの概略断面図である。
【図１４】最終研磨ステーションのプラテンと研磨パッドの概略断面図である。
【図１５】研磨時に基板を横切って直線方向に動く研磨シートを含む研磨ステーションの概略平面図である。
【図１６】図１５の研磨ステーションの概略断面側面図である。
【図１７】（ａ）および（ｂ）は、研磨時の研磨シートの動きを示す概略断面図である。
【図１８】二つの研磨カートリッジと一つの回転プラテンを含む研磨ステーションの概略平面図である。
【図１９】図１８の研磨ステーションのプラテンおよび研磨カートリッジの概略分解斜視図である。
【図２０】二つの研磨カートリッジと一つの非回転プラテンを含む研磨ステーションの概略平面図であり、研磨シートが反対方向に駆動されている。
【図２１】二つの研磨カートリッジと一つの非回転プラテンを含む研磨ステーションの概略平面図であり、研磨シートが同一方向に駆動されている。
【図２２】図２０の研磨ステーションの概略断面図である。
【図２３】三つの研磨カートリッジと一つの回転プラテンを含む研磨ステーションの概略平面図である。
【図２４】三つの研磨カートリッジと一つの非回転プラテンを含む研磨ステーションの概略平面図である。
【符号の説明】
１０…基板、２０…ケミカルメカニカルポリシング装置、２２…機械ベース、２３…テーブルトップ、２５ａ、ｂ、ｃ…研磨ステーション、２７…搬送ステーション、３０…円形プラテン、３２…研磨パッド、３６…開口部、４５…洗浄ステーション、５２…リンスアーム、６０…カルーセル、６２…センタポスト、６４…カルーセル軸、７２…スロット、７６…キャリヤヘッド回転モータ、８０…キャリヤヘッド、９０…光学モニタリングシステム、１００…プラテン。

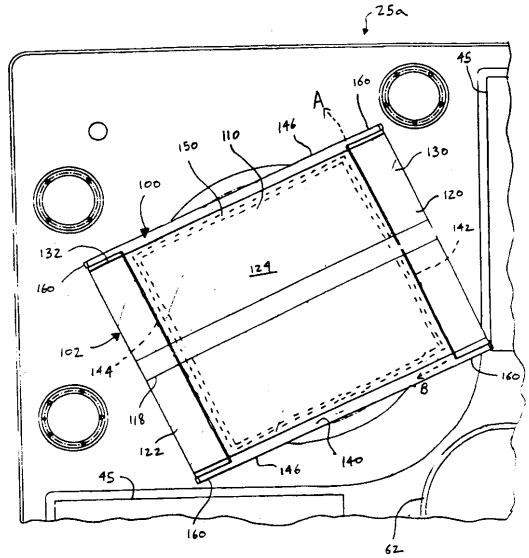
【図１】



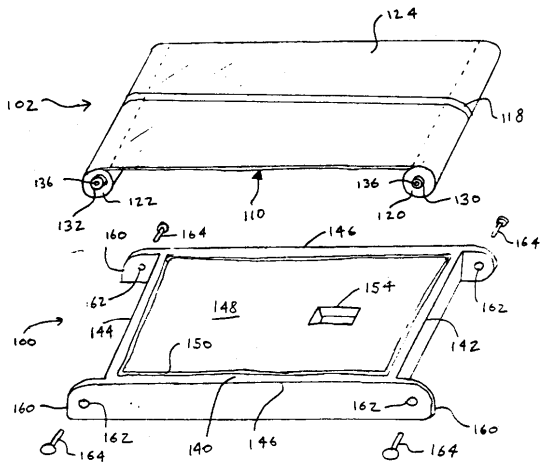
【図２】



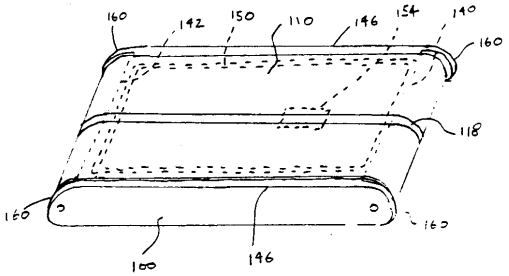
【図３】



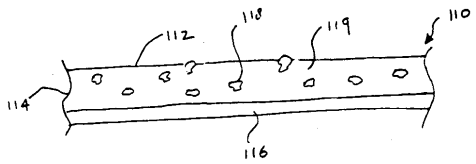
【図４】



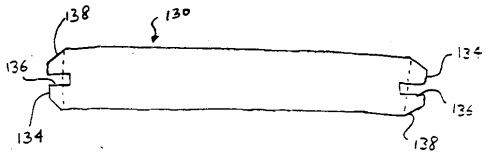
【図５】



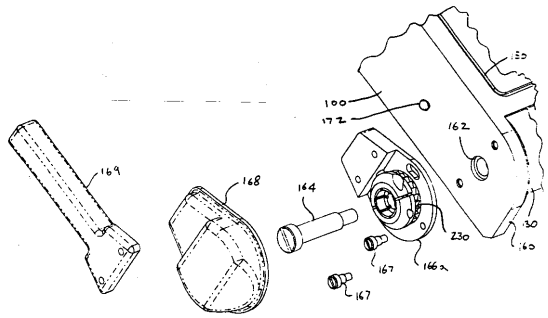
【図６】



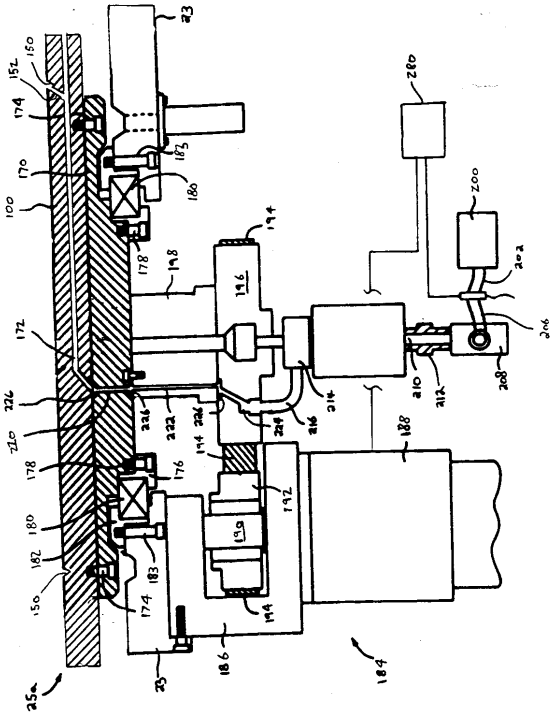
【図７】



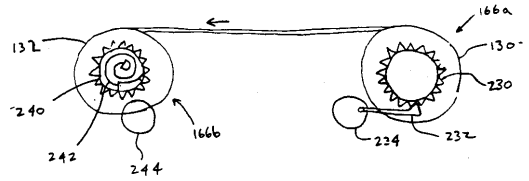
【図８】



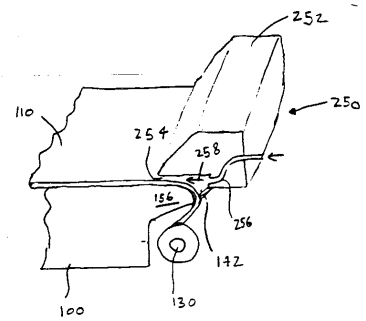
【図９】



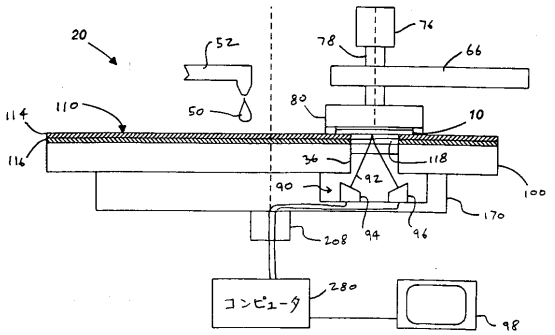
【図１０】



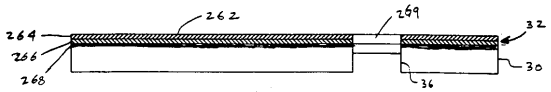
【図１１】



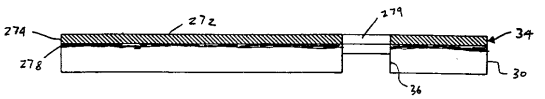
【図１２】



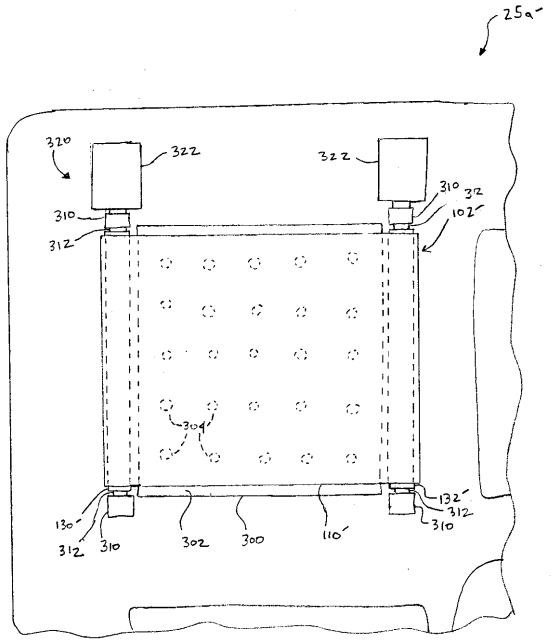
【図１３】



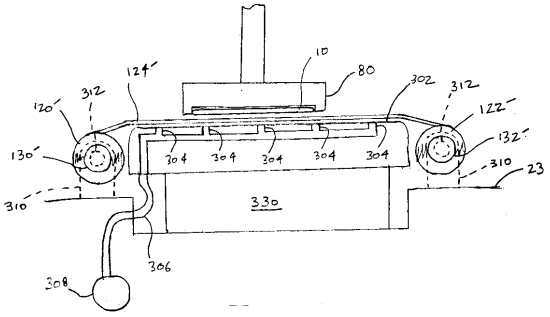
【図１４】



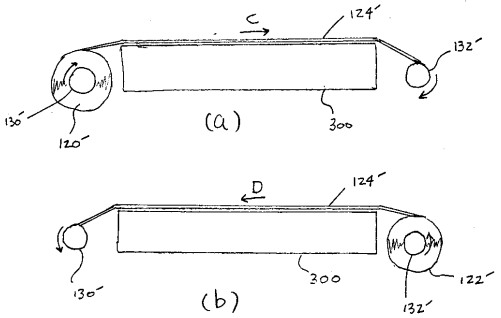
【図１５】



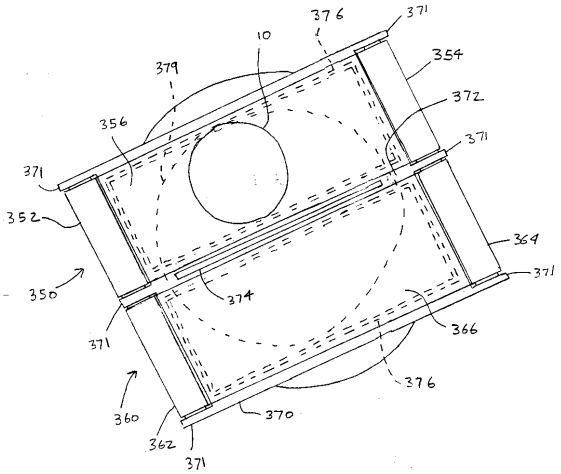
【図１６】



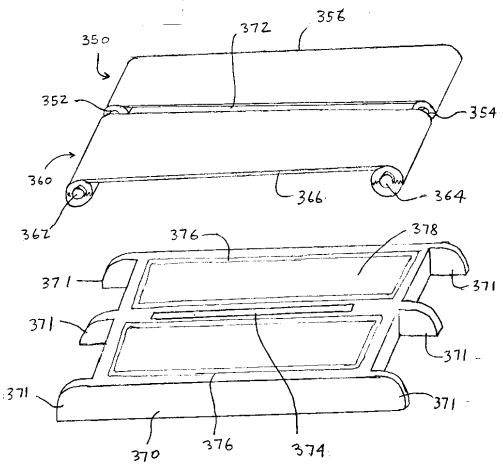
【図１７】



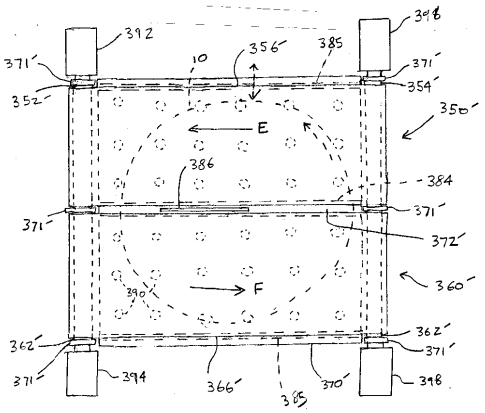
【図１８】



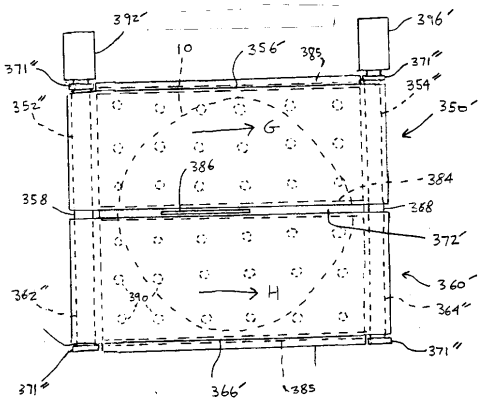
【図１９】



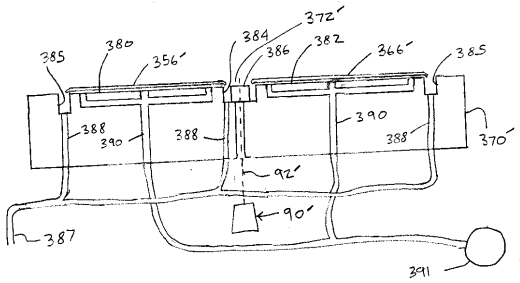
【図２０】



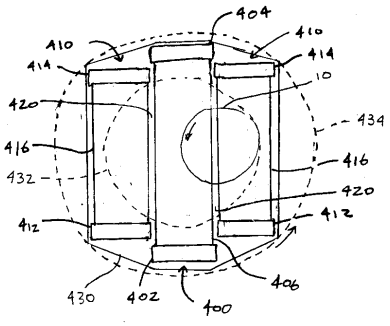
【図２１】



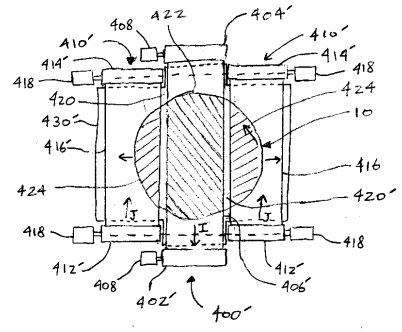
【図２２】



【図２３】



【図２４】



フロントページの続き

(74)代理人 100107456
弁理士 池田 成人
(72)発明者 ジョン エム. ホワイト
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ヘイワード, コロニー ヴュー プレイス ２８１１
(72)発明者 マヌーチャー ビラング
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ロス ガトス, ファーヴル リッジ ロード １８８３６
(72)発明者 ローレンス ローゼンバーグ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ノゼ, ホーリー アン プレイス １１５２
(72)発明者 サッソン ソメクー
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ロス アルトス ヒルズ, ムーディー ロード ２５６２５

審査官 筑波 茂樹

(56)参考文献 特開平１０－０３４５１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０９５５６０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－００８１６１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３０９０５７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１７８６５９（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２８５９６４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
B24B 37/00-37/04
B24B 21/00
H01L 21/304