

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4790475号
(P4790475)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 4 B 37/04 (2006.01)	B 2 4 B 37/04 K
B 2 4 B 49/04 (2006.01)	B 2 4 B 49/04 Z
B 2 4 B 49/10 (2006.01)	B 2 4 B 49/10
B 2 4 B 49/12 (2006.01)	B 2 4 B 49/12
H O 1 L 21/304 (2006.01)	H O 1 L 21/304 6 2 2 S
請求項の数 8 (全 10 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2006-104083 (P2006-104083)	(73) 特許権者	000000239 株式会社荏原製作所 東京都大田区羽田旭町11番1号
(22) 出願日	平成18年4月5日(2006.4.5)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2007-276035 (P2007-276035A)	(74) 代理人	100091498 弁理士 渡邊 勇
(43) 公開日	平成19年10月25日(2007.10.25)	(74) 代理人	100092406 弁理士 堀田 信太郎
審査請求日	平成20年9月12日(2008.9.12)	(74) 代理人	100093942 弁理士 小杉 良二
		(74) 代理人	100109896 弁理士 森 友宏
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 研磨装置、研磨方法、および基板の膜厚測定プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

研磨面を有する研磨テーブルと、
前記研磨テーブルを回転させるモータと、
基板を保持して該基板を前記研磨面に押圧するトップリングと、
前記研磨テーブル内に設けられ、前記基板上を走査する渦電流センサと、
前記渦電流センサからの信号を演算処理して前記基板の膜厚を算出する演算部と、
を備え、前記演算部は、

前記研磨テーブルの1回転前の回転時に得られた所定の期間内における前記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に所定の補正值(電圧値)を加えた代表値を生成する代表値生成部と、

前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より大きい場合は前記代表値を出力し、前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より小さい場合は該出力電圧値をそのまま出力する補正部と、

前記補正部により補正されて出力された電圧値から前記基板の膜厚を算出する膜厚算出部と、

を備えたことを特徴とする研磨装置。

【請求項2】

前記基板上には複数のダイが形成され、

前記演算部は、前記渦電流センサから取得した基板の上の走査データを、前記ダイよりも

大きいサイズの複数のゾーンに区画し、前記代表値生成部により、各ゾーンごとに生成した代表値を用いて前記渦電流センサからの信号を前記基板上の複数のゾーンごとに演算処理して前記基板の膜厚を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 3】

前記代表値生成部は、前記所定の期間内における前記渦電流センサからの出力電圧値の最大値と最小値との差に所定の係数を掛けたものを前記所定の補正值（電圧値）とすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の研磨装置。

【請求項 4】

回転する研磨テーブル上の研磨面に基板を押圧して研磨しつつ、前記研磨テーブルとともに回転し前記基板を走査する渦電流センサからの信号に基づいて該基板の膜厚を測定する方法であって、

10

前記研磨テーブルの 1 回転前の回転時に得られた所定の期間内における前記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に所定の補正值（電圧値）を加えた代表値を生成し、

前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より大きい場合は前記代表値を出力し、前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より小さい場合は該出力電圧値をそのまま出力し、

前記出力された電圧値から前記基板の膜厚を算出することを特徴とする研磨方法。

【請求項 5】

前記渦電流センサから取得した基板上的走査データを、前記基板の上に形成されたダイよりも大きいサイズの複数のゾーンに区画し、各ゾーンごとに生成した前記代表値を用いて前記渦電流センサからの信号を前記基板上の複数のゾーンごとに演算処理して前記基板の膜厚を算出することを特徴とする請求項 4 に記載の研磨方法。

20

【請求項 6】

前記所定の期間内における前記渦電流センサからの出力電圧値の最大値と最小値との差に所定の係数を掛けたものを前記所定の補正值（電圧値）とすることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の研磨方法。

【請求項 7】

回転する研磨テーブル上の研磨面に基板を押圧して研磨しつつ、前記研磨テーブルとともに回転する渦電流センサからの信号に基づいて該基板の膜厚を測定するためにコンピュータを、

30

前記研磨テーブルの 1 回転前の回転時の所定の期間内における前記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に所定の補正值（電圧値）を加えたものを代表値とする手段、

前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より大きい場合は前記代表値を出力し、前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より小さい場合は該出力電圧値をそのまま出力する手段、および

前記出力された電圧値から前記基板の膜厚を算出する手段、
として機能させるための基板の膜厚測定プログラム。

【請求項 8】

回転する研磨テーブル上の研磨面に基板を押圧して研磨しつつ、前記研磨テーブルとともに回転する渦電流センサからの信号に基づいて該基板の膜厚を測定するためにコンピュータを、

40

前記研磨テーブルの 1 回転前の回転時の所定の期間内における前記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に、前記出力電圧値の最大値と最小値との差に所定の係数を掛けた補正值（電圧値）を加えたものを代表値とする手段、

前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より大きい場合は前記代表値を出力し、前記渦電流センサからの出力電圧値が前記代表値より小さい場合は該出力電圧値をそのまま出力する手段、および

前記出力された電圧値から前記基板の膜厚を算出する手段、
として機能させるための基板の膜厚測定プログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、研磨装置および研磨方法に係り、特に表面に銅（Cu）やタングステン（W）などの導電性膜が形成された半導体ウェハなどの基板を研磨して平坦化する研磨装置および研磨方法に関するものである。また、本発明は、かかる研磨装置および研磨方法を用いて基板を研磨する際に基板の膜厚を測定するためのプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体基板上に配線回路を形成するために、銅めっきを行い、形成された銅めっき層のうち、不要部分を化学機械研磨（CMP）により除去し、銅配線層を形成するプロセスが知られている。このような化学機械研磨においては、銅層などの導電性膜に対する研磨の進行状況を正確に把握し、研磨の終点を正確に検出する必要がある。このような研磨終点を検出するために、光学的センサを用いて導電性膜の膜厚を測定する方法や導電性膜に生じる渦電流の大きさから導電性膜の膜厚を計測する渦電流センサを用いた方法などが知られている（例えば特許文献1参照）。

10

【0003】

渦電流センサは、半導体ウェハの最上層に形成された金属膜などの導電性膜の膜厚を測定するために導電性膜中に生じる渦電流を用いるものである。すなわち、センサコイルにより磁束を形成し、この磁束をセンサコイルの前面に配置された半導体ウェハの導電性膜に貫通させ、交替的に変化させる。これにより、導電性膜中に渦電流を生じさせ、この渦電流が導電性膜中を流れることで渦電流損失が生じる。渦電流センサは、半導体ウェハと導電性膜とをひとつの等価回路と見立て、この渦電流損失を測定することにより半導体ウェハ上の導電性膜の厚さを測定するものである。

20

【0004】

このような渦電流センサによる膜厚測定は、最上層の導電性膜を対象としているが、渦電流センサの磁束は最上層のみに及ぶものではないから、最上層より下にある層が導電性を有する場合には、渦電流センサによる測定は下層部の影響を受けることとなる。また、近年、半導体ウェハの配線形成工程は高密度で多層化しており、上層部は下層部と比べて配線幅が広く、配線高さは厚くなる傾向にある。したがって、渦電流センサからの出力信号は、配線の積層数が増えるほど下層の影響を受ける。このように下層の影響を受けた信号は、正確な研磨状況を反映していないため、結果として研磨終点の検出が不安定となる。このため、半導体ウェハを複数のゾーンに分割し、各ゾーンにおける信号の特徴点に基づいて研磨終点を検出することが行われている。

30

【0005】

半導体ウェハの配線形成工程は、通常、1枚のウェハ上に複数のダイ（電子回路が形成された部分）を形成することにより行われている。通常、ダイとダイの間には、配線形成用の金属などの導電体は積層されない。したがって、積層の進んだ段階においては、ダイ上の計測点における渦電流センサの信号波形と、ダイとダイの間に位置する計測点における渦電流センサの信号波形には著しい差が生じる。研磨中、半導体ウェハは回転しているため、同じゾーンにおける測定であっても測定の度にゾーン内のダイの割合が変化するので、正確なデータを得ることができない。このような影響を低減するために、上述したゾーン分割を行わずに、渦電流センサにより得られたデータを半導体ウェハの全面で平滑化して研磨終点を検出することも行われている。

40

【0006】

【特許文献1】特開2005-11977号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したように、研磨終点の検出にあたっては、研磨処理中の配線層におけるノイズや下層の配線パターンの影響により、安定した膜厚の測定が困難であり、また、ウェハの全

50

面でセンサからの信号を平滑化して膜厚情報を得ることも困難である。このようなノイズや下層の配線パターンの影響を受けた膜厚データから研磨終点を検出しても、安定した研磨終点の検出ができない。

【0008】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、ノイズや下層の配線パターンによる影響を受けることなく、研磨終点を安定的に検出し、高品質の研磨を実現することができる研磨装置および研磨方法を提供することを第1の目的とする。

【0009】

また、本発明は、ノイズや下層の配線パターンによる影響を受けることなく、配線層の研磨状態を正しく把握して、研磨終点を安定的に検出することができる基板の膜厚測定プログラムを提供することを第2の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第1の態様によれば、ノイズや下層の配線パターンによる影響を受けることなく、研磨終点を安定的に検出し、高品質の研磨を実現することができる研磨装置が提供される。この研磨装置は、研磨面を有する研磨テーブルと、上記研磨テーブルを回転させるモータと、基板を保持して該基板を上記研磨面に押圧するトップリングと、上記研磨テーブル内に設けられ、上記基板上を走査する渦電流センサと、上記渦電流センサからの信号を演算処理して上記基板の膜厚を算出する演算部とを備えている。上記演算部は、上記研磨テーブルの1回転前の回転時に得られた所定の期間内における上記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に所定の補正值(電圧値)を加えた代表値を生成する代表値生成部と、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より大きい場合は上記代表値を出力し、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より小さい場合は該出力電圧値をそのまま出力する補正部と、上記補正部により補正されて出力された電圧値から上記基板の膜厚を算出する膜厚算出部とを備えている。

【0011】

本発明の第2の態様によれば、ノイズや下層の配線パターンによる影響を受けることなく、配線層の研磨状態を正しく把握して、研磨終点を安定的に検出することができる研磨方法が提供される。この方法においては、回転する研磨テーブル上の研磨面に基板を押圧して研磨しつつ、上記研磨テーブルとともに回転し上記基板を走査する渦電流センサからの信号に基づいて該基板の膜厚を測定する。上記研磨テーブルの1回転前の回転時に得られた所定の期間内における上記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に所定の補正值(電圧値)を加えた代表値を生成し、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より大きい場合は上記代表値を出力し、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より小さい場合は該出力電圧値をそのまま出力する。これらの出力された電圧値から上記基板の膜厚を算出する。

【0012】

本発明の第3の態様によれば、ノイズや下層の配線パターンによる影響を受けることなく、配線層の研磨状態を正しく把握して、研磨終点を安定的に検出することができる基板の膜厚測定プログラムが提供される。このプログラムは、回転する研磨テーブル上の研磨面に基板を押圧して研磨しつつ、上記研磨テーブルとともに回転する渦電流センサからの信号に基づいて該基板の膜厚を測定するようにコンピュータを機能させる。プログラムは、上記研磨テーブルの1回転前の回転時の所定の期間内における上記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に所定の補正值(電圧値)を加えたものを代表値とする手段、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より大きい場合は上記代表値を出力し、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より小さい場合は該信号をそのまま出力する手段、および上記出力された電圧値から上記基板の膜厚を算出する手段としてコンピュータを機能させる。

【0013】

本発明の第4の態様によれば、ノイズや下層の配線パターンによる影響を受けることな

10

20

30

40

50

く、配線層の研磨状態を正しく把握して、研磨終点を安定的に検出することができる基板の膜厚測定プログラムが提供される。このプログラムは、回転する研磨テーブル上の研磨面に基板を押圧して研磨しつつ、上記研磨テーブルとともに回転する渦電流センサからの信号に基づいて該基板の膜厚を測定するようにコンピュータを機能させる。プログラムは、上記研磨テーブルの1回転前の回転時の所定の期間内における上記渦電流センサからの出力電圧値の最小値に、上記出力電圧値の最大値と最小値との差に所定の係数を掛けた補正值(電圧値)を加えたものを代表値とする手段、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より大きい場合は上記代表値を出力し、上記渦電流センサからの出力電圧値が上記代表値より小さい場合は該出力電圧値をそのまま出力する手段、および上記出力された電圧値から上記基板の膜厚を算出する手段としてコンピュータを機能させる。

10

【発明の効果】**【0014】**

本発明によれば、研磨テーブルの過去の回転時に得られた膜厚測定センサの信号から生成された代表値を閾値として代表値よりも大きい信号をノイズと判断してカットすることにより、ノイズや下層の配線パターンによる影響を低減することができる。これにより、配線層の研磨状態を正しく把握して、研磨終点を安定的に検出することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0015】**

以下、本発明に係る研磨装置の実施形態について図1から図3(c)を参照して詳細に説明する。なお、図1から図3(c)において、同一または相当する構成要素には、同一

20

の符号を付して重複した説明を省略する。

【0016】

図1は、本発明の一実施形態における研磨装置を示す模式図である。図1に示すように、研磨装置は、上面に研磨面を構成する研磨パッド10が貼付された研磨テーブル12と、半導体ウェハWを保持しつつ研磨テーブル12の研磨パッド10に押圧するトップリング14とを備えている。研磨テーブル12はモータ16に連結されており、矢印Aで示すようにその軸心周りに回転可能となっている。

【0017】

また、トップリング14は、モータ(図示せず)と昇降シリンダ(図示せず)に連結されている。これによりトップリング14は、矢印BおよびCで示すように昇降可能かつその軸心周りに回転可能になっており、半導体ウェハWを研磨パッド10に対して任意の圧力で押圧することができるようになっている。

30

【0018】

トップリング14は、トップリングシャフト18に連結されており、その下面にポリウレタンなどからなる弾性マット20を備えている。また、トップリング14の下部外周部には、半導体ウェハWの外れ止めのためのガイドリング22が設けられている。また、研磨テーブル12の上方には研磨液供給ノズル24が設置されており、この研磨液供給ノズル24から研磨パッド10上に研磨液Qが供給されるようになっている。

【0019】

図1に示すように、研磨テーブル12内には、半導体ウェハWの膜厚を測定する膜厚測定センサとしての渦電流センサ30が埋設されている。渦電流センサ30の接続ケーブル32は、研磨テーブル12および研磨テーブル支持軸12a内を通り、研磨テーブル支持軸12aの軸端に設けられたロータリコネクタ(またはスリップリング)34を経由してコントローラ40に接続されている。

40

【0020】

コントローラ40は、渦電流センサ30からのデータやその他のデータを格納する記憶装置と、渦電流センサ30からの出力信号を演算処理して半導体ウェハWの膜厚を算出する演算部とを有するコンピュータから構成されている。上記記憶装置には、所定のプログラムが格納されており、このプログラムがコンピュータの中央処理演算部にロードされることによって、後述する代表値生成部、補正部、および膜厚算出部などの各手段が構成さ

50

れる。なお、コントローラ 40 は表示装置（ディスプレイ）42 に接続されている。

【0021】

図2は、図1に示す研磨装置の平面図である。図2に示すように、渦電流センサ30は、トップリング14に保持された研磨中の半導体ウェハWの中心 C_w を通過する位置に設けられている。符号 C_T は研磨テーブル12の回転中心である。渦電流センサ30は、半導体ウェハWの下方を通過している間、通過軌跡L上で連続的に半導体ウェハWのCu層やバリア層などの導電性膜の膜厚を検出できるようになっている。

【0022】

このような構成の研磨装置において、トップリング14の下面に半導体ウェハWを保持し、この半導体ウェハWを回転している研磨テーブル12の上面の研磨パッド10に押圧する。このとき、研磨液供給ノズル24から研磨パッド10上に研磨液Qを供給し、半導体ウェハWの被研磨面（下面）と研磨パッド10の間に研磨液Qが存在した状態で研磨が行われる。

10

【0023】

この研磨中に、渦電流センサ30は、研磨テーブル12が1回転する毎に半導体ウェハWの下面の直下を通過する。上述したように、渦電流センサ30は半導体ウェハWの中心 C_w を通る軌道L上に設置されているため、渦電流センサ30の移動に伴って半導体ウェハWの下面の円弧状の軌道L上で連続的に膜厚を測定することができる。

【0024】

研磨テーブル12の回転に伴い、渦電流センサ30が半導体ウェハWの下面を1回走査すると、コントローラ40の代表値生成部は、渦電流センサ30により得られた信号から代表値を生成する。本実施形態では、半導体ウェハW上の軌道Lを複数のゾーン（例えば5ゾーン）に分割しており、各ゾーンに対して渦電流センサ30の出力信号の代表値が生成される。ひとつのゾーン領域はダイのサイズよりも大きく、ひとつのゾーンには複数のダイやダイとダイの間の領域を含むように設定する。このように、半導体ウェハWを複数のゾーンに分割することにより、研磨中のウェハWの研磨状態および膜厚をゾーンごとに得ることができ、これに基づいてプロセス分析を行うことができる。

20

【0025】

例えば、ある1ゾーンについて、図3(a)に示すような信号が渦電流センサ30により得られたとすると、コントローラ40の代表値生成部はこの信号から代表値を生成する。より具体的には、コントローラ40の代表値生成部が、このゾーン内の信号値の最小値 V_{min} を取得し、この V_{min} に所定の補正值 V_c を加えたものを代表値 V_0 とする。すなわち、

30

$$V_0 = V_{min} + V_c$$

とする。この補正值 V_c は、ノイズの周期や半導体ウェハWのダイの大きさ、ダイの位置による半導体ウェハWのパターン、トップリング14の回転速度、研磨テーブル12の回転速度などの研磨条件に応じて、ノイズ低減に効果のある値を定めることが好ましい。

【0026】

このようにして、コントローラ40の代表値生成部が各ゾーンに対して代表値 V_0 を生成した後、次の回転時に渦電流センサ30が半導体ウェハWの下面を1回走査したとき、渦電流センサ30からの出力信号が上記代表値 V_0 に基づいて補正される。すなわち、次の回転時に図3(b)の実線で示すような信号が得られたとすると、コントローラ40の補正部は、得られた信号が代表値 V_0 よりも大きい場合は代表値 V_0 を出力し、得られた信号が代表値 V_0 よりも小さい場合は渦電流センサ30からの出力信号をそのまま出力する。これにより、図3(c)に示すような信号が補正部から出力される。

40

【0027】

次に、コントローラ40の膜厚算出部は、補正部から出力された信号に基づいて半導体ウェハWの膜厚を算出する。例えば、図3(c)に示す信号を積分し、この積分値に対応する膜厚測定値を算出する。このように、本実施形態では、研磨テーブル12の1回転前の回転時に得られた渦電流センサ30の出力信号に基づいて、今回の回転時に得られた渦

50

電流センサ 30 の出力信号を補正している。すなわち、1 回転前の回転時の信号の最小値に所定の補正値を加えたものを代表値（閾値）として用い、この代表値よりも大きい信号（電圧）をカットして、小さい信号のみを採用するようにしている。このようにすることで、下層の金属層が渦電流センサの出力信号に与える影響を除去することができる。

【0028】

すなわち、渦電流センサからの出力信号はその値が小さいほど、ノイズや半導体ウェハ W のパターンによる影響が少ないと考えられ、また、研磨が進むにつれ出力信号値が次第に小さくなる傾向があることから、上述した代表値を閾値として代表値より大きい信号をノイズと判断してカットすることにより、ノイズや下層の配線パターンによる影響を低減することができる。これにより、配線層の研磨状態を正しく把握して、研磨終点を安定的に検出することが可能となる。

10

【0029】

なお、上述の例では、コントローラ 40 の代表値生成部は、1 回転前の渦電流センサ 30 の信号から上記代表値を生成しているが、これに限られず、数回転前の渦電流センサ 30 の信号から代表値を生成してもよい。また、上記補正値 V_c は定数であってもよいが、例えば、1 回転前（あるいは数回転前）の渦電流センサ 30 の信号の最大値 V_{max} と最小値 V_{min} との差に所定の係数 k を掛けたものを上記補正値 V_c としてもよい。すなわち、

$$V_c = k (V_{max} - V_{min})$$

$$V_0 = V_{min} + V_c = V_{min} + k (V_{max} - V_{min})$$

とする。ここで、 k は 1 未満の定数であり、ノイズの周期や半導体ウェハ W のダイの大きさ、ダイの位置による半導体ウェハ W のパターン、トップリング 14 の回転速度、研磨テーブル 12 の回転速度などの研磨条件に応じて、ノイズ低減に効果のある値を定めることが好ましい。

20

【0030】

また、渦電流センサ 30 が半導体ウェハ W の領域外に位置しているときには、例えば半導体ウェハ W の領域内における渦電流センサ 30 の信号の最小値に所定の値を加えたものや、最大値と最小値との差に所定の係数を掛けたものに最小値を加えたものを仮想的な出力信号として処理してもよい。すなわち、渦電流センサ 30 が半導体ウェハ W 上を走査する時間のデータのみを出力するのではなく、それ以外の時間を上記の値に置き換えて出力することにより、研磨工程の実時間に則したデータ出力が可能となり、フィードバック制御等の研磨操作の調整が容易になる。

30

【0031】

なお、本実施形態では、膜厚測定センサとして渦電流センサを用いた例について説明したが、本発明で用いることができる膜厚測定センサは渦電流センサに限られるものではなく、例えば、光学センサやマイクロ波センサを膜厚測定センサとして用いてもよい。

【0032】

これまで本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

40

【0033】

【図 1】本発明の一実施形態における研磨装置を示す模式図である。

【図 2】図 1 に示す研磨装置の平面図である。

【図 3】図 3 (a) および図 3 (b) は図 1 に示す渦電流センサからの出力信号の例を示すグラフであり、図 3 (c) は図 3 (b) に示す出力信号を補正した後の信号を示すグラフである。

【符号の説明】

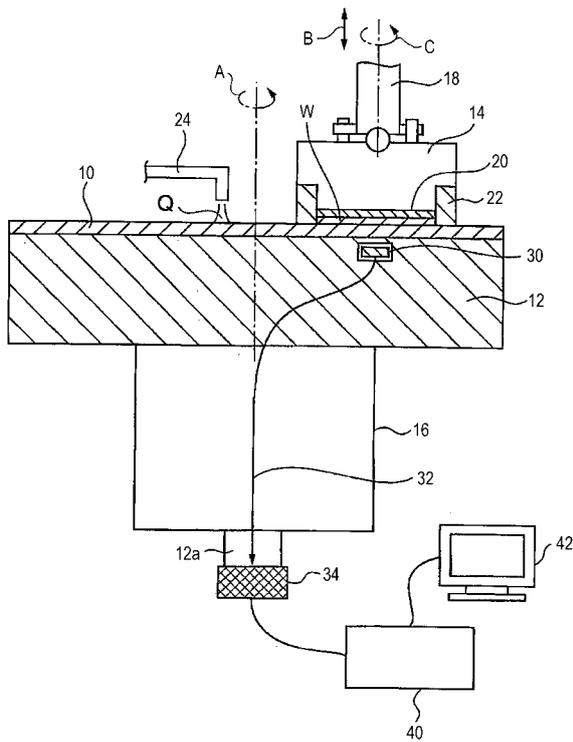
【0034】

W 半導体ウェハ
10 研磨パッド

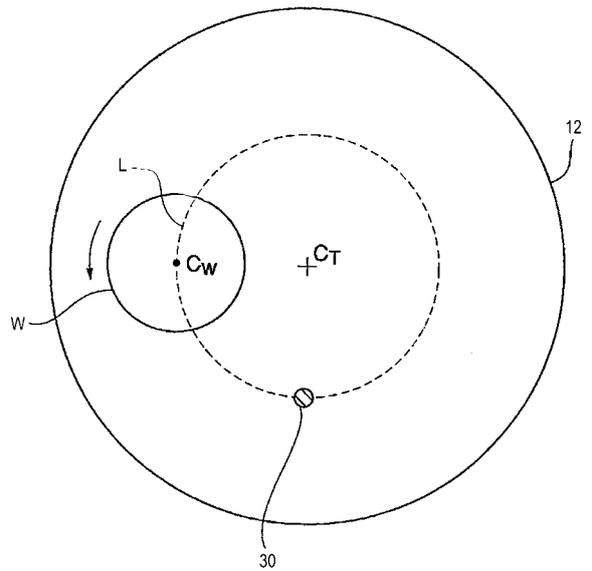
50

- 1 2 研磨テーブル
- 1 4 トップリング
- 1 6 モータ
- 3 0 渦電流センサ
- 4 0 コントローラ (演算部)

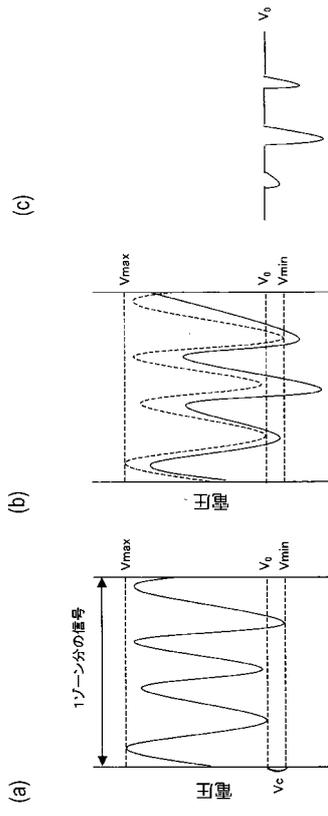
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/304 6 2 2 X

- (74)代理人 100118500
弁理士 廣澤 哲也
- (72)発明者 多田 光男
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 高橋 太郎
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 新島 元博
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 大田 真朗
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内
- (72)発明者 重田 厚
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

審査官 橋本 卓行

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 3 4 5 2 9 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 0 9 6 9 9 (J P , A)
国際公開第 0 4 / 1 1 3 0 2 1 (W O , A 1)
特開 2 0 0 2 - 1 2 4 4 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 4 4 0 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 1 1 9 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 7 9 7 2 8 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------|
| B 2 4 B | 3 7 / 0 4 |
| B 2 4 B | 4 9 / 0 4 |
| B 2 4 B | 4 9 / 1 0 |
| B 2 4 B | 4 9 / 1 2 |
| H 0 1 L | 2 1 / 3 0 4 |