

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第1区分  
 【発行日】平成18年6月1日(2006.6.1)

【公表番号】特表2006-511801(P2006-511801A)  
 【公表日】平成18年4月6日(2006.4.6)  
 【年通号数】公開・登録公報2006-014  
 【出願番号】特願2004-563776(P2004-563776)  
 【国際特許分類】

**G 0 1 B 21/08 (2006.01)**  
**H 0 1 L 21/304 (2006.01)**  
**H 0 1 L 21/66 (2006.01)**  
**G 0 1 B 7/06 (2006.01)**

【F I】

G 0 1 B 21/08  
 H 0 1 L 21/304 6 2 2 S  
 H 0 1 L 21/66 P  
 G 0 1 B 7/10 Z

【手続補正書】  
 【提出日】平成18年1月16日(2006.1.16)  
 【手続補正1】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0009  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0009】

例えば、「離間距離」パラメータ、すなわち、研磨される層と渦電流センサの表面との間の距離は、多くの理由から異なりうる。キャリア膜の厚さが変化した(例えば、+/-数ミル)場合には、離間距離においてかなりの変動が生じる。離間距離は、さらに、様々な程度の圧力で研磨パッドに押しつけられたキャリア膜の圧縮によって生じるキャリア膜の厚さの変化の結果として変動する。キャリア膜の厚さ、ひいては、離間距離は、さらに、回転しているウエハの前縁部が、動いている研磨パッドに対して接点で突っ込んだ際に変化する。この時点で、接点に加わる圧力は、キャリア膜の圧縮を引き起こし、離間距離、ひいては、渦電流信号の振幅を変動させる。明らかに、離間距離に作用するパラメータすべてに対してキャリブレーションを行うことは極めて困難であり、最終的に、センサによる厚さの測定値に悪影響を及ぼすことになる。

【手続補正2】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0010  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0010】

渦電流信号の振幅に作用する別の可変パラメータは、ウエハ表面にわたる非一様な温度勾配に関連する。例えば、ウエハ前縁部の温度は、ウエハ前縁部が、動いている研磨パッドに接触すると上昇する。次いで、ウエハ後縁部の温度は、ウエハ後縁部が、研磨パッドに接触して上昇する。温度の変動に対する渦電流センサの感度は、渦電流の正弦波信号の振幅に直接的に影響する。この場合にも、温度変化に対するキャリブレーションが極めて困難なことから、渦電流センサによる厚さの測定値に影響がある。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

本発明には、数多くの利点がある。最も顕著なものとして、本発明の実施形態は、同じ円に沿って一様に分布するよう配置された任意の組み合わせのセンサを用いて、対応する円運動によって引き起こされる信号のうねりを排除することができる。このように、正弦曲線のクリアな信号が、除去されている金属薄膜の厚さと正確に相関することで、CMP処理などの半導体加工処理で用いられる信頼性の高い処理状態監視や終点検出方法が提供される。別の利点は、アルゴリズム的な平均化の手順を用いることから、回転によって障害を受けない合成信号が、リアルタイムで記録されることである。アルゴリズム的な平均化の手順は、有利なリアルタイム監視方法である。さらに別の利点は、特定の半径に沿って一様に分布するよう配置されたセンサを用いることにより、周期的な運動に関連する（例えば、うねりのある）信号成分は、さらなる調整を必要とすることなく、かつ、複雑さ（すなわち、信号が、単純な正弦波を有するか、より複雑な例において、その他の形状を有するか）に関わらず、自動的かつ完全に抑圧されることである。さらに別の利点は、本発明の実施形態は、任意の種類 CMP システム（例えば、直線 CMP システム、回転テーブル式 CMP システム、オービタル式 CMP システムなど）で利用可能なことである。またさらに別の利点は、本発明の実施形態は、信号のうねりを引き起こす検知空間における条件を調節するために、周期的なシステムの運動を利用する任意のデバイスで利用できることである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

図3Aは、本発明の一実施形態に従って、ウエハ122の層の厚さを測定する一对の相補的なセンサ128aおよび128a'を備える代表的なウエハキャリア118を示す簡略な説明図である。一実施形態では、相補的なセンサ128aおよび128a'はECSセンサである。図3Aの実施形態に示すように、ウエハキャリア118は、ジンバル135を用いるキャリアスピンドル133に取り付けられている。ウエハキャリア118の上方に配置されたジンバル135は、研磨動作中にウエハキャリア118およびウエハ122を、動いている研磨パッド130に対して位置決めするために用いられる。図からわかるように、キャリアスピンドル133に取り付けられたジンバル135は、ウエハ回転方向134に回転するよう設計されている。キャリアスピンドル133は、ウエハキャリア118ひいてはウエハ122を、動いている研磨パッド130に押しつけるよう構成されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

別の実施形態では、前縁部122aが研磨パッド130に突っ込むことで、ウエハの前縁部122aに近接するキャリア膜120の厚さが減少する。結果として、ECSセンサ128aによって検出される離間距離ひいてはECS信号が変化する。また、ウエハ前縁部122aが研磨ウエハに突っ込むと、ウエハ前縁部122aにおける温度が上昇し、ウエハ前縁部122aに近接する正弦的なうねりに影響する。以下で詳細に説明するように

、一実施形態では、ECSセンサ128aおよび128a'によってウエハの前縁部122aおよび後縁部122bにおいてそれぞれ検出されるECS信号は、ECS信号のうねりを抑圧するために用いられる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

図3Bは、本発明の一実施形態に従って、研磨パッド130に押しつけられている図3Aのウエハキャリアを示す簡略な上面図である。図からわかるように、ECSセンサ128aは、ウエハ122の範囲内に規定される仮想の円123aの半径R上に存在し、相補的なECSセンサ128a'は、仮想の円123aの半径-R上に存在する。このように、以下で説明するように、正弦の関数の1つを効果的に用いて、信号のうねりの振幅における変動を排除（すなわち、ノイズの正弦波成分すべてを排除）することができる。明らかに、結果として生じる抑圧正弦信号は、対象となる層の実際の厚さとほぼ相関する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

図3Cは、本発明の一実施形態に従って、2つのECSセンサ128aおよび128a'が互いに180度だけ位相が異なるように配置されている様子を示す図3Aのウエハキャリア118の簡略な上面図である。すなわち、一方のセンサ128aからの信号は、他方のセンサ128a'からの信号によって相殺される。図からわかるように、ECSセンサ128aは、角度0度131に対して角度 $\theta$ をなし、ECSセンサ128a'は、角度0度131に対して角度 $180 + \theta$ をなす。さらに、図に示すように、ECSセンサ128aは、半径-Rの位置に配置されているECSセンサ128a'と対称的に、半径Rの位置に配置されている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

ECSセンサの正弦波信号の振幅における変動を抑圧する様子は、本発明の一実施形態に従って、図4に示された相補的なECSセンサによって生成される信号のグラフにも示されている。グラフ134aは、ECSセンサ128a'によって生成された渦電流センサ出力を、時間（すなわち、x軸110）に対してボルト（すなわち、y軸112）でプロットしたものである。同様に、グラフ134a'は、ECSセンサ128aによって生成された渦電流センサ出力を、時間に対してボルトでプロットしたものである。グラフ134a'は、ECSセンサ128aおよび128a'の正弦波信号の正弦成分の平均を表す。明らかに、半径Rを有する円上の角度 $\theta$ の位置に配置されたECSセンサの正弦波ECS信号と、半径-R上の角度 $180 + \theta$ の位置に配置されたECSセンサのECS信号との正弦成分を平均化することにより、正弦波信号に影響するノイズの正弦成分は、ほぼ排除される。このように、処理されている金属層の厚さは、正弦抑圧された合成信号の振幅とほぼ相関する。一実施形態では、信号の強度は、各センサ128aおよび128a'と、処理されているウエハの層との距離と、線形的に相関する。ウエハの層がセンサ128aに向かって移動することによって引き起こされる各信号の強度変化は、ウエハの層

がセンサ 128 a' から遠ざかることで生じるほぼ正反対の強度変化によって相殺される。このように、ノイズの正弦成分によって引き起こされる正弦波信号の振幅における変化がほぼ排除されるという利点がある。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

一実施形態では、ウエハキャリアは、ジンバルによって研磨パッドと位置決めされているが、本発明の実施形態は、ジンバルを用いるCMPシステムに限定されない。さらに、本発明の一実施形態は、直線的な研磨パッドを備えるCMPシステムで用いられているが、別の実施形態において、任意の適切な研磨テーブルが用いられてもよい（例えば、回転式など）。さらに、本発明の実施形態は、CMP処理に関して説明されたが、相補的なセンサは、CMP処理に限定されない。例えば、センサは、エッチングおよび蒸着処理など、基板に対して層または膜の除去または蒸着を行う任意の半導体処理において利用可能である。本発明は、本明細書において、いくつかの代表的な実施形態を用いて説明されている。当業者にとっては、本明細書の考慮と本発明の実践から、本発明の別の実施形態が明らかとなる。上述の実施形態および好ましい特徴は例示的なものであり、本発明は添付の特許請求の範囲によって規定される。