

明 細 書

発明の名称： 研磨パッドの評価方法及びウェーハの研磨方法

技術分野

[0001] 本発明は、研磨パッドのライフの評価方法及びその評価方法を用いたウェーハの研磨方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ウェーハの研磨に使用する研磨パッドの寿命（ライフ）は、実際にその研磨パッドで研磨したウェーハを洗浄した後に、検査装置にかけてウェーハの複数の品質項目をモニタリングし、いずれかの品質項目に異常が生じていることを検知したときに初めて判明する。

[0003] 品質項目の1つとして、例えば、ウェーハの表面の清浄度を表すLPD（Light Point Defects）が使用される。このLPDは、ウェーハの表面にレーザー光を照射し、その反射光を集光することにより測定する。ウェーハの表面にパーティクルやCOP（Crystal Original Pit）が存在する場合には、反射光が乱反射するため、その散乱光を受光器により集光してパーティクルやCOPの存在を検知する。この際、測定対象とするパーティクルやCOPの直径を予め設定しておき、設定した直径以上のパーティクルやCOPの合計数を測定する。このLPDの測定値が合否判定の基準となる基準値を超えた時に、研磨パッドはライフを迎えたと判断される（特許文献1参照）。

[0004] 図8に両面研磨後のウェーハのLPDと研磨パッドの使用時間の関係の一例を示す。グラフの縦軸はLPDの測定値を合否判定の基準となる基準値で割り算した値（LPD／基準値）を示し、横軸は研磨パッドの使用時間（min）を表している。尚、LPDの測定は3回行い、3回とも直径300mmの複数のシリコンウェーハを4ウェイ式の両面研磨装置で研磨し、研磨後のシリコンウェーハを洗浄、乾燥処理した後に、KLA-Tencor社製のSurfscan SP1でLPDの測定を行った。この時、直径0.2

μm 以上であるLPDの個数を集計した。研磨パッドは発泡ポリウレタンパッド（JH RHODES社製のLP-57）、スラリーはKOHアルカリベースのコロイダルシリカ（フジミ社製のGLANZOX2100）を使用した。

（LPD／基準値）の値が1を超えたときにウェーハは不合格となり、研磨パッドはライフを迎えたと判断する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平11-260769号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 図8のグラフには上記した測定の3回分の結果（図8中のSample 1-3）が示されている。これら3回の両面研磨には、同種の両面研磨装置、部材を使用しているにも関わらず、各研磨パッドは異なるライフを示している。このように、研磨パッドごとにライフは異なるため、予め研磨パッドのライフを決めることが難しいという問題がある。更に、研磨後のウェーハからLPDが基準値を超えたことが判明するまでは研磨パッドのライフを知ることができない。従って、品質項目の検査結果がフィードバックされるまで、既にライフを迎えた研磨パッドは研磨に使用され続け、その間に無駄に消費される時間やウェーハ（図8の破線で囲った部分）が生じ、生産性及び歩留まりを低下させてしまうという問題もある。

[0007] 本発明は前述のような問題に鑑みてなされたもので、研磨パッドのライフを即時評価することができ、ウェーハを研磨する際の生産性及び歩留まりの低下を抑えることができる研磨パッドの評価方法及びウェーハの研磨方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明によれば、ウェーハを研磨するための

研磨パッドのライフを評価する研磨パッドの評価方法であって、前記研磨パッド上に堆積した研磨残渣の量を測定し、該測定した測定値に基づいて前記研磨パッドのライフを評価することを特徴とする研磨パッドの評価方法を提供する。

[0009] このようにすれば、研磨パッドから直接ライフを評価することができ、それぞれ各個別に研磨パッドがライフを迎えたか否かを測定後すぐに判断することができる。その結果、ライフを迎えた研磨パッドで研磨してしまうことで生じる、時間やウェーハの無駄を減らすことができ、生産性及び歩留まりの低下を抑制することができる。

[0010] このとき、前記研磨残渣の量は、蛍光X線分析法によって得られる蛍光X線スペクトルからS i -K α 線を含む信号を検出することで測定することができる。

このようにすれば、シリコンウェーハを研磨する場合に、蛍光X線分析法によって研磨パッド上のS i 元素の量を調べることで、より簡単に研磨残渣の量を測定することができる。

[0011] またこのとき、前記研磨パッドの使用時間に対する前記研磨残渣の量の測定値から一次近似式を求め、該一次近似式の値が、予め設定した閾値に到達する前記使用時間を前記研磨パッドのライフとすることが好ましい。

このように、研磨パッドのライフとする使用時間を決めておくことで、研磨パッドの使用時間が予測値に到達した時点で、研磨を一旦中断でき、ライフを迎えた研磨パッドで研磨してしまうことで生じる時間やウェーハの無駄をより確実に減らすことができる。その結果、生産性及び歩留まりの低下をより確実に抑制することができる。

[0012] また、本発明によれば、複数のウェーハを研磨パッドに摺接させることで前記ウェーハを研磨するウェーハの研磨方法であって、研磨前に前記研磨パッド上に堆積した研磨残渣の量を測定し、該測定した測定値に基づいて前記研磨パッドのライフを予測し、前記研磨パッドの使用時間が予測したライフに到達した時点で前記研磨パッドを交換することを特徴とするウェーハの研

磨方法を提供する。

[0013] このようにすれば、研磨パッドのライフを容易に予測することができる。
更に、研磨パッドの使用時間が予測したライフに到達した時点で研磨パッドを交換することで、ライフを迎えた研磨パッドでウェーハを研磨してしまうことで生じる時間やウェーハの無駄を減らすことができる。その結果、生産性及び歩留まりの低下を抑制することができる。

[0014] このとき、前記研磨残渣の量は、蛍光X線分析法によって得られる蛍光X線スペクトルからSi-K α 線を含む信号を検出することで測定することができる。

このようにすれば、シリコンウェーハを研磨する場合に、蛍光X線分析法によって研磨パッド上のSi元素の量を調べることで、簡単に研磨残渣の量を測定することができる。

[0015] またこのとき、前記研磨パッドの使用時間に対する前記研磨残渣の量の測定値から一次近似式を求め、該一次近似式の値が、予め設定した閾値に到達する前記使用時間を前記研磨パッドのライフと予測することが好ましい。

このように研磨パッドのライフを予測すれば、無駄な時間や不合格品のウェーハをより確実に減らし、生産性及び歩留まりの低下をより確実に抑えることができる。

発明の効果

[0016] 本発明の研磨パッドの評価方法及びウェーハの研磨方法であれば、個体差が大きい研磨パッドのライフを個別に即時評価することができ、ウェーハを研磨する際の生産性及び歩留まりの低下を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の研磨パッドの評価方法の一例を示したフロー図である。

[図2]シリコンウェーハの両面研磨に使用する両面研磨装置の一例を示す概略断面図である。

[図3]シリコンウェーハの両面研磨に使用する両面研磨装置の内部構造図である。

[図4] S_i 信号量とLPDの相関を示した図である。

[図5] 研磨パッド上で S_i 信号量を測定する場所の一例を示した図である。

[図6] 本発明の研磨パッドの評価方法における、一次近似式の一例を示した図である。

[図7] 実施例1において、 S_i 信号量から求めた一次近似式を示した図である。

[図8] 研磨パッドの使用時間とLPDの関係を示した図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明について実施の形態を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

上記したように、研磨パッドのライフはバラツキが大きくて予測することは難しく、研磨後のウェーハの品質項目から間接的に研磨パッドのライフを調べていたため、研磨パッドがライフを迎えた後にしか、研磨パッドのライフが分からないという問題があった。

[0019] そこで、本発明者等は、研磨後のウェーハではなく、研磨パッド自体を調べることで、直接的に研磨パッドのライフを判断することを検討した。その結果、本発明者等はLPDを発生させる原因といわれる研磨パッド上に堆積した研磨残渣の量に着目した。そして、この研磨残渣の量からそれぞれ個別に研磨パッドのライフを評価することに想到し、本発明を完成させた。

[0020] 以下では、本発明の研磨パッドの評価方法及びウェーハの研磨方法の一例を、図1～6を参照して説明する。

[0021] 最初に、本発明の研磨パッドの評価方法について説明する。ここではシリコンウェーハの両面研磨において、本発明の研磨パッドの評価方法を適用する場合を例に説明する。

まず、研磨対象の複数のシリコンウェーハを準備する(図1のA)。次に、シリコンウェーハを両面研磨する両面研磨装置を用意する。このとき使用する両面研磨装置について図2、3を参照して以下説明する。

[0022] 図2、図3に示すように、両面研磨装置1は、上下に相対向して設けられ

た上定盤 2 と下定盤 3 を備えており、上定盤 2 と下定盤 3 には、それぞれ研磨パッド 4 が貼付されている。上定盤 2 と下定盤 3 の間の中心部にはサンギヤ 5 が、周縁部にはインターナルギヤ 6 が設けられている。シリコンウェーハ W はキャリア 7 の保持孔 8 に保持され、上定盤 2 と下定盤 3 の間に挟まれる。

[0023] また、サンギヤ 5 とインターナルギヤ 6 の各歯部にはキャリア 7 の外周歯が噛合しており、上定盤 2 及び下定盤 3 が不図示の駆動源によって回転されるのに伴い、キャリア 7 は自転しつつサンギヤ 5 の周りを公転する。このとき、キャリア 7 の保持孔 8 で保持されたシリコンウェーハ W は、上下の研磨パッド 4 により両面を同時に研磨される。シリコンウェーハ W の研磨時には、不図示のノズルから研磨液が供給される。以上のような両面研磨を繰り返し行い、バッチ式で複数のシリコンウェーハ W を両面研磨する（図 1 の B）。

[0024] この研磨装置 1 を用いてシリコンウェーハの両面研磨を行うバッチ間で次の研磨を開始する前に、本発明では研磨パッド 4 上に堆積した研磨残渣の量を測定する（図 1 の C）。上述したように研磨残渣の量は L P D と相関を持つことが分かっている。そこで、本発明では研磨残渣の量の測定値から研磨パッドのライフを評価する（図 1 の D）。

[0025] このように、研磨パッドから直接ライフを評価することで、研磨パッドがライフを迎えたか否かを研磨残渣の量の測定後すぐに判断することができる。

[0026] 例えば、この両面研磨装置 1 の研磨パッド 4 の場合、両面研磨のバッチ間等に研磨残渣の量を測定することができる。測定方法としては、蛍光 X 線分析法を用いることができる。蛍光 X 線分析法であれば、持ち運びの簡単なハンドヘルド型の蛍光 X 線分析装置を用いることができるので、研磨パッドを定盤に貼付したままの状態で開催且つ短時間に測定ができる。

[0027] 蛍光 X 線分析法で研磨残渣の量を測定するには、具体的には以下のような方法を取る。

シリコンウェーハWを両面研磨した場合、研磨パッド4上に堆積した研磨残渣にはSi元素が含まれているので、蛍光X線スペクトルのSi-K α 線を含む信号を検出すれば、研磨残渣の量を測定することができる。より具体的には、検出した蛍光X線スペクトルからSi-K α 線を含む1.6-1.9 eVの範囲の信号量を積分して得られる値を研磨残渣の量の目安値として使用することができる（以下、この研磨残渣の量の目安値をSi信号量と呼ぶ）。測定の前には乾いた布などで、研磨パッド表面の水気を拭き取ることが望ましい。

[0028] ここで、上記したSi信号量とLPDの相関について本発明者等が調査した結果を以下に示す。

図4は、図8に示したLPDの測定と同時にSi信号量を測定し、Si信号量の測定結果を合わせて表示したグラフである。Si信号量の測定には、堀場製作所製のMESA-630を用いた。測定レシピはAlloy LE F Pで、X線照射時間は60秒とした。両面研磨装置の下定盤に貼られた研磨パッドのSi信号量を測定し、測定箇所は研磨パッドの内周円と外周円から等距離にある円上の3点とし（図5の矢印で示した箇所）、3点のSi信号量の測定値の平均値を図4にプロットした。

[0029] 図4に示すように、Si信号量は、LPDと同様に研磨パッドの使用時間とともに増加し、このことからSi信号量とLPDは相関を持つことが分かる。従って、研磨残渣の量を、Si信号量から測定することで研磨パッドのライフを評価できる。

[0030] Si信号量から研磨パッドのライフを評価する場合は、予めSi信号量の閾値を定めておき、Si信号量が該閾値以上になった時に研磨パッドはライフを迎えたと判断すればよい。例えば、図4で（LPD／基準値）の値が0.5になる時、Si信号量の値は、いずれのサンプルにおいても約3500を示している（図4の×印）。そこで、Si信号量の閾値を3500と定めておき、Si信号量が3500に達した時点を研磨パッドのライフと判断すれば、時間やウェーハの無駄を減らすことができ、生産性及び歩留まりの低

下を抑制することができる。

[0031] 更に、研磨残渣の量の測定値に基づいて予め研磨パッドの所定の使用時間をライフとすることが好ましい。ここでは、 S_i 信号量を測定することで研磨残渣の量を測定する場合を例に、具体的に研磨パッドのライフとする使用時間を決める手順を説明する。

まず、蛍光X線分析法で研磨パッドから S_i 信号量を複数回測定する。そして、複数の S_i 信号量の測定値から、研磨パッドの使用時間に対する一次近似式を求める。測定は、研磨パッドの使用時間が5000min以下である時に複数回行うことが好ましい。更に、一次近似式による予測の精度を考慮すると5回以上測定を行うことが好ましい。そして、求めた一次近似式の値が閾値に到達する研磨パッドの使用時間を研磨パッドのライフとする。

[0032] 図6のグラフに、研磨パッドの使用時間に対する S_i 信号量の測定値から求めた一次近似式が表す直線を示す。グラフの縦軸は S_i 信号量、横軸は研磨パッドの使用時間 (min) を表す。ここでは、 S_i 信号量の閾値は3500とし、研磨パッドの使用時間が5000min以下の間で5回 S_i 信号量を測定している。そして、これらの測定値から一次近似式から求めた。図6に示すように、一次近似式の値が閾値である3500に達する20000min付近を研磨パッドのライフとする(図6のaで示す点)。また上記のように S_i 信号量の閾値を、3500付近とすれば、誤差によって研磨パッドの使用時間がライフを超え、不合格品のシリコンウェーハを出してしまうことを抑制することができる。

[0033] 以上のように、研磨残渣の量の測定値に基づいて研磨パッドのライフとする使用時間を決定しておけば、研磨パッドがライフに達する直前に、研磨を一旦中断でき、ライフを迎えた研磨パッドで研磨してしまうことで生じる時間やウェーハの無駄を減らすことができる。その結果、生産性及び歩留まりの低下をより確実に抑制することができる。

[0034] 次に、本発明のウェーハの研磨方法について説明する。ここではシリコンウェーハの両面研磨に、本発明のウェーハの研磨方法を適用する場合を例に

説明する。

まず、両面研磨する複数のシリコンウェーハを準備する。次に、両面研磨装置 1 を用いてバッチ式で複数のシリコンウェーハの両面研磨を行う。このとき、シリコンウェーハの研磨のバッチ間、すなわち、前バッチの研磨終了後、次バッチの研磨前などに、研磨パッド上に堆積した研磨残渣の量を測定する。

[0035] 研磨残渣の量を測定する方法としては、上述した蛍光 X 線分析法によって得られる蛍光 X 線スペクトルから、 $\text{Si-K}\alpha$ 線を含む信号を検出する方法を用いることができる。蛍光 X 線分析法であれば、持ち運びの簡単なハンドヘルド型の蛍光 X 線分析装置を用いることができるので、研磨パッドを定盤に貼付したままの状態でも簡便且つ短時間に測定ができる。

[0036] 研磨残渣の量を測定した後、該測定値に基づいて研磨パッドのライフを予測する。ここでは、 Si 信号量を測定することで研磨残渣の量を測定する場合を例に、具体的に研磨パッドのライフを予測する手順を説明する。

まず、蛍光 X 線分析法で研磨パッドから Si 信号量を複数回測定する。そして、複数の Si 信号量の測定値から、研磨パッドの使用時間に対する一次近似式を求める。測定は、研磨パッドの使用時間が 5000 min 以下の時に複数回行うことが好ましい。更に、一次近似式による予測の精度を考慮すると 5 回以上測定を行うことが好ましい。そして、求めた一次近似式の値が閾値に到達する研磨パッドの使用時間を研磨パッドのライフと予測する。このように、一次近似式を用いて研磨パッドのライフと予測すれば精度の良い予測をすることができ、より確実に生産性及び歩留まりの低下を抑制できる。

[0037] その後、研磨パッドの使用時間が予測したライフに到達した時点で研磨パッドを交換する。

以上のようなウェーハの研磨方法であれば、研磨パッドのライフを容易に予測することができる。更に、研磨パッドの使用時間が予測したライフに到達した時点で研磨パッドを交換することで、ライフを迎えた研磨パッドでウ

ウェーハを研磨してしまうことで生じる時間やウェーハの無駄を減らすことができる。その結果、生産性及び歩留まりの低下を抑制することができる。

[0038] 上記した、研磨パッドの評価方法及びウェーハの研磨方法の一例ではシリコンウェーハを両面研磨する場合を述べたが、当然この場合に限定されることは無い。研磨するウェーハは、シリコンウェーハ以外に、SiCウェーハや化合物半導体ウェーハ等のウェーハであっても良い。研磨方法は両面研磨に限らず片面研磨の場合であっても本発明を適用できる。

実施例

[0039] 以下、本発明の実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0040] (実施例1)

本発明の研磨パッドの評価方法に従って研磨パッドのライフを評価した。

実施例1では直径300mmの複数のシリコンウェーハを図2、3のような4ウェイ式の両面研磨装置を用いてバッチ式で両面研磨する場合の研磨パッドを評価対象とした。研磨パッドは発泡ポリウレタンパッド(JH RHO DES社製のLP-57)、スラリーはKOHアルカリベースのコロイダルシリカ(フジミ社製のGLANZOX 2100)、シリコンウェーハを保持するキャリアは母材がチタンで、インサート材がアラミド樹脂のものを使用した。

[0041] 更に、研磨パッドの使用時間が、5000min以下である時に5回Si信号量を測定することで研磨残渣の量を測定した。その後、これらの測定値から一次近似式を求め、一次近似式の値が3500となる研磨パッドの使用時間をライフの予測値とした。図7に本実施例1で求めた一次近似式を表す直線を示す。

[0042] また、両面研磨後のシリコンウェーハを、洗浄・乾燥処理した後、その表面のLPDをKLA-Tencor社製のSurfscan SP1にて測定した。この時、設定粒子径は0.2 μ m以上であり、エッジ除外領域は3mmであった。このように測定したLPDがウェーハの合否の基準値を超え

た時の研磨パッドの使用時間（従来値）とライフの予測値を比較し、ライフの予測値の精度を調査した。

実施例 1 では、以上の工程を、5 回（表 1 の測定 1－5）実施した。その結果を表 1 に示す。

表 1 のように、ライフの予測値を従来値と比較すると、標準誤差 7 % 以内でライフを予測できていることが分かる。

従って、本発明の研磨パッドの評価方法であれば、精度よく研磨パッドのライフを予測でき、生産性及び歩留まりの低下を抑制できることが確認できた。同様に、本発明のウェーハの研磨方法に従って、ウェーハの研磨をしても生産性及び歩留まりの低下を抑制できることがわかる。

[0043] （実施例 2）

実施例 1 と同様な条件で研磨パッドのライフを評価した。更に実施例 1 と同様な条件で研磨パッドのライフを評価した。ただし、実施例 2 では、研磨後のウェーハの表面の L P D を測定せず、研磨パッドの S i 信号量のみ定期的に測定した。そして、S i 信号量の測定値が 3 5 0 0 を超えた時に研磨を中断した。

その結果、既にライフを迎えた研磨パッドでシリコンウェーハの両面研磨を行うことによる不合格品のウェーハの発生を抑制することができた。そのため、後述する比較例に比べ生産性及び歩留まりの低下を抑制することができた。

[0044] （比較例）

研磨残渣を測定しなかったこと以外、実施例 1 と同様な条件で研磨パッドのライフを評価した。また、実施例 1 と同様な方法で研磨後のシリコンウェーハの表面の L P D を測定した。

その結果、L P D の測定値が基準値を超えたことが分かったときには、既にライフを迎えた研磨パッドでシリコンウェーハの両面研磨を数バッチ行ってしまうと不合格品のウェーハが発生してしまった。そのため、実施例 1、2 と比較すると生産性及び歩留まりは大幅に低下してしまった。

[0045] 表 1 に、実施例、比較例における実施結果をまとめたもの示す。

[0046] [表1]

パッド	従来値	予測値	誤差 [%]
測定1	20570	18650.82	-9.33
測定2	17890	16480.27	-7.88
測定3	22320	22965.05	2.89
測定4	19840	18508.74	-6.71
測定5	18760	17763.84	-5.31
標準誤差			6.69

[0047] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

請求の範囲

- [請求項1] ウェーハを研磨するための研磨パッドのライフを評価する研磨パッドの評価方法であって、
- 前記研磨パッド上に堆積した研磨残渣の量を測定し、該測定した測定値に基づいて前記研磨パッドのライフを評価することを特徴とする研磨パッドの評価方法。
- [請求項2] 前記研磨残渣の量は、蛍光X線分析法によって得られる蛍光X線スペクトルから $S i - K \alpha$ 線を含む信号を検出することで測定することを特徴とする請求項1に記載の研磨パッドの評価方法。
- [請求項3] 前記研磨パッドの使用時間に対する前記研磨残渣の量の測定値から一次近似式を求め、該一次近似式の値が、予め設定した閾値に到達する前記使用時間を前記研磨パッドのライフとすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の研磨パッドの評価方法。
- [請求項4] ウェーハを研磨パッドに摺接させることで複数の前記ウェーハを研磨するウェーハの研磨方法であって、
- 研磨前に前記研磨パッド上に堆積した研磨残渣の量を測定し、該測定した測定値に基づいて前記研磨パッドのライフを予測し、前記研磨パッドの使用時間が予測したライフに到達した時点で前記研磨パッドを交換することを特徴とするウェーハの研磨方法。
- [請求項5] 前記研磨残渣の量は、蛍光X線分析法によって得られる蛍光X線スペクトルから $S i - K \alpha$ 線を含む信号を検出することで測定することを特徴とする請求項4に記載のウェーハの研磨方法。
- [請求項6] 前記研磨パッドの使用時間に対する前記研磨残渣の量の測定値から一次近似式を求め、該一次近似式の値が、予め設定した閾値に到達する前記使用時間を前記研磨パッドのライフと予測することを特徴とする請求項4又は請求項5に記載のウェーハの研磨方法。