

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-60385

(P2010-60385A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.  
G 0 1 B 11/06 (2006.01)F I  
G O 1 B 11/06テーマコード (参考)  
2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-225105 (P2008-225105)  
(22) 出願日 平成20年9月2日 (2008.9.2)(71) 出願人 000002428  
芝浦メカトロニクス株式会社  
神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号  
(74) 代理人 100058479  
弁理士 鈴江 武彦  
(74) 代理人 100108855  
弁理士 蔵田 昌俊  
(74) 代理人 100091351  
弁理士 河野 哲  
(74) 代理人 100088683  
弁理士 中村 誠  
(74) 代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘  
(74) 代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液膜厚の測定装置及び測定方法

(57) 【要約】

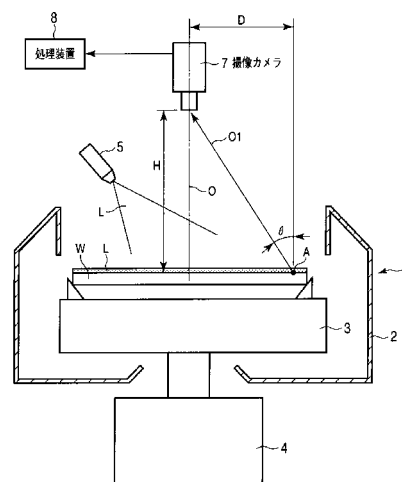
【課題】この発明は数 $\mu\text{m}$ 以下の液膜の厚さを測定することができるようにした液膜厚差の測定装置を提供することにある。

【解決手段】基板を回転させながら処理液によって処理した後、その基板上的液膜の厚さを測定する液膜厚の測定装置であって、基板上に残留する処理液によって発生する干渉縞の色階調変化を検出する撮像カメラ7と、撮像カメラによって検出された色階調変化から光回折の式( $2nd\cos\theta = m\lambda$ )を用いて基板上の処理液の厚さを算出する処理装置8を具備する。

(ただし、式中、 $n$ は処理液の屈折率、 $d$ は液膜の厚さ、 $\theta$ は処理液への光の入射角、 $m$ は整数、 $\lambda$ は光の波長である。)

【選択図】 図1

図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板を回転させながら処理液によって処理した後、その基板上の液膜の厚さを測定する液膜厚の測定装置であって、

基板上に残留する処理液によって発生する干渉縞の色階調変化を検出する検出手段と、この検出手段によって検出された色階調変化から光回折の式 ( $2nd\cos\theta = m\lambda$ ) を用いて上記基板上の処理液の厚さを算出する算出制御手段と

を具備したことを特徴とする液膜厚の測定装置。

(ただし、上記式中、 $n$  は処理液の屈折率、 $d$  は液膜の厚さ、 $\theta$  は処理液への光の入射角、 $m$  は整数、 $\lambda$  は光の波長である。)

10

## 【請求項 2】

複数の光の波長において、上記  $m$  の値を任意に変化させたときの液膜の厚さを上記光回折の式から算出し、算出された各波長の光強度のピーク位置と上記検出手段によって検出された干渉縞の色階調変化の関係から上記  $m$  の値を決定することを特徴とする請求項 1 記載の液膜厚の測定装置。

## 【請求項 3】

上記基板上の液膜の厚さと時間の関係をレーザ変位計によって所定の厚さまで検出し、それ以下の液膜の厚さは、上記  $m$  の値を任意に設定したときの液膜の厚さと時間との関係を上記検出手段によって検出された干渉縞の色階調変化から求め、色階調変化から求められた液膜の厚さと時間との関係が上記レーザ変位計によって検出された液膜の厚さと時間との関係に適合したときに上記  $m$  の値を決定して求めることを特徴とする請求項 1 記載の液膜厚の測定装置。

20

## 【請求項 4】

上記基板上の液膜の厚さの変化を質量の変化から測定し、その質量の変化と、上記  $m$  の値を任意に変化させたときに上記光回折の式から算出される液膜の厚さとの関係から上記  $m$  の値を決定することを特徴とする請求項 1 記載の液膜厚の測定装置。

## 【請求項 5】

上記検出手段はハーフミラーを介して上記基板の緩衝縞の色階調変化を検出することを特徴とする請求項 1 記載の液膜厚の測定装置。

## 【請求項 6】

基板を回転させながら処理液によって処理した後、その基板上の液膜の厚さを測定する液膜厚の測定方法であって、

基板上に残留する処理液によって発生する干渉縞の色階調変化を検出する工程と、検出された色階調変化から光回折の式 ( $2nd\cos\theta = m\lambda$ ) を用いて上記基板上の処理液の厚さを算出する工程と

を具備したことを特徴とする液膜厚の測定方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は基板を回転させながら処理液によって処理した後、その基板上の処理液の液膜の厚さを測定する測定装置及び測定方法に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体ウエハや液晶表示パネルのガラス基板などの基板に対して洗浄、エッチング、コーティング或いはレジスト剥離などを適宜の処理液を用いて処理する場合、基板を回転テーブルに保持し、この回転テーブルとともに基板を回転させながら処理するということが行なわれている。

## 【0003】

基板を回転させながら上述した各種の処理を行う場合、処理液による処理が終了したならば、処理液の供給を停止して基板上から処理液を除去する際、基板上の処理液の厚さ、

50

つまり液膜の厚さを制御することは上述した種々の処理を精密に行なう上で、重要なパラメータとなる。

【 0 0 0 4 】

液膜を測定する従来の方法としては特許文献 1 に示されたレーザ光を用いた方法が知られている。すなわち、

特許文献 1 に示された方法は測定対象物に対してレーザ光源から出射されたレーザ光を照射し、その測定対象物上の液膜から反射したレーザ光と、液膜を透過して測定対象物の上面で反射したレーザ光の 2 つの反射光をリニアイメージセンサで受光し、これらの反射光のリニアイメージセンサ上の位置に基いて測定対象物上の液膜の厚さを測定するようにしている。

10

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 3 2 9 6 5 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、レーザ光を測定対象物に照射して液膜の厚さを測定する従来の方法によると、測定可能な液膜の厚さが数  $\mu\text{m}$  程度までであるため、それ以下の薄い液膜を測定することができないということがあった。そのため、測定対象物が半導体ウエハや液晶表示パネルのガラス基板などの基板の場合、その基板の処理をより一層、精密に行う上で問題が生じることになる。

【 0 0 0 6 】

20

しかも、レーザ光によって液膜を測定する場合、レーザ光が照射された箇所だけしか液膜の厚さを測定することができない。そのため、基板上の広い範囲において液膜の厚さを同時に測定することができないということもあった。

【 0 0 0 7 】

この発明は、レーザ光による測定範囲よりも薄い液膜を精密に測定することができ、しかも基板上の広い範囲の液膜の厚さを同時に測定できるようにした液膜厚の測定装置及び測定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

この発明は、基板を回転させながら処理液によって処理した後、その基板上の液膜の厚さを測定する液膜厚の測定装置であって、

30

基板上に残留する処理液によって発生する干渉縞の色階調変化を検出する検出手段と、この検出手段によって検出された色階調変化から光回折の式 ( $2nd\cos\theta = m\lambda$ ) を用いて上記基板上の処理液の厚さを算出する算出制御手段とを具備したことを特徴とする液膜厚の測定装置にある。

【 0 0 0 9 】

(上記式中、 $n$  は処理液の屈折率、 $d$  は液膜の厚さ、 $\theta$  は処理液への光の入射角、 $m$  は整数、 $\lambda$  は光の波長である。)

複数の光の波長において、上記  $m$  の値を任意に変化させたときの液膜の厚さを上記光回折の式から算出し、算出された各波長の光強度のピーク位置と上記検出手段によって検出された干渉縞の色階調変化の関係から上記  $m$  の値を決定することが好ましい。

40

【 0 0 1 0 】

上記基板上の液膜の厚さと時間の関係をレーザ変位計によって所定の厚さまで検出し、それ以下の液膜の厚さは、上記  $m$  の値を任意に設定したときの液膜の厚さと時間との関係を上記検出手段によって検出された干渉縞の色階調変化から求め、色階調変化から求められた液膜の厚さと時間との関係が上記レーザ変位計によって検出された液膜の厚さと時間との関係に適合したときに上記  $m$  の値を決定して求めることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

上記基板上の液膜の厚さの変化を質量の変化から測定し、その質量の変化と、上記  $m$  の値を任意に変化させたときに上記光回折の式から算出される液膜の厚さとの関係から上記

50

mの値を決定することが好ましい。

【0012】

上記検出手段はハーフミラーを介して上記基板の緩衝縞の色階調変化を検出することが好ましい。

【0013】

この発明は、基板を回転させながら処理液によって処理した後、その基板上の液膜の厚さを測定する液膜厚の測定方法であって、

基板上に残留する処理液によって発生する干渉縞の色階調変化を検出する工程と、

検出された色階調変化から光回折の式 ( $2nd\cos\theta = m\lambda$ ) を用いて上記基板上の処理液の厚さを算出する工程と

を具備したことを特徴とする液膜厚の測定方法にある。

【発明の効果】

【0014】

この発明によれば、基板を処理液によって処理するときに発生する干渉縞の色階調変化を検出し、その色階調変化から光回折の式 ( $2nd\cos\theta = m\lambda$ ) を用いて基板上の処理液の厚さを算出するようにした。

【0015】

そのため、液膜の厚さが数 $\mu\text{m}$ 以下の非常に薄い厚さであっても、干渉縞の色階調変化と光回折の式によってその液膜の厚さを精密に測定することができる。しかも、基板における干渉縞の色階調変化の測定箇所は干渉縞の色階調変化を検出することができる範囲であれば制限されることがないから、基板上の広い範囲の液膜の厚さを任意に測定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】

【0016】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

図1乃至図5はこの発明の第1の実施の形態であって、図1は基板Wを処理液Lによって処理する処理装置としてのスピン処理装置1を示している。このスピン処理装置1はカップ体2を備えている。このカップ体2内には回転テーブル3が設けられている。この回転テーブル3は駆動源4によって回転駆動されるようになっている。

【0017】

上記回転テーブル3の上面には基板Wが供給保持され、この基板Wにはノズル体5によって処理液Lが噴射供給されるようになっている。

【0018】

上記基板Wの上方には、上記処理液Lによって処理された基板Wの上面に残留する処理液Lによって生じる、基板Wの上面の干渉縞の色調変化を検出する検出手段としての固定撮像素子からなるカラー方式の撮像カメラ7が光学軸線Oを垂直かつ基板Wの回転中心に一致させて配設されている。

【0019】

上記撮像カメラ7はその視野内に上記基板Wの上面全体が入るよう、高さ位置Hが設定されている。それによって、撮像カメラ7は基板W上のどの位置であっても干渉縞の色調変化を検出することができるようになっている。

【0020】

上記撮像カメラ7の撮像信号は算出制御手段としての処理装置8に出力される。この処理装置8はまず、算出ポイントとして基板W上の図1にAで示す任意の測定位置を設定し、その測定位置Aから撮像カメラ7に入射する光の軸線O1と、撮像カメラ7の光軸Oとがなす角度 $\theta$ を撮像信号から決定する。

【0021】

すなわち、角度 $\theta$ は、基板Wの上面から撮像カメラ7の受光面までの高さHと、撮像カメラ7の光学軸線Oから上記測定位置Aまでの距離Dによって求めることができる。高さHは既知であり、距離Dは撮像カメラ7の撮像信号(画像)によって求めることができる

。したがって、処理装置 8 はこれらのデータから角度  $\theta$  を算出することができる。

【 0 0 2 2 】

処理液 L による基板 W の処理が終了して基板 W への処理液 L の供給を停止したならば、上記基板 W を回転させている状態で、撮像カメラ 7 からの撮像信号を受けた処理装置 8 は、図 3 に示すように基板 W の任意の測定位置 A における複数の光の波長、つまり赤 ( R )、緑 ( G )、青 ( B ) の干渉縞の色調の変化を計測し、その結果を記憶する。図 3 において、グラフ X は赤 ( R )、Y は緑 ( G )、Z は青 ( B ) の色階調変化と時間の関係を示している。なお、同図において、時間 0 は基板 W への処理液 L の供給を停止したときである。

【 0 0 2 3 】

なお、図 3 では任意の測定位置 A における干渉縞の色調の変化を計測したが、基板 W の半径方向に沿う複数箇所の干渉縞の色調の変化を連続して計測することが可能である。たとえば基板 W の半径方向の全長にわたる干渉縞の色調の変化を計測できれば、基板 W は回転しているため、基板 W の全面の干渉縞の色調の変化を計測することができる。

【 0 0 2 4 】

処理装置 8 は図 2 に示すフローチャートに基いて、複数の光の波長と干渉縞の色調の変化を計測すると同時に、下記に示す光回折の式を用いて赤 ( R )、緑 ( G )、青 ( B ) の各波長における任意の m 値に対する液膜厚を算出し、その算出結果を記憶する。

【 0 0 2 5 】

上記光回折の式は、

$$2 n d \cos \theta = m \lambda \quad \dots ( 1 ) \text{ 式}$$

で示される。上記 ( 1 ) 式において、n は処理液の屈折率、d は液膜の厚さ、 $\theta$  は処理液への光の入射角、m は整数、 $\lambda$  は光の波長である。

【 0 0 2 6 】

下記 [ 表 1 ] は、赤 ( R )、緑 ( G )、青 ( B ) の波長に対して m 値を 0 . 5 の間隔で 0 ~ 1 0 まで順次変化させたときの各 m 値における液膜厚の計算結果を示している。すなわち、上記 ( 1 ) 式においては屈折率 n、角度  $\theta$  及び波長  $\lambda$  が既知であるから、m 値を 0 ~ 1 0 まで 0 . 5 の間隔で設定すれば、各 m 値に対する各光の波長  $\lambda$  毎に測定される処理液 L の液膜の厚さを算出することができる。

10

20

【数 1】

表 1

m	各色に対応した液膜厚[nm]		
	R	G	B
0	0	0	0
0.5	118.6587	106.7896	95.13978
1	237.3174	213.5791	190.2796
1.5	355.9761	320.3687	285.4194
2	474.6347	427.1582	380.5591
2.5	593.2934	533.9478	475.6989
3	711.9521	640.7373	570.8387
3.5	830.6108	747.5269	665.9785
4	949.2695	854.3164	761.1183
4.5	1067.928	961.106	856.2581
5	1186.587	1067.896	951.3978
5.5	1305.246	1174.685	1046.538
6	1423.904	1281.475	1141.677
6.5	1542.563	1388.264	1236.817
7	1661.222	1495.054	1331.957
7.5	1779.88	1601.843	1427.097
8	1898.539	1708.633	1522.237
8.5	2017.198	1815.422	1617.376
9	2135.856	1922.212	1712.516
9.5	2254.515	2029.002	1807.656
10	2373.174	2135.791	1902.796

【0027】

図4は[表1]の算出結果に基づいて作成された赤(R)、緑(G)、青(B)の各波長の光の液膜厚に対する理論色階調の波形を示す。この理論色階調の波形から、各波長の光のピーク値が一致するm値を決定する。図4においては、液膜厚が0の位置で赤(R)、緑(G)、青(B)の波長の光の下限のピーク値が一致する。したがって、液膜厚が0の位置のm値が0となる。言い換えれば、回転する基板W上の処理液Lの厚さが0となるまで基板W上の処理液Lが順次減少することを意味している。

【0028】

ついで、図4の理論色階調の波形と、図3の時間と各波長の色の実測された階調変化を比較し、図3において、図4の液膜厚が0、つまりm値が0の位置におけるR、G、Bの各波長の光の下限のピークが一致する状態に最も近い状態となる時間を求める。図3において、50secのときにR、G、Bの各波長の光の波形の状態が図4の液膜厚が0のときの波形と最も近い形状となっていることが判断される。

【0029】

10

20

30

40

50

したがって、図 3 における実測波形において、時間 5 0 s e c のときの m 値が 0 となる。図 3 における実測波形の時間 5 0 s e c のときの最後の下限のピークの m 値が 0 であることが判明すれば、たとえば波長赤 ( R ) の実測波形における m 値は最後の下限のピークの 1 つ前の下限のピークの m 値が 1、その前が 2、... となるから、図 4 から m 値が 0、1、2、3、... 1 0 となるときの時間を求めることができる。

【 0 0 3 0 】

さらに、[ 表 1 ] から、波長赤 ( R ) における m 値と液膜の関係を求めることができるから、図 3 と [ 表 1 ] から図 5 に示すように、処理液 L の供給を停止した後の回転する基板 W 上における時間と液膜の関係を求めることができる。同様に、緑 ( G ) 及び青 ( B ) の波長における基板 W に処理液 L の供給を停止したときからの時間と液膜の関係を求めることができる。なお、緑 ( G ) 及び青 ( B ) の場合も、波長赤 ( R ) を用いた場合と同様の結果が得られる。

10

【 0 0 3 1 】

すなわち、回転駆動される基板 W 上への処理液 L の供給を停止した後の乾燥処理において、処理装置 8 によって設定された基板 W の任意の測定位置 A における処理時間と液膜厚の関係を上記処理装置 8 によって図 5 に示すグラフとして瞬時に算出することができる。

【 0 0 3 2 】

処理装置 8 によって基板 W 上の任意の測定位置 A における処理時間と液膜厚の関係を求めるようにしたが、処理装置 8 によって設定される位置を基板 W の半径全長にわたって設定すれば、基板 W は回転しているから、基板 W の全面における処理時間と液膜厚の関係を求めることができる。

20

【 0 0 3 3 】

以上のようにして処理時間と液膜厚の関係を求め、そのデータを予め処理装置 8 にティーチングしておけば、つぎから基板 W を同じ条件、つまり、回転数、処理液の種類、ノズル体 5 からの処理液の噴射量及び噴射方向などを同じに設定すれば、基板 W 上の液膜厚と処理時間との関係が図 5 に示すグラフになることを事前に知ることができる。

【 0 0 3 4 】

したがって、図 5 の算出に基いてティーチングされたデータにより、たとえば液膜の厚さがどの程度の薄さになったときに乾燥処理を終了するかなどを設定できるから、処理液 L がエッチング液や剥離液などの薬液の場合にはその基板 W 上に残留する薬液の量によって乾燥処理後に薬液が基板に及ぼす作用を制御することができ、処理液が洗浄液の場合には基板 W の乾燥状態を制御するなどのことが可能となる。

30

【 0 0 3 5 】

このときの液膜の測定可能な厚さは [ 表 1 ] から明らかなように数  $\mu\text{m}$  以下であるから、従来のレーザ光を用いた測定方法では測定不能であった厚さを測定することができ、しかも干渉縞の色階調変化を利用することで、測定箇所制限を受けることがない。つまり、撮像カメラ 7 によって基板 W の全面を撮像することができれば、その全面の液膜厚の変化を同時に測定することができる。

【 0 0 3 6 】

図 6 と図 7 はこの発明の第 2 の実施の形態を示す。この実施の形態はレーザ変位計 1 5 と検出手段としての撮像カメラ 7 を併用して処理液 L の供給停止後における時間と液膜の厚さとの関係を求めるようにしている。

40

【 0 0 3 7 】

つまり、レーザ変位計 1 5 から出射されて基板 W の上面で反射する第 1 のレーザ光 B 1 と液面で反射する第 2 のレーザ光 B 2 を上記レーザ変位計 1 5 が検出することによって数  $\mu\text{m}$  までの液膜の厚さを測定し、それ以下の厚さは干渉縞による色階調変化によって求めるようにしている。

【 0 0 3 8 】

上記レーザ変位計 1 5 は、図 6 に示すように回転テーブル 3 に保持された基板 W の上方に上記撮像カメラ 7 と並んで設置されている。基板 W への処理液 L の供給を停止後、レー

50

ザ変位計 15 が検出する基板 W と液面からの反射するレーザ光 B 1 , B 2 に基く信号が処理装置 8 に出力されて処理される。それによって、処理装置 8 は、基板 W 上の任意の測定位置 A における時間と液膜の厚さの関係を図 7 にグラフ G 0 で示すように数  $\mu\text{m}$  の厚さまで検出する。

【 0 0 3 9 】

そして、それよりも薄い膜厚の測定はレーザ変位計 15 では測定が困難となるから、撮像カメラ 7 を用いて測定する。

【 0 0 4 0 】

すなわち、処理装置 8 はレーザ変位計 15 による測定と並行して、処理液 L の供給停止後における基板 W 上の測定位置 A における干渉縞の色階調変化を撮像カメラ 7 からの撮像信号によって検出する。この検出結果は第 1 の実施の形態と同様、図 3 に示すようになる。

10

【 0 0 4 1 】

それと同時に、処理装置 8 は ( 1 ) 式として示した光回折の式に基いて m 値を 0 ~ 1 0 まで 0 . 5 の間隔で変化させたときの赤 ( R ) 、緑 ( G ) 、青 ( B ) の波長における液膜厚を計算して格納する。このときの計算表は [ 表 1 ] となる。

【 0 0 4 2 】

ついで、処理装置 8 は図 3 の時間が 5 0 s e c における測定波長の下限のピークの m 値が 0 , 6 , 1 2 のいずれかであると仮定し、そのときの時間と液膜厚の関係のグラフを [ 表 1 ] と図 3 に基いて第 1 の実施の形態と同様の手法で作成する。各 m 値のグラフは図 7 に G 1 ~ G 3 で示す。図 7 において、グラフ G 1 は m 値が 0 の場合であり、G 2 は m 値が 6 、G 3 は m 値が 1 2 のときである。

20

【 0 0 4 3 】

このようにして、時間と液膜厚の関係を示すグラフ G 1 ~ G 3 を求めたならば、グラフ G 1 ~ G 3 のうち、レーザ変位計 15 によって求められたグラフ G 0 と適合、つまりグラフ G 0 とフィッティングするグラフを G 1 ~ G 3 のうちから以下の手法によって処理装置 8 が選択する。

【 0 0 4 4 】

すなわち、m 値を 1 2 としたグラフ G 3 は、測定開始時の液膜厚がレーザ変位計 15 によって求めたグラフ G 0 の最終の液膜厚よりも厚くなっている。つまり、測定時間が経過することによって液膜厚が厚くなることはないから、m 値を 1 2 としたグラフ G 3 はグラフ G 0 と適合しないと判定される。

30

【 0 0 4 5 】

m 値を 6 としたグラフ G 2 も、グラフ G 3 と同様、測定開始時の液膜厚がレーザ変位計 15 によって求めたグラフ G 0 の最終の液膜厚よりも厚くなっている。そのため、グラフ G 3 はグラフ G 0 と適合しないと判定される。

【 0 0 4 6 】

これらのグラフ G 3 、G 2 に対し、グラフ G 1 は測定開始時の液膜厚がレーザ変位計 15 によって求めたグラフ G 0 の最終の液膜厚よりも薄くなっているから、グラフ G 0 と適合していると判定される。

40

【 0 0 4 7 】

したがって、図 3 における実測波形の最後の下限のピークにおける m 値は 0 であると判定できるから、その判定に基いて基板 W 上の処理時間と液膜厚の関係はグラフ G 0 に適合するグラフは G 1 が示していることになる。すなわち、レーザ変位計 15 で求めたグラフ G 0 の延長先が適合するグラフを選択すればよい。

【 0 0 4 8 】

つまり、レーザ変位計 15 によって液膜の厚さを数  $\mu\text{m}$  の厚さまで測定したならば、それ以下の基板 W 上の液膜の厚さは撮像カメラ 7 と処理装置 8 によって図 7 に示すグラフ G 1 として求めることができる。

【 0 0 4 9 】

50



したがって、グラフ G 1 のデータを処理装置 8 にティーチングしておけば、それ以後、同じ条件で基板 W を処理する場合には図 7 にグラフ G 1 で示す時間と液膜の厚さの関係を適用することで、基板 W 上の液膜の厚さを制御することができる。

【 0 0 5 0 】

この第 2 の実施の形態において、レーザ変位計 1 5 を基板 W の上方で、この基板 W の径方向に沿って駆動可能に設け、基板 W の径方向の任意の位置における液膜の厚さを測定できるようにしてもよい。

【 0 0 5 1 】

図 8 はこの発明の第 3 の実施の形態を示す。この実施の形態は基板 W への処理液 L の供給を停止した後、その基板 W の質量を測定して光回折の式における m 値を決定するようにしている。

10

【 0 0 5 2 】

すなわち、図 8 は基板 W への処理液 L の供給を停止した後における基板 W 上に残留する液量 [ m g ] を質量として各時間毎に実測したグラフを示す図である。液量を求めることができれば、その液量と基板 W の面積との関係から、基板 W の上面における処理液 L の液膜厚を [ 表 1 ] から算出することができる。つまり、[ 表 1 ] と図 8 によって任意の m 値と液量との関係を求めることができる。

【 0 0 5 3 】

そこで、時間 2 0 s e c と 3 0 s e c のときの、m 値が 0 ~ 4 のときの液量 ( 液膜厚 ) を [ 表 1 ] から求める。図 8 において白丸は m 値が 0、黒菱形は m 値が 1、黒四角は m 値が 2、黒三角は m 値が 3、黒丸は m 値が 4 である。

20

【 0 0 5 4 】

その結果、2 0 s e c のときに m 値が 1 の黒菱形がグラフ上に位置するから、そのグラフは m 値が 1 であると判定することができる。つまり、図 3 のグラフにおいて、最後の下限のピークの m 値が 1 であるということになる。そのことは、[ 表 1 ] から分かるように、たとえば赤 ( R ) の波長による測定の場合、基板 W 上の最後の液膜厚が 0 ではなく、2 3 7 . 3 1 7 4 n m であり、その厚さから液膜が基板上から消失するということになる。

【 0 0 5 5 】

したがって、このようにして m 値を求めたならば、[ 表 1 ] と図 3 に基いて図 5 に示すような処理時間と液膜厚との関係を示すグラフを求めることができるから、そのグラフによって基板 W の処理時における液膜厚を第 1、第 2 の実施の形態と同様、制御することができる。

30

【 0 0 5 6 】

図 9 はこの発明の第 1 の実施の形態の変形例の第 4 の実施の形態を示す。この実施の形態においては、撮像カメラ 7 と回転テーブル 3 に保持された基板 W との間にハーフミラー 2 1 を配設する。それによって、基板 W の板面に残留する処理液 L に撮像カメラ 7 が写るのを防止することができるから、撮像カメラ 7 による基板 W の撮像を高精度に行うことが可能となる。

【 0 0 5 7 】

上記ハーフミラー 2 1 は基板 W の全面を覆う大きさとしているが、少なくとも撮像カメラ 7 の影が基板 W に写らない大きさであればよい。

40

なお、第 4 の実施の形態は第 2、第 3 の実施の形態にも適用することができること、勿論である。

【 0 0 5 8 】

また、上記各実施の形態では撮像カメラ 7 を基板 W の上方に光学軸線を垂直にして配置したが、上記撮像カメラ 7 の光学軸線を角度、たとえば 4 5 度の角度で傾斜して配置するようにしてもよい。撮像カメラ 7 をその光学軸線を傾斜させて配置すれば、この撮像カメラ 7 による測定レンジを ( 1 / c o s ) 倍にすることが可能となる。つまり、撮像カメラ 7 による測定精度を高めることができる。

【 0 0 5 9 】

50

撮像カメラ7をその光学軸線をたとえば45度の角度で傾斜させて配置した場合、垂直軸線を中心にして上記撮像カメラ7と対称に基板Wの板面を照射する光源を配置するようにしてもよい。

【0060】

このようにすれば、第4の実施の形態と同様、撮像カメラ7による測定レンジを( $1/\cos$ )倍にすることが可能となるばかりか、撮像カメラ7による撮像部位が照明されることで、測定精度をさらに向上させることもできる。

【0061】

また、基板を光源によって照明する場合、基板に到達する光を光源からの光だけにするのが好ましい。そのためには、たとえば基板Wが載置される回転テーブルが設けられたカップ体内に外部の光が入らないよう、上記カップ体を外部の光を遮断する不透明な材料によって形成したり、カップ体の周囲を、このカップ体内に外部の光が入らないよう遮光部材で覆うようにすればよい。そのようにすれば、基板上の液膜の厚さ測定を高精度に行なうことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】この発明の第1の実施の形態を示すスピン処理装置の概略的構成を示す側断面図。

【図2】処理装置による基板上の液膜厚の算出手順を説明したフローチャート。

【図3】撮像カメラが測定した赤、緑、青の各波長の光の色階調変化と基板の処理時間の関係を示す図。

【図4】液膜厚と赤、緑、青の各波長の光の色階調変化の理論波形の関係を示す図。

【図5】図3、図4及び[表1]から求められた液膜厚と基板の処理時間の関係を示す図。

【図6】この発明の第2の実施の形態を示すレーザ変位計を併用して液膜厚を測定するスピン処理装置の概略的構成を示す側断面図。

【図7】レーザ変位計によって測定された数 $\mu\text{m}$ までの液膜厚と基板の処理時間の関係のグラフ、及びそれ以下の厚さの液膜厚を求めるために複数の $m$ 値を仮定して求めた液膜厚と基板の処理時間の関係を示す複数のグラフを示す図。

【図8】この発明の第3の実施の形態を示す基板に残留する液量(質量)と基板の処理時間の関係を示す図。

【図9】この発明の第4の実施の形態を示すスピン処理装置の概略的構成を示す側断面図。

【符号の説明】

【0063】

2...カップ体、3...回転テーブル、5...ノズル体、7...撮像カメラ(検出手段)、8...処理装置(算出制御手段)、21...ハーフカメラ。

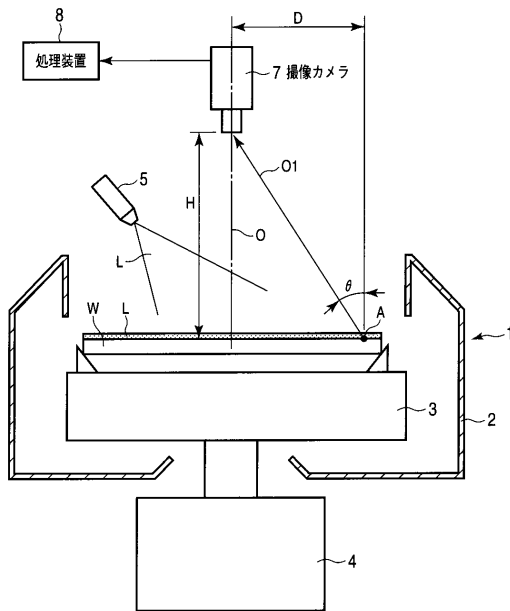
10

20

30

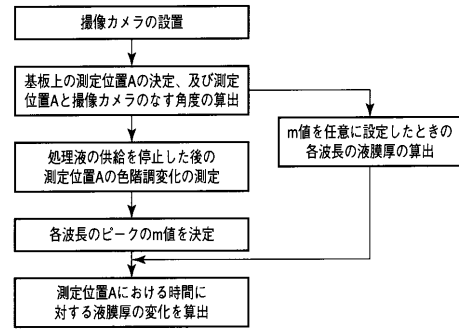
【 図 1 】

图 1



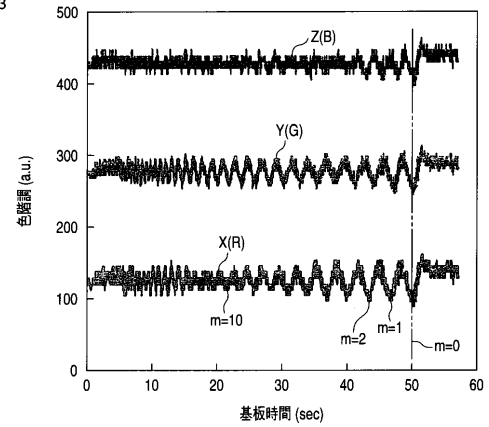
【 図 2 】

图 2



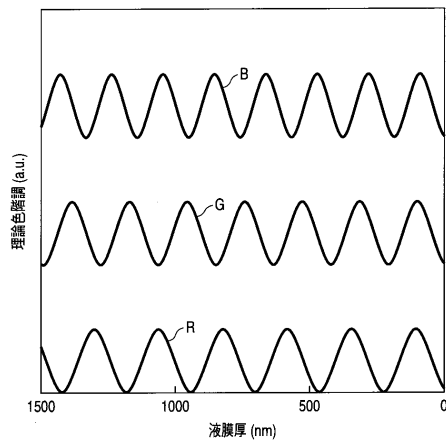
【 図 3 】

图 3



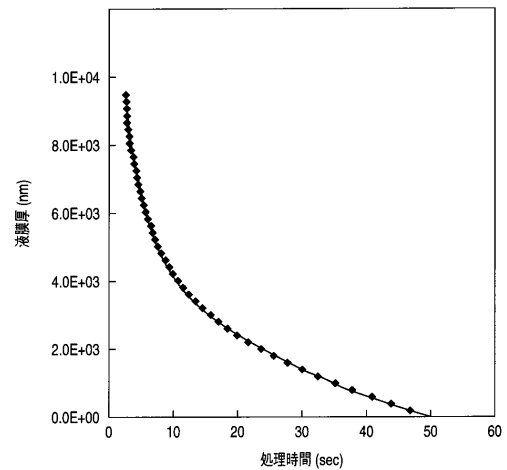
【 図 4 】

图 4



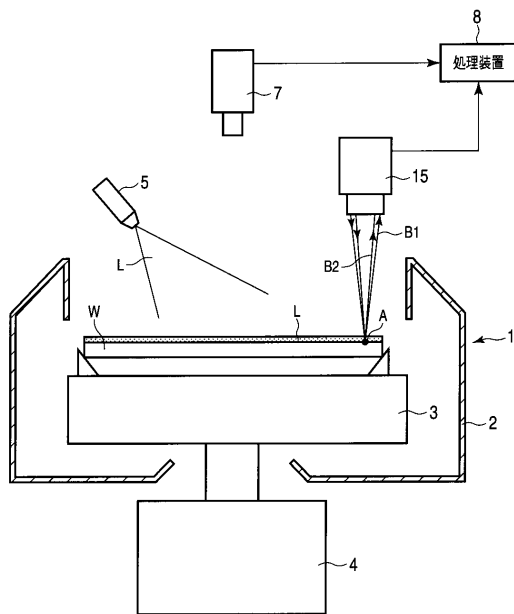
【 図 5 】

図 5



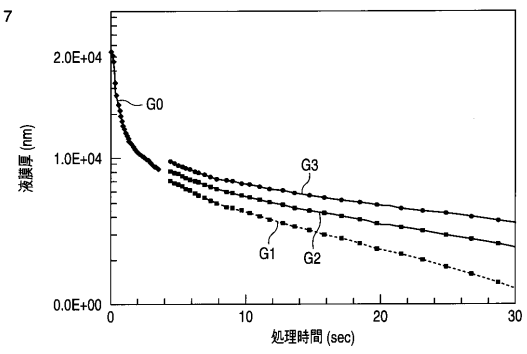
【 図 6 】

图 6



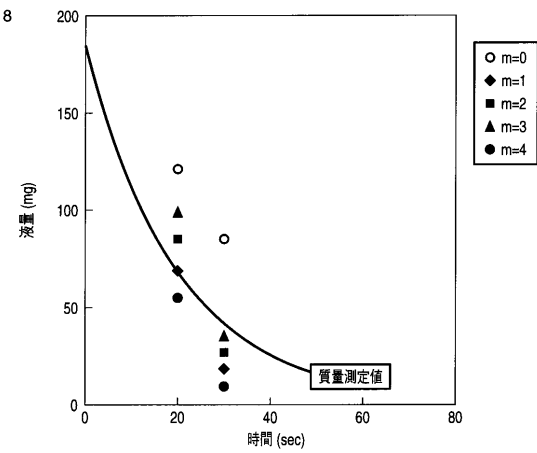
【圖 7】

図 7



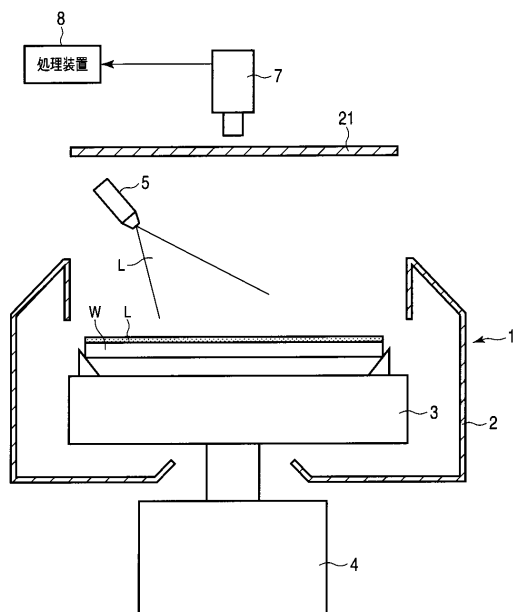
【 図 8 】

图 8



【 図 9 】

图 9



## フロントページの続き

- (74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100100952  
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100101812  
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100070437  
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144  
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933  
弁理士 山下 元
- (72)発明者 長嶋 裕次  
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内
- (72)発明者 菊池 勉  
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内
- Fターム(参考) 2F065 AA06 AA09 AA30 AA31 CC19 CC31 DD06 FF04 FF31 FF48  
GG04 JJ03 JJ09 LL00 MM04 PP13 PP22 QQ18