

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6991843号
(P6991843)

(45)発行日 令和4年1月13日(2022.1.13)

(24)登録日 令和3年12月10日(2021.12.10)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 B 11/02 (2006.01) G 0 1 B 11/02 H

請求項の数 5 (全13頁)

(21)出願番号	特願2017-230204(P2017-230204)	(73)特許権者	000137694 株式会社ミットヨ 神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番 1号
(22)出願日	平成29年11月30日(2017.11.30)	(74)代理人	110000637 特許業務法人樹之下知的財産事務所
(65)公開番号	特開2019-100795(P2019-100795 A)	(72)発明者	石山 拓 神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番 1号 株式会社ミットヨ内
(43)公開日	令和1年6月24日(2019.6.24)	審査官	信田 昌男
審査請求日	令和2年10月6日(2020.10.6)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 倍率検査用ワーク、倍率検査方法および光学式測定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学式測定装置で画像を検出されかつ得られた検査画像から前記光学式測定装置の対物レンズの倍率を算出するための倍率検査用ワークであって、

表面に検査パターンが形成された基材を有し、
前記検査パターンは、基準点を通る直線状の基準線と、前記基準点から渦巻き状に延びる螺旋部とを有することを特徴とする倍率検査用ワーク。

【請求項2】

請求項1に記載された倍率検査用ワークにおいて、
前記螺旋部は、アルキメデス螺旋、放物螺旋、双曲螺旋およびインボリュート曲線のいずれかであることを特徴とする倍率検査用ワーク。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載された倍率検査用ワークにおいて、
前記基材はガラス板であり、前記検査パターンは、前記ガラス板の表面に形成された金属薄膜であることを特徴とする倍率検査用ワーク。

【請求項4】

光学式測定装置の対物レンズの倍率検査方法であって、
表面に検査パターンが形成された基材を有し、前記検査パターンは、基準点を通る直線状の基準線と、前記基準点から渦巻き状に延びる螺旋部とを有する倍率検査用ワークを準備しておき、

前記光学式測定装置に前記倍率検査用ワークを装着し、
 前記光学式測定装置で前記検査パターンを含む検査画像を検出し、
 検出した前記検査画像に、前記基準点を中心として半径が整数個の画素分の検査円を描画し、
 前記検査画像で、前記検査円と前記螺旋部との交点を検出し、
 前記交点の前記基準点を中心とした前記基準線に対する角度を検出し、
 検出した前記角度から、前記検査パターンでの前記交点と前記基準点との距離を算出し、
 算出した前記距離、前記検査円の半径の画素数および前記光学式測定装置の画素サイズから前記対物レンズの倍率を算出する、ことを特徴とする倍率検査方法。

【請求項 5】

対物レンズを通してワークを撮像する撮像装置と、前記撮像装置を制御する制御装置とを有し、検査パターンとして基準点を通る直線状の基準線と、前記基準点から渦巻き状に延びる螺旋部とが形成された倍率検査用ワークが装着可能な光学式測定装置であって、前記制御装置は、

装着された前記検査パターンを含む前記倍率検査用ワークの検査画像を検出する検査画像検出部と、

検出した前記検査画像に、前記基準点を中心として半径が整数個の画素分の検査円を描画する検査円描画部と、

前記検査画像で、前記検査円と前記螺旋部との交点を検出する交点検出部と、

前記交点の前記基準点を中心とした前記基準線に対する角度を検出する角度検出部と、

検出した前記角度から、前記検査パターンでの前記交点と前記基準点との距離を算出する距離算出部と、

算出した前記距離、前記検査円の半径の画素数および前記光学式測定装置の画素サイズから前記対物レンズの倍率を算出する倍率算出部と、を有することを特徴とする光学式測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、倍率検査用ワーク、倍率検査方法および光学式測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、テーブル上に載置されたワーク（被測定物）の寸法・形状を測定するために、画像測定機、三次元測定機および顕微鏡等の光学式測定装置が用いられている。

このような光学式測定装置にあっては、CCDカメラ等の撮像装置でワークを撮像し、得られた画像から必要なワークの測定情報を取得している。撮像にあたっては、倍率の異なる複数本の対物レンズを回転可能なターレットに取付けたターレット式変倍機構により、ワークの測定箇所を拡大観察できるようにしてある。

光学式測定装置を用い、画像から例えばワークの長さを検出する際には、測定演算において撮影時のレンズの倍率が必要である。

このようなレンズの倍率の設定は、ユーザが手動で行っている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平9-304022号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前述した従来の光学式測定装置では、レンズの倍率が測定精度に大きく影響を及ぼすので、ユーザがレンズの倍率設定を間違えた場合は、光学式測定装置による測定結果が不正確なものになる。

10

20

30

40

50

また、異なるレンズに変更した際には、レンズの倍率設定をユーザが逐次行う必要があり、作業効率が低下する原因になっていた。

とくに、従来はレンズに表示された倍率などを調べ、手操作で光学式測定装置に入力していたため、誤入力の可能性および煩雑さが避けられなかった。

【0005】

本発明の目的は、ユーザによるレンズの倍率設定を正確かつ容易に行うことができる倍率検査用ワーク、倍率検査方法および光学式測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の倍率検査用ワークは、表面に検査パターンが形成された基材を有し、前記検査パターンは、基準点を通る直線状の基準線と、前記基準点から渦巻き状に延びる螺旋部とを有することを特徴とする。

10

【0007】

本発明では、倍率検査用ワークを対物レンズの倍率が未知の光学式測定装置に装着し、撮像装置で表面を撮像することにより、検査パターンを含む検査画像が取得できる。

検査パターンにおいて、螺旋部は、渦巻き状つまり基準点からの距離が増加し続ける形状であり、つまり、螺旋部上の任意の点の基準線に対する基準点を中心とした角度 θ 、基準点からの距離 r として、 $0 < \theta < 2\pi$ の範囲で θ と r とが一对一に対応する形状である。従って、螺旋部に、例えば基準点を中心とする任意の半径の円（検査円）を重ね合わせると、互いの交点は一点に決まり、基準線に対する交点の、基準点を中心とした角度は一意に決まる。そして、検査パターンにおいて、交点の角度が決まれば、検査パターンでの交点から基準点までの距離も決まる。例えば、螺旋部の曲線が角度 θ の関数で与えられていれば、その関数から検査パターンでの基準点と角度 θ での交点との距離が得られる。

20

【0008】

光学式測定装置においては、対物レンズの倍率が未知であっても、撮像装置の画素サイズは一定であるため、その整数倍の半径（既知）を有する検査円を描画することができる。従って、前述した検査画像を取得するとともに、前述した検査円を取得画像と重ね合わせて描画することで、検査円における画素の整数倍の長さ（測定寸法）と、前述した検査パターンでの交点から基準点までの距離（実寸法）とが得られ、これらから対物レンズの倍率を算出することができる。

30

ここで算出される倍率は、対物レンズ自体の倍率（対物レンズに応じて変化する）と他の光学要素の倍率（対物レンズの交換では変化しない）との積であるが、他の光学要素の倍率を予め測定しておけば、本発明の検査パターンから算出された倍率に対して演算することで、対物レンズだけの倍率を算出することができる。

【0009】

このような倍率計算は、予めソフトウェアとして組み込んでおくことで、光学式測定装置に自動処理させることができ、ユーザが倍率検査用ワークをセットして処理の開始を指示するだけで、現在の対物レンズの倍率を算出することができる。その結果、ユーザによるレンズの倍率設定を正確かつ容易に行うことができる。

【0010】

本発明の倍率検査用ワークにおいて、前記螺旋部は、アルキメデス螺旋、放物螺旋、双曲螺旋およびインボリュート曲線のいずれかであることが好ましい。

40

【0011】

これらのアルキメデス螺旋（ $r = a\theta$ 、 a は定数、以下同じ）、放物螺旋（ $r = a\theta^2$ ）、双曲螺旋（ $r = a/\theta$ ）およびインボリュート曲線（ $x = a(\cos\theta + \theta\sin\theta)$ 、 $y = a(\sin\theta - \theta\cos\theta)$ ）は、本発明における螺旋部の条件、つまり、螺旋部上の任意の点の基準点を中心とした基準線に対する角度 θ 、基準点からの距離 r としたとき、 $0 < \theta < 2\pi$ の範囲で θ と r とが一对一に対応する形状となる。

従って、これらの関数に基づく曲線を利用することにより、螺旋部を容易に形成することができる。

50

【 0 0 1 2 】

本発明の倍率検査用ワークにおいて、前記基材はガラス板であり、前記検査パターンは、前記ガラス板の表面に形成された金属薄膜であることが好ましい。

本発明において、金属薄膜としては、例えばクロムなどの材料を、蒸着などによりガラス板の表面に形成したものとすることができる。本発明において、検査パターンは、金属薄膜の輪郭線として形成すればよい。輪郭線が明瞭に検出できるように、金属薄膜の厚みはなるべく薄いことが望ましく、例えば数十～数百ナノメートル程度が利用できる。

【 0 0 1 3 】

本発明では、ガラス表面と薄膜表面との光学的特性の相違により、各々の境界として表れる検査パターンを高精度に検出することができる。

さらに、検査パターンが領域の境界として得られるため、例えば図形が線である場合のような線幅などの影響がなく、精度を高めることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の倍率検査方法は、光学式測定装置の対物レンズの倍率検査方法であって、表面に検査パターンが形成された基材を有し、前記検査パターンは、基準点を通る直線状の基準線と、前記基準点から渦巻き状に延びる螺旋部とを有する倍率検査用ワークを準備しておき、前記光学式測定装置に前記倍率検査用ワークを装着し、前記光学式測定装置で前記検査パターンを含む検査画像を検出し、検出した前記検査画像に、半径が整数個の画素分の検査円を描画し、前記検査画像で、前記検査円と螺旋部との交点を検出し、前記交点の前記基準点を中心とした前記基準線に対する角度を検出し、検出した前記角度から、前記検査パターンでの前記交点と前記基準点との距離を算出し、算出した前記距離、前記検査円の半径の画素数および前記光学式測定装置の画素サイズから前記対物レンズの倍率を算出する、ことを特徴とする。

本発明では、先に本発明の倍率検査用ワークについて説明した通りの作用効果を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の光学式測定装置は、対物レンズを通してワークを撮像する撮像装置と、前記撮像装置を制御する制御装置とを有し、検査パターンとして基準点を通る直線状の基準線と、前記基準点から渦巻き状に延びる螺旋部とが形成された倍率検査用ワークが装着可能な光学式測定装置であって、前記制御装置は、装着された前記検査パターンを含む前記倍率検査用ワークの検査画像を検出する検査画像検出部と、検出した前記検査画像に、半径が整数個の画素分の検査円を描画する検査円描画部と、前記検査画像で、前記検査円と前記螺旋部との交点を検出する交点検出部と、前記交点の前記基準点を中心とした前記基準線に対する角度を検出する角度検出部と、検出した前記角度から、前記検査パターンでの前記交点と前記基準点との距離を算出する距離算出部と、算出した前記距離、前記検査円の半径の画素数および前記光学式測定装置の画素サイズから前記対物レンズの倍率を算出する倍率算出部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明では、前述した本発明の倍率検査用ワークを装着し、制御装置において検査画像検出部ないし倍率算出部を順次動作させることで、先に本発明の倍率検査用ワークについて説明した通りの作用効果を得ることができる。

この際、ユーザは、倍率検査用ワークを装着し、制御装置に検査画像検出部ないし倍率算出部を動作させるよう指示するだけでよく、ユーザによるレンズの倍率設定を正確かつ容易に行うことができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、ユーザによるレンズの倍率設定を正確かつ容易に行うことができる倍率検査用ワーク、倍率検査方法および光学式測定装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の一実施形態の光学式測定機を示すブロック図。

【図 2】前記実施形態で用いる倍率検査用ワークを示す平面図。

【図 3】前記実施形態の検査パターンの形状を示すグラフ。

【図 4】前記実施形態の交点の角度と基準点からの距離との関係を示すグラフ。

【図 5】前記実施形態の制御装置を示すブロック図。

【図 6】前記実施形態の処理手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

図 1 において、光学式測定装置 10 は、ワーク W を載置するステージ 11 と、ステージ 11 に載置されたワーク W の画像を撮像する撮像ユニット 20 と、ステージ 11 と撮像ユニット 20 とを相対移動させる相対移動機構 12 と、これらを制御する制御装置 30 と、を有する。

10

【0020】

撮像ユニット 20 は、ステージ 11 に対向配置された対物レンズ 21 と、この対物レンズ 21 の光軸上に配置された撮像手段としての CCD カメラ 22 と、対物レンズ 21 から CCD カメラ 22 に至る光軸上に設置されたハーフミラー 23 と、ハーフミラー 23 にストロボ照明を入射する照明装置 24 とを含んで構成されている。

撮像ユニット 20 は、相対移動機構 12 によって、ステージ 11 に対して三次元方向（図 1 において、左右方向、前後方向および上下方向）へ相対移動される。

20

【0021】

制御装置 30 は、相対移動機構 12 の動作を制御するとともに、撮像ユニット 20 によって撮像されたワーク W の画像を取り込み、その画像を処理してワーク W の寸法や形状などの演算処理を実行可能である。

制御装置 30 には表示装置 14 が接続され、制御装置 30 で演算された測定結果などは表示装置 14 に表示可能である。

【0022】

光学式測定装置 10 は、制御装置 30 によるワーク W の画像処理の際に、対物レンズ 21 を含む撮像ユニット 20 の光学系の倍率の数値を用いる。なかでも、対物レンズ 21 は測定内容に応じて交換されるものであり、そのつど倍率を設定する必要がある。

30

本実施形態の光学式測定装置 10 では、本発明に基づく倍率検査用ワーク 40（図 2 参照）を用い、制御装置 30 に設置された本発明に基づく構成（図 5 参照）により、本発明に基づく倍率検査手順（図 6 参照）を実行することで、制御装置 30 に対してユーザが数値の入力操作を行うことなしに、対物レンズ 21 の倍率を設定することができる。

【0023】

図 2 において、倍率検査用ワーク 40 は、透明な平板状ガラス製の基材 41 を有し、その表面には検査パターン 42 が形成されている。

検査パターン 42 は、クロムなどの金属薄膜を基材 41 の表面に蒸着して形成され、その輪郭の一部は直線状の基準線 43 とされ、他の部分は螺旋部 44 とされている。

基準線 43 は、一端が基準点 c o で他端が終点 c e とされている。

40

螺旋部 44 は、基準点 c o から渦巻き状に拡がりつつ、終点 c e まで延びている。

【0024】

図 3 にも示すように、螺旋部 44 は、基準点 c o を原点（ $x = 0$, $y = 0$ ）とする関数 $r =$ （係数 $a = 1$ のアルキメデス螺旋 $r = a$ ）で表される曲線とされている。すなわち、 $\theta = 0$ のとき原点であり、角度 θ の増加につれて反時計回りに旋回しつつ原点からの距離 r が増加する。

図 4 に示すように、関数 $r =$ においては、角度 θ と距離 r との関係は単純増加となり、角度 θ と距離 r とは一对一の関係にある。すなわち、角度 θ_1 のとき距離 r_1 であり、角度 θ_2 のとき距離 r_2 であり、同様に距離 r が定めれば角度 θ も一意に定まる。

【0025】

50

従って、関数 $r =$ に、基準点 $c o$ を中心として半径が距離 $r c$ の円（検査円 4 5）を重ね合わせると、その交点 $c c$ は、基準点 $c o$ を中心とした基準線 4 3 に対する角度 c ($= r c$) が一意に定まる。

このことから、距離 $r c$ の値が未知であっても、半径が距離 $r c$ の検査円 4 5 を関数 $r =$ に重ね合わせて交点 $c c$ の角度 c を検出すれば、関数 $r =$ から距離 $r c$ の値を求めることができる。

【 0 0 2 6 】

図 2 に戻って、検査パターン 4 2 は、光学式測定装置 1 0 に検査画像として検出された際に、基準点 $c o$ が座標系の原点 ($x = 0$, $y = 0$) となり、終点 $c e$ が x 軸線上となる必要がある。このために、倍率検査用ワーク 4 0 には、検査パターン 4 2 に隣接して補助パターン 4 6 が形成されている。

10

補助パターン 4 6 は、検査パターン 4 2 と同様に基材 4 1 に蒸着して形成されたものであり、輪郭が矩形とされ、その一部である補助線 4 7 は、その延長線が基準点 $c o$ を通る配置とされている。

従って、光学式測定装置 1 0 で検査画像を検出する際には、基準線 4 3 と補助線 4 7 との交点である基準点 $c o$ を原点とし、基準線 4 3 および補助線 4 7 がそれぞれ x 軸および y 軸となるように画像配置を調整することで、適切な配置で検査パターン 4 2 の画像を検出することができる。

【 0 0 2 7 】

本実施形態の光学式測定装置 1 0 は、前述した図 3 および図 4 の原理に基づいて、図 2 の倍率検査用ワーク 4 0 の画像から対物レンズ 2 1 の倍率を設定するために、専用の構成が制御装置 3 0 に設けられている。

20

図 5 において、制御装置 3 0 は、検査画像検出部 3 1、画像メモリ 3 2、検査円描画部 3 3、交点検出部 3 4、角度検出部 3 5、距離算出部 3 6、倍率算出部 3 7、装置データ設定値メモリ 3 8 および倍率候補選択部 3 9 を有する。

【 0 0 2 8 】

検査画像検出部 3 1 は、撮像ユニット 2 0 で撮像されたワーク W (図 1 参照) の検査画像を検出する。ワーク W として前述した倍率検査用ワーク 4 0 を用いることで、その表面の検査パターン 4 2 を含む検査画像を検出することができる。

画像メモリ 3 2 は、検査画像検出部 3 1 で検出した検査画像が記録される。記録された検査画像は、表示装置 1 4 に表示することができる。

30

検査画像検出部 3 1 での検査画像の検出の際には、基準点 $c o$ および基準線 4 3 の検出を行い、検出した基準点 $c o$ および基準線 4 3 の位置を画像メモリ 3 2 に記憶しておく。

【 0 0 2 9 】

検査円描画部 3 3 は、画像メモリ 3 2 に記録された検査画像（検査パターン 4 2 を含む）に対し、検査円 4 5 を描画する（図 3 参照）。

検査円 4 5 を描画する際には、ユーザが表示装置 1 4 を視認しつつ、制御装置 3 0 の操作装置を操作することで、検査円 4 5 の半径を設定する。

装置データ設定値メモリ 3 8 には、撮像ユニット 2 0 で検出される検査画像の画素サイズ $d p$ が予め記録されている。検査円描画部 3 3 は、検査円 4 5 を設定する際に、装置データ設定値メモリ 3 8 から画素サイズ $d p$ を読み出し、その整数倍の半径が距離 $r = n \times d p$ の円を、検査円 4 5 の候補として表示装置 1 4 に表示させる。ユーザは、表示装置 1 4 に重ねて表示される検査画像の検査パターン 4 2 と検査円 4 5 の候補とを比べ、検査画像の螺旋部 4 4 と交差する検査円 4 5 を選択することで、検査円 4 5 を設定することができる。

40

【 0 0 3 0 】

交点検出部 3 4 は、画像メモリ 3 2 上の検査画像における、螺旋部 4 4 と検査円 4 5 との交点 $c c$ を検出する。

角度検出部 3 5 は、画像メモリ 3 2 上の検査画像における、基準点 $c o$ を中心とした交点 $c c$ の基準線 4 3 に対する角度 c を検出する。

50

距離算出部 36 は、検出された角度 θ および予め設定された関数 $r = f(\theta)$ に基づいて、距離 $r_c = f(\theta)$ を算出する。

倍率算出部 37 は、算出された距離 $r_c = f(\theta)$ 、検査円 45 に用いた数値 n 、画素サイズ d_p から、撮像ユニット 20 の倍率 $m = r / r_c = (n \times d_p) / f(\theta)$ を算出する。

【0031】

装置データ設定値メモリ 38 は、前述した画素サイズ d_p 、関数 $r = f(\theta)$ が記録されるとともに、算出された撮像ユニット 20 の倍率 m を記憶しておくことで、光学式測定装置 10 が実際のワーク W (図 1 参照) の画像測定を行う際に参照することができる。

撮像ユニット 20 の倍率は、対物レンズ 21 の倍率と他の光学要素の倍率との積であり、他の光学要素の倍率を予め測定しておき、撮像ユニット 20 の倍率 m に対して演算することで、対物レンズ 21 の倍率として算出することができる。

10

装置データ設定値メモリ 38 は、このように算出される対物レンズ 21 の倍率を記憶しておき、光学式測定装置 10 の画像測定を行う際に参照してもよい。

【0032】

倍率候補選択部 39 は、検査対象の対物レンズ 21 として想定される倍率を予め複数登録しておくことで、撮像ユニット 20 の倍率 m から算出された対物レンズ 21 の未知の倍率に最も近い値を選択し、最終的な対物レンズ 21 の倍率として設定する。

倍率候補選択部 39 で登録された倍率 $m_1, m_2, m_3 \dots$ は、装置データ設定値メモリ 38 に記憶しておき、後に倍率候補選択部 39 で参照することができる。

【0033】

20

以上のような制御装置 30 において、画像メモリ 32 および装置データ設定値メモリ 38 は、既存の記憶手段によって実現できる。

また、検査画像検出部 31、検査円描画部 33、交点検出部 34、角度検出部 35、距離算出部 36 および倍率算出部 37 については、コンピュータシステムで実行されるソフトウェアにより各々の機能を実現することができる。

【0034】

本実施形態の光学式測定装置 10 において、倍率検査用ワーク 40 を用いて対物レンズ 21 の倍率を設定する際の倍率検査手順は以下の通りである。

図 6 において、ユーザは、まず光学式測定装置 10 で使用可能な対物レンズ 21 の候補倍率を調べ、倍率候補選択部 39 に登録しておく(処理 S1)。

30

次に、ユーザは、倍率検査用ワーク 40 を準備し、これを光学式測定装置 10 のステージ 11 に装着する(処理 S2)。

【0035】

続いて、ユーザは、撮像ユニット 20 および制御装置 30 を動作させ、検査画像検出部 31 により、検査パターン 42 を含む倍率検査用ワーク 40 の検査画像を検出する。

まず、光学式測定装置 10 に既知倍率の対物レンズ 21 を装着し、検査パターン 42 を含む倍率検査用ワーク 40 の検査画像を検出する(処理 S3)。

既知倍率の対物レンズ 21 を用いて画像を検出したら、検査パターン 42 の基準線 43 と、補助パターン 46 の補助線 47 とを検出し、その交点を基準点 c_0 として検出しておく。

【0036】

40

次に、光学式測定装置 10 に検出対象の対物レンズ 21 を装着し、検査パターン 42 を含む倍率検査用ワーク 40 の検査画像を検出する(処理 S4)。

検出対象の対物レンズ 21 を用いて画像を検出したら、この検査画像に対して、検査円描画部 33 で検査円 45 を描画する(処理 S5)。

検査画像に検査円 45 が描画できたら、制御装置 30 において一連の処理を自動実行させる。すなわち、交点検出部 34 による交点 c_c の検出(処理 S6)、角度検出部 35 による交点 c_c の角度 θ の検出(処理 S7)、距離算出部 36 による距離 r_c の算出(処理 S8)、および、倍率算出部 37 による倍率 m の算出(処理 S9)が、順次行われる。さらに、倍率 m が算出されたら、倍率候補選択部 39 により、処理 1 で登録された倍率 $m_1, m_2, m_3 \dots$ のなかから何れかが選択され、最終的な対物レンズ 21 の倍率とされる。

50

【 0 0 3 7 】

以上のような本実施形態によれば、次のような効果が得られる。

本実施形態では、倍率検査用ワーク 4 0 を、対物レンズ 2 1 の倍率が未知の光学式測定装置 1 0 に装着し、撮像ユニット 2 0 で倍率検査用ワーク 4 0 の表面を撮像することにより、検査パターン 4 2 を含む検査画像が取得できる。

検査パターン 4 2 において、螺旋部 4 4 は、渦巻き状つまり基準点 c_o からの距離 r が増加し続ける形状、つまり、螺旋部 4 4 上の任意の点の基準線 4 3 に対する基準点 c_o を中心とした角度 θ 、基準点からの距離 r として、 $0 < \theta < 2\pi$ の範囲で θ と r とが一对一で対応する形状である。

従って、螺旋部 4 4 に、基準点 c_o を中心とする任意の半径の円（検査円 4 5）を重ね合わせると、互いの交点 c_c は一点に決まり、基準線 4 3 に対する交点 c_c の、基準点 c_o を中心とした角度 θ_c は一意に決まる。そして、検査パターン 4 2 において、交点 c_c の角度 θ_c が決まれば、検査パターン 4 2 上での交点 c_c から基準点 c_o までの距離 r_c も決まる。

とくに、本実施形態では、螺旋部 4 4 の曲線が、角度 θ の関数であるアルキメデス螺旋 $r = a + b\theta$ で与えられており、検査パターン 4 2 上の交点 c_c と基準点 c_o との距離 $r_c = a + b\theta_c$ が簡単に得られる。

【 0 0 3 8 】

光学式測定装置 1 0 においては、対物レンズ 2 1 の倍率が未知であっても、撮像ユニット 2 0 の画素サイズ d_p は一定であるため、その整数倍（ n 倍）の距離 $r = n \times d_p$ （既知）を有する検査円 4 5 を描画することができる。

従って、前述した検査パターン 4 2 を含む検査画像を取得するとともに、前述した検査円 4 5 を取得画像と重ね合わせて描画することで、検査円 4 5 における画素の整数倍の長さ $r = n \times d_p$ （測定寸法）と、前述した検査パターン 4 2 上の交点 c_c から基準点 c_o までの距離 $r_c = r \times \theta_c / \theta$ （実寸法）とが得られ、これらから対物レンズの倍率 $m = r / r_c = (n \times d_p) / r_c$ を算出することができる。

【 0 0 3 9 】

このような倍率計算は、予めソフトウェアとして組み込んでおくことで、光学式測定装置 1 0 に自動処理させることができ、ユーザが倍率検査用ワーク 4 0 をセットして処理の開始を指示するだけで、現在の対物レンズ 2 1 の倍率を算出することができる。その結果、ユーザによるレンズの倍率設定を正確かつ容易に行うことができる。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、倍率検査用ワーク 4 0 として、基材 4 1 をガラス板として、検査パターン 4 2 は、ガラス板の表面に形成された金属薄膜であるとした。

このため、ガラス表面と薄膜表面との光学的特性の相違により、各々の境界として表れる検査パターン 4 2 とくに螺旋部 4 4、および交点 c_c や基準点 c_o の位置を高精度に検出することができる。さらに、検査パターン 4 2 が領域の境界として得られるため、例えば図形が線である場合のような線幅などの影響がなく、精度を高めることができる。

【 0 0 4 1 】

検査パターン 4 2 に加えて補助パターン 4 6 を形成し、基準線 4 3 とともに補助線 4 7 を検出するようにしたため、検査画像における x 軸、 y 軸、原点である基準点 c_o を確実に、かつ正確に検出することができる。

基準点 c_o および基準線 4 3 の位置を検出する際に、倍率が既知の対物レンズ 2 1 を用いるとしたため、検査対象である倍率が未知の対物レンズ 2 1 をそのまま基準点 c_o および基準線 4 3 の位置検出に用いる場合に比べて、これらの位置の検出精度を高めることができる。

【 0 0 4 2 】

検査対象の対物レンズ 2 1 として想定される倍率 $m_1, m_2, m_3 \dots$ を予め複数登録しておき、撮像ユニット 2 0 の倍率 m から算出された対物レンズ 2 1 の未知の倍率に最も近い値を選択し、最終的な対物レンズ 2 1 の倍率として設定するようにしたため、撮像ユニッ

10

20

30

40

50

ト 20 の倍率 m から算出された対物レンズ 21 の倍率に誤差が多くても（例えば倍率が 1.02 倍など）、候補として設定しておいた誤差のない倍率（例えば 1.00 倍など）に揃えることができ、誤差の影響を回避することができる。

【0043】

なお、本発明は前述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での变形などは本発明に含まれる。

前記実施形態では、倍率検査用ワーク 40 として、ガラス板製の基材 41 に、金属薄膜製の検査パターン 42 を形成した。しかし、基材 41 は他の材質であってもよく、板材に限らずブロックなどであってもよい。また、検査パターン 42 は、金属薄膜に限らず、他の表面処理あるいは塗装などで形成してもよい。

10

【0044】

前記実施形態では、倍率検査用ワーク 40 の螺旋部 44 にアルキメデス螺旋 $r = a$ を用いた。しかし、これに限らず、放物螺旋 ($r = a - 2$)、双曲螺旋 ($r = a /$) およびインボリュート曲線 ($x = a(\cos + \sin)$, $y = a(\sin - \cos)$) などであってもよい。つまり、本発明における螺旋部 44 の条件、つまり、螺旋部 44 上の任意の点 (交点 c_c) の基準点 c_o を中心とした基準線 43 に対する角度、基準点 c_o からの距離 r としたとき、 $0 < 2$ の範囲で r と r とが一對一に対応する形状であればよく、すなわち、 $r = f(\theta)$ としたとき $0 < 2$ の範囲で $f'(\theta)$ が常に正、または常に負の関数であればよい。このような関数に基づく曲線を利用して螺旋部 44 を容易に形成できるようにすることが望ましい。

20

【0045】

前記実施形態では、光学式測定装置 10 において本発明の手順を実行するために、制御装置 30 に、検査画像検出部 31、画像メモリ 32、検査円描画部 33、交点検出部 34、角度検出部 35、距離算出部 36、倍率算出部 37、装置データ設定値メモリ 38 および倍率候補選択部 39 を設けた。

しかし、制御装置 30 の構成は、本実施形態の各部 (31 ~ 39) に限定されるものではなく、例えば図 6 の手順が実行できる構成であれば他の構成としてもよい。

【0046】

前記実施形態では、検査対象の対物レンズ 21 の倍率候補を複数登録しておき、算出された倍率に対して近い値を選択するようにしたが、算出された倍率をそのまま検査対象の対物レンズ 21 の倍率としてもよく、数値を丸める（例えば小数点以下 2 桁まで等）としてもよい。この場合、図 5 の倍率候補選択部 39 は省略し、図 6 における処理 S1 および処理 S10 を省略すればよい。

30

【0047】

前記実施形態では、処理 S3 で既知倍率の対物レンズ 21 を用いて検査画像を検出し、これにより基準点 c_o および基準線 43 の位置を検出することで精度を高めるとしたが、検査対象である倍率が未知の対物レンズ 21 で十分な精度が得られるのであれば、処理 S4 を省略し、処理 S4 で検査対象の対物レンズ 21 で検査画像を検出したのち、この検査画像から基準点 c_o および基準線 43 の位置を検出してもよい。

【0048】

前記実施形態では、検査パターン 42 に加えて補助パターン 46 を形成し、基準線 43 とともに補助線 47 を検出するようにしたが、検査パターン 42 に補助線 47 に沿ったスリットを形成する等により、補助線 47 (および基準点 c_o) が得られれば、補助パターン 46 は省略してもよい。

40

【0049】

前記実施形態では、光学式測定装置 10 としてステージ 11、相対移動機構 12、撮像ユニット 20 および制御装置 30 を有する構成とした。しかし、本発明が適用される光学式測定装置 10 は他の構成であってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0050】

50

本発明は、倍率検査用ワーク、倍率検査方法および光学式測定装置として利用できる。

【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

1 0 ... 光学式測定装置、 1 1 ... ステージ、 1 2 ... 相対移動機構、 1 4 ... 表示装置、 2 0 ... 撮像ユニット、 2 1 ... 対物レンズ、 2 2 ... CCDカメラ、 2 3 ... ハーフミラー、 2 4 ... 照明装置、 3 0 ... 制御装置、 3 1 ... 検査画像検出部、 3 2 ... 画像メモリ、 3 3 ... 検査円描画部、 3 4 ... 交点検出部、 3 5 ... 角度検出部、 3 6 ... 距離算出部、 3 7 ... 倍率算出部、 3 8 ... 装置データ設定値メモリ、 4 0 ... 倍率検査用ワーク、 4 1 ... 基材、 4 2 ... 検査パターン、 4 3 ... 基準線、 4 4 ... 螺旋部、 4 5 ... 検査円、 4 6 ... 補助パターン、 4 7 ... 補助線、 c c ... 交点、 c e ... 終点、 c o ... 基準点、 d p ... 画素サイズ、 m , m 1 , m 2 , m 3 ... 倍率、 n ... 画素数の数値、 r , r 1 , r 2 , r c ... 距離、 W ... ワーク、 θ , θ_1 , θ_2 , θ_c ... 角度。

10

20

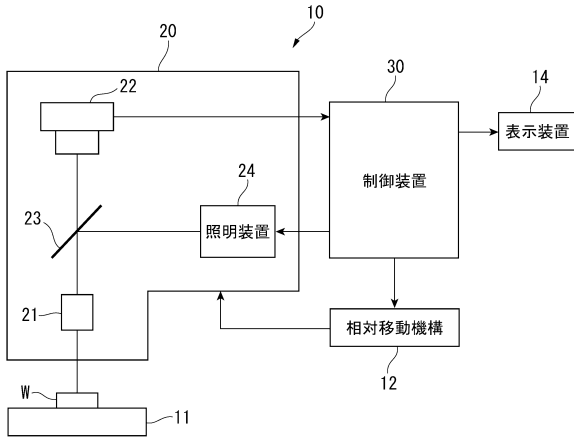
30

40

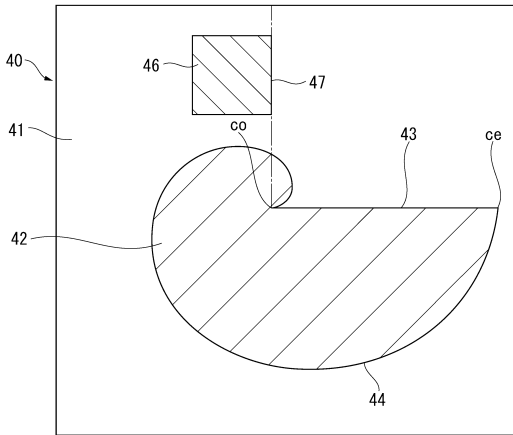
50

【図面】

【図 1】



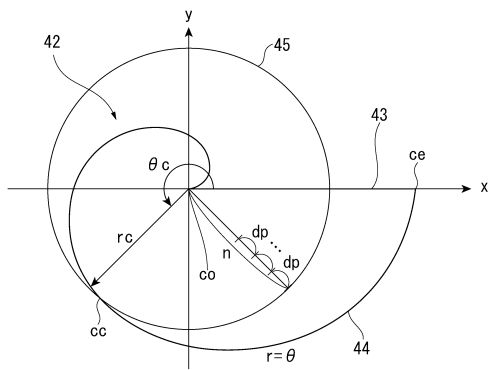
【図 2】



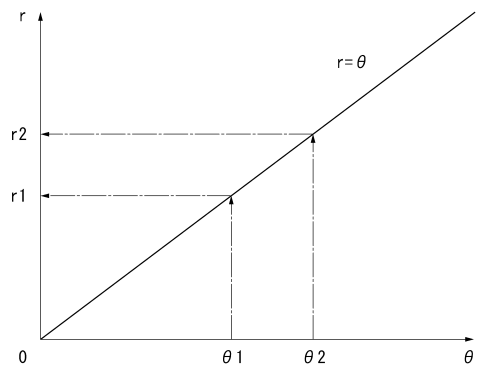
10

20

【図 3】



【図 4】

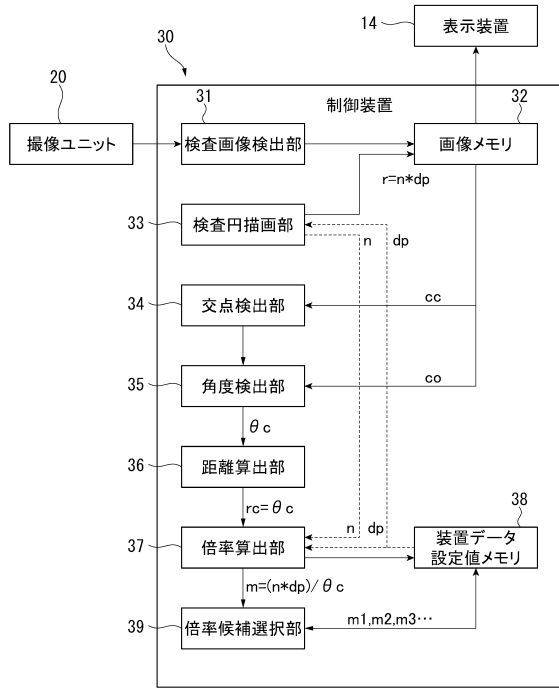


30

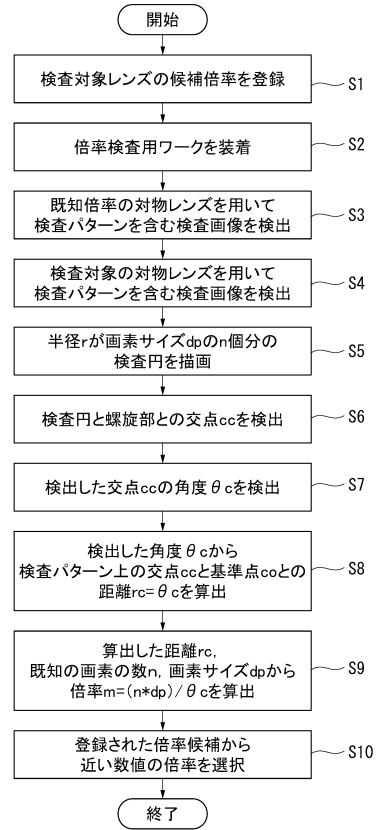
40

50

【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 2 5 9 1 7 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 0 2 6 6 4 (J P , A)
特開平 8 - 1 7 0 9 0 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 4 1 7 1 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 B 1 1 / 0 2