

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3770621号
(P3770621)

(45) 発行日 平成18年4月26日(2006.4.26)

(24) 登録日 平成18年2月17日(2006.2.17)

(51) Int. Cl.

G O 1 B 9/02 (2006.01)

F I

G O 1 B 9/02

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平10-514126	(73) 特許権者	ライカ マイクロシステムズ セミコンダクタ ゲーエムペーハー
(86) (22) 出願日	平成9年6月17日(1997.6.17)		ドイツ連邦共和国 D-35578 ヴェツラー エルンスト-ライツ-シュトラーク 17-37
(65) 公表番号	特表2001-500616(P2001-500616A)	(74) 代理人	弁理士 加藤 朝道
(43) 公表日	平成13年1月16日(2001.1.16)	(74) 代理人	弁理士 内田 潔人
(86) 国際出願番号	PCT/DE1997/001223	(74) 代理人	弁理士 三宅 俊男
(87) 国際公開番号	W01998/012499	(72) 発明者	リン、クラウス
(87) 国際公開日	平成10年3月26日(1998.3.26)		ドイツ連邦共和国、D-35452 ホイヘルハイム、グラディオレンヴェーク 8
審査請求日	平成13年3月26日(2001.3.26)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	19637777.3		
(32) 優先日	平成8年9月17日(1996.9.17)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

(54) 【発明の名称】 ヘテロダイン干渉計のエラー補正方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ヘテロダイン干渉計(3)のエラー補正方法において、

a) 測定対象物(4)にある選択された構造体(5)までの一定の較正区間の較正測定を、較正区間の第1の距離部分をヘテロダイン干渉計(3)によって、較正区間の補充的な第2の距離部分を付加的距離測定装置によって測定することにより行い、

前記測定対象物は走行可能なテーブル(2)に載置され、該走行可能なテーブルには測定ミラー(1)が取り付けられており、

前記第1の距離部分は、較正区間のうちの前記測定ミラー(1)に達するまでの距離部分であり、

前記付加的距離測定装置は、測定区間に沿って測定光波長と周期的なエラーを有しておらず、

b) 一定の較正区間の較正測定を、較正区間の第1の距離部分と補充的な第2の距離部分との間で変化する関係の十分な回数測定するために繰り返し、

ここで部分区間の距離長変化はそれぞれ小さく選択されており、

部分区間の両区間変化の和は、干渉計(3)の光学的距離長変化に少なくとも測定光波長のオーダーで対応し、

c) 一定の較正区間に対する較正測定結果の周期的エラー成分を数学的に検出し、干渉計の測定光波長に依存するエラー曲線を作成し、

d) 任意の構造体の任意の測定の干渉計測定値を、干渉計(3)のそれぞれの位相状態に

10

20

配属されたエラー値だけ補正する、
ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

較正区間の第 1 の距離部分と第 2 の距離部分との間の種々の関係を調整するために、テーブル (2) を測定ミラー (1) と共に個々の較正測定の前に、それぞれ小さな 1 ステップだけ走行させる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

選択された構造体 (5) を位置感知性検知器により検出し、較正区間の補充的な第 2 の距離部分を位置感知性検知器により測定する、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

選択された構造体 (5) を位置測定光学的走査装置に結像し、較正区間の補充的な第 2 の距離部分を位置測定光学的走査装置により測定する、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

位置測定光学的走査装置として CCD カメラ (8) を使用する、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

選択された構造体 (5) を明るさ検知器 (9) に結像し、
較正区間の補充的な第 2 の距離部分を微細位置決めユニット (10) の距離検出器により測定し、
前記微細位置決めユニットによってテーブル (2) 上で、測定対象物 (4) を選択された構造体 (5) と共にテーブル (2) の走行運動とは逆方向に、しかし量的には等しくシフトし、
ここで微細位置決めユニット (10) は明るさ検知器 (9) の出力信号によって制御される、請求項 2 記載の方法。

【請求項 7】

周期的エラー成分の数学的検出を、較正測定結果のフーリエ解析によって行う、請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

周期的エラー成分の数学的検出を、較正測定結果の正弦適合によって行う、請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

測定対象物 (4) を載置するための走行可能なテーブル (2) に固定された測定ミラー (1) のシフトを測定するためのヘテロダイン干渉計 (3) と、
測定値を検出および評価し、工程過程の制御のための計算器 (11) とを有するエラー補正装置において、
付加的距離測定装置 (6, 7, 8; 10) が設けられており、該付加的距離測定装置にはゼロマークが備えられており、
前記距離測定装置 (6, 7, 8; 10) は、測定区間に沿って周期的なエラーを有しておらず、
テーブル (2) の所定位置において、測定対象物 (4) の選択された構造体 (5) とゼロマークとの位置関係 (ずれ) が検出され、
一定の較正区間が、逆方向に変化する 2 つの区間部分の和として設けられており、
第 1 の区間部分には、干渉計 (3) の測定値が、
第 2 の区間部分には、付加的距離測定装置 (6, 7, 8; 10) により求められた位置関係測定値が配属されている、
ことを特徴とする装置。

【請求項 10】

付加的距離測定装置として位置感知性検知器が、選択された構造体 (5) の位置を検出し、較正区間の補充的な第 2 の距離部分を測定するために取り付けられている、請求項 9 記載の装置。

【請求項 11】

付加的距離測定装置として位置測定光学的走査装置が取り付けられており、該走査装置に選択された構造体(5)が対物レンズ(6)により結像される、請求項10記載の装置。

【請求項12】

位置測定光学的走査装置としてCCDカメラ(8)が取り付けられている、請求項11記載の装置。

【請求項13】

測定構造体には明るさ検知器(9)が組み込まれており、
該明るさ検知器には選択された構造体(5)が対物レンズ(6)により結像され、
付加的距離測定装置として、テーブル(2)に取り付けられ、明るさ検知器(9)の出力
信号により制御される微細位置決めユニット(10)の距離検出器が設けられており、
前記微細位置決めユニットは、テーブルの走行運動とは逆方向に測定対象物(4)をシフ
トさせる、請求項9記載の装置。

10

【発明の詳細な説明】

例えば半導体製造業でのマスクとウェハの測定に必要な高精度の干渉計測定は、レーザー波長以下の分解能を有している。このためには位相ずれが電子的に補間される。ここでは測定構成部材の分解能を越えたエラーが周期的に発生する。

商用高分解能干渉計はすべて、ヘテロダイン原理に従って動作する。ここでは使用される2つの周波数成分が異なる偏光によって分離される。ここでも測定区間に沿って周期的なエラーが発生する。このエラーは電子的補間の不精度に由来するというよりは、レーザービームが通過する要素の機械的応力に起因するものである。この機械的応力は光学的要素
20
に
応
力
二
重
屈
折
を
形
成
し、この二重屈折は2つのビーム要素の理想的な偏光を相互に妨害する。

周期的エラーは、高分解能干渉計の分解能および再現性を大きく損なう一連のエラーに属する。例えばエラーの原因として、レーザー波長の変動、電子的エラー、光学的エラー、または測定構成部材の周囲環境における雰囲気変動が公知である。過去において干渉計の分解能を格段に向上することができたから、個々のエラーおよびその原因の除去も懸命に試みられている。

US5469260Aには、位置測定装置の構成部分としての高分解能干渉計が記載されている。この装置では、ビーム路を十分に包囲し、既知の温度と組成のガスを所望のように供給することによって、空気圧変動と短時間の温度変動が測定結果に及ぼす影響を最小
30
に
し
て
い
る。しかしそこでは周期的なエラーは取り扱われていない。

しかし干渉計測定における周期的エラーの問題は昔から良く知られている。商用干渉計の製造業者も干渉計測定の際の周期的エラーの問題に取り組んでいる。この問題はまた、刊行物「干渉計測定における非線形性」“Nonlinearity in Interferometer Measurements”, Robert C. Quenelle 著、Hewlett Packard Journal, April 1983 10ページでも取り扱われている。周期的エラーのピーク値はまたすでにここで5nmのオーダーであると述べられている。これまでこのエラーは補正できなかった。またこのような補正を行う必要性もなかった。なぜならこれまで公知の高精度干渉計構成の分解能はこの5nm限界よりも上にあり、従って周期的エラーを無視できたからである。

DE4031291A1では、補間の改善と、偏光光学系の障害によって発生するシステムティックな択一的周期的エラーの減少することが課題とされている。このためのヘテロダイン二重干渉計が記載されており、この干渉計ではビーム路が分割され、測定信号が別個に検知される。2つの部分ビームの偏光方向を理想的に相互に直交して配向できるようにするため、2つの測定検知器の前に調整可能な分析器が配置される。ここでは分析器の直交配置構成で周期的エラーの補償が可能であり、或いはまた分析器を通過方向で平行配置すれば測定の分解能を高めることができる。従ってこの構成によって、ヘテロダイン二重干渉計の測定不安点性をサブミクロンの領域で改善することができる。

40

この公知の測定構成の欠点は、干渉計構造が公知の構造に対して大きな変化を要することである。そのためビームスプリッタを付加的に組み込むこと、2つの部分ビームに対して付加的検知器を組み込むこと、並びに既存の干渉計構造体での2つの分析器を組み込むこ
50

とが専らスペースの理由から簡単ではない。さらに電子的補間から生じる周期的エラーも制御されずにそのまま残る。従ってこの方法によっても測定精度は単にサブミクロン領域で改善されるだけである。

しかし高精度測定のための新しい干渉計構成は最近、ナノメータ未満のオーダーの分解能を有する。従って周期的エラーをできるだけ完全に除去しなければならない。

従って本発明の課題は、干渉計測定における周期的エラーのすべてを補正する方法およびこの方法を実施するための装置を提供することであり、この方法および装置は干渉計構造を変化させずにできるだけ高分解能で使えるようにすることである。

この課題は本発明の独立請求項に記載された構成によって解決される。本発明の第一の視点において、ヘテロダイン干渉計のエラー補正方法は、

a) 測定対象物にある選択された構造体までの一定の較正区間の較正測定を、較正区間の第1の距離部分をヘテロダイン干渉計によって、較正区間の補充的な第2の距離部分を付加的距離測定装置によって測定することにより行い、

測定対象物は走行可能なテーブルに載置され、走行可能なテーブルには測定ミラーが取り付けられており、

第1の距離部分は、較正区間のうちの測定ミラーに達するまでの距離部分であり、

付加的距離測定装置は、測定区間に沿って測定光波長と周期的なエラーを有しておらず、

b) 一定の較正区間の較正測定を、較正区間の第1の距離部分と補充的な第2の距離部分との間で変化する関係の十分な回数測定するために繰り返し、

ここで部分区間の距離長変化はそれぞれ小さく選択されており、

部分区間の両区間変化の和は、干渉計の光学的距離長変化に少なくとも測定光波長のオーダーで相応し、

c) 一定の較正区間に対する較正測定結果の周期的エラー成分を数学的に検出し、干渉計の測定光波長に依存するエラー曲線を作成し、

d) 任意の構造体の任意の測定の干渉計測定値を、干渉計のそれぞれの位相状態に配属されたエラー値だけ補正する、

ことを特徴とする。

本発明の第二の視点において、測定対象物を載置するための走行可能なテーブルに固定された測定ミラーのシフトを測定するためのヘテロダイン干渉計と、

測定値を検出および評価し、工程過程の制御のための計算器とを有するエラー補正装置は

、
付加的距離測定装置が設けられており、付加的距離測定装置にはゼロマークが備えられており、

距離測定装置は、測定区間に沿って周期的なエラーを有しておらず、

テーブルの所定位置において、測定対象物の選択された構造体とゼロマークとの位置関係(ずれ)が検出され、

一定の較正区間が、逆方向に変化する2つの区間部分の和として設けられており、

第1の区間部分には、干渉計の測定値が、

第2の区間部分には、付加的距離測定装置により求められた位置関係測定値が配属されている、

ことを特徴とする。本発明の有利な発展形態は従属請求項に記載されている。エラー補正方法は、較正区間の第1の距離部分と第2の距離部分との間の種々の関係を調整するために、テーブルを測定ミラーと共に個々の較正測定の前に、それぞれ小さな1ステップだけ走行させることが好ましい。

エラー補正方法は、選択された構造体を位置感知性検知器により検出し、較正区間の補充的な第2の距離部分を位置感知性検知器により測定することが好ましい。

エラー補正方法は、選択された構造体を位置測定光学的走査装置に結像し、較正区間の補充的な第2の距離部分を位置測定光学的走査装置により測定することが好ましい。

エラー補正方法は、位置測定光学的走査装置としてCCDカメラを使用することが好ましい。

10

20

30

40

50

エラー補正方法は、選択された構造体を明るさ検知器に結像し、較正区間の補充的な第2の距離部分を微細位置決めユニットの距離検出器により測定し、微細位置決めユニットによってテーブル上で、測定対象物を選択された構造体と共にテーブルの走行運動とは逆方向に、しかし量的には等しくシフトし、ここで微細位置決めユニットは明るさ検知器の出力信号によって制御されることが好ましい。

エラー補正方法は、周期的エラー成分の数学的検出を、較正測定結果のフーリエ解析によって行うことが好ましい。

エラー補正方法は、周期的エラー成分の数学的検出を、較正測定結果の正弦適合によって行うことが好ましい。

10

エラー補正装置は、付加的距離測定装置として位置感知性検知器が、選択された構造体の位置を検出し、較正区間の補充的な第2の距離部分を測定するために取り付けられていることが好ましい。

エラー補正装置は、付加的距離測定装置として位置測定光学的走査装置が取り付けられており、走査装置に選択された構造体に対物レンズにより結像されることが好ましい。

エラー補正装置は、位置測定光学的走査装置としてCCDカメラが取り付けられていることが好ましい。

エラー補正装置は、測定構造体には明るさ検知器が組み込まれており、

明るさ検知器には選択された構造体に対物レンズにより結像され、

付加的距離測定装置として、テーブルに取り付けられ、明るさ検知器の出力信号により制御される微細位置決めユニットの距離検出器が設けられており、

20

微細位置決めユニットは、テーブルの走行運動とは逆方向に測定対象物をシフトさせることが好ましい。

本発明は、観察されるエラーは干渉計の光学的距離長（光路長）における距離長変化と（に対して）正確に測定光の1波長分だけ周期的である、という事実に基づく。本発明の思想は、周期的エラーを伴う干渉計の測定を、そのような周期的エラーを有しない別の付加的測定、ないし補完的な測定と比較するということである。これは較正測定の形態で行われる。この較正測定により、一定の較正区間が測定される。このために例えば、測定対象物における選択された構造体の一定位置が、測定対象物における任意に選択されるゼロマークに対して相対的に検出される。

30

このために、測定区間が選択された構造体の一定位置に対して、この較正区間の第1の距離部分（セクション）を介してヘテロダイン干渉計により測定される。較正区間の補充的な第2の距離部分は付加的距離測定装置によって測定される。選択された構造体に対するこの一定の較正区間は較正のために繰り返し測定される。ここで干渉計により測定された第1の区間部分は各測定の前に、それぞれ小さな1単位（ステップ）だけ拡大され、相応して付加的距離測定装置により測定される第2の部分も変化する。2つの測定装置により測定された两部分区間の合計は常に較正区間とならなければならない。測定結果を加算または減算しなければならないかは、それぞれの測定構造および測定対象物でのゼロマークの選択された位置に依存する。従って以下では、符号どおり加算について述べる。以下に説明する方法ステップのフロー制御と、測定値の検出および評価のために測定構造体には計算器が配属されている。

40

干渉計の測定ビーム路にある測定ミラーは、測定対象物を担持する走行可能なテーブルに固定されているから、干渉計により測定すべき区間の変化はテーブルの走行によって実現することができる。干渉計により測定された区間の変化はエラー曲線の所望の作成ないし調整に必要であり、従って付加的な距離測定装置により測定しなければならない。付加的な距離測定装置としてこの方法では、基本的に次のようないずれの測定機器でも使用できる。すなわちそれ自体が前記の形式の周期的エラーを有しておらず、小さな区間の正確な測定に適した機器なら良い。

従って有利な装置では、較正のために選択された構造体を有する測定対象物を顕微鏡対物レンズによって位置測定光学的走査装置に結像することができる。これは例えばCCDカ

50

メラまたは位置感知性検知器とすることができる。テーブルの走行により選択された構造体がシフトされるなら、位置測定光学的走査装置は側方の位置関係を測定することができる。

この干渉計構造体で位置測定走査装置が使用されず、例えば走行可能なテーブルに載置された測定対象物が位置分解能を有しない通常の明るさ検知器に結像される場合であっても本発明を適用することができる。このために測定対象物は、テーブルに配置された微細位置決めユニットにより距離検出器と結合される。この場合、測定対象物は明るさ検知器に対して一定の相対位置に保持される。このことはテーブルの走行時に微細位置決めユニットがテーブルの上で測定対象物のシフトと逆方向であるが量的には等しいシフトを行うことにより達成される。この逆方向運動を制御するために明るさ検知器の信号が利用される。この測定構造体では、距離検出器により測定対象物のテーブル上でのシフトが測定される。このシフトは、テーブルの走行距離に逆方向で同じであり、従って干渉計の測定ビーム路における(光)路長

(Weglängen)

変化に等しい。従ってこの場合、微細位置決め装置の距離検出器は補充的な距離測定装置である。較正区間を検出するために、距離検出器から送出された測定値は符号に相応して干渉計の測定結果に加算される。較正区間の測定は種々異なるテーブル位置で繰り返される。

干渉計により測定される較正区間の第1の距離部分の拡張は、ここでは十分に小さなステップで行わなければならない。さらに較正測定のすべての回数は十分に大きく選択しなければならない。これは後で補正曲線を数学的に作成・調整できるようにするためである。さらに、較正測定中全体にわたり、干渉計により測定される区間部分の拡張の全てによって、ヘテロダイン干渉計の測定ビーム路における少なくとも1つの光学的距離長変化は測定光波長のオーダーで行わなければならない。

一定の較正区間に対してこのようにして得られた較正測定値は理想的には常に同じ値を有するべきである。しかし干渉計の測定ビーム路の光学的距離長をステップ毎に拡張することによって、個々の較正測定の際に、周期的エラーが発生する。従って検出された較正測定値は一定ではなく、平均値からの偏位を示す。ここで周期的エラーの値は干渉計の位相の反復する同一値と同じである。

較正測定値から次に適切な数学的手段によって、測定光波長と周期的なエラーが取り出される波され、ここからエラー曲線が干渉計の波長に依存して計算される。用いられる数学的手段は数学の教科書に詳細に示されており、ここでは説明しない。例としてここでは単にフーリエ解析、または較正測定値の測定波長による周期的成分に対する正弦適合を較正区間に対して計算することをあげておく。

このエラー曲線を作成した後、任意の別のすべての測定をそれぞれの測定で検出された干渉計の位相状態に相応して補正することができる。検出されたエラー曲線は測定値の補正のために適用できる。ただし、周期的エラーの原因、例えば干渉計のビーム路における光学的構造、測定光波長または補間が一定に留まり、干渉計の位相状態についての情報が失われないことを条件とする。そうでなければエラー曲線を新たに検出(規定)しなければならない。

干渉計測定における周期的エラーを補正するためのこの新たな方法により補正された高精度干渉計測定は、機器全体の分解能が5 nm未満の領域においても再現性を示す。

本発明を実施例と図面に基づいて詳細に説明する。

図1は、本発明の方法を適用するための付加的CCDカメラを有する本発明の干渉計を示す。

図2は、本発明の方法を適用するための距離検出器を備えた付加的微細位置決め装置を有する本発明の干渉計を示す。

図1では、測定ミラー1が走行可能なテーブル2に取り付けられている。測定ミラー1はヘテロダイン干渉計3の測定ビーム路の構成部材である。走行可能なテーブル2には、選

10

20

30

40

50

択された構造体 5 を備えた測定対象物 4 がある。この測定対象物 4 は詳細に示さない顕微鏡の対物レンズ 6 により観察される。対物レンズ 6 の視野は CCD カメラ 8 に結像される。CCD カメラ 8 の光軸の位置は干渉計 3 に対して相対的に一定である。測定値を検出および評価し、工程過程を制御するために測定構造体には計算器 11 が配属されている。計算器はテーブル 2, 干渉計 3 および CCD カメラ 8 と電氣的に接続されている。

較正測定の開始に当たり、テーブル 2 の走行によって選択された構造体 5 を対物レンズ 6 の視野に位置決めし、測定対象物 4 における構造体 5 の位置を検出する。

このために干渉計 3 により、測定ミラー 1 までの第 1 の区間部分が測定される。CCD カメラ 8 により、較正区間の補充的な第 2 の区間部分として選択されたゼロマークから選択された構造体 5 までの間隔が測定される。干渉計較正測定の測定値と、CCD カメラによる補充的な第 2 の較正測定の測定値とから、符号どおりの加算により較正区間が検出される。

10

次にテーブル 2 が小さな距離（単位ステップ）だけ走行される。これにより干渉計 3 により測定すべき較正区間部分はわずかな量だけ拡大する。相応して CCD カメラ 8 により測定すべき、構造体 5 までの較正区間の距離部分も変化する。次に別の較正測定で新たに、較正区間が較正測定値の符号どおりの加算から第 1 と第 2 の較正区間部分に対して検出される。このときこの較正測定と先行する較正測定とで較正測定結果に偏位（ずれ）が生じると、この偏位がエラーである。なぜなら両方の場合とも同じ構造体を測定対象物 4 での同じ位置で測定したからである。

次に十分な回数のさらなる較正測定のためにそれぞれ測定の前に、テーブル 2 を小さな 1 単位ステップだけ同じ方向に移動させる。従ってすべての較正測定の実行後には測定波長のオーダーで少なくとも 1 つの走行距離を走行している。

20

選択された構造体 5 の測定対象物 4 における位置が一定であっても、一定の較正区間に対する較正測定の際に一定の測定結果は得られない。干渉計測定での周期的エラーに相応して、較正測定値は較正区間の一定の値からの偏位を示す。この周期的エラーは、ステップ毎に増大する、干渉計 3 における測定ビーム路の長さにより較正測定の経過中に表れる。干渉計 3 の測定ビーム路が正確に測定波長だけ変化すれば、周期的エラーの完全な 1 期間が正確に示される。

次に較正測定からテーブルの走行距離に対して検出された測定値を提出する。そして測定結果の周期的エラー成分がすでに述べた数学的手段によって、例えばフーリエ分析または正弦適合によって分離される。計算されたエラー成分からエラー曲線が測定光波長に依存してプロットされる。この曲線に基づいて、次に干渉計測定値が別の任意の測定で任意の構造体に対して、干渉計の検出された位相位置に配属された周期的エラーだけ補正される。

30

図 2 では、測定ミラー 1 がテーブル 2 に取り付けられている。測定ミラー 1 はヘテロダイン干渉計 3 の測定ビーム路の構成部材である。走行可能なテーブル 2 に選択された構造体 5 を有する測定対象物 4 がある。選択された構造体 5 は対物レンズ 6 により明るさ検知器 9 に結像され、これにより所定の強度信号を明るさ検知器 9 の出力端子に送出する。テーブル 2 には距離検出器を備えた微細位置決めユニット 10 が取り付けられている。この微細位置決めユニットは測定対象物 4 と結合されており、これをシフトすることができる。距離検出器は測定対象物 4 の、その固有のゼロマークに対するシフトを測定する。距離検出器はこの構造体において本発明の付加的距離測定装置である。干渉計 3 と明るさ検知器 9 との相対位置は一定である。測定値を検出および評価し、工程過程の制御を行うために測定構造体には計算器 11 が配属されている。計算器はテーブル 2, 干渉計 3, 明るさ検知器 9 および微細位置決めユニット 10 と電氣的に接続されている。

40

測定対象物 4 が微細位置決めユニット 10 の操作なしでテーブル 2 だけにより対物レンズ 6 の下を走行すると、測定対象物 4 の種々の構造体が対物レンズ 6 の下を通り抜け、明るさ検知器 9 に順次結像される。このとき明るさ検知器 9 はテーブル 2 の走行距離に依存する強度プロファイルを、通り抜ける構造体に相応して有する。この強度プロファイルから通り抜ける構造体の位置が任意に選択されたゼロマークに対して相対的に検出される。

50

較正測定は選択された構造体 5 により実行される。この構造体が明るさ検知器 9 に結像され、そこで固有の出力信号を形成する。出力信号を維持することにより、測定対象物 4 にある選択された構造体 5 は明るさ検知器 9 に対して一定の相対位置を維持する。

第 1 の較正測定で干渉計 3 により、干渉計 3 から測定ミラー 1 までの較正区間の第 1 の区間部分が測定される。較正区間の補充的な第 2 の区間部分として、微細位置決めユニット 10 の距離検出器により測定対象物 4 のそのゼロマークに対するシフトが測定される。較正区間は 2 つの較正区間部分の符号どおりの加算によって求められる。

較正区間のさらなる較正測定のために、各測定の前にテーブル 2 がそれぞれ小さな 1 単位ステップだけ同じ方向に走行される。これによりそれぞれ干渉計 3 により測定された較正区間の第 1 の区間部分が小さな 1 単位だけ増大する。測定対象物 4 を明るさ検知器 9 に対して一定の相対位置に保持するため、一定の明るさ信号を明るさ検知器 9 で制御しなければならない。このためにテーブル 2 の走行時に微細位置決めユニット 10 はテーブル 2 の上で測定対象物 4 を逆方向にシフトする。この逆方向運動を制御するために明るさ検知器 9 の出力信号が利用される。測定対象物 4 がテーブル 2 上でそれぞれ行われたシフトは微細位置決めユニット 10 の距離検出器により測定される。このシフトは逆方向にテーブル 2 の走行距離と等しく、ひいては干渉計 3 の測定ビーム路における光路長変化に等しい。従って距離検出器は、測定対象物 3 がゼロマークに対して、較正区間の補充的な第 2 の区間部分よりも相応に大きくシフトされていることを測定する。

較正区間を繰り返し検出するために、微細位置決めユニット 10 の距離検出器から送出された測定値はそれぞれ符号に相応して干渉計 3 の測定結果に加算される。

較正測定は、干渉計 3 により測定された第 1 の区間部分の長さ変化が全体で少なくとも測定光波長に相応するまで繰り返される。次に、較正測定から得られた種々の測定値が一定の較正区間に対してテーブル 2 の走行距離に依存して表示される。適切な数学的手段により、測定光波長と周期的なエラー成分が分離され、ここからエラー曲線が測定光波長に依存して計算される。

エラー曲線を用いて、干渉計 3 の測定値はさらに任意の測定の際にエラー成分だけ補正される。このエラー成分は干渉計 3 の求められた位相に配属されている。

参照符号リスト

- 1 測定ミラー
- 2 走行可能なテーブル
- 3 ヘテロダイン干渉計
- 4 測定対象物
- 5 選択された構造体
- 6 対物レンズ
- 7 顕微鏡の鏡筒
- 8 CCD カメラ
- 9 明るさ検知器
- 10 距離検出器を備えた微細位置決めユニット
- 11 計算器

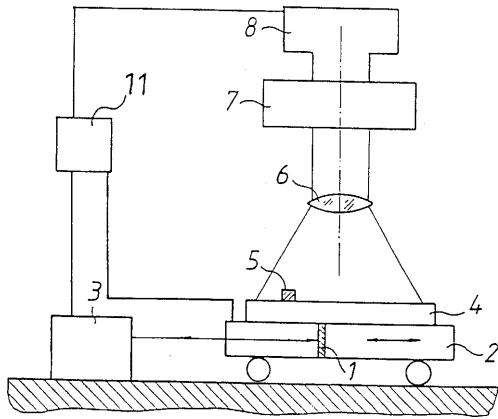
10

20

30

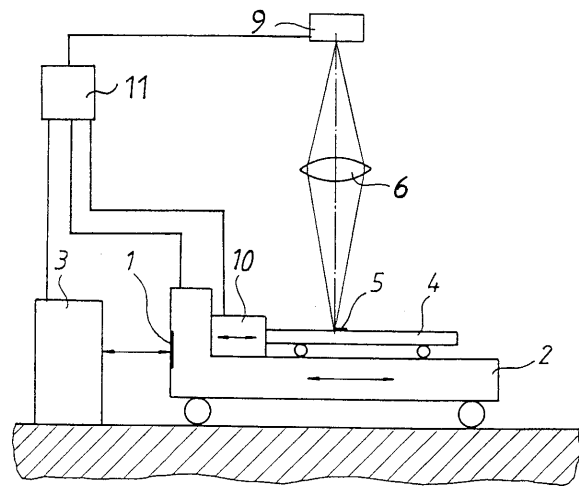
【図 1】

Fig.1



【図 2】

Fig.2



フロントページの続き

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特開昭64-032107(JP,A)
特開平04-113201(JP,A)
特開昭61-114116(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
G01B 9/00 - 11/30