

【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24年12月20日(2012.12.20)

【公開番号】特開2011-99756(P2011-99756A)

【公開日】平成23年5月19日(2011.5.19)

【年通号数】公開・登録公報2011-020

【出願番号】特願2009-254452(P2009-254452)

【国際特許分類】

G 01 B 9/02 (2006.01)

G 01 B 11/02 (2006.01)

G 01 S 17/36 (2006.01)

【F I】

G 01 B 9/02

G 01 B 11/02 G

G 01 S 17/36

【手続補正書】

【提出日】平成24年11月5日(2012.11.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

参照面と被検面との間の絶対距離を計測する計測装置であって、

第1の光源から射出される光の波長を、既知の真空波長である第1の基準波長又は前記第1の基準波長とは異なる既知の真空波長である第2の基準波長に設定するための波長基準素子と、

前記第1の光源からの光を、第1の偏光方向を有する光と前記第1の偏光方向に直交する第2の偏光方向を有する光とに分離して、前記第1の偏光方向を有する光を前記参照面に入射させ、前記第2の偏光方向を有する光を前記被検面に入射させる偏光分離部と、

前記参照面と前記被検面との間の空間の群屈折率を検出する屈折率検出部と、

前記参照面で反射された前記第1の偏光方向を有する光と前記被検面で反射された前記第2の偏光方向を有する光との干渉光を検出して、前記干渉光の信号から前記参照面と前記被検面との間の光路長に相当する位相を検出する位相検出部と、

前記波長基準素子を用いて前記第1の光源から射出される光の波長を前記第1の基準波長から前記第2の基準波長に連続的に変更させながら前記第1の基準波長及び前記第2の基準波長のそれぞれについて、前記参照面と前記被検面との間の光路長に相当する位相を検出するように前記位相検出部を制御して、前記絶対距離を求める処理を行う処理部と、

を有し、

前記第1の基準波長を $\lambda_1$ 、前記第2の基準波長を $\lambda_2$ 、前記第1の基準波長において前記位相検出部で検出される位相を $\phi_1$ 、前記第2の基準波長において前記位相検出部で検出される位相を $\phi_2$ 、前記第1の光源から射出される光の波長を前記第1の基準波長から前記第2の基準波長に連続的に変更した際に発生する位相飛び数をM、 $\phi_1 \cdot \phi_2 / \lambda_1 - \lambda_2$ で表される前記第1の基準波長と前記第2の基準波長との合成波長を

、前記屈折率検出部で検出される群屈折率を $n_g$ 、前記第2の偏光方向を有する光が前記被検面で反射される回数をkとすると、

前記処理部は、前記絶対距離 $D_1$ を、

$$D_1 = \frac{1}{2k \cdot n_g} \left( M + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2\pi} \right) \Lambda_{12}$$

に従って求めることを特徴とする計測装置。

【請求項 2】

前記第2の基準波長の設計値からの誤差を  $d_{22}$  、前記第1の基準波長と前記第2の基準波長との合成波長の設計値からの誤差を  $d_{12}$  、前記位相検出部の検出誤差を  $d_{\phi}$  とすると、前記計測装置で計測可能な前記絶対距離の範囲を  $D_{max}$  において、

$$\sqrt{2} \frac{d\phi}{2\pi} \frac{\Lambda_{12}}{\lambda_2} + \frac{2k \cdot D_{max}}{\lambda_2} \frac{d\Lambda_{12}}{\Lambda_{12}} + \frac{2k \cdot D_{max}}{\lambda_2} \frac{d\lambda_2}{\lambda_2} < \frac{1}{2}$$

を満たし、

前記処理部は、前記絶対距離  $D_2$  を、

$$D_2 = \frac{\lambda_2}{2k \cdot n_g} \left( round \left( \frac{2k \cdot D_1}{\lambda_1} - \frac{\phi_1}{2\pi} \right) + \frac{\phi_1}{2\pi} \right)$$

に従って求めることを特徴とする請求項1に記載の計測装置。

【請求項 3】

前記第1の基準波長及び前記第2の基準波長と異なる第3の基準波長の光を射出する第2の光源を更に有し、

前記偏光分離部は、前記第2の光源からの光を、前記第1の偏光方向を有する光と前記第2の偏光方向を有する光とに分離して、前記第1の偏光方向を有する光を前記参照面に入射させ、前記第2の偏光方向を有する光を前記被検面に入射させ、

前記処理部は、前記第3の基準波長について、前記参照面と前記被検面との間の光路長に相当する位相を検出するように前記位相検出部を制御し、

前記第3の基準波長を  $\lambda_3$  、前記第3の基準波長において前記位相検出部で検出される位相を  $\phi_3$  、  $\phi_1 + \phi_3 / \lambda_1 - \phi_1 / \lambda_3$  で表される前記第1の基準波長と前記第3の基準波長との合成波長を  $\lambda_{13}$  とすると、

前記処理部は、前記絶対距離  $D_3$  を、

$$D_3 = \frac{\lambda_3}{2k \cdot n_g} \left( round \left( \frac{\Lambda_{13}}{\lambda_3} \left( round \left( \frac{2k \cdot D_1}{\Lambda_{13}} - \frac{\phi_3 - \phi_1}{2\pi} \right) + \frac{\phi_3 - \phi_1}{2\pi} \right) - \frac{\phi_3}{2\pi} \right) + \frac{\phi_3}{2\pi} \right)$$

に従って求めることを特徴とする請求項1に記載の計測装置。

【請求項 4】

前記参照面で反射される前記第1の偏光方向を有する光の周波数をシフトさせるシフタと、

前記シフタを通過した前記第1の偏光方向を有する光の偏光方向を変更する変更部と、を更に有し、

前記位相検出部は、前記参照面で反射された前記第1の偏光方向を有する光と前記被検面で反射された前記第2の偏光方向を有する光との干渉光を検出するための光量検出器を含むことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載の計測装置。

【請求項 5】

前記位相検出部は、

前記第1の偏光方向を有する光及び前記第2の偏光方向を有する光のそれぞれに、複数の既知の位相差を付与する位相差付与部と、

前記位相差付与部が付与する前記複数の既知の位相差における干渉光を検出するための複数の光量検出器と、

を含むことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載の計測装置。

【請求項6】

前記波長基準素子は、ファブリペローエタロンを含むことを特徴とする請求項1乃至5のうちいずれか1項に記載の計測装置。

【請求項7】

前記波長基準素子は、前記既知の真空波長に吸収線を有するガスセルを含むことを特徴とする請求項1乃至5のうちいずれか1項に記載の計測装置。

【請求項8】

前記屈折率検出部は、

前記参照面と前記被検面との間の空間の温度を検出する温度計と、

前記参照面と前記被検面との間の空間の気圧を検出する気圧計と、

を含むことを特徴とする請求項1乃至7のうちいずれか1項に記載の計測装置。

【請求項9】

前記屈折率検出部は、

前記第1の光源からの光の波長と異なる波長の光を射出する第3の光源と、

前記第3の光源からの光を用いて、前記第1の光源からの光と同一光路における前記参照面と前記被検面との間の光路長差を検出する検出部と、

を含むことを特徴とする請求項1乃至7のうちいずれか1項に記載の計測装置。

【請求項10】

前記屈折率検出部は、既知の長さの真空雰囲気の第1の光路と、前記第1の光路と同じ長さの大気雰囲気の第2の光路との光路長差に相当する干渉光を検出する検出部を含むことを特徴とする請求項1乃至7のうちいずれか1項に記載の計測装置。

【請求項11】

前記第3の基準波長の設計値からの誤差を  $d_3$ 、前記第1の基準波長と前記第2の基準波長との合成波長の設計値からの誤差を  $d_{1,2}$ 、前記第1の基準波長と前記第3の基準波長との合成波長の設計値からの誤差を  $d_{1,3}$ 、前記位相検出部の検出誤差を  $d$  とすると、前記計測装置で計測可能な前記絶対距離の範囲を  $D_{max}$  として、

$$\sqrt{2} \frac{d\phi}{2\pi} \frac{\Lambda_{13}}{\lambda_3} + \frac{2k \cdot D_{max}}{\lambda_3} \frac{d\Lambda_{13}}{\Lambda_{13}} + \frac{2k \cdot D_{max}}{\lambda_3} \frac{d\lambda_3}{\lambda_3} < \frac{1}{2}$$

$$\sqrt{2} \frac{d\phi}{2\pi} \frac{\Lambda_{12}}{\Lambda_{13}} + \frac{2k \cdot D_{max}}{\Lambda_{13}} \frac{d\Lambda_{12}}{\Lambda_{12}} + \frac{2k \cdot D_{max}}{\Lambda_{13}} \frac{d\Lambda_{13}}{\Lambda_{13}} < \frac{1}{2}$$

を満たすことを特徴とする請求項3に記載の計測装置。

【手続補正2】

【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】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての計測装置は、参照面と被検面との間の絶対距離を計測する計測装置であって、第1の光源から射出される光の波長を、既知の真空波長である第1の基準波長又は前記第1の基準波長とは異なる既知の真空波長であ

る第2の基準波長に設定するための波長基準素子と、前記第1の光源からの光を、第1の偏光方向を有する光と前記第1の偏光方向に直交する第2の偏光方向を有する光とに分離して、前記第1の偏光方向を有する光を前記参照面に入射させ、前記第2の偏光方向を有する光を前記被検面に入射させる偏光分離部と、前記参照面と前記被検面との間の空間の群屈折率を検出する屈折率検出部と、前記参照面で反射された前記第1の偏光方向を有する光と前記被検面で反射された前記第2の偏光方向を有する光との干渉光を検出して、前記干渉光の信号から前記参照面と前記被検面との間の光路長に相当する位相を検出する位相検出部と、前記波長基準素子を用いて前記第1の光源から射出される光の波長を前記第1の基準波長から前記第2の基準波長に連続的に変更させながら前記第1の基準波長及び前記第2の基準波長のそれぞれについて、前記参照面と前記被検面との間の光路長に相当する位相を検出するように前記位相検出部を制御して、前記絶対距離を求める処理を行う処理部と、を有し、前記第1の基準波長を  $\lambda_1$  、前記第2の基準波長を  $\lambda_2$  、前記第1の基準波長において前記位相検出部で検出される位相を  $\phi_1$  、前記第2の基準波長において前記位相検出部で検出される位相を  $\phi_2$  、前記第1の光源から射出される光の波長を前記第1の基準波長から前記第2の基準波長に連続的に変更した際に発生する位相飛び数を  $M$  、  $\lambda_1 + \lambda_2 / | \phi_1 - \phi_2 |$  で表される前記第1の基準波長と前記第2の基準波長との合成波長を  $\lambda_{12}$  、前記屈折率検出部で検出される群屈折率を  $n_g$  、前記第2の偏光方向を有する光が前記被検面で反射される回数を  $k$  とすると、前記処理部は、前記絶対距離  $D_1$  を、

$$D_1 = \frac{1}{2k \cdot n_g} \left( M + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2\pi} \right) \Lambda_{12}$$

に従って求めることを特徴とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図11

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 11】

