

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4586033号  
(P4586033)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月10日(2010.9.10)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 B 9/02 (2006.01)

G O 1 B 9/02

G O 1 B 11/02 (2006.01)

G O 1 B 11/02

G

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-62449 (P2007-62449)  
 (22) 出願日 平成19年3月12日(2007.3.12)  
 (65) 公開番号 特開2008-224394 (P2008-224394A)  
 (43) 公開日 平成20年9月25日(2008.9.25)  
 審査請求日 平成19年11月1日(2007.11.1)

(73) 特許権者 000000572  
 アンリツ株式会社  
 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号  
 (74) 代理人 100079337  
 弁理士 早川 誠志  
 (72) 発明者 川北 浩二  
 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アン  
 リツ株式会社内  
 (72) 発明者 新井 茂雄  
 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アン  
 リツ株式会社内  
 (72) 発明者 谷本 隆生  
 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アン  
 リツ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘテロダイン干渉装置およびその光路長差測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

波長可変光源 ( 1 1 ) と、

前記波長可変光源の出射光を受けて、被測定物を含む第 1 光路 ( L 1 ) と前記被測定物  
 を含まない第 2 光路 ( L 2 ) へ出射する光分波手段 ( 1 2 ) と、

前記第 1 光路を経た光と前記第 2 光路を経た光とを受けて合波する光合波手段 ( 1 5 )  
 と、

前記第 1 光路を経て前記光合波手段に入射される光と前記第 2 光路を経て前記光合波手  
 段に入射される光の間に所定周波数 (  $f_a$ 、 $|f_a - f_{a'}|$  ) の差を付与する周波数差  
 付与手段 ( 1 3、4 3、1 4、4 4 ) と、

前記光合波手段で合波された光を受ける光電変換器 ( 1 6 ) とを有し、

前記光電変換器の出力信号に基づいて、前記被測定物の特性を求める光ヘテロダイン干  
 渉装置において、

前記波長可変光源の出射光の周波数を一定速度 (  $\alpha$  ) で掃引させる光周波数掃引手段 (  $3 1$  ) と、

前記光周波数掃引手段によって前記波長可変光源の出射光の周波数が前記一定速度で掃  
 引されている間に前記光電変換器から出力される信号の周波数 (  $f_b$  ) を検出する周波数  
 検出手段 ( 3 2 ) と、

前記周波数検出手段によって検出された周波数と前記所定周波数との差 (  $\Delta f$  ) を求め  
 、該差に基づいて前記第 1 光路と前記第 2 光路の長さの差 (  $\Delta L$  ) を、

10

20

$\Delta L = c \cdot \Delta f / (\alpha \cdot n)$  (  $c$  は光速、  $n$  は光路の屈折率 )  
 の演算によって算出する光路長差算出手段 ( 33 ) とを設けたことを特徴とする光ヘテロ  
 ダイン干渉装置。

【請求項 2】

前記周波数差付与手段は、

信号発生器 ( 14 ) と、入射光の光周波数を前記信号発生器の出力信号の周波数分だけ  
 シフトして出射する周波数シフタ ( 13 ) とにより構成されていることを特徴とする請求  
 項 1 記載の光ヘテロダイン干渉装置。

【請求項 3】

前記第 1 光路と第 2 光路の少なくとも一方に光路長可変手段 ( 21 ) が挿入され、該光  
 路長可変手段により、前記光路長差算出手段によって算出された光路長差を相殺できるよ  
 うにしたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光ヘテロダイン干渉装置。

【請求項 4】

波長可変光源 ( 11 ) から出射された光を分波して被測定物を含む第 1 光路 ( L1 ) と  
 前記被測定物を含まない第 2 光路 ( L2 ) に分け、前記第 1 光路を経た光と前記第 2 光路  
 を経た光の間に所定周波数 (  $f_a$ 、  $|f_a - f_{a'}|$  ) の差を与えて合波し、該合波した  
 光を光電変換器 ( 16 ) に入射し、その出力信号に基づいて前記被測定物の特性を求める  
 光ヘテロダイン干渉装置における前記第 1 光路と第 2 光路の長さの差を測定するための光  
 路長差測定方法であって、

前記波長可変光源の出射光の周波数を一定速度 (  $\alpha$  ) で掃引させるとともに、該掃引中  
 に前記光電変換器から出力される信号の周波数 (  $f_b$  ) を検出する段階 ( S1 ~ S3 ) と

、  
 前記検出された周波数と前記所定周波数との差 (  $\Delta f$  ) を求め、該差に基づいて前記第  
 1 光路と第 2 光路の長さの差 (  $\Delta L$  ) を、

$\Delta L = c \cdot \Delta f / (\alpha \cdot n)$  (  $c$  は光速、  $n$  は光路の屈折率 )  
 の演算によって算出する段階 ( S4、 S5 ) とを含むことを特徴とする光ヘテロダイン干  
 渉装置の光路長差測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ヘテロダイン干渉装置において、被測定物に対する位相測定を正しく行え  
 るようにするための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバや光部品等の各種特性を求めるために、従来から図 7 に示す構成の光ヘテロ  
 ダイン干渉装置 10 が用いられている。

【0003】

この光ヘテロダイン干渉装置 10 は、波長可変光源 11 から出射された周波数  $f_o$  の光  
 P を光分波器 12 で 2 分岐し、その一方の光 P a を被測定物 1 を含む光路 L1 に出射し、  
 他方の光 P b を被測定物 1 を含まない光路 L2 側に出射する。

【0004】

ここで、光路 L2 側には周波数シフタ 13 が挿入されている。周波数シフタ 13 は例え  
 ば音響光学型の素子からなり、信号発生器 14 から出力される所定周波数  $f_a$  の電気の駆  
 動信号 E a を受けて、周波数  $f_o$  で入力された光 P b を周波数  $f_o + f_a$  の光 P c に変換  
 する。なお、この周波数シフタ 13 は光路 L1 側の被測定部 1 の前段あるいは後段に挿入  
 されていてもよい。

【0005】

そして、光路 L1 側で被測定物 1 から出射された光 P a' ( 以下、信号光と記す ) と、  
 光路 L2 の周波数シフタ 13 から出射された光 P c ( 以下、参照光と記す ) は光合波器 1  
 5 で合波され、その合波光 P d が光電変換器 16 に入力されて、電気の信号 E d に変換さ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 0 6 】

ここで、信号光  $P_a'$  の電界成分を  $E_s$ 、振幅を  $A_s$ 、周波数を  $f_s$ 、初期位相を  $\varphi_s$ 、参照光  $P_c$  の電界成分を  $E_r$ 、振幅を  $A_r$ 、周波数を  $f_r$ 、初期位相を  $\varphi_r$  とすると、両光の電界成分は、次のように表される。

【 0 0 0 7 】

$$E_s = A_s \cdot \cos(2\pi f_s t + \varphi_s)$$

$$E_r = A_r \cdot \cos(2\pi f_r t + \varphi_r)$$

【 0 0 0 8 】

そして、この 2 つの光が合波されたときの光の強度  $I$  は、次式 ( 1 ) で表される。

10

【 0 0 0 9 】

$$I = \langle |E_r + E_s|^2 \rangle$$

$$= (A_r^2 + A_s^2)$$

$$+ 2A_r \cdot A_s \cdot \cos[2\pi(f_r - f_s)t + (\varphi_r - \varphi_s)]$$

... ( 1 )

ここで、記号  $\langle \rangle$  は時間平均を示す。

【 0 0 1 0 】

上記式 ( 1 ) で表される光の強度  $I$  は、周波数  $f_r$ 、 $f_s$  が固定であれば、 $(A_r^2 + A_s^2)$  を中心として、振幅  $2A_r \cdot A_s$ 、ビート周波数  $f_{bo} (= f_r - f_s)$  で正弦状に変化する。

20

【 0 0 1 1 】

上記構成の光ヘテロダイン干渉装置 10 で、光電変換器 16 の出力信号  $E_d$  が前記光の強度  $I$  に比例している。また、周波数  $f_r = f_o + f_a$ 、 $f_s = f_o$  であるから、波長可変光源 11 の出射光  $P$  の周波数  $f_o$  に関わらず、ビート周波数  $f_{bo}$  は信号発生器 14 から周波数シフタ 13 に与えられる駆動信号  $E_a$  の周波数  $f_a$  に等しい。

【 0 0 1 2 】

したがって、被測定物 1 に与える光の波長に対して、光電変換器 16 の出力信号  $E_d$  の振幅や位相の変化を求めることで、被測定物 1 の波長に対する各種特性を把握することができる。

【 0 0 1 3 】

30

なお、上記構成の光ヘテロダイン干渉装置は、例えば次の特許文献 1 に開示されている。

【 0 0 1 4 】

【特許文献 1】特開 2006 - 266796 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 5 】

しかしながら、上記構成の光ヘテロダイン干渉装置 10 では、光分波器 12 と光合波器 15 の間の 2 つの光路  $L_1$ 、 $L_2$  の長さに差がある状態で、波長可変光源 11 の出射光の波長を変えると、光路長差による位相変化が生じ、これが  $2\pi$  以上変化して位相の回転が生じると、正しく位相測定することができなくなってしまう。

40

【 0 0 1 6 】

本発明は、この問題を解決し、光分波器と光合波器の間の 2 つの光路の長さの差を容易に求めることができ、この光路長差をなくして、被測定物に対する位相測定を正しく行うことができる光ヘテロダイン干渉装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

前記目的を達成するために、本発明の請求項 1 の光ヘテロダイン干渉装置は、波長可変光源 ( 11 ) と、

前記波長可変光源の出射光を受けて、被測定物を含む第 1 光路 (  $L_1$  ) と前記被測定物

50

を含まない第2光路(L2)へ出射する光分波手段(12)と、

前記第1光路を経た光と前記第2光路を経た光とを受けて合波する光合波手段(15)と、

前記第1光路を経て前記光合波手段に入射される光と前記第2光路を経て前記光合波手段に入射される光の間に所定周波数( $f_a$ 、 $|f_a - f_{a'}|$ )の差を付与する周波数差付与手段(13、43、14、44)と、

前記光合波手段で合波された光を受ける光電変換器(16)とを有し、

前記光電変換器の出力信号に基づいて、前記被測定物の特性を求める光ヘテロダイン干渉装置において、

前記波長可変光源の出射光の周波数を一定速度( $\alpha$ )で掃引させる光周波数掃引手段(31)と、 10

前記光周波数掃引手段によって前記波長可変光源の出射光の周波数が前記一定速度で掃引されている間に前記光電変換器から出力される信号の周波数( $f_b$ )を検出する周波数検出手段(32)と、

前記周波数検出手段によって検出された周波数と前記所定周波数との差( $\Delta f$ )を求め、該差に基づいて前記第1光路と前記第2光路の長さの差( $\Delta L$ )を、

$\Delta L = c \cdot \Delta f / (\alpha \cdot n)$  ( $c$ は光速、 $n$ は光路の屈折率)の演算によって算出する光路長差算出手段(33)とを設けたことを特徴としている。

#### 【0018】

また、本発明の請求項2の光ヘテロダイン干渉装置は、請求項1記載の光ヘテロダイン干渉装置において、 20

前記周波数差付与手段は、

信号発生器(14)と、入射光の光周波数を前記信号発生器の出力信号の周波数分だけシフトして出射する周波数シフタ(13)とにより構成されていることを特徴としている。

#### 【0019】

また、本発明の請求項3の光ヘテロダイン干渉装置は、請求項1または請求項2記載の光ヘテロダイン干渉装置において、

前記第1光路と第2光路の少なくとも一方に光路長可変手段(21)が挿入され、該光路長可変手段により、前記光路長差算出手段によって算出された光路長差を相殺できるようにしたことを特徴としている。 30

#### 【0020】

また、本発明の請求項4の光ヘテロダイン干渉装置の光路長差測定方法は、

波長可変光源(11)から出射された光を分波して被測定物を含む第1光路(L1)と前記被測定物を含まない第2光路(L2)に分け、前記第1光路を経た光と前記第2光路を経た光の間に所定周波数( $f_a$ 、 $|f_a - f_{a'}|$ )の差を与えて合波し、該合波した光を光電変換器(16)に入射し、その出力信号に基づいて前記被測定物の特性を求める光ヘテロダイン干渉装置における前記第1光路と第2光路の長さの差を測定するための光路長差測定方法であって、

前記波長可変光源の出射光の周波数を一定速度( $\alpha$ )で掃引させるとともに、該掃引中に前記光電変換器から出力される信号の周波数( $f_b$ )を検出する段階(S1~S3)と、 40

前記検出された周波数と前記所定周波数との差( $\Delta f$ )を求め、該差に基づいて前記第1光路と第2光路の長さの差( $\Delta L$ )を、

$\Delta L = c \cdot \Delta f / (\alpha \cdot n)$  ( $c$ は光速、 $n$ は光路の屈折率)の演算によって算出する段階(S4、S5)とを含むことを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

このように、本発明では、波長可変光源の出射光の周波数を一定速度で掃引させたときに、光分波手段と光合波手段の間の2つの光路の長さの差によって光電変換器の出力信号 50

の周波数が、所定周波数から別周波数に変化するという性質を利用しているため、その周波数変化量から容易に光路長差を求めることができ、その光路長差を見込むあるいは相殺処理することにより、被測定物に対する位相測定を正しく行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

(第1の実施形態)

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明を適用した光ヘテロダイン干渉装置20の構成を示している。

【0023】

図1に示しているように、この光ヘテロダイン干渉装置20は、前記した従来の光ヘテロダイン干渉装置10と同様に、波長可変光源11から出射された周波数 $f_o$ の光Pを光分岐手段としての光分波器12で2分岐し、その一方の光Paを光ファイバ等の被測定物1を含む光路L1に出射し、他方の光Pbを被測定物1を含まない光路L2側に出射して、その光路L2側に周波数差付与手段として挿入された周波数シフタ13に信号発生器14からの周波数 $f_a$ の駆動信号Eaを与えて、周波数 $f_o + f_a$ の参照光Pcに変換し、被測定物1から出射された信号光Pa'とともに光合波手段としての光合波器15に入射して合波し、その合波光Pdを光電変換器16に入射して、電気の信号(干渉信号)Edに変換している。

【0024】

ただし、この光ヘテロダイン干渉装置20では、周波数シフタ13側が挿入されている光路L2に、その光路長を変化させることができる光路長可変手段21が設けられている。

【0025】

光電変換器16から出力される干渉信号Edは、ロックインアンプ17に入力されて、信号Eaで同期検波(ベクトル検波)され、その出力X、Yが被測定物1の特性を求めるための演算処理を行う演算処理部40に与えられる。

【0026】

また、干渉信号Edは、A/D変換器18でデジタル値に変換されて、光路長差測定部30に入力される。

【0027】

光路長差測定部30は、被測定物1に対する測定を行う前に、光分波器12と光合波器15の間の光路L1、L2の長さの差 $\Delta L$ を求めて、その差 $\Delta L$ を相殺処理するためのものであり、波長可変光源11の出射光Pの周波数 $f_o$ を一定速度で掃引させる光周波数掃引手段31と、出射光Pの周波数 $f_o$ が一定速度で掃引されている間に光電変換器16から出力される干渉信号Edの周波数(ビート周波数) $f_b$ を検出する周波数検出手段32と、その検出されたビート周波数 $f_b$ と、非掃引中に周波数差付与手段によって与えられる周波数差(この場合、信号発生器14の出力信号の周波数 $f_a$ )との差 $\Delta f$ を求め、この差 $\Delta f$ に基づいて光分波器12と光合波器15の間の2つの光路L1、L2の長さの差 $\Delta L$ を算出する光路長差算出手段33とを有している。

【0028】

次に、光路長差 $\Delta L$ と位相変化との関係について説明する。

光路長差 $\Delta L$ のとき、波長可変光源11から波長 $\lambda_1$ の光Pを入射したときに得られる干渉信号Edの位相と、波長 $\lambda_2$ の光Pを入射したときの干渉信号Edの位相との差 $\Delta \theta$ は、次の式(2)で表される。

【0029】

$$\begin{aligned} \Delta \theta &= [(\Delta L / \lambda_1) - (\Delta L / \lambda_2)] \cdot 2\pi \cdot n \\ &= \Delta L [(\lambda_2 - \lambda_1) / \lambda_1 \cdot \lambda_2] \cdot 2\pi \cdot n \quad \dots \dots (2) \end{aligned}$$

ただし、 $n$ は屈折率

【0030】

一方、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光の周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の差 $\Delta f$ は、次式(3)、

10

20

30

40

50

$$\Delta f = f_1 - f_2 = c (\lambda_2 - \lambda_1) / \lambda_1 \cdot \lambda_2 \quad \dots \dots (3)$$

c は光速

で表される。

【0031】

式(3)を式(2)に代入すると、位相差  $\Delta \theta$  は、

$$\Delta \theta = \Delta L \cdot \Delta f \cdot 2\pi \cdot n / c \quad \dots \dots (4)$$

となる。

【0032】

したがって、光路長差  $\Delta L$  は、

$$\Delta L = c \cdot \Delta \theta / (\Delta f \cdot 2\pi \cdot n) \quad \dots \dots (5)$$

10

となり、周波数差  $\Delta f$  に対する位相変化量  $\Delta \theta$  が判れば、光路長差  $\Delta L$  を求めることができる。

【0033】

ただし、光路長差  $\Delta L$  が大きい場合、僅かな周波数変化  $\Delta f$  でも  $2\pi$  以上の位相変化が生じてしまい、微小で精密な波長制御が必要となり、現実的にその位相変化量を求めることが困難である。

【0034】

そこで、本実施形態では、前記したように波長可変光源 11 の出射光 P の周波数  $f_o$  を一定速度で掃引することにより、大きな光路長差  $\Delta L$  であっても正確に求められるようにしている。

20

【0035】

即ち、図 1 において光路長差  $\Delta L$  がない状態で、波長可変光源 11 の出射光 P の周波数  $f_o$  を一定の速度で例えば高くなる方向に掃引させた場合、図 2 の (a) のように、光路  $L_1$  から光合波器 15 に入射される光  $P_{a'}$  と光路  $L_2$  から光合波器 15 に入射される光  $P_c$  の周波数差 (ビート周波数  $f_b$ ) は、周波数シフト 13 に入力されている信号  $E_a$  の周波数  $f_a$  に等しい。

【0036】

また、光路  $L_1$  が光路  $L_2$  より長い場合には、図 2 の (b) のように、光路  $L_1$  から光合波器 15 に入射される光  $P_{a'}$  の周波数変化が、光路長差  $\Delta L$  に相当する時間  $\Delta t$  だけ遅れる (右にシフトする)。

30

【0037】

したがって、両光路  $L_1$ 、 $L_2$  の出射光  $P_{a'}$ 、 $P_c$  の周波数差 (ビート周波数  $f_b$ ) は、 $f_a + \Delta f$  となる。

【0038】

ここで、遅延時間  $\Delta t$  は、 $\Delta t = n \cdot \Delta L / c$  であるから、光路長差  $\Delta L$  は、

$$\Delta L = (c / n) \cdot \Delta t \quad \dots \dots (6)$$

と表すことができる。

【0039】

光 P の周波数掃引速度を  $\Delta f / \Delta t = \alpha$  で一定とすると、式(6)は、次式(7)となる。

40

【0040】

$$\Delta L = c \cdot \Delta f \cdot / (\alpha \cdot n) \quad \dots \dots (7)$$

【0041】

したがって、ビート周波数  $f_b$  の周波数  $f_a$  からの変化量  $\Delta f$  を検出することにより、位相と無関係に光路長差  $\Delta L$  を求めることができる。

【0042】

上記光路長差測定部 30 は、上記原理に基づいて光路長差  $\Delta L$  を求めている。

即ち、図 3 の処理手順に示すように、光周波数掃引手段 31 により波長可変光源 11 の出射光 P の周波数  $f_o$  を一定速度  $\alpha$  で掃引させ (S1)、その間に光電変換器 16 から出力された干渉信号  $E_d$  の波形データを図示しないメモリに記憶しておく (S2)。

50

## 【 0 0 4 3 】

次に、この記憶したデータに対して、周波数検出手段 3 2 が例えば F F T (高速フーリエ変換処理)あるいは周波数計数処理を行い、ビート周波数  $f_b'$  を検出する (S 3)。

## 【 0 0 4 4 】

そして、光路長差算出手段 3 3 により、検出されたビート周波数  $f_b'$  と、非掃引中におけるビート周波数  $f_{bo}$  (この場合周波数  $f_a$  と等しい)との差  $\Delta f$  を求め (S 4)、この差  $\Delta f$  を上記式 (7) に代入 (他のパラメータは既知とする)することで、光路長差  $\Delta L$  を算出する (S 5)。

## 【 0 0 4 5 】

そして、この算出された光路長差  $\Delta L$  分の光路長の補正処理を光路長可変手段 2 1 により自動的に行う (S 6)、あるいは手動で行うことにより、光分波器 1 2 と光合波器 1 5 との間の 2 つの光路の長さの差がなくなり、この状態で被測定物 1 の特性を測定するために波長可変光源 1 1 の波長を可変しても光路長差による位相変化はほとんど発生せず、各波長毎のロックインアンプ 1 7 の出力 X、Y に対する所定の演算処理で、被測定物 1 の特性を正確に得ることができる。

10

## 【 0 0 4 6 】

なお、この実施形態では周波数シフタ 1 3 が挿入されている光路 L 2 側に光路長可変手段 2 1 を設けていたが、被測定物 1 が挿入されている光路 L 1 側に設けてもよい。

## 【 0 0 4 7 】

また、図 4 に示す光ヘテロダイン干渉装置 2 0' のように、光路長可変手段 2 1 を省略し、光路長差算出部 3 0 によって前記同様に算出された光路長差  $\Delta L$  を演算処理部 4 0 に与えて、被測定物 1 の特性を測定する際に、算出された光路長差  $\Delta L$  を見込んで演算処理を行うようにしてもよい。

20

## 【 0 0 4 8 】

また、上記実施形態では、周波数シフタ 1 3 と信号発生器 1 4 とを被測定物 1 を含まない光路 L 2 側に挿入して、光合波器 1 5 で合波される光の間に所定周波数の差を付与していたが、反対に周波数シフタ 1 3 を被測定物 1 が含まれる光路 L 1 側に挿入してもよい。

## 【 0 0 4 9 】

(第 2 実施形態)

また、前記実施形態では、周波数シフタ 1 3 と信号発生器 1 4 とを一組だけ用いて、一方の光路の光の周波数をシフトしていたが、図 5 に示すように、光路 L 2 側だけでなく、光路 L 1 側に挿入した周波数シフタ 4 3 に、信号発生器 4 4 から周波数  $f_a'$  の信号  $E_a'$  を与え、光合波器 1 5 で合波される光の間に、 $|f_a - f_a'|$  の周波数差を付与してもよい。

30

## 【 0 0 5 0 】

この場合、ビート周波数を大幅に低下させることができ、より高い位相分解能を得ることができる。ただし、この場合には、信号  $E_a$ 、 $E_a'$  をミキサ 4 5 で混合して、その混合成分からフィルタ 4 6 により差の周波数成分の信号  $E_a''$  を抽出してロックインアンプ 1 7 に与える。

## 【 0 0 5 1 】

(第 3 の実施形態)

また、図 6 に示すように、光源 5 1 から出射された波長固定の基準光  $P_u$  を光合波器 5 2 により波長可変光源 1 1 からの出射光  $P$  と合波し、その合波光  $P'$  を光分波器 1 2 に与え、光合波器 1 5 からの出射光  $P_d$  を波長分波器 5 3 に入射して、波長可変光源 1 1 の出射光  $P$  を周波数シフトした成分からなる光  $P_e$  と、基準光  $P_u$  を周波数シフトした成分のみからなる光  $P_f$  と分けて、それぞれ光電変換器 1 6、5 4 に入射して、光電変換器 1 6、5 4 から出力されるビート周波数  $f_b$  の干渉信号  $E_e$ 、 $E_f$  を得て、ロックインアンプ 1 7 において、基準光  $P_u$  に対応した干渉信号  $E_f$  を基準信号として干渉信号  $E_e$  を同期検波して、被測定物 1 の特性を表す信号 X、Y を得る構成としてもよい。

40

## 【 0 0 5 2 】

50

この実施形態の場合、ロックインアンプ 17 に基準信号として入力される信号が、干渉信号 E e と同等の光路を経た光によって得られた干渉信号 E f であるため、被測定物 1 側の光路に対する外乱で干渉信号 E e が変動した場合であっても、干渉信号 E f も同等の影響を受けることになり、得られる信号 X、Y への影響を抑圧できるという利点がある。

【0053】

なお、この実施形態では、周波数差付与手段を構成する周波数シフタ 13、43 を 2 つの光路 L1、L2 に挿入しているが、第 1 実施形態と同様に、一方の光路のみに周波数シフタを挿入してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0054】

10

【図 1】本発明の実施形態の構成図

【図 2】実施形態の動作原理を説明するための図

【図 3】本発明の光路長差測定方法の手順を示すフローチャート

【図 4】他の実施形態の構成図

【図 5】他の実施形態の構成図

【図 6】他の実施形態の構成図

【図 7】光ヘテロダイン干渉装置の要部構成図

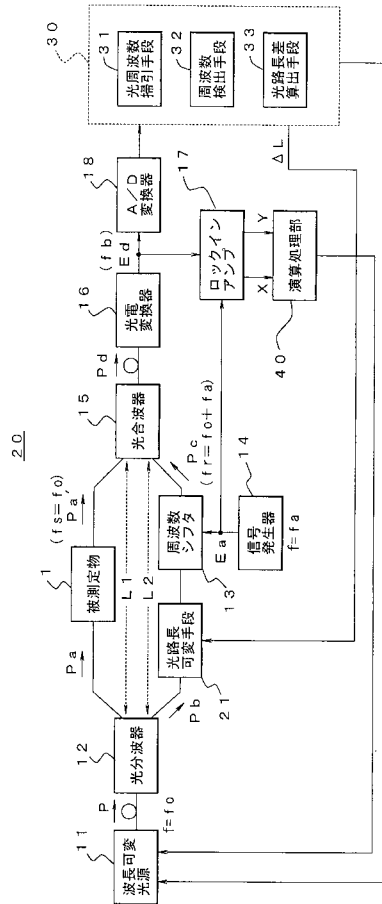
【符号の説明】

【0055】

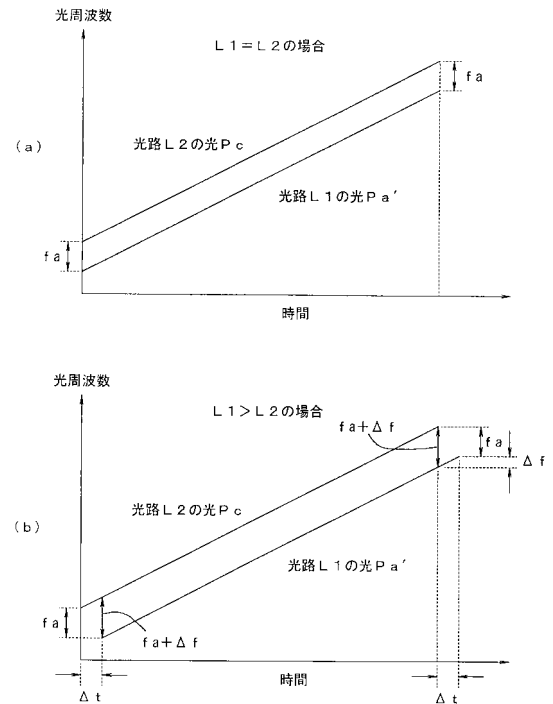
1 ... 被測定物、11 ... 波長可変光源、12 ... 光分波器、13、43 ... 周波数シフタ、14、44 ... 信号発生器、15 ... 光合波器、16 ... 光電変換器、17 ... ロックインアンプ、18 ... A/D 変換器、20、20' ... 光ヘテロダイン干渉装置、21 ... 光路長可変手段、30 ... 光路長差測定部、31 ... 光周波数掃引手段、32 ... 周波数検出手段、33 ... 光路長差算出手段、40 ... 演算処理部、45 ... ミキサ、46 ... フィルタ、51 ... 光源、52 ... 光合波器、53 ... 波長分波器、54 ... 光電変換器

20

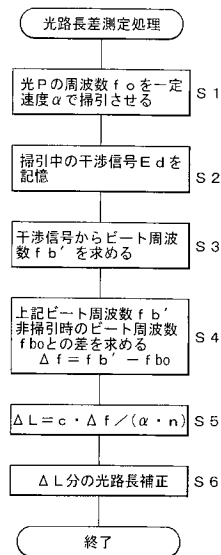
【図 1】



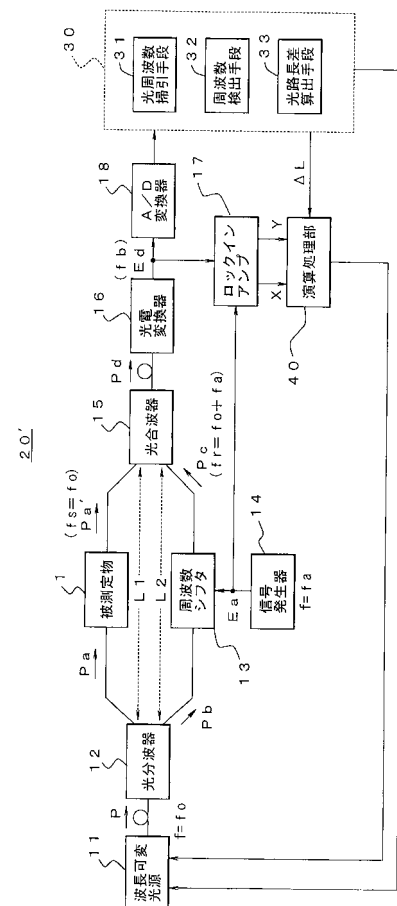
【図 2】



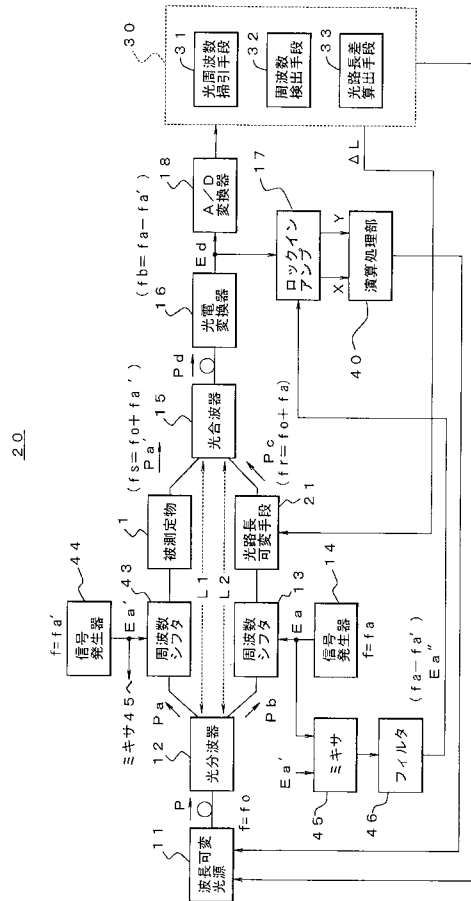
【図 3】



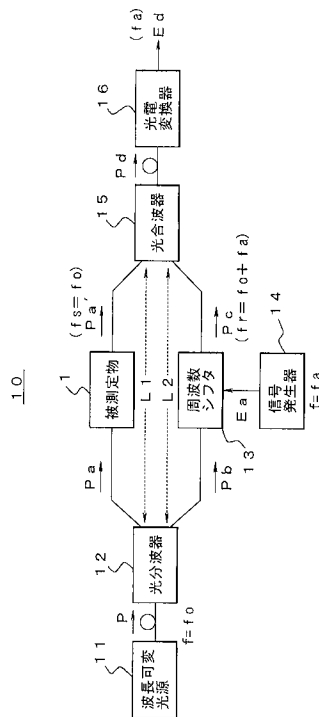
【図 4】



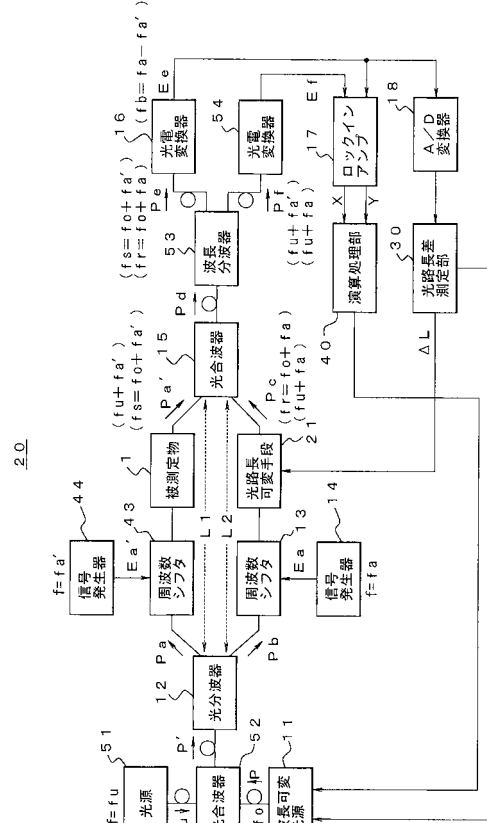
【図 5】



【図 7】



【図 6】



---

フロントページの続き

審査官 八島 剛

- (56)参考文献 特開平04 - 102003 (JP, A)  
特開平09 - 005028 (JP, A)  
特開昭60 - 149903 (JP, A)  
特表2001 - 513888 (JP, A)  
特開平02 - 187636 (JP, A)  
特開平01 - 206283 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01B9/00 - 9/10  
G01B11/00 - 11/30