

【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 23 年 10 月 6 日 (2011.10.6)

【公表番号】特表 2008-516246 (P2008-516246A)  
 【公表日】平成 20 年 5 月 15 日 (2008.5.15)  
 【年通号数】公開・登録公報 2008-019  
 【出願番号】特願 2007-535974 (P2007-535974)  
 【国際特許分類】

G 0 1 S 17/32 (2006.01)

【F I】

G 0 1 S 17/32

【誤訳訂正書】

【提出日】平成 23 年 8 月 16 日 (2011.8.16)

【誤訳訂正 1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定装置 (10) とターゲット (8) との間の区間 (9) に応じた絶対距離値を測定する方法であって、複数の個々の測定ステップが、前記絶対距離値を測定する絶対距離測定器 (1) によって実施される方法において、

前記絶対距離測定器 (1) の測定値が、複数のサンプリングステップによって前記絶対距離値に徐々に近づけられてこの絶対距離値に到達され、2 つのサンプリングステップ間で発生する前記測定装置 (10) と前記ターゲット (8) との間の複数の距離変化が、相対距離測定器 (2) によって検出され、2 つのサンプリングステップのうちの後のサンプリングステップで前記絶対距離測定器 (1) を制御するため、前記複数の距離変化が一括に使用されることによって、前記複数の個々の測定ステップと少なくともほぼ同時に、前記測定装置 (10) と前記ターゲット (8) との間の 1 つの距離変化もそれぞれ、前記ターゲット (8) のドリフトの瞬間値として前記相対距離測定器 (2) によって測定され、この距離変化が、前記絶対距離値を算定するために考慮されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記絶対距離値を測定するため、複数のサンプリングステップによる反復法が使用され、変調された戻る光ビームの強度 (A) である出力値 (A) が、各サンプリングステップで、出射する光ビームと戻る光ビームとに作用する変調周波数である入力値 ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, \dots$ ) から生成されて測定され、この出力値 (A) は、前記入力値 ( $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, \dots$ ) と前記絶対距離値とに依存し、1 つのサンプリングステップと後続する 1 つのサンプリングステップとの間で生じる距離変化がそれぞれ測定され、前記後続する 1 つのサンプリングステップに対する前記入力値 ( $f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, \dots$ ) の算定時に前記距離変化を校正するために使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記反復法にしたがって理論的に算出された反復ステップの周波数  $f_{nth \text{ theor}}$  は、測定される距離変化  $s$  に応じて以下のように有効に使用される周波数  $f_n$  を算定するために使用され、

【数 1】

$$f_n = f_{nth \text{ theor}} + \Delta f$$

## 【数 2】

$$\Delta f = -\frac{f_0}{D_0} \cdot \Delta s$$

$f_0$  は、測定周波数又は基本変調周波数であり、 $D_0$  は、粗い距離、すなわち測定すべき距離に対する一時的な近似であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

以下の：

- ・連続して測定される絶対距離値を測定し、
- ・少なくともほぼ同時の連続する相対距離値を測定し、
- ・各絶対距離値を、対応する少なくともほぼ同時の相対距離値だけ校正して、校正された連続する絶対距離値を生成し、
- ・校正された連続する絶対距離値を評価して、代表する 1 つの絶対距離値を算定する、  
ステップを有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記評価は、平均値の生成、積分又はその他の濾波を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記測定装置（10）と前記ターゲット（8）との間の区間（9）に応じた絶対距離値を算定する絶対距離測定器（1）を有し、前記絶対距離値を測定する測定装置（10）において、

前記測定装置（10）は、前記測定装置（10）と前記ターゲット（8）との間の距離変化を前記ターゲット（8）のドリフトの瞬間値として算定する相対距離測定器（2）を有し、前記絶対距離測定器（1）は、複数のサンプリングステップによって前記絶対距離値を繰り返し生成するために構成されていて、前記測定装置（10）は、2つのサンプリングステップのうちの後のサンプリングステップでの前記絶対距離測定器（1）による前記絶対距離値の算定時に、前記相対距離測定器（2）によって算出された2つのサンプリングステップ間で発生する前記測定装置（10）と前記ターゲット（8）との間の距離変化を考慮する手段を有することを特徴とする測定装置。

## 【請求項 7】

前記測定装置（10）は、複数のサンプリングステップによるフィゾー法を実施する手段（1）を有し、変調された戻る光ビームの強度（A）である出力値が、各サンプリングステップで、出射する光ビームと戻る光ビームとに作用する変調周波数である入力値から測定可能であり、前記出力値は、前記入力値と前記絶対距離値とに依存し、相対距離を算定する前記手段（2）は、1つのサンプリングステップと後続する1つのサンプリングステップとの間で発生する距離変化を算定するために構成されていて、前記測定装置（10）は、前記後続するサンプリングステップに対する入力値の算定時に前記距離変化を校正する手段を有することを特徴とする請求項 6 に記載の測定装置。

## 【請求項 8】

前記測定装置（10）は、連続して測定される絶対距離値を測定する手段（1）、少なくともほぼ同時の連続する相対距離値を測定する手段（2）、各絶対距離値を対応する少なくともほぼ同時の相対距離値だけ校正して、校正された連続する絶対距離値を生成する手段、及び校正された連続する絶対距離値を評価して、代表する 1 つの絶対距離値を算定する手段を有することを特徴とする請求項 6 に記載の測定装置。

## 【請求項 9】

前記測定装置（10）は、相対距離値を、絶対距離値を算定する前記手段（1）に送る手段を有することを特徴とする請求項 6～8 のいずれか 1 項に記載の測定装置。

## 【誤訳訂正 2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

## 【訂正の内容】

## 【発明の詳細な説明】

## 【発明の名称】絶対距離値を測定する方法及び測定装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、距離を電気的に測定する分野に関する。本発明は、対応する独立請求項の上位概念に記載の絶対距離値を測定する方法及び測定装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

距離を高分解能に測定するため、相対距離を測定する計器、例えばレーザー干渉計が使用される。この場合、コリメートされたレーザービームが、測定装置から反射するターゲットに向かって進行する。送られたビームが、反射して測定装置内で受信されるビームに重畳される。距離が変化すると、重畳されたビームの強度が、両ビームの強度に応じて変動する。このような強度の変化が、検出されてカウンタによって計数される。距離が、強度の変化の回数及び波長に応じて変化する。したがってその他の位置の絶対距離も、既知の基準値に基づいて、すなわち開始位置内の絶対位置に基づいて算出することができる。移動する反射器又はターゲットに対する距離を測定するため、測定装置が、トラッカーとして構成されている。すなわち、レーザービームが、回転可能なミラーによってターゲットに自動的に方向転換される。この場合、レーザービームの仰角及び方位角が測定される。その結果、3次元のターゲットの位置の測定が可能である。例えば10 m/sまでのターゲットの速度でも、位置が、この簡単な測定原理に基づいて記録され得る。

## 【0003】

相対距離を測定するこのような方法は、ビームが測定装置とターゲットとの間で中断されないことを前提とする。この中断が起きた場合、距離の変化がもはや検出されず、測定装置とターゲットとの間の絶対距離がもはや既知でない。それ故にこの絶対距離は、その他の手段によって新たに測定又は校正される必要がある。絶対距離測定器と干渉計とのこのような組み合わせは、ドイツ連邦共和国特許第19542490号明細書中に開示されている。

## 【0004】

絶対距離を測定するため、いろいろな方法が公知である。同様に上述したドイツ連邦共和国特許第19542490号明細書中に記され引用されている、例えばフィゾー法のいろいろな形態が公知である。このような距離が、干渉計法に対する基準値として使用できるように、この距離は、同様な測定精度、すなわち100メートルまでの測定距離の場合に例えばマイクロメートルの範囲内の測定精度を呈する必要がある。

## 【0005】

しかし相対距離の測定とは異なり、このような測定距離及び精度の場合の絶対距離の測定は、所定の最小測定期間を必要とする。この最小測定期間の間は、距離が変化してはならない。この場合、ターゲットは、操作者によって手動で保持され得るのではなくて、一時的な校正のために停止状態にする必要がある。このことは、測定時間を浪費する中断を強いる。

## 【0006】

国際特許出願公開第02/084327号明細書は、測定光路及び基準光路を有しかつレーザー光を用いた絶対距離測定を記す。光が、この測定光路とこの基準光路とによって交互に誘導される。測定光路は、測定区間にわたって延在しかつ絶対距離測定法に対して使用される。基準光路は、測定装置内に存在する。したがって、内部の基準光区間の距離の変化が算定されて、ドリフト及び温度に起因した変動を校正する。

## 【0007】

国際特許出願公開第00/63645号明細書では、トラッカーによる間接的な位置測定が記されている。この場合、測定計器の基準点の位置を算定する必要がある。この場合、基準点自体が、トラッカーから見ることはできない。測定計器の逆反射器が、既知の軌

道に沿って移動される。この場合、トラッカーが、この軌道に追従する。逆反射器の測定される位置と測定計器の既知の幾何構造とから、基準点の位置及び方向を算定することができる。

【特許文献 1】ドイツ連邦共和国特許第 1 9 5 4 2 4 9 0 号明細書

【特許文献 2】国際特許出願公開第 0 2 / 0 8 4 3 2 7 号明細書

【特許文献 3】国際特許出願公開第 0 0 / 6 3 6 4 5 号明細書

【特許文献 4】ヨーロッパ特許出願公開第 0 3 1 3 5 1 8 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は、冒頭で述べた種類の絶対距離値を測定する方法及び測定装置を提供することにある。ターゲットが移動している場合でも、この方法及び測定装置は、絶対距離の正確な測定を可能にする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この課題は、対応する独立請求項の特徴を有する絶対距離値を測定する方法及び測定装置によって解決される。

【0010】

この方法では、絶対距離を算定する手段及び測定器とターゲットとの間の相対距離を算定する手段を有する距離測定装置内で、絶対距離の算定の間に生じる距離の変化が、相対距離を算定する手段によって検出され、絶対距離の算定時に考慮される。

【0011】

これによって、絶対距離の測定期間に生じる距離の変化、すなわち特にターゲットの移動が校正される。ターゲットを不動に保持することはもはや必要でない。特に、ターゲットは、操作者の手の中に保持され得る。その結果、測定シーケンスの不可欠な中断は不要である。

【0012】

本発明の好適な実施の形態では、絶対距離を算定する手段が反復法を実施するために構成されている。すなわち、この方法は、複数のサンプリングステップによって正しい絶対距離値に徐々に近づく。出力値が、サンプリングステップごとに入力値から算出される。この出力値は、入力値及び距離に依存する。ターゲット及び / 又は測定器の移動に起因して第 1 サンプリングステップとこれに続く第 2 サンプリングステップとの間で生じる距離の変化が、相対距離を算定する手段によって検出され、第 2 サンプリングステップに対する入力値の算定時に距離の変化を校正するために使用される。

【0013】

したがってこの反復法は、距離の変化によって発散することなしに収斂できる。2つの異なる測定方法が、同じ測定区間に使用されて互いに組み合わせられる。これらの測定方法の利点が、補完しあう：「緩やかな」絶対値測定及び「速い」相対値測定。

【0014】

本発明の好適な実施の形態では、絶対距離値を測定する方法がフィゾー法である。この場合、入力値が、変調周波数である。この変調周波数は、離れる光ビーム及び戻る光ビームに作用する。出力値は、戻る光ビームの変調後のこの戻る光ビームの強度である。

【0015】

本発明の別の好適な方法では、絶対距離を算定する手段が、絶対距離に対する測定値を多数回算定するために構成されている。測定ノイズを除去するため、これらの測定値が、例えば積分によって又は平均値を生成することによって濾波される。個々の測定間の距離の変化を校正するため、同時にこの距離の変化が、相対距離を算定する手段によって検出される。そして距離の変化の同期値が、濾波前に測定値から減算される。

本発明の別の好適な実施形では、距離の変化の測定が、

・ 変調光による位相測定法，

- ・「チャープ」信号，コヒーレント信号若しくはインコヒーレント信号又は
- ・絶対値干渉計

を用いた絶対値の測定を校正するために使用される。ここでも、絶対距離に相当するそれぞれ計算された値が、測定される値だけ時間に対応する相対距離又はそれぞれの距離変化によって校正されることが成立する。

#### 【0016】

絶対距離値を測定する測定装置は、測定装置とターゲットとの間の区間に応じた絶対距離を測定する手段及びこの区間の方向に沿った相対距離を測定する手段を有する。この場合、絶対距離を測定する手段は、複数の個々の測定ステップを実施するために構成されている。この測定装置は、絶対距離の測定時の距離変化を考慮する手段を有する。

#### 【0017】

第1の好適な実施形では、測定装置は、複数の方法ステップを有する反復法を実施する手段を有する。この場合、入力値及び距離に依存する出力値が、各サンプリングステップで入力値から測定可能である。相対距離を測定する手段は、サンプリングステップと後続するサンプリングステップとの間に生じる距離変化を測定するために構成されている。この測定装置は、後続するサンプリングステップに対する入力値の測定時の距離変化を校正する手段をさらに有する。

#### 【0018】

第2の好適な実施形では、測定装置は、連続する絶対距離値を測定する手段、少なくともほぼ同時の連続する相対距離値を測定する手段及び対応する少なくともほぼ同時の相対距離値に関する絶対距離値の各々を校正する手段を有する。この校正する手段は、連続する校正した絶対距離値を生成する。評価する手段は、これらの連続する校正した絶対距離値から1つの代表する絶対距離値を算定する。この代表する絶対距離値は、例えば重み付けされた平均値又は別の方法で濾波によって得られた値である。

#### 【0019】

上述した校正手段又は評価する手段は、絶対距離を測定する手段の一部として構成され得る。しかしこれらの手段は、絶対距離測定器及び相対距離測定器からのデータを互いに結合する処理装置の一部としても構成され得る。前者の場合では、測定装置は、絶対距離を測定する手段に相対距離値を渡す手段を有する。この場合、これらの相対距離値はそれぞれ、1つの任意の基準位置に応じた1つの任意の開始値に関連づけられている。

#### 【0020】

本発明の別の好適な実施形では、測定装置は、例えばヨーロッパ特許出願公開第0313518号明細書中に記されているような測定ビームをターゲットに焦点合わせする手段を有する。したがって、絶対距離測定及び相対距離測定の双方を協働しないターゲットで実施することが可能になる。協働しないターゲットは、特に準備しなかった物体又は例えば反射膜のような簡単な手段を備えた物体である。

#### 【0021】

以下に、本発明の対象を任意の図面中に示されている実施の形態に基づいて詳しく説明する。

#### 【0022】

図中で使用される符号及びこれらの符号の意味は、符号リスト内にまとめて列挙されている。基本的に図中では、同じ部材は、同じ符号を有する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0023】

図1は、本発明の好適な実施形による組み合わせた絶対測定器を有する本発明の距離測定装置の構成を概略的に示す。絶対距離測定器1から出た光ビーム及び相対距離測定器2から出た光ビームが、第1ビームスプリッタ4によって結合され、それぞれの戻った光が、これらの両距離測定器1, 2に向かって分割される。このため、第1ビームスプリッタ4は、例えば二色性のビームスプリッタである。制御器3が、データ及び制御信号を絶対距離測定器1と相対距離測定器2とでやりとりするために配置されている。制御器3は、

データを相対距離測定器 2 から絶対距離測定器 1 に対して送り、及び / 又はこれらの両距離測定器 1, 2 に由来するデータ又は測定された距離値を互いに結合する。光ビームが、第 1 ビームスプリッタ 4 から第 2 ビームスプリッタ 5 を通過して 2 つの軸線周りに回転可能なトラッキングミラー 7 上に到達する。トラッキング制御器 6 が、位置を感知するダイオード ( P S D ) によって戻る光の一部を検出し、この戻る光の一部のドリフトに応じてトラッキングミラー 7 の位置を制御する。その結果、光ビームが、反射するターゲット又は反射器 8 に追従する。反射器 8 は、例えば三角プリズム又は反射膜を有する。測定区間 9 が、測定装置 10 内のプリセットされている基準零点と反射器 8 との間の放射された光ビーム又は反射した光ビームに沿って延在する。

【 0 0 2 4 】

測定装置 10 は、例えば光りビームを偏向しコリメートするための引用した従来の技術から公知であるようなその他の電気手段及び光学手段をさらに有する。簡単のため、これらの手段は示されていない。本発明の好適な実施形では、測定装置 10 又はその部品が、動力設備を付けたトランシットの支持部又は測定ボール内に組み込まれている。トランシットの支持部内へ組み込む場合は、トラッキングミラー 7 が省略される。

【 0 0 2 5 】

相対距離測定器 2 は、特に干渉計である。干渉計によって相対位置を測定するため、この干渉計は、アップダウンカウンタを有する。このアップダウンカウンタは、反射器のドリフトの瞬時値を記録する。ターゲットが、測定方向に光の半波長だけ移動するごとに、カウンタのパルスが、ドリフトの方向に応じてカウンタ内で加算又は減算される。例えば H e N e レーザーの場合、すなわちこのことは、0.32 マイクロメートルごとに実施される。カウンタの状態が、任意の時間に対して読み取られて記憶され得る。対応する読み取り時間と対応する読み取り時間との間の相対移動  $dL$  が、2 つの異なるカウンタ状態に基づいて

【 0 0 2 6 】

【 数 1 】

$$dL = dM \cdot \lambda \cdot \frac{n}{2}$$

【 0 0 2 7 】

として算定可能である。

【 0 0 2 8 】

この場合、

$dM$  = カウンタ状態の差、

$\lambda$  = 使用される光の波長、

$n$  = 媒体、一般に空気の位相屈折率

したがって、例えば測定距離が 0.1 ~ 50 m でかつターゲットの速度が 10 m / s までの場合、0.3 ~ 2.4 マイクロメートルの分解能が、約  $\pm 0.3 \mu m$  の精度で可能である。

【 0 0 2 9 】

絶対距離測定器 1 は、特にフィゾー原理にしたがう距離測定器である。フィゾー系の場合、測定光ビームは、同じ変調器によって 2 回変調され、1 回目には測定区間内への入射時の送信ビームとして変調され、そして 2 回目には戻るビーム又は測定区間からの出射時の受信ビームとして変調される。この変調の場合、例えば偏光及び / 又は光の強度及び / 又は周波数が変調される。

【 0 0 3 0 】

この場合、第 2 変調又は帰還変調後の光の強度が、反射距離及び変調周波数の関数で周期的に変化する：例えば、変調周波数が線形に変化し距離が一定な場合、図 2 中に示されたように、光の高い強度 A の位置と光の低い強度 A の位置とが、変調の出力部で交互に発生する。この光の強度 A は、フォトダイオードによって測定される。光の強度の最小位置が、 $df = c / 2D$  の周波数間隔で周波数にわたって等間隔に分布している。この場合、

$c$  は、光の速度であり、 $D$  は、測定すべき距離である。 $f_1$  及び  $f_0$  でのこれらの少なくとも 2 つの最小位置が、周波数  $f$  を変更することによって算出される。このことから、距離が、以下の式によって算定される：

この場合、関数  $\text{Round}()$  は整数の丸めを実施し、さらに：

【 0 0 3 1 】

【 数 2 】

$$D = \text{Round}\left(\frac{f_0}{|f_0 - f_1|}\right) \cdot \frac{c_0}{2f_0 n_g} + \text{Add}$$

【 0 0 3 2 】

が成立する：

$D$  = 絶対距離

$f_0, f_1$  = 最小周波数

$n_g$  = 群屈折率

$c_0$  = 真空中の光速

$\text{Add}$  = 追加定数

最小値を正確に測定するため、光変調周波数  $f$  が、特にさらに光変調される：例えば、約 500 kHz の範囲の 20 kHz の正弦周波数変調 (FM) が、2 ~ 2.3 GHz の周波数帯域内の基本周波数  $f$  に基づいて実施される。したがって、第 1 導関数が、フォトダイオードの検出信号から生成され、FM 変調信号が、FM 変調なしの信号の最小位置で零を通過する。このような零の通過は、最小値を検出することよりも簡単である。- 追加の FM 変調を伴うか又は伴わない - プリセットされている基本周波数での受信信号の振幅の算定は、以下では簡単のためサンプリングと呼ばれる。

【 0 0 3 3 】

上述したように測定のためには、少なくとも 2 つの最小値の絶対距離、すなわち変調信号の 2 つの隣り合った零通過点が必要になる。この場合、対応する周波数は、 $f_0$  及び  $f_1$  である。これらの零位置は、基本周波数を変更することによって繰り返し算定される。この場合、適合された周波数ステップ幅が、各ステップで使用される。この周波数ステップ幅は、希望される零通過点に可能な限り迅速に近づく。そしてこの場合、最後のステップが、希望する最大分解能、例えば 1 ppm に基づいて算定される。このことは、周波数ステップの時間最適なサンプリング列を提供する。このサンプリング列は、零通過周波数又は最小周波数  $f_0, f_1, \dots$  を提供する。

【 0 0 3 4 】

したがって、測定距離が 1 ~ 100 m でかつ静止しているターゲットに対しては、約 1 マイクロメートルの分解能が、± 25 マイクロメートル未満の精度で可能である。第 1 距離測定に対する測定時間は、例えば 200 ミリ秒持続する。これから出発して引き続き、1 秒当たり約 10 個の値が、繰り返す測定によって算出され得る。このような距離測定に対するいろいろな装置及び方法は、冒頭で述べたドイツ連邦共和国特許第 1 9 5 4 2 4 9 0 号明細書中に記されている。この場合、絶対距離測定器が、干渉計のビーム経路内に組み込まれていて、その結果両測定方法が、同じ光源の光によって作動する。又は両測定系が、図 1 中に示されたように異なる光の波長で作動する。例えばこの場合、干渉計は、HeNe レーザーを使用し、絶対距離測定器は、780 nm のレーザーダイオードを使用する。

【 0 0 3 5 】

周波数ステップが零通過点に近づくことによって、この周波数ステップはますます小さくなる。このことは、測定すべき距離のより小さいステップにも常に相当する。この反復近似は、所定の時間を必要とするので、従来の技術ではこの時間の間の距離は変化してはならない。何故なら、距離が変化した場合、反復が、完全に間違った地点に対して続き、距離変化の反復が、一般に完全に十分迅速に追従できないからである。

【 0 0 3 6 】

同じ問題が、説明した反復の前後でも発生する：以下でさらに説明するように、複数の入力値が、プリセットされている帯域幅内でサンプリングされることによって、例えば距離の粗い測定が予め実施される。最小値の第 1 算定後に、この算定は、特に数回繰り返されて、これらの結果から 1 つの平均値を零通過周波数  $f_0$ 、 $f_1$  として算定する。全体では、例えば 20 回のサンプリングが、粗い測定に対して必要になり、約 20 回のサンプリングが、反復に対して必要になり、10 回のサンプリングが、最小値の繰り返す算定に対して必要になる。このことは、1 回当たりのサンプリングが 1 ms かかる場合に 50 ms の持続をもたらす。

【0037】

それ故に、個々のサンプリングと同時に、特に反復の間に、反復する距離変化が、例えば干渉計的な方法によって算定される。新たな反復ステップが、最後のサンプリングと新たなサンプリングとの間のターゲットのこうして測定される相対移動に応じて校正される。

【0038】

新たな測定過程の場合、それ故に測定の開始に対する絶対距離を算定するため、距離の粗い測定が実施される。これに対して、零地点の距離  $f_0 - f_1$  が算定され、粗い距離

【0039】

【数 3】

$$D_0 = \frac{c_0}{2 \cdot |f_0 - f_1| \cdot n_g}$$

【0040】

が、この距離  $f_0 - f_1$  から算定される。引き続きステップの校正が、反復中にこの値によってその都度規格化される。粗い測定は、変調器の変調帯域幅にわたる「サンプリング」によって、すなわち変調帯域幅内の複数のサンプリング値を算定することによって実施できる。 $f_a = 2 \text{ GHz} \sim f_b = 2.25 \text{ GHz}$  の基本周波数の場合、変調帯域幅は、例えば 250 MHz である。反射器の距離のドリフトは、このサンプリングの間に約  $c / (4 \cdot f) = 35 \text{ mm}$  を越えてはならない ( $c = \text{光速度}$ )。このことは、手によって保持されているミラーに対する例えば約 200 ms の全期間で一般に保証されている。

【0041】

周波数  $f$  の校正值は、相対移動  $s$  から計算される。

【0042】

【数 4】

$$\Delta f = -\frac{f_0}{D_0} \cdot \Delta s.$$

【0043】

例えば、 $f_0 = 2 \text{ GHz}$ 、 $D_0 = 10 \text{ m}$  及び  $s = 5 \text{ mm}$  の場合、 $f = 1 \text{ MHz}$  の校正值が得られる。

【0044】

その前の粗い測定の場合及び引き続き繰り返される最小値の算定の場合、相対移動が、同様に校正される。最小値は、少なくとも 2 つの異なる周波数  $f_0$  及び  $f_1$  に対して算定される。対応する距離  $D$  の引き続き計算も、これらの値の存在後に特定の計算時間を必要とするので、相対位置が、この計算時間の間もさらに追跡される。距離が既知である後に、この距離は、中間時間内に合計した実施の距離変化だけ校正され、この時から基準値として相対距離測定器 2 に対して使用される。例えばこれに対して、相対距離測定器 2 内のカウンタが、この基準値に応じてセットされるか、又は、基準値に応じた一定なオフセットが、距離に加算される。

【0045】

総合的に言えば、特に全ての測定期間の異なる測定のサンプリングに対して、絶対距離に相当するそれぞれ計算された値が、測定された値だけ時間対応する相対距離によって校正される。



## 【 0 0 4 6 】

したがって反射器が移動するにもかかわらず、この方法は、原理的に非常に良好にかつ迅速に正確に変動なしに収斂される。

絶対距離値を算定する測定過程後に、この絶対距離値が、相対距離算定部、すなわち例えば干渉計に転送される。その後この距離値は、例えば 5 m / s で干渉計の測定値を通じて迅速にも移動する。

## 【 0 0 4 7 】

本発明の別の好適な実施形では、絶対距離測定器が、フィゾー法にしたがって 2 つの光波長を使用する。例えば説明した 780 nm のレーザーダイオードに加えて、例えば 450 nm (「青色」) 未満の波長を有するレーザーダイオードがさらに使用される。これらのレーザーダイオードの光が、測定ビームに結合される。したがって 2 つの距離が、異なる波長で測定される。このことは、空気の屈折率の校正又は排除を可能にする。

## 【 0 0 4 8 】

本発明の別の好適な実施形では、絶対距離を算定するため、経過時間が測定される。複数の経過時間の値を、測定の不正確さを校正するために、例えば平均値を作ることによって統合するため、これらの値が、相対移動に応じて校正される。図 3 は、絶対距離検出器の連続する測定値  $D_a$  , 同時に検出された連続する相対位置  $d_r$  及び差  $D_a - d_r$  から生じる校正した連続する絶対距離  $D_a c$  を例示的に示す。この場合、それぞれの相対位置値が、校正值  $d_r$  として使用される。これらの相対位置値は、測定光の反射の瞬間のターゲットの位置にほぼ一致する。

## 【 0 0 4 9 】

一般にこの方法は、同様に連属する絶対値のノイズを除去するために平均値を作ること又は積分によって適用可能である。

## 【 0 0 5 0 】

本発明の別の好適な実施形では、絶対値を測定する場合に校正するための距離変化の測定が、

- ・変調光による位相測定法,
- ・「チャープ」信号, コヒーレント信号若しくはインコヒーレント信号又は
- ・絶対値干渉計

によって実施される。多くの場合、積分期間の距離の変化が、測定過程中に検出され校正されることが一般的である。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 5 1 】

【 図 1 】 本発明の距離測定装置の構成を概略的に示す。

【 図 2 】 フィゾー法で現れる、異なる値を示す。

【 図 3 】 フィルター法で現れる値を示す。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 2 】

- 1 絶対距離測定器
- 2 相対距離測定器
- 3 制御器
- 4 第 1 ビームスプリッタ
- 5 第 2 ビームスプリッタ
- 6 トラッキング制御器
- 7 トラッキングミラー
- 8 反射器
- 9 測定区間
- 10 測定装置