

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4024896号
(P4024896)

(45) 発行日 平成19年12月19日(2007.12.19)

(24) 登録日 平成19年10月12日(2007.10.12)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 S 17/10 (2006.01)

GO 1 S 17/10

GO 1 S 7/48 (2006.01)

GO 1 S 7/48

A

請求項の数 24 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-34813
 (22) 出願日 平成9年2月19日(1997.2.19)
 (65) 公開番号 特開平10-20035
 (43) 公開日 平成10年1月23日(1998.1.23)
 審査請求日 平成15年12月5日(2003.12.5)
 (31) 優先権主張番号 196 07 345 6
 (32) 優先日 平成8年2月27日(1996.2.27)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 596154491
 ズィック アーゲー
 ドイツ連邦共和国 デー 7 9 1 8 3 ヴ
 ァルトキルヒ／ブライス ガウ セバスチ
 ャンクナイプーシュトラーセ 1
 (74) 代理人 100079119
 弁理士 藤村 元彦
 (72) 発明者 ハイネル ヴェツェボルン
 ドイツ連邦共和国 デー 7 9 1 8 3 ヴ
 ァルトキルヒ／ブライスガウ パタールー
 マクシミリアンーコルペーヴェーク 1

審査官 大和田 有軌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ距離測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パルスレーザ(11)と、光偏向装置(15)と、オプトエレクトロニクス光検出器(23)を有する光検出装置(22)と、電子制御評価システム(10)とを有するレーザ距離測定装置であって、パルスレーザ(11)が制御されて光パルス(12)を発射し、発射される次の光パルス(12)が光偏向装置(15)によって偏向されて角度が変化して測定領域(13)へと入り、測定領域(13)に配置された物体(14)から反射されて戻る光パルス(12')が光検出装置(22)によって受光され、光偏向装置(15)からの物体(14)の距離を表す検知信号が光パルス(12, 12')の発射及び受光間の時間から光速を考慮してパルス走行時間方法により電子制御評価システム(10)において見いだされ、検知信号変化の結果として現れる走行時間測定誤差に対して補償も行われるレーザ距離測定装置であって、電子制御評価システム(10)は、光パルス(12')の受光中に光検出器(23)を流れる全電荷量を測定するとともに受光パルス(12')のパルス幅を測定する手段(C, 36, 37; 34, 38)を含み、前記電子制御評価システム(10)は、少なくとも1つの基準物体(86)に関して受光された受光パルス(12')の電荷及び/又はパルス幅に基づいて得られたパルス走行時間と所望のパルス走行時間との偏差を修正値として用いて、物体(14)に関する前記走行時間測定誤差を補償し、前記物体(14)に関して測定された受光パルス(12')のパルス幅が特定のしきい値を越えたとき、前記基準物体(86)に関して受光された受光パルス(12')の電荷に基づいて得られた修正値又は修正関数を用いて、物体(14)に関する前記走行

10

20

時間測定誤差を補償し、基準物体（８６）は、光偏向装置（１５）から画定された距離に配置されるとともに異なる反射率を有することを特徴とするレーザ距離測定装置。

【請求項２】

基準物体（８６）は、限定されてモニタされる走査角度範囲（５４）の外側に配置され、連続的に変化する角度によって偏向される発射パルス光ビーム（２１）によって掃引されることを特徴とする請求項１記載のレーザ距離測定装置。

【請求項３】

基準物体（８６）は、反射率が変化する表面（３０）を有し、表面（３０）には発射パルス光ビーム（２１）が入射し、表面（３０）は回転自在光偏向手段（１５）の回転軸（１７）と同心円上の円弧に沿って延在し、反射率は円弧に沿って変化することを特徴とする請求項１または請求項２記載のレーザ距離測定装置。

10

【請求項４】

前記基準物体（８６）の反射率はステップの無い状態で変化することを特徴とする請求項３記載のレーザ距離測定装置。

【請求項５】

表面（３０）は、箔、下地、または高い初期反射率の部材によって形成され、黒色塗料によって反射率が増加するように塗られていることを特徴とする請求項３または請求項４記載のレーザ距離測定装置。

【請求項６】

基準物体（８６）は、所定数の基準物体素子によって形成され、発射パルス光ビーム（２１）が次々と入射する各基準物体素子の表面は、反射率が異なることを特徴とする請求項１または請求項２記載のレーザ距離測定装置。

20

【請求項７】

前記所定数の基準物体素子は、回転自在光偏向装置（１５）の回転軸（１７）と同心円上の円弧上に間隙を介して配置されていることを特徴とする請求項６記載のレーザ距離測定装置。

【請求項８】

光偏向装置（１５）から同一の距離に配置された基準物体素子について受け入れた測定値は、多項式によって１つにリンクされ、中間値は多項式によって判定されることを特徴とする請求項６または請求項７記載のレーザ距離測定装置。

30

【請求項９】

光偏向装置（１５）は、３６０°の偏向角度を掃引することを特徴とする請求項１乃至８のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１０】

前記光偏向装置（１５）は、回転の１つの方向に連続して回転することを特徴とする請求項９記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１１】

１つの光パルス（１２'）の受光中に光検出器（２３）を流れる全電荷量を測定する手段（Ｃ，３６，３７）は、光検出器（２３）と直列に接続されたコンデンサ（Ｃ）と、コンデンサの後に接続されたバッファ増幅器（３６）とを含むことを特徴とする請求項１乃至１０のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

40

【請求項１２】

コンデンサ（Ｃ）は、ダイオードを介して光検出器（２３）と直列に接続されていることを特徴とする請求項１１記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１３】

前記ダイオードはショットキダイオードであることを特徴とする請求項１２記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１４】

光検出器（２３）は、前置増幅器を介してコンパレータの１つの入力部に接続され、コンパレータは、検出しきい値（７９）を画定する基準入力に有し、コンパレータの出力信

50

号は受光パルス（１２'）のパルス幅を測定するために使用されることを特徴とする請求項１乃至１３のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１５】

前記前置増幅器はトランスインピーダンス増幅器（３８）であることを特徴とする請求項１４に記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１６】

コンパレータ（３４）の出力信号は、走行時間を同時に測定するために使用されることを特徴とする請求項１５に記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１７】

基準物体（８６）は、修正値の測定に必要な測定値を得るために装置の通常動作の前または通常の動作中に反復して検知されることを特徴とする請求項１乃至１６のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

10

【請求項１８】

基準物体（８６）について特定数の走査中に得られた測定値は、電子制御評価システム（１０）において精度を上げるために平均処理されることを特徴とする請求項１乃至１７のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項１９】

しきい値は、前置増幅器がかなり過剰変調されたりまたは飽和された値に相当することを特徴とする請求項１乃至１８のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項２０】

20

前記しきい値は、発射光パルス（１２）のパルス幅の２乃至１０倍、２乃至５倍の値と少なくとも同一であることを特徴とする請求項１乃至１８のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項２１】

電子制御評価システム（１０）は、走行時間及びパルス幅を測定する時間測定ユニットを含むことを特徴とする請求項１乃至２０のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項２２】

電子制御評価システム（１０）は、マイクロプロセッサを含むことを特徴とする請求項１乃至２１の１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項２３】

30

オプトエレクトロニクス光検出器は、フォトダイオードであることを特徴とする請求項１乃至２２のいずれか１つに記載のレーザ距離測定装置。

【請求項２４】

前記フォトダイオードはアバランシェダイオード（２３）であることを特徴とする請求項２３に記載のレーザ距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザによる距離測定装置に関する。

【０００２】

40

【従来の技術】

この種のレーザ距離測定装置は、ドイツ国特許公開第４３４０７５６号（DE 43 40 756 A 1）により周知である。この種のレーザレーダにより、光パルスが入射した物体の距離を測定し、特に空間の予め決められた基準方向に対して物体が配置されている角度までも測定することができる。物体の距離は、光速を考慮して測定されたパルスの走行時間から開始すると測定される。この装置において、この距離測定の精度は、本質的には、次の３つの影響パラメータ、すなわち、

(a) 電子制御評価システムに接続された時間測定ユニットの解像度、

(b) 受信信号に重畳されるノイズ、

(c) 信号変化（signal dynamics）の結果生じる走行時間測定誤差の電子制御評価シス

50

テムで生じる補償の精度、
に依存する。

【 0 0 0 3 】

統計的測定誤差は、最初の 2 つの影響パラメータ (a) , (b) から生じ、これらは、複数の測定値における値の生成を平均化することによって低減される。特に厳しいのは、3 番目の影響パラメータ (c) であり、これは、主に、前置増幅器の増幅の線形範囲が、実際に現れる信号変化との比較に制限されるという事実起因する。なお、前置増幅器は、一般にオプトエレクトロニック光検出器の後に接続されている。従って、ドイツ国特許第 4 3 4 0 7 5 6 号にて周知のレーザレーダにおいて行ったように、対応する測定訂正值に基づいて受光パルスの測定ピーク値に依存する信号変化の結果として生じる走行時間測定誤差の補償は、変調の比較的小なる範囲での所望の結果につながるのみである。対照的に、前置増幅器の変調がその線形増幅範囲を越えて生じた場合、特に前置増幅器の出力信号の期間の延長を引き起こす飽和効果が生じる。これは、走行時間測定誤差につながり、これは、もはやピーク値検出によって補償できなくなる。これは、特に、出力信号の後端縁部や前端縁部も走行時間測定に使用したときに著しい。これに加えて、これらの影響が、温度、電圧、バッチ (batch) に強く依存するという事実がある。

10

【 0 0 0 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明の目的は、簡単な方法で、信号変化の結果生じる走行時間測定誤差の信頼性のある補償を、特に作動条件の違いや物体の反射率の違いを考慮して、確実に常時行うレーザ距離測定装置を提供することである。

20

【 0 0 0 5 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の目的は、光パルスの受光中に光検出器を流れる全電荷量を測定するとともに受光パルスのパルス幅を測定する手段を含む電子制御評価システムにおいて満足される。

本発明のレーザ距離測定装置は、パルスレーザと、光偏向装置と、オプトエレクトロニクス光検出器を有する光検出器と、電子制御評価システムとを有する。かかる装置において、パルスレーザが制御されて光パルスを発射し、次に発射される光パルスが光偏向装置によって偏向されて角度を変えて測定領域に入る。測定領域に配置された物体から反射されて戻る光パルスは、光検出装置によって受光される。光偏向装置からの物体の距離を表す検知信号が、光パルスの発射及び受光間の時間から、光速を考慮してパルス発射時間方法により、電子制御評価システムにおいて見いだされ、信号変化の結果として現れる走行時間測定誤差に対して補償も行われる。

30

【 0 0 0 6 】

さらに、本発明において、信号変化の結果として生じる走行時間誤差の補償が、測定された電荷やパルス幅に応じて行われる。この補償は、光偏向装置から所定の距離に配置されて反射率が異なる少なくとも 1 つの基準物体に対して測定された電荷やパルス幅及びパルス走行時間の結果として、電子制御評価システムによって測定された修正値の各々に基づいている。

【 0 0 0 7 】

40

反射率が異なる基準物体を使用することによって、物体毎に実際に現れる全反射率を簡単な方法で考慮することが可能となり、対応する修正値を見つけることができる。光偏向装置からの基準物体の距離は分かっているので、対応する所望の走行時間も分かっている。次に、実際に測定されたパルス走行時間と所望の走行時間との偏差が、関係する修正値の規準として使用され、または対応する修正機能を形成するために使用される。各反射率により導出された修正値や修正機能の関係は、対応して測定された電荷やパルス幅と関連するように行われる。測定領域に配置された物体から反射されて戻る光パルスの受光中、光検出器を流れる全電荷量やこの受光パルスのパルス幅は、この光パルスの受光中に最初に測定され、その後、対応する修正値が呼び出されたり、対応する修正機能が起動されたりする。電荷の測定は、走行時間の測定とは無関係に、すなわち、特別な電荷測定回路によ

50

って行われ、関係する走行時間測定回路に接続された前置増幅器の起こり得る過剰変調は、電荷測定値に影響を与えない。対照的に、各走行時間測定回路によってパルス幅を判定することが基本的に可能である。測定された電荷量やパルス幅に依存して信号変化の結果として生じた走行時間測定誤差の補償の後、走行時間測定と関係した前置増幅器の起こり得るオーバ変調と対応する飽和効果とは、この補償に影響を与えない。本発明のレーザ距離測定装置の効果は、特に、所定の反射率が基準物体の画定位置に存在することが必要ではないという事実にあることが分かる。この基準物体は、較正されたり、またはアライメントされる必要がない。重大さが、少しもエージング作用に帰因しない。基準物体に対しては、光偏向装置から所定の間隔で配置されることと、測定されるべきシナリオ (scenario) で実際の使用において現れる反射率を有することだけが必要である。

10

【0008】

基準物体は、制限されてモニタされる走査角度範囲の外側に便宜上配置され、故に、連続して角度を変えることによって偏向される発射パルス光ビームによってこの範囲の外側も掃引される。このように、走査角度範囲内の物体の検出は、基準物体によって邪魔されない。基準物体も、物体内に存在することができる。

連続する基準物体の場合、これは、反射率が変化し、特に、反射率が徐々に変化し、検出すべき物体によって実際の使用で現れる反射率の全てが現れた場合、これは便宜的である。

【0009】

また、基準物体は、所定数の基準物体素子によって形成することもできる。基準物体素子の表面に、発射パルス光ビームが順々に入射し、これらの表面は反射率が異なる。この場合、光偏向装置から同じ距離に配置された基準物体素子に対して得られた測定値は、電子制御評価システムにおいて1つの適切な多項式にまとめられ、場合によっては多項式によって中間値を判定する可能性がある。

20

【0010】

修正値の測定に必要な測定値を得るために装置の通常の動作前にまたは通常の動作中に、基準物体を効率良く走査することができる。反復走査は、特に、動作中に可能となることが好ましく、修正値が実際の動作条件に常時適用される。

実行する際に好ましい変形例において、受光パルスの測定されたパルス幅が特定の境界値を越えたとき、信号変化の結果として生じる走行時間誤差の補償が、測定された電荷量に依存して、さらに、対応して導出された修正値や機能に基づいて行われる。この境界値は、発射光パルスのパルス幅の2乃至10倍と少なくとも同一であることが好ましい。この境界値を越えた場合、これは、関係する前置増幅器が極端に過剰変調されて、補償が測定された電荷量に依存して便宜的に行われたことを示している。

30

【0011】

本発明のレーザ距離測定装置の有効な実施例が従属する請求項に示されている。

【0012】

【実施例】

本発明を、実施例及び図面を参照しながら詳細に説明する。

図1において、モータ31は、水平回転プレート28を駆動して垂直軸17を中心とする連続回転運動を行う。回転トランスデューサ29の角度は、回転プレート28の周縁部に設けられ、フォーク状の光バリアとして形成され、ライン32を介して電子制御評価システム10の図示せぬ制御ステージに接続されている。

40

【0013】

円形円筒体27は、上面が回転軸17に対して45度の角度に配置されるように回転プレート28に配置されている。本体27の上面は、回転ミラー16として形成されている。回転ミラー16も、ミラープレートに形成され、これは、ミラーキャリアを介して回転プレート28に固定されている。回転ミラー16の上に、同様な平坦偏向ミラー19が配置されている。このミラー19は、幅の狭い形状を採り、そのミラー面は、回転軸17に対して45度の角度をなしている。ミラー19も、円形円筒体になっている。しかし、偏向

50

ミラー 19 も、平坦ミラープレートとして形成することもできる。

【0014】

偏向ミラー 16 の中心領域 24 は、パルスレーザ 11 からの光を発射レンズ 33 及び偏向ミラー 19 を介して受け取る。光ビームは、最初は水平であるが、レーザレーダのフロントディスク 41 までの水平方向に回転ミラー 16 によって偏向せしめるために、反射ミラー 19 で下方に偏向される。発射パルス光ビーム 21 は、フロントディスク 41 から測定領域 13 に入る。測定領域 13 において、例えば、光反射物体 14 が存在すると仮定する。散乱光は、自動平行ビーム路において、物体 14 から受光パルス光ビーム 20 としてフロントディスク 41 を介して通過して回転ミラー 16 に戻る。

【0015】

受光パルス光ビーム 20 は、発射光 21 及び特に中心ビーム 18 が入射する中心領域 24 の周辺の回転ミラー 16 の環状領域 47 に入射し、次に、偏向ミラー 19 を通り越して干渉フィルタ 26 に入る。フィルタ 26 の後方に、受光レンズ 25 が配置されている。この受光レンズ 25 は、レーザレーダに非常に近接配置された物体を問題の無い状態で認識するために、焦点距離が異なる領域 25' , 25'' を有する。

【0016】

受光レンズ 25 は、受光した光を集束せしめて光検出器 23 に入れる。受光レンズ 25 は、光検出器 23 とともに光検出装置 22 を形成する。

回転ミラー 16 と回転プレート 28 とモータ 31 とは、光偏向装置 15 の一部であり、これらによって、発射パルス光ビーム 21 と受光パルス光ビーム 20 とを回転軸 17 の周囲に回転させることができる。このように、最大 360 度までの走査角度領域を実現することができる。

【0017】

図 2 を参照すると、フロントディスク 41 は、およそ 180 度に亘って延在する。この範囲は、例えば、乗物の前方に位置する領域をモニタするには十分である。

図 2 において、図 1 の平面図に加えて、回転ミラー 16 の角度位置と発射光ビーム 21 との角度位置とが示されている。発射パルス光ビーム 21 は、角度スキャンを行い、走査面 53 を画定する。最大走査角度範囲 54 は、図 2 によると 180 度に亘り延在する。

【0018】

本実施例において、パルスレーザ 12 は、電子制御評価システム 10 によって制御されて、3 ナノ秒 (ns) 乃至 4 ns の持続時間を有する光パルスを発射する。他の実施例において、光パルスの持続時間は、例えば、1 ns 乃至 50 ns の間の値を採る。さらに、光偏向装置 15 も、電子制御評価システム 10 に接続されている。例えば、光偏向装置 15 は、1500 rpm の回転速度に設定されている。回転速度は、通常 500 rpm から 10,000 rpm の範囲内にある。光偏向装置 15 の角度は、角度位置トランスデューサ 29 によってライン 32 を介して、電子制御評価システム 10 に接続された制御ステージに瞬間に送られる。

【0019】

光パルス 12 は、発射レンズ 33 及びミラー 19 , 16 を介して測定領域 13 に発射される (図 1 及び図 5 参照)。光パルス 12 は、走行時間 T の後受光パルス 12' (図 1 参照) として光検出装置 22 によって受光される。光検出器 23 は、本実施例においては、フォトダイオード、特にアバランシェダイオードによって形成され (図 1、図 5 及び図 6 参照)、受光した光パルスから対応する電気信号を生成し、電気信号は、図示した実施例においてはトランスインピーダンス増幅器 38 (図 6 参照) による前置増幅器によって増幅され、次にコンパレータ 34 の入力部に供給される。このコンパレータ 34 は、検出しきい値 79 を画定する基準入力 35 (図 3 乃至図 4 参照) を有する。コンパレータの出力信号は、受光パルス 12' のパルス幅を測定するために使用され、本実施例においては、同時に走行時間を測定するために使用される。トランスインピーダンス増幅器 38 及びコンパレータ 34 (図 6 参照) は、電子制御評価システム 10 (図 1 参照) に接続している。

【0020】

10

20

30

40

50

図 6 を参照すると、光パルス 1 2 の受光中に光検出器 2 3 を流れる全電荷量を測定する手段も、設けられている。この手段は、ショットキダイオード 3 7 を介して光検出器 2 3 に直列に接続されたコンデンサ C と、コンデンサ C の後に接続されたバッファ増幅器 3 6 とを、含む。コンデンサ C の自由端は接地され、光検出器 2 3 のカソードは、対応するバイアス電圧を生成する電位 V に接続されている。

【 0 0 2 1 】

光パルス 1 2 ' の受光中に光検出器 2 3 を流れる全電荷量を測定するこれらの手段 C , 3 6 , 3 7 は、受光パルス 1 2 ' のパルス幅を測定し且つ走行時間を測定する手段 3 4 , 3 8 と同様に、電子制御評価システム 1 0 (図 1 参照) の一部である。

コンパレータ 3 4 の出力信号は、例えば、電子制御評価システムのカウンタ (図示せず) に供給され、カウンタは、周波数発生器によってクロックされる。

10

【 0 0 2 2 】

電子制御評価システム 1 0 は、マイクロプロセッサも含む。

電子制御評価システム 1 0 に接続された図示せぬカウンタは、光検出装置 2 2 によって受光されるパルス 1 2 ' の発射で開始され、このカウンタは、コンパレータ 3 4 の出力信号によって停止される。これに対する必須条件は、関係する検出しきい値 7 9 (図 3 及び図 4 参照) を越えていることである。次に、カウントの結果が、例えばマイクロプロセッサによって使用されて、関係するパルス走行時間 T を計算し、これから次に示す式により光偏向装置からの物体 1 4 の距離 d を計算する。

【 0 0 2 3 】

$$d = c \cdot t / 2$$

但し、c は、光速である。

光偏向装置 1 5 の瞬間の角度位置も、例えば電子制御評価システム 1 0 のマイクロプロセッサにライン 3 2 (図 1 参照) を介して送られているので、物体 1 4 の極座標に関する対応する情報は、例えば、電子制御評価システム 1 0 に接続されたインターフェースを通過し、システム 1 0 において、例えばナビゲーション信号やエラー信号などのさらなる用途に対して利用される。

20

【 0 0 2 4 】

図 5 に示すように、基準物体 8 6 が、限定されてモニタされる走査角度範囲 5 4 (図 2 も参照) の外側に配列されて、このモニタされる走査角度範囲 5 4 の外側で発射パルス光ビーム 2 1 によって掃引される。ビーム 2 1 は、偏向されて角度変化が増大する。

30

図示した実施例において、黒色の環状ダイアフラム 8 7 を、基準物体 8 6 の表面 3 0 の縁部に設けることができ、ここに、発射パルス光ビーム 2 1 が入射し、望ましくない散乱光による影響を防止している。

【 0 0 2 5 】

限定されモニタされる角度走査範囲 5 4 の外側に配置されている基準物体 8 6 の表面 3 0 は、発射パルス光ビーム 2 1 によって照射され、表面 3 0 の反射率が異なる。この点において、この表面 3 0 は、好ましくは回転自在光偏向装置 1 5 の回転軸 1 7 と同心円上の円弧に沿って延在し、好ましくは、反射率は、円弧に沿ってステップの無い状態で (in stepless manner) 変化する。

40

【 0 0 2 6 】

この表面 3 0 は、箔や下塗り (undercoat) などによって形成することができ、高い初期反射率を呈し、黒色のダイの上を反射率が増加するように塗られている。

または、基準物体 8 6 は、所定数の基準物体素子によって形成することもでき、これらの素子は、回転自在光偏向装置 1 5 の回転軸 1 7 と同心円上の円弧上に間隔を開けて配置され、発射パルス光ビーム 2 1 によって順々に照射される基準物体素子の各々は、反射率が異なる。

【 0 0 2 7 】

この関係において、光偏向装置 1 5 から同一間隔で配置された試験物体素子に対して得られた測定値は、多項式によって組み合わせることができ、中間値は、多項式を介して判別

50

できる。

図5において、レーザレーダによって形成されるレーザ距離測定装置は、フロントディスク41を備えた筐体115に収納されている。フロントディスク41は、180度に亘って湾曲されて、筐体の下方領域に設けられている。

【0028】

図3及び図4から分かるように、走行時間測定誤差は、信号変化の結果として現れ、後述する方法で、本発明のレーザ距離測定装置によって補償される。

図3に、光検出装置22のオプトエレクトロニクス光検出器23によって受光され、前置増幅器として機能するトランスインピーダンス増幅器38(図6参照)によって増幅された3つの異なる光パルス12'を示す。これらの光パルスは、それぞれ最大信号電圧80, 81, 82を有する。対応する低ノイズしきい値の結果、全受光パルス12'は、コンパレータ34の基準入力35に設定された検出しきい値79を確実に越えている。しかし、受光パルス12'の立ち上がり端部が検出しきい値79を越えた後の時間tは、各パルス12'毎に異なる。図示した実施例において、時間差は、例えば、1.2 nsであり、これは、およそ20 cmの測定誤差に相当する。最大値82の光パルス12'のベース時間83に対するこの時間及び測定誤差(例えば、最大値80, 81の信号に対しては84, 85)は、例えば、電子制御評価システム10のマイクロプロセッサに保存され、修正の目的に対して利用することができる。

【0029】

前置増幅器、本実施例においては、トランスインピーダンス増幅器38(図6参照)が線形増幅範囲で動作している限りは、最大値、すなわちピーク値80, 81, 82に応じて信号変化の結果として生じる走行時間誤差の補償を行うことが基本的に可能であり、これは、ピーク値検出器によって可能である。

しかし、図4から分かるように、前置増幅器、すなわちトランスインピーダンス増幅器38が線形範囲を越えて動作しているとき、また、少なくとも後端縁部も走行時間の測定に使用されないとき、これは、もはや可能ではない。図4に示すように、過剰変調につながる飽和効果は、前置増幅器の関係する出力信号が時間について延長される、すなわち、後端縁部がかなり後で検出しきい値79よりも再び小さくなるという飽和につながる(図4、過剰変調信号参照)。

【0030】

本発明により、電子制御評価システム10は、信号変化の結果として生じる走行時間測定誤差の補償が、前述の手段C, 36, 37; 34, 38によって行われるように構成されている。なお、これらの手段C, 36, 37; 34, 38は、光検出器23を流れる全電荷量を測定し、または、測定された電荷量やパルス幅に応じて受光パルス12'のパルス幅を測定する手段である。さらに、この手段は、反射率が異なるとともに光偏向装置15から所定の間隔で配置された少なくとも1つの基準物体86(図5参照)に対して測定された電荷やパルス幅、及びパルス走行時間に対して、電子制御評価システム10によって見いだされた各々の訂正值に基づいて動作するものである。

【0031】

基準物体86の表面30の異なる反射率は、基準物体86が発射パルス光ビーム21によって掃引されると、順々に作用する。補償に必要な訂正值は、基準物体86について測定された電荷、パルス幅、パルス走行時間を参照して、電子制御評価システム10によって判定される。光偏向装置15までの基準物体86の距離は分かっているので、所望の走行時間を直に測定することができ、次に、これと、実際に測定されたパルス走行時間とを比較することができる。次に、走行時間の偏差は、各々の訂正值、または訂正機能の規準として機能する。結果としての訂正值は、例えば、電子制御評価システム10に保存される。

【0032】

次に、各物体14(図1参照)が走査角度範囲54(例えば図2参照)内で検出された場合、光パルスの受光中に光検出器23を流れる電荷量や、受光パルスのパルス幅が、光パ

10

20

30

40

50

ルスの受光中に最初に測定され、次に、前に測定された訂正值が呼び出されて、対応する訂正機能を起動せしめることができる。前置増幅器、またはトランスインピーダンス増幅器 38 の起こり得る過剰変調と、対応する飽和効果とは、関係する補償に影響を与えず、故に測定装置の精度に影響を与えない。

【0033】

前述の如く、光パルス 12' の受光中に光検出器 23 を流れる全電荷量を測定する手段は、オプトエレクトロニクス光検出器 23 とショットキダイオード 37 を介して直列に接続されたコンデンサ C と、この後に接続されたバッファ増幅器と、からなる（図 6 参照）。

パルス幅は、例えば、カウンタ（図示せず）によって測定することができ、このカウンタは、同様に電子制御評価システム 10 に接続されるとともに、コンパレータ 34 の出力信号によって制御される（図 6 参照）。このコンパレータ 34 の出力信号は、本実施例においては、走行時間を測定するために同時に使用される。

【0034】

基準物体 86 に対する特定数の走査の間に得られた測定値が、電子制御評価システム 10 において平均化されるとき、より高い測定精度が得られる。

電子制御評価システム 10 は、好ましい実施例において次のように構成されている。すなわち、電子制御評価システム 10 は、受光パルス 12' の測定されたパルス幅が特定の境界値を越えたときに、信号変化の結果として現れる走行時間測定誤差の補償が、測定された電荷量に依存するとともに対応する測定された訂正值に基づいて最初に行われるように、構成されている。この境界値は、例えば、発射光パルス 12 のパルス幅の値と少なくとも同じとすることができる。故に、この境界値は、前置増幅器、すなわちトランスインピーダンス増幅器 38 が過剰変調されているという事実（図 4 のオーバ変調信号参照）の徴候である。補償は、例えば、それぞれ測定されたパルス幅に応じて前もって行われている。

【0035】

測定が、異なる位置の基準物体 86 で行われる場合、前置増幅器の線形及び非線形変調範囲内の出力パルス幅、または電荷測定によって測定された大きさは、所定のしきい値によって見いだされた走行時間に対してプロットすることかできる。

光偏向装置 15 から基準物体 86 までの距離が分かっているので、関係機能を直接形成することができ、これも、外側のシナリオ（outer scenario）での測定に加えられる。解像度を改善するために、平均値の算出は、前述の如く、電子制御評価システム 10 において実行される。

【0036】

一方、既述したように、パルス幅と電荷とを測定することができる。図 7 を参照して、信号評価の一例を説明する。この信号評価は、電子制御評価システム 10 において行われる。システム 10 において、測定された距離の修正は、信号変化の結果として現れる走行時間測定誤差を補償するために、受光パルスの測定されたパルス幅に依存して行われる。図 7（b）のグラフにおいて、信号の大きさは時間に対して記録され、光パルスの発射と受光パルスの前端縁部の発現との間の時間 T が測定される。測定時間 T_2 は、光パルスの発射と、受光パルスの後端縁部との間の時間である。この関係において、各端縁部は、検出しきい値を通過した時間についての測定を行うことによって検出される。次に、受光ビームのパルス幅は、2つの値 T_1 、 T_2 から判定することができる。パルス幅の値は、 $(T_2 - T_1)$ に等しく、または、 $(T_1 - T_2)$ の大きさと同じである。図 7（a）に、修正の関係を示す。この図において、 p_s の単位で引用された修正値が、測定されたパルス幅 ΔT に対して示されている。この修正曲線は、 $3n_s$ の大きさのオーダの測定されたパルス幅の値で始まり、次に示す関係式に応じて測定された距離を修正するために使用される。

【0037】

$$\begin{aligned}
 R &= [T1 - (\text{測定誤差})] \times c / 2 \\
 &= T1 \times c / 2 - F(T1 - T2) \times c / 2 \\
 &= (\text{測定距離}) - (\text{訂正}(\Delta T))
 \end{aligned}$$

但し、

R は、修正された距離であり、

F は、測定されたパルス幅の関数となる測定誤差であり、

ΔT は、測定されたパルス幅であり、

c は、光速である。

10

【0038】

特定の反射率が基準物体 86 の限定された位置に存在する必要性はない。基準物体 86 は、較正される必要も、またはアライメントされる必要もない。基準物体 86 の表面 30 の反射率は、外側のシナリオ (outside scenario) に現れる全反射率を考慮して便宜的に選択されたり、適宜の次数の多項式についての中間値を判別するためにこの多項式によってリンクされる特定の基準点を形成するように選択される。

【0039】

このように、信号変化の結果として生じる走行時間測定誤差の信頼性のある補償が、いずれの場合も行われる。所望の反射率を備えたシナリオ (scenario) が、組織的な測定誤差が無い状態で検出される。このようにして、1 mm 未満の測定精度が、複数の走査にわたる平均値処理によって得られる。

20

修正値を判別するために必要な測定値を得るために、基準物体をレーザレーダの通常の動作前にまたは通常の動作中に検出することができる。スキャンの反復は、特に、動作中に可能であることが好ましく、故に、修正値が実際の動作条件にいつでも適用される。

【0040】

他の概念において、レーザ距離測定装置、特に電子制御評価システム 10 は、最初に列挙したドイツ国特許公開第 4340756 号や、対応するアメリカ合衆国特許第 5455669 号に記載したように構成されている。

【図面の簡単な説明】

【図 1】レーザレーダとして実現されたレーザ距離測定装置の構成図である。

30

【図 2】図 1 の回転ミラーとそのスキャンニング角度範囲とを示す平面図である。

【図 3】受光パルスの強度が異なる場合の時間に対する信号電圧の関係を示すグラフである。

【図 4】受光パルスの強度が異なる場合の時間に対する信号電圧の関係を示し、過剰変調により得られた信号を前置増幅器の線形範囲内にある 2 つの信号と対比した様子を示す図である。

【図 5】ビーム路へと導入された基準物体の機能を説明するために回転ミラーが 90 度回転した位置にある図 1 と同様な図である。

【図 6】電荷測定手段を含むレーザレーダの電子制御評価システムの一部を示す図である。

40

【図 7】増幅修正の修正曲線を示す図である。

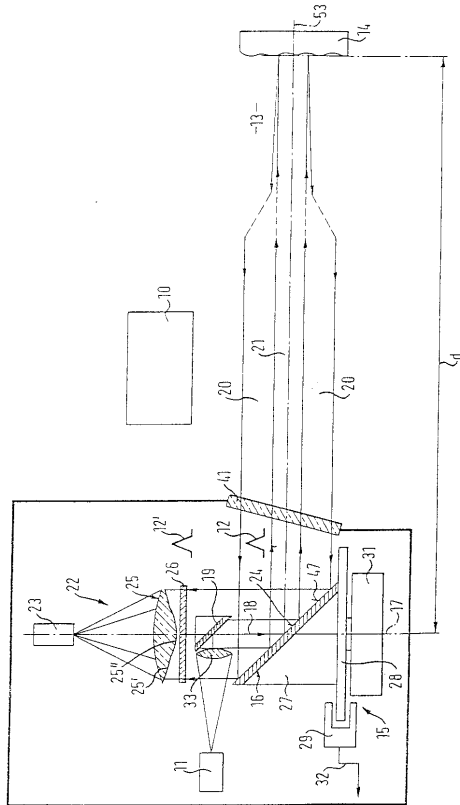
【符号の説明】

- 10 電子制御評価システム
- 11 パルスレーザ
- 12 発射光パルス
- 12' 受光パルス
- 13 測定領域
- 14 物体
- 15 光偏向装置
- 16 回転ミラー

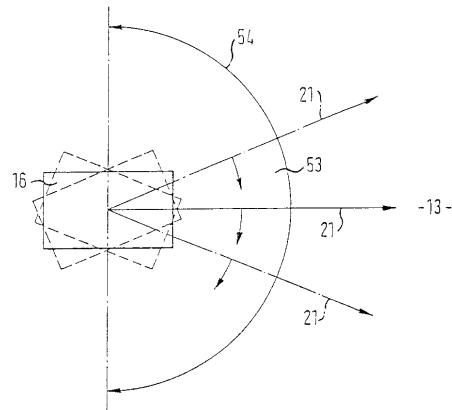
50

1 7	筐体	
1 8	中心入射光ビーム	
1 9	偏向ミラー	
2 0	受光パルスビーム	
2 1	発射パルス光ビーム	
2 2	光検出装置	
2 3	オプトエレクトロニクス光検出器	
2 4	中心領域	
2 5	受光レンズ	
2 5 ' , 2 5 "	別々の焦点距離	10
2 6	干渉フィルタ	
2 7	円形円筒体	
2 8	回転プレート	
2 9	角度位置トランスデューサ	
3 0	表面	
3 1	モータ	
3 2	ライン	
3 3	発射レンズ	
3 4	コンパレータ	
3 5	基準入力	20
3 6	バッファ増幅器	
3 7	ショットキダイオード	
3 8	トランスインピーダンス増幅器	
4 1	フロントディスク	
4 7	環状領域	
5 3	走査面	
5 4	走査角度範囲	
7 9	検出しきい値	
8 0	信号電圧	
8 1	信号電圧	30
8 2	信号電圧	
8 3	ベース時間	
8 4	時間測定誤差	
8 5	時間測定誤差	
8 6	基準物体	
8 7	環形ダイアフラム	
1 1 5	筐体	
C	コンデンサ	

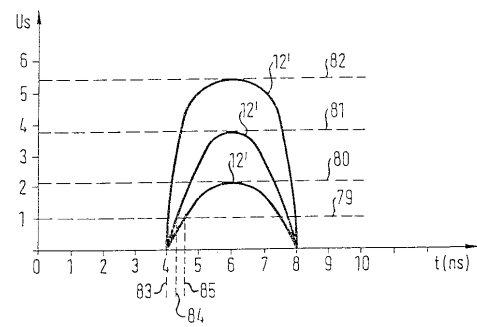
【図 1】



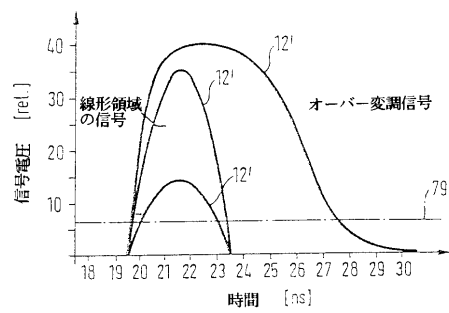
【図 2】



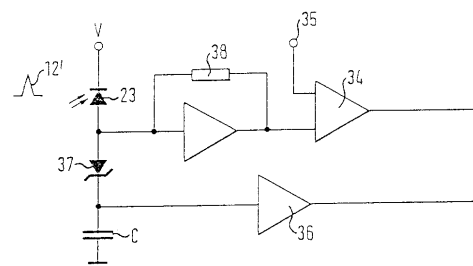
【図 3】



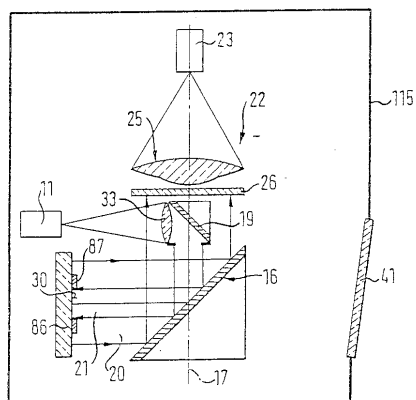
【図 4】



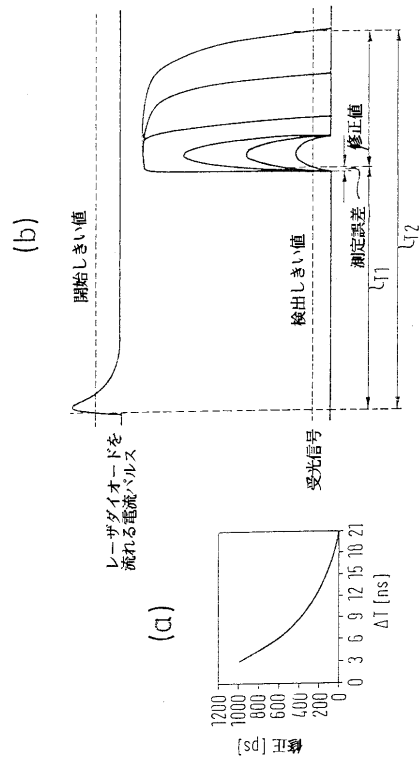
【図 6】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-214027(JP,A)
特開平06-249962(JP,A)
特開昭52-092743(JP,A)
特公昭51-008339(JP,B1)
特開平07-191142(JP,A)
独国特許発明第04341080(DE,C2)
独国特許出願公開第04108376(DE,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/48 - 7/51
G01S 17/00 - 17/95
G01B 11/00 - 11/30
G01C 3/00 - 3/32