

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5962637号
(P5962637)

(45) 発行日 平成28年8月3日 (2016.8.3)

(24) 登録日 平成28年7月8日 (2016.7.8)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 S 17/10 (2006.01)

GO 1 S 17/93 (2006.01)

GO 1 S 17/89 (2006.01)

GO 1 S 17/10

GO 1 S 17/93

GO 1 S 17/89

請求項の数 13 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-247870 (P2013-247870)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成25年11月29日 (2013.11.29)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2015-105870 (P2015-105870A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成27年6月8日 (2015.6.8)	(74) 代理人	110000578
審査請求日	平成27年5月22日 (2015.5.22)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	山本 啓史
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	田口 慎一郎
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	三木 彰
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

探査波の発射から反射波の受信までの時間である前記探査波の飛行時間を計測する計測装置 (1 , 1 0 0) であって、

前記探査波を発射し、前記反射波を受信する送受信手段 (1 0 , 2 0) と、
記憶手段 (5 1 , 5 5) と、

前記送受信手段による受信信号のサンプリングデータを生成して前記記憶手段に記憶させる標本化手段 (3 1 , 3 5 , 4 1 , 4 5 , 1 3 0 , 1 3 1 , 1 3 5) であって、第一のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第一の処理手段 (4 1 , 1 3 1) と、前記第一のサンプリング周波数よりも低い第二のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第二の処理手段 (4 5 , 1 3 5) と、を備える標本化手段と、

前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記飛行時間を計測する計測手段 (6 0 , S 1 9 0 , S 2 0 0 , S 2 2 0 , S 2 3 0 , S 2 4 0) と、

前記飛行時間の計測値に基づき、前記第一の信号データに対応する前記受信信号のサンプリング期間を決定する決定手段 (6 0 , S 1 2 0 ~ S 1 7 0 , S 2 5 0) と、

を備え、

前記第一の処理手段は、前記第二の処理手段と並列に動作し、前記決定手段により決定された前記サンプリング期間に対応する、前記探査波の発射時点を基準とした特定期間の

10

20

前記受信信号の前記サンプリングデータを選択的に、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させ、

前記第二の処理手段は、前記特定期間を含む前記特定期間より広い期間の前記受信信号の前記サンプリングデータを前記第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させ、

前記計測手段は、前記第一の信号データに基づき算出される前記飛行時間、及び、前記第二の信号データに基づき算出される前記飛行時間の一方を、前記飛行時間の計測値として選択すること

を特徴とする計測装置。

【請求項 2】

探査波の発射から反射波の受信までの時間である前記探査波の飛行時間を計測する計測装置（１，１００）であって、

前記探査波を発射し、前記反射波を受信する送受信手段（１０，２０）と、

記憶手段（５１，５５）と、

前記送受信手段による受信信号のサンプリングデータを生成して前記記憶手段に記憶させる標本化手段（３１，３５，４１，４５，１３０，１３１，１３５）であって、第一のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第一の処理手段（４１，１３１）と、前記第一のサンプリング周波数よりも低い第二のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第二の処理手段（４５，１３５）と、を備える標本化手段と、

前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記飛行時間を計測する計測手段（６０，Ｓ１９０，Ｓ２００，Ｓ２２０，Ｓ２３０，Ｓ２４０）と、

前記飛行時間の計測値に基づき、前記第一の信号データに対応する前記受信信号のサンプリング期間を決定する決定手段（６０，Ｓ１２０～Ｓ１７０，Ｓ２５０）と、

を備え、

前記第一の処理手段は、前記決定手段により決定された前記サンプリング期間に対応する、前記探査波の発射時点を基準とした特定期間の前記受信信号の前記サンプリングデータを選択的に、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させ、

前記計測手段は、前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記飛行時間の計測値を算出するが、前記第一及び前記第二の信号データの夫々が示す前記飛行時間の差が基準以上である状況では、前記第一及び前記第二の信号データの内、前記第二の信号データを選択的に用いて前記飛行時間の計測値を算出すること

を特徴とする計測装置。

【請求項 3】

探査波の発射から反射波の受信までの時間である前記探査波の飛行時間を計測する計測装置（１，１００）であって、

前記探査波を発射し、前記反射波を受信する送受信手段（１０，２０）と、

記憶手段（５１，５５）と、

前記送受信手段による受信信号のサンプリングデータを生成して前記記憶手段に記憶させる標本化手段（３１，３５，４１，４５，１３０，１３１，１３５）であって、第一のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第一の処理手段（４１，１３１）と、前記第一のサンプリング周波数よりも低い第二のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第二の処理手段（４５，１３５）と、を備える標本化手段と、

前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記飛行時間を計測する計測手段（６０，Ｓ１９０，Ｓ２００，Ｓ２２０，Ｓ２３０，Ｓ２４０）と、

前記飛行時間の計測値に基づき、前記第一の信号データに対応する前記受信信号のサンプリング期間を決定する決定手段（６０，Ｓ１２０～Ｓ１７０，Ｓ２５０）と、

を備え、

前記第一の処理手段は、前記決定手段により決定された前記サンプリング期間に対応する、前記探査波の発射時点を基準とした特定期間の前記受信信号の前記サンプリングデータを選択的に、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させ、

前記計測手段は、前記第一の信号データに基づき前記飛行時間の第一候補を算出する一方、前記第二の信号データに基づき前記飛行時間の第二候補を算出し、前記第一候補と前記第二候補との差が基準未満である場合には、前記第一候補を前記飛行時間の計測値として選択する一方、前記差が前記基準以上である場合には、前記第二候補を前記飛行時間の計測値として選択すること

を特徴とする計測装置。

【請求項 4】

探査波の発射から反射波の受信までの時間である前記探査波の飛行時間を計測する計測装置（１，１００）であって、

前記探査波を発射し、前記反射波を受信する送受信手段（１０，２０）と、

記憶手段（５１，５５）と、

前記送受信手段による受信信号のサンプリングデータを生成して前記記憶手段に記憶させる標本化手段（３１，３５，４１，４５，１３０，１３１，１３５）であって、第一のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第一の処理手段（４１，１３１）と、前記第一のサンプリング周波数よりも低い第二のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第二の処理手段（４５，１３５）と、を備える標本化手段と、

前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記飛行時間を計測する計測手段（６０，５１９０，５２００，５２２０，５２３０，５２４０）と、

前記飛行時間の計測値に基づき、前記第一の信号データに対応する前記受信信号のサンプリング期間を決定する決定手段（６０，５１２０～５１７０，５２５０）と、

を備え、

前記標本化手段は、前記第一のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化して、対応するサンプリングデータを出力する回路（１３０）を備え、

前記第一の処理手段（１３１，４１）は、前記決定手段により決定された前記サンプリング期間に対応する、前記探査波の発射時点を基準とした特定期間の前記受信信号の前記サンプリングデータを選択的に、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる構成にされ、前記第一の信号データを、前記回路が出力する前記サンプリングデータから前記特定期間に対応するデータ部位を抽出することによって生成し、

前記第二の処理手段（１３５，４５）は、前記第二の信号データを、前記回路が出力する前記サンプリングデータを間引きすることによって生成すること

を特徴とする計測装置（１００）。

【請求項 5】

前記決定手段は、前記飛行時間の計測値に基づき、次回計測時に発射する前記探査波に対応する前記反射波が前記送受信手段により受信されると推定される時刻を含むように前記サンプリング期間を決定すること

を特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれか一項記載の計測装置。

【請求項 6】

前記第一の処理手段は、前記特定期間の前記受信信号を前記第一のサンプリング周波数で標本化した前記サンプリングデータであって、前記探査波の複数回に亘る発射動作の夫々で得られた前記サンプリングデータが示す前記探査波の発射時点を基準とした各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させ、

前記第二の処理手段は、前記受信信号を前記第二のサンプリング周波数で標本化した前記サンプリングデータであって、前記探査波の複数回に亘る発射動作の夫々で得られた前記サンプリングデータが示す前記探査波の発射時点を基準とした各時刻の受信強度を時刻

10

20

30

40

50

毎に累積したデータを、前記第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させ、

前記計測手段は、前記複数回の発射動作が終了する毎に、前記第一及び前記第二の信号データの夫々が示す各時刻の受信強度を参照して、前記飛行時間を計測すること
を特徴とする請求項 1 ～ 請求項 5 のいずれか一項記載の計測装置。

【請求項 7】

探査波の発射から反射波の受信までの時間である前記探査波の飛行時間を計測する計測装置 (1 , 1 0 0) であって、

前記探査波を発射し、前記反射波を受信する送受信手段 (1 0 , 2 0) と、
記憶手段 (5 1 , 5 5) と、

前記送受信手段による受信信号のサンプリングデータを生成して前記記憶手段に記憶させる標本化手段 (3 1 , 3 5 , 4 1 , 4 5 , 1 3 0 , 1 3 1 , 1 3 5) であって、第一のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第一の処理手段 (4 1 , 1 3 1) と、前記第一のサンプリング周波数よりも低い第二のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第二の処理手段 (4 5 , 1 3 5) と、を備える標本化手段と、

前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記飛行時間を計測する計測手段 (6 0 , 5 1 9 0 , 5 2 0 0 , 5 2 2 0 , 5 2 3 0 , 5 2 4 0) と、

前記飛行時間の計測値に基づき、前記第一の信号データに対応する前記受信信号のサンプリング期間を決定する決定手段 (6 0 , 5 1 2 0 ~ 5 1 7 0 , 5 2 5 0) と、
を備え、

前記第一の処理手段は、前記決定手段により決定された前記サンプリング期間に対応する、前記探査波の発射時点を基準とした特定期間の前記受信信号を前記第一のサンプリング周波数で標本化した前記サンプリングデータであって、前記探査波の複数回に亘る発射動作の夫々で得られた前記サンプリングデータが示す前記探査波の発射時点を基準とした各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる構成にされ、

前記第二の処理手段は、前記受信信号を前記第二のサンプリング周波数で標本化した前記サンプリングデータであって、前記探査波の複数回に亘る発射動作の夫々で得られた前記サンプリングデータが示す前記探査波の発射時点を基準とした各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、前記第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させ、前記複数回に亘る発射動作の開始から終了までの各回の前記発射動作毎に、初回から今回までの前記発射動作の夫々で得られた前記サンプリングデータが示す前記探査波の発射時点を基準とした各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、中間データとして生成する構成にされ、

前記計測手段は、前記複数回の発射動作が終了する毎に、前記第一及び前記第二の信号データの夫々が示す各時刻の受信強度を参照して、前記飛行時間を計測し、前記複数回に亘る発射動作が実行される期間の所定時点で、前記中間データが示す各時刻の受信強度に基づき、前記反射波の受信を検知することができた場合には、その受信時刻を含むように前記サンプリング期間を修正し、

前記第一の処理手段は、前記複数回に亘る発射動作が実行される期間において前記サンプリング期間が修正された場合には、前記修正された前記サンプリング期間に対応する前記受信信号を前記第一のサンプリング周波数で標本化した前記サンプリングデータであって、前記所定時点以降において実行される残りの前記発射動作の夫々で得られた前記サンプリングデータが示す前記探査波の発射時点を基準とした各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させること

を特徴とする計測装置。

【請求項 8】

前記計測手段は、前記所定時点で前記反射波の受信を検知することができた場合には、前記中間データを、完成した前記第二の信号データと見做して前記第二の処理手段の動作

10

20

30

40

50

を停止させること

を特徴とする請求項 7 記載の計測装置。

【請求項 9】

前記送受信手段は、前記探査波として光パルスを発射し、前記光パルスの反射光が到来する前方視野を分割して定義される画素毎に、前記反射光を受信する構成にされ、

前記第一及び前記第二の処理手段は、前記画素毎に、前記送受信手段による当該画素の受信信号に基づき生成した前記第一及び前記第二の信号データを前記記憶手段に記憶させ

る、
前記計測手段は、前記画素毎に、当該画素の前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記光パルスの前記飛行時間を計測し、

前記決定手段は、前記画素毎に得られる前記飛行時間の計測値に基づき、前記画素毎に、前記サンプリング期間を決定すること

を特徴とする請求項 1 ～ 請求項 8 のいずれか一項記載の計測装置。

【請求項 10】

探査波の発射から反射波の受信までの時間である前記探査波の飛行時間を計測する計測装置 (1 , 100) であって、

前記探査波を発射し、前記反射波を受信する送受信手段 (10 , 20) と、

記憶手段 (51 , 55) と、

前記送受信手段による受信信号のサンプリングデータを生成して前記記憶手段に記憶させる標本化手段 (31 , 35 , 41 , 45 , 130 , 131 , 135) であって、第一のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第一の処理手段 (41 , 131) と、前記第一のサンプリング周波数よりも低い第二のサンプリング周波数で前記受信信号を標本化した前記サンプリングデータを、第二の信号データとして前記記憶手段に記憶させる第二の処理手段 (45 , 135) と、を備える標本化手段と、

前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記飛行時間を計測する計測手段 (60 , 5190 , 5200 , 5220 , 5230 , 5240) と、

前記飛行時間の計測値に基づき、前記第一の信号データに対応する前記受信信号のサンプリング期間を決定する決定手段 (60 , 5120 ~ 5170 , 5250) と、

を備え、

前記第一の処理手段は、前記決定手段により決定された前記サンプリング期間に対応する、前記探査波の発射時点を基準とした特定期間の前記受信信号の前記サンプリングデータを選択的に、前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶させる構成にされ、

前記送受信手段は、前記探査波として光パルスを発射し、前記光パルスの反射光が到来する前方視野を分割して定義される画素毎に、前記反射光を受信する構成にされ、

前記第一及び前記第二の処理手段は、前記画素毎に、前記送受信手段による当該画素の受信信号に基づき生成した前記第一及び前記第二の信号データを前記記憶手段に記憶させる構成にされ、

前記計測手段は、前記画素毎に、当該画素の前記第一及び前記第二の信号データに基づき、前記光パルスの前記飛行時間を計測し、

前記決定手段は、前記画素毎の前記飛行時間の計測値に基づき、前記光パルスを反射する前方物体の夫々の動きを予測し、前記前方物体の夫々に関する画素間の前記動きの予測結果に基づき、前記前方物体の夫々を反射する前記光パルスの受信信号に対応するサンプリングデータが前記第一の信号データとして前記記憶手段に記憶されるように、前記画素毎の前記サンプリング期間を決定すること

を特徴とする計測装置。

【請求項 11】

前記決定手段は、複数の前記前方物体が重なることが予測される画素に関しては、この画素の前記サンプリング期間を、互いに重なる前記前方物体の内、最も手前に位置する前記前方物体を反射する前記光パルスの受信信号に対応するサンプリングデータが前記第一

10

20

30

40

50

の信号データとして前記記憶手段に記憶されるように決定すること
を特徴とする請求項 1 0 記載の計測装置。

【請求項 1 2】

前記決定手段は、前記前方物体の存在が予測されていない画素における前記第一の処理手段の動作を禁止すること

を特徴とする請求項 1 0 又は請求項 1 1 記載の計測装置。

【請求項 1 3】

前記計測手段は、前記飛行時間の計測値に基づき、前記探査波を反射した前方物体までの距離の計測値を出力すること

を特徴とする請求項 1 ~ 請求項 1 2 のいずれか一項記載の計測装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、探査波の飛行時間を計測する装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、探査波を発射し、その反射波の受信までの時間である探査波の飛行時間を計測することにより、前方物体までの距離を計測する計測装置が知られている。探査波としては、例えば、パルス型の光信号である光パルスが用いられる。

【0 0 0 3】

20

この他、粒子の飛行時間を計測することにより、試料の質量スペクトルを求める質量分析装置が知られている（特許文献 1 参照）。質量分析装置では、観測対象の信号を標本化（サンプリング）してメモリに格納するが、メモリ容量を抑えるために、予め定められた時間領域の信号を選択的に標本化してメモリに格納する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開昭 6 2 - 4 2 2 2 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0 0 0 5】

ところで、飛行時間を用いて前方物体までの距離を計測する計測装置によれば、高精度な距離計測のために、反射波の受信信号を高いサンプリング周波数で標本化する必要がある。しかしながら、全受信信号を高いサンプリング周波数で標本化すれば、データ蓄積のためのメモリ容量が増大する。

【0 0 0 6】

このため、車載装置の分野では、反射波の受信信号を低いサンプリング周波数で標本化する一方、飛行時間の短い近距離の前方物体からの反射波の受信信号を選択的に高いサンプリング周波数で標本化することが行われている。

【0 0 0 7】

40

しかしながら、この手法では、遠方の前方物体までの距離を高精度に計測することはできない。また、車両前方に位置する物体までの距離を計測する装置では、人や車両等の動体が自由に存在するため、質量分析装置のように、標本化する対象の時間領域を固定領域に定めつつ、前方物体までの距離を、遠近に関係なく高精度に計測することは難しい。

【0 0 0 8】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、前方物体から反射した探査波の飛行時間を、前方物体の遠近に関係なく高精度に計測可能で、且つ、計測のために記憶すべきデータ量を抑制可能な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 9】

50

本発明は、探査波の発射から反射波の受信までの時間である探査波の飛行時間を計測する計測装置であって、送受信手段と、記憶手段と、標本化手段と、計測手段と、決定手段とを備える。送受信手段は、探査波を発射し、反射波を受信する。

【0010】

標本化手段は、送受信手段による受信信号のサンプリングデータを生成して記憶手段に記憶させる。この標本化手段は、第一の処理手段及び第二の処理手段を備える。第一の処理手段は、第一のサンプリング周波数で受信信号を標本化したサンプリングデータを、第一の信号データとして記憶手段に記憶させる。一方、第二の処理手段は、第一のサンプリング周波数よりも低い第二のサンプリング周波数で受信信号を標本化したサンプリングデータを、第二の信号データとして記憶手段に記憶させる。

10

【0011】

計測手段は、これら第一及び第二の信号データに基づき、飛行時間を計測する。決定手段は、この飛行時間の計測値に基づき、第一の信号データに対応する受信信号のサンプリング期間を決定する。

【0012】

第一の処理手段は、決定手段により決定されたサンプリング期間に対応する、探査波の発射時点を基準とした特定期間の受信信号のサンプリングデータを選択的に、上記第一の信号データとして記憶手段に記憶させる。

【0013】

本発明の計測装置によれば、高いサンプリング周波数で受信信号を標本化する第一の処理手段のサンプリング期間を限定することで、記憶手段に記憶される第一の信号データのデータ量を抑える。そして、サンプリング期間の決定には、決定前に得られた飛行時間の計測値を用いる。

20

【0014】

従って、この計測装置によれば、探査波が発射される前方領域の内、前方物体が存在する可能性が高い領域に限定して、この領域からの反射波の受信信号に対応するサンプリングデータを、第一の信号データとして記憶手段に記憶させることができる。よって、本発明によれば、前方物体から反射した探査波の飛行時間を、前方物体の遠近に関係なく高精度に計測可能で、且つ、計測のために記憶すべきデータ量を抑制することができる。

【0015】

30

付言すると、計測手段は、飛行時間の計測値に基づき、探査波を反射した前方物体までの距離の計測値を出力する構成にすることができる。この計測手段を備える計測装置によれば、前方物体までの距離に関して高精度な計測値を出力することができる。

【0016】

また、計測手段は、第一及び第二の信号データの夫々が示す飛行時間の差が基準以上である状況では、第一及び第二の信号データの内、第二の信号データを選択的に用いて飛行時間の計測値を算出する構成にすることができる。

【0017】

具体的に、計測手段は、第一の信号データに基づき飛行時間の第一候補を算出する一方、第二の信号データに基づき飛行時間の第二候補を算出し、第一候補と第二候補との差が基準未満である場合には、第一候補を飛行時間の計測値として選択する一方、差が基準以上である場合には、第二候補を飛行時間の計測値として選択する構成にされ得る。

40

【0018】

このようにして飛行時間を計測すれば、決定手段により決定されたサンプリング期間が適切でないときでも、第一の信号データに影響されて、計測手段が飛行時間の計測値として適切ではない値を算出するのを抑制できる。

【0019】

この他、送受信手段は、探査波として光パルスを発射し、光パルスの反射光が到来する前方視野を分割して定義される画素毎に、反射光を受信する構成にされ得る。この場合、第一及び第二の処理手段は、画素毎に、送受信手段による当該画素の受信信号に基づき生

50

成した第一及び第二の信号データを記憶手段に記憶させることができる。また、計測手段は、画素毎に、当該画素の第一及び第二の信号データに基づき、光パルスの飛行時間を計測する構成にされ得る。この他、決定手段は、画素毎に得られる飛行時間の計測値に基づき、画素毎にサンプリング期間を決定する構成にされ得る。

【 0 0 2 0 】

この計測装置によれば、前方領域において横方向に空間的に広がって位置する前方物体の夫々から反射した光パルスの飛行時間を夫々高精度に計測することができる。

また、この計測装置における決定手段は、画素毎の飛行時間の計測値に基づき、光パルスを反射する前方物体の夫々の動きを予測する構成にされ得る。また、決定手段は、前方物体の夫々に関する（例えば画素間の）動きの予測結果に基づき、画素毎のサンプリング期間を、前方物体の夫々を反射する光パルスの受信信号に対応するサンプリングデータが第一の信号データとして記憶手段に記憶されるように決定する構成にされ得る。

10

【 0 0 2 1 】

この計測装置によれば、例えば前方物体が画素間を移動することも加味して、適切に画素毎のサンプリング期間を決定することができる。このため、前方物体の夫々に対する光パルスの飛行時間の計測を一層高精度に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】計測装置の構成を表すブロック図である。

【図 2】第一 / 第二処理ユニットによる第一 / 第二信号データの生成動作を説明した図である。

20

【図 3】第二信号データ（上段） / 第一信号データ（下段）に関する説明図である。

【図 4】低精度の計測領域（破線）及び高精度の計測領域（太線）を表す図である。

【図 5】サンプリング期間の切替例（第一例）を説明した図である。

【図 6】サンプリング期間の切替例（第二例）を説明した図である。

【図 7】サンプリング期間の切替例（第三例）を説明した図である。

【図 8】制御ユニットが実行する距離計測処理を表すフローチャートである。

【図 9】制御ユニットが実行する低精度計測処理を表すフローチャートである。

【図 10】制御ユニットが実行する高精度計測処理を表すフローチャートである。

【図 11】変形例の計測装置の構成を表すブロック図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

以下に本発明の実施例について、図面と共に説明する。

本実施例の計測装置 1 は、車両 3（図 4 参照）に搭載される。この計測装置 1 は、自車両 3 の前方に対し、パルス型の光信号である光パルスを発射し、その光パルスの反射光を受信する。計測装置 1 は、この光パルスの発射から反射光の受信までの時間である光パルスの飛行時間を計測することによって、前方物体 5 までの距離を計測する。

【 0 0 2 4 】

この計測装置 1 は、図 1 に示すように、発光ユニット 10 と、受光ユニット 20 と、第一変換器 31 と、第二変換器 35 と、第一処理ユニット 41 と、第二処理ユニット 45 と、第一メモリ 51 と、第二メモリ 55 と、制御ユニット 60 と、インタフェース 70 とを備える。

40

【 0 0 2 5 】

発光ユニット 10 は、光パルスを自車両 3 の前方に向けて発射する。詳述すれば、発光ユニット 10 は、制御ユニット 60 からの命令を受けて、距離計測処理の開始毎に、光パルスを規定回数（N 回）発射する。以下では、規定回数 N として、N = 10 回を一例に挙げるが、規定回数 N は、例えば発射する光パルスの強度に応じて適宜定めることができる。

【 0 0 2 6 】

受光ユニット 20 は、発光ユニット 10 により発射された光パルスが前方物体 5 に反射

50

して戻ってくる反射光を受信するための画素毎の受光素子（図示せず）を備える。この受光ユニット 20 は、反射光が到来する前方視野を分割して定義される画素毎に上記受光素子を備える。各受光素子は、反射光を含む入射光の受信信号を、第一変換器 31 及び第二変換器 35 に入力する。これら受光素子（画素）毎の受信信号は、受光素子に対する入射光の強度に対応した値を示す。

【0027】

第一変換器 31 は、アナログ/デジタル変換器であり、受光ユニット 20 から入力される各画素の受信信号を標本化（サンプリング）して、画素毎のサンプリングデータを生成する。各画素のサンプリングデータは、その画素に対する入射光の受信強度を表す。第一変換器 31 は、画素毎に、予め定められた第一サンプリング周波数 f_1 で受信信号を標本化し、受信信号に対応するサンプリングデータを第一処理ユニット 41 に入力する。

10

【0028】

第二変換器 35 も、第一変換器 31 と同様、アナログ/デジタル変換器として構成される。第二変換器 35 は、受光ユニット 20 から入力される各画素の受信信号を、第二サンプリング周波数 f_2 で標本化して、画素毎のサンプリングデータを生成し、これを第二処理ユニット 45 に入力する。

【0029】

但し、第二サンプリング周波数 f_2 は、第一サンプリング周波数 f_1 よりも十分に低い。これにより、第一変換器 31 では、第二変換器 35 によるサンプリングデータよりも解像度の高い（換言すれば時間分解能の高い）サンプリングデータが生成される。

20

【0030】

詳述すると、第二変換器 35 は、光パルスの発射毎に、この発射と同時に発光ユニット 10 から入力されるトリガ信号に基づき、光パルスの発射時点から規定時間が経過するまでの期間、画素毎の受信信号を標本化する。第二変換器 35 は、この標本化によって、当該期間に受光ユニット 20 が受信した各画素の受信信号を標本化した画素毎のサンプリングデータを第二処理ユニット 45 に入力する。この規定時間は、距離計測可能な最も遠方の地点で光パルスが反射した場合の、光パルスの発射時点から反射光の受信が完了するまでの所要時間に対応する。以下では、第二変換器 35 が、光パルスの発射毎に受信信号を標本化する上記期間のことを標準計測期間とも表現する。

【0031】

30

一方、第一変換器 31 は、受光ユニット 20 から入力される各画素の受信信号を上記標準計測期間の内の予め設定されたサンプリング期間に限って標本化する。第一変換器 31 は、この標本化によって、上記サンプリング期間に対応する特定期間の受信信号を標本化したサンプリングデータを第一処理ユニット 41 に入力する。サンプリング期間は、光パルスの発射時点を経点とする時間軸上で定められる。このサンプリング期間は、過去の距離計測結果に基づいて、制御ユニット 60 により画素毎に個別に設定される。

【0032】

詳述すると、第一変換器 31 は、光パルスの発射毎に、この発射と同時に発光ユニット 10 から入力されるトリガ信号に基づき、当該光パルスの発射を検知し、この発射時点を経点として、予めサンプリング期間として設定された特定期間の受信信号を選択的に標本化する。そして、この特定期間のサンプリングデータを選択的に、第一処理ユニット 41 に入力する。

40

【0033】

この他、第一処理ユニット 41 は、距離計測処理の開始毎に、発光ユニット 10 が実行する N 回に亘る光パルスの発射動作の夫々に対して第一変換器 31 から入力されるサンプリングデータを画素毎に統合する。第一処理ユニット 41 は、このようにして生成した画素毎の統合データを、画素毎の第一信号データとして第一メモリ 51 に記憶させる。

【0034】

具体的に、第一処理ユニット 41 は、1 回目の発射動作に応じて第一変換器 31 からサンプリングデータが入力されると、このサンプリングデータを、第一信号データに対応す

50

る中間データとして第一メモリ51に記憶させる。2回目以降の各回の発射動作の終了毎には、この発射動作に応じて第一変換器31から入力されるサンプリングデータが示す各時刻の受信強度と、第一メモリ51が記憶する中間データが示す各時刻の受信強度とを、同一時刻毎に加算するようにして、中間データが示す各時刻の受信強度を更新する。ここで言う時刻は、光パルスの発射時点を中心とした時間軸上の時刻を示す。即ち、同一時刻の受信強度を加算する動作は、光パルスの発射時点からの経過時間が同じ時点での受信強度を加算する動作に対応する。

【0035】

このようにして、第一処理ユニット41は、図2に示すように、N回に亘る各回の発射動作毎に、初回から今回までの発射動作の夫々で得られたサンプリングデータが示す各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、中間データとして生成する。そして、N回目までの発射動作に対応する受信強度の累積を完了すると、その累積が完了した中間データを、第一信号データとして第一メモリ51に記憶させる。

10

【0036】

第二処理ユニット45も、第一処理ユニット41と同様の原理で、距離計測処理の開始毎に、発光ユニット10が実行するN回に亘る光パルスの発射動作の夫々に対して第二変換器35から入力されるサンプリングデータを、画素毎に統合する。そして、この画素毎の統合データを、画素毎の第二信号データとして第二メモリ55に記憶させる。

【0037】

即ち、第二処理ユニット45は、N回に亘る各回の発射動作毎に、初回から今回までの発射動作の夫々で第二変換器35から得られたサンプリングデータが示す各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、中間データとして生成する。そして、N回目までの発射動作に対応する受信強度の累積を完了すると、その累積が完了した中間データを、第二信号データとして第二メモリ55に記憶させる。

20

【0038】

図3上段には、第二メモリ55に記憶される第二信号データの一例を示す。同様に、図3下段には、第一メモリ51に記憶される第一信号データの一例を示す。図3上段からも理解できるように、画素毎の第二信号データは、第二サンプリング周波数 f_2 に対応する周期 $1/f_2$ の時間単位毎に、該当画素に対する入射光の受信強度を表す。この第二信号データは、標準計測期間における受信強度を上記時間単位で表す。

30

【0039】

一方、画素毎の第一信号データは、第一サンプリング周波数 f_1 に対応する周期 $1/f_1$ の時間単位毎に、該当画素に対する入射光の受信強度を表す。具体的には、第一信号データは、標準計測期間内の特定期間における受信強度を上記時間単位で表す。図3下段に示す例によれば、第一信号データが受信強度の情報を有するサンプリング期間の時間長は、周期 $1/f_2$ に一致する。時間長は、別例として、周期 $1/f_2$ の所定倍（例えば2倍や3倍）に定めることができる。但し、サンプリング期間の時間長は、第二サンプリング周波数 f_2 に関係なく任意に定められ得る。

【0040】

制御ユニット60は、画素毎に、第一メモリ51が記憶する当該画素の第一信号データ及び第二メモリ55が記憶する当該画素の第二信号データに基づき、この画素に対する光パルスの飛行時間を計測する。制御ユニット60は、この画素毎の飛行時間の計測値 T_F に基づいて、自車両前方の距離画像データを生成し、この距離画像データを、インタフェース70を通じて外部装置に出力する。距離画像データは、自車両3の前方物体5までの距離を、画素毎に表すデータである。

40

【0041】

具体的に、制御ユニット60は、画素毎に、この画素の第一信号データ及び第二信号データを用いて、次のように飛行時間の計測値 T_F を算出する。即ち、制御ユニット60は、対応する画素の第一信号データにおいて、受信強度が最大値を示す時刻を検出する。検出する時刻は、受信強度が最大である区間の中心時刻である。そして、この時刻における

50

受信強度が閾値以上である場合には、この時刻を反射光の受信時刻と見做して、光パルスの発射から受信までの経過時間 $T_F 1$ を、飛行時間の計測値の候補に決定する。

【 0 0 4 2 】

一方、制御ユニット 6 0 は、対応する画素の第二信号データにおいて、受信強度が最大値を示す時刻を検出する。そして、この時刻における受信強度が閾値以上である場合には、この時刻を反射光の受信時刻と見做して、光パルスの発射から受信までの経過時間 $T_F 2$ を、飛行時間の計測値の候補に決定する。

【 0 0 4 3 】

制御ユニット 6 0 は、この時間 $T_F 1$ と時間 $T_F 2$ との誤差が、予め定められた基準値未満である場合、時間 $T_F 1$ を、飛行時間の計測値 T_F として選択し、誤差が基準値以上である場合、時間 $T_F 2$ を、飛行時間の計測値 T_F として選択する。ここで時間 $T_F 2$ を選択するのは、標準計測期間内の特定期間の受信信号に基づく時間 $T_F 1$ は、飛行時間としての信頼度が時間 $T_F 2$ よりも低いためである。

【 0 0 4 4 】

制御ユニット 6 0 は、このような選択によって画素毎の計測値 T_F を算出する。更に、制御ユニット 6 0 は、画素毎に、該当画素の計測値 T_F を用いて、この画素に写る前方物体 5、即ち、この画素に入射した光パルスの反射元までの距離 D を算出する。制御ユニット 6 0 は、計測値 T_F を光パルスの伝播速度 V の $1/2$ と掛け算して、計測値 T_F に対応する前方物体 5 までの距離 $D = V \cdot T_F / 2$ を算出することができる。

【 0 0 4 5 】

制御ユニット 6 0 は、このように算出した各画素の距離 D を記述した距離画像データを、インタフェース 7 0 を通じて外部装置に出力する。外部装置としては、例えば、自車両 3 の運転支援を行う電子制御装置、前方車両に対する自車両 3 の追従制御を行う電子制御装置、及び、自車両 3 のブレーキ制御を行う電子制御装置を一例に挙げることができる。

【 0 0 4 6 】

また、制御ユニット 6 0 は、生成した最新の距離画像データを含む、これまでの距離画像データの時間変化に基づき、距離画像データに写る前方物体 5 の動きを、カルマンフィルタ等の周知技術を用いて予測する。そして、次の距離計測時点での前方物体 5 の予測位置に応じて、第一変換器 3 1 に設定する各画素のサンプリング期間を決定する。具体的には、仮に予測が正しい場合に前方物体 5 の夫々を反射する光パルスの受信信号に対応するサンプリングデータが第一信号データとして第一メモリ 5 1 に記憶されるように、画素毎に個別のサンプリング期間を、第一変換器 3 1 に対して設定する。

【 0 0 4 7 】

このようにして制御ユニット 6 0 は、第二信号データに基づいて前方物体 5 までの距離を計測可能な前方領域（図 4 において破線で囲まれる領域 $R 1$ ）の内、前方物体 5 が存在すると予測される領域（図 4 において太線で囲まれる領域 $R 2$ ）で反射する光パルスの受信信号が選択的に、高いサンプリング周波数 $f 1$ で標本化され、対応する第一信号データが第一メモリ 5 1 に記憶されるようにする。図 4 ~ 図 7 において一点鎖線で示す矢印は、光パルスの伝播方向を概略的に表すものである。

【 0 0 4 8 】

高いサンプリング周波数 $f 1$ を用いた受信信号の標本化は、サンプリングデータの量を増大させるが、本実施例によれば、このようなサンプリングデータの生成を、前方物体 5 が存在すると予測される限られた領域に対して行う。従って、本実施例によれば、サンプリングデータの量を抑えて、前方物体 5 から反射した光パルスの飛行時間を、前方物体 5 の遠近に関係なく高精度に計測することができる。

【 0 0 4 9 】

続いて、サンプリング期間の設定規則を、サンプリング期間の設定により標本化される受信信号に対応する光パルスの反射領域 $R 2$ を示した図 5 ~ 図 7 を用いて説明する。

図 5 は、前方物体 5 が、同図左領域に示す位置から同図右領域に示す位置に移動する場合において、距離計測処理の実行毎に設定するサンプリング期間の変化を、そのサンプリ

10

20

30

40

50

ング期間において標本化される受信信号の反射領域 R 2 を太線で囲むことによって示したものである。同図左領域において実線で示す矢印は、前方物体 5 の移動方向を示す。図 6 及び図 7 においても同様の規則で、前方物体 5、サンプリング期間に対応する領域 R 2、及び、矢印を示す。

【 0 0 5 0 】

図 5 に示すように、光パルスの伝播方向に沿って前方物体 5 が動いていると予測される場合、制御ユニット 6 0 は、距離計測処理の実行毎に、この前方物体 5 の動きに従って同一画素のサンプリング期間を変更するように、該当画素のサンプリング期間を第一変換器 3 1 に設定する。

【 0 0 5 1 】

10

図 6 に示すように、光パルスの伝播方向とは交差する方向に沿って前方物体 5 が動くとして予測される場合、制御ユニット 6 0 は、次のようにサンプリング期間を設定する。即ち、制御ユニット 6 0 は、上記動きの予測結果に従って前方物体 5 が写る画素が切り替わることを認識し、距離計測処理の開始時に、前方物体 5 の移動先に対応する画素のサンプリング期間を、この前方物体 5 に反射する光パルスの受信信号が標本化されるように設定する。制御ユニット 6 0 は、前方物体 5 の画素間移動によって、前方物体 5 が写らなくなる画素のサンプリング期間に関しては、これを第一変換器 3 1 に設定せずに、この画素の受信信号に対するサンプリング動作を実行しないように、第一変換器 3 1 に対して命令する。

【 0 0 5 2 】

尚、前方物体 5 の位置や形状は、光パルスが反射する計測装置側の面（反射面）に関してしか基本的に特定することができない。従って、制御ユニット 6 0 は、例えば、各画素のサンプリング期間を、それまでの距離計測結果から予測される前方物体 5 の反射面の位置を基準に、この反射面を含む当該反射面の周辺領域を反射する受信信号が標本化されるように、設定する。

20

【 0 0 5 3 】

この他、図 7 に示すように、光パルスの伝播経路上に前方物体 5 が存在する画素に関して、その前方物体 5 より前に別の前方物体 5 が現れると予測される場合、制御ユニット 6 0 は、次のように、注目すべき前方物体 5 を選別し、この前方物体 5 の予測位置に基づいて、当該画素のサンプリング期間を設定する。

【 0 0 5 4 】

30

即ち、制御ユニット 6 0 は、上記動きの予測結果に従って、この画素に対応する光パルスの伝播経路において、最も手前（計測装置側）に位置すると予測される前方物体 5 を特定する。そして、この画素に対応する光パルスの伝播経路上において互いに重なる前方物体 5 の内、最も手前に位置する前方物体 5 に注目し、この前方物体 5 を反射する光パルスの受信信号に対応するサンプリングデータが第一信号データとして第一メモリ 5 1 に記憶されるように、この画素のサンプリング期間を設定する。

【 0 0 5 5 】

このようにサンプリング期間を設定するのは、光パルスの伝播経路において、最も手前に位置する前方物体 5 の背後に位置する前方物体 5 に対しては、発光ユニット 1 0 から発射される光パルスが届かず、この前方物体 5 からの反射光が受光ユニット 2 0 において受信されることは基本的にないためである。

40

【 0 0 5 6 】

制御ユニット 6 0 は、このようにして、画素毎に、その画素に対応する光パルスの伝播経路において、最も近くに位置する（最も計測装置側に位置する）と予測される前方物体 5 の位置に対応したサンプリング期間を設定する。また、前方物体 5 が存在しないと予測される画素に関しては、その画素の受信信号のサンプリング動作を行わないように第一変換器 3 1 に対して命令する。前方物体 5 が存在しないと予測される画素に関して、サンプリング動作を行わないことによって、計測装置 1 の消費電力を抑えることができる。

【 0 0 5 7 】

続いて、制御ユニット 6 0 が実行する距離計測処理の詳細を、図 8 ～ 図 1 1 を用いて説

50

明する。例えば、制御ユニット60は、マイクロコンピュータを備えた構成にされ、図8～図11に示すフローチャートに従う処理を、マイクロコンピュータによるプログラムの実行により実現する。プログラムは、例えば、制御ユニット60の内蔵メモリ(図示せず)に記憶される。別例として、制御ユニット60は、専用のハードウェア回路により、これらの処理を実現する構成にされる。

【0058】

制御ユニット60は、計測装置1の起動後、図8に示す距離計測処理を周期的に繰り返し実行することにより、上述した距離画像データを周期的に生成及び出力する。

距離計測処理を開始すると、制御ユニット60は、距離計測処理の実行が初回であるか否かを判断する(S110)。そして、初回であると判断すると(S110でYes)、S210に移行して、規定回数N=10回分の光パルスの発射動作を開始するように、発光ユニット10に命令する一方、図9に示す低精度計測処理を実行する(S220)。

10

【0059】

低精度計測処理を開始すると、制御ユニット60は、全ての画素に関して、第二変換器35が光パルスの発射毎に標準計測期間のサンプリングデータを生成し、第二処理ユニット45が、そのサンプリングデータに基づく中間データ及び第二信号データを生成し、第二メモリ55に格納するように、第二変換器35及び第二処理ユニット45に対して命令する(S310)。この命令により、全ての画素に関して、第二変換器35は、画素毎にサンプリングデータを生成し、第二処理ユニット45は、画素毎に中間データ及び第二信号データを生成して第二メモリ55に格納する。

20

【0060】

上記命令後、制御ユニット60は、合計10回の発射動作の内、1回目から5回目までの発射動作が完了し、これら各回の標準計測期間の受信強度を累積した画素毎の上記中間データが第二処理ユニット45により生成されるまで待機する(S320)。

【0061】

そして、上記中間データが生成されると(S320でYes)、制御ユニット60は、全画素に関して、画素毎に、この画素の中間データに基づき、この画素における反射光の受信有無を判定する(S330)。具体的に、制御ユニット60は、画素毎に、この画素の中間データが示す各時刻の受信強度を参照して、次の処理を行う。即ち、制御ユニット60は、該当画素の中間データにおいて、受信強度が最大値を示す時点を検出する。この最大値が上記閾値未満である場合、反射光を受信していないと判定し、この最大値が上記閾値以上である場合、反射光を受信したと判定する。これにより反射光の受信を検知する。

30

【0062】

そして、反射光を受信したと判定した画素である受信判定画素に関して、今回の距離計測処理が終了するまでの残りの期間における第二変換器35による該当画素のサンプリングデータの生成動作及び第二処理ユニット45による該当画素の中間データの更新動作を終了するように、第二変換器35及び第二処理ユニット45に命令する(S340)。

【0063】

その後、制御ユニット60は、残りの発射動作が完了し、1回目から10回目までの各回の標準計測期間の受信強度を累積した画素毎の第二信号データが第二処理ユニット45により生成されるまで待機する(S350)。

40

【0064】

そして、画素毎の第二信号データが生成されて第二メモリ55に格納されると(S350でYes)、画素毎に、この画素の第二信号データに基づいて、光パルスの飛行時間の候補とされる上記時間TF2(図3参照)を算出する(S360)。尚、受信判定画素の夫々に対しては、S340で中間データの更新動作を終了させるまでに生成された中間データ、即ち、1回目から5回目までの受信強度が累積されたデータを、完成した第二信号データと取り扱って、上記時間TF2を算出する。

【0065】

50

但し、第二信号データにおいて受信強度の最大値が閾値未満である画素に対しては、反射光が受信されなかったと見做して、時間 T_F2 を算出しない。その後、制御ユニット60は、当該低精度計測処理を終了し、S230に移行する。S230では、上記低精度計測処理で時間 T_F2 が算出された画素に関して、画素毎に、当該画素の時間 T_F2 を、この画素に対する光パルスの飛行時間の計測値 T_F として確定し、この画素に写る前方物体5までの距離 $D = V \cdot T_F / 2$ を算出する。

【0066】

その後、制御ユニット60は、S240に移行し、S230で算出された各画素の距離 D を記述した上記距離画像データを生成し、これを、インタフェース70を通じて外部装置に出力する。距離画像データは、例えば、S230で距離 D が算出されていない画素の領域が、空欄、又は、予め定められた最大値が記述されたデータとして構成される。

10

【0067】

更に、制御ユニット60は、この距離画像データを解析して、周知の技法で、距離画像データに写る前方物体5の認識処理を行う(S250)。ここで実行する物体認識処理では、同一の前方物体5が写る画素群を識別することにより、距離画像データに写る前方物体5の夫々を認識し、更には、この前方物体5が動体及び静止物体のいずれであることを認識する。物体認識処理では、過去の距離計測結果(距離画像データ)を加味して、前方物体5が動体及び静止物体のいずれであることを識別することができる。認識された前方物体5は、例えばカルマンフィルタ等の予測器を用いて、その動きが予測される。制御ユニット60は、このような物体認識処理を実行すると、当該距離計測処理を一旦終了する。

20

【0068】

この他、制御ユニット60は、S110において距離計測処理の実行が初回ではないと判断すると、S120に移行する。S120では、前回の物体認識処理で認識された各前方物体5の今回の光パルス発射時点での位置を予測する。例えば、制御ユニット60は、前回の物体認識処理(S250)において、距離画像データに基づき特定された各前方物体5の位置、及び、それ以前の距離計測で得られた当該前方物体5の位置の時系列データを予測器に入力して、各前方物体5の光パルス発射時点での位置を予測する。

【0069】

そして、距離計測可能な前方領域(図4において破線で囲まれる領域 $R1$)に存在することが予測される前方物体5の夫々を、注目物体に設定する(S130)。但し、S130で設定した注目物体の内、他の注目物体の背後に隠れる前方物体5については、これを、注目物体から外す処理を行う(S140)。ここで背後に隠れる前方物体5とは、図7に示されるように、光パルスの伝播経路上において、他の注目物体の後ろに位置することが予測される前方物体5のことである。

30

【0070】

更に、制御ユニット60は、残りの注目物体の内、自車両3から近い位置に存在することが予測される前方物体5を、注目物体から外す処理を行う(S150)。ここでは、例えば、自車両3から所定の距離範囲内に存在すると予測される前方物体5を、注目物体から外す。

【0071】

S150において、近距離の前方物体5を注目物体から外すのは、前方物体5が近距離に位置する画素では、第一処理ユニット41によって10パルス分の光パルスの受信強度を累積しなくても、途中からの受光強度の累積によって、飛行時間の計測に十分な受光強度を示す第一信号データを生成することができるためである。

40

【0072】

本実施例では、前方物体5が近距離に位置することが予測される画素については、1回目から10回目までの光パルスの発射動作のうち、5回目までの光パルスの発射動作が終了するまでは、第一変換器31及び第一処理ユニット41による受信信号の標本化及び第一信号データの生成動作を行わないようにする。

【0073】

50

換言すれば、第二処理ユニット45により生成された中間データに基づき、前方物体5が位置する受信判定画素が特定された後(S330)、6回目以降の光パルスの発射動作から、第一変換器31及び第一処理ユニット41による受信信号の標本化及び第一信号データの生成動作を行う(図10に示すS440)。これによって、本実施例では、効率的且つ正確に、前方物体5が近距離に位置する画素に対応する時間TF1を計測する。

【0074】

S150での処理を終えると、制御ユニット60は、各注目物体の予測位置に対応した画素を注目画素に設定する(S160)。但し、S160では、注目画素が一つも設定されない場合が有り得る。

【0075】

その後、制御ユニット60は、注目画素毎に、第一変換器31に対して設定するサンプリング期間を決定する(S170)。即ち、制御ユニット60は、注目画素毎に、この画素に写ると予測される注目物体の予測位置に基づいて、この注目物体を反射する光パルスの受信信号に対応するサンプリングデータが第一信号データとして第一メモリ51に記憶されるように、この画素のサンプリング期間を決定する。サンプリング期間は、予測(推定)される反射光の受信時刻を中心とする所定時間長の期間に決定することができる。

【0076】

このようにして各注目画素のサンプリング期間を決定すると、制御ユニット60は、S180に移行し、規定回数N=10回分の光パルスの発射動作を開始するように、発光ユニット10に命令する一方(S180)、図9に示す低精度計測処理及び図10に示す高精度計測処理を夫々実行する(S190)。

【0077】

高精度計測処理を開始すると、制御ユニット60は、S170で決定した各注目画素のサンプリング期間を、第一変換器31に対して設定する。更に、注目画素の夫々に対して、第一変換器31が光パルスの発射毎にサンプリング期間の受信信号に基づくサンプリングデータを生成し、第一処理ユニット41が第一信号データを生成して、第一メモリ51に格納するように、第一変換器31及び第一処理ユニット41に命令する(S410)。注目画素以外の画素に対しては上記命令の対象から外すことにより、間接的には、注目画素以外の各画素の受信信号のサンプリング動作及び第一信号データの生成動作を行わないように第一変換器31及び第一処理ユニット41に対して命令する。

【0078】

その後、制御ユニット60は、1回目から5回目までの光パルスの発射動作が完了し、それによって低精度計測処理のS330が終了するまで待機する(S420)。この低精度計測処理のS330が終了すると(S420でYes)、制御ユニット60は、S330で反射光を受信したと判定された受信判定画素の夫々のサンプリング期間を、修正する(S430)。

【0079】

具体的に、制御ユニット60は、受信判定画素毎に、第二メモリ55が記憶する当該画素の中間データを参照して、光パルスの受信時刻を検出する。そして、この光パルスの受信時刻を基準に、第一変換器31に設定されたサンプリング期間を修正する。例えば、この受信時刻を中心とする所定時間長の期間に、該当画素のサンプリング期間を修正する。サンプリング期間を修正するタイミングは、5回目の発射動作に対応する受信信号の標本化が終了し、6回目の光パルスの発射動作が開始される前のタイミングである。

【0080】

付言すると、ここでサンプリング期間を「修正する」対象の受信判定画素の一群には、S160で注目画素に設定されている画素と、それ以外の画素とが含まれる。注目画素に設定されていない受信判定画素に関しては、実質的には修正するのではなく、サンプリング期間を、上記検出した受信時刻に基づいて、新規に第一変換器31に対して設定する。

【0081】

その後、制御ユニット60は、受信判定画素の夫々に対して、第一変換器31が光パル

10

20

30

40

50

スの発射毎に、上記修正されたサンプリング期間の受信信号に基づくサンプリングデータを生成し、第一処理ユニット41が第一信号データを生成して、第一メモリ51に格納するように、第一変換器31及び第一処理ユニット41に命令する。併せて、第一メモリ51が記憶する受信判定画素の中間データを一旦消去するように命令する(S440)。

【0082】

この命令によって、受信判定画素の夫々に関しては、その後、第一メモリ51に、第一信号データとして、残りの発射動作である6回目から10回目の発射動作の夫々で得られたサンプリングデータが示す各時刻の受信強度が時刻毎に累積されたデータが記憶される。一方、受信判定画素に該当しない注目画素に関しては、第一メモリ51に、第一信号データとして、1回目から10回目の発射動作の夫々で得られたサンプリングデータが示す各時刻の受信強度が時刻毎に累積されたデータが記憶される。

10

【0083】

制御ユニット60は、残りの6回目から10回目の発射動作が完了し、受信判定画素及びそれ以外の注目画素に関する画素毎の上記第一信号データが生成されると(S450でYes)、S460に移行する。

【0084】

S460において、制御ユニット60は、受信判定画素及びそれ以外の注目画素に関して、画素毎に、この画素の第一信号データに基づいて、光パルスの飛行時間の候補とされる上記時間TF1(図3参照)を算出する。但し、第一信号データにおいて受信強度の最大値が閾値未満である画素に対しては、反射光が受信されなかったと見做して、時間TF1を算出しない。

20

【0085】

制御ユニット60は、このようにしてS190で開始した低精度計測処理及び高精度計測処理を終了すると、S200に移行する。S200において、制御ユニット60は、上記高精度計測処理で時間TF1が算出された画素に関して、画素毎に、次の処理を実行する。即ち、当該画素の時間TF1と、上記低精度計測処理で算出された同一画素の時間TF2とを比較し、時間TF1と時間TF2との誤差 $E = |TF1 - TF2|$ が基準値E0未満であるか否かを判断する。そして、誤差Eが基準値E0未満である場合には、この画素に対する飛行時間の計測値TFを、時間TF1に確定する。一方、誤差Eが基準値E0以上である場合、制御ユニット60は、この画素に対する飛行時間の計測値TFを、この画素の時間TF2に確定する。

30

【0086】

この他、制御ユニット60は、時間TF1が算出されず上記低精度計測処理で時間TF2が算出された画素に関しては、画素毎に、この画素に対応する飛行時間の計測値TFを、この画素の時間TF2に確定する。更に、制御ユニット60は、上記飛行時間の計測値TFを確定した画素に関し、画素毎に、この画素に写る前方物体5までの距離 $D = V \cdot TF / 2$ を算出する。

【0087】

その後、制御ユニット60は、S240に移行し、S200で算出された各画素の距離Dを記述した上記距離画像データを生成し、これを、インタフェース70を通じて外部装置に出力する。距離画像データは、例えば、S200で距離Dが算出されていない画素の領域が、空欄、又は、予め定められた最大値が記述された構成にされる。制御ユニット60は、更に、この距離画像データを用いた物体認識処理を実行し(S250)、当該距離計測処理を一旦終了する。

40

【0088】

以上、本実施例の計測装置1の構成について説明したが、本実施例の計測装置1によれば、高いサンプリング周波数f1で受信信号を標本化する第一変換器31のサンプリング期間を、標準計測期間の一部に限定することで、第一処理ユニット41が生成して第一メモリ51に格納する第一信号データのデータ量を抑える。そして、サンプリング期間の決定には、決定前に得られた飛行時間の計測値TFに基づき予測した前方物体5の位置を用

50

いる。

【 0 0 8 9 】

従って、本実施例の計測装置 1 によれば、距離計測可能な前方領域 R 1 の内、前方物体 5 が存在する可能性が高い領域 R 2 に限定して、この領域 R 2 からの反射光の受信強度を選択的に表す第一信号データを第一メモリ 5 1 に記憶させることができる。換言すれば、第一メモリ 5 1 に記憶すべきデータ量を抑えつつ、前方物体 5 から反射した光パルスの飛行時間を、前方物体 5 の遠近に関係なく高精度に計測することができる。よって、本実施例によれば、低容量のメモリを用いつつ、高精度に距離計測可能な計測装置 1 を製造することができる。

【 0 0 9 0 】

付言すると、本実施例によれば、第一変換器 3 1 のサンプリング期間を適切に限定するために、第二サンプリング周波数 f_2 でも受信信号を標本化して、このサンプリングデータに基づき、距離計測範囲（領域 R 1）に存在する前方物体 5 を検出する。一方、第一信号データに基づいて算出した飛行時間の候補（時間 T_{F1} ）と、第二信号データに基づいて算出した飛行時間の候補（時間 T_{F2} ）の差が、基準以上である状況では、第一信号データに基づく時間 T_{F1} を採用せずに、信頼度の高い時間 T_{F2} を、正式な飛行時間の計測値 T_F として採用する。従って、本実施例によれば、サンプリング期間の不適切な設定やサンプリング期間に発生した強いノイズ等が、後のサンプリング期間の設定に影響を与えるのを抑えることができ、誤りの少ない高精度な距離画像データを生成することができる。

【 0 0 9 1 】

また、本実施例によれば、第一処理ユニット 4 1 及び第二処理ユニット 4 5 が、光パルスの複数回に亘る発射動作の夫々で得られたサンプリングデータが示す各時刻の受信強度を時刻毎に累積したデータを、第一信号データ及び第二信号データとして第一メモリ 5 1 及び第二メモリ 5 5 に記憶させる。そして、この第一信号データ及び第二信号データに基づき、飛行時間の計測値 T_F を算出する。従って、単一パルスで飛行時間の計測値 T_F を算出するよりも、ノイズの影響を抑えて、高精度に飛行時間を計測することができる。

【 0 0 9 2 】

この他、本実施例では、光パルスの複数回に亘る発射動作によって得られた受信強度の情報を参照して飛行時間を計測する際には、反射点が近いか遠いかによって処理を切り替えるようにした。

【 0 0 9 3 】

具体的には、各回の発射動作に対応する受信強度を累積する際に生成される中間データを、発射回数が半分（5 回）に到達した時点で参照して、その時点で、反射点が近く受信強度が十分に大きい場合には、反射光の受信時刻を検出する一方、受信時刻に基づいて、サンプリング期間を修正するようにした。そして、後半の発射動作に関しては、その修正後サンプリング期間に基づいて第一信号データを生成するようにした。

【 0 0 9 4 】

従って、本実施例によれば、標準計測期間内の一部期間のみでサンプリングデータを生成するように第一変換器 3 1 を動作させても、近距離の前方物体 5 までの距離については、基本的に失敗なく高精度に計測することができる。即ち、近距離の前方物体 5 に関しては、位置の予測ミスにより、高精度な距離計測が不能になるのを抑えることができる。

【 0 0 9 5 】

また、本実施例によれば、前方物体 5 の存在が予測されていない画素に対する第一変換器 3 1 及び第一処理ユニット 4 1 の動作を禁止したり、発射回数が半分（5 回）に到達した時点での上記判定により反射光の受信が検知された画素に対する第二変換器 3 5 及び第二処理ユニット 4 5 の動作を終了させたりする。従って、計測装置 1 の消費電力を抑えることができる。

【 0 0 9 6 】

この他、本実施例によれば、サンプリング期間の決定に際して、この時点までに得られ

10

20

30

40

50

た距離画像データ、換言すれば画素毎の飛行時間の計測値 T_F に基づき、周知の予測技術を用いて、前方物体 5 の挙動を予測し、サンプリング期間を、画素毎に、その画素に写る前方物体 5 の予測位置に対応する期間に決定する。

【0097】

具体的には、前方物体 5 が画素間を移動する挙動を加味して、サンプリング期間を決定する。更に、複数の前方物体 5 が重なることが予測される画素に関しては、この画素のサンプリング期間を、互いに重なる前方物体 5 の内、最も手前に位置する前方物体 5 を基準に決定する。従って、前方物体 5 が自由に動く人や自動車のような動体であるときにも、適切にサンプリング期間を決定することができる。

【0098】

このようなサンプリング期間の決定は、特に、一つの動体が一つの静止物体の影に隠れる場合に有効である。本実施例によれば、静止物体が写る画素に関して、静止物体の後方領域を反射点とする光パルスの受信期間を除外するように、サンプリング期間を決定する。動体同士の重なりは短時間で解消されるが、一方の前方物体 5 が静止物体であるときには、前方物体 5 同士が重なった状態が長く続く可能性がある。従って、上述した手法でのサンプリング期間の決定は、前方物体 5 までの高精度な距離計測に特に有効である。

【0099】

以上、本発明の実施例について説明したが、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、種々の態様を採ることができる。

上記実施例では、サンプリング周波数 f_1 、 f_2 毎にアナログ/デジタル変換器を設けたが、アナログ/デジタル変換器は、例えば一つのみ設けられてもよい。アナログ/デジタル変換器を一つのみ設けた変形例の計測装置 100 の構成を図 11 に示す。

【0100】

変形例の計測装置 100 は、第一変換器 31 及び第二変換器 35 に代えて、一つの共通変換器 130 と、抽出ユニット 131 と、間引きユニット 135 とを備える。変形例の計測装置 100 は、その他の点で上記実施例の計測装置 1 と同様の構成を有する。従って、以下では、変形例の計測装置 100 の説明として、共通変換器 130、抽出ユニット 131 及び間引きユニット 135 の構成を選択的に説明する。

【0101】

共通変換器 130 は、アナログ/デジタル変換器であり、受光ユニット 20 から入力される各画素の受信信号を標本化して、画素毎のサンプリングデータを生成する。この共通変換器 130 は、第一変換器 31 と同様に、画素毎に、予め定められた第一サンプリング周波数 f_1 で受信信号を標本化する。共通変換器 130 は、この受信信号に対応するサンプリングデータを抽出ユニット 131 及び間引きユニット 135 の両者に入力する。

【0102】

抽出ユニット 131 は、共通変換器 130 が出力するサンプリングデータから制御ユニット 60 により設定されたサンプリング期間に対応するデータ部位を抽出して、この抽出データを第一処理ユニット 41 に入力する。抽出データは、第一変換器 31 が第一処理ユニット 41 に入力するサンプリングデータと実質同一である。第一処理ユニット 41 は、この抽出データを用いて上記実施例と同様に、第一信号データを生成する。

【0103】

一方、間引きユニット 135 は、所謂ダウンサンプリング回路であり、共通変換器 130 が出力するサンプリングデータに対する間引き処理することにより、間引きデータとして、仮想的にサンプリング周波数が第二サンプリング周波数 f_2 であるサンプリングデータを生成する。そして、この間引きデータを第二処理ユニット 45 に入力する。間引きデータは、第二変換器 35 が第二処理ユニット 45 に入力するサンプリングデータと実質同一である。間引きデータは、例えば、共通変換器 130 から入力される時間 $1/f_1$ 毎に一つの受信信号の標本値を、時間 $1/f_2$ 間隔で抜き出し、抜き出し対象以外の値を破棄することにより生成することができる。第二処理ユニット 45 は、この間引きデータを用いて上記実施例と同様に、第二信号データを生成する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 4 】

変形例の計測装置 1 0 0 によれば、サンプリング周波数 f_1 , f_2 毎にアナログ / デジタル変換器を設けなくても済むといった利点がある。

この他、上記実施例の計測装置 1 では、第一変換器 3 1 にサンプリング期間を設定して、第一変換器 3 1 が受信信号を標本化する期間を限定したが、第一変換器 3 1 が、標準計測期間の受信信号を標本化してサンプリングデータを生成し、第一処理ユニット 4 1 が、第一変換器 3 1 から入力されるサンプリングデータの内、サンプリング期間に対応するデータを選択的に用いて、第一信号データを生成するように、計測装置 1 は構成されてもよい。この構成は、例えば、計測装置 1 が備える第一変換器 3 1 と第一処理ユニット 4 1 との間に、変形例の計測装置 1 0 0 が備える抽出ユニット 1 3 1 を設けること、又は、第一処理ユニット 4 1 に抽出ユニット 1 3 1 としての機能を設けることによって実現することができる。

10

【 0 1 0 5 】

また、上記実施例では、第一信号データ及び第二信号データを、夫々別のメモリ（第一メモリ 5 1 及び第二メモリ 5 5 ）に格納したが、第一信号データ及び第二信号データを、第一メモリ 5 1 及び第二メモリ 5 5 に代わる一つの共通メモリに格納するように、計測装置 1 , 1 0 0 は、構成されてもよい。

【 0 1 0 6 】

この他、上記実施例によれば、初回の距離計測処理において高精度計測処理が実行されないが、計測装置 1 は、初回の距離計測処理においても、デフォルトのサンプリング期間を用いて高精度計測処理を実行する構成にされてもよい。

20

【 0 1 0 7 】

最後に、用語間の対応関係について説明する。発光ユニット 1 0 及び受光ユニット 2 0 は、送受信手段の一例に対応し、第一メモリ 5 1 及び第二メモリ 5 5 は、記憶手段の一例に対応する。また、第一変換器 3 1 、第二変換器 3 5 、第一処理ユニット 4 1 及び第二処理ユニット 4 5 （又は、共通変換器 1 3 0 、抽出ユニット 1 3 1 、間引きユニット 1 3 5 、第一処理ユニット 4 1 及び第二処理ユニット 4 5 ）は、標本化手段の一例に対応する。特に、第一処理ユニット 4 1 （及び抽出ユニット 1 3 1 ）は、第一の処理手段の一例に対応し、第二処理ユニット 4 5 （及び間引きユニット 1 3 5 ）は、第二の処理手段の一例に対応する。

30

【 0 1 0 8 】

また、制御ユニット 6 0 が実行する S 1 9 0 , S 2 0 0 , S 2 2 0 , S 2 3 0 , S 2 4 0 によって実現される機能は、計測手段によって実現される機能の一例に対応し、制御ユニット 6 0 が実行する S 1 2 0 ~ S 1 7 0 , S 2 5 0 によって実現される機能は、決定手段によって実現される機能の一例に対応する。

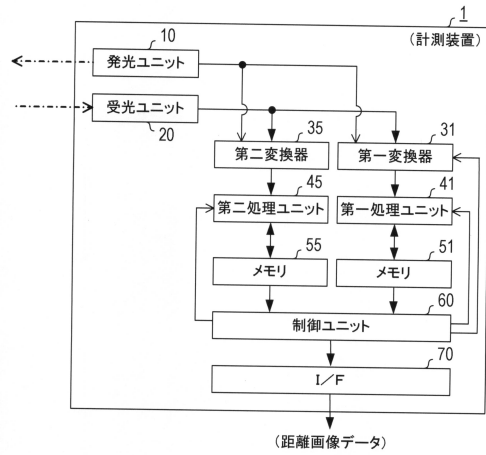
【 符号の説明 】

【 0 1 0 9 】

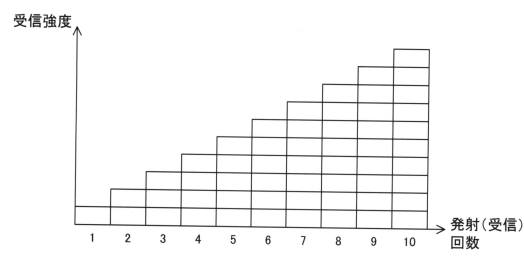
1 , 1 0 0 ... 計測装置、 3 ... 車両、 5 ... 前方物体、 1 0 ... 発光ユニット、 2 0 ... 受光ユニット、 3 1 ... 第一変換器、 3 5 ... 第二変換器、 4 1 ... 第一処理ユニット、 4 5 ... 第二処理ユニット、 5 1 ... 第一メモリ、 5 5 ... 第二メモリ、 6 0 ... 制御ユニット、 7 0 ... インタフェース、 1 3 0 ... 共通変換器、 1 3 1 ... 抽出ユニット、 1 3 5 ... 間引きユニット、 R 1 , R 2 ... 領域。

40

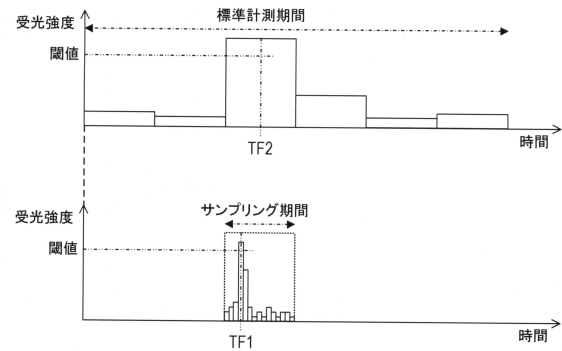
【図 1】



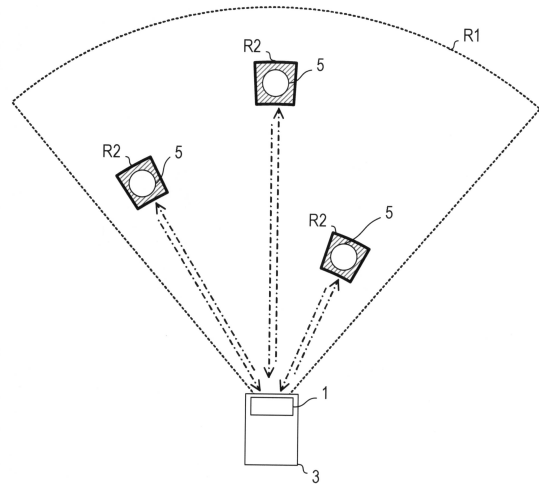
【図 2】



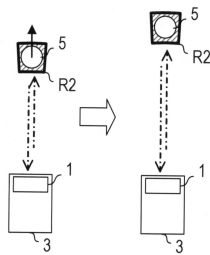
【図 3】



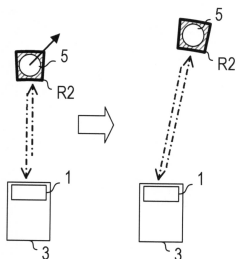
【図 4】



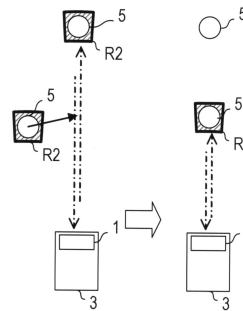
【図 5】



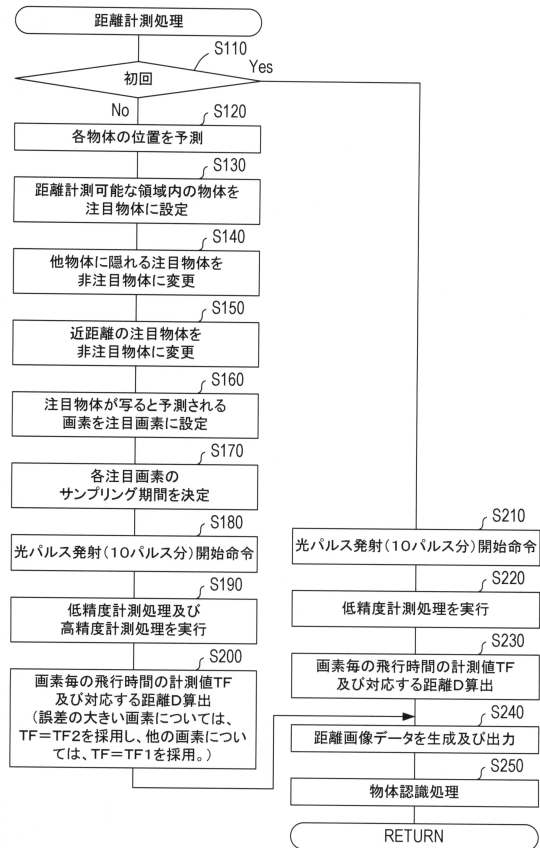
【図 6】



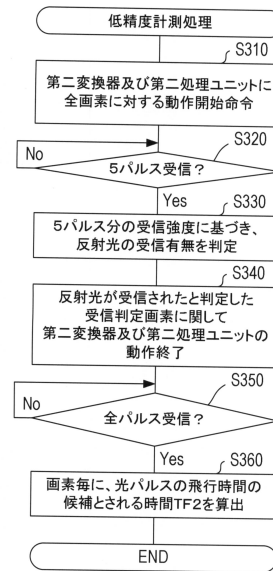
【図 7】



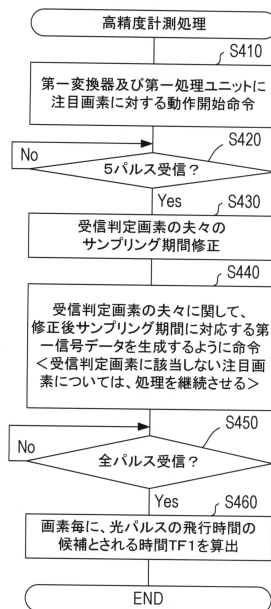
【図 8】



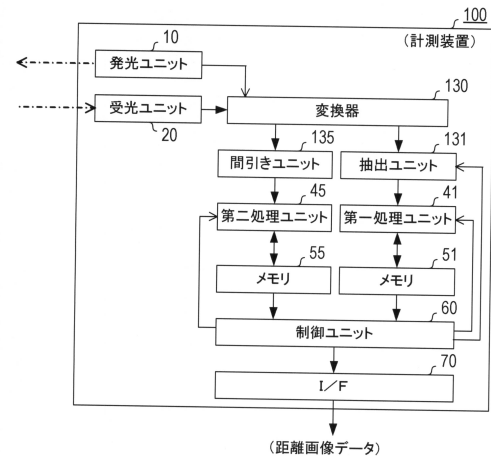
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0003041(US,A1)

特開2006-53076(JP,A)

特開2005-345320(JP,A)

特開2003-255046(JP,A)

特開平8-86869(JP,A)

実開平5-57688(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01S 7/00 - 7/64

G01S13/00 - 13/95

G01S15/00 - 15/96

G01S17/00 - 17/95

G01B11/00 - 11/30

G01C 1/00 - 15/14