

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2718222号

(45) 発行日 平成10年(1998) 2月25日

(24) 登録日 平成 9 年(1997)11月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 13/28			G 0 1 S 13/28	B
	7/292		7/292	D

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平1-306142	(73) 特許権者	999999999 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西 2 丁目 4 番12号 梅田センタービル
(22) 出願日	平成 1 年(1989)11月24日	(72) 発明者	上田 智章 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
(65) 公開番号	特開平3-165287	(72) 発明者	小畑 光央 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
(43) 公開日	平成 3 年(1991) 7月17日	(74) 代理人	弁理士 津川 友士
前置審査		審査官	宮川 哲伸
		(56) 参考文献	特開 昭62-54191 (J P , A) 特開 昭64-79682 (J P , A) 特公 昭62-44622 (J P , B 2) 特公 平 4 -11830 (J P , B 2)

(54) 【発明の名称】 距離測定方法、その装置および相対位置測定装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】自己相関特性が強い疑似ノイズを測定対象物に向かって放射し、測定対象物により反射された疑似ノイズを受信し、疑似ノイズに互に異なる係数を畳み込んでなる畳み込みノイズ (C (t)) との対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得、得られた相互相関値に基づいて距離を測定することを特徴とする距離測定方法。

【請求項 2】疑似ノイズが m - 系列符号であり、畳み込みノイズ (C (t)) が、 m - 系列符号に測定期待値 (W_j) を係数として畳み込んでなるものである上記特許請求の範囲第 1 項記載の距離測定方法。

【請求項 3】測定期待値 (W_j) が測定許容範囲内においてのみ単調に変化する 0 以外の値であり、他の範囲において 0 である上記特許請求の範囲第 2 項記載の距離測定

2

方法。

【請求項 4】搬送波に対して m - 系列符号に基づく変調を施して測定対象物に向かって放射する送信手段 (61) (62) (63) (64) と、測定対象物により反射された信号を受信して距離を得る受信手段 (1) (2) (3) (65) (66) (67) (68) とを有し、上記受信手段 (1) (2) (3) (65) (66) (67) (68) が、送信手段 (61) (62) (63) (64) における m - 系列符号と等しい m 系列符号に対してビット・シフト毎に異なる測定期待値を畳み込んでなる畳み込み符号 (C (t)) を出力する畳み込み符号出力手段 (1) と、受信した m - 系列符号と畳み込み符号 (C (t)) との対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得る相関手段 (2) と、相互相関値に基づいて距離を算出する距離算出手段 (3) とを含んでいることを特徴とする距離測定

10

装置。

【請求項 5】 畳み込み符号出力手段 (1) が、測定許容範囲内においてのみ単調に変化する 0 以外の値であり、他の範囲において 0 である測定期待値 (W_j) を畳み込んでなる畳み込み符号 ($C(t)$) を出力するものである上記特許請求の範囲第 4 項記載の距離測定装置。

【請求項 6】 機器 (9) の操作者に装着される疑似ノイズ放射源 (81) と、機器 (9) の互に離れた所定箇所に装着された疑似ノイズ受信手段 (7) と、複数の疑似ノイズ受信手段 (7) から出力される距離に基づいて操作者の相対位置を算出する相対位置算出手段 (4) とを有し、疑似ノイズ受信手段 (7) が、放射される疑似ノイズと等しい疑似ノイズに対してビット・シフト毎に異なる測定期待値を畳み込んでなる畳み込み符号 ($C(t)$) を出力する畳み込み符号出力手段 (1) と、受信した疑似ノイズと畳み込み符号 ($C(t)$) との対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得る相関手段 (2) と、相互相関値に基づいて距離を算出する距離算出手段 (3) とを含んでいることを特徴とする相対位置測定装置。

【請求項 7】 疑似ノイズ放射源 (81) が m 系列音源であり、機器 (9) が 3 次元グラフィックス表示装置であり、3 次元グラフィックス表示装置が、算出された相対位置に基づいて視線方向を設定するものである上記特許請求の範囲第 6 項記載の相対位置測定装置。

【請求項 8】 畳み込み符号出力手段 (1) が、測定許容範囲内においてのみ単調に変化する 0 以外の値であり、他の範囲において 0 である測定期待値 (W_j) を畳み込んでなる畳み込み符号 ($C(t)$) を出力するものである上記特許請求の範囲第 6 項記載の距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

<産業上の利用分野>

この発明は距離測定方法、その装置および相対位置測定装置に関し、m - 系列符号に代表される疑似ノイズを用いて測定対象物までの距離を測定するための方法、その装置および機器に対する操作者の相対位置を測定するための装置に関する。<従来の技術、および発明が解決しようとする課題>

従来から疑似ノイズの一種である m - 系列符号を用いて測定対象物までの距離を測定できることが知られている。

第 11 図は従来の距離測定装置の構成を概略的に示すブロック図であり、搬送波発振器から出力される搬送波信号を平衡変調器に供給するとともに、m - 系列符号発生器から出力される m - 系列符号をも平衡変調器に供給して搬送波を m - 系列符号により変調し、トランスデューサにより測定対象物に向かって変調信号を放射する。そして、測定対象物により反射された変調信号をレシーバにより受信し、可変遅延器を通して m - 系列符号が供給されている平衡ミキサに受信信号を供給することにより

測定対象物のインパルス応答を得、このインパルス応答を同期検出器を通して距離計数器に供給するとともに、可変遅延器を通した m - 系列符号および可変遅延器を通さない m - 系列符号を距離計数器に供給することにより測定対象物までの距離を測定するようにしている。

即ち、この装置においては、基準となる m - 系列符号を測定対象物に放射し、測定対象物により反射された m - 系列符号に対して、基準となる m - 系列符号を 1 ビットずつ順次シフトさせた m - 系列符号との相互相関を得、相互相関値の最大値が得られるシフト量の m - 系列符号に基づいて m - 系列符号の伝播時間を得ることができる。そして、得られた伝播時間および既知の波動伝播速度に基づいて測定対象物までの距離を測定することができる。

また、m - 系列符号は自己相関特性が著しく高いのであるから、放射する m - 系列符号の強度を大きくしなくてもノイズの影響を効果的に排除して著しく高精度の距離測定を行なうことができる。特に、m - 系列符号は簡単に符号長を長くすることができ、しかも符号長を長くすればするほどノイズの影響を排除できるので、所望の距離測定精度を達成することができる。即ち、距離分解能で l は、波動伝播速度を C_m/sec 、符号長を L ビット、符号の 1 周期を T_{sec} とすれば、

$$l = CT/L \quad (\text{m})$$

となるので、 L を大きくすることにより距離分解能を小さくすることができる。

しかし、相互相関値の最大値を検出しなければならないのであるから、符号長に対応する種類のシフトされた m - 系列符号との相互相関値を算出することが必須となり、距離測定を行なうのに必要な時間が著しく長くなってしまふという不都合がある。そして、この不都合は、距離測定精度を高めれば高めるほど顕著になってしまふ。

このような不都合を解消させようとするれば、符号長に対応する種類のシフトされた m - 系列符号のそれぞれに基づいて相互相関値を得るための相関器を準備しておけばよいが、相関器の数が著しく増加してしまい、距離測定装置が著しく大型化してしまうという不都合を生じることになる。

また、何れの場合においても、多重反射を伴うような環境下においては、相互相関値の最大値が各反射経路毎に検出されることになるので、測定対象物までの距離を正確に測定することが著しく困難になってしまうという不都合もある。

従来から 3 次元グラフィックス表示装置においては、表示図形に存在感をもたせるために立体視を行なわせるようにしているが、立体視だけ十分な存在感をもたせることができるという保証がなく、操作者の画面に対する相対位置を検出し、検出位置に基づいて視線方向を得、視線方向に対応して表示図形の透視等を変えることが要

求される。

このような要求を満足させるための方法として3次元グラフィックス表示装置の互に異なる箇所において超音波によるパルス・エコー法に基づく距離測定を行ない、複数の距離測定結果に基づいて操作者の相対位置を測定する方法が考えられる。

しかし、超音波によるパルス・エコー法に基づく距離測定を行なう場合には、オフィス・オートメーション機器（以下、OA機器と略称する）が発する騒音に起因する誤動作を生じる可能性があること、音声入力インターフェースが誤動作する可能性があること、距離測定の有効範囲をグラフィックス表示装置の近傍のみに限定することができず、多重反射等の影響を受けて誤動作を生じる可能性があること、同一方式のインターフェースとの干渉を回避できないこと等の不都合が生じ、この結果、グラフィックス表示装置に対する操作者の相対位置を正確に測定することが殆ど不可能になってしまうという問題がある。

このような問題を解消させるために、搬送波をm - 系列符号で変調して放射し、グラフィックス表示装置側において受信信号を復調することが考えられる。しかし、受信側において相互相関値の最大値を検出しなければならないのであるから、符号長に対応する種類のシフトされたm - 系列符号との相互相関値を算出することが必須となり、距離測定を号なうのに必要な時間が著しく長くなってしまふという不都合がある。そして、この不都合は、距離測定精度を高めれば高めるほど顕著になってしまい、グラフィックス表示装置における表示の高速性を大幅に損なうことになってしまう。

このような不都合を解消させようとするれば、符号長に対応する種類のシフトされたm - 系列符号のそれぞれに基づいて相互相関値を得るための相関器を準備しておけばよいが、相関器の数が著しく増加してしまい、距離測定を行なうための装置が著しく大型化してしまうという不都合を生じることになる。

また、何れの場合においても、一般器にグラフィックス表示装置は多重反射を伴ない易い環境下に設置されているのであるから、相互相関値の最大値が各反射経路毎に検出されることになり、測定対象物までの距離を正確に測定することが著しく困難になってしまう。

したがって、現状においては、操作者の相対位置（画面を見る方向等）を自動的に測定し、測定結果に基づいて視線方向を算出し、算出された視線方向に応じて表示図形の透視等を変えることは全く行なわれていない。

また、グラフィックス表示装置以外の機器においても、操作者の相対位置を検出して相対位置に基づく制御等を行なうことが好ましい機器であれば、同様の不都合を生じることになる。

< 発明の目的 >

この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであ

り、構成を複雑化することなく、しかも著しく短時間で測定対象物までの距離を測定することができ、さらに、多重反射の影響を簡単に排除できる新規な距離測定方法およびその装置を提供することを目的としている。

また、この発明は、構成を複雑化することなく、しかも著しく短時間で機器に対する操作者の相対位置を正確に測定することができる新規な相対位置測定装置を提供することを他の目的としている。

< 課題を解決するための手段 >

10 上記の目的を達成するための、この発明の距離測定方法は、自己相関特性が強い疑似ノイズを測定対象物に向かって放射し、測定対象物により反射された疑似ノイズを受信し、疑似ノイズに互に異なる係数を畳み込んでなる畳み込みノイズとの対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得、得られた相互相関値に基づいて距離を測定する方法である。

但し、疑似ノイズがm - 系列符号であり、畳み込みノイズが、m - 系列符号に測定期待値を係数として畳み込んでなるものであることが一層好ましい。

20 この場合において、測定期待値が測定許容範囲内においてのみ単調に変化する0以外の値であり、他の範囲において0であることが好ましい。

上記の目的を達成するための、この発明の距離測定装置は、搬送波に対してm - 系列符号に基づく変調を施して測定対象物に向かって放射する送信手段と、測定対象物により反射された信号を受信して距離を得る受信手段とを有し、上記受信手段が、送信手段におけるm - 系列符号と等しいm - 系列符号に対してビット・シフト毎に異なる測定期待値を畳み込んでなる畳み込み符号を出力する畳み込み符号出力手段と、受信したm - 系列符号と畳み込み符号との対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得る相関手段と、相互相関値に基づいて距離を算出する距離算出手段とを含んでいる。

但し、畳み込み符号出力手段としては、測定許容範囲内においてのみ単調に変化する0以外の値であり、他の範囲において0である測定期待値を畳み込んでなる畳み込み符号を出力するものであることが好ましい。

また、この発明の相対位置測定装置は、機器の操作者に装着される疑似ノイズ放射源と、機器の互に離れた所定箇所に装着された疑似ノイズ受信手段と、複数の疑似ノイズ受信手段から出力される距離に基づいて操作者の相対位置を算出する相対位置算出手段とを有し、疑似ノイズ受信手段が、放射される疑似ノイズと等しい疑似ノイズに対してビット・シフト毎に異なる測定期待値を畳み込んでなる畳み込み符号を出力する畳み込み符号出力手段と、受信した疑似ノイズと畳み込み符号との対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得る相関手段と、相互相関値に基づいて距離を算出する距離算出手段とを含んでいる。

50 但し、疑似ノイズ放射源がm - 系列音源であり、機器

が 3 次元グラフィックス表示装置であり、3 次元グラフィックス表示装置が、算出された相対位置に基づいて視線方向を設定するものであることが好ましい。

そして、畳み込み符号出力手段としては、測定許容範囲内においてのみ単調に変化する 0 以外の値であり、他の範囲において 0 である測定期待値を畳み込んでなる畳み込み符号を出力するものであることが好ましい。

< 作用 >

以上の距離測定方法であれば、自己相関特性が強い疑似ノイズを測定対象物に向かって放射し、測定対象物により反射された疑似ノイズを受信し、相互相関値を得る場合に、畳み込みノイズとの対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得るようにしているため、伝播距離に対応するシフト量の疑似ノイズに基づいて最も大きな相互相関値が得られる。そして、この相互相関値は、シフトされた疑似ノイズ毎に予め所定の係数が畳み込まれているのであるから、得られた相互相関値に基づいて係数、即ち、該当する疑似ノイズのシフト量を求めることができる。この結果、求められたシフト量に基づいて測定対象物までの距離を測定することができる。

第 2 の発明の距離測定方法であれば、疑似ノイズを簡単に生成することができ、生成された疑似ノイズに基づいて簡単に、かつ短時間で測定対象物までの距離を測定することができる。

第 3 の発明の距離測定方法であれば、測定対象物が測定許容範囲内に存在する場合には 0 以外の相互相関値が得られ、逆に、測定許容範囲外に存在する場合には相互相関値が 0 になる。したがって、多重反射等が生じる環境下において測定対象物までの距離を測定する場合に、測定許容範囲を適正に定めることにより多重反射等に基づく測定誤差を確実に解消することができる。

以上の構成の距離測定装置であれば、搬送波に対して m -系列符号に基づく変調を施して測定対象物に向かって放射し、測定対象物により反射された信号を受信して距離を得る場合において、送信手段における m -系列符号と等しい m -系列符号に対してビット・シフト毎に異なる測定期待値を畳み込んでなる畳み込み符号と受信した m -系列符号との対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得るのであるから、得られた相互相関値に基づいてどの測定期待値が畳み込まれた m -系列符号との相互相関値が最大になったのかを検出できる。この結果、該当する測定期待値が畳み込まれた m -系列符号のビット・シフト量に基づいて測定対象物までの距離を正確に、かつ短時間で測定することができる。

第 5 の発明の距離測定装置であれば、測定対象物が測定許容範囲内に存在する場合には 0 以外の相互相関値が得られ、逆に、測定許容範囲外に存在する場合には相互相関値が 0 になる。したがって、多重反射等が生じる環境下において測定対象物までの距離を測定する場合に、測定許容範囲を適正に定めることにより多重反射等に基

づく測定誤差を確実に解消することができる。

以上の構成の相対位置測定方法であれば、機器の操作者に装着された疑似ノイズ放射源から放射される疑似ノイズを、機器の互に離れた所定箇所に装着された疑似ノイズ受信手段により受信する。各疑似ノイズ受信手段においては、畳み込み符号出力手段から出力される畳み込み符号と受信した疑似ノイズとに基づいて相互相関手段により相互相関値を得、距離算出手段により距離を算出する。具体的には、自己相関特性が強い疑似ノイズを受信し、相互相関値を得る場合に、畳み込みノイズとの対応するビットどうしの積を加算して相互相関値を得るようにしているため、伝播距離に対応するシフト量の疑似ノイズに対して最も大きな相互相関値が得られる。そして、この相互相関値は、シフトされた疑似ノイズ毎に予め所定の係数が畳み込まれているのであるから、得られた相互相関値に基づいて係数、即ち、該当する疑似ノイズのシフト量を求めることができる。この結果、求められたシフト量に基づいて操作者までの距離を測定することができる。

そして、全ての疑似ノイズ受信手段から出力される距離に基づいて相対位置算出手段により操作者の相対位置を算出することができる。したがって、機器においては、算出された相対位置に基づいて、予め設定されている処理を行なうことができる。

第 7 の発明の相対位置測定方法であれば、音波を m -系列符号で変調することにより簡単に疑似ノイズを得ることができる。そして、得られた疑似ノイズに基づいて操作者の相対位置を算出し、算出結果に基づいて視線方向を設定することにより、表示図形の透視等を視線方向に応じて変えることができる。

第 8 の発明の相対位置測定装置であれば、操作者が測定許容範囲内に位置する場合には 0 以外の相互相関値が得られ、逆に、測定許容範囲外に位置する場合には相互相関値が 0 になる。したがって、多重反射等が生じる環境下において操作者の相対位置を測定する場合に、測定許容範囲を適正に定めることにより多重反射等に基づく測定誤差を確実に解消して正確な相対位置の測定を行なうことができる。

但し、 m -系列符号以外の疑似ノイズであっても、自己相関特性が強いものであれば採用することが可能である。

さらに詳細に説明すると、 m -系列符号とは、ある長さの段数を有するシフト・レジスタ、または遅延素子により構成される帰還型符号発生器で発生できる符号のうち最も長い符号系列であり、最大周期系列または最長系列とも呼ばれている。この m -系列符号は j 進符号の形をとり得るが、2 進符号を例にとれば、

① 系列の 1 周期での “1” の出現回数と “0” の出現回数とは 1 ビットの差しかない。即ち、 $2^n - 1$ ビット長の m -系列符号であれば、“1” の出現回数が 2^{n-1} 回であり、

“0”の出現回数が $2^{n-1} - 1$ 回である。具体的には、 $n = 3$ の場合を考えれば、“1011100”のように“1”の出現回数が1回だけ多くなる。

② “0”“1”の統計的分布を一定である。そして、連なりの相対的位置は符号系列毎に異なるが、各長さの連なりの出現回数は同じ長さの系列では一定である。

③ m -系列符号の自己相関は、0ビット・シフトに対しては $2^n - 1$ （系列長と等しい）であり、 0 ± 1 の範囲のビット・シフト部分を除いて -1 である（これらは一致している部分の個数をカウントすることにより得られる）。そして、 0 ± 1 の範囲のビット・シフト部分では自己相関値は -1 から $2^n - 1$ まで直線的に変化する。（第12図参照）

④ m -系列符号の位相をシフトしたものと元の系列符号との2を法とする和は、元の系列符号を別の大きさだけシフトしたものとなる。

⑤ n 段発生器のとり得る内部状態の全てが符号系列の1周期中のあるクロック時刻に出現する。即ち、各状態は1回だけ、かつ1クロック時間だけ出現する。という性質を有していることが知られている。即ち、ノイズとは自己相関特性が強く、少しでも位相がずれると相関値が殆ど無視し得る値になることが知られているが、上記 m -系列符号も、符号長が長くなればなるほど上記の性質に近づいてゆくの、疑似ノイズとして使用される。

そして、この m -系列符号を測定対象物に放射し、測定対象物により反射された m -系列符号を受信すれば、元の m -系列符号と受信された m -系列符号とは伝播距離（測定対象物までの距離の2倍）に対応するビット数だけシフトした状態である。したがって、等しいビット数だけシフトされた m -系列符号との相互相関をとることにより最大の相互相関値が得られる。

ところで、従来はこのシフト量を求めるために、1ビットずつ順次シフトされた複数の m -系列符号に基づいて相互相関値を算出し、最大の相互相関値が得られるシフト量を検出するようにしていたため、相互相関値算出回路をシフトされた m -系列符号の種類に対応して設けるか、またはシフトされた m -系列符号毎に相互相関値算出動作を順次行なうようにしていた。

一方、本件発明者は m -系列符号に代表される疑似ノイズについて鋭意研究を重ねた結果、例えば、 m -系列符号については、符号“0”を“-1”に置換し、同一の m -系列符号の互に位相が異なるものを複数個加算して得られた符号と元の符号との相互相関が個々の m -系列符号と基準 m -系列符号との相互相関の和に等しくなることを見出し、この知見に基づいて本件発明を完成させたのである。即ち、例えば、第10図A1に示す基準 m -系列符号（ビット長が $2^3 - 1$ の符号“1011100”）を例にとれば、+1ビット、+2ビット、+4ビットだけ位相シフトさせた m -系列符号はそれぞれ“0101110”“0010111”

10

20

30

40

50

“1100101”（第10図B1,C1,D1参照）になり、+1ビット、+2ビット、+4ビットだけ位相シフトさせた m -系列符号を全て加算して得られる符号は第10図E1に示す状態になる。そして、基準 m -系列符号を測定対象物に放射し、測定対象物から反射されてきた m -系列符号と第10図E1に示す符号との相互相関を算出すれば、反射されてきた m -系列符号と基準 m -系列符号との位相シフトに対応する位置にピークが得られる。即ち、反射されてきた m -系列符号と基準 m -系列符号との位相シフトが+1ビット、+2ビット、または+4ビットである場合に、+1ビット、+2ビット、または+4ビットだけ位相シフトした位置にピークが得られる。そして、+1ビットだけ位相シフトした位置に得られるピーク、+2ビットだけ位相シフトした位置に得られるピーク、+4ビットだけ位相シフトした位置に得られるピークは、互いに同じ値である。

しかし、+1ビット、+2ビット、+4ビットだけ位相シフトさせた m -系列符号にそれぞれ互に異なる係数（例えば、後述する測定期待値に対応するもの）を畳み込んでおけば、上記相互相関のピークの値は該当するビットだけ位相シフトさせた m -系列符号に対する係数のみに対応して変化する。

尚、第10図A2は基準 m -系列符号の自己相関値、第10図B2~D2は、位相シフトが+1ビット、+2ビット、+4ビットの m -系列符号と基準 m -系列符号との相互相関値を示す波形である。

本件発明は上記の知見に基づいて完成されたものであり、受信された m -系列符号との相互相関をとる系列符号として、送信された m -系列符号が受信されるまでの所要時間の長短に対応させるべく順次1ビットずつシフトされた m -系列符号を採用するとともに、これらの m -系列符号にそれぞれ互いに異なる測定期待値を畳み込んだものを用いているので、受信された m -系列符号のビット・シフト量（送信された m -系列符号が受信されるまでの所要時間に対応するビット・シフト量）と等しいビット数だけシフトされた m -系列符号との相互相関（対応するビットどうしの積を加算して得られる値）が最大になり、しかも得られた最大の相互相関値は測定期待値が畳み込まれている関係上、相互相関値に基づいてどの測定期待値が畳み込まれたかを検出できる。したがって、1回相互相関値を算出するだけでよく、所要時間を著しく短縮できるとともに、相互相関値算出回路が1回路のみでよいから、構成を著しく簡素化できる。

<実施例>

以下、実施例を示す添付図面によって詳細に説明する。

第1図はこの発明の距離測定装置の一実施例を示すブロック図であり、送信側においては、搬送波発振器（61）から出力される搬送波信号を平衡変調器（62）に供

給するとともに、 m -系列符号発生器(63)から出力される基準 m -系列符号をも平衡変調器(62)に供給して搬送波を基準 m -系列符号により変調し、トランスデューサ(64)により測定対象物に向かって変調信号を放射する。また、受信側においては、測定対象物から反射された変調信号をレシーバ(65)により受信し、可変遅延器(66)を通して m -系列符号が供給されている平衡ミキサ(67)に受信信号を供給して測定対象物のインパルス応答を得、このインパルス応答を同期検出器(68)を通して相互相関器(2)に供給し、測定対象物までの距離に対応する相互相関値を得るようにしている。そして、単なる m -系列符号ではなく、符号長が $2^n - 1$ ビットの基準 m -系列符号 $m(t)$ を順次1ビットずつシフトされた m -系列符号にそれぞれ互に異なる測定期待値 W_j ($j = 0, 1, \dots, 2^n - 2$)を畳み込んでなる系列符号(以下、測距符号という) $C(t)$

$$C(t) = W_j \cdot m(t + jT)$$

を生成する測距符号発生器(1)を有し、未知の位相シフト量の m -系列符号 $m(t + xT)$ と測距符号 $C(t)$ との相互相関値を上記相互相関器(2)により算出するようにしている。さらに、得られた相互相関値にオフセット補正を施すオフセット補正回路(3)をも有している。但し、“0”レベルを確定するために、測定期待値 $W_0 = 0$ に設定してある。

第2図は測距符号発生器の構成の一例を示すブロック図であり、 $m = (2^n - 2)$ 個の測定期待値 W_m, \dots, W_2, W_1 をそれぞれ乗算器(11m) ... (112)(111)および加算器(12m) ... (122)(121)を介してパイプライン・レジスタを構成するレジスタ(13m) ... (132)(131)に供給している。そして、上記乗算器(111)(112) ... (11m)には、 m -系列符号は系列符号発生器(14)から出力される基準 m -系列符号が供給されている。また、パイプライン・レジスタを構成する各レジスタの内容は次段の加算器に供給されて、位相シフトが施された状態での加算を行なうようにしている。尚、最も前段の加算器(121)には測定期待値 W_0 に相当する“0”が供給されており、最も後段のレジスタ(13m)の内容がデータ・バスに送出される。

したがって、この実施例においては、全ての測定期待値 W_m, \dots, W_2, W_1 に対して基準 m -系列符号に基づく変調を施すことになるが、それぞれパイプライン・レジスタを構成するレジスタ(131)(132) ... (13m)を通して次段の加算器に供給されるのであるから m -系列符号の1ビットずつずれたタイミングで加算されることになり、最終的に測距符号 $C(t)$ が得られる。そして、 m -系列符号のビット長が長くなっても、乗算器、加算器およびパイプライン・レジスタを構成するレジスタの個数が増加するだけであるから、構成が特に複雑化するという不都合はない。また、測定期待値 W_j の個数を増加させないのであれば、装置の回路規模を変化させなくてもよ

い。

以上の構成の距離測定装置において、未知のシフト量の m -系列符号 $m(t + xT)$ が受信されれば、 $x - 1 < j < x + 1$ を満足する j ビット・シフトの m -系列符号との相互相関値が最大値として得られ、相互相関器(2)から出力される。但し、この相互相関値自体はそのままでは距離に対応する値になっていないので、オフセット補正回路(3)により補正し、必要に応じて距離に変換する処理を施すことにより、距離に対応する値を得ることができる。以上の説明から明らかなように、測定期待値 W_j は任意に設定することが可能である。

<実施例2>

第3図は測定可能範囲を設定する場合を説明する図であり、同図(A)は測定期待値 W_j を、同図(B)は測距符号と m -系列符号との相互相関関数を、それぞれ示している。

測定期待値 W_j は、第3図(A)に示すように、 $0 \leq j \leq 2^n - 2$ の範囲において設定されているのであるが、具体的な値としては、 $j = k_1$ において $W_{k_1} = 1$ であり、 $j = k_2$ において $W_{k_2} = 0$ なるように直線的に変化する値が設定されているとともに、残余の範囲において $W_j = 0$ に設定されている。

したがって、測距符号と m -系列符号との相互相関関数は、 $j = k_1$ において $W_j = 2^n - (k_2 - k_1) / 2$ であり、 $j = k_2$ において $W_j = - (k_2 - k_1) / 2$ であり、しかも $k_1 \leq j \leq k_2$ の範囲において W_j が直線的に変化し、 $j = k_1 - 1$ および $k_2 + j$ の範囲において $W_j = - (k_2 - k_1) / 2$ である。

以上の測距符号 $C(t)$ を用いて距離測定を行なう場合には、測定対象物が $k_1 \leq j < k_2$ の範囲内に存在する場合にはのみ $W_j > - (k_2 - k_1) / 2$ よりも大きい相互相関値が得られる。したがって、第3図(C)に示すように、 $W_j = - (k_2 - k_1) / 2$ の場合における距離 D を $D_{k_2} = CT_{k_1} / l$ 、 $W_j = 2^n - (k_2 - k_1) / 2$ の場合における距離 D を $D_{k_1} = CT_{k_2} / l$ (但し、 $l = W_j$)とすべくオフセット補正を施すことにより測定対象物までの距離を測定することができる。即ち、測定期待値 W_j をこの実施例のように設定しておけば、単にオフセット補正を施すだけで距離を測定することができる。

この実施例においては、 $D_{k_2} \leq D \leq D_{k_1} = CT_{k_2} / l$ の範囲内においてのみ距離測定が可能であることから、この範囲内に入らない障害物、多重反射の影響等を確実に排除することができ、正確な距離測定を行なうことができる。

<実施例3>

第4図はこの発明の距離測定装置の他の実施例の受信部の要部を示すブロック図であり、第1図の実施例と異なる点は、測距符号発生器(1)と相互相関器との間にセレクタ(4)を介在させ、系列符号発生器(5)から出力される所望のビット・シフト量の m -系列符号と測

距符号とを選択的に相互相関器(2)に供給する点のみである。

第5図は系列符号発生器(5)の構成を示すブロック図であり、j個のシフト・レジスタ(511)(512)...(51j)を直列接続しているとともに、出力段のシフト・レジスタからの出力および所定段のシフト・レジスタの出力に基づく排他的論理和演算結果を入力段のシフト・レジスタに供給している。そして、シフト・レジスタ(51j)からの出力をm段の遅延シフト・レジスタ(52)に供給し、セレクトア(53)によりシフト・レジスタ(52)の所望段からの信号を取出すようにしている。但し、シフト・レジスタの段数jは、 $2^j - 1$ mとなる値であり、しかも $2^j - 1$ 回の周期で同一のビット・パターンが繰返すように所定段が設定されている。そして、図示していないが、セレクトア(53)から出力される2値データのうち、“0”レベルを“-1”レベルに変換するための変換回路が設けられている。具体的には、シフト・レジスタ(511)(512)...(51j)が7段であればm-系列符号のビット長が127ビットになる。

したがって、この実施例の場合には、先ず、上記実施例と同様に測距符号C(t)に基づく距離測定を行ない、次いで、測定された距離に基づいて該当するビット・シフト量のm-系列符号を出力すべくセレクトア(53)を制御することにより相互相関値を算出することにより、距離測定精度を高めることができる。

尚、実施例1,2,3において、例えば、乱数、パロワ系列符号等、m-系列符号以外の疑似ノイズであって自己相関特性が強いものを用いて距離測定を行なうことが可能であるほか、任意のビット長の疑似ノイズを採用することが可能であり、その他、この発明の要旨を変更しない範囲内において種々の設計変更を施すことが可能である。

<実施例4>

第8図はこの発明の相対位置測定装置が装着されたグラフィックス表示装置を示す概略斜視図であり、立体視用の眼鏡、フィルタ用の眼鏡等(以下、単に眼鏡と称する)(8)の所定位置に疑似ノイズ送波器(81)が装着されているとともに、CRTディスプレイ装置(9)の両端所定位置に疑似ノイズ受信部(7)が装着されている。そして、上記疑似ノイズ送波器(81)としては、例えば、疑似ノイズとしてのm-系列符号に基づいて2相変調を施した超音波を放射するものが使用される。尚、両疑似ノイズ受信部(7)同士の距離がdに設定されており、各疑似ノイズ受信部(7)と疑似ノイズ送波器(81)との距離をそれぞれI1,I2で示している。

第6図はこの発明の相対位置測定位置の一実施例の受信側の要部を示すブロック図であり、符号長が $2^n - 1$ ビットの基準m-系列符号m(t)を順次1ビットずつシフトされたm-系列符号にそれぞれ互に異なる測定期待値Wj(j=0,1,... $2^n - 2$)を畳み込んでなる系列符号

(以下、測距符号という)C(t)

$$C(t) = \sum_{j=0}^{2^n - 2} W_j m(t + jT)$$

を生成する測距符号発生器(71)と、未知の位相シフト量のm-系列符号m(t+xT)と測距符号C(t)との相互相関値を算出する相互相関器(72)と、得られた相互相関値にオフセット補正を施すオフセット補正回路(73)とを各疑似ノイズ受信部(7)毎に有しているとともに、全ての疑似ノイズ受信部(7)のオフセット補正回路(73)から出力される距離測定信号を入力として相対位置を算出する相対位置算出部(74)を有している。但し、“0”レベルを確定するために、測定期待値W0=0に設定してある。

以上の構成の相対位置測定装置において、未知のシフト量のm-系列符号m(t+xT)が受信されれば、 $x - 1 < j < x + 1$ を満足するjビット・シフトのm-系列符号との相互相関値が最大値として得られ、相互相関器(72)から出力される。但し、この相互相関値自在はそのままでは距離に対応する値になっていないので、オフセット補正回路(73)により補正し、必要に応じて距離に変換する処理を施すことにより、距離に対応する値を得ることができる。

そして、オフセット補正回路(73)から出力される値は相対位置算出部(74)に供給される。この相対位置算出部(74)においては、例えば、予め第7図に示すCRTディスプレイ装置(9)と眼鏡(8)に装着された疑似ノイズ送波器(81)との相対位置および所定の定数(例えば、両疑似ノイズ受信部(7)同士の距離d等)が設定されているのであるから、上記値に基づいて操作者の相対位置を算出できる。この場合において、OA機器が発する騒音に起因する誤動作は確実に排除でき、音声入力インターフェースの誤動作および同一方式のインターフェースとの干渉をも確実に排除でき、相対位置測定精度を高めることができる。

また、グラフィックス表示装置においては、算出された相対位置に基づいて操作者の視線方向を算出し、算出された視線方向に応じて表示図形の透視等を変え、優れた立体表示を達成することができる。

以上の説明から明らかなように、測定期待値Wjは任意に設定することが可能である。

また、測定可能範囲のうち、所望の範囲に対してのみ0以外の測定期待値Wjを設定することにより測定可能範囲を定めることが可能であり、この場合には、相対位置算出の基礎となる距離測定可能範囲をCRTディスプレイ装置(9)の周辺のみ限定して相対位置の測定精度を高めることができる。

<実施例5>

第9図はこの発明の相対位置測定装置の他の実施例の受信側の要部を示すブロック図であり、第6図の実施例と異なる点は、測距符号発生器(71)と相互相関器(72)との間にセレクトア(75)を介在させ、系列符号発生

器 (76) から出力される所望のビット・シフト量の m - 系列符号と測距符号とを選択的に相互相関器 (72) に供給する点のみである。

したがって、この実施例の場合には、先ず、上記実施例と同様に測距符号 $C(t)$ に基づく相対位置測定を行ない、次いで、測定された距離に基づいて該当するビット・シフト量の m - 系列符号を出力すべくセレクタ (75) を制御して相互相関値を算出することにより、距離測定精度を高めることができ、ひいては相対位置測定精度を高めることができる。

尚、実施例 4,5 において、例えば、疑似ノイズ受信部 (7) を 3 箇所以上に装着することにより 3 次元的に相対位置を測定することが可能であるほか、乱数、パロワ系列符号等、 m 系列符号以外の疑似ノイズであって自己相関特性が強いものを用いて相対位置測定を行なうことが可能であり、さらに、任意のビット長の疑似ノイズを採用することが可能であるほか、産業用ロボット等に適用することにより人身事故等を未然に防止することが可能であり、その他、この発明の要旨を変更しない範囲内において種々の設計変更を施すことが可能である。

< 発明の効果 >

以上のように第 1 の発明は、疑似ノイズを測定対象物に向かって放射し、反射されてきた疑似ノイズと、元の疑似ノイズに互に異なる係数を畳み込んでなる畳み込みノイズとその相互相関値を算出するだけでよく、簡単な構成で、かつ短時間で正確な距離測定を行なうことができるという特有の効果奏する。

第 2 の発明は、疑似ノイズを簡単に得ることができ、しかも畳み込みノイズをも簡単に得ることができるという特有の効果奏する。

第 3 の発明は、0 以外の測定期待値を畳み込む範囲を設定しているため、この範囲に基づいて定まる距離範囲以外の物体、多重反射等の影響を排除し、正確な距離測定を行なうことができるという特有の効果奏する。

第 4 の発明は、得られた相互相関値に基づいてどの測定期待値が畳み込まれた m - 系列符号との相互相関値が最大になったのかを検出できるので、該当する測定期待値が畳み込まれた m - 系列符号のビット・シフト量に基づいて測定対象物までの距離を正確に、かつ短時間で測定することができ、しかも m - 系列符号のビット長に余り影響されることなく構成を簡素化できるという特有の効果奏する。

*

* 第 5 の発明は、0 以外の測定期待値を畳み込む範囲を設定しているため、この範囲に基づいて定まる距離範囲以外の物体、多重反射等の影響を排除し、正確な距離測定を行なうことができるという特有の効果奏する。

第 6 の発明は、機器の互に異なる複数箇所では操作者までの距離を測定し、距離測定結果に基づいて相対位置を算出するだけでよく、簡単な構成で、かつ短時間で正確な相対位置測定を行なうことができるという特有の効果奏する。

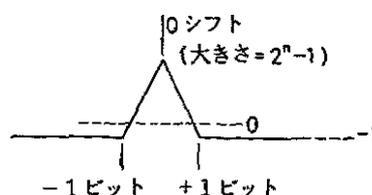
10 第 7 の発明は、疑似ノイズを簡単に得ることができ、しかも操作者の相対位置に応じて視線方向を設定し、表示図形の透視等を簡単に変えることができるという特有の効果奏する。

第 8 の発明は、0 以外の測定期待値を畳み込む範囲を設定しているため、この範囲に基づいて定まる距離範囲以外の物体、多重反射等の影響を排除し、正確な相対位置測定を行なうことができるという特有の効果奏する。

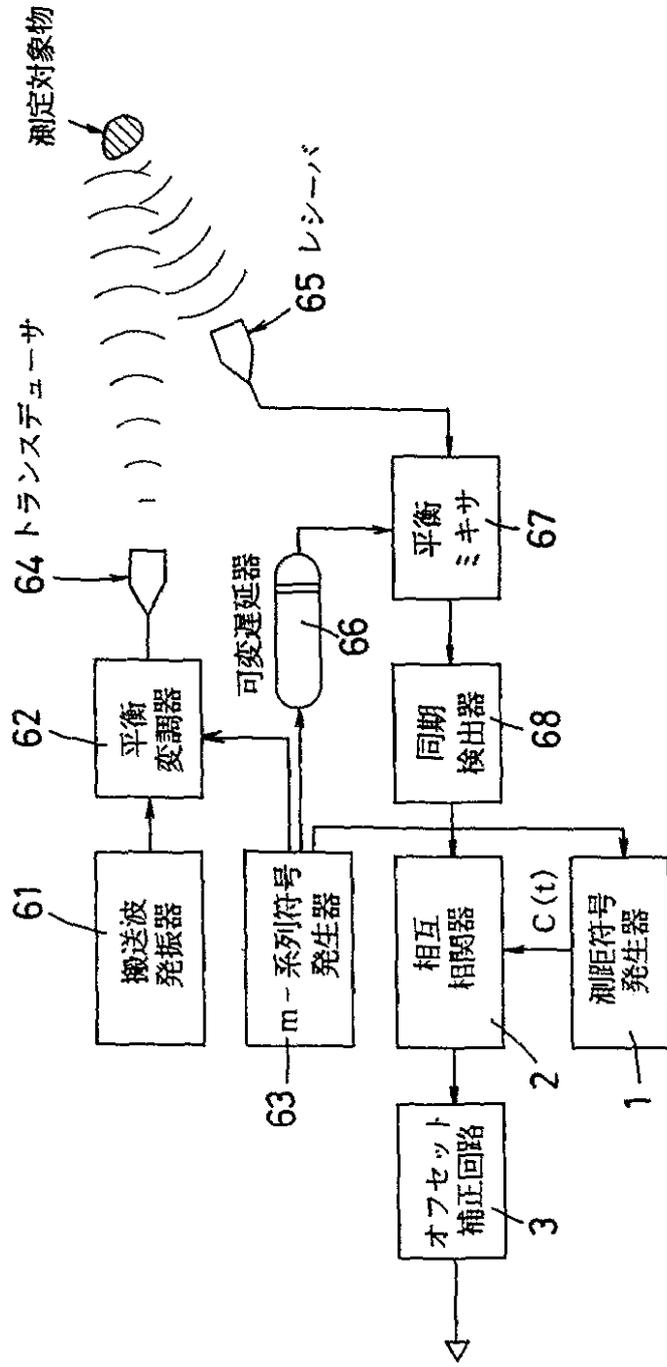
【図面の簡単な説明】

- 20 第 1 図はこの発明の距離測定装置の一実施例を示すブロック図、
第 2 図は測距符号発生器の構成の一例を示すブロック図、
第 3 図は測定可能範囲を設定する場合を説明する図、
第 4 図はこの発明の距離測定装置の他の実施例の受信部の要部を示すブロック図、
第 5 図は系列符号発生器の構成を示すブロック図、
第 6 図はこの発明の相対位置測定装置の一実施例の受信側の要部のみを示すブロック図、
30 第 7 図は機器と操作者との相対位置および所定の閾値を示す図、
第 8 図はこの発明の相対位置測定装置が装着されたグラフィックス表示装置を示す概略斜視図、
第 9 図はこの発明の相対位置測定装置の他の実施例の受信側の要部を示すブロック図、
第 10 図は m - 系列符号について新たに見出した性質を説明する概略図、
第 11 図は m - 系列符号を用いた距離測定装置の従来例を示すブロック図、
40 第 12 図は m - 系列符号に関する既知の性質を説明する図。

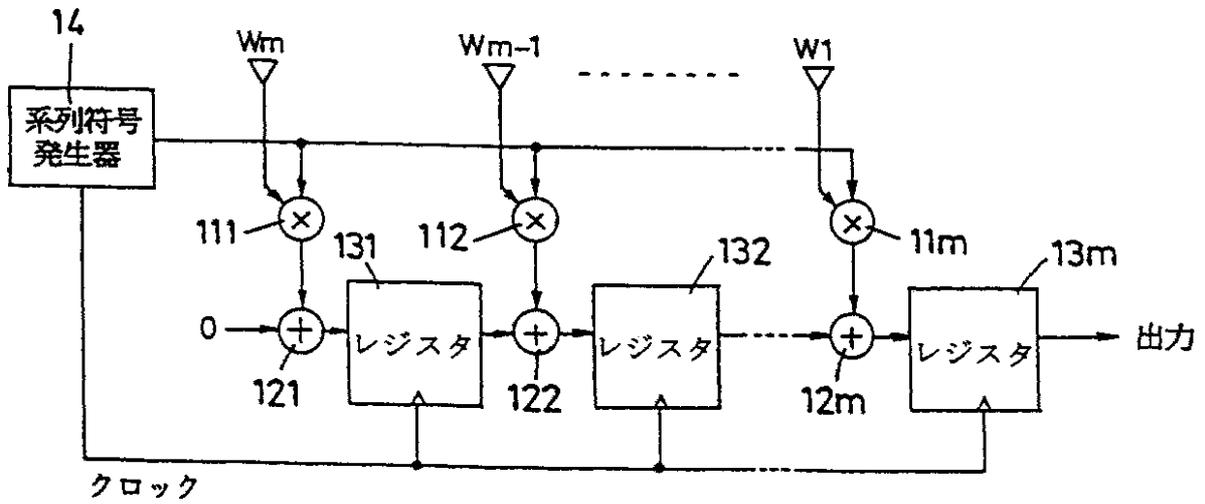
【第 1 2 図】



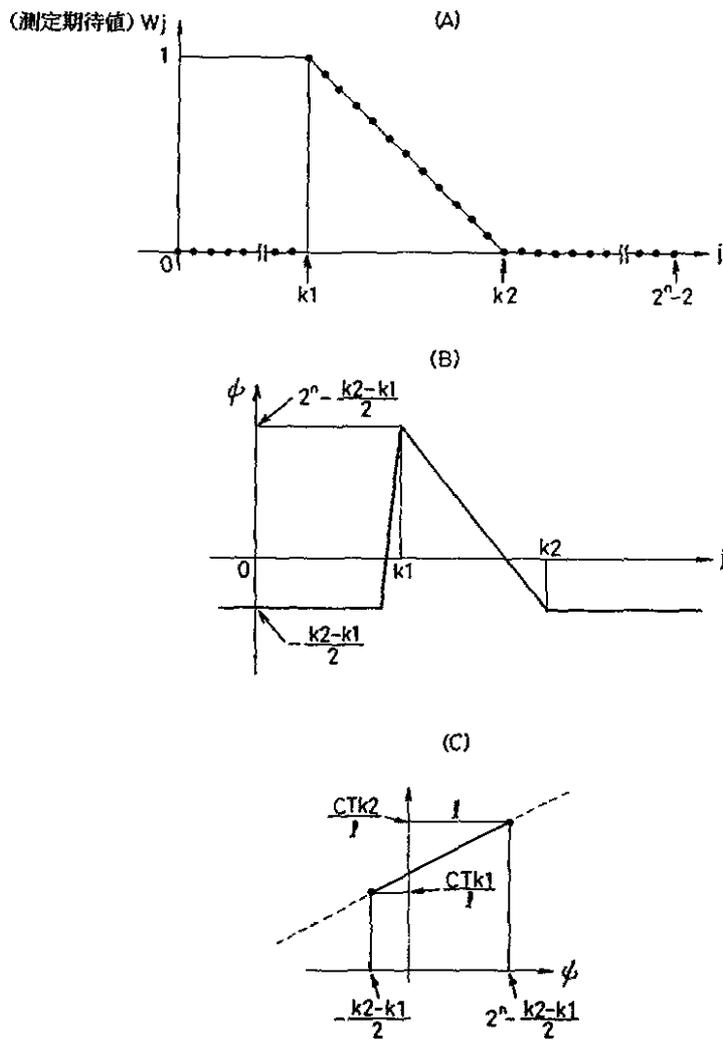
【第1図】



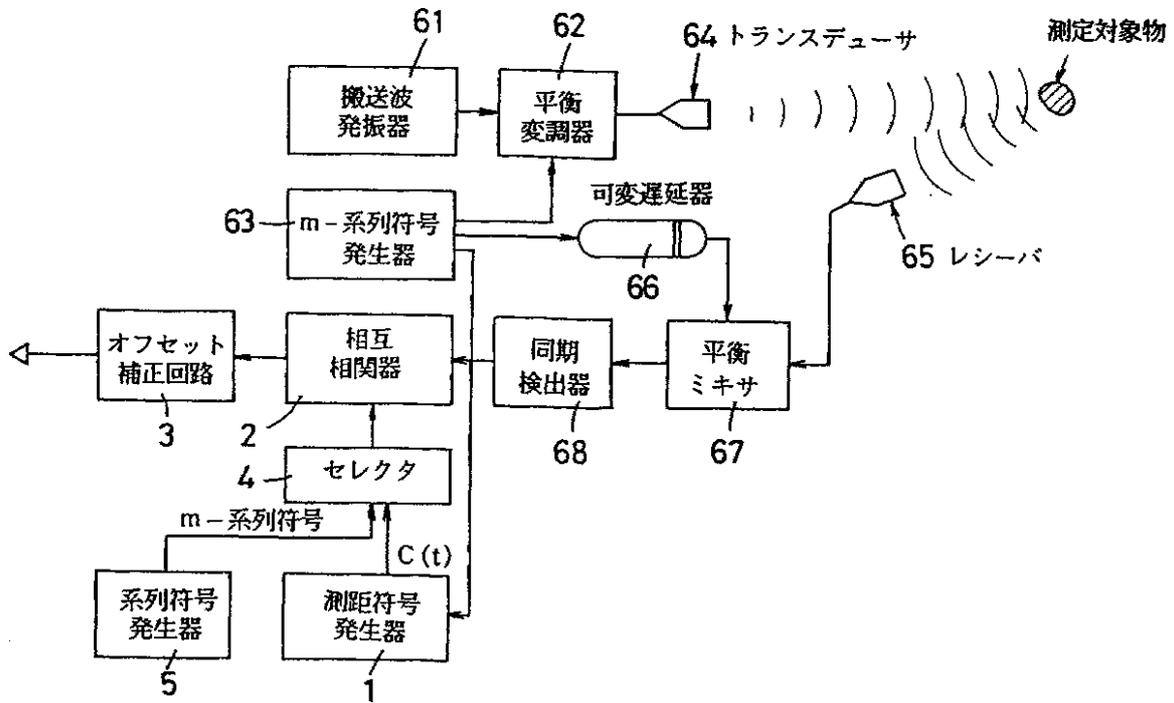
【第2図】



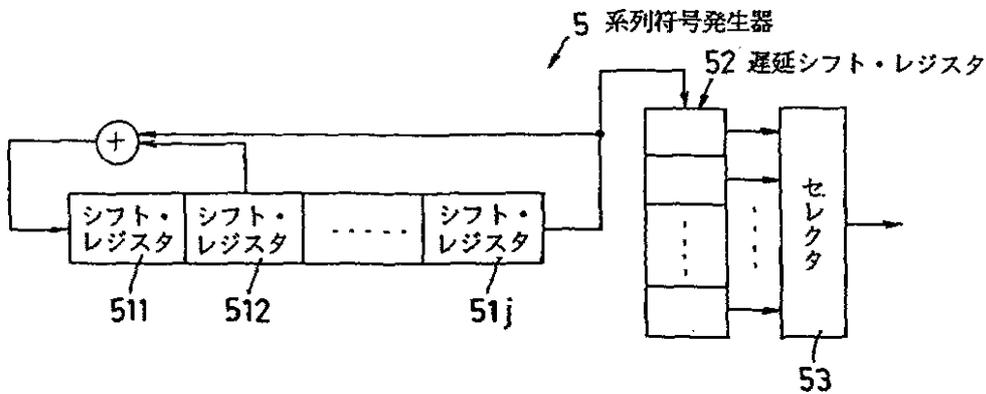
【第3図】



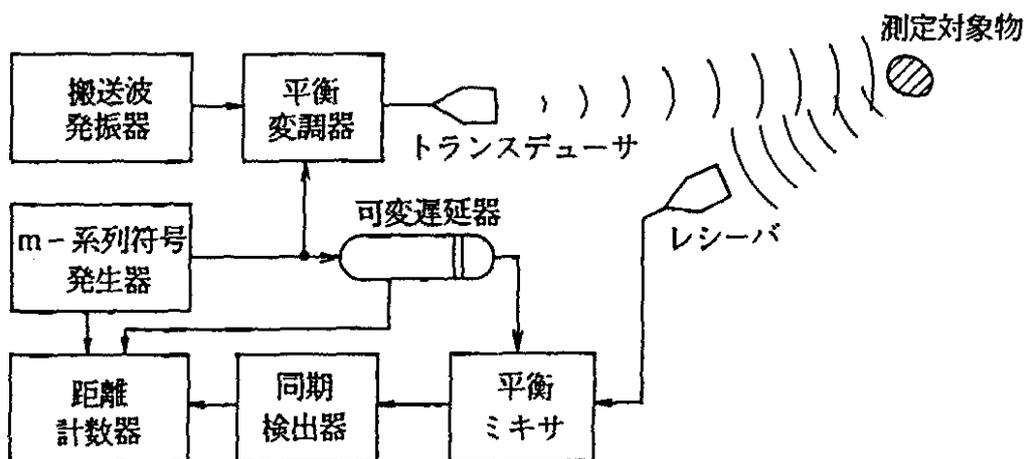
【第4図】



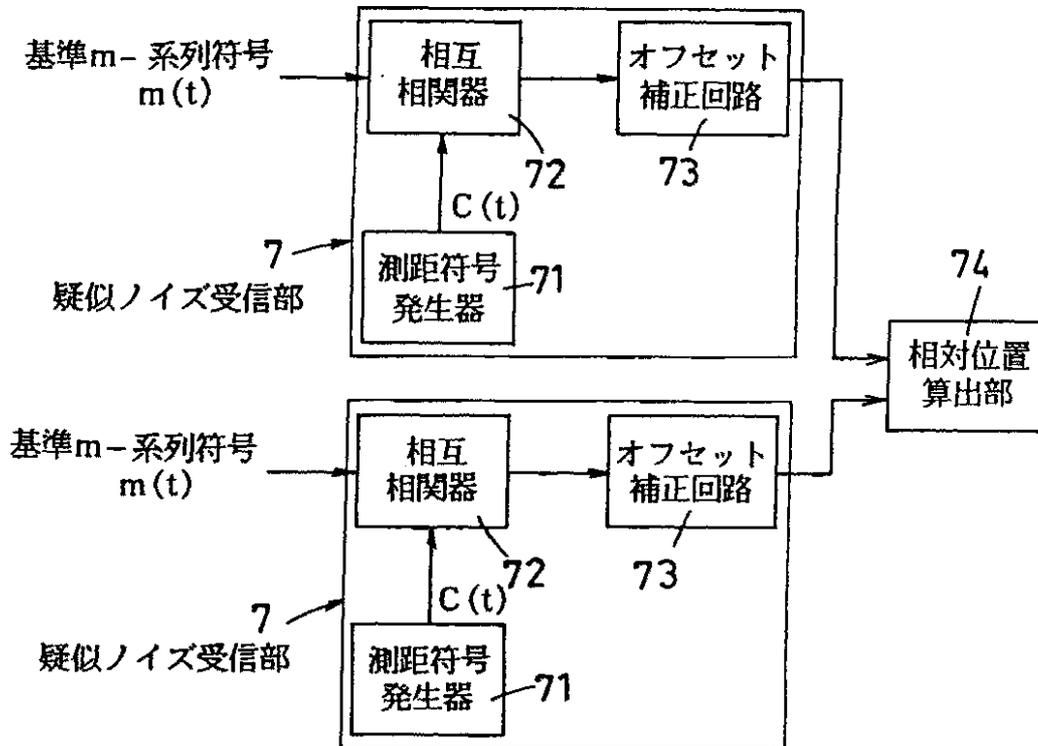
【第5図】



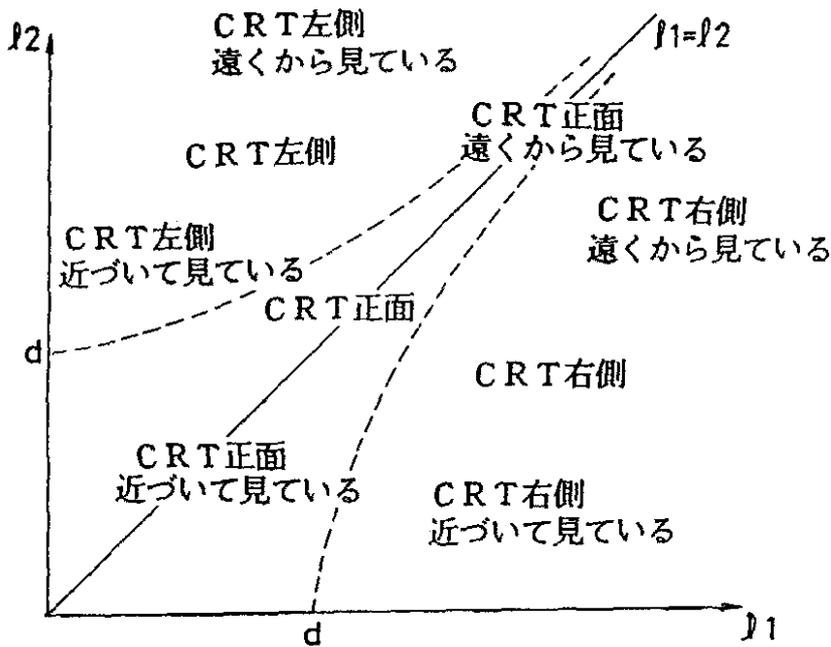
【第11図】



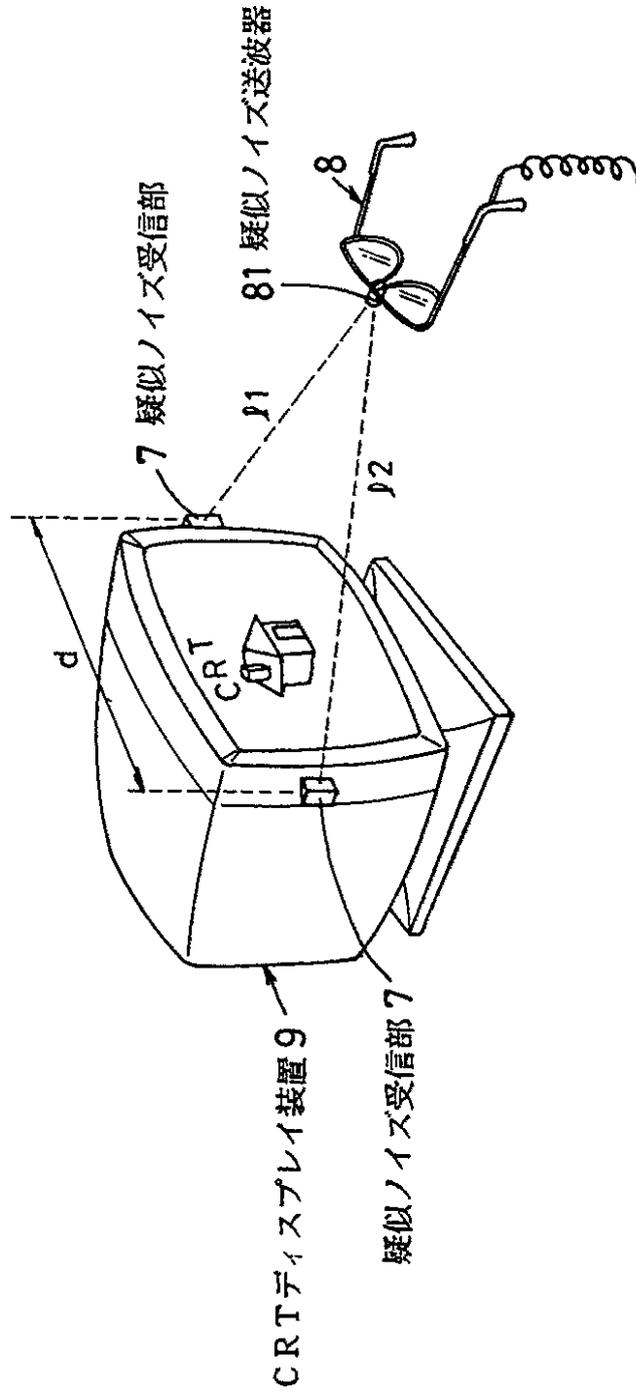
【第6図】



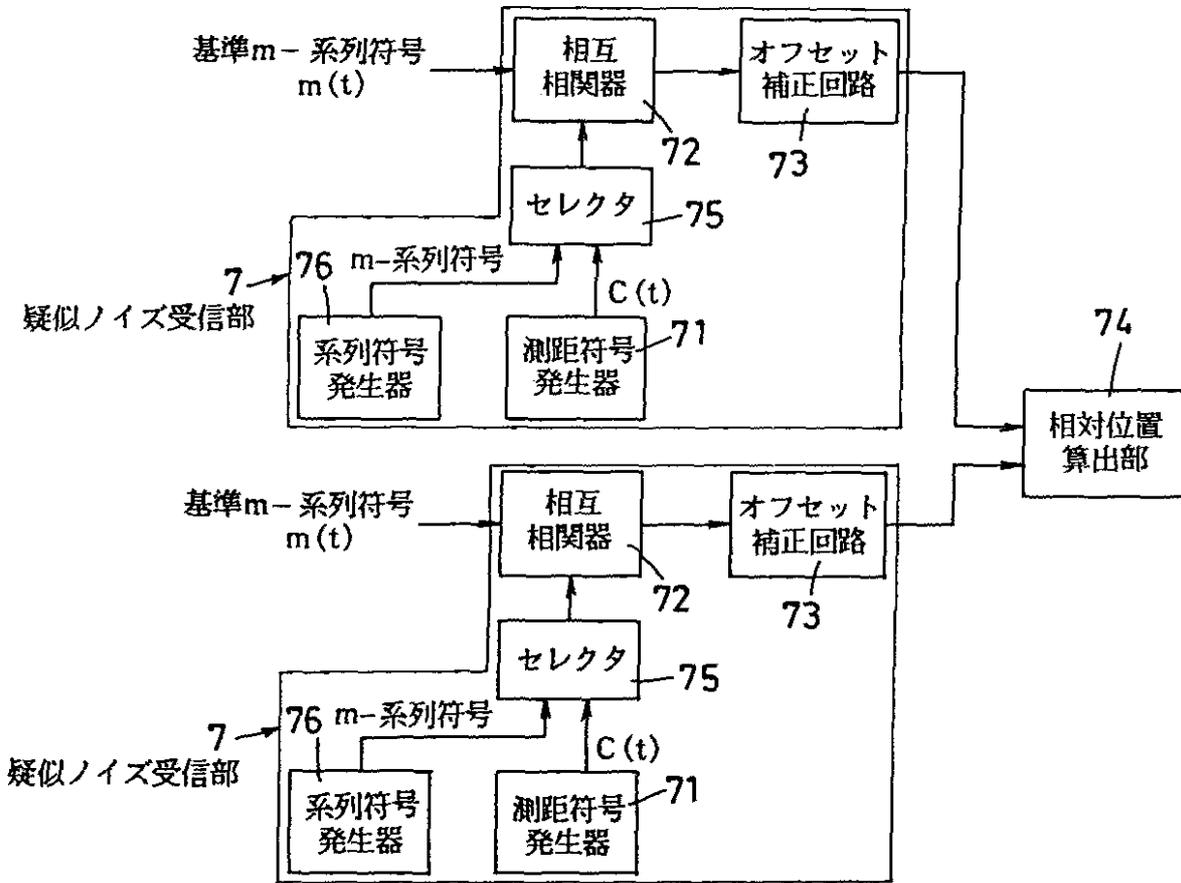
【第7図】



【第8図】



【第9図】



【第10図】

