(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2006 年10 月26 日 (26.10.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/112433 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 13/08 (2006.01) *H04L 25/49* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/308031

(22) 国際出願日: 2006 年4 月17 日 (17.04.2006)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2005-120111 2005 年4 月18 日 (18.04.2005) JP
特願2006-029245 2006 年2 月7 日 (07.02.2006) JP
特願2006-111599 2006 年4 月14 日 (14.04.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社 (THE FURUKAWA ELECTRIC CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目６番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 青柳 靖 (AOYAGI, Yasushi) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目６番１号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 上村 和孝 (KAMIMURA, Kazutaka) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目６番１号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 松下 亮 (MATSUSHITA, Makoto); 〒1010032 東京都千代田区岩本町３丁目２－２マルトモ東京ビル９階 Tokyo (JP).

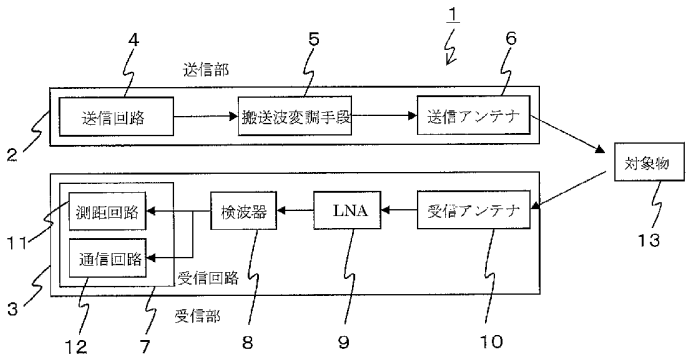
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: RANGE-FINDING COMMUNICATION COMPLEX SYSTEM

(54) 発明の名称: 測距・通信複合システム



2 TRANSMITTING UNIT
4 TRANSMITTING CIRCUIT
5 CARRIER MODULATING MEANS
6 TRANSMITTING ANTENNA
3 RECEIVING UNIT
11 RANGE-FINDING CIRCUIT
12 COMMUNICATION CIRCUIT
7 RECEIVING CIRCUIT
8 DETECTOR
10 RECEIVING ANTENNA
13 OBJECT

(57) Abstract: A range-fining communication complex system in which a range-finding function and a communication function are combined and signals are integrally processed. The range-finding communication complex system (1) comprises a transmitting unit (2) and a receiving unit (3), and two functions, i.e., a range-finding function and a communication function are integrated. The transmitting unit (2) is composed of a transmitting circuit (4), carrier modulating means (5), and a transmitting antenna (6). The receiving unit (3) is composed of a receiving circuit (7), a detector (8), a low-noise amplifier (LNA) (9), and a receiving antenna (10). Data modulation is carried out by the transmitting circuit (4) by PPM. In the receiving circuit (7), a range-finding circuit (11) and a communication circuit (12) are separately provided to enable parallel demodulation for range finding and communication.

[続葉有]

WO 2006/112433 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 測距機能と通信機能とを一体化して処理可能な測距・通信複合システムを提供する。 本発明の測距・通信複合システム１は、送信部２と受信部３から構成されており、測距と通信の２つの機能を統合化している。送信部２は、送信回路４、搬送波変調手段５、及び送信アンテナ６から構成されており、受信部３は、受信回路７、検波器８、低雑音増幅器（LNA）９、及び受信アンテナ１０から構成されている。送信回路４で行われるデータ変調は、PPM方式を用いている。また、受信回路７は測距と通信の復調処理を並列して行えるよう、測距回路１１と通信回路１２を別々に設けている。

明 細 書

測距・通信複合システム

技術分野

[0001] 本発明は、測距・通信複合システムの技術分野に関するものである。

背景技術

[0002] 電波を用いた距離測定、すなわちレーダ機能は既に多くの技術が開示されている。例えば、測距機能として単調に繰り返し送信されるパルスを用いたレーダ等が知られている。

[0003] また、近年新しいコンセプトの無線通信技術として、数GHzの帯域を利用した超広帯域無線システムであるUWB(Ultra Wide Band)無線システムが注目されている。

[0004] UWBは、パルス幅がナノ秒程度かそれ以下の超短パルス波を利用したインパルス無線方式である。該インパルスの位置や、位相、振幅などに情報を変調することで通信が可能となる。

[0005] さらに、UWB無線システムではインパルスの送信した時間と該送信波が所定の物体表面で反射し、再び送信源で受信されるまでの時間を計測することによって、所定の物体とUWB波送信源間の測距が高精度に可能であるという特徴がある。

[0006] 一方、測距機能と通信機能を同時に実現する装置の開発も進められており、例えば特許文献1では両機能を同じ装置で実現している。特許文献1では、無線通信装置を用いたデータ通信を行うにあたって、他の無線通信等との干渉を回避するために、予め測距機能を用いて通信範囲を決定し、それに基づいて送信出力を決定するようにしている。

特許文献1:特開2003－174368号

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、測距機能と通信機能を同時に実現する従来の装置では、測距機能を有する装置と通信機能を有する装置を別々に用意して組み合わせていた。あるいは、両機能を持つ装置を一体化しているが、両機能を同時に使用可能とするのではな

く、切り替えて用いるようにしていた。

[0008] そのため、装置を小型・軽量化するのが困難という問題があった。また、両者の機能を同時に使うことができないために、たとえば通信中に通信相手の移動を知る、といったより高度な利用方法が実現できなかった。

[0009] また、測距機能に用いる周波数帯と通信機能に用いる周波数帯とが異なるため、それぞれの送受信機能が必要になるといった問題もあった。

[0010] そこで、本発明はこれらの問題を解決するためになされたものであり、測距機能と通信機能とを一体化して処理可能な測距・通信複合システム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

[0011] この発明の測距・通信複合システムの第1の態様は、所定のインパルス信号を生成する信号生成手段と、前記インパルス信号を所定の搬送波でアップコンバートして送信信号を生成する搬送波変調手段と、前記送信信号を送信する送信アンテナと、前記送信信号が対象物で反射されて再び到着した信号を受信する受信アンテナと、前記受信アンテナで受信した受信信号を増幅する増幅手段と、前記増幅手段の出力からインパルス信号を検波する検波手段と、前記検波手段で検波された前記インパルス信号を入力して所定の処理を行う受信回路とを備え、前記受信回路は測距手段と通信手段とを有していることを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0012] 第2の態様は、前記受信回路が、前記測距手段と前記通信手段とを並行して処理できるようにしたことを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0013] 第3の態様は、前記信号生成手段が、パルス幅が1nsec程度の超広帯域ベースバンドインパルスを生成することを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0014] 第4の態様は、前記信号生成手段が、PPM(Pulse Position Modulation)インパルスを用いてデータを変調することを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0015] 第5の様態は、前記インパルス信号のパルス繰り返し周期が、前記PPM変調のための時間スロットの内最大の遅延時間と、前記信号生成手段の最小パルス繰り返し周期の和より大きく、且つ、前記最小パルス繰り返し周期より前記時間スロットの最大遅延時間が小さいことを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0016] 第6の態様は、前記信号生成手段が、前記データを変調するのに先立って、所定の個数のインパルス列からなるプリアンブル信号を生成することを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0017] 第7の態様は、前記測距手段が、アナログ・ディジタル変換器と複数のレンジビンを備え、前記検波手段で検波された前記インパルス信号の振幅を、所定のタイミング毎に前記アナログ・ディジタル変換器によりディジタル値に変換して前記各レンジビンにサンプリングし、前記レンジビンのサンプリング値のうち最大となる前記レンジビンから距離を算出することを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0018] 第8の態様は、前記アナログ・ディジタル変換器が、前記検波手段で検波された前記インパルス信号の振幅を離散多値データ(多ビットディジタル信号)に変換することを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0019] 第9の態様は、前記測距手段によるサンプリングが、前記PPM変調による遅延時間だけ遅らせて開始され、前記レンジビンに蓄積される振幅データの分解能を補完するよう決定された所定の時間幅(オフセット)ずつ、タイミングをずらしながら行われることを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0020] 第10の態様は、前記通信手段が、高速比較器とDACを備え、前記検波手段で検波された前記インパルス信号を、前記高速比較器で前記DACの出力と比較して2値化することによりデータ復調を行うことを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0021] 第11の態様は、前記通信手段が、前記プリアンブル信号に基づいて前記データ復調を開始することを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0022] 第12の態様は、前記信号生成手段が、連続する2つのインパルスを1組として第二番目のインパルスに対して前記データ変調を行うことを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0023] 第13の態様は、前記連続する2つのインパルスの第一番目のインパルスが、直前の前記1組のインパルスの第二番目のインパルス乃至は、該第二番目のインパルスの次に生成されるパルスであることを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0024] 第14の態様は、前記信号生成手段が、前記インパルス信号を生成すると同時にトリガパルスを生成して前記測距手段に送出することを特徴とする測距・通信複合システ

ムである。

[0025] 第15の態様は、前記通信手段が、前記測距手段で算出された前記距離に基づいて前記送信信号の反射波を検知し、前記反射波を除いて前記データ復調を行うことを特徴とする測距・通信複合システムである。

[0026] 第16の態様は、前記通信手段が、前記高速比較器からの出力の立ち上がり間隔が適切となるよう前記高速比較器の閾値を制御することを特徴とする測距・通信複合システムである。

発明の効果

[0027] 以上説明したように本発明によれば、測距機能と通信機能とを一体化して処理可能な測距・通信複合システムを提供することできる。その結果、測距機能によって通信相手を検知すると同時に通信を開始することが可能となる。

[0028] またこの発明によれば、通信中に通信相手が移動した場合にも、測距機能で通信相手の移動を直ちに検知することが可能となり、通信を適切に処理させることが可能となる。

[0029] さらにこの発明によれば、測距機能に使われる電力の面において、通信のためのPPM変調により一種のディザー効果(電力がランダムに周波数拡散される)が得られることから、単調に繰り返し送信されるパルス方式に比べて、ピーク電力の平均値を下げることができ、スペクトルマスクの厳しい(許容される電力値が低い)UWBには有効な方法となる。

[0030] さらにこの発明によれば、パルス生成器の最小繰り返し周期が比較的長い場合においても、データ変調を高速に行うことが可能となる。

[0031] さらに、本発明の信号生成手段により、連続する2つのインパルスを1組として第二番目のインパルスに対してデータ変調を行わせるようにする場合には、低繰り返し周期のインパルスレーダにおいても、高速データレートに対応させた通信を実現することが可能となる。また、インパルスを変調することによりレーダパルスのスクランブル効果が得られ、その結果レーダセンサ間の干渉を低減できるといった効果も得られる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]図1は、本発明の実施の形態に係る測距・通信複合システムの概略の構成を示

すブロック図である。

[図2]図2は、PPM方式により生成されるインパルス信号の例を示す図である。(a)は基本周期Tで生成されるインパルスを示す図であり、(b)は基本周期TよりdTだけ遅れて生成されるインパルスを示す図である。

[図3]図3は、測距回路の一実施形態を示すブロック図である。

[図4]図4は、サンプリングクロックにオフセットを付加してサンプリングを行う一実施例を示す図である。

[図5]図5は、通信回路の概略構成を示すブロック図である。

[図6]図6は、通信回路の演算処理器における処理の流れを説明する図である。

[図7]図7は、通信回路の演算処理器における別の処理の流れを説明する図である。

[図8]図8は、逐次復号モードを用いた場合の演算処理器による処理の別の実施例におけるデータ復調の一例を示す図である。

[図9]図9は、逐次復号モードを用いた場合の演算処理器における処理の流れの別の実施例を示す図である。

[図10]図10は、追尾復号モードの場合の演算処理器における処理の流れの別の実施例を示す図である。

[図11]図11は、別の実施形態の送信回路で行われるデータ変調の1実施例を示す図である。

[図12]図12は、別の実施形態において変調インパルスを送信するタイミングを決定するためのアルゴリズムを示す流れ図である。

[図13]図13は、別の実施形態の通信回路の演算処理器で行われる処理の流れを示す図である。

[図14]図14は、通信回路において反射インパルス信号を除去するようにした一実施例を示す図である。

[図15]図15は、干渉除去のための制御アルゴリズムを示す流れ図である。

[図16]図16は、送受信器の例の全体構成を示す概略図である。

[図17]図17はパルス生成部111で用いられるパルスパターン121及びパルス生成部111で生成されるインパルス信号122の一例を示す。

[図18]図18は、インパルス信号とスイッチを開閉させるための制御用信号及びスイッチの開閉動作の応答の一例を示す。

[図19]図19は、スイッチのアイソレーション特性の一例を示す。

[図20]図20は、AD変換器でバイポーラパルスの山と谷をサンプリングするタイミングを模式的に示す。

[図21]図21は、レーダ復調部を追加した送受信器の例の全体構成を示す概略図である。

符号の説明

[0033] 1・・・測距・通信複合システム

2・・・送信部

3・・・受信部

4・・・送信回路

5・・・搬送波変調手段

6・・・送信アンテナ

7・・・受信回路

8・・・検波器

9・・・低雑音増幅器(LNA)

10・・・受信アンテナ

11・・・測距回路

12・・・通信回路

13・・・対象物

21・・・タイミング設定手段

22・・・アナログ・ディジタル変換器

23、23a・・・ レンジビン

24・・・距離検知手段

31、32・・・サンプリングクロック

33・・・オフセット

41・・・高速比較器

42・・・演算処理器

43・・・DAC

51・・・基準インパルス

52・・・変調インパルス

53・・・期間

54・・・シリアルデータビット列

65・・・復調データ

71・・・自局干渉波除去手段

101・・・送受信器

102、172・・・デジタル回路部

103・・・送信回路部

104、177・・・送信アンテナ

105、161・・・受信回路部

106・・・受信アンテナ

107、175・・・高周波発信器

108、176・・・キャリア信号

111・・・パルス生成部

112、132, 133、174・・・ミキサ

113、167・・・スイッチ

121・・・パルスパターン

122、173・・・インパルス信号

123・・・パルス幅

124・・・インパルス信号間の時間間隔

125・・・制御用信号

126・・・スイッチの閉状態の割合

127・・・アイソレーション特性

131、164・・・IQ復調器

134・・・位相調整部

135、136・・・LPF

137、138、139、140、165、166・・・AD変換器

141、142・・・遅延時間設定部

151・・・受信信号

152・・・I成分

153・・・Q成分

154、168・・・タイミング

162・・・レーダ復調部

163・・・データ復調部

169…送信信号

発明を実施するための最良の形態

[0034] 図面を参照して本発明の好ましい実施の形態における測距・通信複合システムの構成について詳細に説明する。なお、同一機能を有する各構成部については、図示及び説明簡略化のため、同一符号を付して示す。

[0035] 図1は、本発明の実施の形態に係る測距・通信複合システムの概略の構成を示すブロック図である。本発明の測距・通信複合システム1は、送信部2と受信部3から構成されており、測距と通信の2つの機能を統合化している。送信部2は、送信回路4、搬送波変調手段5、及び送信アンテナ6から構成されており、受信部3は、受信回路7、検波器8、低雑音増幅器(LNA)9、及び受信アンテナ10から構成されている。

[0036] 本発明の測距・通信複合システム1では、超広帯域インパルス方式で送受信を行う。送信回路4において、所定のタイミングで0.5～1ns程度のベースバンドインパルスを生成し、これを搬送波変調手段5において所定の高周波数帯域、例えば24GHzの搬送波でアップコンバートして送信アンテナ6から送信する。

[0037] 一方、受信アンテナ10で受信された受信信号は、低雑音増幅器(LNA)9で増幅され、検波器8、例えばダイオード検波器に入力される。検波器8で検波されたインパルス信号は、受信回路7において測距と通信の復調処理が行われる。

[0038] 本発明の測距・通信複合システム1では、測距と通信の復調処理を並列して行えるようにしている。これを実現するために、受信回路7では測距回路11と通信回路12を

別々に設けている。

[0039] 送信回路4で行われるデータ変調は、PPM(Pulse Position Modulation)方式を用いて行っている。PPM方式により生成されるインパルス信号の例を図2に示す。PPM方式のインパルス信号は、所定の基本周期Tでインパルス(a)を生成、あるいは基本周期Tより微小時間dTだけ遅らせてインパルス(b)を生成している。ここで、微小時間dTは基本周期Tより十分短い時間である。

[0040] さらに、基本周期Tは、「PPM変調のための時間スロットdT(2値の場合。多値ではdTの整数倍)」と、パルス送信から次のパルス送信までの信号生成手段として定義できる、「最小パルス繰り返し周期」の和よりも大きい。

[0041] PPM方式では、図2に示す通り、基本周期Tで生成されるインパルス(a)と、基本周期TよりdTだけ遅れて生成されるインパルス(b)の2種類があり、例えば前者のインパルス(a)に“0”、後者のインパルス(b)に“1”を割り当てている。送信回路4では、前記所定のタイミングで、変調するデータに応じてインパルス(a)かインパルス(b)のいずれかを割り当てる。

[0042] PPM方式のインパルス信号は、図2に示す“0”か“1”の2値だけでなく、dT単位で多値化することも可能である。例えば、2桁のディジタル符号を送付する場合は、符号”00”、”01”、”10”、”11”にそれぞれ、送信タイミングn×T、n×T+dT、n×T+2×dT、n×T+3×dT、を割り当てることで多値化できる。

[0043] この場合、時間スロットの最大値は3dTとなり、このときの基本周期Tは、3dTと最小パルス繰り返し周期の和よりも大きい。

$$T \geqq \{3dT + [\text{最小パルス繰り返し周期}]\}$$

また、$3dT \ll T$である。

[0044] また、通信回路12がプリアンブルを認識するよう構成されている場合には、通信データ送信時に、該通信データに先立って周期Tで同期補足用パルスを所定の回数送信する。

[0045] 次に測距回路11について、図3を用いて以下で説明する。本発明の測距・通信複合システム1では、送信部2から送信された前記インパルス信号が、対象物13で反射されて受信部3で受信されるまでの所要時間を検知し、該所要時間から対象物13まで

の距離を判定している。図3は測距回路の一実施形態を示すブロック図であり、タイミング設定手段21、アナログ・ディジタル変換器(ADC)22、レンジビン23、及び距離検知手段24とを備えている。

[0046] タイミング設定手段21は、送信部2からインパルスが送信される時刻を0として、所定のサンプリング周期でADC22に対しサンプリングを行わせるためのクロック信号を出力する。但し、送信回路4によるデータ変調において、dT の遅延が付加された場合には、サンプリング開始時刻をdTだけ遅延させる。これによって、パルス毎のPPMデータ変調の影響を除去することができる。

[0047] ADC22は、タイミング設定手段21から前記サンプリング周期毎に出力されるクロック信号に従って、検波器8からインパルス検波結果を入力してアナログからディジタルに変換する。ADC22は、高速、広帯域のアナログ・ディジタル変換器であり、該広帯域としては送信回路4で生成されるインパルスのベースバンド帯域と同程度を有している必要がある。

[0048] 検波器8からADC22に入力される前記インパルス検波結果は、受信したインパルスの振幅値であり、該振幅値をADC22でディジタル値に変換している。ディジタル変換された振幅値は、所定のビット数に離散化された離散多値振幅データ(多ビットディジタル信号)である。

[0049] ADC22のサンプリング速度が十分でない場合には、タイミング設定手段21で設定されるサンプリングクロックに周期的なオフセットを付加することにより、等価的なサンプリングを行わせることが可能である。図4に、前記サンプリングクロックに前記オフセットを付加してサンプリングを行わせる一実施例を示す。

[0050] 図4において、第1回目のサンプリングクロック31に対し、第2回目のサンプリングではクロック32をクロック31よりオフセット分33だけ遅らせている。以下同様に、所定の回数だけサンプリングクロックをオフセット分33ずつ遅らせてサンプリングを行う。これにより、ADC22のサンプリング速度を考慮してサンプリングクロックの間隔を長くした場合でも、受信したインパルス信号を適切に検知することが可能となる。

[0051] レンジビン23は、受信したインパルス信号を前記サンプリング周期でサンプリングする所定のサンプリング回数分だけ設けられている。該所定のサンプリング回数は、こ

れにサンプリング周期をかけて得られる時間長が、測距範囲とする最大距離に対応するように決められる。サンプリングが開始されると、ADC22でディジタル化された振幅値を先頭のレンジビンから順に記憶させていく。

[0052] 複数のインパルス信号を受信して測距を行う場合には、各インパルス信号のサンプリングを開始する度に、レンジビン23の先頭から順に前記振幅値を加算していく。そして、前記振幅値の加算を所定の回数実施すると、各レンジビン23に蓄積された前記振幅値の各々の加算値を前記所定の回数で除することでレンジビン23毎の平均値を算出し、これを同じレンジビン23に記憶させる。前記振幅値の加算を行う前記所定の回数を、レンジビン23毎に個別に設定してもよい。

[0053] 上記の通り各レンジビン23に記憶させた前記振幅値あるいは前記振幅値の平均値は、距離検知手段24においてそれぞれ所定の閾値と比較され、該閾値を超える振幅値あるいは振幅値の平均値が検知されると、検知されたレンジビン23の位置から距離が判定される。

[0054] 距離検知手段24による別の測距方法として、レンジビン23に保存された振幅値あるいは振幅値の平均値の中から前記閾値を超えるものが検知されると(該レンジビンを23aとする)、該振幅値あるいは該振幅値の平均値の大きさから対象物13までの距離を推定することが可能である。すなわち、対象物13までの距離が大きくなるにつれて、前記振幅値あるいは前記振幅値の平均値は小さくなることから、前記振幅値あるいは前記振幅値の平均値から対象物13aまでの距離を推定することが可能となる。

[0055] よって、上記の検知されたレンジビン23aの位置から推定される対象物13までの距離と、レンジビンン23aに保存されている振幅値から推定される距離とを比較することにより、推定された距離が適切か否かを判定することが可能となる。推定された距離が適切と判断されると、分解能の高い方の距離を用いるのが望ましい。

[0056] 本発明の測距・通信複合システム1では、上記のようにして検知されたレンジビンン23aの位置は、通信回路12に送出されて同期確立のための基礎データとして利用される。

[0057] 次に、通信回路12について、図面を用いて以下で説明する。図5は、通信回路12の概略構成を示しており、高速比較器(コンパレータ)41と演算処理器42、及びDAC4

3から構成されている。高速比較器41は、受信信号をアナログ値のまま直接入力し、これをDAC43の出力である、所定の閾値と比較することによって、1か0の2値化を行っている。ここで用いられる前記閾値はDAC43を制御することで可変としており、前記演算処理器42により容易に変更できるようにしている。

[0058] 通信の場合には、プリアンブル信号を用いて同期検出を行う追尾復号モードと、同期検出を行わない逐次復号モードがある。以下では、まず同期検出を行わない逐次復号モードを説明し、その後に同期検出を行う追尾復号モードを説明する。

[0059] 同期検出をしない逐次復号モードを用いた場合、演算処理器42では図6に示すような処理が所定の周期(T'とする)で行われる。以下では、図6を用いて演算処理器42における処理の流れを説明する。

[0060] 所定の周期T'に達すると、ステップS1ではまず「カウント開始トリガ」がすでに設定されているか否かを判定する。「カウント開始トリガ」がすでに設定されている場合には、ステップS6以降のデータ変調の処理に進む一方、「カウント開始トリガ」が未設定の場合にはステップS2以降の「カウント開始トリガ」の設定処理に進む。

[0061] まず、「カウント開始トリガ」が未設定の場合には、ステップS2において、高速比較器41から入力した2値化されたデータ(以下では"1"を"H"で表し、"0"を"L"で表すものとする)が"H"か否かを判定する。"H"でない場合は、処理を終了して次のデータの入力を待つ。

[0062] "H"が入力された場合には、ステップS3においてこの時のパルス立ち上がりタイミングを「カウント開始トリガ」として記憶する。

[0063] ステップS5では、「周期カウンタ」(以下ではMとする)を0に初期化することにより、カウントを開始する。ここでのカウントは、ステップS6で周期T'毎に毎回実施される。

[0064] 次に、「カウント開始トリガ」がすでに設定されている場合には、まずステップS6で「周期カウンタ」Mに1を加算してカウントする。

[0065] 続いてステップS7では、カウント値Mが周期Tに相当する回数であるか否かを判定する。即ち、M×T'=Tが成立するか否かを判定し、成立する場合にはステップS8へ、また成立しない場合にはステップS12へ進む。

[0066] ステップS8では、「周期カウンタ」Mを再び0に初期化する。これは、一周期T分のサン

プリングを終了し、次の周期のサンプリングを開始するためである。

[0067] ステップS9では、高速比較器41から入力した2値化されたデータが”H”か否かを判定する。そして、入力データが”H”の場合には、次のステップS10において受信データとして“0”を復調する。

[0068] 一方、ステップS9において入力データが”H”でないと判定された場合には、ステップS11で「データ識別カウンタ」(以下ではNとする)を0に初期化する。これは、dT後のインパルス、すなわち図2(b)のPPM信号をサンプリングするために設定するものである。

[0069] 次に、ステップS7においてM×T’＝Tが成立しない場合には、ステップS12においてまず、通信相手、すなわち対象物13の移動が検知され、且つカウント開始トリガがdTよりも小さな範囲のずれを生じたか否かを判定する。

[0070] ステップS12の判定が成立する(Y)場合には、ステップS13で「周期カウンタ」Mをリセット(0に初期化)して終了する。また、ステップS12の判定が成立しない(N)場合には、ステップS14以降の処理に進み、図2(b)に示すPPM信号のサンプリング処理を行う。

[0071] ステップS14では、「周期カウンタ」M及び「データ識別カウンタ」Nをそれぞれカウントする。そして、ステップS15において「データ識別カウンタ」NがdTの時間に相当する回数であるか否かを判定する。即ちM×T’＝dTが成立するか否かを判定する。

[0072] ステップS15で判定が成立する場合には、次にステップS16で高速比較器41からの入力データが”H”か否かを判定する。そして、入力データが”H”の場合にはステップS17において受信データとして“1”を復調する。また、入力データが”H”でない場合には、図2(b)に示すPPM信号が検知されなかったと判断して、ステップS19で「カウント開始トリガ」をクリアする。

[0073] 一方ステップS15で判定が成立しなかった場合には、ステップS18でサンプリング時間がdTを経過しているか否かを判定し、経過している場合にはステップS19で「カウント開始トリガ」をクリアする。「カウント開始トリガ」がクリアされると、再びステップS2で高速比較器41からの入力データが”H”となり、ステップS3で「カウント開始トリガ」が設定されるのを待つ。

[0074] 通信方式として、プリアンブル信号を用いて同期検出を行う追尾復号モードの場合

について、図7を用いて演算処理器42における処理の流れを説明する。

[0075] 図7に示す処理の流れは、基本的には図6の処理の流れと同じであるが、本通信方式では受信側で同期検出を行うためにプリアアンブルを利用している。プリアンブルを用いる場合、所定の信号を所定回数以上受信したことが確認できたときに、同期を確立したものと判断する。

[0076] また本通信方式の場合には、同期を確立した後T＋dTを超えてデータが検出されない場合であっても直ちに周期カウンタ等のリセットは行わず、データとして“”(NULL)を記録して同期を保持する。そして、NULLの記録が所定回数続いた場合にはじめて、同期が外れたものと判断する。

[0077] 図7に基づく本通信方式の説明として、以下では図6の同期検出をしない逐次復号モードと異なる点を中心に説明する。

[0078] カウント開始トリガの設定が行われるステップS2以下の処理では、ステップS5に代えてステップS21の処理を行う。すなわち、周期カウンタの開始(初期化)に加えて、パルス数カウンタ(Pとする)及びNULLカウンタ(NCとする)を開始する(初期化する)。パルス数カウンタは、上記のプリアンブルの信号をカウントするためのものであり、NULLカウンタはNULLの記録回数をカウントするためのものである。

[0079] また、ステップS7で周期カウンタMが周期Tに相当する回数であり、ステップS9で″H″が検知されたと判断した場合には、ステップS22でパルス数カウンタを加算し、ステップS23でパルス数カウンタが所定の回数(PXとする)超えたときに受信データとして“0”を復調するようにしている。

[0080] 同様に、ステップS15でデータ識別カウンタNがdTに相当する回数であり、ステップS16で″H″が検知されたと判断した場合には、ステップS24でパルス数カウンタを加算し、ステップS25でパルス数カウンタが所定の回数(PX)超えたときに受信データとして“1”を復調するようにしている。

[0081] さらに、ステップS18でデータ識別カウンタNがdTに相当する回数を超えてデータが検出されない場合には、NULLカウンタを加算するとともにデータとして“”(NULL)を記録する。そして、ステップS27でNULLカウンタが所定の回数(NCXとする)を超えたと判断されたときに、ステップS19でカウント開始トリガをクリアするようにしている。

[0082] 本発明の測距・通信複合システム1は、PPM変調方式を適用することにより、測距機能と通信機能を一体化して持たせるようにしている。その結果、測距機能によって通信相手を検知すると同時に通信を開始することが可能となる。

[0083] また、通信中に通信相手が移動した場合には、測距機能で通信相手の移動を直ちに検知することが可能となり、通信を適切に処理させることが可能となる。

[0084] 同期検出を行わない逐次復号モードを用いた場合について、演算処理器42における処理の別の実施例を以下に説明する。本実施例は、前記データ識別カウンタNを用いることなく、周期カウンタMのみでデータ復調を行わせるようにしたものである。本実施例によるデータ復調の一例を図8に示す。図8において、高速比較器41からの出力信号が"H"となった時点61をカウント開始トリガとし、該時点から周期カウンタMのカウントを開始させる。

[0085] 本実施例では、前記基本周期Tに対応するカウント数Xを基準カウント数として用いており、前記入力信号が"H"となってから次に再び"H"となるまでの間のカウント数Mが、基準カウント数Xより小さい場合には(例えば時点62)復調データ65を"0"とし、基準カウント数Xより大きい場合には(例えば時点63)復調データ65を"1"としている。また、カウント数Mが基準カウント数Xと一致する場合には(例えば時点64)、復調データ65を前回と同じ値としている。

[0086] 本実施例では、同じ値の通信データを連続して受信する場合には、前回と同じ値を復調させるようにしている。高速比較器41は、同じ値(例えば"0")の入力信号が長期間続いた場合には、次に異なる値(例えば"1")を連続して入力したときに最初の値の判定に失敗してしまう恐れがある(例えば"0"と判定してしまう)。本実施例では、最初の値の判定に失敗してしまうと、以降の連続して同じ値の信号を前記失敗したときの値に復調してしまう(例えば"0"と判定してしまう)。

[0087] そこで、送信回路4で同じ値の送信信号が長期間生成されることのないよう、例えば送信回路4で処理される通信データが8ビットの場合には、8B10B方式を用いて10ビットの送信信号に変換して出力させるようにすることができる。8B10B方式による信号変換の例を表1に示す。

[0088] 表1 8B10B方式による信号変換の例

16 進数	2 進数	10 ビット変換後
00	0000 0000	100111 0100
01	0000 0001	011101 0100
02	0000 0010	101101 0100
03	0000 0011	110001 1011
04	0000 0100	110101 0100
05	0000 0101	101001 1011
06	0000 0110	011001 1011
07	0000 0111	111000 1011
08	0000 1000	111001 0100
09	0000 1001	100101 1011
0A	0000 1010	010101 1011
0B	0000 1011	110100 1011
0C	0000 1100	001101 1011
0D	0000 1101	101100 1011
0E	0000 1110	011100 1011
0F	0000 1111	010111 0100
10	0001 0000	011011 0100
11	0001 0001	100011 1011

[0089] 本実施例における演算処理器42の処理の流れを図9に示す。演算処理器42においてデータ復調の処理を開始すると、まずステップS101で高速比較器41からの出力信号が最初に”H”となるのを待ち続ける。そして、ステップS101で”H”を検知した後は、周期カウンタMのカウントを開始するために、ステップS113で周期カウンタMをリセットして終了する。以降の処理周期T’では、ステップS102から処理が開始される。

[0090] ステップS102でまず周期カウンタMをカウントし、ステップS103で前記インパルス信号が検知されないまま所定の時間2Tを超過したか否かの判定を行う。その結果、所定の時間2Tを超過したと判定された場合には、ステップS104で周期カウンタMをリセットした後、以降の処理周期T’では、再びS101の処理から開始する。

[0091] ステップS103の判定で所定の時間2Tを超過していないと判定された場合には、次にステップS105で”H”が検知されたかを判定し、”H”が検知されないと判定された場合には処理を終了して次の処理周期T’を待つ。一方、ステップS105で”H”が検知されたと判定された場合には、ステップS106以降でデータ復調を行う。

[0092] まず、ステップS106で周期カウンタMが基準カウント数Xより小さいと判定された場合には、ステップS107で”0”を復調する。また、ステップS108で周期カウンタMが基準カウント数Xより大きいと判定された場合には、ステップS109で”1”を復調する。さらにステップS108で周期カウンタMが基準カウント数Xと等しいと判定された場合には、ステップS111あるいはS112で前回と同じ値を復調する。

[0093] ステップS106～S112でデータ復調を終了すると、ステップS113で周期カウンタM

をリセットして終了する。ステップS113で周期カウンタMをリセットして終了した場合には、次回の処理周期T'ではステップS102から処理が開始される。

[0094] 次に、プリアンブル信号を用いて同期検出を行う追尾復号モードの場合について、演算処理器42における処理の別の実施例を図10を用いて説明する。本実施例においても、図7に示した実施例と同様に、所定時間内に前記インパルス信号が検出されない場合にはNULLを記録させ、NULL の記録が所定回数続いた場合に同期が外れたと判断させるようにしている。

[0095] 以下では、図9に示す逐次復号モードの場合と相違する処理のみを説明する。ステップS105で"H"を検知したと判定された場合、ステップS121でパルス数カウンタPが所定の回数PXを超えたと判定されるまではデータ復調を行わず、ステップS122でのパルス数カウンタPのカウントとステップS123での周期カウンタMのリセットのみを行う。そして、ステップS121でパルス数カウンタPが所定の回数PXを超えたと判定されると、ステップS106以降でデータ復調を行う。

[0096] また、ステップS103で前記インパルス信号が検知されないまま所定の時間2Tを超過したと判定された場合には、ステップS124でNULLカウンタNCをカウントし、ステップS125でNULLカウンタNCが所定回数NCXを超えたと判定されるまでは、ステップS105以降の処理を継続させる。そして、ステップS125でNULLカウンタNCが所定回数を超えたと判定されると、ステップS126でNULLカウンタNC及びパルス数カウンタPをリセットした後、以降の処理周期T'では再びS101の処理から開始させる。

[0097] 本発明の別の実施形態を図11に基づいて以下に説明する。本実施形態では、通信方式として、連続する2つのインパルスを1組として第二番目のインパルスに対してPPM方式でデータ変調を行うようにしている。図11は、送信回路4において行われるデータ変調の1実施例を示す図である。

[0098] 第一の実施形態と同様に本実施形態でも、0．5～1ns程度のパルス幅のインパルスを、所定のパルス繰り返し周波数（PRF）で送信するようにしている。また、2つのインパルスを1組としてデータ変調を行っており、以下では、第1番目のインパルス51を基準インパルスと呼び、第2番目のインパルス52を変調インパルスと呼ぶこととする。

[0099] 本実施形態における測距手段について、以下に説明する。本実施形態の測距手段

は、上記の基準インパルス51あるいは変調インパルス52が送信されてから、対象物で反射された反射波を受信するまでの時間を計測して該対象物までの距離を求めるインパルス型レーダである。

[0100] 測距回路11において対象物までの距離を検知するためには、送信部2からインパルスが送信される時刻を知る必要があるが、本実施形態では上記の基準インパルス51及び変調インパルス52をそれぞれ送信するのと同時に、トリガパルスを測距回路11に出力するようにしている。該トリガパルスは、送信回路4で基準インパルス51または変調インパルス52が生成されるのと同時に生成され、所定のタイミングで測距回路11に出力させるようにすることができる。

[0101] 測距回路11では、送信部2から入力した前記トリガパルスを基準として、基準インパルス51または変調インパルス52の反射波を受信するまでの時間を求めている。
上記のように、前記トリガパルスを用いて測距する方法は、第一の実施形態においても適用できるのは言うまでもない。

[0102] 第一の実施形態と同様に、測距回路11は、タイミング設定手段21でクロックを制御してレンジビン23毎に積分動作を行わせるアクティブ受信回路としている。通信方式として、2つのインパルスを1組としてデータ変調を行わせるようにしたが、測距手段としては、前記2つのインパルスをそれぞれ個別に処理しており、レンジビン23において2回の積分を行ったことに相当する。

[0103] 本実施形態では、測距機能を最優先するものとしており、通信機能を付加するために測距機能による検知範囲を縮小することは、最小限にとどめるものとしている。すなわち、検知範囲を広くするためにはレンジビン23における積分回数を増やす必要がある一方、通信に用いるシンボル(符号)数を増やすためにはインパルス間の間隔を大きくする必要がある。通信機能を高めるためにインパルス間の間隔を大きくすると、所定の時間内でのレンジビン23における積分回数が減少してしまうことになる。

[0104] そこで、本実施形態では、レンジビン23での積分回数が必要回数だけ得られるようにインパルス間の間隔を決めるのを最優先としている。但し、通信が成立する範囲は、測距機能の検知範囲とは独立に設定することが可能である。

[0105] なお、ADC22のサンプリング頻度はアプリケーションにより異なるが、限られたデー

タ更新時間内に積分回数を増やし、検知距離や検知物体ダイナミックレンジを拡大したい場合には、1回のパルス送出に対する評価レンジビンを並列処理する必要がある。

[0106] 次に、本実施形態における通信機能について、以下に詳細に説明する。
本実施形態の通信は、送信部を有する他車とは常に対面することがないコネクションレス型を前提とし、ACK、NACK等のパケットを受信しないものとしている。そして、自車の情報を放送する形で送信し、受信した他車輌がそれらの情報を元にアクションを決定するものとしており、これらの前提は第一の実施形態の場合でも同様である。

[0107] 一般に、通信には同期動作が必要となるが、本実施形態では、第一の実施形態と同様、同期回路やトラッキング回路を特に有さず、逐次得られたパルスからデータを解読できる方式としている。

[0108] 通信波はいつ来るかわからない上、送受信間の動作クロックは非同期であり、送受信間でクロックオフセットやジッタによる誤差を修正する必要がある。しかし、コネクションレス型通信ではこのような修正は困難であり、且つ、インパルスとインパルスの間でクロックを保持することは困難である。このため本実施形態は、クロックでサーチするようなアクティブ復調ではなく、受信パルスをトリガに動作するパッシブな復調方式としている。

[0109] 本実施形態のデータ変調方式について、図12を用いて以下でさらに詳細に説明する。図11に示すように、基準インパルス51が送信されると、それから所定の時間経過後に変調インパルス52が送信される。図12は、この変調インパルス52を送信するタイミングを決定するためのアルゴリズムを示す流れ図であり、送信回路4で実行される。

[0110] 上記の基準インパルス51が送信されてから変調インパルス52が送信されるまでの時間は、前記データ、すなわち図12に示すシリアルデータビット列54に基づいて決定される。ステップS31でまず、シリアルデータビット列54をパラレル変換し、ステップS32で各ビットを並列処理して符号化する。

[0111] ステップS33では、ステップS32で符号化されたデータを発生タイミング選択回路に入力して変調インパルス52の発生タイミングを決定する。そして、ステップS33で決定さ

れた発生タイミングを基に、ステップS34で変調インパルス52を発生させるようにしている。

[0112] 上記で説明した変調インパルス52の発生タイミングは、少なくともパルス繰り返しの基本周期Tが経過した後の図11に示す期間53の範囲としており、T、T+dT、T＋2dT、…、T+Nd・dTのいずれかである。ここで、dT（<<T）はデータ変調のための時間スロット、Ndは送信シンボル（符号）数である。また、Nd＝2N（N;自然数）であり、N=1のときは2種類、N=2のときは4種類のポジション設定（PPM）が可能である。

[0113] 上記の通り、基準インパルス51と変調インパルス52の2つを1組として送信するようにすると、基準インパルス51が送信されてから時間2T後に、再び基準インパルス51が送信される。以下同様にして、基準インパルス51と変調インパルス52とが交互に送信されていく。

[0114] 尚、基準インパルスは51は、直前の変調インパルス52としての動作も可能であることは明らかであり、かつ、このような情報変調により、情報速度の高速化の実現、及び、ランダム性の強化による、電力スペクトルの平均値のピーク低減の実現が可能である。この様な場合、基準インパルス51の送信タイミングは直前の変調インパルス52に変調されるデータにより変化するため、2Tとはならない。また、基準インパルス51と、変調インパルス52の間隔はT、T+dT、T＋2dT、…、T+Nd・dTのいずれかであることは変わりないが、基準インパルス51の直前の変調インパルスとの間隔もT、T+dT、T＋2dT、…、T+Nd・dTのいずれかであることとなる。

[0115] 次に、本実施形態の通信受信アルゴリズムについて、図13を用いて以下に詳細に説明する。図13は、通信回路12の演算処理器42で行われる処理の流れを示す図である。

[0116] 本実施形態では、基準インパルス51と、変調インパルス52の間隔が所定の時間間隔内であるかを検知させるようにする必要がある。そこで、ステップS41において最初にデータ識別カウンタNcを0に設定しておく。

[0117] ステップS42では、高速比較器41の出力がHIGH（または1）か否かを判定し、HIGHの場合にはステップS47でデータ識別カウンタNcが次式を満たすか否かを判定する。

$$\mathrm{int}(T/\mathrm{Cclk}) \leqq Nc \leqq \mathrm{int}\{(T+Nd\cdot dT)/\mathrm{Cclk}\} \qquad (式1)$$

データ識別カウンタNcが上式を満たす場合には、変調インパルス52を受信したと判定して、次にステップS48でNcに応じたデータ復調の処理を行う。

ステップS49でデータ識別カウンタNcを0にリセットする。

[0118] 2回目以降の処理は、サンプリング周期(カウントの周期)Cclkごとに図13に示すSの地点から開始する。そして、ステップS42で再びHIGHが検知されるまでは、Cclkごとに、ステップS46でデータ識別カウンタNcを加算していく。

[0119] 一方、ステップS42で再びHIGHが検知された場合には、次にステップS47に進む。

[0120] ステップS47では、データ識別カウンタNcが(式1)を満たすか否かを判定する。

データ識別カウンタNcが(式1)を満たす場合には、変調インパルス52を受信したと判定して、次にステップS48でNcに応じたデータ復調の処理を行う。

[0121] ステップS48でデータ復調を行った後、ステップS49でデータ識別カウンタNcを0にリセットし、再び基準インパルスの受信を待つようにする。

[0122] 一方、ステップS47においてデータ識別カウンタNcが(式1)を満たさないと判定した場合には、正常なインパルスではないと判定してステップS43設定のみを行う。

[0123] 上記説明の図13に示す処理の流れにより、本実施形態においてもPPMインパルスを用いた通信を実現することができる。そして、連続する2つのインパルスを1組として第二番目のインパルスに対してデータ変調を行わせるようにしたことにより、低繰り返し周期のインパルスレーダにおいても、高速データレートに対応することが可能となる。

[0124] さらに、基準インパルスまたは、変調インパルスのいずれかのインパルスに対してデータ変調を行わせる場合には、同じデータ復調手続きで、さらに、高速なデータレートに対応することができる。

[0125] また、PPM方式によるによるインパルスの変調により、レーダパルスのスクランブル効果が得られ、その結果レーダセンサ間の干渉を低減できるといった効果も得られる。

[0126] さらに、基準インパルスまたは、変調インパルスのいずれかのインパルスに対してデータ変調を行わせる場合には、インパルスの変調により、さらなるレーダパルスのスクランブル効果が得られる。

[0127] なお、高速比較器41においてインパルスを受信したときのHIGHの維持時間は、所

定の回路により調整可能とすることができる。そのため、例えば演算処理器42の処理が遅い場合には、HIGHの維持時間を長くして演算処理器42の処理が間に合うようにすることができる。前記所定の回路としては、例えばローパスフィルタを用いることができ、あるいは高速比較器41のヒステリシス等の特性を変更して実現することも可能である。

[0128] 上記実施形態の測距・通信複合システム1では、送信部2から送信された所定のインパルス信号が、対象物13で反射されて受信部3で受信されるまでの所要時間を検知することで、対象物13までの距離を判定させるようにしている。対象物13で反射されて受信部3で受信される前記インパルス信号(以下では、反射インパルス信号と記す)は、測距回路11だけでなく通信回路12にも入力される。そのため、前記反射インパルス信号を通信用信号と混同してしまう恐れがある。

[0129] そこで、前記反射インパルス信号を通信信号としてデータ復調しないよう、通信回路12における処理から除去するようにした一実施例を図14に示す。本実施例では、通信回路12に自局干渉波除去手段71を追加している。自局干渉波除去手段71は、対象物13までの距離を測距回路11から入力し、前記距離から前記反射インパルスの受信タイミングを推定している。そして、前記受信タイミングには、高速比較器41への入力を遮断させるようにしている。

[0130] 図14に示す実施例では、自局干渉波除去手段71を高速比較器41の入力側に設けるようにしたが、これを高速比較器41の出力側に設けるようにしてもよい。この場合には、前記反射インパルスの受信タイミングに高速比較器41からの出力が、演算処理器41に入力されないよう自局干渉波除去手段71で遮断させることが可能となる。

[0131] 一方、受信アンテナ10は、対象物13以外の他局からも通信信号を受信してしまう恐れがある。そこで、上記実施形態では、高速比較器41で用いられる閾値を制御することで、他局からの干渉波を除去することが可能な構成としている。他局からの干渉波を除去するための前記閾値の制御方法を、図5または図14を用いて以下に説明する。

[0132] 高速比較器41は、アナログ値である受信信号をDAC43から入力した閾値と比較して2値化処理を行っている。そして、前記閾値は演算処理器42で容易に変更可能と

なっている。そこで、他局からの干渉波を除去するために、演算処理器42において以下のように前記閾値を制御させることが可能である。

[0133] 本実施形態の通信受信アルゴリズムについて、図15を用いて以下に詳細に説明する。図15は、前記演算処理器42で行われる処理の流れを示す図である。先ず、ステップS50において最初に識別カウンタ値N(インパルス間隔が広すぎる場合の回数を計測するカウンタ),及び識別カウンタ値N'(インパルス間隔が狭すぎる場合の回数を計測するカウンタ)を0に設定しておく。また、データ判定の初期値、すなわち、DAC43の設定値VTHに所定の初期値を設定しておく。

[0134] ステップS51～S58では、演算処理器42において、高速比較器41から出力が立ち上がった(1となった)タイミングを記憶させ、前記立ち上がりタイミングの間隔に従って前記閾値を制御させる。

[0135] すなわち、ステップS51において、前記データ識別カウンタ値Ncを計測値とする、前記連続するインパルスの立ち上がりタイミングの間隔が、前記基本周期Tを演算処理器42の前記カウントの周期Cclkで割った値、int(T/Cclk)、に比べて小さい場合には、高速比較器41が他局からの干渉波を処理している可能性があるとして、ステップS52へ進み、識別カウンタ値Nに0が設定されるとともに、識別カウンタ値N'が1加算される。

[0136] ステップS53で、前記識別カウンタ値N'が所定の値THと比較される。この結果、前記所定の値THを上回る場合、高速比較器41が他局からの干渉波を処理していると判定する。この場合にはステップS54において、前記閾値が前記他局からの干渉波の振幅より大きくなるよう、前記閾値の値VTHを所定の値Δだけ大きくしてDAC43に出力する。

[0137] これに対し、前記データ識別カウンタ値Ncが、前記基本周期Tとデータ変調時間の和に比べて十分長い期間、すなわちint{(T+Nd・dT)/ Cclk}を上回る値を示す場合には、前記閾値の値が大きすぎる可能性がある、と判断して、ステップS55へ進み、識別カウンタ値Nに0が設定されるとともに、識別カウンタ値N'が1加算される。

[0138] ステップS56で、前記識別カウンタ値Nが所定の値THと比較される。この結果、前記所定の値THを上回る場合、高速比較器41が他局からの干渉波を処理していると判

定する。この場合にはステップS57において、前記閾値の値VTHを所定の値Δだけ小さくしてDAC43に出力する。

[0139] これらに対し、前記データ識別カウンタ値Ncがデータ復調可能な範囲にある場合、すなわち、前記式1を満たす場合は、適切な前記閾値VTHをDAC43に設定している、と判断して、ステップS58で、識別カウンタN,N'に0を設定する。

[0140] 上記のように、高速比較器41の出力立ち上がりタイミングの間隔に基づいて前記閾値を制御させるようにすることによって、他局からの干渉波を適切に除去することが可能となる。

[0141] 本発明の測距・通信複合システムは、数GHzの帯域を利用した超広帯域無線システムであるUWBのインパルス信号を用いている。前記UWBのインパルス信号は、高周波発信器、広帯域ミキサ等を用いて発生させることが可能であるが、前記広帯域ミキサが高い性能のアイソレーションを有しない場合には、前記高周波発信器のキャリア信号が前記ミキサを経由して送信アンテナ側に漏れ、前記送信アンテナから放出されてしまうといった問題があった。

[0142] 以下では、前記キャリア信号のリークを低減した送信回路及び受信回路について説明する。前記送信回路及び受信回路は、バイポーラパルスからなる高周波帯域のインパルス信号に係るものである。

図16は、送受信器101の全体構成を示す概略図である。送受信器101は、ディジタル回路部102、送信回路部103、送信アンテナ104、受信回路部105、受信アンテナ106、及び高周波発信器107から構成されている。

[0143] ディジタル回路部102は、送信回路部103及び受信回路部105の制御や信号処理等を行うものであり、例えばFPGA(Field Programmable Gate Array)を用いることができる。また、ディジタル回路部102にはパルス生成部111が内設され、所定の周期で所定のパルス幅のインパルス信号を生成するためのパルスパターン121を作成してパルス生成部111に提供している。

[0144] パルス生成部111で用いられるパルスパターン121及びパルス生成部111で生成されるインパルス信号122の一実施例を図17に示す。パルスパターン121からインパルス信号122を生成するために、パルス生成部111として例えばLVDSを用いること

ができる。

[0145] 図17では、インパルス信号122としてバイポーラパルスを用いている。当該バイポーラパルスは、上に凸のパルス(山)と下に凸のパルス(谷)を組み合せた波形をしており、前記山の後に前記谷を組み合わせたものと前記谷の後に前記山を組み合わせたものの2種類がある。

[0146] 高周波発信器107は、所定の高周波数帯域で送受信を行わせるためのキャリア信号108を発信するものである。前記所定の高周波数帯域として、例えば24GHz帯が用いられる。

[0147] 以下ではまず、送信回路部103について説明する。

送信回路部103は、内部にミキサ112とスイッチ113を有する構成としている。ミキサ112は、パルス生成部111から出力されるインパルス信号122と高周波発信器107から出力されるキャリア信号108とを掛け合わせることで、インパルス信号122を所定の周波数帯にアップコンバートするためのものである。アップコンバートされたインパルス信号122は、送信アンテナ104から外部に送信される。送信回路部103は、高周波発信器107とミキサ112との間にスイッチ113を設けている。

[0148] 図17に示すインパルス信号122が、例えば24GHz帯において4GHz以上の広帯域を利用する場合には、インパルス信号122のパルス幅123は500ps程度となる。このようなインパルス信号122を100MHzかそれ以下の頻度で発信させると、インパルス信号122間の時間間隔124が10ns以上となる。すなわち、インパルス信号122が発信されていない時間は、インパルス信号122が発信されている時間に比べて数十倍以上長いことになる。

[0149] キャリア信号108がミキサ112から漏洩して送信アンテナ104から出力されている場合には、インパルス信号122が発信されている期間に比べてはるかに長い期間、漏洩したキャリア信号108が送信アンテナ104から出力されその一部が受信アンテナ106で受信されることになる。その結果、インパルス信号122が反射して受信される本来の信号が、漏洩したキャリア信号108が反射して受信される信号によってマスクされてしまうという問題があった。

[0150] そこで、送信回路部103では、高周波発信器107とミキサ112との間にスイッチ113

を設け、インパルス信号122が出力される期間のみスイッチ113を閉にしてキャリア信号108がミキサ112に出力されるようにし、インパルス信号122が出力されていない期間はスイッチ113を開にしてキャリア信号108がミキサ112に出力されない構成としている。これにより、インパルス信号122が出力されていない期間に、キャリア信号108がミキサ112を漏洩して送信アンテナ104から送信されるのを回避することが可能となる。

[0151] スイッチ113を開閉させるための制御用信号125は、ディジタル回路部102においてパルス生成部111に提供するパルスパターン121に合わせて作成され、スイッチ113に出力される。スイッチ113を開閉させるための制御用信号125及びスイッチ113の開閉動作の応答の一実施例を、パルス生成部111で生成されるインパルス信号122と対応させて図18に示す。図18において、グラフ126は制御用信号125に従って開閉するスイッチ113の閉状態の割合を示している。

[0152] スイッチ113は、少なくともインパルス信号122が出力されている期間は十分に閉となっているのが望ましい。従って、スイッチ113の応答性を考慮して、制御用信号125は図18に示すようなステップ状の信号とするのが好ましい。スイッチ113のアイソレーション特性の一実施例を図19に示すが、スイッチ113のアイソレーション特性127は、開閉の応答時間が長いほどアイソレーション性能が高くなり、応答時間を短くするに従って低下していく。

[0153] レーダ等に用いられる送信回路103では、上記の通りキャリア信号108の漏洩を回避することが重要である。従って、スイッチ113のアイソレーション性能が高ければ高いほど望ましいことになる。

[0154] しかしながら、アイソレーション性能を高めるために応答時間を必要以上に長くすると、過渡時を含めたスイッチ113の閉時間がインパルス信号122のパルス幅に比べて大幅に長くなってしまう。その結果、スイッチ113の前記閉時間のうちインパルス信号122が出力されていない時間が長くなり、その間キャリア信号108がミキサ112に出力され続け、ミキサ112から漏洩して送信アンテナ104から送信された信号の影響が大きくなってしまう。

[0155] そこで、送信回路部103では、スイッチ113の応答時間を適切に選ぶことで、キャリア

信号108がミキサ112に出力されるのを抑制している。すなわち、例えばインパルス信号122のパルス幅が500psの場合には、スイッチ113の応答時間を1～3ns程度にするのが好ましい。この程度の期間、ミキサ112からキャリア信号108が漏洩して送信アンテナ104から送信されたとしても、その程度の漏洩はレーダの分解能に悪影響を与えることは無い。

[0156] むしろ、スイッチ113の応答時間を1～3ns程度にすることで、スイッチ113のアイソレーションを高めることができるだけでなく、安価なスイッチを用いることができるという優れた効果が得られる。

[0157] なお、本実施例では、スイッチ113を高周波発信器107とミキサ112間に設けたが、別の実施例として、ミキサ112の下流側にスイッチ13を設けることも可能である。インパルス信号122が出力されていない期間、ミキサ112からキャリア信号108が漏洩するのを抑制できるものであれば、インパルス信号122の波形等に悪影響を与えない限り、スイッチ113の設置位置を上記実施例に限るものではない。

[0158] 次に、受信回路の好ましい実施例を、図面に基づいて説明する。
送信アンテナ104から送信された信号は、車両、人等の対象物で反射され受信アンテナ106で受信される。図16の受信回路部105において、受信信号151はIQ復調器131に送られ、IQ復調器131で再びベースバンド帯域に戻されるとともにI成分152とQ成分153に分離される。

[0159] IQ復調器131は、受信アンテナ106で受信した受信信号151を分岐して2つのミキサ132、133に入力する一方、高周波発信器107からキャリア信号108をそれぞれのミキサ132、133に入力して受信信号151を再びベースバンド帯域にダウンコンバートする。この際、ミキサ133には、キャリア信号108の位相を位相調整部34でπ／2だけずらしたものを入力する。

[0160] これにより、位相のずれに起因する受信信号151のI成分及びQ成分を、それぞれのミキサ132、133で分離して抽出することができる。抽出された前記I成分及び前記Q成分は、それぞれLPF（Low Pass Filter）135、136で整形された後、I成分152、Q成分153としてIQ復調器131から出力される。

[0161] IQ復調器131から出力されるI成分152は分岐されて2つのAD変換器137，138に

入力される一方、Q成分153は分岐されて2つAD変換器139、140に入力される。

[0162] 図16に示す受信回路105の実施例では、バイポーラパルスの山と谷を正確に捉えるために、2つのAD変換器を1組とした2組4つのAD変換器137、138、139、140を用いている。前記バイポーラパルスの山と谷を1つのAD変換器でサンプリングさせることも可能ではあるが、そのためには4GHzの帯域に対応できるADを用いる必要がある。しかしながら、4GHz対応のAD変換器は高価なため、コスト面で大きな問題となる。

[0163] これに対し、本実施例の受信回路105のように2つのAD変換器を用いて前記バイポーラパルスの山と谷を別々にサンプリングさせるようにすることにより、40MHz程度に対応できるAD変換器を使用することが可能となり、コストを大幅に低減することが可能となる。さらに、ディジタル回路部102における信号処理も迅速に行えるようになる。

[0164] 各々2つずつのAD変換器の組み合わせにおいて、一方のAD変換器137及び139は、ディジタル回路部102から与えられるタイミング154でI成分152及びQ成分153のサンプリングを行っている。これに対し、他方のAD変換器138及び140は、それぞれ遅延時間設定部141及び142においてディジタル回路部102から与えられるタイミング154を前記遅延時間分だけ遅らせたタイミングを求め、前記遅延時間分だけ遅らせたタイミングでI成分152及びQ成分153をサンプリングするようにしている。

[0165] 本実施例の送信回路部103で生成され送信されるインパルス信号122は、ディジタル回路部102のクロックにより作成されたものであり、インパルス信号122の波形である前記バイポーラパルスの山と谷との時間差、すなわち前記遅延時間は前記クロックの周期に相当する。当該クロック周期はディジタル回路部102にディジタル値で記憶されていることから、前記遅延時間を遅延時間設定部141、142に正確に設定することが可能である。これにより、従来困難であった前記遅延時間の実現が、本実施例の受信回路部105では遅延時間設定部141、142で正確に設定できるようになる。

[0166] I成分152及びQ成分153のサンプリングを行うタイミング154は、ディジタル回路部102において所定の時刻を基準に所定の周期T毎に設定されてAD変換器137、139及び遅延時間設定部141、142に出力される。前記所定の時刻は、送信回路103

からインパルス信号122が送信されるタイミングとすることができる。また、周期Tは、所定の距離にある対象物と通信するために一定とすることも可能であるし、レーダとして測距も行う場合には可変とすることができる。

[0167] また、前記遅延時間をτ1としたとき、AD変換器138、140は、ディジタル回路部102から出力されるタイミング154より遅延時間τ1だけ遅延させたタイミングでサンプリングを行う。AD変換器137、138、139、140で前記バイポーラパルスの山と谷をサンプリングするタイミングを、模式的に図20に示す。

[0168] 図20に示す通り、I成分152に対しては、前記バイポーラパルスの前のピークがAD変換器137でサンプリングされ、前記バイポーラパルスの後ろのピークがAD変換器138でサンプリングされる。同様に、Q成分153に対しては、前記バイポーラパルスの前のピークがAD変換器139でサンプリングされ、前記バイポーラパルスの後ろのピークがAD変換器140でサンプリングされる。

[0169] 図16に示す受信回路105では、バイポーラパルスの山と谷の両方をサンプリングするために、2台のAD変換器を1組としてサンプリングを行わせるようにしたが、測距用としてレーダ復調のみを行う場合には1台のAD変換器でも可能である。すなわち、レーダ復調のみを行う場合は、バイポーラパルスの2つのピークをとらえる必要は必ずしも無く、インパルス信号22を受信したことがわかればよい。さらに、レーダ復調のみを行う場合は、送信波形はバイポーラパルスである必要は必ずしも無く、ユニポーラパルスでもよい。

[0170] また、受信信号151の位相情報を保持するために図16ではIQ復調器131を用いたが、必ずしもIQ復調器を用いる必要は無く、特にレーダ用に測距のみを行う場合にはこれを用いないことも可能である。IQ復調器を用いない場合は、それに代わって受信信号151をダウンコンバートするためのミキサとLPFを設ける必要がある。また、通信用としてデータ復調を行う場合には2台のAD変換器が必要であるが、レーダ復調のみを行う場合には1台のAD変換器でよい。

[0171] 図16では、受信回路部105にもスイッチ143を設けている。これは、ディジタル回路部102から与えられるタイミング154で受信信号151のサンプリングを行うとき以外は、キャリア信号108がミキサ132、133から漏洩してサンプリング処理に何らかの悪影

響を与えるのを回避するためである。

[0172] 受信回路の別の実施例を図面を用いて以下に説明する。

図21では、図16の受信回路部105に測距用に受信信号151を処理するレーダ復調部162が追加されている。また、図16に示された受信回路部105は、本実施例では通信用のデータ復調部163としている。従って、本実施例の受信回路部161は、レーダ復調部162とデータ復調部163から構成されている。

[0173] レーダ復調部162は、IQ復調器164と2つのAD変換器165、166から構成されている。また、受信信号151をサンプリングするとき以外はキャリア信号108の入力を遮断するためのスイッチ167を設けてもよい。AD変換器165、166は、ディジタル回路部102から与えられるタイミング168でサンプリングを行う。

[0174] 測距用のレーダ送受信器では、対象物までの距離を測定するために、送信アンテナから信号が送信され、前記信号が前記対象物で反射され、反射された前記信号が受信アンテナで受信されサンプリングされるまでの時間差で対象物までの距離を測定している。具体的には送信信号169を送信してからサンプリングされるまでの時間(サンプリング周期)を所定の時間幅τ2で順次変更しながら送受信を繰り返し、前記対象物で反射された信号が検出されたときのサンプリング周期を求めている。

[0175] 図21に示す本実施例では、送信回路部103から送信される信号を測距用と通信用に兼用することができ、例えばレーダ復調部で受信信号151を処理して前記対象物を検知させ、前記対象物が検知されたときのサンプリング周期をデータ復調部のサンプリング周期に設定することにより、前記対象物からの信号を受信できるようにすることが可能である。

[0176] また、図16に示す実施例においては、受信回路105を測距用としてサンプリング周期Tを順次変更して対象物を検知させ、対象物が検知された後はサンプリング周期Tを固定して対象物との通信を行わせることも可能である。さらに、前記対象物が移動したことが、前記レーダ復調部により検知された場合は、固定した前記周期Tを再度設定し、前記対象物と持続的に通信を行わせることも可能である。

[0177] 本明細書は、2005年4月18日出願の特願2005－120111、2006年2月7日出願の特願2006－029245および2006年4月14日出願の特願2006－111599に基

づく。この内容はすべてここに含めておく。

産業上の利用可能性

[0178] 本発明は、測距機能と通信機能を同時に実現する測距・通信複合システムに容易に適用できる。

請求の範囲

[1] 所定のインパルス信号を生成する信号生成手段と、
前記インパルス信号を所定の搬送波でアップコンバートして送信信号を生成する搬送波変調手段と、
前記送信信号を送信する送信アンテナと、
前記送信信号が対象物で反射されて再び到着した信号を受信する受信アンテナと、
前記受信アンテナで受信した受信信号を増幅する増幅手段と、
前記増幅手段の出力からインパルス信号を検波する検波手段と、
前記検波手段で検波された前記インパルス信号を入力して所定の処理を行う受信回路とを備え、
前記受信回路は測距手段と通信手段とを有している
ことを特徴とする測距・通信複合システム。

[2] 前記受信回路は、
前記測距手段と前記通信手段とを並行して処理できるようにした
ことを特徴とする請求項1に記載の測距・通信複合システム。

[3] 前記信号生成手段は、
パルス幅が1nsec程度の超広帯域ベースバンドインパルスを生成する
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の測距・通信複合システム。

[4] 前記信号生成手段は、
PPM(Pulse Position Modulation)インパルスを用いてデータを変調する
ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の測距・通信複合システム。

[5] 前記インパルス信号のパルス繰り返し周期は、
前記PPM変調のための時間スロットの内最大の遅延時間と、前記信号生成手段の最小パルス繰り返し周期の和より大きく、且つ、前記最小パルス繰り返し周期より前記時間スロットの最大遅延時間が小さい
ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の測距・通信複合システム。

[6] 前記信号生成手段は、
前記データを変調するのに先立って、所定の個数のインパルス列からなるプリアンブル信号を生成する
ことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の測距・通信複合システム。

[7] 前記測距手段は、アナログ・ディジタル変換器と複数のレンジビンを備え、
前記検波手段で検波された前記インパルス信号の振幅を、所定のタイミング毎に前記アナログ・ディジタル変換器によりディジタル値に変換して前記各レンジビンにサンプリングし、前記レンジビンのサンプリング値のうち最大となる前記レンジビンから距離を算出する
ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の測距・通信複合システム。

[8] 前記アナログ・ディジタル変換器は、
前記検波手段で検波された前記インパルス信号の振幅を離散多値データ(多ビットディジタル信号)に変換する
ことを特徴とする請求項7に記載の測距・通信複合システム。

[9] 前記測距手段によるサンプリングは、前記PPM変調による遅延時間だけ遅らせて開始され、前記レンジビンに蓄積される振幅データの分解能を補完するよう決定された所定の時間幅(オフセット)ずつ、タイミングをずらしながら行われる
ことを特徴とする請求項7または請求項8に記載の測距・通信複合システム。

[10] 前記通信手段は、高速比較器とDACを備え、
前記検波手段で検波された前記インパルス信号を、前記高速比較器で前記DACの出力と比較して2値化することによりデータ復調を行う
ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の測距・通信複合システム。

[11] 前記通信手段は、
前記プリアンブル信号に基づいて前記データ復調を開始する
ことを特徴とする請求項10に記載の測距・通信複合システム。

[12] 前記信号生成手段は、連続する2つのインパルスを1組として第二番目のインパルスに対して前記データ変調を行う

ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の測距・通信複合システム。

[13] 前記連続する2つのインパルスの第一番目のインパルスは、直前の前記1組のインパルスの第二番目のインパルス乃至は、該第二番目のインパルスの次に生成されるパルスである

ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の測距・通信複合システム。

[14] 前記信号生成手段は、前記インパルス信号を生成すると同時にトリガパルスを生成して前記測距手段に送出する

ことを特徴とする請求項12に記載の測距・通信複合システム。

[15] 前記通信手段は、

前記測距手段で算出された前記距離に基づいて前記送信信号の反射波を検知し、前記反射波を除いて前記データ復調を行う

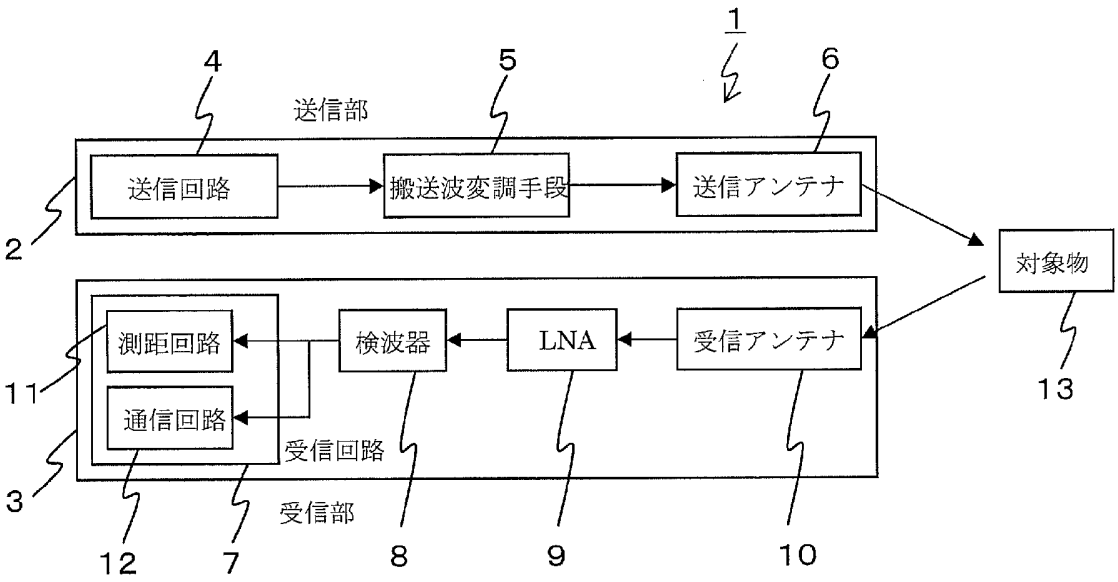
ことを特徴とする請求項10に記載の測距・通信複合システム。

[16] 前記通信手段は、

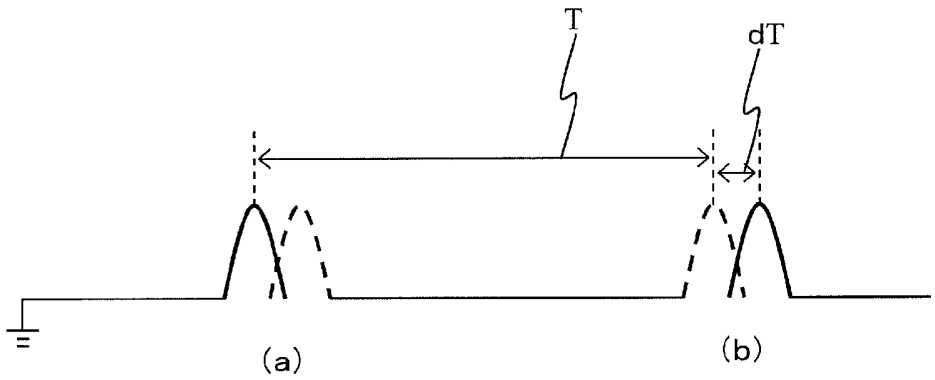
前記高速比較器からの出力の立ち上がり間隔が適切となるよう前記高速比較器の閾値を制御する

ことを特徴とする請求項10に記載の測距・通信複合システム。

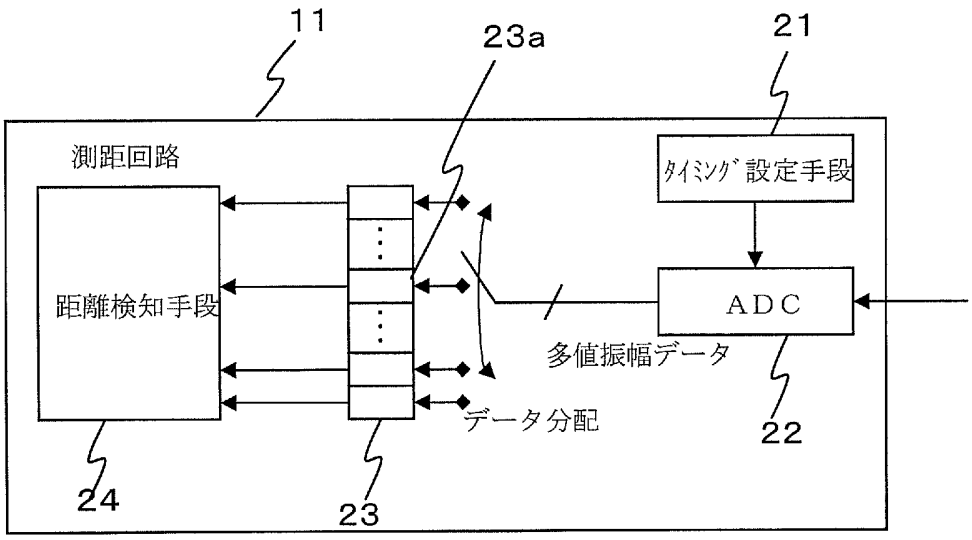
[図1]


1
4
5
6
送信部
送信回路
搬送波変調手段
送信アンテナ
2
対象物
13
測距回路
検波器
LNA
受信アンテナ
11
通信回路
受信回路
3
受信部
12
7
8
9
10

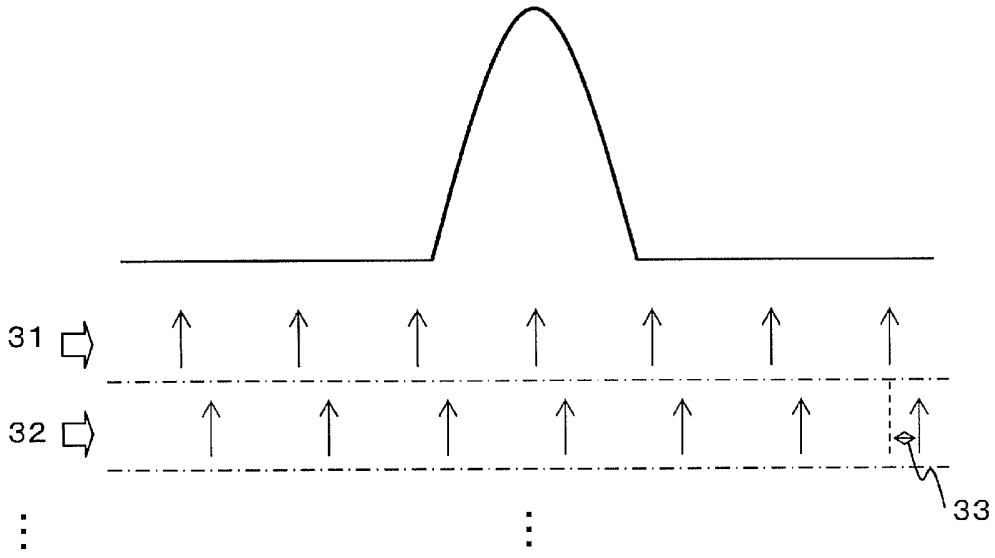
[図2]


T
dT
(a)
(b)

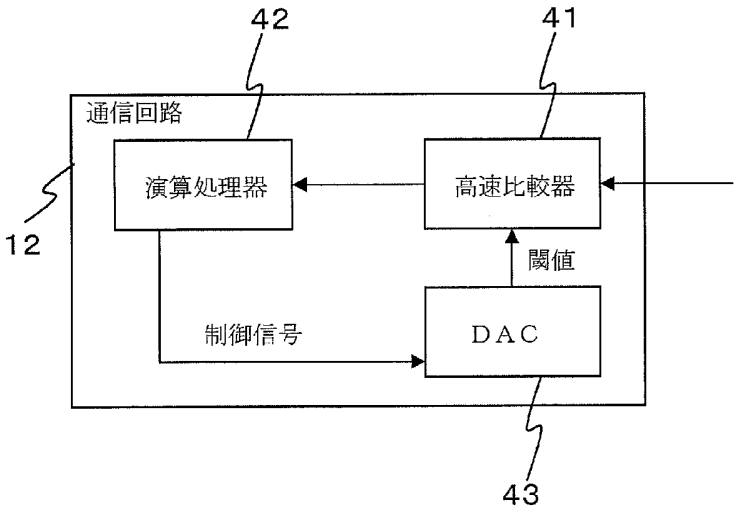
[図3]


11
23a
21
測距回路
ﾀｲﾐﾝｸﾞ設定手段
距離検知手段
ADC
多値振幅データ
データ分配
22
24
23

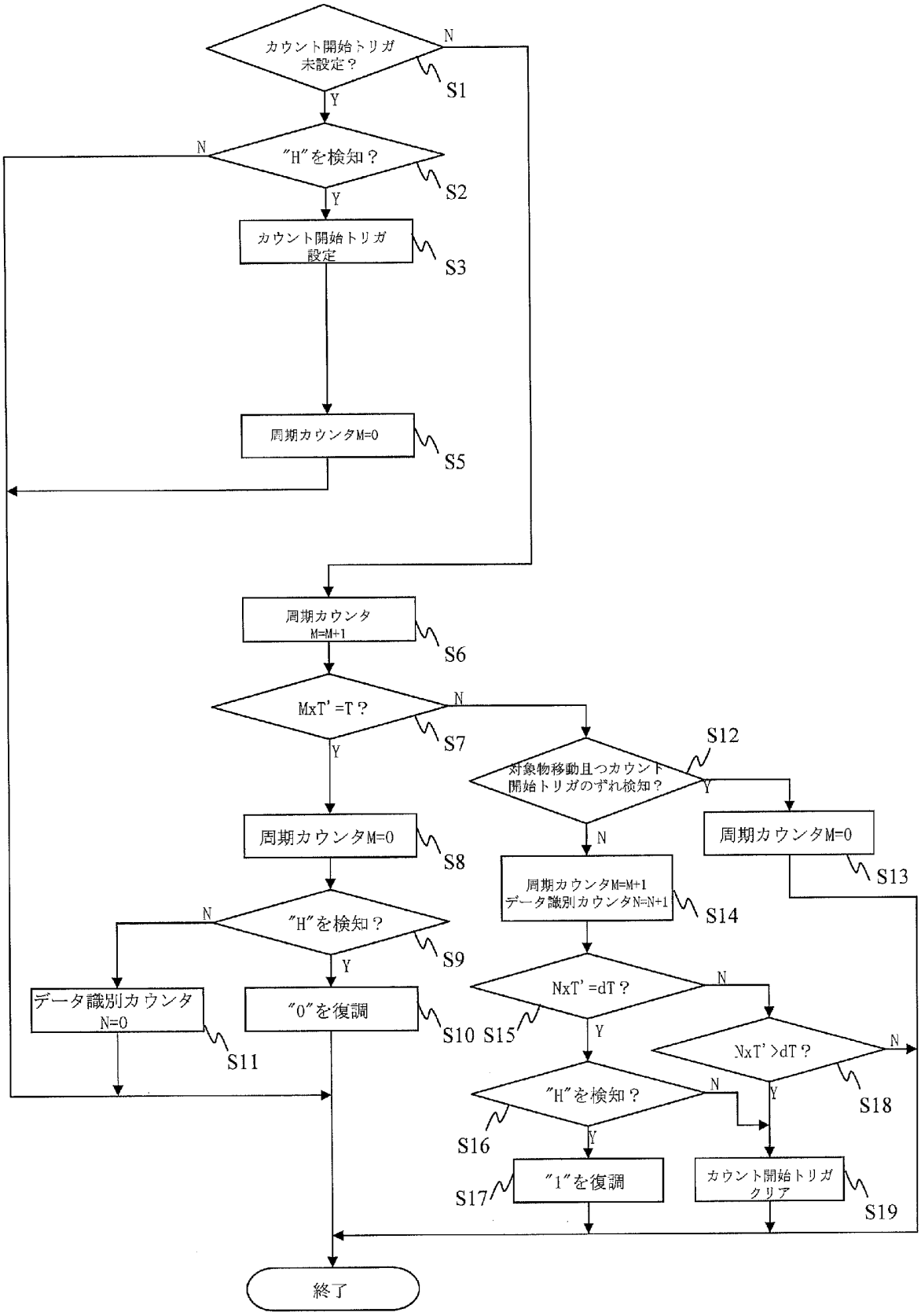
[図4]


31
32
33

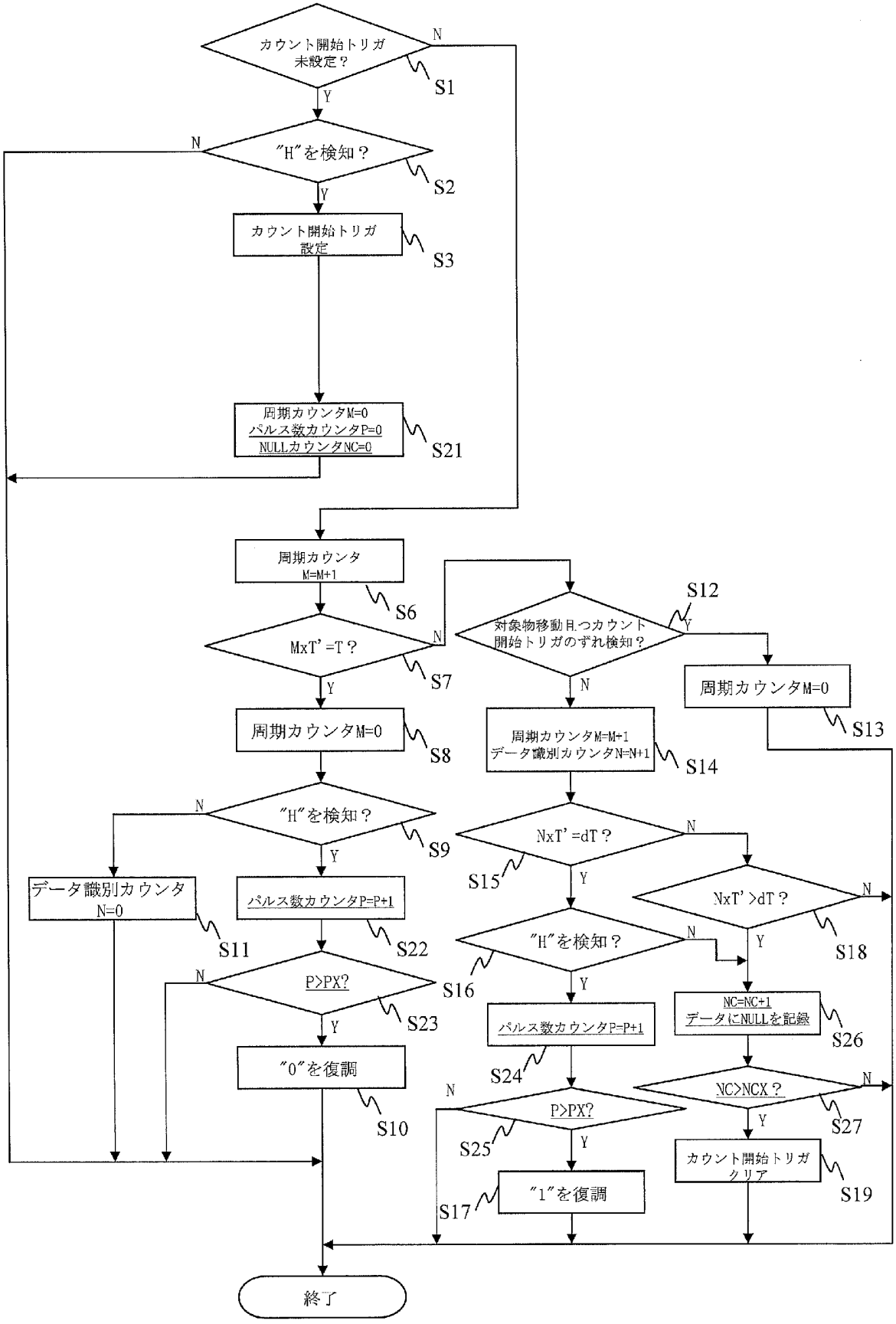
[図5]



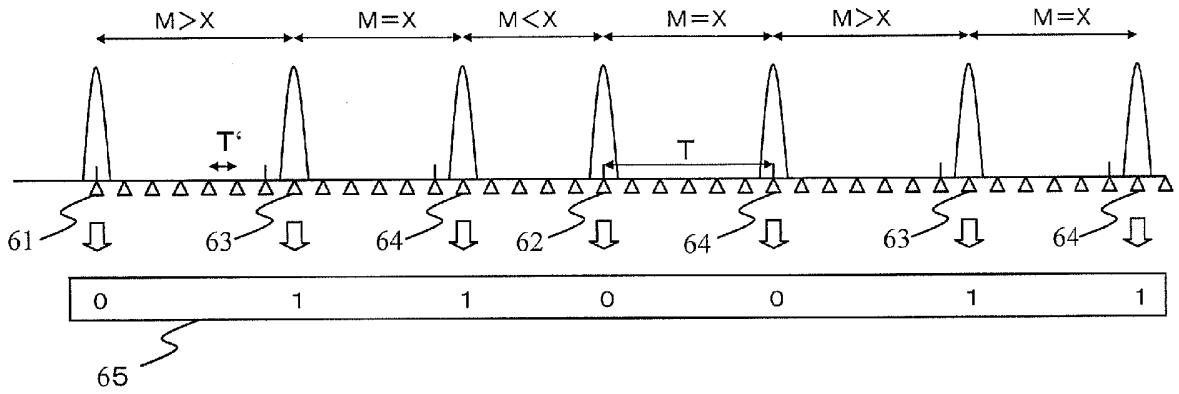
[図6]


カウント開始トリガ未設定？
N
S1
Y
"H"を検知？
N
S2
Y
カウント開始トリガ設定
S3
周期カウンタM=0
S5
周期カウンタM=M+1
S6
MxT'=T？
N
S7
Y
S12
対象物移動且つカウント開始トリガのずれ検知？
Y
N
周期カウンタM=0
S8
周期カウンタM=M+1
データ識別カウンタN=N+1
S14
周期カウンタM=0
S13
"H"を検知？
N
S9
Y
NxT'=dT？
N
S15
Y
データ識別カウンタN=0
S11
"0"を復調
S10
NxT'>dT？
N
S18
Y
"H"を検知？
N
S16
Y
"1"を復調
S17
カウント開始トリガクリア
S19
終了

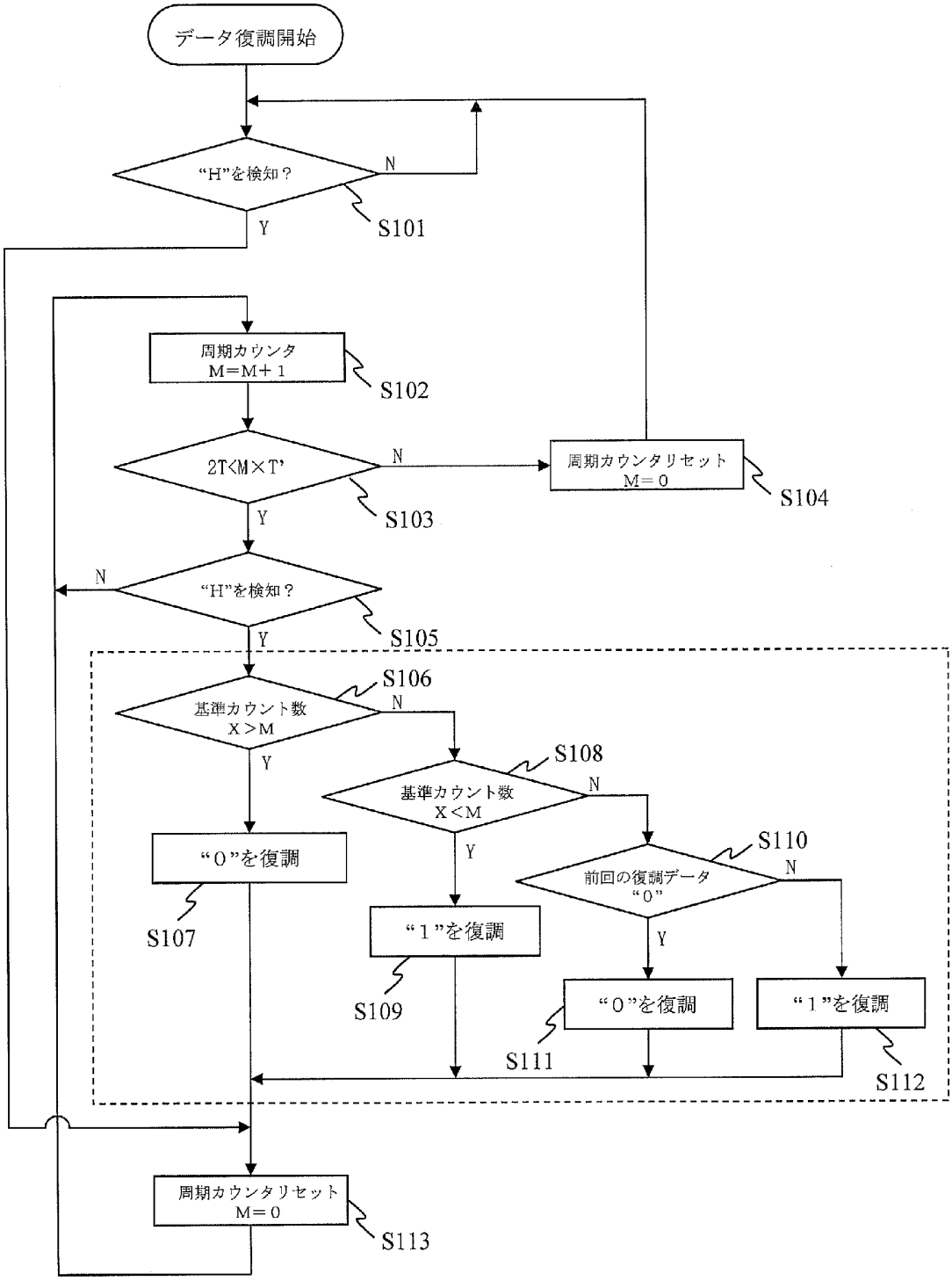
[図7]


カウント開始トリガ未設定？
N
S1
Y
"H"を検知？
N
S2
Y
カウント開始トリガ設定
S3
周期カウンタM=0
パルス数カウンタP=0
NULLカウンタNC=0
S21
周期カウンタM=M+1
S6
MxT'=T？
N
S7
Y
周期カウンタM=0
S8
"H"を検知？
N
S9
Y
データ識別カウンタN=0
S11
パルス数カウンタP=P+1
S22
P>PX?
N
S23
Y
"0"を復調
S10
対象物移動且つカウント開始トリガのずれ検知？
S12
Y
N
周期カウンタM=0
S13
周期カウンタM=M+1
データ識別カウンタN=N+1
S14
NxT'=dT？
N
S15
Y
NxT'>dT？
N
S18
Y
"H"を検知？
N
S16
Y
パルス数カウンタP=P+1
S24
P>PX?
N
S25
Y
"1"を復調
S17
NC=NC+1
データにNULLを記録
S26
NC>NCX？
N
S27
Y
カウント開始トリガクリア
S19
終了

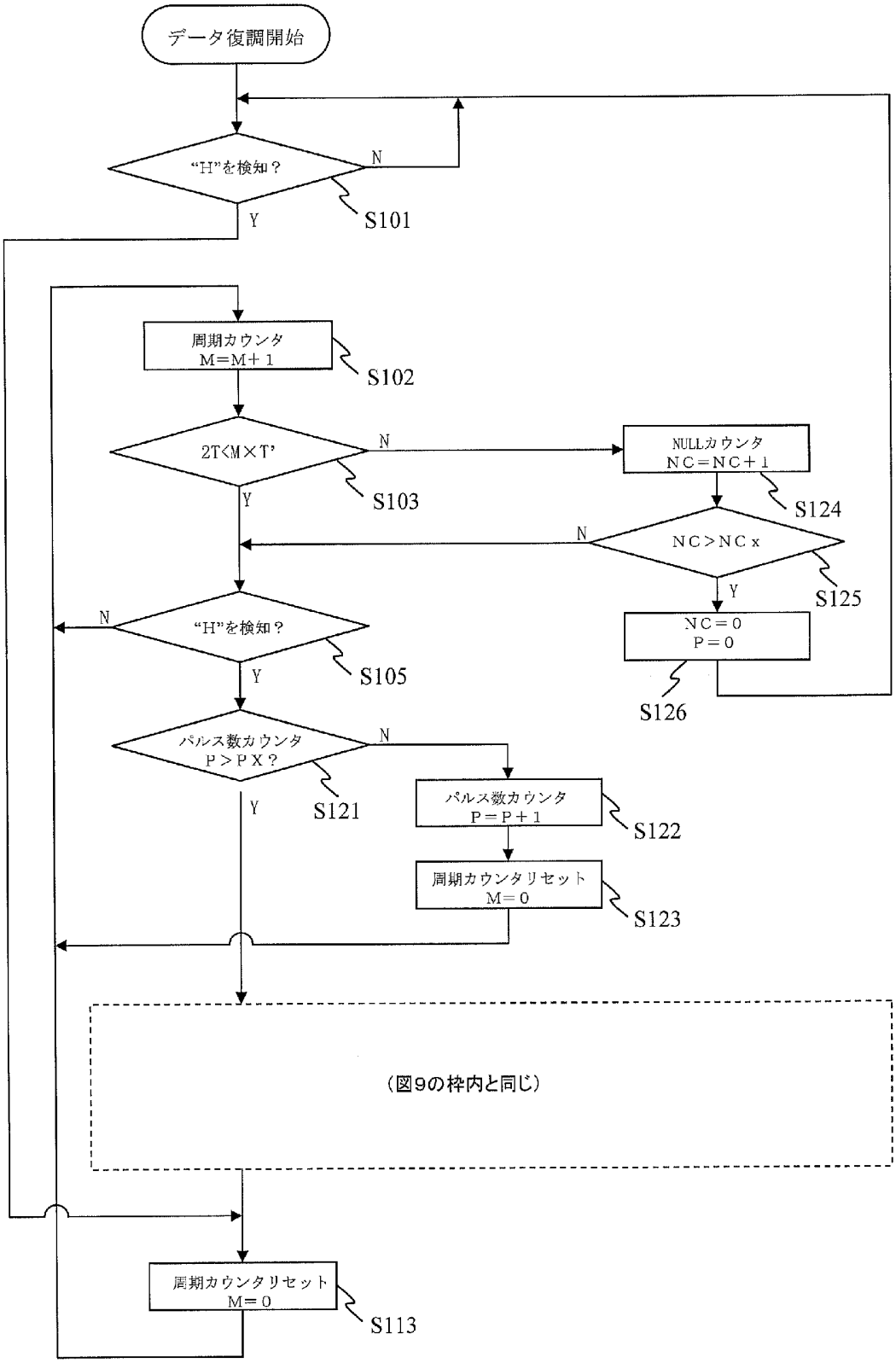
[図8]



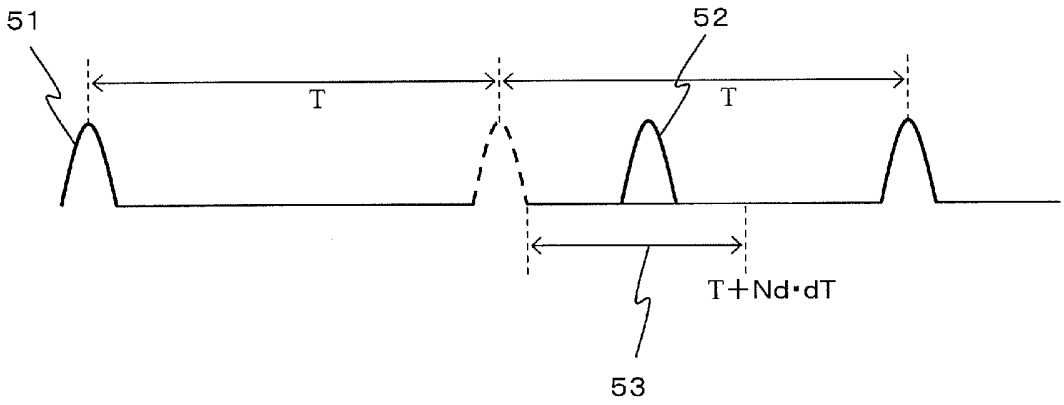
[図9]


データ復調開始
“H”を検知？
N
Y
S101
周期カウンタ
M＝M＋１
S102
2T<M×T’
N
Y
S103
周期カウンタリセット
M＝０
S104
“H”を検知？
N
Y
S105
S106
基準カウント数
X＞M
N
Y
S108
基準カウント数
X＜M
N
Y
S110
前回の復調データ
“０”
N
Y
“０”を復調
S107
“１”を復調
S109
“０”を復調
S111
“１”を復調
S112
周期カウンタリセット
M＝０
S113

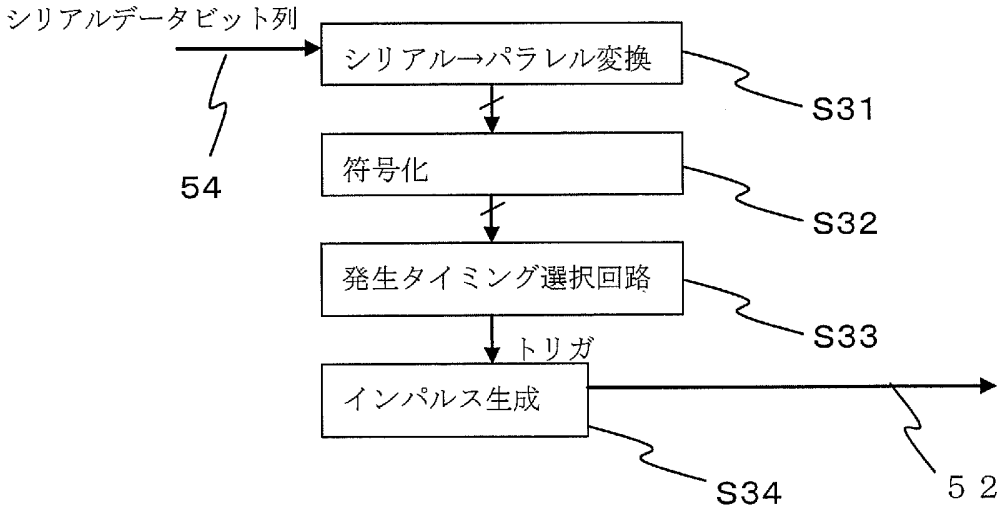
[図10]


データ復調開始
"H"を検知？
N
Y
S101
周期カウンタ
M=M+1
S102
2T<M×T'
N
Y
S103
NULLカウンタ
NC=NC+1
S124
NC>NCx
N
Y
S125
NC=0
P=0
S126
"H"を検知？
N
Y
S105
パルス数カウンタ
P>PX？
N
Y
S121
パルス数カウンタ
P=P+1
S122
周期カウンタリセット
M=0
S123
（図9の枠内と同じ）
周期カウンタリセット
M=0
S113

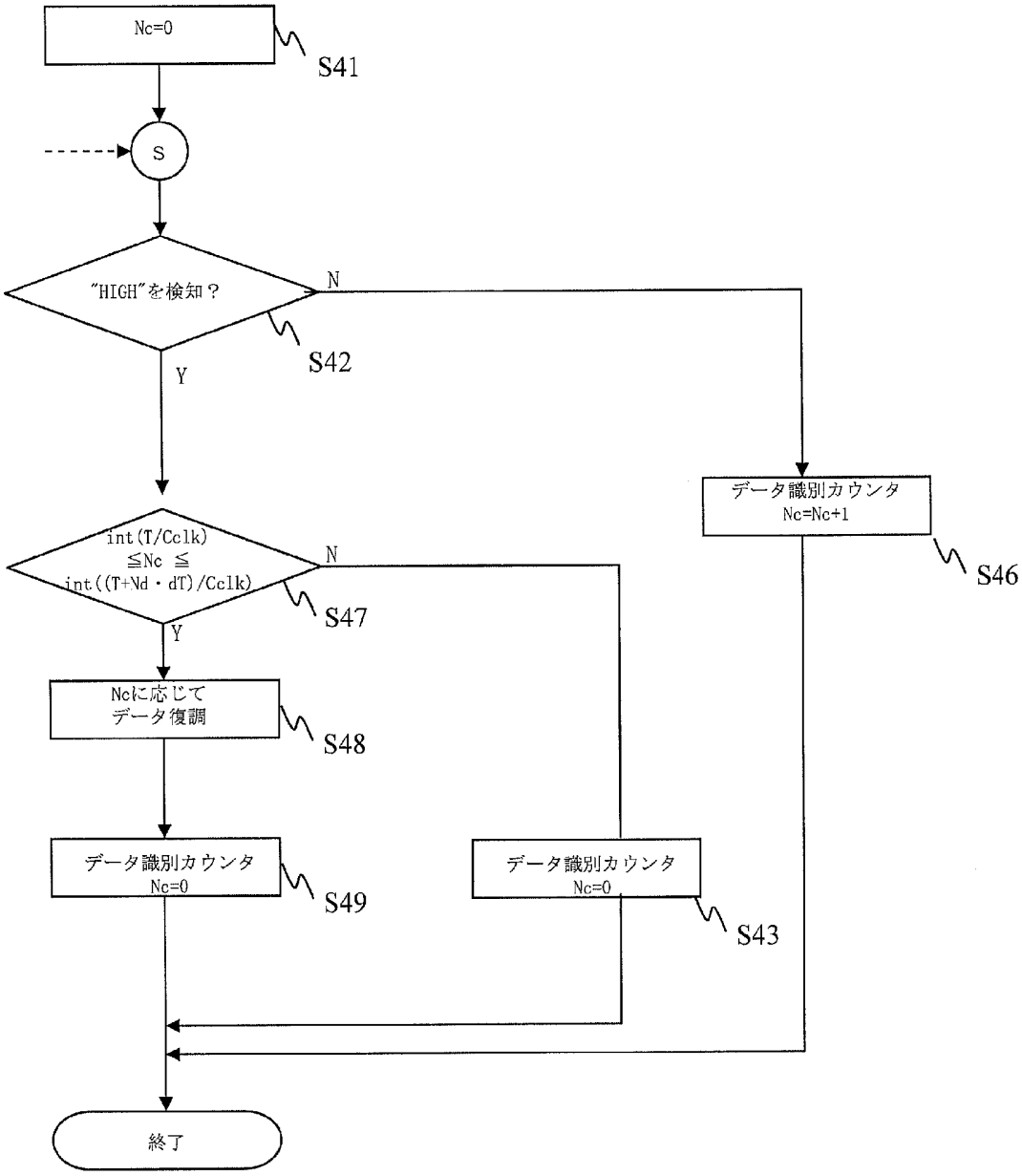
[図11]


51
52
T
T
T+Nd・dT
53

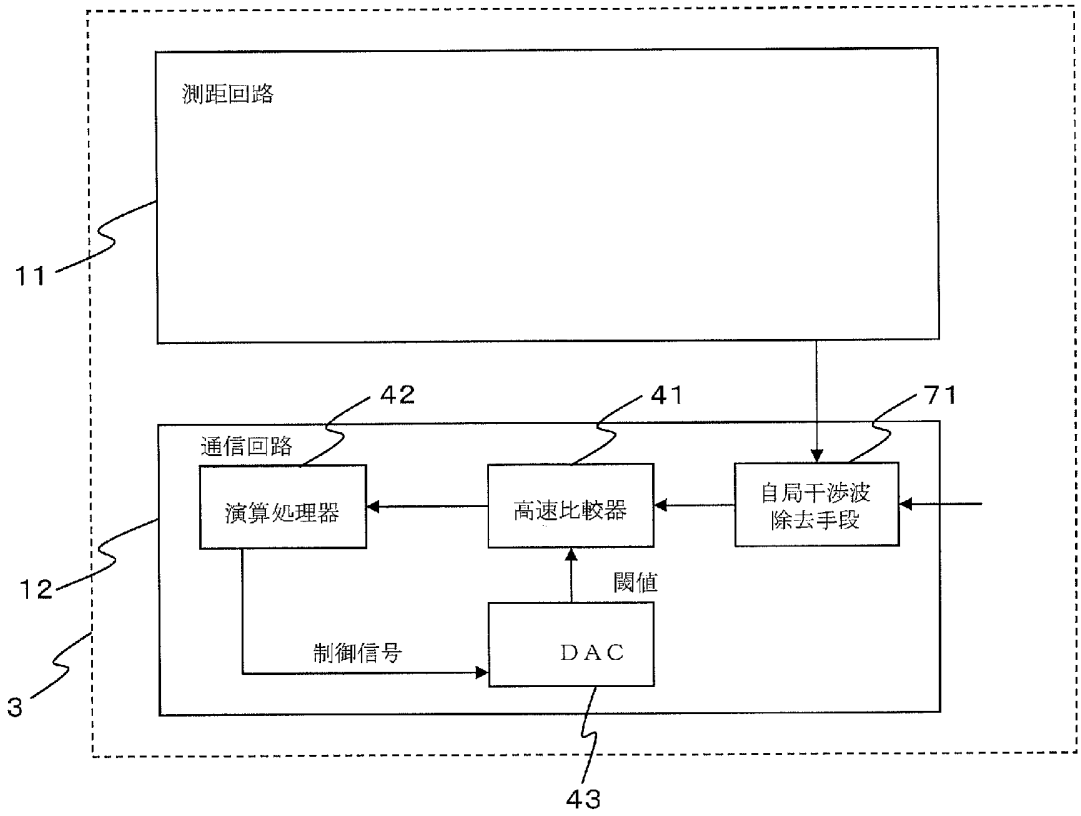
[図12]


シリアルデータビット列
シリアル→パラレル変換
S31
54
符号化
S32
発生タイミング選択回路
S33
トリガ
インパルス生成
S34
52

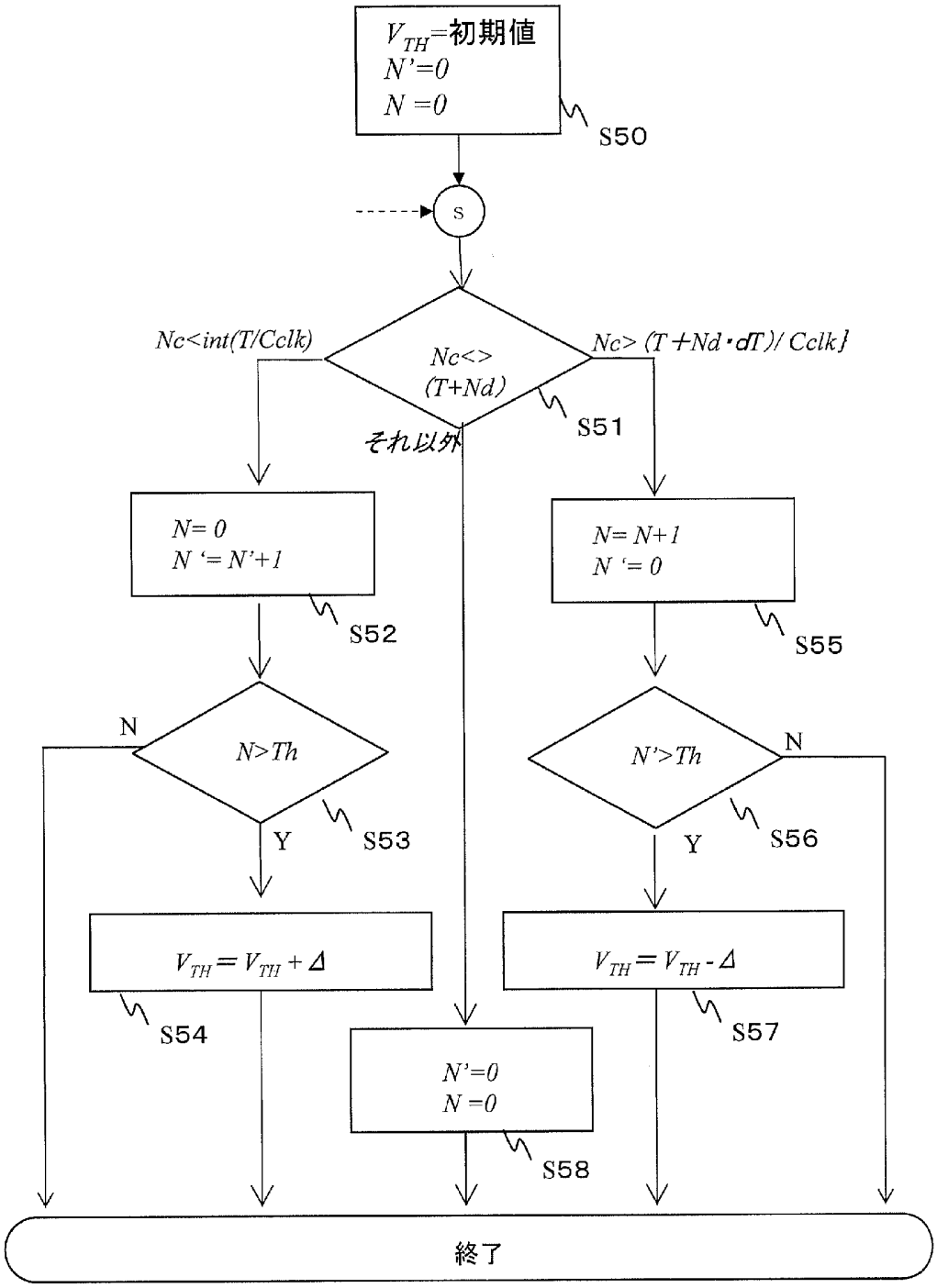
[図13]


Nc=0
S41
S
"HIGH"を検知？
N
S42
Y
データ識別カウンタ
Nc=Nc+1
S46
int(T/Cclk)
≦Nc ≦
int((T+Nd・dT)/Cclk)
N
S47
Y
Ncに応じて
データ復調
S48
データ識別カウンタ
Nc=0
S49
データ識別カウンタ
Nc=0
S43
終了

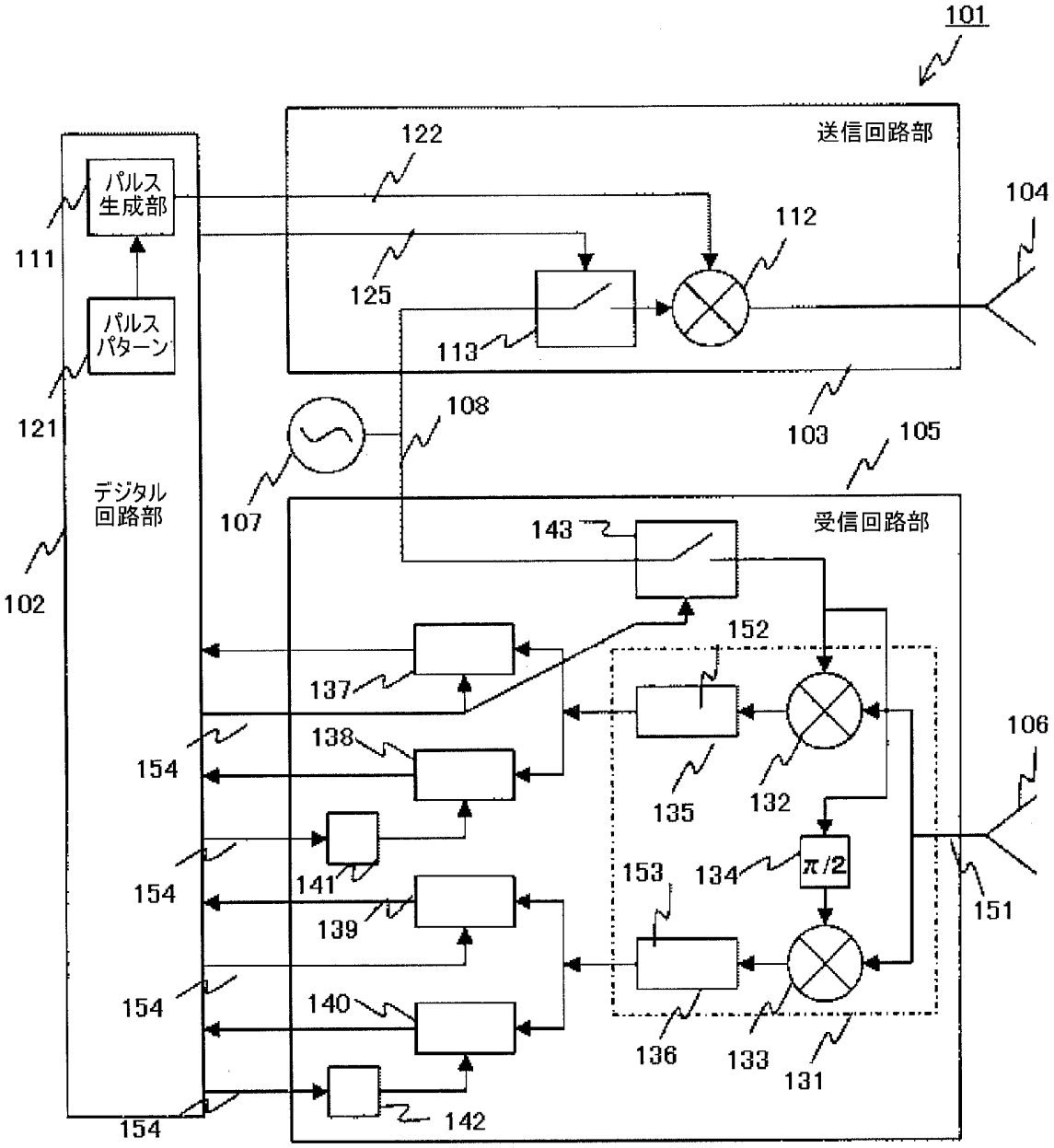
[図14]



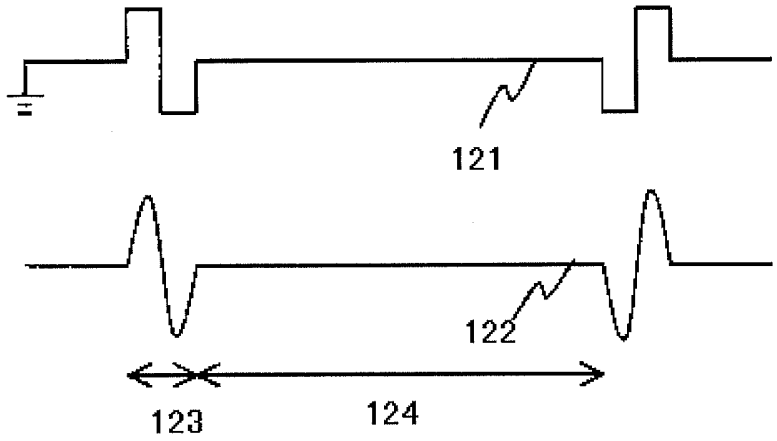
[図15]


V_{TH}=初期値
N'=0
N =0
S50
S
Nc<int(T/Cclk)
Nc<>
(T+Nd)
Nc> (T+Nd・dT)/ Cclk]
S51
それ以外
N= 0
N '= N'+1
S52
N= N+1
N '= 0
S55
N
N>Th
Y
S53
N'>Th
N
Y
S56
$V_{TH} = V_{TH} + \Delta$
S54
$V_{TH} = V_{TH} - \Delta$
S57
N'=0
N =0
S58
終了

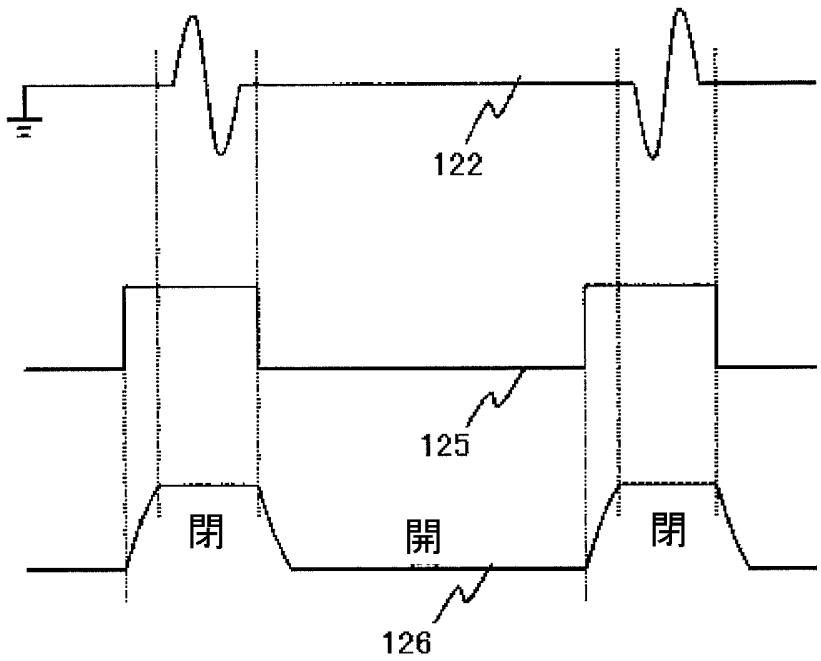
[図16]


101
送信回路部
122
パルス
生成部
111
パルス
パターン
121
125
112
104
113
103
108
107
105
デジタル
回路部
102
受信回路部
143
152
137
138
154
135
132
106
141
153
134
π/2
139
151
140
136
133
131
142

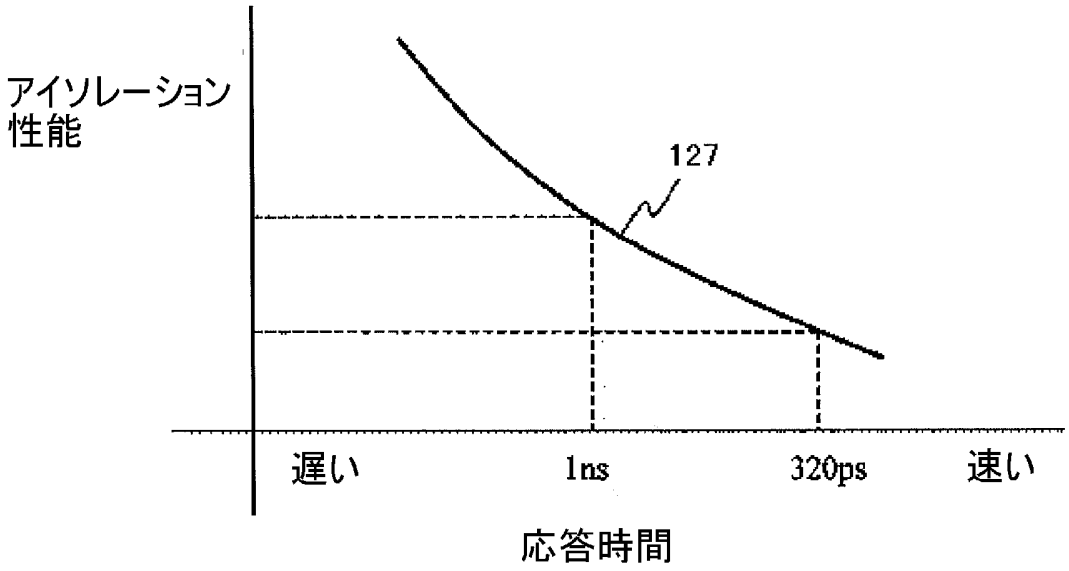
[図17]



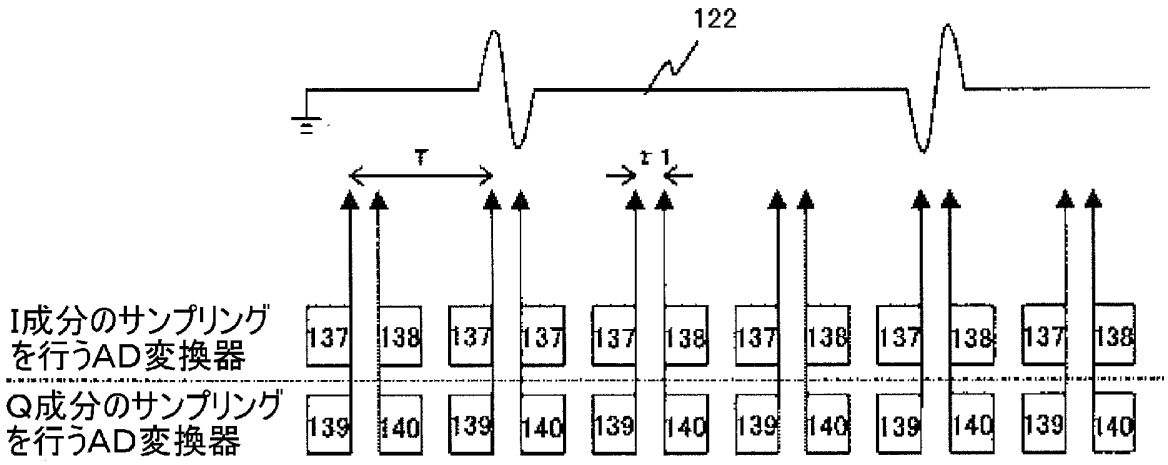
[図18]



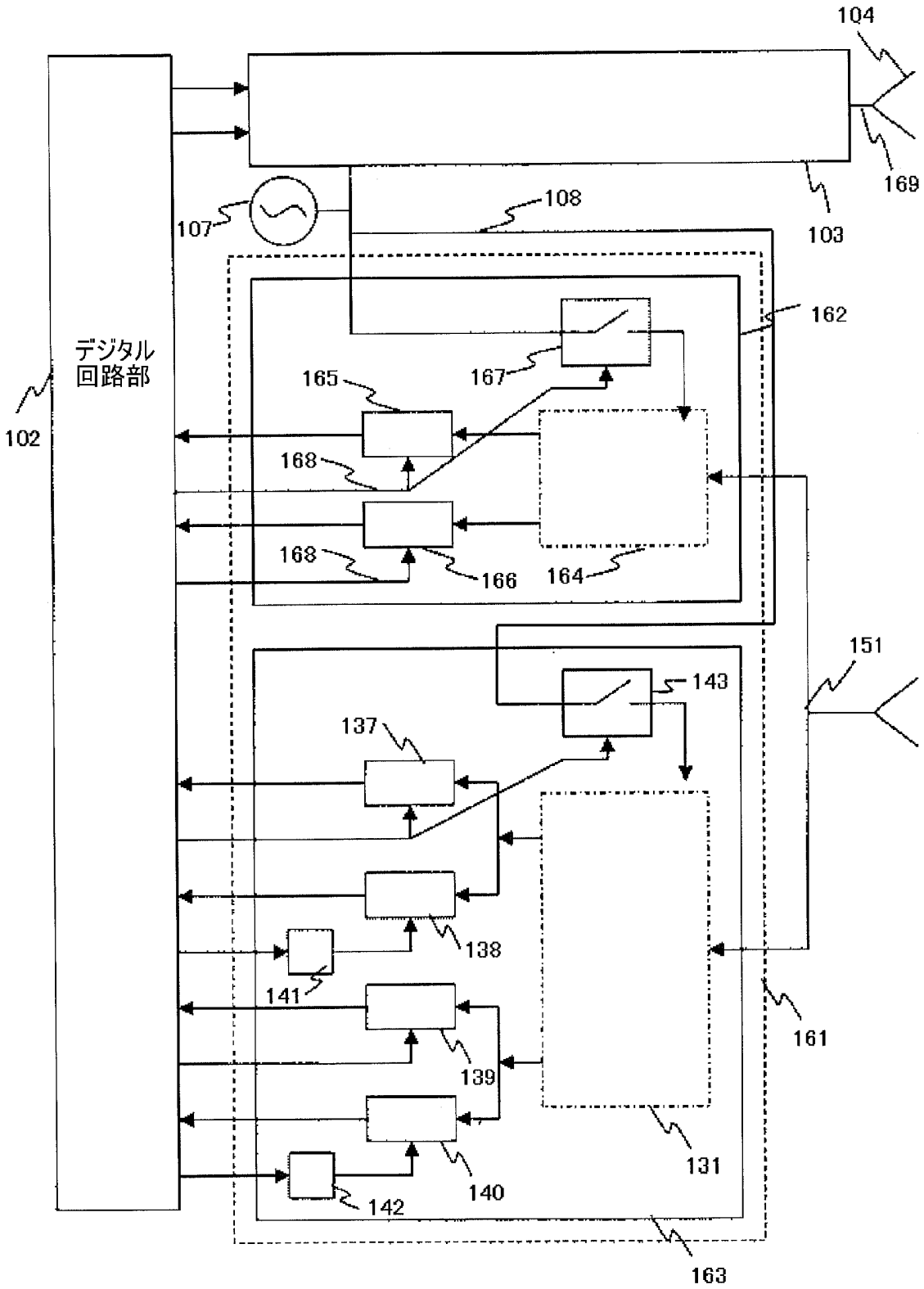
[図19]


アイソレーション
性能
127
遅い
1ns
320ps
速い
応答時間

[図20]


122
T
τ1
I成分のサンプリング
を行うAD変換器
Q成分のサンプリング
を行うAD変換器
137
138
139
140

[図21]


104
169
103
107
108
162
デジタル
回路部
102
165
167
168
168
166
164
151
143
137
138
141
139
140
142
161
131
163

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/308031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S13/08(2006.01), ***H04L25/49***(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01S13/08(2006.01), ***H04L25/49***(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-174368 A (Sony Corp.), 20 June, 2003 (20.06.03), Par. Nos. [0008], [0054] to [0060]; Fig. 4 (Family: none)	1-3
X	JP 2005-098847 A (Fujitsu Component Kabushiki Kaisha), 14 April, 2005 (14.04.05), Claims 1 to 2 & US 2005/0068225 A1	1-3
A	JP 2000-068895 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 03 March, 2000 (03.03.00), Claims 9 to 10 (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 July, 2006 (05.07.06)	11 July, 2006 (11.07.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/308031

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-258009 A (Sony Corp.), 16 September, 2004 (16.09.04), Par. No. [0024] & US 2004/0235499 A1	2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/308031

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-3

Remark on Protest

the

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 1 JP 2003-174368 A (paragraphs [0008], [0054] to [0060], figure 4)
Document 2 JP 2005-098847 A (Claims 1-2)

The matter of claims 1, 3 makes no contribution over the prior art in light of document 1. Document 1 discloses a UWB impulse receiving circuit including means for communicating with range-finding means for communication with range-finding means (see paragraph [0008], figure 4, paragraphs [0054] to [0055], paragraphs [0056] to [0060]). Document 2 discloses a UWB communication device also having a range-finding function (see claim 1).

Therefore, claims 1-16 do not share a special technical feature making a contribution over the prior art.

Claims 1-16 are classified as follows as far as the interpretation follows the statement.
(Claims 1, 3 are the prior art in light of document 1, 2.)

- Claim 2
  - Parallel processing of range-finding and communication
- Claims 4-5
  - PPM modulation of data
    (* Claim 5 is not consistent except for the matter having a limitation of claim 4.)
- Claim 6
  - Preamble prior to data modulation
    (* "said" of "to modulate said data" is imperfect and does not substantially limit the meaning.)
- Claims 7-9
  - Analog/digital converter and range bin
    (* claim 9 is not consistent except for the matter having limitation of claim 4.)
- Claims 10-11, 15-16
  - High-speed comparator and a DAC
    (* Claim 11 is not consistent except for the matter having a limitation of claim 6.)
- Claims 12-14
  - Concerning "continuous two impulses
    (* Claim 12 is not consistent except for the matter further having a limitation of claim 4)
    (* Claim 13 is not consistent except for the matter further having a limitation of claim 12 having the former limitation.)

The matters of six groups of inventions having limitations added to claim 1 are separate from one another and involve no specification of adequately sharing a technical feature matter making a contribution over the prior art.

Therefore, the six groups of inventions do not satisfy the unity of invention within the meaning of PCT Rule 13.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３０８０３１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*G01S13/08(2006.01), H04L25/49(2006.01)*

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*G01S13/08(2006.01), H04L25/49(2006.01)*

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X	JP 2003-174368 A（ソニー株式会社）2003.06.20, [0008],[0054]-[0060]段，第４図（ファミリーなし）	1-3
X	JP 2005-098847 A（富士通コンポーネント株式会社）2005.04.14，請求項１－２ & US 2005/0068225 A1	1-3
A	JP 2000-068895 A（沖電気工業株式会社）2000.03.03，請求項９－１０（ファミリーなし）	2

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０５．０７．２００６	国際調査報告の発送日 １１．０７．２００６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　９４０２ 有家　秀郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP 2004-258009 A（ソニー株式会社）2004.09.16, [0024]段 US 2004/0235499 A1	2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３０８０３１

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿＿ は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。
特別ページを参照。

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。

４．☑ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

１－３

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☑ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。

文献１　JP 2003-174368 A（[0008],[0054]-[0060]段，第４図）
文献２　JP 2005-098847 A（請求項１－２）

請求の範囲１，３に記載される事項は文献１に照らして従来技術を超えるものではない。文献１においてもＵＷＢインパルス受信回路は測距をする手段と通信をする手段とを含んでいる（[0008]段、第４図及び[0054]-[0055]段、[0056]-[0060]段参照）。同様にＵＷＢ通信機に測距機能も持たせることは文献２（請求項１参照）にも開示されている。
したがって、請求の範囲１－１６は従来技術を超える特別な技術的特徴を共有していない。

請求の範囲１－１６は、その記載に従うかぎりにおいて次のように分類される。
（請求の範囲１，３は文献１，２に照らして従来技術である。）

・請求の範囲２
　－測距と通信の並行処理
・請求の範囲４－５
　－データのＰＰＭ変調
　　（＊ただし請求の範囲５は、請求の範囲４の限定を有するものを除き、つじつまが合わない）
・請求の範囲６
　－データ変調に先立つプリアンブル
　　（＊「前記データを変調」の「前記」は不備であるが実質的に意味の限定に至らない）
・請求の範囲７－９
　－アナログ・ディジタル変換器とレンジビン
　　（＊ただし請求の範囲９は、請求の範囲４の限定を有するもの以外は、つじつまが合わない）
・請求の範囲１０－１１，１５－１６
　－高速比較器とＤＡＣ
　　（＊ただし請求の範囲１１は、請求の範囲６の限定を有するもの以外は、つじつまが合わない）
・請求の範囲１２－１４
　－「連続する２つのインパルス」に関連
　　（＊ただし請求の範囲１２は、請求の範囲４の限定をさらに有するもの以外は、つじつまが合わない）
　　（＊請求の範囲１３についても、上記限定を有する請求の範囲１２の限定をさらに有するもの以外は同様）

上記６群の発明は請求の範囲１に追加して規定する事項がそれぞれ別個であり、また従来技術を超える技術的特徴事項を十分に共有することが特定されていない。

よって上記６群の発明は、ＰＣＴ規則１３の意味における発明の単一性を満たしていない。