

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3652354号

(P3652354)

(45) 発行日 平成17年5月25日(2005.5.25)

(24) 登録日 平成17年3月4日(2005.3.4)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

GO 1 S 13/28

GO 1 S 13/28

B

GO 1 S 13/50

GO 1 S 13/50

B

HO 4 B 1/707

HO 4 J 13/00

D

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-438 (P2003-438)	(73) 特許権者	390014306 防衛庁技術研究本部長 東京都新宿区市谷本村町5番1号
(22) 出願日	平成15年1月6日(2003.1.6)	(73) 特許権者	000176730 三菱プレシジョン株式会社 東京都港区三田3丁目13番16号
(62) 分割の表示	特願2000-176857 (P2000-176857) の分割	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
原出願日	平成12年6月13日(2000.6.13)	(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(65) 公開番号	特開2003-240840 (P2003-240840A)	(74) 代理人	100100871 弁理士 土屋 繁
(43) 公開日	平成15年8月27日(2003.8.27)	(74) 代理人	100082898 弁理士 西山 雅也
審査請求日	平成15年1月6日(2003.1.6)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電波センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

搬送波を拡散して被変調波を生成するために必要な第1の系列符号を、複数の系列符号の中から選択して出力する第1の系列符号生成手段を有する送信部と、

前記被変調波を逆拡散して検知信号を生成するために必要な第2の系列符号を、前記第1の系列符号を遅延させて生成する第2の系列符号生成手段を有する受信部とを備える電波センサであって、

予め決められたクロック周波数及び予め決められたドップラー周波数通過帯域を有する電波センサにおいて、

前記クロック周波数を前記第1の系列符号の符号長で割ったときの符号周期周波数が前記ドップラー周波数通過帯域の上限値よりも大きいかまたは前記ドップラー周波数通過帯域の下限値よりも小さくなるように、系列符号を予め選択することを特徴とする第三者から検知されにくい電波センサ。

【請求項2】

前記第1の系列符号生成手段が出力する前記第1の系列符号は、一定の時間間隔又は任意の時間間隔で切り換わる請求項1に記載の電波センサ。

【請求項3】

前記第1の系列符号生成手段が出力する前記第1の系列符号は、一定の符号周期積算値又は任意の符号周期積算値で切り換わる請求項1又は2に記載の電波センサ。

【請求項4】

10

20

前記第1の系列符号生成手段は、前記第1の系列符号を、前記複数の系列符号の中から所定の順序又は任意の順序で選択して出力する請求項1から3のいずれか一項に記載の電波センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、進入防止装置又は速度検知装置に利用する電波センサに関し、特に、第三者が電波センサの存在を検知する可能性の低減に関する。

【0002】

【従来の技術】

スペクトラム拡散を用いた通信方式は、秘匿性や妨害波の排除能力が着目され、衛星通信技術あるいは無線LAN等、様々な分野で用いられている。例えば、直接拡散方式によるスペクトラム拡散通信においては、送信側では、PN（疑似雑音）系列符号を使って入力信号を拡散して送信し、受信側では、送信側と同じPN系列符号を使って受信信号を逆拡散して入力信号を復元することで通信を行う。このとき、異なるPN系列符号で拡散された入力信号はほとんど復元されないので、PN系列符号が異なれば相互に干渉することはない。

【0003】

このようなスペクトラム拡散通信方式を用いた例として、進入防止装置あるいは速度検知装置等に用いられる電波センサがある。

【0004】

電波センサは送信部及び受信部からなり、送信部から移動目標に対して電波を送信し、さらに移動目標からの反射波を受信することで速度等を検出する。進入防止装置は、電波センサを中心とした地域の中に、進入してくる移動目標を検知し対処する装置であり、速度検知装置は、電波センサを中心とした地域の中で、移動する目標物の速度を計測し検知する装置である。

【0005】

従来例による電波センサにおいては、搬送波を所定の系列符号で拡散して被変調波を生成し、その被変調波を増幅して移動目標に対して送信し、移動目標から反射して到来した信号に対して同期した系列符号を用いてドップラー成分を抽出する。ドップラー成分は移動目標の相対速度に比例しているため、移動目標の検知あるいは速度の検知等が可能である。スペクトラム拡散通信方式における系列符号の種類としては、M系列（最長系列）、GOLD系列あるいはその他の系列符号等があるが、通常そのうちの1つの符号系列のみが用いられる。

【0006】

図1は、スペクトラム拡散通信方式を用いた電波センサの従来例を示すブロック図である。

【0007】

高周波発振器1は、搬送波101を生成し、送信側の変調器2及び受信側の混合器5へ出力する。

【0008】

符号発生器9は、クロック発生器7から出力されるクロック信号104によりタイミングをとって系列符号102を生成し、変調器2及び遅延器10へ出力する。

【0009】

変調器2は、系列符号102と搬送波101とを混合することにより位相変調し、被変調波103を生成する。被変調波103は電力増幅器3で増幅され、送信波201として送信アンテナ4から、移動目標20へ向けて送信される。

【0010】

移動目標20に反射して到来した反射波202は、環境雑音203と共に受信アンテナ6で受信信号110として受信される。

10

20

30

40

50

**【 0 0 1 1 】**

混合器 5 は、受信信号 1 1 0 と、高周波発振器 1 によって生成された搬送波 1 0 1 とを混合し、移動目標 2 0 に対する反射波 2 0 2 の成分が抽出された低周波の中間周波 1 1 1 を生成する。

**【 0 0 1 2 】**

遅延器 1 0 では、送信側と同じ系列符号 1 0 2 に対して、電波センサの検知領域に対応して設定される時間又はビット分だけ遅延させて遅延系列符号 1 1 2 を生成する。

**【 0 0 1 3 】**

中間周波 1 1 1 は増幅器 1 1 で増幅され、続いて、復調器 1 2 において遅延系列符号 1 1 2 によって復調される。このとき、移動目標 2 0 に対する反射波 2 0 2 は、遅延系列符号 1 1 2 と同期しているため、移動目標 2 0 のドップラー成分 1 1 3 のみが抽出される。それ以外の信号は、遅延系列符号 1 1 2 とは同期していないため抽出されない。

10

**【 0 0 1 4 】**

検知 / 速度表示器 1 3 は、反射波 2 0 2 の検知を表示すると共に、ドップラー成分 1 1 3 を換算して速度情報を出力する。

**【 0 0 1 5 】****【 発明が解決しようとする課題 】**

従来例の電波センサにおいては、搬送波 1 0 1 の拡散に用いられる系列符号 1 0 2 は予め決められた 1 種類のみであり、従って系列符号 1 0 2 は規則的な連続波となる。このため、第三者は系列符号 1 0 2 及びクロック周波数等を短時間で容易に解読できる。また、逆拡散に用いる遅延系列符号 1 1 2 は、電波センサの検知領域に対応した時間分遅延させているだけであるため系列符号 1 0 2 と同期しやすい。従って、一旦同期すると継続して同期することが可能となり、第三者が電波センサの存在を高い検知確率で検知することが可能となる。

20

**【 0 0 1 6 】**

従って本発明の目的は、上記課題に鑑み、第三者によって存在が検知される可能性を低減した電波センサを提供することにある。

**【 0 0 1 7 】****【 課題を解決するための手段 】**

上記目的を実現するために、本発明によるスペクトラム拡散通信方式を用いた電波センサは、搬送波を拡散して被変調波を生成するために必要な第 1 の系列符号を、複数の系列符号の中から選択して出力する第 1 の系列符号生成手段を有する送信部と、この被変調波を逆拡散して検知信号を生成するために必要な第 2 の系列符号を、第 1 の系列符号を遅延させて生成する第 2 の系列符号生成手段を有する受信部とを備える。

30

**【 0 0 1 8 】**

本発明によれば、拡散に用いる符号系列を複数の符号系列の中から所定の順序あるいは任意の順序で切り換えるので、第三者が電波センサの存在を検知する可能性を低減することができる。

**【 0 0 1 9 】****【 発明の実施の形態 】**

図 2 は、本発明による第 1 の実施例の電波センサのブロック図であり、図 3 は、本実施例による符号発生器及び符号指定器のブロック図である。本実施例においては、第三者が電波センサの存在を短時間で容易に検知することがないように、拡散に用いる符号系列を複数の符号系列の中から所定の順序あるいは任意の順序で切り換えて出力する。

40

**【 0 0 2 0 】**

まず、図 2 を参照して、本発明の第 1 の実施例による電波センサの構成を説明する。

**【 0 0 2 1 】**

高周波発振器 1 は、送信側の変調器 2 及び受信側の混合器 5 に接続されている。

**【 0 0 2 2 】**

送信側においては、符号発生器 9 が符号指定器 8 及び変調器 2 に接続されており、クロッ

50

ク発生器 7 が、符号指定器 8 及び符号発生器 9 に接続される。変調器 2 は電力増幅器 3 を介して送信アンテナ 4 に接続される。

【0023】

受信側では、受信アンテナ 6 が混合器 5 に接続されており、混合器 5 は増幅器 11 を介して復調器 12 に接続される。復調器 12 は、検知/速度表示器 13 に接続されており、また、遅延器 10 を介して符号発生器 9 に接続されている。

【0024】

次に、図 2 を参照して、本発明の第 1 の実施例の動作原理について説明する。

【0025】

高周波発振器 1 は、搬送波 101 を生成し、送信側の変調器 2 及び受信側の混合器 5 へ出力する。 10

【0026】

図 3 に示すように、本発明による符号発生器 9 は、複数の系列符号の中から、1 種類の系列符号 102 を選択して生成することができるように構成されており、その選択は符号指定器 8 で生成される系列符号指定信号 105 に基づく。また、符号発生器 9 は更に、スタート信号検出ブロック 15 において系列符号 102 に関するスタート信号 106 を検出し、符号指定器 8 へ出力する。

【0027】

図 4 は系列符号とスタート信号との関係を示す図である。スタート信号 106 は、系列信号 102 の 1 符号長の先頭を示す信号である。系列符号は 1 符号長の繰り返しで得られるので、スタート信号 106 の間隔が 1 符号長となり、従って、スタート信号 106 は系列信号 102 の 1 符号長毎に常時出力されることになる。 20

【0028】

符号指定器 8 は、所望の系列信号 102 を複数の符号系列の中から選択して出力するよう、符号発生器 9 に対して指示する系列符号指定信号 105 を生成する。この符号指定器 8 では、所望の系列符号 102 を複数の符号系列の中から所定の順序あるいは任意の順序で切り換えて出力するよう指示可能である。

【0029】

また、符号指定器 8 は更に、一定の時間間隔又は任意の時間間隔で系列符号指定信号 105 を出力することも可能である。符号指定器 8 は、系列符号の切換えが系列符号 102 の現在の出力の最中に起きることがないように、かつ、系列符号 102 の出力が途切れることがなく継続するように、系列符号 102 の 1 符号長の先頭を示すスタート信号 106 の同期して、換言すれば、系列符号の 1 符号長の整数倍の時間を基本として、一定の時間間隔又は任意の時間間隔で系列符号指定信号 105 を出力する。 30

【0030】

符号発生器 9 は、このようにして符号指定器 8 で生成される系列符号指定信号 105 に基づいて、一定の時間間隔又は任意の時間間隔で、かつ、複数の種類の符号系列の中から所定の順序又は任意の順序で系列符号を切換えて出力する。

【0031】

上述のように、符号指定器 8 がスタート信号 106 に同期して一定の時間間隔又は任意の時間間隔で系列符号指定信号 105 を用いて符号発生器 9 に指示を送ることにより、系列符号 102 が出力されないような空白時間を発生することなく、複数の系列符号を候補として出力される系列符号 102 の切換えが所定の順序あるいは任意の順序で可能となる。 40

【0032】

なお、符号指定器 8 及び符号発生器 9 は共に、クロック発生器 7 から出力されるクロック信号 104 によりタイミングをとる。

【0033】

変調器 2 は、系列符号 102 と搬送波 101 とを混合することにより位相変調し、被変調波 103 を生成する。被変調波 103 は電力増幅器 3 で増幅され、送信アンテナ 4 を介して送信波 201 として移動目標 20 へ向けて送信される。 50

## 【 0 0 3 4 】

移動目標 2 0 に反射して到来した反射波 2 0 2 は、環境雑音 2 0 3 と共に受信アンテナ 6 を介して受信信号 1 1 0 として受信される。

## 【 0 0 3 5 】

混合器 5 は、受信信号 1 1 0 と、高周波発振器 1 によって生成された搬送波 1 0 1 とを混合し、移動目標 2 0 に対して反射して到来した反射波 2 0 2 の成分が抽出された低周波の中間周波 1 1 1 を生成する。

## 【 0 0 3 6 】

スペクトラム拡散通信方式を用いた電波センサにおいては、前述のように、移動目標からの反射波に対して同期し、かつ送信の際に用いた系列符号と同じ系列符号を用いることで、ドップラー成分を抽出することができる。このドップラー成分は移動目標の相対速度に比例している。中間周波 1 1 1 は、電波センサの検知領域に対応した時間分だけ遅延させて中間周波 1 1 1 に同期させた系列符号 1 1 2 を用いて復調される。

10

## 【 0 0 3 7 】

遅延器 1 0 では、送信の際に用いた符号系列と同じ系列符号 1 0 2 に対して、電波センサの検知領域に対応して設定される時間又はビット分だけ遅延させて遅延系列符号 1 1 2 を生成する。

## 【 0 0 3 8 】

中間周波 1 1 1 は増幅器 1 1 で増幅され、続いて、復調器 1 2 において遅延系列符号 1 1 2 によって復調される。このとき、移動目標 2 0 に対する反射波 2 0 2 は、遅延系列符号 1 1 2 と同期しているので、反射波 2 0 2 のドップラー成分 1 1 3 のみが抽出される。それ以外の信号は、遅延系列符号 1 1 2 とは同期していないので抽出されない。

20

## 【 0 0 3 9 】

以上のように、送信の際に用いた符号系列と同じ系列符号 1 0 2 を電波センサの検知領域に対応した時間分だけ遅延させて距離ゲートを構成し、反射波 2 0 2 の復調に用いることで反射波 2 0 2 のドップラー成分 1 1 3 を抽出する。ゲートの幅は符号のクロック周期となる。

## 【 0 0 4 0 】

ドップラー成分 1 1 3 は、電波センサと移動目標との相対速度に比例しており、検知 / 速度表示器 1 3 は、ドップラー成分 1 1 3 が所定のしきい値を越えると、移動目標 2 0 からの反射波 2 0 2 を検知したことを表示すると共に、ドップラー成分 1 1 3 を換算して速度情報を出力する。

30

## 【 0 0 4 1 】

次に、本発明の第 2 の実施例による符号指定器及び符号発生器について説明する。スペクトラム拡散通信方式で用いられる系列符号は、その種類が限られているので、第 1 の実施例では、拡散に用いる系列符号を切り換えても同一の系列符号が連続して出力されてしまう可能性もある。そこで、本発明の第 2 の実施例では、同一の系列符号が連続して出力されるのを防ぐために、系列符号を組み合わせるにより、切換えて出力することができる符号系列の候補を更に増やす。

## 【 0 0 4 2 】

すなわち、本発明の第 2 の実施例は、第 1 の実施例における符号指定器 8 及び符号発生器 9 において、所望の系列符号を、系列符号の組み合わせも含めて複数の系列符号の中から選択して出力することができる機能を更に備えたものである。

40

## 【 0 0 4 3 】

本実施例のブロック図は、図 2 に示された第 1 の実施例のブロック図と同じであり、符号指定器 8 及び符号発生器 9 以外の各要素における機能は同様である。

## 【 0 0 4 4 】

本実施例による符号指定器 8 は、スタート信号 1 0 6 を積算し、一定の符号周期積算値又は任意の符号周期積算値でタイミングを合わせて系列符号指定信号 1 0 5 を生成する機能を更に備える。

50

## 【 0 0 4 5 】

従って、符号発生器 9 は、前述の系列符号指定信号 105 によれば、一定の符号周期積算値又は任意の符号周期積算値で、所望の系列符号 1 0 2 に切り換えることができる機能を更に備えることになる。

## 【 0 0 4 6 】

次に、本発明による第 3 の実施例の電波センサについて説明する。

## 【 0 0 4 7 】

本実施例では、上述の第 1 又は第 2 の実施例による電波センサにおいて、環境雑音を検知する雑音検知器を更に備えるものであり、環境雑音の大小に応じて搬送波の拡散に用いる系列符号を切換える。

10

## 【 0 0 4 8 】

環境雑音が高い場合、搬送波の拡散に用いる系列符号の符号長を長くすれば、周波数スペクトルを拡大することになるので送信電力を増加させずに S N 比（信号対雑音比）を改善することができる。従って、移動目標からの反射波と環境雑音との弁別が容易になり、送信電力を増加させずに検知精度を高めることができる。符号長の長い符号系列を用いると検知精度は高めることができるが、時間的応答性は悪くなるので、符号長はできる限り短くすることが望ましい。

## 【 0 0 4 9 】

図 5 は、本発明による第 3 の実施例の電波センサのブロック図であり、図 6 は、本実施例による符号発生器、符号指定器及び雑音検知器のブロック図である。図 2 及び 3 に示された第 1 の実施例のブロック図と異なる点は、復調器 1 2 と符号指定器 8 との間に雑音検知器 1 4 をさらに備える点である。

20

## 【 0 0 5 0 】

雑音検知器 1 4 は、復調器 1 2 から出力されるドップラー成分 1 1 3 を、常時、又は一定の時間間隔で、又は電波センサの作動開始後指定回数分だけ、サンプリングすることにより、移動目標 2 0 が接近していないときの環境雑音 2 0 3 を検知する。つまり、設定した距離ゲートの範囲からのドップラー成分を有した信号を検知する。

## 【 0 0 5 1 】

図 6 に示すように、符号長検出ブロック 1 6 は、符号発生器 9 により出力される系列符号 1 0 2 の符号長を検出し、符号長信号を雑音検知器 1 4 へ出力する。本実施例による雑音検知器 1 4 は、移動目標 2 0 が接近していないときにサンプリングしたドップラー成分 1 1 3 の平均値又は移動平均値が、所定の許容電圧以下である場合、即ち環境雑音 2 0 3 が小さい場合は何もしないが、所定の許容電圧以上である場合、即ち環境雑音 2 0 3 が大きい場合は、符号長信号 1 1 4 に基づいて、現在使用している系列符号 1 0 2 の符号長より長い符号長を選択するように符号指定器 8 へ符号長変更信号 1 1 5 を送る。

30

## 【 0 0 5 2 】

なお、符号指定器 8 は、第 1 及び第 2 の実施例と同様に、スタート信号 1 0 6 に同期して系列符号指定信号 1 0 5 を生成する。

## 【 0 0 5 3 】

次に、本発明による第 4 の実施例について説明する。

40

## 【 0 0 5 4 】

本実施例では、上述の第 1 ~ 3 の実施例において、符号指定器 8 が生成する系列符号指定信号 1 0 5 に基づいて符号発生器 9 が生成する系列符号 1 0 2 が、符号周期周波数がドップラー周期の通過周波数帯外であるものとするので、電波センサの内部雑音を低減させ、送信電力を低減させる。

## 【 0 0 5 5 】

符号周期周波数は、クロック周波数を符号長で割った周波数である。例えば、電波センサのクロック発生器 7 のクロック周波数が  $f_0$  Hz で、距離ゲートの範囲におけるドップラー周期の通過周波数帯域が  $f_0 / 10^4$  Hz から  $f_0 / 10^3$  Hz であると仮定する。このような電波センサにおいて、2000 ビットの符号長を有する系列符号 1 0 2 を用いた場合、符号

50

周期周波数は $f_0 \text{ Hz} / 2000$ となる。この符号周期周波数は、ドップラー周期の通過周波数帯域内に入ることになる。このため、この符号周期周波数を有する信号は、送受信内部における漏れ信号となり、結果として受信側の受信感度を妨げる要因、すなわち内部雑音として作用することになる。内部雑音が大きいと、検知/速度表示器13は、移動目標からのドップラー成分113を検知していないのに検知したことを表示してしまうといったような誤検知が生じる可能性がある。この問題を解決するために、本実施例では、電波センサで使用されるクロック発生器7のクロック信号104及びドップラー周期の通過周波数帯域に対して、符号周期周波数がドップラー周期の通過周波数帯外になるような符号長を有する符号系列102を生成可能な符号発生器9を用いる。

#### 【0056】

例えば、クロック周波数が $f_0 \text{ Hz}$ で、距離ゲートの範囲におけるドップラー周期の通過周波数帯域が $f_0 / 10^4 \text{ Hz}$ から $f_0 / 10^3 \text{ Hz}$ であると予め決められている電波センサにおいて、符号長が500ビットである系列符号102を用いると、符号周波数は $f_0 \text{ Hz} / 500$ となるので、ドップラー周期の通過周波数帯域外になる。また、第3の実施例では、環境雑音が大きい場合、符号長の長い系列符号102を用いるが、この場合、例えばその符号長が20000ビットであれば、符号周波数は $f_0 \text{ Hz} / 20000$ となるのでドップラー周期の通過周波数帯域外となる。

#### 【0057】

本実施例のブロック図は、図2、3、5及び6に示された第1～第3の実施例のブロック図と同じでよい。なお、符号長がドップラー周期の通過周波数帯外にあるような系列符号102を搬送波101の変調に用いても内部雑音を小さくできない場合は、検知/速度表示器13のしきい値を大きくして検知感度を下げ、前述のような誤検知を防ぐ。

#### 【0058】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、スペクトラム拡散通信方式による電波センサにおいて、拡散に用いる符号系列を複数の符号系列の中から所定の順序あるいは任意の順序で切り換えるので、第三者が電波センサの存在を検知する可能性を低減することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】スペクトラム拡散通信方式を用いた電波センサの従来例を示すブロック図である。

【図2】本発明による第1の実施例の電波センサのブロック図である。

【図3】本実施例による符号発生器及び符号指定器のブロック図である。

【図4】系列符号とスタート信号との関係を示す図である。

【図5】本発明による第3の実施例の電波センサのブロック図である。

【図6】本実施例による符号発生器、符号指定器及び雑音検知器のブロック図である。

##### 【符号の説明】

1 ... 高周波発振器

2 ... 混合器

3 ... 電力増幅器

4 ... 送信アンテナ

5 ... 混合器

6 ... 受信アンテナ

7 ... クロック発振器

8 ... 符号指定器

9 ... 符号発生器

10 ... 遅延器

11 ... 増幅器

12 ... 混合器

13 ... 検知/速度表示器

14 ... 雑音検知器

10

20

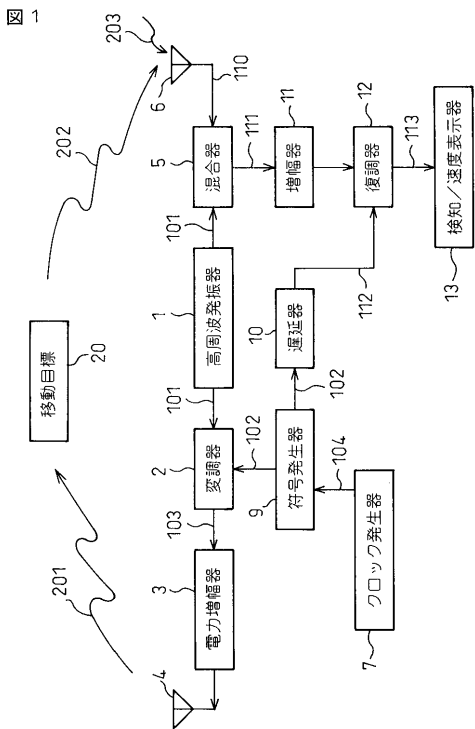
30

40

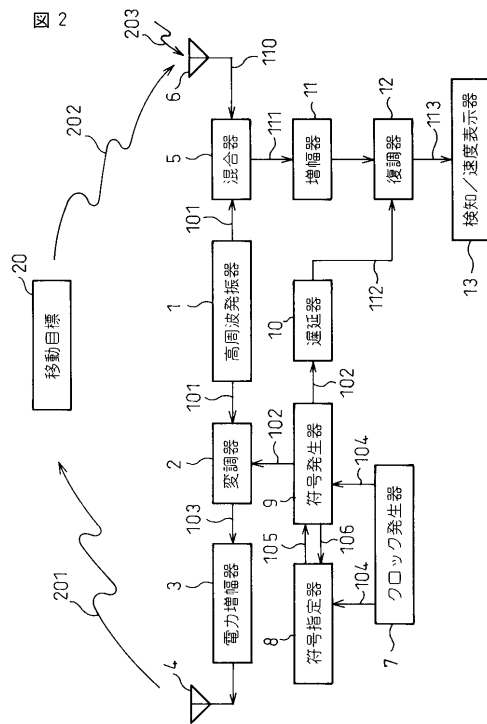
50

- 15 ... スタート信号検出ブロック
- 16 ... 符号長検出ブロック
- 20 ... 移動目標

【図1】

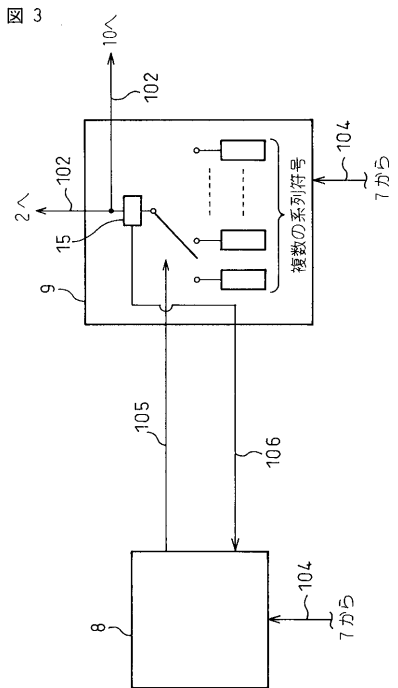


【図2】

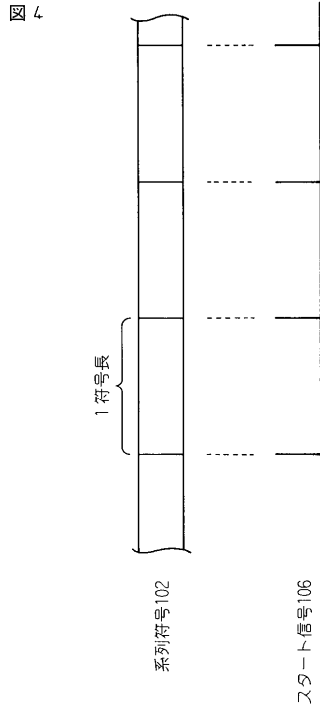




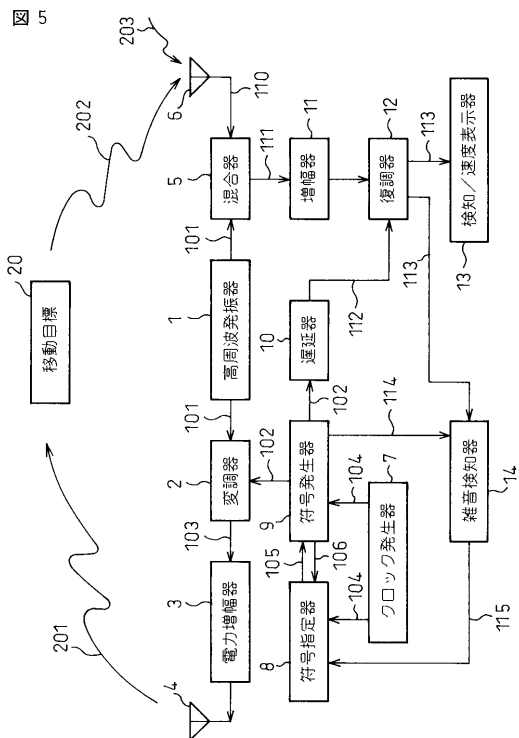
【図3】



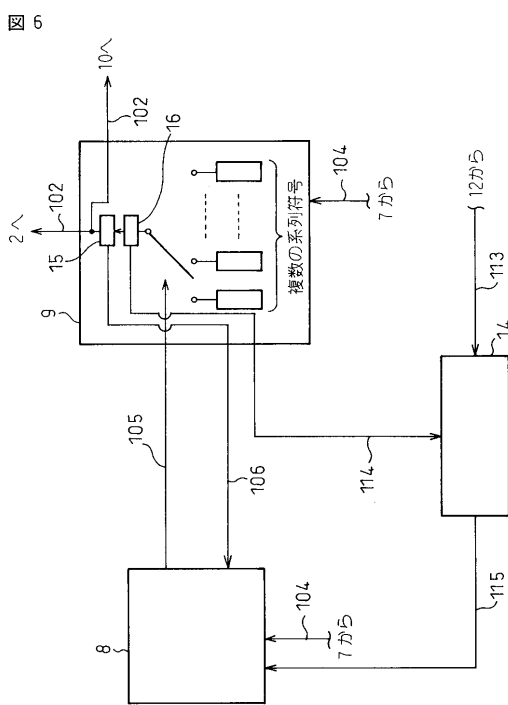
【図4】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(74)代理人 100081330

弁理士 樋口 外治

(72)発明者 船田 吉丸

神奈川県相模原市淵野辺 1 - 1 8 - 3 3 相模原特借宿舍 1 - 3 0 2

(72)発明者 日高 慶記

神奈川県鎌倉市上町屋 3 4 5 番地 三菱プレジジョン株式会社内

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 特開平 7 - 3 3 3 3 2 4 ( J P , A )

特開平 2 - 1 6 5 0 8 6 ( J P , A )

特開平 7 - 3 5 8 4 9 ( J P , A )

特開平 6 - 1 0 4 7 9 3 ( J P , A )

特開平 5 - 9 3 7 7 6 ( J P , A )

特開平 1 1 - 2 3 7 4 7 0 ( J P , A )

特開 2 0 0 0 - 9 8 3 3 ( J P , A )

特開平 1 1 - 8 3 9 9 1 ( J P , A )

特開平 1 1 - 3 5 2 2 1 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)

G01S 7/00 ~ 7/42

G01S 13/00 ~ 13/95

H04B 1/707