

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-128982

(P2011-128982A)

(43) 公開日 平成23年6月30日(2011.6.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 F 3/044 (2006.01)	G O 6 F 3/044 E	5 B O 6 8
G 0 6 F 3/041 (2006.01)	G O 6 F 3/041 3 3 O D	5 B O 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 28 O L (全 82 頁)

(21) 出願番号	特願2009-288273 (P2009-288273)	(71) 出願人	000139403
(22) 出願日	平成21年12月18日 (2009.12.18)		株式会社ワコム
			埼玉県加須市豊野台2丁目510番地1
		(74) 代理人	110000925
			特許業務法人信友国際特許事務所
		(72) 発明者	小田 康雄
			埼玉県北埼玉郡大利根町豊野台2丁目510番地1 株式会社ワコム内
		(72) 発明者	杉山 義久
			埼玉県北埼玉郡大利根町豊野台2丁目510番地1 株式会社ワコム内
		(72) 発明者	山本 定雄
			埼玉県北埼玉郡大利根町豊野台2丁目510番地1 株式会社ワコム内
		Fターム(参考)	5B068 AA02 BB08 BC13 BE06 CC12 5B087 AA01 CC16 CC26 CC37 DD02

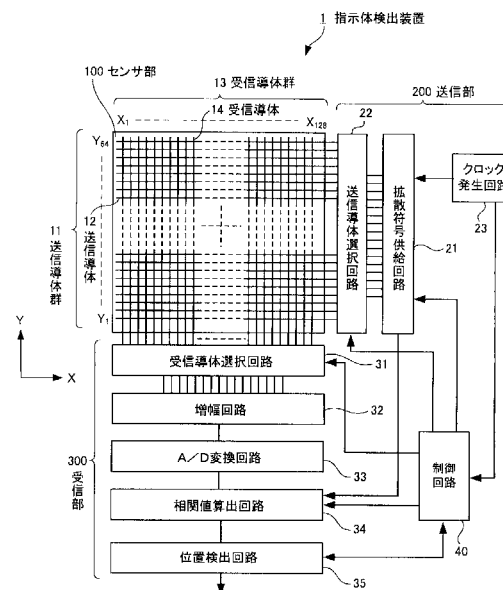
(54) 【発明の名称】 指示体検出装置及び指示体検出方法

(57) 【要約】

【課題】 導体パターン上で、より高速に指示体の検出が可能となる指示体検出装置及び指示体検出方法を提供する。

【解決手段】 第1の方向に配置された複数の導体12と、第1の方向と交差する第2の方向に配置された複数の導体14とからなる導体パターンからなるセンサ部100上に位置する指示体19を検出する指示体検出装置1である。そして、互いに符号が異なる複数の符号列を有し、導体パターンを構成する第1の方向に配置された複数の導体14のそれぞれに所定の符号列を供給するための符号供給回路21、22と、複数の符号列のそれぞれに対応した相関値演算用符号を供給するための相関値演算用符号供給回路21と、第2の方向に配置されたそれぞれの導体14に生じる信号と相関値演算用符号とを相関演算するための相関演算回路34とを備え、相関演算回路34によって求められた相関演算結果に基づいて導体パターン上に位置する指示体19を検出するようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の方向に配置された複数の導体と、前記第 1 の方向に対して交差する第 2 の方向に配置された複数の導体とからなる導体パターン上に位置する指示体を検出するための指示体検出装置であって、

互いに符号が異なる複数の符号列を有し、前記導体パターンを構成する第 1 の方向に配置された複数の導体のそれぞれに所定の符号列を供給するための符号供給回路と、

前記複数の符号列のそれぞれに対応した相関値演算用符号を供給するための相関値演算用符号供給回路と、

前記第 2 の方向に配置されたそれぞれの導体に生じる信号と前記相関値演算用符号とを相関演算するための相関演算回路とを備え、

前記相関演算回路によって求められた相関演算結果に基づいて前記導体パターン上に位置する指示体を検出するようにした、

ことを特徴とする指示体検出装置。

【請求項 2】

前記符号供給回路から供給される複数の符号列を前記第 1 の方向に配置された前記複数の導体に選択的に供給するための第 1 の導体選択回路を設けた、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

【請求項 3】

前記第 1 の導体選択回路は、前記第 1 の方向に配置された複数の導体を各グループが所定数 M の導体 ($M \geq 2$ の整数) からなる複数のグループに区分し、各グループを構成する所定の導体に対応して前記符号供給回路からの符号列を供給するとともに、前記所定の導体を所定の手順で切り換えるようにした、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の指示体検出装置。

【請求項 4】

前記第 1 の導体選択回路は、前記第 1 の方向に配置された複数の導体のうち、互いの間に所定数 P ($P \geq 0$ の整数) の導体が介在して配置された複数の導体に対応して前記符号供給回路からの符号列を供給するとともに、前記所定の導体を所定の手順で切り換えるようにした、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の指示体検出装置。

【請求項 5】

前記第 1 の導体選択回路は、

前記第 1 の方向に配置された複数の導体を各グループが所定数 Q ($Q \geq 2$ の整数) の導体からなる複数のグループに区分し、各グループを構成するそれぞれの導体に対応して前記符号供給回路からの符号列を供給するとともに、各グループを所定の手順で切り替えるようにした、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の指示体検出装置。

【請求項 6】

前記第 1 の導体選択回路は、前記符号供給回路からの符号列を供給するために選択した導体の近傍に配置された所定の導体に対しては所定の電位を設定するようにした、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の指示体検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 の導体選択回路は、前記符号供給回路からの符号列を、互いが近傍に配置された少なくとも 2 導体を供給するように選択する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の指示体検出装置。

【請求項 8】

前記符号供給回路は、符号列の反転符号列を供給可能とされており、前記第 1 の導体選択回路は、前記符号供給回路からの符号列が供給される少なくとも 3 本からなる複数の導体を選択し、該複数の導体のうちの少なくとも 1 本には前記反転符号列を供給するようにした、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 2 に記載の指示体検出装置。

【請求項 9】

前記符号供給回路は、符号列の反転符号列を供給可能とされており、前記第 1 の導体選択回路は、前記符号供給回路からの符号列が供給される互いが近傍に配置された少なくとも 4 本以上であって偶数本からなる複数の導体を選択し、前記複数の導体のうち半分の導体には前記反転符号列を供給するようにした、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の指示体検出装置。

【請求項 10】

前記第 1 の導体選択回路は、前記符号列あるいは前記反転符号列を、前記少なくとも 4 本以上の偶数本からなる複数の導体であって、該複数本の導体のうち端部に位置する導体の間に介在配置され、かつ互いが近傍に配置された少なくとも 2 つの導体に供給するようにした、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の指示体検出装置。

【請求項 11】

前記第 2 の方向に配置された複数の導体を選択的に前記相関演算回路に接続するための第 2 の導体選択回路を更に設けた、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

【請求項 12】

前記第 2 の導体選択回路は、前記第 2 の方向に配置された複数の導体を各グループが所定数の導体からなる複数のグループに区分し、各グループを構成する少なくとも 1 本の導体をそれぞれのグループから選択するとともに、各グループから選択すべき各導体を所定の手順で切り換えるようにした、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の指示体検出装置。

【請求項 13】

前記第 2 の導体選択回路は、前記第 2 の方向に配置された複数の導体に対して、互いの間に所定数の導体が介在配置された所定の導体を選択するとともに、前記選択すべき所定の導体を所定の手順で切り換えるようにした、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の指示体検出装置。

【請求項 14】

前記第 2 の導体選択回路は、第 2 の方向に配置された複数の導体を、各グループが所定数 S ($S \geq 2$ の整数) の導体からなる複数のグループに区分し、該複数のグループのうち所定のグループを構成する導体を選択するとともに、前記所定のグループを所定の手順で切り換えるようにした、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の指示体検出装置。

【請求項 15】

前記第 2 の導体選択回路は、互いの間に所定数の導体が介在配置された所定の導体を選択するようにした、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の指示体検出装置。

【請求項 16】

前記第 2 の導体選択回路は、非選択状態にある所定の導体を所定の電位に設定するようにした、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の指示体検出装置。

【請求項 17】

前記第 2 の導体選択回路は、前記第 2 の方向に配置された複数の導体のうちから少なくとも 3 本からなる複数の導体を選択するとともに、該選択された複数の導体のうち、その端部に位置する導体間に介在配置された導体を所定の電位に設定するようにした、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の指示体検出装置。

【請求項 18】

前記第 2 の方向に配置された複数の導体に生じる信号を記憶するための記憶部を備え、前記記憶部に一旦記憶された信号が前記相関演算回路に供給される、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

【請求項 19】

基板の一方の面に前記第 1 の方向に配置された複数の導体と、前記第 1 の方向に対して交差する第 2 の方向に配置された複数の導体とからなる導体パターンが配置されるとともに、前記第 1 の方向に配置された複数の導体と、前記第 2 の方向に配置された複数の導体とが交差する領域に互いを電氣的に絶縁するために絶縁材が配置され、前記第 1 の方向に配置された複数の導体の各々は、互いが電氣的に接続された複数のランド部を有するパターンで構成され、前記第 2 の方向に配置された複数の導体の各々はライン形状のパターンで構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

10

【請求項 20】

基板の一方の面に前記第 1 の方向に配置された複数の導体が配置され、前記基板の他方の面に前記第 2 の方向に配置された複数の導体が配置され、前記第 1 の方向に配置された複数の導体の各々は、互いが電氣的に接続された複数のランド部を有するパターンで構成され、前記第 2 の方向に配置された複数の導体の各々はライン形状のパターンで構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

【請求項 21】

前記第 1 の方向を所定の中心点に対し同心円状の円周方向にし、前記第 2 の方向を前記中心点から放射方向にした、

20

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

【請求項 22】

前記符号供給回路は、前記第 1 の方向に配置された複数の導体に対し、該複数の導体を構成する各々の導体の両端部から前記符号列を供給するようにした、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

【請求項 23】

前記第 2 の方向に配置された複数の導体に生じた信号のレベル特性の最大値とその最大値の近傍の分布特性とに基づいて、前記指示体と前記導体パターンとの接触状態を識別する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

30

【請求項 24】

前記第 2 の方向に配置された複数の導体に生じた信号を検出するための検波回路と、該検波回路で検波された信号のレベルに基づいて、前記第 2 の方向に配置された複数の導体に生じた信号の利得を制御する利得制御回路を更に備えた、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の指示体検出装置。

【請求項 25】

前記検波回路で検波された信号のレベルの空間分布に基づいて前記導体パターンに対する前記指示体の圧力を検出する、

ことを特徴とする請求項 24 に記載の指示体検出装置。

【請求項 26】

前記検波回路で検波された信号のレベルの空間分布における体積を算出するとともに、前記指示体と前記導体パターンとの接触面積を算出し、算出した体積と接触面積に基づいて前記導体パターンに対する前記指示体の圧力を検出する、

ことを特徴とする請求項 24 に記載の指示体検出装置。

40

【請求項 27】

第 1 の方向に配置された複数の導体と、前記第 1 の方向に対して交差する第 2 の方向に配置された複数の導体とからなる導体パターン上に位置する指示体を検出する指示体検出装置であって、

互いに符号が異なる複数の符号列を生成し前記導体パターンを構成する第 1 の方向に配置された複数の導体のそれぞれに所定の符号列を供給するための符号供給回路と、

50

前記第 2 の方向に配置された複数の導体に生じる信号と前記複数の符号列に対応した相関値演算用符号との相関演算を行うための相関演算回路とを備え、

前記相関演算回路によって求められた相関演算結果に基づいて前記導体パターン上に位置する指示体を検出するようにした、

ことを特徴とする指示体検出装置。

【請求項 28】

第 1 の方向に配置された複数の導体と、前記第 1 の方向に対して交差する第 2 の方向に配置された複数の導体とからなる導体パターン上に位置する指示体を検出するための指示体検出方法であって、

互いに符号が異なる複数の符号列を備え前記導体パターンを構成する第 1 の方向に配置された複数の導体のそれぞれに所定の符号列を供給するための符号供給ステップと、

前記複数の符号列のそれぞれに対応した相関値演算用符号を供給するための相関値演算用符号供給ステップと、

前記第 2 の方向に配置されたそれぞれの導体に生じる信号と前記相関値演算用符号とを相関演算するための相関演算処理ステップとを備え、

前記相関演算処理ステップによって求められた相関演算結果に基づいて前記導体パターン上に位置する指示体を検出するようにしたことを特徴とする指示体検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、指示体検出装置及び指示体検出方法に関し、より詳細には、複数の指示体を高速に検出可能な指示体検出装置及び指示体検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、タッチパネル等に用いられる指や専用のペン等の指示体の位置検出の方式として、例えば、抵抗膜方式、静電結合方式（静電容量方式）等の種々のセンサー方式が提案されている。そのなかで、近年、静電結合方式の指示体検出装置の開発が盛んに行われている。

【0003】

静電結合方式には、表面型（Surface Capacitive Type）と投影型（Projected Capacitive Type）の 2 種類の方式がある。表面型は、例えば A T M（Automated Teller Machine：現金自動預入支払機）等に適用されており、投影型は、例えば携帯電話機等に適用されている。なお、両方式ともセンサー電極と指示体（例えば、指、静電ペン等）との間の静電結合状態の変化を検出して、指示体の位置を検出する。

【0004】

投影型静電結合方式の指示体検出装置は、例えばガラスなどの透明基板や透明フィルム上に電極を所定パターンで形成して構成し、指示体が接近した際の指示体と電極との静電結合状態の変化を検出する。従来、このような方式の指示体検出装置に関しては、その構成を最適化するための様々な技術が提案されている（例えば、特許文献 1－3 を参照のこと）。なお、特許文献 1 には、直交拡散符号を用いた符号分割多重化方式を、マルチユーザタッチシステムに適用する技術が記載されている。特許文献 2 には、疑似ランダム信号を使用した座標入力装置が記載されている。また、特許文献 3 には、静電容量型座標装置で使用されるペンが記載されている。

【0005】

さらに、従来、投影型静電結合方式を発展させたクロスポイント静電結合方式と呼ばれる方式の指示体検出装置が提案されている。ここで、クロスポイント静電結合方式の指示体検出装置の動作を、図面を参照しながら簡単に説明する。図 75（a）及び（b）に、クロスポイント静電結合方式の指示体検出装置におけるセンサ部近傍の概略構成及び出力信号波形をそれぞれ示す。

【0006】

一般に、センサ部 900 は、複数の送信導体 902 からなる送信導体群 901 と、複数の受信導体 904 からなる受信導体群 903 とを備える。なお、送信導体群 901 と、受信導体群 903 との間には絶縁層が形成される。送信導体 902 は、所定方向（図 75（a）中の X 方向）に延伸した所定の形状を有する導体であり、複数の送信導体 902 は、互いに所定間隔離して並列配置される。また、受信導体 904 は、送信導体 902 の延伸方向に交差する方向（図 75（a）中の Y 方向）に延伸した所定の形状を有する導体であり、複数の受信導体 904 は、互いに所定間隔離して並列配置される。

【0007】

このような構成のセンサ部 900 を用いた指示体検出装置においては、例えば、所定の送信導体 902 に所定の信号を供給し、その所定の信号が供給された送信導体 902 と、
10 受信導体 904 との交差点（以下、クロスポイントという）に流れる電流の変化を、全てのクロスポイント毎に検出する。ここで、このセンサ部 900 上に指等の指示体 910 が置かれている位置では、送信導体 902 を流れる電流の一部が指示体 910 を介して分流されることで、受信導体 904 に流入する電流が変化する。それゆえ、信号を供給した送信導体 902 と、電流が変化する受信導体 904 とのクロスポイントを検出することにより、指示体 910 の位置を検出することができる。また、クロスポイント静電結合方式の指示体検出装置では、センサ部 900 上に形成された複数のクロスポイント毎に電流変化を検出するので、同時に複数の指示体の検出が可能である。

【0008】

ここで、より具体的に、クロスポイント静電結合方式の位置検出の原理を説明する。例えば、図 75（a）に示すように、送信導体 Y_6 に所定の信号を供給し、送信導体 Y_6 上での指示体 910（例えば指）の指示位置を検出する場合を考える。まず、送信導体 Y_6 に信号を供給した状態で、受信導体 X_1 及び X_2 のそれぞれに流れる電流の差を差動増幅器 905 により検出する。次いで、所定時間経過後、差動増幅器 905 に接続される受信導体を受信導体 X_2 及び X_3 に切り替えて、両受信導体 X_2 及び X_3 のそれぞれに流れる電流の差を検出する。この動作を受信導体 X_M まで繰り返す。

【0009】

そして、送信導体 Y_6 と受信導体との各クロスポイントにおける差動増幅器 905 の出力信号のレベル変化を求める。その特性を示したのが図 75（b）である。ここで、この図 75（b）の特性の横軸は、受信導体 $X_1 \sim X_M$ が時間的に順次選択されて差動増幅器 905 に接続されて出力された検出信号を示す。なお、図 75（b）中の破線で示す特性は、実際に差動増幅器 905 から出力される信号のレベル変化を示しており、実線の特性は差動増幅器 905 の出力信号の積分値の変化を示している。

【0010】

図 75（a）に示すように、指示体 910（指）は、送信導体 Y_6 は受信導体 X_5 及び X_{M-5} とのクロスポイント付近に置かれているので、このクロスポイント付近に流れる電流が変化する。それゆえ、図 75（b）に示すように、送信導体 Y_6 上の受信導体 X_5 及び X_{M-5} のクロスポイント付近に対応する位置で、差動増幅器 905 の出力信号が変化し、その積分値が変化する。この積分値の変化に基づいて、指示体 910 の位置を検出することができる。従来の指示体検出装置は、上述のような検出を送信導体 902 を 1 本
40 毎に切り替えながら行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献 1】特開 2003-22158 号公報

【特許文献 2】特開平 9-222947 号公報

【特許文献 3】特開平 10-161795 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

10

20

30

40

50

ところで、上述のような従来のクロスポイント静電結合方式の指示体検出装置は、各クロスポイントを構成する送信導体及び受信導体毎に信号の供給と受信処理とを行って、指示体の位置検出処理を行う。このため、全てのクロスポイントに対して位置検出処理を行うと、その処理に長時間を要する、という問題がある。例えば、64本の送信導体及び128本の受信導体を備えるセンサ部において、各クロスポイントでの検出処理時間を256 μ secとすると、全クロスポイント(8192個)で約2secの検出時間がかかることとなり実用的ではない。

【0013】

上記問題に鑑み、本発明は、指示体をより高速に検出することができる指示体検出装置及び指示体検出方法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】

【0014】

本発明の指示体検出装置は、第1の方向に配置された複数の導体と、第1の方向に対して交差する第2の方向に配置された複数の導体とからなる導体パターン上に位置する指示体を検出するための指示体検出装置であって、互いに符号が異なる複数の符号列を有し、導体パターンを構成する第1の方向に配置された複数の導体のそれぞれに所定の符号列を供給するための符号供給回路と、複数の符号列のそれぞれに対応した相関値演算用符号を供給するための相関値演算用符号供給回路と、第2の方向に配置されたそれぞれの導体に生じる信号と相関値演算用符号とを相関演算するための相関演算回路とを備え、相関演算回路によって求められた相関演算結果に基づいて導体パターン上に位置する指示体を検出するようにした。

【0015】

また本発明の指示体検出方法は、第1の方向に配置された複数の導体と、第1の方向に対して交差する第2の方向に配置された複数の導体とからなる導体パターン上に位置する指示体を検出するための指示体検出方法であって、互いに符号が異なる複数の符号列を備え導体パターンを構成する第1の方向に配置された複数の導体のそれぞれに所定の符号列を供給するための符号供給ステップと、複数の符号列のそれぞれに対応した相関値演算用符号を供給するための相関値演算用符号供給ステップと、第2の方向に配置されたそれぞれの導体に生じる信号と相関値演算用符号とを相関演算するための相関演算処理ステップとを備え、相関演算処理ステップによって求められた相関演算結果に基づいて導体パターン上に位置する指示体を検出するようにした。

【発明の効果】

【0016】

本発明では、互いに符号が異なる複数の符号列を有し、導体パターンを構成する第1の方向に配置された複数の導体のそれぞれに所定の符号列を供給するための符号供給回路と、複数の符号列のそれぞれに対応した相関演算用符号を供給するための相関演算用符号供給回路と、第2の方向に配置されたそれぞれの導体に生じる信号と相関演算用符号とを相関演算するための相関演算回路とを備え、相関演算回路によって求められた相関演算結果に基づいて導体パターン上に位置する指示体を検出するようにした。それゆえ、本発明によれば、クロスポイント静電結合方式の指示体検出装置において、より高速に複数の指示体の存在およびその指示位置を同時に検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る指示体検出装置の概略ブロック構成図である。

【図2】第1の実施の形態に係る指示体検出装置のセンサ部の概略断面図である。

【図3】第1の実施の形態に係る指示体検出装置の拡散符号供給回路の概略構成図である。

。

【図4】第1の実施の形態に係る指示体検出装置の送信導体選択回路の概略構成図である。

。

【図5】第1の実施の形態に係る指示体検出装置の送信部での拡散符号切替動作の説明図

10

20

30

40

50

である。

【図 6】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置の受信導体選択回路の概略構成図である。

【図 7】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置における受信導体選択回路の受信導体の切替動作を説明するための説明図である。

【図 8】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置の相関値算出回路のブロック構成図である。

【図 9】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置の時分割で相関演算を行う相関値算出回路のブロック構成図である。

【図 10】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置の相関器の内部構成例を示すブロック構成図である。

10

【図 11】図 11 (a) ~ (g) は、第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置の各部の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図 12】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置における位置検出の原理を説明するための説明図である。

【図 13】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置における位置検出の原理（指示体がない状態）を説明するための説明図である。

【図 14】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置における位置検出の原理（指示体がある状態）を説明するための説明図である。

【図 15】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置における位置検出の原理（複数のクロスポイントに指示体がある状態）を説明するための説明図である。

20

【図 16】図 15 に示す状態で検出される出力信号の例を示した説明図であり、図 16 (a) は受信電極 $Y_1 \sim Y_4$ から出力される出力信号とコード番号との関係を示す図であり、図 16 (b) は送信電極 $Y_5 \sim Y_{6,4}$ から出力される出力信号とコード番号との関係を示す図である。

【図 17】図 17 (a) は 16 チップ長のアダマール符号の例を示す図、図 17 (b) は 15 チップ長のアダマール符号の例を示す図、図 17 (c) は図 17 (a) に示す 16 チップ長のアダマール符号を供給した場合に得られる出力信号とコード番号との関係を示す図、図 17 (d) は 15 チップ長のアダマール符号を供給した場合に得られる出力信号とコード番号との関係を示す図である。

30

【図 18】第 1 の実施の形態に係る指示体検出装置における位置検出の処理手順を示すフローチャートである。

【図 19】図 19 (a) は、本発明の第 2 の実施の形態における P S K 変調前の拡散符号の波形図であり、図 19 (b) は、P S K 変調後の拡散符号の波形図である。

【図 20】第 2 の実施の形態に係る指示体検出装置の概略ブロック構成図である。

【図 21】第 2 の実施の形態に係る指示体検出装置の拡散符号供給回路の概略構成図である。

【図 22】第 2 の実施の形態に係る指示体検出装置の相関値算出回路のブロック構成図である。

【図 23】図 23 (a) は、本発明の第 3 の実施の形態における F S K 変調前の拡散符号の波形図であり、図 23 (b) は、F S K 変調後の拡散符号の波形図である。

40

【図 24】第 3 の実施の形態に係る指示体検出装置の拡散符号供給回路の概略構成図である。

【図 25】第 3 の実施の形態に係る指示体検出装置の相関値算出回路のブロック構成図である。

【図 26】変形例 1 における拡散符号の供給方法を説明するための説明図である。

【図 27】変形例 2 における送信導体選択回路の概略構成図である。

【図 28】変形例 2 における拡散符号の供給方法を説明するための説明図である。

【図 29】変形例 3 における拡散符号の供給方法を説明するための説明図である。

【図 30】変形例 4 における受信導体選択回路のブロック構成図である。

50

【図 3 1】変形例 4 における受信導体選択回路の切り替え動作を説明するための説明図である。

【図 3 2】変形例 5 に係るセンサ部の概略断面図である。

【図 3 3】図 3 3 (a) は変形例 6 に係るセンサ部の概略断面図であり、図 3 3 (b) は変形例 6 に係るセンサ部の配置例を示す斜視図である。

【図 3 4】図 3 4 (a) は変形例 7 に係る送信導体及び受信導体の概略構成を示した平面図であり、図 3 4 (b) は変形例 7 に係る送信導体のランド導体部を拡大した平面図である。

【図 3 5】変形例 8 に係るセンサ部の概略平面図である。

【図 3 6】変形例 9 に係るセンサ部の概略平面図である。

【図 3 7】図 3 7 (a) は、変形例 9 に係るセンサ部における送信導体の透明電極膜の配置を示す概略構成図であり、図 3 7 (b) は、受信導体の透明電極膜の配置を示す概略構成図である。

【図 3 8】変形例 10 のセンサ部の概略構成図である。

【図 3 9】変形例 11 の受信部のブロック構成図である。

【図 4 0】変形例 12 の差動増幅器の概略構成図である。

【図 4 1】変形例 13 に係る拡散符号の供給方法を説明するための概略構成図である。

【図 4 2】変形例 14 のセンサ部の概略構成図である。

【図 4 3】変形例 14 と比較するためのセンサ部の概略構成図である。

【図 4 4】変形例 14 の送信導体の切り替え状態の例を示す説明図である。

【図 4 5】変形例 14 の送信導体の切り替え状態の別の例を示す説明図である。

【図 4 6】変形例 15 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す模式図である。

【図 4 7】変形例 16 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す構成図である。

【図 4 8】変形例 16 における送信導体選択回路の内部構成の例を示す構成図である。

【図 4 9】変形例 16 における受信導体選択回路の例を示す構成図である。

【図 5 0】図 5 0 (a) は変形例 17 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す構成図であり、図 5 0 (b) は差動増幅器から出力される出力信号の波形図である。

【図 5 1】変形例 18 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す構成図である。

【図 5 2】変形例 19 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す構成図である。

【図 5 3】変形例 19 の送信導体選択回路の例のブロック構成図である。

【図 5 4】変形例 19 の受信部の例のブロック構成図である。

【図 5 5】変形例 20 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す構成図である。

【図 5 6】図 5 6 (a) 及び (b) は、変形例 21 におけるホバーリング状態の識別原理を説明するための説明図である。

【図 5 7】図 5 7 (a) 及び (b) は、変形例 21 におけるホバーリング状態の識別原理を説明するための説明図である。

【図 5 8】変形例 21 におけるホバーリング状態の識別原理を説明するための分布図である。

【図 5 9】変形例 22 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係（検出エリアが狭い状態）を示す構成図である。

【図 6 0】変形例 22 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係（検出エリアが広い状態）を示す構成図である。

【図 6 1】変形例 24 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す構成図である。

10

20

30

40

50

【図 6 2】変形例 2 5 における送信部の拡散符号の送信形態と受信部の信号の受信形態との関係を示す構成図である。

【図 6 3】変形例 2 6 における受信部の例のブロック構成図である。

【図 6 4】変形例 2 6 における絶対値検波回路の例のブロック構成図である。

【図 6 5】図 6 5 (a) は、拡散符号を送信導体の片側から供給した場合の様子を示す説明図であり、図 6 5 (b) は、その場合における受信導体の位置と、検出信号のレベル及び位相遅れの比 (レベル/位相遅れ) との関係を示す説明図である。

【図 6 6】図 6 6 (a) は、変形例 2 7 において、拡散符号を送信導体の両側から供給した場合の様子を示す説明図であり、図 6 6 (b) は、その場合における受信導体の位置と、検出信号のレベル及び位相遅れの比 (レベル/位相遅れ) との関係を示す説明図である。

10

【図 6 7】変形例 2 8 において、指示体の指示圧を求める原理を説明するための特性図である。

【図 6 8】変形例 2 8 において、指示体の指示圧を求める原理を説明するための特性図である。

【図 6 9】変形例 2 8 において、指示体の指示圧を求める原理を説明するための特性図である。

【図 7 0】変形例 2 9 として、拡散符号を送信電極の数だけ用意した例を示した説明図である。

【図 7 1】変形例 2 9 の相関値算出回路の例のブロック構成図である。

20

【図 7 2】変形例 3 0 における指示体検出装置の構成図である。

【図 7 3】変形例 3 0 における受信部の概略構成図である。

【図 7 4】変形例 3 1 における受信部の概略構成図である。

【図 7 5】図 7 5 (a) は、従来のクロスポイント静電結合方式の指示体検出装置の概略構成図であり、図 7 5 (b) は、出力信号波形図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の指示体検出装置及び指示体検出方法の実施の形態を、図面を参照しながら、以下の順で説明する。なお、以下の実施の形態では、指示体検出装置を例に挙げて説明するが、本発明はこの実施の形態に限定されるものではなく、近接又は接触した指示体を検出して何らかの処理を行う装置であれば、他のものにも適用可能である。

30

1. 第 1 の実施の形態：基本構成例
2. 第 2 の実施の形態：P S K 変調された拡散符号を用いる構成例
3. 第 3 の実施の形態：F S K 変調された拡散符号を用いる構成例
4. 第 4 の実施の形態：拡散符号の他の供給方法
5. 第 5 の実施の形態：受信導体の選択方法
6. 第 6 の実施の形態：センサ部の他の構成例
7. 第 7 の実施の形態：増幅回路の他の構成例
8. 第 8 の実施の形態：ホバーリング検出

【0019】

40

< 1. 第 1 の実施の形態：基本構成例 >

本発明の指示体検出装置及び指示体検出方法の基本構成例を図 1 乃至図 1 8 を参照して説明する。なお、本発明の位置検出方式は、センサ部の送信導体及び受信導体間の静電結合状態の変化に基づいて指示体の位置を検出する静電結合方式を採用する。また、本実施の形態では、全ての送信導体に拡散符号 (符号列) を同時に供給し、それぞれの受信導体で同時に信号検出を行う構成例について説明する。

【0020】

[指示体検出装置の構成]

図 1 に、第 1 の実施の形態における指示体検出装置の概略構成図を示す。

指示体検出装置 1 は、主に、センサ部 100 と、送信部 200 と、受信部 300 と、送

50

信部 200 及び受信部 300 の動作を制御する制御回路 40 とから構成される。以下、各部の構成について説明する。

【0021】

まず、センサ部 100 の構成を図 1 及び図 2 を参照して説明する。

センサ部 100 は、図 2 に示すような略平板状の第 1 の基板 15 と、複数の送信導体 12 からなる送信導体群 11 と、複数の受信導体 14 からなる受信導体群 13 と、スペーサ 16 と、平板状の第 2 の基板 17 とを備える。そして、このセンサ部 100 は、第 1 の基板 15 上に順に、送信導体 12 とスペーサ 16 と受信導体 14 と第 2 の基板 17 とを配置して形成される。従って、送信導体 12 と受信導体 14 とは、スペーサ 16 を介して対向するように配置される。

10

【0022】

指や静電ペン等の指示体は、第 2 の基板 17 側（第 2 の基板 17 が第 1 の基板 15 と対向する面と反対の側）で使用される。したがって、受信導体 14 は、送信導体 12 よりも検出面に近接して配置される。なお、第 1 の基板 15 及び第 2 の基板 17 は、例えば透過性を有する周知のガラス基板が用いられるが、ガラス基板の代わりに合成樹脂等からなるシート状（フィルム状）基材を用いてもよい。

【0023】

送信導体 12 及び受信導体 14 は、例えば、ITO（Indium Tin Oxide）膜からなる透明電極膜、あるいは銅箔等で形成される。この送信導体 12 の電極パターンは、例えば、次のように形成することができる。まず、上述した材料等で形成された電極膜を、例えば、スパッタ法、蒸着法、塗布法等により第 1 の基板 15 上に形成する。次いで、形成した電極膜をエッチングして、所定の電極パターンを形成する。受信導体 14 の電極パターンも同様にして第 2 の基板 17 上に形成することができる。なお、送信導体 12 及び受信導体 14 を銅箔で形成する場合には、インクジェットプリンタを用いて、銅粒子を含むインクをガラス板等上に吹き付けて所定の電極パターンを形成することもできる。なお、送信導体 12 及び受信導体 14 の形状は、例えば直線状（ライン形状）導体で形成することができる。また、送信導体 12 の形状はダイヤモンド形状、直線パターンなどの形状にしても良い。

20

【0024】

スペーサ 16 は、例えば、PVB（ポリビニルブチラル）、EVA（エチレン酢酸ビニルコポリマー）、アクリル系樹脂等の合成樹脂で形成することができる。また、スペーサ 16 は、高屈折率（高誘電率）のシリコン樹脂等で構成することもできる。さらに、スペーサ 16 は、高屈折率（高誘電体）のオイル等の液体で構成することもできる。このように、スペーサ 16 に高屈折率の素材を採用することで、スペーサ 16 での視差を抑制することができ、光学特性が改善される。

30

【0025】

スペーサ 16 を合成樹脂で形成する場合には、例えば、プラスチックシートを送信導体 12 と受信導体 14 との間に挟み込み、導体間を真空引きしながら加圧及び加熱してスペーサ 16 を形成してもよい。また、例えば、液体状の合成樹脂を送信導体 12 及び受信導体 14 間に流し込み、その後、合成樹脂を固化することでスペーサ 16 を形成してもよい。

40

【0026】

そして、図 1 に示すように、送信導体群 11 は、例えば、所定方向（図 1 中の X 方向）に延伸して形成した 64 本の送信導体 12 から構成される。この送信導体 12 は、それぞれが互いに所定間隔離して並列配置される。受信導体群 13 は、例えば、送信導体 12 の延伸方向に直交する方向（図 1 中の Y 方向）に延伸して形成された 128 本の受信導体 14 から構成される。この受信導体 14 は、それぞれが互いに所定間隔離して並列配置される。なお、送信導体 12 及び受信導体 14 は、ともに直線状（板状）の導体で形成される。

このように、送信導体群 11 と受信導体群 13 とをスペーサ 16 を介して対向して配置

50

することで、送信導体群 1 1 と受信導体群 1 3 とのクロスポイントには、およそ 0.5 pF のコンデンサが形成される。

【0027】

また、以下の説明においては、直線状に形成された送信導体 1 2 と受信導体 1 4 を直交するように配置した場合を例示して説明しているが、送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 の形状は、実施の態様に応じて適宜設定される。また、送信導体群 1 1 と受信導体群 1 3 とは直交以外の角度、例えば、送信導体 1 2 と受信導体 1 4 とが斜めに交差する構成としても良い。他の実施の態様については、後述する。また電気特性上、受信導体 1 4 の幅は送信導体 1 2 の幅より細く形成すると良い。浮遊容量が減ることにより、受信導体 1 4 に混入するノイズを低減できるからである。

10

【0028】

送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 の配置間隔（ピッチ）は、例えば、ともに 3.2 mm となるように形成される。なお、送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 の本数及びピッチはこれに限定されず、センサ部 100 のサイズや必要とする検出精度等に応じて適宜設定される。

【0029】

以下、説明の便宜のために、送信導体群 1 1 を構成する各送信導体 1 2 は、受信部 300 に近い側の送信導体 1 2 からそのインデックス n を「1」～「64」とし、適宜、各インデックス n に対応する送信導体 1 2 を送信導体 Y_n とも記す。また、受信導体群 1 3 についても同様に、送信部 200 に遠い側の受信導体 1 4 からそのインデックス m を「1」～「128」とし、適宜、各インデックス m に対応する受信導体 1 4 を受信導体 X_m とも記す。

20

【0030】

また、この第 1 の実施の形態では、送信導体群 1 1 及び受信導体群 1 3 をそれぞれ 16 個のグループ（ブロック）に分割する。なお、以下の説明においては、送信導体群 1 1 のグループを送信ブロック、受信導体群 1 3 のグループを検出ブロックとそれぞれ記す。

この送信ブロックは、4 本の送信導体 1 2 で構成される。そして、各送信ブロックは、隣り合う（インデックス n が連続する）4 本の送信導体 1 2 で構成される。より具体的には、本実施の形態では、送信導体群 1 1 を、送信ブロック $\{Y_1 \sim Y_4\}$ 、 $\{Y_5 \sim Y_8\}$ 、 $\dots$ 、 $\{Y_{57} \sim Y_{60}\}$ 及び $\{Y_{61} \sim Y_{64}\}$ に分割する。

【0031】

30

同様に、検出ブロックは、8 本の受信導体 1 4 で構成される。そして、各検出ブロックは隣り合う（インデックス m が連続する）8 本の受信導体 1 4 で構成される。より具体的には、本実施の形態では、受信導体群 1 3 を、検出ブロック $\{X_1 \sim X_8\}$ 、 $\{X_9 \sim X_{16}\}$ 、 $\dots$ 、 $\{X_{113} \sim X_{120}\}$ 及び $\{X_{121} \sim X_{128}\}$ に分割する。ただし、本発明はこれに限定されず、一つのグループ内の導体の本数やグループ数、グループの形態（同一グループに属する導体の位置関係など）は、センサ部 100 のサイズや必要とする検出速度等に応じて適宜設定される。詳細は後述する。

【0032】

次に、送信部 200 について説明する。送信部 200 は、図 1 に示すように、拡散符号供給回路 2 1 と、送信導体選択回路 2 2 と、クロック発生回路 2 3 とを備える。送信導体選択回路 2 2、拡散符号供給回路 2 1 及びクロック発生回路 2 3 は、この順で、センサ部 100 側から配置される。拡散符号供給回路 2 1 は、後述する制御回路 4 0 とクロック発生回路 2 3 とに接続されており、クロック発生回路 2 3 から出力されるクロック信号が入力される。なお、このクロック発生回路 2 3 から出力されるクロックは、後述する制御回路 4 0 にも入力される。

40

【0033】

次に、拡散符号供給回路 2 1 について、図 3 を参照して説明する。この図 3 に、拡散符号供給回路 2 1 の概略構成の一例を示す。

この第 1 の実施の形態における拡散符号供給回路 2 1 は、後述する受信部 300 の相関値算出回路 3 4 において、指示体の有無に応じて得られる値が所定の値になるように、送

50

信導体 12 のそれぞれに所定ビット数を有する符号、例えば、拡散符号を供給するための回路である。この拡散符号供給回路 21 は、例えば、送信導体群 11 の送信ブロックの数と同数（16 個）の拡散符号生成回路 24 で構成される。この複数の拡散符号生成回路 24 は、後述する制御回路 40 の制御に基づき、それぞれが $2n$ ビットの符号長（ n ：整数）を有する拡散符号 C_k （ k ：1～16 の整数）を生成する。それぞれの拡散符号生成回路 24 で生成される拡散符号 C_k は、例えばクロック発生回路 23 から出力されるクロック信号に同期して生成されるとともに、このクロック信号の立ち上がりタイミングで、生成した拡散符号の n 番目の符号を出力する。なお、この拡散符号供給回路 21 は、ROM などに拡散符号に基づいて生成したデータを予め保持しておき、ROM の読み出しアドレスを制御することで各送信導体に供給するための信号を出力する構成にしてもよい。以下、16 個の拡散符号生成回路 24 で生成される 16 個の拡散符号を、それぞれ拡散符号 $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{16}$ と称する。この 16 個の拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ には、例えばそれぞれが同期したアダマール符号（Hadamard code）を適用可能である。このアダマール符号については後述する。

【0034】

なお、後述するように、本発明は PSK 変調や FSK 変調などで変調された拡散符号を用いてもよい。また、CDMA を採用した無線通信技術においては、チップという表現が一般的に使用されるので、以下の説明では通信速度をチップレートと称する。

【0035】

次に、送信導体選択回路 22 について、図 4 を参照して説明する。この図 4 に、送信導体選択回路 22 の内部構成を示す。

送信導体選択回路 22 は、拡散符号供給回路 21 から供給された拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を選択的に送信導体 12 に供給するための回路である。送信導体群 11 を構成する各送信導体 12 は、4 本の送信導体 12 を 1 つのグループとする 16 の送信ブロック 25 に分割されており、送信導体選択回路 22 は、各送信ブロック 25 と同数（16 個）のスイッチ 22a から構成される。各スイッチ 22a の 4 つの出力端子 22b は、それぞれ対応する送信導体 12 に接続され、1 つの入力端子 22c は対応する拡散符号生成回路 24（図 3 参照）の出力端子に接続される。そして、各スイッチ 22a は、所定時間間隔、具体的にはクロック発生回路 23 から出力されたクロックの 16 周期分の時間間隔で、選択された送信導体 12 と、対応する所定の拡散符号 C_k を出力する拡散符号生成回路 24 の出力端子とを接続する構造になっている。なお、各スイッチ 22a の切替動作は制御回路 40 により制御される。

【0036】

次に、送信導体選択回路 22 の切替動作の一例を図 5 を参照して説明する。ここで、各送信ブロック 25 は、最大インデックスの送信導体 12、すなわち、送信導体 $Y_4, Y_8, \dots, Y_{60}$ 及び Y_{64} がスイッチ 22a を介してそれぞれ対応する拡散符号生成回路 24 の出力端子に接続されているものとする（図 4 に示した状態）。

【0037】

まず、拡散符号供給回路 21 を構成する各拡散符号生成回路 24 から出力された拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ は、それぞれがスイッチ 22a により選択された 16 本の送信導体 12 に同時に供給される。この状態で、所定時間（クロックの 15 周期分）の間、指示体の位置検出を行う。次いで、所定時間の経過後、すなわち、スイッチ 22a に選択された各送信導体 12 に拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ の供給が完了したら、スイッチ 22a は拡散符号生成回路 24 に接続される送信導体 12 をインデックス n が減少する方向に位置する隣の送信導体 12、すなわち、送信導体 $Y_2, Y_6, \dots, Y_{58}$ 及び Y_{62} に切り替える。そして、この切り替え後、選択された 16 本の送信導体 12 に同時に各拡散符号生成回路 24 から出力された拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給して位置検出を行う。このような動作を繰り返しながら、全ての送信導体 12 に対して拡散符号の供給を行う。

【0038】

そして、各送信ブロック 25 内の最小インデックスの送信導体 12、すなわち、送信導

体 Y_1 、 Y_5 、…、 Y_{57} 及び Y_{61} がスイッチ 22a により選択され、拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ の供給を行った後は、再度、各送信ブロック 25 内の最大インデックスの送信導体 12 がスイッチ 22a により選択され、上記動作が各ブロック内で繰り返される。なお、送信導体 12 の切替動作の手順は図 5 に示した例に限定されない。例えば、図 5 においては、送信導体 12 の切替動作は、それぞれの送信導体 12 に供給される拡散符号 C_k が供給された後に切り替える場合を例示したが、送信導体 12 の切り替えは、1 チップを供給する度に切り替えるようにしても良い。その他の変形例については後で詳述する。

【0039】

上述のように、複数の送信導体 12 は各グループが所定数 M ($M \geq 2$ の整数；図 5 の例では $M = 4$) の導体から成る複数のグループに区分される。そして、拡散符号供給回路 21 によって生成された各々の拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ は、各グループを構成する所定の送信導体 12 に供給されるとともに、各グループ内で当該拡散符号を供給する導体を順次切り替えるようにしている。このように構成することで、位置検出のための拡散符号を複数の送信導体 12 に同時に供給することができる。この例では、16 種類の拡散符号を同時に供給しているので、位置検出のための信号の送信に掛かる時間を従来の $1/16$ に短縮できる。

【0040】

次に、受信部 300 について説明する。受信部 300 は、図 1 に示すように、受信導体選択回路 31 と、増幅回路 32 と、A/D (Analog to Digital) 変換回路 33 と、相関値算出回路 34 と、位置検出回路 35 とを備える。受信部 300 の相関値算出回路 34 で得られた相関値が指示体の検出状態に相当し、その指示体の検出状態から、位置算出回路 35 で指示体の位置が算出される。

【0041】

次に、受信導体選択回路 31 について、図 6 を参照して説明する。

受信導体群 13 を構成する各受信導体 14 は、8 本の受信導体 14 を一つのグループとする 16 の検出ブロック 36 に区分されている。そして、受信導体選択回路 31 は、この検出ブロック 36 と同数 (16 個) のスイッチ 31a からなる。そして、このスイッチ 31a は、このスイッチ 31a は、各検出ブロック 36 毎にそれぞれ一つずつ設けられており、後述する制御回路 40 の制御信号に基づいて、選択される受信導体 14 を切り替える。

各スイッチ 31a の入力側の 8 つの端子 31b は、それぞれ対応する受信導体 14 に接続されている。また、各スイッチ 31a の出力側の 1 つの端子 31c は、対応する 1 つの I/V 変換回路 32a (後述) の入力端子に接続される。さらに、各スイッチ 31a は、所定時間間隔 (送信導体選択回路 22 のスイッチ 22a の切り替えタイミングの 4 倍の周期) で、I/V 変換回路 32a と接続する受信導体 14 を切り替える。そして、I/V 変換回路 32a からの出力信号は、図示しない増幅器において所定の信号レベルに増幅された後、切替スイッチ 32d を介して A/D 変換回路 33 へ出力される。

【0042】

次に、この受信導体選択回路 31 の切り替え動作について、図 7 を参照して説明する。ここで、各検出ブロック 36 は、最小インデックスの受信導体 14、すなわち、受信導体 X_1 、 X_9 、…、及び X_{121} がスイッチ 31a を介して増幅回路 32 に接続されているものとする (図 6 の状態)。

まず、この図 6 に示す状態で所定時間の間、受信導体選択回路 31 は複数の受信導体 14 で同時に選択し、電流信号である各検出ブロック 36 からの出力信号 S_1 、 S_2 、…、 S_{16} を得る。

【0043】

次いで、所定時間が経過すると、受信導体選択回路 31 の各スイッチ 31a は、受信導体 14 をインデックス m が増加する方向に位置する隣の受信導体 14、すなわち、受信導体 X_2 、 X_{10} 、…、及び X_{122} に接続を切り替える。そして、その切り替え後、スイッチ 31a に接続された受信導体 X_2 、 X_{10} 、…、 X_{114} 及び X_{122} から出力され

た新たな出力信号 S_1 、 S_2 、 $\dots$ 、 S_{16} を得る。以降、受信導体選択回路 31 のスイッチ 31a は、このような切り替え動作を繰り返す。

そして、各検出ブロック 36 内の最大インデックスの受信導体 14、すなわち、受信導体 X_8 、 X_{16} 、 $\dots$ 、 X_{120} 及び X_{128} にスイッチ 31a が接続され、この選択された受信導体 X_8 、 X_{16} 、 $\dots$ 、 X_{120} 及び X_{128} から出力された新たな出力信号を得る。その後、スイッチ 31a は再度、各検出ブロック 36 内の最小インデックスの受信導体 14 から出力された新たな出力信号を得る。この動作が各検出ブロック 36 内で繰り返される。なお、スイッチ 31a に選択されない受信導体 14 は、任意の基準電位又はグラウンドに接続することが好ましい。このように、スイッチ 31a により選択されない受信導体 14 を任意の基準電位又はグラウンドに接続することで、選択されない受信導体 14 にノイズを退避させることができるので、ノイズ耐性を向上させることができる。また、送信信号の回り込みを低減することもできる。さらに、受信導体 14 の切り替え動作の手順は図 7 の例に限定されない。その変形例については後で詳述する。

【0044】

上述のように受信導体選択回路は、複数の受信導体を、各グループが所定数の導体から成る複数のグループに区分し、各グループを構成する少なくとも 1 本の導体を各々選択するとともに、各グループを構成する各導体を順次切り替えるようにしている。このように構成することで、位置検出のための出力信号を受信導体群から同時に検出することができる。この第 1 の実施の形態においては、受信導体群を 16 グループに区分しているので、位置検出のための信号の受信にかかる時間を従来の $1/16$ に短縮できる。

【0045】

次に、増幅回路 32 について、図 6 を参照して説明する。増幅回路 32 は、受信導体 14 から出力される電流信号を電圧信号に変換するとともに増幅する回路である。この増幅回路 32 は、受信導体群 13 の検出グループ数 (16 個) と同数の I/V 変換回路 32a と、切替スイッチ 32d とから構成され、1 つの検出ブロック 36 に対して 1 つの I/V 変換回路 32a が接続される。

I/V 変換回路 32a は、1 入力 1 出力の増幅器 32b (オペアンプ: Operational Amplifier) と、この増幅器 32b に並列接続されたキャパシタ 32c とから構成される。そして、各 I/V 変換回路 32a は、受信導体選択回路 31 を構成する各検出ブロック 36 の出力信号 S_1 、 S_2 、 $\dots$ 、 S_{16} を電圧信号に変換して出力する。なお、実際には、直流バイアス調整用にキャパシタ 32c と並列に抵抗素子やトランジスタなどを設けるが、ここでは記載を省略している。

【0046】

切替スイッチ 32d は、所定時間毎に後述する A/D 変換回路 33 に接続される I/V 変換回路 32a を順次切替えて、この I/V 変換回路 32a から出力された電圧信号を A/D 変換回路 33 に時分割で出力する回路である。このような構成とした場合、受信部 300 には、 A/D 変換回路 33 及び相関値算出回路 34 を 1 系統だけ設ければよいので、受信部 300 の回路構成を簡略化することができる。なお、この図 6 には、切替スイッチ 32d を増幅回路 32 内に設けた場合を例示したが、この切替スイッチ 32d は、受信導体選択回路 31 と増幅回路 32 との間に設けても良い。このように、受信導体選択回路 31 と増幅回路 32 との間に切替スイッチ 32d を設けた場合には、 I/V 変換回路 32a を受信導体選択回路 31 を構成するスイッチ 31a の個数分設ける必要がなくなるので、より受信部 300 の回路構成を簡略化することができる。なお、この第 1 の実施の形態では切替スイッチ 32d を設けることで、後段の A/D 変換回路 33 及び相関値算出回路 34 をそれぞれ 1 系統にする場合を例示したが、本発明はこれに限られず、 A/D 変換回路 33 及び相関値算出回路 34 を I/V 変換回路 32a の数 (16 個) だけ設けても良い。かかる構成にすると、切替スイッチ 32d による切り替え制御を行う必要がないので、より高速な信号処理が要求される指示体検出装置を構成する場合に好適である。

【0047】

A/D 変換回路 33 は、図 1 に示すように、増幅回路 32 の出力端子に接続され、増幅

回路 3 2 から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換して出力する回路である。I/V 変換回路 3 2 a において電圧信号に変換された出力信号 S_1 、 S_2 、 $\dots$ 、 S_{16} は、この A/D 変換回路 3 3 においてデジタル信号に変換されて出力される。なお、この A/D 変換回路 3 3 には、周知の A/D 変換器を用いることができる。

【0048】

次に、相関値算出回路 3 4 の構成を、図 8 を参照して詳述する。相関値算出回路 3 4 は、後述する制御回路 4 0 の制御に基づいて、A/D 変換回路 3 3 から出力された出力信号 S_1 、 S_2 、 $\dots$ 、 S_{16} から相関値を算出するための回路であり、図 1 に示すように、A/D 変換回路 3 3 と制御回路 4 0 と、後述する位置検出回路 3 5 とに接続されている。

10

【0049】

この相関値算出回路 3 4 は、信号遅延回路 3 4 a と、拡散符号 C_k の数と同数 (16 個) の相関器 3 4 b₁、3 4 b₂、3 4 b₃、 $\dots$ 、3 4 b₁₆ と、この各相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ のそれぞれに相関値演算用符号を供給する相関値演算用符号生成回路 3 4 c₁、3 4 c₂、3 4 c₃、 $\dots$ 、3 4 c₁₅、3 4 c₁₆ と、相関値記憶回路 3 4 d とを備える。

【0050】

信号遅延回路 3 4 a は、A/D 変換回路 3 3 から出力されたデジタル信号を一時的に保持し、この保持されたデータを各相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ に同時に供給するための回路である。この信号遅延回路 3 4 a は、拡散符号 C_k の符号長と同数 (16 個) の D-フリップフロップ回路 3 4 a₁、3 4 a₂、3 4 a₃、 $\dots$ 、3 4 a₁₅、3 4 a₁₆ から構成される。この D-フリップフロップ回路 3 4 a₁₆、3 4 a₁₅、3 4 a₁₄、 $\dots$ 、3 4 a₃、3 4 a₂、3 4 a₁ は、この順番で A/D 変換回路 3 3 側から直列接続して構成される。そして、この D-フリップフロップ回路 3 4 a₁ ~ 3 4 a₁₆ のそれぞれの出力端子は、隣接する他の D-フリップフロップ回路 (例えば、D-フリップフロップ回路 3 4 a₁₆ であれば、D-フリップフロップ回路 3 4 a₁₅) と、各相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ とに接続され、各 D-フリップフロップ回路 3 4 a₁ ~ 3 4 a₁₆ からの出力信号はすべての相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ に入力される。以下、この 16 個の D-フリップフロップ回路 3 4 a₁ ~ 3 4 a₁₆ からの 16 チップの出力信号を、それぞれ PS_1 、 PS_2 、 PS_3 、 $\dots$ 、 PS_{15} 、 PS_{16} と称する。

20

30

【0051】

相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ は、各 D-フリップフロップ回路 3 4 a₁ ~ 3 4 a₁₆ から出力された各出力信号 PS_1 、 PS_2 、 $\dots$ 、 PS_{16} と、後述する相関値演算用符号生成回路 3 4 c から入力された各相関値演算用符号 C_1' ~ C_{16}' とを乗算して、各拡散符号 C_k の相関値を算出する回路である。相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ は、それぞれが拡散符号 C_1 ~ C_{16} で相関演算を行うので、16 個設けられている。すなわち、相関器 3 4 b₁ は各 D-フリップフロップ回路 3 4 a₁ ~ 3 4 a₁₆ からの出力信号 PS_1 、 PS_2 、 $\dots$ 、 PS_{16} と相関値演算用符号 C_1' とを乗算して相関値を演算し、相関器 3 4 b₂ は各受信信号と相関値演算用符号 C_2' とを相関演算して相関値を算出し、以下同様にして 16 個の全ての拡散符号 C_1 ~ C_{16} についての相関値を算出する。そして、各相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ は、算出した相関値を相関値記憶回路 3 4 d に出力する。

40

【0052】

相関値演算用符号生成回路 3 4 c₁、3 4 c₂、3 4 c₃、 $\dots$ 、3 4 c₁₅、3 4 c₁₆ は、各相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ が相関演算を行うための相関値演算用符号 C_k' を供給するための回路である。各相関値演算用符号生成回路 3 4 c₁ ~ 3 4 c₁₆ は、それぞれが対応する各相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ に接続される。この相関値演算用符号生成回路 3 4 c₁ ~ 3 4 c₁₆ から対応する相関器 3 4 b₁ ~ 3 4 b₁₆ へ供給される相関値演算用符号 C_1' ~ C_{16}' は、それぞれが 2n の符号長を有しており、例えば、相関器 3 4 b₁ は、拡散符号 C_1 の相関演算を行うので、相関値演算用符号 C_1' は 16 チ

50

ップとなる。以下、各相関値演算用符号生成回路 34 c₁ ~ 34 c₁₆ から各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ に供給される相関値演算用符号を C_x' (PN₁', PN₂', PN₃', ..., PN₁₅', PN₁₆') と称す。

そして、各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ が出力信号 PS₁, PS₂, ..., PS₁₆ と相関値演算用符号 C₁' ~ C₁₆' とを相関演算すると、センサ部 100 上に指示体 19 が存在しない場合には一定の値の相関値が得られ、センサ部 100 上に指示体が存在する場合には、この一定の値の相関値とは異なる値の相関値が得られることになる。

【0053】

相関値記憶回路 34 d は、相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ における相関演算で得られた相関値を一時的に記憶するための記憶部である。この相関値記憶回路 34 d は、相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ と同数の複数のレジスタ（不図示）から構成される。図 4 及び図 5 で説明したように、送信導体選択回路 22 の各送信ブロック 25 が 4 本の送信導体 12 で構成され、これをスイッチ 22 a で切り替えるから、1 つの受信導体 14 における指示体 19 の検出を行うと 4 つの相関値が得られる。このため、相関値記憶回路 34 d を構成する各レジスタは、4 つの領域を備える。そして、この 4 つの領域には、それぞれ相関演算して得られた相関値が記憶される。従って、このレジスタを構成する各領域には、任意の 1 の送信導体 12 と受信導体群 13 を構成するすべての受信導体 14 とのクロスポイント分のデータ（128 個分）が格納される。そして、相関値記憶回路 34 d では、入力された各クロスポイントにおける相関値がセンサ部 100 全面に対応してマッピングされ、相関値の空間分布（マッピングデータ）が生成される。

【0054】

次に、相関値算出回路 34 の動作について説明する。I/V 変換回路 32 a の出力信号 S₁, S₂, ..., S₁₆ は、A/D 変換回路 33 でデジタル信号に変換されて、相関値算出回路 34 に入力される。この A/D 変換回路 33 から相関値算出回路 34 に入力されたデジタル信号は、まず信号遅延回路 34 a の D-フリップフロップ回路 34 a₁₆ に記憶される。そして、この D-フリップフロップ回路 34 a₁₆ は、この記憶されたデータを各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ に供給する。次いで、A/D 変換回路 33 から出力された次のデジタル信号が D-フリップフロップ回路 34 a₁₆ に供給されると、D-フリップフロップ回路 34 a₁₆ は、それまで記憶していたデータを隣接する D-フリップフロップ回路 34 a₁₅ へ出力し、新たに供給されたデジタル信号を記憶するとともに、この新たに記憶したデータを各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ へ出力する。以降、新たなデータが入力される度に、各 D-フリップフロップ回路 34 a₁ ~ 34 a₁₆ は、それまで記憶していたデータを隣接する D-フリップフロップ回路及び各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ へ出力すると共に、新たに供給されたデジタル信号を記憶する処理を繰り返す。

【0055】

各 D-フリップフロップ回路 34 a₁ ~ 34 a₁₆ に記憶された 16 チップの出力信号 PS₁ ~ PS₁₆ は、16 個の相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ に供給される。各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ は、それぞれ各 D-フリップフロップ回路 34 a₁ ~ 34 a₁₆ から供給された出力信号 PS₁ ~ PS₁₆ と、相関値演算用符号生成回路 34 c₁ ~ 34 c₁₆ から供給された相関値演算用符号 C₁' ~ C₁₆' とを相関演算して、相関値を得る。

【0056】

そして、各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ は、後述する制御回路 40 の制御に基づいて、16 n 回目の演算結果で得られた相関値のみを相関値記憶回路 34 d へ出力する。これを繰り返すことで、任意の 1 の受信導体 14 と交差する全ての送信導体 12 に拡散符号 C₁ ~ C₁₆ を供給したときに得られる出力信号に対して相関演算した結果のみが相関値記憶回路 34 d へ出力される。そして、この相関演算した結果である相関値は、相関値記憶回路 34 d の各レジスタの所定の領域に記憶される。

【0057】

同様にして、受信導体選択回路 31 を構成するスイッチ 31 a 及び増幅回路 32 の切替スイッチ 32 d を適宜切り替えて、センサ部 100 を構成する全ての受信導体 14 から得

10

20

30

40

50

られる出力信号に対し、相関演算を行う。

【0058】

ところで、図8においては、拡散符号 C_k と同数の相関器 $34b_1 \sim 34b_{16}$ を用い、それぞれの相関器 $34b_1 \sim 34b_{16}$ で個別に相関演算を行う相関値算出回路34を例示したが、1つの相関器に複数の相関値演算用符号 $C_1' \sim C_{16}'$ を順に供給して、時分割で相関演算を行う構成としてもよい。

【0059】

以下、1つの相関器に複数の相関値演算用符号を順に供給して、時分割で相関演算を行う相関値算出回路の一例を、図9を参照して説明する。この図9は、時分割で各拡散符号の相関演算を行う相関値算出回路の一構成例を示したものである。

10

【0060】

以下、図9に示す相関値算出回路134の構成及び各構成について説明する。この相関値算出回路134は、信号遅延回路34aと、相関器 $34b_x$ と、相関値演算用符号生成回路 $134c_x$ と、相関値記憶回路34dと、レジスタ134eとから構成される。レジスタ134eは、信号遅延回路34aを構成する各D-フリップフロップ回路 $34a_1 \sim 34a_{16}$ の出力端子と相関器 $34b_x$ との間に設けられ、各D-フリップフロップ回路 $34a_1 \sim 34a_{16}$ から出力された16チップの出力信号 $PS_1' \sim PS_{16}'$ を一時的に記憶する。

【0061】

相関器 $34b_x$ は、レジスタ134eに記憶されたデータと、相関値演算用符号生成回路 $134c_x$ から供給された相関値演算用符号 C_x' とを相関演算して相関値を算出する回路である。この相関器 $34b_x$ の出力端子は、相関値記憶回路34dに接続されている。

20

【0062】

相関値演算用符号生成回路 $134c_x$ は、相関器 $34b_x$ に相関値演算用符号 C_x' ($PN_1', PN_2', PN_3', \dots, PN_{15}', PN_{16}'$)を供給する回路である。この相関値演算用符号生成回路 $134c_x$ は、相関器 $34b_x$ に供給する相関値演算用符号 C_x' を経時的に切り替えて供給する。

【0063】

相関値記憶回路34dは、相関器 $34b_x$ から出力された相関値を一時的に記憶するための記憶部であり、相関器 $34b_x$ と位置検出回路35 (図1参照) とに接続されている。他の構成は図8に示す相関値算出回路34と同一の構成なので、同一の構成には図8と同一の番号を付して、詳細な説明は省略する。

30

【0064】

以下、相関値算出回路134の動作について詳述する。図6に示すI/V変換回路32aの出力信号 $S_1 \sim S_{16}$ は、A/D変換回路33においてデジタル信号に変換された後、信号遅延回路34aに入力される。この信号遅延回路34aに入力されたデジタル信号は、16段に直列接続されたD-フリップフロップ回路 $34a_1 \sim 34a_{16}$ に順次供給される。そして、各D-フリップフロップ回路 $34a_1 \sim 34a_{16}$ は、供給されたデータを一時的に記憶すると共に、この記憶されたデータをレジスタ134eに出力する。以降、各D-フリップフロップ回路 $34a_1 \sim 34a_{16}$ は、新たなデジタル信号が供給される毎に、保持しているデータを隣接するD-フリップフロップ回路 $34a_x$ に供給し、この新たに供給されたデータを記憶すると共に、この新たに供給されたデータを出力信号としてレジスタ134eに出力する。

40

【0065】

一方、相関器 $34b_x$ は、レジスタ134eにデータが揃ったら、後述する制御回路40の制御に基づいて、レジスタ134eに記憶されたデータと、相関値演算用符号生成回路 $134c_x$ から供給された相関値演算用符号 C_1' とを相関演算して相関値を算出する。そして、相関器 $34b_x$ は、この演算結果である相関値を相関値記憶回路34dに出力する。以降、相関器 $34b_x$ は、相関値演算用符号 $C_2', C_3' \dots C_{16}'$ につい

50

ても同様の相関演算を行い、演算結果である相関値を随時、相関値記憶回路 34 d に出力する。以降、相関器 34 b_x は、すべての相関値演算用符号について相関演算を行ったら、レジスタ 134 e に記憶されているデータを破棄し、次のデータが記録されるまで待機する。以降、上記処理を繰り返すことで、センサ部 100 を構成する全ての受信導体 14 から得られる受信信号に対し、相関演算を行う。

【0066】

以上のように、相関値算出回路をこの図 9 に示した構成としたことで、図 8 に示した相関値算出回路よりも少ない相関器及び相関値演算用符号生成回路で拡散符号の数だけ相関器を用意した場合と同様に、それぞれの拡散符号の相関値が得られる。

【0067】

次に、相関器の構成について、図 10 を参照して詳述する。図 10 は、図 8 及び図 9 に示した各相関器 34 b₁ ~ 34 b₁₆ 及び 34 b_x の構成例を示したものである。相関器 34 b は、16 個の乗算器 34 f₁, 34 f₂, ..., 34 f₁₆ と、加算器 34 g とで構成される。この第 1 の実施の形態において乗算器 34 f₁ ~ 34 f₁₆ を 16 個としたのは、16 チップの拡散符号 C_k の相関を求めるためである。従って、乗算器の数は、拡散符号 C_k のチップ数に応じて、設けられる数が異なる。

それぞれの積算器 34 f₁ ~ 34 f₁₆ には、出力信号の各チップ P S₁ ~ P S₁₆ と、相関値演算用符号の各チップ P N₁' ~ P N₁₆' とが供給され、同一のチップ位置同士の信号を乗算して、乗算信号を得る。各乗算器 34 f₁ ~ 34 f₁₆ において算出された乗算信号は、加算器 34 g に供給される。加算器 34 g は、各積算器 34 f₁ ~ 34 f₁₆ から供給された全てのチップ位置の信号を加算して、相関値を得る。この相関値は、相関値記憶回路 34 d に記憶される。なお、使用する符号によっては、乗算器 34 f₁ ~ 34 f₁₆ は、加算器又は減算器を用いてもよい。

【0068】

位置検出回路 35 は、相関値記憶回路 34 d に記憶されたマッピングデータから、所定の閾値を超える相関値の領域を求め、その領域を指示体の位置として算出する回路である。この位置検出回路 35 は、図 1 に示すように、相関値算出回路 34 と、制御回路 40 とに接続されている。なお、この位置検出回路 35 には、クロスポイント間に指示体が存在する場合に、その指示体が位置する座標を相関値記憶回路 34 d に記憶された相関値から算出する補間処理回路を設けて、より高解像度の補間値のマッピングデータを算出するようにしても良い。

【0069】

制御回路 40 は、本発明の指示体検出装置 1 の各部を制御するための回路である。この制御回路 40 は、図 1 に示すように、クロック発生回路 23 と、拡散符号供給回路 21 と、送信導体選択回路 22 と、相関値算出回路 34 と、位置検出回路 35 とに接続されている。そして、制御回路 40 は、クロック発生回路 23 から出力されるクロック信号 S_{clk} に基づき、送信ロード信号 S_{tload} 及び受信ロード信号 S_{rload} を適宜生成及び出力して、上記各部の動作タイミングを制御する。

【0070】

以下、第 1 の実施の形態における制御回路 40 及び指示体検出装置 1 の動作を図 1、図 9 及び図 11 を参照して説明する。なお、以下の説明においては、原理を容易に理解できるように、相関値算出回路は図 9 に示す相関値算出回路 134 で構成された場合を例示して説明する。

【0071】

ここで、図 11 (a) は、クロック生成回路 23 から制御回路 40 及び拡散符号生成回路 21 に供給されるクロック信号 S_{clk} の信号波形である。このクロック信号 S_{clk} は、その周期が、例えば、拡散符号 C_k の 1 チップ長に設定される。図 11 (b) は、制御回路 40 から送信導体選択回路 22 及び受信導体選択回路 31 に供給される送信ロード信号 S_{tload} の信号波形である。この送信ロード信号 S_{tload} は、その周期が拡散符号 C_k の符号長 (クロック信号の 16 周期分) に設定されたパルス信号である。図 1

10

20

30

40

50

1 (c) は、制御回路 40 から相関値算出回路 34 に供給される受信ロード信号 $S_{r_{load}}$ の信号波形である。この受信ロード信号 $S_{r_{load}}$ は、その周期が、例えば、拡散符号 C_k の符号長 (クロック信号の 16 周期分) に設定されたパルス信号である。そして、この受信ロード信号 $S_{r_{load}}$ は、送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ よりもクロック信号 S_{clk} の 1 周期分だけ遅れて出力されるようになっている。図 11 (d) は、拡散符号供給回路 21 から送信導体群 11 (図 1 参照) に対しコードを送信する出力タイミングチャートである。図 11 (e) は、D-フリップフロップ回路 34a₁ ~ 34a₁₆ を介してレジスタ 134e にセットされる 16 チップの出力信号のタイミングチャートであり、図 11 (f) は、そのセットされた受信信号に乗算する相関値演算用符号の生成コード (C_1' , C_2' , C_3' , ..., C_{16}') である。

10

【0072】

クロック発生回路 23 から出力されたクロック信号 S_{clk} (図 11 (a)) が制御回路 40 及び拡散符号供給回路 21 に入力されると、制御回路 40 はこのクロック信号 S_{clk} に同期して送信導体選択回路 22 及び受信導体選択回路 31 に送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ (図 11 (b)) を入力する。そして、1 クロック周期後、制御回路 40 は受信ロード信号 $S_{r_{load}}$ を相関値算出回路 33 に入力する。

【0073】

送信導体選択回路 22 は、送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ がハイレベルであって、かつクロック信号 S_{clk} の立ち上がりタイミング (図 11 中の t_0) で、送信導体 12 に拡散符号 C_k の供給が開始される。以降、この送信導体選択回路 22 は、送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ がハイレベルであって、かつクロック信号 S_{clk} の立ち上がりタイミング毎 (例えば、図 11 中の t_2 及び t_4) に、拡散符号 C_k を供給する送信導体 12 を切り替えていく。

20

同様に、受信導体選択回路 31 のスイッチ 31a は、送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ がハイレベルであって、かつクロック信号 S_{clk} の立ち上がりタイミングで、最初に受信を行う受信導体 14 が選択される (図 6 の状態)。以降、この受信導体選択回路 31 は、送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ のパルスが 4 回入力される毎にスイッチ 31a を制御して、選択される受信導体 14 を切り替える。ここで、受信導体選択回路 31 が送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ のパルスが 4 回入力される毎に切り替えるように設定されているのは、送信ブロック 25 (図 4 参照) が 4 本の送信導体 12 から構成されているので、このタイミングで拡散符号 C_k を供給する送信導体 12 を切り替えると、各送信ブロック 25 を構成するすべての送信導体 12 に対して拡散符号 C_k が供給できるからである。その結果、センサ部 100 を構成するすべての送信導体 12 に対して拡散符号 C_k が供給されることになる。

30

【0074】

上記のように、送信導体選択回路 22 により選択された各送信導体 12 には、クロック信号 S_{clk} の立ち上がりタイミングで、各拡散符号 C_k の n チップ目の符号が供給される。すなわち、時点 t_0 においては各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ の 1 チップ目の符号が供給され、1 クロック毎に、2 チップ目、3 チップ目... とクロックの立ち上がりタイミングに応じて、各送信導体 12 に供給される符号が切り替わる (図 11 (d))。そして、次の送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ の立ち上がりタイミング、すなわち、クロック信号 S_{clk} の 17 回目の立ち上がりタイミングで、送信導体選択回路 22 に選択された各送信導体 12 に各拡散符号 C_k の供給が完了するので、送信導体選択回路 22 は、このタイミングで、選択する送信導体 12 を次の送信導体 12 に切り替える。以降、同様に、各送信ロード信号 $S_{t_{load}}$ の立ち上がりタイミングで送信導体 12 を切り替えていくことになる。なお、この図 11 に示すように、次の拡散符号 C_k の供給開始タイミングが 1 クロック分だけ拡散符号 C_k を構成する各チップが供給されていない期間があるのは、受信導体選択回路 22 が切り替えを行うことによる過渡現象によるノイズ発生を防止するためである。

40

そして、送信導体選択回路 22 は、送信ロード信号の 4 回目のパルスが入力されると、

50

最初に戻り、上記切り替え動作を繰り返す。

【0075】

ところで、受信導体選択回路31に選択された各受信導体12からは、上記クロック信号 S_{c1k} の立ち上がりタイミングで出力信号が出力される。受信導体選択回路31は、送信ロード信号 S_{t1oad} の4回目のパルスがハイレベルで、かつクロック信号 S_{c1k} の立ち上がりのタイミングで、選択する受信導体14を順次切り替えていく。そして、送信ロード信号 S_{t1oad} の33回目のパルスがハイレベルで、かつクロック信号 S_{c1k} の立ち上がりのタイミングで、受信導体選択回路31は、最初に戻り、上記切り替え動作を繰り返す。

一方、クロック信号 S_{c1k} の立ち上がりタイミングで受信導体選択回路31を介して得られた出力信号は、増幅回路32において信号レベルが増幅され、A/D変換回路33においてデジタル変換されて相関値算出回路134（図9参照）に入力される。このデジタル信号は、上記したように、A/D変換回路33の出力端子に接続されている信号遅延回路34aのD-フリップフロップ回路34a₁₆から順に入力される（図9参照）。このD-フリップフロップ回路34a₁₆は、A/D変換回路33から入力されたデジタル信号を記憶するとともに、このD-フリップフロップ回路34a₁₅の後段に設けられた各相関器34b₁～34b₁₆に供給する。

信号遅延回路34aから出力された各送信信号 $PS_1' \sim PS_{16}'$ は、送信ロード信号 S_{t1oad} がハイレベルで、かつクロック信号 S_{c1k} の立ち上がりタイミングでレジスタ134eにセットされる。この動作が、送信ロード信号 S_{t1oad} がハイレベルで、かつクロック信号 S_{c1k} の立ち上がりタイミング $t_0, t_2, t_4 \dots$ を基準にして、繰り返し行われる。

【0076】

一方、相関値算出回路134は、受信ロード信号 S_{r1oad} のパルスがハイレベルで、かつクロック信号 S_{c1k} の立ち上がりのタイミング（図11においては、時刻 t_3 ）で、相関値演算用符号生成回路134c_xから16種類の相関値演算用符号 $C_1' \sim C_{16}'$ を順に生成させて相関器34b_xに供給させる。相関器34b_xは、この受信ロード信号 S_{r1oad} がハイレベルで、かつクロック信号 S_{c1k} のパルスの立ち上がりタイミングで、この相関値演算用符号 $C_1' \sim C_{16}'$ と、レジスタ134eにセットされた信号との相関演算を開始する（図11（f））。そして、相関器34b_xは、この演算結果を相関値記憶回路34dに順次出力する（図11（g））。以降、図11（f）及び（g）に示すように、拡散符号 $C_2 \sim C_{16}$ についても、同様に相関演算を行い、その演算結果を相関値記憶回路34dに出力する。以上のようにして、それぞれの相関値演算用符号 $C_1' \sim C_{16}'$ との相関値を得る。

【0077】

〔位置検出の原理〕

次に、本発明の指示体検出装置1の位置検出原理を、図12～16を参照して説明する。上述のように、本発明の指示体検出装置1はクロスポイント静電結合方式であり、センサ部の送信導体及び受信導体間の静電結合状態の変化に基づいて指示体を検出する。

【0078】

まず、指示体の検出原理を図12を参照して説明する。ここで、図12（a）及び（b）は、センサ部100上に指等の指示体19が存在する場合及びしない場合における送信導体12と受信導体14との間の静電結合状態を示す断面図である。

【0079】

センサ部100上に指示体19が存在しない場合は、図12（a）に示すように、第1の基板15に配置された送信導体12と第2の基板17に配置された受信導体14とはスペーサ16を介して静電結合しており、送信導体12から出た電界は受信導体14に収束する。その結果、送信導体12から受信導体14へすべての電流が流れる。一方、センサ部100上に指示体19が存在する場合には、図12（b）に示すように、受信導体14は、送信導体12だけでなく、指示体19を介してグラウンドと静電結合した状態となる

。この状態では、送信導体 1 2 から出た電界の一部は指示体 1 9 に収束し、送信導体 1 2 から受信導体 1 4 へ流れる電流の一部が指示体 1 9 を介してグラウンドに分流する。その結果、受信導体 1 4 に流入する電流が減少する。この電流変化を検出することで、指示体 1 9 による指示位置を検出する。

【0080】

次に、指示体による指示位置の座標の算出原理について、図 1 3 及び図 1 4 に従って説明する。なお、以下の説明においては、その原理を容易に理解できるように、拡散符号 C_2 が供給されている送信導体 Y_9 と受信導体 X_{124} とのクロスポイント（図 1 3 (a) 中、白丸で示す位置。以下、単にクロスポイントという）に着目し、このクロスポイントにおける指示体 1 9 が存在の有無に応じて得られる相関値を対比して説明する。また、着目する受信導体 X_{124} と交差する他の送信導体 1 2 からは他の拡散符号（ C_1 及び $C_3 \sim C_{16}$ ）が供給されており、着目するクロスポイント以外のクロスポイントには指示体 1 9 が存在しないものとする。

【0081】

まず、図 1 3 を参照して、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 上に存在しない場合に受信導体 1 4 で得られる相関値について説明する。指示体 1 9 がこのクロスポイント上に存在しないときは、受信導体 1 4 は送信導体 1 2 とのみ静電結合する（図 1 2 (a) 参照）。その結果、受信導体 1 4 に流れるべき電流は全て受信導体 1 4 に流れるから、受信導体 X_{124} からの出力信号を相関演算して得られる相関値は、相関器の出力信号と拡散符号のコード番号との相関特性は一定の値になる（図 1 3 (b) 参照）。

【0082】

これに対し、クロスポイント上に指示体 1 9 が存在する場合には、受信導体 X_9 は指示体 1 9 を介してグラウンドと静電結合された状態になる（図 1 2 (b) 参照）。すると、図 1 4 (a) に示すように、本来受信導体 X_9 に流れるべき電流の一部が指示体 1 9 を介してグラウンドに分流する。その結果、受信導体 X_{124} からの出力信号を相関演算すると、相関器の出力信号と拡散符号のコード番号との相関特性は、この拡散符号 C_2 において得られる相関値が他の拡散符号における相関演算により得られる相関値よりも小さくなる（図 1 4 (b) 参照）。

【0083】

したがって、図 1 4 (b) に示す相関特性がどの拡散符号の相関値で凹みを得られたかにより、指示体 1 9 が置かれているクロスポイントを構成する送信導体を特定することができる。図 1 4 に示す例では、拡散符号 C_2 において相関値が低下する大きな凹み領域が生成されるので、この拡散符号 C_2 が供給された送信導体 Y_9 が、指示体 1 9 が置かれている送信導体であると特定される。そして、相関値記憶回路 3 4 d に記憶された相関値の空間分布において、所定の閾値より相関値が小さい領域を特定することにより、センサ部 1 0 0 上の指示体 1 9 の位置（座標）を検出することができる。

【0084】

次に、指示体である 1 本の指 1 9 がセンサ部 1 0 0 の複数のクロスポイント上に置かれている場合の位置検出の原理を図 1 5 及び 1 6 を参照して説明する。以下の説明では、この位置検出の原理を容易に理解できるように、各送信導体 $Y_1 \sim Y_{64}$ には各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ が供給されているものとし（図 4 参照）、図 1 5 に示すように、受信導体 X_{124} と送信導体 $Y_1 \sim Y_4$ との間の複数のクロスポイントに渡って 1 本の指 1 9 が置かれている場合を考える。なお、指示体 1 9 が置かれている送信導体 $Y_1 \sim Y_4$ には、拡散符号 C_1 が供給される。

【0085】

この図 1 5 に示す状態では、受信導体 X_{124} と、送信導体 $Y_1 \sim Y_4$ のそれぞれとの間に形成される複数のクロスポイントにおいて、受信導体 X_{124} に流入する電流が減少する。したがって、図 1 6 (a) に示すように、受信導体 X_{124} における相関器の出力信号と拡散符号のコード番号との相関特性 6 4 は、拡散符号 C_1 における相関演算により得られる相関値が他の拡散符号における相関演算により得られる相関値よりも小さくなる

。送信導体 $Y_2 \sim Y_4$ に拡散符号 C_1 を供給したときも、この図 16 (a) と同じ特性になる。

一方、受信導体 X_{124} と送信導体 Y_{564} とのそれぞれとの間に形成される複数のクロスポイントには指示体 19 が存在しないので、図 16 (b) に示すように、相関特性 65 は、一定の値になる。

【0086】

このように、本発明は複数のクロスポイントに渡って指示体が置かれた場合においても、指示体の有無を検出することができる。なお、上述した位置検出回路 35 に補間処理回路を設ければ、クロスポイント間における指示体 19 の存否も検出可能なので、センサ部 100 上の置かれている指示体 19 の形状を推定することも可能になる。

【0087】

[アダマール符号の例]

上記第 1 の実施の形態の例においては、センサ部 100 に供給する信号に $2n$ チップの符号長を有する拡散符号 C_k を供給する例を示した。この拡散符号 C_k には、アダマール符号を用いても良い。このアダマール符号を用いた場合の例を、図 17 を参照して説明する。

【0088】

図 17 (a) は、16 チップの符号列 $C_1 \sim C_{16}$ からなるアダマール行列である。各符号列 $C_1 \sim C_{16}$ を構成する各チップの値は -1 又は $+1$ である。以下、この符号列 $C_1 \sim C_{16}$ をアダマール符号と称す。

【0089】

このアダマール行列は、16 種類のアダマール符号 $C_1 \sim C_{16}$ が互いに完全な直交関係を有しているので、各アダマール符号 $C_1 \sim C_{16}$ と相関値演算用符号 $C_1' \sim C_{16}'$ とを同じコードとすることができる。また、相関演算を行う相関器は、図 10 に示した乗算器 $34f_1 \sim 34f_{16}$ の代わりに加算器を用いることができる。また、このアダマール行列を用いた場合において、相関器で相関ありが検出された場合には、図 17 (c) に示すように、相関があるアダマール符号 C_x の相関演算時に相関値が低下して、該当する符号での相関ありが検出される。但し、相関ありの場合でも、相関値のレベルは 0 レベルよりも高いレベルである。

【0090】

ところで、この図 17 (a) のアダマール行列を本発明の指示体検出装置に用いる場合、アダマール行列を構成する各アダマール符号 $C_1 \sim C_{16}$ は全て 1 チップ目のビットが 1 となっているから、相関器でこのチップ位置の相関演算を行うと、相関値が著しく高くなってしまふ。そこで、この図 17 (b) の例では、アダマール符号を 15 チップで構成している。この 15 チップの符号で形成された 16 種類のアダマール符号 $C_1 \sim C_{16}$ は、図 17 (a) と比較すると判るように、16 チップのアダマール符号の先頭の 1 チップ目を除いた構成となる。

この図 17 (b) に示した 15 チップの符号で形成された 16 種類のアダマール符号 $C_1 \sim C_{16}$ を用いることで、図 17 (d) に示したように、相関器の出力信号として、相関有りのときには 0 レベル以下の信号となり、相関なしの場合には 0 レベル以上の所定レベルとなり、うなりを小さくすることができる。

【0091】

[位置検出の処理手順]

次に、この第 1 の実施の形態における指示体検出装置 1 の動作を、図 1、図 6 及び図 18 のフローチャートを参照して説明する。

【0092】

まず、拡散符号供給回路 21 の各拡散符号生成回路 24 は、それぞれ拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を生成する (ステップ S1)。そして、受信部 300 の受信導体選択回路 31 は、スイッチ 31a により、各検出ブロック 36 内で所定の受信導体 14 と、I/V 変換回路 32a とを接続する (ステップ S2)。

10

20

30

40

50

【0093】

次いで、送信導体選択回路22が各送信ブロック25内で拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給する所定の送信導体12を選択すると（ステップS3）、各送信ブロック25で選択された所定の送信導体12にそれぞれ対応する拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ が同時に供給される（ステップS4）。

【0094】

次いで、受信部300は、ステップS2で選択された各検出ブロック36の所定の受信導体14からの出力信号 S_i を同時に検出する（ステップS5）。具体的には、まず、増幅回路32は、選択された所定の受信導体14（合計16本の受信導体14）からの出力信号である電流信号をI/V変換回路32aにて電圧信号に変換すると共に増幅し、その増幅信号をA/D変換回路33に出力する。次いで、A/D変換回路33は、入力された電圧信号をデジタル信号に変換し、このデジタル信号を相関値算出回路34に出力する。

【0095】

次いで、相関値算出回路34は、入力されたデジタル信号を、相関値演算用符号 $C_1' \sim C_{16}'$ についてそれぞれ相関演算を行い、その値を相関値記憶回路34dに記憶する（ステップS6）。

【0096】

次いで、制御回路40は、ステップS4で選択された受信導体14において、全送信導体12について相関演算が終了したか否かを判定する（ステップS7）。選択された受信導体14について全送信導体12での位置検出が終了していない場合、すなわち、ステップS7の判定結果がNOである場合には、ステップS3に戻り、送信導体選択回路22内の各送信ブロック25のスイッチ22aを切り替えて、前回とは異なる送信導体12を選択し、ステップS3～S6を繰り返す。その後は、選択された受信導体14について全送信導体12での位置検出が終了するまで、ステップS3～S6を繰り返す。

【0097】

つまり、図6に示すように、受信導体 X_1 、 X_9 、 $\dots$ 、 X_{121} が最初を選択されているとすると、拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ は、まず送信導体 Y_4 、 Y_8 、 $\dots$ 、 Y_{64} に供給される。次に、選択された受信導体はそのままに、拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給する送信導体を送信導体 Y_3 、 Y_7 、 $\dots$ 、 Y_{63} に切り替えて供給し、同様に、相関演算を行う。この処理を繰り返し、送信導体 Y_1 、 Y_5 、 $\dots$ 、 Y_{61} にそれぞれ拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給し、相関演算を行うと、各送信ブロック25内の送信導体12の切り替えが一巡し、受信導体 X_1 、 X_9 、 $\dots$ 、 X_{121} について全送信導体12の位置検出が終了する（ステップS7のYESの状態）。このように選択した受信導体14において全送信導体12の検出が終了したら、ステップS8に移行する。

【0098】

ステップS2で選択された受信導体14について、全送信導体12での相関演算が終了している場合、すなわち、ステップS7の判定結果がYESである場合には、制御回路40は、全受信導体14での位置検出が終了したか否かを判定する（ステップS8）。全受信導体14での相関演算が終了していない場合、すなわち、ステップS8の判定結果がNOである場合には、ステップS2に戻り、送信導体選択回路22内の各スイッチ22aを切り替えて、送信導体12を選択する。そして、選択された複数の送信導体12に対し拡散符号供給回路21より拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を同時に供給する。このようにして、送信導体12及び受信導体14を切り替えて相関演算を継続する。その後は、全受信導体14について全送信導体12での相関演算が終了するまで、ステップS2～S7を繰り返す。

【0099】

つまり、図6に示すように、例えば受信導体 X_1 、 X_9 、 $\dots$ 、 X_{121} が選択されている状態で、各送信ブロック25内の送信導体12をローテーションさせて、受信導体 X_1 、 X_9 、 $\dots$ 、 X_{121} について、全送信導体12での相関演算を行う。次に、受信導体 X_2 、 X_{10} 、 $\dots$ 、 X_{122} に切り替えて、各送信ブロック25内の送信導体12をローテーションさせる。この処理を繰り返し、受信導体14を順次切り替えていく。そし

て、ローテーションの最後に受信導体 X_8 、 X_{16} 、 $\dots$ X_{128} について、相関演算が終了したら、ステップ S 9 へ移行し、または最初のステップ S 2 へ戻る。

【0100】

位置検出回路 35 は、相関値算出回路 34 の相関値記憶回路 34 d に記憶された受信導体 14 のクロスポイントでの信号から、信号レベルが減少している信号を出力した受信導体 14 とその拡散符号を検出する。そして、信号レベルから特定した受信導体 14 のインデックス m ($1 \sim 128$) と、該当する拡散符号を供給した送信導体 12 のインデックス n ($1 \sim 64$) に基づいて、指示体の位置を算出する (ステップ S 9)。このようにしてセンサ部 100 上に配置された指示体の位置検出を行う。

【0101】

上述のように、この第 1 の実施の形態においては、各グループの所定の送信導体 12 に互いにコードの異なる拡散符号を同時供給 (多重送信) し、所定の複数の受信導体 14 で指示体の位置を同時検出する。すなわち、送信導体 12 と受信導体 14 との間の複数のクロスポイントに対して同時に位置検出処理を行う。その結果、複数のクロスポイントに対する位置検出にかかる時間を短縮でき、より高速に指示体の位置検出が可能となる。

【0102】

すなわち、第 1 の実施の形態では、送信導体群 11 及び受信導体群 13 をそれぞれ 16 個のグループに区分し、各グループを並列処理するので、例えば、従来のように全クロスポイントを順次検出処理を行う場合の検出時間に比べて、その検出時間は、 $1 / (16 \times 16)$ に短縮することができる。なお、グループ数はこの例に限定されるものではなく、また、送信導体群 11 又は受信導体群 13 のいずれかのみをグループ化しても検出時間短縮の効果が得られることは勿論である。

【0103】

以上のように、本発明の指示体検出装置は、複数のクロスポイントにおける指示体の同時かつ高速な検出を可能にしているので、1 人の使用者の複数の指示体による指示位置の検出を高速に検出可能であることはもちろん、複数人による複数の指等の指示体による指示位置の同時検出も可能である。使用者の多寡を問わず、複数の指示体の同時検出が可能なので、様々なアプリケーションの発展に寄与することができる。なお、複数の指示体の同時検出が可能なのであるから、一の指示体による位置指示の検出が可能であるのは言うまでもない。

【0104】

また、この第 1 の実施の形態では、一の受信導体について全送信導体での検出が終了したら他の一の受信導体に切り替えて位置検出を継続するように説明したが、本発明はこの例に限られない。一の受信導体について全送信導体での検出が終了する前に、他の一の受信導体に切り替えて位置検出を継続してもよく、最終的にセンサ部 100 の全クロスポイントでの位置検出が行われればよい。

【0105】

また、上記第 1 の実施の形態では、指示体の位置を検出する例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、第 1 の実施の形態にかかる指示体検出装置を、得られた相関値から指示体の存否だけを検出する装置として用いることもできる。なお、この場合には、位置検出回路 35 を設けなくてよい。

【0106】

< 2. 第 2 の実施の形態 : P S K 変調された拡散符号を用いる構成例 >

上記第 1 の実施の形態では、拡散符号 C_k を直接、送信導体群 11 に供給する例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、拡散符号 C_k に対して所定の変調を施し、その変調した信号を送信導体群 11 に供給してもよい。第 2 の実施の形態では、送信導体群 11 に供給する拡散符号 C_k を P S K (Phase Shift Keying) 変調する構成例を説明する。

【0107】

[P S K 変調]

10

20

30

40

50

図 19 (a) 及び (b) に、拡散符号の P S K 変調前後の波形を示す。図 19 (a) は P S K 変調前の拡散符号の波形であり、図 19 (b) は P S K 変調後の拡散符号の波形である。

【0108】

この第 2 の実施の形態では、例えば、変調前の拡散符号 C_k のクロック周期（チップ周期）の 2 倍のクロック周期の信号で拡散符号 C_k を P S K 変調する例を説明する。なお、本発明はこれに限定されず、変調時のクロック周期とチップ周期との比は用途等に応じて適宜変更可能である。この P S K 変調は、例えば、変調前の拡散符号（図 19 (a)）において、信号レベルが H i g h のときは L o w から始まるタイミングで信号を反転し、信号レベルが L o w のときは、H i g h から始まるタイミングで信号を反転させて変調信号（図 19 (b)）を得る。

10

【0109】

[指示体検出装置の構成]

第 2 の実施の形態における指示体検出装置 2 の構成を図 20 に従って説明する。この第 2 の実施の形態の指示体検出装置 2 は、センサ部 100 と、送信部 201 と、受信部 301 と、制御回路 40 とから構成される。この第 2 の実施の形態における指示体検出装置 2 と第 1 の実施の形態における指示体検出装置 1（図 1 参照）との相違点は、送信部 201 が拡散符号 C_k に対して P S K 変調を施す P S K 変調回路を設けた拡散符号供給回路 221 と、クロック発生回路 23 とから構成されている点、受信部 301 が P S K 変調された拡散符号 C_k を復調する P S K 復調回路が設けられた相関値算出回路 304 を備えて構成されている点である。これら以外の構成は、第 1 の実施の形態（図 1）と同様であるので、同一の構成には図 1 と同一の番号を付して詳細な説明は省略する。なお、この第 2 の実施の形態では、例えば 63 チップ長の拡散符号 C_k を用い、この拡散符号 C_k の 2 倍のクロック信号を用いて P S K 変調を施して、126 クロック長の変調信号を生成する場合を例示して説明する。

20

【0110】

次に、第 2 の実施の形態における拡散符号供給回路 201 の構成を図 21 を参照して説明する。拡散符号供給回路 221 は、複数の拡散符号生成回路 24 及び P S K 変調回路 26 から構成される。P S K 変調回路 26 は、クロック発生回路 23 から供給された同一クロックに基づいて、互いが同期して生成された 16 種類の拡散符号 $C_1, C_2, \dots, C_{16}$ をそれぞれ P S K 変調するので、各拡散符号生成回路 24 の出力端子に設けられている。すなわち、この P S K 変調回路 26 は、拡散符号生成回路 24 と同数（16 個）設けられる。そして、各 P S K 変調回路 26 は、それぞれ各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を P S K 変調して、16 種類の P S K 変調信号 $C_{1P}, C_{2P}, \dots, C_{16P}$ を生成する。そして、この P S K 変調信号 $C_{1P} \sim C_{16P}$ が送信導体 12 に供給される。

30

【0111】

次に、この第 2 の実施の形態における相関値算出回路 304 の構成について、図 22 を参照して説明する。この図 22 は、第 2 の実施の形態における相関値算出回路 304 の回路構成、並びにこの相関値算出回路 304、I/V 変換回路 32a、及び A/D 変換回路 33 の接続関係を示す図である。

40

相関値算出回路 304 は、P S K 復調回路 126 と、信号遅延回路 304a と、16 個の相関器 304b₁, 304b₂, 304b₃, $\dots$ 304b₁₆ と、相関値演算用符号生成回路 304c₁ $\sim$ 304c₁₆ と、相関値記憶回路 304d とから構成される。

【0112】

信号遅延回路 304a は、上述した第 1 の実施の形態における信号遅延回路 34a と同様に、A/D 変換回路 33 から入力されたデジタル信号を一時的に保持し、この保持されたデータを各相関器 304b₁ $\sim$ 304b₁₆ に同時に供給するための回路である。この信号遅延回路 304a は、拡散符号の符号長と同じ数（63 個）の D-フリップフロップ回路 304a₁, 304a₂, 304a₃, $\dots$, 304a₆₂, 304a₆₃ から構成される。そして、D-フリップフロップ回路 304a₆₃, 304a₆₂, 304a₆

50

$1, \dots, 304a_3, 304a_2, 304a_1$ は、この順番で A/D 変換回路 33 側から直列接続して構成される。そして、これらの D-フリップフロップ回路 $304a_1 \sim 304a_{63}$ のそれぞれの出力端子は、隣接する他の D-フリップフロップ回路（例えば、D-フリップフロップ回路 $304a_{63}$ であれば、D-フリップフロップ回路 $304a_6$ ）と、各相関器 $34b_1 \sim 34b_{16}$ とに接続され、各 D-フリップフロップ回路 $304a_1 \sim 304a_{63}$ からの出力信号はすべての相関器 $304b_1 \sim 304b_{16}$ に入力される。

【0113】

PSK 復調回路 126 は、送信部 201 の PSK 変調回路 26（図 21 参照）で PSK 変調された拡散符号 C_k を元の拡散符号 C_k に復調するための回路である。図 22 に示すように、この PSK 復調回路 126 は、A/D 変換回路 33 と信号遅延回路 $304a$ との間に設けられ、A/D 変換回路 33 でデジタル変換された出力信号を PSK 復調して後段の信号遅延回路 $304a$ に出力する。具体的には、PSK 変調信号を、図 19 (a) に示す変調前の信号（拡散符号 C_k ）に復調するものである。なお、この第 2 の実施の形態においては、PSK 復調回路 126 を相関値算出回路 304 に設けた場合、すなわち、デジタル信号に変換された出力信号を復調する場合を例示して説明するが、本発明はこの構成に限られない。出力信号である電流信号を電圧信号に変換した後の信号であれば PSK 復調は可能であるから、この PSK 復調回路 126 は、増幅回路 32（I/V 変換回路 $32a$ ）と A/D 変換回路 33 との間に設けても良い。

【0114】

そして、この PSK 復調回路 126 で復調された出力信号は、複数段直列接続された D-フリップフロップ回路 $304a_1 \sim 304a_{63}$ に供給される。以下、この 63 個の D-フリップフロップ回路 $304a_1 \sim 304a_{63}$ から出力された 63 チップの出力信号を、それぞれ $PS_1, PS_2, PS_3, \dots, PS_{62}, PS_{63}$ と称する。

【0115】

この 63 チップの出力信号 $PS_1 \sim PS_{63}$ は、16 個の相関器 $304b_1 \sim 304b_{16}$ に同時に供給される。各相関器 $304b_1 \sim 304b_{16}$ は、この 63 チップの出力信号 $PS_1 \sim PS_{63}$ と、相関値演算用符号生成回路 $304c_1 \sim 304c_{16}$ から供給された相関値演算用符号 $C_{1P'} \sim C_{16P'}$ とを相関演算して相関値を算出する。すなわち、例えば、相関器 $34b_1$ は、拡散符号 C_1 の相関演算を行うために、相関値演算用符号生成回路 $34c_1$ から 63 チップの相関値演算用符号 $C_{1P'}$ （ $PN_{1'} \sim PN_{63'}$ ）の供給を受けて、各チップ毎に出力信号と相関値演算用符号との相関演算を行い、その相関値を相関値記憶回路 $304d$ に供給して記憶させる。

【0116】

同様にして、相関器 $304b_2 \sim 304b_{16}$ は、出力信号 $PS_1 \sim PS_{63}$ と、相関値演算用符号 $C_{2P'} \sim C_{16P'}$ との相関演算を行い、その演算結果である相関値を相関値記憶回路 $304d$ に供給して記憶させる。このようにして、16 個の拡散符号のすべてについて個別に相関演算を行い、相関値を相関値記憶回路 $304d$ に記憶する。なお、図 22 の構成では、拡散符号の種類に対応した数の相関器を用いる場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。例えば、相関値算出回路 304 に図 9 に示した構成を適用して、相関値算出回路を 1 つの相関器と、複数の相関値演算用符号を供給可能な相関値演算用符号生成回路とで構成し、時分割で複数種類の相関値を演算する構成としてもよい。

【0117】

上述のように、この第 2 の実施の形態では、互いに異なる拡散符号を PSK 変調し、この PSK 変調された拡散符号を送信導体群を構成する送信導体に同時供給（多重送信）し、選択された複数の受信導体で指示体の位置を同時検出する。その結果、この第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0118】

さらに、この第 2 の実施の形態では、送信導体に供給する拡散符号を PSK 変調する際、拡散符号のチップ周期より短い周期のクロック信号を用いる。この場合、受信部で拡散

10

20

30

40

50

符号を復調した際、復調した拡散符号の立ち上がり及び立ち下がり時の信号遷移の頻度をより多くすることができる。それゆえ、この第2の実施の形態では、指示体の位置検出の誤差をより小さくすることができる。また、拡散符号をP S K変調することにより、ノイズ耐性を向上させることができる。

【0119】

ところで、この第2の実施の形態では、送信導体にP S K変調された拡散符号を供給する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。第3の実施の形態では、拡散符号を他の態様で変調して供給する場合を例示して説明する。

【0120】

< 3. 第3の実施の形態：F S K変調された拡散符号を用いる構成例 >

第3の実施の形態では、送信導体群11に供給する拡散符号 C_k をF S K (Frequency Shift Keying) 変調する構成例を説明する。

【0121】

[F S K変調]

図23に、拡散符号のF S K変調前後の波形を示す。図23(a)はF S K変調前の拡散符号の波形であり、図23(b)はF S K変調後の信号波形である。

【0122】

この第3の実施の形態では、例えば、変調前の拡散符号 C_k のクロック周期(チップ周期)の2倍及び4倍のクロック周期の信号を用いてF S K変調する場合を例示して説明する。なお、本発明はこれに限定されず、変調時のクロック周期とチップ周期との比は用途等に応じて適宜変更可能である。そして、この第3の実施の形態におけるF S K変調では、変調前の拡散符号(図23(a))中のH i g hレベル状態の信号を、変調前の拡散符号の4倍の周期信号に対応させ、L o wレベル状態の信号を変調前の拡散符号の2倍の周期信号に対応させて変調信号(図23(b))を得ている。以下、この第3の実施の形態も、上述した第2の実施の形態と同様に63チップ長の拡散符号を用い、2倍及び4倍のクロック周期の信号を切り替えて、この拡散符号にF S K変調を施してF S K変調信号を生成する場合を例示して説明する。なお、この第3の実施の形態における指示体検出装置の構成は、上記第2の実施の形態における指示体検出装置2と比較すると、拡散符号供給回路221及び相関値算出回路304がそれぞれ拡散符号供給回路222及び相関値算出回路314である点以外は同一となるので、同一の構成については同一の符号を用い、その詳細な説明は省略する。

【0123】

まず、この第3の実施の形態における拡散符号供給回路222の構成を、図24を参照して説明する。この図24に示すように、拡散符号供給回路222は、複数の拡散符号生成回路24及びF S K変調回路27から構成される。この拡散符号生成回路24及びF S K変調回路27は、同一クロックに基づいて、互いが同期して生成された16種類の拡散符号 $C_1, C_2, \dots, C_{16}$ を、それぞれF S K変調するために、それぞれが16個ずつ設けられている。そして、各F S K変調回路27は、それぞれが各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ をF S K変調してF S K変調信号 $C_{1F}, C_{2F}, \dots, C_{16F}$ を送信導体12に供給する。

【0124】

次に、この第3の実施の形態における相関値算出回路314の構成について、図25を参照して説明する。この図25は、第3の実施の形態における相関値算出回路の回路構成、並びに、この相関値算出回路、I/V変換回路及びA/D変換回路の接続関係を示す。

【0125】

相関値算出回路314は、F S K復調回路127と、信号遅延回路304aと、16個の相関器304b₁, 304b₂, ..., 304b₁₆と、この相関器304b₁~304b₁₆と同数の相関値演算用符号生成回路304c₁, 304c₂, ..., 304c₁₆と、相関値記憶回路304dとから構成される。

F S K復調回路127は、F S K変調回路27(図24参照)でF S K変調された拡散

符号を元の拡散符号に復調する回路である。このFSK復調回路127は、A/D変換回路33と信号遅延回路304aとの間に設けられ、A/D変換回路33でデジタル変換された出力信号をFSK復調する。具体的には、例えば図23(b)に示す状態に変調された信号を、図23(a)に示す変調前の信号と同じ状態に復調するものである。なお、この第3の実施の形態においては、FSK復調回路127を相関値算出回路314に設けた場合、すなわち、デジタル信号に変換された出力信号を復調する場合を例示して説明したが、本発明はこの構成に限られない。出力信号である電流信号を電圧信号に変換した後の信号であればFSK復調は可能であるから、このFSK復調回路127は、増幅回路32とA/D変換回路33との間に設けても良い。

【0126】

FSK復調回路127で復調された出力信号は、複数段直列接続されたD-フリップフロップ回路304a₁～304a₆₃に供給され、各D-フリップフロップ回路304a₁～304a₆₃からの出力信号は、すべての相関器304b₁～304b₁₆に入力される。なお、他の構成及び処理は上述した第2の実施の形態の図22と同じであるので、図22と同一の番号を付して、その説明は省略する。

【0127】

この第3の実施の形態では、複数の拡散符号をFSK変調し、このFSK変調された拡散符号を、送信導体群11を構成する複数の送信導体12に同時供給（多重送信）し、選択された複数の受信導体14で指示体の位置を同時検出している。その結果、この第3の実施の形態においても、第2の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0128】

また、拡散符号をFSK変調することにより、送信導体群11に供給する信号の帯域幅を広くすることができ、ノイズ耐性を向上させることができる。

【0129】

<4. 第4の実施の形態：拡散符号の他の供給方法>

ところで、第1の実施の形態（図4参照）においては、送信導体群11を構成する各送信導体12を隣り合う4本の送信導体Y_n～Y_{n+3}からなる複数の送信ブロック25に区分し、この複数の送信ブロック25にそれぞれ各拡散符号C₁～C₁₆を供給し、そして、各拡散符号C₁～C₁₆がこの送信ブロック25を構成する4本の送信導体Y_n～Y_{n+3}のうちのいずれか1本に供給されるように構成した場合を例示した。しかしながら、本発明は各拡散符号C₁～C₁₆を予め定めた送信導体12に供給しなくても良く、適宜、任意の送信導体12に供給するようにしても良い。

【0130】

以下、拡散符号の供給方法の変形例1～3を、図26～図29を参照して説明する。

〔変形例1〕

まず、変形例1における拡散符号の供給方法を図26に従って説明する。この変形例1においては、特に図示はしないが、例えば、図4に示す送信導体選択回路22と拡散符号供給回路21との間にスイッチを設ける。そして、このスイッチにより、拡散符号供給回路21から供給された各拡散符号C₁～C₁₆が、この図示しないスイッチを介して送信導体選択回路24に選択的に供給される構成にする。なお、他の構成は、図1に示す第1の実施の形態と同一の構成となるので、適宜図1を参照するとともに、同一の構成についてはその説明を省略する。

【0131】

そして、送信導体選択回路22は、送信導体Y₁～Y₆₄のうちから5本間隔で16本の送信導体12を選択する。具体的には、送信導体選択回路22は、最初に送信導体Y₁、Y₅、…、Y₅₇、Y₆₁を選択して、各拡散符号C₁～C₁₆を供給する。そして、この状態で、所定時間の間、拡散符号の供給を行う。

【0132】

その後、送信導体選択回路22は、送信導体12のインデックスnが増加する方向に1本だけずらして送信導体12を選択する。すなわち、前回選択した16本の送信導体Y₁

10

20

30

40

50

、 Y_5 、 $\dots$ 、 Y_{57} 、 Y_{61} を、それぞれ送信導体 Y_2 、 Y_6 、 $\dots$ 、 Y_{58} 、 Y_{62} に切り替える。そして、拡散符号供給回路21から供給された各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ は、この新たに選択された送信導体 Y_2 、 Y_6 、 $\dots$ 、 Y_{58} 、 Y_{62} にそれぞれ同時に供給される。その後は、上述した送信導体12の切り替え動作を順次繰り返し、拡散符号の供給を行う。

【0133】

そして、送信導体選択回路22により送信導体 Y_4 、 Y_8 、 $\dots$ 、 Y_{60} 及び Y_{64} にそれぞれ各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を同時に供給したら、図示しないスイッチにより各拡散符号が供給される送信ブロック25（図4参照）を切り替えて、上記動作を繰り返す。例えば、送信導体 $Y_1 \sim Y_4$ からなる送信ブロック25に着目して説明すると、まずこの送信ブロック25には拡散符号 C_1 が供給され、送信導体 Y_1 から順に拡散符号 C_1 の供給が行われる。そして、上述のように送信導体選択回路22は、拡散符号 C_1 が供給される送信導体を経時的に切り替えていく。そして、拡散符号 C_1 が送信導体 Y_4 に供給された後は、送信導体選択回路22は拡散符号を供給する送信導体を Y_1 に切り替えると共に、図示しないスイッチは送信ブロック25に供給する拡散符号 C_1 を拡散符号 C_2 に切り替えて、上記切り替え動作を繰り返す。再度、この拡散符号を送信導体 Y_4 に供給した後は、送信導体選択回路22は再び拡散符号を供給する送信導体を Y_1 に切り替えると共に、図示しないスイッチは拡散符号 C_2 を拡散符号 C_3 に切り替え、以降、上記動作を繰り返す。

10

【0134】

20

なお、この変形例1に示す例では、送信導体選択回路22は、所定時間毎に接続する送信導体12を、そのインデックス n が増加する方向に切り替える例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、拡散符号供給回路21に接続される送信導体12を、そのインデックス n が減少する方向に切り替えてもよい。更には、送信導体12を所定のシーケンスに従いランダムに切り替えてもよい。また、ここまでの説明では送信導体12の切り替えについて説明したが、受信導体14についても、所定のシーケンスに従いランダムに切り替えるようにしてもよい。

【0135】

〔変形例2〕

上記変形例1においては、送信導体選択回路22は、所定時間毎に送信導体 $Y_1 \sim Y_{64}$ のうちから、5本間隔で16本の送信導体12を選択し、この選択された送信導体12を、そのインデックス n が増加する方向に切り替えて拡散符号 C_k を供給する例を示した。しかしながら、拡散符号 C_k を供給する送信導体12の選択は、所定の本数間隔において選択しなくても良い。

30

【0136】

変形例2について、図27及び図28を参照して説明する。まず、変形例2における送信導体選択回路202の構成を図27に従って説明する。この変形例2においては、送信導体群11は、隣り合う16本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+15}$ からなる複数の送信ブロック125に区分される。具体的には、64本の送信導体 $Y_1 \sim Y_{64}$ からなる送信導体群11は、送信導体 $Y_1 \sim Y_{16}$ 、 $Y_{17} \sim Y_{32}$ 、 $Y_{33} \sim Y_{48}$ 、 $Y_{49} \sim Y_{64}$ の4つの送信ブロックに区分される。

40

【0137】

送信導体選択回路202は、拡散符号供給回路21から出力された拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を各送信ブロック125に供給するためのスイッチ202aから構成される。

このスイッチ202aは、16本のスイッチからなるスイッチ群であり、この16本のスイッチのそれぞれの出力端子202bは、対応する各送信導体 $Y_n \sim Y_{n+15}$ に接続され、それぞれの入力端子202cは、対応する拡散符号供給回路21の各拡散符号生成回路24（図1及び図3参照）に接続される。そして、このスイッチ202aが拡散符号生成回路24に接続される送信ブロック125を経時的に切り替えることで、各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ がすべての送信導体12に供給可能になっている。なお、この図27におい

50

ては、スイッチ 202a は煩雑さを避けるために省略して記載している。また、上記以外の他の構成は第 1 の実施の形態（図 1 等参照）と同一の構成となるので、同一の構成には同一の番号を付してその説明は省略している。

【0138】

次に、変形例 2 における拡散符号の供給方法について、図 28 に従って説明する。まず送信導体選択回路 202 は、送信導体 $Y_1 \sim Y_{16}$ からなる送信ブロック 125 を選択する（図 28 の状態）。次いで、拡散符号供給回路 21 は、送信ブロック 125 を構成する各送信導体 $Y_1 \sim Y_{16}$ にそれぞれ拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を同時に供給する。この状態で所定時間の間、拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ の供給を行った後、送信導体選択回路 202 は、拡散符号供給回路 21 に接続される送信ブロック 125 を送信導体 $Y_{17} \sim Y_{32}$ からなる送信ブロック 125 に切り替え、この送信ブロック 125 を構成する各送信導体 $Y_{17} \sim Y_{32}$ に拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を同時に供給する。以降、送信導体選択回路 202 は、送信ブロック 125 を切り替える動作と、各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を同時供給する動作とを繰り返す。そして、送信導体選択回路 202 が送信導体 $Y_{49} \sim Y_{64}$ からなる送信ブロック 125 を選択し、拡散符号供給回路 21 からこれらの送信導体 $Y_{49} \sim Y_{64}$ へ拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ の供給が完了したら、送信導体選択回路 202 は、選択される送信ブロックを送信導体 $Y_1 \sim Y_{16}$ からなる送信ブロック 125 に戻して、上記切り替え動作と拡散符号の供給動作とを繰り返す。

【0139】

[変形例 3]

上記変形例 2 においては、隣り合う 16 本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+15}$ からなる送信ブロック 125 を構成し、この送信ブロック 125 に拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給し、この送信ブロック 125 を切り替えて送信導体群 11 を構成するすべての送信導体 12 に拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給する場合を例示して説明したが（図 27 及び図 28 参照）、送信導体 12 の切り替えは、送信ブロック毎に行う場合に限られない。

【0140】

変形例 3 について、図 29 を参照して説明する。この変形例 3 においては、送信導体選択回路は、送信導体群 11 を構成する送信導体 12 のうち、隣り合う 16 本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+15}$ に拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給し、経時的にこの送信導体選択回路 202 に選択される送信導体 $Y_n \sim Y_{n+15}$ をインデックス n が増加する方向へ 1 本ずつ切り替える。具体的には、まず、送信導体選択回路 202 は、例えば送信導体 $Y_1 \sim Y_{16}$ を選択する（図 29 の状態）。次いで、拡散符号供給回路 21 はこの送信導体 $Y_1 \sim Y_{16}$ にそれぞれ拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を同時に供給する。

【0141】

この状態で所定時間の間、拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ の供給を行った後、送信導体選択回路 202 は、選択する送信導体 12 をそのインデックス n が増加する方向に 1 本だけ切り替える。すなわち、送信導体選択回路 202 は、前回選択した 16 本の送信導体 $Y_1 \sim Y_{16}$ を送信導体 $Y_2 \sim Y_{17}$ に切り替える。そして、拡散符号供給回路 21 は、この新たに選択された送信導体 $Y_2 \sim Y_{17}$ にそれぞれ拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を同時に供給する。その後は、送信導体選択回路 202 は、上述した切り替え動作を順次繰り返し、拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ の供給が行われる。

【0142】

なお、変形例 2 及び 3 は、送信導体選択回路 202 が所定時間毎に、拡散符号供給回路 21 に接続される送信導体 12 を、そのインデックス n が増加する方向に切り替える例を説明したが、本発明はこれに限定されない。所定時間毎に、拡散符号供給回路 21 に接続される送信導体 12 を、そのインデックス n が減少する方向に切り替えてもよい。更には、送信導体 12 を所定のシーケンスに従いランダムに選択してもよい。

【0143】

< 5. 第 5 の実施の形態：受信導体の選択方法 >

上記第 1 の実施の形態においては、受信導体群 13 を検出ブロック 36 に区分し、受信

導体選択回路 22 は、所定時間毎に検出ブロック 36 のうちの 1 本の受信導体 14 を選択する場合を例示して説明したが（図 6 参照）、本発明はこれに限定されない。例えば、検出ブロック 36 毎にまとめて相関演算を行い、所定時間後は、検出ブロックを別の検出ブロックに切り替えて相関演算を行うようにしてもよい。

【0144】

[変形例 4]

変形例 4 の詳細を図 30 及び図 31 を参照して説明する。ここで、図 30 は、この変形例 4 における受信導体選択回路及び増幅回路の回路構成図である。この変形例 4 においては、受信導体群 13 は、隣り合う 16 本の受信導体 $X_m \sim X_{m+15}$ からなる複数の検出ブロック 136 に区分される。具体的には、受信導体群 13 は、受信導体 $X_1 \sim X_{16}$, $X_{17} \sim X_{32}$, $X_{33} \sim X_{48}$, $\dots$ $X_{113} \sim X_{128}$ の 8 つの検出ブロック 136 に区分される。

受信導体選択回路 131 は、図 30 に示すように、16 本の論理スイッチからなるスイッチ 131a から構成される。この 16 本のスイッチのそれぞれの出力端子 131c は増幅回路 32 を構成する各 I/V 変換回路 32a に接続される。そして、スイッチ 131a のそれぞれの入力端子 131b は、対応する受信導体 14 に接続される。なお、その他の構成は、図 1 に示す第 1 の実施の形態（図 1 及び図 6 参照）と同一の構成となるので、同一の構成については同一の番号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0145】

次に、受信導体選択回路 131 の動作について、図 31 を参照して詳述する。受信導体選択回路 131 は、所定の検出ブロック 136、例えば、最初に受信導体 $X_1 \sim X_{16}$ からなる検出ブロック 136 を選択する（図 31 の状態）。そして、相関値算出回路 34 は、この選択された検出ブロック 136 を構成する全ての受信導体 $X_1 \sim X_{16}$ から出力される出力信号について相関演算をおこなうとともに、この相関演算の結果である相関値を相関値記憶回路 34d（図 8 参照）に記憶する。

【0146】

次いで、所定時間後、受信導体選択回路 131 は、選択されている検出ブロック 136 を受信導体 $X_{17} \sim X_{32}$ からなる検出ブロック 136 に切り替える。そして、相関値算出回路 34 は、新たに選択された検出ブロック 136 を構成する全ての受信導体 $X_{17} \sim X_{32}$ から出力される出力信号について相関演算を行い、相関値を相関値記憶回路 34d に記憶する。その後は、上述した切り替え動作を所定時間毎に繰り返して行い、受信導体 $X_{113} \sim X_{128}$ からなる検出ブロック 136 からの出力信号について相関演算と相関値の記憶とが終了したら、当初の受信導体 $X_1 \sim X_{16}$ からなる検出ブロック 136 に戻り、以降、同様の切り替え及び相関演算を行う。

【0147】

< 6. 第 6 の実施の形態：センサ部の他の構成例 >

ところで、上記第 1 の実施の形態では、図 2 に示すように、第 1 の基板 15 の一方の表面上に、受信導体 14 と送信導体 12 とがスペーサ 16 を介して対向して設けられたセンサ部 100 を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、受信導体 14 及び送信導体 12 を 1 枚のガラス基板の両面にそれぞれ形成しても良い。以下、センサ部の他の構成例を図 32 に従って説明する。

【0148】

[変形例 5]

図 32 は、この変形例 5 のセンサ部 500 の概略断面図である。このセンサ部 500 は、例えば略平板状に形成された、例えばガラスからなる基板 501 と、この基板 501 の一方の表面（指等の指示体 19 によって指示される側の面）上に形成された複数の受信導体 514 と、基板 501 の他方の表面（図 32 における下側の面）上に形成された複数の送信導体 512 とを備える。

送信導体 512 は、基板 501 の一方の表面全体を覆うように形成された第 1 保護層 513 によってその表面が覆われている。同様に、受信導体 514 は、基板 501 の他方の

10

20

30

40

50

面全体を覆うように形成された第 2 保護層 5 1 5 に覆われており、この第 2 保護層 5 1 5 はさらに略平板状の保護シート 5 1 6 によって覆われている。この保護シート 5 1 6 は、受信導体 5 1 4 に直接、指示体 1 9 が接触することにより損傷等を受けないように保護するためのものである。

【0149】

なお、この変形例 5 では、基板 5 0 1、送信導体 5 1 2 及び受信導体 5 1 4 は、上記第 1 の実施の形態と同様の形成材料で形成することができる。すなわち、この変形例 5 では、第 1 の実施の形態と同様に、基板 5 0 1 には透過性を有する周知のガラス基板の他、合成樹脂で形成されたシート状（フィルム状）基材を用いてもよい。さらに、第 1 保護層 5 1 3 及び第 2 保護層 5 1 5 は、例えば、 SiO_2 膜や合成樹脂膜等で形成することができ、保護シート 5 1 6 には、例えば、合成樹脂等からなるシート部材を用いることができる。また、この変形例 5 においては、第 1 保護層 5 1 3、第 2 保護層 5 1 5 及び保護シート 5 1 6 は基板 5 0 1 の両面にそれぞれの全面を覆うように形成した場合を例示したが、本発明はこれに限定されない。例えば、保護シート 5 1 6 は、指示体 1 9 が受信導体 5 1 4 に直接触れないように形成されればその目的は達せられるので、その形状を受信導体 5 1 4 の形状と略同一の形状に形成しても良い。

【0150】

この変形例 5 に示すセンサ部 5 0 0 は、上記第 1 の実施の形態（図 2 参照）のセンサ部 1 0 0 に比べて基板の枚数を減らすことができるので、センサ部の厚さをより薄くすることができる。また、この変形例 5 のセンサ部 5 0 0 では、基板の枚数を減らすことができるので、より安価なセンサ部を提供することができる。

【0151】

〔変形例 6〕

次に、センサ部の他の変形例を図 3 3 に従って説明する。この変形例 6 では、例えば、基板の一方の面上に送信導体及び受信導体を形成するセンサ部の構成例を説明する。ここで、図 3 3（a）は、この変形例 6 のセンサ部の概略断面図、図 3 3（b）はこの変形例 6 のセンサ部の斜視図をそれぞれ示す。なお、この図 3 3 においては、保護層及び保護シートの記載は省略している。

【0152】

この変形例 6 のセンサ部 6 0 0 は、図 3 3（a）に示すように、基板 6 0 1 と、この基板 6 0 1 の一方の面上に所定パターンで形成され、導電性を有する金属層 6 0 2 と、この金属層 6 0 2 上に形成される絶縁層 6 0 3 と、複数の送信導体 6 1 2 及び複数の受信導体 6 1 4 とを備える。そして、この変形例 6 においては、基板 6 0 1 の一方の面に送信導体 6 1 2 と受信導体 6 1 4 が交差する構造を備え、この送信導体 6 1 2 と受信導体 6 1 4 とが互いに交差する箇所に、互いを電氣的に絶縁するための絶縁層 6 0 3 が介在されている。

金属層 6 0 2 は、図 3 3（b）に示すように、例えば、受信導体 6 1 4 が延伸される方向と交差する方向（送信導体 6 1 2 が延伸される方向）に延伸して形成された略線状の金属である。絶縁層 6 0 3 は、この金属層 6 0 2 の一部を覆うように形成されている。この金属層 6 0 2 の延伸方向の両端に送信導体 6 1 2 が設けられ、この金属層 6 0 2 の延伸方向の両端に設けられた送信導体 6 1 2 同士が、この金属層 6 0 2 により電氣的に接続される。そして、受信導体 6 1 4 は、絶縁層 6 0 3 上に形成され、金属層 6 0 2 及び送信導体 6 1 4 と電氣的に絶縁されている。なお、送信導体 6 1 2 及び受信導体 6 1 4 の配置は逆にしても良い。また、この変形例 6 では、指示体 1 9 が位置指示のために基板 6 0 1 に接近する一方の面に送信導体 6 1 2 と受信導体 6 1 4 等が配置されているが、この基板 6 0 1 の一方の面に対向する他方の面に、送信導体 6 1 2 と受信導体 6 1 4 等を配置しても良い。

【0153】

さらに、この変形例 6 では、基板 6 0 1、送信導体 6 1 2 及び受信導体 6 1 4 は、上記第 1 の実施の形態と同様の材料で形成することができる。すなわち、第 1 の実施の形態と

同様に、基板 601 は透過性を有する周知のガラス基板の他、合成樹脂で形成されたシート状（フィルム状）基材を用いてもよい。

【0154】

また、金属層 602 は、高導電率を有する金属材料、例えば、Mo（モリブデン）等で形成することができる。金属層 602 と送信導体 612 との接触面積は微小であるので、これらの電気抵抗を小さくするため、金属層 602 には高導電率を有する金属材料を用いることが好ましい。また、絶縁層 603 は、例えば、レジスト等で形成することができる。

【0155】

この変形例 6 のセンサ部 600 では、上記第 1 の実施の形態（図 2）のセンサ部 100 に比べて、ガラス基板の枚数を減らすことができるので、センサ部 600 の厚さをより薄くすることができる。また、この変形例 6 のセンサ部 600 では、基板の枚数を減らすことができ、送信導体 612 及び受信導体 614 を実質的に一層で構成することができるので、より安価なセンサ部を提供することができる。

【0156】

さらに、この変形例 6 のセンサ部 600 は、指示体 19 が位置指示のために、基板 601 に接近する一方の面に対向する他方の面に、送信導体 612 と受信導体 614 等が配置されている場合には、指示体とこれらの導体との間に基板 601 が介在することになるので、変形例 5 のセンサ部 500 の場合に比べて、指示体と各導体との間の距離が広がり、指示体からのノイズの影響が低減される。

【0157】

〔変形例 7〕

上記第 1 ～ 3 の実施の形態及び変形例 1 ～ 6 においては、送信導体を所定方向に延伸した直線状の導体で形成した場合を例示して説明したが、この変形例 7 では、送信導体の形状についての他の構成例を説明する。

【0158】

この変形例 7 を図 34 に従って説明する。ここで、図 34（a）は、この変形例 7 のセンサ部における送信導体及び受信導体の概略構成を示し、図 34（b）は、送信導体のランド導体部の拡大図である。

この変形例 7 においては、図 34（a）に示すように、受信導体 714 は一定幅の直線形状の導体で形成されている。送信導体 712 は、受信導体 714 が延伸された方向に直交する方向に延伸して形成された線形状の導体部 722 と、この導体部 722 よりも幅広のランド導体部 723 とが電氣的に接続された構成を有している。そして、少なくとも受信導体 714 と導体部 722 とのクロスポイントは絶縁層（図示せず）が介在することで互いに電氣的に絶縁されている。

【0159】

図 34（b）に示すように、ランド導体部 723 は、略同一形状に形成された第 1 及び第 2 のランド部 723 b, 723 c と、この第 1 及び第 2 のランド部 723 b, 723 c 同士を電氣的に接続する略直線状の接続部 723 d とから構成される。第 1 及び第 2 のランド部 723 b, 723 c は頂部 723 a を有する略三角形に形成されており、その頂部 723 a において導体部 722 と電氣的に接続される。そして、第 1 のランド部 723 b と第 2 のランド部 723 c とは、頂部 723 a と対向する底部 723 e において接続部 73 d により電氣的に接続される。

【0160】

なお、この図 34 には、受信導体 714 の延伸方向と、送信導体 712 の延伸方向とが直交する例を示すが、本発明はこれに限定されない。両導体の延伸方向が必ずしも直交する必要はなく、位置検出のためのクロスポイントが生成されるように、送信導体 712 の延伸方向と受信導体 714 の延伸方向とが交差していればよい。

【0161】

上記のようにランド導体部 723 を形成すると、図 34（b）に示すように、ランド導

10

20

30

40

50

体部 7 2 3 には、受信導体 7 1 4 の延在方向に沿って凹部 7 2 3 f が形成される。

【0 1 6 2】

送信導体 7 1 2 の形状を上述のような形状にすることにより、クロスポイント近傍の送信導体の面積を大きくすることができる。その結果、センサ部 7 0 0 に指示体が近接したときに、送信導体 7 1 2 から出た電界がより多く指示体に収束するので、検出感度が向上させることができる。

【0 1 6 3】

また、本発明が適用された指示体検出装置と電磁誘導方式（EMR：Electro Magnetic Resonance）を採用する指示体検出装置とを重ねて設けることで、指示体を検出する領域が共通化された入力装置を構成する場合に、電磁誘導方式の位置検出装置から発せられた電界によりランド導体部 7 2 3 に渦電流が発生し、この渦電流が電磁誘導方式での位置検出に悪影響（渦電流損）を与えてしまう。これに対して、この変形例 7 のようにクロスポイント近傍に位置するランド導体部 7 2 3 に凹部 7 2 3 f を形成することにより、本発明が適用された指示体検出装置と電磁誘導方式を採用する指示体検出装置とを重ねて設けた場合でも、ランド導体部 7 2 3 で渦電流の発生を抑制することができ、上述のような問題を解消することができる。

【0 1 6 4】

なお、この変形例 7 の構成は、クロスポイント静電結合方式の指示体検出装置のセンサ部に限られるものではなく、クロスポイント静電結合方式と同様の導電パターンを備える投影型静電結合方式の指示体検出装置に適用しても良い。すなわち、第 1 の方向に配置された複数の第 1 導体と、第 1 の方向に対して交差する方向に配置された複数の第 2 導体とからなる導体パターンを備え、各方向に配設されたそれぞれの導体から得られた検出信号に基づいて各方向に配設された導体における指示位置に対応したそれぞれの導体を特定し、配設された位置が特定されたこれらの導体のそれぞれが交差する位置から指示体の指示する位置を求める投影型静電結合方式の指示体検出装置のセンサ部などにも適用できる。

【0 1 6 5】

また、この変形例 7 の送信導体 7 1 2 及び受信導体 7 1 4 の構成は、第 1 の実施の形態（図 2）、変形例 5（図 3 2）及び変形例 6（図 3 3）で説明したセンサ部にも適用することができる。さらに、指示体検出装置と液晶パネル等の表示装置とを一体構成する場合は、液晶パネルの画素走査に起因する信号から受ける影響を抑制するため、受信導体 7 1 4 は、延伸する方向が液晶パネルの画素走査方向と交差する方向に配置することが好ましい。

【0 1 6 6】

〔変形例 8〕

送信導体のランド導体部の形状は、図 3 4 に示す例に限定されない。図 3 5 に、ランド導体部の形状の他の構成例（変形例 8）を示す。この変形例 8 のセンサ部 8 0 0 における送信導体 8 1 2 は、変形例 7 と同様に、導体部 8 2 2 とランド導体部 8 2 3 とから構成される。変形例 7 との相違点は、変形例 7 に示すランド導体部 7 2 3 の第 1 及び第 2 のランド部 7 2 3 b，7 2 3 c を略三角形形状に形成されているのに対し、この変形例 8 に示すランド導体部 8 2 3 の第 1 及び第 2 のランド部 8 2 3 b，8 2 3 c が略台形状に形成されている点である。そして、変形例 8 においては、変形例 7 の第 1 及び第 2 のランド部 7 2 3 b，7 2 3 c の頂部 7 2 3 a に相当する部分である上底部 8 2 3 a において導体部 8 2 2 と電氣的に接続される。他の部分については、図 3 4 に示した変形例 7 と共通なので、図 3 4 と同じ符号を付して詳細な説明は省略する。ただし、図 3 4 と図 3 5 とでは、符号の先頭 1 桁目は同一部分でも異なる符号としてあり、図 3 4 の変形例 7 では 7 としてあり、図 3 5 の変形例 8 では 8 としてある。

【0 1 6 7】

この変形例 8 と変形例 7 とを比較すると、この変形例 8 の送信導体 8 1 2 のランド導体部 8 2 3 にはランド導体部 8 2 3 に頂部 8 2 3 a がいない（鋭角部分がない）形状なので、導体部 8 2 2 と比して電流の流路が広がる。

【0168】

その結果、ランド導体部823と線形状の導体部822との接続部分に電流の集中が生じにくく、電流が拡散する。すなわち、ランド導体部823の両端となる上底部823a－823a間を電流が広がって流れるので、この上底部823a－823a間の抵抗値が上がらない。このような構造を備えることで、変形例7に比べて、ランド導体部823と導体部822との間の電流の流路を広く確保することができる。その結果、変形例7に比べて、さらに電気伝導特性を向上させることができる。なお、この上底部823aの形状は、鋭角な部分が存在しないことが好ましく、上記の形状の他、例えば曲面状に形成してもよい。また、この変形例8のセンサ部800の送信導体812は、図35に示すように、ランド導体部823に2つの凹部823fが形成された場合を図示しているが、この凹部823fは2つ形成することに限定されず、例えば、1つだけ形成しても3つ以上形成してもよい。

【0169】

なお、この変形例8の構成は、クロスポイント静電結合方式の指示体検出装置のセンサ部に限られるものではなく、投影型静電結合方式の指示体検出装置のセンサ部などにも適用できる。また、この変形例8では、送信導体のみを線形状の導体部と、その中央部に凹部を備えたランド導体部とで構成する例を説明したが、受信導体も送信導体と同様の構成にしてもよい。

【0170】

また、この変形例8の送信導体812及び受信導体814の構成は、第1の実施の形態（図2）、変形例5（図32）及び変形例6（図33）で説明したセンサ部にも適用することができる。さらに、指示体検出装置が液晶パネル等の表示装置と一体構成する場合は、液晶パネルの画素走査に起因する信号から受ける影響を抑制するため、既述したように、受信導体714を液晶パネルの走査方向と交差する方向に配置することが好ましい。

【0171】

[変形例9]

ところで、クロスポイント静電結合方式を採用した指示体検出装置では、通常、指示体を操作する面側、すなわちセンサ部を上方から見た場合、複数の受信導体及び送信導体と交差し、導体パターンが存在する領域と存在しない領域がある。各導体はITO膜等の透明電極膜で形成されるが、導体パターンが存在する領域の透過率は、導体パターンが存在しない領域のそれに比べて低下する。その結果、センサ部上では透過率のむらが生じる。利用者によってはこの透過率のむらが気になることがある。そこで、変形例9では、このようなセンサ部上での透過率のむらを解消する構成を説明する。

【0172】

図36に、この変形例9のセンサ部の概略構成を示す。なお、ここでは、変形例5（図32）のセンサ部500に適用した例を説明する。この変形例9のセンサ部510では、送信導体512及び受信導体514が存在しない領域に、例えば導体と同じ材料からなる第1透明電極膜517及び第2透明電極膜518を設ける。それ以外の構成は、変形例5（図32）のセンサ部500と同様の構成となるので、同一の構成には同一の番号を付してその説明は省略する。

【0173】

図37（a）に、センサ部510の基板の一方の面（下面）に形成される送信導体512及び第1透明電極膜517の構成を示す。この変形例9では、送信導体512と同じ面であって、互いが近傍に配置された2つの送信導体512の間に矩形状の第1透明電極膜517を配置する。この第1透明電極膜517は、送信導体512と接触しないように、送信導体512間の寸法よりも多少小さな寸法を有しており、送信導体512とは多少の空隙を介して離間されている。一方、第1透明電極膜517の送信導体512の延伸方向の寸法は、互いが近傍に配置された受信導体514間の寸法に1本の受信導体514の導体幅を加算した寸法よりも多少小さく設定され、互いが近傍に位置する2本の受信導体514の間に、それぞれの受信導体514の導体幅の略1/2の位置まで延伸された位置間

係をもって配置される。

【0174】

また、図37(b)に、センサ部510の基板の他方の面(上面)に形成される受信導体514及び第2透明電極膜518の構成を示す。この変形例9では、第2透明電極膜518は、受信導体514が配置される同一の面に配置され、その寸法は第1透明電極膜517の寸法を規定する場合と同様のアプローチが適用できる。すなわち、第2透明電極膜518は受信導体514と接触しないように、受信導体514間の寸法よりも多少小さな寸法を有しており、受信導体514とは多少の空隙を介して離間されている。一方、第2透明電極膜518の受信導体514の長さ方向の寸法は、互いが近傍に配置された送信導体512を部分的に覆うように設定される。第1透明電極膜517および第2透明電極膜518の寸法および配置は、例えば指示体进行操作する面側(上方側)からセンサ部510を見た際に、送信導体512、受信導体514、第1透明電極膜517、及び第2透明電極膜518の重畳関係が、電氣的絶縁を維持しつつ均質となるような構成とすることで、センサ部510全体に対し、透過率のむらが抑制された、均質な光学特性を保持できるようにしている。

10

【0175】

センサ部510の基板の各面に形成する導体及び透明電極膜をそれぞれ図37(a)及び(b)のように配置すると、センサ部510を上方から見たとき、図36に示すように、導体パターンが存在する領域にも、導体と同じ材料からなる第1透明電極膜517及び第2透明電極膜518が形成される。その結果、センサ部510上における透過率のむらが抑制される。

20

【0176】

なお、透過率のむらを抑制するための第1透明電極膜517及び第2透明電極膜518の形状は矩形に限定されない。センサ部510を上方から見たときに、送信導体512及び受信導体514から成る導体パターンと、第1透明電極膜517及び第2透明電極膜518との重畳関係が光学的に均質であればよく、第1透明電極膜517及び第2透明電極膜518の形状は送信導体512及び受信導体514から成る導体パターンの形状に関連して適宜決定される。例えば、この変形例9では、矩形状の複数の透明電極膜を送信導体512あるいは受信導体514が延伸される方向に沿って所定間隔で配置した場合を例示して説明したが、その複数の透明電極膜を1枚の電極膜として形成してもよい。

30

【0177】

また、この変形例9の構成は、第1の実施の形態(図2)及び変形例6~8(図33~35)で説明したセンサ部にも適用することができる。さらに、例えば、透過率むら防止用の透明電極膜が所定領域に形成された基板を別途用意し、その基板をセンサ部に追設するようにしてもよい。また、上述したように、フィルム状の基材を採用しても良い。

【0178】

[変形例10]

上記第1~3の実施の形態では、送信導体及び受信導体とともに線形状に形成した場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、送信導体及び受信導体の少なくとも一方を曲線状あるいは同心円状に形成した導体で構成してもよい。

40

【0179】

以下、複数の送信導体をそれぞれ径の異なる円形状に形成し、これを同心円状に配置した場合を、図38を参照して説明する。この図38は、変形例10におけるセンサ部400の送信導体群411と受信導体群413の配置パターンを示す図である。この変形例10では、送信導体群411は、径の異なる複数の送信導体412を同心円状に配置して構成される。そして、同心円状に配置された各送信導体412は、例えば、半径方向に隣り合う送信導体412は、その間隔が等間隔となるように配置される。

【0180】

一方、受信導体群413は、例えば、送信導体群411の中心から放射状に延伸した直線形状の複数の受信導体414で構成される。そして、複数の受信導体414は、周方向

50

に等間隔で配置される。このように構成することにより、送信導体 4 1 2 の周方向と受信導体 4 1 4 との延伸方向とを交差させて、クロスポイントを形成する。

【0181】

図 3 8 に示すセンサ部 4 0 0 は、例えば、センサ部 4 0 0 の位置検出領域が円形状である場合に好適である。なお、この変形例 1 0 では、送信導体群 4 1 1 を構成する複数の送信導体 4 1 2 が半径方向に等間隔となるように配置した場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されず、送信導体 4 1 2 間の間隔は適宜所望の間隔に設定しても良い。同様に、この変形例 1 0 では、受信導体群 4 1 3 を構成する複数の受信導体 4 1 4 を送信導体 4 1 2 の周方向に等間隔で配置した場合を例示したが、受信導体 4 1 4 間の間隔も適宜所望の間隔に設定しても良い。

10

【0182】

また、上記変形例 1 0 では、送信導体 4 1 2 は略円形に、受信導体 4 1 4 は略直線状にそれぞれ形成した場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、送信導体 4 1 2 及び受信導体 4 1 4 の少なくとも一方をその延伸方向に対して蛇行する形状に形成してもよい。

【0183】

< 7. 第 7 の実施の形態：増幅回路の他の構成例 >

ところで、上記第 1 ～ 3 の実施の形態においては、増幅回路 3 2 (図 1 参照) に用いる増幅器に 1 入力 1 出力の増幅器を用いた場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、増幅器の代わりに差動増幅器を用いてもよい。以下、増幅回路に 2 入力 1 出力または 4 入力 1 出力の差動増幅器を用いる場合(変形例 1 1 ～ 1 8)を図 3 9 ～ 図 5 5 を参照して説明する。なお、この増幅回路に差動増幅回路を用いる場合の受信導体群 1 3 は 1 2 9 本の受信導体 1 4 から構成される。これら以外の構成は、第 1 の実施の形態(図 1)と同一の構成となるので、同一の構成には図 1 と同一の番号を用い、その詳細な説明は省略する。

20

【0184】

[変形例 1 1]

変形例 1 1 の構成を、図 3 9 を参照して説明する。この図 3 9 は、増幅回路に 2 入力 1 出力の差動増幅器を用いる場合の受信部の概略構成図である。

まず、受信導体群 1 3 は 1 6 個の検出ブロック 2 3 6 に区分される。この検出ブロック 2 3 6 は隣り合う(インデックス m が連続する) 9 本の受信導体 $X_m \sim X_{m+8}$ から構成される。そして、各検出ブロック 2 3 6 を構成する受信導体 $X_m \sim X_{m+8}$ のうちインデックス m が最も大きい受信導体 X_{m+8} は、隣り合う他の検出ブロック 2 3 6 と共用される。具体的には、この変形例 1 1 においては、受信導体群 1 3 は、検出ブロック $\{X_1 \sim X_9\}$ 、 $\{X_9 \sim X_{17}\}$ 、 $\dots$ 、 $\{X_{113} \sim X_{121}\}$ 及び $\{X_{121} \sim X_{129}\}$ に分割される。

30

【0185】

受信導体選択回路 2 3 1 は、検出ブロック 2 3 6 と同数の一対のスイッチ 2 3 1 a, 2 3 1 b から構成される。そして、この一対のスイッチ 2 3 1 a, 2 3 1 b は、この両スイッチ 2 3 1 a, 2 3 1 b に共通の 9 つの入力端子 2 3 1 c を備える。この入力端子 2 3 1 c は、それぞれ対応する受信導体 X_m に接続される。一対のスイッチ 2 3 1 a, 2 3 1 b のそれぞれの出力端子 2 3 1 d, 2 3 1 e は、それぞれ後述する I/V 変換回路 2 3 2 a の入力端子に接続される。そして、この一対のスイッチ 2 3 1 a, 2 3 1 b は、所定時間間隔で、I/V 変換回路 2 3 2 a に接続される受信導体 1 4 を順次切り替える。具体的には、最初にスイッチ 2 3 1 a は受信導体 X_1 に、スイッチ 2 3 1 b は受信導体 X_2 にそれぞれ接続されているとすると(図 3 9 に示す状態)、次の所定時間間隔でスイッチ 2 3 1 a は受信導体 X_2 に、スイッチ 2 3 1 b は受信導体 X_3 にそれぞれ切り替え接続される。以降、所定時間間隔で順次、I/V 変換回路 2 3 2 a に接続される受信導体 X_m を切り替え、スイッチ 2 3 1 a が受信導体 X_8 に、スイッチ 2 3 1 b が受信導体 X_9 に接続された後は、再度、スイッチ 2 3 1 a は受信導体 X_1 に、スイッチ 2 3 1 b は受信導体 X_2 にそ

40

50

れぞれ切り替え接続される。

【0186】

受信部310は、図39に示すように、受信導体選択回路231と、増幅回路232と、A/D変換回路33と、相関値算出回路34と、位置算出回路35とから構成される。

【0187】

増幅回路232は、I/V変換回路232aと、差動増幅器250と、切替スイッチ232dとから構成される。I/V変換回路232aは、スイッチ231a、231bの総数と同数、すなわち32個設けられ、その入力端子231cはそれぞれ対応する各受信導体14に接続され、一对のスイッチ231a、231bのそれぞれの出力端子231d、231eは、それぞれ対応するI/V変換回路232aに接続される。そして、一对のスイッチ231a、231bのうち、スイッチ231aに接続されたI/V変換回路232aの出力端子は、差動増幅器250の極性が「-」の入力端子に接続され、スイッチ231bに接続されたI/V変換回路232aの出力端子は、差動増幅器250の極性が「+」の入力端子にそれぞれ接続される。

差動増幅器250は、2入力1出力の差動増幅器である。この差動増幅器250は、両入力端子に接続されたI/V変換回路232aからの出力信号を差動増幅して出力する。この差動増幅器250から出力された出力信号は、図示しない増幅器において所定の信号レベルに増幅された後、切替スイッチ232dを介してA/D変換回路33へ出力される。

【0188】

以上のように構成することで、各受信導体14からの出力信号に重畳したノイズは、増幅回路232の差動増幅器250において差動増幅により除去されるので、指示体検出装置のノイズ耐性を向上させることができる。

【0189】

〔変形例12〕

上記変形例11では、差動増幅器250のそれぞれの入力端子にI/V変換回路232aを介して接続される受信導体14の本数が1本である場合を例示して説明したが、差動増幅器の各入力端子に接続される受信導体14の本数は複数本にしてもよい。図40に、その一例を示す。

【0190】

図40は、この変形例12の増幅回路の概略構成である。この図40中には特に図示はしないが、変形例11における受信導体選択回路231は2本の受信導体14を選択する1対のスイッチ231a、231bを複数設けることにより構成されているが（図39参照）、この変形例12においては、この1対のスイッチ231a、231bの代わりに5つのスイッチを設け、この5つのスイッチにより適宜、隣り合う5本の受信導体 $X_{m-2} \sim X_{m+2}$ をそれぞれ差動増幅器350の入力端子に接続するように構成される。

【0191】

受信導体選択回路231（図39参照）は、例えば、隣り合う任意の5本の受信導体 $X_{m-2} \sim X_{m+2}$ のうち、両側に位置する4本の受信導体 X_{m-2} 、 X_{m-1} 及び X_{m+1} 、 X_{m+2} を差動増幅器350のいずれかの入力端子に接続する。なお、この変形例12においても、受信導体選択回路231により選択された受信導体 $X_{m-2} \sim X_{m+2}$ からの出力信号は、I/V変換回路232aにおいて電圧信号に変換されて差動増幅器350の各入力端子に供給されるが、図39に示した変形例11と同一の構成となるので、図面の煩雑さを回避するために、図40においては受信導体選択回路231及びI/V変換回路232aの記載は省略する。

【0192】

具体的には、この受信導体選択回路231に選択された5本の受信導体 $X_{m-2} \sim X_{m+2}$ のうち、受信導体 X_{m-2} 及び X_{m-1} は差動増幅器350の極性が「-」の入力端子に接続され、受信導体 X_{m+2} 及び X_{m+1} は差動増幅器350の極性が「+」の入力端子に接続される。そして、中央に位置する受信導体 X_m はグラウンドに接続される。な

お、この中央に位置する受信導体 X_m は差動増幅器 350 の内部において所定の参照電圧レベル（例えばリファレンスレベルあるいは供給電圧レベル： V_{cc} ）に設定された入力端子に接続してもよい。

【0193】

このように構成すると、複数の受信導体 $X_{m-2} \sim X_{m+2}$ からの出力信号は、差動増幅器 350 に同時に入力される。その結果、差動増幅器 350 から出力される差動信号が増加するため検出感度を向上させることができる。また、同時に差動増幅器 350 に接続される受信導体 14 の本数が増えるので、指示体の検出領域を広げることでもある。さらに、この変形例 12 では、増幅回路 232（図 39 参照）に差動増幅器 350 を用いるので、変形例 11 と同様に、ノイズ耐性を向上させることもできる。

10

【0194】

なお、この変形例 12 において、中央に位置する受信導体 X_m をグラウンド又は所定の参照電圧レベルに設定する理由は、次の通りである。上記第 1 の実施形態で説明したように、クロスポイント静電結合方式の指示体検出装置においては、指示体 19 を介してグラウンドに電流が分流することにより生じるクロスポイントでの電流の変化を検出する（図 13 参照）。しかしながら、指示体 19 が十分に接地されていないと、クロスポイントでの電流の分流が不十分になる。この場合、クロスポイントでの電流変化が小さくなり、検出感度が低下してしまう。

【0195】

これに対して、この変形例 12 のように、差動増幅器 350 に接続される複数の受信導体 $X_{m-2} \sim X_{m+2}$ のうち、中央に位置する受信導体 X_m の電圧レベルをグラウンド又は参照電圧レベル（例えば、電源電圧レベルまたはグラウンド接地電圧レベル）になるように構成すると、指示体 19 が十分に接地されていない場合であっても、指示体 19 が受信導体 X_m に触れることで電流の一部を指示体及び受信導体 X_m を介して分流させることができる。その結果、上述した感度の低下を抑制することができる。

20

【0196】

変形例 11 及び 12 においては、増幅回路に差動増幅器を用いることで検出感度を向上させる場合を例示して説明したが、拡散符号を複数の送信導体に供給することでさらに検出感度を向上させるようにしても良い。

【0197】

[変形例 13]

変形例 13 を、図 41 を参照して説明する。この変形例 13 では、図 41（a）に示すように、隣り合う 2 本の送信導体に同一の拡散符号を供給する例を示す。なお、図 41 に示した以外の構成は、変形例 11（図 1，図 39 等参照）と同一の構成となるので、同一の構成についてはその説明及び図示は省略する。

30

【0198】

図 41 に示すように、拡散符号供給回路 21 を構成する複数の拡散符号生成回路 24 で生成された 16 種類の拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ は、それぞれ隣接した 2 本の送信導体 12 に供給される。具体的には、拡散符号 C_1 は送信導体 Y_1 及び Y_2 に、拡散符号 C_2 は送信導体 Y_5 及び Y_6 に・・・拡散符号 C_{15} は送信導体 Y_{57} 及び Y_{58} 、拡散符号 C_{16} は送信導体 Y_{61} 及び Y_{62} にそれぞれ供給される。そして、特に図示はしないが、送信導体選択回路 22 が拡散符号生成回路 24 に接続される送信導体 12 を経時的に切り替えることで、拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ は、送信導体群 11 を構成する全ての送信導体 12 に供給される。

40

ここで、例えば、図示しない任意の一の受信導体 14 に着目すると、同一の拡散符号が複数の送信導体に供給されると、当該受信導体 14 には、第 1 の実施の形態における受信導体 14 に比べて 2 倍の拡散符号が供給されるから、この任意の一の受信導体 14 からの出力信号も 2 倍となる。従って、検出感度を向上させることができる。さらに、同一の拡散符号を 3 本以上の送信導体 12 に同時に供給すれば、同一の拡散符号を同時に供給した分だけ任意の一の受信導体 14 における検出感度を向上させることもできる。

50

【0199】

[変形例14]

ところで、上記変形例13のように(図41参照)、隣り合う複数の送信導体12に同一の拡散符号を供給する場合には、同一の拡散符号が供給される送信導体12の本数と同数の受信導体14からの出力信号を増幅する構成にすることが好ましい。

【0200】

変形例14の概略構成を、図42を参照して説明する。この図42は、同一の拡散信号 C_k を隣り合う2本の送信導体 Y_n 、 Y_{n+1} に供給する場合の増幅回路の概略構成図である。なお、図42に示した以外の構成は、上記変形例11と同一の構成となるので、図面の煩雑さを回避するためにその記載及びこれらの構成についての説明は省略する。

10

【0201】

上記変形例13のように、隣り合う2本の送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に同一の拡散符号 C_k を供給する場合には、受信部310の増幅回路232には、同一の拡散符号 C_k が供給された送信導体12の本数と同数で、かつ同一極性の入力端子を有する増幅器、例えば、2つの「+」端子を備える2入力1出力の増幅器360を用いる。そして、受信部310の増幅器360の2つの入力端子には、隣り合う2つの受信導体 X_m 、 X_{m+1} を接続する。

【0202】

以上のように隣り合う2本の送信導体 Y_n 、 Y_{n+1} に同一の拡散符号 C_k を供給するとともに、隣り合う2本の受信導体 X_m 、 X_{m+1} からの出力信号を増幅する場合には、増幅回路360から出力される出力信号の信号レベルを増加させることができるだけでなく、指示体の検出範囲を拡げることができる。その結果、センサ部100(図1参照)全体の検出に要する時間を短縮することができるので、かかる実施態様は位置検出領域が大きいセンサ部に用いる場合に好適である。なお、この変形例14においては、増幅器360に同時に接続される受信導体14の本数を2本とした場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、3本以上の受信導体14を接続するようにしても良い。かかる場合にはよりセンサ部100全体の検出に要する時間を短縮することができるとともに増幅回路から出力される出力信号の信号レベルを増加させることができる。

20

【0203】

ところで、上述のように同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体12の本数と、同時に選択される受信導体14の本数とを同数にすると、次のような利点を得られる。以下、図42及び図43を比較参照して説明する。ここで、図43は、同一の拡散符号 C_k を2本の送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に供給し、任意の1つの受信導体 X_m からの出力信号を増幅する場合の最小検出エリア S_{min} を示す概念図である。

30

【0204】

同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体12の本数と、受信導体選択回路で同時に選択される受信導体14の本数、すなわち、増幅器361に接続される受信導体14の本数とが異なる場合、図43に示すように、センサ部上における最小の検出エリア S_{min}' は長形状となり、感度分布に異方性が生じる。この場合、例えば、センサ部と対向する面(以下、単に、対向面という)が円形状の指示体を検出すると、その指示体の対向面が円形状でなく楕円形状等に歪んで検出されることがある。これに対して、この変形例14のように、同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体12の本数と、増幅器361に接続される受信導体14の本数とが同一の場合、図42に示すように、センサ部上における最小の検出エリア S_{min} は正形状となり、等方的な感度分布が得られる。この場合、対向面が円形状の指示体がセンサ部上に配置されても、その指示体の対向面を円形状で検出することができる。

40

【0205】

なお、この変形例14では、同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体12の本数及び増幅器360に接続される受信導体14の本数を2本ずつにした場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体12の本数

50

及び増幅器 360 に接続される受信導体 12 の本数は 3 本以上としてもよい。

【0206】

次に、上記変形例 14 における同一の拡散符号が供給される 2 本の送信導体の切り替えを図 44 及び図 45 を参照して説明する。なお、以下の説明においては、適宜図 1 を参照して説明する。

【0207】

図 44 は、拡散符号 C_k が同時に供給される 2 本の送信導体の切り替えの一例を示す。この図 44 (a) 及び (b) に示す切り替え例は、まず、或る時刻に拡散符号 C_k は、送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に供給されているものとする (図 44 (a) の状態)。そして、所定時間経過後、拡散符号 C_k は Y_{n+2} 及び Y_{n+3} に供給される (図 44 (b) の状態)。以降、特に図示はしないが、順次、拡散符号 C_k が供給される送信導体 12 を送信導体 Y_{n+4} 及び Y_{n+5} 、送信導体 Y_{n+6} 及び Y_{n+7} 、 $\dots$ と切り替え、所定の導体まで供給されると、最初の送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に戻って、以降、上記切り替えを繰り返す。

【0208】

次に、送信導体 12 を 1 本ずつ切り替える一例を、図 45 を参照して説明する。具体的には、図 45 (a) ~ (c) に示すように、まず、或る時刻に拡散符号 C_k は送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に供給されているものとする (図 45 (a) の状態)。そして、所定時間経過後、拡散符号 C_k は Y_{n+1} 及び Y_{n+2} に供給される (図 45 (b) の状態)。さらに所定時間経過後、拡散符号 C_k は Y_{n+2} 及び Y_{n+3} に供給される (図 45 (c) の状態)。以降、特に図示はしないが、順次、拡散符号 C_k が供給される送信導体 12 を送信導体 Y_{n+3} 及び Y_{n+4} 、送信導体 Y_{n+4} 及び Y_{n+5} 、 $\dots$ と切り替え、所定の導体まで拡散符号 C_k が供給されると、最初の送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に戻って、以降、上記切り替えを繰り返す。すなわち、図 45 (a) ~ (c) に示した切り替え例では、所定時間毎に、同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体 12 は、所定の本数 (この例では 2 本) 単位で選択される。そして、先の選択動作で選択された複数の送信導体 12 のうち、その一部 (図 45 に示した例においては 1 本) の送信導体 12 が、次の選択動作においても複数の送信導体 12 として選択されるように制御される。

【0209】

[変形例 15]

上記変形例 13 及び 14 では、隣り合う 2 本の送信導体に同一の拡散符号を供給し、隣り合う 2 本の受信導体の出力信号を 1 つの増幅器で増幅する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、送信部は、所定本数間隔で配置された複数本の送信導体に同一の拡散符号を供給し、受信部も同様に、所定本数間隔で配置された複数本の受信導体から出力された出力信号を増幅器で増幅する構成にしてもよい。図 46 にその一例 (変形例 15) を示す。

この変形例 15 においては、図 39 に示す増幅回路 232 に設けられた差動増幅器 250 の代わりに、受信部 310 の増幅回路 232 には、同一の拡散符号 C_k が供給された送信導体 12 の本数と同数で、かつ同一極性の入力端子を有する増幅器、例えば、2 つの「+」端子を備える 2 入力 1 出力の増幅器 361 を用いる。なお、他の構成は上記変形例 14 と同一の構成となるので、適宜図 1 及び図 39 を参照して説明すると共に、共通の構成についてはその説明を省略する。

【0210】

図 46 は、同一の拡散符号 C_k が供給される 2 本の送信導体の間にグラウンドに接続された送信導体が位置し、受信部は 1 つの増幅器で 2 本の受信導体からの出力信号を増幅し、この 2 本の受信導体の間に、グラウンドに接続された受信導体が位置する場合の構成を模式的に示す。具体的には、図 46 に示すように、送信導体選択回路 22 (図 1 参照) は、任意の 2 本の送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+3} を選択する。そして、送信部 200 の拡散符号生成回路 21 は、この選択された 2 本の送信導体 Y_{n+1} 、 Y_{n+3} に同一の拡散符号 C_k を供給する。同時に、送信導体選択回路 22 は、この拡散符号 C_k が供給される 2

本の送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+3} 以外の送信導体 12、すなわち送信導体 Y_n 、 Y_{n+2} 及びその残余の送信導体 12 をグラウンドに接続する。

同様に、受信部 310 の受信導体選択回路 231 (図 39 参照) は、2 本の受信導体 X_m 、 X_{m+2} を 1 つの増幅器 361 の入力端子に接続し、増幅器 361 は、この接続された 2 本の受信導体 X_m 、 X_{m+2} からの出力信号を増幅する。同時に、この増幅器 361 に接続された受信導体 X_m 、 X_{m+2} 以外の受信導体、具体的には受信導体 X_{m+1} 、 X_{m+3} 及び残余の受信導体 14 をグラウンドに接続する。なお、上記送信導体選択回路 22 及び受信導体選択回路 231 のそれぞれによる送信導体 12 及び受信導体 14 の切り替えは、例えば、上記変形例 14 (図 44 及び図 45) に示す切り替えと同様に行われる。

【0211】

このように変形例 15 では、変形例 13 と同様に、複数本の送信導体 12 に同一の拡散符号を供給し、複数本の受信導体 14 からの出力信号を増幅器 361 で加算するので、検出範囲を拡げることができ且つ検出される信号レベルを増加させるとともに、検出感度を向上させることができる。また、この変形例 15 では、最小の検出範囲 S_{min} を拡げることができるので、センサ部上の位置検出領域が大きい場合に特に好適である。

【0212】

さらに、この変形例 15 では、上述の変形例 13 と同様に、同一の拡散符号が供給される送信導体の本数と、同時に選択される受信導体の本数とを同数にすることで、センサ部上における最小の検出エリア S_{min} を正形状とすることができる。その結果、変形例 13 と同様に、センサ部上における最小の検出エリアでは等方的な感度分布を得ることができる。この場合、例えば対向面が円形状の指示体がセンサ部上に配置されても、その指示体の対向面を円形状で検出することができる。

【0213】

[変形例 16]

ところで、送信導体群 11 に供給される拡散符号 C_k による電流は、指示体 19 がクロスポイントに置かれたときにこの指示体 19 を介してグラウンドに流れる電流により生じる出力信号の変化量に比べて極めて大きい。上記変形例 11 ~ 15 に示すように、出力信号の信号レベルを増加させると検出感度は向上するが、出力信号の変化量を検出する精度が低下してしまう。この検出精度を維持するためには、受信部 300 の A/D 変換回路 33 の分解能を向上させる必要がある (図 1 参照)。

ところが、この A/D 変換回路 33 の分解能を向上させると A/D 変換回路 33 の規模が大きくなり、設計が困難になる、という問題を新たに生じてしまう。特に、同一の拡散符号を複数の送信導体 12 に供給する場合にこの問題が顕著に現れる。

【0214】

そこで、上記課題を解決するための実施態様である変形例 16 を図 47 ~ 図 49 を参照して説明する。ここで、図 47 はこの変形例 16 の概略構成図及び差動増幅器から出力される出力信号の波形図、図 48 はこの変形例 16 における送信導体選択回路の内部構成の一例を示す図、図 49 はこの変形例 16 における受信導体選択回路の構成図をそれぞれ示している。なお、この変形例 16 の説明においては、指示体 19 は、送信導体 Y_{n+2} と受信導体 X_{m+1} とのクロスポイント上 (同図の実線で示す指示体 19) に置かれた場合における出力信号の変化を例示して説明する。

【0215】

まず、この変形例 16 における概略構成を図 47 (a) を参照して説明する。ここで、変形例 11 とこの変形例 16 との相違点は、拡散符号 C_k を供給する拡散符号供給回路 21 と拡散符号 C_k を選択的に送信導体群 11 に供給する送信導体選択回路 382 との間に 2 つの符号反転器 381 が設けられている点、及び増幅回路に 4 入力 1 出力の差動増幅器 386 が用いられ、4 本の受信導体 14 からの出力信号を差動増幅している点である。他の構成は変形例 11 (図 1 及び図 39 参照) と同一の構成となるので、同一の構成には同一の番号を付してその説明は省略する。なお、以下の説明において、拡散符号 C_k を反転した符号を反転符号 [C_k (反転)] と記載する。

10

20

30

40

50

2つの反転符号器381は、拡散符号供給回路21から供給された拡散符号 C_k を符号反転して出力するものである。拡散符号供給回路21から供給された拡散符号 C_k と、反転符号器381から出力された反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ とは、送信導体選択回路382によって隣り合う4本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+4}$ に供給される。具体的には、拡散符号生成回路21から供給された拡散符号 C_k は、送信導体選択回路382を介して2本の送信導体 Y_{n+2} 及び Y_{n+3} に供給されると共に、符号反転器381において反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ に符号反転された後、送信導体選択回路382を介して送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に供給される。なお、以下の説明においては、この図47に示す拡散符号の供給形態(以下、供給パターンと称す)は、拡散符号 C_k が供給される送信導体を「+」を記し、反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ が供給される送信導体を「-」と記す。すなわち、この図47に示すような信号の供給パターンは「--++」と表記する。

10

【0216】

次に、送信導体選択回路382の詳細について、図48を参照して説明する。

送信導体群11は、隣り合う7本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+6}$ を1つのグループとする16個の送信ブロック383に区分される。送信導体選択回路382は、例えば、周知のロジック回路であり、各送信ブロック383と同数(16個)のスイッチ群382aから構成される。各送信ブロック383は、その送信ブロック383を構成する7本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+6}$ のうち、インデックスnの最も大きい3本の送信導体12を隣り合う他の送信ブロックと共有する構成となっている。具体的には、この図48に示すように、各送信ブロック383を構成する送信導体 $Y_n \sim Y_{n+6}$ のうち、インデックスnが最も大きい3本の送信導体 $Y_{n+4} \sim Y_{n+6}$ を隣り合う送信ブロックと共有する構成となっている。

20

各スイッチ群382aは、4つのスイッチ382a₁、382a₂、382a₃及び382a₄から構成される。各スイッチ群382aの出力側の7つの端子382bは、それぞれ対応する送信導体 $Y_n \sim Y_{n+6}$ に接続される。そして、4つのスイッチ382a₁、382a₂、382a₃及び382a₄のうち、スイッチ382a₁及び382a₂の入力端子382cは符号反転器381を介して、拡散符号供給回路21の各拡散符号生成回路24(図1及び図4参照)に接続され、スイッチ382a₃及び382a₄の入力端子382cは、拡散符号供給回路21の各拡散符号生成回路24に接続される。

そして、この図48に示すように、例えば、拡散符号 C_k 及びこの拡散符号 C_k の反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ が供給されるスイッチ群382aは、拡散符号 C_k を送信導体 Y_{n+2} 及び Y_{n+3} に供給すると共に、反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ を送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に供給する。そして、この拡散符号 C_k 及び反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ を所定時間だけ供給した後、拡散符号供給回路21に接続される送信導体12を切り替えて、拡散符号 C_k を送信導体 Y_{n+3} 及び Y_{n+4} に供給すると共に、反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ を送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+2} に供給する。以降、経時的に拡散符号供給回路21に接続される送信導体を切り替えていき、拡散符号 C_k を送信導体 Y_{n+5} 及び Y_{n+6} に供給し、反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ を Y_{n+3} 及び Y_{n+4} に供給した後は、再び拡散符号 C_k を送信導体 Y_{n+2} 及び Y_{n+3} に供給すると共に、反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ を送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} に供給し、以降、上記動作を繰り返す。以上のようにして、拡散符号供給回路21から供給された拡散符号 C_k 及びその反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ を、送信導体群11を構成する全ての送信導体12に供給する。

30

40

【0217】

次に、変形例16における受信導体選択回路384の詳細について、図47(a)及び図49を参照して説明する。

図49に示すように、受信導体選択回路384は、例えば、4つのスイッチからなるスイッチ群384aを備える。このスイッチ群384aの入力端子384bは、それぞれ対応する受信導体14に接続される。また、スイッチ群384aの各スイッチの出力端子384cは、増幅回路385の対応する一のI/V変換回路385aの入力端子に接続される。さらに、スイッチ群384aは、所定時間間隔でI/V変換回路385aと接続する

50

受信導体 14 を切り替える。そして、各受信導体 14 からの出力信号は、 I/V 変換回路 385 a において電圧信号に変換されて、後述する差動増幅器 386 に入力される。なお、図 49 においては、図面の煩雑さを避けるために、複数の I/V 変換回路 385 a 及びスイッチ群 384 a を省略して記載している。

【0218】

増幅回路 385 は、4 つの I/V 変換回路 385 a と、差動増幅器 386 とから構成される。図 49 に示すように、 I/V 変換回路 385 a は、その入力端子がスイッチ群 384 a を構成する各スイッチの出力端子 384 c に接続され、その出力端子は後述の差動増幅器 386 の各入力端子に接続される。

差動増幅器 386 は、4 入力 1 出力の差動増幅器である。この差動増幅器 386 は、 I/V 変換回路 385 a と A/D 変換回路 33 (図 1 参照) との間に設けられ、その 4 つの入力端子のうち、左側 2 つの入力端子の極性が「+」になっており、右側 2 つの入力端子の極性が「-」となっている。すなわち、受信導体選択回路 384 により選択される 4 本の受信導体 $X_m \sim X_{m+3}$ のうち、インデックス m が小さい 2 本の受信導体 X_m 及び X_{m+1} が接続される入力端子の極性が「+」に、インデックス m が大きい 2 本の受信導体 X_{m+2} 及び X_{m+3} が接続される入力端子の極性が「-」にそれぞれ設定されている。そして、差動増幅器 386 は、 I/V 変換回路 385 a において電圧信号に変換された出力信号を差動増幅して出力する。

【0219】

そして、受信導体選択回路 384 は、変形例 4 (図 31 参照) と同様の選択切替えを行う。具体的には、まず、この受信導体選択回路 384 のスイッチ群 384 a は、最小インデックスの受信導体 $X_1 \sim X_4$ から順に、受信導体 $X_m \sim X_{m+3}$ と差動増幅器 386 の「+」端子及び「-」端子とを接続する (図 49 の状態)。すなわち、差動増幅器 386 の 2 つの「+」端子のそれぞれと受信導体 X_1 及び X_2 を、2 つの「-」端子のそれぞれと受信導体 X_3 及び X_4 とを接続する。次いで、所定時間が経過すると、受信導体選択回路 384 のスイッチ群 384 a は、増幅回路 386 に接続される受信導体 14 をインデックス m が増加する方向に位置する受信導体、すなわち、受信導体 X_2 及び X_3 と差動増幅器 386 の「+」端子とを接続すると共に、受信導体 X_4 及び X_5 と差動増幅器 386 の「-」端子とを接続する。そして、この切り替え後、スイッチ群 382 a に接続された受信導体 $X_2 \sim X_5$ から新たな出力信号を得る。以降、受信導体選択回路 384 のスイッチ群 384 a は、所定時間間隔で順次、差動増幅器 386 に接続される受信導体 14 を切り替え、最後に接続される 4 本の受信導体である受信導体 $X_{128} \sim X_{131}$ を差動増幅器 386 に接続した後は、再度、最初の状態、すなわち、この図 49 に示す状態に戻り、以降、上記動作を繰り返す。

そして、差動増幅器 386 は、上記切り替え毎に、入力された受信導体 14 からの出力信号を差動増幅して、後段の A/D 変換回路 33 に出力する (図 1 参照)。その後、A/D 変換回路 33 においてデジタル変換された出力信号は、相関値算出回路 34 において相関演算され、この相関演算の結果である相関値を相関値記憶回路 34 d に記憶する (図 8 参照)。なお、以下の説明においては、この図 49 に示す差動増幅回路 386 の受信形態 (以下、受信パターンと称す) を、差動増幅回路の「+」端子に接続されている受信導体を「+」を記し、「-」端子に接続されている受信導体を「-」と記す。すなわち、この図 49 に示すような信号の受信パターンは、「++--」と記す。

【0220】

次に、上記のように差動増幅器 386 の 4 つの入力端子に接続される受信導体を切り替えた場合の出力信号の変位について、図 47 (b) を参照して説明する。ここで、この図 47 (b) 中の点線で示す曲線 380 は、差動増幅器 386 の 4 つの入力端子に接続される受信導体をインデックス m が最も小さい受信導体から順番に切り替えたときに差動増幅器 386 から出力される出力信号の波形である曲線 380 X は差動増幅器 386 からの出力信号を積分した後の波形である。なお、以下、説明の便宜のため、差動増幅器 386 の 4 つの入力端子を、受信導体のインデックス m が大きい側に接続される入力端子から順に

入力端子 386a～386d と称す。

【0221】

上記のように、受信導体選択回路 384 が差動増幅器 386 の入力端子 386a～386d に接続される受信導体 14 を切り替えていくと、まず、差動増幅器 386 の入力端子 386a～386d に接続される受信導体 14 が指示体 19 の影響を全く受けない位置に存するときには、差動増幅器 386 からの出力信号は 0 となる（図 47（b）の 380a）。

続いて、差動増幅器 386 の入力端子 386a に接続された受信導体 14 から指示体 19 に近接するので、差動増幅器 386 の「－」端子に入力される信号が徐々に減少していく。その結果、差動増幅器 386 からの出力信号はプラス側へ振れる（図 47（b）の 380b）。その後、受信導体選択回路 384 が差動増幅器 386 に接続される受信導体 14 を切り替えていくと、差動増幅器 386 の入力端子 386a 及び 386b の接続された受信導体が指示体 19 へ近接していくので、差動増幅器 386 からの出力信号はさらにプラス側へ振れる。そして、この差動増幅器 386 からの出力信号の信号レベルは、指示体 19 が置かれている位置が差動増幅器 386 の入力端子 386c 及び 386d に接続された受信導体間に位置するときには最も大きくなる（図 47（b）の 380c）。

【0222】

続けて、受信導体選択回路 384 が差動増幅器 386 の入力端子 386a～386d に接続される受信導体 14 を切り替えていくと、差動増幅器 386 の入力端子 386a 及び 386b に接続されている受信導体 14 は指示体 19 から徐々に遠ざかり、代わって差動増幅器 386 の入力端子 386c に接続された受信導体が指示体 19 に近づいていくから、差動増幅器 386 の「＋」端子に入力される信号は徐々に減少するとともに、「－」端子に入力される信号は徐々に増加していく。その結果、差動増幅器 386 からの出力信号はマイナス側へ振れる（図 47（b）の 380d）。

【0223】

そして、差動増幅器 386 の出力信号は、入力端子 386c に接続された受信導体と入力端子 386d に接続された受信導体との間に指示体 19 が位置したときに差動増幅器 386 の「＋」端子に入力される信号が最も減少する。その結果、差動増幅器 386 からの出力信号は最も減少する（図 47（b）の 380e）。

【0224】

そして、さらに受信導体選択回路 384 が差動増幅器 386 の入力端子 386a～386d に接続される受信導体 14 の切り替えを行うと、差動増幅器 386 の入力端子 386a～386d に接続された受信導体 14 は、いずれも指示体 19 から遠ざかっていくので、差動増幅器 386 の「＋」端子に入力される信号が徐々に増加していくので、差動増幅器 386 からの出力信号も徐々に増加していき（図 47（b）の 380f）、差動増幅器 386 の入力端子 386a～386d に接続された受信導体 14 が指示体 19 の影響を受けない位置にある受信導体まで切り替わると、差動増幅器 386 からの出力信号は 0 になる（図 47（b）の 380g）。

【0225】

以上の差動増幅器 386 からの出力信号のレベル変位を図示すると、図 47（b）中の点線で示す曲線 380 のようになる。そして、この差動増幅器 386 からの出力信号を積分すると、この図 47（b）の実線で示す曲線 380X を得る。そして、この曲線 380X の窪み部分の重心を演算することにより、指示体 19 の位置が検出される。

なお、この図 47（b）に示す差動増幅器 386 からの出力信号及びこの出力信号を積分した値は、指示体 19 が拡散符号 C_k が供給されている送信導体 12 と受信導体 14 とのクロスポイントに置かれている場合の出力特性であり、この指示体 19 が反転符号 $[C_k$ （反転）] が供給されている送信導体 12 と受信導体 14 とのクロスポイント上に置かれている場合（例えば、図 47（a）における点線で示す指示体 19 の置かれている、送信導体 Y_n と受信導体 X_{m+1} とのクロスポイント）には、差動増幅器 386 からの出力信号は、上記した出力特性と反対の特性となる。

【0226】

この変形例16に示す構成例を用いた場合には、回路規模を大きくすることなく検出精度を維持すると共に、差動増幅器386から出力される差動信号が増加させることができ、且つ、同時に検出する範囲も広げることができるので、検出感度も向上させることができる。また、この変形例16では、拡散符号 C_k とその反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ とを送信導体12に供給する構成としたので、指示体19が存在しない状況においては、この拡散符号 C_k と反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ とが相殺されるので、差動増幅器386の出力信号及びA/D変換回路の入力信号のダイナミックレンジを抑制することができ、更には、ノイズもキャンセルされるので、ノイズ耐性を向上させることができる。

【0227】

また、この変形例16は、変形例14と同様に、同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体12及びこの拡散符号 C_k を符号反転させた反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ が供給される送信導体12の総数と、差動増幅器386に接続される受信導体14の本数とを同一にしている。その結果、この変形例16の構成においても、センサ部上における最小の検出エリア S_{min} が正形状となる。その結果、変形例14と同様に、センサ部上における最小の検出エリアでは等方的な感度分布を得ることができる。この場合、例えば、対向面が円形状の指示体がセンサ部上に配置されても、その指示体の対向面を円形状で検出することができる。

【0228】

なお、上記変形例16では、差動増幅器386に接続される受信導体を4本（偶数）にした場合を例示して説明したが、この接続される受信導体の本数は4本に限られない。例えば、この接続される受信導体の本数は、3本や5本（奇数）を単位としてもよい。この場合、上記変形例12に示すように、選択された奇数本の受信導体のうち、中央に配置された受信導体をグラウンドまたは参照電圧に接続することが好ましい。指示体が十分グラウンドに接地されていない場合であっても、この中央に配置された受信導体を介して電流の一部を分流させることができ、感度の低下を抑制することができるからである。

【0229】

さらに、この変形例16では、インデックス n の小さい送信導体12には反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を供給し、インデックス n の大きい送信導体には拡散符号を供給した場合を例示して説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、インデックス n の小さい送信導体12には拡散符号 C_k を供給し、インデックス n の大きい送信導体に反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を供給するようにしても良い。同様に、インデックスの小さい受信導体14を差動増幅器386の「+」端子に接続し、インデックス m の大きい受信導体14を差動増幅器386の「-」端子に接続して差動増幅する場合を例示して説明したが、インデックス m が小さい受信導体を「-」端子に接続し、インデックス m の大きい受信導体を「+」端子に接続するようにしても良い。

【0230】

[変形例17]

ところで、上記変形例16においては、拡散符号生成回路21から供給された拡散符号 C_k と、この拡散符号 C_k の反転符号である反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ とを隣り合う4本の送信導体に同一の符号が隣り合うように供給する場合を例示して説明したが、本発明はこの場合に限られない。例えば、隣り合う4本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+3}$ のうち、両端に位置する送信導体 Y_n 及び Y_{n+3} に拡散符号 C_k 又は反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を供給し、中央に位置する送信導体 Y_{n+2} 及び Y_{n+3} に反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ 又は拡散符号 C_k を供給するようにしても良い。

【0231】

変形例17の構成及び動作を図50に従って説明する。図50(a)はこの変形例17の概略構成図、図50(b)はこの変形例17における差動増幅器から出力される出力信号の波形図である。

【0232】

この変形例 17 と上記した変形例 16 との相違点は、拡散符号 C_k 及び反転符号 $[C_k$ (反転)] の供給パターンが「-+-+」である点、及び 4 入力 1 出力の差動増幅器 396 の受信信号 14 の検出パターンが受信導体 14 のインデックス m の小さい方から「-+-+」の順で配置されている点である。そして、隣り合う 4 本の受信導体 $X_m \sim X_{m+3}$ のうち、受信導体 X_{m+1} 及び X_{m+2} は差動増幅器 396 の「+」端子に接続され、受信導体 X_m 及び X_{m+3} は差動増幅器 396 の「-」端子に接続される。他の構成及び動作は、変形例 16 (図 1 及び図 47 ~ 図 49 参照) と同一の構成となるので、同一の構成には同一の番号を付してその説明を省略する。

【0233】

そして、この変形例 17 においては、拡散符号供給回路 21 (図 1 参照) から供給された拡散符号 C_k が送信導体選択回路 382 に選択された 4 本の導体 $Y_n \sim Y_{n+3}$ のうちの両端に位置する送信導体 Y_n 及び Y_{n+3} に供給され、中央に位置する送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+2} に、拡散符号 C_k を符号反転した反転符号 $[C_k$ (反転)] が供給される。

【0234】

次に、上記のように差動増幅器 396 の 4 つの入力端子に接続される受信導体を切り替えた場合の出力信号の変位について、図 47 (b) を参照して説明する。なお、以下、説明の便宜のため、差動増幅器 396 の 4 つの入力端子をそれぞれ受信導体のインデックス m が大きい側に接続される入力端子から順に、入力端子 396a ~ 396d と称す。

【0235】

上記のように受信導体選択回路 384 が差動増幅器 396 の入力端子 396a ~ 396d に接続される受信導体 14 を切り替えていくと、まず、差動増幅器 396 の入力端子 396a ~ 396d に接続される受信導体が指示体の影響を全く受けない位置に存するときには、差動増幅器 396 からの出力信号は 0 となる (図 50 (b) の 390a)。

【0236】

続いて、差動増幅器 396 の入力端子 396a に接続された受信導体 14 から指示体 19 に近接するので、差動増幅器 396 の「-」端子に入力される信号が徐々に減少していく。その結果、差動増幅器 396 からの出力信号はプラス側へ振れる (図 47 (b) の 390b)。その後、受信導体選択回路 384 が差動増幅器 396 に接続される受信導体 14 を切り替えていくと、差動増幅器 396 の入力端子 396a に接続された受信導体が指示体 19 へ近接するとともに、入力端子 396b に接続された受信導体は指示体 19 に近づいていくので、「-」端子に入力される信号は徐々に増加すると共に、「+」端子に入力される信号が徐々に減少するから、差動増幅器 396 からの出力信号はマイナス側へ振れる (図 50 (b) の 390c)。

【0237】

そして、受信導体選択回路 384 が差動増幅器 396 の入力端子 396a ~ 396d に接続される受信導体の切り替えていくと、差動増幅器 396 の入力端子 396a 及び 396b に接続される受信導体は指示体 19 から徐々に遠ざかる代わりに、差動増幅器 396 の入力端子 396c が徐々に近づいていく。その結果、差動増幅器 396 の「+」端子に入力される信号はさらに減少すると共に、「-」端子に入力される信号は増加するから、差動増幅器 396 からの出力信号は更に減少する。そして、この差動増幅器 396 からの出力信号の信号レベルは、指示体 19 が置かれている位置が差動増幅器 396 の入力端子 396c 及び 396d に接続された受信導体間に位置するとき最も減少する (図 50 (b) の 380d)。

【0238】

続けて受信導体選択回路 384 が差動増幅器 396 の入力端子 396a ~ 396d に接続される受信導体の切り替えていくと、差動増幅器 396 の入力端子 396a, 396b 及び 396c に接続されている受信導体は指示体 19 から徐々に遠ざかり、代わって差動増幅器 396 の入力端子 396d に接続された受信導体が指示体 19 に近づいていくから、差動増幅器 396 の「+」端子に入力される信号は徐々に増加していく。その結果、差

10

20

30

40

50

動増幅器 396 からの出力信号はプラス側へ振れる (図 50 (b) の 390 d)、そして、差動増幅器 396 の入力端子 396 d に接続された受信導体が指示体 19 に最も近接したときに、差動増幅器 396 からの出力信号のレベルが最も増加する (図 50 (b) の 390 e)。

【0239】

そして、さらに受信導体選択回路 384 が差動増幅器 396 の入力端子 396 a ~ 396 d に接続される受信導体の切り替えを行うと、差動増幅器 396 の入力端子 396 a ~ 396 d に接続された受信導体は、いずれも指示体 19 から遠ざかっていくので、差動増幅器 396 の入力端子に入力される信号は徐々に増加し、差動増幅器 396 の入力端子 396 a ~ 396 d に接続された受信導体が指示体 19 の影響を受けない位置にある受信導体まで切り替わると、差動増幅器 396 からの出力信号は 0 になる (図 50 (b) の 390 f)。

【0240】

以上の差動増幅器 386 からの出力信号のレベル変位を図示すると、図 50 (b) に示す曲線 390 のようになる。なお、この図 50 (b) に示す差動増幅器 396 からの出力信号及びこの出力信号を積分した値は、指示体 19 が拡散符号 C_k が供給されている送信導体 12 と受信導体 14 とのクロスポイントに置かれている場合の出力特性であり、この指示体 19 が反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ が供給されている送信導体 12 と受信導体 14 とのクロスポイント上に置かれている場合 (例えば、図 50 (a) における点線で示す指示体 19 の置かれている、送信導体 Y_n と受信導体 X_{m+1} とのクロスポイント) には、差動増幅器 396 からの出力信号は、上記した出力特性と反対の特性となる。

【0241】

以上のように、拡散符号供給回路から供給された拡散符号 C_k が送信導体選択回路 382 に選択された 4 本の導体 $Y_n \sim Y_{n+3}$ のうちの両端に位置する送信導体 Y_n 及び Y_{n+3} に供給され、中央に位置する送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+2} に、拡散符号 C_k を符号反転した反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ が供給され、4 入力 1 出力の差動増幅器 396 の入力端子に隣り合う 4 本の受信導体のうち、受信導体 X_{m+1} 及び X_{m+2} は差動増幅器 396 の「+」端子に接続され、受信導体 X_m 及び X_{m+3} は差動増幅器 396 の「-」端子に接続した場合に差動増幅器 396 から得られる出力信号は、積分処理を行ったと同様の出力信号となる。それゆえ、この変形例 17 の検出形態を採用した場合には、積分処理を行う必要がないので、積分処理を行った場合に起こり得るノイズの蓄積が無くなる。また、差動増幅処理を行っているために、ノイズ耐性をより向上させることができる。

【0242】

また、この変形例 17 では、変形例 14 と同様に、同一の拡散符号が供給される送信導体 12 の本数と同数の受信導体 14 からの出力信号を増幅する構成にしたので、センサ部上における最小の検出エリア S_{min} が正形状となる。その結果、センサ部上における最小の検出エリアでは等方的な感度分布を得ることができる。この場合、例えば対向面が円形状の指示体がセンサ部上に配置されても、その指示体の対向面を円形状で検出することができる。

【0243】

なお、上記の説明では、差動増幅器に接続される受信導体の本数を 4 本 (偶数) にした場合を例示して説明したが、本発明はこれに限らない。例えば、差動増幅器に接続される受信導体 14 の本数を 3 本や 5 本 (奇数) としてもよい。この場合、上記変形例 12 に示すように、選択された奇数本の受信導体のうち、中央に配置された送信導体をグラウンドまたは参照電圧に接続することが好ましい。

【0244】

[変形例 18]

上記変形例 17 では、拡散符号及びこの拡散符号の反転符号の供給パターン及び受信導体からの信号の検出パターンを「-+-」に設定した場合を例示して説明したが、この拡散符号及びこの拡散符号の反転符号の供給パターン及び受信導体からの信号の検出パタ

ーンは「+-+」と設定してもよい。以下、この供給パターン及び検出パターンに設定して拡散符号及びこの拡散符号の反転符号を供給し、差動増幅器により受信信号を差動増幅する場合を図51に例示する。

【0245】

この変形例18と変形例17とを比較すると、拡散符号生成回路21から送信導体に供給される拡散符号 C_k を符号反転する符号反転器381が、送信導体選択回路382により選択される4本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+3}$ のうち、中央に位置する2本の送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+2} に反転符号が供給されるように配置されている点、及び差動増幅器397の4つの入力端子の極性が、受信導体14のインデックス m の大きい方から「+-+」の順で設定されている点である。他の構成は変形例17（図50参照）と同一の構成となる。

10

【0246】

この変形例18に示す構成でも、変形例17と同様の効果が得られる。すなわち、積分処理を行う必要がないので、積分処理を行った場合に起こり得るノイズの蓄積が無くなる。また、差動増幅処理を行っているために、ノイズ耐性をより向上させることができる。さらに、複数の送信導体に同一の拡散符号及びこの拡散符号を符号反転させた反転符号を供給するとともに、この同一の拡散符号が供給される送信導体の本数と同数の受信導体からの出力信号を増幅するようにしたので、センサ部上における最小の検出エリア S_{min} が正形状となる。その結果、センサ部上における最小の検出エリアでは等方的な感度分布を得ることができる。この場合、例えば対向面が円形状の指示体がセンサ部上に配置されても、その指示体の対向面を円形状で検出することができる。

20

【0247】

上記変形例16～18（図47～51参照）においては、送信導体選択回路及び受信導体選択回路により選択される送信導体及び受信導体の本数を偶数に設定した場合を例示して説明した。以下の変形例19においては、この選択される送信導体及び受信導体の本数を奇数に設定した場合を図52～図54に従って説明する。なお、以下に説明する変形例19及び20においては、受信導体群13は130本の受信導体14から構成される。

【0248】

〔変形例19〕

まず、変形例19の構成を図52に従って説明する。この図52は、増幅回路32（図1参照）に3入力1出力の差動増幅器を用いる場合の指示体検出装置の概略構成図である。

30

【0249】

まず、この変形例19における概略構成を図1及び図52に従って説明する。送信部200（図1参照）には、拡散符号 C_k を供給する拡散符号供給回路21と、この拡散符号供給回路21から供給された拡散符号 C_k を選択的に送信導体14に供給する送信導体選択回路402と、拡散符号供給回路21と送信導体選択回路402との間に設けられ、拡散符号供給回路21から供給された拡散符号 C_k を符号反転して反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を生成して出力する符号反転器401とを備える。この拡散符号 C_k 及び反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ は、送信導体選択回路402によって隣り合う3本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+2}$ に供給される。具体的には、拡散符号生成回路21から供給された拡散符号 C_k は、送信導体選択回路402を介して2本の送信導体 Y_n 及び Y_{n+2} に供給されると共に、符号反転器401において反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ に符号反転された後、送信導体選択回路402を介して送信導体 Y_{n+1} に供給される。すなわち、この図52においては、拡散符号の供給パターンは「+-+」となる。なお、この変形例19においては、送信部200の他の構成は図1に示す第1の実施の形態と同一の構成となるので、その説明を省略する。

40

【0250】

次に、送信導体選択回路402の詳細について、図53を参照して説明する。

送信導体群11は、隣り合う6本の送信導体を1つのグループとする15個の送信プロ

50

ック403に分割される。この送信導体選択回路402は、例えば、周知のロジック回路であり、各送信ブロック403と同数（16個）のスイッチ群402aから構成される。各送信ブロック403は、その送信ブロック403を構成する6本の送信導体12のうち、インデックスnの最も大きい2本の送信導体12を隣り合う他の送信ブロック403と共有する構成となっている。具体的には、この図53に示すように、各送信ブロック403を構成する送信導体 $Y_n \sim Y_{n+5}$ のうち、インデックスが最も大きい2本の送信導体 Y_{n+4} 及び Y_{n+5} を隣り合う送信ブロックと共有する。

各スイッチ群402aは、3つのスイッチ402a₁、402a₂及び402a₃から構成される。各スイッチ群402aの出力側の6つの端子402bは、それぞれ対応する送信導体 $Y_n \sim Y_{n+5}$ に接続される。また、この3つのスイッチ402a₁、402a₂及び402a₃のうち、スイッチ402a₁及び402a₃の入力端子402cは各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給する拡散符号生成回路24（図1及び図4参照）に接続され、スイッチ402a₂の入力端子402cは、符号反転器401を介して各拡散符号 $C_1 \sim C_{16}$ を供給する拡散符号生成回路24に接続される。

【0251】

そして、この図53に示すように、例えば、拡散符号 C_k 及びこの拡散符号 C_k の反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ が供給されるスイッチ群402aは、拡散符号 C_k を送信導体 Y_n 及び Y_{n+2} に供給すると共に、反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を送信導体 Y_{n+1} に供給する。そして、この拡散符号 C_k 及び反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を所定時間だけ供給した後、拡散符号生成回路24に接続される送信導体12を切り替えて、拡散符号 C_k を送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+3} に供給すると共に、反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を送信導体 Y_{n+2} に供給する。以降、経時的に各拡散符号生成回路24に接続される送信導体を切り替えていき、拡散符号 C_k を送信導体 Y_{n+5} 及び Y_{n+3} に供給し、反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を Y_{n+4} に供給した後は、再び拡散符号 C_k を送信導体 Y_n 及び Y_{n+2} に供給すると共に、反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を送信導体 Y_{n+1} に供給し、以降、上記動作を繰り返す。以上のようにして、拡散符号供給回路21から供給された拡散符号 C_k 及びその反転符号 $[C_k \text{ (反転)}]$ を送信導体群11を構成する全ての送信導体12に供給する。

【0252】

次に、変形例19における受信導体選択回路813の詳細について、図1、図52及び図54を参照して説明する。この図54に示すように、この変形例19における受信部320は、受信導体選択回路813と、増幅回路32と、A/D変換回路33と、相関値算出回路34と、位置算出回路35とから構成される。

【0253】

受信導体群13は43個の検出ブロック336に区分される。この検出ブロック336は隣り合う（インデックスmが連続する）3本の受信導体 $X_m \sim X_{m+2}$ から構成される。この各検出ブロック336を構成する受信導体 $X_m \sim X_{m+2}$ は、隣り合う他の検出ブロック336と共用される。具体的には、この変形例19においては、受信導体群13は、検出ブロック $\{X_1 \sim X_3\}$ 、 $\{X_2 \sim X_4\}$ 、…、 $\{X_{127} \sim X_{129}\}$ 及び $\{X_{128} \sim X_{130}\}$ に分割される。

【0254】

受信導体選択回路813は、3つのスイッチからなるスイッチ群815を備える。このスイッチ群815の入力端子815aは、それぞれ対応する受信導体14に接続される。また、スイッチ群815のそれぞれの出力端子815bは、I/V変換回路32aの入力端子に接続される。そして、このスイッチ群815は、所定時間間隔で、I/V変換回路32aに接続される検出ブロック336を順次切り替える。具体的には、最初に検出ブロック $\{X_1 \sim X_3\}$ と後段のI/V変換回路32aとが接続されていたとすると、次の所定時間間隔で検出ブロック $\{X_2 \sim X_4\}$ とI/V変換回路32aとを切り替え接続する。以降、受信導体選択回路813は、所定時間間隔で検出ブロック336を切り替えていき、最後に、検出ブロック $\{X_{128} \sim X_{130}\}$ とI/V変換回路32aとを接続した後は、再度、最初の検出ブロック $\{X_1 \sim X_3\}$ とI/V変換回路32aとを接続し、以

10

20

30

40

50

降、上記動作を繰り返す。そして、各受信導体 14 からの出力信号は、 I/V 変換回路 32 a において電圧信号に変換されて差動増幅器 405 に入力される。

増幅回路 32 は、3つの I/V 変換回路 32 a と、差動増幅器 405 とから構成される。各 I/V 変換回路 32 a の出力端子は、それぞれ差動増幅器 405 の各入力端子に接続される。ここで、各 I/V 変換回路 32 a は、インデックス m が最も小さい受信導体 X_m に接続される I/V 変換回路 32 a と、インデックス m が最も大きい受信導体 X_{m+2} に接続される I/V 変換回路 32 a とが、差動増幅器 405 の極性が「+」の入力端子に、残余の I/V 変換回路 32 a が差動増幅器 405 の極性が「-」の入力端子にそれぞれ接続される。

【0255】

差動増幅器 405 は、3入力1出力の差動増幅器である。この差動増幅器 405 の3つの入力端子は、受信導体選択回路 813 により選択される3本の受信導体 $X_m \sim X_{m+2}$ のうち、インデックス m が最も小さい受信導体 X_m 及びインデックス m が最も大きい受信導体 X_{m+1} が接続される入力端子の極性が「+」に、残余の1本の受信導体 X_{m+1} が接続される入力端子の極性が「-」にそれぞれ設定されている。そして、この差動増幅器 405 には、その「-」端子から入力される信号を「+」端子から入力される信号よりも2倍の増幅を行う差動増幅器が用いられる。この変形例19の差動増幅器 405 には、「-」端子に接続される受信導体14の本数が1本であるのに対して、「+」端子に接続される受信導体14の本数が2本なので、差動増幅する信号のレベルが同一になる（差動増幅後の出力信号のレベルが0になる）ようにするためである。そして、差動増幅器 405 は、受信導体14からの出力信号を差動増幅して後段の A/D 変換回路 33 に出力する。なお、図54においては、図面の煩雑さを避けるために、複数の I/V 変換回路 32 a 及びスイッチ群 815 を省略して記載している。また、受信部 320 の他の構成は、第2の実施の形態（図20参照）と同一の構成となるので、同一の構成についてはその説明を省略する。

【0256】

受信導体選択回路 813 は、変形例4（図31参照）及び変形例16（図49参照）と同様の選択切替を行う。具体的には、まず、この受信導体選択回路 813 のスイッチ群 815 は、最小インデックスの受信導体 $X_1 \sim X_3$ から順に、受信導体 X_m 及び X_{m+2} と差動増幅器 405 の「+」端子とを接続すると共に、受信導体 X_{m+1} と「-」端子とを接続する（図54の状態）。すなわち、差動増幅器 405 の2つの「+」端子のそれぞれと受信導体 X_1 及び X_3 とを、「-」端子と受信導体 X_2 とを接続する。次いで、所定時間が経過すると、受信導体選択回路 813 のスイッチ群 815 は、増幅回路 405 に接続される受信導体14をインデックス m が増加する方向に位置する受信導体、すなわち、受信導体 X_2 及び X_4 と差動増幅器 405 の「+」端子とを接続すると共に、受信導体 X_3 と差動増幅器 405 の「-」端子とを接続する。そして、この切り替え後、スイッチ群 815 に接続された受信導体 $X_2 \sim X_4$ から新たな出力信号を得る。以降、受信導体選択回路 813 のスイッチ群 815 は、所定時間間隔で順次、差動増幅器 405 に接続される受信導体14を切り替え、最後に接続される3本の受信導体である受信導体 $X_{128} \sim X_{130}$ を差動増幅器 405 に接続した後は、再度、最初の状態、すなわち、この図54に示す状態に戻り、以降、上記動作を繰り返す。

そして、差動増幅器 405 は、上記切り替え毎に、入力された受信導体 X_m からの出力信号を差動増幅して、後段の A/D 変換回路 33 に出力する（図1参照）。その後、 A/D 変換回路 33 においてデジタル変換された出力信号は、相関値算出回路 34 において相関演算され、この相関演算の結果である相関値を相関値記憶回路 34 d に記憶する（図8参照）。

【0257】

この変形例19のように出力信号の検出形態を「+-+」とすると、差動増幅器 405 の3つの入力端子の極性の配置は、中央の入力端子の極性に対して左右対称となっているので、変形例17と同様に、図50（b）に示すような位置検出の際の積分処理を行った

と同様の結果を得ることができる。従って、この変形例 19 においても、変形例 17 と同様な効果を得ることができる。すなわち、積分回路を設ける必要がないので、積分処理を行った場合に起こり得るノイズの蓄積が無くなる。また、差動信号処理を行っているためにノイズ耐性をより向上させることができる。

【0258】

また、この変形例 19 では、変形例 14 及び 17 と同様に、同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体 12 の本数と同数の受信導体 14 からの出力信号を増幅する構成にしたので、センサ部 100 上における最小の検出エリアでは等方的な感度分布を得ることができる。この場合、例えば対向面が円形状の指示体がセンサ部上に配置されても、その指示体の対向面を円形状で検出することができる。

【0259】

[変形例 20]

上記変形例 19 では、拡散符号の供給パターン及び受信パターンを「+-+」としたが、「-+-」としてもよい。以下、この受信パターンを「-+-」に設定した場合について説明する。

【0260】

この変形例 20 の概略構成を図 55 に従って説明する。この変形例 20 と上述の変形例 19 (図 52 参照) とを比較すると、拡散符号供給回路 21 と送信導体選択回路 402 との間に拡散符号供給回路 21 から供給された拡散符号 C_k を符号反転して反転符号 $[C_k$ (反転)] を出力する符号反転器 406 が 2 つ設けられている点、送信導体選択回路 402 により選択される 3 本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+2}$ のうち、両端に位置する送信導体 Y_n 及び Y_{n+2} に反転符号 $[C_k$ (反転)] が供給されるように構成されている点、及び 3 入力 1 出力の差動増幅器 407 の 3 つの入力端子が受信導体選択回路 813 により選択される 3 本の受信導体 $X_m \sim X_{m+2}$ のうち、インデックス m が小さい受信導体 X_m 及びインデックス m が最も大きい受信導体 X_{m+1} が接続される入力端子の極性が「-」に、残余の 1 本の受信導体 X_{m+1} が接続される入力端子の極性が「+」にそれぞれ設定されている点である。これら以外の構成は上記変形例 19 と同一の構成となるので、同一の構成についてはその説明を省略する。

【0261】

この変形例 20 も、変形例 19 と同様に、差動増幅器 407 の 3 つの入力端子の極性の配置は、中央の入力端子の極性に対して左右対称となるので、図 50 (b) に示すような位置検出の際の積分処理を行ったと同様の結果を得ることができる。従って、この変形例 20 においても、変形例 17 及び 19 と同様な効果を得ることができる。すなわち、積分処理を行う必要がないので、積分処理を行った場合に起こり得るノイズの蓄積が無くなる。また、差動信号処理を行っているためにノイズ耐性をより向上させることができる。

【0262】

< 8. 第 8 の実施の形態：ホバーリング検出 >

ところで、本発明が適用される指示体検出装置は、液晶表示装置に搭載する場合の他、例えば、既存の電磁誘導方式を採用した位置検出装置のように、液晶表示装置とは別体に指示体検出装置単独で構成される場合が考えられる。既存の指示体検出装置を搭載した液晶表示装置は、指示体検出装置の検出エリアと液晶表示装置の表示エリアとを重ねて形成するのが一般的なので、使用者が指示や選択をしようとしている対象 (例えば、アイコンやツールバー等) が表示されている位置を指などの指示体で指示すれば所望の位置を指示することができる。

【0263】

指示体検出装置と液晶表示装置とを別体で形成した場合、例えば、既存のパーソナルコンピュータの入力デバイスであるタッチパッドや電磁誘導方式のデジタイザの場合、これらの入力デバイス上で指示した位置と液晶表示装置上の位置との関連性が直感的に掴みづらい。そこで、これらの既存の入力デバイスにおいては、指示体が近接している状態 (指示体と入力デバイスの検出部とが直接、接触していない状態。以下、ホバーリング状態と

10

20

30

40

50

称す)も検出することで、使用者が指示しようとしている入力デバイス上の位置が液晶表示装置上のどの位置に対応しているかを視認できるようにして、使用者の利便に供している。

【0264】

ところが、指示体がホバーリング状態にある場合、すなわち、指示体がセンサ部100の表面(図13における第2の基板)から少し浮いている状態においては、検出感度が低いので、ノイズの影響も大きく受けるので、ホバーリング状態時の位置検出を確実に行うことが困難になる。

【0265】

[変形例21]

変形例21では、指示体がホバーリング状態にあるか否かをより精度良くすることのできる識別手法について、図56～58を参照して説明する。ここで、図56は、指(指示体)19がセンサ部100上にタッチされている状態、及びこの状態において得られる検出信号(相関値)のレベル曲線を示す図、図57は、指19がセンサ部100上に浮いている状態(ホバーリング状態)、及びこの状態において得られる検出信号のレベル曲線を示す図、図58は、図57に示す状態におけるクロスポイント付近の領域で、ある時刻に得られた検出信号(相関値)のレベル値の分布をマッピングした図である。以下、この指19のタッチしている状態とタッチしていない状態(ホバーリング状態)とを対比して説明する。

【0266】

まず、指19がセンサ部100の表面にタッチしている状態(図56(a)参照)においては、第1の実施の形態(図13参照)で説明したように、送信導体12から出た電界の一部が指19に収束し、送信導体12から受信導体14へ流れる電流の一部が指19を介してグラウンドに分流する。その結果、受信導体14に流入する電流が減少するので、レベル曲線420は指19がタッチしていない領域と比べて、タッチしている領域420aで急峻に信号レベルが高くなり、この領域において信号レベルのピーク420aを得る(図56(b)参照)。

【0267】

これに対し、指19がセンサ部100の表面にタッチしていない状態(ホバーリング状態。図57(a)参照)においても、送信導体12から出た電界のごく一部が指19に収束するので、送信導体12から受信導体14へ流れる電流のごく一部が指19を介してグラウンドに分流する。その結果、受信導体14に流入する電流も若干減少するので、レベル曲線421は指19がもっともセンサ部100の表面に近接している領域で信号レベルが高くなると共にそのピーク421aが得られる。しかしながら、そのピーク421aは、指19がセンサ部100上にタッチしているときのピーク420aに比べてその値は小さくなり、レベル曲線421はブロード化する(図57(b))。

【0268】

この変形例21におけるホバーリング状態の識別手法では、レベル曲線のエッジの傾きとピーク値とから両者の比を求め、この比と所定の閾値とを比較することで、指示体19がホバーリング状態であるか否かを識別する。

指19が近接するクロスポイント付近の領域で、ある時刻に得られた検出信号(相関値)のレベル値の分布をマッピングすると、例えば、図58に示すような分布となる。なお、この図58には、3×3のクロスポイントで得られたレベル値を示しており、そのレベル値は正規化されている。そして、このピーク値とエッジの傾きの比を算出し、この算出された比と所定の閾値(例えば、0.7)とを比較する。

【0269】

この図58に示す例においては、中央のクロスポイントでレベルの最大値「100」が得られ、その左右上下に位置するクロスポイントでレベル値「50」が得られている。検出信号(相関値)のレベル曲線421におけるエッジの傾きは、ピーク値(図57(b)中の黒矢印の長さ。図58の中央グリッド)と、そのピーク値が得られたクロスポイント

10

20

30

40

50

に隣接する他のクロスポイントにおけるレベル値との差を求めることで得ることができる。例えば、この図 5 7 の場合には、レベル曲線のピーク値は図 5 8 の中央グリッドの「1 0 0」なので、エッジの傾きは $100 - 50 = 50$ となる。従って、レベル曲線のエッジの傾きとピーク値との比は、 $(\text{エッジの傾き} / \text{ピーク値}) = (50 / 100) = 0.5$ となる。従って、この図 5 8 に示す例においては、指示体 1 9 はホバーリング状態にある、と判別される。また、このレベル曲線 4 2 1 のエッジの傾きとピーク値との比が所定の閾値よりも大きい場合（例えば、この値が 0.9 の場合）には、指示体 1 9 はセンサ部 1 0 0 の表面に接触状態である、と識別される。

【0270】

ここで、上記図 5 8 に示す例においては、ホバーリング状態の有無の識別に用いる所定の閾値を 1 つ設けた場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、この所定の閾値よりも値の小さい第 2 の閾値を設け、レベル曲線のエッジの傾きとピーク値との比をこの第 2 の閾値とも比較することにより、ホバーリング状態の程度（センサ部と指示体との距離等）をより詳細に識別することも可能である。

【0271】

なお、上記識別手法は、特に図示をして説明はしないが、例えば、受信部 3 0 0（図 1 参照）に設けられた位置検出回路 3 5 において上記演算を行っても良いし、外部のコンピュータにおいて演算するようにしても良い。

【0272】

ところで、上記変形例 2 1 では、検出信号のレベル曲線（レベル値のマッピングデータ）に基づいて直接ホバーリング状態の識別を行う場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。検出信号のレベル曲線を非線形処理し、非線形処理後の後の特性に基づいてホバーリング状態を識別してもよい。

【0273】

ここで、検出信号（相関値）のレベル曲線に対して、非線形処理として対数変換を行う場合を例示して説明する。非線形処理を行わない場合、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 の表面にタッチすることにより得られた検出信号のレベルは、指示体 1 9 とセンサ部 1 0 0 とが接触する部分では極端に大きく、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 の表面から浮いているところでは極端に小さくなる。それゆえ、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 から僅かに浮いている状態を含めた認識処理を行おうとする場合、検出信号のレベルが上記 2 つの場合で極端に違うので正確な認識が困難である。

【0274】

そこで、検出信号（相関値）のレベル曲線に対して、所定の信号変換処理、例えば対数変換を行うと、検出信号中の小さいレベルの信号部分を浮き立たせ、レベルの大きい信号部分を抑えることができる。すなわち、対数変換後のレベル曲線においては、ピーク部の形状がブロード化し、その最大値が抑制される。この場合、指示体 1 9 の接触状態と非接触状態との境界付近のレベル値の変化が連続的となり、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 から僅かに浮いている状態であっても容易にホバーリング状態を認識することができ、認識特性を向上させることができる。

【0275】

[変形例 2 2]

次に、指示体がホバーリング状態にある場合においても、指示体の位置検出を確実に行うことのできる構成例について、図 5 9 及び図 6 0 を参照して説明する。

【0276】

ここで、図 5 9 は、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0（図 1 参照）の近くにある場合における最小検出エリア S_1 の拡散符号 C_k の供給形態及び出力信号の検出形態の関係を示す概念図、図 6 0 は、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 から比較的遠くに位置する場合における最小検出エリア S_2 の拡散符号 C_k の供給形態及び出力信号の検出形態の関係を示す概念図である。

【0277】

まず、送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 の選択本数の切り替え動作について概略を説明する。この選択本数の切り替えは、例えば、上記変形例 2 1 において説明した、指示体 1 9 がホバーリング状態にあるか否かの判定に基づいて行う。すなわち、ある時刻に得られた検出信号（相関値）のレベル値に基づくレベル曲線のエッジの傾きとピーク値との比を求め、この比と所定の閾値とを比較して、ホバーリング状態にあるか否かを判定する。そして、ホバーリング状態にある、と判定されたときには、送信導体選択回路及び受信導体選択回路（図 1 等参照）により複数の送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 が選択されるように制御する。上述したように、ホバーリング状態の判定は、例えば、位置検出回路 3 5（図 1、図 3 9 参照）にて行い、ホバーリング状態であると判定されたときには、位置検出回路 3 5 から制御回路 4 0（図 1 参照）に対し、所定の信号を出力するようにする。そして、制御回路 4 0 は、この位置検出回路 3 5 から所定の信号が入力されたときに送信導体選択回路 2 2 及び受信導体選択回路 2 3 1 を制御して、複数の送信導体 1 2 に所定の拡散符号 C_k が供給されるようにすると共に、複数の受信導体 1 4 からの出力信号に基づいて相関値を求めるようにする。

【0278】

次に、上記切り替え動作の詳細について説明する。以下の説明においては、その原理を容易に理解できるように、拡散符号 C_k が任意の複数の送信導体 Y_n に供給可能とし、受信部 3 0 0 の増幅回路 3 2 には、極性が「+」の複数の入力端子を有する増幅器 4 1 0 が用いられ、この増幅器 4 1 0 により任意の受信導体 X_m の出力信号を検出する場合を例示して説明する。

まず、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 の表面にタッチしているときは、拡散符号 C_k は、2 本の送信導体 Y_{n+1} 及び Y_{n+2} に供給され、受信部 3 0 0 の増幅回路 3 2 に設けられた増幅器 4 1 0 は、2 本の受信導体 X_{m+1} 及び X_{m+2} からの出力信号を増幅して出力する（図 5 9 の状態）。

【0279】

次いで、指等の指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 の表面から離れると、検出信号（相関値）のレベル値に基づくレベル曲線のエッジの傾きとピーク値との比は、所定の閾値よりも小さくなるので、ホバーリング状態と判定される。すると、制御回路 4 0 は、位置検出回路 3 5 からの所定の信号に基づいて送信導体選択回路 2 2 及び受信導体選択回路 2 3 1（図 3 9 参照）を制御して、拡散符号 C_k が 4 本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+3}$ に供給されるように拡散符号供給回路 2 1 と送信導体群 1 1 とを接続する。同様に、制御回路 4 0 は、受信導体選択回路 2 3 1 を制御して、増幅回路 3 2 に設けられた増幅器 4 1 1 の各入力端子には 4 本の受信導体 $X_m \sim X_{m+3}$ が接続される。すると、検出エリアは、指示体 1 9 がセンサ部 1 0 0 の表面にタッチしている状態における検出エリア S_1 （図 5 9 参照）から、より検出可能な範囲の広い検出エリア S_2 （図 6 0 参照）に切り替わる。

【0280】

なお、この際、送信部 2 0 0 における拡散符号 C_k の供給形態及び受信部 3 1 0 における信号の検出形態は、例えば「++」または「+-」とすることもできる。

【0281】

上述のように、この変形例 2 2 では、指示体 1 9 がホバーリング状態にあると判断された場合には、送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 の本数を増やすように制御して、同一の拡散符号 C_k が供給される送信導体 1 2 及び増幅器に同時に接続される受信導体の本数を増やすことで検出感度を上げることで、ホバーリング状態の指示体 1 9 の位置検出をより確実に行うことができる。

【0282】

なお、この変形例 2 2 においては、選択される送信導体及び受信導体の本数を指示体の検出状況に応じて 2 本又は 4 本に増減する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、選択される送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 の本数は任意に設定することができる。例えば、検出信号のピーク値に対する複数の閾値を予め設定しておき、ピーク値とこの閾値とを比較して、ピーク値が閾値よりも小さくなるに伴って、選択される

本数を徐々に増やすように設定してもよい。また、選択される送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 の本数は同数でなくても良い。さらに、選択される送信導体及び受信導体の本数の増減は、送信導体 1 2 及び受信導体 1 4 のいずれも行う必要はなく、いずれか一方のみを増減するようにしても良い。

【0283】

ところで、指示体検出装置は、例えば、指等の指示体を即座に検出可能にするために、指示体が接触していない状態においても、指示体を検出すべく、センサ部上の全クロスポイントに渡って随時、電流変化の検出処理（スキャン）を行っている（図 1 8 参照。以下、このすべての送信導体及び受信導体を用いて検出動作を行うことをオールスキャンという）。このオールスキャンは、指示体を即座に且つ確実に検出できるように、高い検出感度と高速化とが望まれる。

しかしながら、1 本毎もしくは少数本毎の送信導体及び受信導体に対して、オールスキャンを行ったのではスキャンすべきポイントが多くなりオールスキャンが完了するまでの時間が長くなる。

【0284】

〔変形例 2 3〕

以下、このオールスキャンをより高感度且つ高速に行うための方法について説明する。まず、センサ部から出力信号が検出されないときは、一度の検出処理（最小検出エリア）に使用する送信導体及び受信導体の本数を増やすことで、検出エリアを大きくする。

【0285】

なお、選択する導体の本数は、センサ部のサイズや必要とする感度、所望の検出速度等に応じて任意に設定することができる。

【0286】

なお、本数を増減する導体は、送信導体及び受信導体の両方であってもよいし、いずれか一方であってもよい。なお、送信導体及び受信導体の両方の本数を増減する場合、両者の本数が異なってもよい。また、本発明では、実際に信号検出する有効面積（検出エリア）が増減する方法であれば種々の方法が適用可能である。

【0287】

なお、検出信号の有無のみならず、当該検出信号のレベルに基づいて、使用する送信導体及び受信導体の本数を変更してもよい。例えば、検出信号のレベルが予め設定した所定の閾値より大きいときは本数を減少させ、当該検出信号のレベルが所定の閾値より小さいときは本数を増大させる。閾値は 1 つだけでなく、2 つ以上設定してもよい。検出信号のレベルを検出する方法としては、変形例 2 1（図 5 6～図 5 8）で説明した手法を用いることができる。

【0288】

この変形例 2 3 では、センサ部から検出信号が得られないときは、指示体の検出に用いる送信導体及び受信導体の本数を増やすことで検出エリアを広げることで、高感度で且つ高速にオールスキャンを実現することができる。

【0289】

〔変形例 2 4〕

ところで、第 1 の実施の形態においては、受信導体 1 4 を検出面（第 2 の基板 1 7 側）に近接して設けたセンサ部 1 0 0 を例示した（図 2 参照）。この第 1 の実施の形態に示したセンサ部 1 0 0 は、送信導体 1 2 が受信導体 1 4 よりも指示体 1 9 から遠い位置に配置されるので、送信導体 1 2 から出た電界は、受信導体 1 4 へ収束する電界よりも広がって指示体 1 9 に収束する（図 1 2（b）参照）。このため、指示体 1 9 には、実際に指示体 1 9 が置かれた位置よりも受信導体 1 4 の延伸方向の外側に位置する送信導体 1 2 からの電界も収束してしまう。

【0290】

以下、この現象について、図 6 1 を参照して説明する。なお、以下の説明においては、この現象を容易に理解できるように、送信導体選択回路及び受信導体選択回路がそれぞれ

10

20

30

40

50

5本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+4}$ 及び受信導体 $X_m \sim X_{m+4}$ を同時に選択して指示体19を検出している場合を例示して説明する。

この図61に示すように、送信導体選択回路は、選択された5本の送信導体 $Y_n \sim Y_{n+4}$ のうち、インデックス n が小さい送信導体 Y_n 及び Y_{n+1} には拡散符号供給回路21から供給された拡散符号 C_k が供給される。また、インデックス n が大きい送信導体 Y_{n+3} 及び Y_{n+4} には、反転符号器431を介して拡散符号 C_k を符号反転した反転符号 $[C_k(\text{反転})]$ が供給され、中央に位置する送信導体 Y_{n+2} はグラウンドに接続される。

【0291】

同様に、受信導体選択回路は、選択された受信導体 $X_m \sim X_{m+4}$ のうち、インデックス m が大きい2本の受信導体 X_{m+3} 及び X_{m+4} は、差動増幅器430の極性が「+」の入力端子に、インデックス m が小さい2本の受信導体 X_m 及び X_{m+1} は差動増幅器430の極性が「-」の端子にそれぞれ接続され、中央に位置する受信導体 X_{m+2} をグラウンドに接続する。なお、他の構成は変形例12（図40）と同一であり、同一の構成については図示及び説明を省略する。

【0292】

そして、例えば、略円形状（図61中の実線）の指示体19が置かれているとすると、指示体19が置かれている送信導体 $Y_n \sim Y_{n+4}$ に隣接する（受信導体14が延伸する方向の外側に位置する）送信導体 Y_{n-1} 及び Y_{n+5} から出た電界が指示体19に吸収されて、同図中の点線で示すように検出されてしまう。特に、送信導体12と指示体19との間の距離がより離れている場合、例えば、送信導体12と受信導体14との間に介在されたスペーサ16が厚い場合や、ホバーリング状態の指示体19を検出する場合に顕著となる。

【0293】

そこで、この変形例24では、上記問題を解消するために、センサ部100の検出面からより遠い位置に配置された送信導体群11側の検出幅を狭くし、検出面に近い受信導体群13側の検出幅は広くする構成にして、検出面において、送信部により供給される送信信号のレベル曲線の広がり（検出幅）と、受信部に入力される受信信号のレベル曲線の広がりとの間に差が生じないようにする。

【0294】

[変形例25]

図62は、この変形例25における送信部の拡散符号の供給形態と、受信部の信号の検出形態との関係を示す図である。以下、この変形例25について、図39及び図62を参照して説明する。ここで、図62は、送信導体選択回路により選択される送信導体12を5本から3本に減らした場合を示しており、他の構成は図61と同一となる。

この変形例25は、例えば、変形例12（図40参照）に示すように、受信導体選択回路231は、例えば、隣り合う任意の5本の受信導体 $X_m \sim X_{m+4}$ のうち、両端に位置する受信導体 X_m 、 X_{m+1} 及び X_{m+3} 、 X_{m+4} を差動増幅器のいずれかの入力端子に接続する。なお、この変形例25においても、受信導体選択回路231により選択された受信導体 X_m 、 X_{m+1} からの出力信号は、 I/V 変換回路31aにおいて電圧信号に変換されて差動増幅器430の各入力端子に供給されるが、図39に示した変形例10と同一の構成となるので、図面の煩雑さを回避するために受信導体選択回路231及び I/V 変換回路231aの記載を省略する。

【0295】

一方、送信導体選択回路22は、隣り合う任意の3本の送信導体 $Y_{n+1} \sim Y_{n+3}$ を選択し、この3本の送信導体のうち、インデックス m が最も小さい送信導体 Y_n に拡散符号を、インデックス m が最も大きい送信導体 Y_{n+3} に反転符号を供給すると共に、中央に位置する送信導体 Y_{n+2} をグラウンドに接続する。

このように、送信導体選択回路22により選択される送信導体 Y_n の数を受信導体選択回路231により選択される受信導体 X_m の本数よりも少なくすることで、検出面におけ

10

20

30

40

50

る送信部 200 により供給される送信信号のレベル曲線の広がり、受信部 310 に入力される受信信号のレベル曲線の広がり、をほぼ同じにすることができる。すなわち、送信部 200 及び受信部 310 によるレベル曲線の広がり、のアパーチャ比（縦横比）を 1 に近づけることができる。その結果、センサ部 100 上に対向面が円形状の指示体が配置された場合にも、図 61 中の破線で示すように、指示体を楕円状でなく円形状に検出することができる。

【0296】

なお、この変形例 25 では、選択される送信導体及び受信導体の本数を変えて、アパーチャ比を 1 にする場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、送信導体及び受信導体の形状（幅など）、その配置パターン（円形状や亀の子状など）、各導体間のピッチを変更することでアパーチャ比（縦横比）を調整してもよい。また、図 61 では、受信部の増幅回路に差動増幅器を用いた場合を例示したが、シングル入力の増幅器を用いてもよい。

【0297】

〔変形例 26〕

ところで、第 1 の実施の形態の指示体検出装置 1 は、安定して相関演算を行えるように、 I/V 変換回路 32a から出力された受信信号は、その信号レベルを図示しない増幅器において所定の信号レベルに増幅された後、 A/D 変換回路 33 においてデジタル信号に変換されて相関値算出回路 34 に入力される（図 1 他参照）。ノイズが受信信号よりも大きい場合、ノイズが混在した受信信号の信号レベルを一義的に増幅してしまうと、ノイズも増幅されてしまい、 A/D コンバータがクリップしてしまい、受信信号を適切に検出することができなくなってしまう、という問題がある。

【0298】

しかしながら、受信信号の信号レベルを増幅しないと、例えば、上記変形例 23 のように、ホバーリング状態にある指示体を検出するときには受信信号の変化レベルがごく小さくなり、指示体を検出できない、という問題が発生する。

【0299】

以下、変形例 26 について、図 63 及び図 64 を参照して説明する。この図 63 は、この変形例 26 における受信部 330 の概略ブロック構成図、図 64 は後述する利得値設定回路を構成する絶対値検波回路の回路構成図である。ここで、この変形例 26 に示す受信部 330 と、第 1 の実施の形態（図 1、図 6 及び図 8 等を参照）における受信部 300 とを比較すると、その相違点は、増幅回路 32 の I/V 変換回路 32a と A/D 変換回路 33 との間に設けられた図示しない増幅器の代わりに利得調整回路 481 が設けられている点、及び利得値設定回路 482 が設けられている点である。他の構成については図 1 に示す第 1 の実施の形態における受信部 300 と同一の構成となるので、同一の構成については同一の番号を付してその説明は省略する。

利得調整回路 481 は、入力された信号の信号レベルを適宜所定の信号レベルに増幅又は減少させるための回路である。この利得調整回路 481 は、増幅回路 32 の I/V 変換回路 32a と A/D 変換回路 33 との間に設けられ、後述する利得値設定回路 482 からの制御信号に基づいて所定の信号レベルの変更をおこなう。この際、利得調整回路 481 のエネルギー成分の信号強度には、検出すべき信号（拡散符号）成分だけでなくノイズ等も含まれるので、利得制御回路 482 は、信号検出回路 31 で検出する信号全体のエネルギー成分の信号強度に基づいて受信利得値を設定する。

【0300】

利得値設定回路 482 は、 A/D 変換回路 33 においてデジタル信号に変換された出力信号に基づいて利得調整回路 481 を制御するための回路である。この利得値設定回路 482 は、絶対値検波回路 483 と、利得値設定回路 484 とを備える。

【0301】

絶対値検波回路 483 は、 A/D 変換回路 33 から出力される出力信号のエネルギー成分の信号強度を検出する。なお、 A/D 変換回路 33 から出力される信号には、検出すべ

き信号（拡散符号）成分だけでなくノイズ等の不要な信号成分も含まれるので、利得調整回路481では、ノイズ等の不要な信号成分を含む検出信号全体のエネルギー成分の信号強度が検出される。

利得値設定回路484は、絶対値検波回路483において検出された信号強度に基づいて、利得調整回路481の利得を制御する回路である。この利得値設定回路484は、絶対値検波回路483と利得調整回路481とに接続され、利得調整回路481に対して制御信号を出力する。

【0302】

次に、絶対値検波回路483の構成について図64を参照して説明する。この絶対値検波回路483は、積算器483aと、この積算器483aの出力端子に接続された積分器483bとを備える。

10

【0303】

積算器483aは、A/D変換回路33の出力信号を2乗演算し、演算後の出力信号を積分器483bに出力する。なお、積算器483aの2つの入力端子には、A/D変換回路33（図63参照）の出力信号が分岐して入力され、互いの信号を乗算する。また、積分器483bは、積算器483aの出力信号を時間的に積分し、その積分信号を利得調整回路481（図63参照）に制御信号として出力する。

【0304】

上述のように、この変形例26の受信利得値の設定においては、検出すべき信号（拡散符号）成分だけでなくノイズ等も含まれる信号のエネルギー成分の信号強度を検出し、その信号強度に基づいて受信利得値を設定する。この場合、利得調整回路481に入力される出力信号にノイズ等が重畳されていても、適切に受信利得値を設定することができる。

20

【0305】

なお、絶対値検波は、検出すべき信号成分及びノイズを含む信号のレベルを検出できれば任意の方法を用いることができる。例えば、上述した手法以外では、出力信号のレベルの絶対値を積分する手法等を用いることができる。また、絶対値検波処理には、A/D変換後のデジタル信号処理及びA/D変換前のアナログ信号処理のいずれを用いてもよい。

【0306】

[変形例27]

ところで、上述したように、本発明の指示体検出装置は、検出対象である指等の指示体を複数同時に検出可能にしている。そのため、本発明の指示体検出装置は、例えば、複数の使用者が同時に使用したり、一人の使用者が両手で操作したりする場合が想定される。その結果、センサ部は、複数の指示体で使用可能にするため、大型化されることが想定される。

30

上記実施の形態及び各種変形例においては、拡散符号 C_k が送信導体12の一方の端部から供給される構成例を説明した。しかしながら、センサ部を大型化すると、拡散符号 C_k の伝送路である送信導体12及び出力信号の伝送路である受信導体14は、センサ部の大型化に伴って長くなるから、拡散符号 C_k の伝送路の浮遊容量による出力信号のレベル低下や検出信号の位相遅れ等の問題が生じる。この問題を、図65(a)及び(b)を参照しながらより具体的に説明する。

40

【0307】

ここで、図65(a)は、任意の送信導体 Y_k に拡散符号 C_k を供給する際の様子を示す図であり、図65(b)は、送信導体 Y_k に拡散符号 C_k を供給した際に、各受信導体14で得られる検出信号の信号レベルとの比の変化を示す図である。なお、図65(b)では、横軸に受信導体14の位置をとり、縦軸には検出信号のレベルと位相をとる。また、図65(b)では、説明を簡略化するため、受信導体 X_m 、 X_{m+2} 、 X_{m+4} 、 X_{m+6} 及び X_{m+8} の5本の受信導体14からの検出信号における変化を示す。

【0308】

図65(a)に示すように、送信導体 Y_k の一方の端部（図65(a)の例では送信導体12の右端）から供給信号である拡散符号 C_k を供給すると、伝送路である送信導体 Y

50

C_k の浮遊容量の影響により、拡散符号 C_k の供給側から離れるほど、すなわち、供給側に近い受信導体 X_{m+8} から遠い受信導体 X_m に向かうほど、受信導体 14 からの出力信号の信号レベルは低下する。同様に、出力信号の位相遅れも、拡散符号 C_k の供給側から離れるほど大きくなる。

その結果、図 65 (b) に示すように、受信導体 X_{m+8} から受信導体 X_m に向かって出力信号の信号レベルと位相はいずれも低下する。このように、拡散符号 C_k の供給側に近い受信導体 X_{m+8} と遠い受信導体 X_m との間で発生する出力信号の信号レベル差や位相差は、位置検出時の相関値が適切に取れなくなり、検出感度の低下に繋がる。特に、送信導体 12 及び受信導体 14 に ITO 膜を用いたセンサ部は、それらの導体の抵抗値が高く、出力信号の信号レベルの低下や位相遅れが顕著に表れる。

10

【0309】

そこで、この変形例 27 では、上述した問題を解消することのできる拡散符号の供給方法について、図 66 を参照して説明する。ここで、図 66 (a) 及び (b) は、この変形例 26 における拡散符号 C_k の供給形態及び出力信号のレベルと位相の変化特性をそれぞれ示す図である。

【0310】

この変形例 27 と上記した実施例及び変形例との相違点は、図 66 (a) に示すように、一の送信導体 Y_k の両端から同時に同一の拡散符号 C_k を供給する点である。この供給形態を実現するためには、例えば第 1 の実施の形態の構成では、拡散符号供給回路 21 (図 1 参照) の各出力端子を送信導体 Y_k の両端に接続する。

20

【0311】

このように、送信導体 Y_k の両端から同一の拡散符号 C_k を同時に供給すると、送信導体 Y_k の一方の端部からのみ拡散符号 C_k を供給した場合と比べて、拡散符号 C_k の供給側 (送信導体 12 の両端) から最も遠い位置に存する受信導体 14 (この図 66 (a) においては、受信導体 X_{m+4}) までの距離が半分になる。その結果、図 66 (b) に示すように、出力信号のレベルは、拡散符号 C_k の供給側 (送信導体 12 の両端) から最も遠い受信導体 X_{m+4} において最も小さくなるが、一方の端部からのみ拡散符号 C_k を供給した場合に比べて、出力信号の信号レベルを改善することができ、受信導体 14 間のレベル差や位相差が大幅に減少するとともに、検出感度の低下を抑制することができる。

【0312】

30

[変形例 28]

変形例 28 では、本発明の指示体検出装置において、指等の指示体がセンサ部の検出面にタッチした際の押圧力 (以下、指示圧という) を検出する好適な手法について説明する。

【0313】

従来の手法では、指示圧は、センサ部の検出面における指示体との接触面積に基づいて計算される。しかしながら、この手法では、例えば指の細いユーザがセンサ部の検出面を強くタッチしても、その際の接触面積は小さいので、軽いタッチと識別されてしまうという問題が生じる。

【0314】

40

そこで、この変形例 28 では、上述のような問題を解消するために、指示体の位置検出の際に得られる各クロスポイントでの検出信号 (相関値) のレベルの空間分布 (マッピングデータ) を用いて指示圧を検出する。以下、その手法を、図 1、図 67 及び 68 を参照しながら具体的に説明する。なお、この指示圧の検出は、受信部 300 の位置検出回路 35 (図 1 参照) で行う。

【0315】

図 67 に、指示体がセンサ部の検出面 (図 2 等参照) をタッチした際に相関値記憶回路 34d (図 8 参照) に記憶される信号 (相関値) のレベルの空間分布の模式図を示す。図 67 中の横軸は受信導体 14 の位置を表し、図面上で手前から奥に向かう方向の軸は送信導体 12 の位置を表し、そして、図 67 中の縦軸は検出信号 (相関値) のレベルを表す。

50

なお、縦軸のレベルは正規化した値である。また、図 6 7 に示す例では、送信導体 Y_n と受信導体 X_m のクロスポイント上に指示体がタッチしている場合の検出信号のレベルの空間分布を示すとともに、説明を簡略化するために、送信導体 $Y_{n-4} \sim Y_{n+4}$ と、受信導体 $X_{m-4} \sim X_{m+4}$ とで囲まれるエリアのみのレベルの空間分布を示す。

【0316】

まず、位置検出回路 3 5 は、相関値記憶回路 3 4 d に記憶された信号のマッピングデータを読み出し、各クロスポイントにおける出力信号の信号レベルに補間処理などを施すことで各クロスポイント間の信号レベルを補間し、指示体がタッチしたクロスポイント $[X_m, Y_n]$ 上で頂点（もしくは頂上）となる山形状のレベル曲面 4 9 0 を算出する。なお、図 6 7 に示す例では、各クロスポイントにおける出力信号の信号レベルに補間処理等を施してレベル曲面 4 9 0 を生成しているが、クロスポイント毎に求めた相関値に補間処理を施したデータをマッピングデータとして相関値記憶回路 3 4 d に保持するとともに、この補間処理されたマッピングデータからレベル曲面 4 9 0 を生成しても良い。

【0317】

次いで、レベル曲面 4 9 0 を所定のレベル面 4 9 0 a（図 6 7 中の斜線領域）で切り取る信号処理を行う。更には、レベル曲面 4 9 0 で囲まれた領域の体積を求める信号処理を行う。なお、ここでは、所定のレベル面 4 9 0 a の面積を指示体の接触面積とする。

【0318】

ここで、図 6 8 を参照しながら、レベル曲面 4 9 0 で囲まれた領域の体積を簡易に求める手法を説明する。まず、レベル曲面 4 9 0 を、送信導体 1 2 の延伸方向に沿う方向の平面に分割する（図 6 7 の状態）。これにより、図 6 8 に示すように、例えば、送信導体 $Y_{n-4} \sim Y_{n+4}$ の延伸方向に沿って、それぞれ分割平面 4 9 1 ~ 4 9 9 が生成される。

【0319】

次いで、分割平面 4 9 1 ~ 4 9 9 の面積 $S_{a_1} \sim S_{a_9}$ をそれぞれ求める。そして、算出した面積 $S_{a_1} \sim S_{a_9}$ を加算し、その加算値をレベル曲面 4 9 0 で囲まれた領域の体積の近似値とする。このレベル曲面 4 9 0 で囲まれた領域の体積は、指示圧に対応する値であり、指示圧が大きくなればその体積も増加する。それゆえ、このレベル曲面 4 9 0 で囲まれた領域の体積に基づいて指示圧を求めることができる。この変形例 2 8 では、このような信号処理を行うことで指示体の指示圧を求める。

【0320】

なお、上述のようにして求めたレベル曲面 4 9 0 で囲まれた領域の体積をさらに、接触面積で除算してもよい。この場合、接触領域の単位面積当たりの指示圧に対応する値が求まる。

【0321】

上述のように、この変形例 2 8 では、指示体がセンサ部 1 0 0 の検出面をタッチした際に、位置検出回路において検出信号（相関値）の 3 次元のレベル曲面を算出し、そのレベル曲面で囲まれる領域の体積を算出して指示圧を特定する。それゆえ、上述した従来の指示圧の検出方法で生じる問題を解消することができ、ユーザのタッチ感にあった指示圧の検出が可能になる。

【0322】

上述した指示圧の検出方法では、レベル曲面 4 9 0 を複数の平面に分割し、その複数の分割平面の面積の合計値、すなわち積分値をそのレベル曲面 4 9 0 の体積としたが、本発明はこれに限定されない。レベル曲面 4 9 0 の体積をより精度良く算出するために、数値解析的にレベル値を重み加算してもよい。さらに、体積の計算方法は分割した平面の合計値に限られるものではなく、多次元曲面近似（例えば、台形近似や 2 乗近似等）を適用して体積を計算するようにしてもよい。

【0323】

ここで、分割平面の面積を重み付け加算する方法において、台形近似を用いてレベル曲面 4 9 0 で囲まれた領域の体積を求める手順を、図 6 9 を参照しながら説明する。

【0324】

図 6 9 は、送信導体 1 2 の位置と、図 6 8 で説明した手法により求めたレベル曲面 4 9 0 の分割平面 4 9 1 ~ 4 9 9 の面積 $S_{a_1} \sim S_{a_9}$ との関係を示すグラフである。なお、この図 6 9 では、横軸に送信導体 1 2 の位置をとり、縦軸に分割平面の面積をとる。図 6 9 中の曲線 4 9 5 は、面積 $S_{a_1} \sim S_{a_9}$ のデータ点間をつなぎ合わせたものである。

【0325】

レベル曲面 4 9 5 で囲まれた領域の体積は、図 6 9 中の横軸と、曲線 4 9 5 とにより囲まれる部分の面積に相当する。また、図 6 9 の特性において、面積 $S_{a_1} \sim S_{a_9}$ のデータ点間を直線で繋ぐと、送信導体 $Y_{n-2} \sim Y_{n+2}$ の間のエリアに 4 つの台形領域が形成される。台形近似では、図 6 9 中の横軸と曲線 4 9 5 とにより囲まれる部分の面積を、図 6 9 中の送信導体 $Y_{n-2} \sim Y_{n+2}$ の間に生成される 4 つの台形領域の面積の合計値（図 6 8 中の斜線部の面積）として近似する。より具体的には、次のようにして体積を求める。

【0326】

まず、図 6 9 中の斜線部の領域を構成するデータ点 $S_{a_3} \sim S_{a_7}$ に対して台形近似に従い重み値を付与する。例えばデータ点 S_{a_3} に重み 1、同様にデータ点 S_{a_4} に重み 2、データ点 S_{a_5} に重み 2、データ点 S_{a_6} に重み 2、データ点 S_{a_7} に重み 1 を与える。そして、レベル曲面 4 9 0 の体積 V_1 は、「重み付けした分割平面の面積の合計値」を、「各台形に含まれる重み値の平均値」で割って求められる。すなわち、レベル曲面 4 9 0 の体積 V_1 は、

体積 $V_1 = (1 \times S_{a_3} + 2 \times S_{a_4} + 2 \times S_{a_5} + 2 \times S_{a_6} + 1 \times S_{a_7}) / 2$ で与えられる。ここで、「重み値の平均値」（上記式の分母の値）は、「各データ点の重み値の合計」を「台形の数」で除算することにより求められ、この例では $(1 + 2 + 2 + 2 + 1) / 2 = 4$ となる。

【0327】

上述した台形近似の方法を用いると、図 6 9 中の 4 つの台形を構成する斜辺と曲線 4 9 5 との誤差は小さいので、台形近似を用いて得られる計算結果（斜線部の面積）と実際のレベル曲面 4 9 0 の体積との誤差が小さくなる。それゆえ、この手法を用いることにより、比較的正確にレベル曲面 4 9 0 の体積を求めることができる。また、このような近似計算を用いてレベル曲面 4 9 0 の体積を求めることにより、位置検出回路 3 5 にかかる負荷を軽減することができる。

【0328】

また、上述した分割平面を重み付け加算する方法において、台形近似の代わりに 2 乗近似を用いてもよい。この場合、図 6 9 中の斜線部領域を構成するデータ点 $S_{a_3} \sim S_{a_7}$ に対して 2 乗近似に従い重み値を付与する。例えばデータ点 S_{a_3} に重み 1、同様にデータ点 S_{a_4} に重み 4、データ点 S_{a_5} に重み 2、データ点 S_{a_6} に重み 4、データ点 S_{a_7} に重み 1 を与える。この場合、レベル曲面 4 9 0 の体積 V_2 は、

体積 $V_2 = (1 \times S_{a_3} + 4 \times S_{a_4} + 2 \times S_{a_5} + 4 \times S_{a_6} + 1 \times S_{a_7}) / 3$ で与えられる。ここで、「重み値の平均値」（上記式の分母の値）は、「各データ点の重み値の合計」を「台形の数」で除算することにより求められ、 $(1 + 4 + 2 + 4 + 1) / 3 = 4$ となる。

【0329】

[変形例 2 9]

ここまで説明した各実施の形態及び変形例では、送信導体 1 2 の本数よりも少ない数の拡散符号 C_k を使い、この複数の拡散符号 C_k を切り替えて送信導体 1 2 に供給する構成としたが、例えば送信導体 1 2 の本数と等しい種類の複数の拡散符号 C_k を使い、それぞれの拡散符号 C_k と送信導体 1 2 とを一对一で対応させることで、拡散符号 C_k を供給する送信導体 1 2 を切り替えない構成としてもよい。

【0330】

図 7 0 は、送信導体の数と同数の拡散符号を使い、それぞれの拡散符号をそれぞれ別の送信導体に供給する場合を例示した図である。従って、この変形例 2 9 においては、図 2

10

20

30

40

50

0に示す第2の実施の形態と同様に、図1に示した送信導体選択回路22は不要となる。

ここで、この変形例29においては、送信導体12に送信導体12と同数、すなわち64種類の異なる拡散符号 C_k を供給するため、拡散信号 C_k のチップ数は第1の実施の形態などで説明した16チップよりも長いチップ数、例えば64チップ以上のチップ数が必要になる。

【0331】

図71は、この変形例29における相関値算出回路334の構成を示した図である。この変形例29における相関値算出回路334と、第1の実施の形態における相関値算出回路34との相違点は、相関値算出回路334に設けられた信号遅延回路334aを構成するD-フリップフロップ回路の数が64個のD-フリップフロップ回路334a₁～334a₆₄から構成されている点、及び相関値を算出するための相関器334b及びこの相関器334bに相関値演算用符号を供給する相関値演算用符号生成回路334cが拡散符号 C_k と同数、すなわち、64個ずつ設けられている点である。

相関値算出回路334は、その64個の相関器334b₁、334b₂、334b₃、334b₄、334b₅、334b₆、334b₇、334b₈、334b₉、334b₁₀、334b₁₁、334b₁₂、334b₁₃、334b₁₄、334b₁₅、334b₁₆、334b₁₇、334b₁₈、334b₁₉、334b₂₀、334b₂₁、334b₂₂、334b₂₃、334b₂₄、334b₂₅、334b₂₆、334b₂₇、334b₂₈、334b₂₉、334b₃₀、334b₃₁、334b₃₂、334b₃₃、334b₃₄、334b₃₅、334b₃₆、334b₃₇、334b₃₈、334b₃₉、334b₄₀、334b₄₁、334b₄₂、334b₄₃、334b₄₄、334b₄₅、334b₄₆、334b₄₇、334b₄₈、334b₄₉、334b₅₀、334b₅₁、334b₅₂、334b₅₃、334b₅₄、334b₅₅、334b₅₆、334b₅₇、334b₅₈、334b₅₉、334b₆₀、334b₆₁、334b₆₂、334b₆₃、334b₆₄のそれぞれで、図71に示した64個の拡散符号 $C_1 \sim C_{64}$ と、各拡散符号に対応した相関値演算用符号 $C_{1A}' \sim C_{64A}'$ とを乗算して、各拡散符号の相関値が個別に算出される。即ち、相関器334b₁で拡散符号 C_1 と相関値演算用符号 C_{1A}' との乗算により相関値が検出され、相関器334b₂で拡散符号 C_2 と相関値演算用符号 C_{2A}' との乗算により相関値が検出され、以下同様にして、64個の全ての拡散符号 $C_1 \sim C_{64}$ についての相関値が算出される。算出されたそれぞれの相関値は、相関値記憶回路334dに記憶される。

【0332】

この図71に示す相関値算出回路334により相関値を算出する場合には、拡散符号 C_k を供給する送信導体12を切り替える必要ないので、送信部200の構成をより簡素化することができる。

【0333】

なお、この変形例29においては、送信導体12の本数と同数の拡散符号 C_k を用いた場合を例示して説明したが、本発明はこの場合に限られない。例えば、変形例13（図41参照）などのように、例えば、隣接した2本の送信導体12に同一の拡散符号 C_k を供給しても良い。この場合には、送信導体12と同数の拡散符号 C_k を用いる必要がなく、この場合には、半数（32個）の拡散符号 C_k を用いることで同様の効果を得ることができる。

【0334】

〔変形例30〕

ところで、送信導体と受信導体とのクロスポイントに指示体がタッチしたときの当該クロスポイントに生じる容量値の変化は極めて微小となる。例えば、指示体19がセンサ部100上をタッチしていないときの当該クロスポイントの容量は0.5 pFであるのに対し、指示体19がタッチしたときの当該クロスポイントにおける容量値の変化は0.05 pF程度となる。

【0335】

例えば、2nチップ長の符号列が送信導体12に供給された場合における任意の1の受信導体14から得られる出力信号の信号レベルは、各送信導体12に供給された符号列の第mチップ目（m：1以上n以下の自然数）がすべて“1”で供給された場合に最大となる。出力信号の信号レベルは、各クロスポイントの容量値と、当該各クロスポイントに供給されたチップとを乗算して得た値の合算値に比例するからである。したがって、例えば、図17（a）に示す16チップ長のアダマール符号が供給された場合には、受信導体14から得られる出力信号の信号レベルは、当該16チップ長のアダマール符号の先頭チップが受信導体14に供給されたときに最大となる。

【0336】

一方、指示体19がクロスポイントにタッチしているときに得られる出力信号の信号レ

10

20

30

40

50

ベルは、指示体 19 がクロスポイントにタッチしていないときに得られる出力信号（電流信号）から当該クロスポイントにおいて指示体 19 を介して分流する電流信号を減じた値となる。上述したように、指示体 19 がクロスポイントにタッチしたときの当該クロスポイントにおける容量値の変化量は微小なので、電流信号の変化量は微小になる。この微小な電流信号の変化を検出するためには、増幅回路には増幅率の高い増幅器を用いることが必須になる。

【0337】

ところが、指示体 19 がタッチしているときに得られる出力信号に適した増幅率を有する増幅器を用いると、当該 16 チップ長のアダマール符号の先頭チップが受信導体 14 に供給されたときに得られる出力信号がクリップしてしまう、という新たな問題が発生してしまう。逆に当該 16 チップ長のアダマール符号の先頭チップが受信導体 14 に供給されたときに得られる出力信号に適した増幅率を有する増幅器を用いてしまうと、微小な出力信号の変化を検出できない、という問題が発生してしまう。

【0338】

互いに異なる $2n$ チップ長の符号列をそれぞれ送信導体 12 に供給する場合、各符号列の第 m チップ目がすべて“1”となるときに上記問題が発生するので、この第 m チップ目の符号が送信導体 12 に供給されないようにすれば、出力信号の信号レベルの最大値を低く抑えることができる。具体的には、図 17 (b) に示す 15 チップ長のアダマール符号を供給すれば、出力信号の最大値は各送信導体 12 に供給されたアダマール符号の数（この図 17 (b) に示すアダマール符号の場合は、「16」）だけ低く抑えることができる。すると、この 15 チップ長のアダマール符号が送信導体 12 に供給される場合であって当該受信導体 14 のいずれのクロスポイント上にも指示体 19 が置かれていないときに得られる相関値のレベル（以下、この一定の値の出力信号を「基準レベル」と称す）も低く抑えることができる。

【0339】

しかしながら、この 15 チップ長のアダマール符号を送信導体 12 に供給した場合において、指示体 19 がいずれかのクロスポイント上をタッチすると基準レベルが変動してしまう、という新たな問題が発生する。16 チップ長のアダマール符号に比べて 1 チップ分だけ符号長が短いので、15 チップ長のアダマール符号をクロスポイント上に指示体 19 がタッチすると、このクロスポイントにおいてグラウンドに分流する電流分だけ基準レベルが上昇してしまうからである。したがって、複数のクロスポイントに同時に指示体 19 がタッチした場合には、基準レベルは、指示体 19 にタッチされているクロスポイントの数分だけ変動してしまう。

【0340】

ところで、指示体 19 がクロスポイントにタッチしているか否かの判定は、例えば、出力信号の信号レベルと所定の閾値とを比較することにより行う（図 16 参照）。本発明の指示体検出装置は、複数の指示体を同時に検出することが可能であるから、例えば、手のひらをセンサ部 100 上に載せたり、複数の指示体（例えば、複数の指）が同一の受信導体 14 上の複数のクロスポイントに同時にタッチしたりすることが想定される。このような場合、受信導体 14 からの出力信号の基準レベルは大きく変動してしまう。その結果、指示体 19 がタッチしているクロスポイントにおける相関値のレベルも大きく変動して閾値を超えなくなり、誤判定してしまう場合がある。

【0341】

以下、上記問題を解決するための変形例 30 を図 7 2 及び図 7 3 にしたがって説明する。この変形例 30 における指示体検出装置 3 と第 1 の実施の形態における指示体検出装置（図 1 参照）とは、拡散符号供給回路 21 からセンサ部 100 に供給される拡散符号 C_k のうち、一の拡散符号を増幅回路 332 に直接的に供給するために、拡散符号供給回路 21 と増幅回路 332 とが接続されている点で相違する。なお、図の煩雑さを避けるために、図 7 3 においては、受信導体選択回路 31 の図示を省略している。また、理解を容易にするために、センサ部 100 上の送信導体 $Y_1 \sim Y_6$ と受信導体 $X_{123} \sim X_{128}$ とが

交差する領域のみを示し、送信導体 $Y_1 \sim Y_6$ のそれぞれに拡散符号 C_k が供給され、受信導体 $X_{123} \sim X_{128}$ からの出力信号を検出する場合を例示して説明する。さらに、第1の実施形態における指示体検出装置1と同一の構成については同一の番号を付してその説明を省略する。

【0342】

まず、図72に示すように、拡散符号供給回路21は、送信導体選択回路22、クロック発生回路23、相関値算出回路、制御回路40の他、増幅回路332に接続される。そして、拡散符号供給回路21を構成する複数の拡散符号生成回路24のうち、例えば、任意の一の拡散符号生成回路24が増幅回路332に接続される。この増幅回路332に直接接続された拡散符号生成回路24から出力された拡散符号、例えば拡散符号 C_1 を送信導体12を介さず、直接的に受信部340の増幅回路332に供給することで、この拡散符号 C_1 を相関特性の基準レベルのキャリブレーション信号（参照信号）として用いる。

10

【0343】

この変形例30における受信部340について図73にしたがって説明する。増幅回路332は、受信導体14と同数の I/V 変換回路332aと、この I/V 変換回路332aと同数のコンデンサ332bとから構成される。コンデンサ332bは、拡散符号 C_1 を生成する拡散符号生成回路24（不図示）と I/V 変換回路332aとの間に設けられる。したがって、拡散符号 C_1 は、このコンデンサ332bを介して各 I/V 変換回路332aに供給される。なお、他の拡散符号 $C_2 \sim C_7$ を生成する拡散符号生成回路24は、それぞれ送信導体 $Y_1 \sim Y_6$ に接続される。その結果、拡散符号 C_1 は、コンデンサを介して直接的に増幅回路332を構成する各 I/V 変換回路332aに供給されるようになっている。

20

【0344】

拡散符号 C_1 がコンデンサ332bに供給されることで、各 I/V 変換回路332aには、受信導体14を介して出力された出力信号と、拡散符号 C_1 をコンデンサ332bに供給することで生じる電流信号（キャリブレーション信号）とが合成されて入力される。このキャリブレーション信号と合成された出力信号は、各 I/V 変換回路332aにおいて電圧信号に変換されるとともに増幅されて出力される。

A/D 変換回路333は、増幅回路332を構成する I/V 変換回路332aと同数の A/D 変換器333aから構成されている。この各 A/D 変換器333aはそれぞれ対応する各 I/V 変換回路332aに接続されている。そして、各 I/V 変換回路332aから出力された電圧信号は、各 A/D 変換回路333に入力されデジタル信号に変換されて、相関値算出回路35（図72参照）に出力される。

30

相関値算出回路34は、各拡散符号に対応する相関値演算用符号により相関演算を行う。ここで、拡散符号 C_1 は、送信導体12及び受信導体14を介さずに直接的に受信部340を構成する増幅回路332に入力されているから、拡散符号 C_1 の信号成分には、送信導体12及び受信導体14を介した変動要因がない。その結果、拡散符号 C_1 に対応する相関値演算用符号 C_1' による相関演算の結果、すなわち相関値は、常に安定した一定の値となる。

【0345】

そして、この変形例30においては、この一定の相関値を基準レベルとして用いる。すなわち、相関値算出回路34は、 A/D 変換回路332から入力された各デジタル信号に対し、拡散符号 C_1 の相関値演算用符号 C_1' による相関演算を行う。そして、この相関演算により得られた相関値を相関特性の基準レベルとして、例えば、相関値記憶回路34d（図8参照）に記憶する。以降、相関値算出回路34は、上記第1の実施形態と同様に、各拡散符号 $C_2 \sim C_7$ にそれぞれ対応する相関値演算用符号 $C_2' \sim C_7'$ について相関演算を行い、その演算結果である相関値を相関値記憶回路34dに記憶する。

40

そして、位置算出回路35（図1参照）は、相関値記憶回路34dに記憶された各拡散符号 $C_2 \sim C_7$ について算出された相関値と、相関特性の基準レベルである相関値と、所定の閾値とに基づいて、センサ部100上を指示体19がタッチしているか否かを判定す

50

る。具体的には、位置算出回路 35 は、各拡散符号 $C_2 \sim C_7$ について算出された相関値から相関特性の基準レベルの値を減算した値を算出する。そして、位置算出回路 35 は、この減算した値と所定の閾値とを比較することでセンサ部 100 上に指示体 19 が存在するか否かを判定する。

【0346】

このように、複数の拡散符号のうち、所定の拡散符号を送信導体 12 及び受信導体 14 を介さず、直接的に受信部に供給し、その拡散符号を相関特性の基準レベルのキャリアレーション信号（参照信号）に用いることで、基準レベルに変動が生じて、指示体 19 によるタッチ位置を正確に検出することができる。

【0347】

〔変形例 31〕

ところで、上記変形例 30 においては、受信導体からの出力信号とキャリアレーション信号とを A/D 変換回路に入力される前、すなわちアナログ信号の段階で合成する場合を例示して説明した。このように、キャリアレーション信号と出力信号とをアナログ信号の段階で合成する場合、コンデンサ 332b を設けるのみで実現できるので、回路構成を簡素化できる点で優れる。

しかしながら、このコンデンサ 332b は、送信導体 12 と受信導体 14 との間に形成されるコンデンサと同程度の容量値に設定する必要がある。上述したように、送信導体 12 と受信導体 14 とのクロスポイントに形成されるコンデンサの容量は、約 0.5 pF 程度の非常に小さい容量となるから、実際の回路基板に実装するのが非常に困難である。また、変形例 30 においては、キャリアレーション信号と受信信号とをアナログ信号の段階で合成するので、誤差が生じやすい、という問題もある。

そこで、この変形例 31 においては、キャリアレーション信号を A/D 変換回路の出力信号、すなわち、デジタル信号に変換された受信信号と合成する場合を説明する。

【0348】

デジタル信号に変換された受信信号及びキャリアレーション信号を合成する構成例を、図 74 を参照して説明する。本変形例 31 においては、A/D 変換回路 433 と相関値算出回路 34（図 72 参照）との間に、A/D 変換回路 433 から出力された各デジタル信号とデジタル信号に変換されたキャリアレーション信号とを合成するための加算器群 434 と、キャリアレーション信号に用いる拡散符号を直接的に受信部へ供給するためのコンデンサ 435 と、電流信号を電圧信号へ変換するための I/V 変換回路 436 と、キャリアレーション信号をデジタル信号に変換するための A/D 変換器 437 とを備える。他の構成は、上記変形例 30（図 72 参照）と同一の構成となるので、同一の構成には同一の番号を付してその説明は省略する。

拡散符号 C_1 がコンデンサ 434 に供給されることで、I/V 変換回路 436 には電流信号が入力される。この I/V 変換回路 436 は、入力された電流信号を電圧信号に変換すると共に増幅して出力する。この I/V 変換回路 436 から出力された電圧信号は、A/D 変換器 437 においてデジタル信号に変換されて加算器群 434 に入力される。

加算器群 434 は、A/D 変換回路 433 を構成する A/D 変換器 433a と同数の加算器 434a から構成される。各加算器 434a は、それぞれ各受信導体 14 に接続された A/D 変換器 433a と相関値算出回路 34 の入力端子との間に設けられており、各 A/D 変換器 433a から出力された、デジタル信号に変換された出力信号と、A/D 変換器 436 においてデジタル信号に変換されたキャリアレーション信号とが入力されるようになっている。そして、各加算器 434a は、デジタル信号に変換された出力信号及びキャリアレーション信号を合成（加算）して出力するようになっている。

そして、各加算器 434a によりキャリアレーション信号と合成されたデジタル信号は、相関値算出回路 34 に入力される。そして、この相関値算出回路 34 において相関演算が行われる。

【0349】

この図 74 に示す構成例においても、図 73 に示す例と同様にして、基準レベルの調整

10

20

30

40

50

を行うことができる。この変形例 3 1 においては、キャリブレーション信号と受信信号とをデジタル信号で合成することができるので、キャリブレーション信号を供給するために設けられたコンデンサ 4 3 6 に、例えば、8 p F のコンデンサを用い、A / D 変換器 4 3 7 において、4 ビット分のデータを桁落としすることで、アナログ信号で合成する場合よりも高い精度で信号合成を可能にすることができる。

【0 3 5 0】

なお、この変形例 3 1 においては、基準レベルを調整するためのキャリブレーション信号として、1 つの拡散符号を用いる例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、2 つ以上の拡散符号をキャリブレーション信号として供給するようにしても良い。

【符号の説明】

10

【0 3 5 1】

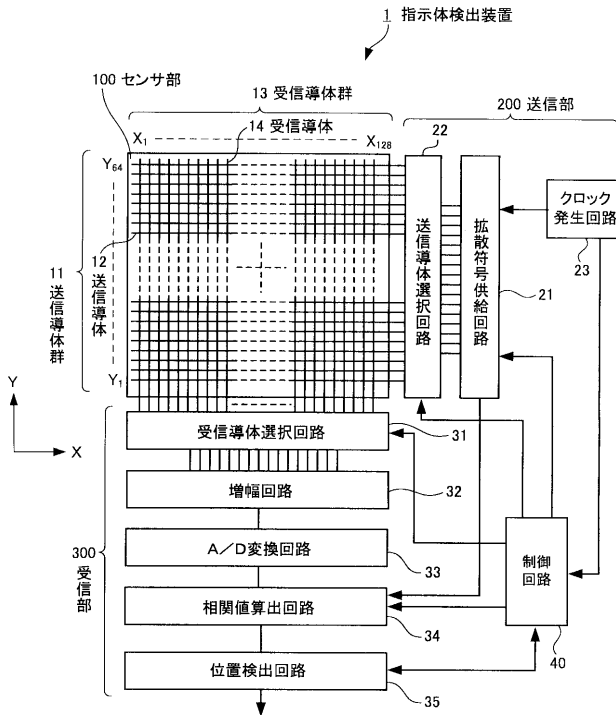
1, 2, 3…指示体検出装置、1 1, 4 1 1…送信導体群、1 2, 4 1 2, 5 1 2, 6 1 2, 7 1 2, 8 1 2…送信導体、1 3, 4 1 3…受信導体群、1 4, 4 1 4, 5 1 4, 6 1 4, 7 1 4…受信導体、1 5…第 1 の基板、1 6…スペーサ、1 7…第 2 の基板、1 9…指(指示体)、2 1, 2 2 1, 2 2 2…拡散符号供給回路、2 2, 2 0 2, 3 8 2, 4 0 2…送信導体選択回路、2 2 a, 2 0 2 a, 2 3 1 a, 2 3 1 b…スイッチ、2 3…クロック発生回路、2 4…拡散符号生成回路、2 5, 1 2 5, 3 8 3, 4 0 3…送信ブロック、2 6…PSK 変調回路、2 7…FSK 変調回路、3 1, 1 3 1、2 3 1, 3 8 4, 4 0 4, 4 1 5, 8 1 3…受信導体選択回路、3 1 a, 1 3 1 a…スイッチ、3 2, 2 3 2, 3 3 2, 3 3 3, 4 3 2…増幅回路、3 2 a, 2 3 2 a, 3 3 2 a, 3 3 3 a…I / V 変換回路、3 2 b, 2 3 2 b, 5 3 2…増幅器、3 2 c, 2 3 2 c…コンデンサ、3 2 d, 2 3 2 d…切替スイッチ、3 3, 4 3 3…A / D 変換回路、3 4, 1 3 4, 3 0 4, 3 1 4…相関値算出回路、3 4 a, 3 0 4 a, 3 3 4 a…信号遅延回路、3 4 a₁ ~ 3 4 a_{6 4}, 3 0 4 a₁ ~ 3 0 4 a_{6 3}…D-フリップフロップ回路、3 4 b, 3 4 b₁ ~ 3 4 b_{6 4}, 3 4 b_x, 3 0 4 b₁ ~ 3 0 4 b_{6 3}, 3 3 4 b₁ ~ 3 3 4 b_{6 4}…相関器、3 4 c, 3 4 c₁ ~ 3 4 c_{6 4}, 1 3 4 c_x, 3 0 4 c₁ ~ 3 0 4 c_{6 4}, 3 3 4 c₁ ~ 3 3 4 c_{6 4}…相関値演算用符号生成回路、3 4 d, 3 0 4 d, 3 3 4 d…相関値記憶回路、3 4 f₁ ~ 3 4 f_{1 6}…乗算器、3 4 g…加算器、3 5…位置検出回路、3 6, 1 3 6, 2 3 6, 3 3 6…検出ブロック、4 0…制御回路、1 0 0, 4 0 0, 5 0 0, 6 0 0, 7 0 0, 8 0 0…センサ部、1 2 6…PSK 復調回路、1 2 7…FSK 復調回路、1 3 4 e…レジスタ、2 0 0, 2 0 1…送信部、2 5 0, 3 5 0, 3 6 0, 3 6 1, 3 8 6, 3 9 6, 3 9 7, 4 0 5, 4 0 7, 4 2 0, 4 3 0…差動増幅器、3 0 0, 3 0 1, 3 1 0, 3 2 0, 3 3 0, 3 4 0…受信部、3 3 2 b…コンデンサ、3 8 1, 4 0 6, 4 3 1…符号反転器、3 8 2 a, 3 8 4 a, 4 0 2 a, 8 1 5…スイッチ群、3 8 2 a₁ ~ 3 8 2 a₄, 4 0 2 a₁ ~ 4 0 2 a₃…スイッチ、4 0 1…符号反転器、4 3 3 a, 4 3 7…A / D 変換器、4 3 4…加算器群、4 3 4 a…加算器、4 3 5…コンデンサ、4 3 6…I / V 変換回路、4 8 1…利得調整回路、4 8 2…利得値設定回路、4 8 3…絶対値検波回路、4 8 3 a…積算器、4 8 3 b…積分器、4 8 4…自動利得制御回路、5 0 1, 6 0 1…基板、5 1 3…第 1 保護層、5 1 5…第 2 保護層、5 1 6…保護シート、5 1 7…第 1 透明電極膜、5 1 8…第 2 透明電極膜、6 0 2…金属層、6 0 3…絶縁層、7 2 2, 8 2 2…導体部、7 2 3, 8 2 3…ランド導体部

20

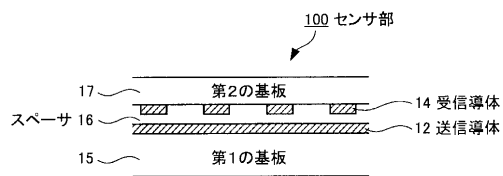
30

40

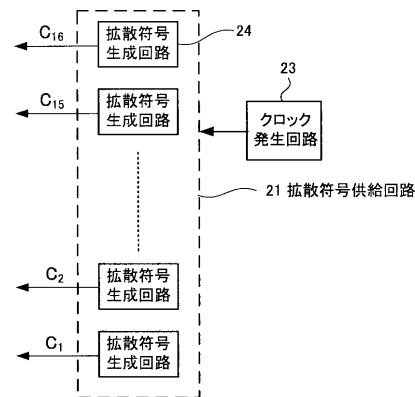
【図 1】



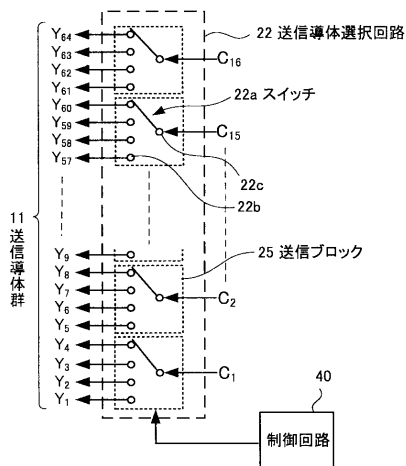
【図 2】



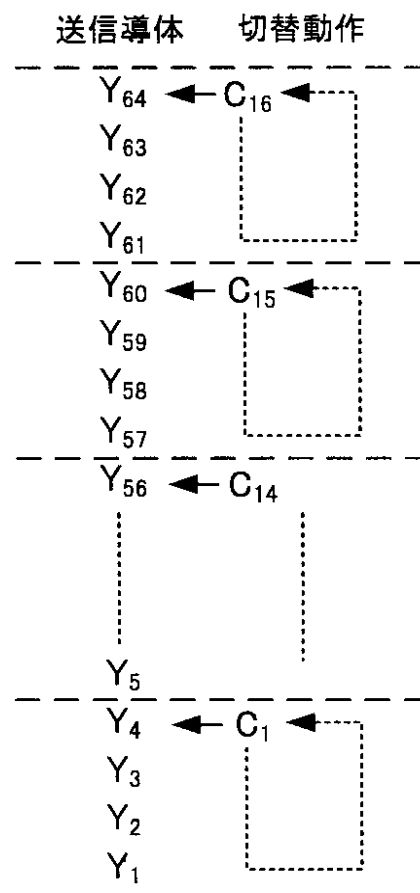
【図 3】



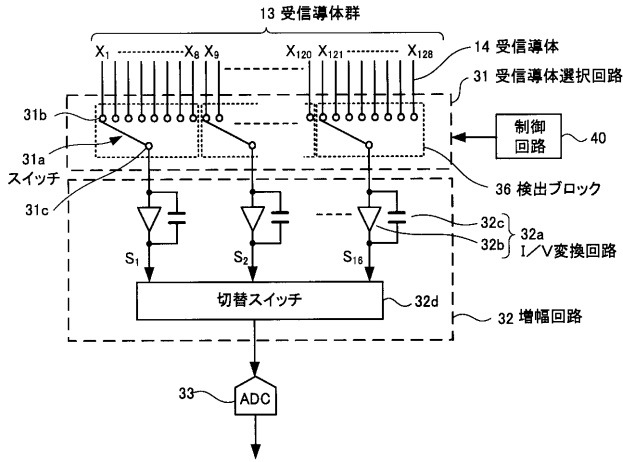
【図 4】



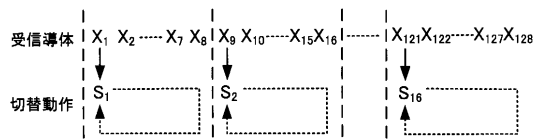
【図 5】



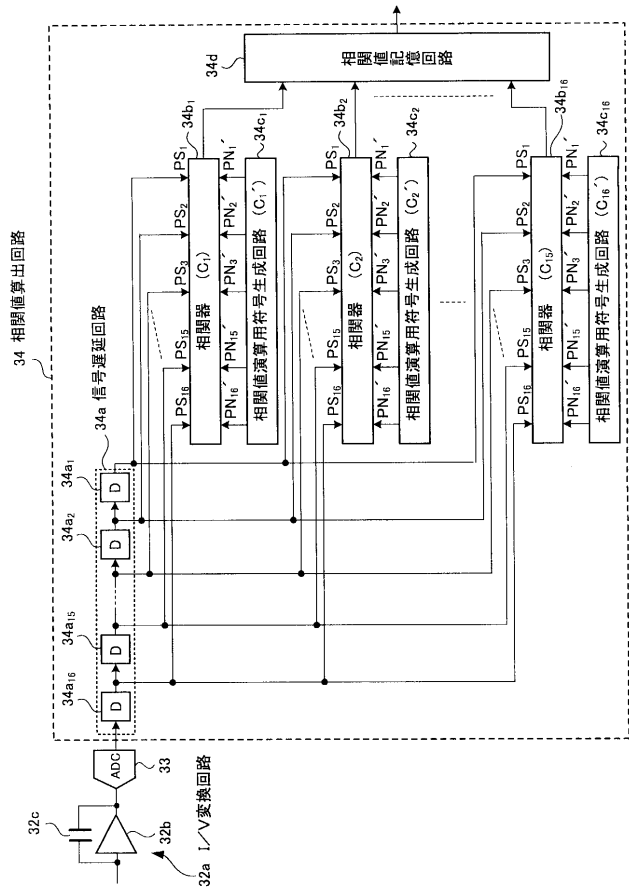
【図 6】



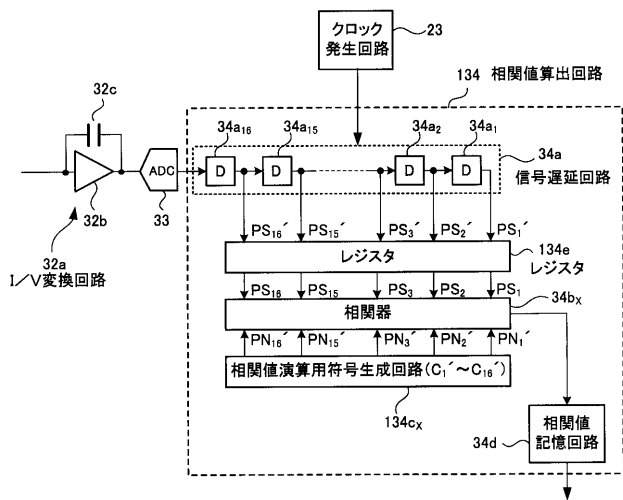
【図 7】



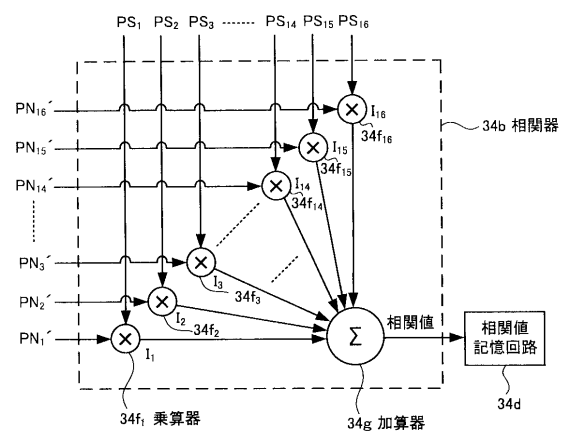
【図 8】



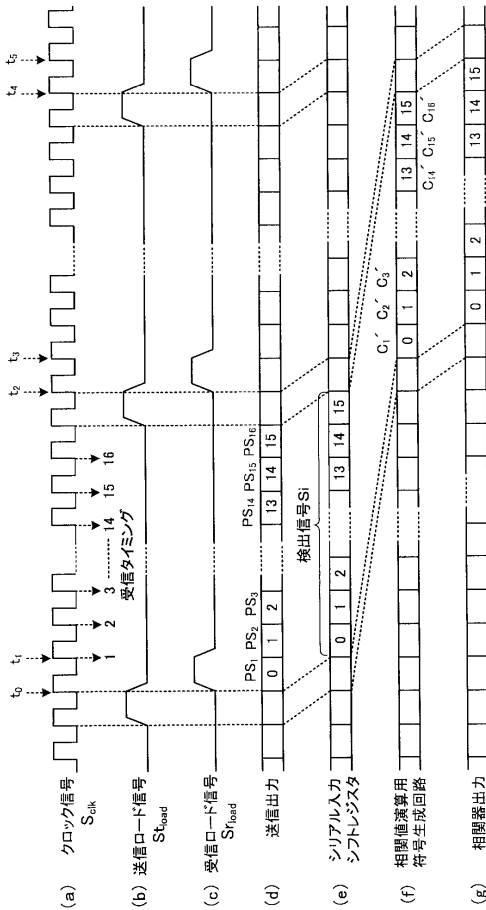
【図 9】



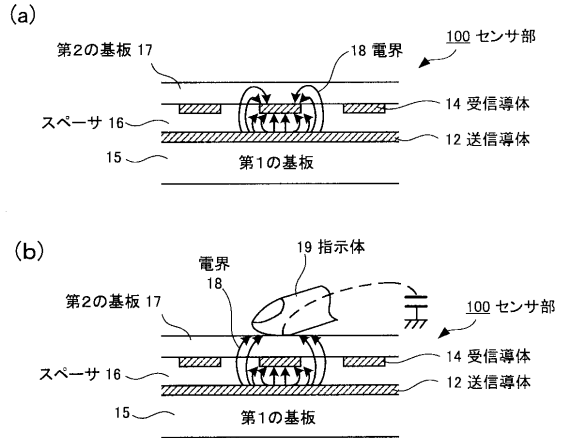
【図 10】



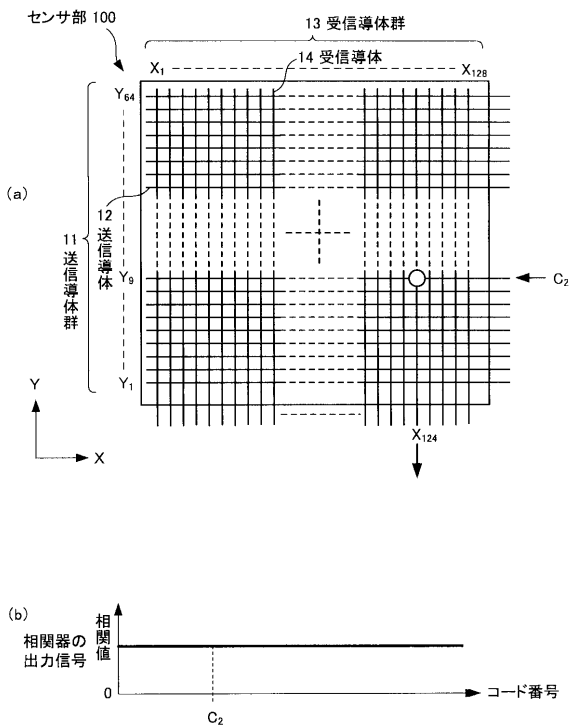
【図 1 1】



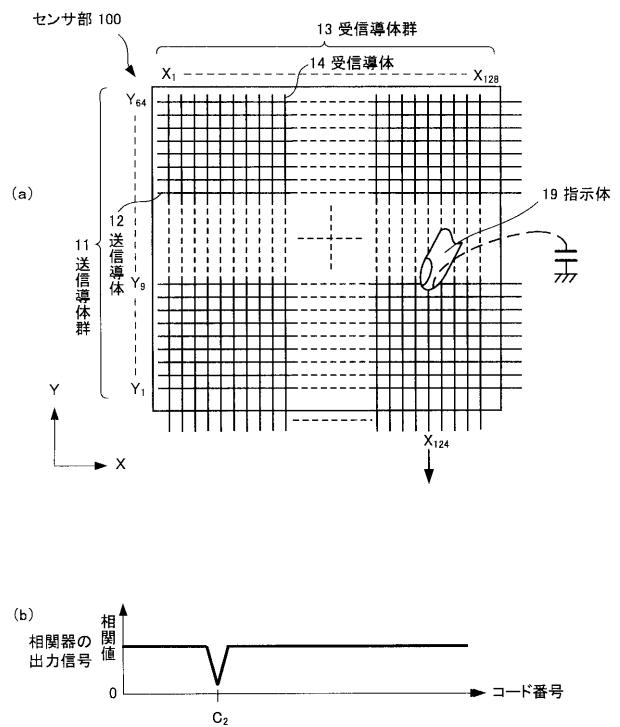
【図 1 2】



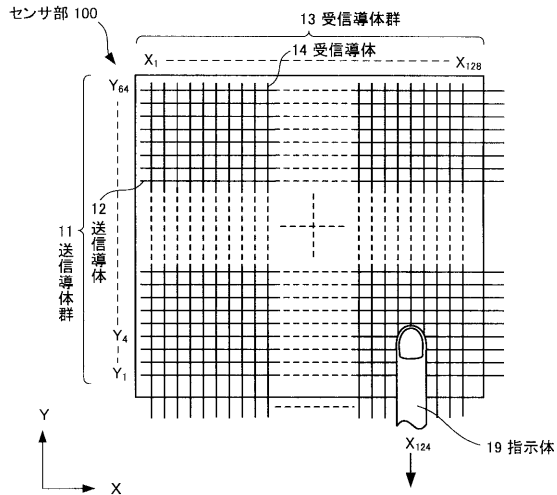
【図 1 3】



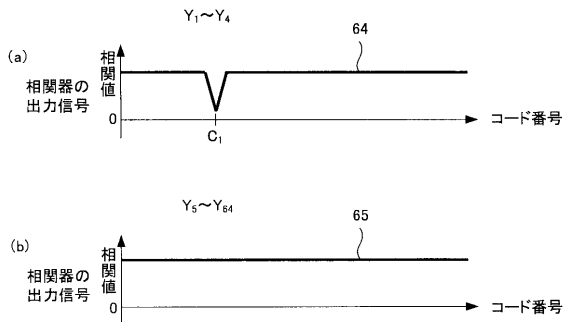
【図 1 4】



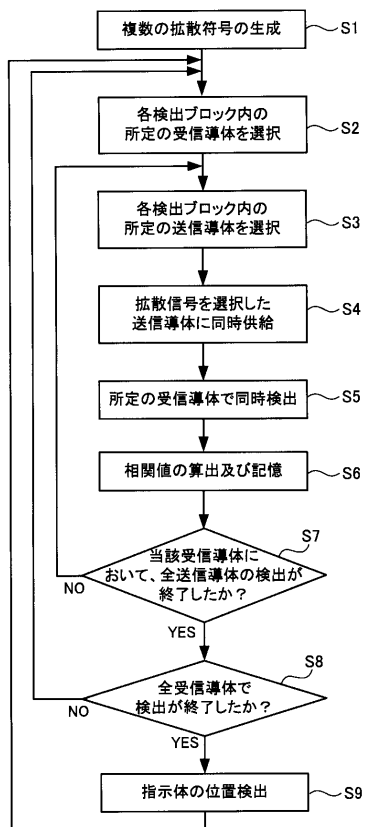
【図 15】



【図 16】



【図 18】



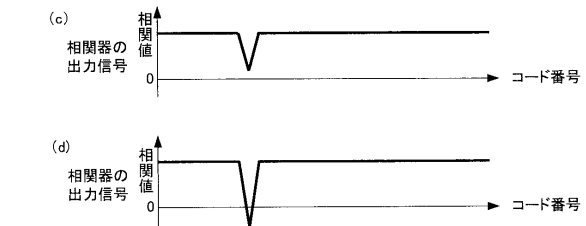
【図 17】

(a) アダマール符号の例 (16チップ)

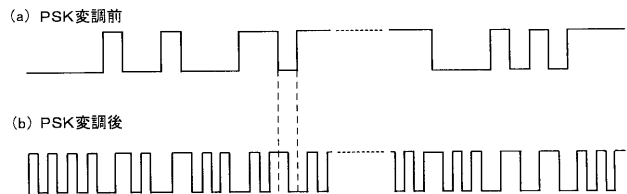
	PN ₁	PN ₂	PN ₃	PN ₄	PN ₅	PN ₆	PN ₇	PN ₈	PN ₉	PN ₁₀	PN ₁₁	PN ₁₂	PN ₁₃	PN ₁₄	PN ₁₅	PN ₁₆
C ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C ₂	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
C ₃	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
C ₄	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
C ₅	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1
C ₆	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1
C ₇	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
C ₈	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1
C ₉	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
C ₁₀	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
C ₁₁	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
C ₁₂	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
C ₁₃	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
C ₁₄	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
C ₁₅	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1
C ₁₆	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1

(b) アダマール符号の例 (15チップ)

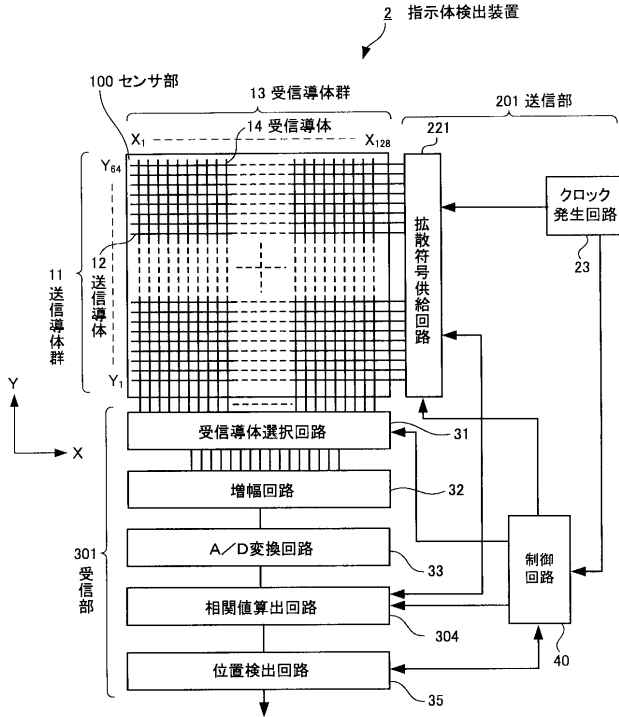
	PN ₁	PN ₂	PN ₃	PN ₄	PN ₅	PN ₆	PN ₇	PN ₈	PN ₉	PN ₁₀	PN ₁₁	PN ₁₂	PN ₁₃	PN ₁₄	PN ₁₅
C ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C ₂	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
C ₃	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
C ₄	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
C ₅	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1
C ₆	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
C ₇	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1
C ₈	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
C ₉	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
C ₁₀	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
C ₁₁	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
C ₁₂	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
C ₁₃	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
C ₁₄	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
C ₁₅	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1
C ₁₆	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1



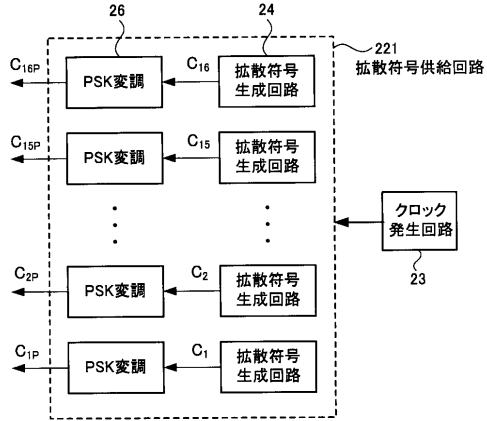
【図 19】



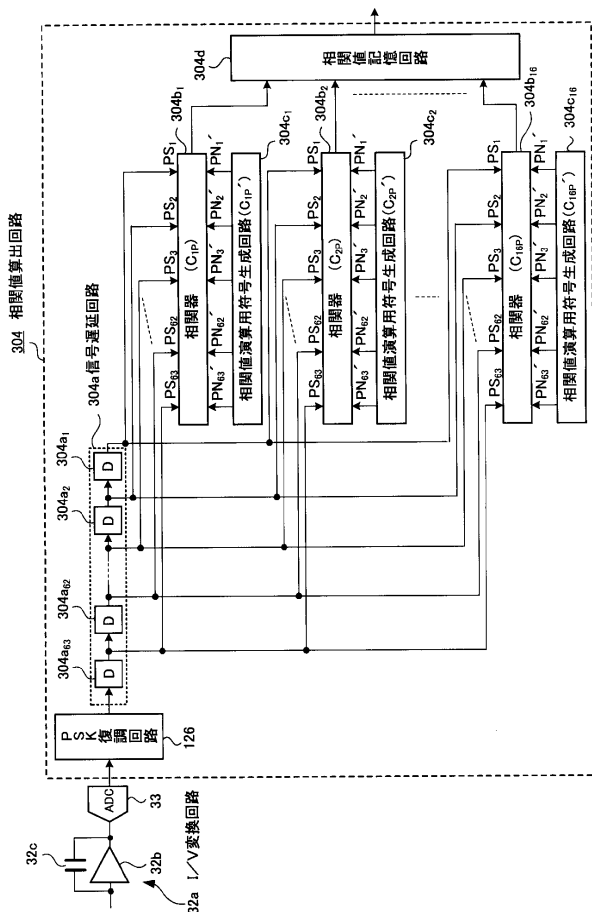
【図 20】



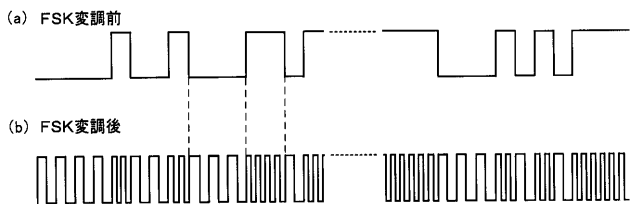
【図 21】



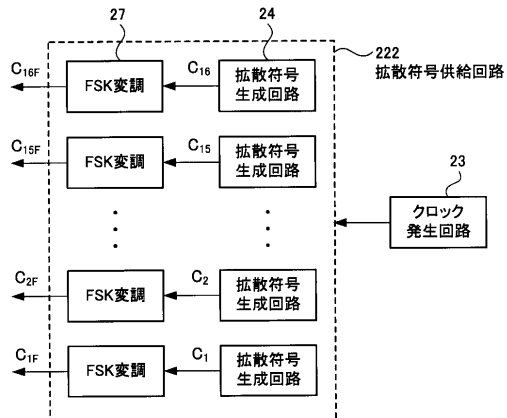
【図 22】



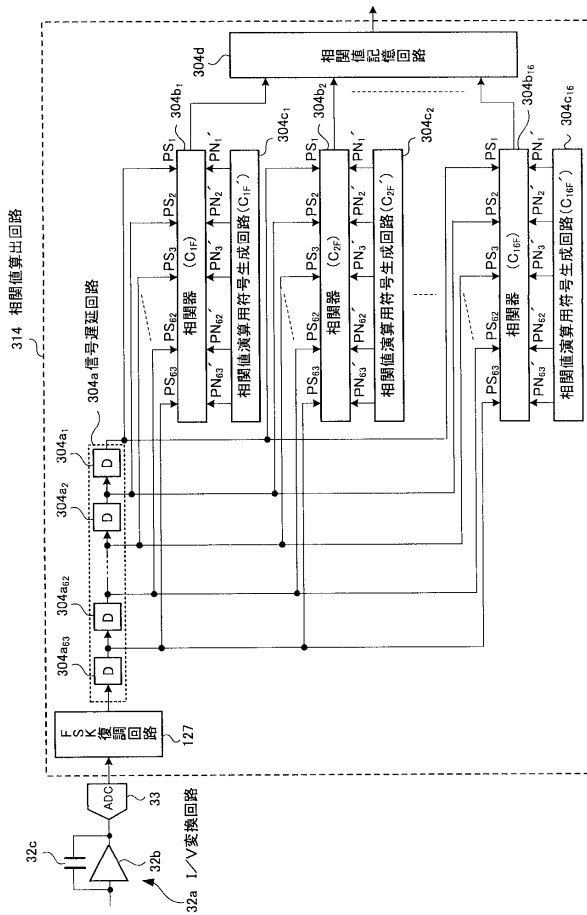
【図 23】



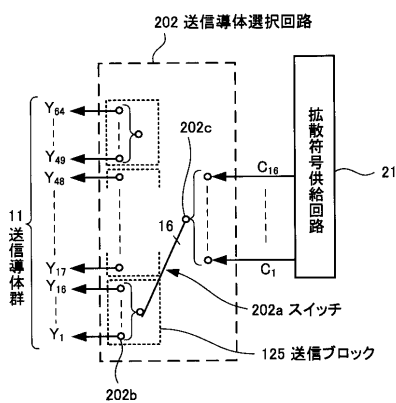
【図 24】



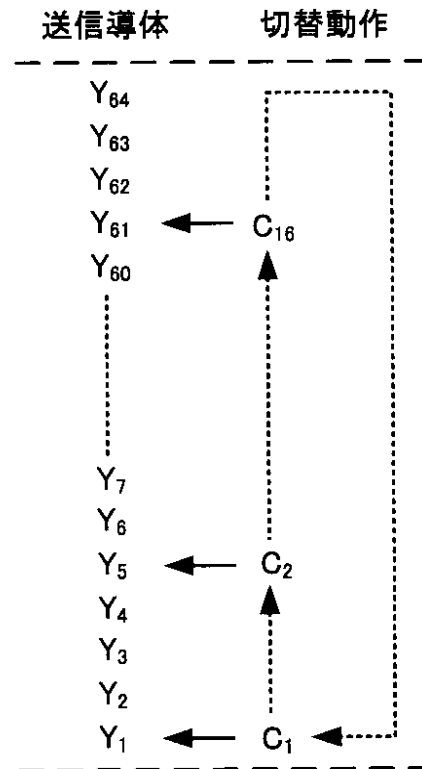
【図 25】



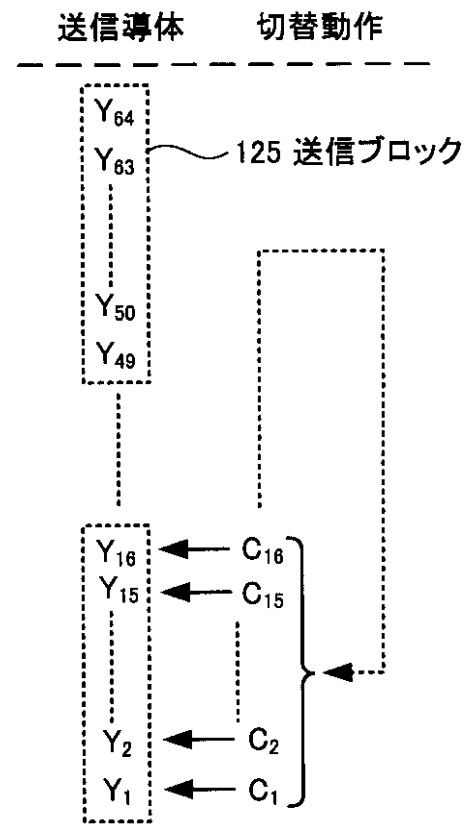
【図 27】



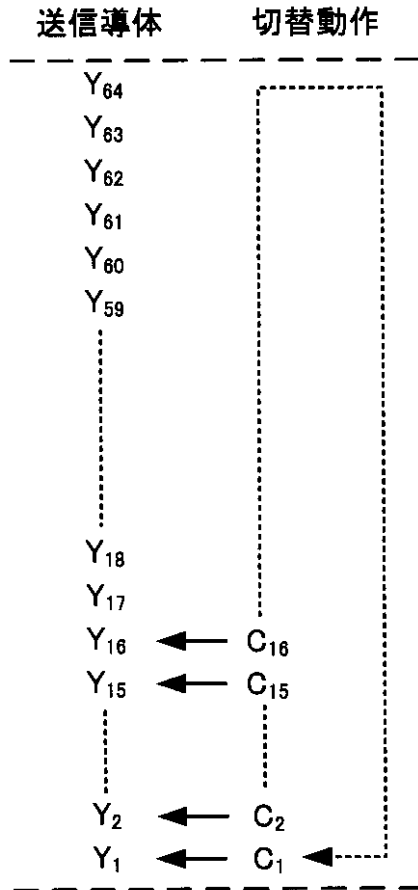
【図 26】



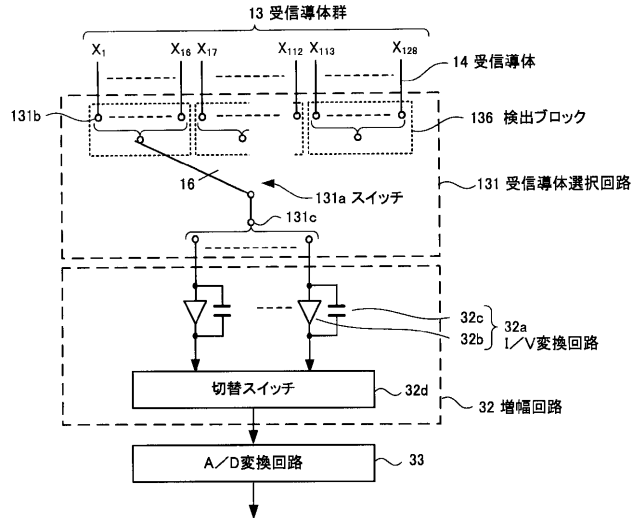
【図 28】



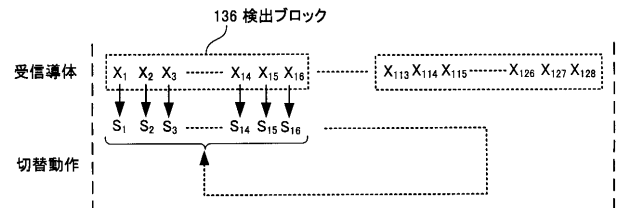
【図 29】



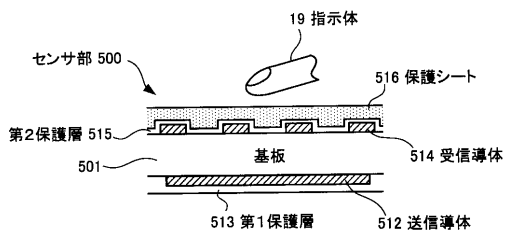
【図 30】



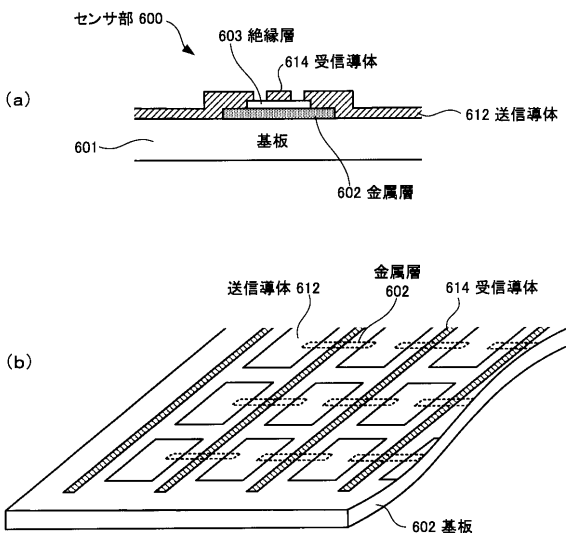
【図 31】



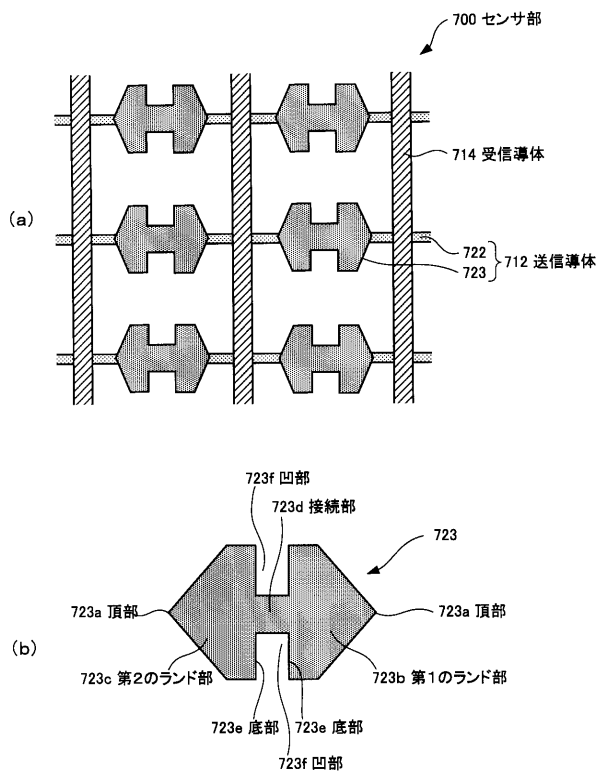
【図 32】



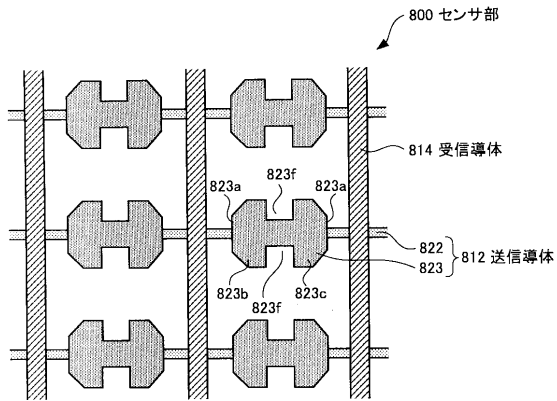
【図 33】



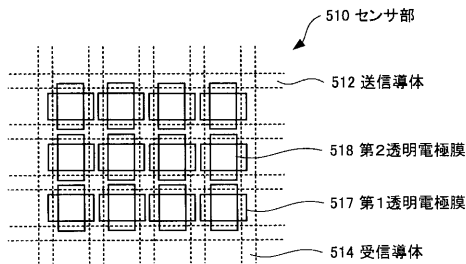
【図 34】



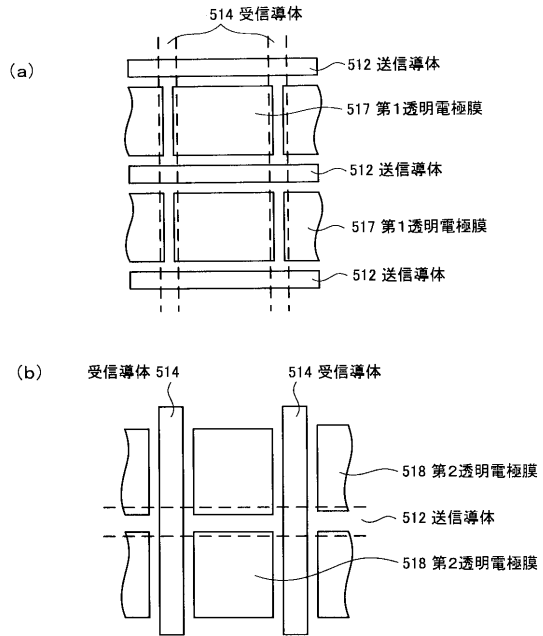
【図 3 5】



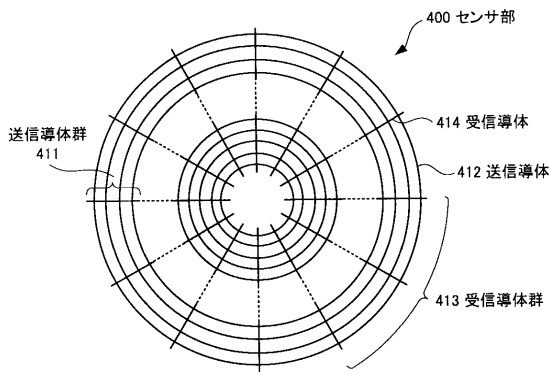
【図 3 6】



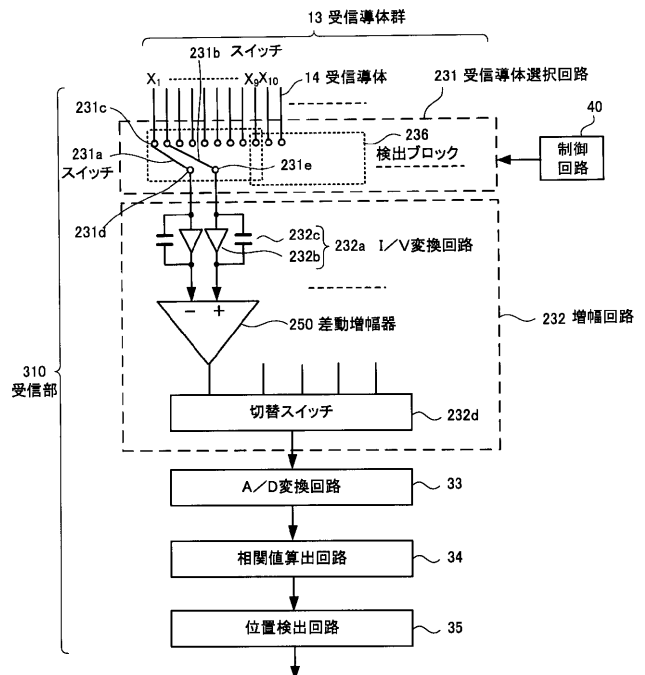
【図 3 7】



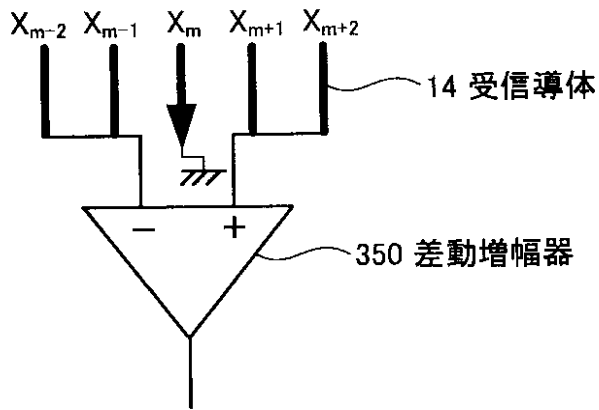
【図 3 8】



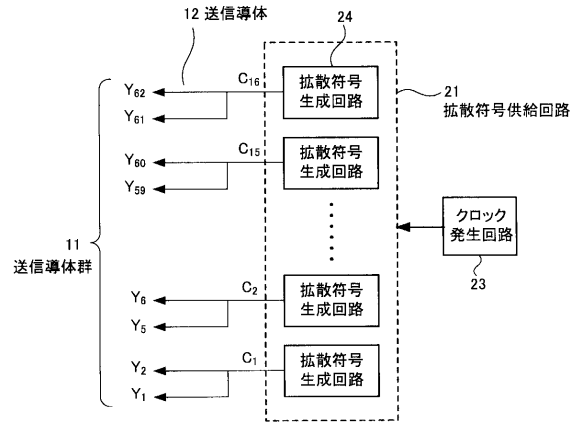
【図 3 9】



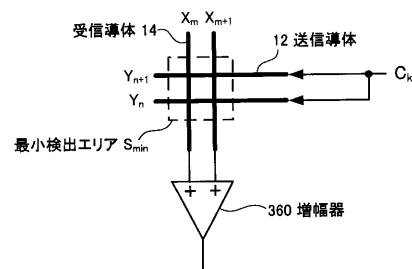
【図 4 0】



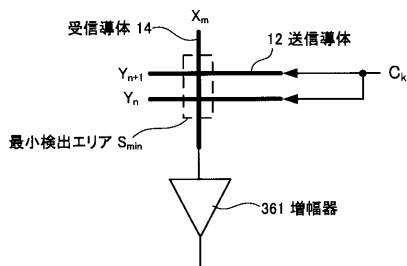
【図 4 1】



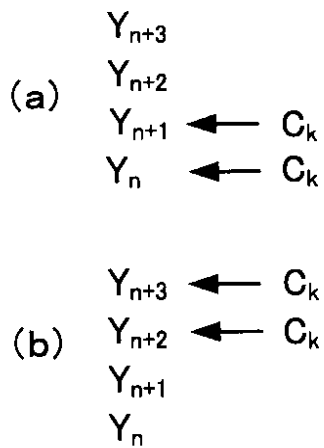
【図 4 2】



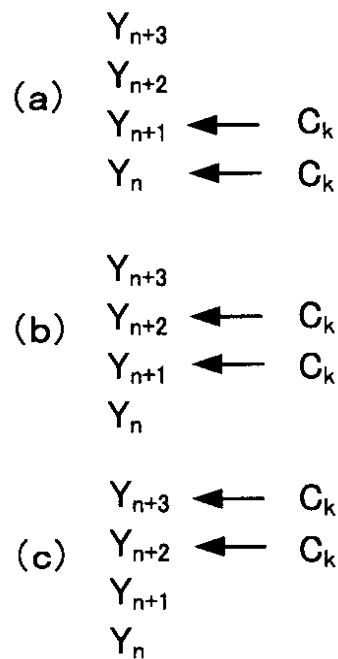
【図 4 3】



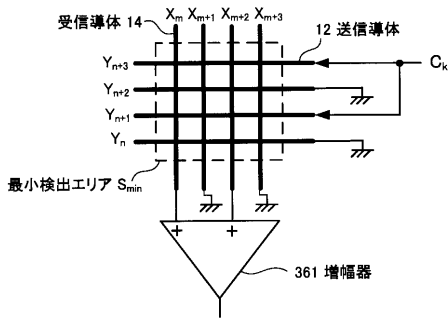
【図 4 4】



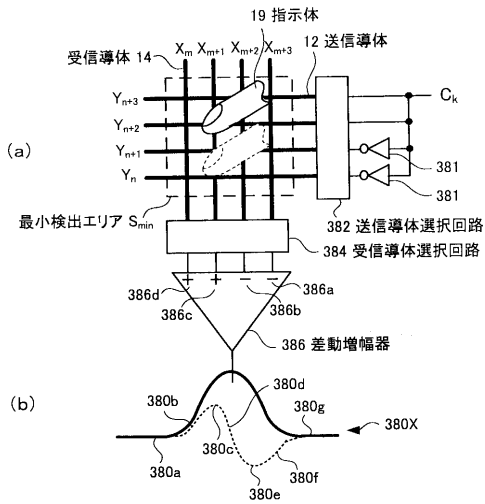
【図 4 5】



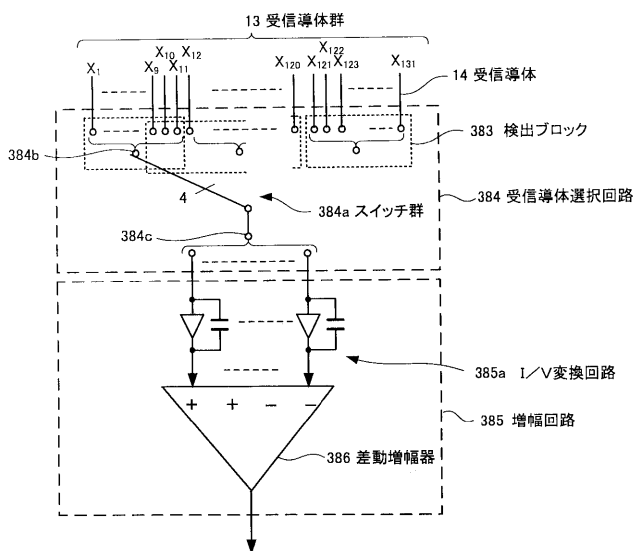
【図 4 6】



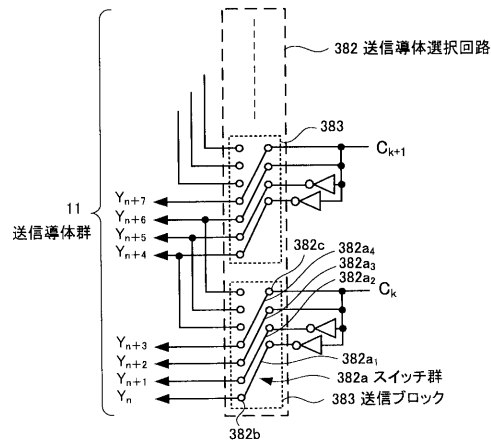
【図 4 7】



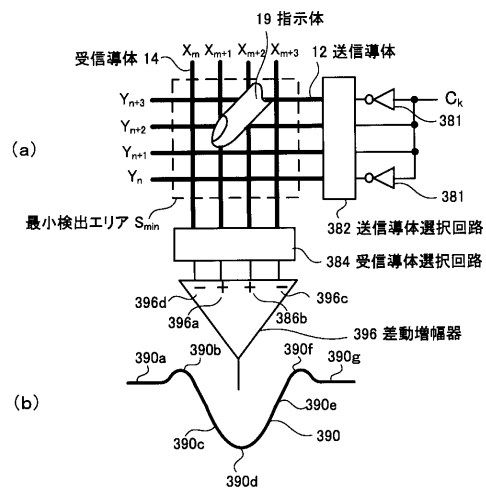
【図 4 9】



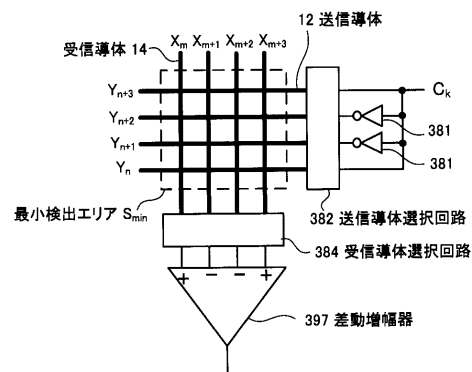
【図 4 8】



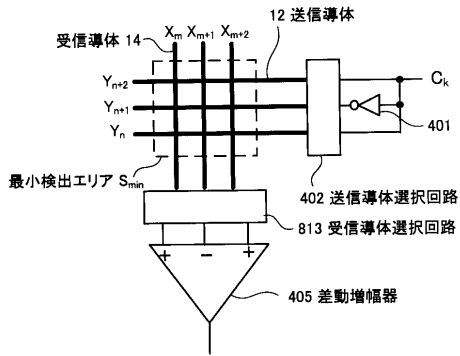
【図 5 0】



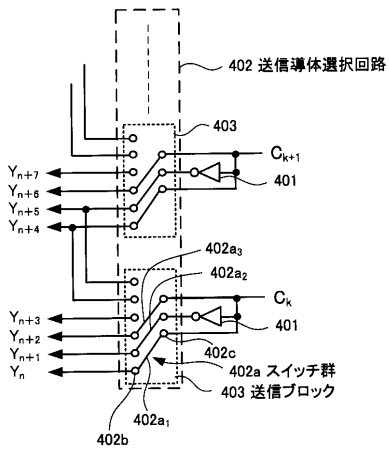
【図 5 1】



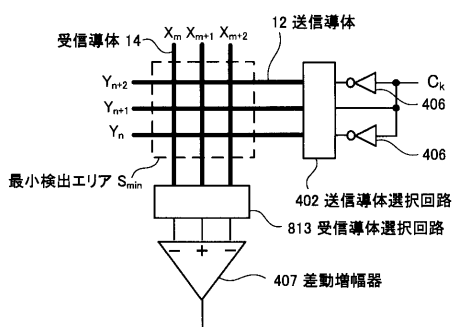
【图 5 2】



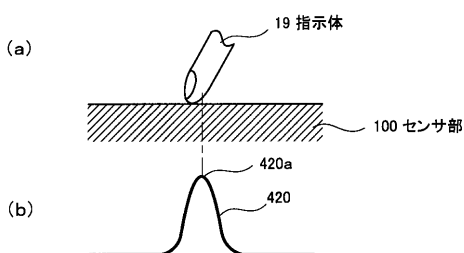
【图 5 3】



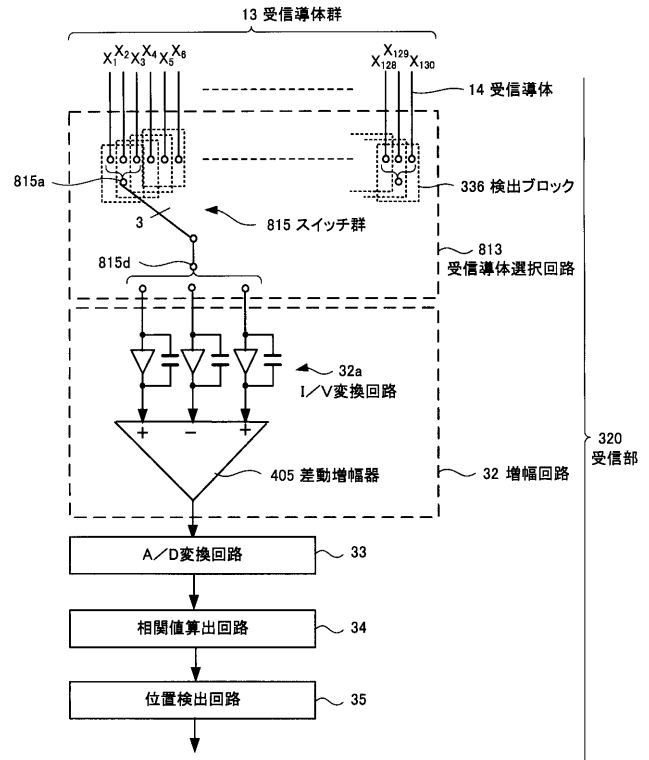
【図 5 5】



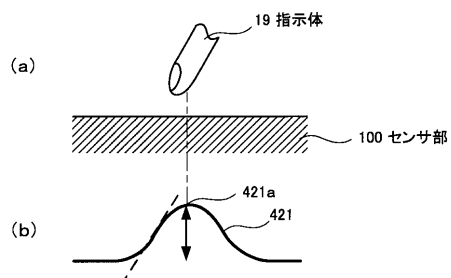
【图 5 6】



【図 5 4】



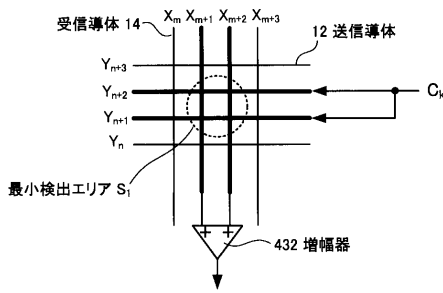
【図 5 7】



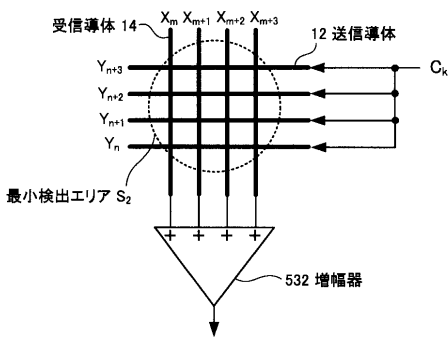
【图 5 8】

20	50	20
50	100	50
20	50	20

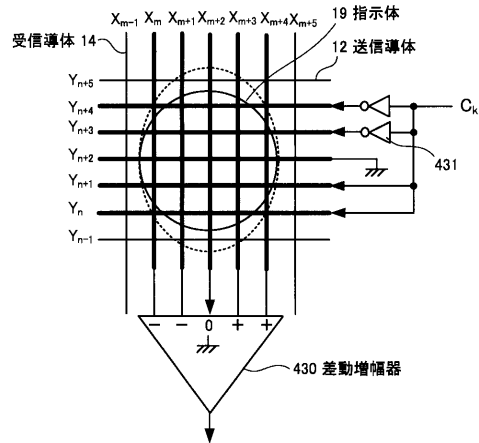
【図 59】



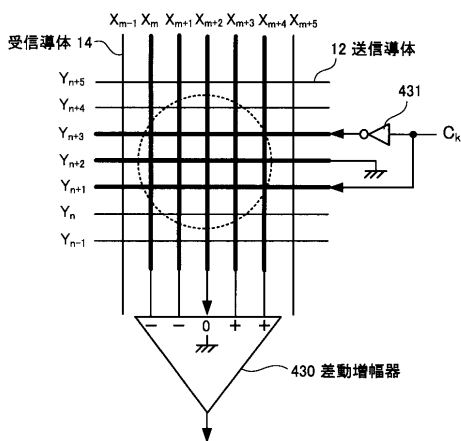
【図 60】



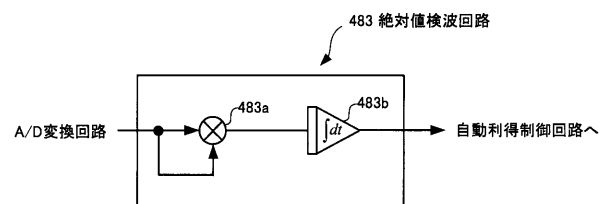
【図 61】



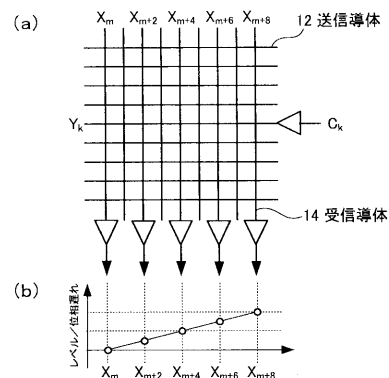
【図 62】



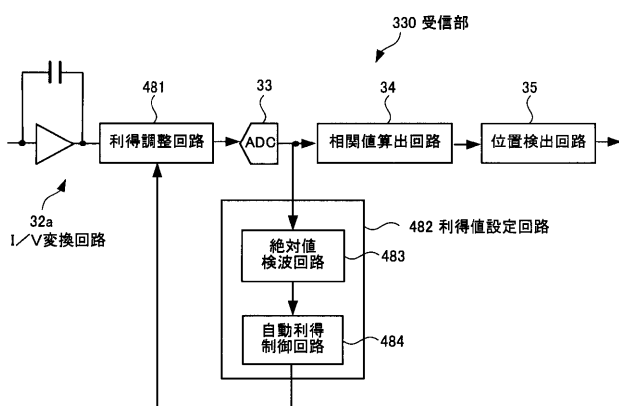
【図 64】



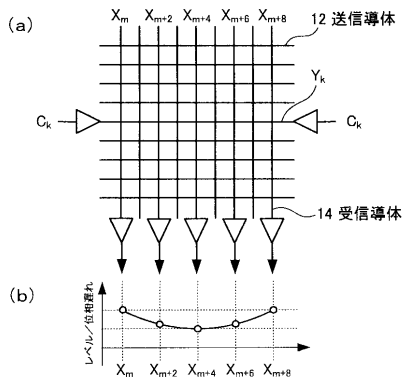
【図 65】



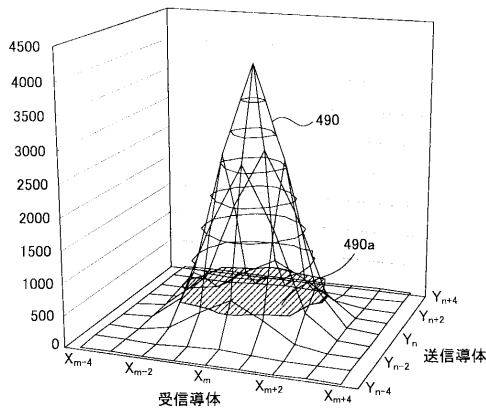
【図 63】



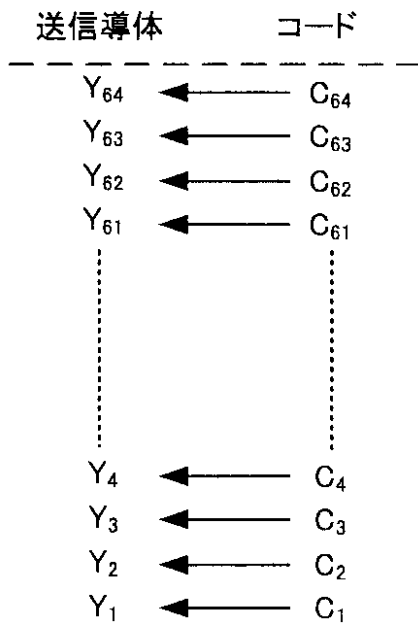
【図 66】



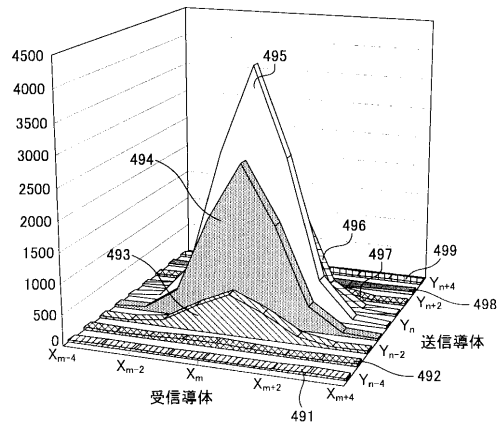
【図 67】



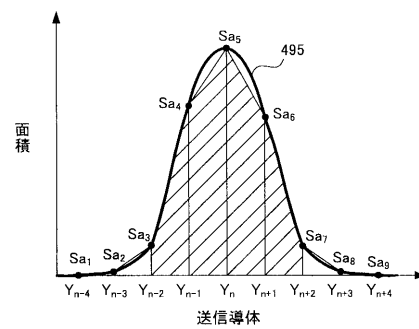
【図 70】



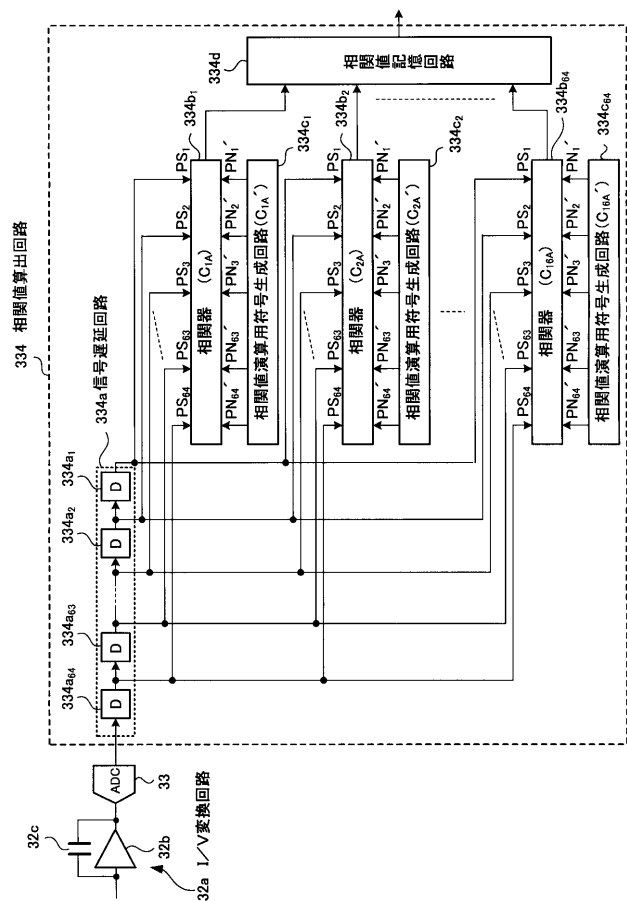
【図 68】



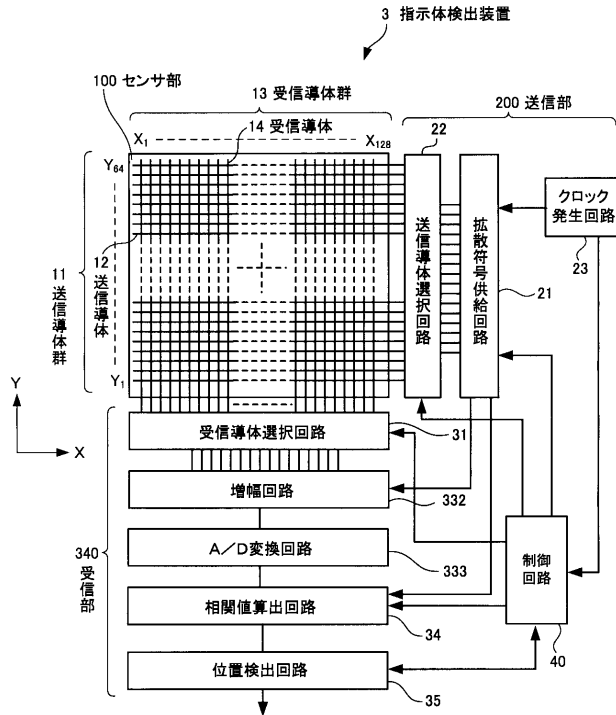
【図 69】



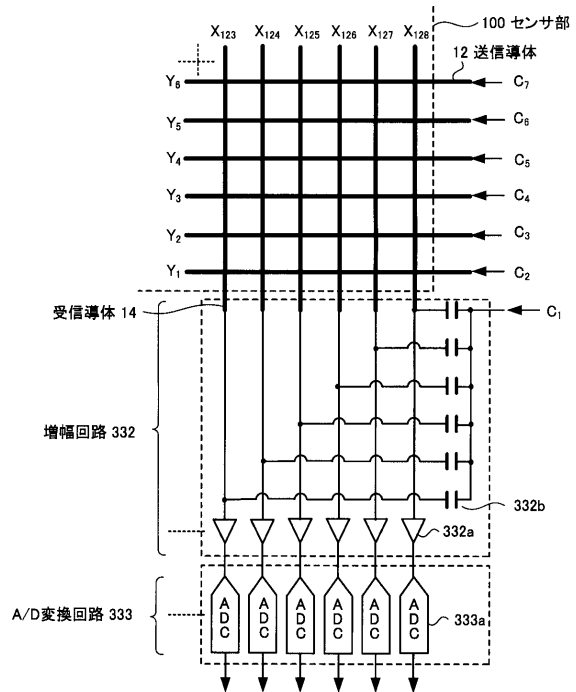
【図 71】



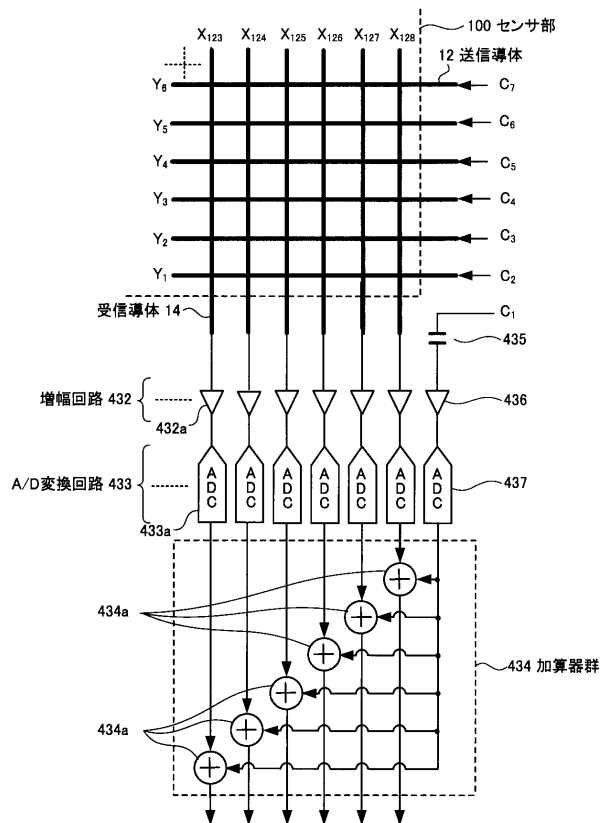
【図 7 2】



【図 7 3】



【図 7 4】



【図 7 5】

