

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3604396号
(P3604396)

(45) 発行日 平成16年12月22日(2004.12.22)

(24) 登録日 平成16年10月8日(2004.10.8)

(51) Int. Cl.⁷

GO 1 S 13/04

GO 1 V 3/10

F I

GO 1 S 13/04

GO 1 V 3/10

E

請求項の数 13 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-500684
 (86) (22) 出願日 平成8年5月22日(1996.5.22)
 (65) 公表番号 特表平11-506824
 (43) 公表日 平成11年6月15日(1999.6.15)
 (86) 国際出願番号 PCT/US1996/007494
 (87) 国際公開番号 W01996/039640
 (87) 国際公開日 平成8年12月12日(1996.12.12)
 審査請求日 平成15年5月21日(2003.5.21)
 (31) 優先権主張番号 08/486,082
 (32) 優先日 平成7年6月6日(1995.6.6)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者
 ザ リージェンツ オブ ザ ユニヴァー
 シティー オブ カリフォルニア
 アメリカ合衆国, 94612 カリフォル
 ニア州, オークランド, レイクサイド ド
 ライヴ 300, 22エヌディー フロア
 (74) 代理人
 弁理士 石川 泰男
 (72) 発明者
 マッキーワン, トーマス, イー.
 アメリカ合衆国, 94550 カリフォル
 ニア州, リバーモア, カイロ ストリート
 1734

審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離ゲートストリップ近接センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の端部と第2の端部を有し、導線上の信号に応じて導線に沿って電磁放出を生成し、
 且つ導線の外部のソースからの電磁エネルギーを受信するアンテナとして動作する導線と
 、
 導線の第1の端部に接続され、導線上にセンサ信号列を送信して導線に沿って電磁放出の
 センサフィールドを作る送信機と、
 導線の第2の端部に接続され、導線上のセンサ信号列及び受信電磁エネルギーに応じてフ
 ィールド基準信号を生成する受信機と、
 受信機に接続され、フィールド基準信号に応じてセンサフィールド内の外乱を示す回路と
 、を備えるセンサ。

【請求項2】

センサ信号列は、送信ラジオ周波数(RF)バースト列を有し、各RFバーストはバースト幅
 を有し、送信機周波数で複数のサイクルを含み、
 受信機は、送信RFバーストを、導線上の送信RFバーストにより生じる放射の反射と混合し
 、フィールド基準信号を生成する混合器を有する請求項1に記載のセンサ。

【請求項3】

送信機に接続され、中間周波数で送信RFバースト列を変調する回路と、
 受信機に接続され、中間周波数でサンプルを同期的に整流する回路と、を備える請求項2
 に記載のセンサ。

【請求項 4】

送信機に接続され、RFバーストのバースト幅を調整する回路を備える請求項 2 に記載のセンサ。

【請求項 5】

送信機周波数は 1 ギガヘルツより大きく、信号繰返しレートは 1 から 10 メガヘルツの間である請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 6】

導線は、第 1 及び第 2 の端部が相互に近接するようなループを構成する請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 7】

導線は、通路にわたって基本的に直線的に延在するラインを含む請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 8】

導線は、周辺に沿って延在するラインを含む請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 9】

導線は、導線に沿って伝播する信号が基本的に連続的なセンサフィールドを生じさせる漏出性送信ラインを含む請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 10】

導線は、第 1 及び第 2 の端部間で間隔を配した位置で導線に接続された複数の放射エレメントを有する請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 11】

導線は、センサ信号に加えて直流電力を運ぶ送信ラインを含む請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 12】

送信ラインに接続され、送信ラインを通じて直流電力を受信機に供給する受信機上の直流電源を有する請求項 11 に記載のセンサ。

【請求項 13】

センサ信号列中のセンサ信号は 10 ナノ秒未満の期間を有する請求項 1 に記載のセンサ。

【発明の詳細な説明】

米国政府は、ローレンス・リバーモア・ナショナル・ラボラトリーの事業に関する米国エネルギー庁とカリフォルニア大学との間の契約 No. W - 7405 - ENG - 48 に従って、本発明に関する権利を有する。

継続出願データ

本出願は、私の先行する米国特許出願、出願番号 08/300,769; 出願日 1994 年 9 月 6 日、発明者 トーマス イー マッキーワン (IL - 9514) の「距離感度補償を有する距離ゲートフィールド外乱センサ」の継続出願であり、これをここに完全に記述されたとして参考として挙げる。

発明の背景**発明の分野**

本発明は、狭いストリップに沿った短距離近接検知に関し、より詳細には小電力インパルスレーダ MIR に基づく単一センサを使用する単距離ストリップ近接検知に関する。

関連技術の説明

従来技術による非常な短距離近接検知は、周辺の連続的なカバーレッジを提供するために多くのセンサを接近した間隔で分布させることを必要とする。例えばセンサの距離が 1 フィートであるとする、継ぎ目のないカバーレッジを提供するためにはセンサを 2 フィート毎又はそれ以上に接近させて配置しなければならない。大きなディスプレイケースの周辺又は自動車の周辺の検出の如き多くの応用では、多数のセンサが必要となる。

例えば、出願番号 08/300,769; 出願日 1994 年 9 月 6 日の米国特許出願「距離感度補償を有する距離ゲートフィールド外乱センサ」(IL - 9514) では、小電力インパルスレーダフィールド外乱センサが記載されている。しかし、長いストリップ又は大きな対象物の周辺をカバーするためには、これらのセンサが多数必要である。同様に、Orlowski et al の米国

10

20

30

40

50

特許No.5,150,123に記載されるような他の従来のセンサは比較的狭いフィールドのみにあける外乱の検出に適している。従って、大きな周辺を監視するためには、多数のセンサ、又は他の長距離検知技術に基づく高価なセキュリティシステムが要求される。従って、長いライン又は大きな周辺に沿って使用可能な、低コストで効果的な短距離近接センサ装置を提供することが望まれる。

発明の概要

本発明は、一組のセンサエレクトロニクスと、検知されるべき周辺に沿って延びる分布アンテナ又はストリップを使用する距離ゲートストリップ周辺センサを提供する。こうして、単一のストリップをディスプレイケースの周り又は自動車の周りに曲がりくねるように配置し、一組の低コストセンサエレクトロニクスに接続し、そのエレクトロニクスはストリップの周りの鋭利に境界を画した放射領域内の運動又は存在を検出する。ストリップは直線又は曲線の送信ラインにより作ることができ、任意の長さとする事ができる。ユーザが調整可能な最大検出距離は、零付近から数十フィートまで連続的に調整することができる。本発明は、自動車の駐車補助及びホームセキュリティなどの低コストの多くの応用に特に適している。

10

従って、本発明は小電力ストリップラインセンサとして特徴付けることができ、それは、第1及び第2の端部を有し、導線上の信号に応じて導線に沿って電磁放出を生成し、且つ導線の外部のソースからの電磁エネルギーを受信するアンテナとして動作する導線を備える。送信機が導線の第1の端部に接続され、導線上にセンサ信号列を送信して導線に沿ったストリップ内にセンサフィールドを作る。受信機が導線の第2の端部に接続され、フィールド内の反射からの受信電磁エネルギーと結合した導線上のセンサ信号列に応じてフィールド基準信号を生成する。受信機に回路が接続され、フィールド基準信号に応じてフィールド内の外乱を示す。

20

本発明の一つの観点によれば、センサ信号は、10ナノ秒未満の期間を有するラジオ周波数信号パルスと、1から10メガヘルツ又はそれ未満のオーダーのパルス繰返しレートとを有する。ラジオ周波数パルスの期間はセンサの距離を制御するように調整される。受信機内の混合器は送信パルスをバーストにより生じた電磁放出の反射と混合してフィールド基準信号を生成する。このホモダイン混合のため、エコーの往復飛行時間はパルス幅により制限される。送信ラインから、パルスの伝播速度掛けるパルス幅の1/2に等しい半径よりも遠くに配置した対象物はホモダイン混合を生じず、よって検出されない。

30

本発明の一つの観点によれば、送信機は、中間周波数で送信バーストを変調し、中間周波数のサンプルを同期的に整流して信号利得及びノイズ免疫を提供する回路が受信機に接続される。

本発明の他の観点によれば、パルス幅を調整する回路を送信機に接続し、ユーザがストリップ近接センサの距離を設定できるようにする。

第1及び第2の端部が相互に接近するように“漏出性の”送信ラインをループ形状に構成することができ、送信機及び受信機エレクトロニクスを相互に近接するように、又は単一のパッケージ内に含めるように配置することができる。その代わりに、送信ラインを出入口などの通路に基本的に直線的に延在させることができる。この構成では、送信ラインは送信機から受信機へ、又はその逆に直流電力を運ぶために使用することができる。

40

使用される送信ラインは、2本の導線、マイクロストリップ、平坦ストリップ又は導波管、又は単一ワイヤガウボウ(Gaobau)ラインとすることができる。また、送信ラインをツイストペアラインとし、放射エレメントをツイストペアに沿って周期的に配置して、“漏出性の”状態を確立することができる。

本発明の他の観点では、受信機はサンプルゲートと、サンプルゲートに接続された電荷保持キャパシタと、を備える。サンプルゲートは送信ライン上の受信パルスに応じて電荷保持キャパシタに給電し、受信パルスの平均振幅を示すフィールド基準信号を生成する。受信パルスが受信エコーと混合されると、その混合がフィールド基準信号の振幅に変動を生じさせ、フィールド外乱のドップラータイプサインを提供する。

従って、調整可能な良好に規定された距離を有する低コストのストリップ近接センサが提

50

供される。そのセンサは殆どの短距離検知応用、例えば駐車補助レーダ、自動ドア安全ストリップ、及び安全警報などに非常に好適である。ストリップをディスプレイケース又は自動車の周りに曲げて配置し、対象物の周辺部の周りの活動を検知することができる。その代りに、それは通路にわたるトリップラインとして使用することができる。センサは非常に低電力であり、簡易に製作できる。

本発明の他の観点及び長所は、図面、詳細な説明及びそれに続く請求の範囲を検討することにより理解される。

【図面の簡単な説明】

図 1 は、ストリップ放射体として漏出性送信ラインを使用する本発明を示す概略図である。

10

図 2 は、送信ラインに沿って、離隔して配置された周期的放射エレメントを有するツイストペア送信ラインの使用を示す概略図である。

図 3 は、ディスプレイケースなどの対象物の周辺に近接センサとして配置される、本発明の使用を示す。

図 4 は、本発明によるストリップ近接センサのエレクトロニクスを示す概略図である。

図 5 は、図 4 の回路の動作を示すために使用されるタイミング図である。

図 6 は、本発明の代替的实施を示す概略的ブロック図である。

詳細な説明

本発明の好適な実施形態の詳細な説明が図面を参照して提供され、図 1 乃至図 3 は本発明のストリップ近接センサの基本的構成を示す。図 4 乃至図 6 は、本発明のストリップ近接センサのエレクトロニクスの 2 つの代替的实施形態を示すために使用される。

20

図 1 に示すように、本発明のストリップ近接センサは、漏出性送信ライン 11 に接続された小電力パルス送信機 10 を有する。受信機 12 は、漏出性送信ライン 11 の逆端部に接続される。漏出性送信ライン 11 は導線を有し、その導線は小電力パルス送信機 10 により生成されたパルス列を送信ラインの第 1 端部から送信ラインの第 2 端部まで運ぶ。パルスはラジオ周波数エネルギーのバーストを含み、それは送信ラインの長さに沿って一般的に 13 及び 14 で示す放射を生じさせる。一つの実施形態では、RF バーストは 2 ギガヘルツで 1 から 20 RF サイクルに調整可能である。対象物 15 の如きフィールド内の対象物は、一般的に 16 で示す反射を生じさせ、それらは漏出性送信ラインによりピックアップされる。受信機はパルスをサンプルし、フィールド基準信号を生成する。フィールド内の対象物 15 からの反射 16 が送信パルスと混合すると、受信されるパルスの振幅が変動する。この変動は受信機内のフィールド基準信号の振動を生じさせ、漏出性送信ラインにより規定されるストリップに沿う外乱を示す。送信パルスと受信エコーとのホモダイン混合動作は、送信ラインからの放射とエコーの受信の往復飛行時間に依存する。往復送信時間がパルス幅より短い限り、送信ラインに沿って伝播する信号中にホモダイン混合が生じる。このホモダイン混合は受信パルスの振幅に変動を生じさせ、その振動はフィールド内の外乱と解釈することができる。エコーが送信パルスと重ならないならば、フィールド基準信号への不十分な影響は受信エコーにより生じる。

30

送信パルスは約 10 ナノ秒未満の長さで、1 から 10 メガヘルツのパルス繰返しレートで繰返されるので、小電力パルス送信機のデューティサイクルは非常に低い。これにより装置は非常に低い消費電力となり、低コストバッテリーを使用して長い動作寿命を可能とする。漏出性送信ライン 11 は、ツイストペアの 2 重送信導線、同軸ケーブル、マイクロストリップ送信ライン、同一平面上のストリップ又は導波送信ライン、若しくはシングルワイヤガウボウラインを使用して実施することができる。送信ラインは十分な漏出性を有し、パルスにより生成された放出の放射及びそのような放出のエコーの受信を可能としない。

40

図 2 は、漏出性送信ラインの代替的構成を示す。図 1 と同様に、システムは小電力送信機 10 と受信機 12 とを有する。送信ラインはツイストペア送信ライン 20 を使用して実施される。放射エレメント 21、22 がツイストペア 20 に沿って周期的に配置される。これらの放射エレメントは、送信パルスに応じて放出の“漏れ”を生じさせ、エコーの受信を可能とする

50

。放射エレメント21、22は、送信ラインに沿って、ストリップ近接検知が望まれる領域を制御するためのパターンに配置することができる。

周期的な放射体を有する送信ラインを使用するストリップセンサは、ニアフィールドでない応用において好ましい。ツイスト送信ラインは、送信ライン自身からのスプリアス放射を除去し、送信パルスに応じて出射された放射を周期的な放射エレメントに制限する。このシステムは、送信ラインの始点近傍で発生し、送信ラインの受信端部近傍で受信される放出の反射により生じる、図1のシステム中に現れるスプリアスバースタティックモードを除去することにより最大動作距離を良好に規定する。これらのバースタティック信号は、より遠隔の対象物からのフィールド基準信号中に変動を生じさせる。バースタティックモードは直接局部放射モードと異なり、その直接局部放射モードでは信号が送信ラインから直接的に目標物へ送られ、短い往復飛行時間で戻り、ホモダイン混合を引き起こす。従って、周期的な放射体の使用は、より長い距離の応用において望ましい。

図3は、本発明のループセンサとしての構成を示す。この構成において、小電力パルス送信機10及び受信機12は相互に近接して配置される。例えば、送信機と受信機のエレクトロニクスは単一のケースにパッケージ化し、適当なシールドを施すことができる。図3の送信ライン25は、ディスプレイケース、自動車などの対象物26の周りにループ状に構成される。送信機と受信機を一体に近接して配置することにより、単一の電源を使用することができる。また、要求される短い信号伝播距離により、送信機及び受信機の幾つかの実施形態で使用する信号のタイミングを単純化することができる。

送信機及び受信機のエレクトロニクスは一般的に、「距離感度補償を有する距離ゲートされたフィールド外乱センサ」と名付けられた上述のクロスリファレンス出願に記載されるように実施することができる。その出願は、そのようなエレクトロニクスを教示する目的でここに完全に記載されたように参考文献として組み入れる。

図4は、本発明によるストリップ近傍センサの一実施形態を示す。一般的に10で示される送信機は、ゲートラジオ周波数発振器50を有する。ゲートラジオ周波数発振器50はパルス幅制御回路51により制御される。このシステムのパルス繰返しレートは、パルス繰返し周波数方形波発生器52により制御される。パルス繰返し周波数は1から10メガヘルツの範囲内である。ラジオ周波数発振器は、1から10ギガヘルツの範囲内の短いパーストを生成する。パルス幅変調器51は、零付近から約10ナノ秒又はそれ以上の制御可能なパルス幅を有する。

バッテリー電源53は矢印54で示すように送信機エレクトロニクスに電力を供給する。また、バッテリー電源はインダクタ55を介して2本のワイヤ送信ライン57内の導線に接続される。同様に、ゲートラジオ周波数発振器50はライン56上にRFパルスを供給する。2本のワイヤ送信ライン57内の第2のワイヤ58は接地面に接続される。

一般的に12で示される受信機エレクトロニクスはワイヤ56に接続される。インダクタ60は直流電力を受信機の電力ライン61に接続する。この電力ラインはエレクトロニクスのための直流電力を供給する。受信機のサンプリング回路は、ライン56から接地面へ接続される抵抗62を有する。ホモダインRF検出器として機能するダイオード63は、そのカソードがワイヤ56に接続され、そのアノードが節点64に接続される。フィルタキャパシタ65は接点64から接地面へ接続される。また、抵抗66は節点64から電源ライン61へ接続される。節点64はキャパシタ70を介してインバータ71に交流結合され、インバータ71はリニア領域でバイアスされる。インバータ71はフィードバック接続される抵抗72を有し、ライン73を駆動する。ライン73は、ライン73上の信号中の変動を検出する回路に接続され、その回路は直列抵抗74、75、76、及び77を基礎とする。ライン73は抵抗75と76の間に接続される。抵抗74と75の間に直列のインバータ78及び79が接続される。同様に、抵抗76と77の間に直列のインバータ80及び81が接続される。アンプ79と81の出力は比較され、フィルタキャパシタ65により保持される節点64のフィールド基準信号中の変動により示されるフィールド内の外乱を示す。

図5は、送信パルスのタイミングを示し、図4の受信回路12の動作説明において参照される。トレース100は受信機12により受信された時の信号パルスについての時間間隔を示す

10

20

30

40

50

。トレース101はトレース100の信号パルスのエコーについての時間間隔を示し、それは信号パルスのパルス幅より小さい時間量だけ信号パルスから遅れている。図5のトレース103は信号パルスとエコーの結合の振幅を示し、例えばそれは受信機エレクトロニクス内の検出器63及びフィルタキャパシタ65により混合される。

信号パルスは送信ラインに沿って送信され、その送信ラインは約 $2R$ のパルス幅変調器51により設定された長さ、若しくは送信ラインの周りの感応領域又はシリンダの半径 R の2倍の長さを有する。従って、図5のトレース100により示される送信パルスの長さは約 $2R$ であり、典型的には約10ナノ秒未満である。目標から受信されるエコーは、トレース101に沿って示されるように信号パルスより遅れて到着する。トレース101上のエコーがトレース100上の信号パルスと重なる範囲では、トレース103の領域102に示されるように混合が生じる。

検出器63の動作は信号の混合であり、それはトレース103の領域102に示す信号の混合を生じさせる。信号の混合は、ライン上でサンプルされた変動の振幅の増加を生じさせ、それは多数の送信パルスと平均化した場合、フィールド内の目標対象物が移動し又はフィールドに進入した時に節点64上のフィールド基準信号を変動させる。変動は図4の回路により検出及び増幅され、フィールド内の外乱を示す。

図4の回路は2本のワイヤ送信ラインを基礎とし、それらは送信機のバッテリー電源53から送信ラインを通じて受信機エレクトロニクスへと電力を運ぶ。代替的システムでは、バッテリーを受信機内で使用して電力を送信機へ送信し、又はバッテリーを送信機及び受信機の両方に配置し、若しくは他の電源分配手法を使用することができる。

図6は、受信機内の同期整流器を使用して受信機内の利得を上げ、ノイズに対するある程度の免疫を作る代替的实施形態のブロック図である。従って、パルス繰返し周波数発振器150は、ライン152上の信号により示すように、制御された距離でパースト幅変調器151を駆動する。これは、ゲートラジオ周波数発振器154をゲートするための調整可能な幅を有するゲートパルス153を生じさせる。ラジオ周波数発振器154は送信ライン155上のパルス列を駆動し、そのパルス列はフィールドに放射156を出射する。フィールド内の目標157からの反射は送信ライン155によりピックアップされる。送信パルス及び受信エコーを含む送信ライン155上の結合信号は、受信機内のラジオ周波数混合器160内でサンプルされる。混合器は中間周波数アンプ161を駆動する。中間周波数アンプの出力は同期整流器162へ供給される。

送信機内のゲートRF発振器154は、AM変調発振器170を用いて振幅変動される。このAM発振器はおよそ10キロヘルツでゲートRF発振器154をオン、オフする。同一の10キロヘルツAM変調信号が受信機内の同期整流器162に供給され、それは受信信号中の利得とノイズ免疫を提供する。

同期整流器の出力はローパスフィルタ171に供給され、そのローパスフィルタ171はベースバンドアンプ172を駆動する。アンプ172の出力は距離制限されたドップラータイプの信号173であり、それはフィールドにおける送信ライン155の周りの外乱を示す。このアンプ172の出力の信号は、比較器174及び比較器175により構成されるピーク検出器に供給される。比較器174の負入力には正の閾値が供給される。比較器174の正入力にはアンプ172の出力が接続される。アンプ172の出力は比較器175の負入力に供給される。比較器175の正入力には負の閾値が供給される。比較器174及び175の出力は節点176で結合し、アラーム回路177を駆動する。

従って、本発明によれば、パルスRF発振器を使用して漏出性送信ラインを下るようにゲートRFパルスを駆動する。パルス繰返し周波数は典型的には数メガヘルツである。パルス期間は目標までの往復飛行時間に制限を設定し、それによりストリップに沿ったセンサフィールドの半径を設定する。送信ラインの遠端部には、RF検出回路と、移動する目標のドップラースインを増幅する高利得交流結合アンプと、アラームをトリガする閾値検出器と、がある。検出器自身は、送信ライン上を運ばれたRFパルスを目指からの反射信号と混合し、人間の速度で移動する目標について、典型的に0.1から10ヘルツの周波数範囲を有するドップラース信号を生成する。

10

20

30

40

50

送信ラインから非常に短距離については、近接又は接触する物体はラインに大きなインピーダンス変化を起こさせ、それを検出器で受信された直接パルス振幅中の変動として検知することができる。検知は時間分解ではなく、外乱はここに記述されるセンサの基礎的実施形態中でのみ振幅に基づいて検知される。距離ゲートは、受信パルスの、同一パルスのエコーとの自己混合の観点により有効性を維持する。短い送信パルスを伴い、このインピーダンス変化の検出を使用することにより非常に短い距離を完成することができる。

代替的システムにおいては、「超広帯域レーダ運動センサ」(IL-9092)と名付けられた米国特許No.5,343,471に記載された技術を使用してエレクトロニクスを実施することができる。このシステムでは、タイミングリンクが送信モジュールから受信モジュールへ接続され、目標へ及びそこから戻る飛行の所望の時間に対応する瞬間で受信モジュールにRFパルスをサンプルさせる。送信ラインは例えばディスプレイケースの周りのループを形成し、送信モジュール及び受信モジュールは一つのアセンブリとなり、タイミングリンクは局部的且つ非常に実地的となる。

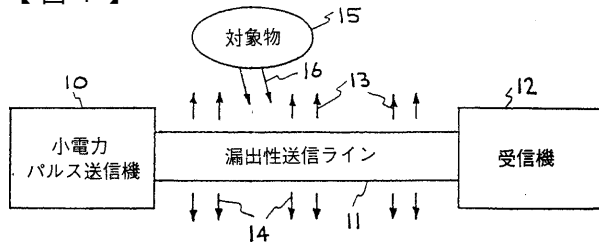
従って、本発明は距離ゲートストリップ近接センサを提供し、それは送信ラインを囲む良好に境界を画した放射領域内の移動及び存在を検出する。送信ラインは直接又は曲線とすることができ、各長さについて再度タイミングを取ることなく任意に長くすることができる。ユーザが調整可能な最大検出距離は零付近から数十フィートまで連続的に調整可能である。センサは広帯域小電力インパルスレーダ検知技術に基づき、低コストの多くの応用、例えば自動車駐車補助やホームセキュリティを意図している。自動車向け使用の一つの構成は、漏出性送信ラインを自動車を囲む装飾用ストリップ内に配置し、駐車補助、衝突前検知、安全警報、及びキーレスエントリーシステムについて近傍の対象への近接を検知する。家庭的及び商業的応用は、窓下の敷居や宝石ディスプレイの周り等の小さなエリアの周辺保護を含む。他の使用は、分布した呼吸監視及びロボット案内システムを含む。

本発明の好適な実施形態の上述の記述は図示及び説明の目的で示されている。それは網羅的であること、又は本発明を開示された厳密な形態に限定することを意図するものではない。明らかに、当業者には多くの修正及び変更が自明である。本発明の視野は以下の請求の範囲及びその等価物によって規定されることが意図される。

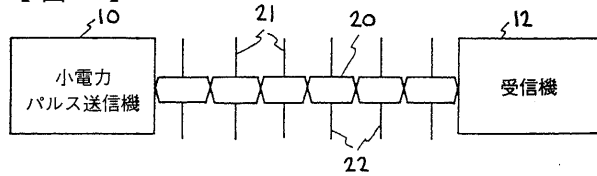
10

20

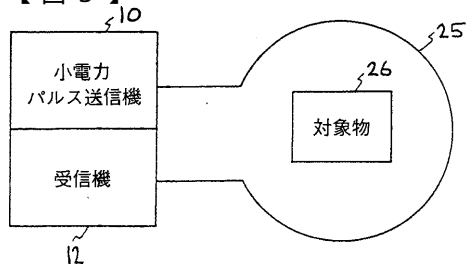
【図 1】



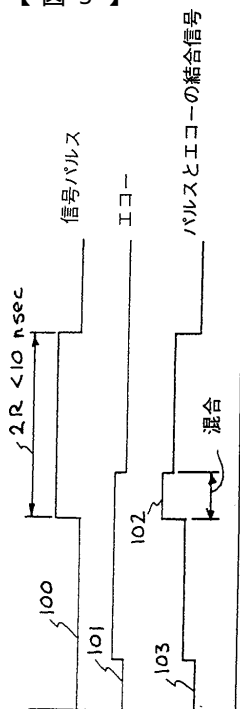
【図 2】



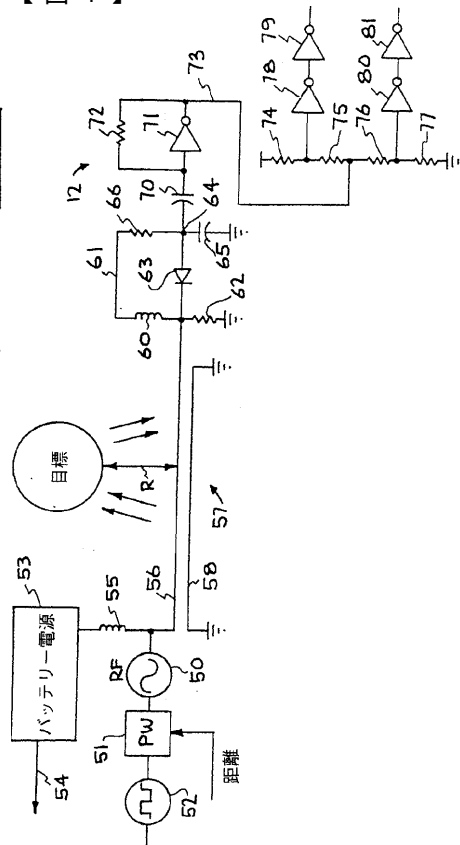
【図 3】



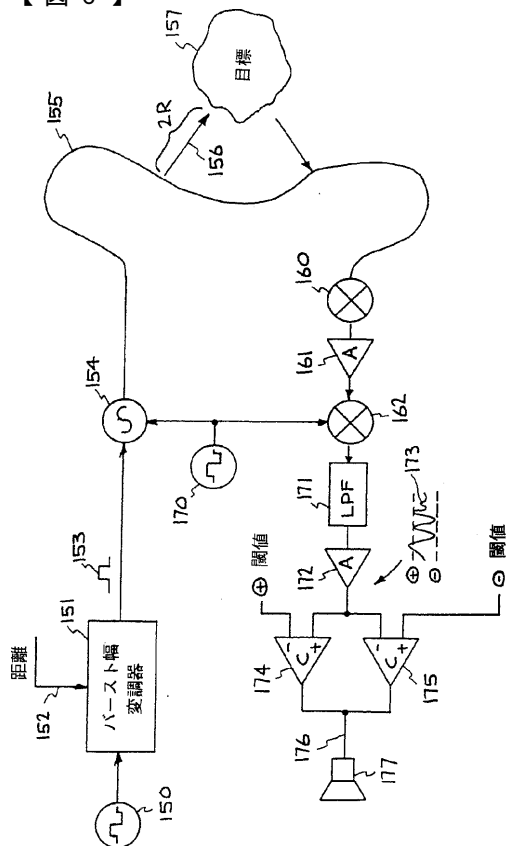
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第4328487(US,A)
特開昭57-141573(JP,A)
特開平6-222153(JP,A)
特開平5-217078(JP,A)
特開平5-143877(JP,A)
特開平4-13992(JP,A)
特開平4-13991(JP,A)
特開平3-152697(JP,A)
特開平3-152694(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01S 7/00 ~ 7/42
G01S 13/00 ~ 13/95
G01V 3/10