

(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2018-194297
(P2018-194297A)

(43) 公開日 平成30年12月6日(2018.12.6)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 S 17/36 (2006.01)	GO 1 S 17/36	5 C 0 8 4
GO 1 S 17/93 (2006.01)	GO 1 S 17/93	5 H 1 8 1
GO 8 G 1/16 (2006.01)	GO 8 G 1/16	5 J 0 8 4
GO 8 B 13/183 (2006.01)	GO 8 B 13/183	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2017-95232 (P2017-95232)
(22) 出願日 平成29年5月12日 (2017.5.12)

(71) 出願人 504133110
国立大学法人電気通信大学
東京都調布市調布ケ丘一丁目5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 ▲崎▼山 一男
東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

(72) 発明者 柏谷 桃伽
東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 5C084 AA02 AA07 BB31 CC17 DD32
DD36 GG07 GG09
5H181 AA01 CC01 CC12 LL04 LL09

最終頁に続く

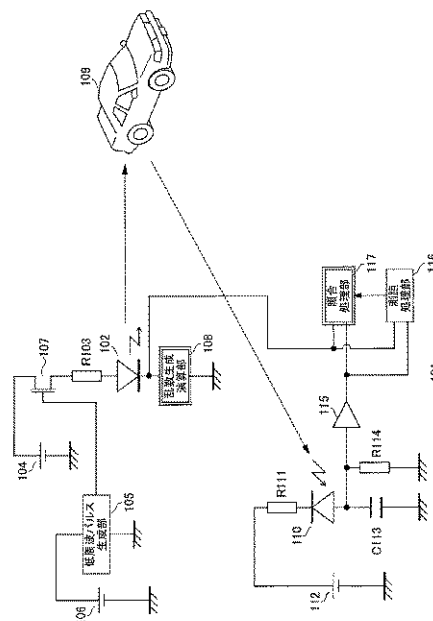
(54) 【発明の名称】 測距装置及び侵入検出装置

(57) 【要約】

【課題】簡素な構成で、誤った測距情報の出力を抑止できる、測距装置を提供する。

【解決手段】測距装置は、対象物との相対距離を測定するためのメインチャンネルの信号に、複製や模倣が困難な乱数を生成するハードウェアロジック回路を用いたサイドチャンネルの信号を重畳する。比較検証部は、送信側サイドチャンネルデータと、受信側サイドチャンネルデータを照合し、類似度を検証することで、受信信号の正当性を確認する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

任意の対象物に照射して反射させる媒体を発する媒体発生源と、

前記媒体に、主たる情報を搬送するために生成されたメインチャンネルの信号を重畳する変調部と、

前記媒体に、前記メインチャンネルの信号とは異なる周波数帯の、副次的な情報を生成するサイドチャンネルの信号として乱数を生成し、前記媒体に前記乱数の生成に起因する信号を重畳する乱数生成演算部と、

前記対象物から反射された前記媒体を受信する媒体受信部と、

前記変調部と前記乱数生成演算部から得られる送信信号から、前記サイドチャンネルの信号成分を抽出してデータ列に変換する送信側サイドチャンネル処理部と、

前記受信部から得られる受信信号から、前記サイドチャンネルの信号成分を抽出してデータ列に変換する受信側サイドチャンネル処理部と、

前記送信側サイドチャンネル処理部から得られる前記データ列である送信側サイドチャンネルデータと、前記受信側サイドチャンネル処理部から得られる前記データ列である受信側サイドチャンネルデータの類似度を算出し、受信信号の正当性を判定する比較検証処理部と、

前記変調部と前記乱数生成演算部から得られる送信信号から前記メインチャンネルの信号成分を抽出して、前記受信部から得られる受信信号から前記メインチャンネルの信号成分を抽出して、得られた相互の信号に所定の処理を施して測距処理を実行する測距処理部とを具備する、測距装置。

【請求項 2】

前記送信側サイドチャンネル処理部と前記受信側サイドチャンネル処理部は、

入力される信号から前記サイドチャンネルの信号に相当する周波数成分を通過させるバンドパスフィルタと、

前記バンドパスフィルタの出力信号をデジタルデータに変換する A / D 変換器と、

前記 A / D 変換器が出力するデータ列を記憶するバッファと

を具備する、請求項 1 に記載の測距装置。

【請求項 3】

侵入者の有無を検出するための媒体発生源と、

前記媒体に、副次的な情報を生成するサイドチャンネルの信号として乱数を生成し、前記媒体に前記乱数を重畳する乱数生成演算部と、

前記媒体発生源から発生した前記媒体を受信する媒体受信部と、

前記乱数生成演算部から得られる送信信号から、前記サイドチャンネルの信号成分を抽出してデータ列に変換する送信側サイドチャンネル処理部と、

前記媒体受信部から得られる受信信号から、前記サイドチャンネルの信号成分を抽出してデータ列に変換する受信側サイドチャンネル処理部と、

前記送信側サイドチャンネル処理部から得られる前記データ列である送信側サイドチャンネルデータと、前記受信側サイドチャンネル処理部から得られる前記データ列である受信側サイドチャンネルデータの類似度を算出し、受信信号の正当性を判定する比較検証処理部とを具備する、侵入検出装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、測距装置及び侵入検出装置に関する。より詳細には、極超短波の電波や光の反射波を用いる測距装置において、受信信号の真贋を確認することが可能な測距装置と、この測距装置と同様の技術を適用した侵入検出装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、自動車の自動運転技術が注目されている。運転に人間が全く介在しない自動車の自動運転を実現するには、その前提として、自動車の周辺に存在する物体を、様々なセン

10

20

30

40

50

サを用いて精緻かつ詳細に把握することが必要である。レーザ光を用いた測距装置は、自動運転における衝突防止システムに、その導入が期待されている。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 には、本発明の先行技術に相当する、サイドチャネル情報を用いた認証システムの技術が開示されている。

また、非特許文献 1 には、反射光なりすまし攻撃を用いてレーザ光測距装置を騙す技術が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】再表 2 0 1 5 / 1 1 9 0 4 3

【 非特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 非特許文献 1 】相馬一樹，藤本大介，松本勉，"反射光なりすまし攻撃に対する測距LIDARの計測セキュリティ"，SCIS2017，pp.1 8.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

非特許文献 1 では、悪意の第三者がレーザ光測距装置に偽の反射光を照射することで、レーザ光測距装置が誤った測距情報を出力する可能性に関する技術が報告されている。すなわち、現在のレーザ光測距装置は、偽の反射光が照射されると、誤った測距情報を出力してしまう可能性がある。すると、衝突防止システムが正常に機能せず、人為的に交通事故を引き起こすというテロリズムが可能になってしまう虞がある。

【 0 0 0 7 】

本発明に係る課題を解決し、簡素な構成で、誤った測距情報の出力を抑止できる測距装置と、偽の入射光を識別できる侵入検出装置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 】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明の測距装置は、任意の対象物に照射して反射させる媒体を発する媒体発生源と、媒体に、主たる情報を搬送するために生成されたメインチャネルの信号を重畳する変調部と、媒体に、メインチャネルの信号とは異なる周波数帯の、副次的な情報を生成するサイドチャネルの信号として乱数を生成し、媒体に乱数の生成に起因する信号を重畳する乱数生成演算部と、対象物から反射された媒体を受信する媒体受信部と、変調部と乱数生成演算部から得られる送信信号から、サイドチャネルの信号成分を抽出してデータ列に変換する送信側サイドチャネル処理部と、受信部から得られる受信信号から、サイドチャネルの信号成分を抽出してデータ列に変換する受信側サイドチャネル処理部とを具備する。更に、送信側サイドチャネル処理部から得られるデータ列である送信側サイドチャネルデータと、受信側サイドチャネル処理部から得られるデータ列である受信側サイドチャネルデータの類似度を算出し、受信信号の正当性を判定する比較検証処理部と、変調部と乱数生成演算部から得られる送信信号からメインチャネルの信号成分を抽出して、受信部から得られる受信信号からメインチャネルの信号成分を抽出して、得られた相互の信号に所定の処理を施して測距処理を実行する測距処理部とを具備する。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、簡素な構成で、誤った測距情報の出力を抑止できる測距装置と、偽の入射光を識別できる侵入検出装置を提供することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】本発明の第一の実施形態に係る、測距装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】照合処理部の機能を示すブロック図である。

【図 3】LED から出力される光の信号の波形イメージ図である。

【図 4】本発明の第二の実施形態に係る、侵入検出装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 5】照合処理部の機能を示すブロック図である。

【図 6】LED から出力される光の信号の波形イメージ図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[第一の実施形態：測距装置]

図 1 は、本発明の第一の実施形態に係る、測距装置 101 の全体構成を示すブロック図である。

10

LED 102 は、電流制限抵抗 R 103 を通じて第一直流電源 104 から流れ込む電流によって発光する。

一方、低周波パルス生成部 105 は第二直流電源 106 によって駆動され、測距装置 101 の主目的となる、およそ数 Hz ~ 数 10 Hz 程度の低周波パルスを生成する。低周波パルス生成部 105 が生成する低周波パルスの波形は図 3 にて後述する。この低周波パルス生成部 105 が生成する信号は、主たる情報を搬送するメインチャンネルの信号になる。

LED 102 の発光は、N チャンネル型 MOSFET (以下「MOSFET」) 107 のゲートに印加される、低周波パルス生成部 105 が生成する低周波パルスによってオン・オフ制御される。

20

LED 102 を流れる電流は乱数生成演算部 106 に流れ込む。

【0012】

乱数生成演算部 108 は、MOSFET 107 によって電源電流が投入されると、乱数を生成する演算処理を行う。この乱数生成演算部 108 は、例えば AES (Advanced Encryption Standard: 秘密鍵暗号) を生成する AES 回路や、PUF (Physically Unclonable Function: 物理的な複製防止機能) を用いた乱数を生成する PUF 回路等の、複製や模倣が困難な乱数を生成するデジタル回路である。サイドチャンネル信号を生成する乱数生成演算部 108 は、例えば周知の FPGA (field programmable gate array) やワンチップマイコン等で構成される。

つまり、FPGA やマイコン等で構成されるデジタル回路である乱数生成演算部 108 は、論理ゲートの集合体である。このため、乱数生成演算部 108 が所定の乱数を生成する演算処理を実行すると、演算処理の過程において、乱数生成演算部 108 に流れる負荷電流に、演算処理によって生成する乱数に起因する変動が生じる。

30

【0013】

図 1 に示すブロック図では、LED 102 の駆動電流が乱数生成演算部 108 にも流れるので、LED 102 が発光する光には乱数生成演算部 108 の処理によって生じる電流の変動が AM 変調の信号成分となって光に重畳される。この乱数生成演算部 108 が生成する信号は、主たる情報を搬送するメインチャンネルに対し、本来の情報を搬送する目的とは外れる、副次的な情報を搬送するサイドチャンネルの信号である。LED 102 が発生する光は、任意の対象物に照射される媒体の一種であり、その意味で LED 102 は媒体発生源としての役割を持っている。

40

MOSFET 107 は、媒体である LED 102 が発光する光に、主たる情報を搬送するために低周波パルス生成部 105 によって生成された、メインチャンネルの信号 (低周波パルス) を重畳する変調部としての役割を持っている。

メインチャンネルの信号を生成する低周波パルス生成部 105 とサイドチャンネルの信号を生成する乱数生成演算部 108 は、併せて送信信号源を構成する。

【0014】

LED 102 が発光する光は、所定の対象物 109 で反射して、受光素子であるフォトダイオード 110 に入射される。フォトダイオード 110 のカソードには、抵抗 R 111 を通じて第三直流電源 112 の電源電圧が印加される。フォトダイオード 110 は、受光

50

した光の強度に応じて端子間容量が変動する。この端子間容量の変動をコンデンサC 1 1 3及び抵抗R 1 1 4で検出して、アンプ1 1 5で増幅すると、受光した光から、低周波パルスの信号であるメインチャンネルの信号と、サイドチャンネルの信号を受信することができる。このフォトダイオード1 1 0が、対象物から反射された媒体である光を受信する媒体受信部となる。

【0015】

測距処理部1 1 6は、LED 1 0 2に印加された信号(送信信号)と、フォトダイオード1 1 0から受信した信号(受信信号)がそれぞれ入力されると、各々の信号からメインチャンネルの信号成分を抽出する。そして、信号成分のアップエッジまたはダウンエッジに基づいて位相を比較することで、対象物1 0 9との相対距離を測定する演算処理を実行する。送信信号と受信信号との位相差は概ねピコ秒(p s e c)からナノ秒(n s e c)単位の、極めて短時間の時間差である。測距処理部1 1 6は、演算処理の実行結果である測距情報を、図示しない自動運転システム等の上位装置へ出力する。

10

【0016】

なお、メインチャンネルの信号とサイドチャンネルの信号の分離を容易にするため、メインチャンネルの周波数帯とサイドチャンネルの周波数帯は3桁以上の差があることが望ましい。測距装置1 0 1の場合、メインチャンネルは数1 0 H z程度の低周波信号である一方、サイドチャンネル信号は数1 0 M H zから数1 0 0 M H z程度の周波数の信号であることが望ましい。サイドチャンネル信号の周波数は、乱数生成演算部1 0 8を構成する論理ゲートのスイッチングの速さに依存する。

20

【0017】

照合処理部1 1 7には、測距処理部1 1 6が出力する測距情報と、LED 1 0 2に印加された信号と、フォトダイオード1 1 0から受信した信号がそれぞれ入力される。そして、照合処理部1 1 7は、各々の信号からサイドチャンネルの信号成分を抽出して、デジタルデータであるサイドチャンネルデータに変換する。そして、各々のサイドチャンネルデータを比較して、メインチャンネル信号に由来する測距情報の正当性を判定する判定結果を出力する。

【0018】

図2は、照合処理部1 1 7の機能ブロック図である。

送信信号源から得られる送信信号は、送信側サイドチャンネル処理部2 0 1に入力される。

30

バンドパスフィルタ(以下「B P F」)2 0 2 aは送信信号からサイドチャンネル信号を含む周波数成分のみを選択的に出力する。

A / D変換器2 0 3 aはサイドチャンネルの信号をデジタルデータであるサイドチャンネルデータに変換する。

バッファ2 0 4 aは所定の記憶容量を有するメモリであり、A / D変換器2 0 3 aから出力されるデジタルデータを格納する。

【0019】

フォトダイオード1 1 0から出力される受信信号は、受信側サイドチャンネル処理部2 0 5に入力される。受信側サイドチャンネル処理部2 0 5にも、送信側サイドチャンネル処理部2 0 1と同様の、B P F 2 0 2 b、A / D変換器2 0 3 b、バッファ2 0 4 bが存在する。受信側サイドチャンネル処理部2 0 5に含まれるこれらの機能ブロックは、送信側サイドチャンネル処理部2 0 1と機能が同一であるので、各部の詳細な説明は省略する。

40

【0020】

送信側サイドチャンネル処理部2 0 1のバッファ2 0 4 aに記憶されているデジタルデータ(以下「送信側サイドチャンネルデータ」と、受信側サイドチャンネル処理部2 0 5のバッファ2 0 4 aに記憶されているデジタルデータ(以下「受信側サイドチャンネルデータ」)は、それぞれ比較検証処理部2 0 6に入力される。

比較検証処理部2 0 6は、送信側サイドチャンネルデータと、受信側サイドチャンネルデータを照合し、類似度を算出する。受信側サイドチャンネルデータはノイズ等の影響を受ける

50

。しかし、サイドチャンネルデータは正確に復調される必要はなく、送信側サイドチャンネルデータと受信側サイドチャンネルデータとがある程度以上、似ていればよい。このため、データ同士の完全な一致を求めるのではなく、統計の観点から一致の度合い、すなわち類似度を算出する。この際に測距情報を、送信側サイドチャンネルデータと受信側サイドチャンネルデータの遅延差の補正に利用することができれば、一致の度合いの計算を容易にすることができる。そこで比較検証処理部206は、測距処理部116が出力する測距情報を、送信側サイドチャンネルデータと受信側サイドチャンネルデータの遅延差、すなわちサイドチャンネルデータのサンプル数に変換する。そして、送信側サイドチャンネル処理部201のバッファ204aから送信側サイドチャンネルデータを読み出すアドレス情報と、受信側サイドチャンネル処理部205のバッファ204aから受信側サイドチャンネルデータを読み出すアドレス情報をずらすことで、送信側サイドチャンネルデータと受信側サイドチャンネルデータの遅延差を補正する。

10

サイドチャンネルのデータは、1次元のデータ列である。同じ要素数を有する1次元の数値列同士の類似度を算出するには、例えば残差平方和の算出等が挙げられる。

【0021】

比較検証処理部206は、所定のデータ量毎に類似度を繰り返し算出する。次にこの類似度データを、移動平均等を経て所定の閾値と比較する。比較検証処理部206はこのような演算処理を行うことで、受信した信号が自機から送信された正当な信号であるのか、あるいは悪意の第三者から送信された不当な信号であるのかを推定することが可能になる。比較検証処理部206はこの判定結果を、図示しない自動運転システム等の上位装置へ出力する。

20

【0022】

なお、図1に示した実施形態では媒体に光を用いているが、極超短波の電波を用いても同様の処理が可能である。すなわち、本発明は媒体の種類に依存しない。

【0023】

図3は、フォトダイオード110から受信した受信信号を模式的に示す波形図である。横軸は時間であり、縦軸は電圧である。

受信信号は、マクロ的に見ると低周波パルス生成部105が生成する低周波パルスと同じ波形である。しかし、受信信号が高電位を示している期間(時点T301からT302の間及び時点T303からT304の間)の波形を拡大すると、乱数生成演算部108の乱数生成演算処理によってサイドチャンネル信号が重畳されている。図1で説明したように、測距装置101におけるサイドチャンネル信号は、受信信号が高電位を示している期間にのみ発生する。このため、送信信号と受信信号との間の時間軸上の確からしさを確認することができる。

30

更に、このサイドチャンネル信号は、その電圧振幅が小さいため、例えばメインチャンネル信号を波形整形するためのコンパレータを通過させると、容易に失われてしまう。

すなわち、サイドチャンネル信号は、メインチャンネル信号を搬送する媒体に、複製困難性と時間軸上の確からしさを与えることで、信号伝送系のセキュリティを向上させる効果がある。

【0024】

40

もし、悪意ある第三者が媒体受信部であるフォトダイオード110に偽の低周波パルス光を照射して、測距処理部116を誤動作させるとする。照合処理部117がなければ、測距処理部116は容易に偽の低周波パルス光によって騙されてしまい、誤った測距情報を自動運転システム等の上位装置に出力してしまう。結果として、自動運転システムが誤動作し、重大な事故を引き起こす可能性が考えられる。

本発明の第一の実施形態に係る測距装置101は、低周波パルス光にサイドチャンネル信号が重畳され、これを照合処理部117で確認する。したがって、仮に悪意ある第三者が媒体受信部であるフォトダイオード110に偽の低周波パルス光を照射して、測距処理部116を誤動作させようとしても、照合処理部117の比較検証処理部206が偽の低周波パルス光であることを推定し、測距処理部116が出力する測距情報が怪しい旨の判定

50

結果を、自動運転システム等の上位装置に出力する。自動運転システムは、悪意ある第三者による妨害工作が行われている可能性を認識し、自動運転動作を中止する等の安全確保処理に移行することができる。

【 0 0 2 5 】

[第二の実施形態：侵入検出装置 4 0 1]

本発明は、測距装置にのみ適用されるものではない。メインチャンネルが無変調であり、媒体の有無のみを検出する侵入検出装置 4 0 1 にも適用可能である。

図 4 は、本発明の第二の実施形態に係る、侵入検出装置 4 0 1 の全体構成を示すブロック図である。

図 4 に示す侵入検出装置 4 0 1 の、図 1 に示す第一の実施形態に係る測距装置 1 0 1 との違いは、

- ・ M O S F E T 1 0 7 がないので、 L E D 1 0 2 は常時発光し続けること、
 - ・ 乱数生成演算部 4 0 2 は、低周波パルス生成部 1 0 5 が生成する低周波パルスによってオン・オフ動作すること、
 - ・ L E D 1 0 2 の光は対象物 1 0 9 で反射せず、直接フォトダイオード 1 1 0 に入射され、侵入者 4 0 3 によって遮られること、
 - ・ アンプ 1 1 5 の出力信号が侵入者 4 0 3 の侵入を検出する侵入検出信号として出力されること、
 - ・ 低周波パルス生成部 1 0 5 が生成する低周波パルスは照合処理部 4 0 4 に入力されること、
 - ・ 測距処理部 1 1 6 がいないこと
- である。

【 0 0 2 6 】

L E D 1 0 2 は、電流制限抵抗 R 1 0 3 を通じて第一直流電源 1 0 4 から流れ込む電流によって発光する。第一の実施形態に係る測距装置 1 0 1 とは違い、M O S F E T 1 0 7 がないので、L E D 1 0 2 は発光し続ける。

一方、低周波パルス生成部 1 0 5 は第二直流電源 1 0 6 によって駆動され、およそ数 H z ~ 数 1 0 H z 程度の低周波パルスを生成する。低周波パルス生成部 1 0 5 が生成する低周波パルスの波形は図 6 にて後述する。この低周波パルス生成部 1 0 5 が生成する低周波パルスは、乱数生成演算部 4 0 2 をオン・オフ制御する制御信号となる。第一の実施形態に係る侵入検出装置 4 0 1 とは違い、この低周波パルスはメインチャンネルではない。

侵入検出装置 4 0 1 におけるメインチャンネルは、無変調である。すなわち、侵入者 4 0 3 によって L E D 1 0 2 の光が遮られることで、フォトダイオード 1 1 0 の出力信号が途絶える。したがって、侵入者 4 0 3 の存在を検出できる。

【 0 0 2 7 】

L E D 1 0 2 を流れる電流は乱数生成演算部 4 0 2 に流れ込む。

乱数生成演算部 4 0 2 は、低周波パルス生成部 1 0 5 が生成する低周波パルスによってオン制御されると、乱数を生成する演算処理を行う。この乱数生成演算部 4 0 2 は、低周波パルスでオン・オフ制御される以外は、特に乱数を生成する演算処理において、前述の乱数生成演算部 1 0 8 と同じ機能を有する。

乱数生成演算部 4 0 2 が所定の乱数を生成する演算処理を実行すると、演算処理の過程において、乱数生成演算部 4 0 2 に流れる負荷電流に、演算処理によって生成する乱数に起因する変動が生じる。

【 0 0 2 8 】

図 4 に示すブロック図では、L E D 1 0 2 の駆動電流が乱数生成演算部 4 0 2 にも流れるので、L E D 1 0 2 が発光する光には乱数生成演算部 4 0 2 の処理によって生じる電流の変動が A M 変調の信号成分となって光に重畳される。この乱数生成演算部 4 0 2 が生成する信号は、主たる情報を搬送するメインチャンネルに対し、本来の情報を搬送する目的とは外れる、副次的な情報を搬送するサイドチャンネルの信号である。L E D 1 0 2 が発生する光は、フォトダイオード 1 1 0 に照射される媒体の一種であり、その意味で L E D 1 0

2は媒体発生源としての役割を持っている。但し、侵入検出装置401におけるメインチャンネルは無変調である。

サイドチャンネルの信号を生成する乱数生成演算部402は、送信信号源を構成する。

【0029】

LED102が発光する光は、そのまま受光素子であるフォトダイオード110に入射される。フォトダイオード110のカソードには、抵抗R111を通じて第三直流電源112の電源電圧が印加される。フォトダイオード110は、受光した光の強度に応じて端子間容量が変動する。この端子間容量の変動をコンデンサC113及び抵抗R114で検出することで、受光した光から、サイドチャンネルの信号を受信することができる。このフォトダイオード110が、侵入者403の存在を検出するための媒体受信部となる。

10

【0030】

照合処理部404には、低周波パルス生成部105が出力する低周波パルスと、LED102に印加された信号と、フォトダイオード110から受信した信号がそれぞれ入力される。そして、照合処理部404は、各々の信号からサイドチャンネルの信号成分を抽出する。そして、低周波パルスが論理の真を示している期間に、各々のサイドチャンネルの情報を比較して、フォトダイオード110に入射された光の正当性を判定する判定結果を出力する。

【0031】

図5は、照合処理部404の機能ブロック図である。

図5に示す照合処理部404の、図2に示す第一の実施形態に係る照合処理部117との違いは、比較検証処理部501に低周波パルスが入力されていることである。これ以外の、送信側サイドチャンネル処理部201及び受信側サイドチャンネル処理部205と、これらを構成するBPF202a、BPF202b、A/D変換器203a、A/D変換器203b、バッファ204a及びバッファ204bは全て機能的に同一であるので、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

20

【0032】

送信側サイドチャンネル処理部201のバッファ204に記憶されている送信側サイドチャンネルデータと、受信側サイドチャンネル処理部205のバッファ204に記憶されている受信側サイドチャンネルデータは、それぞれ比較検証処理部501に入力される。

比較検証処理部501は、低周波パルス生成部105から入力される低周波パルスが論理の真を示している期間内に、送信側サイドチャンネルデータと、受信側サイドチャンネルデータを照合し、類似度を算出する。受信側サイドチャンネルデータはノイズ等の影響でビット抜け等のエラーが多々含まれている可能性があるため、データ同士の完全な一致を求めるとはならず、確率の観点から一致の度合い、すなわち類似度を算出する。

30

サイドチャンネルのデータは、1次元のデータ列である。同じ要素数を有する1次元の数列同士の類似度を算出するには、例えば残差平方和の算出等が挙げられる。

【0033】

比較検証処理部501は、所定のデータ量毎に類似度を繰り返し算出する。次にこの類似度データを、移動平均等を経て所定の閾値と比較する。比較検証処理部501はこのような演算処理を行うことで、フォトダイオード110から受光した光がLED102から発光された正当な光であるのか、あるいは悪意の第三者がLED懐中電灯等を用いた不当な光であるのかを推定することが可能になる。

40

比較検証処理部501はこの判定結果を、図示しない侵入者監視システム等の上位装置へ出力する。

【0034】

図6は、低周波パルス生成部105が生成する低周波パルスと、フォトダイオード110から受信した受信信号を模式的に示す波形図である。横軸は時間であり、縦軸は電圧である。図6の(a)が低周波パルスの波形であり、(b)がフォトダイオード110から受信した受信信号の波形である。

受信信号は、マクロ的に見ると無変調の直流信号に見える。しかし、低周波パルスが高

50

電位（論理の真）を示している期間の波形を拡大すると、乱数生成演算部 402 の乱数生成演算処理によってサイドチャンネル信号が重畳されている。図 4 で説明したように、サイドチャンネル信号は、低周波パルスが論理の真を示している期間にのみ発生する。このため、送信信号と受信信号との間の時間軸上の確からしさを確認することができる。また、低周波パルスが論理の偽を示している期間の波形を拡大すると、サイドチャンネル信号が重畳されていないことがわかる。

更に、このサイドチャンネル信号は、その電圧振幅が小さいため、例えばメインチャンネル信号を波形整形するためのコンパレータを通過させると、容易に失われてしまう。

すなわち、サイドチャンネル信号は、メインチャンネル信号を搬送する媒体に、複製困難性と時間軸上の確からしさを与えることで、信号伝送系のセキュリティを向上させる効果がある。

10

【0035】

もし、悪意ある第三者が媒体受信部であるフォトダイオード 110 に LED 懐中電灯等の光を照射して、図示しない侵入者監視システムを誤動作させるとする。照合処理部 404 がなければ、フォトダイオード 110 から出力される信号が LED 懐中電灯等の光を照射されることで、誤った信号を出力してしまう。結果として、侵入者監視システムは侵入者 403 の検出に失敗してしまう。

本発明の第二の実施形態に係る侵入検出装置 401 は、無変調光にサイドチャンネル信号が重畳され、これを低周波パルスと共に照合処理部 404 で確認する。したがって、仮に悪意ある第三者が媒体受信部であるフォトダイオード 110 に LED 懐中電灯等の光を照射して、侵入者監視システムを誤動作させようとしても、照合処理部 404 の比較検証処理部 501 が偽の無変調光であることを推定し、フォトダイオード 110 から出力される信号が極めて疑わしい旨の判定結果を、侵入者監視システム等の上位装置に出力する。侵入者監視システムは、悪意ある第三者、すなわち侵入者 403 による妨害工作が行われている可能性を認識し、警報を発する等の処理を実行することができる。

20

【0036】

本実施形態では、測距装置 101 及び侵入検出装置 401 を開示した。

測距装置 101 は、対象物 109 との相対距離を測定するためのメインチャンネルの信号に、複製や模倣が困難な乱数を生成するハードウェアロジック回路を用いたサイドチャンネルの信号を重畳する。メインチャンネルの信号の周波数と、サイドチャンネルの信号の周波数は、信号の分離を容易にするため、3 桁以上の差を設けることが好ましい。

30

比較検証処理部 206 は、送信側サイドチャンネルデータと、受信側サイドチャンネルデータを照合し、類似度を検証することで、受信信号の正当性を確認する。

本発明の第一の実施形態では、従来の測距装置に乱数生成演算部 108 と照合処理部 117 を追加することで、容易にサイドチャンネルに複製や模倣が困難な乱数を重畳することができ、悪意の第三者による測距装置 101 のクラッキングを防止することが可能になる。

【0037】

侵入検出装置 401 は、侵入者 403 の有無を検出するための無変調の媒体に、複製や模倣が困難な乱数を生成するハードウェアロジック回路を用いたサイドチャンネルの信号を重畳する。

40

比較検証処理部 501 は、送信側サイドチャンネルデータと、受信側サイドチャンネルデータを照合し、類似度を検証することで、受信媒体の正当性を確認する。

本発明の第二の実施形態では、従来の侵入検出装置 401 に乱数生成演算部 402 と照合処理部 404 を追加することで、容易にサイドチャンネルに複製や模倣が困難な乱数を重畳することができ、悪意の第三者による侵入検出装置 401 のクラッキングを防止することが可能になる。

【0038】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、他の変形

50

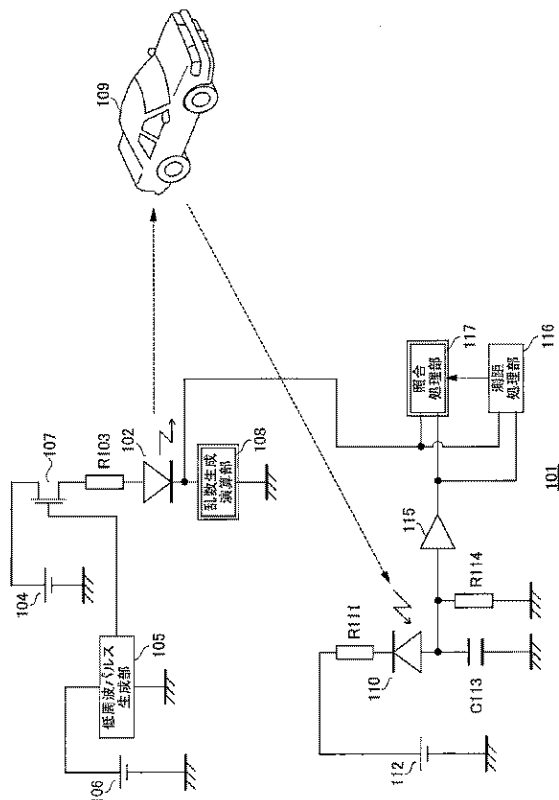
例、応用例を含む。

【符号の説明】

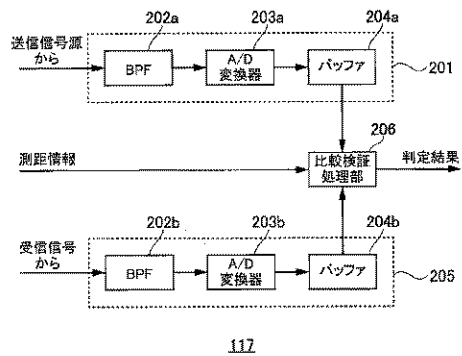
【0039】

101 測距装置、102 LED、104 第一直流電源、105 低周波パルス生成部、106 第二直流電源、106 乱数生成演算部、107 MOSFET、108 乱数生成演算部、109 対象物、110 フォトダイオード、112 第三直流電源、115 アンプ、116 測距処理部、117 照合処理部、201 送信側サイドチャンネル処理部、202a、202b BPF、203a、203b A/D変換器、204a、204b バッファ、205 受信側サイドチャンネル処理部、206 比較検証処理部、401 侵入検出装置、402 乱数生成演算部、403 侵入者、404 照合処理部、501 比較検証処理部

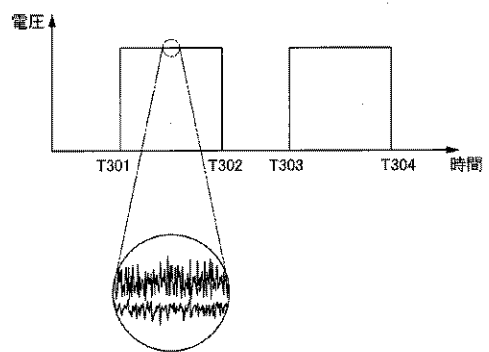
【図1】



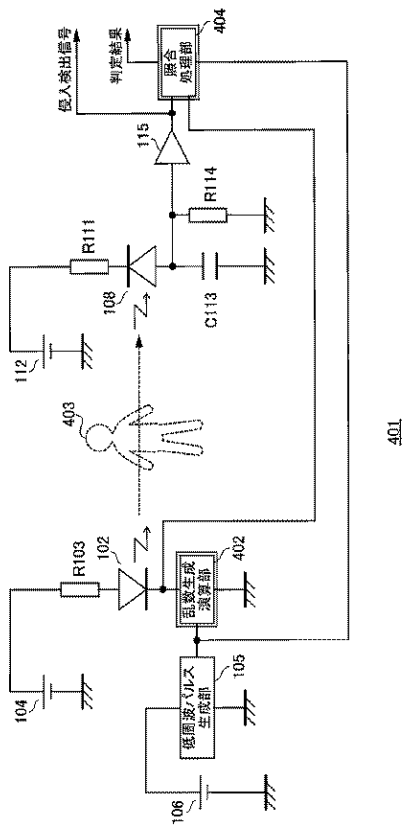
【図2】



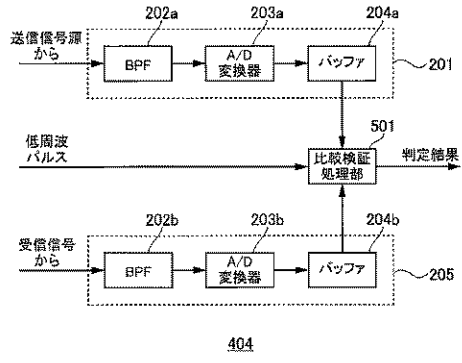
【図3】



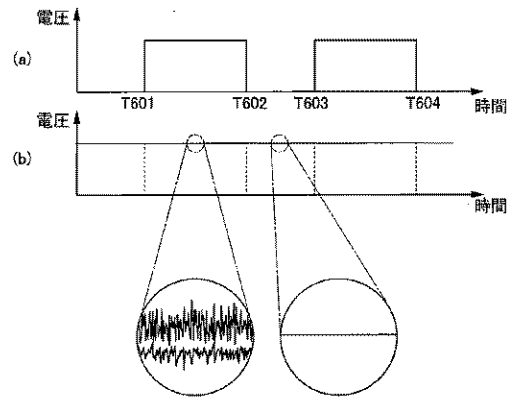
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J084 AA05 AC02 AD02 BA02 BA36 CA03 CA07 CA24 CA27 CA49
CA68 EA20 EA22