

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2025-52742
(P2025-52742A)

(43)公開日 令和7年4月7日(2025.4.7)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 S 13/04 (2006.01)	G 0 1 S 13/04	5 J 0 7 0
G 0 1 S 13/87 (2006.01)	G 0 1 S 13/87	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全24頁)

(21)出願番号	特願2023-161604(P2023-161604)	(71)出願人	000004695 株式会社 S O K E N 愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0
(22)出願日	令和5年9月25日(2023.9.25)	(71)出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
		(74)代理人	矢作 和行
		(74)代理人	100121991 弁理士 野々部 泰平
		(74)代理人	100145595 弁理士 久保 貴則
		(72)発明者	柴田 俊輔 愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生体検出装置

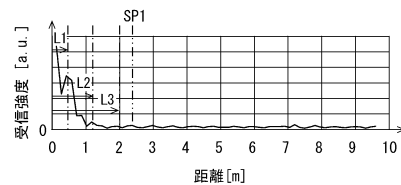
(57)【要約】

【課題】車内における生体の検出精度を高めることができる生体検出装置を提供すること。

【解決手段】生体検出装置は、少なくともひとつのレーダと、ECUを備える。レーダは、車両に搭載され、所定周波数のパルス波を送信し、パルス波の反射波を受信する。レーダは、送受信を所定の間隔で複数回実行する。反射波の受信時間は、レーダと車両の端部におけるレーダからもっとも離れた位置との距離に相当する時間よりも長い時間である。ECUは、複数回の送受信における受信信号に基づいて生体の有無を検出する。

【選択図】図6

図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両（10）に搭載され、所定周波数のパルス波を送信し、前記パルス波の反射波を受信する少なくともひとつのレーダ（30）と、

前記レーダの受信信号に基づいて車内の生体の有無を検出する検出部（40）と、を備え、

前記レーダは、送受信を所定の間隔で複数回実行し、

前記反射波の受信時間は、前記レーダと前記車両の端部における前記レーダからもっとも離れた位置との距離に相当する時間よりも長い時間であり、

前記検出部は、前記複数回の送受信における受信信号に基づいて前記生体の有無を検出する、生体検出装置。 10

【請求項 2】

前記検出部は、前記複数回の受信信号の時間変動に基づいて前記生体の有無を検出する、請求項 1 に記載の生体検出装置。

【請求項 3】

前記検出部は、前記複数回の受信信号の周波数特性に基づいて前記生体の有無を検出する、請求項 1 に記載の生体検出装置。

【請求項 4】

前記検出部は、

前記時間変動に基づいて前記生体の有無を検出した後に、前記複数回の受信信号の周波数特性に基づいて前記生体の有無を検出する、請求項 2 に記載の生体検出装置。 20

【請求項 5】

前記検出部は、任意の前記受信信号に基づいて移動体の相対速度を算出して、前記移動体が車外に存在するか否かを判定する、請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載の生体検出装置。

【請求項 6】

前記レーダは、車内に配置された車内レーダ（301）と、車外に配置された車外レーダ（302）と、を含み、

前記検出部は、前記車内レーダの受信信号および前記車外レーダの受信信号に基づいて、前記生体の有無を検出する、請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載の生体検出装置。 30

【請求項 7】

車内に配置された前記レーダを複数備え、

複数の前記レーダは、互いに異なるタイミングで複数回送受信し、

前記検出部は、各レーダの前記複数回の送受信における受信信号に基づいて前記生体の有無を検出する、請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載の生体検出装置。

【請求項 8】

前記レーダは、UWBレーダである、請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載の生体検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】 40

【0001】

この明細書における開示は、生体検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、パルス波を送信し、反射波を受信するレーダを備えた乗員検知装置を開示している。先行技術文献の記載内容は、この明細書における技術的要素の説明として、参照により援用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】 50

【特許文献1】特開2017-181225号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

パルス波を用いた生体検出装置の場合、生体の検出精度が低いという問題がある。上述の観点において、または言及されていない他の観点において、生体検出装置にはさらなる改良が求められている。

【0005】

本開示はこのような課題に鑑みてなされたものであり、車内における生体の検出精度を高めることができる生体検出装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

パルス波を用いた生体検出装置の場合、送受信を所定の間隔で複数回実行し、生体の有無を検出する。鋭意検討した結果、複数回の送受信において、受信波形に時間のずれ、つまりサンプリングばらつきが生じ、生体による変動がサンプリングばらつきによる変化に埋もれ、生体を検出できない虞があることが明らかとなった。開示の生体検出装置は、この知見に基づくものである。

【0007】

開示のひとつの態様である生体検出装置は、

車両(10)に搭載され、所定周波数のパルス波を送信し、パルス波の反射波を受信する少なくともひとつのレーダ(30)と、

20

レーダの受信信号に基づいて車内の生体の有無を検出する検出部(40)と、
を備え、

レーダは、送受信を所定の間隔で複数回実行し、

反射波の受信時間は、レーダと車両の端部におけるレーダからもっとも離れた位置との距離に相当する時間よりも長い時間であり、

検出部は、複数回の送受信における受信信号に基づいて生体の有無を検出する。

【0008】

開示の生体検出装置によれば、送受信を複数回実行し、複数回の受信信号に基づいて生体の有無を検出する。受信時間を長くすることで、レーダは生体から車両の金属体を經由する間接波を受信する。このように、マルチパスを積極的に利用する。金属体の直接波に対して遅れて受信する間接波により、サンプリングばらつきが生じても、生体の有無を検出することができる。よって、車内における生体の検出精度を高めることができる。

30

【0009】

この明細書における開示された複数の態様は、それぞれの目的を達成するために、互いに異なる技術的手段を採用する。請求の範囲、この項、および技術的思想の欄に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態の部分との対応関係を例示的に示すものであって、技術的範囲を限定することを意図するものではない。この明細書に開示される目的、特徴、および効果は、後続の詳細な説明、および添付の図面を参照することによってより明確になる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】検出原理を示す図である。

【図2】レーダの受信波形の一例を示す図である。

【図3】反射波の受信強度の時間変動を示す図である。

【図4】車両におけるレーダの取り付け位置を示す図である。

【図5】反射強度を測定した結果を示す図である。

【図6】図5に示す時間を距離に置き換えた図である。

【図7】P席に子供が存在するときの、反射波の受信強度の時間変動を示す図である。

【図8】図7に対してフィルタ処理を施した波形を示す図である。

50

【図 9】複数回の送受信におけるサンプリングばらつきを示す図である。

【図 10】トランクに子供が存在するときの、反射波の受信強度の時間変動を示す図である。

【図 11】図 10 に対してフィルタ処理を施した波形を示す図である。

【図 12】第 1 実施形態に係る生体検出装置を示す図である。

【図 13】生体から金属体を経由する間接波を示す図である。

【図 14】生体検出処理を示すフローチャートである。

【図 15】サンプリング点 S P 1 における受信強度の時間変動を示す図である。

【図 16】図 15 に対してフィルタ処理を施した波形を示す図である。

【図 17】第 2 実施形態に係る生体検出装置が実行する生体検出処理を示すフローチャートである。 10

【図 18】第 3 実施形態に係る生体検出装置が実行する生体検出処理を示すフローチャートである。

【図 19】変形例を示す図である。

【図 20】第 4 実施形態に係る生体検出装置が実行する生体検出処理を示すフローチャートである。

【図 21】レーダに対する移動体の変位の一例を示す図である。

【図 22】相対速度の変化を示す図である。

【図 23】第 5 実施形態に係る生体検出装置において、レーダ配置の一例を示す図である。 20

【図 24】生体検出処理を示すフローチャートである。

【図 25】車内レーダと車外レーダの 1 パルス分の受信波形を示す図である。

【図 26】第 6 実施形態に係る生体検出装置において、車両における複数のレーダの取り付け位置の一例を示す図である。

【図 27】生体検出処理を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面に基づいて複数の実施形態を説明する。なお、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。 30

【0012】

(第 1 実施形態)

車室内の乗員センシングアプリとして、子供の置き去り検知が 2023 年より Euro NCAP に追加され、加点対象となる。特に 2025 年以降は、子供の置き去りを直接検知するタイプのみを評価対象にすることが決まっている。Euro NCAP は、European New Car Assessment Program の略称である。 40

【0013】

このため、車内全域で呼吸や体動等の生体情報を検知し、子供の有無を判別する必要がある。評価条件のひとつに毛布を掛けた状態やチャイルドシート上で検知する必要があるため、カメラ等では困難であり、電波を用いることが有力視されている。

【0014】

本実施形態に係る生体検出装置は、後述のようにパルス波を用いて車内の生体の有無を検出する。生体検出装置は、たとえば子供の置き去り検知に適用できる。生体検出装置により検出可能な車内の生体は、子供に限定されず、子供以外の乗員、犬や猫などの動物などを含み得る。

【0015】

まず、図1および図2に基づき、電波としてパルス波を用いた生体の検出原理について説明する。

【0016】

<検出原理>

図1は、検出原理を示している。図1では、呼吸による体表面の変位を示している。図1では、送信したパルス波（送信波）を実線矢印、人体による反射波を破線矢印、人体を透過する透過波を二点鎖線の矢印で示している。図2は、レーダの受信波形の一例を示している。図3は、反射波の受信強度の時間変動を示している。図3は、受信強度の複数回の送受信における時間変化を示している。ここでは、生体100として人体の例を示している。

10

【0017】

図1に示すように、レーダ30から生体100（人体）に対して高周波のパルス波を照射すると、一部は生体100を透過し、他の一部は体表面100sで反射する。高周波とは、たとえば1GHz以上の周波数である。レーダ30は、たとえばUWBレーダである。UWBは、Ultra Wide Bandの略称である。呼吸により体表面100sが変位するため、呼吸に応じてレーダ30（アンテナ）と生体100との間の距離が変わる。呼吸による体表面100sの変位 d は、たとえば1mm～10mm程度である。

【0018】

よって、反射波の受信強度は、図2に矢印で示すように呼吸に応じて変化する。図2は、所定の送受信タイミングにおける受信波形を示している。複数回の送受信それぞれの受信波形をモニタすることで、図3に示す反射波の受信強度の時間変動を示す波形を得ることができる。図3に示す時間変動は、生体100の呼吸に特有である。よって、時間変動を用いて生体の有無を検出することができる。体動についても、レーダ30と生体100との間の距離が変わるため、受信波形のモニタにより検出が可能である。

20

【0019】

<サンプリングばらつき>

図4は、反射強度を測定したときのレーダ（UWBレーダ）の取り付け位置を示している。図5は、反射強度を測定した結果を示している。図6は、図5に示す時間を距離に置き換えた図である。便宜上、図6では、距離として受信強度に対応する距離（往復距離）の1/2の値、つまり片道距離を示している。図7は、P席に子供（生体）が存在するときの、反射波の受信強度の時間変動を示している。図7は、図3に対応している。図7は、距離L1に子供が存在するときの受信強度の時間変動を示している。図8は、図7に対してフィルタ処理を施した波形を示している。図8は、周波数フィルタ（0.1～1Hz）後の波形を示している。図9は、複数回の送受信におけるサンプリングばらつきを示している。

30

【0020】

図4に示すように、反射強度の測定にあたり、レーダ30を車両天井の前端付近であって左右方向の中央付近、具体的にはオーバーヘッドコンソールに配置した。図5の受信波形は、車内に生体が存在しない状態の波形（ベース波形）を示している。横軸の時間は、パルス波の送信から反射波を受信するまでの経過時間、つまり受信時間を示している。図5に示すように、時間がゼロ（0）付近の受信強度が大きい箇所は、天井金属による反射（直接波）によるものである。受信波形には、天井だけでなく、ポデーなどの金属体による反射などがレーダ30との距離に応じて重畳している。受信時間が短い領域では、金属体の直接波の影響が大きく、受信強度が大きい。

40

【0021】

車内における生体の有無、たとえば子供の有無を検出する場合、子供が存在し得る各座席とレーダ30との間の距離に相当する受信強度をモニタすることが考えられる。この場合、図6に示すように時間を距離に変換し、レーダ30から各座席までの距離に相当する箇所の変動を検知する。図6に示す距離（片道距離）と、パルス波の送信から受信までの時間 t との間には、下記式1の関係が成立する。 c は、光速（ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）であ

50

る。片道距離の2倍が、往復距離である。

片道距離 $\times 2 = c \times t \cdots$ (式1)

【0022】

図6に示す一点鎖線は、前席(D席、P席)、後席(D席後、P席後)、およびトランクの位置を示している。前席は、レーダ30から距離L1に位置している。後席は、レーダ30から距離L2に位置している。トランクは、レーダ30から距離L3に位置している。距離L1, L2, L3は、 $L1 < L2 < L3$ の関係を満たしている。D席は運転席であり、P席は助手席である。

【0023】

しかしながら前席に子供が存在しても、図7および図8に示すように、呼吸に相当する波形が検知できないことが明らかとなった。D席やP席など、レーダ30から近い位置で検知できない理由は、レーダ30のサンプリングばらつきによるものである。複数回の送受信において、受信波形には図9に例示するようにnsオーダの時間のずれが生じる。このため、所定のサンプリング点においてベースの受信強度にばらつきが生じる。

10

【0024】

このばらつきは、受信強度が大きいほど影響が大きい。たとえば天井からの反射の影響が残っている箇所に相当する座席(たとえば前席)に子供が存在する場合、呼吸のような微小な変動は、サンプリングばらつきによる受信強度変化に埋もれてしまう。このように、生体による変動がサンプリングばらつきによる変化に埋もれ、生体を検出できない虞があることが明らかとなった。

20

【0025】

図10は、トランクに子供が存在するときの反射波の受信強度の時間変動を示している。図10は、図3に対応している。図10は、距離L3に子供が存在するときの受信強度の時間変動を示している。図11は、図10に対してフィルタ処理を施した後の波形を示している。図11は、図8同様、周波数フィルタ(0.1~1Hz)後の波形を示している。

【0026】

トランクに子供が存在する場合も、図10および図11に示すように、呼吸に相当する波形が検知できなかった。トランクはレーダ30から離れた位置にあり、レーダ30からトランクまでの直線経路上には、座席等の障害物が存在する。このため、電波が減衰し、呼吸検知が困難になっていると考えられる。

30

【0027】

本実施形態に係る生体検出装置は、上記知見に基づくものである。次に、生体検出装置の概略構成について説明する。

【0028】

<生体検出装置>

図12は、本実施形態に係る生体検出装置の概略構成を示している。図13は、間接波を示している。図12に示すように、生体検出装置20は、少なくともひとつのレーダ30と、ECU40を備えている。ECUは、Electronic Control Unitの略称である。ECU40は、電子制御装置と称されることがある。

40

【0029】

レーダ30は、所定周波数のパルス波を送信し、パルス波の反射波を受信する。レーダ30は、アンテナ31を有している。アンテナ31は、送信用のアンテナと受信用のアンテナを含んでもよいし、送受信兼用のアンテナを含んでもよい。パルス波の周波数は、上記したように高周波、たとえば1GHz以上の周波数である。レーダ30は、UWBレーダまたはミリ波レーダである。一例として本実施形態のレーダ30は、IR方式のUWBレーダである。IRは、Impulse Radioの略称である。UWB通信で用いられるインパルス信号とは、パルス幅が極短時間(たとえば2ns)であって、かつ、500MHz(厳密には499.2MHz)以上の帯域幅、つまり超広帯域幅を有する信号であってよい。

50

【0030】

レーダ30は、車両10に取り付けられている。生体検出装置20は、レーダ30をひとつのみ備えてもよいし、複数備えてもよい。一例として本実施形態の生体検出装置20は、レーダ30をひとつのみを備えている。レーダ30は、図4および図13に示すように、車内側において天井11の前端付近であって左右方向の中央付近に配置されている。レーダ30は、オーバーヘッドコンソールに配置されている。レーダ30は、たとえばスマートエントリシステムのレーダと兼用でもよい。アンテナ31は、たとえば無指向性のアンテナでもよい。

【0031】

レーダ30は、後述の生体検出期間において、送受信を所定の間隔で複数回実行する。レーダ30は、複数回の送受信を、呼吸の周期に対して十分短い時間間隔で行う。反射波の受信時間は、レーダ30と車両10の端部におけるレーダ30からもっとも離れた位置との距離に相当する時間よりも長い時間である。よってレーダ30は、図13に示すように、生体から車両10の金属体を經由する間接波を受信する。このように、生体検出装置20はマルチパスを積極的に利用する。一例として本実施形態では、車両10が5人乗り乗用車である。車両10においてレーダ30からもっとも離れた端部は車両後端であり、レーダ30から車両後端までの距離が約2mである。反射波の受信時間は、車両後端までの距離2mに相当する時間よりも長い。受信時間は、たとえばレーダ30と車両後端との往復距離4mに相当する時間(約13ns)としてもよい。レーダ30は、送受信後、100ms経過すると、次の送受信を行ってもよい。

【0032】

ECU40は、レーダ30の動作を制御する。ECU40は、レーダ30の受信信号に基づいて、車内の生体の有無を検出する。ECU40が、検出部に相当する。ECU40は、複数回の受信信号に基づいて生体の有無を検出する。一例として本実施形態のECU40は、複数回の受信信号の時間変動量に基づいて生体の有無を検出する。ECU40は、プロセッサ41、メモリ42、およびストレージ43などを備えて構成されている。

【0033】

プロセッサ41は、メモリ42へのアクセスにより、種々の処理を実行する。メモリ42は、書き換え可能な揮発性の記憶媒体である。メモリ42は、たとえばRAMである。RAMは、Random Access Memoryの略称である。ストレージ43は、書き換え可能な不揮発性の記憶媒体である。ストレージ43には、プロセッサ41によって実行されるプログラムが格納されている。ECU40は、メモリにアクセスしつつ、プログラムを実行することで、複数の機能部を構築する。プロセッサ41がプログラムを実行することは、後述の生体検出方法が実行されることに相当する。ECU40は、複数のプロセッサ41を備えてもよい。ECU40は、たとえばスマートエントリシステムのECUと兼用でもよい。ECU40は、レーダ30とともに車両内の生体の有無を検出する機能、たとえば子供の置き去り検知機能を含めばよい。

【0034】

< 生体検出方法 >

図14は、生体検出装置が実行する処理、つまり生体検出方法を示すフローチャートである。生体検出装置20は、たとえば車両10のドアがロックされると、図14に示す生体検出処理を実行する。

【0035】

ECU40は、送受信処理を所定期間実行するように、レーダ30の動作を制御する(ステップS10)。これにより、レーダ30は送受信処理を実行する。一例として本実施形態では、ドアロックから10秒間を所定期間とする。所定期間において、レーダ30は、複数回の送受信を所定の間隔で繰り返し実行する。上記したように、一回の送信に対する受信時間を13nsとし、複数回の送受信を100msの間隔で行う。

【0036】

次いでECU40は、レーダ30から上記所定期間における複数回分の受信信号を取得

10

20

30

40

50

し、ループ処理を開始する（ステップ S 2 0）。E C U 4 0 は、予め設定されたサンプリング点について順にループ処理を実行する。サンプリング点は、たとえば図 6 に示す距離の所定値、または、図 5 に示す時間の所定値である。サンプリング点は、所定距離ごと、または、所定時間ごとに複数設定されてもよい。サンプリング点は、たとえば 0 . 1 m ごとに設定されてもよいし、1 n s ごとに設定されてもよい。サンプリング点は、試験等で得られたデータに基づいて設定されてもよい。

【 0 0 3 7 】

E C U 4 0 は、所定のサンプリング点における受信強度の時間変動、つまり振幅を算出する（ステップ S 3 0）。次いで E C U 4 0 は、算出した振幅と閾値とを比較し、振幅が閾値よりも大きいかが否かを判定する（ステップ S 4 0）。上記したように、ベース波形の受信強度は、概ねレーダ 3 0 に近いほど大きい。閾値は、サンプリング点に応じて設定される。閾値は、ベース波形の振幅に応じて設定される。閾値は、サンプリングばらつき、つまりベース波形の受信強度のばらつきを考慮して設定される。これにより、誤判定を抑制することができる。

10

【 0 0 3 8 】

振幅が閾値以下の場合、E C U 4 0 は、次のサンプリング点についてステップ S 3 0 , S 4 0 の処理を実行する。すべてのサンプリング点について振幅が閾値以下の場合、E C U 4 0 は、ループ処理を終了する（ステップ S 5 0）。次いで E C U 4 0 は、車内に生体 1 0 0 が存在しないと判断し（ステップ S 6 0）、一連の処理を終了する。ステップ S 4 0 において、振幅が閾値よりも大きい場合、E C U 4 0 はベース波形に呼吸や体動が重畳している、つまり車内に生体 1 0 0 が存在すると判断し（ステップ S 7 0）、一連の処理を終了する。

20

【 0 0 3 9 】

E C U 4 0 は、サンプリング点における受信強度の時間変動に基づいて、生体 1 0 0 の有無を検出する。上記したように、送信後すぐの反射波のサンプリングには、天井 1 1 などの金属体からの直接波が重畳している。よって、呼吸などの変動が、サンプリングばらつきによる受信強度変化に埋もれやすい。

【 0 0 4 0 】

一方、送信後ある程度の時間が経った反射波のサンプリングでは、金属体による直接波の影響が薄まっており、生体 1 0 0 からの反射波がさらに車両ボデー内で乱反射してレーダ 3 0 に到達した波形が観測される。生体 1 0 0 から金属体を經由する間接波は、金属体の直接波に対して遅れてレーダ 3 0 に到達する。よって、ベース波形の反射強度が高い箇所に較べて、呼吸などの変動が現れやすい。

30

【 0 0 4 1 】

図 1 5 は、図 6 に二点鎖線で示すサンプリング点 S P 1 における受信強度の時間変動を示している。図 1 5 は、図 3 に対応している。図 1 6 は、図 1 5 に対してフィルタ処理を施した後の波形を示している。図 1 6 は、図 8 同様、周波数フィルタ（0 . 1 ~ 1 H z）後の波形を示している。サンプリング点 S P 1 は、車両後端までの距離 2 m よりも長い距離、たとえば 2 . 4 m である。サンプリング点 S P 1 の距離は、前席（距離 L 1）の 2 倍よりも長い。E C U 4 0 は、サンプリング点として、サンプリング点 S P 1 を含んでいる。図 1 6 に示すように、サンプリング点 S P 1 では、金属体による直接波の影響が薄まっており、生体 1 0 0 から金属体を經由する間接波が観測される。図 1 6 では、呼吸による変動が振幅として現れている。

40

【 0 0 4 2 】

また、トランクのようにレーダ 3 0 から離れた位置では、上記したように直接波が減衰し、トランクに存在する生体 1 0 0 まで届かないこともあり得る。しかしながら、床の反射経路などで生体 1 0 0 にパルス波が到達し、生体 1 0 0 による反射波が車両ボデー内で乱反射してレーダ 3 0 に到達し得る。よって、上記したように金属体による直接波の影響が薄まったサンプリング点において、呼吸などによる変動を検出することができる。

【 0 0 4 3 】

50

< 第 1 実施形態のまとめ >

本実施形態では、生体（乗員）に当たった反射波が、車内において様々な経路で時間方向に遅延しながらレーダ 30 の受信波形に重畳することに着目した。本実施形態の生体検出装置 20 によれば、レーダ 30 が送受信を複数回実行し、ECU 40（検出部）が複数回の受信信号に基づいて生体 100 の有無を検出する。各送受信において、反射波の受信時間は、レーダ 30 と車両 10 の端部におけるレーダ 30 からもっとも離れた位置との距離に相当する時間よりも長い。受信時間を長くすることで、レーダ 30 は、生体 100 から車両 10 の金属体を經由する間接波を受信する。このように、マルチパスを積極的に利用する。

【0044】

間接波が重畳するサンプリング点では、金属体による直接波の影響が小さく、たとえばベース波形の受信強度が低い。よって、図 9 に例示したように複数回の受信で ns オーダの時間のずれ、つまりサンプリングばらつきが生じても、生体 100 の有無を検出することができる。よって、車内における生体 100 の検出精度を高めることができる。たとえば、子供の置き去り検知の精度を高めることができる。

【0045】

ECU 40 は、複数回の受信における受信強度の時間変動、つまり振幅に基づいて生体 100 の有無を検出してよい。呼吸や体動などの変動は、ベース波形に重畳する。つまり、呼吸や体動の分、振幅が大きくなる。よって、振幅に基づいて生体 100 の有無を検出することができる。振幅を用いることで、呼吸だけでなく、体動による変動も検出することができる。

【0046】

レーダ 30 として、UWB レーダを用いてもよい。近年、スマートフォン（スマホ）を車の鍵として活用する市場ニーズが高まっている。その中の一方式である UWB では、パルス状に圧縮した電波を用いてスマホと車の通信時間を測定することでスマホの位置を特定し、車の鍵の開閉、エンジンスタートのトリガにする。UWB レーダを用いることで、スマートエントリーシステムと兼用（共用）とし、コストを低減することができる。センシング用レーダの別途取り付けが不要となる。なお、UWB レーダに代えて、ミリ波レーダを用いてもよい。

【0047】

（第 2 実施形態）

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例であり、先行実施形態の記載を援用できる。先行実施形態では、振幅に基づいて生体の有無を検出した。これに代えて、周波数特性に基づいて生体の有無を検出してよい。

【0048】

図 17 は、本実施形態に係る生体検出装置が実行する処理、つまり生体検出方法を示している。図 17 に示す生体検出処理において、ステップ S 130, S 140 の処理が、図 14 に示したステップ S 30, S 40 の処理とは異なる。その他の処理は、図 14 に示した処理と同様である。

【0049】

生体検出装置 20 は、たとえば車両 10 のドアがロックされると、図 17 に示す生体検出処理を実行する。ステップ S 110, S 120 の処理は、図 14 に示すステップ S 10, S 20 の処理と同様である。ループ処理において、ECU 40 は、周波数特性を算出する（ステップ S 130）。ECU 40 は、たとえば所定のサンプリング点における受信強度の時間変動に基づいて、周波数特性を算出する。ECU 40 は、受信強度の時間変動（振幅）に対して高速フーリエ変換（FFT）を使用し、周波数特性を算出する。ECU 40 は、周波数特性として、たとえば尖度を算出する。尖度は、ピーク周波数における受信強度を、他の周波数の平均強度で除算したものである。

【0050】

次いで ECU 40 は、算出した尖度と閾値とを比較し、尖度が閾値よりも大きいかが否か

10

20

30

40

50

を判定する（ステップS140）。尖度が閾値以下の場合、ECU40は、次のサンプリング点についてステップS130, S140の処理を実行する。すべてのサンプリング点について尖度が閾値以下の場合、ECU40は、ループ処理を終了し（ステップS150）、車内に生体100が存在しないと判断して（ステップS160）、一連の処理を終了する。ステップS150の処理は、ステップS50の処理と同様である。ステップS160の処理は、ステップS60の処理と同様である。

【0051】

ステップS140において、尖度が閾値よりも大きい場合、ECU40は呼吸を検知、つまり車内に生体100ありと判断し（ステップS170）、一連の処理を終了する。ステップS170の処理は、ステップS70の処理と同様である。その他の構成は、先行実施形態に記載の構成と同様である。

10

【0052】

<第2実施形態のまとめ>

本実施形態によれば、先行実施形態と同様の効果を奏することができる。たとえば、複数回の受信でnsオーダの時間のずれ、つまりサンプリングばらつきが生じても、生体100の有無を検出することができる。よって、車内における生体100の検出精度を高めることができる。

【0053】

ECU40は、複数回の受信信号の周波数特性に基づいて生体100の有無を検出してもよい。呼吸特有の周波数特性か否かをもって、生体100の有無を検出することができる。

20

【0054】

（第3実施形態）

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例であり、先行実施形態の記載を援用できる。先行実施形態では、振幅または周波数特性に基づいて生体の有無を検出した。これに代えて、振幅および周波数特性に基づいて生体の有無を検出してもよい。

【0055】

図18は、本実施形態に係る生体検出装置が実行する処理、つまり生体検出方法を示している。図18に示す生体検出処理は、図14に示した処理に、図17のステップS130, S140を追加した構成となっている。

30

【0056】

生体検出装置20は、たとえば車両10のドアがロックされると、図18に示す生体検出処理を実行する。ステップS210, S220, S230, S240の処理は、図14に示すステップS10, S20, S30, S40の処理と同様である。ステップS240において振幅が振幅閾値以下の場合、ECU40は、周波数特性を算出する（ステップS250）。ECU40は、周波数特性として、たとえば尖度を算出する。次いでECU40は、尖度が尖度閾値よりも大きいかなかを判定する（ステップS260）。ステップS250, S260の処理は、図17に示すステップS130, S140の処理と同様である。

【0057】

尖度が閾値以下の場合、ECU40は、次のサンプリング点についてステップS230以降の処理を実行する。すべてのサンプリング点について、振幅が振幅閾値以下、且つ、尖度が尖度閾値以下の場合、ECU40は、ループ処理を終了し（ステップS270）、車内に生体100が存在しないと判断して（ステップS280）、一連の処理を終了する。ステップS270, S280の処理は、ステップS50, S60の処理と同様である。

40

【0058】

ステップS240において振幅が振幅閾値よりも大きい場合、ECU40は車内に生体100ありと判断し（ステップS290）、一連の処理を終了する。ステップS260において、尖度が尖度閾値よりも大きい場合にも、ステップS290の処理を実行し、一連の処理を終了する。ステップS290の処理は、ステップS70の処理と同様である。そ

50

の他の構成は、先行実施形態に記載の構成と同様である。

【 0 0 5 9 】

< 第 3 実施形態のまとめ >

本実施形態によれば、先行実施形態と同様の効果を奏することができる。たとえば、複数回の受信で n s オーダの時間のずれ、つまりサンプリングばらつきが生じても、生体 100 の有無を検出することができる。よって、車内における生体 100 の検出精度を高めることができる。

【 0 0 6 0 】

ECU40 は、まず複数回の受信信号の時間変動、つまり振幅に基づいて生体 100 の有無を判断し、振幅に基づいて生体 100 が検出されない場合に、複数回の受信信号の周波数特性に基づいて生体 100 の有無を判断してもよい。上記したように振幅を用いることで、生体 100 の呼吸による変動だけでなく、体動による変動も検知することができる。また、呼吸による微小な変動がサンプリングばらつきによる受信信号の変動に埋もれ、振幅により生体 100 を検出できない場合でも、周波数特性を用いることで呼吸を検知、つまり生体 100 を検出することができる。つまり、車内における生体 100 の検出精度をさらに高めることができる。

【 0 0 6 1 】

< 変形例 >

ECU40 は、まず振幅に基づいて生体 100 の有無を検出し、振幅に基づいて生体 100 が検出された場合に、複数回の受信信号の周波数特性に基づいて生体 100 の有無を検出してもよい。図 19 に示すように、ECU40 は、振幅が振幅閾値よりも大きいか否かを判定し（ステップ S240）、振幅が振幅閾値よりも大きい場合に周波数特性を算出する（ステップ S250）。ECU40 は、尖度が尖度閾値よりも大きいか否かを判定し（ステップ S260）、尖度が尖度閾値よりも大きい場合に、生体ありと判断する（ステップ S290）。つまり、振幅 > 振幅閾値、且つ、尖度 > 尖度閾値の場合に、生体ありと判断する。ステップ S240、S260 で閾値以下の場合、サンプリング点が無くなるまでループ処理を実行し、サンプリング点が無くなるとループ処理を終了して（ステップ S270）、生体なしと判断する（ステップ S280）。

【 0 0 6 2 】

サンプリング点を増やすと、生体 100 を検出できる可能性が高くなる反面、車外の歩行者などの外乱にも反応する可能性が高くなる。振幅を用いる場合、たとえばレーダ 30 を天井に付けた際の足元などレーダ 30 から遠い位置での微小な呼吸の変動量と車外での呼吸の変動量とが同等になる場合がある。本実施形態によれば、振幅のみではなく、周波数特性を併せて用いる。2 段階で生体 100 の有無を検出するため、誤検出を抑制することができる。

【 0 0 6 3 】

（第 4 実施形態）

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例であり、先行実施形態の記載を援用できる。先行実施形態では、振幅および周波数特性を用いることで外乱除去する例を示した。これに代えて、または付加して、相対速度を用いることで外乱除去するようにしてもよい。

【 0 0 6 4 】

図 20 は、本実施形態に係る生体検出装置が実行する処理、つまり生体検出方法を示している。図 21 は、レーダ（たとえば UWB レーダ）に対する移動体の変位の一例を示している。図 22 は、相対速度の変化を示している。

【 0 0 6 5 】

生体検出装置 20 は、たとえば車両 10 のドアがロックされると、図 20 に示す生体検出処理を実行する。ステップ S310、S320、S330、S340 の処理は、図 14 に示すステップ S10、S20、S30、S40 の処理と同様である。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

ステップS340において振幅が閾値よりも大きい場合、ECU40は、複数回の受信信号（受信波形）のうちの任意の受信波形に基づいて、相対速度を算出する（ステップS350）。ECU40は、相対速度に基づいて、車外の移動体110であるか否かを判定する（ステップS360）。

【0067】

レーダ30をドップラーセンサとして用いることで、レーダ30に対する移動体110の相対速度を算出することができる。ドップラー原理で相対速度を算出する場合、測定に使用する時間幅、つまり反射波の受信時間を長くする。これにより、その時間幅の間の相対速度の成分を含んだ結果となる。図21に示すように、移動体110がレーダ30に対して横切るような動きをする場合、時間幅を広げると、相対速度は視線方向成分が得られるため、時々刻々変化することになる。結果、図22に示すように、相対速度として様々な値をもつこととなり、これを特徴量として車外の移動体110か否かを判定することができる。車外の移動体110は、たとえば車外の歩行者や隣接車である。

10

【0068】

なお、相対速度と併せて移動体110の距離を算出し、距離と相対速度に基づいて移動体110が車外に存在するか否かを判定してもよい。距離を加えることで、車外の移動体110か否かをより確実に検出することができる。

【0069】

ステップS340において振幅が閾値以下、または、ステップS360において車外の移動体110であると判定した場合、ECU40は、サンプリング点が無くなるまでループ処理を実行する。サンプリング点が無くなると、ループ処理を終了して（ステップS370）、生体なしと判断する（ステップS380）。ステップS370、S80の処理は、ステップS50、S60の処理と同様である。

20

【0070】

ステップS360において車外の移動体110ではないと判定すると、ECU40は、生体ありと判断する（ステップS390）。つまり、振幅>閾値、且つ、車外の移動体110ではない場合に、生体ありと判断する。ステップS390の処理は、ステップS70の処理と同様である。その他の構成は、先行実施形態に記載の構成と同様である。

【0071】

<第4実施形態のまとめ>

30

本実施形態によれば、先行実施形態と同様の効果を奏することができる。たとえば、複数回の受信でnsオーダの時間のずれ、つまりサンプリングばらつきが生じても、生体100の有無を検出することができる。よって、車内における生体100の検出精度を高めることができる。

【0072】

ECU40は、車内の生体100の有無を検出するにあたり、任意の受信信号に基づいて移動体110の相対速度を算出し、移動体110が車外に存在するか否かを判定するとよい。相対速度を用いることで、振幅を用いて検出された生体100が車外の移動体110か否かを判定することができる。相対速度を用いることで、車外歩行者や隣接車のような外乱を除去し、誤検出を抑制することができる。つまり、車内の生体100の有無の検出精度を高めることができる。

40

【0073】

振幅を用いた生体100の検出と相対速度を用いた車外の移動体110の検出とを組み合わせる例を示したが、これに限定されない。周波数特性を用いた生体100の検出と相対速度を用いた車外の移動体110の検出とを組み合わせてもよい。振幅および周波数特性を用いた生体100の検出と相対速度を用いた車外の移動体110の検出とを組み合わせてもよい。

【0074】

（第5実施形態）

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例であり、先行実施形態の

50

記載を援用できる。先行実施形態では、生体検出装置が車内に配置されたレーダをひとつのみ備えていた。これに代えて、車内に配置されたレーダと、車外に配置されたレーダを備えてもよい。

【0075】

図23は、本実施形態に係る生体検出装置において、レーダ配置の一例を示している。図24は、生体検出装置が実行する処理、つまり生体検出方法を示している。図25は、車内レーダと車外レーダの1パルス分の受信波形を示している。

【0076】

図23に例示するように、生体検出装置20は、レーダ30として、車内レーダ301と、車外レーダ302を備えている。車内レーダ301は車内に配置されたレーダ30であり、車外レーダ302は車外に配置されたレーダ30である。一例として本実施形態では、複数のレーダ30がスマートエントリーシステムと兼用である。複数のレーダ30は、たとえばUWBレーダである。レーダ30は、ひとつの車内レーダ301と、4つの車外レーダ302を備えている。車内レーダ301は、たとえばエンジン始動に用いられる。車外レーダ302は、車両10の四隅付近に配置されている。車外レーダ302は、鍵の開閉に用いられる。

【0077】

生体検出装置20は、たとえば車両10のドアがロックされると、図24に示す生体検出処理を実行する。生体検出装置20は、送受信処理を所定期間実行するように、レーダ30(301, 302)の動作を制御する(ステップS410)。ECU40は、車内レーダ301と並行して車外レーダ302を動作させる。ECU40は、たとえば車内レーダ301と車外レーダ302とで、パルスの送信タイミング、反射波の受信時間、および送受信の間隔がほぼ一致するように制御する。ステップS410, S420, S430, S440の処理は、図14に示したステップS10, S20, S30, S40の処理と同様である。ECU40は、車内レーダ301の受信信号に基づいて、ステップS430, S440を実行する。ステップS440において振幅が閾値よりも大きい場合、ECU40は、移動体110による受信強度の変動量を算出する(ステップS450)。ECU40は、変動量の大小関係に基づいて、車外の移動体110であるか否かを判定する(ステップS460)。

【0078】

上記したように、生体検出装置20は、車内レーダ301と、車外レーダ302を備えている。車外の移動体110の外乱については、車内レーダ301の受信強度と車外レーダ302の受信強度との差に基づいて除去すること可能である。たとえば、車外を歩行者や隣接車などの移動体110が横切るとき、図25に矢印で示すように車内レーダ301の受信強度の変動は小さく、車外レーダ302の受信強度の変動は大きくなる。よって、この差を利用して、車外の移動体110か否かを判定することができる。たとえば車外レーダ302の変動量が車内レーダ301の変動量よりも大きい場合、ECU40は、車外の移動体110であると判定する。

【0079】

ステップS440において振幅が閾値以下、または、ステップS460において車外の移動体110であると判定した場合、ECU40は、サンプリング点が無くなるまでループ処理を実行する。サンプリング点が無くなると、ループ処理を終了して(ステップS470)、生体なしと判断する(ステップS480)。ステップS470, S480の処理は、ステップS50, S60の処理と同様である。

【0080】

ステップS460において車外の移動体110ではないと判定すると、ECU40は、生体ありと判断する(ステップS490)。つまり、振幅>閾値、且つ、車外の移動体110ではない場合に、生体ありと判断する。ステップS490の処理は、ステップS70の処理と同様である。その他の構成は、先行実施形態に記載の構成と同様である。

【0081】

10

20

30

40

50

< 第 5 実施形態のまとめ >

本実施形態によれば、先行実施形態と同様の効果を奏することができる。たとえば、複数回の受信で n s オーダの時間のずれ、つまりサンプリングばらつきが生じても、生体 100 の有無を検出することができる。よって、車内における生体 100 の検出精度を高めることができる。

【 0 0 8 2 】

レーダ 30 は、車内レーダ 301 と、車外レーダ 302 を含んでもよい。ECU 40 は、車内レーダ 301 の受信信号および車外レーダ 302 の受信信号に基づいて、生体 100 の有無を検出してよい。車外レーダ 302 は、車内レーダ 301 に較べて車外歩行者や隣接車など、車外の移動体 110 の影響を受けやすい。車内レーダ 301 の受信信号および車外レーダ 302 の受信信号を用いることで、車外歩行者や隣接車のような外乱を除去し、誤検出を抑制することができる。つまり、車内の生体 100 の有無の検出精度を高めることができる。

10

【 0 0 8 3 】

車内レーダ 301 の受信信号および車外レーダ 302 の受信信号を用いた車外の移動体 110 の検出と、振幅を用いた生体 100 の検出とを組み合わせる例を示したが、これに限定されない。車内レーダ 301 の受信信号および車外レーダ 302 の受信信号を用いた車外の移動体 110 の検出と、周波数特性を用いた生体 100 の検出とを組み合わせてもよい。車内レーダ 301 の受信信号および車外レーダ 302 の受信信号を用いた車外の移動体 110 の検出と、振幅および周波数特性を用いた生体 100 の検出とを組み合わせてもよい。

20

【 0 0 8 4 】

(第 6 実施形態)

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例であり、先行実施形態の記載を援用できる。先行実施形態では、車種や仕様に応じて入出力モジュールを差し換える例を示した。これに代えて、または追加的に、入出力モジュールの数を増やしたり、減らしたりしてもよい。

【 0 0 8 5 】

図 26 は、車両における複数のレーダの取り付け位置の一例を示している。図 27 は、本実施形態に係る生体検出装置が実行する処理、つまり生体検出方法を示している。

30

【 0 0 8 6 】

図 26 に例示するように、生体検出装置 20 は、車内に配置された複数のレーダ 30 を備えている。複数のレーダ 30 は、たとえば UWB レーダである。複数のレーダ 30 は、車両 10 の前後方向に所定の間隔を有して並んでいる。各レーダ 30 は、天井に取り付けられている。一例として本実施形態では、車両 10 がバスである。車両 10 には、3 つのレーダ 30 が取り付けられている。

【 0 0 8 7 】

生体検出装置 20 は、たとえば車両 10 のドアがロックされると、図 27 に示す生体検出処理を実行する。ECU 40 は、まずループ処理 1 を開始する (ステップ S510)。生体検出装置 20 は、複数のレーダ 30 について順にループ処理を実行する。次いで、ECU 40 は、送受信処理を所定期間実行するように、レーダ 30 の動作を制御する (ステップ S520)。ECU 40 は、レーダ 30 から上記所定期間における複数回分の受信信号を取得し、ループ処理 2 を開始する (ステップ S530)。ステップ S520, S530, S540, S550, S560, S570, S580 は、図 14 に示したステップ S10, S20, S30, S40, S50, S60, S70 の処理と同様である。ループ処理 2 (ループ 2) は、先行実施形態に記載のループ処理に相当する。

40

【 0 0 8 8 】

レーダ 30 のひとつについて、ステップ S570 の処理またはステップ S580 の処理を実行すると、ECU 40 は、レーダ 30 の他のひとつについてステップ S520 以降の生体検出処理を実行する。すべてのレーダ 30 について生体検出処理が終了すると、EC

50

U 4 0 は、ループ処理を終了し（ステップ S 5 9 0 ）、一連の処理を終了する。その他の構成は、先行実施形態に記載の構成と同様である。

【 0 0 8 9 】

< 第 6 実施形態のまとめ >

本実施形態によれば、先行実施形態と同様の効果を奏することができる。たとえば、複数回の受信で n s オーダの時間のずれ、つまりサンプリングばらつきが生じても、生体 1 0 0 の有無を検出することができる。よって、車内における生体 1 0 0 の検出精度を高めることができる。

【 0 0 9 0 】

生体検出装置 2 0 は、車内に配置された複数のレーダ 3 0 を備えてもよい。複数のレーダ 3 0 は互いに異なるタイミングで複数回送受信し、E C U 4 0 は各レーダ 3 0 の複数回の送受信における受信信号に基づいて生体 1 0 0 の有無を検出してもよい。バスなどの車格が大きい車両 1 0 の場合、複数のレーダ 3 0 を車内に設置し、生体 1 0 0 の有無を検出することが想定される。この場合、レーダ 3 0 のひとつからレーダ 3 0 の他のひとつへ直接入り込む直接波が存在すると、上記したように受信強度が大きくなり、サンプリングばらつきによる受信強度の変動に生体 1 0 0 による変動が埋もれる虞がある。本実施形態では、複数のレーダ 3 0 が互いに異なるタイミングで複数回送受信を行うため、各レーダ 3 0 は他のレーダ 3 0 からの直接波を受信しない。よって、広い車内において生体 1 0 0 の有無を検出しつつ、他のレーダ 3 0 の影響による生体 1 0 0 の検出精度の低下を抑制することができる。たとえば、子供の置き去り検知の精度を高めることができる。

【 0 0 9 1 】

他のレーダ 3 0 からの直接波の影響を低減するまたは無くす方法は、図 2 7 に例示した送受信タイミングをずらす方法に限定されない。たとえば、予め決定されているアンテナの位置関係より、受信した直接波を除去する方法を採用してもよい。

【 0 0 9 2 】

本実施形態に記載の構成は、先行実施形態に記載の構成のいずれとも組み合わせが可能である。

【 0 0 9 3 】

（他の実施形態）

この明細書および図面等における開示は、例示された実施形態に制限されない。開示は、例示された実施形態と、それらに基づく当業者による変形態様を包含する。たとえば、開示は、実施形態において示された部品および / または要素の組み合わせに限定されない。開示は、多様な組み合わせによって実施可能である。開示は、実施形態に追加可能な追加的な部分をもつことができる。開示は、実施形態の部品および / または要素が省略されたものを包含する。開示は、ひとつの実施形態と他の実施形態との間における部品および / または要素の置き換え、または組み合わせを包含する。開示される技術的範囲は、実施形態の記載に限定されない。開示されるいくつかの技術的範囲は、請求の範囲の記載によって示され、さらに請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものと解されるべきである。

【 0 0 9 4 】

明細書および図面等における開示は、請求の範囲の記載によって限定されない。明細書および図面等における開示は、請求の範囲に記載された技術的思想を包含し、さらに請求の範囲に記載された技術的思想より多様で広範な技術的思想に及んでいる。よって、請求の範囲の記載に拘束されることなく、明細書および図面等の開示から、多様な技術的思想を抽出することができる。

【 0 0 9 5 】

ある要素または層が「上にある」、「連結されている」、「接続されている」または「結合されている」と言及されている場合、それは、他の要素、または他の層に対して、直接的に上に、連結され、接続され、または結合されていることがあり、さらに、介在要素または介在層が存在していることがある。対照的に、ある要素が別の要素または層に「直

10

20

30

40

50

接的に上に」、「直接的に連結されている」、「直接的に接続されている」または「直接的に結合されている」と言及されている場合、介在要素または介在層は存在しない。要素間の関係を説明するために使用される他の言葉は、同様のやり方で（例えば、「間に」対「直接的に間に」、「隣接する」対「直接的に隣接する」など）解釈されるべきである。この明細書で使用される場合、用語「および/または」は、関連する列挙されたひとつまたは複数の項目に関する任意の組み合わせ、およびすべての組み合わせを含む。つまり、Aおよび/またはBとの記載は、AおよびBの少なくともひとつを意味する。

【0096】

空間的に相対的な用語「内」、「外」、「裏」、「下」、「低」、「上」、「高」などは、図示されているような、ひとつの要素または特徴の他の要素または特徴に対する関係を説明する記載を容易にするためにここでは利用されている。空間的に相対的な用語は、図面に描かれている向きに加えて、使用または操作中の装置の異なる向きを包含することを意図することができる。例えば、図中の装置をひっくり返すと、他の要素または特徴の「下」または「真下」として説明されている要素は、他の要素または特徴の「上」に向けられる。したがって、用語「下」は、上と下の両方の向きを包含することができる。この装置は、他の方向に向いていてもよく（90度または他の向きに回転されてもよい）、この明細書で使用される空間的に相対的な記述子はそれに応じて解釈される。

10

【0097】

プロセッサ41は、CPUや、MPU、GPU、DFPなどを採用可能である。CPUは、Central Processing Unitの略称である。MPUは、Micro-Processing Unitの略称である。GPUは、Graphics Processing Unitの略称である。DFPは、Data Flow Processorの略称である。

20

【0098】

プロセッサ41が備える機能の一部または全部は、複数種類の演算処理装置を組み合わせ実現されてもよい。プロセッサ41が備える機能の一部または全部は、SoC、ASIC、FPGAなどを用いて実現されてもよい。SoCは、System on Chipの略称である。ASICは、Application Specific Integrated Circuitの略称である。FPGAは、Field-Programmable Gate Arrayの略称である。プロセッサ41が備える機能の一部または全部は、ハードウェア論理回路を用いて実現されてもよい。

【0099】

プログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体（non-transitory tangible storage medium）に記憶されていてもよい。プログラムの保存媒体としては、HDD、SSD、フラッシュメモリなどを採用可能である。HDDは、Hard-disk Driveの略称である。SSDは、Solid State Driveの略称である。

30

【0100】

上記実施形態では、IQ信号から得られる強度を用いて生体の有無を検出する例を示したが、これに限定されない。たとえばIQ信号自体を用いて生体の有無を検出してもよいし、IQ信号から得られる位相を用いて生体の有無を検出してもよい。位相は、たとえば受信信号のI（In-Phase）成分に対するQ（Quadrature-Phase）成分の比を入力値とするアークタンジェントの出力値に相当する。I成分の大きさは、受信信号の同相成分の強度に相当する。Q成分の大きさは、受信信号の直交成分の強度に相当する。I成分は、受信信号にローカル発振器が出力する搬送波を乗じることで得られる。また、Q成分は、ローカル発振器の出力信号の位相を90°ずらした信号を、受信信号に乗じることで得られる。さらにはIQ信号のうちの、I成分のみを用いて生体の有無を検出してもよいし、Q成分のみを用いて生体の有無を検出してもよい。

40

【0101】

（技術的思想の開示）

この明細書は、以下に列挙する複数の項に記載された複数の技術的思想を開示している。いくつかの項は、航続の項において先行する項を択一的に引用する多項従属形式（a m

50

multiple dependent form) により記載されている場合がある。さらに、いくつかの項は、他の多項従属形式の項を引用する多項従属形式 (a multiple dependent form referring to another multiple dependent form) により記載されている場合がある。これらの多項従属形式で記載された項は、複数の技術的思想を定義している。

【0102】

< 技術的思想 1 >

車両 (10) に搭載され、所定周波数のパルス波を送信し、前記パルス波の反射波を受信する少なくともひとつのレーダ (30) と、

前記レーダの受信信号に基づいて車内の生体の有無を検出する検出部 (40) と、
を備え、

前記レーダは、送受信を所定の間隔で複数回実行し、

前記反射波の受信時間は、前記レーダと前記車両の端部における前記レーダからもっとも離れた位置との距離に相当する時間よりも長い時間であり、

前記検出部は、前記複数回の送受信における受信信号に基づいて前記生体の有無を検出する、生体検出装置。

10

【0103】

< 技術的思想 2 >

前記検出部は、前記複数回の受信信号の時間変動に基づいて前記生体の有無を検出する、技術的思想 1 に記載の生体検出装置。

【0104】

< 技術的思想 3 >

前記検出部は、前記複数回の受信信号の周波数特性に基づいて前記生体の有無を検出する、技術的思想 1 または技術的思想 2 に記載の生体検出装置。

20

【0105】

< 技術的思想 4 >

前記検出部は、

前記時間変動に基づいて前記生体の有無を検出した後に、前記複数回の受信信号の周波数特性に基づいて前記生体の有無を検出する、技術的思想 2 に記載の生体検出装置。

【0106】

< 技術的思想 5 >

前記検出部は、任意の前記受信信号に基づいて移動体の相対速度を算出し、前記移動体が車外に存在するか否かを判定する、技術的思想 1 ~ 4 いずれかひとつに記載の生体検出装置。

30

【0107】

< 技術的思想 6 >

前記レーダは、車内に配置された車内レーダ (301) と、車外に配置された車外レーダ (302) と、を含み、

前記検出部は、前記車内レーダの受信信号および前記車外レーダの受信信号に基づいて、前記生体の有無を検出する、技術的思想 1 ~ 4 いずれかひとつに記載の生体検出装置。

【0108】

< 技術的思想 7 >

前記レーダを複数備え、

複数の前記レーダは、互いに異なるタイミングで複数回送受信し、

前記検出部は、各レーダの前記複数回の送受信における受信信号に基づいて前記生体の有無を検出する、技術的思想 1 ~ 6 いずれかひとつに記載の生体検出装置。

40

【0109】

< 技術的思想 8 >

前記レーダは、UWBレーダである、技術的思想 1 ~ 7 いずれかひとつに記載の生体検出装置。

【符号の説明】

50

【 0 1 1 0 】

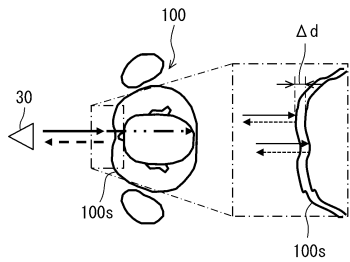
- 1 0 ... 車両、
- 1 1 ... 天井、
- 2 0 ... 生体検出装置、
- 3 0 ... レーダ、
- 3 0 1 ... 車内レーダ、
- 3 0 2 ... 車外レーダ、
- 3 1 ... アンテナ、
- 4 0 ... E C U、
- 4 1 ... プロセッサ、
- 4 2 ... メモリ、
- 4 3 ... ストレージ、
- 1 0 0 ... 生体、
- 1 0 0 s ... 体表面、
- 1 1 0 ... 移動体

10

【 図 面 】

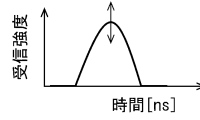
【 図 1 】

図1



【 図 2 】

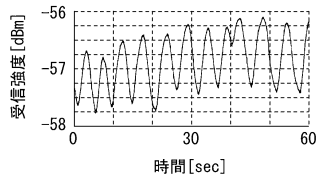
図2



20

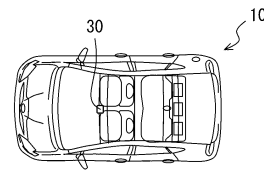
【 図 3 】

図3



【 図 4 】

図4

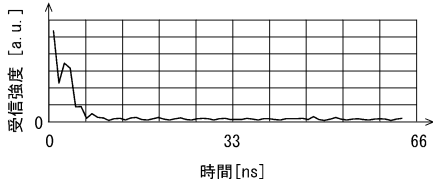


30

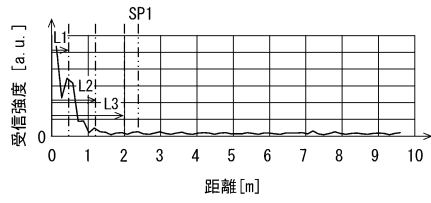
40

50

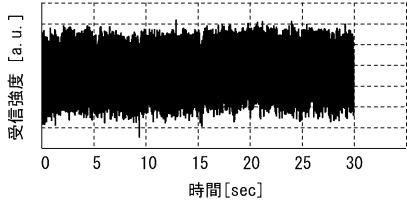
【図5】
図5



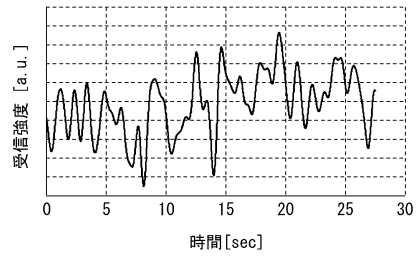
【図6】
図6



【図7】
図7

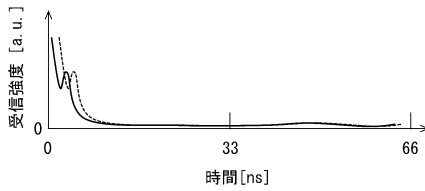


【図8】
図8

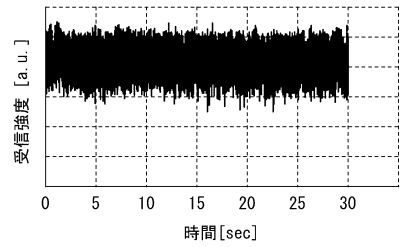


10

【図9】
図9

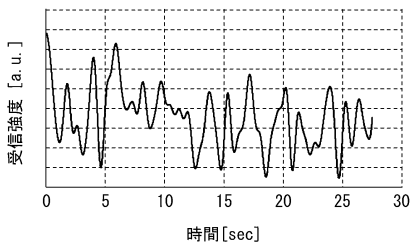


【図10】
図10

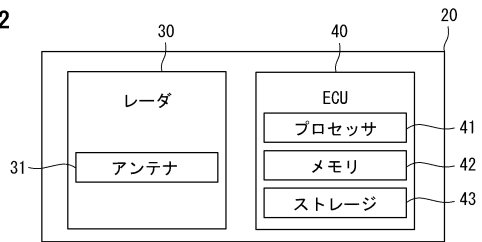


20

【図11】
図11



【図12】
図12

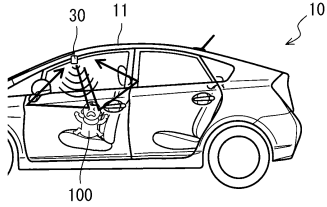


30

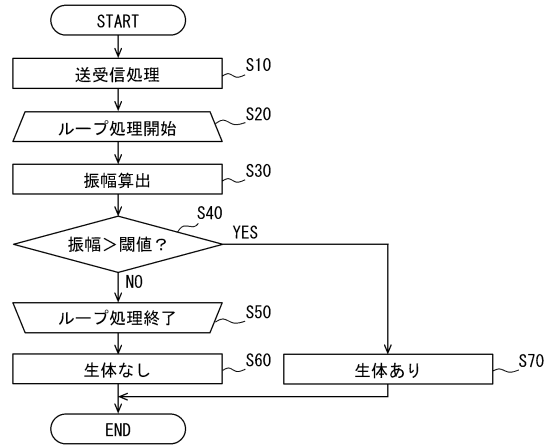
40

50

【図13】
図13

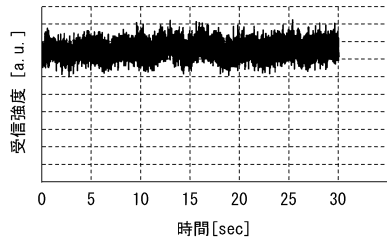


【図14】
図14

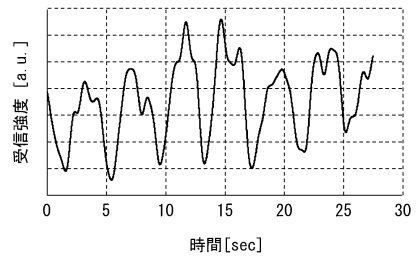


10

【図15】
図15



【図16】
図16



20

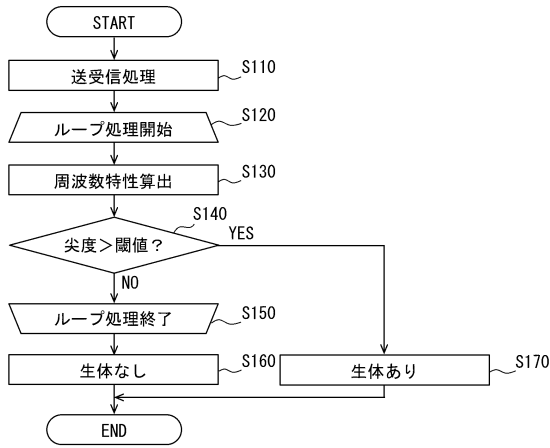
30

40

50

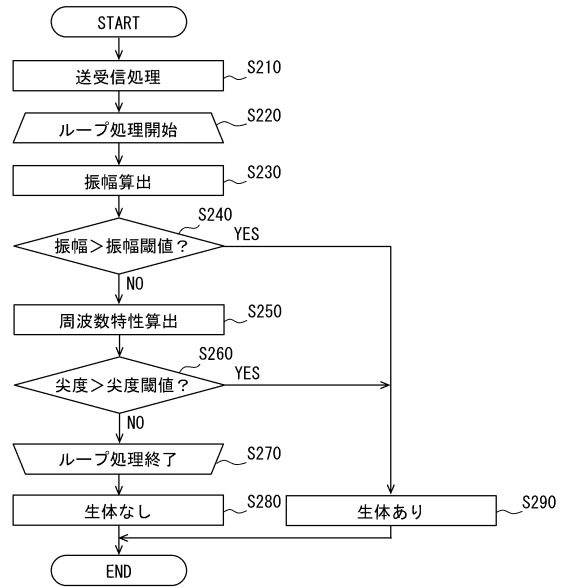
【図 17】

図17



【図 18】

図18

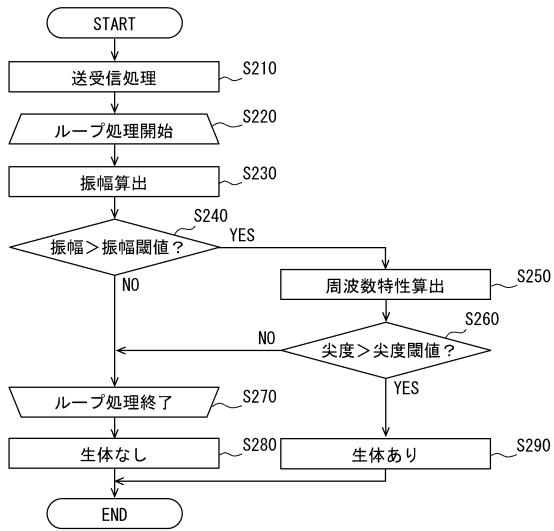


10

20

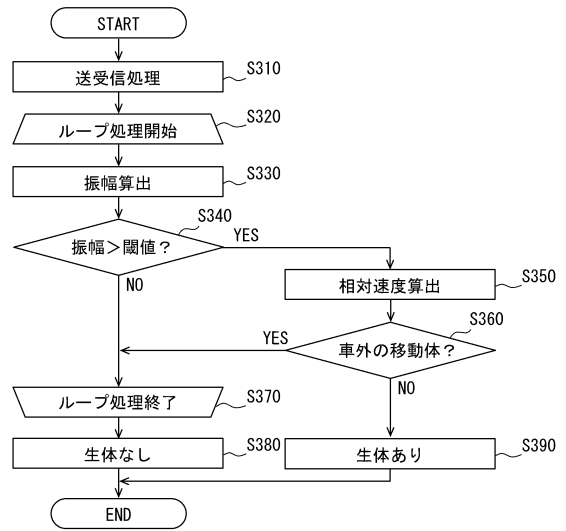
【図 19】

図19



【図 20】

図20

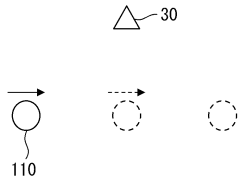


30

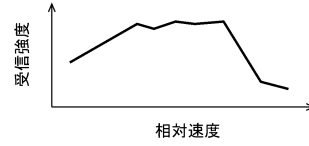
40

50

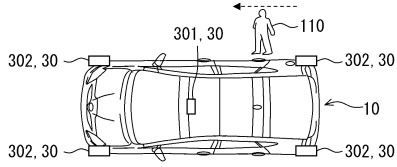
【図 2 1】
図21



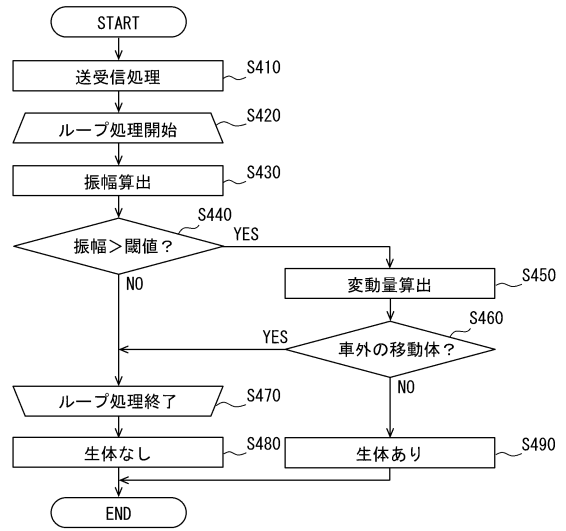
【図 2 2】
図22



【図 2 3】
図23



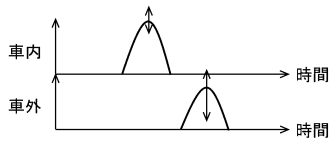
【図 2 4】
図24



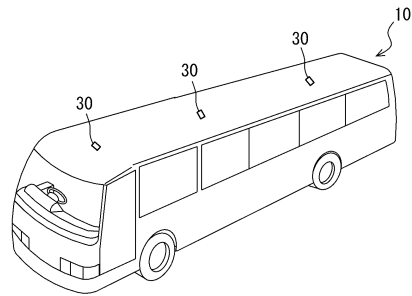
10

20

【図 2 5】
図25



【図 2 6】
図26



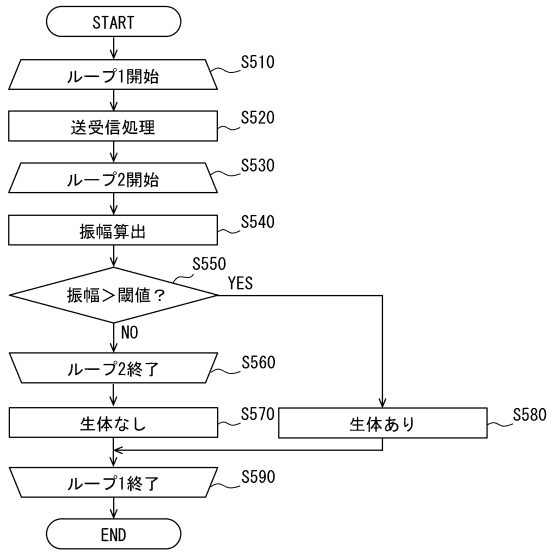
30

40

50

【 図 27 】

図27



10

20

30

40

50

フロントページの続き

0 株式会社SOKEN内

(72)発明者 鈴木 洋一郎

愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内

(72)発明者 角谷 祐次

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 三治 健一郎

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 5J070 AB01 AC02 AC06 AE01 AE09 AF03 AH40 AK22 BA01 BD01