(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月30日(30.01.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/021694 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 7/52 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/028186

(22) 国際出願日： 2018年7月27日(27.07.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 石川 健太郎 (**ISHIKAWA, Kentaro**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

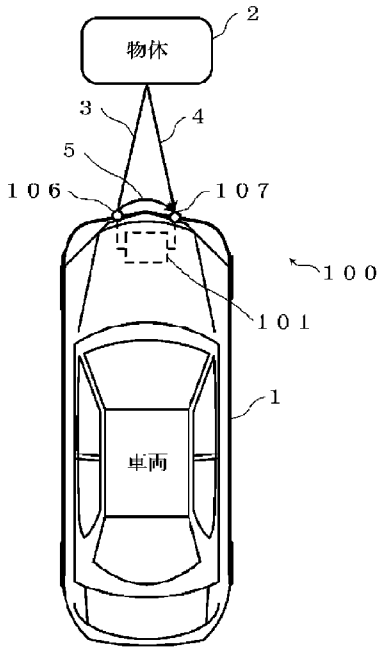
(74) 代理人:村上 加奈子, 外(**MURAKAMI, Kanako** et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社 知的財産センター内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(54) **Title:** CONTROL DEVICE FOR OBJECT DETECTION DEVICE, OBJECT DETECTION DEVICE, AND OBJECT DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称： 物体検出装置の制御装置、物体検出装置および物体検出プログラム



1 Vehicle
2 Object

(57) **Abstract:** Provided are: a control device for an object detection device which performs abnormality detection on an ultrasonic wave transmission/reception unit; an object detection device; and an object detection program. The control device for an object detection device, the object detection device, and the object detection program according to the present invention are provided with: an object detection unit which detects an object by transmitting an ultrasonic wave for object detection and detecting a reflection wave reflected from the object; and an abnormality detection unit which detects an abnormality in the ultrasonic wave transmission/reception unit by transmitting an ultrasonic wave for abnormality detection, the transmission time of which is longer than that of the ultrasonic wave for object detection, and by detecting a direct wave.

(57) 要約：超音波送受信部の異常検出を行う物体検出装置の制御装置、物体検出装置および物体検出プログラムを提供する。 本発明に係る物体検出装置の制御装置、物体検出装置および物体検出プログラムは、物体検出用超音波を送信し、物体から反射してくる反射波を検出することで物体を検知する物体検出部と、物体検出用超音波より送信時間の長い異常検出用超音波を送信し、直接波を検出することで超音波送受信部の異常を検出する異常検出部を備えている。

WO 2020/021694 A1

[続葉有]

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

物体検出装置の制御装置、物体検出装置および物体検出プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、物体検出を行うための超音波送信機または超音波受信機の異常を検出する物体検出装置、その制御装置、および物体検出プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、超音波を用いて車両の周辺の物体検出を行う物体検出装置が知られている。物体検出装置は、超音波送信機を用いて超音波を送信し、周辺の物体に反射して戻ってきた反射波を超音波受信機で受信する。そして、反射波を正常に受信できた場合、物体検出装置は、周辺に物体があることを検出する。

[0003] 物体検出装置が備えている超音波送信機および超音波受信機は、使用状況または使用期間によって、超音波を送受信する機能が低下する。例えば、超音波送信機および超音波受信機は、車両の外表面に設けられているため、外部の物体との接触による損傷、または泥や水滴などの汚れの付着などが起こりやすい。そのため、超音波の正常な送受信が阻害される可能性がある。また、これら超音波送信機および超音波受信機の経年劣化が進むと、超音波の正常な送受信が行えなくなる。

[0004] これらの問題に対する対策として特許文献１には、超音波を送受信する機能の低下（以下、異常という）を検出する技術が開示されている。特許文献１の物体検出装置は、超音波送信機から超音波受信機へ直接到達する直接波が超音波受信機で受信されているか否かを判定し、受信していない場合に超音波送信機または超音波受信機の異常を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１４－２３２０７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、特許文献１の物体検出装置は、異常検出の際に、直接波が受信される期間にノイズを受信した場合、実際には直接波を受信していなくとも、ノイズを直接波と誤判定してしまう可能性がある。この場合、超音波送信機または超音波受信機に異常があるにもかかわらず、異常を検出できないという問題があった。

[0007] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、直接波を受信する期間にノイズを受信した場合であっても、超音波送信機または超音波受信機の異常を精度よく検出することを可能とする物体検出装置、その制御装置、および物体検出プログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る物体検出装置の制御装置は、物体検出のために送信される超音波である物体検出用超音波を超音波送信機に送信させるための入力信号を超音波送信機へ出力し、物体検出用超音波が超音波送信機の周辺の物体に反射して、反射波として超音波受信機で受信される期間における出力信号を超音波受信機から取得し、出力信号に反射波の信号が含まれるか否かを判定し、物体を検出する物体検出部と、異常検出処理として、物体検出用超音波より送信時間が長い超音波である異常検出用超音波を超音波送信機に送信させるための入力信号を超音波送信機へ出力し、異常検出用超音波が、直接波として超音波受信機で受信される期間における出力信号である異常検出用出力信号を超音波受信機から取得し、異常検出用出力信号に直接波の信号が含まれるか否かを判定し、直接波の信号が含まれない場合に、超音波送信機または超音波受信機の異常を検出する異常検出部と、を備えたものである。

[0009] 本発明に係る物体検出装置は、車両に設置された超音波送信機と、車両に設置され、超音波送信機から超音波を受信可能な２つの超音波受信機とを備えた超音波送受信部と、超音波送受信部と接続されており、物体検出を行う

ための超音波である物体検出用超音波を超音波送信機に送信させるための入力信号を超音波送信機へ出力し、物体検出用超音波が超音波送受信部の周辺の物体に反射して、反射波として超音波受信機で受信される期間における出力信号を２つの超音波受信機の少なくとも一方から取得し、出力信号に反射波の信号が含まれるか否かを判定し、物体を検出する物体検出部と、超音波送受信部と接続されており、異常検出処理として、物体検出用超音波より送信時間が長い超音波である異常検出用超音波を超音波送信機に送信させるための入力信号を超音波送信機へ出力し、異常検出用超音波が、直接波として、超音波受信機で受信される期間における出力信号である異常検出用出力信号を２つの超音波受信機からそれぞれ取得し、それぞれの異常検出用出力信号に直接波の信号が含まれるか否かを判定し、直接波が超音波受信機で受信される期間とは異なる期間における出力信号を２つの超音波受信機からそれぞれ取得し、これらの出力信号それぞれについてノイズの強度を示すノイズレベルを算出し、２つの超音波受信機から取得した異常検出用出力信号それぞれに直接波の信号が含まれず、かつ、算出された２つのノイズレベルの差が予め定められた第５閾値以上である場合、超音波送信機に異常があることを検出する異常検出部と、を備えたものである。

[0010] 本発明に係る物体検出プログラムは、超音波送信機および超音波受信機に接続された制御機器を、物体検出のために送信される超音波である物体検出用超音波を超音波送信機に送信させるための入力信号を超音波送信機へ出力し、物体検出用超音波が超音波送信機の周辺の物体に反射して、反射波として超音波受信機で受信される期間における出力信号を超音波受信機から取得し、出力信号に反射波の信号が含まれるか否かを判定し、物体を検出する物体検出部、異常検出処理として、物体検出用超音波より送信時間が長い超音波である異常検出用超音波を超音波送信機に送信させるための入力信号を超音波送信機へ出力し、異常検出用超音波が、直接波として超音波受信機で受信される期間における出力信号である異常検出用出力信号を超音波受信機から取得し、異常検出用出力信号に直接波の信号が含まれるか否かを判定し、

直接波の信号が含まれない場合に、超音波送信機または超音波受信機の異常を検出する異常検出部、として機能させるものである。

発明の効果

[0011] 本発明では、異常検出の際に、異常検出用超音波として、物体検出用超音波より送信時間が長い超音波を用いる。

よって、直接波が受信される期間にノイズが受信された場合であっても、超音波送信機または超音波受信機の異常を精度よく検出することが可能である

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施の形態１に係る物体検出装置の超音波送受信部が超音波を送受信する様子を示した図である。

[図2]本発明の実施の形態１における送信波波形および受信波波形の具体例を示す図である。

[図3]物体検出用超音波と異常検出用超音波とで同じ超音波を用いた場合の送信波波形および受信波波形の例（比較例）を示す図である。

[図4]本発明の実施の形態１に係る物体検出装置のハードウェア構成を示す図である。

[図5]本発明に係る実施の形態１に係る物体検出装置の制御装置の構成を示す図である。

[図6]本発明の実施の形態１に係る物体検出装置の異常検出処理および物体検出処理のフローチャートである。

[図7]本発明の実施の形態１に係る異常検出用超音波の波形の例を示す図である。

[図8]本発明の実施の形態１に係る物体検出装置の異常検出の開始を判断する処理のフローチャートである。

[図9]本発明の実施の形態２に係る物体検出装置の異常検出の開始を判断する処理のフローチャートである。

[図10]本発明の実施の形態４に係る物体検出装置の異常検出処理の一部を示

すフローチャートである。

[図11]本発明の実施の形態４に係る物体検出装置のハードウェア構成を示す図である。

[図12]本発明の実施の形態４に係る物体検出装置における異常検出処理の結果と異常個所の関係を示す図である。

[図13]本発明の実施の形態５に係る物体検出装置の異常検出処理の一部を示すフローチャートである。

[図14]本発明の実施の形態５に係る物体検出装置における異常検出処理の結果と異常個所の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。図中の同一の符号は、同一または相当する部分を表す。

[0014] 実施の形態１

以下、図１から図８を参照し、本発明の実施の形態１について説明する。まず、本発明の実施の形態１に係る物体検出装置１００を備えた車両１の例（図１）を用いて、物体検出の概要および超音波送受信部の異常検出の概要を説明する。その後、物体検出装置１００の構成、動作、実施の形態１の効果の順に説明する。

[0015] 図１には、超音波送信機１０６および超音波受信機１０７を含む超音波送受信部と、超音波送受信部を制御する制御装置１０１とを含む物体検出装置１００を備えた車両１の例が示されており、超音波送信機１０６および超音波受信機１０７が超音波を送受信する様子が示されている。

超音波送受信部は、車両１の外表面に設けられている。また、制御装置１０１は、車両１の内部に設けられ、超音波送受信部と通信可能に接続されたECU（Electronic Control Unit）で構成される。

制御装置１０１は、超音波送信機１０６に超音波を送信させ、超音波受信機１０７で受信した超音波に、超音波送信機１０６から送信された超音波が含まれているか否かを判定し、車両１の周辺の物体２の検出および超音波送

受信部の異常の検出を行う。

[0016] まず、車両１の周辺の物体検出について概要を説明する。

車両１の周辺の物体検出は、車両１のユーザによる運転中あるいは自動運転中の衝突回避のために行われる。物体検出装置１００は、車両１の衝突回避のため、車両１の周辺の物体２の有無、および物体２までの距離を算出する。

[0017] 具体的には、制御装置１０１は、超音波送信機１０６が車両１の周辺へ送信する超音波である送信波３を、超音波送信機１０６に送信させる。図１に示すように車両１の周辺に物体２が存在する場合、超音波送信機１０６から送信された送信波３は物体２に反射して、反射波４として車両１へ戻ってくる。反射波４は超音波受信機１０７で受信され、制御装置１０１によって検出される。

制御装置１０１は超音波受信機１０７が反射波４を受信していると判定すると、車両１の周辺に物体２が存在することを検出する。また、送信波３の送信から反射波４の受信までの時間差である経過時間と、音速とを用いて、物体２までの距離を算出する。

物体検出装置１００は、このように車両１の周辺の物体検出を行い、物体２を検出した場合は、物体２の有無、および物体２までの距離を示す情報を、自動運転制御装置または衝突回避装置などへ送信する。

なお、音速には、車両１が用いられる環境での平均気温での音速を固定値として用いる。

[0018] 次に、超音波送受信部の異常検出について概要を説明する。

超音波送受信部は車両１の外表面に設置されているため、泥、雪、氷または水滴といった超音波の送受信を阻害する汚れが付着する。汚れが付着すると、超音波の送信強度が低下したり、受信感度が低下したりして、超音波送受信部の送受信の機能が低下する。また、経年劣化または外部からの衝撃などにより超音波送受信部の機能が低下する。

上記のような超音波送受信部の送受信の機能の低下を異常と呼び、低下し

た状態を異常状態と呼ぶ。また、送信強度または受信感度がゼロとなったことを故障、ゼロとなった状態を故障状態と呼ぶが、故障状態も異常状態に含まれる。

[0019] 超音波送受信部の異常検出は、物体検出を行うための超音波送受信部が上記の異常状態となっていないかを適宜確認するために行われる。

物体検出装置１００は、超音波送受信部の異常を検出するために、超音波送信機１０６により送信された送信波３が超音波受信機１０７で受信されるか否かを判定する。

具体的には、制御装置１０１は、まず、超音波送信機１０６に送信波３を送信させる。図１に示すように、送信波３は、超音波受信機１０７に直接到達し、直接波５として受信され、制御装置１０１によって検出される。

制御装置１０１は超音波受信機１０７が直接波５を受信していないと判定すると、超音波送信機１０６または超音波受信機１０７の異常を検出する。

[0020] 物体検出装置１００は、このように超音波送受信部の異常検出を行い、異常を検出した場合は、異常を示す情報を、車両１の警告灯表示を制御するECU、自動運転制御装置または衝突回避装置などの他の制御機器へ送信する。

なお、物体検出を行う場合に超音波送信機１０６から送信される超音波を物体検出用超音波と呼び、異常検出を行う場合に超音波送信機１０６から送信される超音波を異常検出用超音波と呼ぶ。

[0021] 次に、上述の異常検出について、図２および図３を用いて具体的に説明する。

図２および図３は、超音波送信機１０６から送信される送信波３の波形と、超音波受信機１０７で受信される超音波である受信波の波形の例を示しており、それぞれ、本実施の形態１の物体検出装置１００を用いた例と、比較例とを示している。具体的には、図２は、異常検出用超音波として、物体検出用超音波より送信時間の長い超音波を用いた場合の波形を示している。これに対して、図３は、異常検出用超音波に、物体検出用超音波と同じ送信時間の超音波を用いた場合の波形を示している。

[0022] 本実施の形態１では、物体検出用超音波より送信時間の長い異常検出用超音波を用いているため、超音波送受信部が正常に機能して、直接波５を受信している場合の受信波の波形（図２の（c））と、直接波５を受信できずに、ノイズの一例である他車両の超音波（点線で示す）を受信している場合の受信波の波形（図２の（e））とで区別が容易である。

一方、比較例では、物体検出用超音波と同じ送信時間の異常検出用超音波を用いているため、超音波送受信部が正常に機能して、直接波５を受信している場合の受信波の波形（図３の（c））と、直接波５を受信できずに、他車両の超音波（点線）を受信している場合の受信波の波形（図３の（e））とで区別が困難である。

これらの比較からわかるように、本実施の形態１では、物体検出用超音波より送信時間の長い異常検出用超音波を用いることで、他車両の超音波などのノイズを区別でき、異常検出の精度を向上させることができる。

[0023] ここで、超音波の送信時間の長さについて説明する。

超音波送信機１０６は、物体検出処理および異常検出処理ごとに超音波を送信している。ここでいう物体検出処理および異常検出処理は、１回、反射波４および直接波５を検出するための処理である。

１つの超音波は、１回の物体検出処理および異常検出処理ごとに送信される超音波を指す。また、超音波の送信時間の長さをいう場合、この１つの超音波の送信時間の長さを指す。

また、１つの超音波の送信時間の長さは、１回の物体検出処理または異常検出処理で超音波送信機１０６が超音波を送信するための振動を開始する時点から振動を終了する時点（送信される超音波の波形の始点から終点）までの、時間の長さを指す。なお、１回の物体検出処理または異常検出処理の中で、変調を行った結果、超音波が途切れる場合があるが、途切れた時点を終了する時点とはしない。１回の物体検出処理または異常検出処理で送信される超音波の中で、超音波送信機１０６が超音波を送信するための振動を開始する時点から振動を終了する最後の時点を送信時間の長さとする。

図２および図３の（a）および（b）には、物体検出で用いる超音波の送信時間を示す時間Aと、異常検出で用いる超音波の送信時間を示す時間Bが記載されている。図２に示されるように、実施の形態１では、異常検出用超音波の送信時間Bは、物体検出用超音波の送信時間Aより長い。また図３に示されるように、比較例では、異常検出用超音波の送信時間Bは、物体検出用超音波の送信時間Aと等しい。

[0024] 図２および図３について詳細に説明する。各グラフの縦軸は超音波の振幅、横軸は時間と対応する。

まず、物体検出用超音波と異常検出用超音波の送信時間の長さについて説明する。図２および図３の（a）のグラフはそれぞれ、物体検出用超音波の波形を示している。（b）のグラフはそれぞれ、異常検出用超音波の波形を示している。図２の（a）のグラフと図３の（a）のグラフに示されるとおり、物体検出用超音波はいずれも同じであるが、（b）のグラフに示されるとおり、異常検出用超音波は図２の本実施の形態１のほうが長い。

具体的には、図２の（a）および（b）のグラフに示されるように、本実施の形態１に係る物体検出装置１００は、異常検出用超音波として、物体検出用超音波よりも送信時間の長い超音波を用いる（送信時間A＜送信時間B）。図２では、物体検出用超音波は１波分（１周期分）の超音波であり、異常検出用超音波は２波分（２周期分）の超音波である。それぞれ周波数は同じである。

一方、比較例として示した図３では、（a）および（b）のグラフに示されるように、物体検出用超音波と異常検出用超音波とで同じ超音波を用いている（送信時間A＝送信時間B）。

[0025] 次に、受信される直接波５の波形の長さについて説明する。図２および図３の（c）のグラフはそれぞれ、超音波送受信部が正常状態であり、異常検出用超音波と対応する直接波５が受信できた場合の受信波の波形を示している。これらのグラフに示されるように、図２の本実施の形態１では、超音波受信機１０７で受信される受信波は長く、図３の比較例では、受信波は短い。

また、図２および図３の（d）のグラフは、超音波送受信部が異常状態であり、異常検出用超音波と対応する直接波５が受信できなかった場合の波形を示している。いずれの場合も、信号は直接波５の波形を含まず、一定の信号である。

[0026] ここで、一点鎖線で囲まれた期間は、直接波５の受信が予定されている期間であり、物体検出装置１００は、この期間に、超音波受信機１０７で異常検出用超音波の波形と対応する波形の超音波が受信されているかを判定し、直接波５を検出する。なお、超音波送信機１０６と超音波受信機１０７の間の距離は車両１の設計時に定められており、この距離と音速を用いて、直接波５の受信が予定されている期間を定めることができる。

図２および図３の（c）のグラフには、一点鎖線で囲まれた期間に、異常検出用超音波の波形と対応する直接波５の波形が現れており、超音波送信機１０６が正常に超音波を送信し、超音波受信機１０７が正常に超音波を受信していることが判断できる。

図２および図３の（d）のグラフには、一点鎖線で囲まれた期間に、異常検出用超音波の波形と対応する直接波５の波形が現れておらず、超音波送信機１０６が正常に超音波を送信していない、または超音波受信機１０７が正常に超音波を受信していないことが判断できる。

[0027] 最後に、ノイズの一例である他車両の送信時間の短い超音波を受信した場合について説明する。図２および図３の（e）のグラフは、超音波送受信部が異常な場合であって、かつ、他車両が送信した超音波を受信した場合の受信波の波形である。いずれのグラフでも、他車両が送信する送信時間の短い超音波の波形が現れている。

[0028] ここで、他車両が送信する超音波は、物体検出用超音波と同様、１波分から数波分程度の送信時間の短い超音波である（図２および図３では１波分）。この理由は次の通りである。

超音波送信機１０６から超音波を送信すると、まず超音波送信機１０６から超音波受信機１０７までの最短距離を通る直接波５が、超音波受信機１０

７で受信される。その後、車両１の周辺の物体２に反射した反射波４が超音波受信機１０７で受信される。物体検出では、反射波４の有無および受信までの経過時間から、物体２の有無を検出し、距離を算出する。したがって、反射波４の検出が重要であるが、受信波の波形のうち反射波４と直接波５が重なる部分では、反射波４の検出が容易ではない。そのため、物体検出用超音波の送信時間を短くすることで、受信される直接波５の波形をできるだけ短くし、直接波５と反射波４とが重なる期間を短くすることにより、車両１の至近距離に物体２が存在する場合にも反射波４を検出できるようにしている。

例えば、車両１を駐車する際には、至近距離の車両や壁などの物体２を検出して、ユーザに警告を行う必要があるが、このような至近距離の物体検出を可能とするために、物体検出用超音波は送信時間が短い超音波でなければならない。

上記の理由から、本実施の形態１に係る物体検出装置１００を搭載した車両１および他車両は、物体検出のために送信時間の短い超音波を用いなければならない。

[0029] 図３の比較例では、異常検出用超音波として、物体検出用超音波と同じ送信時間の短い超音波を用いている（送信時間A＝送信時間B）。また他車両の超音波も上記の理由から、送信時間が短い。そのため、図３の（e）のグラフに示されるように、他車両の超音波が、直接波５を受信する期間に受信されてしまった場合、直接波５を受信したのか他車両の超音波を受信したのか区別が困難である（図３の（c）と（e）を参照）。その結果、超音波送受信部に異常があり、直接波５を受信できない状態であっても、他車両の超音波が受信された場合、直接波５として誤検出してしまい、誤った異常検出が行われてしまう。

一方、本実施の形態１では、異常検出用超音波は、物体検出用超音波より送信時間が長い（送信時間A＜送信時間B）。そのため、図２の（e）のグラフに示されるように、他車両の短い送信時間の超音波が、直接波５を受信する

期間に受信されてしまったとしても、他車両の超音波は直接波５より短いため、区別が容易である（図３の（c）と（e）を参照）。その結果、超音波送受信部に異常があり、直接波５を受信できない状態で、他車両の超音波が受信された場合、直接波５として誤検出することがない。

以上のように、本実施の形態１の物体検出装置１００は、異常検出用超音波として、物体検出用超音波より送信時間の長い超音波を用いており、異常検出の精度を向上させることができる。

なお、ここでは、便宜上、超音波送受信部が故障状態である例を用いて説明したが、超音波送受信部が故障状態ではない異常状態である場合（微弱な直接波５を受信している場合）であっても、他車両の超音波を直接波５と誤検出せずに、異常検出の精度を向上させることができる。

具体的には、超音波受信機１０７が微弱な直接波５を受信している場合（図２および図３の（d）のグラフで、微弱な直接波５の波形が現れている場合）、直接波５は適正な強度に達していないため、超音波送信機１０６が正常に超音波を送信していない、または超音波受信機１０７が正常に超音波を受信していないことが判断できる。このとき、他車両の超音波を受信すると、上述した通り、比較例では直接波５を受信したのか他車両の超音波を受信したのか区別が困難である。一方、本実施の形態１では、他車両の短い送信時間の超音波が、直接波５を受信する期間に受信されてしまったとしても、他車両の超音波は直接波５より短いため、区別が容易である。

[0030] ここまで、本発明の実施の形態１に係る物体検出装置１００による物体検出の概要および超音波送受信部の異常検出の概要を説明した。

次に、本発明の実施の形態１に係る物体検出装置１００の構成について、図４のハードウェア構成図を用いて説明する。

物体検出装置１００は、制御装置１０１、送信アンプ１０５、超音波送信機１０６、超音波受信機１０７、受信アンプ１０８、車速センサ１０９、車速ECU１１０、バス１１１、および信号線１１２を備えている。また、車載カメラ１１３、カメラ制御ECU１１４、GPS（Global Positioning System）測位

センサ１１５、測位ECU１１６、通信ECU１１７および電波送受信機１１８を備えている。

制御装置１０１は、バス１１１を介して車速ECU１１０、カメラ制御ECU１１４、測位ECU１１６および通信ECU１１７と接続されている。制御装置１０１は、信号線１１２を介して送信アンプ１０５および受信アンプ１０８と接続されている。また、送信アンプ１０５と超音波送信機１０６、受信アンプ１０８と超音波受信機１０７、および車速ECU１１０と車速センサ１０９はそれぞれ、信号線１１２を介して接続されている。さらに、カメラ制御ECU１１４と車載カメラ１１３、測位ECU１１６とGPS測位センサ１１５、および通信ECU１１７と電波送受信機１１８はそれぞれ、信号線１１２を介して接続されている。

なお、車載カメラ１１３、カメラ制御ECU１１４、GPS測位センサ１１５、測位ECU１１６、通信ECU１１７および電波送受信機１１８は、本実施の形態１に必須のものではなく、車載カメラ１１３およびカメラ制御ECU１１４は、実施の形態２で詳細に説明し、GPS測位センサ１１５、測位ECU１１６、通信ECU１１７および電波送受信機１１８は実施の形態３で詳細に説明する。

[0031] まず、物体検出装置１００の制御装置１０１について説明する。

制御装置１０１は、ECUであり、CPU（Central Processing Unit）１０２、メモリ１０３、およびインタフェース１０４を備えており、超音波送信機１０６に超音波を送信させるための入力信号を生成し、超音波受信機１０７の生成する出力信号を受信して、物体検出処理および異常検出処理を行う。

[0032] CPU１０２は、メモリ１０３に記憶されたプログラムを読み出し、プログラムを実行する。異常検出処理および物体検出処理の実行はCPU１０２が行う。

[0033] CPU１０２が実行するプログラムはメモリ１０３に記憶されている。メモリ１０３は、CPU１０２がプログラムを実行する際の一時データが記憶されるRAM（Random Access Memory）およびCPU１０２が実行するプログラムおよび閾値が記憶されるROM（Read Only Memory）により構成されている。

また、RAMには、受信アンプ１０８および車速ECU１１０が送信してくる超

音波受信機１０７の出力信号および車両１の速度を示す速度情報が一時的に、記憶される。

[0034] 異常検出処理および物体検出処理を行う際に信号の送受信を行うのは、インタフェース１０４である。インタフェース１０４は、CPU１０２が生成する信号を送信アンプ１０５へ送信する。また、制御装置１０１に接続されている受信アンプ１０８、車速ECU１１０、カメラ制御ECU１１４、測位ECU１１６および通信ECU１１７が送信する信号を受信する。

またインタフェース１０４には、アナログ/デジタル変換器およびデジタル/アナログ変換器が内蔵されており、CPU１０２が生成し送信アンプへ送信するデジタル信号をアナログ信号に変換し、受信アンプ１０８から送信されるアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0035] 次に、物体検出装置１００のほかの構成について説明する。

まず、制御装置１０１が生成する入力信号に対応した超音波を送信するための構成である送信アンプ１０５および超音波送信機１０６について説明する。

送信アンプ１０５は、信号線１１２を介して制御装置１０１に接続されており、また、信号線１１２を介して信号を送信可能なように超音波送信機１０６に接続されている。送信アンプ１０５は、制御装置１０１より送信される入力信号を増幅し、超音波送信機１０６へ送信する。

超音波送信機１０６は、信号線１１２を介して送信アンプ１０５と接続されており、送信アンプ１０５から送信されてくる入力信号の波形に合わせて振動する振動子を備えている。超音波送信機１０６は、振動子が振動することにより、周辺の空気等の媒体を振動させ、超音波を送信する。

[0036] 次に、制御装置１０１が物体検出処理または異常検出処理を行うために取得する出力信号を生成し送信する超音波受信機１０７および受信アンプ１０８について説明する。

超音波受信機１０７は、周辺の空気等の媒体の振動のうち、超音波の振動数（例えば１８kHz以上あるいは２０kHz以上）に対応する振動に合わせて振

動する振動子を備えている。また超音波受信機１０７は、信号線１１２を介して信号を送信可能なように受信アンプ１０８と接続されており、振動子の振動に対応した出力信号を生成し、受信アンプ１０８へ送信する。

受信アンプ１０８は、信号線１１２を介して制御装置１０１と接続され、また、信号線１１２を介して超音波受信機１０７と接続されており、超音波受信機１０７から送信されてくる出力信号を増幅し、制御装置１０１へ送信する。

[0037] 次に、制御装置１０１が物体検出処理を開始するか異常検出処理を開始するかを判断するために用いる車両１の速度を測定し送信する車速センサ１０９および車速ECU１１０について説明する。

車速センサ１０９は、車両１の駆動輪の回転数に比例してパルス信号を発生させる。車速センサ１０９は、信号線１１２を介して車速ECU１１０に接続されており、当該パルス信号を車速ECU１１０へ送信する。

車速ECU１１０は、車速センサ１０９が送信してくるパルス信号の数に応じて車両１の速度を算出し、車両１の速度を示す速度情報を、バス１１１を介して制御装置１０１へ送信する。速度情報の送信は一定周期ごとに行われる。

[0038] 次に、物体検出装置１００の各構成要素を接続するバス１１１および信号線１１２について説明する。

バス１１１は、制御装置１０１と各ECUを接続する通信線であり、これらのECUの間で送受信される信号を送信する。

バス１１１は、車載ネットワークを構成しており、車載ネットワークではCAN（Control Area Network）プロトコルで規定されるCANフレームが送受信される。

信号線１１２は、バス１１１によって構成される車載ネットワークに属さない超音波送信機１０６などの機器の間を接続し、各機器間で送受信される信号を送信する通信線である。

[0039] ここで、制御装置１０１の構成について図５を用いて説明する。

判断部１２１は、インタフェース１０４を介して車速ECU１１０から受信した車両１の速度を示す速度情報に基づいて、物体検出処理を開始するか、異常検出処理を開始するか判断する機能を有する。

物体検出部１２２は、判断部１２１の物体検出処理を開始するとの判断結果に基づいて、超音波送信機１０６に物体検出用超音波を送信させるための入力信号を生成する機能を有する。

また、物体検出部１２２は、後述の受信部１２５を介して受信アンプ１０８から送信される出力信号のうち、物体検出用超音波が車両１の周辺の物体２に反射して、反射波４として超音波受信機１０７で受信される期間における出力信号を取得し、出力信号に反射波４の信号が含まれるか否かを判定し、物体２を検出する機能を有する。

[0040] 異常検出部１２３は、判断部１２１の異常検出処理を開始するとの判断結果に基づいて、超音波送信機１０６に異常検出用超音波を送信させるための入力信号を生成する機能を有する。

また、異常検出部１２３は、後述の受信部１２５を介して受信アンプ１０８から送信される出力信号のうち、異常検出用超音波が直接波５として超音波受信機１０７で受信される期間における出力信号（以下、異常検出用出力信号という）を取得し、異常検出用出力信号に直接波５の信号が含まれるか否かを判定し、超音波送受信部の異常を検出する機能を有する。

[0041] 送信部１２４は、物体検出部１２２および異常検出部１２３が生成する入力信号であるデジタル信号を、アナログ信号に変換して、信号線１１２を介して送信アンプ１０５へ送信する機能を有する。

受信部１２５は、超音波受信機１０７が超音波を受信して生成する出力信号であるアナログ信号を、信号線１１２を介して受信アンプ１０８から受信し、デジタル信号に変換し、物体検出部１２２および異常検出部１２３へ出力する機能を有する。

上記の判断部１２１、物体検出部１２２、および異常検出部１２３は、各部の機能を発揮するためのプログラムをCPU１０２が実行することにより実現

されている。また、送信部１２４および受信部１２５は、インタフェース１０４により構成される。

[0042] ここまで、物体検出装置１００の構成について説明した。

次に、物体検出装置１００の動作について説明する。まず、物体検出装置１００の異常検出処理および物体検出処理における動作について説明し、その後、異常検出の開始を判断する処理における動作について説明する。

物体検出装置１００の異常検出処理および物体検出処理における動作は、図６のフローチャートに従って行われる。

物体検出装置１００の異常検出処理は、制御装置１０１の異常検出部１２３により行われ、物体検出処理は、制御装置１０１の物体検出部１２２により行われる。

[0043] 異常検出処理および物体検出処理は、車両１の電源がONとなったときに開始される。

具体的には、車両１の電源がONとなると、制御装置１０１のCPU１０２は、メモリ１０３から異常検出処理および物体検出処理を行うためのプログラムを読み出し、当該プログラムに基づく処理を開始する。

CPU１０２は、異常検出の開始を判断する処理を実行し、異常検出を開始するか、物体検出を開始するか判断する（ステップＳ１０１）。

異常検出の開始を判断する処理の詳細については後述する。

[0044] まず、異常検出処理のフロー（ステップＳ１０２からステップＳ１０６まで）について説明する。

CPU１０２は、異常検出を開始すると判断した場合（ステップＳ１０１でYESの場合）、超音波送信機１０６に異常検出用超音波を送信させるための入力信号を生成し、インタフェース１０４（送信部１２４）から送信アンプ１０５へ送信する（ステップＳ１０２）。

具体的には、CPU１０２は、予めメモリ１０３に記憶されている異常検出用超音波の送信時間と信号の波形を読み出し、送信時間に応じた長さの入力信号であるデジタル信号を生成する。

インタフェース１０４は、生成されたデジタル信号を、内蔵しているデジタル/アナログ変換器でアナログ信号へ変換し、送信アンプ１０５へ送信する。

また、CPU１０２は、入力信号の波形をメモリ１０３へ記憶する。

なお、ここで、メモリ１０３に記憶されている異常検出用超音波の送信時間は、物体検出用超音波の送信時間より長く設定されている。

[0045] そして、CPU１０２は、異常検出用超音波が直接波５として超音波受信機１０７で受信される期間における、超音波受信機１０７の出力信号（異常検出用出力信号）を取得する（ステップＳ１０３）。

具体的には、超音波受信機１０７は、随時、出力信号を生成して受信アンプ１０８へ送信する。その後、出力信号は、受信アンプ１０８で増幅され、インタフェース１０４へ送信される。インタフェース１０４は、内蔵しているアナログ/デジタル変換器でアナログ信号である出力信号をデジタル信号に変換する。CPU１０２はデジタル信号に変換された出力信号をメモリ１０３に記憶する。CPU１０２は、順次記憶されている出力信号のうち、入力信号の送信時刻から所定時間経過後の出力信号（異常検出用出力信号）を読み出す。

ここで、所定時間とは、超音波送信機１０６が異常検出用超音波の送信を開始してから超音波受信機１０７が直接波５の受信を開始するまでの時間である直接波伝播時間に、物体検出装置１００内での信号の生成、送受信、メモリ１０３への記憶および読み出し処理などの内部処理に要する時間である内部処理時間を加えた時間である。

また、直接波５の長さは、異常検出用超音波の長さと一致することから、読み出される異常検出用出力信号の長さ（期間）は、所定時間経過時点から異常検出用超音波の送信時間と一致する時間が経過するまでである。

別の言い方をすれば、入力信号をs(t)、出力信号をr(t)とし（tは時刻であり、入力信号s(t)の送信開始時刻をゼロとする）、所定時間をτ_1とすると、メモリ１０３から読み出される出力信号r(t)は、s(0)と同一時刻の信号であるr(0)からではなく、所定時間τ_1経過後のr(τ_1)以降の信号である。

[0046] 次に、CPU１０２は、生成した入力信号と異常検出用出力信号との相関値を求める（ステップＳ１０４）。

入力信号s(t)と出力信号r(t)との相関値$R_{s,r}(\tau_1)$は次式により求められる。

[0047] [数1]

$$R_{s,r}(\tau_1)=\int_0^{T_1} s(t)r(t+\tau_1)dt \qquad \text{式（1）}$$

ここで、τ_1は、入力信号の波形の始点から異常検出用出力信号の波形の始点までの時間であり、ステップＳ１０３で用いた所定時間と一致する。上記の式では、τ_1を出力信号r(t)の時刻tに加えることで、時刻tにおける入力信号s(t)と、時刻tから所定時間であるτ_1が経過し、直接波５が受信される時刻におけるr(t+τ_1)の積を求める。

また、入力信号s(t)の全区間にわたって積分を行うため、積分区間は、時刻ゼロから異常検出用超音波の送信時間が経過する時刻T_1までである。すなわち、積分区間は異常検出用超音波の送信時間の長さと一致する区間に設定する。これは直接波５の長さとも一致する。

[0048] 上記の式に基づいて、入力信号と出力信号との相関値は、次のようにして求められる。

入力信号の始点をt=0とすると、入力信号は、時刻ゼロから始まる振幅の関数s(t)（$0 \leqq t \leqq T_1$）で表される。また、出力信号は、入力信号の始点（t=0）からτ_1経過後の振幅の関数r(t)（$\tau_1 \leqq t \leqq T_1+\tau_1$）で表される。

これらの関数の各時刻tにおける入力信号s(t)と、t+τ_1における出力信号r(t+τ_1)の積を取り、積分を行うと、τ_1における相関値が求められる。

ステップＳ１０４を具体的に説明すると、CPU１０２は、まず、入力信号をメモリ１０３から読み出す。CPU１０２は、入力信号およびステップＳ１０３で取得した異常検出用出力信号の始点同士の振幅の積を求め、始点同士の計算に続けて、終点までの振幅の積を求める（上記の式のs(t)とr(t+τ_1)の積を求めることに相当する）。そして、CPU１０２は、求められた振幅の値の積を合算して、相関値とする。

[0049] そして、CPU１０２は、第１閾値をメモリ１０３から読み出し、相関値が第１閾値以下であるか否かを判定する（ステップＳ１０５）。第１閾値は、出力信号に直接波５の波形が含まれるかを判定するための閾値である。第１閾値を大きな値で設定すれば、超音波送受信部の軽度の異常、すなわち故障でない異常を検出できる。また小さな値で設定すれば、重度の異常、すなわち故障を検出できるが、ノイズの一例である他車両の超音波を直接波として誤検出しないために、一定の値以上であることが必要である。具体的には、異常検出用超音波の入力信号と他車両の超音波を受信した際の出力信号との相関値以上の値を用いる。より具体的には、他車両の超音波の送信時間の長さは、本実施の形態１の物体検出用超音波と同様であるから、本実施の形態１の物体検出処理で反射波４の有無を判定するための閾値である第６閾値（後述）以上の値を用いる。

[0050] CPU１０２は、相関値が第１閾値以下であると判定した場合（ステップＳ１０５でYESの場合）、超音波送受信部の異常を検出する。そして、CPU１０２は、異常を検出したことを示す信号を生成し、インタフェース１０４から車載ネットワークに接続されている他の制御機器へ送信する（ステップＳ１０６）。

[0051] CPU１０２が相関値は第１閾値以下でないと判定した後（ステップＳ１０５でNOの場合）、および、CPU１０２が異常を検出したことを示す信号を生成し送信した後（ステップＳ１０６）、CPU１０２は、再び、異常検出の開始を判断する処理を行い、本フローを繰り返す。

[0052] 次に、異常検出の開始を判断する処理で物体検出を開始すると判断した場合（ステップＳ１０１でNOの場合）における、物体検出処理のフロー（ステップＳ１０７からステップＳ１１１まで）について説明する。物体検出処理におけるステップＳ１０７からステップＳ１１１までの処理は、上述の異常検出処理におけるステップＳ１０２からステップＳ１０６までの処理と、一部を除いて、同様であり、以下では、異なる点を中心に説明する。

[0053] まず、CPU１０２は、物体検出用超音波を送信させるための入力信号を生成

する（ステップＳ１０７、異常検出処理のステップＳ１０２と対応）。物体検出用超音波の送信時間は異常検出用超音波の送信時間より短い。

[0054] 次に、CPU１０２は、反射波４の波形の有無を検出するために、反射波４を受信する期間における、超音波受信機１０７からの出力信号を取得する（ステップＳ１０８、異常検出処理のステップＳ１０３と対応）。

ここで、反射波４を受信する期間は、直接波５を受信する期間（ステップＳ１０３）とは異なり、直接波５を受信する期間以降の期間である。具体的には、CPU１０２が取得する出力信号は、入力信号の送信時刻から、直接波伝播時間、直接波５の波形が現れている時間（物体検出用超音波の送信時間と一致）、および内部処理時間が経過した時点以降の出力信号である。すなわち、反射波４を受信する期間における出力信号は、出力信号から直接波５の波形が無くなった時点以降の出力信号である。

別の観点で説明すると、上記の時点は次のように定められる。上記の時点は、物体検出装置１００の物体検出可能な範囲のうち、最短距離に位置する物体２から反射する反射波４の波形の始点が現れる時点である。したがって、設計時に定められた物体検出可能な最短距離と音速から、送信波３が送信されてから反射波４が受信されるまでに要する時間である最短反射波伝播時間を求め、最短反射波伝播時間に内部処理時間を加えることで、上記の時点を定める。

また、反射波４の長さは、物体検出用超音波の長さと一致することから、CPU１０２が読み出す出力信号の長さ（期間）は、上記の時点から、少なくとも物体検出用超音波の送信時間と一致する時間が経過するまでであるが、物体検出を行う範囲に応じて、より広範囲の出力信号を取得する。具体的には、物体検出可能な範囲のうち、最長距離に位置する物体２から反射する反射波４の波形の終点が含まれるように、取得する出力信号の範囲を定める。設計時に定められた物体検出可能な最長距離と音速から、送信波３が送信されてから反射波４が受信されるまでに要する時間である最長反射波伝播時間を求め、最短反射波伝播時間に、物体検出用超音波の送信時間および内部処理

時間を加えることで、出力信号の取得範囲（終点）を定める。

したがって、CPU１０２が取得する出力信号は、入力信号送信後、物体検出の最短距離に基づいて定めた時間が経過してから、物体検出の最長距離に基づいて定めた時間が経過するまでの出力信号となる。

[0055] 次に、CPU１０２は、生成した入力信号と上記の出力信号との相関値およびその集合である相互相関関数を求める（ステップＳ１０９、異常検出処理のステップＳ１０４と対応）。

相関値を求めるための式は、下記のとおりであり、異常検出処理で用いた上記の式（１）とは、τおよび積分区間が異なる。

[0056] [数2]

$$R_{s,r}(\tau) = \int_0^{T_2} s(t)r(t+\tau)dt \qquad \text{式（２）}$$

異常検出処理で用いたτ_1は、入力信号の波形の始点から異常検出用出力信号の波形の始点までの時間であり、超音波送信機１０６と超音波受信機１０７の距離に基づいた固定値であったが、物体検出処理で用いるτは、変数である。物体検出処理における相関値を求める際には、τを変化させて、順次、入力信号s(t)と出力信号r(t+τ)との積の積分値である相関値を算出する。τを変化させて、ステップＳ１０８で取得した出力信号の全範囲について相関値を求めるため、変数であるτの最小値は、最短反射波伝播時間と内部処理時間の和である。言い換えれば、直接波伝播時間、直接波の波形が現れている時間（物体検出用超音波の送信時間と一致）、および内部処理時間の和である。最大値は、最長反射波伝播時間と内部処理時間の和である。

また上記のようにτを変化させて順次求めた相関値の集合を相互相関関数とする。

積分区間については、時刻ゼロから物体検出用超音波の送信時間が経過する時刻T_2までである。物体検出用超音波は異常検出用超音波より送信時間が短いため、T_2は異常検出処理で用いたT_1より小さい値となる（$T_1 > T_2$）。

[0057] そして、CPU１０２は、ステップＳ１０９で求めた相互相関関数の波形のう

ち、ピークの高さ（相関値の大きさ）が第６閾値以上であるピークの有無を判定する（ステップＳ１１０、異常検出処理のステップＳ１０５と対応）。第６閾値は、メモリ１０３に記憶されている閾値であり、出力信号に反射波４の波形が含まれるかを判定するための閾値である。第６閾値を大きな値で設定すれば、車両１の周辺の物体２を検出する際にノイズによる誤検出を防止できる。また小さな値で設定すれば、小さな物体２、反射率の低い物体２または遠方の物体２を検出できる。

[0058] CPU１０２は、ピークがあると判定した場合（ステップＳ１１０でYESの場合）、相互相関関数のピークと対応するτから、超音波送信機１０６が物体検出用超音波を送信して、超音波受信機１０７が反射波４を受信するまでにかかる経過時間を求め、当該経過時間と音速とから物体２までの距離を算出する。そして、CPU１０２は、物体２を検出したこと、および物体２までの距離を示す信号を生成し、車載ネットワークに接続されている他の制御機器へ送信する（ステップＳ１１１、異常検出処理のステップＳ１０６と対応）。

ここで、ピークと対応するτは、入力信号の始点から、反射波４の波形の始点までの時間と一致する値であるから、τから内部処理時間を引くことで、上記の経過時間を算出することができる。

[0059] ピークがないと判定した後（ステップＳ１１０でNOの場合）、および、物体２を検出したことなどを示す信号を生成し送信した後（ステップＳ１１１）、CPU１０２は、物体検出処理を終了し、再び、本フローの処理を繰り返す。

[0060] ここで、異常検出処理で用いた異常検出用超音波について補足する。

まず、先述のとおり、異常検出用超音波は物体検出用超音波より送信時間が長い。これにより、異常検出処理で異常検出用超音波と他車両の超音波などのノイズとの区別を容易にする。

[0061] 物体検出用超音波と異常検出用超音波の送信時間の長さの例を示す。

物体検出用超音波には、１波分から数波分程度の波で構成される超音波を用いる。図２を用いた説明では１波分の例を示した。ここでは、他の例とし

て、４波分の波で構成される超音波を用いる例を示す。

共振周波数４０kHzの振動子で構成される超音波送信機１０６で４波分の波で構成される物体検出用超音波を送信する場合、送信時間は０．１msである。

一方、異常検出用超音波には、物体検出用超音波より送信時間の長い超音波を用いる。図２を用いた説明では、物体検出用超音波が１波分であり、異常検出用超音波が２波分である例を示した。

共振周波数４０kHzの振動子で構成される超音波送信機で、例えば、４０３２波分の波で構成される異常検出用超音波を送信する場合、送信時間は１００．８msとなり、物体検出用超音波（４波分の波）の約１０００倍の送信時間である。

[0062] また、本実施の形態１では、異常検出用超音波として、物体検出用超音波より振幅の絶対値の総和が大きい超音波を用いる。これにより、直接波５を受信できた場合の相関値を大きくすることができ、S/N比を大きくすることができる。

[0063] また、異常検出処理で生成する入力信号は、CPU１０２が基準信号を変調し符号を乗せた信号としてもよい。超音波送信機１０６は、この入力信号を用いて、符号を乗せた異常検出用超音波を送信する。

CPU１０２は、メモリ１０３に記憶された基準信号（搬送波）の波形と、変調信号の波形を読み出し、これらを乗じて、符号を乗せた入力信号を生成する。

図７は、基準信号（搬送波）を位相変調し、所定の符号系列の情報を乗せた入力信号の例（２８波分）であり、この例では、符号系列［１，１，１，０，１，０，０］の情報を乗せている。このような符号を乗せた超音波を用いることにより、他車両等の符号を乗せていない超音波との区別を容易にしている。なお、実施の形態１の物体検出における物体検出用超音波も符号を乗せていない超音波を用いている。

[0064] 図７では、bit数が７であり、bit波数が４の入力信号の例を示している。b

it数は、符号系列の長さを示し、bit波数は、１つの符号を表現するために用いる波の数を示す。すなわち、上記の例では、１つの符号（１または０）を表現するために４個の波が用いられる。また４個の波を７個用意して、１つの入力信号とする（全体で２８波分の波）。

符号化系列の情報を乗せた入力信号のほかの例として、bit数が６３であり、bit波数が６４である信号を用いることができる（全体で４０３２波分の波）。

入力信号に乗せる符号化系列は、M符号系列、Gold符号系列またはBarker符号系列を用いることができる。

また、図７では位相変調の例を挙げたが、振幅変調または周波数変調を行ってもよい。さらに、CPU１０２が基準信号（搬送波）と変調信号を乗算し、入力信号を生成するとしたが、CPU１０２に変調器を接続して、変調器に基準信号を変調させ、入力信号を生成するようにしてもよい。またピエゾ素子を使用した超音波送信機１０６の場合、変調は不要であり、送信時間に応じた期間、超音波送信機１０６に電圧をかけるだけでよい。

[0065] 次に、図６のステップＳ１０１で行う異常検出の開始を判断する処理の詳細について、図８のフローチャートを用いて説明する。

物体検出装置１００の異常検出の開始を判断する処理は、制御装置１０１の判断部１２１により行われる。制御装置１０１は、車速ECU１１０より送信されてくる速度情報をインタフェース１０４で受信し、順次メモリ１０３に記憶しており、判断部１２１は、この複数の速度情報を用いて、異常判定を開始するか否かの判断を行う。なお、各速度情報には、車両１の速度のほか、測定時刻が含まれている。

[0066] ステップＳ１０１（図６）の処理が開始されると、まず、CPU１０２は、最新の速度情報および一定時間遡った時刻までの速度情報を取得する（ステップＳ１３１）。

具体的には、CPU１０２は、測定時刻が所定の時刻までの速度情報が記憶されているメモリ１０３内のアドレスを指定して、メモリ１０３に指定したア

ドレスに格納されている速度情報を出力するように指示し、速度情報を読み出す。

[0067] CPU１０２は、読み出した複数の速度情報から、各測定時刻における車両１の加速度を算出する（ステップＳ１３２）。

CPU１０２は、メモリ１０３から第３閾値を読み出し、算出したすべての加速度の絶対値が予め定められた閾値である第３閾値以下であるか判定する（ステップＳ１３３）。第３閾値は、車両１の停止が緊急停止であるかを判定するための閾値であり、加速度の絶対値と比較される値である。加速度の絶対値が第３閾値より大きい場合、緊急性の高い停止と判断され、小さい場合、緊急性の低い停止と判断される。

[0068] すべての加速度の絶対値が第３閾値以下である場合（ステップＳ１３３でYESの場合）、CPU１０２は、速度情報が示す車両１の速度が予め定められた閾値である第２閾値以下である状態が継続しているか判定する（ステップＳ１３４）。

具体的には、CPU１０２は、メモリ１０３から第２閾値を読み出す。第２閾値は、車両１が停止状態であるか判定するための閾値であり、車両１の速度と比較される値である。例えば、時速３km以下を車両１の停止状態と判定する場合、第２閾値には時速３kmを超える値が用いられる。

そして、CPU１０２は、ステップＳ１３１で読み出したすべての測定時刻の車両１の速度が第２閾値以下であるか判定する。すべての測定時刻の速度が第２閾値以下である場合は、CPU１０２は、車両１の速度が第２閾値以下である時間が継続していると判定する。

[0069] 速度が第２閾値以下である時間が継続している場合（ステップＳ１３４でYESの場合）、CPU１０２は、異常検出を開始すると判断し（ステップＳ１３５）、ステップＳ１０２（図６）以降の異常検出処理を開始する。

[0070] すべての加速度が第３閾値以下でない場合（ステップＳ１３３でNOの場合）、または速度が第２閾値以下である時間が継続していない場合（ステップＳ１３４でNOの場合）、CPU１０２は、物体検出を開始すると判断し（ステッ

プＳ１３６）、ステップＳ１０７（図６）以降の物体検出処理を開始する。

[0071] 以下に、物体検出装置１００が異常検出の開始を判断する処理について補足する。

まず、異常検出を開始する判断を行う場合（ステップＳ１３５）に、車両１の速度が第２閾値以下である状態が継続すること（ステップＳ１３４）を条件としている理由を説明する。

実施の形態１では、異常検出を行う場合、物体検出用超音波より送信時間の長い超音波を異常検出用超音波として用いる。したがって、異常検出処理は、超音波の送信時間が長い分、物体検出処理より時間を要する。また、物体検出と異常検出で異なる超音波を用いているため、異常検出処理が行われている間は、物体検出を行うことができない。そのため、異常検出処理は、物体検出の必要のない、長時間（例えば１秒以上）の停止状態で行うことが好ましい。

以上の点を考慮して、本実施の形態１では、異常検出を開始する条件として、車両１が停止状態であることを条件とし、さらに、長時間の停止状態であることを条件としている。

なお、車両１の停止状態には、車両１が完全に停止している状態（速度ゼロの状態）だけでなく、車両１がわずかに動いている状態（速度が数km/h）も含む。ブレーキの踏み込みが甘く、車両１がわずかに動いてしまう場合があり、そのような場合を停止状態に含めるためである。

[0072] 次に、異常検出を開始する判断を行う場合（ステップＳ１３５）に、加速度の絶対値が第３閾値以下であること（ステップＳ１３３）を条件としている理由を説明する。

車両１が緊急停止する場合、たとえ車両１が緊急停止後、長時間の停止状態であったとしても、車両１の周辺に物体２が存在して周辺監視すべき状態にあると考えられる。このような場合には、自動運転制御装置または衝突回避装置で衝突を回避するための制御を継続したほうがよく、物体検出処理を継続したほうがよい。そのため、異常検出処理ではなく、物体検出処理を継

続して行うほうが好ましい。

以上の点を考慮して、本実施の形態１では、異常検出を開始する条件として、車両１が緊急停止していないことを条件としている。

[0073] なお、本実施の形態１におけるステップＳ１３４の条件のうち、車両１の速度が第２閾値以下であることを停車条件という。

[0074] 本発明の実施の形態１に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、以上のように構成されており、次のような効果を奏する。

[0075] 物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、異常検出を行う際に、物体検出用超音波より送信時間の長い超音波を、異常検出用超音波として用いる。

一般に、物体検出を行う場合には、送信時間の短い超音波が用いられるが、物体検出装置１００およびその制御装置１０１は異常検出用超音波として送信時間の長い超音波を用いているため、異常検出処理で異常検出用超音波と他車両の超音波などのノイズとの区別が容易である。具体的には、入力信号と、他車両の超音波などのノイズに基づいて生成される出力信号との相関値は、正常に直接波５を受信できた場合と比べ、大きくならない。この相関値の大きさの違いを利用して、異常検出用超音波と他車両の超音波などのノイズとの区別が可能である。

よって、直接波５が受信される期間に他車両の超音波などのノイズが受信された場合であっても、超音波送信機１０６または超音波受信機１０７の異常を精度よく検出することが可能である。

[0076] また、物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、異常検出を行う際に、物体検出用超音波より振幅の絶対値の総和が大きい超音波を、異常検出用超音波として用いる。

入力信号と出力信号との相関値の大きさは、各信号の振幅の絶対値の総和に比例する。したがって、振幅の絶対値の総和が大きい超音波を用いることで、相関値を大きくでき、S/N比を大きくすることができる。その結果、第１閾値も大きな値を用いることができ、ノイズの大きい環境下であっても、誤

判定を抑制することが可能である。

[0077] また、物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、異常検出を行う際に、符号を乗せた超音波を、異常検出用超音波として用いることができる。

符号を載せた超音波を用いることにより、他車両の符号を乗せていない超音波などのノイズとの区別が容易である。その結果、直接波５が受信される期間に他車両の超音波などのノイズが受信された場合であっても、超音波送信機１０６または超音波受信機１０７の異常を精度よく検出することが可能である。

[0078] また、物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、車両１の速度が第２閾値以下であるという停車条件が成立した場合に、異常検出を開始する。

物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、送信時間の長い異常検出用超音波を用いるため、送信時間が長い分、異常検出処理には時間がかかる。また、物体検出用超音波と異常検出用超音波とで異なる超音波を用いていることから、物体検出処理と異常検出処理を同時に行うことができない。

物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、上記の停車条件が成立した場合に異常検出を開始することにしているので、車両１が停止状態で物体検出が必要なく、かつ、異常検出処理の時間が確保できる状況で、異常検出処理を開始することができる。

そのため、物体検出が必要な走行時に、物体検出処理を行いつつ、車両停止時に異常検出処理の時間を確保することができる。

[0079] また、物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、車両１の加速度の絶対値が第３閾値以下である場合に、異常検出を開始する。

車両１が停止する際に加速度（減速度）が大きい場合は、車両１は緊急停止していると判断できる。緊急停止は車両１の周辺の監視を継続すべき場合になされるので、車両１の周辺の物体検出を継続したほうがよい。物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、加速度が小さい緩やかな停止が行

われた際に異常検出を開始するようにしており、緊急停止の際には物体検出が継続されるようにしている。

そのため、緊急停止時には、物体検出を継続し、車両１の安全性を高めることが可能である。

[0080] 本発明の実施の形態１に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１の変形例について説明する。

物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、図６のステップＳ１０１において、異常検出を開始すると判断した場合、それ以降の異常検出処理（ステップＳ１０２からステップＳ１０６）を行っているが、ステップＳ１０２からステップＳ１０６の処理の間に随時、物体検出を開始するか判断する処理を繰り返し、物体検出を開始すると判断された場合は、異常検出処理を途中で中止し、物体検出処理（ステップＳ１０７からステップＳ１１１）を行ってもよい。

このようにすることで、異常検出処理中に、車両１が動き出し、異常検出の開始を判断する処理において物体検出を開始すると判断された場合に、すぐに物体検出処理を開始することができる。

[0081] 物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、異常検出の開始を判断する処理で、加速度が第３閾値以下であること、速度が第２閾値以下であること、および速度が第２閾値以下である時間が継続すること、を条件として、異常検出を開始すると判断している。これらの３つの条件をすべて用いなくともよく、加速度が第３閾値以下であること、および速度が第２閾値以下であることを条件としてもよいし、速度が第２閾値以下であることだけを条件としてもよい。

[0082] 実施の形態２

次に、本発明の実施の形態２について説明する。実施の形態１で説明した構成および動作と同様の部分については説明を省略し、実施の形態１と異なる部分および実施の形態１で説明を行わなかった部分について、以下に説明する。

実施の形態１では、異常検出の開始を判断する処理で、加速度が第３閾値以下であること、速度が第２閾値以下であること、および速度が第２閾値以下である時間が継続すること、を条件として、異常検出の開始を判断していた。

実施の形態２では、実施の形態１の条件に加え、車両１の前方の情報を利用して、長時間にわたって車両１の停止状態が継続するかを判定する。

[0083] 実施の形態２の物体検出装置１００およびその制御装置１０１の構成について説明する。

実施の形態２の物体検出装置１００は、車両１の前方を撮影するための車載カメラ１１３、および車載カメラ１１３を制御するカメラ制御ECU１１４を備えている（図４および図５）。制御装置１０１は、車載カメラ１１３が撮影した車両１の前方の画像データを、カメラ制御ECU１１４を介して受信し、長時間にわたって車両１の停止状態が継続するかを判定する。

[0084] 以下、各構成について説明する。

車載カメラ１１３は、制御装置１０１が、長時間にわたって車両１の停止状態が継続するかを判定するための情報である車両１の前方の画像を撮影するための構成である。

車載カメラ１１３は、車両１の前方を撮影できるように、車内のフロントガラス周辺またはフロントグリル周辺に設置される。周期的に車両１の前方を撮影し、撮影した画像データを、信号線１１２を介してカメラ制御ECU１１４へ送信する。画像データには撮影時刻の情報が含まれる。

[0085] カメラ制御ECU１１４は、車載カメラ１１３から画像データを収集して、制御装置１０１へ送信するための構成である。

カメラ制御ECU１１４は、車載カメラ１１３から送信される画像データを、信号線１１２を介して受信し、画像データをCANフレームの形式に変換し、バス１１１を介して制御装置１０１へ送信する。

またカメラ制御ECU１１４は、車載カメラ１１３に対して、撮影の開始、中止、または周期変更に関する指令を送信し、車載カメラ１１３を制御する。

[0086] 次に、画像データを受信して、長時間にわたって車両１の停止状態が継続するかを判定するための制御装置１０１の構成を説明する。

制御装置１０１を構成するメモリ１０３には、車載カメラ１１３で撮影された車両１の前方の画像データが一定期間記憶される。撮影時刻についても合わせて記憶される。

また制御装置１０１を構成するメモリ１０３には、車載カメラ１１３で撮影された画像から特定の物体２を認識するための画像認識プログラムが記憶されている。CPU１０２は当該画像認識プログラムを読み出し、実行することで、画像認識が可能である。

[0087] 次に、実施の形態２の制御装置１０１の動作について、図９の異常検出の開始を判断する処理のフローチャートを用いて説明する。異常検出の開始を判断する処理は、制御装置１０１の判断部１２１により行われる。

実施の形態２の異常検出の開始を判断する処理のうち、ステップＳ１３１からステップＳ１３４までの処理、ステップＳ１３５の処理およびステップＳ１３６の処理は、実施の形態１（図８）と同様である。実施の形態２の処理には、ステップＳ１０４の処理の後、さらにステップＳ２０１からステップＳ２０４の処理が追加されている。

追加されたステップＳ２０１からステップＳ２０４の処理について説明する。

[0088] ステップＳ１３４までの処理により、車両１は緊急停止をしておらず（ステップＳ１３３でYES）、長時間の停止状態である（ステップＳ１３４でYES）と判断されている。

次に、制御装置１０１のCPU１０２は、車両１の前方の画像データであって、最新の撮影時刻の画像データを含み、時間的に連続する複数の画像データを取得する（ステップＳ２０１）。

具体的には、CPU１０２は、現在時刻から所定時間さかのぼった時刻以降に撮影された画像データのメモリ１０３内でのアドレスを指定し、出力するようにメモリ１０３へ指令を出力し、画像データをメモリ１０３から読み出す

。

[0089] そして、CPU１０２は、画像に含まれる信号機の信号が停止信号（赤信号）に変わった画像の最初の撮影時刻と、停止信号が変わった画像の撮影時刻とから、停止信号の変更周期を算出する（ステップＳ２０２）。

具体的には、CPU１０２は、メモリ１０３から読み出した各画像データに含まれる信号機の抽出を行う。画像認識には、パターンマッチングなどの公知の手法を用いる。

またCPU１０２は、抽出した信号機の信号の色が赤であるかを、画像データの輝度情報および色差情報から判別する。そして、CPU１０２は、信号の色を停止信号（赤信号）と判別した時間的に連続する画像のうち、最も早い撮影時刻を停止信号に変わった時刻とし、最も遅い撮影時刻を停止信号が変わった時刻として、これらの時刻の差から停止信号の変更周期を算出する。

[0090] 次に、CPU１０２は、現在の停止信号がいつから停止信号となったかを、画像の撮影時刻に基づいて求める。この撮影時刻と変更周期を用いて、現在の停止信号が変更になるまでの残り時間を算出する（ステップＳ２０３）。

具体的には、CPU１０２は、信号の色が停止信号（赤信号）に変わったと判別した画像の撮影時刻のうち、最も現在時刻に近い撮影時刻に、変更周期を加え、現在の停止信号が変更になる時刻を求め、現在時刻との差分から残り時間を算出する。

[0091] そして、CPU１０２は、残り時間が、あらかじめ定められた閾値である第７閾値以上であるか判定する（ステップＳ２０４）。第７閾値は、メモリ１０３に記憶されている。第７閾値は、車両１の停止状態が長時間に及ぶか判定するための閾値であり、停止信号が変わるまでの残り時間と比較される閾値である。例えば、異常検出処理に１秒の時間を要する場合、第７閾値は、１秒以上の値を用いる。

[0092] 残り時間が第７閾値以上である場合（ステップＳ２０４でYESの場合）、CPU１０２は、車両１が長時間の停止状態であると判断して、異常検出を開始すると判断する（ステップＳ１３５）。

また、残り時間が第７閾値以上でない場合（ステップＳ２０４でNOの場合）、CPU１０２は、車両１は長時間の停止状態でないと判断して、物体検出を開始すると判断する（ステップＳ１３６）。

[0093] ステップＳ１３５またはステップＳ１３６の処理の後、本フローの処理は終了し、CPU１０２は、図６の異常検出処理（ステップＳ１０２からステップＳ１０６）または物体検出処理（ステップＳ１０７からステップＳ１１１）を行う。

[0094] 本発明の実施の形態２に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、以上のように構成されており、次のような効果を奏する。

[0095] 実施の形態２では、実施の形態１の条件に加え、車両１の前方を撮影する車載カメラ１１３から取得する情報を利用して、車両１が停止信号で長時間にわたって停止状態が継続するかを判定する。

これにより、車両１の長時間停止状態が継続するか否かをより正確に判定でき、物体検出が必要な走行時に、物体検出処理を行いつつ、車両停止時に異常検出処理の時間を確保することができる。

[0096] 本発明の実施の形態２に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１の変形例について説明する。

物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、停止信号が変更になるまでの残り時間と第７閾値とを比較して、車両１の長時間停止状態が継続することを判定していたが、現在時刻と最も近い撮影時刻の画像データに含まれる信号が停止信号である場合、車両１の長時間停止状態が継続すると判定して、異常検出を開始すると判断してもよい。

[0097] また、物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、実施の形態１の条件である、加速度が第３閾値以下であること、速度が第２閾値以下であること、および速度が第２閾値以下である時間が継続すること、に加えて、車両１の前方の情報を用いて、車両１の長時間停止状態が継続するかを判定していたが、実施の形態１の条件を用いずに、車両１の前方の情報のみを用いて判定してもよいし、実施の形態１の条件の一部と車両の前方の情報を用い

て判定してもよい。

[0098] また、物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、車載カメラ１１３が撮影する画像を用いて、信号機の停止信号により車両１の長時間停止状態が継続することを判断するだけでなく、車両１の前方が渋滞していて長時間停止状態が継続することを判断することも可能である。

具体的には、メモリ１０３は第８閾値を記憶している。第８閾値は、車両１の停止状態が長時間に及ぶか判定するための閾値であり、前方で停止している車両の数と比較される閾値である。

CPU１０２は、車両１の前方の画像を取得し（ステップＳ２０１に対応）、前方で停止している車両を認識し、前方で停止している車両の数（停止情報という）を求める（ステップＳ２０２およびステップＳ２０３に対応）。そして、CPU１０２は、前方で停止している車両の数が第８閾値以上であるかを判定する（ステップＳ２０４に対応）。前方で停車している車両の数が第８閾値以上である場合、渋滞が発生していると判断して、異常検出を開始すると判断し（ステップＳ１３５に対応）、第８閾値以下である場合は、渋滞は発生していないと判断して、物体検出を開始すると判断する（ステップＳ１３６に対応）。

[0099] また、実施の形態２では図９に示すように、異常検出の開始を判断する処理のたびに、停止信号の変更周期を算出していた（ステップＳ２０２）が、一度、変更周期の算出を行った信号機についてはメモリ１０３に変更周期を記憶しておき、算出処理（ステップＳ２０２）を行わずに、メモリ１０３に記憶された変更周期を用いて残り時間の算出（ステップＳ２０３）を行ってもよい。このようにすることで、例えば、渋滞時などに、異常検出の開始を判断する処理のたびに、同じ信号機の変更周期を繰り返し算出する必要がなくなり、処理効率を向上させることができる。

[0100] 実施の形態３

次に、本発明の実施の形態３について説明する。実施の形態２の構成および動作と同様の部分については説明を省略し、実施の形態２と異なる部分に

ついて、以下に説明する。なお、実施の形態３は実施の形態２と組み合わせて用いることも可能である。

[0101] 実施の形態２では、実施の形態１の条件に加え、車両１の前方を撮影する車載カメラ１１３から取得する情報を利用して、長時間にわたって車両１の停止状態が継続するかを判定していた。

実施の形態３では、実施の形態２の車載カメラ１１３から取得する情報に代えて、車両１の外部との通信により得られる情報を利用して、長時間にわたって車両１の停止状態が継続するかを判定する。

[0102] 実施の形態３の物体検出装置１００およびその制御装置１０１の構成について説明する。

実施の形態３の物体検出装置１００は、車両１の位置情報を生成するためのGPS測位センサ１１５および測位ECU１１６と、車両１の外部と情報通信を行うための通信ECU１１７および電波送受信機１１８とを備えている（図４および図５）。

[0103] 以下、各構成について説明する。

GPS測位センサ１１５は、車両１に設置されており、GPS衛星からの測位信号を受信する。

測位ECU１１６は、GPS測位センサ１１５と信号線１１２を介して接続されており、GPS測位センサ１１５が受信した測位信号を取得する。

測位ECU１１６は、取得した測位信号から、車両１の緯度および経度を算出し、位置情報とし、バス１１１を介して、位置情報を通信ECU１１７および制御装置１０１へ送信する。

[0104] 通信ECU１１７は、バス１１１を介して、測位ECU１１６から車両１の位置情報を取得する。そして、外部への交通情報の要求する信号に当該位置情報を追加して、信号線１１２を介して接続された電波送受信機１１８へ送信する。

さらに、通信ECU１１７は、交通情報を要求する信号を送信し、その結果、電波送受信機１１８が受信した交通情報を、電波送受信機１１８から取得す

る。そして、当該交通情報を、バス１１１を介して接続された制御装置１０１へ送信する。

ここで、交通情報には、車両１の前方に位置する複数の信号機の位置情報および当該複数の信号機の停止信号が変わる時刻の情報が含まれる。

[0105] 電波送受信機１１８は、通信ECU１１７から送信される交通情報の要求する信号を外部へ電波で送信し、外部からの交通情報を乗せた電波を受信する。そのため、車両１上で電波の送受信が可能な位置に設置されており、５GまたはLTEなどの通信規格に対応した特定の周波数または車車間通信で用いられる周波数の電波を送受信する。

[0106] 実施の形態３の制御装置１０１を構成するメモリ１０３には、通信ECU１１７が送信する交通情報および測位ECU１１６が送信する車両１の位置情報が順次記憶され、更新される。

[0107] 次に、実施の形態３の制御装置１０１の動作について説明する。

実施の形態３の制御装置１０１の処理は、実施の形態２の異常検出の開始を判断する処理のフローチャート（図９）と比較して、ステップＳ２０１、ステップＳ２０２、およびステップＳ２０３が異なる。これらの処理は、制御装置１０１の判断部１２１が行う。

[0108] 実施の形態３の制御装置１０１のCPU１０２は、メモリ１０３から車両１の位置情報および交通情報に含まれる複数の信号機の位置情報を読み出し、車両１と信号機との距離を算出し、車両１と最も近接する信号機を特定する。また、CPU１０２は、特定した信号機の停止信号が変わる時刻をメモリ１０３から読み出す（図９のステップＳ２０１に対応）。

さらに、CPU１０２は、読み出した停止信号が変わる時刻と現在時刻との差分である残り時間を算出する（図９のステップＳ２０２およびステップＳ２０３に対応）。

上記以降の処理は実施の形態２と同様で、残り時間が第７閾値以上であるかを判定し、第７閾値以上である場合、異常検出を開始すると判断し、第７閾値以上でなければ、物体検出を開始すると判断する（ステップＳ２０４、

ステップＳ１３５およびステップＳ１３６）。

[0109] 本発明の実施の形態３に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、以上のように構成されており、次のような効果を奏する。

実施の形態３では、実施の形態１の条件に加え、車両１の外部との通信で取得する情報を利用して、車両１が停止信号で長時間にわたって停止するかを判定する。

これにより、車両１の長時間停止状態が継続するか否かをより正確に判定でき、物体検出が必要な走行時に、物体検出処理を継続しつつ、車両停止時に異常検出処理の時間を確保することができる。

[0110] 本発明の実施の形態３に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１の変形例について説明する。

物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、実施の形態１の条件である、加速度が第３閾値以下であること、速度が第２閾値以下であること、および速度が第２閾値以下である時間が継続すること、に加えて、車両１の外部との通信で取得する情報を用いて、車両１の長時間停止状態が継続するかを判定していたが、実施の形態１の条件を用いずに、車両１の外部との通信で取得する情報のみを用いて判定してもよいし、実施の形態１の条件の一部と車両の前方の情報を用いて判定してもよい。

[0111] 物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、通信ECU１１７が取得した情報を用いて、信号機の停止信号により車両１の停止状態が長時間継続することを判断するだけでなく、車両１の前方が渋滞していて長時間停止状態が継続することを判断することも可能である。

具体的には、制御装置１０１のメモリ１０３は第８閾値を記憶している。第８閾値は、車両１の停止状態が長時間継続するか判定するための閾値であり、前方で停止している車両の数と比較される閾値である。

また通信ECU１１７は、前方の複数の他車両に対して、他車両が停車しているか否かを示す情報を送信するように要求する信号を生成し、電波送受信機１１８から送信して、車車間通信を行う。その後、通信ECU１１７は、電波送

受信機１１８を介して他車両から、他車両が停車しているか否かを示す情報を受信して、制御装置１０１へ送信する。

制御装置１０１は、通信ECU１１７から受信した、他車両が停車しているか否かを示す情報をメモリ１０３に記憶する。

制御装置１０１のCPU１０２は、メモリ１０３から他車両が停止しているか否かを示す情報を読み出し（図９のステップＳ２０１に対応）、当該情報から前方で停止している車両の数（停止情報という）を求める（ステップＳ２０２およびステップＳ２０３に対応）。そして、CPU１０２は、前方で停止している車両の数が第８閾値以上であるかを判定する（ステップＳ２０４に対応）。前方で停車している車両の数が第８閾値以上である場合、渋滞が発生していると判断し、異常検出を開始すると判断する（ステップＳ１３５に対応）。第８閾値以下である場合は、渋滞は発生していないと判断し、物体検出を開始すると判断する（ステップＳ１３６に対応）。

[0112] 実施の形態４

次に、本発明の実施の形態４について説明する。実施の形態１の構成および動作と同様の部分については説明を省略し、実施の形態１と異なる部分について、以下に説明する。なお、実施の形態４は実施の形態２および実施の形態３と組み合わせて用いることも可能である。

実施の形態１では、異常検出用出力信号に直接波５の信号が含まれるか否かを判定し、直接波５の信号が含まれない場合、超音波送信機１０６または超音波受信機１０７のいずれかが異常状態であるとしていた。

実施の形態４の物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、直接波５の信号が検出できない場合に、超音波受信機１０７が受信するノイズの強度を用いて、超音波送信機１０６または超音波受信機１０７のいずれに異常があるかを検出する。

[0113] 実施の形態４の物体検出装置１００およびその制御装置１０１の構成について説明する。

実施の形態４の制御装置１０１のメモリ１０３には、超音波受信機が受信

するノイズの強度を算出し、超音波送受信部の異常を検出するためのプログラムが記憶されており、制御装置１０１のCPU１０２は、当該プログラムを読み出し、実行する。

[0114] 次に、実施の形態４の物体検出装置１００およびその制御装置１０１の動作について、異常検出処理の一部を示すフローチャートである図１０を用いて説明する。

図１０のフローチャートに示される処理は、図６のステップＳ１０５とステップＳ１０６の間に挿入される処理である。

ステップＳ１０５（図６）で、入力信号と異常検出用出力信号の相関値が第１閾値以下で、直接波５の信号が検出されなかった場合、超音波送信機１０６または超音波受信機１０７のいずれかに異常がある。実施の形態４では図１０のステップＳ４０１からステップＳ４０５の処理を行うことで、CPU１０２が、ノイズの強度を用いて、超音波送信機１０６または超音波受信機１０７のいずれに異常があるか検出する。

[0115] CPU１０２は、異常検出用出力信号とは別の期間における出力信号を取得する（ステップＳ４０１）。

具体的には、CPU１０２は、メモリ１０３に記憶されている超音波受信機１０７からの出力信号のうち、直接波５の波形が現れる期間の前または後の期間の出力信号を読み出す。読み出す出力信号の長さは、異常検出用超音波の送信時間と一致する長さ（期間）である。なお、読み出す出力信号の期間を除き、ステップＳ４０１の処理は、図６のステップＳ１０３と同様である。

[0116] CPU１０２は、入力信号と、出力信号との相関値を求め、その絶対値をノイズレベルとして算出する（ステップＳ４０２）。ノイズレベルはノイズの強度を表す。なお、相関値を算出する処理は、図６のステップＳ１０４と同様である。

[0117] 次に、CPU１０２は、ノイズレベルが、メモリ１０３から読み出した第４閾値以上であるか判定する（ステップＳ４０３）。第４閾値は、出力信号にノイズが含まれるかを判定するための閾値であり、CPU１０２が算出するノイズ

レベルと比較される閾値である。

ノイズレベルが第４閾値以上であれば（ステップＳ４０３でYESの場合）、超音波受信機１０７は超音波を受信できているので、CPU１０２は、超音波送信機１０６および超音波受信機１０７のうち、超音波送信機１０６が異常であると判断する（ステップＳ４０５）。ノイズレベルが第４閾値以上でなければ（ステップＳ４０３でNOの場合）、超音波受信機１０７は超音波を受信できていないので、CPU１０２は、少なくとも超音波受信機１０７が異常であると判断する（ステップＳ４０４）。

[0118] これらの処理を終えた後、CPU１０２は、図６のステップＳ１０６の処理を行う。具体的には、超音波送信機１０６が異常であると判断した場合（ステップＳ４０５）は、CPU１０２は、超音波送信機１０６が異常であることを示す信号を生成し、インタフェース１０４を介して他の制御機器へ送信する。

また、ノイズレベルが第４閾値以上でなければ、CPU１０２は、少なくとも超音波受信機１０７が異常であることを示す信号を生成し、インタフェース１０４を介して他の制御機器へ送信する。

[0119] ここで、複数の超音波送信機１０６および複数の超音波受信機１０７が超音波送受信部に含まれる場合に、上記の異常検出処理を用いて、効率的に故障している超音波送信機１０６および超音波受信機１０７を特定する方法を説明する。

超音波送受信部に含まれる超音波送信機１０６および超音波受信機１０７は、送信機能および受信機能を備えた超音波送受信機４０１とし、超音波送受信部には３つの超音波送受信機４０１が含まれるものとして説明する。

まず、３つの超音波送受信機４０１が制御装置１０１に接続されていることを示す図１１を用いて、物体検出装置１００の構成を説明する。

[0120] 超音波送受信機４０１はそれぞれ、送信アンプ１０５および受信アンプ１０８に信号線１１２を介して接続され、送信アンプ１０５および受信アンプ１０８はそれぞれ信号線１１２を介して制御装置１０１に接続されている。制御装置１０１から送信されてくる入力信号は、送信アンプ１０５で増幅さ

れて、超音波送受信機４０１へ送信される。また超音波送受信機４０１は出力信号を生成して、受信アンプ１０８へ送信する。当該出力信号は、受信アンプ１０８で増幅されて制御装置１０１へ送信される。

また、これらの超音波送受信機４０１は、車両１の外表面に設けられており、それぞれの送信する送信波３を受信可能な位置に配置されている。

[0121] なお、制御装置１０１にバス１１１を介して接続される車速ECU１１０などの構成は、図示を省略しているが、実施の形態１と同様である（図４参照）。

また、図１１に表記されているように、３つの超音波送受信機４０１をそれぞれ、超音波送受信機A、超音波送受信機B、超音波送受信機Cと呼ぶこととする。

[0122] 図１２は、３つの超音波送受信機４０１を用いた場合の本発明の実施の形態４に係る物体検出装置１００の異常検出処理の結果と異常個所の関係を示す図であり、図１２を参照して、故障している超音波送受信機４０１を特定する方法を説明する。

３つの超音波送受信機４０１の正常および故障の組み合わせは、図１２の超音波送受信機の状態の段に示されるように８パターンある。

また図１２の判定結果の段には、各パターンに対応して、入力信号と異常検出用出力信号との相関値が第１閾値以上であるか、ノイズレベルが第４閾値以上であるかが示されている。A→Bとの表記は、超音波送受信機Aから超音波を送信し、超音波送受信機Bで受信した場合の判断結果を示している。また、相関値が第１閾値以上である場合は〇と表記し、相関値が第１閾値以上でなく、かつノイズレベルが第４閾値以上である場合は△と表記し、相関値が第１閾値以上でなく、かつノイズレベルが第４閾値以上でない場合は×と表記している。

[0123] 各パターンを個別にみていくと、まず、超音波送受信機Aから超音波を送信して超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cで超音波を受信した場合に、A→BまたはA→Cのいずれかが少なくとも〇である場合（パターン１からパターン

３）は、この一回の超音波の送信だけで、いずれの超音波送受信機４０１に異常があるか特定できる。少なくとも一方の超音波の送受信は○であるから、超音波送受信機Aは正常である。したがって、×となった場合は超音波を受信する超音波送受信機４０１に原因がある。そのため、×となった場合の超音波を受信する超音波送受信機４０１が故障であると判断できる。

[0124] また、同様に、超音波送受信機Aから超音波を送信して超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cで超音波を受信した場合に、A→BまたはA→Cのいずれも○ではなく、いずれかが少なくとも△である場合（パターン５からパターン７）は、この一回の超音波の送信だけで、いずれの超音波送受信機４０１に異常があるか特定できる。いずれの場合も超音波を受信する超音波送受信機４０１の１つはノイズを受信していることから（A→BまたはA→Cが△）、超音波を受信する超音波送受信機４０１は正常であるにもかかわらず、超音波を送信する超音波送受信機４０１が正常に超音波を送信できなかったことになる。したがって、超音波送受信機Aは故障であると判断できる。また、超音波を受信する超音波送受信機４０１がノイズを受信できている場合は、受信できている超音波送受信機４０１は正常と判断できる。

[0125] さらに、同様に、超音波送受信機Aから超音波を送信して超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cで超音波を受信した場合に、A→BおよびA→Cのいずれも×である場合（パターン４およびパターン８）は、この一回の超音波の送信だけではパターン４にあたるのかパターン８にあたるのか判断できない。つまり、超音波送受信機Aが正常か否かは不明である。この場合は、さらに超音波送受信機B（または超音波送受信機C）から超音波送受信機Aへ超音波を送信し、超音波送受信機Aがノイズを受信しているか判定する。ノイズを受信している場合（B→Aが△）は、超音波送受信機Aだけが正常であり、ノイズを受信していない場合（B→Aが×）は、すべての超音波送受信機４０１が故障であると特定できる。

[0126] 本発明の実施の形態４に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、以上のように構成されており、次のような効果を奏する。

実施の形態４では、実施の形態１の条件に加え、ノイズレベルを用いて超音波送受信部の異常検出を行っている。

相関値が第１閾値以下でありノイズレベルが第４閾値以上である場合は、超音波受信機１０７には異常はないと判断でき、超音波送信機１０６に異常があると特定することが可能である。また、ノイズレベルが第４閾値以下の場合は、少なくとも超音波受信機１０７に異常があると判断することが可能である。

また、安全運転に支障をきたす超音波送信機１０６または超音波受信機１０７が異常であった場合には、超音波送受信部を使った自動運転走行を停止したり、車内に警告を発したりすることが可能である。反対に、安全運転に支障をきたさない超音波送信機１０６または超音波受信機１０７が異常であった場合には、ほかの超音波送信機１０６および超音波受信機１０７、またはほかのセンサなどを利用して、自動運転を継続することが可能である。

また、複数の超音波送受信機４０１に対して異常検出を行う場合に、ノイズレベルによる判断を行うことで、少ない送信回数で異常個所の特定が可能である。

[0127] 本発明の実施の形態４に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１の変形例について説明する。

図１２では、超音波送受信機４０１の故障を判断する例を示したが、第１閾値および第４閾値を高く設定して、故障状態ではない異常状態の判断も可能である。

[0128] 図１０のステップＳ４０１の処理で、CPU１０２は、異常検出用出力信号とは別の期間の出力信号を取得して、相関値を求めていたが、さらに別の期間の出力信号を取得して、別の相関値を求め、求めた相関値の絶対値の平均値を取ってノイズレベルとしてもよい。平均値として、算術平均のほか、中央値を用いてもよい。

この場合、ノイズレベルである平均値Nは、複数の期間における出力信号に基づく相関値R_nを用いて、次の式で算出することが可能である。なお、各R_nは

上述の式（１）を用いて算出するが、その際に用いるτ_1は、取得した出力信号によって異なる。τ_1は、入力信号の波形の始点から各出力信号の波形の始点までの時間を用いる。

[0129] [数3]

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_n}{n} \qquad \text{式（３）}$$

ここで、nは、相関値の個数である。

[0130] また、図１０のステップＳ４０１の処理で、CPU１０２は、異常検出用出力信号とは別の期間の出力信号を、異常検出用超音波の送信時間と一致する長さ（期間）だけ取得して、相関値を求めていたが、異常検出用超音波の送信時間と一致する長さ（期間）より長い期間の出力信号を、別の期間で取得してもよい。そして、物体検出処理で説明したように（図６のステップＳ１０９）、相互相関関数を求めてもよい。求めた相互相関関数の振幅値の絶対値の平均値を取ってノイズレベルとすることができる。なお、相互相関関数を構成する相関値は、上述の式（２）を用いて算出するが、その際に用いる変数τの最小値は、入力信号の波形の始点から出力信号の波形の始点までの時間と一致する。最大値は、入力信号の波形の始点から出力信号の波形の終点までの時間から、異常検出用超音波の送信時間を引いた値と一致する。また、積分区間は、異常検出用超音波の送信時間の長さと一致するように定める。

[0131] 実施の形態５

次に、本発明の実施の形態５について説明する。実施の形態４の構成および動作と同様の部分については説明を省略し、実施の形態４と異なる部分を中心に、以下に説明する。なお、実施の形態５は実施の形態２、実施の形態３および実施の形態４と組み合わせて用いることも可能である。

[0132] 実施の形態４では、直接波５の信号が検出できない場合に、超音波受信機１０７が受信するノイズレベルが第４閾値以上である場合に、超音波送信機１０６に異常があると判断していた。しかし、外部環境の影響によってノイ

ズの強度が安定しない場合には、正確に異常検出できないことが考えられる。

実施の形態５では、物体検出装置１００は図１１と同様、複数の超音波送受信機４０１を備えており、直接波５の信号が検出できない場合に、物体検出装置１００は、複数の超音波受信機１０７が受信するノイズレベルが一致するか否かを判定する。ノイズレベルが一致する場合、超音波を受信する超音波送受信機４０１の状態は一致し、ノイズレベルが一致しない場合、超音波を受信する超音波送受信機４０１の状態は一致しないので、ノイズレベルの比較により、超音波を受信する超音波送受信機４０１同士の状態に関する情報が得られる。この情報を利用して、複数の超音波送受信機４０１のうち、いずれに異常があるかを判断する。

[0133] 実施の形態５の物体検出装置１００およびその制御装置１０１の構成について説明する。

実施の形態５の物体検出装置１００は、超音波送受信部である超音波送受信機４０１を３つ備えており、３つの超音波送受信機４０１は、それぞれが送信する超音波を互いに受信可能なように車両に設置されている。超音波送受信部の構成は、実施の形態４で図１１を用いて説明した構成と同様である。

[0134] 以下、実施の形態４の物体検出装置１００の構成と異なる構成について説明する。

実施の形態５のメモリ１０３には、２つの超音波送受信機４０１が受信するノイズレベルを比較するためのプログラムが記憶されており、制御装置１０１のCPU１０２は、当該プログラムをメモリ１０３から読み出し、実行する。

[0135] 次に、実施の形態５の物体検出装置１００およびその制御装置１０１の動作について説明する。

図１３は、実施の形態５の物体検出装置１００の異常検出処理を示すフローチャートであり、図６のステップＳ１０２とステップＳ１０６の間に、ス

テップＳ１０３からステップＳ１０５に代えて、挿入される処理である。図１３に示すフローチャートにおける処理のうち、図６のフローチャートまたは図１０のフローチャートと共通する処理内容のステップについては、図６または図１０の対応するステップについて明記し、共通する処理内容の説明は省略する。

[0136] 実施の形態５の物体検出装置１００は、３つの超音波送受信機４０１を備えており、１つの超音波送受信機４０１から超音波を送信して、隣接する２つの超音波送受信機４０１で超音波を受信することにより、異常検出処理を行う。

そのため、ステップＳ１０３ａにおいて、CPU１０２は、２つの超音波送受信機４０１から異常検出用出力信号を取得する（図６のステップＳ１０３に対応）。

なお、図１３のフローチャートでは、超音波の受信を担当する超音波送受信機４０１を単に超音波受信機と表記し、超音波の送信を担当する超音波送受信機４０１を超音波送信機と表記する。

[0137] 次に、CPU１０２は、２つの超音波送受信機４０１に対応する２つの相関値を算出する（ステップＳ１０４ａ、図６のステップＳ１０４に対応）。

[0138] そして、CPU１０２は、２つの超音波送受信機４０１に対応する２つの相関値を、第１閾値とそれぞれ比較する（ステップＳ１０５ａ、図６のステップＳ１０５に対応）。２つの相関値の少なくとも一方が第１閾値以下でなかった場合（ステップＳ１０５ａでNOの場合）、少なくとも超音波を送信する超音波送受信機４０１は正常に超音波を送信していることから、CPU１０２は、超音波を送信する超音波送受信機４０１は正常であると判断する（ステップＳ５０５）。また、第１閾値以下であった相関値と対応する、超音波を受信する超音波送受信機４０１は異常であると判断する（ステップＳ５０６）。

いずれの相関値も第１閾値以下である場合（ステップＳ１０５ａでYESの場合）は、超音波を送信した超音波送受信機４０１または超音波を受信した２つの超音波送受信機４０１のいずれが異常かは判断できないため、次に説明

するステップＳ４０１ａ以降の処理を行う。

[0139] ステップＳ４０１ａにおいて、CPU１０２は、超音波を受信する２つの超音波送受信機４０１からそれぞれ、異常検出用出力信号とは異なる期間の出力信号を取得する（図１０のステップＳ４０１に対応）。さらに、ステップＳ４０２ａにおいて、CPU１０２は、２つの超音波送受信機４０１に対応する２つ相関値を算出し、それぞれの超音波送受信機４０１のノイズレベルとする（図１０のステップＳ４０２に対応）。

[0140] 実施の形態４ではノイズレベルと第４閾値との比較を行っていたが（図１０のステップＳ４０３）、実施の形態５では、CPU１０２は、超音波を受信した２つの超音波送受信機４０１に対応する２つのノイズレベルを減算し、その差を算出する（ステップＳ５０１）。

そして、CPU１０２は、ノイズレベルの差がメモリ１０３から読み出した第５閾値以上であるか判定する（ステップＳ５０２）。第５閾値は、２つの超音波送受信機４０１のノイズレベルが一致するかを判定するための閾値であり、２つの超音波送受信機４０１のノイズレベルの差と比較される閾値である。ノイズレベルの差が第５閾値以下であれば、ノイズレベルは一致すると判断され、第５閾値以上であれば、ノイズレベルは不一致と判断される。

[0141] ノイズレベルの差が第５閾値以上である場合（ステップＳ５０２でYESの場合）、CPU１０２は、超音波を受信する２つの超音波送受信機４０１の一方に異常があると判断する。そして、少なくとも一方の超音波送受信機４０１が正常であり、正常に超音波を受信できる状態であることから、CPU１０２は、超音波を送信した超音波送受信機４０１には異常があると判断する（ステップＳ５０３）。

一方、ノイズレベルの差が第５閾値以上でない場合（ステップＳ５０２でNOの場合）、超音波を受信する２つの超音波送受信機４０１は同じ状態であると判断する（ステップＳ５０４）。

[0142] この後、超音波を受信していた２つの超音波送受信機４０１の一方に超音波の送信を担当させ、残りの２つの超音波送受信機４０１に受信を担当させ

て、図１３のフローチャートによる処理を繰り返すことで、いずれの超音波送受信機に異常があるか特定する。

ここで、上記の処理を繰り返すことで、いずれの超音波送受信機４０１に異常があるか特定することができることを、図１４を用いて説明する。

なお、説明の便宜上、実施の形態４同様、超音波送受信部に含まれる３つの超音波送受信機４０１を、超音波送受信機A、超音波送受信機B、超音波送受信機Cと呼ぶ（図１１）。

[0143] 図１４は、本発明の実施の形態５に係る物体検出装置１００における異常検出処理の結果と異常個所の関係を示す図である。

３つの超音波送受信機４０１の正常および異常の組み合わせは、図１４の超音波送受信機の状態の段に示されるように８パターンある。

また図１４の判定結果の段には、各パターンに対応して、入力信号と異常検出用出力信号との相関値が第１閾値以上であるか、ノイズレベルの差が第５閾値以上であるかが示されている。A→Bとの表記は、超音波送受信機Aから超音波を送信し、超音波送受信機Bで受信した場合の判断結果を示している。入力信号と異常検出用出力信号との相関値が第１閾値以上である場合は〇と表記しており、A→Bが〇であれば、相関値が第１閾値以上であり、直接波５が検出されていることを示している。また、相関値が第１閾値以上でない場合は×と表記している。

A→B、Cのノイズレベルとの表記は、超音波送受信機Aから超音波を送信し、超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cで受信したノイズレベルの一致または不一致の判断結果を示している。ノイズレベルが一致する（ノイズレベルの差が第５閾値以下）場合は〇と表記しており、A→B、Cのノイズレベルが〇であれば、超音波を受信する超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cのノイズレベルが一致していることを示している。またノイズレベルが一致しない（ノイズレベルの差が第５閾値以上）場合は×と表記している。

[0144] 各パターンを個別にみていくと、まず、超音波送受信機Aから超音波を送信して超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cで超音波を受信した場合に、A→

BまたはA→Cのいずれかが少なくとも○である場合（パターン１からパターン３）は、この一回の超音波の送信だけで、いずれの超音波送受信機４０１に異常があるか特定できる。少なくとも一方の超音波の送受信は○であるから、超音波送受信機Aは正常である。したがって、×となった場合は超音波を受信する超音波送受信機４０１に原因がある。そのため、×となった超音波を受信する超音波送受信機４０１に異常があると判断できる。この場合、ノイズレベルを判断する必要はない。

[0145] また、超音波送受信機Aから超音波を送信して超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cで超音波を受信した場合に、A→BおよびA→Cが×である場合（パターン４からパターン８）は、ノイズレベルの判断結果を参照する。

A→B、Cのノイズレベルが○の場合（パターン４、パターン５およびパターン８）、さらに、超音波送受信機Bから超音波を送信して超音波送受信機Aおよび超音波送受信機Cで超音波を受信させる。

そしてB→Cが○の場合（パターン５）は、超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cは正常であると判断でき、A→BおよびA→Cが×であったことから、超音波送受信機Aは異常と判断できる。

B→Cが×の場合（パターン４およびパターン８）は、超音波送受信機Aおよび超音波送受信機Cのノイズレベルを比較する。B→A、Cのノイズレベルが○の場合（パターン８）は、すべての超音波送受信機４０１が同じ状態と判断でき、いずれの超音波送受信機も直接波５を受信できていないので、すべての超音波送受信機４０１は異常であると判断できる。

さらに、B→A、Cのノイズレベルが×の場合（パターン４）は次のようになる。A→B、Cのノイズレベルが○であるため、超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cは同じ状態であり、B→A、Cのノイズレベルが×であるため、超音波送受信機Aおよび超音波送受信機Cは異なる状態である。すなわち、超音波送受信機Aが正常で、超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cが異常であるか、その逆である。ここで、B→Cは×であったので、超音波送受信機Aが正常で、超音波送受信機Bおよび超音波送受信機Cが異常であると判断できる。

[0146] さらに、A→BおよびA→Cが×である場合で、かつ、A→B、Cのノイズレベルが×の場合（パターン６およびパターン７）は、ノイズレベルが一致しないため、超音波送受信機Bまたは超音波送受信機Cの一方が異常であると判断できる。また、超音波送受信機Bまたは超音波送受信機Cのいずれかが正常であるにもかかわらず、A→BおよびA→Cが×となっていることから、超音波送受信機Aは異常と判断できる。

ここで、さらに、超音波送受信機Bから超音波を送信して超音波送受信機Aおよび超音波送受信機Cに超音波を受信させる。

B→A、Cのノイズレベルが○の場合（パターン６）、超音波送受信機Aおよび超音波送受信機Cは同じ状態であり、超音波送受信機Aが異常であることから、超音波送受信機Cは異常であると判断できる。またA→B、Cのノイズレベルが×であったので、超音波送受信機Bが正常と判断できる。

またB→A、Cのノイズレベルが×の場合（パターン７）、超音波送受信機Aおよび超音波送受信機Cは同じ状態であり、超音波送受信機Aが異常であることから、超音波送受信機Cは正常であると判断できる。またA→B、Cのノイズレベルが×であったので、超音波送受信機Bが異常と判断できる。

[0147] 本発明の実施の形態５に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、以上のように構成されており、次のような効果を奏する。

[0148] 実施の形態５では、実施の形態１の条件に加え、ノイズレベルの差を用いて超音波送受信部の異常検出を行っている。

超音波を送信する１つの超音波送受信機４０１と受信する２つの超音波送受信機４０１について異常検出処理を行う際、直接波５の信号が検出されず、ノイズレベルの差が第５閾値以上の場合（ノイズレベルが不一致の場合）は、超音波を送信する超音波送受信機４０１に異常があると特定することが可能である。

また、ノイズレベルが一致する場合は超音波を受信する２つの超音波送受信機４０１の状態は同じであり、一致しない場合は超音波を受信する２つの超音波送受信機４０１の状態は異なることがわかるため、超音波を送信する

超音波送受信機４０１を入れ替えて、再度、異常検出処理を行うことで、どの超音波送受信機４０１に異常があるか判断することが可能である。

また、安全運転に支障をきたす超音波送受信機４０１が異常であった場合には、超音波送受信部を使った自動運転走行を停止したり、車内に警告を発したりすることが可能である。反対に、安全運転に支障をきたさない超音波送受信機４０１が異常であった場合には、ほかの超音波送受信機４０１やセンサなどを利用して、自動運転を継続することが可能である。

[0149] 本発明の実施の形態１から実施の形態５に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１の変形例について説明する。

[0150] 実施の形態１から実施の形態５に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、物体検出処理および異常検出処理において、入力信号と出力信号（異常検出用出力信号）との相関値を求めて、出力信号に直接波５または反射波４の波形が含まれるかを判断していた。これに代えて、出力信号から直接、直接波５または反射波４の波形を検出してもよい。

[0151] また実施の形態４および実施の形態５に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、異常検出処理において、入力信号と出力信号との相関値を求めて、相関値の絶対値の平均値を出力信号のノイズの強度を示すノイズレベルとしていた。これに代えて、出力信号のうち、直接波５が現れる期間以外の出力信号の振幅の絶対値の平均値を直接求めて、ノイズの強度を示すノイズレベルとしてもよい。

[0152] 実施の形態１から実施の形態５に係る物体検出装置１００およびその制御装置１０１は、音速に固定値を用いていた。これに代えて、車両１に外気温を測定するための温度センサを設置して、制御装置１０１がバス１１１を介して、測定された外気温を示す情報を温度センサから受信し、外気温に基づいて、音速を補正してもよい。

[0153] 実施の形態１から実施の形態５に係る制御装置１０１は、インタフェース１０４を介して信号の送受信を行っている。このインタフェース１０４は、複数種類の信号を送受信できる１つのインタフェースであってもよいし、オ

ーディオインタフェース、USBポート、またはEthernetポートなどの複数のインタフェースを含むものであってもよい。

[0154] 実施の形態１および実施の形態２では、複数の速度情報から、各測定時刻における車両１の加速度を算出していた（図８および図９のステップＳ１３２）が、車両１に加速度センサを設置して、加速度センサの出力に基づいて、各時刻における車両１の加速度を決定してもよい。

[0155] 実施の形態１から実施の形態５に係る制御装置１０１は、異常検出処理または物体検出処理を行う際に、相関値を算出する際の積分区間として、異常検出用超音波または物体検出用超音波の送信時間の長さと一致する区間に設定している（$0 \leqq t \leqq T_1$、$0 \leqq t \leqq T_2$）が、残響の発生を考慮して、さらに長い区間を積分区間として設定してもよい。

産業上の利用可能性

[0156] 本発明に係る物体検出装置の制御装置、物体検出装置および物体検出プログラムは、超音波送受信機を用いた物体検出の分野で利用することができる。

符号の説明

[0157] １　車両、２　物体、３　送信波、４　反射波、５　直接波、１００　物体検出装置、１０１　制御装置、１０２　CPU、１０３　メモリ、１０４　インタフェース、１０５　送信アンプ、１０６　超音波送信機、１０７　超音波受信機、１０８　受信アンプ、１０９　車速センサ、１１０　車速ECU、１１１　バス、１１２　信号線、１１３　車載カメラ、１１４　カメラ制御ECU、１１５　GPS測位センサ、１１６　測位ECU、１１７　通信ECU、１１８　電波送受信機、１２１　判断部、１２２　物体検出部、１２３　異常検出部、１２４　送信部、１２５　受信部、４０１　超音波送受信機

請求の範囲

[請求項1] 物体検出のために送信される超音波である物体検出用超音波を超音波送信機に送信させるための入力信号を前記超音波送信機へ出力し、前記物体検出用超音波が前記超音波送信機の周辺の物体に反射して、反射波として超音波受信機で受信される期間における出力信号を前記超音波受信機から取得し、前記出力信号に前記反射波の信号が含まれるか否かを判定し、前記物体を検出する物体検出部と、

異常検出処理として、前記物体検出用超音波より送信時間が長い超音波である異常検出用超音波を前記超音波送信機に送信させるための入力信号を前記超音波送信機へ出力し、前記異常検出用超音波が、直接波として前記超音波受信機で受信される期間における出力信号である異常検出用出力信号を前記超音波受信機から取得し、前記異常検出用出力信号に前記直接波の信号が含まれるか否かを判定し、前記直接波の信号が含まれない場合に、前記超音波送信機または前記超音波受信機の異常を検出する異常検出部と、

を備えた物体検出装置の制御装置。

[請求項2] 前記異常検出部が出力する前記入力信号は、前記物体検出用超音波より超音波の振幅の絶対値の総和が大きい前記異常検出用超音波を前記超音波送信機に送信させる信号であり、

前記異常検出部は、前記異常検出部が出力する前記入力信号と前記異常検出用出力信号の相関値を算出し、前記相関値が予め定められた閾値である第１閾値以下である場合、前記直接波の信号は前記異常検出用出力信号に含まれないと判定する

ことを特徴とする請求項１に記載の物体検出装置の制御装置。

[請求項3] 前記異常検出部が出力する前記入力信号は、符号を乗せた前記異常検出用超音波を前記超音波送信機に送信させる信号である

ことを特徴とする請求項２に記載の物体検出装置の制御装置。

[請求項4] 前記超音波送信機および前記超音波受信機が設けられた車両の速度

を示す速度情報を取得し、前記速度情報が示す速度が予め定められた閾値である第２閾値以下であるという停車条件が成立した場合、前記異常検出部に前記異常検出処理を開始させる判断部をさらに備えた

ことを特徴とする請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の物体検出装置の制御装置。

[請求項5] 前記判断部は、前記車両の加速度を取得し、前記加速度の絶対値が予め定められた閾値である第３閾値以下であり、かつ、前記停車条件が成立する場合に、前記異常検出部に前記異常検出処理を開始させる

ことを特徴とする請求項４に記載の物体検出装置の制御装置。

[請求項6] 前記判断部は、前記車両の前方における画像を取得し、前記画像に信号機の停止信号が含まれ、かつ前記停車条件が成立する場合、前記異常検出部に前記異常検出処理を開始させる

ことを特徴とする請求項４に記載の物体検出装置の制御装置。

[請求項7] 前記異常検出部は、

前記直接波が前記超音波受信機で受信される期間と異なる期間における出力信号を前記超音波受信機から取得し、前記異なる期間における前記出力信号のノイズの強度を示すノイズレベルを求め、

前記直接波の信号が前記異常検出用出力信号に含まれないと判定した場合であり、かつ、前記ノイズレベルが予め定められた閾値である第４閾値以上である場合、前記超音波送信機および前記超音波受信機のうち、前記超音波送信機に異常があることを検出する

ことを特徴とする請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の物体検出装置の制御装置。

[請求項8] 車両に設置された超音波送信機と、前記車両に設置され、前記超音波送信機から超音波を受信可能な２つの超音波受信機とを備えた超音波送受信部と、

前記超音波送受信部と接続されており、物体検出を行うための超音波である物体検出用超音波を前記超音波送信機に送信させるための入

力信号を前記超音波送信機へ出力し、前記物体検出用超音波が前記超音波送受信部の周辺の物体に反射して、反射波として前記超音波受信機で受信される期間における出力信号を２つの前記超音波受信機の少なくとも一方から取得し、前記出力信号に前記反射波の信号が含まれるか否かを判定し、前記物体を検出する物体検出部と、

前記超音波送受信部と接続されており、異常検出処理として、前記物体検出用超音波より送信時間が長い超音波である異常検出用超音波を前記超音波送信機に送信させるための入力信号を前記超音波送信機へ出力し、前記異常検出用超音波が、直接波として、前記超音波受信機で受信される期間における出力信号である異常検出用出力信号を２つの前記超音波受信機からそれぞれ取得し、それぞれの前記異常検出用出力信号に前記直接波の信号が含まれるか否かを判定し、前記直接波が前記超音波受信機で受信される期間とは異なる期間における出力信号を２つの前記超音波受信機からそれぞれ取得し、これらの前記出力信号それぞれについてノイズの強度を示すノイズレベルを算出し、２つの前記超音波受信機から取得した前記異常検出用出力信号それぞれに前記直接波の信号が含まれず、かつ、算出された２つの前記ノイズレベルの差が予め定められた第５閾値以上である場合、前記超音波送信機に異常があることを検出する異常検出部と、

を備えた物体検出装置。

[請求項9] 超音波送信機および超音波受信機に接続された制御機器を、

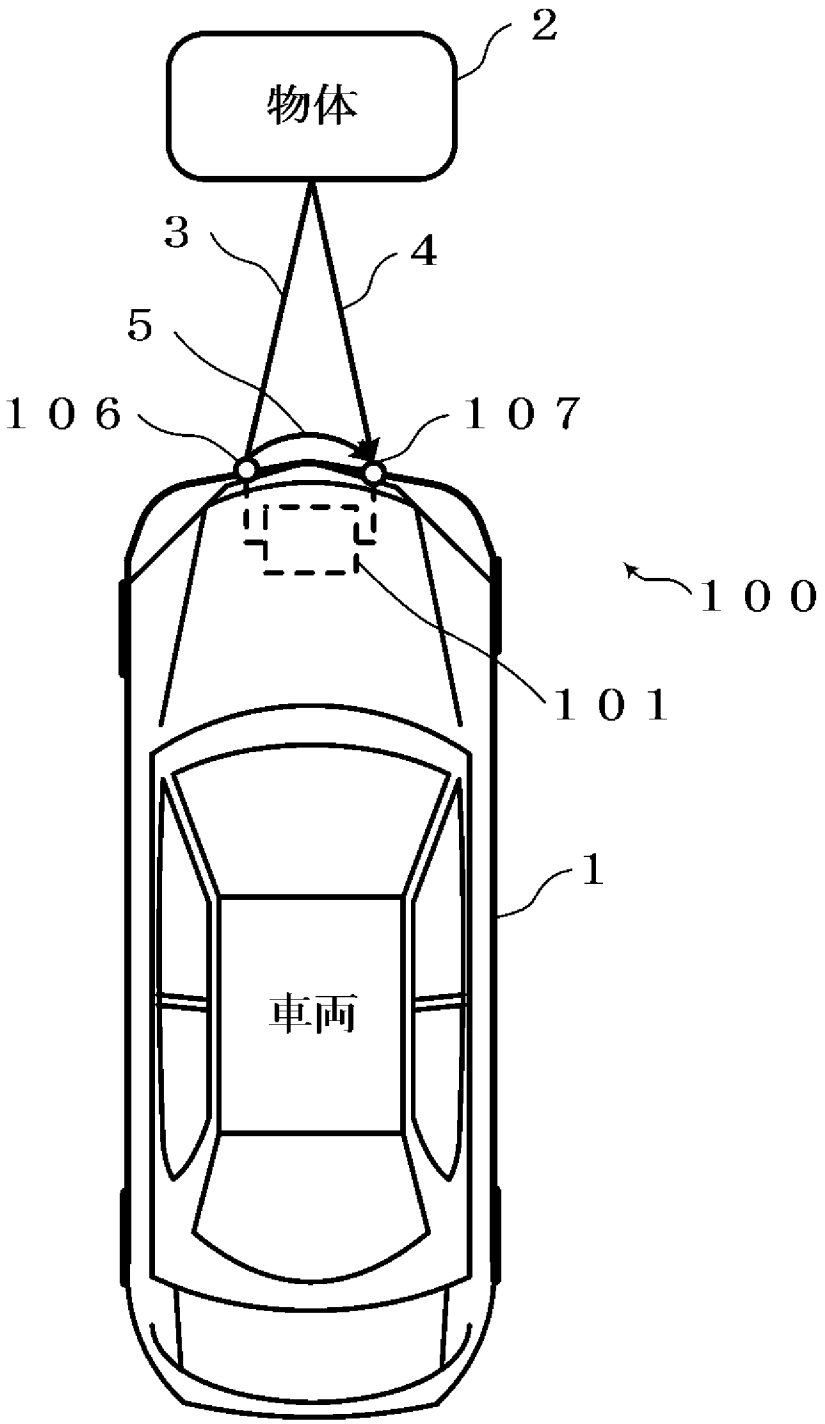
物体検出のために送信される超音波である物体検出用超音波を前記超音波送信機に送信させるための入力信号を前記超音波送信機へ出力し、前記物体検出用超音波が前記超音波送信機の周辺の物体に反射して、反射波として前記超音波受信機で受信される期間における出力信号を前記超音波受信機から取得し、前記出力信号に前記反射波の信号が含まれるか否かを判定し、前記物体を検出する物体検出部、

異常検出処理として、前記物体検出用超音波より送信時間が長い超

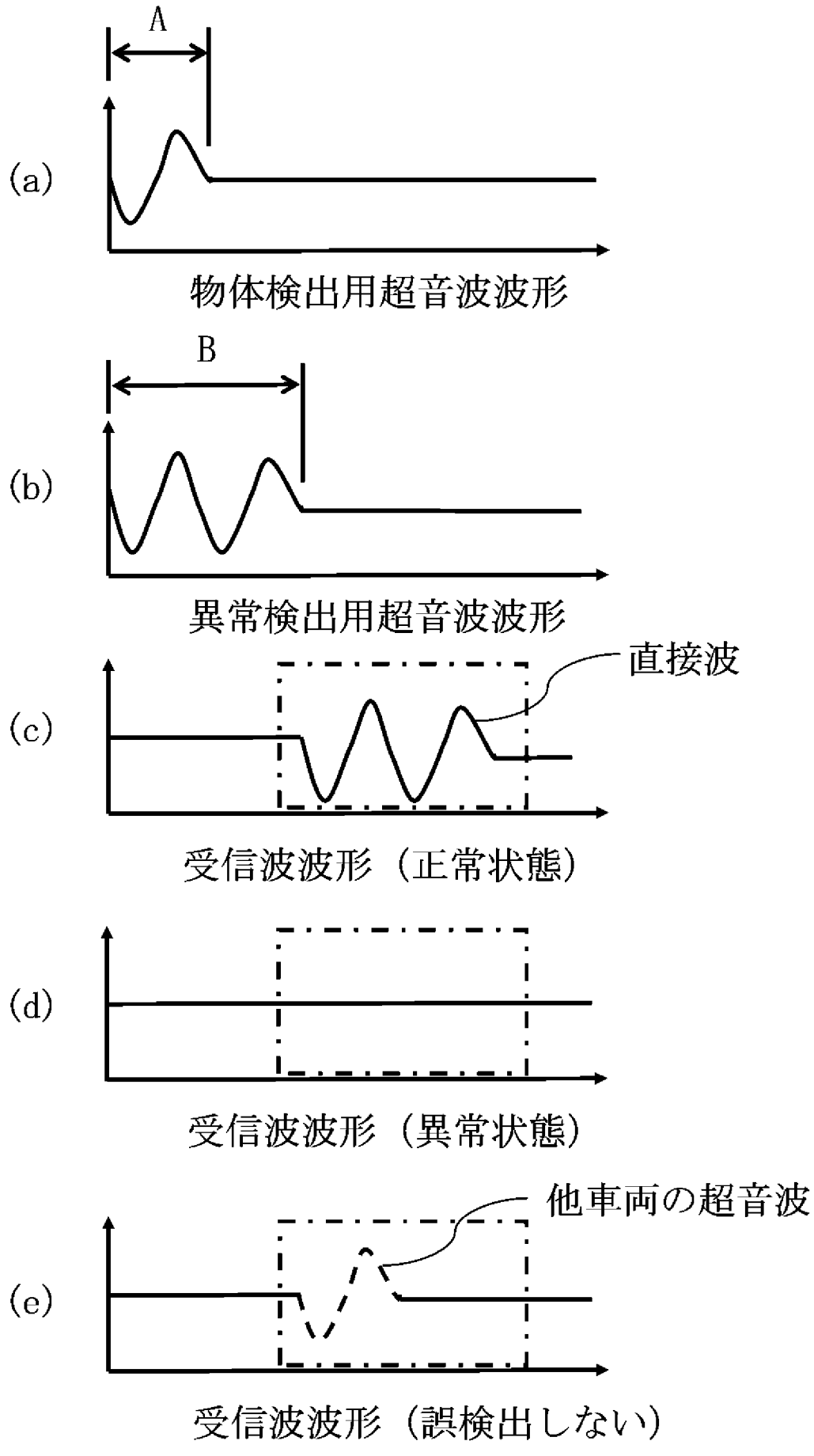
音波である異常検出用超音波を前記超音波送信機に送信させるための入力信号を前記超音波送信機へ出力し、前記異常検出用超音波が、直接波として前記超音波受信機で受信される期間における出力信号である異常検出用出力信号を前記超音波受信機から取得し、前記異常検出用出力信号に前記直接波の信号が含まれるか否かを判定し、前記直接波の信号が含まれない場合に、前記超音波送信機または前記超音波受信機の異常を検出する異常検出部、

として機能させる物体検出プログラム。

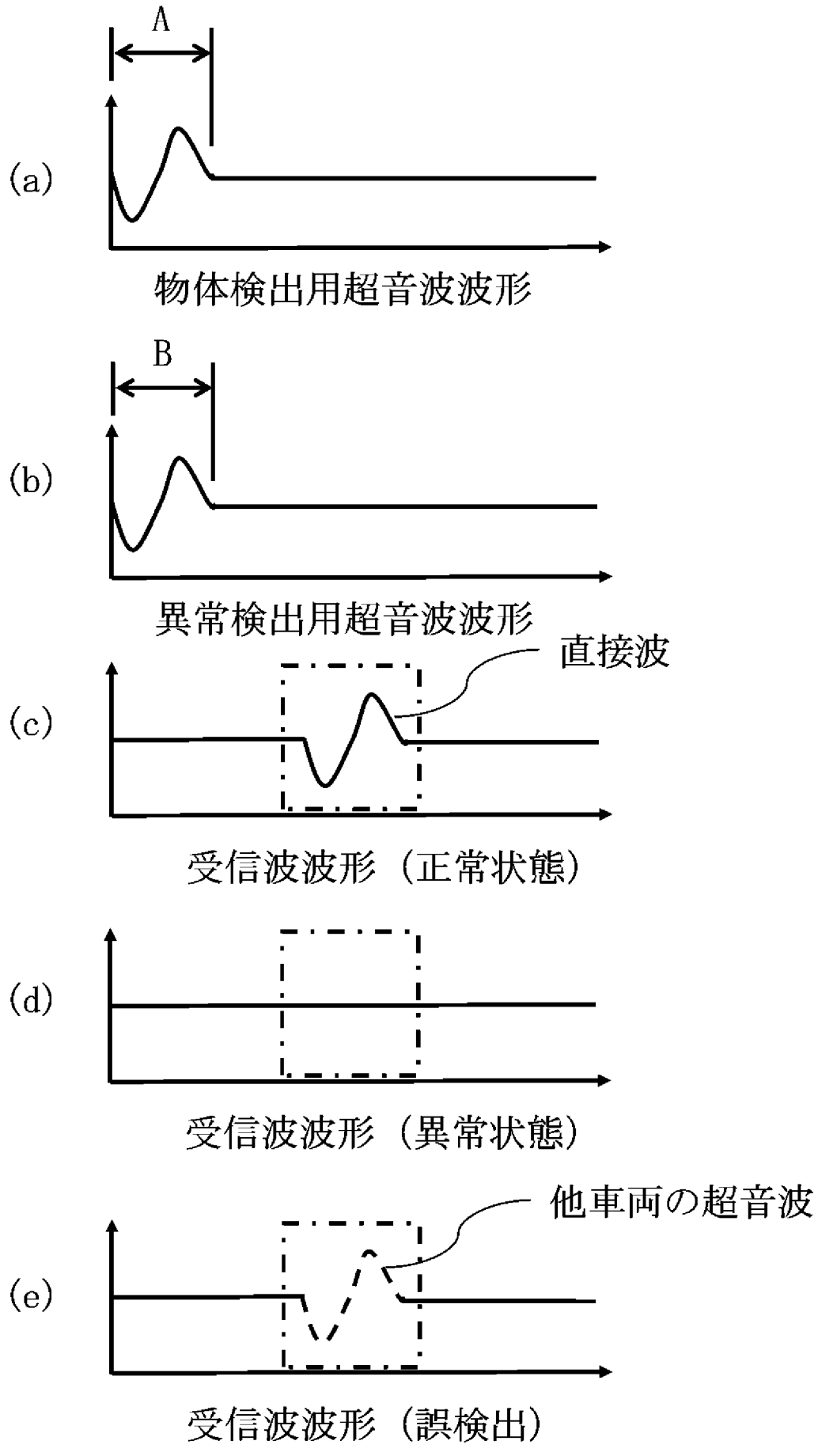
[図1]



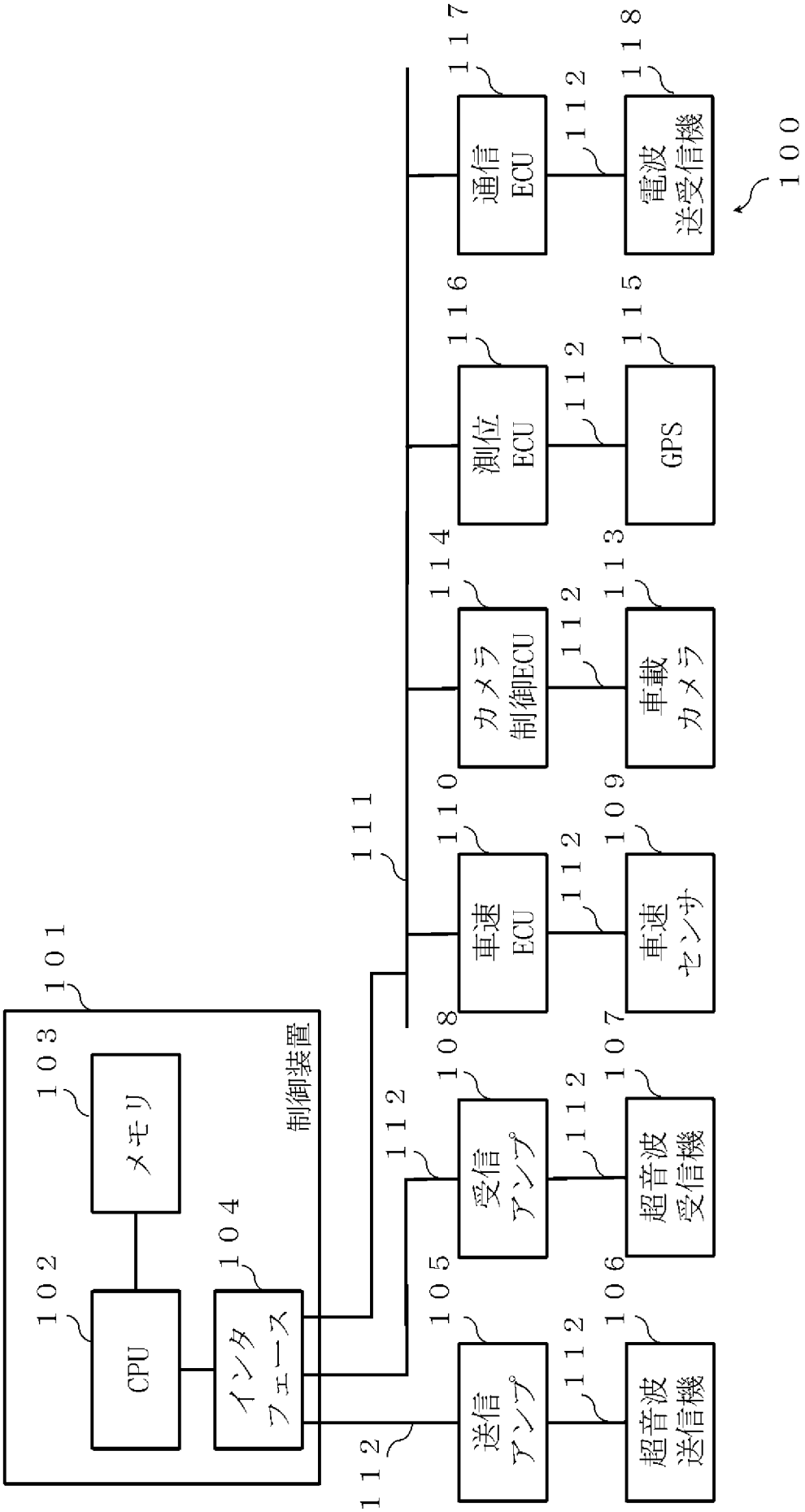
[図2]


A
(a)
物体検出用超音波波形
B
(b)
異常検出用超音波波形
直接波
(c)
受信波波形（正常状態）
(d)
受信波波形（異常状態）
他車両の超音波
(e)
受信波波形（誤検出しない）

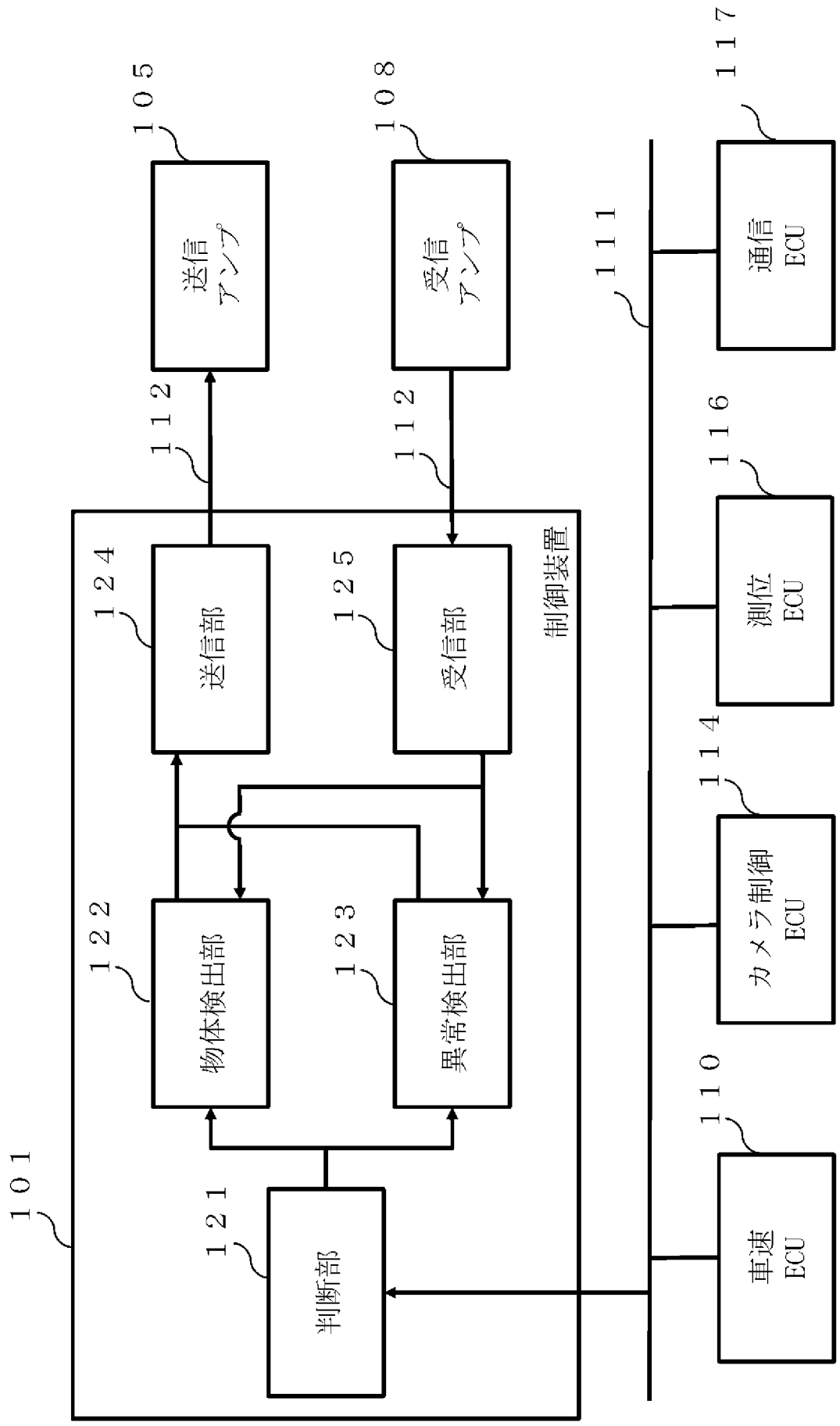
[図3]


A
(a)
物体検出用超音波波形
B
(b)
異常検出用超音波波形
直接波
(c)
受信波波形（正常状態）
(d)
受信波波形（異常状態）
他車両の超音波
(e)
受信波波形（誤検出）

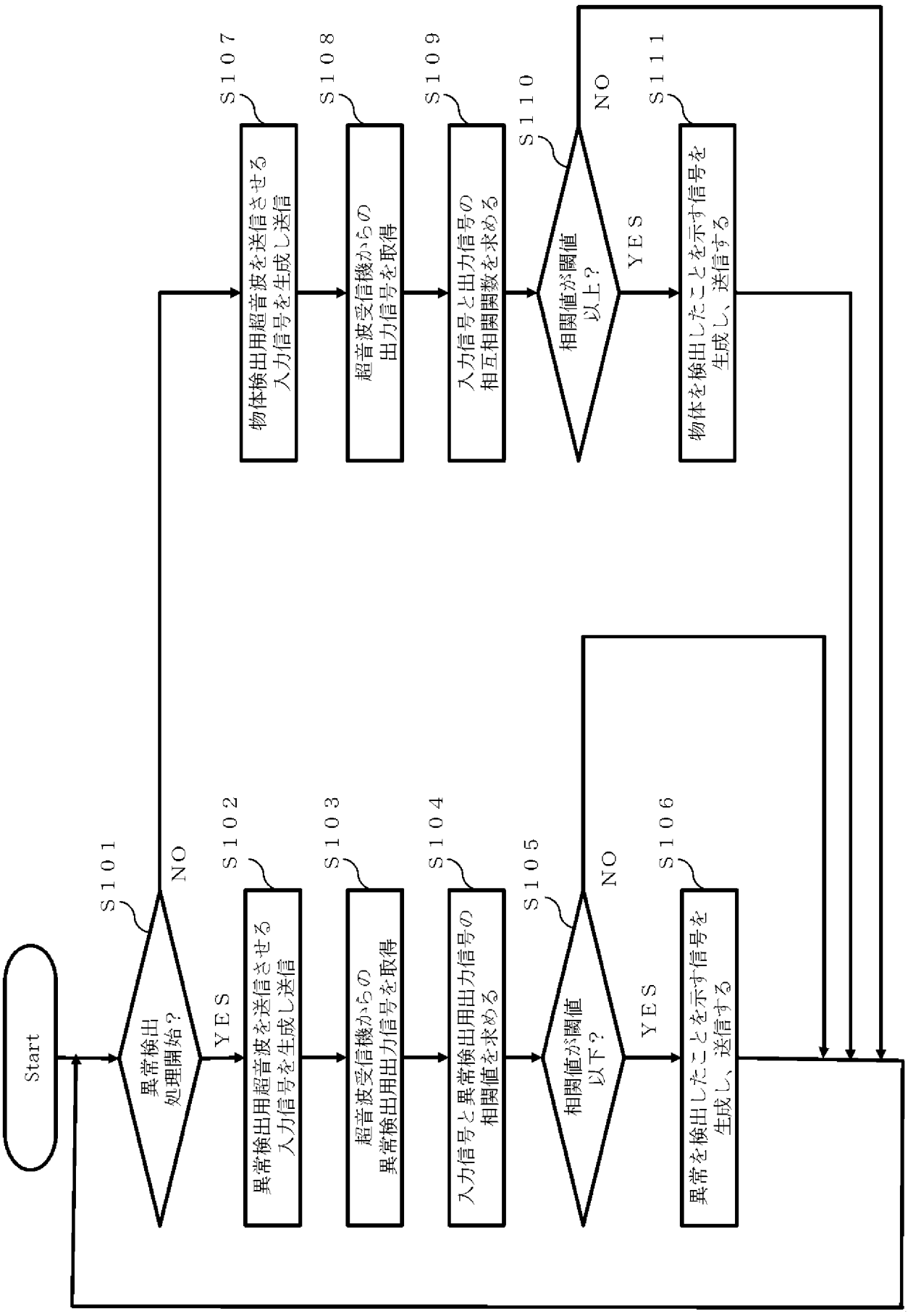
[図4]


制御装置
101
CPU
102
メモリ
103
インタフェース
104
送信アンプ
105
超音波送信機
106
受信アンプ
107
超音波受信機
108
車速ECU
109
車速センサ
110
カメラ制御ECU
111
車載カメラ
112
測位ECU
113
GPS
114
通信ECU
115
電波送受信機
116
117
118
100
112

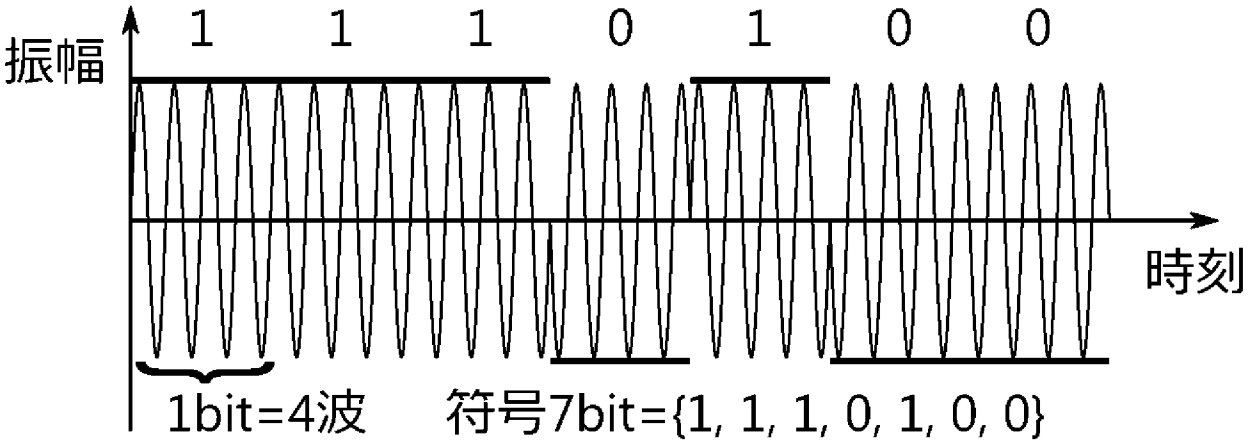
[図5]


101
制御装置
121
判断部
122
物体検出部
123
異常検出部
124
送信部
125
受信部
105
送信アンプ
108
受信アンプ
112
112
111
110
車速ECU
114
カメラ制御ECU
116
測位ECU
117
通信ECU

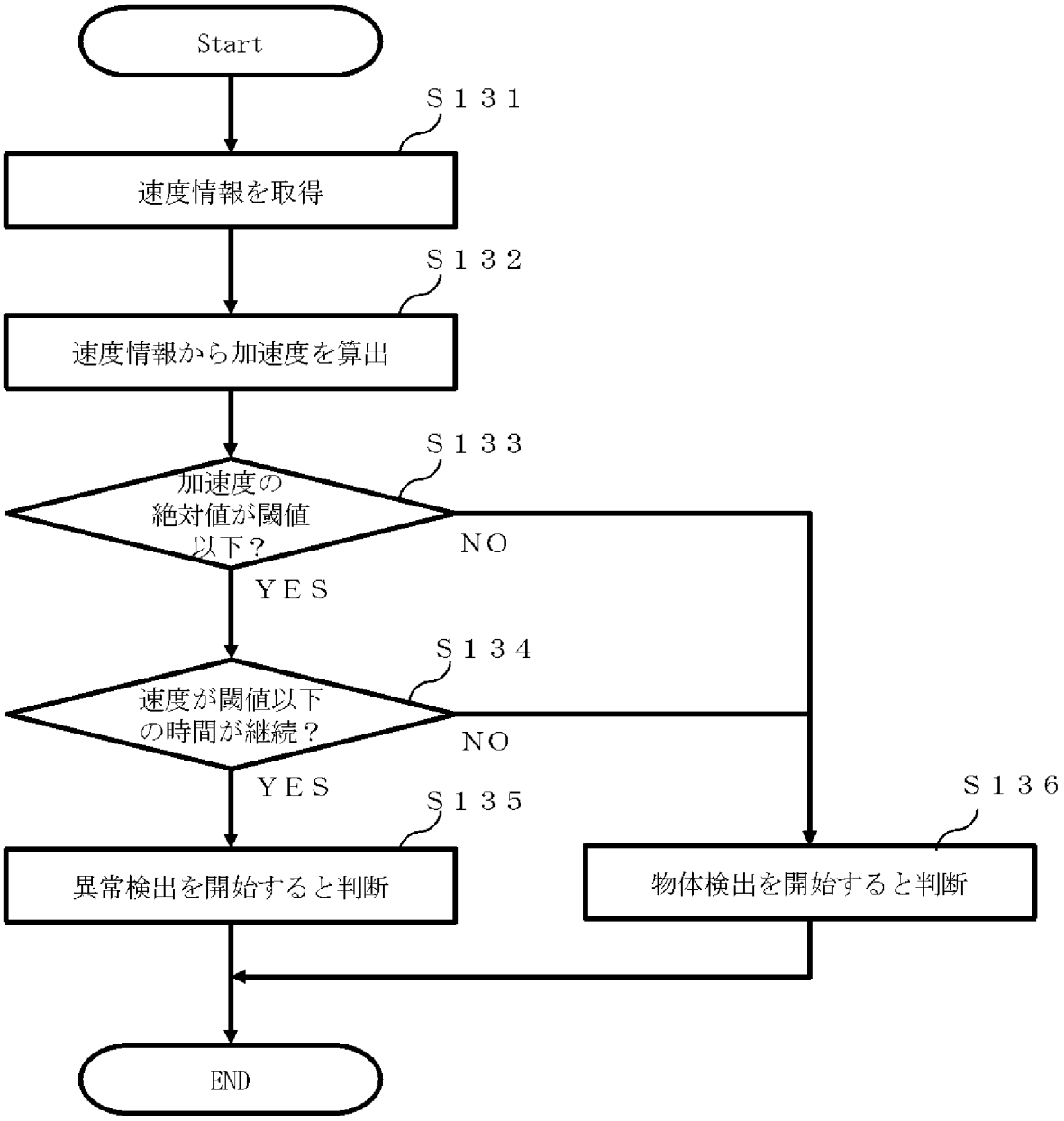
[図6]


Start
異常検出
処理開始？
S101
NO
YES
異常検出用超音波を送信させる
入力信号を生成し送信
S102
超音波受信機からの
異常検出用出力信号を取得
S103
入力信号と異常検出用出力信号の
相関値を求める
S104
相関値が閾値
以下？
S105
NO
YES
異常を検出したことを示す信号を
生成し、送信する
S106
物体検出用超音波を送信させる
入力信号を生成し送信
S107
超音波受信機からの
出力信号を取得
S108
入力信号と出力信号の
相互相関関数を求める
S109
相関値が閾値
以上？
S110
NO
YES
物体を検出したことを示す信号を
生成し、送信する
S111

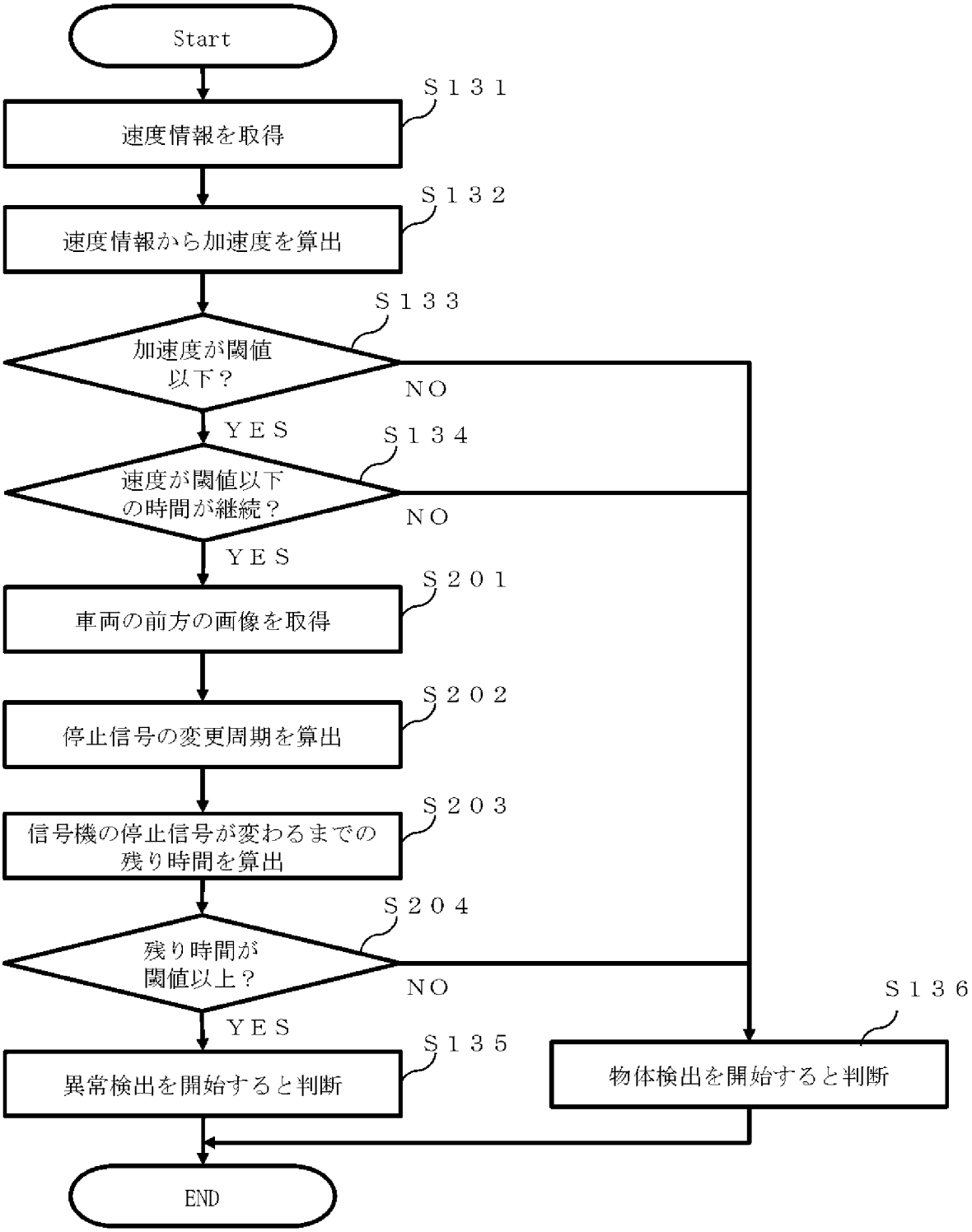
[図7]


振幅
1 1 1 0 1 0 0
時刻
1bit=4波
符号7bit={1, 1, 1, 0, 1, 0, 0}

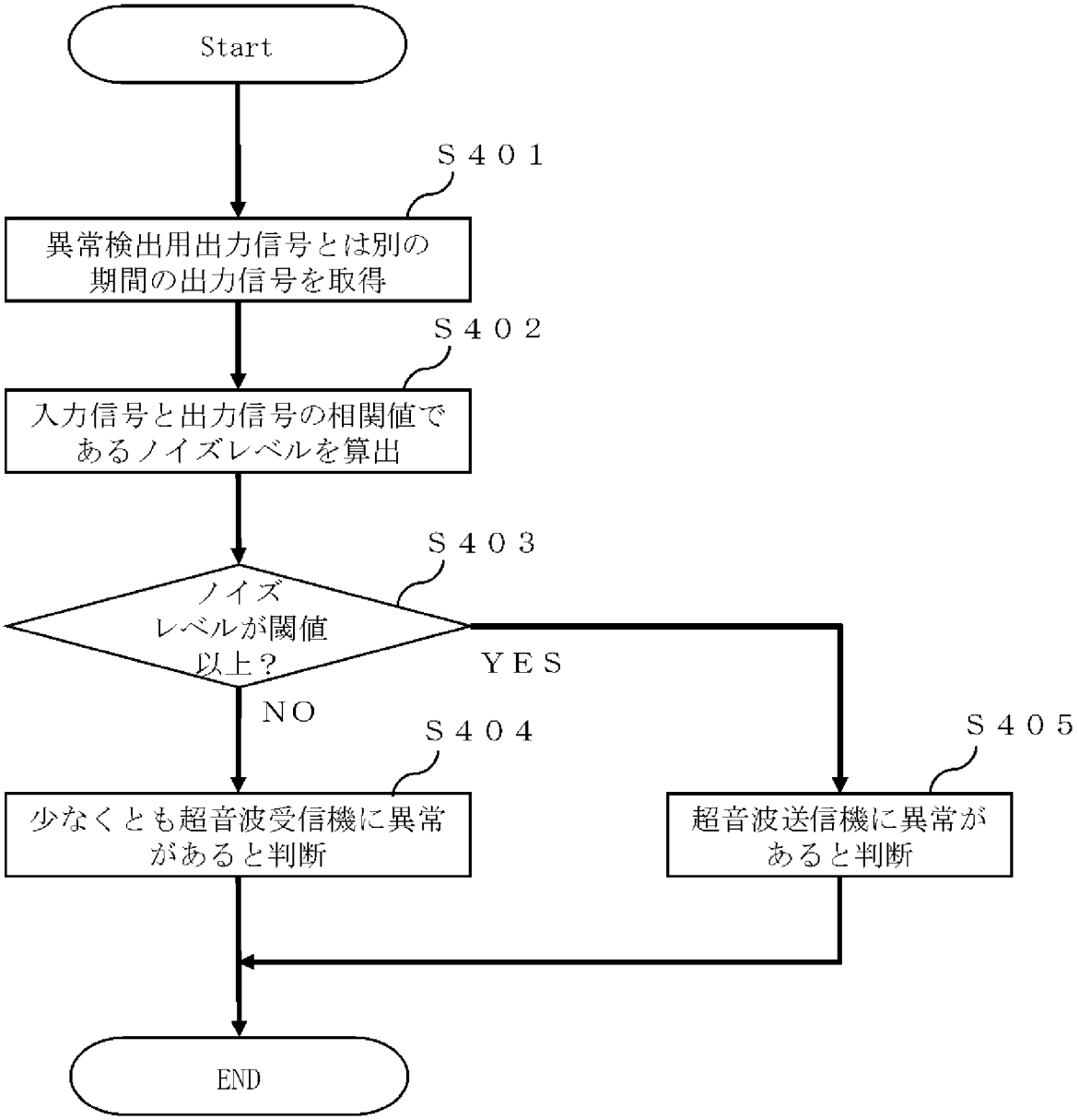
[図8]


Start
S131
速度情報を取得
S132
速度情報から加速度を算出
S133
加速度の絶対値が閾値以下？
NO
YES
S134
速度が閾値以下の時間が継続？
NO
YES
S135
異常検出を開始すると判断
S136
物体検出を開始すると判断
END

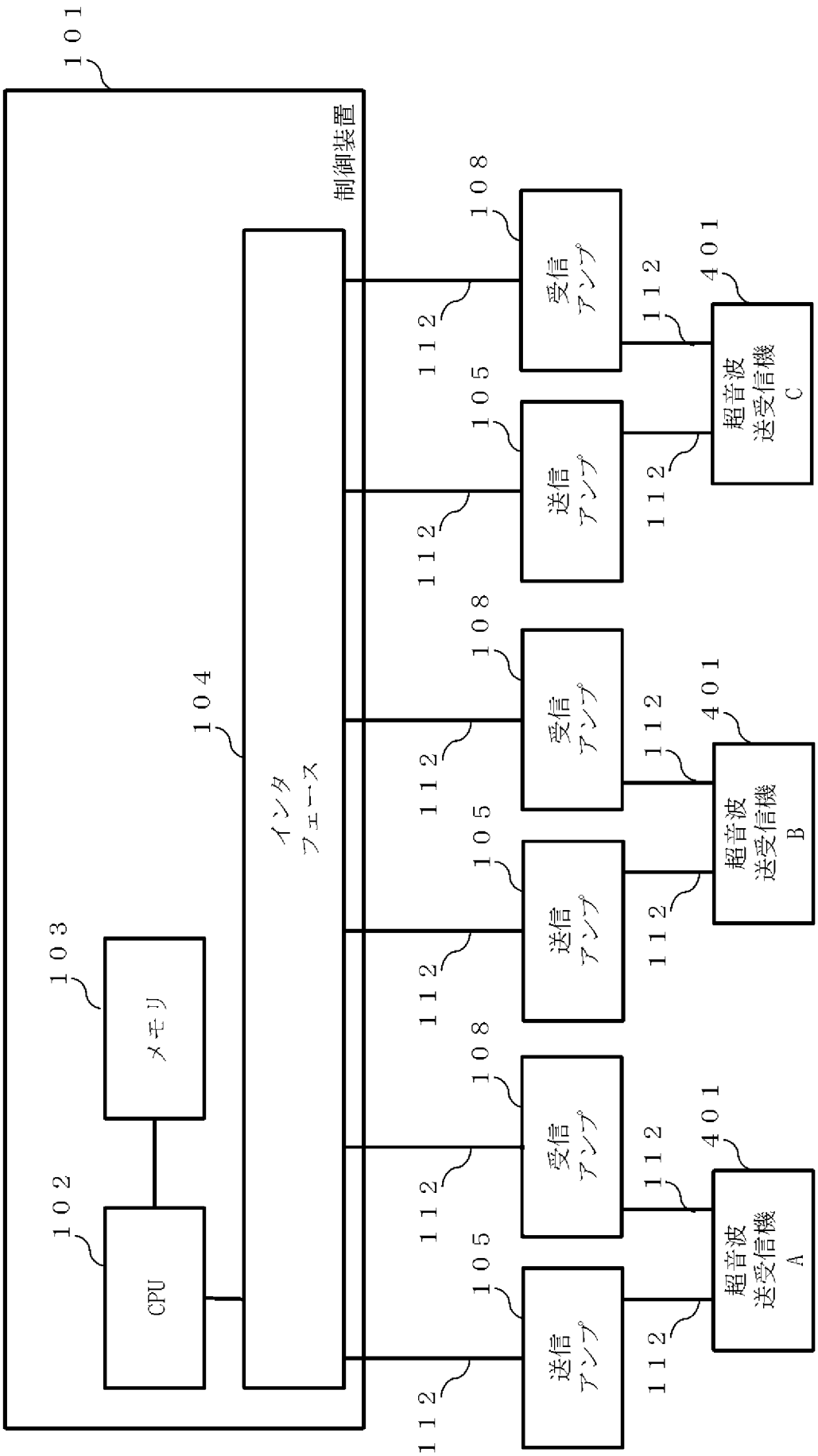
[図9]


Start
S131
速度情報を取得
S132
速度情報から加速度を算出
S133
加速度が閾値以下？
NO
YES
S134
速度が閾値以下の時間が継続？
NO
YES
S201
車両の前方の画像を取得
S202
停止信号の変更周期を算出
S203
信号機の停止信号が変わるまでの残り時間を算出
S204
残り時間が閾値以上？
NO
YES
S135
異常検出を開始すると判断
S136
物体検出を開始すると判断
END

[図10]


Start
S401
異常検出用出力信号とは別の期間の出力信号を取得
S402
入力信号と出力信号の相関値であるノイズレベルを算出
S403
ノイズレベルが閾値以上？
YES
NO
S404
少なくとも超音波受信機に異常があると判断
S405
超音波送信機に異常があると判断
END

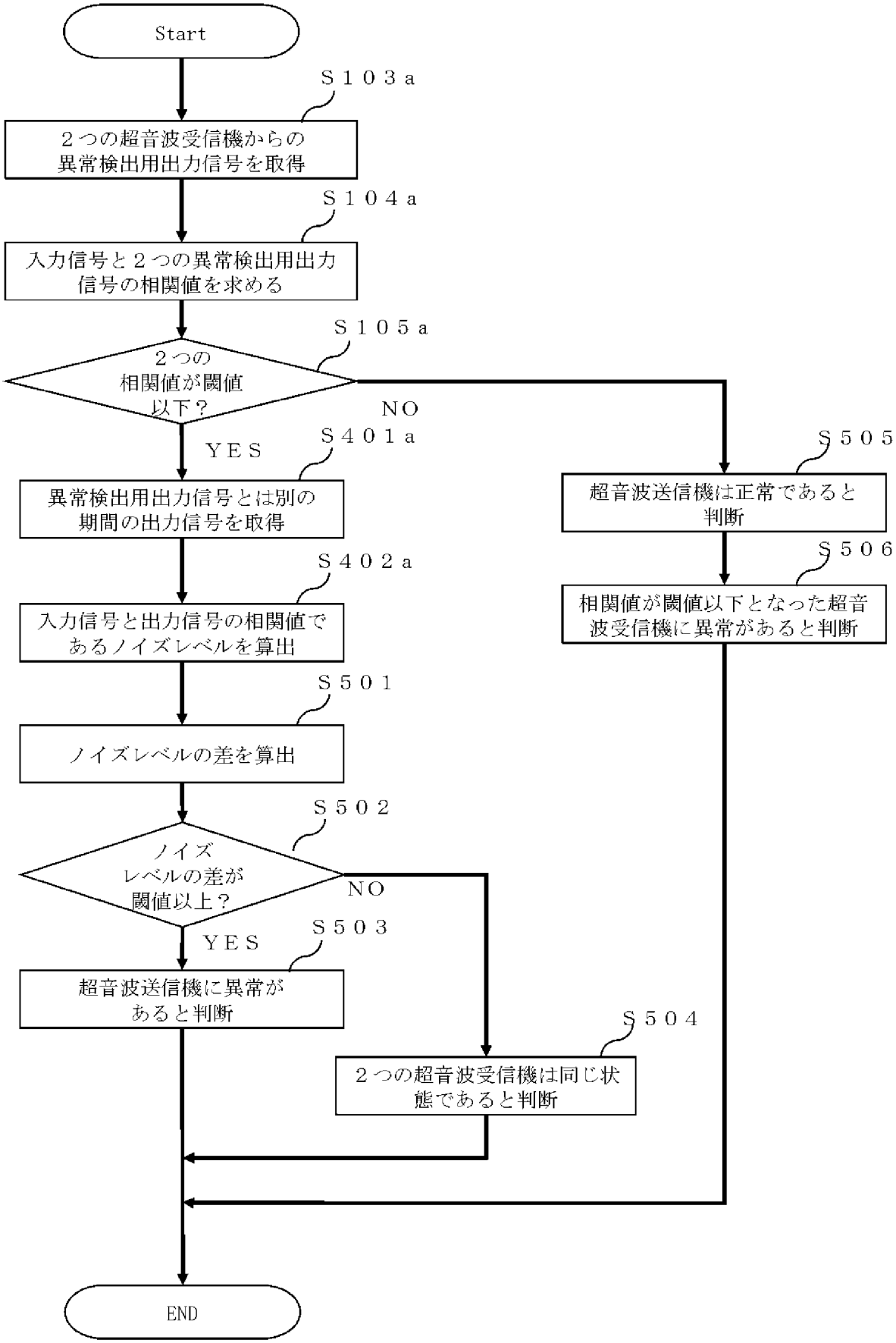
[図11]


101
制御装置
104
インタフェース
103
メモリ
102
CPU
108
受信アンプ
105
送信アンプ
112
401
超音波送受信機A
超音波送受信機B
超音波送受信機C

[図12]

	パターン	1	2	3	4	5	6	7	8
超音波送受信機の状態	超音波送受信機A	正常	正常	正常	正常	故障	故障	故障	故障
	超音波送受信機B	正常	正常	故障	故障	正常	正常	故障	故障
	超音波送受信機C	正常	故障	正常	故障	正常	故障	正常	故障
判定結果	A→B	○	○	×	×	△	△	×	×
	A→C	○	×	○	×	△	×	△	×
	B→A	○	○	△	△	×	×	×	×

[図13]


Start
S103a
2つの超音波受信機からの異常検出用出力信号を取得
S104a
入力信号と2つの異常検出用出力信号の相関値を求める
S105a
2つの相関値が閾値以下？
NO
YES
S401a
異常検出用出力信号とは別の期間の出力信号を取得
S402a
入力信号と出力信号の相関値であるノイズレベルを算出
S501
ノイズレベルの差を算出
S502
ノイズレベルの差が閾値以上？
NO
YES
S503
超音波送信機に異常があると判断
S504
2つの超音波受信機は同じ状態であると判断
S505
超音波送信機は正常であると判断
S506
相関値が閾値以下となった超音波受信機に異常があると判断
END

[図14]

	パターン	1	2	3	4	5	6	7	8
超音波送受信機の状態	超音波送受信機A	正常	正常	正常	正常	異常	異常	異常	異常
	超音波送受信機B	正常	正常	異常	異常	正常	正常	異常	異常
	超音波送受信機C	正常	異常	正常	異常	正常	異常	正常	異常
判定結果	A→B	○	○	×	×	×	×	×	×
	A→C	○	×	○	×	×	×	×	×
	A→B, Cのノイズレベル	○	×	×	○	○	×	×	○
	B→C	○	×	×	×	○	×	×	×
	B→A, Cのノイズレベル	○	×	○	×	×	○	×	○

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/028186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01S7/52(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. G01S7/00-7/42, G01S7/52-7/64, G01S13/00-15/96, B60R21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-210412 A (TOSHIBA TEC CORP.) 24 September 2010, paragraphs [0010]-[0078], fig. 1-10 (Family: none)	1, 9 2-4, 7-8 5-6
Y	JP 2002-131428 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 09 May 2002, paragraphs [0018]-[0031], [0050]-[0061], fig. 1-9 & US 2002/0047780 A1, paragraphs [0030]-[0055], [0092]-[0113], fig. 1-9 & DE 10121519 A1	2-4, 7-8
Y	JP 2014-232070 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 11 December 2014, paragraphs [0097]-[0099], fig. 14 & US 2014/0355385 A1, paragraphs [0115]-[0117], fig. 14 & EP 2808699 A2	2-4, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28.09.2018	09.10.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/028186

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-535680 A (VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH) 12 September 2013, paragraph [0004] & WO 2012/016841 A1 & DE 102010033383 A	3-4, 7
Y	JP 2011-215002 A (DENSO CORP.) 27 October 2011, paragraphs [0048], [0049], fig. 8 & US 2011/0241858 A1, paragraphs [0057], [0058], fig. 8	4
A	WO 2018/051669 A1 (DENSO CORP.) 22 March 2018, entire text, all drawings & JP 2018-44860 A	8
A	JP 2005-233745 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 02 September 2005, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2008-256521 A (NIPPON SOKEN, INC., DENSO CORP.) 23 October 2008, entire text, all drawings & US 2008/0232197 A1 & DE 102007039598 A1	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０２８１８６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01S7/52(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01S7/00-7/42, G01S7/52-7/64, G01S13/00-15/96, B60R21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2010-210412 A（東芝テック株式会社）2010.09.24, 段落[0010]-[0078], 図1-10（ファミリーなし）	1,9 2-4,7-8 5-6
Y	JP 2002-131428 A（三菱電機株式会社）2002.05.09, 段落[0018]-[0031], [0050]-[0061], 図1-9 & US 2002/0047780 A1, 段落[0030]-[0055], [0092]-[0113], 図1-9 & DE 10121519 A1	2-4,7-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２８．０９．２０１８	０９．１０．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　３３０７
櫻井　健太
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2014-232070 A (本田技研工業株式会社) 2014.12.11, 段落[0097]-[0099], 図 14 & US 2014/0355385 A1, 段落[0115]-[0117], 図 14 & EP 2808699 A2	2-4,7
Y	JP 2013-535680 A (ヴァレオ・シャルター・ウント・ゼンゾーレン・ゲーエムベーハー) 2013.09.12, 段落[0004] & WO 2012/016841 A1 & DE 102010033383 A	3-4,7
Y	JP 2011-215002 A (株式会社デンソー) 2011.10.27, 段落[0048]-[0049], 図 8 & US 2011/0241858 A1, 段落[0057]-[0058], 図 8	4
A	WO 2018/051669 A1 (株式会社デンソー) 2018.03.22, 全文, 全図 & JP 2018-44860 A	8
A	JP 2005-233745 A (日産自動車株式会社) 2005.09.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2008-256521 A (株式会社日本自動車部品総合研究所, 株式会社デンソー) 2008.10.23, 全文, 全図 & US 2008/0232197 A1 & DE 102007039598 A1	1-9