

(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
2017 年 1 月 5 日(05.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/002548 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 15/93 (2006.01) *B60R 21/013* (2006.01)
G01S 7/52 (2006.01) *G08G 1/16* (2006.01)
B60R 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066875
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 7 日(07.06.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-131130 2015 年 6 月 30 日(30.06.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP). トヨタ自動車株式会社(TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 野村 卓也(NOMURA, Takuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 貴田 明宏(KIDA, Akihiro); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 大林 幹生(OBAYASHI, Motonari); 〒4718571 愛知県豊田市ト

ヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町 1 8 番地 4 M Y K 四ツ谷 2 階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).

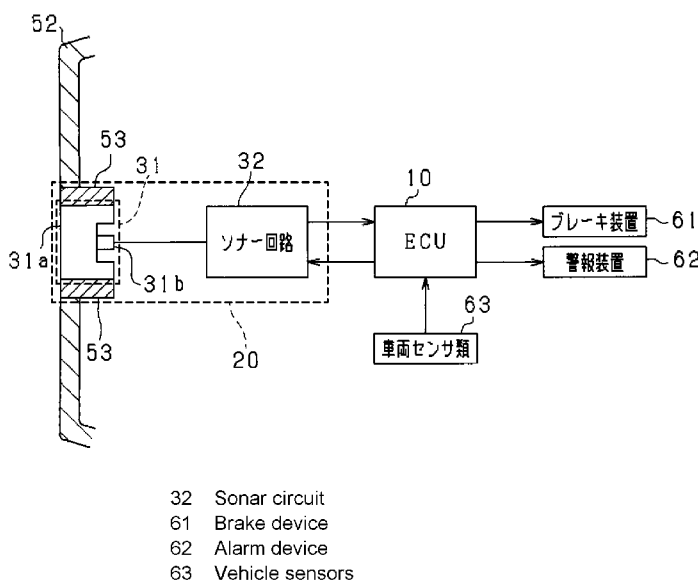
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: DRIVING SUPPORT DEVICE AND DRIVING SUPPORT METHOD

(54) 発明の名称: 運転支援装置及び運転支援方法



(57) Abstract: A driving support device 10 that performs driving support control of a vehicle 50 by detecting objects that exist at the periphery of the vehicle 50 using an ultrasonic wave sensor 20 mounted in the vehicle 50, comprising: a driving unit that drives a transducer 31 of the ultrasonic wave sensor 20 to cause ultrasonic waves to be transmitted from the transducer 31; a reverberation acquisition unit that acquires the continuance time and frequency of reverberation accompanying the driving of the transducer 31; a characteristic determination unit that determines that the oscillation characteristic of the reverberation has changed on the basis of the acquired continuance time and frequency of the reverberation; and a mode changing unit that changes the execution mode of the driving support control and/or the execution mode of abnormality determination in the driving support control on the basis of the determination result of the oscillation characteristic of the reverberation.

(57) 要約: 車両 50 に搭載された超音波センサ 20 を用いて車両 50 の周辺に存在する物体を検知して、車両 50 の運転支援制御を実施する運転支援装置 10 であって、超音波センサ 20 の振動子 31 を駆動

させて、振動子 31 から超音波を送信させる駆動部と、振動子 31 の駆動に伴う残響の継続時間及び周波数取得する残響取得部と、取得された残響の継続時間と周波数とに基づいて、残響の振動特性が変化していることを判定する特性判定部と、残響の振動特性の判定結果に基づいて、運転支援制御と、運転支援制御における異常判定と、の少なくとも一方の実施態様を変更する態様変更部と、を備える。

WO 2017/002548 A1

WO 2017/002548 A1



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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 運転支援装置及び運転支援方法

技術分野

[0001] 本開示は、超音波センサによる検知結果を用いて車両の運転を支援する運転支援技術に関する。

背景技術

[0002] 従来では、車両の運転支援を行うために、車両に搭載した超音波センサにより車両周辺の障害物を検知する装置が提案されている。このような装置では、超音波センサが正常に動作していない場合に、障害物の検知精度が低下する可能性がある。そのため、このような装置では、超音波センサが正常に動作しているか否かの判定を行っている。

[0003] 例えば特許文献 1 に記載の障害物検出装置は、超音波センサの振動子の駆動停止後において、振動子から残響信号が出力されない場合に、断線等による永久異常と判定している。また、上記障害物検出装置は、振動子の駆動停止後において、振動子から出力される残響信号が正常時よりも短い場合に、振動子自体の凍結や汚れ等による一時的な異常と判定している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平 6－3 4 3 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 例えば降雨等により、超音波センサの振動子の表面を雨水等が流れている状況では、残響信号が長くなり、残響を、近距離からの反射波と誤って認識（近距離の誤検知が発生）することがわかった。しかしながら、上記障害物検出装置は、振動子の表面を雨水等の流体が流れていることを判定できない。そこで、上記障害物検出装置では、近距離の誤検知を抑制するために、振動子の表面を流体が流れているか否かに関わらず、近距離に位置する所定領

域を不感帯領域とする必要がある。そのため、上記障害物検出装置を車両に適用した場合には、障害物の検知範囲が狭く、運転支援の機会を減らしてしまう可能性がある。

[0006] 本開示は、超音波センサの振動子の表面を流体が流れている状況において、適切な運転支援を実行できる運転支援装置、及び、運転支援装置で実行する運転支援方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の運転支援装置は、自車両に搭載された超音波センサを用いて前記自車両の周辺に存在する物体を検知して、前記自車両の運転支援制御を実施する装置であって、前記超音波センサの振動子を駆動させて、前記振動子から超音波を送信させる駆動部と、前記振動子の駆動に伴う残響の継続時間及び周波数を取得する残響取得部と、前記残響取得部により取得された前記継続時間と前記周波数とに基づいて、前記残響の振動特性に変化が生じているか否かを判定する特性判定部と、前記特性判定部による前記振動特性の判定結果に基づいて、前記運転支援制御と、前記運転支援制御における異常の有無を判定する異常判定と、の少なくとも一方の実施態様を変更する態様変更部と、を備える。

[0008] 本開示の運転支援装置は、超音波センサの振動子を駆動し超音波を送信し、振動子の駆動に伴う残響の継続時間及び周波数を取得する。そして、運転支援装置は、取得された残響の継続時間と周波数とに基づいて、残響の振動特性に変化が生じていることを判定する。一般に、超音波センサは、車両においてボディやボディ外装品に埋め込まれている。そのため、ボディやボディ外装品の表面を雨水等が流れる（流水がある）場合には、超音波センサの振動子表面及びその周囲を含む領域を、雨水等が連なって流れる。この場合、振動子の振動は、振動子表面及びその周囲を含む領域を流れる雨水等に伝わり、その振動の広がり起因して、残響の振動特性が変化する。そこで、運転支援装置は、残響の振動特性の判定結果に基づいて、運転支援制御と、運転支援制御における異常の有無を判定する異常判定と、の少なくとも一方

の実施態様を変更する。これにより、本開示の運転支援装置では、振動子の表面を流体が流れている状況において、適切な運転支援を実行できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、超音波センサの取り付け位置を示す上視図である。

[図2]図2は、超音波センサの取り付け位置における鉛直断面の模式図である。

[図3]図3は、超音波センサの駆動信号及び検出信号のタイムチャートである。

[図4]図4は、残響の継続時間及び周波数のタイムチャートである。

[図5]図5は、運転支援装置の構成を示すブロック図である。

[図6]図6は、異常判定及び運転支援制御の実施態様を変更する処理手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の運転支援装置を具現化した実施形態について、図面を参照し説明する。本実施形態に係る運転支援装置は、自車両50に搭載された超音波センサ20をクリアランスソナーとして用いて、自車両50の周辺に存在する物体を検知し、自車両50の運転支援制御を実施することを想定している。

[0011] まず、本実施形態に係る運転支援装置を適用する車両システムについて、図1及び2を参照し説明する。本実施形態に係る運転支援装置は、ECU10によって構成されている。ECU10は、CPU、メモリ（例えばROMやRAM）、及びI/O等を備えたコンピュータである。ECU10は、CPUが、例えばROMに格納されているプログラムを実行することにより、後述する各機能を実現する。

[0012] ECU10には、各種検知情報をECU10へ入力するセンサ類として、超音波センサ20及び車両センサ類63等が接続されている。また、ECU10には、ECU10から制御指令を出力する安全装置として、ブレーキ装置61及び警報装置62等が接続されている。

[0013] 超音波センサ２０は、例えば２０～１００ｋＨｚの超音波を送信波として送波し、物体によって反射された送信波を反射波として受波する。本実施形態では、超音波センサ２０が、車両前部及び車両後部のバンパー５２に、自車両５０の進行方向（縦方向）に直交する方向である車幅方向（横方向）に並べて取り付けられている。具体的には、車両前部には、車両の中心線５１を対称軸として線対称の位置に、２つのセンサセンサ２１，２２が取り付けられている。また、車両前部には、左コーナ及び右コーナそれぞれの位置に、２つのコーナセンサ２３，２４が取り付けられている。なお、車両後部の超音波センサ２０の取り付け位置については、車両前部の超音波センサ２０の取り付け位置と同様である。そのため、ここではその説明を省略する。なお、上記超音波センサ２０の取り付け個数及び取り付け位置は一例であり、これに限らない。

[0014] 図２には、超音波センサ２０の取り付け位置における鉛直断面の模式図が示されている。１つの超音波センサ２０は、振動子３１とソナー回路３２とを備える。振動子３１は、圧電素子３１ｂとアルミ等の共振体３１ａとを備える。共振体３１ａは、圧電素子３１ｂを内蔵している。超音波センサ２０は、ゴム部材等のクッション５３を介して、バンパー５２に設けられた孔部に埋め込まれている。共振体３１ａの一面は、バンパー５２の前面から露出しており、超音波が送波される送波面となっている。共振体３１ａの送波面は、例えばバンパー５２の前面との間が段差なくフラットな状態となるように配置されている。なお、超音波センサ２０は、バンパー５２に限らず、自車両５０のボディやボディ外装品に埋め込まれていてもよい。

[0015] ソナー回路３２は、駆動回路、受波回路、及び通信回路等によって構成されている。駆動回路は、圧電素子３１ｂを駆動する。受波回路は、超音波を受波して物体を検知する。通信回路は、ＥＣＵ１０との通信を行う。図３には、超音波センサ２０の駆動信号及び検出信号のタイムチャートが示されている。より具体的には、ソナー回路３２の駆動回路から圧電素子３１ｂに入力される駆動信号と、受波回路に入力される超音波の検出信号とが示されて

いる。図3に示すように、ソナー回路32は、ECU10から送信された制御指令に応じて、時点 t_0 から時点 t_1 までの間（入力時間 T_s の間）、圧電素子31bに駆動信号を入力する。これにより、超音波センサ20からは、所定周波数の超音波が送波される。つまり、時点 t_0 から時点 t_1 までの時間である入力時間 T_s は、圧電素子31bの駆動時間、又は、超音波の送波時間に相当する。このとき、受波回路には、時点 t_0 から時点 t_1 までの間、検出信号として送波信号が入力される。また、受波回路には、時点 t_1 から時点 t_2 までの間、検出信号として残響が入力される。入力される残響は、駆動に伴う振動子31自身の振動の残響である。ソナー回路32は、この残響の継続時間 T_r 及び周波数 f を検出する。なお、図3に示す例では、残響と送波信号とを分けているが、例えば、送波信号を含む時点 t_0 から時点 t_2 までの信号を残響としてもよい。

[0016] その後、送波された超音波が物体により反射されると、その反射波は、時点 t_3 において振動子31により受波される。このとき、受波回路には、検出信号として受波信号が入力される。ソナー回路32は、入力された受波信号に対して増幅処理やフィルタリング処理を実施する。そして、ソナー回路32は、処理した受波信号の振幅の電圧レベルと、閾値として予め設定しておいた所定の電圧レベルとを比較する。その結果、ソナー回路32は、受波信号の振幅が閾値よりも大きい場合に、物体を検知したことを示す検知情報を、ECU10へ送信する。また、ソナー回路32は、超音波を送波してから反射波を受波するまでの所要時間を検出（計測）する。そして、ソナー回路32は、検出した所要時間を換算して、自車両50から物体までの距離（相対距離）を算出し、算出した距離をECU10へ送信する。なお、自車両50から物体までの距離については、ECU10が算出してもよい。この場合、ソナー回路32は、超音波の送受波に要した所要時間をECU10へ送信する。これにより、ECU10は、受信した所要時間を換算して、物体までの距離を算出すればよい。本実施形態では、後述する各種演算処理についても、ソナー回路32及びECU10のいずれか一方が実施する例について

説明するが、この限りでない。各種演算処理は、ソナー回路 3 2 及び ECU 1 0 のどちらが実施してもよい。

[0017] 上述したような超音波を送受波する仕組みにおいて、残響が継続している期間は、残響を受波信号と誤って認識してしまう。そのため、残響が継続している期間には、受波信号に基づいて、物体が誤って検知されたり、物体までの距離が誤って算出されたりする可能性がある。そこで、ソナー回路 3 2 は、振動子 3 1 から超音波を送波してから所定のマスク時間 T_m が経過した後に入力された受波信号に基づいて、物体の検知、及び、物体までの距離の算出を実施する。すなわち、ソナー回路 3 2 は、駆動信号の送信開始の時点 t_0 から所定のマスク時間 T_m が経過した後に、物体の検知処理、及び、物体までの距離の算出処理を開始する。なお、マスク時間 T_m は、超音波センサ 2 0 が正常に作動している通常時において、超音波の送波が開始されてから残響が終了するまでの時間よりも長く ($T_m > T_s + T_r$) 設定されている。また、ソナー回路 3 2 は、所定の送波周期 T_c ごとに、超音波を送波し、反射波を受波する。さらに、ソナー回路 3 2 は、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f を検出し、検出した継続時間 T_r 及び周波数 f を ECU 1 0 へ送信する。また、ソナー回路 3 2 は、受波信号の増幅率、閾値の電圧レベル、マスク時間 T_m 、及び送波周期 T_c 等の各種パラメータを、ECU 1 0 から受信する。なお、ソナー回路 3 2 は、超音波の送受波に関する制御に必要な全てのパラメータを ECU 1 0 から受信するわけではない。ECU 1 0 から受信しないパラメータについては、ソナー回路 3 2 自身が有している。

[0018] 車両センサ類 6 3 は、自車両 5 0 の状態を検知する各種センサである。具体的には、車両センサ類 6 3 は、車速センサ、シフトポジションセンサ、操舵角センサ等である。車速センサは、自車両 5 0 の走行速度である車速を検知する。シフトポジションセンサは、自車両 5 0 におけるシフトレバーの各ポジション（シフト状態）を検知する。操舵角センサは、自車両 5 0 におけるハンドル操作等による操舵角を検知する。

[0019] ブレーキ装置 6 1 は、自車両 5 0 を制動する制動装置である。ECU 1 0

は、自車両 50 が物体に衝突する可能性があり、ブレーキ装置 61 を作動させる運転支援制御を実施する必要があると判定した場合に、ブレーキ装置 61 に対して作動を指示する制御指令を送信する。これにより、ブレーキ装置 61 は作動する。具体的には、ブレーキ装置 61 は、ECU 10 からの制御指令に基づいて、運転者によるブレーキ操作の制動力を強くしたり、運転者によるブレーキ操作の有無に関わらず自動制動を行ったりする。なお、ECU 10 には、安全装置として、自車両 50 の駆動力を制御する駆動制御装置がさらに接続されていてもよい。この場合、ECU 10 は、自車両 50 が物体に衝突する可能性があり、駆動力を抑制させる運転支援制御を実施する必要があると判定した場合に、駆動制御装置に対して作動を指示する制御指令を送信する。これにより、駆動制御装置は、自車両 50 の駆動力を抑制する。

[0020] 警報装置 62 は、自車両 50 の車室内に設置されたスピーカ、ディスプレイ、及びブザー等である。ECU 10 は、自車両 50 が物体に衝突する可能性があり、警報装置 62 を作動させる運転支援制御を実施する必要があると判定した場合に、警報装置 62 に対して作動を指示する制御指令を送信する。これにより、警報装置 62 は作動する。具体的には、警報装置 62 は、ECU 10 からの制御指令に基づいて、警報音や警告音、警報メッセージ等を出し、運転者に対して衝突の危険性を報知する。なお、ECU 10 には、安全装置として、ブレーキ装置 61 及び警報装置 62 の少なくとも一方が接続されていればよい。

[0021] ECU 10 は、超音波センサ 20 による検知結果を用いて、自車両 50 の運転支援制御を実施するとともに、運転支援制御における異常の有無の判定（異常判定）を実施する。運転支援制御は、物体の検知情報、及び、物体までの距離を取得し、自車両 50 が物体に衝突する可能性がある（危険性が高い）場合に、安全装置を作動させる処理である。具体的には、運転支援制御は、例えば駐車場等のような車速が低速度になる場所において、自車両 50 からの距離が数 m 以内の物体を検知し、物体に衝突する可能性がある場合に

、安全装置を作動させる。また、運転支援制御における異常の有無の判定は、運転支援制御に用いる超音波センサ 20 の異常（センサ異常）の有無や、メモリエラー（ビットエラー）等の異常を判定する処理である。

[0022] ここで、上記超音波センサ 20 は、バンパー 52 に埋め込まれている。そのため、送波面である振動子 31 の表面を雨水等が流れる（以下便宜上「流水がある」という）場合には、振動子 31 の表面及びその周囲のバンパー 52 を含む領域を、雨水等が連なって流れる。この場合、振動子 31 の振動は、振動子 31 の表面及びその周囲のバンパー 52 を含む領域を流れる雨水等に伝わる。その結果、その振動の広がり起因して、振動子 31 の表面に流水がある場合は、振動子 31 の表面に雨水等が流れていない（以下便宜上「流水がない」という）場合の基準特性に比べて、残響の振動特性が変化する。

[0023] 図 4 には、残響の継続時間及び周波数のタイムチャートが示されている。より具体的には、所定の送波周期 T_c ごとに、超音波を送波した場合における、残響の継続時間 T_r の時間変化が示されている。また、この時間変化に対応する残響の周波数 f の時間変化が示されている。図 4 に示すように、流水がない状態から流水がある状態に変化すると、残響の継続時間 T_r は長くなり、残響の周波数 f は低くなる。このとき、残響の継続時間 T_r は長くなる側に大きく変化し、残響の周波数 f は低くなる側に大きく変化する。このように、流水がない状態から流水がある状態に変化した場合には、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f が同時に大きく変化するような（継続時間 T_r の変化量 ΔT 及び周波数 f の変化量 Δf が大きくなるような）急峻な振動特性がみられる。

[0024] 流水がある場合における残響の継続時間 T_r 及び周波数 f の各値は、流水がない場合における継続時間 T_r 及び周波数 f の各値の範囲内となる場合もある。しかしながら、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f が同時に大きく変化するような振動特性の急峻な変化は、流水がある場合、特有である。例えば、振動子 31 の表面に、流水がなく固体物も付着していない場合には、振動

特性の変化は比較的小さい。また、振動子 3 1 の表面に、雪等の固体物が付着する場合には、表面に対して固体が徐々に付着し、振動子 3 1 の表面及びその周囲のバンパー 5 2 を含む領域の状態が比較的緩やかに変わる。そのため、雪等の固体物が付着する場合には、振動特性も比較的緩やかに変化する。これに対して、振動子 3 1 の表面に流水がある場合は、振動子 3 1 の表面及びその周囲のバンパー 5 2 を含む領域の状態が急峻に変わる。そのため、流水がある場合には、振動特性も急峻に変化する。このように、振動子 3 1 の表面に流水がある場合には、残響の振動特性に特有の変化が表れる。また、振動子 3 1 の表面に流水がある場合には、超音波の振動特性が変化するため、流水がない場合よりも、大気中に伝播する超音波の強度は低下する。

[0025] 振動子 3 1 の表面に流水がある場合には、残響の振動特性の変化や大気中の送信波の強度の低下に伴い、近距離の誤検知や、物体検知能力の低下が生じる。そのため、振動子 3 1 の表面に流水がある場合に、流水がない場合と同様の実施態様によって、運転支援制御や、運転支援制御における異常判定を実施すると、次のような現象が生じる可能性がある。例えば、安全装置を誤って作動させたり（以下「安全装置の誤作動」という）、異常判定を誤って行ったり（以下「異常の誤判定」という）、運転支援の機会を減らしてしまう（以下「運転支援の機会減少」という）等である。そこで、本実施形態に係る運転支援装置である ECU 10 は、振動子 3 1 の表面に流水がある場合に、運転支援制御、及び、運転支援制御における異常判定の実施態様を変更する。

[0026] 以下に、本実施形態に係る ECU 10 の各機能について、図 5 を参照し説明する。ECU 10 は、駆動部 11、強度調整部 12、情報取得部 13、残響取得部 15、特性判定部 16、態様変更部 17、異常判定部 18、及び回避制御部 19 等を有する。ECU 10 は、例えば CPU が所定のプログラムを実行することにより、上記各機能を実現する。

[0027] 駆動部 11 は、超音波センサ 20 の振動子 3 1 を駆動させ、振動子 3 1 から超音波を送波させる。具体的には、駆動部 11 は、超音波センサ 20 のソ

ナー回路 3 2 へ駆動指令を送信し、振動子 3 1 を駆動させる。強度調整部 1 2 は、振動子 3 1 における振動の強度（出力の強度）を調整する。具体的には、強度調整部 1 2 は、振動子 3 1 の駆動時における振動の強度を示す値を駆動部 1 1 に設定することによって、振動の強度を調整する。駆動部 1 1 は、強度調整部 1 2 による設定値（調整値）に基づいて、設定（調整）された強度で振動子 3 1 が駆動するように、ソナー回路 3 2 へ駆動指令を送信する。これにより、超音波センサ 2 0 では、強度調整部 1 2 により設定された強度の振動の超音波が、振動子 3 1 から送波される。

[0028] 情報取得部 1 3 は、所定の送波周期 T_c ごとに、物体の検知情報を取得する。この検知情報は、次のようにして、超音波センサ 2 0 から ECU 1 0 へ送信される。超音波センサ 2 0 では、ソナー回路 3 2 により、振動子 3 1 から送波された超音波に対する複数の反射波の受波に基づき物体が検知される。そして検知結果は ECU 1 0 へと送信される。また、情報取得部 1 3 は、距離取得部 1 3 a の機能を有する。距離取得部 1 3 a は、自車両 5 0 から物体までの距離に関する情報（以下「距離情報」という）を取得する。この距離情報は、次のようにして、超音波センサ 2 0 から ECU 1 0 へ送信される。超音波センサ 2 0 では、ソナー回路 3 2 により、振動子 3 1 から送波された超音波に対する反射波の受波に基づいて、超音波の送受波に要した所要時間が検出される。そして、超音波センサ 2 0 では、検出された所要時間を換算し、物体までの距離が算出される。そして算出結果は ECU 1 0 へと送信される。

[0029] 残響取得部 1 5 は、残響に関する情報（以下の「残響情報」という）を取得する。この残響情報には、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f が含まれる。この継続時間 T_r 及び周波数 f は、次のようにして、超音波センサ 2 0 から ECU 1 0 へ送信される。超音波センサ 2 0 では、ソナー回路 3 2 により、振動子 3 1 の駆動に伴い、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f が検出される。そして検出結果は ECU 1 0 へと送信される。

[0030] 特性判定部 1 6 は、残響の振動特性が変化しているか否かを判定する。特

性判定部 16 は、残響取得部 15 により取得された残響情報である継続時間 T_r と周波数 f とに基づいて、残響の振動特性に変化が生じているか否かを判定する。その中で、特性判定部 16 は、継続時間 T_r が長くなる（増加する）側に変化し、かつ、周波数 f が低くなる（減少する）側に変化している場合に、残響の振動特性が変化していると判定する。

[0031] 具体的には、特性判定部 16 は、継続時間 T_r の変化量 ΔT 、及び、周波数 f の変化量 Δf に基づいて、残響の振動特性に変化が生じているか否かを判定する。なお、ここでいう「変化量」とは、単位時間あたりの変化量を意味し、例えば所定時間前に記録された過去の値（以下便宜上「前回値」という）から現在の値（今回値）までの増加量／減少量に相当する。特性判定部 16 は、継続時間 T_r 及び周波数 f それぞれの変化量 ΔT 、 Δf が、所定値を超えることを条件に、残響の振動特性が変化していることを判定する。すなわち、特性判定部 16 は、継続時間 T_r における前回値から今回値までの増加量である変化量 ΔT が所定値 ΔT_h を超え、かつ、周波数 f における前回値から今回値までの減少量である変化量 Δf が所定値 Δf_h を超える場合に、残響の振動特性が変化していると判定する。これにより、ECU 10 では、振動子 31 の表面に流水があることに起因して、残響の振動特性が変化していることが判定される。

[0032] 異常判定部 18 は、運転支援制御における異常の有無を判定する。異常判定部 18 は、距離取得部 13a により取得された距離情報である自車両 50 から物体までの距離と、現時点における自車両 50 の移動状況とに基づいて、運転支援制御における異常の有無を判定する。具体的には、異常判定部 18 は、自車両 50 から物体までの距離が第 1 距離よりも短い状態において、自車両 50 が第 2 距離よりも長く移動している場合に、運転支援制御において異常が生じていると判定する。一般に、自車両 50 から物体までの距離が第 1 距離よりも短い状態となった場合には、ドライバは衝突を回避するために、物体との距離が広がるように運転する。または、このような場合には、運転支援制御により、ブレーキ装置 61 が作動し、自車両 50 が停止する。

そのため、通常、自車両 50 は、物体までの距離が第 1 距離よりも短い状態のままで、第 2 距離よりも長く移動することはない。よって、このような場合には、超音波センサ 20 が異常であるとして、運転支援制御において異常が生じていると判定する。なお、運転支援制御における異常判定については、例えば特開 2015-49665 号公報に記載されている。

[0033] 回避制御部 19 は、物体に対する自車両 50 の衝突回避又は衝突被害を軽減するために、安全装置の作動を制御する。回避制御部 19 は、距離取得部 13a により取得された距離情報である自車両 50 から物体までの距離に基づいて、安全装置であるブレーキ装置 61 及び警報装置 62 を作動させる。具体的には、回避制御部 19 は、距離取得部 13a により、同一物体に対して、所定範囲内の距離が所定回数取得された場合に、安全装置を作動させる。

[0034] 態様変更部 17 は、振動子 31 の表面に流水がある場合に、運転支援制御、及び、運転支援制御における異常判定の実施態様を変更する。態様変更部 17 は、特性判定部 16 の判定結果（残響の振動特性に変化が生じたか否かの判定結果）に基づいて、運転支援制御、及び、運転支援制御における異常判定の実施態様を変更する。態様変更部 17 は、判定規制部 17a、作動規制部 17b、能力低下抑制部 17c の機能を有する。

[0035] 判定規制部 17a は、運転支援制御における異常の誤判定が抑制されるように、運転支援制御における異常判定の実施態様を変更する。振動子 31 の表面に流水がある場合には、残響の継続時間 T_r が長くなる。そのため、流水がある場合には、残響を、近距離の物体からの反射波と誤って検知する可能性がある。また、安全装置としてブレーキ装置 61 を作動させる場合は、比較的遠方（例えば自車両 50 からの距離が数 m）に存在する物体を検知する必要がある。そこで、ブレーキ装置 61 を作動させる場合は、警報装置 62 のみを作動させる場合よりも、超音波センサ 20 の出力を上げている。そのため、特に、ブレーキ装置 61 を作動させる場合は、残響の継続時間 T_r も長くなり、近距離の誤検知を生じやすい。

- [0036] このような近距離の誤検知が生じる場合には、自車両５０から物体までの距離が短い状態において、自車両５０が移動を続ける状態になる。そのため、超音波センサ２０は、流水の影響で一時的に誤検知が生じているだけにも関わらず、センサ異常とされる。その結果、最終的な異常判定処理では、運転支援制御に異常が生じていると誤って判定される可能性がある。そこで、判定規制部１７ａは、異常判定部１８による異常判定処理において、異常が生じていると判定されることを規制する。
- [0037] 判定規制部１７ａは、特性判定部１６の判定結果に基づいて、異常判定部１８による異常判定処理において、異常が生じていると判定されることを規制する。具体的には、判定規制部１７ａは、特性判定部１６により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、異常判定部１８による異常判定処理を停止する。これにより、ＥＣＵ１０（運転支援装置）では、振動子３１の表面に流水がある場合であっても、超音波センサ２０が異常であるとの誤判定が抑制される。
- [0038] あるいは、判定規制部１７ａは、特性判定部１６により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、第１距離の短縮（自車両５０から物体までの基準距離の短縮）、及び、第２距離の延長（自車両５０の基準移動距離の延長）の少なくとも一方を実施する。これにより、ＥＣＵ１０では、近距離の誤検知が生じる場合であっても、超音波センサ２０が異常であると判定されにくくなり、異常であるとの誤判定が抑制される。
- [0039] 作動規制部１７ｂは、安全装置の誤作動が抑制されるように、運転支援制御の実施態様を変更する。上述したように、振動子３１の表面に流水がある場合には、流水に起因して、近距離の誤検知を生じる可能性がある。そのため、流水がある場合には、近距離の誤検知に伴って、安全装置を誤って作動させる可能性がある。そこで、作動規制部１７ｂは、回避制御部１９による回避制御処理において、安全装置が作動されることを規制する（作動されにくくする）。
- [0040] 作動規制部１７ｂは、特性判定部１６の判定結果に基づいて、回避制御部

19による回避制御処理において、安全装置が作動されることを規制する。具体的には、作動規制部17bは、特性判定部16により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、超音波センサ20のマスク時間 T_m を延長する。そして、作動規制部17bは、延長したマスク時間 T_m を、ソナー回路32へ送信する。上述したように、超音波センサ20は、駆動信号の送信開始の時点 t_0 から所定のマスク時間 T_m が経過した後に、物体の検知処理、及び、物体までの距離の算出処理を開始する。よって、マスク時間 T_m の間に戻ってきた反射波からは、物体までの距離が算出されない。このように、マスク時間 T_m を長くするほど、算出対象の物体までの距離が遠くなる。したがって、ECU10（運転支援装置）では、マスク時間 T_m を延長することにより、流水に起因する近距離の誤検知が抑制される。その結果、安全装置の作動が規制される（作動されにくくなる）。

[0041] あるいは、作動規制部17bは、特性判定部16により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、回避制御部19による安全装置の作動条件を、作動しにくくなるように変更する。具体的には、作動規制部17bは、安全装置の作動条件の1つである、同一物体に対する距離の取得回数の基準である基準取得回数を増加させる。したがって、ECU10では、基準取得回数を増加することにより、安全装置の作動条件の基準が上がる。その結果、安全装置の作動が規制される（作動されにくくなる）。なお、作動規制部17bでは、マスク時間 T_m の延長、及び、距離の基準取得回数の増加の両方を実施してもよい。

[0042] 能力低下抑制部17cは、物体検知能力の低下が抑制されるように、運転支援制御の実施態様を変更する。上述したように、振動子31の表面に流水がある場合には、残響の継続時間 T_r が長くなる。そのため、流水がある場合には、近距離の物体からの反射波は残響と重畳して判別できなくなる。また、流水がある場合には、大気中での送信波の強度が低下し、反射波の強度も低下しやすい。そのため、流水がある場合には、近距離の物体から反射波を検出しにくくなり、超音波センサ20の物体検知能力が低下する。よって

、流水がある場合には、近距離に物体が存在するにも関わらず、その物体を検知できないために、運転支援制御が実施されない可能性がある。このような点に鑑みて、物体検知能力を常に高くしておく対応方法が考えられる。しかし、このような方法では、検知する必要がない物体（例えば遠距離に存在する物体等）まで検知してしまったり、遠距離に存在する物体からの反射波と送信波とが干渉してしまったりする。そこで、能力低下抑制部 17c は、超音波センサ 20 の物体検知能力の低下を抑制する。

[0043] 能力低下抑制部 17c は、特性判定部 16 の判定結果に基づいて、超音波センサ 20 の物体検知能力の低下を抑制する。能力低下抑制部 17c は、特性判定部 16 により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、次のような処理を行う。具体的には、能力低下抑制部 17c は、ソナー回路 32 による受波信号の増幅率を上げて、受波信号の振幅を増幅補正する。または、能力低下抑制部 17c は、ソナー回路 32 による物体の検知基準である閾値（物体検知時に受波信号の振幅と比較するための基準値）を下げる。そして、能力低下抑制部 17c は、上昇させた増幅率、又は、降下させた閾値を、ソナー回路 32 へ送信する。これにより、ECU 10（運転支援装置）では、物体検知能力の低下が抑制される。その結果、運転支援制御の機会減少が抑制される。

[0044] あるいは、能力低下抑制部 17c は、特性判定部 16 により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、強度調整部 12 において振動子 31 の振動の強度を上げて、送信波の出力を上げる。これにより、ECU 10 では、物体検知能力の低下が抑制される。その結果、運転支援制御の機会減少が抑制される。なお、能力低下抑制部 17c では、振幅の増幅補正又は閾値の低下、及び、振動の強度の向上の両方を実施してもよい。

[0045] また、能力低下抑制部 17c は、振幅の増幅補正、閾値の低下、及び振動の強度の向上を実施する代わりに、次のような処理を行ってもよい。能力低下抑制部 17c は、特性判定部 16 により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、超音波の送波周期 T_c を短くする。そして、能力低下

抑制部 17c は、短くした送波周期 T_c を、ソナー回路 32 へ送信してもよい。上述したように、振動子 31 の表面に流水がある場合には、送信波の強度が低下するため、比較的近距离に存在する物体からしか、反射波が戻ってこない。そのため、流水がある場合には、超音波の送波周期 T_c を短くしても、送信波と反射波とが干渉するおそれがない。ここで、現時点では、検知できていない物体であっても、自車両 50 が物体に近づくことによって、物体からの反射波の強度が強くなり、検知可能になることがある。このような場合には、送波周期 T_c を短縮することにより、物体が検知される時点を早くすることができるとともに、物体の検知回数を増やすことができる。よって、ECU 10（運転支援装置）では、送波周期 T_c を短くすることにより、物体の検知速度及び検知回数が向上して物体検知能力の低下が抑制される。その結果、運転支援制御の機会減少が抑制される。さらに、態様変更部 17 では、作動規制部 17b による同一物体に対する距離の基準取得回数の増加と、能力低下抑制部 17c による送波周期 T_c の短縮と、を組み合わせ実施してもよい。これにより、ECU 10 では、距離の取得回数を増加させて物体の認識精度を向上させ、かつ、超音波の送波周期 T_c を短縮することにより、物体検知能力の低下を抑制できる。

[0046] また、判定規制部 17a、作動規制部 17b、及び能力低下抑制部 17c は、特性判定部 16 により、残響の振動特性が変化していると判定された場合に、判定されてから所定期間の間、上述したような実施態様の変更を実施する。つまり、この所定期間は、態様変更部 17 による変更実施期間に相当する。

[0047] 上記所定期間は、一定の期間を予め設定しておけばよい。あるいは、所定期間は、残響の振動特性の変化が継続する時間（以下「変化継続時間」という）にしてもよい。残響の振動特性の変化継続時間は、次のような期間とすればよい。態様変更部 17 は、残響の振動特性が変化していると判定された時点において、変化前の継続時間 T_r 及び周波数 f を、所定の記憶領域に記憶しておく。そして、態様変更部 17 は、記憶しておいた、継続時間 T_r に

対する変化量 ΔT が所定値 ΔT_h を超え続け、且つ、周波数 f に対する変化量 Δf が所定値 Δf_h を超え続ける期間を、変化継続時間とする。あるいは、上記所定期間は、次のような条件が継続する期間としてもよい。例えば、雨が降り続けるものとして、所定期間は1トリップの期間（一定区間の移動期間）としてもよい。また、超音波センサ20をクリアランスソナーとして用いる運転支援制御は、通常、低速走行中やバック走行中に実施される。よって、所定期間は、所定速度以下の車速が継続している期間や、リバースの状態のシフトポジションが継続している期間としてもよい。

[0048] 次に、本実施形態に係る運転支援制御における異常判定及び運転支援制御の実施態様を変更する処理手順について、図6を参照し説明する。なお、本処理は、ECU10（運転支援装置）が、所定周期ごとに実行する。

[0049] まず、ECU10は、駆動部11により、超音波の送波周期 T_c に基づいて、超音波センサ20の振動子31を駆動する（S1）。このとき、駆動部11は、強度調整部12による設定値（調整値）に基づいて、設定（調整）された強度で振動子31が駆動するように、ソナー回路32へ駆動指令を送信する。続いて、ECU10は、残響取得部15により、振動子31の振動に伴う残響の継続時間 T_r を、超音波センサ20のソナー回路32から取得する（S2）。続いて、ECU10は、残響取得部15により、残響の周波数 f を、ソナー回路32から取得する（S3）。

[0050] 続いて、ECU10は、特性判定部16により、残響の継続時間 T_r の単位時間あたりの変化量 ΔT が所定値 ΔT_h よりも大きいかな否かを判定する（S4）。具体的には、特性判定部16は、前回の処理時に取得した継続時間 T_r （前回値）から、今回の処理で取得した継続時間 T_r （今回値）までの変化量 ΔT を算出する。なおここでは、変化量 ΔT は、今回の処理で取得した継続時間 T_r が、前回の処理時に取得した継続時間 T_r よりも増加している場合に、正の値となるように算出する。つまり、残響の継続時間 T_r の変化量 ΔT では、増加量を正の値で表し、減少量を負の値で表す。そして、特性判定部16は、算出した変化量 ΔT （絶対値）と、判定基準である所定値

ΔT_h とを比較する。その結果、ECU10は、特性判定部16によって、残響の継続時間 T_r の変化量 ΔT が所定値 ΔT_h 以下と判定された場合には（S4：NO）、本処理を終了する。

[0051] 一方、ECU10は、特性判定部16によって、残響の継続時間 T_r の変化量 ΔT が所定値 ΔT_h よりも大きいと判定された場合には（S4：YES）、残響の周波数 f の単位時間あたりの変化量 Δf が所定値 Δf_h よりも大きいかな否かを判定する（S5）。具体的には、特性判定部16は、前回の処理時に取得した周波数 f （前回値）から、今回の処理で取得した周波数 f （今回値）までの変化量 Δf を算出する。なおここでは、変化量 Δf は、今回の処理で取得した周波数 f が、前回の処理時に取得した周波数 f よりも減少している場合に、正の値となるように算出する。つまり、残響の周波数 f の変化量 Δf では、減少量を正の値で表し、増加量を負の値で表す。そして、特性判定部16は、算出した変化量 Δf （絶対値）と、判定基準である所定値 Δf_h とを比較する。その結果、ECU10は、特性判定部16によって、残響の周波数 f の変化量 Δf が所定値 Δf_h 以下と判定された場合には（S5：NO）、本処理を終了する。

[0052] 一方、ECU10は、特性判定部16によって、残響の周波数 f の変化量 Δf が所定値 Δf_h よりも大きい場合（S5：YES）、流水に起因する残響の特性変化が生じていると判定する。つまり、ECU10は、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f それぞれの変化量 ΔT 、 Δf が、所定値 ΔT_h 、 Δf_h を超えることを条件に、残響の振動特性が変化していることを判定する。その結果、ECU10は、残響の振動特性が変化していると判定した場合には、上述したように、態様変更部17によって、運転支援制御における異常の誤判定を抑制する（S6）。すなわち、ECU10は、判定規制部17aによって、運転支援制御において異常が生じていると判定されることを規制して、運転支援制御における異常判定の実施態様を変更する。

[0053] 続いて、ECU10は、上述したように、態様変更部17によって、運転支援制御における安全装置の誤作動を抑制する（S7）。すなわち、ECU

10は、作動規制部17bによって、安全装置が作動されることを規制して（作動されにくくして）、安全装置を作動させる運転支援制御の実施態様を変更する。

[0054] 続いて、ECU10は、上述したように、態様変更部17によって、物体検知能力の低下を抑制する（S8）。すなわち、ECU10は、能力低下抑制部17cによって、物体検知能力が低下することを抑制して、超音波センサ20を駆動させる運転支援制御の実施態様を変更する。以上でECU10は、本処理を終了する。なお、ECU10は、上記ステップS6～S8の変更処理を実行しなかった場合（上記ステップS4又はS5の判定処理において否定判定だった場合）、所定期間が経過した後に、上記ステップS1の処理に戻り、本処理を繰り返し実行する。一方、ECU10は、上記ステップS6～S8の変更処理を実行した場合（上記ステップS4及びS5の判定処理において肯定判定だった場合）、所定期間が経過した後に、上記ステップS1の処理に戻る。そして、ECU10は、上記ステップS4及びS5の判定処理の代わりに、所定期間が経過したか否かを判定する。その結果、ECU10は、所定期間が経過していない場合には、上記ステップS6～S8の変更処理を実行し、所定期間が経過した場合には、上記ステップS6～S8の変更処理を実行せず、本処理を終了する。

[0055] 以上説明したように、本実施形態に係る運転支援装置（ECU10）は、上記構成により、以下の効果を奏する。

[0056] ・本実施形態に係る運転支援装置では、超音波センサ20の振動子31の駆動に伴う残響の継続時間 T_r 及び周波数 f を取得する。運転支援装置では、取得した残響の継続時間 T_r 及び周波数 f に基づいて、残響の振動特性に変化が生じているか否かを判定する。運転支援装置では、残響の振動特性の判定結果に基づいて、運転支援制御と、運転支援制御における異常の有無を判定する異常判定と、の少なくとも一方の実施態様を変更する。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、振動子31の表面を流体が流れている状況（流水がある場合）において、適切な運転支援を実行できる。

- [0057] ・本実施形態に係る運転支援装置では、残響の継続時間 T_r が長くなる（増加する）側に変化し、かつ、残響の周波数 f が低くなる（減少する）側に変化している場合に、残響の振動特性の変化を判定する。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、振動子 31 の表面に流水がある場合における残響の振動特性の変化の発生を、高精度に判定できる。
- [0058] ・残響の継続時間 T_r 及び周波数 f が同時に大きく変化する振動特性の急峻な変化は、振動子 31 の表面に流水がある場合にみられる特有の変化である。よって、本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性の変化の発生について、次のような判定条件に基づき判定する。具体的には、運転支援装置では、残響の継続時間 T_r における前回値から今回値までの変化量 ΔT が所定値 ΔT_h を超え、かつ、残響の周波数 f における前回値から今回値までの変化量 Δf が所定値 Δf_h を超えることを判定条件とする。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、振動子 31 の表面に流水がある場合における残響の振動特性の変化の発生を、高精度に判定できる。
- [0059] ・振動子 31 の表面に流水がある場合には、流水に起因して、近距離の誤検知が生じ、超音波センサ 20 が異常でないにも関わらず、運転支援制御に異常が生じていると誤って判定される可能性がある。これに対して、本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合（流水に起因する近距離の誤検知の可能性がある場合）には、異常が生じていると判定されることを規制する。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、異常が生じていないにも関わらず、運転支援制御において異常が生じていると判定される誤判定を抑制できる。
- [0060] ・本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合には、運転支援制御における異常判定を停止する。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、異常が生じていないにも関わらず、運転支援制御において異常が生じていると判定される誤判定を確実に抑制できる。
- [0061] ・本実施形態に係る運転支援装置では、第 1 距離（自車両 50 から物体ま

での基準距離)、及び、第2距離(自車両50の基準移動距離)を、運転支援制御における異常判定の判定基準である閾値として用いる。そして、運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合には、第1距離の短縮及び第2距離の延長の少なくとも一方を実施する。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、運転支援制御において異常が生じていると判定される誤判定を抑制できる。

[0062] ・振動子31の表面に流水がある場合には、流水に起因して、近距離の誤検知が生じ、安全装置を誤って作動させる可能性がある。これに対して、本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合(流水に起因する近距離の誤検知の可能性がある場合)には、安全装置が作動されることを規制する(作動されにくくする)。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、安全装置の誤作動を抑制できる。

[0063] ・本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合には、マスク時間 T_m を延長し、延長したマスク時間 T_m が経過した後に、物体の検知処理、及び、物体までの距離の算出処理が開始される。これにより、運転支援装置では、流水に起因する近距離の誤検知が抑制される。その結果、本実施形態に係る運転支援装置では、安全装置の作動が規制され、誤作動を抑制できる。

[0064] ・本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合には、安全装置の作動条件の1つである、同一物体に対する距離の基準取得回数を増加する。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、安全装置の誤作動を抑制できる。

[0065] ・振動子31の表面に流水がある場合には、物体検知能力が低下し、近距離に存在する物体を検知できない可能性がある。その結果、このような場合には、運転支援制御の機会が減少する可能性がある。これに対して、本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合(物体検知能力が低下する可能性がある場合)には、物体検知能力の低下が抑制する。これにより、運転支援装置では、流水がある場合であっても

、近距離に存在する物体を検知できる。その結果、本実施形態に係る運転支援装置では、運転支援制御の機会の減少を抑制できる。

[0066] ・本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合には、受波信号の振幅を増幅補正する。または、運転支援装置では、振動強度の調整基準である閾値（受波信号の振幅と比較するための閾値）を下げる。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、物体検知能力の低下を抑制できる。

[0067] ・本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合には、振動子 31 における振動の強度を上げる。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、物体検知能力の低下を抑制できる。

[0068] ・本実施形態に係る運転支援装置では、残響の振動特性が変化していると判定された場合には、超音波の送波周期 T_c を短縮する。これにより、本実施形態に係る運転支援装置では、物体検知能力の低下を抑制できる。

[0069] （他の実施形態）

・上記実施形態では、実施態様の変更処理として、運転支援制御における、異常の誤判定の抑制、安全装置の誤作動の抑制、及び物体検知能力の低下の抑制の 3 つを実行する構成としたが、これに限らない。他の実施形態の例としては、上記 3 つの処理のうち、少なくとも 1 つを実行する構成であればよい。

[0070] ・上記実施形態では、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f が同時に大きく変化する急峻な変化が生じた場合に、残響の振動特性が変化していると判定する構成としたが、これに限らない。他の実施形態の例としては、上記継続時間 T_r 及び周波数 f の 2 つの急峻な変化の発生が、同時でなくずれていてもよい。他の実施形態の例では、例えば、残響の継続時間 T_r が急峻に変化し、この継続時間 T_r の特性変化が継続している状態において、その後、残響の周波数 f が急峻に変化した場合に、残響の振動特性が変化していると判定してもよい。

[0071] ・上記実施形態では、ソナー回路 32 において、入力された受波信号に対

して増幅処理やフィルタリング処理を実施し、処理した受波信号の振幅の電圧レベルと閾値とを比較する。その結果、ソナー回路32は、受波信号の振幅が閾値よりも大きい場合に、物体を検知したことを示す検知情報を、ECU10へ送信する構成としたが、これに限らない。他の実施形態の例では、処理した受波信号の振幅の電圧レベルそのものを、ECU10へ送信してもよい。そして、他の実施形態の例では、ECU10において、受信した受波信号に基づいて、物体の検知や物体までの距離の算出、また、残響の継続時間 T_r 及び周波数 f の検出等を行ってもよい。

符号の説明

[0072] 10…ECU、11…駆動部、12…強度調整部、13…情報取得部、13a…距離取得部、15…残響取得部、16…特性判定部、17…態様変更部、17a…判定規制部、17b…作動規制部、17c…能力低下抑制部、18…異常判定部、19…回避制御部、20…超音波センサ、31…振動子、50…自車両。

請求の範囲

- [請求項1] 自車両（５０）に搭載された超音波センサ（２０）を用いて前記自車両の周辺に存在する物体を検知して、前記自車両の運転支援制御を実施する運転支援装置（１０）であって、
- 前記超音波センサの振動子（３１）を駆動させて、前記振動子から超音波を送信させる駆動部と、
- 前記振動子の駆動に伴う残響の継続時間及び周波数を取得する残響取得部と、
- 前記残響取得部により取得された前記継続時間と前記周波数とに基づいて、前記残響の振動特性に変化が生じているか否かを判定する特性判定部と、
- 前記特性判定部による前記振動特性の判定結果に基づいて、前記運転支援制御と、前記運転支援制御における異常の有無を判定する異常判定と、の少なくとも一方の実施態様を変更する態様変更部と、を備える、運転支援装置。
- [請求項2] 前記特性判定部は、前記継続時間が長くなる側に変化し、かつ、前記周波数が低くなる側に変化している場合に、前記振動特性が変化していると判定する、請求項１に記載の運転支援装置。
- [請求項3] 前記特性判定部は、前記継続時間及び前記周波数における前回値から今回値の変化量が所定値を超える場合に、前記振動特性が変化していることを判定する、請求項１又は２に記載の運転支援装置。
- [請求項4] 物体からの前記超音波の反射波に基づいて算出された、前記自車両から前記物体までの距離を取得する距離取得部と、
- 前記距離取得部により取得された前記距離と、現時点における前記自車両の移動状況とに基づいて、前記運転支援制御における異常の有無を判定する異常判定部と、を備え、
- 前記態様変更部は、前記特性判定部により、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記異常判定部により前記異常が生じて

いると判定されることを規制する判定規制部を備える、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の運転支援装置。

[請求項5] 前記判定規制部は、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記異常判定部による異常判定を停止する、請求項 4 に記載の運転支援装置。

[請求項6] 前記異常判定部は、前記距離取得部により取得された前記距離が所定の第 1 距離よりも短い状態において、前記自車両が所定の第 2 距離よりも長く移動している場合に、前記運転支援制御において異常が生じていると判定し、

前記判定規制部は、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記第 1 距離の短縮、及び、前記第 2 距離の延長の少なくとも一方を実施する、請求項 4 に記載の運転支援装置。

[請求項7] 物体からの前記超音波の反射波に基づいて算出された、前記自車両から前記物体までの距離を取得する距離取得部と、

前記距離取得部により取得された前記距離に基づいて、前記物体に対する前記自車両の衝突回避又は衝突被害を軽減するために、安全装置（61, 62）の作動を制御する回避制御部と、を備え、

前記態様変更部は、前記特性判定部により、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記回避制御部により前記安全装置が作動されることを規制する作動規制部を備える、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の運転支援装置。

[請求項8] 前記距離は、前記振動子から前記超音波が送信されてから所定のマスク時間が経過した後に算出される情報であり、

前記作動規制部は、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記マスク時間を延長する、請求項 7 に記載の運転支援装置。

[請求項9] 前記回避制御部は、同一の前記物体に対して所定範囲内の前記距離が、前記距離取得部により所定回数取得された場合に、前記安全装置を作動させ、

前記作動規制部は、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記距離の取得回数の基準である前記所定回数を増加する、請求項 7 又は 8 に記載の運転支援装置。

[請求項10] 物体からの前記超音波の反射波に基づいて検知された、前記物体の検知情報を取得する情報取得部を備え、

前記態様変更部は、前記特性判定部により、前記振動特性が変化していると判定された場合に、判定された前記振動特性の変化に起因する物体検知能力の低下を抑制する能力低下抑制部を備える、請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の運転支援装置。

[請求項11] 前記検知情報は、前記反射波の振幅と所定の閾値との比較結果に基づいて検知された前記物体の情報であり、

前記能力低下抑制部は、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記反射波の振幅を増幅補正する、又は、前記閾値を下げる、請求項 10 に記載の運転支援装置。

[請求項12] 前記振動子における振動の強度を調整する強度調整部を備え、

前記能力低下抑制部は、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記強度調整部において前記振動子における前記振動の強度を上げる、請求項 10 又は 11 に記載の運転支援装置。

[請求項13] 前記駆動部は、所定の送波周期で前記超音波を送信し、

前記検知情報は、前記送波周期ごとに取得された複数の前記反射波に基づいて検知された前記物体の情報であり、

前記能力低下抑制部は、前記振動特性が変化していると判定された場合に、前記送波周期を短縮する、請求項 10 に記載の運転支援装置。

[請求項14] 前記態様変更部は、前記特性判定部により、前記振動特性が変化していると判定された場合に、判定されてから所定期間の間、前記実施態様の変更を実施する、請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の運転支援装置。

[請求項15] 自車両（50）に搭載された超音波センサ（20）を用いて前記自車両の周辺に存在する物体を検知して、前記自車両の運転支援制御を実施する運転支援装置（10）が実行する運転支援方法であって、

 前記超音波センサの振動子（31）を駆動させて、前記振動子から超音波を送信させるステップと、

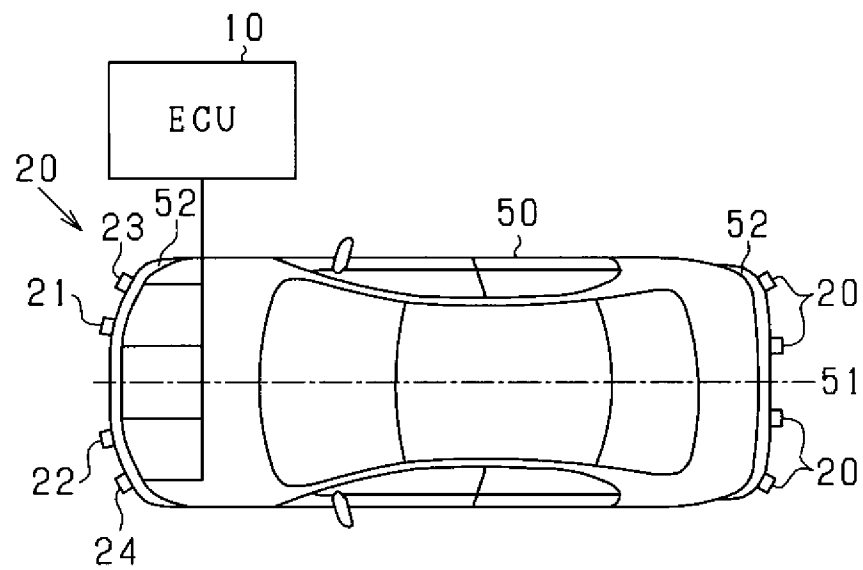
 前記振動子の駆動に伴う残響の継続時間及び周波数を取得するステップと、

 取得された前記継続時間と前記周波数とに基づいて、前記残響の振動特性に変化が生じているか否かを判定するステップと、

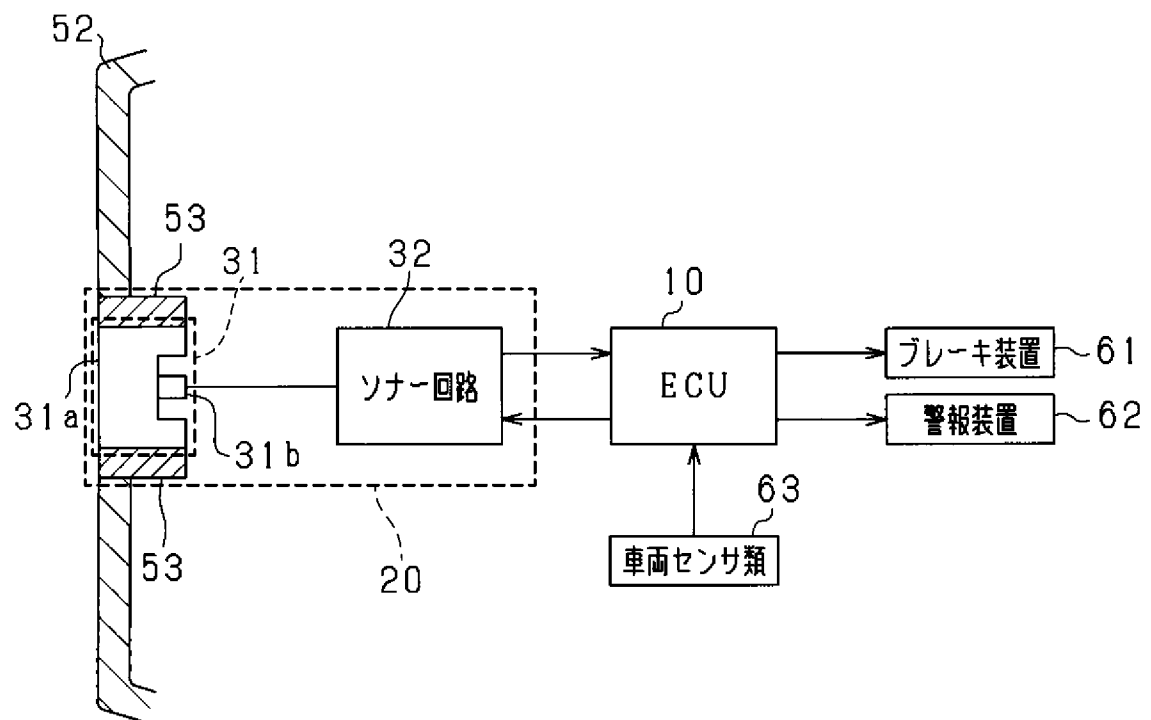
 前記振動特性の判定結果に基づいて、前記運転支援制御と、前記運転支援制御における異常の有無を判定する異常判定と、の少なくとも一方の実施態様を変更するステップと、

 を含む、運転支援方法。

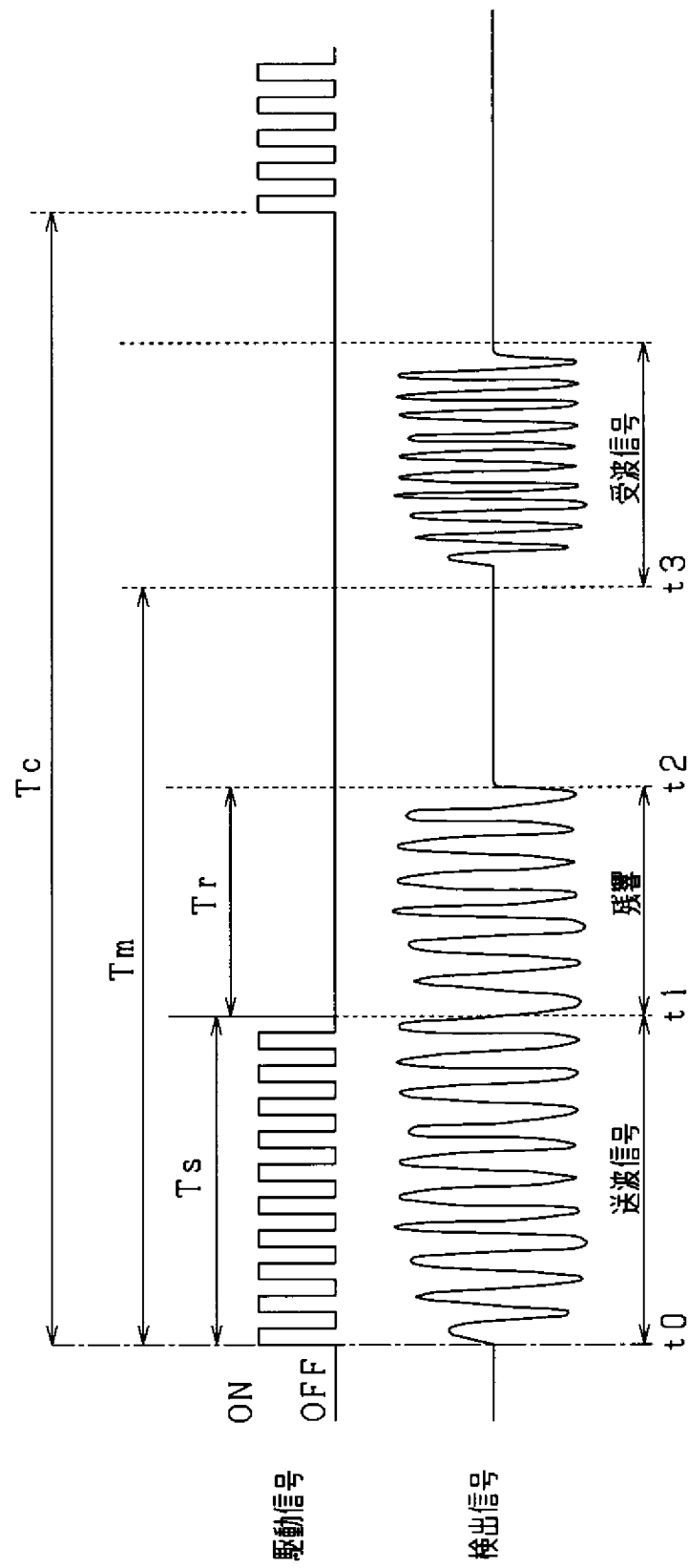
[図1]



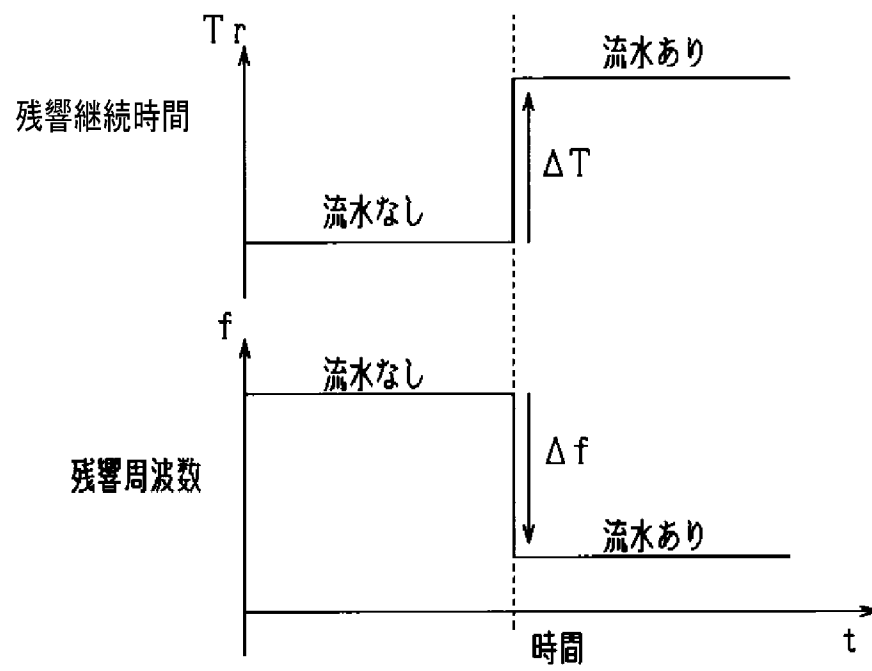
[図2]



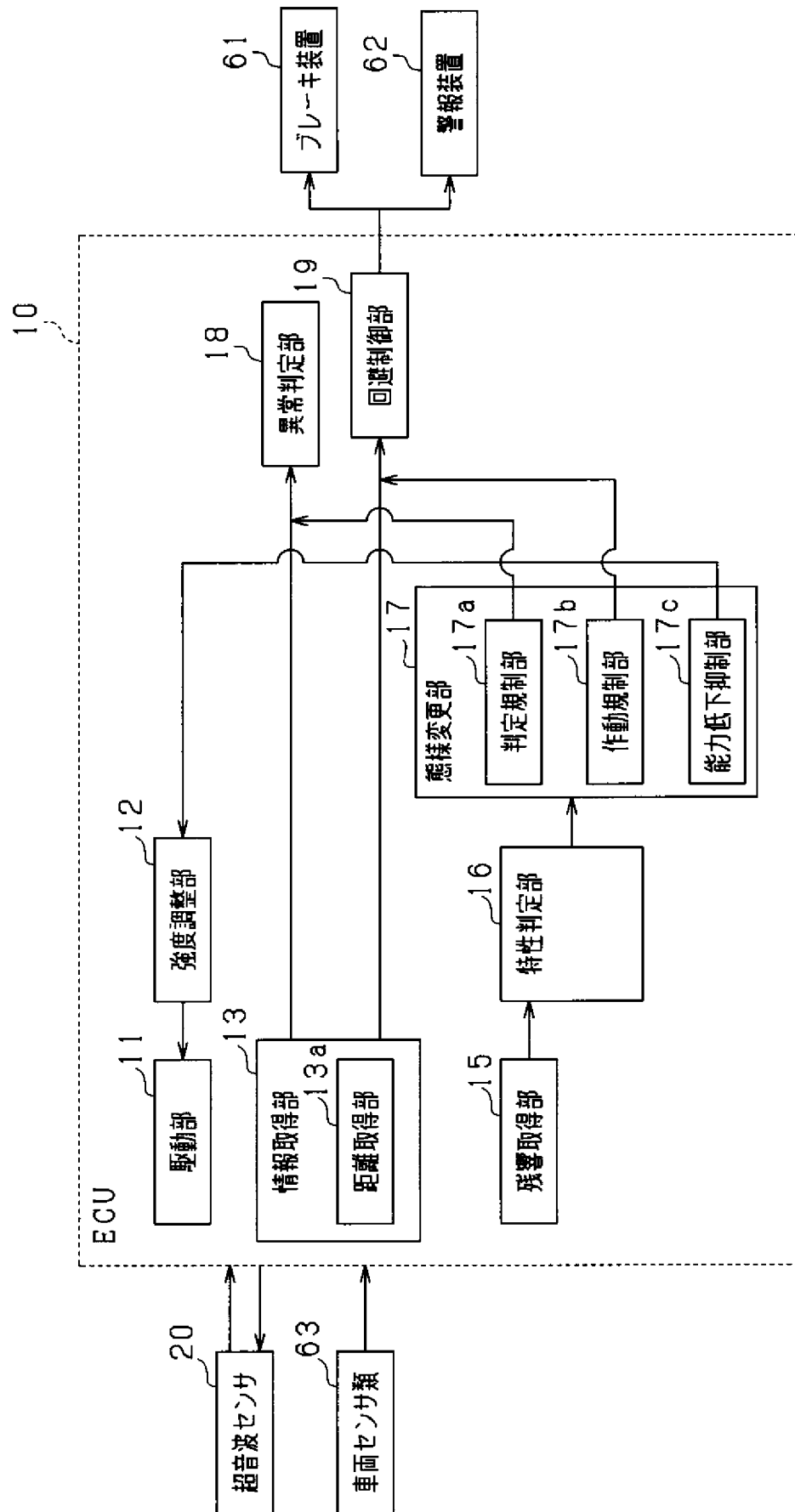
[図3]



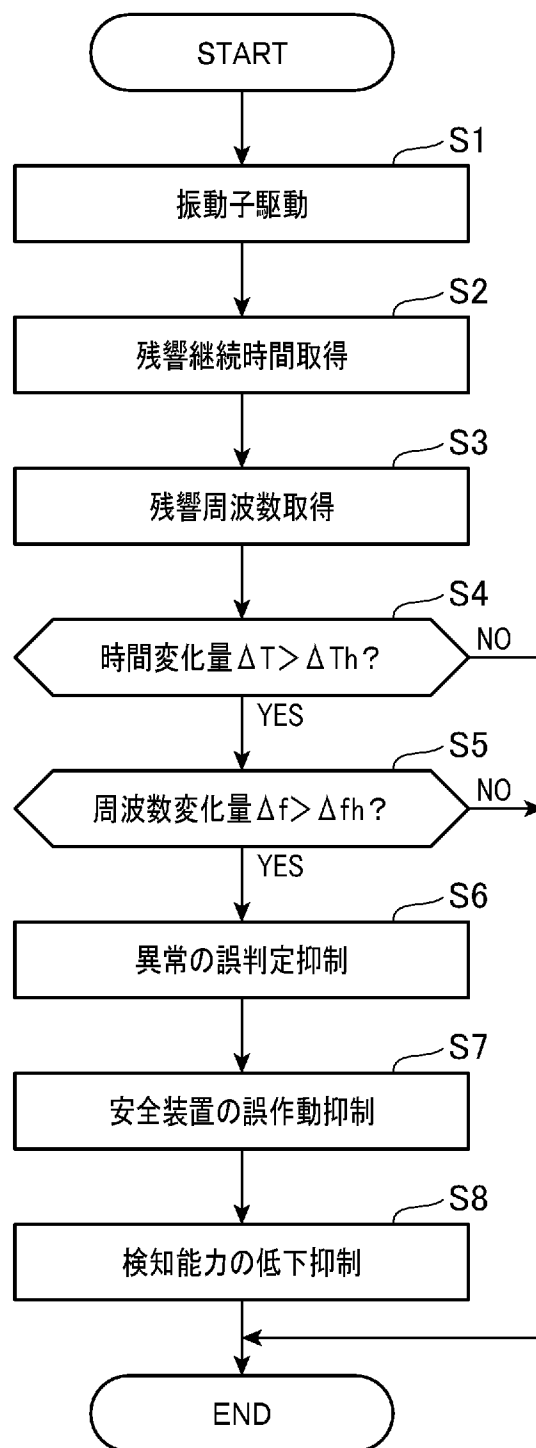
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S15/93(2006.01)i, G01S7/52(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, B60R21/013(2006.01)i, G08G1/16(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)

G01S7/52-7/64, G01S15/00-15/96, B60R21/00, B60R21/013, G08G1/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y A	JP 2002-148347 A (Denso Corp.), 22 May 2002 (22.05.2002), paragraphs [0036] to [0040]; fig. 1 to 4 & US 2002/0023498 A1 paragraphs [0027] to [0029]; fig. 1 to 4 & DE 10142075 A	1-3, 7-15 4-6
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 181364/1986(Laid-open No. 087579/1988) (Matsushita Electric Works, Ltd.), 07 June 1988 (07.06.1988), specification, page 4, line 10 to page 6, line 1; fig. 3 to 5 (Family: none)	1-3, 7-15 4-6

☒ 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
30 August 2016 (30.08.16)

Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.16)

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/JP2016/066875

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2015-049665 A (Toyota Motor Corp.), 16 March 2015 (16.03.2015), paragraphs [0048] to [0050] & US 2016/0207532 A1 paragraphs [0061] to [0063] & WO 2015/028866 A1 & EP 3038873 A1 & CN 105492284 A	1-3, 7-15 4-6
Y A	JP 2009-210404 A (Denso Corp.), 17 September 2009 (17.09.2009), paragraphs [0003], [0004]; fig. 7 & US 2009/0224959 A1 paragraphs [0004], [0005]; fig. 7	8-14 4-6
Y A	JP 2002-131428 A (Mitsubishi Electric Corp.), 09 May 2002 (09.05.2002), paragraphs [0058] to [0064] & US 2002/0047780 A1 paragraphs [0107] to [0119] & DE 10121519 A	10-14 4-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S15/93(2006.01)i, G01S7/52(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, B60R21/013(2006.01)i, G08G1/16(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. G01S7/52-7/64, G01S15/00-15/96, B60R21/00, B60R21/013, G08G1/16

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y A	JP 2002-148347 A (株式会社デンソー) 2002.05.22, [0036] - [0040], [図1] - [図4] & US 2002/0023498 A1, [0027]-[0029], FIG. 1-FIG. 4 & DE 10142075 A	1-3, 7-15 4-6
Y A	日本国実用新案登録出願61-181364号(日本国実用新案登録出願公開63-087579号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (松下電工株式会社) 1988.06.07, 明細書第4ページ第10行-第6ページ第1行、第3-5図 (ファミリーなし)	1-3, 7-15 4-6

☑ 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

30.08.2016

国際調査報告の発送日

13.09.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

三田村 陽平

2S

4001

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 A	JP 2015-049665 A (トヨタ自動車株式会社) 2015.03.16, [0048] - [0050] & US 2016/0207532 A1, [0061]-[0063] & WO 2015/028866 A1 & EP 3038873 A1 & CN 105492284 A	1-3, 7-15 4-6
Y A	JP 2009-210404 A (株式会社デンソー) 2009.09.17, [0003]、[0004]、[図7] & US 2009/0224959 A1, [0004], [0005], FIG. 7	8-14 4-6
Y A	JP 2002-131428 A (三菱電機株式会社) 2002.05.09, [0058] - [0064] & US 2002/0047780 A1, [0107]-[0119] & DE 10121519 A	10-14 4-6