(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6903760号
(P6903760)
(45)発行日　令和3年7月14日(2021.7.14)　(24)登録日　令和3年6月25日(2021.6.25)

(51)Int.Cl.　　F I
*G01S 7/52 (2006.01)*　　G01S 7/52　U
*G01S 15/931 (2020.01)*　　G01S 15/931

請求項の数 19　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2019-547073(P2019-547073)
(86)(22)出願日　平成30年3月8日(2018.3.8)
(65)公表番号　特表2020-509378(P2020-509378A)
(43)公表日　令和2年3月26日(2020.3.26)
(86)国際出願番号　PCT/EP2018/055806
(87)国際公開番号　WO2018/162659
(87)国際公開日　平成30年9月13日(2018.9.13)
審査請求日　令和1年8月28日(2019.8.28)
(31)優先権主張番号　102017105043.4
(32)優先日　平成29年3月9日(2017.3.9)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)

(73)特許権者　508108903
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
ドイツ連邦共和国７４３２１ビーティッヒハイム－ビッシンゲン・ライエルンシュトラーセ１２
(74)代理人　100091982
弁理士　永井　浩之
(74)代理人　100091487
弁理士　中村　行孝
(74)代理人　100105153
弁理士　朝倉　悟
(74)代理人　100127465
弁理士　堀田　幸裕

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波センサの機能状態を超音波センサの伝達関数により決定する方法、超音波センサ装置、及び自動車両

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
超音波信号（８）を自動車両（１）の周囲に送信する、及び／又は前記超音波信号（８）のエコー信号（９）を受信するように設計された、自動車両（１）用の超音波センサ装置（５）の超音波センサ（５ａ）の機能状態を決定するための方法において、
電気試験信号（Ｐ）が生成されて前記超音波センサ（５ａ）に適用され、前記電気試験信号（Ｐ）の作用を受けた前記超音波センサ（５ａ）の少なくとも１つの電気特性パラメータ（Ｋ）が評価され、これに応じて前記超音波センサ（５ａ）の伝達関数（１３）が決定され、前記伝達関数（１３）は基準伝達関数（１１）と比較され、この比較に基づいて前記超音波センサ（５ａ）の機能状態が決定され、
前記電気試験信号（Ｐ）は、送信される超音波信号（８）を生成することによる励起信号とは異なっている、ことを特徴とする方法。
【請求項２】
前記電気試験信号（Ｐ）は、制御装置（Ｓ）によって、高調波信号として、又はステップ信号として、又はパルス信号として生成される、
ことを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記伝達関数（１３）は、インピーダンス周波数応答（１４）に応じて決定される、
ことを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】

前記インピーダンス周波数応答（１４）は、前記電気試験信号（Ｐ）としての印加電流に応じて、これに依存する電気特性パラメータ（Ｋ）としての測定電圧に応じて、及び、電気特性パラメータ（Ｋ）として実現される前記測定電圧に対する前記印加電流の位相角（α）に応じて、決定される、
ことを特徴とする請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記インピーダンス周波数応答（１４）は、前記電気試験信号（Ｐ）としての印加電圧に応じて、これに依存する電気特性パラメータ（Ｋ）としての測定電流に応じて、及び、電気特性パラメータ（Ｋ）として実現される前記測定電流に対する前記印加電圧の位相角（α）に応じて、決定される、
ことを特徴とする請求項３に記載の方法。
【請求項６】
前記伝達関数（１３）は、前記超音波センサ（５ａ）の共振周波数（Ｒ）において決定される、
請求項１乃至５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項７】
複数の伝達関数（１３）が複数の音響周波数において決定され、前記複数の音響周波数は、共振周波数（Ｒ）を中心とした＋Δｆと－Δｆとの間の周波数帯域において生成される、
請求項１乃至５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項８】
前記超音波センサ（５ａ）の電気モデル（１５）が、複数の電気コンポーネント（１６）を有して生成され、
前記電気モデル（１５）は、機械的な前記超音波センサ（５ａ）を電気的に表し、
前記電気モデル（１５）のパラメータ値は、前記伝達関数（１３）によって特徴付けられる、
ことを特徴とする請求項１乃至７のいずれかに記載の方法。
【請求項９】
前記超音波センサ（５ａ）の前記電気モデル（１５）、及び／又は、前記基準伝達関数（１１）を生成する基準超音波センサの前記電気モデル（１５）は、第１キャパシタ（１７）と、前記第１キャパシタ（１７）とは別の第２キャパシタ（１８）と、インダクタ（１９）と、オーム抵抗（２０）と、から形成され、
前記第２キャパシタ（１９）と、前記インダクタ（１８）と、前記オーム抵抗（２０）とは、直列回路として直列に接続されるとともに、前記第１キャパシタ（１７）は前記直列回路に並列に接続される、
ことを特徴とする請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
前記超音波センサ（５ａ）の物理的キャパシタンスは前記第１キャパシタ（１７）によって表され、前記超音波センサ（５ａ）のダイアフラムの機械的コンプライアンスは前記第２キャパシタ（１８）によって表され、前記ダイアフラムの移動質量は前記インダクタ（１９）によって表され、前記超音波信号（８）の減衰は前記オーム抵抗（２０）によって表される、
ことを特徴とする請求項９に記載の方法。
【請求項１１】
前記超音波センサ（５ａ）の前記第１キャパシタ（１７）と前記第２キャパシタ（１８）と前記インダクタ（１９）と前記オーム抵抗（２０）の関連するパラメータ値が、パラメータ値フィッティングによって、これらの調整したパラメータ値を使用して前記伝達関数（１３）がモデルの形式で得られるように、決定される、
ことを特徴とする請求項９又は１０に記載の方法。
【請求項１２】

前記基準伝達関数（１１）及び／又は前記基準伝達関数（１１）を生成する基準超音波センサのパラメータ値は、複数の潜在的な機能状態のために、前記超音波センサ装置（５）の記憶媒体に記憶される、
ことを特徴とする請求項１乃至１１のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１３】
当該方法は、前記自動車両（１）の運転動作中に、前記自動車両（１）の複数の動作モードにおいて実施可能である、
請求項１乃至１２のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１４】
前記超音波センサ（５ａ）の機能状態は、前記超音波センサの内部で決定される、請求項１乃至１３のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１５】
少なくとも１つの超音波信号（８）が送信され、エコー信号（９）が前記超音波センサ（５ａ）の第１動作状態にて受信され、前記電気試験信号（Ｐ）を印加することにより、前記超音波センサ（５ａ）の前記第１動作状態とは異なる第２動作状態にて、前記超音波センサ（５ａ）の自己診断が実行される、請求項１乃至１４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１６】
前記電気試験信号（Ｐ）の振幅は、前記励起信号の振幅よりも小さい、請求項１に記載の方法。
【請求項１７】
前記電気試験信号（Ｐ）のバンド幅は、前記励起信号のバンド幅よりも大きい、請求項１又は１６に記載の方法。
【請求項１８】
少なくとも１つの超音波センサ（５ａ）を有する自動車両（１）用超音波センサ装置（５）であって、
超音波信号（８）を送信するための送信装置（６）と、
前記超音波信号（８）のエコー信号（９）を受信するための受信装置（７）と、
請求項１乃至１７のいずれか一項に記載の方法を実施するように設計された、前記超音波センサ（５ａ）の制御装置（Ｓ）と、
を有する超音波センサ装置（５）。
【請求項１９】
請求項１８に記載の超音波センサ装置（５）を有する自動車両（１）。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、自動車両の周囲に超音波信号を送信する、及び／又は又超音波信号のエコー信号を受信するように設計された、自動車両用の超音波センサ装置の超音波センサの機能状態を決定する方法に関する。また、本発明は、超音波センサ及び自動車に関する。
【背景技術】
【０００２】
自動車両の超音波センサは、特に物体の距離を測定するように設計されている。超音波センサでは、特に電気音響エネルギー変換が実施される。このエネルギー変換の物理的原理、特に機械的誘導、機械的容量、機械的制限、磁気的制限又は電歪的性質であり得る物理的原理に関係なく、エネルギー変換要素は、内部又は外部から誘導される変動を受ける可能性があるため、その強度によるが、測定変化が変わってしまうことやセンサが完全に故障してしまうことが起こり得る。従来技術において、このようなセンサの故障は、センサ駆動システムによる妥当性チェックによって通常検出される。一方で、センサの変化は検出されない。
【０００３】

ＤＥ １０ ２０１４ １１５ ０００ Ａ１は、自動車両の超音波センサ装置を操作するための方法を開示している。この方法では、自動車両の周囲領域にある物体を検出する測定モードにおいて、超音波センサのトランスデューサーが、超音波信号を送信するように送信信号によって送信器ステージによって励起される。受信器ステージによって、トランスデューサーの生成した信号に基づいて測定信号が提供される。測定作業中に、超音波センサ装置の機能能力が、送信信号及び／又は測定信号に基づいて診断装置によりテストされる。従来技術において、送信した超音波信号と受信したエコー信号は、超音波センサの機能性を推定する根拠として使用されている。この欠点は、特に、超音波信号とエコー信号は周囲の影響に依存するため、送信した超音波信号と受信したエコー信号に基づく超音波センサの正確な診断がエラーになりやすいということである。

【０００４】

本発明の目的は、超音波センサの少なくとも１つの機能状態をより良好に決定し得る方法、超音波センサ装置、並びに自動車両を規定することである。

【発明の概要】

【０００５】

この目的は、独立請求項による方法、超音波センサ装置、及び自動車両によって達成される。

【０００６】

本発明の一態様は、自動車両の周囲に超音波信号を送信する、及び／又は超音波信号のエコー信号を受信するように設計された、自動車両用の超音波センサ装置の超音波センサの機能状態を決定する方法に関する。

【０００７】

この目的のために、電気試験信号が生成されて超音波センサに適用され、電気試験信号の作用を受けた超音波センサの少なくとも１つの電気特性パラメータが評価される。この評価に基づいて、超音波信号の伝達関数が決定され、伝達関数は基準伝達関数と比較される。この比較に基づいて、超音波信号の機能状態が決定される。基準伝達関数は、基準機能状態の特性を示す。

【０００８】

特に、超音波センサの機能状態をこのようにして直接決定することができるため、機能状態が、例えば周囲の影響によって歪曲されることがない。特に、これにより、超音波センサの機能状態のより正確な決定をすることができるため、超音波センサの故障や機能能力をチェックできるだけでなく、超音波センサの汚れの程度や着氷の程度等の他の機能状態をもチェックすることができる。

【０００９】

したがって、機能状態の決定はセンサ内で実施される。これは、この機能テストでは、超音波信号をテストされる超音波センサにより送信する必要がなく、且つ評価のためにエコー信号を受信する必要もない、ということを意味する。

【００１０】

特に、超音波センサ伝達関数は、超音波センサの入力信号と出力信号との数学的関係を表す。とりわけ、このことは、超音波センサの電気機械特性が示されるということを意味する。伝達関数によって、任意の入力信号について対応する出力信号、つまり出力信号に対する超音波センサの応答を決定することができる。特に、超音波センサは共振モードで動作するため、共振周波数における超音波センサの伝達関数が非常に重要である。

【００１１】

特に、機能状態決定モデルが、超音波センサ装置に提供され得る。

【００１２】

特に、機能状態の決定後に適切な措置を取ることが想定され得る。例えば、超音波センサが故障した場合、警告通知を生成して、自動車両内の人に超音波センサが少なくともその機能性において損なわれていることを知らせることができる。また、超音波センサが着氷していることが検出された場合、超音波センサの加熱要素を作動させて氷を除去するこ

とも可能である。例えば、圧電超音波トランスデューサーのセラミックの経年劣化により、特定の出力で必要な音圧が提供できなくなった場合、例えば、制御装置によって超音波トランスデューサーの電力をこれに応じて増加させて、更なる超音波センサの確実な動作を実現することができる。

【００１３】

特に、少なくとも１つの超音波信号が送信され、エコー信号が超音波センサの第１動作状態にて受信され、試験信号（Ｐ）を印加することにより、超音波センサの第１動作状態とは異なる第２動作状態にて、超音波センサの自己診断が実行され得る。このため、第１動作状態において、いわば通常状態において、超音波信号が送信され、物体から反射した対応するエコー信号が普通に受信される。この目的のために、送信される超音波信号が生成されることによる励起信号が、特に、超音波コンバータのピエゾ素子又はピエゾ素子の電気回路（特にピエゾ素子の回路網に結合される）に印加され得る。第２動作状態は、診断モードと言うこともできる。第２動作状態では、超音波センサの自己診断が実行され、自動車両の周囲に超音波信号は送信されない（第１動作状態とは対照的である）。換言すれば、自己診断では、音波を送信する必要は無い。

【００１４】

試験信号は、特に、送信される超音波信号が生成されることによる励起信号とは異なる。とりわけ、第２動作状態の試験信号は、第１動作状態の送信される超音波信号が生成されることによる励起信号とは異なり得る。それ故、診断モードの試験信号は、その信号特性において、通常モードの間に送信される超音波信号の励起信号とは本質的に異なっている。

【００１５】

１つの設計において、試験信号の振幅は、励起信号の振幅よりも小さくし得る。とりわけ、第２動作状態における試験信号の振幅は、第１動作状態において送信される超音波信号の生成による励起信号の振幅よりも小さくし得る。例示として、試験信号の振幅は、励起信号の振幅よりも少なくとも２倍小さくでき（つまり、少なくとも半分）、特に、少なくとも５倍小さくでき、特に、少なくとも１０倍小さくできる。

【００１６】

１つの代替的又は追加的な態様では、試験信号のバンド幅は、励起信号のバンド幅よりも大きい。とりわけ、第２動作状態における試験信号のバンド幅は、第１動作状態の送信される超音波信号の生成による励起信号のバンド幅よりも大きくし得る。例えば、試験信号のバンド幅は１０ｋＨｚと５０ｋＨｚの間にすることができ、特に、１５ｋＨｚと２５ｋＨｚの間にすることができ、及び／又は、励起信号のバンド幅は、２ｋＨｚと２０ｋＨｚの間にすることができ、特に、５ｋＨｚと１０ｋＨｚの間にすることができる。それ故、試験信号のバンド幅は、励起信号のバンド幅よりも、例えば、少なくとも２倍大きくすることができる（つまり、少なくとも２倍大きくできる）。

【００１７】

１つの代替的又は追加的な態様では、試験信号の周波数帯域は、超音波センサの共振周波数を含んでおり、特に、試験信号の周波数帯域は、共振周波数を中心として対称になり得る。代替策として又は追加策として、励起信号の周波数帯域は、超音波センサの共振周波数を含まなくてもよく、又は、共振周波数に隣接していなくともよく、励起信号の周波数帯域は、特に、共振周波数に対して非対称となり得る。

【００１８】

有利な設計によれば、試験信号は、制御装置によって、高調波信号の形態で、又はステップ信号として、又はパルス信号として生成され得る。高調波信号は、正弦関数で表され得る波形を有する振動である。したがって、超音波センサは、正弦関数に一致し得る電気試験信号で励起される。特に、周波数は関連する範囲内で時間とともに変化し得る。ステップ信号は、超音波センサの機能状態を確認するための更なる選択肢を示す。超音波センサの電子回路の入力時、ステップ関数が適用される。この結果、超音波センサの出力における電圧が変化する。この電圧の時間波形は、ステップ応答とも称される。ステップ

関数に対する応答は、超音波センサの機能状態を推定するために使用され得る。更なる可能性は、パルス信号が、試験信号として制御装置によって生成されることである。パルス信号の場合、超音波センサは電気的に励起され、超音波センサの振動挙動が電気的にモニタリングされる。そして、振動応答に基づいて、超音波センサの機能状態に関する結論を導くことができる。超音波センサを高調波信号、又はステップ信号、又はパルス信号を試験信号として用いて励起することにより、超音波信号を自動車両の周囲に送信する必要なく、超音波センサの自己診断が直接的に単純な態様で実施され得る。

【００１９】

伝達関数はインピーダンス周波数応答に応じて決定される場合、有利であるということもわかっている。特に、インピーダンス周波数応答は、電気機械式超音波センサの入力インピーダンス周波数応答である。これには、超音波センサの伝達関数が非常に簡単に決定できるという利点がある。なぜならば、特に電圧又は電流のいずれかが、超音波センサの機械的パラメータと既知の関係にあるからである。したがって、超音波センサの１つのパラメータのみを変更することでインピーダンス周波数応答が決定することができ、これにより、超音波センサの伝達関数を決定することができる。

【００２０】

また、インピーダンス周波数応答は、電気試験信号としての印加電流に応じて、これに依存する電気特性パラメータとしての測定電圧に応じて、及び、電気特性パラメータとして実現される測定電圧に対する印加電流の位相角に応じて決定される場合、有利である。このような構成を利用することにより、超音波センサの電流‐電圧伝達関数が精度良く決定され得る。

【００２１】

また、インピーダンス周波数応答は、電気試験信号としての印加電圧に応じて、これに依存する電気特性パラメータとしての測定電流に応じて、及び、電気特性パラメータとして実現される測定電流に対する印加電圧の位相角に応じて決定されることが有利である。このような構成を利用することにより、超音波センサの電圧‐電流伝達関数が精度良く決定され得る。

【００２２】

更に有利な構成によれば、伝達関数は、超音波センサの共振周波数において決定され得る。超音波センサは、特に圧電ベースの撓みトランスデューサーを有する超音波センサとして設計されているため、特に共振動作モードにおいて最大の効率を発揮する。これにより、超音波センサは、特に共振モードで動作する。特に、超音波センサの共振モードにおける、すなわち、共振周波数における伝達関数の決定から、超音波センサの機能状態が決定され得る。これには、関連する伝達関数を超音波センサの各周波数について決定する必要がない。むしろ、決定は超音波センサの共振周波数において実施されるので、特に制御装置における演算能力が確保され得る。

【００２３】

また、複数の伝達関数が複数の音響周波数において決定され、複数の音響周波数は、共振周波数$f_{res}$を中心とした＋Δｆと－Δｆとの間の周波数帯域において生成される場合、有利であるとわかっている。各超音波センサは、その設計により異なる共振周波数を有しているため、各伝達関数は、特に、基準超音波センサの共振周波数$f_{res}$を中心とした周波数帯域において決定され得る。例えば、基準超音波センサは、４５ｋＨｚの共振周波数$f_{res}$を有し得る。ただし、製造公差により、超音波センサの共振周波数は、＋／－Δｆの範囲で変動し得る。例えば、＋／－５ｋＨｚ、すなわち４０ｋＨｚ乃至５０ｋＨｚの周波数帯域が、４５ｋＨｚの共振周波数$f_{res}$を中心として生成され得る。この周波数帯域において、伝達関数が決定される。特に、Δｆは、超音波センサの製造公差に対応する場合がある。したがって、伝達関数は、特に信頼性高く、且つ超音波センサに特有の態様において決定され得るため、特定の超音波センサの機能状態を推定することが可能となる。また、周波数帯域外にある周波数は無視できるため、同様に演算能力を確保することができる。

【００２４】
更なる有利な設計によれば、複数の電気コンポーネントを有する超音波センサの電気モデル又は等価回路を生成することができる。電気モデルは、機械的超音波センサを電気的に表し、電気モデルのパラメータ値は、伝達関数によって特徴付けられる。特に、複数の電気コンポーネントを基準伝達関数を表す複数の電気コンポーネントに対して比較することにより、超音波センサの機能状態が決定され得る。これにより、電気コンポーネントに基づいた超音波センサの機能状態の簡単で正確な定量化が可能となる。
【００２５】
また、超音波センサの電気モデル及び／又は基準超音波センサは、第１キャパシタと、第１キャパシタとは別の第２キャパシタと、インダクタと、オーム抵抗と、から形成され、第２キャパシタと、インダクタと、オーム抵抗とは直列に接続されるとともに、第１キャパシタは直列回路に並列に接続される場合、有利である。したがって、超音波センサは、単純な等価回路によって表される。この等価回路の電気コンポーネントは、その値を簡単に決定できる単純な電気コンポーネントであるため、超音波センサの機能状態に関する結論が簡単に導かれ得る。電気コンポーネントのそれぞれが異なる電気的挙動をなすという事実により、複数の影響に依存する超音波センサの複数の機能状態をモデル化することができるので、超音波センサの最新の機能状態を正確に決定することが実現され得る。
【００２６】
また、超音波センサの物理的キャパシタンスは第１キャパシタによって表され、超音波センサのダイアフラムの機械的コンプライアンスは第２キャパシタによって表され、ダイアフラムの移動質量はインダクタによって表され、音響信号の減衰はオーム抵抗によって表される場合、有利であることがわかっている。特に、物理的キャパシタンス、機械的コンプライアンス、移動質量、及び減衰によって、超音波センサの少なくとも１つの機能状態が決定され得る。例えば、第１キャパシタの変化、すなわち物理的キャパシタンスの変化により、圧電セラミックの不良が決定され得る。例えば、第１キャパシタの第１キャパシタンスが減少した場合、このような不良が存在するかもしれない。
【００２７】
特に、第２キャパシタ、インダクタ、及びオーム抵抗は、超音波センサの音響変換の電気音響モデルを表す。第２キャパシタのキャパシタンス、換言すれば機械的コンプライアンス、又は剛性の逆数が変化した場合、超音波センサ上に氷があると推定することができる。なぜならば、例えば、超音波センサのダイアフラム上に氷があると直ちにコンプライアンスが低下するためである。特に、ダイアフラム上に氷があると、インダクタンスによって表される膜の移動質量も変化する。これにより、特に氷が存在すると、インダクタンスも変化する。また、超音波センサに汚れがある場合、換言すれば超音波センサのダイアフラムに泥が付着している場合、超音波センサの膜に余分な質量が生じるため、この場合もインダクタンスが変化する。特に、周囲の超音波信号の減衰を検出するようにオーム抵抗を利用することができる。減衰は、特に外気温度及び湿度に依存する空中音減衰を理由として発生する。
【００２８】
また、超音波センサの第１キャパシタと第２キャパシタとインダクタとオーム抵抗の関連するパラメータ値が、パラメータ値の調整によって、特に数値最適化によって、これらの調整したパラメータ値を使用して伝達関数がモデルの形式で得られるように決定される場合、有利である。特に、パラメータ調整であるパラメータフィッティングにより、パラメータフィットの数値最適化の形式において、対応する電気コンポーネントのパラメータ値を非常に単純な態様で得ることができ、これにより、超音波センサの機能状態が迅速且つ簡単に決定され得る。
【００２９】
また、基準伝達関数及び／又は基準伝達関数を生成する基準超音波センサのパラメータ値は、複数の潜在的な機能状態のために、超音波センサ装置の記憶媒体に記憶される場合、有利であることがわかっている。このような構成により、機能状態の決定が高い精度を

以て実現され得る。特に、様々な周囲の影響や経年劣化の影響、又はセンサの影響、又はこのような影響を理由とする伝達関数の変化を記憶媒体に共に保存することができるため、超音波センサの機能状態を日常生活の多くの潜在的な状況について正確に決定することができる。これにより、超音波センサを安全且つ確実に操作することができる。

【００３０】

また、本方法は、特に自動車両の運転動作中に、自動車両の複数の動作モードにおいて実施可能である場合、有利である。これは、機能状態の決定が、自動車両の複数の動作モードにおいて実施され得るということを意味する。特に、これにより、超音波センサは、運転モード及び他の動作モードにおいて、確実且つ安全に操作され得る。

【００３１】

特に、温度センサ及び／又は空気湿度センサ及び／又は他のタイプのセンサ等の少なくとも１つの別のセンサからの情報を、機能状態の決定において考慮することが想定され得る。少なくとも１つの別のセンサは、超音波センサ及び／又は超音波センサ装置及び／又は自動車両の一部であってもよい。

【００３２】

また、本発明は、少なくとも１つの超音波センサを有する自動車両用超音波センサ装置であって、超音波信号を送信するための送信装置と、超音波信号のエコー信号を受信するための受信装置と、上述の方法又はその有利な実施形態を実施するように設計された、超音波センサの制御装置と、を有する超音波センサ装置に関する。

【００３３】

また、本発明は、超音波センサ装置を有する自動車両に関する。特に、自動車両は、乗用車の形態にある。

【００３４】

本発明による方法の有利な実施形態は、本発明による超音波センサ装置及び本発明による自動車両の有利な実施形態とみなされるべきである。本発明による超音波センサ装置及び本発明による自動車両は、本方法又はその有利な実施形態の実施を可能にする重要な特徴を有する。

【００３５】

本発明の更なる特徴は、特許請求の範囲、図面、及び図面の説明から明らかになるであろう。上述した特徴及び特徴の組み合わせ、並びに図の説明及び／又は図のみで後述する特徴及び特徴の組み合わせは、それぞれの組み合わせに適用されるだけでなく、本発明の範囲を逸脱することなく他の組み合わせ、又は単独での利用にも適用される。したがって、本発明のこのような実施形態は、図面に明示され説明されていなくても、別個の特徴の組み合わせにより説明した実施形態から生成され得るものとして包含され開示されていると考えるべきである。したがって、独立請求項の全ての特徴を有さない実施形態及びその組み合わせも、開示されているとみなされるべきである。更に、特許請求の範囲に記載された特徴の組み合わせを超える、又は異なる設計及び特徴の組み合わせ、特に上述の設計の組み合わせも、開示されているとみなされるべきである。

【００３６】

本発明の例示的な実施形態を、概略図面を参照しつつ以下に説明する

【図面の簡単な説明】

【００３７】

【図１】本発明による超音波センサ装置の実施形態を有する、本発明による自動車両の例示的実施形態の概略平面図。

【図２】超音波センサの実施形態の伝達関数を決定するための周波数‐信号振幅曲線の概略図。

【図３】超音波センサの一実施形態のインピーダンス周波数応答を決定するための周波数‐インピーダンス曲線の概略図。

【図４】超音波センサの実施形態の概略等価回路図。

【発明を実施するための形態】

【００３８】
図において、同一又は機能的に同一の要素には同一の参照符号を付す。
【００３９】
図１は、本発明の一実施形態による自動車両１を示す。この例時的な実施形態における自動車両１は、乗用車として設計されている。自動車両１は、ドライバー支援システム２を備えている。ドライバー支援システム２により、例えば、自動車両１の周囲領域４に位置する物体３を検出することができる。特に、ドライバー支援システム２によって、自動車両１と物体３との間の距離が決定され得る。
【００４０】
ドライバー支援システム２は、少なくとも１つの超音波センサ装置５を備えている。超音波センサ装置５は、少なくとも１つの超音波センサ５ａを有する。超音波センサ５ａは送信装置６を備え、これにより、少なくとも１つの超音波信号８、特に複数の超音波信号が送信され得る。本例における超音波センサ装置５は、自動車両１の前部に配設されている。超音波センサ装置５を、自動車両１の後側又は側部等の他の領域にも配設してよい。以下の例は、排他的なものとしてみなされるべきでなく、例示のみを目的としている。
【００４１】
送信装置６により、超音波信号８が、所定のカバー範囲Ｅにおいて、又は所定の角度範囲において、ダイアフラムを介して送信され得る。
【００４２】
また、超音波センサ装置５は受信装置７を備え、これにより、反射した超音波信号を、特にダイアフラムを介して、物体３により反射されたエコー信号９として受信することができる。このため、受信装置７により、物体３から反射された超音波信号９が、受信信号として受信され得る。また、超音波センサ装置５は、例えばマイクロコントローラ及び／又はデジタル信号プロセッサにより形成され得る制御装置Ｓを有し得る。ドライバー支援システム２は、更に、例えば自動車両１の電子制御ユニット（ＥＣＵ）として形成され得る制御装置１０を備える。制御装置１０は、データ伝達のために超音波センサ装置５に接続されている。例えば、データは、自動車両１のデータバスを経由して伝達される。
【００４３】
図２は、超音波センサ（５ａ）の一実施形態の伝達関数１３を決定するための周波数‐信号振幅曲線の概略図である。特に、図１のグラフの横座標Ａには、周波数が［ｋＨｚ］でプロットされている。グラフの縦座標Ｏは、信号振幅を［ｄＢ］で示す。信号振幅は、電圧や電流等の電気特性パラメータＫ（図４）に依存する。特に、図１は、超音波センサ５ａの伝達関数１３が、特に超音波センサ５ａの共振周波数Ｒに位置するピーク１２を有することを示している。図１に示す例において、共振周波数Ｒは、約４５ｋＨｚである。好適には、超音波センサ５ａは、共振周波数Ｒにおいて共振モードで動作する。
【００４４】
図２の伝達関数１３によって、特に超音波センサ５ａの音響電気的挙動を表すことができる。特に、設計によるが、各超音波センサ５ａは特定の伝達関数１３を有する。特に、例えば、超音波センサ５ａの特定の共振周波数Ｒは、例えば－Δｆ及び＋Δｆを使用して図１に示す周波数帯域内にあり得る。例えば、周波数帯域は、４０ｋＨｚ乃至５０ｋＨｚの範囲を取り得る。とくに、この周波数帯域にある特定の周波数センサ５ａの共振周波数Ｒがチェックされて決定され得る。
【００４５】
周囲の影響や経年変化、及びセンサ関連の影響等の外部の影響により、超音波センサ５ａは、基準超音波センサの基準伝達関数１１と比較して異なる伝達関数１３を有する場合があり得る。特に、伝達関数１３は、基準伝達関数１１と異なる。伝達関数１３を基準伝達関数１１に対して比較することにより、特に超音波センサ５ａの機能状態を決定することができる。例えば、超音波センサ５ａが汚れているか、又は着氷しているかを決定することができる。伝達関数１３は、電気試験信号Ｐ（図４）に応じて決定される。この決定において、超音波センサ５ａが、電気試験信号Ｐによって励起される。次いで、特に超音

波センサ５ａの電圧及び／又は電流であり得る電気特性パラメータＫが評価され得る。そして、これに応じて、超音波センサ５ａの伝達関数１３が決定され得る。特に、次いで伝達関数１３が基準伝達関数１１と比較され、超音波センサ５ａの機能状態が、この比較に基づいて決定され得る。特に、試験信号Ｐは、高調波信号、又はステップ信号、又はパルス信号として、制御装置によって、特に超音波センサ５ａの制御装置（Ｓ）によって生成されることが想定され得る。

【００４６】

また、超音波センサ５ａの機能状態の決定が、特に自動車両１の運転操作中に、自動車両１の複数の動作モードにおいて実施され得ることも想定され得る。したがって、最新の超音波センサ５ａの機能状態を決定することができる。

【００４７】

図３は、超音波センサ５ａのインピーダンス周波数応答１４を決定するための例示的な周波数‐信号振幅曲線の概略図である。特に、周波数が横座標Ａにおいて［ｋＨｚ］で示され、位相角αが縦座標Ｏにおいて［°］でプロットされている。インピーダンス周波数応答１４は、超音波センサ５ａの共振周波数Ｒにおいて変向点を有する。特に、共振周波数Ｒにおいて、インピーダンスは０の位相角αを有する。

【００４８】

特に、伝達関数１３は、インピーダンス周波数応答１４によって決定されるとともに、インピーダンス周波数応答１４は、電気特性パラメータＫを、特に位相角αに応じた電流及び／又は電圧として表すことが想定される。例えば、インピーダンス周波数応答１４は、電気試験信号Ｐとしての印加電流に応じて、これに依存する電気特性パラメータＫとしての測定電圧に応じて、及び、電気特性パラメータＫとして実現される測定電圧に対する印加電流の位相角αに応じて、決定され得る。また、インピーダンス周波数応答１４は、電気試験信号Ｐとしての印加電圧に応じて、これに依存する電気特性パラメータＫとしての測定電流に応じて、及び、電気特性パラメータＫとして実現される測定電流に対する印加電圧の位相角αに応じて、決定され得る。

【００４９】

図４は、超音波センサ５ａの電気モデル１５としての超音波センサ５ａの一実施形態の概略等価回路図である。特に、電気モデル１５は、機械的超音波トランスデューサー５ａを電気的に示す。特に、電気モデル１５は、複数のコンポーネント１６を備えている。

【００５０】

特に、電気モデル１５は、第１キャパシタ１７と、第２キャパシタ１８と、インダクタ１９と、オーム抵抗２０と、を有する。特に、コンポーネント１６のパラメータ値は、伝達関数１３によって特徴付けられ得るように選択される。特に、電気モデル１５において、第２キャパシタと１８インダクタンス１９とオーム抵抗２０とは直列に接続されるとともに、第１キャパシタ１７はこの直列回路に並列に接続されることが想定される。

【００５１】

特に、第１キャパシタ１７は、超音波センサ５ａの、例えば圧電超音波センサのセラミックの物理的キャパシタンスを表す。第２キャパシタ１８は、例えば、超音波センサ５ａの膜の機械的コンプライアンスであって、剛性の逆数に相当する機械的コンプライアンスを表し得る。インダクタンス１９により、特に膜の移動質量がモデル化され得る。特にオーム抵抗２０は、超音波信号８の減衰を表し得る。特に、物理的キャパシタンス、機械的コンプライアンス、移動質量、及び減衰によって、超音波センサ５ａの少なくとも１つの機能状態が決定され得る。

【００５２】

例えば、セラミックが不良である場合、第１キャパシタ１７のキャパシタンスは減少する可能性があるため、第１キャパシタンスの減少により、セラミックの欠陥が推定され得る。例えば、超音波センサ５ａのダイアフラム上に氷が存在している場合、例えば機械的コンプライアンス及び移動質量が変化し得るため、電気モデル１５において、第２キャパシタ１６の変化、又は第２キャパシタ１６のキャパシタンスの変化、及びインダクタンス

１９の変化が検出され得る。パラメータ値の変化に基づいて、超音波センサ５ａの機能状態についての結論を導くことができる。

【００５３】

特に、コンポーネント１６のパラメータ値は、パラメータ値の調整によって、特に数値最適化によって、これらの調整されたパラメータ値によって伝達化数１３がモデルの形式で得られるように決定されることが想定される。

【００５４】

特に、基準伝達関数１１及び／又は基準伝達関数１１を生成する基準超音波センサのパラメータ値は、次いで、複数の潜在的な機能状態のために超音波センサ装置５の記憶媒体に記憶され得る。こうして、コンポーネント１６の個々のパラメータ値が、基準超音波センサのコンポーネントのパラメータ値と比較され、メモリに記憶された情報から、周囲の状態、センサの状態、及び／又は超音波センサ５ａの経年劣化に関する結論が導かれ得る。

【００５５】

特に、温度センサ及び／又は空気湿度センサ及び／又は他のタイプのセンサ等の少なくとも１つの別のセンサからの情報を、機能状態の決定において考慮することが想定され得る。少なくとも１つの別のセンサは、超音波センサ５ａ及び／又は超音波センサ装置５及び／又は自動車両１の一部であってもよい。

【００５６】

特に、超音波センサ５ａの伝達関数１３は、超音波信号を送信して受信したエコー信号を評価することなく、直接的にセンサの内部で測定され、超音波センサ５ａの機能状態がこの伝達関数１３に基づいて決定されることが想定される。この目的のために、超音波センサ５ａは、電気試験信号Ｐによって励起される。電気試験信号Ｐによって、超音波センサ５ａの電気特性パラメータＫは、超音波センサ５ａによって処理され評価される。特にインピーダンス周波数応答１４において検出され得る電気特性パラメータＫに応じて、伝達関数１３が決定される。コンポーネント１６を有する電気モデル１５を、特定の伝達関数１３に、パラメータ値フィッティングによってマッチングさせ、これにより、コンポーネント１６は伝達関数１３を特徴付ける。次いで、マッチングさせたパラメータ値は、基準超音波センサの基準パラメータ値と比較され、この比較に基づいて、超音波センサ５ａの機能状態に関する結論が導かれ得る。

【図１】

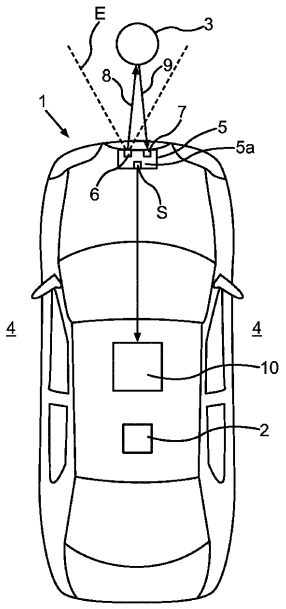



Fig.1

【図２】

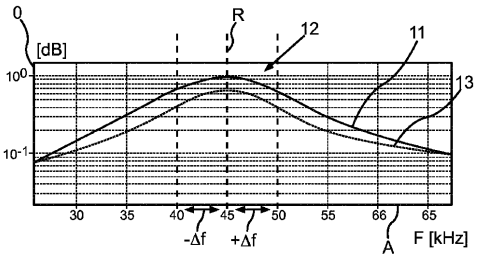



Fig.2

【図３】

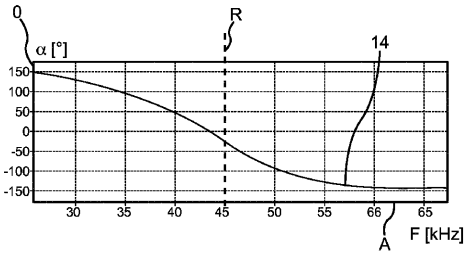



Fig.3

【図４】

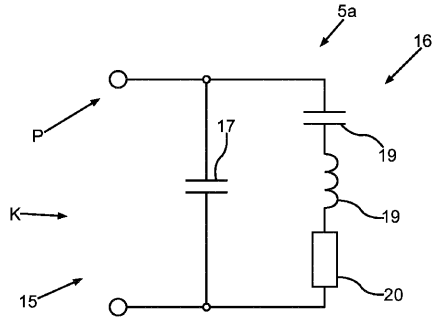



Fig.4

フロントページの続き

(74)代理人 100107582
弁理士 関根 毅
(72)発明者 ファビアン、ハーク
ドイツ連邦共和国ビーティッヒハイム－ビッシンゲン、ライアーンシュトラーセ、１２

審査官 梶田 真也

(56)参考文献 独国特許出願公開第１０２０１４２１３１２２（ＤＥ，Ａ１）
独国特許出願公開第１０２０１２２００７４３（ＤＥ，Ａ１）
独国特許出願公開第１０２０１２２２０３１１（ＤＥ，Ａ１）
独国特許出願公開第１０２０１４１１５０００（ＤＥ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｓ １／７２ － １／８２
Ｇ０１Ｓ ３／８０ － ３／８６
Ｇ０１Ｓ ５／１８ － ５／３０
Ｇ０１Ｓ ７／５２ － ７／６４
Ｇ０１Ｓ １５／００ － １５／９６