

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6425070号
(P6425070)

(45) 発行日 平成30年11月21日(2018.11.21)

(24) 登録日 平成30年11月2日(2018.11.2)

(51) Int.Cl.

F 1

B62D 6/00	(2006.01)	B 62 D 6/00
B62D 101/00	(2006.01)	B 62 D 101:00
B62D 119/00	(2006.01)	B 62 D 119:00

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-214637 (P2014-214637)
(22) 出願日	平成26年10月21日 (2014.10.21)
(65) 公開番号	特開2016-47717 (P2016-47717A)
(43) 公開日	平成28年4月7日 (2016.4.7)
審査請求日	平成29年6月7日 (2017.6.7)
(31) 優先権主張番号	特願2013-220196 (P2013-220196)
(32) 優先日	平成25年10月23日 (2013.10.23)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2014-170742 (P2014-170742)
(32) 優先日	平成26年8月25日 (2014.8.25)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000001247 株式会社ジェイテクト 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(74) 代理人	100087701 弁理士 稲岡 耕作
(74) 代理人	100101328 弁理士 川崎 実夫
(74) 代理人	100086391 弁理士 香山 秀幸
(72) 発明者	狩集 裕二 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
(72) 発明者	松原 健 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】車両用警報装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の運転状態に応じて、警告用振動波形を発生する振動波形発生手段と、前記振動波形発生手段によって発生した警告用振動波形に基いて、操舵部材に警告用振動を与える振動付与手段を含み、

前記警告用振動波形が複数の周波数成分を含んでおり、

前記警告用振動波形を周波数成分別に分解した場合に、周波数が高い周波数成分ほどその振幅が大きい、車両用警報装置。

【請求項 2】

前記車両が車速を検出する車速検出手段を含み、

前記振動波形発生手段は、前記警告用振動波形の周波数を、前記車速検出手段によって検出される車速に基いて変化させる周波数変更手段を含んでいる、請求項 1 に記載の車両用警報装置。

【請求項 3】

前記周波数変更手段は、前記警告用振動波形の周波数を、前記車速が大きくなるほど低くなるように変化させるように構成されている、請求項 2 に記載の車両用警報装置。

【請求項 4】

前記周波数変更手段は、前記警告用振動波形の周波数を、前記車速に対して不連続に変化させるように構成されている、請求項 2 または 3 に記載の車両用警報装置。

【請求項 5】

10

20

前記車両が車速を検出する車速検出手段を含み、

前記振動波形発生手段は、前記警告用振動波形の振幅を、前記車速検出手段によって検出される車速に基いて変化させる第1振幅変更手段を含んでいる、請求項1～4のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【請求項6】

前記車両が操舵トルクを検出するトルク検出手段を含み、

前記振動波形発生手段は、前記警告用振動波形の振幅を、前記トルク検出手段によって検出される操舵トルクに基いて変化させる第2振幅変更手段を含んでいる、請求項1～5のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【請求項7】

前記車両が車速を検出する車速検出手段を含み、

前記振動波形発生手段は、前記警告用振動波形の周波数および振幅の組み合わせが、所定の周波数閾値以上かつ所定の振幅閾値以下の範囲内の組み合わせとならないように、前記警告用振動波形を発生させるように構成されており、前記車速検出手段によって検出される車速が大きいほど前記振幅閾値が大きくされる、請求項1～4のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【請求項8】

前記警告用振動波形に含まれる各周波数成分の周波数が、前記車両の共振周波数以外の周波数である、請求項1～7のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【請求項9】

前記警告用振動波形に含まれる各周波数成分の周波数が、操舵角に対するヨーレイトの周波数伝達特性においてゲインがほぼ零となる応答周波数以上の周波数である、請求項1～7のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【請求項10】

前記振動付与手段が、操舵補助力を発生するためのEPS用電動モータを含む、請求項1～9のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【請求項11】

前記振動付与手段が、前記操舵部材の前後位置を調整するためのテレスコピック調整用電動モータまたは前記操舵部材の上下位置を調整するためのチルト調整用電動モータを含む、請求項1～9のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の運転状態に応じて警報を発生する車両用警報装置に関する。

【背景技術】

【0002】

走行路に沿った車両の走行を容易にするために、運転者の操舵を支援するレーンキープアシストやレーンチェンジを支援するレーンチェンジアシストなどの操舵支援制御を行う機能を備えた車両が知られている。操舵支援制御の実行中において、望ましくない操舵状態を運転者に報知するために、操舵部材としてのステアリングホイールを振動させて、運転者に警告を与える車両用警報装置が開発されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4292562号公報

【特許文献2】特開平11-34774号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この種の車両用警報装置においては、警報としてステアリングホイールに与える振動(

10

20

30

40

50

以下、「警告用振動」という。)が、路面からタイヤを介して操舵部材に伝達されるロードノイズに紛れて、運転者に伝わりにくくなることがある。そこで、警報用振動が、ロードノイズに紛れないようにする必要がある。

この発明の目的は、ロードノイズがあっても、警告用振動を運転者に伝えることができる車両用警報装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項1記載の発明は、車両の運転状態に応じて、警告用振動波形を発生する振動波形発生手段(43)と、前記振動波形発生手段によって発生した警告用振動波形に基いて、操舵部材(2)に警告用振動を与える振動付与手段(18)を含み、前記警告用振動波形が複数の周波数成分を含んでおり、前記警告用振動波形を周波数成分別に分解した場合に、周波数が高い周波数成分ほどその振幅が大きい、車両用警報装置である。なお、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表すが、むろん、この発明の範囲は当該実施形態に限定されない。以下、この項において同じ。

【0006】

この発明によれば、警告用振動波形には複数の周波数成分が含まれているので、警告用振動波形に含まれている複数の周波数成分の中に、ロードノイズの周波数と一致する周波数成分が存在したとしても、ロードノイズの周波数と一致しない他の周波数成分によって、運転者に警告振動を伝えることができる。つまり、ロードノイズがあっても、警告用振動を運転者に伝えることができる。

【0007】

警告用振動波形を周波数成分別に分解した場合に、各周波数成分の振幅が等しいと、周波数が高い周波数成分ほど、それによって生じる警告用振動は小さくなる。この構成では、警告用振動波形を周波数成分別に分解した場合に、周波数が高い周波数成分ほどその振幅が大きい。これにより、各周波数成分によって生じる警告用振動の大きさのばらつきを低減させることができる。

【0008】

請求項2記載の発明は、前記車両が車速を検出する車速検出手段(23)を含み、前記振動波形発生手段は、前記警告用振動波形の周波数を、前記車速検出手段によって検出される車速に基いて変化させる周波数変更手段(51)を含んでいる、請求項1に記載の車両用警報装置である。ここで、警告用振動波形の周波数は、警告用振動波形に含まれている複数の周波数成分の周波数を意味している。

【0009】

請求項3記載の発明は、前記周波数変更手段は、前記警告用振動波形の周波数を、前記車速が大きくなるほど低くなるように変化させるように構成されている、請求項2に記載の車両用警報装置である。

請求項4記載の発明は、前記周波数変更手段は、前記警告用振動波形の周波数を、前記車速に対して不連続に変化させるように構成されている、請求項2または3に記載の車両用警報装置である。

【0010】

請求項5記載の発明は、前記車両が車速を検出する車速検出手段を含み、前記振動波形発生手段は、前記警告用振動波形の振幅を、前記車速検出手段によって検出される車速に基いて変化させる第1振幅変更手段(52)を含んでいる、請求項1～4のいずれか一項に記載の車両用警報装置である。

請求項6記載の発明は、前記車両が操舵トルクを検出するトルク検出手段(11)を含み、前記振動波形発生手段は、前記警告用振動波形の振幅を、前記トルク検出手段によって検出される操舵トルクに基いて変化させる第2振幅変更手段(53)を含んでいる、請求項1～5のいずれか一項に記載の車両用警報装置。

【0011】

請求項7記載の発明は、前記車両が車速を検出する車速検出手段を含み、前記振動波形

10

20

30

40

50

発生手段は、前記警告用振動波形の周波数および振幅の組み合わせが、所定の周波数閾値以上かつ所定の振幅閾値以下の範囲内の組み合わせとならないように、前記警告用振動波形を発生させるように構成されており、前記車速検出手段によって検出される車速が大きいほど前記振幅閾値が大きくされる、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の車両用警報装置である。

【0012】

請求項 8 記載の発明は、前記警告用振動波形に含まれる各周波数成分の周波数が、前記車両の共振周波数以外の周波数である請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の車両用警報装置である。

請求項 9 記載の発明は、前記警告用振動波形に含まれる各周波数成分の周波数が、操舵角に対するヨーレイトの周波数伝達特性においてゲインがほぼ零となる応答周波数以上の周波数である、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の車両用警報装置である。 10

【0013】

請求項 10 記載の発明は、前記振動付与手段が、操舵補助力を発生するための E P S 用電動モータを含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の車両用警報装置である。

請求項 11 記載の発明は、前記振動付与手段が、前記操舵部材の前後位置を調整するためのテレスコピック調整用電動モータまたは前記操舵部材の上下位置を調整するためのチルト調整用電動モータを含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の車両用警報装置である。

【図面の簡単な説明】 20

【0018】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る車両用警報装置が適用された電動パワーステアリング装置の概略構成を示す模式図である。

【図 2】図 2 は、E C U の電気的構成を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、検出操舵トルク T に対する基本目標電流値 I_0^* の設定例を示すグラフである。

【図 4】図 4 は、警告用振動波形の一例を示す波形図である。

【図 5】図 5 は、警告用振動波形の他の例を示す波形図である。

【図 6】図 6 は、警告用振動波形のさらに他の例を示す波形図である。

【図 7】図 7 は、警告用振動波形のさらに他の例を示す波形図である。 30

【図 8】図 8 は、操舵角に対するヨーレイトの周波数伝達特性を示すグラフである。

【図 9】図 9 は、車速に対する警告用振動波形の周波数の設定例を示すグラフである。

【図 10】図 10 は、車速に対する警告用振動波形の周波数の他の設定例を示すグラフである。

【図 11】図 11 は、車速に対する警告用振動波形の振幅の設定例を示すグラフである。

【図 12】図 12 は、検出操舵トルクに対する警告用振動波形の振幅の設定例を示すグラフである。

【図 13】図 13 は、本発明の第 2 実施形態で用いられる E C U の電気的構成を示すブロック図である。

【図 14 A】図 14 A は、第 1 ゲイン特性および第 2 ゲイン特性を示す特性図である。 40

【図 14 B】図 14 B は、第 1 位相特性および第 2 位相特性を示す特性図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下では、この発明の実施形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る車両用警報装置が適用された電動パワーステアリング装置の概略構成を示す模式図である。

電動パワーステアリング装置 (E P S :electric power steering) 1 は、車両を操向するための操舵部材としてのステアリングホイール 2 と、このステアリングホイール 2 の回転に連動して転舵輪 3 を転舵する転舵機構 4 と、運転者の操舵を補助するための操舵補助機構 5 とを備えている。ステアリングホイール 2 と転舵機構 4 とは、ステアリングシャフ 50

ト 6 および中間軸 7 を介して機械的に連結されている。

【 0 0 2 0 】

ステアリングシャフト 6 は、ステアリングホイール 2 に連結された入力軸 8 と、中間軸 7 に連結された出力軸 9 とを含む。入力軸 8 と出力軸 9 とは、トーションバー 10 を介して相対回転可能に連結されている。

トーションバー 10 の近傍には、トルクセンサ 11 が配置されている。トルクセンサ 11 は、入力軸 8 および出力軸 9 の相対回転変位量に基づいて、ステアリングホイール 2 に与えられた操舵トルク T を検出する。この実施形態では、トルクセンサ 11 によって検出される操舵トルク T は、たとえば、右方向への操舵のためのトルクが正の値として検出され、左方向への操舵のためのトルクが負の値として検出され、その絶対値が大きいほど操舵トルクの大きさが大きくなるものとする。

【 0 0 2 1 】

転舵機構 4 は、ピニオン軸 13 と、転舵軸としてのラック軸 14 とを含むラックアンドピニオン機構からなる。ラック軸 14 の各端部には、タイロッド 15 およびナックルアーム（図示略）を介して転舵輪 3 が連結されている。ピニオン軸 13 は、中間軸 7 に連結されている。ピニオン軸 13 は、ステアリングホイール 2 の操舵に連動して回転するようになっている。ピニオン軸 13 の先端（図 1 では下端）には、ピニオン 16 が連結されている。

【 0 0 2 2 】

ラック軸 14 は、自動車の左右方向に沿って直線状に延びている。ラック軸 14 の軸方向の中間部には、ピニオン 16 に噛み合うラック 17 が形成されている。このピニオン 16 およびラック 17 によって、ピニオン軸 13 の回転がラック軸 14 の軸方向移動に変換される。ラック軸 14 を軸方向に移動させることによって、転舵輪 3 を転舵することができる。

【 0 0 2 3 】

ステアリングホイール 2 が操舵（回転）されると、この回転が、ステアリングシャフト 6 および中間軸 7 を介して、ピニオン軸 13 に伝達される。そして、ピニオン軸 13 の回転は、ピニオン 16 およびラック 17 によって、ラック軸 14 の軸方向移動に変換される。これにより、転舵輪 3 が転舵される。

操舵補助機構 5 は、操舵補助用の電動モータ（E P S 用電動モータ）18 と、電動モータ 18 の出力トルクを転舵機構 4 に伝達するための減速機構 19 とを含む。減速機構 19 は、ウォーム軸 20 と、このウォーム軸 20 と噛み合うウォームホイール 21 とを含むウォームギヤ機構からなる。減速機構 19 は、伝達機構ハウジングとしてのギヤハウジング 22 内に収容されている。

【 0 0 2 4 】

ウォーム軸 20 は、電動モータ 18 によって回転駆動される。また、ウォームホイール 21 は、ステアリングシャフト 6 とは同方向に回転可能に連結されている。ウォームホイール 21 は、ウォーム軸 20 によって回転駆動される。

電動モータ 18 によってウォーム軸 20 が回転駆動されると、ウォームホイール 21 が回転駆動され、ステアリングシャフト 6 が回転する。そして、ステアリングシャフト 6 の回転は、中間軸 7 を介してピニオン軸 13 に伝達される。ピニオン軸 13 の回転は、ラック軸 14 の軸方向移動に変換される。これにより、転舵輪 3 が転舵される。すなわち、電動モータ 18 によってウォーム軸 20 を回転駆動することによって、転舵輪 3 が転舵されるようになっている。

【 0 0 2 5 】

車両には、車速 V を検出するための車速センサ 23 が設けられているとともに、車両の進行方向前方の道路を撮影する C C D (Charge Coupled Device) カメラ 24 が搭載されている。C C D カメラ 24 は、車両の運転状態を監視するために設けられている。

トルクセンサ 11 によって検出される操舵トルク T 、車速センサ 23 によって検出される車速 V および C C D カメラ 24 から出力される画像信号は、E C U (電子制御ユニット

10

20

30

40

50

: Electronic Control Unit) 12 に入力される。ECU12 は、これらの入力信号に基いて、電動モータ18 を制御する。

【0026】

図2は、ECU12 の電気的構成を示すブロック図である。

ECU12 は、電動モータ18 を制御するためのマイクロコンピュータ31と、マイクロコンピュータ31によって制御され、電動モータ18 に電力を供給する駆動回路(インバータ回路)32と、電動モータ18 に流れるモータ電流(実電流値)Iを検出する電流検出回路33とを含んでいる。

【0027】

マイクロコンピュータ31は、CPUおよびメモリ(ROM, RAM, 不揮発性メモリ34など)を備えており、所定のプログラムを実行することにより、複数の機能処理部として機能するようになっている。この複数の機能処理部には、基本目標電流値設定部41と、車線逸脱判定部42と、警告用振動波形発生部43と、振動波形加算部44と、電流偏差演算部45と、PI制御部46と、PWM制御部47とが含まれる。

10

【0028】

基本目標電流値設定部41は、トルクセンサ11によって検出される操舵トルクTと車速センサ23によって検出される車速Vとに基づいて、基本目標電流値Io*を設定する。検出操舵トルクTに対する基本目標電流値Io*の設定例は、図3に示されている。検出操舵トルクTは、例えば右方向への操舵のためのトルクが正の値にとられ、左方向への操舵のためのトルクが負の値にとられている。また、基本目標電流値Io*は、電動モータ18から右方向操舵のための操舵補助力を発生させるべきときには正の値とされ、電動モータ18から左方向操舵のための操舵補助力を発生させるべきときには負の値とされる。

20

【0029】

基本目標電流値Io*は、検出操舵トルクTの正の値に対しては正をとり、検出操舵トルクTの負の値に対しては負をとる。検出操舵トルクTが-T1~T1(たとえば、T1=0.4 N·m)の範囲(トルク不感帯)の微小な値のときには、基本目標電流値Io*は零とされる。そして、検出操舵トルクTが-T1~T1の範囲外の値である場合には、基本目標電流値Io*は、検出操舵トルクTの絶対値が大きくなるほど、その絶対値が大きくなるように設定されている。また、基本目標電流値Io*は、車速センサ23によって検出される車速Vが大きいほど、その絶対値が小さくなるように設定されるようになっている。これにより、低速走行時には大きな操舵補助力を発生させることができ、高速走行時には操舵補助力を小さくすることができる。

30

【0030】

車線逸脱判定部42は、CCDカメラ24によって撮像された画像に基いて、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であるか否かを判定し、その判定結果を警告用振動波形発生部43に与える。車両の進行方向前方の道路を撮像して、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であるか否かを判定する手法は、前記特許文献1,2等に記載されているように公知なのでその説明を省略する。

40

【0031】

警告用振動波形発生部43は、車線逸脱判定部42によって、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であると判定されているときには、そのことを運転者に警告するために、複数の周波数成分を含む警告用振動波形(加振信号)Ieを発生させる。複数の周波数成分を含む警告用振動波形Ieは、例えば、複数の異なる波形が組み合わされた波形である。この実施形態では、警告用振動波形Ieの構成要素である各波形は、大きさが周期的に変化する波形である。

【0032】

警告用振動波形Ieを周波数成分別に分解した場合に、周波数が高い周波数成分ほどその振幅が大きいことが好ましい。警告用振動波形Ieを周波数成分別に分解した場合、各周波数成分の振幅が等しいと、周波数が高い周波数成分ほど、その周波数成分によって生

50

じる警告用振動（この実施形態では、その周波数成分によって生じる電動モータ18のトルク）は小さくなる。警告用振動波形Ieを周波数成分別に分解した場合に、周波数が高い周波数成分ほどその振幅が大きいと、各周波数成分によって生じる警告用振動の大きさばらつきを低減することができる。

【0033】

警告用振動波形Ieは、例えば、図4または図5に示すように、周波数が互いに異なる第1正弦波波形S1および第2正弦波波形S2が組み合わされた（重畠された）波形であってもよい。図4の例では、第1正弦波波形S1および第2正弦波波形S2の振幅は同じであるが、第2正弦波波形S2の周波数は第1正弦波波形S1の周波数の3倍である。図5の例では、第1正弦波波形S1および第2正弦波波形S2の振幅は同じであるが、第2正弦波波形S2の周波数は第1正弦波波形S1の周波数の10倍である。10

【0034】

また、警告用振動波形Ieは、例えば、図6に示すように、周波数および振幅が互いに異なる第1正弦波波形S1および第2正弦波波形S2が組み合わされた（重畠された）波形であってもよい。図6の例では、第2正弦波波形S2の周波数は第1正弦波波形S1の周波数の10倍であり、第2正弦波波形S2の振幅は第1正弦波波形S1の振幅の2倍である。つまり、図6の例では、警告用振動波形Ieを周波数成分別に分解した場合、周波数が高い周波数成分ほどその振幅が大きい。

【0035】

また、警告用振動波形Ieは、図7に示すように、正弦波波形S1と矩形波S2とが組み合わされた（乗算された）波形であってもよい。警告用振動波形Ieは、3以上の波形が組み合わされた波形であってもよい。警告用振動波形Ieに含まれる各周波数成分の周波数（警告用振動波形Ieの構成要素である各波形の周波数）は、車両の共振周波数以外の周波数に設定されている。これにより、警告用振動によって異常に大きな振動が発生するのを防止できる。20

【0036】

なお、警告用振動波形Ieに含まれる各周波数成分の周波数（警告用振動波形Ieの構成要素である各波形の周波数）は、操舵角に対するヨーレイドの周波数伝達特性においてゲインがほぼ零となる応答周波数以上の周波数であることが好ましい。図8は、操舵角に対するヨーレイドの周波数伝達特性を示している。図8において、f3がゲインがほぼ零となる応答周波数である。また、図8において、f1～f2で示す領域内の周波数が車両の共振周波数である。警告用振動波形Ieに含まれる各周波数成分の周波数を応答周波数f3以上の周波数にすると、警告用振動が車両挙動に影響を及ぼすのを抑制または防止することができる。30

【0037】

警告用振動波形データは、例えば、予め作成されて、不揮発性メモリ34に記憶されている。警告用振動波形発生部43は、不揮発性メモリ34に記憶されている警告用振動波形データに基いて、警告用振動波形を発生する。

振動波形加算部44は、基本目標電流値設定部41によって設定された基本目標電流値 I_0^* に、警告用振動波形発生部43によって発生された警告用振動波形Ieを加算することにより、目標電流値 I^* を演算する。電流偏差演算部45は、振動波形加算部44によって得られた目標電流値 I^* と電流検出回路33によって検出された実電流値Iとの偏差（電流偏差 $I = I^* - I$ ）を演算する。40

【0038】

P I制御部46は、電流偏差演算部45によって演算された電流偏差 I に対するPI演算を行うことにより、電動モータ18に流れる電流Iを目標電流値 I^* に導くための駆動指令値を生成する。PWM制御部47は、前記駆動指令値に対応するデューティ比のPWM制御信号を生成して、駆動回路32に供給する。これにより、駆動指令値に対応した電力が電動モータ18に供給されることになる。

【0039】

電流偏差演算部45およびP.I制御部46は、電流フィードバック制御手段を構成している。この電流フィードバック制御手段の働きによって、電動モータ18に流れるモータ電流Iが、目標電流値I^{*}に近づくように制御される。

第1実施形態では、車線逸脱判定部42によって、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であると判定されているときには、警告用振動波形発生部43から警告用振動波形I_eが発生される。この警告用振動波形I_eが基本目標電流値I₀^{*}に加算されることにより、目標電流値I^{*}が演算される。そして、電動モータ18に流れるモータ電流Iが、目標電流値I^{*}に近づくように制御される。したがって、車線逸脱判定部42によって、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であると判定されているときには、ステアリングホイール2に警告用振動波形I_eに応じた警告用振動が与えられる。これにより、運転者は車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であることを認識することができる。10

【0040】

ステアリングホイール2には、路面からタイヤ等を介してロードノイズが伝達されるので、警告用振動がロードノイズに紛れてしまうおそれがある。第1実施形態では、警告用振動波形I_eには複数の周波数成分が含まれているので、警告用振動波形I_eに含まれている複数の周波数成分の中に、ロードノイズの周波数と一致する周波数成分が存在したとしても、ロードノイズの周波数と一致しない他の周波数成分によって、運転者に警告用振動を伝えることができる。つまり、ロードノイズがあっても、警告用振動を運転者に伝えることができる。

【0041】

以上、この発明の第1実施形態について説明したが、この発明はさらに他の形態で実施することもできる。例えば、警告用振動波形I_eの周波数を、車速、車輪速、エンジン回転数、時間等に応じて変化させるようにしてもよい。ここで、「警告用振動波形I_eの周波数」は、警告用振動波形I_eに含まれている複数の周波数成分（警告用振動波形I_eの構成要素である複数の波形）の周波数を意味している。20

【0042】

警告用振動波形I_eの周波数を車速に応じて変化させる場合について説明する。図2に破線で示すように、警告用振動波形発生部43内に周波数変更部51を設ける。周波数変更部51は、警告用振動波形I_eの周波数を、車速センサ23によって検出される車速Vが大きくなるほど低くなるように変化させる。より具体的には、周波数変更部51は、警告用振動波形I_eに含まれている複数の周波数成分の周波数を、車速センサ23によって検出される車速Vが大きくなるほど低くなるように変化させる。警告用振動波形I_eに含まれている複数の周波数成分のうち最も周波数が低い周波数成分を基本波とすると、車速Vに対する基本波の周波数の設定例を図9に示す。30

【0043】

このような警告用振動波形の周波数の変更は、例えば、次のようにして行うことができる。すなわち、警告用振動波形の構成要素である複数の波形それぞれの周波数に、車速センサ23によって検出される車速Vが大きくなるほど小さくなる車速ゲインを乗算することにより、前記複数の波形の周波数を変更する。そして、周波数変更後のそれらの波形を組み合わせて警告用振動波形を生成する。40

【0044】

あるいは、車速毎に周波数が異なる複数種類の警告用振動波形データを不揮発性メモリ34に記憶しておく。そして、不揮発性メモリ34に記憶されている複数種類の警告用振動波形データから、車速センサ23によって検出される車速Vに対応した警告用振動波形データを選択する。

ロードノイズの周波数は、車速が大きくなるほど高くなる。そこで、警告用振動波形I_eに含まれる複数の周波数成分の周波数を車速Vが大きくなるほど低くなるように変化させることにより、各周波数成分の周波数がロードノイズの周波数と一致しにくくなる。これにより、警告用振動を運転者により効果的に伝えることができる。

【0045】

50

50

50

50

周波数変更部 5 1 の他の動作例について説明する。ここでは、互いに周波数が異なる第 1 正弦波波形 S 1 および第 2 正弦波波形 S 2 を重畠することにより、警告用振動波形 I e が生成される場合を例にとって説明する。周波数変更部 5 1 は、第 1 正弦波波形 S 1 および第 2 正弦波波形 S 2 のうちの少なくとも一方の周波数を、車速 V に応じて変更する。

図 10 は、車速 V に対する第 1 正弦波波形 S 1 および第 2 正弦波波形 S 2 の周波数の設定例を示している。図 10 において、横軸は車速 V を示し、縦軸は第 1 正弦波波形 S 1 および第 2 正弦波波形 S 2 の周波数を示している。また、図 10 において、斜線で示す領域 R は、車速 V に対してロードノイズが発生する可能性が高い周波数領域（以下、「ノイズ領域」という。）を示している。ノイズ領域 R は、例えば、車両を様々な速度で走行させ、路面からステアリング機構を介してステアリングホイールに伝達されるロードノイズの波形を測定し、測定されたロードノイズ波形を解析することにより求められる。

【 0 0 4 6 】

第 1 正弦波波形 S 1 の周波数は、車速 V にかかわらず所定周波数 f_a に設定される。所定周波数 f_a は、ノイズ領域 R の下限周波数よりも低い周波数に設定されている。第 2 正弦波波形 S 2 の周波数は、車速 V が所定の車速 V_1 以下である場合には、その車速範囲内でのノイズ領域 R の上限周波数よりも大きな所定値 f_b ($f_b > f_a$) に設定される。第 2 正弦波波形 S 2 の周波数は、車速 V が所定の車速 V_1 より大きくなると、その車速範囲内でのノイズ領域 R の下限周波数よりも小さな所定値 f_c ($f_a < f_c < f_b$) に設定される。

【 0 0 4 7 】

また、警告用振動波形 I e の振幅を、車速、車輪速、エンジン回転数、時間等に応じて変化させるようにしてもよい。例えば、図 2 に破線で示すように、警告用振動波形発生部 4 3 内に第 1 振幅変更部 5 2 を設ける。第 1 振幅変更部 5 2 は、図 11 に示すように、警告用振動波形 I e の振幅を、車速センサ 2 3 によって検出される車速 V が大きくなるほど小さくなるように変化させる。

【 0 0 4 8 】

このような警告用振動波形の振幅の変更は、例えば、車速センサ 2 3 によって検出される車速 V が大きくなるほど小さくなる車速ゲインを、振幅変更前の警告用振動波形に乗算することにより行うことができる。

図 3 のグラフからわかるように、電動モータ 1 8 によって発生される操舵補助力（アシストトルク）は、車速が大きくなるほど小さくなる。このため、警告用振動波形 I e の振幅を車速にかかわらず一定とすると、アシストトルクに対する警告用振動の比率は車速が大きくなるほどが増加する。そこで、警告用振動波形 I e の構成要素である各波形の振幅を車速 V が大きくなるほど小さくなるように変化させることにより、アシストトルクに対する警告用振動の比率をできるだけ変化させないようにしている。

【 0 0 4 9 】

また、警告用振動波形 I e の振幅を、操舵トルクに応じて変化させるようにしてもよい。具体的には、図 2 に破線で示すように、警告用振動波形発生部 4 3 内に第 2 振幅変更部 5 3 を設ける。第 2 振幅変更部 5 3 は、警告用振動波形 I e の振幅を、トルクセンサ 1 1 によって検出される操舵トルク T に基いて変化させる。

検出操舵トルク T に対する警告用振動波形 I e の振幅の設定例は、図 12 に示されている。検出操舵トルク T が $-T_2 \sim T_2$ (たとえば、 $T_2 = 1.0 \text{ N} \cdot \text{m}$) の範囲においては、警告用振動波形 I e の振幅は零より大きな所定値とされる。警告用振動波形 I e の振幅は、検出操舵トルク T が $-T_2 \sim T_2$ の範囲の外側の領域で急峻に立下り、検出操舵トルク T の絶対値が所定値 T_3 以上で零となるように設定される。これにより、検出操舵トルク T の絶対値が所定値 T_3 以上のときには、警告用振動が停止される。この理由は、検出操舵トルク T の絶対値が所定値 T_3 以上のときには、運転者が意図して操舵を行っていると考えられるので、このようなときに警告用振動をステアリングホイール 2 に与えると操舵の妨げとなるからである。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

このような警告用振動波形の振幅の変更は、例えば、検出操舵トルクTに応じて設定されたトルクゲインを、振幅変更前の警告用振動波形に乗算することにより行うことができる。

周波数変更部51による周波数制御と、第1振幅変更部52による振幅制御とを同時に行うようにしてもよい。また、周波数変更部51による周波数制御と、第2振幅変更部53による振幅制御とを同時に行うようにしてもよい。また、第1振幅変更部52による振幅制御と、第2振幅変更部53による振幅制御とを同時に行うようにしてもよい。この場合には、振幅変更前の警告用振動波形に第1振幅変更部52で使用される車速ゲインを乗算し、得られた警告用振動波形に第2振幅変更部53で使用されるトルクゲインを乗算することによって、最終的な警告用振動波形を生成すればよい。さらに、周波数変更部51による周波数制御と、第1振幅変更部52による振幅制御と、第2振幅変更部53による振幅制御とを同時に行うようにしてもよい。

【0051】

また、さらに他の形態について説明する。警告用振動の周波数が高いほど、かつ警告用振動の振幅が小さいほど、運転者は警告用振動を感じ取りにくくなる。このため、ある周波数以上でかつある振幅以下の警告用振動は、運転者によってほとんど感じ取られない。また、警告用振動の周波数が低くかつ振幅が大きい場合には、警告用振動によって運転者の手が動かされてしまい、運転者が振動を感じなくなるおそれがある。このため、ある周波数以下でかつある振幅以上の警告用振動は、運転者によってほとんど感じ取られない。

【0052】

そこで、警告用振動波形の周波数を横軸に、その振幅を縦軸にプロットして2次元グラフを描いた場合に、所定の周波数閾値及び所定の振幅閾値を境界値とする禁止領域を設定する。例えば、所定の周波数閾値以上かつ所定の振幅閾値以下の領域、或いは所定の周波数閾値以下かつ所定の振幅閾値以上の領域、を禁止領域として設定する。禁止領域は1箇所に限定されない。つまり、禁止領域とは運転者が感じることができない振動を、周波数および振幅で表現したものである。そして、警告用振動の周波数および振幅が、この禁止領域の周波数および振幅の組み合わせとならないようにすればよい。具体的には、警告用振動波形発生部43で与えられる警告用振動波形の周波数値、振幅値が禁止領域に含まれないように、あらかじめ警告用振動波形の周波数値、振幅値を設定する。あるいは、周波数値、振幅値が禁止領域に含まれる場合は、周波数値、振幅値が禁止領域の境界値となるように制限をかけてもよい。

【0053】

さらに、境界値としての所定の周波数閾値或いは所定の振幅閾値を車速に応じて可変にしてもよい。特に、所定の周波数閾値以上かつ所定の振幅閾値以下の領域を禁止領域として設定する場合には、車速が高くなるに従って振幅閾値を大きくするようにしてもよい。このようにすると、車速が高くなるに従ってロードノイズが大きくなるが、振幅閾値も大きくなるため、警告用振動の振幅を大きくすることができる。このため、ロードノイズと警告用振動とを区別しやすくできる。これにより、運転者に確実に警告用振動を伝えることができる。

【0054】

前述の第1実施形態では、電動パワーステアリング装置1における操舵補助力を発生するための電動モータ18によって警告用振動を発生させているが、ステアリングホイール2の前後位置を調整するためのテレスコピック調整装置が車両に設けられている場合には、テレスコピック調整装置におけるテレスコピック調整用電動モータによって警告用振動を発生させてもよい。また、ステアリングホイール2の上下位置を調整するためのチルト調整装置が車両に設けられている場合には、チルト調整装置におけるチルト調整用電動モータによって警告用振動を発生させてもよい。

【0055】

図13を参照して、本発明の第2実施形態に係る車両用警報装置が適用された電動パワーステアリング装置について説明する。電動パワーステアリング装置の概略構成は、図1

10

20

30

40

50

に示される本発明の第1実施形態と同様である。

図13は、第2実施形態に用いられるECU12の電気的構成を示すブロック図である。図13において、前述の図2の各部に対応する部分には図2と同じ符号を付して示す。

【0056】

ECU12は、電動モータ18を制御するためのマイクロコンピュータ31Aと、マイクロコンピュータ31Aによって制御され、電動モータ18に電力を供給する駆動回路(インバータ回路)32と、電動モータ18に流れるモータ電流(実電流値)Iを検出する電流検出回路33とを含んでいる。

マイクロコンピュータ31Aは、CPUおよびメモリ(ROM, RAM, 不揮発性メモリ34など)を備えており、所定のプログラムを実行することにより、複数の機能処理部として機能するようになっている。この複数の機能処理部には、基本目標電流値設定部(基本アシスト電流値設定部)41Aと、車線逸脱判定部42Aと、警告用振動波形発生部43Aと、振動波形加算部44と、電流偏差演算部45と、PI制御部46と、PWM制御部47と、位相補償部48とが含まれる。

【0057】

車線逸脱判定部42Aは、CCDカメラ24によって撮像された画像に基いて、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であるか否かを判定し、その判定結果を位相補償部48および警告用振動波形発生部43Aに与える。

警告用振動波形発生部43Aは、車線逸脱判定部42Aによって、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であると判定されているときには、そのことを運転者に警告するために、所定周波数feの警告用振動波形(加振信号)Ieを発生させる。警告用振動波形Ieの波形は、大きさが周期的に変化する波形である。警告用振動波形データは、例えは、予め作成されて、不揮発性メモリ34に記憶されている。警告用振動波形発生部43Aは、不揮発性メモリ34に記憶されている警告用振動波形データに基いて、警告用振動波形を発生する。

【0058】

位相補償部48は、トルクセンサ11によって検出される操舵トルクTの位相を進めて系を安定化させるための位相補償処理を行うものである。位相補償部48は、予め設定された第1周波数特性および第2周波数特性のうちのいずれか一方の周波数特性によって、検出操舵トルクTに対して位相補償処理を行う。

位相補償部48は、車線逸脱判定部42Aから与えられる判定結果に応じて、第1周波数特性と第2周波数特性とを切り替える特性変更部48aを含む。特性変更部48aは、車両が車線逸脱可能性の高い状態ではないと車線逸脱判定部42Aが判定している場合(通常時)には、第1周波数特性を位相補償部48の周波数特性として設定する。一方、車両が車線逸脱可能性の高い状態であると車線逸脱判定部42Aが判定している場合(警告用振動波形発生時)には、特性変更部48aは、第2周波数特性を位相補償部48の周波数特性として設定する。

【0059】

第1周波数特性および第2周波数特性について説明する。第1周波数特性に含まれるゲイン特性および位相特性を、それぞれ第1ゲイン特性および第1位相特性ということにする。同様に、第2周波数特性に含まれるゲイン特性および位相特性を、それぞれ第2ゲイン特性および第2位相特性ということにする。

図14Aの破線L1_Gは第1ゲイン特性を示し、図14Aの実線L2_Gは第2ゲイン特性を示している。図14Bの破線L1_Pは第1位相特性を示し、図14Bの実線L2_Pは第2位相特性を示している。

【0060】

図14Aに示すように、第2ゲイン特性L2_Gにおける、警告用振動波形Ieの周波数fe(以下、「警告用振動周波数fe」という。)に対するゲインは、第1ゲイン特性L1_Gにおける警告用振動周波数feに対するゲインよりも小さい。図14Bに示すように、第2位相特性L2_Pにおける、警告用振動周波数feに対する位相遅れは、第1位相特

10

20

30

40

50

性 L_{1_p} における警告用振動周波数 f_e に対する位相遅れよりも小さい。

【0061】

基本目標電流値設定部 41A は、位相補償部 48 によって位相補償された操舵トルク（以下、「位相補償後トルク T 」という。）と車速センサ 23 によって検出される車速 V に基づいて、基本目標電流値（基本アシスト電流値） I_o^* を設定する。位相補償後トルク T に対する基本目標電流値 I_o^* の設定例は、図 3 に示される検出操舵トルク T に対する基本目標電流値 I_o^* の設定例と同じであってもよい。

【0062】

振動波形加算部 44 は、基本目標電流値設定部 41A によって設定された基本目標電流値 I_o^* に、警告用振動波形発生部 43A によって発生された警告用振動波形 I_e を加算することにより、目標電流値 I^* を演算する。電流偏差演算部 45 は、振動波形加算部 44 によって得られた目標電流値 I^* と電流検出回路 33 によって検出された実電流値 I との偏差（電流偏差 $I = I^* - I$ ）を演算する。

【0063】

P I 制御部 46 は、電流偏差演算部 45 によって演算された電流偏差 I に対する P I 演算を行うことにより、電動モータ 18 に流れる電流 I を目標電流値 I^* に導くための駆動指令値を生成する。P W M 制御部 47 は、前記駆動指令値に対応するデューティ比の P W M 制御信号を生成して、駆動回路 32 に供給する。これにより、駆動指令値に対応した電力が電動モータ 18 に供給されることになる。

【0064】

電流偏差演算部 45 および P I 制御部 46 は、電流フィードバック制御手段を構成している。この電流フィードバック制御手段の働きによって、電動モータ 18 に流れるモータ電流 I が、目標電流値 I^* に近づくように制御される。

第 2 実施形態では、車線逸脱判定部 42A によって、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であると判定されているときには、警告用振動波形発生部 43A から警告用振動波形 I_e が発生される。この警告用振動波形 I_e が基本目標電流値 I_o^* に加算されることにより、目標電流値 I^* が演算される。そして、電動モータ 18 に流れるモータ電流 I が、目標電流値 I^* に近づくように制御される。したがって、車線逸脱判定部 42A によって、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であると判定されているときには、ステアリングホイール 2 に警告用振動波形 I_e に応じた警告用振動が与えられる。これにより、運転者は、車両が車線を逸脱する可能性が高い状態であることを認識することができる。

【0065】

警告用振動波形発生時には、警告用振動波形に対してアシスト機能が働くため、警告用振動波形に応じたアシスト力が発生する。したがって、警告用振動波形発生時に、警告用振動周波数 f_e に対するゲインが高いと、警告用振動波形が増幅され、大きな振動が発生するおそれがある。第 2 実施形態では、警告用振動波形発生時には、位相補償部 48 におけるゲイン特性が第 2 ゲイン特性 L_{2G} に変更される。これにより、警告用振動波形発生時の警告用振動周波数 f_e に対するゲインが、通常時の警告用振動周波数 f_e に対するゲインよりも小さくなる。これにより、警告用振動波形発生時に大きな振動が発生するのを抑制または回避できる。

【0066】

警告用振動波形発生時には、警告用振動波形によって電動パワーステアリング装置 1 の制御系の安定度が低下するおそれがある。第 2 実施形態では、警告用振動波形発生時には、位相補償部 48 における位相特性が第 2 位相特性 L_{2P} に変更される。これにより、警告用振動波形発生時の警告用振動周波数 f_e に対する位相遅れが、通常時の警告用振動周波数 f_e に対する位相遅れよりも小さくなる。これにより、警告用振動波形発生時に電動パワーステアリング装置 1 の制御系の安定度が低下するのを抑制または回避できる。

【0067】

第 2 実施形態においても、警告用振動波形 I_e は、複数の周波数成分を含んでいてよい。この場合には、特性変更部 48a は、警告用振動波形発生時においては、警告用振動

10

20

30

40

50

波形 I e に含まれる複数の周波数成分それぞれの周波数に対するゲインが、通常時における前記複数の周波数成分それぞれの周波数に対するゲインより小さく、かつ前記複数の周波数成分それぞれの周波数に対する位相遅れが通常時における前記複数の周波数成分それぞれの周波数に対する位相遅れより小さくなるように、位相補償部 48 の周波数特性を変更する。

【0068】

前述の第1および第2実施形態では、警告用振動波形発生部 43, 43A は、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態であると判定されているときに、警告用振動波形 I e を発生させている。しかし、警告用振動波形発生部 43 は、車両の運転状態が、車両が車線を逸脱する可能性の高い状態以外の予め定められた状態となつたときに、警告用振動波形を発生させるようにしてもよい。

10

【0069】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

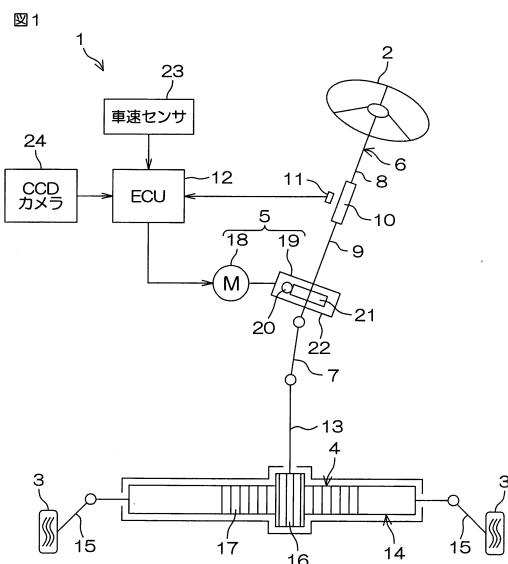
【符号の説明】

【0070】

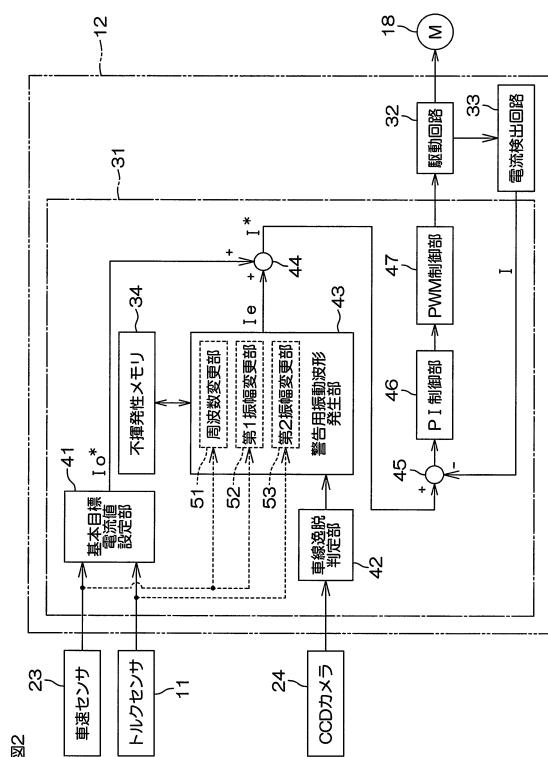
1 ... 電動パワーステアリング装置、2 ... ステアリングホイール、18 ... 電動モータ、11 ... トルクセンサ、23 ... 車速センサ、41, 41A ... 基本目標電流値設定部、42, 42A ... 車線逸脱判定部、43, 43A ... 警告用振動波形発生部、48 ... 位相補償部、48a ... 特性変更部、51 ... 周波数変更部、52 ... 第1振幅変更部、53 ... 第2振幅変更部

20

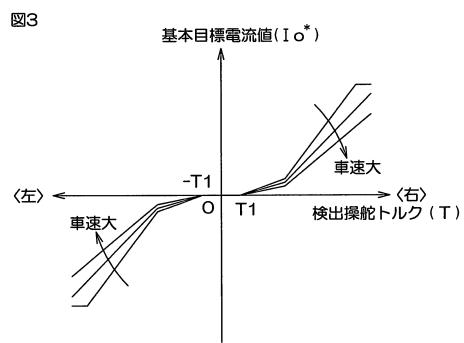
【図1】



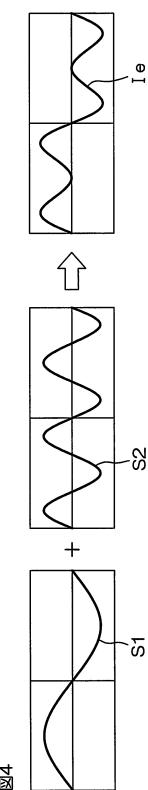
【図2】



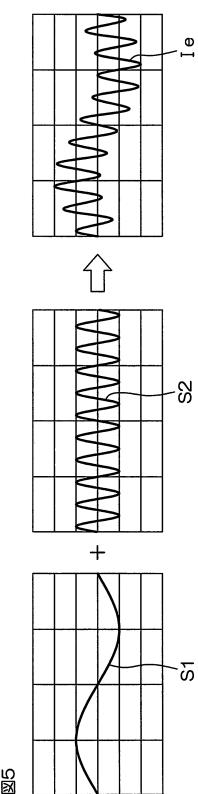
【図3】



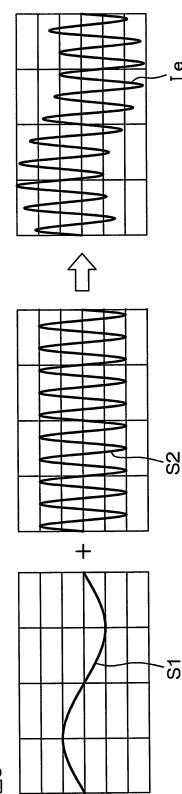
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

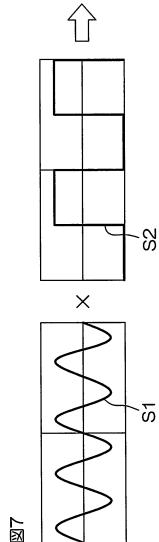
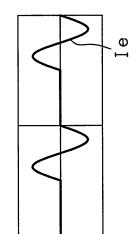
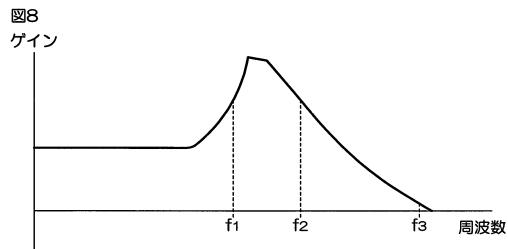
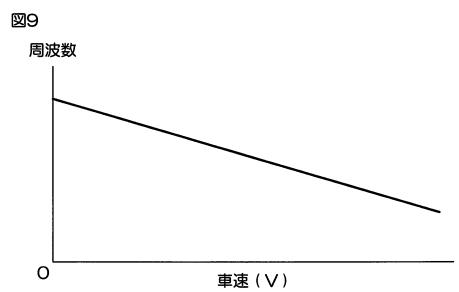


図7

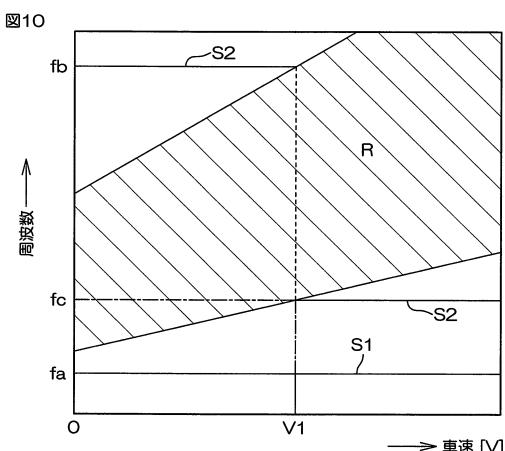
【図8】



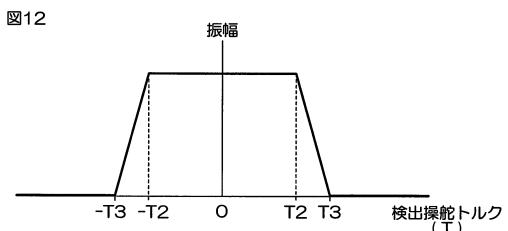
【図9】



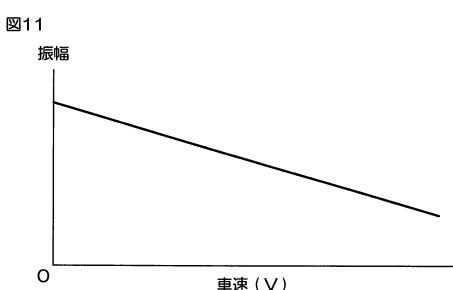
【図10】



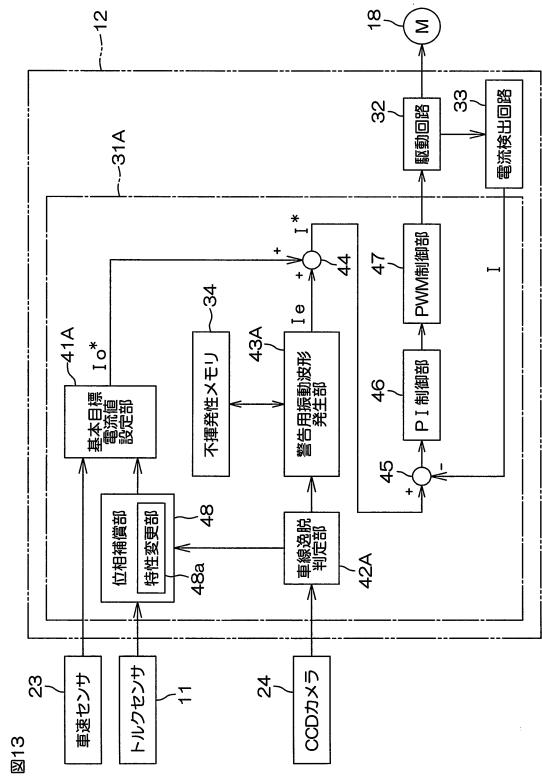
【図12】



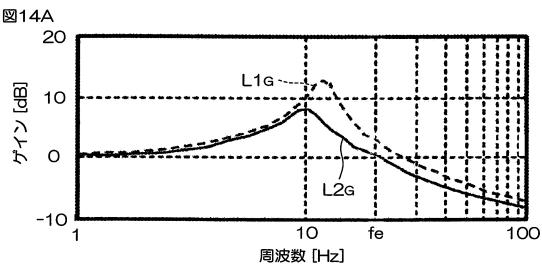
【図11】



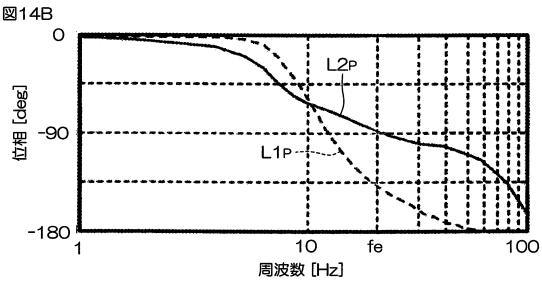
【図13】



【図14 A】



【図14 B】



フロントページの続き

(72)発明者 吉井 康之
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
(72)発明者 河内 達磨
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
(72)発明者 三浦 悠一
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

審査官 鈴木 敏史

(56)参考文献 特開平11-034774 (JP, A)
特開2007-090956 (JP, A)
特開2001-163131 (JP, A)
特開2010-137774 (JP, A)
特開2005-022468 (JP, A)
特開2007-186060 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00
B62D 101/00
B62D 119/00