

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-55756
(P2013-55756A)

(43) 公開日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60L 15/20 (2006.01)	B60L 15/20 J	5H125
B60L 3/00 (2006.01)	B60L 3/00 J	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2011-191290 (P2011-191290)
(22) 出願日 平成23年9月2日 (2011.9.2)

(71) 出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人 100073759
弁理士 大岩 増雄
(74) 代理人 100088199
弁理士 竹中 岑生
(74) 代理人 100094916
弁理士 村上 啓吾
(74) 代理人 100127672
弁理士 吉澤 憲治
(72) 発明者 明石 陽平
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

最終頁に続く

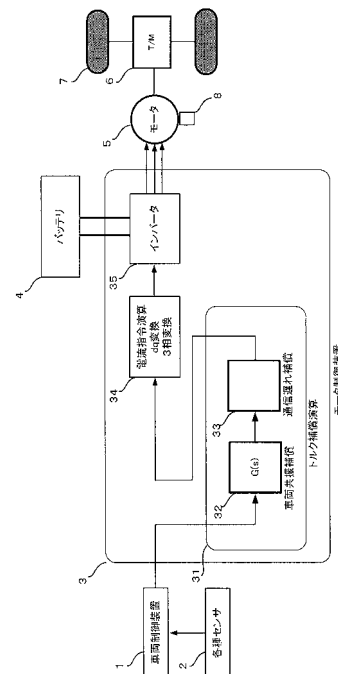
(54) 【発明の名称】 車両用モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】モータの回転速度なしでも、また、車両側のコントローラとモータのコントローラ間での通信が高速でない場合でも、車両の共振を解消できる車両用モータ制御装置を提供する。

【解決手段】車両に搭載される走行用モータ5と、前記車両のドライバーからの操作や前記車両の運転状態などに応じて走行用モータ5のトルク指令値を演算する車両制御装置1と、走行用モータ5を実際に駆動するモータ制御装置3とを備え、モータ制御装置3は、車両制御装置1から出力される前記トルク指令値に対してトルクの急変を予防する補償手段31を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に搭載される走行用モータと、
前記車両のドライバーからの操作や前記車両の運転状態などに応じて前記走行用モータのトルク指令値を演算する第 1 の制御装置と、
前記走行用モータを実際に駆動する第 2 の制御装置と、を備え、
前記第 2 の制御装置は、前記第 1 の制御装置から出力される前記トルク指令値に対してトルクの急変を予防する補償手段を有することを特徴とする車両用モータ制御装置。

【請求項 2】

前記補償手段は、前記車両の共振を抑制することを特徴とする請求項 1 に記載の車両用モータ制御装置。 10

【請求項 3】

前記補償手段は、前記トルク指令値の 8 ~ 12 Hz の成分を減衰させ補償することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の車両用モータ制御装置。

【請求項 4】

前記補償手段は、前記トルク指令値の 100 Hz 以上の成分を減衰させ補償することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の車両用モータ制御装置。

【請求項 5】

前記補償手段は、車両の運転状態に応じて可変とすることとし、前記車両の運転状態はモータ速度、モータトルク、モータ電流、車両の勾配、車両の加速度、車両の重量の少なくとも一つであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載の車両用モータ制御装置。 20

【請求項 6】

前記補償手段は、前記第 1 の制御装置から前記第 2 の制御装置への前記トルク指令値の通信遅れを補償することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の車両用モータ制御装置。

【請求項 7】

前記補償手段は、補償の有無を切り替える手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 の何れか一項に記載の車両用モータ制御装置。

【請求項 8】

前記補償手段によって補償されたトルク指令値は、上下限值が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 の何れか一項に記載の車両用モータ制御装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の駆動源となるモータを制御する車両用モータ制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

車両の駆動源としてモータを備える電気自動車、あるいは内燃機関とモータの両方を備えるハイブリッド自動車において、モータ駆動時に発生するトルクリプル（トルクリップル、あるいはトルク脈動ともいう。）や急峻なトルク変動あるいは道路の段差による外乱などの振動源が、車両の車輪とモータをつなぐ駆動軸などの弾性系の共振を発生させることが知られており、これは駆動軸のねじり共振と呼ばれる。この駆動軸のねじり共振は 10 Hz 程度であることが一般的であり、ねじり共振を原因とし車両の振動や騒音が発生し搭乗者のフィーリングが悪化するという問題があった。 40

【0003】

このような振動源に起因する車両共振の対策として、例えば特開 2000 - 25410 号公報（特許文献 1）では実際のモータ回転速度を検出し、モータ回転速度から振動成分を算出し、この振動成分にゲインを乗算したものをトルク指令に加算し、振動抑制補正後 50

のトルク指令として電流制御を行なうことで車両共振を抑制する電気自動車の制御装置が提案されている。

【0004】

また、特開2005-130560号公報(特許文献2)ではトルク指令から搭乗者の頭部、頸部の共振周波数に相当する成分を低減する周波数ゲイン特性を得るフィルタによりトルク補償を行なうことで搭乗者の不快に感ずる車両共振を抑制する車両の駆動力制御装置が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-25410号公報

【特許文献2】特開2005-130560号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に開示された電気自動車の制御装置は、振動抑制トルクの算出に実際のモータ回転速度を使用することからモータの回転速度センサがノイズの影響を受けたり、振動抑制トルクを加算した振動抑制補正後のトルク指令値に一致するようモータ電流を制御しており、電流制御系の応答遅れのためにトルク指令値に対してのモータトルクに遅れが生じて実際発生している振動の抑制には効果がないという問題がある。

【0007】

特許文献2に開示された車両の駆動力制御装置は、搭乗者の頭部、頸部の共振周波数に相当する低周波成分(例えば2Hz)を低減するため車両の共振周波数(例えば10Hz)に対する抑制ができず、また、車両の共振を原因として騒音などを引き起こす高周波成分に対する抑制ができていないという問題がある。また、これらの処理にはアクセル操作量などをセンシングする車両側のコントローラとモータのコントロールを行なうコントローラとの2つのコントローラで行なうことが前提になると考えられるが、2つのコントローラ間での通信が高速でない場合の配慮はされていない。

【0008】

この発明の目的は、上記の課題に鑑み、モータの回転速度なしでも、また、車両側のコントローラとモータのコントローラ間での通信が高速でない場合でも、車両の共振を解消できる車両用モータ制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記課題を解決するために、この発明に係る車両用モータ制御装置は、車両に搭載される走行用モータと、前記車両のドライバーからの操作や前記車両の運転状態などに応じて前記走行用モータのトルク指令値を演算する第1の制御装置と、前記走行用モータを実際に駆動する第2の制御装置と、を備え、前記第2の制御装置は、前記第1の制御装置から出力される前記トルク指令値に対してトルクの急変を予防する補償手段を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

この発明に係る車両用モータ制御装置によれば、前記構成により、モータの回転速度なしでも、また、車両側のコントローラとモータのコントローラ間での通信が高速でない場合でも、車両の共振を解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】この発明の実施の形態1に係る車両用モータ制御装置を含む車両システムの全体構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係るトルク指令値から共振振動成分を抑制するノッチ

10

20

30

40

50

フィルタである。

【図3】この発明の実施の形態1に係る第1のトルク指令から車両共振振動成分をノッチフィルタにより補償した場合の第2のトルク指令である。

【図4】この発明の実施の形態1に係るトルク指令値から共振騒音成分を抑制するローパスフィルタである。

【図5】この発明の実施の形態1に係る第1のトルク指令から通信遅れを補償した場合の第2のトルク指令である。

【図6】この発明の実施の形態1に係るモータ制御装置での処理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】

【0012】

以下、この発明に係る車両用モータ制御装置の好適な実施の形態について図面を参照して説明する。なお、この実施の形態により発明が限定されるものではなく、諸種の設計の変更を含むものである。

【0013】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係る車両用モータ制御装置の全体を示す図であり、好ましい形態の1つを示す概略構成図である。本実施の形態で説明する車両は電気自動車(EV)であるが、適用される車両は電気自動車だけではなく、内燃機関とモータの両方を備えるハイブリッド自動車でもよい。また、電気自動車の場合は、駆動モータ一台とは限らず、各車輪4台のモータを備えるインホイールモータにしてもよい。

【0014】

図1において、第1の制御装置である車両制御装置1には各種センサ2が接続されており、各状態量を検知する。ここでは、ドライバーのアクセルペダルの踏み込み量を検知するアクセルポジションセンサ(図示せず)、ブレーキペダルの踏み込み量を検知するブレーキポジションセンサ(図示せず)、車両の速度を検知する車速センサ(図示せず)が接続され、車両制御装置1ではこれらのドライバーからのアクセルやブレーキの入力量と車速や種々の入力量に応じて、モータ制御装置3へのトルク指令値を決定する。このトルク指令値を第1のトルク指令と呼ぶ。

【0015】

第2の制御装置であるモータ制御装置3では、第1のトルク指令を受けてトルク補償演算部31にてトルク補償演算を行なう。トルク補償演算部31は、車両共振補償部32、通信遅れ補償部33から構成されている。

【0016】

車両共振補償部32は、車両共振により発生する振動の抑制を目的とし、伝達特性 $G(s)$ は、次式に示すノッチフィルタ(またはバンドストップフィルタ)の伝達特性 $G_b(s)$ を有している。ノッチフィルタは、図2に示す通りカットオフ周波数 f_b の成分付近のゲインを下げる特性を有している。

$$G_b(s) = (s^2 + 2n s + \quad^2) / (s^2 + 2d s + \quad^2)$$

$$= 2 \cdot f_b$$

ここで、 s はラプラス演算子、 n はノッチフィルタの深さを決めるパラメータ、 d はノッチフィルタの幅を決めるパラメータ、 f_b はカットオフ周波数、 \quad は時定数である。カットオフ周波数 f_b は車両のねじり共振にあわせて10Hz程度に設定する。

【0017】

第1のトルク指令値にカットオフ周波数10Hz程度の周波数成分があった場合は、図3の通り車両共振補償部32によって同周波数成分が取り除かれる。

【0018】

ここで、ねじり共振の周波数 f_b は2慣性系のモデルによって求められるものであり、次式で求められる。

$$f_b = (k(1/J_m + 1/J_1))^{1/2}$$

10

20

30

40

50

ここで、 J_m はモータ慣性モーメント、 J_1 はタイヤおよび車体の慣性モーメント、 k は駆動軸のバネ乗数である。

このため、これらのパラメータに影響を与えるような運転状態が変更された場合は、共振周波数 f_b を変更する。例えば、車両の加速度によって駆動軸側のタイヤにかかる車体の慣性モーメント J_1 が大きくなった場合は、共振周波数 f_b は小さくなる。その他にもモータ速度、モータトルク、モータ電流、車両の勾配によっても車体の慣性モーメントは変更されることは自明であり、その場合も共振周波数 f_b を変更する。

【0019】

ここで、車両共振補償部32は車両共振により発生する騒音の抑制を目的としており、伝達特性 $G(s)$ は次式に示すローパスフィルタ(またはLPF)の伝達特性 $G_n(s)$ としてもよい。ローパスフィルタは図4の通りカットオフ周波数以上のゲインを下げる特性を有している。

$$G_n(s) = 1 / (1 + s) \\ = 1 / 2 \cdot \cdot f_n$$

ここで、 s はラプラス演算子、 f_n はカットオフ周波数、 \cdot は時定数である。カットオフ周波数 f_n は騒音となる人間の可聴域にあわせて100Hz程度に設定する。

【0020】

次に、通信遅れ補償部33では図5の通り、車両制御装置1からモータ制御装置3への通信時間のサンプリング時間が大きい場合は、第2の制御トルクではサンプリング時間を小さくし、その間を補間(または内挿)する。これにより通信遅れの補償を行なう。補間方法は、0次の線形補間でもよいし、2次以上の補間方法でもよい。これによりトルクの急峻な変動を抑え、トルク変動による加振を原因とする車両の共振の発生を抑制する。

【0021】

トルク補償されたトルク指令値を第2のトルク指令とし、電流指令演算部34では第2のトルク指令を元に、 dq 軸変換、3相変換などの各種の演算を行い3相交流の制御を決定し、バッテリー4からの直流成分を所望の3相交流波形を出力するようインバータ35内のパワースイッチング素子を動作させ、モータ5を駆動させる。

【0022】

モータ5はトランスミッション6を介して駆動輪7に接続され、駆動輪7はモータ5のトルクによって回転され地面からの反力によって車両は推進力を得ることができる。ここで、トランスミッション6は単なる減速機でもよいし、数段の減速比を変更できる機構を備えた変速機でもよい。なお、符号8はモータ電気角センサ(レゾルバ)を示している。

【0023】

次に、トルク補償値の演算ルーチンについて図6のフローチャートを用いて説明する。まず、ステップS201では、車両制御装置1から入力されるトルク補償要求があった場合はステップS202以降に進み、トルク補償要求がなかった場合は第1のトルク指令値を第2のトルク指令値とする。

【0024】

第1のトルク指令値には車両共振成分が含まれているため、ステップS202ではその周波数成分を抑制する補償を行なう。

【0025】

車両制御装置1とモータ制御装置3との間の通信はCANなどを用いている場合が多いため、数10ms単位で通信遅れが発生する。ステップS203ではこの通信遅れの補償を行なう。

【0026】

ステップS204では前段で算出してきたトルク指令値をモータ5が出せるトルクの最大値と最小値で制限することで、異常な電流指令値とならないようにしている。

【0027】

以上、本実施の形態によると、モータ5の回転速度なしでも、車両側のコントローラである車両制御装置1とモータのコントローラであるモータ制御装置3間での通信が高速で

10

20

30

40

50

ない場合でも、車両のねじり共振を原因とした車両振動、及び車両騒音を解消できると同時に、ダイレクト感のあるドライバビリティを実現する最適な車両用モータ制御装置を提供できる。

【0028】

なお、前記においては車両共振補償演算部32や電流指令演算部33に関する演算を行なう制御部とインバータ部は一体で説明を行なったが、制御部とインバータ部を別体としてもよい。また、モータ5は3相交流モータとしたが、永久磁石式でも誘導モータでもよいし、トルクリプルの発生しうる全てのモータに適用可能である。これらの場合も、上記実施の形態1と同様の効果を得ることができる。

【符号の説明】

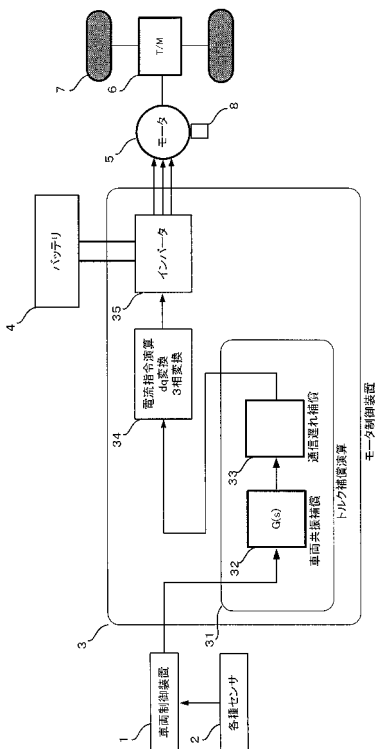
【0029】

- 1 車両制御装置
- 2 各種センサ
- 3 モータ制御装置
- 4 バッテリ
- 5 モータ（電動機）
- 6 トランスミッション（T/M）
- 7 駆動輪
- 8 モータ電気角センサ（レゾルバ）
- 31 トルク補償演算部
- 32 車両共振補償部
- 33 通信遅れ補償部
- 34 電流指令演算部
- 35 インバータ

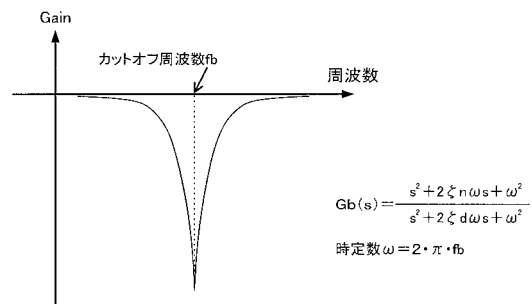
10

20

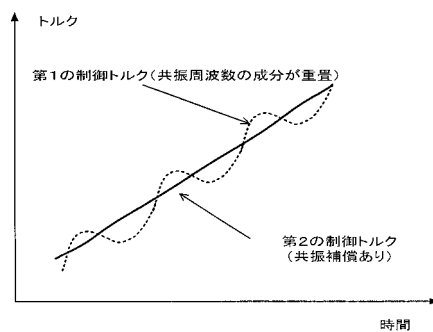
【図1】



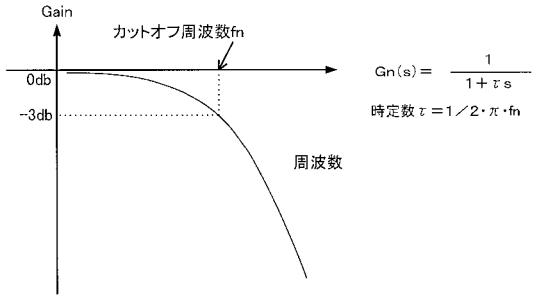
【図2】



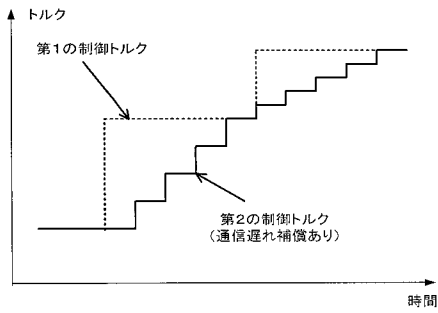
【図3】



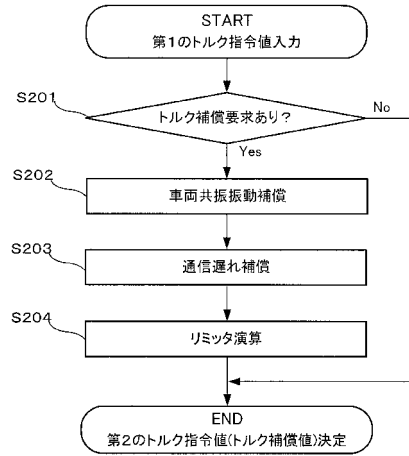
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 英之
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

(72)発明者 田中 一幸
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

(72)発明者 渡邊 益崇
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

Fターム(参考) 5H125 AA01 AC12 BA00 CA01 EE02 EE08 EE09 EE53 EE57 EE62