

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4577149号
(P4577149)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.			F I		
B60L	15/20	(2006.01)	B60L	15/20	J
B60L	3/00	(2006.01)	B60L	3/00	L
B60T	8/1766	(2006.01)	B60T	8/1766	
F16F	15/02	(2006.01)	F16F	15/02	B

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-237843 (P2005-237843)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成17年8月18日(2005.8.18)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2007-53859 (P2007-53859A)	(74) 代理人	100083998 弁理士 渡邊 丈夫
(43) 公開日	平成19年3月1日(2007.3.1)	(72) 発明者	酒井 英樹 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成19年8月6日(2007.8.6)	審査官	池田 貴俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サスペンションを介して車体に支持された車輪と、前記車体の上下振動を検出する上下振動検出手段と、前記上下振動検出手段により検出された前記上下振動に基づいて前記車輪に付与する制動力および駆動力を算出する制駆動力算出手段と、前記制駆動力算出手段により算出された前記制動力および駆動力を出力する制駆動力出力手段とを備えた車両の制御装置において、

前記上下振動に基づいて前記制駆動力算出手段で算出された制動力および駆動力に起因して前記車体に生じる前後加速度を検出する前後加速度検出手段と、

その前後加速度検出手段によって検出された前後加速度を抑制するために必要とする制動力および駆動力を算出する手段とを更に備え、

前記制駆動力出力手段は、前後加速度を抑制するために必要とする制動力および駆動力として算出された制動力および駆動力をさらに出力するように構成されていることを特徴とする車両の制御装置。

【請求項2】

前記制駆動力出力手段は、前記制駆動力算出手段で算出された前記制動力および駆動力と、前記前後加速度検出手段によって検出された前後加速度を抑制するために必要とする制動力および駆動力として算出された制動力および駆動力とを合算した制動力および駆動力を出力するように構成されていること

を特徴とする請求項1に記載の車両の制御装置。

【請求項 3】

前記制駆動力出力手段は、前記車輪と共に前記車両のばね下に配置されたモータの回転を制御することにより前記制動力および駆動力を出力する手段を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の車両の制御装置。

【請求項 4】

前記制駆動力出力手段は、所定の周波数以上の周波数領域で前記モータの回転を制御する手段を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の車両の制御装置。

【請求項 5】

前記制駆動力出力手段は、前記車体に実際に発生した実前後加速度と乗員の操作もしくは前記車両の挙動に基づいて設定される目標前後加速度とを比較し、前記実前後加速度が前記目標前後加速度よりも所定値以上大きい場合に、前記制動力および駆動力を出力しない手段を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の車両の制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の制動力と駆動力とを制御する車両の制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、電気自動車の一形態として、車輪にモータを組み込み、車輪をモータで直接駆動する、いわゆるインホイールモータ方式の車両が開発されている。このインホイールモータ方式の電気自動車の利点として、各車輪（駆動輪）に組み込んだモータを個別に回転制御すること、すなわち各モータを個別に力行制御もしくは回生制御することにより、各駆動輪に付与する駆動力もしくは制動力を個別に制御して、車両の駆動力および制動力を走行状態に応じて適宜に制御することができる点、また、従来のエンジンやトランスミッションなどのドライブトレインを排除することにより、車両の室内やトランクルームなどの空間を広くできる点などが挙げられる。その反面、車輪に比較的重量の大きいモータが組み込まれることにより、車両のばね下重量が増加し、それに伴って車両のばね下振動が増大する。その結果、車輪の接地荷重の変動が大きくなり、車輪の接地性や乗り心地が低下してしまうという問題点がある。

20

【0003】

このような問題点に対して、本出願人は、車輪の接地荷重の変動が生じた際に、それを打ち消す方向の力を車輪に発生させるようにインホイールモータの回転を制御する、すなわちインホイールモータにより駆動力もしくは制動力を車輪に付与することによって、車輪の接地荷重の変動を抑制する制御装置を提案している（特願 2004 - 294578号参照）。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような、インホイールモータ方式の電気自動車における車輪の接地荷重の変動を抑制する制御では、車体の上下振動（バウニング）に応じて、前後輪の駆動力に差を付けるようにインホイールモータが制御される。例えば、前後輪に車両の前後方向で互いに逆方向の力を発生させて、上昇した車体に下方向の力を発生させるように前後輪の駆動力に差を付け、あるいは、下降した車体に上方向の力を発生させるように前後輪の駆動力に差を付けるように制御される。その結果、車体の上下振動を抑制する方向に力を作用させることができ、サスペンションを硬めに設定することなく乗り心地を維持した上で、車体のバウニング、すなわち車輪の接地荷重の変動を抑制できる。

40

【0005】

しかしながら、上記のようにインホイールモータが制御されることにより、車輪の接地荷重の変動が抑制され、車輪の接地性が改善される一方で、車両には同時に前後方向の力が作用することになる。そのため、乗員の意図しない前後方向の加速度が車両に生じ、そ

50

のことが乗員に違和感を与え、乗り心地を低下させてしまう可能性がある。このように、従来の技術においては未だ改良の余地があった。

【0006】

この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであり、車体の上下振動（バウンス）および車輪の接地荷重の変動を抑制するとともに、乗員の意図しない前後加速度の発生を防止もしくは抑制できる車両の制御装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、サスペンションを介して車体に支持された車輪と、前記車体の上下振動を検出する上下振動検出手段と、前記上下振動検出手段により検出された前記上下振動に基づいて前記車輪に付与する制動力および駆動力を算出する制駆動力算出手段と、前記制駆動力算出手段により算出された前記制動力および駆動力を出力する制駆動力出力手段とを備えた車両の制御装置において、前記上下振動に基づいて前記制駆動力算出手段で算出された制動力および駆動力に起因して前記車体に生じる前後加速度を検出する前後加速度検出手段と、その前後加速度検出手段によって検出された前後加速度を抑制するために必要とする制動力および駆動力を算出する手段とを更に備え、前記制駆動力出力手段は、前記制駆動力算出手段で算出された前記制動力および駆動力と、前記前後加速度検出手段によって検出された前後加速度を抑制するために必要とする制動力および駆動力として算出された制動力および駆動力とを合算した制動力および駆動力を出力するように構成されていることを特徴とする制御装置である。

また、請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記制駆動力出力手段は、前記制駆動力算出手段で算出された前記制動力および駆動力と、前記前後加速度検出手段によって検出された前後加速度を抑制するために必要とする制動力および駆動力として算出された制動力および駆動力とを合算した制動力および駆動力を出力するように構成されていることを特徴とする制御装置である。

【0008】

また、請求項3の発明は、請求項1または2の発明において、前記制駆動力出力手段が、前記車輪と共に前記車両のばね下に配置されたモータの回転を制御することにより前記制動力および駆動力を出力する手段を含むことを特徴とする制御装置である。

【0009】

さらに、請求項4の発明は、請求項1ないし3のいずれかの発明において、前記前後加速度抑制手段が、所定の周波数以上の周波数領域で前記モータの回転を制御する手段を含むことを特徴とする制御装置である。

【0010】

そして、請求項5の発明は、請求項1ないし4のいずれかの発明において、前記前後加速度抑制手段が、前記車体に実際に発生した実前後加速度と乗員の操作もしくは前記車両の挙動に基づいて設定される目標前後加速度とを比較し、前記実前後加速度が前記目標前後加速度よりも所定値以上大きい場合に、前記制動力および駆動力を出力しない手段を含むことを特徴とする制御装置である。

【発明の効果】

【0011】

請求項1および2の発明によれば、車体の上下振動（バウンス）を抑制するための制御が行われる場合、車体の前後加速度が検出されると、その車体の前後加速度を抑制するように制動力あるいは駆動力が車両に付与される。そのため、車体の上下振動を抑制して車輪の接地荷重の変動を抑制するとともに、車体の上下振動を抑制する際に車体に生じる乗員が意図しない前後加速度の発生を防止もしくは抑制することができる。

【0012】

また、請求項3の発明によれば、車体の上下振動を抑制するための制御が行われる場合、車体の前後加速度が検出されると、車輪と共に車両のばね下に配置されたモータ、例え

10

20

30

40

50

ば、いわゆるインホイールモータの回転が制御されることによって、車体の前後加速度を抑制するように制動力あるいは駆動力が車両に付与される。そのため、車体の上下振動を抑制して車輪の接地荷重の変動を抑制するとともに、車体の上下振動を抑制する際に車体に生じる乗員が意図しない前後加速度の発生を防止もしくは抑制することができる。

【0013】

さらに、請求項4の発明によれば、車体の前後加速度を抑制するために車輪と共に車両のばね下に配置されたモータの回転が制御される場合、予め定められた所定の周波数以上の周波数領域において、そのモータの回転が制御される。ここで、所定の周波数は、車輪の特性（車輪の質量、グリップ力など）やモータと車輪との間の減速比等により設定される。その結果、乗員の意図しない車両前後方向の駆動力が発生する可能性の小さい周波数領域においてモータの回転が制御されることになり、車体の前後加速度の発生が防止もしくは抑制される。そのため、車体の上下振動を抑制して車輪の接地荷重の変動を抑制するとともに、車体の上下振動を抑制する際に車体に生じる乗員が意図しない前後加速度の発生を防止もしくは抑制することができる。

10

【0014】

そして、請求項5の発明によれば、車体の前後加速度を抑制するために制動力あるいは駆動力が車両に付与される制御が行われる場合、車体に実際に発生している実前後加速度と、乗員の操作もしくは車両の挙動に基づいて設定される目標前後加速度とが比較され、実前後加速度が目標前後加速度よりも所定値以上大きい場合、言い換えると、実前後加速度の値と車体の前後加速度を抑制するための制動力あるいは駆動力の制御の指令値との相関が大きい場合には、車体の前後加速度を抑制するための制動力および駆動力は出力されない。すなわち、車体の前後加速度を抑制するための制動力および駆動力の制御は行われない。その結果、前後加速度を抑制するための制動力あるいは駆動力の制御が行われる際に、前後加速度を抑制する意図に反して新たに前後加速度が生じてしまうことを回避することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

つぎに、この発明の実施例を図面に基づいて説明する。まず、この発明を適用した車両の構成および制御系統を図3に示す。この図3に示す車両V eは、左右の前輪1, 2および左右の後輪3, 4を有していて、各車輪1, 2, 3, 4は、サスペンション（図示せず）を介して車両V eの車体（図示せず）に支持されている。ここでのサスペンションは、例えば、ショックアブソーバを内蔵したストラットおよびコイルスプリングおよびサスペンションアームなどから構成されるストラット形サスペンションや、コイルスプリングおよびショックアブソーバおよび上下のサスペンションアームなどから構成されるウィッシュブーン形サスペンションなどの公知のサスペンションであって、それら各種サスペンションを適宜に選択して採用することができる。

30

【0016】

また、各車輪1, 2, 3, 4のホイール内部には、それぞれモータ5が組み込まれている。すなわち、それらの各車輪1, 2, 3, 4のモータ5は、いわゆるインホイールモータであり、各車輪1, 2, 3, 4と共に車両V eのばね下に配置されている。そして、各モータ5の回転を独立して制御することにより、各車輪1, 2, 3, 4に付与される駆動力および制動力をそれぞれ独立して制御することができる。各モータ5は、例えば交流同期モータであり、インバータ6を介してバッテリー7に接続されている。そしてインバータ6は、各モータの回転を制御する電子制御装置（ECU）8に接続されている。

40

【0017】

各モータ5の駆動時には、バッテリー7の直流電力がインバータ6によって交流電力に変換され、その交流電力が各モータ5に供給されることにより各モータ5が力行されて、車輪に駆動力が付与される。また、各モータ5は車輪の回転エネルギーを利用して回生制御することも可能である。すなわち、各モータ5の回生・発電時には、車輪の回転（運動）エネルギーが各モータ5によって電気エネルギーに変換され、その際に生じる電力がインバータ

50

6を介してバッテリー7に充電される。このとき、車輪には回生・発電に基づく制動力が付与される。したがって、これらの各モータ5、インバータ6、バッテリー7、ECU8等が、この発明における制駆動力出力手段として機能している。

【0018】

車体の各車輪1, 2, 3, 4に対応する所定の位置に、車体の上下方向におけるばね上加速度 Gvi ($i=1\sim 4$)を検出するばね上加速度センサ9がそれぞれ設けられている。それら各ばね上加速度センサ9は、ECU8に接続されていて、各ばね上加速度センサ9で検出されたばね上加速度 Gvi を積分することによって、車体の上下方向におけるばね上速度 Vi ($i=1\sim 4$)が算出され、さらにはばね上速度 Vi を積分することによって、車体の上下方向におけるばね上変位 Xi ($i=1\sim 4$)が算出される。そしてそれらの検出もしくは算出結果を基に、車体の上下振動、すなわちバウニングを検出することができるように構成されている。したがって、これらの各ばね上加速度センサ9、ECU8等が、この発明における上下振動検出手段として機能している。なお、上記のばね上加速度センサ9に代えて、例えば、車高センサ(図示せず)を車体の各車輪1, 2, 3, 4に対応する所定の位置に、あるいはストロークセンサ(図示せず)を各車輪1, 2, 3, 4の各サスペンションと車体との間に設けて、各サスペンションのストローク量を検出することによって、車体の上下振動(バウニング)を検出することも可能である。

10

【0019】

また、車体の各車輪1, 2, 3, 4に対応する所定の位置に、各車輪1, 2, 3, 4の回転速度を検出する車輪速センサ10がそれぞれ設けられている。それら各車輪速センサ10は、ECU8に接続されていて、各車輪1, 2, 3, 4の回転速度を検出するとともに、それらの検出結果を基に、車体の前後方向における速度、および車体の前後方向における加速度(前後加速度) Gh を検出することができるように構成されている。したがって、これらの各車輪速センサ10、ECU8等が、この発明における前後加速度検出手段として機能している。なお、上記の車輪速センサ10に代えて、例えば、各モータ5の回転を制御する制御信号、あるいは各モータ5に供給される電力の電流値などを検出することによって、車体の速度および車体の前後加速度 Gh を検出することも可能である。さらに、車体の前後加速度 Gh は、前後加速度センサ(図示せず)を設けることによって検出することも可能である。

20

【0020】

そして、ブレーキペダル(図示せず)の踏み込み量(踏み込み角度)あるいは踏み込み圧力を検出するブレーキペダルセンサ11、また、アクセルペダル(図示せず)の踏み込み量(踏み込み角度)あるいは踏み込み圧力を検出するアクセルペダルセンサ12が設けられている。これらのブレーキペダルセンサ11およびアクセルペダルセンサ12は、ECU8に接続されていて、それらの検出結果に基づいて、各モータ5が適宜に制御されるように構成されている。

30

【0021】

前述したように、この発明は、車体の上下振動(バウニング)を抑制するとともに、乗員の意図しない前後加速度の発生を抑制し、乗り心地が低下することを防止することを目的としていて、そのために、この発明の制御装置は以下の制御を実行するように構成されている。

40

【0022】

図1は、この発明の制御装置によるバウニング抑制制御の制御例を説明するためのフローチャートであって、このフローチャートで示されるルーチンは、所定の短時間毎に繰り返し実行される。図1において、まず、車両 Ve の車体の上下方向におけるばね上変位 Xi ($i=1\sim 4$)、および車体の上下方向におけるばね上速度 Vi ($i=1\sim 4$)、および車体に実際に発生した実前後加速である前後加速度 Gh が検出される(ステップS11)。すなわち、車体の左前輪1に対応する所定の位置におけるばね上変位 $X1$ およびばね上速度 $V1$ 、車体の右前輪2に対応する所定の位置におけるばね上変位 $X2$ およびばね上速度 $V2$ 、車体の左後輪3に対応する所定の位置におけるばね上変位 $X3$ およびばね上速度 $V3$ 、車

50

体の右後輪 4 に対応する所定の位置におけるばね上変位 X_4 およびばね上速度 V_4 、ならびに車体の前後加速度 G_h が、ばね上加速度センサ 9 あるいは車輪速センサ 10 による検出結果を基に検出もしくは算出される。

【 0 0 2 3 】

つぎに、ステップ S 1 1 で求められたばね上変位 X_i ($i = 1 \sim 4$) から平均ばね上変位 X_{ave} が算出され、またばね上速度 V_i ($i = 1 \sim 4$) から平均ばね上速度 V_{ave} が算出される (ステップ S 1 2)。すなわち、平均ばね上変位 X_{ave} 、および平均ばね上速度 V_{ave} は、それぞれ、

$$X_{ave} = X_i / 4 ; (i = 1 \sim 4)$$

$$V_{ave} = V_i / 4 ; (i = 1 \sim 4)$$

として算出される。

【 0 0 2 4 】

続いて、ステップ S 1 1 で求められた前後加速度 G_h と、後述するステップ S 2 0 で設定される各モータ 5 に対するモータトルク指令値 T_c との相関係数 r が算出される (ステップ S 1 3)。したがって、この制御の開始当初はモータトルク指令値 T_c が未だ設定されていないため、このステップ S 1 3 の制御はスキップされ、次のステップ S 1 4 へ進む。

【 0 0 2 5 】

ステップ S 1 4 では、平均ばね上変位の絶対値 $|X_{ave}|$ が所定値 X_0 以上であり、かつ平均ばね上速度の絶対値 $|V_{ave}|$ が所定値 V_0 以上であるか否かが判断される。これは、車体がバウンス状態にあるか否かを判断するための制御であり、したがって所定値 X_0 および所定値 V_0 は、車体がバウンス状態にあることを検出するために予め定められた閾値である。

【 0 0 2 6 】

平均ばね上変位の絶対値 $|X_{ave}|$ が所定値 X_0 よりも小さい、もしくは平均ばね上速度の絶対値 $|V_{ave}|$ が所定値 V_0 よりも小さいことによって、このステップ S 1 4 で否定的に判断された場合、すなわち車体はバウンス状態ではないと判断された場合は、ステップ S 1 5 へ進み、バウンス抑制制御は行われずに、ブレーキペダルセンサ 11 もしくはアクセルペダルセンサ 12 の検出結果に基づいて各モータ 5 を適宜に制御する通常の制御が実行される。そしてその後、このルーチンを一旦終了する。

【 0 0 2 7 】

これに対して、平均ばね上変位の絶対値 $|X_{ave}|$ が所定値 X_0 以上であり、かつ平均ばね上速度の絶対値 $|V_{ave}|$ が所定値 V_0 以上であることによって、ステップ S 1 4 で肯定的に判断された場合、すなわち車体がバウンス状態であると判断された場合には、ステップ S 1 6 へ進み、前後加速度 G_h とモータトルク指令値 T_c との相関係数の絶対値 $|r|$ が所定値 r_0 よりも小さいか否かが判断される。これは、前後加速度 G_h とモータトルク指令値 T_c との相関が、この発明におけるバウンス抑制制御を実行するのに適さない程度に大きいか否かを判断するための制御であるが、前述のステップ S 1 3 と同様に、この制御の開始当初はモータトルク指令値 T_c が未だ設定されていないため、このステップ S 1 6 の制御はスキップされて、次のステップ S 1 7 へ進む。

【 0 0 2 8 】

ステップ S 1 7 では、平均ばね上変位 X_{ave} および平均ばね上速度 V_{ave} に基づいて、各モータ 5 に対して設定される目標駆動トルク T_a が算出される。この目標駆動トルク T_a は、バウンス抑制制御を実行する際に、車体の上下振動を抑制するために、すなわち車体の上下振動を打ち消す方向の力を車体に作用させるために、各車輪 1, 2, 3, 4 に付与される駆動力を出力するための各モータ 5 で出力すべき駆動トルクの目標値である。言い換えると、車体の上下振動を抑制するために各モータ 5 に設定される上下振動抑制トルク T_a である。

【 0 0 2 9 】

続いて、フィルタ時定数 が設定される (ステップ S 1 8)。バウンス抑制制御を

10

20

30

40

50

実行する際に、車体の上下振動を抑制するために各モータ5が駆動される場合、各モータ5が駆動されるのにもなって各車輪1, 2, 3, 4に駆動力が付与されるが、このとき各車輪1, 2, 3, 4には、付与される駆動力に応じて車両V eの前後方向における力(前後力)が生じる。そしてその前後力が各サスペンションを介して車体に伝達されると、車体には乗員の加速操作や制動操作とは無関係に前後加速度G hが生じ、これが乗員に違和感を感じさせる要因となる。そこで、この発明によるバウンシング抑制制御では、車体の上下振動を抑制するための各モータ5の回転制御が行われるとともに、その際に発生した車体の前後加速度G hを抑制するための各モータ5の回転制御が行われるように構成されている。

【0030】

10

そして、車体の前後加速度G hを抑制するための各モータ5の回転制御を効果的に実行するために、この場合の各モータ5の回転制御が実行される際に各モータ5に供給される電力の周波数が、乗員の意図しない車両前後方向の駆動力が発生する可能性の小さい周波数領域のものだけとなるように、ハイパスフィルタを通した後に各モータ5に供給されるように構成されている。すなわち、上記のフィルタ時定数は、このハイパスフィルタを通過して各モータ5に供給される電力の周波数領域を設定するために算出されて設定されるものである。

【0031】

ここで、フィルタ時定数の算出方法を説明する。先ず、図2は、車両V eの一つの車輪(ここでは代表的に車輪4について説明する)に対して、バウンシング抑制制御のためにモータ5が駆動された場合に、その車輪4に作用する車両V eの上下方向および前後方向の力を説明するための力学モデルを示す図である。図2において、モータ5が制御されてモータ駆動トルクT₁が出力されると、そのモータ駆動トルクT₁が車輪4に伝達され、車輪4に駆動トルクT₂が生じる。この場合の車両V eの車速をv、車輪4の半径をR、サスペンションのアーム長さをL、車輪4の慣性モーメントをI w、車輪4の回転角速度を とすると、車輪4に作用する上下方向の力F z、および車輪4に作用する前後方向の力F xは、それぞれ、

20

$$F z = (1 / L) \cdot T_1 \quad \dots \dots (1)$$

$$F x = (D s \cdot R / v) \cdot \quad \dots \dots (2)$$

の運動方程式として表すことができる。なお、D sは車輪4に用いられるタイヤのドライビングステイフネスであって、タイヤに作用する駆動力もしくは摩擦抵抗に対するタイヤのグリップ性能を表す特性値である。

30

【0032】

また、車輪4の回転角加速度を ' とすると、

$$I w \cdot ' = - F x \cdot R + T_2 \quad \dots \dots (3)$$

の関係が成立し、また、モータ5と車輪4との間の減速比が“1”であるとすると、

$$T_2 = T_1 \quad \dots \dots (4)$$

となる。

【0033】

したがって、車両V eの上下方向の力の伝達関数は、上記の(1)式より、

$$F z / T_1 = 1 / L \quad \dots \dots (5)$$

また、車両V eの前後方向の力の伝達関数は、上記の(1)~(4)式より、

$$F x / T_1 = [1 / \{ (I w \cdot V / D s \cdot R^2) \cdot s + 1 \}] \cdot 1 / R \quad \dots \dots (6)$$

(s はラプラス演算子)

40

としてそれぞれ表すことができる。

【0034】

このとき、(6)式において、「(I w \cdot V / D s \cdot R^2) \cdot s」として表される項が、この図2に示す力学モデルにおける時定数となっている。したがって、フィルタ時定数は、

$$= (I w \cdot V / D s \cdot R^2) \cdot s \quad \dots \dots (7)$$

50

として求めることができる。

【0035】

フィルタ時定数 が算出されると、車体の前後加速度 G_h を抑制するための各モータ 5 の回転制御が行われる際に、各モータ 5 に設定される前後加速度抑制トルク T_b が算出される (ステップ S 19)。この前後加速度抑制トルク T_b は、車体の前後加速度 G_h に応じて、その前後加速度 G_h を抑制する方向に車体に力が作用するように算出された各モータ 5 の駆動トルクに対して、さらに上記にフィルタ時定数 が設定されたハイパスフィルタ処理を施すことによって求められる値であって、前後加速度 G_h を抑制する方向の力を車体に作用させるために、各車輪 1, 2, 3, 4 に付与される駆動力を出力するための各モータ 5 で出力すべき駆動トルクの目標値である。

10

【0036】

そして、上記のようにして求められた上下振動抑制トルク T_a 、および前後加速度抑制トルク T_b によって、各モータ 5 を制御するためのモータトルク指令値 T_c が求められ、そのモータトルク指令値 T_c に基づいて、各モータ 5 の回転が制御される (ステップ S 20)。すなわち、上下振動抑制トルク T_a に前後加速度抑制トルク T_b を付加することにより、モータトルク指令値 T_c が算出されて設定され、そのモータトルク指令値 T_c に基づいて、上下振動を抑制する制御とその際に生じる前後加速度を抑制する制御とを含む、この発明によるバウンシング抑制制御が実行される。そしてその後、このルーチンを一旦終了する。

【0037】

なお、上記のようにステップ S 20 でモータトルク指令値 T_c が設定された後におけるこのルーチンでは、前述のステップ S 13 において、前後加速度 G_h とモータトルク指令値 T_c との相関係数 r が、

$$r = (G_h \cdot T_c) / (|G_h| \cdot |T_c|)$$

として算出される。

【0038】

また、相関係数 r が求められた後に、前述のステップ S 14 で肯定的に判断されて、ステップ S 16 へ進んだ場合は、前後加速度 G_h とモータトルク指令値 T_c との相関係数の絶対値 $|r|$ が所定値 r_0 よりも小さいか否かが判断される。これは、前後加速度 G_h とモータトルク指令値 T_c との相関係数 r を求め、その大小を判定すること、すなわち車体に実前後加速度である前後加速度 G_h に対するモータトルク指令値 T_c の相関の強弱を判定することによって、モータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンシング抑制制御が実行された際の、前後加速度 G_h の発生状況および前後加速度 G_h の抑制制御の効果を判断するためである。

20

30

【0039】

すなわち、相関係数の絶対値 $|r|$ が所定値 r_0 以上である場合は、前後加速度 G_h に対するモータトルク指令値 T_c の相関が強く、モータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンシング抑制制御を実行することによって、新たな前後加速度を生じさせて前後加速度 G_h を増長させてしまう可能性がある、すなわちモータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンシング抑制制御を実行しても前後加速度 G_h の抑制効果は期待できないと判断される。

40

【0040】

このことは、車体の実前後加速度である前後加速度 G_h が、モータトルク指令値 T_c で各モータ 5 の回転を制御する際に設定される目標前後加速度、すなわち例えば乗員の操作もしくは車両 V_e の挙動に基づいて設定される目標前後加速度よりも所定値以上大きい場合に、モータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンシング抑制制御を実行しても前後加速度 G_h の抑制効果は期待できないと判断される、と言い換えることができる。すなわち、前後加速度 G_h に対するモータトルク指令値 T_c の相関が強いと、モータトルク指令値 T_c で各モータ 5 の回転を制御する際に設定される目標前後加速度に対して前後加速度 G_h が大きくなる傾向があるため、前後加速度 G_h が目標前後加速度よりも所定値以上大きい場合には、モータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンシング抑制制御を実行しても前後

50

加速度 G_h の抑制効果は期待できないと判断できるのである。

【0041】

一方、相関係数の絶対値 $|r|$ が所定値 r_0 よりも小さい場合は、前後加速度 G_h に対するモータトルク指令値 T_c の相関が弱く、モータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンス抑制制御を実行することによって、前後加速度 G_h を低下させることが可能である、すなわちモータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンス抑制制御を実行することで前後加速度 G_h の抑制効果が期待できると判断される。

【0042】

したがって、相関係数の絶対値 $|r|$ が所定値 r_0 以上であることによって、このステップ S16 で否定的に判断された場合、すなわち、モータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンス抑制制御を実行しても前後加速度 G_h の抑制効果は期待できないと判断された場合は、前述のステップ S15 へ進み、バウンス抑制制御は行われずに、ブレーキペダルセンサ 11 もしくはアクセルペダルセンサ 12 の検出結果に基づいて各モータ 5 を適宜に制御する通常の制御が実行される。言い換えると、前後加速度 G_h が、例えば乗員の操作もしくは車両 V_e の挙動に基づいて、モータトルク指令値 T_c で各モータ 5 の回転を制御する際に設定される目標前後加速度よりも所定値以上大きい場合は、バウンス抑制制御のための各モータ 5 の回転制御は行われず、すなわちバウンス抑制制御のための各モータ 5 の回転制御に伴い各車輪 1, 2, 3, 4 に付与される制動力および駆動力は出力されない。そしてその後、このルーチンを一旦終了する。

【0043】

これに対して、前後加速度 G_h とモータトルク指令値 T_c との相関係数の絶対値 $|r|$ が所定値 r_0 よりも小さいことによって、ステップ S16 で肯定的に判断された場合、すなわち、モータトルク指令値 T_c でこの発明のバウンス抑制制御を実行することで前後加速度 G_h の抑制効果が期待できると判断された場合には、前述のステップ S17 へ進み、以降の制御が同様に実行される。

【0044】

以上のように、この発明によるバウンス抑制制御によれば、バウンス抑制制御が行われる際に車体の前後加速度 G_h が検出されると、その前後加速度 G_h を抑制するように各車輪 1, 2, 3, 4 の内部に配置された各モータ 5 の回転が制御されて、車両 V_e に制動力あるいは駆動力が付与される。そのため、車体のバウンスを抑制して各車輪 1, 2, 3, 4 の接地荷重の変動を抑制するとともに、バウンスを抑制する際に車体に生じる乗員が意図しない前後加速度の発生を防止もしくは抑制することができる。

【0045】

また、車体の前後加速度 G_h を抑制するために各モータ 5 の回転が制御される場合には、予め定められた所定の周波数以上の周波数領域、すなわち乗員の意図しない車両前後方向の駆動力が発生する可能性の小さい周波数領域において、それら各モータ 5 の回転が制御される。その結果、より効果的にバウンスを抑制する際に車体に生じる乗員が意図しない前後加速度の発生を防止もしくは抑制することができる。

【0046】

そして、車体の前後加速度 G_h を抑制するための制御が行われる際に、車体に実際に発生している実前後加速度である前後加速度 G_h の値と、その前後加速度 G_h を抑制する制御を実行するために設定されるモータトルク指令値 T_c との相関が大きい場合、言い換えると、前後加速度 G_h が、乗員の操作もしくは車両の挙動に基づいて設定される目標前後加速度よりも所定値以上大きい場合には、車体の前後加速度を抑制するための制動力および駆動力は出力されない。すなわち、この発明によるバウンス抑制制御は行われず。その結果、前後加速度 G_h を抑制する意図に反して新たに前後加速度が生じてしまうことを回避することができる。

【0047】

ここで、上述した具体例とこの発明との関係を簡単に説明すると、上述したステップ S11 の機能的手段が、この発明の上下振動検出手段および前後加速度検出手段に相当する

10

20

30

40

50

。また、ステップ S 1 7 の機的手段が、この発明の制駆動力算出手段に相当し、ステップ S 1 6 ないしステップ S 2 0 の機的手段が、この発明の制駆動力出力手段に相当する

。

【 0 0 4 8 】

なお、この発明は、上記の具体例に限定されないものであって、具体例では、各車輪の駆動力および制動力を独立して制御する手段として、各車輪の内部に配置されたモータ、すなわち各車輪と共に車両のばね下に配置されたモータ、いわゆるインホイールモータの回転を制御することにより前記駆動力および制動力を出力する例を示しているが、この具体例以外に、例えば、各車輪に対応させて車体に設置されたモータの出力をドライブシャフト等を介して各車輪にそれぞれ伝達し、各車輪の駆動力を独立して制御する機構であつてもよい。また、例えばモータや内燃機関などの駆動力源が出力する駆動力を各車輪毎に変分配できるような機構（例えばトルクスプリット機構など）を採用することもできる。そして、各車輪の制動力を独立して制御する手段として、各車輪毎に設けられた制動装置を乗員による制動操作とは別に自動制御できる機構を採用することも可能である。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 9 】

【 図 1 】 この発明の制御装置によるバウンスを抑制するための制御の制御例を説明するためのフローチャートである。

【 図 2 】 図 1 のフローチャートに示す制御例におけるフィルタ時定数の算出方法を説明する際に補足的に用いる力学モデル図である。

20

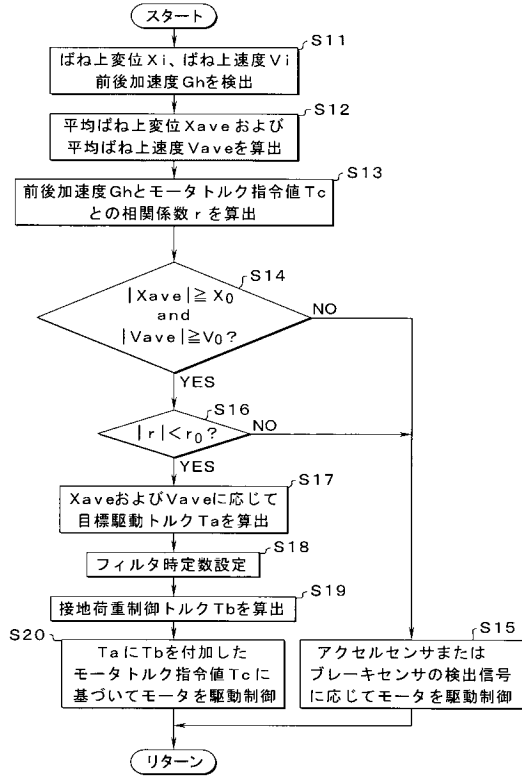
【 図 3 】 この発明の制御装置を適用可能な車両の構成および制御系統を模式的に示す概念図である。

【 符号の説明 】

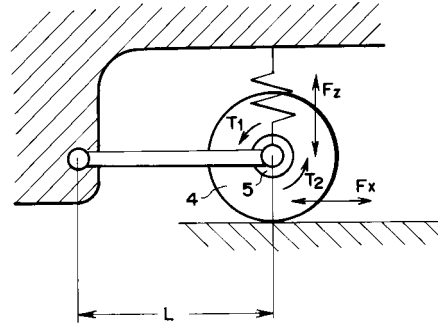
【 0 0 5 0 】

1 , 2 , 3 , 4 ... 車輪、 5 ... モータ（インホイールモータ）、 6 ... インバータ、 7 ... バッテリ、 8 ... 電子制御装置（ E C U ）、 9 ... ばね上加速度センサ、 1 0 ... 車輪速センサ、 1 1 ... ブレーキペダルセンサ、 1 2 ... アクセルペダルセンサ、 V e ... 車両。

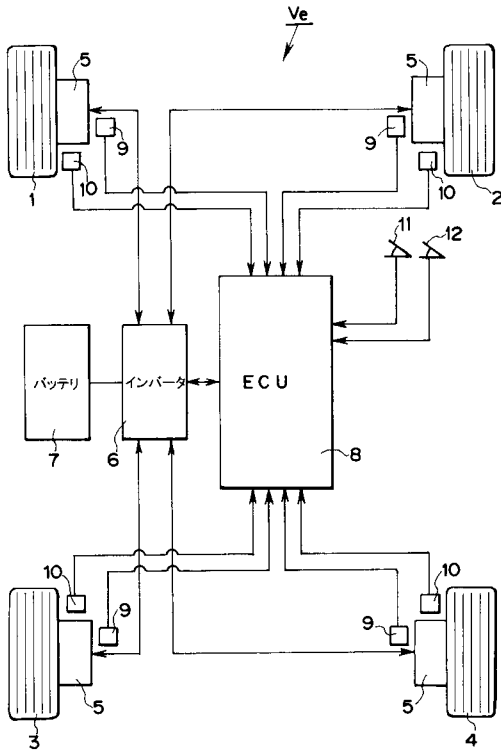
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-300008(JP,A)
特開2004-352192(JP,A)
特開平02-212213(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 15/20
B60L 3/00
B60T 8/1766
F16F 15/02