

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3772815号

(P3772815)

(45) 発行日 平成18年5月10日(2006.5.10)

(24) 登録日 平成18年2月24日(2006.2.24)

| (51) Int. Cl. | | | F I | | |
|---------------|--------------|------------------|------|-------|-----|
| B60L | 15/20 | (2006.01) | B60L | 15/20 | Y |
| B60L | 11/14 | (2006.01) | B60L | 11/14 | ZHV |
| B60K | 6/04 | (2006.01) | B60K | 6/04 | 553 |
| B60W | 20/00 | (2006.01) | B60K | 6/04 | 310 |
| B60W | 10/06 | (2006.01) | B60K | 6/04 | 320 |

請求項の数 10 (全 21 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2002-275136 (P2002-275136) | (73) 特許権者 | 000003207 |
| (22) 出願日 | 平成14年9月20日(2002.9.20) | | トヨタ自動車株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2004-112973 (P2004-112973A) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (43) 公開日 | 平成16年4月8日(2004.4.8) | (74) 代理人 | 110000017 |
| 審査請求日 | 平成15年8月19日(2003.8.19) | | 特許業務法人アイテック国際特許事務所 |
| | | (72) 発明者 | 本美 明 |
| | | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 浜島 清高 |
| | | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 灘 光博 |
| | | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両のスリップ制御装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御するスリップ制御装置であって、

前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、

前記角加速度検出手段により検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、

前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、

車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態にあるか否かを判定する状態判定手段と、

前記状態判定手段により車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態にあると判定されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するトルク制限禁止手段と

を備えた車両のスリップ制御装置。

【請求項2】

車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御装置であって、

前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、

該検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、

10

20

前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、
 アクセル操作に基づいて得られる前記駆動輪のトルク指令値の変化量が所定範囲内か否かを判定するトルク変化量判定手段と、
 前記トルク変化量判定手段により前記トルク指令値の変化量が所定範囲外と判定されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するトルク制限禁止手段と
 を備えた車両のスリップ制御装置。

【請求項 3】

車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機であるモータとエンジンの少なくとも一方を制御する車両のスリップ制御装置であって、
 前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、
 該検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、
 前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、
 前記エンジンの起動時の振動を検出するエンジン振動検出手段と、
 前記エンジン振動検出手段によりエンジン起動時の振動が検出されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するトルク制限禁止手段と
 を備えた車両のスリップ制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の車両のスリップ制御装置であって、
 前記スリップ検出手段は、前記角加速度検出手段により検出された角加速度が所定の閾値を越えたときにスリップを検出する
 車両のスリップ制御装置。

【請求項 5】

車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御装置であって、
 前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、
 該検出された角加速度が所定の閾値を越えたときに前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、
 前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、
 前記角加速度検出手段により検出された角加速度が前記所定の閾値を超えたあとの時間変化が機械共振に起因するものか否かを判定する時間変化判定手段と、前記時間変化判定手段により前記角加速度が前記所定の閾値を越えたあとの時間変化が機械共振に起因していると判定されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するトルク制限禁止手段と
 を備えた車両のスリップ制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の車両のスリップ制御装置であって、
 前記時間変化判定手段は、前記角加速度が前記所定の閾値を越えた時点から減少し始める時点までの時間幅が機械共振に起因しているか否かを判定する
 車両のスリップ制御装置。

【請求項 7】

請求項 4 ~ 6 のいずれかに記載の車両のスリップ制御装置であって、
 前記トルク制限禁止手段は、前記角加速度検出手段により検出された角加速度が前記所定の閾値よりも大きな値に設定された非スリップ上限値を越えたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止しない
 車両のスリップ制御装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の車両のスリップ制御装置であって、
前記トルク制限禁止手段は、前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するにあたり、前記トルク制限手段を機能させないようにするか又は前記スリップ検出手段における前記所定の閾値を通常採り得ない大きな値に設定して前記トルク制限手段の実効性をなくす
車両のスリップ制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の車両のスリップ制御装置であって、
前記トルク制限禁止手段は、前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を所定の制限禁止期間だけ禁止する
車両のスリップ制御装置。

10

【請求項 10】

車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御方法であって、

- (a) 前記駆動軸の角加速度を検出するステップと、
 - (b) 該検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するステップと、
 - (c) 前記ステップ (b) によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するステップと、
 - (d) 車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態か否かを判定するステップと、
 - (e) 前記ステップ (d) により車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態であると判定されたときには前記ステップ (c) による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するステップと、
- を含む車両のスリップ制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両のスリップ制御装置及びその方法に関し、詳しくは車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御装置及びその制御方法に関する。

30

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

従来、この種の車両のスリップ制御装置としては、モータからのトルクの出力により駆動輪にスリップが発生したときに、モータから駆動輪に出力するトルクを制限するものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この装置では、駆動輪の角加速度が所定の閾値を上回ったときにスリップを検出し、スリップを検出したときにモータから出力するトルクを低下することにより、スリップを抑制している。しかしながら、スリップが発生していないときでも例えばエンジン起動時の振動や大きなトルク変化が生じたときには、駆動輪の角加速度が所定の閾値を上回ることがありスリップを誤検出することがある。

【0003】

一方、アクセル開度が急増したときつまりアクセル開度の時間変化率が大きいときには、駆動輪のスリップ状態の閾値を大きくしてスリップ制御の実効性をなくすことも提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。しかしながら、ここではアクセル開度が急増したときの車体の反応性を損なわないことを目的としており、そもそもスリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止することを目的とするものではない。

40

【0004】

本発明は上述した課題に鑑みなされたものであり、角加速度に基づいてスリップを検出する際にスリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止する車両のスリップ制御装置及びその方法を提供することを目的とする。

【0005】

50

【特許文献1】

特開平10-304514号公報

【特許文献2】

特開平3-156135号公報

【0006】

【課題を解決するための手段及びその作用・効果】

本発明の車両のスリップ制御装置及びその方法は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明の一つは、車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御装置であって、

前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、

前記角加速度検出手段により検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、

前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、

車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態にあるか否かを判定する状態判定手段と、

前記状態判定手段により車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態にあると判定されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限

を禁止するトルク制限禁止手段と

を備えたものである。

【0008】

この車両のスリップ制御装置では、駆動輪に接続された駆動軸の角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとき、このスリップを抑制するように駆動輪の駆動トルクを制限する。しかし、車両運転状態がスリップに依存せずに角加速度が変動する状態にあるときには、仮に角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとしてもそれはスリップ以外の原因によることが考えられるため、駆動輪の駆動トルクを制限するのを禁止する。したがって、角加速度に基づいてスリップを検出する際に、スリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止することができる。

【0009】

ここで、「原動機」は、駆動軸に動力を出力可能な機器であれば特に限定されず、例えばモータであってもよいしエンジンであってもよいしモータとエンジンの両方であってもよい。また、「原動機」を複数備える場合には、本発明の車両のスリップ制御装置はそれらのうちの少なくとも一つを制御するように構成されていてもよく、例えば原動機としてモータとエンジンの両方を搭載している場合には少なくともモータを制御するようにしてもよい。また、「車両運転状態がスリップに依存せずに角加速度が変動する状態にある」ときとしては、例えばトルク変化量が大きく変化するときとか、エンジンが起動するときなどが挙げられる。

【0010】

本発明の一つは、車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御装置であって、

前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、

該検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、

前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、

アクセル操作に基づいて得られる前記駆動輪のトルク指令値の変化量が所定範囲内か否かを判定するトルク変化量判定手段と、

前記トルク変化量判定手段により前記トルク指令値の変化量が所定範囲外と判定されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するトルク制限禁

10

20

30

40

50

止手段と

を備えたものである。

【0011】

この車両のスリップ制御装置では、駆動輪に接続された駆動軸の角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとき、このスリップを抑制するように駆動輪の駆動トルクを制限する。しかし、アクセル操作に基づいて得られる駆動輪のトルク指令値の変化量が所定範囲外するとき（例えば所定量より大きいとき）には、そのトルク変化によって発生する振動や揺れ等で角加速度が変動することがある。このような状況下では、仮に角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとしてもそれはトルク変化によって発生する振動や揺れ等によることが考えられるため、駆動輪の駆動トルクを制限するのを禁止する。したがって、角加速度に基づいてスリップを検出する際に、スリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止することができる。

10

【0012】

本発明の一つは、車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機であるモータとエンジンの少なくとも一方を制御する車両のスリップ制御装置であって、前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、該検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、前記エンジンの起動時の振動を検出するエンジン振動検出手段と、前記エンジン振動検出手段によりエンジン起動時の振動が検出されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するトルク制限禁止手段とを備えたものである。

20

【0013】

この車両のスリップ制御装置では、駆動輪に接続された駆動軸の角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとき、このスリップを抑制するように駆動輪の駆動トルクを制限する。しかし、エンジンの起動時の振動を検出したときには、その振動で角加速度が変動することがある。このような状況下では、仮に角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとしてもそれはエンジンの起動時の振動によることが考えられるため、駆動輪の駆動トルクを制限するのを禁止する。したがって、角加速度に基づいてスリップを検出する際に、スリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止することができる。

30

【0014】

本発明の一つは、車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御装置であって、前記駆動軸の角加速度を検出する角加速度検出手段と、該検出された角加速度が所定の閾値を越えたときに前記駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、前記スリップ検出手段によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するトルク制限手段と、前記角加速度検出手段により検出された角加速度が前記所定の閾値を越えたあとの時間変化が機械共振に起因するものか否かを判定する時間変化判定手段と、前記時間変化判定手段により前記角加速度が前記所定の閾値を越えたあとの時間変化が機械共振に起因していると判定されたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するトルク制限禁止手段とを備えたものである。

40

【0015】

この車両のスリップ制御装置では、駆動輪に接続された駆動軸の角加速度が所定の閾値を越えたことにより駆動輪のスリップが検出されたとき、このスリップを抑制するように駆動輪の駆動トルクを制限する。しかし、角加速度が所定の閾値を越えたあとの時間変化が機械共振に起因するものと判定されたときには、仮に角加速度に基づいて駆動輪のスリッ

50

ブが検出されたとしてもそれは機械共振によるため、駆動輪の駆動トルクを制限するのを禁止する。したがって、角加速度に基づいてスリップを検出する際に、スリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止することができる。

【0016】

このとき、前記時間変化判定手段は、前記角加速度が前記所定の閾値を越えた時点から減少し始める時点までの時間幅が機械共振に起因しているか否かを判定してもよい。角加速度が所定の閾値を超えたあとの時間変化が機械共振に起因するものか否かを判定する場合、その判定結果が出るまではトルク制限を禁止できないため、できるだけ早期に判定結果が出るようにするべく、角加速度が所定の閾値を越えた時点から減少し始める時点までの時間幅が機械共振に起因しているか否かを判定することが好ましい。

10

【0017】

本発明の各車両のスリップ制御装置において、前記スリップ検出手段は、前記角加速度検出手段により検出された角加速度が所定の閾値を越えたときにスリップを検出する手段であってもよい。こうすれば、スリップの検出を簡単かつ確実に行うことができる。このとき、前記トルク制限禁止手段は、前記角加速度検出手段により検出された角加速度が前記所定の閾値よりも大きな値に設定された非スリップ上限値を越えたときには前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止しないようにしてもよい。こうすれば、スリップが発生しているにもかかわらず誤検出であるとして駆動トルクの制限を禁止してしまうことがない。なお、非スリップ上限値は、例えばスリップ時しか採り得ない値とすればよい。

20

【0018】

本発明の各車両のスリップ制御装置において、前記トルク制限禁止手段は、前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するにあたり、前記トルク制限手段を機能させないようにするか、又は、前記スリップ検出手段における前記所定の閾値を通常採り得ない大きな値に設定して前記トルク制限手段の実効性をなくしてもよい。いずれにしても、トルク制限手段による駆動輪の駆動トルクの制限を禁止することができる。

【0019】

本発明の各車両のスリップ制御装置において、前記トルク制限禁止手段は、前記トルク制限手段による前記駆動輪の駆動トルクの制限を所定の制限禁止期間だけ禁止してもよい。こうすれば、所定の制限禁止期間が経過したあとスリップが発生したときにはスリップを抑制することができる。

30

【0020】

本発明の一つは、車両の駆動輪に接続された駆動軸に動力を出力可能な原動機を制御する車両のスリップ制御方法であって、

- (a) 前記駆動軸の角加速度を検出するステップと、
 - (b) 前記角加速度検出手段により検出された角加速度に基づいて前記駆動輪のスリップを検出するステップと、
 - (c) 前記ステップ(b)によりスリップが検出されたとき該スリップを抑制するように前記駆動輪の駆動トルクを制限するステップと、
 - (d) 車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態か否かを判定するステップと、
 - (e) 前記ステップ(d)により車両運転状態がスリップに依存せずに前記角加速度が変動する状態であると判定されたときには前記ステップ(c)による前記駆動輪の駆動トルクの制限を禁止するステップと、
- を含むものである。

40

【0021】

この車両のスリップ制御方法では、駆動輪に接続された駆動軸の角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとき、このスリップを抑制するように駆動輪の駆動トルクを制限する。しかし、車両運転状態がスリップに依存せずに角加速度が変動する状態のときには、仮に角加速度に基づいて駆動輪のスリップが検出されたとしてもそれはスリップ以外

50

の原因によることが考えられるため、駆動輪の駆動トルクを制限するのを禁止する。したがって、角加速度に基づいてスリップを検出する際に、スリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

[第1実施形態]

図1は、スリップ制御装置として機能する電子制御ユニット40を備える電気自動車10の構成の概略を示す構成図である。この電気自動車10は、図示するように、バッテリー16からインバータ回路14を介して供給された電力を用いて駆動輪18a, 18bに接続された駆動軸に動力の出力が可能なモータ12を駆動制御する装置として構成されており、モータ12の回転軸の回転角を検出する回転角センサ22と、電気自動車10の走行速度を検出する車速センサ24と、運転者からの各種操作を検出する各種センサ(例えば、シフトレバー31のポジションを検出するシフトポジションセンサ32や、アクセルペダル33の踏み込み量(アクセル開度)を検出するアクセルペダルポジションセンサ34、ブレーキペダル35の踏み込み量(ブレーキ開度)を検出するブレーキペダルポジションセンサ36など)と、装置全体をコントロールする電子制御ユニット40とを備える。なお、19a, 19bは従動輪を表す。

10

【0023】

モータ12は、例えば、電動機として機能すると共に発電機としても機能する周知の同期発電電動機として構成され、インバータ回路14は、バッテリー16からの電力をモータ12の駆動に適した電力に変換する複数のスイッチング素子により構成されている。こうしたモータ12やインバータ回路14の構成そのものは周知であり、本発明の中核をなさないから、これ以上の詳細な説明は省略する。

20

【0024】

電子制御ユニット40は、CPU42を中心としたマイクロプロセッサとして構成されており、CPU42の他に処理プログラムを記憶したROM44と、一時的にデータを記憶するRAM46と、入出力ポート(図示せず)とを備える。この電子制御ユニット40には、回転角センサ22により検出されたモータ12の回転軸の回転角や、車速センサ24により検出された車速V、シフトポジションセンサ32により検出されたシフトポジション、アクセルペダルポジションセンサ34により検出されたアクセル開度Acc、ブレーキペダルポジションセンサ36により検出されたブレーキ開度などが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット40からは、モータ12を駆動制御するインバータ回路14のスイッチング素子へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。

30

【0025】

こうして構成された電気自動車10の動作、特に、駆動輪18a, 18bにスリップが発生したときのモータ12の駆動制御について説明する。図2は、電子制御ユニット40により実行されるモータ駆動制御プログラムの一例を示すフローチャートである。このプログラムは、所定時間毎(ここでは8msec毎)にROM44から読み出されて実行される。

40

【0026】

このモータ駆動制御プログラムが開始されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、アクセルペダルポジションセンサ34からのアクセル開度Accや車速センサ24からの車速V、回転角センサ22の回転角などを入力する処理を行う(ステップS100)。次に、入力したアクセル開度Accと車速Vとに基づいて駆動輪18a, 18bのトルク指令値、本実施形態ではモータ12の要求トルクTm*を設定する(ステップS102)。モータ要求トルクTm*の設定は、ここでは、アクセル開度Accと車速Vとモータ要求トルクTm*との関係を予め求めてマップとしてROM44に記憶しておき、アクセル開度Accと車速Vとが与えられると、マップから対応するモータ要求トルクTm*を導出するものとした。このマップの一例を図3に示す。

50

【 0 0 2 7 】

続いて、トルク制限禁止フラグF0が値1にセットされているか否かを判定する(ステップS104)。このトルク制限禁止フラグF0は、トルク制限を行うことが許容されているときには値0、トルク制限を行うことが禁止されているときには値1にセットされるフラグである。なお、トルク制限の処理とは、後述するステップS120のスリップ発生時制御ルーチンやステップS124のスリップ収束時制御ルーチンをいう。ステップS104でトルク制限禁止フラグF0が値0のときには、モータ要求トルク T_{m*} の変化量 T_m を計算する(ステップS106)。この変化量 T_m の計算は、今回導出したモータ要求トルク T_{m*} から前回導出したモータ要求トルク T_{m*} を減じる(今回のモータ要求トルク T_{m*} - 前回のモータ要求トルク T_{m*})ことにより行う。本プログラムは8msecごとに繰り返し実行されるため、この変化量 T_m は8msecごとの変化量ということになる。次いで、モータ要求トルク T_{m*} の変化量 T_m と予め定められたトルクの閾値 T_{thr} とを比較し(ステップS108)、変化量 T_m が閾値 T_{thr} 以下のときにはステップS110へ進み、変化量 T_m が閾値 T_{thr} を越えるときにはトルク制限禁止フラグF0に値1をセットし(ステップS126)、後述するグリップ時制御ルーチン(ステップS116)を行ったあと、このプログラムを終了する。また、ステップS104でトルク制限禁止フラグF0が値1のときにも、後述するグリップ時制御ルーチン(ステップS116)を行ったあと、このプログラムを終了する。

10

【 0 0 2 8 】

ところで、閾値 T_{thr} は、ドライバのアクセル踏み増し操作に起因して発生するモータ要求トルク T_{m*} の変化量 T_m を予め経験的に求め、その経験値に基づいて定められている。アクセル踏み増し時のようにモータ要求トルク T_{m*} の変化量 T_m が大きいときには、そのトルク変化によって車両の振動や揺れが発生し、それによって角加速度が一時的に大きくなり、角加速度に基づくスリップ判定(ステップS112)において、スリップ未発生にもかかわらず角加速度が閾値 $slip$ を越えてスリップ発生と誤判定するおそれがある。このため、ステップS108でモータ要求トルク T_{m*} の変化量 T_m と閾値 T_{thr} とを比較し、変化量 T_m が閾値 T_{thr} を越えるときにはスリップ未発生にもかかわらずスリップ発生と誤判定するおそれがあると判断して、トルク制限の処理つまりスリップ発生時制御ルーチン(ステップS120)やスリップ収束時制御ルーチン(ステップS124)に進む可能性のあるステップS112等を行うことなく、ステップS116のグリップ時制御ルーチンを行うようにしている。

20

30

【 0 0 2 9 】

さて、ステップS108でモータ要求トルク T_{m*} の変化量 T が閾値 T_{thr} 以下のときには、ステップS100で入力した回転角に基づいてモータ回転数 N_m を算出し、このモータ回転数 N_m に基づいて角加速度を計算する(ステップS110)。ここでは、角加速度の計算は、今回得られた回転数 N_m から前回得られた回転数 N_m を減じる(今回の回転数 N_m - 前回の回転数 N_m)ことにより行うものとする。なお、角加速度の単位は、回転数 N_m の単位を1分間あたりの回転数[rpm]で示すと、本プログラムの実行時間間隔は8msecであるから、[rpm/8msec]となる。勿論、回転速度の時間変化率として示すことができれば、如何なる単位を採用するものとしても構わない。また、角加速度は、誤差を小さくするために今回から過去数回(例えば、3回)に亘って計算された角加速度の平均を用いるものとしても構わない。

40

【 0 0 3 0 】

こうして角加速度が計算されると、この角加速度に基づいて駆動輪18a, 18bのスリップ状態を判定する(ステップS112)。ここでは、角加速度と、空転によるスリップが発生したとみなすことのできる閾値 $slip$ とを比較し、角加速度が閾値 $slip$ を越えていると判定されたときには、駆動輪18a, 18bにスリップが発生したと判断して、スリップの発生を示すスリップ発生フラグF1を値1にセットし(ステップS118)、後述するスリップ発生時制御ルーチン(ステップS120)を行ったあと、このプログラムを終了する。

50

【0031】

一方、ステップS112で角加速度が閾値 $slip$ を越えていないと判定されたときには、次にスリップ発生フラグF1の状態を判定する(ステップS114)。スリップ発生フラグF1が値1であると判定されたときには、角加速度が負の値であり且つそれが所定時間継続しているというスリップ収束条件を満足するか否かを判定し(ステップS122)、このスリップ収束条件を満足したときには駆動輪18a, 18bに発生したスリップは収束したと判断して後述するスリップ収束時制御ルーチン(ステップS124)を行ったあと、このプログラムを終了する。一方、ステップS122でスリップ収束条件を満足しなかったときには、発生したスリップは未だ収束していないと判断して、スリップ発生時制御ルーチン(ステップS120)を行い、その後このプログラムを終了する。また、ステップS114でスリップ発生フラグF1が値1でないと判定されたときには、駆動輪18a, 18bは路面をグリップしていると判断して、後述するグリップ時制御ルーチン(ステップS116)を行い、その後このプログラムを終了する。

10

【0032】

次に各制御ルーチン、つまりステップS116のグリップ時制御ルーチン、ステップS120のスリップ発生時制御ルーチン、ステップS124のスリップ収束時制御ルーチンについて説明する。

【0033】

グリップ時制御は、通常のモータ12の駆動制御であると同時にトルク制限が禁止されているときのモータ12の駆動制御であり、図4のグリップ時制御ルーチンに基づいて行われる。このルーチンが開始されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、モータ要求トルク Tm^* に基づいてモータ12から要求トルク Tm^* に見合うトルクが出力されるようモータ12を駆動制御する(ステップS130)。続いて、トルク制限禁止フラグF0が値1か否かを判定し(ステップS132)、フラグF0が値0のときつまりトルク制限が禁止されていないときには、そのままこのルーチンを終了する。一方、フラグF0が値1のときつまりトルク制限が禁止されているときには、このフラグF0が値1になってから所定の制限禁止時間が経過したか否かを判定し(ステップS134)、制限禁止時間が経過していないときにはそのままこのルーチンを終了し、制限禁止時間が経過したときにはフラグF0を値0にリセットし(ステップS136)、このルーチンを終了する。ここで、制限禁止時間は、トルク制限を禁止する時間幅として予め定められた値である。具体的には、ドライバのアクセル踏み増し操作に起因して発生するモータ要求トルク Tm^* の変化量 ΔTm が閾値 $Tthr$ より大きくなるとそのトルク変化によって車両に振動や揺れが発生して角加速度が変動することがあるが、そのように角加速度が変動し始めてからその変動が収まるまでの時間を経験的に求め、その経験値に基づいて制限禁止時間が定められている。このグリップ時制御ルーチンにより、駆動輪18a, 18bが路面をグリップしているときやトルク制限が禁止されている期間中は、モータ12からモータ要求トルク Tm^* に見合うトルクが出力されることになる。

20

30

【0034】

スリップ発生時制御は、スリップにより角加速度が上昇したときにその角加速度を低下させるために行うモータ12の駆動制御であり、図5のスリップ発生時制御ルーチンに基づいて行われる。このルーチンが実行されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、角加速度がピーク値 $peak$ を越えているか否かを判定し(ステップS150)、角加速度がピーク値 $peak$ を越えていると判定されたときにはピーク値 $peak$ の値を角加速度に更新する処理を行う(ステップS152)。ここで、ピーク値 $peak$ は、基本的には、スリップにより角加速度が上昇してピークを示すときの角加速度の値であり、初期値として値0が設定されている。したがって、角加速度が上昇してピークに達するまでの間はピーク値 $peak$ を角加速度の値に順次更新していき、角加速度がピークに達した時点でその角加速度がピーク値 $peak$ として固定されることになる。こうしてピーク値 $peak$ が設定されると、このピーク値 $peak$ に基づいてモータ12が出力できるトルクの上限であるトルク上限値 $Tmax$ を設定する

40

50

処理を行う(ステップS154)。この処理は、ここでは、図6に例示するマップを用いて行われる。図6は、角加速度とトルク上限値 T_{max} との関係を示すマップであり、トルク上限値 T_{max} は角加速度の関数 $g(\quad)$ として表される。このマップでは、図示するように、角加速度が大きくなるほどトルク上限値 T_{max} は小さくなる特性を有している。したがって、角加速度が上昇してピーク値 $peak$ が大きくなるほど、即ちスリップの程度が大きいくほど、トルク上限値 T_{max} として小さな値が設定され、その分モータ12から出力されるトルクが制限されることになる。

【0035】

トルク上限値 T_{max} が設定されると、モータ要求トルク T_m^* が、設定されたトルク上限値 T_{max} を越えているか否かを判定し(ステップS156)、モータ要求トルク T_m^* がトルク上限値 T_{max} を越えていると判定されたときにはモータ要求トルク T_m^* をトルク上限値 T_{max} に修正する(ステップS158)。そして、トルク T_m^* を目標トルクとしてモータ12から目標トルク T_m^* に見合うトルクが出力されるようモータ12を駆動制御して(ステップS160)、本ルーチンを終了する。これにより、スリップ発生時においてモータ12から出力されるトルクは、スリップを抑制するための低いトルク(具体的には、図6のマップにおいて角加速度のピーク値 $peak$ に対応するトルク上限値 T_{max})に制限されるので、スリップを効果的に抑制することができる。

【0036】

スリップ収束時制御は、スリップ発生時制御によるトルクの制限により角加速度が低下したときに、制限したトルクを復帰させるために行うモータ12の駆動制御である。ここでは、トルク上限値 T_{max} を所定の待機時間の経過ごとに段階的に上昇させていき、モータ要求トルク T_m^* がトルク上限値 T_{max} を越えるときにはモータ要求トルク T_m^* をトルク上限値 T_{max} としてモータ12を駆動制御する。トルク上限値 T_{max} の設定については、まず、角加速度が閾値 $slip$ を上回った時点から閾値 $slip$ を下回った時点までの角加速度の時間積分値 int を求め、その時間積分値 int の関数としてガード値(単位は、角加速度と同じ単位の $[rpm/8msec]$)を算出し、図6のマップを用いてこのガード値に対応するトルク上限値 T_{max} を求め、この値をスリップ収束時開始当初のトルク上限値 T_{max} とする。その後所定の待機時間が経過するごとに、ガード値を一定量ずつ減少させて新たなガード値とし、図6のマップを用いてそのガード値に対応するトルク上限値 T_{max} を新たなトルク上限値 T_{max} とする。そして、最終的にガード値がゼロ以下になった時点で各フラグ F_0 、 F_1 をリセットし、このスリップ収束時制御を終了する。

【0037】

図7は、アクセル開度の時間変化、角加速度の時間変化、モータ12から出力されるトルクの時間変化、各フラグの時間変化を示す説明図であり、図8は、角加速度の時間変化に基づいてトルク上限値 T_{max} が設定される様子を示す説明図である。ここでは、時刻 t_n と時刻 t_{n-1} との時間間隔は $40msec$ (図2のプログラムは $8msec$ ごとに実行されるのでこの間に5回実行される)とした。

【0038】

図7に示すように、時刻 t_0 において、車両停止時又は低速時にドライバがアクセルを踏み込み、その踏み込んだ状態が少なくとも時刻 t_{23} まで継続されたとする。このアクセルの踏み込みに応じて、モータ要求トルク T_m^* は、図7に点線で示すように、時刻 t_0 から時刻 t_7 に至るまでの期間において当初は急激に立ち上がりその後なだらかに増加していき、時刻 t_7 以降において一定値で推移する。ここでは、モータ要求トルク T_m^* が時刻 t_0 から時刻 t_1 になったときの変化量 T_m が閾値 T_{thr} を越えており、時刻 t_1 においてトルク制限禁止フラグ F_0 が値1に設定される。

【0039】

時刻 t_0 から時刻 t_1 ではトルク制限禁止フラグ F_0 とスリップ発生フラグ F_1 は共に値0のためグリップ時制御が実行されモータ要求トルク T_m^* に見合ったトルクがモータ12から出力され、また、時刻 t_1 から時刻 t_6 ではトルク制限禁止フラグ F_0 が値1のた

10

20

30

40

50

めここでもグリップ時制御が実行され、時刻 t_6 でトルク制限禁止時間（ここでは 200 msec とした）が経過するとトルク制限禁止フラグ F_0 が値 0 に設定される。この時刻 t_1 から時刻 t_6 の間、角加速度 は大きなトルク変化によって変動して一時的に閾値 s_{slip} を越えているが、スリップ発生時制御を行うことがないため、トルク制限を受けることはない。したがって、モータ要求トルク T_{m^*} とモータ 12 から出力されるトルクとが一致している。

【0040】

時刻 t_7 では、トルク制限禁止フラグ F_0 は値 0 でありトルク制限が禁止されていないため、角加速度 に基づくスリップ判定が行われ、このときの角加速度 は閾値 s_{slip} を越えているため、スリップ発生フラグ F_1 は値 1 に設定され、スリップ発生時制御が実行される。そして、時刻 t_9 で角加速度 がピークに達するまでは図 6 のマップから角加速度 に応じたトルク上限値 T_{max} が適時設定される（図 $8(a)$ 参照）。この間、モータ要求トルク T_{m^*} はトルク上限値 T_{max} を越えているため、モータ 12 から出力されるトルクはトルク上限値 T_{max} に制限される。また、時刻 t_{10} から時刻 t_{13} までは、角加速度 のピーク値 $peak$ に対応するトルク上限値 T_{max} にトルクが制限される（図 $8(b)$ 参照）。この間、モータ要求トルク T_{m^*} はトルク上限値 max を越えているため、モータ 12 から出力されるトルクはトルク上限値 T_{max} に制限される。

【0041】

時刻 t_{14} は、角加速度 が負の値であり且つそれが所定時間継続しているというスリップ収束条件を満たした時点であり、この時点でスリップは収束したと判断される。このため、時刻 t_{14} 以降は、スリップ収束時制御が実行され、上述した時間積分値 int を求め、その時間積分値 int の関数としてガード値 を算出し、図 6 のマップを用いてこのガード値 に対応するトルク上限値 T_{max} を求め（図 $8(c)$ 参照）、この値をスリップ収束時開始当初のトルク上限値 T_{max} とする。その後所定の待機時間が経過するごとに、ガード値 を一定量 ずつ減少させて新たなガード値 とし、図 6 のマップを用いてそのガード値 に対応するトルク上限値 T_{max} を新たなトルク上限値 T_{max} とする（図 $8(d)$ 参照）。そして、最終的にガード値 がゼロ以下になった時刻 t_{23} で各フラグ F_0, F_1 をリセットし、このスリップ収束時制御を終了する。この結果、時刻 t_{23} 以降は、モータ要求トルク T_{m^*} とモータ 12 から出力されるトルクとが一致する。

【0042】

ここで、本実施形態の構成要素と本発明の構成要素との対応関係を明らかにする。本実施形態の電子制御ユニット 40 の $CPU42$ が、本発明の角加速度検出手段、スリップ検出手段、トルク制限手段、状態判定手段、トルク制限禁止手段に相当する。また、 $CPU42$ が実行するステップ $S110$ が角加速度検出手段の処理に相当し、ステップ $S112$ がスリップ検出手段の処理に相当し、ステップ $S120$ のスリップ発生時制御ルーチンやステップ $S124$ のスリップ収束時制御ルーチンがトルク制限手段の処理に相当し、ステップ $S104$ やステップ $S108$ が状態判定手段の処理に相当し、トルク制限禁止フラグ F_0 が値 1 のときにステップ $S116$ のグリップ時制御ルーチンを実行する処理がトルク制限禁止手段の処理に相当する。また、 $CPU42$ はトルク変化量判定手段にも相当し、ステップ $S108$ がトルク変化量判定手段の処理に相当する。ステップ $S108$ がトルク変化量判定手段の処理に相当する。更に、モータ要求トルク T_{m^*} の変化量 T_m が閾値 T_{thr} を越えていると判定されたときが、駆動輪 $18a, 18b$ のトルク指令値の変化量が所定範囲外と判定されたときに相当する。

【0043】

以上詳述した本実施形態では、駆動輪 $18a, 18b$ に接続された駆動軸の角加速度 に基づいてスリップが検出されたとき、このスリップを抑制するようにモータ 12 の出力トルクを制限することにより駆動輪 $18a, 18b$ の駆動トルクを制限する。しかし、アクセル操作に基づいて得られるモータ要求トルク T_{m^*} の変化量 T_m が閾値 T_{thr} を越えているときのように、車両運転状態がスリップに依存せずに角加速度が変動する状態に

10

20

30

40

50

あるときには、仮に角加速度に基づいてスリップが検出されたとしてもそれはスリップ以外の原因によることが考えられるため、モータ12の出力トルクを制限するのを禁止する。したがって、角加速度に基づいてスリップを検出する際に、スリップの誤検出により出力トルクが制限されるのを防止することができる。また、モータ要求トルク T_m^* の変化量 T_m を用いてトルク制限を禁止するか否かを判定しているため、一旦出力トルクの制限を行ったあとその制限を禁止するのではなく、出力トルクの制限を行う前にその制限を禁止することができる。更に、スリップの検出は角加速度が閾値 s_{lip} を越えたときにスリップを検出するため、スリップの検出を簡単かつ確実に行うことができる。更にまた、モータの出力トルクの制限を禁止するのは所定の制限禁止時間だけであるため、その制限禁止期間が経過したあとスリップが発生したときには迅速にそのスリップを抑制することができる。

10

【0044】

[第2実施形態]

図9は、スリップ制御装置として機能する電子制御ユニット40を備えるハイブリッド車110の構成の概略を示す構成図である。図9において、第1実施形態と同じ構成要素については同じ符号を付し、その説明を省略する。このハイブリッド車110は、図示するように、エンジン111と、エンジン111に接続されエンジン111の動力を駆動輪18a, 18bとジェネレータ113とに分割するプラネタリギヤ117と、プラネタリギヤ117に接続された発電可能なジェネレータ113と、同じくプラネタリギヤ117に接続されると共に駆動輪18a, 18bに接続された駆動軸に直接動力を出力可能なように接続されたモータ112とを備えている。モータ112はインバータ回路114を介してバッテリー116に接続され、ジェネレータ113はインバータ回路115を介してバッテリー116に接続されている。電子制御ユニット40は、これらのインバータ回路114, 115のスイッチング素子へのスイッチング制御信号を出力する。また、電子制御ユニット40は、駆動輪18a, 18bにスリップが発生したときには、駆動輪18a, 18bの駆動トルクを制限することによりスリップを抑制するように制御する。

20

【0045】

こうして構成されたハイブリッド車110の動作について説明する。図示しないハイブリッドECUは、エンジン111とモータ112の一方又は両方を動力源として走行するようハイブリッド制御を行う。例えば、発進時や低速走行時のようにエンジン効率が低くなる領域では、エンジン111を停止させ、モータ112の動力で駆動輪18a, 18bを駆動させて走行するよう制御する。また、通常走行時には、エンジン111を起動させてそのエンジン111の動力をプラネタリギヤ117で駆動輪18a, 18bとジェネレータ113とに分割し、ジェネレータ113に発電させてその発電電力でモータ112を駆動して駆動輪18a, 18bの駆動を補助するよう制御する。全開加速等の高負荷時には、これに加えてバッテリー116からもモータ112にパワーが供給され、更に駆動力が追加される。

30

【0046】

次に、ハイブリッド車110の動作のうち、特に、駆動輪18a, 18bにスリップが発生したときの駆動制御について説明する。図10は、電子制御ユニット40により実行される駆動制御プログラムの一例を示すフローチャートである。このプログラムは、所定時間毎(ここでは8ms毎)にROM44から読み出されて実行される。

40

【0047】

この駆動制御プログラムが開始されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、アクセル開度 A_{cc} や車速 V や駆動輪18a, 18bに接続された駆動軸の回転角などを入力する処理を行う(ステップS200)。次に、駆動輪18a, 18bに接続された駆動軸のトルク指令値 T^* を設定する(ステップS202)。具体的には、アクセル開度 A_{cc} と車速 V とに基づいて、アクセル開度 A_{cc} と車速 V とトルク指令値 T^* との関係を表す図3に類似のマップからトルク指令値 T^* を求める。続いて、トルク制限禁止フラグ F_0 が値1にセットされているか否かを判定する(ステップS204)。ステップS2

50

04でトルク制限禁止フラグF0が値0つまりトルク制限が禁止されていないときには、駆動輪18a、18bの駆動軸の角加速度を計算し(ステップS206)、その角加速度と閾値slipとを比較した結果に基づいて駆動輪18a、18bのスリップ状態を判定する(ステップS208)。角加速度の計算やスリップ状態の判定は、第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【0048】

ステップS208で角加速度が閾値slipを越えていると判定されたときには、スリップ発生フラグF1が値1か否かを判定し(ステップS214)、スリップ発生フラグF1が値0のとき、つまり前回まで角加速度が閾値slipを越えていなかったのに今回閾値slipを越えたときには、スリップ発生フラグF1に値1を設定し(ステップS216)、時間計測を開始するとともに計測フラグF2に値1を設定する(ステップS218)。この計測フラグF2は時間計測をしていないときには値0、時間計測中のときには値1にセットされる。その後、角加速度をピーク値peakに設定し(ステップS222)、スリップ発生時制御ルーチン(ステップS234)を行ったあと、このプログラムを終了する。本実施形態のスリップ発生時制御ルーチンは、図11に示すスリップ発生時制御ルーチンのフローチャートにしたがって実行される。即ち、駆動輪18a、18bの駆動トルクのトルク上限値Tmaxを図6と類似のグラフを用いてピーク値peakの関数として算出することにより設定し(ステップS300)、ステップS202で求めたトルク指令値T*がこのトルク上限値Tmaxを越えるか否かを判定し(ステップS310)、トルク指令値T*がトルク上限値Tmaxを越えないときにはステップS330に進み、トルク指令値T*がトルク上限値Tmaxを越えるときにはトルク指令値T*をトルク上限値Tmaxに制限し(ステップS320)、ステップS330に進む。そして、ステップS330では、トルク指令値T*に基づいてエンジン111やモータ112やジェネレータ113の目標トルクや目標回転数を設定し、各々の目標値に応じてこれらを制御し、このルーチンを終了する。

【0049】

ここで、各々の目標値を設定する具体例として、バッテリー116の充電が不要で駆動輪18a、18bへの要求動力P*のすべてがエンジン111で賄われる場合をとりあげて説明する。まず、トルク指令値T*と駆動輪18a、18bに接続された駆動軸の回転数N(回転角から算出)とに基づいてその駆動軸に出力すべき要求動力P*(=T*×N)を求める。ここでは、要求動力P*はエンジン111の目標トルクTe*と目標回転数Ne*との積になるが、エンジン111の高効率な運転が可能な組合せをマッピングした図示しないマップから目標トルクTe*と目標回転数Ne*を設定する。そして、駆動輪18a、18bのトルク指令値T*とエンジンの目標トルクTe*とプラネタリギヤ117のギヤ比とに基づいてモータ112の目標トルクTm*を設定し、エンジンの目標回転数Ne*と駆動軸の回転数Nとに基づいてジェネレータ113の目標回転数を設定する。

【0050】

さて、ステップS214でスリップ発生フラグF1が値1のとき、つまり前回も今回も角加速度が閾値slipを越えていたときには、角加速度がピーク値peakを越えているか否かを判定し(ステップS220)、角加速度がピーク値peakを越えていると判定されたときにはピーク値peakの値を角加速度に更新する処理を行い(ステップS222)、その後スリップ発生時制御ルーチン(ステップS234)を行い、このプログラムを終了する。一方、ステップS220で角加速度がピーク値peakを越えていなかったときには、そのときのピーク値peakが角加速度のピークとして固定される。つまり、そのときのピーク値peakが、角加速度が閾値slipを越えて増加したあと減少し始めた点となる。そして、計測フラグF2が値1か否かを判定し(ステップS224)、計測フラグF2が値1のときには時間計測を終了すると共に計測フラグF2を値0に設定し(ステップS226)、続いて計測した時間に基づいて角加速度が閾値slipを越えたのがエンジン111の起動に起因する機械共振によるものかスリップによるものなのかを判定する(ステップS228)。そして、機械共振に

10

20

30

40

50

よるものだったときには、トルク制限禁止フラグF0に値1を設定すると共にスリップ発生フラグF1に値0を設定し(ステップS230)、その後グリップ時制御ルーチン(ステップS212)を行ったあと、このプログラムを終了する。なお、グリップ時制御ルーチンは、第1実施形態と同じ(図4参照、但しステップS130では、トルク指令値T*に基づいてエンジン111やモータ112やジェネレータ113の目標トルクや目標回転数を設定し、各々の目標値に応じてこれらを制御する)であるため、その説明を省略する。また、ステップS204でトルク制限禁止フラグF0が値1のときにも、グリップ時制御ルーチン(ステップS212)を行ったあと、このプログラムを終了する。

【0051】

ところで、機械共振とは、エンジン111の起動時の振動等によって発生するものである。この機械共振によって角加速度が一時的に大きくなり、スリップ未発生にもかかわらず角加速度が閾値slipを越えてスリップ発生と誤判定するおそれがある。ここで、機械共振によって角加速度が閾値slipを越えたときには短時間で角加速度がピークに達するのに対して、スリップによって角加速度が閾値slipを越えたときには長時間かかって角加速度がピークに達する。このため、ステップS228で、計測した時間が機械共振によるものと同様に短時間だったときには、トルク制限の処理つまりスリップ発生時制御ルーチン(ステップS234)やスリップ収束時制御ルーチン(ステップS236)を行うことなく、ステップS212のグリップ時制御ルーチンを行うようにしている。

【0052】

さて、ステップS228で、計測した時間に基づいて角加速度が閾値slipを越えたのがスリップによるものだと判定されたときには、引き続きスリップ発生時制御ルーチン(ステップS234)を行い、その後このプログラムを終了する。また、ステップS224で計測フラグF2が値0だったときにも、スリップ発生時制御ルーチン(ステップS234)を行い、その後このプログラムを終了する。なお、ステップS210におけるスリップ発生フラグF1の値の判定や、ステップS232におけるスリップ収束条件を満たすか否かの判定については、第1実施形態のステップS114、S122と類似の処理のため、その説明を省略する。また、ステップS236のスリップ収束時制御では、駆動輪18a、18bのトルク上限値Tmaxを所定の待機時間の経過ごとに段階的に上昇させていき、トルク指令値T*がトルク上限値Tmaxを越えるときにはトルク指令値T*をトルク上限値Tmaxとし、トルク指令値T*に基づいてエンジン111やモータ112やジェネレータ113の目標トルクや目標回転数を設定し、各々の目標値に応じてこれらを制御する。トルク上限値Tmaxの設定については、第1実施形態のスリップ収束時制御と同様にしてガード値を算出し、図6に類似のマップを用いてこのガード値に対応するトルク上限値Tmaxを求め、この値をスリップ収束時開始当初のトルク上限値Tmaxとし、その後所定の待機時間が経過するごとに、ガード値を一定量ずつ減少させて新たなガード値とし、図6に類似のマップを用いてそのガード値に対応するトルク上限値Tmaxを新たなトルク上限値Tmaxとする。そして、最終的にガード値がゼロ以下になった時点で各フラグF0、F1をリセットし、このスリップ収束時制御を終了する。

【0053】

図12は、角加速度の時間変化と各フラグの時間変化を示す説明図である。ここでは、時刻tnと時刻tn-1との時間間隔は16msec(図10のプログラムは8msecごとに実行されるのでこの間に2回実行される)とした。

【0054】

図12の角加速度の時間変化のグラフは、時刻t0においてエンジン111が起動され、それにより車両に振動や揺れ等が発生し、角加速度がスリップしていないにもかかわらず変動して一時的に閾値slipを越えたときの様子を表したものである。時刻t1~時刻t3では、角加速度は閾値slipを越えていないため、グリップ時制御が実行され、トルク指令値T*に見合ったトルクが駆動輪18a、18bの駆動軸に出力され

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 5 5 】

時刻 t_4 では、角加速度 が閾値 $slip$ を越えたためスリップ発生フラグ F_1 が値 1 に設定され、時間計測が開始されると共に計測フラグ F_2 が値 1 に設定される。また、このときの角加速度 をピーク値 $peak$ とし、このピーク値 $peak$ に対応するトルク上限値 T_{max} を図 6 と同様のマップから読み出し、駆動輪 18 a、18 b の駆動軸のトルク指令値 T^* がこのトルク上限値 T_{max} を越えるときにはトルク指令値 T^* をトルク上限値 T_{max} に制限する。

【 0 0 5 6 】

時刻 t_5 では、前回と同じく角加速度 が閾値 $slip$ を越えており、前回に比べて角加速度 が大きいので今回の角加速度 をピーク値 $peak$ とし、このピーク値 $peak$ に対応するトルク上限値 T_{max} を図 6 と類似のマップから読み出し、駆動輪 18 a、18 b のトルク指令値 T^* がこのトルク上限値 T_{max} を越えるときにはトルク指令値 T^* をトルク上限値 T_{max} に制限する。

10

【 0 0 5 7 】

時刻 t_6 では、前回と同じく角加速度 が閾値 $slip$ を越えているが、前回に比べて角加速度 が小さいため、前回の角加速度 がピーク値 $peak$ として確定し、また、時間計測を終了すると共に計測フラグ F_2 が値 0 に設定される。そして、計測時間（ここでは角加速度 が閾値 $slip$ を越えた時刻 t_4 からピークに達した時刻 t_5 まで）に基づいて、角加速度 が閾値 $slip$ を越えたのが機械共振によるものかスリップによるものかを判定する。ここでは、機械共振による角加速度 の時間変化の様子を予め経験的に求め、角加速度 が閾値 $slip$ を越えてからピークに達するまでの時間を算出し、その時間に基づいて閾値 T_c を定め、この閾値 T_c 以下のときには機械共振によるものと判定し、この閾値 T_c を越えるときにはスリップによるものと判定することにした。ここでは、計測時間はこの閾値 T_c 以下であったとし、この結果、トルク制限禁止フラグ F_0 に値 1 を設定すると共にスリップ発生フラグ F_1 に値 0 を設定し、その後グリッブ時制御が行われる。

20

【 0 0 5 8 】

時刻 t_7 以降、トルク制限禁止フラグ F_0 が値 1 であるため、グリッブ時制御が行われ、トルク制限禁止フラグ F_0 が値 1 になってから所定の制限禁止時間が経過した時刻 t_{15} において、トルク制限禁止フラグ F_0 が値 0 に設定される。

30

【 0 0 5 9 】

ここで、本実施形態の構成要素と本発明の構成要素との対応関係を明らかにする。本実施形態の電子制御ユニット 40 の CPU 42 が、本発明の角加速度検出手段、スリップ検出手段、トルク制限手段、状態判定手段、トルク制限禁止手段に相当する。また、CPU 42 が実行するステップ S 206 が角加速度検出手段の処理に相当し、ステップ S 208 がスリップ検出手段の処理に相当し、ステップ S 234 のスリップ発生時制御ルーチンやステップ S 236 のスリップ収束時制御ルーチンがトルク制限手段の処理に相当し、ステップ S 228 が状態判定手段の処理に相当し、トルク制限禁止フラグ F_0 が値 1 のときにステップ S 212 のグリッブ時制御ルーチンを実行する処理がトルク制限禁止手段の処理に相当する。また、CPU 42 はエンジン振動検出手段にも相当し、ステップ 228 がエンジン振動検出手段の処理に相当する。

40

【 0 0 6 0 】

以上詳述した本実施形態では、駆動輪 18 a、18 b に接続された駆動軸の角加速度 に基づいてスリップが検出されたとき、このスリップを抑制するように駆動輪 18 a、18 b の駆動トルクを制限する。しかし、車両運転状態がスリップに依存せずに角加速度 が変動する状態にあるとき、具体的には角加速度 が閾値 $slip$ を越えて増加したあと減少し始めるまでの時間がエンジン 111 の起動時の振動による共振に起因するときには、仮に角加速度 に基づいてスリップが検出されたとしてもそれはスリップ以外の原因によることが考えられるため、駆動輪 18 a、18 b の駆動トルクを制限するのを禁止する

50

。したがって、角加速度に基づいてスリップを検出する際に、スリップの誤検出により駆動トルクが制限されるのを防止することができる。また、本実施形態では、一旦駆動トルクが制限されたあとその制限が禁止されることになるが、角加速度が所定の閾値 $s l i p$ を越えて増加したあと減少し始めるまでの時間に基づいて駆動トルクの制限が禁止されるため、駆動トルクが一旦制限されるとしても時間的には僅かである。更に、角加速度が閾値 $s l i p$ を越えたときにスリップを検出するため、スリップの検出を簡単かつ確実に行うことができる。更にまた、駆動トルクの制限を禁止するのは所定の制限禁止時間だけであるため、その制限禁止期間が経過したあとスリップが発生したときには迅速にそのスリップを抑制することができる。

【0061】

なお、本発明は上述した実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

【0062】

例えば、上述した実施形態では、車両運転状態がスリップに依存せずに角加速度が変動する状態にある場合として、モータ要求トルク $T m^*$ の変化量 $T m$ が大きいことにより角加速度が変動する場合（第1実施形態）と、エンジン111が起動した時の振動の共振により角加速度が変動する場合（第2実施形態）を例に挙げて説明したが、スリップに依存せずに角加速度が変動するのであればこれら以外の車両運転状態であってもよい。

【0063】

また、上述した第1実施形態では、電気自動車10について説明したが、駆動軸に直接的に動力の出力が可能なモータを備える車両であれば、どのような構成の車両にこの第1実施形態の駆動制御を適用してもよい。例えば、第2実施形態のハイブリッド車110に適用してもよいし、シリーズ型やパラレル型などのハイブリッド車に適用してもよく、その場合には駆動輪18a、18bのトルク指令値 T^* を制限するにあたりモータのトルク制限を行ってもよいしモータとエンジンのトルク制限を行ってもよい。

【0064】

更に、上述した第2実施形態では、ハイブリッド車110について説明したが、駆動軸に直接的に動力の出力が可能なモータに加えてエンジンを備える車両であれば、どのような構成の車両にこの第2実施形態の駆動制御を適用してもよい。例えば、シリーズ型やパラレル型などのハイブリッド車に適用してもよい。

【0065】

更にまた、上述した実施形態では、スリップ発生時制御ルーチンやスリップ収束時制御ルーチンにおいて駆動輪18a、18bの駆動トルクを制限したが、駆動トルクの制限は特にこれらのルーチンに限定されずどのように行ってもよい。

【0066】

そしてまた、上述した実施形態において、閾値 $s l i p$ に加えてこの閾値 $s l i p$ よりも大きな値の非スリップ上限値 $m a x$ を設定しておき、トルク制限禁止フラグ $F 0$ が値1のときつまりトルク制限が禁止されているときであっても角加速度が非スリップ上限値 $m a x$ を越えたときにはスリップが発生したと判定してトルク制限禁止フラグ $F 0$ を値0に設定してもよい。こうすれば、スリップが発生しているにもかかわらず誤検出であるとして駆動輪18a、18bの駆動トルクの制限を禁止してしまうことがない。なお、非スリップ上限値 $m a x$ は、例えばスリップ時しか採り得ない値とすればよい。

【0067】

そして更に、上述した実施形態では、トルク制限禁止フラグ $F 0$ が値1のときつまりトルク制限が禁止されているときには、スリップ発生時制御やスリップ収束時制御といったトルク制限処理を行わないようにしたが、その代わりに、トルク制限禁止フラグ $F 0$ が値1の間は閾値 $s l i p$ を通常採り得ないほど大きな値に設定してもよい。こうすれば、スリップ判定処理（ステップ $S 1 1 2$ やステップ $S 2 0 8$ ）で角加速度が閾値 $s l i p$ を越えることがないので、スリップが発生したと判定されることがなく、したがってトルク制限処理が行われることがない。

10

20

30

40

50

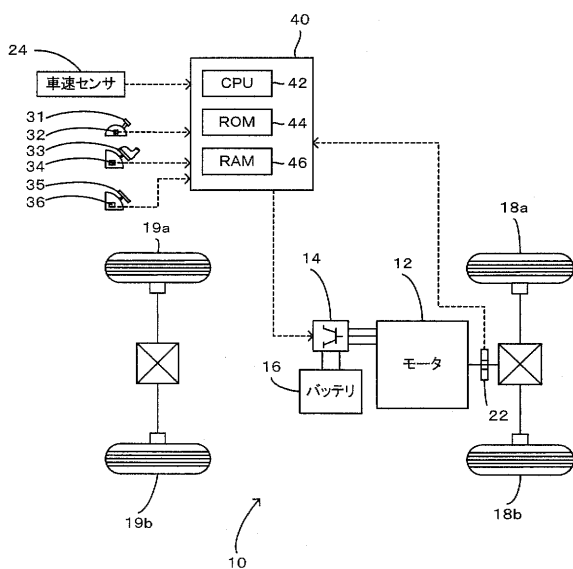
【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 電気自動車の構成の概略を表す構成図である。
- 【図 2】 電気自動車で実行されるモータ駆動制御のフローチャートである。
- 【図 3】 車速とアクセル開度とモータ要求トルクとの関係を示すマップである。
- 【図 4】 グリップ時制御ルーチンのフローチャートである。
- 【図 5】 スリップ発生時制御ルーチンのフローチャートである。
- 【図 6】 モータの角加速度とトルク上限との関係を示すマップである。
- 【図 7】 アクセル開度、トルク、角加速度、各フラグの時間変化の様子を表す説明図である。
- 【図 8】 角加速度に基づいてモータのトルク上限値が設定される様子を示す説明図である。
- 【図 9】 ハイブリッド車の構成の概略を表す構成図である。
- 【図 10】 ハイブリッド車で実行されるモータ駆動制御のフローチャートである。
- 【図 11】 スリップ発生時制御ルーチンのフローチャートである。
- 【図 12】 角加速度、各フラグの時間変化の様子を表す説明図である。

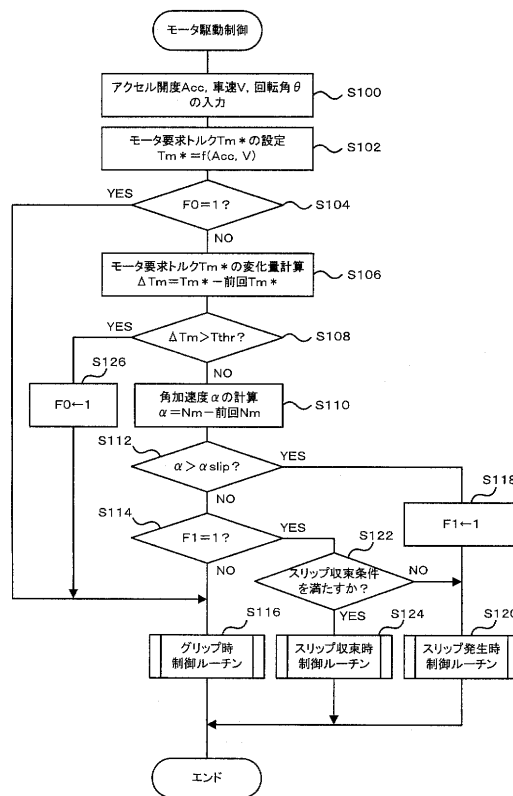
【符号の説明】

- 10 電気自動車、12 モータ、14 インバータ回路、16 バッテリ、18a, 18b 駆動輪、22 回転角センサ、24 車速センサ、40 電子制御ユニット、42 CPU、44 ROM、46 RAM、110 ハイブリッド車、111 エンジン、112 モータ、113 ジェネレータ、114, 115 インバータ回路、116 バッテリ、117 プラネタリギヤ、F0 トルク制限禁止フラグ、F1 スリップ発生フラグ、F2 計測フラグ。

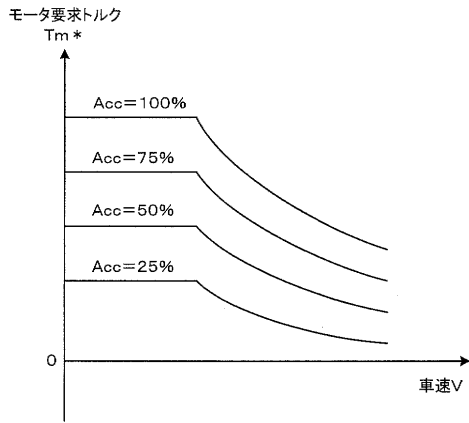
【図 1】



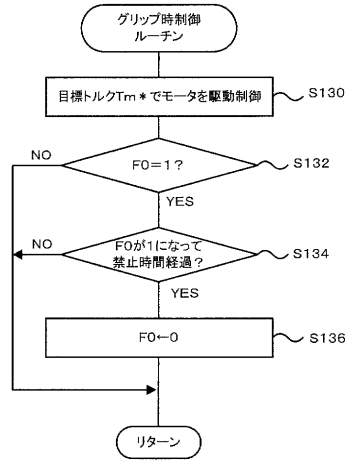
【図 2】



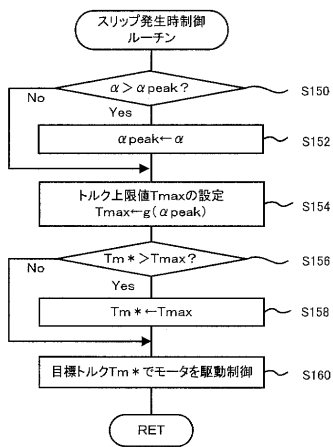
【図3】



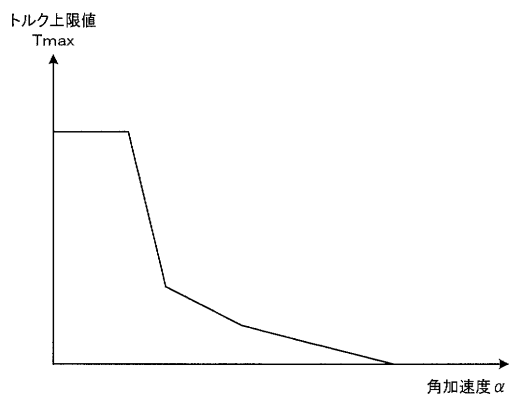
【図4】



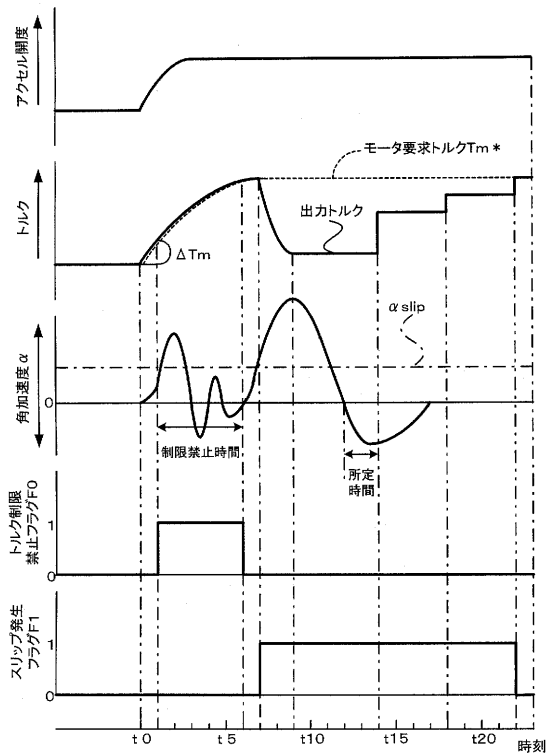
【図5】



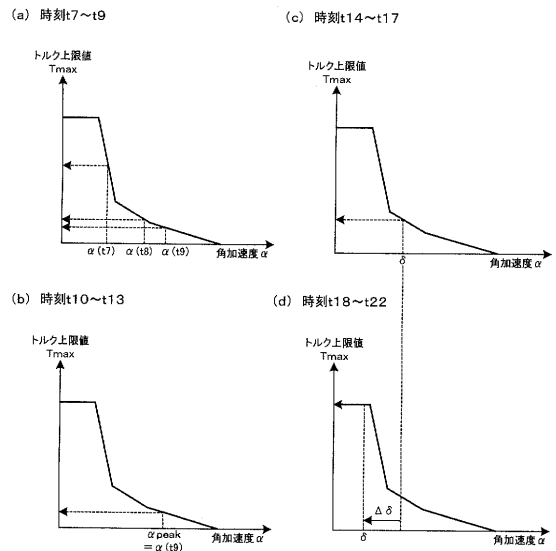
【図6】



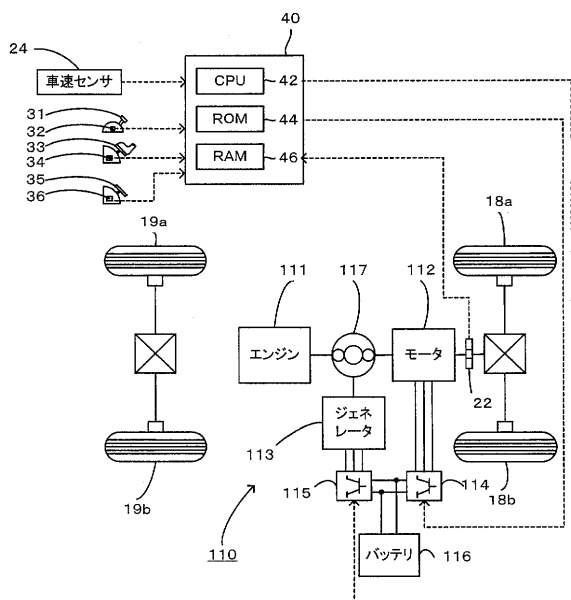
【図7】



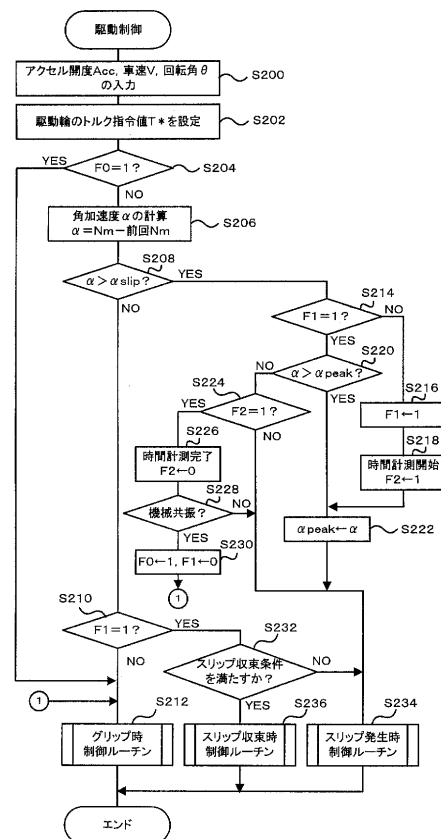
【図8】



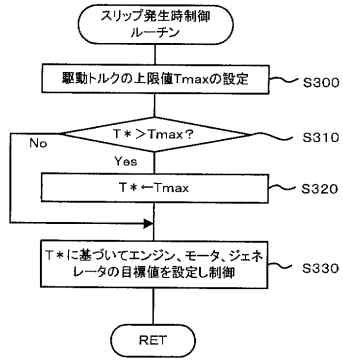
【図9】



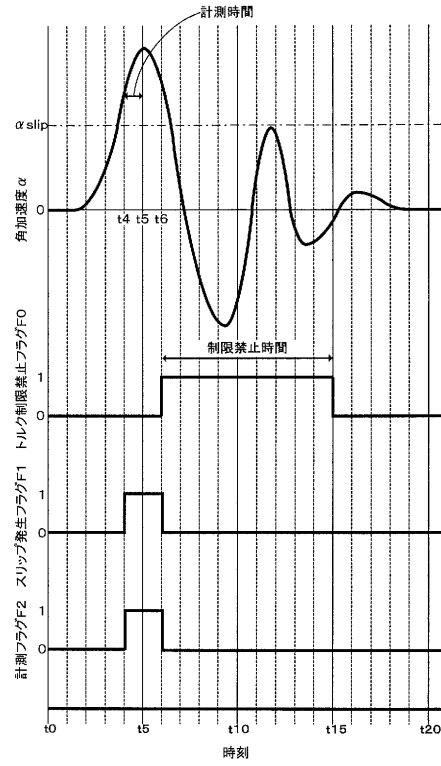
【図10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I

B 6 0 W 10/08 (2006.01)

審査官 片岡 弘之

(56) 参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 9 5 6 7 6 (J P , A)

特開平 0 8 - 1 8 2 1 1 8 (J P , A)

特開平 1 0 - 3 0 4 5 1 4 (J P , A)

特開平 0 3 - 1 5 6 1 3 5 (J P , A)

特開平 0 2 - 1 1 9 6 4 3 (J P , A)

特開平 0 7 - 3 1 5 1 9 5 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 0 9 6 8 2 4 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 0 9 6 8 2 3 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 0 9 6 8 2 2 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 0 9 0 6 9 5 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B60L 1/00 - 3/12

B60L 7/00 -13/00

B60L 15/00 -15/42

B60K 6/00 - 6/06

B60W 20/00

B60W 10/06

B60W 10/08