

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4659461号
(P4659461)

(45) 発行日 平成23年3月30日 (2011. 3. 30)

(24) 登録日 平成23年1月7日 (2011. 1. 7)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 D 65/18 (2006. 01)

F 1 6 D 65/18 A

B 6 0 K 7/00 (2006. 01)

F 1 6 D 65/18 D

B 6 0 L 7/24 (2006. 01)

B 6 0 K 7/00

B 6 0 L 7/24 Z

請求項の数 18 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-3335 (P2005-3335)
 (22) 出願日 平成17年1月11日 (2005. 1. 11)
 (65) 公開番号 特開2006-194257 (P2006-194257A)
 (43) 公開日 平成18年7月27日 (2006. 7. 27)
 審査請求日 平成19年12月4日 (2007. 12. 4)

(73) 特許権者 000000516
 曙ブレーキ工業株式会社
 東京都中央区日本橋小網町 1 9 番 5 号
 (74) 代理人 100099265
 弁理士 長瀬 成城
 (72) 発明者 関口 和博
 東京都中央区日本橋小網町 1 9 番 5 号 曙
 ブレーキ工業株式会社内
 審査官 立花 啓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用ホイールモータおよびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車体側に取り付けるモータケーシングと、前記モータケーシング内に形成したモータ室と、前記モータ室に配置された独立制御可能な第 1、第 2 モータと、前記モータケーシングに対して回転自在に支持されたドライブシャフトとを備え、前記第 1、第 2 モータはそれぞれステータとロータから成り、各ステータはモータケーシングの内壁に固定され、第 1 モータ側のステータの内周側において第 1 ロータが前記ドライブシャフトに固定され、第 2 モータ側のステータの内周側において第 2 ロータが前記ドライブシャフトに回転自在および軸方向に移動可能に支持され、前記両ロータ間は回転―直動変換機構を介して連結され、前記ドライブシャフトに回転自在に支持された第 2 ロータには摩擦材を備えたブレーキディスク押圧体が一体に結合され、前記第 1、第 2 ロータの相対的な回転により前記回転―直動変換機構を介して前記第 2 ロータをドライブシャフトの軸方向に移動することにより、同ロータと結合されたブレーキディスク押圧体を軸方向に移動し、前記ブレーキディスク押圧体に設けた摩擦材を前記ブレーキディスクに押圧することを特徴とする車両用ホイールモータ。

【請求項 2】

前記ブレーキディスク押圧体に設けた摩擦材に対向して、前記ブレーキディスクを挟んだモータケーシング側に摩擦材を配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 3】

前記ブレーキディスクの内周側に、そのブレーキディスクを摺動可能に結合するとともに前記ドライブシャフトに固定されたブレーキディスクガイドを備え、前記ブレーキディスクが前記ブレーキディスク押圧体に設けた摩擦材から押圧されることにより前記ブレーキディスクガイドに沿ってドライブシャフトの軸方向に摺動し、前記モータケーシング側の摩擦材と挟持してブレーキ作動を行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 4】

前記ブレーキディスクは前記ブレーキディスクガイドにスプラインで摺動可能に結合されていることを特徴とする請求項 3 に記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 5】

前記第 1、第 2 ロータは弾性部材により弾性的に結合していることを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 6】

前記弾性部材は、第 1、第 2 ロータ同士を相対的に回転させて軸方向に近づけ、回転一直動変換機構が非作動になるように付勢することを特徴とする請求項 5 に記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 7】

前記回転一直動変換機構は、ボールネジ、ボールランプ、ネジ機構のいずれか一つであることを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 のいずれかに記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 8】

前記ブレーキディスク押圧体は、外周を前記モータケーシングに、内周をドライブシャフトに、回転方向、軸方向ともに移動自在に保持されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 7 のいずれかに記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 9】

前記ブレーキディスク押圧体は第 2 ロータに対して、圧入により結合されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 8 のいずれかに記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 10】

前記第 1 ロータは、ドライブシャフトに対してスプライン結合されており、さらに軸方向をドライブシャフトに形成した端面とベアリングとによって挟持され、抜け止めボルトにより係止されて第 1 ロータの軸方向移動が規制されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 9 のいずれかに記載の車両用ホイールモータ。

【請求項 11】

請求項 1 ～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、摩擦制動力のコントロールが、二つのモータのうちの片方の回転トルク（第 2 モータのマイナス方向へのトルク）をコントロールすることで実現するようにしたことを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【請求項 12】

請求項 1 ～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、前記摩擦による制動力のコントロールが、第 1、第 2 モータの第 1、第 2 ロータの相対角度差のコントロールで行うようにしたことを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【請求項 13】

請求項 1 ～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第 1 モータのみを回生制動として使用することを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【請求項 14】

請求項 1 ～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第 1、第 2 モータのコントロールにより、摩擦ブレーキ力と回生ブレーキ力とを同時にコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【請求項 15】

請求項 1 ～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第 2 モータのみをコントロールすることで、モータを逆転させるトルクによるブレーキ力と摩擦ブレー

10

20

30

40

50

キ力を同時にコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【請求項 16】

請求項 1～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第 1、第 2 モータのコントロールにより、摩擦ブレーキ力のみをコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【請求項 17】

請求項 1～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第 1、第 2 モータのトルクを双方力行用として使用することを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【請求項 18】

請求項 1～請求項 10 に記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第 2 モータのコントロールにより、摩擦ブレーキ力と力行トルクとを同時にコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータケーシング内に内蔵した二個の独立モータにより、車両の力行（駆動）・ブレーキ回生・逆転用の回転トルクと、摩擦制動用のスラスト方向軸力の二つの力を発生できる車両用ホイールモータおよびその制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

公知の電気自動車は、車両に搭載したバッテリーからモータに電流を供給し、該電流によってモータを回転する構成となっている。このうち、ホイールモータを用いた電気自動車等では、通常、モータにより力行および回生制動を行い、摩擦ブレーキに関しては、回生ブレーキのトルク不足分の補用として、またエマージェンシー機能・パーキング機能の役割として、ディスクやドラム式ブレーキをモータと別体に設置した構成のものが殆どである。

しかし、ホイール内スペースの大部分を占めるモータ近傍に摩擦ブレーキ装置を設置することはレイアウト上非常に制約が大きい。また、摩擦ブレーキ装置に関しては、アクチュエーション機構としてモータとは別の動力源（油圧等）を用いているものが殆どである等の問題がある。

また、特許文献 1 に記載のホイールモータ式の電気自動車は、車輪毎にモータを配置しており、該モータが発生したトルクによって電気自動車が走行できる構成となっている。この文献 1 に記載の電気自動車では、モータの出力軸の端部に変速ギヤの入力側を接続し、この変速ギヤの出力軸に出力回転軸を接続して、該出力回転軸にホイールディスクを取り付けるようにしている。そしてモータが発生したトルクは、変速ギヤを介してホイールディスクに伝達される構成となっている。しかし、この構成ではモータは軸方向に寸法が大きいだけでなく、モータの出力軸と出力回転軸が軸方向に配設され、両者間を変速ギヤが連結するようになっているため、車両用モータ駆動装置の軸方向寸法が大きくなってしまいうという問題点がある。

【0003】

【特許文献 1】特開平 5－338446 公報。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

さらに上記特許文献 1 に記載した形式の電気自動車（車両用モータ駆動装置）は、摩擦ブレーキに関しては、アクチュエーション機構としてモータとは別の動力源（油圧等）を用いており、ホイール内スペースの大部分を占めるモータ近傍にブレーキ装置を設置することはレイアウト上非常に制約が大きいという問題もある。

そこで、本発明に係る車両用ホイールモータは、モータケーシング内にそれぞれ独立に

10

20

30

40

50

制御可能な二個のモータを配置し、かつ、二個のモータのロータ同士を回転一直動変換機構で接続し、各々のモータを制御することによって摩擦ブレーキアクチュエーション機能を実現するようにした。この構成により、従来の電気自動車等のホイールモータが必要としていた摩擦ブレーキ用のアクチュエータを不要とし、装置全体としてのスペース効率の向上を図りながら、車両用ホイールモータの小型化、軽量化を実現することを可能とした。

【課題を解決するための手段】

【0005】

このため、本発明が採用した技術解決手段は、

車体側に取り付けるモータケーシングと、前記モータケーシング内に形成したモータ室と、前記モータ室に配置された独立制御可能な第1、第2モータと、前記モータケーシングに対して回転自在に支持されたドライブシャフトとを備え、前記第1、第2モータはそれぞれステータとロータから成り、各ステータはモータケーシングの内壁に固定され、第1モータ側のステータの内周側において第1ロータが前記ドライブシャフトに固定され、第2モータ側のステータの内周側において第2ロータが前記ドライブシャフトに回転自在および軸方向に移動可能に支持され、前記両ロータ間は回転一直動変換機構を介して連結され、前記ドライブシャフトに回転自在に支持された第2ロータには摩擦材を備えたブレーキディスク押圧体が一体に結合され、前記第1、第2ロータの相対的な回転により前記回転一直動変換機構を介して前記第2ロータをドライブシャフトの軸方向に移動することにより、同ロータと結合されたブレーキディスク押圧体を軸方向に移動し、前記ブレーキディスク押圧体に設けた摩擦材を前記ブレーキディスクに押圧することを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記ブレーキディスク押圧体に設けた摩擦材に対向して、前記ブレーキディスクを挟んだモータケーシング側に摩擦材を配置したことを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記ブレーキディスクの内周側に、そのブレーキディスクを摺動可能に結合するとともに前記ドライブシャフトに固定されたブレーキディスクガイドを備え、前記ブレーキディスクが前記ブレーキディスク押圧体に設けた摩擦材から押圧されることにより前記ブレーキディスクガイドに沿ってドライブシャフトの軸方向に摺動し、前記モータケーシング側の摩擦材と挟持してブレーキ作動を行うことを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記ブレーキディスクは前記ブレーキディスクガイドにスプラインで摺動可能に結合されていることを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記第1、第2ロータは弾性部材により弾性的に結合していることを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記弾性部材は、第1、第2ロータ同士を相対的に回転させて軸方向に近づけ、回転一直動変換機構が非作動になるように付勢することを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記回転一直動変換機構は、ボールネジ、ボールランプ、ネジ機構のいずれか一つであることを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記ブレーキディスク押圧体は、外周を前記モータケーシングに、内周をドライブシャフトに、回転方向、軸方向ともに移動自在に保持されていることを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記ブレーキディスク押圧体は第2ロータに対して、圧入により結合されていることを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記第1ロータは、ドライブシャフトに対してスプライン結合されており、さらに軸方向をドライブシャフトに形成した端面とベアリングとによって挟持され、抜け止めボルトにより係止されて第1ロータの軸方向移動が規制されていることを特徴とする車両用ホイールモータである。

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、摩擦制動力のコントロール

10

20

30

40

50

が、二つのモータのうちの片方の回転トルク（第2モータのマイナス方向へのトルク）をコントロールすることで実現するようにしたことを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、前記摩擦による制動力のコントロールが、第1、第2モータの第1、第2ロータの相対角度差のコントロールで行うようにしたことを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第1モータのみを回生制動として使用することを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第1、第2モータのコントロールにより、摩擦ブレーキ力と回生ブレーキ力とを同時にコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

10

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第2モータのみをコントロールすることで、モータを逆転させるトルクによるブレーキ力と摩擦ブレーキ力を同時にコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第1、第2モータのコントロールにより、摩擦ブレーキ力のみをコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第1、第2モータのトルクを双方力行用として使用することを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

また、前記記載の車両用ホイールモータの制御方法において、第2モータのコントロールにより、摩擦ブレーキ力と力行トルクとを同時にコントロールすることを特徴とする車両用ホイールモータの制御方法である。

20

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、車両用ホイールモータは、モータケーシング内に二つのモータを配置し、それぞれを独立制御可能とし、二つのモータのロータ同士を回転一直動変換機構で接続し、各々のモータを制御する。また一方のモータのロータは、もう一方のロータとの間に介在した回転一直動変換機構により軸方向への移動を可能とし、このロータの軸方向への移動により、同ロータと結合されたブレーキディスク押圧体を軸方向でブレーキディスク側に移動させ、前記ブレーキディスク押圧体に設けた摩擦材をブレーキディスクに押圧し、ブレーキディスクがブレーキディスクガイドに沿って摺動してモータケーシング側の摩擦材と挟持することで、ブレーキ作動を行うことを可能とする。こうして各々のモータを制御することで摩擦ブレーキアクチュエータを実現する。この結果、モータとは別に新たな摩擦ブレーキ用アクチュエータを設置する必要がなくなり、ホイール内のスペース効率が格段に向上する。

30

また、上記のようにモータケーシング内に配置する二つのモータの制御により、以下の作動モードが実現できる。

- 1) モータ自身による回生制動
- 2) モータ自身による逆転制動
- 3) モータトルクを軸方向力に変換することによる摩擦制動
- 4) モータ自身による力行駆動

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明は、車体側に取り付けたモータケーシング1内に形成したモータ室2内に、独立制御可能な第1モータ3、第2モータ4を配置するとともに、前記モータケーシング1に対して回転自在に支持されたドライブシャフト5にブレーキディスク6a付きのブレーキディスクガイド6を固定する。前記第1、第2モータ3、4はそれぞれ第1、第2ステータ3a、4aと第1、第2ロータ3b、4bから成り、第1、第2ステータ3a、4aはモータケーシング1の内壁に固定されている。また、第1モータ3側のステータ3aの内周側において第1ロータ3bが前記ドライブシャフト5に固定され、また、第2モータ4

50

側のステータ 4 a の内周側において第 2 ロータ 4 b が前記ドライブシャフト 5 に回転自在、およびドライブシャフト 5 の軸方向への移動が可能に支持されている。そして、前記第 1、第 2 ロータ 3 b、4 b 同士の間には回転―直動変換機構 1 3 が配置される。前記ドライブシャフト 5 に回転自在に支持された第 2 ロータ 4 b には摩擦材 1 0 b を備えたブレーキディスク押圧体 4 e が一体に結合され、前記第 1、第 2 モータ 3、4 の第 1、第 2 ロータ 3 b、4 b の相対的な回転により前記回転―直動変換機構 1 3 を介して前記第 2 ロータ 4 b をドライブシャフト 5 の軸方向に移動可能にする。ブレーキ作動時には第 1、第 2 モータ 3、4 による回生ブレーキ作動、逆転ブレーキ作動を行うとともに、前記第 1、第 2 モータ 3、4 の第 1、第 2 ロータ 3 b、4 b の相対的な回転により前記回転―直動変換機構 1 3 を介して前記第 2 ロータ 4 b をドライブシャフト 5 の軸方向でブレーキディスク 6 a 側に移動し、同ロータ 4 b と結合されたブレーキディスク押圧体 4 e を軸方向に移動し、前記摩擦材 1 0 b をブレーキディスク 6 a に押圧し、さらにブレーキディスク 6 a がブレーキディスクガイド 6 に沿って摺動して摩擦材 1 0 a と協働してブレーキディスク 6 a を挟持することで、摩擦ブレーキ作動を行う。また、力行（加速）は第 1、第 2 モータ 3、4 の駆動力により行う。

10

【実施例】

【0008】

以下本発明に係る摩擦ブレーキ付きの車両用ホイールモータについて図面を参照して説明すると、図 1 は第 1 実施例としての車両用ホイールモータの半断面図、図 2 は摩擦ブレーキ作動時の車両用ホイールモータの半断面図である。

20

はじめに、本ホイールモータの全体構成について概略説明し、その後各部材の詳細構成を説明する。

図 1 において、1 は車体側に適宜手段で取り付けられたモータケーシング、2 は前記モータケーシング 1 内に形成したモータ室、3、4 は前記モータ室 2 に配置された独立制御可能な第 1 モータ、第 2 モータ、5 は前記モータケーシング 1 に対して回転自在に支持されたドライブシャフト、6 は前記ドライブシャフト 5 に固定されたブレーキディスクガイド、6 a はブレーキディスクガイド 6 にスプライン結合等によりドライブシャフト 5 の軸と平行方向に移動可能に取りつけたブレーキディスク、7 は同ブレーキディスクガイド 6 にボルト 9 より着脱自在に取り付けたホイール、8 はホイール 7 に取り付けたタイヤであり、これらの構成要素は図 1 に示すような配置で組付けられている。

30

【0009】

以下それぞれの構成について説明する。

（モータケーシング 1）

モータケーシング 1 は、サスペンション等の車体側に連結される形状、構成となっている。このモータケーシング 1 は有底の半円筒状に形成された第 1 ケース 1 a を有しており、この第 1 ケース 1 a 内にモータ室 2 が形成されている。第 1 ケース 1 a の開口部側には第 2 ケース 1 b および第 3 ケース 1 c が、図示しない係止部材（ボルト等）にて一体的に係合されている。前記第 2 ケース 1 b はモータ室 2 を区画しており、第 2 ケース 1 b の中心部にはブレーキディスク押圧体 4 e（後述する）をベアリング支持するための軸支部 1 b' が形成されている。また、第 2 ケース 1 b と第 3 ケース 1 c とはブレーキディスク 6 a の収納スペースを形成しており、ブレーキディスク 6 a と対向する第 3 ケース 1 c の面には摩擦材 1 0 a が取り付けられている。

40

【0010】

（ドライブシャフト 5、ブレーキディスクガイド 6 など）

モータケーシング 1 の中心部には、ベアリング 1 1 を介してドライブシャフト 5 が回転自在に取り付けられている。前記ドライブシャフト 5 を軸支するベアリング 1 1 は、第 1 ケース 1 a の中心部においてドライブシャフト 5 の端部に形成した段部に嵌合されており、また前記ベアリング 1 1 は第 1 モータ 3 の第 1 ロータ 3 b（後述する）と共に、抜け止めボルト 1 2 によりドライブシャフト 5 に固定されている。そして第 1 ケース 1 a の中心部には防塵用のキャップ 1 5 が取り付けられている。

50

ドライブシャフト5の他端側にはブレーキディスクガイド6がホイール7と共にボルト／ナット9により着脱自在に固定されている。ブレーキディスクガイド6の外周には、スプラインが形成されており、このスプラインにブレーキディスク6aがドライブシャフト5の軸方向と平行方向に摺動可能かつ相互回転不能に組付けられている。なお、ブレーキディスク6aは図示せぬリターンズプリングにより初期位置が保持されるように構成することもできる。また、ブレーキディスクガイド6とブレーキディスク6aとの組付けには同様の機能を達成できる他の組付け方法を採用することも可能である。この構成により、ブレーキディスクガイド6、ブレーキディスク6a、ホイール7はドライブシャフト5とともに一体となって回転する。

【0011】

10

(第1モータ3、第2モータ4)

第1モータ3と第2モータ4は前述したモータ室2内に配置されている。第1、第2モータ3、4は、誘導モータ・ブラシレスPMモータ等種別を問わず、従来公知のステータとロータとを有する形式のものであり、図示せぬコントローラ部からワイヤーハーネスを介して供給される電力をコイル(ステータ)に通電することで、ロータが電磁氣的な力により回転させられる。以下第1モータ3、第2モータ4の構成を説明する。なおコイルへの通電タイミングは、図示しないロータ位置センサ(エンコーダ・レゾルバ)等の信号を利用してマイコン等を使用しておこなう。このモータの作動については後述する。

【0012】

第1、第2モータ3、4の第1、第2ステータ3a、4aは、図1に示すようにモータケーシング1の第1ケース1aの円周内面に配置され、適宜手段で第1ケース1a内面に固定されている。

20

また、第1モータ3の第1ロータ3bは、全体が円形をしており第1モータ3のステータ3aの内周側に配置され、その中心部がドライブシャフト5に対して固定されている。この固定方法は適宜固定手段を採用できるが、本例では、第1ロータ3bの中心部がドライブシャフト5にスプライン結合されており、前述したドライブシャフト5を軸支するベアリング11により固定されている。また第1ロータ3bの外周面には公知のモータと同様に永久磁石3cが固定されている。さらに第1ロータ3bは図示のように回転-直動変換機構13(詳細は後述する)を収納できるスペースを形成するために、外周側の断面が略コ字状をしており、そのコ字状内に回転-直動変換機構13が収納できるようになっている。

30

【0013】

第2モータ4の第2ロータ4bは、全体が円形をしており第2モータ4のステータ4aの内周側に配置されている。第2ロータ4bの外周面には、第1ロータ3bと同様に永久磁石4cが固定されている。また第2ロータ4bには回転-直動変換機構13を支持する突出面4dが形成されており、この突出面4dと、第1ロータ3bに形成した前記コ字状部との間に前述した回転-直動変換機構13が配置される。

第1ロータ3bと第2ロータ4bとは、それぞれの外周部において弾性部材(コイルスプリング)14により結合されている。このコイルスプリング14は第1、第2ロータ3b、4bを軸方向において当接面Kで当接する方向に、また、相対的に回転させて前記回転-直動変換機構13が非作動の方向となるように付勢されており、バネ定数の高いコイルスプリング14として構成されている。ここで当接面Kは回転-直動変換機構の嵌合状態にかみ込みなどの不具合がおきないようにストッパとしての役目を果たす。なお、このコイルスプリング14の代わりに、同様の機能を有する引張スプリング等他の形態の弾性材を使用することも可能である。

40

第2ロータ4bの内周端面には図示のように断面が略L字状をしたブレーキディスク押圧体4eが適宜固定手段で固定されている。本例ではブレーキディスク押圧体4eに第2ロータ4bの中心部が圧入され固定されている。

【0014】

(ブレーキディスク押圧体4e)

50

ブレーキディスク押圧体 4 e はその中心部において、中心部外周が外ベアリングによって第 2 ケース 1 b に、また中心部内周が内ベアリングによってドライブシャフト 5 に軸支持されている。即ち、ブレーキディスク押圧体 4 e は、前記内、外ベアリングによりドライブシャフト 5 と第 2 ケース 1 b との間で回転自在、かつ、ドライブシャフト 5 の軸方向へ移動可能に支持されている。ブレーキディスク押圧体 4 e の外周側のブレーキディスク 6 a に対向する面には摩擦材 10 b が取り付けられている。また、第 3 ケース 1 c の内面には第 3 ケース 1 c と一体的に摩擦材 10 a が成型されるか（現行ブレーキパッドにおけるプレッシャプレートが今回の第 3 ケース 1 c に相当する）、若しくは取り外し可能（現行ブレーキパッドのように）としながら、トルクアンカを第 3 ケース 1 c 内に持つような構成により摩擦材 10 a を保持する。

10

なお、ブレーキディスク押圧体 4 e とブレーキディスク 6 a は、制動前は共に回転しているので、摩擦材 10 b には基本的に制動力は発生せず、摩擦材 10 a にて行われる。よって、摩擦材 10 b の厚さ、面積は摩擦材 10 a よりも少なくてもよい。

【0015】

（回転－直動変換機構 1313）

第 1 ロータ 3 b と第 2 ロータ 4 b との間に介在させる回転－直動変換機構 13 は、第 1 ロータ 3 b と第 2 ロータ 4 b とが互いに相対回転すると、その回転により、第 2 ロータ 4 b が軸方向に移動する機能を有する機構である。例えば、図 1 の例では、第 1 ロータ 3 b と第 2 ロータ 4 b に形成したネジ状の溝にボールを介在させた構成（ボールネジ機構）となっており、この構成によりドライブシャフト 5 側に固定されている第 1 ロータ 3 b （ナット側）に対して、ドライブシャフト 5 に対して回転自在に保持されている第 2 ロータ 4 b （スクリュ側）が相対的に回転すると、第 2 ロータ 4 b のみが前記ネジ状溝の作用によりドライブシャフト 5 の軸方向に移動できる作用をなす。なお、ナットとネジの関係は上記とは逆でも良いことは当然である。

20

【0016】

この回転－直動変換機構 13 としては、他にも図 3 に示すようなボールランプ機構、図 4 に示す台形ネジ等を採用することができる。なお図 3、図 4 中の符号は図 1 中の符号と同じ部材を示す。

図 3 に示すボールランプ機構は、第 1 ロータ 3 b と第 2 ロータ 4 b との対向面に深さが次第に浅くなる溝を逆方向に形成し、その溝内にボールを配置した構成となっている。この構成により、第 1 ロータ 3 b に対して第 2 ロータ 4 b が相対的に回転すると、介在されているボールは第 1、第 2 ロータ 3 b、4 b に形成した溝の浅い方に位置することになり、この結果、第 2 ロータ 4 b が第 1 ロータ 3 b から離れる方向に軸方向に移動するものである。なお、ボールランプ機構においては、図 3 の如く当接面 K を有する必要がない。図示しない対向面内の溝にあるボールが所定以上には戻り方向に作動不能とする壁が、当接面としての役割を果たしている。またこの機構そのものについては周知であり、さらなる詳細な説明は省略する。

30

【0017】

図 4 に示す台形ネジは、第 1、第 2 ロータ 3 b、4 b に形成した台形ネジを螺合させておき、第 1 ロータ 3 b に対して第 2 ロータ 4 b が相対的に回転すると、ネジの作用により第 2 ロータ 4 b が第 1 ロータ 3 b から離れるように軸方向に移動するものである。なおこの機構についても周知である。さらなる詳細な説明は省略する。

40

【0018】

（ホイールモータ部）

第 1、第 2 モータ 3、4 の第 1、第 2 ステータ 3 a、4 a は、周知のようにコアとコイルとからなり、ワイヤーハーネスから供給される電力をコイルに通電することで、対応する第 1、第 2 ロータ 3 b、4 b が電磁氣的な力により回転させられる。

コイルへの通電タイミングは、図示しないロータ位置センサ（エンコーダ・レゾルバ）等の信号を利用しておこなう。

図中、符号 16 で示す部材はシールである。

50

【0019】

上記構成からなる摩擦ブレーキ付きの車両用ホイールモータの作動を説明する。

(モード1：回生制動時)

本モードの回生制動時は、第2ロータ4bは、コイルスプリング14によって軸方向を第1ロータ3b方向に且つ回転方向を回転一直動変換機構が初期位置（非作動）になる方向に常に付勢され、当接面Kによって第1ロータ3bと接触しており、両者は一体的に結合されている。この状態で第1モータ3のみ回生トルクを発生させるよう制御する。具体的にはタイヤの回転力がホイール7→ドライブシャフト5を介して第1ロータ3bに伝わり、第1ステータ3a部のコイルに発電電力が発生し、その電力を図示しないコントローラを介しバッテリーやキャパシター等へ戻すことにより回生トルクが発生する。第2モータ4は無制御とし、第2ロータ4bはコイルスプリング14の力により第1ロータ3bに連れ回り回転させられる。第2ロータ4bはトルクを発生しないので、回転一直動変換機構13は初期位置（非作動）の状態を保つ。よってブレーキディスク押圧体4eに取り付けた摩擦材10bとブレーキディスク6aは離間された状態であり、摩擦制動は発生しない。第2モータ4はその電源線がオープン（どこにも繋がらない状態）であり、電流が流れない。なお、このモードはバッテリーやキャパシター等の充電状態によって回生トルクが発生する容量に制限が生じるので緩制動までが可能である。ブレーキペダルの解放等により回生制動状態が解除されると制動が解除される。

10

【0020】

(モード2：回生制動＋摩擦制動)

20

このモード2には以下の(2-1)、(2-2)の2つの方法がある。

2-1：回生制動＋摩擦制動

第1モータ3は、モード1と同様の原理にて回生制動が実施される。一方、摩擦制動としては、図示しないエンコーダ等を用いたロータ角度の制御により、第1ロータ3bおよび第2ロータ4bの各々の相対回転角度 θ をコントロールする(図6参照)。具体的には、第2ロータ4bは第1ロータ3bよりも角度 θ だけ遅く回転させられるので、回転一直動変換機構13の作用により第2ロータ4bは第1ロータ3bから離間する方向に動く(図2参照)。よって第2ロータ4bと一体的に繋がるブレーキディスク押圧体4eが図1中右方向に回転しながら動く為、摩擦材10bをブレーキディスク6a方向に押しつけ、さらにブレーキディスク6aをブレーキディスクガイド6の外周に形成したスプライン上をドライブシャフト5の軸方向に摺動させ、ブレーキディスク6aを対向する摩擦材10aとともに挟持し摩擦ブレーキ力を発生する。このモードは、第2モータ4に投入する電力の容量以外には制限がなく、急制動まで可能となる。また第2モータ4は第2ロータ4bが第1ロータ3bから離間するまでトルクはマイナス方向、その後その場所を維持するように角度 θ の微調整が繰り返される。ブレーキペダルの解放等により、第2ロータ4bはコイルスプリング14の作用により初期状態に復帰し、第1モータ3による回生制動は解除され、且つロータ角度の制御による摩擦制動も解除される。

30

2-2：回生制動＋逆転制動＋摩擦制動

回生制動はモード1と同様の原理である。一方、逆転制動、摩擦制動としては、第2モータ4の回転トルクをマイナス方向へコントロールする。

40

第2ロータ4bは第1ロータ3bに対してコイルスプリング14のスプリング力により当接する方向へ付勢されているので、第2モータ4のトルクがゼロの時は、第1モータ3のロータ3bに連れまわって回転している。ここで、第2モータ4に対しマイナス方向へトルクを発生させると、逆転制動のほかに、回転一直動変換機構13の作動により上記と同様の原理で摩擦ブレーキ力を発生する。このモードも、第2モータ4に投入する電力の容量以外に制限がなく、急制動まで可能となる。ブレーキペダルの解放等により第2ロータ4bはコイルスプリング14の作用により初期状態に復帰し、全ての制動が解除される。

【0021】

(モード3：逆転制動＋摩擦制動)

50

モード２－２では、第１モータ３は回生制動の制御を行ったが、本モードでは第１モータ３を無制御とし、第２モータ４はそれ自身にマイナス方向へトルクを発生させることで得られる逆転制動と、第２ロータ４ｂを第１ロータ３ｂに対して離間させることによる回転－直動変換機構１３の作用により前述したように摩擦制動力発生 of 双方の機能を発揮する。ブレーキペダルの解放等により第２ロータ４ｂはコイルスプリング１４の作用により初期状態に復帰し、制動が解除される。

【００２２】

（モード４：摩擦制動のみ）

本モードは停車を維持する摩擦ブレーキを想定している。

第２モータ４にマイナス方向へトルクを発生させ、回転－直動変換機構１３の作用により第２ロータ４ｂを第１ロータ３ｂに対して離間させることで摩擦ブレーキ力を発生する。この時、第１モータ３を無制御の状態にしてしまうと、第２モータ４のマイナス方向へのトルクによる逆転制動の力が摩擦ブレーキ力より大きくなり、車両自体が後進方向に動いてしまうので、これを防ぐ為に第１モータ３には第２モータ４とは反対方向のプラス方向へのトルクを発生させ、バランスをとり車両が動かないようにする。ブレーキペダルの解放等により、第２ロータ４ｂはコイルスプリング１４の作用により初期状態に復帰し制動が解除される。

10

【００２３】

（モード５：力行（駆動）のみ）

力行時は、第１、第２モータ３、４ともにプラス方向へのトルクを発生させて、力行させる。回転－直動変換機構１３は、非作動の状態に付勢され、第１、第２ロータ３ｂ、４ｂは当接面Ｋで接触し、一体的に回転することになる（図５参照）。駆動トルクは第１、第２モータ３、４のトルクを加算した量となる。

20

【００２４】

（モード６：力行＋摩擦制動）

本モードは坂道発進補助時等を想定している。

第１モータ３はプラス方向にトルクを発生させ、第２モータ４はそれよりも絶対値の小さいマイナス方向へのトルクを発生させる。力行トルクは（第１モータ３のプラス方向へのトルク－第２モータ４のマイナス方向へのトルク）となり、坂道発進時のスムーズな力行が可能となる。なお、本モードにて『第１モータ３のプラス方向へのトルク＝第２モータ４のマイナス方向へのトルクの絶対値』となったときが、車両に前進にも後進にもトルクが働かないので、モード４に相当する。ブレーキペダルの解放等により第２ロータ４ｂはコイルスプリング１４の作用により初期状態に復帰し、制動が解除される。

30

【００２５】

上記モードに対応した各種の作動状態をまとめたものを図７に示す。なお、図表中のモータＡ、モータＢは上記実施例の説明中で使用した第１モータ３、第２モータ４に対応している。

【００２６】

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、第１モータ３、第２モータ４のロータ３ｂ、４ｂの形状、第１ロータ３ｂ、第２ロータ４ｂを結合するスプリングの形状等は設計時に自由に選択できるものであり、例示したものに限定されることはない。また、各モータの制御は、コンピュータからの指示により行うことができる。

40

さらに、本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施例はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

【産業上の利用可能性】

【００２７】

本発明は、ホイールモータを搭載した電気自動車、燃料電池車、ハイブリッド車、二輪車、汎用機（カート等）、産業機械等に利用できる。

【図面の簡単な説明】

50

【0028】

【図1】第1実施例としての車両用ホイールモータの半断面図である。

【図2】摩擦ブレーキ作動時の車両用ホイールモータの半断面図である。

【図3】第2実施例としての車両用ホイールモータの半断面図である。

【図4】第3実施例としての車両用ホイールモータの半断面図である。

【図5】第1ロータ3bと第2ロータ4bの通常位置を示す図である。

【図6】第1ロータ3bと第2ロータ4bの摩擦ブレーキ作動時位置を示す図（図5に対応する断面図）である。

【図7】本発明に係る車両用ホイールモータの制御モードを表にしたものである。

【符号の説明】

10

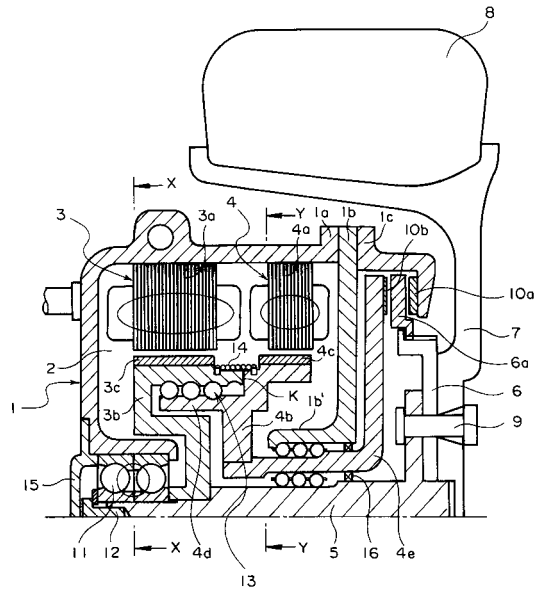
【0029】

- 1 モータケーシング
- 1 a 第1ケース
- 1 b 第2ケース
- 1 c 第3ケース
- 2 モータ室
- 3 第1モータ
- 3 a 第1ステータ
- 3 b 第1ロータ
- 3 c 永久磁石
- 4 第2モータ
- 4 a 第2ステータ
- 4 b 第2ロータ
- 4 c 永久磁石
- 4 e ブレーキディスク押圧体
- 5 ドライブシャフト
- 6 ブレーキディスクガイド
- 6 a ブレーキディスク
- 7 ホイール
- 8 タイヤ
- 9 ボルト／ナット
- 10 a 摩擦材
- 10 b 摩擦材
- 11 ベアリング
- 12 ボルト
- 13 回転－直動変換機構
- 14 コイルスプリング
- 15 キャップ
- K ロータ当接面

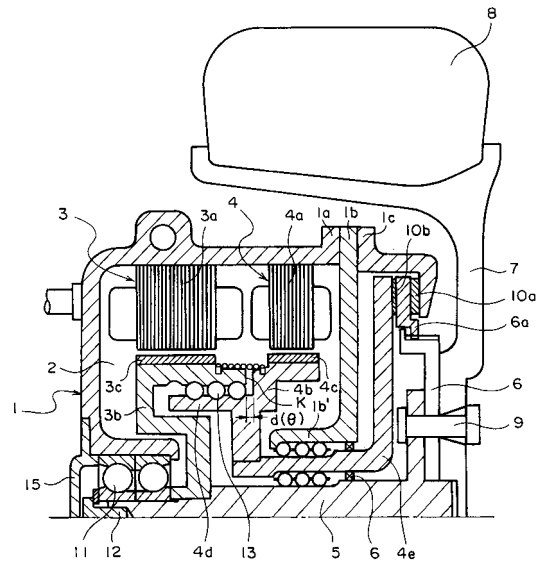
20

30

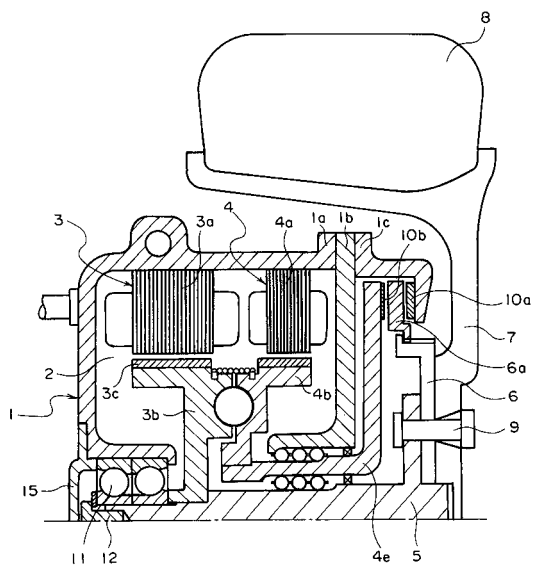
【図 1】



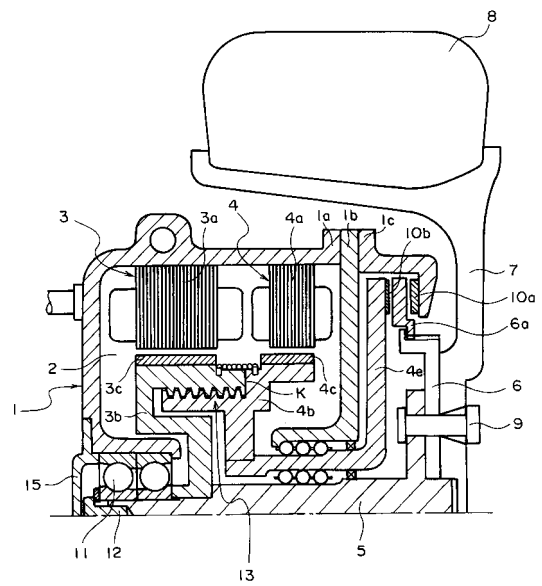
【図 2】



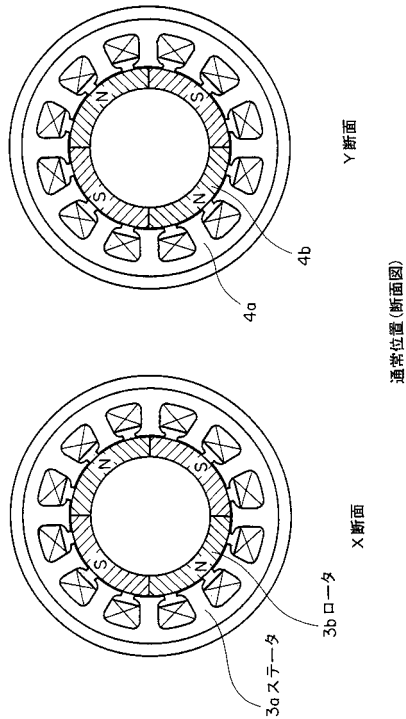
【図 3】



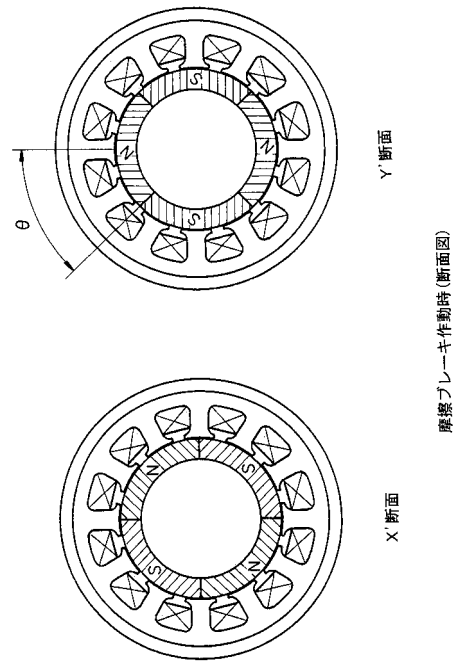
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

制動モード		1	2-1	2-2	3	4	5	6
モード		再生制動のみ	再生制動 + 摩擦制動	再生制動 + 逆起制動 + 摩擦制動	逆起制動のみ	摩擦制動のみ	力行のみ (加速)	力行 + 摩擦制動
実施形態		緩制動まで可	急制動まで可	急制動まで可	急制動まで可	車両停車維持ブレーキ	加速(後進加速)	フリートルクが与えられているときの車両停車ブレーキ・制動から加速へのスムーズな移行(後進加速減速など)
モータA/Bの状態		A: 再生 B: 無制動	A: 再生 B: 駆動(マイナス)	A: 再生 B: 駆動(マイナス)	A: 無制動 B: 駆動(マイナス)	A: 駆動 B: 駆動(マイナス)	A: 駆動(制動) B: 駆動(マイナス)	A: 駆動 B: 駆動(マイナス)
モータA/Bのトルク方向		A: - B: 0	A: - B: -	A: - B: -	A: 0 B: -	A: + B: - (トルクA: トルクB)	A: + [-] B: + [0]	A: + (大) B: - (小)
モータA/Bの回転方向		A: + B: +	A: + B: +	A: + B: +	A: + B: +	A: 0 B: - ⇒ 0	A: + [-] B: + [-]	A: + (大) B: +
電力方向		A: - B: 0	A: - B: +	A: - B: +	A: 0 B: +	A: + B: +	A: + [+] B: + [0]	A: + B: +
モータA/Bの働き		A: 再生制動用 B: 無し	A: 再生制動用 B: 摩擦制動用 (B-A間の相対位置制動用)	A: 再生制動用 B: 逆起制動 + 摩擦制動用	A: 無し B: 逆起制動 + 摩擦制動用	A: 摩擦制動用 B: 摩擦制動用	A: 力行用 B: 力行用	A: 力行用 B: 摩擦制動用
当接面		スプリング力にて接触	ロータ相対位置制動により接触	トルクB(-)により離間	トルクB(-)により離間	トルクB(-)により離間	スプリング力+トルクB(+/-)にて接触	トルクB(-)により離間
作動		タイヤの回転力がモータAにかかって回生される。モータBは制動用のスラスト力が発生し、摩擦制動による制動効果がある。	1に対してモータBの相対位置制動で回生される。モータBは制動用のスラスト力が発生し、摩擦制動による制動効果がある。	モータAは回生制動しているのに、モータBに対してマイナストルクを発生させることでモータ自体を加速させるトルクを発生し、トルクを発生させる。トルクAとトルクBの差で制動効果がある。	モータAは制動しているのに、モータBに対してマイナストルクを発生させることでモータ自体を加速させるトルクを発生させる。トルクAとトルクBの差で制動効果がある。	Bにマイナストルクを発生させ、それと摩擦のプラストルクを発生させることでモータ自体を加速させるトルクを発生させる。トルクAとトルクBの差で制動効果がある。	トルクAを同じプラス方向に発生させることで制動効果がある。	3に対してトルク差があるため力行(加速用)も働く。
備考		モータAを制動とすることで摩擦制動を起さないようにしている。1-例としてモータBへの電流を制御するまでトルクはオープンにし、トルクを発生させないようにする。	モータBに電流を投入する。モータBは電流投入後、急制動が可能。モータBは制動するまでトルクはマイナス、その後その場所を維持するよう電流を減らす。	1と2同様、モータBに電流を投入する。モータBは電流投入後、急制動が可能。モータBは制動するまでトルクはマイナス、その後その場所を維持するよう電流を減らす。		3に対して制動効果がある。モータAはフリーにして、トルクが0になる。モータBのマイナストルク発生によりモータAは加速し、トルクAとトルクBの差で制動効果がある。	モータAは加速のトルクが0になる。モータBのマイナストルク発生によりモータAは加速し、トルクAとトルクBの差で制動効果がある。	モータAは加速のトルクが0になる。モータBのマイナストルク発生によりモータAは加速し、トルクAとトルクBの差で制動効果がある。

後進力行の場合、モード5に対しトルク方向は A: - / B: 0 とする。〔 〕部参照

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05-338446 (JP, A)
特開2003-092865 (JP, A)
実開昭56-141235 (JP, U)
特開平07-177795 (JP, A)
特開2004-278748 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16D 49/00-71/04
B60K 7/00
B60L 7/00- 7/28