(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6276133号
(P6276133)

(45)発行日　平成30年2月7日(2018.2.7)　(24)登録日　平成30年1月19日(2018.1.19)

(51)Int.Cl.		F I		
B60T 8/17	(2006.01)	B60T	8/17	B
F16D 65/18	(2006.01)	F16D	65/18	
B60T 13/74	(2006.01)	B60T	13/74	Z
H02P 29/00	(2016.01)	H02P	29/00	
F16D 121/04	(2012.01)	F16D	121:04	

請求項の数 5　(全 18 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2014-156915(P2014-156915)
(22)出願日　平成26年7月31日(2014.7.31)
(65)公開番号　特開2016-32993(P2016-32993A)
(43)公開日　平成28年3月10日(2016.3.10)
審査請求日　平成29年3月15日(2017.3.15)

(73)特許権者　509186579
日立オートモティブシステムズ株式会社
茨城県ひたちなか市高場２５２０番地
(74)代理人　100129425
弁理士　小川　護晃
(74)代理人　100087505
弁理士　西山　春之
(74)代理人　100168642
弁理士　関谷　充司
(72)発明者　武井　修
群馬県伊勢崎市粕川町１６７１番地１　日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官　山田　康孝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電動パーキングブレーキ装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電動モータの回転を直線方向の運動に変換する回転直動機構により、パーキングブレーキを制動状態に保持し、且つ該回転直動機構により解除する電動パーキングブレーキ装置であって、
前記パーキングブレーキを解除する場合に、前記電動モータをＰＷＭ制御で駆動し、前記ＰＷＭ制御の開始から所定時間経過したらオン／オフ制御による駆動に変更する、ことを特徴とする電動パーキングブレーキ装置。
【請求項２】
ブレーキパッドをロータに押し付けるピストンと、
電動モータの回転を直線方向の運動に変換して前記ピストンを推進し、ブレーキパッドをロータに押し付けて制動位置に保持させる伝達機構と、
前記ブレーキパッドのリリース開始後に、前記電動モータの回転に対して前記ピストンの作動を一時的に停止するボールアンドランプ機構と、
前記電動モータを駆動制御する駆動制御装置と、を備え、
前記駆動制御装置は、前記ブレーキパッドのリリースを開始するときに、前記電動モータをＰＷＭ制御によって駆動し、前記ＰＷＭ制御の開始から所定時間経過したらオン／オフ制御に変更して駆動する、
ことを特徴とする電動パーキングブレーキ装置。
【請求項３】

前記所定時間は、前記ブレーキパッドのリリース制御開始後に前記電動モータの回転に対して前記ピストンの作動が一時的に停止している間の時間、または、前記ピストンの作動が開始されるまでの時間である、ことを特徴とする請求項２に記載の電動パーキングブレーキ装置。

【請求項４】

前記電動モータのオン／オフ制御における駆動電流の所定値以上の変化に基づいて、前記ロータへのブレーキパッドの押し付け力の低下を検出する、ことを特徴とする請求項２または３に記載の電動パーキングブレーキ装置。

【請求項５】

前記ロータへの前記ブレーキパッドの押し付け力の低下を検出してから、所定時間、前記電動モータのＰＷＭ制御を行い、前記ロータから前記ブレーキパッドを離すことを特徴とする請求項４に記載の電動パーキングブレーキ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、パーキングブレーキの作動及び解除を電動モータで行なう電動パーキングブレーキ装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

特許文献１には、パーキングブレーキ機構を備えたディスクブレーキが開示されている。このパーキングブレーキ機構は、ボールアンドランプ機構とねじ機構とを有し、電動モータの回転によってボールアンドランプ機構とねじ機構とでピストンを制動位置に移動させ、ねじ機構によってピストンを制動位置に保持する。

【０００３】

また、特許文献２には、作動及び解除を電動モータとケーブルにて行なう電動パーキングブレーキが開示されている。この特許文献２では、ブレーキの作動状態において、ブレーキ作動終了前に電動モータの回転数を低下させるようにしている。電動モータは、ＰＷＭ（Pulse Width Modulation）制御で駆動しており、回転数を駆動パルスのデューティ比で制御する。ＰＷＭ制御は、オン／オフ制御に比べてモータの回転数を低下させることができるため、減速機構の作動音を低減する有効な手段となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１２－２２９７９８号公報

【特許文献２】特開２０１２－１０１７４９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ところで、パーキングブレーキ機構では、ブレーキの踏み量やパッドの厚みによりピストンのストローク量が変化するため、パーキングブレーキを解除する際に、電動モータの回転を直線方向の運動に変換する回転直動機構のトルク抜けを検出する必要がある。

しかしながら、ＰＷＭ制御では、電動モータが目標トルクになるように短い時間間隔で電流制御を行うため、駆動電流がステップ状に大きく低下するような変化が発生しない。このため、回転直動機構のトルク抜けを検出することができず、パーキングブレーキを解除できないまま車両を動かしてしまうと、後輪引き摺りを起こす可能性がある。

【０００６】

本発明は上記のような事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、パーキングブレーキを解除する際に、後輪引き摺りの可能性を低減できる電動パーキングブレーキ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】
本発明の電動パーキングブレーキ装置は、電動モータの回転を直線方向の運動に変換する回転直動機構により、パーキングブレーキを制動状態に保持し、且つ該回転直動機構により解除する電動パーキングブレーキ装置であって、前記パーキングブレーキを解除する場合に、前記電動モータをＰＷＭ制御で駆動し、前記ＰＷＭ制御の開始から所定時間経過したらオン／オフ制御による駆動に変更する、ことを特徴とする。
【０００８】
また、本発明の電動パーキングブレーキ装置は、ブレーキパッドをロータに押し付けるピストンと、電動モータの回転を直線方向の運動に変換して前記ピストンを推進し、ブレーキパッドをロータに押し付けて制動位置に保持させる伝達機構と、前記ブレーキパッドのリリース開始後に、前記電動モータの回転に対して前記ピストンの作動を一時的に停止するボールアンドランプ機構と、前記電動モータを駆動制御する駆動制御装置と、を備え、前記駆動制御装置は、前記ブレーキパッドのリリースを開始するときに、前記電動モータをＰＷＭ制御によって駆動し、前記ＰＷＭ制御の開始から所定時間経過したらオン／オフ制御に変更して駆動する、ことを特徴とする
【発明の効果】
【０００９】
本発明によれば、パーキングブレーキを解除する場合に、電動モータをＰＷＭ制御し、制御開始から所定時間経過したらオン／オフ制御に変更することで、電動モータを駆動する駆動電流がステップ状に低下し、回転直動機構のトルク抜けを検出できる。
また、電動モータを駆動する駆動電流がステップ状に低下することで、ブレーキパッドのロータへの押し付け力の低下を検出できる。
したがって、パーキングブレーキの解除が検出しやすく、後輪引き摺りの可能性を低減できる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本発明の実施形態に係る電動パーキングブレーキ装置が適用されるディスクブレーキを示す断面構成図である。
【図２】図１に示したディスクブレーキに採用されたボールアンドランプ機構の回転直動ランプの斜視図である。
【図３】図１に示したディスクブレーキに採用されたピストン、ねじ機構及びボールアンドランプ機構等の分解斜視図である。
【図４】図１に示したディスクブレーキにおけるパーキングブレーキの作用を段階的に示した断面図である。
【図５】図１に示したディスクブレーキにおけるパーキングブレーキの作用を段階的に示した断面図である。
【図６】図１に示したディスクブレーキにおけるパーキングブレーキの作用を段階的に示した断面図である。
【図７】図１に示したディスクブレーキにおけるパーキングブレーキの作用を段階的に示した断面図である。
【図８】図１に示したディスクブレーキにおけるパーキングブレーキの作用を段階的に示した断面図である。
【図９】図１に示したディスクブレーキにおけるパーキングブレーキの作用を段階的に示した断面図である。
【図１０】本発明の実施形態に係る電動パーキングブレーキ装置における、パーキングブレーキを解除する際の電動モータの第１の制御動作を示すフローチャートである。
【図１１】パーキングブレーキを解除する際に、電動モータをオン／オフ制御で駆動する場合のタイミングチャートである。
【図１２】パーキングブレーキを解除する際に、電動モータをＰＷＭ制御で駆動する場合のタイミングチャートである。

【図１３】図１０に示した第１の制御動作におけるリリース電流波形、トルク波形及びモータ回転数を示すタイミングチャートである。
【図１４】本発明の実施形態に係る電動パーキングブレーキ装置における、パーキングブレーキを解除する際の電動モータの第２の制御動作を示すフローチャートである。
【図１５】図１４に示した第１の制御動作におけるリリース電流波形、トルク波形及びモータ回転数を示すタイミングチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。
まず、本発明が適用されるディスクブレーキの構成と、パーキングブレーキの作用について、図１乃至図９に基づいて説明する。次に、当該ディスクブレーキにおける電動モータの第１の制御動作について図１０乃至図１３、第２の制御動作について図１４及び図１５により詳しく説明する。
【００１２】
［ディスクブレーキの構成］
図１及び図３に示すように、ディスクブレーキ１には、車両の回転部に取り付けられたディスクロータＤを挟んで軸方向両側に配置された一対のインナブレーキパッド２及びアウタブレーキパッド３と、キャリパ４とが設けられている。本ディスクブレーキ１は、キャリパ浮動型として構成されている。なお、一対のインナブレーキパッド２及びアウタブレーキパッド３と、キャリパ４とは、車両のナックル等の非回転部に固定されたキャリア５にディスクロータＤの軸方向へ移動可能に支持されている。
【００１３】
キャリパ４の主体であるキャリパ本体６は、車両内側のインナブレーキパッド２に対向する基端側に配置されるシリンダ部７と、車両外側のアウタブレーキパッド３に対向する先端側に配置される爪部８とを有している。シリンダ部７には、インナブレーキパッド２側が開口部７Ａとなり、その反対側が孔部９Ａを有する底壁９により閉じられた有底のシリンダ１０が形成されている。このシリンダ１０は、開口部７Ａ側の内周部にピストンシール１１が介装されている。
【００１４】
ピストン１２は、底部１２Ａと円筒部１２Ｂとなる有底のカップ状に形成される。該ピストン１２は、その底部１２Ａがインナブレーキパッド２に対向するようにシリンダ１０内に収められている。ピストン１２は、ピストンシール１１に接触した状態で軸方向に移動可能にシリンダ１０に内装されている。このピストン１２とシリンダ１０の底壁９との間は、液圧室１３としてピストンシール１１により画成されている。この液圧室１３には、シリンダ部７に設けた図示しないポートを通じて、マスタシリンダや液圧制御ユニット等の図示しない液圧源から液圧が供給されるようになっている。ピストン１２は、インナブレーキパッド２に対向する底面の外周側に凹部１４が設けられている。この凹部１４は、インナブレーキパッド２の背面に形成されている凸部１５が係合しており、この係合によってピストン１２がシリンダ１０、ひいてはキャリパ本体６に対して回り止めされている。また、ピストン１２の底部１２Ａとシリンダ１０との間には、シリンダ１０内への異物の進入を防ぐダストブーツ１６が介装されている。
【００１５】
キャリパ本体６のシリンダ１０の底壁９側には、気密的にハウジング３５が取り付けられている。該ハウジング３５の一端開口には、気密的にカバー３９が取り付けられている。これらハウジング３５とシリンダ１０は、シール５１によって気密性が保持されている。また、ハウジング３５とカバー３９は、シール４０によって気密性が保持されている。ハウジング３５には、キャリパ本体６と並ぶように、モータ（電動モータ）３８がシール５０を介して密閉的に取り付けられている。なお、本例では、モータ３８をハウジング３５の外側に配置したが、モータ３８を覆うようにハウジング３５を形成し、ハウジング３５内にモータ３８を収容してもよい。この場合、シール５０が不要となり、組み付け工数

の低減を図ることができる。

【００１６】

キャリパ本体６には、ピストン１２を推進して制動位置に保持させるパーキングブレーキ機構であるピストン保持機構３４と、モータ３８による回転を増力する減速機構としての平歯多段減速機構３７及び遊星歯車減速機構３６が備えられている。上記ピストン保持機構３４、平歯多段減速機構３７及び遊星歯車減速機構３６は、モータ３８の回転運動をピストン１２に伝達する伝達機構２０として機能するもので、ハウジング３５内に収納されている。

【００１７】

ピストン保持機構３４は、平歯多段減速機構３７及び遊星歯車減速機構３６からの回転運動、すなわちモータ３８の回転を直線方向の運動（以下、便宜上「直動」と称する）に変換し、ピストン１２に推力を付与してピストン１２を移動させるボールアンドランプ機構２８と、該ボールアンドランプ機構２８の作動によりピストン１２を押圧する押圧部材の一部となるプッシュロッド５３と、シリンダ１０の底壁９とプッシュロッド５３との間、言い換えれば、ボールアンドランプ機構２８とピストン１２との間に配置され、ピストン１２を制動位置で保持する推力保持機構としてのねじ機構５２とが備えられる。上記ピストン保持機構３４、平歯多段減速機構３７、遊星歯車減速機構３６、ピストン１２、ボールアンドランプ機構２８及びねじ機構５２等は、モータ３８の回転を直線方向の運動に変換する回転直動機構として機能する。

【００１８】

なお、ピストン１２を推進する回転力を得るために、モータ３８による回転を増力する減速機構としての平歯多段減速機構３７及び遊星歯車減速機構３６を設けているが、これらは必ずしも設ける必要はない。モータ３８がピストン１２を推進するための回転力を出力できるものであれば、いずれか一方、または両方の減速機構は省略することが可能である。

【００１９】

平歯多段減速機構３７は、ピニオンギヤ４２と、第１減速歯車４３と、第２減速歯車４４とを含んで構成される。ピニオンギヤ４２は、筒状に形成され、モータ３８の回転軸３８Ａに圧入固定される孔部４２Ａと、外周に形成される歯車４２Ｂとを有している。第１減速歯車４３は、ピニオンギヤ４２の歯車４２Ｂに噛合する大径の大歯車４３Ａと、大歯車４３Ａから軸方向に延出して形成される小径の小歯車４３Ｂとが一体的に形成されている。この第１減速歯車４３は、一端がハウジング３５に支持されると共に他端がカバー３９に支持されたシャフト６２により回転可能に支持される。第２減速歯車４４は、第１減速歯車４３の小歯車４３Ｂに噛合する大径の大歯車４４Ａと、大歯車４４Ａから軸方向に延出して形成される小径のサンギヤ４４Ｂとが一体形成されている。サンギヤ４４Ｂは後述する遊星歯車減速機構３６の一部を構成している。この第２減速歯車４４は、カバー３９に支持されたシャフト６３により回転可能に支持される。

【００２０】

遊星歯車減速機構３６は、サンギヤ４４Ｂと、複数個（本例では３個）のプラネタリギヤ４５と、インターナルギヤ４６と、キャリア４８とを有する。プラネタリギヤ４５は、第２減速歯車４４のサンギヤ４４Ｂに噛合される歯車４５Ａと、キャリア４８から立設されるピン４７を挿通する孔部４５Ｂとを有している。３個のプラネタリギヤ４５は、キャリア４８の円周上に等間隔に配置される。

【００２１】

キャリア４８は、円板状に形成され、その中心に多角形柱４８Ａがインナパッド２側に突設される。該キャリア４８の多角形柱４８Ａは、後述するボールアンドランプ機構２８の回転ランプ２９の円柱部２９Ｂに設けた多角形孔２９Ｃと嵌合することで、キャリア４８と回転ランプ２９とで互いに回転トルクを伝達できるようになっている。キャリア４８の外周側には複数のピン用孔４８Ｂが形成されている。該各ピン用孔４８Ｂに、各プラネタリギヤ４５を回転可能に支持するピン４７が圧入固定されている。該キャリア４８及び

各プラネタリギヤ４５は、ハウジング３５の壁面３５Ａと、インターナルギヤ４６の第２減速歯車４４側に一体的に設けた環状壁部４６Ｂとにより軸方向の移動が規制されている。また、キャリア４８には、その中心に挿通孔４８Ｃが形成される。該挿通孔４８Ｃには、カバー３９に支持され、第２減速歯車４４を回転自在に支持するシャフト６３が圧入固定されている。なお、本例では、キャリア４８に設けた多角形柱４８Ａにより相対的な回転を規制しているが、スプラインやキー等回転トルクを伝達できる機械要素を採用してもよい。

【００２２】

インターナルギヤ４６は、各プラネタリギヤ４５の歯車４５Ａがそれぞれ噛合する内歯４６Ａと、この内歯４６Ａから連続して第２減速歯車４４側に一体的に設けられてプラネタリギヤ４５の軸方向の移動を規制する環状壁部４６Ｂとから形成されている。該インターナルギヤ４６は、ハウジング３５内に圧入固定されるようになっている。

【００２３】

ねじ機構５２は、ピストン１２を制動位置で保持する推力保持機構として構成され、後述する回転直動ランプ３１の円筒部３１Ｂの外周に螺合する、スクリュ部材としてのベースナット３３と、プッシュロッド５３に螺合する、当接部材としてのナット５５とを備えている。

【００２４】

プッシュロッド５３は、ツバ部５３Ａと螺合部５３Ｃとが一体的に形成されて構成される。該ツバ部５３Ａは、スラストベアリング５６を介して、ボールアンドランプ機構２８の回転直動ランプ３１に軸方向に対向配置される。ツバ部５３Ａと後述するリテーナ２６との間には、コイルばね２７が介装されている。コイルばね２７は、プッシュロッド５３を常時スラストベアリング５６側、すなわち、シリンダ部７の底壁９側へ付勢している。また、コイルばね２７は、プッシュロッド５３を介して後述のボールアンドランプ機構２８の回転直動ランプ３１をシリンダ部７の定壁９側へ付勢している。上記プッシュロッド５３には、そのツバ部５３Ａの外周面に周方向に沿って凸部５３Ｂが複数設けられている。凸部５３Ｂは、後述するリテーナ２６の縮径部２６Ｂに、周方向に沿って複数設けられる縦長溝部２６Ｅにそれぞれ嵌合するようになっている。この凸部５３Ｂと縦長溝部２６Ｅとの嵌合により、プッシュロッド５３は、縦長溝部２６Ｅの軸方向長さの範囲で軸方向に移動可能であるが、リテーナ２６に対して回転方向への移動が規制されている。

【００２５】

ナット５５は、貫通孔である孔部５５Ａを有して一端側に円筒部５５Ｂと他端側にフランジ部５４とが一体的に形成されて、軸方向断面でＴ字状、外観視でキノコ状に構成される。孔部５５Ａのうち円筒部５５Ｂに該当する位置には、プッシュロッド５３の螺合部５３Ｃと螺合する、当接部材ねじ部としての螺合部５５Ｃが形成されている。

【００２６】

フランジ部５４の外周端には、凸部５４Ａが周方向に間隔を置いて複数形成される。これら各凸部５４Ａは、ピストン１２の円筒部１２Ｂの内周面に軸方向に延び周方向に間隔を置いて複数形成された平面部１２Ｃに当接するようになっている。この当接により、ナット５５は、ピストン１２に対して軸方向には移動可能であるが、回転方向への移動が規制されている。ナット５５のフランジ部５４の先端面には、傾斜面５４Ｂが形成されている。該傾斜面５４Ｂは、ピストン１２の底部１２Ａの内側に形成された傾斜面１２Ｄと当接可能になっている。ナット５５のフランジ部５４の傾斜面５４Ｂがピストン１２の傾斜面１２Ｄに当接することで、モータ３８からの回転力が、ねじ機構５２であるプッシュロッド５３、ナット５５及びフランジ部５４を介してピストン１２に伝達されるようになっている。これにより、ピストン１２が前進するようになっている。上記ナット５５のフランジ部５４の凸部５４Ａ及び傾斜面５４Ｂには溝部５４Ｃ（図３参照）、５４Ｄが複数形成されている。これら溝部５４Ｃ、５４Ｄは、ピストン１２の底部１２Ａとフランジ部５４とにより囲まれた空間を液圧室１３に連通させ、ブレーキ液の流通を可能として、上記空間のエア抜き性を確保するようにしている。

【００２７】
プッシュロッド５３とナット５５との螺合部５３Ｃ、５５Ｃは、ピストン１２からの回転直動ランプ３１への軸方向荷重によってはナット５５が回転しないように、その逆効率が０以下になるように、すなわち、不可逆性が大きなねじに設定されている。本例においては、プッシュロッド５３と当接部材であるナット５５とから押圧部材が構成されている。

【００２８】
ボールアンドランプ機構２８は、入力部材としての回転ランプ２９と、従動部材としての回転直動ランプ３１と、回転ランプ２９と回転直動ランプ３１との間に介装されるボール３２とを備えている。本例において、回転直動ランプ３１は、スクリュ部材としてのベースナット３３と上述したねじ機構２９としての機能も有している。

【００２９】
回転ランプ２９は、円板状の回転プレート２９Ａと、該回転プレート２９Ａの略中心から一体的に延びる円柱部２９Ｂとからなり、軸方向断面Ｔ字状に形成される。該円柱部２９Ｂは、ベースナット３３の底壁３３Ａに設けた挿通孔３３Ｄ及びシリンダ１０の底壁９に設けた孔部９Ａに挿通されている。該円柱部２９Ｂの先端には、キャリア４８に設けた多角形柱４８Ａが嵌合する多角形孔２９Ｃが形成されている。また、回転プレート２９Ａの円柱部２９Ｂ側と反対側の面には、周方向に沿って所定の傾斜角を有して円弧状に延びるとともに径方向において円弧状断面を有する複数、本例においては３つのボール溝２９Ｄが形成されている。

【００３０】
また、回転プレート２９Ａは、ベースナット３３の底壁３３Ａに対して、スラストベアリング３０を介して回転自在に支持されている。シリンダ１０の底壁９の孔部９Ａと回転ランプ２９の円柱部２９Ｂの外周面との間にはシール６１が設けられ、液圧室１３の液密性が保持されている。上記回転ランプ２９の円柱部２９Ｂの先端部には止め輪６４が装着されており、回転ランプ２９のキャリパ本体６に対するインナ及びアウタブレーキパッド２、３側への移動、すなわち、ロータ軸方向への移動が規制されている。そして、上記のような回転ランプ２９の規制によって、ベースナット３３は、キャリパ本体６に対してロータ軸方向に移動しないようになっている。したがって、ベースナット３３に形成された雌ねじ部３３Ｃもキャリパ本体６に対してロータ軸方向に移動しないようになっている。

【００３１】
回転直動ランプ３１は、図２にも示されるように、円板状の回転直動プレート３１Ａと、該回転直動プレート３１Ａの外周端から立設される円筒部３１Ｂとからなる有底円筒状に形成されている。回転直動プレート３１Ａの、回転ランプ２９の回転プレート２９Ａとの対向面には、周方向に沿って所定の傾斜角を有して円弧状に延びるとともに径方向において円弧状断面を有する複数、本例においては３つのボール溝３１Ｄが形成されている。また、円筒部３１Ｂの外周面には、ベースナット３３の円筒部３３Ｂの内周面に設けた雌ねじ部３３Ｃと螺合する雄ねじ部３１Ｃが形成されている。

【００３２】
ベースナット３３は、底壁３３Ａと、該底壁３３Ａの外周端から立設される円筒部３３Ｂとからなる有底筒状に形成されている。該円筒部３３Ｂの内周面には、回転直動ランプ３１の円筒部３１Ｂの外周面に設けた雄ねじ部３１Ｃと螺合する雌ねじ部３３Ｃが形成される。ベースナット３３の底壁３３Ａの略中心には回転ランプ２９の円柱部２９Ｂが挿通される挿通孔３３Ｄが形成されている。そして、ベースナット３３は、その円筒部３３Ｂ内に回転直動ランプ３１及び回転ランプ２９の回転プレート２９Ａを収容するようにして、その底壁３３Ａの挿通孔３３Ｄに回転ランプ２９の円柱部２９Ｂが挿通されている。また、ベースナット３３は、底壁３３Ａがシリンダ１０の底壁９と回転ランプ２９の回転プレート２９Ａとの間に配置されたスラストベアリング３０とスラストベアリング５８との間に挟持されている。

【００３３】

これにより、ベースナット３３は、スラストベアリング５８及びスラストワッシャ５７を介して、シリンダ１０の底壁９に対して回転可能に支持されるようになっている。しかしながら、ベースナット３３は、その外周に設けた複数の凸部３３Ｅ（図３参照）がリテーナ２６に設けた凹部２６Ｇ（図３参照）と嵌合することでリテーナ２６に対する相対的な回転移動が規制されている。また、リテーナ２６の大径部２６Ａの後端部には、複数のツメ部２６Ｆ（図３参照）が形成されており、該リテーナ２６内の所定位置にベースナット３３を組み付けた後、各ツメ部２６Ｆをリテーナ２６の中心方向へ折り込むことで、ベースナット３３の第２減速歯車４４側への移動が規制されるようになっている。

【００３４】

なお、回転直動ランプ３１の円筒部３１Ｂの雄ねじ部３１Ｃ及びベースナット３３の円筒部３３Ｂに設けた雌ねじ部３３Ｃは、回転ランプ２９を一方向に回転させて、回転ランプ２９及び回転直動ランプ３１の対向するボール溝２９Ｄ、３１Ｄ間のボール３２の転動作用により回転直動ランプ３１が回転ランプ２９から離間する場合、回転直動ランプ３１が回転ランプ２９と同方向に回転したときに、回転直動ランプ３１がベースナット３３から離間するように形成されている。

【００３５】

ボール３２は、転動部材としての鋼球からなり、本例においては３つ設けられている。ボール３２は、回転ランプ２９の回転プレート２９Ａの各ボール溝２９Ｄと、回転直動ランプ３１の回転直動プレート３１Ａの各ボール溝３１Ｄとの間にそれぞれ１つずつ介装されている。そして、回転ランプ２９に回転トルクを加えると、ボール溝２９Ｄと３１Ｄの間をボール３２が転動するようになっている。ここで、ボール３２が転動すると、回転直動ランプ３１は、ベースナット３３と螺合しているため、ベースナット３３がシリンダ１０に対して回転していないときには、ベースナット３３に対して回転しながら軸方向に推進するようになっている。

【００３６】

このとき、回転直動ランプ３１は、ボール３２の転動により発生する回転直動ランプ３１の回転トルクと、回転直動ランプ３１とベースナット３３との螺合部である雄ねじ部３１Ｃ及び雌ねじ部３３Ｃの回転抵抗トルクとが釣り合うまで、軸方向に推進されるようになっている。また、回転直動ランプ３１とベースナット３３との螺合部分である雄ねじ部３１Ｃ及び雌ねじ部３３Ｃは、ピストン１２からの回転直動ランプ３１への軸方向荷重によってはベースナット３３が回転しない、すなわち、雄ねじ部３１Ｃ及び雌ねじ部３３Ｃの逆効率が０以下になるように、言い換えれば、不可逆性が大きなねじに設定されている。なお、ボール溝２９Ｄ、３１Ｄは、周方向に沿った傾斜の途中に窪みを付けたり、傾斜を途中で変化させて構成するようにしても良い。

【００３７】

リテーナ２６は、全体が略筒形状で構成され、シリンダ１０の底壁９側に位置する大径部２６Ａと、この大径部２６Ａからシリンダ１０の開口７Ａ方向に向けて縮径する縮径部２６Ｂと、この縮径部２６Ｂからシリンダ１０の開口７Ａ方向に向けて延出する小径部２６Ｃとから構成されている。大径部２６Ａの先端部（図１中右側）には、中心側に部分的に折り込まれてベースナット３３を係止する複数のツメ部２６Ｆ（図３参照）が形成されている。また、リテーナ２６の縮径部２６Ｂには、周方向に沿って複数設けた縦長溝部２６Ｅが形成され、プッシュロッド５３のツバ部５３Ａに設けた複数の対応する凸部５３Ｂが嵌合されている。この嵌合によって、プッシュロッド５３は、リテーナ２６に対して回り止めされるとともに、縦長溝部２６Ｅをリテーナ２６に対して軸方向に移動可能となっている。

【００３８】

また、リテーナ２６の小径部２６Ｃの外周には、一方向クラッチ部材としてのスプリングクラッチ６５のコイル部６５Ａが巻き付けられている。このスプリングクラッチ６５は、リテーナ２６が一方向へ回転するときには回転トルクを付与するが、他方向へ回転するときに回転トルクを殆ど付与しないようになっている。ここでは、ナット５５がボールア

ンドランプ機構２８の方向へ移動するときの回転方向に対して回転抵抗トルクを付与するようにしている。

【００３９】

上記スプリングクラッチ６５の回転抵抗トルクの大きさは、回転直動ランプ３１とベースナット３３とが軸方向で互いに近接する際、コイルばね２７の付勢力によって発生する回転直動ランプ３１とベースナット３３との螺合部３１Ｃ、３３Ｃの回転抵抗トルクよりも大きいものとなっている。また、スプリングクラッチ６５の先端側（図１中左側）には、リング部６５Ｂが形成されており、ナット５５の各凸部５４Ａと同様に、ピストン１２の平面部１２Ｃと当接している。これにより、スプリングクラッチ６５は、ピストン１２に対して軸方向の移動は可能であるが、回転方向への移動が規制されるようになっている。本例においては、回転直動ランプ３１の雄ねじ部３１Ｃ、ベースナット３３、リテーナ２６、プッシュロッド５３、及びナット５５によって、ねじ機構が構成されている。

【００４０】

モータ３８には、該モータ３８を駆動制御する駆動制御装置であるＥＣＵ７０が接続されている。ＥＣＵ７０には、パーキングブレーキの作動及び解除を指示すべく操作されるパーキングスイッチ７１が接続されている。なお、ＥＣＵ７０には、ボタンやレバーによる手動のスイッチ操作だけでなく、図示しない車両側からの信号、例えばＣＡＮ（Controller Area Network）からの情報に基づき、パーキングスイッチ７１の操作によらずに作動させることもできる。

【００４１】

次に、上述したディスクブレーキ１の作用を説明する。

［通常の液圧ブレーキとしての作用］

まず、ブレーキペダルの操作による通常の液圧ブレーキとしてのディスクブレーキ１の制動時における作用を説明する。運転者によりブレーキペダルが踏み込まれると、ブレーキペダルの踏力に応じた液圧がマスタシリンダから液圧回路（ともに図示しない）を経てキャリパ４内の液圧室１３に供給される。これにより、ピストン１２がピストンシール１１を弾性変形させながら非制動時の原位置から前進（図１の左方向に移動）してインナブレーキパッド２をディスクロータＤに押し付ける。そしてキャリパ本体６は、ピストン１２の押圧力の反力によりキャリア５に対して図１における右方向に移動して、爪部８に取り付けられたアウタブレーキパッド３をディスクロータＤに押し付ける。この結果、ディスクロータＤが一対のインナ及びアウタブレーキパッド２、３により挟みつけられて摩擦力が発生し、ひいては、車両の制動力が発生することになる。

【００４２】

そして、運転者がブレーキペダルを解放すると、マスタシリンダからの液圧の供給が途絶えて液圧室１３内の液圧が低下する。これにより、ピストン１２は、ピストンシール１１の弾性変形の復元力によって原位置まで後退して制動力が解除される。ちなみに、インナ及びアウタブレーキパッド２、３の摩耗に伴いピストン１２の移動量が増大してピストンシール１１の弾性変形の限界を越えると、ピストン１２とピストンシール１１との間に滑りが生じる。この滑りによってキャリパ本体６に対するピストン１２の原位置が移動して、パッドクリアランスが一定に調整されるようになっている。

【００４３】

［パーキングブレーキの作用］

次に、車両の停止状態を維持するためのパーキングブレーキとしての作用を図４に基づいて図１も参照しながら説明する。図１及び図４は、パーキングブレーキが解除されている状態を示している。この状態からパーキングスイッチ７１が操作されてパーキングブレーキを作動させる時には、ＥＣＵ７０によってモータ３８が駆動されて、平歯多段減速機構３７を介して遊星歯車減速機構３６のサンギヤ４４Ｂが回転する。このサンギヤ４４Ｂの回転により、各プラネタリギヤ４５を介してキャリア４８が回転する。キャリア４８の回転力は、回転ランプ２９に伝達される。

【００４４】

ここで、ボールアンドランプ機構２８の回転直動ランプ３１は、プッシュロッド５３を介して伝達されるコイルばね２７の付勢力のため、キャリパ本体６に対して前進（図１中左方向へ移動）するために、ある一定以上の推力、ひいては回転トルクＴ１が必要となっている。これに対して、一対のインナ及びアウタブレーキパッド２、３とディスクロータＤとが当接しておらず、ピストン１２からディスクロータＤへの押圧力が発生していない状態では、プッシュロッド５３を回転させるための必要回転トルクＴ２が、回転直動ランプ３１を前進させるための必要回転トルクＴ１よりも十分小さくなっている。また、パーキングブレーキを作動させる時には、スプリングクラッチ６５による回転抵抗トルクＴ３も付与されない。

【００４５】

このため、キャリア４８から回転ランプ２９への回転力の伝達初期においては、回転直動ランプ３１が前進しないので、図５に示すように、回転ランプ２９と回転直動ランプ３１とが共回りし始める。その回転力は、機械損失分を除いた殆どが回転直動ランプ３１とベースナット３３との螺合部３１Ｃ、３３Ｃからリテーナ２６及びプッシュロッド５３を介してねじ機構５２に伝達される。したがって、機械効率が良い状態でねじ機構５２が作動することになる。すなわち、キャリア４８は、その回転力により回転ランプ２９、回転直動ランプ３１、ベースナット３３、リテーナ２６及びプッシュロッド５３を共に一体となって回転させる。このプッシュロッド５３の回転によりナット５５が前進（図１中左方向へ移動）して、ナット５５のフランジ部５４の傾斜面５４Ｂがピストン１２の傾斜面１２Ｄに当接して、傾斜面１２Ｄを押圧することでピストン１２が前進することになる。

【００４６】

さらにモータ３８が駆動されて、ねじ機構５２の作用によりピストン１２によるディスクロータＤへの押圧力が発生し始めると、今度は、その押圧力に伴う軸力によってプッシュロッド５３とナット５５との螺合部で発生する回転抵抗が増大して、ナット５５を前進させるための必要回転トルクＴ２が増大していく。そして、必要回転トルクＴ２は、ボールアンドランプ機構２８を作動、すなわち回転直動ランプ３１を前進させるための必要回転トルクＴ１よりも大きくなる。この結果、プッシュロッド５３の回転が停止して、プッシュロッド５３と相対的な回転が規制されるリテーナ２６を介してベースナット３３の回転が停止する。すると、図６に示すように、回転直動ランプ３１が回転しながら軸方向に前進することで、ねじ機構５２、すなわちプッシュロッド５３及びナット５５を介してピストン１２が前進し、ピストン１２のディスクロータＤへの押圧力が増大する。

【００４７】

このとき、回転直動ランプ３１には、回転ランプ２９からの回転トルクの付与により、ボール溝３１Ｄで発生する推力と、ベースナット３３との螺合によって発生する推力の合計が付与される。また、このとき、プッシュロッド５３は、コイルばね２７の付勢力に抗して前進するようになっている。なお、本例では、最初に、ねじ機構５２が作動することによりナット５３が前進することでピストン１２を前進させてディスクロータＤへの押圧力を得るので、ねじ機構５２の作動により一対のインナ及びアウタブレーキパッド２、３の経時的な摩耗によって変化するピストン１２に対するナット５３の原位置を調整することができる。

【００４８】

ここで、ボールアンドランプ機構２８のリードＬ（回転ランプ２９が１回転するときの回転直動ランプ３１の進み量）は、次の式で表される。

$$L = L_{screw} \times L_{B\&R} / (L_{screw} + L_{B\&R})$$

【００４９】

但し、L_{screw}は、回転直動ランプ３１とベースナット３３との螺合部３１Ｃ、３３Ｃのリードで、$L_{B\&R}$は、各ボール溝２９Ｄ、３１Ｄでのリードである。例えば、L_{screw}＝３ｍｍ、$L_{B\&R}$＝３ｍｍとすると、Ｌ＝１．５ｍｍとなり、リードを小さくして増力比（回転トルクに対する推力）を上げることができる。

【００５０】

そして、ＥＣＵ７０は、一対のインナ及びアウタブレーキパッド２、３からディスクロータＤへの押圧力が所定値に到達するまで、例えば、モータ３８の電流値が所定値に達するまでモータ３８を駆動する。その後、ＥＣＵ７０は、ディスクロータＤへの押圧力が所定値に到達すると、モータ３８への通電を停止する。すると、ボールアンドランプ機構２８は、回転ランプ２９の回転が停止するので、各ボール溝２９Ｄ、３１Ｄ間のボール３２の転動作用による回転直動ランプ３１への推力付与がなくなる。回転直動ランプ３１には、ディスクロータＤへの押圧力の反力がピストン１２及びねじ機構５２を介して作用するが、回転直動ランプ３１はベースナット３３との間で逆作動しない雄ねじ部３１Ｃ及び雌ねじ部３３Ｃで螺合されているので、回転直動ランプ３１は回転せずに停止状態が維持されて、ピストン１２が制動位置に保持される。これにより制動力の保持がなされてパーキングブレーキの作動が完了する。

【００５１】

次に、パーキングブレーキを解除する際には、パーキングスイッチ７１のパーキング解除操作に基づいて、ＥＣＵ７０は、モータ３８を、ピストン１２を戻す、すなわちピストン１２をディスクロータＤから離間させることになる回転方向で駆動する。このパーキングブレーキを解除する際のモータ３８の制御については、後述する［電動モータの第１の制御動作］及び［電動モータの第２の制御動作］で詳しく説明する。これにより、平歯多段減速機構３７及び遊星歯車減速機構３６がピストン１２を戻す方向へ作動する。このとき、回転ランプ２９には、軸力が作用していないため、ボール３２が回転ランプ２９及び回転直動ランプ３１の各ボール溝２９Ｄ、３１Ｄ間における初期位置（ボールアンドランプ機構２８の初期位置）に戻るまで、回転ランプ２９は、回転直動ランプ３１へ回転トルクを伝達することはできない。したがって、解除初期段階では、回転ランプ２９だけが回転することになる。

【００５２】

次に、図７（Ｂ）に示すように、回転ランプ２９が回転して、ボール３２が回転ランプ２９及び回転直動ランプ３１の各ボール溝２９Ｄ、３１Ｄ間における初期位置に戻ると、図８に示すように、回転ランプ２９は、ボール３２を介して回転直動ランプ３１へ回転トルクを伝達し始める。この解除中期段階では、ディスクロータＤへの押圧力の反力がナット５５に付与されているため、回転ランプ２９は、回転直動ランプ３１を回転させることができないようになっている。このように、ボールアンドランプ機構２８は、インナブレーキパッド２のリリース（Release）制御の開始後に、モータ３８の回転に対してピストン１２の作動を一時的に停止させる。

【００５３】

すなわち、大径の回転直動ランプ３１とベースナット３３との螺合部である雄ねじ部３１Ｃと雌ねじ部３３Ｃとを相対回転させる必要回転トルクＴ４は、プッシュロッド５３とナット５５との螺合部５３Ｃ、５５Ｃを回転させるために必要な回転トルクＴ５とスプリングクラッチ６５による回転抵抗トルクＴ３との合計必要回転トルクＴ５＋Ｔ３よりも小さくなっている。このため、回転ランプ２９の回転によって、回転直動ランプ３１、リテーナ２６及びプッシュロッド５３は、一体となってスプリングクラッチ６５の付勢力に抗して回転する。これによって、プッシュロッド５３とナット５５とが相対回転してナット５５はピストン１２から離間する方向に後退する。

【００５４】

そして、ナット５５の後退によってディスクロータＤへのピストン１２の押圧力が減少し、回転直動ランプ３１の雄ねじ部３１Ｃとベースナット３３の雌ねじ部３３Ｃを相対回転させる必要回転トルクＴ４がスプリングクラッチ６５の回転抵抗トルクＴ３よりも小さくなる。これにより、リテーナ２６の回転が停止し、図９に示すように、回転直動ランプ３１は、回転ランプ２９と共にベースナット３３に対して回転しながら後退して、初期位置に戻り、パーキングブレーキの解除が完了する。ここで、ＥＣＵ７０は、ピストン１２からナット５５が適度に離間したナット５５の初期位置（アプライ制御の初期位置）となるように解除のためのモータ３８の駆動時間やモータ３８へのモータ電流に基づいてモー

タ３８を停止させるように制御している。
【００５５】
なお、本例では、ボール３２を介して回転ランプ２９から回転直動ランプ３１へ回転トルクを伝達した。しかし、これに限ることなく、ボール３２を介さずに、回転ランプ２９及び回転直動ランプ３１が図４（Ｂ）に示す位置となったときに係合するような突起を回転ランプ２９及び回転直動ランプ３１それぞれに形成するようにしてもよい。これら突起により回転ランプ２９が直接回転直動ランプ３１を回転するようになり、ボール３２や各ボール溝２９Ｄ、３１Ｄの耐久性が向上する。
【００５６】
［電動モータの第１の制御動作］
次に、パーキングブレーキを解除する際のモータ３８の第１の制御動作について、図１０のフローチャートにより説明する。上述したように、パーキングスイッチ７１のパーキング解除操作に基づいて、ＥＣＵ７０は、モータ３８を、ピストン１２をディスクロータＤから離間させるように駆動する。これによって、ディスクロータＤに押し付けられていたインナパッド２の締め付けが解除される。
【００５７】
この際、モータ３８により、インナパッド２に対して、図１０のフローチャートに示すようなリリース制御を行う。まず、モータ３８を、ＥＣＵ７０によりＰＷＭ制御で駆動を開始する（ステップＳ１）。続くステップＳ２では、所定時間（一定時間）が経過したか否かを判定し、所定時間が経過するまでＰＷＭ制御で駆動する。所定時間が経過すると、ＥＣＵ７０により、モータ３８をＰＷＭ制御からオン／オフ制御に切り替えて（変更して）駆動する（ステップＳ３）。
【００５８】
次のステップＳ４では、モータ３８の駆動電流の変化によりディスクロータＤへのインナブレーキパッド２の押し付け力の低下、換言すれば回転直動機構のトルク抜けの検出を行う（ステップＳ５）。トルク抜けを検出すると、この情報をＥＣＵ７０に供給し、ＥＣＵ７０でパーキングブレーキが解除されたことを認識する（ステップＳ６）。そして、ステップＳ３の切り替えから所定時間、オン／オフ制御を実行してリリース動作を終了する（ステップＳ７、Ｓ８）。これによって、ディスクロータＤからインナ及びアウタブレーキパッド２、３が離れ、パーキングブレーキが解除される。
【００５９】
一方、ステップＳ５で、トルク抜けが検出されない場合には、オン／オフ制御への切り替えから所定時間経過するまで、オン／オフ制御による駆動電流の変化によりトルク抜けの検出を行う（ステップＳ９、Ｓ４、Ｓ５）。所定時間が経過してもトルク抜けが検出されない場合には、パーキングブレーキが解除されていないため、ＥＣＵ７０は車両の発進を禁止する処理を行い、運転者に警告ランプや警告ブザー等で報知し（ステップＳ１０）、リリース制御を終了する。
【００６０】
図１１乃至図１３はそれぞれ、上記リリース制御中において、モータ３８をオン／オフ制御で駆動する場合、ＰＷＭ制御で駆動する場合、及び本実施形態の場合（初期段階はモータ３８をＰＷＭ制御で駆動し、所定時間経過したらオン／オフ制御による駆動へ変更する第１の制御動作）を対比し、リリース電流波形、トルク波形及びモータ回転数をそれぞれ示している。図１１に示すように、モータ３８をオン／オフ制御で駆動すると、リリース電流の初期には、モータ３８が停止状態から起動するため突入電流が流れる。そして、モータ３８は起動（時刻ｔ０）から少し遅れた時刻ｔ０’に回転を始める。時刻ｔ１、ｔ２間にモータ３８の駆動電流がステップ状に低下、すなわち所定値以上急激に低下するのを検出することで、ディスクロータＤへのインナブレーキパッド２の押し付け力の低下、換言すれば回転直動機構のトルク抜けを検出する。その後、所定時間経過した時刻ｔ３にモータの駆動を停止する。しかし、時刻ｔ２、ｔ３間のモータ回転数が比較的高い（ｈ１）ことで、減速機構の作動音は大きくなる。

【００６１】
また、図１２に示すように、モータ３８をＰＷＭ制御で駆動すると、制動力解除に必要な目標トルクＴｍになるようにフィードバックによる電流制御が行われるため、リリース電流は、時刻ｔ０から小刻みに目標トルクＴｍに近づくように徐々に変化する。このため、時刻ｔ１、ｔ２間のトルク波形に急激な変化があるにも拘わらず、リリース電流波形にステップ状に低下する変化が起こらない。これは、駆動電流が急激に低下する前に、目標トルクＴｍに近づくようにフィードバックで戻してしまうからである。一方、モータ回転数は、オン／オフ制御に比べて低くなる（ｈ２＜ｈ１）ので、減速機構の作動音は小さくなる。
【００６２】
これに対し、図１３に示すように、モータ３８を初期段階ではＰＷＭ制御で駆動し、所定時間（Δｔ１）経過した時刻ｔ１に、オン／オフ制御へ変更して（切り替えて）駆動することで、メカ機構による電流特性が出てくるので、リリース電流波形に、駆動電流がステップ状に下がる期間（時刻ｔ２、ｔ３間）が生ずる。この所定時間Δｔ１は、ブレーキパッドであるインナブレーキパッド２のリリース制御開始後にモータ３８の回転に対してピストン１２の作動が一時的に停止している間の時間、または、ピストン１２の作動が開始されるまでの時間として設定され、一例を挙げると１００ｍｓｅｃ程度である。この電流値のステップ状の降下を検出することで、ディスクロータＤへのインナブレーキパッド２の押し付け力の低下、換言すれば回転直動機構のトルク抜けを検出できる。そして、時刻ｔ４にリリース制御を終了する。
【００６３】
したがって、本第１の制御動作によれば、回転直動機構のトルク抜けをモータ３８の駆動電流の変化で検出できるので、パーキングブレーキが解除されたことが検出しやすく、後輪引き摺りの可能性を低減できる。
【００６４】
［電動モータの第２の制御動作］
図１４は、パーキングブレーキを解除する際のモータ３８の第２の制御動作を示すフローチャートである。インナパッド２のリリース制御を開始すると、モータ３８をＥＣＵ７０によりＰＷＭ制御で駆動を開始する（ステップＳ１）。続くステップＳ２では、所定時間（一定時間）が経過したか否かを判定し、所定時間が経過するまでＰＷＭ制御によるモータ３８の駆動を行う。所定時間が経過すると、ＥＣＵ７０により、モータ３８をＰＷＭ制御からオン／オフ制御に切り替えて（変更して）駆動する（ステップＳ３）。
【００６５】
次のステップＳ４では、モータ３８の駆動電流の変化によりディスクロータＤへのインナブレーキパッド２の押し付け力の低下、換言すれば回転直動機構のトルク抜けの検出を行う（ステップＳ５）。トルク抜けを検出すると、この情報をＥＣＵ７０に供給し、ＥＣＵ７０でパーキングブレーキが解除されたことを認識する（ステップＳ６）。そして、オン／オフ制御への切り替えから所定時間、モータ３８のオン／オフ制御を実行した後（ステップＳ７、Ｓ８）、ＰＷＭ制御に切り替える（ステップＳ１１）。この切り替えから所定時間、ＰＷＭ制御を実行し（ステップＳ１１、Ｓ１２）、リリース動作を終了する。これによって、ディスクロータＤからインナ及びアウタブレーキパッド２、３が離れ、パーキングブレーキが解除される。
【００６６】
一方、ステップＳ５で、トルク抜けが検出されなかった場合には、オン／オフ制御への切り替えから所定時間が経過したか否かを判定し（ステップＳ９）、所定時間が経過するまで、オン／オフ制御による駆動電流の変化によりトルク抜けの検出を行う（ステップＳ９、Ｓ４、Ｓ５）。オン／オフ制御への切り替えから所定時間が経過してもトルク抜けが検出されない場合には、パーキングブレーキが解除されていないため、ＥＣＵ７０は車両の発進を禁止する処理を行い、運転者に警告ランプや警告ブザー等で報知し（ステップＳ１０）、リリース制御を終了する。

【００６７】
図１５は、リリース制御中における第２の制御動作のリリース電流波形、トルク波形及びモータ回転数を示している。モータ３８を初期段階ではＰＷＭ制御で駆動し、所定時間（Δｔ１）経過した時刻ｔ１にオン／オフ駆動へ変更して（切り替えて）駆動すると、リリース電流波形に、駆動電流がステップ状に下がる期間（時刻ｔ２、ｔ３間）が生ずる。この所定時間Δｔ１は、一例を挙げると１００ｍｓｅｃ程度である。この電流値のステップ状の降下を検出することで、ディスクロータＤへのインナブレーキパッド２の押し付け力の低下、換言すれば回転直動機構のトルク抜けを検出できる。トルク抜けを検出した後の時刻ｔ３に、再びＰＷＭ制御に切り替えて駆動する。そして、時刻ｔ４までの所定時間ＰＷＭ制御を実行し、リリース制御を終了する。

【００６８】
本第２の制御動作によれば、回転直動機構のトルク抜けをモータ３８の駆動電流の変化で検出できるので、パーキングブレーキが解除されたことが検出しやすく、後輪引き摺りの可能性を低減できる。さらに、トルク抜けの検出後にＰＷＭ制御に切り替えることで、モータ３８の回転数を低下（ｈ２）させて減速機構の作動音、例えばギアが摺り合うときの音を低減できる。よって、トルク抜けの検出により後輪引き摺りの可能性を低減しつつ、減速機構の作動音低減を実現できる。

【００６９】
なお、オン／オフ制御で所定時間、トルク抜けが検出できない場合に、ＥＣＵ７０で車両の発進を禁止し、運転者に報知してリリース制御を終了するようにしたが、トルク抜けを検出した場合と同様にＰＷＭ制御に切り替え、所定時間ＰＷＭ制御を実行してからリリース制御を終了するようにしても良い。

【００７０】
上述したように、図１乃至図９に示した構成のディスクブレーキ１では、パーキングブレーキのようなピストン１２を推進して制動位置に保持させるときに、一対のインナ及びアウタブレーキパッド２、３からディスクロータＤへ押圧力を付加するのに際して、機械効率が低い回転直動ランプ３１の螺合部３１Ｃとベースナット３３の螺合部３３Ｃとを含むねじ機構５２と、機械効率の高いボールアンドランプ機構２８とを組み合わせることにより、ピストン保持機構３４の良好な作動効率を確保しながら、ディスクロータＤへの押圧力を保持することができる。これにより、ラチェット機構と比してその構成を簡素化することができ、ディスクブレーキ１の製造効率を向上させることができる。

【００７１】
また、ピストン１２には、回転直動ランプ３１とベースナット３３との螺合部分である雄ねじ部３１Ｃ及び雌ねじ部３３Ｃからの押圧力だけでなく、ボールアンドランプ機構２８からの押圧力も作用するため、モータ３８を小型化しても所望の制動力を得ることができる。さらに、モータ３８を小型化（低トルク化）することで、平歯多段減速機構３７及び遊星歯車減速機構３６に付与されるトルクも低く抑えることができるので、作動音や寿命の点で有利となる。
加えて、ボールアンドランプ機構２８よりも回転直動変換効率のよいプッシュロッド５３とナット５５とを含むねじ機構５２を用いていることにより、パーキングブレーキを作動させる際の応答性が向上している。

【００７２】
なお、減速機構として平歯多段減速機構３７及び遊星歯車減速機構３６を採用したが、サイクロイド減速機や波動減速機等、他の公知な減速機構を採用してもよい。また、ボールアンドランプ機構２８の転動体としてボール３２を採用したが、耐荷重性に優れる円筒部材を用いたローラアンドランプ機構を採用してもよい。

【００７３】
また、ディスクロータＤへの押圧力の解除時、リテーナ２６に回転抵抗トルクを付与する部材としてスプリングクラッチ６５を用いたが、公知のハンドブレーキ付きディスクブレーキキャリパのように、リテーナ２６にツバ部を設け、ワッシャ等を介して止め輪でシ

リンダ１０との軸方向移動を規制するように構成してもよい。ここで、止め輪の組み付け後、コイルばね２７が縮まるように設計すれば、コイルばね２７による付勢力がツバ部、ワッシャ及び止め輪に加わることになるため、この部位で回転抵抗トルクを発生することができる。

【００７４】

さらに、車両の停止状態を維持するための作用の一例である、パーキングブレーキを例に、ピストン保持機構３４の作動を説明したが、パーキングブレーキ以外の場合、例えば、坂道での車両の発進を補助するためのヒルスタートアシストやヒルダウンアシスト、アクセルオフで停車状態にあるときのオートストップ時等の場合に、パーキングブレーキ機構であるピストン保持機構３４を作動させるようにしてもよい。

【００７５】

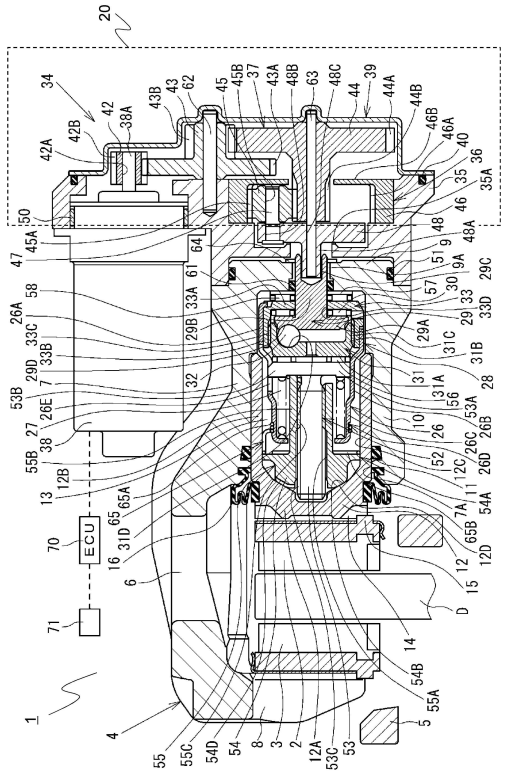
さらにまた、電動パーキングブレーキ機構を備えたディスクブレーキに適用する例について説明したが、本発明は、上記図１乃至図９に示した構成のディスクブレーキに限定されるものではなく、電動モータの回転を直線方向の運動に変換する回転直動機構により、パーキングブレーキを制動状態に保持し、且つ該回転直動機構により解除する電動パーキングブレーキ装置であれば、他の様々な構成にも適用可能である。

【符号の説明】

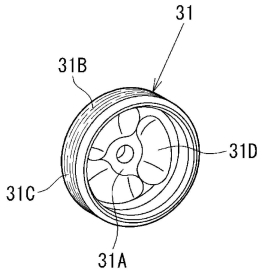
【００７６】

１…ディスクブレーキ、２…インナブレーキパッド（ブレーキパッド）、３…アウタブレーキパッド、Ｄ…ディスクロータ（ロータ）、１２…ピストン、２０…伝達機構、２８…ボールアンドランプ機構、３４…ピストン保持機構（パーキングブレーキ機構）、３６…遊星歯車減速機構（減速機構）、３７…平歯多段減速機構（減速機構）、３８…モータ（電動モータ）、５２…ねじ機構、７０…ＥＣＵ（駆動制御装置）

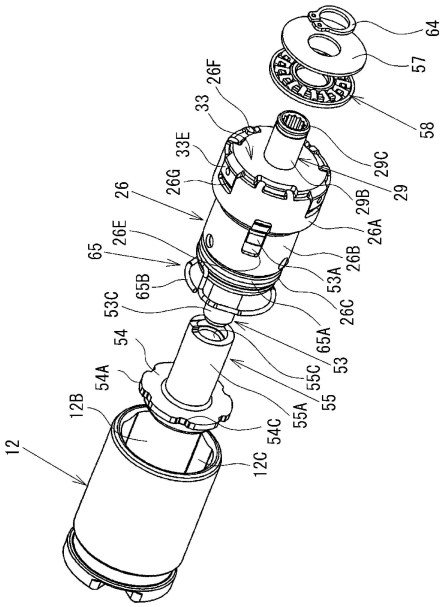
【図１】



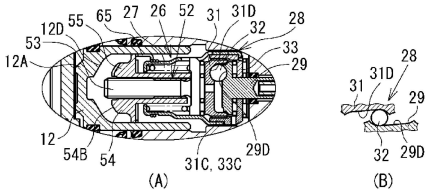
【図２】



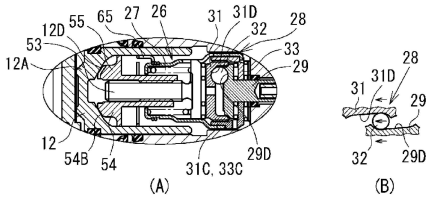
【図３】



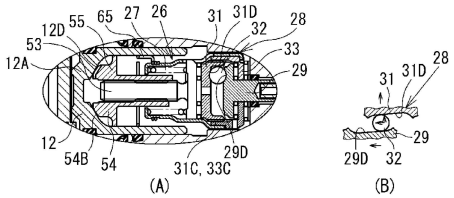
【図４】



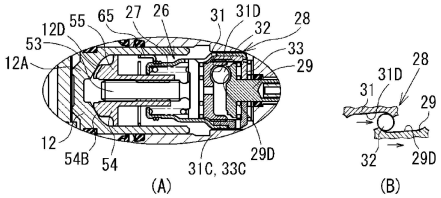
【図５】



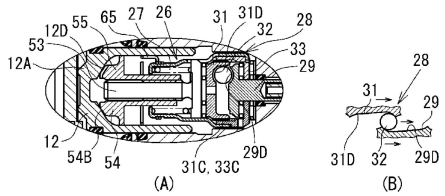
【図６】



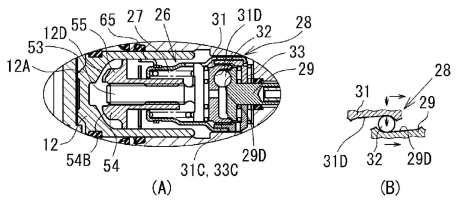
【図７】



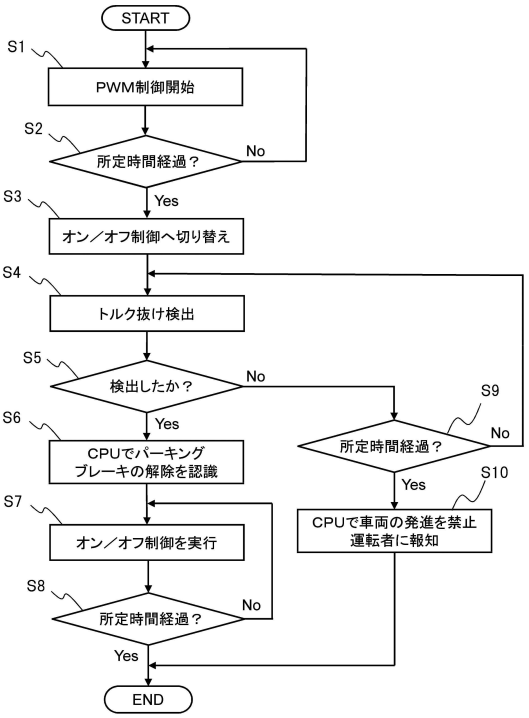
【図８】



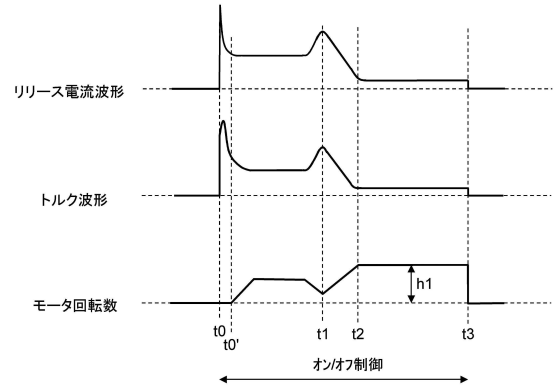
【図９】



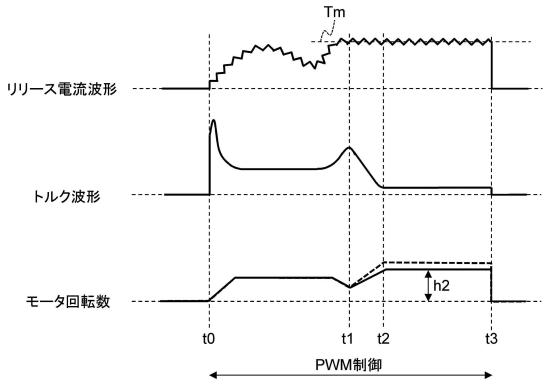
【図１０】



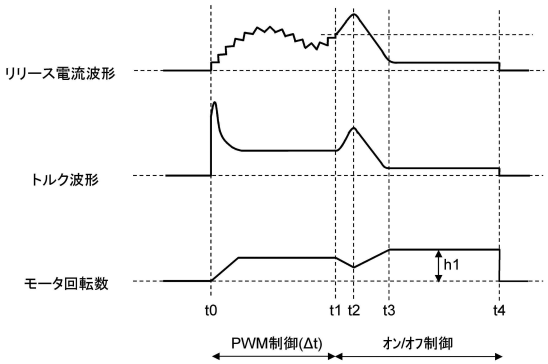
【図１１】



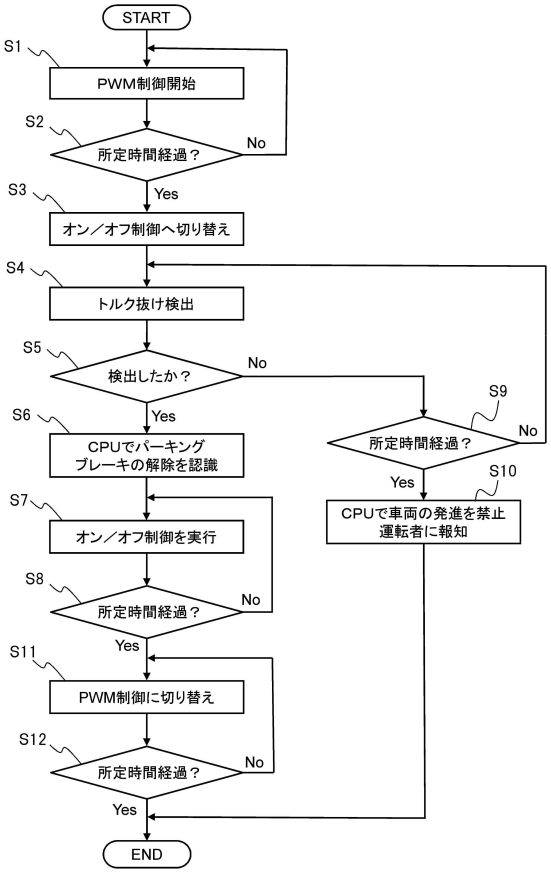
【図１２】



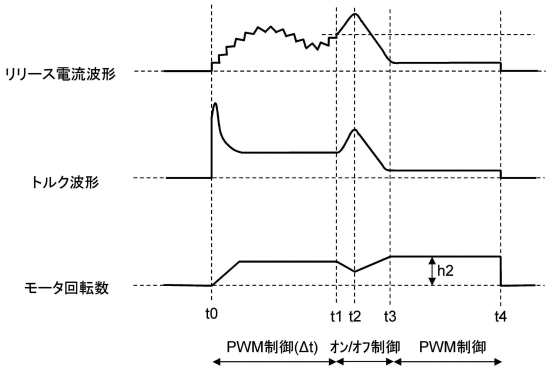
【図１３】



【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI	
F16D 121/24	*(2012.01)*	F16D	121:24
F16D 123/00	*(2012.01)*	F16D	123:00
F16D 125/36	*(2012.01)*	F16D	125:36
F16D 125/48	*(2012.01)*	F16D	125:48
F16D 125/50	*(2012.01)*	F16D	125:50
F16D 131/02	*(2012.01)*	F16D	131:02

(56)参考文献 特開２０１２－１０１７４９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－２２９７９８（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０５７６４３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１８２３６６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｂ６０Ｔ　８／１７
Ｂ６０Ｔ　１３／７４
Ｆ１６Ｄ　６５／１８
Ｈ０２Ｐ　２９／００
Ｆ１６Ｄ　１２１／０４
Ｆ１６Ｄ　１２１／２４
Ｆ１６Ｄ　１２３／００
Ｆ１６Ｄ　１２５／３６
Ｆ１６Ｄ　１２５／４８
Ｆ１６Ｄ　１２５／５０
Ｆ１６Ｄ　１３１／０２