

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年5月30日(30.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/080992 A1

- (51) 国際特許分類:
F16D 65/18 (2006.01) *F16D 121/24* (2012.01)
B60T 13/74 (2006.01) *F16D 125/40* (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/081423
- (22) 国際出願日: 2013年11月21日(21.11.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-255214 2012年11月21日(21.11.2012) JP
特願 2012-255215 2012年11月21日(21.11.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社アドヴィックス(ADVICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 安井 由行(YASUI Yoshiyuki); 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (JP). 幽谷 真一郎(YUKOKU Shinichiro); 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (JP). 平田 聡(HIRATA Satoshi); 〒4488688 愛知県刈谷市昭和町2丁目1番地 株式会社アドヴィックス内 Aichi (JP). 尾島 靖國(OJIMA Yasukuni); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 岩瀬

栄一郎(IWASE Eiichiro); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 小林 脩(KOBAYASHI Osamu); 〒4560002 愛知県名古屋市熱田区金山町一丁目19番13号 川島ビル 2階 Aichi (JP).

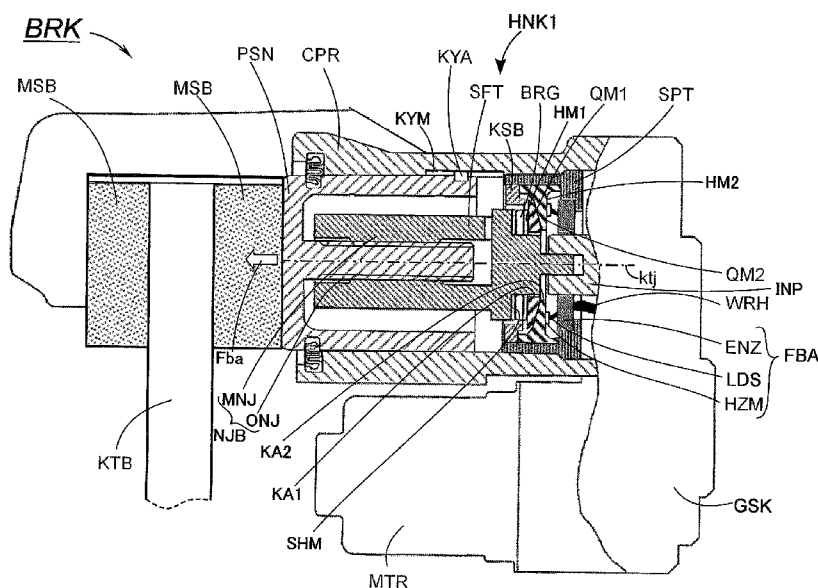
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC VEHICLE BRAKING DEVICE

(54) 発明の名称: 車両の電動制動装置



(57) Abstract: The electric braking device is provided with: a pressing member (PSN), which has a threaded section (NJB) with either an internal thread or an external thread and which applies a pressing force on a frictional member (MSB); a shaft member (SFT), which is rotated by an electric motor (MTR) and screws together with the threaded section; a first spherical surface member (QM1), which is separated from the shaft member, is capable of rotary motion relative to the shaft member around the axis of rotation of the shaft member, and the end face of which is a spherical surface; and a second spherical surface member (QM2), which is in sliding contact with the spherical surface (KJM1) of the first spherical surface member, receives the reaction force of the pressing force, and for which the rotational motion with respect to the axis of rotation of the shaft member is restricted.

(57) 要約: 電動制動装置は、内側ねじ、及び、外側ねじのうちで何れか一方のねじ部NJBを有し、摩擦部材MSBに押圧力を付与する押圧部材PSNと、電気モータMTRによって回転駆動され、ねじ部と螺合するシャフト部材SFTと、シャフト部材とは分離され、シャフト部材の回転軸まわりにシャフト部材とは相対的な回転運動が可能であり、端面が球状面である第1球面部材QM1と、第1球面部材の球状面KJM1と摺接し、押圧力の反力を受け、シャフト部材の回転軸に対する回転運動が拘束されている第2球面部材QM2と、を備える。

部材PSNと、電気モータMTRによって回転駆動され、ねじ部と螺合するシャフト部材SFTと、シャフト部材とは分離され、シャフト部材の回転軸まわりにシャフト部材とは相対的な回転運動が可能であり、端面が球状面である第1球面部材QM1と、第1球面部材の球状面KJM1と摺接し、押圧力の反力を受け、シャフト部材の回転軸に対する回転運動が拘束されている第2球面部材QM2と、を備える。

WO 2014/080992 A1

WO 2014/080992 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：車両の電動制動装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両制動時に電動モータを駆動して車輪に制動力を付与する車両の電動制動装置に関するものである。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献 1 に記載の車両の電動制動装置は、電気モータ（動力伝達要素）の回転力を減速機（ギアユニット）を介してシャフト部材（スピンドル）に伝達し、シャフト部材に螺合されている押圧部材（ブレーキピストン）を直進させる。そして、押圧部材で摩擦部材（ブレーキパッド）を押圧し、摩擦部材と回転部材（ブレーキディスク）との間で摩擦力を発生させることにより車輪に制動力を発生させる。この電動制動装置は、減速機と電気モータとが音響的に分離されており、電気－機械アクチュエータの小型化・軽量化等を図ることができる。

[0003] また、特許文献 2 に記載の車両の電動制動装置は、シャフト部材に螺合されているナットと押圧部材との間に球面部材が介在された構成となっている。そして、球面部材と押圧部材との当接面は球状面に形成され、その当接面間にはグリスが充填されている。電気モータの回転力を、減速機を介してシャフト部材に伝達し、シャフト部材に螺合されているナットを介して球面部材及び押圧部材を直進させる。そして、押圧部材で摩擦部材を押圧し、摩擦部材と回転部材との間で摩擦力を発生させることにより車輪に制動力を発生させる。車輪への制動力を解除した後、電動モータを逆回転させて球面部材を自由状態とし、球面部材と押圧部材との当接面間に隙間を形成する。

[0004] また、特許文献 2 に記載の車両の電動制動装置は、電気モータの回転力を、減速機を介してシャフト部材に伝達し、シャフト部材に螺合されているナットを介して球面部材及び押圧部材を直進させる。そして、押圧部材で摩擦部材を押圧し、摩擦部材と回転部材との間で摩擦力を発生させることにより

車輪に制動力を発生させる。車輪への制動力を解除した後、電動モータを逆回転させて球面部材を自由状態とし、球面部材と押圧部材との当接面間に隙間を形成する。この電動制動装置には、押圧部材の押圧力を取得する装置として荷重センサ等が備えられている。電気モータは、荷重センサの検出信号に基づいて制御される。

[0005] また、特許文献3には、歪み変形可能なベースの中心部に形成された穴に球体が支持され、球体の周囲に4つの歪み検出素子が形成された荷重センサが記載されている。この荷重センサは、傾斜方向から荷重が球体に入力されると、荷重が球体によって分散されてベースに作用する。よって、荷重の入力方向にずれが生じた場合であっても、ベースに荷重が集中的に作用することが防止され、荷重を確実に検出することができる。この荷重センサは、例えば、ブレーキバイワイヤにおいて、摩擦部材に与えられる荷重を検出するために用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：DE 10 2011 005 517

特許文献2：特開2012-002316号公報

特許文献3：特開2006-194709号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に記載の車両の電動制動装置において、シャフト部材と接触するプレートの接触面は、ユニバーサルボールジョイントのような球面状に形成されている。このプレート（球面部材）は、スラストベアリングによって支持され、電気モータの動力を押圧部材に伝達するシャフト部材の回転運動と一体となって回転する。このため、摩擦部材の偏摩耗等が増大し、シャフト部材に軸ズレが生じた場合には、球面部材の接触面には、シャフト部材が回転する際に常に摺動（滑り）が生じる。

[0008] このシャフト部材SPDの軸ズレと球面部材の接触面の摺動との関係について、図5を参照しながら説明する。ここで、シャフト部材SPDの一端は、球面状に形成されているため、球体BJTがSPDの先端に固定されているとする。この球体BJTが、球面部材PLTと摺動可能に接触している。摩擦部材の偏摩耗等が発生しておらず、シャフト部材SPDの軸ズレが生じていない場合、シャフト部材SPD、球体BJT、及び、球面部材PLTは、回転軸ktjを中心に同軸上で回転する。

[0009] 摩擦部材の偏摩耗等が発生した場合、電気モータが静止している状態で、シャフト部材SPDには、球面部材PLTの回転軸（本来の回転軸）ktjに対して回転軸の方向相違（角度のズレ）が発生する。即ち、図5（a）に示すように、球面部材PLTの点Aと、シャフト部材SPDとの相対的な位置関係は、傾角 $\theta 1$ をもった状態となっている。次に、図5（b）に示すように、電気モータが回転を開始し、球面部材PLTが回転軸ktjまわりに 180° だけ回転したとすると、シャフト部材SPDと点Aとの相対的な位置関係は、傾角 $\theta 2$ の状態に変化する。

[0010] シャフト部材SPDの軸ズレは摩擦部材の偏摩耗等によって生じるため、軸ズレの方向（回転軸ktjに対するSPDの方向）は常に同じ方向（固定され変化しない方向）である。このため、球体BJTと球面部材PLTとの相対的な位置関係が、球面部材PLTの回転にしたがって時々刻々と変化していく。よって、電気モータが回転する場合、球体BJTと球面部材PLTとの接触面には常時摺動（滑り）が生じている。この接触面はグリス等によって潤滑されているが、摺動運動の繰り返しによって、接触面のグリス等の枯渇が懸念され得る。

[0011] また、この構成においては、動力伝達経路内に上述の摺動（滑り）が常時発生しているため、伝達効率の低下も懸念され得る。さらに、電気モータからの動力伝達時には、球体BJT及び球面部材PLTを回転させる必要があるため、電気モータの出力がこれらの回転運動にも消費される。急制動時には制動トルクの応答性（即ち、電気モータが停止している状態から、急速に

回転速度を増加する際の電気モータの応答性)を確保する必要があり、この観点からも、回転運動を行う部材の削減が望まれている。

[0012] 一方、特許文献2に記載の車両の電動制動装置では、球面部材及び押圧部材が、球状面において揺動可能であるため、シャフト部材及び押圧部材等の首振り動作(揺動運動)が許容される。よって、押圧部材の軸ズレ(上述のシャフト部材の軸ズレに相当)が発生しても、この軸ズレを吸収することができるが、従来の液圧制動装置(例えば、液圧ブレーキキャリパ)に比較して、電気モータ、動力伝達機構等の新たな構成要素が追加となるため、夫々の構成要素を小型化することが切望されている。

[0013] 特許文献2に記載の車両の電動制動装置は、従来の液圧制動装置(例えば、液圧ブレーキキャリパ)に比較して、電気モータ、減速機、押圧力取得手段等の新たな構成要素が追加となるため、夫々の構成要素の小型化が切望されている。

[0014] 本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、球面部材の潤滑状態が確保されることによって押圧部材等の円滑な揺動運動が維持され得るとともに、急制動時の応答性が向上され得る小型な車両の電動制動装置、また摩擦部材への押圧力を検出し、この検出結果に基づいて電気モータを制御する、小型化され得る車両の電動制動装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 上記の課題を解決するため、請求項1に係る車両の電動制動装置は、車両の車輪(WHL)に固定された回転部材(KTB)に、電気モータ(MTR)を介して摩擦部材(MSB)を押圧し、前記車輪(WHL)に制動トルクを発生させる車両の電動制動装置において、ナット相当部、及び、ボルト相当部のうちで何れか一方のねじ部(NJB)を有し、前記摩擦部材(MSB)に押圧力(Fba)を付与する押圧部材(PSN)と、前記電気モータ(MTR)によって回転駆動され、前記ねじ部(NJB)と螺合するシャフト部材(SFT)と、前記シャフト部材(SFT)とは分離され、前記シャフト部材(SFT)の回転軸(sfj)まわりに前記シャフト部材(SFT)

とは相対的な回転運動が可能であり、端面が球状面（K J M 1）である第1球面部材（Q M 1）と、前記第1球面部材（Q M 1）の前記球状面（K J M 1）と摺接し、前記押圧力（F b a）の反力（反作用）を受け、前記シャフト部材（S F T）の回転軸（s f j）に対する回転運動が拘束されている第2球面部材（Q M 2）と、を備えることである。

[0016] ここで、「ナット相当部」とは、「ナットに相当する部位」であり、「ボルト相当部」とは、「ボルトに相当する部位」である。例えば、ねじ部（N J B）が滑り伝達によるものである場合には、「ナット相当部」は「雌ねじ（内側ねじともいう。）」であり、「ボルト相当部」は「雄ねじ（外側ねじともいう。）」である。また、ねじ部（N J B）がボールを介した転がり伝達によるものである場合には、「ナット相当部」は「ボール溝付きナット（単に、ナットともいう。）」であり、「ボルト相当部」は「ボール溝付きシャフト（ねじシャフトともいう。）」である。

[0017] 請求項2に係る発明は、請求項1に記載の車両の電動制動装置において、前記シャフト部材（S F T）は、前記第1球面部材（Q M 1）にベアリング（B R G）を介して当接されることである。

[0018] 請求項3に係る発明は、請求項1又は請求項2に記載の車両の電動制動装置であって、前記第2球面部材（Q M 2）に固定される拘束部材（K S B）を備え、前記拘束部材（K S B）は、前記第1球面部材（Q M 1）の前記シャフト部材の軸（s f j）方向の動きを拘束することである。

[0019] 上記の課題を解決するため、請求項4に係る車両の電動制動装置は、車両の車輪（W H L）に固定された回転部材（K T B）に、電気モータ（M T R）を介して摩擦部材（M S B）を押圧し、前記車輪（W H L）に制動トルクを発生させる車両の電動制動装置において、ナット相当部、及び、ボルト相当部のうちで何れか一方のねじ部（N J B）を有し、前記摩擦部材（M S B）に押圧力（F b a）を付与する押圧部材（P S N）と、前記電気モータ（M T R）によって回転駆動され、前記ねじ部（N J B）と螺合するシャフト部材（S F T）と、前記押圧部材（P S N）、及び、前記シャフト部材（S

F T) のうち的一方から前記押圧力 (F b a) の反力を受け、端面に球状面 (K J M 1) が形成される第 1 球面部材 (Q M 1) と、前記シャフト部材 (S F T) の回転軸 (s f j) に対する回転運動が拘束され、前記第 1 球面部材 (Q M 1) の前記球状面 (K J M 1) と摺接し、前記第 1 球面部材 (Q M 1) から前記押圧力 (F b a) の反力を受ける第 2 球面部材 (Q M 2) と、前記第 2 球面部材 (Q M 2) の歪 (H z m) を検出し、前記歪 (H z m) に基づいて前記押圧力 (F b a) を取得する取得手段 (F B A) と、前記押圧力 (F b a) に基づいて前記電気モータを制御する制御手段 (C T L) と、を備えることである。

[0020] 請求項 5 に係る発明は、請求項 4 に記載の車両の電動制動装置において、前記第 2 球面部材 (Q M 2) には、前記シャフト部材 (S F T) の軸 (s f j) において前記球状面 (K J M 1) とは反対側の面 (H M 2) に前記歪 (H z m) を検出する素子 (H Z M) が貼付されることである。

[0021] 請求項 6 に係る発明は、請求項 4 又は請求項 5 に記載の車両の電動制動装置において、前記第 2 球面部材 (Q M 2) に固定される拘束部材 (K S B) を備え、前記拘束部材 (K S B) は、前記シャフト部材の軸方向 (s f j 方向) において、前記第 1 球面部材 (Q M 1) と前記第 2 球面部材 (Q M 2) との相対的な動きを拘束することである。

[0022] 請求項 7 に係る発明は、請求項 4 乃至請求項 6 の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、前記第 1 球面部材 (Q M 1) は、前記球状面として凸球状面 (K J M 1) をもち、前記第 2 球面部材 (Q M 2) は、前記凸球状面 (K J M 1) に摺接する凹球状面 (K J M 2) をもつことである。

[0023] 請求項 8 に係る発明は、請求項 4 乃至請求項 7 の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、前記球状面 (K J M 1、K J M 2) の中心が、前記回転部材 (K T B) と前記摩擦部材 (M S B) との接触面にあることである。

[0024] 請求項 9 に係る発明は、請求項 4 乃至請求項 8 の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、前記第 1 球面部材 (Q M 1)、及び、前記第 2 球

面部材（QM2）は中央に貫通穴（KA1、KA2）をもち、前記貫通穴（KA1、KA2）を通して前記電気モータ（MTR）からの動力が前記シャフト部材（SFT）に伝達されることである。

発明の効果

[0025] 請求項1に係る発明によれば、第2球面部材（QM2）は、シャフト部材（SFT）の回転軸（sfj）に対する回転運動が拘束される。さらに、第2球面部材（QM2）に滑りながら接触する第1球面部材（QM1）は、回転するシャフト部材（SFT）とは別個に分離されているため、シャフト部材（SFT）との関係において、シャフト部材の回転軸（sfj）まわりに自由に回転運動することができる。このため、シャフト部材（SFT）が回転した場合に、第1球面部材（QM1）は静止状態が維持されるか、回転されたとしても僅かである。シャフト部材（SFT）の軸ズレによって、シャフト部材（SFT）において本来の回転軸（ktj）に対して実際の回転軸（sfj）が傾斜した場合であっても、第1球面部材（QM1）はシャフト部材の回転軸（sfj）まわりに回転しないか、回転したとしても僅かである。この結果、電気モータ（MTR）の回転にともなう繰り返しの摺動運動が低減され、確実な潤滑状態が維持され得る。また、摺動（滑り）による動力伝達の効率低下も抑制され得る。併せて、第1、第2球面部材（QM1、QM2）の回転運動が防止又は抑制されるため、急制動時の電気モータMTRの応答性が向上され、制動トルク上昇の応答性が確保され得る。

[0026] 動力伝達経路内において、軸ズレを吸収するための球状の滑り接触面（QM1とQM2との接触面であるKJM1、KJM2）が、ねじ部（NJB）に対して電気モータ（MTR）の側に配置される構成では、第1球面部材（QM1）に対しては、押圧方向（シャフト部材の軸（sfj）の方向）の運動に加え、回転方向（シャフト部材の軸（sfj）まわりの回転方向）の運動が付与される。請求項2に係る発明によれば、第1球面部材（QM1）がシャフト部材（SFT）に対してベアリング（BRG）を介して当接されるため、シャフト部材（SFT）が円滑に回転され得る。その結果、電気モータ

タ（MTR）から押圧部材（PSN）への動力伝達の効率が良好に確保され得る。

[0027] 請求項3に係る発明によれば、第1球面部材（QM1）及び第2球面部材（QM2）は、拘束部材（KSB）によって、回転方向だけでなく、シャフト部材の軸（sfj）方向への相対的な動き（QM1とQM2との相互位置）が拘束されるため、第1球面部材（QM1）の第2球面部材QM2に対する当接姿勢が適正に維持される。即ち、第1球面部材（QM1）の軸と、第2球面部材（QM2）の軸とが、必要以上に大きく傾くことがない。この結果、シャフト部材（SFT）の揺動機能（首振り機能）が損なわれることが抑制され得る。

[0028] 請求項4に係る発明によれば、第2球面部材（QM2）が、押圧部材（PSN）の首振り運動（揺動）を許容する機能と、押圧部材（PSN）の押圧力（Fba）を検出するための起歪体としての機能とを兼ね備えるため、制動装置全体が小型化され得る。また、第2球面部材（QM2）は、シャフト部材（SFT）の回転軸（押圧部材（PSN）の押圧方向に対応する軸）（sfj）まわりに回転しないように拘束されているため、スリップリング等を必要とせずに押圧力（Fba）の検出信号（Hzm）を取り出すことができ、制動装置全体が小型化され得る。

[0029] 請求項5に係る発明によれば、歪検出素子（HZM）が第2球面部材（QM2）の背面（HM2）に設けられるため、歪検出素子（HZM）から演算処理部（ENZ）への検出信号線（LDS）の取り出し・取り回しが容易になり得る。

[0030] 請求項6に係る発明によれば、第1球面部材（QM1）及び第2球面部材（QM2）は、拘束部材（KSB）によって、回転方向だけでなく、シャフト部材の軸（sfj）方向への相対的な動き（QM1とQM2との相互位置）が拘束されるため、押圧部材（PSN）から受ける押圧力（Fba）の反力（反作用）に対して起歪体（QM2）への当接姿勢が適正に維持される。即ち、第1球面部材（QM1）の軸と、第2球面部材（QM2）の軸とが、

必要以上に大きく傾くことがない。この結果、押圧部材（P S N）の押圧力（F b a）が精度良く検出され得る。

[0031] 請求項 7 に係る発明によれば、第 1 球面部材（Q M 1）が凸球状面（K J M 1）、第 2 球面部材（Q M 2）が凹球状面（K J M 2）とされているため、押圧部材（P S N）から押圧力（F b a）が Q M 1、Q M 2 に加えられた場合に、その力は球状面（K J M 1、K J M 2）の斜面に沿って中心方向に向かって作用する。即ち、球状面（K J M 1、K J M 2）には、セルフセンタリングの効果があるため、第 1 球面部材（Q M 1）と第 2 球面部材（Q M 2）との位置的關係が適正に維持され得る。この結果、シャフト部材（S F T）の軸ズレが適正に吸収され得る。

[0032] 摩擦部材（M S B）の偏摩耗等により、回転部材（K T B）と摩擦部材（M S B）との接触が基点となってシャフト部材（S F T）の軸ズレ（2つの軸間の偏心）が発生する。請求項 8 に係る発明によれば、第 1、第 2 球面部材（Q M 1、Q M 2）の球状面（K J M 1、K J M 2）の中心がその基点の位置（点 O）とされるため、シャフト部材（S F T）の軸ズレが効果的に吸収され得る。

[0033] 請求項 9 に係る発明によれば、第 1 球面部材（Q M 1）の中央部に貫通穴（K A 1）が設けられるとともに、第 2 球面部材（Q M 2）の中央部に貫通穴（K A 2）が設けられる。これら 2 つの貫通穴（K A 1、K A 2）を通して、電気モータ（M T R）からの動力（トルク）が、シャフト部材（S F T）によって伝達される。例えば、カウンタシャフトを別個に設け、このカウンタシャフトを介して、電気モータの回転運動をシャフト部材に動力伝達することが考えられ得るが、このような場合に比較して、構成が簡略化され、全体がコンパクトとなり得る。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]本発明の実施形態の車両の電動制動装置の全体構成を示す図である。

[図2]電動制動装置の回転・直動変換機構の第 1 実施態様を示す部分断面図である。

[図3]図2の第1、第2球面部材及び押圧力取得手段を示す部分断面図である。

[図4]電動制動装置の回転・直動変換機構の第2実施態様を示す部分断面図である。

[図5]摩擦部材の偏摩耗等によるシャフト部材の軸ズレの問題点を説明するための図である。

[図6]電動制動装置の回転・直動変換機構の第3実施態様を示す部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0035] <車両の電動制動装置の全体構成>

本発明の実施の形態の車両の電動制動装置の全体構成を、図1を参照して説明する。図1に示すように、車両の電動制動装置は、運転者が車両を減速するために操作する制動操作部材（例えば、ブレーキペダル）BP、車輪WHLの制動トルクを調整して車輪WHLに制動力を発生させる電動制動手段（電動ブレーキアクチュエータ）BRK、BRKを制御する電子制御ユニットECU、及び、ECU等に電力を供給する電源としての蓄電池BATを備えて構成される。なお、ECU内には、BRKを制御するための制御手段（制御アルゴリズム）CTLがプログラムされている。

[0036] また、この車両には、制動操作部材BPの操作量（制動操作量）Bpaを検出する制動操作量取得手段BPAが備えられている。例えば、BPAは、マスタシリンダ（図示せず）の圧力を検出するセンサ（圧力センサ）、制動操作部材BPの操作力、及び／又は、変位量を検出するセンサ（踏力センサ、ストロークセンサ）のうちの少なくとも何れか1つである。したがって、制動操作量Bpaは、マスタシリンダ圧、ブレーキペダル踏力、及び、ブレーキペダルストロークのうちの少なくとも何れか1つに基づいて演算される。

[0037] [電動制動手段BRK]

電動制動手段BRKは、浮動型のブレーキキャリパCPR、回転部材KT

B、摩擦部材MSB、電気モータMTR、モータ駆動回路DRV、減速機GSK、回転・直動変換機構HNK、通電量取得手段IMA、位置取得手段MKA、及び、押圧力取得手段FBAを備えて構成されている。

[0038] 例えば、回転部材KTBはブレーキディスク、摩擦部材MSBはブレーキパッド、電気モータMTRは、ブラシモータ、又は、ブラシレスモータである。

[0039] 減速機GSKは、電気モータMTRの回転出力（トルク）を減速して、回転・直動変換機構HNKに伝達する。減速機GSKとしては、歯車伝達機構（平歯車、はすば歯車等）、巻き掛け伝達機構（ベルト、チェーン等）、及び、摩擦伝達機構のうちの少なくとも1つが用いられ得る。減速機GSKの出力部材が回転・直動変換機構HNKへの入力部材INPとなり、電気モータMTRの動力が、GSKからHNKに入力（伝達）される。

[0040] 回転・直動変換機構HNKは、回転運動を直線運動に変換する機構であり、シャフト部材SFTと押圧部材（例えば、ブレーキピストン）PSNとで構成されている。シャフト部材SFT、及び、押圧部材PSNは、互いに螺合するねじ部NJBを有している。即ち、ねじ部NJBを有するシャフト部材SFTが、入力部材INPによって回転駆動され、それと螺合されるねじ部NJBを有する押圧部材PSNが、回転部材KTB（例えば、ブレーキディスク）に対して前進又は後退する。そして、摩擦部材（例えば、ブレーキパッド）MSBが、押圧部材PSNによって押圧され、回転部材KTBに押し付けられる。例えば、回転・直動変換機構HNKのねじ部NJBは、「滑り」によって動力伝達が行われる滑りねじ（台形ねじ等）によって構成されている。この場合、「ナット相当部のねじ部」は「雌ねじ（内側ねじともいう。）」に対応し、「ボルト相当部のねじ部」は「雄ねじ（外側ねじともいう。）」に対応する。また、HNKのねじ部NJBには、「転がり」によって動力伝達が行われるボールねじ（ボールねじ等）が採用され得る。この場合には、「ナット相当部のねじ部」は「ナットのボール溝」に対応し、「ボルト相当部のねじ部」は「（ボールを介してナットに螺合する）ねじシャフトの

ボール溝」に対応する。

[0041] モータ駆動回路DRVは、制御手段CTLから指令される目標通電量（目標値） I_{mt} に基づいて、電気モータMT Rへの通電量（最終的には電流値）を制御する。具体的には、モータ駆動回路DRVには、スイッチング素子（パワートランジスタであって、例えば、MOS-FET）が用いられたブリッジ回路が構成され、目標通電量 I_{mt} に基づいてスイッチング素子が駆動され、電気モータMT Rの出力（出力トルク）が制御される。即ち、スイッチング素子の通電／非通電の状態が切り替えられることによって、電気モータMT Rの回転方向と出力トルクとが調整される。

[0042] 通電量取得手段（例えば、電流センサ） I_{MA} は、実際の通電量（例えば、実際に電気モータMT Rに流れる電流） I_{ma} を検出するために、モータ駆動回路DRVに設けられている。位置取得手段（例えば、角度センサ） M_{KA} は、MT Rのロータの位置（例えば、回転角） M_{ka} を検出するために、電気モータMT Rに設けられている。押圧力取得手段（例えば、押圧力センサ） F_{BA} は、摩擦部材MS Bが回転部材KT Bを実際に押す力（押圧力の実際値） F_{ba} を検出するために、回転・直動変換機構HNKに設けられている。

[0043] 以上のような構成の電動制動手段（電動ブレーキアクチュエータ）BRKによれば、電気モータMT Rの出力は、減速機GSK、及び、入力部材INPを介して、回転・直動変換機構HNKに伝達される。これにより、押圧部材（ブレーキピストン）PSNが回転部材（ブレーキディスク）KT Bに向かって前進する。そして、押圧部材PSNが、摩擦部材（ブレーキパッド）MS Bを回転部材KT Bに向かって押圧することによって、摩擦部材MS Bは回転部材KT Bに押付けられる。回転部材KT Bは車輪WHLに固定されているので、摩擦部材MS Bと回転部材KT Bとの間に摩擦力が発生し、車輪WHLに制動力が発生する。

[0044] [制御手段CTL]

制御手段CTLは、目標押圧力演算ブロックFBT、指示通電量演算ブロ

ック I S T、押圧力フィードバック制御ブロック I P T、及び、通電量調整演算ブロック I M Tを備えて構成される。制御手段（制御プログラム）C T Lは、電子制御ユニット E C U内にプログラムされている。

[0045] 目標押圧力演算ブロック F B Tは、制動操作量 B p aに基づいて、予め設定された目標押圧力演算特性（演算マップ）C H f bを用いて、各車輪 W H Lの目標押圧力 F b tを演算する。F b tは、電動制動手段 B R Kにおいて、摩擦部材（ブレーキパッド）M S Bが回転部材（ブレーキディスク）K T Bを押す押圧力の目標値である。

[0046] 指示通電量演算ブロック I S Tは、予め設定された指示通電量の演算特性（演算マップ）C H s 1、C H s 2を用いて、目標押圧力 F b tに基づき指示通電量 I s tを演算する。I s tは、電動制動手段 B R Kの電気モータ M T Rを駆動し、目標押圧力 F b tを達成するための、電気モータ M T Rへの通電量の目標値である。I s tの演算マップは、電動制動手段 B R Kのヒステリシスを考慮して、2つの特性 C H s 1、C H s 2で構成される。特性 C H s 1は押圧力を増加する場合に対応し、特性 C H s 2は押圧力を減少する場合に対応する。そのため、特性 C H s 2に比較して、特性 C H s 1は相対的に大きい指示通電量 I s tを出力するように設定されている。

[0047] ここで、通電量とは、電気モータ M T Rの出力トルクを制御するための状態量（変数）である。電気モータ M T Rは電流に概ね比例するトルクを出力するため、通電量の目標値として電気モータ M T Rの電流目標値が用いられ得る。また、電気モータ M T Rへの供給電圧を増加すれば、結果として電流が増加されるため、目標通電量として供給電圧値が用いられ得る。さらに、パルス幅変調（P W M ; Pulse Width Modulation）におけるデューティ比によって供給電圧値が調整され得るため、このデューティ比が通電量として用いられ得る。

[0048] 押圧力フィードバック制御ブロック I P Tは、目標押圧力（目標値）F b t、及び、実押圧力（実際値）F b aに基づき押圧力フィードバック通電量 I p tを演算する。指示通電量 I s tは目標押圧力 F b tに相当する値とし

て演算されるが、電動制動手段BRKの効率変動により目標押圧力 F_{bt} と実押圧力 F_{ba} との間に誤差（定常的な誤差）が生じる場合がある。押圧力フィードバック通電量 I_{pt} は、目標押圧力 F_{bt} と実押圧力 F_{ba} との偏差（押圧力偏差） ΔF_b 、及び、演算特性（演算マップ） CH_p に基づいて演算され、上記の誤差を減少するように決定される。なお、実押圧力 F_{ba} は、後述する押圧力取得手段FBAによって取得（検出）される。

[0049] 通電量調整演算ブロックIMTは、電気モータMTRへの最終的な目標値である目標通電量 I_{mt} を演算する。指示通電量 I_{st} が押圧力フィードバック通電量 I_{pt} によって調整され、目標通電量 I_{mt} が演算される。具体的には、通電量調整演算ブロックIMTは、指示通電量 I_{st} に対してフィードバック通電量 I_{pt} を加え、目標通電量 I_{mt} として演算する。目標通電量 I_{mt} は、電気モータMTRの出力を制御するための最終的な通電量の目標値であり、FBAの検出結果（ F_{ba} ）に基づいて演算される。そして、目標通電量 I_{mt} の符号（値の正負）に基づいて電気モータMTRの回転方向（正転、又は、逆転方向）が決定され、目標通電量 I_{mt} の大きさに基づいて電気モータMTRの出力が制御される。

[0050] <電動制動手段BRKの回転・直動変換機構HNKの第1実施態様>

電動制動手段BRKの回転・直動変換機構HNKの第1実施態様について図2を参照して説明する。図2に示すように、回転・直動変換機構HNK1は、押圧部材PSN、シャフト部材SFT、第1球面部材QM1、第2球面部材QM2、ベアリングBRG、拘束部材KSB、及び、保持部材SPT等を備えて構成される。回転・直動変換機構HNK1の構成部材の一部は、押圧力取得手段FBAを兼ねている。

[0051] 押圧部材（ピストン）PSNは、回転部材KTBに摩擦部材MSBを押し付けて摩擦力を発生させる。ブレーキキャリパ（浮動型キャリパ）CPRに対する押圧部材PSNの動きは、キー部材KYA及びキー溝KYMによって制限されている。ブレーキキャリパCPRには、入力部材INPの回転軸 k_{tj} （以下、入力軸 k_{tj} という。）方向に延びるように、キー溝KYMが

形成されている。そして、押圧部材P S Nに固定されたキ一部材K Y Aは、キー溝K Y Mに嵌合される。このため、押圧部材P S Nは、入力軸k t jまわりの回転運動が拘束され、入力軸k t j方向（キー溝K Y M方向）の直線運動は許容される。ここで、入力部材I N Pは、減速機G S Kを介して伝達された電気モータM T Rのトルク出力（回転出力）をシャフト部材S F Tに伝達（入力）する構成部材である。

[0052] シャフト部材S F Tは、入力部材I N Pによって、I N Pの軸まわりに（k t jを中心に）回転駆動され、電気モータM T Rが発生するトルク出力（回転出力）を押圧部材P S Nに伝達する。シャフト部材S F Tは、第1球面部材Q M 1の貫通穴K A 1、及び、第2球面部材Q M 2の貫通穴K A 2に貫装されている。即ち、入力部材I N P、シャフト部材S F T、第1球面部材Q M 1、及び、第2球面部材Q M 2は、同軸で構成されている。軸ズレが生じていない場合には、シャフト部材S F Tの回転軸s f j（以下、シャフト軸s f jという。）は、入力部材I N Pの回転軸（入力軸k t j）と一致する。しかし、ブレーキキャリパ（フローティングキャリパ）C P Rの撓み、摩擦部材M S Bの偏摩耗等によってシャフト部材S F Tの揺動（首振り）が生じ、2つの軸（k t jとs f j）に偏心（軸ズレ）が発生し得る。第1球面部材Q M 1、及び、第2球面部材Q M 2は、この軸ズレ（例えば、角度の変動）を吸収して、回転力を伝達する。換言すれば、第1球面部材Q M 1、及び、第2球面部材Q M 2は、一対となって自在継手（ユニバーサルジョイント）の機能を発揮する。

[0053] 押圧部材P S Nには、螺合可能な雄ねじ部（外側ねじ部とも称呼され、「ボルト相当部」に対応する。）O N Jが設けられている。また、シャフト部材S F Tには、雄ねじ部O N Jと噛み合う雌ねじ部（内側ねじ部とも称呼され、「ナット相当部」に対応する。）M N Jが設けられている。シャフト部材S F Tの雌ねじ部M N Jと押圧部材P S Nの雄ねじ部O N Jとが螺合する範囲であるねじ部N J Bにおいて、シャフト部材S F Tの回転運動（トルク）が押圧部材P S Nの直線運動（推力）に変換される。

[0054] ねじ部N J Bに対して押圧部材P S N側とは逆側に位置するシャフト部材S F Tの平面S H Mと、第1球面部材Q M 1の平面H M 1（後述するK J M 1の裏面）との間には、ベアリング（例えば、スラストベアリング）B R Gが備えられている。ベアリングB R Gは、回転方向の摩擦（抵抗）を低減し、シャフト部材S F Tと第1球面部材Q M 1との相対的な回転運動を円滑にする。ベアリングB R Gによって、摩擦に起因する動力損失が低減されるため、電気モータM T Rから押圧部材P S Nへの高効率な動力伝達が確保され得る。なお、ベアリングB R Gは省略することができ、この場合には、シャフト部材S F Tと第1球面部材Q M 1との接触端面（S H MとH M 1との接触面）に、低摩擦化のための表面処理（例えば、テフロン（登録商標）コーティング）が施され得る。

[0055] 拘束部材K S Bは、第2球面部材Q M 2に固定され、第1球面部材Q M 1のシャフト軸s f j方向（紙面の左右方向）の動きを制限する。具体的には、拘束部材K S Bと第2球面部材Q M 2と間に隙間（空間）が形成され、この隙間に第1球面部材Q M 1が設けられる。このため、Q M 1は、K S BとQ M 2との隙間内に限って、動くことができる。ここで、入力軸（I N Pの回転軸）k t jとシャフト軸（S F Tの回転軸）s f jとの偏心（軸ズレ）が生じていても、その角度は僅かであるため、Q M 1の動きにおいては、k t j方向とs f j方向とは等価である。

[0056] 押圧力取得手段F B Aは、歪検出素子（例えば、歪ゲージ）H Z M、演算処理部（例えば、演算回路）E N Z、及び、リード線（検出信号線）L D Sで構成され、押圧部材P S Nの押圧力（押圧力の反作用）F b aを検出する。第2球面部材Q M 2の平面H M 2（後述するK J M 2の裏面）には、歪検出素子H Z Mが接着されている。H Z Mによって検出される歪量（信号）H z mが、リード線L D Sを介して、演算処理部E N Zに送信される。E N Zでは、H z mに基づいてF b aが演算される。

[0057] 保持部材S P Tは、押圧力取得手段F B A（特に、演算処理部E N Z）、第2球面部材Q M 2、及び、拘束部材K S Bを保持する。保持部材S P Tは

、ブレーキキャリパC P Rに固定されている。したがって、押圧力取得手段F B A、第2球面部材Q M 2、及び、拘束部材K S Bは、ブレーキキャリパC P Rに固定される。なお、保持部材S P Tは省略することができ、この場合、押圧力取得手段F B A（特に、演算処理部E N Z）、第2球面部材Q M 2、及び、拘束部材K S Bは、ブレーキキャリパC P Rに直接固定され得る。

[0058] 次に、図3を参照して、第1球面部材Q M 1、第2球面部材Q M 2、拘束部材K S B、及び、押圧力取得手段F B Aの詳細について説明する。

[0059] 図3に示すように、第1球面部材Q M 1は、円板状の一方の端面が凸球状面（凸形状の球面）K J M 1に形成され、他方の端面が平面H M 1に形成されている。第1球面部材Q M 1は、凸球状面K J M 1にて、第2球面部材Q M 2の凹球状面（凹形状の球面）K J M 2と摺動する。第1球面部材Q M 1と第2球面部材Q M 2とが摺動する（滑る）ことによって自在継手機能が発揮され、シャフト部材S F Tの軸ズレが許容され得る。第1球面部材Q M 1の平面H M 1（K J M 1の裏側面）は、シャフト部材S F T（s f jに垂直な平面S H M）から付与される押圧力F b aの反力（反作用）を受け、その反力は凸球状面K J M 1を介して第2球面部材Q M 2に伝達される。なお、第1球面部材Q M 1の中央には貫通穴K A 1が開けられていて、シャフト部材S F Tが貫装されている。また、H M 1は、ベアリングB R Gを介して、S F Tの回転軸（シャフト軸s f j）に垂直な平面S H Mから押圧力の反力（P S Nからの力）を受け、平面S H Mに圧接されている。ここで、平面S H Mは、シャフト部材S F Tにおいて、ねじ部N J Bに対して押圧部材P S Nとは反対側に設けられた平面である。

[0060] 第2球面部材Q M 2は、円板状の一方の端面が凹球状面K J M 2に形成され、他方の端面が平面H M 2に形成されている。第2球面部材Q M 2は、ブレーキキャリパC P Rに固定されている。即ち、第2球面部材Q M 2は、入力軸k t jまわりにも、シャフト軸s f jまわりにも回転されない。また、第2球面部材Q M 2は、入力軸k t j方向にも、シャフト軸s f j方向にも

移動（直線運動）されない。第2球面部材QM2は、凹球状面KJM2で第1球面部材QM1の凸球状面KJM1と摺動し、凹球状面KJM2で第1球面部材QM1から押圧力Fbaの反力を受ける。第2球面部材QM2の平面HM2（KJM2の裏側面）には歪検出素子HZMが貼着されていて、このHZMによって第2球面部材QM2の歪（力に対する形状変化）Hzmが測定される。押圧力の反力によって発生される歪Hzmに基づいて、押圧力Fbaが検出される。なお、第2球面部材QM2の中央には貫通穴KA2が開けられており、シャフト部材SFTが貫装されている。

[0061] 拘束部材KSBは、第2球面部材QM2に固定され、拘束部材KSBと第2球面部材QM2と間に隙間（空間）を形成する。この隙間に第1球面部材QM1が設けられる。拘束部材KSBによって、第1球面部材QM1のシャフト軸sfj方向の動き（「入力軸ktj方向の動き」とも言える。）が制限される。回転部材KTBと摩擦部材MSBとの接触が基点（点O）となって入力部材INPとシャフト部材SFTとの軸ズレが発生する。この軸ズレは、第1球面部材QM1と第2球面部材QM2との傾き（摺動）によって吸収されるが、軸ズレを吸収するために必要とされるQM1のシャフト軸sfj方向（入力軸ktj方向）の移動量は僅かである。換言すれば、軸ズレ許容にはQM1が傾斜することが必要であるが、これによって発生するQM1の軸方向の変位は小さい。このため、拘束部材KSBによって、軸ズレ吸収に必要とされる程度の軸方向の僅かな移動量Δdは許容されるが、それ以上の移動量は制限される。つまり、拘束部材KSBは、第1球面部材QM1が必要以上に大きく傾くことを防止し、第2球面部材QM2に対する第1球面部材QM1の当接姿勢が常に適正であるように、第1球面部材QM1の位置を拘束する。

[0062] また、第1、第2球面部材QM1、QM2の凸、凹球状面KJM1、KJM2の半径Rは、ktj上において、凸、凹球状面KJM1、KJM2から、回転部材KTBと摩擦部材MSBとの接触面までの距離に概ね等しく設定される。即ち、球状面KJM1、KJM2の中心が、回転部材KTBと摩擦

部材M S Bとの接触面に存在するように、球状面の半径Rが決定されている。シャフト部材S F Tの軸ズレ（回転中心軸の揺動運動）は、回転部材K T Bと摩擦部材M S Bとの接触を基点（点O）にして発生する。K J M 1、K J M 2の半径Rが適正に決定されることによって、軸ズレ吸収が効果的に行われ得る。なお、電動制動手段B R Kの各構成部材（P S N等）の寸法は既知であるため、球状面半径Rは、これらの寸法に基づいて決定される。

[0063] 押圧力取得手段（例えば、力センサ）F B Aは、歪検出素子H Z M、演算処理部E N Z、及び、リード線L D Sで構成され、押圧部材P S Nの押圧力（押圧力の反力）F b aを検出する。歪検出素子H Z Mは、ホイートストンブリッジ回路に構成され、一对の歪検出素子H Z Mが、第2球面部材Q M 2のK J M 2の反対側平面H M 2に180度隔てて貼り付けられ、第2球面部材Q M 2の歪（力に対する変位）H z mを検出する。例えば、歪検出素子H Z Mとして、電気抵抗変化によるもの（歪ゲージ）、超音波によるもの等が用いられ得る。一对の歪検出素子H Z Mで検出される歪H z mは、リード線L D Sを介して演算処理部E N Zに送信される。演算処理部E N Zは、プログラムを含む演算回路であり、一对の歪検出素子H Z Mから送信された2つの歪H z mの相加平均値と、予め設定されている特性（演算マップであって、例えば、校正値）とに基づいて押圧力F b aを演算する。押圧力F b aは、配線（ワイヤハーネス）W R Hを介して電子制御ユニットE C Uに送信され、電気モータM T Rを制御するために用いられる。

[0064] 上述の構成の回転・直動変換機構H N K 1を備えた電動制動手段B R Kによれば、電気モータM T Rの出力トルク（回転力）は、減速機G S Kを介して、シャフト部材S F Tの回転運動として伝達される。シャフト部材S F Tの回転運動は、回転・直動変換機構H N K 1によって、押圧部材P S Nの直線運動（回転部材K T Bに対する前進・後退運動）に変換される。具体的には、シャフト部材S F Tに設けられた雌ねじ（内側ねじ）が形成された部位（ナット相当部）M N Jと、それと螺合する押圧部材P S Nに設けられた雄ねじ（外側ねじ）が形成された部位（ボルト相当部）O N Jによって動力変

換される。押圧部材P S Nによって、摩擦部材M S Bが回転部材K T Bに押し付けられて押圧力F b aが発生し、車輪W H Lに制動力が発生する。

[0065] 以上で説明したように、本実施形態によれば、第2球面部材Q M 2がブレーキキャリアC R Pに固定されて、シャフト部材S F Tのシャフト軸s f jに対する回転運動が拘束される。さらに、第2球面部材Q M 2に滑りながら接触する第1球面部材Q M 1は、回転するシャフト部材S F Tとは別個の部材であって、相互に分離されている。このため、第1球面部材Q M 1は、シャフト部材S F Tとの関係において、シャフト軸s f jまわりに自由に回転運動することができる。第1、第2球面部材Q M 1、Q M 2の凸、凹球状面K J M 1、K J M 2が、ねじ部N J Bに対して電気モータM T R側に配置されているため、第1球面部材Q M 1には押圧方向（シャフト軸s f j方向）の運動に加え、回転方向（シャフト軸s f jまわり）の運動が付与されるが、シャフト部材S F Tと第1球面部材Q M 1とは別個の部材であるため、シャフト部材S F Tが回転された場合であっても、第1球面部材Q M 1は静止状態に維持されるか、僅かに回転される。即ち、M S Bの偏摩耗等によってシャフト部材S F Tに軸ズレが生じ、入力軸k t jに対して、シャフト軸s f jが傾斜した場合（即ち、軸ズレが発生した場合）であっても、第1球面部材Q M 1はシャフト軸s f jまわりに回転されないか、回転されたとしても僅かである。この結果、電気モータM T Rの回転にともなう繰り返しの摺動運動が低減され、グリス切れが抑制され、確実な潤滑状態が維持され得る。また、摺動（滑り）による動力伝達の効率低下も抑制され得る。併せて、第1、第2球面部材Q M 1、Q M 2の回転運動が防止又は抑制されるため、電気モータM T Rの動力損失が低減され、急制動時の制動トルク上昇の応答性が確保され得る。

[0066] さらに、第1球面部材Q M 1がシャフト部材S F Tに対してベアリングB G Rを介して当接されている。具体的には、シャフト部材S F Tの平面S H M（N J Bに対してP S N側とは反対側に位置し、s f jに垂直な平面）と、第1球面部材Q M 1の平面H M 1（K J M 1の裏側）との間には、ベアリ

ング（例えば、スラストベアリング）B R Gが備えられている。このため、シャフト部材S F Tが、第1球面部材Q M 1に対して円滑に回転され、Q M 1の静止状態が概ね維持され得る。その結果、確実な潤滑状態が維持され得るとともに、電気モータM T Rから押圧部材P S Nへの動力伝達の効率が良好に確保され得る。

[0067] また、第2球面部材Q M 2に固定される拘束部材K S Bによって、第1球面部材Q M 1と第2球面部材Q M 2とのシャフト軸s f j方向（紙面の左右方向）への相対的な動き（「入力軸k t j方向への動き」と言ってもよい。）が拘束される。具体的には、Q M 2とK S Bとによって形成された空間（隙間）にQ M 1が設置されている。このため、軸ズレの吸収に必要となるQ M 1の傾きによって生じる移動量は許容されるが、それ以上の移動量は制限される。この結果、第2球面部材Q M 2に対する第1球面部材Q M 1の当接姿勢が適正に維持され、不必要に傾かないので、揺動機能（首振り機能）が損なわれることが防止され得る。

[0068] 第1球面部材Q M 1が凸球状面K J M 1、第2球面部材Q M 2が凹球状面K J M 2とされているため、押圧部材P S Nからの反力（即ち、押圧力F b aの反作用）がQ M 1、Q M 2に付与された場合に、その力は第1、第2球面部材Q M 1、Q M 2の凸型、凹型の球状面K J M 1、K J M 2の斜面に沿って中心方向（k t j方向）に向かって作用する。このため、第1球面部材Q M 1は、その中心軸がk t jに向かうように、移動される。即ち、セルフセンタリングの効果があるため、第1球面部材Q M 1と第2球面部材Q M 2との位置的關係が適正に維持され得る。

[0069] 凸球状面K J M 1、及び、凹球状面K J M 2の中心が、回転部材K T Bと摩擦部材M S Bとの接触面にあるように設定される。即ち、K J M 1及びK J M 2の半径Rが、k t jにおいて、K J M 1及びK J M 2から、K T BとM S Bとの接触面までの距離に等しく決定されている。摩擦部材M S Bの偏摩耗等、回転部材K T Bと摩擦部材M S Bとの接触が基点（点O）となってシャフト部材S F Tの軸ズレ（k t jとs f jとの相違）が発生するが、第

1、第2球面部材QM1、QM2の凸、凹球状面KJM1、KJM2の中心が適切な位置(KTBとMSBとの接触面におけるktj上の点O)とされるため、シャフト部材SFTの軸ズレが効果的に吸収され得る。

[0070] また、第1球面部材QM1の中央に貫通穴KA1が設けられるとともに、第2球面部材QM2の中央に貫通穴KA2が設けられ、2つの貫通穴KA1、KA2を通して、電気モータMTRからの動力(トルク)がシャフト部材SFTに伝達される。カウンタシャフトを別個に設け、このカウンタシャフトを介して、電気モータMTRの回転運動をシャフト部材SFTに動力伝達することも考えられ得るが、このような場合に比較して構成が簡略化され、装置全体がコンパクトとなり得る。

[0071] また、第2球面部材QM2が、押圧部材PSNの首振り運動を許容する揺動許容機能と、押圧力Fbaを検出するための起歪体としての機能とを兼ね備えるため、制動装置全体が小型化され得る。第1球面部材QM1が、第2球面部材QM2に対して可動とされることによって、シャフト部材SFTの軸ズレが許容される。第2球面部材QM2は、第1球面部材QM1を介して、シャフト部材SFT(平面SHM)から押圧力Fbaの反力を受けるため、第2球面部材QM2の歪量によってFbaが検出される。さらに、第2球面部材QM2は、ブレーキキャリパCPRに固定され、押圧部材PSNの押圧方向の軸(シャフト軸sfj、入力軸ktj)まわりに回転しない。このため、スリップリング等を必要とせず、第2球面部材QM2から検出信号(歪量Hzm)が容易に取り出せ得る。

[0072] 歪検出素子HZMが第2球面部材QM2の平面HM2(球状面KJM2の反対側)に設けられるため、歪検出素子(検出部)HZMから演算処理部(演算回路)ENZへの検出信号線(リード線)LDSの取り出し・取り回しが容易になり得る。さらには、演算処理部ENZから電子制御ユニットECUへの配線WRHの取り出し、取り回しも容易になり得る。

[0073] また、拘束部材KSBによって形成されるKSBと第2球面部材QM2との隙間(空間)に第1球面部材QM1が配置されることによって、第1球面

部材QM1と第2球面部材QM2とのシャフト軸sfj方向（紙面の左右方向）への相対的な動き（「入力軸ktj方向への動き」と言ってもよい。）が拘束される。換言すれば、軸ズレの吸収に必要となるQM1の傾きによって生じる移動量は許容されるが、それ以上の移動量は制限される。このため、押圧部材PSNからの押圧力Fbaの反力（反作用）によって、第1球面部材QM1が、第2球面部材QM2（起歪体）に、適正な当接姿勢を維持して押し付けられる。この結果、第1球面部材QM1の軸と、第2球面部材QM2の軸とが、不必要に大きく傾くことがなく、押圧部材PSNの押圧力Fbaが精度良く検出され得る。

[0074] 第1球面部材QM1が凸球状面KJM1、第2球面部材QM2が凹球状面KJM2とされているため、押圧部材PSNからの反力（即ち、押圧力Fbaの反作用）がQM1、QM2に付与された場合に、その力は第1、第2球面部材QM1、QM2の凸型、凹型の球状面KJM1、KJM2の斜面に沿って中心方向（ktj方向）に向かって作用する。このため、第1球面部材QM1は、その中心軸がktjに向かうように、移動される。即ち、セルフセンタリングの効果があるため、第1球面部材QM1と第2球面部材QM2との位置的關係が適正に維持され、押圧部材PSNの押圧力Fbaの検出精度が向上され得る。

[0075] 凸球状面KJM1、及び、凹球状面KJM2の中心が、回転部材KTBと摩擦部材MSBとの接触面にあるように設定される。即ち、KJM1及びKJM2の半径Rが、ktjにおいて、KJM1及びKJM2から、KTBとMSBとの接触面までの距離に等しく決定されている。摩擦部材MSBの偏摩耗等、回転部材KTBと摩擦部材MSBとの接触が基点（点O）となってシャフト部材SFTの軸ズレ（ktjとsfjとの相違）が発生するが、第1、第2球面部材QM1、QM2の凸、凹球状面KJM1、KJM2の中心が適切な位置（KTBとMSBとの接触面におけるktj上の点O）とされるため、シャフト部材SFTの軸ズレが効果的に吸収されるとともに、押圧部材PSNの押圧力Fbaの検出精度が向上され得る。

[0076] 第1球面部材QM1の中央に貫通穴KA1が設けられるとともに、第2球面部材QM2の中央に貫通穴KA2が設けられ、2つの貫通穴KA1、KA2を通して、電気モータMTRからの動力（トルク）がシャフト部材SFTに伝達される。カウンタシャフトを別個に設け、このカウンタシャフトを介して、電気モータMTRの回転運動をシャフト部材SFTに動力伝達することも考えられ得るが、このような場合に比較して構成が簡略化され、装置全体がコンパクトとなり得る。また、中央部の貫通穴KA2によって、第2球面部材QM2の剛性が低下されるため、QM2に歪が生じ易くなる。この結果、押圧部材PSNの押圧力Fbaの検出分解能が向上され得る。

[0077] <電動制動手段BRKの回転・直動変換機構HNKの第2実施態様>

電動制動手段BRKの回転・直動変換機構HNKの第2実施態様について、図2に対応した図4を参照して説明する。なお、図4において、図2に示す部材と同一機能の構成部材には同一符号が付され、その詳細な説明は省略される。

[0078] 図2に示す第1実施態様の回転・直動変換機構HNK1では、押圧部材PSNに雄ねじ部ONJ、シャフト部材SFTに雌ねじ部MNJが設けられているのに対し、図4に示す第2実施態様の回転・直動変換機構HNK2には、押圧部材PSNに嵌入されたナットNUTに雌ねじ部（ナット相当部）MNJが設けられ、シャフト部材SFTに雄ねじ部（ボルト相当部）ONJが設けられている。ナットNUTは押圧部材PSNに固定されており、シャフト部材SFTが回転されることによって、押圧部材PSNが回転部材KTBに対して前進・後退される。

[0079] そして、第1実施態様の回転・直動変換機構HNK1に備えられていた保持部材SPTは、第2実施態様の回転・直動変換機構HNK2では省略され、押圧力取得手段FBA（特に、演算処理部ENZ）、第2球面部材QM2、及び、拘束部材KSBは、ブレーキキャリパCPRに直接固定される。

[0080] この第2実施態様の回転・直動変換機構HNK2を備えた電動制動手段BRKによれば、第1実施態様の回転・直動変換機構HNK1を備えた電動制

動手段 B R K と同様の作用・効果を奏する。

[0081] 以上、回転・直動変換機構 H N K のねじ部 N J B に、台形ねじ等の滑りねじが採用された場合について説明したが、滑りねじに代えて、ボールねじ等の転がりねじが採用され得る。この場合には、雌ねじ部 M N J が「（ボール溝付き）ナット」に置き換えられるとともに、雄ねじ部が「（ボール溝付き）ねじシャフト」に置換され得る。そして、複数のボールが、夫々のボール溝に配置されて、回転運動が直線運動に変換される。転がりねじが用いられた場合にも、上述した同様の作用・効果を奏する。

[0082] <電動制動手段 B R K の回転・直動変換機構 H N K の第 3 実施態様>

電動制動手段 B R K の回転・直動変換機構 H N K の第 3 実施態様について図 2（又は、図 4）に対応した図 6 を参照して説明する。なお、図 6 において、図 2（又は、図 4）に示す部材と同一機能の構成部材には同一符号が付され、その詳細な説明は省略される。

[0083] 第 1 及び第 2 実施態様の回転・直動変換機構 H N K 1、H N K 2 では、シャフト部材 S F T から第 1、第 2 球面部材 Q M 1、Q M 2 に押圧部材 P S N の押圧力 F_{ba} の反力（反作用）が付与される構成となっているが、第 3 実施態様の回転・直動変換機構 H N K 3 では、押圧部材 P S N から第 1、第 2 球面部材 Q M 1、Q M 2 に押圧部材 P S N の押圧力 F_{ba} の反力が付与される構成となっている。

[0084] 第 1 及び第 2 実施態様の回転・直動変換機構 H N K 1、H N K 2 では、第 1 球面部材 Q M 1 に凸球状面 K J M 1 が形成され、第 2 球面部材 Q M 2 に凹球状面 K J M 2 が形成されているが、第 3 実施態様の回転・直動変換機構 H N K 3 では、逆に、第 1 球面部材 Q M 1 に凹球状面 K J M 1 a が形成され、第 2 球面部材 Q M 2 に凸球状面 K J M 2 a が形成されている。第 1 球面部材 Q M 1 は、押圧部材 P S N に固定され、第 2 球面部材 Q M 2 は、雌ねじ部（ナット相当部）M N J を有するナット N U T に固定されている。ナット N U T は、雄ねじ部（ボルト相当部）O N J を有するシャフト S F T に、ねじ部を介して嵌め合わされている。押圧部材 P S N は、キー部材 K Y A とキー溝

によって、ブレーキキャリパC P Rに対する回転が拘束されている。また、ナットN U Tは、キー部材K Y Bとキー溝によって、押圧部材P S Nに対する回転が拘束される。したがって、ナットN U T及び第2球面部材Q M 2は、ブレーキキャリパC P Rに対して回転運動をしないように動きが制限されている。

[0085] 第2球面部材Q M 2は、凸球状面K J M 2 aで第1球面部材Q M 1の凹球状面K J M 1 aと摺接している。また、押圧力取得手段F B A（特に、演算処理部E N Z）は、ナットN U Tに固定されている。ナットN U Tに設けられた貫通穴K T Aを通して、押圧力取得手段F B Aの演算処理部E N Zからの信号線W R Hが、電子制御ユニットE C Uに接続される。押圧部材P S Nには拘束部材（例えば、スナップリング）K S Bが設けられ、Q M 1及びK S Bによって固定された空間が形成されている。この固定空間（H N K 1、H N K 2の隙間に対応）に、Q M 2及びN U Tが配置されている。この構成によって、第1球面部材Q M 1に対して第2球面部材Q M 2が不必要に傾かないように、シャフト軸s f j（即ち、入力軸k t j）方向におけるQ M 2の動きが制限されている。

[0086] この第3実施態様の回転・直動変換機構H N K 3を備えた電動制動手段B R Kによれば、第1、第2実施態様の回転・直動変換機構H N K 1、H N K 2を備えた電動制動手段B R Kで奏するセルフセンタリング、及び、球状面半径Rの適正化の作用・効果を除いて、同様の作用・効果を奏する。

[0087] 以上、回転・直動変換機構H N Kのねじ部N J Bに、台形ねじ等の滑りねじが採用された場合について説明したが、滑りねじに代えて、ボールねじ等の転がりねじが採用され得る。この場合には、雌ねじ部M N Jが「（ボール溝付き）ナット」に置き換えられるとともに、雄ねじ部が「（ボール溝付き）ねじシャフト」に置換され得る。そして、複数のボールが、夫々のボール溝に配置されて、回転運動が直線運動に変換される。転がりねじが用いられた場合にも、上述した同様の作用・効果を奏する。

符号の説明

[0088] B R K …電動制動手段、C T L …制御手段、C P R …ブレーキキャリパ、K T B …回転部材、M S B …摩擦部材、M T R …電気モータ、P S N …押圧部材、S F T …シャフト部材、O N J …雄ねじ部、M N J …雌ねじ部、N J B …ねじ部、Q M 1 …第 1 球面部材、K J M 1 …凸球状面、H M 1 …平面、K A 1 …貫通穴、Q M 2 …第 2 球面部材、K J M 2 …凹球状面、H M 2 …平面、K A 2 …貫通穴、K S B …拘束部材、F B A …押圧力取得手段、H Z M …歪検出素子、L D S …リード線、E N Z …演算処理部、W R H …配線、S P T …保持部材

請求の範囲

- [請求項1] 車両の車輪に固定された回転部材に、電気モータを介して摩擦部材を押圧し、前記車輪に制動トルクを発生させる車両の電動制動装置において、
- ナット相当部、及び、ボルト相当部のうちで何れか一方のねじ部を有し、前記摩擦部材に押圧力を付与する押圧部材と、
- 前記電気モータによって回転駆動され、前記ねじ部と螺合するシャフト部材と、
- 前記シャフト部材とは分離され、前記シャフト部材の回転軸まわりに前記シャフト部材とは相対的な回転運動が可能であり、端面が球状面である第1球面部材と、
- 前記第1球面部材の前記球状面と摺接し、前記押圧力の反力を受け、前記シャフト部材の回転軸に対する回転運動が拘束されている第2球面部材と、を備える、車両の電動制動装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の車両の電動制動装置において、
- 前記シャフト部材は、前記第1球面部材にベアリングを介して当接される、車両の電動制動装置。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載の車両の電動制動装置であって、
- 前記第2球面部材に固定される拘束部材を備え、
- 前記拘束部材は、前記第1球面部材の前記シャフト部材の軸方向の動きを拘束する、車両の電動制動装置。
- [請求項4] 車両の車輪に固定された回転部材に、電気モータを介して摩擦部材を押圧し、前記車輪に制動トルクを発生させる車両の電動制動装置において、
- ナット相当部、及び、ボルト相当部のうちで何れか一方のねじ部を有し、前記摩擦部材に押圧力を付与する押圧部材と、
- 前記電気モータによって回転駆動され、前記ねじ部と螺合するシャフト部材と、

前記押圧部材、及び、前記シャフト部材のうちの一方から前記押圧力の反力を受け、端面に球状面が形成される第1球面部材と、

前記シャフト部材の回転軸に対する回転運動が拘束され、前記第1球面部材の前記球状面と摺接し、前記第1球面部材から前記押圧力の反力を受ける第2球面部材と、

前記第2球面部材の歪を検出し、前記歪に基づいて前記押圧力を取得する取得手段と、

前記押圧力に基づいて前記電気モータを制御する制御手段と、を備える、車両の電動制動装置。

[請求項5] 請求項4に記載の車両の電動制動装置において、

前記第2球面部材には、前記シャフト部材の軸において前記球状面とは反対側の面に前記歪を検出する素子が貼付される、車両の電動制動装置。

[請求項6] 請求項4又は請求項5に記載の車両の電動制動装置において、

前記第2球面部材に固定される拘束部材を備え、

前記拘束部材は、前記シャフト部材の軸方向において、前記第1球面部材と前記第2球面部材との相対的な動きを拘束する、車両の電動制動装置。

[請求項7] 請求項1乃至請求項6の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、

前記第1球面部材は、前記球状面として凸球状面をもち、

前記第2球面部材は、前記凸球状面に摺接する凹球状面をもつ、車両の電動制動装置。

[請求項8] 請求項1乃至請求項7の何れか一項に記載の車両の電動制動装置において、

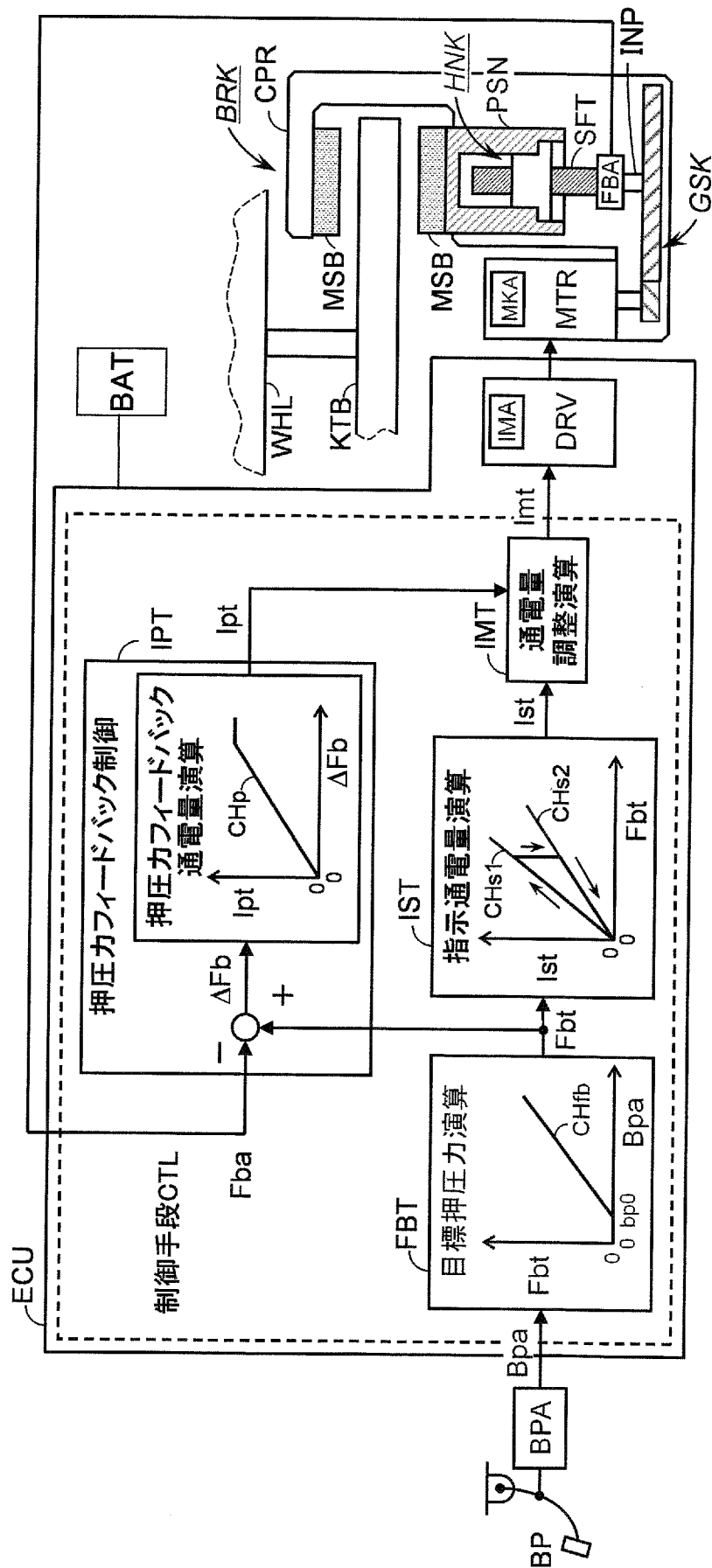
前記球状面の中心が、前記回転部材と前記摩擦部材との接触面にある、車両の電動制動装置。

[請求項9] 請求項1乃至請求項8の何れか一項に記載の車両の電動制動装置に

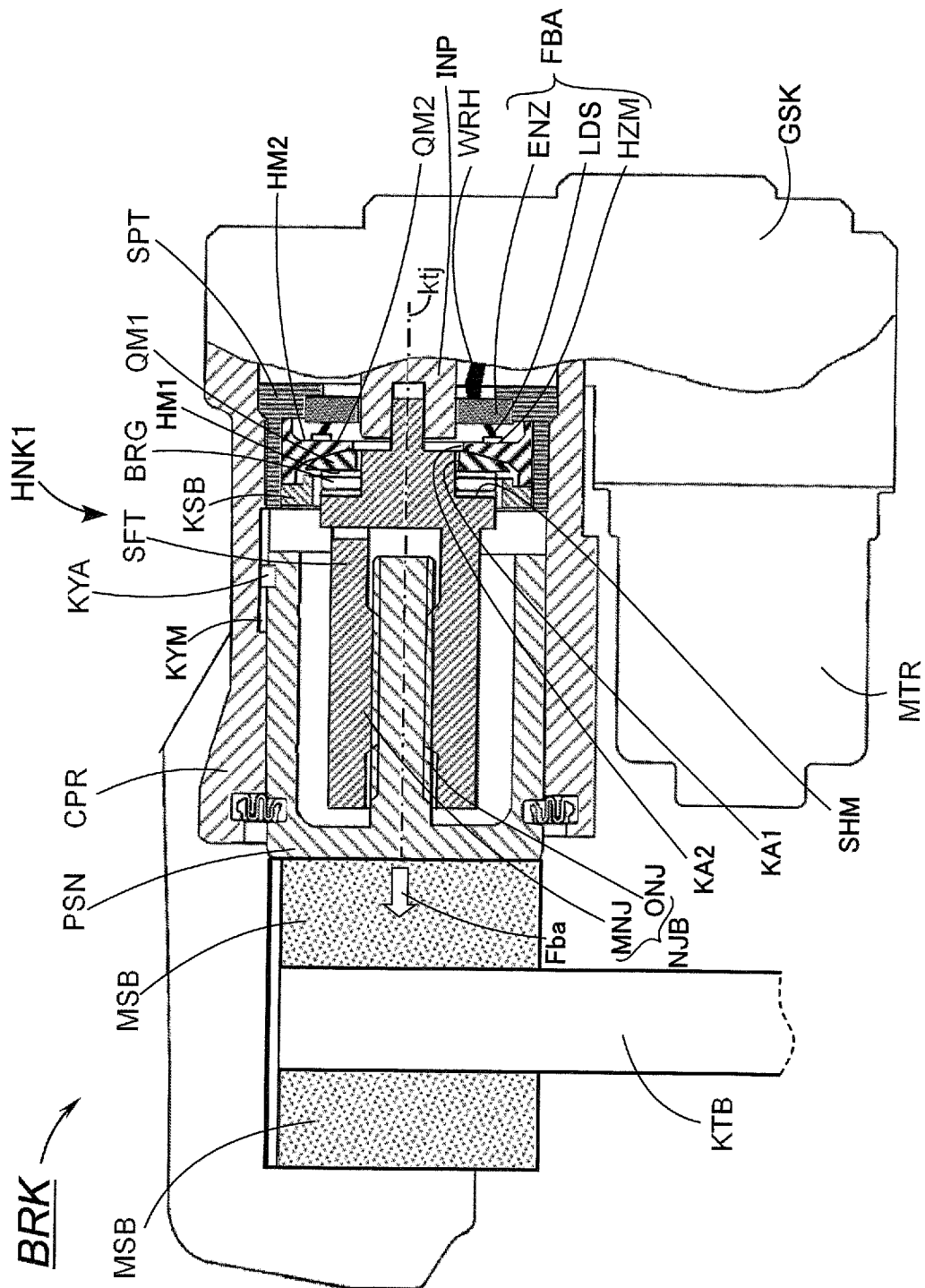
おいて、

前記第 1 球面部材、及び、前記第 2 球面部材は中央に貫通穴をもち、前記貫通穴を通して前記電気モータからの動力が前記シャフト部材に伝達される、車両の電動制動装置。

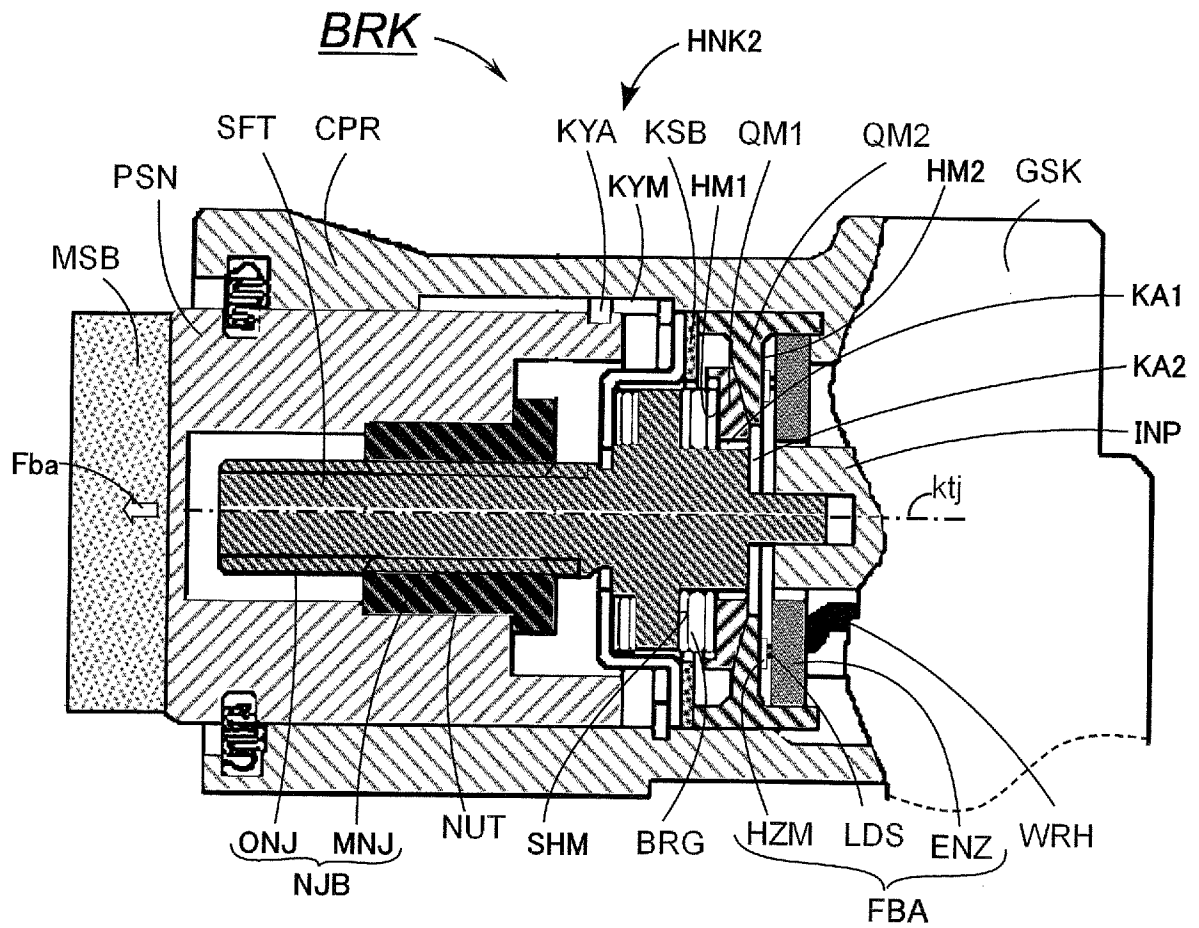
[図1]



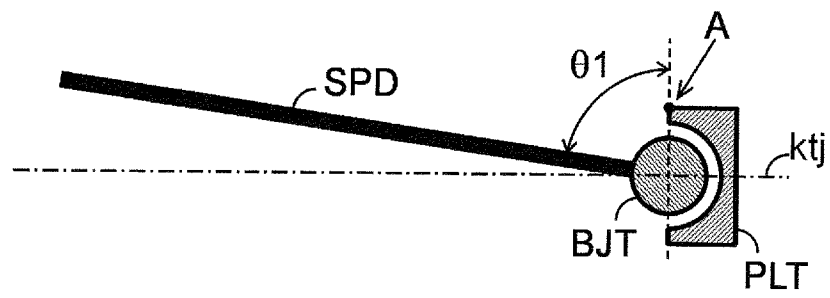
[図2]



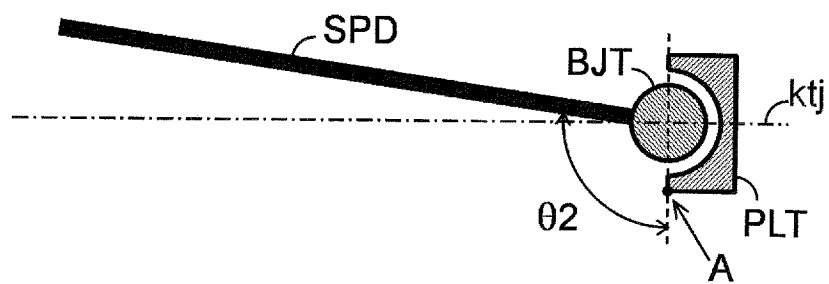
[図4]



[図5]

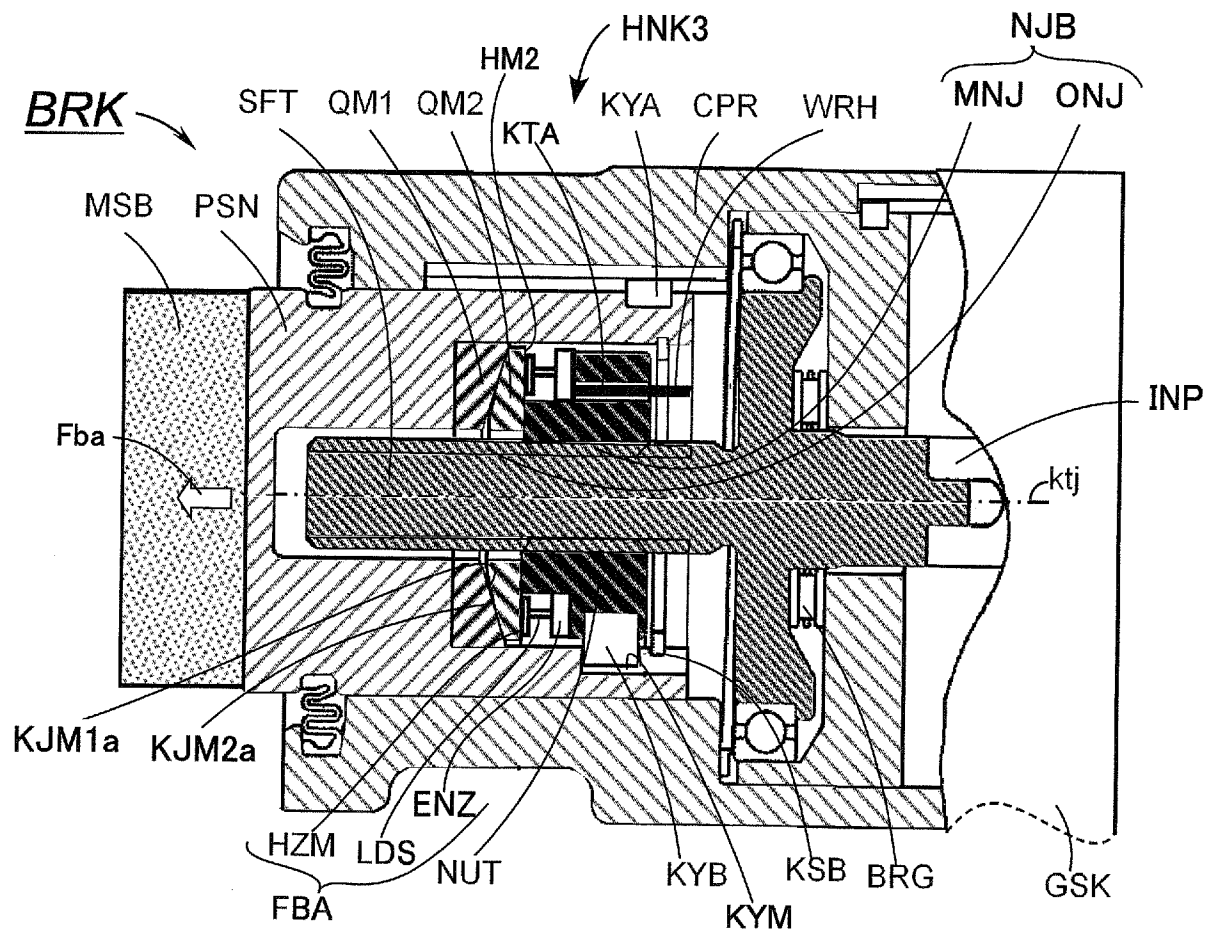


(a)



(b)

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16D65/18(2006.01)i, B60T13/74(2006.01)i, F16D121/24(2012.01)n,
F16D125/40(2012.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16D65/18, B60T13/74, F16D121/24, F16D125/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-2315 A (Advics Co., Ltd.), 05 January 2012 (05.01.2012), fig. 2 (Family: none)	4-9 1-3
Y A	WO 2011/155074 A1 (Toyota Motor Corp.), 15 December 2011 (15.12.2011), page 13, lines 18 to 22; fig. 2 to 4 & US 2013/0105254 A1 & EP 2581623 A1 & CN 102933866 A	4-9 1-3
A	JP 2011-214647 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 January, 2014 (28.01.14)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2014 (10.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081423

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-149747 A (NTN Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), entire text; all drawings & WO 2012/098977 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F16D65/18(2006.01)i, B60T13/74(2006.01)i, F16D121/24(2012.01)n, F16D125/40(2012.01)n			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F16D65/18, B60T13/74, F16D121/24, F16D125/40			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y A	JP 2012-2315 A（株式会社アドヴィックス）2012.01.05, 図2 （ファミリーなし）	4-9 1-3	
Y A	WO 2011/155074 A1（トヨタ自動車株式会社）2011.12.15, 第13頁18-22行, 図2-4 & US 2013/0105254 A1 & EP 2581623 A1 & CN 102933866 A	4-9 1-3	
A	JP 2011-214647 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2011.10.27, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 28.01.2014		国際調査報告の発送日 10.02.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 森本 康正 電話番号 03-3581-1101 内線 3368	3W 2920

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-149747 A (NTN株式会社) 2012.08.09, 全文、全図 & WO 2012/098977 A1	1 - 9