

(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
2018年3月22日(22.03.2018)



(10) 国際公開番号

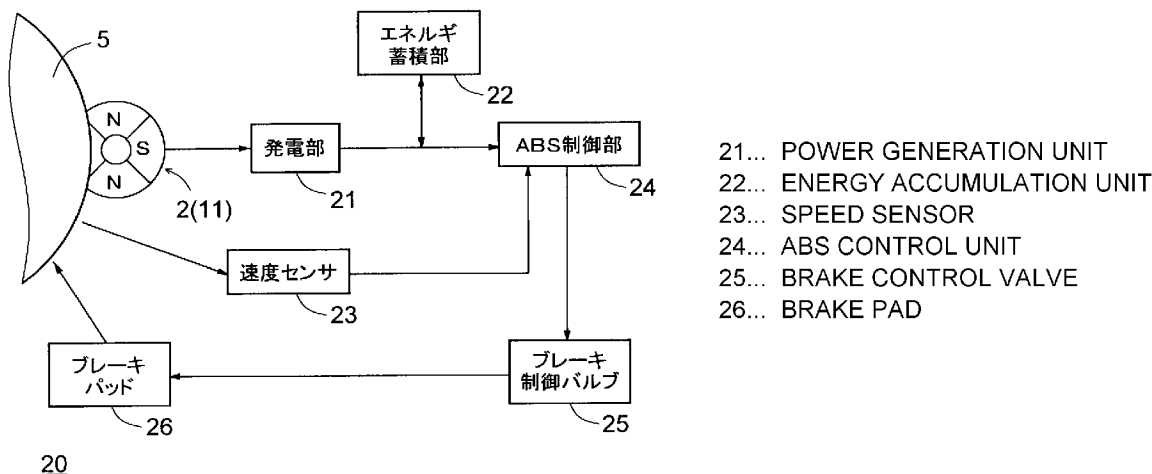
WO 2018/051636 A1

- (51) 国際特許分類:
B60T 8/17 (2006.01) *H02K 7/18* (2006.01)
B61C 17/12 (2006.01) *H02K 49/02* (2006.01)
B61H 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/026537
- (22) 国際出願日: 2017年7月21日(21.07.2017)
- (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 2016-182046 2016年9月16日(16.09.2016) JP
- (71) 出願人: ナブテスコ株式会社 (NABTESCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目7番9号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: フランクル ミヒャエル (FLANKL Michael); 8092 チューリッヒ、フュズィークシュトラッセ、3、エーテーエル、ハー2 2、エーテーハー、チューリッヒ、パワー、エレクトロニック、システムズ、ラボラトリー Zurich (CH). トウスズ アルダ (TUEYSUEZ Arda); 8092 チューリッヒ、フュズィークシュトラッセ、3、エーテーエル、ハー2 2、エーテーハー、チューリッヒ、パワー、エレクトロニック、システムズ、ラボラトリー Zurich (CH). コラー ヨハン、ペー (KOLAR Johann W.); 8092 チューリッヒ、フュズィークシュトラッセ、3、エーテーエル、ハー2 2、エーテーハー、チューリッヒ、パワー、エレクトロニック、システムズ、ラボラトリー Zurich (CH). 塚田 裕介 (TSUKADA Yusuke); 〒6512271 兵庫県神戸市西区高塚台7丁目3番地の3 ナブテスコ株式会社 神戸工場内 Hyogo (JP). 中

(54) Title: TRAIN, AND BRAKE CONTROL DEVICE FOR TRAIN

(54) 発明の名称: 列車および列車用ブレーキ制御装置

[図11]



(57) Abstract: In order to provide desired power generation performance even when a truck frame moves vertically or a wheel is trued, this train 1 comprises: a wheel 5; a rotating body 2 which is disposed so as to face the wheel and have no contact therewith, and which has permanent magnets that are rotated about a predetermined rotary shaft by the Lorentz force generated according to the rotation direction of the wheel; and a power generation unit which converts the kinetic energy of the rotation of the rotating body 2 into electrical energy.

(57) 要約: 台車枠が上下に変動したり、車輪の転削を行っても、所望の発電性能が得られるようにする。列車1は、車輪5と、車輪に対して非接触で対向配置され、車輪の回転方向に応じて発生するローレンツ力によって所定の回転軸回りに回転する永久磁石を有する回転体2と、回転体の回転による運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電部と、を備える。



WO 2018/051636 A1

村 和人(NAKAMURA Kazuhito); 〒6512271 兵庫県神戸市西区高塚台7丁目3番地の3 ナブテスコ株式会社 神戸工場内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 永井 浩之, 外(NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：列車および列車用ブレーキ制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、列車および列車用ブレーキ制御装置に関する。

背景技術

[0002] 米国特許公開公報2014/0132155号には、非接触で発電する自転車用ダイナモが開示されている。上述した公知文献の自転車用ダイナモは、自転車のホイールの回転軸と直交する方向に延びる回転軸周りに回転する円環状の永久磁石の外周面を、ホイールの外周面に連なる一側面から離隔して配置している。

[0003] 米国特許公開公報2014/0132155号における永久磁石は、複数の磁極を周方向に並べて配置したものであり、隣接する磁極では、磁化方向が逆になっている。例えば、永久磁石のN極がホイールの一側面に対向配置された状態でホイールが回転すると、永久磁石からの磁束の変化を妨げる方向に、ホイールの一側面に渦電流が発生する。この渦電流による磁束と永久磁石からの磁束との反発力および誘引力により、永久磁石は、ホイールの回転方向に回転する。

[0004] よって、永久磁石の周囲をコイルで巻回して、永久磁石からの磁束がコイルを鎖交するようにすれば、コイルから誘導電力を取り出すことができる。

発明の開示

[0005] 米国特許公開公報2014/0132155号に記載された自転車用ダイナモを列車用の発電機に応用する場合、永久磁石を車輪から一定の距離に離して配置しなければならないため、例えば、列車の台車枠に永久磁石を取り付けることが考えられる。しかしながら、列車の台車枠は、その上方に配置される貨車や客車の重量によって上下位置が変動する。また、列車の走行中の振動によっても、台車枠は上下する。さらには、列車の車輪は、レールとの摩擦によって接触面が変形するため、定期的に接触面を削る転削と呼ばれ

る保守作業を行う必要がある。転削を行うたびに、車輪の外径サイズが小さくなるため、車輪と永久磁石との位置関係も変化してしまう。

[0006] このように、台車枠が上下に変動したり、車輪の転削を行ったりすると、永久磁石と車輪との位置関係が変化して、所望の発電性能が得られなくなるおそれがある。

[0007] 本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、台車枠が上下に変動したり、車輪の転削を行っても、所望の発電性能が得られるようにした列車および列車用ブレーキ制御装置を提供するものである。

[0008] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様によれば、車輪と、前記車輪に対して非接触で対向配置され、前記車輪の回転方向に応じて発生するローレンツ力によって所定の回転軸回りに回転する永久磁石を有する回転体と、

前記回転体の回転による運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電部と、を備える、列車が提供される。

[0009] 前記回転体は、前記車輪との対向面積が一定になるように配置されてもよい。

[0010] 前記回転体と前記車輪との対向面積が一定になるように、前記回転体の取付位置を制御する制御部を備えてもよい。

[0011] 前記回転体と前記車輪との対向面積は、前記回転体の外径面積よりも小さくてもよい。

[0012] 前記回転体は、車軸に接続された一对の前記車輪同士の対向面のうち少なくとも一方に対向配置されてもよい。

[0013] 車輪を回転自在に支持する台車枠を備え、前記回転体は、前記台車枠に回転自在に取り付けられてもよい。

[0014] 前記回転体は、前記台車枠が上下に変動しても、前記回転体と前記車輪との対向面積が0より大きく、かつ前記回転体の外径面積よりも小さくなるように、前記台車枠に回転自在に取り付けられてもよい。

[0015] 前記回転体は、前記車輪の回転中心位置を通過して前記台車枠の長手方向

に向かう方向に配置されてもよい。

[0016] 前記回転体は、前記車輪の半径を r_1 、前記回転体の半径を r_2 、前記車輪に対する前記回転体の相対的な下降距離を Δh としたときに、前記車輪の回転中心位置を通過して前記台車枠の長手方向に向かう方向を中心方向として、以下の (1) 式で示す $\pm \theta$ の角度範囲内に配置されてもよい。

[数1]

$$\theta = \sin^{-1} \left\{ \frac{1}{r_1} \left(\Delta h + \frac{r_2(r_1 - r_2)}{\Delta h} \right) \right\} \quad \dots (1)$$

[0017] 本発明の他の一態様によれば、車輪に対して非接触で対向配置され、前記車輪の回転方向に応じて発生するローレンツ力によって所定の回転軸回りに回転する永久磁石を有する回転体と、

前記回転体の回転による運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電部と、

、

前記車輪の回転速度を検知する速度センサと、

前記発電部が変換した電気エネルギーを電力源として、前記速度センサの検知信号に基づいて前記車輪の制動時にアンチロック制御を行うアンチロック・ブレーキ制御部と、を備える、列車用ブレーキ制御装置が提供される。

[0018] 本発明によれば、台車枠が上下に変動したり、車輪の転削を行っても、所望の発電性能が得られるようになる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]列車の車輪の周辺の構造を示す斜視図。

[図2]車輪および回転体の正面図。

[図3]回転体の永久磁石の磁極配置と磁化方向を示す図。

[図4]車輪の一側面に発生する渦電流により永久磁石が回転する原理を説明する図。

[図5]車輪と回転体との位置関係を示す図。

[図6A]第1比較例における回転体と車輪との位置関係を示す図。

[図6B]第2比較例における回転体と車輪との位置関係を示す図。

[図7]転削により車輪の外径が縮んだ例を示す図。

[図8A]台車枠が下方に移動する前の状態を示す図。

[図8B]回転体が相対的に下方に移動した状態を示す図。

[図9]回転体の配置場所の許容範囲を説明する図。

[図10]図9の一部を拡大した図。

[図11]列車用ブレーキ制御装置の概略構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

図1は列車1の車輪5の周辺の構造を示す斜視図である。図1は、本実施形態の特徴部分に関連する構造を抽出して図示した簡略化した斜視図である。図1に示すように、一对の車輪5を車軸10に組み付けた構造体である2つの輪軸12が台車枠13の長手方向の両端側に回動自在に取り付けられている。台車枠13の長手方向Xが列車1の走行方向である。

[0021] 図1はインダイレクトマウント台車と呼ばれる構造を示しているが、本実施形態は、ダイレクトマウント台車やボルスタレス台車などにも適用可能である。図1の台車枠13の上には、枕バネ14が設けられており、枕バネ14はその上の枕ばり15を揺動自在に支持している。枕ばり15の中央部には、心皿16が設けられている。枕ばり15の上には、貨車や客車等の不図示の車体が配置され、車体と枕ばり15とは、心皿16に差し込まれた不図示の中心ピンにて連結される。枕ばり15の下側にはボルスタアンカ17が設けられている。ボルスタアンカ17は、枕ばり15と台車枠13とを連結するものである。

[0022] 輪軸12における一对の車輪5の対向する内側の面の少なくとも一方には、回転体2が非接触で対向配置されている。回転体2は、台車枠13に支持されている。本実施形態による列車1は、車輪5に対して非接触で対向配置される回転体2と、回転体2の回転による運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電部とを備えている。回転体2は、車輪5の回転方向に応じて発生

するローレンツ力によって所定の回転軸回りに回転する永久磁石 1 1 を有する。なお、回転体 2 を一对の車輪 5 の対向する内側の面ではなく、その反対側の外側の面に対向配置させてもよい。以下では、一例として、一对の車輪 5 の対向する内側の面に回転体 2 を対向配置させる例を説明する。

[0023] 図 2～図 4 は車輪 5 の回転により回転体 2 が回転する原理を説明する図である。図 2 は車輪 5 および回転体 2 の正面図、図 3 は回転体 2 の永久磁石 1 1 の磁極配置と磁化方向を示す図である。

[0024] 図 2 に示すように、回転体 2 は、車輪 5 から離隔して配置されており、その回転軸 2 a 周りに回転する。回転体 2 は、車輪 5 の回転方向に応じた方向に回転する。

[0025] 図 2 に示すように、永久磁石 1 1 の回転軸 2 a と、車輪 5 の回転軸 5 a とは平行に配置されており、永久磁石 1 1 の外周面 2 c に連なる一側面 2 d の少なくとも一部は、車輪 5 の外周面 5 b に連なる一側面 5 c に対向配置されている。より具体的には、永久磁石 1 1 が有する複数の磁極 2 b のうち、2 つ以上の磁極 2 b が車輪 5 の一側面 5 c に対向配置されている。これにより、後述するように、永久磁石 1 1 と車輪 5 との磁気結合量を増やすことができ、車輪 5 の一側面 5 c 上に生じる渦電流を増大させることができる。

[0026] 車輪 5 は、例えば車両の車輪 5 やホイールなどである。車輪 5 は、永久磁石 1 1 に対向配置された一側面 5 c に渦電流を発生させる。渦電流を発生できるように、車輪 5 の少なくとも一側面 5 c は、金属などの導電材料で形成されている必要がある。

[0027] 本実施形態では、永久磁石 1 1 の各磁極 2 b からの磁束により、車輪 5 の一側面 5 c に渦電流を発生させる。よって、永久磁石 1 1 の一側面 2 d と車輪 5 の一側面 5 c との間隔は、永久磁石 1 1 の各磁極 2 b からの磁束が車輪 5 に到達可能な範囲内に制限される。

[0028] 永久磁石 1 1 の各磁極 2 b は、対向する永久磁石 1 1 の一側面 2 d に向かう方向またはその反対方向に磁化されている。また、永久磁石 1 1 の隣接する磁極 2 b 同士の磁化方向は逆である。図 3 では、永久磁石 1 1 の各磁極 2

bの磁化方向を矢印で示している。図3に示すように、永久磁石11の一側面2dには、周状にN極とS極が交互に並んでいる。また、永久磁石11の車輪5に対向する一側面2dとは反対側の側面2eは、一側面とは逆極性になる。

[0029] 図4は車輪5の一側面5cに発生する渦電流6a, 6bにより永久磁石11が回転する原理を説明する図である。永久磁石11の一側面2d上に周状に並ぶ複数の磁極2bのうち、車輪5の一側面5cに対向配置された磁極2bからの磁束は、車輪5の一側面5c方向に伝搬する。永久磁石11の一側面2dと車輪5の一側面5cとの間は、エアギャップであり、永久磁石11からの磁極2bはこのエアギャップを伝搬する。

[0030] 車輪5が回転すると、車輪5の一側面5cには、永久磁石11からの磁束の変化を妨げる方向に渦電流が生じ、この渦電流による磁束と永久磁石11からの磁束との相互作用（反発力および誘引力）により、永久磁石11は回転する。ただし、永久磁石11の一側面2dの表面速度は、対向する車輪5の一側面5cの表面速度よりも遅くなる。

[0031] 例えば、永久磁石11のN極が車輪5の一側面5cに対向配置されている場合、N極の回転方向前方のエッジe1からの磁束が到達する車輪5の一側面5c部分に発生する渦電流6aの向きと、N極の回転方向後方のエッジe2からの磁束が到達する車輪5の一側面5c部分に発生する渦電流6bの向きとは相違している。N極の回転方向後方のエッジe2からの磁束により発生する渦電流6bは、N極からの磁束とは反対方向の磁束を発生させる向きに流れる。一方、N極の回転方向前方のエッジe1からの磁束が到達する車輪5の一側面5c部分に発生する渦電流6aは、N極からの磁束と同方向の磁束を発生させる向きに流れる。いずれの渦電流6a, 6bも、車輪5の回転に伴う永久磁石11からの磁束の変化を妨げる方向に流れる。

[0032] 上述したように、永久磁石11のN極の回転方向前方のエッジe1側では、渦電流6aによる磁束と永久磁石11のN極からの磁束との方向が同じになることから、互いに引き寄せ合う誘引力が働く。一方、永久磁石11のN

極の回転方向後方のエッジ e 2 側では、渦電流 6 b による磁束と永久磁石 1 1 の N 極からの磁束とは反対方向になることから、互いに反発し合う反発力が働く。永久磁石 1 1 の一側面 2 d の表面速度が、対向する車輪 5 の一側面 5 c の表面速度より遅い場合には、上述した、永久磁石 1 1 と渦電流 6 a、6 b の関係が常に成り立つ。これにより、永久磁石 1 1 は、対向する車輪 5 の一側面 5 c の移動表面を追いかけるようにして、対向する車輪 5 の一側面 5 c の表面速度よりも遅い表面速度で回転することになる。

[0033] 図 2 の例では、永久磁石 1 1 の車輪 5 に対向する一側面 2 d とは反対側の側面 2 e には、コイル 3 が対向配置されている。コイル 3 と、対向する永久磁石 1 1 の側面 2 e との間には、エアギャップが設けられている。コイル 3 は固定されており、回転する永久磁石 1 1 からの磁束がコイル 3 を鎖交する。永久磁石 1 1 の周状に配置された複数の磁極 2 b の極性は、交互に変化するため、コイル 3 を鎖交する磁束はその向きが周期的に変化する交番磁束である。よって、コイル 3 には、永久磁石 1 1 からの磁束の変化を妨げる方向に誘導電流が発生し、この誘導電流を抽出することで、交流からなる誘導電力を生成することができる。このように、コイルを設けることで、車輪 5 の運動エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。よって、コイルは発電機として機能する。

[0034] 永久磁石 1 1 からの磁束は、図 2 の矢印 y_1 、 y_2 に示すように、コイル 3 を鎖交した後、空気中を伝搬して永久磁石 1 1 に戻る。磁束の通過する経路は磁路と呼ばれている。磁路の大部分が空気である場合、空気中の磁気抵抗は大きいことから、コイル 3 を通過する磁束密度が小さくなり、結果として誘導電流も小さくなる。また、磁束が空気中を伝搬している最中に磁束の漏れが生じたり、また、周辺の導電材料または磁性材料の影響で磁路が変化するというおそれもある。そこで、2 に示すように、コイル 3 を鎖交した磁束が通過する磁路内にヨーク 4 を設けるのが望ましい。ヨーク 4 は、鉄などの透磁率の高い材料で形成されており、例えば、コイル 3 の永久磁石 1 1 に対向する面と反対側の面にヨーク 4 を密着配置することで、コイル 3 を鎖交した磁

束を漏れなくヨーク4に導いて、ヨーク4内を通して永久磁石11に戻すことができる。これにより、磁束の漏れを防止でき、磁気効率を高くすることができる。

[0035] 上述したように、車輪5が回転すると、車輪5の表面には渦電流が発生し、この渦電流による磁束と永久磁石11の磁束との誘引力および反発力により、回転体2は車輪5と同じ回転方向に回転する力が発生する。よって、回転体2は、車輪5が回転を開始すると、回転を開始する。また、車輪5の移動速度または回転速度が速くなるほど、回転体2を回転させる力も強くなる。

[0036] 回転体2の車輪5に対向する主面全体が車輪5の対向面と重なりあっている場合には、回転体2における永久磁石11の各磁極に作用するローレンツ力が互いに相殺し合って、回転体2はほとんど回転しなくなり、発電性能も著しく減殺されてしまう。よって、安定した発電性能を得るには、図4に示すように、回転体2と車輪5との対向面積を回転体2の主面の全面積よりも小さくするのが望ましい。

[0037] 図5は車輪5と回転体2との位置関係を示す図、図6Aおよび図6Bは図5のP方向から見た平面図である。図5では、回転体2の理想的な配置位置をA、第1比較例の配置位置をB、第2比較例の配置位置をCとしている。

[0038] 図6Aは第1比較例における回転体2と車輪5との位置関係を示し、図6Bは第2比較例における回転体2と車輪5との位置関係を示している。図6Aおよび図6Bに示すように、列車1の車輪5は、輪軸12を構成する一対の車輪5同士の対向面側にフランジ5dが設けられている。フランジ5dを設けることで、車輪5がレールから外れる脱線が生じにくくなる。車輪5のフランジ5dよりも内周側には略平坦な面（以下では、平坦面と呼ぶ）5eが設けられ、この平坦面5eよりも内周側にはエッジ5fが設けられ、このエッジ5fよりも内周側は、車輪5の幅が狭くなっている。なお、図2等では、簡略化のために、車輪5の回転体2に対向する側の全体を平坦面5eとしているが、実際には、図6Aおよび図6Bのように、車輪5の回転体2に

対向する側の一部だけが平坦面 5 e になっている。

[0039] 本実施形態では、回転体 2 を車輪 5 の平坦面 5 e から所定のギャップを隔てて配置し、かつ回転体 2 と平坦面 5 e との対向面積が 0 より大きくて、回転体 2 の主面の面積よりも小さくなるようにしている。すなわち、回転体 2 の主面全体が車輪 5 の平坦面 5 e と対向配置することがないようにしている。上述したように、回転体 2 の主面全体が車輪 5 の平坦面 5 e と対向配置されると、回転体 2 がほとんど回転しなくなるためである。なお、本明細書において、回転体 2 の主面とは、回転体 2 の車輪 5 に対向する側の面全体を指す。

[0040] 図 6 A および図 6 B に示すように、輪軸 1 2 を構成する一对の車輪 5 同士の対向面側には、フランジ 5 d、平坦面 5 e およびエッジ 5 f が設けられている。回転体 2 に発生する回転エネルギーは、回転体 2 と車輪 5 とのギャップが最小になる部分の面積に依存する。本明細書では、回転体 2 と車輪 5 とのギャップが最小になる部分の面積を、回転体 2 と車輪 5 との対向面積と定義している。よって、回転体 2 が車輪 5 のフランジ 5 d と対向していたり、車輪 5 のエッジ 5 f よりも回転中心側で対向していたとしても、対向面積には含めない。

[0041] 図 5 では、水平方向すなわち台車枠 1 3 の長手方向を X、鉛直（上下）方向を Y としている。本実施形態では、図 5 の位置 A に示すように、回転体 2 を車輪 5 の回転中心位置 O 1 すなわち車軸位置 O 1 を通って台車枠 1 3 の長手方向 X に向かう方向に配置している。図 5 の位置 A に回転体 2 を配置する理由は、回転体 2 を支持する台車枠 1 3 は、車体の重量や走行時の振動等により、上下に変動するが、図 5 の位置 A であれば、台車枠 1 3 が上下に振動しても、回転体 2 の主面の全体が車輪 5 の平坦面 5 e からずれてしまうおそれがないためである。

[0042] 例えば、図 5 の位置 B や位置 C に回転体 2 が配置されていた場合、台車枠 1 3 が上下に変動すると、回転体 2 の主面の全体が車輪 5 の平坦面 5 e に対向配置されたり、あるいは回転体 2 の主面の全体が車輪 5 の平坦面 5 e から

ずれてしまったりする。図6 Aおよび図6 Bには、台車枠1 3の上下によって回転体2の位置が変化した状態を破線で示している。図示のように、台車枠1 3がわずかに数十mm上下に移動しただけで、回転体2の主面の全体が車輪5の平坦面5 eに対向配置されたり、あるいは回転体2の主面の全体が車輪5の平坦面5 eに対向しない位置まで移動してしまう。図6 Aと図6 Bの破線位置では、回転体2での発電性能は著しく減殺されてしまう。

[0043] また、列車1の車輪5は、摩耗により形状が変形するため、定期的に車輪5の転削を行って車輪5とレールとの接触性を改善させる必要がある。転削を行うたびに、車輪5の外径がフランジ5 dを含めて小さくなる。図7は転削により車輪5の外径が縮んだ例を示している。車輪5の平坦面5 eの外周側に回転体2を取り付けた場合、台車枠1 3が上下に変動しなくても、車輪5の転削により車輪5の平坦面5 eと回転体2との位置関係が変化してしまい、回転体2の主面の全体が車輪5の平坦面5 eに対向しない状態になることが起こりえる。

[0044] 一方、回転体2が図5に示す位置Aに配置された場合に、例えば台車枠1 3が上下に変動したり、車輪5の転削により車輪5の外径サイズが小さくなったとしても、車輪5と回転体2との重なり割合はそれほど大きく変化しない。図8 Aは、台車枠1 3が下方に移動する前の状態を示している。図8 Aでは、車輪5の平坦面5 eの内周面上に回転体2の回転中心位置がある例を示している。車輪5の回転中心位置O 1から回転体2の回転中心位置までの距離は例えば400mmとしている。図8 Bは回転体2が相対的に下方に例えば40mm移動した状態を示している。この場合、車輪5の回転中心位置O 1から回転体2の回転中心位置までの距離は、以下の(2)式に示すように、約402mmとなり、図8 Aに比べてわずか2mm程度しか増えない。

[数2]

$$r = \sqrt{400^2 + 40^2} \cong 402mm \quad \dots (2)$$

[0045] よって、回転体2の外径サイズにもよるが、図5の位置Aに回転体2を配

置した場合には、台車枠 13 が上下に変動したとしても、回転体 2 の主面の全体が車輪 5 の平坦面 5 e に対向配置されたり、あるいは回転体 2 の主面の全体が車輪 5 の平坦面 5 e からずれてしまう不具合が起きにくくなる。

[0046] このように、回転体 2 の理想的な配置場所は、図 5 の位置 A である。より正確には、回転体 2 の理想的な配置場所は、車輪 5 の回転中心位置 O 1 を通過して台車枠 13 の長手方向 X に向かう方向であって、回転体 2 の主面と車輪 5 の平坦面 5 e との対向面積が 0 より大きくて、回転体 2 の主面の外径面積よりも小さい位置である。

[0047] 列車 1 の車輪 5 の周囲には、列車 1 に搭載される種々の機器類が配置されるため、回転体 2 を上述した理想的な場所に必ずしも配置できないことが想定される。回転体 2 が上述した理想的な場所から多少ずれた場所に配置されても、実用上支障がない程度の発電能力が得られればよい。

[0048] 図 9 および図 10 は回転体 2 の配置場所の許容範囲を説明する図である。図 9 および図 10 では、車輪 5 の平坦面 5 e の内周面の半径を r_1 、回転体 2 の主面の半径を r_2 、台車枠 13 の上下変動による回転体 2 の相対的な下方変動幅を Δh としている。

[0049] 図 9 は、車輪 5 の回転中心位置 O 1 から台車枠 13 の長手方向 X に向かう方向を基準方向として、 $\pm \theta$ の範囲内に回転体 2 を配置する例を想定している。図 10 は、図 9 の一部を拡大した図である。図 10 では、回転体 2 が車輪 5 に対して相対的に Δh だけ下がったときに、回転体 2 の主面が車輪 5 の平坦面 5 e と完全に対向しなくなる限界角度を θ としている。また、図 10 では、回転体 2 の位置が Δh だけ下がったときの回転体 2 の回転中心位置と基準方向までの距離を X、車輪 5 の回転中心位置を O 1、回転体 2 が Δh 下がる前の回転中心位置を O 2、 Δh 下がった後の回転中心位置を O 3、回転中心位置 O 2、O 3 を通る線が基準方向 X と交わる点を P、車輪 5 の回転中心位置 O 1 と回転体 2 の回転中心位置 O 3 を通る線が車輪 5 の平坦面 5 e の内周面と交わる点を Q としている。

[0050] 図 10 において、三角形 O 2 O 3 Q と三角形 O 1 O 3 P は相似形である。

よって、以下の（３）式に示す比例式が成立する。

$$\Delta h : r_2 = r_1 - r_2 : X \quad \dots (3)$$

[0051] （３）式をXについて解くと、以下の（４）式が得られる。

[数3]

$$X = \frac{r_2(r_1 - r_2)}{\Delta h} \quad \dots (4)$$

[0052] 線分O₂Pは、以下の（５）式で表される。

$$O_2P = r_1 \sin \theta = \Delta h + X \quad \dots (5)$$

[0053] （５）式のXを（４）式に置き換えて、 θ について解くと、以下の（６）式が得られる。

[数4]

$$\theta = \sin^{-1} \left\{ \frac{1}{r_1} \left(\Delta h + \frac{r_2(r_1 - r_2)}{\Delta h} \right) \right\} \quad \dots (6)$$

[0054] よって、回転体２の配置位置の許容範囲は、基準方向Xから $\pm \theta$ の角度範囲内であり、 θ は、（６）式からわかるように、車輪５の平坦面５eの内周面の半径 r_1 、回転体２の半径 r_2 、回転体２が車輪５に対して相対的に沈み込む距離 Δh の３つのパラメータにより決定される。

[0055] 回転体２が基準方向Xから $\pm \theta$ の角度範囲内に配置された場合には、回転体２が車輪５に対して相対的に Δh だけ沈み込んでも、回転体２の主面の全体が車輪５の平坦面５eに対向配置されたり、回転体２の主面の全体が車輪５の平坦面５eからずれてしまうおそれなくなり、実用上支障がない程度の発電性能を得ることができる。

[0056] このように、本実施形態では、列車１に非接触発電機を搭載するにあたって、車輪５に非接触で対向配置される回転体２の配置場所を最適化する。より具体的には、車輪５の回転中心位置O₁を通過して台車枠１３の長手方向Xに向かう方向を基準方向として、（６）式に示す $\pm \theta$ の角度範囲内に回転体

2を配置する。これにより、回転体2を支持する台車枠13が上下方向に変動した場合でも、回転体2と車輪5との対向面積に大きな差が生じなくなり、常に安定した発電性能が得られる。

[0057] (第2の実施形態)

第2の実施形態は、列車1に搭載した非接触発電機で発電した電気エネルギーを電力源として、アンチロック・ブレーキ制御を行うものである。

[0058] 図11は列車用ブレーキ制御装置20の概略構成を示すブロック図である。図11の列車用ブレーキ制御装置20は、回転体2と、発電部21と、エネルギー蓄積部22と、速度センサ23と、ABS (Antilock Brake System) 制御部24とを備えている。

[0059] 回転体2と発電部21は、第1の実施形態で説明したものを適用可能である。速度センサ23は、車輪5の回転速度を検知する。

[0060] 発電部21は、コイル等を用いて回転体2の回転エネルギーを電気エネルギーに変換し、変換した電気エネルギーをエネルギー蓄積部22に蓄積する。

[0061] ABS制御部24は、回転体2の回転エネルギーに応じた電気エネルギーを電力源として、速度センサ23の検知信号に基づいて、車輪5の制動時にアンチロック制御を行う。より詳細には、ABS制御部24からの制御信号は、ブレーキ制御バルブ25に送られる。この制御信号を受けて、ブレーキ制御バルブ25の開閉が制御され、これによりブレーキパッド26にて断続的に車輪5にブレーキをかける。

[0062] 従来の列車用ブレーキ制御装置20では、電力源を確保するために、電源ケーブルを引き回す必要があった。これに対して、本実施形態では、発電機で発生した電気エネルギーを主としてABS制御に用いることができ、電源ケーブルを長く引き回す必要もなくなり、列車1内の配線量を削減でき、断線等の不具合も生じにくくなる。

[0063] このように、第2の実施形態では、車輪5に非接触で対向配置される回転体2の回転エネルギーにより得られた電気エネルギーをABS制御に用いるため、ABS制御のための電力源の確保が容易になり、電源ケーブルを長く引き

回す必要もなくなり、断線等のトラブルも生じにくくなる。また、回転体2の配置場所を第1の実施形態で説明した場所にする事で、安定した発電性能が得られるため、ABS制御という車両にとって極めて重要な機能の電力源として使用することができる。

[0064] 本発明の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではなく、当業者が想到しうる種々の変形も含むものであり、本発明の効果も上述した内容に限定されない。すなわち、特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。

符号の説明

[0065] 1 列車、2 回転体、3 コイル、4 ヨーク、5 車輪、10 車軸、11 永久磁石、12 輪軸、13 台車枠、14 枕バネ、15 枕ばり、16 心皿、17 ボルスタアンカ、20 列車用ブレーキ制御装置、21 発電部、22 エネルギー蓄積部、23 速度センサ、24 ABS制御部

請求の範囲

- [請求項1] 車輪と、
前記車輪に対して非接触で対向配置され、前記車輪の回転方向に応じて発生するローレンツ力によって所定の回転軸回りに回転する永久磁石を有する回転体と、
前記回転体の回転による運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電部と、を備える、列車。
- [請求項2] 前記回転体は、前記車輪との対向面積が一定になるように配置される、請求項1に記載の列車。
- [請求項3] 前記回転体と前記車輪との対向面積が一定になるように、前記回転体の取付位置を制御する制御部を備える、請求項2に記載の列車。
- [請求項4] 前記回転体と前記車輪との対向面積は、前記回転体の外径面積よりも小さい、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の列車。
- [請求項5] 前記回転体は、車軸に接続された一対の前記車輪同士の対向面のうち少なくとも一方に対向配置される、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の列車。
- [請求項6] 車輪を回転自在に支持する台車枠を備え、
前記回転体は、前記台車枠に回転自在に取り付けられる、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の列車。
- [請求項7] 前記回転体は、前記台車枠が上下に変動しても、前記回転体と前記車輪との対向面積が0より大きく、かつ前記回転体の外径面積よりも小さくなるように、前記台車枠に回転自在に取り付けられる、請求項6に記載の列車。
- [請求項8] 前記回転体は、前記車輪の回転中心位置を通過して前記台車枠の長手方向に向かう方向に配置される、請求項6または7に記載の列車。
- [請求項9] 前記回転体は、前記車輪の半径を r_1 、前記回転体の半径を r_2 、前記車輪に対する前記回転体の相対的な下降距離を Δh としたときに、前記車輪の回転中心位置を通過して前記台車枠の長手方向に向かう

方向を中心方向として、以下の（１）式で示す±θの角度範囲内に配置される、請求項６または７に記載の列車。

[数1]

$$\theta = \sin^{-1} \left\{ \frac{1}{r1} \left(\Delta h + \frac{r2(r1 - r2)}{\Delta h} \right) \right\} \quad \dots (1)$$

[請求項10]

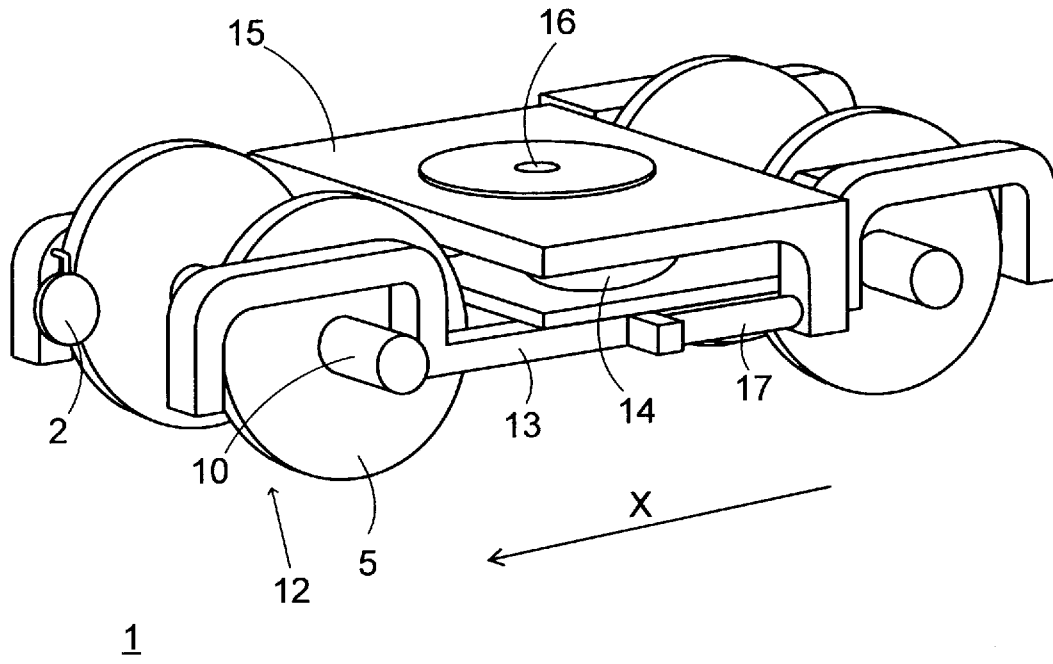
車輪に対して非接触で対向配置され、前記車輪の回転方向に応じて発生するローレンツ力によって所定の回転軸回りに回転する永久磁石を有する回転体と、

前記回転体の回転による運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電部と、

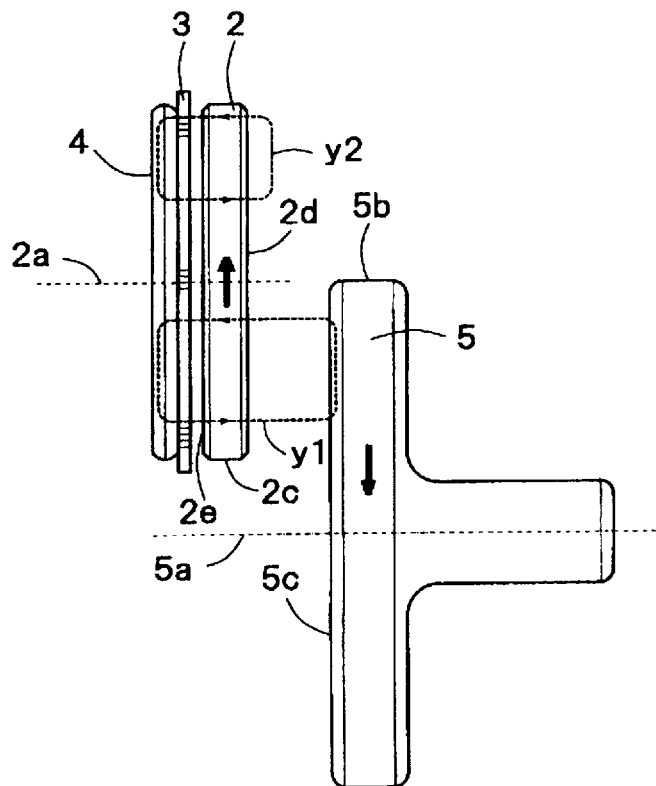
前記車輪の回転速度を検知する速度センサと、

前記発電部が変換した電気エネルギーを電力源として、前記速度センサの検知信号に基づいて前記車輪の制動時にアンチロック制御を行うアンチロック・ブレーキ制御部と、を備える、列車用ブレーキ制御装置。

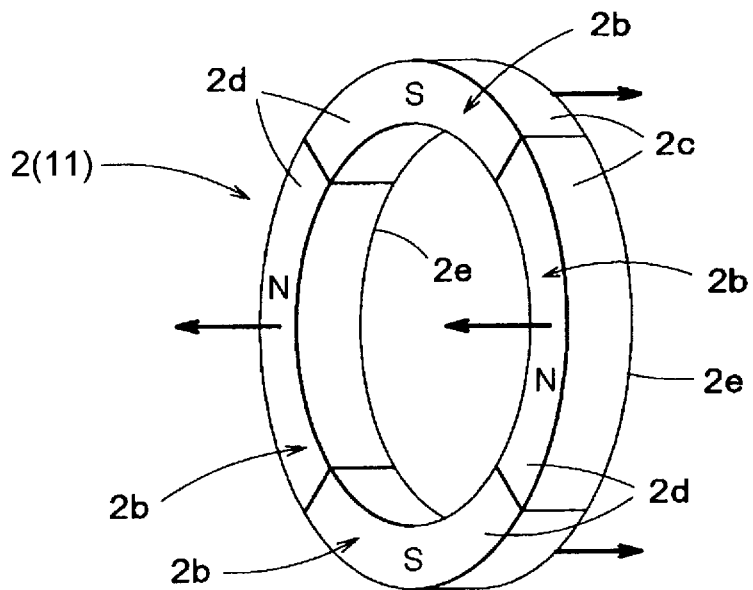
[図1]



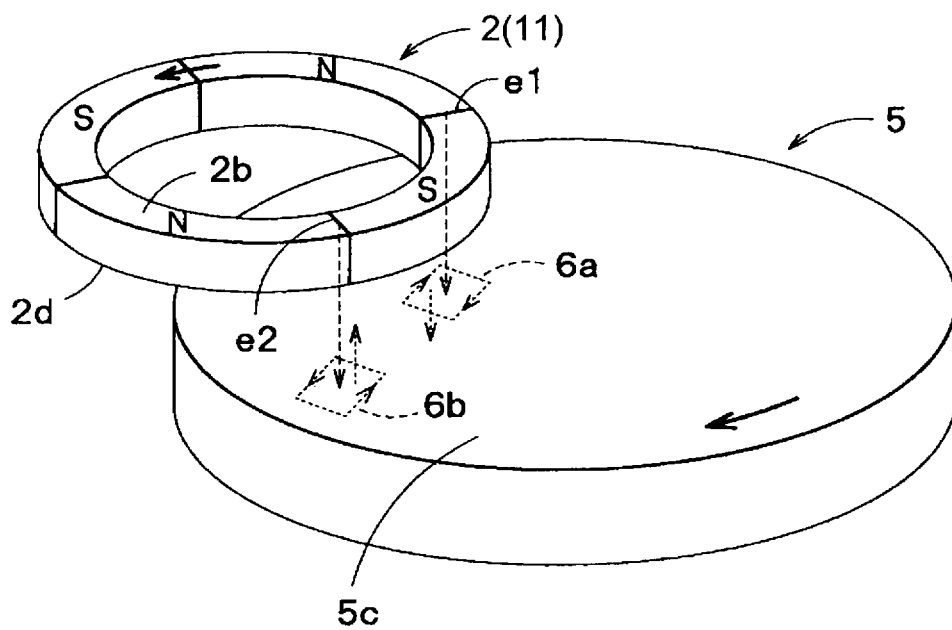
[図2]



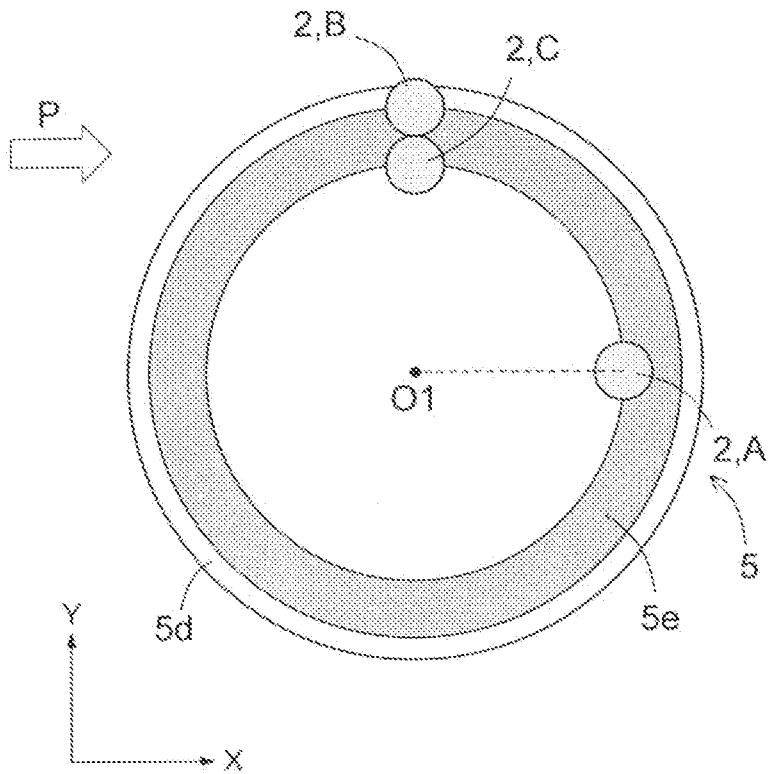
[図3]



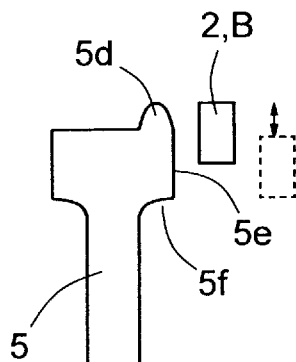
[図4]



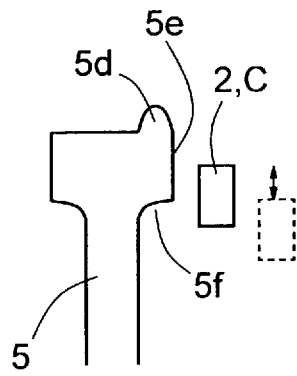
[図5]



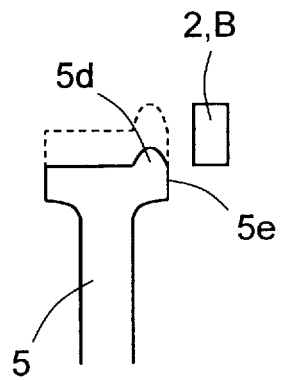
[図6A]



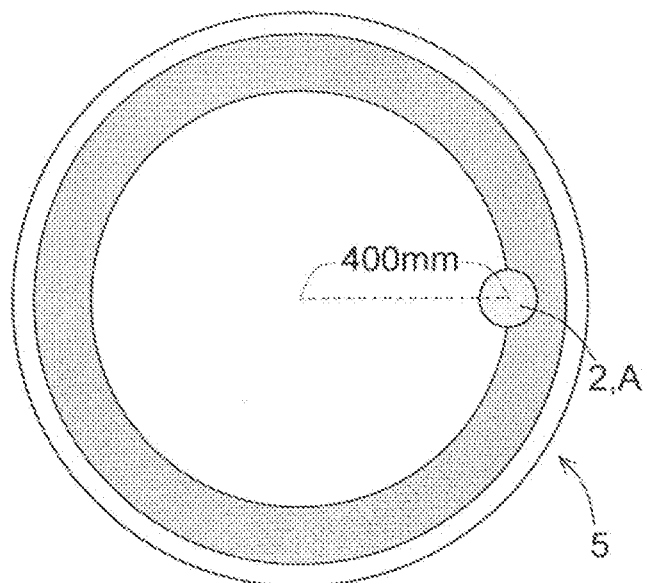
[図6B]



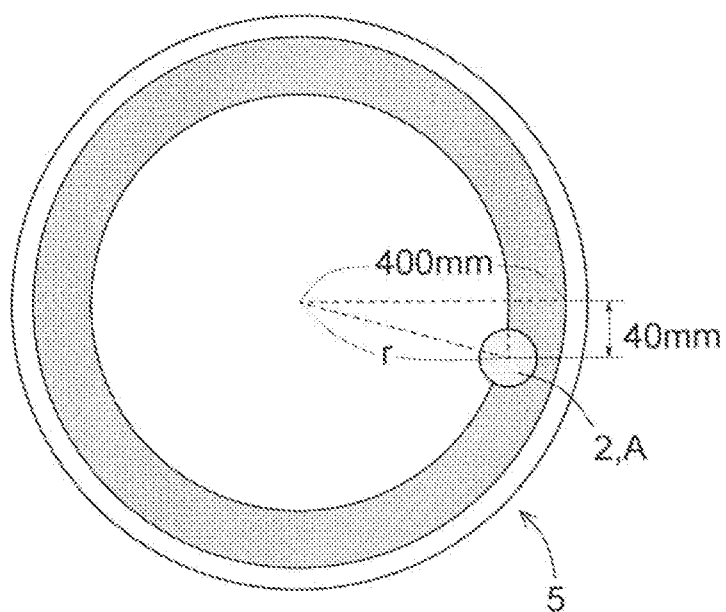
[図7]



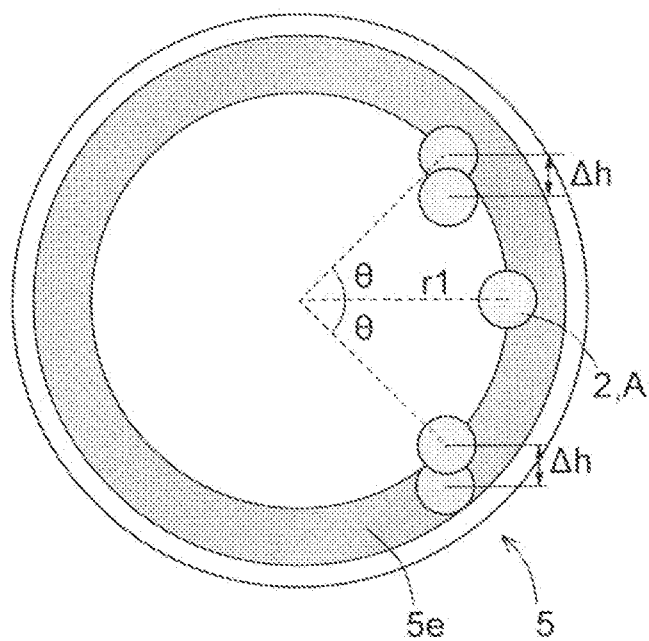
[図8A]



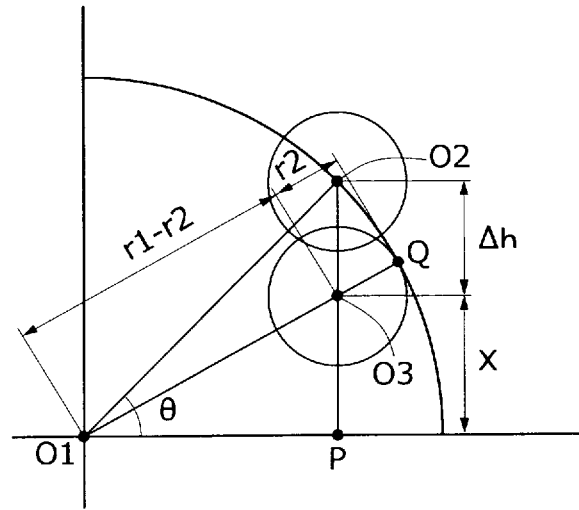
[図8B]



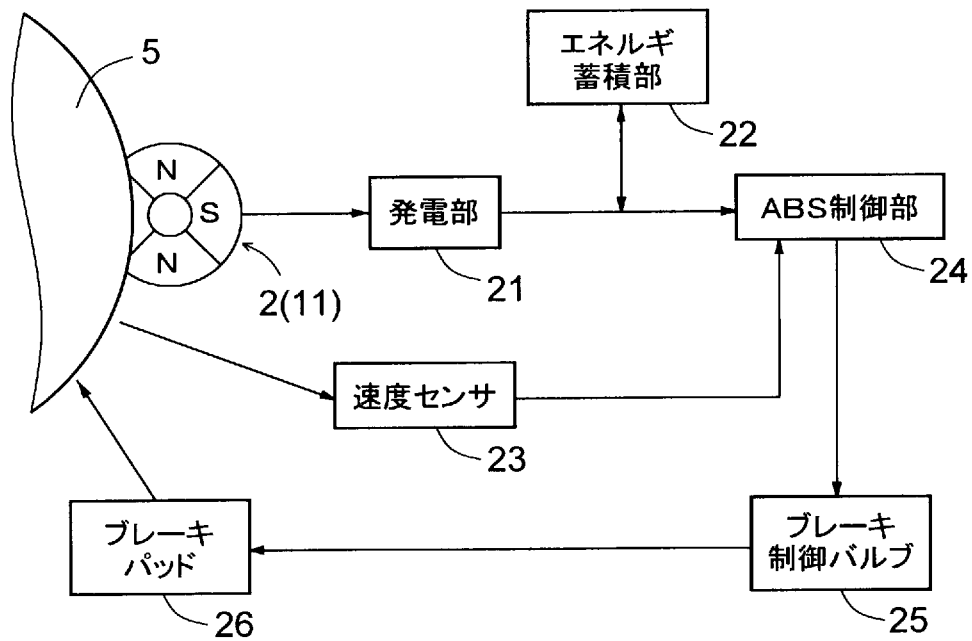
[図9]



[図10]



[図11]



20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/026537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60T8/17(2006.01)*i*, *B61C17/12*(2006.01)*i*, *B61H7/00*(2006.01)*i*, *H02K7/18*
 (2006.01)*i*, *H02K49/02*(2006.01)*i*

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)
B60T8/17, *B61C17/12*, *B61H7/00*, *H02K7/18*, *H02K49/02*

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2014-73076 A (Sunrising Eco-Friendly Technology Co., Ltd.), 21 April 2014 (21.04.2014), paragraphs [0014] to [0020], [0023] to [0025]; fig. 2 to 5 & US 2014/0085914 A1 paragraphs [0026] to [0031]; fig. 8 to 9	1-2, 4-5 3, 6-10
Y	JP 2012-125088 A (Seiko Epson Corp.), 28 June 2012 (28.06.2012), paragraphs [0123], [0125]; fig. 54, 56 (Family: none)	1-2, 4-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 13 October 2017 (13.10.17)	Date of mailing of the international search report 24 October 2017 (24.10.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60T8/17(2006.01)i, B61C17/12(2006.01)i, B61H7/00(2006.01)i, H02K7/18(2006.01)i, H02K49/02(2006.01)i

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 (IPC))

Int.Cl. B60T8/17, B61C17/12, B61H7/00, H02K7/18, H02K49/02

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2014-73076 A (升▲よう▼科技有限公司) 2014.04.21, 段落 [0014] - [0020], 段落 [0023] - [0025], 図2-5 & US 2014/0085914 A1, Paragraphs[0026]-[0031], and Figs 8-9	1-2, 4-5 3, 6-10
Y	JP 2012-125088 A (セイコーエプソン株式会社) 2012.06.28, 段落 [0123], 段落 [0125], 図54, 図56 (ファミリーなし)	1-2, 4-5

☐ 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

の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

13.10.2017

国際調査報告の発送日

24.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

山田 康孝

3W

3529

電話番号 03-3581-1101 内線 3367