

(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
2020年2月13日(13.02.2020)



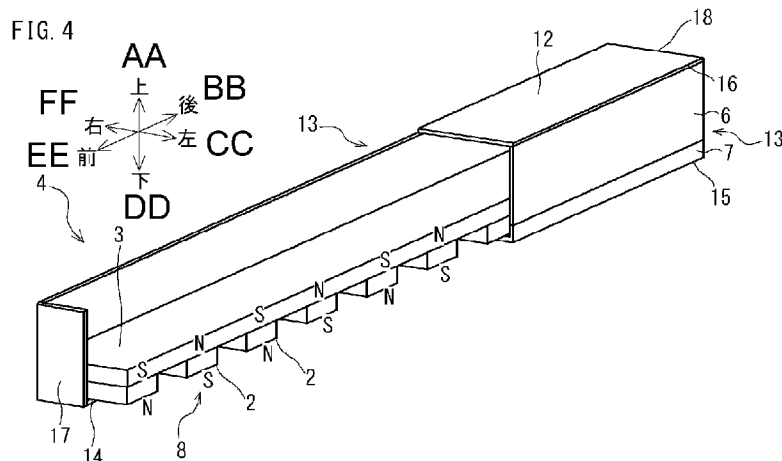
(10) 国際公開番号

WO 2020/031787 A1

- (51) 国際特許分類:
B61H 7/00 (2006.01) *H02K 49/10* (2006.01)
H02K 49/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/029810
- (22) 国際出願日: 2019年7月30日(30.07.2019)
- (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 2018-149362 2018年8月8日(08.08.2018) JP
- (71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: アセンド特許業務法人 (ASCEND IP LAW FIRM); 〒5300003 大阪府大阪市北区堂島一丁目5番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 野上 裕 (NOGAMI, Hiroshi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄
- 株式会社内 Tokyo (JP). 今西 憲治 (IMANISHI, Kenji); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 楞川 祥太郎 (KADOKAWA, Shotaro); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 野口 泰隆 (NOGUCHI, Yasutaka); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 佐野 薫平 (SANO, Kumpei); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 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,

(54) Title: EDDY CURRENT-TYPE RAIL BRAKE APPARATUS

(54) 発明の名称: 渦電流式レールブレーキ装置



AA Up
BB Rear
CC Left
DD Down
EE Front
FF Right

(57) Abstract: This eddy current-type rail brake apparatus (1) comprises a magnetic array (8), a support member (3), a case (4), and a raising/lowering device (5). The magnetic array (8) includes a plurality of permanent magnets (2) arrayed in the travel direction of a railway vehicle. The magnetic array (8) is mounted on the support member (3). The case (4) accommodates the magnetic array (8) and the support member (3). The raising/lowering device (5) can switch to either a braking state or a non-braking state by raising or lowering the support member (3) inside the case (4). The case (4) includes two lateral parts (13) disposed on each side of the magnetic array (8), and a non-magnetic bottom part (14) disposed below the magnetic array (8) and connecting the lower ends of the two lateral parts (13). A magnetic part (6) is provided in an upper portion of each of the two lateral parts (13), and a non-magnetic part (7) is provided in a lower portion thereof. The raising/lowering device (5) raises or lowers the support member (3), with the magnetic array (8) facing the bottom part (14).

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))

(57) 要約: 渦電流式レールブレーキ装置 (1) は、磁石列 (8) と、支持部材 (3) と、ケース (4) と、昇降装置 (5) とを含む。磁石列 (8) は、鉄道車両の進行方向に配列された複数の永久磁石 (2) を含む。支持部材 (3) には、磁石列 (8) が取り付けられる。ケース (4) は、磁石列 (8) 及び支持部材 (3) を収容する。昇降装置 (5) は、支持部材 (3) をケース (4) 内部において昇降させることで制動状態又は非制動状態に切替え可能である。ケース (4) は、磁石列 (8) の両側に配置された2つの側部 (13) と、磁石列 (8) の下方に配置され、2つの側部 (13) それぞれの下端を繋ぐ非磁性の底部 (14) とを含む。2つの側部 (13) それぞれの上部に磁性部 (6) が設けられ、下部に非磁性部 (7) が設けられる。昇降装置 (5) は、磁石列 (8) を底部 (14) に対向させたまま、支持部材 (3) を昇降させる。

明 細 書

発明の名称：渦電流式レールブレーキ装置

技術分野

[0001] 本開示は、渦電流式レールブレーキ装置に関する。さらに詳しくは、永久磁石を用いて鉄道レールに渦電流を発生させることで制動力を得る、鉄道車両用の渦電流式レールブレーキ装置に関する。

背景技術

[0002] 鉄道車両のブレーキ装置は、粘着式ブレーキ装置、非粘着式ブレーキ装置に大別される。粘着式ブレーキ装置は、鉄道車輪に制動力を与え、鉄道レールと鉄道車輪との摩擦力によって鉄道車両を減速又は静止させる。粘着式ブレーキ装置の例としては、ディスクブレーキ装置がある。一方、非粘着式ブレーキ装置は、鉄道レールと鉄道車輪との摩擦力によらず、鉄道車両に直接制動力を与え、鉄道車両を減速又は静止させる。非粘着式ブレーキ装置の例としては、渦電流式レールブレーキ装置がある。

[0003] 渦電流式レールブレーキ装置には、磁石が設けられる。鉄道レールを磁石からの磁界の中に置くことで、導電性を有する鉄道レールに渦電流を発生させ、その反力を制動力として得る。このような渦電流式レールブレーキ装置は、ディスクブレーキ装置等の常用ブレーキと併用して用いられったり、非常用ブレーキとして用いられったりする。また、このような渦電流式レールブレーキ装置の磁石として、永久磁石を用いることが知られている。

[0004] 永久磁石を用いた渦電流式レールブレーキ装置はたとえば、特開平10-167068号公報（特許文献1）及び特開2010-83446号公報（特許文献2）に開示されている。

[0005] 特許文献1の渦電流式レールブレーキ装置は、永久磁石を用いて磁極部材を励磁し、鉄道レールに渦電流を発生させる。この渦電流式レールブレーキ装置では、制動状態又は非制動状態の切替は、永久磁石をリンク機構によって回転させることで行われる。制動状態では永久磁石の磁極の配置を上下方

向とし、非制動状態では永久磁石の磁極の配置を前後方向とする。

[0006] 特許文献2の渦電流式レールブレーキ装置は、直線状に配列された複数の永久磁石を含む。複数の永久磁石は、ケースに收容される。複数の永久磁石は、配列方向において交互に磁極の配置が反転している。制動時、複数の永久磁石は鉄道レールと対向し、鉄道レールに渦電流を発生させる。一方、非制動時には、複数の永久磁石は鉄道車両の進行方向を軸として回転し、鉄道レールから離れる。これにより、鉄道レールに渦電流が発生しなくなる。特許文献2の渦電流式レールブレーキ装置はこのような構成により制動状態又は非制動状態への切替を行う。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平10-167068号公報

特許文献2：特開2010-83446号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献1の渦電流式レールブレーキ装置では、非制動状態での永久磁石からの磁束を制御する手段については何ら開示されていない。そのため、永久磁石を收容するケース外部に磁束が漏れる可能性がある（以下、磁束漏れともいう。）。

[0009] 特許文献2の渦電流式レールブレーキ装置では、複数の永久磁石を回転させることで制動状態又は非制動状態を切り替える。そのため、ケース内において鉄道車両の左右方向に複数の永久磁石の可動域を設ける必要がある。ケースの左右方向の長さが大きい場合、鉄道車両の進行方向から見た車輪外形状からの突出面積が大きくなるため、走行中に飛来物がケースに衝突する可能性が高くなる。このため、ケースの左右方向の長さは短い方が望ましい。

[0010] また、特許文献2には、永久磁石を收容するケースを磁性材とすることで非制動状態での磁束漏れを抑制できる旨が開示されている。しかしながら、

特許文献 2 には、ケースを磁性材とすることによる制動状態での制動力への影響については何ら開示されていない。

[0011] 本開示の目的は、制動状態での制動力を確保しつつ、非制動状態での磁束漏れを抑制できる渦電流式レールブレーキ装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 本開示の鉄道車両に取り付けられる渦電流式レールブレーキ装置は、磁石列と、支持部材と、ケースと、昇降装置とを含む。磁石列は、鉄道車両の進行方向に配列された複数の永久磁石を含む。支持部材は、磁石列の上方に配置され、磁石列が取り付けられ、磁性を有する。ケースは、磁石列及び支持部材を収容する。昇降装置は、支持部材をケース内部において昇降させることで制動状態又は非制動状態に切替え可能である。ケースは、磁石列の両側に配置された 2 つの側部と、磁石列の下方に配置され、2 つの側部それぞれの下端を繋ぐ非磁性の底部とを含む。2 つの側部それぞれの上部に磁性部が設けられ、下部に非磁性部が設けられる。昇降装置は、磁石列を底部に対向させたまま、支持部材を昇降させる。

発明の効果

[0013] 本開示の渦電流式レールブレーキ装置によれば、制動状態での制動力を確保しつつ、非制動状態での磁束漏れを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図 1 は、鉄道車両に取り付けられた渦電流式レールブレーキ装置を示す図である。

[図2]図 2 は、渦電流式レールブレーキ装置の片側断面図である。

[図3]図 3 は、図 2 中の | | | - | | | 線での断面図である。

[図4]図 4 は、渦電流式レールブレーキ装置のケース内の構成を示す斜視図である。

[図5]図 5 は、左右方向に垂直な断面から見た制動状態の磁気回路を示す図である。

[図6]図 6 は、前後方向に垂直な断面から見た制動状態の磁気回路を示す図で

ある。

[図7]図 7 は、左右方向に垂直な断面から見た非制動状態の磁気回路を示す図である。

[図8]図 8 は、前後方向に垂直な断面から見た非制動状態の磁気回路を示す図である。

[図9]図 9 は、磁性部及び非磁性部の配置関係を示す図である。

[図10]図 10 は、他の実施形態の磁性部及び非磁性部の配置関係を示す図である。

[図11]図 11 は、他の実施形態の磁性部及び非磁性部の配置関係を示す図である。

[図12]図 12 は、他の実施形態の昇降装置を用いた制動状態を示す図である。

[図13]図 13 は、他の実施形態の昇降装置を用いた非制動状態を示す図である。

[図14]図 14 は、本発明例と比較例との制動力を比較した図である。

[図15]図 15 は、本発明例と比較例との磁束漏れを比較した図である。

[図16]図 16 は、永久磁石が非磁性のケースに囲まれた渦電流式レールブレーキ装置の断面図である。

[図17]図 17 は、永久磁石が磁性を有するケースに囲まれた渦電流式レールブレーキ装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] [磁束漏れと制動力との関係]

図 16 は、永久磁石が非磁性のケースに囲まれた渦電流式レールブレーキ装置の断面図である。図 16 を参照して、永久磁石 102 を囲むケース 104 の全域が非磁性材料からなる場合、永久磁石 102 からの磁束はケース 104 を通過し、ケース 104 の外部に流出する（図 16 中の矢印参照）。渦電流式レールブレーキ装置が制動状態のとき、この磁束により形成される磁界の中に鉄道レール 21 が存在する。これにより、鉄道レール 21 に渦電流

が発生し、鉄道車両を減速させる方向の制動力が得られる。

[0016] しかしながら、このような渦電流式レールブレーキ装置では、ケース１０４全域が非磁性材料からなるため、非制動状態のときにも、永久磁石１０２からの磁束がケース１０４の外部に流出する。この磁束漏れを抑制するために、永久磁石１０２を磁性材料からなるケースで囲むことが考えられる。

[0017] 図１７は、永久磁石が磁性を有するケースに囲まれた渦電流式レールブレーキ装置の断面図である。図１７を参照して、永久磁石１０２を囲むケース１０４の全域が磁性材料からなる場合、永久磁石１０２からの磁束はケース１０４の底部及び側部を流れるため、磁束漏れが抑制される（図１７中の矢印参照）。しかしながら、この場合、ケース１０４の外部に流出する磁束が減少する。そのため、制動状態のときに鉄道レール２１を強い磁界の中に置くことが困難となり、得られる制動力が低下する。これを解消するためには、永久磁石の磁力を強くしたり、永久磁石の数を増やす必要がある。

[0018] このように、磁束漏れを抑制するためにはケースに磁性を持たせればよいが、制動力の確保のためにはケースは非磁性である方がよく、相反する両方の課題を解決することは困難であった。

[0019] そこで、本発明者らは、磁束漏れの抑制及び制動力の確保を両立させることを検討した。その結果、本発明者らは、ケースの一部に磁性を持たせ、残部を非磁性とし、制動状態の際には永久磁石をケースの非磁性の部分近傍に配置し、非制動状態の際には永久磁石を磁性を有する部分近傍に配置することを着想した。これにより、制動状態では、ケースの非磁性の部分から磁束を外部に流出させ、制動力を確保できる。非制動状態では、磁束をケースの磁性を有する部分に流し、磁束漏れを抑制できる。よって、磁束漏れの抑制及び制動力の確保という相反する両方の課題を解決することができる。

[0020] （１）以上の着想に基づく本実施形態の鉄道車両に取り付けられる渦電流式レールブレーキ装置は、磁石列と、支持部材と、ケースと、昇降装置とを含む。磁石列は、鉄道車両の進行方向に配列された複数の永久磁石を含む。支持部材は、磁石列の上方に配置され、磁石列が取り付けられ、磁性を有す

る。ケースは、磁石列及び支持部材を収容する。昇降装置は、支持部材をケース内部において昇降させることで制動状態又は非制動状態に切替え可能である。ケースは、磁石列の両側に配置された2つの側部と、磁石列の下方に配置され、2つの側部それぞれの下端を繋ぐ非磁性の底部とを含む。2つの側部それぞれの上部に磁性部が設けられ、下部に非磁性部が設けられる。昇降装置は、磁石列を底部に対向させたまま、支持部材を昇降させる。

[0021] このような構成の渦電流式レールブレーキ装置によれば、ケースの側部において上部には磁性部が設けられる。渦電流式ブレーキ装置が非制動状態の際には、磁石列をこの磁性部の近傍に位置させることができる。これにより、非制動状態の際に永久磁石からの磁束が磁性部に導かれる。したがって、ケースの外部に磁束が漏れることを抑制できる。一方、ケースの側部において下部には非磁性部が設けられる。渦電流式ブレーキ装置が制動状態の際には、磁石列をこの非磁性部の近傍に位置させることができる。これにより、制動状態の際に永久磁石からの磁束が非磁性部を通り抜け、ケースの外部にある鉄道レールに到達しやすくなる。したがって、制動力を確保できる。

[0022] 上記（１）の渦電流式レールブレーキ装置は、次のような構成とすることが好ましい。

[0023] （２）上記（１）の渦電流式レールブレーキ装置において、磁性部は、非磁性部と繋がって設けられる。

[0024] 後述する実施例に基づき、上記（２）の渦電流式レールブレーキ装置は次のような構成とすることが好ましい。

[0025] （３）上記（２）の渦電流式レールブレーキ装置において、制動状態のとき、2つの側部それぞれの磁性部の下端は、側部の下端よりも上方に位置し、かつ、支持部材の上端又は当該上端よりも下方に位置し、2つの側部それぞれの磁性部の上端は、側部の上端に位置する。

[0026] （４）上記（２）の渦電流式レールブレーキ装置において、制動状態のとき、2つの側部それぞれの磁性部の下端は、磁石列の上端から支持部材の上端までの間に位置し、2つの側部それぞれの磁性部の上端は、側部の上端に

位置する。

[0027] 以下、図面を参照して、本開示の実施の形態を詳しく説明する。図中同一又は相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0028] 初めに、本明細書における方向について説明する。本明細書において「前後」とは、鉄道車両の進行方向における前後を意味する。本明細書において「上下」とは、鉄道車両が直立静止している状態での上下を意味する。本明細書において「左右」とは、進行方向に向かった状態での左右を意味する。また、渦電流式レールブレーキ装置に対して用いられる「前後」、「上下」及び「左右」は、渦電流式レールブレーキ装置が鉄道車両に取り付けられた状態での前後、上下及び左右を意味する。

[0029] 図1は、鉄道車両に取り付けられた渦電流式レールブレーキ装置を示す図である。図1は、鉄道車両の側方から渦電流式レールブレーキ装置1を見た図であり、渦電流式レールブレーキ装置1については内部構造を示し、磁石列8がケース4の底部14から離間した状態（非制動状態）を示す。

[0030] 図1を参照して、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置1は、鉄道車両20の台車23に取り付けられる。渦電流式レールブレーキ装置1は、磁石列8と、支持部材3と、ケース4と、昇降装置5と、を含む。

[0031] [磁石列]

渦電流式レールブレーキ装置1は、前後方向に配列された複数の永久磁石2を含む。本明細書では、このように配列された複数の永久磁石2全体を磁石列8と呼ぶ。

[0032] 図2は、渦電流式レールブレーキ装置の片側断面図である。図2を参照して、各永久磁石2は2つの磁極（N極及びS極）を有する。各永久磁石2の2つの磁極は、上下方向に配置される。すなわち、一方の磁極は永久磁石2の下部に配置され、他方の磁極は上部に配置される。各永久磁石2は、配列方向において交互に磁極の配置が反転している。換言すれば、隣接する永久磁石2同士の磁極の向きは、反転している。

[0033] 複数の永久磁石2は全て、同じ形状及び同じ材質であるのが好ましい。複

数の永久磁石 2 は、等間隔に配列されるのが好ましい。また、永久磁石 2 の数は特に限定されず、渦電流式レールブレーキ装置 1 のサイズ、必要な制動力に応じて適宜設定すればよい。

[0034] [支持部材]

支持部材 3 は、概略直方体形状であり、前後方向に延在する。支持部材 3 は、磁石列 8 の上方に配置される。支持部材 3 には、磁石列 8 が取り付けられる。より具体的には、支持部材 3 の下面に磁石列 8 が接着剤、ボルト締結、鑄ぐるみ等によって固定される。支持部材 3 は磁性を有し、ヨークとして機能する。所定の制動力を発現させる磁気回路を形成可能な板厚、幅が確保されている限り、支持部材 3 のサイズ、材料に限定はない。支持部材 3 の材料はたとえば、マルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼である。その他にも、支持部材 3 の材料は公知の磁性材料を用いてもよく、たとえば、一般機械用構造鋼を用いてもよい。このことは、後述するケース 4 の側部の磁性部 6 の材料についても同様である。なお、後述するように支持部材 3 はケース 4 内部において昇降する。そのため、図 3 に示すように、支持部材 3 とケース 4 の側部 1 3 との間にはドライベアリング 2 2 が設けられる。

[0035] [ケース]

図 4 は、渦電流式レールブレーキ装置のケース内の構成を示す斜視図である。図 4 を参照して、ケース 4 は、磁石列 8 及び支持部材 3 を収容する。ケース 4 は、前後方向に延びる箱形状である。ケース 4 は、前後方向に垂直な断面視で、概略長方形である。ケース 4 は、天井部 1 2、2 つの側部 1 3 及び底部 1 4 を含む。図 4 では、ケース 4 の天井部 1 2、底部 1 4 及び側部 1 3 の一部の図示を省略している。2 つの側部 1 3 は、磁石列 8 の両側に配置される。天井部 1 2 は、2 つの側部 1 3 の上端を繋ぐ。底部 1 4 は、2 つの側部 1 3 の下端を繋ぐ。ケース 4 の前後方向の端にはそれぞれ前部 1 7、後部 1 8 が設けられ、ケース 4 によって磁石列 8 及び支持部材 3 は囲まれる。

[0036] 図 3 に戻り、底部 1 4 は、磁石列 8 の下方に配置される。底部 1 4 は、磁石列 8 と対向する。底部 1 4 は、各永久磁石 2 の下部に配置された磁極と対

向する。底部 1 4 は非磁性の材料からなる。底部 1 4 の材料はたとえば、樹脂や非磁性金属（オーステナイト系ステンレス鋼等）である。このことは、後述するケース 4 の側部 1 3 の非磁性部 7 の材料についても同様である。

[0037] 2つの側部 1 3 は、左右方向に対称形状であるため、以下では一方の側部 1 3 について説明する。側部 1 3 は、磁性部 6 と、非磁性部 7 とを含む。非磁性部 7 は、側部 1 3 の下部に設けられる。非磁性部 7 は、前後方向に垂直な断面視で、側部 1 3 の下端 1 5 から上方に延びる。磁性部 6 は、側部 1 3 の上部に設けられる。本実施形態では、磁性部 6 は、側部 1 3 の上端 1 6 から側部 1 3 の上下方向の中央よりも下方の位置まで設けられる。磁性部 6 は、非磁性部 7 と繋がって設けられる。磁性部 6 の下端は、非磁性部 7 の上端と一致する。磁性部 6 の上端は、側部 1 3 の上端 1 6 と一致する。側部 1 3 は、上下方向に 2 つの部分に分けられ、その上側の部分が磁性部 6、下側の部分が非磁性部 7 である。非磁性部 7 の厚さ（左右方向の長さ）と磁性部 6 の厚さとは同じであるのが好ましいが、異なってもよい。

[0038] 磁性部 6 及び非磁性部 7 は、前後方向に延在する。磁性部 6 及び非磁性部 7 は、磁石列 8 の全長にわたり延在する。磁性部 6 及び非磁性部 7 は、磁石列 8 の全長を超えて延在してもよい。本実施形態では、磁性部 6 及び非磁性部 7 は、ケース 4 の側部 1 3 全域にわたり設けられる。この場合、全ての永久磁石 2 の両側の側部 1 3 に磁性部 6 及び非磁性部 7 が設けられることになり、後述するように制動力の確保及び磁束漏れの抑制の効果が最大限に発揮される。しかしながら、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置 1 はこの場合に限定されない。磁性部 6 及び非磁性部 7 は、少なくとも 1 つの永久磁石 2 の両側に設けられれば、制動力の確保及び磁束漏れの抑制の効果は得られる。

[0039] 磁性部 6 と非磁性部 7 とは、たとえば、溶接、接着剤、ボルト締結等によって連結される。天井部 1 2 と磁性部 6 とは一体であってもよい。底部 1 4 と非磁性部 7 とは一体であってもよい。天井部 1 2 及び底部 1 4 はそれぞれ、側部 1 3 と別体であってもよい。また、天井部 1 2、側部 1 3 及び底部 1

4はそれぞれ、平坦な板形状であってもよいし、湾曲していてもよい。要するに、磁石列8及び支持部材3を収容可能であれば、ケース4の形状は特に限定されない。

[0040] 図2を参照して、ケース4はさらに、ガイドシャフト35と、磁極ブロック36と、を含んでもよい。ガイドシャフト35は、ケース4の天井部12と底部14との間に延びる。すなわち、ガイドシャフト35は、上下方向に延びる。ガイドシャフト35は、支持部材3に設けられた孔を貫通する。ガイドシャフト35は、支持部材3が上下方向に安定して昇降できるように案内する。また、ガイドシャフト35は、制動時に支持部材3がレールから車両進行逆方向に受ける反力に抗するように支持部材3を保持し、アクチュエータ31への左右方向及び前後方向の負荷を抑制することができる。ガイドシャフト35の上端は、ケース4の天井部12に固定される。ガイドシャフト35の数は特に限定されず、必要に応じて適宜設けられる。

[0041] 磁極ブロック36は、磁石列8の少なくとも一方の端に隣接して配置される。磁極ブロック36は、磁石列8の端に配置された永久磁石2と、進行方向において並んで配置される。磁極ブロック36は、磁石列8の前方に配置される。本実施形態では、磁極ブロック36は、磁石列8の後方にも配置することができる。ただし、磁極ブロック36は、磁石列8の前方又は後方のいずれかのみに配置されてもよい。磁極ブロック36と磁石列8の端に配置された永久磁石2との間隔は、複数の永久磁石2同士の間隔と同じであるのが好ましい。磁極ブロック36はケース4の底部14に固定され、ガイドシャフト35の下端を支持する。より具体的には、磁極ブロック36には支持孔が設けられる。この支持孔にガイドシャフト35の底部14側の端を差し込むことで磁極ブロック36がガイドシャフト35を支持する。磁極ブロック36は、磁性を有する。磁極ブロック36の材料は、公知の磁性材（例：炭素鋼、鋳鉄など）を用いてよい。

[0042] [昇降装置]

図1を参照して、昇降装置5は、渦電流式レールブレーキ装置1を制動状

態又は非制動状態に切替えることができる。

[0043] 制動状態とするには、昇降装置 5 により磁石列 8 をケース 4 内部で下降させ、磁石列 8 とケース 4 の底部 1 4 とを最接近させる。つまり、磁石列 8 と鉄道レール 2 1 とを最接近させる。この際、磁石列 8 と底部 1 4 との間には僅かな隙間が設けられる。一方、非制動状態とするには、昇降装置 5 により磁石列 8 をケース 4 内部で上昇させ、磁石列 8 とケース 4 の底部 1 4 とを最離間させる。つまり、磁石列 8 と鉄道レール 2 1 とを最離間させる。

[0044] 図 3 を参照して、昇降装置 5 は、制動状態であるときに磁石列 8 の下端がケース 4 の側部 1 3 の上下方向の中央よりも下方に位置するように磁石列 8 を制御する。また、昇降装置 5 は、非制動状態であるときに磁石列 8 の下端がケース 4 の側部 1 3 の上下方向の中央よりも上方に位置するように磁石列 8 を制御する。

[0045] 図 2 を参照して、昇降装置 5 について、より具体的に説明する。昇降装置 5 は、アクチュエータ 3 1 と、支持棒 3 2 と、第 1 ストップ 3 3 と、第 2 ストップ 3 4 と、を含む。

[0046] アクチュエータ 3 1 は、ケース 4 の上方に配置される。アクチュエータ 3 1 は、鉄道車両の台車に固定される。アクチュエータ 3 1 は、所定の進退量及び推力を満たしていれば、駆動方式に制限はなくたとえば、空気や油等の流体式、電磁制御式アクチュエータを用いてもよい。支持棒 3 2 は、上下方向に延びる。支持棒 3 2 は、ケース 4 の天井部 1 2 を貫通する。支持棒 3 2 の下端は、支持部材 3 に固定される。支持棒 3 2 の上端は、アクチュエータ 3 1 に連結される。アクチュエータ 3 1 を作動させることで、支持棒 3 2 は上下方向に沿ってアクチュエータ 3 1 から進退する。支持棒 3 2 を進退させることにより、磁石列 8 及び支持部材 3 をケース 4 内部において昇降させることができる。

[0047] 第 1 ストップ 3 3 は、ケース 4 の天井部 1 2 と支持部材 3 との間に配置される。第 1 ストップ 3 3 は、概略円板形状である。第 1 ストップ 3 3 の内周縁は、支持棒 3 2 に固定される。渦電流式レールブレーキ装置 1 の上方から

見て、第1ストッパ33は、ケース4の天井部12と重複する。したがって、磁石列8及び支持部材3をある位置まで上昇させると、第1ストッパ33は、ケース4の天井部12に当たる。これにより、磁石列8及び支持部材3の上昇が止まる。また、第1ストッパ33が、ケース4の重量を支持する。つまり、第1ストッパ33は、磁石列8及び支持部材3の上昇を制限する役割を担う。

[0048] 第2ストッパ34は、ケース4の天井部12とアクチュエータ31との間に配置される。第2ストッパ34は、概略円板形状である。第2ストッパ34の内周縁は、支持棒32に固定される。渦電流式レールブレーキ装置1の上方から見て、第2ストッパ34は、ケース4の天井部12と重複する。したがって、磁石列8及び支持部材3をある位置まで下降させると、第2ストッパ34は、ケース4の天井部12に当たる。これにより、磁石列8及び支持部材3の下降が止まる。つまり、第2ストッパ34は、磁石列8及び支持部材3の下降を制限する役割を担う。

[0049] 渦電流式レールブレーキ装置1の上方から見て、第1ストッパ33及び第2ストッパ34の外縁形状は、円形に限られない。第1ストッパ33及び第2ストッパ34の外縁形状は、楕円、多角形等でもよい。渦電流式レールブレーキ装置1の上方から見て、第1ストッパ33及び第2ストッパ34は、それぞれの少なくとも一部がケース4の天井部12と重複していればよい。

[0050] このような構成によれば、昇降装置5は、ケース4内において磁石列8を昇降させることができ、制動状態又は非制動状態への切替ができるだけでなく、ケース4の底部14から磁石列8を離すことでケース4の底部14に異物が付着することも抑制できる。さらに、図2に示す状態からアクチュエータ31により第1ストッパ33をさらに上昇させると、ケース4自体を上昇させることができ、非制動時に渦電流式レールブレーキ装置1を鉄道レールから離すことができる。

[0051] また、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置1では、昇降装置5は、磁石列8をケース4の底部14に対向させたまま磁石列8を昇降させること

で、制動状態又は非制動状態への切替を行う。そのため、ケース4の左右方向に磁石列8の可動域を設ける必要がない。仮に、磁石列8を左右方向に回転させれば、磁石列8の可動域を左右方向に設ける必要がある。この場合、ケース4の左右方向の長さが長くなる。そのため、ケース4の前後方向から見た車輪外形状からの突出面積が大きくなり、走行中に飛来物がケース4に衝突する可能性が高くなる。この点、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置1では、磁石列8を上下方向に沿って移動させるため、ケース4の左右方向の長さは短くて済む。

[0052] 続いて、本実施形態の渦電流式レールブレーキの制動状態及び非制動状態での磁気回路について説明する。

[0053] [制動状態の磁気回路]

図5は、左右方向に垂直な断面から見た制動状態の磁気回路を示す図である。図5を参照して、制動状態の磁気回路について、N極が下部に配置されたある永久磁石2Aを例に説明する。

[0054] 永久磁石2AのN極から出た磁束は、非磁性であるケース4の底部14を通過し、鉄道レール21に到達する。鉄道レール21に到達した磁束は、永久磁石2Aの両側のS極が下部に配置された永久磁石2Bそれぞれに到達する。永久磁石2Bの上部に配置されたN極から出た磁束は、磁性を有する支持部材3を通り、隣接する永久磁石2AのS極に到達する。すなわち、隣接する2つの永久磁石2A、2B、支持部材3及び鉄道レール21によって磁気回路が形成される。この制動状態の磁気回路を前後方向に垂直な断面から見て説明する。

[0055] 図6は、前後方向に垂直な断面から見た制動状態の磁気回路を示す図である。図6を参照して、制動状態では永久磁石2からの磁束は非磁性であるケース4の底部14に到達する。仮にケース4の側部13全域が磁性を有しているとする、底部14に到達した磁束は側部13に導かれやすい。そのため、鉄道レール21に到達する磁束量が低下する。その結果、鉄道レール21に発生する渦電流が弱まり、制動力が低下する。

[0056] しかしながら、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置 1 では、ケース 4 の側部 1 3 の下部に非磁性部 7 が設けられる。より具体的には、側部 1 3 のうち、制動状態の際の永久磁石 2 の位置に対応する部分（すなわち、側部 1 3 の下端 1 5 から上方に所定の距離の部分）に非磁性部 7 が設けられる。そのため、底部 1 4 に到達した磁束が側部 1 3 に導かれにくく、鉄道レール 2 1 に到達する磁束量の低下が抑制される。したがって、鉄道レール 2 1 に発生する渦電流が弱まりにくく、制動力の低下が抑制される。

[0057] また、図 5 を参照して、磁石列 8 の一方の端に配置された永久磁石 2 C と、それに隣接する磁極ブロック 3 6 とによる磁気回路は次のようになる。永久磁石 2 C の N 極が下部に配置されている場合、N 極から出た磁束はケース 4 の底部 1 4、及び鉄道レール 2 1 を通過し、磁性を有する磁極ブロック 3 6 に到達する。磁極ブロック 3 6 に到達した磁束は、支持部材 3 を通り、永久磁石 2 C の S 極に到達する。すなわち、永久磁石 2 C、磁極ブロック 3 6、支持部材 3 及び鉄道レール 2 1 によって磁気回路が形成される。これにより、磁石列 8 の端でも磁気回路を形成でき、制動力を向上させることができる。

[0058] 続いて、非制動状態の磁気回路について説明する。

[0059] [非制動状態の磁気回路]

図 7 は、左右方向に垂直な断面から見た非制動状態の磁気回路を示す図である。図 7 を参照して、非制動状態の磁気回路についても、N 極が下部に配置されたある永久磁石 2 A を例に説明する。

[0060] 非制動状態では、磁石列 8 は鉄道レール 2 1 から十分に離れる。そのため、永久磁石 2 A の N 極から出た磁束は鉄道レール 2 1 を通らず、隣接する永久磁石 2 B の S 極に到達する。永久磁石 2 B の N 極から出る磁束は、支持部材 3 を通り、永久磁石 2 A の S 極に到達する。このように、非制動状態では永久磁石からの磁束が鉄道レール 2 1 に到達しにくく、鉄道レール 2 1 に渦電流はほとんど発生しない。つまり、鉄道車両に制動力はほとんど作用しない。なお、磁石列 8 と鉄道レール 2 1 との距離は永久磁石の磁力に応じて適

宜設定される。この非制動状態の磁気回路を左右方向に沿った断面で説明する。

[0061] 図8は、前後方向に垂直な断面から見た非制動状態の磁気回路を示す図である。図8を参照して、非制動状態では、永久磁石2のN極から出た磁束は、ケース4の底部14を通らずケース4の磁性部6を通る。ここで、仮にケース4の全域が非磁性であるとする、永久磁石2からの磁束は広がりを持って流れるため、一部の磁束がケース4の外部に漏れる可能性がある。磁束漏れが生じると、磁力によりケース4の外面に異物が付着しやすくなる。

[0062] しかしながら、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置では、ケース4の側部13の上部に磁性部6が設けられる。より具体的には、側部13のうち、非制動状態の際の永久磁石2の位置に対応する部分に磁性部6が設けられる。そのため、永久磁石2のN極から流れ出た磁束が側部13に導かれやすくなり、ケース4の外部への磁束漏れが抑制される。

[0063] このように、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置1によれば、ケース4の側部13の上部を磁性部6とし、下部を非磁性部7とすることで、制動状態では磁束をケース4の外部に流出させることができ、非制動状態では磁束がケース4の外部に流出することを抑制することができる。これにより、制動力の確保と磁束漏れの抑制という相反する事項を両立させることができる。

[0064] なお、上述の実施形態では、昇降装置5がアクチュエータ31、支持棒32、第1ストッパ33及び第2ストッパ34を含む場合について説明した。しかしながら、昇降装置5はこれに限定されず、電子制御により磁石列8及び支持部材3を昇降させてもよい。

[0065] また、上述の実施形態では、昇降装置5がケース4を昇降させる機能と、磁石列8を昇降させる機能の両方を有する場合について説明した。しかしながら、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置1は、ケース4を昇降させる昇降装置と、支持部材3及び磁石列8を昇降させる別個の昇降装置とを含むことを排除しない。

[0066] [磁性部及び非磁性部の配置関係]

続いて、後述する実施例に基づいた、磁性部 6 及び非磁性部 7 の好ましい配置関係について説明する。

[0067] 図 9 は、磁性部及び非磁性部の配置関係を示す図である。図 9 中、「P 1」は側部 1 3 の上下方向の中央の位置を示す。「P 2」は制動状態での支持部材 3 の上端の位置を示す。「P 3」は制動状態での支持部材 3 の上下方向の中央の位置を示す。「P 4」は制動状態での支持部材 3 の下端（永久磁石 2 の上端）の位置を示す。「P 5」は制動状態での永久磁石 2 の上下方向の中央の位置を示す。「P 6」は制動状態での永久磁石 2 の下端の位置を示す。

[0068] 磁性部 6 の下端は、側部 1 3 の下端 1 5 よりも上方に位置する。磁性部 6 の下端は、支持部材 3 の上端（P 2）又は上端（P 2）よりも下方に位置する。磁性部 6 の下端が、側部 1 3 の下端 1 5 よりも上方に位置すれば、側部 1 3 の下部に非磁性部 7 が設けられることになる。そのため、制動状態の際に磁束を鉄道レールに到達させやすくなる。また、磁性部 6 の下端が支持部材 3 の上端（P 2）又は上端（P 2）よりも下方に位置すれば、非制動状態の際に磁石列 8 の両側に磁性部 6 が位置しやすく、磁束漏れを抑制できる。

[0069] [他の実施形態]

上述の実施形態では、磁性部 6 と非磁性部 7 とが繋がって設けられる場合について説明した。しかしながら、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置 1 においてケース 4 の構成はこれに限定されない。

[0070] 図 1 0 及び図 1 1 は、他の実施形態の磁性部及び非磁性部の配置関係を示す図である。図 1 0 及び図 1 1 を参照して、非磁性部 7 はケース 4 の側部 1 3 の下端 1 5 から上端 1 6 まで延び、磁性部 6 が非磁性部 7 の外側又は内側に設けられる構成としてもよい。この場合、側部 1 3 において、非磁性部 7 のうち磁性部 6 と重なる部分は、磁性部 6 とみなす。したがって、この場合であっても、ケース 4 の側部 1 3 の上部に磁性部 6 が設けられ、下部に非磁性部 7 が設けられる。そのため、上述したように制動力の確保及び磁束漏れ

の抑制を両立させることができる。なお、この場合、磁性部 6 を非磁性部 7 にボルト締結、接着剤等によって取り付ける。

[0071] また、上述の実施形態では昇降装置 5 が磁石列 8 を上下方向に沿って昇降させる場合について説明した。しかしながら、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置 1 はこの場合に限定されない。昇降装置 5 は、上下方向及び前後方向によって形成される平面上を上下方向と角度を持って（すなわち、斜め方向に）磁石列 8 を昇降させてもよい。

[0072] 図 1 2 は、他の実施形態の昇降装置を用いた制動状態を示す図である。図 1 3 は、他の実施形態の昇降装置を用いた非制動状態を示す図である。図 1 2 及び図 1 3 を参照して、昇降装置 5 は、アクチュエータ 3 1 と、第 1 アーム 4 1 と、第 2 アーム 4 2 とを含んでもよい。アクチュエータ 3 1 はケース 4 の天井部 1 2 に取り付けられ、第 1 アーム 4 1 はアクチュエータ 3 1 から進退可能である。第 2 アーム 4 2 の一方の端部は第 1 アーム 4 1 に回転可能に接続され、第 2 アーム 4 2 の他方の端部は支持部材 3 に回転可能に接続される。第 2 アーム 4 2 には、第 1 アーム 4 1 への接続部と支持部材 3 への接続部との間にケース 4 に固定された支点 4 3 が設けられる。第 2 アーム 4 2 は支点 4 3 周りに回転可能である。

[0073] このような構成によれば、アクチュエータ 3 1 を作動させ、第 1 アーム 4 1 を進退させれば、磁石列 8 を上下方向に対して斜めに昇降させることができる。なお、本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置 1 における磁石列 8 と鉄道レール 2 1 の間に働く吸引力は上下方向に比べて前後方向の方が小さい。そのため、磁石列 8 を斜めに昇降させる場合、上下方向に沿って昇降させる場合と比べて、鉄道レール 2 1 と永久磁石 2 との間の磁力を振り切りやすく、磁石列 8 を昇降させやすい。したがって、昇降装置 5 が低出力で済み、省エネルギーとすることができる。

[0074] また、上述の実施形態では、永久磁石 2 の磁極の向きが上下方向である場合について説明した。しかしながら、永久磁石 2 の磁極の向きはこれに限定されない。永久磁石 2 の磁極は、前後方向又は左右方向であってもよい。こ

の場合であっても、隣接する永久磁石 2 同士の磁極の配置は反転する。

[0075] 上述の実施形態では、渦電流式レールブレーキ装置が 2 つの昇降装置を含む場合について説明した。しかしながら、支持部材及び磁石列をバランスを保って昇降できる限り、昇降装置は 1 つ又は 3 つ以上あってもよい。

実施例

[0076] 本実施形態の渦電流式レールブレーキ装置の効果を確認するため、種々のケース構造の渦電流式レールブレーキ装置の制動力及び磁束漏れについて数値計算により調べた。本発明例として 6 パターンの数値計算を行い、比較例として 3 パターンの数値計算を行った。

[0077] [計算条件]

まず、本発明例 1 ～ 6、比較例 1 ～ 3 で異なる計算条件について説明する。本発明例 1 ～ 6 では図 9 に示すケース 4 を用い、磁性部 6 の上端を側部 13 の上端とし、磁性部 6 の下端の位置を 6 パターン変更して行った。

[0078] 磁性部 6 の下端の位置は、本発明例 1 では永久磁石 2 の下端 (P 6) とし、本発明例 2 では永久磁石 2 の上下方向の中央 (P 5) とし、本発明例 3 では永久磁石 2 の上端 (P 4) とし、本発明例 4 では支持部材 3 の上下方向の中央 (P 3) とし、本発明例 5 では支持部材 3 の上端 (P 2) とし、本発明例 6 では側部 13 の上下方向の中央 (P 1) とした。本発明例 1 ～ 6 において、磁性部 6 の材料は S S 4 0 0 を想定し、非磁性部 7 及び底部 14 の材料は S U S 3 0 4 を想定した。

[0079] 比較例 1 として全域が非磁性のケース 4 (S U S 3 0 4 を想定) を用いた。比較例 2 として全域が磁性を有するケース 4 (S S 4 0 0 を想定) を用いた。比較例 3 として、ケース 4 の底部 14 が非磁性であり、側部 13 全域が磁性を有するケース (すなわち、図 9 において磁性部 6 の下端が側部の下端 15 であるケース) を用いた。

[0080] 続いて、本発明例 1 ～ 6、比較例 1 ～ 3 で共通の計算条件について説明する。数値計算は汎用電磁場解析ソフト J M A G (登録商標) を用いて行った。永久磁石 2 は、N d - F e - B 系の磁石を想定し、支持部材 3 の材料は S

S 4 0 0を想定した。ケース4の寸法、永久磁石2の数、大きさ及び磁石特性は同じとした。

[0081] 制動力について数値計算を行う際は、ケース4の側部13の上下方向の全長を1として、永久磁石2とケース4の底部14との隙間を0.024とし、永久磁石2と側部13との隙間を0.024とした。また、鉄道車両が時速360kmで走行（すなわち、磁石列と鉄道レールとの相対速度が時速360km）であると想定した。そして、数値計算の結果より、鉄道車両の進行方向逆向きの電磁気力を算出した。

[0082] 磁束漏れについて数値計算を行う際は、ケース4の側部13の上下方向の全長を1として、磁石列8とケース4の底部14との隙間を0.627とし、磁石列8と側部13との隙間を0.024とした。また、磁束漏れは、ケース4の外表面から0.012の位置で測定した。また、永久磁石2の下端をケースの側部13の中央（P1）よりも上方に位置させた。

[0083] [計算結果]

図14は、本発明例と比較例との制動力を比較した図である。図14の縦軸は、比較例1の制動力を1.0（基準）とした制動力の比を示す。図14を参照して、ケース全域を磁性部とした比較例2の制動力は、ケース全域を非磁性部とした比較例1の制動力に比べて40%以下となり、大幅に制動力が低下した。これは上述したように永久磁束からの磁束が磁性部に導かれることで、ケース外部の鉄道レールに到達しにくかったためと考えられる。

[0084] 一方、ケース4の側部13の下部及び底部14を非磁性部7とし、側部13の上部を磁性部6とした本発明例1～6では、ケース4全域を非磁性部7とした比較例1の制動力の80%以上の制動力を発現できた。これは、制動状態での永久磁石2の位置の近傍に非磁性部7が設けられることで、磁束がケース4外部の鉄道レールに到達しやすくなったためと考えられる。また、ケース4の側部13における磁性部6の下端を、永久磁石2の上端（本発明例3）から側部13の中央（本発明例6）までに位置するようにすれば、比較例1の制動力とほぼ同等の制動力を発現できた。

[0085] 図15は、本発明例と比較例との磁束漏れを比較した図である。図15中の縦軸は、比較例1の最大漏れ磁束密度を1.0（基準）とした最大漏れ磁束密度の比を示す。図15を参照して、本発明例1～6の最大漏れ磁束密度は、比較例1と比べて20%以下に抑制された。また、ケース4の側部13における磁性部6の下端を、支持部材3の上端（本発明例5）の下方に位置するようにすれば、比較例1と比べて10%以下に抑制された。

[0086] 以上の結果に基づけば、制動力の確保及び磁束漏れの抑制を両立させるためには次のことが言える。ケース4の側部13において、磁性部6の上端は側部13の上端とし、磁性部6の下端は側部13の下端よりも上方であって、かつ、支持部材3の上端の下方に配置することが好ましい。これにより、ケース4全域を非磁性部7とした場合と比べて制動力を80%以上確保し、磁束漏れを10%以下に抑制できる。より好ましくは、ケース4の側部13において、磁性部6の上端は側部13の上端とし、磁性部6の下端は永久磁石2の上端の上方であって、かつ、支持部材3の上端の下方に配置することが好ましい。これにより、ケース4全域を非磁性部7とした場合と同等の制動力を確保し、磁束漏れを10%以下に抑制できる。

[0087] 以上、本開示の実施の形態を説明した。しかしながら、上述した実施の形態は本開示を実施するための例示に過ぎない。したがって、本開示は上述した実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施の形態を適宜変更して実施することができる。

産業上の利用可能性

[0088] 本開示の渦電流式レールブレーキ装置は、鉄道車両の制動に用いることができる。

符号の説明

- [0089]
- 1：渦電流式レールブレーキ装置
 - 2：永久磁石
 - 3：支持部材
 - 4：ケース

- 5 : 昇降装置
- 6 : 磁性部
- 7 : 非磁性部
- 8 : 磁石列
- 1 2 : 天井部
- 1 3 : 側部
- 1 4 : 底部
- 1 5 : 側部の下端
- 1 6 : 側部の上端
- 1 7 : 前部
- 1 8 : 後部
- 2 0 : 鉄道車両
- 2 1 : 鉄道レール
- 2 3 : 台車
- 3 1 : アクチュエータ
- 4 1 : 第 1 アーム
- 4 2 : 第 2 アーム
- 4 3 : 支点

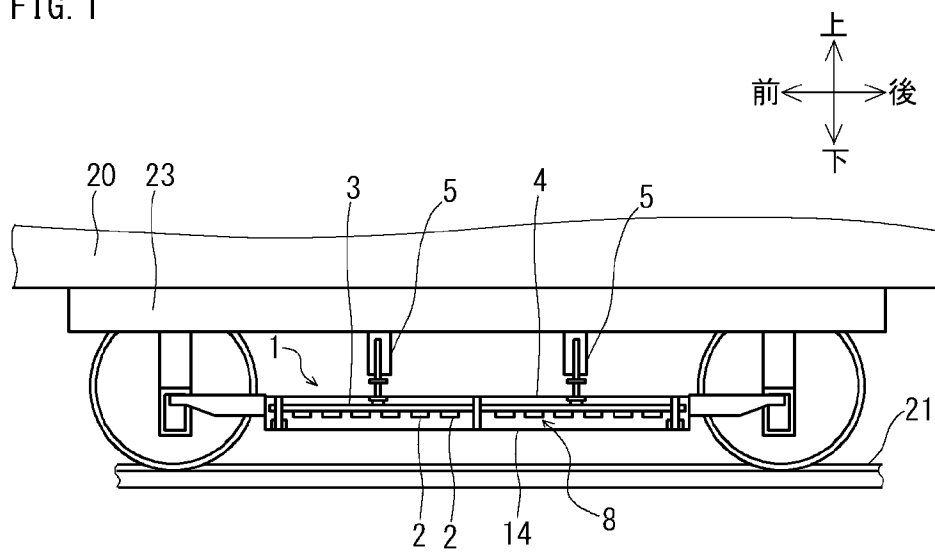
請求の範囲

- [請求項1] 鉄道車両に取り付けられる渦電流式レールブレーキ装置であって、
前記鉄道車両の進行方向に配列された複数の永久磁石を含む磁石列と、
前記磁石列の上方に配置され、前記磁石列が取り付けられ、磁性を有する支持部材と、
前記磁石列及び前記支持部材を収容するケースと、
前記支持部材を前記ケース内部において昇降させることで制動状態又は非制動状態に切替え可能な昇降装置とを備え、
前記ケースは、前記磁石列の両側に配置された2つの側部と、前記磁石列の下方に配置され、前記2つの側部それぞれの下端を繋ぐ非磁性の底部とを含み、
前記2つの側部それぞれの上部に磁性部が設けられ、下部に非磁性部が設けられ、
前記昇降装置は、前記磁石列を前記底部に対向させたまま、前記支持部材を昇降させる、渦電流式レールブレーキ装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の渦電流式レールブレーキ装置であって、
前記磁性部は、前記非磁性部と繋がって設けられる、渦電流式レールブレーキ装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の渦電流式レールブレーキ装置であって、
前記制動状態のとき、
前記2つの側部それぞれの磁性部の下端は、前記側部の下端よりも上方に位置し、かつ、前記支持部材の上端又は当該上端よりも下方に位置し、
前記2つの側部それぞれの磁性部の上端は、前記側部の上端に位置する、渦電流式レールブレーキ装置。
- [請求項4] 請求項2に記載の渦電流式レールブレーキ装置であって、
前記制動状態のとき、

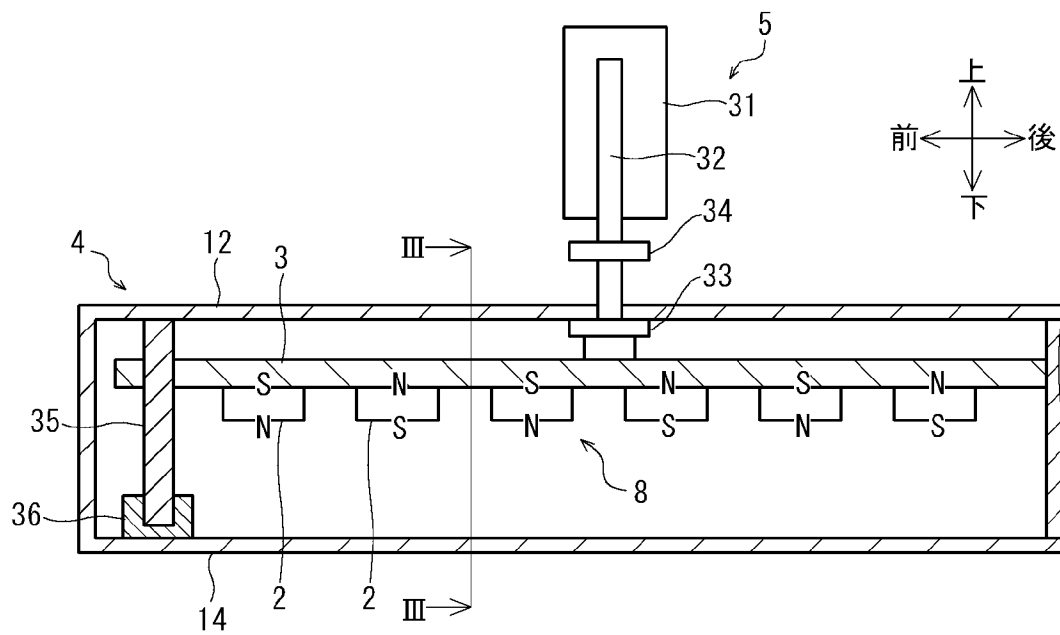
前記 2 つの側部それぞれの磁性部の下端は、前記磁石列の上端から前記支持部材の上端までの間に位置し、

前記 2 つの側部それぞれの磁性部の上端は、前記側部の上端に位置する、渦電流式レールブレーキ装置。

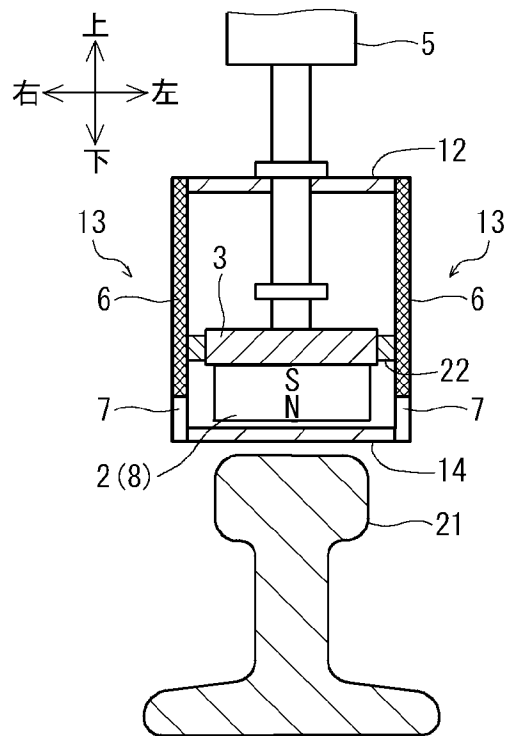
[図1]
FIG. 1



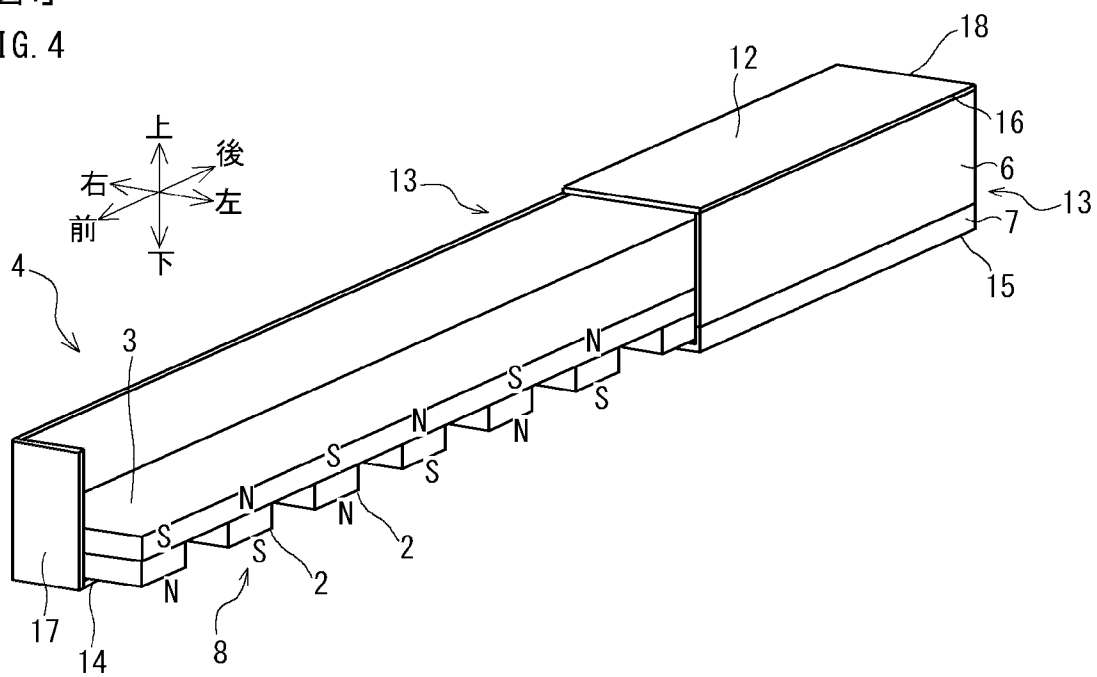
[図2]
FIG. 2



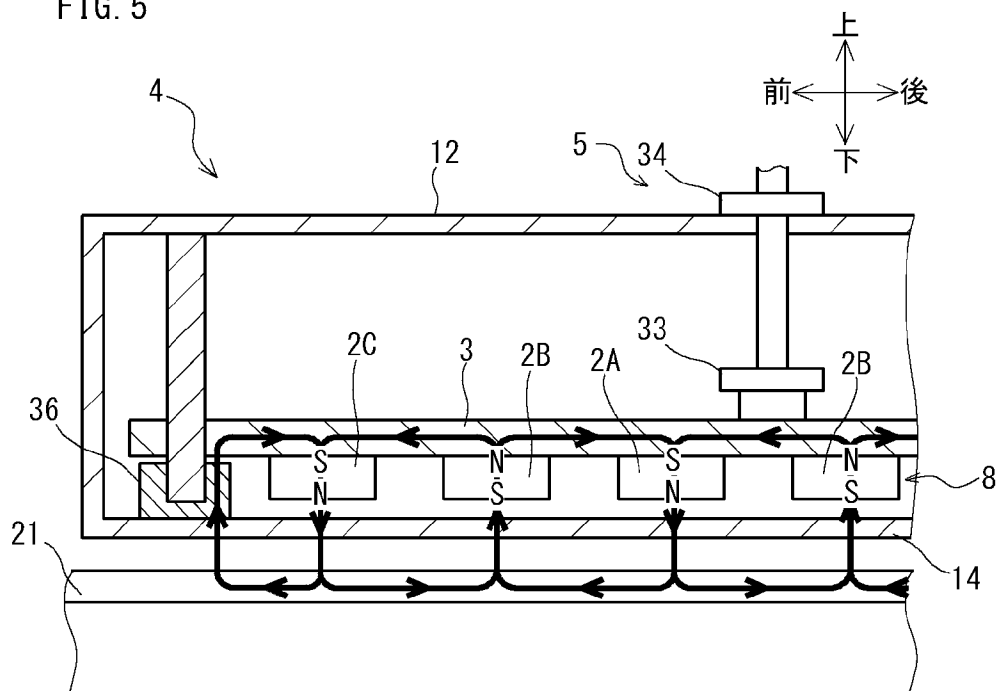
[図3]
FIG. 3



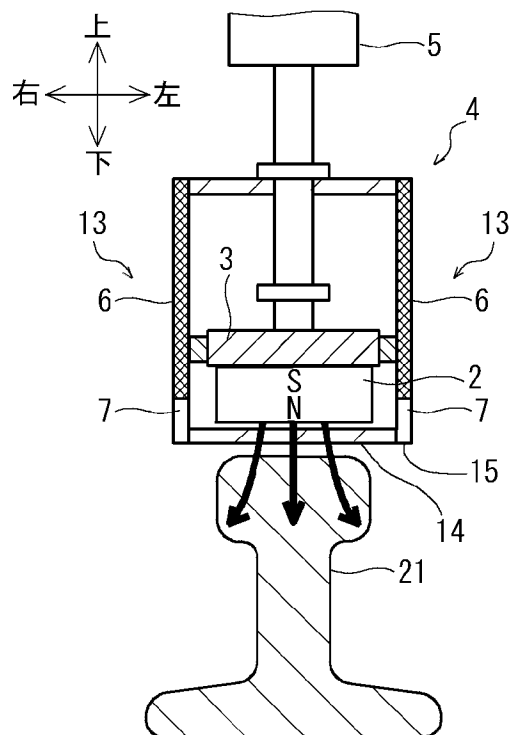
[図4]
FIG. 4



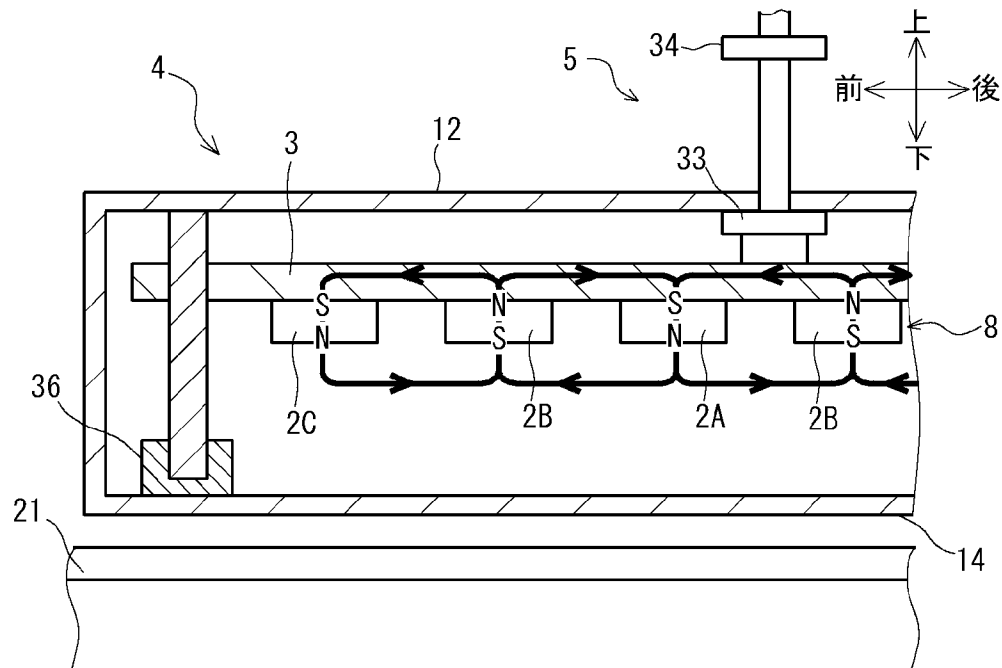
[図5]
FIG. 5



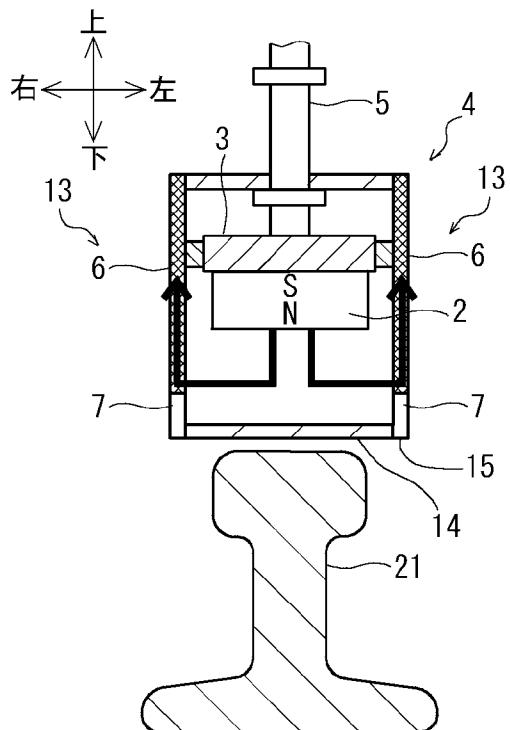
[図6]
FIG. 6

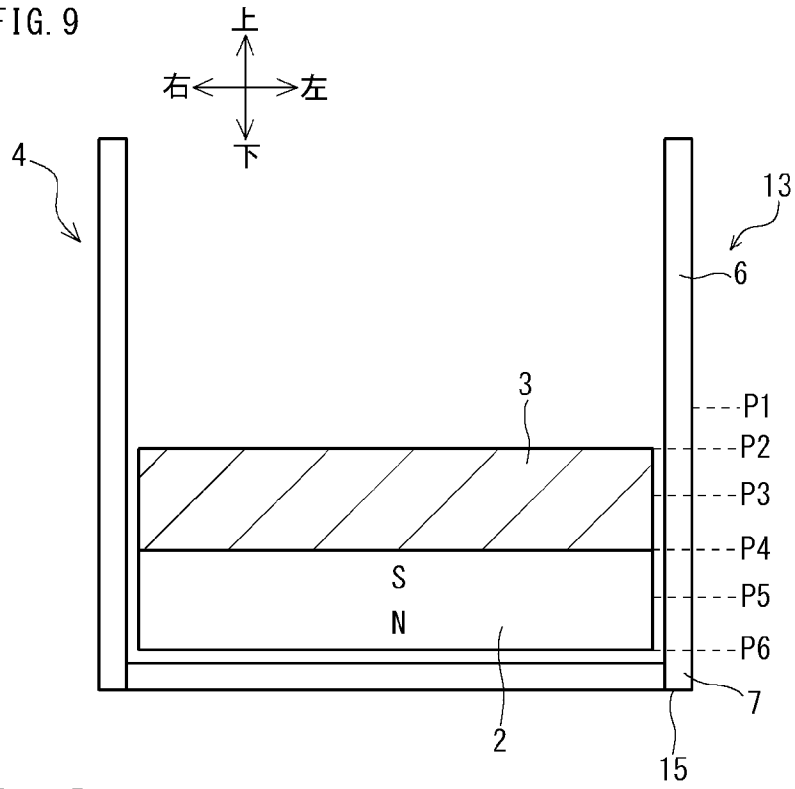
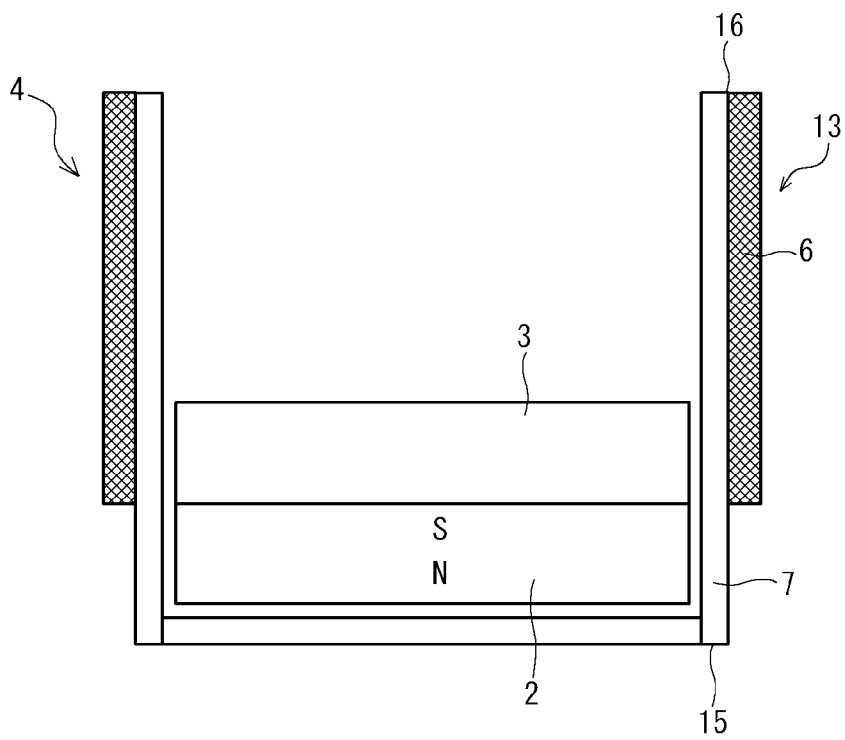


【図7】
FIG. 7

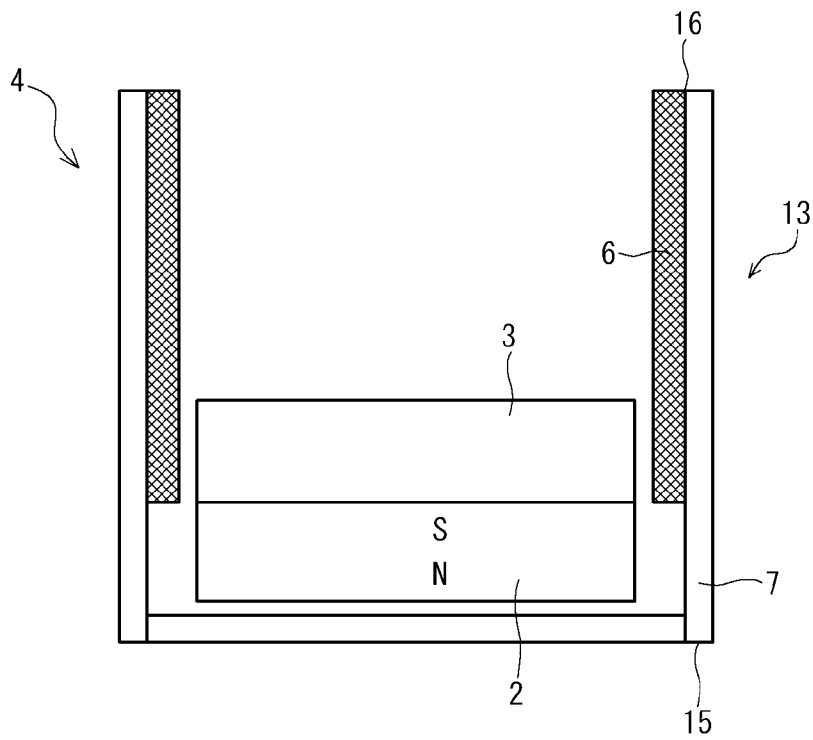


【図8】
FIG. 8

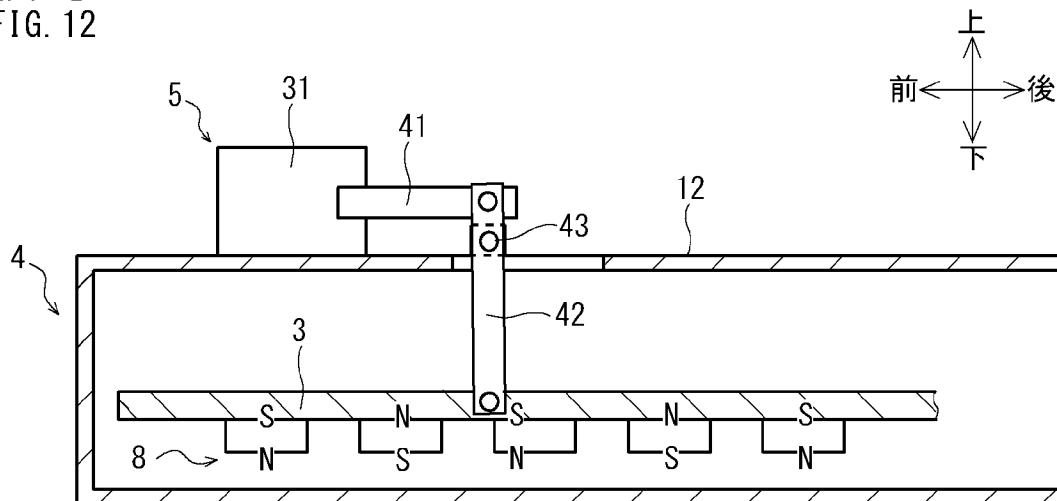


[図9]
FIG. 9[図10]
FIG. 10

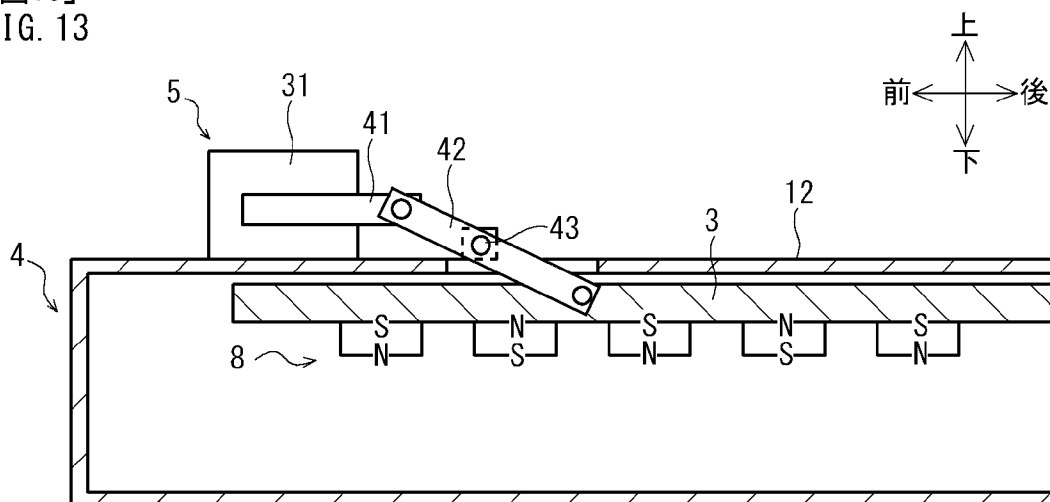
[図11]
FIG. 11



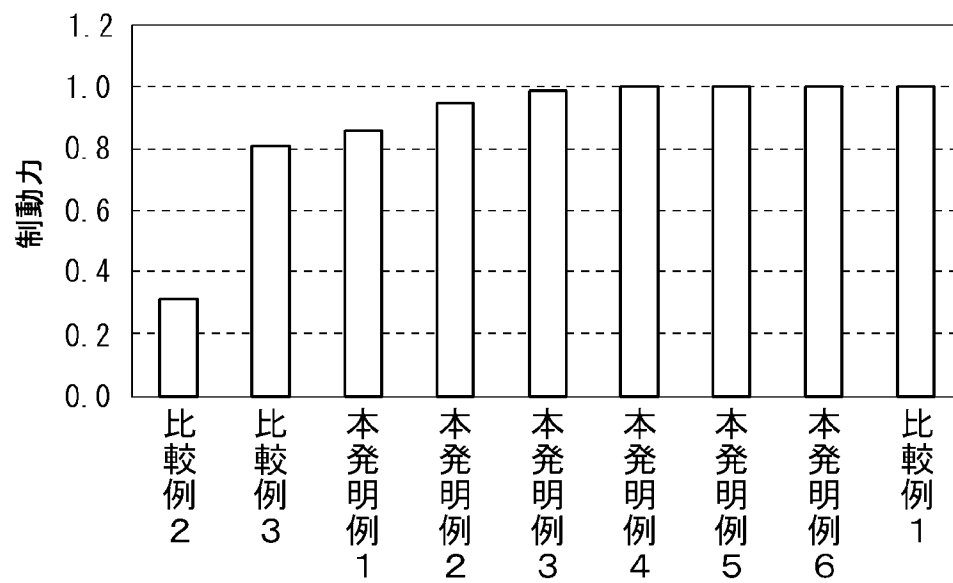
[図12]
FIG. 12



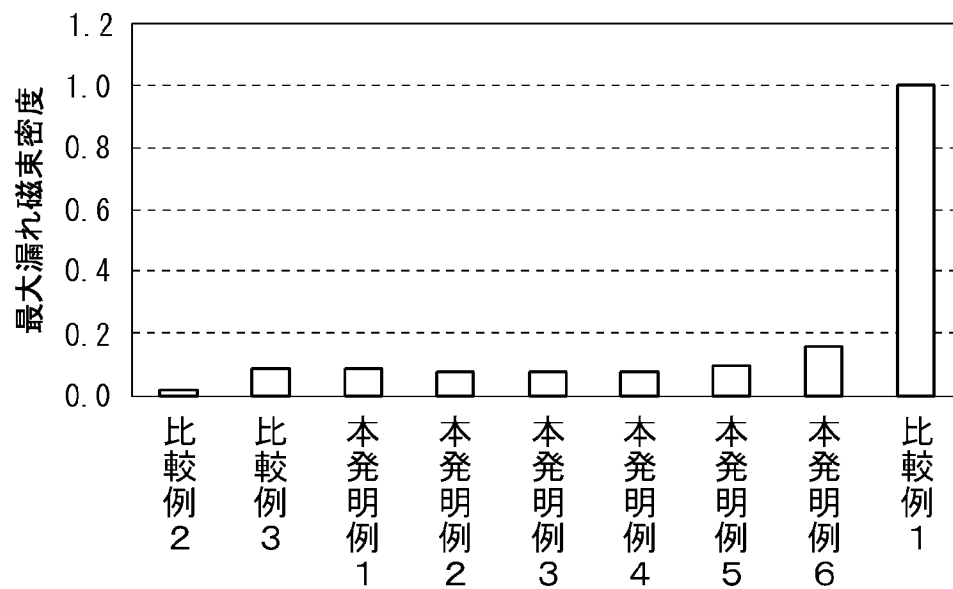
[図13]
FIG. 13



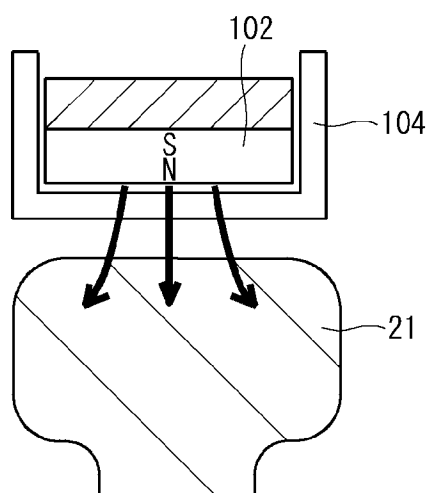
[図14]
FIG. 14



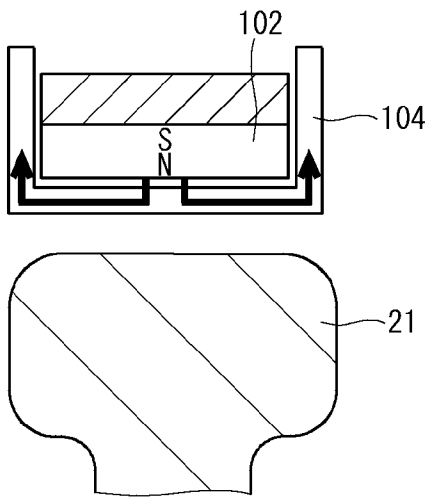
[図15]
FIG. 15



[図16]
FIG. 16



[図17]
FIG. 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B61H7/00 (2006.01) i, H02K49/02 (2006.01) i, H02K49/10 (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)

Int.Cl. B61H7/00, H02K49/02, H02K49/10

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
A	WO 2017/158971 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) paragraphs [0013]-[0029], fig. 2-6 & JP 6188999 B & EP 3431321 A1, paragraphs [0018]-[0048], fig. 2-6	1-4
A	JP 10-167068 A (TOSHIBA CORPORATION) 23 June 1998, fig. 1-12 (Family: none)	1-4
A	US 3625317 A (BAERMANN, M.) 07 December 1971, fig. 1 & DE 1755827 A1	1-4



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
14.08.2019

Date of mailing of the international search report
27.08.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029810

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 5-39039 A (RAILWAY TECHNICAL RES INST) 19 February 1993, fig. 1-4 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B61H7/00(2006.01)i, H02K49/02(2006.01)i, H02K49/10(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. B61H7/00, H02K49/02, H02K49/10

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	W0 2017/158971 A1（三菱電機株式会社）[0013]-[0029]、 図2-6 & JP 6188999 B & EP 3431321 A1 [0018]-[0048], FIGS. 2-6	1-4
A	JP 10-167068 A（株式会社東芝）1998.06.23, 図1-12（ファミリーなし）	1-4
A	US 3625317 A（BAERMANN Max）1971.12.07, FIG. 1 & DE 1755827 A1	1-4

☒ 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

14.08.2019

国際調査報告の発送日

27.08.2019

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）

大谷 謙仁

3W

9433

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

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 5-39039 A (財団法人鉄道総合技術研究所) 1993. 02. 19, 図 1 - 4 (ファミリーなし)	1-4