

(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12月30日(30.12.2020)



(10) 国際公開番号

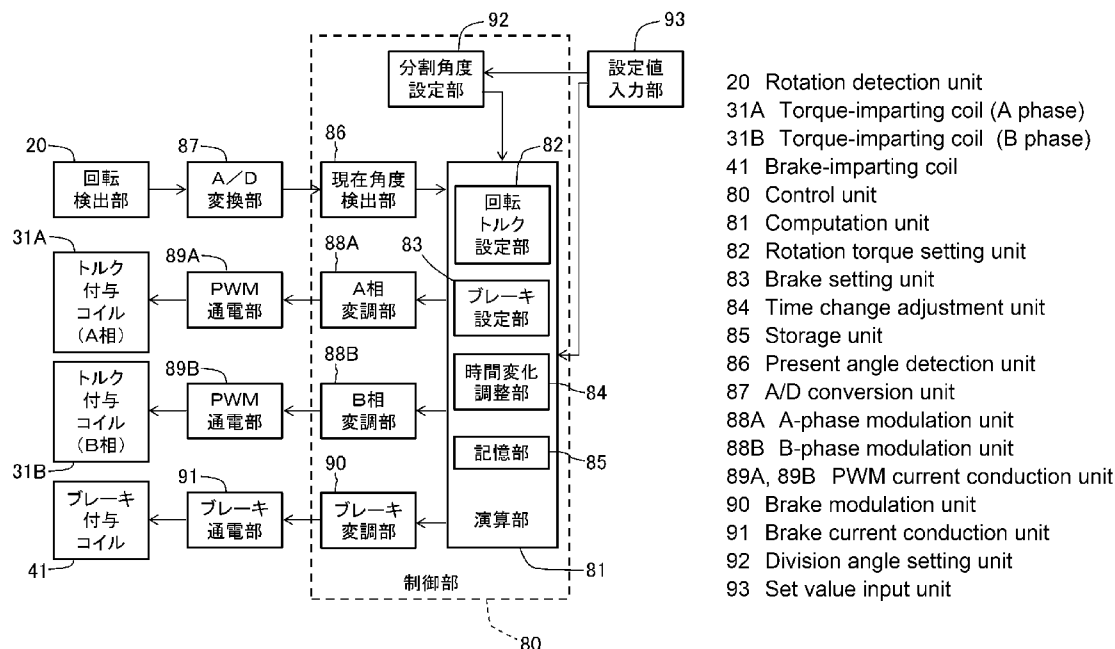
WO 2020/261663 A1

- (51) 国際特許分類:
F16D 63/00 (2006.01) G05G 5/03 (2008.04)
G05G 1/08 (2006.01) G05G 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/010986
- (22) 国際出願日: 2020年3月13日(13.03.2020)
- (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 2019-119962 2019年6月27日(27.06.2019) JP
- (71) 出願人: アルプスアルパイン株式会社 (ALPS ALPINE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 安原 隆一郎 (YASUHARA, Ryuichiro); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプスアルパイン株式会社内 Tokyo (JP). 後藤 厚志 (GOTO, Atsushi); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプスアルパイン株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大窪 克之 (OKUBO, Katsuyuki); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町一丁目 1 2 神保町一丁目ビル 9 階 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,

(54) Title: OPERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 操作装置

【図3】



(57) Abstract: In an operation device according to one aspect of the present invention, a brake setting unit sets a target brake torque based on a brake torque pattern in accordance with information detected by a rotation detection unit with each elapse of a reference time, a rotation torque setting unit sets a target rotation torque based on the rotation torque pattern, a control unit has a time change adjustment unit, and for at least one of the brake torque and the rotation torque, the time change adjustment unit changes the brake torque so as to arrive at the target brake torque from the present brake



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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

torque and/or changes the rotation torque so as to arrive at the target rotation torque from the present rotation torque in a prescribed time that is longer than the reference time; therefore, many diverse operating sensations are achieved, and an unpleasant sensation imparted to the operator can be reduced.

(57) 要約：本発明の一態様に係る操作装置は、回転検出部が基準時間ごとに検出する情報に応じて、ブレーキ設定部は、ブレーキトルクパターンに基づく目標ブレーキトルクを設定し、回転トルク設定部は、回転トルクパターンに基づく目標回転トルクを設定し、制御部は時間変化調整部を有し、時間変化調整部は、ブレーキトルクと回転トルクとの少なくともいずれか一方について、基準時間よりも長い所定時間で、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへ到達するようにブレーキトルクを変化させ、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへ到達するように回転トルクを変化させるため、より多彩な操作感触が得られ、操作者に与える違和感を小さくすることができる。

明 細 書

発明の名称： 操作装置

技術分野

[0001] 本発明は、回転体に対してブレーキトルクと回転トルクを付与することができる操作装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 に記載の操作感触付与型入力措置は、回転操作される操作部への回転操作に対する回転抵抗を発生させるブレーキ手段と、上記操作部を回転させて自立回転力を発生させるモータ手段とを備える。ブレーキ手段とモータ手段の 2 つの駆動源を備えるため、より強力な回転抵抗を含む多彩な操作感触を実現できるとともに、消費電力を小さく抑えることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2010-211270 号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 操作感触付与型入力措置では、より多彩な操作感触が求められる。しかしながら、特許文献 1 に記載の操作感触付与型入力措置では、回転操作の方向や速度の違いに応じてトルクパターンを異ならせる、といった操作感触の遷移は考えられていなかった。また、操作者の操作中にトルクパターンを変化させた場合には、操作者に予期しない違和感を生じさせてしまうおそれがあった。

[0005] そこで本発明は、より多彩な操作感触が得られ、操作者に与える違和感を小さくすることができる操作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

[0006] 上記課題を解決するために、本発明の操作装置は、固定部と、固定部に回転自在に支持された回転体と、少なくとも回転角度を含む、回転体の回転に

関する情報を基準時間ごとに検出する回転検出部と、回転体にブレーキトルクを付与するブレーキ付与部と、回転体に回転トルクを付与する回転トルク付与部と、ブレーキ付与部及び回転トルク付与部を制御する制御部とを備え、制御部は、ブレーキ付与部を制御するブレーキ設定部と、回転トルク付与部を制御する回転トルク設定部と、ブレーキトルクの角度変化としてのブレーキトルクパターン、及び、回転トルクの角度変化としての回転トルクパターンを記憶する記憶部とを有し、上記基準時間ごとにブレーキ設定部と回転トルク設定部へ制御信号を出力し、この制御信号、及び、回転検出部が基準時間ごとに検出する情報に応じて、ブレーキ設定部は、ブレーキトルクパターンに基づく目標ブレーキトルクを設定し、回転トルク設定部は、回転トルクパターンに基づく目標回転トルクを設定し、制御部は時間変化調整部を有し、時間変化調整部は、ブレーキトルクと回転トルクとの少なくともいずれか一方について、基準時間よりも長い所定時間で、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへ到達するようにブレーキトルクを変化させ、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへ到達するように回転トルクを変化させることを特徴としている。

この構成によれば、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへの急激な変化や、現在回転トルクから目標回転トルクへ急激な変化があったとしてもこれを緩和することができ、これにより、操作者が予期しないトルク変動の発生を抑えることが可能となり、操作者に与える違和感を小さくすることができる。

[0007] 本発明の操作装置において、時間変化調整部は、ブレーキトルクと回転トルクとの少なくともいずれか一方について、目標ブレーキトルクの値にかかわらず、基準時間あたりの変化量が略一定となるようにブレーキトルクを変化させ、及び／又は、目標回転トルクの値にかかわらず、基準時間あたりの変化量が略一定となるように回転トルクを変化させることが好ましい。

これにより、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへの変化が大きな場合や、現在回転トルクから目標回転トルクへの変化が大きな場合であっ

ても、操作者に与える違和感を小さくすることができる。

[0008] 本発明の操作装置において、時間変化調整部は、ブレーキトルクと回転トルクとの少なくともいずれか一方について、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへの変化量に対する一定比率の量ずつ階段状に変化するように、ブレーキトルクを変化させ、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへの変化量に対する一定比率の量ずつ階段状に変化するように、回転トルクを変化させることが好ましい。

さらに、上記一定比率は0.5%以上5%以下の範囲で設定されることが好ましい。

これにより、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへの変化や、現在回転トルクから目標回転トルクへの変化について、容易かつ迅速に設定することができる。

[0009] 本発明の操作装置において、上記所定時間は50ms以上200ms以下の範囲で設定されることが好ましい。

これにより、人が遅延として感じる時間より短くなるため、ブレーキトルクや回転トルクの急激な変化の抑制を、操作者に遅延として感じさせない時間内に実行することができる。

[0010] 本発明の操作装置において、ブレーキトルクパターン及び回転トルクパターンは、それぞれ、回転体の回転方向に応じて、単位角度あたりの変化量の異なる第1のトルクパターンと第2のトルクパターンとを少なくとも有することが好ましい。

これにより、回転体の回転方向に応じて異なる感触を操作者に与えることができ、多彩な操作感触の提供に資することができる。

[0011] 本発明の操作装置において、ブレーキトルクパターン及び回転トルクパターンは、それぞれ、回転体の回転速度に応じて、単位角度あたりの変化量の異なる第3のトルクパターンと第4のトルクパターンとを少なくとも有することが好ましい。

これにより、回転体の回転速度に応じて異なる感触を操作者に与えること

ができ、多彩な操作感触の提供に資することができる。

[0012] 本発明の操作装置において、ブレーキ付与部が、磁気応答性材料と、磁気応答性材料を通過する磁界を発生させる磁界発生部とを備えることが好ましい。

これにより、磁界発生部が発生する磁界が磁気応答性材料を通過することでブレーキトルクを発生させることができるため、目標の大きさのブレーキトルクとなるように通電で容易に制御でき、かつ、大きなブレーキトルクを生じさせることができる。

発明の効果

[0013] 本発明によると、より多彩な操作感触が得られ、操作者に与える違和感を小さくすることができる操作装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1] (a) は、本発明の実施形態に係る操作装置の概略構成を示す斜視図、(b) は (a) の操作装置の分解斜視図である。

[図2] 本発明の実施形態におけるブレーキ付与部の回転軸に沿った断面図である。

[図3] 本発明の実施形態に係る操作装置の機能ブロック図である。

[図4] 本発明の実施形態において設定値入力部のディスプレイに表示された入力画面の一例を示す図である。

[図5] 本発明の実施形態において設定値入力部のディスプレイに表示された入力画面の一例を示す図である。

[図6] 回転操作の途中で回転方向を変更したときの状態を示す図である。

[図7] (a) は、回転方向を変えた場合において、現在回転トルクから目標回転トルクへ回転トルクを増加させる場合の設定例を示すグラフ、(b) は、現在回転トルクから目標回転トルクへ回転トルクを減少させる場合の設定例を示すグラフ、(c) は、回転方向を変えた場合において、時間変化調整部による調整を行わなかった場合のトルクの変化を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、本発明の実施形態に係る操作装置について図面を参照しつつ詳しく説明する。図1(a)は、本実施形態に係る操作装置10の概略構成を示す斜視図、図1(b)は図1(a)の操作装置10の分解斜視図である。図2は、本実施形態におけるブレーキ付与部40の回転軸AXに沿った断面図、図3は操作装置10の機能ブロック図である。

なお、以下の説明において、回転軸AXに沿った方向を上下方向とし、上側から下側を見た状態を平面視と言うことがある。

[0016] 図1(a)、(b)に示すように、操作装置10は、固定部11と、固定部11に回転自在に支持された回転体12とを有している。なお、図1(a)、(b)においては、制御部80(図3参照)や電源回路等の図示を省略している。

[0017] 回転体12は、その回転軸AXに沿って延びる操作軸13(図2参照)が固定されており、回転体12と操作軸13は、回転軸AXを中心として回転可能となるように設けられている。

なお、図1(b)においては操作軸13の図示を省略している。

[0018] 図1(a)に示すように、固定部11は、回転検出部20と、回転トルク付与部30と、ブレーキ付与部40とを備える。

[0019] 操作軸13には、回転検出部20に設けた検出板(不図示)と、回転トルク付与部30に設けたロータ(不図示)と、ブレーキ付与部40に設けた回転板14(図2参照)とが固定されている。図2に示すように、回転板14は、操作軸13の底面に固定されている。回転板14は、磁性を有するディスクであって、その中心軸が回転軸AXに一致するように配置されており、その上面と下面は回転軸AXに垂直となっている。操作軸13は、回転体12の内部に設けたラジアル軸受(不図示)によって支持され、これによって、操作軸13及び回転体12は固定部11に対して相対的に回転可能とされる。

[0020] 回転検出部20では、その内部空間に、上記検出板(不図示)と、検出板に対向する回転検出素子(不図示)とが配置されており、これらによって非

接触式の回転検出装置が構成されている。回転検出素子は、光学検知器や磁気検知器であり、操作軸 1 3 に固定された検出板の回転に対応する回転角信号（A 相と B 相のエンコーダパルス）を検出し、これによって回転体 1 2 の回転に関する情報、例えば、回転角度、検出時刻、回転方向を、予め定めた基準時間ごとに検出する。

[0021] 回転トルク付与部 3 0 の内部には、図 1 に不図示であるが、A 相のトルク付与コイル 3 1 A と、A 相とは異なる B 相のトルク付与コイル 3 1 B とが固定されている。A 相のトルク付与コイル 3 1 A と B 相のトルク付与コイル 3 1 B には、互いに異なる位相の制御電流がそれぞれ与えられる。回転トルク付与部 3 0 には、円柱形状のロータ（磁石）（不図示）が設けられ、その中心軸が回転軸 A X 上に位置するように配置されている。このロータに対して回転トルクが与えられるように、A 相のトルク付与コイル 3 1 A と B 相のトルク付与コイル 3 1 B に対して、回転角度に対応した制御電流が印加される。これによって回転体 1 2 に回転トルクが付与される。

なお、回転トルク付与部 3 0 は一例であって、A 相のトルク付与コイル 3 1 A と B 相のトルク付与コイル 3 1 B に加えて、C 相のトルク付与コイル等をさらに備えてもよい。また、回転トルク付与部 3 0 として 2 相モータや 3 相モータ等を用いてもよい。

[0022] 図 2 に示すように、ブレーキ付与部 4 0 は、磁気粘性流体 4 4（磁気応答性材料）、第 1 ヨーク 5 0、第 2 ヨーク 6 0、第 3 ヨーク 7 0、環状部材 4 2、及び、ブレーキ付与コイル 4 1 を備え、回転板 1 4 を介して、操作軸 1 3 にブレーキトルクを付与する。

なお、図 2 に示すブレーキ付与部 4 0 は一例であって、回転体 1 2 にブレーキトルクを付与できればこれ以外の構成も可能である。

[0023] ブレーキ付与部 4 0 内に配置された回転板 1 4 は、その周囲を、第 1 ヨーク 5 0、第 2 ヨーク 6 0、第 3 ヨーク 7 0、及び、環状部材 4 2 によって囲まれている。第 1 ヨーク 5 0 は、回転板 1 4 の上側を覆うように配置され、第 2 ヨーク 6 0 は回転板 1 4 の下側に配置され、さらに、第 3 ヨーク 7 0 は

第1ヨーク50の上側と、回転板14の径方向外側を覆うように配置される。第1ヨーク50、第2ヨーク60、及び、第3ヨーク70は、例えば鉄や鋼であって磁性を有する材料で構成される。

[0024] 第1ヨーク50は、円環部51と、円環部51の上面から円環部51と同心状に上側へ延びるように一体に設けられた円筒部52とを備える。円環部51と円筒部52は、平面視において、回転軸AXを中心とする円形状をなしており、その外径は、円環部51よりも円筒部52の方が小さくされている。円環部51と円筒部52の外径の違いにより、円筒部52の外周面の外側に段差部53が形成される。

[0025] 第1ヨーク50の下面54は、回転板14の上面と対向する。この下面54は、径方向において、回転板14の外周縁15に対応する位置まで広がって形成されている。

[0026] 第2ヨーク60は、略円板状をなし、回転板14の下面の下方に配置される。第2ヨーク60の上面61は、回転板14の下面と対向する。

[0027] 第2ヨーク60の径方向の中央には、回転板14の下面のピボット部16を受容する軸受部63が設けられている。図2では簡略化しているが、軸受部63はピボット部16の形状に対応して、第2ヨーク60の上面61から下方に凹んだ凹部、又は、第2ヨーク60を上下に貫通する孔部であることが好ましい。回転板14のピボット部16が軸受部63に支持されることによって、操作軸13と回転板14が軸方向において支持される。

[0028] 第3ヨーク70は、第1ヨーク50を覆い、かつ、第1ヨーク50の上面と接触する上壁部71と、上壁部71の外囲から下向きに延びる側壁部72とを備える。

[0029] 第3ヨーク70は、第3ヨーク70を上下方向に貫通する貫通孔73を有しており、この内部に操作軸13が挿入される。

[0030] 第3ヨーク70の側壁部72の内面には、第2ヨーク60の径方向の外縁部62が接続される。これによって、回転板14が第1ヨーク50と第2ヨーク60によって挟まれるとともに、第3ヨーク70によって径方向外側が

囲まれる。

[0031] 径方向において、第1ヨーク50と第3ヨーク70の側壁部72との間には、非磁性部材からなり円環状をなす環状部材42が配置されている。この環状部材42は、平面視において、段差部53に配設されたブレーキ付与コイル41と略同一の外径の円形状を有する。環状部材42は、非磁性材料である熱硬化性材料などにより、径方向においては第1ヨーク50と第3ヨーク70との間に固定される。環状部材42は、その下面42aが、軸方向において、第1ヨーク50の下面54と同一高さをなすように配置されている。

[0032] 回転板14は、上面が第1ヨーク50の下面54と対向し、かつ、離間する一方、外周縁15が第3ヨーク70の側壁部72と対向し、かつ、離間している。さらに、回転板14の下面も、軸受部63を除いて、第2ヨーク60の上面61と対向し、かつ、離間するように配置されている。

[0033] これにより、回転板14と、これを囲む、第1ヨーク50、環状部材42、第3ヨーク70、及び、第2ヨーク60との間に連続する隙間43が形成される。この隙間43には磁気応答性材料としての磁気粘性流体44が配置される。隙間43内は、磁気粘性流体44のみを充填してもよいが、操作軸13に対する抵抗力を確保できれば空気が入っていても良い。ここで、図示しないが、隙間43に充填した磁気粘性流体44が、操作軸13と第1ヨーク50との間に浸入しないようにオーリング（Oリング）が設けられている。

[0034] 第1ヨーク50の段差部53上であって、径方向において第1ヨーク50と第3ヨーク70の間には、回転軸AXを中心として巻回された円環状のブレーキ付与コイル41が配置されている。ブレーキ付与コイル41は、径方向において、回転板14の外周縁15を含む、回転板14の外側部分、及び、環状部材42に対応する範囲に配置されている。また、ブレーキ付与コイル41は、軸方向において、第1ヨーク50及び環状部材42を介して回転板14と対向している。

[0035] ブレーキ付与コイル41は、磁界発生部として、制御部80の制御に基づいたPWM通電部としてのブレーキ通電部91（図3参照）からの通電により、磁気粘性流体44を通過する磁界を発生する。

なお、図2においてはブレーキ付与コイル41への配線を省略している。

[0036] ブレーキ付与コイル41は、第1ヨーク50と第3ヨーク70によって径方向の内外から囲まれるとともに、下方では第2ヨーク60により、上方では第3ヨーク70によって囲まれている。したがって、ブレーキ付与コイル41が発生した磁界は、第1ヨーク50、第2ヨーク60、及び、第3ヨーク70によって形成される経路を通じて誘導され、磁気回路が形成される。

[0037] ブレーキ付与コイル41に対して電流が印加されると、図2において矢印で示す磁力線を有する磁界が発生し、第2ヨーク60においては径方向に沿った磁力線が生じ、第3ヨーク70の側壁部72では上下方向に沿った方向の磁力線が生じる。さらに、第3ヨーク70の上壁部71では、第2ヨーク60における磁力線とは逆方向であって径方向に沿った方向の磁力線が生じ、さらに、第1ヨーク50では、側壁部72における磁力線とは逆方向で上下方向に沿った方向の磁力線が生じる。これによって、回転板14では磁力線が上下に通過する。

[0038] ここで、環状部材42を配置したことにより、ブレーキ付与コイル41の下方において、第1ヨーク50の円環部51と、第3ヨーク70の側壁部72とが磁氣的に分離される。よって、これらの間で径方向に磁力線が通過することがなく、第1ヨーク50においては上下方向に沿って磁力線が流れ、この磁力線が回転板14を上下に効率よく横断する。

なお、ブレーキ付与コイル41に対する通電方向を逆にすると、図2に示す磁力線とは逆向きの磁力線が生じる。

[0039] ここで、磁気粘性流体44は、磁界が印加されると粘度が変化する物質であり、例えば、非磁性の液体（溶媒）中に磁性材料からなる粒子（磁性粒子）が分散された流体である。磁気粘性流体44に含まれる磁性粒子としては、例えば、カーボンを含有した鉄系の粒子やフェライト粒子が好ましい。磁

性粒子の直径は、例えば $0.5\mu\text{m}$ 以上が好ましく、さらには $1\mu\text{m}$ 以上が好ましい。磁気粘性流体44は、磁性粒子が重力で沈殿しにくくなるように、溶媒と磁性粒子を選定することが望ましい。さらに、磁気粘性流体44は、磁性粒子の沈殿を防ぐカップリング材を含むことが望ましい。

[0040] 磁気粘性流体44においては、ブレーキ付与コイル41に電流を印加して磁界を発生させると、磁気粘性流体44には上下方向に沿った磁界が与えられる。この磁界により、磁気粘性流体44中で分散していた磁性粒子は磁力線に沿って集まり、上下方向に沿って並んだ磁性粒子が磁氣的に互いに連結され、クラスタが形成される。この状態において、操作者が操作装置10を回転操作して回転軸AXを中心に操作軸13を回転させようとする力を与えると、連結された磁性粒子にせん断力がはたらき、これらの磁性粒子による抵抗力（ブレーキトルク）が生じる。このため、磁界を発生させていない状態と比べて操作者に抵抗力を感じさせることができる。この抵抗力の大きさは、発生した磁界の強さに応じて変化する。すなわち、ブレーキ付与コイル41に印加する電流を制御することによって、所望の大きさの抵抗力を感じるように制御できる。

[0041] 一方、ブレーキ付与コイル41による磁界が生じていないときには、磁性粒子は溶媒内で分散されている。したがって、操作者が操作装置10を回転操作すると、回転体12は、大きな抵抗力を受けずに、固定部11に対して相対的に回転する。

[0042] 図3は、本実施形態の操作装置10における回路構成を示すブロック図である。

操作装置10には、制御部80、回転検出部20、A相のトルク付与コイル31A、B相のトルク付与コイル31B、ブレーキ付与コイル41、A/D変換部87、A相のPWM通電部89A、B相のPWM通電部89B、及び、ブレーキ通電部91が設けられている。

[0043] 制御部80は、CPUやメモリを主体として構成されており、上記メモリから読み出されたプログラムに応じて各種処理が行なわれる。

- [0044] 制御部 80 には、演算部 81、現在角度検出部 86、A 相変調部 88A、B 相変調部 88B、ブレーキ変調部 90、及び、分割角度設定部 92 が設けられている。演算部 81 は、回転トルク設定部 82、ブレーキ設定部 83、時間変化調整部 84、及び、記憶部 85 を有している。
- [0045] 操作装置 10 には設定値入力部 93 が設けられている。設定値入力部 93 はキーボードなどの操作装置とディスプレイを有している。設定値入力部 93 を操作することによって、演算部 81 と分割角度設定部 92 に設定値が入力される。なお、設定値入力部 93 は、制御部 80 と一体の機器に組み込まれていてもよい、あるいは、入力時のみ接続するように分離可能な構成であってもよい。
- [0046] 制御部 80 の現在角度検出部 86 には、回転検出部 20 に設けられた回転検出素子（不図示）が上記基準時間ごとに検出した検知出力が、A/D 変換部 87 でデジタル値に変換されて与えられる。制御部 80 は、与えられた検知出力に応じた制御信号を、基準時間ごとに回転トルク設定部 82 とブレーキ設定部 83 へ出力する。また、現在角度検出部 86 では、A/D 変換部 87 からのデータに基づいて、基準時間ごとに、回転体 12 の回転に関する情報を算出し、演算部 81 へ出力する。
- [0047] 以下に説明するように、制御部 80 において、回転トルク設定部 82 は回転トルク付与部 30 を制御し、ブレーキ設定部 83 はブレーキ付与部 40 を制御する。
- [0048] 回転トルク設定部 82 では、あらかじめ設定された回転トルクパターンに基づく目標回転トルクを、制御部 80 から与えられた制御信号、及び、現在角度検出部 86 が基準時間ごとに演算部 81 へ出力する情報に応じて設定する。この回転トルクパターンは回転トルクの角度変化としてのパターンである。目標回転トルクは、時間変化調整部 84 へ出力される。制御部 80 から与えられる制御信号は、回転体 12 の回転に関する情報に基づいて生成されているため、例えば、回転角度、検出時刻、回転方向に対応した信号となっている。したがって、回転体 12 の回転に関する情報に対応して目標回転ト

ルクも随時変更可能である。例えば、目標回転トルクの設定後に回転体 1 2 が回転されなかった場合は、制御信号にしたがって目標回転トルクの設定は停止され、回転体 1 2 の回転が再開された後は、制御信号にしたがって目標回転トルクの設定が再開される。また、目標回転トルクの設定後の回転体 1 2 の回転状況によっては、制御信号にしたがって目標回転トルクを改めて設定することもできる。

[0049] 一方、ブレーキ設定部 8 3 では、あらかじめ設定されたブレーキトルクパターンに基づく目標ブレーキトルクを、制御部 8 0 から与えられた制御信号、及び、現在角度検出部 8 6 が基準時間ごとに演算部 8 1 へ出力する情報に応じて設定する。このブレーキトルクパターンはブレーキトルクの角度変化としてのパターンである。目標ブレーキトルクは、時間変化調整部 8 4 へ出力される。上述の通り、制御部 8 0 から与えられる制御信号は、回転体 1 2 の回転に関する情報に基づいて生成されているため、回転体 1 2 の回転に関する情報に対応して目標ブレーキトルクも随時変更可能である。

[0050] <時間変化調整部>

時間変化調整部 8 4 では、ブレーキトルクと回転トルクとの少なくともいずれか一方について、基準時間よりも長い所定時間で、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへ到達するようにブレーキトルクを変化させ、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへ到達するように回転トルクを変化させる。すなわち、時間変化調整部 8 4 は、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへ到達する所定時間、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへ到達する所定時間、を基準時間よりも長くするよう変化させる調整機能を有する。

ここで、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへ到達する所定時間、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへ到達する所定時間、を基準時間で変化させる場合は、時間変化調整部 8 4 をスキップするように制御される。

[0051] 基準時間よりも長い所定時間で、現在ブレーキトルクから目標ブレーキト

ルクへ到達するようにブレーキトルクを変化させる場合、時間変化調整部 84 は、ブレーキトルクについて、目標ブレーキトルクの値にかかわらず、基準時間あたりの変化量が略一定となるようにブレーキトルクを変化させる。同様に、基準時間よりも長い所定時間で、現在回転トルクから目標回転トルクへ到達するように回転トルクを変化させる場合、時間変化調整部 84 は、回転トルクについて、目標回転トルクの値にかかわらず、基準時間あたりの変化量が略一定となるように回転トルクを変化させる。

[0052] ここで、基準時間あたりの変化量が略一定となるようにブレーキトルク及び／又は回転トルクを変化させるために、時間変化調整部 84 は、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへの変化量に対する一定比率の量ずつ階段状に変化するように、ブレーキトルクを変化させ、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへの変化量に対する一定比率の量ずつ階段状に変化するように、回転トルクを変化させる。

[0053] 上記一定比率は、現在回転トルクと目標回転トルクの差（現在回転トルクから目標回転トルクへの変化量）、又は、現在ブレーキトルクと目標ブレーキトルクの差（現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへの変化量）に対して、0.5%以上5%以下の範囲で設定すると、操作者にトルクの階段状の変化を感じさせることなく、ブレーキトルクと回転トルクを変化させることができる。また、ブレーキトルクと回転トルクを変化させる所定時間についても、操作者に与える違和感を抑えるためには、50ms以上200ms以下の範囲で設定することが好ましい。50ms未満の時間では、人間の触感の分解能との関係から、一瞬で変化してしまう感触を与えてしまうため操作者に与える違和感を十分に抑えることができない。一方、200msを超える時間では、操作に対する時間遅れ（遅延）として操作者が感知してしまうおそれがあるため好ましくない。これに対して、200ms以下にすることで、人が遅延として感じる時間より短くなるため、ブレーキトルクと回転トルクの急激な変化の抑制を、操作者に遅延として感じさせない時間内に実行することが可能となる。ここで、所定時間が50msの場合、上記一

定比率を2%とすると、階段状の変化の単位時間は1msとなり、所定時間が200msの場合、一定比率を0.5%とすると、階段状の変化の単位時間は1msとなる。また、人間の感触は、個人によってばらつきがあるため、所定時間としては、80ms以上170ms以下の範囲で設定するとさらに好ましい。

[0054] A相変調部88Aは、時間変化調整部84で設定された回転トルクの変化に応じて、A相のPWM通電部89Aを制御し、同様に、B相変調部88Bは、時間変化調整部84で設定された回転トルクの変化に応じて、B相のPWM通電部89Bを制御する。より具体的には、A相変調部88Aは、時間変化調整部84で設定された回転トルクの変化に基づいた制御値を算出し、この制御値に応じたデューティ比の制御電流をA相のトルク付与コイル31Aに与え、B相変調部88Bは、時間変化調整部84で設定された回転トルクに基づいた制御値を算出し、この制御値に応じたデューティ比の制御電流をB相のトルク付与コイル31Bに与える。

[0055] また、ブレーキ変調部90は、時間変化調整部84で設定されたブレーキトルクの変化に応じて、ブレーキ通電部91を制御する。より具体的には、ブレーキ変調部90は、時間変化調整部84で設定されたブレーキトルクに基づいた制御値を算出し、この制御値に応じたデューティ比の制御電流をブレーキ通電部91に与える。

[0056] ここで、ブレーキトルクパターン及び回転トルクパターンは、それぞれ、回転体12の回転方向に応じて、単位角度あたりの変化量の異なる第1のトルクパターンと第2のトルクパターンとを少なくとも有することが好ましい。例えば、時計方向の回転が検出された場合では第1のトルクパターンとし、反時計回りの回転が検出された場合では、ブレーキトルクパターン及び回転トルクパターンの少なくとも一方が第1のトルクパターンと異なる第2のトルクパターンとするとい。

[0057] また、ブレーキトルクパターン及び回転トルクパターンは、それぞれ、回転体12の回転速度に応じて、単位角度あたりの変化量の異なる第3のトル

クパターンと第4のトルクパターンとを少なくとも有することが好ましい。
例えば、第1の閾値以下の速度で回転されていることが算出されたときには第3のトルクパターンとし、第1の閾値を超えた速度で回転されていることが算出されたときには、ブレーキトルクパターン及び回転トルクパターンの少なくとも一方が第3のトルクパターンと異なる第4のトルクパターンとするとい。

[0058] ここで、第3のトルクパターンと第4のトルクパターンの一方を、上記第1のトルクパターンと第2のトルクパターンと共通としてもよい。また、上記第1の閾値より大きい第2の閾値が設定され、第2の閾値を越える速度で回転されていることが算出されたときには、第3のトルクパターン及び第4のトルクパターンのいずれとも異なるトルクパターンを用いるとい。

[0059] 次に、前記操作装置10の動作を説明する。

図4(a)、(b)と図5は、設定値入力部93のディスプレイに表示された入力画面の一例を示す図である。図4(a)は回転体12を時計回り(CW)方向に回転する場合のために設定されたトルクパターン(第1のトルクパターン)を示しており、図4(b)は反時計回り(CCW)方向に回転する場合のために設定されたトルクパターン(第2のトルクパターン)を示している。図5は、図4(a)に示すトルクパターンを第3のトルクパターンとしたとき、これに対して、摩擦感触を付与するように設定されたトルクパターン(第4のトルクパターン)を示している。

[0060] 図4(a)、(b)、及び、図5に示すトルクパターンの設定値の入力は、設定値入力部93に設けられたキーボード装置や、その他の操作装置を使用して行われる。

[0061] 設定値入力部93に設定値を入力して、操作軸13を回転させるときの感触制御の1単位である分割角度 ϕ が設定される。図4(a)に示すように、設定値入力部93のディスプレイには、分割角度設定画面101が表示され、設定された1回転内の分割数と分割角度 ϕ を確認できる。分割角度 ϕ は自由に設定することができ、図4(a)に示す分割角度設定画面101では、

回転体 1 2 の 1 回転が 1 2 分割され、分割角度 ϕ が 30 度の均等な角度に設定されている。1 回転内の分割数は、6 や 24 など自由に選択することができる。また複数の分割角度 ϕ を均等な角度ではなく異なる角度に設定することができる。さらに、分割角度が 1 つの角度だけであってもよい。すなわち、回転体 1 2 が 1 つの分割角度の範囲内でのみで回転できるようにしてもよい。

[0062] さらに、トルクパターンとして、設定値入力部 93 のディスプレイには、ブレーキ設定画面 102、104（図 4（a）、（b）の上側のチャート図）と、回転トルク設定画面 103、105（図 4（a）、（b）の下側のチャート図）とが表示される。または、ブレーキ設定画面 102、106（図 4（a）、図 5 の上側のチャート図）と、回転トルク設定画面 103、107（図 4（a）、図 5 の下側のチャート図）とが表示される。

[0063] ブレーキ設定画面 102、104、106 では、分割角度設定部 92 で設定された 1 つの分割角度 ϕ （図 4（a）に示す例では「 $\phi = 30$ 度」）がさらに 31 の角度（横軸）に細分されており、30 分割のそれぞれの角度位置でのブレーキトルクの大きさ（縦軸）を可変させて設定できるようになっている。

[0064] 同様に、回転トルク設定画面 103、105、107 には、分割角度設定部 92 で設定された 1 つの分割角度（ $\phi = 30$ 度）がさらに 31 の角度に細分されており、30 分割のそれぞれの角度位置で回転トルクの向きと大きさを可変させて設定できるようになっている。

設定されたブレーキトルクの角度変化としてのブレーキトルクパターン、及び、回転トルクの角度変化としての回転トルクパターン、分割角度 ϕ 等は、記憶部 85 に記憶される。

[0065] ここで、図 4（a）、（b）を参照して、回転方向によって感触を変化させる場合について説明する。

図 4（a）、（b）に示す設定例は、操作軸 13 に固定された回転体 12 を手で保持し、時計回り（CW）方向（図 4（a））又は反時計回り（CC

W) 方向 (図 4 (b)) へ回転させる操作を行うときに、1つの分割角度 ϕ 内で設定されるブレーキトルクと回転トルクの変化をそれぞれ示している。

[0066] 図 4 (a) に示すブレーキ設定画面 102 と回転トルク設定画面 103 では、左端が分割角度の開始点 A_s であり、右端が終点 A_e となっているのに対して、図 4 (b) に示すブレーキ設定画面 104 と回転トルク設定画面 105 では、右端が分割角度の開始点 A_s であり、左端が終点 A_e となっている。

[0067] 図 4 (a)、(b) に示すブレーキ設定画面 102、104 においては、1つの分割角度 ϕ (= 30 度) の開始点 A_s と終点 A_e において、ブレーキトルクが、所定の大きさに設定されている。一方、開始点 A_s と終点 A_e との間の中間期間では、ブレーキトルクは、きわめて弱くなっている。ブレーキ設定画面 102、104 に表示されている各角度位置でのブレーキトルクの設定値は、図 3 に示すブレーキ設定部 83 からブレーキ変調部 90 に与えられ、ブレーキ変調部 90 でブレーキ通電部 91 が制御されて、ブレーキ付与コイル 41 に与えられるパルス状の制御電流のデューティー比が決められる。

[0068] このようにブレーキトルクパターンを設定した結果、1つの分割角度 ϕ の開始点 A_s と終点 A_e でブレーキ付与コイル 41 に大きな電流が与えられ、ブレーキ付与コイル 41 で誘導されるブレーキ磁界で、隙間 43 内に充填されている磁気粘性流体 44 内の磁性粉が凝集構造やブリッジ構造となり、回転体 12 の回転抵抗が増大する。分割角度 ϕ の開始点 A_s と終点 A_e との間の中間期間では、ブレーキ付与コイル 41 にほとんど通電されず、ブレーキ磁界が誘導されることがない。この期間では、磁気粘性流体 44 の粘度が高くなることはなく、回転体 12 に与えられるブレーキトルクが小さくなる。

[0069] 図 4 (a) に示す回転トルク設定画面 103 では、1つの分割角度 ϕ (= 30 度) の開始点 A_s から終点 A_e に向けて、回転トルクの向きと大きさが、ほぼ正弦曲線に沿って変化するように設定されている。分割角度 ϕ の開始点 A_s と終点 A_e で、回転体 12 に与えられる回転トルクがほぼゼロである

。分割角度 ϕ の開始点 A_s から分割角度 ϕ の中間点までの期間では、回転体 12 に対して反時計方向（CCW）の回転トルク（抵抗トルク）が与えられ、その回転トルクの大きさも徐々に変化する。分割角度 ϕ の中間点から分割角度 ϕ の終点 A_e までの期間では、回転体 12 に対して時計方向（CW）の回転トルク（引き込みトルク）が与えられ、その大きさは徐々に変化するよう設定されている。

[0070] 図 4（b）に示す回転トルク設定画面 105 では、上記回転トルク設定画面 103（図 4（a））とは、時計方向と反時計方向で逆となるが、1つの分割角度 ϕ の開始点 A_s から終点 A_e に向けて、回転トルクの向きと大きさが、ほぼ正弦曲線に沿って変化するよう設定されている。また、回転トルクの大きさの最大値は、上記回転トルク設定画面 103 の場合よりも小さく設定されている。したがって、分割角度 ϕ の中間点から分割角度 ϕ の終点 A_e までの期間では、回転体 12 に対して時計方向の回転トルク（引き込みトルク）が与えられ、その大きさは徐々に変化するが、回転トルクは上記回転トルク設定画面 103 の場合よりも小さくなる。

[0071] 図 4（a）におけるブレーキ設定画面 102 で示すブレーキトルクパターンと、同図における回転トルク設定画面 103 で示す回転トルクパターンが設定されると、回転体 12 を保持して時計方向へ回転させようとする手に対する操作フィードバック力が変化する。図 4（b）のブレーキ設定画面 104 に示すブレーキトルクパターンと、同図に示す回転トルク設定画面 105 に示す回転トルクパターンとがそれぞれ設定された場合に、回転体 12 を反時計方向へ回転させようとするときにも、回転操作する手に対する操作フィードバック力が変化する。ここで、回転トルク設定画面 105 で設定された回転トルクパターンは、回転トルク設定画面 103 で設定された回転トルクパターンよりも回転トルクの大きさを小さく設定してあるため、手に対する操作フィードバック力は小さくなり、操作者は回転方向の違いをフィードバック力の違いで実感することができる。よって、回転方向を変えることで操作感触の遷移が可能となるため、より多彩な操作感触を与えることができる。

。

[0072] より具体的には、回転体 12 を時計方向へ回転させると、図 4 (a) に示すように、分割角度 ϕ の開始点 A s で、ブレーキ付与部 40 で回転体 12 にブレーキトルクが作用するため、回転抵抗が高くなる。操作部を少し回転させるとブレーキトルクが解除されるが、分割角度 ϕ の開始点 A s から中間点までは、反時計方向 (CCW) への抵抗トルクとしての回転トルクが与えられ、中間点を過ぎると、時計方向 (CW) への引き込みトルクとしての回転トルクが与えられて、分割角度 ϕ の終点 A e では再びブレーキトルクが作用する。その結果、回転体 12 を 360 度回転させる間に、分割角度 ϕ ごとに、ブレーキトルクが間欠的に作用し、分割角度 ϕ 内では抵抗トルクと引き込みトルクが作用し、あたかも機械的な接点を持つロータリスイッチを回転させているような操作感触を得ることができる。

[0073] 回転体 12 を反時計方向へ回転させた場合についても、図 4 (b) に示すように、分割角度 ϕ の開始点 A s で、ブレーキ付与部 40 で回転体 12 にブレーキトルクが作用するため、回転抵抗が高くなる。操作部を少し回転させるとブレーキトルクが解除されるが、分割角度 ϕ の開始点 A s から中間点までは、時計方向 (CW) への抵抗トルクとしての回転トルクが与えられ、中間点を過ぎると、反時計方向 (CCW) への引き込みトルクとしての回転トルクが与えられて、分割角度 ϕ の終点 A e では再びブレーキトルクが作用する。その結果、回転体 12 を 360 度回転させる間に、分割角度 ϕ ごとに、ブレーキトルクが間欠的に作用し、分割角度 ϕ 内では抵抗トルクと引き込みトルクが作用し、あたかも機械的な接点を持つロータリスイッチを回転させているような操作感触を得ることができる。

[0074] 次に、図 4 (a) と図 5 を参照して、回転速度によって感触を変化させる場合について説明する。

図 5 に示す設定例は、操作軸 13 に固定された回転体 12 を反時計回り (CCW) 方向へ回転させる操作を行う際に、所定のブレーキトルクを与えることで摩擦感触を付与する場合の、1 つの分割角度 ϕ 内で設定されるブレー

キトルクと回転トルクの変化をそれぞれ示している。図5に示すブレーキ設定画面106と回転トルク設定画面107では、図4(b)と同様に、右端が分割角度の開始点A_sであり、左端が終点A_eとなっている。

[0075] 図5に示すブレーキ設定画面106においては、1つの分割角度 ϕ (=30度)の開始点A_sと終点A_eにおいて、ブレーキトルクが、所定の大きさに設定されている。また、開始点A_sと終点A_eとの間の中間期間では、開始点A_sと終点A_eのときのブレーキトルクの半分の力が設定されている。ブレーキ設定画面106に表示されている各角度位置でのブレーキトルクの設定値は、図3に示すブレーキ設定部83からブレーキ変調部90に与えられ、ブレーキ変調部90でブレーキ通電部91が制御されて、ブレーキ付与コイル41に与えられるパルス状の制御電流のデューティー比が決められる。

[0076] なお、図5に示す回転トルク設定画面107は、図4(b)に示す回転トルク設定画面105と同一としており、1つの分割角度 ϕ の開始点A_sから終点A_eに向けて、回転トルクの向きと大きさが、ほぼ正弦曲線に沿って変化するように設定されている。

[0077] このようにブレーキトルクパターンを設定した結果、1つの分割角度 ϕ の開始点A_sと終点A_eでブレーキ付与コイル41に大きな電流が与えられ、ブレーキ付与コイル41で誘導されるブレーキ磁界で、隙間43内に充填されている磁気粘性流体44内の磁性粉が凝集構造やブリッジ構造となり、回転体12の回転抵抗が増大する。

[0078] 分割角度 ϕ の開始点A_sと終点A_eとの間の中間期間においても、図4(b)に示すブレーキトルクパターンとは異なり、ブレーキ付与コイル41に所定の電流が与えられ続けるため、ブレーキ付与コイル41で誘導されるブレーキ磁界によって、磁気粘性流体44内の磁性粉が凝集構造やブリッジ構造となり、回転体12に対して所定の回転抵抗が継続的に与えられ、これによって、反時計回り(CCW)方向へ回転させる操作において、第1の速度と第2の速度とで異なる感触が得られる。よって、操作者の回転操作による

回転速度によって操作感触が異なるため、より多彩な操作感触を与えることができる。

[0079] 上述のように、回転操作の方向や回転速度によって異なるトルクパターンが適用されるため、多彩な操作感触が実現可能となる一方で、例えば回転操作の途中で反対方向への操作を行った場合や、回転速度の異なるトルクパターンに変更した場合に、回転トルクやブレーキトルクに大きな差が生じることがある。

[0080] 例えば、図4（a）、（b）に示す角度A1において、反時計回り方向（図4（b））から時計回り方向（図4（a））へ回転方向を変更した場合、変更の前後でブレーキトルクによる抵抗力に差はない一方で、図6に示すように、回転トルクにおいては、反時計回り回転時の回転トルクP11から、時計回り回転時の回転トルクP12へ大きく増加する。

[0081] 操作装置10においては、時間変化調整部84が、現在回転トルクである上記回転トルクP11から、目標回転トルクである上記回転トルクP12へ、基準時間よりも長い所定時間で回転トルクを増加させている。より具体的には、図7（a）に示すように、回転方向を変更した現在時刻t1から、基準時間よりも長い時間が経過した後の時刻t2まで、回転トルクを、時間の経過に対して階段状に徐々に増加させている。すなわち、単位時間DTごとに、差分DPずつ回転トルクを増加させている。ここで、図7（a）は、回転方向を変えた場合において、現在回転トルクから目標回転トルクへ回転トルクを増加させる場合の設定例を示すグラフである。

[0082] 図7（a）に示すように、回転トルクは、時間の経過に対して一定比率（ DP/DT ）の量ずつ階段状に増加させており、このように階段状に増加させることにより、基準時間あたりの回転トルクの変化量は略一定となっている。この一定比率を所定の範囲、例えば、現在回転トルクと目標回転トルクの差に対して0.5%以上5%以下の範囲で設定すると、人間の触感のスピードとの関係から、操作者に対して与える違和感、すなわち回転トルクの急激な変化に基づく違和感を小さく抑えることが可能となる。ブレーキトルク

と回転トルクを変化させる所定時間を 50 ms とした場合、一定比率 (DP/DT) を 2% とすると、階段状の変化の単位時間 DT は 1 ms となり、上記所定時間を 200 ms とした場合、一定比率 (DP/DT) を 0.5% とすると、単位時間 DT は 1 ms となる。

[0083] 基準時間あたりの変化量は、目標回転トルクの値にかかわらず、略一定になることが好ましい。したがって、目標回転トルクと現在回転トルクの差が大きくなるほど、回転トルクが増加する階段状のステップ数が多くなる。

[0084] また、基準時間あたりの回転トルクの変化量は、人間の触感のスピードに鑑みて、操作者の違和感を生じない程度の時間（所定時間）で目標トルクに到達するように設定する。所定時間の下限値としては、人間の触感の分解能との関係から、一瞬で変化してしまう感触を与えてしまうことのない時間、例えば 50 ms とすることが好ましい。また、所定時間の上限値としては、操作に対する時間遅れとして操作者が感知してしまうことのない時間、例えば 200 ms とするとよい。

[0085] 一方、時間変化調整部 84 による調整を行わない場合には、図 7 (c) に示すように、反時計回り回転時の回転トルク $P11$ から、時計回り回転時の回転トルク $P12$ へ急激に増加してしまうため、操作者は、回転トルクパターンとは異なる、回転トルクの大きな変化を感知してしまい、予期しない違和感を持ってしまうこととなる。

[0086] 以上、回転方向の変更に伴って回転トルクが大きく増加する場合について説明したが、図 4 (a)、(b) に示す例において、角度 $A2$ においては、時計回り方向（図 4 (a)）から反時計回り方向（図 4 (b)）へ回転方向を変更すると、変更の前後でブレーキトルクによる抵抗力に差はない一方で、回転トルクは、時計回り回転時の回転トルク $P21$ から、反時計回り回転時の回転トルク $P22$ へ大きく減少する。

[0087] この場合には、図 7 (a) に示す例とは逆に、図 7 (b) に示すように、現在回転トルクである上記回転トルク $P21$ から、目標回転トルクである上記回転トルク $P22$ へ、基準時間よりも長い所定時間で回転トルクを減少さ

せる。すなわち、図 7（b）に示すように、回転方向を変更した現在時刻 t_3 から、基準時間よりも長い時間が経過した後の時刻 t_4 まで、回転トルクを、時間の経過に対して階段状に徐々に減少させる。ここで、図 7（b）は、回転方向を変えた場合において、現在回転トルクから目標回転トルクへ回転トルクを減少させる場合の設定例を示すグラフである。

[0088] この場合の回転トルクは、図 7（a）に示す場合とは正負逆になるが、時間の経過に対して一定比率（ DP/DT ）の量ずつ階段状に減少させており、このように階段状に減少させることにより、基準時間あたりの回転トルクの変化量は略一定となる。この一定比率を所定の範囲、例えば、現在回転トルクと目標回転トルクの差に対して 0.5%以上5%以下の範囲で設定すると、人間の触感のスピードとの関係から、操作者に対して与える違和感、すなわち回転トルクの急激な変化に基づく違和感を小さく抑えることが可能となる。

[0089] 基準時間あたりの変化量を略一定にする点や、基準時間あたりの回転トルクの変化量については、図 7（a）に示す場合と同様である。

[0090] ここで、図 4（a）と図 4（b）に示す例では、いずれの回転方向においても、開始点 A_s と終点 A_e との間の中間期間においてブレーキトルクを極めて弱くしている点で同一であったが、図 4（a）に示すトルクパターンから図 5 に示すトルクパターンへ変更させる場合のように、回転方向によって、中間期間におけるブレーキトルクが異なる場合についても、図 7（a）、（b）における回転トルクの変化と同様に、基準時間よりも長い所定時間で現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへ到達するようにブレーキトルクを変化させる。

[0091] 以上のとおり、回転体 12 の回転方向や回転速度の算出結果などに伴って、現在ブレーキトルク又は現在回転トルクから、目標ブレーキトルク又は現在回転トルクへの急激な変化が生じたとしても、基準時間よりも長い所定時間で、現在ブレーキトルクから目標ブレーキトルクへ到達するようにブレーキトルクを変化させ、及び／又は、現在回転トルクから目標回転トルクへ到

達するように回転トルクを変化させることにより、上記急激な変化が操作者の触感に顕在化しないように緩和することができ、これにより、操作者が予期しないトルク変動の発生を抑えることが可能となり、操作者に与える違和感を小さくすることができる。

本発明について上記実施形態を参照しつつ説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、改良の目的又は本発明の思想の範囲内において改良又は変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0092] 以上のように、本発明に係る操作装置は、より多彩な操作感触が得られ、操作者に与える違和感を小さくすることができる点で有用である。

符号の説明

- [0093]
- | | |
|-------|-----------------|
| 1 0 | 操作装置 |
| 1 1 | 固定部 |
| 1 2 | 回転体 |
| 1 3 | 操作軸 |
| 1 4 | 回転板 |
| 1 5 | 外周縁 |
| 1 6 | ピボット部 |
| 2 0 | 回転検出部 |
| 3 0 | 回転トルク付与部 |
| 3 1 A | A相のトルク付与コイル |
| 3 1 B | B相のトルク付与コイル |
| 4 0 | ブレーキ付与部 |
| 4 1 | ブレーキ付与コイル |
| 4 2 | 環状部材 |
| 4 2 a | 環状部材の下面 |
| 4 3 | 隙間 |
| 4 4 | 磁気粘性流体（磁気応答性材料） |

- 5 0 第1ヨーク
- 5 1 円環部
- 5 2 円筒部
- 5 3 段差部
- 5 4 下面
- 6 0 第2ヨーク
- 6 1 上面
- 6 2 外縁部
- 6 3 軸受部
- 7 0 第3ヨーク
- 7 1 上壁部
- 7 2 側壁部
- 7 3 貫通孔
- 8 0 制御部
- 8 1 演算部
- 8 2 回転トルク設定部
- 8 3 ブレーキ設定部
- 8 4 時間変化調整部
- 8 5 記憶部
- 8 6 現在角度検出部
- 8 7 A／D変換部
- 8 8 A A相変調部
- 8 8 B B相変調部
- 8 9 A A相のPWM通電部
- 8 9 B B相のPWM通電部
- 9 0 ブレーキ変調部
- 9 1 ブレーキ通電部
- 9 2 分割角度設定部

9 3 設定値入力部

1 0 1 分割角度設定画面

1 0 2、1 0 4、1 0 6 ブレーキ設定画面

1 0 3、1 0 5、1 0 7 回転トルク設定画面

A X 回転軸

請求の範囲

[請求項1]

固定部と、
前記固定部に回転自在に支持された回転体と、
少なくとも回転角度を含む、前記回転体の回転に関する情報を基準時間ごとに検出する回転検出部と、
前記回転体にブレーキトルクを付与するブレーキ付与部と、
前記回転体に回転トルクを付与する回転トルク付与部と、
前記ブレーキ付与部及び前記回転トルク付与部を制御する制御部とを備え、
前記制御部は、前記ブレーキ付与部を制御するブレーキ設定部と、前記回転トルク付与部を制御する回転トルク設定部と、前記ブレーキトルクの角度変化としてのブレーキトルクパターン、及び、前記回転トルクの角度変化としての回転トルクパターンを記憶する記憶部とを有し、前記基準時間ごとに前記ブレーキ設定部と前記回転トルク設定部へ制御信号を出力し、この制御信号、及び、前記回転検出部が前記基準時間ごとに検出する前記情報に応じて、前記ブレーキ設定部は、前記ブレーキトルクパターンに基づく目標ブレーキトルクを設定し、前記回転トルク設定部は、前記回転トルクパターンに基づく目標回転トルクを設定し、
前記制御部は時間変化調整部を有し、前記時間変化調整部は、前記ブレーキトルクと前記回転トルクとの少なくともいずれか一方について、前記基準時間よりも長い所定時間で、現在ブレーキトルクから前記目標ブレーキトルクへ到達するように前記ブレーキトルクを変化させ、及び／又は、現在回転トルクから前記目標回転トルクへ到達するように前記回転トルクを変化させることを特徴とする操作装置。

[請求項2]

前記時間変化調整部は、前記ブレーキトルクと前記回転トルクとの少なくともいずれか一方について、前記目標ブレーキトルクの値にかかわらず、前記基準時間あたりの変化量が略一定となるように前記ブ

レーキトルクを変化させ、及び／又は、前記目標回転トルクの値にかかわらず、前記基準時間あたりの変化量が略一定となるように前記回転トルクを変化させる請求項1に記載の操作装置。

[請求項3] 前記時間変化調整部は、前記ブレーキトルクと前記回転トルクとの少なくともいずれか一方について、前記現在ブレーキトルクから前記目標ブレーキトルクへの変化量に対する一定比率の量ずつ階段状に変化するように、前記ブレーキトルクを変化させ、及び／又は、前記現在回転トルクから前記目標回転トルクへの変化量に対する一定比率の量ずつ階段状に変化するように、前記回転トルクを変化させる請求項2に記載の操作装置。

[請求項4] 前記一定比率は0.5%以上5%以下の範囲で設定される請求項3に記載の操作装置。

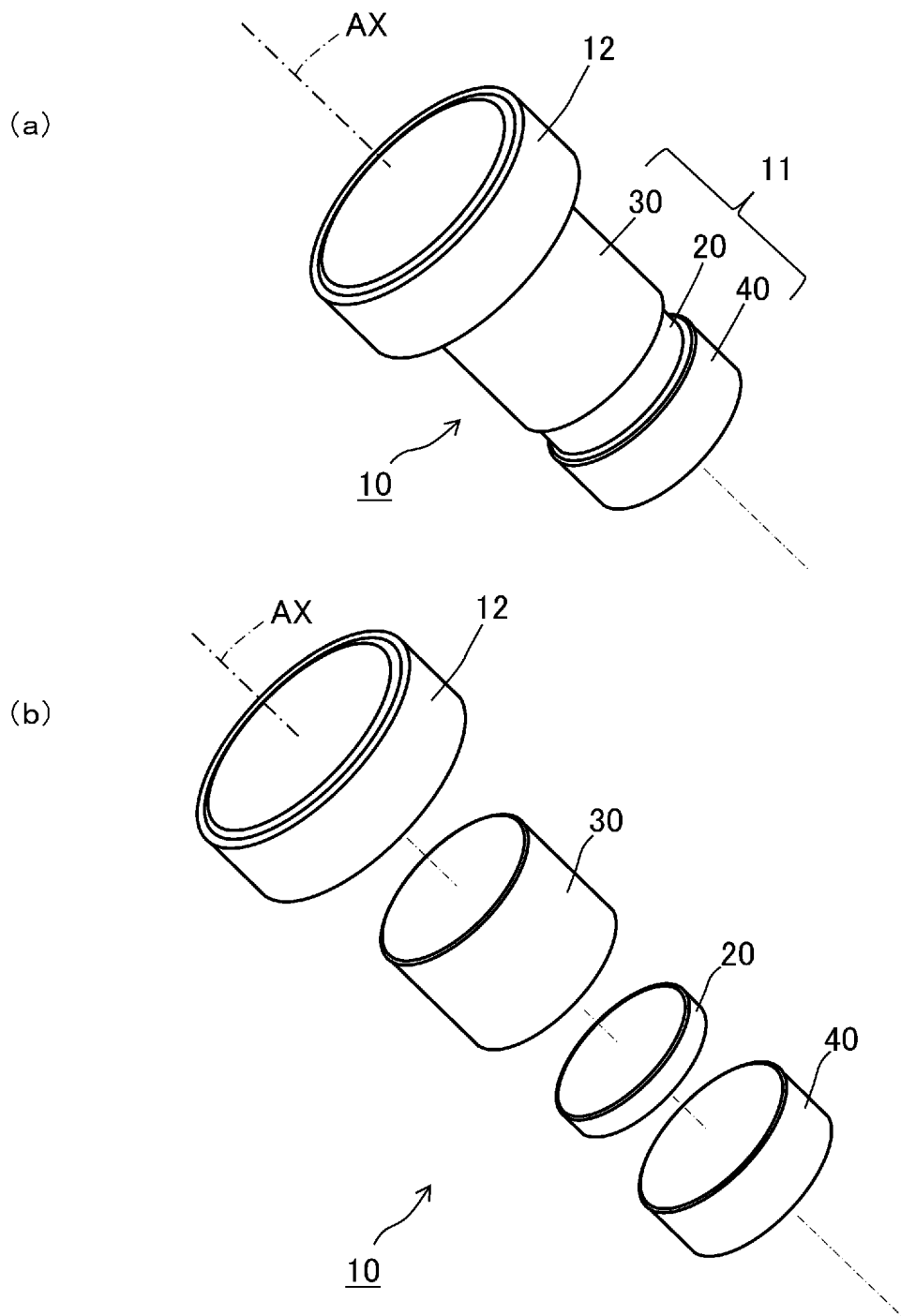
[請求項5] 前記所定時間は50ms以上200ms以下の範囲で設定される請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の操作装置。

[請求項6] 前記ブレーキトルクパターン及び前記回転トルクパターンは、それぞれ、前記回転体の回転方向に応じて、単位角度あたりの変化量の異なる第1のトルクパターンと第2のトルクパターンとを少なくとも有する請求項2から請求項5のいずれか1項に記載の操作装置。

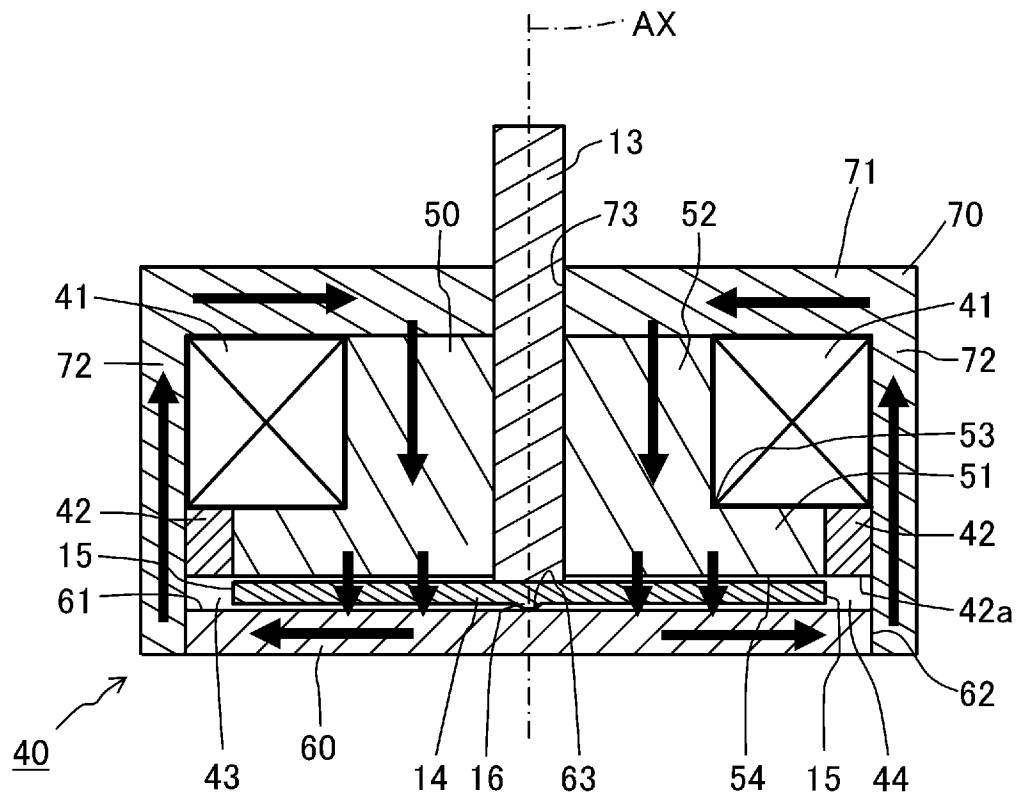
[請求項7] 前記ブレーキトルクパターン及び前記回転トルクパターンは、それぞれ、前記回転体の回転速度に応じて、単位角度あたりの変化量の異なる第3のトルクパターンと第4のトルクパターンとを少なくとも有する請求項2から請求項6のいずれか1項に記載の操作装置。

[請求項8] 前記ブレーキ付与部が、磁気応答性材料と、前記磁気応答性材料を通過する磁界を発生させる磁界発生部とを備える請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の操作装置。

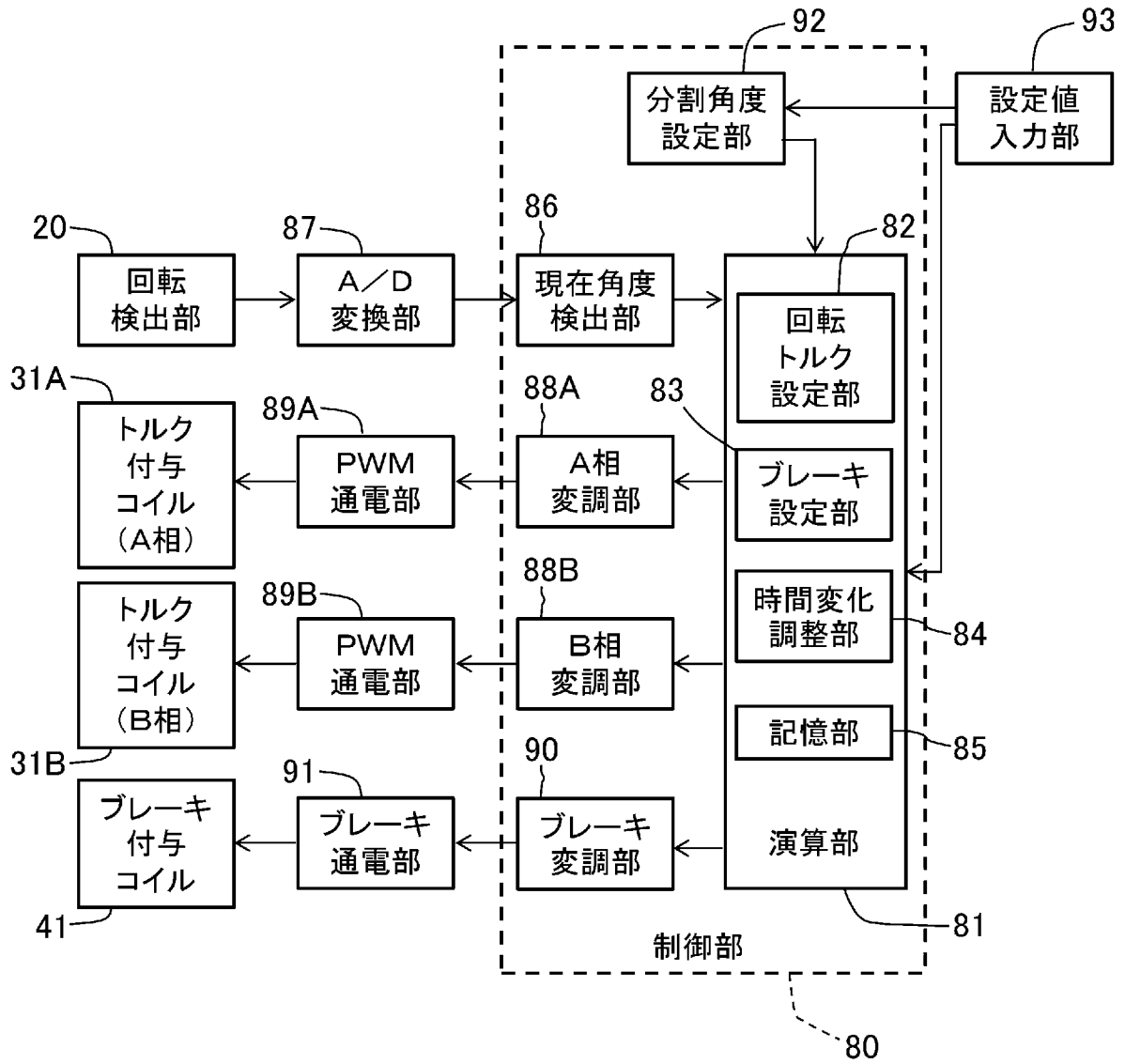
[図1]



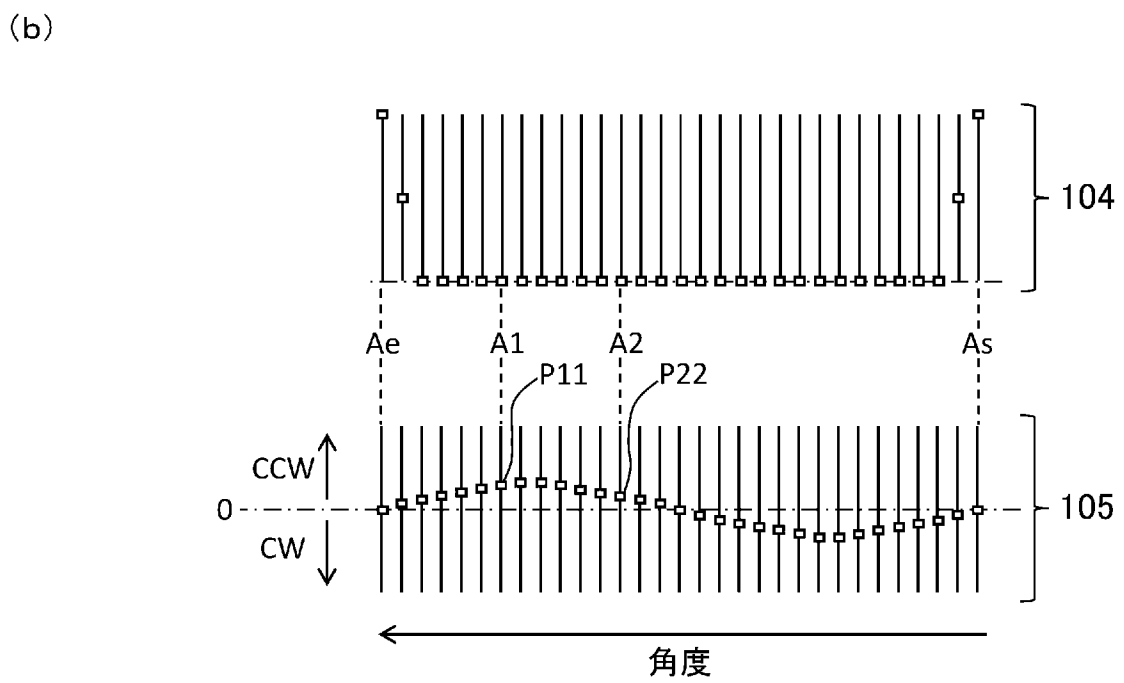
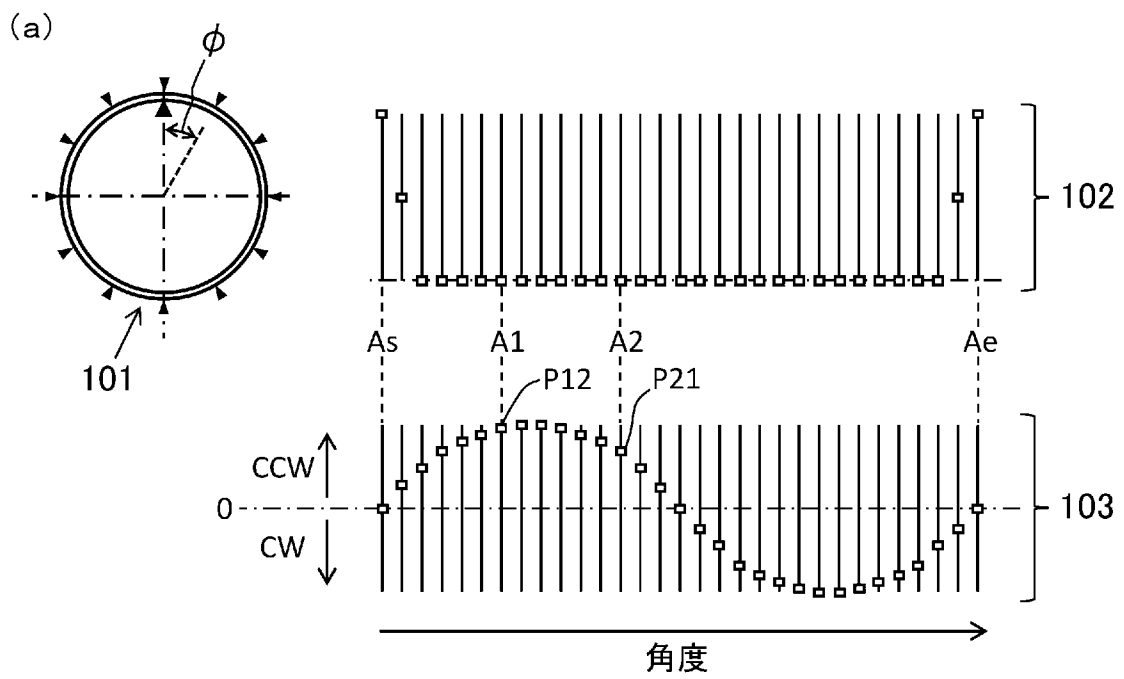
[図2]



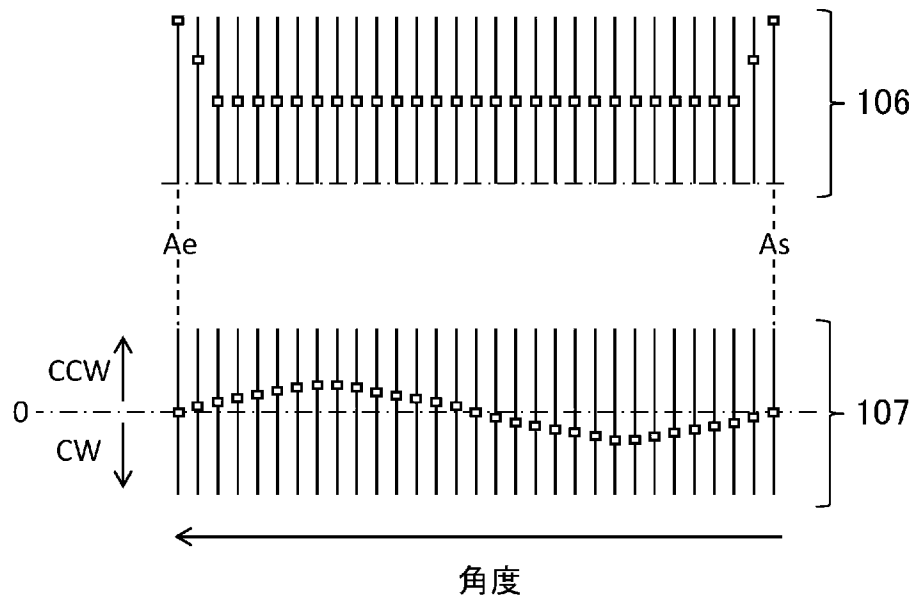
[図3]



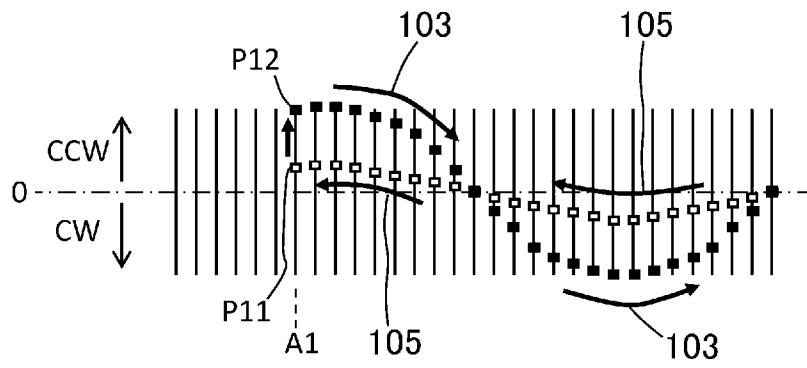
[図4]



[図5]



[図6]



(a)

トルク

DT DT DT DT

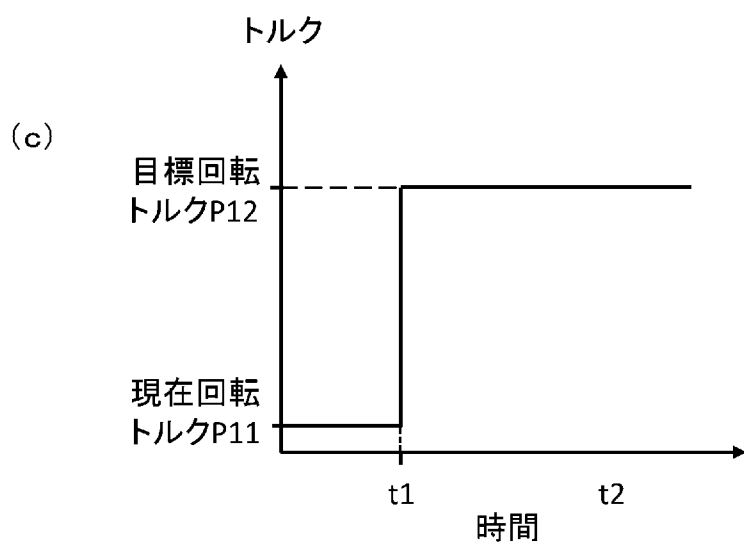
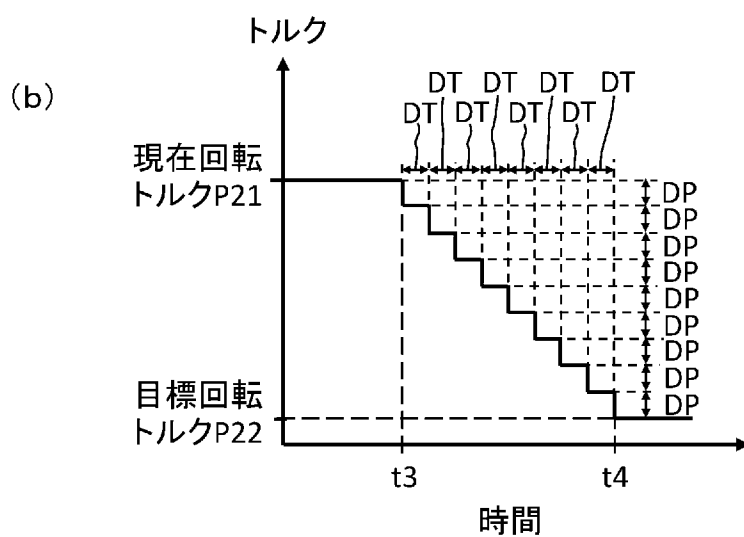
目標回転
トルクP12

現在回転
トルクP11

t1 t2

時間

DP DP DP DP DP DP DP DP DP DP



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/010986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F16D63/00 (2006.01) i, G05G1/08 (2006.01) i, G05G5/03 (2008.04) i,
G05G5/04 (2006.01) i

FI: G05G5/03B, G05G1/08Z, G05G5/04A, F16D63/00P

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. F16D63/00, G05G1/08, G05G5/03, G05G5/04

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2018/193981 A1 (ALPSALPINE CO., LTD.) 25.10.2018 (2018-10-25), paragraphs [0026]-[0070], fig. 1-8	1-8
A	JP 2003-167668 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 13.06.2003 (2003-06-13), paragraphs [0046]-[0055], fig. 3, 6, 7	1-8
A	JP 2009-193146 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 27.08.2009 (2009-08-27), fig. 5	1-8

☐	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 21.05.2020	Date of mailing of the international search report 02.06.2020
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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/010986

WO 2018/193981 A1 25.10.2018 CN 110537152 A

JP 2003-167668 A 13.06.2003 US 2003/0103044 A1
paragraphs [0039]-[0050],
fig. 3, 6, 7
EP 1316878 A2

JP 2009-193146 A 27.08.2009 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F16D 63/00(2006.01)i; G05G 1/08(2006.01)i; G05G 5/03(2008.04)i; G05G 5/04(2006.01)i FI: G05G5/03 B; G05G1/08 Z; G05G5/04 A; F16D63/00 P		
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）） F16D63/00; G05G1/08; G05G5/03; G05G5/04 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査でを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	WO 2018/193981 A1（アルプスアルパイン株式会社）25.10.2018（2018-10-25） 段落[0026]-[0070]，図1-8	1-8
A	JP 2003-167668 A（日産自動車株式会社）13.06.2003（2003-06-13） 段落[0046]-[0055]，図3，6-7	1-8
A	JP 2009-193146 A（トヨタ自動車株式会社）27.08.2009（2009-08-27） 図5	1-8
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 21.05.2020		国際調査報告の発送日 02.06.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 鷲巣 直哉 3J 1776 電話番号 03-3581-1101 内線 3328

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/010986

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/193981	A1	25.10.2018	CN	110537152	A	
JP	2003-167668	A	13.06.2003	US	2003/0103044	A1	
				段落[0039]-[0050], 図3, 6-7			
				EP	1316878	A2	
JP	2009-193146	A	27.08.2009	(ファミリーなし)			