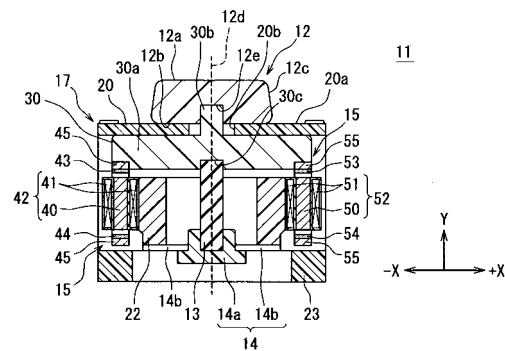




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原位置に対して、X 軸と Y 軸がなす X Y 面に沿う任意方向及び Z 軸周りの回転方向に変位可能に支持され、操作者に手動で操作される操作部と、

前記操作部を前記原位置に自動的に復帰させる復元力発生部と、

前記操作部の操作状態を検出する検出部と、

前記操作部に外力を印加するアクチュエータと、

前記検出部の検出結果に応じて前記アクチュエータの駆動を制御する制御部と、を備えた入力装置であって、

前記アクチュエータは、磁性材料からなるコアと該コアに一体化されたコイルとを有し、前記検出部の検出結果に応じて前記制御部により前記コイルに流れる電流が制御される電磁石と、前記操作部が原位置の状態の前記コアの端面に所定の間隙をもって対向配置される対向面を有し、該対向面が磁極の一方をなす磁石と、を含み、

前記電磁石及び前記磁石のいずれか一方が前記操作部と一体化され、

2つの前記磁石が、少なくとも前記操作部が原位置の状態、前記操作部の回転軸を挟んで対向配置されるとともに、前記操作部が原位置の状態、各磁石に対して前記電磁石のコアの端面が対向配置されていることを特徴とする入力装置。

【請求項 2】

前記アクチュエータが前記復元力発生部を兼ねることを特徴とする請求項 1 に記載の入力装置。

【請求項 3】

前記操作部は、前記 X Y 面と平行な方向への移動が可能に支持され、

前記電磁石のコアの端面と前記磁石の対向面とが、前記 X Y 面に平行となっていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の入力装置。

【請求項 4】

前記アクチュエータは、前記回転軸を挟んで対向配置される 2つの磁石の対として、第 1 の対と第 2 の対を含み、

前記第 1 の対をなす磁石の一方と前記第 2 の対をなす磁石の一方、前記第 1 の対をなす磁石の他方と前記第 2 の対をなす磁石の他方とが、それぞれ前記 X Y 面に垂直な方向から見て重なる位置とされ、

前記 X Y 面に垂直な方向から見て重なる位置とされた、前記第 1 の対をなす磁石と前記第 2 の対をなす磁石は、互いに対向する面の磁極が異なるとともに、互いに対向する面の間に 1 本の前記コアがそれぞれ配置され、該コアにおける一端面が前記第 1 の対をなす磁石の面と対向し、前記コアにおける一端面とは反対側の端面が前記第 2 の対をなす磁石の面と対向していることを特徴とする請求項 3 に記載の入力装置。

【請求項 5】

前記操作部が原位置の状態、前記電磁石において、1 本の前記コアにおける一端面が、前記回転軸を挟んで対向配置される 2つの前記磁石の一方と対向し、前記コアにおける一端面とは反対側の端面が、2つの前記磁石の他方と対向しており、

前記コアの一端面と対向する前記磁石の対向面側の磁極と、前記コアの一端面とは反対側の端面と対向する前記磁石の対向面側の磁極とが互いに異なることを特徴とする請求項 1～3 いずれか 1 項に記載の入力装置。

【請求項 6】

前記磁石は永久磁石であることを特徴とする請求項 1～5 いずれか 1 項に記載の入力装置。

【請求項 7】

前記アクチュエータは、前記磁石に接して一体化された磁性材料からなるヨークを含むことを特徴とする請求項 6 に記載の入力装置。

【請求項 8】

表示画面を備えた車両用表示装置に対して情報を入力する装置であることを特徴とする

10

20

30

40

50

請求項 1～7 いずれか 1 項に記載の入力装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原位置に対して、X 軸と Y 軸がなす X Y 面に沿う任意方向及び Z 軸周りの回転方向に変位可能に支持されるとともに、操作者に手動で操作される操作部を備え、操作部の操作状態に応じて触感を与えることのできる入力装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電子機器とは分離された操作部を備え、該操作部を手動で操作することにより、電子機器に情報を入力できるようにした入力装置が知られている。例えば、入力装置における操作部の操作に連動して、表示装置における表示画面上のカーソル（ポインタ）が移動される。

【0003】

また、操作の確認性を向上する等を目的として、操作部が、原位置に対し、X 軸と Y 軸がなす X Y 面に沿う任意方向及び Z 軸周りの回転方向に変位可能に支持され、操作部の操作状態に応じて触感を与えることのできる入力装置が提案されている。

【0004】

その中でも、小型化、低コスト化などを目的として、磁気力を用いた入力装置が提案されている。例えば特許文献 1 に示される入力装置（ハプティック入力装置）は、球面軸受を有する支持部材と、球面軸受にて支持される球面部を有し、支持部材に対して揺動自在且つ回転自在に取り付けられたレバーハンドル（操作部）と、レバーハンドルの下端面と対向配置された電磁コイルと、レバーハンドルの操作状態を検知する検知手段と、検知手段の信号に基づいて電磁コイルの駆動信号を出力する制御手段を備えている。

【0005】

そして、レバーハンドルの下端面である球面全面に板ばねを介して設けられた磁性板と、レバーハンドルが変位されない状態（原位置の状態）で、磁性板に対して対向配置された電磁コイル（及び電磁コイルの上面に設けられたライニング材）とにより、レバーハンドルに外力を加える電磁ブレーキが構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 3 9 3 4 3 9 4 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 に示される入力装置では、レバーハンドルを回転させた場合、回転量に応じて異なる大きさの抵抗感をレバーハンドルに加え、レバーハンドルが意図した回転量だけ回転操作されたか否かをブランドタッチで知ることができるようにしている（特許文献 1 の段落 [0026]、図 2（b）参照）。

【0008】

しかしながら、その作動については記載されていない。また、特許文献 1 では、電磁コイルが環状に設けられ、レバーハンドルが原位置の状態、電磁コイルが磁性板の周辺領域と対向する構成となっている。換言すれば、レバーハンドルを回転させても、環状の電磁コイルと磁性板との対向面積が変化しない構成（回転させても、電磁コイルが磁性板に対向する構成）となっている。この点は、特許文献 1 の図 1 から明らかである。

【0009】

したがって、特許文献 1 では、回転量が大きいほど、電磁コイルに流す電流（駆動信号）を大きくして、電磁コイルと磁性板との間に作用する引き合う磁気力（クーロン力）を大きくし、レバーハンドルの球面部を支持部材の球面軸受に強く押し当てる。そして、こ

10

20

30

40

50

れにより、回転に対しての抵抗力を大きくする構成であると推察される。

【0010】

ところで、操作者に良好な触感を与える（操作の確認性を向上する）には、操作部に対して、変位方向（操作方向）に沿う方向の外力、具体的には、変位方向と同方向の外力（加速感）や変位方向とは逆方向の外力（ブレーキ感）、を印加すると良く、特に変位方向とは逆方向の外力を印加することが好ましい。この点は周知であり、本発明者によっても確認されている。

【0011】

しかしながら、特許文献1の入力装置では、レバーハンドルの回転軸に沿う方向に作用する引き合う磁気力（クーロン力）により、レバーハンドルに触感を付与する構成となっている。すなわち、レバーハンドルに対して、その回転方向に沿う外力を印加するものではなく、回転方向に垂直な向きの外力を印加する構成となっている。したがって、触感が得られにくく、良好な触感を得る（操作の確認性を向上する）ためには、電磁コイルへ流す電流を大きくして、抵抗力を増大させなくてはならない。

【0012】

本発明は上記問題点に鑑み、X Y面に沿う任意方向及びZ軸周りの回転方向に変位可能に支持された操作部を有し、磁気力を用いて触感を付与する入力装置において、特に回転動作に対して操作の確認性を向上することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成する為に、以下の発明に係る入力装置は、原位置に対して、X軸とY軸がなすX Y面に沿う任意方向及びZ軸周りの回転方向に変位可能に支持され、操作者に手動で操作される操作部と、操作部を原位置に自動的に復帰させる復元力発生部と、操作部の操作状態を検出する検出部と、操作部に外力を印加するアクチュエータと、検出部の検出結果に応じてアクチュエータの駆動を制御する制御部と、を備えている。

【0014】

請求項1に記載の発明では、アクチュエータが、磁性材料からなるコアと該コアに一体化されたコイルとを有し、検出部の検出結果に応じて制御部によりコイルに流れる電流が制御される電磁石と、操作部が原位置の状態でもコアの端面に所定の間隙をもって対向配置される対向面を有し、該対向面が磁極の一方をなす磁石と、を含んでいる。また、電磁石及び磁石のいずれか一方が操作部と一体化されている。そして、2つの磁石が、少なくとも操作部が原位置の状態でも操作部の回転軸を挟んで対向配置されるとともに、操作部が原位置の状態でも、各磁石に対して電磁石のコアの端面が配置されていることを特徴とする。

【0015】

本発明によれば、コイルに電流が流れると、電流による磁界によってコアが磁化されて磁石となり、互いに対向するコアの端面と磁石の対向面との間に磁気力が作用する。そして、この磁気力を利用して、操作部を介して操作者の手に触感を付与することができる。

【0016】

また、アクチュエータが少なくとも2つの磁石を有し、2つの磁石がZ軸に垂直な方向において操作部の回転軸を挟んで対向配置されている。したがって、Z軸周りの回転方向に操作部を変位させた場合、上記した磁気力により、操作部に対して、回転方向に沿う方向の外力、例えば回転方向とは逆方向の外力（ブレーキ感）を与えることができる。なお、X Y面に沿う任意方向に操作部を変位させた場合にも、上記した磁気力により、操作部に対して、変位方向（操作方向）に沿う外力を与えることができる。

【0017】

このように本発明によれば、回転方向に変位させた場合にも、操作部に対して、変位方向（回転方向）に沿う外力を与えることができるので、従来に比べて、特に回転動作に対して操作の確認性を向上することができる。また、電磁石のコイルに流す電流が小さくとも、大きな触感が得られるため、従来に比べて消費電力を低減することもできる。

【0018】

請求項 2 に記載のように、アクチュエータが復元力発生部を兼ねる構成としても良い。アクチュエータは電磁石を含み、検出部の検出結果に応じて制御部によりコイルに流れる電流が制御されるため、電磁石のコアの端面と磁石の対向面との間に互いに引き合う磁気力が作用するようにすることで、該磁気力により、操作部を原位置に復帰させることができる。これによれば、アクチュエータとは別に復元力発生部が不要となるので、構成を簡素化することができる。

【0019】

請求項 3 に記載のように、操作部は、X Y 面と平行な方向への移動が可能に支持され、電磁石のコアの端面と磁石の対向面とが、X Y 面に平行とされた構成を採用すると良い。

【0020】

上記した発明では、例えば電磁石のコアの端面と磁石の対向面とが X Y 面に垂直とされた構成も可能である。しかしながら、このような構成では、コアの端面と磁石の対向面との対向方向に操作部を変位させた場合、Z 軸を挟んで対向配置された一方の磁石の対向面とコアの端面との距離が短くなり、他方の磁石の対向面とコアの端面との距離は長くなる。したがって、これら磁気力が作用する 2 つの部位で、電磁石に流す電流を独立して制御しないと、特に操作方向に対して逆向きの触感を付与することが困難である。

【0021】

これに対し、本発明によれば、X Y 面に沿う任意方向に操作部を変位させると、磁石の対向面とコアの端面とが、X Y 面に沿う同一の方向において同一距離位置ずれする。また、Z 軸周りの回転方向に操作部を変位させると、磁石の対向面とコアの端面とが、同一の回転方向（例えばいずれも時計回り）において同一距離位置ずれする。したがって、Z 軸を挟んで磁気力が作用する 2 つの部位において、電磁石に流す電流を独立制御しなくとも良いので、構成を簡素化することができる。

【0022】

請求項 4 に記載のように、アクチュエータが、回転軸を挟んで対向配置される 2 つの磁石の対として第 1 の対と第 2 の対を含み、第 1 の対をなす磁石の一方と第 2 の対をなす磁石の一方、第 1 の対をなす磁石の他方と第 2 の対をなす磁石の他方とが、それぞれ X Y 面に垂直な方向から見て重なる位置とされ、X Y 面に垂直な方向から見て重なる位置とされた、第 1 の対をなす磁石と第 2 の対をなす磁石は、互いに対向する面の磁極が異なるとともに、互いに対向する面の間に 1 本のコアがそれぞれ配置され、該コアにおける一端面が第 1 の対をなす磁石の面と対向しコアにおける一端面とは反対側の端面が第 2 の対をなす磁石の面と対向している構成としても良い。

【0023】

クーロン力は、距離の 2 乗に反比例するため、コアの端面と磁石の対向面との対向距離は触感において重要である。これに対し、本発明では、Z 軸に沿う方向において、1 本のコアの一端側に第 1 の対をなす磁石、他端側に第 2 の対をなす磁石が配置されているので、コアの両端でそれぞれ作用する磁気力（例えばいずれも引き合う磁気力）により、Z 軸方向において、コアの端面と磁石の対向面との対向距離のばらつきを抑制することもできる。そして、これにより、触感のばらつきを抑制することができる。

【0024】

請求項 5 に記載のように、操作部が原位置の状態、電磁石において、1 本のコアにおける一端面が、回転軸を挟んで対向配置される 2 つの磁石の一方と対向し、コアにおける一端面とは反対側の端面が、2 つの磁石の他方と対向しており、コアの一端面と対向する磁石の対向面側の磁極と、コアの一端面とは反対側の端面と対向する磁石の対向面側の磁極とが互いに異なる構成としても良い。

【0025】

これによれば、電磁石の構成を簡素化し、入力装置のコストを低減することができる。

【0026】

なお、磁石としては、請求項 6 に記載の永久磁石、若しくは、コア及びコイルからなる電磁石のいずれかを採用することができる。特に永久磁石を採用すると、構成を簡素化す

10

20

30

40

50

ることができるとともに、消費電力を低減（コストを低減）することができる。また、常に磁界を生じるので、アクチュエータが復元力発生部を兼ねる構成においても好適である。

【0027】

磁石が永久磁石の場合、請求項7に記載のように、アクチュエータが、磁石に接して一体化された磁性材料からなるヨークを含む構成としても良い。これによれば、消費電力を低減（コストを低減）することができる。また、漏れ磁束を抑制して、他機器などの誤作動を抑制することができる。

【0028】

上記した発明は、請求項8に記載のように、表示画面を備えた車両用表示装置に対して情報を入力する装置に好適である。本発明によれば、操作者としての運転者が表示画面を注視しなくとも、触感によって、変位方向（操作部の操作方向）を確認することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】第1実施形態に係る入力装置の概略構成を示す図である。

【図2】入力装置のうち、入力部の概略構成を示す平面図である。

【図3】図2のI I I—I I I線に沿う断面図である。

【図4】入力部をX軸に沿う方向から見た側面図である。

【図5】入力部のうち、アクチュエータの概略構成を示す図であり、（a）は磁気力を強くする場合、（b）は磁気力を弱める場合を示している。

【図6】電磁石のコイルへ通電することで操作部に作用する外力の印加方向を示す図であり、（a）は通電前の操作部が原位置の状態、（b）は操作部を+X方向へ変位させる場合、（c）は操作部を-Y方向へ変位させる場合、（d）は操作部をZ軸周りに反時計方向（-C方向）に変位させる場合を示す。

【図7】入力装置により情報が入力される表示装置の表示画面を示す図である。

【図8】カーソル位置と操作部に作用する力の関係を示す図である。

【図9】カーソル位置と操作部に作用する力の関係の変形例を示す図である。

【図10】第2実施形態に係る入力装置のうち、入力部の概略構成を示す断面図である。

【図11】アクチュエータによる復元力を示す図であり、（a）は操作部を+X方向へ変位させる場合、（b）は操作部を-X方向へ変位させる場合を示す。

【図12】第3実施形態に係る入力装置のうち、入力部の概略構成を示す断面図である。

【図13】入力部のうち、アクチュエータの概略構成を示す図である。

【図14】（a）はアクチュエータを図12のX I V側から見た（X軸に沿う方向から見た）平面図であり、（b）は変形例を示す平面図である。

【図15】入力装置の変形例を示す断面図である。

【図16】操作部の変位についての変形例を示す断面図である。

【図17】磁石と電磁石の配置の変形例を示す図である。

【図18】復元力発生部の変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施形態を図に基づいて説明する。

（第1実施形態）

本実施形態に係る入力装置10の主たる特徴部分は、磁気力が作用する磁石と電磁石との配置にある。

【0031】

図1に示す入力装置10は、電子機器としての表示装置100、具体的には、車両のナビゲーションシステムを構成する表示装置100、に情報を入力する装置として構成されている。なお、表示装置100の表示画面110（図7参照）は、車室内におけるダッシュボード上の例えば運転席と助手席との中間となる位置に配置され、入力装置10の操作

10

20

30

40

50

部 1 2 は、例えば運転席の横にあるセンターコンソールの上面に配置される。これにより、操作者である運転者が、姿勢をほとんど変えることなく操作部 1 2 を操作できるようになっている。

【0032】

入力装置 1 0 は、図 1 に示すように、入力部 1 1 として、操作者に手動で操作される操作部 1 2 と、操作部 1 2 を原位置（原点位置、センター位置とも言う）に自動的に復帰させる復元力発生部 1 3 と、操作部 1 2 の操作状態を検出する検出部 1 4 と、操作部 1 2 に外力を印加するアクチュエータ 1 5 と、を備えている。さらに、入力部 1 1 における検出部 1 4 の検出結果に応じてアクチュエータ 1 5 の駆動を制御する制御部 1 6、を備えている。本実施形態では、入力部 1 1 が、ハウジング 1 7 をさらに備えている。

10

【0033】

操作部 1 2 は、操作者に手動で操作されるべく、原位置に対し、X 軸と Y 軸がなす X Y 面に沿う任意方向及び Z 軸周りの回転方向に変位可能に支持されたものである。ここで、X Y 面に沿う方向の変位とは、例えば操作部 1 2 が X Y 面に平行に操作されることによる変位や、操作部 1 2 が揺動操作されることによる変位である。また、任意方向とは、X 軸方向、Y 軸方向だけでなく、X 軸や Y 軸に対して斜め方向も含む。なお、X 軸、Y 軸、Z 軸は互いに直交する位置関係にある。

本実施形態では、ハウジング 1 7 を構成する平板状のカバー 2 0 の一面 2 0 a が、X Y 面に沿う面（平行な面）とされており、カバー 2 0 の厚み方向（一面 2 0 a に垂直な方向）が Z 軸に沿う方向（平行な方向）となっている。そして、一面 2 0 a 上に操作部 1 2 が配置されており、操作部 1 2 は、一面 2 0 a に沿う任意方向、すなわち X Y 面に沿う任意方向と、Z 軸周りの回転方向とに変位可能となっている。

20

【0034】

操作部 1 2 は、一面 2 0 a に垂直な Z 軸方向に沿う厚みがほぼ均一とされ、X Y 面に沿う外形が、図 2 に示すように円形の平板状となっている。より詳しくは、操作部 1 2 において、カバー 2 0 の一面 2 0 a に平行とされた 2 つの面 1 2 a、1 2 b のうち、一面 2 0 a とは反対側の上面 1 2 a と、一面 2 0 a に対向配置される側の下面 1 2 b とが同心円の関係にあり、中心を同じとする 2 つの円において、上面 1 2 a のほうが下面 1 2 b よりも円の面積が小さくなっている。そして、上面 1 2 a と下面 1 2 b とが、テーパ状の側面 1 2 c によって連結されている。また、X Y 面に沿う方向において、上面 1 2 a 及び下面 1 2 b の中心を通り、Z 軸に平行な軸が、操作部 1 2 が回転方向に変位される際の回転中心である回転軸 1 2 d となっている。そして、この回転軸 1 2 d を、X Y 面の原点としている。

30

【0035】

操作部 1 2 には、操作部 1 2 をハウジング 1 7 に対して支持する部材の一部をなすとともに、アクチュエータ 1 5 を構成する磁石及び電磁石のいずれか一方を保持する機能を果たす保持部材 3 0 が連結されている。

【0036】

本実施形態では、保持部材 3 0 が、基部 3 0 a と該基部 3 0 a から突出した凸部 3 0 b とを有しており、X Y 面に沿う方向において、その外形が矩形状となっている。そして、凸部 3 0 b が、カバー 2 0 に形成された貫通孔 2 0 b を挿通して、操作部 1 2 の下面 1 2 b における回転軸 1 2 d を含む一部位に設けられた凹部 1 2 e に嵌合されている。なお、操作部 1 2 と保持部材 3 0 の固定形態は上記した嵌合に限定されるものではない。接着や螺子締結等、それ以外の固定方法を採用しても良い。

40

【0037】

保持部材 3 0 の凸部 3 0 b は Z 軸に沿って延びており、その外径は、カバー 2 0 に設けられた貫通孔 2 0 b の径よりも小さくなっている。このように、X Y 面に沿う方向において、凸部 3 0 b の周囲に所定のスペースがあるため、操作部 1 2 及び保持部材 3 0 が、X Y 面に沿う任意方向と、Z 軸周りの回転方向に変位可能となっている。また、X Y 面に沿

50

う方向において、凸部 30b の中心は、回転軸 12d とほぼ一致している。

【0038】

なお、保持部材 30 の基部 30a は、カバー 20 側の部位が X 軸及び Y 軸に沿う十字状となっており、十字によって区画された 4 つの薄肉部位には、カバー 20 とは反対側に、ヨーク 45, 55 (図 4 ではヨーク 55 を図示) が固定されている。図 4 に示す符号 31 は、ヨーク 55 (45) を保持部材 30 に固定するための固定部材である。

【0039】

復元力発生部 13 は、上記の通り、操作部 12 を原位置に自動的に復帰させるもの、換言すれば、操作部 12 が原位置から変位された状態で、操作部 12 の操作方向とは反対向きの力 (反力) を生じるものであり、操作部 12 に対して直接連結されるか、若しくは、中継部材を介して連結されている。アクチュエータ 15 とは別に復元力発生部 13 を設ける場合、復元力発生部 13 としては、弾性変形の反力として復元力を生じるもの、例えばゴムなどの弾性変形部材や、弾性を有するように加工や成形したものなどを採用することができる。

【0040】

本実施形態では、ゴムからなる柱状の部材を復元力発生部 13 としている。そして、保持部材 30 の基部 30a において、XY 面と平行とされた、カバー 20 とは反対側の下面に、柱状の復元力発生部 13 の一端が固定されている。より詳しくは、保持部材 30 におけるカバー 20 とは反対側の下面であって回転軸 12d を含む一部位に凹部 30c が設けられ、該凹部 30c に復元力発生部 13 の一端が嵌合されている。なお、復元力発生部 13 と保持部材 30 の固定形態は上記した嵌合に限定されるものではない。接着や螺子締結等、それ以外の固定方法を採用しても良い。

【0041】

そして、復元力発生部 13 は、操作部 12 が原位置の状態で Z 軸に沿って延びており、XY 面に沿う方向において、復元力発生部 13 の中心が、回転軸 12d とほぼ一致している。

【0042】

検出部 14 は、操作部 12 の操作状態を検出する。具体的には、操作部 12 の X 軸方向の位置、Y 軸方向の位置、及び Z 軸周りの回転位置を検出、或いは、操作部 12 に加えられた X 軸方向の力、Y 軸方向の力、及び Z 軸周りのモーメント力を検出する。このような検出部 14 としては周知のものを採用することができる。例えば位置を検出する場合、光センサや磁気センサなどを採用でき、力を検出する場合、歪ゲージなどを採用することができる。

【0043】

本実施形態では、歪ゲージ 14b を採用している。復元力発生部 13 における保持部材 30 とは反対側の端部は、図 3 に示すように、検出部 14 を構成するホルダ 14a に固定されている。このホルダ 14a も、操作部 12 が原位置の状態で、その中心が、XY 面に沿う方向において回転軸 12d とほぼ一致している。複数の歪ゲージ 14b は、一端側がホルダ 14a に固定され、XY 面に沿う方向において、ホルダ 14a (回転軸 12d) を中心として放射状に配置されている。

【0044】

このような放射状の配置としては、少なくとも、X 軸に沿う方向 (+X 方向、-X 方向) と Y 軸に沿う方向 (+Y 方向、-Y 方向) の、ホルダ 14a を中心とした 4 箇所に歪ゲージ 14b がそれぞれ配置されれば良い。なお、歪ゲージ 14b の数が多いほど、変位方向 (操作方向) や変位量、特に変位方向をより精度良く検出することができる。

【0045】

各歪ゲージ 14b における外周側の端部は、アクチュエータ 15 の一部を保持する保持部材 22、及び、ハウジング 17 を構成するケース 23 に固定されている。なお、歪ゲージ 14b がケース 23 のみに固定された構成としても良い。

【0046】

このように、操作部 1 2 は、保持部材 3 0、復元力発生部 1 3、検出部 1 4（ホルダ 1 4 a 及び歪ゲージ 1 4 b）を介して、ハウジング 1 7（ケース 2 3）に支持されている。したがって、操作部 1 2 が操作されると、操作部 1 2 の変位にともなう保持部材 3 0 も変位する。そして、一端が保持部材 3 0 に固定された復元力発生部 1 3 も、保持部材 3 0 の変位に引っ張られて弾性変形する。このとき、放射状に配置された複数の歪ゲージ 1 4 b において、特に操作部 1 2 が変位した側の歪ゲージ 1 4 b が圧縮され、変位方向とは反対側の歪ゲージ 1 4 b は引っ張られる。したがって、回転軸 1 2 d を中心として放射状に配置された複数の歪ゲージ 1 4 b の各抵抗の変化から、操作部 1 2 の操作状態、すなわち、操作部 1 2 がどの方向にどの程度変位したかの変位情報、すなわち操作情報を検出することができる。

10

【0047】

アクチュエータ 1 5 は、磁性材料からなるコアと該コアに一体化されたコイルとを有し、検出部 1 4 の検出結果に応じて、後述する制御部 1 6 によりコイルに流れる電流が制御される電磁石と、操作部 1 2 が原位置の状態のコアの端面に所定の間隙をもって対向配置される対向面を有し、該対向面が磁極の一方をなす磁石と、を含んでいる。また、電磁石及び磁石のいずれか一方は、操作部 1 2 と一体化されている。そして、上記した磁石を複数有し、そのうちの 2 つの磁石が、少なくとも操作部 1 2 が原位置の状態、XY 面に沿う方向において操作部 1 2 の回転軸 1 2 d を挟んで対向配置されるとともに、操作部 1 2 が原位置の状態、各磁石に対して電磁石のコアの端面が配置された構成のものである。

【0048】

20

本実施形態では、アクチュエータ 1 5 が、Z 軸方向に沿って延びるとともに、両端が XY 面と平行とされた 2 本のコア 4 0、5 0 を有している。これらコア 4 0、5 0 は、XY 面に沿う方向において操作部 1 2 の回転軸 1 2 d を挟んで対向配置されており、本実施形態では、コア 4 0、5 0 が X 軸上に配置されているものとする。そして、操作部 1 2 の回転軸 1 2 d を中心として、コア 4 0 が -X 側、コア 5 0 が +X 側に配置され、それぞれの回転軸 1 2 d からの距離は等距離となっている。

【0049】

各コア 4 0、5 0 には、コイル 4 1、5 1 がそれぞれ巻回されている。すなわち、コア 4 0 及びコイル 4 1 からなる電磁石 4 2 と、コア 5 0 及びコイル 5 1 からなる電磁石 5 2 が、XY 面に沿う方向において操作部 1 2 の回転軸 1 2 d を挟んで対向配置されている。そして、これら電磁石 4 2、5 2 は、非磁性材料からなる保持部材 2 2 に保持されており、保持部材 2 2 は、図示しない位置にてハウジング 1 7 をなすケース 2 3 に固定されている。すなわち、電磁石 4 2、5 2 は、操作部 1 2 が変位されても変位せずに、常に原位置の状態を保つようになっている。このように、コイル 4 1、5 1 に対し、電気配線の必要な電磁石 4 2、5 2 をハウジング 1 7（ケース 2 3）に固定する構成とすると、電氣的な接続信頼性などを向上することができる。

30

【0050】

次に、2 つのコア 4 0、5 0 のうち、コア 5 0 側の構成を、図 4 及び図 5（a）、（b）を用いて説明する。

【0051】

40

操作部 1 2 が原位置の状態、コア 5 0 における一方の端面 5 0 a には、磁石 5 3 が対向配置されている。磁石 5 3 におけるコア 5 0 との対向面 5 3 a も XY 面に平行となっており、操作部 1 2 が原位置の状態、コア 5 0 の端面 5 0 a と該端面 5 0 a に相対する磁石 5 3 の対向面 5 3 a との距離は所定距離 L 1 となっている。また、コア 5 0 における端面 5 0 a とは反対側の端面 5 0 b には、磁石 5 4 が対向配置されている。磁石 5 4 におけるコア 5 0 との対向面 5 4 a も XY 面に平行となっており、操作部 1 2 が原位置の状態、コア 5 0 の端面 5 0 b と該端面 5 0 b に相対する磁石 5 4 の対向面 5 4 a との距離も、端面 5 0 a と対向面 5 3 a との距離と同じ所定距離 L 1 となっている。なお、上記において対向配置とは、Z 軸方向に沿うコア 5 0 の中心軸と磁石 5 3、5 4 の中心軸とが、XY 面に垂直な方向から見て重なる位置（XY 座標が同じ）であることを指す。

50

【0052】

磁石53, 54としては、コアとコイルからなる電磁石を採用することもできる。しかしながら、磁石53, 54の構造、及び、アクチュエータ15の制御が複雑化するため、本実施形態では、いずれも永久磁石を採用している。また、磁石53, 54の着磁方向は、同一方向となっており、磁石53の対向面53aはS極、磁石54の対向面54aはN極となっている。

【0053】

2つの磁石53, 54は、同一構成の永久磁石からなり、XY面に垂直な方向から見て重なる位置(XY座標が同じ)とされている。そして、磁性材料からなる環状のヨーク55の内周面に対し、磁石53は、対向面53aとは反対側の面(N極)が接して固定され、磁石54は、対向面54aとは反対側の面(S極)が接して固定されている。そして、磁力線が、図5(a), (b)の実線矢印で示すように、磁石54の対向面54aから磁石53の対向面53aに向けてほぼ真っ直ぐ向かう構成となっている。

【0054】

本実施形態では、図4に示すように、ヨーク55が矩形環状とされ、磁石53の固定された辺部55aが、保持部材30の基部30aにおいて、XY面と平行とされた、カバー20とは反対側の下面の周縁部に固定されている。なお、磁石54は、辺部55aと対向する辺部55bに固定されている。このように、磁石53, 54及びヨーク55は、保持部材30に固定されているため、操作部12とともに変位するようになっている。すなわち、電磁石52と、磁石53, 54及びヨーク55とは、相対的に移動が可能となっている。

【0055】

本実施形態では、対向面53a, 54aの磁極が互いに異なる2つの磁石53, 54の間にコア50が配置されているため、コイル51に電流を流さない状態でも、磁石53, 54間の磁界によって、コア50が磁化されて磁石となる。このとき、磁石53と対向するコア50の端面50aはN極となり、磁石54と対向するコア50の端面50bはS極となる。

【0056】

一方、コイルに電流を流すと、コア50は、上記した磁石53, 54による磁界と、コイル51に流れる電流により生じる磁界とによって、磁化されることとなる。本実施形態では、良好な触感を得るために、コイル51に電流を流して電磁石52を動作(ON)させたときに、コア50の端面50a, 50bと対向する磁石53, 54の対向面53a, 54aとの間に作用する磁気力が、互いに引き合う磁気力となるようにされる。

【0057】

例えば図5(a)に示すように、コイル51への通電のみで、コア50の端面50aがN極となり、コア50の端面50bがS極となるように電流を流す場合、通電により生じる磁界の磁力線は破線矢印で示すようになる。このように、磁石53, 54の磁界と、コイル51に電流を流してなる磁界とで、コア50を通る磁力線の向きが同じとなるので、コア50の端面50a, 50bと対向する磁石53, 54の対向面53a, 54aとの間に作用する磁気力は、通電による磁界分が重畳され、非通電時よりも大きくなる。この場合、電流の大きさによって磁気力の大きさ(クーロン力)は変化するものの、コア50の端面50a, 50bと対向する磁石53, 54の対向面53a, 54aとの間に作用する磁気力は、互いに引き合う磁気力となる。

【0058】

一方、図5(b)に示すように、コイル51への通電のみで、コア50の端面50aがS極となり、コア50の端面50bがN極となるように電流を流す場合、通電により生じる磁界の磁力線は破線矢印で示すようになる。このように、磁石53, 54の磁界と、コイル51に電流を流してなる磁界とで、コア50を通る磁力線の向きが逆となる。本実施形態では、コア50の端面50a, 50bと対向する磁石53, 54の対向面53a, 54aとの間に作用する磁気力が互いに引き合う磁気力となる範囲で、電流の大きさが決定

される。したがって、コア 50 の端面 50 a, 50 b と対向する磁石 53, 54 の対向面 53 a, 54 a との間に作用する磁気力は、通電による磁界分で相殺されて、非通電時よりも小さくなるものの、コア 50 の端面 50 a, 50 b と対向する磁石 53, 54 の対向面 53 a, 54 a との間に作用する磁気力は、互いに引き合う磁気力となる。

【0059】

なお、上記においては、アクチュエータ 15 のうち、コア 50 側の構成のみを示したが、コア 40 側の構成も、コア 50 側の構成と同じ構成となっている。

【0060】

すなわち、操作部 12 が原位置の状態、コア 40 における一方の端面には、磁石 43 が対向配置されており、他方の端面には磁石 44 が対向配置されている。そして、磁石 43, 44 におけるコア 40 との対向面はいずれも XY 面に平行となっており、操作部 12 が原位置の状態、対向するコア 50 の端面との距離は、コア 50 側と同じ所定距離 L1 となっている。なお、上記において対向配置とは、Z 軸方向に沿うコア 40 の中心軸と磁石 43, 44 の中心軸とが、XY 面に垂直な方向から見て重なる位置 (XY 座標が同じ) であることを指す。

【0061】

また、磁石 43, 44 として、磁石 53, 54 と同一構成の永久磁石を採用している。また、その着磁方向は、磁石 53, 54 と同一方向となっており、磁石 43 のコア 40 との対向面は S 極、磁石 44 のコア 40 との対向面は N 極となっている。

【0062】

2 つの磁石 43, 44 は、XY 面に垂直な方向から見て重なる位置 (XY 座標が同じ) とされている。そして、矩形環状のヨーク 45 の内周面に対し、磁石 43 は、コア 40 との対向面とは反対側の面 (N 極) が接して固定され、磁石 44 は、コア 40 との対向面とは反対側の面 (S 極) が接して固定されている。そして、磁力線が、磁石 44 のコア 40 との対向面から磁石 43 のコア 40 との対向面に向けてほぼ真っ直ぐ向かう構成となっている。

【0063】

また、ヨーク 45 も、保持部材 30 の基部 30 a のうち、XY 面と平行とされた、カバー 20 とは反対側の下面の周縁部であって、操作部 12 の回転軸 12 d を挟んでヨーク 55 とは反対側の部位に固定されている。すなわち、磁石 43, 44 及びヨーク 45 も、保持部材 30 に固定されているため、操作部 12 とともに変位するようになっている。

【0064】

以上より、操作部 12 が原位置の状態、磁石 43, 44 は、Z 軸方向においてコア 40 とそれぞれ対向し、磁石 53, 54 は、Z 軸方向においてコア 50 とそれぞれ対向している。また、各磁石 43, 44, 53, 54 と対向するコア 40, 50 の端面との距離が所定距離 L1 となっている。

【0065】

したがって、コア 40 側に配置された磁石 43 とコア 50 側に配置された磁石 53 とは、XY 面に沿う方向において操作部 12 の回転軸 12 d を挟んで対向配置されている。また、磁石 43, 53 は、コア 40, 50 同様、X 軸上に配置されており、操作部 12 の回転軸 12 d を中心として、磁石 43 が -X 側、磁石 53 が +X 側に配置され、それぞれの回転軸 12 d からの距離は等距離となっている。これら磁石 43, 53 が特許請求の範囲に記載の第 1 の対に相当する。

【0066】

また、コア 40 側に配置された磁石 44 とコア 50 側に配置された磁石 54 とは、XY 面に沿う方向において操作部 12 の回転軸 12 d を挟んで対向配置されている。また、磁石 44, 54 は、コア 40, 50 同様、X 軸上に配置されており、操作部 12 の回転軸 12 d を中心として、磁石 44 が -X 側、磁石 54 が +X 側に配置され、それぞれの回転軸 12 d からの距離は等距離となっている。これら磁石 44, 54 が特許請求の範囲に記載の第 2 の対に相当する。

【0067】

制御部16は、操作者によって操作部12が変位された際に、操作部12に外力を印加して操作者の手に触感を与えるべく、上記の通り、検出部14の検出結果に応じてアクチュエータ15の駆動を制御するものである。

【0068】

本実施形態では、制御部16が、車内ネットワークを構築する図示されないシリアル通信バスと接続されており、入力装置10が操作対象とする表示装置100などと接続されるとともに他のECUとも接続されて、それらECUと通信が可能となっている。

【0069】

制御部16は、図1に示すように、CPU16aと、ROM、RAM、それら以外に設けられたハードディスクドライブや不揮発性メモリなどの外部記憶装置からなる記憶部16bと、検出部14（歪ゲージ14b）から出力される検出信号をCPU16aに取り込む入力部16cと、CPU16aから出力される駆動信号に応じた駆動電力をコイル41, 51に出力してアクチュエータ15を駆動する駆動回路16d, 16eとを有している。

10

【0070】

記憶部16bのうち、ROMや外部記憶装置には、CPU16aが実行する各種プログラム及びそれに必要なデータが記憶されており、CPU16aはこれらプログラムを実行する際に、RAMをその作業領域として利用するようになっている。

【0071】

制御部16は、検出部14からフィードバックされる検出信号によって操作部12が操作されている方向（変位方向）及び操作量（変位量）を検出すると、これに基づいて、表示装置100の表示画面110に表示されるカーソル112を、操作部12の操作方向に応じた方向に操作部12の操作量に応じた量だけ移動させるように、表示装置100に駆動信号を出力する。

20

【0072】

また、制御部16は、操作部12が操作されている方向及び操作量を検出すると、表示装置100の表示画面110に表示されるカーソル112の位置情報と、表示画面110に表示されるアイコン111の位置情報から、所定のタイミングで操作方向とは逆向きの力を操作部12に印加するように、アクチュエータ15を駆動する信号を出力する。

30

【0073】

次に、上記構成の入力装置10において、操作部12の操作方向（変位方向）と操作部12に印加される外力について説明する。

【0074】

図6（a）は、操作部12が操作者によって操作されず、原位置にある状態を示している。この状態では、X軸上に、コア40, 50、磁石43, 44, 53, 54が位置している。また、コア40と磁石43, 44とは、Z軸方向から見て中心軸同士が重なる位置とされ、コア50と磁石53, 54も、Z軸方向から見て中心軸同士が重なる位置となっている。

【0075】

図6（a）の状態に対し、操作部12が操作者によって+X方向に操作される場合、操作部12の変位にともなって磁石43, 44, 53, 54及びヨーク45, 55も変位する。このため、X軸に沿う方向において、図6（b）に示すように、磁石43, 44がコア40に対して+X方向にずれ、磁石53, 54がコア50に対して+X方向にずれる。このとき、ずれ量は同じである。

40

【0076】

このように、操作部12が+X方向に操作されると、本実施形態では、復元力発生部13による弾性変形の反力と、磁石43, 44, 53, 54としての永久磁石の効果（互いに引き合う磁気力）とにより、-X方向の力が、操作量に応じて操作部12に作用する。

【0077】

50

そして、操作部 1 2 が + X 方向に操作されている任意タイミングで、電磁石 4 2, 5 2 のコイル 4 1, 5 1 に、例えば図 5 (a) に示したように、互いに引き合う磁気力を強める方向に電流を流すと、図 6 (b) に白抜き実線矢印で示す互いに引き合う磁気力が、通電前よりも大きくなり、その磁気力の変化が、図 6 (b) に白抜き破線矢印で示す、操作方向に対して逆方向 (− X 方向) の外力の変化として伝わる。

【0078】

したがって、操作者に対して、操作方向に沿う外力であって、コイル 4 1, 5 1 への通電なしの状態の触感とは異なる触感、具体的には、通電なしの状態での − X 方向の力よりも大きな − X 方向の力を作用させて、良好な触感 (ブレーキ感) を与えることができる。

【0079】

なお、図 5 (b) に示したように、互いに引き合う磁気力を弱める方向に電流を流す場合には、通電なしの状態での − X 方向の力よりも小さな − X 方向の力を作用させることとなるため、操作者に対して、操作方向に沿う外力であって、コイル 4 1, 5 1 への通電なしの状態の触感とは異なる触感を与えることができる。

【0080】

次に、図 6 (a) の状態に対し、操作部 1 2 が操作者によって − Y 方向に操作される場合、操作部 1 2 の変位にともなって磁石 4 3, 4 4, 5 3, 5 4 及びヨーク 4 5, 5 5 も変位する。このため、Y 軸に沿う方向において、図 6 (c) に示すように、磁石 4 3, 4 4 がコア 4 0 に対して − Y 方向にずれ、磁石 5 3, 5 4 がコア 5 0 に対して − Y 方向にずれる。このとき、ずれ量は同じである。

【0081】

このように、操作部 1 2 が − Y 方向に操作されると、本実施形態では、復元力発生部 1 3 による弾性変形の反力と、磁石 4 3, 4 4, 5 3, 5 4 としての永久磁石の効果 (互いに引き合う磁気力) とによって、+ Y 方向の力が、操作量に応じて操作部 1 2 に作用する。

【0082】

そして、操作部 1 2 が − Y 方向に操作されている任意タイミングで、電磁石 4 2, 5 2 のコイル 4 1, 5 1 に、例えば図 5 (a) に示したように、互いに引き合う磁気力を強める方向に電流を流すと、図 6 (c) に白抜き実線矢印で示す互いに引き合う磁気力が、通電前よりも大きくなり、その磁気力の変化が、図 6 (c) に白抜き破線矢印で示す、操作方向に対して逆方向 (+ Y 方向) の外力の変化として伝わる。

【0083】

したがって、操作者に対して、操作方向に沿う外力であって、コイル 4 1, 5 1 への通電なしの状態の触感とは異なる触感、具体的には、通電なしの状態での + Y 方向の力よりも大きな + Y 方向の力を作用させて、良好な触感 (ブレーキ感) を与えることができる。

【0084】

なお、図 5 (b) に示したように、互いに引き合う磁気力を弱める方向に電流を流す場合には、通電なしの状態での + Y 方向の力よりも小さな + Y 方向の力を作用させることとなるため、操作者に対して、操作方向に沿う外力であって、コイル 4 1, 5 1 への通電なしの状態の触感とは異なる触感を与えることができる。

【0085】

次に、図 6 (a) の状態に対し、操作部 1 2 が操作者によって X Y 面に沿いつつ回転軸 1 2 d を中心として反時計周り (− C 方向) に回転操作される場合、操作部 1 2 の変位にともなって磁石 4 3, 4 4, 5 3, 5 4 及びヨーク 4 5, 5 5 も変位する。このため、回転方向において、図 6 (d) に示すように、磁石 4 3, 4 4 がコア 4 0 に対して − C 方向にずれ、磁石 5 3, 5 4 がコア 5 0 に対して − C 方向にずれる。このとき、ずれ量は同じである。

【0086】

本実施形態では、磁石 4 3 (4 4) と磁石 5 3 (5 4) とが、操作部 1 2 が原位置の状態、回転軸 1 2 d を挟んで対向配置されているため、コア 4 0 と磁石 4 3, 4 4 との間

10

20

30

40

50

に作用する互いに引き合う磁気力と、コア 5 0 と磁石 5 3, 5 4 との間に作用する互いに引き合う磁気力が作用する。したがって、操作部 1 2 が -C 方向に操作されると、復元力発生部 1 3 による弾性変形の反力と、上記した 2 箇所での互いに引き合う磁気力によって、+C 方向（時計回り）の力が、操作量に応じて操作部 1 2 に作用する。

【0087】

そして、操作部 1 2 が -C 方向に操作されている任意タイミングで、電磁石 4 2, 5 2 のコイル 4 1, 5 1 に、例えば図 5 (a) に示したように、互いに引き合う磁気力を強める方向に電流を流すと、図 6 (d) に白抜き実線矢印で示す互いに引き合う磁気力が、通電前よりも大きくなり、その磁気力の変化が、図 6 (d) に白抜き破線矢印で示す、操作方向に対して逆方向（+C 方向）の外力の変化として伝わる。

10

【0088】

したがって、操作者に対して、操作方向に沿う外力であって、コイル 4 1, 5 1 への通電なしの状態の触感とは異なる触感、具体的には、通電なしの状態での +C 方向の力よりも大きな +C 方向の力を作用させて、良好な触感（ブレーキ感）を与えることができる。

【0089】

なお、図 5 (b) に示したように、互いに引き合う磁気力を弱める方向に電流を流す場合には、通電なしの状態での +C 方向の力よりも小さな、+C 方向の力を作用させることとなるため、操作者に対して、操作方向に沿う外力であって、コイル 4 1, 5 1 への通電なしの状態の触感とは異なる触感を与えることができる。

【0090】

また、コア 4 0, 5 0 は、操作部 1 2 の回転軸 1 2 d を挟んで対向配置されるとともに、コア 4 0 の端面に対向配置された磁石 4 3, 4 4 と、コア 5 0 の端面に対向配置された磁石 5 3, 5 4 とが、操作部 1 2 が原位置の状態での回転軸 1 2 d を挟んで対向している。さらに、磁石 4 3, 4 4, 5 3, 5 4 の着磁方向は同一であり、互いに引き合う磁気力が作用する範囲でコイル 4 1, 5 1 に電流を流す。したがって、操作部 1 2 の回転角度が 90 度（1/4 回転）を超えると、例えば磁石 5 3, 5 4 は、対応するコア 5 0 よりもコア 4 0 の方が近くなり、磁石 5 3, 5 4 とコア 4 0 との間に互いに引き合う磁気力が作用することとなる。同様に、磁石 4 3, 4 4 とコア 5 0 との間に互いに引き合う磁気力が作用することとなる。

20

【0091】

すなわち、操作部 1 2 の回転が 1/4 回転までは操作方向に対して逆方向（+C 方向）の外力が作用し、1/4 回転を超えて 1/2 回転までは操作方向（-C 方向）の外力が作用する。また、1/2 回転を超えて 3/4 回転までは操作方向に対して逆方向（+C 方向）の外力が作用し、3/4 回転を超えて 1 回転までは操作方向（-C 方向）の外力が作用するようになっている。したがって、例えばブレーキ感のみを付与したい場合には、操作部 1 2 が 1/4 回転を超えて回転しないように操作部 1 2 の回転を規制する部材を、入力部 1 1 に設けると良い。

30

【0092】

上記においては、操作部 1 2 を、+X 方向、-Y 方向、-C 方向（反時計周り）に操作する例を示した。しかしながら、操作部 1 2 を、-X 方向、+Y 方向、+C 方向（時計回り）に操作する場合も同様である。さらには、XY 面に沿う任意方向として、X 軸方向、Y 軸方向だけでなく、X 軸、Y 軸に対して斜め方向に操作する場合も同様である。

40

【0093】

次に、表示装置 1 0 0 における触感付与の一例について説明する。具体的には、車両のナビゲーションシステムを構成する表示装置 1 0 0 において、行き先検索時の 5 0 音入力を例に説明する。

【0094】

図 7 に示すように、表示装置 1 0 0 の表示画面 1 1 0 上には、入力する文字や機能（決定など）のアイコン 1 1 1 が並んでいる。また、表示画面 1 1 0 上のカーソル 1 1 2 は、上記した入力装置 1 0 の操作部 1 2 と連動しており、操作者としての運転者が操作部 1 2

50

を操作することで、パソコンのマウスと同様な感覚で、カーソル 1 1 2 を上下左右及び回転方向に自在に動かすことができるようになっている。また、操作部 1 2 の操作によってカーソル 1 1 2 を所望の位置に移動後は、入力装置 1 0 に設けられた図示しない決定ボタンを押すことで、文字を入力したり、処理を決定することができるようになっている。

【0095】

例えば、操作部 1 2 を +X 方向に操作することで、カーソル 1 1 2 を表示画面 1 1 0 において +X 方向に移動させると、カーソル 1 1 2 が指すアイコン 1 1 1 は順に替わっていく。このとき、例えば図 8 に示すように、カーソル 1 1 2 がアイコン 1 1 1 の境界（枠）に近づくにつれて、操作部 1 2 に作用する原位置に戻すような力が徐々に大きくなるように、制御部 1 6 は、アクチュエータ 1 5（電磁石 4 2, 5 2 のコイル 4 1, 5 1 に流れる電流の方向及び大きさ）を制御する。なお、図 8 に示す例では、カーソル 1 1 2 を表示画面 1 1 0 において +X 方向に移動させる際に、アイコン 1 1 1 を通過しきる前にコイル 4 1, 5 1 への通電を開始している。

【0096】

そして、カーソル 1 1 2 がアイコン 1 1 1 の境界（紙面左端側の端部）に到達したタイミングで、制御部 1 6 は、コイル 4 1, 5 1 への通電をオフとする。これにより、コイル 4 1, 5 1 への通電により重畳されていた磁気力の分が無くなり、操作部 1 2 に作用する力は、復元力発生部 1 3 の弾性変形の反力による復元力と、永久磁石である磁石 4 3, 4 4, 5 3, 5 4 と対向するコア 4 0, 5 0 の端面との間に作用する互いに引き合う磁気力（非通電時の磁気力）となる。

【0097】

以上のように制御することで、操作部 1 2 に対して、操作方向に沿う方向（本例では操作方向とは逆向きの方向）の外力を印加する。したがって、操作者が表示装置 1 0 0 の表示画面 1 1 0 を注視しなくとも、操作者に、カーソル 1 1 2 の操作方向を良好に認識させることができる。

【0098】

また、電流の大きさを変化させることで、操作者に、あたかもアイコン 1 1 1 に沿った凹凸のある面を操作したかのような錯覚を、感じさせることができる。操作者が感じる触感 は、電流波形により制御することもできる。

【0099】

なお、復元力発生部 1 3 の弾性変形の反力による復元力は、操作部 1 2 の位置が原位置から遠くなるほど大きくなる。また、コイル 4 1, 5 1 に電流を流さない状態で、磁石 4 3, 4 4, 5 3, 5 4 と、対向するコア 4 0, 5 0 の端面との間に作用する磁気力（クーロン力）は、操作部 1 2 の位置が原位置から遠くなるほど小さくなる。しかしながら、図 8 では、狭い領域内に位置するアイコン 1 1 1 を示しており、便宜上、コイル 4 1, 5 1 への非通電時に操作部 1 2 に作用する力を、カーソル 1 1 2 の位置に寄らず一定値で示している。

【0100】

また、上記した触感付与の例では、操作部 1 2（カーソル 1 1 2）の操作方向として +X 方向のみを示したが、その他の XY 面に沿う方向（-X 方向、Y 軸方向、斜め方向）についても、同様に触感を付与することができる。

【0101】

さらには、表示画面 1 1 0 の回転位置、例えばオーディオの音量やエアコンの温度などを操作する場合にも、操作部 1 2 に対して、回転方向に沿う方向（好ましくは回転方向とは逆向きの方向）の外力を印加するので、操作者が表示装置 1 0 0 の表示画面 1 1 0 を注視しなくとも、操作者に、カーソル 1 1 2 の操作方向を良好に認識させることができる。

【0102】

また、例えばコイル 4 1, 5 1 に流す電流のオン・オフを短時間で繰り返せば、操作部 1 2 を振動させることができるため、操作者に例えば警告信号として振動の触感を付与することもできる。

【0103】

また、図9に示すように、カーソル112がアイコン111の境界（枠）に近づくにつれて、操作部12に作用する原位置に戻すような力が徐々に小さくなるように、制御部16が、アクチュエータ15（電磁石42、52のコイル41、51に流れる電流の方向及び大きさ）を制御する構成としても良い。この場合、永久磁石である磁石43、44、53、54と対向するコア40、50の端面との間に作用する互いに引き合う磁気力（非通電時の磁気力）の一部を、コイル41、51への通電により相殺することで、操作部12の操作方向とは逆向きに作用する力を変化させて、操作者に、カーソル112の操作方向を良好に認識させることができる。

【0104】

以上に示したように、本実施形態に係る入力装置10によれば、コイル41、51に電流を流すことで、通電前とはコア40、50に作用する磁束が変化するため、これにより、操作部12を介して操作者の手に触感を付与することができる。

【0105】

また、アクチュエータ15を構成する2つの磁石43、53（及び磁石44、54）は、操作部12が原位置の状態、Z軸に垂直な方向において操作部12の回転軸12dを挟んで対向配置されている。また、各磁石43、44、53、54には、コア40、50が対向配置されている。したがって、回転軸12dを中心として操作部12を回転させた場合でも、コア40、50の端面と磁石43、44、53、54との間に作用する磁気力（本実施形態では、磁気力の大きさの変化）により、操作部12に対して、回転方向に沿う方向の外力（本実施形態では回転方向とは逆向きの外力）を与えることができる。なお、XY面に沿う任意方向に操作部12を変位させた場合にも、上記した磁気力により、操作部12に対して、操作方向に沿う外力を与えることができる。

【0106】

したがって、従来に比べて、特に回転動作に対して操作の確認性を向上することができる。特に入力装置10を、表示画面110を備えた車両用の表示装置100に対して情報を入力する装置に適用した場合、操作者としての運転者が表示画面110を注視しなくとも、触感によって、変位方向（操作部の操作方向）を確認しやすくなるという利点がある。

【0107】

また、電磁石42、52のコイル41、51に流す電流が小さくとも、大きな触感が得られるため、従来に比べて消費電力を低減することもできる。

【0108】

また、本実施形態では、操作部12が、XY面と平行な方向への移動が可能に支持され、電磁石42、52のコア40、50の端面と磁石43、44、53、54の対向面とが、XY面に平行とされている。したがって、XY面に沿う任意方向（X軸方向、Y軸方向、及び斜め方向）に操作部12を変位させると、変位（操作）方向における位置ずれ量が、磁石43とコア40、磁石44とコア40、磁石53とコア50、及び磁石54とコア50とで、互いに等しくなる。また、Z軸周りの回転方向に操作部12を変位させると、回転方向に沿う位置ずれ量が、磁石43とコア40、磁石44とコア40、磁石53とコア50、及び磁石54とコア50とで、互いに等しくなる。また、磁石43とコア40、磁石44とコア40、磁石53とコア50、及び磁石54とコア50とで、磁気力の作用が同じ組み合わせ（例えば全て引き合う磁気力）となるようにする。したがって、操作部12の回転軸12dを挟んで対向配置された2つの電磁石42、52（コイル41、51）に流す電流を独立制御しなくとも良いので、構成を簡素化することができる。

【0109】

また、本実施形態では、コア40がZ軸方向に延びており、コア40におけるXY面に平行とされた両端面に、磁石43、44が配置されている。したがって、コア40の両端において、引き合う磁気力がそれぞれ作用する。同様に、コア50もZ軸方向に延びており、コア50におけるXY面に平行とされた両端面には、磁石53、54が配置されてい

るので、コア 50 の両端において、引き合う磁気力がそれぞれ作用する。そして、コア 40, 50 は、上記の通り、操作部 12 の回転軸 12 d を挟んで対向配置されている。したがって、操作部 12 が X Y 面に沿う方向若しくは Z 軸に沿う回転方向に操作されても、コア 40, 50 と磁石 43, 44, 53, 54 の対向距離は、操作部 12 が原位置の状態の所定距離で維持されるため、Z 軸方向において、触感のばらつきを抑制することができる。

【0110】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態に係る入力装置について説明する。第 2 実施形態に係る入力装置 10 では、入力部 11 において、図 10 に示すように、アクチュエータ 15 が復元力発生部 13 を兼ねている、すなわちアクチュエータ 15 とは別に復元力発生部 13 を有していない点を特徴とする。

10

【0111】

それ以外の構成は、基本的に、第 1 実施形態に示した入力装置 10 と同じであり、磁石 43, 44, 53, 54 は、全て永久磁石である。ただし、復元力発生部 13 を有さないため、本実施形態では、検出部 14 が、非接触の位置情報検出部として構成されている。具体的には、永久磁石 14 c と、磁電変換素子としての複数のホール素子 14 d とにより構成されている。

【0112】

永久磁石 14 c は、非磁性材料からなり、一端が保持部材 30 における下面側に固定されて Z 軸方向に延びる柱状部材 32 の他端側に保持されており、操作部 12 の変位にともなって変位するようになっている。ホール素子 14 d は、少なくとも、X 軸に沿う方向（+X 方向、-X 方向）と Y 軸に沿う方向（+Y 方向、-Y 方向）の、ホルダ 14 a を中心とした 4 箇所それぞれ配置されている。そして、Z 軸方向において、柱状部材 32 の下端とホール素子 14 d との間には所定の隙間が設けられており、操作部 12 が変位されても、両者が接触しないようになっている。

20

【0113】

なお、非接触の位置情報検出部としては、上記した構成以外にも、光センサを用いた構成などを採用することができる。

【0114】

また、操作部 12 又は保持部材 30 は、変位可能にハウジング 17 の一部位に支持されている。本実施形態では、操作部 12 が、ハウジング 17 を構成するカバー 20 の一面 20 a に支持されている。

30

【0115】

次に、2つのコア 40, 50 のうち、コア 50 側の構成を用いて、アクチュエータ 15 による原位置復帰動作について説明する。

【0116】

第 1 実施形態（図 5 (a), (b) 参照）で示したように、コイル 41, 51 に電流が流れていない状態で、磁石 43, 44 間の磁界、磁石 53, 54 間の磁界により、コア 40, 50 はそれぞれ磁化されて磁石となる。そして、コア 40, 50 の端面と対向する磁石 43, 44, 53, 54 の対向面との間に、互いに引き合う磁気力が作用する。

40

【0117】

また、コイル 41, 51 に電流を流す場合、第 1 実施形態同様、コア 40, 50 の端面と対向する磁石 43, 44, 53, 54 の対向面との間に作用する磁気力が互いに引き合う磁気力となる範囲で、電流の方向及び電流の大きさが決定されると、コア 40, 50 の端面と対向する磁石 43, 44, 53, 54 の対向面との間に、互いに引き合う磁気力が作用する。

【0118】

図 11 (a) に示すように、操作部 12 が例えば +X 方向に操作された場合、操作部 12 とともに磁石 53, 54 及びヨーク 55 も変位する。コイル 51 への通電、非通電に関

50

わらず、コア 5 0 と磁石 5 3, 5 4 との間には、互いに引き合う磁気力、すなわち磁石 5 3, 5 4 を原位置に戻そうとする力（図中の白抜き矢印）が作用する。したがって、磁石 5 3, 5 4 及びヨーク 5 5、すなわち操作部 1 2 を原位置に自動的に復帰させることができる。

【0119】

また、図 1 1 (b) に示すように、操作部 1 2 が例えば -X 方向に操作された場合、操作部 1 2 とともに磁石 5 3, 5 4 及びヨーク 5 5 も変位する。コイル 5 1 への通電、非通電に関わらず、コア 5 0 と磁石 5 3, 5 4 との間には、互いに引き合う磁気力、すなわち磁石 5 3, 5 4 を原位置に戻そうとする力（図中の白抜き矢印）が作用する。したがって、この場合も、磁石 5 3, 5 4 及びヨーク 5 5、すなわち操作部 1 2 を原位置に自動的に

10

【0120】

なお、上記例では、X 軸方向の変位に対しての例のみを示したが、Y 軸方向、斜め方向、Z 軸周りの回転方向においても同様である。

【0121】

このように、本実施形態では、操作部 1 2 を原位置に復帰させるためにアクチュエータ 1 5 の磁気力を利用するので、復元力発生部 1 3 を有さなくとも良く、入力装置 1 0（入力部 1 1）の構成を簡素化することができる。

【0122】

なお、磁気力（クーロン力）は、距離の 2 乗に反比例する。すなわち、操作部 1 2 の変位量（原位置からの操作量）が大きいほど、磁気力は小さくなる。したがって、操作部 1 2 の操作量に応じて、制御部 1 6 がコイル 4 1, 5 1 に流す電流量を変化させる構成としても良い。

20

【0123】

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態に係る入力装置について説明する。第 3 実施形態に係る入力装置 1 0 では、入力部 1 1 が、図 1 2 に示すように、1 つの電磁石 6 2 と、一対の磁石 6 3, 6 4 を有する点を特徴とする。それ以外の構成は、基本的に、第 1 実施形態に示した入力装置 1 0 と同じである。

【0124】

電磁石 6 2 は、上記した電磁石 4 2, 5 2 同様、1 本のコア 6 0 と、該コア 6 0 に巻回されたコイル 6 1 を有している。コア 6 0 は、その両端面 6 0 a, 6 0 b が、XY 面に平行とされ、且つ、少なくとも操作部 1 2 が原位置の状態、操作部 1 2 の回転軸 1 2 d を挟んで互いに対向配置されている。

30

【0125】

本実施形態では、コア 6 0 が、Z 軸方向に延び、互いに対向する垂直部 6 0 c と、XY 面に平行に延び、2 つの垂直部 6 0 c を連結する連結部 6 0 d を有した略 U 字状となっている。コア 6 0 の端面 6 0 a, 6 0 b は、Z 軸方向において互いに等しい位置となっており、操作部 1 2 が原位置の状態、XY 面に沿う方向において、操作部 1 2 の回転軸 1 2 d からコア 6 0 の端面 6 0 a までの距離と、操作部 1 2 の回転軸 1 2 d からコア 6 0 の端面 6 0 b までの距離が等しくなっている。また、コア 6 0 における連結部 6 0 d にコイル 6 1 が巻回されている。そして、上記実施形態同様、電磁石 6 2 が、ハウジング 1 7 を構成するケース 2 3 に固定されている。

40

【0126】

コア 6 0 の端面 6 0 a には、磁石 6 3 が対向配置され、コア 6 0 の端面 6 0 b には、磁石 6 4 が対向配置されている。本実施形態では、磁石 6 3, 6 4 として永久磁石を採用しており、これら磁石 6 3, 6 4 は、いずれもヨーク 6 5 を介して保持部材 3 0 に固定され、操作部 1 2 とともに変位されるようになっている。また、図 1 3 に示すように、磁石 6 3 におけるコア 6 0 の端面 6 0 a との対向面 6 3 a と、磁石 6 4 におけるコア 6 0 の端面 6 0 b との対向面 6 4 a は、いずれも XY 面に平行であって、対応する端面 6 0 a, 6 0

50

bとの距離が、操作部12が原位置の状態等で等しくされている。

【0127】

また、磁石63の対向面63a側の磁極と、磁石64の対向面64a側の磁極とは、互いに異なる磁極となっている。本実施形態では、図13に示すように、磁石63の対向面63a側がS極、磁石64の対向面64a側がN極となっている。したがって、コイル61に電流を流さない状態でも、磁石63、64によってコア60が磁化され、コアの端面60aがN極、コア60の端面60bがS極となる。

【0128】

一方、コイルに電流を流すと、コア60は、上記した磁石63、64による磁界と、コイル61に流れる電流により生じる磁界とによって、磁化されることとなる。本実施形態でも、上記実施形態に示したように、コイル61に電流を流したときに、コア60の端面60a、60bと対向する磁石63、64の対向面63a、64aとの間に作用する磁気力が、互いに引き合う磁気力となるようにされる。

【0129】

なお、磁石63におけるコア60との対向面63aとは反対側の面には、ヨーク65の一端が接し、磁石64におけるコア60との対向面64aとは反対側の面には、ヨーク65の他端が接している。これにより、消費電力を低減（コストを低減）するとともに、漏れ磁束を抑制して、他機器などの誤作動を抑制するようにしている。

【0130】

このように、本実施形態では、入力部11が1つの電磁石62、すなわち1本のコア60のみを有するので、上記実施形態に示した構成に比べて、電磁石62の構成を簡素化し、入力装置10のコストを低減することができる。

【0131】

特に本実施形態では、コア60を略U字状とし、U字状のコア60における連結部60dにコイル61が巻回されている。すなわち、Z軸方向に延びる垂直部60cにはいずれもコイル61が巻回されていない。したがって、XY面に沿う方向であってコア60における端面60a、60bが並設された方向において、入力部11の体格を小型化することができる。

【0132】

なお、コア60の形状は上記例に限定されるものではない。本実施形態では、図14(a)に示すように、垂直部60cがZ軸方向に延びる例を示した。しかしながら、例えば図14(b)に示すように、垂直部60cが、磁石64と対向する端面60bを一端とする、Z軸方向に延びる部位60c1と、該部位60c1における端面60bとは反対側の端部に連結され、XY面に沿う方向に延びる部位60c2を有する略L字状としても良い。このような構成とすると、連結部60dにコイル61が巻回される構成でありながら、Z軸方向において、入力部11の体格の増大を抑制することができる。

【0133】

また、本実施形態に係る構成と第2実施形態に係る構成を組み合わせた構成としても良い。すなわち、図15に示すように、入力部11が1つの電磁石62のみを有する構成において、アクチュエータ15が復元力発生部13を兼ねる構成としても良い。図15に示す例では、検出部14が、光を反射する反射部材14eと光と照射する素子と光を受光する素子を備えた光センサ14fとにより構成された非接触の位置情報検出部となっている。

【0134】

このような構成とすると、さらに復元力発生部13を不要とすることができるので、入力装置10（入力部11）の構成をさらに簡素化することができる。

【0135】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態になんら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

10

20

30

40

50

【0136】

本実施形態では、操作部12の変位として、操作部12がカバー20の一面20aに沿う方向に操作、すなわちXY面に沿って平行移動される例を示した。しかしながら、例えば図16に示すように、操作部12が揺動操作されることで、XY面に沿う任意方向に操作部12が変位される構成についても、本発明を適用することができる。その際、保持部材30におけるアクチュエータ15側の面を球面状とし、球面と平行に磁石やコアを配置した構成としても良い。このように、操作部12の変位としては、XY面に沿う平行移動だけでなく、揺動も含まれるので、入力装置10、特に入力部11のデザインの自由度を高めることができる。そして、操作者の操作感に適合した設計が可能となる。

【0137】

本実施形態では、アクチュエータ15を構成する電磁石42、52、62と、磁石43、44、53、54、63、64のうち、磁石43、44、53、54、63、64側が操作部12にともなって変位する構成例を示した。しかしながら、電磁石42、52、62側が操作部12にともなって変位する構成としても良い。すなわち、磁石と電磁石のいずれか一方のみが操作部12とともに変位する構成とすれば良い。

【0138】

本実施形態では、磁石43、44、53、54、63、64として永久磁石の例を示した。しかしながら、電磁石を採用することもできる。例えばアクチュエータ15が復元力発生部13を兼ねる構成の場合には、磁石43、44、53、54、63、64としての電磁石のコイルが、操作部12が操作者によって操作され得る状況下（例えば車両のイグニッションキーがオンされると）で通電され、これにより、互いに引き合う磁気力が作用するようにすれば良い。

【0139】

また、復元力発生部13がアクチュエータ15とは別に存在する構成の場合には、磁石43、44、53、54、63、64としての電磁石のコイルへの通電を、電磁石42、52、62のコイル41、51、61と同じタイミングでオン・オフするように制御しても良い。

【0140】

本実施形態では、電磁石42、52、62を構成するコア40、50、60の端面と、磁石43、44、53、54、63、64の対向面が、いずれもXY面に平行とされる例を示した。しかしながら、XY面に平行でない構成も可能である。その一例として、電磁石42、52のコア40、50の端面と、磁石43、53の対向面とがXY面に垂直とされた構成がある。

【0141】

図17に示す例では、コア40、50と磁石43、53が、X軸上に配置され、コア40の端面と磁石43の対向面が、回転軸12dを中心とした-X軸側にてXY面に垂直とされ、コア50の端面と磁石53の対向面が、回転軸12dを中心とした+X軸側にてXY面に垂直とされている。しかしながら、このような構成では、コア40、50の端面と磁石43、53の対向面との対向方向（図17においてX軸方向のうちの例えば-X方向）に操作部12を変位させた場合、回転軸12dを挟んで対向配置された一方の磁石43とコア40との対向距離は短くなり、他方の磁石53とコア50との対向距離は長くなる。上記したように、磁気力（クーロン力）は距離の2乗に反比例するので、対向距離が短い方が磁気力が強い。したがって、電磁石42と磁石43、電磁石52と磁石53の、磁気力が作用する2つの部位で、各電磁石42、52のコイル41、51に流す電流を独立して制御しないと、特に操作方向に対して逆向きの触感を付与することが困難である。これに対し、本実施形態では、電磁石42、52、62を構成するコア40、50、60の端面と、磁石43、44、53、54、63、64の対向面が、いずれもXY面に平行であり、操作部12がXY面に平行に移動するので、各電磁石42、52のコイル41、51に流す電流を独立して制御しなくとも、同一の駆動信号（電流の流れ方向及び大きさが同じ）を用いても、特に操作方向に対して逆向きの触感を付与することができる。

10

20

30

40

50

【0142】

第1実施形態及び第2実施形態では、復元力発生部13としてゴムを用いる例を示したが、弾性を有するように加工や成形してなるものを採用することもできる。例えば図18に示す例では、金属材料を加工してなるバネを復元力発生部70として採用している。ゴムは、温度によって硬度が変化するため、操作者の触感が温度によって変化してしまう。これに対し、金属材料からなるバネを採用すると、温度に対する弾性変化が殆どないため、温度による触感の変化を抑制することができる。

【0143】

本実施形態では、磁石43, 44, 53, 54, 63, 64と電磁石42, 52, 62のコア40, 50, 60との間に作用する磁気力が、互いに引き合う磁気力とされる例を示した。しかしながら、操作部12に対して、操作方向に沿う外力を付与するためには、互いに反発し合う磁気力が作用するようにしても良い。これによっても、操作部12に対して、変位方向（操作方向）に沿う方向の外力、具体的には変位方向と同方向の外力（加速感）を印加できるので、操作者に良好な触感を与える（操作の確認性を向上する）ことができる。

10

【0144】

ただし、アクチュエータ15が復元力発生部13を兼ねる構成では、磁石43, 44, 53, 54, 63, 64と電磁石42, 52, 62のコア40, 50, 60との間に作用する磁気力として、互いに引き合う磁気力を少なくとも用いることとなる。

【0145】

また、磁気力としては、互いに反発し合う磁気力よりも、互いに引き合う磁気力を用いるほうが、操作者が操作部12に加える力に対して反対向きの外力が操作部12に作用することとなるので、操作者による操作の確認性を向上することができる。磁石43, 44, 53, 54, 63, 64として永久磁石を用いる場合には、通電前の磁気力に対して通電後の磁気力が大きくなるようにすると、操作者による操作の確認性をより向上することができる。

20

【符号の説明】

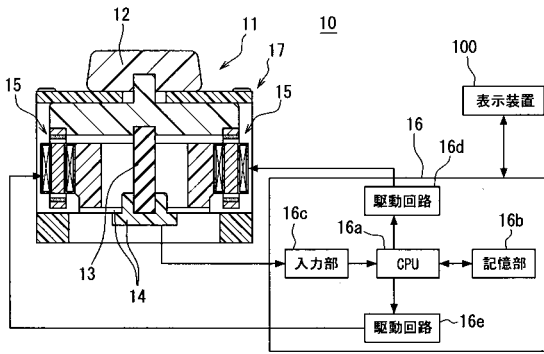
【0146】

10・・・入力装置
 11・・・入力部
 12・・・操作部
 12d・・・回転軸
 13・・・復元力発生部
 14・・・検出部
 15・・・アクチュエータ
 16・・・制御部
 40, 50, 60・・・コア
 41, 51, 61・・・コイル
 42, 52, 62・・・電磁石
 43, 44, 53, 54・・・磁石
 45, 55, 65・・・ヨーク

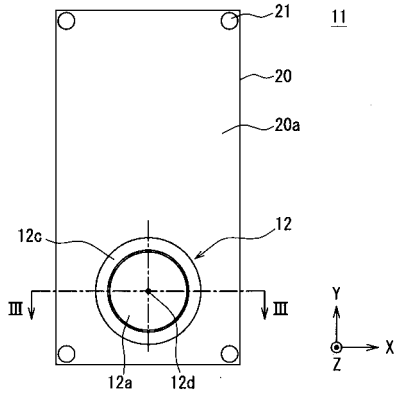
30

40

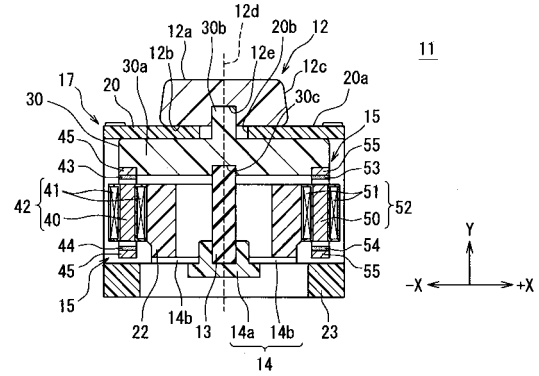
【図 1】



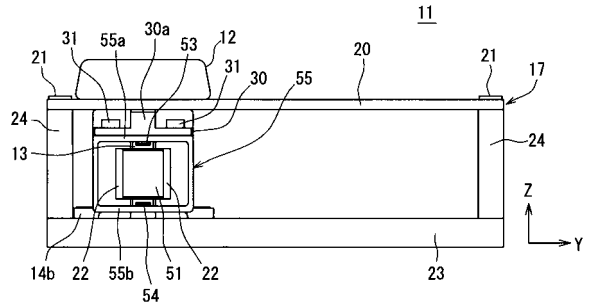
【図 2】



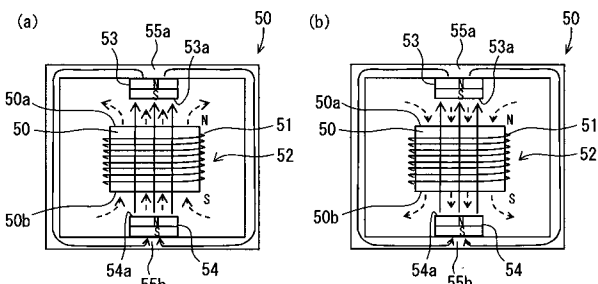
【図 3】



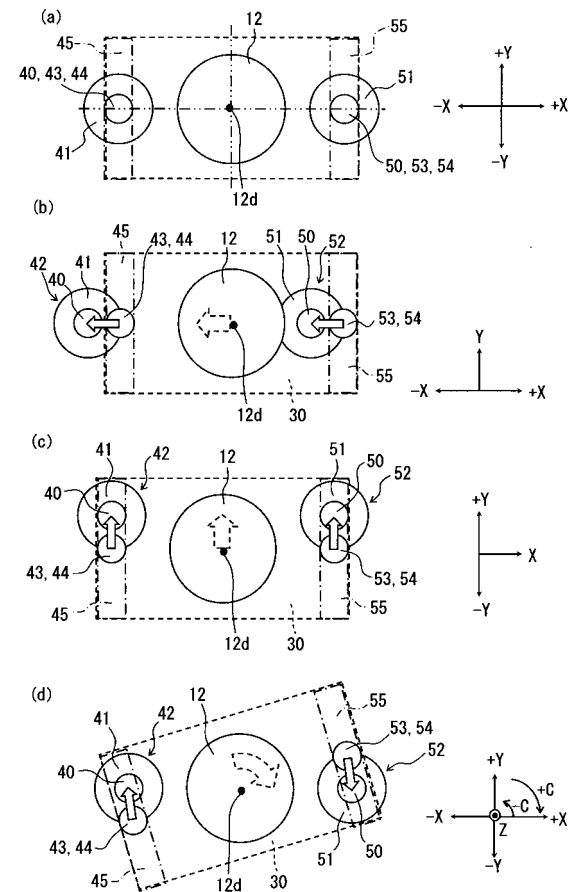
【図 4】



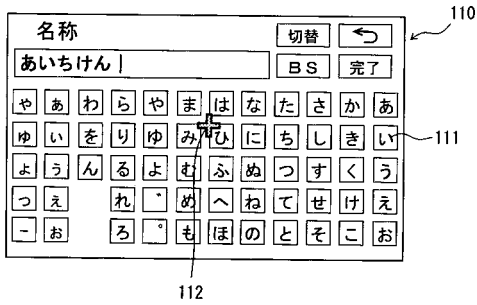
【図 5】



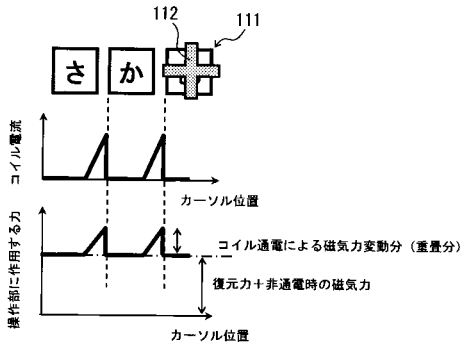
【図 6】



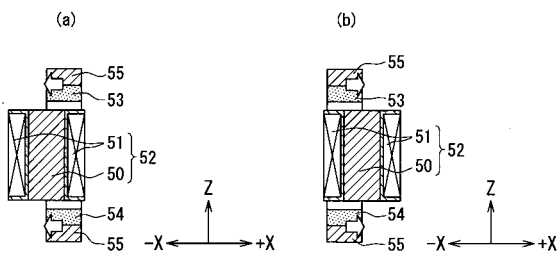
【図 7】



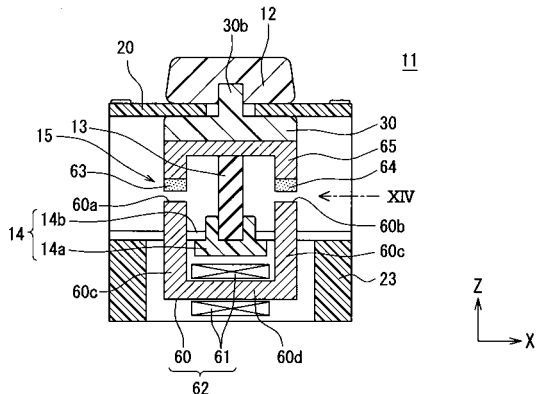
【図 8】



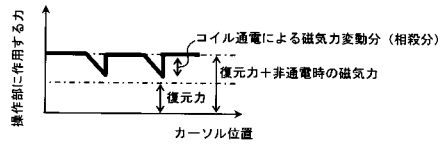
【図 11】



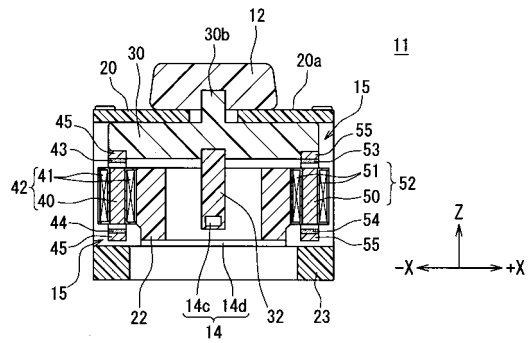
【図 12】



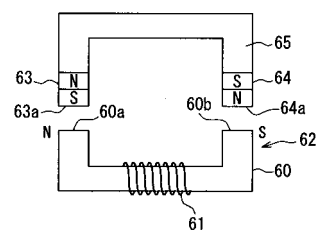
【図 9】



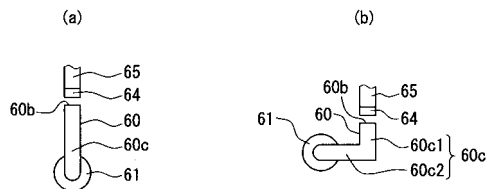
【図 10】



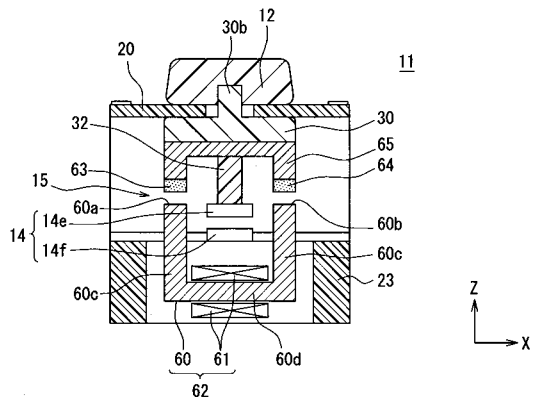
【図 13】



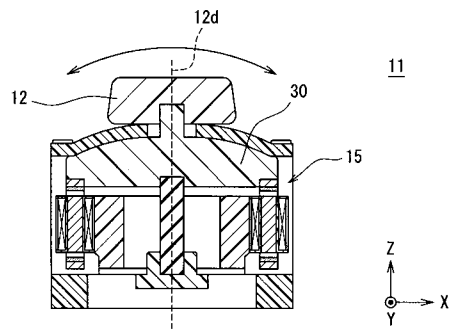
【図 14】



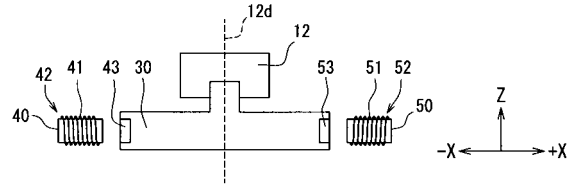
【図 15】



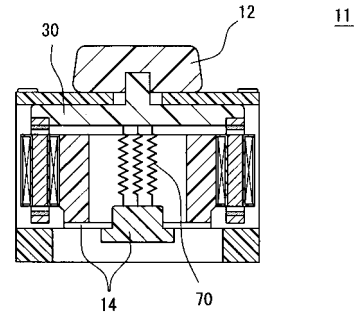
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 北川 希

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 3J070 AA14 BA19 BA51 CD11 DA02 DA37

5G031 AS33J AS45J HU03 HU23 KS08 QS09