(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
2017 年 3 月 30 日(30.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/051823 A1

(51) 国際特許分類:
*F16H 49/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/077841

(22) 国際出願日: 2016 年 9 月 21 日(21.09.2016)

(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 2015-187310 2015 年 9 月 24 日(24.09.2015) JP

(71) 出願人: 日立金属株式会社(HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1088224 東京都港区港南一丁目２番７０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 木本　昭洋(KIMOTO, Akihiro); 〒5640002 大阪府吹田市岸部中一丁目３番１号　ＮＥＯＭ　ＡＸエンジニアリング株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 河野　英仁, 外(KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目４番３号　河野特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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.

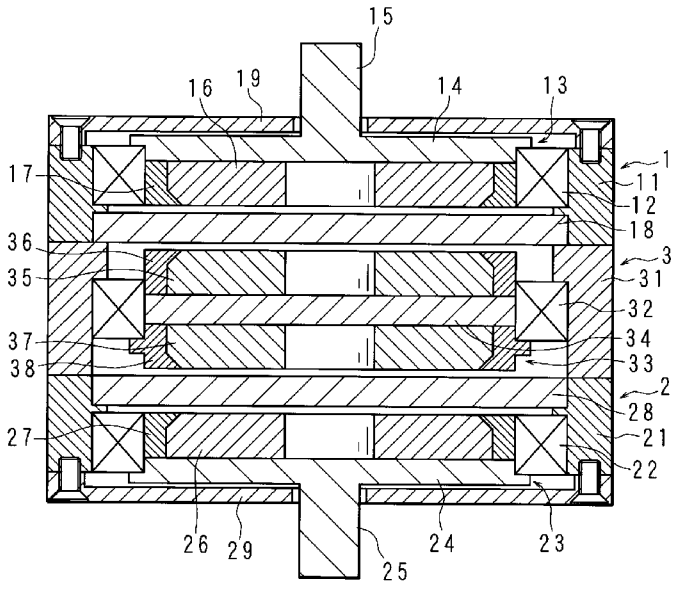
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2017/051823 A1

(54) **Title**: MAGNETIC GEAR DEVICE

(54) 発明の名称 : 磁気ギア装置




(57) **Abstract**: A magnetic gear device is provided with: a discoid first rotor (13) on which a plurality of magnetic pole pairs (16) are disposed along the circumferential direction; a discoid first magnetic-field-modulating yoke (18) on which a plurality of magnetic bodies are disposed along the circumferential direction, said yoke modulating the spatial frequency of a magnetic field generated by the first rotor (13); a discoid second rotor (23) of which a center line substantially coincides with a center line of the first rotor (13) and on which a plurality of magnetic pole pairs (26) are disposed along the circumferential direction; a discoid second magnetic-field-modulating yoke (28) on which a plurality of magnetic bodies are disposed along the circumferential direction, said yoke modulating the spatial frequency of a magnetic field generated by the second rotor (23); and a discoid linking rotor (33) which is disposed between the first magnetic-field-modulating yoke (18) and the second magnetic-field-modulating yoke (28), and which electrically links the first rotor (13) and the second rotor (23) via the first magnetic-field-modulating yoke (18) and the second magnetic-field-modulating yoke (28).

(57) 要約:

[続葉有]

磁気ギア装置は、周方向に沿って複数の磁極対（１６）がそれぞれ配された円盤状の第１回転子（１３）と、周方向に沿って複数の磁性体がそれぞれ配されており、第１回転子（１３）が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第１磁場変調ヨーク（１８）と、中心線が第１回転子（１３）の中心線と略一致しており、周方向に沿って複数の磁極対（２６）がそれぞれ配された円盤状の第２回転子（２３）と、周方向に沿って複数の磁性体がそれぞれ配されており、第２回転子（２３）が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第２磁場変調ヨーク（２８）と、第１磁場変調ヨーク（１８）及び第２磁場変調ヨーク（２８）の間に配されており、第１磁場変調ヨーク（１８）及び第２磁場変調ヨーク（２８）を介して第１回転子（１３）及び第２回転子（２３）を磁気的に連結する円盤状の連結回転子（３３）とを備える。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 磁気ギア装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、アキシャルギャップ構造を有し、磁力を利用して動力を伝達する磁気ギア装置に関する。

## 背景技術

[0002] 特許文献１には、ラジアルギャップ構造を有する磁気ギア装置が開示されている。特許文献１に係る磁気ギア装置は、外周部に複数の磁石片を有する第１内歯車と、該第１内歯車の外周側に配されており、内周部及び外周部に複数の磁石片を有する第２内歯車と、該第２内歯車の外周側に配されており、内周部に複数の磁石片を有する外歯車とを備える。第１内歯車及び第２内歯車の間には磁性歯部が配置され、第２内歯車及び外歯車の間にも磁性歯部が配置されている。このように構成された特許文献１に係る磁気ギア装置は、径方向に歯車及び磁性歯部を多段的に配置することによって、高ギア比を実現している。

[0003] 特許文献２には、アキシャルギャップ構造を有する磁気ギア装置が開示されている。周方向に沿って複数の磁極対がそれぞれ配された円盤状の第１磁石列及び第２磁石列と、第１及び第２磁石列間に配されており、周方向に沿って複数の磁性体が配された円盤状の中間ヨークとを備える。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１４－１５９９２号公報

特許文献2：国際公開第２００９／１３０４５６号

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１に係る磁気ギア装置は、径方向に大型化してしまうという問題があった。また、特許文献１に係る磁気ギア装置は、ラジア

ルギャップ構造を採用しているため、回転軸方向の小型化にも限界があるという問題があった。

特許文献２に係る磁気ギア装置は、一般的なアキシャルギャップ構造を採用しており、小型化及びギア比の向上には限界がある。

[0006] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、高ギア比を有する小型の磁気ギア装置を提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る磁気ギア装置は、周方向に沿って複数の磁極対がそれぞれ配された円盤状の第１磁石列と、周方向に沿って複数の磁性体がそれぞれ配されており、前記第１磁石列が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第１磁性体列と、中心線が前記第１磁石列の中心線と略一致しており、周方向に沿って複数の磁極対がそれぞれ配された円盤状の第２磁石列と、周方向に沿って複数の磁性体がそれぞれ配されており、前記第２磁石列が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第２磁性体列と、前記第１磁性体列及び前記第２磁性体列の間に配されており、前記第１磁性体列及び前記第２磁性体列を介して前記第１磁石列及び前記第２磁石列を磁気的に連結する円盤状の連結器とを備える。

[0008] 本発明にあっては、各磁石列及び磁性体列並びに連結器は円盤状をなし、中心線方向に並ぶ構造であるため、径方向の大型化を抑えることができる。また、第１磁石列及び第１磁性体列と、第２磁石列及び第２磁性体列とを円盤状の連結器によって磁気的に連結する構成であるため、複数の磁気ギアを単純に中心線方向に並べ、回転軸で連結する構成に比べて、中心線方向の大型化を抑えることができる。

第１磁石列及び第１磁性体列が相対的に回転した場合、第１磁石列の磁場は変調され、該第１磁石列の磁極対の数と異なる次数の周波数成分を有する回転磁場が生成される。回転磁場の回転速度は、第１磁石列又は第１磁性体列の回転速度と異なり、回転磁場は磁極対及び磁性体の数に応じたギア比で回転する。第２磁石列及び第２磁性体列によって生成される回転磁場も同様

の性質を有する。連結器は、このように変調された第１磁石列の回転磁場と、第２磁石列の回転磁場とに磁気的に結合し、第１磁石列及び第２磁石列を連結する。

従って、第１磁石列又は第１磁性体列に回転力が与えられた場合、該回転力は、連結器を介して所定の加減速比で第２磁石列又は第２磁性体列に伝達される。回転速度は、第１磁石列及び第１磁性体列側と、第２磁石列及び第２磁性体列側とにおいて２段階で加速又は減速される。逆も同様であり、第２磁石列又は第２磁性体列に回転力が与えられた場合、該回転力は、連結器を介して所定の加減速比で第１磁石列又は第１磁性体列に伝達される。

なお、本発明においては、磁気ギア装置を用いて回転力を伝達する際、第１磁石列及び第１磁性体列のいずれを固定しても良い。同様に、第２磁石列及び第２磁性体列のいずれを固定しても良い。

[0009] 本発明に係る磁気ギア装置は、前記連結器は、中心線が前記第１磁石列の中心線と略一致しており、前記第１磁性体列によって変調された磁場に対応する複数の磁極対がそれぞれ周方向に沿って配された円盤状の第１連結磁石列と、中心線が前記第２磁石列の中心線と略一致しており、前記第２磁性体列によって変調された磁場に対応する複数の磁極対がそれぞれ周方向に沿って配された円盤状の第２連結磁石列とを備え、前記第１連結磁石列及び前記第２連結磁石列は前記周方向において相対的に固定されている。

[0010] 本発明にあっては、第１磁石列側に第１連結磁石列を有し、第２磁石列側に第２連結磁石列を有する円盤状の連結器によって、第１磁石列及び第２磁石列を磁気的に連結する構成であるため、軸方向の大型化を抑えることができる。

なお、本発明には第１連結磁石列と、第２連結磁石列との間に円盤状のバックヨークを介装させる構成も含まれる。バックヨークを設けた場合、第１及び第２磁石列と、第１及び第２連結回転子との結合力が大きくなるため、伝達可能な回転力は増大し、脱調を防ぐことができる。

[0011] 本発明に係る磁気ギア装置は、前記第１磁石列及び前記第１磁性体列を支

持し、ユニット化する第１筒部と、前記第２磁石列及び前記第２磁性体列を支持し、ユニット化する第２筒部と、前記第１連結磁石列及び第２連結磁石列を支持し、ユニット化する第３筒部とを備える。

[0012] 本発明にあっては、磁気ギア装置は３つのユニットによって構成される。第１のユニットは第１磁石列及び第１磁性体列をユニット化したものであり、第２のユニットは第２磁石列及び第２磁性体列をユニット化したものであり、第３のユニットは第１及び第２連結回転子をユニット化したものである。本発明によれば、磁気ギア装置を構成する第１又は第３のユニットを、磁極対及び磁性体の数が異なる他のユニットに交換することによって、磁気ギア装置のギア比を容易に変更することができる。第３のユニットは、ギア比の変更に伴い必要に応じて交換すれば良い。

[0013] 本発明に係る磁気ギア装置は、前記第１磁石列及び第２磁石列は軸受にて、回転可能に前記第１筒部及び第２筒部にそれぞれ支持されており、前記第１連結磁石列及び第２連結磁石列は軸受にて、一体回転可能に前記第３筒部に支持されている。

[0014] 本発明にあっては、第１磁石列に回転力が与えられた場合、当該回転力は連結器を介して第２磁石列に伝達され、その回転数は２段階で加減速される。また、第２磁石列に回転力が与えられた場合、当該回転力は連結器を介して第１磁石列に伝達され、その回転数は２段階で加減速される。

## 発明の効果

[0015] 本発明によれば、高ギア比を有する小型の磁気ギア装置を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本実施形態に係る磁気ギア装置の一構成例を示した側断面図である。

[図2]第１回転子ユニットの一構成例を示した側断面図である。

[図3A]第１回転子及び第１磁場変調ヨークの一構成例を示した底面図である。

[図3B]第１回転子及び第１磁場変調ヨークの一構成例を示した底面図である

。

[図4]連結回転子ユニットの一構成例を示した側断面図である。

[図5A]連結回転子の一構成例を示した上面図及び底面図である。

[図5B]連結回転子の一構成例を示した上面図及び底面図である。

[図6]第２回転子ユニットの一構成例を示した側断面図である。

[図7A]第２回転子及び第２磁場変調ヨークの一構成例を示した上面図である。

[図7B]第２回転子及び第２磁場変調ヨークの一構成例を示した上面図である。

[図8]各ユニットを構成する磁石列及び磁性体の数の組み合わせを示す概念図である。

[図9]各ユニットの他の組み合わせ例を示す概念図である。

## 発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明をその実施形態を示す図面に基づいて詳述する。

図１は本実施形態に係る磁気ギア装置の一構成例を示した側断面図、図２は第１回転子ユニット１の一構成例を示した側断面図、図３Ａ及び図３Ｂは第１回転子１３及び第１磁場変調ヨーク（第１磁性体列）１８の一構成例を示した底面図、図４は連結回転子ユニット３の一構成例を示した側断面図、図５Ａ及び図５Ｂは連結回転子３３の一構成例を示した上面図及び底面図、図６は、第２回転子ユニット２の一構成例を示した側断面図、図７Ａ及び図７Ｂは第２回転子２３及び第２磁場変調ヨーク（第２磁性体列）２８の一構成例を示した上面図である。

本発明の実施形態に係る磁気ギア装置は円柱状をなし、回転軸が略一致するように配置された円盤状の第１回転子ユニット１及び第２回転子ユニット２と、第１及び第２回転子ユニット１、２間に配され、各ユニットを磁気的に連結する連結回転子ユニット（連結器）３とを備える。

[0018] 第１回転子ユニット１は、図１及び図２に示すように第１筒部１１を備える。第１筒部１１は、ステンレス等の非磁性体材料で形成されている。第１

筒部１１の内周面には軸受１２の外輪が圧入されており、第１筒部１１は軸受１２に介して円盤状の第１回転子１３（第１磁石列）を、その回転軸が第１筒部１１の中心線と略一致するように回転可能に支持している。第１回転子１３の厚みは第１筒部１１の中心線方向の長さより短く、第１回転子１３は第１筒部１１の内部に収まっている。

なお本明細書において略一致とは、設計上は一致を意味しており、製作の過程で発生する機械加工等で必要な寸法公差や誤差を含み略一致と表記した。また、設計上の一致は、必ずしも完全な一致を意味するものでは無く、第１回転子１３、第２回転子２３及び連結回転子３３が磁気的ないし機械的に結合して回転し、回転力を伝達することが可能な範囲において中心軸が不一致となる場合も含み得る。

[0019] 第１回転子１３は、磁性体材料からなる円板部１４を有し、円板部１４の一面の中心部には、回転軸方向に突出した入出力軸１５が設けられている。円板部１４の他面には、厚さ方向に着磁された外面側Ｎ極の磁石１６ａ及び外面側Ｓ極の磁石１６ｂからなる扇形の磁極対１６が図３Ａに示すように周方向に沿って略等間隔に３組配置されている。なお、磁極対１６の組数は一例であり、所望のギア比に応じて適宜設定される。ここで厚さ方向に着磁された磁石１６ａ，１６ｂとは、外面側（図２中下側）及び内面側（図２中上側）が異極となるよう着磁されていることを意味する。例えば、磁石１６ａは、外面側及び内面側それぞれがＮ極及びＳ極に着磁され、磁石１６ｂは、外面側及び内面側それぞれがＳ極及びＮ極に着磁されている。磁石１６ａ，１６ｂは、希土類―遷移金属系磁石（例えばＮｄ－Ｆｅ－Ｂ系磁石等）、ボンド磁石、フェライト磁石等である。

磁石１６ａ，１６ｂの外面側の外周縁部分は面取り加工されており、面取り加工された３組の磁極対１６を周方向に配してなる磁石列は樹脂埋め込みによって全体として円盤状に成形されている。磁極対１６を樹脂モールドすることによって、磁石１６ａ，１６ｂの外周縁部には、第１回転子１３の回転による遠心力によって磁石１６ａ，１６ｂが飛散することを防止する飛散

防止部１７が形成されている。具体的には、飛散防止部１７は、図２及び図３Ａに示すように、磁石１６ａ，１６ｂの外周縁を囲繞しており、円板部１４から離れようとする磁石１６ａ，１６ｂの動きを規制する断面鉤状をなす円環部材である。

なお本明細書において等間隔とは、設計上は等間隔を意味しており、製作の過程で発生する機械加工等で必要な寸法公差や誤差を含み略等間隔と表記した。また、設計上の等間隔は、必ずしも完全な一致を意味するものでは無く、第１回転子１３、第２回転子２３及び連結回転子３３が磁気的ないし機械的に結合して回転し、回転力を伝達することが可能な範囲において配置間隔が不一致となる場合も含み得る。

[0020] また、第１回転子ユニット１は、第１回転子１３が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第１磁場変調ヨーク１８を備える。第１筒部１１は、第１回転子１３の磁極対１６が配された面に第１磁場変調ヨーク１８が平行的に対向し、第１筒部１１の一開放端を覆うように該第１磁場変調ヨーク１８を支持及び固定している。第１磁場変調ヨーク１８は、図３Ｂに示すように周方向に沿って略等間隔に配された２１個の磁性体１８ａと、該複数の磁性体１８ａを保持する円盤状の保持部材とを備える。第１磁場変調ヨーク１８は、例えば円盤状に形成された樹脂に各磁性体１８ａを固定して作製される（例えば、国際公開第２００９／０８７４０８号参照）。第１磁場変調ヨーク１８には、磁性体１８ａにより発生した３次調波成分、７次調波成分及び１３次調波成分を含む交番磁界が軸方向に交差する。なお、磁性体１８ａの数は一例であり、所望のギア比に応じて適宜設定される。磁性体１８ａには、例えば、磁性金属、積層した複数の磁性板からなる積層鋼板及び磁性粉の圧粉体等からなる軟磁性体を用いるとよい。特に、磁性体１８ａの材質としては、渦電流損を抑えることができるため、積層鋼板が好ましい。

[0021] 更に、第１回転子ユニット１は、第１筒部１１の他開放端を覆う蓋部１９を備える。蓋部１９の中心部分には孔部が形成されており、該孔部から第１回転子１３の入出力軸１５が回転可能に突出している。

[0022] 第２回転子ユニット２は、図６に示すように、第１回転子ユニット１と同様の構成であり、ステンレス等の非磁性体材料からなる第２筒部２１と、円盤状の第２回転子２３（第２磁石列）とを備える。第２筒部２１の内周面には軸受２２の外輪が圧入されており、第２筒部２１は軸受２２に介して第２回転子２３を、その回転軸が第２筒部２１の中心線と略一致するように回転可能に支持している。第２回転子２３の厚みは第２筒部２１の中心線方向の長さより短く、第２回転子２３は第２筒部２１の内部に収まっている。

[0023] 第２回転子２３は、磁性体材料からなる円板部２４を有し、円板部２４の一面の中心部には、回転軸方向に突出した入出力軸２５が設けられている。円板部２４の他面には、厚さ方向に着磁された外面側Ｎ極の磁石２６ａ及び外面側Ｓ極の磁石２６ｂからなる扇形の磁極対２６が図７Ｂに示すように周方向に沿って略等間隔に１８組配置されている。なお、磁極対２６の組数は一例であり、所望のギア比に応じて適宜設定される。磁石２６ａ，２６ｂの外面側の外周縁部分は面取り加工されており、面取り加工された１８組の磁極対２６を周方向に配してなる磁石列は樹脂埋め込みによって全体として円盤状に成形されている。

磁極対２６を樹脂モールドすることで、磁石２６ａ、２６ｂの外周縁部には第２回転子２３の回転による遠心力によって磁石２６ａ，２６ｂが飛散することを防止する飛散防止部２７が形成されている。飛散防止部２７は、図６及び図７Ｂに示すように、磁石２６ａ，２６ｂの外周縁を囲繞しており、円板部２４から離れようとする磁石２６ａ，２６ｂの動きを規制する断面鉤状をなす円環部材である。

[0024] また、第２回転子ユニット２は、第２回転子２３が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第２磁場変調ヨーク２８を備える。第２筒部２１は、第２回転子２３の磁極対２６が配された面に第２磁場変調ヨーク２８が平行的に対向し、第２筒部２１の一開放端を覆うように該第２磁場変調ヨーク２８を支持及び固定している。第２磁場変調ヨーク２８は、図７Ａに示すように周方向に沿って略等間隔に配された２１個の磁性体２８ａと、該複数の

磁性体２８ａを保持する円盤状の保持部材とを備える。なお、磁性体２８ａの数は一例であり、所望のギア比に応じて適宜設定される。

[0025] 更に、第２回転子ユニット２は、第２筒部２１の他開放端を覆う蓋部２９を備える。蓋部２９の中心部分には孔部が形成されており、該孔部から第２回転子２３の入出力軸２５が回転可能に突出している。

[0026] 連結回転子ユニット３は、外径寸法が第１及び第２筒部１１、２１と略同じ第３筒部３１を備える。第３筒部３１は、中心線が略一致するように第１回転子ユニット１と、第２回転子ユニット２との間に配され、第１及び第２回転子ユニット１、２を連結している。連結回転子３３の厚みは第３筒部３１の中心線方向の長さより短く、連結回転子３３は第３筒部３１の内部に収まっている。第３筒部３１は、ステンレス等の非磁性体材料で形成されている。第３筒部３１の内周面には軸受３２の外輪が圧入されており、第３筒部３１は軸受３２に介して連結回転子３３を、その回転軸が第３筒部３１の中心線と略一致するように回転可能に支持している。

[0027] 連結回転子３３は、磁性体材料からなる円盤状のバックヨーク３４を有する。バックヨーク３４の第１回転子ユニット１側の円板面には、図５Ａに示すように、厚さ方向に着磁された外面側（図４中、上面側）Ｎ極の磁石３５ａ及び外面側Ｓ極の磁石３５ｂからなる扇形の磁極対３５が周方向に沿って略等間隔に１８組配置されている。磁石３５ａ，３５ｂの外面側の外周縁部分は面取り加工されており、面取り加工された１８組の磁極対３５を周方向に配してなる磁石列は樹脂埋め込みによって全体として円盤状に成形され、第１連結磁石列３３ａを構成している。磁極対３５及び第１磁場変調ヨーク１８の円板面は間隙を有して対向しており、磁極対３５は、第１磁場変調ヨーク１８を介して第１回転子１３と磁気的に結合している。また、連結回転子３３には、連結回転子３３の回転による遠心力によって磁石３５ａ，３５ｂが飛散することを防止する飛散防止部３６が設けられている。飛散防止部３６の構成は、飛散防止部１７と同様である。

磁極対３５の数は一例であり、所望のギア比に応じて適宜設定される。た

だし、第１回転子ユニット１の磁極対１６及び磁性体１８ａ並びに連結回転子ユニット３の磁極対３５の数は下記式（１）を満たす構成が好ましい（池田哲也・中村健二・一ノ倉理、「永久磁石式磁気ギアの効率向上に関する一考察」、磁気学会論文誌、２００９年、３３巻、２号、１３０－１３４頁）。

ｐ２＝ｎｓ１±ｐ１…（１）

但し、

ｐ１：磁極対１６の組数

ｐ２：磁極対３５の組数

ｎｓ１：磁性体１８ａの個数

[0028] 本実施形態においては、ｐ１＝３、ｐ２＝１８、ｎｓ１＝２１であり、上記式（１）を満たす。

[0029] また、バックヨーク３４の第２回転子ユニット２側の円板面には、図５Ｂに示すように、厚さ方向に着磁された外面側（図４中、下面側）Ｎ極の磁石３７ａ及び外面側Ｓ極の磁石３７ｂからなる扇形の磁極対３７が周方向に沿って略等間隔に３組配置されている。磁石３７ａ，３７ｂの外面側の外周縁部分は面取り加工されており、面取り加工された３組の磁極対３７を周方向に配してなる磁石列は樹脂埋め込みによって全体として円盤状に成形され、第２連結磁石列３３ｂを構成している。磁極対３７及び第２磁場変調ヨーク２８の円板面は間隙を有して対向しており、磁極対３７は、第２磁場変調ヨーク２８を介して第２回転子２３と磁気的に結合している。また、連結回転子３３には、連結回転子３３の回転による遠心力によって磁石３７ａ，３７ｂが飛散することを防止する飛散防止部３８が設けられている。飛散防止部３８の構成は、飛散防止部１７と同様である。

磁極対３７の数は一例であり、所望のギア比に応じて適宜設定される。ただし、第１回転子ユニット１側と同様、第２回転子ユニット２の磁極対２６及び磁性体２８ａ並びに連結回転子ユニット３の磁極対３７の数は下記式（２）を満たす構成が好ましい。

ｐ４＝ｎｓ２±ｐ３…（２）

但し、

ｐ３：磁極対３７の組数

ｐ４：磁極対２６の組数

ｎｓ２：磁性体２８ａの個数

[0030] 実施形態では、ｐ３＝３、ｐ４＝１８、ｎｓ２＝２１であり、上記式（２）を満たす。

[0031] 次に本実施形態に係る磁気ギア装置の作用効果を説明する。

図８は各ユニットを構成する磁石列及び磁性体の数の組み合わせを示す概念図である。図８に示すように、磁気ギア装置は３つのユニット、即ち第１回転子ユニット１、第２回転子ユニット２及び連結回転子ユニット３から構成される。連結回転子ユニット３を間に介して第１及び第２回転子ユニット１、２を連結することによって、本実施形態の磁気ギア装置を製造することができる。各ユニットの連結方法は特に限定されるものでは無いが、各ユニットはネジで連結しても良いし、溶接にて連結しても良い。図８中、「Ｍ３」及び「Ｍ１８」は、それぞれ３組の磁極対及び１８組の磁極対を示し、「Ｊ２１」は２１個の磁性体を示している。

[0032] 第１回転子１３が回転した場合、第１回転子１３及び連結回転子３３が有する磁極対１６，３５間の磁気的相互作用により、連結回転子３３が回転する。第１回転子ユニット１及び連結回転子ユニット３が下記式（３）を満たす場合、第１回転子１３及び連結回転子３３の回転速度のギア比は下記式（４）で表される。

ｐ２＝ｎｓ１－ｐ１…－（３）

ω１／ω０＝－ｐ１／（ｎｓ１－ｐ１）・・・（４）

但し、

ω０：第１回転子１３の回転速度

ω１：連結回転子３３の回転速度

[0033] ｐ１＝３、ｐ２＝１８、ｎｓ１＝２１である場合、ω１／ω０＝－１／６

であり、第１回転子１３及び連結回転子３３はギア比１／６で逆向きに回転する。

[0034] 同様にして、連結回転子３３が回転した場合、連結回転子３３及び第２回転子２３が有する磁極対３７，２６間の磁気的相互作用により、第２回転子２３が回転する。第２回転子ユニット２及び連結回転子ユニット３が下記式（５）を満たす場合、連結回転子３３及び第２回転子２３のギア比は下記式（６）で表される。

ｐ４＝ｎｓ２－ｐ３…（５）

ω２／ω１＝－ｐ３／（ｎｓ２－ｐ３）・・・（６）

但し、

ω２：第２回転子２３の回転速度

[0035] ｐ３＝３、ｐ４＝１８、ｎｓ２＝２１である場合、ω２／ω１＝－１／６であり、連結回転子３３及び第２回転子２３はギア比１／６で逆向きに回転する。

[0036] 従って、第１回転子１３及び第２回転子２３のギア比は下記式（７）で表され、図８に示すように、磁極対１６及び磁性体１８ａの数を設定した場合、ω２／ω０＝１／３６となる。

ω２／ω０＝ｐ１／（ｎｓ１－ｐ１）×ｐ３／（ｎｓ２－ｐ３）・・・（７）

[0037] このように構成された磁気ギア装置においては、入出力軸１５又は入出力軸２５に入力された回転力は、２段階で加速又減速される。つまり、単一の第１回転子ユニット１又は第２回転子ユニット２のみでは１／６のギア比しか得られないところ、連結回転子ユニット３にて第１及び第２回転子ユニット１、２を連結することによって、１／６×１／６＝１／３６のギア比を得ることができる。

[0038] 図９は各ユニットの他の組み合わせ例を示す概念図である。図８に示す磁気ギア装置と同様、磁気ギア装置は３つのユニットで構成されるが、一部のユニットを磁極対及び磁性体の数が異なる他のユニットに交換することによ

って、所望のギア比を有する磁気ギア装置を容易に構成することができる。例えば、図９に示す例では、第１回転子ユニット１は、磁極対が６組、磁性体の数が２０個の第１回転子ユニット１０１に交換され、連結回転子ユニット３は、磁極対の数が第１回転子ユニット側１４組、及び第２回転子ユニット側３組の連結回転子ユニット１０３に交換されている。

図９に示す例の場合、（－６／１４）×（－１／６）＝１／１４のギア比を有する磁気ギア装置を得ることができる。

[0039] また、交換するユニットの磁極対及び磁性体の数によっては、回転方向を逆向きに変換することもできる。入出力軸１５及び入出力軸２５の回転方向を逆向きにすることもできる。

[0040] 具体的には、第１回転子１３及び連結回転子３３が、下記式（８）を満たす場合、回転速度の比は下記式（９）で表される。この場合、第１回転子１３及び連結回転子３３の回転は同一方向となる。

ｐ２＝ｎｓ１＋ｐ１…（８）

ω１／ω０＝ｐ１／（ｎｓ１＋ｐ１）・・・（９）

[0041] 同様に、第２回転子２３及び連結回転子３３は、下記式（１０）を満たす場合、回転速度の比は下記式（１１）で表される。この場合、第２回転子２３及び連結回転子３３の回転は同一方向である。

ｐ４＝ｎｓ２＋ｐ３…（１０）

ω２／ω１＝ｐ３／（ｎｓ２＋ｐ３）・・・（１１）

[0042] 以上の通り、本実施形態に係る磁気ギア装置によれば、アキシャルギャップ構造を採用し、第１及び第２回転子ユニット１、２を円盤状の連結回転子ユニット３にて磁気的に連結することにより、小型の磁気ギア装置で高ギア比を実現することができる。

[0043] また、バックヨーク３４の各円板面に磁極対３５及び磁極対３７をそれぞれ周方向に配置した偏平円盤状の連結回転子３３によって、第１回転子ユニット１と、第２回転子ユニット２とを磁気的に連結する構成であるため、連結による磁気ギア装置の回転軸方向の大型化を最小限に抑えることができ、

磁気ギア装置の小型化を実現することができる。

[0044] 更に、磁気ギア装置を構成する３つのユニットの一部を交換することにより、所望のギア比を有する磁気ギア装置を容易に製造することができる。

[0045] 更にまた、磁気ギア装置を構成する３つのユニットの一部を交換することにより、入出力軸１５，２５の回転方向を同方向又は逆方向に変更することができる。

[0046] 更に、飛散防止部１７，２７，３６，３８を備えることにより、磁極対１６を有する第１回転子１３、磁極対２６を有する第２回転子２３、磁極対３５，３７を有する連結回転子３３を回転可能とし、第１磁場変調ヨーク１８及び第２磁場変調ヨーク２８を固定する構造とした。これにより、磁気ギア装置の構造がシンプルになり、部品点数が減り、コスト低減が可能になった。

[0047] なお、本実施形態では、第１及び第２磁場変調ヨーク１８，２８を固定し、第１及び第２回転子１３，２３を回転させる構成を説明したが、第１及び第２回転子１３，２３を固定し、第１及び第２磁場変調ヨーク１８，２８を回転させるように構成しても良い。この場合、第１及び第２磁場変調ヨーク１８，２８に、回転力が入出力する入出力軸、入出力環等を設けると良い。

[0048] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって、制限的なものでは無いと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味では無く、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 符号の説明

[0049] １　第１回転子ユニット

２　第２回転子ユニット

３　連結回転子ユニット

１１　第１筒部

１２　軸受

１３　第１回転子（第１磁石列）

１６　磁極対

１６ａ，１６ｂ　磁石

１８　第１磁場変調ヨーク

２１　第２筒部

２２　軸受

２３　第２回転子（第２磁石列）

２６　磁極対

２６ａ，２６ｂ　磁石

２８　第２磁場変調ヨーク

３１　第３筒部

３２　軸受

３３　連結回転子

３３ａ　第１連結磁石列

３３ｂ　第２連結磁石列

３４　バックヨーク

３５，３７　磁極対

３５ａ，３５ｂ，３７ａ，３７ｂ　磁石

# 請求の範囲

[請求項1] 周方向に沿って複数の磁極対がそれぞれ配された円盤状の第１磁石列と、

周方向に沿って複数の磁性体がそれぞれ配されており、前記第１磁石列が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第１磁性体列と、

中心線が前記第１磁石列の中心線と略一致しており、周方向に沿って複数の磁極対がそれぞれ配された円盤状の第２磁石列と、

周方向に沿って複数の磁性体がそれぞれ配されており、前記第２磁石列が生成する磁場の空間周波数を変調する円盤状の第２磁性体列と、

前記第１磁性体列及び前記第２磁性体列の間に配されており、前記第１磁性体列及び前記第２磁性体列を介して前記第１磁石列及び前記第２磁石列を磁気的に連結する円盤状の連結器と

を備える磁気ギア装置。

[請求項2] 前記連結器は、

中心線が前記第１磁石列の中心線と略一致しており、前記第１磁性体列によって変調された磁場に対応する複数の磁極対がそれぞれ周方向に沿って配された円盤状の第１連結磁石列と、

中心線が前記第２磁石列の中心線と略一致しており、前記第２磁性体列によって変調された磁場に対応する複数の磁極対がそれぞれ周方向に沿って配された円盤状の第２連結磁石列と

を備え、

前記第１連結磁石列及び前記第２連結磁石列は前記周方向において相対的に固定されている

請求項１に記載の磁気ギア装置。

[請求項3] 前記第１磁石列及び前記第１磁性体列を支持し、ユニット化する第１筒部と、

前記第２磁石列及び前記第２磁性体列を支持し、ユニット化する第２筒部と、

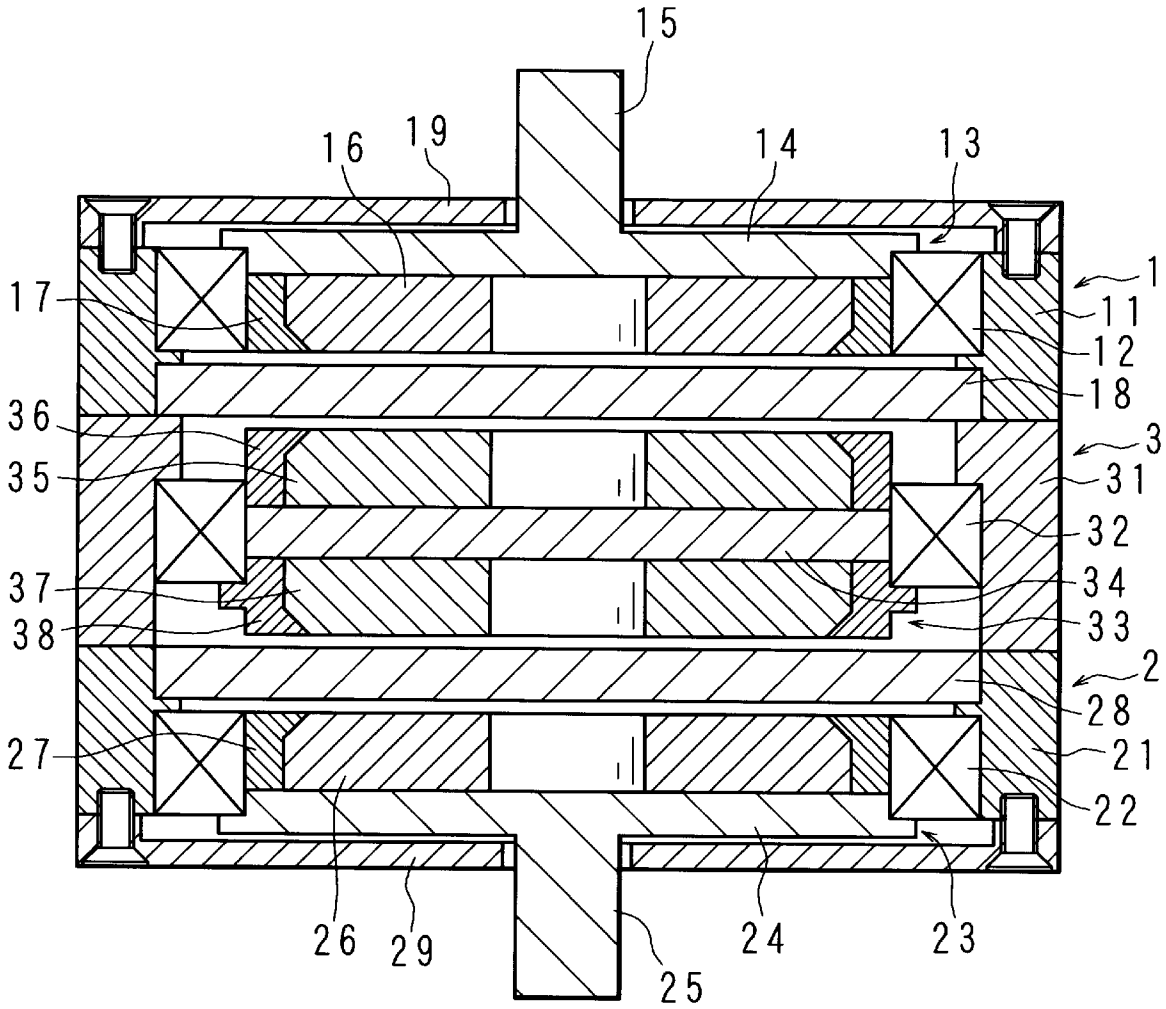
前記第１連結磁石列及び第２連結磁石列を支持し、ユニット化する第３筒部と

を備える請求項２に記載の磁気ギア装置。

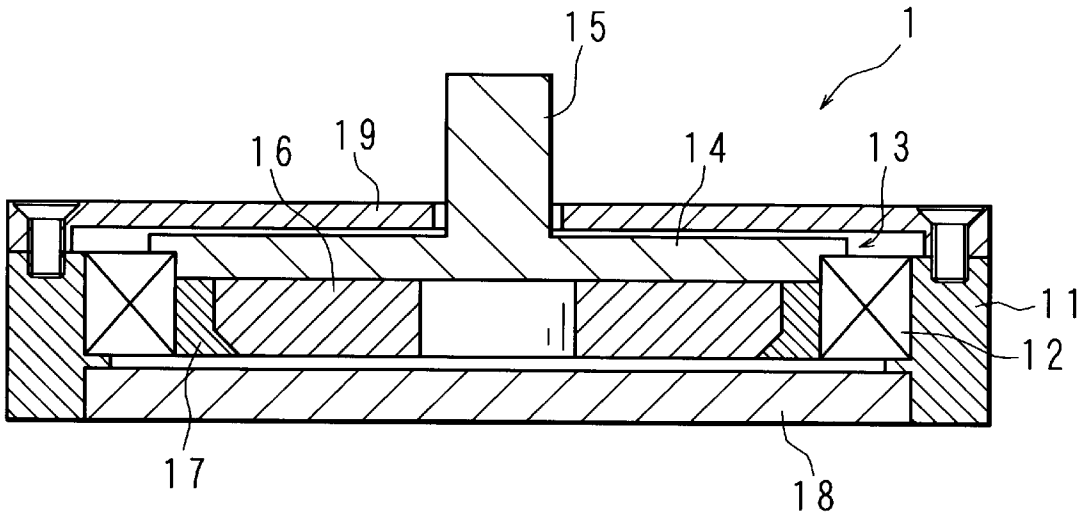
[請求項4] 前記第１磁石列及び第２磁石列は軸受にて、回転可能に前記第１筒部及び第２筒部にそれぞれ支持されており、前記第１連結磁石列及び第２連結磁石列は軸受にて、一体回転可能に前記第３筒部に支持されている

請求項３に記載の磁気ギア装置。

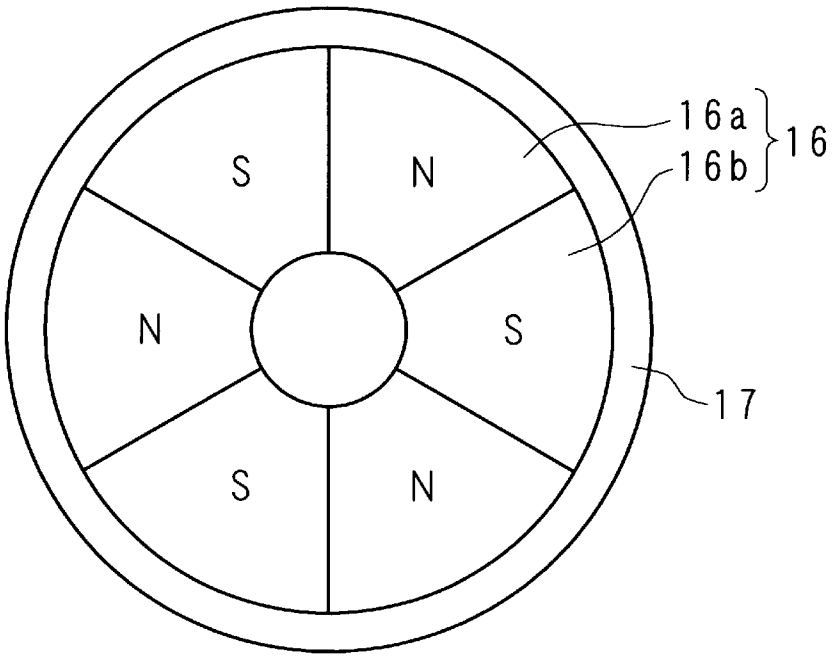
[図1]


15
16
19
14
13
1
17
11
12
18
36
3
35
31
32
37
34
38
33
2
28
27
21
22
26
29
24
23
25

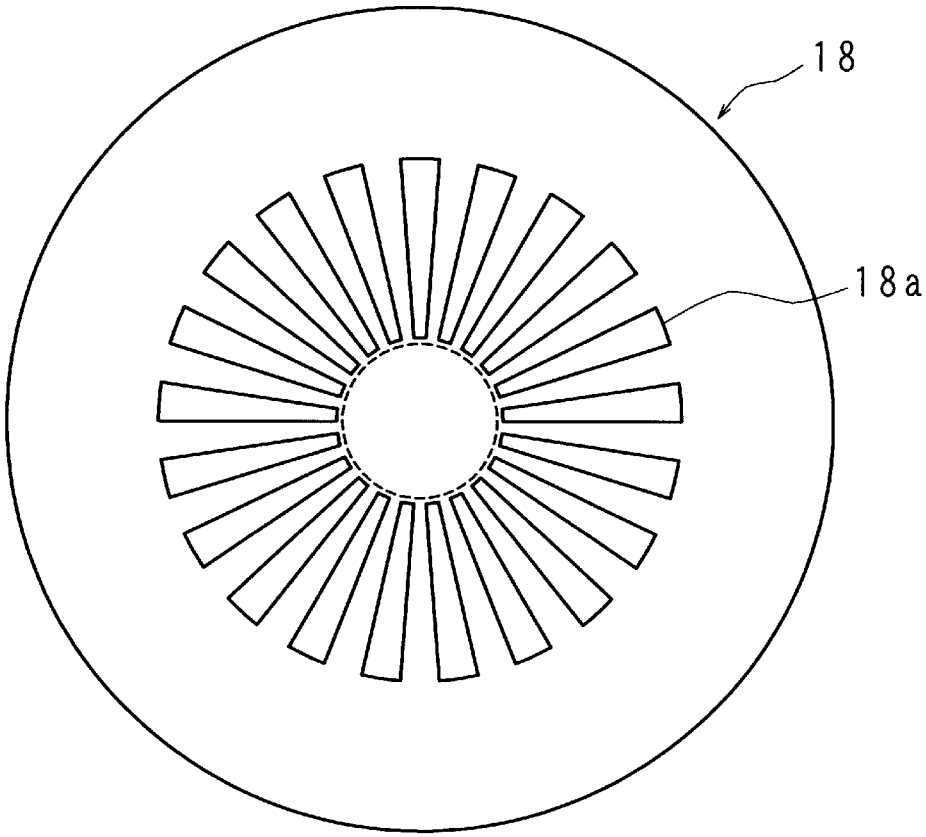
[図2]



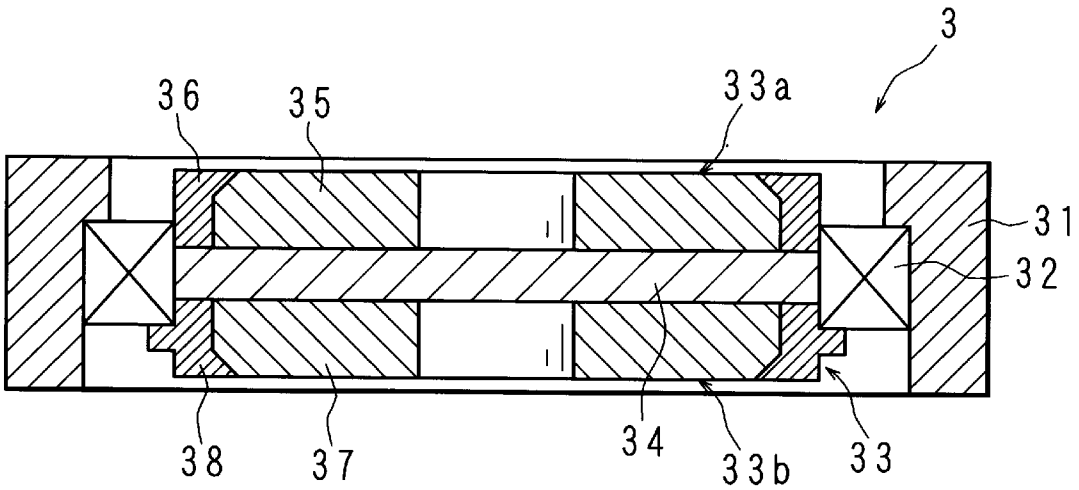

[図3A]



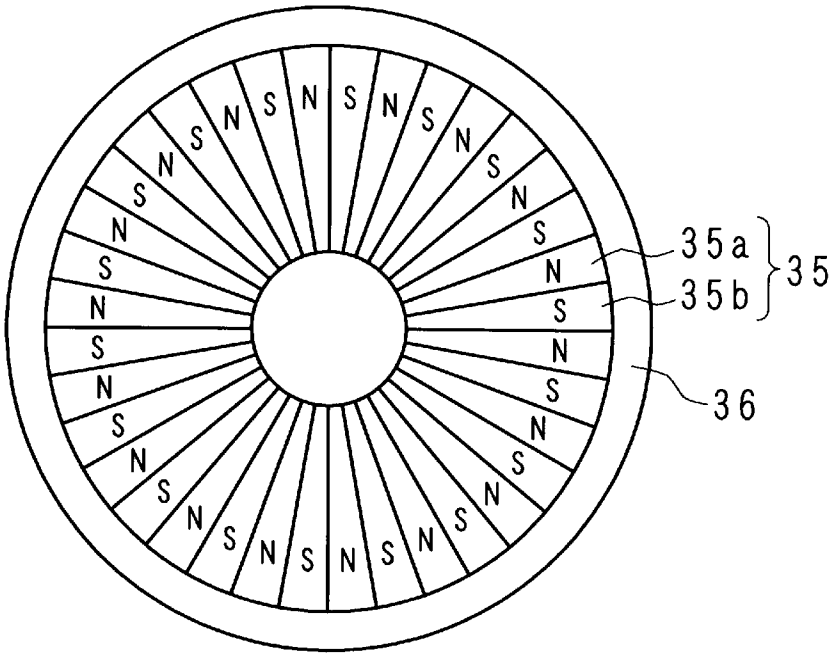
[図3B]



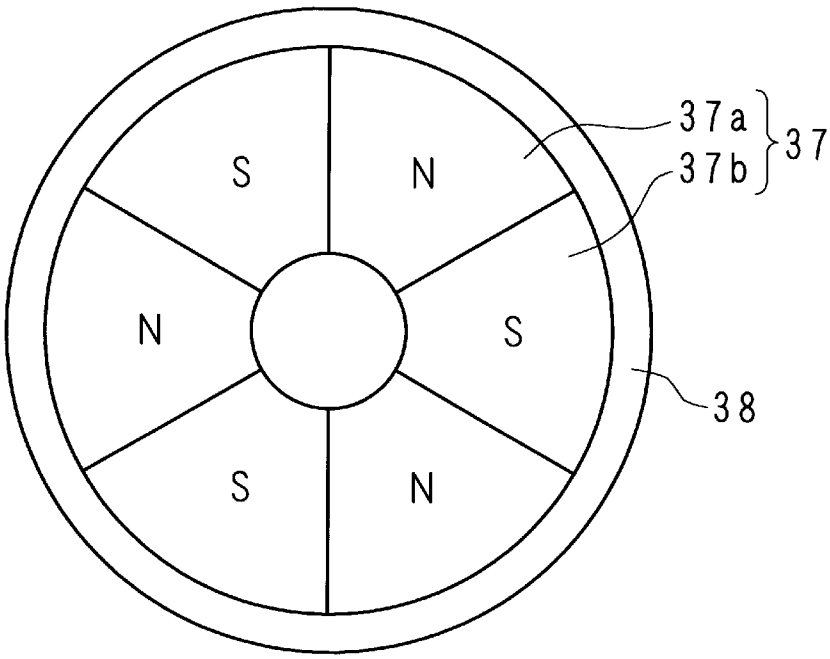

[図4]



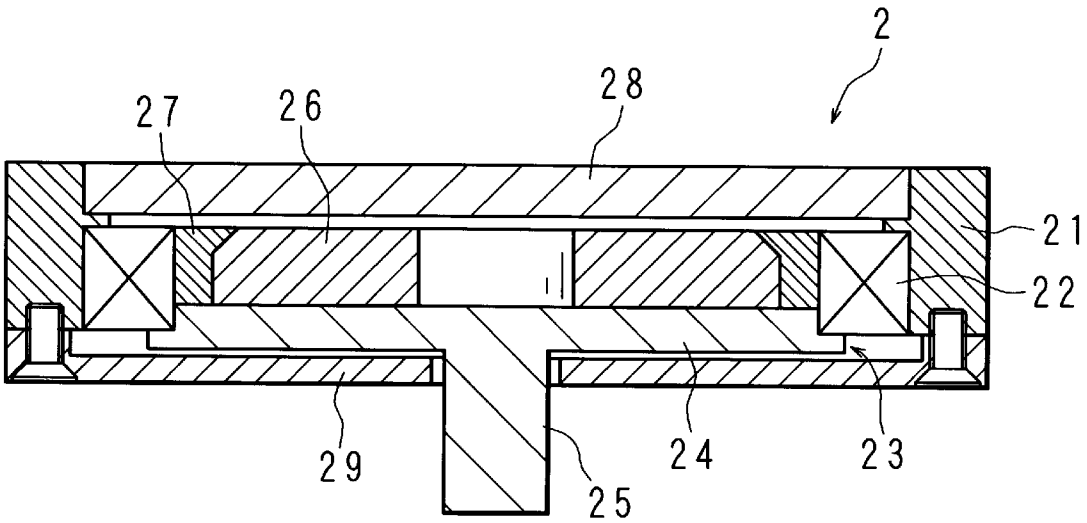
[図5A]



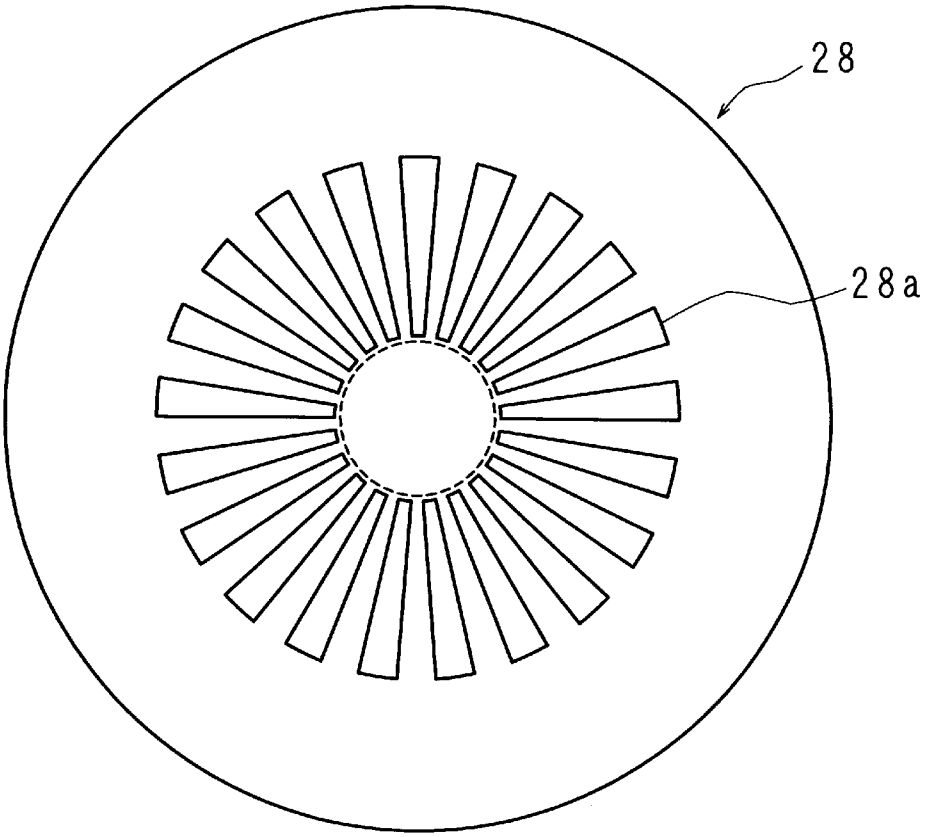

[図5B]



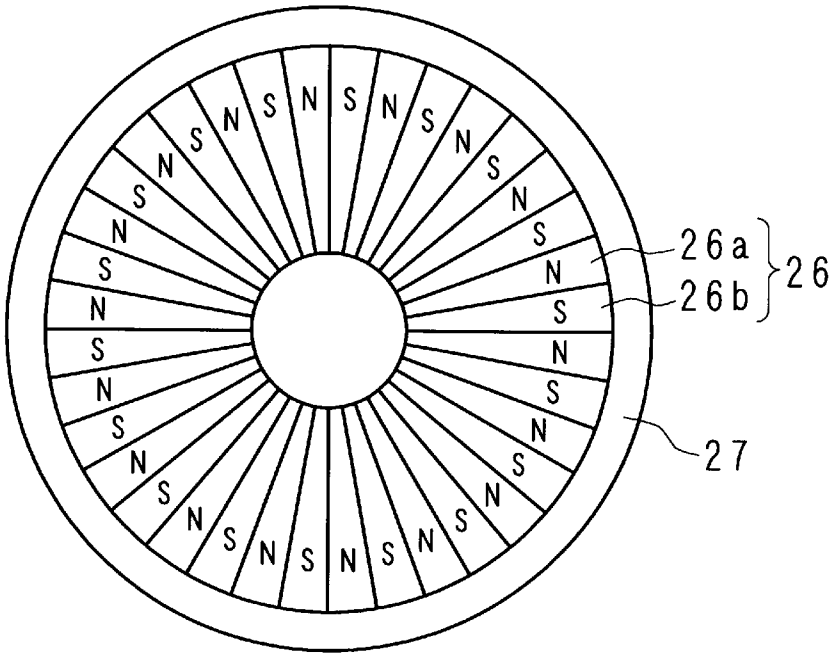
[図6]



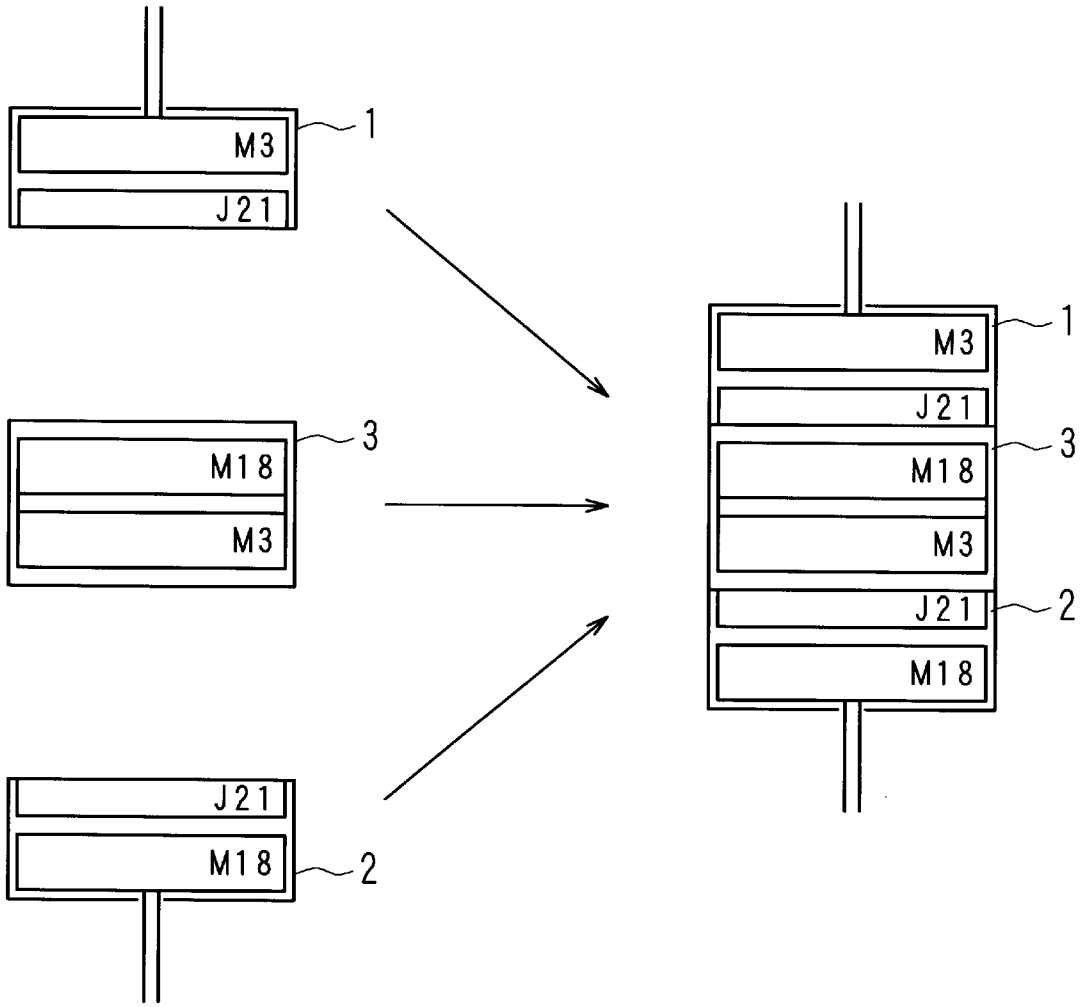

[図7A]



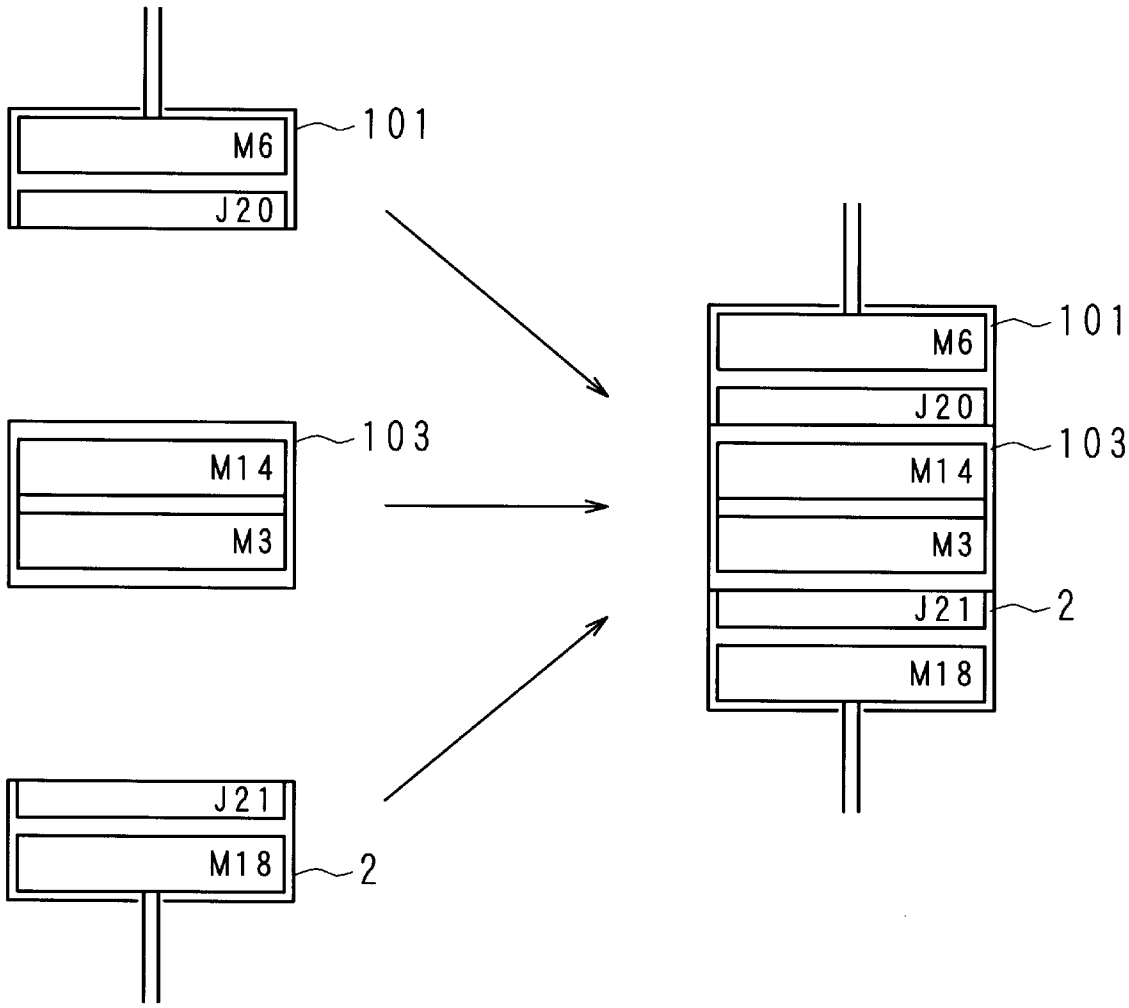
[図7B]



[図8]



[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/077841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*F16H49/00*(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)
F16H49/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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 2013/011809 A1 (Hitachi Metals, Ltd.), 24 January 2013 (24.01.2013), paragraphs [0064] to [0067]; fig. 12 to 13 & US 2014/0167546 A1 paragraphs [0096] to [0100]; fig. 12 to 13 & JP 5958466 B & EP 2733387 A1 & CN 103635716 A | 1-4 |
| A | JP 2012-241763 A (Katsuhiro HIRATA), 10 December 2012 (10.12.2012), entire text; all drawings (Family: none) | 1-4 |
| A | JP 2010-106940 A (Osaka University), 13 May 2010 (13.05.2010), entire text; all drawings (Family: none) | 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 19 December 2016 (19.12.16) | 27 December 2016 (27.12.16) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915,Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2016/077841

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 75803/1975(Laid-open No. 156350/1976) (Hitachi Metals, Ltd.), 13 December 1976 (13.12.1976), entire text; all drawings (Family: none) | 1-4 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７７８４１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16H49/00(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.　F16H49/00

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 | １９７１－２０１６年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１６年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１６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 | WO 2013/011809 A1 (日立金属株式会社) 2013.01.24, 段落[0064]-[0067], 図 12-13 & US 2014/0167546 A1, 段落[0096]-[0100], 図 12-13 & JP 5958466 B & EP 2733387 A1 & CN 103635716 A | 1-4 |
| A | JP 2012-241763 A (平田　勝弘) 2012.12.10, 全文、全図 (ファミリーなし) | 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<br>１９．１２．２０１６ | 国際調査報告の発送日<br>２７．１２．２０１６ |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）<br>郵便番号１００－８９１５<br>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）　３Ｊ　９８１８<br>佐々木　訓<br>電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８ |

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 2010-106940 A (国立大学法人大阪大学) 2010.05.13,<br>全文、全図（ファミリーなし） | 1-4 |
| A | 日本国実用新案登録出願 50-75803 号(日本国実用新案登録出願公開 51-156350 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日立金属株式会社）1976.12.13,<br>全文、全図（ファミリーなし） | 1-4 |