

(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2月23日(23.02.2017)



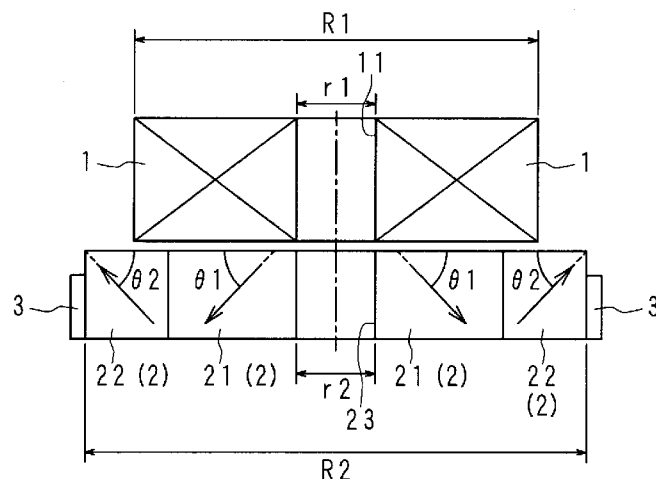
(10) 国際公開番号

WO 2017/030004 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 33/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072984
- (22) 国際出願日: 2016年8月4日(04.08.2016)
- (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 2015-162161 2015年8月19日(19.08.2015) 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: 大橋 弘光(OHASHI, Hiromitsu); 〒3702115 群馬県高崎市吉井町多比良2977 N E O M A X エンジニアリング株式会社内 Gunma (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, 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))

(54) Title: ACTUATOR

(54) 発明の名称: アクチュエータ



(57) Abstract: Provided is a compact and lightweight actuator capable of generating high thrust force in a stable manner without being influenced by demagnetization. This actuator is equipped with: a first magnet body forming a ring shape and magnetized in the direction from the center toward the outside; a second magnet body forming a ring shape, magnetized in the direction from the center toward the outside, and secured so as to be fitted to the exterior of the first magnet body; and a ring-shaped coil arranged coaxially so as to oppose one surface of the first magnet body and the second magnet body. The magnetization direction of the first magnet body is inclined with respect to the opposing surface of the coil, and the orientation of the magnetization is away from the entire coil, and the magnetization direction of the second magnet body is inclined with respect to the opposing surface of the coil, and the orientation of the magnetization is toward the coil.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/030004 A1



小型軽量で、減磁による影響を受けずに安定的に高い推力を発生することができるアクチュエータを提供すること。アクチュエータは、リング状をなし、中心から外側に向かう向きに磁化された第1磁石体と、リング状をなし、中心から外側に向かう向きに磁化され、前記第1磁石体に外嵌固定された第2磁石体と、前記第1磁石体及び第2磁石体の一面と対向するように同軸に配置されたリング状のコイルを備え、前記第1磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが全コイルから遠ざかる向きであり、前記第2磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きである。

明 細 書

発明の名称： アクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、リング状の磁石体と、この磁石体の一面に対向配置されたリング状のコイルとを具備し、コイルに通電することで、磁石体が軸長方向に移動するアクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 従来、リング状の磁石体と、この磁石体の一面に対向配置されたリング状のコイルとを具備し、コイルに通電することで、磁石体が軸長方向に移動するアクチュエータが知られている。このようなアクチュエータは、例えば望遠鏡に備えられた鏡を変形させる用途や、カメラのレンズを駆動する用途で使用されている（例えば特許文献1参照）。これらの用途に使用されるアクチュエータには、小型で軽量であること、さらに高い推力が要求される。

[0003] 特許文献1に記載のアクチュエータは、径方向にハルバッハ配列を有するように配置した3つのリング磁石で構成した磁石体によって、リング磁石の一面と対向するコイルに多くの磁束を鎖交させている。それにより、磁石体とコイルの間に発生する推力を大きくし、磁石の軽量化とアクチュエータの小型化を図っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5 1 4 2 9 4 6号公報

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に開示された技術には次の様な問題がある。ハルバッハ配列を有していることから、磁石に減磁が発生する。特に、径方向の中央部に位置する磁石のコイル対向面で生じる減磁が大きい。この中央部の磁石のコイル対向面側の減磁はコイルと鎖交する磁束の大きさへの影響が

大きい。そのため、経年変化により当該磁石の減磁が進むと、アクチュエータの推力低下に繋がる。よって、この部分（中央部）の磁石は減磁が生じにくい高い保磁力を有する、いわゆる高保磁力材により形成した磁石を使用する必要がある。それ以外の二つの磁石については高残留磁束密度を有する高残留磁束密度材を使用する。

[0006] この場合、高保磁力材は高残留磁束密度材に比べて相対的に残留磁束密度が低く、対向するコイルに鎖交する磁束の磁束密度を高めることが困難となる。すなわち減磁対策のために、高保磁力材により形成した磁石を採用した場合は、高い推力を確保することは困難である。

[0007] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、小型軽量で、減磁による影響を受けずに安定的に高い推力を発生することができるアクチュエータ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

[0008] 本発明に係るアクチュエータは、リング状をなし、中心から外側に向かう向きに磁化された第1磁石体と、リング状をなし、中心から外側に向かう向きに磁化され、前記第1磁石体に外嵌固定された第2磁石体と、前記第1磁石体及び第2磁石体の一面と対向するように同軸に配置されたリング状のコイルを備え、前記第1磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きであり、前記第2磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きであることを特徴とする。

[0009] 本発明にあつては、前記第1磁石体は、中心から外側に向かって前記コイルから遠ざかる向きに磁化されている。前記第2磁石体は、中心から外側に向かって前記コイルへ近づく向きに磁化されている。その結果、小型軽量で高い推力を有するアクチュエータを得ることができる。

[0010] 本発明に係るアクチュエータは、リング状をなし、外側から中心に向かう向きに磁化された第1磁石体と、リング状をなし、外側から中心に向かう向きに磁化された、前記第1磁石体に外嵌固定された第2磁石体と、前記第1

磁石体及び第2磁石体の一面と対向するように同軸に配置されたリング状のコイルを備え、前記第1磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きであり、前記第2磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きであることを特徴とする。

[0011] 本発明にあっては、前記第1磁石体は、外側から中心に向かって前記コイルへ近づく向きに磁化されている。前記第2磁石体は、外側から中心に向かって前記コイルへ遠ざかる向きに磁化されている。その結果、小型軽量で高い推力を有するアクチュエータを得ることができる。

[0012] 本発明に係るアクチュエータは、前記第1磁石体の磁化方向の傾斜角度は45度としてあり、前記第2磁石体の磁化方向の傾斜角度は45度としてあることを特徴とする。

[0013] 本発明にあっては、前記第1磁石体の磁化方向の傾斜角度は45度としてある。前記第2磁石体の磁化方向の傾斜角度は45度としてある。その結果、さらに高い推力を有するアクチュエータを得ることができる。

[0014] 本発明に係るアクチュエータは、前記第1磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しい2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石体は、磁化方向が前記コイルとの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてあり、前記第2磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しく2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてあることを特徴とする。

[0015] 本発明にあっては、前記第1磁石体及び第2磁石体を分割し、それぞれの傾斜角度の平均値を45度とした。その結果、第1磁石体及び第2磁石体において、減磁が生じにくくなり、さらに高い推力を得ることができる。

[0016] 本発明に係るアクチュエータは、前記第1磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しい2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石

体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてあり、

前記第2磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しく2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてある

ことを特徴とする。

[0017] 本発明にあっては、前記第1磁石体及び第2磁石体を分割し、それぞれの傾斜角度の平均値を45度とした。その結果、第1磁石体及び第2磁石体において、減磁が生じにくくなり、さらに高い推力を得ることができる。

[0018] 本発明に係るアクチュエータは、前記第1磁石体の径方向の長さは、前記第2磁石体の径方向の長さ比べて長いことを特徴とする。

[0019] 本発明にあっては、前記第1磁石体の径方向の長さは、前記第2磁石体の径方向の長さより長いことから、より高い推力を有するアクチュエータを得ることができる。

[0020] 本発明に係るアクチュエータは、前記第1磁石体及び第2磁石体は、平面視扇形をなす複数の磁石によって構成されていることを特徴とする。

[0021] 本発明にあっては、前記第1及び第2磁石体は平面視扇形をなす磁石で構成されているため、着磁及び組立作業を簡便に行うことができる。

[0022] 本発明に係るアクチュエータは、前記第1磁石体の内周面側角部及び／又は前記第2磁石体の外周面側角部はコイル対向面側とは反対側において面取りしてあることを特徴する。

[0023] 本発明にあっては、動作に貢献しない第1磁石体の内周面側角部及び／又は第2磁石体の外周面側角部を面取りしてあるので、磁石体の重量を軽くすることが可能となる。

[0024] 本発明に係るアクチュエータは、前記第1磁石体及び第2磁石体のコイルに対向する面と前記第1磁石体と第2磁石体が接する面とで作られる角部に面取りが施されていることを特徴とする。

[0025] 本発明にあっては、動作に貢献しない第1磁石体及び第2磁石体のコイルに対向する面と第1磁石体と第2磁石体が接する面とで作られる角部に面取りが施してあるので、磁石体の重量を軽くすることが可能となる。

発明の効果

[0026] 本発明にあっては、小型軽量で、減磁による影響を受けずに安定的に高い推力を発生することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]アクチュエータの構成例を示す縦断面図である。

[図2]アクチュエータの要部の縦断面図である。

[図3]アクチュエータの要部をコイル側から見た平面図である。

[図4]アクチュエータの要部を磁石体側から見た平面図である。

[図5]磁石体による磁界がコイルに鎖交する様子を示した軸断面図である。

[図6A]磁石体を構成する磁石の配向方向を示す説明図である。

[図6B]磁石体を構成する磁石の配向方向を示す説明図である。

[図7]アクチュエータを構成する磁石体の着磁工程についての説明図である。

[図8]着磁後の接合体を磁石体に組み立てる組立方法の一例を示す説明図である。

[図9]磁石体の縦断面図である。

[図10]磁石体の縦断面図である。

[図11]アクチュエータに用いる磁石体の別の形態を示す説明図である。

[図12]磁石体の平面図である。

発明を実施するための形態

[0028] 実施の形態1

以下、実施の形態を、図面を用いて具体的に説明する。図1は、アクチュエータ10の構成例を示す縦断面図である。アクチュエータ10は、コイル1、磁石体2、スリーブ3、筐体4、板バネ5、軸6を含む。アクチュエータ10において、磁石体2は筐体4の底部(図1においては筐体4の下側)に固定されている。コイル1は板バネ5などの弾性体に軸方向に移動可能に支持

されている。軸6はコイル1に固定され、アクチュエータ10の出力を外部に取り出す役目を担う。アクチュエータ10において、コイル1は、軸方向へ移動可能に支持されている。コイル1に電流を流すことにより、コイル1に磁界が発生する。発生した磁界と磁石体2による磁界との相互作用により、コイル1は軸方向に移動する。その結果、アクチュエータの機能を果たす。なお、コイル1を筐体4に固定し、磁石体2を弾性体により軸方向に移動可能に支持してもよい。この場合は、軸6は磁石体2に固定される。

[0029] 図2はアクチュエータ10の要部の縦断面図である。図3はアクチュエータ10の要部をコイル1側から見た平面図である。図4はアクチュエータ10の要部を磁石体2側から見た平面図である。

[0030] コイル1は円筒状をなしている。コイル1の中心部には軸6が通る円柱状の軸空間11が設けられている。コイル1は軸空間11の周囲に巻線が巻かれている。

[0031] 磁石体2は円筒状をなしている。磁石体2は第1磁石体21及び第2磁石体22を含む。第1磁石体21はリング状をなしている。第1磁石体21は6個の扇形状の磁石を含む。第2磁石体22はリング状をなしている。第2磁石体22は6個の扇形状の磁石を含む。磁石体2は第1磁石体21及び第2磁石体22を内外に配置した構成としてある。図4に示すように、第1磁石体21の径方向の長さ（内外径差） d_1 は、第2磁石体22の径方向の長さ（内外径差） d_2 よりも長くしてある。コイル1と同様に、磁石体2の中心部には軸6が通る円柱状の軸孔23が設けられている。第1磁石体21及び第2磁石体22は、Nd-Fe-B系（ネオジム-鉄-ボロン系）焼結磁石、フェライト磁石、アルニコ磁石などである。

[0032] スリーブ3は円環状をなしている。スリーブ3は非磁性の金属、例えば、アルミニウムで構成する。スリーブ3は第2磁石体22の外周面側に挿嵌してある。

[0033] 図2に示すように、コイル1と磁石体2は夫々の一端面側で互いに一定の間隙を有して対向している。コイル1と磁石体2とは、同軸に配置してある

。磁石体 2 の内径寸法 r_2 は、コイル 1 の内径寸法 r_1 と略同じにしてある。
。磁石体 2 の外径寸法 R_2 は、コイル 1 の外径寸法 R_1 より大きくしてある。
。

[0034] 次に、磁石体 2 の磁化について述べる。図 2 又は図 4 に示す矢印が第 1 磁石体 2 1、第 2 磁石体 2 2 の磁化の向きを示している。図 4 に示すように、第 1 磁石体 2 1 及び第 2 磁石体 2 2 は円筒形状の内周側から外周側に向かう向きに磁化を有している。第 1 磁石体 2 1 と第 2 磁石体 2 2 の径方向における磁化の向きは同じとしている。

[0035] 磁化の向きは次のいずれの場合でも良い。まず、第 1 磁石体 2 1 又は第 2 磁石体 2 2 を構成するそれぞれの磁石が扇形の内径側から外径側に放射状の磁化を有している場合である。または、第 1 磁石体 2 1 又は第 2 磁石体 2 2 を構成する磁石が扇形の内径側から外径側に平行の磁化を有している場合である。

[0036] さらに、第 1 磁石体 2 1 及び第 2 磁石体 2 2 を軸方向に断面視した場合の磁化について述べる。図 2 に示すように、第 1 磁石体 2 1 の磁化方向は、コイル 1 との対向面に対して傾斜している。第 1 磁石体 2 1 の磁化の向きは、中心から外側、かつコイル 1 から離れる向きである。第 1 磁石体 2 1 の磁化方向の傾斜角度 θ_1 は略 45 度である。第 2 磁石体 2 2 の磁化方向は、コイル 1 との対向面に対して傾斜している。第 2 磁石体 2 2 の磁化の向きは、中心から外側、かつコイル 1 へ近づく向きである。第 2 磁石体 2 2 の磁化方向の傾斜角度 θ_2 は略 45 度である。第 1 磁石体 2 1 と第 2 磁石体 2 2 との磁化方向で形成される角度は略 90 度である。ここで、第 1 磁石体 2 1 の磁化方向の傾斜角度とは、磁化の向きに関わらず、第 1 磁石体 2 1 の磁化方向がコイル 1 の対向面となす鋭角の角度を言う。第 2 磁石体 2 2 の傾斜角度についても同様である。

[0037] 図 5 は磁石体 2 による磁界がコイル 1 に鎖交する様子を示した軸断面図である。第 1 磁石体 2 1 は、内径側から外径側に向かって、コイル 1 から離れるような向きの磁化を有している。第 2 磁石体 2 2 は内径側から外径側に向

かってコイル 1 に近づくような向きの磁化を有している。第 1 磁石体 2 1、第 2 磁石体 2 2 による磁束はコイル 1 に鎖交して磁束ループ L を形成している。一方、コイル 1 との反対側には、磁束のループはほとんど発生しない。よって、磁石体 2 により発生した磁束を有効に利用でき、磁石体 2 の小型化を図ることができる。なお、磁束ループ L の矢印は磁束の方向を示す。

[0038] 上述したように、第 1 磁石体 2 1 の磁化方向の傾斜角度は 45 度であり、第 2 磁石体 2 2 の磁化方向の傾斜角度は 45 度である。この角度が 45 度より小さいと磁束ループ L は図 5 の紙面左右方向に大きくなる。それにより、磁束がアクチュエータ 10 の径方向外側に漏洩する虞がある。またこの角度が 45 度より大きい場合には磁束ループ L は図 5 の紙面左右方向に小さくなる。それにより、コイル 1 に鎖交しない磁束ができ、磁束の有効利用ができない。その結果、アクチュエータ 10 の出力効率が低下し、十分な推力を得ることが困難となる。

[0039] また、図 4 に示したように、第 1 磁石体 2 1 の径方向の長さ d_1 は、第 2 磁石体 2 2 の径方向の長さ d_2 以上としてある。第 1 磁石体 2 1 の径方向の長さ d_1 が、第 2 磁石体 2 2 の径方向の長さ d_2 より小さい場合には、磁束の有効利用ができず、効率が低下するからである。より望ましくは、第 1 磁石体 2 1 のコイル 1 対向面の面積と、第 2 磁石体 2 2 のコイル 1 対向面の面積とが略等しくなるように、長さ d_1 及び長さ d_2 を定める。図 5 に示したように、磁束ループ L は、第 2 磁石体 2 2 から出た後に、コイル 1 を鎖交し、第 1 磁石体 2 1 に入る。したがって、磁石体 2 より発生する磁束を効率的に利用するためには、第 2 磁石体 2 2 から出る磁束の量と、第 1 磁石体 2 1 に入る磁束の量とが等しくなることが望ましい。両者の磁束量に差があると、ループせずにアクチュエータ 10 の外部に出て行く磁束が発生するからである。ここで、第 1 磁石体 2 1 のコイル 1 対向面の磁束密度と、第 2 磁石体 2 2 のコイル 1 対向面の磁束密度とを等しくした場合、それぞれの対向面の面積を等しくすればよい。それにより、第 2 磁石体 2 2 から出る磁束の量と、第 1 磁石体 2 1 に入る磁束の量とが等しくなる。その結果、外部に出て行

く磁束が少ない効率的な磁束ループLを構成することが可能となる。

[0040] 続いて、磁石体2の組み立て方法について説明する。図6A及び6Bは磁石体2を構成する磁石の配向方向を示す説明図である。図6A及び図6Bに示す矢印は、配向方向を示すものである。第1磁石体21及び第2磁石体22は、例えば、図6Aに示すように、平行な方向に配向方向を有する扇型状に切り出された第1磁石21a、第2磁石22aから構成される。または、図6Bに示すように、第1磁石21a、第2磁石22aを、放射状の配向方向を有する磁石でも良い。ここで、配向方向とは、磁石が磁化されやすい方向を示している。図6は第1磁石21a、第2磁石22aの上面又は下面から見た場合の配向方向を示している。図6に示す第1磁石21a、第2磁石22aを側面から見た場合は、図2に示した磁化方向と同様な配向方向を持っている。なお、図6に示す矢印は、配向方向を示すものであり、着磁工程前の磁石は磁化されていない。図6に示すように、第1磁石体21の第1磁石21aの外周面側と第2磁石体22の第2磁石22aの内周面側を接着等の方法により接合し、中間体としての接合体2aを形成する。

[0041] 図7は、アクチュエータ10を構成する磁石体2の着磁工程についての説明図である。上述した接合体2aは、図示しない着磁装置中で、図7で示すような平行磁場Mを印加することにより着磁（磁化）することができる。接合体2aを構成する第1磁石21a、第2磁石22aの配向性は、図6を用いて説明したように磁石体端面に対して傾斜しているのみであるため、平行磁場中で十分着磁することが可能である。

[0042] 図8は着磁後の接合体2aを磁石体2に組み立てる組立方法の一例を示す説明図である。非磁性のスリーブ3の内周面側に、着磁済の接合体2aの外周面側を押し付け、接着固定する。しかる後に別の接合体2aの外周面側を非磁性のスリーブ3に押し付け、接着固定する。その際に接合体2aの側面同士についても接着する。同様の方法にて残りの4ヶ（合計6ヶ）の接合体2aを順次接着固定し、磁石体2を形成する。

[0043] 磁石体2の組立の際には、各接合体2aは相互作用により、磁石体2の中

心軸から外向きに力を受ける。磁石体 2 の外周面側に非磁性のスリーブ 3 を配置することで、接合体 2 a 同士の反発力にて磁石体 2 の組立を容易にすることができる。

[0044] また磁石体 2 として組みあがった後にも、それぞれの接合体 2 a は軸中心から外側に向かう反発力を有していることから、反発力を非磁性のスリーブ 3 で受けることで構造物として安定した強度を維持することができる。もちろん、磁石体 2 の外周部に非磁性のスリーブ 3 を設けなくても良い。その際は、磁石体 2 の外周部及び内周部あるいは外周部のみを支持する円筒形の治具を使用し、組み立てる。組み立てた後に、治具より磁石体 2 を取り外せば良い。

[0045] 本実施の形態のアクチュエータ 10 においては、コイル 1 との対向面に対して傾斜した磁化方向を有する磁石体 2 を組み合わせているため、磁束が効率よくコイル 1 に鎖交する。その結果、小型でありながら、推力の大きいアクチュエータを得ることが可能となる。

[0046] 本実施の形態のアクチュエータ 10 においては、磁石体 2 を第 1 磁石体 2 1 及び第 2 磁石体 2 2 の二つの磁石で構成している。従来の所謂ハルバッハ配列における中央の磁石のように減磁が発生するおそれがないため、磁石体 2 は、高残留磁束密度材を用いた磁石から構成することが可能となる。それにより、小型でありながら、推力の大きいアクチュエータを得ることが可能となる。

[0047] また、本実施の形態のアクチュエータ 10 では、組立工程において、接合体 2 a を平行磁場中で着磁することができるため、特殊な着磁装置を必要とせず、組み立て装置の簡素化が図れる。ハルバッハ配列を有する磁石体の場合には、平行磁場とラジアル配向磁場の着磁を要するので、それに比べると着磁に用いる設備のコスト削減が可能となる。

[0048] 実施の形態 2

実施の形態 2 は、アクチュエータ 10 に用いる磁石体 2 を構成する第 1 磁石体 2 1 及び第 2 磁石体 2 2 を軽量化する形態に関する。図 9 は磁石体 2 の

縦断面図である。磁石体 2 の上側の面がコイル 1 と対向する面である。図 9 に示すように、磁石体 2 のコイル対向面側と反対側において内周面側と外周面側の角部に面取り 2 1 1、2 2 1 を施している。すなわち、第 1 磁石体 2 1 の内周面側角部に面取り 2 1 1 が、第 2 磁石体 2 2 の外周面側角部に面取り 2 2 1 が施してある。これらの構成以外については、実施の形態 1 と同様であるから、説明を省略する。

[0049] 実施の形態 2 において、面取り 2 1 1、2 2 1 を施した部分は、磁束ループ L から最も離れた位置にある。したがって、面取りしたことによる磁石体 2 の磁気特性の低下は少ない。

[0050] 実施の形態 2 のアクチュエータ 10 では、面取り 2 1 1、2 2 1 を施すことで、磁石体 2 の軽量化を実現することができる。つまり、コイル 1 と鎖交する磁束量を減らすことなく、磁石体 2 の軽量化を図ることができる。なお、面取り寸法は、第 1 磁石体 2 1、第 2 磁石体 2 2 のそれぞれについて、厚さの 1 / 3 程度までである。

実施の形態 2 では磁石体 2 の内周面側および外周面側を面取りしたが、内周面側と外周面側のどちらか一方のみを面取りしても、磁石体 2 の軽量化を図ることができる。

[0051] 実施の形態 3

実施の形態 3 は、実施の形態 2 の磁石体 2 をさらに軽量化した形態に関する。図 10 は磁石体 2 の縦断面図である。実施の形態 3 においては、実施の形態 2 で設けた面取り 2 1 1、2 2 1 に加えて、コイル 1 に対向する面と、第 1 磁石体 2 1 及び第 2 磁石体 2 2 が接する面とによる角部に、面取り 2 1 2、2 2 2 が追加されている。これらの構成以外については、実施の形態 2 と同様であるから、説明を省略する。

[0052] 面取り 2 1 2、2 2 2 を施した部分は、磁石体 2 による磁束ループ L において、最も内側部分に位置するため、磁束流れが少ない箇所である。したがって、面取りしたことによる磁石体 2 の磁気特性の低下は少ない。

[0053] 実施の形態 3 のアクチュエータ 10 では、面取り 2 1 1、2 2 1 に加えて

、さらに、面取り 2 1 2、2 2 2 を施すことで、磁石体 2 の軽量化をさらに図ることが可能となる。つまり、コイル 1 と鎖交する磁束量を減らすことなく、磁石体 2 の更なる軽量化を図ることができる。なお、面取り寸法は、第 1 磁石体 2 1、第 2 磁石体 2 2 のそれぞれについて、厚さの $1/3$ 程度までである。

[0054] 実施の形態 4

実施の形態 4 は第 1 磁石体 2 1、第 2 磁石体 2 2 それぞれを一方の外径が他方の内径と略等しくなる円筒状の二つの磁石に分割した形態に関する。図 1 1 は、アクチュエータ 1 0 に用いる磁石体 2 の別の形態を示す説明図である。図 1 2 は磁石体 2 の平面図である。実施の形態 4 において、磁石体 2 を構成する第 1 磁石体 2 1 は及び第 2 磁石体 2 2 は、それぞれ二つに分割した円筒状の磁石を同軸配置してある。これらの構成以外については、実施の形態 1 と同様であるから、以下の説明においては、実施の形態 1 と異なる部分を主に説明する。

[0055] 第 1 磁石体 2 1 は第 1 磁石分体 4 1、第 2 磁石分体 4 2 を含む。第 1 磁石分体 4 1 の径方向の長さ θ と第 2 磁石分体 4 2 の径方向の長さは、略等しくなるようにしてある。実施の形態 1 の第 1 磁石体 2 1 を径方向に 2 分割したものとなっている。第 1 磁石分体 4 1 及び第 2 磁石分体 4 2 は、共に磁化方向がコイル対向面（図面の上面）に対して傾斜している。第 1 磁石分体 4 1 及び第 2 磁石分体 4 2 は、磁化の向きが中心から外側、かつコイル 1 から遠ざかる向きとなっている。第 1 磁石分体 4 1 の磁化方向の傾斜角度 $\theta 1 1$ と、第 2 磁石分体 4 2 の磁化方向の傾斜角度 $\theta 1 2$ とは平均 45 度、 $\theta 1 1$ が $\theta 1 2$ より大きい値となるようにしてある。例えば、 $\theta 1 1$ が 47 度とすると、 $\theta 1 2$ が 43 度である。

[0056] 第 2 磁石体 2 2 は、第 3 磁石分体 4 3、第 4 磁石分体 4 4 を含む。第 3 磁石分体 4 3 の径方向の長さ θ と第 4 磁石分体 4 4 の径方向の長さは、略等しくなるようにしてある。実施の形態 1 の第 2 磁石体 2 2 を径方向に 2 分割したものとなっている。第 3 磁石分体 4 3 及び第 4 磁石分体 4 4 は、共に磁化方

向がコイル対向面（図面の上面）に対して傾斜している。第3磁石分体43及び第4磁石分体44は、磁化の向きが中心から外側、かつコイル1へ近づく向きとなっている。第3磁石分体43の磁化方向の傾斜角度 $\theta 21$ と、第4磁石分体44の磁化方向の傾斜角度 $\theta 22$ とは平均45度、 $\theta 22$ が $\theta 21$ より大きい値となるようにしてある。例えば、 $\theta 22$ が47度とすると、 $\theta 21$ が43度である。

[0057] 実施の形態4のアクチュエータ10では、実施の形態1と同様に磁石体2で発生した磁束が効率よくコイル1に鎖交するので、小型でありながら、推力の大きいアクチュエータを得ることが可能となる。また、第1磁石体21及び第2磁石体22それぞれを分割したことにより、磁束がより流れやすくなる。

[0058] なお、第1磁石体21及び第2磁石体22の分割数を2より大きくしても良い。第1磁石分体41の径方向の長さ第2磁石分体42の径方向の長さは、略等しくなるとしたが、コイル1に鎖交する磁束が大きく低下しない範囲であれば、それぞれの長さを変えても良い。第3磁石分体43の径方向の長さ第4磁石分体44の径方向の長さについても同様である。

[0059] 実施の形態1から実施の形態4のいずれにおいても、上述した第1磁石体21及び第2磁石体22の磁化の向きを逆向きとしてもよい。図6を除く図面に示す矢印の向きが逆となる。すなわち、第1磁石体21は、磁化の向きが外側から中心に向かって、かつコイル対向面へ近づく向きとなる。第2磁石体22は、磁化の向きが外側から中心に向かって、かつコイル対向面から遠ざかる向きとなる。この場合、上述した磁束ループは、逆回りになる。磁束ループの向きが逆となるだけであり、アクチュエータ10が奏する効果は同様である。

[0060] 各実施例で記載されている技術的特徴（構成要件）はお互いに組合せ可能であり、組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

今回開示された実施の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、特許請求の範囲によって示され、特許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

[0061]	1	コイル
	1 0	アクチュエータ
	1 1	軸空間
	2	磁石体
	2 a	接合体
	2 1	第 1 磁石体
	2 1 a	第 1 磁石
	4 1	第 1 磁石分体
	4 2	第 2 磁石分体
	2 2	第 2 磁石体
	2 2 a	第 2 磁石
	4 3	第 3 磁石分体
	4 4	第 4 磁石分体
	2 3	軸孔
	3	スリーブ
	L	磁束ループ
	M	平行磁場

請求の範囲

- [請求項1] リング状をなし、中心から外側に向かう向きに磁化された第1磁石体と、
- リング状をなし、中心から外側に向かう向きに磁化され、前記第1磁石体に外嵌固定された第2磁石体と、
- 前記第1磁石体及び第2磁石体の一面と対向するように同軸に配置されたリング状のコイルを備え、
- 前記第1磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きであり、
- 前記第2磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きである
- ことを特徴とするアクチュエータ。
- [請求項2] リング状をなし、外側から中心に向かう向きに磁化された第1磁石体と、
- リング状をなし、外側から中心に向かう向きに磁化された、前記第1磁石体に外嵌固定された第2磁石体と、
- 前記第1磁石体及び第2磁石体の一面と対向するように同軸に配置されたリング状のコイルを備え、
- 前記第1磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きであり、
- 前記第2磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きである
- ことを特徴とするアクチュエータ。
- [請求項3] 前記第1磁石体の磁化方向の傾斜角度は45度としてあり、
- 前記第2磁石体の磁化方向の傾斜角度は45度としてある
- ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のアクチュエータ。
- [請求項4] 前記第1磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しい2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石体は、磁化方向が前

記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてあり、

前記第2磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しく2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてある

ことを特徴とする請求項1に記載のアクチュエータ。

[請求項5]

前記第1磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しい2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルへ近づく向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてあり、

前記第2磁石体は、一方の外径が他方の内径と略等しく2つの円筒状の磁石体を同軸に配して構成され、2つの磁石体は、磁化方向が前記コイルの対向面に対して傾斜し、磁化の向きが前記コイルから遠ざかる向きとしてあり、傾斜角度の平均値は45度としてある

ことを特徴とする請求項2に記載のアクチュエータ。

[請求項6]

前記第1磁石体の径方向の長さは、前記第2磁石体の径方向の長さ比べて長い

ことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のアクチュエータ。

[請求項7]

前記第1磁石体及び第2磁石体は、平面視扇形をなす複数の磁石によって構成されている

ことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のアクチュエータ。

[請求項8]

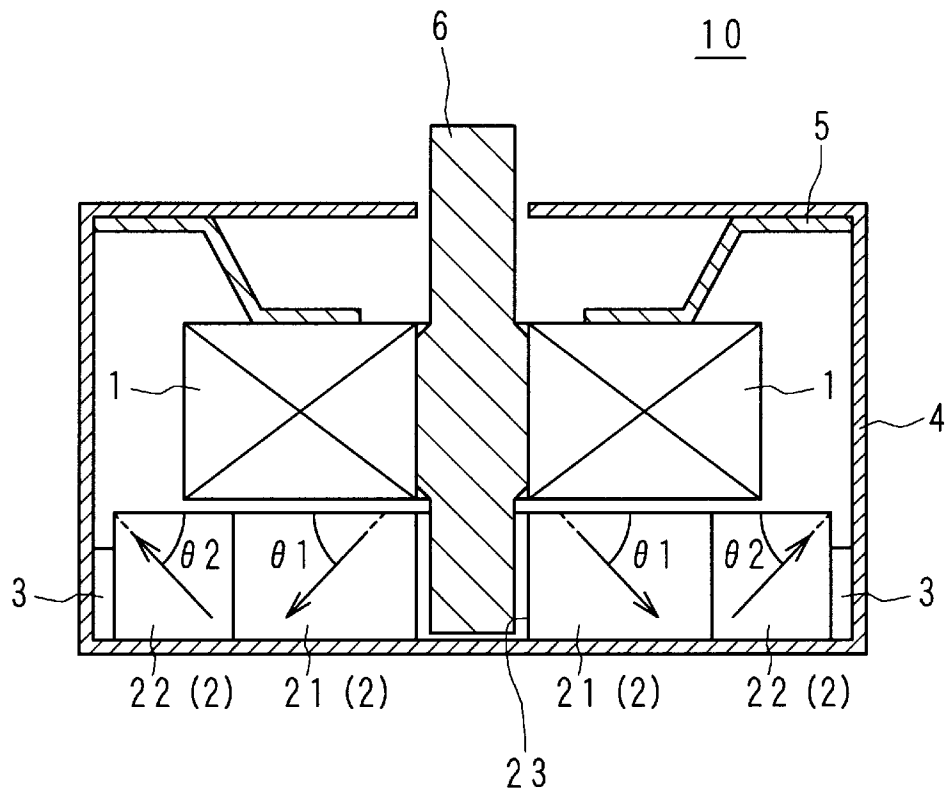
前記第1磁石体の内周面側角部及び／又は前記第2磁石体の外周面側角部はコイル対向面側とは反対側において面取りしてある

ことを特徴する請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のアクチュエータ。

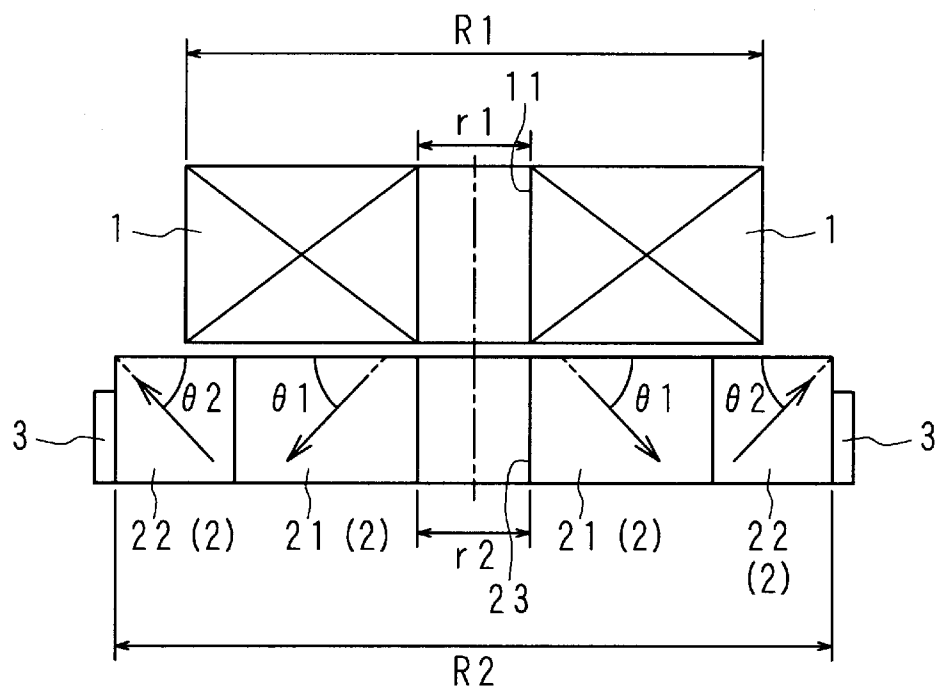
[請求項9] 前記第 1 磁石体及び第 2 磁石体のコイルに対向する面と、前記第 1 磁石体と第 2 磁石体が接する面とで作られる角部に面取りが施されている

ことを特徴とする請求項 8 記載のアクチュエータ。

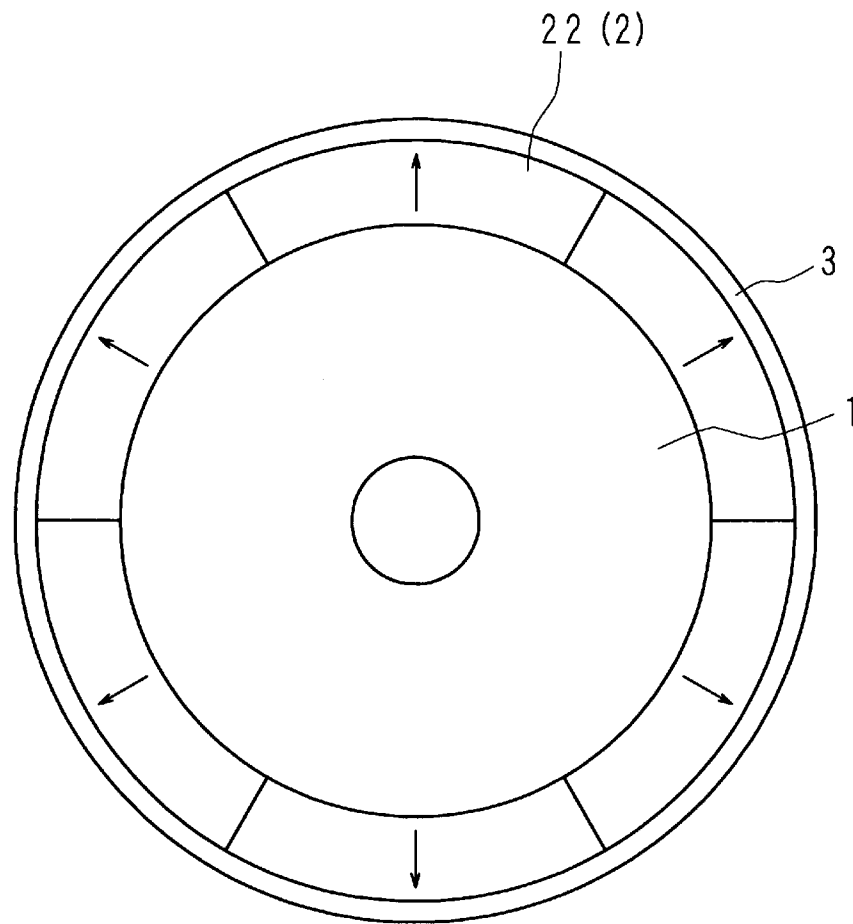
[図1]



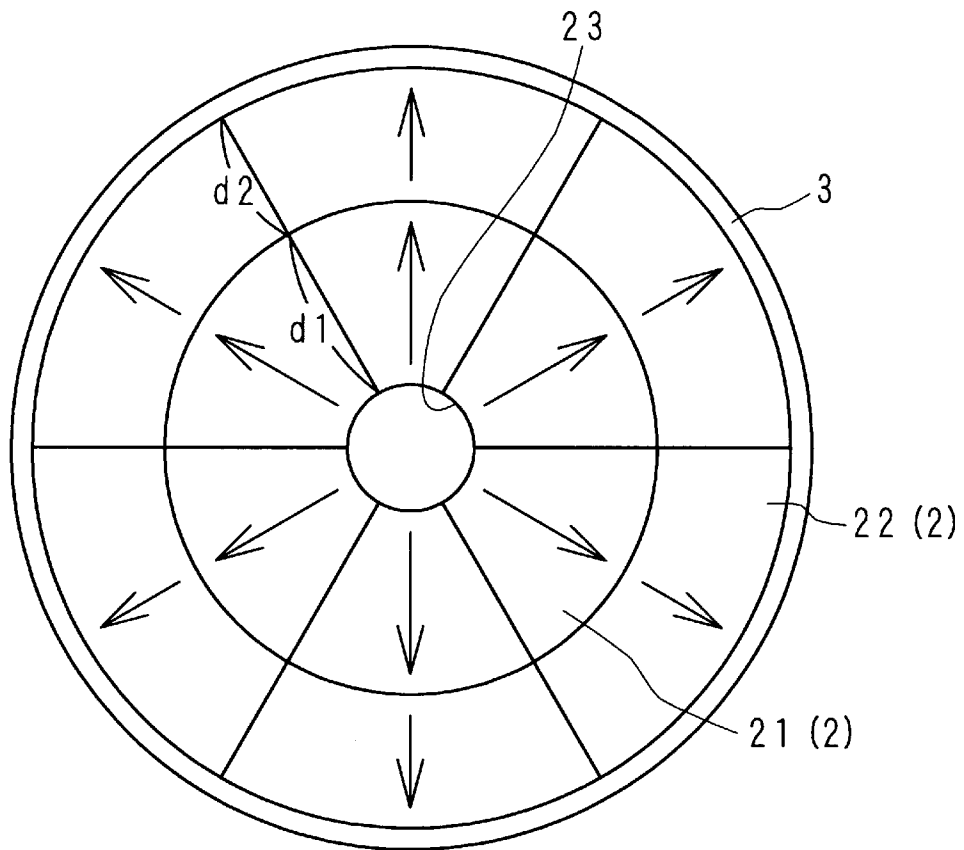
[図2]



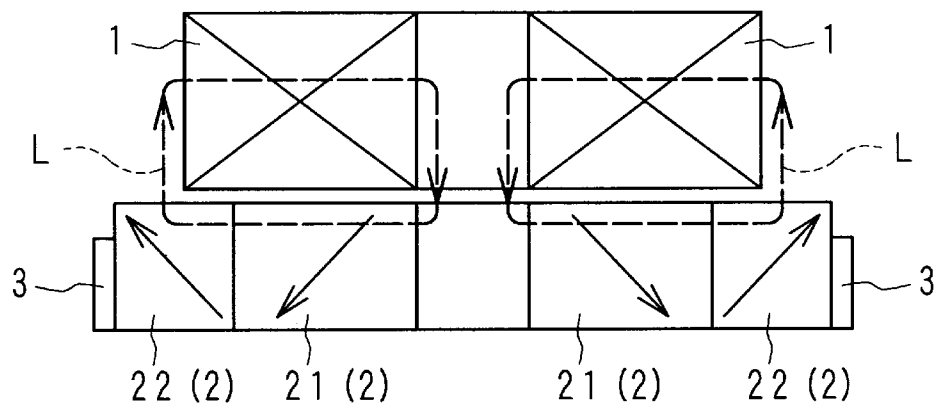
[図3]



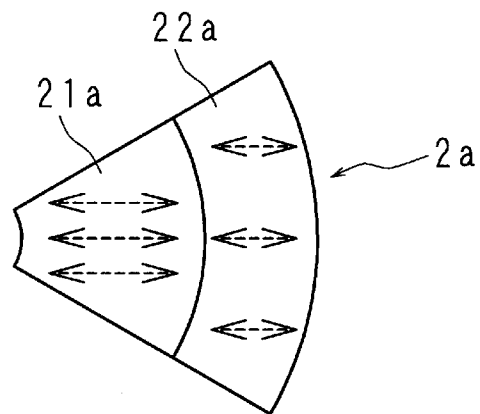
[図4]



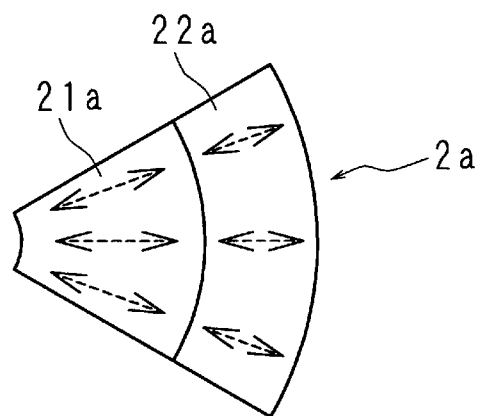
[図5]



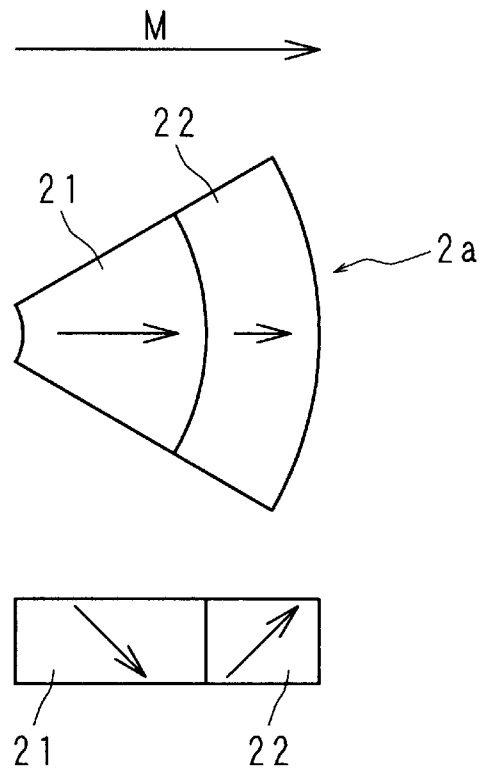
[図6A]



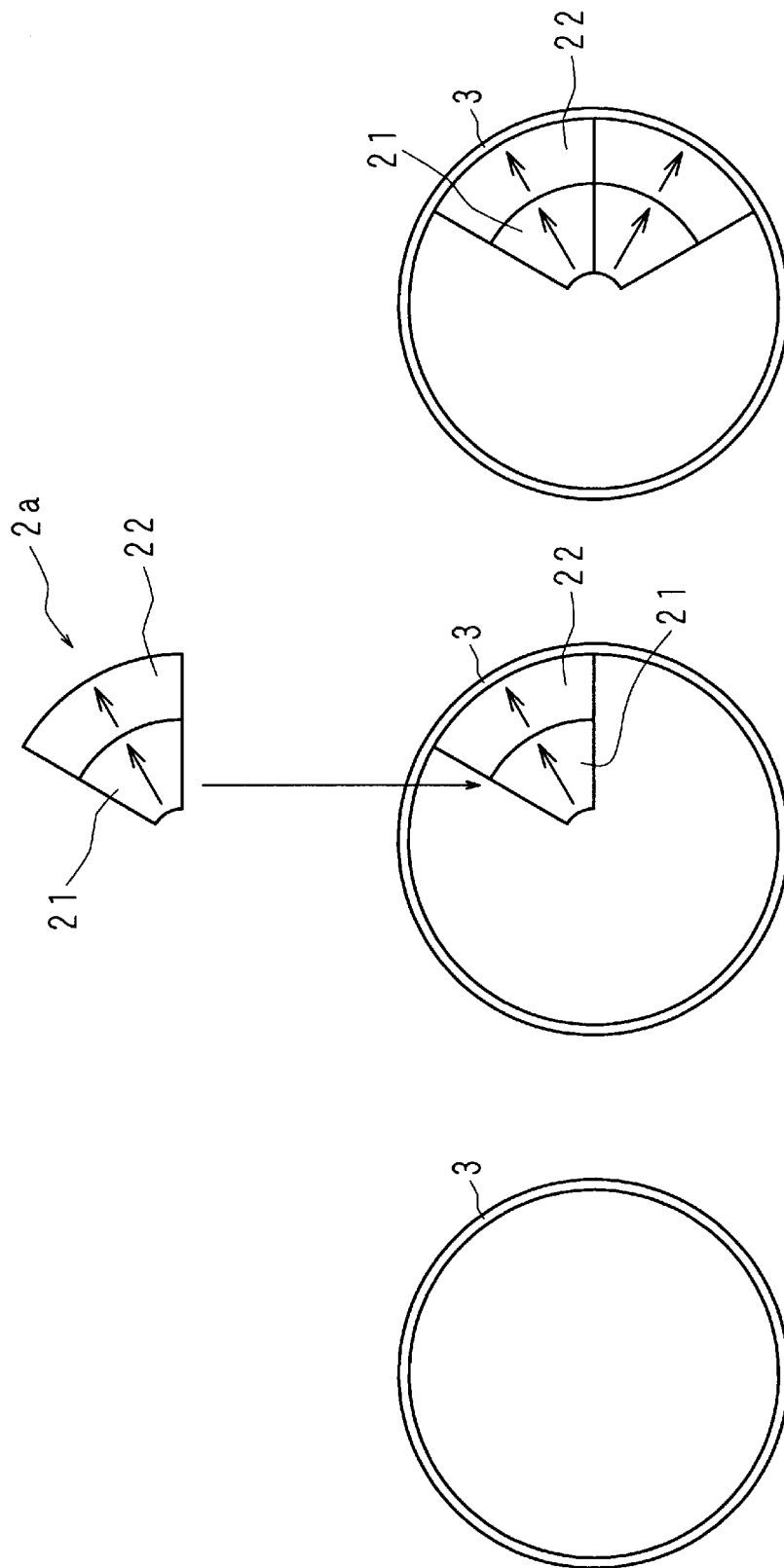
[図6B]



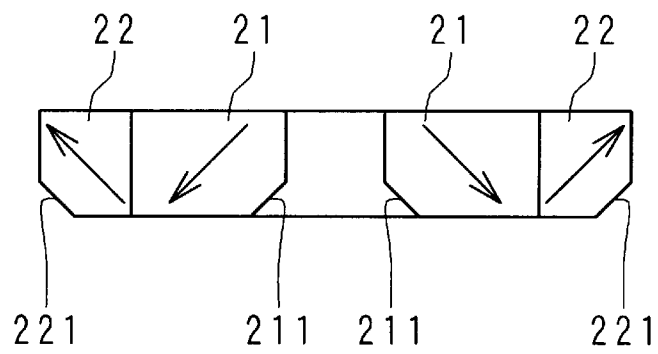
[図7]



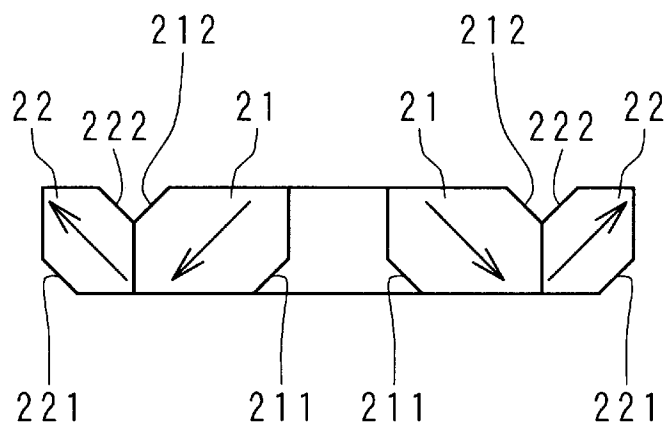
[図8]



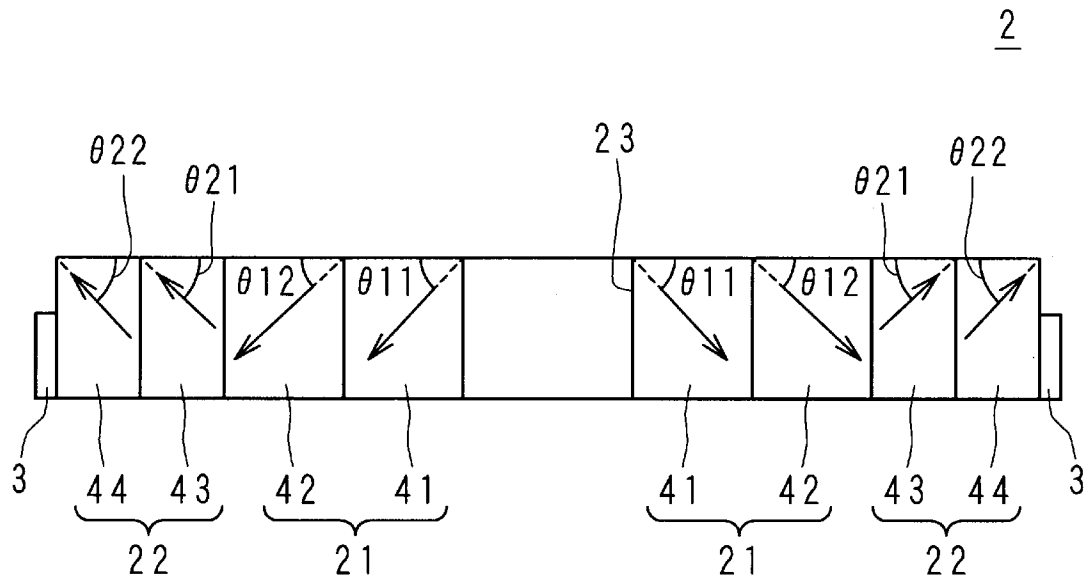
[図9]

2

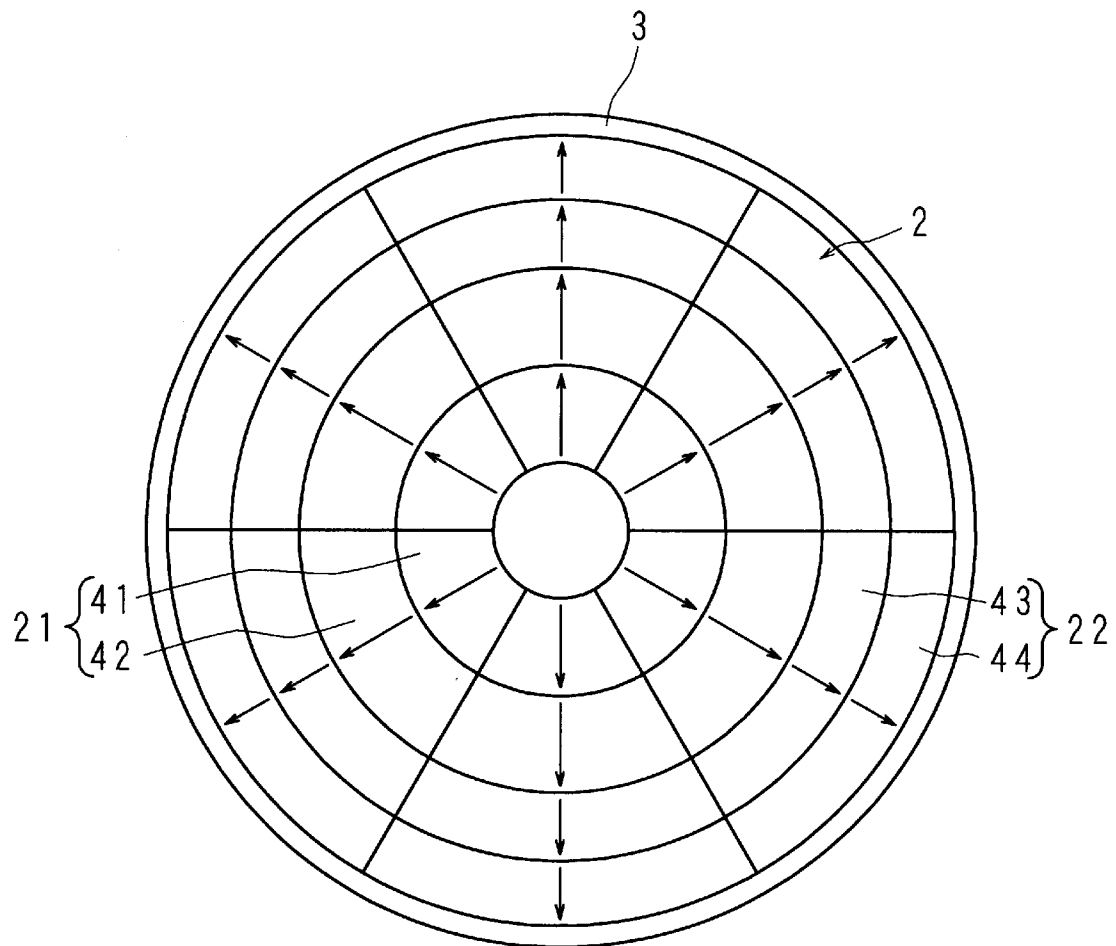
[図10]

2

[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072984

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K33/02(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K33/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
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.
Y A	JP 2010-110087 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraphs [0008] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 6-9 4-5
Y	JP 2007-251128 A (ASML Netherlands B.V.), 27 September 2007 (27.09.2007), paragraphs [0008] to [0051]; fig. 1 to 7 & US 2007/0145831 A1 paragraphs [0017] to [0060]; fig. 1 to 7	1-3, 6-9
Y	JP 2002-238241 A (Yaskawa Electric Corp.), 23 August 2002 (23.08.2002), paragraphs [0005] to [0008]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3, 6-9

☒ 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
18 October 2016 (18.10.16)

Date of mailing of the international search report
25 October 2016 (25.10.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072984

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-221911 A (Asmo Co., Ltd.), 30 August 2007 (30.08.2007), paragraphs [0013] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 6-9
Y	JP 2013-138592 A (THK Co., Ltd.), 11 July 2013 (11.07.2013), paragraphs [0032] to [0033]; fig. 6 (Family: none)	8-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K33/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K33/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016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
Y A	JP 2010-110087 A（三菱電機株式会社）2010.05.13, 段落[0008]-[0020], 図1（ファミリーなし）	1-3, 6-9 4-5
Y	JP 2007-251128 A（エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ.） 2007.09.27, 段落[0008]-[0051], 図1-7 & US 2007/0145831 A1, 段 落[0017]-[0060], 図1-7	1-3, 6-9
Y	JP 2002-238241 A（株式会社安川電機）2002.08.23, 段落[0005]-[0008], 図1-5（ファミリーなし）	1-3, 6-9

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

18.10.2016

国際調査報告の発送日

25.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森山 拓哉

3 V

3924

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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
Y	JP 2007-221911 A (アスモ株式会社) 2007. 08. 30, 段落[0013]-[0027], 図 1 (ファミリーなし)	1-3, 6-9
Y	JP 2013-138592 A (THK株式会社) 2013. 07. 11, 段落[0032]-[0033], 図 6 (ファミリーなし)	8-9