

(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
2010年5月14日(14.05.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/053031 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 41/03 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/068511
- (22) 国際出願日: 2009年10月28日(28.10.2009)
- (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 2008-284380 2008年11月5日(05.11.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP). 国立大学法人大阪大学(OSAKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 日浦 亮太(HIURA Ryota) [JP/JP]; 〒6528585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内 Hyogo (JP). 野沢 隆勝(NOZAWA Takakatsu) [JP/JP]; 〒6528585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内 Hyogo (JP). 平田

勝弘(HIRATA Katsuhiko) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内 Osaka (JP). 石黒 浩(ISHIGURO Hiroshi) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内 Osaka (JP). 仲田 佳弘(NAKATA Yoshihiro) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 工藤 実(KUDOH Minoru); 〒1400013 東京都品川区南大井六丁目2番10号カドヤビル6階 Tokyo (JP).

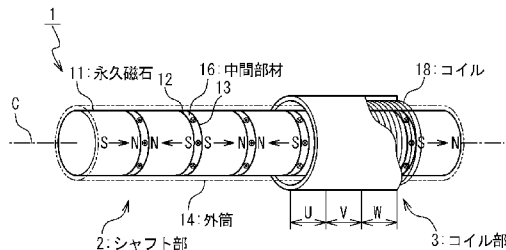
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

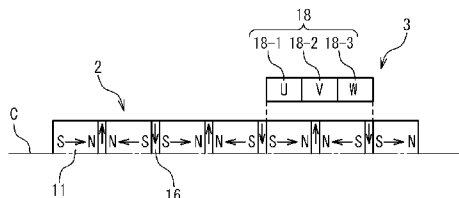
(54) Title: LINEAR ACTUATOR

(54) 発明の名称: リニアアクチュエータ

[図2A]



[図2B]



- 11 PERMANENT MAGNET
16 INTERMEDIATE MEMBER
18 COIL
2 SHAFT SECTION
14 OUTER TUBE
3 COIL SECTION

(57) Abstract: A linear actuator is provided with a coil section and a shaft section. The coil section has a plurality of coils wherein alternating currents in phases different from each other flow. The shaft section passes inside the coils. The shaft section is provided with a plurality of permanent magnets and a plurality of intermediate members. The permanent magnets face each other with opposite magnetization directions with respect to the direction of a center axis (C) and are arranged along the center axis (C). The intermediate members are arranged between the permanent magnets, respectively. In order to lead out each magnetic flux of the permanent magnets to the outside, the intermediate members are composed of a soft magnetic material having a relatively high saturation magnetic flux density or a permanent magnet magnetized in the direction perpendicular to the axis.

(57) 要約: リニアアクチュエータは、コイル部と、シャフト部とを具備する。コイル部は、互いに位相の異なる交流電流が流れる複数のコイルを有する。シャフト部は、複数のコイルの内側を通る。シャフト部は、複数の永久磁石と、複数の中間部材とを備える。複数の永久磁石は、磁化方向が中心軸Cの方向に対して正逆対向し、中心軸Cに沿って配置されている。複数の中間部材は、複数の永久磁石の各々の間に配置されている。複数の中間部材は複数の永久磁石の各々の磁束を外部に導出するために、飽和磁束密度が相対的に高い軟磁性材料か、軸に対して垂直方向に磁化された永久磁石である。



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： リニアアクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、リニアアクチュエータに関し、特にリニア同期モータの原理を用いたリニアアクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 磁石の磁極同士の吸引力及び反発力を利用したリニアモータであるリニア同期モータが知られている。そのリニア同期モータの一種として、シャフトモーターがある。例えば、株式会社ジイエムシーヒルストンのホームページにシャフトモーターが開示されている（<http://www.ghc.co.jp/product/shaft.html>）。

[0003] 図1は、そのシャフトモーターの構成を示す概略図である。このシャフトモーター101は、シャフト部102及びコイル部103を具備している。シャフト部102は、複数の永久磁石111及び外筒114を備えている。複数の永久磁石111は、磁気方向が中心軸Cの方向に対して正逆対向し、中心軸Cに沿って配置されている。すなわち、中心軸Cに沿って、N極同士、S極同士が接合されている。そのため、接合部112から強い磁力線が発生している。外筒114は、複数の永久磁石111を一体的に格納する円筒である。一方、コイル部103は、コイル118を備えている。コイル118は、中心軸が共通であり、互いに位相の異なる交流電流が流れる複数のコイル118（例示：U相用、V相用、W相用）を有している。シャフト部102は、それら複数のコイル118の内側を貫通している。このシャフト部102を取り囲む複数のコイル118に電流が流れると磁界が発生し、フレミングの左手の法則により推力が発生する。この推力によって、コイル部103が中心軸Cに沿って直動運動する。

[0004] このシャフトモーター101は、コイル118とシャフト部102との間に吸着力が働かない、磁石111の磁束を磁石111の全周で無駄無く有効

活用できて高推力である、などの特徴がある。そして、このシャフトモーターは、その機能や特徴を利用して、ボールネジを代替する機械要素として、あるいは、アクチュエータの一つとしてのリニアアクチュエータとして使用することが可能である。

[0005] 関連する技術として、特開 2003-70226 号公報にリニア同期モーターが開示されている。このリニア同期モーターは、コイルを有する一次側可動子と、複数の永久磁石を直線に沿って配置した二次側固定子とを備え、コイルに通電することにより可動子を二次側固定子に沿って直線的に移動させる。このリニア同期モーターは、複数の永久磁石を隣接して配置すると共に、隣接する永久磁石の磁化方向を可動子の移動方向及び直角方向に 90 度ずつ異ならせている。

[0006] また、特開 2007-6545 号公報に周期磁界発生装置およびそれを用いたリニアモーター、回転型モーター、揺動モーターが開示されている。この周期磁界発生装置は、発生磁界の方向に磁化された主磁極永久磁石と主磁極永久磁石の磁極の向きと異なるように磁化された副磁極永久磁石から構成されるハルバツハ配列構造の界磁極を備えている。この周期磁界発生装置は、主磁極永久磁石の磁界発生側の一部を軟磁性材料で置き換えている。

[0007] 発明者は、以下の事実を新たに発見した。上記のシャフトモーター 101 には以下のような問題があると考えられる。第 1 の問題は、磁石 111 を対向させて直接接触させて配置するので、対向する磁石 111 同士が互いに磁界を弱め合っているということである。すなわち、接触面付近の磁石の動作点が、隣接する磁石により発生する磁界の影響により変化し、磁石の性能を十分発揮できない状態にある。また、第 2 の問題として、磁石 111 の接触面の磁束は、接触面の両側の磁石 111 内を通過しなければならず、その磁束の大きさはその磁石 111 の飽和磁束密度により制限されてしまう。そのため、個々の磁石 111 の磁力の強さを十分に生かすことができていないと考えられる。第 3 の問題は、磁石 111 を対向させて配置するので、隣り合う磁石 111 が互いに反発し合い、組み立てが難しいということである。特

に、推力の向上には磁石 1 1 1 の磁力を高めることが必要であるが、そうすると益々組み立てが困難になることが予想される。第 4 の問題は、磁石 1 1 1 を固定するために、磁石 1 1 1 を収めるチューブ状の外筒 1 1 4 が必須であることである。そのため、この外筒 1 1 4 の存在により、コイル 1 1 8 と磁石 1 1 1 との間のギャップが増加し、推力が低下する。

- [0008] 上記シャフトモーターをリニアアクチュエータとして用いる場合において、その磁石の磁力の強さを十分に活用することができる技術が望まれる。その組み立てを容易にすることが可能な技術が望まれる。コイルと磁石との間のギャップを低減し推力を向上させることが可能な技術が求められる。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開 2 0 0 3 - 7 0 2 2 6 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 7 - 6 5 4 5 号公報

非特許文献

- [0010] 非特許文献1：<http://www.ghc.co.jp/product/shaft.html>

発明の概要

- [0011] 本発明の目的は、磁石の磁力の強さを十分に活用することができるリニアアクチュエータを提供することにある。また、本発明の他の目的は、組み立てを容易にすることが可能なリニアアクチュエータを提供することにある。また、本発明の更に他の目的は、コイルと磁石との間のギャップを低減し推力を向上させることが可能なリニアアクチュエータを提供することにある。
- [0012] 本発明のリニアアクチュエータは、コイル部と、シャフト部とを具備する。コイル部は、互いに位相の異なる交流電流が流れる複数のコイルを有する。シャフト部は、複数のコイルの内側を通る。シャフト部は、複数の永久磁石と、複数の中間部材とを備える。複数の永久磁石は、磁化方向が中心軸の方向に対して正逆対向し、中心軸に沿って配置されている。複数の中間部材

は、複数の永久磁石の各々の間に配置されている。複数の中間部材の各々の飽和磁束密度は、複数の永久磁石の各々の飽和磁束密度よりも大きい。

[0013] 本発明では、対向する永久磁石同士の間には中間部材として、永久磁石よりも飽和磁束密度が高い、軟磁性材料が挿入されている。この中間部材の飽和磁束密度が永久磁石の飽和磁束密度よりも大きいという性質により、対向する永久磁石同士の磁束は、中間部材内において、永久磁石のみで構成された場合よりも高い磁束密度で、いずれも中間部材を通して中心軸に略垂直な方向へ抜ける、又は同方向から入ることができる。これにより、そのコイル部の位置での磁束密度を増加させることができる。すなわち、対向する磁石同士が互いに磁界を弱め合わないので、個々の磁石の磁力の強さを十分に生かすことができる。それにより、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。また、この中間部材を介在させることで、隣合う磁石が互いに反発し合う力を弱めることができる。それにより、シャフト部の組み立てを容易にすることができる。すなわち、リニアアクチュエータの製造を容易にすることが可能となる。

[0014] 本発明では、中間部材として軟磁性材料を用いているので、対向する永久磁石同士の間での磁束の集中による磁気飽和の防止を安価に行うことができる。そのため、リニアアクチュエータの推力の向上を低コストで行うことができる。

[0015] 本発明のリニアアクチュエータは、複数の中間部材の各々が、磁石材料で形成された中間磁石部材を含む。その場合、中間磁石部材は、磁化方向が中心軸の方向に対して垂直外向き、及び、垂直内向きに、中心軸に沿って交互に配置されていることが好ましい。

本発明では、中間部材により磁束が中心軸に略垂直な方向へと導かれるため、対向する永久磁石同士の間で磁界を弱めあうことなく、さらに中間部材の磁力も加えることで、コイル部での磁束密度を高めることができる。その結果、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。

[0016] なお、上記のリニアアクチュエータにおいて、複数の中間部材の各々にお

ける中心軸方向の厚みは、複数の永久磁石の各々における中心軸方向の厚みよりも薄いことが好ましい。

本発明では、中間部材の厚みを、永久磁石の厚みよりも薄くすることで、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。

[0017] 上記のリニアアクチュエータにおいて、複数の中間部材の各々は、中間磁石部材を囲み、軟磁性材料で形成されたヨーク部材を更に含むことが好ましい。

本発明では、中間部材として軟磁性材料と磁石材料とを組み合わせ用いている。そのため、対向する永久磁石同士の間での磁束の集中による磁気飽和を防ぎつつ、磁石の体積を増加させて磁束密度を高めつつ、一部を難磁性材料にしてコストを低く抑えることができる。それにより、コイル部での磁束密度を、低いコストでより高めることができる。その結果、コストを抑えつつ、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。

[0018] 上記のリニアアクチュエータにおいて、複数の中間部材の各々は、中心軸方向の厚みが、前記中心軸から離れるにつれて厚くなることが好ましい。

本発明では、磁束の混み具合が相対的に小さい中心軸付近の中間部材の厚みを薄くし、磁束の集中度合いが相対的に大きい表面付近の厚みを厚くしている。これにより、中間部材内での磁束の集中による磁気飽和の発生を低減することができる。その結果、コイル部での磁束密度をより高めることができる。その結果、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。

[0019] 上記のリニアアクチュエータにおいて、シャフト部は、複数の永久磁石と複数の中間部材とを貫通して固定する固定軸部材を更に備えることが好ましい。

本発明では、永久磁石と中間部材とを貫通して固定する固定軸部材を有しているため、永久磁石を固定するためのチューブ状の外筒が不要である。そのため、コイルと磁石との間のギャップをより小さくすることができる。それにより、コイル部での磁束密度をより高めることができ、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。

[0020] 上記のリニアアクチュエータにおいて、シャフト部及びコイル部は、中心軸に垂直な断面の形状が多角形であることが好ましい。

本発明では、断面の形状が多角形であるため、コイル部が周方向に回転し難い。そのため、コイル部を中心軸方向に円滑に動作させることが出来る。

[0021] 本発明により、リニアアクチュエータにおいて、磁石の磁力の強さを十分に活用することができる。また、リニアアクチュエータにおいて、組み立てを容易にすることが可能となる。また、リニアアクチュエータにおいて、コイルと磁石との間のギャップを低減し推力を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0022] 本発明の前記及びその他の目的、長所及び特徴は、添付の図面を考慮して次の実施の形態の記載によって、より詳細に分かるであろう。

[図1] 図1は、株式会社ジイエムシーヒルストンのシャフトモーターの構成を示す概略図である。

[図2A] 図2Aは、本発明の第1及び第2の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成を示す概略斜視図である。

[図2B] 図2Bは、本発明の第1及び第2の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成を示す概略斜視図である。

[図3A] 図3Aは、本発明の第1の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の一例を示す概略断面図である。

[図3B] 図3Bは、本発明の第1の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の一例を示す概略断面図である。

[図4A] 図4Aは、本発明の第1の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の他の例を示す概略断面図である。

[図4B] 図4Bは、本発明の第1の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の他の例を示す概略断面図である。

[図5A] 図5Aは、本発明の第1の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の更に他の例を示す概略断面図である。

[図5B] 図5Bは、本発明の第1の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の

更に他の例を示す概略断面図である。

[図6A]図6 Aは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の一例を示す概略断面図である。

[図6B]図6 Bは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の一例を示す概略断面図である。

[図6C]図6 Cは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の一例を示す概略断面図である。

[図6D]図6 Dは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の一例を示す概略断面図である。

[図7A]図7 Aは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の他の例を示す概略断面図である。

[図7B]図7 Bは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の他の例を示す概略断面図である。

[図7C]図7 Cは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の他の例を示す概略断面図である。

[図8]図8は、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材と永久磁石との大きさの関係を示す概略断面図である。

[図9]図9は、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の更に他の例を示す概略断面図である。

[図10]図10は、本発明の第3の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成を示す概略斜視図である。

[図11]図11は、本発明の第3の実施の形態に係る永久磁石及び中間部材の構成を示す概略平面図である。

[図12]図12は、本発明の第1～第3の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成の変形例を示す概略斜視図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明のリニアアクチュエータの実施の形態に関して、添付図面を参照して説明する。

[0024] (第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成について説明する。

図2A及び図2Bは、本発明の第1の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成を示す概略斜視図である。図中の矢印、「○に点」印（手前側向き）、「丸にバツ」印（奥側向き）は、いずれも磁化方向や磁力線の向きを示している（以下、各図面において同じ）。図2Aに示すように、このシャフトモーター1は、シャフト部2及びコイル部3を具備している。シャフト部2の形状は棒状であり、例えば円柱状である。コイル部3の形状は筒状であり、例えば円筒状である。シャフト部2は、コイル部3の内側を通るように配置されている。シャフト部2及びコイル部3の中心軸は概ね重なっている（以下、中心軸C）。そして、コイル部3に電流を流すことにより、コイル部3は、シャフト部2上をその中心軸C方向に相対的に移動する。

[0025] シャフト部2は、複数の永久磁石11と、複数の中間部材16と、外筒14とを備えている。

複数の永久磁石11は、磁化方向が中心軸Cの方向に対して正逆対向し、中心軸Cに沿って配置されている。すなわち、中心軸Cに沿って、N極同士、S極同士が向かい合って配置されている。永久磁石11は、例えば、略円柱形状を有している。その中心軸は、中心軸Cである。永久磁石11は、従来知られた各種の永久磁石を用いることができ、例えば、フェライト磁石、希土類磁石である。

[0026] 中間部材16は、隣り合う2つの永久磁石11の間に配置されている。すなわち、2つのN極同士、又は2つのS極同士のいずれかに挟まれている。中間部材16は、例えば、略円柱形状を有している。その中心軸は、中心軸Cである。中間部材16の飽和磁束密度は、永久磁石11の飽和磁束密度よりも大きい。そのため、それら2つのN極から出る磁束は、永久磁石11ではなく、2つのN極に挟まれた中間部材16の内部を通り外側へ貫通することができる。また、それら2つのS極へ向かう磁束は、永久磁石11ではな

く、2つのS極に挟まれた中間部材16の内部を通り内側へ貫通することができる。

[0027] 外筒14は、複数の永久磁石11及び複数の中間部材16の外側に、それらを囲む（格納する）ように設けられている。すなわち、外筒14は、略円筒形状を有している。その中心軸は、中心軸Cである。外筒14は、非磁性材料で形成されている。

[0028] 一方、コイル部3は、複数のコイル18を備えている。

複数のコイル18は、シャフト部2を囲み、シャフト部2と接触しないように、中心軸Cに沿って互いに隣接して配置されている。コイル18は、略円筒形状に巻かれている。その中心軸は、中心軸Cである。複数のコイル18は、互いに位相の異なる交流電流を流される。ここでは、図2Bに示すように、3相のコイル18、すなわち、U相のコイル18-1、V相のコイル18-2、W相のコイル18-3を有し、各コイル18に互いに（ $2\pi/3$ ）だけ位相のずれた交流電流を流される。また、図示されるように、永久磁石11／中間部材16／永久磁石11／中間部材16の一周分に対応して、一組のU相のコイル18-1／V相のコイル18-2／W相のコイル18-3が設けられている。

[0029] シャフト部2は、それら複数のコイル18の内側を貫通している。そして、2つのN極同士間の中間部材16には外向きの矢印で示される磁力線が、2つのS極同士間の中間部材16には内向きの矢印で示される磁力線が通っている。このシャフト部2を取り囲む複数のコイル18に電流が流れると、シャフト部により発生された磁界のうち、軸に垂直な成分との間で、フレミングの左手の法則により推力が発生する。この推力によって、コイル部3が中心軸Cに沿ってシャフト部2上を相対的に直動運動する。

[0030] 本実施の形態では、対向する永久磁石11同士の間には中間部材16が挿入されている。この中間部材16の飽和磁束密度は、永久磁石11の飽和磁束密度よりも大きい。そのため、対向する永久磁石11同士の磁束は、永久磁石11の飽和磁束密度に制限されることなく、中間部材16内で磁気飽和を

発生させることなく、いずれも中間部材 16 内部を主に通って中心軸 C に略垂直な方向へ抜ける、又は、概ね垂直な方向から入ってくることができる。これにより、コイル部 3 の位置での磁束密度を増加させることができる。また、対向する磁石 11 同士が互いに磁界を弱め合わないので、個々の磁石 11 の磁力の強さを十分に生かすことができる。それにより、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。

[0031] また、この中間部材 16 を介在させることで、隣り合う永久磁石 11 が互いに反発し合う力を弱めることができる。それにより、N 極同士及び S 極同士を向かい合わせて容易に結合させることができる。すなわち、中間部材 16 を間に挟むことでシャフト部 2 の組み立てを容易にすることができ、リニアアクチュエータの製造を容易にすることが可能となる。

[0032] 図 3 A 及び図 3 B は、本発明の第 1 の実施の形態に係る中間部材の具体的な構成の一例を示す概略断面図である。ここでは、2 つの N 極に挟まれた中間部材 16 について説明するが、2 つの S 極に挟まれた中間部材 16 も磁束の向き以外は同様である。図 3 A に示す中間部材 16 は、軟磁性材料（高透磁率材料）により形成されたヨーク部材 16 a₁ である。この軟磁性材料の飽和磁束密度は、既述のように、永久磁石 11 の飽和磁束密度よりも大きく、より好ましくは永久磁石 11 の飽和磁束密度の 2 倍よりも大きい。軟磁性材料は、純鉄（電磁軟鉄など）、パーマロイ、ケイ素鋼に例示される。

[0033] 図 3 B に示すように、磁束線 Φ 1 は、永久磁石 11 の端部（N 極）から、飽和磁束密度の大きいヨーク部材 16 a₁ を通って中心軸 C に概ね垂直な外側の方向へ抜けることができる。すなわち、ヨーク部材 16 a₁ を通して磁界を外部に導出し、コイル部 3 の位置での中心軸 C に垂直な方向の磁束密度を増加させることができる。その結果、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。例えば、ヨーク部材 16 a₁ の挿入以外は同一とした実験条件の下で、+ 8.9 % の推力の増加が確認されている。

[0034] 加えて、ヨーク部材 16 a₁ を間に挟むことで、隣り合う永久磁石 11 が互いに反発し合う力を弱めることができ、シャフト部 2 の組み立てを容易にす

ることができる。それにより、リニアアクチュエータの製造を容易にすることが可能となる。また、高価な材料である永久磁石 11 の部分が減少するので、リニアアクチュエータのコストダウンを図ることができる。

[0035] 図 4 A 及び図 4 B は、本発明の第 1 の実施の形態に係る中間部材の具体的な構成の他の例を示す概略断面図である。ここでは、2 つの N 極に挟まれた中間部材 16 について説明するが、2 つの S 極に挟まれた中間部材 16 も磁束線の向き以外は同様である。図 4 A に示す中間部材 16 は、軟磁性材料（高透磁率材料）により形成されたヨーク部材 16 a₂ である。この軟磁性材料の飽和磁束密度は、既述のように、永久磁石 11 の飽和磁束密度よりも大きく、より好ましくは永久磁石 11 の飽和磁束密度の 2 倍よりも大きい。軟磁性材料は、純鉄（電磁軟鉄など）、パーマロイ、ケイ素鋼に例示される。このヨーク部材 16 a₂ は、中心軸 C 方向の厚みが、中心軸 C から離れるにつれて厚くなっている。すなわち、永久磁石 11 に接する 2 つの面に、中心軸 C を中心にした逆円錐形状の凹部 41 を有している。

[0036] 図 4 B に示すように、磁束線 2 は、永久磁石 11 の端部（N 極）から、飽和磁束密度の大きいヨーク部材 16 a₂ を通って中心軸 C に概ね垂直な外側の方向へ抜けることができる。このとき、中心軸 C 方向の厚みが中心軸 C から離れるにつれて厚くなっているので、ヨーク部材 16 a₂ 周辺部でも磁束の集中を防ぐことができ、磁気飽和の発生を防止することができる。すなわち、ヨーク部材 16 a₂ を通して磁界を外部に導出し、磁束の集中による磁気飽和を防ぎつつ、コイル部 3 の位置における中心軸 C に垂直な方向の磁束を増加させることができる。その結果、リニアアクチュエータの推力をより増加させることができる。

[0037] 加えて、ヨーク部材 16 a₂ を間に挟むことで、隣り合う永久磁石 11 が互いに反発し合う力を弱めることができ、シャフト部 2 の組み立てを容易にすることができる。それにより、リニアアクチュエータの製造を容易にすることが可能となる。また、高価な材料である永久磁石 11 の部分が減少するので、リニアアクチュエータのコストダウンを図ることができる。

[0038] 図5A及び図5Bは、本発明の第1の実施の形態に係る中間部材の具体的な構成の更に他の例を示す概略断面図である。図5A、図5Bに示す中間部材16は、それぞれ軟磁性材料（高透磁率材料）により形成されたヨーク部材16a₃、16a₄である。これらのヨーク部材16a₃、16a₄は、基本的にはヨーク部材16a₂と同じ（中心軸C方向の厚みが、中心軸Cから離れるにつれて厚い）構成である。ただし、中心軸Cを中心にした凹部42、43の形状がヨーク部材16a₂の凹部41と異なっている。すなわち、図5Aのヨーク部材16a₃は、曲面で形成された凹部42を有する形状（凹レンズのような形状）を有している。一方、図5Bのヨーク部材16a₄は、階段状の複数の段で形成された凹部43を有する形状を有している。いずれの形状も、図4A及び図4Bの形状と同様の効果を得ることが出来る。

[0039] （第2の実施の形態）

まず、本発明の第2の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成について説明する。

図2A及び図2Bは、本発明の第2の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成を示す概略斜視図である。第2の実施の形態において、本図に関しては、第1の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

[0040] 図6A～図6Dは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的な構成の一例を示す概略断面図である。ここでは、2つのN極に挟まれた中間部材16について説明するが、2つのS極に挟まれた中間部材16も磁束の向き以外は同様である。図6Aに示す中間部材16は、硬磁性材料（高保持力材料）により形成された永久磁石部材16b₁であり、例えば、フェライト磁石、希土類磁石である。

[0041] 図6Bは2つのN極間に配置される磁石部材16b₁を中心軸C方向から見た平面図である。磁石部材16b₁は、中央部に円筒状の開口部22を有する円環形状である。磁石部材16b₁は、複数の扇型形状の磁石21を組み合わせることで、放射状に磁化方向を有する円環を製造することが容易になる。図6Bの場合、4つの扇形状の磁石21を組

み合わせている。しかし、本発明はこの数に限定されるものではなく、例えば、更に多くの扇形状の磁石部材を組み合わせても良い（例示：図6Dでは6つ）。一方、図6Cは2つのS極間に配置される磁石部材16b₁を中心軸C方向から見た平面図である。この磁石部材16b₁も磁化方向が逆のほかは、図6Bに示す場合と同様である。

[0042] 上記図6Aにおける磁束の状態は、図3Bの場合と同様である。従って、図6Aの磁石部材16b₁を用いたリニアアクチュエータは、図3Aの場合と同様の効果を得ることが出来る。すなわち、磁石部材16b₁を通して磁界を外部に導出し、コイル部3の位置での中心軸Cに垂直な方向の磁束密度を増加させることができる。その結果、リニアアクチュエータの推力を増加させることができる。ただし、この場合、図3A及び図3Bの場合と比較して、磁石体積が増加し、永久磁石11の磁束だけでなく、磁石部材16b₁自身の磁束も付加される。ただし、磁石部材16b₁の飽和磁束密度は図3A及び図3Bの軟磁性材料16a₁のそれよりも制限されることが一般的であり、図3及び図3Bの場合との性能の優劣は一概には決定できない。

[0043] 図7A～図7Cは、本発明の第2の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の他の例を示す概略断面図である。ここでは、2つのN極に挟まれた中間部材16について説明するが、2つのS極に挟まれた中間部材16も磁束線の向き以外は同様である。図7Aに示す中間部材16は、硬磁性材料（高保持力材料）により形成された永久磁石部材16b₂であり、例えば、フェライト磁石、希土類磁石である。この磁石部材16b₂は、中心軸C方向の厚みが、中心軸Cから離れるにつれて厚くなっている。すなわち、永久磁石11に接する2つの面に、中心軸Cを中心にした逆円錐形状の凹部51を有している。なお、2つのN極間及び2つのS極間に配置される磁石部材16b₂を中心軸C方向から見た平面図は、図6B～図6Dと同様であるのでその説明を省略する。

[0044] 図7Aにおける磁束線の状態は、図4Bの場合と同様である。従って、図7Aの磁石部材16b₂を用いたリニアアクチュエータは、図4Bの場合と同

様の効果を得ることが出来る。

[0045] 更に、図 7 B、図 7 C に示す中間部材 1 6 は、それぞれ硬磁性材料（高保持力材料）により形成された磁石部材 1 6 b₃、1 6 b₄ である。これらの磁石部材 1 6 b₃、1 6 b₄ は、基本的には磁石部材 1 6 b₂ と同じ（中心軸 C 方向の厚みが、中心軸 C から離れるにつれて厚い）である。ただし、中心軸 C を中心にした凹部 5 2、5 3 の形状が磁石部材 1 6 b₂ の凹部 5 1 と異なっている。すなわち、図 7 B の磁石部材 1 6 b₃ は、曲面で形成された凹部 5 2 を有する形状（凹レンズのような形状）を有している。一方、図 7 C の磁石部材 1 6 b₄ は、階段状の複数の段で形成された凹部 5 3 を有する形状を有している。いずれの形状も、図 7 A の形状と同様の効果を得ることが出来る。

[0046] 図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る中間部材と永久磁石との大きさの関係を示す概略断面図である。図に示されるように、永久磁石 1 1 の中心軸 C 方向の厚み X は、磁石部材 1 6 の中心軸 C 方向の厚み Y よりも大きい（ $X > Y$ ）ことが好ましい。より好ましくは $X > Y > X / 10$ である。このような関係にすることにより、コイル部 3 の位置での中心軸 C に垂直な方向の磁束密度をより増加させることができる。このような寸法関係によれば、主に磁束を発生させる永久磁石 1 1 の体積を大きく保ち、かつコイル 3 を垂直に貫通する磁束成分を増加し、リニアアクチュエータの推力をより増加させることができる。例えば、磁石部材 1 6 b₂ の挿入及び $X > Y > X / 10$ の関係以外は同一とした実験条件の下で、+9.1% の推力の増加が確認されている。

[0047] 図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る中間部材の具体的構成の更に他の例を示す概略断面図である。図 9 に示す中間部材 1 6 は、扇形状の磁石 2 1 を組み合わせた円環を、更に、軟磁性部材 2 3 の円環で囲った形状を有する合成部材 1 6 c である。すなわち、この中間部材 1 6 は、第 1 の実施の形態の上記中間部材と第 2 の実施の形態の中間部材とを組み合わせた構成を有している。外側に、軟磁性部材 2 3 を用いているのは、磁束がより集中し易い箇所が外側だからである。すなわち、もし外側に磁石を配置するならば、そ

の磁石自身の磁束が追加されるものの、その外側領域で磁束が集中して磁気飽和するおそれがあるからである。

この図に示す構成についても、本実施の形態及び第 1 の実施の形態の効果を得ることが出来る。また、その形状を、図 4 A 及び図 4 B、図 5 A 及び図 5 B や図 7 A ～図 7 C のように変形しても良く、その場合にも、本実施の形態及び第 1 の実施の形態の効果を得ることが出来る。

[0048] (第 3 の実施の形態)

まず、本発明の第 3 の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成について説明する。

図 10 は、本発明の第 3 の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成を示す概略斜視図である。第 3 の実施の形態のリニアアクチュエータ 1 a は、固定軸 17 を有している点及び外筒 14 を有していない点で第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態（図 2 A 及び図 2 B）と異なる。

[0049] 固定軸部材 17 は、シャフト部 2 に設けられ、中心軸 C 方向に、複数の永久磁石 11 及び複数の中間部材 16 を貫通している。固定軸部材 17 は、磁束が通り難いようにコイル 3 以外の経路に逃がさないように、非磁性体で形成されている。固定軸部材 17 は、略円柱形状（円柱の棒状）を有し、その中心軸は中心軸 C である。固定軸部材 17 の両端には、例えばオネジ 27 が設けてある。そして、そのオネジ 27 をメネジ部材 9 で、固定軸部材 17 の両端から締め付けることにより、複数の永久磁石 11 及び複数の中間部材 16 を容易に固定することができる。

[0050] 図 11 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る永久磁石 11 及び中間部材の構成を示す概略平面図である。この場合、永久磁石 11 及び中間部材 16 は、中央部に固定軸部材 17 の直径と同じ直径である開口部 25 を有する円環形状である。中間部材 16 については、第 1 及び第 2 の実施の形態に記載の図 3 A、図 3 B ～図 9 のようにしても良く、その場合にも、第 1 及び第 2 の形態と同様の効果を得ることが出来る。

[0051] 以上のような構造にすることにより、永久磁石 11 及び中間部材 16 を固

定するために用いていたシャフト部 2 の外筒 1 4 を用いる必要がなくなる。それにより、永久磁石 1 1 とコイル 1 8 との間の磁気的な空隙を減少させることができる。その結果、磁束密度の高い位置にコイル 1 8 を配置できることができ、リニアアクチュエータの推力を高めることが可能となる。なお、永久磁石 1 1 や中間部材 1 6 の表面保護用に、空隙に影響を及ぼさない薄い外筒 1 4 を用いても良い。

[0052] なお、第 1 ～第 3 の実施の形態では、シャフト部 2 が相対的に長く、コイル部 3 が相対的に短いため、結果として、コイル部 3 が可動子のように見えるリニアアクチュエータについて説明している。しかし、この場合でも、シャフト部 2 を可動子とするリニアアクチュエータとしても良い。

[0053] また、第 1 ～第 3 の実施の形態において、コイル 1 8 が中心軸 C の方向に連続的に並んでコイル部 3 を長くし、永久磁石 1 1 及び中間部材 1 6 を、それらを貫通する軸部材上で移動する可動子とする構成としても良い。図 1 2 は、本発明の第 1 ～第 3 の実施の形態に係るリニアアクチュエータの構成の変形例を示す概略斜視図である。このリニアアクチュエータでは、U 相のコイル 1 8 - 1 / V 相のコイル 1 8 - 2 / W 相のコイル 1 8 - 3 の組が複数並んだコイル部 3 内において、例えば、永久磁石 1 1 / 中間部材 1 6 / 永久磁石 1 1 / 中間部材 1 6 の一周期分の構造が、軸部材 3 7 上を移動する。この場合にも、上記第 1 ～第 3 の実施の形態と同様の中間部材 1 6 を用いることができる。それにより、上記各実施の形態と同様の効果を得ることが出来る。

[0054] また、第 1 ～第 3 の実施の形態のリニアアクチュエータにおいて、シャフト部 2 及びコイル部 3 の中心軸 C に垂直な断面の形状は円形である。しかし、本発明はそれに限定されるものではなく、中心軸 C に垂直な断面の形状は多角形（図示されず）であっても良い。例えば、三角形や四角形や六角形や八角形や十二角形である。その場合、断面の形状が多角形であるため、可動子、例えばコイル部 2 が移動するとき、周方向に回転し難くすることができ、相対的な回転動作が好ましくない用途に用いることが出来る。

- [0055] 本発明により、従来のリニアアクチュエータのように隣り合う永久磁石同士が磁界を弱め合うといことが起こらないように、ヨーク部材や磁石部材のような中間部材の作用で磁界を導くことにより、コイル位置において、垂直方向の磁束密度を増加させることができ、リニアアクチュエータの作動推力を増大させることができる。
- [0056] 本発明はいくつかの実施の形態と併せて上述されたが、これらの実施の形態は本発明を説明するために単に提供されたものであることは当業者にとって明らかであり、意義を限定するように添付のクレームを解釈するために頼ってはならない。
- [0057] また、本発明は上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変形又は変更され得ることは明らかである。また、各実施の形態の技術は、互いに技術的矛盾が発生しない限り、適宜相互に適用することができる。
- [0058] この出願は、2008年11月5日に提出された特許出願番号2008-284380号の日本特許出願に基づいており、その出願による優先権の利益を主張し、その出願の開示は、引用することにより、そっくりそのままここに組み込まれている。

請求の範囲

- [請求項1] 位相の異なる交流電流が流れる複数のコイルを有するコイル部と、
前記複数のコイルの内側を通るシャフト部と
を具備し、
前記シャフト部は、
磁化方向が中心軸の方向に対して正逆対向し、前記中心軸に沿って配置された複数の永久磁石と、
前記複数の永久磁石の各々の間に配置された複数の中間部材と
を備え、
前記複数の中間部材の各々の飽和磁束密度は、前記複数の永久磁石の各々の飽和磁束密度よりも大きい
リニアアクチュエータ。
- [請求項2] 位相の異なる交流電流が流れる複数のコイルを有するコイル部と、
前記複数のコイルの内側を通るシャフト部と
を具備し、
前記シャフト部は、
磁化方向が中心軸の方向に対して正逆対向し、前記中心軸に沿って配置された複数の永久磁石と、
前記複数の永久磁石の各々の間に配置された複数の中間部材と
を備え、
前記複数の中間部材は、磁化方向が前記中心軸の方向に対して垂直外向き、及び、垂直内向きに、前記中心軸に沿って交互に配置された永久磁石である
リニアアクチュエータ。
- [請求項3] 位相の異なる交流電流が流れる複数のコイルを有するコイル部と、
前記複数のコイルの内側を通るシャフト部と
を具備し、
前記シャフト部は、

磁化方向が中心軸の方向に対して正逆対向し、前記中心軸に沿って配置された複数の永久磁石と、

前記複数の永久磁石の各々の間に配置された複数の中間部材とを備え、

前記複数の中間部材は、磁化方向が前記中心軸の方向に対して垂直外向き、及び、垂直内向きに、前記中心軸に沿って交互に配置された永久磁石と、

その外周に前記複数の永久磁石の各々の飽和磁束密度よりも大きい部材を配置した

リニアアクチュエータ。

[請求項4] 請求の範囲 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のリニアアクチュエータにおいて、

前記複数の中間部材の各々における前記中心軸方向の厚みは、前記複数の永久磁石の各々における前記中心軸方向の厚みよりも薄い

リニアアクチュエータ。

[請求項5] 請求の範囲 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のリニアアクチュエータにおいて、

前記複数の中間部材の各々は、前記中心軸方向の厚みが、前記中心軸から離れるにつれて厚くなる

リニアアクチュエータ。

[請求項6] 請求の範囲 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のリニアアクチュエータにおいて、

前記シャフト部は、前記複数の永久磁石と前記複数の中間部材とを貫通して固定する固定軸部材を更に備える

リニアアクチュエータ。

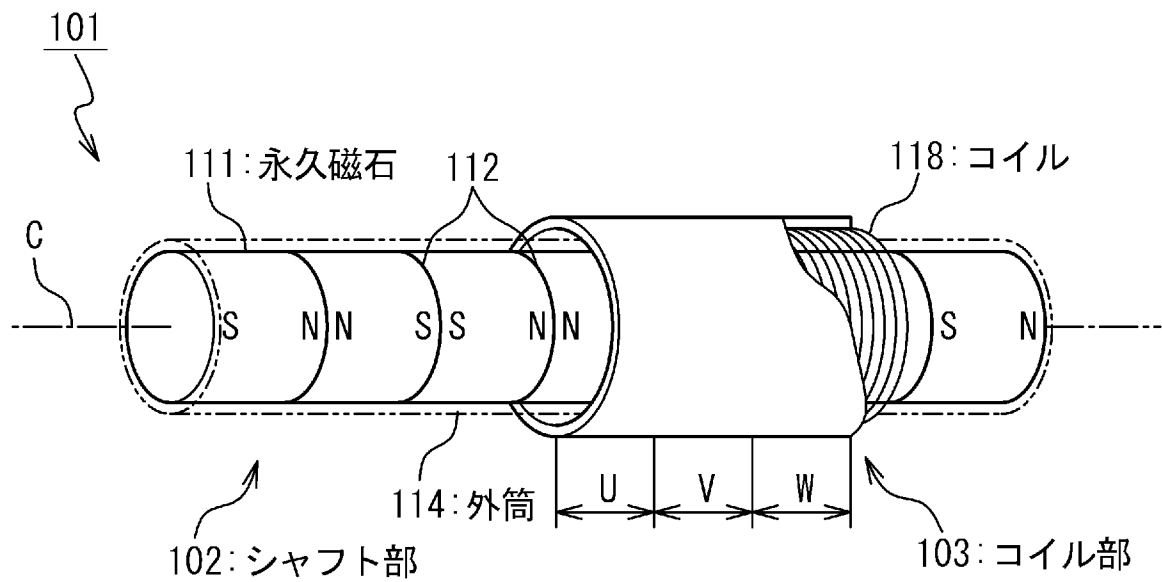
[請求項7] 請求の範囲 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のリニアアクチュエータにおいて、

前記シャフト部及び前記コイル部は、前記中心軸に垂直な断面の形

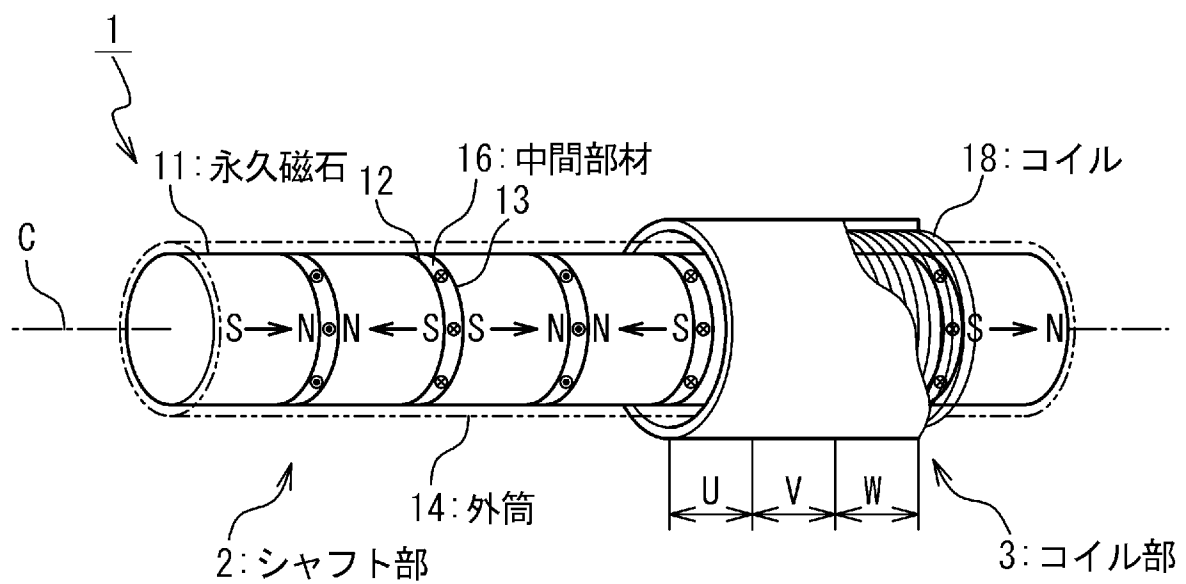
状が多角形である

リニアアクチュエータ。

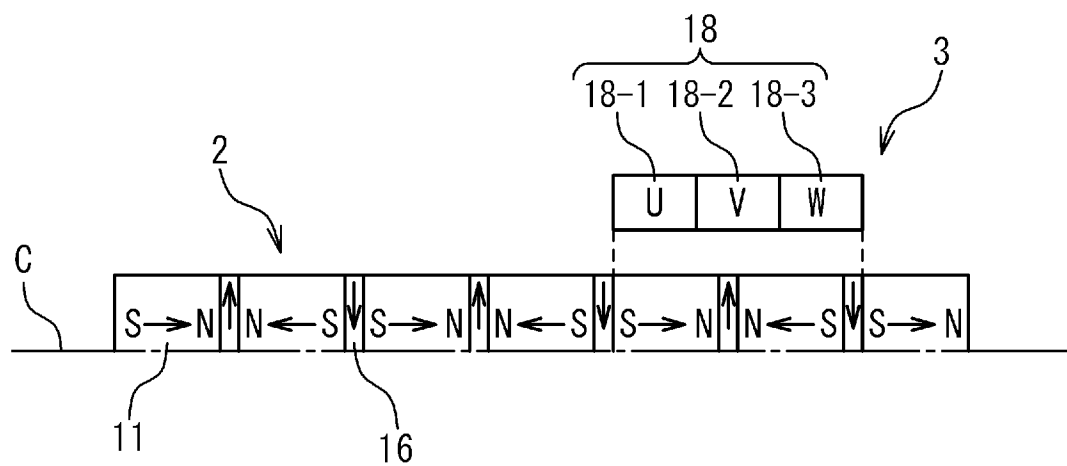
[図1]



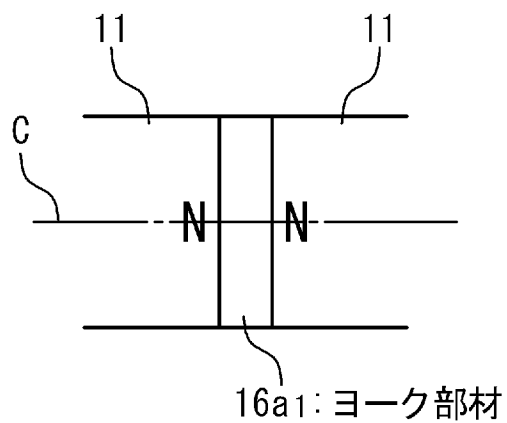
[図2A]



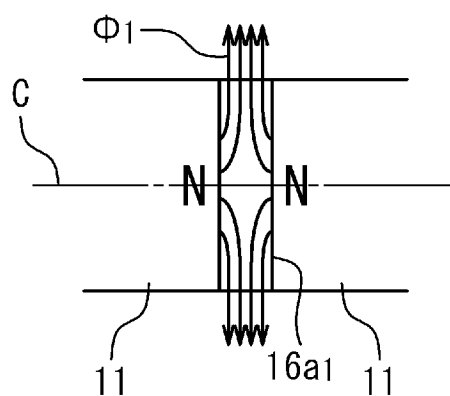
[図2B]



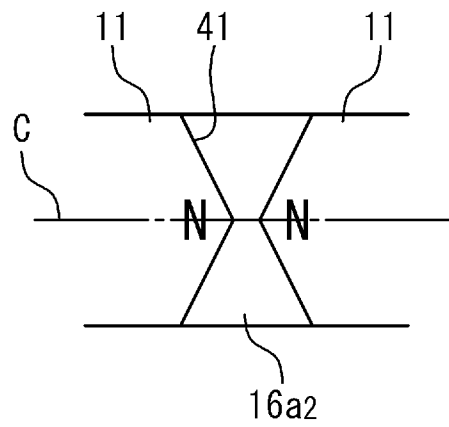
[図3A]



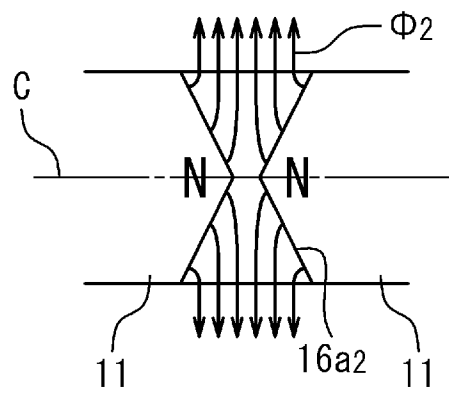
[図3B]



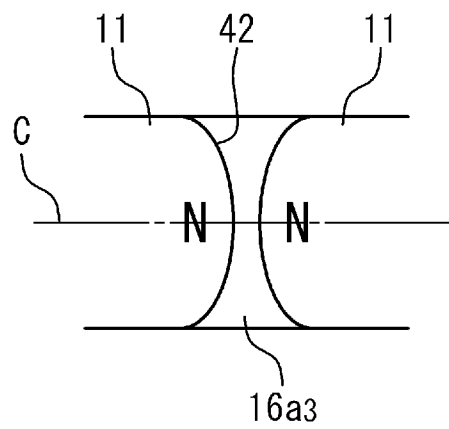
[図4A]



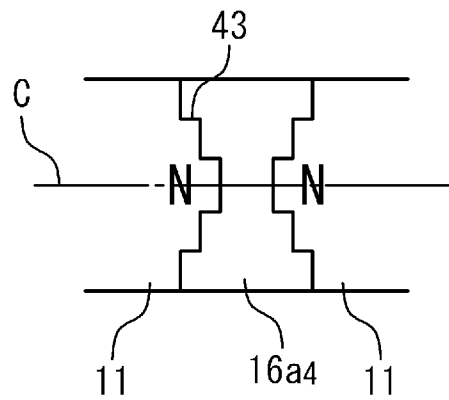
[図4B]



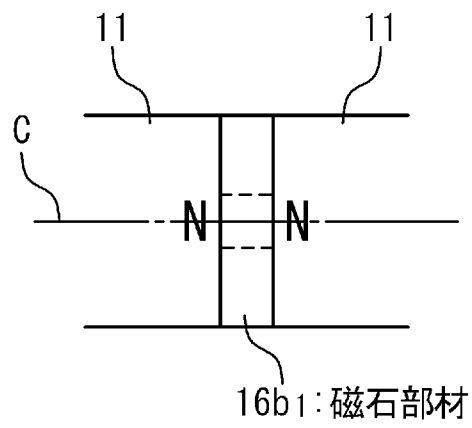
[図5A]



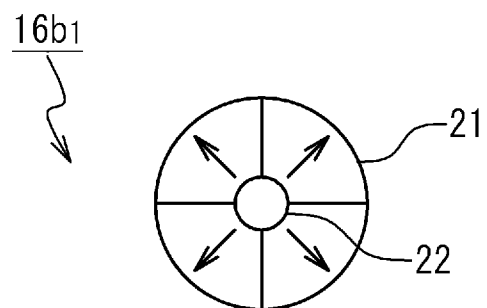
[図5B]



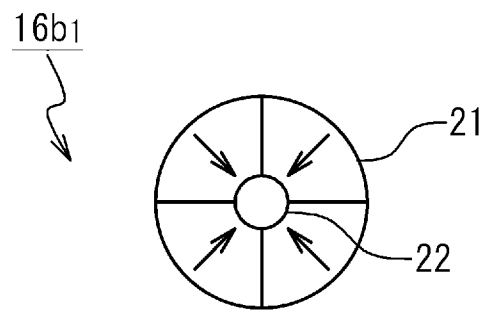
[図6A]



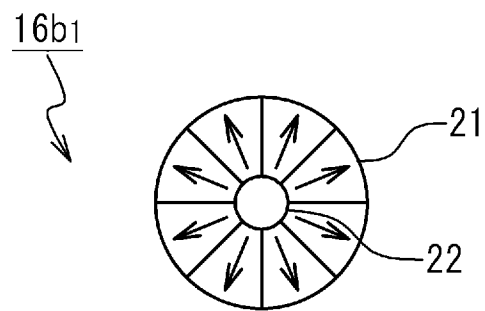
[図6B]



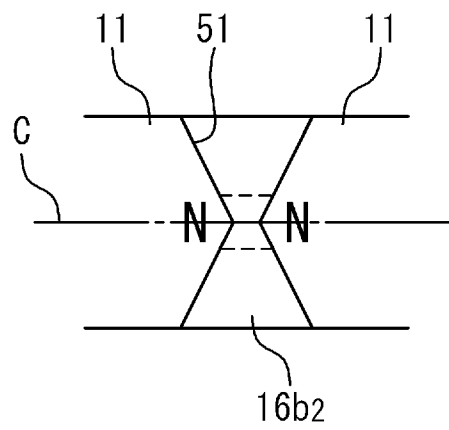
[図6C]



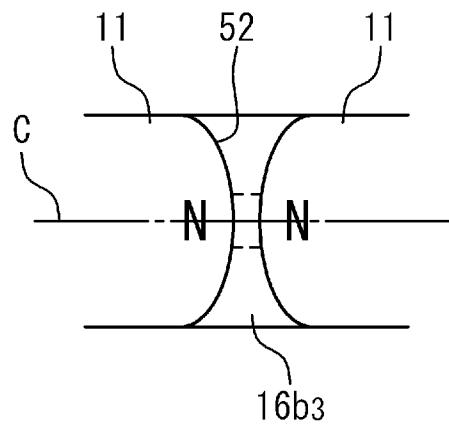
[図6D]



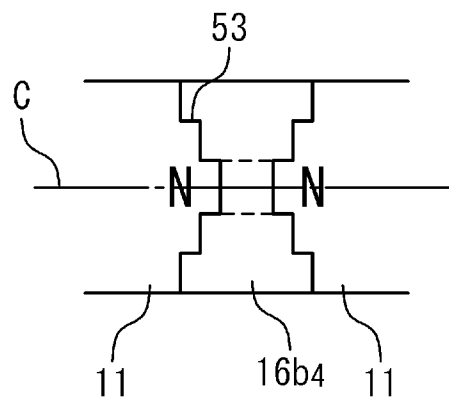
[図7A]



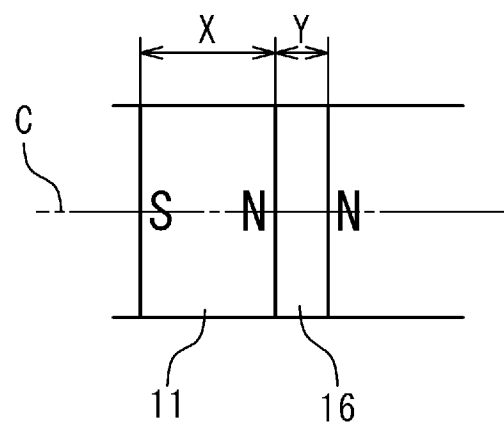
[図7B]



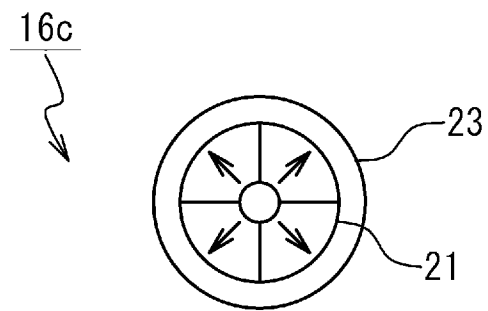
[図7C]



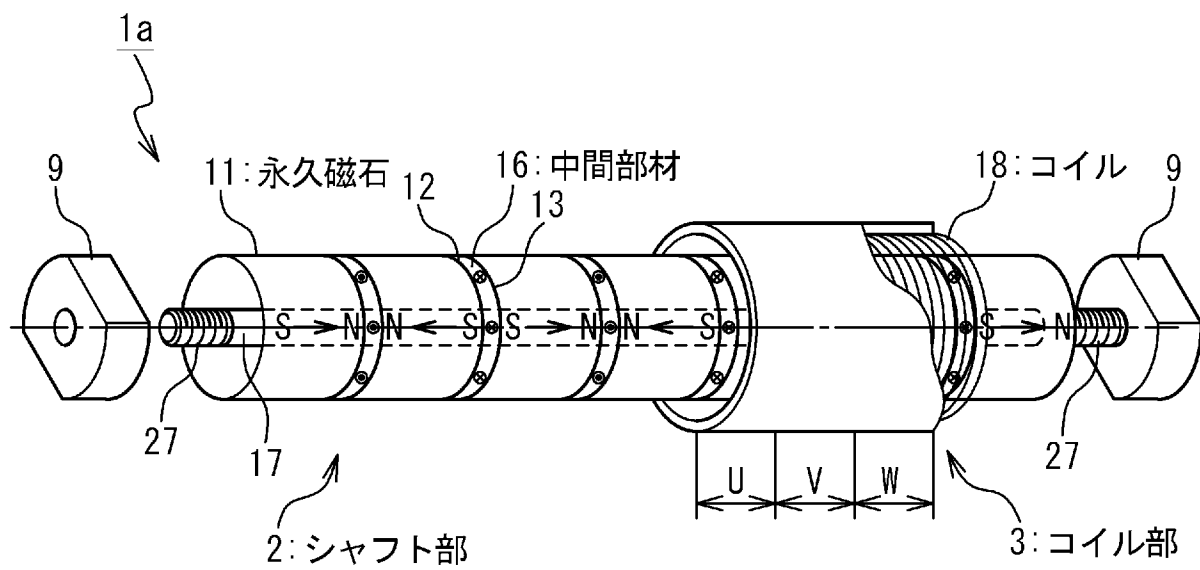
[図8]



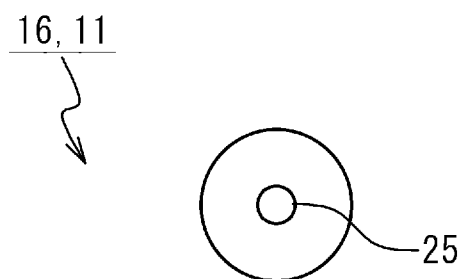
[図9]



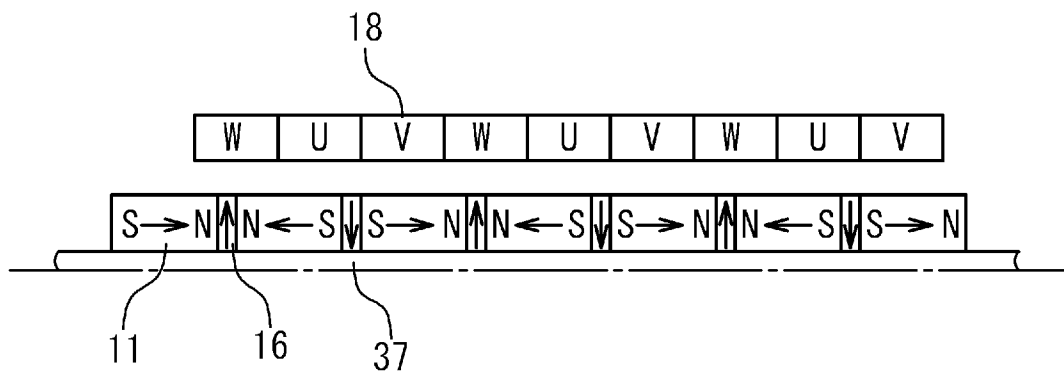
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/068511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K41/03 (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)

H02K41/03

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
X Y	JP 2001-8430 A (Nikon Corp.), 12 January 2001 (12.01.2001), fig. 3 to 5, 10 to 12 (Family: none)	2, 6 1, 3-5, 7
Y	JP 2007-6545 A (Yaskawa Electric Corp.), 11 January 2007 (11.01.2007), paragraphs [0010] to [0013] (Family: none)	1, 3-5, 7
Y	JP 2008-193760 A (Tsubakimoto Chain Co.), 21 August 2008 (21.08.2008), paragraph [0031]; fig. 2 (Family: none)	4, 5, 7

☒ 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
15 January, 2010 (15.01.10)Date of mailing of the international search report
26 January, 2010 (26.01.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/068511

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/035835 A1 (Nikon Corp.), 06 April 2006 (06.04.2006), fig. 7 (Family: none)	5, 7
A	WO 2008/013053 A1 (Yaskawa Electric Corp.), 31 January 2008 (31.01.2008), fig. 1, 7 & DE 112007001702 T & KR 10-2008-0108519 A & CN 101496264 A	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/068511

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The feature common to the inventions in claims 1 and 4-7, claim 2 and claim 3 is a linear actuator wherein "a coil section having a plurality of coils wherein alternating currents in different phases flow, and a shaft section passing inside the coils are provided, and the shaft section is provided with a plurality of permanent magnets which face each other with opposite magnetization directions with respect to the direction of the center axis and are arranged along the center axis, and a plurality of intermediate members arranged between the permanent magnets, respectively". (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/068511

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The results of the international search, however, revealed that this linear actuator is not novel, since it is disclosed in document JP 2001-8430 A (Nikon Corp.).

As a result, since this common feature does not make a contribution over the prior art, this common feature is not a special technical feature in the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Therefore, there is no technical feature common to all the inventions in claims 1 and 4-7, claim 2 and claim 3. Since there is no other common feature considered to be a special technical feature in the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, there is no technical relationship among these different inventions in the meaning of PCT Rule 13.

Consequently, it is clear that the inventions in claims 1 and 4-7, claim 2 and claim 3 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K41/03 (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 (I P C))

Int.Cl. H02K41/03

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
X Y	JP 2001-8430 A (株式会社ニコン) 2001.01.12, 【図 3】 - 【図 5】、 【図 1 0】 - 【図 1 2】 (ファミリーなし)	2、6 1、3 - 5、 7
Y	JP 2007-6545 A (株式会社安川電機) 2007.01.11, 段落【0 0 1 0】 - 【0 0 1 3】 (ファミリーなし)	1、3 - 5、 7
Y	JP 2008-193760 A (株式会社椿本チエイン) 2008.08.21, 段落【0 0 3 1】、【図 2】 (ファミリーなし)	4、5、7

☒ 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

1 5 . 0 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 1 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

天坂 康種

3 V

4 0 1 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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	WO 2006/035835 A1 (株式会社ニコン) 2006.04.06, 【図7】 (ファ ミリーなし)	5、7
A	WO 2008/013053 A1 (株式会社安川電機) 2008.01.31, [図1]、[図 7] & DE 112007001702 T & KR 10-2008-0108519 A & CN 101496264 A	1 - 7

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1、4-7、請求項2及び請求項3に係る発明の共通の事項は、「位相の異なる交流電流が流れる複数のコイルを有するコイル部と、前記複数のコイルの内側を通るシャフト部とを具備し、前記シャフト部は、磁化方向が中心軸の方向に対して正逆対向し、前記中心軸に沿って配置された複数の永久磁石と、前記複数の永久磁石の各々の間に配置された複数の中間部材とを備え」たリニアアクチュエータである。

しかしながら、調査の結果、このリニアアクチュエータは、文献 JP 2001-8430 A (株式会社ニコン)に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

（特別ページに続く）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(第Ⅲ欄の続き)

結果として、この共通事項は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

それゆえ、請求項1、4-7、請求項2及び請求項3に係る発明全てに共通の技術的特徴はない。PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

よって、請求項1、4-7、請求項2及び請求項3に係る発明は、発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。