(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2018-537935
(P2018-537935A)
(43)公表日　平成30年12月20日(2018.12.20)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02K 33/16	(2006.01)	H02K	33/16	A	5E048
H01F 7/16	(2006.01)	H01F	7/16	D	5H633

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 17 頁）

(21)出願番号　特願2018-519964 (P2018-519964)
(86)(22)出願日　平成28年10月20日 (2016.10.20)
(85)翻訳文提出日　平成30年6月11日 (2018.6.11)
(86)国際出願番号　PCT/FR2016/052707
(87)国際公開番号　WO2017/068285
(87)国際公開日　平成29年4月27日 (2017.4.27)
(31)優先権主張番号　1560004
(32)優先日　平成27年10月20日 (2015.10.20)
(33)優先権主張国　フランス(FR)

(71)出願人　502388194
ムービング　マグネット　テクノロジーズ
（ソシエテ　アノニム）
ＭＯＶＩＮＧ　ＭＡＧＮＥＴ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ　（Ｓ．Ａ．）
フランス国、ベサンコン　エフ－２５００Ｏ、ルー　クリスチャン　フイゲンス、１、ゼットエーシー　ラ　ファイエット
ＺＡＣ　Ｌａ　Ｆａｙｅｔｔｅ，１，ｒｕｅ　Ｃｈｒｉｓｔｉａｎ　Ｈｕｙｇｅｎｓ，Ｆ－２５０００　Ｂｅｓａｎｃｏｎ，Ｆｒａｎｃｅ
(74)代理人　100092897
弁理士　大西　正悟

最終頁に続く

(54)【発明の名称】改善された磁気安定性とストリッピング力を有するリニアアクチュエータ

(57)【要約】
本発明はストロークｃおよび少なくとも１つの安定位置をストロークの端部の１つに有するリニア電磁アクチュエータに関する。このアクチュエータは、軟磁性材料から製作されてＹ軸に対して対称的な形状を有して軸方向Ｙ内を移動することができてＹ方向に長さHmを有するアーマチュア６と、少なくとも１つの電気コイル２を支持する軟磁性材料から製作された固定ステータヨーク１とを備え、さらに移動可能なアーマチュアと電気コイルとの間を横切るように配置されて前記Ｙ方向に垂直なＸ方向を横切って磁化された少なくとも１つの固定永久磁石４を備えており、固定永久磁石はＹ方向内に長さＨａを有しており、固定ヨークと可動アーマチュアはそれらの間の少なくとも１つの軸方向空気間隙で規定されており、Ｈａ＋ｃがHmと同じ大きさのオーダであり、Ｈｍの長さが０．９×（Ｈａ＋ｃ）＜Hm＜１．１×（Ｈａ＋ｃ）であるように構成されたことを特徴とする。
【選択図】図２（ａ），（ｂ）

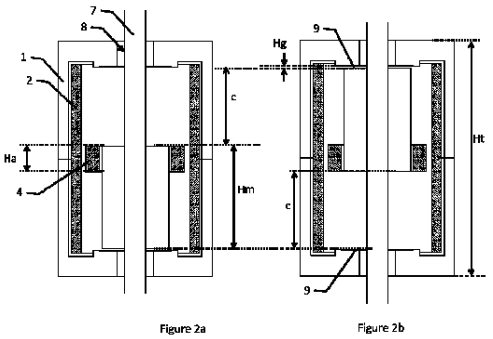


Figure 2a　Figure 2b

【特許請求の範囲】
【請求項１】
ストロークｃ、および少なくとも１つの安定位置を前記ストロークの端部の１つに有するリニア電磁アクチュエータであって、
軟磁性材料から製作されてＹ軸に対して対称的な形状を有して軸方向Ｙ内を移動することができてＹ方向に長さＨｍを有するアーマチュア（６）と、
少なくとも１つの電気コイル（２）を支持する軟磁性材料から製作された固定ステータヨーク（１）と、を備え、
前記アクチュエータは、さらに、前記可動アーマチュア（６）と前記電気コイル（２）との間を横切るように配置されて前記Ｙ方向に垂直なＸ方向を横切って磁化された少なくとも１つの固定永久磁石（４）を備え、
前記磁石（４）は、Ｙ方向に長さＨａを有しており、前記固定ヨーク（１）と前記可動アーマチュア（６）は、それらの間の少なくとも１つの軸方向空気間隙で規定されており、Ｈａ＋ｃがＨｍと同じ大きさのオーダであり、Ｈｍの長さが０．９×（Ｈａ＋ｃ）＜Ｈｍ＜１．１×（Ｈａ＋ｃ）であるように構成されていることを特徴とするリニア電磁アクチュエータ。
【請求項２】
前記ヨーク（１）に固定され、前記磁石（４）のいずれかの側に配置され、前記磁石（４）に向かってそれぞれ高さＨｐｈ、Ｈｐｂに亘って軸方向に延びる２つの磁極片（５ｈ、５ｂ）を備えることを特徴とする請求項１に記載のリニア電磁アクチュエータ。
【請求項３】
Ｈｐｂはｃと同様であり、Ｈｐｂ≧Ｈｐｈであることを特徴とする請求項２に記載のリニア電磁アクチュエータ。
【請求項４】
軟質強磁性材料から製作されて前記永久磁石（４）と前記電気コイル（２）の間に挿入されたシム（１１）を備えることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載のリニア電磁アクチュエータ。
【請求項５】
前記強磁性シム（１１）は、前記Ｙ方向に前記永久磁石（４）の長さＨａと同様な長さを有することを特徴とする請求項４に記載のリニア電磁アクチュエータ。
【請求項６】
前記強磁性シム（１１）は、前記ヨーク（１）の近くで前記電気コイル（２）の長さと同様の前記Ｙ方向に沿った長さを有していることを特徴とする請求項４に記載のリニア電磁アクチュエータ。
【請求項７】
２つの安定位置を有することを特徴とする請求項１～６のいずれかに記載のリニア電磁アクチュエータ。
【請求項８】
単一の安定位置を有することを特徴とする請求項１～６のいずれかに記載のリニア電磁アクチュエータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、エネルギーを消費しない安定位置を１つまたは２つ有するリニア電磁アクチュエータに関する。これらの安定位置は少なくとも１つの永久磁石によって達成される。より詳細には本発明は、ストリッピング力といわれる、電流によってこれらの安定位置を離れる能力が先行技術に比べて改善されているアクチュエータを提案する。本発明はまた、先行技術の解決策が許容するものよりもより大きな直線行程を可能にし、所定の安定力のために使用される磁石の大きさに関する節約を可能にするアクチュエータを提案する。
【０００２】

このアクチュエータを例示的に示すと、例えば空気吸入口または排出口のバルブ用のアクチュエータのような任意のタイプの自動車燃料循環バルブ、または、伝達要素を動かすための用途に適用することができる。概して、電流なしに１つ以上の安定位置の維持が必要で、電気的な指示によってこの位置を離れることができる任意の機能には、本発明に記載のようなアクチュエータを有する解決策を適用することができる。

【背景技術】

【０００３】

１つ以上の磁石によって安定性が提供されるアクチュエータは、先行特許技術に公知である。

【０００４】

例えば、米国特許公報４，７７９，５８２号は、自動車バルブを動かすアクチュエータのトポロジーを提案し、特にアクチュエータの両端位置の維持に積極的に参画する固定された（ステータ）部分で磁石を使用する。これらの磁石は、第１または第２のコイルの周りの磁束のループを許容するために２つの別個の電気コイルの間に配置される。

【０００５】

同じタイプのアクチュエータトポロジーは、欧州特許公報０１５７６３２号に見出される。または最近では国際公開公報第２０１４／０２３３２６号に見出される。

【０００６】

これらの装置の目的は、ばねのような機械的補助なしに単安定性または双安定性を提供し、永久磁石の使用のおかげで電気エネルギーの消費を伴わないという一般的な問題を解決することである。

【０００７】

しかしながら、これらの装置は、安定位置からの容易な離脱を提供することができない。これは、ばねが安定位置からのより簡単な離脱、またはストリッピングを許容するために用いられているからである。コイル内の電流は、優先的循環方向においては、ストリッピングを支援することができるが、磁石によって生成された保持力を完全にキャンセルすることはできないか、可動部分へ加えられる摩擦または負荷に打ち勝つのに十分なストリッピング力を発生しない。

【０００８】

加えて、中央位置にあるこれら磁石の両端での２つの別個のコイルの使用は、可動部分がアクチュエータの行程の一端または他端にあるときには全巻線の半分が磁気的に作動しないので、アクチュエータを非効果的にする。

【０００９】

アクチュエータの可動部分に支持された磁石の作用によってこれらの安定位置を維持することが可能である、別のタイプの単安定または複数安定のアクチュエータも国際公開公報第２００４／０６６４７６号の文献により公知である。

【００１０】

このアクチュエータは、行程に亘って可動部分の位置に拘らず電気コイルの全体が力の生成に参加しているという点で前述のアクチュエータよりも部分的には進歩している。加えて、開発されたトポロジーは、この文献に開示された数学方程式に基づいて可動部分に磁石を埋め込むことによって最大化することができるストリッピング力の生成を可能にする。

【００１１】

他方、このアクチュエータは（移動方向である）軸方向の空間要求を必要とする新規のトポロジーを有するが、要求される行程が大きい場合にはなおさらこの軸方向の空間要求が大きくなる。これは、この文献の図６で分かるように、アクチュエータの軸方向の空間要求は、最小でも行程の２倍に加えて電気コイルおよびステータ上の強磁性磁極を設置するために必要な空間要求に等しいからである。加えて、可動磁石は極限位置における可動部分の到着の際のインパクトによって高い加速度を被るので、長期間においてはシステムの耐用年数に弊害をもたらすことが批判されるだろう。

【００１２】
最後に、磁石が磁気構造内において固定されており、双安定特性を有し、双方の作動方向において機能するためにただ１つの電気コイルしか必要とせず、可動部分が強磁性体片のみからなるアクチュエータトポロジーもまた、公知であり、これは国際公開公報第９４２７３０３号または国際公開公報第２０１５／１１４２６１号の出願などに記載されている。これらのトポロジーは、それらの性質から非常に大きなストリッピング力からの効果が得られないので、磁極片の使用によってこの力（ストリッピング力）を増加させることが示唆されている。
【００１３】
このタイプの構造が（固定磁石の使用および磁極片の使用によって）前述の問題を部分的に解決することが可能であるとはいえ、磁極片の使用については正確な教示が与えられていない。加えて、これらの文献、特に欧州特許公報０７１３６０４号によって与えられている寸法要求は、そのプリアンブルに示すように約＋／－１ミリメートルという小さな振幅の行程を意図したアクチュエータを作る。
【００１４】
従って、先行技術によっては解決されていない以下の特徴を有するアクチュエータを製造する必要性が存在する。すなわち、数ミリメートルの行程から典型的には１５～２０ミリメートルに及ぶ行程を有し、磁石の大きさを最小化し、好ましくは安定性保持力およびアクチュエータの移動部分に加えられる摩擦および外部負荷に抗するために十分な純磁気ストリッピング力を有し、および好ましくはアクチュエータの行程に亘って顕著な作動力を有する、という特徴である。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１５】
発明の開示
本発明は従って、電流なしで少なくとも１つの安定位置を有し、改善されたストリッピング力からの利益を得ると共に限定された軸方向の空間要求を維持しながら、数ミリメートルの行程を実現することを可能にするアクチュエータを提案することによって、先行技術の欠点を克服することを目的とする。
【００１６】
本発明の別の目的は、所定の安定力（stability force）を達成するために先行技術の実施形態と比較して磁石の大きさを低減することを可能にすることである。
【００１７】
これを達成するために、本発明は第１に、先行技術の教示、および特に欧州特許公報０７１３６０４号の教示を打ち破って、可動質量の高さと磁石の高さとの間に大きく異なる相対寸法を与えることを提案する。このため、当業者は本明細書によって推奨される寸法比率から逸脱することはないであろう。
【００１８】
第２に磁極片の使用は、一方ではアクチュエータの磁石にこれらの磁極片を接近させ、他方では安定位置内に移動質量を与えることにより、巧みに実現される。
【００１９】
第３に、当業者も驚くことには、アクチュエータの磁石とコイルとの間に配置されてコイルの高さと実質的に同じ高さを有する固定磁気シムの使用により、電気コイルによって発生するストリッピング力に悪影響を及ぼすことなく、アクチュエータの安定力を増進させることが可能である。
【００２０】
より詳細には、本発明はストロークｃ、および少なくとも１つの安定位置をストロークの端部の１つに有するリニア電磁アクチュエータを提案する。リニア電磁アクチュエータは、軟磁性材料から製作されてＹ軸に対して対称的な形状を有して軸方向Ｙ内を移動することができてＹ方向に長さＨｍを有するアーマチュアと、少なくとも１つの電気コイルを

支持する軟磁性材料から製作された固定ステータヨークと、を備え、
前記アクチュエータは、さらに可動アーマチュアと電気コイルとの間を横切るように配置されてＹ方向に垂直なＸ方向を横切って磁化された少なくとも１つの固定永久磁石を備え、
磁石は、Ｙ方向に長さＨａを有しており、固定ヨークと可動アーマチュアは、それらの間の少なくとも１つの軸方向空気間隙で規定されており、Ｈａ＋ｃがＨｍと同じ大きさのオーダであり、Ｈｍの長さが０．９×（Ｈａ＋ｃ）＜Ｈｍ＜１．１×（Ｈａ＋ｃ）であるように構成されていることを特徴とする。
従って、可動アーマチュアはその極限安定位置内にある場合には、可動アーマチュアの２つの軸方向端部のうちの１つが永久磁石の２つの軸方向端部の１つに近接している。

【００２１】
本特許の意味内における「ストローク」とは、可動アーマチュアの移動を画定する２つの軸方向のストップ部の間で可動アーマチュアの軸Ｙに沿った移動の長さを意味する。これらのストップ部は、機械的であってもよく、双安定アクチュエータのための磁気機能を果たしてもよく、または、単安定アクチュエータのためにストップ部のうちの１つが非磁性で、他のストップ部が磁性であってもよい。

【００２２】
特に数ミリメートルの長いストロークに対して実質的にストリッピング力を増進する目的で、アクチュエータは、ヨークに固定され、磁石のいずれかの側に配置されて磁石に向かってそれぞれ高さＨｐｈ、Ｈｐｂに亘って軸方向に延びる２つの磁極片を有する。

【００２３】
好ましくは、Ｈｐｂはｃに近く、Ｈｐｂ≧Ｈｐｈである。

【００２４】
ストリッピング力および磁気安定力の双方に関して、増進された力からの利益を得ながら磁石の量を経済的にする目的で、アクチュエータは、永久磁石と電気コイルとの間に横方向に挿入された軟質強磁性材料から製作されたシムを備える。

【００２５】
強磁性シムは、Ｙ方向に永久磁石の長さＨａに近い長さを有するが、好ましくはヨークに接近するように電気コイルの高さに近い長さを有する。

【００２６】
通常、アクチュエータは１つまたは２つの安定位置を有する。

【図面の簡単な説明】

【００２７】
本発明の他の特徴および利点は添付図面を参照しながら以下の詳細な例示的実施形態を読むことによって明らかになる。
【図１】（ａ）は第２実施形態と同様な典型的な実施形態による双安定アクチュエータの全体的な斜視図である。（ｂ）は第２実施形態と同様な典型的な実施形態による双安定アクチュエータの一部切断図である。
【図２】（ａ）は本発明の第１実施形態による双安定アクチュエータの軸方向切断面に沿った図であり、各ストロークの一方の終端位置における説明図である。（ｂ）は本発明の第１実施形態による双安定アクチュエータの軸方向切断面に沿った図であり、各ストロークの他方の終端位置における説明図である。
【図３】本発明の第２実施形態による双安定アクチュエータの軸方向切断面に沿った説明図である。
【図４】本発明の第３実施形態による双安定アクチュエータの軸方向切断面に沿った説明図である。
【図５】本発明による双安定アクチュエータによって生成された典型的な力を所定のリニア行程に亘って示すグラフである。
【図６】（ａ）は本発明による単安定アクチュエータの斜視図である。（ｂ）は本発明による単安定アクチュエータの軸方向切断面を示す説明図である。

【図７】本発明の第４実施形態による双安定アクチュエータの軸方向切断面に沿った説明図である。
【図８】本発明の別の実施形態による双安定アクチュエータの軸方向切断面に沿った説明図である。
【図９】磁極片の厚さの影響を示すグラフである。
【図１０】磁極片の高さの影響を示すグラフである。
【図１１】磁石の高さ、可動アーマチュアのストロークおよび高さの関係性の重要さを示すグラフである。
【図１２】図６（ａ）および（ｂ）に示されたような非対称性を有するアクチュエータの力の典型的な変化を示すグラフである。
【図１３】図４の第３実施形態によって実現された利点を示すグラフである。
【図１４】磁極片なしに磁性体シムを用いる別の実施形態の説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００２８】
図１（ａ）は、本発明の特定の実施形態によるアクチュエータの斜視図を示す。一般的な実施形態においては、好ましい形状は軸（Ａ）に対して軸対称であり、アクチュエータは管状の形状を有する。しかしながら、本発明は図６（ａ）および（ｂ）に示すように平行六面体形状の実施形態も可能であるので、この軸対称形状の実施形態に限定されない。同様に、図にはヨーク１が２つの部分で製造されているように見えるが、これはこの外部ヨーク１を製造する方法の単なる例示的な実施形態にすぎない。
【００２９】
図１（ｂ）の一部切断図においては、実施形態の詳細がよりよく分かるようにアクチュエータの１／４が除去されており、好ましい実施形態におけるアクチュエータの全ての構成要素を有している。従って、アクチュエータの固定部分を集めているステータでは、軟質強磁性材料から作られて円筒状の外部形状をしているヨーク１、ヨーク１内に形成されたキャビティ３内に収容されている電気コイル２、およびヨーク１の中央部で軸方向に位置している永久磁石４が見出される。一方の移動方向または他方の移動方向におけるアクチュエータの機能の非対称性が好ましいときには、磁石の位置決めは中心ではなく、軸方向にオフセットさせることが想定されてもよい。この好ましい実施形態においては、ヨーク１は軸方向に延びており、電気コイル２によって画定される領域の内側には、磁石４に近接している磁極片５ｂ、５ｈがある。ステータに対して軸方向に並進移動可能な部分は、軟質強磁性材料から作られた管状のアーマチュア６から構成されており、磁石４および磁極片５ｂ、５ｈによって画定される領域の内側で動く。このアーマチュア６はシャフト７に固定されている。シャフト７はヨーク１に固定されたベアリング８内でスライドし、アクチュエータによって移動される（図示しない）外部部材を固定する働きをする。
【００３０】
磁極片５ｂ、５ｈの使用は、図２（ａ）および（ｂ）の図に示すように本発明の基本部分においては必要ない。これは、これらの図に示すこの双安定アクチュエータの第１実施形態においては、アクチュエータを構成する種々の要素の寸法は、先行技術の実施形態で可能なリニアストロークよりも大きなリニアストロークを作る可能性を与える寸法であることが特に推奨されるからである。従って、磁石４の軸方向の高さをＨａ、可動アーマチュア６の軸方向高さをＨｍ、アクチュエータのストロークをｃとすると、Ｈｍ＝Ｈａ＋ｃとなることが分かる。等号が厳密に尊重されない場合でも分かるこの一般的な寸法規則は、Ｈａよりかなり大きなストロークｃを有するアクチュエータを製造することを可能にする。アクチュエータの高さＨｔは、従って２×ｃ＋Ｈａよりもわずかに大きい。換言すれば、ヨーク１に固定された軟質強磁性材料で形成された軸方向のストップ部９の厚さを追加することになる。この寸法関係によってアーマチュアがその極限位置にある場合には、磁石４の両端部が、軸方向に整列して並ぶか、またはアーマチュア６の両端部の近傍に軸方向に配置されるという結果になる。これは、図３に示す第２実施形態の利点としての特徴である。

【００３１】
アーマチュア６は、これらの軸方向ストップ部９と接触できること、または（図示しない）外部ストップ部と接触できること、またはストップ部９とアーマチュア６との間に挿入された（図示しない）非磁性要素に接触できることを注記する。実際には本発明の目的は、軸方向高さの残留空気間隔Ｈｇの存在を都合よく利用することであり、その利点は図５で理解されうる。これは、ストリッピング力および磁気安定力が所定の仕様の必要性に応じて最適化されるストローク上の点に残留空気間隔を位置づけることができるからである。

【００３２】
図１１によれば、Ｈｍ＝Ｈａ＋ｃの関係性の重要な特徴が分かる。この理由は示したグラフ（図１１）が、Ｘ＝Ｈｍ－（Ｈａ＋ｃ）となるように因子Ｘを変化させたグラフであるからである。－５ｍｍの位置に近いときの最適ストリッピング力は、この例ではＸ＝０である場合であることが明らかであり、Ｘがきっちりと負または正になる場合に最適値の顕著な低下が観察される。一般的に考慮される場合においては、Ｈｍが０．９×（Ｈａ＋ｃ）＜Ｈｍ＜１．１×（Ｈａ＋ｃ）になるような場合に最適ストリッピング力が観察された。この範囲から離れるに従ってストリッピング力の減少が顕著になることが判明した。

【００３３】
図３は、図１に示した好ましい実施形態と同様な第２実施形態を示す。ここでは、図２（ａ）および（ｂ）の要素も図１（ｂ）に記載された磁極片５ｂ、５ｈも図示されている。これらの磁極片５ｂ、５ｈは、ここでは、アクチュエータの軸に垂直なアクチュエータの中央平面に対して軸方向に対称的に配置されている。これらの磁極片５ｂ、５ｈは、ここで記載した例示的実施形態においては一定の厚さＥｐｃを有しており、この値によって力の曲線を最適化することができる。磁極片５ｈ、５ｂはそれらの端部１０ｈ、１０ｂが磁石に近接するように、それぞれ高さＨｐｈ、Ｈｐｂに亘って軸方向に延びる。こうする際に、このアクチュエータの２つの安定位置のそれぞれに、両端部の一方１０ａ、１０ｂとアーマチュア６の両端部の一方との間の近接点も存在する。

磁極片５ｂ、５ｈの軸方向端部１０ｈ、１０ｂと磁石４の軸方向端部との間に存在する距離Ｈｃｈ、Ｈｃｂは、アクチュエータにおいて対称的な挙動を与えることを望む場合、換言すれば起動がストローク端の１つから他端へまたはその逆に生じる場合に同じタイプの力応答を有する能力である場合には等しくてもよい。

アクチュエータに非対称的な特徴（１つの移動方向と別の移動方向との間で異なる力応答）を与えることを望む場合、または例えば図６（ａ）、（ｂ）に記載されたような単安定アクチュエータを製造することを望む場合には、ＨｃｂとＨｃｈに異なる値を与えることも可能である。最終的に、これらの２つの磁極片のうちのただ１つを統合することも可能であり、ヨーク１が軸対称である場合には、３６０度を超えずにより小さな角に亘って延びる磁極片を製造することも可能である。後者の変更により、特に発生する力を必要に応じて調整することが可能である。

【００３４】
ストリッピング力要求が高い場合、すなわち特にアクチュエータのストロークが増加するような場合には、磁極片５ｂ、５ｈの使用が特に考えられる。これは、アーマチュア６と２つの磁極片５ｂ、５ｈとの間の磁気的な相乗効果の効果で、高いストリッピング力が発生してストロークで全体的に生じる機械的な仕事が顕著に増加するからである。

【００３５】
これらの磁極片５ｂ、５ｈを使用する全実施形態に対して、ＨｃｈおよびＨｃｂの値をストロークｃに対してかなり小さく保つことが重要である。我々はここで、アーマチュア６がその下側安定位置にある場合における図３の実施例の場合の、これらの磁極片５ｂ、５ｈの機能を説明する。電流の作用下でコイル２によって生成された磁束は下側磁極片５ｂを通過してアーマチュア６を通過する。その結果、ストローク上の全移動の際に、高さＨｐｈ、Ｈｐｂはストロークｃに近接し、磁束の通過が維持される。アーマチュア６の半径方向の厚さに比べて相対的に薄い厚さＥｐｃは、磁束がヨーク１に素早く戻るよりもア

ーマチュアを実際に通過することを保証する。下側磁極片５ｂは従って、好ましくはＨｐｂが実質的にｃに等しくなければならない。即ち、Ｈｃｂはｃまたはｈｍと比較して小さい値を有する。上側磁極片５ｈは、アーマチュア６と上側磁極片５ｈとの間の局部的可変リラクタンスの効果によって、安定位置のストリッピングをアシストする引力の役割を果たす。このストリッピング力を調整する目的で、例えば、図９に示すような力曲線上のＨｃｈの影響をフォローすることも可能である。厚さＥｐｃは、また、ストリッピング力およびその後のストロークに対する力が所定の仕様に従って変えられるように与えられてもよい。こうするために、図１０の教示を一般的なガイドとして用いることができる。

【００３６】

一般的には、以下のようなことが必要である。

－アーマチュア６と対面する磁極片５ｂは、Ｈｃｂがｃまたはｈｍに比べて小さい、すなわち、Ｈｐｂがｃに近接する磁気安定位置にある。

－アーマチュア６と対面する磁極片５ｂは、Ｈｃｂ≦Ｈｃｈであり、例えば磁気安定力、ストリッピング力、およびストローク上の力を調整するために残留エアギャップＨｇの使用により、Ｈｃｈの増加によって好ましいペースが刻まれた力を与えることを可能にする。

－磁極片の厚さは小さく、アーマチュア６の半径方向の厚さに対して一定である必要はない。

【００３７】

電流なしでの磁気安定力を向上するために、軟質強磁性材料から作られた磁気シム１１を磁石４とコイル２との間に半径方向に配置することが好ましい。このシム１１は、図７に示すように磁石４の軸方向高さと同様な高さを有してもよく、または好ましくはコイルと同様の高さを有しており、これにより、図４に示すように磁石４とヨーク１との間の磁束の好ましい通過がなされる。コイル２の過剰な磁気パーミアンス、および従って磁石４とコイル２との間の有効磁束の短絡部分が好ましくないため、シムの磁気飽和を優先することによってシム１１の厚さを最適化することも好ましい。

【００３８】

このシム１１は、同一の機械的特性（電流によって生成された力、電流なしでの力）を保ちながら、磁石４の厚さを低減することが可能である。結局、所定の横方向厚さの磁石４を考慮することにより、または磁石４とシム１１が等価的な横方向厚さを共に有することを考慮することにより、同じ全体積および同じ大きさの電気コイル２を有するアクチュエータを得ることが可能である。磁石の体積の削減は、このようにしてオプション的に達成される。この利点および驚くべき特性を図１３に示す。ここでは、電流の有無（それぞれ０Ａｔおよび１００Ａｔ）に対する力曲線における変化が、シムを有さない、または磁石の後ろにシムを有する、２つの異なるアクチュエータに対して（前者が「０」、後者が「１」で）示されている。「０」の場合には磁石４は２．５ｍｍの厚さを有しており、「１」の場合には磁石４は２ｍｍでシムが０．５ｍｍの厚さを有しているので全厚さは「０」の場合に等しい。磁石の質量が削減されているにも関わらず、電流の有無によらず、「０」の場合に比較して「１」の場合の方がストリッピング力および磁気安定性は改善されている。問題となる寸法関係および存在する起磁力および磁気回路の断面については、この効果の最適化から得られる利益を得るためにシム１１および磁石４の相対厚さを調整することが必要である。

【００３９】

シム１１は、図４および７に示すように磁極片５ｈ、５ｂと協働して用いられてもよく、図１４に示すように磁極片なしで用いられてもよい。

【００４０】

単安定アクチュエータの平行六面体の実施形態を図６（ａ）および（ｂ）に示す。アクチュエータが非対称であり、磁極片５ｂ、５ｈの格別な働きのおかげで両方の作動方向に同一の力応答を有していないことが顕著な特徴である。下側部分では、磁石４と下側磁極片５ｂとの近接を好むために距離Ｈｃｂは最小化されており、これは、図３に示す教示と

一致している。図１０で述べたようにストリッピング力の後で増加する電流による力を得るために、距離Ｈｃｈは距離Ｈｃｂよりも大きい。このアクチュエータは、また、アクチュエータの上部にベアリング８の機能も兼ねる非磁性ストップ部を有しているので、アーマチュア６がこの要素に当接し、その結果、アーマチュア６が高い位置にある場合には安定力がない。このストップ部８の支持は、ここでは、非磁性プレート１２によって示される。低い位置への復帰は、コイル２内の電流の作用、または重力、または任意の外部負荷によって達成されてもよい。図１２は、このようなアクチュエータの電流印加方向における挙動を示す。ここでは、１００Ａｔでの力曲線と、－１００Ａｔでの力曲線とが対称的ではなく、印加電流がない場合の曲線がストロークの中心に対して対称的ではないことも明らかである。

【００４１】

一般に、磁石の高さＨａを増加させることにより、ストリッピング力およびストローク上の力が改善される。例えば、図８にはそのような実施形態を示す。ここで、電流があるときの力は図３に示す実施形態と比べると増加するが、ストロークｃは同様な高さＨｔを保つ場合には減少する。この磁石の大きさの増加は、しかしながらアクチュエータの適切な機能にとっては必須ではなく、高さＨａは実質的に行程ｃよりも小さく、アーマチュア６の高さＨｍよりも小さいという実際的な機能とすることは本発明の目的の一部である。

【００４２】

本発明の目的であるアクチュエータに与えられる利点および一般的な教示は、実施例によって図５、９および１０に示す。

【００４３】

図５において、我々は、双安定アクチュエータという観点から、図３における寸法基準が尊重されて磁極片５ｂ、５ｈが用いられた場合におけるコイル２内を循環するアンペア・ターン数の関数としてのアクチュエータのストロークに亘る力の変化を示す。ここで、我々は＋／－５ｍｍ、すなわち１０ｍｍのストロークｃに対して、Ｈｃｂ＝ｈｃｂ＝０．５ｍｍ、およびＨａ＋ｃ＝ＨｍでＨａ＝１０ｍｍの場合を取り上げる。このグラフでは、ＦＳは磁気安定力を示し、両側に対称的であり、ＦＡは無視できない力を有する安定位置から離れることを可能にするストリッピング力を示し、ＦＣはアクチュエータが全ストロークに亘って（摩擦、反動力、ガスの力などの）負荷に打ち勝つ場合におそらく必要なストローク上の力を示す。磁極片の厚さは、約１～１．５ｍｍであり、換言すればアーマチュア６の幅に比べて小さい。電流の方向は勿論重要であることを注記する。すなわち、アーマチュアが－５ｍｍの位置にあるとき、挿入されたレベルに応じて正の電流がストリッピングを許容する全体的な正の力に帰結する一方で、負の電流はこの同じ位置において安定力を増強する。他方、アーマチュアが＋５ｍｍにおける場合には、負の電流が安定位置から離れることを可能にする。

【００４４】

図９は厚さＥｐｃの寸法関係に関する情報を提供する。前述したように、厚さは定められた仕様によって最適化されたままでなければならない。この実施例においても図５の実施例の場合と同様に、値Ｅｐｃの過剰な増大は、確実にストリッピング力を最大化するが、ストロークの第２部分における力の非常に大きな削減になり、力は負の値にもなり得るので、大きな外部負荷の場合には作動が確保されない。従って、ストロークに対して低い値を維持しながらＥｐｃの値の最適化が必要であり、特に、磁性材料が存在する断面の最適化が必要である。一定でない厚さＥｐｃの使用は、位置に従った磁気飽和の作用による好ましい妥協を達成することを可能にする。

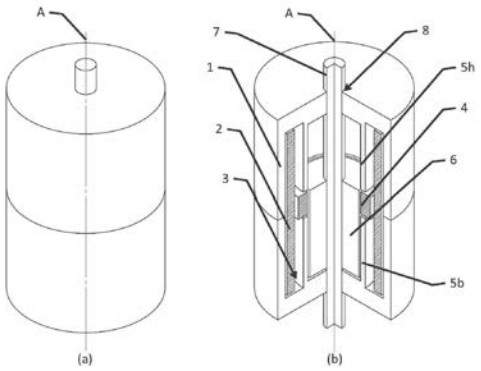
【００４５】

図１０は、Ｈｃｈ＝Ｈｃｂのときにアーマチュア６の端部が磁極片の端部と軸方向に整列するようにＨｃｂ＝０．５ｍｍでＨｍ＝Ｈａ＋ｃ＋０．５である仕様の場合に、最適な性能が得られるようなＨｃｈの値に対する示唆を提供する。

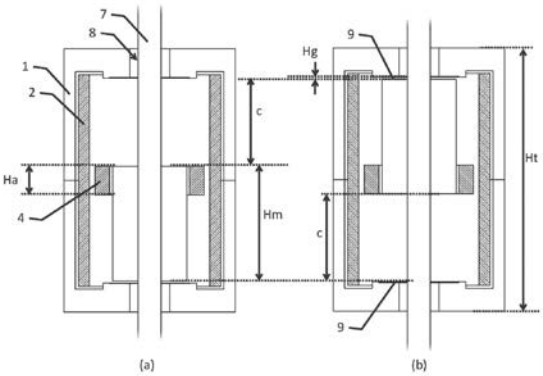
この調査事例は、図５～９に示す事例と同様な事例に対応するが、我々はここで、Ｈｃｂに対するＨｃｈの増加が、ストリッピング力とストローク曲線上の力をシフトすること

を可能にすることを示す。ストリッピング力を優先することを望む場合には、ＨｃｈとＨｃｂの値がほぼ等しいことを優先しなければならない。ストロークの開始で増加する力による利益を受けたい場合には、高さＨｃｈがＨｃｂよりも大きいことを優先すること、換言すると、引力磁極片の端部とアーマチュア６の端部との間の軸方向のオフセットを作ることが必要である。ＨｃｈとＨｃｂの変動は、これらのパラメータを相互に独立的に最適化することができるので、安定力にごくわずかな影響しか及ぼさないことを注記しなければならない。

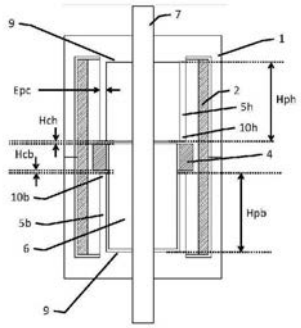
【図１】



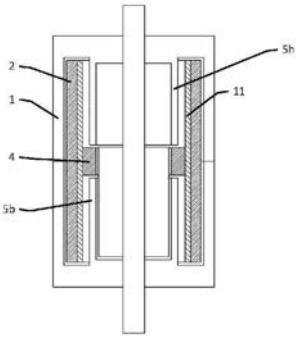
【図２】



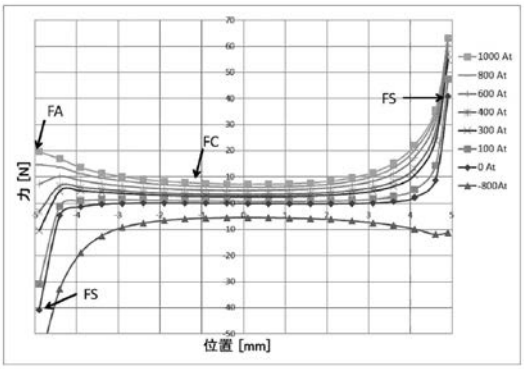
【図３】



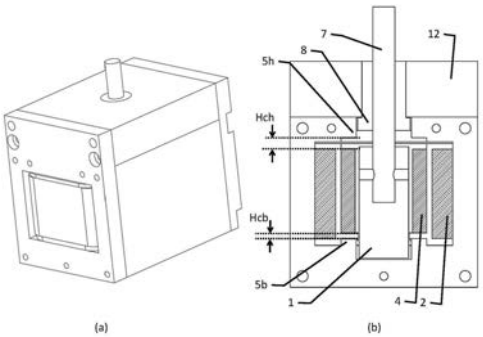
【図４】



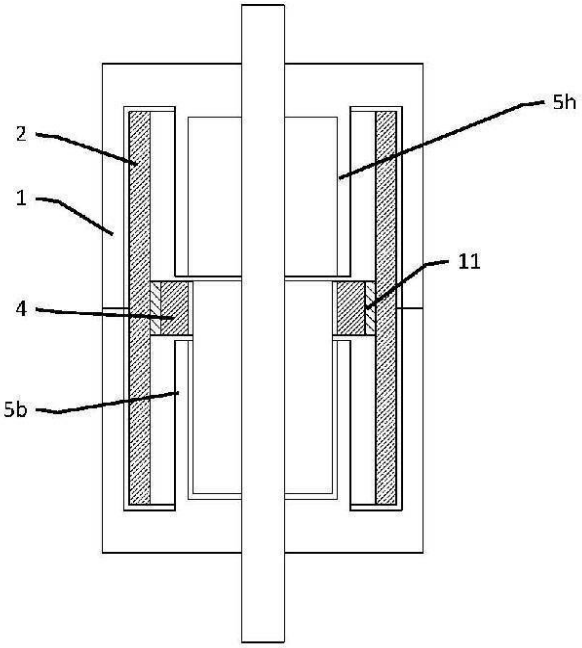
【図５】



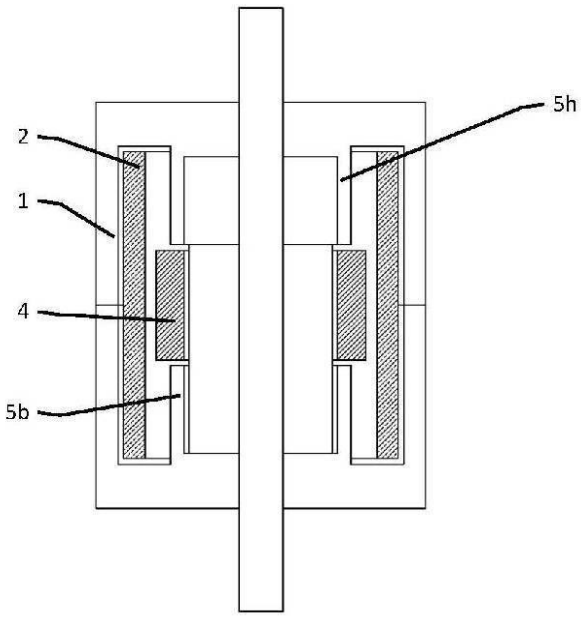
【図６】



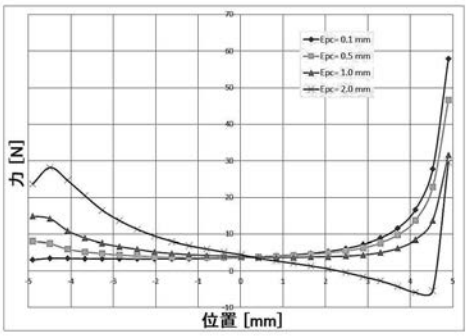
【図７】



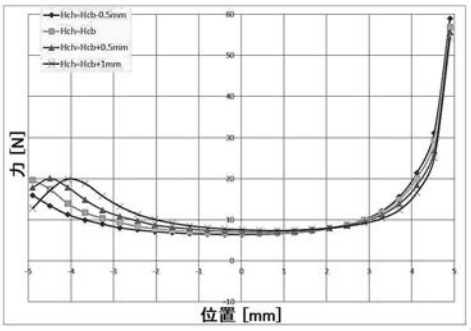
【図８】



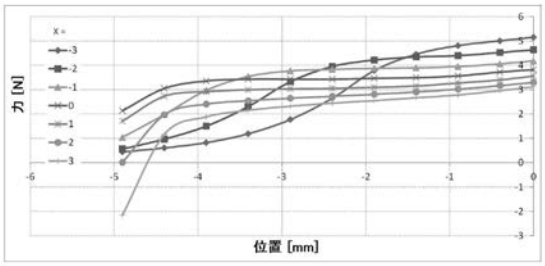
【図９】



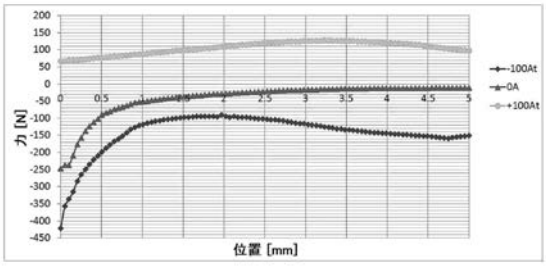
【図１０】



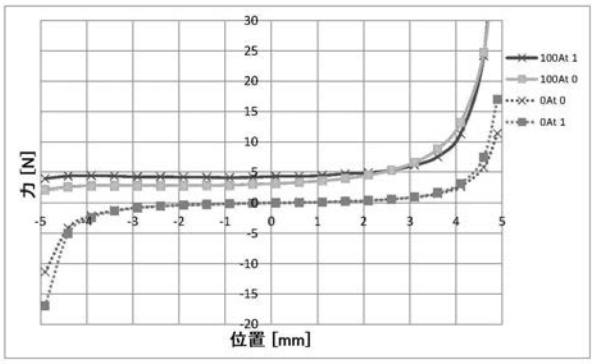
【図１１】



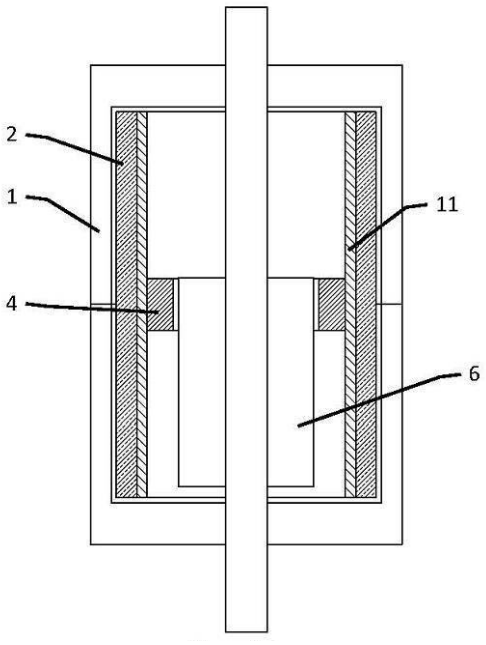
【図１２】



【図１３】



【図１４】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/052707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F7/08 H01F7/16 H02K33/16 H02K33/18
ADD. H01H33/666

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)
H02K H01H H01F

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015/114261 A1 (MOVING MAGNET TECH [FR]) 6 August 2015 (2015-08-06) cited in the application	1,7
Y	figure 1	4-6,8
A		2,3

Y	FR 2 308 178 A1 (BRIDON ENGINEERING LTD [GB]) 12 November 1976 (1976-11-12)	4-6,8
A	page 8, line 19 - page 11, line 19; figures 9-11	1-3,7

A	WO 94/27303 A1 (MOVING MAGNET TECH [FR]; OUDET CLAUDE [FR]; GANDEL PIERRE [FR]) 24 November 1994 (1994-11-24) cited in the application figure 1	1-8

☐ 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
24 January 2017	02/02/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ernst, Uwe

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2016/052707

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015114261 A1	06-08-2015	CN 106165271 A	23-11-2016
		EP 3100341 A1	07-12-2016
		FR 3017011 A1	31-07-2015
		KR 20160114656 A	05-10-2016
		US 2016352168 A1	01-12-2016
		WO 2015114261 A1	06-08-2015
FR 2308178 A1	12-11-1976	DE 2614004 A1	28-10-1976
		FR 2308178 A1	12-11-1976
		JP S51127372 A	06-11-1976
		NL 7604084 A	19-10-1976
WO 9427303 A1	24-11-1994	DE 69402326 D1	30-04-1997
		DE 69402326 T2	30-10-1997
		EP 0713604 A1	29-05-1996
		ES 2102227 T3	16-07-1997
		FR 2705510 A1	25-11-1994
		JP 3553598 B2	11-08-2004
		JP H08510361 A	29-10-1996
		US 6028499 A	22-02-2000
		WO 9427303 A1	24-11-1994

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052707

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01F7/08 H01F7/16 H02K33/16 H02K33/18
ADD. H01H33/666

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H02K H01H H01F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2015/114261 A1 (MOVING MAGNET TECH [FR]) 6 août 2015 (2015-08-06) cité dans la demande	1,7
Y	figure 1	4-6,8
A		2,3

Y	FR 2 308 178 A1 (BRIDON ENGINEERING LTD [GB]) 12 novembre 1976 (1976-11-12)	4-6,8
A	page 8, ligne 19 - page 11, ligne 19; figures 9-11	1-3,7

A	WO 94/27303 A1 (MOVING MAGNET TECH [FR]; OUDET CLAUDE [FR]; GANDEL PIERRE [FR]) 24 novembre 1994 (1994-11-24) cité dans la demande figure 1	1-8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents citées:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
24 janvier 2017	02/02/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ernst, Uwe

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2016/052707

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015114261 A1	06-08-2015	CN 106165271 A	23-11-2016
		EP 3100341 A1	07-12-2016
		FR 3017011 A1	31-07-2015
		KR 20160114656 A	05-10-2016
		US 2016352168 A1	01-12-2016
		WO 2015114261 A1	06-08-2015
FR 2308178 A1	12-11-1976	DE 2614004 A1	28-10-1976
		FR 2308178 A1	12-11-1976
		JP S51127372 A	06-11-1976
		NL 7604084 A	19-10-1976
WO 9427303 A1	24-11-1994	DE 69402326 D1	30-04-1997
		DE 69402326 T2	30-10-1997
		EP 0713604 A1	29-05-1996
		ES 2102227 T3	16-07-1997
		FR 2705510 A1	25-11-1994
		JP 3553598 B2	11-08-2004
		JP H08510361 A	29-10-1996
		US 6028499 A	22-02-2000
		WO 9427303 A1	24-11-1994

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (avril 2005)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(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),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,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

(72)発明者 ルイセール，ギョーム
フランス国，２５０００ ブザンソン，リュ ジャンヌ－アンティッド トゥレ ５２
(72)発明者 リオーケサダ，ハビエル
フランス国，２５０００ ブザンソン，リュ ドゥ シャルズール ２６エー
(72)発明者 ビウェルシ，ステファーヌ
フランス国，２５１４０ フランブーアン，リュ ドゥ ラ ベル ２
(72)発明者 デルバエール，ミカエル
フランス国，２５７２０ アヴァンヌ，リュ デ グラヴィエ ３６

Ｆターム(参考) 5E048 AD02
5H633 BB04 GG02 GG06 GG09 GG16 HH02 HH07