

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4613166号  
(P4613166)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 F 7/02 (2006.01) H O 1 F 7/02 Z

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-524849 (P2006-524849)	(73) 特許権者	504380909
(86) (22) 出願日	平成16年8月26日 (2004.8.26)		アストロノーティックス コーポレイシ ン オブ アメリカ
(65) 公表番号	特表2007-504653 (P2007-504653A)		アメリカ合衆国 ウィスコンシン州 53
(43) 公表日	平成19年3月1日 (2007.3.1)		201-0523 ミルウォーキー ノー
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/027748		ス テュートニア アベニュー 4115
(87) 国際公開番号	W02005/024857		ピーオーボックス 523
(87) 国際公開日	平成17年3月17日 (2005.3.17)	(74) 代理人	100082005
審査請求日	平成19年7月3日 (2007.7.3)		弁理士 熊倉 禎男
(31) 優先権主張番号	60/499,134	(74) 代理人	100067013
(32) 優先日	平成15年8月29日 (2003.8.29)		弁理士 大塚 文昭
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100065189
			弁理士 宍戸 嘉一
		(74) 代理人	100088694
			弁理士 弟子丸 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転磁気冷却器のための永久磁石アセンブリであって、回転磁気冷却器において固定された磁気冷媒装置に対して回転する永久磁石アセンブリにおいて、

透磁性材料から形成され、中間セクション、第1端部および第2端部を有する上部磁束復帰セクションと、

S極端および前記上部磁束復帰セクションの第1端部に作動的に結合されたN極端を有する第1弧状上部永久磁石セクションと、

N極端および前記上部磁束復帰セクションの第2端部に作動的に結合されたS極端を有する第2弧状上部永久磁石セクションと、

透磁性材料から形成され、中間セクション、第1端部および第2端部を有する下部磁束復帰セクションと、

N極端および前記下部磁束復帰セクションの第1端部に作動的に結合されたS極端を有する第1弧状下部永久磁石セクションと、

S極端および前記下部磁束復帰セクションの第2端部に作動的に結合されたN極端を有する第2弧状下部永久磁石セクションとを備え、前記第1弧状上部永久磁石セクションのS極端と前記第1弧状下部永久磁石セクションのN極端との間に第1弧状ギャップが形成されており、前記第2弧状上部永久磁石セクションのN極端と前記第2弧状下部永久磁石セクションのS極端との間に第2弧状ギャップが形成され、さらに、前記永久磁石アセンブリは、前記上部磁束復帰セクションの中間セクションの中心部と、前記下部磁束復帰セ

クシヨンの中間セクションの中心部とを通過して延びる軸を中心に回転するように構成されている、永久磁石アセンブリ。

【請求項 2】

回転磁気冷却器のための永久磁石アセンブリであって、回転磁気冷却器において固定された磁気冷媒装置に対して回転する永久磁石アセンブリにおいて、

N極端およびS極端を有する中心永久磁石セクションと、

透磁性材料から形成され、極面を有する弧状のサイド極部品部分を支持する第1端部および極面を有する弧状サイド極部品部分を支持する第2端部を有する上部極部品と、

透磁性材料から形成され、極面を有する弧状のサイド極部品部分を支持する第1端部および極面を有する弧状サイド極部品部分を支持する第2端部を有する下部極部品とを備え

10

、前記上部極部品の第1端部の弧状サイド極部品部分の極面と前記下部極部品の第1端部の弧状サイド極部品部分の極面との間に、第1弧状ギャップが形成されており、前記上部極部品の第2端部の弧状サイド極部品部分の極面と前記下部極部品の第2端部の弧状サイド極部品部分の極面との間に、第2弧状ギャップが形成され、さらに、前記永久磁石アセンブリは、前記上部極部品の中心部と、前記中心永久磁石セクションの中心部と、前記下部極部品の中心部とを通過して延びる軸を中心に回転するように構成されている永久磁石アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は一般的には磁石に関し、より詳細には、環状領域に時間と共に変化する磁界を発生するようになっている永久磁石アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

これまで何年間にもわたり、かつ多くの用途に永久磁石が使用されて来た。しかしながら、永久磁石の新しい用途により、次第に複雑高度となる永久磁石アセンブリの開発が促進されつつある。ギャップを横断するように大強度の磁界を発生できる永久磁石アセンブリは、特に磁熱材料の用途で特別な関心を呼んでいる。ほぼ強磁性状態から常磁性状態まで変化する磁熱材料は、磁化されると暖かくなり、磁気が消えると冷たい状態となる。磁熱材料に対し、時間と共に変化する磁界を加える装置を使用して、例えば磁気冷却器において加熱または冷却を行うことができる。

30

【0003】

ギャップの内外に磁熱材料を移動させることにより、磁熱材料に対し、時間と共に変化する磁界を加えよう、ギャップを横断する磁界強度を発生する磁石アセンブリを使用できる。このことは、例えば固定された磁石アセンブリに対し、磁熱材料を移動させるか、または固定された磁熱材料に対して磁石アセンブリを移動させることによって移動させることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

磁気アセンブリに対する磁熱材料の移動は、回転運動または並進運動によって行うことができる。1つの方法は、固定された環状（リング状）構造体内に磁熱材料を配置し、リングを中心として永久磁石アセンブリを回転することである。別の方法は、固定された永久磁石アセンブリによって一部が囲まれた環状構造体内に磁熱材料を配置し、次に磁熱材料を含む環状構造体を回転させることである。こうして特に環状領域に対し、時間と共に変化する磁界を加えるようになっている永久磁石アセンブリは、磁気冷却（これだけに限定されず）を含む用途に対し関心もたれている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

本発明に係わる永久磁石アセンブリは、環状領域に時間と共に変化する磁界を特に加えるようになっている永久磁石アセンブリを形成するよう、1つ以上の永久磁石ブロックと、1つ以上の磁束復帰セクションとを利用するものである。この永久磁石アセンブリは、1つ以上の極部品を含むことができるが、必ずしもそうする必要はない。環状領域は長方形の横断面を有することができるが、必ずしも有する必要はない。本発明に係わる永久磁石アセンブリは、例えば回転ベッドまたは回転する磁石磁気冷蔵装置で使用できる。

【0006】

本発明に係わる永久磁石アセンブリの好ましい実施例は、開口部を形成する2つの端部を備えた、C字形横断面を有する透磁性材料から形成された弧状磁束復帰セクションおよび磁束復帰セクションのC字形の端部に作動的に結合した上部および下部弧状永久磁石セクションとを備え、上部弧状永久磁石セクションのS極端と下部弧状永久磁石セクションのN極端との間に弧状ギャップが形成される。

10

【0007】

本発明に係わる永久磁石アセンブリの磁束復帰セクションは、アセンブリの内部に位置でき、この場合、磁束復帰セクションの開口部はアセンブリの中心軸線から外側に向く。これとは異なり、アセンブリの中心軸線からある半径においてアセンブリの外側に磁束復帰セクションが位置してもよく、この場合、磁束復帰セクションの開口部はアセンブリの中心軸線に対し内側に向く。

【0008】

本発明に係わる別の永久磁石アセンブリは、一端に第1弧状上部永久磁石セクションを備え、他端部に第2弧状上部永久磁石セクションを備えた、透磁性材料から形成された上部磁束復帰セクションと、一端に第1弧状下部永久磁石セクションを備え、他端部に第2弧状下部永久磁石セクションを備えた、透磁性材料から形成された下部磁束復帰セクションとを備え、上部磁束復帰セクションおよび下部磁束復帰セクションにある永久磁石セクションの間に2つの弧状ギャップが形成される。

20

【0009】

本発明に係わる別の永久磁石アセンブリは、中心永久磁石セクションと、透磁性材料から形成された上部極部品および下部極部品とを備え、これら極部品は中心永久磁石セクションの側面にある2つの弧状ギャップを囲む極面を有する弧状のサイド極部品部分を備える。

30

【0010】

本発明に係わる永久磁石アセンブリの異なる実施例は、一端に第1弧状上部永久磁石セクションを備え、他端部に第2弧状上部永久磁石セクションを備えた、透磁性材料から形成された上部磁束復帰セクションと、一端に第1弧状下部永久磁石セクションを備え、他端部に第2弧状下部永久磁石セクションを備えた、透磁性材料から形成された下部磁束復帰セクションと、前記上部磁束復帰セクションと前記下部磁束復帰セクションとの間に設けられた中心磁束復帰セクションとを備え、上部磁束復帰セクションおよび下部磁束復帰セクションにある永久磁石セクションの間に2つの弧状ギャップが形成される。

【0011】

本発明に係わる装置では、種々の構造を使用できる。例えば本明細書において、図示された実施例に示された永久磁石セクションは単一の永久磁石から構成してもよいし、これら永久磁石セクションを1つ以上の多数の永久磁石と透磁性材料とから形成された1つ以上のセクションから構成し、磁気アレイ構造体を形成してもよい。

40

【0012】

図示された実施例は単一構造体として形成された極部品または磁束復帰セクションを示すことができるが、これら構造は一体に作動的に結合された個々のセクションから構成してもよい。同様に、特定の用途に対し、永久磁石セクション、極部品または磁束復帰セクションの相対的寸法、形状および位置を最適にすることができる。

【0013】

本発明に係わる磁石アセンブリは、環状領域に対し、時間と共に変化する磁界を加える

50

ことができる。かかる環状領域の特定の形状および構造は特に回転ベッドまたは回転磁石磁気冷却器に適すものにできる。かかる磁石アセンブリは時間と共に変化する磁界強度を受ける環状領域に常にアクセスできるようにし、このことは磁気冷却器の部品、例えば磁熱材料および熱伝達流体配管を環状領域内に固定し、配置できる。これとは異なり、磁石アセンブリを固定し、磁石冷却器の部品、例えば磁熱材料および熱伝達流体を環状領域内で回転してもよい。本発明に係わる磁石アセンブリは、例えば空間条件を最小にし、移動部品の質量を最小にすることにより作動コストを比較的低くすることができる。

【0014】

かかる磁石アセンブリは、例えば精密に機械加工される永久磁石の必要性を少なくすることにより、製造コストも比較的少なくできる。かかる磁石アセンブリの永久磁石の各々は長方形横断面または全体の形状が長方形をした弧状形状とすることができ、いずれの場合においても直交磁化ベクトルにより製造コストを最小にできる。このような幾何学的形状は、電流プレス方法により焼結されたNdFeB磁石の製造に特に適すようにでき、磁石嵌合面の数が比較的少ないことにより、本発明を用いない場合に必要となり得る精密研磨作業の数を低減できる。

10

【0015】

本発明に係わる磁石アセンブリで使用される精密機械加工される構造体、例えば強磁界にあるギャップを囲む磁極部品は、これら表面を磁気冷却器の他の部品、例えば磁熱材料のコンテナに密に嵌合できるようにする厳密な許容度からの利点を享受する表面を有することができる。精密機械加工を必要とする構造体、例えば透磁性材料から形成され、これら精密に機械加工された構造体を長方形の永久磁石部分に作動的に結合する、かかる極部品を形成することにより、永久磁石材料を精密に機械加工することを低減または回避できる。

20

【0016】

かかるアセンブリの容積、質量および製造コストを最小にしなが、環状領域にわたって時間と共に変化する磁界を発生するのに、本発明に係わる永久磁石アセンブリを使用できる。固定されたかまたは回転するホイール機構を、その円周の一部に沿って磁化しなければならない場合に、環状領域における磁界を使用できる。この構造の特別な設計により、環状領域内に位置する磁熱材料を含むベッドの内外に、熱伝達流体を運ぶ配管のために、一方の側から、例えば外側から、環状領域に阻害されないアクセスを可能にできる。

30

【0017】

本発明に係わる永久磁石アセンブリは磁気冷却デバイス内で使用するための特別な関心を引くことができる。米国特許第6,526,759号および米国公開特許出願第US2003/0106323A1号には回転運動を利用する磁気冷蔵デバイスの例が示されており、これら明細書の開示を参考例として援用する。

【0018】

添付図面を参照し、次の詳細な説明を読めば、本発明の上記以外の目的、特徴および利点が明らかとなろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

添付図面を参照すると、図1は全体が番号20で示された本発明に係わる永久磁石アセンブリの斜視図である。この永久磁石アセンブリ20は、約120度の弧の長さにならわたって長方形横断面22を有する強磁界内にある弧状ギャップ21を囲んでいるが、このギャップの横断面は別の形状でもよく、アーク長さは120度より大きくてもよいし小さくてもよい。恐らく図2に最良に示されているように、この永久磁石アセンブリ20は、回転軸線23を中心として回転し、よって環状領域24をスイープするようになっている。

40

【0020】

永久磁石アセンブリ20は、全体が番号30で示された外側磁束復帰部分を備え、この部分は磁束ラインに対する復帰路を提供し、磁気回路を完成している。この磁束復帰部分30は、磁束による飽和を防止するのに十分な大きさであることが好ましく、更にギャッ

50

プの磁束が磁束復帰部分30に分流するのを防止するような形状となっており、かつ強磁界にあるギャップ21から外側に十分な距離に位置することが好ましい。

【0021】

磁束復帰部分30は、任意の適当な透磁性材料、磁束を運ぶことができる低炭素鋼のような構造的合金、または磁気学で使用するようになっている、特別な透磁性の材料、例えば商標Permendur 2Vとして米国カリフォルニア州のハイテンプメタルズ社から販売されている材料、または例えば構造的サポートを提供するのに使用される非透磁性追加材料を使用するか、または使用しないこれら材料の組み合わせから形成できる。この磁束復帰部分30は、浮遊磁束およびアセンブリの重量を最小にしながら、磁束復帰性能を最適にするよう例えば外側コーナーに沿った1つ以上の面取りされたコーナー31、または例えば内側コーナーに沿った充填コーナー32を含むことができる。

10

【0022】

永久磁石アセンブリ20は、N極34(Nと表示)およびS極35(Sと表示)を有する、全体が番号33で表示された上部永久磁石部分と、N極37およびS極38を有する、全体が番号36で表示された下部永久磁石部分とを含む。

【0023】

これら上部永久磁石部分33と下部永久磁石部分36とは、適当な永久磁石材料、例えば商標Neomax 50として日本の住友特殊金属株式会社から販売されているタイプの磁石材料から製造できる。図1および2に示されるように、上部永久磁石部分33のS極35と、下部永久磁石部分36のN極37は、強磁界内にあるギャップ21に向いている。

20

【0024】

図3は、内部磁束復帰路を有する、全体が番号45で表示された、本発明に係わる永久磁石アセンブリの斜視図である。この永久磁石アセンブリ45は特に回転慣性モーメントが重要である回転磁石に用いる場合に有効となり得る。

【0025】

永久磁石アセンブリ45は磁束ラインに対する復帰路を提供し、よって磁気回路を完成するための、全体が番号46で表示された内側磁束復帰部分を含む。この永久磁石アセンブリ45は、回転軸線47を中心として回転し、環状領域をスイープするようにできる。

【0026】

永久磁石アセンブリ45の磁束復帰部分46は、磁束による飽和を防止し、かつホイール内の他の場所での磁束の漏れを防止するように十分な寸法となっていることが好ましい。この磁束復帰部分46は、ギャップの磁束が磁束復帰部分46へ分流するのを防止するような形状であり、かつ強磁界内にあるギャップ56から外側に十分な距離にあることが好ましい。磁束復帰部分46は、適当な透磁性材料、例えば上記タイプの透磁性材料から形成できる。

30

【0027】

内側磁束復帰部分46はアセンブリの中心軸にて急激なコーナーを有することができるが、他のファクターのうちでも、磁束密度、取り付け要件およびカウンターウェイトに応じて他の形状を使用することもできる。この磁束復帰部分46は浮遊磁束、アセンブリの重さおよび回転完成モーメントを最小にしながら、磁束復帰路を最適にするよう、例えば外側コーナーに沿った1つ以上の面取りされたコーナー48、または例えば内側コーナーに沿った充填コーナー49を含むことができる。

40

【0028】

永久磁石アセンブリ48は、N極51(Nと表示)およびS極52(Sと表示)を有する、全体が番号50で表示された上部永久磁石部分と、N極54およびS極55を有する、全体が番号53で表示された下部永久磁石部分とを含む。これら上部永久磁石部分50と下部永久磁石部分53とは、適当な永久磁石材料、例えば上記タイプの磁石材料から製造できる。図3に示されるように、上部永久磁石部分50のS極52と、下部永久磁石部分53のN極54は、強高磁界内にあるギャップ56を囲んでいる。

【0029】

50

図4は上部および下部内側磁束復帰路を有し、強磁界内にある2つのギャップを提供する、全体が番号60で表示された、本発明に係わる別の永久磁石アセンブリの斜視図である。単一の磁束復帰路を使用する永久磁石アセンブリと比較すると、磁束ラインは、永久磁石アセンブリ60内で、ある磁極から次の磁極へ比較的短い距離だけ移動するので、永久磁石アセンブリ60内の2つの磁束復帰路の各々は、図1および3の単一磁束復帰路よりも小さくなっている。この性質により、永久磁石アセンブリ60は、回転慣性も重要である回転軸線に沿って少なくとも所定の中心自由スペースを必要とする回転磁石用途で特に有効となる。

【0030】

図4に示されるように、永久磁石アセンブリ60はある弧の長さにならって長方形の横断面を有する強高磁界内にある2つの弧状のギャップ74を囲んでおり、弧状の各ギャップは約60度に延びているが、このことは必要ではなく、ギャップ横断面は別の形状でもよく、また、弧の長さは60度より大きくてもよいし小さくてもよい。永久磁石アセンブリ60は磁束ラインに対する復帰路を提供し、よって磁気回路を完成するように、2つの内側磁束復帰部分と、全体が番号62で示された上部磁束復帰部分と、全体が番号63で示された下部磁束復帰部分とを備える。永久磁石アセンブリ60は回転軸線61を中心として回転し、環状領域をスイープするようにできる。

【0031】

上部磁束復帰部分62および下部磁束復帰部分63の各々は、回転軸線から外側に延びる中心部分64を含む。この上部磁束復帰部分62および下部磁束復帰部分63の各々は、中心部分64に磁束ラインを集中させる、水平方向にテーパの付いた部分65も備える。アセンブリの中心を通して上部磁束復帰部分62および下部磁束復帰部分63を接続する回転軸線61に沿った非透磁性軸方向リンクを使用して構造的な支持体を提供することができる。

【0032】

永久磁石アセンブリ62の上部磁束復帰部分62および下部磁束復帰部分63は、磁束による飽和を防止し、かつホイール内の他の場所での磁束の漏れを防止するように十分な寸法であることが好ましい。これら上部磁束復帰部分62および下部磁束復帰部分63はこれら磁束復帰部分へのギャップの磁束の分流を防止するような形状となっており、かつ強磁界内にあるギャップ74から十分な距離に位置していることが好ましい。上部磁束復帰部分62および下部磁束復帰部分63は、例えば上記タイプの任意の適当な透磁性材料から形成できる。

【0033】

上部磁束復帰部分62は、上部第1永久磁石部分66に作動的に結合された第1端部と、上部第2永久磁石部分67に作動的に結合された第2端部とを有し、上部永久磁石66および67の各々は、N極68(Nと表示)およびS極69(Sと表示)を有する。同様に、下部磁束復帰部分63は、第1下部永久磁石部分70に作動的に結合された第1端部および下部第2永久磁石部分71に作動的に結合された第2端部を有し、これら下部永久磁石部分70および71の各々はN極68(Nと表示)およびS極69(Sと表示)を有する。

【0034】

図4に示されるように、上部および下部永久磁石部分66、67、70および71の極配向は、永久磁石部分および磁束復帰部分によって形成される磁気回路のまわりに円形磁束を発生するように整合している。一方向に整合している下部第1永久磁石部分70および上部第1永久磁石部分66に対し、第2上部永久磁石部分67および第2下部永久磁石部分71は、逆方向に整合し、円形の磁束ループを形成している。

【0035】

上部永久磁石部分66および67並びに下部永久磁石部分70および71は、任意の適当な永久磁石材料、例えば上記タイプの磁石材料から形成できる。図4に示されるように、第1下部永久磁石部分70のS極73および第1上部永久磁石部分66のN極68は、

10

20

30

40

50

強磁界内にあるギャップ74を囲み、第2上部永久磁石部分67のS極69および第2下部永久磁石部分71のN極72は、強磁界内にある第2ギャップ74を囲んでいる。

【0036】

図4では、上部磁束復帰部分62および下部磁束復帰部分63は、垂直方向に均一な厚みを有し、これら磁束復帰部分は急激なコーナーにおいて上部永久磁石部分66、67と下部永久磁石部分70、71とを接合しているが、特に別のファクターのうちでも磁束密度、取り付け要件およびカウンターウェイトによっては別の形状も使用できる。磁束復帰部分は、浮遊磁束およびアセンブリの重さを最小にしながらか、磁束の復帰を最適にするよう、これら磁束復帰部分の外側コーナーまたはエッジに沿った1つ以上の面取りされたコーナー、すなわち丸くされたコーナーを含むことができるし、または磁束復帰部分と永久磁石部分との間の接合部に沿って充填されたコーナーを含むことができる。

10

【0037】

図5に示されるように、永久磁石アセンブリ80は中心永久磁石部分81を備え、この磁石部分81は、所定の弧の長さにはわたって中心永久磁石部分81から強磁界内にある2つの弧状ギャップ94を通過するように磁束を向ける上部極部品85および下部極部品86を有する。各ギャップは一般に60度にわたって延びるが、このことは必ずしも必要ではなく、これより長い弧の長さ、またはこれより短い弧の長さにする事ができる。永久磁石アセンブリ80は回転軸線82を中心として回転し、環状領域をスイープするようにできる。

【0038】

永久磁石アセンブリ80の中心永久磁石部分81は、N極83(Nと表示)およびS極84(Sと表示)を有し、この場合、中心永久磁石部分81の磁気ベクトルは回転軸線82と整合している。この中心永久磁石部分81は任意の適当な永久磁石材料、例えば上記タイプの磁石材料から形成できる。

20

【0039】

永久磁石材料80は全体が番号85で表示された上部極部品と、全体が番号86で表示された下部極部品とを備える。上部極部品85と下部極部品86とは同様な構造であり、各部品は2つの端部を備えた中心極部品部分87を有し、各中心極部品の各端部はサイド極部品部分88を支持している。これら上部極部品85と下部極部品86とは任意の適当な透磁性材料、例えば上記タイプの材料から形成できる。各サイド極部品部分88は1つ以上の面取りされたコーナー89を含むことができる。

30

【0040】

図6は、図5の6-6線に沿った図5の永久磁石アセンブリの横断面図である。図5および6に示されるように、上部極部品85の各端部は上部極面92で終わっており、下部極部品86の各端部は下部極面93で終わっている。上部極面92と下部極面93とは、強磁界内にある2つのギャップ94を囲んでいる。

【0041】

恐らく図6に最良に示されるように、サイド極部品部分88は好ましくは垂直方向にテーパの付いた部分90を含み、恐らく図5に最良に示されるように、サイド極部品部分88も水平方向にテーパの付いた部分91を含む。垂直方向にテーパの付いた部分90および水平方向にテーパの付いた部分91は、例えば強磁界内にある2つのギャップ94内に磁束を集中させるのに使用できる。磁束ラインが永久磁石部分81から離間するにつれ、磁束ラインは垂直方向にテーパの付いた部分90および水平方向にテーパの付いた部分91に沿って収束し、よってギャップ94に交差する磁束ラインは永久磁石部分81内の磁束よりも密度が高くなり、マルチ極磁石アレイを必要とすることなく、永久磁石部分81を備えた磁気材料の飽和磁束密度よりも多くできる磁束密度をギャップ94内に提供できる。

40

【0042】

永久磁石アセンブリ80の上部極部品85および下部極部品86は、磁束による飽和を防止し、かつホイール内の他の場所における磁束の漏れを防止するのに十分な寸法となっ

50

ていることが好ましい。垂直方向にテーパの付いた部分 90 および水平方向にテーパの付いた部分 91 および極面 92 および 93 は、ギャップの磁束が永久磁石部分 81 に戻るように分流するのを防止するような形状となり、かつ強磁界内にあるギャップ 94 を永久磁石部分 81 から十分な距離に配置することが好ましい。

#### 【0043】

上部極部品 85 および下部極部品 86 の中心部分 87 は、垂直方向の厚みが均一であるが、他のファクターのうちでも、特に磁束密度、取り付け要件およびカウンターウェイトによっては他の形状とすることもできる。上部極部品 85 および下部極部品 86 は、例えば中心極部品部分 87 と上部極面 92 および下部極面 93 との間で 1 つ以上の方向の別のテーパを有し、更に磁束ラインをギャップ 94 内に集中させることができる。上部極部品 84 および下部極部品 86 は、例えば磁束復帰部分の外側コーナーまたはエッジに沿って別の面取りされた、または丸くされたコーナーを含むか、または例えば磁束復帰部分と永久磁石部分との間の接合部に沿って充填されたコーナーを含み、浮遊磁束およびアセンブリの重さを最小にしなが、ギャップ 94 を通過する磁束密度を最適にすることができる。

10

#### 【0044】

恐らく図 6 に最良に示されているように、強磁界内にあるギャップ 94 の横断面を台形とすることができ、この場合、水平線と下部極面 93 との間は角度ゼータ 95 となっている。水平線と上部極面 92 との間の相補的角度でもよいが、このことは必ずしも必要ではない。

20

#### 【0045】

図 5 および 6 の永久磁石アセンブリ 80 では角度 95 は正の値であるので、強磁界内にあるギャップ 94 の横断面の内側の寸法は横断面の外側寸法よりも小さくなっているが、このことは必ずしも必要ではない。角度 95 は 0 でもよい。この場合、高磁界にあるギャップの横断面の内側寸法は横断面の外側寸法と等しくなる。角度 95 は負でもよく、この場合、高磁界にあるギャップの横断面の内側寸法は、その横断面の外側寸法よりも大きくなる。

#### 【0046】

上部極面 92 と下部極面 93 とは実質的に平面状に示されているが、このことは必ずしも必要ではなく、他の形状でもよい。例えば本発明に係わる永久磁石アセンブリの一部の用途では極面を凹状または凸状とすることができる。従って、強磁界内にあるギャップ 94 の横断面は四角形（正方形を含むが、正方形だけに限定されるものではない）、平行四辺形、台形、円、楕円および任意の他の形状もしくはそれらの形状の組み合わせを含むことができるが、これら形状だけに限定されるものではない。

30

#### 【0047】

図 7 は、全体が番号 100 で示された本発明に係わる別の永久磁石アセンブリの斜視図であり、この磁石アセンブリは中心磁束復帰路によって接続された上部内側磁束復帰路と、下部内側磁束復帰路を備える。図 7 の永久磁石アセンブリは図 4 の永久磁石アセンブリ 60 に類似しているが、永久磁石アセンブリ 100 が中心磁束復帰路を備え、永久磁石部分が異なる極性を有する点で異なっている。

40

#### 【0048】

図 7 に示されるように、永久磁石アセンブリ 100 に中心磁束復帰路を設け、永久磁石部分の極性を整合することにより、永久磁石アセンブリ 100 内の 2 つの弧状ギャップは同じ極性を有する磁界を受ける。これと対照的に、図 4 に示された永久磁石アセンブリ 60 内の各端部にある 2 つの弧状ギャップは逆極性を有する磁界を受ける。

#### 【0049】

図 4 の永久磁石アセンブリ 60 と比較し、永久磁石アセンブリ 100 によってスイープされる環状容積内に位置する構造体はより小さい磁気ヒステリシスを受ける。その理由は、磁界は永久磁石アセンブリ 100 の 2 つの端部で方向を反転しないからである。このような性質によって、永久磁石アセンブリ 100 を磁気ヒステリシスを最小にすることが望

50

ましい用途に特に適したものにできる。

【 0 0 5 0 】

図7に示されるように、永久磁石アセンブリ100は所定の弧の長さにわたって長方形の横断面を有する強磁界内にある2つの弧状ギャップ115を囲んでいるが、このことは必ずしも必要ではなく、横断面は別の形状でもよい。各弧状ギャップは一般に60度にわたって延びるが、このことは必ずしも必要ではなく、これよりも長いか、または短い弧の長さとする事ができる。永久磁石アセンブリ100は上部磁束復帰部分102と、下部磁束復帰部分103と、中心磁束部分104とを備え、磁束ラインに対する復帰路を提供し、よって磁気回路を慣性している。永久磁石アセンブリ100は回転軸線101を中心として回転し、環状領域をスイープできるようになっている。

10

【 0 0 5 1 】

上部磁束復帰部分102および下部磁束復帰部分103の各々は、回転軸線101から外側に延びる中心部分105を含む。中心磁束復帰部分104は上部磁束復帰部分102の中心部分105と下部磁束復帰部分103の中心部分105と作動的に結合している。上部磁束復帰部分102および下部磁束復帰部分103の各々は、上部磁束復帰部分102の中心部分105、下部磁束復帰部分103の中心部分105および中心磁束復帰部分105内の磁束ラインを集中させる水平方向にテーパの付いた部分106も含むことが好ましい。

【 0 0 5 2 】

中心磁束復帰部分104の外に永久磁石アセンブリ100は上部磁束復帰部分102と下部磁束復帰部分103との間に1つ以上の非透磁性部材も含み、追加構造支持体を提供することができるが、このような追加構造支持体は必ずしも必要ではない。

20

【 0 0 5 3 】

永久磁石アセンブリ100の上部磁束復帰部分102と、下部磁束復帰部分103と、中心磁束復帰部分104とは、磁束の飽和を防止すると共に、ホイール内の他の場所における磁束の漏れを防止するのに十分な寸法となっていることが好ましい。上部磁束復帰部分102、下部磁束復帰部分103および中心磁束復帰部分104は、ギャップの磁束がこれら磁束復帰部分に分流するのを防止するような形状となり、かつ強磁界内にあるギャップ115から十分な距離に位置することが好ましい。上部磁束復帰部分102、下部磁束復帰部分103および中心磁束復帰部分104は、適当な透磁性材料、例えば上記タイプの透磁性材料から形成できる。

30

【 0 0 5 4 】

上部磁束復帰部分102は第1上部永久磁石部分107に作動的に結合された第1端部および第2上部永久磁石部分108に作動的に結合された第2端部を有し、上部永久磁石部分107および108の各々はN極109(Nと表示)およびS極110(Sと表示)を有する。同様に、下部磁束復帰部分103は第1下部永久磁石部分111に作動的に結合された第1端部および第2下部永久磁石部分112に作動的に結合された第2端部を有し、下部永久磁石部分111および112の各々はN極113(Nと表示)およびS極114(Sと表示)を有する。

【 0 0 5 5 】

図7に示されるように、上部永久磁石部分107、108および下部永久磁石部分111、112の極配向はすべて同じ方向に整合している。このような整合によって永久磁石部分と上部磁束復帰部分、下部磁束復帰部分および中心磁束復帰部分によって形成された磁気回路のまわりに2つの円形の磁束ループが発生する。

40

【 0 0 5 6 】

上部永久磁石部分107、108と下部永久磁石部分111、112は任意の適当な永久磁石材料、例えば上記タイプの材料から形成できる。図7に示されるように、第1上部永久磁石部分107のS極110および第1下部永久磁石部分111のN極113は強磁界内にあるギャップ115を囲み、第2上部永久磁石部分108のS極110および第2下部永久磁石部分112のN極113は強磁界内にある第2ギャップ115を囲んでいる

50

## 【0057】

図7では、上部磁束復帰部分102および下部磁束復帰部分103は一方向に均一な厚みを有し、中心磁束復帰部分104は2つの方向に均一な厚みを有する。これら磁束復帰部分は共に接合でき、かつ急激なコーナーにおいて上部永久磁石部分107、108および下部永久磁石部分111、112に接合できるが、他のファクターのうちでも特に磁束密度、取り付け要件およびカウンターウェイトによっては別の形状にすることもできる。この磁束復帰部分は、この磁束復帰部分の外側コーナーまたはエッジに沿って1つ以上の面取りされたコーナーまたは丸くされたコーナーを含むこともできる。磁束復帰部分は磁束復帰部分の間の接合部または磁束復帰部分と永久磁石部分との間の接合部に沿って充填されたコーナーを有することもできる。特定の用途では、浮遊磁束およびアセンブリの重量を最小にしながら、磁束の復帰を最大にするように特別な形状を選択することもできる。

10

## 【0058】

本発明に係わる磁石アセンブリの別の実施例および用途に関して種々の可能性がある。本発明の実施例は特定の材料についてしか言及していないが、当業者であれば適当な性質を有する他の材料に適当に置換できよう。

## 【0059】

本明細書に説明した実施例の特定の構造および部分は、上部、下部、垂直および水平などの用語を用いて説明したが、これら用語は本明細書では図面に示された配向の例を基準にして使用したものであると理解できよう。本発明に係わる永久磁石アセンブリは任意の配向で使用でき、垂直または水平なる特定の用語の使用は本明細書に説明した実施例の特定の構造および部分の関係を記述するものであり、実施例の構造または部分を基準とする特定の配向またはフレームに限定するものではない。

20

## 【0060】

本発明の実施例は特定の形状および相対的寸法を示すが、他の形状および寸法とすることもできる。例えば強磁界内にある弧の全長は通常90度~180度の範囲となり、120度が代表的な例であるが、特定のケースでは他の弧の長さも使用でき、本発明では正確な弧の長さは重要ではない。更に強磁界内にある弧の全長は強磁界内にある1つの弧状のギャップから構成できるし、または強磁界内にある弧の全長を強磁界内にある複数の弧状ギャップに分割してもよい。

30

## 【0061】

本明細書における本発明の実施例は、単一構造を有する個々の部分およびセクションを示すが、他の構造も使用できる。例えば磁束復帰セクションまたは部分は単一構造とすることもできるし、またかかる磁束復帰セクションまたは部分は一体に取り付けられた複数の部品から構成してもよい。

## 【0062】

同様に、永久磁石セクションまたは部分は単一構造を有したり、またはかかる永久磁石セクションまたは部分を複数の永久磁石部品から構成でき、可能な場合、これら部品は透磁性部品または非透磁性部品を含むことができ、これらは1つに取り付けられる。例えば長方形の永久磁石セクションを弧状の極部品に作動的に結合し、弧状永久磁石セクションの等価物である構造を得ることができる。

40

## 【0063】

本発明の実施例は正方形または長方形の横断面を有する個々の部分およびセクションを示すことができるが、他の構造を使用することもできる。例えば磁束復帰セクションは連続的にカーブした形状、台形またはこれら形状の任意の組み合わせとすることができる。

## 【0064】

しかしながら、本発明の実施例は中間部品がない状態で弧状ギャップに隣接する永久磁石セクションまたは部分を示しているが、このことは必ずしも必要ではない。例えば永久磁石セクションまたは部分の間に透磁性材料から形成された1つ以上の極面を設け、弧状

50

ギャップを通過するように磁束を向けるか、または集中させることができる。

【0065】

本実施例は軸線を中心として回転し、よって永久磁石アセンブリが環状領域をスイープする強磁界のギャップを発生し、よって環状領域に時間と共に変化する磁界を加えるようになっていると説明した。永久磁石アセンブリを回転させることにより、環状領域内に位置する構造体、例えば磁熱材料を含むベッドのリングに時間と共に変化する磁界を加えることができる。このように、回転磁石磁気冷却器で使用できるように本発明に係わる回転永久磁石アセンブリと固定された磁熱材料とを組み合わせることができる。

【0066】

しかしながら、本発明に係わる永久磁石は固定された構造で使用することもでき、この場合、環状構造体、例えば磁熱材料を含むベッドのリングは永久磁石アセンブリに対して回転するようになっていると理解すべきである。このように、回転ベッド式磁気冷却器で使用するよう、本発明に係わる固定永久磁石アセンブリと回転磁熱材料とを組み合わせることができる。

10

【0067】

当然ながら、本発明に係わる永久磁石アセンブリは永久磁石アセンブリと磁熱材料の双方が異なる角速度で逆方向または同一方向に回転する構造において、本発明に係わる永久磁石アセンブリを使用することもできる。同様に、永久磁石アセンブリまたは磁熱材料の一方または双方が前後に振動するか、または他の態様で互いに移動する構造で本発明に係わる永久磁石アセンブリを使用することもできる。

20

【0068】

本発明はこれまで説明した特定の実施例だけに限定されるものでなく、特許請求の範囲内に入るすべての変形例も含むことができると理解できよう。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】外側磁束復帰路を有する、本発明に係わる永久磁石アセンブリの斜視図である。

【図2】回転軸線および永久磁石アセンブリの回転によってスイープされる環状領域を示す、図1の磁石アセンブリの斜視図である。

【図3】内側磁束復帰路を有する、本発明に係わる永久磁石アセンブリの斜視図である。

【図4】上部内側磁束復帰路および下部内側磁束復帰路を有する、本発明に係わる別の永久磁石アセンブリの斜視図である。

30

【図5】中心磁石および上部極部品および下部極部品を有する、本発明に係わる別の永久磁石アセンブリの斜視図である。

【図6】図5の6-6線に沿った、図5の永久磁石アセンブリの横断面図である。

【図7】中心磁束復帰路によって接続された上部内側磁束復帰路および下部内側磁束復帰路を有する、本発明に係わる別の永久磁石アセンブリの斜視図である。

【符号の説明】

【0070】

20 永久磁石アセンブリ

21 弧状ギャップ

22 長方形横断面

23 回転軸線

30 外側磁束復帰部分

31 面取りされたコーナー

32 充填コーナー

33 上部永久磁石部分

34 N極

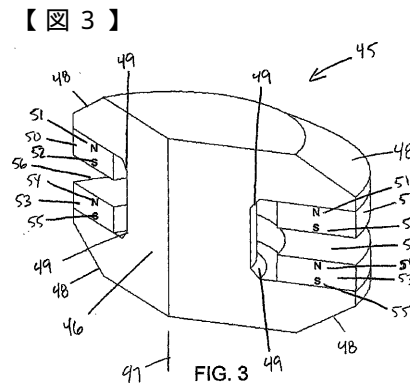
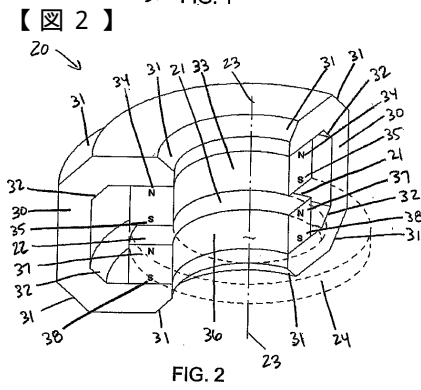
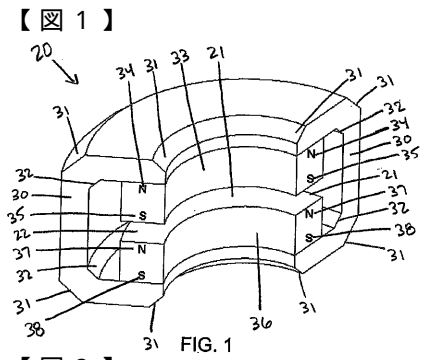
35 S極

36 下部永久磁石部分

37 N極

40

50



【 図 5 】

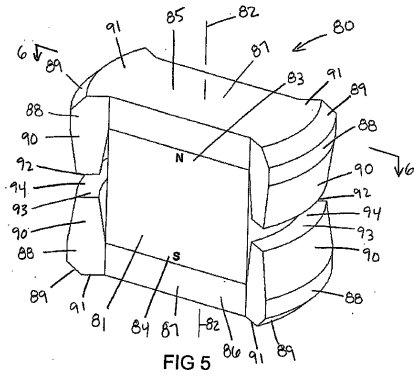


FIG. 5

【 図 7 】

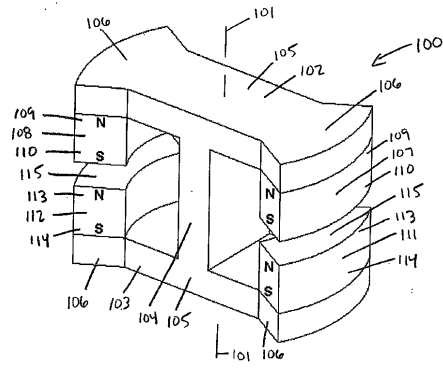


FIG. 7

【 図 6 】

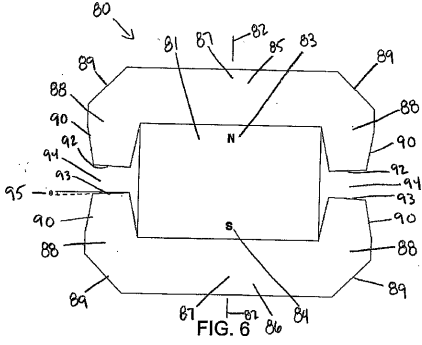


FIG. 6

---

フロントページの続き

(74)代理人 100103609

弁理士 井野 砂里

(72)発明者 シェル ジェレミー

アメリカ合衆国 ウィスコンシン州 53703 マディソン ウィリアムソン ストリート 1  
243 #2

審査官 小池 秀介

(56)参考文献 特許第2818099(JP, B2)

国際公開第03/050456(WO, A1)

特開平11-047751(JP, A)

国際公開第02/012800(WO, A1)

特開2002-315733(JP, A)

特開平06-014523(JP, A)

実開平01-121906(JP, U)

特開2002-133603(JP, A)

特開2002-195683(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 3/00 -3/14

H01F 7/00

H01F 13/00

F25B 21/00

A61B 5/04- 5/05