

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4344882号
(P4344882)

(45) 発行日 平成21年10月14日 (2009. 10. 14)

(24) 登録日 平成21年7月24日 (2009. 7. 24)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 5/055 (2006. 01)	A 6 1 B 5/05 3 3 1
G 0 1 R 33/383 (2006. 01)	G 0 1 N 24/06 5 1 O P
H 0 1 F 7/20 (2006. 01)	H 0 1 F 7/20 C

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-279515 (P2003-279515)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成15年7月25日 (2003. 7. 25)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
(65) 公開番号	特開2004-57829 (P2004-57829A)		ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
(43) 公開日	平成16年2月26日 (2004. 2. 26)		エルシー
審査請求日	平成18年7月20日 (2006. 7. 20)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3
(31) 優先権主張番号	10/064, 565		1 8 8・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
(32) 優先日	平成14年7月26日 (2002. 7. 26)		ュー・ブルバード・ダブリュー・7 1 0
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・3 0 0 0
		(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気共鳴イメージングの磁場発生装置向けに磁気部材を組み立てるための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気共鳴イメージング・システム向けの磁場発生装置 (1 0) を組み立てる方法であって、

強磁性継鉄プレート (1 4) と永久磁石 (1 6) を備える磁石アセンブリの永久磁石 (1 6) の配列を確定させるステップであって、該配列は前記継鉄プレート (1 4) の実質的な外周位置に取り付けた複数のリテーナ (2 8) の一部分の配置によって形成されるキャビティ (2 4) の一部分を含むような配列確定のステップと、

前記キャビティ (2 4) の前記第 1 の部分内で、1 組のレール (4 0) を前記継鉄プレート (1 4) に配置し固定するステップと、

複数の磁石ブロック (2 0) に複数のグライダー (3 4) を添着させ、該グライダー (3 4) 及び磁石ブロック (2 0) を磁化させて複数のブロック・アセンブリ (6 0) を形成させるステップと、

前記複数のブロック・アセンブリ (6 0) を、前記レール組 (4 0) の 1 つのレール (4 0) に沿ってスライドさせるステップと、
を含み、

前記レール (4 0) に沿った前記ブロック・アセンブリ (6 0) のスライドは、ブロック・アセンブリ (6 0) で各レールを充填し、最外側レール (4 0) で開始し最内側で終了し、連続して充填させる各レール (4 0) を前記継鉄プレート (1 4) に取り付けられたリテーナ (2 8) で固定するように行われる、方法。

10

20

【請求項 2】

前記永久磁石（16）に磁極片（18）を取り付けるステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記スライドさせるステップが、前記ブロック・アセンブリ（60）と別のブロック・アセンブリ（60）及び前記ブロック・リテーナ（28）の少なくとも一方との間の摩擦係合、並びに接着剤のうちの少なくとも一方を利用して前記各ブロック・アセンブリ（60）を固定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

磁気共鳴イメージング・システム向けの磁場発生装置（10）であって、

強磁性継鉄プレート（14）と永久磁石（16）を備える磁石アセンブリの永久磁石（16）の配列であって、前記継鉄プレート（14）の実質的な外周位置に取り付けた複数のリテーナ（28）の一部分の配置によって形成されるキャビティ（24）の一部分を含むような永久磁石配列と、

前記キャビティ（24）の前記第 1 の部分内に配置され、前記継鉄プレート（14）に取り付けられた 1 組のレール（40）と、

複数の磁石ブロック（20）に添着させると共に、複数のブロック・アセンブリ（60）を形成させるように磁化させた複数のグライダー（34）と、を備えると共に、

前記複数のブロック・アセンブリ（60）の各ブロック・アセンブリ（60）は、前記レール組（40）の 1 つのレール（40）に沿ってスライドし、

前記ブロック・アセンブリ（60）は、ブロック・アセンブリ（60）で各レールを充填し、最外側レール（40）で開始し最内側で終了し、連続して充填させる各レール（40）を前記継鉄プレート（14）に取り付けられたリテーナ（28）で固定するようにスライドする、磁場発生装置（10）。

【請求項 5】

前記ブロック・アセンブリ（60）と別のブロック・アセンブリ（60）及び前記ブロック・リテーナ（28）の少なくとも一方との間の摩擦係合、並びに接着剤のうちの少なくとも一方を利用して各ブロック・アセンブリ（60）を固定している、請求項 4 に記載の磁場発生装置（10）。

【請求項 6】

前記永久磁石（16）に取り付けた磁極片（18）をさらに含む請求項 4 に記載の磁場発生装置（10）。

【請求項 7】

前記レール組（40）はそれぞれ、前記ブロック・アセンブリ（60）のその長さ方向に沿ったスライドは容易となるが該レール（40）に対する横断方向では動きが妨害されるように構成した断面を呈している、請求項 4 に記載の磁場発生装置（10）。

【請求項 8】

前記複数のグライダー（34）の各グライダー（34）は、前記レール組（40）のうちの 1 つのレール（40）と係合するように幾何学的に一致させかつ構成させた 1 つのスロット（36）を含んでいる、請求項 4 に記載の磁場発生装置（10）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、MRI 向けの磁場発生装置、こうした磁場発生装置の組み立て方法、並びにこうした磁場発生装置用の磁石の組み立て方法に関する。本発明は、より具体的には、永久磁石を組み込んだ MRI 向けの磁場発生装置、こうした磁場発生装置の組み立て方法、並びにこうした磁場発生装置用の磁石の組み立て方法に関する。しかし本発明は、組み立てようとする部材間に大きな相互作用力を生じるような構成要素の複雑な組み立てに関する同様な別の用途にも適用できることを理解されたい。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

M R I 向けの磁場発生装置の 1 つでは永久磁石を使用している。こうした装置で使われる磁石は複数の磁石ブロックから組み上げられている。先ず材料ブロックを配置し、次いで各ブロックを磁化させることは非常に困難である。したがって、実際の製造の際には、ブロックは製作に続いて磁化している。次いで、この磁化したブロックは、磁石ブロックの各々で同じ磁極が上に向くようにして継鉄プレート上に配列させている。次いで、この磁化したブロックの最上面に磁極片を配置する。継鉄プレート上でこのように配列させることは、磁石ブロックの各間、並びにブロック、磁極片及び継鉄プレートの間に大きな磁気力が相互作用するため困難である。

【 0 0 0 3 】

従来では、磁石ブロックを継鉄プレート上に配置する際には、例えば日本国特許第 2 , 6 9 9 , 2 5 0 号に開示されているように、先ず継鉄プレートの表面に接着剤を塗り、次いでこの表面に磁石ブロックを結合させて（すなわち、取り付けて）いる。こうした結合方法の 1 つによれば、継鉄プレート表面と結合させる磁石ブロックのそれぞれの上側面が互いに面一とならず、表面が凸凹になる。こうした磁石ブロックから製作された永久磁石を組み込んだ磁場発生装置は、互いに相対する位置にある一対の磁極片間で不均一な磁場を発生させる傾向がある。さらに、磁場の不均一性を補正するために磁極片を傾斜させて、磁場に不均一性を生じさせることもある。一般に、互いに相対する位置に一対の永久磁石を装着するステップの後では、磁場を均一に分布させるための調整ステップを行うことは不可欠である。しかし、磁石ブロックを上述の方法に従って装着すると、磁場の不均一性が大きいためこの調整には非常に時間がかかる。

【 0 0 0 4 】

さらに、磁石ブロックを結合させる上述の方法に従うと、非常に大きな磁気力を示す磁石ブロックのそれぞれを上方向から、継鉄プレートの上側表面上に配置させており、このため磁石ブロックの各々を隣接する磁石ブロックにぴったりとはめ合わせすることは極めて困難である。より具体的には、装着の際に、各磁石ブロックは所定の磁極の面が上向きとなるように保持している。磁石ブロックを継鉄プレート上にすでに固定させた別の磁石ブロック上にもってくると、この両者の間に引張力が生じる。さらに、この 2 つの磁石ブロックを近接状態にすると、この両者の間には反発力が生じる。配置させようとする磁石ブロックはこうした強力な力を受けるため、安全のためには移動させる間に磁石ブロックをしっかりと保持する必要がある。従来の保持機構では、磁石ブロックをこうした強い力に抗して効率よく結合場所にぴったりとはめ合わせすることは非常に困難である。

【 0 0 0 5 】

上述のようにして組み立てた磁石単位の対は次いで、互いに向き合わせ永久磁石が所定の距離で対向するようにする。この工程は、先ず 1 つの磁石単位を組み立て、次いでこの磁石単位に 1 つまたは複数のポストまたは柱状継鉄を接続し、最後にこのポスト（複数のこともある）にもう一方の磁石単位を接続することによって達成させている。

【 0 0 0 6 】

一対の磁石単位を磁氣的に接続しているため、ポスト（複数のこともある）は磁性材料で製作しなければならない。このため、ポストを磁石単位に接続する際に、磁石単位からの引張力がポストに働く。この大きな力のために 2 つの継鉄プレートを高い精度で接続することは困難となる。同様に、一方の磁石単位とすでに接続したポストにもう一方の磁石単位を接続する際にも、この両者を高い精度で接続することは困難である。

【特許文献 1】日本国特許第 2 , 6 9 9 , 2 5 0 号

【特許文献 2】ヨーロッパ特許公開第 E P 0 9 7 8 7 2 7 A 2 号公報

【特許文献 3】米国特許第 6 , 3 3 6 , 9 8 9 号

【特許文献 4】米国特許第 4 , 7 7 0 , 7 2 3 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

磁場発生装置を組み立てる別の方法がヨーロッパ特許第EP0978727A2号公報及び米国特許第6,336,989号に開示されている。これらの特許では、2本の直交するガイドレールを有する非磁性の固定の突出部を継鉄の中心に配置している。次いで磁性ブロックを適所にスライドさせ、非磁性の固定突出部及びガイドレールに沿って互いに結合させている。この方式は、所期の目的には適っているが面倒であることには変わりがなく、また追加的な特殊な工具を必要とする。特殊な工具や組み立て工程を最小としながら所望の許容誤差で磁場発生装置を組み立てるための方法が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した欠点や欠陥並びにその他の欠点や欠陥は、磁気共鳴イメージング・システム向けの磁場発生装置を組み立てる一方法によって克服あるいは軽減することができる。この方法は、強磁性継鉄プレート及び永久磁石を備える磁石アセンブリの永久磁石の配列を確定することであって、該配列は継鉄プレートの実質的に外周位置に取り付けた複数のリテーナの一部分を配置することにより形成させたキャビティの一部分を含むような配列確定を含む。この方法はさらに、このキャビティの第1部分に継鉄プレートに取り付けた1組のレールを実装させること、並びに複数の磁石ブロックに複数のグライダーを添着させ、このグライダー及び磁石ブロックを磁化させて複数のブロック・アセンブリを形成させること、を含む。最後に、この方法は、該複数のブロック・アセンブリの各ブロック・アセンブリを、最外側レールで開始し最内側で終了するようにしてレール組の1つのレールに沿ってスライドさせ、連続して充填させる各レールをリテーナで固定して行くことを含む。

【0009】

さらに本明細書では、磁気共鳴イメージング・システム向けの磁場発生装置を開示する。この磁場発生装置は、強磁性継鉄プレートと永久磁石を備える磁石アセンブリの永久磁石の配列であって、該継鉄プレートの実質的な外周位置に取り付けた複数のリテーナの一部分の配置によって形成されるキャビティの一部分を含むような永久磁石配列を備える。この磁場発生装置は、該継鉄プレートに取り付けた1組のレールを実装した該キャビティの第1の部分と、複数の磁石ブロックに添着させると共に複数のブロック・アセンブリを形成させるように磁化させた複数のグライダーと、を有する。該複数のブロック・アセンブリの各ブロック・アセンブリは、最外側レールで開始し最内側で終了するようにして該レール組の1つのレールに沿ってスライドさせ、連続して充填させる各レールをリテーナで固定している。

【0010】

さらに本明細書では、強磁性継鉄プレートと永久磁石を備える磁石アセンブリの永久磁石の配列であって、該継鉄プレートの実質的な外周位置に取り付けた複数のリテーナの一部分の配置によって形成されるキャビティの一部分を含むような永久磁石配列を確定させる手段を備えているような、磁気共鳴イメージング・システム向けの再加工可能な磁場発生装置を開示する。この再加工可能な磁場発生装置はさらに、該キャビティの該第1の部分に、該継鉄プレートに取り付けた1組のレールを実装させる手段と、複数の磁石ブロックに複数のグライダーを添着させ、該グライダー及び磁石ブロックを磁化させて複数のブロック・アセンブリを形成させる手段と、を含む。最後に、この再加工可能な磁場発生装置はまた、該複数のブロック・アセンブリの各ブロック・アセンブリを、最外側レールで開始し最内側で終了するようにして該レール組の1つのレールに沿ってスライドさせ、連続して充填させる各レールをリテーナで固定して行く手段と、該複数のリテーナのうちの1つまたは複数のリテーナを取り外し、かつ該複数のブロック・アセンブリの各ブロック・アセンブリを該レール組の1つのレールに沿ってスライドさせて該レール及び該継鉄プレートから分離する手段と、を含む。

【0011】

本発明に関する上記及びその他の特徴並びに利点は、当業者であれば以下の詳細な説明及び図面からその真価を認めかつ理解することであろう。

【 0 0 1 2 】

ここで幾つかの図において同じ要素には同じ番号を付している例示的な図面を参照する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

本明細書ではMRI向けの磁場発生装置で利用されるような永久磁石を組み立てるための別の方法及びシステムを開示する。本方法及びシステムは、一列のグライダー及びレールを利用して継鉄プレート上の所望の位置に複数の磁石ブロックをガイドしている。開示している実施形態はMRI用途向けの磁場発生装置の組み立てを参照することによって記載しているが、この参照は単に例示であって、開示した実施形態は組み上げる要素間に大きな相互作用力が存在するような任意の組み立ての場合に適用できると理解すべきであることに留意すべきである。さらに、本明細書の参照及び記載は永久磁石/電磁石の混成系その他(ただし、これに限らない)を含め磁石や磁性ブロックを超えて多くの形態の組み立てに適用することができる。

10

【 0 0 1 4 】

先ず図1を参照すると、本発明の実施の一形態としたMRI用の磁場発生装置10は、上側磁石単位11と下側磁石単位12を備える。これら磁石単位11及び12の各々は、継鉄プレート14、永久磁石16及び磁極片18を含む、ただしこれらに限るものではない。継鉄プレート14の各々はもう一方の継鉄プレートと対向して1つの表面を有しており、またこの表面には1つの永久磁石16が設けられており、この永久磁石16の上には1つの磁極片18が設けられている。永久磁石16の各々は複数の磁石ブロック20を含んでいる。磁石単位12の磁石ブロック20の各々は、同じ磁極が上に向くようにして隣接するブロックとはめ合わされている。一方、磁石単位11の磁石ブロック20の各々は、もう一方の磁極が下向きになるようにして隣接するブロックとはめ合わされている。換言すると、磁石単位12の永久磁石16及び磁石単位11の永久磁石16は、異なる磁極が互いに反対に向くようにして互いに対向している。

20

【 0 0 1 5 】

磁石ブロック20は、主にネオジウム(Nd)、鉄(Fe)及びホウ素(B)からなる三成分系化合物Nd-Fe-Bにより製造した磁石とすることがある。別法として、Nd-Fe-BのNdの部分をジスプロシウム(Dy)に置き換え、一方Feの部分をコバルト(Co)で置き換えることがある。このNd-Fe-Bは、 320 kJ/m^3 を超える最大エネルギー生成を伴う強力なネオジウム磁性材料として周知である。ここで、希土類磁石の製造方法は、例えば米国特許第4,770,723号に詳細に開示されていることに留意すべきである。

30

【 0 0 1 6 】

相対する一対の磁石単位11及び12は、例えば40cm~60cmの間で選択された間隔で1つまたは複数のポスト22によって支持されかつ磁氣的に接続されている。こうした構造によって、磁場発生装置10は一対の磁極片18間の空間に均一な磁場を形成するように構成されている。

【 0 0 1 7 】

ここで、上述の磁場発生装置10に関して、継鉄プレート14の上側面上に複数の磁石ブロック20を概して円盤形に配置することによって永久磁石16を組み立てる方法について記載することにする。磁石ブロック20の各々は複数の(例えば、8個の)磁石部材を含むことがある。この磁石部材は磁性粉体を加圧しかつ焼結して概ね立方体にするによって製造する。次いで、複数の磁石部材を互いに結合させ1つの磁石ブロック20を形成させている(この磁石ブロック20は先ずグライダーと添着させた後磁化させているが、これについては本明細書の後で記載することにする)。

40

【 0 0 1 8 】

図2~5を参照すると、磁石単位11及び12の継鉄プレート14の例示的なレイアウトを示している。この継鉄プレート14の一方の側面には、複数のストッパー、すなわち

50

リテーナ 28 を固定させている。この複数のリテーナ 28 は上側磁石単位 11 に関しては継鉄プレート 14 の最底部に、また磁石単位 12 に関しては最上部に添着させている。これらの完全なレイアウトでは、これら複数のリテーナ 28 によって、継鉄プレート 14 及びキャビティ 24 と実質的に同じ外周が事実上形成されており、この外周に磁石ブロック 20 を実装させることになる。リテーナ 28 はブロックまたはクランプ装置を含むことがある、ただしこれに限るものではない。リテーナ 28 は、継鉄プレート 14 と（必須ではないが）好ましくは同じ強磁性体から製作されることがある、ただし必須ではない。通常の非磁性材料としては、アルミニウム、ステンレス鋼、プラスチック G - 10 その他、並びに前掲要素の少なくとも 1 つを含んだ組み合わせを含むことがある、ただしこれに限るものではない。図 3 は、複数のリテーナ 28 用の例示的な配列を表している。

10

【 0 0 1 9 】

ここで図 4 を参照すると、複数のリテーナ 28 の第 1 の組 30 は磁石単位（11 または 12）の継鉄プレート 14 の外周の一部分の実質的に周りに配列させ、留め具 26、保持具、接着剤など組み立てを容易にする方式によって継鉄プレート 14 に固定される。リテーナ 28 の各々は、ねじ、ボルトその他などの留め具 26 を利用して継鉄プレート 14 に着脱可能に添着させることがある。この留め具 26 は継鉄プレート 14 と同じ強磁性体で製作することが好ましい、ただし必須ではない。複数のリテーナ 28 の第 1 の組 30 は継鉄プレート 14 の一方の側面の外周の周りで、継鉄プレート 14 に概ね半円形構成で配列させかつ固定させている。この第 1 組 30 の複数のリテーナ 28 は、キャビティ 24 の実質的に半円形、C 字形、U 字形または V 字形の部分を形成させており、この部分に磁石ブロック 20 を実装させることになる。

20

【 0 0 2 0 】

ここで図 5 及び 6 を参照すると、レール 40 の例示的な組を示している。例示的な実施の一形態では、このレール組 40 は、磁石ブロック 20 がその長さ方向にはスライドを容易とするが横方向では動きを防止させるように構成した断面を呈するように一列のバーを備えている。このレール組 40 は、留め具 26、保持具、あるいはにかわ（glue）やエポキシなどの接着剤を用いるなど組み立てを容易にする方式によって継鉄プレート 14 に配列させかつ固定している。レール組 40 は、ねじ、ボルトその他などの留め具 26 を利用して継鉄プレート 14 に着脱可能に添着させることがある。レール組 40 及び留め具 26（利用している場合）は、継鉄プレート 14 と同じ強磁性体で製作することが好ましい、ただし必須ではない。この図では、レール組 40 は実質的に台形の断面をもつ実質的なバーになるように表しており、この例では、台形断面の短底側を継鉄プレート 14 に近接させ、またレール組 40 の台形断面の長底側を継鉄プレートから遠い側に向けている。レール組 40 は継鉄プレート 14 上のリテーナ 28 によって形成されるキャビティ 24 内に配列しており、このキャビティ 24 の半円形、C 字形、U 字形または V 字形部分からなる開口と実質的に平行に延びている。レール組 40 は、リテーナ 28 が形成するキャビティ 24 内で実質的に隣り合って延びる様々な長さを有するようにして互いに実質的に平行に配列されている。さらに、レール組 40 のレールの各々は互いから実質的に等間隔になるようにしている。図 6 は、第 1 組のリテーナ 28 及びレール 40 をこれらにより形成されるキャビティ 24 内に備えるような継鉄プレート 14 を表している。

30

40

【 0 0 2 1 】

ここで図 7 を参照し、ここで磁石ブロック 20 及びグライダー 34 に関心を向けることができる。例示的な実施の一形態では、グライダー 34 は磁石ブロック 20 と実質的に同じ占有域をもつブロックを備えている。グライダー 34 は、組立体のこれ以外の要素と同様に、（必須ではないが）好ましくは継鉄プレート 14 と同じ強磁性体から製造することができる。グライダー 34 は、継鉄プレート 14 に最も近い側面に、レール 40 の形状と係合するように幾何学的に一致させかつ構成させた 1 つのスロット 36 を含んでいる。例えば図 7 に示すように、レール 40 は実質的に台形の断面を有しており、かつグライダー 34 内のスロット 36 も実質的に台形断面をしている。レール 40 とグライダーの組み合わせに関しては多くの変形形態を考えることができることを理解されたい。例えば、図 1

50

6 はレール 4 0 とグライダー 3 4 の例示的構成の幾つかを示している。

【 0 0 2 2 】

磁石ブロック 2 0 は、非磁化状態の間に、グライダー 3 4 のスロット 3 6 の反対側に添着させる。例示的な実施の一形態では、組み立てを容易にするために、例えばにかわやエポキシなどの接着剤を用いて磁石ブロック 2 0 をグライダー 3 4 に添着させる。しかし、磁石ブロック 2 0 をグライダー 3 4 に取り付けるためには多くの変形形態が可能であることを理解すべきである。磁石ブロック 2 0 をグライダー 3 4 に添着させた後にこれらを組立体として磁化させ、これによって磁石単位 1 1 及び 1 2 の組み立ての準備としてブロック・アセンブリ 6 0 を形成できるので有利である。磁石ブロック 2 0 とグライダー 3 4 を上述のように構成させる別の利点は、この構成によって、磁石ブロック 2 0、グライダー 3 4、並びに磁石単位 1 1 及び 1 2 の全体のすべてに対する単一のすなわち共通のブロック・アセンブリ 6 0 が得られることである。

10

【 0 0 2 3 】

ここで図 8 を見ると、磁石単位 1 1 及び 1 2 の各々に対する永久磁石 1 6 の組み立てを表した図を示している。ここで、第 1 のブロック・アセンブリ 6 2 は、実質的に第 1 のレール 4 2 の遠位端で第 1 のブロック・アセンブリがリテーナ 2 8 に出会うまで第 1 のレール 4 2 に沿ってスライドさせることができる。その後、図 9 に示すように、第 1 のレール 4 2 によってキャビティ 2 4 の第 1 の部分として提供されるエリアがブロック・アセンブリ 6 0 によって完全に満たされるようになるまで、第 2 のブロック・アセンブリ 6 4 (さらに、必要に応じて後続のブロック・アセンブリ) を第 1 のレール 4 2 に沿ってスライドさせることができる。完成すると、第 1 のレール 4 2 の長さ方向のブロック・アセンブリ 6 0 の第 1 列 7 1 となる。図 1 0 を見ると、第 1 のブロック・アセンブリ 6 2 と第 2 のブロック・アセンブリ 6 4 (存在する場合はさらに後続のブロック・アセンブリ) とを包含し保持するようにリテーナ 2 8 が装着される。

20

【 0 0 2 4 】

ここで図 1 1 を見ると、永久磁石 1 6 の組み立ての続きを表した図を示している。ここで、第 3 のブロック・アセンブリ 6 6 は、実質的に第 2 のレール 4 4 の遠位端で第 3 のブロック・アセンブリがリテーナ 2 8 に出会うまで第 2 のレール 4 4 に沿ってスライドさせることができる。その後、第 2 のレール 4 4 によってキャビティ 2 4 の第 2 の部分として提供されるエリアがブロック・アセンブリ 6 0 によって完全に満たされるようになるまで、第 4 のブロック・アセンブリ 6 8 (さらに、必要に応じて後続のブロック・アセンブリ) を第 2 のレール 4 4 に沿ってスライドさせることができる。第 2 のレール 4 4 の長さ方向でブロック・アセンブリ 6 0 の第 2 列 7 2 が完成すると図のようになる。図 1 2 を見ると、この後で第 2 のレール 4 4 上に装着したブロック・アセンブリ 6 0 (例えば、ブロック・アセンブリ 6 6 及び後続のブロック・アセンブリ) を包含し保持するようにリテーナ 2 8 が装着される。この場合も同様に、リテーナ 2 8 は、ねじやボルトなどの留め具 2 6 を用いて装着し取り付けることができる。

30

【 0 0 2 5 】

ここで図 1 3 を見ると、ほぼ完成間際の永久磁石 1 6 の組み立てを表した図を示している。図に示すように、第 3 列及び第 4 列のブロック・アセンブリ 7 3 及び 7 4 のそれぞれは、リテーナ 2 8 によって完成させかつ固定し終わっている。さらに、この図は組み立て及び固定の済んだ第 8、第 7 及び第 6 の列 7 8、7 7 及び 7 6 のそれぞれも表している。この時点において、これらの図からリテーナ 2 8 は、最外側から最内側までの複数のレール 4 0、したがって複数の列 (例えば、7 1 ~ 7 8) にまたがることは明らかであることに留意すべきである。したがって、組み立て及び据え付けを容易にするために、レール 4 0 を構成要素で満たす作業を最外側レール 4 0 で開始し中心に向かって移動することによって最も容易に達成することができる。本明細書では単に 1 つの例示的な組み立て手順を開示していることに留意すべきである。継鉄プレート 1 4 上でのレール 4 0 及びリテーナ 2 8 の選択した向きに応じて、別の手順も可能であり、またそう見込まれる。

40

50

【 0 0 2 6 】

図 1 3 を見ると、ここで残りのレール 4 0 を満たすように追加的なブロック・アセンブリを追加し、実装させる最後の列にあたる第 5 列 7 5 を完成させる。図 1 4 は、ブロック・アセンブリ 6 0 を完全に実装させかつリテーナ 2 8 で固定した永久磁石 1 6 を表している。図 1 5 を参照すると、磁石単位 1 1 及び 1 2 の組み立てを完了するために、上側と下側の磁極片 1 8 を永久磁石 1 6 に係合させかつ固定することができる。この時点において、磁極片 1 8 のアセンブリは、磁石ブロック・アセンブリ 6 0 の全体的な挿入工程において、米国特許第 6 , 3 3 6 , 9 8 9 号に記載するような位置決めや任意の位置とすることがあることに留意すべきである。磁極片 1 8 は組み立て工程を容易にする重要な役割をしているが、磁極片は必ずしも本開示と同じ方法で配列させる必要はない。

10

【 0 0 2 7 】

ここで図 1 7 を見ると、ブロック・アセンブリ 6 0 を挿入するための例示的な一装置を表している。図示しているのは磁石ブロック押し込み工具 1 0 0 であって、選択したレール 4 0 上への個々のブロック・アセンブリ 6 0 のスライドを容易にするような方式によって磁石単位 1 1 及び 1 2 の各々と整列できるように構成した磁石ブロック押し込み工具 1 0 0 である。例示的な実施の一形態では、磁化させたブロック・アセンブリ 6 0 を挿入のために磁石ブロック押し込み工具 1 0 0 上に配置している。ブロック・アセンブリ 6 0 はレール 4 0 に沿って組立体の一部として容易にスライドできるが、なおかつ各磁石単位 1 1、1 2 に対する永久磁石 1 6 のブロック・アセンブリの組み立てアレイに関して望ましい許容誤差が保証される程度に十分にぴったりとはめ合わせるように構成できることを理解されたい。したがって、この組み立て工程は比較的容易でありかつ一般的である。磁石ブロック 2 0 / ブロック・アセンブリ 6 0、レール 4 0、リテーナ 2 8、並びにその他の構成要素は、磁石単位 1 1 及び 1 2 に関する所望の組立体許容誤差を維持するためにブロック・アセンブリをレール 4 0、グライダー 3 4 及びリテーナ 2 8 によって拘束させて必要に応じた正確さで配置することができる。さらに、グライダーと連携させるレールのレイアウトは図では磁石ブロック 2 0 に対する選択占有域の関数であるが、別の構成も容易に明らかであることを理解されたい。こうしたレイアウトでは永久磁石 1 6 の製造に必要な懸案を満足させるように多様な構成を利用する可能性がある。

20

【 0 0 2 8 】

ブロック・アセンブリ 6 0 の各々は組み立て工程においてそれ自体の物理的拘束とレール 4 0、グライダー 3 4 及びリテーナ 2 8 とによって固定されるため、個々のブロック・アセンブリ間に接着剤や結合を必要としないので有利である。この利点によって組み立て工程が極めて改善されると共に、磁石部材に対する将来的な修正、分解、システムのアップグレード、再加工、あるいはリサイクルが容易となる。恐らく、組立体においてもっと大きな許容誤差を使用することや、組立体を留めるために必要に応じて接着剤やエポキシを利用することなど、別の実施形態も利用することができる。

30

【 0 0 2 9 】

接着剤の必要がないという例示的な実施の一形態のこの特徴は、磁石アセンブリの再加工が万一必要になった場合でもその再加工がこの特徴によって容易になるという点で大きな利点となる。磁石部材間に結合剤や接着剤を使用していないため、修正、修復、再加工または分解を要する場合には、開示した組み立て工程を実質的に逆転させ、分解工程を容易にすることができる。換言すると、万一損傷した磁石ブロック 2 0 / ブロック・アセンブリ 6 0 の除去を要する場合には、磁石ブロック 2 0 / ブロック・アセンブリ 6 0 同士の間、あるいは磁石ブロック 2 0 / ブロック・アセンブリ 6 0 とレール 4 0 や継鉄プレート 1 4 との間に接着剤を使用していないため、組み立て工程を本質的に逆転させることができる。損傷した磁石ブロック 2 0 / ブロック・アセンブリ 6 0 は容易に除去し、新しいものと交換する（例えば、磁極片 1 8 を持ち上げる、リテーナ 2 8 を除去する、磁石ブロック 6 0 を除去する、など）ことができる。

40

【 0 0 3 0 】

上述の開示では、その磁石アセンブリの構成要素（ブロック・リテーナ 2 8、留め具 2

50

6、レール40、グライダー34、その他)が(必須ではないが)好ましくは継鉄プレート14と同じ強磁性体によって製造される可能性があるものとして記載した多く例を提供していることを理解されたい。非磁性の製造が有益であるような例も存在する場合がある。例えば、非磁性材料を使用すると、これらに対して相互作用する磁気力がないためある種の構成要素の実装が容易となることがある。こうした構成の1つでは、磁性材料との違いに対処するように追加的な磁石ブロック20の利用を要することがある。通常、非磁性材料としては、アルミニウム、ステンレス鋼、プラスチックG-10その他、並びにこれらの少なくとも1つを含む組み合わせを含むことができるが、これらに限るものではない。

【0031】

本発明に関して好ましい実施の一形態を参照しながら記載してきたが、本発明の趣旨を逸脱することなく様々な変更が可能であると共に、本発明の各要素は等価物により代用可能であることは当業者であれば理解するであろう。さらに、多くの修正形態により、本発明の本質的趣旨を逸脱することなく具体的な状況や素材を本発明の教示に適応させることができる。したがって、本発明を実行するように企図されたベストモードとして開示した具体的な実施形態に本発明を限定しようという意図ではなく、逆に本発明により、添付の特許請求の範囲の域内に入るすべての実施形態を包含させようとする意図である。さらに、第1(first)、第2(second)などの語の使用は順位や重要性をなんら示すものではなく、第1、第2などの語はある要素を別の要素と区別するために使用したものである。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】例示的なMRI磁場発生装置アセンブリの切欠図である。

【図2】継鉄プレートの構成図である。

【図3】例示的な実施の一形態のストッパーを組み立てた模式図である。

【図4】組み立てを容易にするためにストッパーが継鉄プレートに取り付けられることを表した模式図である。

【図5】例示的な実施の一形態のためのレール組の模式図である。

【図6】継鉄プレート表面にレールが取り付けられることを表した模式図である。

【図7】非磁化の永久磁石ブロックをグライダーに取り付け、次いでこれらを1つの組立体として磁化させる場合の模式図である。

【図8】第1の磁石ブロックを継鉄プレート上にもって来るための例示的な実施の一形態の組み立て工程の模式図である。

【図9】第2の磁石ブロックを継鉄プレート上にもって来るための例示的な実施の一形態の組み立て工程の模式図である。

【図10】第1列の磁石ブロックに対して第1の完了ストッパーを付加していることを表した模式図である。

【図11】第2列の磁石ブロックの組み立てを表した模式図である。

【図12】第2列の磁石ブロックに対して完了ストッパーを付加していることを表した模式図である。

【図13】磁石ブロックの最終列を導入する前の部分組立体を表した模式図である。

【図14】継鉄プレート上に装着させた磁石ブロックの最終的な組立体を表した模式図である。

【図15】最終組立体に磁極片を装着していることを表した模式図である。

【図16】例示的な実施の一形態によるレール及びグライダー構成に関する複数の構成を表した模式図である。

【図17】ブロック・アセンブリ60の挿入のための例示的な一装置の図である。

【符号の説明】

【0033】

10 磁場発生装置

10

20

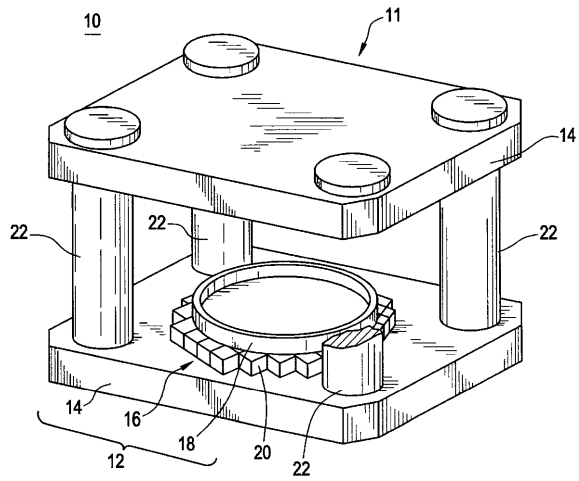
30

40

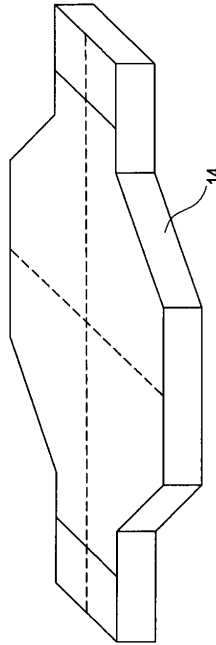
50

1 1	上側磁石単位	
1 2	下側磁石単位	
1 4	継鉄プレート	
1 6	永久磁石	
1 8	磁極片	
2 0	磁石ブロック	
2 2	ポスト	
2 4	キャビティ	
2 6	留め具	
2 8	リテーナ	10
3 0	リテーナの組	
3 4	グライダー	
3 6	スロット	
4 0	レール	
4 2	第 1 のレール	
4 4	第 2 のレール	
6 2	第 1 のブロック・アセンブリ	
6 4	第 2 のブロック・アセンブリ	
6 6	第 3 のブロック・アセンブリ	
6 8	第 4 のブロック・アセンブリ	20
7 1	ブロック・アセンブリ第 1 列	
7 2	ブロック・アセンブリ第 2 列	
7 3	ブロック・アセンブリ第 3 列	
7 4	ブロック・アセンブリ第 4 列	
7 5	ブロック・アセンブリ第 5 列	
7 6	ブロック・アセンブリ第 6 列	
7 7	ブロック・アセンブリ第 7 列	
7 8	ブロック・アセンブリ第 8 列	
1 0 0	磁石ブロック押し込み工具	

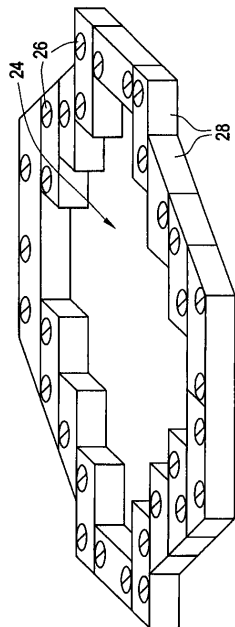
【図 1】



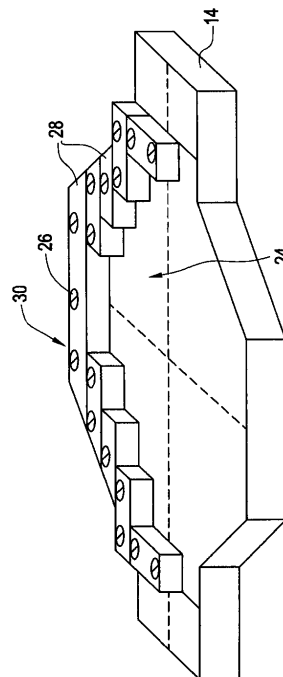
【図 2】



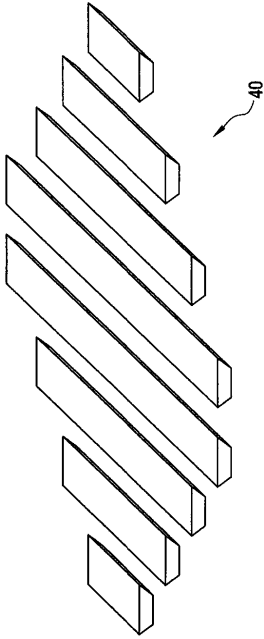
【図 3】



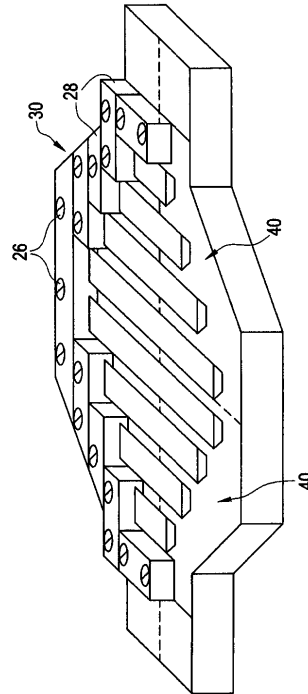
【図 4】



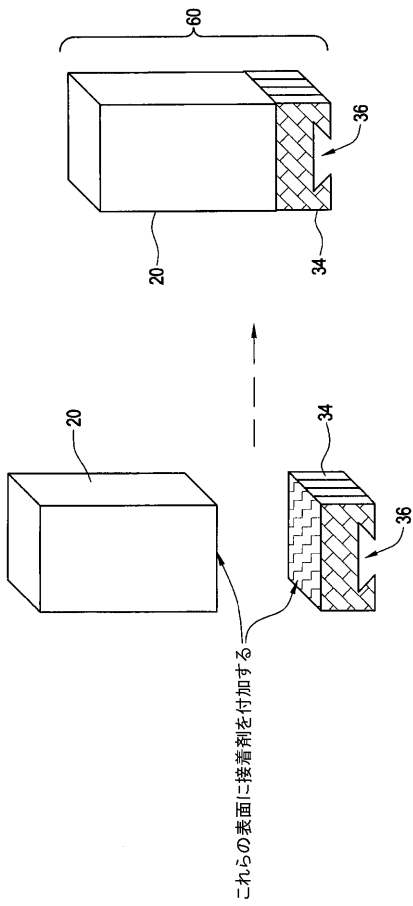
【図 5】



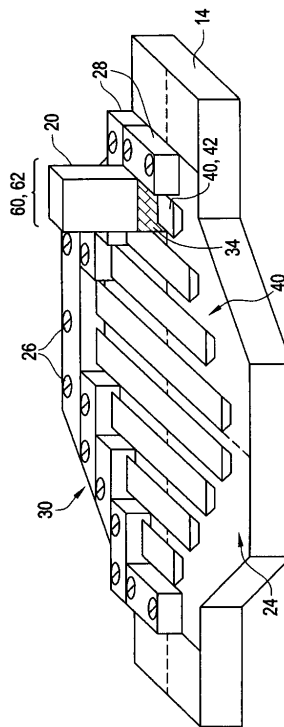
【図 6】



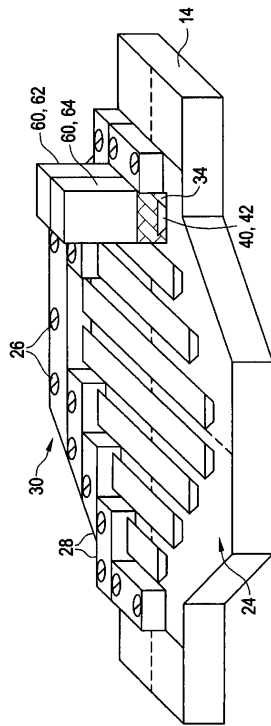
【図 7】



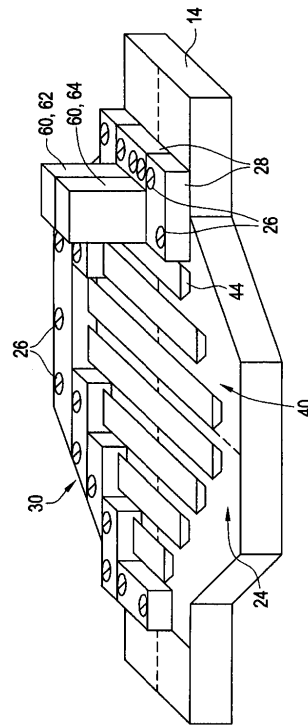
【図 8】



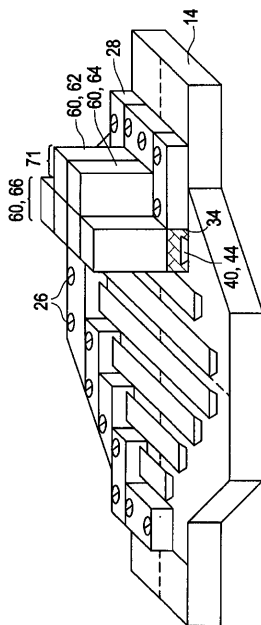
【図 9】



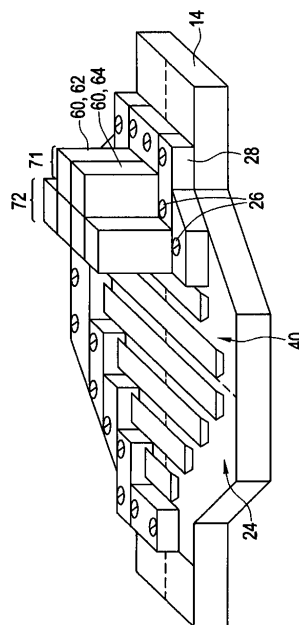
【図 10】



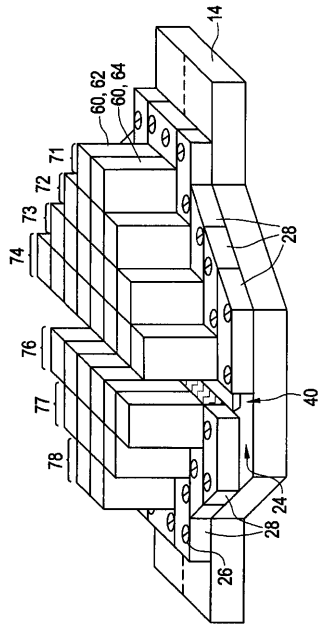
【図 11】



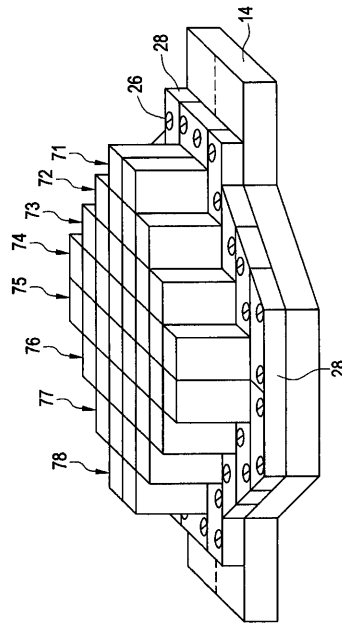
【図 12】



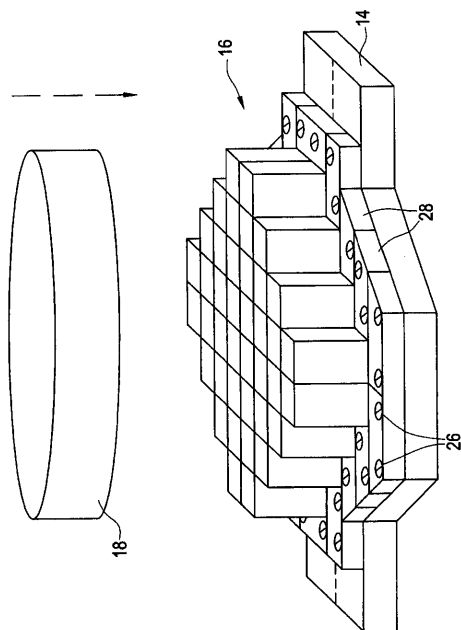
【図 13】



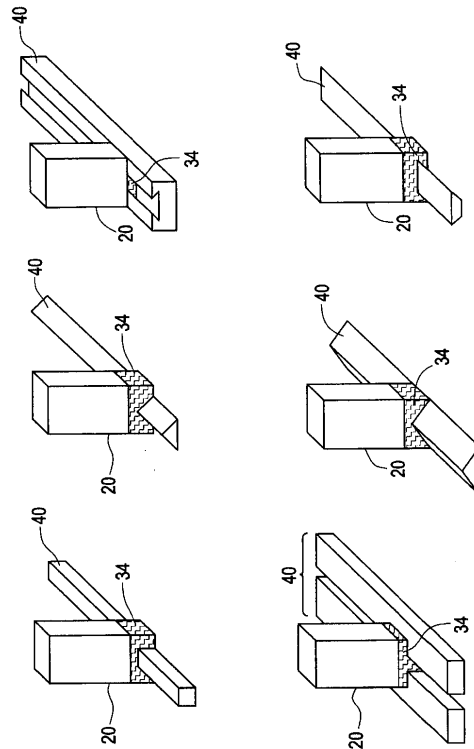
【図 14】



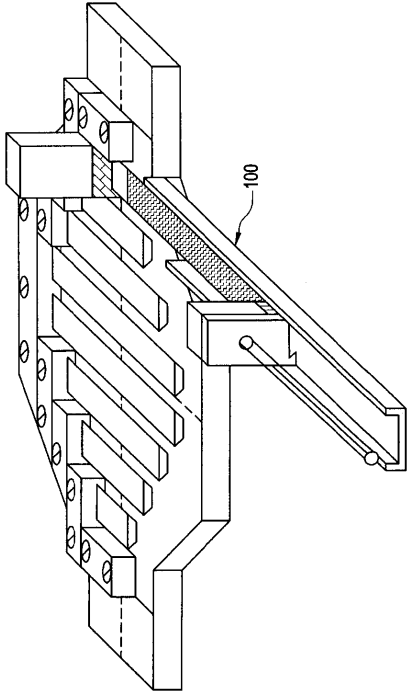
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウィリアム・イー・ウェイ・チェン
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、ランスロット・ドライブ、931番
- (72)発明者 チンファー・ファン
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、トレイシーズ・ドライブ、613番
- (72)発明者 ロナルド・フロイド・ロッホナー
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、ヤング・チャールズ・ドライブ、3200番
- (72)発明者 ウエージェン・シェン
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、サウス・パーカー・ドライブ、816シー（番地なし）
- (72)発明者 ギア・ワード
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、スワン・ポアント、928番
- (72)発明者 ブー・シン・スー
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、ブライアリー・ロード、708番

審査官 伊藤 幸仙

- (56)参考文献 特開2000-051175(JP, A)
特開平08-339916(JP, A)
欧州特許第1385017(EP, B1)
米国特許第6664878(US, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/055
H01F 7/20