

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4424650号
(P4424650)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 5/055 (2006.01) A 6 1 B 5/05 3 3 2
G O 1 R 33/3873 (2006.01) G O 1 N 24/06 5 2 O E

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-280545 (P2003-280545)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成15年7月28日(2003.7.28)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル エルシー
(65) 公開番号	特開2004-57832 (P2004-57832A)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53 188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ ュー・ブルバード・ダブリュー・710 ・3000
(43) 公開日	平成16年2月26日(2004.2.26)		
審査請求日	平成18年7月25日(2006.7.25)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	10/064,589		弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日	平成14年7月29日(2002.7.29)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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】 MRI マグネット・アセンブリをシム調整するための方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

永久磁石(22)を備えるMRI磁場発生アセンブリ(12)用の磁場シム調整システムであって、

前記永久磁石(22)が発生させる磁場の不均一性を少なくとも部分的に補正するために磁場発生アセンブリ(12)の表面(16)に対して固定した複数のシム(18)であって、複数の同心性の幾何学形状(52)に沿って配置されている複数のシム(18)、を備え、

前記複数のシムが第1の量の材料を有する第1のシムと第2の異なる量の材料を有する第2のシムとを含み、

前記複数のシム(18)の各々は、距離hだけ離れた上面エッジ(80)と底面エッジ(82)と、最大表面積を有するフェース表面(88)(90)と、前記上面エッジ(80)と前記底面エッジ(82)との間のh/2の距離により規定される中心を有し、複数の中心が非平面上に存在し、

前記底面エッジ(82)が前記表面(16)に直接結合され、かつ前記最大表面積を有するフェース表面(88)(90)が前記磁場発生アセンブリ(12)が発生する磁場方向と一致するように前記複数のシム(18)が位置決めされる、磁場シム調整システム。

【請求項2】

複数のスロットを備える保持体(28)を更に含み、

前記複数のシム（１８）の各々は、対応するスロットに挿入される、請求項１に記載の磁場シム調整システム。

【請求項３】

前記保持体（２８）がその上に配置される基礎円盤（２６）と、前記保持体（２８）の上に配置される被覆円盤（３２）とを更に含み、充てん材料が前記複数のシム（１８）と前記被覆円盤（３２）の間及び前記複数のシム（１８）と前記保持体（２８）の間の空隙内に配置される、請求項２に記載の磁場シム調整システム。

【請求項４】

前記複数のシム（１８）の各々は、上面エッジ（８０）、底面エッジ（８２）、側面エッジ（８４）（８６）及びフェース表面（８８）（９０）を含む磁性材料製の平坦プレートである、請求項１乃至３のいずれかに記載の磁場シム調整システム。

10

【請求項５】

前記複数の磁性材料シム（１８）は、その各々が少なくとも５つの辺を有する複数の同心性の幾何学形状（５２）に沿って配列されている、請求項１乃至４のいずれかに記載の磁場シム調整システム。

【請求項６】

永久磁石（２２）を備える磁場発生アセンブリ（１２）と、請求項１乃至５に記載の磁場シム調整システムとを含むMRIマグネットアセンブリ（１０）。

20

【請求項７】

第１の量の材料を有する第１のシムと第２の異なる量の材料を有する第２のシムとを含む、複数のシムを使用して、永久磁石（２２）を備えるMRI磁場発生アセンブリ（１２）のシム調整方法であって、

MRI磁場発生アセンブリ（１２）の表面（１６）に沿って延びる複数の縦列の形に前記第１の複数シム（１８）を配列させるステップと、

前記表面（１６）に沿って延びている前記複数の縦列と直交する複数の横列の形に前記第２の複数シム（１８）を配列させるステップと、

を含み、

前記第１及び第２の複数のシム（１８）の各々は、距離 h だけ離れた上面エッジ（８０）と底面エッジ（８２）と、最大表面積を有するフェース表面（８８）（９０）と、前記上面エッジ（８０）と前記底面エッジ（８２）との間の $h/2$ の距離により規定される中心を有し、複数の中心が非平面上に存在し、

30

前記底面エッジ（８２）が前記表面（１６）に直接結合され、かつ前記最大表面積を有するフェース表面（８８）（９０）が前記磁場発生アセンブリ（１２）が発生する磁場方向と一致するように前記複数のシム（１８）が位置決めされる、シム調整方法。

【請求項８】

前記複数のシム（１８）のうちの少なくとも１つのシム（１８）は、前記上面エッジ（８０）、前記底面エッジ（８２）、側面エッジ（８４）（８６）及び前記フェース表面（８８）（９０）を含む磁性材料製の平坦プレートである、請求項７に記載の方法。

40

【請求項９】

前記複数のシム（１８）を配置する保持体（２８）を基礎円盤（２６）の上に配置するステップと、

前記複数のシム（１８）を前記保持体（２８）に配置するステップと、

被覆円盤（３２）を前記保持体（２８）の上に配置するステップとを更に含み、

充てん材料が前記複数のシム（１８）と前記被覆円盤（３２）の間及び前記複数のシム（１８）と前記保持体（２８）の間の空隙内に配置される、請求項７又は８に記載の方法。

【請求項１０】

前記複数シムをグループ単位で結合するステップを含み、

前記複数のシム（１８）の各々の高さ h と幅 w は、それぞれ異なる値となっている、請求

50

項7乃至9のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は磁場シム調整システムに関する。本発明は、さらに詳細には、磁気共鳴イメージング(MRI)のマグネット・アセンブリ向けの磁場シム調整システムに関する。

【背景技術】

【0002】

MRIマグネット・アセンブリは、スキャン対象の全体または一部を受け入れるのに十分な大きさとした空隙を必要とし、また典型的には、この空隙内の指定した撮像ボリュームにおいて概ね10百万分率(ppm)の精度を示すような集中した均一磁場を必要とする。

10

【0003】

MRIマグネット・アセンブリの周知の一構成は、開放型幾何構成MRIとして知られている。典型的には、開放型幾何構成MRIは、1つまたは複数の継鉄すなわち支持部材によって互いに接続した対向する磁場発生アセンブリを備えている。周知の別の構成は、磁場発生アセンブリやその他の磁場成形用構成要素を円筒構造の周りに配列させているような円筒型幾何構成MRIとして知られている。

【0004】

20

MRIマグネット・アセンブリの磁場は、典型的には、永久磁石、電磁石、あるいは前2者の組み合わせを用いて生成させている。例えば、MRIマグネット・アセンブリの周知の1つは、R-Fe-Bベースのマグネットを磁場発生用素子として使用している一対の永久磁石構造の各々の一端で磁極片を互いに対面するように固定し、他端は継鉄によって結合していると共に、該磁極片間の空隙範囲に静磁場を発生させているような構造を有している。別の周知のMRIマグネット・アセンブリでは、磁場発生用素子に関して上述の永久磁石構造の代わりに、電磁コイル(常伝導コイル、超伝導コイルその他を含む)を空心または鉄心の周りに巻き付けている。

【0005】

磁場の均一性は多くの要因により大きな影響を受ける。これらの要因には、MRIマグネットの製作に使用する材料の特性、MRIマグネットの製造精度、MRIマグネットを配置させる環境が含まれる。多くの場合、これらやその他の要因の変動により、数百ppmから数千ppmまでの範囲の不均一磁場が生じる。有用なイメージングのために必要な均一性を得るには、磁場不均一を補正しなければならない。

30

【0006】

磁場不均一を補正するための一方法は、磁性材料(例えば、鉄)及び/または永久磁石材料から製作したシムを磁場発生アセンブリ上に形成した対向する表面に付加することである。この配置の一例は、Sakuraiらに付与された米国特許第5,229,723号に記載されている。Sakuraiらは、空隙内に磁場を発生させるためのMRI専用の磁場発生デバイスであって、互いに対向させてその間に空隙を形成している一対の永久磁石アセンブリと、これらの永久磁石アセンブリを磁氣的にリンクさせるための継鉄と、その空隙に対面する表面に固定した磁極片と、を含むMRI専用磁場発生デバイスを記載している。この構造に基づけば、その磁場強度は、磁極片の相対する表面上の同じ円周上または同心円状に複数の磁性材料セグメントを配置することによって増加し、また磁極片の相対する表面上の同じ円周上または同心円状に永久磁石アセンブリと反対の磁化方向を有するように複数の永久磁石セグメントを配置することによって減少する。また別法では、磁性材料セグメントと永久磁石セグメントの両方を同じ円周上または同心円状に配置している。

40

【特許文献1】米国特許第5,229,723号

【特許文献2】米国特許第6,275,128号

50

【特許文献 3】米国特許第 5, 883, 558 号

【特許文献 4】米国特許第 5, 994, 991 号

【特許文献 5】米国特許第 5, 760, 585 号

【特許文献 6】米国特許第 5, 623, 430 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、このシム調整配置には幾つかの欠点が存在する。例えば、シム調整工程の間でシムを磁極面の近傍に配置しようとするすると永久磁石アセンブリから大きな磁気力を受けるため、シムを安定化するにはかなりの程度の注意や労力が必要となる。こうした注意や労力によって、シム調整工程を完了するのに要する時間が本質的に増大する。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の欠点や不具合は、磁場発生アセンブリによって発生させる磁場の不均一性を少なくとも部分的に補正するために磁場発生アセンブリの表面に対して複数のシムを固定しているような MRI 磁場発生アセンブリのシム調整のための方法及びシステムによって克服または軽減される。一態様では、そのシムは、その各々が少なくとも 5 つの辺を有する複数の同心性の幾何学形状に沿って配列させる。別の態様では、そのシムは、横列が縦列と直交するような複数の横列と縦列の形に配列させている。別の態様では、少なくとも 1 つのシムは、上面エッジ、底面エッジ、側面エッジ及びフェース表面を含むような磁性材料製の平坦プレートである。この底面エッジは磁場発生用素子に対して平坦プレートの近位部分であり、上面エッジは磁場発生用素子に対して平坦プレートの遠位部分であり、またフェース表面は磁場発生アセンブリの発生させる磁場方向と一致している。

20

【0009】

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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

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。

30

【0011】

図 1 を参照すると、MRI マグネット・アセンブリ 10 の立面図を表している。MRI マグネット・アセンブリ 10 は、その間に形成した空隙 14 内に磁場を発生させている対向した磁場発生アセンブリ 12 を含む。磁場発生アセンブリ 12 の相対する各表面 16 上には複数のシム 18 を配置し、磁場の不均一性が補正されるように配列させている。磁場発生アセンブリ 12 は 1 つまたは複数の継鉄または支持部材（図示せず）によって結合させることができる。

【0012】

磁場発生アセンブリ 12 は、磁場の不均一性が補正されるようにシム 18 を受け入れる相対する表面 16 が設けられていれば、空隙 14 内に磁場を発生させるための配列は任意のタイプでよい。例えば、各磁場発生アセンブリ 12 は、1 つまたは複数の磁場発生用素子 22 に締結した磁極片 20 と、この磁極片 20 に締結しており、相対する表面 16 をその相対する表面上に形成している傾斜プレート 21 と、を含むことがある。こうした配列は例えば、「MRI Magnetic Field Generator」と題する米国特許第 6, 275, 128 号に記載されている。別の例では、各磁場発生アセンブリ 12 が、傾斜プレート 21 を備えない 1 つまたは複数の磁場発生用素子 22 に締結した磁極片 20 を含み、相対する表面 16 をこの磁極片 20 の相対する表面上に規定することができる。こうした配列は例えば、「Magnetic Field Generating Device For MRI」と題する米国特許第 5, 229, 723 号、「Open Superconductive Magnet Having Shielding

40

50

」と題する米国特許第5,883,558号、並びに「Open Magnet Having Shielding」と題する米国特許第5,994,991号に記載されている。別の例では、磁場発生アセンブリ12は磁極片20や傾斜プレート21を備えず、相対する表面16を磁場発生用素子22上に規定していることがある。

【0013】

磁場発生用素子22は、永久磁石、電磁石（例えば、常伝導コイル、超伝導コイル、その他）、または前2者の組み合わせを含むことがある。各シム18は、磁性材料（例えば、鉄）や永続的磁性材料から製作することがある。

【0014】

図1の実施形態では、シム18は表面16に直接固定されている。別法として、シム18は図2～4に示すように、シム保持体24を用いて表面16に固定することがある。

10

【0015】

図2及び3を参照すると、シム保持体24は、基礎円盤26と、シム18を受け入れる窪みの役目をする穴またはスロット30がその内部に作られている保持体円盤28と、被覆円盤32と、を含む構造をしている3層で非磁性の薄い円盤から構成させることがある。シム18を保持するスロット30は、以下でさらに詳細に検討するような事前定義のパターンで保持体円盤28内に製作している。シム保持体24は例えば、塩化ビニル樹脂、ガラス繊維強化プラスチック、あるいはこの種の別の非磁性材料から製作することがある。別の実施形態では、そのシム保持体24は、保持体円盤28及び被覆円盤32を含む2層構造を備えることもある。図4に示すようなさらに別の実施形態では、そのシム保持体24は保持体円盤28内にスロット30を配置しているような単層構造を備えることもある。この実施形態では、そのシムはシム保持体24に直接固定されている。例えば、スロット30は、保持体円盤28とシム18の間に締めばめが施されるような大きさとすることがある。保持体円盤28とシム18の間のこの締めばめによって、磁場の力を受けてもシム18がスロット30から出るのを防ぐだけの十分な摩擦が得られる。別の例では、シムは、接着剤を用いてシム保持体24に固定することがある。

20

【0016】

シム保持体24は、様々な円盤26、28及び32が適当に配置されかつ適所に固定されるような構造とすることができる。図2及び3の実施形態では、保持体円盤28を基礎円盤26上に配置し該基礎円盤26に締結し終えた後、磁場均一性を調整するために磁性材料シム18または永久磁石シム18を必要なスロット30内に挿入し、また必要であれば充てん材料またはスペーサ（図示せず）をシム18と被覆円盤32の間及び/またはシム18と保持体円盤28の間の空隙内に配置し、この後被覆円盤32を取り付けてすべてのものを互いに保持させる。得られたシム保持体24は表面16と整列させて該表面16に締結させる。図4の実施形態では、磁性材料シム18または永久磁石シム18を必要なスロット30に固定し、さらに得られたシム保持体24を表面16と整列させかつ該表面16に締結させる。

30

【0017】

図5を参照すると、クモの巣状(spider web geometry)グリッドパターン50をその上に重ね合わせて有する表面16の平面図を表している。図5の表面16は上側または下側の磁場発生アセンブリ12（図1、3及び4）とすることがある。このクモの巣状グリッドパターン50は表面16に沿って広がる1つの面内に形成した2次元グリッドとして図示している。このグリッドは、その各々が少なくとも5つの辺を有する複数の同心性の幾何学形状52、並びに該幾何学形状52の共通中心56から放射状に広がる複数の線54から形成されている。図6の実施形態では、その同心性幾何学形状52は八角形である、しかしこの同心性幾何学形状は五角形、六角形、七角形などとすることも可能である。シム18はグリッドパターン50を基準として配置する。すなわち、複数の同心性の幾何学形状に沿って配列させた複数のシムが得られるように、シム18は放射状の線54と幾何学形状52の交点位置、または放射状の線54と幾何学形状52により画定される四辺多角形57内に配置することがある。グリッドパターン50内には、

40

50

例えば、図2～4の実施形態において傾斜プレート21上に形成した表面16にシム保持体24を取り付けるために、必要に応じて締結具58のための不連続部が設けられる。

【0018】

本明細書で上述したように、スロット30はシム18を受け入れている。図5及び図1の実施形態を参照すると、シム18はクモの巣状グリッドパターン50の表面16上に接着させることがある。図5及び図2～4の実施形態を参照すると、そのシム保持体24は、クモの巣状グリッドパターン50を保持体円盤28上に重ね合わせると共に、この保持体円盤28内でグリッドパターン50の交点位置または四辺多角形57内にスロット30を配置することによって製作することができる。

【0019】

図6を参照すると、格子状の(lattice geometry)グリッドパターン70をその上に重ね合わせて有する表面16の平面図を表している。この格子状グリッドパターン70は図5のクモの巣状グリッドパターン50の代替的幾何学形状の1つである。表面16は上側または下側の磁場発生アセンブリ12(図1、3及び4)上とすることがある。この格子状グリッドパターン70は表面16に沿って広がる1つの面内に形成した2次元グリッドとして図示している。グリッドパターン70は、縦列を形成する複数の等間隔の平行線72、並びに横列を形成して平行線72と直交して延びる複数の平行線76から形成されている。シム18は、グリッドパターン70を基準にして配置する。すなわち、シム18は、シム18の横列及び縦列を形成するように各交点位置またはグリッドパターン70が形成する長方形の内部に配置している。グリッドパターン70内には、例えば、図2～4の実施形態において傾斜プレート21上に形成した表面16にシム保持体24を取り付けるために、必要に応じて締結具58のための不連続部が設けられる。

【0020】

図6及び図1の実施形態を参照すると、シム18は格子状グリッドパターン70の表面16上に接着させることがある。別法として、図6及び図2～4の実施形態を参照すると、そのシム保持体24は、格子状グリッドパターン70を保持体円盤28上に重ね合わせると共に、この保持体円盤28内でグリッドパターン70の交点位置または長方形の内部にスロット30を配置することによって製作することができる。スロット30はシム18を受け入れている。

【0021】

磁場発生アセンブリ12が生成させる磁場の不均一性を補正するためには、永久磁石と磁性材料のシム18を様々な構成で利用することができる。ある構成では、シム18の材料をグリッド内の様々な各領域において異ならせることがある。例えば、グリッドの幾つかの領域では永久磁石シム18を配置し、一方これ以外の領域では磁性材料シム18を配置することができる。別の構成では、グリッド内の様々な領域においてシム18に使用する材料の量を違えることによって磁場の不均一性を補正している。例えば、グリッドの幾つかの領域では材料をより少なくしたシム18を配置し、一方これ以外の領域では材料をより多くしたシム18を配置することができる。別の構成では、均一な磁場分布を作る必要に応じて、その磁化方向がそれぞれの磁場発生アセンブリ12の磁化方向と一致するように、あるいは該磁化方向と反対となるようにしてシム18を配置することができる。これらの構成の各々は個々に適用することも、組み合わせて適用することもできる。

【0022】

磁場発生アセンブリ12が生成した磁場は、とりわけ、MRIマグネットの製造に使用する精度やMRIマグネットを配置する環境によって大きな影響を受けるため、磁場の不均一性の補正は、個々のMRIマグネット・アセンブリごとに、使用を予定する環境(例えば、病院や実験室)内に据え付けた後に実施するのが普通である。この補正は、均一な磁場を保証するのに必要な適当なシム18の構成(複数のこともある)を決定できるような周知で任意の方法を用いて実現することができる。例えば、「Method for Actively and Passively Shimming A Magnet」と題する米国特許第5,760,585号に記載されているような線形プログラム法を

10

20

30

40

50

用いることができる。別の例では、「Method for Passively Shimming An Open Magnet」と題する米国特許第5,623,430号に記載されているような調和シム調整法(harmonic shimming method)を用いることができる。

【0023】

図1～6の実施形態では、磁場の不均一性を補正する必要に応じてシム18は磁性材料あるいは永久磁性材料で製作することができる。シム18を永久磁性材料で製作する場合、そのシム18は周知の任意の配列を用いて表面16に対して位置決めすることができる。しかし、シム18を磁性材料で製作する場合は、シム18は図7に示すような配列とすることが好ましい。

10

【0024】

図7を参照すると、図1～6の実施形態で使用される磁性材料シム18の一例を表している。磁性材料シム18は、上面エッジ80、底面エッジ82、側面エッジ84、86、及び対向するフェース表面88、90を有する平坦な長方形のプレートである。最大表面積を有するフェース表面88及び90が磁場発生アセンブリ12の発生させる磁場方向(矢印98で示す)と整列するようにして、底面エッジ82は表面16の近くに配置し、また上面エッジ80は表面16から遠い側に配置している。例えば、図2及び3の実施形態では、底面エッジ82が基礎円盤26に接触し、かつ上面エッジ80が被覆円盤32と接触するように磁性材料シム18を配列させている。また図4の実施形態では、側面エッジ84、86並びに対向するフェース表面88、90は底面エッジ82が表面16の近い側になるようにして保持体円盤28によって捕捉している。さらにまた図1の実施形態では、底面エッジ82を表面16に接着させている。磁性材料シム18内に誘導される磁束は、上面エッジ80から距離 x 延びている線92によって示している。

20

【0025】

この磁性材料シム18の配列は、図8A及び8Bに表した従来技術で使用する配列とは異なる。従来技術では、シム18のフェース88を表面16の近くに配置し、これによってプレート状のシム18を表面16に当てて平坦に置いている。従来技術の配列では、磁性材料シム18の表面90から距離 y 延びている線94で示すように磁束が誘導される。その他のパラメータ(例えば、材料、サイズなど)がすべて同じであるとすると、図8A及び8Bのような配列とした磁性材料シム18から磁束が延びる距離 y は、図7のような配列とした磁性材料シム18から磁束が延びる距離 x より短い。換言すると、図8A及び8Bのように配列した磁性材料シム18が提供する磁場は、図7のような配列とした磁性材料シム18が提供する磁場より弱い。さらに、上面エッジ80の有する表面積は表面90と比べてかなり小さいため、図7のような配列とした磁性材料シム18は、図8A及び8Bのように配列した磁性材料シム18と比べてかなり容易に磁化できる。したがって、図7に示すように磁性材料シム18を配列している結果として、磁場の不均一性を低下させるためにより密な磁束がより長い距離だけ関心領域内に延びる。図7の配列では、磁性材料シム18からより長い距離延びたより強い磁場を提供できるため、磁性材料シム18のサイズを図8A及び8Bの従来技術配列により可能となるよりもさらに縮小することができる。さらに、磁性材料シム18は最大表面積を有するフェースを主磁場に整列させる(最小エネルギー状態)傾向があるため、図7の構成により磁性材料シム18がより安定な状態で配置され、これによりシム調整工程中に払わねばならない労力や注意を軽減することができる。その結果、シム調整工程を完成させるための時間は従来技術のシム配列で可能になる時間よりさらに短縮される。したがって、図7のシム配列を使用することによって、従来技術配列で可能になるよりもさらに、シム材料の削減、シムコストの軽減、シム重量の軽量化、シム調整の時間短縮が得られる。

30

40

【0026】

図9を参照すると、複数の磁性材料シム18を図7の構成を用いて表面16上に配列させている。図9に示すように、磁性材料シム18は、各磁性材料シム18がその底面エッジ82を表面16に近接させるようにしてグループ単位で結合させることがある。磁性材

50

料シム 18 の高さ h と幅 w (ここで、高さ h は上面エッジ 80 と底面エッジ 82 の間の距離であり、また幅 w は側面エッジ 84 と 86 の間の距離である) は、磁場発生アセンブリ 12 により誘導される磁場の不均一性を低下させる必要に応じて様々な値とすることができる。本発明に関し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最良形態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、

10

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】その上に形成させた表面にシムを固定しているMRIマグネット・アセンブリの断面立面図である。

【図2】MRIマグネット・アセンブリのシム保持体の分解等角図である。

【図3】図2のシム保持体を含むMRIマグネット・アセンブリの断面立面図である。

【図4】別のシム保持体を含むMRIマグネット・アセンブリの断面立面図である。

20

【図5】図1、3及び4の断面5-5に沿って切った見た、シムを配置させるためのクモの巣状グリッドパターンの平面図である。

【図6】図1、3及び4の断面5-5に沿って切った見た、シムを配置させるための格子状グリッドパターンの平面図である。

【図7】シム保持表面に近接して配列させたシムの等角図である。

【図8A】従来技術のシム配列の等角図である。

【図8B】従来技術のシム配列の等角図である。

【図9】シム保持表面に近接して配列させた複数のシムの等角図である。

【符号の説明】

【0028】

30

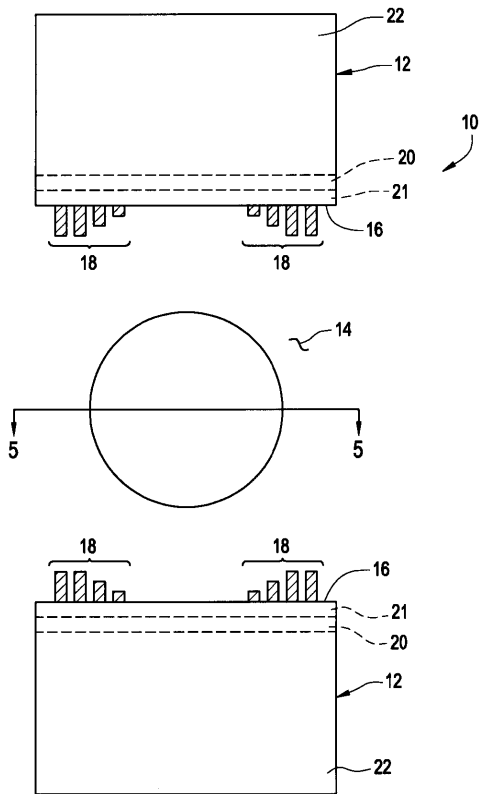
- 10 MRIマグネット・アセンブリ
- 12 磁場発生アセンブリ
- 14 空隙
- 16 磁場発生アセンブリの表面
- 18 シム
- 20 磁極片
- 21 傾斜プレート
- 22 磁場発生用素子
- 24 シム保持体
- 26 基礎円盤
- 28 保持体円盤
- 30 スロット
- 32 被覆円盤
- 50 クモの巣状グリッドパターン
- 52 同心性の幾何学形状
- 54 放射状の線
- 57 四辺多角形
- 58 締結具
- 70 格子状グリッドパターン
- 72 縦列平行線

40

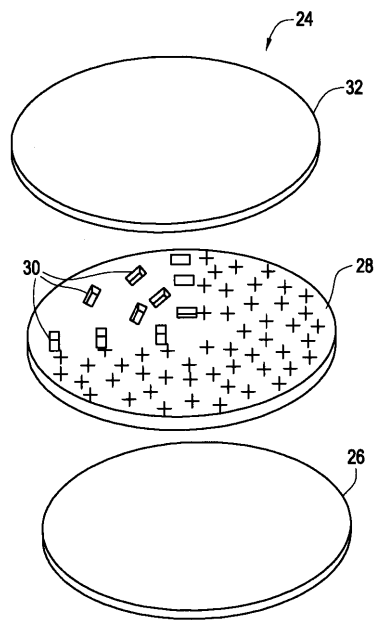
50

- 7 6 横列平行線
- 8 0 上面エッジ
- 8 2 底面エッジ
- 8 4 側面エッジ
- 8 6 側面エッジ
- 8 8 フェース表面
- 9 0 フェース表面
- 9 2 磁束
- 9 4 磁束
- h 高さ
- w 幅

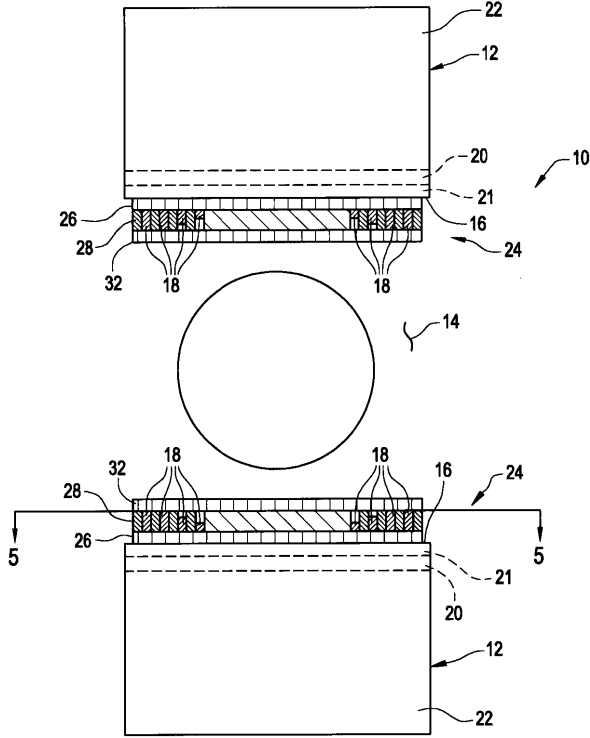
【図1】



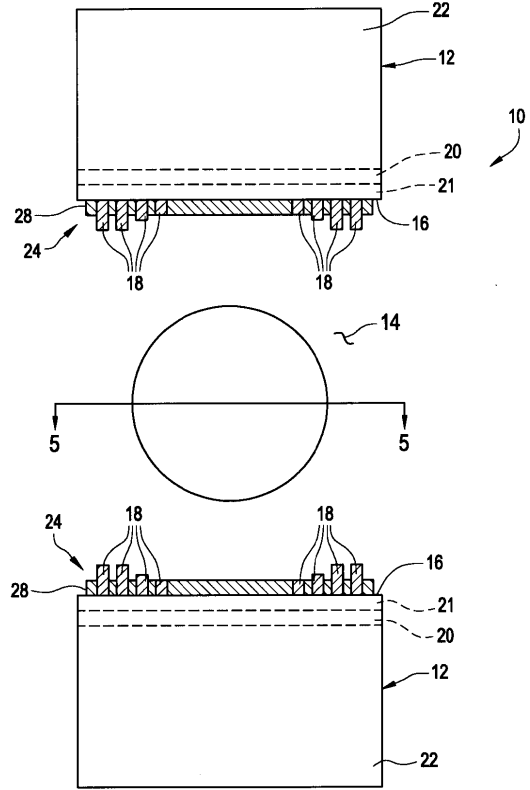
【図2】



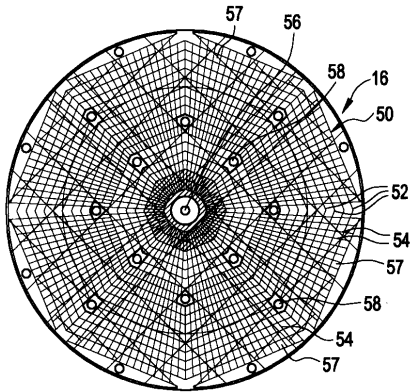
【 図 3 】



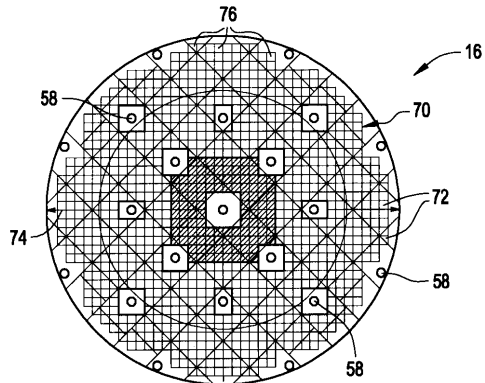
【 図 4 】



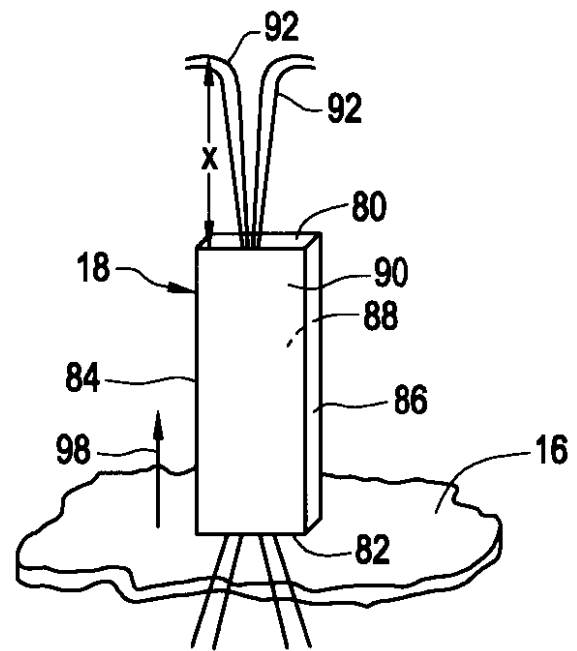
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (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、トレーシーズ・ドライブ、613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・ドライブ、708番

審査官 伊藤 幸仙

- (56)参考文献 特開2000-138119(JP,A)
特開平03-131234(JP,A)
特開2001-068327(JP,A)
欧州特許出願公開第1389733(EP,A2)
米国特許第6984982(US,B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/055