

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4832761号
(P4832761)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 5/055 (2006.01)

A61B 5/05 331

G01R 33/383 (2006.01)

G01N 24/06 510P

H01F 7/20 (2006.01)

H01F 7/20 C

請求項の数 9 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-2864 (P2005-2864)
 (22) 出願日 平成17年1月7日 (2005.1.7)
 (65) 公開番号 特開2005-205205 (P2005-205205A)
 (43) 公開日 平成17年8月4日 (2005.8.4)
 審査請求日 平成19年12月27日 (2007.12.27)
 (31) 優先権主張番号 10/707,768
 (32) 優先日 平成16年1月9日 (2004.1.9)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 300019238
 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
 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・710・3000
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (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磁場発生器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

診断データ収集用に充分な磁場を集合的に発生させるように構成され、互いに接着剤で固定された複数の磁気素子(102)であって、各磁気素子(102)が、積層された複数の磁性材料のシート(222)が、互いに接着されることにより形成される、前記複数の磁気素子(102)と、

接着剤(220)により磁極片の中心においてアレイ状に配列された前記複数の磁気素子(102)に固定されることにより、個々の磁性材料のシート(222)が互いに分離するのを抑制する非着磁性シート(104)と、

を含む磁場発生器組立体(52)。

10

【請求項2】

前記磁性材料のシート(222)の各々の厚みが0.6mmより小さく、
 前記非着磁性シート(104)の厚みが0.1mmより小さいことを特徴とする請求項1に記載の磁場発生器組立体(52)。

【請求項3】

前記非着磁性シート(104)がナイロンを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の磁場発生器組立体(52)。

【請求項4】

前記非着磁性シート(104)の表面と反対側にある前記複数の磁気素子(102)の全体表面に固定された永久磁石ブロック(106)を更に含むことを特徴とする請求項1乃

20

至 3 のいずれかに記載の磁場発生器組立体 (5 2)。

【請求項 5】

前記複数の磁性材料のシート (2 2 2) が、ケイ素鉄 (S i F e) 、ネオジム鉄ボロン (N d F e B) 、サマリウムコバルト (S m C o) 、及びアルニコ (A l N i C o) のうちの少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の磁場発生器組立体 (5 2)。

【請求項 6】

前記複数の磁気素子 (1 0 2) が互いに接着剤で固定されることにより单一の多素子マグネット (2 1 2) を形成し、

前記单一の多素子マグネット (2 1 2) を囲む構造支持リング (2 1 4) をさらに含む請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の磁場発生器組立体 (5 2)。 10

【請求項 7】

前記单一の多素子マグネット (2 1 2) 、前記非着磁性シート (1 0 4) 、前記構造支持リング (2 1 4) により磁極片 (1 0 0) が形成され、前記非着磁性シート (1 0 4) が前記磁極片 (1 0 0) の上面に配置されることを特徴とする請求項 6 に記載の磁場発生器組立体 (5 2)。

【請求項 8】

前記单一の多素子マグネット (2 1 2) を貫通して延び、 M R 勾配コイルを支持し整列させる複数の支持ボルト (2 1 8) をさらに含み、前記非着磁性シート (1 0 4) が、前記複数のボルト (2 1 8) を受け入れる複数の開口を備えることを特徴とする請求項 6 又は 20 7 に記載の磁場発生器組立体 (5 2)。

【請求項 9】

複数の磁性材料のシート (2 2 2) を積層して、互いに接着することにより磁気素子 (1 0 2) を形成する段階と、

複数の前記磁気素子 (1 0 2) を互いに接着剤で固定されることにより单一の多素子マグネット (2 1 2) を形成する段階と、

構造支持リング (2 1 4) を前記单一の多素子マグネット (2 1 2) を囲むように配置する段階と、

非着磁性シート (1 0 4) を接着剤 (2 2 0) により前記单一の多素子マグネット (2 1 2) の上面に固定して磁極片 (1 0 0) を形成する段階と、

前記磁極片 (1 0 0) を、永久磁石ブロック (1 0 6) に固定する段階と、

前記磁極片 (1 0 0) が固定された永久材料ブロック (1 0 6) をヨーク (1 0 8) に固締する段階と、

前記ヨーク (1 0 8) を支柱 (1 1 0) のペアに固定する工程と、
を含む磁場発生器組立体 (5 2) の製造方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、一般に磁気共鳴イメージング (M R I) 装置及びシステムのための磁場発生器に関し、より具体的には、磁極片のタイルの分解が抑制されるように複数の磁性タイルから单一の磁極片を組立てるシステム及び方法に関する。 40

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

人体組織などの物質を均一な磁場 (偏向磁場 B_0) にかけると、組織中のスピンの個々の磁気モーメントはこの偏向磁場と整列しようとして、この周りをラーモアの特性周波数で無秩序に歳差運動することになる。この物質 (または組織) に、 x - y 平面内にありラーモア周波数に近い周波数をもつ磁場 (励起磁場 B_1) がかけられると、正味の整列モーメント (すなわち、「縦方向磁化」) M_z は、 x - y 平面内に来るよう回転させられ (すなわち、「傾けられ (tipped) 」) 、正味の横方向磁気モーメント M_t が生成さ 50

れる。励起信号 B_1 を停止させた後、励起したスピンにより信号が放出され、更にこの信号を受信し処理して画像を形成することができる。

【0003】

画像を生成するためにこれらの信号を利用する際には、磁場勾配 (G_x , G_y 及び G_z) が用いられる。典型的には、撮像されることになる領域は、使用する特定の局所化方法に従ってこれらの勾配が変化する一連の測定サイクルによって走査される。結果として得られる受信 NMR 信号のセットは、デジタル化され処理され、公知の多くの再構成技法の一つを用いて画像を再構成する。

【0004】

これらの高度に均一な磁場を発生させるためには、多くの MRI システムは、所定の空間又はイメージングボリュームの範囲内で 0.2 から 0.5 テスラ及びこれより大きな程度の均一な磁場を発生することができる永久マグネットシステムを利用する。MRI プロセスの間所要の磁場を発生すると、永久マグネットシステム上に渦電流が誘起される。これらの渦電流は、再構成された画像の質を大幅に劣化させるように作用する可能性のあるイメージングデータの歪みを生じる恐れがある。MRI イメージングによる渦電流の誘起を制限するために、永久マグネットシステムは、積み重ねられた薄いシート又は積層体で構成される複数ブロック又はタイルから構成することができる。積層体は通常、互いに接着されて单一の積層構造体を形成する。

【特許文献 1】米国特許第 6 6 9 4 6 0 2 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

タイルは、典型的には強磁性材料で加工され、又は他の方法で形成され、且つイメージング中に強磁場に曝されるので、発生した大きな磁力が、望ましくない様態でタイルに作用する可能性がある。すなわち、時間の経過と共に、磁力は、タイルを引き離し、又は剥離させる可能性がある。これらの磁力の影響に対抗するために、タイルは一般に互いに接着される。理想的には、タイル間の接着強度は、強磁場により加わる剥離力に抗するのに充分なものとなる。しかしながら、各層を充分に接着するためには、全てのあらゆるタイル及び各タイルのあらゆる層が充分に接着されることが必要とされる。隣接するタイル及び各タイルの層が充分に接着されるのを保証するためには、困難で且つ極めて高コストのプロセスとなる可能性がある。

【0006】

従って、製造コスト及び時間があまり増大せずに、磁場発生中にタイルに働く剥離力又は分解力に対抗するようにタイルを互いに充分に固定するシステム及び方法を有することが望ましいであろう。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、複数の磁性タイルから構成され、更に複数のシートから構成される单一の永久マグネットを分解又は剥離から守るシステム及び方法を提供し、前述の欠点を克服するものである。具体的には、本発明は、マグネット磁極片の表面に固定されてその上で延びる非着磁性材料を利用して、複数の磁気タイル又は個々のシートが互いに分離するのを抑制する。

【0008】

本発明の 1 つの様態によれば、診断データ収集用に充分な磁場を集合的に発生させるよう構成された複数の磁気素子と、該磁気素子が互いに分離するのを制限するために複数の磁気素子に作動的に接続された非着磁性ペインとを含む磁場発生器組立体が開示される。

【0009】

本発明の別の態様によれば、貫通ボアを有するマグネット組立体と、偏向磁場及び RF 送受信器システムに印加するためにマグネット組立体のボアの周りに位置付けられた複数

10

20

30

40

50

の勾配コイルと、RF信号をRFコイル組立体に送信してMRデータを収集するパルスモジュールにより制御されるRFスイッチとを含む、MRI装置が開示される。マグネット組立体は、少なくとも1つの多素子マグネットと、磁気素子の外れを防止するための少なくとも1つの多素子マグネットに接続された少なくとも1つの非着磁性シートとを含む。

【0010】

本発明の別の態様によれば、複数の磁気素子を組立てて多素子マグネットを形成する段階と、素子が外れるのを低減するために非着磁性素子保持シートを多素子マグネットに固定する段階とを含むMRI装置用マグネット組立体を製造する方法が開示される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の様々な他の特徴、目的及び長所が以下の詳細な説明及び図面から明らかにされることになる。

【0012】

図面は、本発明を実施するために現在考えられる1つの好ましい実施形態を例示する。

【0013】

MRI永久マグネットの機械的安定性を高めるためのシステムが示される。具体的には、永久マグネットは、後で互いに接着されるタイルを形成するために接着される複数のマグネットシートから構成され、1つ又は複数の高い機械的強度を有する非金属のタイル／シート保持ペインにより、磁性シート及びタイルが分解しないように固定される。

【0014】

図1を参照すると、本発明を組み込んだ好ましい磁気共鳴イメージング(MRI)システム10の主要構成要素が示されている。このシステムの動作は、キーボード又は他の入力デバイス13、制御パネル14、及び表示スクリーン16を含むオペレータ・コンソール12から制御される。コンソール12は、リンク18を介してオペレータが画像の生成及び表示スクリーン16上への表示を制御できるようにする独立したコンピュータシステム20と通信する。コンピュータシステム20は、バックプレーン20aにより互いに通信する幾つかのモジュールを含む。これらは、画像プロセッサモジュール22、CPUモジュール24、及び画像データアレイを格納するためのフレーム・バッファとして当技術分野では公知のメモリモジュール26を含む。コンピュータシステム20は、画像データ及びプログラムを格納するためのディスク記憶装置28及びテープドライブ30にリンクされ、高速シリアルリンク34により独立したシステム制御装置32と通信する。入力デバイス13は、マウス、ジョイスティック、キーボード、トラックボール、タッチ起動スクリーン、光学読み取り棒、音声制御装置、又は任意の類似のもしくは等価な入力デバイスを含むことができ、対話型の幾何学的指示に用いることができる。

【0015】

システム制御32は、バックプレーン32aにより互いに接続されたモジュールのセットを含む。これらのモジュールは、CPUモジュール36と、シリアルリンク40を介してオペレータ・コンソール12に接続するパルス発生器モジュール38とを含む。リンク40を介して、システム制御32は、実施されるべき走査シーケンスを示すコマンドをオペレータから受け取る。パルス発生器モジュール38は、システム構成要素を作動させて所要の走査シーケンスを実行させ、生成せれるRFパルスのタイミング、強度、及び形状、並びにデータ収集ウィンドウのタイミング及び長さを指示するデータを生成する。パルス発生器モジュール38は、勾配增幅器42のセットに接続して、走査中に生じる勾配パルスのタイミング及び形状を指示する。パルス発生器モジュール38はまた、患者に装着された電極からのECG信号などの、患者に接続された幾つかの異なるセンサからの信号を受け取る生理学的収集制御装置44からの患者データを受け取ることができる。更に最終的に、パルス発生器モジュール38は、走査室インタフェース回路46に接続され、該走査室インタフェース回路46は患者及びマグネットシステムの状態に関連する様々なセンサからの信号を受け取る。この走査室インタフェース46を介して、患者位置決めシステム48が走査のために患者を所望の位置に移動させるコマンドを受け取る。

10

20

30

40

50

【0016】

パルス発生器モジュール38により生成される勾配波形は、G_x、G_y及びG_z増幅器を有する勾配増幅器システム42に加えられる。各勾配増幅器は、全体を50で示した勾配コイル組立体内の対応する物理的勾配コイルを励起して、収集された信号の空間エンコードに用いられる磁場勾配を生成する。勾配コイル組立体50は、永久マグネットシステム54及び全身RFコイル56を含むマグネット組立体52の一部分を形成する。図2及び図3に関して詳細に述べるように、永久マグネットシステム54は、複数の素子を含む。システム10が超伝導マグネットを備えることができる点は当業者には理解されるであろう。

【0017】

10

システム制御装置32内の送受信器モジュール58は、RF増幅器60により増幅されて送受信スイッチ62によりRFコイル56に結合されるパルスを発生する。患者内の励起された原子核が放出して得られた信号は、同じRFコイル56により感知して、送受信スイッチ62を介して前置増幅器64に結合することができる。増幅されたMR信号は、送受信器58の受信部で復調され、フィルタ処理されてデジタル化される。送受信スイッチ62は、パルス発生器モジュール38からの信号により制御し、送信モード中はRF増幅器60をコイル56に電気的に接続し、受信モード中は前置増幅器64をコイル56に接続する。また、送受信スイッチ62は、独立したRFコイル（例えば、表面コイル）を送信又は受信モードのいずれでも用いることができるようにしてよい。

【0018】

20

RFコイル56により取り込まれたMR信号は、送受信器モジュール58によりデジタル化されて、システム制御32内のメモリモジュール66に転送される。未処理のk空間データのアレイがメモリモジュール66において収集されると、1回の走査が完了する。この未処理のk空間データは、再構成されることになる各画像に対して別々のk空間データアレイに再配置されており、これらの各々が、アレイプロセッサ68に入力され、該プロセッサは、データを画像データのアレイにフーリエ変換するよう動作する。この画像データは、シリアルリンク34を介してコンピュータシステム20に送られ、そこでディスク記憶装置28などのメモリ内に格納される。この画像データは、オペレータ・コンソール12から受け取ったコマンドに応じて、テープドライブ30上などの長期記憶装置内にアーカイブされ、あるいは画像プロセッサ22によって更に処理してオペレータ・コンソール12に送りディスプレイ16に表示することができる。

30

【0019】

図2を参照すると、マグネット組立体52の斜視図が示されている。マグネット組立体52は、各々が磁極片100を含む2つの同じ半部分に分解することが可能であり、該磁極片は、図3に関して詳細に示されるように、複数の磁性タイル102を非着磁性のペイン又はシート104に接着することによって構成される。シート104は、タイル102に接着剤で固定されて、例えば、磁場発生に長期にわたり曝される結果として生じる可能性のある、タイル102の分解又は劣化を防止する。磁極片100は、永久材料ブロック106に固定され、これが鉄製ヨーク108に固締される。鉄製ヨーク108は、マグネット組立体52の同一の各半部分を支持する鉄製支柱110のペアに固定される。

40

【0020】

磁極片100によって磁場が発生すると、タイルは強い磁場に曝される。時間の経過と共に、タイルの接着が磁場力に抗するのに十分でなくなると、タイルは、磁極片100から弛み、分離し、あるいは外れる恐れがある。単に置かれて、MRイメージングに必要とされるような高位の磁場に長期間曝されると、個々のタイルの隣接するタイルに対する結合を圧倒して、最終的には磁気素子及び磁極片100のアレイから引きはがす可能性がある。更に、タイル102が複数の積層体の積み重ねられた磁性シートから構成されるので、強力な磁場が充分な力を取り込んで個々のシートを別々に引き離すことにより、タイル102を形成するシートの積み重ねからシートを有効に剥離させる可能性がある。非着磁性のペイン104は、タイル102の結合又はタイル102の積層体が圧倒される場合に

50

分解又は剥離に対する抑制をもたらすことができる。すなわち、非着磁性ペイン 104 は、磁場に長期間曝されることによって実質的に影響を受けず、従って、タイルに対して効果的に固定又はシールを保持し、いずれのタイル 102 又は積層体の剥離も抑制あるいは防止される。

【0021】

次に図 3 を参照すると、単一の磁極片 200 の詳細図が示される。磁極片 200 は、アレイ状に配列された複数の磁性タイル 210 から形成される。タイルは、互いに接着されて単一の多素子永久マグネット 212 を形成する。すなわち、個々の永久マグネットタイル 210 が共に組立てられ、イメージングボリューム内に所要の高度に均一な磁場が得られるように設計された単一磁性体又は磁極片 200 を形成する。従って、M R I 永久マグネットシステムは通常、複数の磁気素子から構成される。タイル 210 は、構造支持リング 214 により囲まれて、タイルを多素子マグネットの円周周りに固定し、また、非着磁性材料 216 の層が、単一の多素子マグネット 212 の上面に結合される。同様に図 3 に示される支持ボルト 218 は、マグネット 212 を貫通して延び、M R 勾配コイルの支持並びに整列に役立つ。その上、非着磁性ペイン 216 は、ボルト 218 を受け入れる開口を備えて構成される。従って、非着磁性ペイン 216 は、事前組立の磁極片 200 に適用して接着されるような寸法及び形状に予めされることを企図している。その上、非着磁性ペイン 216 は、磁極片に固定された後で寸法及び形状を決めることができることが企図される。

【0022】

上述のように、タイル 210 は、複数の層の強磁性材料から構成される。単一の磁極片 200 には 200 を超えるタイル 210 が存在する場合があり、これらが接着されて単一の多素子マグネット 212 を形成する。次に、各タイル 210 は、およそ 100 より多い 1 つ又は複数の高度磁性材料の層から形成される。各層の厚みは通常、0.6 mm より小さく、好ましくは約 0.3 から 0.5 mm である。これらの層は、接着剤で共に固定又は接着されてタイル 210 を形成する。磁性タイル、従ってシートの層は、ケイ素鉄 (Si Fe)、ネオジム鉄ボロン (NdFeB)、サマリウムコバルト (SmCo)、アルニコ (AlNiCo) 及び / 又は他の鉄部材などの高度磁性化合物から構成することができる。

【0023】

次に図 4 を参照すると、これまで説明してきた単一の多素子永久マグネット 212 の一部分の断面図が示されている。単一の多素子永久マグネット 212 は、接着剤 219 により互いに接着される複数のタイル 210 を含む。同様に接着材 220 によりタイル 210 に接着されるのは、非着磁性材料 216 の層である。具体的には、非着磁性材料 216 は、連続するペイン又はシートとして形成される。

【0024】

本発明の好ましい実施形態によれば、非着磁性シート 216 は、ナイロンの 1 つの層、好ましくはネットであり、また、タイル 210 の外部表面に接着材で組立てられる。このことに関しては、単一層のナイロン 216 は、およそ 0.1 mm より小さい厚みを有する。ナイロン以外の他の非着磁性材料を本発明の範囲内で使用し、企図し、考慮できることは当業者であれば理解されるであろう。

【0025】

単一の多素子マグネット 212 を構成するために、磁性材料のシート又は積層体 222 は、互いに接着されてタイル 210 を形成する。非着磁性シート 216 は、タイル 210 の表面に配置される。接着剤 220、好ましくはグルー又は誘導体が、非着磁性シート 216 とタイル 210 表面との間に置かれ、タイル 210 はが接着剤 219 により互いに接着されるようになる。従って、タイルアレイからの積層体層 222 又はタイルの分離は、非着磁性シート 216 によって押し止められ、これはタイル 210 及びその構成要素を分解しないように固定する。

【0026】

10

20

30

40

50

幾つかの接着材料または結合材が、単一の多素子マグネット 212 の構成要素を固定するのに用いることができると企図される。具体的には、グルー、ペースト、超接着剤等の組み合わせを単独あるいは組み合わせて用いて、タイルを互いに固定し、その後非着磁性ペインに固定できることが企図される。その上、化学的接着組成及び技術を利用することができますが企図される。更に、接着剤 219、220 は、類似の結合剤から形作られるか、又は組成を異なるようにして、各接着剤 219、220 でカスタマイズされた接着剤を提供することができる。

【0027】

従って、上述の発明は、診断データ収集のために充分な磁場を集合的に発生させるよう構成された複数の磁気素子と、各磁気素子が互いに分離するのを制限するために複数の磁気素子に作動的に接続された非着磁性ペインとを含む磁場発生器組立体において具現化することができることが企図される。

10

【0028】

本発明の別の1つの実施形態によれば、上述の発明は、貫通ボアを有するマグネット組立体と、偏向磁場及びRF送受信器システムに印加するためにマグネット組立体のボアの周りに位置付けられた複数の勾配コイルと、RF信号をRFコイル組立体に送信してMRIデータを収集するパルスモジュールによって制御されるRFスイッチとを含むMRI装置において具現化されることが企図される。マグネット組立体はまた、少なくとも1つの多素子マグネットと、少なくとも1つの多素子マグネットに接続されて磁気素子の外れを防止するための少なくとも1つの非着磁性シートとを含む。

20

【0029】

本発明の更に別の実施形態によれば、上述の発明は、複数の磁気素子を組立てて多素子マグネットを形成する段階と、素子の分離を抑制するために非着磁性素子保持シートを多素子マグネットに固定する段階を含む、MRI装置用のマグネット組立体を製造する方法として具現化されると企図される。

【0030】

本発明を好ましい実施形態について説明してきたが、明白に述べたものに加えて均等形態、代替形態、及び変形形態が可能であり、且つ添付の請求項の範囲内であることが理解される。

30

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明に用いられるためのMRIイメージングシステムの概略ブロック図。

【図2】永久マグネット組立体の斜視図。

【図3】本発明による図2の永久マグネット組立体に関する適用可能な多素子マグネットの斜視図。

【図4】本発明による図3の多素子マグネットの断面図。

【符号の説明】

【0032】

52 磁場発生器組立体

100 磁極片

40

102 磁気素子

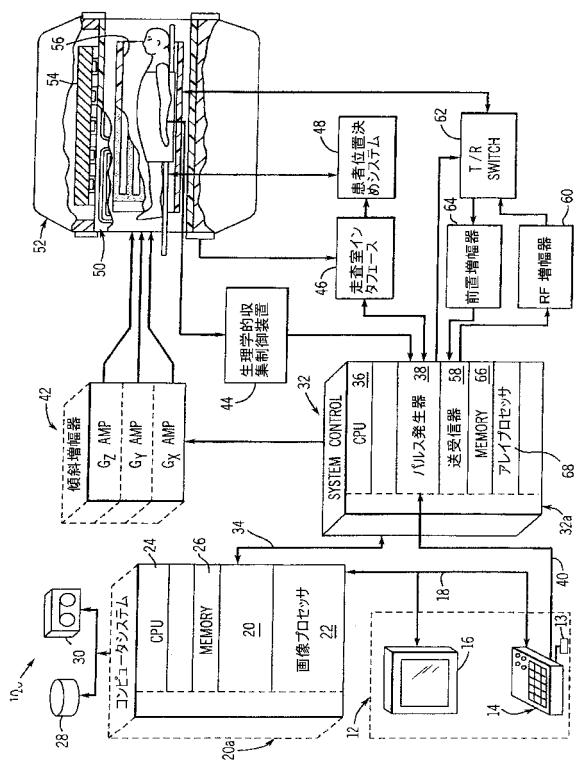
104 非着磁性ペイン

106 永久材料ブロック

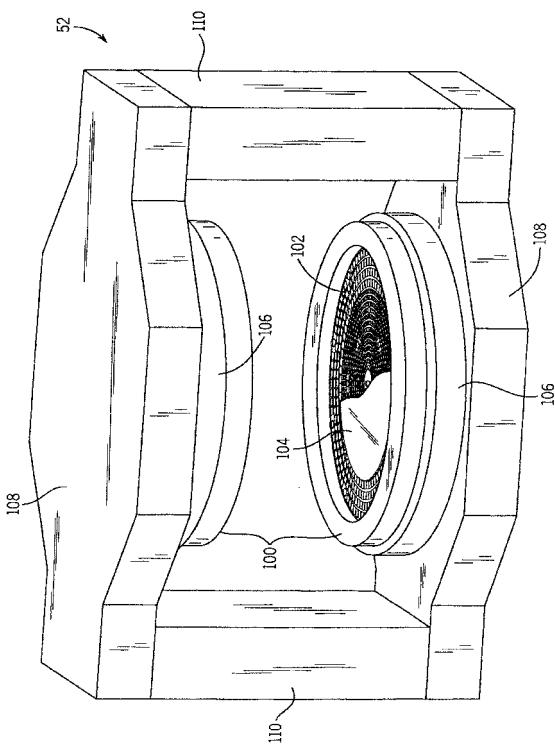
108 鉄製ヨーク

110 鉄製支柱

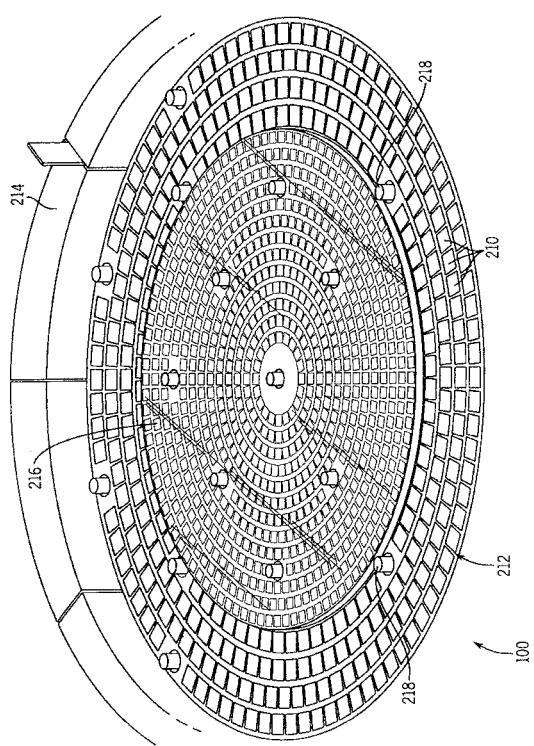
【 义 1 】



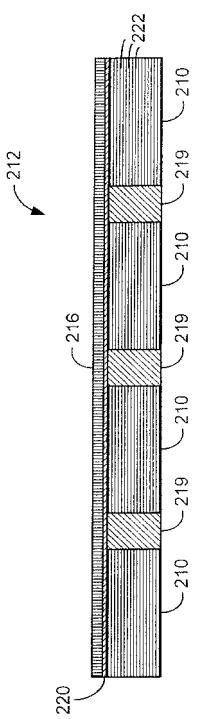
【図2】



【図3】



【 四 4 】



フロントページの続き

(74)代理人 100129779

弁理士 黒川 俊久

(72)発明者 シャオウイ・シー

中国、江蘇省、無錫市・214028、タイフ、ワイアイ・キューアイ、55-101番

(72)発明者 ババ・ミサオ

中国、江蘇省、無錫市・214028、ジンディン・プラザ、15C番

(72)発明者 ウイリアム・シェン

中国、江蘇省、無錫市、シャンジャン・ロード、ナンバー19（番地無し）

(72)発明者 ウエージュン・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、オーサー・ドライブ、3034番

審査官 田中 洋介

(56)参考文献 特開2000-157510(JP,A)

実開昭61-152956(JP,U)

実開昭60-071112(JP,U)

特許第2808198(JP,B2)

特開2004-358097(JP,A)

特開2001-326118(JP,A)

特開2002-159467(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/055

G01R 33/20 - 33/64