

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5144968号  
(P5144968)

(45) 発行日 平成25年2月13日 (2013. 2. 13)

(24) 登録日 平成24年11月30日 (2012. 11. 30)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 5/055 (2006. 01)

A 6 1 B 5/05 3 5 0

G 0 1 R 33/34 (2006. 01)

G 0 1 N 24/04 5 2 0 A

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-154702 (P2007-154702)  
 (22) 出願日 平成19年6月12日 (2007. 6. 12)  
 (65) 公開番号 特開2007-330793 (P2007-330793A)  
 (43) 公開日 平成19年12月27日 (2007. 12. 27)  
 審査請求日 平成22年6月11日 (2010. 6. 11)  
 (31) 優先権主張番号 11/424, 293  
 (32) 優先日 平成18年6月15日 (2006. 6. 15)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
 クタディ、リバーロード、1 番  
 (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 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 デイヴィッド・エム・ゴールドハバー  
 アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ショ  
 アウッド、エヌ・ワイルドウッド・アベニ  
 ュー、4 3 2 6 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導体の振動を抑えた R F コイルおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

M R スキャニング装置用の R F コイルであって、

前記 M R スキャニング装置によるスキャンを行う対象と対面する内側表面 ( 7 4 ) 並び  
 にさらに外側表面 ( 7 6 ) を有する R F 支持フォーム ( 7 0 ) と、

該 R F 支持フォーム ( 7 0 ) に接近して配置された内側表面 ( 7 8 ) 及び外側表面 ( 7  
 6 ) を有する R F 導体 ( 7 2 ) と、

該 R F 導体 ( 7 2 ) 及び該 R F 支持フォーム ( 7 0 ) の中間に貼り付けられた振動脱結  
 合層 ( 8 2 ) であって、前記 R F 導体 ( 7 2 ) の前記内側表面 ( 7 8 ) と前記 R F 支持フ  
 ォーム ( 7 0 ) の前記外側表面 ( 7 6 ) とに対して貼りつけられた前記振動脱結合層 ( 8  
 2 ) と、

前記 R F 導体 ( 7 2 ) の外側表面 ( 7 6 ) に沿って貼り付けられた質量荷重層 ( 8 4 )  
 であって、前記振動脱結合層 ( 8 2 ) との間に前記 R F 導体 ( 7 2 ) を挟み込むように構  
 成された前記質量荷重層 ( 8 4 ) と、  
 を備え、

前記振動脱結合層 ( 8 2 ) は柔らかい発泡体材料からなる  
 ことを特徴とする M R スキャニング装置向けの R F コイル。

【請求項 2】

前記質量荷重層 ( 8 4 ) は比較的重い材料から構成されることにより、この質量荷重層  
 ( 8 4 ) の質量を増加させ、且つ、前記 R F 導体 ( 7 2 ) と前記振動脱結合層 ( 8 2 ) と

10

20

の固有振動数を減少させたことを特徴とする請求項 1 に記載の R F コイル。

【請求項 3】

前記質量荷重層 ( 8 4 ) を前記 R F 導体 ( 7 2 ) の表面に貼り付けるために接着剤が使用されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の R F コイル。

【請求項 4】

前記質量荷重層 ( 8 4 ) はバリウム塩を満たしたビニル材料からなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の R F コイル。

【請求項 5】

前記 R F 導体 ( 7 2 ) の内側表面 ( 7 8 ) に沿って質量荷重層 ( 8 4 ) が貼り付けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の R F コイル。

10

【請求項 6】

M R スキャニング装置向けの R F コイルを製造する方法であって、

患者対象ボアと対面する内側表面 ( 7 4 ) と外側表面 ( 7 6 ) とを有して、円筒状形状の R F 支持フォーム ( 7 0 ) を設ける工程と、

前記 R F 支持フォーム ( 7 0 ) に振動脱結合層 ( 8 2 ) を貼り付ける工程と、

前記振動脱結合層 ( 8 2 ) に貼り付けられた内側表面 ( 7 8 ) とこれに対抗する外側表面 ( 7 6 ) とを有する R F 導体 ( 7 2 ) を、前記振動脱結合層 ( 8 2 ) に、貼り付ける工程と、

質量荷重層 ( 8 4 ) を、前記 R F 導体 ( 7 2 ) がこの質量荷重層 ( 8 4 ) と前記振動脱結合層 ( 8 2 ) との間に位置決めされるように、前記 R F 導体 ( 7 2 ) の外側表面 ( 7 6 ) に貼り付ける工程、

20

とを備え、

前記振動脱結合層 ( 8 2 ) は柔らかい発泡体材料からなることを特徴とする R F コイルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、全般的には M R 撮像システムに使用される R F コイルに関し、またさらに詳細には、消音特性を向上させた R F コイルに関する。

【背景技術】

30

【 0 0 0 2 】

M R スキャナではその装置は基本的に、対象を圍繞すると共に、スキャン過程の実施時に対象に向けて R F エネルギーを導くまたは対象からの R F エネルギーをその上で受け取るための R F コイルを含む。

【 0 0 0 3 】

しかしこうした M R スキャナの問題点の 1 つは、そのノイズレベルが、患者や対象に対して並びにオペレータに対しても同様に不快に大音響となる可能性があることである。こうした音響ノイズの発生元は数多くまた様々となる可能性があるが、その主因の 1 つは R F コイルであることが分かっている。

【 0 0 0 4 】

40

R F コイルからのノイズは、R F 導体内に生じるローレンツ力 ( L o r e n t z f o r c e s ) に起因している一方、M R スキャナ内の別の音響ノイズ源は標準的な振動隔絶技法によって対処可能であるが R F コイルからの音響ノイズは患者や対象のボアに R F コイルがごく接近しているため抑制することが困難である。

【 0 0 0 5 】

R F コイルからの音響ノイズを低減させようとする様々な試みがなされてきた。こうした試みには、うず電流を減少させるために R F 導体を分割すること ( 可能な場合 ) 、並びに R F 支持フォームの振動を低減させるための拘束層ダンピングが含まれる。しかしこれらの試みは、R F コイルからの音響ノイズをすべて排除することが可能ではなかった。

【特許文献 1】米国発行特許第 6 2 5 2 4 0 4 号 ( 対応日本公開特許 2 0 0 1 - 1 7 8

50

7 0 3 )

【特許文献 2】米国発行特許第 6 4 3 7 5 6 8 号 ( 対応日本公開特許 2 0 0 2 - 2 1 9 1 1 2 )

【特許文献 3】米国発行特許第 6 8 1 0 9 9 0 号 ( 対応日本公開特許 2 0 0 2 - 2 1 9 1 1 3 )

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

したがって、R F 導体と R F 支持フォームの間に振動隔絶を設けること、並びにダンピングを設けて R F 導体から R F 支持フォームへの振動を低減させることによって音響出力を低減させた R F コイルがあることが望ましい。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明は、M R I システムの R F 導体と R F 支持フォームの間に振動隔絶を設けることによって音響出力を低減させるシステム及び方法を提供する。

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様の M R スキャニング装置は、R F 導体と R F 支持フォームの間に配置させた隔絶脱結合層と、R F 導体に装着した質量荷重層と、を含む。

【 0 0 0 9 】

本発明の別の態様による R F コイルの製作方法は、R F 導体と R F 支持フォームの間に振動脱結合層を貼り付ける工程と、R F 導体に質量荷重層を貼り付ける工程と、を含む。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の別の態様による磁気共鳴撮像システムは R F 送受信器システム及び傾斜コイルアセンブリを含んでおり、この R F 送受信器システムは、R F 導体と、R F 支持フォームと、R F 導体と R F 支持フォームの間に装着した振動脱結合層と、R F 導体に装着した質量荷重層と、を含む。

【 0 0 1 1 】

本発明に関する別の様々な特徴及び利点は、以下の詳細な説明及び図面から明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【 0 0 1 2 】

図面では、本発明を実施するために目下のところ企図される好ましい一実施形態を図示している。

【 0 0 1 3 】

M R 撮像装置の R F コイルにおける振動の隔絶、振動固有振動数の低減、並びに音響ノイズの低減のためのシステムを示す。

【 0 0 1 4 】

図 1 を参照すると、本発明を組み込んでいる好ましい磁気共鳴撮像 ( M R I ) システム 1 0 の主要な構成要素を表している。本システムの動作は、キーボードその他の入力デバイス 1 3、制御パネル 1 4 及び表示画面 1 6 を含むオペレータコンソール 1 2 から制御を受けている。コンソール 1 2 は、オペレータが画像の作成及び表示画面 1 6 上への画像表示を制御できるようにする単独のコンピュータシステム 2 0 と、リンク 1 8 を介して連絡している。コンピュータシステム 2 0 は、バックプレーン 2 0 a を介して互いに連絡している多くのモジュールを含んでいる。これらのモジュールには、画像プロセッサモジュール 2 2、C P U モジュール 2 4、並びに当技術分野でフレームバッファとして知られている画像データアレイを記憶するためのメモリモジュール 2 6 が含まれる。コンピュータシステム 2 0 は、画像データ及びプログラムを記憶するためにディスク記憶装置 2 8 及び取外し可能記憶装置 3 0 とリンクしており、さらに高速シリアルリンク 3 4 を介して単独のシステム制御部 3 2 と連絡している。入力デバイス 1 3 は、マウス、ジョイスティック、キーボード、トラックボール、タッチ作動スクリーン、光学読取り棒、音声制御器、ある

40

50

いは同様な任意の入力デバイスや同等の入力デバイスを含むことができ、また入力デバイス 13 は対話式幾何学指定のために使用することができる。

【0015】

システム制御部 32 は、バックプレーン 32a により互いに接続させたモジュールの組を含んでいる。これらのモジュールには、CPU モジュール 36 や、シリアルリンク 40 を介してオペレータコンソール 12 に接続させたパルス発生器モジュール 38 が含まれる。システム制御部 32 は、実行すべきスキャンシーケンスを指示するオペレータからのコマンドをこのリンク 40 を介して受け取っている。パルス発生器モジュール 38 は、各システム構成要素を動作させて所望のスキャンシーケンスを実行させ、発生させる 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発生させている。パルス発生器モジュール 38 は、スキャン中に発生させる傾斜パルスのタイミング及び形状を指示するために 1 組の傾斜増幅器 42 と接続させている。パルス発生器モジュール 38 はさらに、生理学的収集制御器 44 から患者データを受け取ることができ、この生理学的収集制御器 44 は、患者に装着した電極からの ECG 信号など患者に接続した異なる多数のセンサからの信号を受け取っている。また最終的には、パルス発生器モジュール 38 はスキャン室インタフェース回路 46 と接続されており、スキャン室インタフェース回路 46 はさらに、患者及びマグネットシステムの状態に関連付けした様々なセンサからの信号を受け取っている。このスキャン室インタフェース回路 46 を介して、患者位置決めシステム 48 は患者を所望のスキャン位置に移動させるコマンドを受け取っている。

【0016】

パルス発生器モジュール 38 が発生させる傾斜波形は、 $G_x$  増幅器、 $G_y$  増幅器及び  $G_z$  増幅器を有する傾斜増幅器システム 42 に加えられる。各傾斜増幅器は、収集する信号の空間エンコードに使用する磁場傾斜を生成させるように全体を番号 50 で示す傾斜コイルアセンブリ内の物理的に対応する傾斜コイルを励起させている。傾斜磁場コイルアセンブリ 50 は、偏向用マグネット 54 及び全身用 RF コイル 56 を含むマグネットアセンブリ 52 の一部を形成している。システム制御部 32 内の送受信器モジュール 58 は、RF 増幅器 60 により増幅を受けて送信 / 受信スイッチ 62 により RF コイル 56 に結合されるようなパルスを発生させている。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 により検知し、送信 / 受信スイッチ 62 を介して前置増幅器 64 に結合させることができる。増幅した MR 信号は、送受信器 58 の受信器部分で復調され、フィルタ処理され、さらにデジタル化される。送信 / 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、送信モードでは RF 増幅器 60 をコイル 56 と電氣的に接続させ、受信モードでは前置増幅器 64 をコイル 56 に接続させている。送信 / 受信スイッチ 62 によりさらに、送信モードと受信モードのいずれに関しても独立した RF コイル (例えば、表面コイル) を使用することが可能となる。

【0017】

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、システム制御部 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をメモリモジュール 66 内に収集し終わると 1 回のスキャンが完了となる。この未処理の  $k$  空間データは、各画像を再構成させるように別々の  $k$  空間データアレイの形に配置し直しており、これらの各々は、データをフーリエ変換して画像データのアレイにするように動作するアレイプロセッサ 68 に入力される。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、コンピュータシステム 20 において画像データはディスク記憶装置 28 内などの記憶装置内に格納される。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、テープ駆動装置 30 上などの長期記憶内にアーカイブしたり、画像プロセッサ 22 によりさらに処理してオペレータコンソール 12 に伝達しディスプレイ 16 上に表示させたりすることができる。

【0018】

ここで図 2 を見ると、円筒状の RF 支持フォーム 70 を備えた従来の RF コイル 56 の

10

20

30

40

50

断面図を表している。ＲＦ支持フォーム７０は、通常はガラス繊維材料からなっており、患者を囲繞している。スキャン過程で使用されるＲＦエネルギーを発生するまたは受け取るためにＲＦ導体７２が存在している。ＲＦ支持フォーム７０は患者の方向に向いた内側表面７４と、外方を向いた外側表面７６と、を有する。これによって、ＲＦ導体７２の内側表面７８はＲＦ支持フォーム７０の外側表面７６に接触すると共に、これに接着性に結合されている。

【００１９】

図２から分かるように、従来のシステムはＲＦ支持フォーム７０に対して直接貼り付けられたＲＦ導体７２を有しており、したがってＲＦ導体７２からＲＦ支持フォーム７０に直接振動が伝達され、ＲＦ支持フォーム７０が振動を周辺環境に送り出す大きな音響板の役割をして音響ノイズを生じさせる可能性がある。

10

【００２０】

ここで図３を見ると、本発明の好ましい実施形態に従って製作されたＲＦコイル８０の断面図を表している。ＲＦ導体７２は、図２の実施形態のようにＲＦ支持フォーム７０の外側で、あるいは半径方向外方に、貼り付けられているが、図から分かるように、ＲＦ導体７２とＲＦ支持フォーム７０の間に振動脱結合、または機械的脱結合材料からなる脱結合層８２を位置させている。脱結合層８２は脱結合材料からなる層の形態をしていると共に、発泡体などの振動隔絶材料となっており、これによってＲＦ導体７２の音響エネルギーをＲＦ支持フォーム７０から脱結合及び隔絶させている。基本的には、中間の脱結合層８２向けに柔らかい発泡体材料を使用することが可能であるが、音響エネルギーの隔絶を提供するような別の材料を使用することも可能である。

20

【００２１】

したがって、中間の脱結合層８２はＲＦ導体７２の内側表面７８及びＲＦ支持フォーム７０の外側表面７６に貼り付けられている。この貼り付けは適当な接着剤によって実現することが可能である。

【００２２】

ＲＦ導体７２の外側表面８６上に位置させた質量荷重層８４も存在させている。質量荷重層８４は、ＲＦ支持フォーム７０の荷重効果を排除すると共に、ＲＦ導体７２／脱結合層８２の合成体の全体の固有振動数を低下させている。このため、質量荷重層８４はＲＦ支持フォーム７０に対する総転送振動エネルギーを低下させると共に、この質量荷重層８４によってＲＦ導体７２の振動が低下し総音響ノイズを低減させる。質量荷重層８４は、材料の質量を増加させるようにその内部に例えばバリウム塩を包含したビニル材料などの重い材料とすることが可能である。

30

【００２３】

これから分かるように、ＲＦ導体７２は基本的には、ＲＦ支持フォーム７０に接近した動作位置に固定させていると共に、振動脱結合層８２と質量荷重層８４の間に挟み込まれている。ＲＦ導体７２はしたがって、ＲＦ導体７２が発生させる振動エネルギーがＲＦ支持フォーム７０に至らずこれに影響しないようにこれを効果的に低減させている脱結合と質量荷重の組み合わせを提供し、これによってシステムの音響ノイズを低減させるようにして、ＲＦ支持フォーム７０に対して貼り付けられている。

40

【００２４】

ここで図４を見ると、本発明の代替的な実施形態に従って製作されたＲＦコイル１００の断面図を表している。ＲＦ導体７２は、ＲＦ支持フォーム７０の内側で、あるいは半径方向内方に、貼り付けられている。しかし図から分かるように、ＲＦ導体７２とＲＦ支持フォーム７０の間に振動脱結合、または機械的脱結合材料からなる脱結合層８２を位置させている。脱結合層８２は脱結合材料からなる層の形態をしていると共に、発泡体などの振動隔絶材料となっており、これによってＲＦ導体７２の音響エネルギーをＲＦ支持フォーム７０から脱結合及び隔絶させている。基本的には、中間の脱結合層８２向けに柔らかい発泡体材料を使用することが可能であるが、音響エネルギーの隔絶を提供するような別の材料を使用することも可能である。

50

## 【 0 0 2 5 】

したがって、中間の脱結合層 8 2 は R F 導体 7 2 の外側表面 9 8 及び R F 支持フォーム 7 0 の内側表面 9 6 に貼り付けられている。この貼り付けは適当な接着剤によって実現することが可能である。

## 【 0 0 2 6 】

R F 導体 7 2 の内側表面 1 0 6 上に位置させた質量荷重層 8 4 も存在させている。質量荷重層 8 4 は、R F 支持フォーム 7 0 の荷重効果を排除すると共に、R F 導体 7 2 / 脱結合層 8 2 の合成体の全体の固有振動数を低下させている。このため、質量荷重層 8 4 は R F 支持フォーム 7 0 に対する総転送振動エネルギーを低下させると共に、この質量荷重層 8 4 によって R F 導体 7 2 の振動が低下し総音響ノイズを低減させる。質量荷重層 8 4 は、材料の質量を増加させるようにその内部に例えばバリウム塩を包含したビニル材料などの重い材料とすることが可能である。

10

## 【 0 0 2 7 】

R F 導体 7 2 は基本的には、R F 支持フォーム 7 0 に接近した動作位置に固定させていると共に、振動脱結合層 8 2 と質量荷重層 8 4 の間に挟み込まれている。R F 導体 7 2 はしたがって、R F 導体 7 2 が発生させる振動エネルギーが R F 支持フォーム 7 0 に至らずこれに影響しないようにこれを効果的に低減させている脱結合と質量荷重の組み合わせを提供し、これによってシステムの音響ノイズを低減させるようにして、R F 支持フォーム 7 0 に対して貼り付けられている。

20

## 【 0 0 2 8 】

好ましい実施形態に関して、対象を圍繞する円筒状の R F コイルに焦点を当てて記載してきたが、本発明は別のタイプの R F コイルにも利用することができる。これには送信 / 受信表面コイルや受信専用表面コイル（ただし、これらに限らない）が含まれる。

## 【 0 0 2 9 】

本発明を好ましい実施形態及び代替的な実施形態に関して記載してきたが、明示的に記述した以外に等価、代替及び修正が可能であり、これらも添付の特許請求の範囲の域内にあることを理解されたい。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 3 0 】

【図 1】本発明と共に使用するための M R 撮像システムのブロック概要図である。

【図 2】R F 支持フォームに対して直接貼り付けられた目下の R F 導体の断面図である。

【図 3】本発明の好ましい実施形態に従って R F 支持フォームに貼り付けられた R F 導体及び質量荷重層の断面図である。

【図 4】本発明の代替的な実施形態に従って R F 支持フォームに貼り付けられた R F 導体及び質量荷重層の断面図である。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 3 1 】

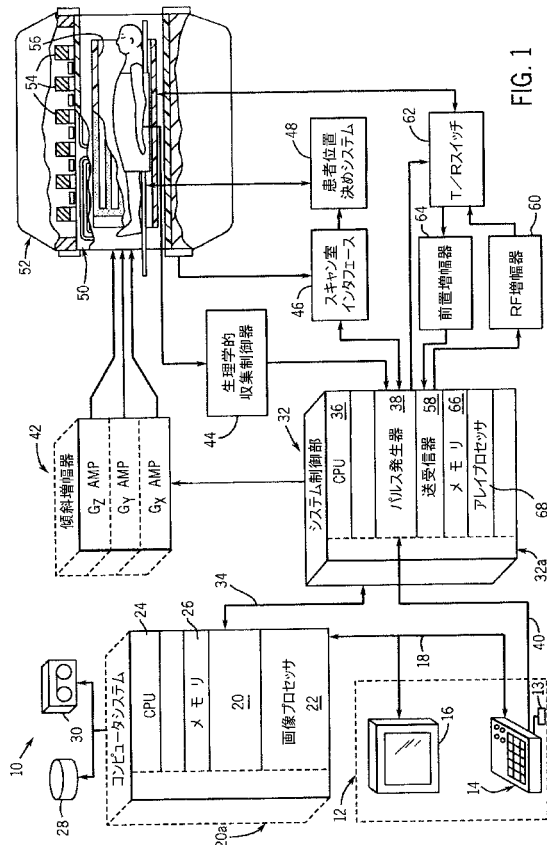
- 1 0 磁気共鳴撮像 ( M R I ) システム
- 1 2 オペレータコンソール
- 1 3 キーボードその他の入力デバイス
- 1 4 制御パネル
- 1 6 表示画面
- 1 8 リンク
- 2 0 単独のコンピュータシステム
- 2 0 a バックプレーン
- 2 2 画像プロセッサモジュール
- 2 4 C P U モジュール

40

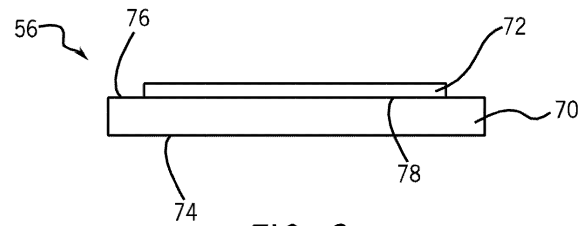
50

2 6	メモリモジュール	
2 8	ディスク記憶装置	
3 0	取外し可能記憶装置	
3 2	単独のシステム制御	
3 2 a	バックプレーン	
3 4	高速シリアルリンク	
3 6	C P Uモジュール	
3 8	パルス発生器モジュール	
4 0	シリアルリンク	
4 2	傾斜増幅器組	10
4 4	生理学的収集制御器	
4 6	スキャン室インタフェース回路	
4 8	患者位置決めシステム	
5 0	傾斜コイルアセンブリの全体	
5 2	マグネットアセンブリ	
5 4	偏向用マグネット	
5 6	全身用 R F コイル	
5 8	送受信器モジュール	
6 0	R F 増幅器	
6 2	送信 / 受信スイッチ	20
6 4	前置増幅器	
6 6	メモリモジュール	
6 8	アレイプロセッサ	
7 0	R F 支持フォーム	
7 2	R F 導体	
7 4	内側表面	
7 6	外側表面	
7 8	内側表面	
8 0	R F コイル	
8 2	脱結合層	30
8 4	質量荷重層	
8 6	外側表面	
9 8	外側表面	
9 6	内側表面	
1 0 0	R F コイル	
1 0 6	内側表面	

【図 1】

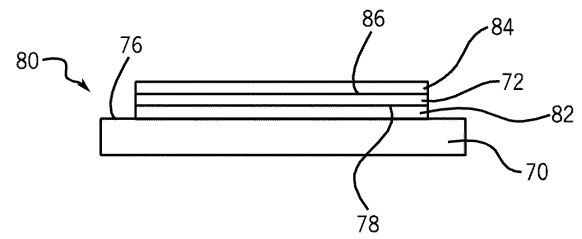


【図 2】

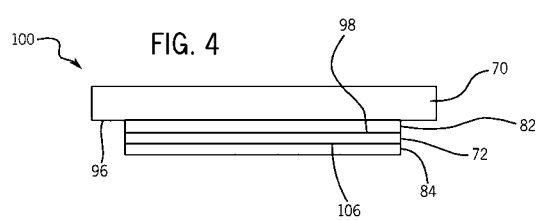


従来技術

【図 3】



【図 4】





---

フロントページの続き

(72)発明者 ダレン・リー・ホールマン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スコットティア、スレイトストン・ドライブ、4番

(72)発明者 アントン・マックス・リンズ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ムクウォナゴ、アシュトン・ウェイ、ダブリュ327・エス  
6914番

審査官 伊藤 幸仙

(56)参考文献 特開平09-271468(JP,A)

特公平05-068973(JP,B2)

特開平03-051036(JP,A)

特開2002-85379(JP,A)

米国特許第7671593(US,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/055