

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5566041号  
(P5566041)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int.Cl.

F 1

**A 6 1 B 5/055 (2006.01)**

A 6 1 B 5/05 3 5 0

請求項の数 5 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-84970 (P2009-84970)                  (22) 出願日 平成21年3月31日 (2009.3.31)                  (65) 公開番号 特開2010-233808 (P2010-233808A)                  (43) 公開日 平成22年10月21日 (2010.10.21)                  審査請求日 平成23年9月30日 (2011.9.30)</p>	<p>(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 100106541                  弁理士 伊藤 信和                  (72) 発明者 浅羽 佑介                  東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127                  ジーイー横河メディカルシステム株式会社                  社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コイル装置および磁気共鳴イメージング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シートと、

前記シートの表面に設けられた第1のコイルであって、第1のループ面を有する第1のコイルエレメントと、第2のループ面を有する第2のコイルエレメントとを備え、前記第1のコイルエレメントには、前記第2のコイルエレメントに流れる電流とは反対回りの電流が流れるように構成された第1のコイルと、

前記シートの裏面に設けられた第2のコイルであって、第3のループ面を有する第3のコイルエレメントと、第4のループ面を有する第4のコイルエレメントとを備え、前記第3のコイルエレメントには、前記第4のコイルエレメントに流れる電流とは反対回りの電流が流れるように構成された第2のコイルと、

前記第1のコイルおよび前記第2のコイルと協働してクワドラチャ受信を行う第3のコイルとを有するコイル装置であって、

前記第2のループ面は、前記第1のループ面に対して第1の方向に位置しており、

前記第3のループ面の少なくとも一部は、前記第1のループ面に対して前記第1の方向とは反対方向に位置しており、

前記第4のループ面の少なくとも一部は、前記第2のループ面に対して前記第1の方向に位置する、コイル装置。

【請求項2】

前記第3のループ面を前記シートの表面に対して垂直方向から見ると、前記第3のルー

ブ面の一部は、前記第 1 のループ面の内側に存在しており、

前記第 4 のループ面を前記シートの表面に対して垂直方向から見ると、前記第 4 のループ面の一部は、前記第 2 のループ面の内側に存在している、請求項 1 に記載のコイル装置

【請求項 3】

前記第 3 のコイルは、ループコイルである、請求項 1 又は 2 に記載のコイル装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか一項に記載のコイル装置を有する磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 5】

前記コイル装置を複数有する、請求項 4 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気共鳴信号を受信するためのコイル装置、および磁気共鳴イメージング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴イメージング装置で被検体を撮影する場合に使われるコイルとして、バタフライコイルが知られている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平06-0343617号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

バタフライコイルは、ループ面の水平方向に広い感度分布を有しているため、被検体の RL 方向（左右方向）に広範囲で撮影したい場合によく使われている。

しかし、バタフライコイルとループコイルとの組み合わせでは、パラレルイメージング法の撮影に適していないという問題がある。

【0005】

本発明は、上記の事情に鑑み、パラレルイメージングに適したコイル装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の問題を解決する本発明のコイル装置は、

第 1 のループ面を有する第 1 のコイルエレメントと、前記第 2 のループ面を有する第 2 のコイルエレメントとを備え、前記第 1 のコイルエレメントには、前記第 2 のコイルエレメントに流れる電流とは反対回りの電流が流れるように構成された第 1 のコイルと、

第 3 のループ面を有する第 3 のコイルエレメントと、前記第 4 のループ面を有する第 4 のコイルエレメントとを備え、前記第 3 のコイルエレメントには、前記第 4 のコイルエレメントに流れる電流とは反対回りの電流が流れるように構成された第 2 のコイルと、を有するコイル装置であって、

前記第 1 のループ面、前記第 2 のループ面、前記第 3 のループ面、および前記第 4 のループ面は、実質的に同一面に位置しており、

前記第 1 のループ面および / 又は前記第 2 のループ面が、前記第 3 のループ面と前記第 4 のループ面との間に位置している。

【発明の効果】

【0007】

10

20

30

40

50

本発明では、第1のコイルの第1のループ面および/又は第2のループ面が、第2のコイルの第3のループ面と第4のループ面との間に位置している。このような構成によって、第2のコイルでは高いコイル感度が得られない領域において、第1のコイルが高いコイル感度を得ることができ、パラレルイメージングを実行することができる。

また、第1のコイルが有する第1のコイルエレメントおよび第2のコイルエレメントは、電流が反対回りに流れるように構成されており、第2のコイルが有する第3のコイルエレメントおよび第4のコイルエレメントも、電流が反対回りに流れるように構成されている。したがって、第1のコイルおよび第2のコイルを、ループコイルと組み合わせることによって、クワドラチャ受信を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【0008】

【図1】第1の実施形態の磁気共鳴イメージング装置1の概略図である。

【図2】被検体8と2つのコイル装置4および14との位置関係を示す図である。

【図3】コイル装置4の斜視図である。

【図4】コイル筐体13に収容されている2つのバタフライコイル40および50と絶縁シート60とを示す斜視図である。

【図5】バタフライコイル40、50、および絶縁シート60を分割して示した斜視図である。

【図6】バタフライコイル40を示す図である。

【図7】エレメント片40a、40b、および40cの構造を説明する図である。

20

【図8】エレメント片40e、40f、および40gの構造を説明する図である。

【図9】エレメント片40dの構造を説明する図である。

【図10】エレメント片40hの構造を説明する図である。

【図11】バタフライコイル40に流れる電流の説明図である。

【図12】バタフライコイル50を示す図である。

【図13】エレメント片50a、50b、および50cの構造を説明する図である。

【図14】エレメント片50d、50e、および50fの構造を説明する図である。

【図15】バタフライコイル50に流れる電流の説明図である。

【図16】バタフライコイル40の2つのループ面42および44と、バタフライコイル50の2つのループ面52および54との相対的な位置関係の説明図である。図4の平面図である。

30

【図17】gファクターの数値を計算するときに使用するシミュレーション条件を説明する図である。

【図18】gファクターの数値を計算するときに使用するシミュレーション条件を説明する図である。

【図19】gファクターの数値を計算するときに使用するシミュレーション条件を説明する図である。

【図20】gファクターの数値を計算するときに使用するシミュレーション条件を説明する図である。

【図21】gファクターを計算する面を示す図である。

40

【図22】gファクターの計算結果を示す図である。

【図23】第2の実施形態におけるバタフライコイル400および500の平面図である。

【図24】バタフライコイル400および500を分離して示した斜視図である。

【図25】バタフライコイル400の2つのループ面402および404と、バタフライコイル500の2つのループ面502および504との相対的な位置関係の説明図である。

【図26】第3の実施形態のコイル装置24の図である。

【図27】バタフライコイル40および50とループコイル80との位置関係を表す平面図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0009】

図1は、第1の実施形態の磁気共鳴イメージング装置1の概略図である。

磁気共鳴イメージング装置（以下、MRI（Magnetic Resonance Imaging）装置と呼ぶ）1は、コイルアセンブリ2と、テーブル3と、コイル装置4および14と、制御装置5と、入力装置6と、表示装置7とを有している。

## 【0010】

コイルアセンブリ2は、被検体8が収容されるボア2aと、超伝導コイル2bと、勾配コイル2cと、送信コイル2dとを有している。超伝導コイル2bは静磁場B0を印加し、勾配コイル2cは勾配パルスを送信し、送信コイル2dはRFパルスを送信する。

10

## 【0011】

テーブル3は、クレードル3aを有している。クレードル3aは、z方向および-z方向に移動するように構成されている。クレードル3aがz方向に移動することによって、被検体8がボア2aに搬送される。クレードル3aが-z方向に移動することによって、ボア2aに搬送された被検体8は、ボア2aから搬出される。

## 【0012】

コイル装置4および14は、被検体8の腹部を挟むように取り付けられている。2つのコイル装置4および14が受信したMR（Magnetic Resonance）信号は、制御装置5に伝送される。

## 【0013】

制御装置5は、コイル制御手段5aおよび信号処理手段5bを有している。

20

## 【0014】

コイル制御手段5aは、入力装置6から入力された撮影命令に従ってパルスシーケンスが繰り返し実行されるように、勾配コイル2cおよび送信コイル2dを制御する。信号処理手段5bは、コイル装置4および14からのMR信号を処理し、画像を再構成する。

## 【0015】

入力装置6は、オペレータ9の操作に応答して、制御装置5に種々の命令などを伝送する。

## 【0016】

表示装置7は、画像などを表示する。

30

## 【0017】

図2は、被検体8と2つのコイル装置4および14との位置関係を示す図である。

## 【0018】

2つのコイル装置4および14は、被検体8の腹部8aを挟むように設置されている。第1の実施形態のコイル装置4および14は、被検体8をパラレルイメージング法を用いて撮影するのに適したコイルである。この理由について説明するために、先ず、コイル装置4および14の構造について説明する。尚、2つのコイル装置4および14は、同一構造であるので、以下では、一方のコイル装置4の構造についてのみ説明する。

## 【0019】

図3は、コイル装置4の斜視図である。

40

## 【0020】

コイル装置4は、コイル筐体13を有している。コイル筐体13には、2つのバタフライコイル（8の字コイル）40および50と、絶縁シート60とが内蔵されている。

## 【0021】

図4は、コイル筐体13に収容されている2つのバタフライコイル40および50と絶縁シート60とを示す斜視図、図5は、バタフライコイル40、50、および絶縁シート60を分離して示した斜視図である。

## 【0022】

バタフライコイル40は、絶縁シート60の下面60aに取り付けられており、一方、バタフライコイル50は、絶縁シート60の上面60bに取り付けられている。以下に、

50

バタフライコイル 40 およびバタフライコイル 50 の構造について順に説明する。

【0023】

図 6 は、バタフライコイル 40 を示す図である。図 6 ( a ) はバタフライコイル 40 の平面図、図 6 ( b ) は X Y 面内の断面図である。

【0024】

バタフライコイル 40 は、8 本のエレメント片 40 a ~ 40 h と、絶縁シート 45 とを有している。以下に、8 本のエレメント片 40 a ~ 40 h および絶縁シート 45 の構造について説明する。

【0025】

図 7 は、エレメント片 40 a、40 b、および 40 c の構造を説明する図である。

10

【0026】

図 7 では、バタフライコイル 40 のうち、エレメント片 40 a、40 b、および 40 c を実線で示しており、残りのエレメント片 40 d ~ 40 h および絶縁シート 45 は破線で示してある。

【0027】

エレメント片 40 a、40 b、および 40 c は、Z X 面に位置している。エレメント片 40 a は Z 軸方向に延在しており、エレメント片 40 b は Z 軸および X 軸に対して斜めの方向に延在しており、エレメント片 40 c は X 軸方向に延在している。エレメント片 40 a はエレメント片 40 b に繋がっており、エレメント片 40 b はエレメント片 40 c に繋がっている。エレメント片 40 a、40 b、および 40 c は、コンデンサなどの電子部品と導線との組み合わせによって構成されているが、図 7 では、説明の便宜上、エレメント片 40 a、40 b、および 40 c は、簡略化して示されている。

20

【0028】

次に、エレメント片 40 e、40 f、および 40 g の構造を説明する。

【0029】

図 8 は、エレメント片 40 e、40 f、および 40 g の構造を説明する図である。

【0030】

図 8 では、バタフライコイル 40 のうち、エレメント片 40 e、40 f、および 40 g を実線で示しており、残りのエレメント片 40 a、40 b、40 c、40 d、および 40 h 並びに絶縁シート 45 は破線で示してある。

30

【0031】

エレメント片 40 e、40 f、および 40 g は、Z X 面に位置している。エレメント片 40 e は Z 軸方向に延在しており、エレメント片 40 f は Z 軸および X 軸に対して斜めの方向に延在しており、エレメント片 40 g は X 軸方向に延在している。エレメント片 40 e はエレメント片 40 f に繋がっており、エレメント片 40 f はエレメント片 40 g に繋がっている。エレメント片 40 e、40 f、および 40 g は、コンデンサなどの電子部品と導線との組み合わせによって構成されているが、図 8 では、説明の便宜上、エレメント片 40 e、40 f、および 40 g は、簡略化して示されている。

【0032】

次に、エレメント片 40 d について説明する。

40

【0033】

図 9 は、エレメント片 40 d の構造を説明する図である。

【0034】

図 9 では、バタフライコイル 40 のうち、エレメント片 40 d を実線で示しており、エレメント片 40 a ~ 40 c および 40 e ~ 40 h、並びに絶縁シート 45 は破線で示してある。

【0035】

エレメント片 40 d は、Z 軸および X 軸に対して斜めの方向に延在している。エレメント片 40 d は、エレメント片 40 c とエレメント片 40 e とを接続している。

【0036】

50

次に、エレメント片 40 h について説明する。

【0037】

図 10 は、エレメント片 40 h の構造を説明する図である。

【0038】

図 10 では、バタフライコイル 40 のうち、エレメント片 40 h を実線で示しており、エレメント片 40 a ~ 40 g、並びに絶縁シート 45 は破線で示してある。

【0039】

エレメント片 40 h は、エレメント片 40 d (図 9 参照) と略直交する方向に延在している。エレメント片 40 h は、エレメント片 40 a とエレメント片 40 g とを接続している。

10

【0040】

バタフライコイル 40 は、上記のように構成された 8 本のエレメント片 40 a ~ 40 h を有している。

【0041】

図 6 に戻って説明を続ける。

バタフライコイル 40 は、8 本のエレメント片 40 a ~ 40 h の他に、絶縁シート 45 を有している。絶縁シート 45 は、エレメント片 40 d (図 9 参照) とエレメント片 40 h (図 10 参照) とを絶縁するためのシートであり、エレメント片 40 d と 40 h との間に位置している。

【0042】

バタフライコイル 40 では、8 本のエレメント片 40 a ~ 40 h によって、略三角形の 2 つの三角形コイルエレメント 41 および 43 が構成されている。

20

【0043】

三角形コイルエレメント 41 は、エレメント片 40 a、40 b、および 40 c と、エレメント片 40 d の一部と、エレメント片 40 h の一部との組み合わせによって構成されている。一方、三角形コイルエレメント 43 は、エレメント片 40 e、40 f、および 40 g と、エレメント片 40 d の一部と、エレメント片 40 h の一部との組み合わせによって構成されている。三角形コイルエレメント 41 は、略三角形のループ面 42 (斜線で示されている) を有しており、三角形コイルエレメント 43 は、略三角形のループ面 44 (斜線で示されている) を有している。

30

【0044】

バタフライコイル 40 は、上記のように構成されている。

【0045】

次に、バタフライコイル 40 に流れる電流について説明する。

【0046】

図 11 は、バタフライコイル 40 に流れる電流の説明図である。

【0047】

図 11 には、バタフライコイル 40 の各エレメント片 40 a ~ 40 h に流れる電流  $I$  が示されている。電流  $I$  が流れる場合、三角形コイルエレメント 41 には、反時計回り  $AC$  に電流  $I$  が流れるが、三角形コイルエレメント 43 には、時計回り  $CW$  に電流  $I$  が流れる。一方、バタフライコイル 40 の各エレメント片 40 a ~ 40 h に、図 11 に示す電流  $I$  とは反対回りの電流が流れる場合、三角形コイルエレメント 41 には、時計回りに電流が流れるが、もう一方の三角形コイルエレメント 43 には、反時計回りに電流が流れる。したがって、三角形コイルエレメント 41 および 43 には、互いに反対回りの電流が流れる。

40

【0048】

次に、もう一方のバタフライコイル 50 について説明する。

【0049】

図 12 は、バタフライコイル 50 を示す図である。図 12 (a) はバタフライコイル 50 の平面図、図 12 (b) は  $XY$  面内の断面図である。

50

## 【0050】

バタフライコイル50は、6本のエレメント片50a～50fと、絶縁シート55とを有している。以下に、6本のエレメント片50a～50fおよび絶縁シート55の構造について説明する。

## 【0051】

図13は、エレメント片50a、50b、および50cの構造を説明する図である。

## 【0052】

図13では、バタフライコイル50のうち、エレメント片50a、50b、および50cを実線で示しており、残りのエレメント片50d～50fおよび絶縁シート55は破線で示してある。

10

## 【0053】

エレメント片50a、50b、および50cは、ZX面に位置している。エレメント片50aはX軸方向に延在しており、エレメント片50bはZ軸方向に延在しており、エレメント片50cはZ軸およびX軸に対して斜めの方向に延在している。エレメント片50aはエレメント片50bに繋がっており、エレメント片50bはエレメント片50cに繋がっている。エレメント片50a、50b、および50cは、コンデンサなどの電子部品と導線との組み合わせによって構成されているが、図13では、説明の便宜上、エレメント片50a、50b、および50cは、簡略化して示されている。

## 【0054】

次に、エレメント片50d、50e、および50fの構造を説明する。

20

## 【0055】

図14は、エレメント片50d、50e、および50fの構造を説明する図である。

## 【0056】

図14では、バタフライコイル50のうち、エレメント片50d、50e、および50fを実線で示しており、残りのエレメント片50a、50b、および50c並びに絶縁シート55は破線で示してある。

## 【0057】

エレメント片50d、50e、および50fは、ZX面に位置している。エレメント片50dはX軸方向に延在しており、エレメント片50eはZ軸方向に延在しており、エレメント片50fはZ軸およびX軸に対して斜めの方向に延在している。エレメント片50dはエレメント片50eに繋がっており、エレメント片50eはエレメント片50fに繋がっている。エレメント片50d、50e、および50fは、コンデンサなどの電子部品と導線との組み合わせによって構成されているが、図14では、説明の便宜上、エレメント片50d、50e、および50fは、簡略化して示されている。

30

## 【0058】

また、エレメント片50dは、エレメント片50cにも接続されており、エレメント片50fは、エレメント片50aにも接続されている。

## 【0059】

バタフライコイル50は、上記のように構成された6本のエレメント片50a～50fを有している。

40

## 【0060】

図12に戻って説明を続ける。

バタフライコイル50は、6本のエレメント片50a～50fの他に、絶縁シート55を有している。絶縁シート55は、エレメント片50c(図13参照)とエレメント片50f(図14参照)とを絶縁するためのシートであり、エレメント片50cと50fとの間に位置している。

## 【0061】

バタフライコイル50では、6本のエレメント片50a～50fによって、略三角形の2つの三角形コイルエレメント51および53が構成されている。

## 【0062】

50

三角形コイルエレメント 5 1 は、エレメント片 5 0 a および 5 0 b と、エレメント片 5 0 c の一部と、エレメント片 5 0 f の一部との組み合わせによって構成されている。一方、三角形コイルエレメント 5 3 は、エレメント片 5 0 d および 5 0 e と、エレメント片 5 0 f の一部と、エレメント片 5 0 c の一部との組み合わせによって構成されている。三角形コイルエレメント 5 1 は、略三角形形状のループ面 5 2 ( 斜線で示されている ) を有しており、三角形コイルエレメント 5 3 は、略三角形形状のループ面 5 4 ( 斜線で示されている ) を有している。

【 0 0 6 3 】

バタフライコイル 5 0 は、上記のように構成されている。

【 0 0 6 4 】

次に、バタフライコイル 5 0 に流れる電流について説明する。

【 0 0 6 5 】

図 1 5 は、バタフライコイル 5 0 に流れる電流の説明図である。

【 0 0 6 6 】

図 1 5 には、バタフライコイル 5 0 の各エレメント片 5 0 a ~ 5 0 f に流れる電流  $I$  が示されている。電流  $I$  が流れる場合、三角形コイルエレメント 5 1 には、反時計回り  $AC$  に電流  $I$  が流れるが、三角形コイルエレメント 5 3 には、時計回り  $CW$  に電流  $I$  が流れる。一方、バタフライコイル 5 0 の各エレメント片 5 0 a ~ 5 0 f に、図 1 5 に示す電流  $I$  とは反対回りの電流が流れる場合、三角形コイルエレメント 5 1 には、時計回りに電流が流れるが、もう一方の三角形コイルエレメント 5 3 には、反時計回りに電流が流れる。したがって、三角形コイルエレメント 5 1 および 5 3 には、互いに反対回りの電流が流れる。

【 0 0 6 7 】

図 4 および図 5 に戻って説明を続ける。

コイル装置 4 は、上記のように構成された 2 つのバタフライコイル 4 0 および 5 0 を有している。バタフライコイル 4 0 と 5 0 との間には、絶縁シート 6 0 が設けられており、バタフライコイル 4 0 および 5 0 は、絶縁シート 6 0 によって絶縁されている。

【 0 0 6 8 】

次に、バタフライコイル 4 0 の 2 つのループ面 4 2 および 4 4 ( 図 6 参照 ) と、バタフライコイル 5 0 の 2 つのループ面 5 2 および 5 4 ( 図 1 2 参照 ) との相対的な位置関係について、図 1 6 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 9 】

図 1 6 ( a ) は、図 4 を  $Y$  軸方向から見た平面図、図 1 6 ( b ) は、図 1 6 ( a ) の  $X$   $Y$  面内の断面図である。

【 0 0 7 0 】

図 1 6 ( a ) では、バタフライコイル 4 0 と 5 0 とを区別するために、バタフライコイル 4 0 には多数のドットが記されている。

【 0 0 7 1 】

バタフライコイル 4 0 は 2 つのループ面 4 2 および 4 4 を有しており、バタフライコイル 5 0 は 2 つのループ面 5 2 および 5 4 を有している。バタフライコイル 4 0 の 2 つのループ面 4 2 および 4 4 は、バタフライコイル 5 0 の 2 つのループ面 5 2 と 5 4 との間に位置している。バタフライコイル 4 0 とバタフライコイル 5 0 との間には、絶縁シート 6 0 ( 図 4 参照 ) が挟まれているが、図 1 6 では、図示省略されている。本実施形態では、バタフライコイル 4 0 の 2 つのループ面 4 2 および 4 4 と、バタフライコイル 5 0 の 2 つのループ面 5 2 および 5 4 が、実質的に同一面内 (  $Z$   $X$  面内 ) に位置するように、厚さの薄い絶縁シート 6 0 が使用されている。バタフライコイル 4 0 のループ面 4 2 は、バタフライコイル 5 0 のループ面 5 2 の内側に存在する部分 4 2 a と、ループ面 5 2 の外側に存在する部分 4 2 b とを有している。また、バタフライコイル 4 0 のループ面 4 4 は、バタフライコイル 5 0 のループ面 5 4 の内側に存在する部分 4 4 a と、ループ面 5 4 の外側に存在する部分 4 4 b とを有している。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 7 2 】

また、バタフライコイル 4 0 および 5 0 を、X 軸方向に 3 つの領域 R 1、R 2、および R 3 に分けた場合、各領域 R 1、R 2、および R 3 におけるバタフライコイル 4 0 および 5 0 のコイル感度は、概ね以下のように説明できる。

## ( 1 ) バタフライコイル 4 0 のコイル感度

バタフライコイル 4 0 のループ面 4 2 および 4 4 の大部分は、領域 R 2 に位置しているので、バタフライコイル 4 0 のコイル感度は、領域 R 2 において高くなるが、領域 R 1 および R 3 において低くなる。

## ( 2 ) バタフライコイル 5 0 のコイル感度

一方、バタフライコイル 5 0 のループ面 5 2 の大部分は、領域 R 1 に位置しており、ループ面 5 4 の大部分は、領域 R 3 に位置している。したがって、バタフライコイル 5 0 のコイル感度は、領域 R 2 において低くなるが、領域 R 2 1 および R 3 において高くなる。

## 【 0 0 7 3 】

したがって、上記の ( 1 ) および ( 2 ) の説明から、バタフライコイル 4 0 では高いコイル感度が得られない領域 R 1 および R 3 においては、バタフライコイル 5 0 が高いコイル感度を有しており、一方、バタフライコイル 5 0 では高いコイル感度が得られない領域 R 2 においては、バタフライコイル 4 0 が高いコイル感度を有していることがわかる。したがって、コイル装置 4 を使用することによって、X 軸方向にパラレルイメージングで撮影をすることができる。また、2 つのコイル装置 4 および 1 4 は、Y 軸方向に並んでいるので ( 図 2 参照 )、Y 軸方向にパラレルイメージングで撮影をすることができる。以下に、2 つのコイル装置 4 および 1 4 を用いることによって、X 軸方向および Y 軸方向にパラレルイメージングで撮影できることを証明するために、パラレルイメージングの評価指数である g ファクターの数値をシミュレーションで計算した。まず、g ファクターの数値を計算するときのシミュレーション条件について、図 1 7 ~ 図 2 1 を参照しながら説明する。

## 【 0 0 7 4 】

図 1 7 ~ 図 2 1 は、g ファクターの数値を計算するとき使用するシミュレーション条件を説明する図である。

## 【 0 0 7 5 】

以下のシミュレーションでは、図 1 7 に示すように、バタフライコイル 4 0 および 5 0 のコイルセット S 1 と、バタフライコイル 4 0 および 5 0 のコイルセット S 2 とを用いて、ファントム PH を撮影するときの g ファクターを計算した。図 1 8 には、図 1 7 を Z 軸方向から見たときの図が示されており、図 1 9 には、図 1 7 を X 軸方向から見たときの図が示されている。ファントム PH は、X Y 面の断面が楕円形状であり、ファントム PH の X 軸方向の長さ 3 4 0 mm、Y 軸方向の長さは 2 0 0 mm、Z 軸方向の長さは 1 7 8 mm である。

## 【 0 0 7 6 】

2 つのコイルセット S 1 および S 2 は、Y 軸方向に 2 0 0 mm 離れている。尚、バタフライコイル 4 0 および 5 0 の寸法は、図 2 0 に示す通りである。ただし、バタフライコイル 4 0 および 5 0 の各エレメント片の幅 W は、無限小としている。次に、g ファクターを計算する面について説明する。

## 【 0 0 7 7 】

図 2 1 は、g ファクターを計算する面を示す図である。

## 【 0 0 7 8 】

g ファクターを計算する面は、コイルセット S 1 の中央とコイルセット S 2 の中央とを貫くアキシャル面 A X とした。

## 【 0 0 7 9 】

以下に、図 1 7 ~ 図 2 1 に示すシミュレーション条件で g ファクターを計算した結果を説明する。

## 【 0 0 8 0 】

10

20

30

40

50

図 2 2 は、g ファクターの計算結果を示す図である。

【 0 0 8 1 】

図 2 2 ( a ) は、アキシャル面 A X の X 軸方向に関する g ファクターを示し、図 2 2 ( b ) はアキシャル面 A X の Y 軸方向に関する g ファクターを示している。図 2 2 ( a ) および ( b ) では、色が黒くなればなるほど、g ファクターの値が小さく、パラレルイメージングに適していることを意味し、色が白くなればなるほど g ファクターの値が大きく、パラレルイメージングには適していないことを意味する。一般的には、g ファクターが、1 0 以下であれば、パラレルイメージングに適していると考えられることができる。図 2 2 ( a ) を参照すると、アキシャル面 A X の X 軸方向に関する g ファクターの最大値  $G_{max} = 2.09$  である。したがって、2 つのコイルセット S 1 および S 2 は、X 軸方向のパラレルイメージングにも適していることがわかる。また、図 2 2 ( b ) を参照すると、アキシャル面 A X の Y 軸方向に関する g ファクターの最大値  $G_{max} = 1.06$  である。したがって、2 つのコイルセット S 1 および S 2 は、Y 軸方向のパラレルイメージングにも適していることがわかる。

10

【 0 0 8 2 】

尚、第 1 の実施形態の MRI 装置は、2 つのコイル装置 4 および 1 4 を有している。しかし、必ずしも 2 つのコイル装置 4 および 1 4 を備える必要はない。例えば、被検体 8 の脊椎を撮影したい場合は、コイル装置 4 のみを備えればよい。コイル装置 4 のみを用いても、アキシャル面 A X の g ファクターは 1 0 よりも十分に小さいので、Y 軸方向にパラレルイメージングで撮影することができる。

20

【 0 0 8 3 】

また、第 1 の実施形態では、図 1 6 に示すように、バタフライコイル 4 0 のループ面 4 2 は、バタフライコイル 5 0 のループ面 5 2 の内側に存在する部分 4 2 a と、ループ面 5 2 の外側に存在する部分 4 2 b とを有している。しかし、バタフライコイル 4 0 のループ面 4 2 の全体が、バタフライコイル 5 0 のループ面 5 2 の外側に存在するようにしてもよい。同様に、バタフライコイル 4 0 のループ面 4 4 の全体が、バタフライコイル 5 0 のループ面 5 4 の外側に存在するようにしてもよい。

【 0 0 8 4 】

( 2 ) 第 2 の実施形態

第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態におけるバタフライコイル 4 0 および 5 0 とは異なる構造を有するバタフライコイルについて説明する。

30

【 0 0 8 5 】

尚、第 2 の実施形態において、バタフライコイルの構造以外は、第 1 の実施形態と同じである。

【 0 0 8 6 】

図 2 3 は、第 2 の実施形態におけるバタフライコイル 4 0 0 および 5 0 0 の平面図、図 2 4 は、バタフライコイル 4 0 0 および 5 0 0 を分離して示した斜視図である。

図 2 3 では、バタフライコイル 4 0 0 と 5 0 0 とを区別するために、バタフライコイル 4 0 0 には多数のドットが記されている。

尚、バタフライコイル 4 0 0 と 5 0 0 との間には、絶縁シートが介在しているが、絶縁シートは図示省略されている。

40

【 0 0 8 7 】

バタフライコイル 4 0 0 は、7 本のエレメント片 4 0 0 a ~ 4 0 0 g と、絶縁シート 4 0 5 とを有している。絶縁シート 4 0 5 は、エレメント片 4 0 0 d と 4 0 0 g とを絶縁するものである。バタフライコイル 4 0 0 では、7 本のエレメント片 4 0 0 a ~ 4 0 0 g によって、略三角形形状の 2 つの三角形コイルエレメント 4 0 1 および 4 0 3 が構成されている。三角形コイルエレメント 4 0 1 は、略三角形形状のループ面 4 0 2 ( 斜線で示されている ) を有しており、三角形コイルエレメント 4 0 3 は、略三角形形状のループ面 4 0 4 ( 斜線で示されている ) を有している。

【 0 0 8 8 】

50

もう一方のバタフライコイル500は、7本のエレメント片500a～500gと、絶縁シート505とを有している。絶縁シート505は、エレメント片500aと500dとを絶縁するものである。バタフライコイル500では、7本のエレメント片500a～500gによって、略三角形の2つの三角形コイルエレメント501および503が構成されている。三角形コイルエレメント501は、略三角形のループ面502（斜線で示されている）を有しており、三角形コイルエレメント503は、略三角形のループ面504（斜線で示されている）を有している。

【0089】

次に、バタフライコイル400の2つのループ面402および404と、バタフライコイル500の2つのループ面502および504との相対的な位置関係について、図25を参照しながら説明する。

10

【0090】

図25(a)は、図23をY軸方向から見た平面図、図25(b)は、図25(a)のXY面内の断面図である。

【0091】

図25(a)では、バタフライコイル400と500とを区別するために、バタフライコイル400には多数のドットが記されている。

【0092】

バタフライコイル400のループ面402は、バタフライコイル500のループ面502の内側に存在する部分402aと、ループ面502の外側に存在する部分402bとを有している。また、バタフライコイル400のループ面404は、バタフライコイル500のループ面504の内側に存在する部分404aと、ループ面504の外側に存在する部分404bとを有している。

20

【0093】

第2の実施形態でも、X軸方向において、バタフライコイル400のコイル感度が低くなる領域において、バタフライコイル500のコイル感度は高くなり、一方、バタフライコイル500のコイル感度が低くなる領域において、バタフライコイル400のコイル感度は高くなる。したがって、X軸方向にパラレルイメージングで撮影することができる。

【0094】

尚、第1の実施形態では、バタフライコイル40および50が使用され、第2の実施形態では、バタフライコイル400および500が使用されている。一般的に、バタフライコイルはループコイルとの相性がよく、バタフライコイルとループコイルは、コイル間のカップリングが十分に小さくなるように組み合わせることが容易であるので、クワドラチャ受信を効率よく行うことができる。したがって、クワドラチャ受信を行いたい場合は、第1の実施形態の2つのバタフライコイル40および50に、ループコイルを組み合わせたり、第2の実施形態の2つのバタフライコイル400および500に、ループコイルを組み合わせてもよい。

30

【0095】

(3) 第3の実施形態

第3の実施形態では、第1の実施形態における2つのバタフライコイル40および50に、ループコイルを組み合わせたコイル装置について説明する。

40

【0096】

図26(a)は、第3の実施形態のコイル装置24の外観図、図26(b)は、コイル装置24のコイル筐体13に内蔵されているコイルおよび絶縁シートを示す斜視図である。

【0097】

コイル装置24は、図26(b)に示すように、バタフライコイル40および50並びに絶縁シート60を有している。第3の実施形態におけるバタフライコイル40および50並びに絶縁シート60は、第1の実施形態におけるバタフライコイル40および50並びに絶縁シート60と同一構造であるので、これらの説明は省略する。

50

## 【 0 0 9 8 】

コイル装置 2 4 は、更に、絶縁シート 7 0 およびループコイル 8 0 を有している。ループコイル 8 0 は、絶縁シート 7 0 を介して、バタフライコイル 5 0 に重なるように配置されている（図 2 6 ( b ) では、説明の便宜上、ループコイル 8 0 および絶縁シート 7 0 は、バタフライコイル 5 0 から分離して示されている）。

## 【 0 0 9 9 】

図 2 7 は、バタフライコイル 4 0 および 5 0 とループコイル 8 0 との位置関係を表す平面図である。尚、図 2 7 において、絶縁シート 6 0 および 7 0 は、図示省略されている。

## 【 0 1 0 0 】

図 2 7 に示すようにループコイル 8 0 を設けることによって、バタフライコイル 4 0 および 5 0 とループコイル 8 0 との間のカップリングが十分に小さくなるので、クワドラチャ受信を効率よく行うことができる。

10

## 【 0 1 0 1 】

また、第 3 の実施形態でも、バタフライコイル 4 0 および 5 0 を有しているので、X 軸方向にパラレルイメージングを行うことができる。

## 【 0 1 0 2 】

尚、第 1 ~ 第 3 の実施形態では、略三角形のバタフライコイルが使用されているが、別の形状のバタフライコイル（例えば、四角形や円形のバタフライコイル）などを使用してもよい。また、第 1 ~ 第 3 の実施形態におけるバタフライコイルは、2 つのループ面を有しているが、3 つ以上のループ面を有するコイルを使用することもできる。

20

## 【 0 1 0 3 】

更に、第 1 ~ 第 3 の実施形態では、2 つのバタフライコイル 5 0 が使用されているが、3 つ以上のバタフライコイルを使用してもよい。また、コイル装置に、バタフライコイルやループコイル以外の別のコイルを更に備えてもよい。

## 【 符号の説明 】

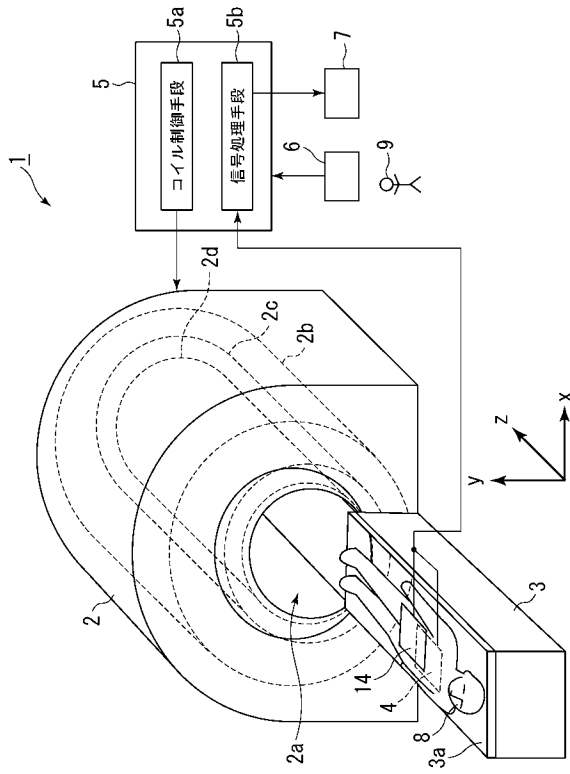
## 【 0 1 0 4 】

- 1 MRI 装置
- 2 コイルアセンブリ
- 2 a ボア
- 2 b 超伝導コイル
- 2 c 勾配コイル
- 2 d 送信コイル
- 3 テーブル
- 3 a クレードル
- 4、1 4 受信コイル
- 5 制御装置
- 5 a コイル制御手段
- 5 b 信号処理手段
- 6 入力装置
- 7 表示装置
- 8 被検体
- 9 オペレータ

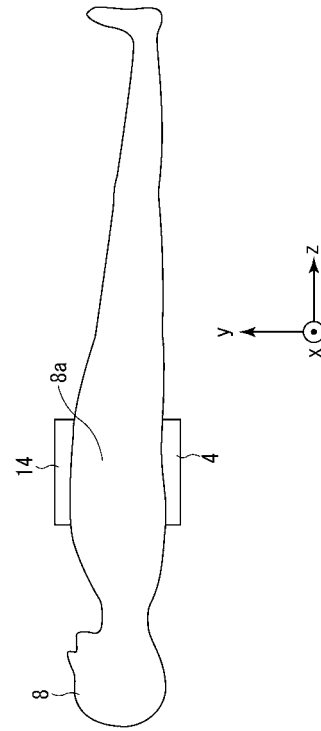
30

40

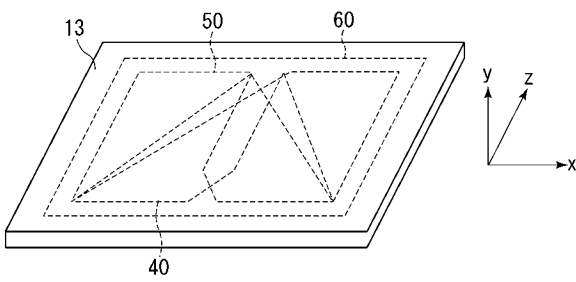
【図1】



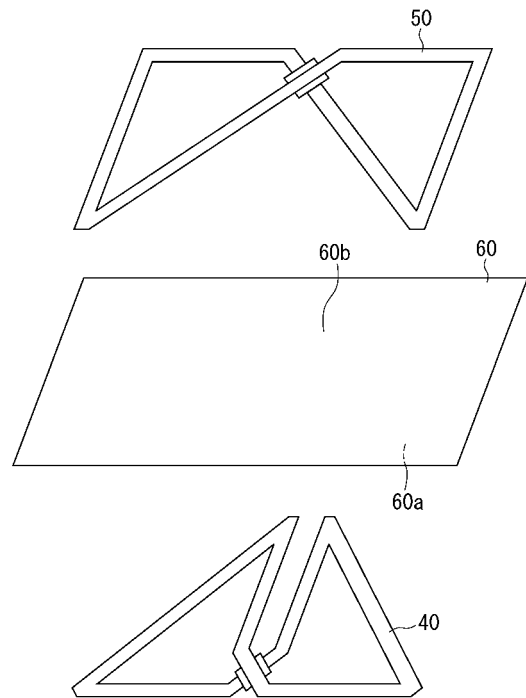
【図2】



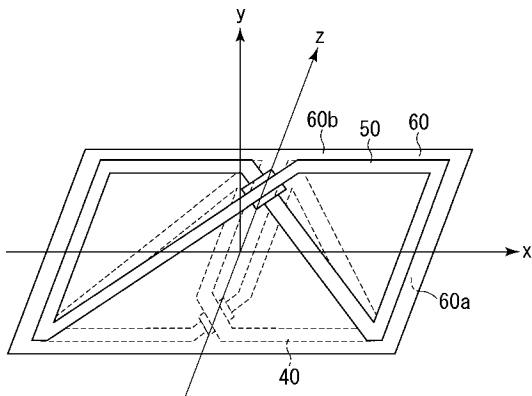
【図3】



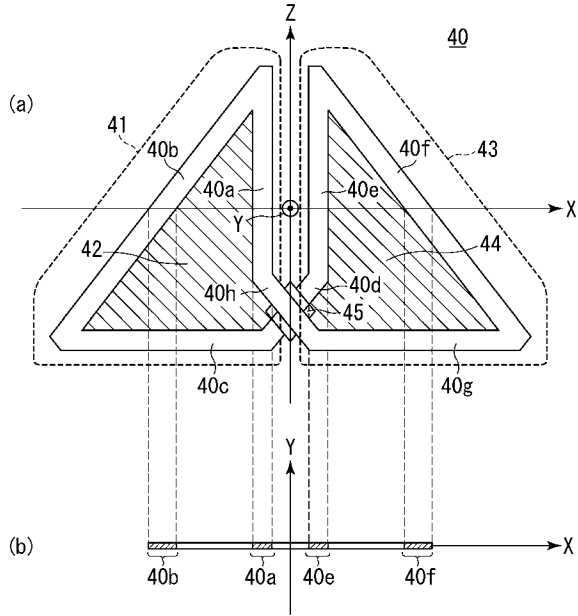
【図5】



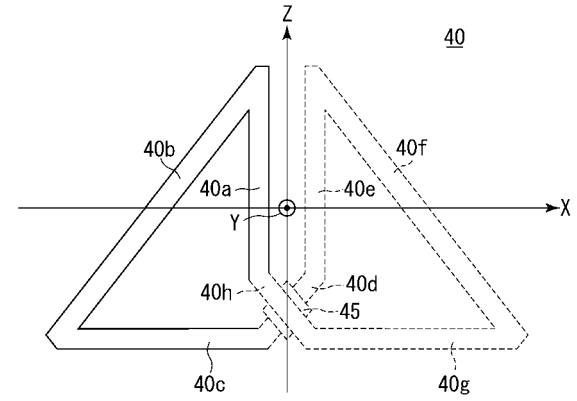
【図4】



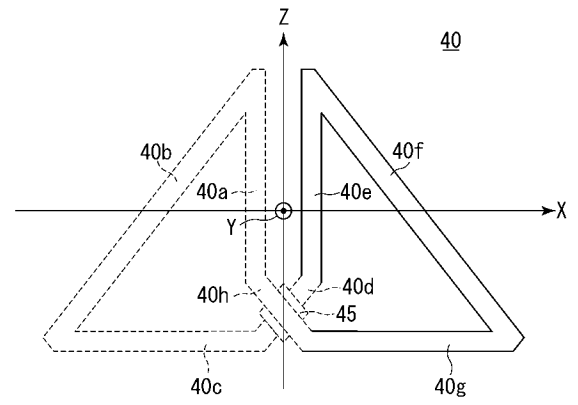
【 図 6 】



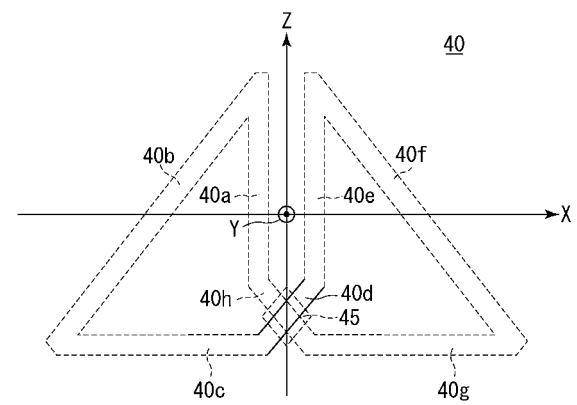
【 図 7 】



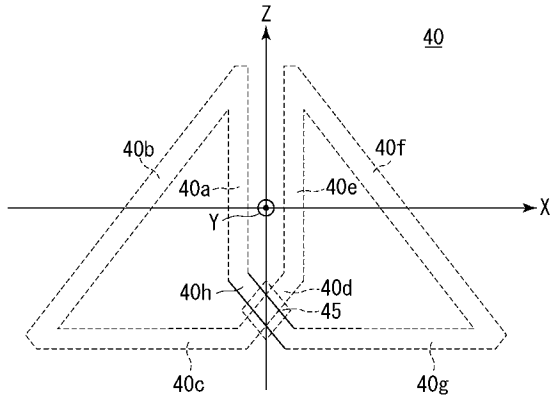
【 図 8 】



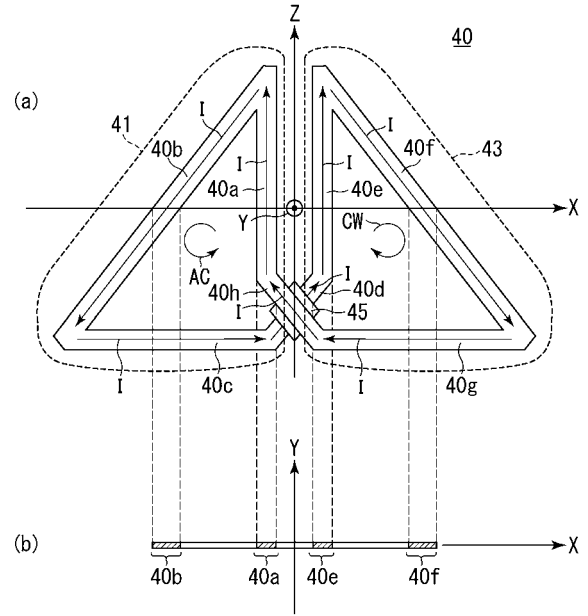
【 図 9 】



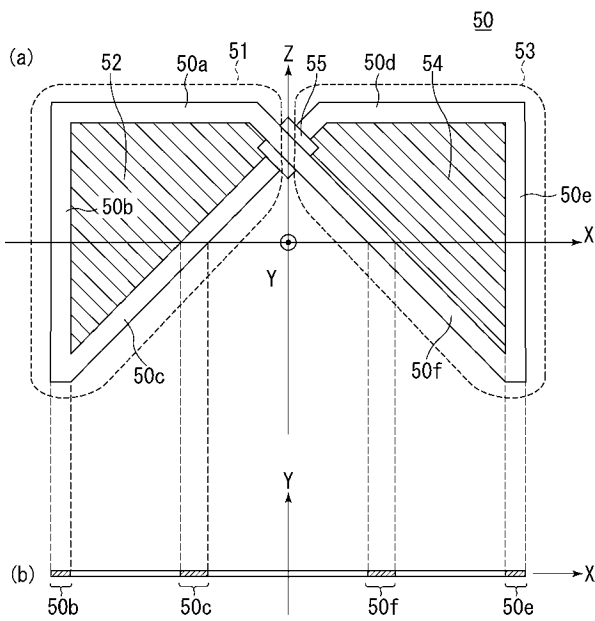
【図10】



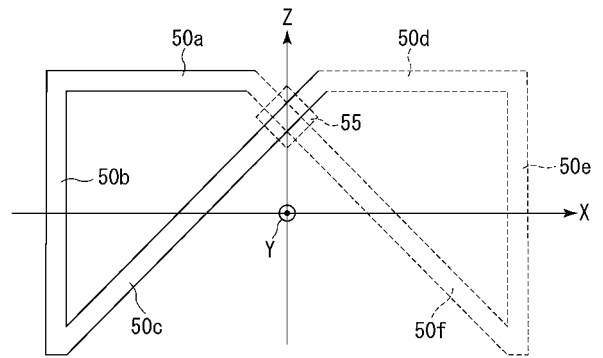
【図11】



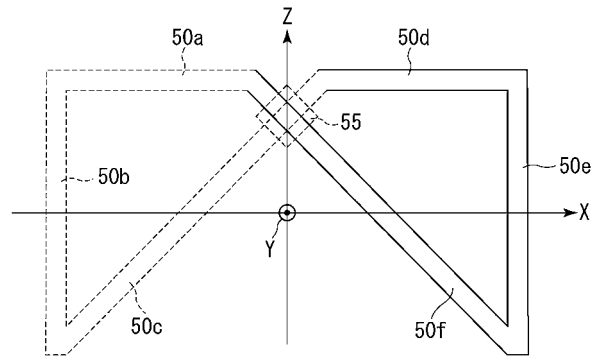
【図12】



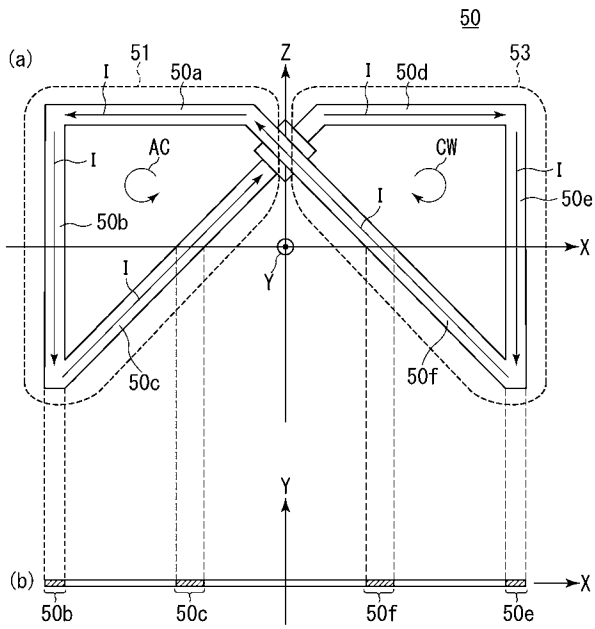
【図13】



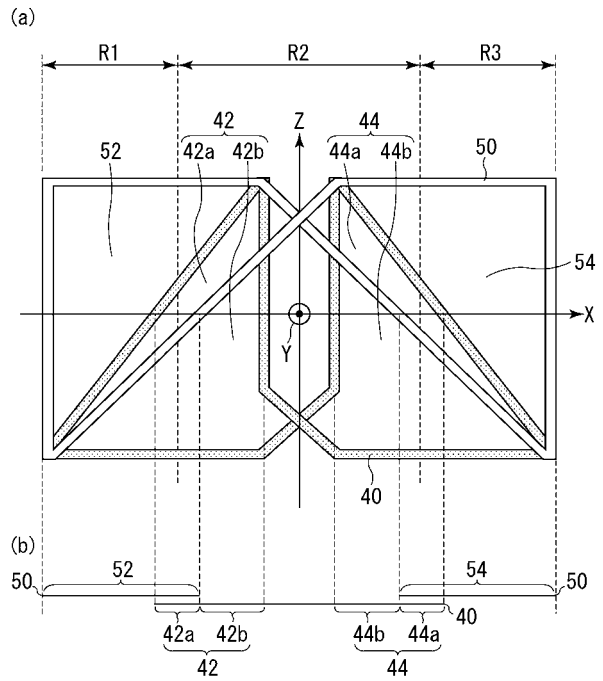
【図14】



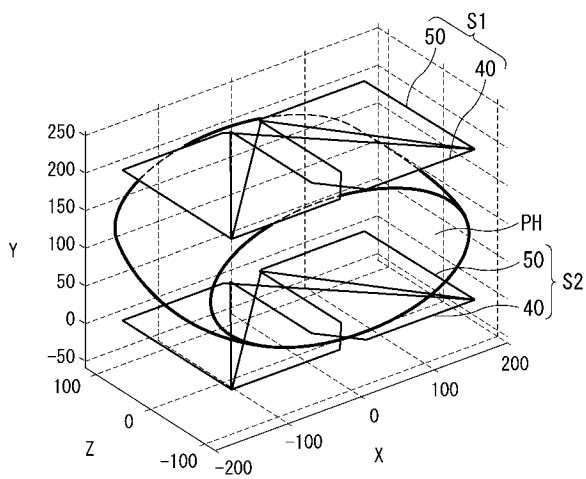
【 図 1 5 】



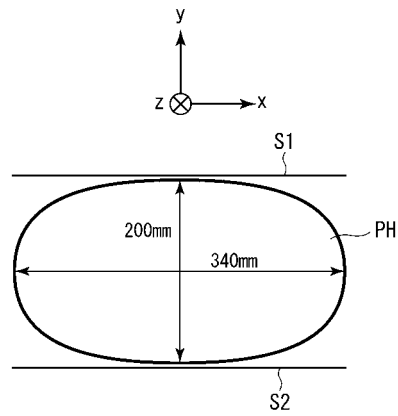
【 図 1 6 】



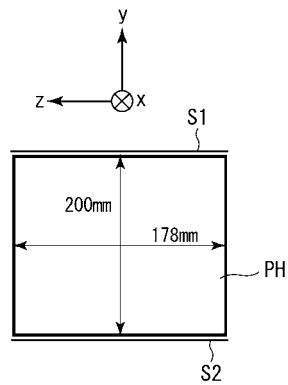
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

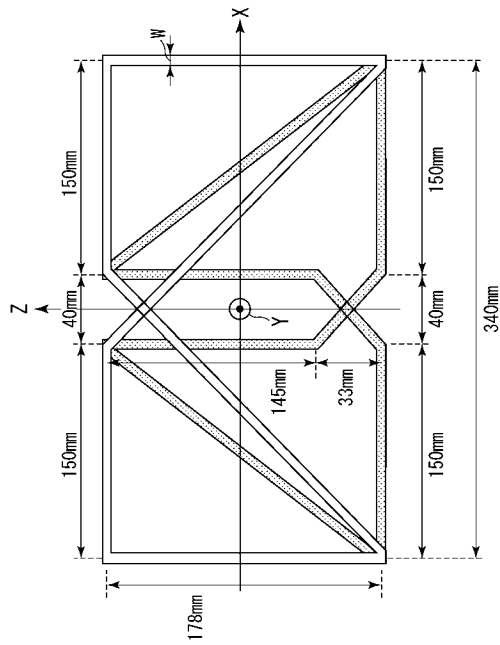


【 図 1 9 】

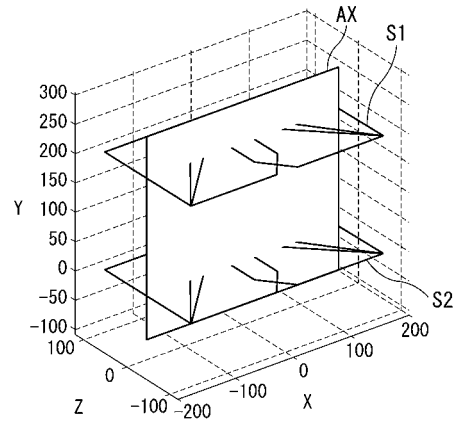




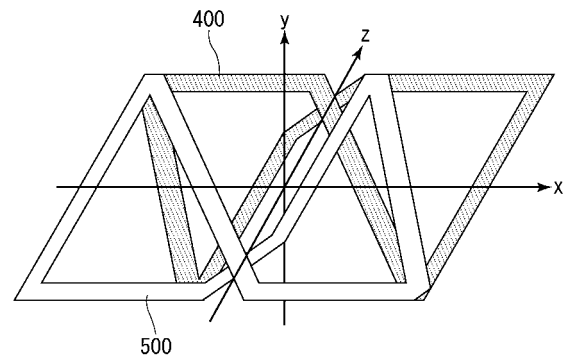
【 図 2 0 】



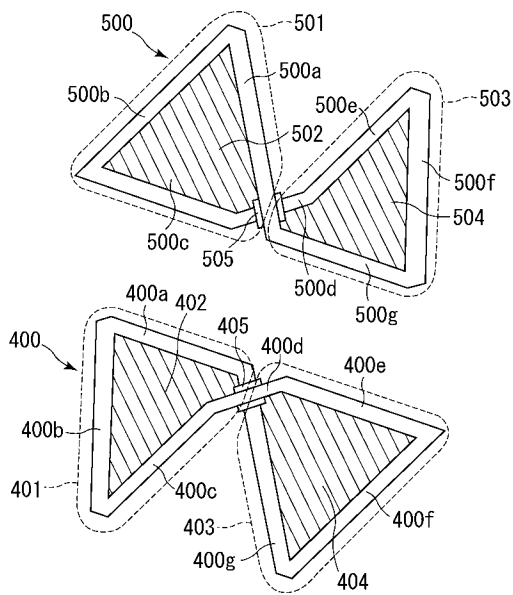
【 図 2 1 】



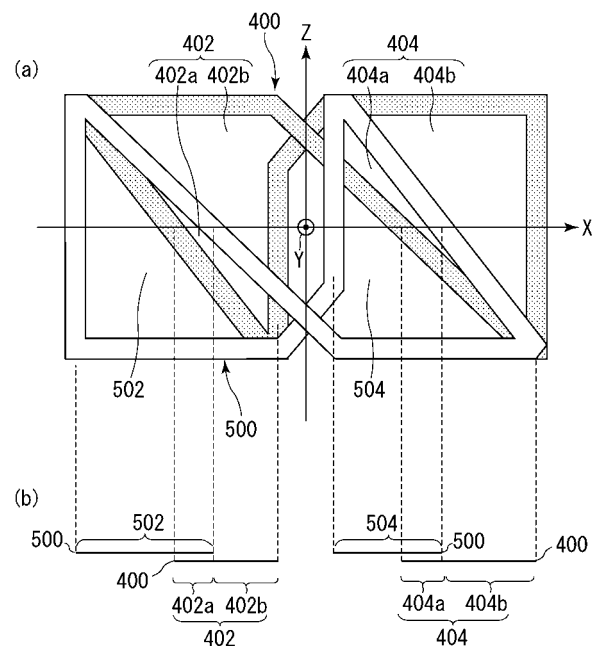
【 図 2 3 】



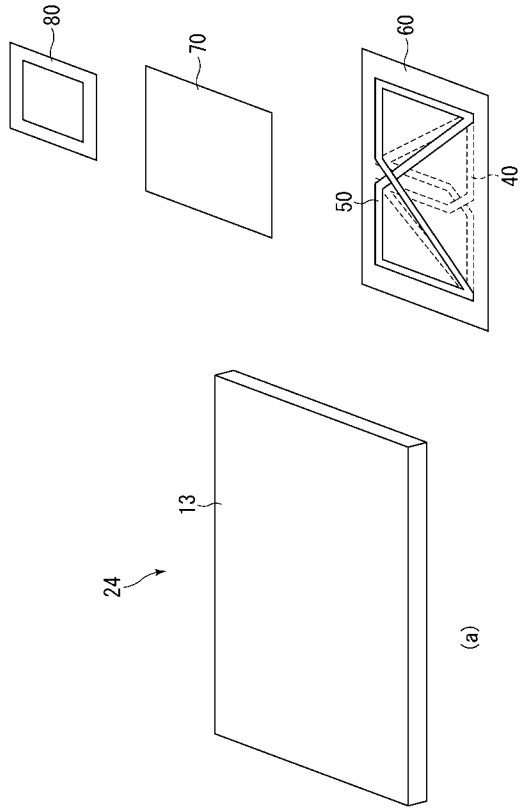
【 図 2 4 】



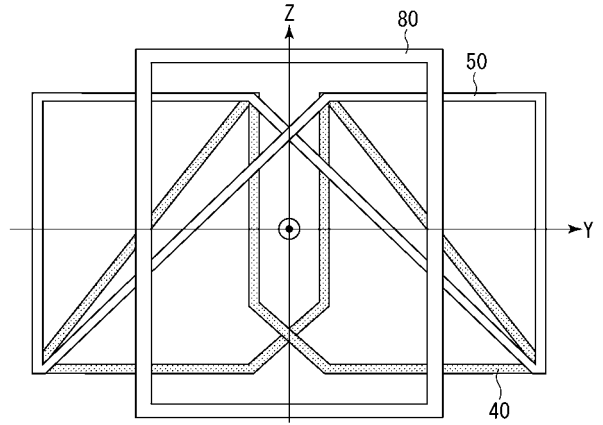
【 図 2 5 】



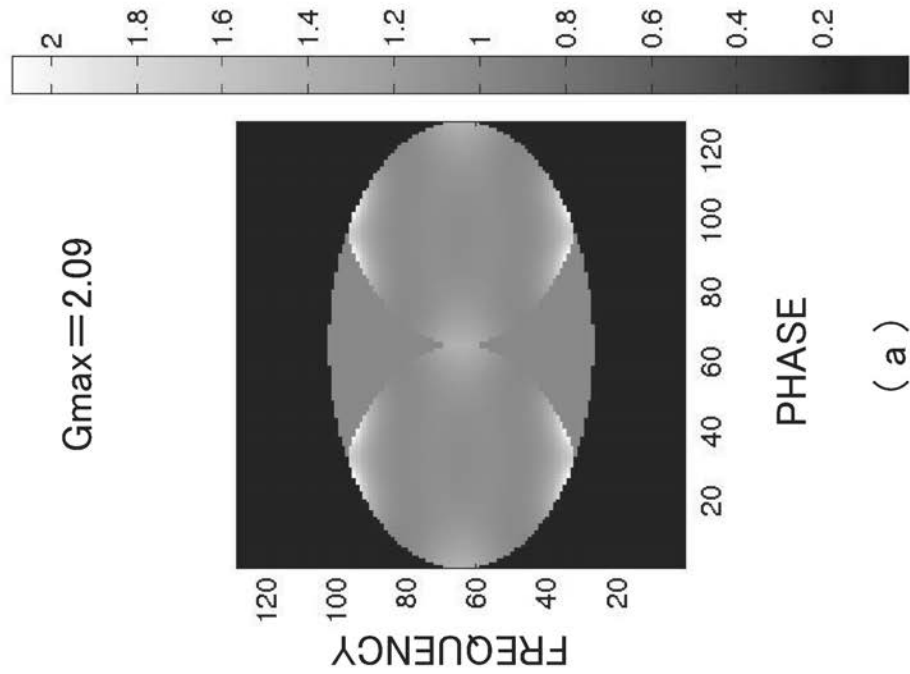
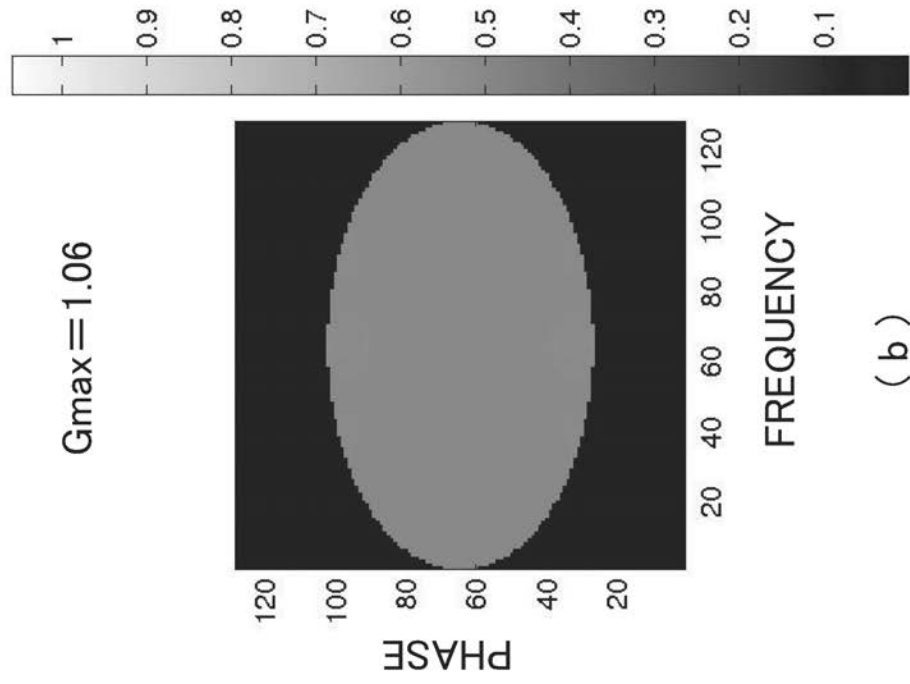
【 26 】



【 27 】



【 図 2 2 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 貫原 謙一  
東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内
- (72)発明者 岩館 雄治  
東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内
- (72)発明者 藤本 昌弘  
アメリカ合衆国 ウィスコンシン州 53188 ワウケシャ ダブリュー ノース・ストリート  
301番

審査官 宮澤 浩

(56)参考文献 特開2003-153878(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 5/055