

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-314796
(P2006-314796A)

(43) 公開日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 5 5	4 C 0 9 6
G O 1 R 33/34 (2006.01)	G O 1 N 24/04 5 2 0 A	
G O 1 R 33/341 (2006.01)	G O 1 N 24/04 5 2 0 B	
G O 1 R 33/3415 (2006.01)	G O 1 N 24/04 5 2 0 C	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-132513 (P2006-132513)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成18年5月11日 (2006.5.11)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(31) 優先権主張番号	11/129,197		GENERAL ELECTRIC CO MPANY
(32) 優先日	平成17年5月13日 (2005.5.13)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ クタデイ、リバーロード、1番
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100093908
			弁理士 松本 研一
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三同心コイル・アレイ

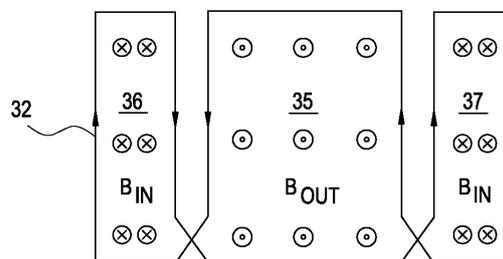
(57) 【要約】

【課題】 S N R比を改善するコイル構成を提供する。

【解決手段】 大きな視野を達成するために複数の三同心表面コイル・アレイで構成された多重ステーションRFコイル・アレイを提供する。別の実施形態では、同じ平面を共用することなく3つのコイル素子を有するRFコイル・アレイを提供する。更に別の実施形態では、2つの同心の表面コイルを持つコイル・アレイを提供する。第1のコイルは「二重バタフライ」コイルと呼ばれており、二重バタフライ・コイルはループ・コイルと組み合わせ対にされる。二重バタフライ・コイルを通る正味の磁束は、バタフライ・コイルのループの寸法を互いに対して変えることによって、ゼロまで調節可能である。

【選択図】 図3A

FIG. 3A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共鳴イメージング用の無線周波 (R F) コイル・アレイであって、

二重バタフライ R F コイル (6 2) と、

前記二重バタフライ・コイル (4 2) に同心にオーバーラップするループ・コイル (6 3) と、

を有する R F コイル・アレイ。

【請求項 2】

前記二重バタフライ・コイル (6 2) は幅 D の中央ループ (4 5) と幅 d の 2 つの側ループ (4 6 , 4 7) とで構成されており、該コイルを通る正味の磁束は、下記の関係式

10

$$= \quad i \quad n \quad - \quad o \quad u \quad t$$

$$= 2 \quad s \quad B \quad i \quad n \quad d \quad s \quad - \quad s \quad B \quad o \quad u \quad t \quad d \quad s$$

$$= 2 \quad 0 \quad h \quad 0 \quad d \quad B \quad i \quad n \quad d \quad y \quad d \quad x \quad - \quad 0 \quad h \quad 0 \quad d \quad B \quad o \quad u \quad t \quad d \quad y \quad d \quad x$$

に従って幅 D と d との比を調節することによってゼロに調節可能である、請求項 1 記載の R F コイル・アレイ。

【請求項 3】

20

更に、前記二重バタフライ・コイル (6 2) 及び前記ループ・コイル (6 3) に同心にオーバーラップするバタフライ・コイル (6 1) であって、前記二重バタフライ・コイル (6 2) と同じ対称軸を共有する当該バタフライ・コイル (6 1) を含んでいる請求項 2 記載の R F コイル・アレイ。

【請求項 4】

前記二重バタフライ・コイル (6 2) 及び前記ループ・コイルは同じ又は同様な視野を共有している、請求項 2 記載の R F コイル・アレイ。

【請求項 5】

共鳴イメージング用の無線周波 (R F) コイル・アレイであって、

二重バタフライ R F コイル (6 2) と、

30

前記二重バタフライ・コイル (4 2) に同心にオーバーラップするバタフライ・コイル (6 1) とを有し、

前記二重バタフライ・コイル (6 2) 及び前記バタフライ・コイル (6 1) が対称軸を共有していること

を特徴とする R F コイル・アレイ。

【請求項 6】

前記二重バタフライ・コイル (6 2) は幅 D の中央ループ (4 5) と幅 d の 2 つの側ループ (4 6 , 4 7) とで構成されており、前記ループ・コイル (6 3) 及び前記二重バタフライ・コイル (6 2) を通る正味の磁束は、下記の関係式

40

$$= \quad i \quad n \quad - \quad o \quad u \quad t$$

$$= 2 \quad s \quad B \quad i \quad n \quad d \quad s \quad - \quad s \quad B \quad o \quad u \quad t \quad d \quad s$$

$$= 2 \quad 0 \quad h \quad 0 \quad d \quad B \quad i \quad n \quad d \quad y \quad d \quad x \quad - \quad 0 \quad h \quad 0 \quad d \quad B \quad o \quad u \quad t \quad d \quad y \quad d \quad x$$

に従って幅 D と d との比を調節することによってゼロに調節可能である、請求項 5 記載の R F コイル・アレイ。

【請求項 7】

前記ループ・コイル (6 3) 、前記二重バタフライ・コイル (6 2) 及び前記バタフライ

50

・コイル(61)は同じ又は同様な視野を共有している、請求項6記載のRFコイル・アレイ。

【請求項8】

複数のRFコイル・アレイを有する多重ステーション無線周波(RF)コイル・アレイであって、前記複数のRFコイル・アレイの各々は、

バタフライ・コイル(61)と、

前記バタフライ・コイル(61)に同心にオーバーラップする二重バタフライ・コイル(62)と、

前記バタフライ・コイル(61)及び前記二重バタフライ・コイル(42)の両方に同心にオーバーラップするループ・コイル(63)と、

を含んでいる、多重ステーションRFコイル・アレイ

10

【請求項9】

前記二重バタフライ・コイル(62)は幅Dの中央ループ(45)と幅dの2つの側ループ(46, 47)とで構成されており、前記ループ・コイル(63)及び前記二重バタフライ・コイル(62)を通る正味の磁束は、下記の関係式

$$= i_{n} - o_{u t}$$

$$= 2 \int_{s} B_{i n} d s - \int_{s} B_{o u t} d s$$

$$= 2 \int_{0}^h \int_{0}^d B_{i n} d y d x - \int_{0}^h \int_{0}^d B_{o u t} d y d x$$

20

に従って幅Dとdとの比を調節することによってゼロに調節可能である、請求項8記載の多重ステーションRFコイル・アレイ。

【請求項10】

前記コイル・アレイ内の各個別のコイル(61, 62, 63)は同じ又は同様な視野を有している、請求項8記載の多重ステーションRFコイル・アレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に云えば、磁気共鳴イメージング(MRI)方法及び機器に関し、より具体的には、MRI機械の信号対ノイズ比(SNR)を増大させるための表面コイル集成体に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴イメージングは、原子核の共鳴現象に基づくものである。共鳴は、周期的な力に曝された系の振動の振幅の増大と定義される。共鳴周波数はその系の固有周波数にほぼ等しい。イメージングは、原子核自体と同じ固有周波数を持つ無線波に应答して原子核から放出された信号を測定することを含む。

【0003】

人体組織のような物質が一様な磁場(分極磁場 B_0)を受けているとき、該組織内のスピンの個々の磁気モーメントがこの分極磁場と整列しようとするが、それらの固有のラーモア周波数でその周りを無秩序に歳差運動する。該物質すなわち組織が、X-Y平面内であってラーモア周波数に近い周波数を持つ磁場(励起磁場 B_1)を受けた場合、正味の整列したモーメント M_z がX-Y平面の方へ回転すなわち「傾倒」して、正味の横磁気モーメント M_t を生じる。励起信号 B_1 が終了した後、励起されたスピンによって核磁気共鳴(NMR)信号が放出され、この信号は受信して処理することにより画像を形成することができる。

40

【0004】

一般的に云えば、結果として生じる無線周波(RF)信号は、身体の近くに配置された

50

R F コイル装置によって検出される。典型的には、このようなコイルは、特定の用途に応じて表面型コイル又は容積型コイルである。通常、励起と検出とに別々の R F コイルが使用されるが、両用途のために同じコイル又はコイル・アレイを使用することができる。

【 0 0 0 5 】

初期には、N M R イメージング・システムは、イメージング対象のサンプル（例えば、患者）全体を取り囲む受信コイルを利用していた。これらのリモート・コイルは、感度がイメージング中の領域全体にわたって第一近似まで一定であると云う利点を有している。この感度の一様性は厳密にはこのようなりモート・コイルの特徴ではないが、該感度は、殆どの再構成技術が一定のコイル感度とみなす程度までにほぼ一定である。リモート・コイルは、それらの寸法が大きいので、個々のスピンの対する相対感度が影響を受ける。

10

【 0 0 0 6 】

用途によっては、表面コイルの方がリモート・コイルよりも好ましい。表面コイルはリモート・コイルよりも幾何学的形状が遥かに小さくなるように作ることができ、また医学的診断に使用するために患者の身体の近くに、又は身体上に、又は身体の内部に適用することができる。これは、解剖学的断面全体よりはむしろ、患者内の小さい領域をイメージングすることに注意を差し向ける場合に特に重要である。表面コイルの使用はまた、対応するリモート・コイルに対して、所望の信号を最大にしなが、身体内での電氣的損失からノイズの寄与分を低減する。従って、N M R イメージング・システムでは、典型的には局所的な高分解イメージングのために小さい表面コイルを使用する。

【 0 0 0 7 】

ところで、表面コイルの欠点はその視野（受信範囲）が制限されていることである。単一の表面コイルでは、該表面コイルの直径に匹敵する横寸法を持つサンプルの領域しか有効にイメージングすることができない。従って、表面コイルは必然的に視野を制限しており、分解能と視野との間で二律相反を招くことが避けられない。また、表面コイルの寸法はコイルの固有の S N R によって制約される。一般的に云えば、コイルが大きくなると患者サンプルの損失が大きくなり、従って、ノイズ成分が大きくなり、他方、コイルが小さくなるとノイズは小さくなるが、視野がより狭い領域に制限される。

20

【 0 0 0 8 】

鳥籠形コイル及びサドル形コイルのような直交コイルの使用により S N R の更なる改善を得ることができる。直交コイルは、その磁化が陽子スピンにより完全な円を描くように回転する無線パルスを送出する。直交コイルでは、R F 電力消費が大幅に低減され且つ S N R が増大する。

30

【 0 0 0 9 】

しかしながら、このようなコイルを使用すると、イメージング面積が実効的に表面コイルの寸法に制限される。表面コイルを大きくすると患者サンプルの損失が大きくなり、従って、ノイズ抵抗が高くなる。このため、視野をオーバーラップさせるように配列した一組の表面コイルを設けることが非常に望ましい。同時に、単一の表面コイルによる高い S N R を保持することが望ましく、これにはコイル間の相互作用を最小にすることが必要である。

【 0 0 1 0 】

4 つ以上の表面コイルを同じ平面内に配置し且つ互いからデカップリング（decoupling；結合の除去）しようとした以前の試みでは、通常の直交コイルと比べて S N R の改善が得られなかった。そこで、従来構成では、2 つの隣接してオーバーラップしたコイルの上に配置される第 3 の大きなコイルを設けている。この大きい方の第 3 のコイルは S N R を改善することができるが、3 つのコイルの内の 1 つのみが最適な B_1 磁場に寄与しているに過ぎない。その上、このような大きな第 3 のコイルは、小さい方のコイルの B_1 磁場寄与分を与えることなくノイズを増大させる。

40

【特許文献 1】米国特許第 4 8 2 5 1 6 2 号

【特許文献 2】米国特許第 5 3 9 4 0 8 7 号

【特許文献 3】米国特許第 6 3 2 3 6 4 8 号

50

【発明の開示】

【0011】

本発明は、複数のコイル・アレイのSNR比を改善する新規でユニークなコイル構成を提供する。本発明は、2つの同心の表面コイルを持つコイル・アレイを提供する。このような構成における第1のコイルは「二重バタフライ」コイルと呼ばれており、後で詳しく説明する。二重バタフライ・コイルはループ・コイルと組み合わせて対にされる。二重バタフライ・コイルを通る正味の磁束は、バタフライ・コイルのループの寸法を互いに対して変えることによって、ゼロまで調節可能である。本発明はまた、2つの同心のコイル、すなわち、二重バタフライ・コイルとバタフライ・コイルとを持つコイル・アレイを提供する。

10

【0012】

本発明は更に、3つの全てのコイルが同じ視野を共有するようにした三同心コイル・アレイを提供する。この三同心コイル・アレイは、二重バタフライ・コイルと、該二重バタフライ・コイルの上に重ねて配置されたバタフライ・コイルと、これらの二重バタフライ・コイル及びバタフライ・コイルの両方の上に重ねて配置されたループ・コイルとを有する。本発明ではまた、一对の直交コイルと第3の平面状コイルとを提供する。本発明はまた、同じ幾何学的中心を持つ全部で3つのコイルを提供する。

【0013】

本発明は、各々のコイルが関心のある領域内の最適な B_1 磁場に寄与するようにした3つの相互誘導的にデカップリングした同心の表面コイルより成るアレイを提供する。この新規でユニークなコイル・アレイではSNRが増大する。この新規なコイル・アレイはまた二重バタフライ・コイルとループ・コイルとの間の磁氣的結合を除去する。また別の実施形態では、コイル・アレイは二重バタフライ・コイルとバタフライ・コイルとの間の磁気結合を除去する。本発明はまた、フェイズ(phase)アレイ技術を使用して、リニア表面コイルに比べてSNRを改善し、また3つの全ての B_1 磁場とノイズとが同等な大きさである領域において一对の直交コイルに比べてSNRの改善さえも行う。

20

【0014】

本発明は、大きな視野を達成するために複数の三同心表面コイル・アレイで構成された多重ステーションRFコイル・アレイを提供する。本発明のまた別の実施形態では、同じ平面を共用することなく3つのコイル素子を有するRFコイル・アレイを提供する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

次いで、図面について詳しく説明する。図面全体を通じて、同じ参照番号は同様な素子に対応する。図6には、本発明の一実施形態の三コイル同心アレイ60を示す。簡単に言えば、本発明は3つの同心の表面コイルで構成され、例えば、バタフライ・コイル61と二重バタフライ・コイル62とループ・コイル63とで構成される。

【0016】

ここで、図3A及び図3B図について説明すると、これらの図は本発明で使用されるような「二重バタフライ」コイルを示す。図3Aに示されているように電流Iが二重バタフライ・コイル32に流れている場合、その軸を中心にして対称に B_1 磁場が発生される。従って、2つの対向する B_1 磁場、すなわち、図3Aに示されているように、中央窓35の内部の磁場 B_{out} と該中央窓35の右側及び左側に位置する側窓36及び37の内部の磁場 B_{in} とがある。

40

【0017】

図4は、二重バタフライ・コイル42がループ・コイル43に同心にオーバーラップしていることを示す。二重バタフライ・コイル42からの B_1 磁場が2つの反対の方向からループ・コイル43を通り抜ける。従って、ループ・コイル43についての正味の磁束は、内向きの磁束(B_{in})と外向きの磁束(B_{out})との差であり、次のように表すことができる。

50

$$\begin{aligned}
 &= i_n - o_u t \\
 &= 2 \int_s B_{i_n} d s - \int_s B_{o_u t} d s \\
 &= 2 \int_0^h \int_0^d B_{i_n} d y d x - \int_0^h \int_0^d B_{o_u t} d y d x
 \end{aligned}$$

この関係は、図示のように、中央窓45の幅（距離D）と側窓46及び47の幅（距離d）との関係に依存する。上記の式を使用すると、コイル間の磁氣的デカップリングを実現するために距離Dとdとの比を調節することによって正味の磁束をゼロに設定することが可能である。

10

【0018】

図5に表されているように、バタフライ・コイル51は常に該バタフライ・コイル51の各々の窓55内に反対向きの B_1 磁場を発生するので、二重バタフライ・コイル52が同じ軸を共有する場合は、二重バタフライ・コイル52を通る正味の磁束はゼロになる。従って、コイルの磁氣的デカップリングはどんなコイル寸法でも実現可能である。

【0019】

このような二重バタフライ・コイルとループ・コイル又はバタフライ・コイルとの間の磁氣的結合の除去により、図5に示されているように、誘導的にデカップリングした同心の表面コイル・アレイが確立される。図5は、バタフライ・コイル51にオーバーラップした二重バタフライ・コイル52を示している。これにより、コイル51及び52の各々は関心のある領域内の最適な B_1 磁場に寄与することができる。

20

【0020】

本発明はまた三コイル・アレイを提供し、このアレイでは、3つの全てのコイルが同じ幾何学的中心を共有し且つリニア表面コイルに対して信号対ノイズ比を $(3)^{1/2}$ だけ改善する。これは、3つの全ての B_1 磁場とノイズとが匹敵する大きさである領域において一对の直交コイルに対して22%の改善と等価である。図6は、1つの可能なコイル構成を持つこのような実施形態を示し、この場合、バタフライ・コイル61と二重バタフライ・コイル62とループ・コイル63とが、関心のある領域内の最適な B_1 磁場に寄与する同心構成で用いられる。図7は、バタフライ・コイルを個別に用いた場合(71)、ループ・コイルを個別に用いた場合(73)及び二重バタフライ・コイルを個別に用いた場合(72)に達成される特定の信号強度及び磁場均質性を例示する。個別に用いたときの各々のコイルは、相対的に低い信号強度の区域を示し、例えば、バタフライ・コイル71は、関心のある領域の中央に相対的に低い信号強度の区域75を示す。二重バタフライ・コイル72は、関心のある領域の周辺を意味するコイルの両端で相対的に低い信号強度の区域76を示す。右下の図は、図6に示したようなコイル61, 62, 63の組合せを使用することによって、改善された信号強度74及び磁場均質性が得られることを示している。明らかに、コイル61, 62, 63の組合せを使用すると、それぞれのコイルの相対的に低い信号強度の区域が除かれる。

30

【0021】

本発明は多数の変形が可能である。例えば、一実施形態では、視野をより大きくするために複数の三コイル同心表面コイル・アレイを有する多重ステーションRFコイル・アレイを構成することができる。この特別な実施形態では、隣接するアレイのコイルに互いにオーバーラップさせることができる。別の可能な実施形態では、3つのコイル素子、すなわち、同心コイル素子の何らかの組合せを含むことができる。しかし、これらのコイル素子は必ずしも同じ平面を共有することは必要でないことに注意されたい。その上、本発明は、1つの二重バタフライ・コイルと1つのループ・コイル又はバタフライ・コイルとを有するRFコイル・アレイを更に含むことができる。

40

【0022】

付加的な利点及び修正は当業者には直ぐに考えられよう。従って、本発明は、広義には、本書に開示し詳述した特定の細部に限定されない。従って、特許請求の範囲によって規

50

定した一般的な発明の概念の精神又は範囲及びそれらの等価物から逸脱することなく様々な修正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】 Srinivasanによって開示されたコイルの概略図である。

【図2】 Boskamp等によって開示されたコイルの概略図である。

【図3A】 本発明に従って構成された二重バタフライ・コイルの概略上面図である。

【図3B】 コイルを通る電流の流れの方向を示した、二重バタフライ・コイルの軸方向断面図である。

【図4】 同心のループ・コイルがその上に重ねて配置されている二重バタフライ・コイルの概略図である。 10

【図5】 同心の二重バタフライ・コイルがその上に重ねて配置されているバタフライ・コイルの概略図である。

【図6】 図5の二重バタフライ・コイル及びバタフライ・コイルの上に重ねて配置された第3の同心のループ・コイルの概略図である。

【図7】 バタフライ・コイル、二重バタフライ・コイル及びループ・コイルのそれぞれの磁場分布、並びにそれらを組み合わせた磁場分布を示すグラフである。

【符号の説明】

【0024】

32 二重バタフライ・コイル 20

35 中央窓

36、37 側窓

42 二重バタフライ・コイル

43 ループ・コイル

45 中央窓

46、47 側窓

51 バタフライ・コイル

52 二重バタフライ・コイル

55 窓

60 三コイル同心アレイ 30

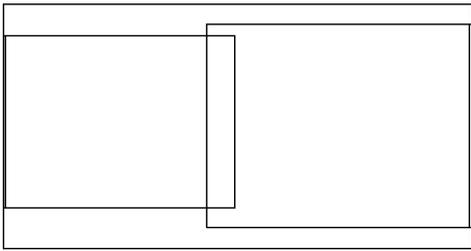
61 バタフライ・コイル

62 二重バタフライ・コイル

63 ループ・コイル

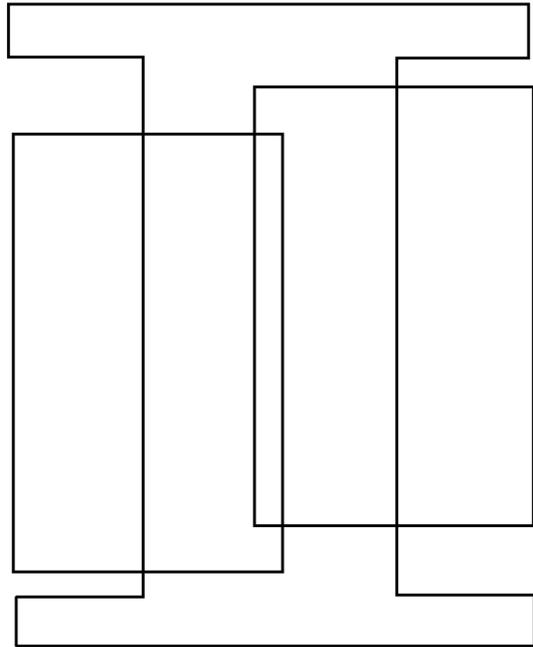
【 図 1 】

FIG. 1



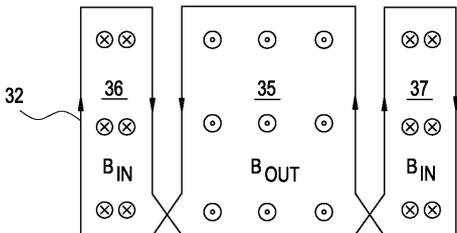
【 図 2 】

FIG. 2



【 図 3 A 】

FIG. 3A



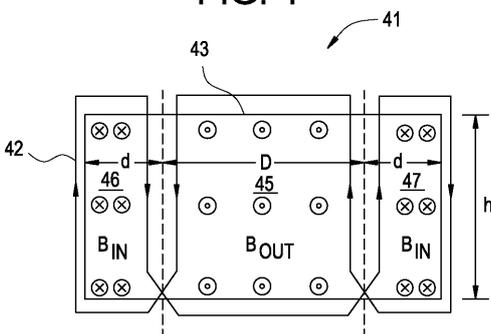
【 図 3 B 】

FIG. 3B



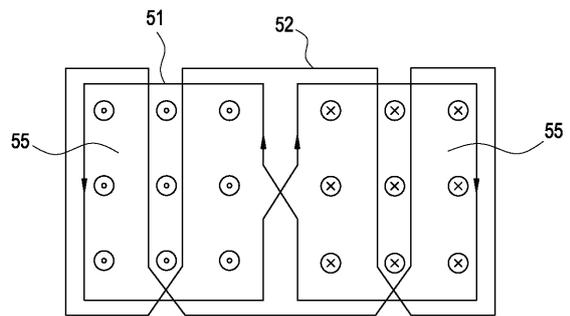
【 図 4 】

FIG. 4



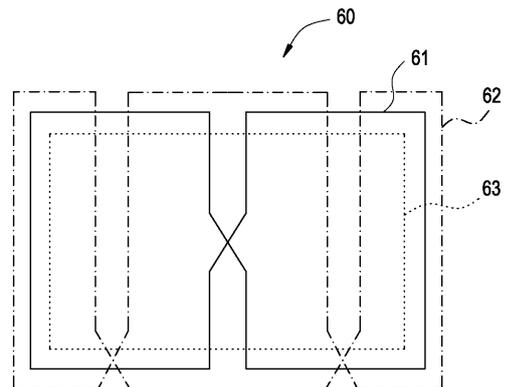
【 図 5 】

FIG. 5



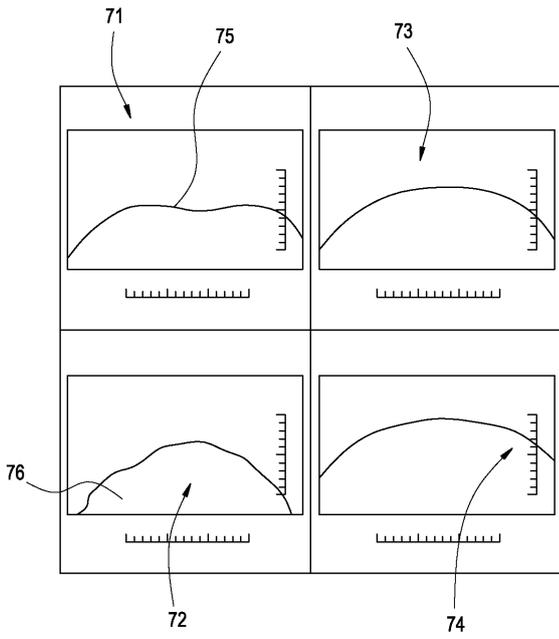
【 図 6 】

FIG. 6



【 図 7 】

FIG. 7



フロントページの続き

- (72)発明者 ダッシェン・チュー
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ハートランド、ポンデローサ・ドライブ、901番
- (72)発明者 リカルド・エム・マティアス
アメリカ合衆国、フロリダ州、ゲインズヴィル、エイピーティー・48、ビルディング・ジー、エ
ス・ダブリュー・セブンティーフス・ストリート、5333番
- (72)発明者 ロバート・エス・ストアumont
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ハートランド、ウィンドウッド・ドライブ、エヌ54・ダブ
リュー30819番

Fターム(参考) 4C096 AB01 AD10 CC06 CC08

【外国語明細書】

2006314796000001.pdf