

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3556005号

(P3556005)

(45) 発行日 平成16年8月18日(2004.8.18)

(24) 登録日 平成16年5月21日(2004.5.21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

A 6 1 B 5/055

A 6 1 B 5/05 3 1 1

G 0 1 N 24/12

G 0 1 N 24/12 5 1 0 L

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願平7-55641	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成7年3月15日(1995.3.15)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(65) 公開番号	特開平8-252230	(72) 発明者	渡邊 英宏 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内
(43) 公開日	平成8年10月1日(1996.10.1)	(72) 発明者	岡本 和也 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内
審査請求日	平成14年3月13日(2002.3.13)	(72) 発明者	押尾 晃一 東京都杉並区阿佐ヶ谷南1-6-10志村 マンション201号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気共鳴診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

<sup>1</sup>Hと、<sup>1</sup>Hとスピン結合している他の核種それぞれの共鳴周波数に対応するRFパルスを印加する磁気共鳴診断装置において、

前記<sup>1</sup>Hに第1軸のスライス選択パルスとして第1のRFパルスを印加する手段と、

前記第1のRFパルスの印加の後に前記他の核種に第2のRFパルスを印加することにより、前記<sup>1</sup>Hと前記他の核種との間で多量子コヒーレンスを生成させる手段と、

前記第2のRFパルスの印加の後に前記<sup>1</sup>Hに第2軸のスライス選択パルスとして第3のRFパルスを印加する手段と、

前記第3のRFパルスの後に、前記他の核種に対して第4のRFパルスを印加することにより、前記<sup>1</sup>Hの1量子コヒーレンスを生成し、前記<sup>1</sup>Hから磁気共鳴信号を収集する手段と、

前記第3のRFパルスと共にスライス選択し且つ前記他の核種とスピンスピン結合していない前記<sup>1</sup>Hからの磁気共鳴信号を抑圧するために、勾配磁場パルスを

$$4 \cdot G_1 + 5 \cdot G_2 - 3 \cdot G_3 - 4 \cdot G_4 = 0$$

$$4 \cdot G_1 + 3 \cdot G_2 - 5 \cdot G_3 - 4 \cdot G_4 = 0$$

なお、G1は、前記第1のRFパルスから前記第2のRFパルスまでの期間に関する前記勾配磁場パルスの時間積分値、

G2は、前記第2のRFパルスから前記第3のRFパルスの中心までの期間に関する前記勾配磁場パルスの時間積分値、

G 3 は、前記第 3 の R F パルスの中心から前記第 4 の R F パルスまでの期間に関する前記勾配磁場パルスの時間積分値、

G 4 は、前記第 4 の R F パルスの印加以降の前記勾配磁場パルスの時間積分値、  
の 2 式のいずれか一方を満たすように印加する手段とを具備することを特徴とする磁気共鳴診断装置。

【請求項 2】

前記第 2 の R F パルスは、J を前記<sup>1</sup>H と前記他の核種との間のスピンスピン結合定数とすると、前記第 1 の R F パルスの印加から  $1 / (2 \cdot J)$  の奇数倍の時間後に印加されることを特徴とする請求項 1 記載の磁気共鳴診断装置。

【請求項 3】

前記第 4 の R F パルスの印加後に、前記第 1 軸に関するスライス選択パルスの印加の際に印加された勾配磁場パルスに対応するリフォーカス勾配磁場パルスを印加する手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の磁気共鳴診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、<sup>13</sup>C にスピンスピン結合 (J 結合) した <sup>1</sup>H を観測する磁気共鳴診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気共鳴診断装置は、水分子の <sup>1</sup>H を検出することによって、生体内の水の分布を非侵襲に画像化することができる装置であり、臨床的に広く使われている診断装置である。しかし、現状の水分布の画像では、形態学的な情報しか得ることができない。

【0003】

これに対し例えば代謝物の <sup>1</sup>H、<sup>13</sup>C あるいは <sup>31</sup>P を検出することによって、生体内の代謝情報を得ることができるため、多核種の NMR (Nuclear Magnetic Resonance) の研究が数多くなされてきた。このうちで近年注目を集めているのが、<sup>13</sup>C - NMR である。<sup>13</sup>C は天然存在比が 1.1 パーセントと低いために <sup>13</sup>C 標識物質投与後の代謝の様子を追跡することが可能で、<sup>1</sup>H や <sup>31</sup>P とは異なる代謝情報を得ることができるためである。

【0004】

しかし、この <sup>13</sup>C - NMR には検出感度が低いという問題があり、デカップリングや分極移動といった方法が開発されてきた。この中で近年最も注目を集めている方法が、<sup>13</sup>C に結合した <sup>1</sup>H を観測することによって S/N を向上させる <sup>1</sup>H 観測法である。

【0005】

この <sup>1</sup>H 観測法の一つに多量子コヒーレンスを利用した L. J. Muller が開発し、A. Bax が改良した HMQC 法 (Heteronuclear Multiple-Quantum-Coherence) という方法がある (L. J. Muller, J. Am. Chem. Soc. 101, 4481, (1979), A. Bax et al., J. Am. Chem. Soc. 105, 7188 (1983))。このシーケンスを図 8 に示す。

【0006】

このシーケンスでは、<sup>1</sup>H のみを選択的に励起するように周波数調整された 90° パルスを印加することにより <sup>1</sup>H のみを励起し、この 90° パルスから  $1 / 2 J$  (J は <sup>1</sup>H と <sup>13</sup>C の J 結合定数) 経過後に、<sup>13</sup>C のみを選択的に励起するように周波数調整された 90° パルスを x 軸に関して印加することにより 2 量子コヒーレンスを生成する。これ以後の t<sub>1</sub> 期間に <sup>13</sup>C の化学シフトの情報が信号に付加される。t<sub>1</sub> 期間後の <sup>13</sup>C の 90° パルスによって磁化が <sup>1</sup>H 側に戻り、結合している <sup>13</sup>C の情報が付加された <sup>1</sup>H 信号を t<sub>2</sub> 期間に観測 (サンプリング) する。

【0007】

10

20

30

40

50

$t_1$  の長さを変化させながらデータ収集を繰り返し、2次元データ列  $S(t_1, t_2)$  を取得し、 $t_1$  軸及び  $t_2$  軸に関して2次元フーリエ変換を実行することにより図9のような $^{13}\text{C}$ の化学シフトと $^1\text{H}$ の化学シフトをそれぞれ軸とする2次元スペクトルを取得することができる。

【0008】

しかし、このHMQC法では水信号の除去が行えないため、CHESS (chemical shift selective) パルス等の水信号除去のためのプリパルス、且つ残留水信号の除去のためのフェーズサイクリング及び差分の必要があった。

【0009】

これに対して、R. E. Hurd等は勾配磁場を利用してコヒーレンス選択を行う方法を提案した (R. E. Hurd et al., J. Magn. Reson., 099, 191, 648, 1991)。このシーケンスを図10に示す。この方法では、 $t_1$  期間内に印加する勾配磁場  $G_{\text{selection}}$  により、2量子コヒーレンスのみを選択し、1量子コヒーレンスである水を除去する。つまり、1回の計測で $^{13}\text{C}$ に結合した $^1\text{H}$ のみを検出することができるようになり、動きの影響を低減することが可能となった。実際、P. C. M van Zijl等はMagnetic Resonance in Medicineのvol. 30 p. 544~p. 551 (1993) において図11のシーケンスを用いてin vivo の2次元NMRスペクトルを報告している。

【0010】

P. C. M van Zijl等は図11のシーケンスに示すように、 $90^\circ$ パルスをスライス選択励起パルスとして用いることで、1軸方向の選択励起のみを行っている。しかし、1軸方向の選択励起のみでは部位ごとの診断は不可能であるという問題があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、従来のHMQC法あるいはge-HMQC法では局所領域からの信号を検出することができず、診断上問題であった。

本発明の目的は、HMQC法あるいはge-HMQC法において、信号を検出する領域の局所化を可能とする磁気共鳴診断装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、 $^1\text{H}$ と、 $^1\text{H}$ とスピン結合している他の核種それぞれの共鳴周波数に対応するRFパルスを印加する磁気共鳴診断装置において、前記 $^1\text{H}$ に第1軸のスライス選択パルスとして第1のRFパルスを印加する手段と、前記第1のRFパルスの印加の後に前記他の核種に第2のRFパルスを印加することにより、前記 $^1\text{H}$ と前記他の核種との間で多量子コヒーレンスを生成させる手段と、前記第2のRFパルスの印加の後に前記 $^1\text{H}$ に第2軸のスライス選択パルスとして第3のRFパルスを印加する手段と、前記第3のRFパルスの後に、前記他の核種に対して第4のRFパルスを印加することにより、前記 $^1\text{H}$ の1量子コヒーレンスを生成し、前記 $^1\text{H}$ から磁気共鳴信号を収集する手段と、前記第3のRFパルスと共にスライス選択し且つ前記他の核種とスピンスピン結合していない前記 $^1\text{H}$ からの磁気共鳴信号を抑圧するために、勾配磁場パルスを

$$4 \cdot G_1 + 5 \cdot G_2 - 3 \cdot G_3 - 4 \cdot G_4 = 0$$

$$4 \cdot G_1 + 3 \cdot G_2 - 5 \cdot G_3 - 4 \cdot G_4 = 0$$

なお、 $G_1$ は、前記第1のRFパルスから前記第2のRFパルスまでの期間に関する前記勾配磁場パルスの時間積分値、

$G_2$ は、前記第2のRFパルスから前記第3のRFパルスの中心までの期間に関する前記勾配磁場パルスの時間積分値、

$G_3$ は、前記第3のRFパルスの中心から前記第4のRFパルスまでの期間に関する前記勾配磁場パルスの時間積分値、

$G_4$ は、前記第4のRFパルスの印加以降の前記勾配磁場パルスの時間積分値、

の2式のいずれか一方を満たすように印加する手段とを具備する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

【作用】

本発明によれば、信号を検出する領域の局所化が可能となる。

【 0 0 1 6 】

【実施例】

以下、本発明に係る磁気共鳴診断装置の好ましい実施例を図面を参照して説明する。なお、本発明では、濃厚スピンと希釈スピンの例として全て  $^1\text{H}$  と、 $^1\text{H}$  とスピン結合している他の核種である  $^{13}\text{C}$  に関してのみ記するが、他の核種としては  $^{13}\text{C}$  に限定されず、 $^1\text{H}$  とスピン結合している例えば  $^{15}\text{N}$  等であってもよい。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明の一実施例に関わる磁気共鳴診断装置の構成図である。同図において、静磁場磁石 1 とその内側に設けられた勾配コイル 2 及びシムコイル 3 により、図示しない被検体に一樣な静磁場と、互いに直交する  $x$ 、 $y$ 、 $z$  の 3 軸方向に線形傾斜磁場分布を持つ勾配磁場が印加される。勾配コイル 2 は、勾配コイル電源 5 により駆動され、シムコイル 3 はシムコイル電源 6 により駆動される。勾配コイル 2 の内側に設けられた送受信コイルとしてのプローブ 4 は、 $^1\text{H}$  送信部 7 あるいは  $^{13}\text{C}$  送信部 8 から高周波信号が供給されることによって被検体に高周波磁場 (RF パルス) を印加し、被検体からの磁気共鳴信号を受信する。プローブ 4 は、 $^1\text{H}$  送受信および  $^{13}\text{C}$  送信が可能であれば良く、 $^1\text{H}$  専用プローブと  $^{13}\text{C}$  専用プローブとを別々に設けても良いし、二重同調として同一のコイルとしても両核種に兼用させてもよい。プローブ 4 で受信された磁気共鳴信号は  $^1\text{H}$  受信部 9 で検波された後、データ収集部 11 に転送され、ここで A/D 変換されてから計算機システム 12 に送られ、データ処理がなされる。送信部、受信部およびプローブは、 $^1\text{H}$  の共鳴周波数で送受信可能であり、かつ  $^1\text{H}$  以外の少なくとも 1 つの核種 (図 1 には  $^{13}\text{C}$  の例を示した) の共鳴周波数で送信可能なように構成される。

【 0 0 1 8 】

以上の勾配コイル電源 5、シムコイル電源 6、 $^1\text{H}$  受信部 9 およびデータ収集部 11 は、全てシーケンス制御部 10 によって制御され、またシーケンス制御部 10 は計算機システム 12 によって制御される。計算機システム 12 はコンソール 13 からの指令により制御される。データ収集部 11 から計算機システム 12 に入力された磁気共鳴信号は、フーリエ変換等が行われ、それに基づいて被検体内の所望原子核の密度分布の画像データが再構成される。この画像データは画像ディスプレイ 14 に送られ、画像として表示される。

【 0 0 1 9 】

次に本実施例による局所化について説明する。本発明においては、局所励起化は、全て  $^1\text{H}$  に対して印加される RF パルスで行なうことを必須とする。これは、 $^{13}\text{C}$  では化学シフトによる位置ずれが問題となるのに対し、 $^1\text{H}$  では位置ずれの影響が小さいためである。

【 0 0 2 0 】

図 2 (a) に本実施例によるパルスシーケンスを示す。このパルスシーケンスでは、 $x$  軸方向と  $y$  軸方向の 2 軸に関して各々、スライス選択励起を適用することにより柱状領域を選択的に励起する。さらに、残る  $z$  軸方向に関しては、エンコードをかけることによって局所領域の C-H 相関 2 次元スペクトルを取得することを可能とするものである。

【 0 0 2 1 】

このシーケンスでは、 $^1\text{H}$  のみ選択的に励起する  $^1\text{H}$  の  $90^\circ$  パルスを、特定のスライス領域を選択的に励起するように周波数調整して、 $x$  軸のスライス選択励起パルスとして、スライス勾配磁場 (図では  $G_x$ ) の存在下で、印加する。これにより 1 番目の軸 ( $x$  軸) に関して局所化が達成される。

【 0 0 2 2 】

この  $^1\text{H}$  の  $90^\circ$  パルスから、 $^{13}\text{C}$  のみ選択的に励起する  $^{13}\text{C}$  への最初の  $90^\circ$  パルスを印加するまでの時間間隔を、 $1/2 J$  に設定する。この時間間隔は、 $^1\text{H}$  の  $90^\circ$  パルスのピーク付近と  $^{13}\text{C}$  の  $90^\circ$  パルスの間隔とし、ファントムを用いて  $^{13}\text{C}$  の 9

10

20

30

40

50

0°パルスの印加時刻を調整すれば良い。ここでJとは、 $^1\text{C}$ と $^1\text{H}$ 間のスピン結合定数である。例えば、 $\text{CH}_2$ の結合では $J = 160\text{ Hz}$ であり、 $1/2 J = 3.1\text{ ms}$ となる。 $\text{CH}$ の結合では、 $J = 240\text{ Hz}$ であり、 $1/2 J = 2.1\text{ ms}$ となる。この間隔は $3/2 J$ ,  $5/2 J$ , ...,  $(1 + 2n)/2 J$  ( $n$ は整数)に設定することができるが、上記のように、実際には異なるJが存在するので、磁化移動の効率の点から、 $1/2 J$ が好ましい。例えば、 $\text{CH}_2$ の場合、 $J = 160\text{ Hz}$ であり、 $1/2 J = 3.1\text{ ms}$ となる。

#### 【0023】

このように $^1\text{H}$ の90°パルス(選択励起パルス)から、 $^1\text{C}$ への最初の90°パルスまでの時間間隔は短く、スライス勾配磁場に対するリフォーカス用勾配磁場を、従来のように点線で示したタイミングで印加するのは臨床機の制約により厳しい場合がある。そこで、本発明では、リフォーカス用勾配磁場を、多量子コヒーレンス $t_1$ 以後、つまり2番目の $^1\text{C}$ の90°パルスの印加後から、データ収集までの $^1\text{H}$ の1量子コヒーレンス $T_4$ の期間に印加することにより、この制約からの解放を実現する。これにより、1軸の局所化をスライス選択励起により実現することが可能となる。

#### 【0024】

次に2つめの軸(図ではy軸)の局所化を説明する。これは多量子コヒーレンスの $t_1$ 期間内に $^1\text{H}$ に対して印加される180°パルス(再結像パルス)を、スライス勾配磁場(ここでは $G_y$ )の存在下で、スライス選択パルスとして用いることで実現する。図では、y軸方向を2つめの選択の軸としている。

#### 【0025】

ただし、 $t_1$ 期間に印加する勾配磁場は、多量子コヒーレンス選択(多量子遷移選択)に関与する。したがって、本発明では、180°パルスによるスライス領域選択と共に、多量子コヒーレンスをも実現させるために、このスライス勾配磁場と同軸の勾配磁場 $G_y$ の大きさを、次のように設定する。まず、区間1乃至4を次のように定義する。

#### 【0026】

区間1;  $^1\text{H}$ の90°パルスから $^1\text{C}$ への最初の90°パルス(多量子コヒーレンス生成前)までの期間。

区間2;  $^1\text{C}$ への最初の90°パルスの印加後(多量子コヒーレンスの生成開始)から、 $^1\text{H}$ への180°パルス(再結像パルス)の印加までの期間。

区間3;  $^1\text{H}$ への180°パルスの印加から、 $^1\text{C}$ への2回目の90°パルスの印加(多量子コヒーレンスの終了)までの期間。

#### 【0027】

区間4;  $^1\text{C}$ への2回目の90°パルス印加後からデータ収集まで、つまり多量子コヒーレンス後の $^1\text{H}$ に関する1量子コヒーレンスの期間。

ここで、各区間1乃至4に印加する勾配磁場に関する強度の時間積分を、それぞれ $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ と定義する。この勾配磁場は、 $^1\text{H}$ の180°パルスと共に印加するスライス勾配磁場 $G_y$ と同方向とされる。なお、時間積分とは次の(1)式で定義される。

#### 【0028】

##### 【数1】

$$\int_{t_0}^{t_1} G_y(t) dt \quad \dots (1)$$

#### 【0029】

勾配磁場 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ 、 $G_4$ の面積の比率は、多量子コヒーレンスを実現するために、Jesus Ruiz-Cabello等がJournal of Magnetic Resonance, vol. 100, p. 282, 1992に記されている方法にし

10

20

30

40

50

たがって設定される。図3に図2のシーケンスのコヒーレンス経路図を示す。図3において、Iは $^1\text{H}$ の磁化スピンを示し、Sは他の核種ここでは $^{13}\text{C}$ の磁化スピとする。位置をrとしたとき、I、Sの勾配磁場の面積Gによる位相 I および S はそれぞれ以下の(2)式、(3)式で与えられる。

【0030】

$$I = H \cdot G \cdot r \quad \dots (2)$$

$$S = C \cdot G \cdot r \quad \dots (3)$$

なお、H、C はそれぞれ $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$ の磁気回転比である。

【0031】

(I+ S+ I- S+ )と、(I- S- I+ S- )との経路を辿る多量子コヒーレンスは、次の(4)式を満たすようにG1乃至G4の比率を設定することにより実現される。 10

【0032】

$$4 \cdot G_1 + 5 \cdot G_2 - 3 \cdot G_3 - 4 \cdot G_4 = 0 \quad \dots (4)$$

また、(I+ S- I- S- )と、(I- S+ I+ S+ )との経路を辿る多量子コヒーレンスは、次の(5)式を満たすようにG1乃至G4を設定することにより実現される。

【0033】

$$4 \cdot G_1 + 3 \cdot G_2 - 5 \cdot G_3 - 4 \cdot G_4 = 0 \quad \dots (5)$$

(4)式、(5)式のいずれかの式が満たされるように、スライス勾配磁場を含むそれと同方向の勾配磁場が区間1乃至4において設定されれば、上記いずれかの経路の多量子コヒーレンスが可能となる。 20

【0034】

図2(a)、図2(b)では、(4)式を満たすように、 $G_1 : G_2 : G_3 : G_4 = 0 : 2 : 2 : 1$ と設定される。

図2(c)では、(5)式を満たすように、

$$G_1 : G_2 : G_3 : G_4 = 0 : 3 : 5 : 0 \text{ と設定される。}$$

【0035】

このように(4)式又は(5)式を満たすように勾配磁場を設定することにより、 $^1\text{H}$ への $180^\circ$ パルスを使った2番目の軸に関する局所化を、多量子コヒーレンス選択と共に実現することができる。 30

【0036】

3軸めの選択は、 $^{13}\text{C}$ に対する2番目の $90^\circ$ パルスの直後の区間4に行なわれる位相エンコードにより実現する。以上のようにして柱状励起内のマルチボクセルスペクトルを取得することができる。

【0037】

本発明は上述の実施例に限定されず、種々変形して実施可能である。図2には、多量子コヒーレンス選択のための勾配磁場がスライス勾配磁場のGyのみである実施例を示している。スライス選択励起パルスとしての $^1\text{H}$ に対する $180^\circ$ パルスと共に印加するスライス勾配磁場のGyは、必ず(4)式又は(5)式を満たすように遷移選択比に設定しなければならないが、これに加えて他の勾配磁場Gx、Gzを遷移選択の設定とすることも可能である。この例を図4に示した。 40

【0038】

また、図2のシーケンスでは、スライス選択は $^1\text{H}$ 側で行ない、 $^{13}\text{C}$ 側では行ないないが、2次元NMRのステップ数を減少させる目的で $^{13}\text{C}$ の $90^\circ$ パルスを、 $\sin c$ 関数等のスライス選択励起パルスとして用いても良い。このシーケンスを図5に示す。

【0039】

また、図2では、3軸目の選択にはエンコード勾配磁場を用いるが、1軸選択のISIS法あるいは選択飽和法というようなプリパルスを用いる方法を使用しても良い。選択飽和 50

法を用いた例を図6に示す。

【0040】

また、エコー時間TEを一定にした局所励起HMQCシーケンスを図7に示す。この場合も図2の方法と同様にして局所励起化を達成している。

さらに、上記実施例では勾配磁場により遷移選択を行う方法に関してのみ述べたが、<sup>1</sup>Hの90°パルス(スライス選択励起パルス)と共に印加する勾配磁場のリフォーカス用勾配磁場を<sup>13</sup>Cの90°パルス以降に印加する方法は、水信号抑圧を行う方法でも用いることができる。この場合、3次元の選択は選択飽和等の方法を用いて行う。

【0041】

なお、上記<sup>1</sup>Hに印加される90°パルス及び180°パルスはそれぞれ励起パルス、再結像パルスであればよく、フリップ角が必ずしも90°、180°に設定される必要はない。

【0042】

【発明の効果】

本発明によれば、信号を検出する領域の局所化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実現する磁気共鳴診断装置の概略的な構成を示す図。

【図2】図1のシーケンス制御部により実現されるパルスシーケンスを示す図。

【図3】図2のシーケンスのコヒーレンス経路を示す図。

【図4】第1の変形例によるパルスシーケンスを示す図。

【図5】第2の変形例によるパルスシーケンスを示す図。

【図6】第3の変形例によるパルスシーケンスを示す図。

【図7】第4の変形例によるパルスシーケンスを示す図。

【図8】従来のHMQCのパルスシーケンスを示す図。

【図9】図8のHMQCシーケンスで得られる<sup>1</sup>Hの化学シフト軸と<sup>13</sup>Cの化学シフト軸とに関する2次元NMRスペクトルを示す図。

【図10】従来の勾配磁場を利用して多量子遷移を選択するHMQCのシーケンスを示す図。

【図11】従来の勾配磁場を利用して多量子遷移を選択するHMQCにおいて1次元の選択励起を行うためのシーケンスを示す図。

【符号の説明】

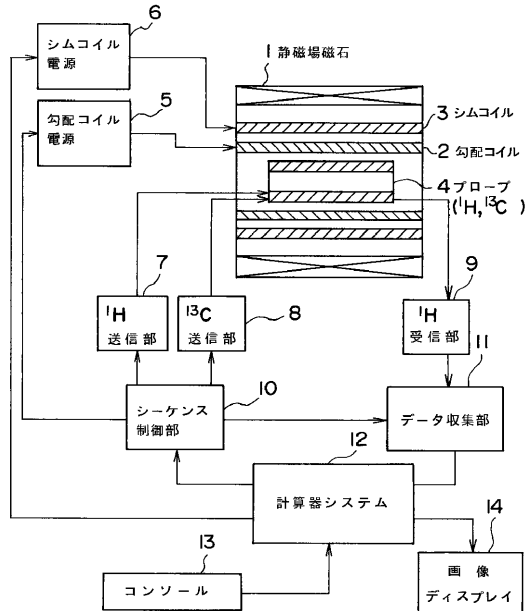
- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1 ... 静磁場磁石、             | 2 ... 勾配コイル、              |
| 3 ... シムコイル、             | 4 ... プローブ(送受信コイル)、       |
| 5 ... 勾配コイル電源、           | 6 ... シムコイル電源、            |
| 7 ... <sup>1</sup> H送信部、 | 8 ... <sup>13</sup> C送信部、 |
| 9 ... <sup>1</sup> H受信部、 | 10 ... シーケンス制御部、          |
| 11 ... データ収集部、           | 12 ... 計算機システム、           |
| 13 ... コンソール、            | 14 ... 画像ディスプレイ。          |

10

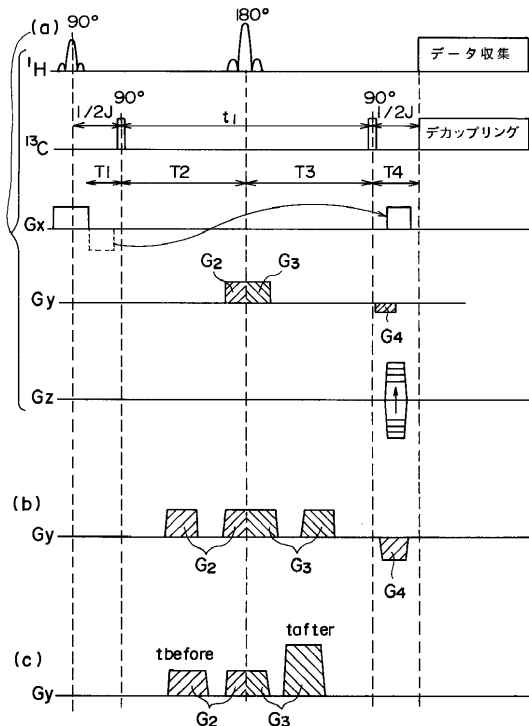
20

30

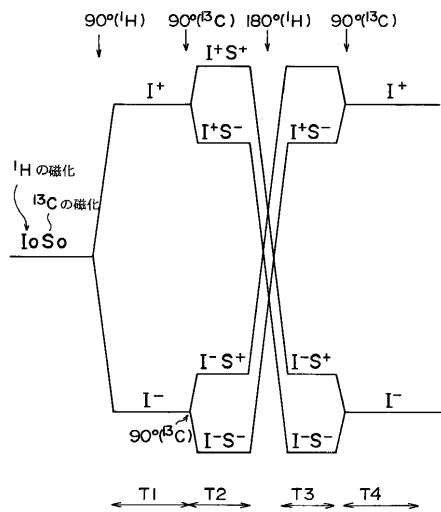
【図1】



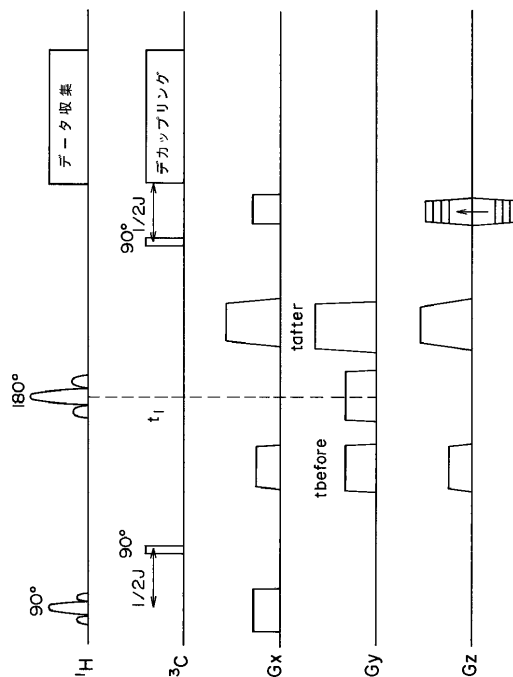
【図2】



【図3】

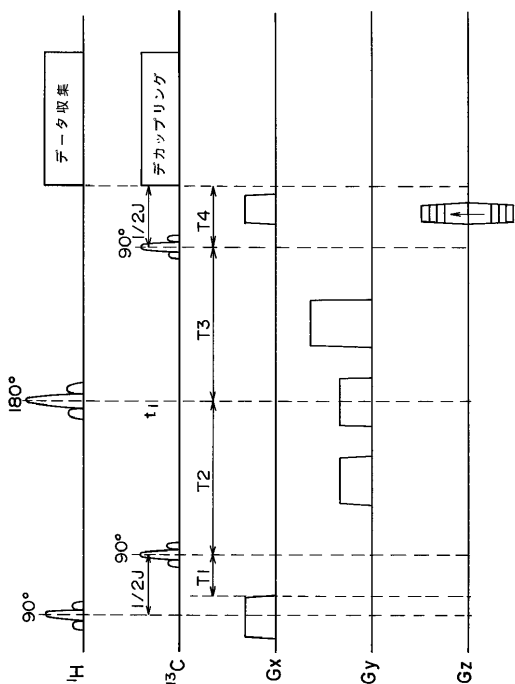


【図4】

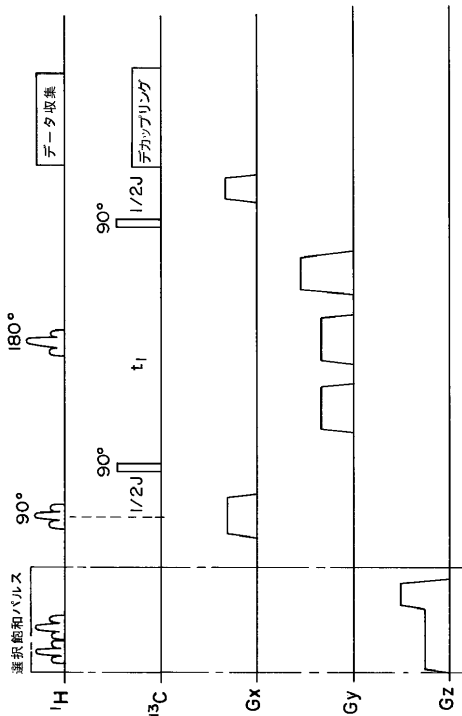




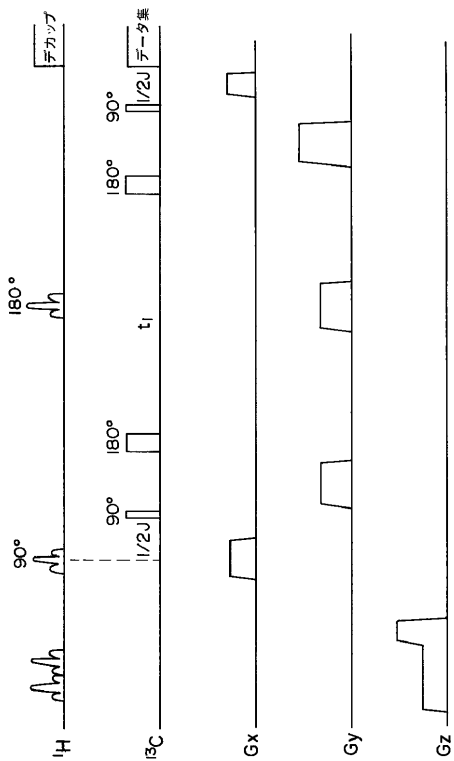
【 図 5 】



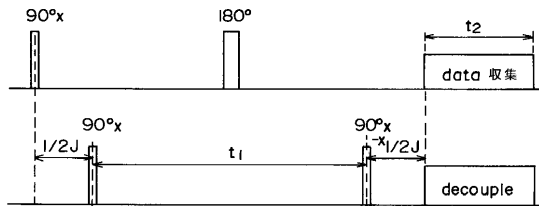
【 図 6 】



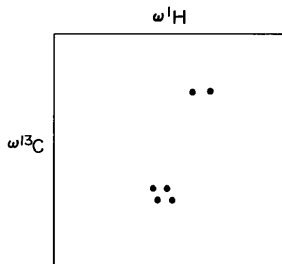
【 図 7 】



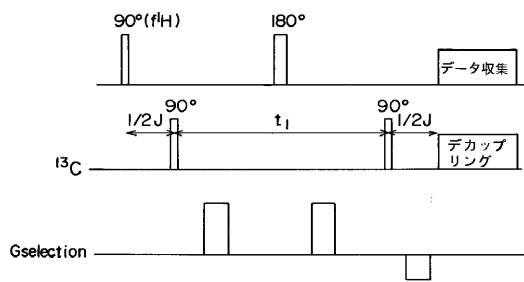
【 図 8 】



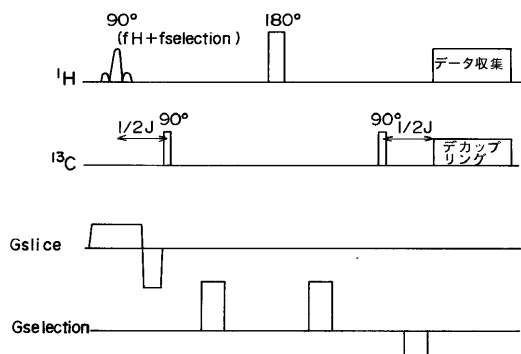
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

審査官 神谷 直慈

- (56)参考文献 特開平05 - 302901 (JP, A)  
特開平05 - 049612 (JP, A)  
特開平02 - 046826 (JP, A)  
特開昭62 - 059847 (JP, A)  
特表平03 - 505694 (JP, A)  
特表平03 - 505693 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
A61B 5/055