

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5578883号
(P5578883)

(45) 発行日 平成26年8月27日(2014.8.27)

(24) 登録日 平成26年7月18日(2014.7.18)

(51) Int.Cl.

G 0 1 R 33/381 (2006.01)
A 6 1 B 5/055 (2006.01)

F 1

G 0 1 N 24/06 5 1 O B
A 6 1 B 5/05 3 4 2

請求項の数 14 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-40785 (P2010-40785)
 (22) 出願日 平成22年2月25日 (2010.2.25)
 (65) 公開番号 特開2010-210619 (P2010-210619A)
 (43) 公開日 平成22年9月24日 (2010.9.24)
 審査請求日 平成25年2月18日 (2013.2.18)
 (31) 優先権主張番号 09305176.1
 (32) 優先日 平成21年2月25日 (2009.2.25)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 502026241
 ブリュケール・ビオスパン
 フランス国、6 7 1 6 0 ・ ピツサンブル
 、リュ・ドウ・ランデュストリー・3 4
 (74) 代理人 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 アーネスト シャフェー
 フランス国 6 7 1 6 0 ロ リュ プラ
 ンシバル 6 2

審査官 比嘉 翔一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 NMR/MRI 実験におけるノイズレベルを低減するための、傾斜磁場発生システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

N M R / M R I システムのための傾斜磁場発生システムであって、少なくとも 1 セットの傾斜コイルと、前記傾斜コイルのための制御された電力供給手段とを備え、前記電力供給手段は、各傾斜コイルのために、変換器 (4) と増幅器 (5) とを有する変換・増幅モジュール (6) を備え、前記変換・増幅モジュール (6) は、パルスプログラムに従って適合型傾斜データ発生器によりワードストリームとして提供されるデジタル傾斜データのパルス列を供給され、傾斜コイル及び変換・増幅モジュール (6) の各配置は、傾斜チャネルを形成する、傾斜磁場発生システム (1) であって、

前記制御された電力供給手段 (3) は、前記変換・増幅モジュール (6) に送信された前記傾斜データワードをスキャンし、感知された値に従って、前記傾斜コイル (2) に電流が供給されていないときに、前記傾斜コイル (2) に接続された前記変換・増幅モジュール (6) における増幅器 (5) の各々の電力段を無効にするために、前記変換・増幅モジュール (6) に付与されるべきプランキング信号を選択的に発生させる自動プランキングシステム (8) をさらに備えることを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の傾斜磁場発生システムであって、
 前記自動プランキングシステム (8) は、前記変換・増幅モジュール (6) への前記連続した傾斜データワードの送信を遅延させるための手段 (9) と、遅延されたデータワードの値を感知及び評価するための手段 (10) と、連続的に感知された値の評価結果に従

つて、前記対応する傾斜チャネルの前記変換・増幅モジュール(6)における前記増幅器(5)に付与されるべきプランキング信号を、少なくとも、時間制御して、または遅延させて、選択的に配信する手段(11)と

を備えることを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の傾斜磁場発生システムであって、

単一パルスプログラムに従って前記傾斜データ発生器によって供給され、前記自動プランキングシステム(8)によって感知される前記単一ストリームのデジタル傾斜データワードは、各傾斜コイル(2)のための傾斜制御データを含み、

各傾斜コイル(2)のためのデータワードを抽出して、対応する関連付けされた変換・増幅モジュール(6)に配信するデータ発信モジュール(12)が設けられ、

前記自動プランキングシステム(8)は、考慮された傾斜コイル(2)を対象とした感知された連続するデータワードの値に従って、各変換・増幅モジュール(6)における前記増幅器(5)への特定のプランキング信号を選択的に発生する

ことを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項4】

請求項1～3のうちのいずれか1項に記載の傾斜磁場発生システムであって、

前記自動プランキングシステム(8)は、基準クロックと同期されたハードウェアシステムで構成され、該ハードウェアシステムは、一方で、傾斜データワード／ストリーム遅延手段(9)を備え、他方で、各傾斜チャネルについて、i)考慮された傾斜チャネルを対象とした連続する傾斜データワードにおける特定のフィールドの値を感知して、関係する変換・増幅モジュール(6)に転送された次のデータワードが、関連付けされた傾斜コイル(2)に電流が供給されない結果をもたらすことになるのかを判断するように構成された、感知・評価手段(10)と、ii)前述の感知・評価手段(10)により提供される前記連続する値によってアクティブ／非アクティブ状態が判定されるプランキング信号のための遅延・条件付き配信手段(11)とを備える

ことを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項5】

請求項4に記載の傾斜磁場発生システムであって、

前記傾斜データワード／ストリーム遅延手段(9)は、シフトレジスタまたはFIFO 30
スタックである

ことを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項6】

請求項2, 4, 5のうちのいずれか1項に記載の傾斜磁場発生システムであって、

前記感知・評価手段(10)は、前記遅延手段(9)の入力で前記傾斜データワードストリームを感知し、前記遅延手段(9)により生じるタイムラグは、前記考慮された傾斜チャネルの前記変換・増幅モジュール(6)における前記増幅器(5)の前記電力段の有効化タイムラグ(T_1)に関連して設定される

ことを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項7】

請求項2, 4, 5, 6のうちのいずれか1項に記載の傾斜磁場発生システムであって、

考慮された傾斜コイル(2)に電流が供給されていないことに対応する第1の傾斜データワードの感知とプランキング信号の発生との間で、前記自動プランキングシステム(8)の前記プランキング信号配信手段(11)によって、各傾斜チャネルについて生じた前記タイムラグは、前記増幅器(5)の周波数応答と、前記考慮された傾斜コイル(2)の電気的特性とに応じて、前記考慮された変換・増幅モジュール(6)における前記増幅器(5)の前記電力段の有効化タイムラグ(T_1)と前記傾斜チャネルの無効化タイムラグ(T_2)との合計に関連して設定される

ことを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項8】

10

20

30

40

50

請求項 2 または 4 ~ 7 のうちのいずれか 1 項に記載の傾斜磁場発生システムであって、各傾斜チャネルのための前記プランキング信号配信手段 (11) は、有限状態機械 (13) 及びカウンタ (14) の機能的集合として実現され、

前記カウンタ (14) は、前記機械 (13) によって駆動され、

機械 (13) 及びカウンタ (14) の双方は、前記傾斜データワードストリーム遅延手段 (9) の入力で前記ワードストリームクロックと同期されている

ことを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のうちのいずれか 1 項に記載の傾斜磁場発生システムであって、

前記少なくとも 1 セットの傾斜コイルは、空間参照系の 3 つの軸 X, Y, Z に従って配置されている

ことを特徴とする傾斜磁場発生システム。

【請求項 10】

少なくとも 1 つの傾斜磁場発生システムを備える、NMR または MRI システムであって、

前記少なくとも 1 つの傾斜磁場発生システムは、請求項 1 ~ 9 のうちのいずれか 1 項に記載のシステム (1) にある

ことを特徴とする NMR または MRI システム。

【請求項 11】

少なくとも 1 セットの傾斜コイルと、前記傾斜コイルのための制御された電力供給手段とを備える少なくとも 1 つの傾斜磁場発生システムを備え、前記電力供給手段が、各傾斜コイルのための、変換器 (4) と増幅器 (5) とを有する変換・増幅モジュール (6) を備え、前記変換・増幅モジュール (6) には、パルスプログラムに従って適合型発生器によりワードストリームとして提供されるデジタル傾斜データのパルス列が供給され、傾斜コイル及び変換・増幅モジュール (6) の各配置が、傾斜チャネルを形成する NMR または MRI システムにおける取得段階の間に、NMR / MRI 実験におけるノイズレベルを低減するための方法であって、

該方法は、前記変換・増幅モジュール (6) に送信される前記デジタル傾斜データをスキヤンし、感知された値に従って、前記傾斜コイル (2) に電流が供給されていないときに、それぞれに関連付けされた傾斜コイル (2) に接続された前記変換・増幅モジュール (6) における増幅器 (5) の各々の電力段を無効にするための、前記変換・増幅モジュール (6) に付与されるべきプランキング信号を選択的に発生させるために、前記制御された電力供給手段 (3) の一部を形成する自動プランキングシステム (8) を用いることを備える

ことを特徴とする方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の方法であって、

該方法は、前記自動プランキングシステム (8) を用いて、以下の工程：

- 前記変換・増幅モジュール (6) への前記連続した傾斜データワードあるいはワードストリームの送信を遅延させる工程と、
- 前述のデータワードの値を感知及び評価する工程と、
- 感知された値の評価結果に従って、プランキング信号を、時間制御して、または遅延させて、選択的に配信する工程と、
- 対応する空値の傾斜データと同期させると共に、前記チャネルの前記増幅器 (5) の応答タイムラグ (T_1, T_2) を考慮して、対応する傾斜チャネルの前記変換・増幅モジュール (6) における前記増幅器 (5) に、関連するプランキング信号を付与する工程とを実行することにある

ことを特徴とする方法。

【請求項 13】

請求項 11 または請求項 12 に記載の方法であって、

10

20

30

40

50

前記自動プランキングシステム(8)は、請求項2～9のうちのいずれか1項に記載の自動プランキングシステムにある

ことを特徴とする方法。

【請求項14】

請求項11～13のうちのいずれか1項に記載の方法であって、

前記少なくとも1セットの傾斜コイルは、空間参照系の3つの軸X、Y、Zに従って配置されている

ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

本発明は、MRI及びNMRシステム、機器、作業方法の分野に関連し、具体的には、ノイズレベルを低減することによって取得の品質を向上させることを可能にする改良に関する。

【0002】

本発明は、より具体的には、傾斜磁場発生システムと、少なくとも1つのそのような傾斜発生システムを備えるNMRまたはMRIシステムと、NMR/MRI実験において、特にNMR/MRIシステムにおける取得段階の間に、ノイズレベルを低減するための方法とに関する。

【0003】

20

一般的に、傾斜システムは、3つの軸X、Y、Zで構成されており、3つの軸X、Y、Zで構成されているということは、システムが、3つの異なるコイル上で3つの異なる傾斜パルスを同時に供給できることを意味している。任意の軸に対する傾斜供給路は、傾斜チャネルとも呼ばれる。

【0004】

傾斜コイルに給電する電源の残存ノイズレベルは、不自然な結果、または他の有害な信号をもたらすので、特に高解像度実験が含まれる場合には、誤った測定またはゆがんだ画像の原因となることが知られている。

【0005】

解決法の第1の形態は、外部ハードウェア切替手段に基づくものであり、外部ハードウェア切替手段は、作動されると、傾斜コイルを、傾斜コイル電源から、具体的には、供給電力増幅器の出力段から、遮断する。このようなハードウェアスイッチの一例は、EP 0 598 670に開示されている。

30

【0006】

解決法の第2の形態は、デジタル制御される電力供給手段に関連して提案されており、パルスプログラムが各NMR実験特有のパルス列を規定する。

デジタル傾斜パルス発生器は、プログラムされたパルスを、ワードストリームの形式で、システム全体で同期したデジタル傾斜データパルスに変換する。その後、データ発信器が、連続するワードから各チャネルのためのデータを抽出して、抽出したデータをそのチャネルのバイポーラデジタル/アナログ電圧変換器に送信する。

40

【0007】

最終的に、相互コンダクタンス増幅器として見なされ得ると共に、関連する変換器と共にモジュールを構成する傾斜増幅器が、電流を特定の軸コイルに供給する。傾斜コイルにおける基準電流(0A)には、通常、0V(すなわち、デジタルミッドスケール)の増幅器入力が与えられる。

【0008】

このようなデジタル制御される電力供給手段を実装する際には、変換され、プログラムされたパルスに対応するワードストリームの適切なワードにプランキング信号コードを組み込むことができ、前記プランキング信号によって、関係する増幅器の出力を無効化できる。

50

【0009】

デジタル傾斜データ発生器により配信される傾斜データワードは、通常、少なくとも以下の4つのフィールドを備える：

- デジタル／アナログ変換器により変換される傾斜データを含むデータフィールド。従来通り、データ表現は、通常、バイポーラであり、ミッドスケール（ゼロ）値が基準値である。
- そのデータを対象とする傾斜チャネルのアドレスを含むチャネルアドレスフィールド。
- （データ及びアドレスフィールドが有効であることを知らせるために使用される）ストローブフラグ。
- 次回傾斜順フラグ。

10

【0010】

さらに、これらの傾斜データワードは、3つの異なるタイプから構成され得る。すなわち、

- 有効なデータワード：これらのワードについては、データ、アドレス、及びストローブフラグが有効であり、次回傾斜順フラグが無効化される。このワードが受信されると、データは、特定の傾斜チャネルにラッチされる。
- 次回傾斜順ワード：これらのワードについては、次回傾斜順フラグが立てられ、データ、アドレス、及びストローブフラグが破棄される。このワードが受信されると、各傾斜チャネルの最後にラッチされたデータが変換器に送信される。
- スタッフィングワード：これらのワードについては、ストローブフラグ及び次回傾斜順フラグは立てられない。このような種類のワードは、傾斜出力に何ら影響を持たず破棄されなければならない。

20

【0011】

ワードが同期して送信されるので、一定の基準クロック信号がデータラインと共に送信されることに注目すべきである。通常、パルス発生器は、他の2つのワードタイプよりもはるかに多くのスタッフィングワードを送信する。パルス発生器が他の2つのワードタイプよりもはるかに多くのスタッフィングワードを送信するということは、ワード速度自体を、実際の傾斜データ速度よりもはるかに高速にできることを意味する。

【0012】

第2の形式の解決法を適用する場合、所定のチャネルへの増幅器の入力が0ボルト（あるいは、接続された傾斜コイルに電流が供給されないということをもたらす値）に設定されたときに、ブランкиング信号が有効化されなければならない。

30

【0013】

それにも関わらず、ブランкиング信号を切り替える際には、いくつかのハードウェアに関係する制約を順守しなければならない（[傾斜データ／ブランкиング信号]タイミングチャートを示す図1を参照）：

- 増幅器の出力段の作動遅延により、傾斜データが空値から非空値になる（すなわち、傾斜供給が有効化される）際、傾斜データが非空値になる前に、ブランкиング信号は、所定の遅れ（図1のT₁）を伴って無効化されなければならない。
- 増幅器の周波数応答によって導入される時定数及び負荷（傾斜コイル）により、傾斜データが非空値から空値に切り替わる（すなわち、傾斜供給が無効化される）際、データが空値になった後に、ブランкиング信号は、所定の遅れ（図1のT₂）を伴って有効化されなければならない。

40

【0014】

上述した2つの点の結果として、T₁及びT₂の合計より長く持続しない“データが空値”の列の場合には、ブランкиング信号を有効にしてはならない。T₁及びT₂は、通常、全ての傾斜チャネルについて同じ値を有するものの、傾斜チャネルのハードウェアに依存する。

【0015】

本発明は、異なる実験及び／または傾斜発生システムの各々についてのあらゆる追加的

50

なハードウェア切替手段とあらゆる面倒な特定のプログラミングとを何ら必要とせずに、特にNMRシステムにおける取得段階の間に、NMR/MRI実験におけるノイズレベルを効率的かつ確実に低減することが可能な、改良された傾斜磁場発生システム及び対応する方法を主に考慮する。

【0016】

本発明の1つの局面によれば、好ましくは、空間参照系の3つの軸X, Y, Zに従って配置された、少なくとも1セットの傾斜コイルと、前記傾斜コイルのための制御された電力供給手段であって、前記電力供給手段は、各傾斜コイルのための変換器/増幅器モジュールを備え、前記モジュールは、パルスプログラムに従って適合型傾斜データ発生器によりワードストリームとして提供されるデジタル傾斜データのパルス列を供給される、制御された電力供給手段とを備え、傾斜コイル及び変換器/増幅器モジュールの各配置により、傾斜チャネルが形成された、NMRシステムのための傾斜磁場発生システムであって、前記制御された電力供給手段が、さらに、[変換器/増幅器]モジュールに送信された傾斜データワードをスキャンし、感知された値に従って、前記コイルに電流が供給されていないときに、前記傾斜コイルに接続されている各増幅器の電力段を無効化するために前記モジュールに付与されるべきプランキング信号を選択的に出力または配信する自動プランキングシステムを備えることを特徴とする傾斜発生システムが開示されている。

【0017】

本発明に係るシステムのさらなる可能な特徴は請求項2~7に開示されている。

本発明の別の局面によれば、特に、好ましくは空間参照系の3つの軸X, Y, Zに従って配置された、少なくとも1セットの傾斜コイルと、前記傾斜コイルのための制御された電力供給手段とで主に構成される少なくとも1つの傾斜磁場発生システムを備え、前記電力供給手段が、各傾斜コイルについて、変換器/増幅器モジュールを備え、前記モジュールには、パルスプログラムに従って適合型発生器によりワードストリームとして提供されるデジタル傾斜データのパルス列が供給され、傾斜コイル及び変換器/増幅器モジュールの各配置が、傾斜チャネルを形成するNMRまたはMRIシステムにおける取得段階の間に、NMR/MRI実験におけるノイズレベルを低減するための方法であって、該方法が主に、前記[変換器/増幅器]モジュールに送信されたデジタル傾斜データをスキャンし、感知された値に従って、前記コイルに電流が供給されていないときに、それぞれに関連付けされた傾斜コイルに接続された前記モジュールにおける増幅器の各々の電力段を無効にするための前記モジュールに付与されるべきプランキング信号を選択的に出力するために、前記制御された電力供給手段の一部を形成する自動プランキングシステムを用いることにあることを特徴とする方法も開示されている。

【0018】

本発明の方法のさらなる可能な特徴は請求項10に開示されている。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】傾斜データ/プランキング信号のタイミングチャートを示している。

【図2】3軸傾斜発生システムの場合における、本発明に係る傾斜磁場発生システムの実施形態のブロック図である。

【図3】本発明に係る自動プランキング発生器の実施形態の部分ブロック図であって、図1に表したシステムの一部である。

【図4】図3における自動プランキングシステムのプランキング遅延発生器の一方を形成する有限状態機械の機能図である。

【図5】図3における自動プランキングシステムのプランキング遅延発生器の他方を形成するカウンタの機能図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明は、本発明の非制限的な例として挙げられる、本発明の実施例の以下の説明及び図面によって、よりよく理解されるであろう。

10

20

30

40

50

図2は、好ましくは空間参照系の3つの軸X, Y, Zに従って配置された、少なくとも1セットの傾斜コイル2と、前記傾斜コイル2のための制御された電力供給手段3とを備えるNMRシステムのための傾斜磁場発生システム1を示す。

【0021】

前記電力供給手段3は、各傾斜コイル2のための[変換器4/増幅器5]モジュール6を備え、前記モジュール6は、パルスプログラムに従って適合型傾斜データ発生器7によりワードストリームとして供給されるデジタル傾斜データのパルス列を供給され、傾斜コイル2及び関連づけられた[変換器/増幅器]モジュール6の各配置により、傾斜チャネルが形成されている。

【0022】

本発明によれば、前記傾斜発生システム1の電力供給手段3は、また、[変換器4/増幅器5]モジュール6に送信される傾斜データワードをスキャンし、感知された値に従って、傾斜コイル2に電流が供給されていないときに、傾斜コイル2に接続されている各増幅器5の電力段を無効にするために前記モジュール6に付与されるべきプランキング信号を選択的に発生させる自動プランキングシステム8を備える。したがって、本発明の配置を適用することにより、追加的なハードウェア切替手段は要求されず、特定のプログラミングも不要である一方で、傾斜信号がコイル2に付与されなくても確実かつ効率的にノイズが低減される。

【0023】

本発明は、ここでは3次元傾斜発生システムとの関連でより具体的に説明されているが、他のタイプの傾斜発生システムとの関連で実施可能でもあることは容易に理解される。

好適には、自動プランキングシステム8は、[変換器/増幅器]モジュール6への連続した傾斜データワードの送信を遅延させるための手段9と、遅延されたデータワードの値を感知して評価するための手段10と、連続的に感知された値の評価結果に従って、対応する傾斜チャネルの[変換器/増幅器]モジュール6の増幅器5に付与されるべきプランキング信号を、時間を制御して及び/または遅延させて、選択的に配信するための手段11とで主に構成される。

【0024】

図2に示すように、自動プランキングシステム8は、傾斜コイル2の電力供給手段3内部に組み込まれる。自動プランキングシステム8は、傾斜データを変更しないものの、傾斜データを感知して遅延させる。

【0025】

手段10及び11をまとめて考えると、機能的集合としての条件付きプランキング発生器9'が提供される。

本発明に係る自動プランキングシステム8について様々な実施形態及び実装形態が可能である。

【0026】

第1の代替例によれば、プランキングシステム8は、異なる傾斜チャネルの各々について手段9, 10, 11の各々のある特定のセットを組み込むことで(同じ数だけの基本プランキングシステムを形成して)、多数の構成を有することができる。したがって、所定の傾斜チャネルに関連づけられた各基本プランキングシステムは、そのチャネルを対象とした傾斜データワードのみを識別し、前記チャネルの増幅器専用のプランキング信号を発行する。

【0027】

第2の、そして好ましい代替例によれば、自動プランキングシステム8は、あらゆる傾斜チャネルについての傾斜データを組み込んだ単一ワードストリームのための単一遅延手段9と、関連づけられた傾斜チャネルの増幅器のための特定の条件付きプランキング信号を発行可能な、各傾斜チャネルのための手段10及び11の特定セットとを備えるものとして検討されている。

【0028】

10

20

30

40

50

したがって、この第2の代替実施形態に関連して、本発明に係る傾斜発生システム1は、さらに、単一パルスプログラムに従って傾斜データ発生器7により提供され、自動プランキングシステム8によって感知されるデジタル傾斜データワードの単一ストリームが、各傾斜コイル2のための傾斜制御データを組み込むことと、各傾斜コイル2のためのデータワードを抽出し、抽出したデータワードを対応する関連付けされた[変換器/増幅器]モジュール6に配信するデータ発信モジュール12が設けられていることと、自動プランキングシステム8が、考慮された傾斜コイル2を対象とする連続したデータワードの感知された値に従って、各モジュール6の増幅器5に特定のプランキング信号を選択的に発生することとを特徴とする。

【0029】

10

自動プランキングシステム8が、発生器7及び/またはデータ発信器12と同様に、少なくとも部分的にハードウェアであってもよいことにも気付かれ得る。

それにもかかわらず、図3に示すように、自動プランキングシステム8が、基本クロックに従って動作するハードウェアシステムで完全に、またはほぼ完全に、好適に構成される。

【0030】

その場合、システム8は、一方でシフトレジスタまたはFIFOスタッカなどの(ハードウェア)傾斜データワード/ストリーム遅延手段9を備え、他方で、各傾斜チャネルについて、i)考慮された傾斜チャネルを対象とした連続する傾斜データワードの、特定の、または所定のフィールドの値を感知して、関連する[変換器/増幅器]モジュール6に転送された次のデータワードが、関連付けされた傾斜コイル(2)に電流が供給されない結果をもたらすかどうかを判定するように構成されるハードウェア感知・評価手段10と、ii)前述した検知・評価手段10により提供される連続した値により、アクティブ/非アクティブ状態が判定されるプランキング信号のためのハードウェア遅延・条件付配信手段11とを備える。

20

【0031】

モジュール6の一定の制約を考慮するため、感知・評価手段10は、遅延手段9の入力で傾斜データワードストリームを感知し、前記遅延手段9によって生じたタイムラグは、考慮された傾斜チャネルの[変換器/増幅器]モジュール6における増幅器5の電力段の有効化タイムラグ T_1 について設定される。

30

【0032】

同様に、考慮された傾斜コイル2に電流が供給されていないことに対応する第1の傾斜データワードの感知と、プランキング信号の切替との間で、各傾斜チャネルについて、自動プランキングシステム8のプランキング信号配信手段11によって生じたタイムラグは、増幅器5の周波数応答と、考慮された傾斜コイル2の電気的特性とに応じて、考慮された[変換器/増幅器]モジュール6における増幅器5の電力段の有効化タイムラグ T_1 と、前記傾斜チャネルの無効化タイムラグ T_2 との合計に関連して設定される。

【0033】

本発明の別の特徴によれば、図4及び5にも図示されるように、各傾斜チャネルのためのプランキング信号配信手段11は、有限状態機械13及びカウンタ14の機能的集合として実装され、カウンタ14は、前記機械13により駆動され、機械13及びカウンタ14の双方は、傾斜データワードストリーム遅延手段9の入力でワードストリームクロックと同期している。

40

【0034】

以下に、3つの傾斜チャネルX, Y, Zの場合における非制限的な例としての、自動プランキングシステム8の1つの可能な実施形態を図面の図3~5に関連させてより正確に説明する。

【0035】

図3に示すように、システム8は、ユニークワード遅延手段9(例えばシフトレジスタ)と、各傾斜チャネル用に1つづつある、3つの条件付きプランキング発生器9'(図3

50

には 1 つを示すだけで、残りは同様の構造である) とで構成される。

【 0 0 3 6 】

シフトレジスタ 9 は、遅延ラインとして使用されることで、一定数の基本クロックサイクルによりワード入力ストリームに対してワード出力ストリームを遅延させることができる。この数は、レジスタを構成している段数により決定される。

【 0 0 3 7 】

シフトレジスタ 9 の段数は、以下のように算出される。

- T_1 は図 1 上のように定義されている
- T_1 は同期クロック期間 T に比例する : $T_1 = n_1 T$

したがって、段数は : $n_1 + 2$

10

シフトレジスタ 9 をワードストリームに挿入することにより、ワード列は変更されず、ストリームは遅延されるのみである。

【 0 0 3 8 】

条件付きブランкиング発生器 9' の各々は、シフトレジスタ 9 の入力でワードストリームを感知し、特定の傾斜チャネルを対象とするデータワードコンテンツについてのブランкиング信号を発生する。

【 0 0 3 9 】

前述した感知・評価手段に対応するサブパート 10 は、フラグを生成するデータ値検出器として機能する。このフラグは、所定の傾斜チャネルのためにシフトレジスタ 9 に格納された最後のデータ値に依存する。データ値が空値の場合、VAL_IS_NULL フラグが立てられる。それ以外の場合、フラグは下げられている。

20

【 0 0 4 0 】

シフトレジスタ 9 の入力ワードクロックと同期されたラッチ 15 は、入力ワードデータゼロ検出結果を格納する。ラッチ 15 は、特定のチャネルを対象とするデータワードがシフトレジスタにロードされると有効になる。言い換えれば、ラッチ 15 は、入力ワードのストローブフラグが立てられ、アドレスが特定の傾斜チャネルアドレスと等しいときに有効になる。

【 0 0 4 1 】

結果として、ラッチ 15 の出力信号は、特定の傾斜チャネルを対象とするシフトレジスタ 9 に格納された最後のデータワードがゼロに等しいときに立てられるフラグ (NEXT_VAL_IS_NULL、図 3 参照) である。

30

【 0 0 4 2 】

(同様に入力ワードクロックと同期されている) ラッチ 16 が有効になると、NEXT_VAL_IS_NULL の状態が VAL_IS_NULL 状態へ伝搬される。ラッチ 16 は、次回傾斜順ワードがシフトレジスタ 9 に格納されると有効になる。

【 0 0 4 3 】

結果として、VAL_IS_NULL フラグは、各傾斜のための最後のラッチされたデータが考慮されてシフトレジスタ 9 出力で変換器 4 に送信されることを知らせる次回傾斜順の受信と同期される。

【 0 0 4 4 】

40

サブパート 11 は、前述した選択配信・遅延手段に対応し、ブランкиング遅延発生器として機能する。このパートは、有限状態機械 13 (図 4 参照) とカウンタ 14 (図 5 参照) として実装される。これら 2 つのパートはまた、シフトレジスタ 9 の入力ワードクロックと同期されている。

【 0 0 4 5 】

状態機械 13 の遷移は、2 つのフラグの状態により決定される :

- VAL_IS_NULL : このフラグは、特定の傾斜チャネル (前の説明を参照) のための最後の傾斜データの値がゼロに等しいときに設定される。

【 0 0 4 6 】

- COUNT_DONE : このフラグは条件付きブランкиング発生器 9' の遅延カウン

50

タ 1 4 が特定の値に到達すると設定される。

状態機械 1 3 は、以下のように動作する：

- 始動時には IDLE 状態がアクティブである。最初のクロックサイクルの後、 WAIT_NO_NULL 状態がアクティブである。

【0047】

- 特定チャネルのための最後の傾斜データがゼロに等しい（すなわち、VAL_IS_NULL = 1 である）限り、WAIT_NO_NULL 状態はアクティブのままである（したがって、ランキングは有効である - 表 1 参照）。特定チャネルのための最後の傾斜データがゼロでなくなると、WAIT_NULL 状態がアクティブになる。

【0048】

- 特定チャネルのための最後の傾斜データがゼロでない（すなわち、VAL_IS_NULL = 0 である）限り、WAIT_NULL 状態はアクティブのままである（したがって、ランキングは無効である - 表 1 参照）。特定チャネルのための最後の傾斜データがゼロに等しくなると、COUNT 状態がアクティブになる。

【0049】

- カウンタ 1 4 が当該カウンタ 1 4 の計数限度に到達していない限り、COUNT 状態はアクティブのままである（したがって、ランキングは無効であり、カウンタは有効である - 表 1 参照）。

【0050】

カウントの間に、特定チャネルのための最後の傾斜データがゼロでなくなる（すなわち、VAL_IS_NULL = 0）と、WAIT_NULL 状態はアクティブになる。カウンタが計数限度に到達する（COUNT_DONE = 1）と、WAIT_NO_NULL 状態がアクティブになる。

【0051】

カウンタ 1 4 は、ランキング信号が有効でなくてはならないときにランキング信号を遅延させるのに使用される。

カウンタは、状態機械 1 3 により駆動される COUNTER_ENABLE 信号で有効になる。カウンタ 1 4 が無効になると、カウンタ 1 4 のカウント値はリセットされる。カウンタの値がカウンタの計数限度に到達すると、COUNT_DONE フラグが立てられる。

【0052】

計数限度は、以下のように定義される。

- T_1 及び T_2 は図 1 上で定義されている

- T_1 及び T_2 は同期クロック期間 T に比例する : $T_1 = n_1 T$ 及び $T_2 = n_2 T$ 。

【0053】

よって、計数限度は次のように定義される : $L_{im} = n_1 + n_2 - 1$ 。

以下の表 1 は、前述したように、状態機械 1 3 の出力を要約したものである。

【0054】

【表 1】

表 1	
状態	出力値
IDLE	ランキング=1 COUNTER_ENABLE=0
WAIT_NO_NULL	ランキング=1 COUNTER_ENABLE=0
WAIT_NULL	ランキング=0 COUNTER_ENABLE=0
COUNT	ランキング=0 COUNTER_ENABLE=1

ステムであって、前記少なくとも 1 つの傾斜発生システムが、先に本願に記載されたようなシステム 1 に存することを特徴とする、NMR または MRI システムに関する。

【 0 0 5 5 】

さらに、本発明は、少なくとも 1 つの傾斜磁場発生システムを備える NMR または MRI システムにおける特に獲得段階の間に、NMR / MRI 実験におけるノイズレベルを低減するための方法も含む。

【 0 0 5 6 】

このような傾斜発生システム 1 は、通常、例えば図 2 に示されているように、好ましくは空間参照系の 3 つの軸 X, Y, Z に従って配置された、少なくとも 1 セットの傾斜コイルと、前記傾斜コイルのための制御された電力供給手段とで主に構成されている。前記電力供給手段 3 は、各傾斜コイルのために、[変換器 4 / 増幅器 5] モジュール 6 を備え、前記モジュール 6 は、パルスプログラムに従って適合型発生器 7 によりワードストリームとして提供されるデジタル傾斜データのパルス列を供給され、傾斜コイル及び変換器 / 増幅器モジュールの各配置は、傾斜チャネルを形成する。

10

【 0 0 5 7 】

前記方法の特徴は、主に、[変換器 4 / 増幅器 5] モジュール 6 に送信されたデジタル傾斜データを感知して、感知された値に従って、前記コイル 2 に電流が供給されていないときに、それぞれに関連付けされた傾斜コイル 2 に接続されている前記モジュール 6 の各増幅器 5 における電力段を無効にするためのモジュール 6 に付与されるべきプランキング信号を選択的に発生させるために、制御された電力供給手段 3 の一部を形成する自動プランキングシステム 8 を用いることにある。

20

【 0 0 5 8 】

より具体的には、前記方法は、自動プランキングシステム 8 を用いて、以下の工程を実行することにあってもよい：

- [変換器 / 増幅器] モジュール 6 への連続した傾斜データワードあるいはワードストリームの送信を遅延させる工程；
- 前述のデータワードの値を感知及び評価する工程；
- 感知された値の評価結果に従って、プランキング信号を、時間制御して、または遅延させて、選択的に配信する工程；
- 対応する空値の傾斜データと同期させると共に、前記チャネルにおける増幅器 5 の応答タイムラグ T_1, T_2 を考慮して、対応する傾斜チャネルの [変換器 / 增幅器] モジュール 6 の増幅器 5 に、関連するプランキング信号を付与する工程。

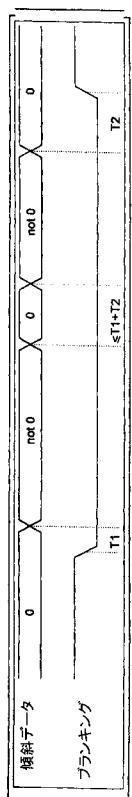
30

【 0 0 5 9 】

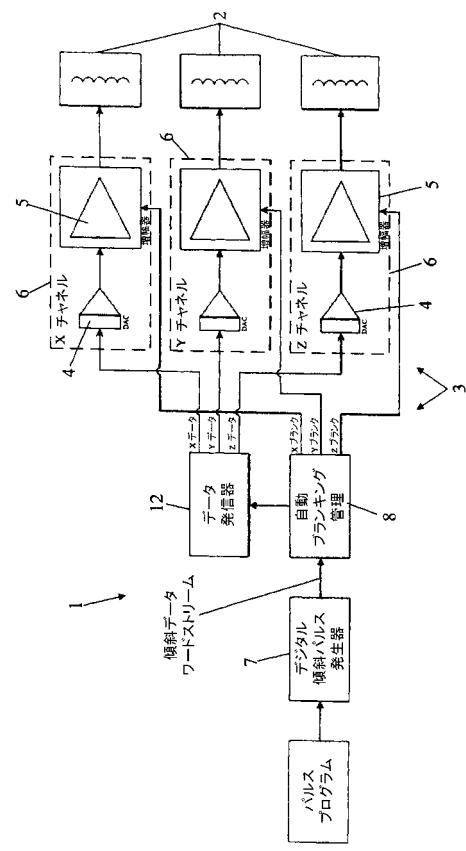
本発明によれば、ノイズ低減方法を実行するために使用されるプランキングシステムは、先に本願で記載された自動プランキングシステム 8 にある。

本発明は、当然ながら、本願に記載及び提示された好ましい実施形態に限定されず、本発明の範囲から逸脱しない限り、変更したり均等物を使用することが可能である。

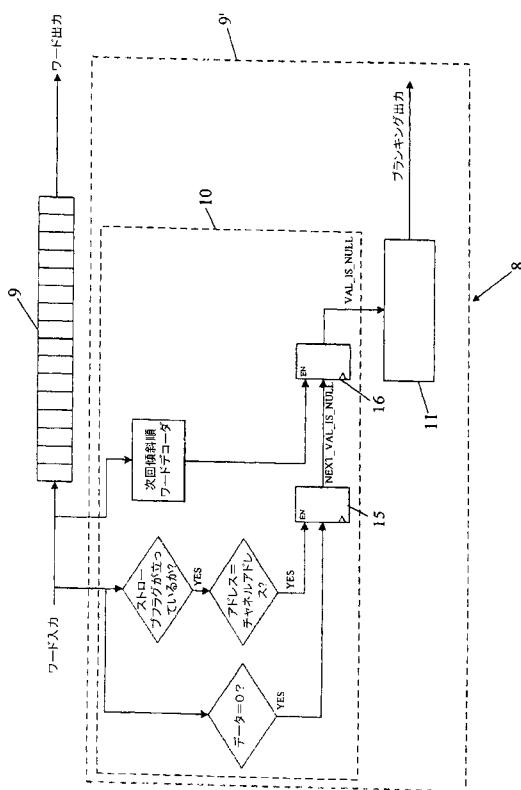
【 図 1 】



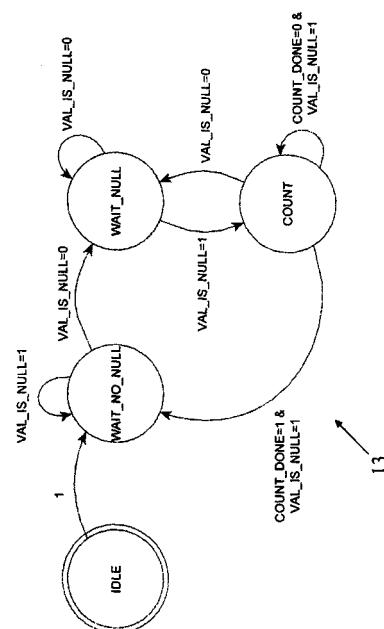
【 四 2 】



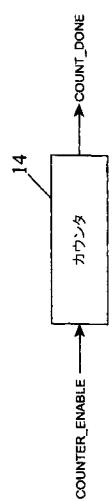
【 四 3 】



【 四 4 】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第05349296(US, A)
米国特許第05442291(US, A)
特表2007-532194(JP, A)
特開2008-170440(JP, A)
実開平06-000404(JP, U)
特開2001-292979(JP, A)
特表2006-506155(JP, A)
特開昭62-106321(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 24/00 - 24/14
G01R 33/20 - 33/64
A61B 5/055
JSTPlus (JDreamIII)