

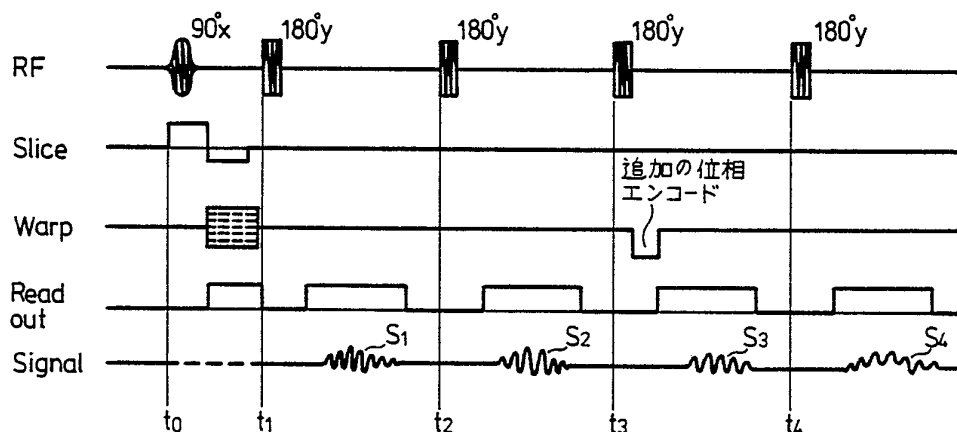


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 ⁴ A61B 5/05, 10/00, G01N 24/08 G01R 33/20	A1	(11) 国際公開番号 WO 87/ 03464 (43) 国際公開日 1987年6月18日 (18.06.87)
(21) 国際出願番号 PCT/JP86/00631 (22) 国際出願日 1986年12月12日 (12. 12. 86) (31) 優先権主張番号 特願昭 60-282610 (32) 優先日 1985年12月16日 (16. 12. 85) (33) 優先権主張国 JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 横河メディカルシステム株式会社 (YOKOGAWA MEDICAL SYSTEMS, LTD.) (JP/JP) 〒190 東京都立川市栄町6丁目1番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 星野和哉 (HOSHINO, Kazuya) (JP/JP) 〒190 東京都立川市栄町6丁目1番3号 横河メディカルシステム株式会社内 Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE (欧州特許), GB (欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書		

(54) Title: NMR IMAGING METHOD

(54) 発明の名称 NMRイメージング方法



A: Additional encoding of phase

(57) Abstract

An NMR imaging method which collects only those data that are used for re-constituting the image in order to reduce the scanning time. A circular region with a point at which space frequency is zero as a center is determined on a two-dimensional Fourier plane that corresponds to the region for re-constituting the image. Spin echo signals are measured by an ordinary Fourier method for a local region in the circular region where the measured data has a length greater than a predetermined length in the reading direction. For other regions in the circular region, a plurality of spin echo signals are measured while successively reducing the time for applying a magnetic reading gradient field per excitation of each time and while additionally encoding the phase.

(57) 要約

画像再構成に使用するデータのみを収集することによりスキャン時間を短縮した本発明のNMRイメージング方法は、画像再構成領域に対応する2次元フーリエ面に空間周波数が0の点を中心とする円形領域を定め、この円形領域内の部分領域であって測定データ読出し方向の長さが所定の長さ以上ある領域については、フーリエ法の通常の測定法でスピン・エコー信号の測定を行い、上記円形領域のその他の領域については、1回の励起あたり、読出し勾配磁場の印加時間を順次短縮しながらかつ追加の移相エンコードを行いながら複数のスピン・エコー信号を測定することを特徴とする。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FR	フランス	MR	モーリタニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	MW	マラウイ
BB	バルバドス	GB	イギリス	NL	オランダ
BE	ベルギー	HU	ハンガリー	NO	ノルウエー
BG	ブルガリア	IT	イタリア	RO	ルーマニア
BJ	ベナン	JP	日本	SD	スーダン
BR	ブラジル	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SE	スウェーデン
CF	中央アフリカ共和国	KR	大韓民国	SN	セネガル
CG	コンゴ	LI	リヒテンシュタイン	SU	ソビエト連邦
CH	スイス	LK	スリランカ	TD	チャード
CM	カメルーン	LU	ルクセンブルグ	TG	トーゴ
DE	西ドイツ	MC	モナコ	US	米国
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		
FI	フィンランド	ML	マリ		

1

明 細 書

NMRイメージング方法

(技術分野)

本発明は、NMRイメージング方法の改良に関する。さらに詳しくは、フーリエ法により測定データを収集するときのスキャン時間を短縮したNMRイメージング方法に関する。

NMRイメージング装置は、一様な静磁場 H_0 を作る静磁場コイル及び静磁場 H_0 と同一方向磁場で x , y , z の各方向に夫々直線勾配をもつ磁場を作る勾配磁場コイルから成る磁石部、該磁石部で形成される磁場内に設置する被検体に高周波パルス(RF電磁波)を加え、被検体からのNMR信号を検出する送・受信部、この送・受信部及び前記磁石部の動作を制御したり、検出データの処理をして画像表示する制御・画像処理部等を有している。

以上のNMRイメージング装置において、制御・画像処理部は、飽和回復法(Saturation Recovery法:SR法)や反復回復法(Inversion Recovery法:IR法)に基づくパルスシーケンスを出力する。又、データ収集はフーリエ法に基づいて行われ、収集されたデータを用いて画像再構成が実行される。このとき、スキャンデータは第9a図に示すような2次元フーリエ面の正方形又は長方形の領域で収集される。フーリエ法では、被検体の核スピン密度の2次元フーリエ変換データが直接得られる。

ところで、第9a図において、空間周波数が0の原点からの距離が遠いほど高い空間周波数に対応している。従って、横又は縦方向の最大空間周波数を f としたとき、対角線方向のそれは $2^{1/2} \cdot f$ となり、分解能に異方性を生ずる。その結果、画像に癖を生じたり、斜め方向の過剰な分解能と裏腹に S/N が低下する。そこで、画像再構成のときには、第9b図に示すようにデータ領域に円形の窓関数をかける、すなわち図中の斜線の部分のデータを切捨て円形内のデータのみを使用するという手法により上記問題を解決した画像を得ている。

しかし、従来のNMRイメージング装置にあっては、正方形又は長方形のデータ領域に円形の窓関数をかけて画像再構成しているため、画像再構成に使用しないデータまでも収集していることになる。即ち、スキャン動作に無駄な動作が含まれることに

2

なる。

(発明の開示)

本発明の目的は、画像再構成に使用するデータのみを収集することによりスキャン時間を短縮したNMRイメージング方法を提供することにある。

本発明のNMRイメージング方法は、画像再構成領域に対応する2次元フーリエ面に空間周波数が0の点を中心とする円形領域を定め、この円形領域内の部分領域であって測定データ読出し方向の長さが所定の長さ以上ある領域については、フーリエ法の通常の測定法でスピン・エコー信号の測定を行い、円形領域内のその他の領域については、1回の励起あたり、読出し勾配磁場の印加時間を順次短縮しながらかつ追加の移相エンコードを行いながら複数のスピン・エコー信号を測定することを特徴とする。

(図面の簡単な説明)

第1図は、本発明が適用されるNMRイメージング装置の例を示すブロック図、
第2図乃至第4図は、本発明の一実施例における動作の説明図、
第5図及び第6図は、本発明の他の実施例における動作の説明図、
第7図及び第8図は、本発明の更に他の実施例における動作の説明図、
第9a図及び第9b図は、NMRイメージング装置におけるデータ収集領域の説明図ある。

(発明を実施するための最良の形態)

以下、図面を参照し本発明について詳細に説明する。

第1図は、本発明が適用されるNMRイメージング装置の例を示すブロック図である。マグネットアセンブリ1は、NMRイメージング技術分野の通常のものであって、内部に被検体を挿入するための空間部分(孔)を有し、この空間部分を取巻くようにして、被検体に一定の静磁場を印加する静磁場コイルと、勾配磁場を発生するための勾配磁場コイルと、被検体内の原子核のスピンを励起するための高周波パルスを与えるRF送信コイルと、被検体からのNMR信号を検出する受信コイル等が配置されている。勾配磁場コイルは、x、y、zの各軸のコイルを備えている。静磁場コイル、勾配磁場コイル、RF送信コイル、及びNMR信号受信コイルは、夫々主磁場電源2、

3

勾配磁場ドライバ3、RF電力増幅器4及び前置増幅器5に接続されている。シーケンス記憶回路10は、計算機13からの指令に基づき、後述のように、データ収集が再構成画像の分解能が等方的となるように、即ち、2次元フーリエ面でいえば空間周波数零の点を中心とする円領域からデータを収集するように、データ収集時間の長短に応じてシーケンスを切替えてスキャンする手段と、検出されるNMR信号をA/D変換するときのタイミングを制御する手段とを有し、勾配磁場駆動回路3、ゲート変調回路6及びA/D変換器11を操作するようになっている。ゲート変調回路6は、シーケンス記憶回路10からのタイミング信号によってRF発振回路7からの高周波信号を変調し、RF電力増幅器4に与える。位相検波器8は、RF発振回路7の出力を参照信号とし、受信コイルで検出され前置増幅器5を介して送られてくるNMR信号を位相検波してA/D変換器11に与える。A/D変換器11は、位相検波器8を介して得られるNMR信号をアナログ・デジタル変換して計算機13に与える。計算機13は、操作コンソール12との間での信号の授受や、種々のスキャンシーケンスを実現するためにシーケンス記憶回路10の動作の切替え及び内容の書替えをしたり、A/D変換器11からのデータを用いて画像を再構成する演算等を行うと共に、再構成像データを表示装置9に出力するようになっている。

次に、上記構成のNMRイメージング装置の本発明の方法による動作について説明する。

シーケンス記憶回路10は、計算機13からの指令に従って、第2図に示すように、2次元フーリエ面上で空間周波数が零の点を中心にした円で囲まれる領域からデータを収集する。このとき、データ収集時間が長い領域Aと短い領域Bとによって異なるシーケンスでスキャンされる。即ち、データ収集時間が長い領域Aに対しては、第3図に示すフーリエ法の通常のシーケンスでスキャンが行われ、短い領域Bに対しては第4図に示すシーケンスでスキャンが行われる。尚、上記2つのシーケンスが切替わる領域AとBの境界は任意に選べるようになっている。

第3図は、フーリエ法の周知のパルス系列でデータを収集するときのシーケンス波形である。均一な静磁場 H_0 の下で、スライス勾配をかけながら 90_x° パルス（励起パルス）を印加する。これにより、被検体の特定のスライス面内のスピンのみが選

4

択的に励起される。次に、スライス時に生じたスピンの位相ずれを回復するためのリフェーズ勾配、後でエコー信号を発生させるためのディフェーズ勾配及びワープ勾配を印加後、全ての勾配を切って 180_y° パルス（反転パルス）を印加する。これにより、スピンが反転し、その後の読出し勾配の印加によりスピン・エコー信号が得られる。このスピン・エコー信号は、被検体のスピン分布を2次元フーリエ変換したものの1ラインに相当する。このラインの位置は、ワープ勾配の大きさとワープ勾配磁場の印加時間との積によって決定される。以後、ワープ勾配を変えながら上記シーケンスを繰返すことによって、画像再構成に必要なデータが予め定めた領域Aから収集される。収集されるデータのラインを太い矢印で表わす。

一方、領域Bについては第4図のシーケンスに切替えてスキャンをする。シーケンス記憶回路10は、時刻 t_0 でスライス勾配をかけながら 90_x° パルスを印加して、被検体の特定のスライス面内のスピンだけを選択的に励起した後、ワープ勾配、リフェーズ勾配及びディフェーズ勾配を印加する。ここまでは第3図のシーケンスと同じである。その後、時刻 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、…に 180_y° パルスを順次印加すると共に、時刻 t_3 の 180_y° パルス印加後に追加の位相エンコード（追加のワープ）をかける。なお、追加の位相エンコードの印加は観測時間中であってもよい。各 180_y° パルスの印加によって位相エンコードの符号が変わり、追加の位相エンコードによって移相エンコード値が変わることによって、観測されるデータのラインは、第2図に示すライン①乃至④のように変化する。そして、各 180_y° パルス印加後に得られる各スピン・エコー信号S1、S2、S3、S4、…は読出し勾配印加の下で収集される。エコー信号S1、S2、S3、S4の継続時間すなわちデータライン①乃至④の長さは、円形領域に合わせて読出し勾配の印加時間を調節することによって決められる。このように、1回の励起に対して複数ラインのデータが収集されるため、スキャン時間を短縮することができる。収集された信号は、通常のフーリエ法によるスキャンデータと同様な扱いで画像再構成が行われる。

尚、本発明は、上記実施例に限定するものではなく、データ収集時間の短い領域Bに対して第5図、又は、第7図に示すシーケンスを用いるようにしてもよい。第5図のシーケンスは、読出し勾配の反転によるスピン・エコーを用いたものであって、ス

5

ピン・エコーS2の測定とS4の測定後に、それぞれ追加の位相エンコードをかけている。この実施例におけるデータの収集順序は第6図の①乃至⑤となる。第7図のシーケンスも読出し勾配の反転によるものであるが、読出し勾配と共に弱いワープ勾配をかける点に特徴があり、そのデータ収集順序は第8図の①乃至⑥となる。この方式によれば、データサンプリングが非常に高密度で行われる。これらのシーケンスにおいても読出し勾配の印加時間によって、データラインの長さが円形領域に合わせて調節される。

以上、本発明を実施するための最良の形態について説明したが、この発明が属する技術の分野の通常の知識を有する者にとって、下記の請求の範囲を逸脱することなく種々の変形を行うことは容易である。

6

請求の範囲

(1) 一様な静磁場空間内に配置された被検体の所望の断面の原子核のスピンを高周波電磁波で励起してフーリエ法に基づいてNMR信号を測定し、この測定信号に基づいて被検体の断層像を再構成するNMRイメージング方法において、

画像再構成領域に対応する2次元フーリエ面に、空間周波数が0の点を中心とする円形領域を定め、

この円形領域内の部分領域であって測定データ読出し方向の長さが所定の長さ以上ある部分領域については、フーリエ法の通常の測定法でスピン・エコー信号の測定を行い、

上記円形領域におけるその他の部分領域については、1回の励起あたり、読出し勾配磁場の印加時間を順次短縮しながらかつ追加の移相エンコードを行いながら複数のスピン・エコー信号の測定を行うことを特徴とするNMRイメージング方法。

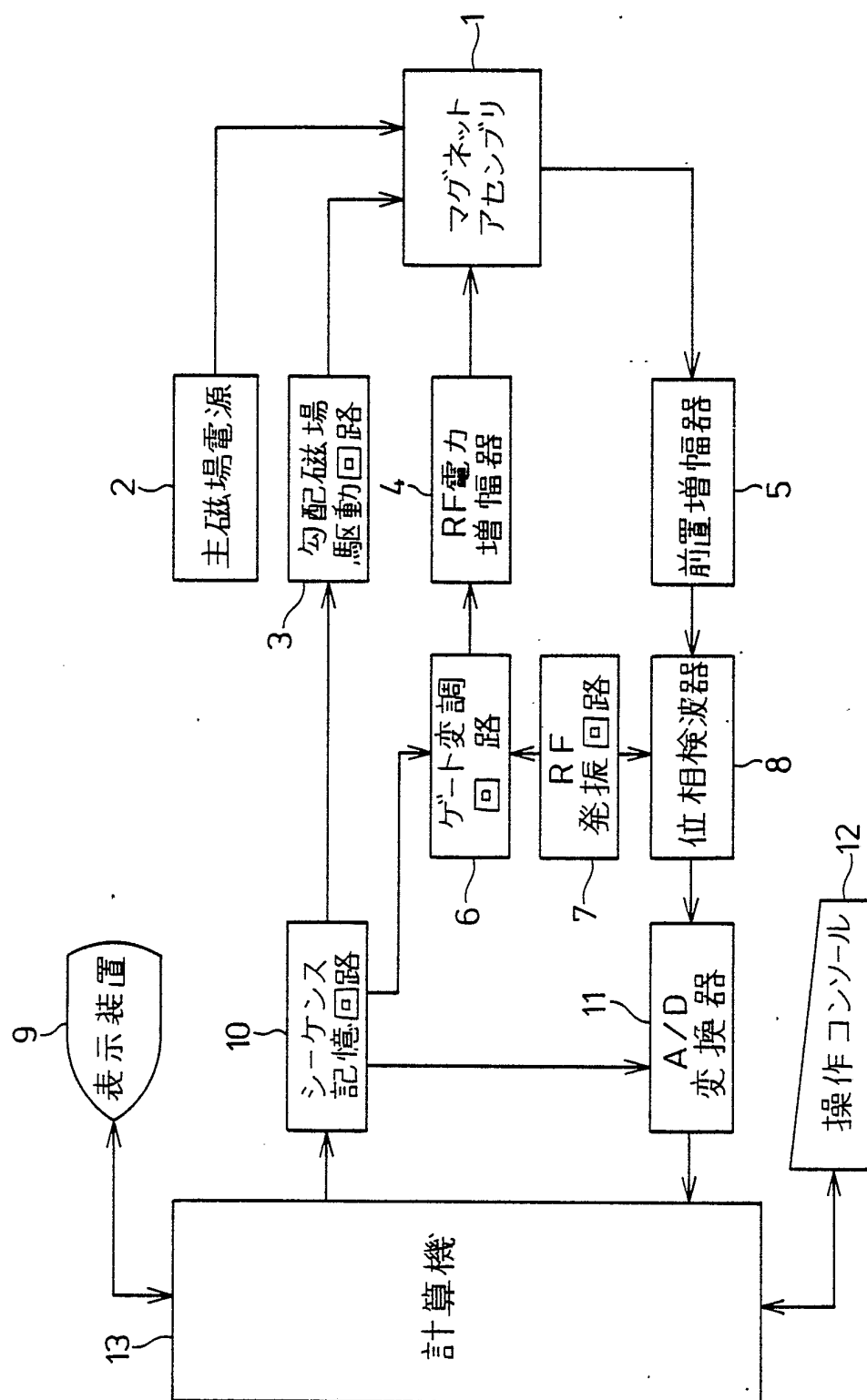
(2) 円形領域におけるその他の部分領域についての複数のスピン・エコー信号は、複数の 180° パルスによってそれぞれ発生させる請求の範囲1のNMRイメージング方法。

(3) 円形領域におけるその他の部分領域についての複数のスピン・エコー信号は、複数回反転する読出し勾配磁場によって発生させる請求の範囲1のNMRイメージング方法。

(4) 追加の位相エンコードは、複数のスピン・エコー信号の測定期間中連続的に発生しているスピンワープ勾配磁場によって行われる請求の範囲3のNMRイメージング方法。

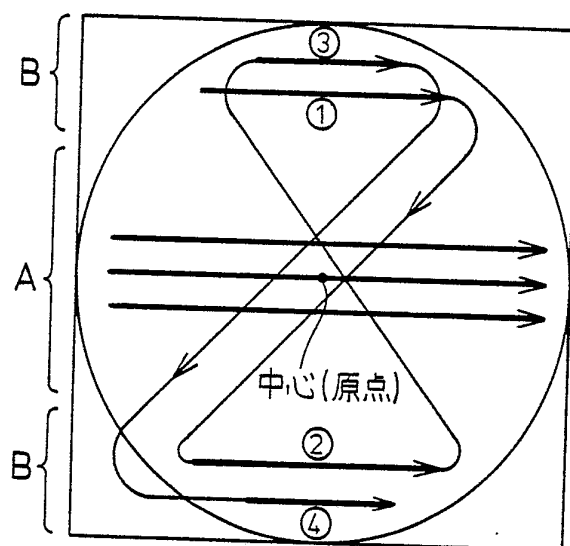
1 / 7

第1図

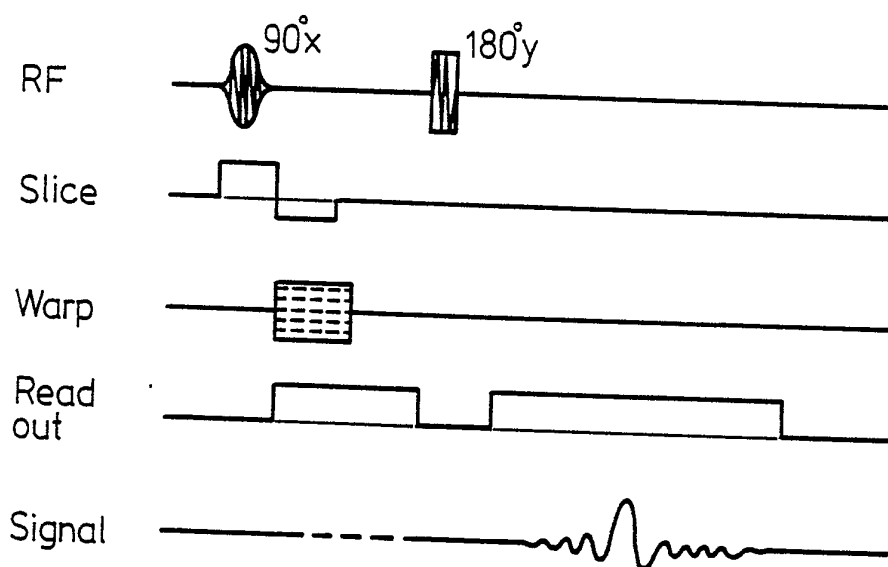


2 / 7

第 2 図

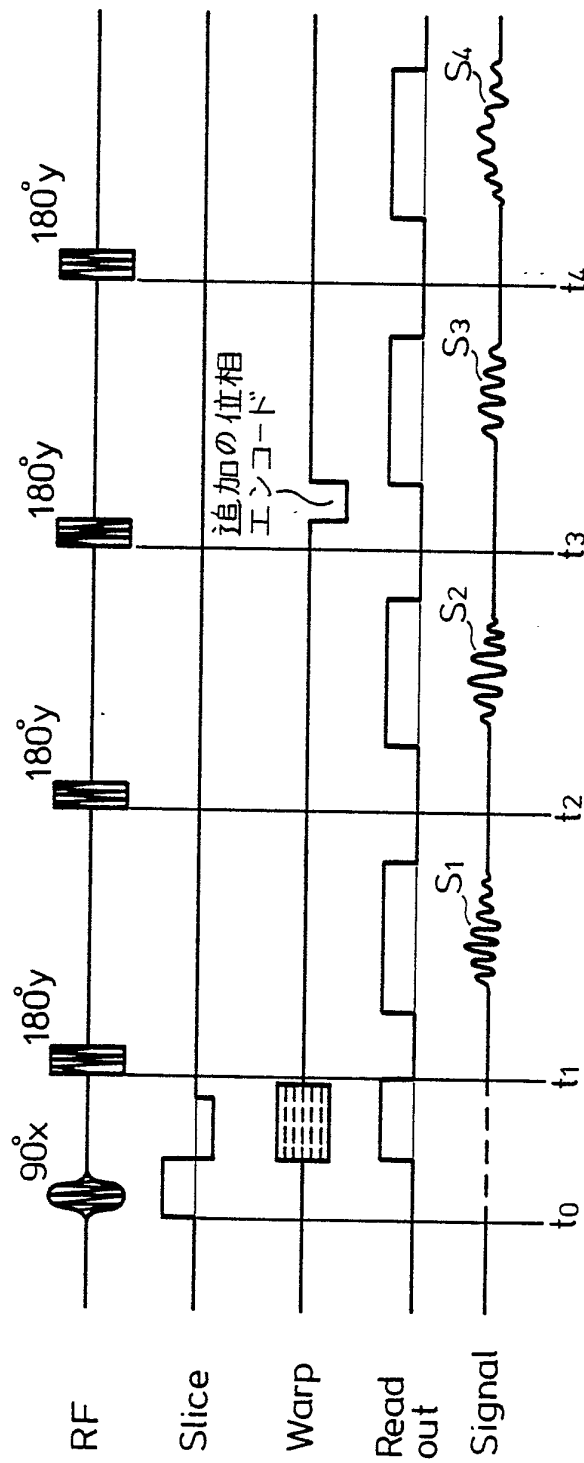


第 3 図

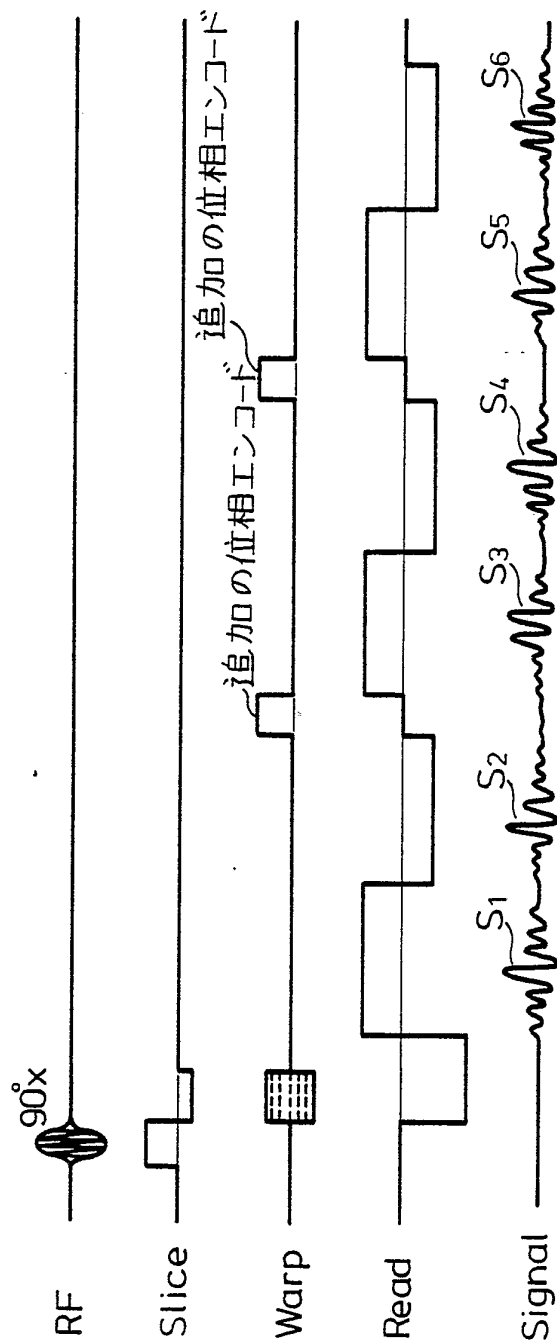


3/7

第4図

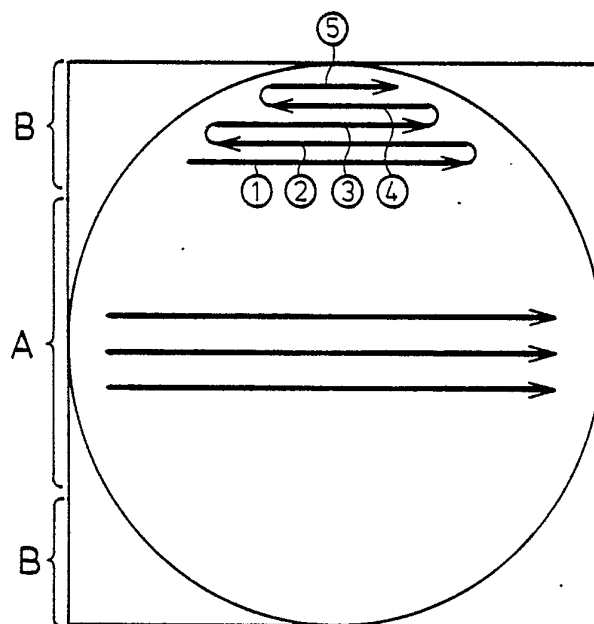


第5図

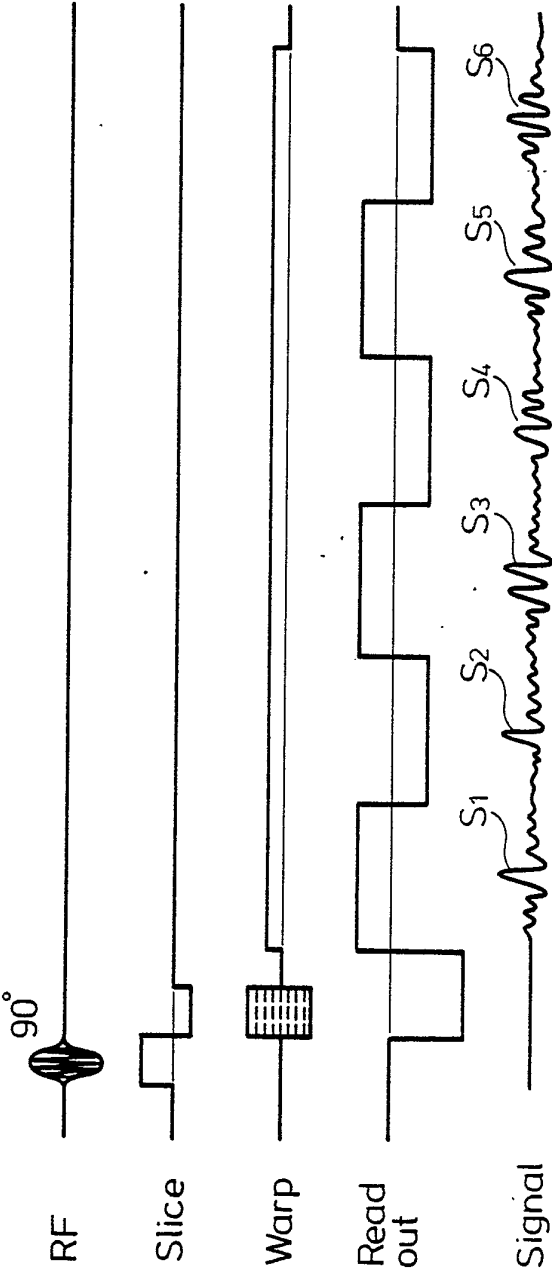


5 / 7

第 6 図

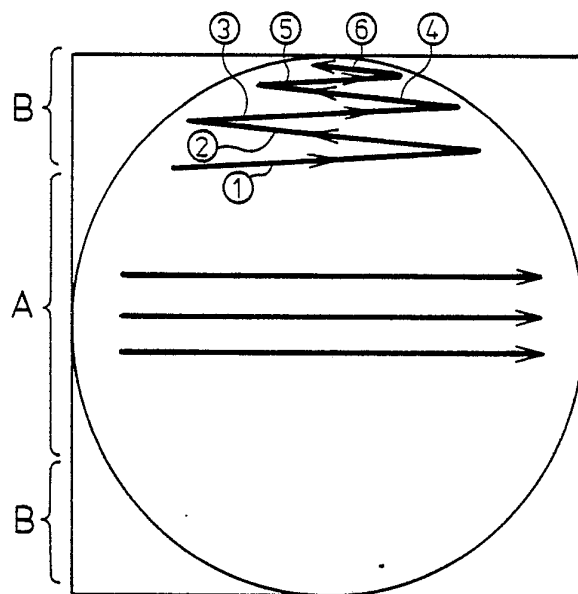


第 7 図

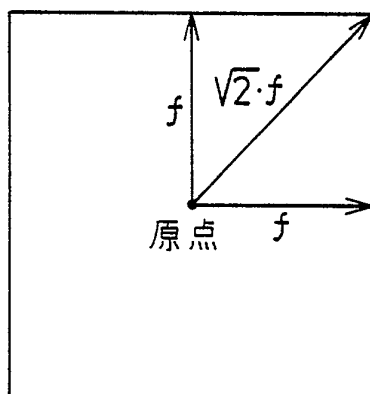


7 / 7

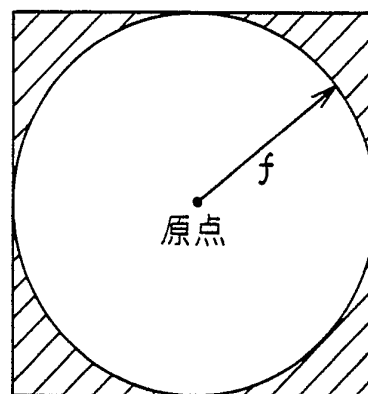
第 8 図



第9a図



第9b図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP86/00631

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl⁴ A61B5/05, A61B10/00, G01N24/08, G01R33/20		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁶		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	A61B5/05, A61B10/00, G01N24/08, G01R33/20	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁵		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category [*]	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
[*] Special categories of cited documents: ¹⁶ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ²		Date of Mailing of this International Search Report ²
March 4, 1987 (04. 03. 87)		March 16, 1987 (16. 03. 87)
International Searching Authority ¹		Signature of Authorized Officer ²⁰
Japanese Patent Office		

国 際 調 査 報 告

国際出願番号PC1/JP 86/ 00631

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. A61B5/05, A61B10/00, G01N24/08, G01R33/20		
II. 国際調査を行った分野		
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料		
分 類 体 系	分 類 記 号	
IPC	A61B5/05, A61B10/00, G01N24/08, G01R33/20	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の カテゴリー ※	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
※引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの 「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリーの文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
04.03.87	16.03.87	
国際調査機関	権限のある職員	4C 7033
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官 内 藤 二 郎	