

(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2009-192514
(P2009-192514A)

(43) 公開日 平成21年8月27日(2009.8.27)

(51) Int.Cl.

G01R 33/36 (2006.01)

F I

G01N 24/04 530A
G01N 24/04 530B
G01N 24/04 530C

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 3 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2008-64884 (P2008-64884)
(22) 出願日 平成20年2月18日 (2008.2.18)

(71) 出願人 507415509
伴 悦夫
東京都昭島市中神町2丁目7番21号
(72) 発明者 伴 悦夫
東京都昭島市中神町2丁目7番21号

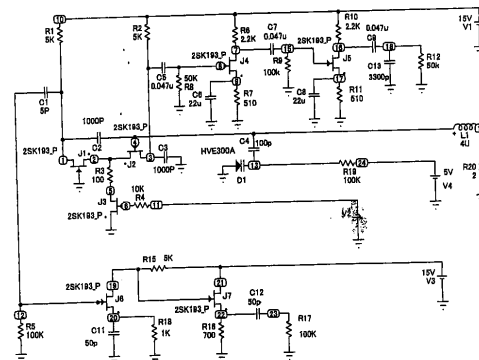
(54) 【発明の名称】 H F 帯磁気共鳴装置用検出器

(57) 【要約】

【課題】 信号が微弱になる連続波 H F 帯磁気共鳴装置において、周波数のみでなく、発振レベルも外部制御電圧によって微少な値より大きな値までスムーズに変えられるような発振回路および周辺回路を備えた H F 帯磁気共鳴装置用検出器を得ることである。

【解決手段】 真空管と同様な特性をもつ高周波用電界効果トランジスタを用い、ドレイン接地増幅器とゲート接地増幅器をカスコード接続し、それらの共通ソース抵抗の可変部分を高周波用電界効果トランジスタに換えゲートバイアスを外部制御電圧によって変えることによって発振レベルを設定する。上記自励 LC 発振器に微弱な磁気共鳴信号を増幅する低周波前置増幅器、微弱なレベルの発振周波数の計測用高周波増幅器を付加する。本発明の実施により、上記課題を解決する検出器の製作が実現する。さらに本発明の検出器の使用により C P U 制御の連続波 H F 帯磁気共鳴装置が可能となる。

【選択図】 図 1



回路基本図

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ドレイン接地増幅器とゲート接地増幅器をカスコード接続し、それらの共通ソース抵抗の可変部分を高周波用電界効果トランジスタに換え、上記高周波用電界効果トランジスタのゲートバイアスを外部制御電圧によって変えることによって、発振レベルを設定する連続波 H F 帯磁気共鳴装置検出器用自励 L C 発振器

【請求項 2】

請求項 1 の上記自励 L C 発振器に磁気共鳴信号増幅用低周波増幅器、発振周波数の計測のための高周波増幅器を付加した連続波 H F 帯磁気共鳴装置用検出器

【請求項 3】

請求項 2 の上記連続波 H F 帯磁気共鳴装置用検出器において発振周波数、発振レベルを C P U によって制御する連続波 H F 帯磁気共鳴装置用検出器

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は連続波 H F 帯磁気共鳴装置用検出器に関わる。

【背景技術】

【0002】

凝縮体の核磁気共鳴、N M R が第二次大戦直後に P u r c e l l 、 B l o c h のグループより報告された。数年の間に、基本的な問題が理論、実験両面で解明された。電子スピン共鳴 E S R も同様である。技術の進歩は分子構造を決定する化学研究の要求に沿ったものであった。

【特許文献 1】 特願 2007-327998

【0003】

現象発見の初期に開発された上記自励 L C 発振器は真空管の陰極結合カスコード接続を用いているが、技術の進歩に伴い、パイポラトランジスタ、電界効果トランジスタ化された回路が開発された。また変調された低周波信号用の増幅器、発振レベル測定用の高周波増幅器には集積回路も使用されるようになった。上記真空管を用いた自励 L C 発振器を用いた検出器は初期には分光器としても使用されたが、連続波法は測定に長時間を要するので、分光器としては程へずしてパルス法が開発され、その普及により、現在では上記自励 L C 発振器を用いた検出器は磁場測定器、磁場安定器等の用途に限定されている。上記限定された用途においては、試料の種類、検出器の動作パラメータはこれらの目的に最も適するように選ばれ固定される。また使用される試料は密封される。

【非特許文献 2】 R . V . P o u n d a n d W . D . K n i g h t , R e v . s c i . I n s t r u m . 2 1 , 2 1 9 , 1 9 5 0 .

【非特許文献 3】 J . D . I d o i n e a n d J . R . B r a n d e n b e r g e r , R e v . s c i . I n s t r u m . 4 2 , 7 1 5 , 1 9 7 1 .

【0004】

しかしながら、磁気共鳴現象観測法としての連続波法は固有の利点を有し、特に H F 帯での電子スピン共鳴現象観測には、特殊で高価な電磁石を必要とせず、検出器も高度な技術を必要としないので、性能及び機能は限定されとしても、安価で汎用性のある機器の構成が容易である（上記特許文献 1）。そのためには装置全体は試料の性質を調べることが目的とするように構成、設計されなければならない。このような連続波 H F 帯磁気共鳴装置用の自励 L C 発振器は、微少なレベルにおいて安定に作動すること、発振のダイナミックレンジが広いこと、広い範囲で周波数が連続可変なことが求められる。本発明は高性能が実証されている上記非特許文献 2 の回路に準拠し、上記の要求を満たす連続波 H F 帯磁気共鳴装置用検出器を提供する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

本発明の課題は、周波数のみでなく、発振レベルも外部制御電圧によって微少な値より大きな値までスムーズに変えられるような発振回路および周辺回路を備えたHF帯磁気共鳴装置用検出器を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記のように良好な性能が示されている上記非特許文献2の真空管と同様な特性をもつ高周波用電界効果トランジスタを増幅回路に用い、発振レベルを設定する共通ソース抵抗の可変部分を同様な特性をもつ高周波用電界効果トランジスタに換え、そのドレイン-ソース間抵抗の抵抗値を外部制御電圧によって制御、設定する。本発明の実施により、上記課題を解決する検出器の製作が可能となり、連続波HF帯磁気共鳴装置が実現する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明による回路の基本図を図1に示す。本図は回路動作のシミュレーションを行うためのもので、電源のデカップリング、外部制御電圧に対するフィルタリング回路は省略してある。図においてJ3が上記の抵抗値をゲート電圧によって外部より設定、制御する高周波用電界効果トランジスタである。高周波発振に関わる回路部分は能動素子J1、J2、J3と、それらに接続される受動素子R1、R2、R3、C2、C3、C4、D1、L1である。周波数を決定する共振回路はQが有限なインダクタL1とキャパシタC4、可変容量ダイオードD1の容量の直列容量との並列共振回路である。

【0008】

20

その他の回路部分は上記自励LC発振器と組み合わせて検出器ユニットを構成する回路で、J6、J7を含む回路部分は発振周波数を計測するカウンタ入力レベルを得るための高周波増幅器である。J4、J5を含む回路部分はキャパシタC3と組み合わせてJ2のドレインで検波される微弱な磁気共鳴信号を増幅する前置低周波増幅器である。V4は可変容量ダイオードD1に印加する外部制御電圧、V2は可変抵抗器J3のゲートに印加する外部制御電圧である。外部への接続のためのコネクタは本図には含まれていない。

【0009】

図1のシミュレーション結果の一部を図2aに示す。波形は共振回路端の電圧である。(1)は発振が停止するレベルの直前で発振レベルは 15.9 mV_{pp} 、制御電圧は -1.94 V である。(2)は高周波増幅器の出力が飽和する直前で発振レベルは、 1.04 V_{pp} 、制御電圧は -1.84 V である。周波数は約 17 MHz である。 $L1 = 4\text{ }\mu\text{H}$ 、共振回路の直列容量 $C4 = 100\text{ pF}$ から逆算すると可変容量ダイオードの容量は約 27 pF である。

30

【0010】

なお本図の回路の能動素子、受動素子の品種、定数は性能の最適化を行ったものではないが、概ね妥当な結果であり、検出器に要求される基本的な動作、性能を有していることが確認された。実機の製作においては、入手性の制約から、汎用的なものを使っている。

【0011】

以上、シミュレーションの一具体例を説明したが本発明の回路素子の品種、定数などは、それらの機能が上記説明のように有機的に結合されていれば、適宜に選定してよい。又それらの一部を集積回路化してもよい。いずれを択ぶかは要求される仕様による技術的、経済的な理由による。

40

【0012】

図2bに本発明により設計、製作した実機での実測結果の一部を示す。波形は高周波増幅器の出力端の電圧である。(1)は発振が停止するレベルの直前で高周波増幅器の出力端において高周波レベルは 40 mV_{pp} 、制御電圧は -1.15 V である。(2)は出力が飽和する直前でレベルは 417 mV_{pp} 、制御電圧は -0.5 V である。シミュレーションによる変換率を用いて共振回路端の電圧に換算すると、上記のレベルは、それぞれ 4.4 mV_{pp} と 49.4 mV_{pp} になる。周波数はシミュレーションと同じ約 17 MHz にセットした。上記のような理由により使用しているデバイスが異なるため、シミュレーシ

50

オンとは異なる点があるが、発振動作と高周波レベルのスムーズな可変性が確認された。

【0013】

本発明による上記自励LC発振器を用いた検出器において周波数安定性、発振レベル安定性、発振レベルのダイナミックレンジ、雑音レベルなど連続波HF帯磁気共鳴装置用検出器として実用し得る機能、性能を有することが確認された。図3aに24MHzでの陽子核磁気共鳴の観測例を示す。試料は大島椿油である。移動平均化は行っていない。図3bに17MHzでの電子スピン共鳴の観測例を示す。試料はDPPHの微粉末である。本例では上記特許文献1に示したスプリアス補正移動平均化を行っている。試料管の内直径はいずれも4mmである。

【図面の簡単な説明】

【0014】

- 【図1】本発明の回路の基本図である。
- 【図2a】図1の回路のシミュレーション結果である。
- 【図2b】実機の実測結果である。
- 【図3a】核磁気共鳴の観測例である。
- 【図3b】電子スピン共鳴の観測例である。

【符号の説明】

【0015】

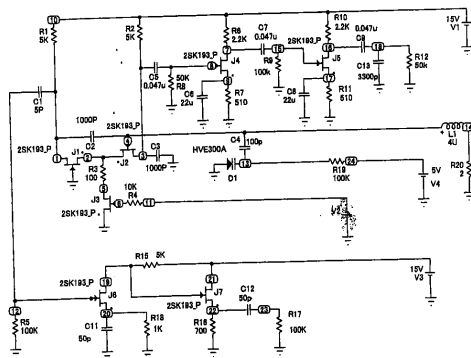
図1において

- J 高周波用電界効果トランジスタ
- D 可変容量ダイオード
- L インダクタ
- R 抵抗器
- C キャパシタ

10

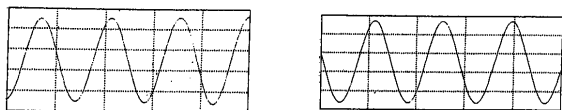
20

【図1】



回路基本図

【図2a】

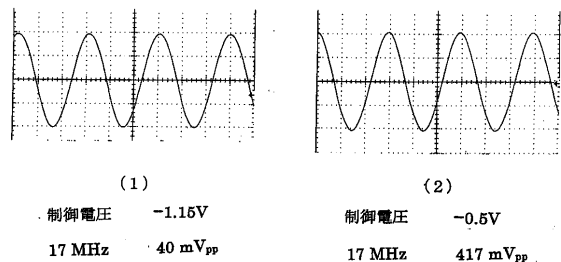


(1) 制御電圧 -1.94V 17 MHz 15.9 mV_{pp}

(2) 制御電圧 -1.84V 17 MHz 1.04 V_{pp}

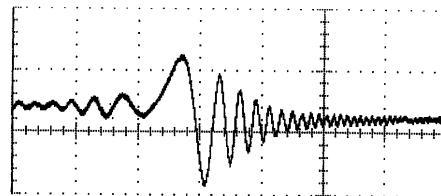
共振回路端波形 シミュレーション結果例

【図2b】



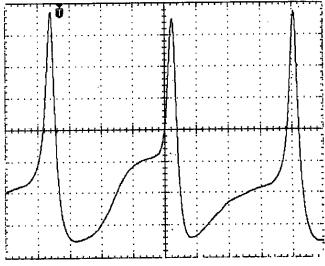
高周波増幅器出力端波形 発振レベル実測結果例

【図3a】



24 MHz 試料 大島椿油
陽子核磁気共鳴観測例

【 図 3 b 】



17 MHz 試料 · DPPH

電子スピン共鳴観測例