

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3901693号  
(P3901693)

(45) 発行日 平成19年4月4日(2007.4.4)

(24) 登録日 平成19年1月12日(2007.1.12)

(51) Int. Cl. F I  
**H03B 5/04 (2006.01)** H03B 5/04 C  
**H03B 5/08 (2006.01)** H03B 5/08 A

請求項の数 10 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-17101 (P2004-17101)                  (22) 出願日 平成16年1月26日 (2004.1.26)                  (65) 公開番号 特開2004-320721 (P2004-320721A)                  (43) 公開日 平成16年11月11日 (2004.11.11)                  審査請求日 平成16年6月17日 (2004.6.17)                  (31) 優先権主張番号 特願2003-90012 (P2003-90012)                  (32) 優先日 平成15年3月28日 (2003.3.28)                  (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000000295                  沖電気工業株式会社                  東京都港区虎ノ門1丁目7番12号                  (74) 代理人 110000165                  グローバル・アイピー東京特許業務法人                  (72) 発明者 藤田 研                  東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電                  気工業株式会社内                   審査官 佐藤 聡史</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発振回路及び発振回路制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケットを送受信する無線機に搭載され、基準周波数信号の入力を受け付けて前記基準周波数の所定数倍の周波数の発振周波数信号を出力する発振回路であって、

前記基準周波数信号と分周信号とが入力され、両信号の位相差を信号として出力する位相比較器と、

前記位相比較器から出力される信号を平均化するループフィルタと、

前記ループフィルタから出力される信号に基づいて、前記基準周波数の所定数倍の発振周波数信号を出力する電圧制御発振器であって、負性抵抗と、前記負性抵抗に並列に接続されたインダクタと、前記インダクタに並列に接続され前記ループフィルタからの出力が入力される第1の可変容量キャパシタと、前記第1の可変容量キャパシタに並列に接続された第2の可変容量キャパシタとを有する前記電圧制御発振器と、

前記電圧制御発振器から出力される発振周波数信号が入力され、前記発振周波数信号の周波数を前記所定数の逆数で分周して、前記位相比較器に出力する分周器と、

温度に基づいて温度補償データを出力する温度検出器と、

前記無線機が1パケットを受信または送信するごとに、前記温度検出器から前記温度補償データを取得及び更新する第1レジスタと、を備え、

前記第1及び第2の可変容量キャパシタは、それぞれ、容量を変更するための電圧が入力される第1及び第2の電圧制御端子を有しており、

前記第1の電圧制御端子に前記ループフィルタからの出力が入力され、

10

20

前記第1レジスタにより前記第2の電圧制御端子に前記温度補償データが設定され、前記温度補償データによって前記第2の可変容量キャパシタの容量が変更されることにより、前記発振周波数信号の周波数が調整されることを特徴とする発振回路。

【請求項2】

前記第2の可変容量キャパシタに並列に接続された第3の可変容量キャパシタであって、容量を変更するための電圧が入力される第3の電圧制御端子を有する前記第3の可変容量キャパシタをさらに備え、

前記第2の電圧制御端子には第1の閾値で反転する温度補償データが入力され、前記第3の電圧制御端子には、第2の閾値で反転する温度補償データが入力されることを特徴とする、請求項1に記載の発振回路。

10

【請求項3】

前記温度検出器は、

温度に関わらず一定の電流を出力する第1の電流源と、

前記第1の電流源に直列に接続され、前記第1の電流源の電流に比例する第1の電圧を出力する第1の抵抗と、

絶対温度に比例する電流を出力する第2及び第3の電流源と、

前記第2及び第3の電流源にそれぞれ直列に接続され、各電流源の電流にそれぞれ比例する第2及び第3の電圧を出力する第2及び第3の抵抗と、

前記第2の電圧を前記第1の電圧と比較して前記第1の閾値で反転する温度補償データを出力する第1の電圧比較回路と、

20

前記第3の電圧を前記第1の電圧と比較して前記第2の閾値で反転する温度補償データを出力する第2の電圧比較回路と、を備えることを特徴とする請求項2に記載の発振回路。

【請求項4】

前記発振回路は、前記無線機の制御回路に接続されており、

前記無線機が1パケットを受信または送信するごとに、前記無線機の制御回路から前記所定数のデータを取得し、当該所定数のデータを前記分周器に設定する第2レジスタをさらに備え、

前記第1レジスタは、前記第2レジスタによる前記所定数のデータの取得と並行して、前記温度検出器から前記温度補償データを取得することを特徴とする、請求項1に記載の発振回路。

30

【請求項5】

無線機に搭載され、基準周波数信号の入力を受け付けて前記基準周波数の所定数倍の周波数の発振周波数信号を出力する発振回路であって、

前記基準周波数信号と分周信号とが入力され、両信号の位相差を信号として出力する位相比較器と、

前記位相比較器から出力される信号を平均化するループフィルタと、

前記ループフィルタから出力される信号に基づいて、前記基準周波数の所定数倍の発振周波数信号を出力する電圧制御発振器であって、負性抵抗と、前記負性抵抗に並列に接続されたインダクタと、前記インダクタに並列に接続され前記ループフィルタからの出力が入力される第1の可変容量キャパシタと、前記第1の可変容量キャパシタに並列に接続された第2の可変容量キャパシタと、前記第2の可変容量キャパシタに並列に接続され、かつ前記発振回路の素子特性のばらつきを補償するための素子特性補償データに応じて容量が可変される複数の素子特性補償用の可変容量キャパシタと、所定の温度において前記第1の可変容量キャパシタに供給するべき制御電圧である基準電圧と実際の制御電圧とを比較し、その比較結果を出力するモニタ回路とを有する前記電圧制御発振器と、

40

前記電圧制御発振器から出力される発振周波数信号が入力され、前記発振周波数信号の周波数を前記所定数の逆数で分周して、前記位相比較器に出力する分周器と、

前記素子特性用の可変容量キャパシタに素子特性補償データを設定する素子特性補償回路であって、前記素子特性補償データを仮設定し、当該仮設定された素子特性補償データ

50

での周波数引き込み後の前記モニタ回路の出力に応じて前記素子特性補償データを確定する前記素子特性補償回路と、

温度に基づいて温度補償データを出力する温度検出器と、

前記無線機の起動時および前記無線機が1パケットを受信または送信するごとに、前記温度検出器から前記温度補償データを取得及び更新する第1レジスタとを備え、

前記第1及び第2の可変容量キャパシタ、前記複数の素子特性補償用の可変容量キャパシタは、それぞれ、容量を変更するための電圧が入力される第1及び第2、第3の電圧制御端子を有しており、

前記第1の電圧制御端子に前記ループフィルタの出力が入力され、

前記第1レジスタにより前記第2の電圧制御端子に前記温度補償データが設定され、前記温度補償データによって前記第2の可変容量キャパシタの容量が変更されることにより、前記発振周波数信号の周波数が調整され、

前記無線機の起動時において、当該起動時の温度での温度補償データにより前記第2の可変容量キャパシタの容量が調整された後に、前記素子特性補償回路が、前記モニタ回路による比較結果に基づいて、素子特性補償用の可変容量キャパシタの第3の電圧制御端子に入力される電圧を調整することを特徴とする発振回路。

【請求項6】

前記素子特性補償回路は、前記素子特性補償データの仮設定、周波数の引き込み及び前記仮設定された素子特性補償データの確定を、前記素子特性補償用の可変容量キャパシタごとにその数だけ繰り返すことにより、前記複数の素子特性補償用の可変容量キャパシタの各素子特性補償データを確定することを特徴とする、請求項5に記載の発振回路。

【請求項7】

パケットを送受信する無線機に搭載され、基準周波数信号の入力を受け付けて前記基準周波数の所定数倍の周波数の発振周波数信号を出力する発振回路であって、前記基準周波数信号と分周信号とが入力され、両信号の位相差を信号として出力する位相比較器と、前記位相比較器から出力される信号を平均化するループフィルタと、前記ループフィルタから出力される信号に基づいて、前記基準周波数の所定数倍の発振周波数信号を出力する電圧制御発振器であって、負性抵抗と、前記負性抵抗に並列に接続されたインダクタと、前記インダクタに並列に接続され前記ループフィルタからの出力が入力される第1の可変容量キャパシタと、前記第1の可変容量キャパシタに並列に接続された第2の可変容量キャパシタとを有する前記電圧制御発振器と、前記電圧制御発振器から出力される発振周波数信号が入力され、前記発振周波数信号の周波数を前記所定数の逆数で分周して、前記位相比較器に出力する分周器と、温度に基づいて温度補償データを出力する温度検出器と、前記温度検出器と接続された第1レジスタと、を備え、前記第1及び第2の可変容量キャパシタは、それぞれ、容量を変更するための電圧が入力される第1及び第2の電圧制御端子を有し、前記第1の電圧制御端子に前記ループフィルタからの出力が入力される発振回路を制御する方法であって、

前記無線機が1パケットを受信または送信するごとに、前記第1レジスタが、前記温度検出器から前記温度補償データを取得及び更新するステップと、

前記第1レジスタが前記第2の電圧制御端子に前記温度補償データを設定し、前記温度補償データによって前記第2の可変容量キャパシタの容量を変更することにより、前記発振周波数信号の周波数を調整するステップと、を含む発振回路制御方法。

【請求項8】

前記発振回路は、前記第2の可変容量キャパシタに並列に接続された第3の可変容量キャパシタであって、容量を変更するための電圧が入力される第3の電圧制御端子を有する前記第3の可変容量キャパシタをさらに備え、

前記第2の電圧制御端子には第1の閾値で反転する温度補償データを入力し、前記第3の電圧制御端子には第2の閾値で反転する温度補償データを入力することを特徴とする、請求項7に記載の発振回路制御方法。

【請求項9】

10

20

30

40

50

前記発振回路は、前記無線機の制御回路に接続された第2のレジスタをさらに備え、  
前記無線機が1パケットを受信または送信するごとに、前記第2のレジスタが、前記無線機の制御回路から前記所定数のデータを取得するステップと、

前記第2のレジスタが、前記所定数のデータを前記分周器に設定するステップと、  
をさらに含み、

前記第1のレジスタは、前記第2のレジスタによる前記所定数のデータの取得と並行して、前記温度検出器から前記温度補償データを取得することを特徴とする、請求項7に記載の発振回路制御方法。

【請求項10】

無線機に搭載され、基準周波数信号の入力を受け付けて前記基準周波数の所定数倍の周波数の発振周波数信号を出力する発振回路であって、前記基準周波数信号と分周信号とが入力され、両信号の位相差を信号として出力する位相比較器と、前記位相比較器から出力される信号を平均化するループフィルタと、前記ループフィルタから出力される信号に基づいて、前記基準周波数の所定数倍の発振周波数信号を出力する電圧制御発振器であって、負性抵抗と、前記負性抵抗に並列に接続されたインダクタと、前記インダクタに並列に接続され前記ループフィルタからの出力が入力される第1の可変容量キャパシタと、前記第1の可変容量キャパシタに並列に接続された第2の可変容量キャパシタと、前記第2の可変容量キャパシタに並列に接続され、かつ前記発振回路の素子特性のばらつきを補償するための素子特性補償データに応じて容量が可変される複数の素子特性補償用の可変容量キャパシタと、所定の温度において前記第1の可変容量キャパシタに供給すべき制御電圧である基準電圧と実際の制御電圧とを比較し、その比較結果を出力するモニタ回路とを有する前記電圧制御発振器と、前記電圧制御発振器から出力される発振周波数信号が入力され、前記発振周波数信号の周波数を前記所定数の逆数で分周して、前記位相比較器に出力する分周器と、温度に基づいて温度補償データを出力する温度検出器と、前記無線機の起動時および前記無線機が1パケットを受信または送信するごとに、前記温度検出器から前記温度補償データを取得及び更新する第1レジスタとを備え、前記第1及び第2の可変容量キャパシタ、前記複数の素子特性補償用の可変容量キャパシタは、それぞれ、容量を変更するための電圧が入力される第1及び第2、第3の電圧制御端子を有し、前記第1の電圧制御端子に前記ループフィルタからの出力が入力される発振回路を制御する方法であって、

前記無線機の起動時および前記無線機が1パケットを受信または送信するごとに、前記第1レジスタから前記第2の電圧制御端子に前記温度補償データを入力し、前記温度補償データによって前記第2の可変容量キャパシタの容量を変更することにより、前記発振周波数信号の周波数を調整するステップと、

前記無線機の起動時において、当該起動時の温度で前記第2の可変容量キャパシタの容量を調整した後に、前記複数の素子特性補償用の可変容量キャパシタの各容量値を決定する複数の素子特性補償データの1つを仮に設定するステップと、

前記仮設定された素子特性補償データで前記発振回路の周波数引き込みを実行し、前記モニタ回路が、所定の温度において前記第1の可変容量キャパシタに供給すべき制御電圧である基準電圧と実際の制御電圧とを比較し、その比較結果を出力するステップと、

前記素子特性補償回路が前記比較結果に基づいて前記仮設定した素子特性補償データを確定するステップと、

複数の素子特性補償用の可変容量キャパシタの各素子特性補償データごとに、前記素子特性補償データを仮設定するステップ、周波数の引き込みを実行して前記基準電圧と現実の制御電圧とを比較するステップ、及び前記素子特性補償データを確定するステップを繰り返して、前記複数の素子特性補償データを決定することを特徴とする発振回路制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、発振回路及びその制御方法、特に、低電圧で駆動される発振回路及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

高周波の発振回路は、例えば、負性抵抗、インダクタ、可変容量のキャパシタを互いに並列に接続した共振回路を用いて構成する。このような発振回路における発振周波数の制御方法は、例えば非特許文献1の様にキャパシタの容量を電圧で変化させるか、又は負性抵抗の相互コンダクタンスを電流で変化させることによって行う。一般に、可変容量のキャパシタとしては、電界効果トランジスタが使用される。具体的には、電界効果トランジスタのゲート電極を負性抵抗、インダクタに接続し、ソース電極とドレイン電極とを短絡して0～電源電圧を印加する。このような可変容量によって、発振回路の発振周波数を10～20%変化させる。この周波数範囲に、無線に必要な発振周波数帯域、温度変化による発振周波数のずれ、素子特性ばらつきによる発振周波数のずれ等を全て収める。

10

【非特許文献1】IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.49, NO.1, JANUARY 2001, pp17-22

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記文献記載では、発振回路を駆動する電源電圧が2V程度以上の場合に、発振回路の周囲温度が230～400Kの範囲で変化しても、無線に必要な周波数帯域を確保できるが、電源電圧が1V程度になると、発振周波数の可変幅は約5～10%に減少する。発振周波数範囲が狭まると、無線に必要な周波数帯域を特定の温度では確保できても、発振回路に通常要求される温度範囲、例えば230～400Kの全範囲では確保できなくなる。その主な原因は、負性抵抗を構成するトランジスタの相互コンダクタンスが温度上昇とともに減少し、その結果、発振を開始する周波数が低下することによる。即ち、発振回路あるいは電圧制御発振回路は、駆動電圧が低下すると発振周波数帯域が狭まり、温度変動による発振周波数の変動を吸収するだけの周波数余裕がなくなる。さらに、生産上の素子特性ばらつきを考慮すると、電源電圧が1V程度における狭い発振周波数帯域で素子特性の変動を吸収することは殆ど不可能と考えられる。

20

【課題を解決するための手段】

30

【0004】

本発明に係る発振回路は、負性抵抗と、インダクタと、発振周波数データに基づいた制御電圧によって容量が可変される発振周波数設定用のキャパシタとを有し、かつ発振周波数データに基づく発振周波数の信号を出力する共振回路と、温度に基づいて温度補償データを出力する温度検出器と、共振回路に電気的に接続され、かつ温度補償データに基づいて容量値が変更されることにより発振周波数を調整する温度補償用のキャパシタと、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0005】

本発明に係る発振回路では、発振回路の動作中に温度検出器によって、発振回路の温度に基づく温度補償データを生成し、温度補償用のキャパシタの容量を調整することによって共振回路の容量値を調整し、発振回路の発振周波数範囲を温度補償する。このような構成の発振回路によれば、駆動電圧が低く、発振周波数の可変幅が狭い場合にも、温度が発振周波数に及ぼす影響を補償して、必要な発振周波数帯域を確保することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

(1) 第1実施形態

〔全体構成〕

図1は、第1実施形態に係る発振回路100の構成例である。この発振回路100は、無線ローカルエリアネットワーク(LAN)等の無線機に搭載される無線集積回路に含ま

50

れ、発振回路 100 の出力信号の発振周波数によって無線電波の搬送周波数を決定する。

#### 【0007】

この発振回路 100 は、例えば、位相同期ループ(Phase Locked Loop)型の発振回路であり、後述する様に、発振回路 100 の温度の変化が発振周波数帯域に及ぼす影響を補償するための温度補償機能を有する。

この発振回路 100 は、位相比較器 1 と、ループフィルタ 2 と、電圧制御発振器 (VCO: voltage-controlled oscillator) 3 と、分周回路 4 とからなる位相同期ループと、レジスタ 5 と、温度補償回路 6 とを備えている。

#### 【0008】

位相比較器 1 は、基準周波数  $f_{ref}$  を持つ基準周波数信号と、分周器 4 の出力である分周信号との位相差を電圧または電流で出力する。ループフィルタ 2 は、低域通過フィルタ (Low Pass Filter: LPF) であり、位相比較器 1 の出力をスムージング (平均化) する。ここで、ループフィルタ 2 の出力電圧は LPF の出力であるので、以下の説明ではループフィルタ 2 の出力電圧を LPF 電圧と称す。電圧制御発振器 3 は、LPF 電圧に応じて、基準周波数  $f_{ref}$  の分周比  $N$  倍の周波数 ( $N * f_{ref}$ ) を持つ発振周波数信号  $f_{out}$  を出力する。分周器 4 は、例えば、プログラブルカウンタによって構成され、発振周波数信号  $f_{out}$  の周波数を  $1/N$  に分周する。レジスタ 5 は、分周器 4 に周波数データ (分周比  $N$ ) を設定するとともに、発振周波数帯域を調整するために、電圧制御発振器 3 に温度補償データを出力する。温度補償データは、発振回路 100 の温度が発振周波数帯域に及ぼす影響を補償するためのデータである。

#### 【0009】

レジスタ 5 (周波数データ設定部) は、無線機の制御回路から取得した周波数データ (分周比  $N$ ) を取得、保持するとともに分周器 4 に設定する。

温度補償回路 6 は、レジスタ 7 (温度補償データ設定部) と温度検出器 8 とを備えている。温度検出器 8 は、温度に応じた温度補償データをレジスタ 7 に出力する。レジスタ 7 は、温度補償データを一旦保持し、保持した温度補償データを電圧制御発振器 3 に設定する。後述する様に、レジスタ 7 は、無線機におけるパケットの送信または受信ごとに温度補償データを更新して電圧制御発振器 3 に設定し、1つのパケットの送信または受信の間、同一の値を保持する。

#### 【0010】

この発振回路 100 では、電圧制御発振器 3 の出力を分周器 4 で  $1/N$  に分周した分周信号を位相比較器 1 にフィードバックし、基準周波数信号及び分周信号の位相が一致する様にフィードバック制御することにより、基準周波数  $f_{ref}$  の  $N$  倍の発振周波数  $f_{out}$  を出力する。発振周波数の設定は、レジスタ 5 により分周器 4 に分周比  $N$  を設定することによって行われ、分周比  $N$  の値を変更すれば発振周波数に変更される。また、温度補償回路 6 によって温度が発振周波数に及ぼす影響を補償する。

#### 【0011】

##### 〔電圧制御発振器の構成〕

図 2 は、電圧制御発振器 3 の構成例である。電圧制御発振器 3 は、負性抵抗 31 と、インダクタ 32 と、発振周波数設定用のキャパシタ 33 と、緩衝回路 36 とを備えている。負性抵抗 31、インダクタ 32 及びキャパシタ 33 が共振回路を構成する。負性抵抗 31 は、例えば、正帰還ループを構成する複数のトランジスタによって構成される。ここで、キャパシタ 33 は、可変容量のキャパシタであり、容量値を可変するための電圧制御端子を備えている。キャパシタ 33 の電圧制御端子には、ループフィルタ 2 の出力である LPF 電圧が入力され、LPF 電圧に応じてキャパシタ 33 の容量が可変される。緩衝回路 36 は、共振回路と出力側の回路との間の緩衝を防止するためのバッファ回路であり、共振回路によって発振される信号を取り出し、発振周波数信号を出力する。

#### 【0012】

本実施形態では、インダクタ 32 のインダクタンスは例えば  $2.0 \text{ nH}$ 、キャパシタ 33 の容量値は典型値で  $2.1 \text{ pF}$ 、発振周波数帯域は  $2.4 \sim 2.5 \text{ GHz}$  とする。

10

20

30

40

50

電圧制御発振器 3 は、温度補償用のキャパシタ 3 4 及び 3 5 をさらに備えている。温度補償用キャパシタ 3 4 及び 3 5 は、温度の変化が発振周波数帯域に及ぼす影響を補償するための可変容量のキャパシタである。各キャパシタ 3 4 及び 3 5 は、各々、容量値を可変するための電圧制御端子を備えており、各電圧制御端子には温度補償回路 6 ( 図 1 参照 ) から温度補償データ a 及び b が各々入力される。キャパシタ 3 4 及び 3 5 は、各々、温度補償データ a 及び b によって容量値が可変される。温度補償用のキャパシタ 3 4 , 3 5 の容量値は、例えば、発振周波数設定用のキャパシタ 3 3 の容量値の 1/6 とする。

#### 【 0 0 1 3 】

ここでは、温度補償用のキャパシタを 2 つ ( 温度補償データが入力される電圧制御端子を 2 つ ) としたが、温度補償用のキャパシタの数 ( 温度補償データが入力される電圧制御端子の数 ) は 3 つ以上であっても良い。但し、温度補償用のキャパシタの数には上限があり、温度補償用のキャパシタの数は上限値未満の範囲で選択される。これは、共振回路に並列に接続する温度補償用のキャパシタが増加するに従い、温度補償用のキャパシタの配線等に存在する浮遊容量の値が、発振周波数設定用のキャパシタ 3 3 の容量値に対して無視し得なくなるためである。従って、温度補償用のキャパシタの数は、上記浮遊容量により発振回路 1 0 0 の発振周波数が制限されるときに上限値に到達する。

#### 【 0 0 1 4 】

##### 〔 温度検出器の構成 〕

図 3 ( a ) は、温度検出器 8 の構成例である。温度検出器 8 は、電流源 8 0 1 ~ 8 0 3 と、抵抗 R 1 ~ R 3 と、電圧比較器 8 0 4 及び 8 0 5 とを備えている。

電流源 8 0 1 は、温度に無依存の電流源、即ち温度に依存せずに所定の電流を出力する電流源である。抵抗 R 1 は、必要に応じて抵抗を介して電流源 8 0 1 に直列に接続されている。抵抗 R 1 にかかる電圧は、電圧比較器 8 0 4 及び 8 0 5 に出力される。抵抗 R 1 にかかる電圧は、抵抗 R 1 の抵抗値と電流源 8 0 1 の出力電流との積で算出され、出力電流が温度に依存しないため抵抗 R 1 にかかる電圧も温度に依存しない。抵抗 R 1 にかかる電圧は、例えば抵抗 R 1 の抵抗値を 5 0 k  $\Omega$  、電流源 8 0 1 の出力電流を 2 0  $\mu$  A とすると、 $5 0 k \Omega * 2 0 \mu A = 1 V$  である。

#### 【 0 0 1 5 】

電流源 8 0 2 及び 8 0 3 は、絶対温度に比例する電流を出力する電流源である。抵抗 R 2 及び R 3 は、各々、電流源 8 0 2 及び 8 0 3 に直列に接続されている。

抵抗 R 2 にかかる電圧は、電圧比較器 8 0 4 に入力される。抵抗 R 2 の電圧は、抵抗 R 2 の抵抗値と電流源 8 0 2 の出力電流の積であり、出力電流が絶対温度に比例するため、抵抗 R 2 の電圧も絶対温度に比例する。抵抗 R 2 の電圧は、温度 3 5 0 K において、抵抗 R 1 の電圧 ( 本実施形態では、1 V ) と等しくなるように抵抗 R 2 が選択される。抵抗 R 2 にかかる電圧は、例えば抵抗 R 2 の抵抗値を 4 2 8 5 7  $\Omega$  、電流源 8 0 2 の出力電流を  $2 0 \mu A * ( 絶対温度 / 3 0 0 K )$  とすると、 $4 2 8 5 7 \Omega * 2 0 \mu A * ( 絶対温度 / 3 0 0 K )$  で算出される。

#### 【 0 0 1 6 】

抵抗 R 3 にかかる電圧は、電圧比較器 8 0 5 に入力される。抵抗 R 3 の電圧は、抵抗 R 3 の抵抗値と電流源 8 0 3 の出力電流の積であり、出力電流が絶対温度に比例するため、抵抗 R 3 の電圧も絶対温度に比例する。抵抗 R 3 の電圧は、温度 2 6 0 K において、抵抗 R 1 の電圧 ( 本実施形態では、1 V ) と等しくなるように抵抗 R 3 が選択される。抵抗 R 3 にかかる電圧は、例えば抵抗 R 3 の抵抗値を 5 7 7 0 0  $\Omega$  、電流源 8 0 3 の出力電流を  $2 0 \mu A * ( 絶対温度 / 3 0 0 K )$  とすると、 $5 7 7 0 0 \Omega * 2 0 \mu A * ( 絶対温度 / 3 0 0 K )$  で算出される。

#### 【 0 0 1 7 】

電圧比較器 8 0 4 は、温度が高くなった場合にキャパシタ 3 5 の容量値を減少させて発振周波数帯域を上昇させるための温度補償データ b を出力する。ここでは、温度が 3 5 0 K ( 閾値 ) を超えて上昇した場合に、電圧比較器 8 0 4 の出力は、図 3 ( b ) に示すように、low : 0 V から high : 電源電圧に反転し、キャパシタ 3 5 の容量値を、low

10

20

30

40

50

の場合の容量値よりも  $0.07 \text{ pF}$  減少させる。電圧比較器 804 は、温度が低下して  $350 \text{ K}$  を下回る場合には、 $350 \text{ K}$  よりも低い温度で温度補償データ  $b$  が  $\text{high}$  から  $\text{low}$  に反転するように入力に対して履歴（ヒステリシス）を持つ。

【0018】

電圧比較器 805 は、温度が高くなった場合にキャパシタ 34 の容量値を増加させて発振周波数帯域を低下させるための温度補償データ  $a$  を出力する。ここでは、温度が  $260 \text{ K}$ （閾値）を下回って低下した場合に、電圧比較器 805 の出力は、図 3（b）に示すように、 $\text{high}$ ：電源電圧から  $\text{low}$ ： $0 \text{ V}$  に反転し、キャパシタ 34 の容量値を、 $\text{high}$  の場合の容量値よりも  $0.01 \text{ pF}$  増加させる。電圧比較器 805 は、温度が上昇して  $260 \text{ K}$  を上回る場合には、 $260 \text{ K}$  よりも高い温度で温度補償データ  $a$  が  $\text{low}$  から  $\text{high}$  に反転するように入力に対して履歴（ヒステリシス）を持つ。

10

【0019】

ここで、温度補償用のキャパシタ 34, 35 に与える信号は、 $0 \text{ V}$  又は電源電圧の何れかの電圧の安定したデジタル信号であることが望ましい。これは、キャパシタ 34, 35 の電源制御端子が  $0 \text{ V}$  及び電源電圧の各電圧付近では、キャパシタ 34, 35 の電圧依存性が殆ど無視できるのに対し、電源制御端子の電圧がそれらの中間の値では、キャパシタ 34, 35 の電圧依存性が有限の値を持つからである。

【0020】

なお、図 3（a）では、絶対温度に比例する電流を出力する電流源、これに直列接続される抵抗及び電圧比較器の組は 2 組であるが、前述した様に電圧制御発振器 3 の温度補償用のキャパシタの数の上限値の範囲内で増設可能である。例えば、 $300 \text{ K}$  よりも高温側では、 $320 \text{ K}$ 、 $350 \text{ K}$  で  $\text{low}$  から  $\text{high}$  に反転する温度補償データを出力するとともに、 $300 \text{ K}$  よりも低温側では、 $290 \text{ K}$ 、 $260 \text{ K}$  で  $\text{high}$  から  $\text{low}$  に反転する温度補償データを出力するように、4 つの温度補償データを出力する温度検出器 8 を構成すれば、温度補償データが 2 つの場合よりも精度の高い温度補償を実現することができる。

20

【0021】

また、温度に無依存の電流源 801 は、温度に無依存の基準電圧を発生するためのものであり、温度無依存の電圧源に置き換えても良い。

〔発振周波数の温度依存性〕

30

図 4（a）は、温度補償しない場合の発振周波数と LPF 電圧との関係を各温度（ $-40$ 、 $27$ 、 $100$ ）で測定した結果である。図 4（b）は、図 4（a）において LPF 電圧 =  $0.7 \text{ V}$  での発振周波数と温度との関係を図示したものである。

【0022】

図 4（b）を参照すると、 $300 \text{ K}$ （ $27$ ）の発振周波数が  $2478 \text{ MHz}$  であるのに対して、 $373 \text{ K}$ （ $100$ ）で  $2430 \text{ MHz}$ 、 $233 \text{ K}$ （ $-40$ ）で  $2489 \text{ MHz}$  である。温度上昇による発振周波数低下の主な原因は、負性抵抗 31 を構成するトランジスタのキャリア移動度が低下してトランジスタの相互コンダクタンスが低下し、その結果、負性抵抗 31 の負性抵抗値が減少することによる。加えて、インダクタ 32 とキャパシタ 33 の直列抵抗値が温度上昇とともに増加することも、発振周波数の低下に寄与する。これらの 2 つの原因により、負性抵抗値（負性抵抗 31）が直列抵抗値（インダクタ 32 及びキャパシタ 33）を上回る周波数が低下し、発振周波数が低下する。

40

【0023】

本実施形態では、温度変化によって変動する発振周波数を温度補償回路 6 及び温度補償用のキャパシタ 34, 35 によって設計値（ $2478 \text{ MHz}$ （ $300 \text{ K}$ ））付近に維持するように制御する。具体的には、上述した様に、温度が上昇して  $350 \text{ K}$  を超えると、電圧比較器 804 の出力が  $\text{low}$  から  $\text{high}$  に反転し、温度補償データ  $b$ ： $\text{high}$  がキャパシタ 35 に供給され、キャパシタ 35 の容量値が低下し、発振周波数帯が上昇する。この結果、 $373 \text{ K}$  での発振周波数は、 $2430 \text{ MHz}$  から  $2478 \text{ MHz}$  に補償される。

50



## 【 0 0 2 4 】

一方、温度が低下して260 Kを下回ると、電圧比較器805の出力がhighからlowに反転し、温度補償データa: lowがキャパシタ34に供給され、キャパシタ34の容量値が上昇し、発振周波数帯が低下する。この結果、230 Kでの発振周波数は、2489 MHzから2478 MHzに補償される。これらの温度補償データa及びbによるキャパシタ34, 35の容量値の変化によって、図4(b)に示す発振周波数の温度依存を抑制する。

## 【 0 0 2 5 】

この結果、温度が300 Kより高くなる場合及び低くなる場合の両方において、発振周波数を300 Kでの発振周波数帯付近に制御することが可能になる。

10

〔パケット送受信処理〕

図5は、本実施形態に係るパケット送受信処理のタイムチャートを模式的に図示したものである。同図は、1パケットの送信又は受信ごとに実行される処理のタイムチャートである。

## 【 0 0 2 6 】

一般に、短距離無線LANの無線方式は、パケットの送受信を時間軸で交代している。無線集積回路は、送受信交代のはじめに、無線機の制御回路から次の発振周波数の設定データ(分周比N)を取得し、設定データを無線集積回路の発振部(ここでは、図1の発振回路100)に送る。

具体的には、送受信交代のはじめには、図5に示すように、無線集積回路が発振周波数データ(分周比N)を受けてレジスタ5に読み込んで保持するとともに、同じ時間帯に、温度検出器8を起動(ON)し、温度検出器8から温度補償データa及びbをレジスタ7に読み込んで保持し、その後、温度検出器8を停止する(同図(a)、(b))。その後、発振周波数データ(分周比N)を分周器4に書き込むとともに、温度補償データa及びbを電圧制御発振器3のキャパシタ34, 35に設定する。これらの設定終了後、発振回路100の位相同期ループを動作させて発振周波数が安定するまで周波数の引き込みを行う(同図(a)、(c))。発振周波数が安定すれば、パケットの送信又は受信を開始する(同図(a)、(c))。

20

## 【 0 0 2 7 】

図6は、本実施形態に係るパケット送受信処理のフローチャートである。

30

無線集積回路を起動(ステップS10)した後、無線機の制御回路からレジスタ5に発振周波数データ(分周比N)を読み込み、保持する(ステップS11)とともに、温度検出器8を起動(ON)し(ステップS12)、レジスタ7に温度補償データa及びbを読み込み、保持し(ステップS13)、その後、温度検出器8をOFF(停止)する。

## 【 0 0 2 8 】

次に、発振周波数データを分周器4に書き込むとともに、温度補償データa及びbを電圧制御発振器3のキャパシタ34, 35に設定する(ステップS15)。これらの設定終了後、発振回路100の位相同期ループを動作させて発振周波数が安定するまで周波数の引き込みを行う(ステップS16)。発振周波数が安定すれば、パケットの送信又は受信を実行し(ステップS17)、1パケットの送信又は受信の終了後、ステップS11及びS12に戻り、ステップS11及びS12~S17を繰り返す。

40

## 【 0 0 2 9 】

この様に、1パケットの送信又は受信の間、温度補償用のキャパシタ34, 35の容量値は一定に保持される。これにより、パケットの送信又は受信の途中で、仮に、温度が温度検出器8の電圧比較器804及び805の閾値を跨いで移動したとしても、発振回路の発振周波数は一定に保持される。

本実施形態では、温度検出器8の消費電流は電流源の数に依存する。温度検出器8において、絶対温度に比例する電流源を4つ設けた場合には、絶対温度に比例する電流源4つと温度無依存の電流源1つとを併せて、温度検出器8の電流源の合計は5つである。この場合、温度補償回路6の動作時において、消費電力は $5 * 20 \mu A = 100 \mu A$ であるが

50

、温度補償回路6は、図5(b)に示すように、温度データa及びbがレジスタ7に保持された後に次のパケットの先頭まで、停止するので、送受信中の時間も含めて平均すれば、消費電力は10 $\mu$ A未満であり、温度補償機能による消費電力の増大は少ない。

#### 【0030】

本実施形態では、温度データa及びbを温度補償用のキャパシタ34, 35に与えたが、温度補償データを負性抵抗31に与え、例えば、負性抵抗31のトランジスタに流す直流電流を変化させて相互コンダクタンスを変化させることによって、発振周波数に温度補償をかけることも可能である。トランジスタに流す直流電流を増やすことは無線集積回路の低消費電力化の観点では不利であるので、上述したように温度補償用キャパシタ34, 35の容量を変化させる方法が有利ではあるが、負性抵抗31の相互コンダクタンスを変化させて発振周波数に温度補償をかける場合には、温度補償用のキャパシタ34, 35を省略することができる。負性抵抗31の相互コンダクタンスを変化させるための回路構成例を図7に示す。図7に示すように、温度補償データに基づく切換信号をTr3に供給し、負性抵抗31に供給する電流IをI2のみ、又はI1 + I2に切り換えて相互コンダクタンスを変化させることができる。

10

#### 【0031】

〔作用効果〕

本実施形態によれば、発振回路100の発振周波数の温度依存性を補償しているので、発振周波数帯域に温度変化分の余裕を確保する負担が低減される。すなわち、発振周波数帯域を狭く、つまり発振回路100の周波数感度を小さく設計することが可能である。その結果、ループフィルタ2の出力に依存する雑音に対して、発振周波数の変動が小さくなり、発振スペクトルが狭くなる。

20

#### 【0032】

また、本実施形態によれば、パケットの送受信ごとに温度検出器8の温度データa及びbをレジスタ7に保持し、温度補償用キャパシタ34, 35に与えているので、発振回路100を長時間連続して使用し、たとえ環境温度が仕様いっぱい(例えば230~400K)に変化しても、発振回路100の発振周波数帯域を殆ど常に設計値の発振周波数帯域に維持することが可能である。

#### 【0033】

さらに、本実施形態によれば、温度検出器8の温度データa及びbをデジタル信号で温度補償用キャパシタ34, 35に与え、温度補償用キャパシタ34, 35は、0V又は電源電圧の何れかの電圧、即ち、容量値-入力電圧特性の最も小さい電圧を受けるので、温度検出器8の出力の電氣的雑音に対する耐性に優れる。

30

また、本実施形態によれば、無線機の制御回路から送受信の周波数データを受け取る間に無線集積回路が温度データa及びbを取得するので、温度データa及びbの取得が周波数の引き込み時間に影響を与えることが殆ど無い。

#### 【0034】

(2)第2実施形態

図8は、第2実施形態に係る発振回路100の構成例であり、図9は、第2実施形態に係る電圧制御発振器3の構成例である。

40

本実施形態に係る発振回路100は、図8に示す様に、第1実施形態に係る発振回路において素子特性補償回路9をさらに備えている。また、本実施形態に係る電圧制御発振器3は、図9に示す様に、第1実施形態に係る電圧制御発振器において、素子特性補償用キャパシタ38~41と、モニタ回路37とをさらに備えている。

#### 【0035】

素子特性補償用キャパシタ38~41は、素子特性のばらつきによる発振周波数帯域のずれを調整するための可変容量である。

モニタ回路37は、LPF電圧を監視するための回路であり、所定の温度(ここでは、300K)において周波数データ(分周比N)によって設定される発振周波数を出力するために必要なLPF電圧の設計値である基準電圧と実際のLPF電圧とを比較し、その結

50

果をモニタ出力として出力する。

【0036】

素子特性補償回路9は、モニタ出力に基づいて、素子特性補償用キャパシタ38～41に与える素子特性補償データ列(a, b, c, d)を制御し、各キャパシタ38～41の容量値を調整し、素子特性のばらつきが発振周波数に及ぼす影響を補償する回路である。

モニタ回路37のモニタ出力は、デジタル信号であり、本実施形態では、LPF電圧が基準電圧以下の場合に“0”(low: 0V)を出力し、LPF電圧が基準電圧よりも高い場合に“1”(high: 電源電圧)を出力する。モニタ回路37のモニタ出力は入力に対して履歴(ヒステリシス)を有し、LPF電圧が増加してモニタ出力が反転するLPF電圧と、LPF電圧が減少してモニタ出力が反転するLPF電圧とに差がある。

10

【0037】

素子特性補償用キャパシタ38～41の各容量値は、2のべき乗に比例する値である。本実施形態では、素子特性補償用キャパシタ38～41の各容量値は、それぞれ、0.03pF、0.06pF、0.12pF、0.24pFである。素子特性補償用キャパシタ38～41のそれぞれは、素子特性補償回路9からデジタル信号である素子特性補償信号列(a, b, c, d)の各データを夫々受け取る。素子特性補償用キャパシタ38～41の容量値-入力電圧特性は、0Vと電源電圧とにおいて容量値の電圧依存性が殆どゼロになるキャパシタを選ぶ。

【0038】

発振回路100の発振周波数は、素子特性補償用キャパシタ38～41の合成容量値が一定値C1(例えば0.03pF)小さくなる毎に15～18MHz上がる。シミュレーションによる発振周波数の変化は図10に示す通りである。同図において、素子特性補償用キャパシタ38～41の合成容量値はC1の倍数で表示しており、発振周波数は各合成容量値での発振回路100の発振周波数である。また、発振周波数移動量は、合成容量値が8\*C1の場合の発振周波数2480MHzを基準値とした周波数の変化分である。

20

【0039】

〔素子特性補償処理の容量値決定のアルゴリズム〕

図11は、素子特性補償処理のアルゴリズムを説明するための図であり、素子特性補償データ列(a, b, c, d)の算出例である。

同図において、試行値(第1回: 初期値)～試行値(第4回)は、素子特性補償データ列(a, b, c, d)に仮設定するデータの値を示している。応答は、モニタ出力の値を示す。ここでは、“1”はhigh: 電源電圧を示し、“0”はlow: 0Vを示している。最終値は、合計4回の試行の結果得られる素子特性補償データ列(a, b, c, d)の最終的な確定値である。合成容量値は、C1の何倍かで表現している。また、応答(モニタ出力)が0の場合には発振周波数帯域が設定値よりも高すぎて、基準電圧よりも低いLPF電圧で設定周波数データに対応する発振周波数に到達する場合であり、応答(モニタ出力)が1の場合には発振周波数帯域が設定値よりも低すぎて、基準電圧よりも高いLPF電圧が必要であることを示す。本実施形態では、後述するように、無線集積回路の起動時に1度だけ素子特性補償データ列の算出を実行する。

30

【0040】

図11最上段の合成容量値1\*C1の場合を例に挙げて説明する。

まず、素子特性補償データ列の初期値を(1000)とし、第4位のビットのデータを1に仮設定する(初期値: 第1回の試行値)。この値で周波数の引き込みを実行すると、モニタ出力が0である。これは、発振回路100の発振周波数帯域が設計値よりも高くなりすぎた場合であり、第4位のビットに対応するキャパシタ41の容量値を増加させ、発振周波数を低周波側に移動させる必要があるため、第4位のビットのデータ(素子特性補償データd)をモニタ出力0に設定し、次の第3位のビットを1に仮設定する(第2回の試行値)。一方、モニタ出力が1の場合には、発振回路100の発振周波数帯域が設計値よりも低くなりすぎているため、第4位のビットのデータをモニタ出力1を設定し、第4位のビットに対応するキャパシタ41の容量値を減少させ、発振周波数を高周波側に移動

40

50

させる。

【 0 0 4 1 】

即ち、試行中の第  $n$  位のビットには、モニタ出力の値 ( 1 又は 0 ) をそのまま確定値として設定し、次に試行するビットには 1 を仮設定する。

第 2 回の試行値での応答は 0 となり、前記同様に、第 3 位のビットを 0 に確定し、第 2 位のビットを 1 に仮設定する ( 第 3 回の試行値 ) 。

第 3 回の試行値での応答は 0 となり、前記同様に、第 2 位のビットを 0 に確定し、第 1 位のビットを 1 に仮設定する ( 第 4 回の試行値 ) 。

【 0 0 4 2 】

第 4 回の試行値での応答は 0 となり、前記同様に、第 1 のビットを 0 に確定し、素子特性補償データ列の最終値を ( 0 0 0 0 ) として確定する。素子特性補償データ列 ( 0 0 0 0 ) に対応する合成容量値は  $1 * C 1$  である。

即ち、第 1 回 ~ 第 4 回の応答が上記のように 0 , 0 , 0 , 0 と変化する場合には、素子特性補償データ列の最終値は ( 0 0 0 0 ) であり、キャパシタ 3 8 ~ 4 1 の合成容量値は  $1 * C 1$  になる。他の応答 ( モニタ出力 ) の組み合わせについても同様に、上位ビットから下位ビットに向かって仮設定、周波数引き込み及びモニタ出力の値に確定することを繰り返し、素子特性補償データ列 ( a , b , c , d ) を確定することができる。

【 0 0 4 3 】

このアルゴリズムによれば、 $n$  ビットの素子特性補償データ列を  $n$  回の試行によって算出することができ、素子特性補償用のキャパシタの合成容量を 2 の  $n$  乗個の階調で表現できる。即ち、少ない試行回数  $n$  で多くの階調数 ( 2 の  $n$  乗 ) を表現することができる。本実施形態では、4 ビットの素子特性補償データ列を 4 回の試行回数で決定でき、素子特性補償データ列 2 の 4 乗 ( 1 6 ) 階調で表現できる。

【 0 0 4 4 】

〔 パケット送受信処理のフローチャート 〕

図 1 2 は、第 2 実施形態に係るパケット送受信処理のフローチャートである。このフローチャートでは、第 1 実施形態に係るフローチャートにおいて、ステップ S 2 1 及び S 2 2 が追加されている。

ステップ S 2 1 では、無線集積回路の起動時、即ち 1 回目のパケットの送受信か否かを判別し、起動時であれば、ステップ S 2 2 において、後述する素子特性補償データの算出処理を実行してから、パケットの送信又は受信 ( ステップ S 1 7 ) を実行する。起動時でない場合、即ち 2 回目以降のパケットの送受信では、第 1 実施形態と同様に、ステップ S 1 6 の後に、ステップ S 1 7 でパケットの送信又は受信を実行する。

【 0 0 4 5 】

図 1 3 は、ステップ S 2 2 の素子特性補償データの算出設定処理のフローチャートである。

まず、モニタ回路 3 7 の負相入力端子に、発振回路 1 0 0 がステップ S 1 5 で設定された発振周波数で発振するために必要な設計上の電圧を基準電圧として与えるとともに、素子特性補償データ ( a , b , c , d ) を ( 0 0 0 1 ) に初期化する ( ステップ S 2 2 1 ) 。即ち、キャパシタ 3 8 ~ 4 1 の各電圧制御端子に加える電圧を初期設定する。次に、試行対象のビットの位を表すカウンタ値を最上位ビットの「 4 」に初期設定する ( ステップ S 2 2 2 ) 。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 2 2 3 では、試行対象の第  $n$  位のビットに仮データとして 1 を設定する ( 第  $n$  位のデータの仮設定 ) 。但し、第 1 回目の試行時 ( 初期値での試行時 ) には、ステップ S 2 2 1 において試行対象の第 4 位のビットに既に 1 が設定されているので、設定する必要がない。

ステップ S 2 2 4 では、発振回路 1 0 0 の位相同期ループを動作させて周波数の引き込みを行い、発振周波数が安定するまで待つ。本実施形態では、待ち時間は 5 0 0  $\mu$  s e c とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

ステップ S 2 2 5 では、周波数引き込み終了後のモニタ出力の値（ 1 又は 0 ）を試行対象の第 n 位のビットに設定し、第 n 位のビットの値を確定する。

上述したように、モニタ出力は 1 の場合には、発振周波数が設計値よりも低ぎる場合であるので、素子特性補償用キャパシタの容量値を減少させて発振周波数を高周波側に移動させる必要があり、第 n 位のビットに 1 を設定する。一方、モニタ出力は 0 の場合には、発振周波数が設計値よりも高すぎる場合であるので、素子特性補償用キャパシタの容量値を増加させて発振周波数を低周波側に移動させる必要があり、第 n 位のビットに 0 を設定する。

## 【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 2 6 では、 $n = 1$  か否かを判定、即ち、確定されたビットが最下位ビットであるか否かを判定する。 $n = 1$  でなければステップ S 2 2 7 に移行して  $n$  から 1 を減算し、試行するビットの位を 1 つ下げ（例えば第 4 位から第 3 位に下げる）、ステップ S 2 2 3 ~ S 2 2 5 の処理を繰り返す。

ステップ S 2 2 6 において  $n = 1$  になると、素子特性補償データ列（ a , b、 c、 d ）の全ビットが確定するので、素子特性補償データ列（ a , b、 c、 d ）を固定し（ステップ S 2 2 8 ）、図 1 2 のステップ S 1 7 に移行する。

## 【 0 0 4 9 】

〔作用効果〕

本実施形態によれば、温度変化の影響の補償に加え、さらに素子特性ばらつきによる影響を補償するので、素子特性のばらつきによる無線集積回路個体間での発振周波数のばらつきも補償することができ、発振周波数帯域をさらに精度良く設計値に維持することができる。

## 【 0 0 5 0 】

また、本実施形態では、無線集積回路の起動時において素子特性補償データ列を決定して固定した後に、さらにパケットの送信又は受信毎に温度補償データを更新するので、無線集積回路起動後に温度が変化しても、素子特性補償データは更新することなく温度補償データの更新によって、発振周波数を設計値近傍に維持することができる。

さらに、本実施形態では、素子特性補償に必要な合成容量値の階調数が 2 の  $n$  乗必要であっても、 $n$  ビットの素子特性補償データ列（ $n$  個の素子特性補償用のキャパシタ）を用意し、素子特性補償データ列の値を  $n$  回の試行回数で確定することができる。従って、2 の  $n$  乗の階調数を決定するためには試行回数は  $n$  回で良く、素子特性補償データ列の確定に要する時間の増大を抑制して、階調数を増加させることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 5 1 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係る発振回路の構成例。

【 図 2 】 第 1 実施形態に係る電圧制御発振器の構成例。

【 図 3 】 温度検出器の構成例（ a ）と、温度検出器の出力例（ b ）。

【 図 4 】 温度補償しない場合の発振周波数と L P F 電圧との関係を各温度で測定した結果（ a ）と、（ a ）において L P F 電圧 = 0 . 7 V の場合の発振周波数と温度との関係（ b ）。

【 図 5 】 第 1 実施形態に係るパケット送受信処理のタイムチャート。

【 図 6 】 第 1 実施形態に係るパケット送受信処理のフローチャート。

【 図 7 】 負性抵抗の相互コンダクタンスを変化させるための回路構成例。

【 図 8 】 第 2 実施形態に係る発振回路の構成例。

【 図 9 】 第 2 実施形態に係る電圧制御発振器の構成例。

【 図 1 0 】 素子特性補償用キャパシタの合成容量値を変化させて発振周波数を算出したシミュレーション結果。

【 図 1 1 】 素子特性補償データの算出例。

【 図 1 2 】 第 2 実施形態に係るパケット送受信処理のフローチャート。

10

20

30

40

50

【図13】素子特性補償データ列の算出処理のフローチャート。

【符号の説明】

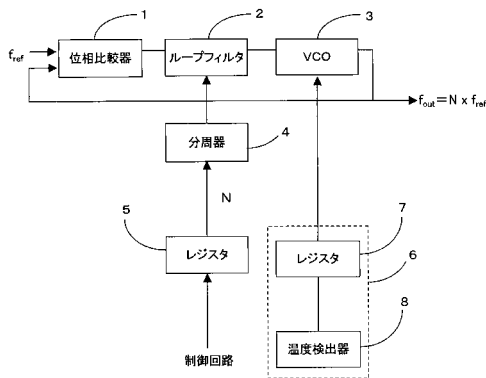
【0052】

- 1 位相比較器
- 2 ループフィルタ
- 3 電圧制御発振器 (VCO)
- 4 分周器
- 5 レジスタ (周波数データ用)
- 6 温度補償回路
- 7 レジスタ (温度補償データ用)
- 8 温度検出器
- 801 電流源 (温度無依存)
- 802, 803 電流源 (絶対温度比例)
- 9 素子特性補償回路
- 31 負性抵抗
- 32 インダクタ
- 33 キャパシタ (発振周波数設定用)
- 34, 35 キャパシタ (温度補償用)
- 36 緩衝回路
- 37 モニタ回路
- 39 ~ 41 キャパシタ (素子特性補償用)

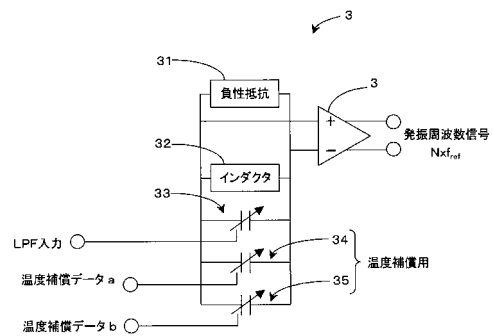
10

20

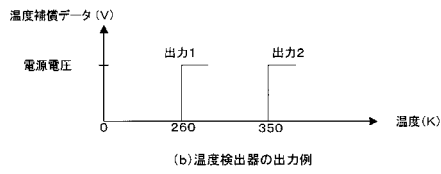
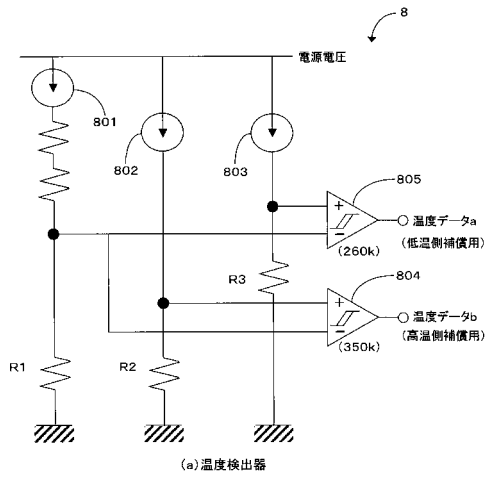
【図1】



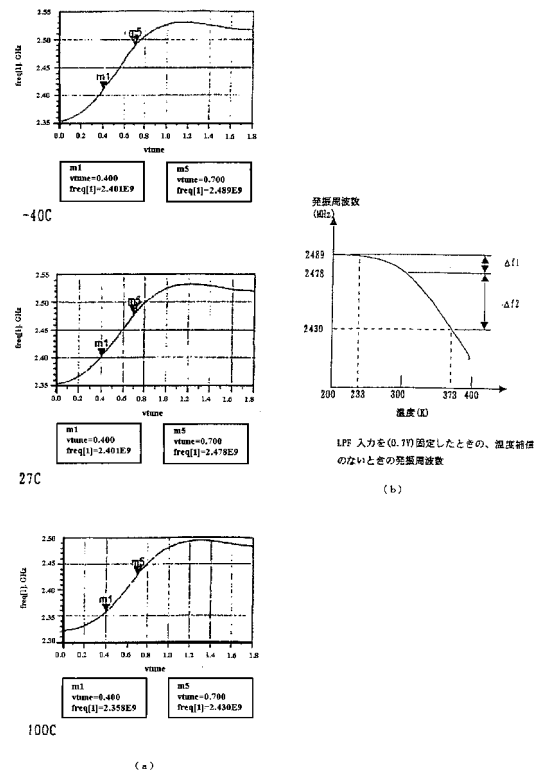
【図2】



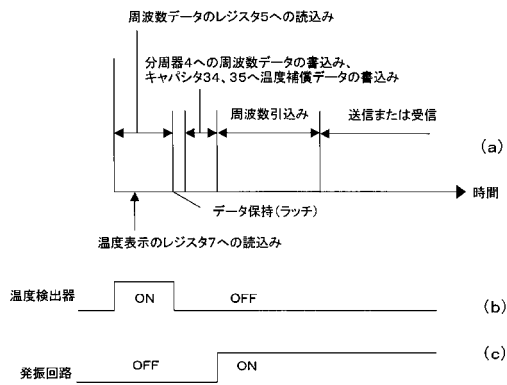
【図3】



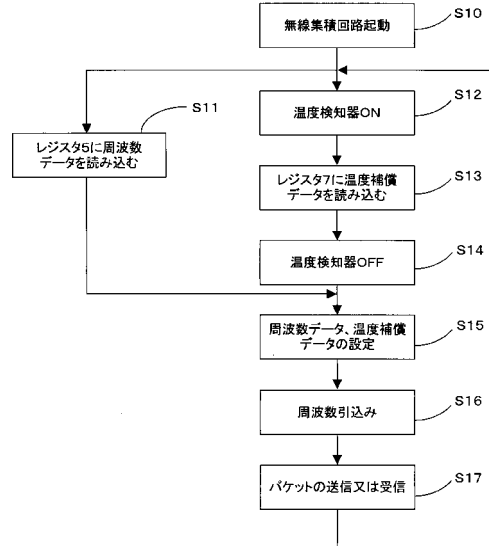
【図4】



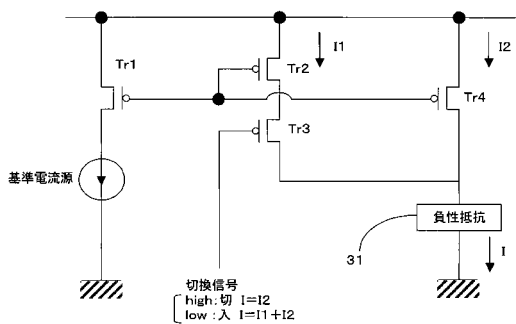
【図5】



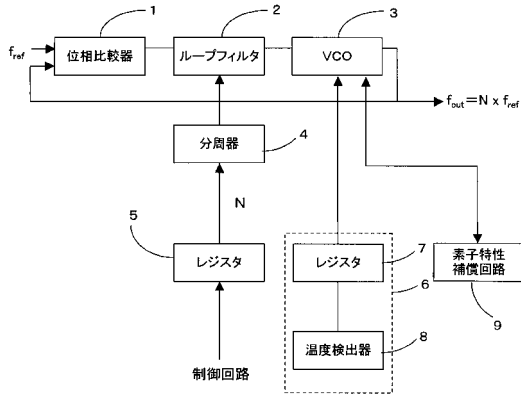
【図6】



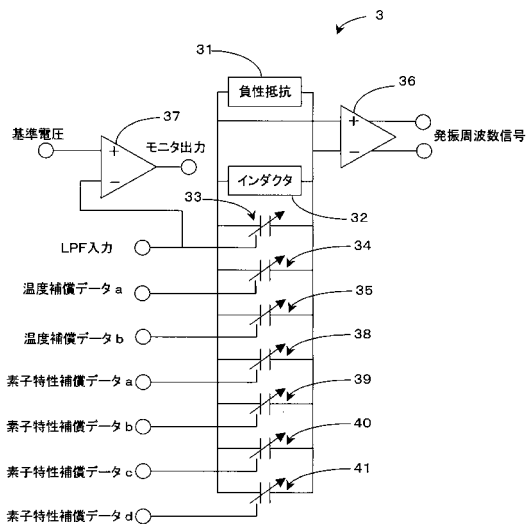
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

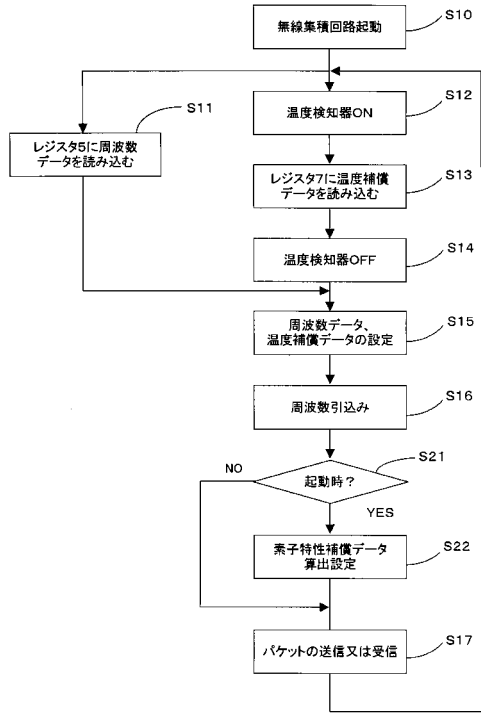
素子特性補償用キャパシタの合成容量	発振周波数 (MHz)	発振周波数移動量 (MHz)
0	2354	-126
1*C1	2369	-111
2*C1	2384	-96
4*C1	2415	-65
8*C1	2480	0
9*C1	2497	17
10*C1	2514	34
12*C1	2549	69

【 図 11 】

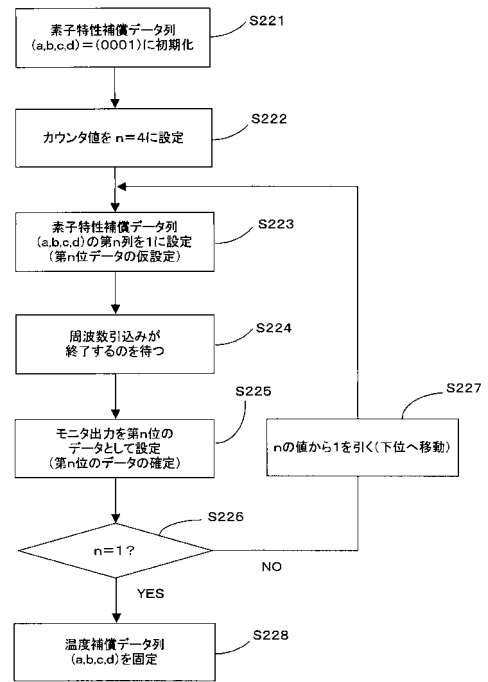
合成容量値 (*C1)	試行値 (初期値)	応答	試行値 (第2回)	応答	試行値 (第3回)	応答	試行値 (第4回)	応答	最終値
0	(1000)	0	(0100)	0	(0010)	0	(0001)	0	(0000)
2	(1000)	0	(0100)	0	(0010)	0	(0001)	1	(0001)
3	(1000)	0	(0100)	0	(0011)	1	(0011)	0	(0010)
4	(1000)	0	(0100)	0	(0010)	1	(0011)	1	(0011)
5	(1000)	0	(0100)	1	(0110)	0	(0101)	0	(0100)
6	(1000)	0	(0100)	1	(0110)	0	(0101)	1	(0101)
7	(1000)	0	(0100)	1	(0110)	1	(0111)	0	(0110)
8	(1000)	0	(0100)	1	(0110)	1	(0111)	1	(0111)
9	(1000)	1	(1100)	0	(1010)	0	(1001)	0	(1000)
10	(1000)	1	(1100)	0	(1010)	0	(1001)	1	(1001)
11	(1000)	1	(1100)	0	(1010)	1	(1011)	0	(1010)
12	(1000)	1	(1100)	0	(1010)	1	(1011)	1	(1011)
13	(1000)	1	(1100)	1	(1110)	0	(1101)	0	(1100)
14	(1000)	1	(1100)	1	(1110)	0	(1101)	1	(1101)
15	(1000)	1	(1100)	1	(1110)	1	(1111)	0	(1110)
16	(1000)	1	(1100)	1	(1110)	1	(1111)	1	(1111)



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭55-104105(JP,A)  
特開昭61-118630(JP,A)  
特開2001-352218(JP,A)  
特開2000-278043(JP,A)  
特開2001-068933(JP,A)  
特開平10-056329(JP,A)  
特開平10-247820(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03B 5/00 - 5/42