

(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2014-155004

(P2014-155004A)

(43) 公開日 平成26年8月25日(2014.8.25)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H03L 7/093 (2006.01) H03L 7/08 E 5J106

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-22365 (P2013-22365)	(71) 出願人	000005290
(22) 出願日	平成25年2月7日(2013.2.7)		古河電気工業株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
		(71) 出願人	391045897
			古河AS株式会社
			滋賀県犬上郡甲良町尼子1000番地
		(74) 代理人	100123674
			弁理士 松下 亮
		(72) 発明者	吉川 徹
			東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
		Fターム(参考)	5J106 AA04 CC01 CC24 CC41 CC52 DD08 DD35 DD36 HH03 KK13 KK24 KK38

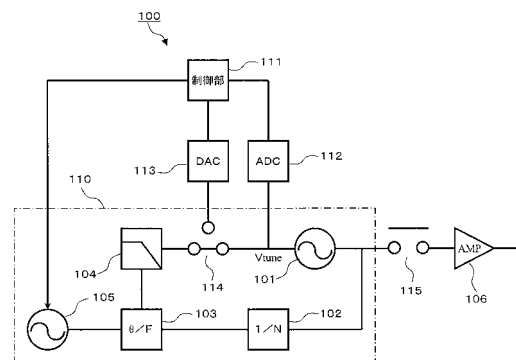
(54) 【発明の名称】 発振回路及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成で内部回路からのノイズの影響を低減することが可能な発振回路及びその制御方法を提供する。

【解決手段】非動作時は、入力基準信号源105を起動するとともに、第1スイッチ114をフィルタ104の出力側に接続し、第2スイッチ115をオフにする。これにより、PLL回路相当部110がクローズドループを形成して所望の周波数の発振信号を生成するVCO駆動電圧V_{tune}が得られる。また、発振回路100を動作時の状態に切り替えるときは、入力基準信号源105を停止するとともに、第1スイッチ114をDAC113の出力側に切り替え、さらに第2スイッチ115をオンにする。これにより、非動作時のVCO駆動電圧V_{tune}を用いて所望の周波数の発振信号が出力される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

VCO 駆動電圧を入力してそれに対応する周波数の発振信号を出力する電圧制御発振器と、

前記電圧制御発振器から出力される前記発振信号の周波数を $1/N$ に分周する分周器と、

一定の基準周波数の信号を出力する入力基準信号源と、

前記分周器から出力される信号の周波数と前記入力基準信号源から出力される信号の前記基準周波数とを入力して両者の差に対応する誤差信号パルスを出力する位相比較器と、
前記位相比較器から前記誤差信号パルスを入力して該誤差信号パルスの直流成分が加算された VCO 駆動電圧を出力するフィルタと、

前記フィルタから前記 VCO 駆動電圧を入力して A/D 変換して出力する A/D コンバータと、

前記 A/D コンバータから A/D 変換された前記 VCO 駆動電圧を入力する制御部と、

前記制御部からデジタル値の所定の VCO 駆動電圧を入力して D/A 変換して出力する D/A コンバータと、

前記フィルタの出口側と前記 D/A コンバータの出口側のいずれか一方に接続されて前記電圧制御発振器に前記 VCO 駆動電圧を出力する第 1 スイッチと、

前記電圧制御発振器から外部に前記発振信号の出力をオン/オフする第 2 スイッチと、
を備え、

前記制御部は、

前記第 2 スイッチをオフにする非動作時のときは、前記入力基準信号源を起動させるとともに前記第 1 スイッチを前記フィルタの出口側に切り替えてフィードバック制御を行わせたときの前記 VCO 駆動電圧を前記 A/D コンバータを介して入力し、

前記第 2 スイッチをオンにする動作時のときは、前記入力基準信号源を停止させるとともに前記第 1 スイッチを前記 D/A コンバータの出口側に切り替えて前記所定の VCO 駆動電圧を前記 D/A コンバータを介して前記電圧制御発振器に入力することを特徴とする発振回路。

【請求項 2】

前記所定の VCO 駆動電圧は、前記制御部が前記 A/D コンバータから入力した前記 VCO 駆動電圧である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の発振回路。

【請求項 3】

外乱による前記発振信号の周波数の変動量に基づいて決定された繰り返し周期で、前記非動作時と前記動作時とが交互に行われる

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発振回路。

【請求項 4】

前記外乱は前記電圧制御発振器の温度変動であって、前記繰り返し周期は、その間の前記温度変動による前記発振信号の周波数の変動量が所定値以下となるように決定されることを特徴とする請求項 3 に記載の発振回路。

【請求項 5】

前記電圧制御発振器の温度または該温度と相関のある別の温度を測定する温度センサと、

前記温度センサで測定されたセンサ温度に対応する VCO 駆動電圧変動量のテーブルを保存するメモリと、をさらに備え、

前記非動作時に前記温度センサから取得した前記センサ温度とそのときの前記 VCO 駆動電圧をそれぞれ基準温度及び基準 VCO 駆動電圧として前記メモリに保存し、

前記制御部は、前記動作時に前記温度センサから取得した前記センサ温度と前記基準温度とから前記 VCO 駆動電圧変動量のテーブルを用いて前記基準 VCO 駆動電圧を補正して前記所定の VCO 駆動電圧として前記 D/A コンバータに出力する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の発振回路。

【請求項 6】

前記基準温度を T_0 、前記基準 VCO 駆動電圧を V_{tune0} 、前記動作時に前記温度センサから取得した前記センサ温度を T 、そのときの VCO 駆動電圧を V_{tune} とし、前記 VCO 駆動電圧変動量のテーブルを $f(T)$ で表すとき、次式

$$V_{tune} = V_{tune0} + f(T_0) - f(T)$$

で算出される VCO 駆動電圧 V_{tune} を前記所定の VCO 駆動電圧とする

ことを特徴とする請求項 5 に記載の発振回路。

【請求項 7】

前記非動作時に前記基準温度及び前記基準 VCO 駆動電圧を前記メモリに保存したのちは、前記動作時のみを継続する

ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の発振回路。

【請求項 8】

VCO 駆動電圧を入力してそれに対応する周波数の発振信号を出力する電圧制御発振器と、前記電圧制御発振器から出力される前記発振信号の周波数を $1/N$ に分周する分周器と、一定の基準周波数の信号を出力する入力基準信号源と、前記分周器から出力される信号の周波数と前記入力基準信号源から出力される信号の前記基準周波数とを入力して両者の差に対応する誤差信号パルスを出力する位相比較器と、前記位相比較器から前記誤差信号パルスを入力して該誤差信号パルスの直流成分が加算された VCO 駆動電圧を出力するフィルタと、前記フィルタから前記 VCO 駆動電圧を入力して A/D 変換して出力する A/D コンバータと、前記 A/D コンバータから A/D 変換された前記 VCO 駆動電圧を入力する制御部と、前記制御部からデジタル値の所定の VCO 駆動電圧を入力して D/A 変換して出力する D/A コンバータと、前記フィルタの出口側と前記 D/A コンバータの出口側のいずれか一方に接続されて前記電圧制御発振器に前記 VCO 駆動電圧を出力する第 1 スイッチと、前記電圧制御発振器から外部に前記発振信号の出力をオン/オフする第 2 スイッチと、を備える発振回路の制御方法であって、

前記第 2 スイッチをオフにするステップと、前記入力基準信号源を起動させるステップと、前記第 1 スイッチを前記フィルタの出口側に切り替えるステップと、前記制御部が前記 VCO 駆動電圧を前記 A/D コンバータを介して入力するステップと、所定の VCO 駆動電圧を前記制御部から前記 D/A コンバータに出力するステップと、を有する非動作時の処理と、

前記第 1 スイッチを前記 D/A コンバータの出力側に切り替えるステップと、前記入力基準信号源を停止させるステップと、前記第 2 スイッチをオンに切り替えるステップと、を有する動作時の処理と、を有する

ことを特徴とする発振回路の制御方法。

【請求項 9】

前記所定の VCO 駆動電圧は、前記制御部が前記 A/D コンバータから入力した前記 VCO 駆動電圧であり、

前記非動作時の処理と前記動作時の処理とを所定の周期で交互に繰り返す

ことを特徴とする請求項 8 に記載の発振回路の制御方法。

【請求項 10】

前記発振回路は、電圧制御発振器の温度または該温度と相関のある別の温度を測定する温度センサと、前記温度センサで測定されたセンサ温度に対応する VCO 駆動電圧変動量のテーブルを保存するメモリと、をさらに備え、

前記非動作時の処理では、前記温度センサから前記センサ温度を取得するとともにそのときの前記 VCO 駆動電圧を前記 ADC から入力してそれぞれを基準温度及び基準 VCO 駆動電圧として前記メモリに保存するステップをさらに有し、

前記動作時の処理では、前記温度センサから取得した前記センサ温度と前記基準温度とから前記 VCO 駆動電圧変動量のテーブルを用いて前記基準 VCO 駆動電圧を補正して前記所定の VCO 駆動電圧を算出するステップと、前記所定の VCO 駆動電圧を前記 D/A

10

20

30

40

50

コンバータに出力するステップと、をさらに有すること
ことを特徴とする請求項 8 に記載の発振回路の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発振信号の周波数を安定的に制御して出力する発振回路及びその制御方法に関し、特に内部回路からのノイズの影響を低減した発振回路及びその制御方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

安定した周波数で発振信号を出力する発振回路として、従来より PLL (Phase Locked Loop) 回路が知られている。従来一般的な PLL 回路の一例を、第 8 図に示す。同図に示す PLL 回路 900 は、電圧制御発振器 (VCO) 901、分周器 902、位相比較器 903、フィルタ 904、及び入力基準信号源 905 を備える構成としている。さらに、図 8 では PLL 回路 900 から出力される発振信号を増幅するための増幅器 906 も設けられている。

【0003】

VCO 901 は、VCO 駆動電圧 V_{tune} [V] が入力されると、VCO 駆動電圧 V_{tune} に応じた周波数で発振して発振信号を出力する。VCO 901 は、VCO 駆動電圧 V_{tune} が上昇すると発振周波数が低下する、といった特性を有している。また、入力基準信号源 905 は、一定の基準周波数の信号を生成して出力する。1/N の分周器 902 を有することで、VCO 901 は入力基準信号源 905 の基準周波数の N 倍の周波数を有する発振信号を出力する。以下に、図 8 に示す PLL 回路 900 の基本的な動作を説明する。

20

【0004】

VCO 901 が所定の VCO 駆動電圧 V_{tune} を入力して所定の発振周波数で安定的に動作しているとき (ロック状態)、PLL 回路 900 に何らかの外乱が加わって発振周波数が高くなったとする。PLL 回路 900 に加えられる外乱として、例えば温度変動が考えられる。このとき、位相比較器 903 から発振周波数の上昇分に相当する誤差信号パルスが出力される。この誤差信号パルスをフィルタ 904 に入力して通過させると、誤差信号パルスの直流成分 (直流電圧) が加算された VCO 駆動電圧 V_{tune} が出力される。VCO 駆動電圧 V_{tune} が上昇することで、VCO 901 から出力される発振信号の周波数が低下して元の周波数に戻る。

30

【0005】

上記説明のように、PLL 回路 900 は、出力信号である発振信号の周波数をフィードバックするクローズドループを有しており、それによるフィードバック制御によって所望の周波数で安定的に発振する発振信号を出力することが可能となっている。

【0006】

PLL 回路の小型化が図られるとともに、PLL 回路内部から放射されるノイズを抑制するのが難しくなっており、出力される発振信号にノイズが重畳して受信側の回路に影響を及ぼすおそれが生じている。ノイズを放射する内部回路として、例えば図 8 に示す PLL 回路 900 では、入力基準信号源 905 や位相比較器 903 などがある。一例として図 9 に示すように、PLL 回路 900 から出力される発振信号が増幅器 906 で増幅されたのちアンテナ 907 から空中に放射される構成の装置では、入力基準信号源 905 や位相比較器 903 からのノイズが発振信号に重畳してアンテナ 907 から放射されてしまうおそれがある。

40

【0007】

発振回路の内部で発生するノイズをできるだけ外部に漏出させないようにするために、特許文献 1 では回路がシールドケースで覆われて遮蔽された構成を有している。また、特許文献 2 では、基準信号源 (基準発振器) として高調波成分を含まない正弦波基準発振器

50

が用いられており、これにより基準発振器の高調波信号が電圧制御発振器の電圧制御端子に印加されるのを防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2000-148031号公報

【特許文献2】特開2002-246900号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

10

しかしながら、特許文献1に記載の構成では、回路がシールドケースで覆われるために、回路の寸法が物理的に大きくなってしまふといった問題がある。また、特許文献2に記載の回路では高調波成分を含まない正弦波基準発振器を用いているが、その構成が複雑になるといった問題に加えて、正弦波基準発振器以外からのノイズ（例えば位相比較器からのノイズ）の影響を低減することができないといった問題もある。

【0010】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、簡単な構成で内部回路からのノイズの影響を低減することが可能な発振回路及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

20

上記課題を解決するため、本発明の発振回路の第1の態様は、VCO駆動電圧を入力してそれに対応する周波数の発振信号を出力する電圧制御発振器と、前記電圧制御発振器から出力される前記発振信号の周波数を $1/N$ に分周する分周器と、一定の基準周波数の信号を出力する入力基準信号源と、前記分周器から出力される信号の周波数と前記入力基準信号源から出力される信号の前記基準周波数とを入力して両者の差に対応する誤差信号パルスを出力する位相比較器と、前記位相比較器から前記誤差信号パルスを入力して該誤差信号パルスの直流成分が加算されたVCO駆動電圧を出力するフィルタと、前記フィルタから前記VCO駆動電圧を入力してA/D変換して出力するA/Dコンバータと、前記A/DコンバータからA/D変換された前記VCO駆動電圧を入力する制御部と、前記制御部からデジタル値の所定のVCO駆動電圧を入力してD/A変換して出力するD/Aコンバータと、前記フィルタの出口側と前記D/Aコンバータの出口側のいずれか一方に接続されて前記電圧制御発振器に前記VCO駆動電圧を出力する第1スイッチと、前記電圧制御発振器から外部に前記発振信号の出力をオン/オフする第2スイッチと、を備え、前記制御部は、前記第2スイッチをオフにする非動作時のときは、前記入力基準信号源を起動させるとともに前記第1スイッチを前記フィルタの出口側に切り替えてフィードバック制御を行わせたときの前記VCO駆動電圧を前記A/Dコンバータを介して入力し、前記第2スイッチをオンにする動作時のときは、前記入力基準信号源を停止させるとともに前記第1スイッチを前記D/Aコンバータの出口側に切り替えて前記所定のVCO駆動電圧を前記D/Aコンバータを介して前記電圧制御発振器に入力することを特徴とする。

30

【0012】

40

本発明の発振回路の他の態様は、前記所定のVCO駆動電圧は、前記制御部が前記A/Dコンバータから入力した前記VCO駆動電圧であることを特徴とする。

【0013】

本発明の発振回路の他の態様は、外乱による前記発振信号の周波数の変動量に基づいて決定された繰り返し周期で、前記非動作時と前記動作時とが交互に行われることを特徴とする。

【0014】

本発明の発振回路の他の態様は、前記外乱は前記電圧制御発振器の温度変動であって、前記繰り返し周期は、その間の前記温度変動による前記発振信号の周波数の変動量が所定値以下となるように決定されることを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

本発明の発振回路の他の態様は、前記電圧制御発振器の温度または該温度と相関のある別の温度を測定する温度センサと、前記温度センサで測定されたセンサ温度に対応するVCO駆動電圧変動量のテーブルを保存するメモリと、をさらに備え、前記非動作時に前記温度センサから取得した前記センサ温度とそのときの前記VCO駆動電圧をそれぞれ基準温度及び基準VCO駆動電圧として前記メモリに保存し、前記動作時は、前記温度センサから取得した前記センサ温度と前記基準温度とから前記VCO駆動電圧変動量のテーブルを用いて前記基準VCO駆動電圧を補正して前記所定のVCO駆動電圧として前記D/Aコンバータに出力することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明の発振回路の他の態様は、前記基準温度を T_0 、前記基準VCO駆動電圧を V_{tune0} 、前記動作時に前記温度センサから取得した前記センサ温度を T 、そのときのVCO駆動電圧を V_{tune} とし、前記VCO駆動電圧変動量のテーブルを $f(T)$ で表すとき、次式

$$V_{tune} = V_{tune0} + f(T_0) - f(T)$$

で算出されるVCO駆動電圧 V_{tune} を前記所定のVCO駆動電圧とすることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明の発振回路の他の態様は、前記非動作時に前記基準温度及び前記基準VCO駆動電圧を前記メモリに保存したのちは、前記動作時のみを継続することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

本発明の発振回路の制御方法の第1の態様は、VCO駆動電圧を入力してそれに対応する周波数の発振信号を出力する電圧制御発振器と、前記電圧制御発振器から出力される前記発振信号の周波数を $1/N$ に分周する分周器と、一定の基準周波数の信号を出力する入力基準信号源と、前記分周器から出力される信号の周波数と前記入力基準信号源から出力される信号の前記基準周波数とを入力して両者の差に対応する誤差信号パルスを出力する位相比較器と、前記位相比較器から前記誤差信号パルスを入力して該誤差信号パルスの直流成分が加算されたVCO駆動電圧を出力するフィルタと、前記フィルタから前記VCO駆動電圧を入力してA/D変換して出力するA/Dコンバータと、前記A/DコンバータからA/D変換された前記VCO駆動電圧を入力する制御部と、前記制御部からデジタル値の所定のVCO駆動電圧を入力してD/A変換して出力するD/Aコンバータと、前記フィルタの出口側と前記D/Aコンバータの出口側のいずれか一方に接続されて前記電圧制御発振器に前記VCO駆動電圧を出力する第1スイッチと、前記電圧制御発振器から外部に前記発振信号の出力をオン/オフする第2スイッチと、を備える発振回路の制御方法であって、前記第2スイッチをオフにするステップと、前記入力基準信号源を起動させるステップと、前記第1スイッチを前記フィルタの出口側に切り替えるステップと、前記制御部が前記VCO駆動電圧を前記A/Dコンバータを介して入力するステップと、所定のVCO駆動電圧を前記制御部から前記D/Aコンバータに出力するステップと、を有する非動作時の処理と、前記第1スイッチを前記D/Aコンバータの出力側に切り替えるステップと、前記入力基準信号源を停止させるステップと、前記第2スイッチをオンに切り替えるステップと、を有する動作時の処理と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明の発振回路の制御方法の他の態様は、前記所定のVCO駆動電圧は、前記制御部が前記A/Dコンバータから入力した前記VCO駆動電圧であり、前記非動作時の処理と前記動作時の処理とを所定の周期で交互に繰り返すことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本発明の発振回路の制御方法の他の態様は、前記発振回路は、電圧制御発振器の温度または該温度と相関のある別の温度を測定する温度センサと、前記温度センサで測定されたセンサ温度に対応するVCO駆動電圧変動量のテーブルを保存するメモリと、をさらに備え、前記非動作時の処理では、前記温度センサから前記センサ温度を取得するとともにそ

10

20

30

40

50

のときの前記 V C O 駆動電圧を前記 A D C から入力してそれぞれを基準温度及び基準 V C O 駆動電圧として前記メモリに保存するステップをさらに有し、前記動作時の処理では、前記温度センサから取得した前記センサ温度と前記基準温度とから前記 V C O 駆動電圧変動量のテーブルを用いて前記基準 V C O 駆動電圧を補正して前記所定の V C O 駆動電圧を算出するステップと、前記所定の V C O 駆動電圧を前記 D / A コンバータに出力するステップと、をさらに有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、簡単な構成で内部回路からのノイズの影響を低減することが可能な発振回路及びその制御方法を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1実施形態に係る発振回路の構成（非動作時）を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る発振回路の構成（動作時）を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る発振回路の制御方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2実施形態に係る発振回路の構成（非動作時）を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る発振回路の構成（動作時）を示すブロック図である。

20

【図6】V C O 駆動電圧変動量 $f(T)$ のテーブルの一例を示すグラフである。

【図7】第1実施形態に係る発振回路の制御方法を示すフローチャートである。

【図8】従来の一般的な P L L 回路の構成例を示すブロック図である。

【図9】従来の P L L 回路から出力される発振信号を空中に放射するように構成された装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の好ましい実施の形態における発振回路及びその制御方法について、図面を参照して詳細に説明する。同一機能を有する各構成部については、図示及び説明簡略化のため、同一符号を付して示す。

30

【0024】

（第1実施形態）

本発明の第1の実施の形態に係る発振回路及びその制御方法を、図1を用いて以下に説明する。図1は、本実施形態の発振回路100の構成を示すブロック図である。本実施形態の発振回路100は、電圧制御発振器（V C O）101、1 / N 分周器102、位相比較器103、フィルタ104、及び入力基準信号源105を備えて P L L 回路相当部110を構成しており、さらに V C O 101 から出力される発振信号を増幅するための増幅器106が設けられている。これに加えて、本実施形態の発振回路100では、制御部111、A / D コンバータ（A D C）112、D / A コンバータ（D A C）113、及び第1スイッチ114と第2スイッチ115が追加されて構成されている。

40

【0025】

第1実施形態では、発振回路100が、発振信号を外部に出力している状態（以下では、この状態を発振回路100の動作時という。）と、発振信号を外部に出力していない状態（以下では、この状態を非動作時という。）とを交互に繰り返すように制御される。一例として、発振回路100がレーダの送信信号の生成に用いられた場合、レーダから送信信号が放射されるときに発振回路100が動作時の状態となる。そして、送信信号の放射後は、つぎの送信信号を放射する周期に達するまでの間、発振回路100は非動作時の状態となる。レーダでは、発振回路100が非動作時の間に、送信信号が対象物で反射された反射波を受信して対象物の位置等を測定する。

50

【 0 0 2 6 】

A D C 1 1 2 は、V C O 1 0 1 に印加される V C O 駆動電圧 V tune [V] を入力してデジタル信号に変換し、これを制御部 1 1 1 に入力する。また D A C 1 1 3 は、制御部 1 1 1 からデジタル信号を入力し、これをアナログ信号に変換して出力する。制御部 1 1 1 は、発振回路 1 0 0 を動作時の状態と非動作時の状態とに交互に切り替える制御を行っている。第 1 スイッチ 1 1 4 は、V C O 1 0 1 の電圧制御端子をフィルタ 1 0 4 の出力側または D A C 1 1 3 の出力側のいずれか一方に接続する。さらに、第 2 スイッチ 1 1 5 は、V C O 1 0 1 から出力される発振信号が増幅器 1 0 6 に入力されるのをオン / オフする。

【 0 0 2 7 】

制御部 1 1 1 は、非動作時のときは、入力基準信号源 1 0 5 を起動して作動状態にするとともに、第 1 スイッチ 1 1 4 をフィルタ 1 0 4 の出力側に接続し、第 2 スイッチ 1 1 5 をオフにする。図 1 は、発振回路 1 0 0 が発振信号を外部に出力しない非動作時の状態を示している。第 1 スイッチ 1 1 4 がフィルタ 1 0 4 の出力側に接続されることで、P L L 回路相当部 1 1 0 はクローズドループを形成している。これにより、P L L 回路相当部 1 1 0 は、所望の周波数（入力基準信号源 1 0 5 の基準周波数の N 倍の周波数）を有する発振信号を V C O 1 0 1 で生成する。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示すように発振回路 1 0 0 が非動作時の状態にあるとき、制御部 1 1 1 は A D C 1 1 2 を介して V C O 1 0 1 に入力される V C O 駆動電圧 V tune を入力する。すなわち、制御部 1 1 1 は、P L L 回路相当部 1 1 0 において V C O 1 0 1 が所望の周波数の発振信号を生成するようにフィードバック制御されているときの V C O 駆動電圧 V tune を入力して保持する。

【 0 0 2 9 】

つぎに、発振回路 1 0 0 を非動作時の状態から動作時の状態に切り替えるとき、制御部 1 1 1 は入力基準信号源 1 0 5 を停止するとともに、第 1 スイッチ 1 1 4 を D A C 1 1 3 の出力側に切り替え、さらに第 2 スイッチ 1 1 5 をオンにする。このときの発振回路の状態を図 2 に示す。図 2 は、発振回路 1 0 0 が発振信号を外部に出力する動作時の状態を示すブロック図である。動作時の状態では、第 1 スイッチ 1 1 4 がフィルタ 1 0 4 の出力側から D A C 1 1 3 の出力側に切り替えられることで、P L L 回路相当部 1 1 0 がオープンループとなる。その結果、P L L 回路相当部 1 1 0 によるフィードバック制御は行われなくなる。

【 0 0 3 0 】

制御部 1 1 1 は、動作時の状態に切り替えると同時に、非動作時に A D C 1 1 2 から入力した V C O 駆動電圧 V tune の最新値を D A C 1 1 3 に出力する。あるいは、非動作時に A D C 1 1 2 から入力した V C O 駆動電圧 V tune を D A C 1 1 3 に常時出力するようにしてもよい。D A C 1 1 3 は、制御部 1 1 1 から入力したデジタル値の V C O 駆動電圧 V tune をアナログ値に変換して出力し、これが第 1 スイッチ 1 1 4 を経由して V C O 1 0 1 に入力される。これにより、直前の非動作時と同様に、V C O 1 0 1 が所望の周波数を有する発振信号を生成する。そして、第 2 スイッチ 1 1 5 がオンにされることで、V C O 1 0 1 で生成された発振信号が増幅器 1 0 6 で増幅されて外部に出力される。

【 0 0 3 1 】

図 2 に示す発振回路 1 0 0 が動作時の状態では、入力基準信号源 1 0 5 が停止されて P L L 回路相当部 1 1 0 が作動しない状態にある。その結果、入力基準信号源 1 0 5 や位相比較器 1 0 3 からノイズが発生することはなく、V C O 1 0 1 からノイズの影響を受けない発振信号を出力することが可能となる。

【 0 0 3 2 】

本実施形態の発振回路 1 0 0 によれば、V C O 1 0 1 が所望の周波数の発振信号を生成するときの V C O 駆動電圧 V tune を非動作時にフィードバック制御により求め、動作時には直前の非動作時の V C O 駆動電圧 V tune を V C O 1 0 1 に入力することで、所望の周波数を有する発振信号を生成することが可能となる。また、動作時には入力基準信号源 1 0

10

20

30

40

50

5を停止してPLL回路相当部110を作動させないようにすることで、入力基準信号源105等からのノイズの影響を受けない発振信号を出力することが可能となる。

【0033】

ところで、VCO駆動電圧V_{tune}を一定値に保持してPLL回路相当部110をオープンループにしたままVCO101で発振信号の生成を継続していると、外乱により発振信号の周波数が所望の周波数から変動するおそれがある。そのような外乱として、例えばVCO101の温度変動がある。VCO101は温度変動の影響を受けやすく、温度変化に伴って出力する発振信号の周波数が変化する。

【0034】

そこで、フィードバック制御により所望の周波数の発振信号を出力するVCO駆動電圧V_{tune}が得られる非動作時の状態と、直前の非動作時に得られたVCO駆動電圧V_{tune}を入力して発振信号を生成しこれを外部に出力する動作時の状態と、を繰り返し行うのがよい。これにより、温度変動等の外乱の影響を低減して所望の周波数の発振信号を出力することが可能となる。非動作時の状態と動作時の状態との繰り返し周期は、外乱による発振信号の周波数の変動量に基づいて決定するのがよく、例えば温度変動よりも速い周期とするのが好ましい。

【0035】

本実施形態の発振回路100の制御方法を、図3を用いて以下に説明する。図3は、本実施形態の発振回路100の制御方法を示すフローチャートである。発振回路100の制御として、まずステップS1において第2スイッチをオフにする。これにより、発振回路100は発振信号の出力を停止して非動作時の状態となる。つぎのステップS2で入力基準信号源105を起動させ、ステップS3で第1スイッチ114をフィルタ104の出口側に切り替える。

【0036】

上記ステップS2、3の処理により、PLL回路相当部110がクローズドループを形成して発振周波数のフィードバック制御が行われ、VCO101で生成される発振信号の周波数が所望の周波数に一致するVCO駆動電圧V_{tune}がVCO101に入力される。制御部111は、このときのVCO駆動電圧V_{tune}をADC112を介して入力する(ステップS4)。さらに、入力したVCO駆動電圧V_{tune}をDAC113に出力する(ステップS5)。あるいは、発振回路100が起動時に切り替えられるときに、VCO駆動電圧V_{tune}をDAC113に出力するようにしてもよい。

【0037】

つぎに、発振回路100の動作時の制御方法について説明する。ステップS6において、第1スイッチ114をDAC113の出力側に切り替える。これにより、PLL回路相当部110はクローズドループからオープンループに切り替えられる。そして、VCO101はDAC113からVCO駆動電圧V_{tune}を入力して発振信号を生成する。つぎのステップS7では、ノイズを発生させる入力基準信号源105を停止させ、ステップS8で第2スイッチ114をオンに切り替える。これにより、ノイズの影響を低減させた所望の周波数の発振信号がVCO101から外部に出力される。

【0038】

ステップS9では、VCO101から外部に出力される発振信号を用いた測定等が行われる。必要な発振信号の出力を完了すると、発振回路100は再びステップS1に戻ってPLL回路相当部110におけるクローズドループによるVCO101の制御が行われる。以下、同様にして発振回路100の動作時と非動作時が繰り返し行われる。

【0039】

本実施形態の発振回路100によれば、動作時には入力基準信号源105を停止してPLL回路相当部110を作動させないことから、ノイズの影響を低減させた発振信号を出力することが可能となる。これにより、EMC(Electro-Magnetic Compatibility)対策を実現でき、電波法規制をクリアすることが可能となる。また、動作時の消費電力の低減や発熱の低減を図ることができる。本実施形態の発振回路100を用いたレーダでは測定

10

20

30

40

50

精度を向上することができ、映像・音響機器では音質・画質を向上することができる。

【0040】

(第2実施形態)

本発明の第2の実施の形態に係る発振回路及びその制御方法を、図4、5を用いて以下に説明する。図4、5は、本実施形態の発振回路200の構成を示すブロック図であり、図4は発振回路200が非動作時のときの状態を示し、図5は発振回路200が動作時のときの状態を示している。本実施形態の発振回路200は、第1実施形態の発振回路100にさらに温度センサ201とメモリ202を追加した構成を有している。

【0041】

温度センサ201は、VCO101の温度またはそれと相関のある別の温度を測定するものであり、サーミスタや熱電対等を用いることができる。また、VCO101等の温度を直接測定する温度センサに限らず、例えば制御部111に温度センサが内蔵されているときはこれを用いてもよい。以下では、いずれかの温度センサで測定された温度をセンサ温度Tとする。

【0042】

第1実施形態の発振回路100では、VCO101の温度変動の影響を低減させるために、PLL回路相当部110をオープンループにした動作時の状態とクローズドループにした非動作時の状態とを繰り返し行う必要があった。これに対し本実施形態では、VCO101の温度変動の影響を、取得したセンサ温度Tを用いてその変動分に対応するVCO駆動電圧V_{tune}を調整するように構成している。

【0043】

温度変動分に対応するVCO駆動電圧V_{tune}の調整量を算出するために、本実施形態では、センサ温度Tに対応するVCO駆動電圧変動量f(T)のテーブルを事前に作成し、これをメモリ202に保存しておく。メモリ202は、VCO駆動電圧変動量f(T)のテーブルを保存するための記憶装置であり、EEPROMやFLASHROM等の不揮発性メモリを用いるのがよい。

【0044】

VCO駆動電圧変動量f(T)のテーブルの一例を図6に示す。図6は、横軸をセンサ温度Tとし、縦軸にVCO駆動電圧変動量f(T)を示している。同図に示すようなセンサ温度Tに対応するVCO駆動電圧変動量f(T)を事前に求め、これをテーブルにしてメモリ202に保存しておく。あるいは、VCO駆動電圧変動量f(T)をセンサ温度Tの関数として最適化したものをメモリ202に保存しておき、これを読み出して測定したセンサ温度Tを代入することでVCO駆動電圧変動量f(T)を算出するようにしてもよい。

【0045】

本実施形態の発振回路200の動作を、図4、5を用いて説明する。まず、図4に示す発振回路200の非動作時では、第2スイッチ115をオフにして発振信号が外部に出力されないようにする。また、第1スイッチ114をフィルタ104の出力側に接続してPLL回路相当部110をクローズドループの状態にする。そして、入力基準信号源105を起動することにより、VCO101から所望の周波数の発振信号が出力されるようにフィードバック制御によりVCO駆動電圧V_{tune}が演算される。制御部111は、非動作時のVCO駆動電圧V_{tune}をADC112から入力するとともに、温度センサ201からセンサ温度Tを入力する。

【0046】

つぎに、図5に示す発振回路200の動作時に移行すると、制御部111は非動作時から動作時に移行する直前のVCO駆動電圧V_{tune}及びセンサ温度を、それぞれ基準VCO駆動電圧V_{tune0}及び基準温度T₀として保持する。そして、制御部111は基準VCO駆動電圧V_{tune0}をDAC113に出力する。第1スイッチ114がDAC113の出力側に切り替えられると、DAC113から出力されるアナログ値の基準VCO駆動電圧V_{tune0}がVCO101に入力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

発振回路 2 0 0 が動作時に移行した直後は、センサ温度 T は直前の非動作時の基準温度 T_0 からほとんど変化していないことから、基準 VCO 駆動電圧 V_{tune0} を入力した VCO 1 0 1 は所望の周波数の発振信号を出力する。入力基準信号源 1 0 5 が停止され、第 2 スイッチがオンに切り替えられると、 VCO 1 0 1 から所望の周波数の発振信号が外部に出力される。

【 0 0 4 8 】

発振回路 2 0 0 が動作時の状態に移行したのちは、制御部 1 1 1 は温度センサ 2 0 1 からセンサ温度 T を逐次入力し、 VCO 駆動電圧変動量 $f(T)$ のテーブルを用いて次式により VCO 駆動電圧 V_{tune} を算出する。

$$VCO \text{ 駆動電圧 } V_{tune} = VCO \text{ 駆動電圧 } V_{tune0} + f(T_0) - f(T) \quad (1)$$

【 0 0 4 9 】

制御部 1 1 1 は、上記式 (1) で算出した VCO 駆動電圧 V_{tune} を DAC 1 1 3 に出力し、これを VCO 駆動電圧 V_{tune} として DAC 1 1 3 から VCO 1 0 1 に入力させる。本実施形態では、センサ温度が T_0 から T に変動したことに対応する VCO 駆動電圧 V_{tune} の変動分を、 $[f(T_0) - f(T)]$ で補償するようにしている。その結果、式 (1) で算出された VCO 駆動電圧 V_{tune} を VCO 1 0 1 に入力することにより、 VCO 1 0 1 から所望の周波数を有する発振信号を出力させることができる。

【 0 0 5 0 】

第 1 実施形態の発振回路 1 0 0 では、 VCO 1 0 1 の温度変動の影響を低減させるために、PLL 回路相当部 1 1 0 をオープンループにした動作時とクロズドループにした非動作時とを交互に繰り返すことで、 VCO 1 0 1 から出力される発振信号の周波数が温度変化によって変動しないようにしていた。これに対し本実施形態の発振回路 2 0 0 では、最初の PLL 回路相当部 1 1 0 のクロズドループ時に、制御部 1 1 1 が基準 VCO 駆動電圧 V_{tune0} 及び基準温度 T_0 を取得することで、それ以降は PLL 回路相当部 1 1 0 をオープンループにして用いることができる。従って、本実施形態の発振回路 2 0 0 は、発振信号を間欠的でなく常時出力させるシステムに用いることができる。

【 0 0 5 1 】

本実施形態の発振回路 2 0 0 の制御方法を、図 7 を用いて以下に説明する。図 7 は、本実施形態の発振回路 2 0 0 の制御方法を示すフローチャートである。図 7 に示すステップ S 1 ~ S 9 の処理は、第 1 実施形態の発振回路 1 0 0 の制御方法と同じである。

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、ステップ S 6 で第 1 スイッチ 1 1 4 を DAC 1 1 3 側に切り替える直前において、ステップ S 1 1 で温度センサ 2 0 1 からセンサ温度 T を入力するとともに、そのときの VCO 駆動電圧 V_{tune} を ADC 1 1 2 から入力し、それぞれを基準温度 T_0 及び基準 VCO 駆動電圧 V_{tune0} として保存する。また、 VCO 駆動電圧変動量 $f(T)$ のテーブルを用いて基準温度 T_0 における VCO 駆動電圧変動量 (T_0) を算出して保存する。

【 0 0 5 3 】

発振回路 2 0 0 を非動作時から動作時に切替後、ステップ S 1 2 において温度センサ 2 0 1 からセンサ温度 T を入力するとともに、 VCO 駆動電圧変動量 $f(T)$ のテーブルを用いてセンサ温度 T での VCO 駆動電圧変動量 $f(T)$ を算出する。ステップ S 1 3 では、式 (1) を用いて基準 VCO 駆動電圧 V_{tune0} に対し温度変動による変動量を補正した VCO 駆動電圧 V_{tune} を算出する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 4 では、温度変動に対する補正が行われた VCO 駆動電圧 V_{tune} を DAC 1 1 3 に出力してアナログ信号に変換し、これを VCO 駆動電圧 V_{tune} として VCO 1 0 1 に入力する。これにより、 VCO 1 0 1 から所望の周波数の発振信号が出力される。

【 0 0 5 5 】

なお、本実施の形態における記述は、本発明に係る発振回路及びその制御方法の一例を

10

20

30

40

50

示すものであり、これに限定されるものではない。本実施の形態における発振回路及びその制御方法の細部構成及び詳細な動作などに関しては、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

1 0 0、2 0 0 発振回路

1 0 1 電圧制御発振器

1 0 2 分周器

1 0 3 位 相 比 較 器

1 0 4 フィルタ

1 0 5 入力基準信号源

1 0 6 增幅器

1 1 0 P L L 回路相当部

1 1 1 制 御 部

1 1 2 A / D コンバータ

1 1 3 D / A コンバータ

1 1 4 第 1 スイッチ

1 1 5 第 2 スイッチ

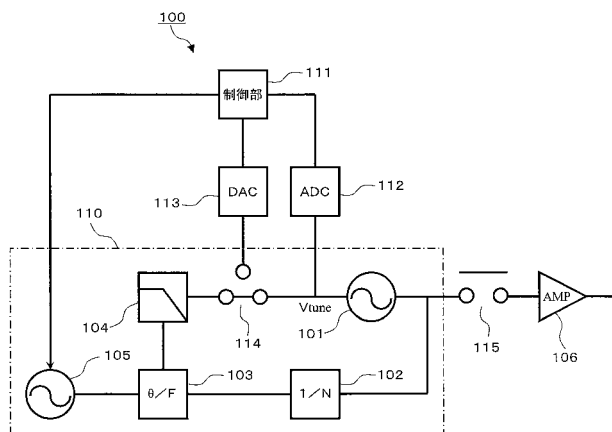
2 0 1 温度センサ

2 0 2 メモリ

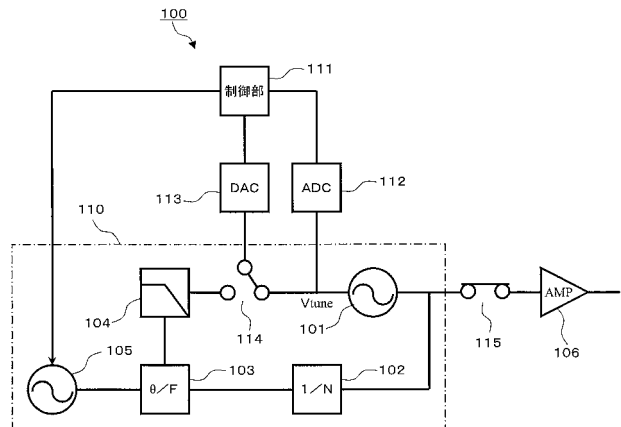
10

20

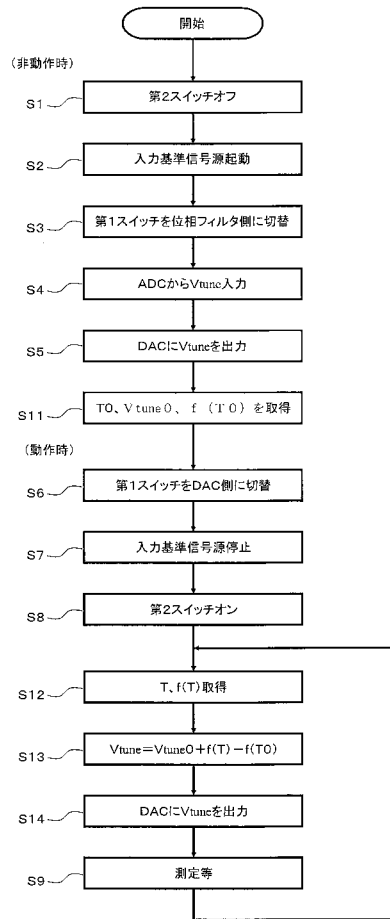
【 図 1 】



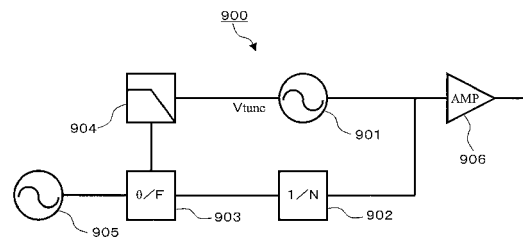
【圖 2】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

