

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 3 区分  
 【発行日】平成 28 年 3 月 3 日 (2016.3.3)

【公開番号】特開 2015-149694 (P2015-149694A)  
 【公開日】平成 27 年 8 月 20 日 (2015.8.20)  
 【年通号数】公開・登録公報 2015-052  
 【出願番号】特願 2014-23064 (P2014-23064)  
 【国際特許分類】

H 0 3 L 7/099 (2006.01)

H 0 3 L 7/10 (2006.01)

【F I】

H 0 3 L 7/08 F

H 0 3 L 7/10 Z

【手続補正書】  
 【提出日】平成 28 年 1 月 14 日 (2016.1.14)  
 【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 0 8  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0 0 0 8】

本開示の第 1 の周波数シンセサイザは、基準位相生成回路と、位相比較回路と、周波数制御回路と、発振回路と、位相検出回路とを備えている。基準位相生成回路は、基準位相信号を生成するものである。位相比較回路は、基準位相信号と帰還位相信号との位相差を検出するものである。周波数制御回路は、位相比較回路における検出結果に基づいて第 1 の入力コード値および第 2 の入力コード値を生成するものである。発振回路は、第 1 の入力コード値および第 2 の入力コード値に基づいて発振信号を生成するものである。位相検出回路は、発振信号の位相を求めて帰還位相信号として出力するものである。上記発振回路は、演算部と、発振部とを有している。演算部は、第 1 の入力コード値を補正することにより、第 1 の入力コード値のとりうる範囲より狭い第 1 の所定の範囲内の第 1 のコード値を生成し、第 1 の入力コード値の補正量に応じて第 2 の入力コード値を補正して第 2 のコード値を生成するものである。発振部は、第 1 のコード値に基づいて第 1 の感度で発振信号の周波数が変化し、第 2 のコード値に基づいて第 1 の感度よりも高い第 2 の感度で発振信号の周波数が変化するものである。

【手続補正 2】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 2 5  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0 0 2 5】

その際、周波数シンセサイザ 1 は、この例では、2 段階で負帰還制御するようになっている。具体的には、周波数シンセサイザ 1 は、例えば、電源投入直後などの初期状態では、微調整用の周波数制御ワード F B I N を所定値に固定し、粗調整用の周波数制御ワード C B I N を変化させて負帰還動作を行うことにより、周波数  $f_o$  を目標周波数  $f_{target}$  に近付ける。そして、その後に、周波数シンセサイザ 1 は、粗調整用の周波数制御ワード C B I N を固定し、微調整用の周波数制御ワード F B I N を変化させて負帰還動作を行うことにより、周波数  $f_o$  を目標周波数  $f_{target}$  により近付け、位相同期状態を実現するようになっている。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

制御部20は、周波数制御ワードC B I N, F B I Nおよびクロック信号C L Kに基づいて、周波数制御ワードC B I N, F B I Nを、サーモメータコードを示す周波数制御ワードC T M, F T Mに変換し、この周波数制御ワードC T M, F T Mを用いて発振部30を制御するものである。周波数制御ワードC T Mは、周波数を粗調整するためのワードであり、128ビット(C T M[127:0])からなるサーモメータコードを示すものである。また、周波数制御ワードF T Mは、周波数を微調整するためのワードであり、この例では、64ビット(F T M[63:0])からなるサーモメータコードを示すものである。この制御部20は、後述するように、周波数制御ワードF B I Nが示す値に基づいて、周波数制御ワードF B I Nが示す値が取りうる範囲(この例では-512~+511)より狭い範囲(この例では0~63)の値を示す周波数制御ワードF T Mを生成するとともに、周波数制御ワードF B I N, C B I Nに基づいて周波数制御ワードC T Mを生成するようになっている。

## 【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

図4は、制御部20の一構成例を表すものである。制御部20は、加算回路21と、リミッタ22と、エンコーダ23と、フリップフロップ24と、減算回路25と、リミッタ26と、符号変換回路27と、エンコーダ28と、フリップフロップ29と、制御回路40とを有している。加算回路21、リミッタ22、エンコード23、およびフリップフロップ24は、粗調整用の周波数制御ワードC B I Nに係るものであり、減算回路25、リミッタ26、符号変換回路27、エンコード28、およびフリップフロップ29は、微調整用の周波数制御ワードF B I Nに係るものである。

## 【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

加算回路21は、粗調整用の周波数制御ワードC B I Nが示す値と補正ワードC C Fが示す値を加算して、その加算結果を示す周波数制御ワードC B I N2を生成するものである。補正ワードC C Fは、この例では、7ビット(C C F[6:0])からなるバイナリーフォーマットのワードであり、符号付き数値(-64~+63)を示すものである。また、周波数制御ワードC B I N2は、この例では、8ビット(C B I N2[7:0])からなるバイナリーフォーマットのワードであり、符号なし数値(0~255)を示すものである。この周波数制御ワードC B I N2の値は、リミッタ22により規定される範囲の範囲内(この例では0~127の範囲内)に収まるように動作するようになっている。

## 【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 3 1 】

エンコーダ 2 3 は、周波数制御ワード C L M T に基づいてサーモメータコードを生成するものである。フリップフロップ 2 4 は、エンコーダ 2 3 が生成したサーモメータコードをクロック信号 C L K に基づくタイミングでリタイミングして、周波数制御ワード C T M ( C T M [ 1 2 7 : 0 ] ) として出力するものである。これにより、周波数制御ワード C T M では、例えば、最下位ビット C T M [ 0 ] から順

## 【 手続補正 7 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 3 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 3 5 】

エンコーダ 2 8 は、周波数制御ワード F U に基づいてサーモメータコードを生成するものである。フリップフロップ 2 9 は、エンコーダ 2 8 が生成したサーモメータコードをクロック信号 C L K に基づくタイミングでリタイミングして、周波数制御ワード F T M として出力するものである。これにより、周波数制御ワード F T M では、例えば、最下位ビット F T M [ 0 ] から順に、周波数制御ワード F U が示す値と同じ数だけ “ 1 ” が現れるようになっている。

## 【 手続補正 8 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 8 】

図 8 は、可変容量バンク 3 3 の一構成例を表すものである。可変容量バンク 3 3 は、この例では、1 2 8 個の可変容量素子グループ 3 6 を有している。各可変容量素子グループ 3 6 は、周波数制御ワード C T M のビット C T M [ 1 2 7 : 0 ] のそれぞれと対応して設けられている。各可変容量素子グループ 3 6 は、この例では、8 つの可変容量素子 3 5 を有している。この可変容量素子 3 5 の数 “ 8 ” は、乗算回路 4 3 における乗算値 “ 8 ” に対応するものである。可変容量素子 3 5 は、容量制御端子に印加された電圧に基づいて両端間のキャパシタンスが変化するものである。これらの 8 つの可変容量素子 3 5 は、互いに並列接続されるとともに、容量制御端子も互いに接続されている。これにより可変容量素子グループ 3 6 は、可変容量素子 3 5 の 8 倍のキャパシタンスを有する可変容量素子として機能するようになっている。可変容量素子グループ 3 6 の 8 つの可変容量素子 3 5 の容量制御端子には、周波数制御ワード C T M の対応するビットに基づいて電圧が印加され、その印加された電圧に基づいて、可変容量素子グループ 3 6 の両端間のキャパシタンスが変化するようになっている。これらの可変容量素子グループ 3 6 は、互いに並列接続されている。この構成により、可変容量バンク 3 3 では、周波数制御ワード C T M に基づいて両端間のキャパシタンスが変化するようになっている。

## 【 手続補正 9 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 9

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 9 】

可変容量バンク 3 4 は、微調整用の周波数制御ワード F T M に基づいて両端間のキャパシタンスが変化するものである。可変容量バンク 3 4 の一端は、インダクタ 3 2 の一端、可変容量バンク 3 3 の一端、および負性抵抗 3 1 の一端に接続されている。

## 【 手続補正 1 0 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 6 】

制御部 2 0 では、加算回路 2 1 が、周波数制御ワード C B I N が示す値と補正ワード C C F が示す値を加算して、その加算結果を示す周波数制御ワード C B I N 2 を生成する。リミッタ 2 2 は、周波数制御ワード C B I N 2 が示す値が所定の範囲外である場合に、その値をその所定の範囲の下限值または上限値に制限することにより、周波数制御ワード C L M T を生成する。エンコーダ 2 3 は、周波数制御ワード C L M T に基づいてサーモメータコードを生成する。フリップフロップ 2 4 は、エンコーダ 2 3 が生成したサーモメータコードをクロック信号 C L K に基づくタイミングでリタイミングして、周波数制御ワード C T M として出力する。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 7 】

減算回路 2 5 は、周波数制御ワード F B I N が示す値から補正ワード F C F が示す値を減算して、その減算結果を示す周波数制御ワード F L M T 1 を生成する。制御回路 4 0 は、周波数制御ワード F L M T 1 およびクロック信号 C L K に基づいて、補正ワード C C F , F C F を生成する。リミッタ 2 6 は、周波数制御ワード F L M T 1 が示す値が所定の範囲 R l i m の範囲外である場合に、その値をその所定の範囲 R l i m の下限値または上限値に制限することにより、周波数制御ワード F L M T 2 を生成する。符号変換回路 2 7 は、符号付き数値を示す周波数制御ワード F L M T 2 を、符号なし数値を示す周波数制御ワード F U に変換する。エンコーダ 2 8 は、周波数制御ワード F U に基づいてサーモメータコードを生成する。フリップフロップ 2 9 は、エンコーダ 2 8 が生成したサーモメータコードをクロック信号 C L K に基づくタイミングでリタイミングして、周波数制御ワード F T M として出力する。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 8 】

( 詳細動作 )

次に、周波数シンセサイザ 1 の詳細動作について説明する。周波数シンセサイザ 1 は、例えば、電源投入直後などの初期状態では、微調整用の周波数制御ワード F B I N を所定の値（例えば“ 0 ”）に固定し、粗調整用の周波数制御ワード C B I N を変化させることにより負帰還動作を行う。その際、補正ワード C C F , F C F が示す値は“ 0 ”を維持するため、制御部 2 0 は、粗調整用の周波数制御ワード C B I N が示す値をサーモメータコードに変換することにより周波数制御ワード C T M を生成する。そして、周波数シンセサイザ 1 は、この負帰還動作により、周波数  $f_o$  を目標周波数  $f_{target}$  に近付ける（動作 P 1 ）。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 8 】

このようにして、状態 S 1 5 では、図 1 3 に示したように、粗調整用の周波数制御ワード C T M の値 “ 6 2 ” ( C T M = 6 2 ) に対応した周波数制御特性が引き続き選択され、発振部 3 0 は、周波数制御ワード F L M T 1 の値 “ - 2 5 ” に応じた周波数  $f_o$  で発振する。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 9 5】

一方、発振回路 1 5 では、粗調整用の可変容量バンク 3 3 の設定を切り替えるようにしている。これにより、微調整用の周波数制御ワード F L M T 1 の値を狭い範囲内で変化させつつ、周波数制御範囲を広くすることができ、周波数  $f_o$  が飽和するおそれを低減することができる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 0】

図 1 8 は、本変形例に係る周波数シンセサイザ 2 の一構成例を表すものである。この周波数シンセサイザ 2 は、アナログ P L L と類似の構成を有するものである。周波数シンセサイザ 2 は、位相検出回路 5 1 と、分周回路 5 6 とを有している。