

【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 03L 7/099 (2006.01)

H 03L 7/10 (2006.01)

【F I】

H 03L 7/08 F

H 03L 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】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

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】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

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CBIN, FBINおよびクロック信号CLKに基づいて、周波数制御ワードCBIN, FBINを、サーモメータコードを示す周波数制御ワードCTM, FTMに変換し、この周波数制御ワードCTM, FTM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CTMは、周波数を粗調整するためのワードであり、128ビット(CTM[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FTM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(FTM[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FBINが示す値に基づいて、周波数制御ワードFBIN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FTMを生成するとともに、周波数制御ワードFBIN, CBINに基づいて周波数制御ワードCTM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、エンコーダ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CBIN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、エンコーダ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FBIN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CBINが示す値と補正ワードCCF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CBIN2を生成するものである。補正ワードCCFは、この例では、7ビット(CCF[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CBIN2は、この例では、8ビット(CBIN2[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CBIN2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】**

【0031】

エンコーダ23は、周波数制御ワードCLMT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24は、エンコーダ23が生成したサーモメータコードをクロック信号CLK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CTM(CTM[127:0])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CTMでは、例えば、最下位ビットCTM[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】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

エンコーダ28は、周波数制御ワードFU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29は、エンコーダ28が生成したサーモメータコードをクロック信号CLK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FTM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FTMでは、例えば、最下位ビットFTM[0]から順に、周波数制御ワードFU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】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

図8は、可変容量バンク33の一構成例を表すものである。可変容量バンク33は、この例では、128個の可変容量素子グループ36を有している。各可変容量素子グループ36は、周波数制御ワードCTMのビットCTM[127:0]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36は、この例では、8つの可変容量素子35を有している。この可変容量素子35の数“8”は、乗算回路43における乗算値“8”に対応するものである。可変容量素子35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35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36は、可変容量素子35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36の8つの可変容量素子35の容量制御端子には、周波数制御ワードCTM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36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36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33では、周波数制御ワードCTM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】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

可変容量バンク34は、微調整用の周波数制御ワードFTM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34の一端は、インダクタ32の一端、可変容量バンク33の一端、および負性抵抗31の一端に接続されている。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

制御部20では、加算回路21が、周波数制御ワードCBINが示す値と補正ワードCCF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CBIN2を生成する。リミッタ22は、周波数制御ワードCBIN2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CLMTを生成する。エンコーダ23は、周波数制御ワードCLMT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24は、エンコーダ23が生成したサーモメータコードをクロック信号CLK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CTMとして出力する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0057】

減算回路25は、周波数制御ワードFBINが示す値から補正ワードFCF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FLMT1を生成する。制御回路40は、周波数制御ワードFLMT1およびクロック信号CLKに基づいて、補正ワードCCF, FCFを生成する。リミッタ26は、周波数制御ワードFLMT1が示す値が所定の範囲Rlimの範囲外である場合に、その値をその所定の範囲Rlim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FLMT2を生成する。符号変換回路27は、符号付き数値を示す周波数制御ワードFLMT2を、符号なし数値を示す周波数制御ワードFUに変換する。エンコーダ28は、周波数制御ワードFU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29は、エンコーダ28が生成したサーモメータコードをクロック信号CLK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FTMとして出力する。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0058】

(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FBIN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CBIN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CCF, FCFが示す値は“0”を維持するため、制御部20は、粗調整用の周波数制御ワードCBIN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CTM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foを目標周波数f_{target}に近付ける(動作P1)。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0088】

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。