

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧電振動子を用いた発振回路と、
前記圧電振動子が設けられる雰囲気温度を設定温度に維持するためのヒータと、
前記雰囲気温度を検出して当該検出温度に対応する信号を出力する温度センサと、
電源投入後、前記温度センサから前記ヒータにより前記雰囲気温度が前記設定温度になったことを示す第 1 の検出信号を受信した後、前記発振回路から出力される発振周波数が安定したことを外部に報知する制御回路と、
電源投入時に前記温度センサから前記制御回路に出力される第 2 の検出信号と、前記制御回路が前記第 1 の検出信号を受信してから前記報知を行うまでの遅延時間との対応関係について、前記制御回路が当該対応関係に基づいて前記報知を行うことができるように記憶する記憶部と、
を備えたことを特徴とする発振装置。

10

【請求項 2】

前記発振回路に出力される制御信号を、基準信号と、前記基準信号の代替用の予備信号との間で切り替えるための切り替え部と、
前記基準信号の異常の有無を検出するための検出部と、
を備え、
前記制御回路は、前記検出部の検出結果に従って、切り替え部の動作を制御することを特徴とする請求項 1 記載の発振装置。

20

【請求項 3】

前記対応関係は、互いに異なる第 1 の対応関係及び第 2 の対応関係を含み、
前記制御回路は、前記基準信号が前記発振回路に供給されるときに前記第 1 の対応関係に基づいて前記報知信号を出力し、前記予備信号が前記発振回路に供給されるときに前記第 2 の対応関係に基づいて前記報知信号を出力することを特徴とする請求項 2 記載の発振装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、いわゆる恒温槽付き圧電発振器を含む発振装置において、電源投入後に前記圧電発振器の温度が安定化した状態で出力を取り出す技術分野に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

恒温槽付き水晶発振器（OCXO：Oven Controlled Xtal Oscillator）は、圧電振動子である水晶振動子が置かれる前記恒温槽内の雰囲気温度を一定化して発振周波数を安定化させるために、ヒータを備えている。前記ヒータは、恒温槽内の温度センサの温度検出値が設定温度となるように供給電力が制御される。

【0003】

前記水晶発振器の電源投入後に、前記温度センサによる前記雰囲気温度の検出温度が設定温度で安定すると、当該水晶発振器はその旨を示す信号（オープンアラーム解除信号）を制御回路に出力し、制御回路が上位装置（水晶発振器の適用機器）に対して所定の信号を出力する。この信号に従って上位装置の運用が開始され、上位装置は水晶発振器からの発振出力を取り込んで動作する。しかし、前記温度センサによる検出では設定温度になっていても、実際に恒温槽内の全体温度が一律になるまでにはしばらく時間がかかることがあり、水晶発振器の発振周波数はしばらく不安定な状態が続く場合がある。そのように電源を投入してから温度センサにより恒温槽内が設定温度になったことが検出されるまでの時間、設定温度になったことが検出されてから実際に前記発振周波数が安定するまでの時間は夫々、水晶発振器の周囲温度によって変動する。

40

【0004】

このような理由で、水晶発振器の発振周波数が安定していない状態で上位装置の運用が

50

開始されてしまうおそれがある。例えば上位装置がテレビ放送局の電波送信機である場合、前記水晶発振器の発振出力が不安定であるために画像が乱れてしまう不具合が発生する。また、前記上位装置が携帯電話の基地局である場合、電波の送受信ができない不具合が発生する。このような事態を防ぐために、恒温槽内が設定温度に達してから十分な時間経過した後上位装置の運用を開始することも考えられるが、前記周波数が既に安定して運用開始できる状態になっているにも関わらず運用を見合わせることになるので、上位装置の運用効率が低下してしまう。

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 には水晶発振装置において、温度センサの検出温度に応じて発振回路に対する制御電圧のオフセット電圧が制御される技術について記載されている。また特許文献 2 には、原子発振器の出力が安定しているか否かに応じて恒温槽タイプの電圧制御発振器を制御する技術について記載されているが、これらの技術では上記の問題の解決手法については記載されていない。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 0 - 1 4 5 1 3 9 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 3 1 4 0 4 7 号公報

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような事情の下になされたものであり、その目的は、いわゆる恒温槽付き発振器を含む発振装置において、電源投入後における発振装置の発振周波数が安定した時点を高精度で外部に報知できる技術を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明の発振装置は、圧電振動子を用いた発振回路と、

前記圧電振動子が設けられる雰囲気温度を設定温度に維持するためのヒータと、

前記雰囲気温度を検出して当該検出温度に対応する信号を出力する温度センサと、

電源投入後、前記温度センサから前記ヒータにより前記雰囲気温度が前記設定温度になったことを示す第 1 の検出信号を受信した後、前記発振回路から出力される発振周波数が安定したことを外部に報知する制御回路と、

30

電源投入時に前記温度センサから前記制御回路に出力される第 2 の検出信号と、前記制御回路が前記第 1 の検出信号を受信してから前記報知を行うまでの遅延時間との対応関係について、前記制御回路が当該対応関係に基づいて前記報知を行うことができるように記憶する記憶部と、

を備えたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

例えば前記発振回路に出力される制御信号を、基準信号と、前記基準信号の代替用の予備信号との間で切り替えるための切り替え部と、前記基準信号の異常の有無を検出するための検出部と、を備え、前記制御回路は、前記検出部の検出結果に従って、切り替え部の動作を制御する。また、例えば前記対応関係は、互いに異なる第 1 の対応関係及び第 2 の対応関係を含み、前記制御回路は、前記基準信号が前記発振回路に供給されるときに前記第 1 の対応関係に基づいて前記報知信号を出力し、前記予備信号が前記発振回路に供給されるときに前記第 2 の対応関係に基づいて前記報知信号を出力する。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明の発振装置によれば、発振装置の電源投入後、温度センサからヒータにより圧電振動子が設けられる雰囲気温度が前記設定温度になったことを示す第 1 の検出信号を受信した後、発振周波数が安定したことを報知する制御回路が設けられ、この制御回路は、

50

電源投入時に前記温度センサから出力される第２の検出信号と、前記第１の検出信号を受信してからの遅延時間との対応関係に従って前記報知を行う。それによって、発振周波数が安定した時点を高い精度で外部に報知することができる。結果として、この発振周波数が安定した後、速やかに当該発振周波数を利用する上位装置の運用を行うことができる。つまり安定した状態で且つ効率良く、当該上位装置を運用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の実施の形態にかかる周波数シンセサイザのブロック図である。

【図２】前記周波数シンセサイザを構成するＯＣＸＯの回路図である。

【図３】前記ＯＣＸＯの温度と出力される信号との関係を示したグラフ図である。

10

【図４】ＯＣＸＯの周囲の検出温度とステータス信号を変更するまでのオフセット時間との関係を示す説明図である。

【図５】本発明に関連する評価試験の試験結果を示すグラフ図である。

【図６】本発明に関連する評価試験の試験結果を示すグラフ図である。

【図７】本発明に関連する評価試験の試験結果を示すグラフ図である。

【図８】他の周波数シンセサイザのブロック図である。

【図９】前記周波数シンセサイザのシールドブロックの斜視図である。

【図１０】他のシールドブロックの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

20

図１に本発明の発振装置の一実施形態である周波数シンセサイザ１である。この周波数シンセサイザ１は、ＰＬＬ集積回路部（ＰＬＬ－ＩＣ）１１、スイッチ１２、ループフィルタ１３、ＯＣＸＯ２０、固定電圧供給端子１４及び可変抵抗１５を備えている。ＰＬＬ－ＩＣ１１は、周波数シンセサイザ１の外部から供給される例えば１０ＭＨｚの外部基準信号と、ＯＣＸＯ２０から出力された周波数信号とを同期させ、設定された周波数信号を後段に出力する。具体的には、例えばＯＣＸＯ２０からの出力信号を分周する分周部と、分周された出力信号の位相と外部基準信号の位相との位相差に応じた前記周波数信号を取り出して後段に出力する位相比較器と、を備えるように構成される。

【００１３】

固定電圧供給端子１４には所定の電圧に固定された固定電圧が印加され、この電圧信号が可変抵抗１５を介して後段に出力される。前記可変抵抗１５と、前記ＰＬＬ－ＩＣ１１との後段に前記スイッチ１２が設けられており、前記固定電圧供給端子１４からの出力及びＰＬＬ－ＩＣ１１からの出力のうちの一方が、ループフィルタ１３に供給される。そして、ループフィルタ１３からの出力は、制御信号として前記ＯＣＸＯ２０に入力される。ＯＣＸＯ２０は、前記制御信号に対応した周波数の内部基準信号を後段に出力すると共に、この出力はＰＬＬ－ＩＣ１１に帰還される。つまり、ＰＬＬ－ＩＣ１１、ループフィルタ１３及びＯＣＸＯ２０によりＰＬＬ（Phase Locked Loop）が構成されている。

30

【００１４】

周波数シンセサイザ１はダイオードを含む検波回路１６を備え、前記外部基準信号は、この検波回路１６を介して当該周波数シンセサイザ１の制御回路４に入力される。検波回路１６は外部基準信号を検波し、制御回路４は検波された信号の振幅を検出し、この振幅が予め設定された許容範囲に収まっているか否かを判定する。

40

【００１５】

前記スイッチ１２の切り替えは、当該制御回路４により制御される。前記検出された振幅が許容範囲に収まっていると判定された場合は、スイッチ１２によりＰＬＬ－ＩＣ１１がループフィルタ１３に接続される。前記振幅が許容範囲から外れていると判定された場合、スイッチ１２により固定電圧供給端子１４がループフィルタ１３に接続される。つまり固定電圧供給端子１４は、外部基準信号が異常であったり、周波数シンセサイザ１に供給されていないようなトラブルが発生している場合にＯＣＸＯ２０を動作させる予備の信号源として用いられる。

50

【 0 0 1 6 】

OCXO20の後段には、PLL-IC51、ループフィルタ52、VCO(Voltage Controlled Oscillator)53、増幅器(AMP)54がこの順に接続されている。AMP34の出力が当該周波数シンセサイザ1の出力として、背景技術の項目で述べた上位装置に供給されて、当該上位装置が運用される。

【 0 0 1 7 】

VCO53の出力は、PLL-IC51に帰還される。PLL-IC51はPLL-IC11と同様に構成され、OCXO20から供給される内部基準信号と、VCO53から出力された周波数信号とを同期させ、設定された周波数信号を後段に出力する。つまり、PLL-IC51、ループフィルタ52及びVCO53によりPLLが構成されている。

10

【 0 0 1 8 】

制御回路4は、PLL-IC11、51から出力される周波数が所望の値になるように、分周比などの各種のデータを送出する。また、PLL-IC11の位相比較器において、外部基準信号と分周されたOCXO20からの信号とが比較され、これらの信号が同期したか、即ち当該PLL-IC11により構成されるPLLがロックされたか否かを示す信号が制御回路4に送信される。同様にPLL-IC51の位相比較器において、内部基準信号と分周されたVCO53からの信号とが比較され、当該PLL-IC51により構成されるPLLがロックされたか否かを示す信号が制御回路4に送信される。これによって、制御回路4は上位装置に各PLLがロックされたか否かについての情報を送出する。

【 0 0 1 9 】

周波数シンセサイザ1の出力周波数の安定度は、当該周波数シンセサイザ1が同期する信号の安定度によって決定される。つまり、上記のように外部基準信号が入力される場合、周波数シンセサイザ1はこの外部基準信号に同期するため、当該外部基準信号の安定度にて動作する。そのように外部基準信号により動作した方が、前記固定電圧により動作するよりも周波数シンセサイザ1からの出力周波数は安定する。

20

【 0 0 2 0 】

内部基準発振器であるOCXO20は、発振回路2と、この発振回路2の水晶振動子を設定温度に加熱するためのヒータ回路部3とからなる恒温槽付き発振器に相当する。発振回路2は図2に示すように、例えばコルピッツ回路と水晶振動子21とから構成されている。22は増幅部をなすトランジスタ、23はバッファアンプ、VDは可変容量コンデンサである。制御電圧端子24に供給される制御電圧により、前記可変容量コンデンサVDの容量が調整されて発振周波数が制御される。25は、発振回路2に直流電力を供給する電源電圧供給端子である。

30

【 0 0 2 1 】

ヒータ回路部3は図2に略解して記載されている。当該ヒータ回路部3は、水晶振動子21が置かれる雰囲気温度を検出するための温度センサを構成するサーミスタ31を備えている。発振回路2及びヒータ回路部3は共通の前記恒温槽(容器)内に収納され、当該恒温槽内の雰囲気は、当該OCXO20が配置される環境温度よりも高い温度に維持されるようになっている。周波数シンセサイザ1の電源をオンにして電源電圧供給端子25からヒータ回路部3に電圧が供給された直後は、前記雰囲気温度が例えば室温であり、前記サーミスタ31の抵抗値が高いので差動増幅器32の負端子の電圧が低く、差動増幅器32の出力電圧が大きい。このためトランジスタ33、34に大きな電流が流れ、当該トランジスタ33、34が発熱する。

40

【 0 0 2 2 】

この発熱により前記恒温槽内の雰囲気温度が上昇し、サーミスタ31の抵抗値が低くなり、差動増幅器32の負入力端子の電圧が上昇する。この結果、トランジスタ33、34に流れる電流が減少し、温度上昇と当該電流の減少とが平衡状態になって前記雰囲気温度が設定温度に収束する。この設定温度は回路定数により決めることができる。

【 0 0 2 3 】

トランジスタ33のコレクタ電流の値は、判断部35にて検出される。判断部35は、

50

図 3 に示すように電流検出値が予め設定されたしきい値以下であるか否かを判断し、しきい値よりも大きいと判断したときには、ヒータ回路部 3 が昇温中であると判断されることを知らせる例えば論理レベルが「L」の論理信号（オープンアラーム信号と記載する場合がある）を出力する。その一方で、電流検出値がしきい値以下であると判断したときには、ヒータ回路部 3 の発熱が安定した、つまり恒温槽内の温度が安定して昇温が完了したと判断されることを知らせる例えば論理レベルが「H」の論理信号（オープンアラーム解除信号と記載する場合がある）を出力する。これらの論理信号「L」「H」は、制御回路 4 に入力される。

【0024】

背景技術の項目で説明したように、前記オープンアラーム解除信号が出力されるタイミングと、発振回路 2 からの出力が安定するタイミングとが互いにずれる場合がある。発振回路 2 からの出力が安定するタイミングとは、具体的には例えば周波数偏差（設定温度における周波数 f_0 - 実際の周波数 f ）/ 設定温度における周波数 f_0 ）が $-0.1\text{ppm} \sim +0.1\text{ppm}$ となり、以降 $-0.1\text{ppm} \sim +0.1\text{ppm}$ の範囲内で変動するタイミングである。言い換えれば、周波数偏差の変動が $-0.1\text{ppm} \sim +0.1\text{ppm}$ の範囲内に収束するタイミングである。

【0025】

図 1 に示すように温度センサであるサーミスタ 31 とは別に、周波数シンセサイザ 1 には温度センサ 41 が設けられている。この温度センサ 41 は OCXO 20 が設けられる雰囲気温度を検出する役割を有しており、例えば前記恒温槽の外側で当該恒温槽の近傍に配置される。温度センサ 41 は、例えば温度検出 IC やサーミスタなどにより構成され、検出温度に対応する温度検出信号を制御回路 4 に出力できるように構成される。

【0026】

制御回路 4 は、上位装置に対して OCXO 20 の発振出力が安定したか否かを示すステータス信号を出力する。制御回路 4 は、前記 OCXO 20 からオープンアラーム解除信号「H」を受信した後、後述のように決定されるオフセット時間（遅延時間）が経過すると、発振出力が安定しないことを示す出力不安定ステータス信号から、発振出力が安定したことを示す出力安定ステータス信号に切り替えて出力する。

【0027】

制御回路 4 に設けられるメモリには、電源投入時における温度センサ 41 の検出温度と、前記オフセット時間との対応関係について設定されたテーブルが記憶される。ところで、上記のように周波数シンセサイザ 1 への入力信号として、外部基準信号または固定電圧信号が用いられるが、後述の実験で示すようにどちらの入力信号を用いるかによって、適切なオフセット時間は変化する。従って、前記テーブルは、前記入力信号ごとに設けられる。外部基準信号が入力されるときに用いられるテーブルを 42、固定電圧信号が入力されるときに用いられるテーブルを 43 とする。

【0028】

図 4 の上段は、テーブル 42 の一例を示している。温度センサ 41 による検出温度が -20 、 25 、 60 であるときに夫々オフセット時間を 0 秒、9 秒、15 秒として設定している。ここでは後述の評価試験の試験結果に基づいてオフセット時間を設定している。前記検出温度が $-20 \sim 25$ の間及び $25 \sim 60$ の間であったときは、例えばこれらの温度範囲において夫々検出温度とオフセット時間との間に比例関係があるものとし、前記検出温度及び当該比例関係に基づいてオフセット時間が決定される。言い換えると、図 4 の下段の実線のグラフから、前記検出温度に対応するオフセット時間を読み出して決定することになる。なお、このグラフの横軸、縦軸は夫々前記検出温度（単位：）、オフセット時間（単位：秒）として設定されている。

【0029】

テーブル 43 では、例えば検出温度が -20 、 60 であるときにオフセット時間を 0 秒、45 秒として設定している。前記検出温度が $-20 \sim 60$ の間であるときは、テーブル 42 を用いる場合と同様、例えばこれらの温度範囲において夫々検出温度とオフ

10

20

30

40

50

セット時間との間に比例関係があるものとし、前記検出温度及び当該比例関係に基づいてオフセット時間が決定される。つまり、図4の下段の鎖線のグラフから、前記検出温度に対応するオフセット時間を読み出して決定することになる。各テーブル42、43の検出温度と、オフセット時間との対応関係については、周波数シンセサイザ1の特性に応じて予め実験を行うことによって、例えば周波数シンセサイザ1の個体ごとに決められる。

【0030】

続いて、周波数シンセサイザ1の電源投入時における動作を説明する。まず、周波数シンセサイザ1のユーザが当該シンセサイザ1の電源を投入すると、OCXO20においてヒータ回路部3のトランジスタ33のコレクタ電流がしきい値以下であるか否かが判断される。ここでは発振回路2が置かれている雰囲気は室温であり、設定温度は当該室温よりも高いものとする。即ち、前記コレクタ電流はしきい値よりも高いと判断される。そして、OCXO20は恒温槽内が設定温度に向けて昇温中であると判断されたことを示すオープンアラーム信号（論理信号「L」）を、制御回路4に出力する。

10

【0031】

この論理信号の受信に並行して制御回路4は、温度センサ41の出力に基づいてOCXO20が設けられる雰囲気温度を検出する。さらにこの検出動作に並行して、検波回路16を介して入力された外部基準信号の振幅が許容範囲に収まっているか否かを判定する。ここでは、前記振幅が許容範囲に収まっていると判定されたものとする。

【0032】

制御回路4が、PLL-IC11とループフィルタ13とを接続するようにスイッチ12を動作させ、外部基準信号がPLL-IC11及びループフィルタ13を介してOCXO20に入力されて、当該OCXO20が発振する。またOCXO20の出力が、PLL-IC51及びループフィルタ52を介してVCO53に入力されてVCO53も発振し、その発振出力がAMP54で増幅されて上位装置へと出力される。このように出力がなされることに並行して、制御回路4は、前記温度センサ41により検出された温度とテーブル42とに基づいて、オフセット時間を決定する。また、上位装置に対して周波数シンセサイザ1の周波数が安定していないことを示す出力不安定ステータス信号を出力する。

20

【0033】

OCXO20、VCO53を含む各PLLがロックされ、そのようにロックされたことを示す信号が制御回路4から上位装置に出力される。また、OCXO20の恒温槽内の温度が上昇して設定温度に近づくと、トランジスタ33のコレクタ電流が下がり始める。そして、前記コレクタ電流がしきい値以下になると（図3中t）、OCXO20において恒温槽内の昇温が完了したと判断されて、OCXO20からオープンアラーム信号に代わりオープンアラーム解除信号（論理信号「H」）が出力される。

30

【0034】

制御回路4は、オープンアラーム解除信号を受信した後、決定したオフセット時間待機する。この待機している間にOCXO20からの出力は安定し、それによって周波数シンセサイザ1から上位装置への出力も安定する。そして、前記オープンアラーム信号を受信してからオフセット時間が経過すると、制御回路4は当該周波数シンセサイザ1の周波数が安定したものとして、出力不安定ステータス信号に代わり出力安定ステータス信号を出力する。この出力安定ステータス信号を受信することによって、上位装置は、周波数シンセサイザ1からの出力を用いて、その運用が開始される。なお、このステータス信号が出力されたときに、例えば既に電源が投入されている上位装置が自動的にシンセサイザ1の周波数を用いるように動作するように構成されていてもよいし、前記ステータス信号が出力されたときに、上位装置の電源が投入されて上位装置の運用が開始されるようにしてもよい。また、前記ステータス信号が出力されたときに、ユーザが当該上位装置の電源を投入するようにしてもよい。

40

【0035】

検波された外部基準信号の振幅が許容範囲外と判定された場合について、許容範囲内と判定された場合との差異点を中心に述べる。このように許容範囲外と判定されたときには

50

、制御回路 4 は、固定電圧供給端子 1 4 とループフィルタ 1 3 とが接続されるようにスイッチ 1 2 を動作させる。固定電圧信号がループフィルタ 1 3 を介して O C X O 2 0 に供給されて当該 O C X O 2 0 が発振し、それによって V C O 5 3 も発振する。制御回路 4 は、温度センサ 4 1 により検出された温度と、テーブル 4 3 とに基づいて、オフセット時間を決定する。以降は、外部基準信号が入力された場合と同様に、オープンアラーム解除信号が出力された時点から前記オフセット時間が経過すると、出力安定ステータス信号が出力される。

【 0 0 3 6 】

この周波数シンセサイザ 1 によれば、電源投入後、ヒータ回路部 3 により O C X O 2 0 の恒温槽内の雰囲気温度が設定温度になったことを示すオープンアラーム解除信号が制御回路 4 に出力された後、電源投入時に温度センサ 4 1 により検出される O C X O 2 0 の周囲の雰囲気温度と、テーブル 4 2 または 4 3 とに基づいて決定したオフセット時間が経過した後に、制御回路 4 が上位装置に対して周波数シンセサイザ 1 の出力周波数が安定したことを示す出力安定ステータス信号を出力する。従って、実際に O C X O 2 0 の出力周波数、ひいては前記周波数シンセサイザ 1 の出力周波数が安定してから、前記出力安定ステータス信号が出力されるまでの時間のずれを抑えることができる。従って、周波数シンセサイザ 1 の出力を利用する上位装置の動作が不安定になることを抑え、且つ当該上位装置の運用効率を高くすることができる。さらに、O C X O 2 0 を動作させるために周波数シンセサイザ 1 に入力される入力信号に応じて、テーブル 4 2、4 3 のうち適切なテーブルのデータが使用されるため、前記時間のずれをより確実に抑えることができる。

【 0 0 3 7 】

周波数が安定することを、例えば周波数偏差が $-0.1 \text{ ppm} \sim +0.1 \text{ ppm}$ の範囲に収束するとしたが、この周波数偏差の値は、装置に要求される性能によって異なる。例えば、周波数偏差が $-1 \text{ ppm} \sim +1 \text{ ppm}$ の範囲に収束したり、 $-0.01 \text{ ppm} \sim +0.01 \text{ ppm}$ の範囲に収束したときに周波数が安定しているものとして、前記オフセット時間を設定してもよい。また、O C X O 2 0 の発熱により当該 O C X O 2 0 が設けられる雰囲気温度が変化するため、温度センサ 4 1 により前記雰囲気温度を検出するのは、電源投入時とする。ただし、ヒータ回路部 3 の性能によっては電源投入後、昇温するまでに長い時間がかかる場合がある。即ち、電源投入時とは、電源を投入した瞬間だけを指すのではなく、当該瞬間から実質的に温度センサ 4 1 による検出温度が変化しない期間も含まれる。例えば、電源投入直後に、温度センサ 4 1 による温度検出値が当該電源投入直後から 1 上昇するまでの期間も電源投入時に含まれる。

【 0 0 3 8 】

ところで、O C X O 2 0 の温度に対する周波数特性は、水晶振動子 2 1 の温度に対する周波数特性に依存するので、オフセット時間を決定するために温度センサにより検出される温度は、水晶振動子 2 1 により近い雰囲気温度であることが好ましい。即ち、上記の例では電源投入時には恒温槽の内外は同様の温度であるものとして、温度センサ 4 1 により恒温槽の外部の温度を検出しているが、そのようにする代わりに、温度センサ 4 1 を恒温槽の内部に設けて恒温槽の内部の温度を検出するようにしてもよい。それによって、より確実に前記出力安定ステータス信号を出力するタイミングと、実際に出力周波数が安定するタイミングとのずれを抑えることができる。また、前記ヒータ回路部 3 のサーミスタ 3 1 が、温度センサ 4 1 の役割を有するようにしてもよい。つまり、例えば電源投入時のトランジスタ 3 3 のコレクタ電流に基づいて、制御回路 4 が恒温槽内の温度を検出できるようにしてもよい。

【 0 0 3 9 】

上記の例では外部基準信号の異常の有無について振幅を検出することにより判定してスイッチ 1 2 の切り替えを行っているが、このような構成に限られない。例えば外部基準信号の電圧を検出し、その検出電圧に基づいて異常の有無を判定し、スイッチ 1 2 の切り替えを行ってもよい。

【 0 0 4 0 】

(評価試験 1)

ここで、本発明の知見を得るに至った評価試験について説明する。この評価試験では、試験用の周波数シンセサイザを用いた。この試験用の周波数シンセサイザにおいては、テーブル 4 2、4 3 及び温度センサ 4 1 が設けられていない。そして、OCXO 2 0 からオープンアラーム解除信号が出力されると、制御回路 4 は、周波数シンセサイザ 1 の発振周波数が安定したものとして速やかにステータス信号を出力する。そのような差異を除いて、試験用の周波数シンセサイザは周波数シンセサイザ 1 と同様に構成されている。

【 0 0 4 1 】

評価試験 1 - 1 として、試験用の周波数シンセサイザを - 2 0 の雰囲気 に設置し、電源を投入した。そして、電源投入からオープンアラーム解除信号が出力されるまでの時間 (オープンアラーム解除時間とする) を測定した。また、周波数偏差をモニタし、この周波数偏差が電源投入後から - 0.1 p p m ~ + 0.1 p p m となるまでの時間を測定した。評価試験 1 - 2 として、試験用の周波数シンセサイザを 2 5 の雰囲気 に設置した他は評価試験 1 - 1 と同様に試験を行った。評価試験 1 - 3 として、試験用の周波数シンセサイザを 6 0 の雰囲気 に設置した他は評価試験 1 - 1 と同様に試験を行った。これら評価試験 1 - 1 ~ 1 - 3 では、試験用の周波数シンセサイザを外部基準信号に同期させた。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、モニタした周波数偏差 (単位 : p p m) と、電源投入時からの経過時間 (単位 : 秒) との関係を示したグラフであり、横軸、縦軸に夫々経過時間、周波数偏差を夫々設定している。評価試験 1 - 1、1 - 2、1 - 3 の結果を鎖線、点線、実線で夫々示している。評価試験 1 - 1 ~ 1 - 3 の全てにおいて、グラフに示すように、時間が経過するにつれて発振周波数は安定している。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、図 5 のグラフにおいて周波数偏差が - 1.0 p p m ~ + 1.0 p p m である範囲を拡大して示している。この図 6 のグラフ中にて、オープンアラーム解除信号が出力された時点を白丸のプロットで示している。また、周波数偏差が - 0.1 p p m ~ + 0.1 p p m に収束した時点を黒丸のプロットで示している。評価試験 1 - 1、1 - 2、1 - 3 において、前記オープンアラーム解除時間は夫々 1 7 0 秒、7 5 秒、2 3 秒であり、オープンアラーム解除信号が出力されたときの周波数偏差は夫々 0.04 p p m、- 0.01 p p m、- 0.09 p p m であった。また、評価試験 1 - 1、1 - 2、1 - 3 において、電源投入時から周波数偏差が - 0.1 p p m ~ + 0.1 p p m に収束するまでの時間 (収束時間) は、夫々 1 6 1 秒、8 4 秒、3 8 秒であった。

【 0 0 4 4 】

従って評価試験 1 - 1、1 - 2、1 - 3 において、前記収束時間 - オープンアラーム解除時間を計算すると、夫々 - 9 秒、9 秒、1 5 秒である。即ち、この時間差に相当する分をオープンアラーム解除信号が出力されてからのオフセットとして、前記出力安定ステータス信号が出力されるタイミングを制御することで、周波数シンセサイザ 1 の出力周波数が安定してから、出力安定ステータス信号が出力されるまでの時間のずれを抑えることができることになる。

【 0 0 4 5 】

周波数シンセサイザ 1 のテーブル 4 2 のオフセット時間は、この評価試験 1 - 1 ~ 1 - 3 に基づいて設定している。評価試験 1 - 3 において前記収束時間とオープンアラーム解除時間との時間差は - 9 秒であるが、制御回路 4 は OCXO 2 0 からオープンアラーム解除信号を受信してから、前記ステータス信号を出力するため、テーブル 4 2 において温度センサ 4 1 の検出温度が - 2 0 であるときのオフセット時間は 0 秒に設定している。ただし、より確実に周波数が安定した状態で上位装置を運用するために、このように実験を行ってオフセット時間を決定する場合、前記収束時間 - オープンアラーム解除時間よりも若干長い時間をオフセット時間とすることも有効である。

【 0 0 4 6 】

(評価試験 2)

10

20

30

40

50

評価試験 2 - 1 として、上記の試験用の周波数シンセサイザを 60 の雰囲気 に設置し、電源投入後の周波数偏差をモニタした。この評価試験 2 - 1 では外部基準信号に前記周波数シンセサイザを同期させた。また、外部基準信号を用いる代わりに固定電圧信号を用いて評価試験 2 - 2 を行った。この評価試験 2 - 2 では、そのように入力信号が異なる他は、評価試験 2 - 1 と同様の条件で実験を行った。

【0047】

図 7 は、評価試験 2 - 1、2 - 2 の結果を示すグラフであり、図 5、図 6 のグラフと同様に、横軸に電源投入時からの経過時間、縦軸に周波数偏差を夫々設定している。評価試験 2 - 1 の結果を点線のグラフで、評価試験 2 - 2 の結果を実線のグラフで夫々示している。OCXO20 の周波数の可変範囲は例えば - 2 ppm ~ + 2 ppm であり、評価試験 2 - 1 では電源投入後、速やかに OCXO20 は外部基準信号に同期できることがグラフから分かる。そして、評価試験 2 - 1 においては、オーバーシュートもなく、周波数が安定するまでに要する時間は評価試験 2 - 2 よりも短い。この評価試験 2 - 1、2 - 2 から、上記の周波数シンセサイザ 1 のように外部基準信号の供給の有無に従って、テーブル 42、43 のうちの一方を選択してオフセット時間を決定することが有効であることが分かる。

【0048】

続いて、周波数シンセサイザ 6 について図 8 を参照しながら説明する。この周波数シンセサイザ 6 は、 n 個 (n は整数) の信号生成部 60 を含む。各信号生成部 60 は互いに同様に構成され、PLL - IC 61、フィルタ 62、VCO 63、減衰器 64、増幅器 65、及びフィルタ 66 がこの順に接続されて構成される。図 8 では、信号生成部 60 を互いに区別して示すために、便宜上信号生成部 60 の数字の後に 1 ~ n の符号を付して示し、信号生成部 601、602...60 n として示している。そして、これら信号生成部 601 ~ 60 n を構成する上記の各部についても同様に、61 ~ 66 の数字の後に信号生成部に付した 1 ~ n の符号を付して示し、信号生成部 601、602...60 n のいずれを構成しているかを示している。

【0049】

VCO 63 の出力は PLL - IC 61 に帰還される。それによって、PLL - IC 61、フィルタ 62 及び VCO 63 は PLL を構成している。各信号生成部 601、602...60 n は互いに異なる帯域の周波数を出力できるように構成され、これら信号生成部 601、602...60 n のフィルタ 661、662...66 n は出力帯域選択部 67 に接続されている。この出力帯域選択部 67 により、信号生成部 601、602...60 n のうちのいずれか一つの出力が出力端子 68 に供給される。また、周波数シンセサイザ 6 は、制御部 71 及び電源部 72 を備えている。制御部 71 は、制御回路 4 と同様に各 PLL - IC にデータを出力する。また、前記出力帯域選択部 67 を制御し、どの信号生成部 60 のデータを出力するかを決定する。電源部 72 は、周波数シンセサイザ 6 の各部に電力を供給する。

【0050】

図 9 に示すように、周波数シンセサイザ 6 は、既述の信号生成部 60、帯域選択部 67、制御部 71 及び電源部 72 を構成する回路部品 73 が、基板 74 上に配置されて構成される。この基板 74 上にケース 75 が設けられ、このケース 75 は、厚板の下面に複数の凹部が形成されて構成される。この凹部に前記回路部品 73 が収納される。ケース 75 において、このように 1 つの凹部を形成し、回路部品 73 の側周を囲む側壁 81 及び回路部品 73 の上側を覆う上壁 82 をシールドブロック 7 と記載する。つまり、ケース 75 には複数のシールドブロック 7 が形成され、各回路部品 73 は、各シールドブロック 7 により区画されている。

【0051】

例えば前記図 8 には、1 つの点線の枠で 1 つのシールドブロック 7 に含まれる周波数シンセサイザ 6 の構成要素を示している。この例では各信号生成部 60 は、互いに異なるシールドブロック 7 に収納されている。また、信号生成部 60 において、PLL - IC 61

10

20

30

40

50

、フィルタ 6 2 及び V C O 6 3 が一つのシールドブロック 7 に、減衰器 6 4、増幅器 6 5 及びフィルタ 6 6 が他のシールドブロック 7 に収納されている。制御部 7 1、電源部 7 2、出力帯域選択部 6 7 は互いに独立したシールドブロック 7 に収納されている。

【 0 0 5 2 】

基板 7 4 と側壁 8 1 との間には、当該側壁 8 1 に沿って導電性のガスケット 8 3 が設けられる。シールドブロック 7 内に各回路部品 7 3 が収納されることで、一のシールドブロック 7 に格納される回路部品 7 3 のノイズが、他のシールドブロック 7 に格納される回路部品 7 3 に影響し、スプリアスが発生することを防ぐことができる。さらに、前記ガスケット 8 3 を設けることにより、このようなノイズの他のブロック 7 への影響をより確実に抑えることができる。ケース 7 5 の構造上、基板 7 4 とケース 7 5 との接触性が低く、回路部品 7 3 の密閉性が低い場合であっても、このようにガスケット 8 3 を設けることで密閉性を高くすることができる。また、ガスケット 8 3 としては熱伝導性が比較的高いものを用い、前記シールドブロック 7 内の放熱性を高めてもよい。図中 8 4 は、側壁 8 1 の下端部に設けられた孔であり、基板 7 4 に対してケース 7 5 をネジ止めするために用いられる。

10

【 0 0 5 3 】

上記のシールドブロック 7 を設けて、各回路部品 7 3 を区画することにより、各シールドブロック 7 内で発生した不要なノイズが他のブロック 7 の信号に結合することが抑えられる。特に、特開 2007-267375 号公報に記載されるように、発振装置において制御電圧が印加される制御端子にノイズが印加されると、スプリアスが発生しやすいが、このようなノイズの印加が抑えられることにより、各信号生成部 6 0 で夫々不要波が発生することが抑えられる。結果として、周波数シンセサイザ 6 からの出力周波数が安定する。

20

【 0 0 5 4 】

図 1 0 にはシールドブロック 7 の他の例を示しており、このシールドブロック 7 の側壁 8 1 の下端部には段差が設けられている。この段差によって、側壁 8 1 には低壁 8 1 A と、高壁 8 1 B とが形成される。高壁 8 1 B には前記孔 8 4 が設けられ、低壁 8 1 A には前記ガスケット 8 3 が設けられる。シールドブロック 7 を基板 7 4 に取り付けるときには、ガスケット 8 3 が基板 7 4 により押し潰され、高壁 8 1 B は基板 7 4 に接触することができ、上記のように高壁 8 1 B をネジ止めすることができる。つまり、側壁 8 1 に段差を設けることにより、ガスケット 8 3 の厚さによって当該側壁 8 1 が基板 7 4 から浮き上がることを防ぐことができる。

30

【 0 0 5 5 】

シールドブロック 7 については、他の発振装置にも適用することができる。例えば上記の周波数シンセサイザ 1 に適用してもよい。具体的には、例えば O C X O 2 0 と V C O 5 3 とを別々のシールドブロック 7 に収納してお互いの出力が干渉することを防ぐことができる。さらに、前記特開 2007-267375 号公報の発振装置にシールドブロック 7 を適用してもよい。

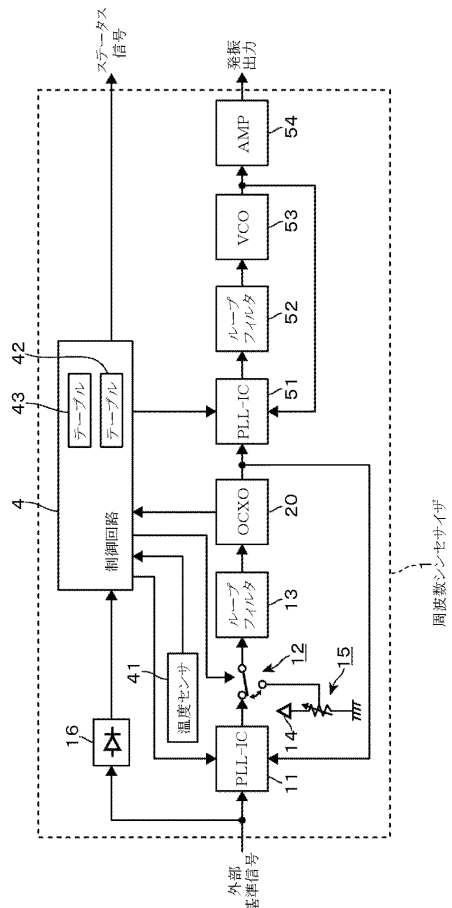
【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

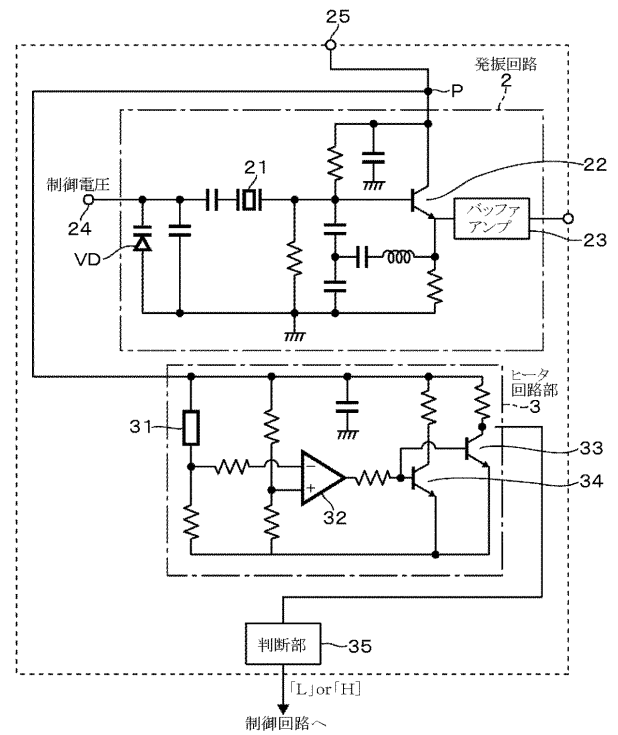
1	周波数シンセサイザ
2	発振回路
2 0	O C X O
2 1	水晶振動子
3	ヒータ回路部
1 4	固定電圧供給端子
4	制御回路
4 1	温度センサ
4 2、4 3	テーブル

40

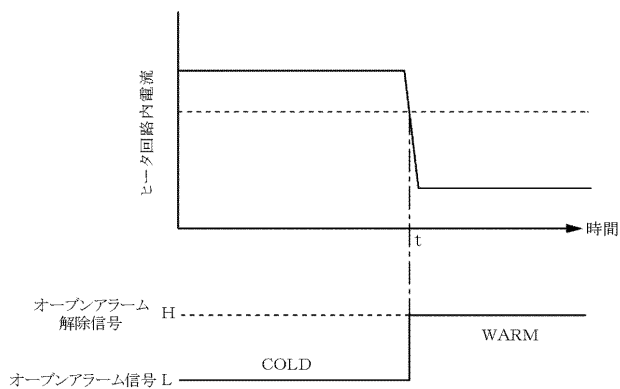
【 図 1 】



【 図 2 】

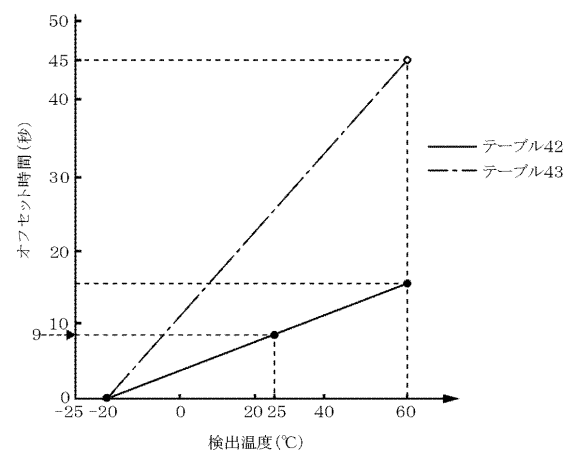


【 図 3 】

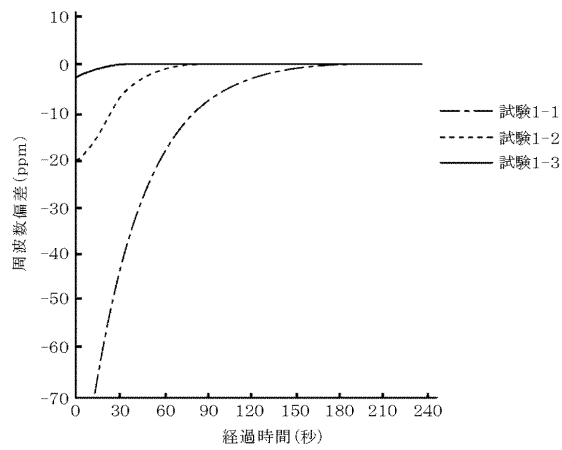


【 図 4 】

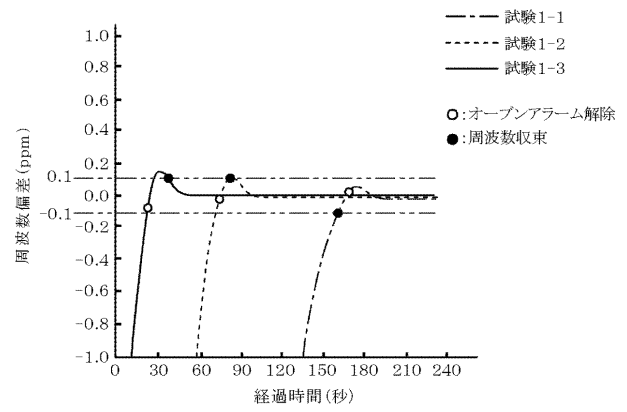
検出温度	オフセット時間
-20℃	0秒
25℃	9秒
60℃	15秒



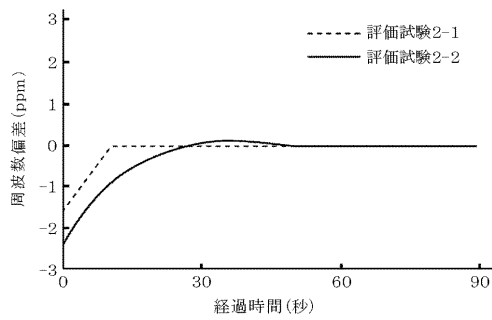
【図 5】



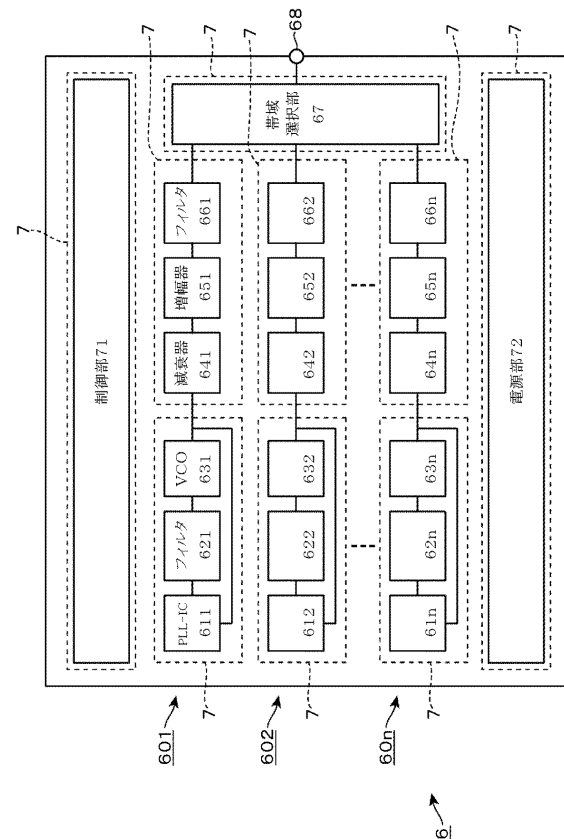
【図 6】



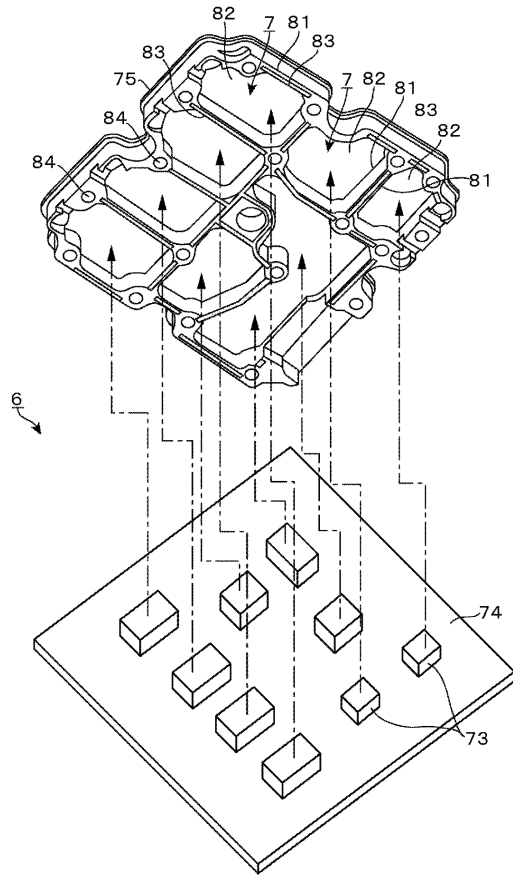
【図 7】



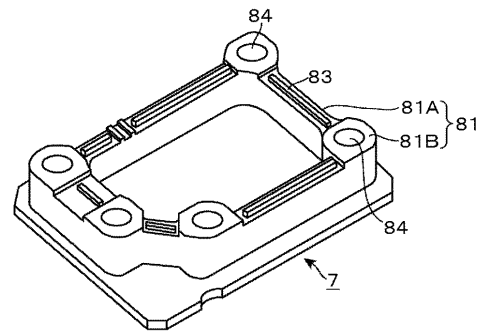
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 大西 直樹

埼玉県狭山市大字上広瀬 1 2 7 5 番地の 2 日本電波工業株式会社狭山事業所内

F ターム(参考) 5J079 AA04 BA02 BA39 CA04 CA16 CB01 DA13 FA02 FA14 FA21
FB02 FB47 GA02 KA08
5J106 AA04 CC01 CC21 CC41 DD08 DD33 EE02 EE06 FF09 GG01
HH01 HH06 KK05 LL01