(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5114122号
(P5114122)
(45)発行日　平成25年1月9日(2013.1.9)　(24)登録日　平成24年10月19日(2012.10.19)

(51)Int.Cl.　F I
H03B 5/32 (2006.01)　H03B 5/32 A

請求項の数 5　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2007-189210(P2007-189210)
(22)出願日　平成19年7月20日(2007.7.20)
(65)公開番号　特開2009-27495(P2009-27495A)
(43)公開日　平成21年2月5日(2009.2.5)
審査請求日　平成22年6月22日(2010.6.22)

(73)特許権者　000232483
日本電波工業株式会社
東京都渋谷区笹塚一丁目５０番１号　笹塚ＮＡビル
(74)代理人　100093104
弁理士　船津　暢宏
(74)代理人　100092772
弁理士　阪本　清孝
(72)発明者　伊藤　学
埼玉県狭山市上広瀬１２７５－２　日本電波工業株式会社内
(72)発明者　内田　剛史
埼玉県狭山市上広瀬１２７５－２　日本電波工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】恒温槽付水晶発振器における恒温槽の制御回路

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
恒温槽付き水晶発振器における恒温槽の制御を行い、前記恒温槽に接して設けられた制御回路であって、
電源電圧が一端に接続して発熱するヒータと、
電源電圧を安定化させるレギュレータと、
電源電圧が前記レギュレータを介して一端に供給され、温度に応じて抵抗値を可変として、温度に応じた電圧を他端に出力するサーミスタと、
前記サーミスタの他端における温度に応じた電圧が分圧されて、一方の入力端子に入力されると共に、基準電圧が他方の入力端子に入力され、出力が前記一方の入力端子に帰還して前記他方の入力端子の基準電圧と前記一方の入力端子の電圧との差分を増幅するオペアンプと、
前記ヒータの他端が接続するコレクタと、前記オペアンプの出力を入力するベースと、接地するエミッタとを備え、前記オペアンプからの制御電圧によって前記ヒータの発熱を制御するパワートランジスタと、
前記水晶発振器の内部であって恒温槽の周囲温度に応じた電圧を増幅して出力する内部温度検出回路とを有し、
前記内部温度検出回路は、
電源電圧がレギュレータを介して供給されるコレクタと、恒温槽の周囲温度に応じた電圧が入力されるベースと、接地するエミッタとを備え、恒温槽の周囲温度に応じた電圧を

増幅するトランジスタと、
前記ベースに並列に接続された抵抗とコンデンサと、
前記コレクタに設けられ、増幅された恒温槽の周囲温度に応じた電圧を内部温度に対応する電圧として出力する出力端子とを有することを特徴とする制御回路。
【請求項２】
内部温度検出回路におけるトランジスタのベースに、オペアンプの出力電圧が入力されることを特徴とする請求項１記載の制御回路。
【請求項３】
内部温度検出回路におけるトランジスタのベースに、サーミスタの他端における分圧された電圧が入力されることを特徴とする請求項１記載の制御回路。
【請求項４】
内部温度検出回路におけるトランジスタのベースに、パワートランジスタのコレクタ側の電圧が入力されることを特徴とする請求項１記載の制御回路。
【請求項５】
請求項１乃至４記載の制御回路の内部温度検出回路における出力端子からの電圧に応じて発振器の周波数を制御する手段を設けたことを特徴とする恒温槽付水晶発振器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、恒温槽付水晶発振器における恒温槽の制御回路に係り、特に発振周波数の温度補償を高精度で行って、恒温槽付水晶発振器の発振周波数の安定性を一層向上させることができる制御回路に関する。
【背景技術】
【０００２】
［先行技術の説明］
恒温槽付水晶発振器（ＯＣＸＯ；Oven Controlled Crystal Oscillator）は、水晶振動子を、温度が一定に保たれたケースの中に搭載したものであり、環境温度に影響されにくく、安定した周波数特性を備えた水晶発振器である。
【０００３】
恒温槽付水晶発振器に用いられる恒温槽の制御回路は、恒温槽を加熱するヒータと、温度に応じて抵抗値が変わるサーミスタとを備え、恒温槽の周囲温度に応じてヒータに印加する電圧を調整して、恒温槽内の温度を一定に保つように制御している。
【０００４】
また、水晶発振器において、発振周波数の温度補償を行う場合には、発振器の外部に温度センサーを設け、当該センサーによって検知された温度に基づいて電圧を調整し、発振周波数の補償を行うようにしていた。
【０００５】
［先行技術文献］
尚、恒温槽付水晶発振器に関する先行技術としては、実開昭６４－７３２０号公報（特許文献１）、特開平３－１２６３０３号公報（特許文献２）がある。
特許文献１には、恒温槽温度制御回路において、発熱素子としてのニクロム線ヒータを温度設定ブリッジ内に組み込み、発熱素子の抵抗値変化に応じて温度設定を行う構成として、サーミスタ等の感温素子を不要とすることが記載されている。
【０００６】
特許文献２には、温度補償水晶発振器において、発振能動素子としてのトランジスタを温度検出素子及び周波数制御素子としても使用して、集積化を容易に行うことができる回路構成とすることが記載されている。
【０００７】
【特許文献１】実開昭６４－７３２０号公報
【特許文献２】特開平３－１２６３０３号公報

【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
しかしながら、従来の水晶発振器では、温度補償を行う場合に、発振器の外部に設けられた温度センサで感知した温度に基づいて発振周波数の補償を行っているため、感知される温度は、実際に水晶振動子が搭載されている発振器内部の温度とは若干異なるものであり、より高精度の温度補償を行うことができないという問題点があった。
【０００９】
また、従来の恒温槽付水晶発振器では、サーミスタは、恒温槽の温度制御のみに用いられており、サーミスタで検出される恒温槽の周囲温度に応じた信号を、発振周波数の制御等に利用することはなかった。
更に、従来の恒温槽付水晶発振器では、周波数の安定度は10^{-9}～10^{-10}程度となるが、より高い安定性が要求される場合には不十分であるという問題点があった。
【００１０】
本発明は上記実状に鑑みて為されたもので、恒温槽付水晶発振器の発振周波数の安定性を一層向上させることができる恒温槽付水晶発振器の恒温槽の制御回路を提供することを目的とする。
【００１１】
尚、上述した特許文献１及び２には、発振器内部に設けられた恒温槽の温度制御を行う制御回路において、恒温槽の周囲温度に基づく信号を取りだして、発振周波数の制御等に利用することについての記載はない。
【課題を解決するための手段】
【００１２】
上記従来例の問題点を解決するための本発明は、恒温槽付き水晶発振器における恒温槽の制御を行い、恒温槽に接して設けられた制御回路であって、電源電圧が一端に接続して発熱するヒータと、電源電圧を安定化させるレギュレータと、電源電圧がレギュレータを介して一端に供給され、温度に応じて抵抗値を可変として、温度に応じた電圧を他端に出力するサーミスタと、サーミスタの他端における温度に応じた電圧が分圧されて、一方の入力端子に入力されると共に、基準電圧が他方の入力端子に入力され、出力が一方の入力端子に帰還して他方の入力端子の基準電圧と一方の入力端子の電圧との差分を増幅するオペアンプと、ヒータの他端が接続するコレクタと、オペアンプの出力を入力するベースと、接地するエミッタとを備え、オペアンプからの制御電圧によってヒータの発熱を制御するパワートランジスタと、水晶発振器の内部であって恒温槽の周囲温度に応じた電圧を増幅して出力する内部温度検出回路とを有し、内部温度検出回路は、電源電圧がレギュレータを介して供給されるコレクタと、恒温槽の周囲温度に応じた電圧が入力されるベースと、接地するエミッタとを備え、恒温槽の周囲温度に応じた電圧を増幅するトランジスタと、ベースに並列に接続された抵抗とコンデンサと、コレクタに設けられ、増幅された恒温槽の周囲温度に応じた電圧を内部温度に対応する電圧として出力する出力端子とを有することを特徴としている。
【００１４】
また、本発明は、上記制御回路において、内部温度検出回路におけるトランジスタのベースに、オペアンプの出力電圧が入力されることを特徴としている。
【００１５】
また、本発明は、上記制御回路において、内部温度検出回路におけるトランジスタのベースに、サーミスタの他端における分圧された電圧が入力されることを特徴としている。
【００１６】
また、本発明は、上記制御回路において、内部温度検出回路におけるトランジスタのベースに、パワートランジスタのコレクタ側の電圧が入力されることを特徴としている。
【００１７】
また、本発明は、恒温槽付水晶発振器において、上記制御回路の内部温度検出回路にお

ける出力端子からの電圧に応じて発振器の周波数を制御する手段を設けたことを特徴としている。

【発明の効果】

【００１８】

本発明によれば、電源電圧が一端に接続して発熱するヒータと、電源電圧を安定化させるレギュレータと、電源電圧がレギュレータを介して一端に供給され、温度に応じて抵抗値を可変として、温度に応じた電圧を他端に出力するサーミスタと、サーミスタの他端における温度に応じた電圧が分圧されて、一方の入力端子に入力されると共に、基準電圧が他方の入力端子に入力され、出力が一方の入力端子に帰還して他方の入力端子の基準電圧と一方の入力端子の電圧との差分を増幅するオペアンプと、ヒータの他端が接続するコレクタと、オペアンプの出力を入力するベースと、接地するエミッタとを備え、オペアンプからの制御電圧によってヒータの発熱を制御するパワートランジスタと、水晶発振器の内部であって恒温槽の周囲温度に応じた電圧を増幅して出力する内部温度検出回路とを有し、内部温度検出回路は、電源電圧がレギュレータを介して供給されるコレクタと、恒温槽の周囲温度に応じた電圧が入力されるベースと、接地するエミッタとを備え、恒温槽の周囲温度に応じた電圧を増幅するトランジスタと、ベースに並列に接続された抵抗とコンデンサと、コレクタに設けられ、増幅された恒温槽の周囲温度に応じた電圧を内部温度に対応する電圧として出力する出力端子とを有する恒温槽の制御回路としているので、振動子が搭載された発振器内部の温度を示す信号を出力して、当該信号に基づいた温度補償を行うことができ、恒温槽付水晶発振器の発振周波数を一層安定させることができる効果がある。

【００１９】

また、本発明によれば、上記制御回路の内部温度検出回路における出力端子からの電圧に応じて発振器の周波数を制御する手段を設けた恒温槽付水晶発振器としているので、発振器内部の温度信号に基づいて発振周波数の温度補償を行うことができ、発振周波数を一層安定させることができる効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

［発明の概要］

本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

本発明の実施の形態に係る恒温槽付水晶発振器における恒温槽の制御回路は、恒温槽を制御する制御回路に温度センサー回路を設けて、発振器内部であって恒温槽の周囲温度に応じて変化する電圧を内部温度信号として取り出し、当該内部温度信号を外部に出力可能として周波数制御等への利用を図ることができるものであり、水晶振動子が搭載されている発振器内部の温度に基づいた温度補償を可能とし、恒温槽付水晶発振器の発振周波数を一層安定させることができるものである。

【００２１】

［実施の形態の恒温槽付水晶発振器：図１］

図１は、本発明の実施の形態に係る恒温槽付水晶発振器における恒温槽の制御回路（本制御回路）の回路図である。

図１に示すように、本制御回路は、恒温槽付き水晶発振器の内部に設けられ、恒温槽に取り付けられて恒温槽の温度制御を行うものであり、基本的な構成部分として、電源端子（Vcc）１０と、レギュレータ１１と、サーミスタ１２と、オペアンプ１３と、パワートランジスタ１４と、ヒータ１５とを備え、本制御回路の特徴部分として、内部温度信号を出力する温度センサー回路２０を備えている。

【００２２】

本制御回路の各構成部分について説明する。

レギュレータ１１は、電源端子１０からの直流電圧を安定化させる。

サーミスタ１２は、温度によって抵抗値が変化する感温素子であり、ここでは、温度が低い時に抵抗値が大きく、温度が高い時に抵抗値が小さくなるＮＴＣサーミスタを用いて

いる。
【００２３】
オペアンプ１３は、一方の端子にサーミスタ１２からの電圧と帰還したオペアンプ出力とを入力し、他方の端子にレギュレータ１１からの基準電圧を入力し、２つの端子の電圧の差分を増幅する差動増幅回路である。
【００２４】
パワートランジスタ１４は、オペアンプ１３の出力をベースに入力し、コレクタに接続されるヒータ１５及び温度センサー回路２０にベース電圧に応じた電圧を供給する。
ヒータ１５は、供給された電圧に応じて発熱する。
温度センサー回路２０は、供給された電圧を増幅して内部温度信号を出力する。尚、温度センサー回路２０は、請求項に記載した内部温度検出回路に相当する。
【００２５】
更に、本制御回路の特徴部分である温度センサー回路２０は、トランジスタ２１と、抵抗Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３と、コンデンサＣ１と、温度信号出力端子２２とを備えている。
トランジスタ２１は、オペアンプ１３からの出力をベースに入力し、ベース電圧に応じたコレクタ電圧を得て、内部温度信号として出力する。つまり、トランジスタ２１は、恒温槽の周囲温度に応じた信号を増幅するものである。
【００２６】
抵抗Ｒ１は、オペアンプの出力である端子Ａと、トランジスタ２１のベースとの間に接続されている。抵抗Ｒ２及びコンデンサＣ１は、それぞれ一端が抵抗Ｒ１とベースとの間の点に接続され、他端が接地されている。
【００２７】
抵抗Ｒ３は、一端がトランジスタ２１のコレクタに接続され、他端がレギュレータ１１とサーミスタ１２との間の点に接続されている。
温度信号出力端子２２は、水晶発振器内部であって恒温槽の周囲温度に応じた電圧である内部温度信号（Vtemp）を出力するものである。
【００２８】
［本制御回路の動作］
本制御回路の動作について説明する。
本制御回路では、レギュレータ１１により安定化された電源電圧は、サーミスタ１２と抵抗を介してオペアンプ１３の一方の入力端子に入力される。オペアンプ１３に入力された電圧は、電源電圧を分圧したもので、基準電圧となる。
オペアンプ１３の他方の入力端子には、サーミスタ１２の出力にオペアンプの帰還出力を加えて入力され、２つの入力端子に入力される電圧の差分に応じた信号がオペアンプ１３の出力となる。
【００２９】
オペアンプ１３の出力は、パワートランジスタ１４のベースと、温度センサー回路２０に入力される。
そして、ヒータ１５がパワートランジスタ１４のコレクタ電流に応じて発熱し、温度センサー回路２０がオペアンプ１３の出力に応じた内部温度信号を出力するようになっている。
【００３０】
ヒータの動作について具体的に説明する。
具体的には、恒温槽の周囲温度が低いときには、サーミスタ１２の抵抗値が大きいので、サーミスタ１２の出力電圧は小さくなり、オペアンプ１３においてレギュレータ１１からの基準電圧との差が大きくなる。これにより、オペアンプ１３の出力電流は増大し、パワートランジスタ１４のコレクタ電流が増大してヒータ１５に流れる電流が増え、発熱量が大きくなる。そのため、温度が低いときにはヒータ１５の発熱量が大きくなって恒温槽を急速に加熱する。
【００３１】

恒温槽の周囲温度が高くなると、サーミスタ１２の抵抗値が小さくなってサーミスタ１２の出力が増大し、オペアンプ１３において基準電圧との差が小さくなる。これにより、オペアンプ１３の出力は減少し、パワートランジスタ１４のコレクタ電流が減少し、ヒータの発熱量は小さくなる。本制御回路では、このようにして恒温槽の温度制御を行っている。

【００３２】

つまり、本制御回路では、サーミスタ１２の出力（端子Ｂ）、オペアンプ１３の出力（端子Ａ）、パワートランジスタ１４のコレクタ電流（電圧）（端子Ｃ）が恒温槽の周囲温度に応じた信号となっており、これを温度センサー回路２０によって周波数制御に適した電圧値に増幅して出力するものとなっている。

【００３３】

［温度センサー回路の動作］

温度センサー回路２０の動作について説明する。

温度センサー回路２０では、オペアンプ１３の出力をトランジスタ２１のベースに印加し、トランジスタ２１のコレクタ電圧を水晶発振器内部の恒温槽の周囲温度に応じた内部温度信号Vtempとして温度信号出力端子２２より出力する。内部温度信号は、トランジスタ２１、各抵抗Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３及びコンデンサＣ１の特性値によって適当な値に適宜調整可能となっている。

【００３４】

尚、ここでは、温度センサー回路２０のトランジスタ２１への入力信号を端子Ａからのオペアンプの出力としているが、端子Ｂのサーミスタ１２の出力としてもよいし、端子Ｃのパワートランジスタ１４のコレクタ電圧としても構わない。

【００３５】

このようにして得られた内部温度信号Vtempを、当該恒温槽付水晶発振器の発振周波数に対する温度補償に用いることが可能である。

例えば、電圧に応じて抵抗値が変化するバリキャップダイオード等の制御手段を設け、当該バリキャップダイオードに内部温度信号を入力し、バリキャップダイオードの出力を水晶振動子の制御電圧として印加する、といった構成が考えられる。

これにより、通常の恒温槽付水晶発振器よりも高精度で発振周波数の温度補償を行うことができるものである。

【００３６】

［内部温度信号の例］

次に、内部温度信号の例について図２を用いて説明する。図２は、温度センサー回路２０から出力される内部温度信号の例を示す特性図である。

水晶発振器の周囲（外部）の温度を変化させて内部温度信号の出力特性を２回実測した結果、図２に示すような実測値が得られた。これにより、本制御回路によって、実用的な温度範囲で安定した内部温度信号出力が得られることが確認された。

【００３７】

［実施の形態の効果］

本発明の実施の形態に係る恒温槽付水晶発振器の恒温槽の制御回路によれば、温度に応じて抵抗値が変化するサーミスタ１２が水晶発振器の内部であって恒温槽の周囲温度に応じた信号を出力し、オペアンプ１３が、サーミスタ１２の出力と基準信号との差分に応じた信号を出力し、パワートランジスタ１４が、オペアンプ１３の出力に応じてコレクタ電圧を変化させ、ヒータ１５がパワートランジスタ１４のコレクタ電圧に基づいて発熱する制御回路に、オペアンプ１３の出力をベースに入力するトランジスタ２１を有する温度センサー回路２０を設け、トランジスタ２１のコレクタ電圧を、発振器内部の温度に応じて変化する内部温度信号として出力する制御回路としているので、発振器内部の温度状態を示す内部温度信号を発振周波数の温度補償制御等に利用することができ、恒温槽付水晶発振器の発振周波数を一層安定化させることができる効果がある。

【００３８】

また、本発明によれば、温度センサー回路２０への入力をサーミスタ１２の出力電圧又はパワートランジスタ１４のコレクタ電圧としてもよく、回路設計の自由度を増すことができる効果がある。

【産業上の利用可能性】

【００３９】

本発明は、発振周波数の温度補償を高精度で行って、恒温槽付水晶発振器の発振周波数の安定性を一層向上させることができる制御回路に適している。

【図面の簡単な説明】

【００４０】

【図１】本発明の実施の形態に係る恒温槽付水晶発振器における恒温槽の制御回路（本制御回路）の回路図である。

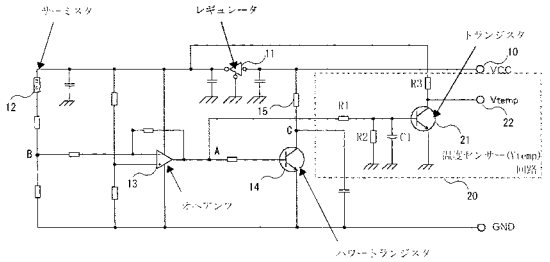
【図２】センサー回路２０から出力される内部温度信号の例を示す特性図である。

【符号の説明】

【００４１】

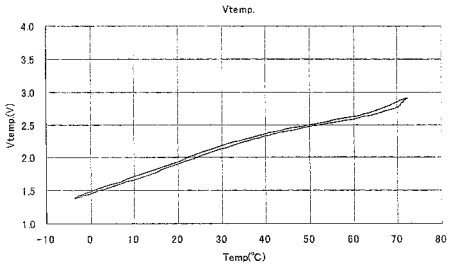
１０…電源端子、　１１…レギュレータ、１２…サーミスタ、　１３…オペアンプ、１４…パワートランジスタ、　１５…ヒータ　２０…温度センサー回路、　２１…トランジスタ、　２２…温度信号出力端子、　Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３…抵抗、　Ｃ１…コンデンサ

【図１】



【図１】本実施の形態の恒温槽制御回路

【図２】



【図２】温度信号の例

フロントページの続き

審査官　畑中　博幸

(56)参考文献　実開昭６２－１４７９１２（ＪＰ，Ｕ）
実開昭６３－０５５６１４（ＪＰ，Ｕ）
特開平１１－２１４９２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０１３１４０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２４８８０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０３Ｂ５／３２－Ｈ０３Ｂ５／４２