

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6274919号
(P6274919)

(45) 発行日 平成30年2月7日(2018.2.7)

(24) 登録日 平成30年1月19日(2018.1.19)

(51) Int.Cl.

H03B 5/32 (2006.01)

F 1

H03B 5/32

A

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2014-47510 (P2014-47510)
 (22) 出願日 平成26年3月11日 (2014.3.11)
 (65) 公開番号 特開2015-173313 (P2015-173313A)
 (43) 公開日 平成27年10月1日 (2015.10.1)
 審査請求日 平成29年1月17日 (2017.1.17)

(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47番1号
 (74) 代理人 100093104
 弁理士 船津暢宏
 (72) 発明者 本宮甲史郎
 埼玉県狭山市上広瀬1275-2 日本電波工業株式会社内

審査官 石田昌敏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】恒温槽付水晶発振器の温度制御回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

恒温槽付水晶発振器の温度制御回路であつて、
 安定化電源に接続し、恒温槽内の温度を検出して検出温度に相当する電圧を出力するサ
 ーミスタと、
 一端が安定化電源に接続し、他端が接地された、第1及び第2の抵抗から成る直列回路
 と、

前記第1の抵抗と第2の抵抗の間の点から供給される基準電圧を一方の入力端子に入力
 し、前記検出温度に相当する電圧を他方の入力端子に入力し、前記基準電圧と前記検出温
 度に相当する電圧との差分を出力するオペアンプと、

前記オペアンプからの出力をベースに入力するPNP型パワートランジスタと、
 一端が電源電圧に接続し、他端が前記パワートランジスタのエミッタに接続するヒータ
 抵抗と、

一端が電源電圧に接続し、他端が接地され、第3の抵抗と第4の抵抗とが直列接続され
 たブリッジ抵抗回路とを備え、

前記第3の抵抗と前記第4の抵抗との間の点が前記第1の抵抗と第2の抵抗との間の点
 に接続することを特徴とする温度制御回路。

【請求項 2】

第3の抵抗と第4の抵抗との間の点と、第1の抵抗と第2の抵抗との間の点とが、第5の抵
 抗を介して接続されていることを特徴とする請求項1記載の温度制御回路。

10

20

【請求項 3】

一端が安定化電源に接続し、他端がサーミスタに接続する第6の抵抗と、
 一端がサーミスタに接続し、他端がオペアンプの-端子に接続する第7の抵抗と、
 前記オペアンプの出力端子と-端子との間に設けられた第8の抵抗と、
 前記オペアンプの出力端子とパワートランジスタのベースとの間に設けられた第9の抵抗とを備えたことを特徴とする請求項1または2記載の温度制御回路。

【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の温度制御回路に係り、特に電源電圧の変動の影響を抑え、安定した温度制御を行って出力周波数を安定させることができる温度制御回路に関する。 10

【背景技術】

【0002】

[先行技術の説明：図3]

恒温槽付水晶発振器（OCXO；Oven Controlled Crystal Oscillator）は、恒温槽内に水晶振動子等の発振素子と、温度制御回路等の周辺回路とを収納し、恒温槽内部の温度を一定に保持することにより、外部の温度変化の影響を抑え、出力周波数の安定化を図るものである。

【0003】

従来の恒温槽付水晶発振器に用いられる温度制御回路の例について図3を用いて説明する。図3は、従来の恒温槽付水晶発振器の温度制御回路の例を示す回路図である。 20

図3に示すように、従来のOCXOの温度制御回路は、基本的に、サーミスタ（TH）と、オペアンプ10と、パワートランジスタTr1と、ヒータ抵抗HRと、電源電圧Vccと、安定化電源Vregとを備えている。

【0004】

従来の温度制御回路の各部及び接続関係について具体的に説明する。

サーミスタTHは、温度によって抵抗値が変化する感温素子であり、発振素子の温度を検出し、温度に応じた電圧を出力する。

サーミスタTHの一端には、抵抗R1を介して安定化電源Vregが印加され、他端が接地されている。また、サーミスタTHの一端は、抵抗R4を介してオペアンプ10のマイナス（-）端子（反転入力端子）に入力されている。 30

【0005】

サーミスタTHに並列に設けられた直列接続の抵抗R2とR3の一端に、安定化電源Vregが印加され、他端が接地されると共に、抵抗R2とR3の間の点がオペアンプ10のプラス（+）端子（非反転入力端子）に接続され、基準電圧となっている。

【0006】

更に、オペアンプ10の出力は、抵抗R6を介してパワートランジスタTr1のベースに入力されると共に、抵抗R5を介してオペアンプ10の-端子に帰還している。

【0007】

ヒータ抵抗HRは、流れる電流に応じて発熱する。

ヒータ抵抗HRの一端には、電源電圧Vccが印加され、ヒータ抵抗HRの他端は、パワートランジスタTr1のエミッタに接続され、パワートランジスタTr1のコレクタは接地されている。

パワートランジスタTr1はPNP型のトランジスタであり、ベースには、R6を介してオペアンプ10の出力が印加されている。

尚、パワートランジスタTr1として、PチャネルMOSFET（Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor）等を用いてもよい。

【0008】

上記構成の温度制御回路においては、オペアンプ10において、基準電圧とサーミスタ

10

20

30

40

50

からの水晶振動子の温度に応じた電圧との差分が増幅されて出力され、当該差分の電圧がパワートランジスタTr1のベースに印加されて、ベース-エミッタ間の電圧に応じて電流が流れ、ヒータ抵抗HRとパワートランジスタTr1が発熱して恒温槽内の温度を一定に保つものである。

【0009】

[電源電圧の変動]

ところで、図3に示した温度制御回路のように、パワートランジスタTr1としてPNP型のトランジスタを用いた場合、電源電圧Vccが急激に変動すると、パワートランジスタTr1のベース-エミッタ間の電圧が急激に変化し、それに伴ってヒータ抵抗に流れる電流が一時的に大きく変動して、恒温槽の温度制御が不安定になることがあった。

10

【0010】

[従来の電源変動特性：図4]

従来の温度制御回路における電源変動特性の例について図4を用いて説明する。図4は、従来の温度制御回路における電源変動特性例を示す特性図である。

図4に示すように、電源電圧(Vcc)が変動する場合、変化するタイミングで温度制御回路の消費電流値が急激に変動しており、急峻な立ち下りや立ち上がりが認められる。これは、一時的にオープンの制御が崩れ、不安定になっていることを示している。

【0011】

[関連技術]

尚、恒温槽付水晶発振器の温度制御回路に関する従来技術としては、特開2001-117645号公報「温度制御回路」(東洋通信機株式会社、特許文献1)、特開2005-165630号公報「温度制御回路とそれを用いた恒温槽型圧電発振器」(東洋通信機株式会社、特許文献2)、特開2012-253660号公報「恒温槽付水晶発振器」(日本電波工業株式会社、特許文献3)、特開2012-257195号公報「恒温槽付水晶発振器の温度制御回路」(日本電波工業株式会社、特許文献4)がある。

20

【0012】

特許文献1には、温度制御回路において、電源電圧の変動に応じて変動する差動増幅器の出力をトランジスタのベースに入力し、エミッタ出力の一部を差動増幅器の入力にネガティブフィードバックすることが記載されている。

【0013】

また、特許文献2には、温度制御回路において、電力用FETのドレインと差動増幅器ICの+入力間にコンデンサC7を接続し、コンデンサC7による積分回路によって電力用FETのドレイン電流の急激な変化を抑えることが記載されている。

30

【0014】

特許文献3には、恒温槽付水晶発振器において、感度調整用の抵抗を設けて、水晶振動子ごとのZTC(ゼロ温度係数点)温度の違いに対応して周囲温度の変化による制御目標の温度の変化を防止することが記載されている。

【0015】

特許文献4には、温度制御回路において、第1のデジタルポテンショメータが水晶振動子の頂点温度を調整し、第2のデジタルポテンショメータが第1のデジタルポテンショメータの温度傾斜を打ち消すよう、それぞれ抵抗値を可変とすることが記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】特開2001-117645号公報

【特許文献2】特開2005-165630号公報

【特許文献3】特開2012-253660号公報

【特許文献4】特開2012-257195号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0017】

上述したように、パワートランジスタとしてP N P型トランジスタを用いた従来の温度制御回路では、電源電圧の変動に応じてパワートランジスタのエミッタ電圧が変動し、それに伴って、ベース - エミッタ間の電圧が変動して恒温槽の温度制御が不安定になってしまふという問題点があった。

【0018】

尚、特許文献1, 2は、電源電圧の変動によって変化したトランジスタ出力を用いて差動増幅器にフィードバックする構成となっており、パワートランジスタの出力を用いずに、電源電圧を直接オペアンプに反映させることは記載されていない。同様に、特許文献3, 4にも記載されていない。

10

【0019】

本発明は上記実状に鑑みて為されたもので、電源電圧の変動によりP N P型パワートランジスタのベース - エミッタ間の電圧が変動するのを抑え、安定した温度制御を実現し、周波数特性を向上させることができる温度制御回路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】**【0020】**

上記従来例の問題点を解決するための本発明は、恒温槽付水晶発振器の温度制御回路であって、安定化電源に接続し、恒温槽内の温度を検出して検出温度に相当する電圧を出力するサーミスタと、一端が安定化電源に接続し、他端が接地された、第1及び第2の抵抗から成る直列回路と、第1の抵抗と第2の抵抗の間の点から供給される基準電圧を一方の入力端子に入力し、検出温度に相当する電圧を他方の入力端子に入力し、基準電圧と検出温度に相当する電圧との差分を出力するオペアンプと、オペアンプからの出力をベースに入力するP N P型パワートランジスタと、一端が電源電圧に接続し、他端がパワートランジスタのエミッタに接続するヒータ抵抗と、一端が電源電圧に接続し、他端が接地され、第3の抵抗と第4の抵抗とが直列接続されたブリッジ抵抗回路とを備え、第3の抵抗と第4の抵抗との間の点が第1の抵抗と第2の抵抗との間の点に接続することを特徴としている。

20

【0021】

また、本発明は、上記温度制御回路において、第3の抵抗と第4の抵抗の間の点と、第1の抵抗と第2の抵抗の間の点とが、第5の抵抗を介して接続されていることを特徴としている。

30

【0022】

また、本発明は、一端が安定化電源に接続し、他端がサーミスタに接続する第6の抵抗と、一端がサーミスタに接続し、他端がオペアンプの-端子に接続する第7の抵抗と、オペアンプの出力端子と-端子との間に設けられた第8の抵抗と、オペアンプの出力端子とパワートランジスタのベースとの間に設けられた第9の抵抗とを備えたことを特徴としている。

【発明の効果】**【0023】**

本発明によれば、恒温槽付水晶発振器の温度制御回路であって、安定化電源に接続し、恒温槽内の温度を検出して検出温度に相当する電圧を出力するサーミスタと、一端が安定化電源に接続し、他端が接地された、第1及び第2の抵抗から成る直列回路と、第1の抵抗と第2の抵抗の間の点から供給される基準電圧を一方の入力端子に入力し、検出温度に相当する電圧を他方の入力端子に入力し、基準電圧と検出温度に相当する電圧との差分を出力するオペアンプと、オペアンプからの出力をベースに入力するP N P型パワートランジスタと、一端が電源電圧に接続し、他端がパワートランジスタのエミッタに接続するヒータ抵抗と、一端が電源電圧に接続し、他端が接地され、第3の抵抗と第4の抵抗とが直列接続されたブリッジ抵抗回路とを備え、第3の抵抗と第4の抵抗との間の点が第1の抵抗と第2の抵抗との間の点に接続する温度制御回路としているので、電源電圧が変動した場合に、P N P型パワートランジスタのベース電圧をエミッタ電圧と同方向に変化させて

40

50

、ベース - エミッタ間の電圧を一定に保持することができ、電源電圧が急激に変化しても、安定した温度制御を行って出力周波数信号を安定させることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の実施の形態に係る温度制御回路の回路図である。

【図2】本温度制御回路の電源変動特性例を示す特性図である。

【図3】従来の恒温槽付水晶発振器の温度制御回路の例を示す回路図である。

【図4】従来の温度制御回路における電源変動特性例を示す特性図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

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。

【実施の形態の概要】

本発明の実施の形態に係る恒温槽付水晶発振器の温度制御回路は、サーミスタで検出された温度に相当する電圧と、基準電圧との差分を出力するオペアンプの出力を、PNP型パワートランジスタのベースに入力して、エミッタにヒータ抵抗を接続した温度制御回路で、電源電圧の一部をブリッジ抵抗回路を介してオペアンプの基準電圧に加算するものであり、電源電圧が変動した場合に、PNP型パワートランジスタのベース電圧をエミッタ電圧と同方向に変化させることにより、ベース - エミッタ間の電圧を一定に保持することができ、電源電圧が急激に変化しても、安定した温度制御を行って出力周波数を安定させることができるものである。

【0026】

【実施の形態に係る温度制御回路：図1】

本発明の実施の形態に係る恒温槽付水晶発振器の温度制御回路について図1を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る温度制御回路の回路図である。

図1に示すように、本発明の実施の形態に係る温度制御回路（本温度制御回路）は、図3に示した従来の温度制御回路と同様の基本的な部分として、サーミスタ（TH）と、オペアンプ10と、PNP型のパワートランジスタTr1と、ヒータ抵抗HRと、電源電圧Vccと、安定化電源Vregとを備えている。

そして、本温度制御回路の特徴として、抵抗R11、抵抗R12、抵抗R13から成るブリッジ抵抗回路11を備えている。

【0027】

ブリッジ抵抗回路11以外の部分の接続関係は、図3と同じであるため、説明は省略する。

ブリッジ抵抗回路11は、一端が電源電圧Vccに接続される抵抗R11と、一端が接地される抵抗R12と、一端が抵抗R2及び抵抗R3の間の点に接続される抵抗R13とを備え、抵抗R11、R12、R13の他端が一点で接続された構成である。

【0028】

そして、電源電圧Vccが分岐されて、ブリッジ抵抗回路11の抵抗R11の一端に印加されている。

分岐された電源電圧Vccは、抵抗R11とR12の間の点に接続された抵抗R13を介して、抵抗R2と抵抗R3との間の点に入力されている。

【0029】

図3で説明したように、抵抗R2と抵抗R3との間の点は、安定化電源Vregに接続されると共にオペアンプ10の+端子に接続されており、基準電圧を供給している。

つまり、本温度制御回路では、基準電圧に、電源電圧Vccを加算してオペアンプの+端子に供給しているものである。

【0030】

これにより、電源電圧Vccが変動した場合には、それに応じてパワートランジスタTr1のエミッタ電圧が変動するが、その変動分が基準電圧に加算されて、オペアンプ10の出力に反映され、パワートランジスタTr1のベースに入力されて、ベース電圧がエミ

10

20

30

40

50

タ電圧と同じ方向に変動することになる。

【0031】

そのため、電源電圧 V_{cc} が変動しても、PNP型のパワートランジスタ T_{r1} のベース - エミッタ間電圧を一定に保持することができ、ヒータ抵抗 HR に流れる電流量が大きく変動するのを防ぐことができるものである。

【0032】

[本温度制御回路の特性：図2]

次に、本温度制御回路の電源変動特性と、本温度制御回路を用いた恒温槽付水晶発振器の周波数安定度について図2を用いて説明する。図2は、本温度制御回路の電源変動特性例を示す特性図である。

10

図2に示すように、本温度制御回路では、電源電圧 V_{cc} が変動しても、消費電流の変動は小さく、急峻な立ち下りや立ち上がりは発生しない。

図4に示した従来の温度制御回路の特性と比較して、大幅に改善されており、オープンの制御が安定していることを示している。

【0033】

[実施の形態の効果]

本発明の実施の形態に係る温度制御回路によれば、オペアンプ10が、抵抗 $R2$ 及び $R3$ の間の点から出力される基準電圧と、サーミスタからの温度に応じた電圧との差分を出力し、PNP型のパワートランジスタ T_{r1} が、オペアンプ10からの出力をベースに入力し、エミッタに接続するヒータ抵抗の電流を制御する温度制御回路であって、一端が電源電圧 V_{cc} に接続し、抵抗 R_{11} と R_{12} とが直列接続されたブリッジ抵抗回路11を備え、ブリッジ抵抗回路11の抵抗 R_{11} と R_{12} の間の点が、抵抗 R_{13} を介して、基準電圧を供給する抵抗 $R2$ と $R3$ の間の点に接続された構成としているので、電源電圧 V_{cc} が変動した場合に、PNP型のパワートランジスタ T_{r1} のベース電圧をエミッタ電圧と同じ方向に変化させて、ベース - エミッタ間の電圧を一定に保持することができ、電源電圧 V_{cc} が変動しても安定した温度制御を行って出力周波数を安定させることができる効果がある。

20

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明は、電源電圧の変動の影響を抑え、安定した温度制御を行って出力周波数を安定させることができる温度制御回路に適している。

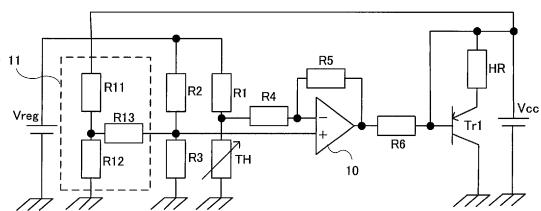
30

【符号の説明】

【0035】

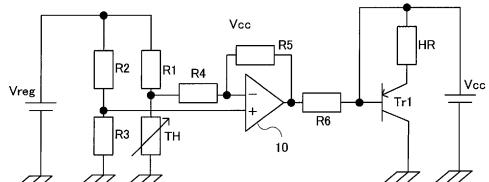
10...オペアンプ、 11...ブリッジ抵抗回路、 $R1, R2, R3, R4, R5, R6, R_{11}, R_{12}, R_{13}$...抵抗、 HR ...ヒータ抵抗、 TH ...サーミスタ、 T_{r1} ...パワートランジスタ

【図1】



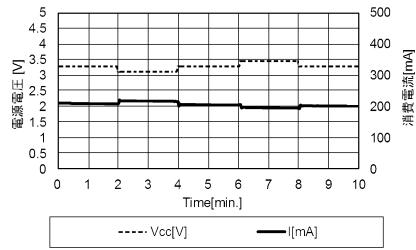
【図1】実施の形態に係る温度制御回路

【図3】



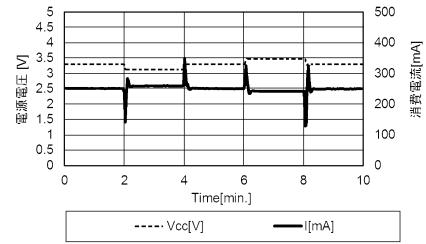
【図3】従来の温度制御回路

【図2】



【図2】本温度制御回路の電源変動特性例

【図4】



【図4】従来の温度制御回路の電源変動特性例

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-175703(JP,A)
特開2001-117645(JP,A)
特開2005-117093(JP,A)
特開2010-213102(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03B 5/30 - 5/42
H03L 1/00 - 7/26