

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5040798号  
(P5040798)

(45) 発行日 平成24年10月3日(2012.10.3)

(24) 登録日 平成24年7月20日(2012.7.20)

(51) Int.Cl.

H03B 5/32 (2006.01)

F I

H03B 5/32

A

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-124358 (P2008-124358)  
(22) 出願日 平成20年5月12日(2008.5.12)  
(65) 公開番号 特開2009-273087 (P2009-273087A)  
(43) 公開日 平成21年11月19日(2009.11.19)  
審査請求日 平成23年4月12日(2011.4.12)

(73) 特許権者 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100095728  
弁理士 上柳 雅誉  
(74) 代理人 100107261  
弁理士 須澤 修  
(74) 代理人 100127661  
弁理士 宮坂 一彦  
(72) 発明者 成瀬 秀人  
東京都日野市日野421-8 エプソント  
ヨコム株式会社内  
(72) 発明者 山本 壮洋  
東京都日野市日野421-8 エプソント  
ヨコム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電発振器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

温度情報としての電圧信号である第1のセンサ出力と、前記第1のセンサ出力とは温度変化に対する電圧変化の傾向が逆の電圧信号である第2のセンサ出力と、を出力する温度センサ回路と、

前記第1のセンサ出力と前記第2のセンサ出力とに基づいて出力信号を出力する周波数制御回路と、

少なくとも、圧電振動子と、前記周波数制御回路の出力信号によって容量値が制御される電圧制御型の可変容量素子と、を含む発振回路と、

高周波成分の電圧信号を通過させるハイパスフィルタ回路と、を備え、

前記第1のセンサ出力を前記ハイパスフィルタ回路に入力し、  
前記ハイパスフィルタ回路の出力信号と前記第2のセンサ出力とを加算した信号を前記周波数制御回路に入力したことを特徴とする圧電発振器。

【請求項2】

前記温度センサ回路は、前記第1のセンサ出力を出力する第1の温度センサ部と、前記第2のセンサ出力を出力する第2の温度センサ部とを含むことを特徴とする請求項1に記載の圧電発振器。

【請求項3】

前記温度センサ回路は、前記第1のセンサ出力または前記第2のセンサ出力のうち一方を出力する温度センサ部と、該温度センサ部のセンサ出力を反転し前記第1のセンサ出力

10

20

または前記第2のセンサ出力のうち他方を出力する反転部と、を備えることを特徴とする請求項1に記載の圧電発振器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水晶振動子等の圧電振動子を使用した圧電発振器に関し、特に温度補償型圧電発振器に備えられた温度センサの温度揺らぎによる出力周波数揺らぎを、簡単な付加回路により低減した圧電発振器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

近年、圧電発振器は周波数安定度、小型軽量、低価格等により携帯電話等の通信機器から水晶時計のような民生機器まで、多くの分野で用いられている。中でも圧電振動子の周波数温度特性を補償した温度補償型圧電発振器(TCXO)は、周波数安定度を必要とする携帯電話等に広く用いられている。

特許文献1には位相雑音の低減化を図ったIC化TCXOが開示されている。この補償方式では可変容量素子の非線形な領域を使用することで、補償電圧には線形の電圧を用いることが可能となる。

【0003】

図6は、特許文献1に開示された温度補償型圧電発振器の構成を示す回路図であり、温度補償発振器30は、圧電振動子X、MOS型容量素子及び増幅回路を有するコルピッツ型水晶発振器31と、温度センサ32と、補償電圧発生回路33と、を備えている。コルピッツ型水晶発振器31の圧電振動子Xと接地間に接続される可変容量回路は、低温補償用のMOS型容量素子MLと高温補償用のMOS型容量素子MHとが、共に同一極性方向に直列に接続され、更に直流阻止用の容量C13を介して接地されている。そして、低温補償用容量素子ML、高温補償用容量素子MHには夫々抵抗R14、R15を介して低温用温度補償電圧VL、高温用補償電圧VHが供給され、容量素子ML、MHの接続点には抵抗R13を介して基準電圧Vref1が印加されるように構成されている。MOS型容量素子のゲート電圧と容量との関係の一例は、周知のように図7に示すようなゲート電圧-容量特性を呈する。

20

低温制御電圧VLは、25以下の範囲では0.5V~3Vの範囲で一次的に変化し、且つ25以上ではほぼ一定の0.5Vとなるような電圧とする。また高温制御電圧VHは、25以上の範囲では0.5V~3Vの範囲で一次的に変化し、且つ25以下ではほぼ一定の0.5Vとなるような電圧とする。この補償方式の制御電圧は、低温制御電圧、高温制御電圧と2つの電圧を必要とするが、温度に対して直線的に変化する線形電圧を生成すればよく、回路構成が簡素化される。この温度補償方式を用いることにより、温度に対し、右肩上がりの周波数温度特性を有する圧電振動子の温度補償が、可能になると開示されている。

30

【特許文献1】特開2001-60828公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

特許文献1に記載の圧電発振器は、常温近傍の補償感度を殆どゼロに等しく設定しているので、使用頻度の高い常温近傍における発振信号のC/N悪化を防止することができる。と開示されている。

しかしながら、温度補償型圧電発振器が小型化され、その熱容量が小さくなると、温度センサは周囲の瞬間的な温度変化や風などによる温度変動(揺らぎ)に敏感に反応し、温度補償型圧電発振器の出力周波数が微小に変動する(周波数が揺らぐ)ことになる。この周波数の揺らぎが圧電発振器の高安定度を必要とする電子装置に、悪影響を及ぼすことがあるという問題があった。

本発明は上記問題を解決するためになされたもので、周波数の揺らぎを低減した圧電発

50

振器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上記の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0006】

〔適用例1〕本発明に係る圧電発振器は、温度情報としての電圧信号である第1のセンサ出力と、前記第1のセンサ出力とは温度変化に対する電圧変化の傾向が逆の電圧信号である第2のセンサ出力と、を出力する温度センサ回路と、前記第1のセンサ出力と前記第2のセンサ出力とに基づいて出力信号を出力する周波数制御回路と、少なくとも、圧電振動子と、前記周波数制御回路の出力信号によって容量値が制御される電圧制御型の可変容量素子と、を含む発振回路と、高周波成分の電圧信号を通過させるハイパスフィルタ回路と、を備え、前記第1のセンサ出力を前記ハイパスフィルタ回路に入力し、前記ハイパスフィルタ回路の出力信号と前記第2のセンサ出力とを加算した信号を前記周波数制御回路に入力したことを特徴とする。

10

【0007】

以上のように温度センサ回路に第1及び第2のセンサ出力を設け、これらの出力が温度に対し互いに逆特性となるようにすると共に、これらを加算することにより、圧電発振器の周囲温度に揺らぎが生じた場合でも、揺らぎの高周波成分を互いに相殺するので、出力周波数に温度揺らぎによる周波数揺らぎのない圧電発振器を構成することができるという効果がある。

20

【0008】

〔適用例2〕また圧電発振器は、前記温度センサ回路は、前記第1のセンサ出力を出力する第1の温度センサ部と、前記第2のセンサ出力を出力する第2の温度センサ部とを含むことを特徴とする適用例1に記載の圧電発振器である。

【0009】

以上のように温度センサ回路に2つの温度センサ部を設けることにより、小型化が可能であると共に、2つの温度センサ部の出力電圧はほぼ同じ電圧となるので、温度揺らぎによる高周波成分を十分に相殺することができるという利点がある。

【0010】

〔適用例3〕また圧電発振器は、前記温度センサ回路は、前記第1のセンサ出力または前記第2のセンサ出力のうち一方を出力する温度センサ部と、該温度センサ部のセンサ出力を反転し前記第1のセンサ出力または前記第2のセンサ出力のうち他方を出力する反転部と、を備えることを特徴とする適用例1に記載の圧電発振器である。

30

【0011】

以上のように温度センサ回路が、1つの温度センサ部と、該温度センサ部の出力を反転する反転部と、を備えることにより、反転部の増幅度を調整することにより、2つの逆相電圧の電圧値を等しく調整できるので、温度揺らぎによる高周波成分を完全に相殺することができるという利点がある。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る圧電発振器1の構成を示すブロック回路図である。圧電発振器1は、温度を検出する温度センサ回路6と、該温度センサ回路6のセンサ出力に基づいて周波数制御を行う周波数制御回路7と、少なくとも、圧電振動子Xと電圧制御型の可変容量素子Mとを含み、周波数制御回路7の出力信号により発振周波数を調整可能な発振回路5と、温度センサ回路6のセンサ出力に含まれる高域成分電圧信号のみを通過させるハイパスフィルタ回路と、を備えている。

発振回路5は、例えば図6に示すコルピッツ発振回路31がある。コルピッツ発振回路

50

31は、発振用トランジスタTrのベース - 接地間に、負荷容量の一部となるコンデンサC11とコンデンサC12との直列回路を接続し、この直列回路の接続中点と発振用トランジスタTrのエミッタとを接続し、更にエミッタと接地間との間にエミッタ抵抗Reを接続する。更に、発振用トランジスタTrのベース - 接地間に抵抗R21を接続し、ベース - 電源Vcc間に抵抗R22を接続し、ベースバイアス回路とする。更に発振用トランジスタTrのベースと圧電振動子Xの一方の端子とを接続し、圧電振動子Xの他方の端子と、可変容量素子ML、MH及び容量C13の直列回路とを接続し、容量C13の一方の端子を接地する。可変容量素子ML、MHの接続中点には抵抗R13を介して基準電圧Vref1を接続する。なお、必要に応じて、電源Vccに容量Cc(パコン)を、トランジスタTrの出力には容量Coを接続して発振回路5を構成する。なお、図1の抵抗R7、R8は、周波数制御回路7の出力を該抵抗R7、R8介して可変容量素子ML、MHに印加する抵抗である。

10

#### 【0013】

周波数制御回路7の低温側制御電圧VLは、例えば図8(a)に示すように25以下では0.5V~3Vの範囲を一次的に変化し、25以上では0.5Vを保持する電圧とする。また、高温側制御電圧VHは、例えば図8(b)に示すように25以下では0.5Vを保持し、25以上では0.5V~3Vの範囲を一次的に変化する電圧とする。周波数制御回路7は、図8(a)、(b)に示すような制御電圧VL、VHを発生する機能を有する回路である。

温度センサ回路6は、第1の温度センサ6aと、第2の温度センサ6bを備えており、第1の温度センサ6aの温度に対する出力電圧特性と、第2の温度センサ6bの温度に対する出力電圧特性と、は互いに逆特性を有している。

20

第2の温度センサ6bの出力は直接、周波数制御回路7の入力に接続する。第1の温度センサ6aの出力は、ハイパスフィルタ回路8に入力され、該ハイパスフィルタ回路の出力が周波数制御回路7の入力に加えられる。つまり、第2の温度センサ6bの出力に第1の温度センサ6aの出力の高周波成分が加算され、この加算された電圧が周波数制御回路7に入力される。

#### 【0014】

図2(a)は、温度センサ回路6及びハイパスフィルタ回路8の一例を示す回路図である。温度センサ回路6の第1の温度センサ6aは、ダイオードD1と抵抗R1とを直列接続し、抵抗R1の一方の端子に基準電圧Vref2を加え、ダイオードD1の一方の端子を接地する。第1の温度センサ6aの出力電圧Vs1は、ダイオードD1と抵抗R1との接続点より得られ、温度t - 電圧Vs1特性は、図2(b)に示すように温度の上昇に対し、出力電圧Vs1が単調に低下する特性となる。また、第2温度センサ6bは、ダイオードD2と抵抗R2とを直列接続し、ダイオードD2の一方の端子に基準電圧Vref2を加え、抵抗R2の一方の端子を接地する。第2の温度センサ6bの出力電圧Vs2は、ダイオードD2と抵抗R2との接続点より得られ、温度t - 電圧Vs2特性は、図2(c)に示すように温度の上昇に対し、出力電圧Vs2が単調に上昇する特性となる。

30

第1の温度センサ6aの温度t - 電圧Vs1特性と、第2の温度センサ6bの温度t - 電圧Vs2特性とは逆特性となる。即ち、温度変化に対して第1の温度センサ6aの出力である第1のセンサ出力と、第2の温度センサ6bの出力である第2のセンサ出力とでは、極性が逆の変化特性である。そして、本実施形態の場合は、例えば、図2に示すように第1のセンサ出力の係数は負係数、第2のセンサ出力の係数は正係数であるように温度変化に対する温度センサ出力の変化特性の係数が逆である。なお、第1及び第2の温度センサ6a、6bの回路が、夫々1個のダイオードD1、D2を用いた回路を示したが、夫々複数本のダイオードを直列接続した回路を用いて構成してもよい。

40

ハイパスフィルタ回路8の最も簡単な回路は、図2(a)に示すように、直列腕の容量C1と並列腕の抵抗R3とで構成される回路である。また、OPアンプを使ったハイパスフィルタ回路も用いられている。なお、ハイパスフィルタ回路8の出力は、接続によるインピーダンスの影響を避けるべく、容量C2を介して周波数制御回路7の入力に接続する

50

。

圧電発振器 1 の動作を説明する前に、第 1 の温度センサ 6 a 及びハイパスフィルタ回路 8 が無い一般的な温度補償型発振器について考える。第 2 の温度センサ 6 b が周囲の瞬間的な温度変化や風等による微小な温度揺らぎにより、その出力電圧  $V_{s2}$  に揺らぎ（ノイズ）が生じると、該電圧  $V_{s2}$  が周波数制御回路 7 に入力される。周波数制御回路 7 の出力から揺らぎ成分が重畳した制御電圧  $V_L$ 、 $V_H$  が出力され、この電圧が可変容量素子  $M_L$ 、 $M_H$  に印加される。一方、可変容量素子  $M_L$ 、 $M_H$  の接続中点には抵抗  $R_{13}$  を介して基準電圧  $V_{ref1}$  が供給される。つまり、可変容量素子  $M_L$ 、 $M_H$  の温度補償電圧（ $V_L - V_{ref1}$ ）、（ $V_{ref1} - V_H$ ）に温度センサ回路の揺らぎ成分が重畳し、可変容量素子  $M_L$ 、 $M_H$  の容量に揺らぎが生じる。そのため、発振回路 5 の出力周波数に周波数揺らぎ成分が重畳されることになる。

10

## 【0015】

本発明の第 1 の実施例の圧電発振器 1 のように、温度  $t$  の上昇に応じて出力電圧が増加する第 2 の温度センサ 6 b と、温度  $t$  の上昇に応じて出力電圧が減少する第 1 の温度センサ 6 a と、を用い、第 2 の温度センサ 6 b の出力電圧  $V_{s2}$  は直接、周波数制御回路 7 の入力に接続する。一方、第 1 の温度センサ 6 a の出力電圧  $V_{s1}$  は、ハイパスフィルタ 8 に入力され、ハイパスフィルタ 8 により入力電圧の高周波成分のみが通過し、周波数制御回路 7 の入力に加えられる。つまり、第 2 の温度センサ 6 b の出力電圧  $V_{s2}$  と、第 1 の温度センサ 6 a の出力電圧  $V_{s1}$  の高周波成分のみが加算される。第 2 の温度センサ 6 b の出力電圧  $V_{s2}$  に重畳する温度揺らぎによる高周波成分（ノイズ）と、第 1 の温度センサ 6 a の出力電圧  $V_{s1}$  に重畳する温度揺らぎによる高周波成分（ノイズ）とは、互いに逆相の関係にあるので、両者を加算すると相殺されて除去され、圧電発振器 1 の出力周波数に温度揺らぎによる影響、周波数揺らぎは発生しない。

20

以上のように温度センサ回路に第 1 及び第 2 のセンサ出力を設け、これらの出力が温度に対し互いに逆特性となるようにすると共に、これらを加算することにより、圧電発振器の周囲温度に揺らぎが生じた場合でも、揺らぎの高周波成分を互いに相殺するので、出力周波数に温度揺らぎによる周波数揺らぎのない圧電発振器を構成することができるという効果がある。

また、温度センサ回路に 2 つの温度センサ部を設けることにより、小型化が可能であると共に、2 つの温度センサ部の出力電圧はほぼ同じ電圧となるので、温度揺らぎによる高周波成分を十分に相殺することができるという利点がある。

30

尚、温度揺らぎによる高周波成分とは、上述の相殺機能が無かった場合に、温度揺らぎにより実質的に起きる圧電振動子 X の周波数変動を温度補償するに必要な温度補償電圧に対して、当該補償電圧を過剰に変動させようとする温度センサの検出出力に含まれる信号成分である。

## 【0016】

図 3 は、図 1 に示した圧電発振器 1 を表面実装型圧電発振器で構成した一例の断面図である。

この図 3 に示す圧電発振器 1 は、上面と下面に夫々凹所 12、13 を備えると共に矩形環状の底面 14 に 4 つの実装端子 15 を備えた縦断面形状が略 H 型の絶縁容器（パッケージ）11 と、上面側凹所 12 内に設けた 2 つの上面側内部パッド 16 に圧電振動素子 X 上の 2 つの励振電極を夫々電氣的に接続した状態で該上面側凹所 12 を気密封止する金属リッド 17 と、下面側凹所 13 の天井面 13a に配置され各上面側内部パッド 16、及び各実装端子 15 と所定の配線パターンにより導通した下面側内部パッド 18 と、下面側内部パッド 18 に実装される IC 部品 19 と、を備える。

40

IC 部品 19 は、水晶振動素子 X 以外の電子回路を集積化したベアチップ部品である。

上面側凹所 12 を備えた絶縁容器 11 の上部と、上面側内部パッド 16 と、水晶振動素子 X と、金属リッド 17 は、水晶振動子（圧電振動子）を構成している。即ち、水晶振動子はセラミック等の絶縁材料からなる絶縁容器 11 の上面側凹所 13 内の上面側内側パッド 16 上に水晶振動素子 X を導電性接着剤（導電性ペースト）20 を用いて電氣的・機械

50

的に接続し、絶縁容器 11 の外壁上面の導体リングに金属リッド 17 を溶接等によって電氣的・機械的に接続して上面側凹所 12 内を気密封止した構成である。

このような構成は、圧電発振器 1 の小型化を達成する為に直接又はポッティング樹脂を介して外気に曝され易い状態で絶縁容器 11 に搭載された IC 部品 19 と、水晶振動素子 X を気密空間に収容して外気から隔離した構成の圧電振動子とを備えた構造が特徴である。

その為、IC 部品 19 に内蔵した温度センサは周囲の瞬間的な温度変化や風などによる温度変動（揺らぎ）に敏感に反応する一方、水晶振動素子 X はこのような温度変化や揺らぎに対して反応が鈍い。従って、温度変更に対して温度センサと圧電振動素子との間で感度差が生じ易い構造の一つである。

このような構成であっても本発明を適用すれば、圧電発振器 1（温度補償型圧電発振器）は、温度センサ回路 6 が圧電発振器 1 の内部及び周囲温度を感知し、その温度変化を電圧に変換し、該電圧に基づいて周波数制御回路 7 が制御電圧を生成する。この制御電圧を圧電振動子に直列接続された可変容量素子に印加し、圧電振動子の周波数を所定の周波数に維持するように動作する。制御電圧には温度揺らぎによる高周波成分（ノイズ）は除去されているので、周波数揺らぎのない圧電発振器が構成できる。

#### 【0017】

図 4 は、第 2 の実施例の圧電発振器 2 の構成を示すブロック回路図である。圧電発振器 2 は、温度を検出する温度センサ回路 6 と、該温度センサ回路 6 のセンサ出力に基づいて周波数制御を行う周波数制御回路 7 と、少なくとも、圧電振動子 X と電圧制御型の可変容量素子 M とを含み、周波数制御回路 7 の出力信号により発振周波数を調整可能な発振回路 5 と、位相を反転させる反転増幅器と、温度センサ回路 6 のセンサ出力に含まれる高域成分電圧信号のみを通過させるハイパスフィルタ回路と、を備えている。

発振回路 5 と周波数制御回路 7 とは、第 1 の実施例で説明したので省略する。

温度センサ回路 6 の出力は 2 分割され、一方は直接、周波数制御回路 7 に接続する。他方は反転増幅器 9 に接続し、該反転増幅器 9 の出力はハイパスフィルタ 8 の入力に接続し、ハイパスフィルタ 8 の出力を周波数制御回路 7 に接続する。

#### 【0018】

図 5（a）は、温度センサ回路 6、反転増幅器 9 及びハイパスフィルタ回路 8 の一例を示す回路図である。温度センサ回路 6 は、ダイオード D1 と抵抗 R1 とを直列接続し、抵抗 R1 の一方の端子に基準電圧  $V_{ref2}$  を印加し、ダイオード D1 の一方の端子を接地して構成される。温度センサ回路 6 の出力電圧  $V_s$  は、ダイオード D1 と抵抗 R1 との接続点より得られ、温度  $t$  - 電圧  $V_s$  特性は図 5（b）に示すように、温度  $t$  の増加に対して出力電圧  $V_s$  が減少する特性となる。

反転増幅器 9 は、例えばオペアンプ 10 の逆相入力端子に抵抗 R4 を接続すると共に、逆相入力端子と出力端子との間に抵抗 R5 を並列接続し、正相入力端子に基準電圧  $V_{ref3}$  を印加して構成する。

ハイパスフィルタ回路 8 は、図 2（a）で説明したので省略する。

#### 【0019】

第 2 の実施例の圧電発振器 2 は、温度  $t$  の上昇に対して出力電圧  $V_s$  が減少する温度センサ回路 6 の出力を 2 分し、一方は直接、周波数制御回路 7 の入力に接続する。他方は、反転増幅器 9 の入力に接続し、該反転増幅器 9 の出力をハイパスフィルタ 8 の入力に接続し、該ハイパスフィルタ 8 の出力を容量 C2 を介して、周波数制御回路 7 の入力に接続する。温度センサ回路 6 が周囲の瞬間的な温度変化や風などによる温度変動（揺らぎ）を検知すると、図 5（b）に示す温度センサ回路 6 の出力電圧  $V_s$  に揺らぎ（ノイズ）による高周波成分が重畳する。高周波成分が重畳した出力電圧  $V_s$  が周波数制御回路 7 に入力される。一方、揺らぎ（ノイズ）による高周波成分が重畳した出力電圧  $V_s$  が反転増幅器 9 に入力されると、その電圧  $V_s$  が反転されると共に、重畳する高周波成分の位相も反転されて、ハイパスフィルタ 8 に入力される。ハイパスフィルタ 8 では高周波成分のみが通過し、周波数制御回路 7 に入力される。つまり、揺らぎ（ノイズ）による高周波成分が重畳

10

20

30

40

50

した温度センサ回路 6 の出力電圧  $V_s$  と、位相が反転した高周波成分とが、周波数制御回路 7 の入力で加算される。そのため、揺らぎ（ノイズ）による高周波成分が除去（キャンセル）された電圧が、周波数制御回路 7 に加えられることになる。その結果、圧電発振器 2 の出力周波数に温度揺らぎによる影響、周波数揺らぎは発生しない。

以上のように温度センサ回路が、1 つの温度センサ部と、該温度センサ部の出力を反転する反転部と、を備えることにより、反転部の増幅度を調整することにより、2 つの逆相電圧の電圧値を等しく調整できるので、温度揺らぎによる高周波成分を完全に相殺することができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0020】

10

【図 1】本発明に係る第 1 実施例の圧電発振器の構成を示すブロック回路図。

【図 2】（a）は温度センサ回路とハイパスフィルタ回路、（b）は第 1 の温度センサの温度  $t$  と出力電圧  $V_{s1}$  との関係を示す図、（c）は第 2 の温度センサの温度  $t$  と出力電圧  $V_{s2}$  との関係を示す図。

【図 3】本発明の圧電発振器の構成を示す断面図。

【図 4】第 2 実施例の圧電発振器の構成を示すブロック回路図。

【図 5】（a）は温度センサ回路とハイパスフィルタ回路、（b）は温度センサの温度  $t$  と出力電圧  $V_s$  との関係を示す図。

【図 6】従来の圧電発振器の構成を示す回路図。

【図 7】MOS 型容量素子のゲート電圧と容量との関係を示す図。

20

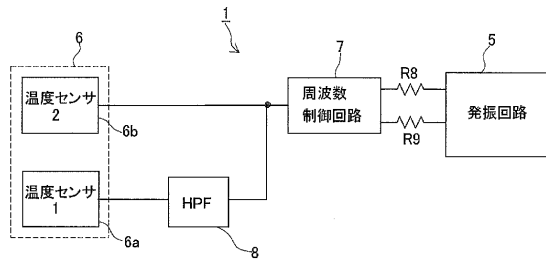
【図 8】（a）、（b）は周波数制御回路の出力電圧。

【符号の説明】

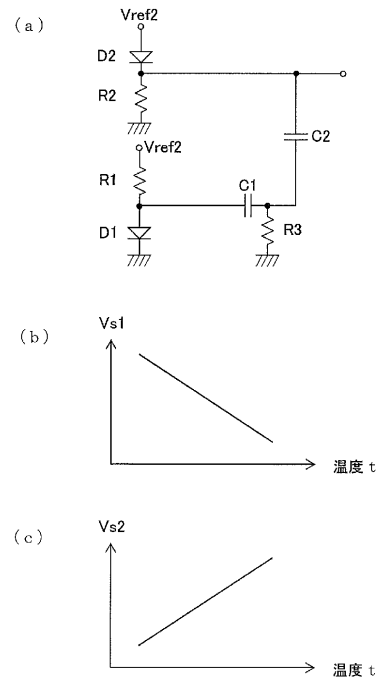
【0021】

1、2 ... 圧電発振器、5 ... 発振回路、6 ... 温度センサ回路、6 a ... 第 1 の温度センサ、6 b ... 第 2 の温度センサ、7 ... 周波数制御回路、8 ... ハイパスフィルタ回路、9 ... 反転増幅器、D 1、D 2 ... ダイオード、R 1、R 2、R 3、R 4、R 5、R 7、R 8 ... 抵抗、C 1、C 2 ... 容量、11 ... 絶縁容器（パッケージ）、12、13 ... 凹所、14 ... 底面、15 ... 実装端子、16 ... 上面側内部パッド、17 ... 金属リッド、18 ... 下面側内部パッド、19 ... IC 部品、20 ... 導電性接着剤

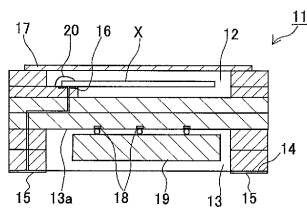
【図 1】



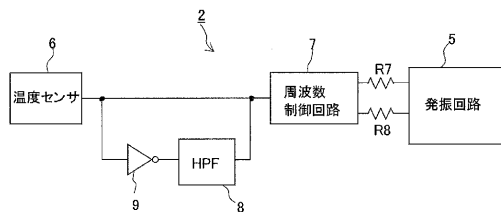
【図 2】



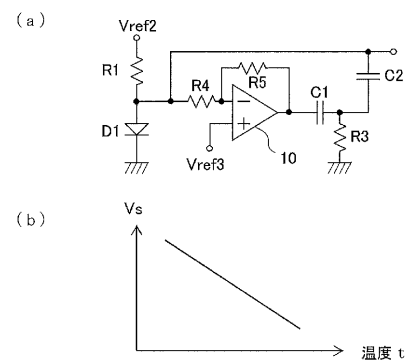
【図 3】



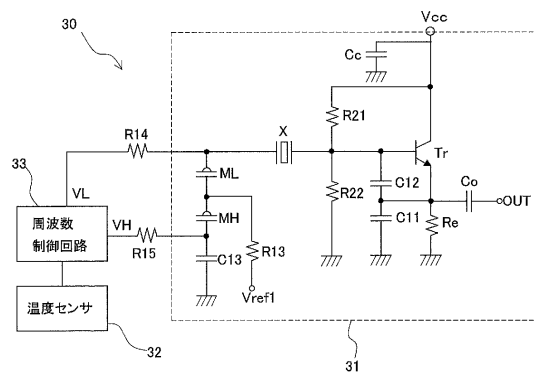
【図 4】



【図 5】

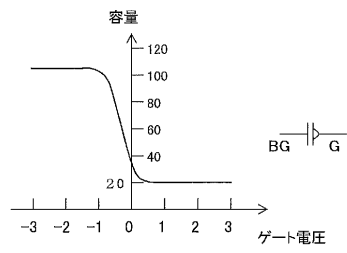


【図 6】

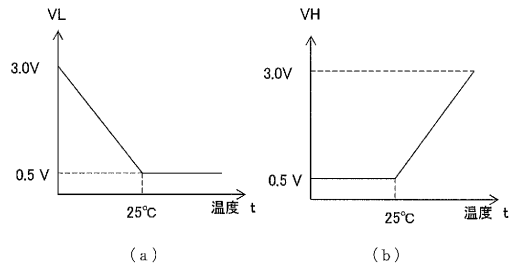




【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 黒後 重久  
東京都日野市日野4 2 1 - 8 エプソントヨコム株式会社内

審査官 畑中 博幸

(56)参考文献 特開2 0 0 3 - 0 4 6 3 3 4 ( J P , A )  
特開2 0 0 1 - 0 6 0 8 2 8 ( J P , A )  
特開2 0 0 6 - 1 3 5 5 4 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 3 B 5 / 3 2