

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4042246号  
(P4042246)

(45) 発行日 平成20年2月6日(2008.2.6)

(24) 登録日 平成19年11月22日(2007.11.22)

(51) Int.Cl.

H03B 5/32 (2006.01)

F I

H03B 5/32

J

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-49227  
 (22) 出願日 平成11年2月26日(1999.2.26)  
 (65) 公開番号 特開2000-252749(P2000-252749A)  
 (43) 公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)  
 審査請求日 平成17年2月15日(2005.2.15)

(73) 特許権者 000003104  
 エプソントヨコム株式会社  
 東京都日野市日野4-2-1-8  
 (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 佐藤 富雄  
 神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号  
 東洋通信機株式会社  
 社内

審査官 佐藤 聡史

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】

圧電振動子と発振用トランジスタとを含むコルピッツ型発振器と、前記発振用トランジスタの出力を増幅し前記発振用トランジスタのコレクタにエミッタが接続された第二のトランジスタと、該第二のトランジスタの出力を整流する整流手段とを備え、該整流手段の出力を前記第二のトランジスタのベースに帰還することによって前記圧電振動子に流れる励振電流を一定に保つ圧電発振器であって、前記発振用トランジスタの動作点が飽和領域近傍となるよう前記第二のトランジスタのコレクタ電圧を設定し、前記励振電流が大きくなったときは前記第二のトランジスタのベースバイアス電圧が降下し、前記発振用トランジスタの動作点が飽和領域に近づくよう前記コレクタ電圧が降下するものであり、前記励振電流が小さくなったときは前記第二のトランジスタのベースバイアス電圧が上昇し、前記発振用トランジスタの動作点が飽和領域から遠ざかるよう前記コレクタ電圧が上昇するものであって、前記励振電流を低レベルに保つよう前記コレクタ電圧を制御したことを特徴とする圧電発振器。

【請求項 2】

前記第二のトランジスタのベースを交流的に接地し、第二のトランジスタのコレクタを電源に接続したことを特徴とする請求項 1 記載の圧電発振器。

【請求項 3】

前記発振用トランジスタの雑音指数が最小値近傍の値となるよう前記第二のトランジスタのコレクタ電流を設定したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 記載の圧電発振器。

10

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は圧電発振器に関し、特に、雑音特性やエージング特性に優れた圧電発振器に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

通信機器の基準信号源等に用いられる水晶発振器としては、図3に示すような回路構成のものが知られている。

同図に於いて点線で囲まれた回路101は、一般的なコルピッツ型発振回路であって、水晶振動子102をトランジスタ103のベースに接続し、該トランジスタ103のベースとエミッタとをコンデンサ104を介して接続し、エミッタと接地とをコンデンサ105と抵抗106との並列回路を介して接続すると共に、コレクタを電源Vccに接続するよう構成し、更に、前記水晶振動子102の一方の端子は、コンデンサ107とトリマーコンデンサ108との直列回路を介し接地するように構成したものである。

尚、発振出力は前記トリマーコンデンサ108の両端から導出している。

## 【0003】

また、同図に於いて点線で囲まれた回路109の増幅回路は後述する整流回路と共にAGC回路の一部を成すものであって、トランジスタ110のエミッタを接地し、コレクタと電源Vccとを抵抗111を介して接続し、該コレクタとベースとを抵抗112をそれぞれ介し接続し、更に、該ベースと前記トランジスタ103のエミッタとをコンデンサ113を介して接続するように構成したものである。

更に、同図に於いて点線で囲まれた回路114は、前記整流回路であって、ダイオード115のアノードとダイオード116のカソードとを接続すると共に、該ダイオード115のカソードを接地し、前記ダイオード116のアノードと電源Vccとを抵抗117を介して接続し、該アノードと接地とをコンデンサ118とを介して接地し、更に、前記ダイオード116のカソードと前記トランジスタ110のコレクタとをコンデンサ119を介して接続し、前記ダイオード116のアノードと前記トランジスタ103のベースとを抵抗120を介し帰還接続するように構成したものである。

尚、同図に示すコンデンサ122はバイパスコンデンサである。

次にこのような構成の水晶発振器の動作について説明する。

前記発振回路101は先に説明した通り一般的なコルピッツ型発振回路であるので、その動作については説明を省略する。

前記発振回路101の設定条件に基づき前記トランジスタ103のエミッタより出力された周波数信号は、前記コンデンサ113を介し次段の前記増幅回路109に供給され所要のレベルに増幅されて前記トランジスタ110のコレクタより出力される。

## 【0004】

そして、増幅された該信号は、前記コンデンサ119を介し前記ダイオード115と前記ダイオード116とに供給される。

ここで、該信号のプラス側半サイクルの信号は、前記ダイオード115を通過するが、この時、前記コンデンサ119には前記ダイオード115のアノード側が低電位となるよう電荷がチャージされ、また、逆のマイナス側半サイクルの信号は、前記ダイオード116を介して流れ、結果的に該ダイオード116のアノードと接地間に負極性の電位が生じる。

## 【0005】

即ち、該電位は、前記マイナス側半サイクルの信号による電位と前記コンデンサ119のチャージ電荷により発生する電位とが加わった値であり、前記発振回路101のトランジスタ103のベースに印加される。

従って、前記発振回路101の出力信号のレベルが高くなると、前記増幅回路109から前記整流回路114に供給される信号の極小値と極大値との差(p-p値)が増加する為、

10

20

30

40

50

これに伴い前整流回路 1 1 4 の出力に発生する前記負極性の電位の絶対値が大きくなると共に、その変動量に基づく該トランジスタ 1 0 3 のベースバイアス電圧の降下に伴いベース電流が減少する結果、コレクタ電流が減少し、前記発振回路 1 0 1 の出力信号のレベルが低下する。

【 0 0 0 6 】

一方、前記発振回路 1 0 1 の出力信号のレベルが低下した場合は上記で説明した動作と逆の動作である為、説明を省略する。

従って、上記の動作を繰り返し行うことにより、水晶発振器はその設定条件に基づき安定なレベル信号を出力する。

【 0 0 0 7 】

【本発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記水晶発振器は、上記のような特徴に加え前記整流回路 1 1 4 を利用し、前記水晶振動子 1 0 2 の励振信号を低レベルに保つよう制御することにより、良好なエージング特性を得ることが可能であるが、この時、出力信号の雑音特性が悪化してしまうという不具合が生じる。

【 0 0 0 8 】

即ち、周知の通り、前記水晶振動子 1 0 2 を低レベルの励振電流で駆動させることにより、前記水晶発振器のエージング特性が良好となり、長期に亙り安定度の高い出力周波数が得られることから、極力、低レベルの励振電流に保つとその結果必然的に前記トランジスタ 1 0 3 のコレクタ電流が小さくなる。

しかし、図 4 のコレクタ電流と雑音指数との関係で示すように、コレクタ電流を極めて小さな値 A 点で設定した場合、トランジスタの雑音指数は極めて高い状態であると共に、更に、AGC 機能により該コレクタ電流が減少すると、該雑音指数がより高い方向に急激に移行し、その結果、水晶発振器の雑音特性を悪化させてしまう。

【 0 0 0 9 】

従って、上記のような構成の水晶発振器では、エージング特性を優先するのが一般的である為、雑音特性を犠牲にし励振電流を低く設定するのが一般的であった。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する為に本発明に係わる請求項 1 記載の発明は、圧電振動子と発振用トランジスタとを含むコルピッツ型発振器と、前記発振用トランジスタの出力を増幅し前記発振用トランジスタのコレクタにエミッタが接続された第二のトランジスタと、該第二のトランジスタの出力を整流する整流手段とを備え、該整流手段の出力を前記第二のトランジスタのベースに帰還することによって前記圧電振動子に流れる励振電流を一定に保つ圧電発振器であって、前記発振用トランジスタの動作点が飽和領域近傍となるよう前記第二のトランジスタのコレクタ電圧を設定し、前記励振電流が大きくなったときは前記第二のトランジスタのベースバイアス電圧が降下し、前記発振用トランジスタの動作点が飽和領域に近づくように前記コレクタ電圧が降下するものであり、前記励振電流が小さくなったときは前記第二のトランジスタのベースバイアス電圧が上昇し、前記発振用トランジスタの動作点が飽和領域から遠ざかるように前記コレクタ電圧が上昇するものであって、前記励振電流を低レベルに保つよう前記コレクタ電圧を制御したことを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 記載の発明は請求項 1 記載の発明に加え、前記第二のトランジスタのベースを交流的に接地し、第二のトランジスタのコレクタを電源に接続したことを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 において、前記発振用トランジスタの雑音指数が最小値近傍の値となるよう前記第二のトランジスタのコレクタ電流を設定したことを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

**【本発明の実施の形態】**

以下、図示した実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

図 1 は本発明に基づく水晶発振器の一実施例を示す回路図である。

同図に於いて点線で囲まれた回路 1 は一般的なコルピッツ型発振回路であり、水晶振動子 2 をトランジスタ 3 のベースに接続すると共に、該トランジスタ 3 のベースとエミッタとをコンデンサ 4 を介し、該エミッタと接地とをコンデンサ 5 と抵抗 6 との並列回路を介しそれぞれ接続し、更に、前記水晶振動子 2 の一方の端子と接地とをコンデンサ 7 とトリマーコンデンサ 8 との直列回路を介し接続するよう構成したものである。

尚、発振出力は、例えば前記トリマーコンデンサ 8 の両端から導出している。

**【0016】**

また、同図に於いて点線で囲まれた増幅回路 9 は後述する整流回路と共に AGC 回路の一部を成すものであって、トランジスタ 10 のエミッタと前記トランジスタ 3 のコレクタとを接続すると共に、該トランジスタ 10 のコレクタと電源 Vcc とを抵抗 11 を介して接続し、該電源 Vcc とベースとを抵抗 12 を介して接続し、更に、該ベースと接地とを抵抗 13 とコンデンサ 14 との並列回路を介して接続するように構成したものである。

**【0017】**

そして、同図の点線で囲まれた回路 15 は前記整流回路であって、ダイオード 16 のカソードを接地に、アノードをダイオード 17 のカソードにそれぞれ接続し、該ダイオード 17 のアノードと抵抗 18 とをコンデンサ 19 との並列回路を介して接地すると共に、ソース接地とする FET 20 のゲートと前記ダイオード 17 のアノードとを接続し、更に、該 FET 20 のドレインと前記電源 Vcc とを抵抗 21 と抵抗 22 との直列回路とを介し接続すると共に、前記抵抗 21 と抵抗 22 との接続中間点と前記トランジスタ 3 のベースとを抵抗 23 を介して接続し、前記ダイオード 17 のカソードと前記トランジスタ 10 のコレクタとをコンデンサ 24 を介して接続するように構成したものである。

尚、コンデンサ 26、27 はバイパスコンデンサである。

**【0018】**

次にこのような構成の水晶発振器の動作について説明する。

前記発振回路 1 の前記トランジスタ 3 は、前記トランジスタ 10 とカスケード接続構成にしたものであり、前記トランジスタ 3 のコレクタ電流の値が前記トランジスタ 10 のコレクタ電流の設定値にのみ依存する為、トランジスタ 3 のベース電流による影響を受けることなく広範囲の設定条件よりその値を決定することが可能である。

そして、前記発振回路 1 の設定条件に基づき前記トランジスタ 3 のコレクタより出力された所望の周波数信号は、次段の前記増幅回路 9 に供給され所要のレベルに増幅された後、前記トランジスタ 10 のコレクタより出力され、更に、前記コンデンサ 24 を介し前記整流回路 15 に供給される。

**【0019】**

ここで、前記整流回路に供給された前記信号のプラス側半サイクルの信号は、前記ダイオード 16 を通過するが、この時、前記コンデンサ 24 を前記ダイオード 16 のアノード側が低電位となるよう電荷をチャージし、逆のマイナス側半サイクルの信号は、前記ダイオード 17 を介して流れ、結果的にそのアノードと接地間に負極性の電位が生じる。

即ち、該電位は、前記マイナス側半サイクルの信号による電位と前記コンデンサ 24 のチャージ電荷により発生する電位とが加わった値となる。

**【0020】**

そして更に、前記励振電流のレベルが増加した場合、これによる前記負極性の電位の絶対値の増加に伴ない、前記 FET 20 のゲート・ソース間に電圧降下が生じてドレイン電流が減少することにより、前記トランジスタ 3 のベースバイアス電圧が上昇する為、これによるベース電流の増加によりエミッタ電圧が上昇し、該トランジスタ 3 のベース・コレクタ間電圧が降下する。

予め、前記トランジスタ 3 の動作点を飽和領域近傍であって、信号の一部が飽和領域に達するよう設定しておくことで、前記トランジスタ 3 のベース・コレクタ間の電圧の降下に

10

20

30

40

50

伴い前記トランジスタ 3 の動作点が飽和領域に近づく為、励振レベルが低下することになる。

【 0 0 2 1 】

一方、前記発振回路 1 の出力信号のレベルが低下した場合は上記で説明した動作と逆の動作である為、説明を省略する。

従って、上記の動作を繰り返し行うことにより、水晶発振器はその設定条件に基づき安定なレベル信号を出力する。

更に、図 2 に示す回路は本発明に基づく水晶発振器回路の他の実施例である。

該水晶発振器の構成及び動作について以下に説明する。

尚、図 1 に示す水晶発振器と同一構成の部分については同一の符号を付与すると共に、その説明を省略する。

【 0 0 2 2 】

図 2 に於いて発振回路 1 は、トランジスタ 3 に前記抵抗 2 3 抵抗 2 8 とのベースバイアス回路を接続するよう構成したものである。

同図に於いて増幅回路 9 はトランジスタ 1 0 のベースをコンデンサ 1 4 を介して接地するよう構成したものである。

同図に於いて整流回路 1 5 はトランジスタ 2 9 のコレクタを抵抗 3 0 を介して電源  $V_{cc}$  に接続すると共に、該トランジスタ 2 9 のエミッタを抵抗 3 1 を介して接地し、更に、該トランジスタ 2 9 のベースと前記トランジスタ 1 0 のコレクタとを前記コンデンサ 2 4 を介して接続すると共に、該ベースと接地との間にダイオード 3 2 をカソードが該ベース側に接続されるよう構成したものである。

【 0 0 2 3 】

そして、このような構成の前記発振回路 1 は出力信号が増幅回路 9 を介して整流回路 1 5 に供給された後、該出力信号のプラス半サイクルの信号成分のみが前記整流回路 1 5 より直流信号化され前記トランジスタ 1 0 のベースに帰還供給されるよう動作する。その為、該出力信号のレベルが上昇した場合、前記トランジスタ 2 9 の出力が入力に対して位相が逆転することより、前記出力信号のレベルの上昇と共に前記整流回路 1 5 より前記トランジスタ 1 0 のベースに供給される直流電圧が降下し、更に、該ベース電位の降下と共に前記トランジスタ 3 のコレクタ電圧が降下する。予め、前記トランジスタ 3 の動作点を飽和領域近傍であって、信号の一部が飽和領域に達するよう設定しておくことで、前記トランジスタ 1 0 のコレクタ電圧の降下に伴い前記トランジスタ 3 の動作点が飽和領域に近づく為、励振レベルが低下する。一方、前記出力レベルが低下した場合は上記で説明した動作と逆の動作である為、説明を省略する。

【 0 0 2 4 】

上記のような構成とすることにより、励振電流を低レベルに保つよう制御してもトランジスタ 3 には大きなコレクタ電流を流すことが可能である。

そして、例えば、図 4 に示すような雑音指数を呈するトランジスタを用いた場合、雑音が最も小さくなる B 点近傍の値となるように前記トランジスタ 1 0 とその周辺回路により前記トランジスタ 3 のコレクタ電流を設定すれば十分に優れた特性が得られ、更に、図 4 から明らかなように B 点は極小値であるから A G C 機能により前記コレクタ電流が変化しても雑音指数の変化量が小さく、結果、急激な雑音特性の悪化が生じない。

以上、本発明の一実施例では基本波発振とするコルピッツ発振回路を用いて水晶発振器を構成したが本発明はこれに限定されるものでなく、オーバートーン発振回路を用いて水晶発振器を構成した場合であっても構わない。

【 0 0 2 5 】

更に、以上本発明を水晶振動子を用いた発振器を例に説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、水晶以外の他の圧電振動子を用いたものに適用してもよいことは明らかである。

【 0 0 2 6 】

【 発明の効果 】

以上説明したように本発明に基づく圧電発振器は、上述したように構成したものであるから、励振電流を低レベルに保つよう制御した場合であってもトランジスタのコレクタ電流を大電流に保つ、且つ、該トランジスタを雑音指数が最も小さくなる動作点に設定することが可能となる為、雑音特性、及び、エージング特性が共に優れた圧電発振器が実現される効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に基づく水晶発振器の一実施例の回路図を示すものである。

【図 2】本発明に基づく水晶発振器の他の実施例の回路図を示すものである。

【図 3】従来の水晶発振器の回路図を示すものである。

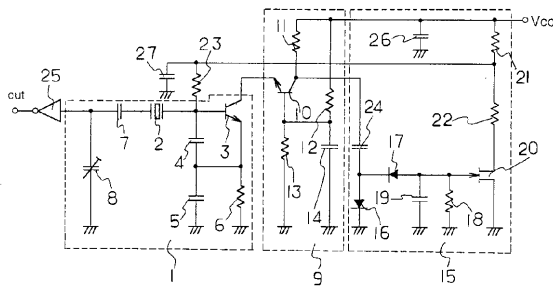
【図 4】トランジスタのコレクタ電流に対する雑音指数特性を示す図である。

10

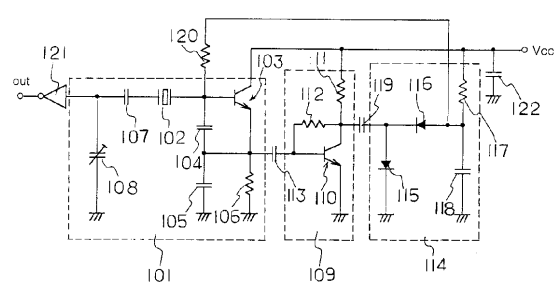
【符号の説明】

1、101発振回路、2、102水晶振動子、3、10、29、103、110トランジスタ、4、5、7、14、19、24、104、105、107、113、118、119、121コンデンサ、6、11、12、13、18、21、22、23、28、30、31、106、111、112、117、120抵抗、8、108トリマーコンデンサ、9、109増幅回路、15、114整流回路、16、17、32、115、116ダイオード、20、117FET、25、121バッファ回路、26、27、122バイパスコンデンサ

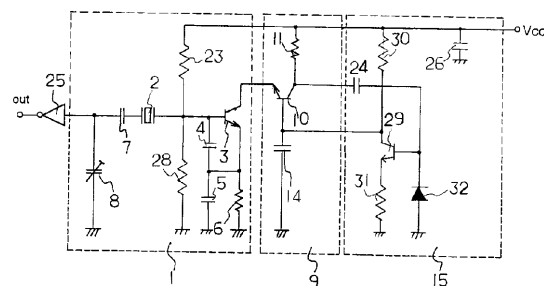
【図 1】



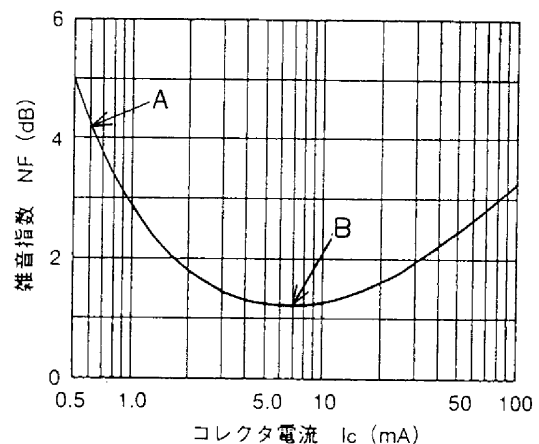
【図 3】



【図 2】



【図 4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03-085908(JP,A)  
特開平01-318409(JP,A)  
実公昭49-010275(JP,Y1)  
特開平09-036661(JP,A)  
実開昭58-066709(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H03B 5/00-5/42