

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5034763号
(P5034763)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012. 7. 13)

(51) Int. Cl.

F I

H03B 5/32 (2006.01)
H03B 5/30 (2006.01)
H03B 5/08 (2006.01)
H03K 3/354 (2006.01)

H03B 5/32 D
H03B 5/30 A
H03B 5/08 C
H03K 3/354 Z

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2007-207516 (P2007-207516)
(22) 出願日 平成19年8月9日 (2007. 8. 9)
(65) 公開番号 特開2009-44479 (P2009-44479A)
(43) 公開日 平成21年2月26日 (2009. 2. 26)
審査請求日 平成22年8月5日 (2010. 8. 5)

(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 矢島 有継
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 橋本 和志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発振器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の端子と、

第 2 の端子と、

前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に、直列に接続された抵抗素子及びインダクタと、

前記抵抗素子と並列に接続された振動子と、

前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続されたコンデンサと、

前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続され、前記振動子を振動させる発振回路部と、

を含み、

前記インダクタの値と前記抵抗素子の抵抗値と前記振動子の等価直列インダクタの値と前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値とは、

(前記インダクタの値 ÷ 前記抵抗素子の抵抗値) < (前記振動子の等価直列インダクタの値 ÷ 前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値) の関係を満たす、

ことを特徴とする発振器。

【請求項 2】

第 1 の端子と、

第 2 の端子と、

前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に、直列に接続された抵抗素子及びコンデンサ

と、

前記抵抗素子と並列に接続された振動子と、

前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続されたインダクタと、

前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続され、前記振動子を振動させる発振回路部と、

を含み、

前記インダクタの値と前記抵抗素子の抵抗値と前記振動子の等価直列インダクタの値と前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値とは、

(前記インダクタの値 ÷ 前記抵抗素子の抵抗値) < (前記振動子の等価直列インダクタの値 ÷ 前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値) の関係を満たす、

ことを特徴とする発振器。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の発振器において、前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値は前記抵抗素子の抵抗値より小さいことを特徴とする発振器。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の発振器において、前記インダクタの値は前記振動子の等価直列インダクタの値より小さいことを特徴とする発振器。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の発振器において、前記発振回路部は、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に差動接続された第 1 の能動素子及び第 2 の能動素子を含むクロスカップル型回路であることを特徴とする発振器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動子を用いた発振器に関する。

【背景技術】

【0002】

S A W (Surface Acoustic Wave、弾性表面波) 振動子、音叉型振動子、A T 振動子などの水晶振動子 110 を用いた発振器 1 は、例えば図 5 (A) に示すような回路で構成されている (非特許文献 1 の図 2 参照)。また、水晶振動子 110 の等価回路 111 は、図 5 (B) に示すように直列に接続された等価直列インダクタ L1 と等価直列コンデンサ C1 と等価直列抵抗 R1 と、これらと平行に接続された等価並列コンデンサ C0 とからなる回路で表現される (非特許文献 1 の図 1 参照)。水晶振動子の品質係数である Q 特性 Q1 は、角周波数を ω とすると、 $Q1 = \omega \times L1 / R1$ のように算出され、発振起動時間 t_{d1} は、 $t_{d1} = (2 \times Q1) / \omega$ のように算出される。

30

【0003】

【非特許文献 1】エプソントヨコム株式会社ホームページ > テクニカルインフォメーション > 製品取扱上の注意事項 > 発振回路設計時の注意事項 (http://www.epsontoyocom.co.jp/C_support/precautions/precautions_1.html)

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、水晶振動子 110 は、Q 特性を高く設定すると発振の周波数純度を高くすることができるが、発振の起動時間が遅くなるという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題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]

50

第 1 の端子と、第 2 の端子と、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に、直列に接続された抵抗素子及びインダクタと、前記抵抗素子と並列に接続された振動子と、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続されたコンデンサと、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続され、前記振動子を振動させる発振回路部と、を含み、前記インダクタの値と前記抵抗素子の抵抗値と前記振動子の等価直列インダクタの値と前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値とは、 $(\text{前記インダクタの値} \div \text{前記抵抗素子の抵抗値}) < (\text{前記振動子の等価直列インダクタの値} \div \text{前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値})$ の関係を満たす、ことを特徴とする発振器。

【 0 0 0 7 】

この構成によれば、振動子が発振を開始するまでの期間にインダクタとコンデンサにより構成される LC 並列発振回路が先に発振をするので振動子単体より短時間で起動することができ、振動子が発振を開始すれば周波数純度の高い発振器を実現できる。

【 0 0 0 8 】

[適用例 2]

第 1 の端子と、第 2 の端子と、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に、直列に接続された抵抗素子及びコンデンサと、前記抵抗素子と並列に接続された振動子と、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続されたインダクタと、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に接続され、前記振動子を振動させる発振回路部と、を含み、前記インダクタの値と前記抵抗素子の抵抗値と前記振動子の等価直列インダクタの値と前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値とは、 $(\text{前記インダクタの値} \div \text{前記抵抗素子の抵抗値}) < (\text{前記振動子の等価直列インダクタの値} \div \text{前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値})$ の関係を満たす、ことを特徴とする発振器。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、振動子が発振を開始するまでの期間にインダクタとコンデンサにより構成される LC 並列発振回路が先に発振をするので振動子単体より短時間で起動することができ、振動子が発振を開始すれば周波数純度の高い発振器を実現できる。

【 0 0 1 0 】

[適用例 3]

上記に記載の発振器において、前記振動子の等価直列抵抗の抵抗値は前記抵抗素子の抵抗値より小さいことを特徴とする発振器。

【 0 0 1 1 】

この構成によれば、振動子が発振を開始するまでの期間にインダクタとコンデンサにより構成される LC 並列発振回路が先に発振をするので振動子単体より短時間で起動することができ、振動子が発振を開始すれば周波数純度の高い発振器を実現できる。

【 0 0 1 2 】

[適用例 4]

上記に記載の発振器において、前記インダクタの値は前記振動子の等価直列インダクタの値より小さいことを特徴とする発振器。

【 0 0 1 3 】

この構成によれば、振動子が発振を開始するまでの期間にインダクタとコンデンサにより構成される LC 並列発振回路が先に発振をするので振動子単体より短時間で起動することができ、振動子が発振を開始すれば周波数純度の高い発振器を実現できる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 5]

上記に記載の発振器において、前記発振回路部は、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間に差動接続された一対の第 1 の能動素子及び第 2 の能動素子を含むクロスカップル型回路であることを特徴とする発振器。

【 0 0 1 5 】

この構成によれば、振動子が発振を開始するまでの期間にインダクタとコンデンサにより構成される LC 並列発振回路が先に発振をするので振動子単体より短時間で起動するこ

10

20

30

40

50

とができ、振動子が発振を開始すれば周波数純度の高い発振器を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、発振器の実施形態について図面に従って説明する。

【0017】

(第1実施形態)

<発振器の構成>

まず、第1実施形態に係る発振器の構成について、図1を参照して説明する。図1は、第1実施形態に係る発振器の構成を示す回路図である。図1に示すように、発振器1は、第1の端子である端子OUT1と、第2の端子である端子OUT2と、端子OUT1と端子OUT2との間に直列に接続された抵抗素子R2及びインダクタL2と、抵抗素子R2と並列に接続された振動子110と、端子OUT1と端子OUT2との間に接続されたコンデンサC2と、端子OUT1と端子OUT2との間に接続され、振動子110を振動させるクロスカップル型回路で構成された発振回路部100と、を含んで構成されている。

10

【0018】

発振回路部100は、第1の能動素子であるNchトランジスタN1と、第2の能動素子であるNchトランジスタN2と、を含み、NchトランジスタN1のゲート端子がNchトランジスタN2のソース端子に接続され、NchトランジスタN2のゲート端子がNchトランジスタN1のソース端子に接続され、クロスカップル型回路を構成している。NchトランジスタN1のソース端子は、電流源121を介して電源電位VDDと接続され、NchトランジスタN2のソース端子は、電流源122を介して電源電位VDDと接続されている。さらに、NchトランジスタN1のソース端子とNchトランジスタN2のソース端子との間には、コンデンサCaが接続されている。

20

【0019】

端子OUT1と端子OUT2とは、電流源120を介して接地電位GNDに接続されている。

【0020】

振動子110は、SAW振動子で構成されており、振動子110の等価回路111は、図5(B)に示すように、直列に接続された等価直列インダクタL1と等価直列コンデンサC1と等価直列抵抗R1と、これらと平行に接続された等価並列コンデンサC0とからなる回路で表現される。

30

【0021】

<発振器の動作>

次に、発振器の動作について図2を参照して説明する。図2は、発振器の動作を示すタイミング図である。

【0022】

図2(A)は、端子OUT1と端子OUT2との間に接続された抵抗素子R2とインダクタL2とコンデンサC2とで構成されるLC並列共振回路の発振時間を示すタイミング図である。抵抗素子R2は、等価回路111の等価直列抵抗R1の抵抗値よりも大きい値で設定され、インダクタL2は、等価回路111の等価直列インダクタL1よりも小さい値で設定されている。抵抗素子R2とインダクタL2とコンデンサC2とで構成されるLC並列共振回路のQ特性Q2は、角周波数をとすると、 $Q2 = \omega \times L2 / R2$ となり、発振起動時間td2は、 $td2 = (2 \times Q2) / \omega = 2 \times L2 / R2$ となる。図2(A)に示すように、抵抗素子R2とインダクタL2とコンデンサC2とで構成されるLC並列共振回路は、約6μ秒の時点で発振周波数が24MHzに達するように構成されているものとする。

40

【0023】

一方、図2(B)は、端子OUT1と端子OUT2との間に接続された振動子110とインダクタL2とコンデンサC2とで構成されるLC並列共振回路の発振時間を示すタイミング図である。振動子110とインダクタL2とコンデンサC2とで構成されるLC並

50

列共振回路のQ特性 Q_1 は、 $Q_1 = \frac{1}{R_1} \times (L_1 + L_2)$ となり、発振起動時間 t_{d1} は、 $t_{d1} = (2 \times Q_1) / \omega = 2 \times (L_1 + L_2) / R_1$ となる。インダクタ L_2 の値はインダクタ L_1 の値よりも格段に小さいので、発振起動時間 t_{d1} は、 $t_{d1} \approx 2 \times L_1 / R_1$ となる。図2(B)に示すように、振動子110とインダクタ L_2 とコンデンサ C_2 とで構成されるLC並列共振回路は、0秒から発振周波数が徐々に大きくなり、約100 μ 秒の時点で発振周波数が10MHzに達するように構成されているものとする。

【0024】

ここで、発振起動時間 t_{d2} が発振起動時間 t_{d1} よりもかなり短くなった理由は、LC並列共振回路のQ特性 Q_2 は、Q特性 Q_1 よりも桁違いに小さいからである。

【0025】

発振起動時間 t_{d2} は、前述のように $t_{d2} = 2 \times L_2 / R_2$ であり、発振起動時間 t_{d1} は、 $t_{d1} = L_1 / R_1$ であるので、 $L_2 / R_2 < L_1 / R_1$ であれば、 $t_{d2} < t_{d1}$ となる。

【0026】

ここで、抵抗素子 R_2 の抵抗値を等価回路111の等価直列抵抗 R_1 の抵抗値よりも大きい値で設定しても、発振起動時間 t_{d2} を発振起動時間 t_{d1} よりも短くすることができる。インダクタ L_2 を等価回路111の等価直列インダクタ L_1 よりも小さい値で設定しても、発振起動時間 t_{d2} を発振起動時間 t_{d1} よりも短くすることができる。

【0027】

図2(C)は、発振器1の発振時間を示すタイミング図である。発振器1は、($t_{d2} =$)約6 μ 秒の時点で抵抗素子 R_2 とインダクタ L_2 とコンデンサ C_2 とで構成されるLC並列共振回路による発振周波数=24MHzに達した直後、振動子110とインダクタ L_2 とコンデンサ C_2 とで構成される並列共振回路による発振周波数=10MHzになる。

【0028】

以上に述べた本実施形態によれば、以下の効果が得られる。

【0029】

本実施形態では、振動子が発振を開始するまでの期間にインダクタとコンデンサにより構成されるLC並列発振回路が先に発振をするので振動子単体より短時間で起動することができ、振動子が発振を開始すれば周波数純度の高い発振器を実現できる。

【0030】

以上、発振器の実施形態を説明したが、こうした実施の形態に何ら限定されるものではなく、趣旨を逸脱しない範囲内において様々な形態で実施し得ることができる。以下、変形例を挙げて説明する。

【0031】

(変形例1) 発振器の変形例1について説明する。前記第1実施形態では、発振回路部100をNchトランジスタ N_1 、 N_2 で構成した場合を説明したが、Pchトランジスタで構成してもよい。

【0032】

(変形例2) 発振器の変形例2について説明する。前記第1実施形態の発振器1のコンデンサ C_2 とインダクタ L_2 を、図3に示すように逆に配置してもよい。

【0033】

(変形例3) 発振器の変形例3について説明する。前記第1実施形態の発振器1に含まれる抵抗素子 R_2 を、図4に示すように可変抵抗素子 V_{R2} にしてもよい。可変抵抗素子 V_{R2} により、起動時間を制御することができる。

【0034】

(変形例4) 発振器の変形例4について説明する。前記第1実施形態では、振動子110をSAW振動子で構成した場合を説明したが、音叉型振動子、AT振動子、FBAR(Film Bulk Acoustic Resonator)、MEMS振動子、SMR(Solid Mounted Resonator)などで構成してもよい。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

【図 1】第 1 実施形態に係る発振器の構成を示す回路図。

【図 2】発振器の動作を示すタイミング図。

【図 3】変形例 2 の発振器の構成を示す回路図。

【図 4】変形例 3 の発振器の構成を示す回路図。

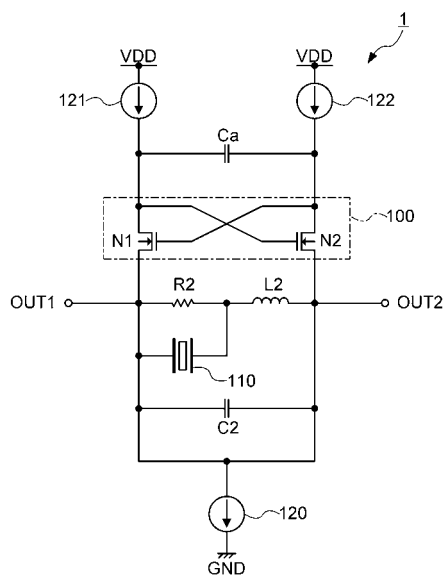
【図 5】従来の発振器の構成を示す回路図。

【符号の説明】

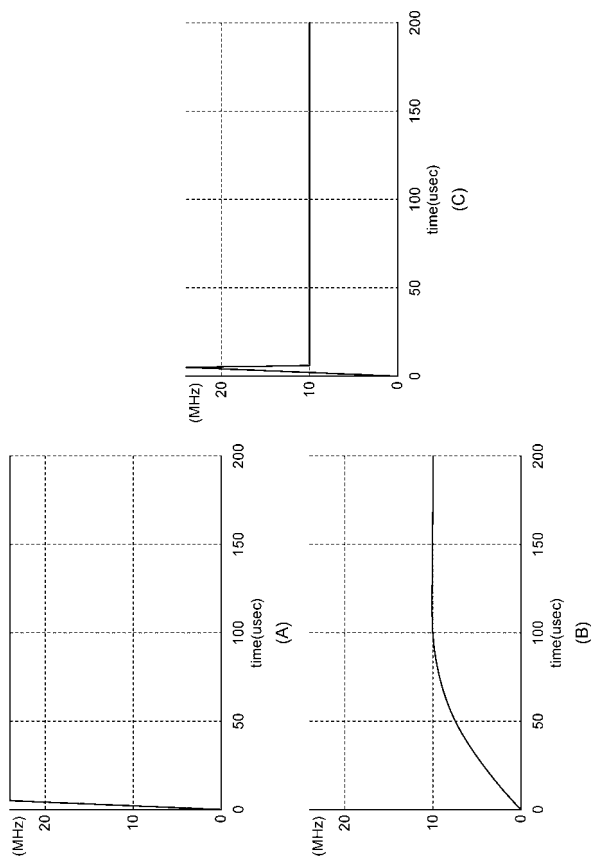
【 0 0 3 6 】

1 ... 発振器、 1 0 0 ... 発振回路部、 1 1 0 ... 振動子、 1 1 1 ... 等価回路、 1 2 0 , 1 2 1 , 1 2 2 ... 電流源。

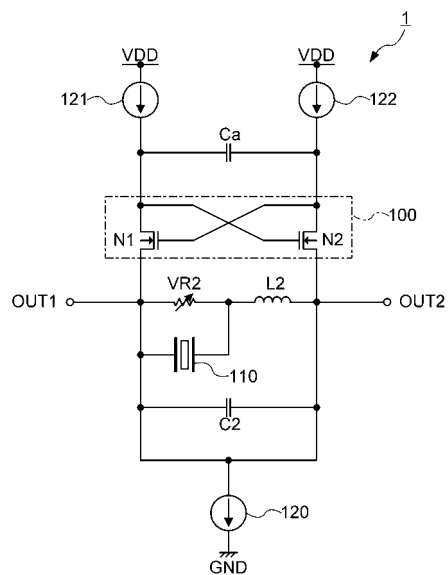
【図 1】



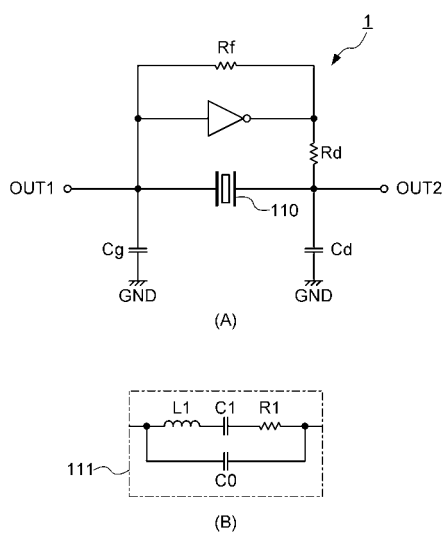
【図 2】



【圖 4】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特公昭53-026469(JP, B1)
特開平09-102712(JP, A)
米国特許第06696899(US, B1)
特開2005-269083(JP, A)
特開2007-096396(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03B	5 / 32
H03B	5 / 08
H03B	5 / 30
H03K	3 / 354