

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-533443

(P2005-533443A)

(43) 公表日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int. Cl.⁷

H03K 3/354
H03K 3/03

F I

H03K 3/354
H03K 3/03

テーマコード(参考)

5J043

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-521892 (P2004-521892)
(86) (22) 出願日 平成15年7月16日 (2003. 7. 16)
(85) 翻訳文提出日 平成17年1月14日 (2005. 1. 14)
(86) 国際出願番号 PCT/US2003/022188
(87) 国際公開番号 W02004/008639
(87) 国際公開日 平成16年1月22日 (2004. 1. 22)
(31) 優先権主張番号 10/195, 949
(32) 優先日 平成14年7月16日 (2002. 7. 16)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

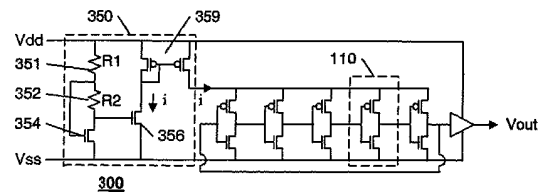
(71) 出願人 590000248
コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
Koninklijke Philips Electronics N. V.
オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェッハ 1
Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands
(74) 代理人 100075812
弁理士 吉武 賢次
(74) 代理人 100088889
弁理士 橘谷 英俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 周波数安定化リングオシレータ

(57) 【要約】

電流制御リングオシレータ(300)はこのリングオシレータ(300)の各反転段(110)に電流を供給するために単一の制御された電流源を用いる。制御された電流はプロセス、電圧、又は、温度状態を補償するよう動的に調整される。広いレンジのプロセス、電圧、又は、温度変化に渡ってすべての反転段(110)に制御された電流を供給する比較的簡単な回路(350)が用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御された電流出力を供給するように構成された電流発生器と、
動作可能にリング状に結合され、そして、動作可能に前記電流発生器に結合された奇数個の反転段とを備え、

前記反転段は前記制御された電流出力により共通に駆動されることを特徴とするリングオシレータ。

【請求項 2】

前記電流発生器は、

第一の電圧源と第一のノードとの間に動作可能に結合された第一の抵抗器と、

10

前記第一のノードと第二のノードとの間に動作可能に結合された第二の抵抗器と、

前記第一のノードに動作可能に結合されたゲートと、

前記第二のノードに動作可能に結合された第一の端子と、

第二の電圧源に動作可能に結合され、前記第一の端子との間の電流の流れが前記ゲートにより制御される第二の端子とを有する第一のトランジスタと、

前記第二のノードに動作可能に結合されたゲートと、

前記第二の電圧源に動作可能に結合された第一の端子と、

前記制御された電流出力に動作可能に結合され、前記第一の端子との間の電流の流れが前記ゲートにより制御される第二の端子とを有する第二のトランジスタとを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のリングオシレータ。

20

【請求項 3】

前記電流発生器はさらに前記第二のトランジスタの前記第二の端子と前記制御された電流出力との間に動作可能に結合されたカレントミラーを備えた特徴とする請求項 2 に記載のリングオシレータ。

【請求項 4】

各反転段は、

前の反転段に動作可能に結合されたゲートと、

前記制御された電流出力に動作可能に結合された第一の端子と、

次の反転段に動作可能に結合され、前記第一の端子との間の電流の流れが前記ゲートにより制御される第二の端子とを有する第三のトランジスタと、

30

前記前の反転段に動作可能に結合されたゲートと、

前記次の反転段に動作可能に結合された第一の端子と、

前記第二の電圧源に動作可能に結合され、前記第一の端子との間の電流の流れが前記ゲートにより制御される第二の端子とを有する第四のトランジスタとを備えたことを特徴とする請求項 3 に記載のリングオシレータ。

【請求項 5】

広いレンジのプロセス、電圧、そして、温度変化に渡ってほぼ安定した発振周波数を発生ために前記制御された電流出力が供給されるように、前記第一のトランジスタと前記第二のトランジスタとの抵抗値と、前記第一のトランジスタと前記第二のトランジスタとのサイズ値が決められることを特徴とする請求項 2 に記載のリングオシレータ。

40

【請求項 6】

前記電流発生器は少なくとも、

動作温度の上昇、

閾値電圧の上昇、

ベータの減少のいずれか一つを基に前記制御された電流出力を増加させるように構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載のリングオシレータ。

【請求項 7】

前記電流発生器は該電流発生器への供給電圧の変化に無関係に前記制御された電流出力を供給するように構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載のリングオシレータ。

【請求項 8】

50

各反転段は、
 前の反転段に動作可能に結合されたゲートと、
 前記制御された電流出力に動作可能に結合された第一の端子と、
 次の反転段に動作可能に結合され、前記第一の端子との間の電流の流れが前記ゲートにより制御される第二の端子とを有する第一のトランジスタと、
 前記前の反転段に動作可能に結合されたゲートと、
 前記次の反転段に動作可能に結合された第一の端子と、
 電圧源に動作可能に結合され、前記第一の端子との間の電流の流れが前記ゲートにより制御される第二の端子とを有する第二のトランジスタとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のリングオシレータ。

10

【請求項 9】

前記電流発生器は P T A T 電流発生器を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のリングオシレータ。

【請求項 10】

複数の反転段を含むリングオシレータの出力周波数を制御する方法であって、
 制御された電流出力を供給し、
 前記制御された電流出力を前記リングオシレータの前記複数の反転段の各反転段に供給することを特徴とする方法。

【請求項 11】

動作温度の上昇、
 前記複数の反転段の閾値電圧の上昇、
 前記複数の反転段のベータの減少の少なくともいずれか一つを基に前記制御された電流出力を増加させることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

20

【請求項 12】

前記制御された電流は該制御された電流を供給する電圧源の変化に無関係にほぼ一定であることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電子回路の分野に関し、そして、特に、様々なプロセス、電圧、そして、
 温度条件に渡って安定した周波数を供給するリングオシレータに関する。

30

【背景技術】

【0002】

リングオシレータはこの分野では一般的であり、直列リング構造に接続された奇数個の反転器を備える。図 1 は 5 個の反転器 110 がリング状に接続されたリングオシレータ 100 を例として示している。バッファ 120 がオシレータ 100 の出力を負荷（図示しない）に供給し、そして、オシレータ 100 を負荷から分離させている。リング内に奇数個の反転器 110 があるので、各反転器は継続して状態をスイッチングする。オシレータ 100 の発振周波数は反転器が状態をスイッチングしたときの速度により決まり、それは主に反転器 110 に使われている素子サイズにより決まる。スイッチング速度はオシレータ 100 の製造プロセスのパラメータ、動作温度、そして、供給電圧（ $V_{dd} - V_{ss}$ ）に依存する。典型的なレンジ、即ち、プロセス・パラメータ（低、中、高）、温度（0 乃至 120 °C）、そして、供給電圧（1.6 乃至 2.0 V）では発振周波数は公称値から 40 % 程変化しうる。

40

【0003】

1994 年 7 月 19 日に Jelinek et al. に与えられた米国特許 5,331,295 "VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR WITH EFFICIENT PROCESS COMPENSATION" はプロセス、電圧、そして、温度変化を補償して制御された発振周波数を供給する電流制御リングオシレータ 100 を教示している。図 2 は Jelinek et al. により教示されたリングオシレータ 200 を例として示している。各反転器段 110 の電流が電流制限トランジスタ 210、

50

215により制御される。電流制御器250が各電流制限トランジスタ210を制御する。トランジスタ・ペア230, 235が対応する電流制限トランジスタ215に等しい電流を供給するよう構成されている。

【0004】

この発明の目的は、様々なプロセス、電圧、そして、温度変化に対して安定な発振周波数を供給する簡単且つ効果的な手段を提供することである。この発明のさらなる目的は、プロセス、電圧、そして、温度変化に対して安定で、この安定性をもたらすのに非常に素子数が少ないリングオシレータを提供することである。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

10

【0005】

これらのそしてさらなる目的は、オシレータ中の反転段数に無関係に単一の制御された電流源を用いる電流制御オシレータにより達成される。制御された電流はプロセス、電圧、又は、温度状態における変化を補償するよう動的に調整される。広いレンジのプロセス、電圧、又は、温度変化に渡ってすべての反転段に制御された電流を供給する比較的簡単な回路が用いられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

この発明が例を挙げ、図面を参照してさらに詳細に説明される。

【0007】

20

全図面を通じて同じ参照番号は同様又は対応する特徴又は機能を示す。

【0008】

図3A, 3Bは各々、この発明のプロセス、電圧、そして、温度補償を伴うリングオシレータ300のブロックダイアグラム、回路図の例を示す。電流源350がほぼ一定な電流を供給し、これがリングオシレータ300の各反転器段110へ動作電流を供給するのに用いられる。このほぼ一定な電流は、後でさらに詳細に説明されるように、電圧、温度、そして、プロセス変化を補償するように制御される。即ち、この制御された電流は、電圧、温度、そして、プロセス状態という特定の組み合わせに依存して動的に変化する電流値においてほぼ一定な電流である。

【0009】

30

各反転段110のスイッチングは各反転段内のキャパシタに対して充放電を繰り返すことにより行われる。図2の従来リングオシレータ200は各反転段へ供給される電流を制御することにより周波数制御を行い、それにより、各反転段のキャパシタに対する充放電に必要な時間を制御する。

【0010】

この出願の発明は、リングオシレータ特有の対称性により比較的安定な全電流が、又は、少なくとも対称的な電流が繰り返し生成されるということを前提としている。すべての反転段110に制御された電流を供給することにより、時間毎電流消費がほぼ一定となり、従って、発振周波数が一定となる。この特有の対称性を認識することにより、図2の従来リングオシレータ200のような格段に各々独立した電流制御が不要となり、リングオシレータ200と比較して安価で簡単な形態となる。

40

【0011】

リングカウンタの発振周波数が限定された変動内で制御されるように、広いレンジのプロセス、電圧、そして、温度変化に対して制御された電流を供給するように電流源350が構成される。リングオシレータの動作温度が上がるとスイッチング速度が遅くなるので発振周波数を低くする。ある簡単な実施形態では、従来PTAT(絶対温度に比例)電流源が温度と共に増加する電流を供給してこの周波数低下を補償するのに用いられてもよい。必要な補償の程度は従来回路シミュレーション・ツール且つ又は回路最適化ツールを用いて決めることができる。

【0012】

50

同様に、プロセス・パラメータに関しては、リングオシレータ内のトランジスタの閾値電圧に反比例して、さらに、トランジスタの利得又はベータに対して直接反比例してスイッチング速度が変化する。従って、ある好ましい実施形態では、電流源 350 が、さらに、トランジスタの閾値電圧が上昇し、そして、トランジスタ・ベータが低下すると供給電流を増加するように構成される。

【0013】

さらに好ましくは、電流源 350 は、供給電圧に対して実質的に独立した、上記の、温度補償され且つ又はプロセス補償された電流を供給するように構成される。例えば、この分野では一般的な、バイポーラ又は電界効果型回路を用いて実装される、バンドキャップ電圧基準では、通常、その一つ又はそれ以上のブランチに P T A T 電流が流れる。

10

【0014】

図 3 B に示されている好ましい実施形態では、電流源 350 は、直列接続トランジスタ 354 を介して電流を制御する一組の直列接続された抵抗 R 1 351、R 2 352 を備える。直列抵抗 351、352 間の共通ノードからトランジスタ 354 のゲートに制御電圧が供給され、そして、直列接続の末端ノードからトランジスタ 354 を介して電流が供給される。直列接続の末端ノードからはさらにトランジスタ 356 のゲートに制御電圧が供給され、これが、ミラー構成 359 を介して制御された電流 i を供給する。与えられたプロセス、温度、そして、電圧状態の組み合わせに対して比較的一定な発振周波数を供給するように、従来の回路シミュレーション及び最適化技術を用いて R 1, R 2 の値、そして、トランジスタ 354、356 のサイズが決められる。ある実施形態の例では、典型的なレンジ、即ち、プロセス・パラメータ（低、中、高）、温度（0 乃至 120 °C）、そして、供給電圧（1.6 乃至 2.0 V）での発振周波数の変化が 10% 未満となるように以下の値が与えられる。

20

$$R 1 = 116.7 \text{ K}$$

$$R 2 = 10.4 \text{ K}$$

$$T 354 : \text{幅 } 4 \mu\text{m、長さ } 1.06 \mu\text{m}$$

$$T 356 : \text{幅 } 8.42 \mu\text{m、長さ } 3.2 \mu\text{m}$$

【0015】

この結果は、上記の図 1 の従来のリングオシレータ 100 の典型的な 40% 変化と比べて非常に好ましい。図 4 に 350' として示された従来の P T A T 電流源を用いても同様な結果が得られた。

30

【0016】

図 3 B と図 4 の回路例では電界効果型トランジスタが用いられたが、制御された電流 i を供給するのに他の技術、例えば、バイポーラを用いることができることをこの分野の当業者であれば分かることである。上記のように、制御された電流 i は、好ましくは、

温度と共に増加し、
トランジスタ閾値電圧と共に増加し、
トランジスタ・ベータに対して減少し、
供給電圧と共に一定である。

【0017】

上記記載はこの発明の原理を示したに過ぎない。ここには明瞭に記載又は示されていないが、この発明の原理を具現化し、以下の請求項の精神並び範囲から外れることなく様々な態様を考案できることはこの分野の当業者であれば理解できることである。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】従来のリングオシレータのブロックダイアグラムの例を示す。

【図 2】プロセス、電圧、そして、温度補償を伴う従来のリングオシレータのブロックダイアグラムの例を示す。

【図 3 A】この発明のプロセス、電圧、そして、温度補償を伴うリングオシレータのブロックダイアグラムの例を示す。

50

【図3B】この発明のプロセス、電圧、そして、温度補償を伴うリングオシレータの回路図の例を示す。

【図4】従来の温度補償電流源の回路図の例を示す。

【図1】

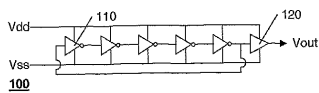
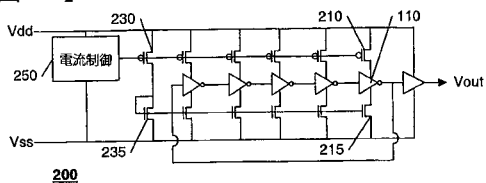


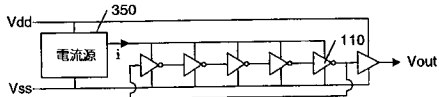
FIG. 1 [Prior Art]

【図2】

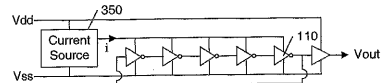


200

【図3A】

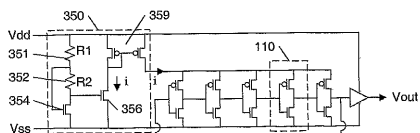


300



300

FIG. 3A



300

FIG. 3B

【図4】

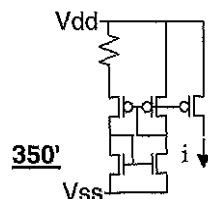


FIG. 4 [Prior Art]

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 03/22188

| | | |
|---|---|---|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H03K3/03 H03B5/24 H03L7/099 | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H03B H03K H03L | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X A | US 5 072 197 A (ANDERSON DARYL E) 10 December 1991 (1991-12-10) abstract; figure 1 column 1, line 13 - line 16 column 1, line 55 - line 60 column 1, line 66 -column 2, line 8 column 2, line 25 - line 36 column 2, line 50 - line 61 column 2, line 67 -column 3, line 9 column 3, line 10 - line 21 column 3, line 38 - line 41 column 4, line 16 - line 19 --- -/- | 1,6-12 4,5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. | | |
| * Special categories of cited documents : | | |
| *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family |
| Date of the actual completion of the international search 13 February 2004 | | Date of mailing of the international search report 23/02/2004 |
| Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlean 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Authorized officer MESIC, M |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.
 PCT/US 03/22188

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|------------------------|
| Category ^a | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X A | US 6 404 295 B1 (MINAMI KOICHIRO ET AL) 11 June 2002 (2002-06-11) figures 1,2B,5 column 1, line 23 - line 24 column 1, line 49 - line 57 column 3, line 39 - line 48 column 3, line 62 - line 63 column 4, line 57 - line 58 column 5, line 45 - line 55 column 6, line 3 - line 9 column 6, line 29 - line 35 column 6, line 54 - line 62 column 7, line 8 - line 17 --- | 1,6,8, 10,11 3,4 |
| X A | US 5 905 412 A (RASMUSSEN RICHARD R) 18 May 1999 (1999-05-18) abstract; figures 3,4 column 2, line 1 - line 7 column 2, line 33 - line 34 --- | 1,10 3,5 |
| X A | US 5 440 277 A (EWEN JOHN F ET AL) 8 August 1995 (1995-08-08) abstract; figure 3 column 1, line 45 - line 56 column 3, line 24 - line 28 column 3, line 37 - line 39 column 3, line 47 - line 59 ----- | 1 2 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 03/22188

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|--|--------------------------|
| US 5072197 | A | 10-12-1991 JP 3144700 B2 JP 4304708 A | 12-03-2001 28-10-1992 |
| US 6404295 | B1 | 11-06-2002 JP 2001077674 A | 23-03-2001 |
| US 5905412 | A | 18-05-1999 NONE | |
| US 5440277 | A | 08-08-1995 NONE | |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100082991

弁理士 佐藤 泰和

(74)代理人 100096921

弁理士 吉元 弘

(74)代理人 100103263

弁理士 川崎 康

(72)発明者 ポール、エフ・アイルジェムス

アメリカ合衆国カリフォルニア州、サンノゼ、マッカイ、ドライブ、1109、エム/エス41エ
スジェイ

Fターム(参考) 5J043 AA01 AA02 AA05 AA14 AA26 LL02