

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2006 年 4 月 20 日 (20.04.2006)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2006/041107 A1

(51) 国際特許分類:  
H03B 5/32 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/018819

(22) 国際出願日: 2005 年 10 月 12 日 (12.10.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2004-297668  
2004 年 10 月 12 日 (12.10.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エプソントヨコム株式会社 (EPSON TOYOCOM CORPORATION) [JP/JP]; 〒2128513 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目 4 8 4 番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 富雄 (SATO, Tomio) [JP/JP]; 〒2128513 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目 4 8 4 番地 エプソントヨコム株式会社内 Kanagawa (JP).

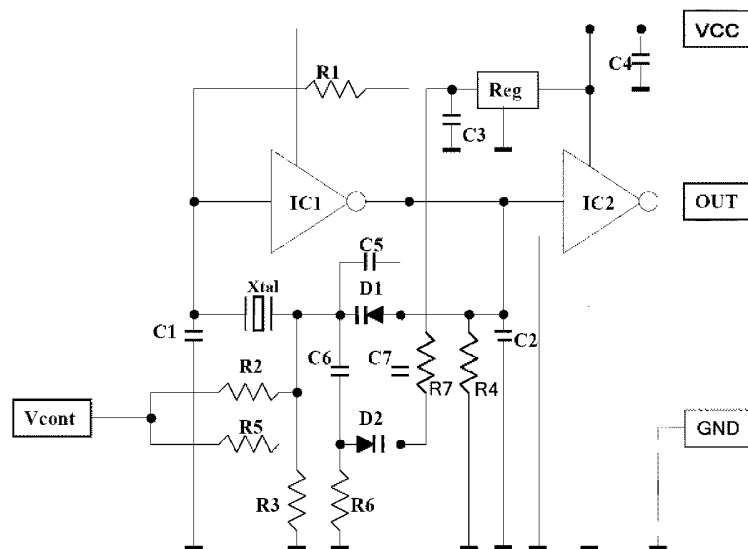
(74) 代理人: 鈴木 均 (SUZUKI, Hitoshi); 〒1650026 東京都中野区新井 2-6-5 DSK 情報センタービル 2 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,

/ 続葉有 /

(54) Title: VOLTAGE CONTROLLED PIEZOELECTRIC OSCILLATOR THAT CAN BE LINEAR FREQUENCY CONTROLLED

(54) 発明の名称: 直線的周波数制御が可能な電圧制御型圧電発振器



(57) Abstract: In a conventional frequency control using a unidirectional voltage control of a variable capacitance diode, there is a limitation in a correction amount for obtaining a linearity. A voltage controlled piezoelectric oscillator comprises, as its variable capacitance means, a first variable capacitance diode; a first capacitor connected in parallel to the first variable capacitance diode; a second variable capacitance diode; a second capacitor inserted between the cathode of the first variable capacitance diode and the anode of the second variable capacitance diode; and a third capacitor inserted between the anode of the first variable capacitance diode and the cathode of the second variable capacitance diode. The opposite polarities of the external control voltage are applied to the respective ones of the first and second variable capacitance diodes.

(57) 要約: 従来の可変容量ダイオードへの単方向電圧制御による周波数制御では、直線を得るための補正量に限界がある。電圧制御型圧電発振器を構成する可変容量手段として、第 1 の可変容量ダイオードと、該第 1 の可変容量ダイオードと並列に接続された第 1 のコンデンサと、前記第 2 の

/ 続葉有 /

WO 2006/041107 A1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書  
— 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

可変容量ダイオードと、前記第1の可変容量ダイオードのカソードと第2の可変容量ダイオードのアノードとの間に挿入接続された第2のコンデンサと、前記第1の可変容量ダイオードのアノードと第2の可変容量ダイオードのカソードとの間に挿入接続された第3のコンデンサとを備え、前記外部制御電圧を前記第1の可変容量ダイオードと第2の可変容量ダイオードに対してそれぞれ極性が逆向きとなるように印加したものであることを特徴とする。

## 明 細 書

### 直線的周波数制御が可能な電圧制御型圧電発振器

#### 技術分野

[0001] 本発明は直線的な周波数制御が可能な電圧制御型圧電発振器に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 可変容量ダイオード(=Variable Capacitance Diode)を用いて発振周波数を可変するタイプの圧電発振器の回路構成は、例えば、QIAJ(Quartz Crystal Industry Association of Japan)の「水晶デバイスの解説と応用(2002. 3)」の17～18ページに示す電圧制御型水晶発振器(VCXO=Voltage Controlled Crystal Oscillator)にまとめられている様に、可変容量ダイオードを発振ループ内に挿入し、可変容量ダイオードに外部より制御電圧を印加して、可変容量ダイオードの容量を変化させることにより発振ループの負荷容量を変化させて周波数を可変するものである。

図5は例えば特開平09-214250号公報にも開示されている一般的な電圧制御型水晶発振器の回路例であって、発振回路にインバーター素子IC1を用いており、該インバーター素子IC1の入出力間に高抵抗R1を挿入して動作点を常にセンターとなるように設定する。また、前記インバーター素子IC1の入出力間に、水晶振動子Xtalと、可変容量ダイオードD1にコンデンサC5を並列接続した可変容量手段とを直列に挿入し発振ループを構成する。尚、可変容量ダイオードD1にコンデンサC5を並列接続することにより可変範囲を微調することができる。更に、前記インバーター素子IC1の入出力とGND間にそれぞれコンデンサC1・C2を挿入する。

外部からの制御電圧Vcontは高抵抗R2とR3で分圧され、可変容量ダイオードD1のカソードに印加される。可変容量ダイオードD1のアノードは高抵抗R4によりGNDされており、可変容量ダイオードD1のカソード・アノード間の電圧により容量が変化することにより発振ループの負荷容量が変化するため発振周波数が増減することになる。高抵抗R3及びコンデンサC5の素子値によって周波数の可変幅と直線性を微調することができる。

[0003] 図6は高周波発振に使用される他の従来例であり、発振回路に2個のトランジスタ(T<sub>R1</sub>、T<sub>R2</sub>)をカスケードに接続して用いている。又、2個の可変容量ダイオード(D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>)を直列に接続し発振レベルによる自らの変調による雑音特性の劣化の防止を図っている。

従来より圧電発振回路の容量負荷時の周波数オフセットは $D_L$  (=Fractional load resonance frequency offset)として近似的に(1)式で与えられ、その等価回路モデルは図7で示される。発信ループの負荷容量(= $C_L$ )は、回路容量(= $C_c$ )と可変容量(= $C_x$ )を直列に接続した構成と表現することができる。

$$D_L(C_x) \approx \frac{1}{2\gamma} \times \frac{1}{1 + \frac{C_L}{C_0}} \quad \because \frac{1}{C_L} = \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_c} \quad \dots\dots\dots(1)$$

又、公称周波数を与える基準容量(= $C_{Lref}$ )を設定することにより、その周波数オフセット量は(2)式で示される。

$$D_{Lref}(C_x) \approx \frac{1}{2\gamma} \times \frac{1}{1 + \frac{C_{Lref}}{C_0}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

公称周波数からの周波数変化量 $\Delta D_L$ は(1)式と(2)式との差となり、(3)式～(4)式で示すことができる。

$$\Delta D_L(C_x) \approx D_L(C_x) - D_{Lref}(C_x) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\Delta D_L(C_x) \approx \frac{1}{2\gamma} \left\{ \frac{1}{1 + \frac{1}{C_0 \left( \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_c} \right)}} - \frac{1}{1 + \frac{C_{Lref}}{C_0}} \right\} \quad \because \frac{C_L}{C_0} = \frac{1}{\frac{C_0}{C_L}} = \frac{1}{C_0 \left( \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_c} \right)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$\gamma$ : 容量比(= $C_0/C_1$ )

[0004] 可変容量ダイオードの可変容量特性例を図8と図9に示す。これら図8、図9から可変容量ダイオードの可変特性は、(5)式で近似でき、可変容量 $C_x$ として(6)式を得る。

$$V_{ari}(v) = \alpha \times e^{-nv} \dots\dots\dots(5) \quad \alpha : \text{印加電圧=0の容量}$$

$n$  : 傾き

$$C_x = V_{ari}(v) + C_b \dots\dots\dots(6) \quad C_b : \text{可変容量の並列容量}$$

(6)式を(4)式に代入し、外部からの制御電圧により可変容量ダイオードに印加される可変電圧と周波数変化を示す関係式として(7)式を得る。

$$\Delta D_L(C(v)) \approx \frac{1}{2\gamma} \left\{ \frac{1}{1 + \frac{1}{C_0 \left( \frac{1}{\alpha e^{-nv} + C_b} + \frac{1}{C_c} \right)}} - \frac{1}{1 + \frac{C_{Lref}}{C_0}} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

可変電圧に対する直線的周波数変化を与える(8)式を示す。

$$\Delta D_L(C(v)) \approx \frac{1}{2\gamma} \left\{ \frac{1}{1 + \frac{1}{C_0 \left( \frac{1}{C(v)} + \frac{1}{C_c} \right)}} - \frac{1}{1 + \frac{C_{Lref}}{C_0}} \right\} = \frac{1}{2\gamma} \{A(v-a)\} \dots\dots\dots(8)$$

$A$  : 可変電圧に対する周波数の傾き  
 $a$  : 公称周波数で $\Delta D_L=0$ とする電圧

(8)式を変形し可変電圧に対する直線的周波数変化を与える(9)式を示す。

$$C(v) = \frac{1}{\frac{1}{C_0} \frac{1}{\frac{1}{A(v-a)} + \frac{1}{C_{Lref}}} - 1} - \frac{1}{C_c} \dots\dots\dots(9)$$

[0005] 図10に(5)式、(6)式および(9)式のシミュレーション結果例を示す。

ここで、水晶振動子XtalはAt-Cutであり共振周波数が13MHzである。また、 $C_0$

$=1.35\text{pF}$ 、 $\gamma=277$ 、回路容量は $C_c=60\text{pF}$ とした。さらに可変電圧 $V_{\text{cont}}\pm 2.5\text{Vdc}$ 、可変幅 $\Delta D_L\pm 45\text{ppm}$ としている。

直線を得る可変容量 $C(v)$ は $0\text{V}$ で $\approx 11.8\text{pF}$ 、 $5\text{V}$ で $\approx 7.5\text{pF}$ となる曲線となる。同容量可変に非常に近い特性を示す可変容量ダイオード $V_{\text{bari}}$ と並列容量 $C_b$ の合成容量を(10)式に示す。

$$11.02 \times e^{-0.097v} + 0.6 \quad [\text{pF}] \quad \dots\dots\dots(10)$$

また、その時の $C(v)$ と可変容量ダイオード合成容量の容量の差は最大 $\approx 0.3\text{pF}$ 以下である。

図11に直線を得る可変容量 $C(v)$ と合成容量による近似可変容量ダイオードによる周波数可変とその差を示す。1ppmの差で幅70ppmの可変を得る。この値は、可変容量ダイオードによる補償限界を示すものと考えられる。

図12に示す結果は、理想の容量可変と近似可変容量ダイオードとの容量差、及び同容量差による周波数偏差を示す。

図12の内容の概要を図13に示す。即ち、「直線を得る理想の容量可変」とログ変化に従う「可変容量ダイオードの容量可変」は最適の選択をした場合、P1とP2の2点で交わり、2点間の近傍で最良の特性を得ることができることを示しており、また補正の限界を示すことにもなっている。

特許文献1:特開平09-214250号公報

特許文献2:特開平10-056330号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 図12及び図13に示す様に従来の可変容量ダイオードへの単方向電圧制御による周波数制御では、直線を得るための補正量に限界がある。

そこで、本発明は直線可変を得るための理想の容量変化曲線に対し、同曲線に複数の交点を得る近似曲線を構成し、より精度の高い補償を行う可変容量ダイオードを用いた補正回路を構成することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、電圧制御型圧電発振器を構成する可変容量手段として、第1の可変容量ダイオードと、該第1の可変容量ダイオードと並列に接続された第1のコンデンサと、前記第2の可変容量ダイオードと、前記第1の可変容量ダイオードのカソードと第2の可変容量ダイオードのアノードとの間に挿入接続された第2のコンデンサと、前記第1の可変容量ダイオードのアノードと第2の可変容量ダイオードのカソードとの間に挿入接続された第3のコンデンサとを備え、前記外部制御電圧を前記第1の可変容量ダイオードと第2の可変容量ダイオードに対してそれぞれ極性が逆向きとなるように印加したものであることを特徴とする。

請求項2に記載の発明は、前記第1の可変容量ダイオードとして、複数の可変容量ダイオードを並列接続したものをを用いたことを特徴とする。

請求項3に記載の発明は、前記第2の可変容量ダイオードとして、複数の可変容量ダイオードを並列接続したものをを用いたことを特徴とする。

請求項4に記載の発明は、前記第1の可変容量ダイオードに、更に可変容量ダイオードを並列接続したことを特徴とする。

請求項5に記載の発明は、前記第2の可変容量ダイオードに、更に可変容量ダイオードを並列接続したことを特徴とする。

## 発明の効果

[0008] 従来の可変容量ダイオードへの単方向印加による補正では、図12及び図13に示す様に理想容量可変曲線と近似可変容量ダイオード合成容量可変曲線は最適の定数設定でも交点は2点までである。それに比べ本発明では、図15に示す様に、第2の可変容量ダイオードを設け、逆電圧印加による第2の補正を付加することにより3点の交点を得る直線補正が可能になり、可変範囲が広く精度の高い補正が可能になる。

この技術により、精度の高い温度補償型発振器(TCXO)、また、より広範囲に直線性を得る電圧制御型発振器(VCXO)に応用が可能であり、携帯電話等の周波数リファレンスを必要とする通信機器の性能向上に大きく寄与することができる。

## 発明を実施するための最良の形態

[0009] 以下、本発明を実施形態例に基づいて詳細に説明する。

図1は本発明に係る電圧制御型圧電発振器の第1の実施形態例を示す回路図であり、図5に示した従来回路と同一の部分については同一の符号を付して詳細な説明は重複を避けるため省略する。

図5の従来回路では、可変容量手段として、可変容量ダイオードD1にコンデンサC5を並列接続し、更に水晶振動子Xtalに直列接続したものを発振ループに挿入していた。外部制御電圧Vcontは高抵抗R2とR3で分圧し可変容量ダイオードD1のカソードに印加したものであり、電圧変化により容量が変化、発振周波数が制御されるものであった。

これに対し、図1の回路では、可変容量手段として、第2の可変容量ダイオードD2のアノードをコンデンサC6を介し第1の可変容量ダイオードD1のカソードに接続し、また、第2の可変容量ダイオードD2のカソードをコンデンサC7を介し第1の可変容量ダイオードD1のアノードに接続したものをを用いており、更に第2の可変容量ダイオードD2のカソードは高抵抗R7を介し基準電源Regに接続されプルアップされている。

外部制御電圧Vcontは抵抗R2を経由し、従来の制御を行うと同時に高抵抗R5とR6で分圧され第2の可変容量ダイオードD2のアノードに印加される。これにより可変容量ダイオードD2のカソード・アノード間の電位は制御電圧の上昇に従い低下、可変容量ダイオードD2の可変容量は減少することになる。

[0010] 従来の可変容量ダイオードD1とコンデンサC5のみを用いた可変容量手段による合成容量を $C_{x1}$ とすると、(5)式、(6)式と同様に(11)式、(12)式に示すことができる。

$$V_{ari1}(v) = \alpha \times e^{-nv} \dots\dots\dots(11)$$

$$C_{x1}(v) = V_{ari1}(v) + C_b \dots\dots\dots(12)$$

第2の可変容量ダイオードD2に印加される電圧を $V_{ari2}$ として(13)式に示し、直列容量 $C_d$ の合成容量を $C_{x2}$ とすると(14)式で与えられる。 $C_{x1}$ と $C_{x2}$ の合成容量を $C_{x3}$ とすると(15)式に示したようになる。

$$V_{ari2}(v) = \beta \times e^{-m(v_{ref}-v)} \quad V_{ref}: \text{基準電圧} \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$C_{x2}(v) = \frac{1}{\frac{1}{C_d} + \frac{1}{V_{ari2}(v)}} \quad \dots\dots\dots(14)$$

$C_d$ : 接続コンデンサの容量

$$C_{x3}(v) = C_{x1}(v) + C_{x2}(v) = V_{ari1}(v) + C_b + \frac{1}{\frac{1}{C_d} + \frac{1}{V_{ari2}(v)}} \quad \dots\dots\dots(15)$$

図2は第2の実施形態例を示すものであり、本発明に係る可変容量手段を携帯電話等の基準発振に最も良く使用されているトランジスタ2個をカスケードに接続した発振回路に適用したものである。可変容量手段の構成と動作は図1の回路と基本的に同じである。

図3は第3の実施形態例を示すものであり、第1及び第2の可変容量ダイオードとして複数の可変容量ダイオードを並列に接続したものをそれぞれ配置し、組み合わせる可変容量ダイオードによって0バイアス時の容量、制御電圧に対する変化量を適切な値に調整可能とするものである。即ち、複数の異なる特性を備えた可変容量ダイオードを組み合わせることで、単体の可変容量ダイオードでは得られなかった優れた可変容量手段を実現できる。

[0011] 図4は第4の実施形態例を示すものであり、第1及び第2の可変容量ダイオードとして複数の可変容量ダイオードを直列に接続したものをそれぞれ配置し、組み合わせる可変容量ダイオードによって図3の実施形態例と同様に制御電圧に対する適切な容量変化を得ることを可能にするものである。

図15に直線可変を得る理想可変容量 $C_r(v)$ と(15)式に従う合成容量 $C_{x3}(v)$ の特性と、周波数可変と直線可変との差の絶対値を示す。更に、図15に従う合成容量 $C_{x3}(v)$ を(16)式に示す。

$$C_{x3}(v) = 10.555 \times e^{-1.32v} + 1 + \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \times e^{-0.3v}}} \quad [pF] \quad \dots\dots\dots(16)$$

(16)式に示す容量可変に基づく周波数可変 $DLC_{x3}$ と直線可変の差の絶対値より、全可変範囲0～5Vで直線より0.2ppmの偏差内に収まる。

直線と近似可変容量ダイオード合成容量 $C_{x3}(v)$ は交点が3つとなる。

図16は理想可変容量 $C_r(v)$ と近似可変容量ダイオード合成容量可変 $C_{x3}(v)$ の差と $C_r$ に基づく直線的周波数可変と $C_{x3}(v)$ に基づく周波数可変の差を示す図である。

図16の結果を図14と比較して説明すると、直線を得る理想容量可変曲線に対し、従来の単方向可変では点線に示す様にログ表示では直線になるため、交点は2つとなる。これに対し本発明に於いては合成可変容量ダイオードによる容量可変曲線は交点が3つとなるため精度の高い直線補正が可能となる。

以上、本発明を所謂VCXOを例示して説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、水晶振動子以外の圧電振動デバイスを周波数決定素子に用いたものであっても構わないし、このVCXOを温度補償型圧電発振器に適用したのも本発明に帰属することは云うまでもない。

#### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の回路例を示す図。

[図2]本発明の回路例を示す図。

[図3]本発明の回路例を示す図。

[図4]本発明の回路例を示す図。

[図5]従来の回路例を示す図。

[図6]従来の回路例を示す図。

[図7]周波数可変等価モデルを示す図。

[図8]可変容量ダイオードの特性を示す図。

[図9]可変容量ダイオードの特性を示す図。

[図10]従来回路のシミュレーション結果を示す図。

[図11]従来回路のシミュレーション結果を示す図。

[図12]従来回路のシミュレーション結果を示す図。

[図13]従来回路の容量可変説明図。

[図14]本発明回路の容量可変説明図。

[図15]本発明回路のシミュレーション結果を示す図。

[図16]本発明回路のシミュレーション結果を示す図。

#### 符号の説明

[0013] IC1 インバーター素子、R1～R4 抵抗、Xtal 水晶振動子、D1、D2 可変容量ダイオード、C1～C5 コンデンサ、TR1、TR2 トランジスタ

### 請求の範囲

- [1] 外部からの制御電圧に応じて容量値が変化する可変容量手段を備えた電圧制御型圧電発振器であって、
- 前記可変容量手段は、第1の可変容量ダイオードと、該第1の可変容量ダイオードと並列に接続された第1のコンデンサと、前記第2の可変容量ダイオードと、前記第1の可変容量ダイオードのカソードと第2の可変容量ダイオードのアノードとの間に挿入接続された第2のコンデンサと、前記第1の可変容量ダイオードのアノードと第2の可変容量ダイオードのカソードとの間に挿入接続された第3のコンデンサとを備えており、前記外部制御電圧を前記第1の可変容量ダイオードと第2の可変容量ダイオードに対してそれぞれ極性が逆向きとなるように印加したものであることを特徴とする電圧制御型圧電発振器。
- [2] 前記第1の可変容量ダイオードとして、複数の可変容量ダイオードを並列接続したものをを用いたことを特徴とする請求項1に記載の電圧制御型圧電発振器。
- [3] 前記第2の可変容量ダイオードとして、複数の可変容量ダイオードを並列接続したものをを用いたことを特徴とする請求項1又は2に記載の電圧制御型圧電発振器。
- [4] 前記第1の可変容量ダイオードに、更に可変容量ダイオードを並列接続したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の電圧制御型圧電発振器。
- [5] 前記第2の可変容量ダイオードに、更に可変容量ダイオードを並列接続したことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の電圧制御型圧電発振器。

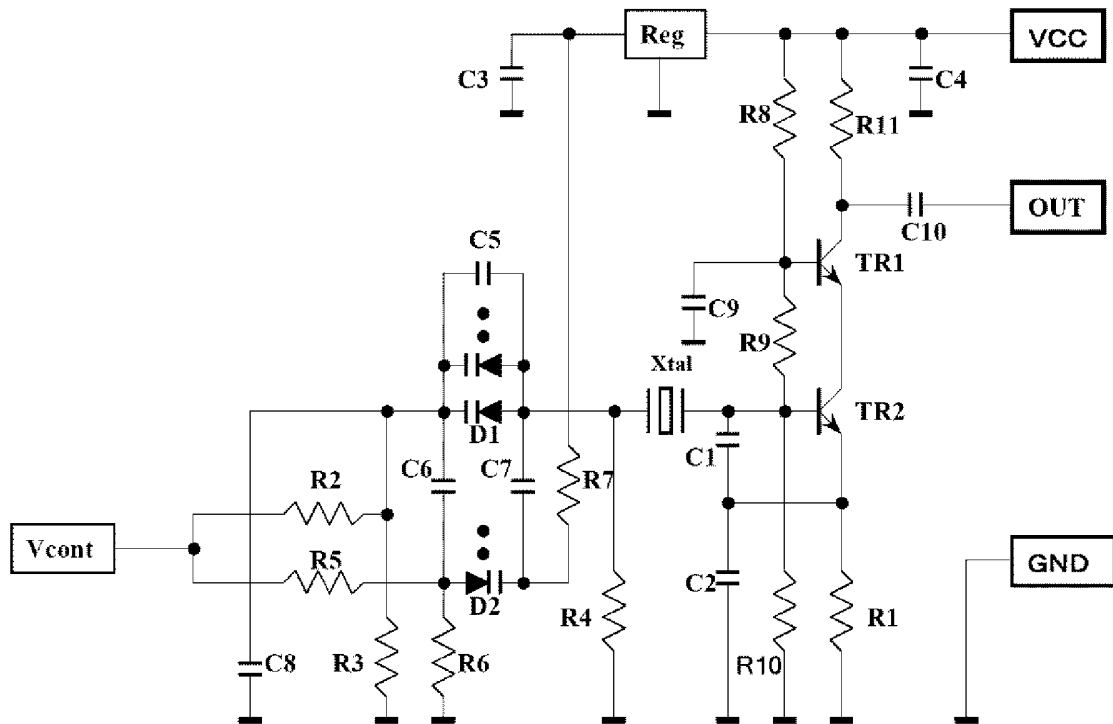
**補正書の請求の範囲**

[2006年3月6日 (06. 03. 2006) 国際事務局受理]

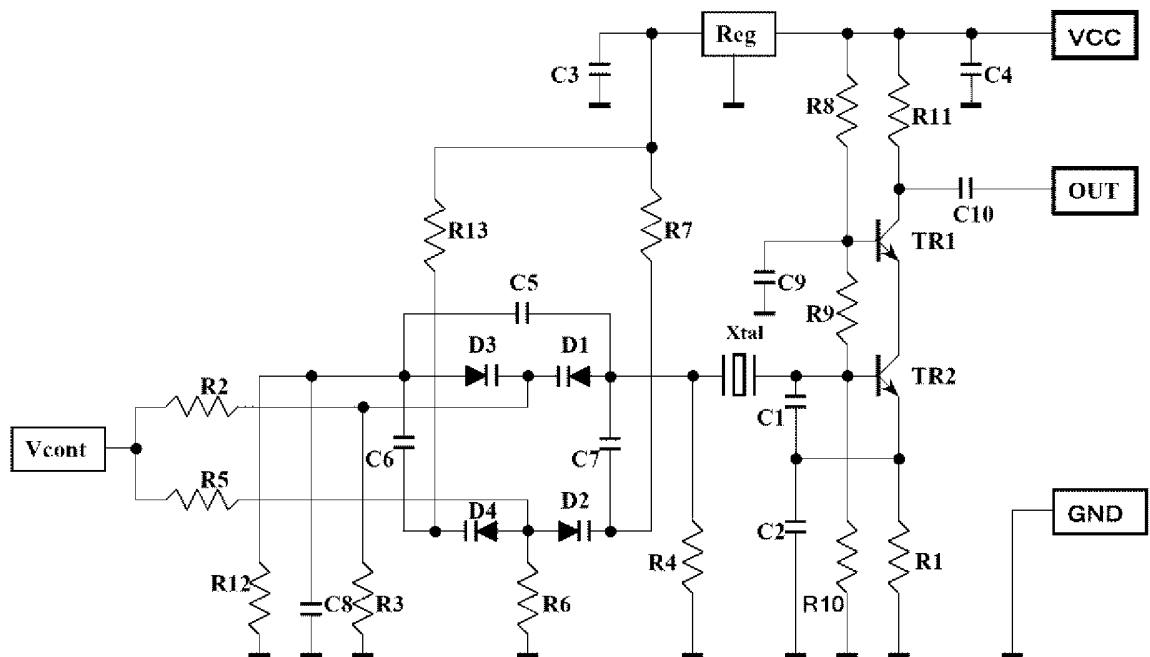
- [1] (補正後)外部からの制御電圧に応じて容量値が変化する可変容量手段を備えた、電圧制御型圧電発振器であって、
- 前記可変容量手段は、第1の可変容量ダイオードと、該第1の可変容量ダイオードと並列に接続された第1のコンデンサと、第2の可変容量ダイオードと、前記第1の可変容量ダイオードのカソードと前記第2の可変容量ダイオードのアノードとの間に挿入接続された第2のコンデンサと、前記第1の可変容量ダイオードのアノードと前記第2の可変容量ダイオードのカソードとの間に挿入接続された第3のコンデンサとを備えており、前記外部制御電圧を前記第1の可変容量ダイオードの一端と前記第2の可変容量ダイオードの一端とにそれぞれ接続し、前記第1の可変容量ダイオードの一端と前記第2の可変容量ダイオードの一端とが互いに極性が異なるものであることを特徴とする電圧制御型圧電発振器。
- [2] 前記第1の可変容量ダイオードとして、複数の可変容量ダイオードを並列接続したものをを用いたことを特徴とする請求項1に記載の電圧制御型圧電発振器。
- [3] 前記第2の可変容量ダイオードとして、複数の可変容量ダイオードを並列接続したものをを用いたことを特徴とする請求項1又は2に記載の電圧制御型圧電発振器。
- [4] 前記第1の可変容量ダイオードに、更に可変容量ダイオードを並列接続したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の電圧制御型圧電発振器。
- [5] 前記第2の可変容量ダイオードに、更に可変容量ダイオードを並列接続したことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の電圧制御型圧電発振器。



[図3]

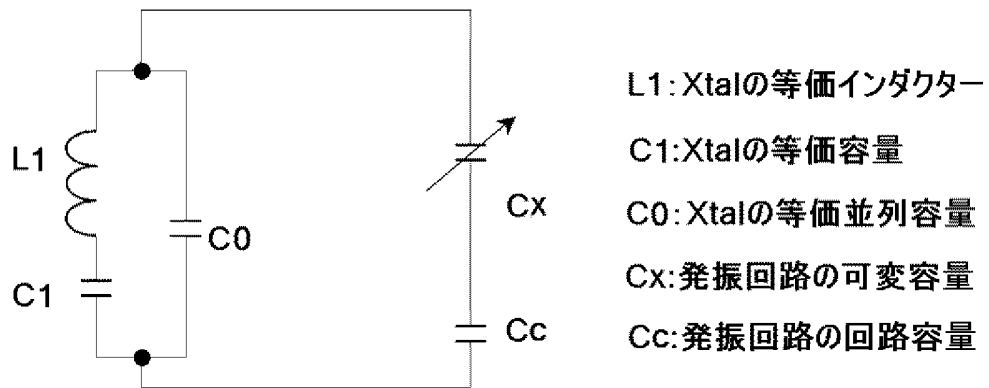


[図4]

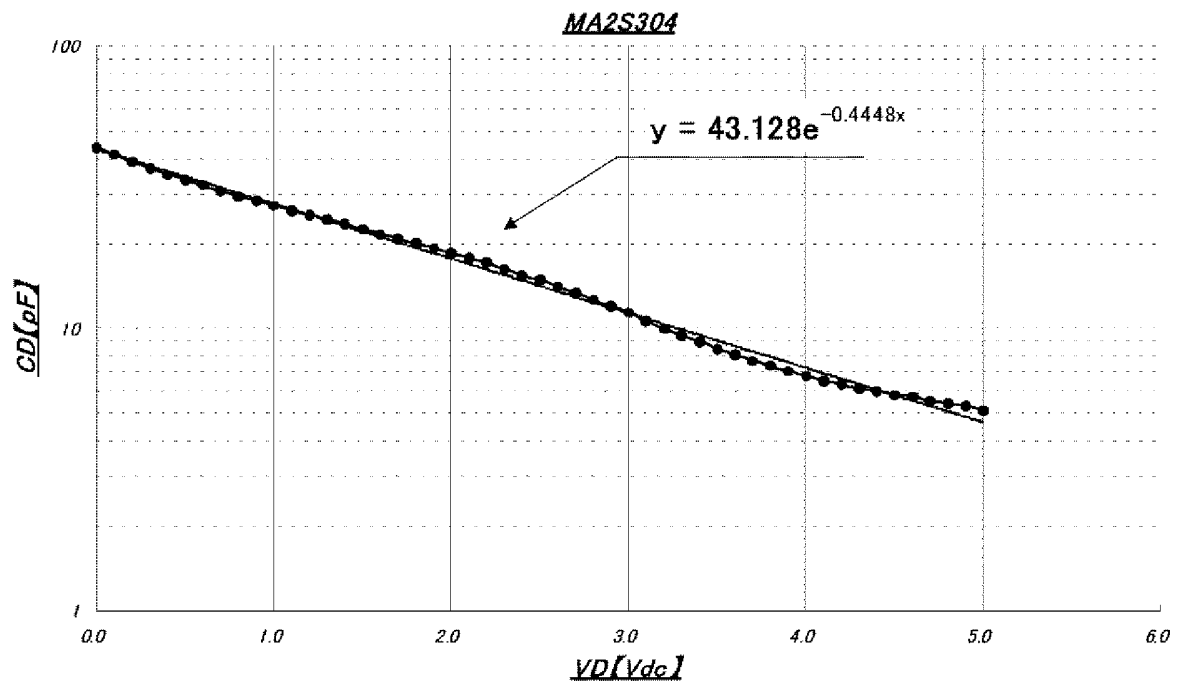


The circuit diagram shows a square wave generator. The input  $V_{cont}$  is connected to a network of resistors  $R2$ ,  $R3$ , and  $R6$ . A diode  $D1$  and capacitor  $C5$  are in series with  $R2$ . A diode  $D2$  and capacitor  $C7$  are in series with  $R6$ . The output of this network is connected to a crystal  $Xtal$  and capacitor  $C1$ . The crystal is connected to the base of transistor  $TR2$ . Transistor  $TR2$  is biased by a voltage divider consisting of  $R9$  and  $R10$  connected to  $VCC$  and  $GND$ . The emitter of  $TR2$  is connected to  $GND$  through capacitor  $C2$ . The collector of  $TR2$  is connected to  $GND$  through resistor  $R1$ . The output of the circuit is taken from the collector of  $TR2$  and is labeled  $OUT$ . The output is connected to a load resistor  $R10$  and a capacitor  $C10$ . The output is also connected to a voltage divider consisting of  $R8$  and  $R11$  connected to  $VCC$  and  $GND$ . The output is connected to a capacitor  $C4$  and a resistor  $R9$  connected to  $VCC$ .

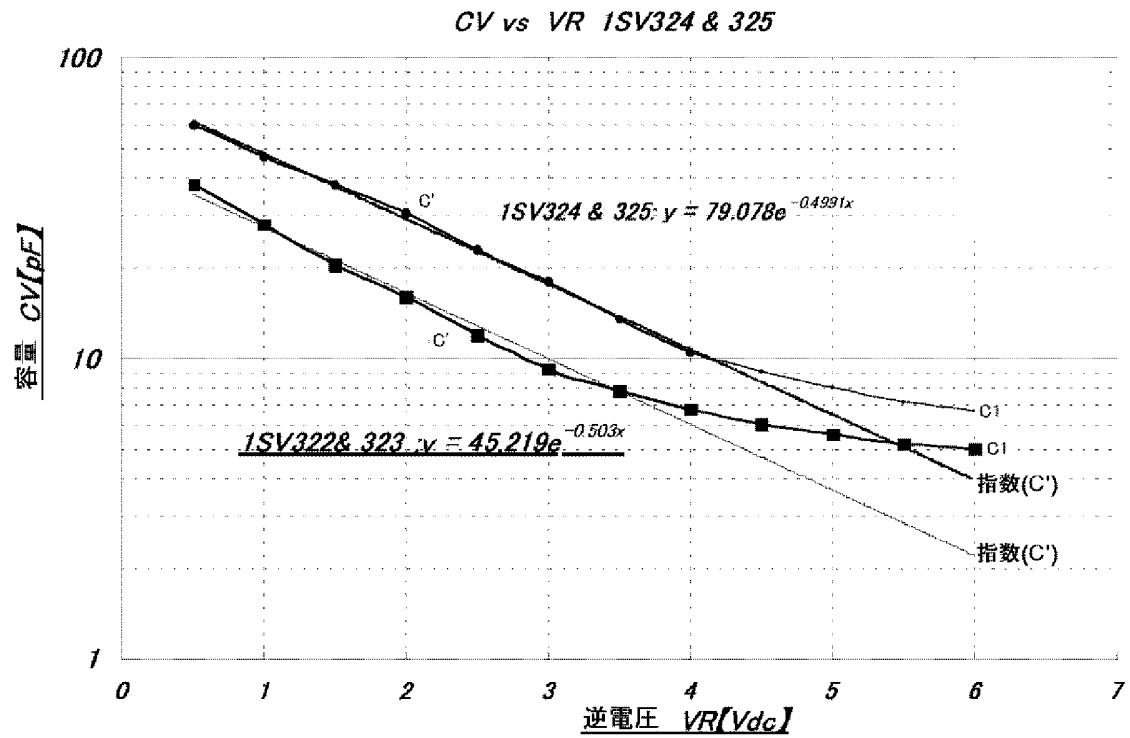
[図7]



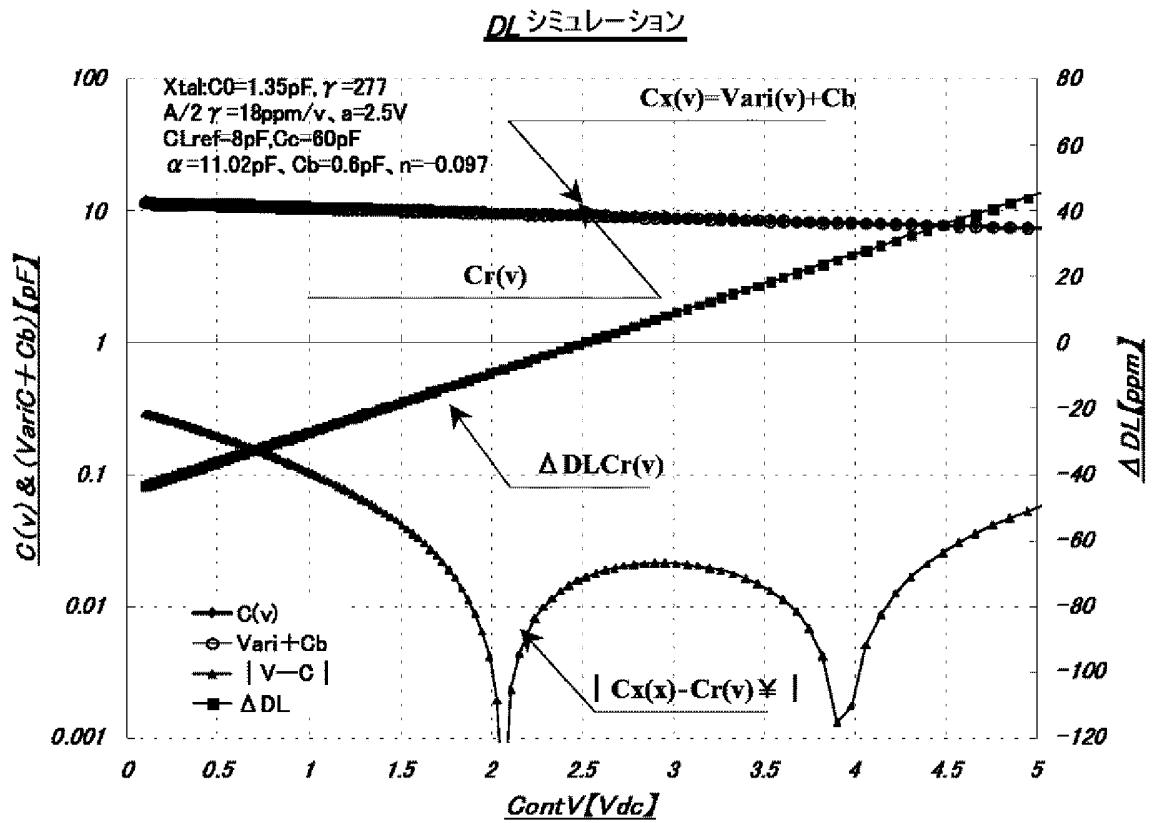
[図8]



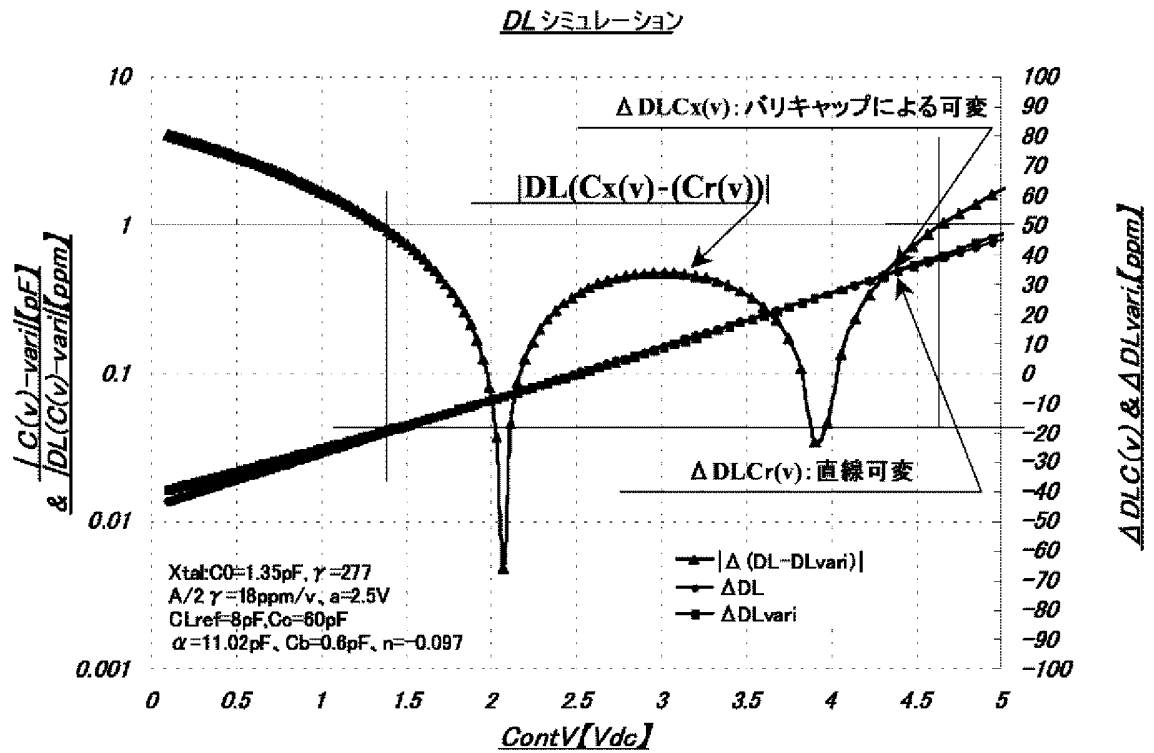
[図9]



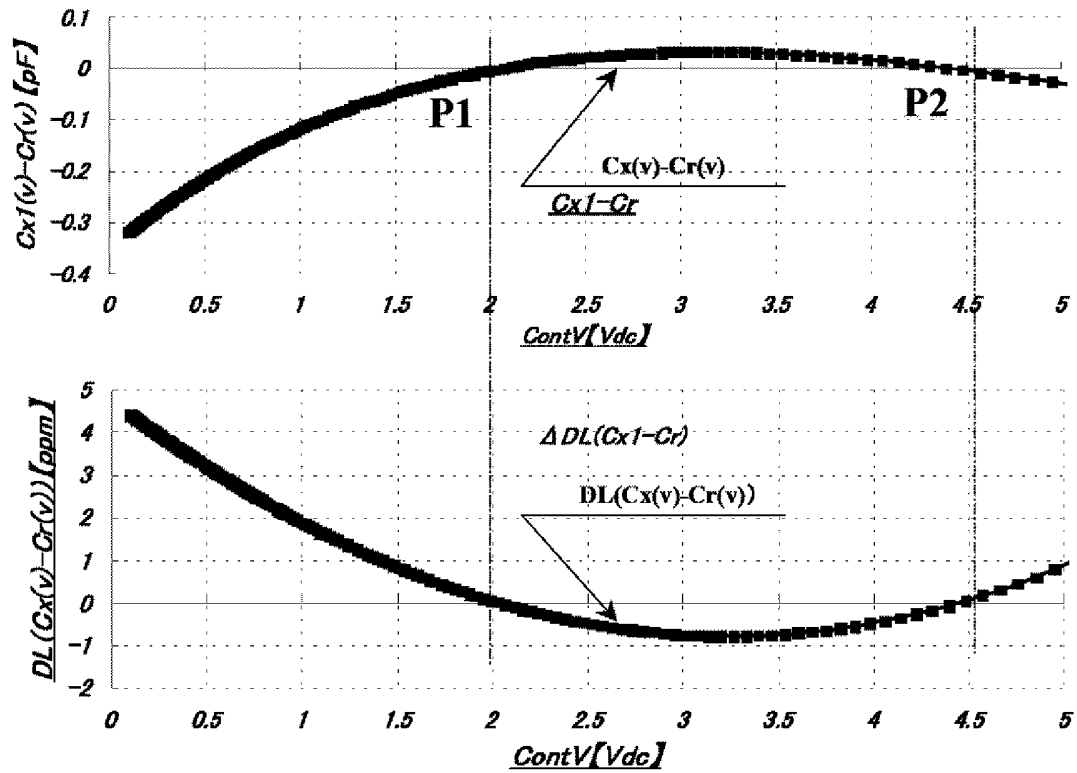
[図10]



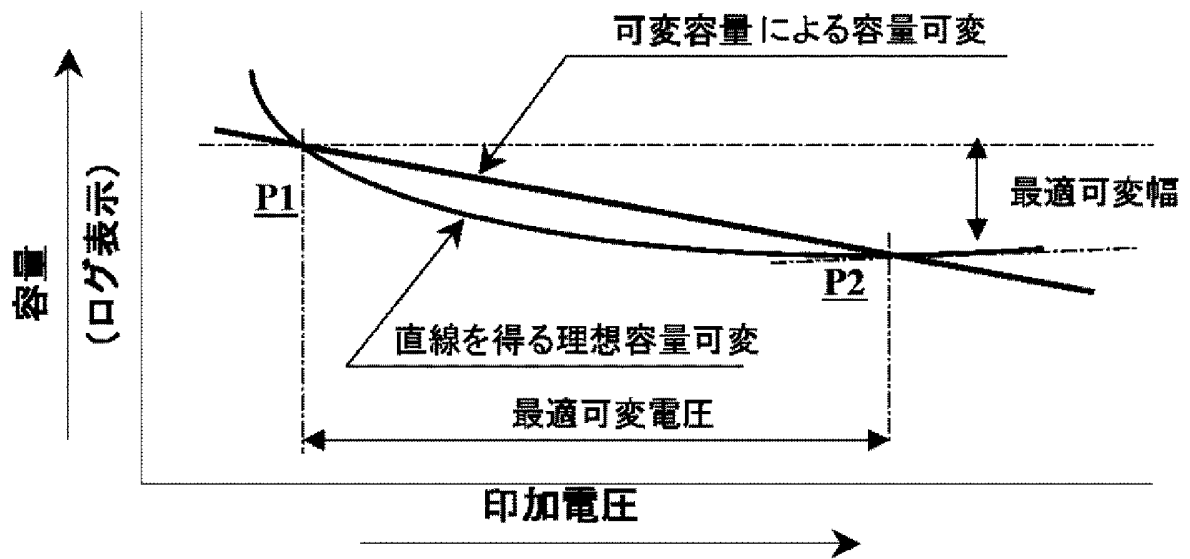
[図11]



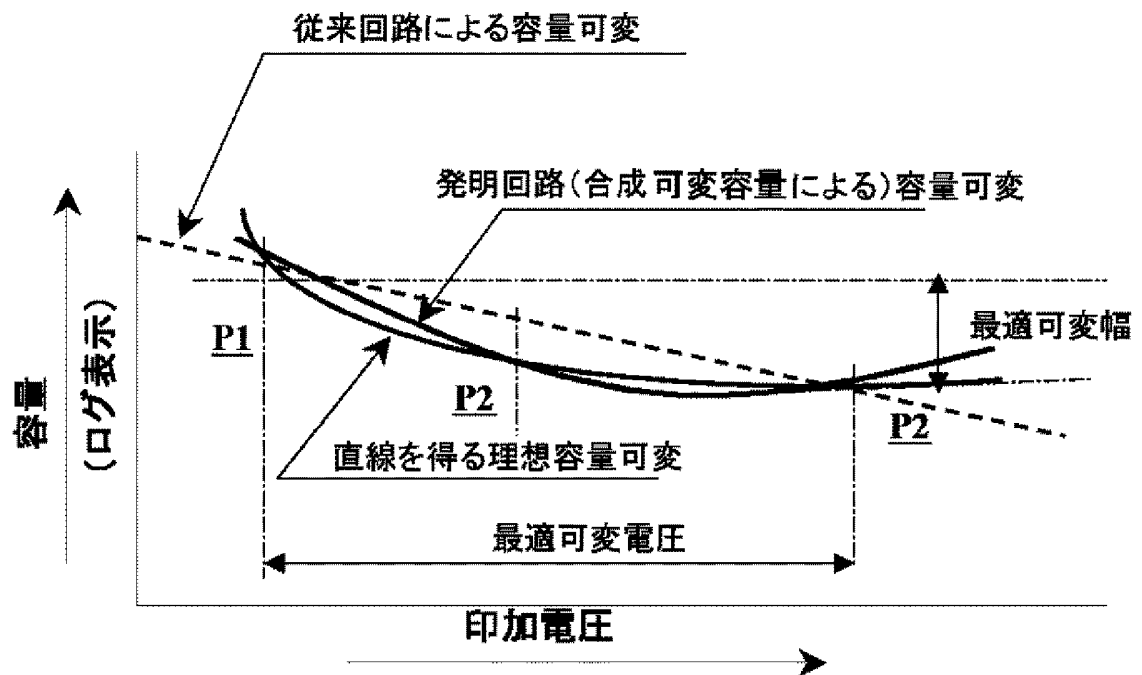
[図12]



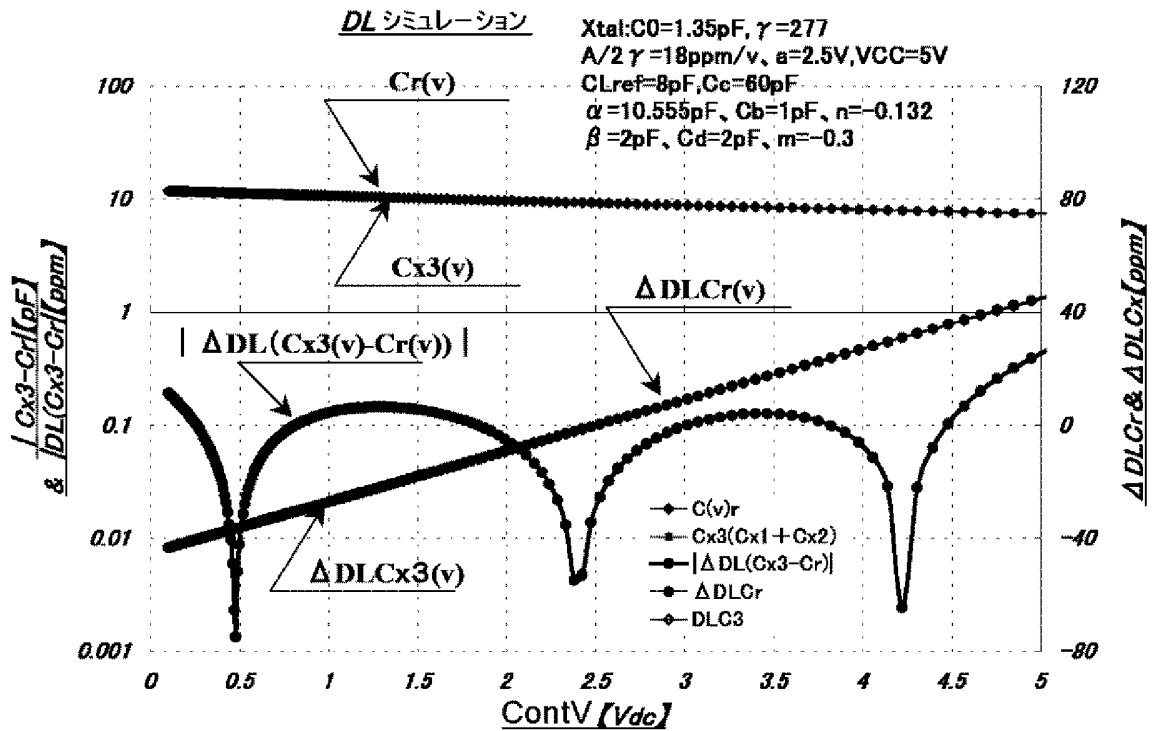
[図13]



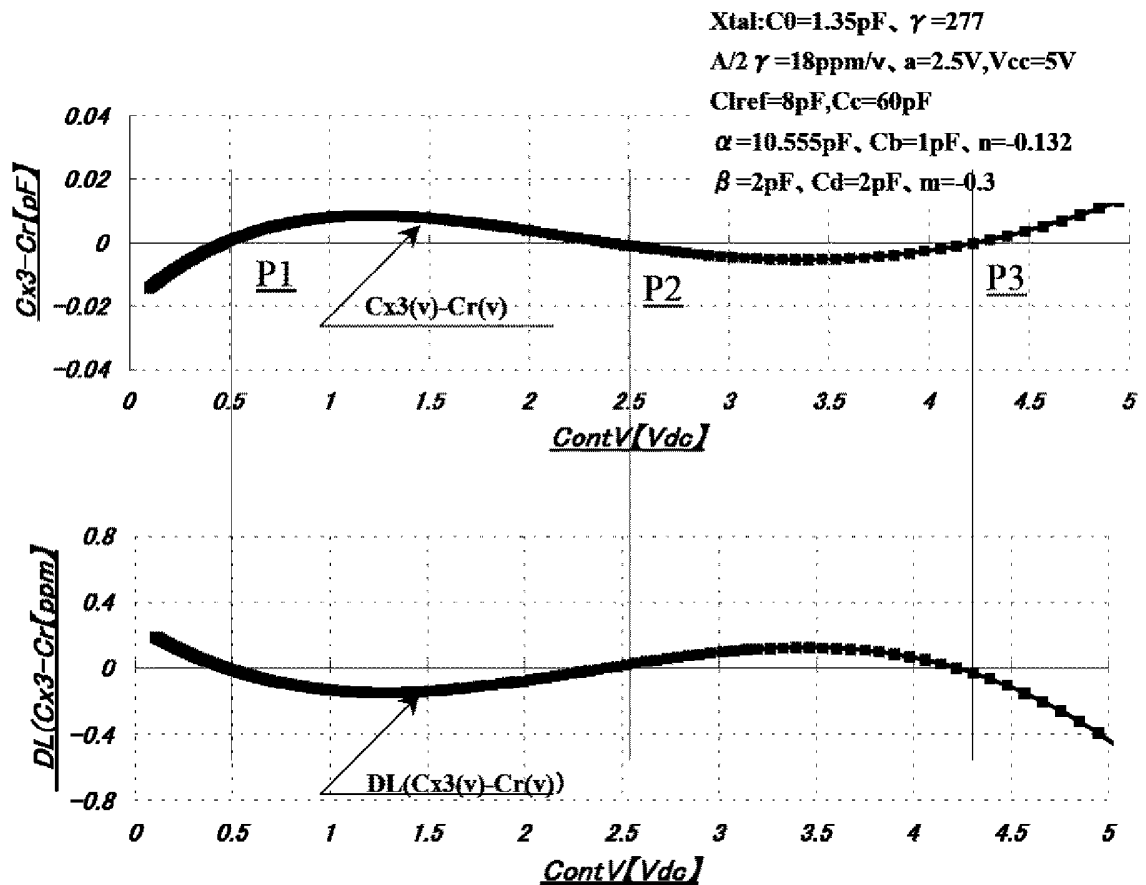
[図14]



[図15]



[図16]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018819

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>H03B5/32 (2006.01)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H03B5/00-5/42                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                     | Relevant to claim No.                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 85114/1988 (Laid-open No. 8221/1990) (Yokogawa Electric Corp.), 19 January, 1990 (19.01.90), Page 7, lines 7 to 19; Fig. 5 (Family: none) | 1-5                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 6-45826 A (NEC Corp.), 18 February, 1994 (18.02.94), Par. Nos. [0008] to [0013]; Figs. 1, 2 (Family: none)                                                                                                                                          | 1-5                                                                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Date of the actual completion of the international search<br>05 January, 2006 (05.01.06)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                        | Date of mailing of the international search report<br>17 January, 2006 (17.01.06) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                        | Authorized officer                                                                |
| Facsimile No.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        | Telephone No.                                                                     |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/018819

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 62-90006 A (NEC Corp.),<br>24 April, 1987 (24.04.87),<br>Page 2, lower left column, lines 8 to 11;<br>Fig. 2<br>(Family: none)                                                | 1-5                   |
| A         | JP 4-150506 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>25 May, 1992 (25.05.92),<br>Page 2, lower right column, line 17 to page 3,<br>upper left column, line 13; Fig. 1<br>(Family: none) | 2-5                   |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H03B5/32 (2006.01)

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H03B 5/00-5/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2006年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2006年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2006年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                      | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| A               | 日本国実用新案登録出願63-85114号 (日本国実用新案登録出願公開2-8221号) の願書に最初に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (横河電機株式会社)<br>1990.01.19, 第7頁第7行~第19行, 第5図<br>(ファミリーなし) | 1-5              |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.01.2006

国際調査報告の発送日

17.01.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

東 昌秋

5W

3139

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                       |                  |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                     | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| A                     | J P 6-45826 A (日本電気株式会社)<br>1994. 02. 18,<br>段落【0008】～【0013】、【図1】、【図2】(ファミリーなし)       | 1-5              |
| A                     | J P 62-90006 A (日本電気株式会社)<br>1987. 04. 24, 第2頁左下欄第8行～第11行, 第2図<br>(ファミリーなし)           | 1-5              |
| A                     | J P 4-150506 A (三菱電機株式会社)<br>1992. 05. 25,<br>第2頁右下欄第17行～第3頁左上欄第13行, 第1図<br>(ファミリーなし) | 2-5              |