

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96119088

※ 申請日期：96/05/29

※IPC 分類：H03B 5/32 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

函數產生電路 / FUNCTION GENERATION CIRCUIT

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

松下電器產業股份有限公司

MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD. (松下電器產業株式会社)

代表人：(中文/英文)

大坪文雄 / Fumio Ohtsubo

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國大阪府門真市大字門真 1006 番地

1006, Oaza Kadoma, Kadoma-shi, Osaka 571-8501 Japan

國 籍：(中文/英文)

日本 / Japan

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

(1) 長友圭 / Kei Nagatomo

(2) 竹內久人 / Hisato Takeuchi

(3) 新宮圭悟 / Keigo Shingu

國 籍：(中文/英文)

(1)~(3) 日本 / Japan

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2006/06/01；2006-153962

2.

3.

4.

5.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種函數產生電路，其用於一採用石英振盪頻率之溫度補償石英振盪電路、一電子裝置及一通信裝置。

【先前技術】

近來，對攜帶型電子裝置之需求顯著增加，且對於該等電子裝置，產生參考時脈信號之小型、準確的石英振盪器係必不可少的。

作為溫度特性，由於用於石英振盪器之晶體單元，包括於石英振盪裝置中之石英振盪器之振盪頻率具有三階與一階溫度元素。具體而言，當如圖 17A 所示，水平軸表示周圍溫度 T_a 且垂直軸表示振盪頻率 f 時，當不執行溫度補償時石英振盪器之振盪頻率 f 之特徵實質上如三次曲線 101A 所示，其中在相對最大值與相對最小值之間存在大約 10 ppm 至 30 ppm 之偏移。在此情況下，周圍溫度 T_a 被界定為大約 -30°C 至 $+80^{\circ}\text{C}$ 。因此，當如圖 17B 所示，水平軸表示周圍溫度 T_a 且垂直軸表示控制電壓 V_c 時，產生一理想的控制電壓曲線 102A。且當如圖 17C 所示，將電壓施加至石英振盪器時，獲得 $df/dT_a = 0$ ，且振盪頻率 f 實質上並不取決於溫度。

目前存在一種實施例溫度補償方法，藉此將變容二極體 (=可變電容二極體)(其為一頻率調整元件)連接至石英振盪器，且藉此為了使振盪頻率穩定，將具有三階與一階溫

度特性的用於補償石英振盪器之溫度特性之控制電壓施加至變容二極體。

實際上，產生具有圖 17B 所示之理想溫度特性的控制電壓 V_c 在技術上係較為困難的，且一般而言，藉由採用各種方法產生具有偽三階溫度特性之控制電壓，以便提供石英振盪裝置之溫度補償。

圖 18 為展示包括溫度補償功能之習知石英振盪裝置之組態的方塊圖。根據此石英振盪裝置之溫度補償方法，石英振盪器的三階與一階溫度特性皆被分割以獲得多數個溫度域，且對於每一溫度域，藉由採用用作溫度函數的電壓位準作為線性溫度線而獲得一交叉近似。

具體而言，對於個別電壓線區域，藉由分割溫度特性所獲得的溫度域、在溫度域中線性溫度線的溫度係數(比例因子)及在常溫下沿線性溫度線的電壓值儲存於圖 18 所示的記憶體電路 111A 中，且對應於由溫度感測器電路 112A 所偵測之周圍溫度之電壓線資料被選擇性地自記憶體電路 111A 讀取。放大電路 113A 基於所讀取的控制電壓資料產生一預定控制電壓，且將所產生的控制電壓施加到一電壓控制石英振盪器 114A。以此方式，提供石英振盪裝置之溫度補償，且使振盪頻率穩定。

專利文獻 1：JP-A-8-288741

然而，由於配備有溫度補償功能的習知石英振盪裝置採用 A/D 轉換以獲得用於產生用於溫度補償之控制電壓的交叉近似，所以會發生量化雜訊，且基本上不可避免頻率

跳漏問題。此外，由於需要時脈信號產生電路，所以存在時脈雜訊混合的問題，及當通電時，由於取樣保持電路 115A 之時間常數，振盪頻率需要時間來達到穩定之問題。

此外，在量測與調整溫度特性的過程中，藉由石英振盪裝置所振盪的頻率的溫度特性係透過離散地改變周圍溫度而量測，且對石英振盪裝置執行溫度補償。因此，發生調整誤差。為了減小此誤差，藉由分割溫度特性而獲得的域之數目必須增加；然而，在此情況下，記憶體電路 111A 之記憶量增加。

考慮到此等問題，本發明的一目的在於提供一函數產生電路，其能夠達成準確的 TCXO (TCXO，溫度控制石英振盪器)，該 TCXO 的基本頻率波動誤差在較大溫度域內為 ± 0.5 ppm。

【發明內容】

本發明的另一目的在於提供一函數產生電路，其能夠使溫度補償電路對溫度執行補償，包括電壓控制振盪電路之溫度特性與晶體單元之溫度特性。

根據本發明的第一態樣，一種對石英振盪裝置執行溫度補償之函數產生電路包含：

第一類比信號產生電路，其用於產生並輸出不受周圍溫度影響之預定類比信號；

第二類比信號產生電路，其用於產生並輸出受周圍溫度影響且近似一階函數之類比信號；

三階近似函數產生電路，其用於接收來自第一類比信號

產生電路與第二類比信號產生電路之類比信號，且用於產生並輸出對應於自低溫側延伸至高溫側之 m 個連續溫度域之 m 個控制信號 (m 為大於等於三的整數)，該 m 個連續溫度域係藉由分割周圍溫度之一範圍而獲得；

一階函數產生電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號並產生受周圍溫度影響的一階函數控制信號；

零階函數產生電路，其用於接收來自第一類比信號產生電路之類比信號並產生不受周圍溫度影響的零階函數控制信號；

峰值變化點調整電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號，及用於調整在峰值變化點的溫度並輸出結果至三階近似函數產生電路及一階函數產生電路；

四階與五階近似函數產生電路，其用於採用皆由三階近似函數產生電路所輸出的分別與第 g 溫度域與第 h 溫度域相協調地的第 g 控制信號 (g 為大於等於 1 且小於等於 m 之整數) 及第 h 控制信號 (h 為不同於 g ，大於等於 1 且小於等於 m 的整數)，及產生近似四階函數與五階函數之控制信號；及

加法器，其用於合成由三階近似函數產生電路所輸出之信號、由一階函數產生電路所輸出之類比信號、由零階函數產生電路所輸出之零階函數控制信號及由四階與五階近似函數產生電路所輸出之控制信號，並輸出所得信號。

為了產生與特定操作溫度域相協調的控制信號，必須僅

指定恆定電壓電路之輸出的預定輸出位準來設定特定操作溫度域，因為由溫度感測器所輸出的類比信號載有一階溫度特性。

根據本發明之第一態樣之配置，由三階近似函數產生電路所輸出的信號包括近似以下三階函數之溫度特性。

[式 1]

$$V_3 = A(T - T_i)^3 + B(T - T_i) + C$$

在此式(1)中， V_3 表示由三階近似函數產生電路所輸出的控制信號， T 表示周圍溫度， A 表示三階係數， B 表示一階係數， C 表示零階係數，且 T_i 表示函數 V_3 的峰值變化點。此外，三階近似函數產生電路連接至 PROM 電路 13(在圖 1 中展示，其將在下文中描述)，且可調整溫度補償參數 A 與 B 。

根據本發明之第一態樣之配置，三階近似函數產生電路可藉由將該範圍分割為第一至第 m 個溫度域來產生控制信號。因此，由於溫度域之數目 m 增加，可藉由準確執行在較廣溫度區域內之三階函數近似來產生控制信號。

由四階與五階近似函數產生電路所輸出之信號具有近似以下五階函數之溫度特性。

[式 2]

$$V_{45} = D(T - T_i)^5 + E(T - T_i)^4$$

在此式(2)中， V_{45} 表示由四階與五階近似函數產生電路所輸出的控制信號， T 表示周圍溫度， D 表示五階係數， E 表示四階係數，且 T_i 表示函數 V_{45} 與 V_3 之峰值變化點。此

外，四階與五階近似函數產生電路連接至 PROM 電路 13(在圖 1 中展示，其將在下文中描述)，且可調整溫度補償參數 D 與 E。

根據本發明之第一態樣之配置，四階與五階近似函數產生電路採用皆由三階近似函數產生電路所輸出的分別與第 g 溫度範圍與第 h 溫度範圍相協調的第 g 控制信號與第 h 控制信號。因此，可藉由峰值變化點調整電路而共同調整由四階與五階近似函數產生電路所用的峰值變化點，且可防止電路尺寸增加。

在此情況下，g 表示低溫域，且為大於等於 1 且小於等於 m 之值。h 表示高溫域，且為大於等於 1 且小於等於 m 之值。此外，除第 g 溫度域與第 h 溫度域之外的溫度域(亦即，第(g+1)溫度域至第(h-1)溫度域)並不受四階與五階近似函數產生電路的影響，且在第二溫度域至第(m-1)溫度域中之雜訊與當四階與五階近似函數產生電路不存在時相同。

根據本發明的第二態樣，一種對石英振盪裝置執行溫度補償之函數產生電路包含：

第一類比信號產生電路，其用於產生並輸出不受周圍溫度影響之預定類比信號；

第二類比信號產生電路，其用於產生並輸出受周圍溫度影響且近似一階函數之類比信號；

三階近似函數產生電路，其用於接收來自第一類比信號產生電路與第二類比信號產生電路之類比信號，及用於輸

出一信號；

一階函數產生電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號及產生受周圍溫度影響的一階函數控制信號；

零階函數產生電路，其用於接收來自第一類比信號產生電路之類比信號及產生不受周圍溫度影響的零階函數控制信號；

第一峰值變化點調整電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號及調整在峰值變化點的溫度，及用於輸出結果至三階近似函數產生電路及一階函數產生電路；

低溫操作域調整電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號，及用於調整一低溫域控制電路之操作溫度域，該低溫域控制電路輸出對應於低溫域之低溫域控制信號；

高溫操作域調整電路，其用於調整一高溫域控制電路之操作溫度域，該高溫域控制電路輸出對應於高溫域之高溫域控制信號；

n 階函數近似函數產生電路，其用於接收來自低溫操作域調整電路、高溫操作域調整電路及第二類比信號產生電路之信號，及用於產生並輸出對應於低溫域之低溫域控制信號與對應於高溫域之高溫域控制信號；

第二峰值變化點調整電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號，調整在峰值變化點的溫度及輸出

信號至 n 階近似函數產生電路；及

加法器，其用於合成由三階近似函數產生電路、一階函數產生電路、零階函數產生電路及 n 階近似函數產生電路所輸出之信號。

根據本發明之第二態樣之配置，由三階近似函數產生電路所輸出之信號包括如在式(1)中所示的溫度特性。此外，根據本發明之第二態樣，由於 n 階函數近似函數產生電路可單獨調整在低溫域內之操作點與在高溫域內之操作點，因此不僅提供近似四階或五階近似函數之溫度特性，亦提供近似 n 階函數之溫度特性。

[式 3]

$$V_n = D_{n+1}(T-T_2)^{n+1} + D_n(T-T_2)^n$$

在此式(3)中， V_n 表示由 n 階近似函數產生電路所輸出之控制信號， T 表示周圍溫度， D_n 表示 n 階係數， T_2 表示函數 V_n 之峰值變化點，且 n 為實數，其絕對值大於等於四。

根據本發明之第二態樣之配置， n 階近似函數產生電路在接收到來自第二類比信號產生電路之類比信號時產生並輸出控制信號，第二類比信號產生電路產生並輸出受周圍溫度影響的預定類比信號且不同於產生並輸出不受周圍溫度影響的預定類比信號的第一類比信號產生電路。因此，獨立地，三階近似函數產生電路與零階函數產生電路之峰值變化點 T_1 可藉由第一峰值變化點調整電路調整，且 n 階近似函數產生電路之峰值變化點 T_2 可藉由第二峰值變化點調整電路調整。

此外， n 階近似函數產生電路連接至 PROM 電路 13(在圖 13 中展示，其將在下文中描述)，且可調整在式(3)中所表示之多數個溫度補償參數 D_n 、 D_{n-1} 、……及 D_4 。

另外，由於 n 階近似函數產生電路並不影響除了此電路之操作溫度域之外的溫度域，由一函數產生電路所造成的電壓雜訊與當 n 階近似函數產生電路不存在時相同。

根據本發明的第三態樣，一種對石英振盪裝置執行溫度補償之函數產生電路包含：

第一類比信號產生電路，其用於產生並輸出不受周圍溫度影響之預定類比信號；

第二類比信號產生電路，其用於產生並輸出受周圍溫度影響且近似一階函數之類比信號；

三階近似函數產生電路，其用於接收來自第一類比信號產生電路與第二類比信號產生電路之類比信號，及用於輸出一信號；

一階函數產生電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號及產生受周圍溫度影響的一階函數控制信號；

零階函數產生電路，其用於接收來自第一類比信號產生電路之類比信號及產生不受周圍溫度影響之零階函數控制信號；

第一峰值變化點調整電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號，調整在峰值變化點的溫度及輸出結果至三階近似函數產生電路及一階函數產生電路；

低溫操作域調整電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號，及調整用於一低溫域控制電路之操作溫度域，該低溫域控制電路輸出對應於一低溫域之低溫域控制信號；

高溫操作域調整電路，其調整用於一高溫域控制電路之操作溫度域，該高溫域控制電路輸出對應於一高溫域之高溫域控制信號；

n 階近似函數產生電路，其用於接收來自低溫操作域調整電路、高溫操作域調整電路及第二類比信號產生電路之信號，及用於產生並輸出 s 個低溫域控制信號 (s 為大於等於 2 的整數) 及 t 個高溫域控制信號 (t 為大於等於 2 的整數)，該 s 個低溫域控制信號與該 t 個高溫域控制信號分別對應於藉由分割周圍溫度可得到的一低溫範圍與一高溫範圍所獲得的 s 個連續溫度域與 t 個連續溫度域；

第二峰值變化點調整電路，其用於接收來自第二類比信號產生電路之類比信號，調整峰值變化點及輸出信號至 n 階近似函數產生電路；及

加法器，其用於合成由三階近似函數產生電路、一階函數產生電路、零階函數產生電路及 n 階近似函數產生電路所輸出之信號。

根據本發明之第三態樣之配置，由三階近似函數產生電路所輸出之信號具有由式(1)所表示的溫度特性，且由 n 階近似函數產生電路所輸出的信號具有由式(3)所表示的溫度特性。

根據本發明之第三態樣之配置， n 階近似函數產生電路在接收到來自第二類比信號產生電路之類比信號時產生並輸出控制信號，第二類比信號產生電路產生並輸出受周圍溫度影響之預定類比信號且不同於產生並輸出不受周圍溫度影響之預定類比信號的第一類比信號產生電路。因此，獨立地，可藉由第一峰值變化點調整電路調整三階近似函數產生電路與零階函數產生電路之峰值變化點 T_1 ，且可藉由第二峰值變化點調整電路調整 n 階近似函數產生電路之峰值變化點 T_2 。

此外， n 階近似函數產生電路連接至 PROM 電路 13 (在圖 13 中展示，其將在下文中描述)，且可調整在式 (3) 中所表示的多數個溫度補償參數 D_n 、 D_{n-1} 、……及 D_4 。

根據本發明之第三態樣之配置， n 階近似函數產生電路產生與 s 個連續溫度域與 t 個連續溫度域相協調的控制信號， s 個連續溫度域與 t 個連續溫度域係分別藉由分割周圍溫度可得到的一低溫範圍與一高溫範圍而獲得。因此，當溫度範圍被分割為 s 個域與 t 個域時，可產生近似 n 階函數之控制信號。

另外，由於 n 階近似函數產生電路並不影響除了此電路的操作溫度域之外的溫度域，由一函數產生電路所造成的電壓雜訊與當 n 階近似函數產生電路不存在時相同。

根據本發明之函數產生電路，可提供準確的 TCXO，其之基本頻率波動誤差在較大溫度範圍內僅為 ± 0.5 ppm。

【實施方式】

現將參看附圖描述根據本發明之較佳具體例之特定實施例函數產生電路。

(第一具體例)

圖 1 為說明根據本發明之第一具體例之函數產生電路之圖式。在此具體例中，以虛線表示之函數產生電路用作溫度補償電路 9。參看圖 1，恆定電壓電路 1 接收來自調整器電路 8 之控制信號，並產生不受周圍溫度影響的類比信號。而溫度感測器電路 2 輸出受周圍溫度影響的類比信號。

三階近似函數產生電路 3 接收來自恆定電壓電路 1 與溫度感測器電路 2 之信號，並產生對應於三階溫度特性參數之三階近似函數控制信號 V_3 。一階函數產生電路 4 接收來自溫度感測器電路 2 之信號，並產生受周圍溫度影響的一階函數控制信號 V_1 。

零階函數產生電路 5 接收來自恆定電壓電路 1 之信號，並產生不受周圍溫度影響的零階控制信號 V_0 。四階與五階近似函數產生電路接收來自溫度感測器電路 2 與三階近似函數產生電路 3 之信號，並產生受周圍溫度影響的四階與五階函數控制信號 V_{45} 。

峰值變化點調整電路 6 輸出一信號以調整三階近似函數產生電路 3、一階函數產生電路 4 及四階與五階近似函數產生電路 7 之峰值變化點溫度 T_i 之值，並輸出一信號。藉由使控制信號 V_0 、 V_1 、 V_3 及 V_{45} 相加，溫度補償電路 9 輸出一控制信號 V_c 。

PROM 電路 13 儲存溫度補償參數以補償控制信號 V_c 之溫度特性，以便由包括晶體單元 15 之電壓控制振盪電路 12 所輸出之振盪頻率之溫度特性可相對於由溫度補償電路 9 所輸出的控制信號 V_c 而得以最佳化。為獲得輸出頻率，石英單元 15 與電壓控制振盪電路 12 對由溫度補償電路 9 所輸出之控制信號 V_c 執行頻率轉換。

圖 2 為溫度補償石英振盪器(在下文中被稱作 TCX0)之配置的示意圖，該溫度補償石英振盪器併入有本具體例之函數產生電路。此具體例之函數產生電路應用於溫度補償電路 9。如圖 2 所示，TCX0 14 為溫度補償石英振盪器，其振盪用於一電子裝置之參考頻率，且其包含：電壓控制振盪電路 12，其包括一晶體單元 15 與一可變電容設備 11；電路 9，其用於對一晶體之振盪頻率執行溫度補償；及一 PROM 電路 13，其儲存一晶體之溫度補償資料。

電壓控制振盪電路 12 包括可變電容設備 11 與放大器 10。由溫度補償電路 9 所輸出之控制信號 V_c 被傳輸至可變電容設備 11。可變電容設備 11 將所接收的控制信號 V_c 轉換為放大器 10 之負載電容，亦即，使用控制信號 V_c 來改變放大器 10 之負載電容，以便改變電壓控制振盪電路之輸出頻率。

晶體單元 15 具有近似以下三階函數之溫度特性。

[式 4]

$$F_c = a(T - T_0)^3 + b(T - T_0) + c$$

在式(4)中， F_c 表示晶體單元之輸出頻率， T 表示周圍

溫度， a 表示三階係數， b 表示一階係數， c 表示零階係數，且 T_0 表示函數 F_c 之峰值變化點。

此外，包括可變電容設備之電壓控制振盪電路具有近似以下一階函數之溫度特性。

[式 5]

$$F_0 = d(T-T_1) + e$$

在式(5)中， F_0 表示包括不具有溫度特性之晶體單元的電壓控制振盪電路之輸出頻率， T 表示周圍溫度， d 表示一階係數， e 表示零階係數，且 T_1 表示函數 F_0 之峰值變化點。

藉由參看式(4)與(5)，包括晶體單元與可變電容設備之電壓控制振盪電路之整個溫度特性具有近似以下三階函數之溫度特性。

[式 6]

$$F = \alpha (T-T_0)^3 + \beta (T-T_0) + \gamma$$

在式(6)中， F 表示包括晶體單元之電壓控制振盪電路之輸出頻率， T 表示周圍溫度， α 表示三階係數， β 表示一階係數， γ 表示零階係數，且 $F = F_c + F_0$ ， $\alpha = a$ ， $\beta = b + d$ 及 $\gamma = c + d(T_0 - T_1) + e$ 。

根據此 TCX0 之配置，由於溫度補償電路補償包括晶體單元與可變電容設備之整個電壓控制振盪電路之溫度特性，因此可在任何類型的環境中輸出預定振盪頻率。

為了偵測在外部環境中之周圍溫度，溫度補償電路主要包括：採用與能帶隙參考 V_t 成比例之電流的溫度感測

器，利用電阻器之溫度特性之溫度感測器或利用二極體之溫度特性之溫度感測器。

藉由使用此等溫度感測器中之一者提供三階近似函數產生電路，且藉由施加控制電壓至變容二極體來採用包括晶體單元之電壓控制振盪電路。利用此配置，對晶體單元之溫度特性執行溫度補償。

藉由溫度補償電路 9 所產生之控制信號被傳輸至電壓控制振盪電路 12 之可變電容設備 11 且被轉換為電容。此電容由晶體單元 15 與電壓控制振盪電路 12 轉換為頻率，且輸出該頻率。

由於由溫度補償電路 9 所產生的控制信號與輸出頻率之間的關係近似具有比例常數 K 之一階函數，故由溫度補償電路 9 所產生之控制信號與比例常數 K 之乘積被作為輸出頻率輸出。

圖 3 為展示由本發明人先前提交的溫度補償電路 A(JP-A-11-508441)之配置的示意圖。此具體例之函數產生電路之特徵在於四階或更高階溫度特性參數包括於由先前發明所揭示之溫度補償電路所輸出的信號中。首先，將描述在先前發明中所揭示的溫度補償電路。

參看圖 3，恆定電壓電路 17 與溫度感測器電路 18 產生與自低溫側向高溫側之五個連續溫度域(亦即，第一、第二、第三、第四及第五溫度域)相協調的控制信號 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 及 y_5 ，該等溫度域藉由分割周圍溫度之可得到範圍而獲得。控制信號 y_1 至 y_5 被傳輸至包括 MAX 電路 19a

與 MIN 電路 19b 之信號合成電路 19，且產生受周圍溫度影響且近似三階函數之控制信號 y_7 。

如上文所述，具備有溫度補償功能之石英振盪裝置 16 包含：恆定電壓電路 17，其用作第一類比信號產生電路以產生並輸出不受周圍溫度影響的預定電壓值；溫度感測器電路 18，其用作第二類比信號產生電路以產生並輸出與周圍溫度成比例的電壓值；控制電路 19，其接收由恆定電壓電路 17 所輸出之電壓及由溫度感測器電路 18 所輸出之電壓（該電壓與溫度成比例）且其產生一控制電壓 V_c ，利用控制電壓 V_c 使用實線執行負三次曲線之一交叉近似以便補償晶體單元在周圍溫度之整個溫度域上之溫度特性；電壓控制石英振盪電路（在下文中簡寫為 VCXO）20，其接收來自控制電路 19 之控制電壓 V_c ，且基於控制電壓 V_c 將其振盪頻率調整至一預定值；及 ROM/RAM 電路 21，其儲存用於補償控制電壓 V_c 之溫度特性之溫度補償參數，以便由 VCXO 20 所輸出之振盪頻率可相對於由控制電路 19 所輸出之控制電壓 V_c 而得以最佳化。在此情況下，周圍溫度可為 VCXO 20 中的溫度或石英振盪裝置 16 中的溫度。

根據圖 3 所示之電路配置，產生與溫度成比例之輸出電壓 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 及 y_5 ，且 ROM/RAM 電路執行溫度補償參數之調整。利用此電路配置，在 ROM/RAM 電路已執行溫度補償參數之調整之後，產生輸出電壓 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 及 y_5 且經由 MAX 電路與 MIN 電路輸出。因此，由於 MAX

電路與 MIN 電路之性質，視輸出電壓 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 及 y_5 之溫度特性中的比例因子而定，溫度補償電路之輸出可能不準確地反映溫度補償參數。

圖 4 為在先前發明 (JP-A-11-508441) 中的溫度補償電路 B 之配置的示意圖。圖 4 所示之溫度補償電路 40 具有與圖 3 之控制電路 19 相同的配置。亦即，溫度補償電路 40 包括：MAX/MIN 電路 25，其接收恆定電壓電路 17 與溫度感測器電路 18 之輸出，且其產生三階控制電壓 αV_c ，該三階控制電壓 αV_c 與溫度補償控制電壓 V_c 之一預定溫度範圍內之三階溫度特性參數 α 相協調；一階溫度特性產生電路 22，其接收溫度感測器電路 18 之輸出，且其產生一階控制電壓 βV_c ，該一階控制電壓 βV_c 與溫度補償控制電壓 V_c 之預定溫度範圍內之一階溫度特性參數 β 相協調；零階溫度特性產生電路 23，其接收恆定電壓電路 17 之輸出，且其產生零階控制電壓 γV_c ，該零階控制電壓 γV_c 與在溫度補償控制電壓 V_c 之預定溫度範圍中之零階溫度特性參數 γ 相協調，亦即，其不受該預定溫度範圍內之溫度影響；及 T_i 調整電路 24，其接收溫度感測器電路 18 之輸出，且其調整峰值變化點溫度 T_i 之值及輸出經調整的值至 MAX/MIN 電路 25 及一階溫度特性電路 22。

提供圖 4 之溫度補償電路 B 以便排除在圖 3 中溫度補償電路 A 中出現的問題。根據圖 4 之配置，MAX/MIN 電路 25 調整三階溫度特性參數及輸出電壓 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 及 y_5 之峰值變化點參數並產生輸出電壓 αV_c 。

此外，一階溫度特性產生電路輸出藉由調整一階溫度特性參數而獲得的一階控制電壓 βV_c ，且零階溫度特性電路輸出藉由調整零階溫度特性參數而獲得的零階控制電壓 γV_c 。當此等輸出 αV_c 、 βV_c 及 γV_c 加在一起時，可輸出準確反映溫度補償參數之控制信號 V_c 。

然而，在此配置中，由於準確反映溫度補償參數之控制信號 V_c 仍受電壓控制振盪電路之溫度特性的影響，且三階或更高階溫度特性參數包括於晶體單元之溫度特性中，因此尚不可能提供在 ± 0.5 ppm 內之基本頻率波動誤差。

圖 5A 至 5B 為展示相對於先前發明 (JP-A-11-5084441) 之溫度補償電路 B 之溫度補償參數之變化的 V_c 之特性變化的圖式。溫度補償電路之輸出 V_c 具有近似以下三階函數之溫度特性。

[式 7]

$$V_c = \alpha_c (T - T_c)^3 + \beta_c (T - T_c) + \gamma_c$$

在式 (7) 中， V_c 表示藉由溫度補償電路所輸出之信號， T 表示周圍溫度， α_c 表示三階係數， β_c 表示一階係數， γ_c 表示零階係數且 T_c 表示函數 V_c 之峰值變化點。

圖 5A 為展示相對於式 (7) 中三階溫度補償參數 α_c 之變化的 V_c 之特性變化的曲線圖。圖 5B 為展示相對於式 (7) 中一階溫度補償參數 β_c 之變化的 V_c 之特性變化的曲線圖。圖 5C 為展示相對於式 (7) 中零階溫度補償參數 γ_c 之變化的 V_c 之特性變化的曲線圖。圖 5D 為展示相對於式 (7)

中峰值變化點之溫度補償參數 T_c 之變化的 V_c 之特性變化之曲線圖。

圖 6A 至 6C 為展示在圖 4 中之先前發明 (JP-A-11-508441) 之溫度補償電路 B 之特性的曲線圖。在圖 6A 中之曲線圖展示在圖 5 中之 V_c 之特性，且在圖 6B 中之曲線圖展示 V_c 與藉由近似 V_c 所獲得之理想三次曲線之間的差 ΔV_c 的特性。

V_c 為由溫度補償電路所輸出以產生三階近似函數之信號；然而，此處，與理想三階三次曲線相比，發生小誤差。造成此誤差的因素可為半導體 IC 製造過程中的離散偏差或 IC 晶片之佈局。在圖 6C 中之曲線圖展示相對於經由溫度補償所獲得之輸出頻率之頻率誤差 Δf 。由於控制信號之誤差 ΔV_c 、相對於電壓控制振盪電路之理想一階近似之誤差及相對於晶體單元之理想三階近似之誤差，誤差 Δf 為大約 ± 1 ppm。

如上文所述，在圖 4 中之溫度補償電路 40 之控制信號 V_c 具有圖 6A 所示之特性。控制信號 V_c 使用三階函數來近似得出，且相對於三階函數所獲得的誤差在圖 6B 中展示。針對圖 6B 所示之誤差執行頻率轉換，且所獲得結果在圖 6C 中展示。根據在圖 4 中之溫度補償電路，由於溫度補償之結果所發生的基本頻率波動誤差為大約 ± 1.0 ppm。

與資訊技術之發展相協調，電子裝置之用途已變得越來越多樣化。因此，隨著 GPS 之使用的普及，對於 TCXO 之

準確度要求增加，且由於該等使用所需之精確度，僅當基本頻率波動誤差限於 ± 0.5 ppm時，TCXO才係可接受的。

此外，由於TCXO安裝於包括多種其他類型之設備的電子裝置中，由TCXO所產生之雜訊不僅可能不利地影響其他設備之運作，而且可產生電子裝置之特性的劣化，使其出現故障或執行錯誤的操作。

如上文所述，根據先前發明(JP-A-11-508441)，由於藉由溫度補償電路(圖3與圖4)所輸出的電壓近似三階或更低階函數，當在電壓控制振盪電路中使用的晶體單元之溫度特性已由溫度補償電路補償時，輸出振盪頻率具有大約 ± 1.0 ppm之基本頻率波動誤差。

晶體單元之溫度特性通常近似式(4)中表示的三階函數。為了準確地近似一函數，必須考慮更高階。此外，亦使用一階函數來近似包括可變電容設備之電壓控制振盪電路之溫度特性。然而，由於不可忽略依據一階函數之準確度誤差，亦必須準確地執行近似函數。亦即，溫度補償電路應執行針對溫度特性之溫度補償以包括電壓控制振盪電路之溫度特性與晶體單元之溫度特性。

當藉由使用三階或更低階函數產生電路(諸如先前所描述之溫度補償電路)來近似晶體單元之溫度特性時，不能滿足 ± 0.5 ppm之基本頻率波動誤差之準確度要求。此外，亦為了滿足電壓控制振盪電路之溫度特性之準確度要求，不可忽略該誤差。

因此，取代產生近似三階或更低階函數之控制電壓，溫

度補償電路必須產生近似四階函數、五階函數及 k 階函數要素之控制電壓，而不造成其他性質(諸如功率電流特性與雜訊特性)之劣化。在該種情況下， k 為實數，其絕對值大於等於一。

圖 7A 與 7B 為展示用於根據本發明之第一具體例之函數產生電路之實施例溫度感測器電路之圖式。圖 7A 之電路實施例為採用二極體之溫度特性之溫度感測器。每一二極體具有大約 $-4 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ 之一階溫度特性，且溫度感測器之輸出偏差與一階溫度特性之斜度與二極體之數目相協調地變化。在圖 7B 中之電路實施例為採用兩種類型之電阻器之溫度特性的溫度感測器。藉由使用該等電阻器之溫度特性來改變電流鏡電路之鏡射比率。

圖 8 為根據第一具體例之函數產生電路之實施例恆定電壓電路之圖式。此電路 80 可採用一電阻器來指定由調整器電路 8 產生之恆定電壓 V_{REG} 作為所要恆定電壓。另外，此電路允許 PROM 電路 13 來執行調整以獲得所要恆定電壓值。

圖 9A 與 9B 為展示根據本發明第一具體例之函數產生電路之實施例三階近似函數產生電路之圖式。在圖 9A 中之電路實施例為單調降低電壓產生電路 90a，其包括圖 4 所示之恆定電壓電路 17 與溫度感測器電路 18，且其產生並輸出第一控制電壓 y_1 或第五控制電壓 y_5 ，其值回應於周圍溫度 T_a 的升高而成比例地降低。

如圖 9A 所示，單調降低電壓產生電路 90a 包括：恆定

電壓電路 91、服務於溫度感測器電路之能帶隙參考電路 92，及電流鏡電路 93。能帶隙參考電路 92 產生不受周圍溫度 T_a 影響之大約 1.25 V 之參考電壓 V_0 ，且恆定電壓電路 91 基於參考電壓 V_0 產生恆定電流 I_0 。

此外，能帶隙參考電路 92 產生受周圍溫度 T_a 影響之電流 I_{T0} ，而電流鏡電路 93 產生與周圍溫度 T_a 成比例之電流 I_T ，及差動電流 $I_0 - I_T$ ，差動電流 $I_0 - I_T$ 為恆定電流 I_0 與電流 I_t (其與周圍溫度 T_a 成比例) 之間的差，其係提取於恆定電壓電路 91 與電流鏡電路 93 之連接處。之後，使用電阻器 94 來執行電流-電壓轉換以產生第一控制電壓 y_1 或第五控制電壓 y_5 ，其為與周圍溫度 T_a 升高相協調地單調降低之電壓。

此時，藉由調整恆定電壓電路 91 中被施加電源電壓 V_{cc} 之電阻器 91a 之絕對值而指定第一控制電壓 y_1 或第五控制值 y_5 之絕對值。

在圖 9B 中之電路實施例為單調升高電壓產生電路 91b，其包括圖 4 中之恆定電壓電路 17 與溫度感測器電路 18，且其產生並輸出第三控制電壓 y_3 ， y_3 之值與周圍溫度 T_a 的升高成比例地單調升高。

如圖 9B 所示，單調升高電壓產生電路 91b 包括：恆定電壓電路 95、用作溫度感測器電路之能帶隙參考電路及電流鏡電路 97。能帶隙參考電路 96 產生不受周圍溫度 T_a 影響之大約 1.25 V 之參考電壓 V_0 ，且恆定電壓電路 95 基於參考電壓 V_0 產生恆定電流 I_0 。

此外，能帶隙參考電路 96 產生受周圍溫度 T_a 影響之電流 I_{T0} ，而電流鏡電路 97 產生與周圍溫度 T_a 成比例之電流 I_T ，及差動電流 $I_T - I_0$ ，差動電流 $I_T - I_0$ 為恆定電流 I_0 與電流 I_T (其與周圍溫度 T_a 成比例) 之間的差，其係提取自恆定電壓電路 95 與電流鏡電路 97 之連接。接著，使用電阻器 98 執行電流-電壓轉換以產生第三控制電壓 y_3 ，其與周圍溫度 T_a 成比例。

此時，藉由調整在恆定電壓電路 95 中之電阻器 95a 的電阻來指定第三控制電壓 y_3 與用於提供移位點溫度之基礎頻率之電壓之間的正常溫度下的電壓差。

圖 9C 為展示用於合成電壓 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 及 y_5 並輸出該結果之實施例信號合成電路 (MIN/MAX 電路) 之電路圖。首先，自輸入電壓 y_1 、 y_2 及 y_3 中，選擇最大電壓 (MAX 值) 且作為電壓 y_6 輸出。接著，自電壓 y_6 、 y_4 及 y_5 中，選擇最小電壓 (MIN 值) 且作為電壓 y_7 輸出，如在圖 9D 中所展示。

圖 10 為展示根據第一具體例之函數產生電路之實施例三階近似函數產生電路之圖式。在圖 10 之三階近似函數產生電路中，恆定電壓電路 1 輸出不受周圍溫度影響的第一、第三及第四類比信號，且溫度感測器電路 8 輸出受周圍溫度影響且近似第一函數之第二類比信號。放大電路 101 接收第一類比信號與第二類比信號，並輸出類比信號 y_1 。放大電路 102 接收第三類比信號與第二類比信號，並輸出類比信號 y_3 。放大電路 103 接收第四類比信號與第

二類比信號，並輸出類比信號 y_5 。信號合成電路 104 接收並合成類比信號 y_1 、 y_3 及 y_5 ，並產生近似三階溫度特性之輸出電壓 V_3 。

圖 11 為展示根據該具體例之函數產生電路之實施例四階與五階近似函數產生電路之圖式。在圖 11 中，恆定電壓電路 1 輸出不受周圍溫度影響之第一類比信號與第三類比信號，且溫度感測器電路 8 輸出受周圍溫度影響且近似第一函數之第二類比信號。在三階近似函數產生電路 111 中，放大電路 112 接收第一類比信號與第二類比信號並輸出類比信號 b_{11} 與 b_{12} ，且放大電路 113 接收第三類比信號與第二類比信號並輸出類比信號 b_{51} 與 b_{52} 。

藉由接收來自三階近似函數產生電路 111 之信號 b_{11} 、 b_{12} 、 b_{21} 及 b_{22} 而提供四階與五階近似函數產生電路 114。另外，當由 PROM 電路 13 控制開關時，可對於由四階與五階近似函數產生電路 114 所輸出的控制信號 V_{45} 調整溫度補償參數。

如上文所述，根據第一具體例之函數產生電路，可提供執行準確溫度補償之 TCX0，而不降低在接近常溫下之雜訊情況，且可避免電路尺寸的增加。

圖 12A 至 12C 為展示根據第一具體例之函數產生電路之實施例特性之曲線圖。在圖 12A 中之曲線圖展示由三階近似函數產生電路所輸出的信號 V_3 的特性。在圖 12B 中之曲線圖展示由四階與五階近似函數產生電路所輸出之信號 V_{45} 之特性。如在圖 1 中所示，藉由將信號 V_3 加至信

號 V45 而獲得在圖 12C 中之溫度補償電路所輸出的信號 V_c 。

(第二具體例)

圖 13A 為說明根據本發明第二具體例的函數產生電路的圖式。在圖 13A 中，恆定電壓電路 1 接收來自調整器電路 8 之控制信號，並產生並不受周圍溫度影響之類比信號。溫度感測器電路 2 輸出受周圍溫度影響的類比信號。

三階近似函數產生電路 3 接收來自恆定電壓電路 1 與溫度感測器電路 2 之信號，並產生與三階溫度特性參數相協調之三階近似函數控制信號 V_3 。且一階函數產生電路 4 接收來自溫度感測器電路 2 之信號，並產生受周圍溫度影響的一階函數控制信號 V_1 。

零階函數產生電路 5 接收來自恆定電壓電路 1 之信號，並產生不受周圍溫度影響的零階函數控制信號 V_0 。且 n 階近似函數產生電路 26 接收來自恆定電壓電路 1 與溫度感測器電路 2 之信號並產生與低溫域相協調的控制信號 V_{45} 及與高溫域相協調的控制信號。

峰值變化點調整電路 6a 與 6b 輸出信號以調整三階近似函數產生電路 3 與一階函數產生電路 4 之峰值變化點溫度 T_1 之值，及 n 階近似函數產生電路 26 之峰值變化點溫度 T_2 之值。溫度補償電路 9 將控制信號 V_0 、 V_1 、 V_3 及 V_{45} 加在一起，並輸出控制信號 V_c 。

操作溫度域調整電路 6c 調整高溫域控制電路之操作溫度域及調整低溫域控制電路之操作溫度域，該高溫域控制

電路提供於 n 階近似函數產生電路 26 中且其輸出與高溫區域相協調的高溫域控制信號；該低溫域控制電路提供於 n 階近似函數產生電路 26 中且其輸出與低溫區域相協調的低溫域控制信號。

PROM 電路 13 儲存溫度補償參數以補償控制信號 V_c 之溫度特性，以便由電壓控制振盪電路 12 所輸出之振盪頻率輸出可相對於由溫度補償電路 9 所輸出的控制信號 V_c 而得以最佳化。當晶體單元 15 與電壓控制振盪電路 12 執行對於由溫度補償電路 9 所輸出之控制信號 V_c 之頻率轉換時，獲得輸出頻率。

圖 13B 為說明圖 13A 中三階函數產生電路之特性（其中 $m = 9$ ）的簡圖。三階函數產生電路 3 接收來自第一類比信號產生電路（恆定電壓電路 1）與來自第二類比信號產生電路（溫度感測器 2）之信號。接著，藉由使用恆定電壓電路 1 與溫度感測器 2 之輸出，產生圖 13B 所示之三階函數產生電路之特性。另外，由信號合成電路執行信號合成，並輸出結果。

圖 14 為展示根據第二具體例之函數產生電路之實施例 n 階近似函數產生電路之圖式。在圖 14 中，恆定電壓電路 1 輸出不受周圍溫度影響之第一類比信號與第三類比信號，且溫度感測器電路 8 輸出受周圍溫度影響且近似第一函數之第二類比信號。放大電路 142 接收第一類比信號與第二類比信號，並產生與低溫域中一階溫度特性參數相協調之第一函數控制信號。放大電路 143 接收第三類比信

號與第二類比信號，並產生與高溫域中一階溫度特性參數相協調之第一函數控制信號。藉由將放大電路 142 與 143 所輸出之控制信號加在一起，獲得近似 n 階近似函數之控制信號 V_n 。

圖 15 為展示實施例三階近似函數產生電路的圖式，其描述於由本發明者先前所提交的發明 (JP-A-10-362689) 中且用作根據第二具體例之函數產生電路。如上文所述，根據本發明之函數產生電路，可提供執行準確溫度補償之 TCXO，而不降低接近常溫下之雜訊條件。

(第三具體例)

圖 16 為展示根據本發明之第三具體例之函數產生電路之實施例 n 階近似函數產生電路的圖式。如圖 16B 所示，當藉由分割一低溫區域而配置三個連續溫度域 TL1、TL2 及 TL3 時，放大電路 162 產生與域 TL1 之一階溫度特性參數相協調的一階函數控制信號；放大電路 163 產生與域 TL2 之一階溫度特性參數相協調的一階函數控制信號；且放大電路 164 產生與域 TL3 之一階溫度特性參數相協調的一階函數控制信號。

當由放大電路 162、163 及 164 所輸出之控制信號加在一起時，可獲得近似 n 階近似函數之控制信號 V_n 之低溫側控制信號 V_{nL} 。

當為放大電路 162、163 及 164 額外提供用以改變電流鏡射比率之開關時，可控制 n 階溫度特性參數。

對於高溫區域而言採用相同的結構。亦即，藉由分割一

高溫區域來配置三個連續溫度域 TH1、TH2 及 TH3，第四放大電路產生與域 TH1 之一階溫度特性參數相協調的一階函數控制信號；第五放大電路產生與域 TH2 之一階溫度特性參數相協調的一階函數控制信號；且第六放大電路產生與域 TH3 之一階溫度特性參數相協調的一階函數控制信號。

當將由第四、第五及第六放大電路所輸出之控制信號加在一起時，可獲得近似 n 階近似函數之控制信號 V_n 之高溫區域控制信號 V_{nH} 。

如上文所述，根據本發明第三具體例之函數產生電路，可提供在較廣的溫度區域內執行準確溫度補償之 TCXO，而不降低在接近常溫下之雜訊情況。

本發明之函數產生電路提供確保可以較少的雜訊而執行準確溫度補償之作用，且適用於具有較高溫度補償準確度之無雜訊 TCXO。

【圖式簡單說明】

圖 1 為說明根據本發明第一具體例的函數產生電路的圖式。

圖 2 為展示根據本發明之第一具體例之溫度控制之石英振盪器(TCXO)之配置的方塊圖。

圖 3 為展示根據先前提出的發明之溫度補償電路 A 之方塊圖。

圖 4 為展示根據先前提出的發明之溫度補償電路 B 之方塊圖。

圖 5A 至 5D 為展示在先前發明中之溫度補償電路 B 已調整溫度補償參數時特性之變化之特性曲線圖。

圖 6A 至 6C 為展示由先前發明中溫度補償電路 B 所輸出之信號 V_c 之特性、輸出信號 V_c 與理想三次曲線之間的電壓誤差及輸出頻率之基本頻率波動誤差之特性曲線圖。

圖 7A 與 7B 為展示本發明之第一具體例之函數產生電路之溫度感測器電路的電路圖。

圖 8 為根據本發明之第一具體例之函數產生電路之恆定電壓電路之電路圖。

圖 9A 與 9B 為展示第一具體例之函數產生電路之實施例三階近似函數產生電路之電路圖。

圖 9C 與 9D 為展示第一具體例之函數產生電路之實施例三階近似函數產生電路之電路圖與特性圖。

圖 10 為展示第一具體例之函數產生電路之實施例三階近似函數產生電路之電路圖。

圖 11 為展示第一具體例之函數產生電路之實施例四階與五階近似函數產生電路之電路圖。

圖 12A 至 12C 為展示在採用第一具體例之函數產生電路之三階近似函數產生電路及四階與五階近似函數產生電路的情況下所獲得的溫度補償電路之特性的曲線圖。

圖 13A 為說明根據本發明第二具體例的函數產生電路的圖式。

圖 13B 為說明圖 13A 中函數產生電路之特性的圖式(其中 $m = 9$)。

圖 14 為展示根據第二具體例之函數產生電路之 n 階近似函數產生電路之電路圖。

圖 15 為展示根據第二具體例之函數產生電路之三階近似函數產生電路之電路圖。

圖 16A 與 16B 為展示根據本發明之第三具體例之函數產生電路的 n 階近似函數產生電路之電路圖及曲線圖。

圖 16C 為展示根據第三具體例之函數產生電路之 n 階近似函數產生電路之圖式。

圖 17A 至 17C 為展示石英振盪器之振盪頻率之溫度特性的曲線圖。

圖 18 為展示具備有溫度補償功能之習知石英振盪裝置之配置的方塊圖。

【主要元件符號說明】

1	恆定電壓電路
2	溫度感測器電路
3	三階近似函數產生電路
4	一階函數產生電路
5	零階函數產生電路
6	峰值變化點調整電路
6(a)	峰值變化點調整電路
6(b)	峰值變化點調整電路
6(c)	操作溫度域調整電路
7	四階與五階近似函數產生電路
8	調整器電路

9	溫度補償電路
10	放大器
11	可變電容設備
12	電壓控制振盪電路
13	PROM 電路
14	TCXO
15	晶體單元
16	石英振盪裝置
17	恆定電壓電路
18	溫度感測器電路
19	信號合成電路/控制電路
19a	MAX 電路
19b	MIN 電路
20	電壓控制石英振盪電路
21	ROM/RAM 電路
22	一階溫度特性產生電路
23	零階溫度特性產生電路
24	Ti 調整電路
25	MAX/MIN 電路
26	n 階近似函數產生電路
40	溫度補償電路
80	恆定電壓電路
90a	單調降低電壓產生電路
91	恆定電壓電路

91a	電阻器
91b	單調升高電壓產生電路
92	能帶隙參考電路
93	電流鏡電路
94	電阻器
95	恆定電壓電路
95a	電阻器
96	能帶隙參考電路
97	電流鏡電路
98	電阻器
101	放大電路
101A	三次曲線
102	放大電路
102A	理想的控制電壓曲線
103	放大電路
104	信號合成電路
111	三階近似函數產生電路
111A	記憶體電路
112	放大電路
112A	溫度感測器電路
113	放大電路
113A	放大電路
114	四階與五階近似函數產生電路
114A	電壓控制石英振盪器

115A	取樣保持電路
142	放大電路
143	放大電路
162	放大電路
163	放大電路
164	放大電路
b11	類比信號
b12	類比信號
b51	類比信號
b52	類比信號
I0	恆定電流
I _t	電流
I _{T0}	電流
k	比例常數
T	周圍溫度
T ₀	函數 F _c 之峰值變化點
T ₁	函數 F ₀ 之峰值變化點
T ₂	峰值變化點溫度
T _a	周圍溫度
TH1	溫度域
TH2	溫度域
TH3	溫度域
T _i	峰值變化點溫度
TL1	溫度域

TL2	溫度域
TL3	溫度域
V0	零階函數控制信號/參考電壓
V1	一階函數控制信號
V3	三階近似函數控制信號
V45	四階與五階函數控制信號
Vc	控制信號
Vcc	電源電壓
Vn	控制信號
VnH	高溫區域控制信號
VnL	低溫側控制信號
VREG	恆壓
Vt	能帶隙參考
y1、y2、y3、y4 及 y5	控制信號
y6	電壓
y7	控制信號
α	三階溫度特性參數
αVc	三階控制電壓
β	一階溫度特性參數
βVc	一階控制電壓
γ	零階溫度特性參數
γVc	零階控制電壓

五、中文發明摘要：

一個一階函數產生電路接收來自一溫度感測器電路之信號，並產生一受周圍溫度影響的一階函數控制信號 V1。一個四階與五階近似函數產生電路接收來自溫度感測器電路與來自三階近似函數產生電路之信號，並產生一受該周圍溫度影響的四階與五階近似函數控制信號 V45。一峰值變化點調整電路輸出一信號以調整該三階近似函數產生電路、該一階產生函數電路及該四階與五階近似函數產生電路之一峰值變化點溫度 T_i 之值。一溫度補償電路將控制信號 V0、V1、V3 及 V5 加在一起，並輸出所得信號 V_c 。

六、英文發明摘要：

A first order function generation circuit receives a signal from a temperature sensor circuit, and generates a first order function control signal V_1 that is affected by the ambient temperature. A fourth order and fifth order approximation function generation circuit receives signals from the temperature sensor circuit and from the third order approximation function generation circuit, and generates a fourth and fifth order approximation function control signal V_{45} that is affected by the ambient temperature. A peak change point adjustment circuit outputs a signal to adjust the value of a peak change point temperature T_i for the third order approximation function generation circuit, the first order generation function circuit and the fourth order and fifth order approximation function generation circuit. A temperature compensation circuit adds together control signals V_0 , V_1 , V_3 and V_5 , and outputs the resultant signal V_c .

十、申請專利範圍：

1. 一種函數產生電路，其對一石英振盪裝置執行溫度補償，該函數產生電路包含：

一第一類比信號產生電路，其用於產生並輸出一不受一周圍溫度影響之預定類比信號；

一第二類比信號產生電路，其用於產生並輸出一受該周圍溫度影響且近似一個一階函數之類比信號；

一個三階近似函數產生電路，其用於接收來自該第一類比信號產生電路與該第二類比信號產生電路之該等類比信號，且用於產生並輸出對應於自一低溫側向一高溫側延伸之 m 個連續溫度域之 m 個控制信號 (m 為一個大於或等於 3 的整數)，該 m 個連續溫度域係藉由分割該周圍溫度可得到之一範圍而獲得；

一個一階函數產生電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號並產生一受該周圍溫度影響的一階函數控制信號；

一個零階函數產生電路，其用於接收來自該第一類比信號產生電路之該類比信號並產生一不受該周圍溫度影響的零階函數控制信號；

一峰值變化點調整電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號及用於調整在一峰值變化點的一溫度並輸出結果至該三階近似函數產生電路及該一階函數產生電路；

一個四階與五階近似函數產生電路，其採用皆由該三階

近似函數產生電路所輸出的分別與一第 g 溫度域與一第 h 溫度域相協調的一第 g 控制信號 (g 為一個大於或等於 1 且小於或等於 m 之整數) 及一第 h 控制信號 (h 為一個不同於 g ，大於或等於 1 且小於或等於 m 的整數)，及產生一近似一個四階函數與一個五階函數之控制信號；及

一加法器，其合成由該三階近似函數產生電路所輸出之該信號、由該一階函數產生電路所輸出之該類比信號、由該零階函數產生電路所輸出之該零階函數控制信號及由該四階與該五階近似函數產生電路所輸出之該等控制信號，且輸出所得信號。

2. 如申請專利範圍第 1 項之函數產生電路，其中將由該第二類比信號產生電路所輸出之該第二類比信號係使用一個二極體之一正向電壓來產生。

3. 如申請專利範圍第 1 項之函數產生電路，其中將由該第二類比信號產生電路所輸出之該第二類比信號係使用一第一電阻器組與一第二電阻器組之間的一溫度係數差來產生。

4. 一種函數產生電路，其對一石英振盪裝置執行溫度補償，該函數產生電路包含：

一第一類比信號產生電路，其用於產生並輸出一不受一周圍溫度影響之預定類比信號；

一第二類比信號產生電路，其用於產生並輸出一受該周圍溫度影響且近似一個一階函數之類比信號；

一個三階近似函數產生電路，其用於接收來自該第一類

比信號產生電路與該第二類比信號產生電路之類比信號，及用於輸出一信號；

一個一階函數產生電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號並產生一受該周圍溫度影響的一階函數控制信號；

一個零階函數產生電路，其用於接收來自該第一類比信號產生電路之該類比信號並產生一不受該周圍溫度影響的零階函數控制信號；

一第一峰值變化點調整電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號及調整在一峰值變化點的一溫度，並輸出結果至該三階近似函數產生電路及該一階函數產生電路；

一低溫操作域調整電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號，及用於調整用於一低溫域控制電路之一操作溫度域，該低溫域控制電路輸出一對應於一低溫域之低溫域控制信號；

一高溫操作域調整電路，其用於調整一高溫域控制電路之一操作溫度域，該高溫域控制電路輸出一對應於一高溫域之高溫域控制信號；

一個 n 階函數近似函數產生電路，其接收來自該低溫操作域調整電路、該高溫操作域調整電路及該第二類比信號產生電路之信號，及產生並輸出對應於一低溫域之該低溫域控制信號與對應於一高溫域之該高溫域控制信號；

一第二峰值變化點調整電路，其用於接收自該第二類比

信號產生電路之該類比信號，調整一在一峰值變化點的溫度及輸出一信號至該 n 階近似函數產生電路；及

一加法器，其用於合成由該三階近似函數產生電路、該一階函數產生電路、該零階函數產生電路及該 n 階近似函數產生電路所輸出的該等信號。

5. 如申請專利範圍第 4 項之函數產生電路，其中將由該第二類比信號產生電路所輸出之該第二類比信號係使用一個二極體之一正向電壓來產生。

6. 如申請專利範圍第 4 項之函數產生電路，其中將由該第二類比信號產生電路所輸出之該第二類比信號係使用一第一電阻器組與一第二電阻器組之間的一溫度係數差來產生。

7. 如申請專利範圍第 4 項之函數產生電路，其中該三階近似函數產生電路接收來自該第一類比信號產生電路與該第二類比信號產生電路之信號，及產生並輸出與自一低溫側至一高溫側之 m 個連續溫度域相協調的 m 個控制信號，該 m 個連續溫度域係藉由分割該周圍溫度可得到的一範圍而獲得。

8. 一種函數產生電路，其對一石英振盪裝置執行溫度補償，該函數產生電路包含：

一第一類比信號產生電路，其用於產生並輸出一不受一周圍溫度影響之預定類比信號；

一第二類比信號產生電路，其用於產生並輸出一受該周圍溫度影響且近似一個一階函數之類比信號；

一個三階近似函數產生電路，其用於接收來自該第一類比信號產生電路與該第二類比信號產生電路之類比信號，及用於輸出一信號；

一個一階函數產生電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號及產生一受該周圍溫度影響的一階函數控制信號；

一個零階函數產生電路，其用於接收來自該第一類比信號產生電路之該類比信號並產生一不受該周圍溫度影響的零階函數控制信號；

一第一峰值變化點調整電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號，調整在一峰值變化點的一溫度及輸出結果至該三階近似函數產生電路及該一階函數產生電路；

一低溫操作域調整電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號，及調整用於一低溫域控制電路之一操作溫度域，該低溫域控制電路輸出一對應於一低溫域之低溫域控制信號；

一高溫操作域調整電路，其用於調整一高溫域控制電路之一操作溫度域，該高溫域控制電路輸出一對應於一高溫域之高溫域控制信號；

一個 n 階近似函數產生電路，其用於接收來自該低溫操作域調整電路、該高溫操作域調整電路及該第二類比信號產生電路之信號，及用於產生並輸出 s 個低溫域控制信號 (s 為一個大於或等於 2 的整數) 及 t 個高溫域控制信號 (t

為一個大於或等於 2 的整數)，該 s 個低溫域控制信號與該 t 個高溫域控制信號分別對應於藉由分割該周圍溫度可得到的一低溫範圍與一高溫範圍所獲得的 s 個連續溫度域與 t 個連續溫度域；

一第二峰值變化點調整電路，其用於接收來自該第二類比信號產生電路之該類比信號，調整一峰值變化點及輸出一信號至該 n 階近似函數產生電路；及

一加法器，其用於合成由該三階近似函數產生電路、該一階函數產生電路、該零階函數產生電路及該 n 階近似函數產生電路所輸出的該等信號。

9. 如申請專利範圍第 8 項之函數產生電路，其中將由該第二類比信號產生電路所輸出之該第二類比信號係使用一個二極體之一正向電壓來產生。

10. 如申請專利範圍第 8 項之函數產生電路，其中將由該第二類比信號產生電路所輸出之該第二類比信號係使用一第一電阻器組與一第二電阻器組之間的一溫度係數差來產生。

十一、圖式：

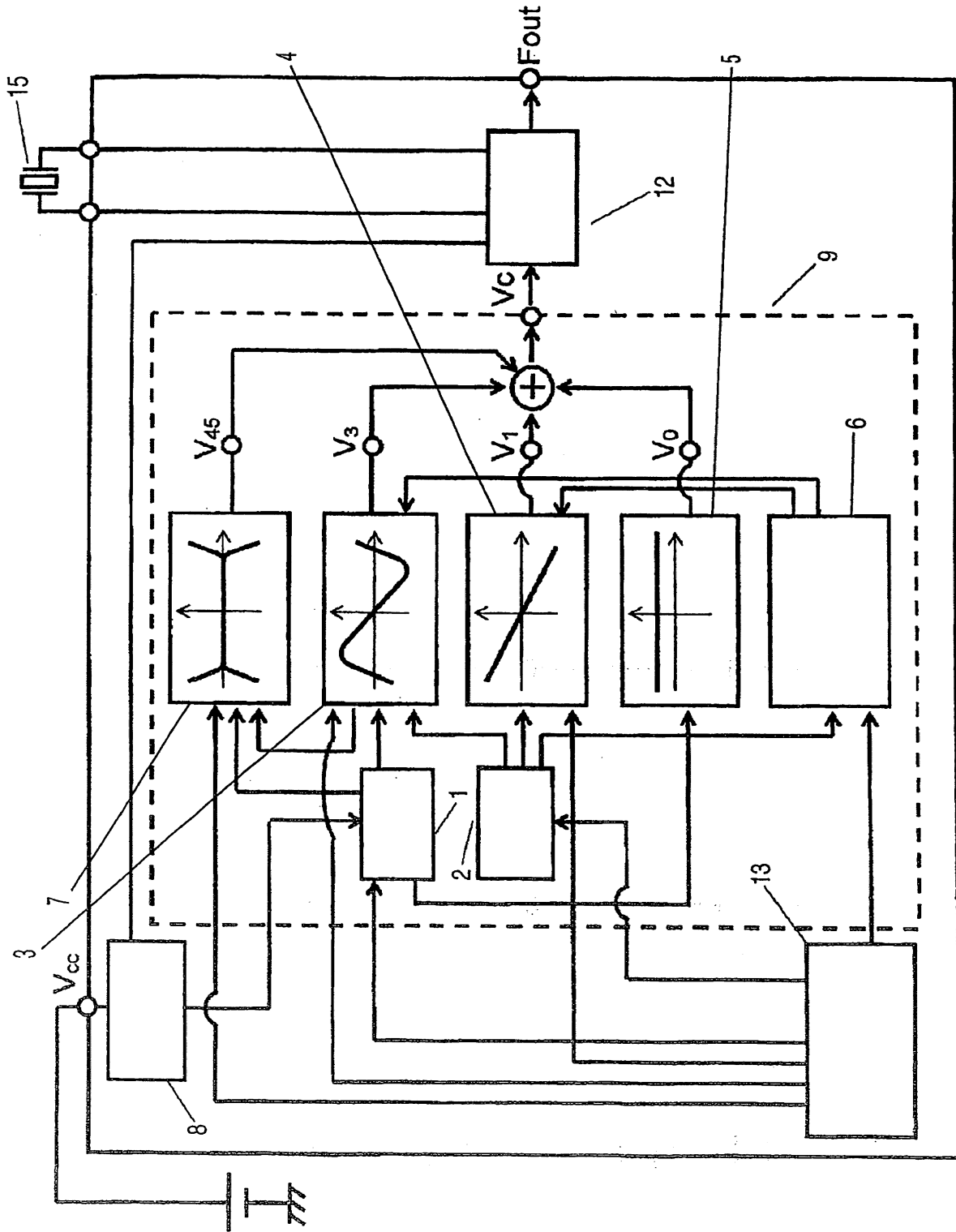


圖1

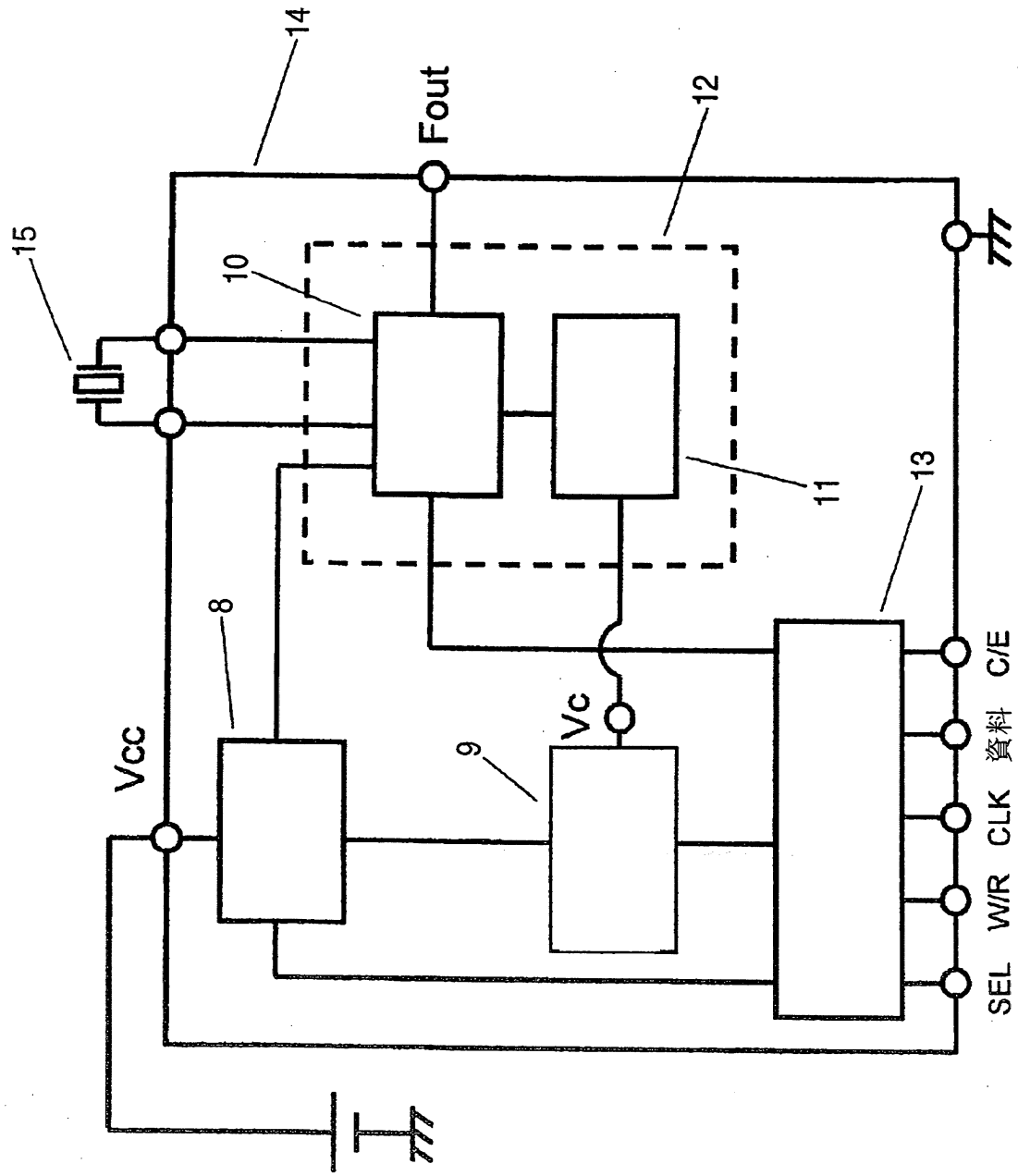


圖2

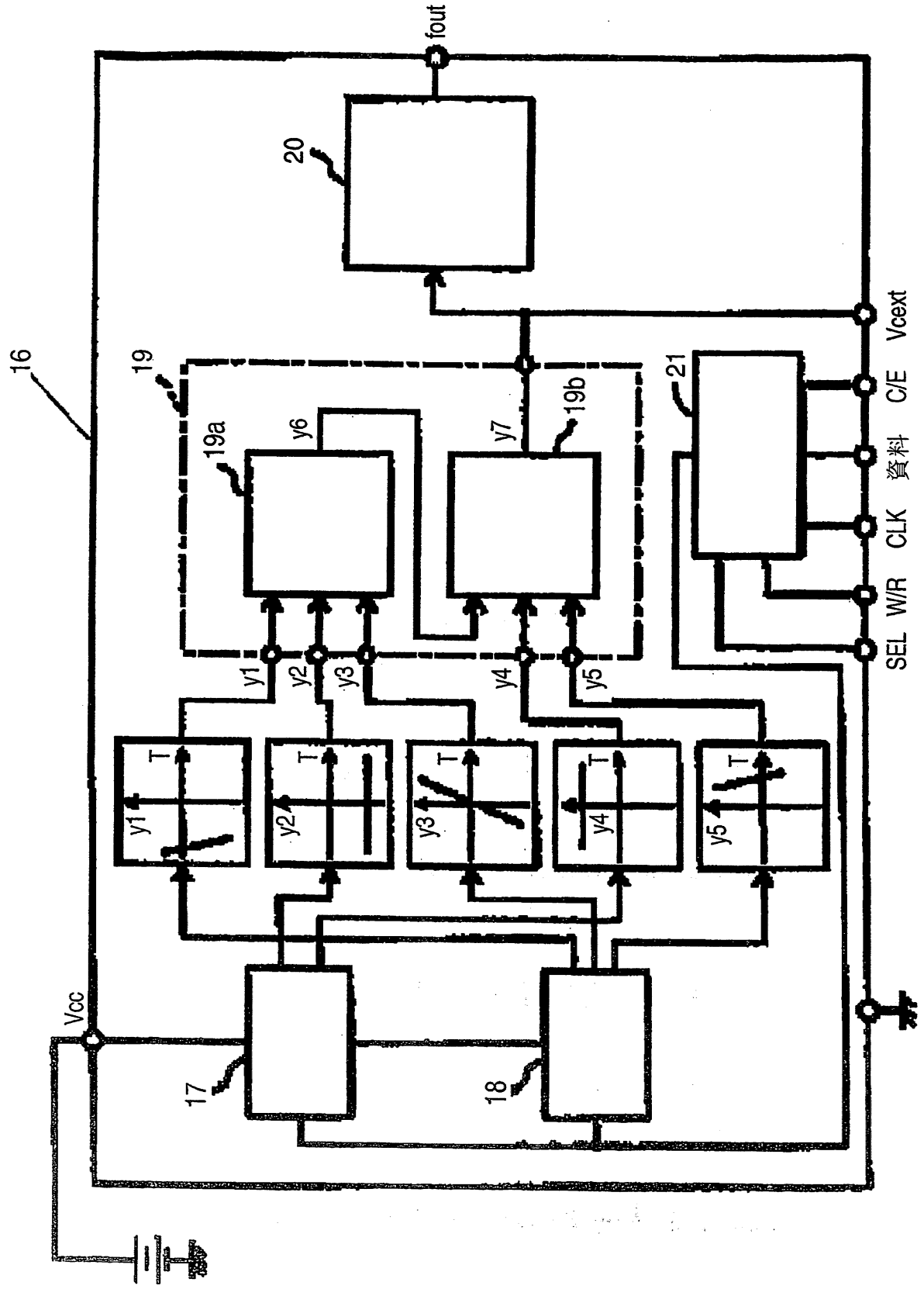


圖3

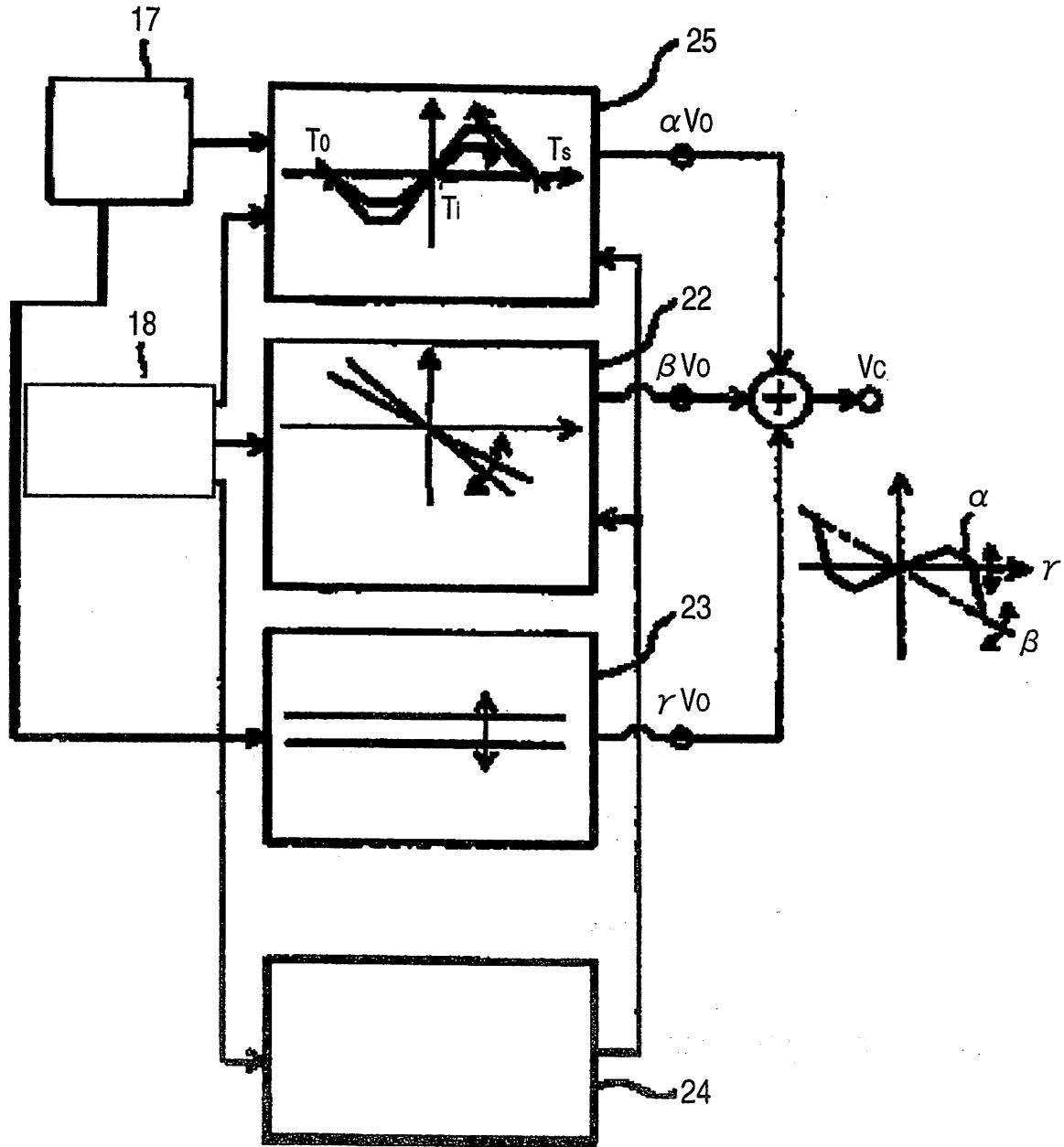


圖4

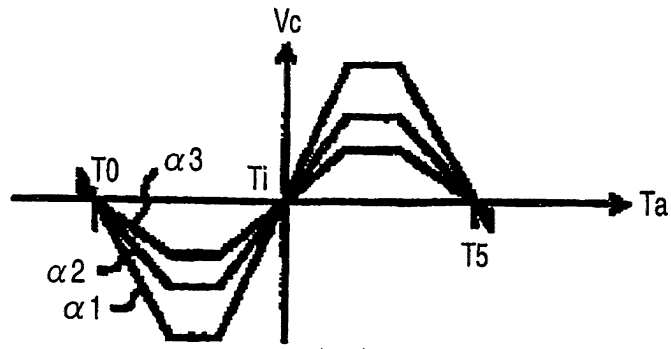


圖 5A

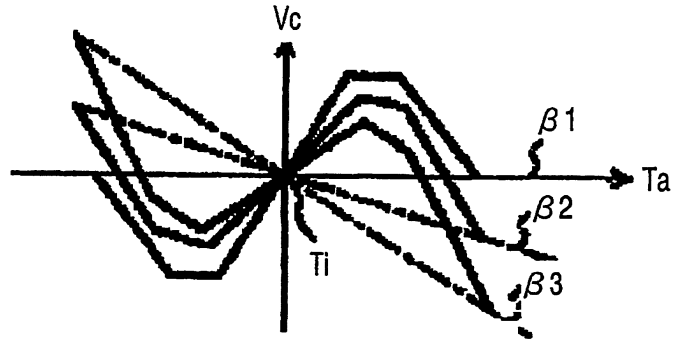


圖 5B

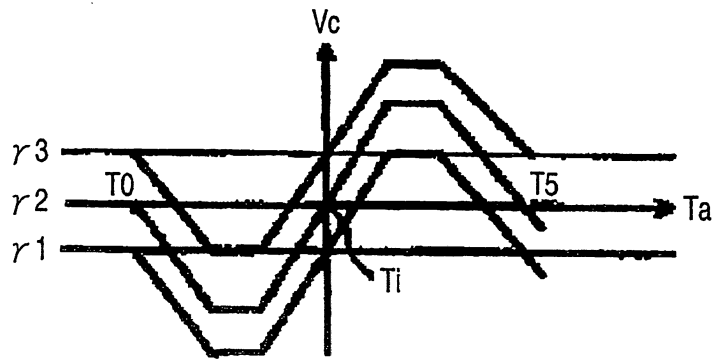


圖 5C

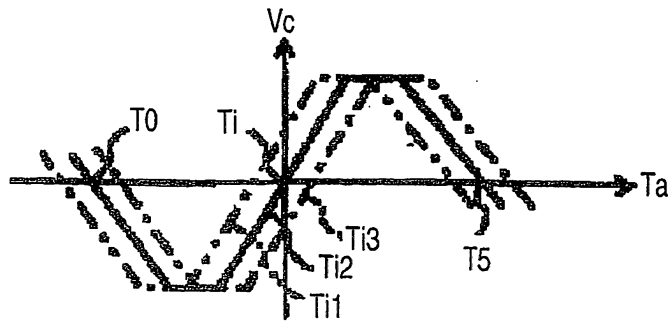


圖 5D

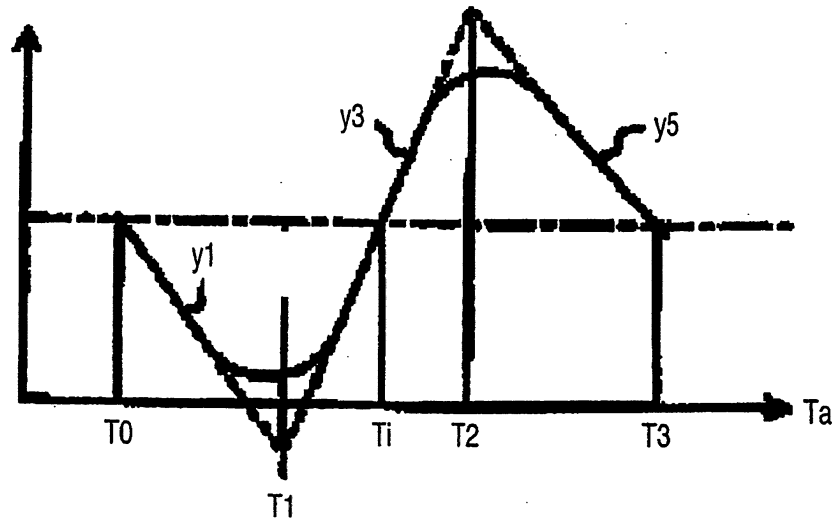


圖6A

$\Delta V_c = V_c$ -理想三階三次曲線

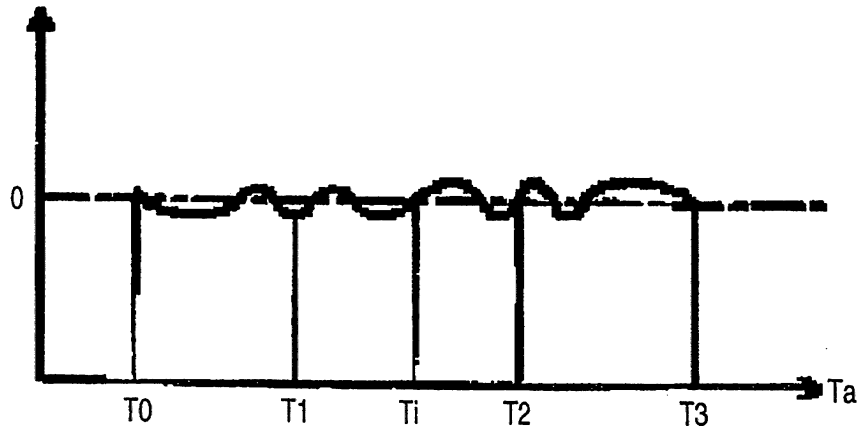


圖6B

$\Delta f = f - f_0$

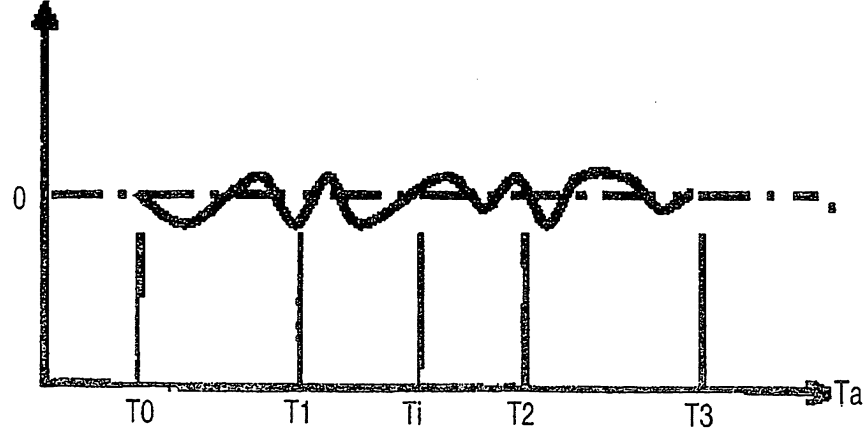
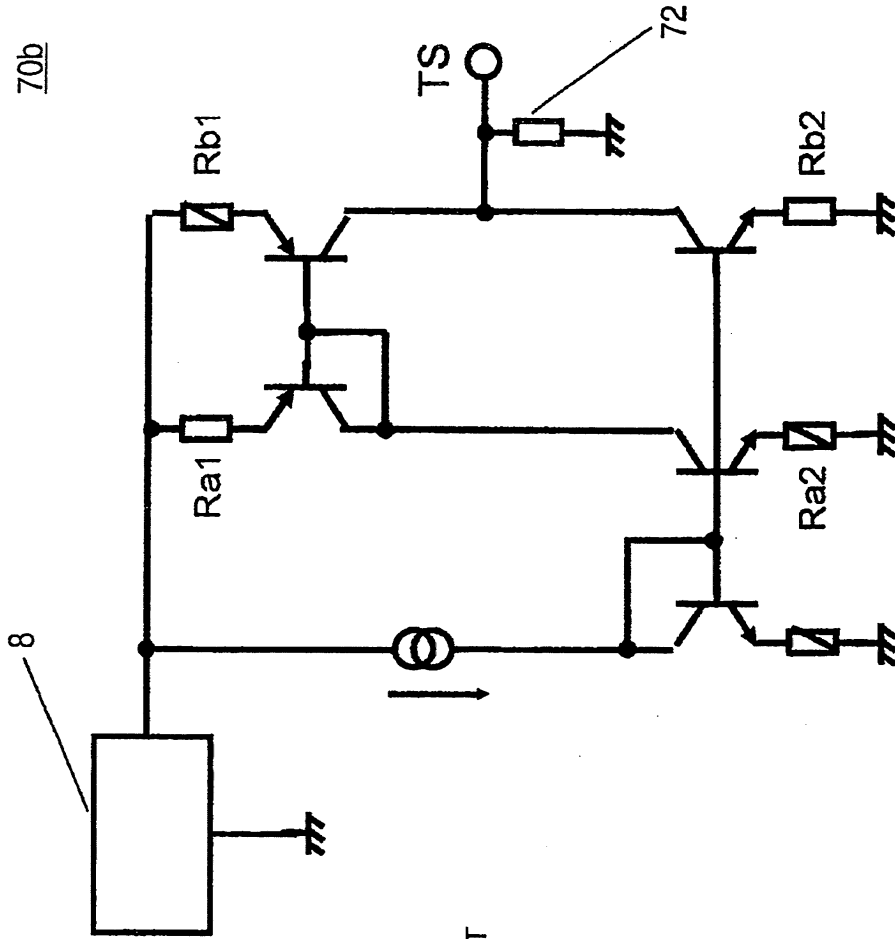


圖6C

70b



70a

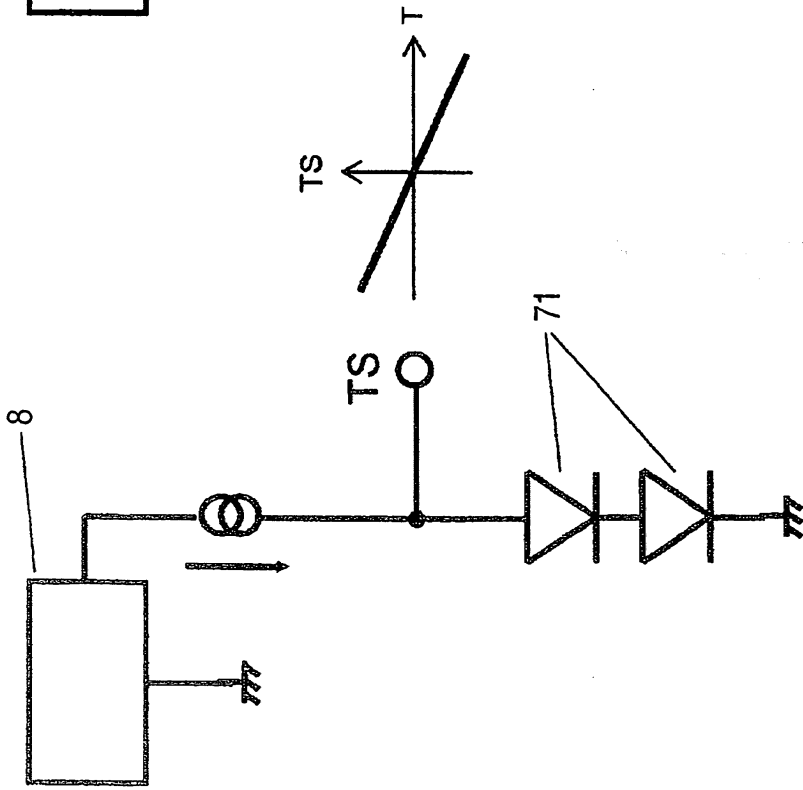


圖7B

圖7A

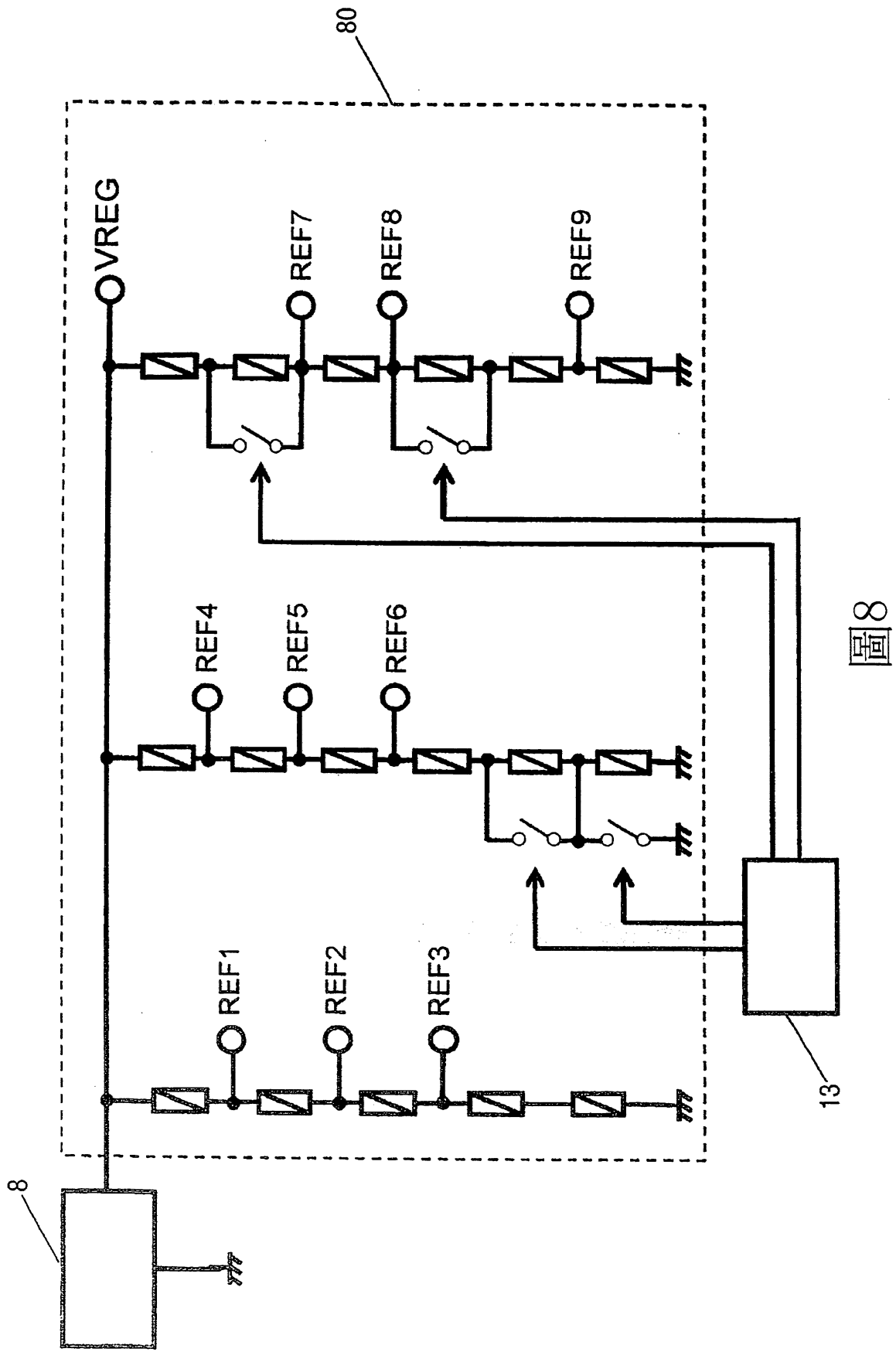


圖 8

13

80

8

VREG

REF1

REF2

REF3

REF4

REF5

REF6

REF7

REF8

REF9

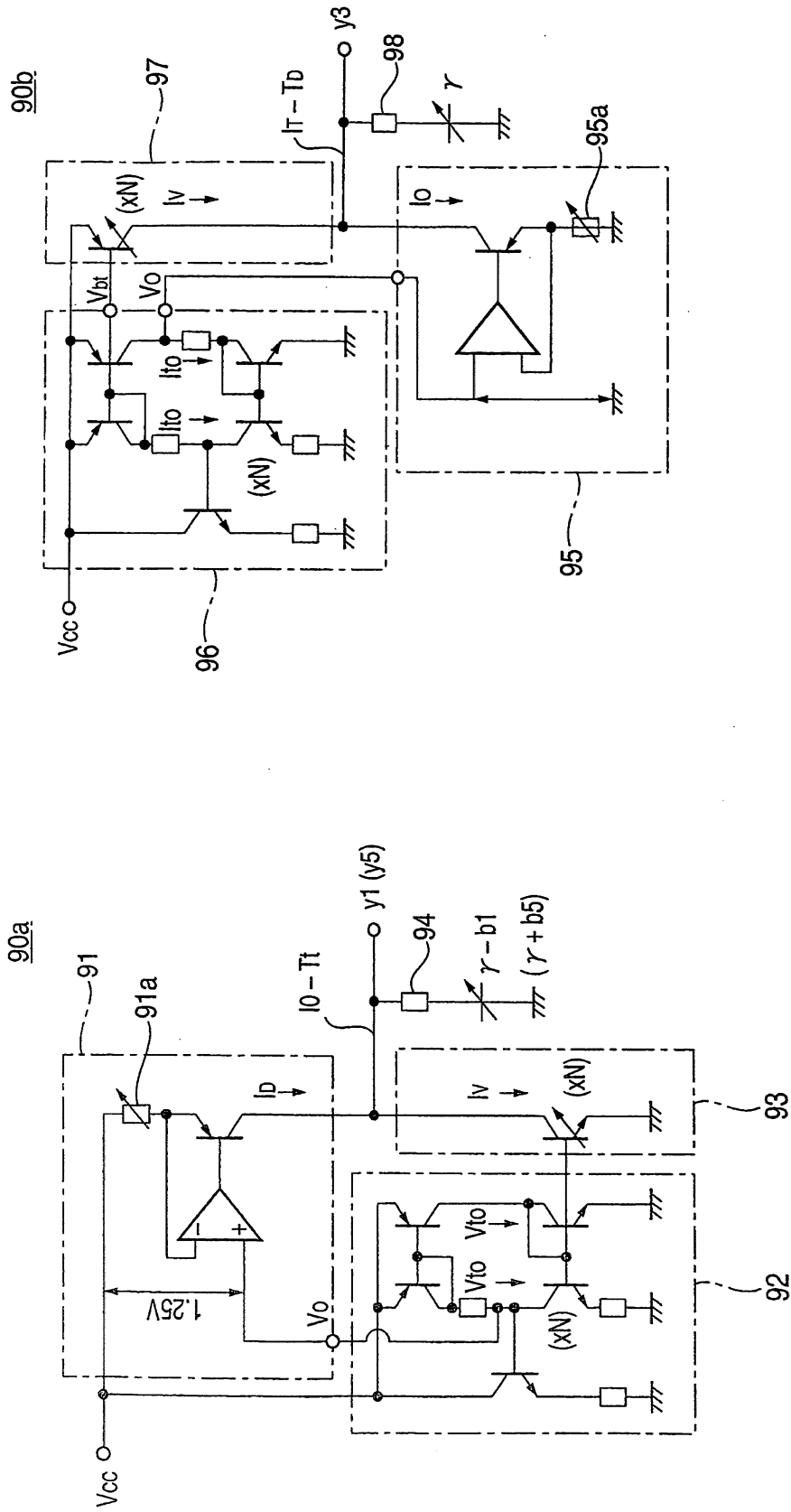


圖9A

圖9B

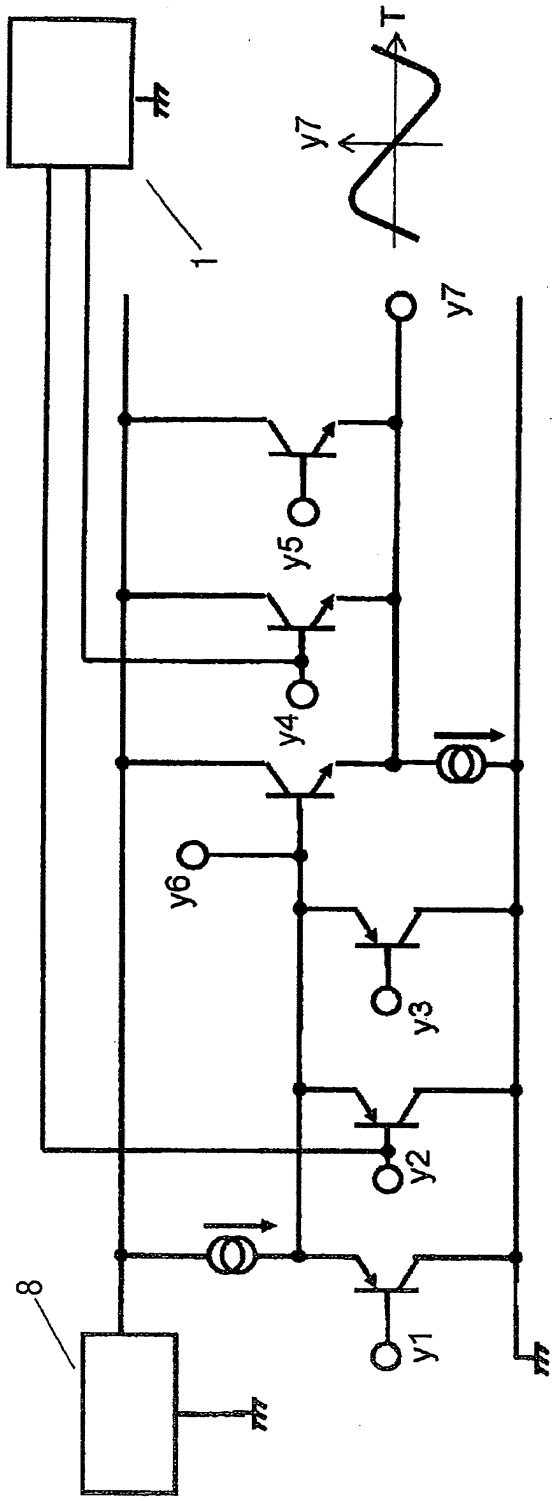


圖9C

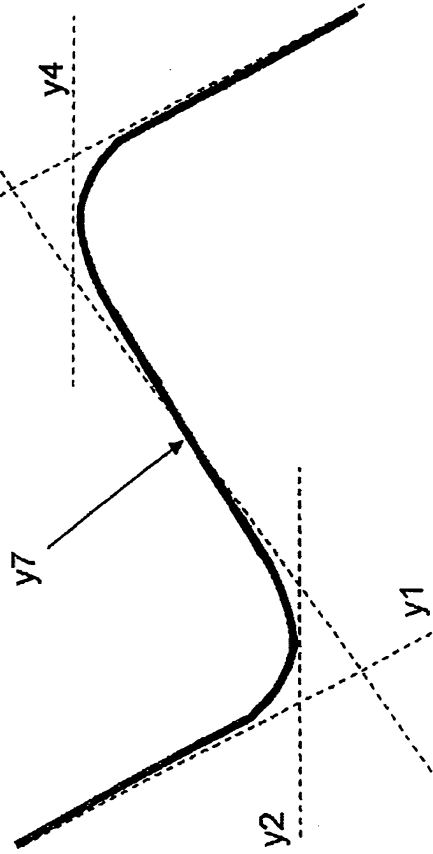


圖9D

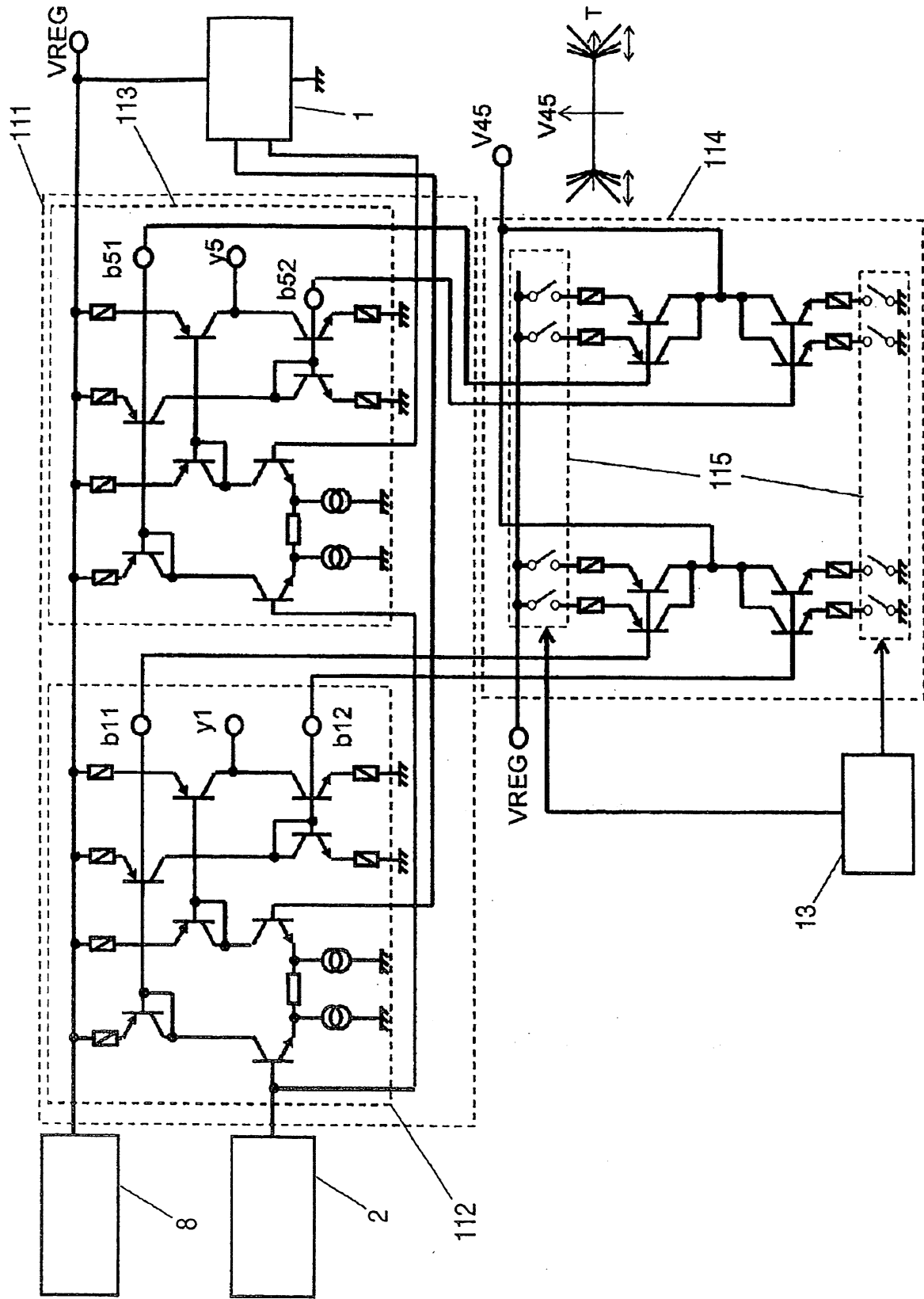


圖11

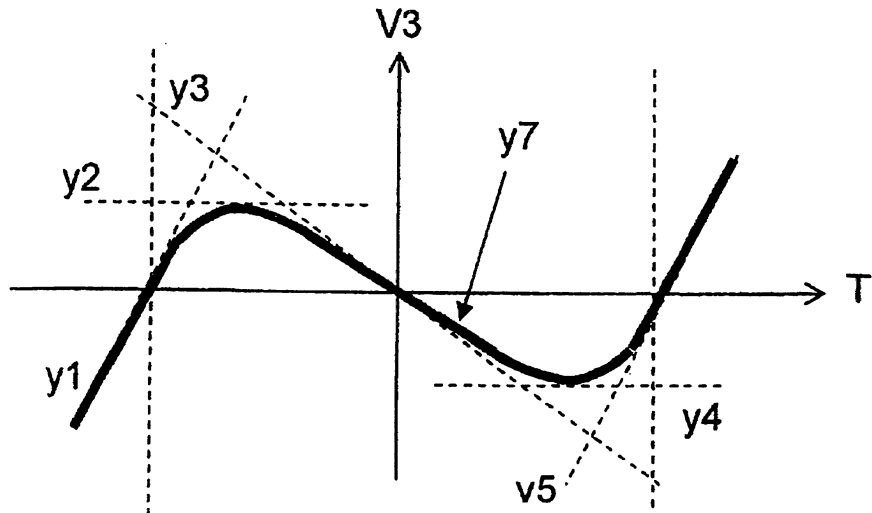


圖 12A

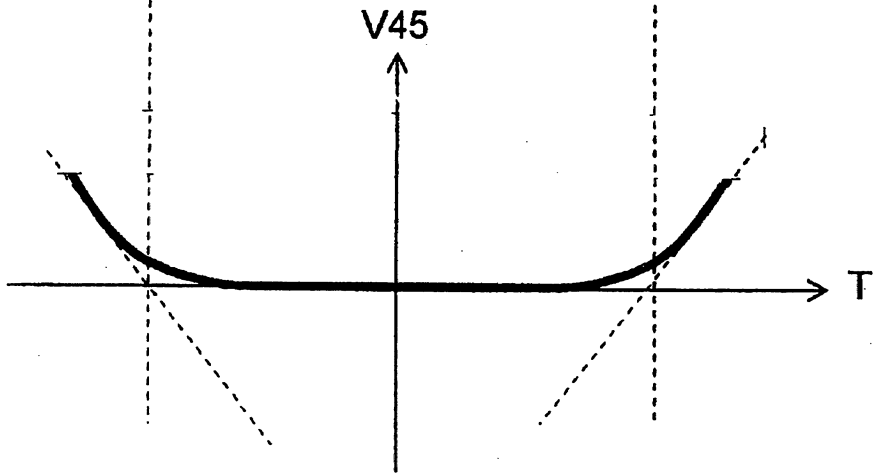


圖 12B

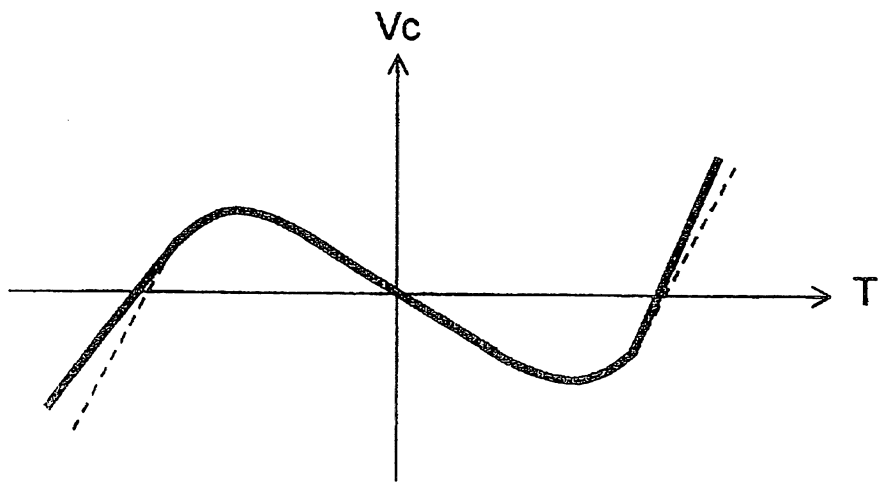


圖 12C

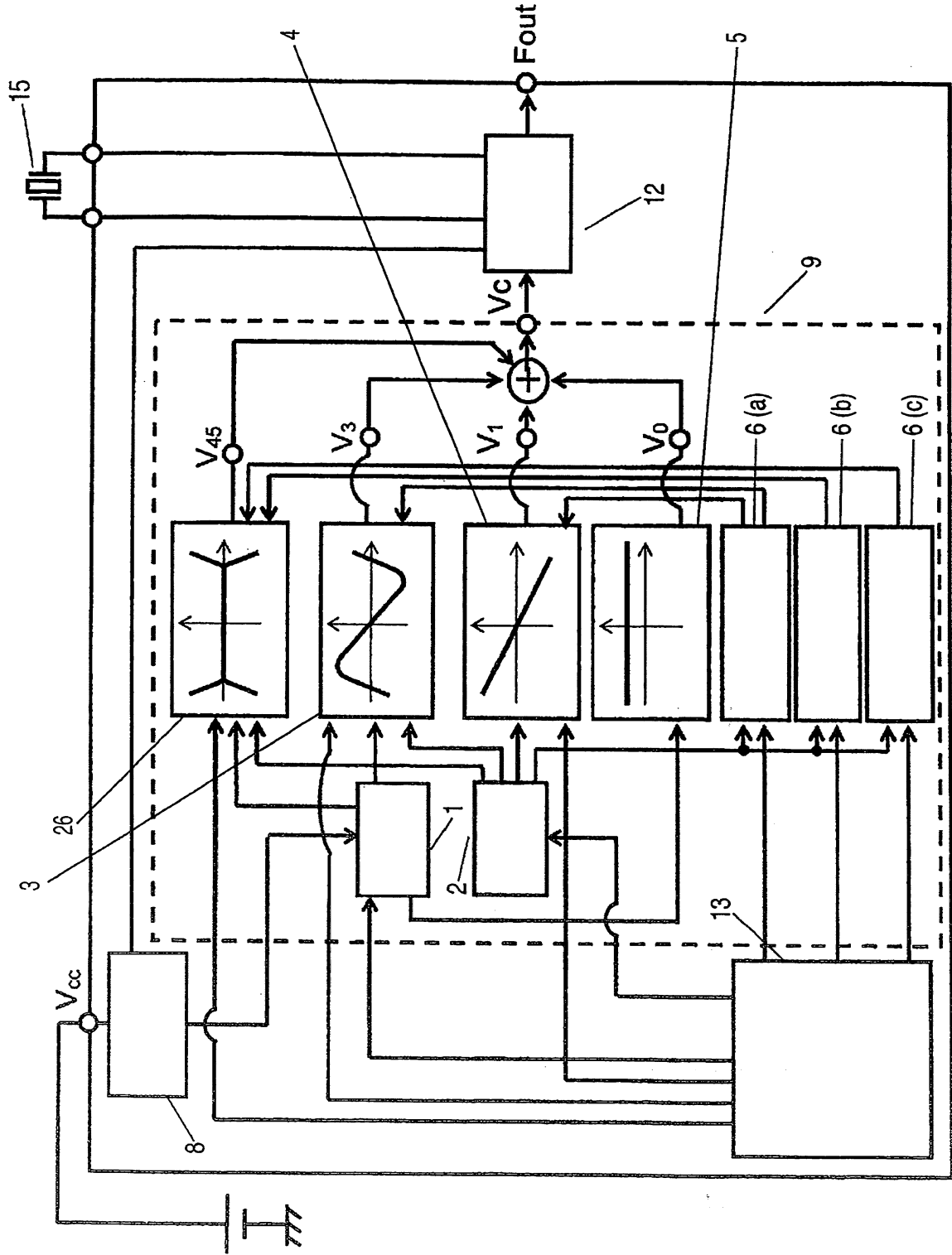


圖13A

圖13A所示之三階函數產生電路之特性的說明(在 $m=9$ 的情況下)

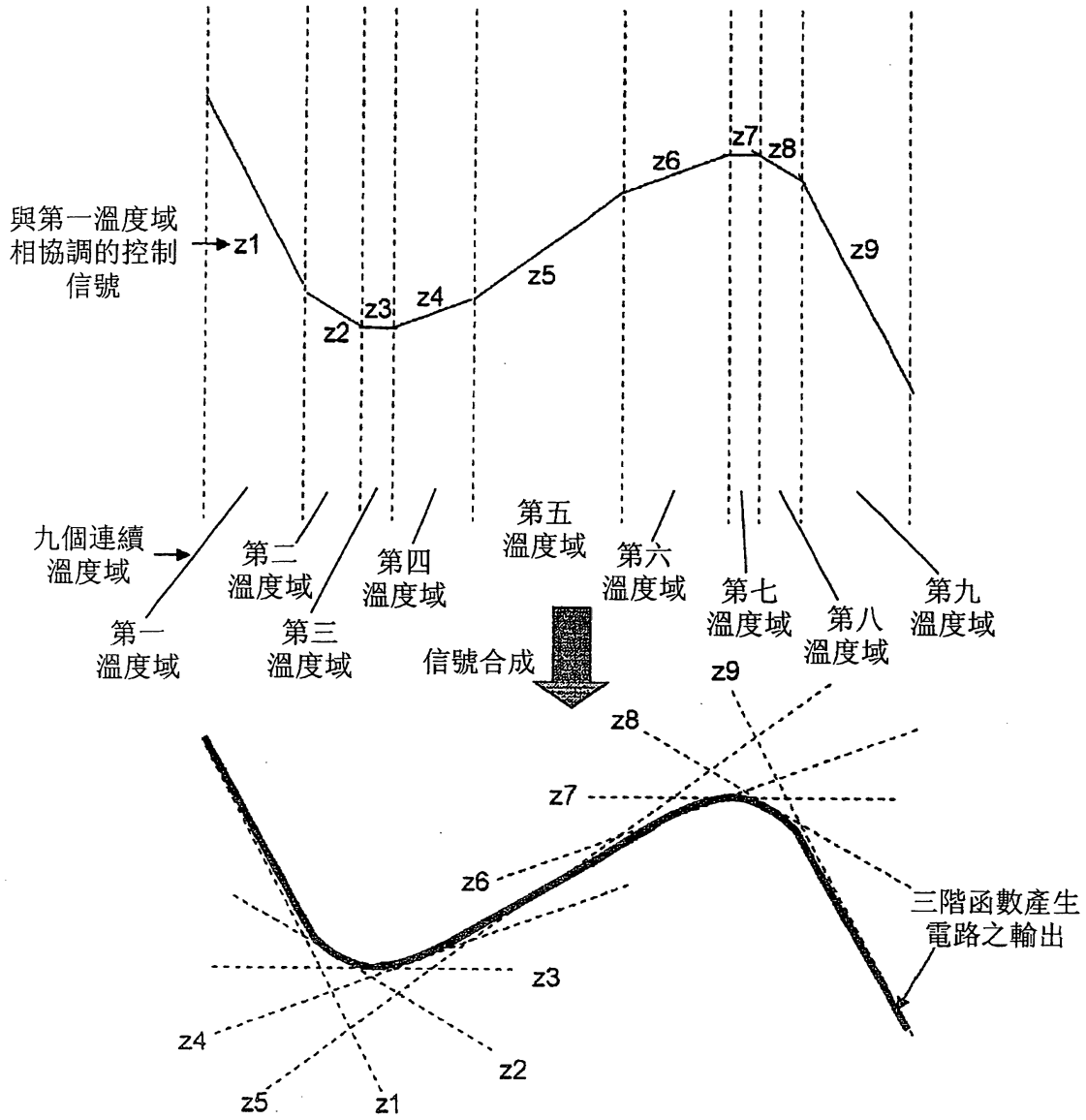


圖13B

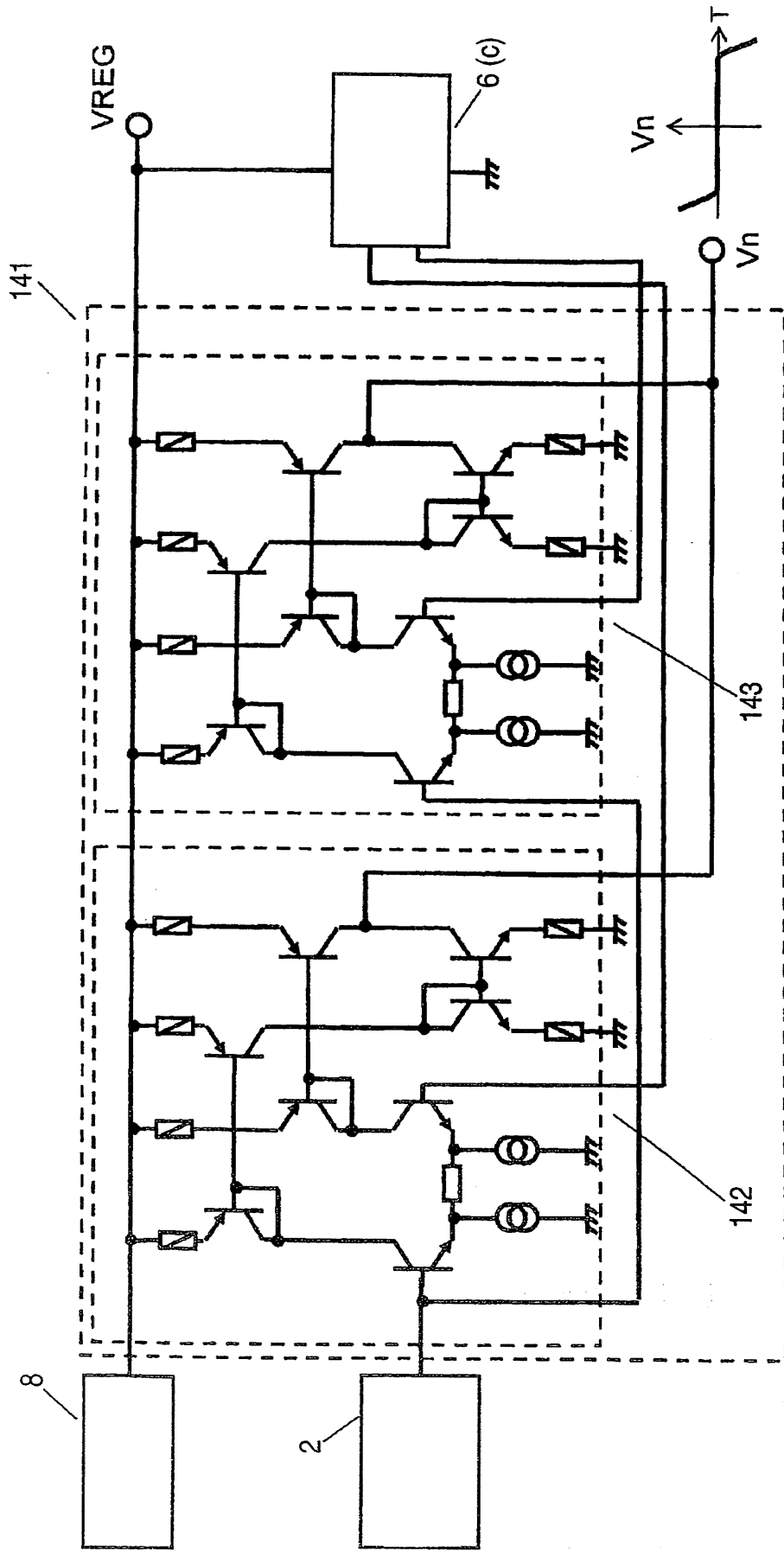


圖14

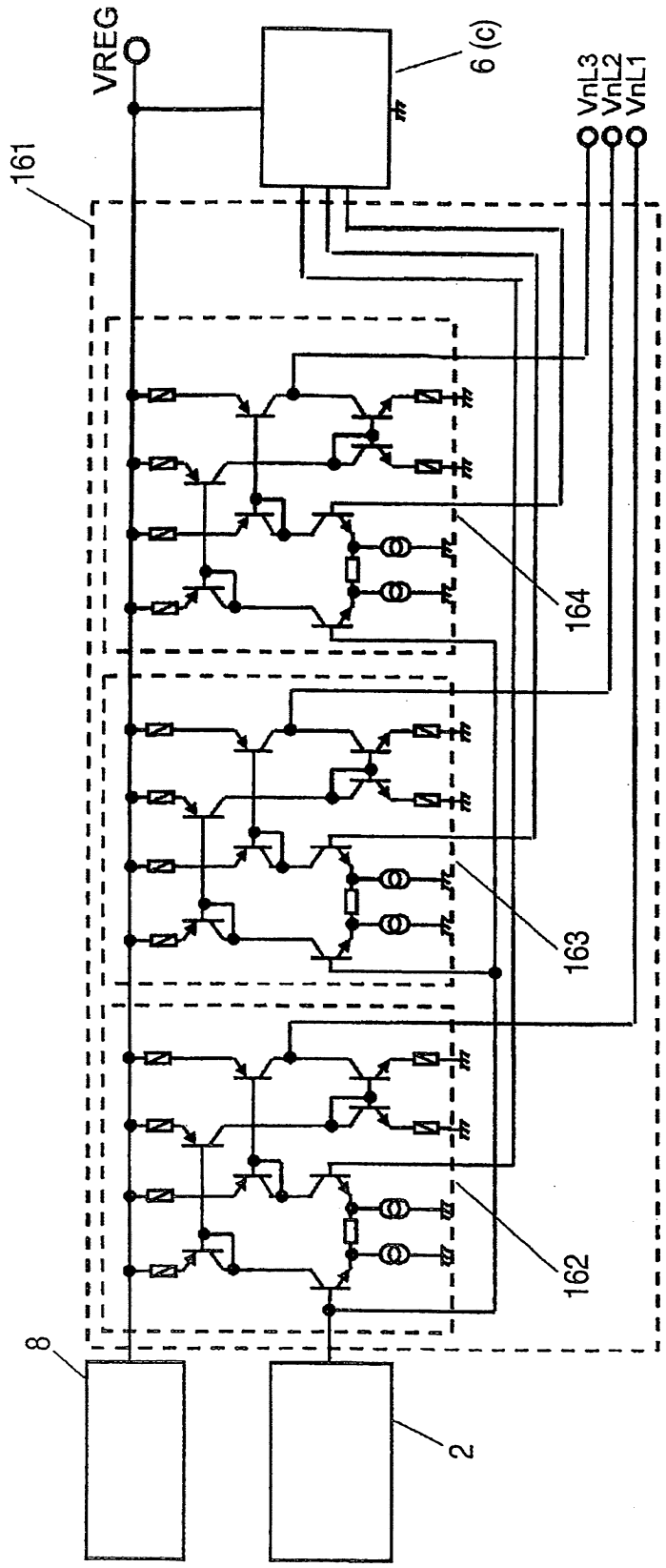


圖16A

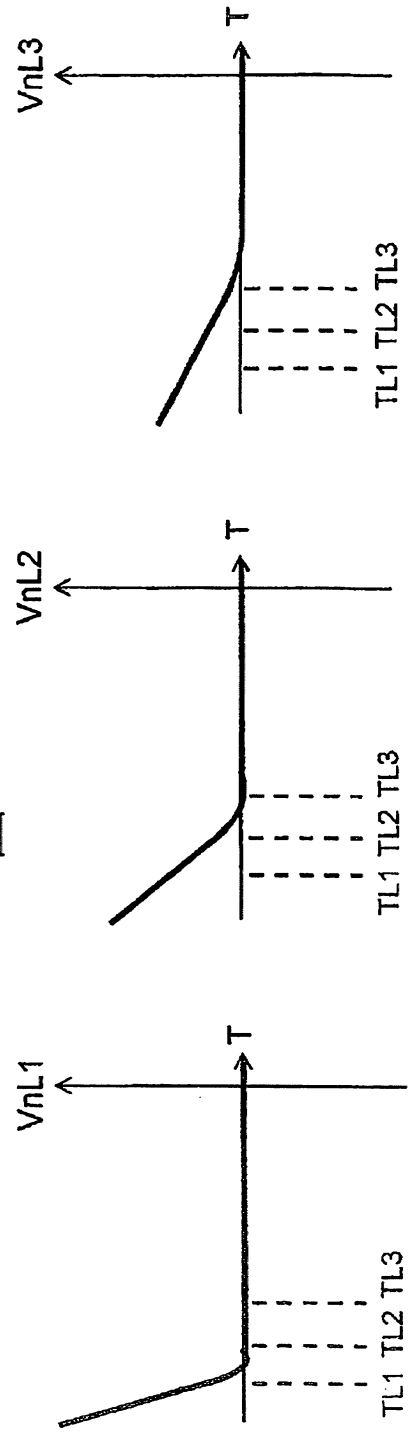


圖16B

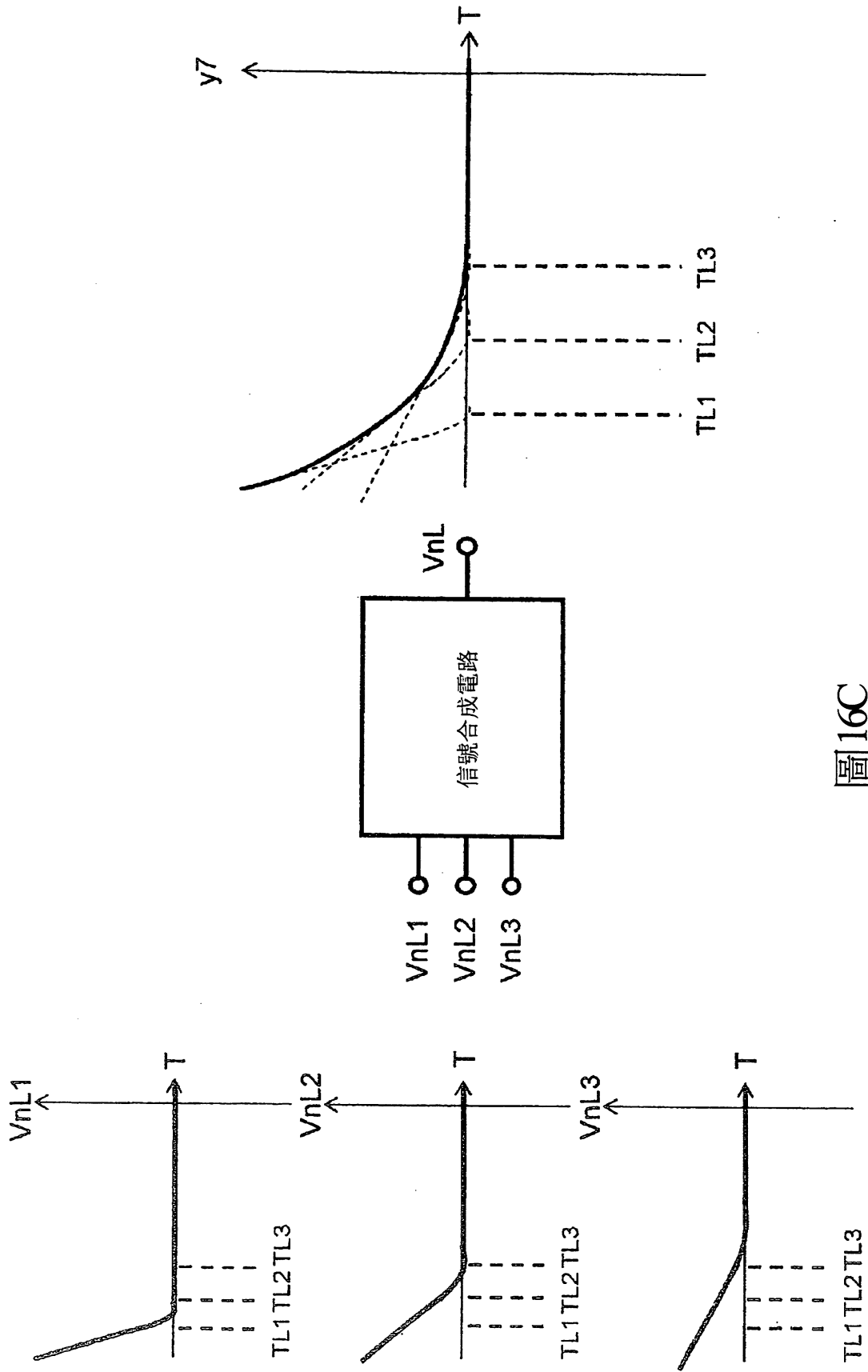


圖16C

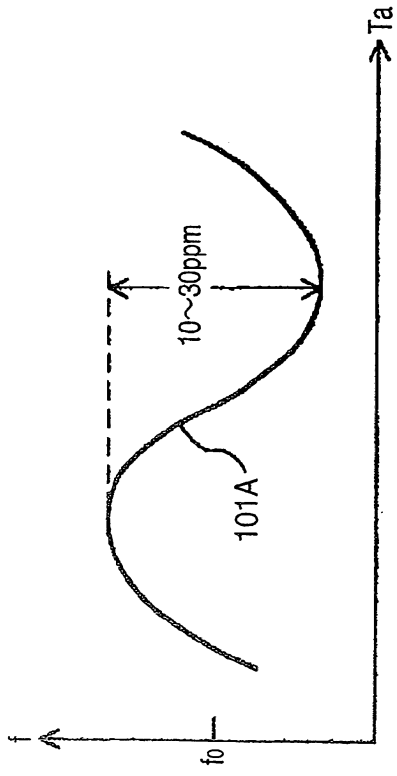


圖17A

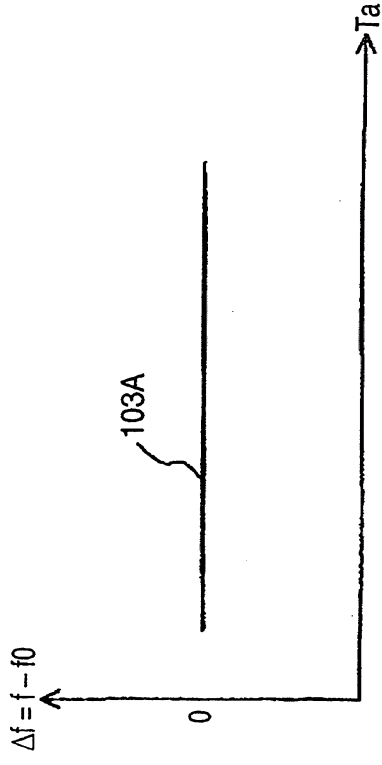


圖17C

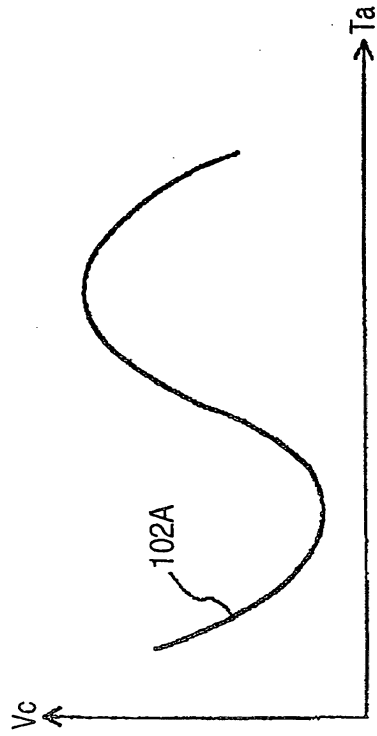


圖17B

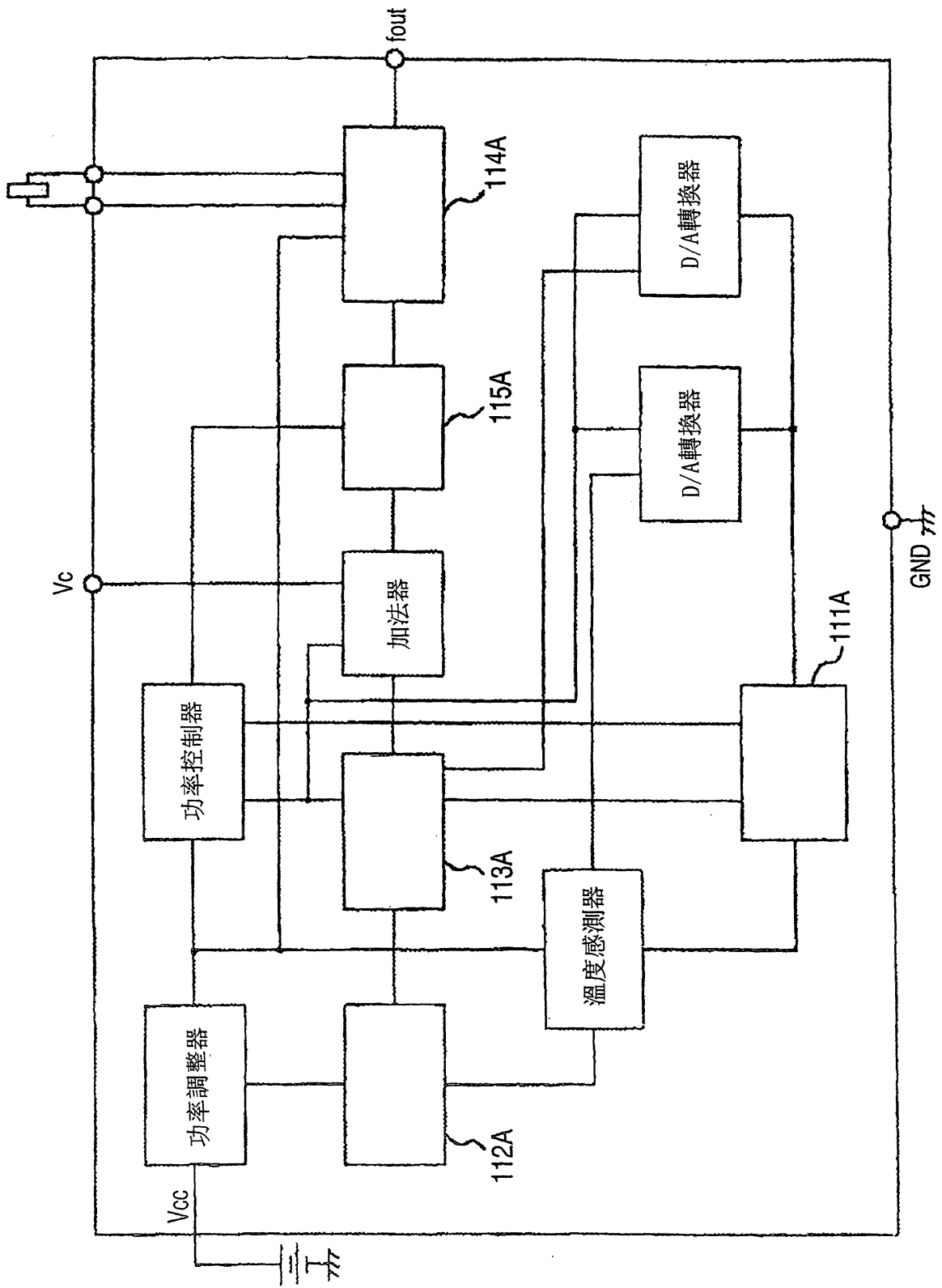


圖18

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 恆定電壓電路
- 2 溫度感測器電路
- 3 三階近似函數產生電路
- 4 一階函數產生電路
- 5 零階函數產生電路
- 6 峰值變化點調整電路
- 7 四階與五階近似函數產生電路
- 8 調整器電路
- 9 溫度補償電路
- 12 電壓控制振盪電路
- 13 PROM 電路
- 15 晶體單元

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無