

200919981

# 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：97130587

※申請日期：97.8.11

※IPC 分類：

H03M1/80 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

校正複製數位類比轉換器/CALIBRATING REPLICA  
DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTERS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

邁威爾世界貿易有限公司/ Marvell World Trade Ltd.

代表人：(中文/英文)

史帝文 派克/ Steven Parker

住居所或營業所地址：(中文/英文)

巴貝多國 BB14027 聖麥可市布靈頓山莊砲台路 L 層/

L'Horizon, Gunsite Road, Brittons Hill, St. Michael, Barbados BB14027

國 籍：(中文/英文)

巴貝多/ Barbados

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

塞哈 史達佳/ Sehat Sutardja

國 籍：(中文/英文)

美國/ US

#### 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. 美國、2007年8月10日、60/955,171
2. 美國、2008年7月15日、61/080,787
3. 美國、2008年8月1日、12/184,618

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】

本發明涉及校正複製數位類比轉換器。

### 【先前技術】

此處所提供的背景描述僅用於概括地呈現本發明的上下文。在本背景部分中所描述的當前署名的發明人的工作以及不能以其他方式被當做申請時的先前技術的這些描述中的一些方面不能明示或暗示地看作為本發明的先前技術。

數位類比轉換器(DAC)將數位信號轉換為類比信號。典型地，N 位元 DAC 將 N 位元數位輸入轉換為具有電壓在 0 到  $V_{ref}$  之間的類比輸出，其中  $V_{ref}$  是供應至 DAC 的參考電壓，N 是大於 1 的整數。當數位輸入的值改變一個最低有效位元(LSB)時，類比輸出的值改變了  $(V_{ref}/2^N)$ 。因此，DAC 的解析度定義為  $V_{ref}/2^N$ 。

以下參考圖 1A-1H，DAC 可為不同類型，並且可利用像電阻器和電流源這樣的電路元件來實現。例如，DAC 可為二進位加權的或溫度計編碼的。在圖 1A 中，表格表示了 3 位元二進位碼以及與 3 位元二進位碼等效的 3 位元溫度計碼。在圖 1B 和圖 1C 中，分別表示了示例性以電阻器為主的 4 位元二進位加權 DAC 和以電流源為主的 4 位元二進位加權 DAC。二進位加權 DAC 可包括電阻器或電流源，用於二進位輸入的每個位元。電阻器可依所表示的 R-2R 階梯或依電阻器串(圖中未示)的形式來配置。R-2R 階梯(或電阻器串)以及電流源被二進位加權，並且連接到和點，其產生二進位加權 DAC 的類比輸出。

在圖 1D 和圖 1E 中，分別表示了示例性的以電阻器為主的 3 位元溫度計編碼 DAC 和以電流源為主的 3 位元溫度計編碼 DAC。溫度計編碼 DAC 包括多個電阻器片段或多個電流源片段。電阻器片段和電流源片段為等值，如圖所示。換言之，溫度計編碼 DAC 被線性地(即等同地)加權。例如，所表示的 3 位元溫度計編碼 DAC 包括七個等同加權的片段。電阻器片段和

電流源片段連接到和點，其產生溫度計編碼 DAC 的輸出。

圖 1F-1H 表示了示例性分段的 DAC。分段 DAC 典型地包括轉換二進位輸入的 LSB 之第一 DAC 以及轉換二進位輸入的最高有效位元(MSB)之第二 DAC。第一 DAC 和第二 DAC 可分別包括二進位加權 DAC 和溫度計編碼 DAC。或者，第一 DAC 和第二 DAC 兩者皆可包括溫度計編碼 DAC。

圖 1F 和圖 1G 中分別表示了示例性的以電阻器為主的 7 位元分段 DAC 和以電流源為主的 7 位元分段 DAC。7 位元分段 DAC 各自包括轉換 4 個 LSB 的 4 位元二進位加權 DAC 以及轉換 3 個 MSB 的 3 位元溫度計編碼 DAC。

圖 1H 中，示例性 6 位元分段 DAC 包括兩個以電流源為主的 3 位元溫度計編碼 DAC，其分別轉換 3 個 LSB 和 3 個 MSB。由於 6 位元分段 DAC 完全包括溫度計編碼 DAC，所以 6 位元分段 DAC 是 100%分段的。相反地，完全包括二進位加權 DAC 的 DAC 是 0%分段的。

許多系統採用 DAC 將數位資料轉換為類比信號。例如在通信系統中，發送器用 DAC 將要發送的數位資料轉換為類比信號。然後類比信號經由傳輸線來發送。

以下參考圖 2A，通信裝置 10 包括物理層(PHY)裝置 12、介質存取控制器(MAC)14 和主機 16。通信裝置 10 可經由傳輸介質 18(以下稱為介質 18 或線 18)與其他通信裝置通信。PHY 裝置 12 將通信裝置 10 連接到介質 18。當通信裝置 10 經由介質 18 與其他通信裝置通信時，MAC 14 提供存取控制。主機 16 處理經由介質 18 所發送與接收的資料。

通信裝置 10 可遵守一個或多個通信標準，其包括 IEEE 10G 位元/秒的雙絞線(10GBaseT)乙太網路標準，其透過參考將其全部內容結合在此。依據 10GBaseT 乙太網路標準，介質 18 可包括非遮罩雙絞線(UTP)導線。PHY 裝置 12 可經由相同的 UTP 導線發送和接收信號。因此，PHY 裝置 12 可接收組合信號。組合信號可包括 PHY 裝置 12 經由介質 18 向遠端通信裝置發送的發送信號。此外，組合信號可包括 PHY 裝置 12 經由介質 18 從遠端通信裝置接收的接收信號。換言之，發送信號可與接收信號混合。

在 PHY 裝置 12 中利用拼合電路可防止發送信號與接收信號混合。或者，取代利用拼合電路，可利用複製 DAC 來複製發送信號。然後將複製的

發送信號從組合信號中減去，以從組合信號中提取接收信號。然後接收信號輸入至 PHY 裝置 12 的信號處理模組。

以下參考圖 2B 和圖 2C，其中表示了具有拼合電路和複製 DAC 的 PHY 裝置。圖 2B 中，PHY 裝置 12-1 包括拼合電路 20、包括發送器 22 和接收器 24 的收發器 21-1、以及數位信號處理(DSP)模組 26。拼合電路 20 將發送器 22 所產生的發送信號輸出到介質 18。拼合電路 20 將從其他通信裝置接收的接收信號輸出到接收器 24。拼合電路 20 防止發送信號與接收信號混合。

DSP 模組 26 產生數位發送資料並將其輸出到發送器 22。發送器 22 根據數位發送資料產生發送信號。此外，DSP 模組 26 處理從接收器 24 所接收的數位接收資料。接收器 24 根據接收信號產生數位接收資料。

發送器 22 可包括發送 DAC 28、濾波器 30 以及線驅動器 32。發送 DAC 28 將數位發送資料轉換為類比發送信號。濾波器 30 將不需要的信號從類比發送信號中濾除，並輸出經過濾的發送信號。線驅動器 32 調節(例如放大)經過濾的發送信號，並產生適於透過拼合電路 20 經由介質 18 所發送的發送信號。

接收器 24 可包括放大器 34、濾波器 36 以及類比數位轉換器(ADC)38。放大器 34 放大接收信號並輸出經放大的接收信號。濾波器 36 從經放大的接收信號中濾除雜訊，並輸出經過濾的接收信號。ADC 38 將經過濾的接收信號轉換為數位接收資料。

圖 2C 中，PHY 裝置 12-2 包括收發器 21-2。收發器 21-2 包括收發器 21-1 中除了拼合電路 20 以外的所有元件。此外，收發器 21-2 包括複製 DAC 52、放大器 53 以及減法器 66。收發器 21-2 經由線 18 向遠端通信裝置發送信號。收發器 21-2 經由線 18(即經由相同的 UTP 導線)從遠端通信裝置接收信號。換言之，收發器 21-2 經由相同的 UTP 導線發送並接收信號。因此，收發器 21-2 接收組合信號，其包括收發器 21-2 經由相同的 UTP 導線所發送和接收的發送信號和接收信號。

透過將發送 DAC 28 所產生的發送信號從組合信號中去除，收發器 21-2 從組合信號中提取接收信號。具體而言，收發器 21-2 利用複製 DAC 52 來複製發送信號，複製 DAC 52 是發送 DAC 28 非常符合的複製。複製 DAC 52

所產生的複製發送信號由放大器 53 來放大，從而產生經放大的複製信號。放大器 53 具有一增益與線驅動器 32 的增益符合。然後從組合信號中減去經放大的複製信號，以從組合信號中提取接收信號。

理想地，透過從組合信號中去除發送信號可產生乾淨的接收信號。然而實際上，當由於用於實現複製 DAC 52 和發送 DAC 28 的電路元件的尺寸變異，複製發送信號與發送信號不符合時，不能將發送信號從組合信號中完全去除。

通常，變異與電路元件的尺寸成反比。換言之，如果電路元件的尺寸增加，則變異減小。因此，可用大的電路元件來實現複製 DAC 52 和發送 DAC 28，以使變異最小化。

然而採用大的電路元件可能不利，因為大的電路元件會浪費更多的功率。此外，當電路元件的最大尺寸受高信號頻率限制時(例如當通信裝置採用 10GBaseT 乙太網路標準時)，採用大的電路元件可能不切實際。

### 【發明內容】

一種系統，包括第一 DAC、複製 DAC、控制模組和校正 DAC。第一 DAC 接收第一輸入並根據所述第一輸入產生第一類比輸出。複製 DAC 接收所述第一輸入並根據所述第一輸入產生複製類比輸出。控制模組根據所述第一輸入產生第一控制信號。校正 DAC 根據所述第一控制信號產生校正類比輸出。所述校正類比輸出調節所述複製類比輸出。

在另一特點中，所述系統進一步包括加法電路和比較模組。加法電路產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和。比較模組比較所述之和與所述第一類比輸出並產生第二控制信號。所述控制模組根據所述第二控制信號產生所述第一控制信號。

在其他特點中，收發器包括所述系統，並接收組合信號，所述組合信號包括所述第一類比輸出和經由介質所接收的接收信號。所述收發器進一步包括減法器，其透過減去所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和，將所述第一類比輸出從所述組合信號中去除。

在其他特點中，所述第一 DAC 的第一電路元件的第一尺寸大於所述複

製 DAC 的第二電路元件的第二尺寸。所述第一 DAC 的第一準確度大於所述複製 DAC 的第二準確度。

在其他特點中，所述第一 DAC 和所述複製 DAC 包括分段 DAC。所述第一 DAC 和所述複製 DAC 包括溫度計編碼 DAC。

在另一特點中，所述系統進一步包括溫度計碼產生器，其產生多個溫度計代號，並輸出所述多個溫度計代號作為所述第一輸入。

在另一特點中，所述第一 DAC 和所述複製 DAC 各自包括複數個片段。所述第一 DAC 的 S 個相鄰片段和所述複製 DAC 對應的 S 個相鄰片段轉換所述第一輸入，並分別產生所述第一類比輸出和所述複製類比輸出，其中 S 是大於 1 的整數。

在另一特點中，所述控制模組針對所述多個溫度計代號的其中之一反覆地產生多個控制代號，並輸出所述多個控制代號作為所述第一控制信號。

在另一特點中，當所述第一類比輸出符合分別根據所述多個溫度計代號的其中之一和所述多個控制代號的其中之一所產生的所述複製類比輸出以及所述校正類比輸出的和之時，所述控制模組儲存所述多個控制代號的其中之一用於所述多個溫度計代號的其中之一。

在另一特點中，所述系統進一步包括溫度計碼轉換器，其接收二進位代號，將所述二進位代號轉換為所述多個溫度計代號的其中之一，並輸出所述多個溫度計代號的其中之一作為所述第一輸入。

在另一特點中，當所述溫度計碼轉換器接收所述二進位代號時，所述控制模組輸出所述多個控制代號的其中之一作為所述第一控制信號。

在另一特點中，所述系統進一步包括多工器，其將所述溫度計碼產生器和所述溫度計碼轉換器的輸出多工為所述第一輸入。所述控制模組控制所述多工器。

在另一特點中，所述系統進一步包括加法電路和比較模組。所述加法電路產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和。所述比較模組比較所述第一類比輸出與所述之和，並產生第二控制信號。所述控制模組根據所述第二控制信號產生所述多個控制代號的其中之一。

在另一特點中，一種收發器包括所述系統，並進一步包括減法器，其從耦合於所述收發器的介質接收組合信號。所述組合信號包括所述第一類比輸出和從所述介質所接收的接收信號。所述減法器從所述組合信號中減去所述之和，並輸出所述接收信號。

在另一特點中，當所述第一輸入包括依據 IEEE 10GBaseT 乙太網路通信標準所發送的代號時，所述第一 DAC 的高度小於  $20K\lambda$ 。

在另一特點中，所述收發器進一步包括多個開關，其選擇性地將所述收發器從正常模式切換到校正模式，在所述校正模式中將所述收發器與所述介質隔離，並且在所述校正模式中將所述系統與所述減法器隔離。

在另一特點中，一種方法包括：接收第一輸入，透過利用第一 DAC 轉換所述第一輸入，根據所述第一輸入產生第一類比輸出，以及透過利用複製 DAC 轉換第一輸入，根據所述第一輸入產生複製類比輸出。所述方法進一步包括根據第一輸入產生第一控制信號，透過利用校正 DAC 轉換所述第一控制信號，根據所述第一控制信號產生校正類比輸出。所述方法進一步包括根據校正類比輸出調節複製類比輸出。

在另一特點中，所述方法進一步包括產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和。所述方法進一步包括透過比較所述之和與所述第一類比輸出，產生第二控制信號，並且根據第二控制信號產生第一控制信號。

在另一特點中，所述方法進一步包括接收組合信號，其包括所述第一類比輸出和經由介質所接收的接收信號。所述方法進一步包括透過減去所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和，將所述第一類比輸出從所述組合信號中去除，並輸出所述接收信號。

在另一特點中，所述方法進一步包括提供具有第一尺寸的第一電路元件的第一 DAC 和提供具有小於第一尺寸之第二尺寸的第二電路元件的複製 DAC。

在另一特點中，所述方法進一步包括提供具有第一準確度的第一 DAC，其大於所述複製 DAC 的第二準確度。

在另一特點中，所述方法進一步包括利用分段 DAC 產生第一類比輸出



和複製類比輸出。

在另一特點中，所述方法進一步包括利用溫度計編碼 DAC 產生第一類比輸出和複製類比輸出。

在另一特點中，所述方法進一步包括產生溫度計代號，並輸出所述溫度計代號作為所述第一輸入。

在另一特點中，所述方法進一步包括分別利用所述第一 DAC 的 S 個相鄰片段以及與所述複製 DAC 對應的 S 個相鄰片段轉換所述第一輸入，從而產生所述第一類比輸出和所述複製類比輸出，其中 S 是大於 1 的整數。

在另一特點中，所述方法進一步包括針對所述溫度計代號的其中之一反覆地產生控制代號，並輸出所述控制代號作為所述第一控制信號。

在另一特點中，所述方法進一步包括當所述第一類比輸出符合分別根據所述溫度計代號的其中之一和所述控制代號的其中之一所產生的所述複製類比輸出與所述校正類比輸出的和之時，儲存所述控制代號的其中之一用於所述溫度計代號的其中之一。

在另一特點中，所述方法進一步包括接收二進位代號，將所述二進位代號轉換為所述溫度計代號的其中之一，並輸出所述溫度計代號的其中之一作為所述第一輸入。

在另一特點中，所述方法進一步包括當所述溫度計碼轉換器接收所述二進位代號時，輸出所述控制代號的其中之一作為所述第一控制信號。

在其他特點中，所述方法進一步包括產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和。所述方法進一步包括透過比較所述第一類比輸出以及所述之和，產生第二控制信號，並根據所述第二控制信號產生所述控制代號的其中之一。

在另一特點中，所述方法進一步包括當所述第一輸入包括依據 IEEE 10GBaseT 乙太網路通信標準所發送的代號時，提供第一 DAC，其具有一高度小於  $20K\lambda$ 。

在另一特點中，所述方法進一步包括選擇性地從正常模式切換到校正

模式，並在所述校正模式中與所述介質隔離。

在另一特點中，一種系統包括：第一 DAC 裝置，用於轉換第一輸入並根據所述第一輸入產生第一類比輸出；以及複製 DAC 裝置，用於轉換所述第一輸入並根據所述第一輸入產生複製類比輸出。所述系統進一步包括：控制裝置，用於根據所述第一輸入產生第一控制信號；以及校正 DAC 裝置，用於根據所述第一控制信號產生校正類比輸出。所述校正類比輸出調節所述複製類比輸出。

在其他特點中，所述系統進一步包括：加法裝置，用於產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和；以及比較裝置，用於比較所述之和與所述第一類比輸出，並產生第二控制信號。所述控制裝置根據所述第二控制信號產生所述第一控制信號。

在其他特點中，一種收發器包括所述系統並接收組合信號，所述組合信號包括所述第一類比輸出和經由介質所接收的接收信號。所述收發器進一步包括減法裝置，其透過減去所述複製類比輸出與所述校正類比輸出的和，將所述第一類比輸出從所述組合信號中去除。

在其他特點中，第一 DAC 裝置的第一電路元件的第一尺寸大於複製 DAC 裝置的第二電路元件的第二尺寸。所述第一 DAC 裝置的第一準確度大於所述複製 DAC 裝置的第二準確度。

在另一特點中，所述第一 DAC 裝置和所述複製 DAC 裝置各自包括分段 DAC 裝置，用於轉換第一輸入。所述第一 DAC 裝置和所述複製 DAC 裝置各自包括溫度計編碼 DAC 裝置，用於轉換第一輸入。

在另一特點中，所述系統進一步包括溫度計碼產生裝置，用於產生溫度計代號。所述溫度計碼產生裝置輸出所述溫度計代號作為所述第一輸入。

在另一特點中，所述第一 DAC 裝置和所述複製 DAC 裝置各自包括複數個片段。所述第一 DAC 裝置的  $S$  個相鄰片段和所述複製 DAC 裝置對應的  $S$  個相鄰片段轉換所述第一輸入，並分別產生所述第一類比輸出和所述複製類比輸出，其中  $S$  是大於 1 的整數。

在另一特點中，所述控制裝置針對所述溫度計代號的其中之一反覆地

產生控制代號，並輸出所述控制代號作為所述第一控制信號。

在另一特點中，當所述第一類比輸出符合分別根據所述溫度計代號的其中之一和所述控制代號的其中之一所產生的所述複製類比輸出與所述校正類比輸出的和之時，所述控制裝置儲存所述控制代號的其中之一，用於所述溫度計代號的其中之一。

在另一特點中，所述系統進一步包括溫度計碼轉換裝置，用於將所述二進位代號轉換為所述溫度計代號的其中之一。所述溫度計碼轉換裝置接收所述二進位代號並將所述溫度計代號的其中之一輸出作為所述第一輸入。

在另一特點中，當所述溫度計碼轉換裝置接收所述二進位代號時，所述控制裝置將所述控制代號的其中之一輸出作為所述第一控制信號。

在另一特點中，所述系統進一步包括多工裝置，用於將所述溫度計碼產生裝置和所述溫度計碼轉換裝置的輸出多工為所述第一輸入。所述控制裝置控制所述多工裝置。

在其他特點中，所述系統進一步包括加法裝置，用於產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和。所述系統進一步包括比較裝置，用於比較所述第一類比輸出與所述之和，並產生第二控制信號。所述控制裝置根據所述第二控制信號產生所述控制代號的其中之一。

在其他特點中，一種收發器包括所述系統，並進一步包括減法裝置，用於從耦合到所述收發器的介質接收組合信號。所述組合信號包括所述第一類比輸出和從所述介質所接收的接收信號。所述減法裝置從所述組合信號中減去所述之和，並輸出所述接收信號。

在另一特點中，當所述第一輸入包括依據 IEEE 10GBaseT 乙太網路通信標準所發送的代號時，所述第一 DAC 裝置的高度小於  $20K\lambda$ 。

在另一特點中，所述收發器進一步包括多個開關裝置，用於選擇性地將所述收發器從正常模式切換到校正模式，在所述校正模式中將所述收發器與所述介質隔離，並且在所述校正模式中將所述系統與所述減法裝置隔離。

根據以下的詳細描述、申請專利範圍以及所附圖式，本發明的其他應用領域將變得更加明顯。應當理解，以下的詳細描述和具體示例僅為說明的目的，而不意圖限制本發明的範圍。

### 【實施方式】

以下描述在本質上僅為示例性的，並且絕不意圖限制本發明、其應用或使用。為了清楚起見，在圖式中將使用相同標號來標識類似元件。此處使用的術語「A、B 和 C 的至少其中之一」應當理解為指的是使用非排他邏輯或的邏輯(A 或 B 或 C)。應當瞭解，可以不同的順序來執行方法中的步驟而不改變本發明的原理。

此處所使用的術語模組指的是執行一個或多個軟體或韌體程式的特殊應用積體電路(ASIC)、電子電路、處理器(共用的、專用的或者群組的)和記憶體、組合邏輯電路、及/或提供所描述功能性的其他合適元件。

採用較發送 DAC 的電路元件更小的電路元件來製造複製 DAC，這種複製 DAC 可用於複製發送 DAC 所產生的發送信號。例如，複製 DAC 電路元件的尺寸可為發送 DAC 電路元件的尺寸的分數。例如，這個分數可為  $1/8^{\text{th}}$ 。複製 DAC 的電路元件可僅承載發送 DAC 的電路元件所承載電流的一小部分。因此相較於發送 DAC，較小的複製 DAC 可消耗較少功率。

然而相較於發送 DAC，較小的複製 DAC 可能較不準確，因為較小的複製 DAC 的較小之電路元件尺寸可能較發送 DAC 電路元件的尺寸變異更大。例如，具有電路元件尺寸為發送 DAC 電路元件尺寸的  $1/8^{\text{th}}$  的複製 DAC 相較於發送 DAC，準確度大約少了 1.5 位元。

透過校正複製 DAC，能夠增加較發送 DAC 小的複製 DAC 之準確度，以符合發送 DAC 的準確度。特別是，可採用平行路徑校正 DAC 來校正複製 DAC，以使複製 DAC 符合發送 DAC。校正 DAC 可特別設計為僅補償發送 DAC 與複製 DAC 之間的不符合的量。因此，校正 DAC 可具有一校正範圍等於複製 DAC 的 1 個或 2 個 LSB。通過提供分數的 LSB 校正，可進一步增加複製 DAC 的準確度。

此外，透過將複製 DAC 分段，並將複製 DAC 的片段校正為符合發送

DAC 的對應片段，可使校正簡化。特別是，可將複製 DAC 分段為複數個線性(即同等)加權片段。線性加權片段可包括多個電阻器片段或多個電流源片段，分別具有等值的電阻或電流源。典型地，複製 DAC 可分段為 32 到 64 個片段。因此，較複製 DAC 小的校正 DAC 的尺寸相對於發送 DAC 的尺寸，可忽略不計。

在校正過程中，可將複製 DAC 的片段的輸出校正為符合發送 DAC 的實際輸出，而不是符合發送 DAC 對應片段的理想輸出或目標輸出。因為實際輸出可包括用於實現發送 DAC 的電路元件的尺寸變異的效應，所以這是有利的。因此，相較於將複製 DAC 的片段校正為符合發送 DAC 片段的理想輸出或目標輸出，校正複製 DAC 的片段以模仿發送 DAC 片段的變異可產生較好的校正效果。

具體而言，利用校正 DAC 比較和符合複製 DAC 與發送 DAC 的對應片段。在關於校正的上下文，術語「符合」定義如下。例如，使複製 DAC 的尺寸為發送 DAC 尺寸的  $1/8^{\text{th}}$ 。當複製 DAC 的片段與發送 DAC 對應片段的比例為  $1/8$  時，複製 DAC 的該片段符合發送 DAC 的該對應片段。

降低發送 DAC 的高度，可進一步減少發送 DAC 和複製 DAC 消耗的功率。例如，當用於遵守 10GBaseT 標準的通信裝置中時，發送 DAC 的高度可小於  $20K\lambda$ 。特別是，可最初確定複製 DAC 的給定片段所需的最小疊接放大器和開關的尺寸並將其用作下限。然後可增加尺寸直到滿足相對於發送 DAC 想要的準確度要求。然後，根據發送 DAC 尺寸與提供想要準確度的複製 DAC 的尺寸之比例，來確定發送 DAC 的尺寸。例如，當複製 DAC 想要的準確度較發送 DAC 的準確度大約少了 1.5 個位元之時，發送 DAC 的尺寸大約為複製 DAC 尺寸的 8 倍。

複製 DAC 的準確度可較發送 DAC 的準確度為低。例如，當複製 DAC 的尺寸大約為發送 DAC 尺寸的  $1/8^{\text{th}}$  時，複製 DAC 的準確度較發送 DAC 的準確度可大約少了 1.5 個位元。利用校正 DAC 可校正複製 DAC 由於較小尺寸所造成的複製 DAC 準確度之不足。

以下詳細討論利用校正 DAC 校正複製 DAC。說明書自始至終僅利用通信裝置做為示例來討論複製 DAC 的使用和校正。在很多其他系統中也可

使用複製 DAC 來複製 DAC 所產生的信號。因此，本發明關於校正複製 DAC 的教導可在很多其他系統中實現。

以下參考圖 3A-3C，表示了用於校正複製 DAC 的示例性系統。僅為示例，圖 3A-3C 中表示包括利用依據本發明的校正 DAC 54 之收發器 50 的 PHY 裝置 51。校正 DAC 54 的使用在如下的三個部分中討論：

首先，參考圖 3A 討論在收發器 50 操作的正常模式中校正 DAC 54 的使用。為簡化起見，僅包括與操作之正常模式相關的模組、電路和討論。省略了與校正相關的模組、電路和討論。

接著，參考圖 3B 討論收發器 50 操作的校正模式。詳細討論利用校正 DAC 54 之複製 DAC 52 的校正。為簡化起見，僅包括與校正相關的模組、電路和討論。省略與正常操作相關的模組、電路和討論。

最後，在圖 3C 中表示了與收發器 50 操作的正常模式以及校正模式相關的所有模組和電路。描述了在正常模式與校正模式之間的切換。簡述了額外的可行的實施例。

圖 3A 表示收發器 50 操作的正常模式。收發器 50 包括發送 DAC 28、複製 DAC 52、校正 DAC 54、加法電路 64、控制模組 56、二進位-溫度計碼轉換器 59、減法器 66、以及類比數位轉換器(ADC)38。

發送 DAC 28 和複製 DAC 52 是線性加權(即溫度計編碼)DAC。複製 DAC 52 尺寸小於發送 DAC 28，並且消耗較發送 DAC 28 為少的功率。僅為示例，複製 DAC 52 的電路元件之尺寸與發送 DAC 28 的電路元件之尺寸的比例為  $1/P$ ，其中  $P$  是大於 1 的整數。僅為示例， $P=8$ 。

校正 DAC 54 校正複製 DAC 52 以使其符合發送 DAC 28。將在以下詳細說明的校正過程產生校正碼。控制模組 56 將校正碼儲存在查找表 68 中。

使用時，二進位-溫度計碼轉換器 59 將要發送的二進位資料轉換為溫度計碼。溫度計碼被輸出到發送 DAC 28 和複製 DAC 52。根據溫度計碼，發送 DAC 28 產生發送信號(Tx)，其透過線 18 來發送。此外，根據溫度計碼，複製 DAC 52 產生複製信號，其大約符合發送信號(Tx)。

控制模組 56 從查找表 68 中查找與要發送的二進位資料對應的校正

碼。控制模組 56 將校正碼輸出到校正 DAC 54。校正 DAC 54 轉換校正代號，並產生一信號其補償發送信號(Tx)與複製信號之間的不符合。

加法電路 64 將複製 DAC 52 與校正 DAC 54 的輸出相加。這個和與發送 DAC 28 的輸出大致上相等。換言之，這個和是由發送 DAC 28 所發送的發送信號(Tx)的複製。因此，這個和稱為複製的發送信號。視校正的準確度而定，術語「大致相等」例如表示誤差大約 $\pm 5\%$ 。在某些實現方式中，術語「大致相等」可表示任何少於 $\pm 1\%$ 的誤差數或者任何在 $\pm 1\%$ 與 $\pm 5\%$ 之間的誤差數。

當發送 DAC 透過線 18 發送所述發送信號(Tx)時，收發器 50 經由線 18 接收組合信號(Tx + Rx)。組合信號(Tx + Rx)包括發送 DAC 28 經由線 18 所發送的發送信號和收發器 50 經由線 18 從另一裝置(圖中未示)所接收的接收信號(Rx)。

透過從組合信號中減去所述之和(即所述複製的發送信號)，減法器 66 從組合信號(Tx + Rx)中去除發送信號(Tx)，並輸出乾淨的接收信號。乾淨的接收信號被輸出到 ADC 38。因此，收發器 50 可用於通信裝置 10，以產生乾淨的接收信號，其中不包括由發送 DAC 28 所產生的發送信號。

圖 3B 表示了校正操作。在校正過程中，收發器 50 利用發送 DAC 28、複製 DAC 52、校正 DAC 54、加法電路 64、以及控制模組 56。此外，為了校正的目的，收發器 50 進一步包括溫度計碼產生器 58 和比較模組 62。

控制模組 56 產生控制信號以開始校正。溫度計碼產生器 58 產生可在正常操作過程中發送的所有二進位代號之溫度計碼。發送 DAC 28 和複製 DAC 52 轉換溫度計碼並分別產生第一類比輸出和第二類比輸出。控制模組 56 產生校正碼。校正 DAC 54 轉換校正碼並產生第三類比輸出。第三類比輸出補償任何在第一類比輸出與第二類比輸出之間會存在的差異。

加法電路 64 將第二類比輸出和第三類比輸出相加。比較模組 62 比較所述之和與所述第一類比輸出，並且指出所述之和與第一類比輸出是否大致相等。控制模組 56 產生校正碼直到所述之和與第一類比輸出大致相等。控制模組 56 將使得所述之和與第一類比輸出大致相等的校正碼儲存下來。控制模組 56 儲存用於每個溫度計碼的校正碼。

溫度計碼可為  $T$  個位元寬，其中  $T$  是大於 1 的整數。當溫度計碼是  $T$  個位元寬時，發送 DAC 28 和複製 DAC 52 各自分段為  $T$  個片段。換言之，視實現方式而定，發送 DAC 28 和複製 DAC 52 例如包括  $T$  個電阻器片段或者  $T$  個電流源片段。

當溫度計碼改變一個位元時，轉換溫度計碼的片段的數量也改變了一個片段。因此，當溫度計碼改變了一個 LSB 時，發送 DAC 28 和複製 DAC 52 的輸出改變了一個 LSB。此外，發送 DAC 28 和複製 DAC 52 的各個相同的對應片段轉換給定的溫度計碼。

由於複製 DAC 52 較發送 DAC 28 小，所以複製 DAC 52 較發送 DAC 28 之準確度為差。為簡化校正，提供給複製 DAC 52 的參考電壓可略小於提供給發送 DAC 28 的參考電壓。因此，通常複製 DAC 52 的第二類比輸出小於或等於發送 DAC 28 的第一類比輸出。因此，僅透過提供足以符合發送 DAC 28 的電流或電壓的附加電流或電壓，校正 DAC 54 可校正複製 DAC 52。

在某些實現方式中，可將正參考電壓和負參考電壓提供給校正 DAC 54。因此，第三類比輸出可具有正值或負值。第三類比輸出的正值和負值可用於增加和減少複製 DAC 52 的第二類比輸出，從而使得第二類比輸出與第三類比輸出的和符合發送 DAC 28 的第一類比輸出。

校正碼可包括二進位碼或溫度計碼。僅為示例，用具有  $K$  位元之二進位碼來說明校正，其中  $K$  是大於或等於 1 的整數。 $K$  可為小的整數(例如  $K=1$  或 2)，由於校正 DAC 54 被設計為補償發送 DAC 28 與複製 DAC 52 之間僅很小的不符合之量。

由於校正碼中一個 LSB 的改變所造成的第三類比輸出中的改變可小於由於輸入到發送 DAC 28 和複製 DAC 52 的溫度計碼中一個 LSB 的改變所造成的第一類比輸出或第二類比輸出中的改變。第三類比輸出的範圍大約從零到複製 DAC 52 的一個或兩個 LSB。透過增加校正 DAC 54 的解析度(即，透過增加  $K$ )，複製 DAC 52 可準確地校正到小於一個 LSB(即一個 LSB 的分數)。

當校正開始時，溫度計碼產生器 58 將第一溫度計碼輸出到發送 DAC 28 和複製 DAC 52。僅為示例，使發送 DAC 28 和複製 DAC 52 為包括 7 個片



段的 3 位元分段溫度計編碼 DAC。例如，第一溫度計碼可為 0000001。發送 DAC 28 的第一片段和複製 DAC 52 的第一片段轉換第一溫度計碼並分別產生第一類比輸出和第二類比輸出。控制模組 56 將具有一值為 0(或 00，取決於是  $K=1$  還是  $K=2$ )的校正碼輸出到校正 DAC 54。因此，第三類比輸出為零。

加法電路 64 將第二類比輸出與第三類比輸出相加並產生和。比較模組 62 比較所述第一類比輸出與所述之和，並產生一輸出用於指出所述之和是否小於第一類比輸出。在一些實現方式中，ADC(圖中未示)可將比較模組 62 的輸出轉換為數位輸出，該數位輸出指出所述之和是否小於第一類比輸出。

控制模組 56 接收比較模組 62 的輸出。當比較模組 62 的輸出指出所述之和小於第一類比輸出時，控制模組 56 增加校正碼。例如，當  $K=2$  時控制模組 56 將校正碼從 00 增加到 01。校正 DAC 54 轉換增加的校正碼並產生更高的第三類比輸出。加法電路 64 將第二類比輸出與該更高的第三類比輸出相加並產生新的和。比較模組 62 比較第一類比輸出與新的和，並確定新的和是否仍小於第一類比輸出等。

當第二類比輸出與第三類比輸出的和大致等於第一類比輸出時，控制模組 56 將校正碼儲存在查找表 68 中。使第一類比輸出以及第二類比輸出與第三類比輸出的和大致相等的校正碼稱為偏移量。針對第一溫度計碼所產生的偏移量稱為第一偏移量。第一偏移量校正複製 DAC 52 的第一片段，使複製 DAC 52 的第一片段與發送 DAC 28 的第一片段相符合。

隨後，溫度計碼產生器 58 輸出第二溫度計碼到發送 DAC 28 和複製 DAC 52。僅為示例，第二溫度計碼可為 0000011。發送 DAC 28 的第一和第二片段以及複製 DAC 52 的第一和第二片段轉換第二溫度計碼，並產生第一類比輸出和第二類比輸出。

控制模組 56 重設校正碼為 0(或 00)，並輸出校正碼到校正 DAC 54。因此第三類比輸出為零。針對第二溫度計碼，重複進行對第一溫度計碼所述的加法、比較和校正步驟。控制模組 56 針對第二溫度計碼產生並儲存第二偏移量。第二偏移量校正複製 DAC 52 的第一和第二片段，使複製 DAC 52

的第一和第二片段以及發送 DAC 28 的第一和第二片段相符合。

然後，溫度計碼產生器 58 輸出第三溫度計碼(例如 0000111)，而控制模組 56 產生並儲存第三偏移量。第三偏移量將複製 DAC 52 的第一、第二、和第三片段校正為發送 DAC 28 的第一、第二、和第三片段。進行該過程直到用盡最後一個溫度計碼(例如 1111111)。當用盡最後一個溫度計碼時，複製 DAC 52 的所有片段都被校正並符合發送 DAC 28 的對應片段，從而完成校正。

在校正的每個步驟期間(即對於給定的溫度計碼)，發送 DAC 28 和複製 DAC 52 兩者中相同的片段轉換溫度計碼。因此，當對於給定的溫度計碼將第二類比輸出和第三類比輸出的和放大與第一類比輸出比較(並符合)時，將複製 DAC 52 的相同片段與發送 DAC 28 的對應片段比較(並符合)。

此外，由於複製 DAC 52 的各個片段不是分別地與發送 DAC 28 的對應片段進行比較，所以偏移量不是產生用於複製 DAC 52 的各個單獨片段。因此在正常操作過程期間，當發送 DAC 28 的複數個片段轉換要發送的二進位代號對應的溫度計碼時，只產生一個偏移量用於所有的轉換片段。不使用針對各個轉換片段的個別偏移量。因此在正常操作過程期間，複製 DAC 52 高效地複製發送信號。

有時候，複製 DAC 52 的準確度與發送 DAC 28 的準確度可相差一位元的分數(例如相差 1.5 個位元)而不是 1 個或 2 個位元。發送 DAC 28 與複製 DAC 52 之間的任何分數的不符合都可透過增加校正碼中位元的數目(K)來補償。例如，控制模組 56 可產生 3 位元校正碼(即  $K=3$ )而不是 2 位元校正碼(即  $K=2$ )。因此如果校正 DAC 54 的參考電壓是  $V_{\text{ref-cal}}$ ，則校正 DAC 54 所產生的第三類比輸出可具有的值改變了  $(V_{\text{ref-cal}}/2^3)$  而不是  $(V_{\text{ref-cal}}/2^2)$ 。

因此相較於當  $K=2$  時，當  $K=3$  時校正 DAC 54 可將複製 DAC 52 的第二類比輸出增加(或減少)較小的增量。視  $V_{\text{ref-cal}}$  的值而定，向(或從)第二類比輸出的值加入(或減去)  $(V_{\text{ref-cal}}/2^3)$  的倍數可使第二類比輸出和第三類比輸出的和與第一類比輸出緊密符合。換言之，校正 DAC 54 可將發送 DAC 28 與複製 DAC 52 之間的任何不符合減少到複製 DAC 52 的一個 LSB 的分數。

圖 3C 表示了收發器 50 操作的正常模式與校正模式之間的切換。收發器 50 包括發送 DAC 28、複製 DAC 52、校正 DAC 54、加法電路 64、比較模組 62、控制模組 56、溫度計碼產生器 58、二進位-溫度計碼轉換器 59、多工器(mux)60、開關 S、減法器 66、以及 ADC 38。

控制模組 56 利用開關 S1、S2 和 S3 控制收發器 50 的操作模式。可用機械開關或者用像二極體或電晶體這樣的開關裝置來實現開關 S1、S2 和 S3。開關 S1、S2 和 S3 的每一個根據從控制模組 56 所接收的控制信號在正常模式位置(N 位置)與校正模式位置(C 位置)之間切換。利用開關 S1、S2 和 S3，控制模組 56 可從正常模式切換到校正模式、執行校正、然後從校正模式切換到正常模式。因此，例如可根據收發器 50 的溫度變化週期性地執行校正。當預定事件發生時可根據事件執行校正。僅為示例，可在啟動時(即開啟電源時)校正。

在正常模式中，控制模組 56 將開關 S1、S2 和 S3 設定在 N 位置。當開關 S1 在 N 位置時，開關 S1 將發送 DAC 28 的輸出路由發送到線 18。當開關 S2 在 N 位置時，開關 S2 將加法模組 64 的輸出從比較模組 62 斷開。當開關 S3 在 N 位置時，開關 S3 將加法模組 64 的輸出路由發送到減法器 66。

在校正模式中，控制模組 56 將開關 S1、S2 和 S3 設定在 C 位置。當開關 S1 在 C 位置時，開關 S1 將發送 DAC 28 的輸出從線 18 斷開，改為將發送 DAC 28 的輸出路由發送到比較模組 62。當開關 S2 在 C 位置時，開關 S2 將加法模組 64 的輸出路由發送到比較模組 62。當開關 S3 在 C 位置時，開關 S3 將加法模組 64 的輸出從減法器 66 斷開。

在正常模式中，mux 60 將二進位-溫度計碼轉換器 59 的輸出路由發送到發送 DAC 28 和複製 DAC 52。在校正模式中，mux 60 將溫度計碼產生器 58 的輸出路由發送到發送 DAC 28 和複製 DAC 52。視操作模式而定，控制模組 56 透過改變輸出到 mux 60 的控制信號的狀態來控制 mux 60。

在正常模式中，控制模組 56 接收正在發送的二進位代號。當二進位代號正被發送時，控制模組 56 從查找表 68 查找用於與二進位碼對應的溫度計碼的偏移量。控制模組 56 輸出偏移量到校正 DAC 54。校正 DAC 54 轉

換偏移量並產生第三類比輸出。加法電路 64 將第三類比輸出與複製 DAC 52 的第二類比輸出相加。第二類比輸出與第三類比輸出的和與發送 DAC 28 所產生的第一類比輸出大致相等。

換言之，複製 DAC 52 和校正 DAC 54 複製發送 DAC 28 所產生的發送信號(即第一類比輸出)。減法器 66 從收發器 50 所接收的組合信號中減去所述之和，這個和是發送信號的複製。減法器 66 產生乾淨的接收信號，其中不包括發送信號。減法器 66 輸出乾淨的接收信號到 ADC 38。

在正常模式中，控制模組 56 可將校正模式中所使用的模組和電路斷電。例如，控制模組 56 可將溫度計碼產生器 58 和比較模組 62 斷電。除了斷電之外，控制模組 56 可將溫度計碼產生器 58 和比較模組 62 切換到待機功率模式。

在校正模式中，控制模組 56 可將正常模式中所使用的模組和電路斷電。例如，控制模組 56 可將二進位-溫度計碼轉換器 59、減法器 66、以及 ADC 38 斷電。除了斷電之外，控制模組 56 可將二進位-溫度計碼轉換器 59、減法器 66、以及 ADC 38 切換到待機功率模式。

在一些實現方式中，發送 DAC 28 可能不能夠驅動線 18。因此，在開關 S 與線 18 之間可設置線驅動器 32 來驅動線 18。然而當使用線驅動器 32 時，在正常模式中，在加法電路的輸出與減法器 66 的輸入之間可使用放大器(圖中未示)，該放大器具有一增益符合線驅動器 32 的增益。此外，取決於用於實現發送 DAC 28 和複製 DAC 52 的 DAC 的類型，加法電路 64 和比較模組 62 可分別包括電流/電壓加法電路和電流/電壓比較模組。

以下參考圖 4，其中表示了利用校正 DAC 54 來校正複製 DAC 52 的方法 100。控制始於步驟 102。在步驟 103 中，控制將提供給複製 DAC 52 的參考電壓設定為低於提供給發送 DAC 28 的參考電壓，從而使得複製 DAC 52 的輸出小於或等於發送 DAC 28 的輸出。

在步驟 104 中，控制將第一溫度計碼輸出到發送 DAC 28 和複製 DAC 52。在步驟 106 中，控制將零偏移量輸出到校正 DAC 54。在步驟 108 中，控制產生校正 DAC 54 與複製 DAC 52 的輸出之和。在步驟 110 中，控制確

定所述之和與發送 DAC 28 的輸出之間的差是否大於零。如果步驟 110 的結果為否，則控制在步驟 112 中將所述之差儲存下來，在步驟 114 中增加輸出到校正 DAC 54 的偏移量，然後返回步驟 108。

如果步驟 110 的結果為是，則控制在步驟 116 中確定當前反覆的差是否大於所儲存的先前反覆的差。如果步驟 116 的結果為是，則控制在步驟 118 中減少輸出到校正 DAC 54 的偏移量。如果步驟 116 的結果為否，或者在步驟 118 結束時，控制在步驟 120 將所述偏移量儲存在查找表 68 中。

控制在步驟 122 中確定輸出到發送 DAC 28 和複製 DAC 52 的溫度計碼是否為最後一個溫度計碼。如果步驟 122 的結果為否，則控制在步驟 124 中增加所述的碼並返回步驟 104。如果步驟 122 的結果為是，則方法 100 在步驟 126 中結束。

以下參考圖 5，其中表示了利用複製 DAC 52 和校正 DAC 54 從組合信號中去除發送信號和提取接收信號的方法 150。控制始於步驟 152。在步驟 154 中，控制確定收發器 50 是否正在發送代號。如果步驟 154 的結果為否，則控制一直等到收發器 50 發送出發送代號。如果步驟 154 的結果為是，則控制在步驟 156 中從查找表 68 查找用於與發送代號對應的溫度計碼的偏移量。在步驟 158 中，控制將偏移量輸出到校正 DAC 54。

在步驟 160 中，控制產生複製 DAC 52 與校正 DAC 54 的輸出的和，並複製由發送 DAC 28 所輸出的發送信號。在步驟 162 中，控制從組合信號中減去所述之和(即複製的發送信號)，以將發送信號從組合信號中去除，並從組合信號中提取接收信號。控制返回步驟 154。

以下參考圖 6A-6E，其中表示了結合本發明教導的不同示例性實現方式。

圖 6A 中，可在高畫質電視(HDTV)237 的網路介面 243 中實施本發明的教導，以校正複製 DAC，該複製 DAC 複製網路介面 243 中所使用的發送 DAC 所產生的發送信號。HDTV 237 包括 HDTV 控制模組 238、顯示器 239、電源供應器 240、記憶體 241、儲存裝置 242、網路介面 243、以及外部介面 245。當網路介面 243 包括無線區域網路(WLAN)介面時，可包括天

線(圖中未示)。

HDTV 237 可從網路介面 243 及/或外部介面 245 接收輸入信號，其可經由電纜、寬頻網際網路、及/或衛星發送和接收資料。HDTV 控制模組 238 可處理所述輸入信號，包括編碼、解碼、濾波、及/或格式化，並產生輸出信號。所述輸出信號可被傳送到顯示器 239、記憶體 241、儲存裝置 242、網路介面 243、以及外部介面 245 的其中之一個或多個。

記憶體 241 可包括隨機存取記憶體(RAM)及/或非揮發性記憶體。非揮發性記憶體可包括任何適當類型的半導體或者固態記憶體，諸如快閃記憶體(包括 NAND 和 NOR 快閃記憶體)、相變記憶體、磁性 RAM 和多態記憶體，其中每個儲存單元具有超過兩個的狀態。儲存裝置 242 可包括光學儲存驅動器，諸如多樣化數位光碟(DVD)驅動器及/或硬碟驅動器(HDD)。HDTV 控制模組 238 經由網路介面 243 及/或外部介面 245 與外部通信。電源供應器 240 向 HDTV 237 的元件供電。

圖 6B 中，可在車輛 246 的網路介面 252 中實施本發明的教導，以校正複製 DAC，該複製 DAC 複製網路介面 252 中所使用的發送 DAC 所產生的發送信號。車輛 246 可包括車輛控制系統 247、電源供應器 248、記憶體 249、儲存裝置 250、以及網路介面 252。當網路介面 252 包括 WLAN 介面時，可包括天線(圖中未示)。車輛控制系統 247 可為動力傳動控制系統、車身控制系統、娛樂控制系統、防鎖死煞車系統(ABS)、導航系統、遠程資訊服務系統、偏移車道系統、適應行駛控制系統等。

車輛控制系統 247 可與一個或多個感測器 254 通信，並產生一個或多個輸出信號 256。感測器 254 可包括溫度感測器、加速度感測器、壓力感測器、旋轉感測器、氣流感測器等。輸出信號 256 可控制引擎操作參數、傳動操作參數、懸吊參數、煞車參數等。

電源供應器 248 向車輛 246 的元件供電。車輛控制系統 247 可在記憶體 249 及/或儲存裝置 250 中儲存資料。記憶體 249 可包括 RAM 及/或非揮發性記憶體。非揮發性記憶體可包括任何適當類型的半導體或者固態記憶體，諸如快閃記憶體(包括 NAND 和 NOR 快閃記憶體)、相變記憶體、磁性 RAM 和多態記憶體，其中每個儲存單元具有超過兩個的狀態。記憶裝置 250

可包括光學儲存驅動器，諸如 DVD 驅動器及/或 HDD。車輛控制系統 247 可使用網路介面 252 與外部通信。

圖 6C 中，可在行動電話 258 的網路介面 268 中實現本發明的教導，以校正複製 DAC，該複製 DAC 複製網路介面 268 中所使用的發送 DAC 所產生的發送信號。替代性地或額外地，可在行動電話 258 的蜂巢式網路介面 267 中實施本發明的教導，以校正複製 DAC，該複製 DAC 複製蜂巢式網路介面 267 中所使用的發送 DAC 所產生的發送信號。

行動電話 258 包括電話控制模組 260、電源供應器 262、記憶體 264、儲存裝置 266、以及蜂巢式網路介面 267。行動電話 258 可包括網路介面 268、麥克風 270、諸如揚聲器及/或輸出插孔的音頻輸出 272、顯示器 274、和諸如鍵盤及/或點選裝置的使用者輸入裝置 276。當網路介面 268 包括 WLAN 介面時，可包括天線(圖中未示)。

電話控制模組 260 可從蜂巢式網路介面 267、網路介面 268、麥克風 270、及/或使用者輸入裝置 276 接收輸入信號。電話控制模組 260 可處理信號，包括編碼、解碼、濾波、及/或格式化，並且產生輸出信號。所述輸出信號可被發送到記憶體 264、儲存裝置 266、蜂巢式網路介面 267、網路介面 268、以及音頻輸出 272 的其中之一個或多個。

記憶體 264 可包括 RAM 及/或非揮發性記憶體。非揮發性記憶體可包括任何適當類型的半導體或者固態記憶體，諸如快閃記憶體(包括 NAND 和 NOR 快閃記憶體)、相變記憶體、磁性 RAM 和多態記憶體，其中每個儲存單元具有超過兩個的狀態。儲存裝置 266 可包括光學儲存驅動器，例如 DVD 驅動器、及/或 HDD。電源供應器 262 向行動電話 258 的元件供電。

圖 6D 中，可在機上盒 278 的網路介面 285 中實現本發明的教導，以校正複製 DAC，該複製 DAC 複製網路介面 285 中所使用的發送 DAC 所產生的發送信號。機上盒 278 包括機上控制模組 280、顯示器 281、電源供應器 282、記憶體 283、儲存裝置 284、以及網路介面 285。當網路介面 285 包括 WLAN 介面時，可包括天線(圖中未示)。

機上控制模組 280 可從網路介面 285 以及外部介面 287 接收輸入信號，其可經由電纜、寬頻網際網路及/或衛星發送和接收資料。機上控制模組 280

可處理所述輸入信號，包括編碼、解碼、濾波、及/或格式化，並產生輸出信號。所述輸出信號可包括標準及/或高清晰度格式的音頻及/或視訊信號。所述輸出信號可被傳送到網路介面 285 及/或顯示器 281。顯示器 281 可包括電視機、投影機、及/或監視器。

電源供應器 282 向機上盒 278 的元件供電。記憶體 283 可包括 RAM 及/或非揮發性記憶體。非揮發性記憶體可包括任何適當類型的半導體或者固態記憶體，諸如快閃記憶體(包括 NAND 和 NOR 快閃記憶體)、相變記憶體、磁性 RAM 和多態記憶體，其中每個儲存單元具有超過兩個的狀態。儲存裝置 284 可包括光學儲存驅動器，諸如 DVD 驅動器、及/或 HDD。

圖 6E 中，可在行動裝置 289 的網路介面 294 中實施本發明的教導，以校正複製 DAC，該複製 DAC 複製網路介面 294 中所使用的發送 DAC 所產生的發送信號。行動裝置 289 可包括行動裝置控制模組 290、電源供應器 291、記憶體 292、儲存裝置 293、網路介面 294、以及外部介面 299。當網路介面 294 包括 WLAN 介面時，可包括天線(圖中未示)。

行動裝置控制模組 290 可從網路介面 294 及/或外部介面 299 接收輸入信號。所述外部介面 299 可包括 USB、紅外線及/或乙太網路。輸入信號可包括壓縮的音頻及/或視訊，並且可符合 MP3 格式。此外，行動裝置控制模組 290 還可從諸如鍵盤、觸控板或者獨立按鈕的使用者輸入 296 接收輸入。所述行動裝置控制模組 290 可處理輸入信號，包括編碼、解碼、濾波及/或格式化，並且產生輸出信號。

行動裝置控制模組 290 可向音頻輸出 297 輸出音頻信號，並且向顯示器 298 輸出視訊信號。音頻輸出 297 可包括揚聲器及/或輸出插孔。顯示器 298 可提供圖形使用者介面，其可包括選單、圖示等。電源供應器 291 向行動裝置 289 的元件供電。記憶體 292 可包括 RAM 及/或非揮發性記憶體。

非揮發性記憶體可包括任何適當類型的半導體或者固態記憶體，諸如快閃記憶體(包括 NAND 和 NOR 快閃記憶體)、相變記憶體、磁性 RAM 和多態記憶體，其中每個儲存單元具有超過兩個的狀態。儲存裝置 293 可包括光學儲存驅動器，諸如 DVD 驅動器及/或 HDD。行動裝置 289 可包括個人數位助理、媒體播放機、膝上型電腦、遊戲控制臺或者其他的行動計算



裝置。

根據以上描述，本領域技術人員能夠理解，本發明的寬泛教導能夠以各種形式來實施。因此，儘管本發明包括多個具體示例，但是本發明的實際範圍並不因此受限，因為透過對所附圖式、說明書以及所附申請專利範圍的研究，其他修改將變得顯而易見。

**【圖式簡單說明】**

依據以下的詳細描述和所附圖式，將能夠更完整地理解本發明，其中：

圖 1A 是表示依據先前技術的二進位碼和等效溫度計碼的表格；

圖 1B 是依據先前技術，以電阻器為主的二進位加權 DAC；

圖 1C 是依據先前技術，以電流源為主的二進位加權 DAC；

圖 1D 是依據先前技術，以電阻器為主的溫度計編碼 DAC；

圖 1E 是依據先前技術，以電流源為主的溫度計編碼 DAC；

圖 1F 是依據先前技術，包括以電阻器為主的二進位加權和溫度計編碼 DAC 的分段 DAC；

圖 1G 是依據先前技術，包括以電流源為主的二進位加權和溫度計編碼 DAC 的分段 DAC；

圖 1H 是依據先前技術，包括以電流源為主的溫度計編碼 DAC 的分段 DAC；

圖 2A 是依據先前技術的通信裝置的功能性方塊圖；

圖 2B 是依據先前技術的通信裝置之 PHY 裝置的功能性方塊圖；

圖 2C 是依據先前技術的通信裝置的 PHY 裝置的功能性方塊圖；

圖 3A 是依據本發明，在正常模式下操作的通信裝置的收發器之功能性方塊圖；

圖 3B 是依據本發明，在校正模式下操作的通信裝置的收發器之功能性方塊圖；

圖 3C 是依據本發明，能夠在正常模式下或校正模式下操作的通信裝置的收發器之功能性方塊圖；

圖 4 是依據本發明，用於校正複製 DAC 的方法之流程圖；

圖 5 是依據本發明，利用複製 DAC 來去除發送信號和提取接收信號的方法之流程圖；

圖 6A 是高畫質電視的功能性方塊圖；

圖 6B 是車輛控制系統的功能性方塊圖；

圖 6C 是蜂巢式電話的功能性方塊圖；

圖 6D 是機上盒的功能性方塊圖；以及

圖 6E 是行動裝置的功能性方塊圖。

## 【主要元件符號說明】

10	通信裝置
12	PHY
12-1	PHY
12-2	PHY
14	MAC
16	主機
18	傳輸介質、介質、線
20	拼合電路
21-1	收發器
21-2	收發器
22	發送器
24	接收器
26	DSP 模組
28	發送 DAC
30	濾波器
32	線驅動器
34	放大器
36	濾波器
38	ADC
50	收發器
51	PHY
52	複製 DAC
53	放大器
54	校正 DAC
56	控制模組
58	溫度計碼產生器
59	二進位-溫度計碼轉換器

60	Mux
62	比較模組
64	加法電路
66	減法器
68	查找表
100	方法
102-126	步驟
150	方法
152-162	步驟
237	HDTV
238	HDTV 控制模組
239	顯示器
240	電源供應器
241	記憶體
242	儲存裝置
243	網路介面
245	外部介面
246	車輛
247	車輛控制系統
248	電源供應器
249	記憶體
250	儲存裝置
252	網路介面
254	感測器
256	輸出信號
258	行動電話
260	電話控制模組
262	電源供應器
264	記憶體

266	儲存裝置
267	蜂巢式網路介面
268	網路介面
270	麥克風
272	音頻輸出
274	顯示器
276	使用者輸入裝置
278	機上盒
280	機上控制模組
281	顯示器
282	電源供應器
283	記憶體
284	儲存裝置
285	網路介面
287	外部介面
289	行動裝置
290	行動裝置控制模組
291	電源供應器
292	記憶體
293	儲存裝置
294	網路介面
296	使用者輸入
297	音頻輸出
298	顯示器
299	外部介面

## 五、中文發明摘要：

一種系統，包括一第一數位類比轉換器(DAC)、一複製 DAC、一控制模組和一校正 DAC。所述第一 DAC 接收一第一輸入並根據所述第一輸入產生一第一類比輸出。所述複製 DAC 接收所述第一輸入並根據該第一輸入產生一複製類比輸出。所述控制模組根據該第一輸入產生一第一控制。所述校正 DAC 根據該第一控制產生一校正類比輸出。所述校正類比輸出調整所述複製類比輸出。

## 六、英文發明摘要：

A system includes a first digital-to-analog converter (DAC), a replica DAC, a control module, and a calibrating DAC. The first DAC receives a first input and generates a first analog output based on the first input. The replica DAC receives the first input and generates a replica analog output based on the first input. The control module generates a first control based on the first input. The calibrating DAC generates a calibration analog output based on the first control. The calibration analog output adjusts the replica analog output.

## 十、申請專利範圍：

1. 一種系統，包括：
  - 一第一數位類比轉換器(DAC)，其接收一第一輸入並根據所述第一輸入產生一第一類比輸出；
  - 一複製 DAC，其接收所述第一輸入並根據所述第一輸入產生複製類比輸出；
  - 一控制模組，其根據所述第一輸入產生一第一控制信號；以及
  - 一校正 DAC，其根據所述第一控制信號產生一校正類比輸出，其中所述校正類比輸出調節所述複製類比輸出。
2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，進一步包括：
  - 一加法電路，其產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和；以及
  - 一比較模組，其比較所述之和與所述第一類比輸出，並產生一第二控制信號，其中，所述控制模組根據所述第二控制信號產生所述第一控制信號。
3. 一種收發器，包括依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中，所述收發器接收一組合信號，其包括所述第一類比輸出和經由一介質所接收的一接收信號，並且進一步包括一減法器，其透過減去所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和，從所述組合信號除去所述第一類比輸出。
4. 依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中，所述第一 DAC 的第一電路元件的一第一尺寸大於所述複製 DAC 的第二電路元件的一第二尺寸。
5. 依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中，所述第一 DAC 的一第一準確度大於所述複製 DAC 的一第二準確度。
6. 依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中，所述第一 DAC 和所述複製 DAC 包括分段 DAC。
7. 依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中，所述第一 DAC 和所述複製 DAC 包括溫度計編碼的 DAC。
8. 依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，進一步包括

一溫度計碼產生器，其產生多個溫度計代號，並輸出所述多個溫度計代號作為所述第一輸入。

9. 依據申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中，  
所述第一 DAC 和所述複製 DAC 各自包括複數個片段，並且其中，所述  
第一 DAC 的 S 個相鄰片段和所述複製 DAC 的對應之 S 個相鄰片段轉換  
所述第一輸入，並分別產生所述第一類比輸出和所述複製類比輸出，其  
中 S 是大於 1 的整數。
10. 依據申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中，  
所述控制模組針對所述多個溫度計代號的其中之一反覆地產生多個控  
制代號，並輸出所述多個控制代號作為所述第一控制信號。
11. 依據申請專利範圍第 10 項所述之系統，其中，  
當所述第一類比輸出符合分別根據所述多個溫度計代號的所述其中之  
一以及所述多個控制代號的其中之一所產生的所述複製類比輸出與所  
述校正類比輸出的和之時，所述控制模組儲存所述多個控制代號的其  
中之一用於所述多個溫度計代號的所述其中之一。
12. 依據申請專利範圍第 11 項所述之系統，進一步包括  
一溫度計碼轉換器，其接收一個二進位代號，轉換所述二進位代號成  
為所述多個溫度計代號的所述其中之一，並輸出所述多個溫度計代號  
的所述其中之一作為所述第一輸入。
13. 依據申請專利範圍第 12 項所述之系統，其中，  
當所述溫度計碼轉換器接收所述二進位代號時，所述控制模組輸出所  
述多個控制代號的所述其中之一作為所述第一控制信號。
14. 依據申請專利範圍第 12 項所述之系統，進一步包括  
一多工器，其將所述溫度計碼產生器和所述溫度計碼轉換器的輸出多  
工為所述第一輸入，其中，所述控制模組控制所述多工器。
15. 依據申請專利範圍第 11 項所述之系統，進一步包括：  
一加法電路，其產生所述複製類比輸出與所述校正類比輸出之和；以  
及  
一比較模組，其比較所述第一類比輸出與所述之和，並產生一第二控  
制信號，其中，所述控制模組根據所述第二控制信號產生所述多個控



制代號的所述其中之一。

16. 一種收發器，包括依據申請專利範圍第 12 項所述之系統，進一步包括一減法器，其從耦合至所述收發器的介質接收一組合信號，其中，所述組合信號包括所述第一類比輸出以及從所述介質所接收的一接收信號。
17. 依據申請專利範圍第 16 項所述之收發器，其中，所述減法器從所述組合信號中減去所述之和，並輸出所述接收信號。
18. 依據申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中，當所述第一輸入包括依據 IEEE 10GBaseT 乙太網路通信標準所發送的代號時，所述第一 DAC 的一高度小於  $20K\lambda$ 。
19. 依據申請專利範圍第 3 項所述之收發器，進一步包括多個開關，其選擇性地將所述收發器從一正常模式切換到一校正模式，在所述校正模式中將所述收發器與所述介質隔離，並且在所述校正模式中將所述系統與所述減法器隔離。

十進位	二進位 ( $B_2B_1B_0$ )	溫度計 ( $C_7C_6C_5C_4C_3C_2C_1$ )
0	000	0000000
1	001	0000001
2	010	0000011
3	011	0000111
4	100	0001111
5	101	0011111
6	110	0111111
7	111	1111111

圖 1A

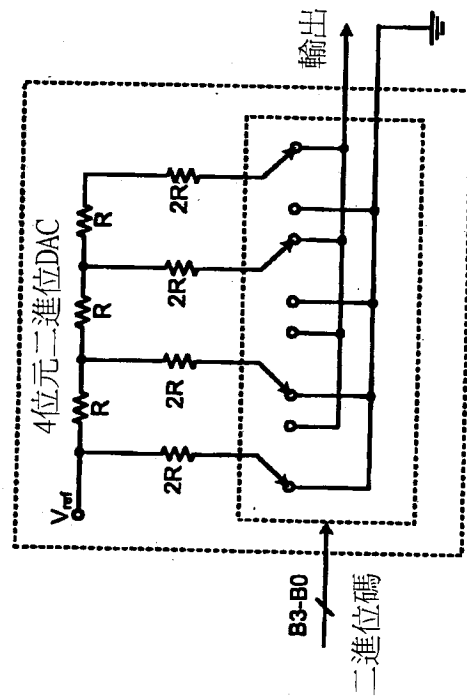


圖 1B

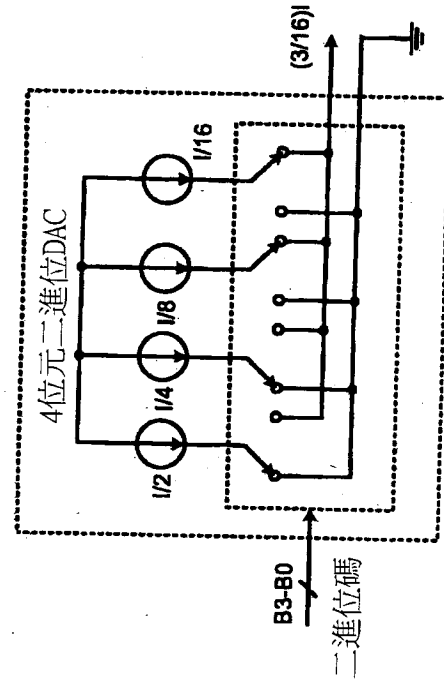


圖 1C

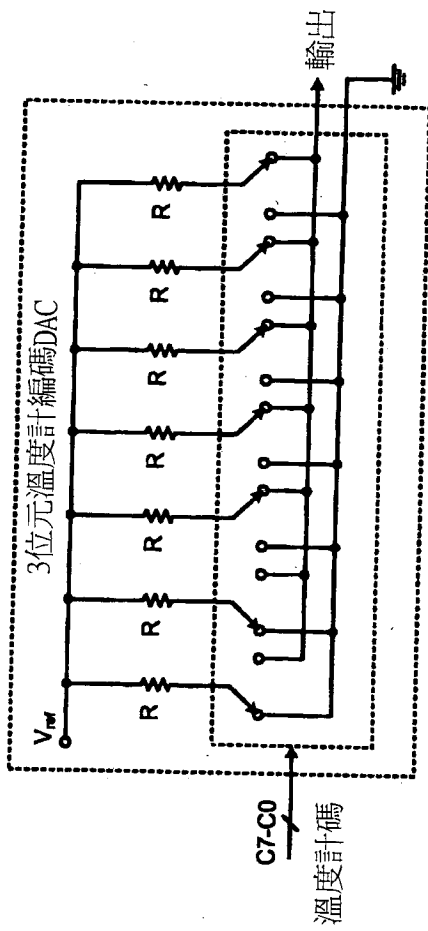


圖1D

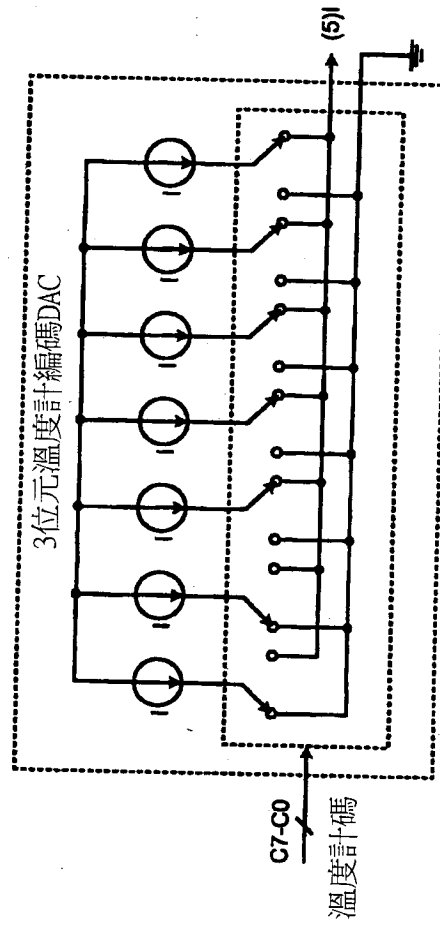


圖1E

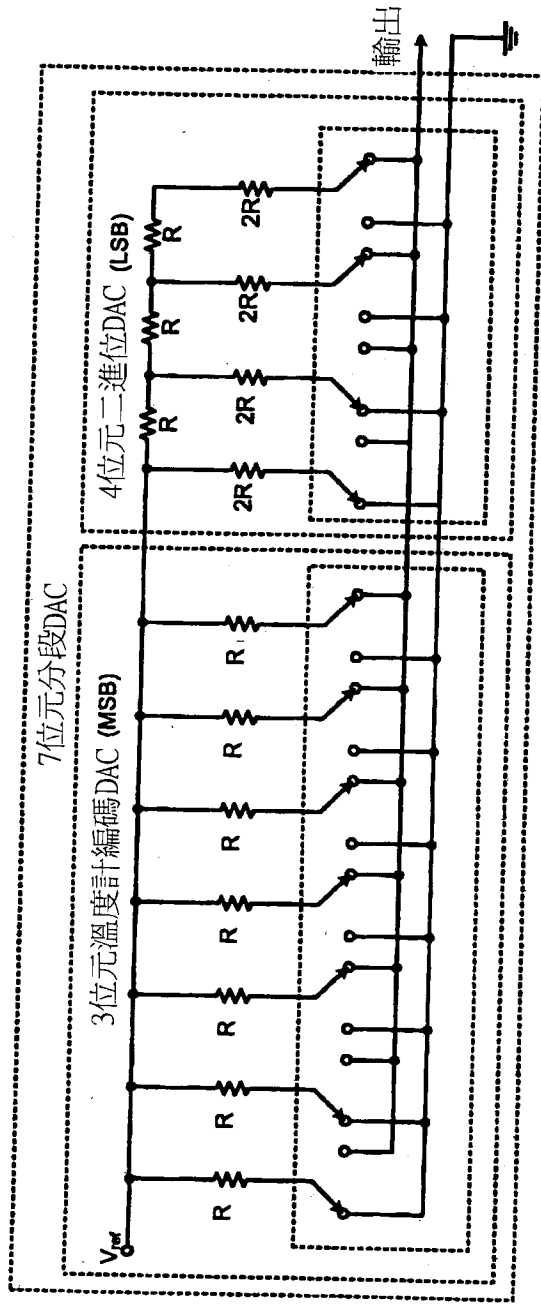


圖1F

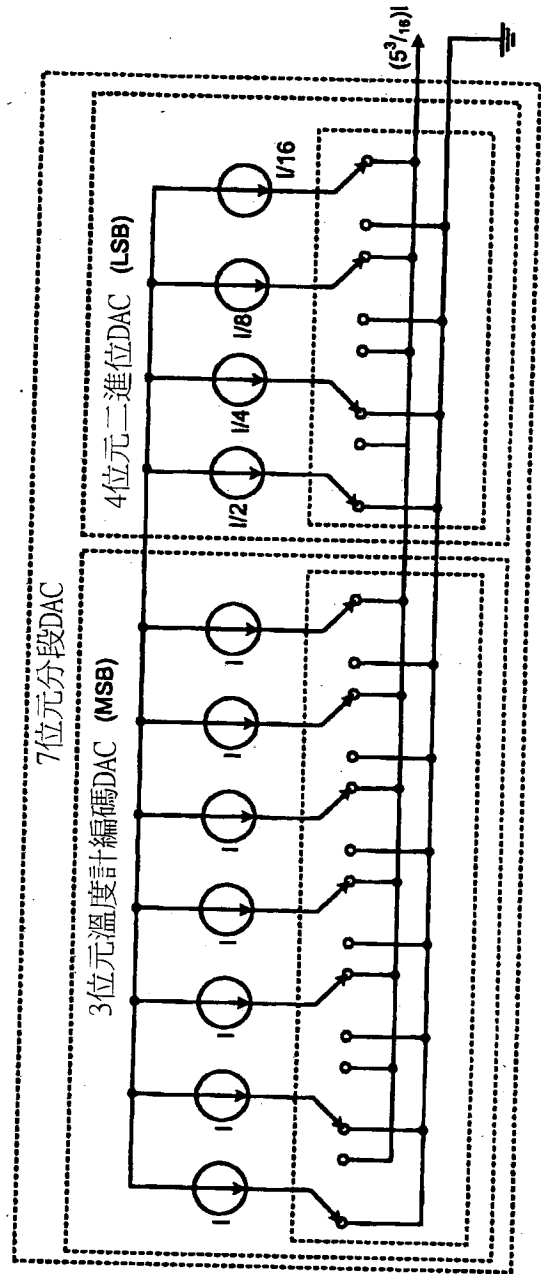


圖1G

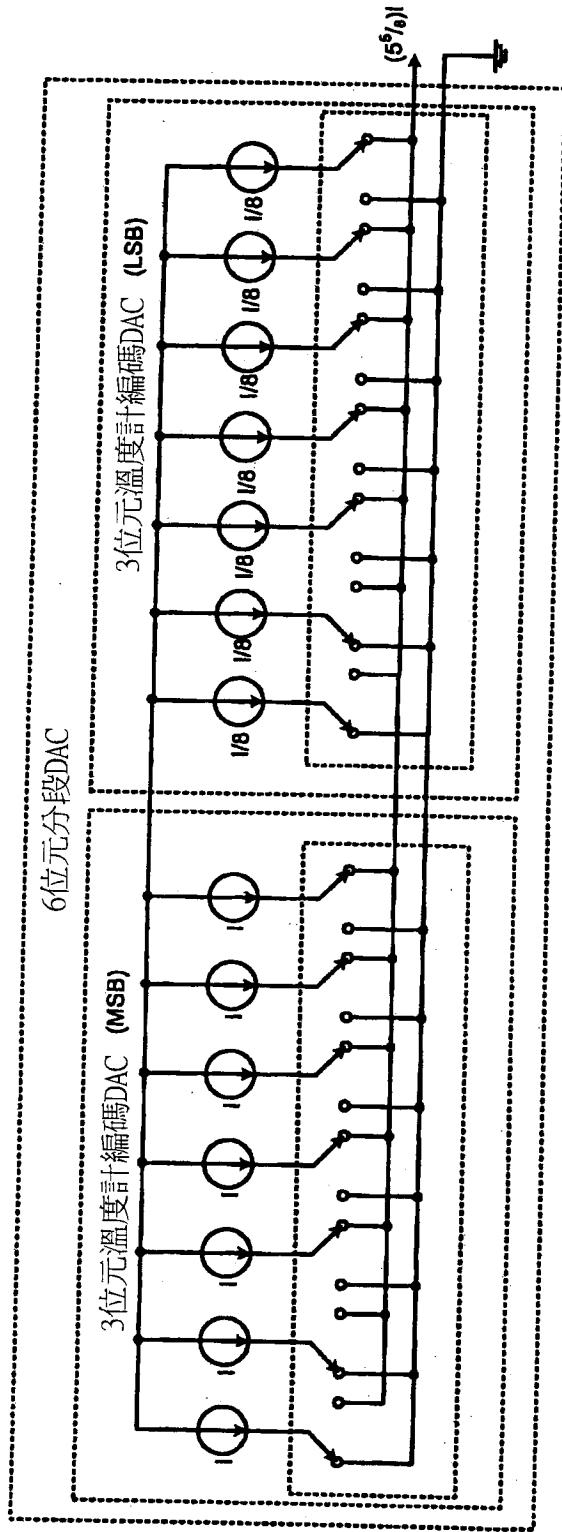


圖1H

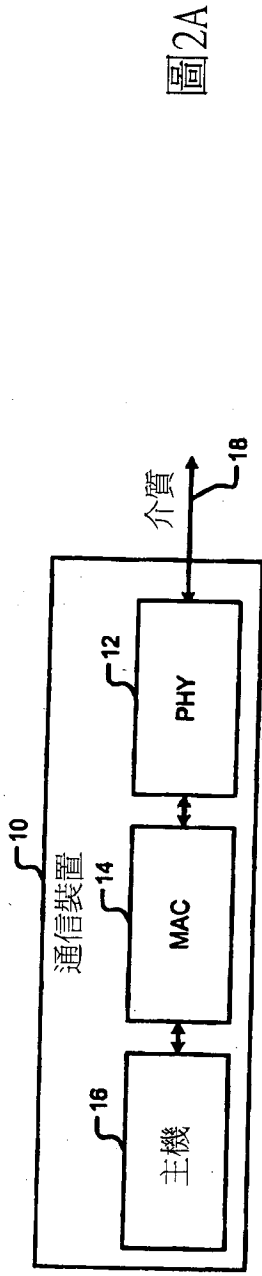


圖2A

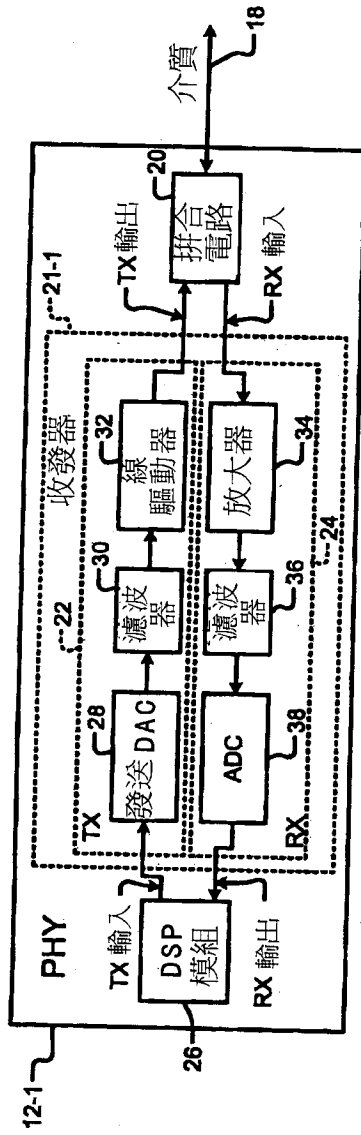


圖2B

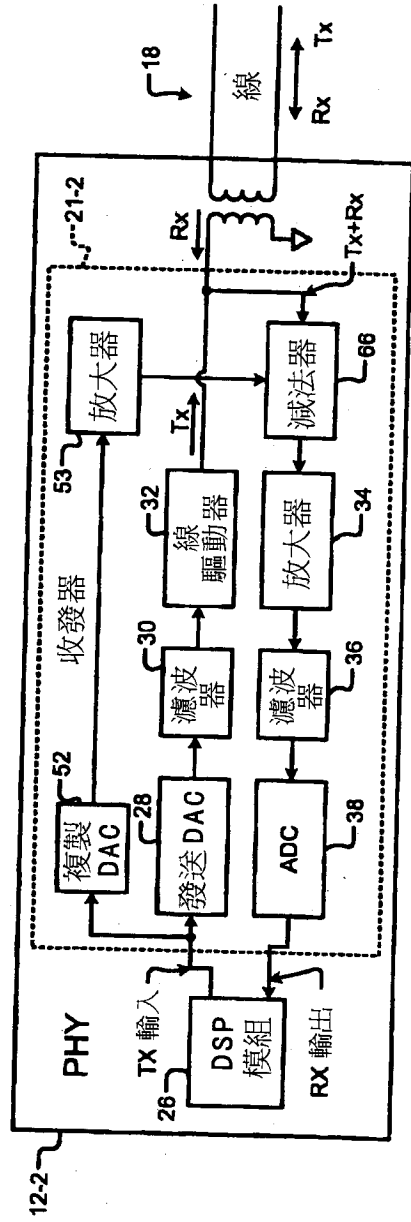


圖2C

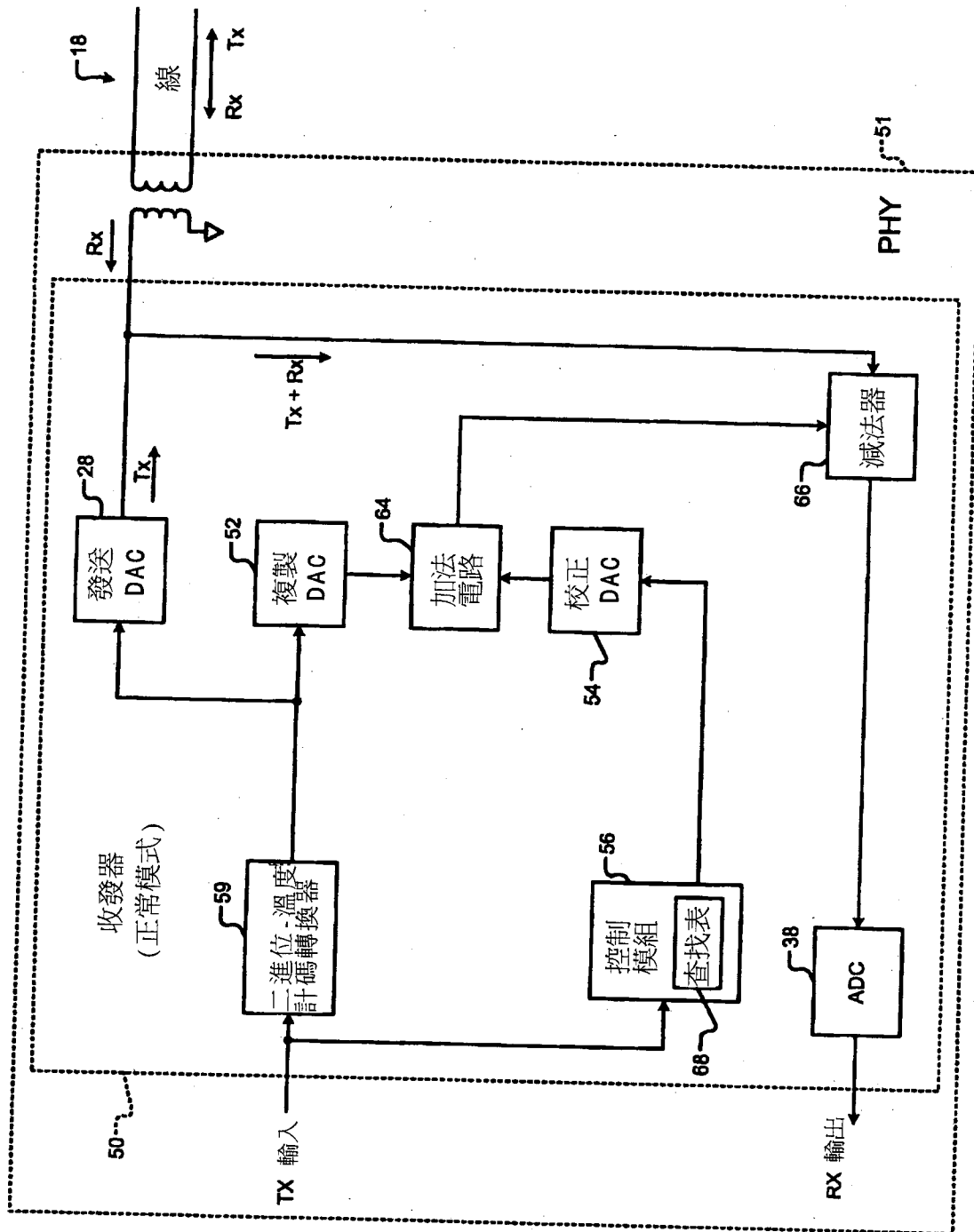


圖 3A

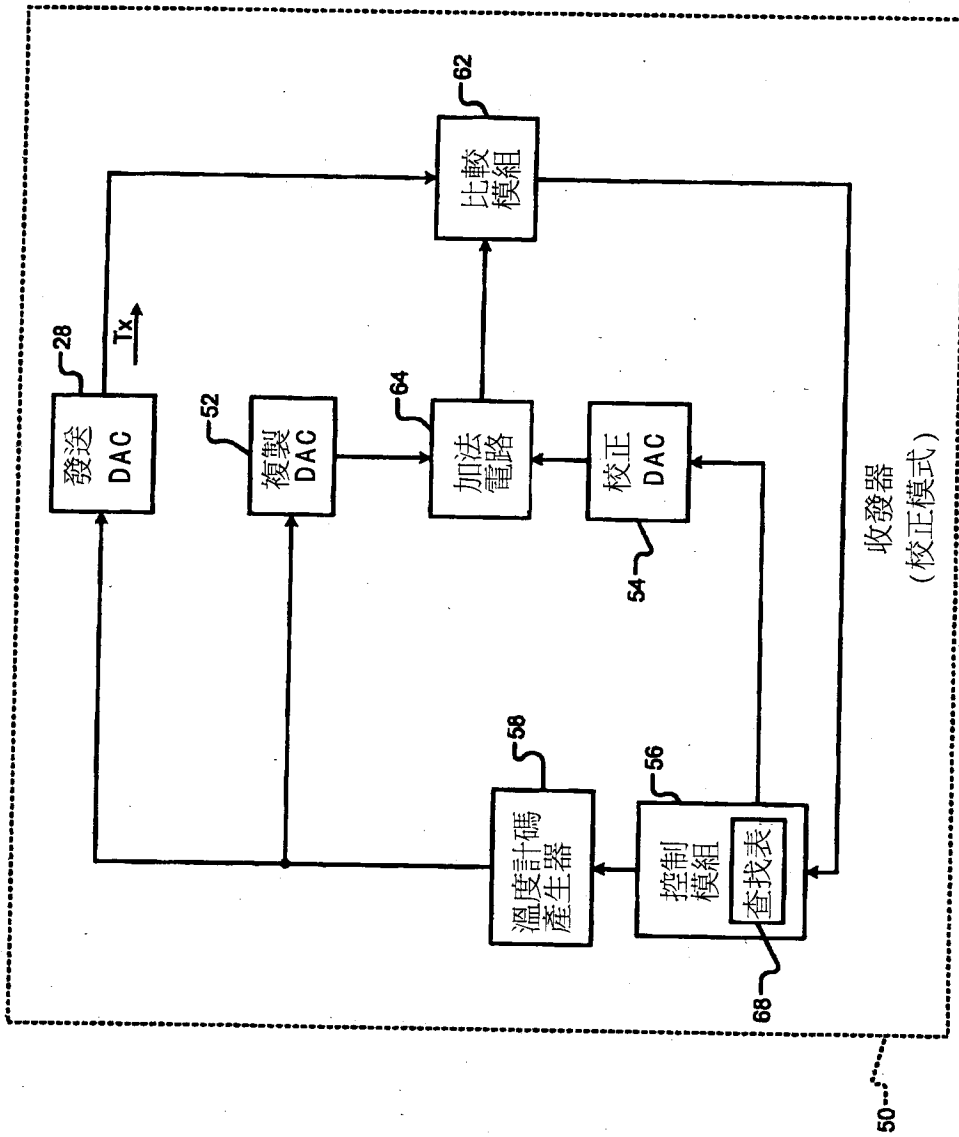


圖 3B



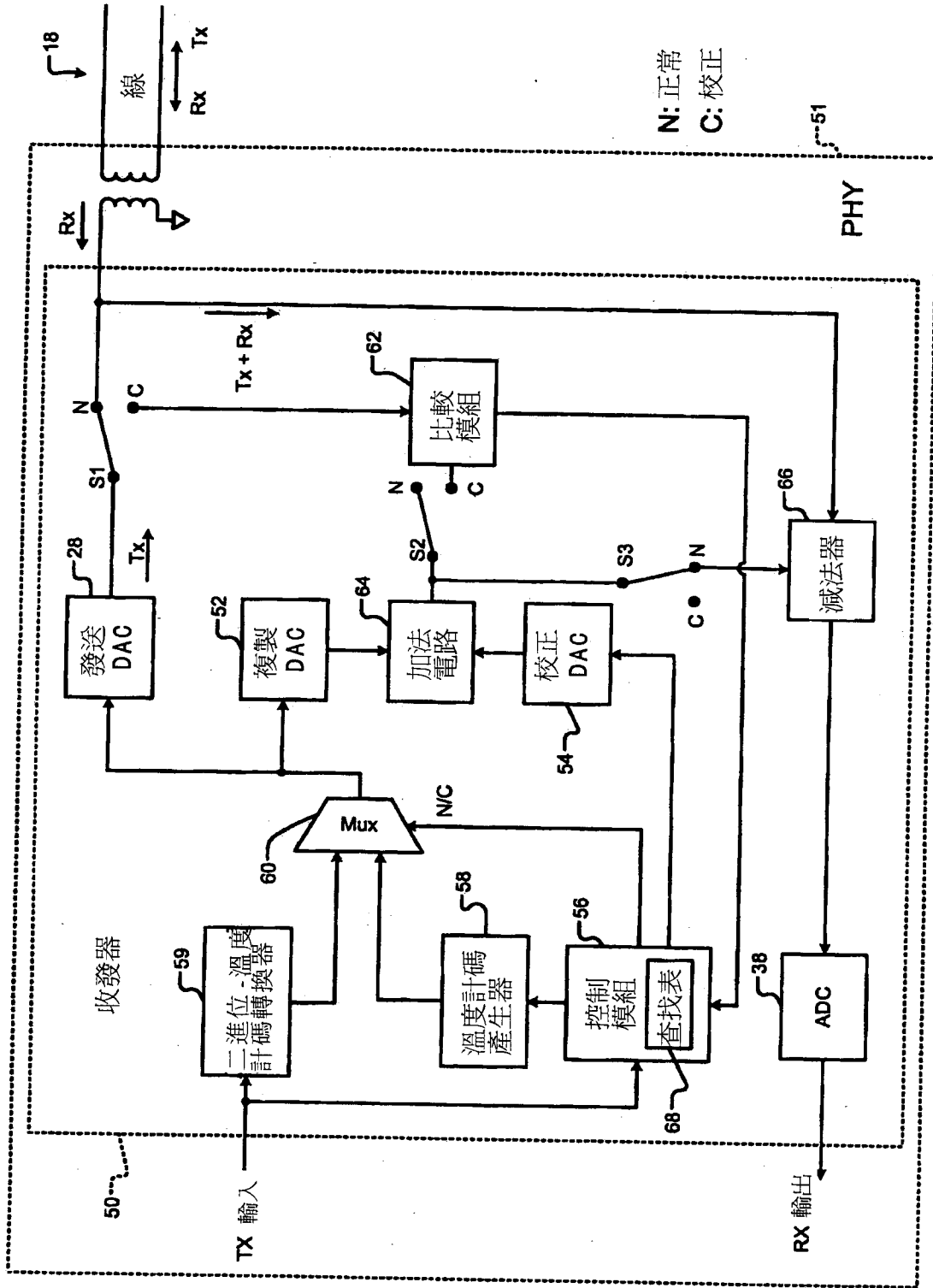


圖 3C

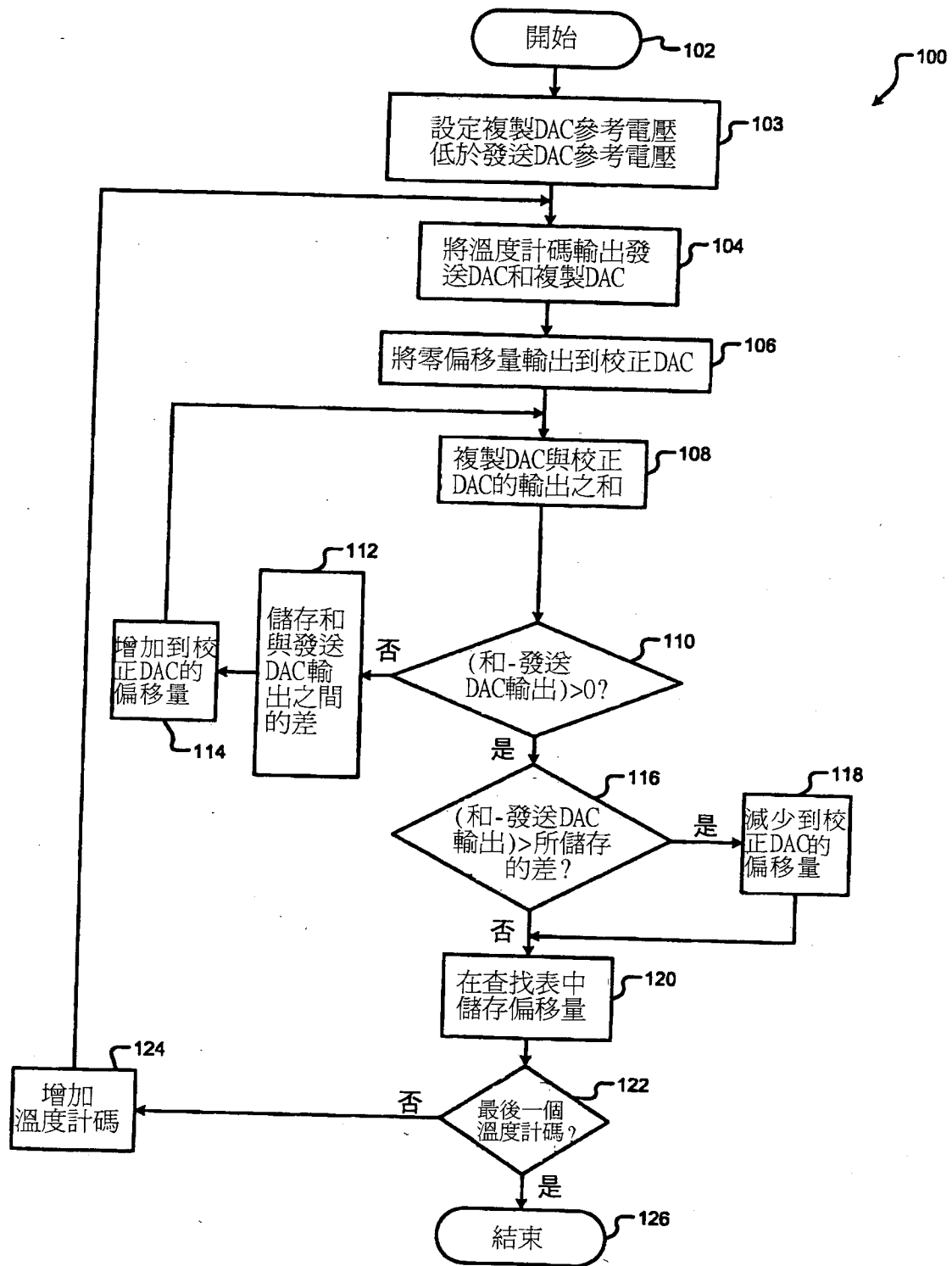


圖4

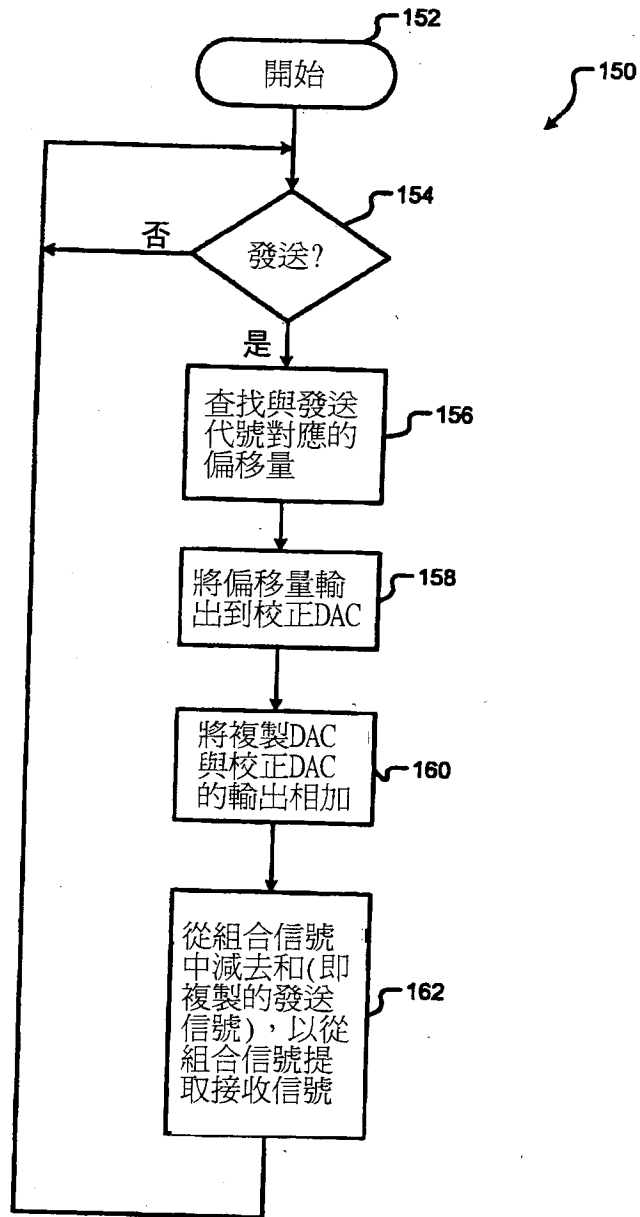


圖5

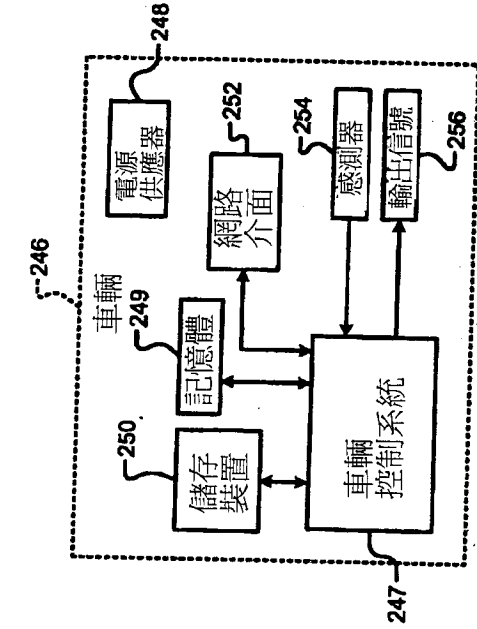


圖6B

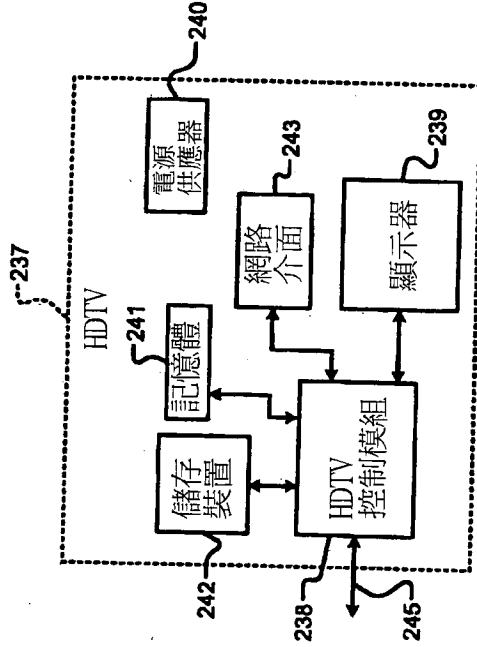


圖6A

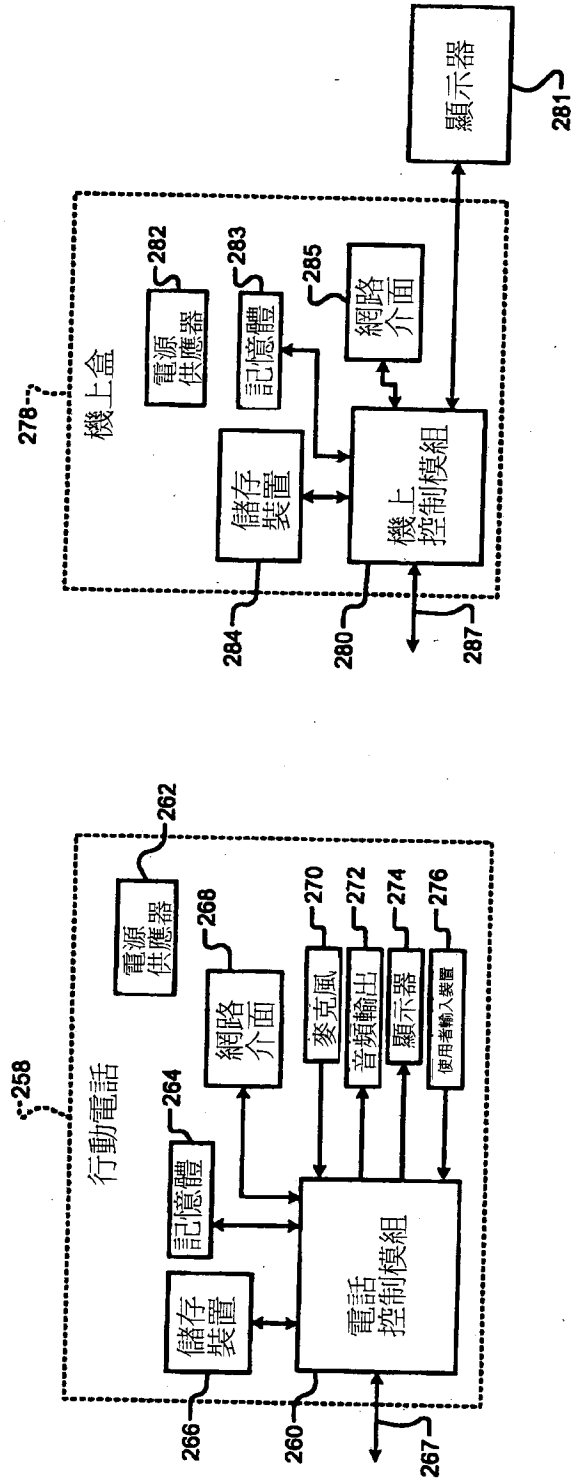


圖6D

圖6C

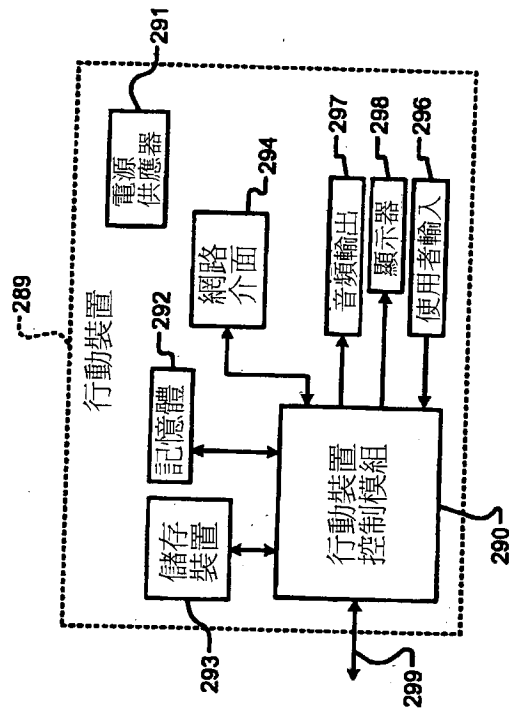


圖6E

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 3C ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

18	傳輸介質、介質、線
28	發送 DAC
38	ADC
50	收發器
51	PHY
52	複製 DAC
54	校正 DAC
56	控制模組
58	溫度計碼產生器
59	二進位-溫度計碼轉換器
60	Mux
62	比較模組
64	加法電路
66	減法器
68	查找表

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