



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I586071 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：102105665

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 18 日

(51)Int. Cl. : H02J7/00 (2006.01)

H04W52/02 (2009.01)

(30)優先權：2012/02/17 美國

61/600,467

2013/02/15

世界智慧財產權組織

PCT/US13/26390

(71)申請人：美國維吉尼亞大學專利基金會(美國) UNIVERSITY OF VIRGINIA PATENT FOUNDATION (US)

美國

(72)發明人：凱洪 班頓 H CALHOUN, BENTON H. (US)；奧提斯 布萊恩 OTIS, BRIAN (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW M343203

TW M343203

TW 200935769A

US 2008/0300660A1

US 2009/0303076A1

審查人員：莊程傑

申請專利範圍項數：33 項 圖式數：13 共 60 頁

(54)名稱

感測器節點、操作該感測器節點之方法及用於執行該方法之處理器可讀媒體

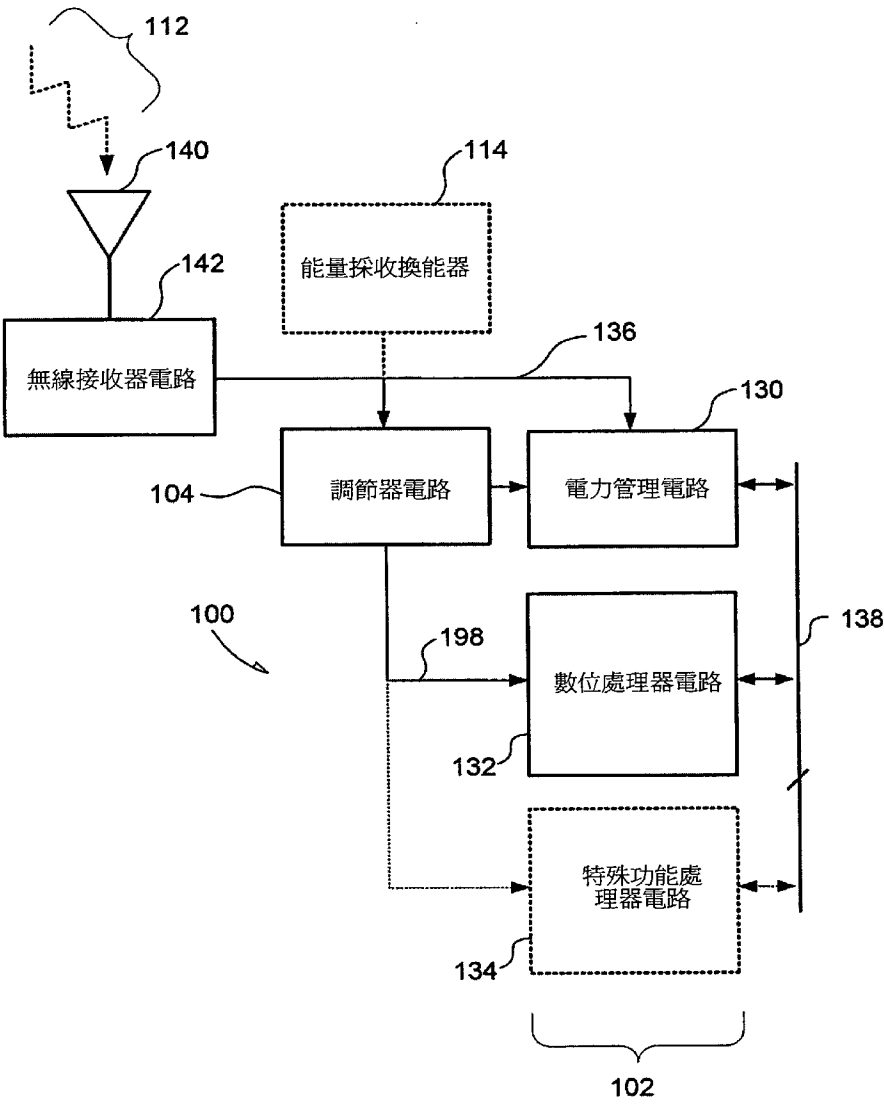
SENSOR NODE, METHOD OF OPERATING THE SENSOR NODE AND PROCESSOR-READABLE MEDIUM FOR PERFORMING THE METHOD

(57)摘要

本發明揭示一種諸如作為一感測器節點之一部分包含之積體電路，其可包含具有可耦合至一能量採收換能器之一輸入之一調節器電路。該積體電路可包含一無線接收器電路，該無線接收器電路耦合至該調節器電路且經組態以無線地接收至少足夠操作能量以在不需該能量採收換能器之情況下確立該感測器節點之操作。該積體電路可包含：一數位處理器電路，其耦合至該調節器電路；及一電力管理處理器電路。該數位處理器電路或者一或多個其他電路可包含基於選定能量消耗位準由該電力管理處理器電路確立之一次臨限操作模式。舉例而言，確立該次臨限操作模式可包含：調整或選擇一供應電壓以便確立該數位處理器電路或其他電路中之一場效電晶體(FET)之次臨限操作。

An integrated circuit, such as included as a portion of a sensor node, can include a regulator circuit having an input coupleable to an energy harvesting transducer. The integrated circuit can include a wireless receiver circuit coupled to the regulator circuit and configured to wirelessly receive at least enough operating energy to establish operation of the sensor node without requiring the energy harvesting transducer. The integrated circuit can include a digital processor circuit coupled to the regulator circuit and a power management processor circuit. The digital processor circuit or one or more other circuits can include a subthreshold operational mode established by the power management processor circuit based on the selected energy consumption level. For example, establishing the subthreshold operational mode can include adjusting or selecting a supply voltage so as to establish subthreshold operation of a field effect transistor (FET) in the digital processor circuit or other circuits.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 系統
- 102 . . . 數位區段
- 104 . . . 調節器電路
- 112 . . . 電磁耦合之
能量/電磁耦合之操作
能量
- 114 . . . 能量採收換
能器
- 130 . . . 電力管理處
理器電路
- 132 . . . 數位處理器
電路
- 134 . . . 特殊功能處
理器電路
- 136 . . . 輸入
- 138 . . . 第一匯流排
- 140 . . . 天線
- 142 . . . 無線接收器
電路
- 198 . . . 輸出

圖 1

發明摘要

公告本

※ 申請案號：102105665

※ 申請日：102年2月18日

※IPC 分類：H02J 7/00 (2006.01)

H04W 52/02 (2009.01)

【發明名稱】

感測器節點、操作該感測器節點之方法及用於執行該方法之處理器可讀媒體

SENSOR NODE, METHOD OF OPERATING THE SENSOR NODE
AND PROCESSOR-READABLE MEDIUM FOR PERFORMING
THE METHOD

【中文】

本發明揭示一種諸如作為一感測器節點之一部分包含之積體電路，其可包含具有可耦合至一能量採收換能器之一輸入之一調節器電路。該積體電路可包含一無線接收器電路，該無線接收器電路耦合至該調節器電路且經組態以無線地接收至少足夠操作能量以在不需該能量採收換能器之情況下確立該感測器節點之操作。該積體電路可包含：一數位處理器電路，其耦合至該調節器電路；及一電力管理處理器電路。該數位處理器電路或者一或多個其他電路可包含基於選定能量消耗位準由該電力管理處理器電路確立之一次臨限操作模式。舉例而言，確立該次臨限操作模式可包含：調整或選擇一供應電壓以便確立該數位處理器電路或其他電路中之一場效電晶體(FET)之次臨限操作。

【英文】

An integrated circuit, such as included as a portion of a sensor node, can include a regulator circuit having an input coupleable to an energy harvesting transducer. The integrated circuit can include a wireless receiver circuit coupled to the regulator circuit and configured to wirelessly receive at least enough operating energy to establish operation of the sensor node without requiring the energy harvesting transducer. The integrated circuit can include a digital processor circuit coupled to the regulator circuit and a power management processor circuit. The digital processor circuit or one or more other circuits can include a subthreshold operational mode established by the power management processor circuit based on the selected energy consumption level. For example, establishing the subthreshold operational mode can include adjusting or selecting a supply voltage so as to establish subthreshold operation of a field effect transistor (FET) in the digital processor circuit or other circuits.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	系統
102	數位區段
104	調節器電路
112	電磁耦合之能量/電磁耦合之操作能量
114	能量採收換能器
130	電力管理處理器電路
132	數位處理器電路
134	特殊功能處理器電路
136	輸入
138	第一匯流排
140	天線
142	無線接收器電路
198	輸出

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

感測器節點、操作該感測器節點之方法及用於執行該方法之處理器可讀媒體

SENSOR NODE, METHOD OF OPERATING THE SENSOR NODE AND PROCESSOR-READABLE MEDIUM FOR PERFORMING THE METHOD

優先權主張

藉此主張2012年2月17日提出申請、標題為「Battery-less Energy Harvesting Sensor Node SoC and Related Method thereof」之Calhoun等人之美國臨時專利申請案第61/600,467號(代理人檔案號01918-01)之優先權之權益，該申請案藉此以其全文引用之方式併入本文中，包含其標示有「附錄A」至「附錄H」之部分。

【技術領域】

本發明一般而言係關於嵌入式系統，且更特定而言，係關於感測器節點。

【先前技術】

嵌入式系統可用於多種應用中，包含提供監測、感測、控制或安全性功能。根據對大小、電力消耗或環境生存性之相對嚴格約束，通常調整此等嵌入式系統以使其適合特定應用。

特定而言，一種類別之嵌入式系統可包含諸如用於感測或監測一或多個生理參數之感測器節點。具有無線通信能力之一感測器節點可稱為一無線感測器節點(WSN)。類似地，位於一受試者之一身體上、該受試者之身體附近或該受試者之身體內之一感測器節點可稱為一身體區域感測器節點(BASN)或身體感測器節點(BSN)。感測器節點可提供用以照護提供者之顯著益處，諸如使得能夠連續監測、致動及記錄生理資訊，促進自動或遠端跟蹤或當存在生理狀態惡化時提供一

或多個警報。使用感測器節點所獲得之生理資訊可傳送至諸如用以幫助診斷、預防及回應於各種疾病(諸如糖尿病、哮喘、心臟狀況或者其他疾病或狀況)之其他系統。

若一感測器節點包含諸如長期監測能力或可佩戴性(舉例而言)等某些特徵，則該感測器節點可給一受試者或照護給予者提供特定值。隨著醫療照護成本上漲或隨著更多照護提供者嘗試轉變為遠端病人追蹤及電傳醫療，無維護、更換或人工再充電之一感測器節點之一長壽命變得越來越重要。據信，通常可用之感測器節點由於缺乏擴展之操作能力或可佩戴性而被排除在廣泛選用之外。

舉例而言，包含大的原電池或可再充電電池之感測器節點可係佩戴不舒適，且具有一較小電池之一感測器節點仍係不期望的，此乃因病人或其他使用者可不遵照所需再充電或更換間隔。類似地，需要傳導性資料傳送介面之感測器節點通常係繁重的，此乃因佩戴者或照護給予者必須將一通信介面人工地連接至該節點以將資訊傳送至該節點或自該節點傳送資訊。無線通信電路可減少或消除對此等繁重有線介面之需要。但是，此無線電路可消耗相當大量的能量從而進一步耗費一有限能量預算或限制通常可用之感測器節點之操作壽命。

【發明內容】

諸如一身體感測器節點(BSN)之一感測器節點可包含具有各種功能之一高度整合之一或多個半導體裝置。此一半導體裝置可稱為一「系統單晶片」或SoC。一SoC可提供實現系統之所有主要功能之數位或混合信號電路，諸如包含一般用途處理器電路、特殊用途處理器電路、類比信號調節電路、供應調節或轉換器電路、電壓或電流參考電路或電力管理電路中之一或多者。

本發明之發明者已尤其認識到，超低電力(ULP)技術可適用於一感測器節點中所包含之一或多個電路。ULP技術可用以實現作為一感

測器節點之一部分包含之一SoC。舉例而言，一感測器節點之此一SoC可包含經組態用於次臨限操作之一或多個類比或數位部分。

替代次臨限操作或除次臨限操作以外，亦可使用其他技術，諸如用以停用或暫停系統之指定區段之操作之電力或時脈閘控，或包含調整一工作循環、一時脈頻率(例如，時脈節流)或一供應參數(例如，供應電壓節流)以便減少電力消耗。

本發明之發明者亦已認識到，可使用自周圍能量源之能量採收來相當大地增加一感測器節點之一可操作壽命。舉例而言，可使用一熱梯度或一機械振動來獲得此能量。與依賴於一電池之感測器節點相比，能量採收技術可提供一延長之可操作壽命。然而，為提供持續操作，一能量採收感測器節點通常必須消耗比所採收量少之能量。

為此，本發明之發明者亦已認識到，可使用一電力管理處理器電路以諸如回應於經監測狀況而以一閉合環路方式透過各種系統區段啟用、停用、節流或重新路由資料。舉例而言，由一能量採收換能器提供之能量之量可隨時間而變化。該電力管理處理器電路可監測指示由該能量採收換能器提供之能量之位準之資訊。使用經監測資訊，該電力管理電路可調整感測器節點之能量消耗位準以提供感測器節點之連續(例如，持續)操作而不管輸入能量之變化。

可(諸如)使用一種三階或四階能量消耗方案或其他方案在模式或位準方面指定能量消耗。可在此等能量消耗位準之間對感測器節點進行雙態切換以避免熄滅或重設。在一重設之情形中，感測器節點可在狀態上恢復至一指定操作模式，諸如重新開始監測、通信或者一或多個其他功能。

在一實例中，一感測器節點可係無電池的，諸如可在不需要位於板上或感測器總成內之一原電池或可再充電電池之情況下操作。在一種方法中，可使用一升壓轉換器電路及調節器組態，其將一熱電發

電機(TEG)之一相對低電壓輸出(諸如數十毫伏(mV))轉換至經指定用於與感測器節點電路之一或多個其他區段一起使用之一較高電壓位準。在一實例中，一無線接收器電路可耦合至升壓電路或調節器中之一或多者(諸如)以接收無線耦合能量之一初始叢發以確立感測器節點之操作。

在一實例中，諸如作為一感測器節點之一部分包含之一積體電路可包含一調節器電路，其具有可耦合至一能量採收換能器之一輸入。該積體電路可包含一無線接收器電路，其耦合至該調節器電路且經組態以無線地接收充足操作能量以在不需能量採收換能器之情況下確立感測器節點之操作。該積體電路可包含：一數位處理器電路，其耦合至該調節器電路；及一電力管理處理器電路。該數位處理器電路或者一或多個其他電路可包含基於該選定能量消耗位準由該電力管理處理器電路確立之一次臨限操作模式。舉例而言，確立該次臨限操作模式可包含：調整或選擇一供應電壓以便確立該數位處理器電路或其他電路中之一場效電晶體(FET)之次臨限操作。

本文中之實例中所闡述之感測器節點之應用不需要限制於生物或醫療監測應用。舉例而言，此等感測器節點可用於較通常與遠端監測或遠端感測有關之多種應用中，諸如支援實用工具、設施或能量系統之監督控制或自動化、結構醫療監測、監控或環境監測(諸如住所監測或野生動物管理)。

此發明內容意欲提供對本專利申請案之標的物之一概述。其並非意欲提供對本發明之一排他性或窮盡性闡釋。包含詳細說明以提供關於本專利申請案之其他資訊。

【圖式簡單說明】

在未必按比例繪製之圖式中，在不同視圖中相似編號可闡述類似組件。具有不同字母後綴之相似編號可表示類似組件之不同例項。

該等圖式以實例方式而以非限制方式大體上圖解說明本文件中所論述之各種實施例。

圖1大體上圖解說明可包含一調節器電路、一電力管理電路、一無線接收器電路或一數位處理器電路之一系統之一實例。

圖2大體上圖解說明可包含經組態以獲得指示一或多個生理信號之資訊之一類比輸入之一系統之一實例。

圖3大體上圖解說明可包含一類比輸入、一電力管理電路、一調節器電路區塊、一或多個特殊功能處理器電路或一個一般用途處理器電路之一系統之一說明性實例。

圖4大體上圖解說明可包含一無線接收器電路或一轉換器電路之一系統之一部分之一說明性實例。

圖4B大體上圖解說明對應於提供至一無線接收器電路、一電力轉換器電路之一輸出節點及對應於一能量採收換能器之一輸出之該電力轉換器電路之一輸入之一無線耦合叢發脈衝之曲線圖之一說明性實例，該等曲線圖諸如可使用如圖3或圖4B之實例中所展示之一系統之至少一部分以實驗方式獲得。

圖5大體上圖解說明可包含耦合至一電力管理電路之一指令記憶體之一系統之一部分之一說明性實例，其中該電力管理電路可(諸如)基於一指定能量消耗位準而調整或控制該系統之其他功能區塊之各種參數。

圖6大體上圖解說明可包含可在一個一般用途處理器電路、一電力管理電路或者一或多個其他電路(諸如一特殊功能處理器電路)之間共用之一指令記憶體之一系統之一部分之一說明性實例。

圖7大體上圖解說明可包含用於處理資料或用於無線傳輸資料之一或多個可控制資料路徑(諸如可包含基於一指定能量消耗位準而確立之資料路徑)之一系統之一部分之一說明性實例。

圖8大體上圖解說明一系統之一部分(諸如可作為一感測器節點之一部分包含之一調節器電路之一部分)之一說明性實例。

圖9大體上圖解說明可包含經組態以提供指示一調節器電路輸入之資訊之一監測電路之一系統之一部分之一說明性實例。

圖10大體上圖解說明包含對應於不同自動控制之能量消耗位準而獲得之一系統之各種參數之曲線圖之一說明性實例，該等曲線圖諸如可使用如圖3之實例中所展示之一系統以實驗方式獲得。

圖11A大體上圖解說明對應於諸如可由一系統(諸如一感測器節點)即時或接近即時傳輸之一心電圖之一實際且經重新建構表示之曲線圖之一說明性實例。

圖11B大體上圖解說明對應於包含其中一類比轉數位轉換器輸入可經切換以取樣至一調節器電路之一輸入(諸如用於監測之調節器之輸入)之一持續時間之提供至該輸入之資訊之一經感測表示之曲線圖之一說明性實例。

圖12大體上圖解說明諸如對應於圖3之說明性實例之系統之至少一部分之一積體電路之一帶註釋顯微圖。

圖13大體上圖解說明可包含使用圖1至圖9中之一或多者之實例中所展示之一系統之一技術，諸如一方法。

【實施方式】

圖1大體上圖解說明一系統100 (諸如一感測器節點)之一實例。系統100可包含一調節器電路104、一電力管理處理器電路130、一無線接收器電路142或一數位處理器電路132。系統100可包含一天線140，其經組態以(諸如)使用輻射耦合或感應耦合(舉例而言)接收電磁耦合之能量112。此電磁耦合之能量112可稱為射頻(RF)能量，諸如對應於自大約千赫茲(kHz)範圍至數十或數百百萬赫茲(MHz)範圍選擇之一指定頻率範圍，或者包含一或多個其他頻率範圍。無線接收器電路142

可包含一調諧接收器、預選擇器或者一或多個其他電路，諸如用以擷取對應於指定頻率範圍之電磁耦合之能量112或用以拒斥其他頻率範圍。

系統100可包含或可耦合至一能量採收換能器114，諸如，一壓電換能器、一機械轉電換能器(諸如一線性或旋轉裝置)、一光伏打換能器或其他光學轉電換能器或者一熱電發電機(TEG) (舉例而言)中之一或多者。可藉由自無線接收器電路142或能量採收換能器114中之一或多者接收之能量驅動至一調節器電路104之一輸入136。以此方式，系統100可使用無線接收器電路142或能量採收換能器114來接收操作能量。舉例而言，系統100可係無電池的或可在不需要一原電池或可再充電電池之情況下操作，諸如使用無線耦合之能量112或由能量採收換能器114提供之能量中之一或多者而連續供能或供能達一延長之操作週期。

調節器電路104可將諸如一或多個固定或可調整輸出電壓之一或多個輸出提供至系統100之一或多個其他部分，諸如包含一供應節點198。如下文之實例中所展示，可藉由諸如一電壓升壓轉換器之一或多個其他電路來調節或轉換自能量採收換能器114獲得之能量。

至調節器電路104之輸入可耦合至電力管理處理器電路130，諸如由諸如由電力管理處理器電路130監測。電力管理處理器電路130可耦合至系統100之其他區段，諸如使用耦合至數位處理器電路132或諸如一特殊功能處理器電路134等其他功能區塊中之一或多者之一或多個匯流排(例如，一第一匯流排138)。

系統100之一數位區段102之一或多個部分可包含一次臨限操作模式。可確立一次臨限操作模式，諸如提供、調整或選擇由調節器電路提供之一供應電壓以便確立電力管理處理器電路130、數位處理器電路132、特殊功能處理器電路134或者系統100之一或多個其他電路

中(諸如一或多個數位或混合信號電路中)之一或多者中之一場效電晶體(FET)之次臨限操作。

次臨限操作可闡述為以一弱反轉模式操作一或多個FET，其中一閘極至源極電壓經確立處於或低於一或多個FET之一臨限電壓(V_t)，從而導致隨閘極至源極電壓而變之汲極至源極電流之一主要指數依性。可使用各種技術來確立次臨限操作，諸如提供一供應電壓，該供應電壓具有低於耦合至供應電壓之一區段中之所有FET之臨限電壓之一VDD至VSS電壓。

可在能量效率、最大時脈速度與供應電壓之間存在一折衷。次臨限操作不需要限制於一單個供應電壓。舉例而言，一時脈頻率或一供應電壓中之一或多者可經調整(諸如)以提供計算能力之一指定位準或其他操作效能同時維持低電力消耗，如下文之實例中所論述。

可使用其他準則來指定或闡述次臨限操作，諸如使用一電流密度觀點。舉例而言，次臨限操作可闡述為FET操作之一區，其中跨導(例如， g_m)處於一相對或絕對最大值，或其中跨導主要取決於臨限電壓及汲極電流且僅展示對閘極至源極電壓之變化之一弱(或無)相依性。儘管使用無線接收器電路或能量採收換能器獲得之可用能量可相當有限(例如，約為數微瓦特)，此次臨限操作連同其他技術一起或替代其他技術亦可給系統100提供延長之壽命。

電力管理處理器電路130可經組態以調整系統100之一能量消耗位準，諸如使用藉由監測至調節器電路104之輸入136或藉由監測諸如其他電壓、電流或操作狀態等其他系統參數而獲得之資訊。

圖2大體上圖解說明諸如類似於或併入有圖1之實例之態樣之一系統200之一實例。系統200可包含一類比輸入144，其經組態以獲得指示諸如一心電圖(ECG)、一腦電圖(EEG)或一肌電圖(EMG)(舉例而言)之一或多個生理信號之資訊。此等生理信號可通稱為「ExG」信

號。可獲得其他生理資訊，諸如對應於諸如呼吸、神經活動或運動(舉例而言)之一或多個其他生理參數。類比輸入144不需要限制於獲得生理資訊。舉例而言，可藉由諸如針對包含遠端監測、感測、監控之應用或針對其他應用之類比輸入來獲得其他資訊。

在圖2之實例中，類比輸入144(或「類比前端」(AFE))可包含用以緩衝或放大耦合至一輸入節點116之一生理信號之一或多個放大級。一放大器118之一輸出可耦合至一類比轉數位轉換器120，諸如包含一逐次逼近暫存器(SAR)拓撲之一轉換器120。

系統200可包含一數位區段102，諸如包含一個一般用途處理器電路(例如，一微控制器單元或其他一般用途處理器電路)、一或多個特殊功能處理器電路(例如，經開動以執行一或多個功能之一「加速器」電路)、一或多個記憶體電路或一電力管理處理器電路。系統200可包含諸如用於將資訊自系統200遙傳至其他系統或位置之一無線傳輸器電路122。

如圖1之實例中所論述，且在別處，系統200可包含一調節器區段108，調節器區段108(諸如)包含耦合至一或多個調節器電路(諸如一調節器電路104)之一轉換器電路106。調節器電路104之輸出198可耦合至系統200之其他區段。調節器區段108可包含諸如經組態以接收電磁耦合之操作能量112之一無線接收器。舉例而言，一TEG 214或其他能量採收換能器可耦合至一轉換器電路之一輸入110，且該轉換器電路可提供諸如耦合至調節器電路104之一輸出，諸如圖3或圖4A之實例中所展示。轉換器電路106之輸出可係不足以確立系統200之初始操作。舉例而言，諸如自一受試者之體熱獲得之由TEG 214提供之能量可足以使系統200之連續操作持續。然而，此能量可不足以起動或確立系統200之初始操作。

在此情形中，電磁耦合之能量112可由調節器區段108接收，諸如

用以確立轉換器電路106輸出處之充足能量以「突跳起動(kick start)」系統200之一或多個調節或控制功能或用以確立系統中所包含之一或多個電容器上之一初始電荷狀態，如圖4B之說明性實例中所展示。

圖3大體上圖解說明諸如類似於或併入有圖1或圖2中之一或多者之實例之態樣之一系統300之一說明性實例。系統300可包含一調節器區段304、一類比輸入326(例如，一類比前端)、一數位區段302(例如，包含經組態用於次臨限操作之一或多個部分)、一無線傳輸器322或者一或多個其他功能區塊或區段。

系統300之一或多個部分可共同整合為一共用積體電路之一部分，諸如一互補金屬氧化物半導體(CMOS)積體電路，諸如圖12之說明性實例中所展示。片語「金屬氧化物半導體」之使用並非暗指一閘極電極必須係金屬的。一CMOS電路中所包含之一FET中之一閘極電極可包含一多晶矽導電部分或其他導電部分。

在圖3之說明性實例中，調節器區段304可包含各種電路或子系統，諸如圖4A或圖8之說明性實例中所展示。調節器區段304可耦合至一TEG 314。調節器區段304可包含一升壓轉換器338，升壓轉換器338(諸如)經組態以在(諸如)耦合至一儲存電容器(例如，一晶片外儲存電容器)之一升壓轉換器338輸出節點336處將來自TEG之能量自大約30mV之一電壓位準最高轉換至指定升壓電壓(諸如，大約1.35V)(例如， V_{BOOST})。

在圖3之說明性實例中，調節器區段304可包含多個調節器電路，諸如用以將各別經調節電壓供應提供至系統300之其他部分。舉例而言，調節器區段304可包含其他電路，諸如一或多個參考電路(例如，一帶隙參考)或者一或多個箝位電路。電磁耦合之能量312可提供至升壓轉換器338輸出節點336，諸如使用一整流器電路340。調節器區段可使用一箝位電路以防止升壓轉換器338之一過壓狀況輸出節

點336。

類比輸入326可包含各別輸入通道318，諸如圖3或圖9之說明性實例中所展示之一個四通道組態。各別輸入通道可包含諸如耦合至各別固定或可變增益放大器(VGA)之各別低雜訊放大器(LNA)。可包含一或多個類比轉數位轉換器，諸如如圖3之說明性實例中所展示之一8位元SAR ADC 320。各別輸入通道318可多工至ADC 320，諸如使用一多工器。一級聯式LNA與VGA組態之使用可提供介於幾微伏特(μV)之範圍內之一生理信號之按比例縮放以接近ADC 320之一全範圍。此按比例縮放可用以鬆弛ADC之一垂直位元解析度同時仍保留充足解析度以用於獲取或分析生理信號，諸如每通道消耗不足大約4微瓦特(μW)。

使用類比輸入326獲得之資訊可提供至數位區段302。數位區段302可經組態用於次臨限操作，諸如在一數位電力管理(DPM)處理器電路330之控制下。DPM 330可為系統300提供模式控制，諸如用以根據指定能量消耗位準來控制系統300之一能量消耗狀態。此能量消耗控制可包含對各種其他區段之電力或時脈節流或閘控。

舉例而言，諸如使用DPM 330之能量消耗可藉由以下操作來控制：選擇或調整由調節器區段304提供之一或多個電壓供應，諸如用以(諸如)基於監測升壓轉換器之輸出節點336或以其他方式估計可用能量而自動調整提供至一或多個其他功能區塊之電壓(例如，提供「動態電壓按比例縮放」(DVS))。

數位區段302可包含其他電路，諸如一個一般用途處理器電路332(例如，一微處理器或一8位元微控制器單元(MCU))。數位區段302可包含一或多個特殊功能處理器電路(例如，特殊功能「加速器」)，諸如可包含一可程式化濾波器334A(例如，一有限脈衝回應(FIR)濾波器)、一包絡偵測電路334B或其他特殊功能電路(例如，一纖

維性顫動偵測電路、一R波至R波間隔估計器電路)。數位區段302可包含一或多個記憶體電路，諸如一指令記憶體電路350(例如，在圖3之說明性實例中包含1.5千位元組。)。指令記憶體電路350可實施為一唯讀記憶體(ROM)或可係一可再程式化隨機存取記憶體(RAM)，諸如一靜態RAM(SRAM)電路。

在圖3之說明性實例中，系統300可包含一經修改之哈佛(Harvard)架構，諸如包含一資料記憶體電路348，諸如與指令記憶體電路350分離。可包含其他記憶體或緩衝器，諸如一先進先出(FIFO)緩衝器拓撲。

如圖6之說明性實例中所展示，DPM 330可包含(諸如)經組態以根據儲存於指令記憶體電路350中之指令操作之一簡化指令集架構(ISA)。類似地，一般用途處理器電路332亦可經組態以根據儲存於指令記憶體電路350中之指令操作。然而，一般用途處理器電路332不需要使用與DPM 330相同之指令集。

在一說明性實例中，系統300之一或多個部分可包含一N強CMOS積體電路技術，諸如包含一或多個記憶體電路(例如，SRAM)。舉例而言，系統300之一或多個記憶體電路可包含一8電晶體位元單元拓撲，諸如類似於其全文以引用方式併入本文中之Verma等人的「A 256 kb 65 nm 8T Subthreshold SRAM Employing Sense-Amplifier Redundancy」(IEEE固態電路雜誌，第43卷，2008年1月第1期第141至第149頁)中所展示之一拓撲。在一說明性實例中，諸如為在一寫入期間消除半選擇不穩定性，可將讀取及寫入兩者應用於記憶體之全列。

在一說明性實例中，資料記憶體電路348可分割成若干記憶庫，諸如可由在作用時過驅動至1.2 V之NMOS註腳獨立地進行電力閘控以增強接地參考穩定性之4×1 kB記憶體。此電力閘控可由DPM 330控制，諸如對應於系統300之一指定能量消耗位準。

在此一說明性實例中，以實驗方式獲得之量測可指示此一記憶體拓撲之可靠操作，諸如在一130奈米(nm)處理器節點處實施至一0.3 V供應電壓，諸如在大約200 kHz下計時。

如圖3之說明性實例中所展示，系統300可包含一無線傳輸器電路322。舉例而言，此一傳輸器電路可經組態以在一醫療植入通信服務(MICS)波段中操作，諸如在高於大約400 MHz至大約433 MHz之一頻率範圍內或使用一工業-科學-醫療(ISM)波段或使用藉由供用於感測器節點應用中之一相關頻譜分配權限而分配之一或多個其他頻率範圍。

如圖3之說明性實例中，使用ADC 320獲得之資訊可耦合至一封包化器且藉由傳輸器電路322進行串流化(諸如在不需藉由數位區段302進行處理之情況下)，或可(諸如)在處理期間或之後藉由數位區段302提供此資訊。舉例而言，此資訊可包含一生理信號或其他感測信號之一數位化表示，或此資訊可包含選自諸如圖11A或圖11B之說明性實例中所展示之此等信號之一或多個參數。

無線傳輸器電路322可經組態用於次毫瓦特(mW)操作，諸如經定工作循環或在DPM 330之控制下以其他方式啓用或停用，從而避免對一或多個大離散儲存桶或濾波電容器之一需要。無線傳輸器電路322可使用諸如用以提供大約一200千位元/秒(kbps)傳輸速率之頻移鍵控(FSK)調變(諸如二進制FSK (BFSK))，或者一或多個其他調變技術、操作頻率範圍或資料速率。

在一說明性實例中，無線傳輸器電路322可包含一頻率倍增傳輸器架構以藉由在一指定載波頻率之大約1/9下操作一局部振盪器(LO)來減少合成器電力。舉例而言，可使用級聯環式振盪器來產生相等間隔之邊緣以驅動一邊緣組合器(EC)嵌入式功率放大器(PA)以執行此頻率倍增。以此方式，此頻率倍增可提供自一晶體振盪器之諧波注入鎖

定。此一技術不需要使用一鎖相環路(PLL)，而是將一低頻率環式振盪器注入鎖定至一晶片上晶體參考。與一基於PLL之方法相比，此注入鎖定可提供快速安定時間，諸如允許無線傳輸器電路322之攻擊性工作循環。

使用一單相參考直接注入鎖定一多相環式振盪器可誘使顯著不匹配。替代地，可使用一級聯多相注入鎖定方案來校正相位與振幅不匹配。可藉由曳調一石英參考時鐘來提供晶片上BFSK調變。舉例而言，藉由調變一負載電容器，可按大約200份/百萬(ppm)曳調(pull)晶體頻率。在此說明性實例中，在9倍的倍增之後，無線傳輸器電路可提供大約100 kHz之一頻率偏差且可提供大於大約100 kbps之一無線資訊傳送速率。

在一說明性實例中，無線傳輸器電路322可在以大約200 kbps之一傳送速率傳輸時消耗大約160 μ W。如圖11A及圖11B之說明性實例中所展示，在串流化資料傳送模式中，無線傳輸器電路322可以一100%工作循環操作。在(諸如對應於一不同能量消耗位準之)另一模式(諸如一R波至R波提取模式)中，無線傳輸器電路322可係經定工作循環。此工作循環可將無線傳輸器電路322電力消耗減少至大約0.013%，對應於大約190 nW之電力耗散。一封包化器可經組態以提供一可程式化或指定封包標頭與循環冗餘檢查(或其他錯誤偵測或錯誤校正)，諸如用以提供與通常可用接收器電路之相容性。

圖4A大體上圖解說明可包含一無線接收器電路440(例如，一整流電路)或一轉換器電路438(例如，一升壓轉換器)之一系統(諸如一感測器節點)之一部分之一說明性實例400。轉換器電路438可係耦合或可耦合至一TEG 414A。轉換器電路438可提供耦合至一系統(諸如一感測器節點)之其他部分之一輸出436A(例如， V_{BOOST})，諸如圖1至圖3之實例中或在別處所展示。舉例而言，一重設產生電路496可耦合

至輸出436A諸如用以回應於監測到在輸出436A處提供之一電壓而產生或抑制一通電重設(POR)。

TEG通常由熱電堆串聯構成，諸如經組態以針對一指定大小(例如，區域)提供依據跨越TEG 414A之一指定溫度差確立之一電壓。舉例而言，一通常可用之熱電偶(例如，碲化鉍)之一塞貝克係數(Seebeck coefficient)可係大約 ± 0.2 毫伏特(mV)/攝氏度(mV/°C)。

對於大約1°C之一指定溫度梯度，一1×1釐米(cm) TEG通常可提供遠小於1 V。可藉由TEG 414A附近之環境進一步減少此一溫度梯度。舉例而言，環繞一TEG 414A之空氣可呈現一大的熱電阻，其可急劇減少跨越熱電堆之一有效溫度梯度，從而進一步限制在TEG 414A輸出處可用之電壓。因此，使用諸如TEG 414A之一能量採收換能器之一系統可經組態以使一TEG輸出(其可僅在數十毫伏特之範圍內)升壓至一較高電壓位準。可使用各種轉換器電路438拓撲，諸如其全文以引用方式併入本文中之Carlson等人的「A 20 mV Input Boost Converter With Efficient Digital Control for Thermoelectric Energy Harvesting」(IEEE固態電路雜誌，第45卷，2010年4月第4期)中所展示之一轉換器架構。

在可包含一TEG 414A之一說明性實例中，可使用一或多個其他操作能量源來輔助確立系統(例如，一感測器節點)之初始操作(例如，起動)。此等其他操作能量源可包含電池或機械開關。然而，此等電池或開關可係笨重的。本發明之發明者已尤其認識到，可將無線耦合之能量(例如，一射頻(RF)脈衝)提供至無線接收器電路440之天線412A，諸如用以確立系統之初始操作。舉例而言，可提供諸如處於相對於1 mw為-10分貝(dBm)之一相對低電力位準之入射電磁耦合操作能量(諸如)達1秒至2秒以將一或多個儲存電容器預充電或確立系統之一或多個節點處之指定初始狀況。

在圖4A之實例400中，可藉由接收器電路440整流電磁耦合之能量(例如，輻射或感應耦合)。實例400可包含其他電路(諸如一分路箝位電路494)諸如用以將輸出節點436A約束至一指定電壓範圍以在存在接收之電磁耦合之操作能量時防止一可能損壞性過電壓狀況。圖4A之實例400之一或多個部分可共同整合於一共用積體電路上。諸如一或多個感應器或電容器等較大被動組件可位於一共用印刷電路總成或模組上且耦合至該積體電路。此等組件可被稱為「在晶片外」。

如上文所論述，可提供入射電磁耦合操作能量，諸如在至接收器電路之一輸入處處於大約-10dBm之一位準。可使用一6級整流充電幫浦電路以將入射電磁耦合操作能量耦合至輸出節點436A。重設產生電路496可係帶隙參考的，且可(諸如)藉由監測輸出節點436A而將一POR提供至系統。舉例而言，當輸出節點 V_{BOOST} 達到大約1 V時，可將一POR撤消確證。

重設產生電路496中之滯後可防止對POR電路之不需要之雙態切換。舉例而言，可指定一POR觸發位準以便允許在輸出節點436A下降至低於其中晶片不能正確起作用之一指定電壓(其可係恰好低於1 V)時產生一POR。可使用關於導致正確產生之參考電壓或持續能量轉換可靠性之最小 V_{BOOST} 電壓之資訊來判定此一指定觸發電壓 V_{KILL} 。

圖4B大體上圖解說明對應於提供至圖4A之一無線接收器電路440之一無線耦合叢發脈衝412之曲線圖、圖4A之電力轉換器電路438之一輸出節點436A之一電壓436B之一曲線圖及對應於一能量採收換能器之一輸出之至電力轉換器電路438之一輸入之一曲線圖414B之一說明性實例，該等曲線圖諸如可使用如圖3或圖4B之實例中所展示之一系統之至少一部分以實驗方式獲得。

TEG曲線圖414B大體上圖解說明可藉由TEG提供之電壓之一初始斜升及穩定。舉例而言，如圖4B中所展示，在TEG輸出安定之後，可

提供一短叢發脈衝412以將輸出節點436A上之一儲存電容器無線充電，如曲線圖436B中所展示。在此說明性實例中，在輸出節點436A上之電壓達到600 mV之後不久，升壓轉換器可起作用且可進一步將儲存電容器充電至大約1.35 V。系統可然後在無進一步叢發脈衝412之情況下繼續起作用(諸如)達一延長之時間週期或連續起作用。然而，若輸出節點(例如， V_{BOOST})(諸如)由於一持久之消耗週期超過所採收能量或在缺少所採收能量時下降至低於一指定觸發電壓(例如， V_{KILL})，則系統可重設或可完全取消操作。此熄滅可稱為「節點死亡」。

在其中輸出節點436A降至低於一觸發電壓(諸如 V_{KILL})之一實例中，系統可自動關閉。然後，可(諸如)使用如圖4B之說明性實例中所展示之一序列來「復活」或重新起動系統。系統可(諸如)使用包含在關閉之前儲存之一程式化狀態之一非揮發性記憶體而在狀態上重新起動，或系統可自包含(諸如ROM中所包含之)一啟動載入器或預設程式之一指定記憶體位置重新起動。

圖5大體上圖解說明一系統之一部分之一說明性實例500。該系統可包含耦合至一電力管理處理器電路530(例如，DPM)之一指令記憶體550，諸如其中電力管理處理器電路530可調整或控制系統之其他功能區塊之各種參數，諸如對應於一指定能量消耗位準。

在圖5之說明性實例中，電力管理處理器電路530可監測至一調節器電路(例如，一轉換器電路536之一輸出)之一輸入節點，或者一或多個其他節點。類似於圖9之說明性實例或如一或多個其他實例中所展示，可(諸如)使用一類比輸入526A來執行此監測。一ADC 520可提供指示至電力管理處理器電路530之轉換器電路之經監測輸出之資訊。使用此資訊，電力管理處理器電路可自動調整系統之一能量消耗位準，諸如啓用、停用或以其他方式節流其他功能區塊之操作。

舉例而言，電力管理處理器電路530可控制一記憶體存取控制器或資料記憶體電路548、一或多個特殊功能處理器電路534或一無線傳輸器電路522中之一或多者之一能量消耗位準。一數位封包化器552可用以將資料串流化至無線傳輸電路522(例如，提供串列資料以用於以指定經封包化格式傳輸)。

在一實例中，系統可包含直接記憶體存取(DMA)能力，諸如允許數位區段之一或多個部分存取資料記憶體電路548。一DMA控制器可提供一能量高效次臨限數位電路以在資料記憶體電路548(DMEM)與系統之一或多個其他部分之間介接。舉例而言，電力管理處理器電路可包含一指令以用於將DMA控制器組態為提供以一FIFO存取模式對DMEM之至少一部分進行之存取，諸如用以提供高效資料串流化能力。可使用一時脈多工器以與將DMA控制器介接至其之一或多個其他功能區塊對應地同步化一DMA時脈速率。在一實例中，資料記憶體電路548可在邏輯上或在實體上分割成對應於指定能量消耗位準之記憶體庫(例如，使用本文中之一或多個說明性實例中所論述之「停止燈」方案)。

可藉由DPM 530控制一或多個匯流排(兩個8位元開關盒匯流排)。此等匯流排可以可控制方式連接至數位區段之其他部分之輸入或輸出，諸如MCU、DMA或封包化器552。在一說明性實例中，各別輸入或輸出匯流排埠可具有一4位元位址。具有兩個或兩個以上匯流排可使資料導引或控制簡便。

如其他實例中所論述，一系統(諸如一感測器節點)可包含一多通道類比輸入(例如，AFE)，諸如如圖5中所展示之類比輸入526A。舉例而言，類比輸入526A可包含四個可獨立組態之輸入通道，諸如包含各別全差動截波器穩定型低雜訊放大器(LNA)或可變增益放大器(VGA)。舉例而言，可使用大約20 kHz之一截波器頻率，諸如超過

LNA中所包含之一操作跨導放大器(OTA)之一閃爍雜訊拐角。可在輸入電容器之前放置輸入截波器開關，諸如用以減少可能使OTA輸出飽和之任何OTA偏移之任何放大。輸入電容器中之不匹配可導致共同模式至差動模式之增益。因此，對於AC信號之放大，放大器可係經AC耦合，(諸如)使用一晶片外電容器及電阻器以阻擋或減少一輸入處之任何DC偏移電壓。

此一拓撲可提供低於其他對應拓撲之一輸入阻抗，然而，據信，基於穩定狀態模擬結果，一輸入阻抗可仍約為數百萬歐姆(M Ω)。此一輸入阻抗範圍可用於生理監測，諸如用於監測ExG信號或用於其他感測應用。

一可組態或可程式化Gm-C濾波器可幫助將切換波紋抑制或拒斥至低於一雜訊下限。在一說明性實例中，一經耦合LNA及VGA可在大約3 μ W/通道之一電力消耗下提供自DC至320 Hz之一7步階可數位程式化增益(40 dB至78 dB)。如本文中(諸如圖9)在別處之實例中所論述，一5輸入多工器或其他拓撲可提供至一次 μ W 8位元SAR ADC(諸如ADC 520)之一輸入以取樣各別輸入通道或V_{BOOST}轉換器電路輸出節點536，諸如用於監測一能量消耗狀態或所儲存能量位準。

圖6大體上圖解說明可包含可在一個一般用途處理器電路(例如，一MCU 632)、一電力管理電路(例如，一數位電力管理(DPM) 630)或者一或多個其他電路(諸如，一特殊功能處理器電路)之間共用之一指令記憶體(IMEM) 650之一系統(諸如，一感測器節點)之一部分之一說明性實例602。在圖6之說明性實例602中，MCU可與DPM 630共用IMEM 650。舉例而言，各別多工器660A或660B可(諸如)使用一指定碼字將各別指令導引至MCU 632或DPM 630。

在一實例中，DPM 630可經組態以諸如在MCU 632正執行指令時自動進入一低能量消耗狀態(經暫停或停用，諸如可稱為一「睡眠」

模式)。類似地，當DPM 630正執行一或多個指令時，MCU 632可經關斷或經時脈閘控以保留一狀態以節省能量。以此方式，MCU 632可提供一般用途處理靈活性，且DPM 630可諸如在不需要額外指令或資料記憶體空間之情況下提供高效能量消耗位準控制。

圖7大體上圖解說明可包含用於處理資料或用於無線傳輸資料之一或多個可控制資料路徑(諸如可包含對應於一指定能量消耗位準而確立之資料路徑)之一系統(諸如一感測器節點)之一部分之一說明性實例700。

一電力管理處理器電路(諸如，本文中別處之實例中所闡述之DPM)可提供電力管理回應性。DPM亦可諸如回應於一指定能量消耗位準而管理一或多個資料信號路徑。如圖6之說明性實例中所論述，DPM可執行來自一指令記憶體(例如，一1.5 kB指令記憶體)之指令，諸如與使用用於控制系統之一或多個一般用途處理器電路相比消耗較少操作能量，如下文之表1之說明性實例中所展示：

DPM指令	DPM能量	MCU等效能量
NOP	0.7 pJ	1.46 pJ
控制信號	2.8 pJ	2.92 pJ
分支命令	2.9 pJ	4.38 pJ

表1

如本文中別處所論述，DPM可包含一ISA，諸如與一個一般用途處理器電路相比之一經簡化ISA。DPM可用以控制DMEM、一AFE 726(例如，增益或ADC取樣速率，舉例而言)之輸入通道、傳輸速率、時脈頻率形成及分佈、針對靈活及計時界定之資料流之匯流排管理、時間延遲、時脈閘控或提供至系統之各種區塊(諸如至系統之數位區段)之供應電壓之選擇及調整。下文之實例大體上圖解說明可由DPM組態之信號處理選項之各種實例。

圖7大體上圖解說明系統資料路徑之可組態性。舉例而言，一或多個各別資料路徑可經確立以用於處理。類似地，一或多個資料路徑可經確立以用於無線傳輸。如上文及下文之實例中所論述，一系統(諸如感測器節點)可包含一個一般用途處理器電路(例如，MCU)。可(諸如)使用MCU來確立一通用資料處理路徑770A以執行(execute/perform)儲存於一指令記憶體中之指令。然而，取決於系統之所期望應用，除MCU以外或替代MCU，亦可使用其他特殊功能處理器電路，諸如對應於一指定能量消耗位準。

諸如圖3之實例中所展示之一時脈產生器電路可將(例如，可在頻率或相位中之一或多者中程式化之)一可程式化時脈信號散佈至各別處理器電路。以此方式，系統可使用(舉例而言)MCU、一或多個特殊功能處理器電路或者一或多個特殊功能加速器電路與MCU之一級聯組態中之一或多者來靈活地處理資料。

舉例而言，可選擇一第二資料處理路徑770B，諸如提供一有限脈衝回應(FIR)濾波器或一R波至R波間隔估計器(例如，RR提取器)(諸如耦合至一纖維性顫動偵測電路)中之一或多者。DPM可在資料處理路徑之間自動選擇，諸如當確立充裕操作能量時選擇通用路徑770A或回應於監測到可用操作能量之一衰減或一較低量而選擇第二資料處理路徑770B。在一實例中，一第三資料處理路徑770C可包含特殊功能處理器電路(諸如，一FIR濾波器或一包絡偵測器中之一或多者，諸如可耦合至MCU)之一組合。

一般用途處理器電路(諸如MCU)可包含一8位元經減少指令集計算(RISC)指令集架構。系統之一或多個數位區段(諸如一般用途或特殊功能處理電路)可包含時脈閘或標頭。舉例而言，PMOS標頭可提供一各別數位區段與一或多個經調節供應電路輸出(諸如一0.5 V供應或一可調整供應)之間的一可控制耦合。可由DPM控制一可調整供應，

諸如用以提供動態電壓按比例縮放(DVS)。

在一說明性實例中，MCU可經組態為次臨限操作，諸如包含類似於一8位元PIC微控制器(例如，諸如類似於由美國亞利桑那州錢德勒(Chandler, Arizona, USA)的Microchip Technology, Inc.提供之一或多個PIC架構之一PIC微控制器)之一架構。舉例而言，MCU可經組態以在大約1.2 kHz之一時脈頻率下起作用降至大約0.26V之一VDD電壓。在大約0.55V之一VDD電壓下，MCU可在大約800 kHz下起作用。在一說明性實例中，MCU可消耗自大約0.7奈瓦特(nW)至大約1.4 μ W(如可對應於介於自大約VDD=0.26至大約VDD=0.55V之範圍內之一供應電壓而量測)，諸如依據在一預設0.5 V、200 kHz能量消耗位準下操作而提供大約1.5 pJ。

FIR濾波器可係數位的，諸如經組態以提供一固定或可程式化係數集或分接頭計數。在一說明性實例中，FIR濾波器可包含一四通道可程式化架構，諸如准許最多30個分接頭(或更多)，諸如可在次臨限區中操作降至大約300 mV之一供應電壓(如在此說明性實例中以實驗方式判定)。FIR濾波器可係可組態的，諸如包含係數選擇、分接頭之數目或濾波器之數目。在一指定較低能量消耗模式中，FIR濾波器可經組態用於一「半分接頭」操作，諸如將可分分接頭之數目切成兩半(例如，自30個可用分接頭轉變至15個可用分接頭)。

一直接FIR實施方案可包含諸如對應於各別分接頭之各別乘法器及加法器。然而，此一方法可損失區域及能量消耗效能。對於其中一取樣速率相對低之感測或濾波應用，可使用一串列濾波器實現方案，諸如使用係取樣速率之一倍數之一時脈速率而隨時間以一串列方式判定一既定分接頭倍增且添加相繼判定。此一串列實現方案可僅將一單個乘法器及一單個加法器用於各別通道，諸如與一全30分接頭FIR實現方案相比使面積減少為1/30。此一串列FIR架構可使用350mV之一

供應電壓而提供每分接頭1.1 pJ之一能量消耗。各別通道可經電力或時脈閘控，諸如對應於如由DPM控制之指定能量消耗位準。

對於生理感測應用(諸如ExG感測)，特殊功能處理器電路中之一者可包含一包絡偵測器。舉例而言，對於一EEG感測應用，可在特定頻率波段內判定信號電力，諸如對應於 α 、 β 、 γ 及低 γ 頻率波段中之神經活動。一包絡偵測電路可判定一指定頻率波段內之平均信號電力。舉例而言，可自FIR濾波器接收資料，諸如使用對應用FIR濾波器之通道輸出之四個輸入通道。舉例而言，下文之EQN. (1)可用以判定一平均信號電力，其可由一信號之 p_x 表示，該信號可由 x 表示，

$$p_x = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^2 \quad (1)$$

其中N可表示總計視窗大小。為減少計算複雜性，N可確立為2的冪(例如，選自 2^2 至 2^7 之一範圍)。此等2的冪可提供藉由使資料右移位而實施之除法運算。 x 之值可四捨五入至最接近的4的冪，諸如使用自一查找表獲得之求平方之結果。以此方式，可減少在資料變換期間使用之位元數目，此乃因最低有效之兩個位元始終係零值。在一說明性實例中，此一包絡偵測器電路可消耗3.5 nW，其對應於大約0.5 V之一VDD供應電壓及大約200 kHz之一時脈速率。

在一實例中，R-R間隔估計器可包含用以執行一Pan-Tomkins技術之電路。此一R-R間隔估計技術可包含：諸如在獲取一基準線DC值之後，諸如使用時間視窗化及臨限值中之一或多者來判定心率。R-R間隔估計器可提供被給予兩個連續峰值之時間戳記，該兩個連續峰值對應於其之間的戳記數目之差。以此方式，諸如在DPM之控制下可諸如藉由變化取樣速率或供應電壓來調整R-R判定之一解析度以相對於一經確立能量消耗位準適應一較快或較慢處理速率。

在一實例中，一旦已估計一R-R間隔，即可將一脈衝提供(諸如)

至一纖維性顫動偵測處理器。舉例而言，纖維性顫動偵測處理器可包含一心房纖維性顫動偵測器。纖維性顫動偵測處理器可使用諸如基於一臨床人數而確立或驗證之一或多個纖維性顫動偵測技術。纖維性顫動偵測器電路可回應於一所偵測纖維性顫動情形而輸出一旗標，諸如使用少至12個相繼R-R間隔估計連同一熵臨限值準則或使用一或多個其他技術。

DPM亦可控制一或多個無線資料傳輸路徑，諸如圖7中所展示。舉例而言，一第一資料傳輸路徑772A可對應於一串流化模式，諸如用於由MCU提供之資料之傳輸。一第二傳輸路徑772B可包含一儲存與叢發方案，諸如使用資料記憶體電路(例如，在一FIFO配置中)。一第三傳輸路徑772C可包含諸如在一電路緩衝器或FIFO中儲存資訊，諸如回應於一或多個經偵測情形而傳輸一資訊叢發。舉例而言，在一生理感測應用中，可儲存指示R-R間隔之資訊。可諸如回應於指示纖維性顫動之資訊而提供一經傳輸資訊叢發。另外，此RR間隔資訊可經儲存用於稍後傳輸或以其他方式摒棄。

圖8大體上圖解說明一系統之一部分(諸如，可作為一感測器節點之一部分包含之一調節器電路之一部分)之一說明性實例804。如其他實例中所論述，可將一能量採收換能器(諸如一TEG)之一輸出升壓。在圖8之實例中，一轉換器電路(諸如一升壓轉換器)之一輸出節點836可對應於在一儲存電容器886處確立之一電壓。在說明性實例804中，可在包含實例804之調節器電路之一積體電路中產生偏壓。

舉例而言，可在一固定調節器區段884中包含一或多個固定調節器，諸如包含四個或四個以上次 μ W線性調節器。此等調節器可提供指定固定電壓以用於耦合至系統之一或多個其他區段，諸如大約1.2 V(例如，可耦合至AFE)、大約0.5 V(例如，供用於數位信號處理中，諸如一或多個特殊功能處理器電路或者一或多個其他電路)、大

約1.0 V(例如，用於供應一無線傳輸器局部振盪器)或經組態以產生大約0.5 V(例如，用以給一無線傳輸器功率放大器供能)之另一供應。

圖8之說明性實例可包含一或多個其他調節器電路，諸如一可調整調節器區段882。舉例而言，可調整調節器區段882可包含一切換式電容器DC-DC轉換器。該轉換器可經組態以提供自大約0.25 V至1 V(諸如按50 mV步長)之一可調整或可控制輸出。舉例而言，一3位元電阻器DAC (RDAC)可用以(諸如)基於來自DPM之一控制字而產生對應於一所期望輸出位準之一參考電壓。可根據所期望輸出範圍而變化陣列中之電容器之配置。一或多個外部電容器可耦合至可調整調節器區段882，諸如用以減少或抑制由於切換活動所致之波紋。

如本文中其他實例中所論述，系統之區段中之一或多者可經組態用於次臨限操作，諸如可(諸如)在DPM之控制下(諸如)使用PMOS標頭以可控制方式耦合至一固定電壓供應或一可變電壓供應。以此方式，DPM可使用固定或可調整供應電壓中之一或多者來確立每一區段之一受控制能量消耗位準。

圖9大體上圖解說明一系統(諸如一感測器節點)之一部分之一說明性實例900。說明性實例900可包含經組態以提供指示一調節器電路輸入之資訊之一監測電路。該系統可監測系統之一能量消耗位準。此經監測資訊可用以相應地調整一操作模式，諸如用以防止一系統重設或系統熄滅。舉例而言，若經監測資訊指示調節器輸入節點(例如，一升壓轉換器電路輸出節點986， V_{BOOST})正減小，則系統可切換模式且消耗較少能量以使操作持續。當所採收能量變得充足時，系統可自身恢復或調整至提供全操作或不受限制操作之一模式或使操作維持處於此一模式。

DPM 930(例如，一數位電力管理處理器電路)可經組態以監測升壓轉換器輸出節點986(例如， V_{BOOST})或者一或多個其他節點，諸如用

以在系統之某些或所有可操作模式中提供閉合環路能量消耗管理。DPM 930可提供能量資料流管理或諸如對應於可至少部分地使用(使用如圖9之說明性實例中所展示之一電路獲得之)經監測資訊而判定之一指定能量消耗位準之其他監督功能。

舉例而言，DPM 930可監測穿過一ADC 920之 V_{BOOST} 之一表示。提供至ADC 920之 V_{BOOST} 之表示可經按比例縮放以利用處於或接近ADC之全輸入範圍。舉例而言， V_{BOOST} 可係藉由一電阻式分壓器分成兩半、經緩衝以使用一緩衝器電路990減少輸出阻抗或使用一差量放大器電路992將其與一參考電壓比較。舉例而言，諸如透過差量放大器電路992(諸如包含一或多個OTA)將 V_{BOOST} 與參考電壓之間的差量放大四倍。週期性地，或在指定持續時間期間，DPM可發佈一指令以用於諸如在其他通道(例如，諸如可由AFE提供之其他通道1至4)當中選擇一多工器926A之一輸入通道以獲得指示系統之能量消耗位準之資訊。

可回應於所發佈指令而將可由 $V_{\text{CAP_DIG}}$ 表示之 V_{BOOST} 電壓之經按比例縮放或經數位化表示提供至DPM 930。回應於此經監測資訊，DPM 930可諸如使用一停止燈方案來調整或選擇系統之一能量消耗位準。

圖10大體上圖解說明對應於一系統之對應於不同自動控制之能量消耗位準之各種參數之曲線圖之一說明性實例1000，該等曲線圖諸如可使用如圖3之實例中所展示或如上文關於圖9之說明性實例所論述之一系統以實驗方式獲得。此一方案可用以諸如使用一或多個固定或可程式化臨限值或視窗而自動選擇或調整系統之一能量消耗位準。

在一說明性實例中，DPM 930可比較所獲得資訊(例如， $V_{\text{CAP_DIG}}$)與一或多個可程式化臨限值(諸如可包含兩個8位元臨限值(例如，一綠色臨限值、一黃色臨限值))，諸如用以選擇一能量消耗位準(例如，

一綠色位準或模式、一黃色位準或模式、一紅色位準或模式)。DPM 930可經組態以諸如在不需經過任何中間位準之一順序轉變(例如，一轉變可包含一綠色至紅色模式切換等)之情況下自一當前能量消耗位準跳躍至任何其他位準。

各別能量消耗位準(例如，操作模式)可對應於可經組態以提供各別能量消耗位準之區塊之一各別子集或母集。在表2中可找到此控制之一說明性實例：

能量消耗	指令記憶體	類比前端	資料記憶體	特殊功能電路	無線傳輸器
紅色	接通	關斷	關斷	關斷	關斷
黃色	接通	接通	接通	接通	關斷或經工作循環
綠色	接通	接通	接通	接通	接通

表2

在圖10之說明性實例中，至升壓轉換器之一輸入可掃描經過自大約250 mV至20 mV之一範圍且返回。舉例而言，綠色(例如，VBOOST大於大約1.3 V)模式中之操作可允許系統之大部分或所有功能區塊係為操作的，諸如圖10之第一綠色區1002或第二綠色區1010中所展示。

在黃色模式(例如，VBOOST大於大約1.1 V且小於大約1.3 V)中，DPM可基於可用能量而切斷傳輸器或將其定工作循環，諸如圖10之第一黃色區1004或第二黃色區1008中所展示。

在紅色模式(例如，VBOOST小於大約1.1 V)中，傳輸器、特殊功能處理器電路或AFE可係經時脈或電力閘控以節省能量中之一或多者，諸如圖10之紅色區1006中所展示。

DPM可更動控制或以其他方式更改系統執行。舉例而言，即使系統針對一特定系列操作要求一或多個經停用或節流區塊之操作，

DPM亦可根據藉由「停止燈」方案確立之能量消耗位準而更動控制此等呼叫。DPM可(諸如)在不需額外指令之情況下(諸如)回應於諸如一8位元數位 V_{CAP_DIG} 判定之經監測資訊而逐模式同時轉變。以此一方式，可提供一閉合環路能量消耗管理方案。「停止燈」方案可用以在DPM或一個一般用途處理器電路中提供分支或跳躍行為，諸如用以在一能量消耗位準改變期間或之後更改節點行為。

圖9及圖10之實例中所展示及闡述之能量消耗管理方案可係靈活的，諸如使用可調整或使用者可程式化臨限值或參數來控制能量消耗取樣操作之間的一持續時間。

在一實例中，可藉由一或多個其他系統元件更動控制由DPM確立之能量消耗位準，諸如用以監測或傳輸被認為足夠重要以冒一感測器節點重設或熄滅之風險之資訊。此更動控制能力可回應於諸如由特殊功能處理器電路中之一或多者提供之一指定情形或旗標而出現。

圖11A大體上圖解說明對應於諸如可由一系統(諸如一感測器節點)即時或接近即時傳輸之一心電圖之一實際且經重新建構表示之曲線圖之一說明性實例1100A。在圖11A之說明性實例中，一ECG係自一健康受試人獲得且在一原始串流化模式中藉由無線通信電路傳輸，諸如消耗如自1.35 V (V_{BOOST} 節點)量測之397 μW 。使用大約433 MHz之一頻率藉由一德州儀器(Texas Instruments)CC1101接收無線傳輸之資訊。所接收之經重新建構ECG(虛線)通常對應於實際局部量測之ECG。

圖11B大體上圖解說明對應於包含其中一類比轉數位轉換器輸入可經切換以取樣一 V_{BOOST} 節點(例如，一升壓轉換器電路之一輸出節點)之一持續時間之提供至該輸入之資訊之一經感測表示之曲線圖之一說明性實例1100B。在圖11B之說明性實例中，系統可使用一R-R間隔提取技術來操作，諸如當自大約30 mV之一能量採收輸入操作時以

週期性或特定間隔(諸如每隔5秒)傳輸一經量測心率。在相繼間隔期間，亦可取樣 V_{BOOST} ，諸如用以(諸如)在啓用一晶體振盪器以用於無線傳輸資訊之前驗證存在充足能量以使連續操作持續。

圖12大體上圖解說明諸如對應於圖1至圖3、圖4A、圖5至圖10或圖12之說明性實例之系統之至少一部分之一積體電路之一帶註釋顯微圖1200。此一積體電路可包含用於一感測器節點或其他嵌入式系統之操作之一SoC。在一說明性實例中，諸如對應於其中無線傳輸器電路可係工作循環之一心率提取模式，SoC可消耗大約 $19\ \mu\text{W}$ ，據信其小於其他通常可用系統。

圖13大體上圖解說明一技術1300 (諸如一方法)，技術1300可包含使用如圖1至圖3、圖4A、圖5至圖10或圖12中之一或多者之實例中所展示之一系統。一無線接收器電路可耦合至一調節器電路，諸如圖1之實例中所展示。無線接收器電路可經組態以獲得電磁耦合之操作能量，諸如用以確立初始操作或提供一系統(諸如感測器節點)之連續操作，諸如在1304處。舉例而言，感測器節點可無線地接收充足操作能量以在不需自一能量採收換能器獲得之操作能量之情況下確立感測器節點之操作，然而此一換能器可耦合至調節器電路。

至一調節器電路之一輸入可經監測諸如供用於選擇一感測器節點之一能量消耗位準。舉例而言，在1306處，可基於至調節器電路之一輸入而選擇感測器節點之能量消耗位準。在1308處，諸如關於一數位處理器電路之操作，可在系統之一或多個部分中確立一次臨限操作模式。該次臨限操作模式可對應於系統之一選定能量消耗位準。

各種註解及實例

此文件中所闡述之非限制性實例中之每一者可獨立存在或可與其他實例中之一或多者組合成各種排列或組合。

以上詳細說明包含對形成詳細說明之一部分之附圖之參考。該

等圖式以圖解說明之方式展示其中可實踐本發明之特定實施例。此等實施例在本文中亦稱為「實例」。除所展示或所闡述之彼等元素以外，此等實例亦可包含若干元素。然而，本發明之發明者亦預期其中僅提供所展示或所闡述之彼等元素之實例。此外，本發明之發明者亦預期使用關於一特定實例(或者其一個或一個以上態樣)或關於本文中所展示或所闡述之其他實例(或者其一個或一個以上態樣)所展示或所闡述之彼等元素之任何組合或排列之實例(或者其一個或一個以上態樣)。

在此文件與因此以引用方式併入之任何文件之間存在不一致使用之情形中，此文件中之使用為準。

在此文件中，如在專利文件中常見，使用術語「一(a或an)」以包含一個或一個以上，其與「至少一個」或「一個或一個以上」之任何其他例項或者使用無關。在此文件中，使用術語「或」來指代一非排他性「或」，使得「A或B」包含「A而非B」、「B而非A」以及「A及B」，除非另有指示。在此文件中，術語「包含(including)」及「其中(in which)」用作各別術語「包括(comprising)」及「其中(wherein)」之通俗英語等效形式。此外，在以下申請專利範圍中，術語「包含」及「包括」為開放型，亦即，在一請求項中之此一術語之後的除了所列舉之彼等元素以外亦包含若干元素之一系統、裝置、物品、組合物、調配或過程仍認為歸屬於彼請求項之範疇。此外，在以下申請專利範圍中，術語「第一」、「第二」及「第三」等僅用作標示且並非意欲對其物件強加數值要求。

本文中所闡述之方法實例可至少部分地係機器或電腦實施的。某些實例可包含使用指令編碼之一電腦可讀媒體或機器可讀媒體，該等指令可操作以將一電子裝置組態為執行如在以上實例中所闡述之方法。此等方法之一實施方案可包含程式碼，例如微碼、組合語言碼、

一較高階語言碼或諸如此類。此程式碼可包含用於執行各種方法之電腦可讀指令。該程式碼可形成電腦程式產品之部分。此外，在一實例中，諸如在執行期間或在其他時間，該程式碼可有形地儲存於一個或一個以上揮發性、非暫時性或非揮發性有形電腦可讀媒體上。此等有形電腦可讀媒體之實例可包含但不限於：硬磁碟、可抽換式磁碟、可抽換式光碟(例如，緊致磁碟及數位視訊磁碟)、盒式磁帶、記憶體卡或棒、隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)及諸如此類。

以上說明意欲為說明性而非限制性。舉例而言，上文所闡述之實例(或者其一個或一個以上態樣)可彼此組合地使用。諸如熟習此項技術者在審閱以上說明之後旋即可使用其他實施例。提供本發明摘要以符合37 C.F.R. §1.72(b)，以允許讀者快速獲知本技術揭示內容之本質。提交本發明摘要係基於以下理解：其並非將用於解釋或限制申請專利範圍之範疇或含義。此外，在以上詳細說明中，各種特徵可聚集在一起以簡化本揭示內容。此不應解釋為意欲使未主張之所揭示特徵對任一請求項而言係必不可少。而是，發明性標的物可在於少於一特定所揭示實施例之所有特徵。因此，以下申請專利範圍藉此併入至詳細說明中作為實例或實施例，其中每一請求項獨立地作為一單獨實施例，且預期可將此等實施例彼此組合成各種組合或排列。本發明之範疇應參考隨附申請專利範圍連同此等申請專利範圍所授權之等效物之全部範疇來判定。

【符號說明】

100	系統
102	數位區段
104	調節器電路
106	轉換器電路
108	調節器區段

110	輸入
112	電磁耦合之能量/電磁耦合之操作能量
114	能量採收換能器
116	輸入節點
118	放大器
120	類比轉數位轉換器/轉換器
122	無線傳輸器電路
130	電力管理處理器電路
132	數位處理器電路
134	特殊功能處理器電路
136	輸入
138	第一匯流排
140	天線
142	無線接收器電路
144	類比輸入
198	輸出
200	系統
214	熱電發電機
300	系統
302	數位區段
304	調節器區段
312	電磁耦合之能量
314	熱電發電機
318	輸入通道
320	8位元逐次逼近暫存器類比轉數位轉換器/類比轉數位轉換器

322	無線傳輸器/傳輸器電路/無線傳輸器電路
326	類比輸入
330	數位電力管理(DPM)處理器電路/數位電力管理
332	一般用途處理器電路
334A	可程式化濾波器
334B	包絡偵測電路
336	輸出節點
338	升壓轉換器
340	整流器電路
348	資料記憶體電路
350	指令記憶體電路
412	無線耦合叢發脈衝/短叢發脈衝
412A	天線
414A	熱電發電機
414B	曲線圖/熱電發電機曲線圖
436A	輸出節點/輸出
436B	電壓/曲線圖
438	轉換器電路/電力轉換器電路
440	無線接收器電路/接收器電路
494	分路箝位電路
496	重設產生電路
500	說明性實例
520	類比轉數位轉換器
522	無線傳輸器電路/無線傳輸電路
526A	類比輸入
530	電力管理處理器電路/數位電力管理

534	特殊功能處理器電路
536	V _{BOOST} 轉換器電路輸出節點/轉換器電路
548	記憶體存取控制器或資料記憶體電路
550	指令記憶體
552	數位封包化器/封包化器
602	說明性實例
630	數位電力管理
632	微控制器單元
650	指令記憶體
660A	多工器
660B	多工器
700	說明性實例
726	類比前端
770A	通用路徑/通用資料處理路徑
770B	第二資料處理路徑
770C	第三資料處理路徑
772A	第一資料傳輸路徑
772B	第二傳輸路徑
772C	第三傳輸路徑
804	說明性實例/實例
836	輸出節點
882	可調整調節器區段
884	固定調節器區段
886	儲存電容器
900	說明性實例
920	類比轉數位轉換器

926A	多工器
930	數位電力管理
986	升壓轉換器電路輸出節點
990	緩衝器電路
992	差量放大器電路
1000	說明性實例
1002	第一綠色區
1004	第一黃色區
1006	紅色區
1008	第二黃色區
1010	第二綠色區
1100A	說明性實例
1100B	說明性實例
1200	帶註釋顯微圖
V_{BOOST}	指定升壓電壓
$V_{\text{CAP_DIG}}$	V_{BOOST} 電壓之經按比例縮放或經數位化表示

申請專利範圍

1. 一種感測器節點，其包括：

一調節器電路，其包含可耦合至一能量採收換能器之一輸入；

一無線接收器電路，其耦合至該調節器電路且經組態以無線地接收至少足夠操作能量以在不需要該能量採收換能器之情況下確立該感測器節點之操作；

一數位處理器電路，其耦合至該調節器電路；及

一電力管理處理器電路，其經組態以基於至該調節器電路之一輸入而選擇該感測器節點之一能量消耗位準；

其中該數位處理器電路包含基於所選擇之該能量消耗位準由該電力管理處理器電路確立之一次臨限操作模式；且

其中確立該次臨限操作模式包含：調整或選擇由該調節器電路提供之一供應電壓以便確立該數位處理器電路中之一場效電晶體(FET)之次臨限操作。

2. 如請求項1之感測器節點，其進一步包括耦合至該調節器電路之該能量採收換能器；

其中該調節器電路經組態以在耦合至該能量採收換能器時且在不需要一原電池或可再充電電池之情況下提供用於使該感測器節點連續操作之充足操作能量。

3. 如請求項2之感測器節點，其中該無線接收器電路經組態以無線地接收至少足夠操作能量以最初確立該感測器節點之操作；且

其中該調節器電路及該能量採收換能器經組態以在缺少進一步無線地接收之操作能量時為該感測器節點提供持續操作能

量。

4. 如請求項2至3中任一項之感測器節點，其中該能量採收換能器包含一熱電發電機(TEG)。
5. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其中該電力管理處理器電路經組態以選擇該感測器節點之該能量消耗位準以至少部分地抑制一重設或抑制該感測器節點之操作之一熄滅。
6. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其包括一特殊功能處理器電路，該特殊功能處理器電路包含基於該選定能量消耗位準由該電力管理處理器電路確立之一次臨限操作模式；

其中該數位處理器電路包括一個一般用途處理器電路；

其中該調節器電路包含一可調整輸出，該可調整輸出經組態以將該供應電壓提供至該一般用途處理器電路或該特殊功能處理器電路中之一或多者；且

其中確立該次臨限操作模式包含：調整該可調整輸出以便確立該一般用途處理器電路或該特殊功能處理器電路中之一或多者中之一各別場效電晶體(FET)之次臨限操作。

7. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其包括一特殊功能處理器電路，該特殊功能處理器電路包含基於該選定能量消耗位準由該電力管理處理器電路確立之一次臨限操作模式；

其中該數位處理器電路包括一個一般用途處理器電路；

其中該調節器電路包含兩個或兩個以上輸出，該兩個或兩個以上輸出經組態以提供可以可控制方式耦合至該一般用途處理器電路或該特殊功能處理器電路中之一或多者之不同指定供應電壓；且

其中該電力管理電路經組態以控制該調節器電路之該等各別輸出至該一般用途處理器電路或該特殊功能處理器電路中之一

或多者之耦合以確立該該次臨限操作模式。

8. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其包括一時脈產生電路，該時脈產生電路經組態以在一時脈輸出處提供一指定輸出時脈頻率；

其中該電力管理處理器電路經組態以基於該選定能量消耗位準而調整提供至該數位處理器電路之該輸出時脈頻率或閘控提供至該數位處理器電路之該時脈輸出。

9. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其包括：

一類比輸入，其經組態以獲得指示一生理信號之資訊，該類比輸入可在該電力管理電路之控制下且基於該選定能量消耗位準以可控制方式耦合至該數位處理器電路。

10. 如請求項9之感測器節點，其中該類比輸入包含一類比轉數位轉換器；

其中該電力管理電路經組態以使用該類比轉數位轉換器來獲得指示至該調節器電路之該輸入之資訊；且

其中該電力管理電路經組態以使用關於至該調節器電路之該輸入之該所獲得資訊來調整該感測器節點之該能量消耗位準。

11. 如請求項9之感測器節點，其包括可以可控制方式耦合至該數位處理器電路或該類比輸入之一無線傳輸器，該無線傳輸器經組態以傳輸指示在該電力管理電路之該控制下且基於該選定能量消耗位準由該類比輸入獲得之該生理信號之經串流化或經處理資訊中之一或多者。

12. 如請求項11之感測器節點，其包括一特殊功能處理器電路，該特殊功能處理器電路包含基於該選定能量消耗位準由該電力管理處理器電路確立之一次臨限操作模式；

其中該數位處理器電路包括一個一般用途處理器電路；且

其中該電力管理電路經組態以基於該選定能量消耗位準而以可控制方式確立該類比輸入與該無線傳輸器之間的一資料路徑以包含或排除該一般用途處理器電路或特殊功能加速器電路中之一或多者。

13. 如請求項11之感測器節點，其中該等能量消耗位準包含至少三個位準，包含：

一第一能量消耗位準，其中啟用該一般用途處理器電路、該特殊應用處理器電路、該類比輸入及該無線傳輸器；

一第二能量消耗位準，其中該無線傳輸器經定工作循環以在選擇該第一能量消耗位準時消耗比該無線傳輸器之對應能量消耗少之能量；及

一第三能量消耗位準，其中：

該無線傳輸器進一步經定工作循環或停用以在選擇該第一能量消耗位準或該第二能量消耗位準時消耗比該無線傳輸器之該對應能量消耗少之能量，且

其中抑制該一般用途處理器電路、該特殊應用處理器電路或該類比輸入中之一或多者接收一時脈信號或一供應電壓中之一或多者。

14. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其包括耦合至該電力管理電路及該數位處理器電路之一共用指令記憶體電路。
15. 如請求項14之感測器節點，其包括耦合至該電力管理電路及該數位處理器電路中之一或多者之一資料記憶體電路。
16. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其中該調節器電路、該無線接收器電路、該數位處理器電路及該電力管理電路之作用部分共同整合於一共用積體電路裝置中。
17. 如請求項16之感測器節點，其中該積體電路裝置包括一互補金

屬氧化物半導體(CMOS)裝置。

18. 如請求項1至3中任一項之感測器節點，其中該無線接收器電路經組態以接收感應耦合之電磁操作能量或輻射耦合之電磁操作能量中之一或多者。

19. 一種操作一感測器節點之方法，其包括：

在耦合至可耦合至一能量採收換能器之一調節器電路之一無線接收器電路處無線地接收充足操作能量以在不需要來自該能量採收換能器之操作能量之情況下確立一感測器節點之操作；

基於至該調節器電路之一輸入而選擇該感測器節點之一能量消耗位準；及

基於該選定能量消耗位準而確立一數位處理器電路之一次臨限操作模式，包含調整或選擇由該調節器電路提供之一供應電壓以便確立該數位處理器電路中之一場效電晶體(FET)之次臨限操作。

20. 如請求項19之方法，其包括在不需要一原電池或可再充電電池之情況下使用該能量採收換能器來獲得用於使該感測器節點連續操作之充足操作能量。

21. 如請求項20之方法，其包括在一無線接收器電路處無線地接收足夠操作能量以最初確立該感測器節點之操作；及

在缺少進一步無線地接收之操作能量時使用該能量採收換能器來獲得用於使該感測器節點操作之持續操作能量。

22. 如請求項20至21中任一項之方法，其中該能量採收換能器包含一熱電發電機(TEG)。

23. 如請求項19至21中任一項之方法，其包括選擇該感測器節點之該能量消耗位準以至少部分地抑制一重設或抑制該感測器節點之操作之一熄滅。

24. 如請求項19至21中任一項之方法，其包括調整該調節器電路之一輸出以將一供應電壓提供至一個一般用途處理器電路或一特殊功能處理器電路中之一或多者；

其中確立該次臨限操作模式包含：調整該可調整輸出以便確立該一般用途處理器電路或該特殊功能處理器電路中之一或多者中之一各別場效電晶體(FET)之次臨限操作。

25. 如請求項19至21中任一項之方法，其包括將該調節器電路之各別不同輸出以可控制方式耦合至一個一般用途處理器電路或一特殊功能處理器電路中之一或多者以確立該次臨限操作模式。
26. 如請求項19至21中任一項之方法，其包括在一時脈輸出處產生一指定輸出時脈頻率，包含基於該選定能量消耗位準而調整提供至該數位處理器電路之該輸出時脈頻率或閘控提供至該數位處理器電路之該時脈輸出。
27. 如請求項19至21中任一項之方法，其包括基於該選定能量消耗位準使用可以可控制方式耦合至該數位處理器電路之一類比輸入來獲得指示一生理信號之資訊。
28. 如請求項27之方法，其中該生理信號包含一心電圖(ECG)及腦電圖(EEG)或一肌電圖(EMG)中之一或多者。
29. 如請求項27之方法，其包括使用關於至該調節器電路之該輸入之所獲得資訊來調整該感測器節點之該能量消耗位準，該資訊係使用該類比輸入而獲得。
30. 如請求項27之方法，其包括使用一無線傳輸器來無線地傳輸指示基於該選定能量消耗位準由該類比輸入獲得之該生理信號之經串流化或經處理資訊中之一或多者。
31. 如請求項29之方法，其包括基於該選定能量消耗位準而以可控制方式確立該類比輸入與該無線傳輸器之間的一資料路徑以包

含或排除一個一般用途處理器電路或一特殊功能加速器電路中之一或多者。

32. 如請求項29之方法，其中該等能量消耗位準包含至少三個位準，包含：

一第一能量消耗位準，其中啟用該一般用途處理器電路、該特殊應用處理器電路、該類比輸入及該無線傳輸器；

一第二能量消耗位準，其中該無線傳輸器經定工作循環以在選擇該第一能量消耗位準時消耗比該無線傳輸器之對應能量消耗少之能量；及

一第三能量消耗位準，其中：

該無線傳輸器進一步經定工作循環或停用以在選擇該第一能量消耗位準或該第二能量消耗位準時消耗比該無線傳輸器之該對應能量消耗少之能量，且

其中抑制該一般用途處理器電路、該特殊應用處理器電路或該類比輸入中之一或多者接收一時脈信號或一供應電壓中之一或多者。

33. 一種包含指令之處理器可讀媒體，該等指令在由至少一個處理器電路執行時致使包含該至少一個處理器電路之一設備執行如請求項19至32中任一項之方法。

圖式

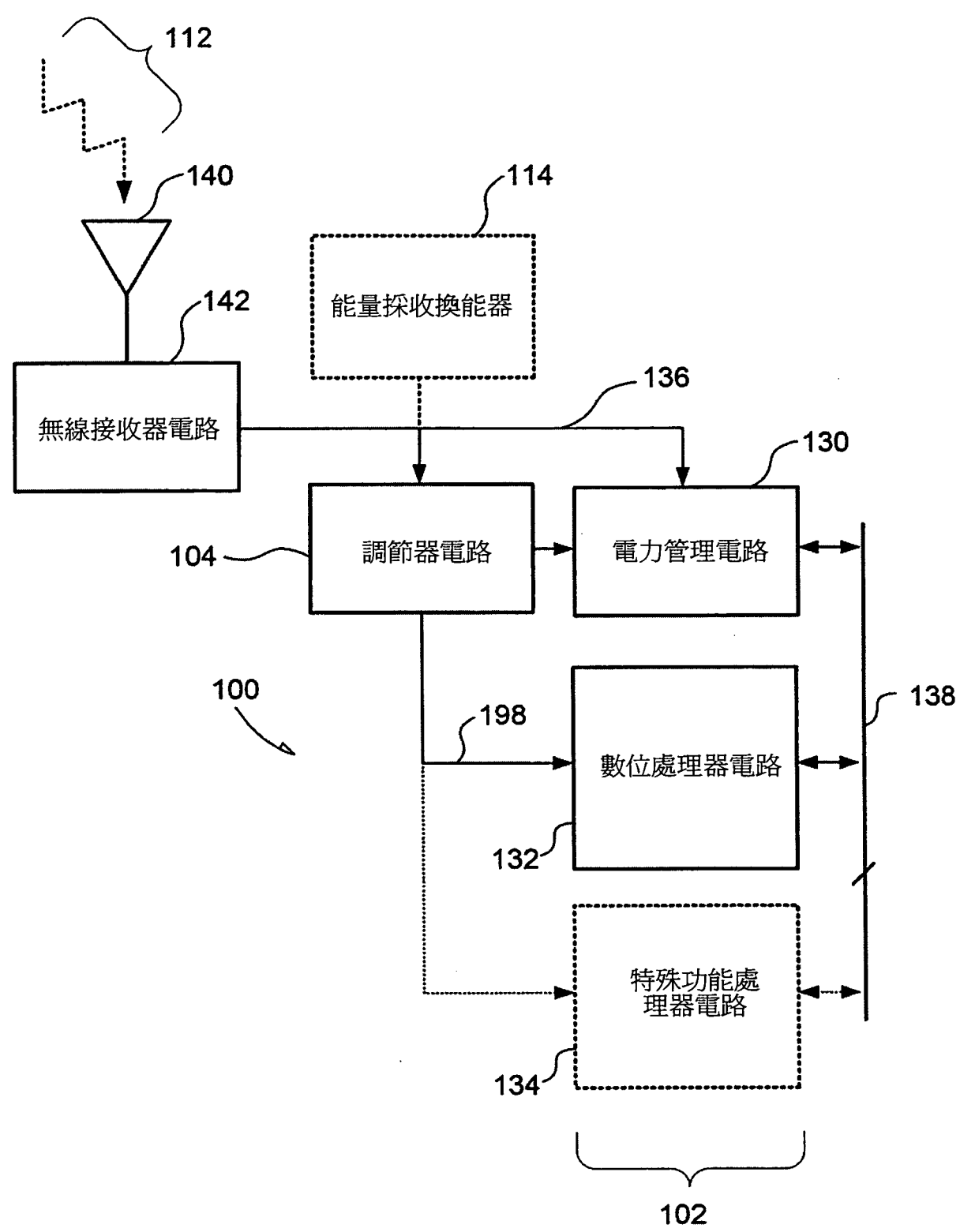


圖 1

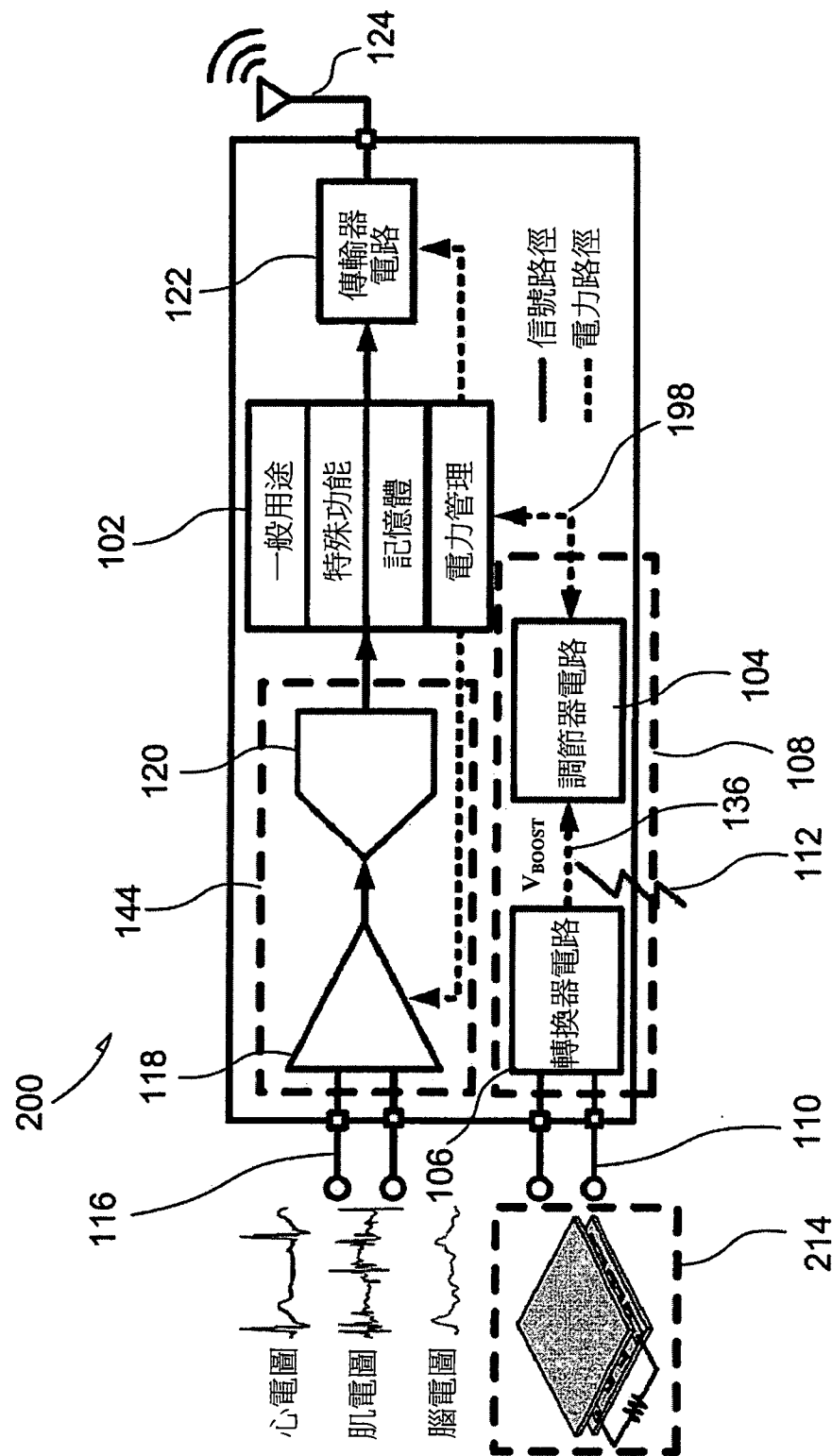


圖 2

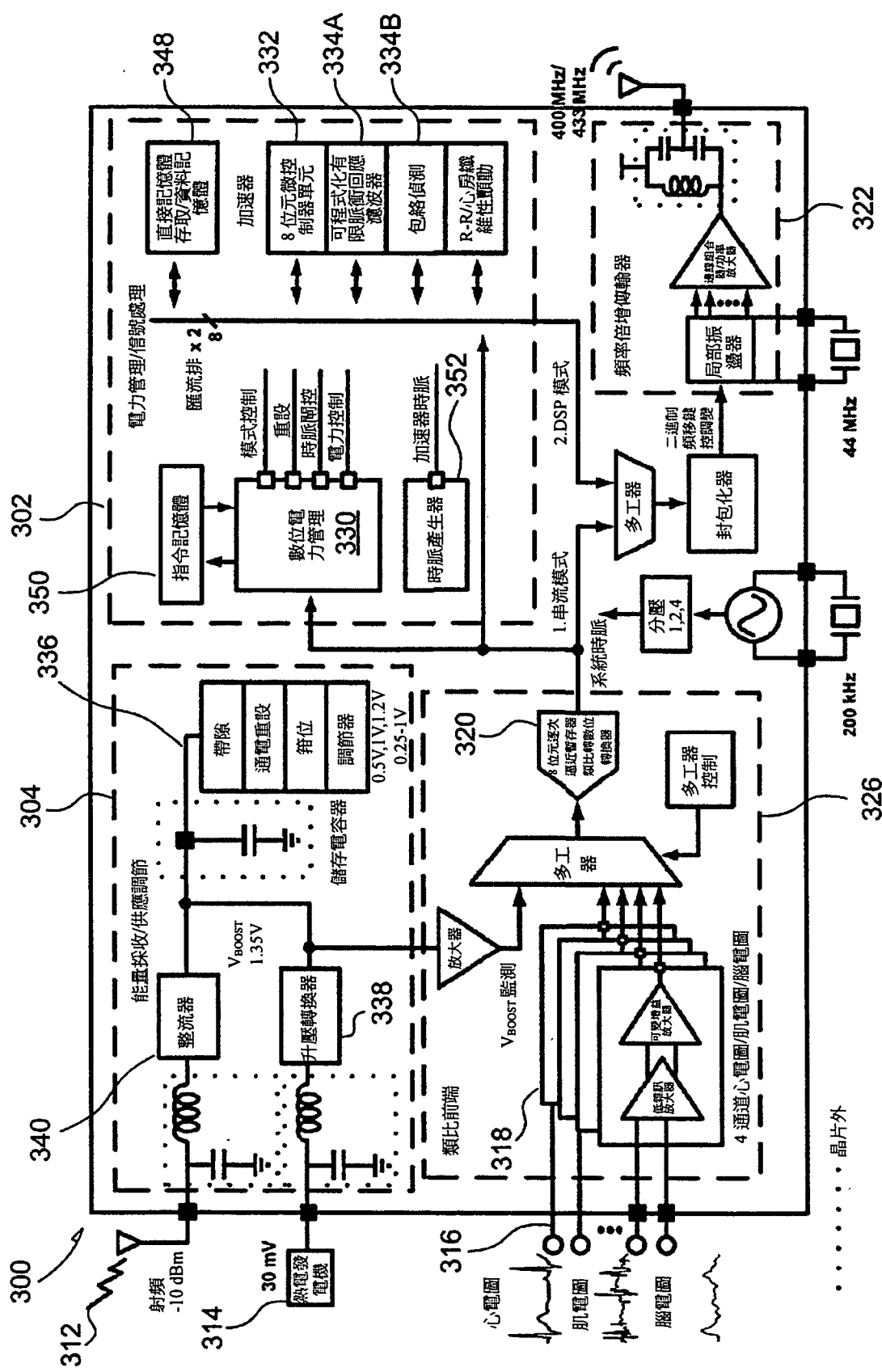


圖 3

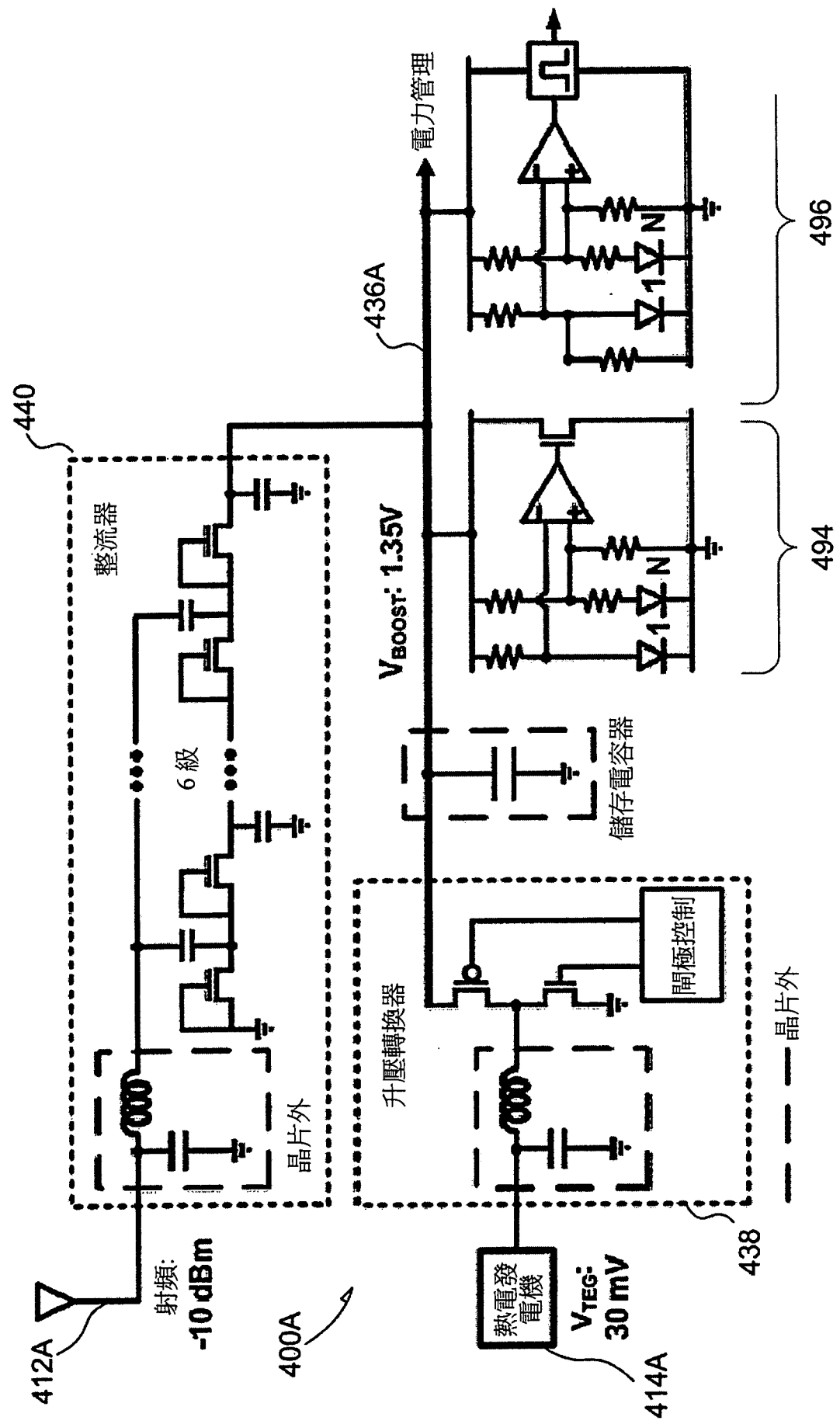


圖 4A

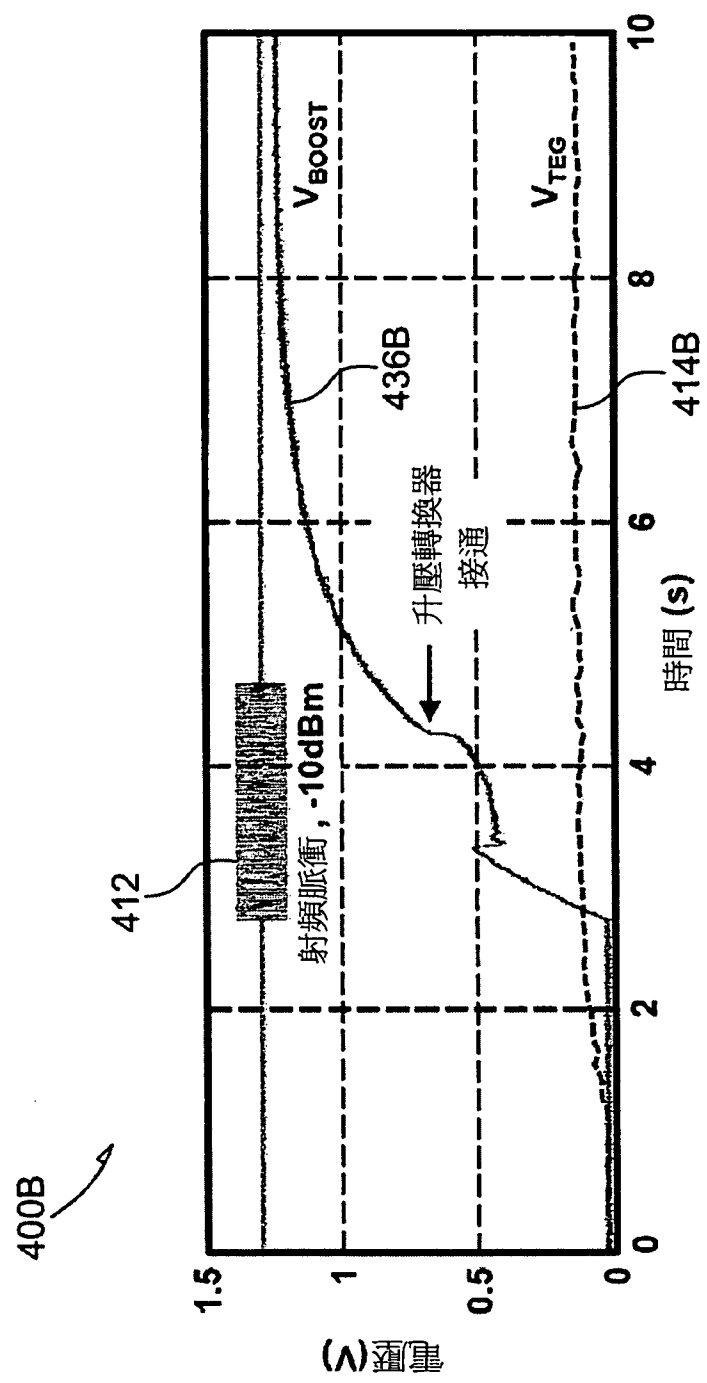


圖 4B

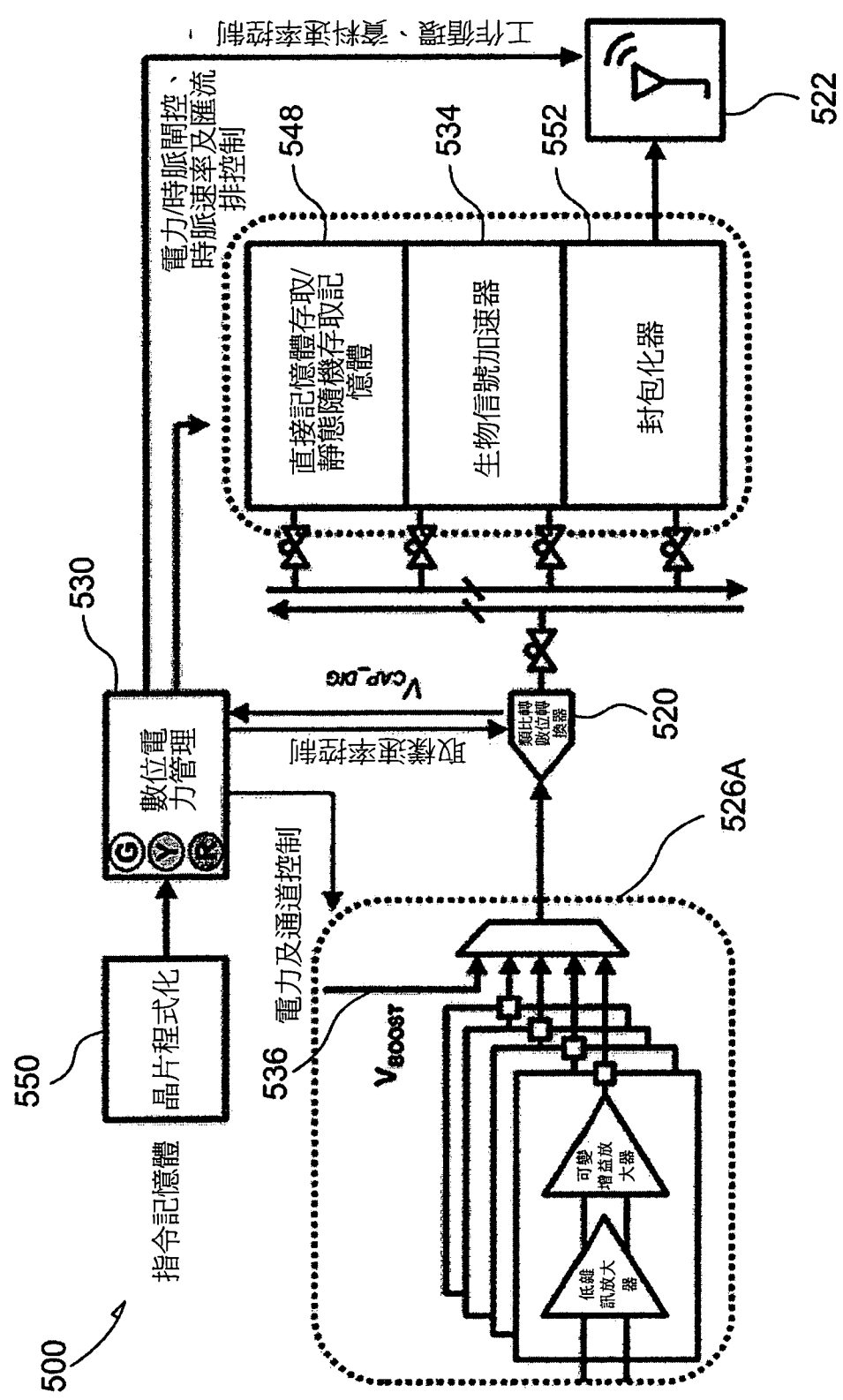


圖 5

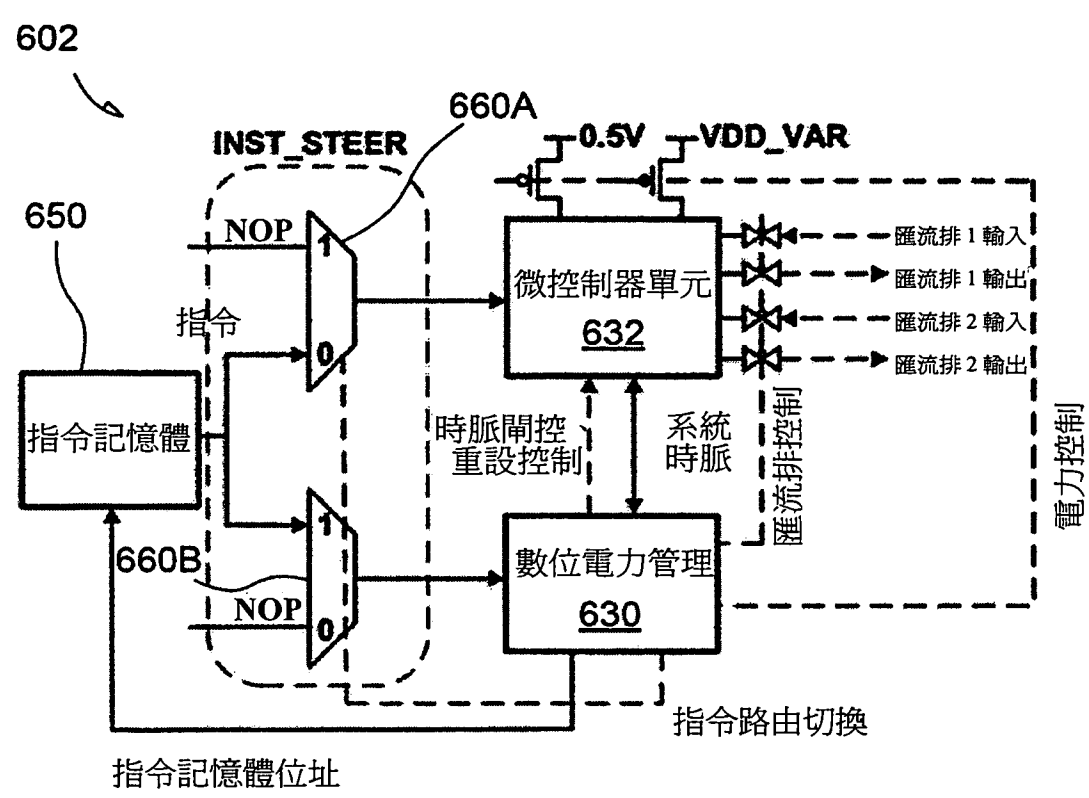


圖 6

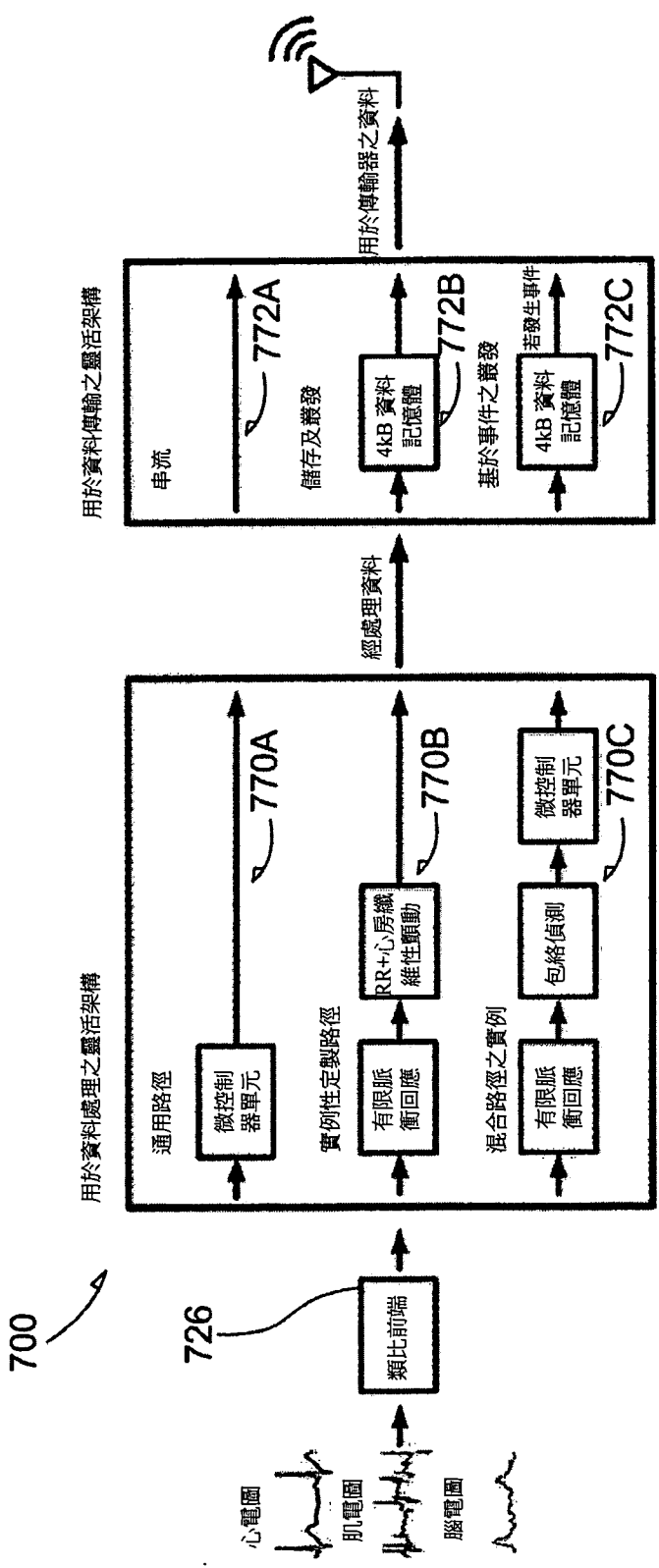


圖 7

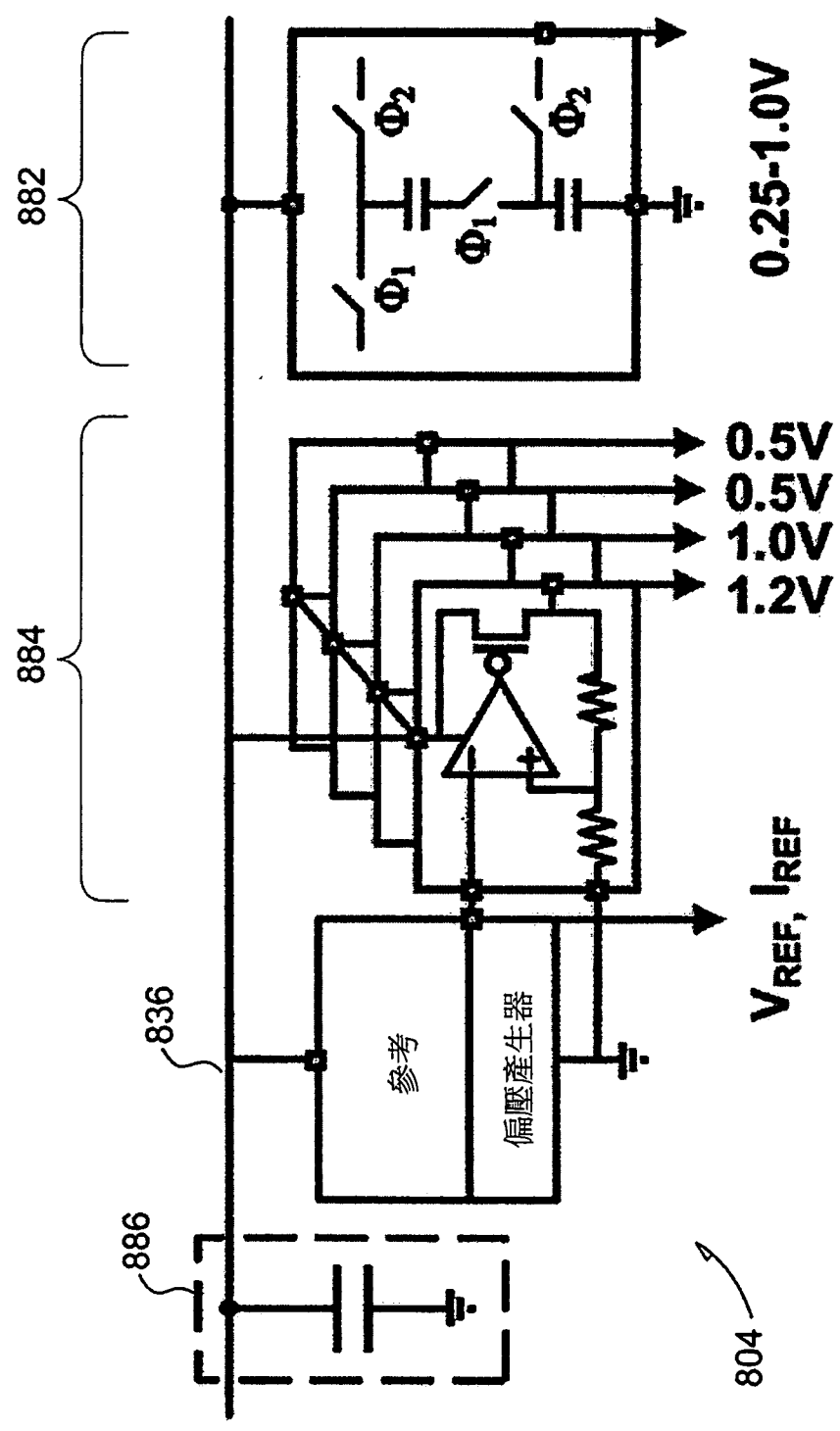


圖 8

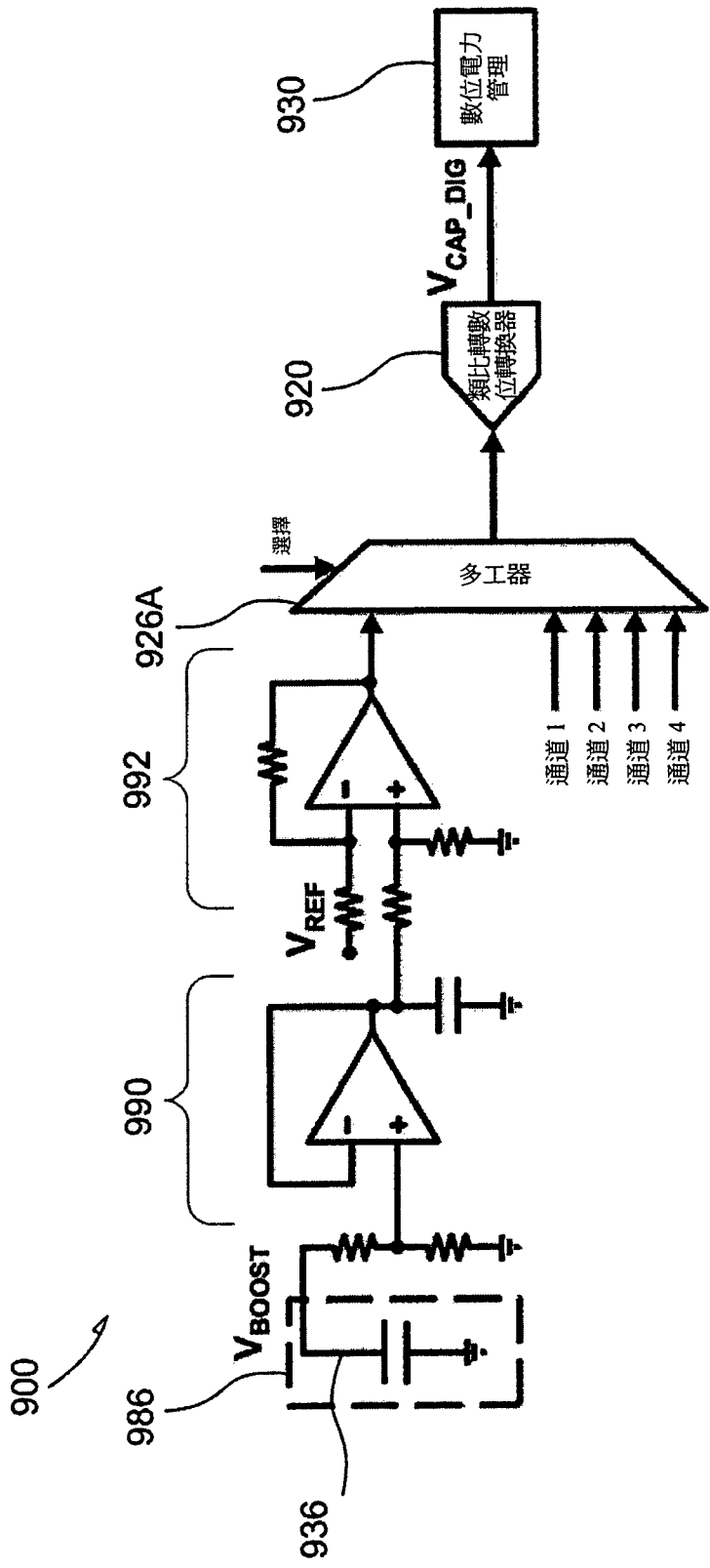


圖 9

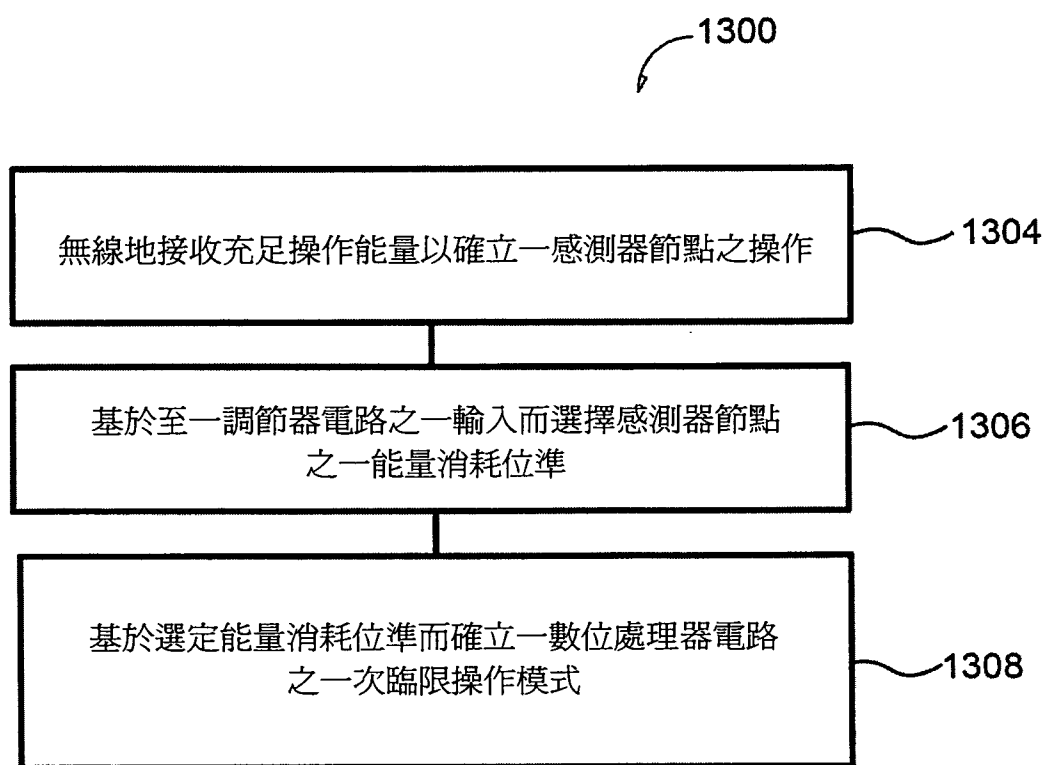


圖 13