



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201145002 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：099142370

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 06 日

(51)Int. Cl. : G06F1/26 (2006.01) G06F1/32 (2006.01)

(30)優先權：2009/12/23 美國 12/646,092

(71)申請人：英特爾股份有限公司 (美國) INTEL CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：瑞維成倫 克里斯南 RAVICHANDRAN, KRISHNAN (US) ; 黃 莉莉 HUANG, LILLY (US) ; 朴藝珍 PARK, HEE-JUN (KR) ; 元索李 亞歷山大 UAN-ZO-LI, ALEXANDER B. (RU)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：10 共 40 頁

(54)名稱

電力管理系統及方法

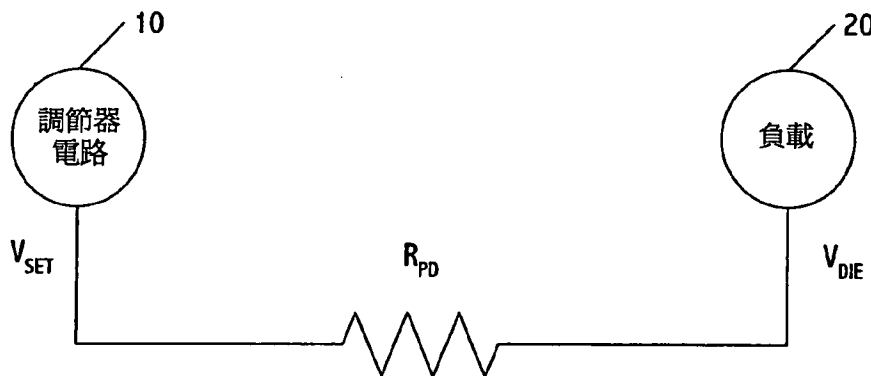
POWER MANAGEMENT SYSTEM AND METHOD

(57)摘要

電力管理器藉由調整供應電壓，根據負載電流需求控制在負載上的供應電壓位準，及選擇性地控制電力遞送路徑的阻抗。藉由決定對應於第一操作頻率之固定負載電流、決定對應於固定負載電流之供應電壓、並接著依據供應電壓供電給負載，可減少供應電壓。替代地，可隨著負載之操作頻率的增加而增加供應電壓，同時維持系統耗電量於預定限制內。

10：調節器電路

20：負載





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201145002 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：099142370

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 06 日

(51)Int. Cl. : **G06F1/26 (2006.01)** **G06F1/32 (2006.01)**

(30)優先權：2009/12/23 美國 12/646,092

(71)申請人：英特爾股份有限公司 (美國) INTEL CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：瑞維成倫 克里斯南 RAVICHANDRAN, KRISHNAN (US)；黃 莉莉 HUANG, LILLY (US)；朴藝珍 PARK, HEE-JUN (KR)；元索李 亞歷山大 UAN-ZO-LI, ALEXANDER B. (RU)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：10 共 40 頁

(54)名稱

電力管理系統及方法

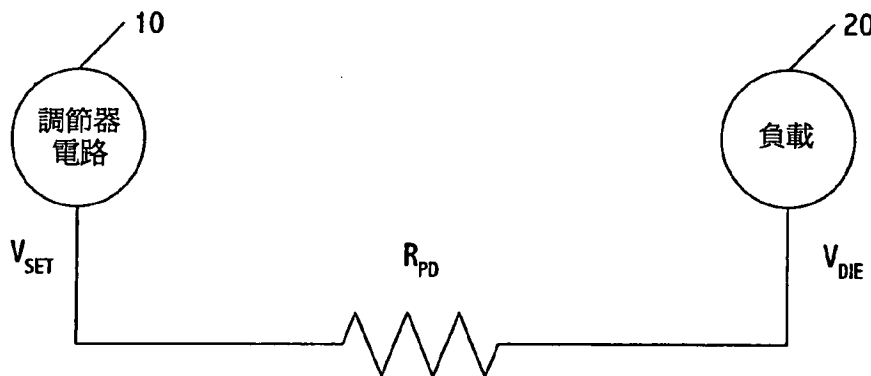
POWER MANAGEMENT SYSTEM AND METHOD

(57)摘要

電力管理器藉由調整供應電壓，根據負載電流需求控制在負載上的供應電壓位準，及選擇性地控制電力遞送路徑的阻抗。藉由決定對應於第一操作頻率之固定負載電流、決定對應於固定負載電流之供應電壓、並接著依據供應電壓供電給負載，可減少供應電壓。替代地，可隨著負載之操作頻率的增加而增加供應電壓，同時維持系統耗電量於預定限制內。

10：調節器電路

20：負載



## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

在此揭露的一或更多實施例有關於管理電子系統中之電力。

### 【先前技術】

電力管理已經為許多電子系統設計的驅動力量，尤其那些以電池充電者。電力管理的一種方式為增加電池的電壓容量。其他方式試圖切斷系統電路的電力以保留電池壽命。然而，已證明這些方式會有缺點。

### 【發明內容及實施方式】

本發明之一或更多實施例管理用於操作電子系統的電力。系統可對應於或包括電腦的中央處理單元（CPU）、如行動電話或媒體播放器之電子裝置的微處理器或控制器、或用來支援各種網際網路為基之應用的任一者之控制電路。這些系統亦可對應於或包括另一種電路或裝置，其不一定適任成為CPU或處理器，但能夠在複數電力或性能狀態中操作，於下詳述其之相關性。

第1圖顯示一種電力管理系統，其包括或耦合以控制用於供電負載20之調節器電路10。調節器電路例如以供應電壓及/或電流的形式提供電力至負載。供應電壓可為參考電壓或其他類型的電壓。為了說明，將調節器電路顯示成電壓調節器（VR）電路，其輸出供應電壓（ $V_{set}$ ）至負

載，其例如可為前述之電子系統之一。

第2圖顯示可用來管理至負載的電力之導引的負載線之一範例。在此範例中，負載線具有大致線型形狀，其界定操作頻率（F）及負載之供應電壓之間的關係。負載的操作頻率可被視為施加至耦合至或包括在負載中的電晶體之閘極－驅動電壓的函數，且供應電壓可對應於電壓調節器電路的輸出（有或沒有將損耗納入考量）。

從負載線之增加的斜率可知，負載的操作頻率與供應電壓成正比。並且，如所述，負載線限制在低頻點（LFP）與高頻點（HFP）之間，這兩者係依據設計規格而定。在這兩點之間的負載線上之值可依據例如將損耗納入考量的最壞情況負載條件而定。

詳言之，負載線上之操作點可與負載的特定性能狀態（Px）關聯。這些性能狀態在不同頻率操作並可使用不同電力量。

為了使用負載線，首先，必須決定負載的性能狀態。接著，例如根據設計規格來決定對應於此性能狀態的操作頻率。接著依據操作頻率使用負載線來決定負載的供應電壓。

在負載為CPU的情況中，供應電壓可對應於例如供應至CPU的電壓。因此，針對在頻率 $F_0$ 操作的CPU之性能狀態 $P_0$ ，控制電壓調節器電路以輸出足夠大小的供應電壓，其令CPU接收如第2圖中所示之實際電壓 $V_{DIE\_F_0}$ 。亦即，為了使負載電晶體能正確操作，必須由CPU接收 $V_{DIE\_F_0}$

的最小電壓。

詳言之，在實際應用中，當決定從電壓調節器電路決定供應電壓（ $V_{set}$ ）輸出時，必須將損耗納入考量。詳言之，為了滿足負載線需求，由CPU接收的供應電壓必須對應於 $VDIE_{Fo}$ 或更大。由於損耗的緣故，實際上由CPU接收的輸入電壓會比從電壓調節器電路輸出的供應電壓 $V_{set}$ 更少。

這些損耗包括例如工作量的變動、系統寄生現象、線電阻、及溫度變動，舉數例而言。這些損耗（其在第1圖中統一表示成電阻 $R_{PD}$ ）減少從電壓調節器電路輸出之供應電壓並因此在計算 $V_{set}$ 時必須納入考量。

亦即，為了保證在 $P_0$ 狀態中之CPU的整個操作期間中滿足驅動CPU所需之 $VDIE_{Fo}$ 的最小電壓，必須將從電壓調節器電路輸出之供應電壓 $V_{set}$ 編程為高於 $VDIE_{Fo}$ ，以抵消來自電阻 $R_{PD}$ 的損耗。

根據一種技術，可依據等式（1）來計算針對在頻率 $F_0$ 操作之負載將從電壓調節器電路輸出之供應電壓 $V_{set}$ ：

$$V_{set}(F_0) = I_{MAX\_F_0} * R_{PD} + VDIE_{F_0} \quad (1)$$

其中 $I_{MAX\_F_0}$ 為在最壞情況損耗情況下由在頻率 $F_0$ 操作的負載所汲取之最大電流且 $R_{PD}$ ，如先前解釋過，為從電壓調節器電路到在最壞情況損耗情況下之負載的電力遞送路徑之電阻。除了減少供應電壓外，由 $R_{PD}$ 代表的損耗可能導致在頻率 $F_0$ 操作的CPU所汲取之電流低於最大電流 $I_{MAX\_F_0}$ 。這些影響以後續將解釋的一種方式轉換成浪費

的電力。

第3圖顯示界定負載電流 ( $I_{cc}$ ) 及第2圖中的負載線之供應電壓之間的關係之電力曲線。由於損耗的緣故，由負載汲取之實際電流  $I_{CC\_ACTUAL}$  小於最大電流  $I_{MAX\_FO}$ 。為了補償此較低的電力，必須增加從電壓調節器電路輸出之供應電壓 ( $V_{set}$ )，以滿足當在頻率  $F_o$  操作時 CPU 電晶體的操作需求。

$V_{set}$  中的增加產生由 CPU 所接收之實際電壓 ( $V_{CC\_ACTUAL}$ ) 的按比例增加。如第3圖中所示，此實際電壓大於操作電晶體所需之最小電壓， $V_{DIE\_FO}$ ，亦即，當  $I_{CC\_ACTUAL} < I_{MAX\_FO}$  時， $V_{CC\_ACTUAL} > V_{DIE\_FO}$ 。並未使用高於最小操作電壓之多餘電壓 ( $\Delta V_{static}$ ) ( $\Delta V_{static} = V_{CC\_ACTUAL} - V_{DIE\_FO}$ )。此導致浪費的電力，其在當 CPU 在頻率  $F_o$  操作並在狀態  $P_o$  中汲取電流  $I_{CC\_ACTUAL}$  時可由等式 (2) 加以表示：

$$\begin{aligned} P_{WASTE} &= \Delta V_{static} * I_{CC\_ACTUAL} \\ &= (V_{CC\_ACTUAL} - V_{DIE\_FO}) * I_{CC\_ACTUAL} \end{aligned} \quad (2)$$

從等式 (2) 中可見之電力浪費係部分依據由電力管理系統所執行之靜態負載線分析的應用。根據此分析，僅當處理器性能狀態 ( $P_x$ ) 改變時才會改變供應電壓。否則，針對給定 CPU 操作頻率，由負載線固定供應電壓。

處理器性能狀態可隨設計規格、主機系統的需求、及/或其他因素而變。在典型筆記型電腦中之 CPU 的性能狀態之一非限制性範例如下：

狀態	說明
C0	正常操作狀態
C1	處理器不履行指令之暫停狀態
C2	處理器維持軟體可見狀態之停止時脈狀態
C3	處理器不保持快取一致性且停止所有時脈之休眠狀態

當實行靜態負載線分析時，CPU之狀態改變可能涉及例如從其他狀態之一到C3狀態的過渡。當此發生時，電力管理系統決定對應於C3狀態之處理器頻率，並接著使用負載線來決定對應於那個頻率之供應電壓。接著發送電壓識別（VID）碼至識別供應電壓的電壓調節器電路，並鎖定內部鎖相迴路以輸出對應的供應電壓  $V_{set}$  以供电給負載。

然而，此靜態方式不將負載電流的波動納入考量之中，也不採取任何用來防止等式（2）中之電力浪費的行動。

此外，如前述，依據最壞情況（包括最壞工作量（針對  $F_0$  之  $I_{cc-MAX}$ ）及最壞設計寄生現象（如  $V_{cc}$  跡線及封裝寄生現象））來決定供應電壓  $V_{set}$ 。由於負載正常不會在最壞情況下操作，會有內建於供應電壓中之大保護帶以保證負載接收到驅動負載電晶體所需之某最小電流。此大保護帶經常為不必要且在大多數的應用情境中導致顯著的電力浪費。

第4圖顯示使用動態方式來供應電力至電子系統的電力管理系統之一實施例。電子系統可為前述之處理系統、

邏輯系統、或接收用於執行一或更多特定指令之電力並在多個性能狀態中操作之任何其他類型的系統、電路、或裝置。

如第4圖中所示，電力管理系統包括電力管理器110、電力遞送電路120、及前述之對應於電子系統之負載130。電力管理器可實行成電路或軟體或兩者之組合。根據一實施例，電力管理器位在控制或否則與電力遞送電路及/或負載互動之核心邏輯（如晶片組）平台中。當負載包括中央處理單元（CPU）或其他類型的處理器時，電力遞送電路可為電壓調節器電路。在替代實施例中可使用其他類型的負載及電力遞送電路。

電力管理器藉由動態調諧用於控制到負載之供應電壓的負載線來操作。這是首先藉由界定可輸入到負載或由負載汲取之電流範圍（負載電流（ $I_{CC}$ ）範圍）並接著將那個範圍分成複數子帶來達成。

第5圖顯示界定於最小（ $I_{MIN}$ ）及最大值（ $I_{MAX}$ ）之間的負載電流之一範例，可例如依據負載之設計規格、電力遞送電路之性能限度、及/或一或更多其他參數來決定最小及最大值。在此特定範例中，負載為處理器（如CPU），並針對在特定性能狀態（ $P_0$ ）中操作之處理器的給定操作頻率（ $F_0$ ），將負載電流範圍分成N個子帶， $I_0$ 至 $I_N$ 。

子帶可具有相等或不同寬度。在第5圖中所示之範例中，子帶寬度傾向於增加，除了最後一個子帶。在其他實施例中，可使用不同的子帶寬度配置。



並且，如第5圖中之水平箭頭所示，可分配一固定電流值給每一子帶。亦即，分配電流值  $I_{cc1}$  給第一子帶（ $I_0$ ）、分配電流值  $I_{cc2}$  給第二子帶、及依此類推。分配給每一子帶之固定電流值可為那個子帶中之電流的表示。例如，分配給每一子帶之固定電流值可為那個子帶之最小電流值、最大電流值、平均值。

分配一固定電流值給每一子帶可減少至負載的供應電壓，並且同時可減少驅動負載時之電力浪費。此減少可從存在於負載之供應電壓與負載電流間的反比關係見得。亦即，依據電壓及電流之乘積來計算電力（亦即， $P \approx V * I$ ）。藉由分配固定電流值到負載電流範圍的子帶，可在比靜態電力管理方案中所用之相對更高值維持負載電流（ $I_{cc}$ ）。結果，可使用按比例較小的供應電壓來滿足負載之最小電力需求。使用較小供應電壓的能力轉換成爲等式（2）中之較小的  $\Delta V$  值，其則轉換成電力節省。

第6圖顯示可如何動態調諧第4圖之系統的電力曲線以達成在驅動負載時之電力節省。在第6圖中，電力曲線A顯示在其中使用如第3圖中所示之靜態負載線分析的情況中存在於負載電流與供應電壓之間的關係。操作點  $OP_{static}$  對應於負載電流  $I_{cc_{actual}}$  與供應電壓  $V_{cc_{actual}}$ ，且  $VDIE_{Fo}$  對應於針對狀態  $P_0$  在頻率  $F_0$  操作之具有最大負載電流（ $I_{cc_{MAX}}$ ）的負載所需的最小操作電壓。

使用第5圖中之負載電流範圍，可由電力管理器110控制電力遞送電路120以輸出針對性能狀態  $P_0$  在頻率  $F_0$  的負

載電流值， $I_{CC}$ 。這係藉由決定實際負載電流， $I_{CC\_ACTUAL}$ ，位在第5圖中的哪個子帶中並接著控制電力遞送電路以輸出對應至那個子帶的固定電流值來達成。當固定電流值大於實際負載電流 $I_{CC\_ACTUAL}$ 時，可顯著減少供應電壓並可實現相較於靜態電力管理方式之電力節省。

此電力節省可從使用第3圖中之負載線來執行之靜態分析（其對應至第6圖中之電力曲線A）的比較見得。如所示，依據實際的負載電流（ $I_{CC\_ACTUAL}$ ），其從其最大值（ $I_{MAX\_FO}$ ）減少下來，使用至負載之供應電壓的相對大的值， $V_{CC\_ACTUAL}$ 。

然而，不像使用第3圖之電力曲線所執行的靜態分析，由第4圖之電力管理器所執行的動態分析令電力遞送電路輸出其中有 $I_{CC\_ACTUAL}$ 的第5圖中之子帶的固定電流值來取代 $I_{CC\_ACTUAL}$ 。此固定電流值在第6圖中顯示成 $I_{sub-band\ fixed}$ ，將損耗納入考量。亦即， $I_{CC}=I_{sub-band\ fixed}$ 。由於 $I_{sub-band\ fixed}>$ 第3圖中之 $I_{CC\_ACTUAL}$ ，從電力遞送電路輸出相較於靜態分析情況中的供應電壓之一較低值， $V_{CC}=V_{set}=V_{adjusted}$ ，作為至負載之供應電壓；亦即， $V_{adjusted}<V_{CC\_ACTUAL}$ 。

使用第5圖之負載電流範圍的子帶中之固定電流值產生新的電力曲線B，其事實上代表第6圖中之電力曲線A的位置位移。此位移曲線允許供應電壓減少成更接近驅動在性能狀態 $P_0$ 中在頻率 $F_0$ 操作之負載（處理器）所需之最小供應電壓（ $V_{DIE\_FO}$ ）。供應電壓的減少產生與靜態狀態

中所產生之多餘電壓 ( $\Delta V_{static}$ ) 相比較小的多餘電壓 ( $\Delta V_{dynamic}$ )，亦即， $\Delta V_{dynamic} < \Delta V_{static}$ 。結果，浪費較少供應電壓，其可轉換成顯著的電力節省。即使在消耗相同電力量的情況中，供應電壓中之減少可用來改善性能。

供應電壓之減少從等式 (3) 更明顯。在此等式中， $V_{set}$  對應於來自將損耗 (由  $R_{PD}$  所表示) 納入考量之電力遞送電路 120 的供應電壓。

$$V_{set} = I_{sub-band\ fixed} R_{PD} + V_{Adjusted} \quad (3)$$

針對相同損耗 ( $R_{PD}$ )，與靜態電力管理技術相比，可使用較低的供應電壓 ( $V_{adjusted}$ ) 以相同或更少的耗電量來驅動負載。依據等式 (4) 表示潛在的電力節省 ( $P_{SAVE}$ )。

$$P_{SAVE} = I_{sub-band\ fixed} (V_{CC\_ACTUAL} - V_{Adjusted}) \quad (4)$$

在此等式中， $V_{CC\_ACTUAL}$  對應於將損耗納入考量之靜態分析情況中所提供的實際供應電壓，如第 3 圖中及由電力曲線 A 所示。當與等式 (2) 做比較時，可看出由等式 (4) 中之負載電流  $I_{sub-band\ fixed}$  及供應電壓  $V_{Adjusted}$  取代等式 (2) 中負載電流  $I_{CC\_ACTUAL}$  及供應電壓  $V_{CC\_ACTUAL}$ 。由於  $V_{Adjusted}$  小於  $I_{CC\_ACTUAL}$ ，浪費較少電力並實現較低供應電壓。

根據一實施例，分配給每一子帶的電流值可加權以實現至負載之供應電壓的甚至更大減少並因此電力浪費的更大減少。另外，可針對處理器之多個性能狀態決定具有預定子帶之負載電流範圍。可接著使用這些範圍來在性能狀

態改變時管理至負載之供應電壓及電力。

第7圖顯示在用於管理供應至負載之電力的方法之第一實施例中所執行的操作。可例如使用第4圖中所示之電力管理器及第5及6圖中所示之負載電流範圍及電力曲線來實行此方法。然而，可使用其他的負載電流範圍及電力曲線。此外，可假設負載為電腦之中央處理單元（CPU）。然而，在替代實施例中可使用不同類型的處理器或電子電路、裝置、或系統。

在初始操作中，電力管理器決定負載的性能狀態。（區塊210）。此性能狀態可例如為上述C型狀態的任何者、電腦的複數電力狀態之一或另外的操作狀態類型。

一旦決定出性能狀態，電力管理器決定負載之操作頻率並接著發送第一信號至負載，以令負載在那個狀態中及在那個頻率操作。（區塊220）。替代地，可在電力管理器控制電力遞送電路以輸出特定供應電壓至負載之後才發送信號至負載。

接著藉由電力管理器決定負載電流。（區塊230）。這係依據下列因素之一或更多者來達成：負載之操作狀態、負載之操作頻率、含有電力管理系統之晶粒或晶片的實際溫度、程序偏斜、及/或負載之動態活動因素，其例如可提供在給定時刻為現行（如非時脈閘控的）之電晶體百分比的指示。可使用熟悉此技藝人士已知的各式各樣的演算法及技術的任一者來依據這些因素預測負載電流。根據一非限制性實施例，這些技術可例如提供在目前的操作狀

態及條件中最大潛在負載電流的負載電流估計。

一旦知道負載電流，電力管理器比較負載電流與儲存在記憶體或暫存器 140（其位在電力管理器中或耦合至電力管理器）中之負載電流範圍資訊。（區塊 240）。負載電流範圍資訊可對應於例如像第 5 圖中所示的針對特定操作狀態及負載頻率之負載電流範圍。依據此比較，電力管理器識別其中有由負載所汲取之負載電流的子帶（區塊 250）以及對應至此子帶的固定電流值（ $I_{\text{sub-band fixed}}$ ）。（區塊 260）。

電力管理器接著存取對應於負載電流範圍資訊之電力曲線資訊。電力曲線資訊可包括像第 6 圖中所示之動態位移的電力曲線。藉由定位出在此曲線（如電力曲線 B）上之相關子帶的固定電流值，電力管理器能夠識別出對應的供應電壓（ $V_{\text{adjusted}}$ ），其低於由用於靜態電力管理分析之電力曲線所界定之供應電壓。（區塊 270）。

現已決定了此資訊，電力管理器發送第二信號至電力遞送電路 120 以命令電力遞送電路輸出分別匹配由位移的電力曲線及子帶的固定電流值所決定的  $V_{\text{adjusted}}$  及  $I_{\text{sub-band fixed}}$  之值的供應電壓（ $V_{\text{cc}}$ ）及 / 或負載電流（ $I_{\text{cc}}$ ）。（區塊 280）。根據一實施例，電力遞送電路可僅輸出供應電壓  $V_{\text{cc}}$  且此會導致負載汲取  $I_{\text{cc}}$  的電流。可以例如電壓識別（VID）碼的形式發送第二信號。

回應於第二信號，電力遞送電路輸出含有識別供應電壓及負載電流（如  $V_{\text{adjusted}}$  及  $I_{\text{sub-band fixed}}$ ）的資訊之第三

信號，以令負載根據這些值操作。（區塊 290）。結果，控制負載以使用與靜態電力管理技術相比較低的供應電壓及或許較低的電力來操作。

在一選擇性區塊 275 中，電力遞送電路可依據在負載過渡一開始之估計的電流需求改變來改變其之操作模式。可接著依據改變的操作模式來執行在區塊 280 及 290 中所執行之操作。

根據一替代實施例，可在至負載之第一信號之後輸出至電力遞送電路的第二信號或可同時發送這些信號。根據另一實施例，第二及第三信號可在第一信號之後或與第一信號同時輸出。

在第 4 圖中，電力管理器顯示成位在電力遞送電路之外。在一替代實施例中，執行電力管理器之邏輯可位在電力遞送電路中。在此情況中，電力管理器可直接通知電力遞送電路將用在操作負載中之負載電流及供應電壓，亦即，可使用直接發信方式來取代使用電壓識別（VID）信號或碼。根據一實際應用，3 位元識別信號可傳送負載電流的 8 個子帶，且電力遞送電路（如電壓調節器電路）可內部轉換對應至子帶之一相關者的固定電流值以產生至負載的較低供應電壓。

第 8 圖顯示包括在用於管理至負載之電力的方法之第二實施例中的操作。不像第一實施例，第二實施例藉由在將至負載的電力保持在相同或實質恆定位準的同時增加負載的操作頻率來降低供應電壓。亦即，在第一實施例中，

在將頻率（且因此性能狀態）維持在相同或實質恆定位準的同時減少供應電壓。這可使用較少電力來實現。然而，在第二實施例中，在相同或實質恆定電力下在改變負載之操作頻率的同時減少供應電壓。

可使用例如第2圖中所示的電力管理器來實行第二實施例的方法。此方法的初始操作包括決定負載目前正操作於其中或負載欲操作於其中之性能狀態（ $P_N$ ）。（區塊310）。在負載為電腦之中央處理單元的情況中，性能狀態可例如為前述之任一狀態。在其他應用中，負載可為能夠操作於不同性能或電力狀態中之另一類型的處理器或電子電路。

一旦已識別負載的性能狀態，可從設計規格決定至負載的最小供應（或參考）電壓。然而，根據第二實施例，根據涉及對應於負載之另一性能狀態的使用頻率、供應電壓、及/或負載電流之動態分析來減少供應電壓。

依此，方法之下一操作包括決定負載之另一性能狀態，其需要比性能狀態 $P_N$ 所需的操作頻率（ $F_N$ ）更高的操作頻率。（區塊320）。此另一性能狀態可表示成（ $P_{N+1}$ ）且可例如對應於下一性能狀態或具有比 $P_N$ 更高之操作頻率的任何其他性能狀態。

一旦已選擇了另一性能狀態，決定在那個狀態中之用於操作負載的最小供應電壓。（區塊330）。可例如依據諸如第9圖中所示之負載線來做出決定，該負載線可依據負載的設計規格來產生。在第9圖中，性能狀態 $P_N$ 之操作

頻率及最小供應電壓分別顯示成  $F_N$  及  $V_{\min \text{ supply } N}$ ，且性能狀態  $P_{N+1}$  之操作頻率及最小供應電壓分別顯示成  $F_{N+1}$  及  $V_{\min \text{ supply } N+1}$ 。如所示，狀態  $P_{N+1}$  之最小操作頻率及最小供應電壓大於狀態  $P_N$  之最小操作頻率及最小供應電壓，且這些狀態的最小供應電壓之間的差顯示成  $\Delta V_{\min}$ 。可將此資訊儲存在電力管理器可存取的記憶體中。

一旦決定了狀態  $P_{N+1}$  之最小供應電壓，下一操作包括計算狀態  $P_N$  之負載的供應電壓 ( $V_L$ ) 與最小供應電壓差  $\Delta V_{\min}$  之間的差。(區塊 340)。將那個差與狀態  $P_{N+1}$  之最小供應電壓，亦即， $V_{\min \text{ supply } N+1}$ ，相比較(區塊 350)。若該差不大於最小供應電壓(亦即，若  $V_L - \Delta V_{\min} < V_{\min \text{ supply } N+1}$ )，則依據相較於狀態  $P_N$  之最小供應電壓  $V_{\min \text{ supply } N}$  而定的供應電壓  $V_L$  及對應的負載電流  $I_L$  來控制負載，以於  $P_N$  狀態中在頻率  $F_N$  操作，或持續操作。(區塊 360)。控制接著返回到區塊 310。

在一選擇性區塊中，電力遞送電路可依據在負載過渡一開始之估計的電流需求改變來改變其之操作模式。可例如在決定供應電壓之後才執行此操作。可接著依據改變的操作模式來執行其餘的操作。

第 9 圖顯示電力管理器可用來控制針對狀態  $P_N$  及  $P_{N+1}$  的負載之操作的導引之電力曲線。狀態  $P_N$  的電力曲線顯示相較於最小供應電壓  $V_{\min \text{ supply } N}$  而定的供應電壓及負載電流  $V_L$  及  $I_L$ 。在電力曲線上對應於  $V_L$  及  $I_L$  的操作點 ( $X_N$ ) 可對應於值  $V_{\text{set}}$ ，其可如前述般將損耗(如  $R_{PD}$ ) 納入考量地



加以計算出來。

若狀態  $P_N$  中之負載的供應電壓 ( $V_L$ ) 與最小供應電壓差  $\Delta V_{min}$  之間的差大於狀態  $P_{N+1}$  之最小供應電壓 (亦即, 若  $V_L - \Delta V_{min} > V_{min\ supply\ N+1}$ ) , 如區塊 350 中所決定, 則下一操作包括決定最大可允許電流差 ( $\Delta I_{MAX}$ ) 。 ( 區塊 370 ) 。根據第二實施例, 在 ( 1 ) 將至負載的電力維持在針對  $P_N$  的相同或實質恆定位準及 ( 2 ) 至少實質保持在由第 9 圖中所示的最小供應電壓差  $\Delta V_{min}$  所界定之範圍內的同時, 將值  $\Delta I_{MAX}$  決定為最大可允許電流差。

根據一實施例, 可依據將損耗納入考量之等式 ( 5 ) 來計算最大可允許電流差 ( $\Delta I_{MAX}$ ) 。  $\Delta I_{MAX}$  的值顯示在第 9 圖中。

$$\Delta I_{Max} = 1/R_{PD} * (\Delta V_{min} / (1 - \Delta V_{min}/V_L)) \quad (5)$$

當把損耗納入考量中時 ( 亦即, 當設定驅動負載之  $V_{set}$  的值時 ) , 了解到用於供電在狀態  $P_{N+1}$  中之負載的供應電壓 ( $V_L'$ ) 及負載電流 ( $I_L'$ ) 將會高於第 9 圖中對應於點  $X_N$  的值。依此, 方法的下一操作包括將  $\Delta I_{MAX}$  納入考量地計算在狀態  $P_{N+1}$  之負載電流 ( $I_L'$ ) 。 ( 區塊 380 ) 。可依據等式 ( 6 ) 相較於狀態  $P_N$  的負載電流  $I_L$  來計算此電流。

$$I_L' = \Delta I_L + I_L \quad (6)$$

在此等式中,  $\Delta I_L$  對應至為了實現狀態  $P_{N+1}$  的負載電流  $I_L'$  相較於負載電流  $I_L$  之電流增加。可使用等式 ( 7 ) 來計算值  $\Delta I_L$  :

$$\Delta I_L = I_L ((1 - \Delta V_{min}/V_L) * (F_{N+1}/F_N) - 1) \quad (7)$$

其中  $F_N$  對應至在狀態  $P_N$  中之負載的操作頻率且  $F_{N+1}$  對應至在狀態  $P_{N+1}$  中之負載的操作頻率。

一旦計算出負載電流之增加  $\Delta I_L$ ，下一操作包括比較負載電流增加與最大可允許電流差  $\Delta I_{MAX}$ 。（區塊 390）。若  $\Delta I_L \geq \Delta I_{MAX}$ ，則依據相較供應電壓  $V_L$  及對應的負載電流  $I_L$  來控制負載，以於  $P_N$  狀態中在頻率  $F_N$  操作，或持續操作。（區塊 410）。控制接著返回到區塊 310。

若  $\Delta I_L < \Delta I_{MAX}$ ，則電力管理器產生信號以令電力遞送電路輸出  $V_L'$  作為供應電壓及  $I_L'$  作為電流至負載。（區塊 410）。亦即，當負載在  $P_N$  狀態中操作的同時，電力管理器控制電力遞送電路以輸出對應至  $P_{N+1}$  狀態並在  $P_{N+1}$  狀態之較高操作頻率  $F_{N+1}$  之負載電流（ $I_L'$ ）及供應電壓（ $V_L'$ ）。

如上述，將  $V_L'$  的值設定夠高，使得由負載接收到的供應電壓等於或實質上對應於狀態  $P_{N+1}$  的最小供應電壓（ $V_{\min \text{ supply } N+1}$ ）。如第 9 圖中所示，操作點（ $V_L'$ ， $I_L'$ ）落在陰影區域中且操作點（Y）對應至在此點的最小供應電壓及負載電流；亦即， $Y = (V_{\min \text{ supply } N+1}, I_{\max N+1})$ 。由操作點  $X_{N+1}$  顯示在  $P_{N+1}$  電力曲線上發生（ $V_L'$ ， $I_L'$ ）之處的一範例。

在產生區塊 420 的信號之後，電力管理器可輸出信號至負載以令負載在  $P_N$  狀態中但在頻率  $F_{N+1}$  操作。 $P_{N+1}$  狀態的較高頻率允許負載在使用  $P_N$  狀態參數操作的負載所會消耗之相同或實質上相同的電力在較低供應電壓操作。如前

述，由負載接收到的供應電壓可對應於確保負載之電晶體的恰當操作所需之參考電壓及/或最小電壓。在一替代實施例中，可在區塊420的信號輸出之前輸出此信號。

第10圖顯示系統，其包括處理器500、電力供應器510、及記憶體520，其可例如為隨機存取記憶體。處理器500包括算術邏輯單元502及內部快取504。系統亦可包括圖形介面530、晶片組540、快取550、網路介面560、及無線通訊單元570，其可併入網路介面內。替代地，或額外地，通訊單元580可耦合至處理器，且在記憶體520及處理器之間也可存在直接連結。

根據任何上述本發明之實施例的電力管理系統可耦合或包括在包含於電力供應器中的電壓調節器590中，用來控制至處理器500的電力。

處理器可為中央處理單元、微處理器、或任何其他類型的處理或計算電路，並可包括在晶片晶粒上，其中其餘特徵之所有或任何組合，或其餘特徵之一或更多者可透過已知的連結及介面電耦合至微處理器晶粒。並且，所示之連結僅為例示性，根據例如晶片平台、功能、或應用需求可有在元件之間或當中的其他連結。

對於此說明書中對於「一實施例」的任何參照意指連同該實施例所述之特定特徵、結構、或特性係包括本發明之至少一實施例中。在說明書的各處中這類詞語的出現並非一定都參照相同的實施例。此外，當連同任何實施例說明特定特徵、結構、或特性時，相信連同實施例之其他者

實現這類特定特徵、結構、或特性係在熟悉此技藝人士的範圍內。

此外，爲了便於了解，將某些功能區塊勾畫成單獨區塊；然而，這些單獨勾畫的區塊不應理解成依照討論其或否則在此呈現之順序。例如，可以替代的順序、同時、等等來執行一些區塊。

雖已參照數個例示性實施例說明本發明，應了解到可由熟悉此技藝人士做出各種其他修改及實施例而仍落入本發明之原理的精神與範疇內。尤其，在上述揭露、圖示、及所附之申請專利範圍內之標的物組合配置的構件部分及/或配置中可有合理的變動及修改而不背離本發明之精神。除了構件部分及/或配置中之變動及修改外，替代用途亦爲熟悉此技藝人士所顯而易見。

#### 【圖式簡單說明】

第1圖爲顯示一類型的電力管理系統之圖。

第2圖爲顯示可用來管理電力之負載線的圖。

第3圖爲顯示使用依據第2圖之負載線的靜態分析之用來管理電力的電力曲線之圖。

第4圖爲顯示另一類型的電力管理系統之圖。

第5圖爲顯示將負載電流分成多個子帶之圖。

第6圖爲顯示使用依據第5圖之負載電流範圍的動態分析之用來管理電力的電力曲線之圖。

第7圖爲顯示包括在用於管理電子系統之電力之方法

的第一實施例中的操作之圖。

第8圖為顯示包括在用於管理電子系統之電力之方法的第二實施例中的操作之圖。

第9圖為可用於由第8圖之方法所管理的控制至電子系統之電力的電力曲線之圖。

第10圖為顯示處理器之電力管理系統的圖。

## 【主要元件符號說明】

10：調節器電路

20：負載

110：電力管理器

120：電力遞送電路

130：負載

140：記憶體或暫存器

500：處理器

510：電力供應器

520：記憶體

530：圖形介面

540：晶片組

550：快取

560：網路介面

570：無線通訊單元

580：通訊單元

590：電壓調節器

# 發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：099142370

※申請日：099年12月06日

※IPC分類：

G06F1/26 (2006.01)

G06F1/32 (2006.02)

一、發明名稱：(中文/英文)

電力管理系統及方法

Power management system and method

二、中文發明摘要：

電力管理器藉由調整供應電壓，根據負載電流需求控制在負載上的供應電壓位準，及選擇性地控制電力遞送路徑的阻抗。藉由決定對應於第一操作頻率之固定負載電流、決定對應於固定負載電流之供應電壓、並接著依據供應電壓供電給負載，可減少供應電壓。替代地，可隨著負載之操作頻率的增加而增加供應電壓，同時維持系統耗電量於預定限制內。

三、英文發明摘要：

A power manager controls the supply voltage level at a load according to load current demand, and optionally the impedance of the power delivery path, by adjusting the supply voltage. The supply voltage may be reduced by determining a fixed load current that corresponds to a first operating frequency, determining a supply voltage that corresponds to the fixed load current, and then powering the load based on the supply voltage. Alternatively, the supply voltage may be increased along with increasing the operating frequency of the load while maintaining system power consumption within a predetermined limit.

**七、申請專利範圍：**

1.一種電力管理系統，包含：

一電力遞送電路，以輸出電力至一負載；以及

一電力管理器，以控制該電力遞送電路，

其中該電力管理器決定對應至該負載的一第一性能狀態之一固定負載電流及對應至該固定負載電流的一供應電壓，該固定負載電流與由該負載所汲取之一實際電流不同，以及其中該電力管理器控制該電力遞送電路，以輸出該供應電壓至該負載。

2.如申請專利範圍第1項所述之系統，其中從該電力遞送電路輸出的供應電壓設定成補償沿著該電力遞送電路與該負載之間的一信號路徑所發生的損耗。

3.如申請專利範圍第1項所述之系統，進一步包含：

一記憶體，以儲存該負載的該第一性能狀態之第一負載電流資訊，該第一負載電流資訊識別該負載的一電流範圍內之複數子帶，其中一不同的固定電流值係分配給每一子帶，且其中由該電力管理器所決定的該固定負載電流對應於分配至其中為該實際負載電流所在的一子帶之該固定電流值。

4.如申請專利範圍第3項所述之系統，其中每一子帶包括複數電流值，且其中分配給每一子帶之該固定電流值對應於該子帶的一最大電流值。

5.如申請專利範圍第1項所述之系統，其中：

該負載的該第一性能狀態對應於一第一操作頻率，且



該電力管理器控制該電力遞送電路，以在當該負載的該第一性能狀態改變成一第二性能狀態時，輸出一不同的供應電壓至該負載。

6.如申請專利範圍第5項所述之系統，其中該不同電壓及電流係分別依據一第二固定負載電流及供應電壓，從針對與該第一性能狀態不同的一第二性能狀態所產生的第二負載電流資訊產生該第二固定負載電流及供應電壓。

7.如申請專利範圍第6項所述之系統，其中從來自該第一負載電流資訊的子帶的一不同配置產生該第二負載電流資訊。

8.如申請專利範圍第1項所述之系統，其中調整從該電力遞送電路輸出的供應電壓以補償沿著該電力遞送電路與該負載之間的一信號路徑所發生的損耗。

9.如申請專利範圍第1項所述之系統，其中該負載為一處理電路。

10.一種電力管理方法，包含：

檢測一負載的一性能狀態；

決定對應於該性能狀態的一固定負載電流；

決定對應於該固定負載電流之一供應電壓；以及

從該電力遞送電路輸出該供應電壓至該負載，其中該固定負載電流與由該負載所汲取的一實際電流不同。

11.如申請專利範圍第10項所述之方法，其中從該電力遞送電路輸出的供應電壓以補償沿著該電力遞送電路與該負載之間的一信號路徑所發生的損耗。

12.如申請專利範圍第10項所述之方法，進一步包含：

決定對應於該性能狀態的一第一操作頻率；以及  
依據該操作頻率決定該固定負載電流。

13.如申請專利範圍第12項所述之方法，進一步包含：

儲存該負載的該第一操作頻率之第一負載電流資訊，  
其中該第一負載電流資訊識別該負載的一電流範圍內  
之複數子帶，其中一不同的固定電流值係分配給每一子帶  
，且其中該固定負載電流對應於分配至其中為由該負載所  
汲取之一實際負載電流所在的一子帶之該固定電流值。

14.如申請專利範圍第13項所述之方法，其中每一子  
帶包括複數電流值，且其中分配給每一子帶之該固定電流  
值對應於該子帶的一最大電流值。

15.如申請專利範圍第10項所述之方法，其中：

該第一操作頻率對應於該負載的一第一性能狀態，  
其中當該負載的該第一性能狀態改變成一第二性能狀  
態時，供應對應於一不同的汲取電流的一不同電壓至該負  
載。

16.如申請專利範圍第15項所述之方法，其中該不同  
電壓及電流係分別依據一第二固定負載電流及供應電壓，  
從針對與該第一操作頻率不同的一第二操作頻率所產生的  
第二負載電流資訊產生該第二固定負載電流及供應電壓。

17.如申請專利範圍第16項所述之方法，其中從來自

該第一負載電流資訊的子帶的一不同配置產生該第二負載電流資訊。

18.一種電力管理系統，包含：

一電力遞送電路，以輸出電力至一負載；以及

一電力管理器，以控制該電力遞送電路，

其中該電力管理器決定該負載將操作於其中之一第一性能狀態，以決定對應於相較於該第一性能狀態具有一較高的操作頻率之一第二性能狀態的一供應電壓及負載電流，並且控制該電力遞送電路，以輸出分別依據該供應電壓及負載電流的一電壓至該負載，該負載將依據對應於第二性能狀態的該供應電壓及負載電流在該第一性能狀態中操作。

19.如申請專利範圍第18項所述之系統，其中該輸出電壓將令該負載消耗一電力位準，其至少實質上等於由依據對應於該第一性能狀態的一不同的負載電流及供應電壓所操作之該負載所消耗的電力。

20.如申請專利範圍第18項所述之系統，其中至操作於該第二性能狀態中之該負載的該供應電壓少於對應於該第一性能狀態的該供應電壓。

21.如申請專利範圍第18項所述之系統，其中供應至操作於該第二性能狀態中之該負載的該負載電流大於對應於該第一性能狀態的一負載電流。

22.如申請專利範圍第18項所述之系統，其中從該電力管理器控制該電力遞送電路，以針對在該電力遞送電路

與該負載之間所發生的損耗來調整該供應電壓及負載電流。

23.一種電力管理方法，包含：

決定一負載將操作於其中之一第一性能狀態；

決定一第二性能狀態的一供應電壓及負載電流；以及

供應依據該供應電壓及負載電流的一電壓及電流給該負載，該負載依據該第二性能狀態的該電壓及電流在該第一性能狀態中操作，其中該第二性能狀態相較於該第一性能狀態具有一較高的操作頻率。

24.如申請專利範圍第23項所述之方法，其中該供應的電壓及電流令該負載消耗一電力位準，其至少實質上等於由依據對應於該第一性能狀態的一不同的負載電流及供應電壓所操作之該負載所消耗的電力。

25.如申請專利範圍第23項所述之方法，其中至操作於該第二性能狀態中之該負載的該供應電壓少於對應於該第一性能狀態的該供應電壓。

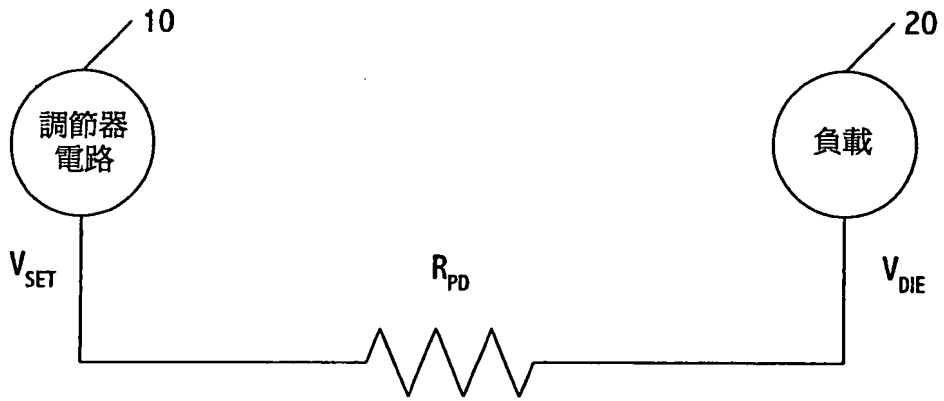
26.如申請專利範圍第23項所述之方法，其中供應至操作於該第二性能狀態中之該負載的該負載電流大於對應於該第一性能狀態的一負載電流。

27.如申請專利範圍第26項所述之方法，進一步包含：

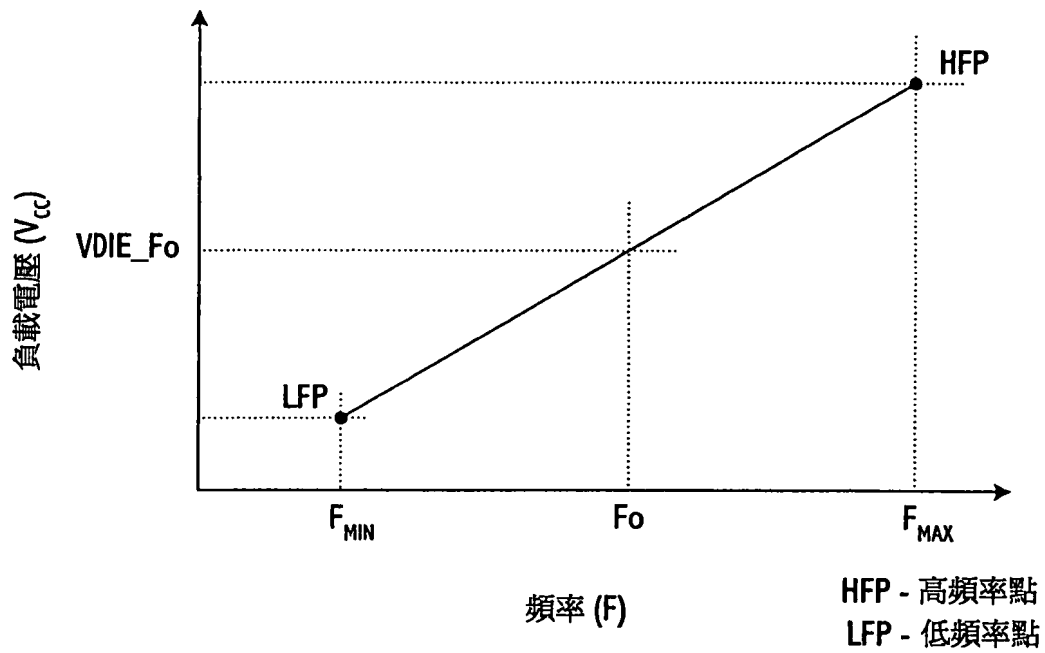
針對在一電力遞送電路與該負載之間所發生的損耗來調整該供應電壓及負載電流。

28.如申請專利範圍第1項所述之系統，其中該電力管

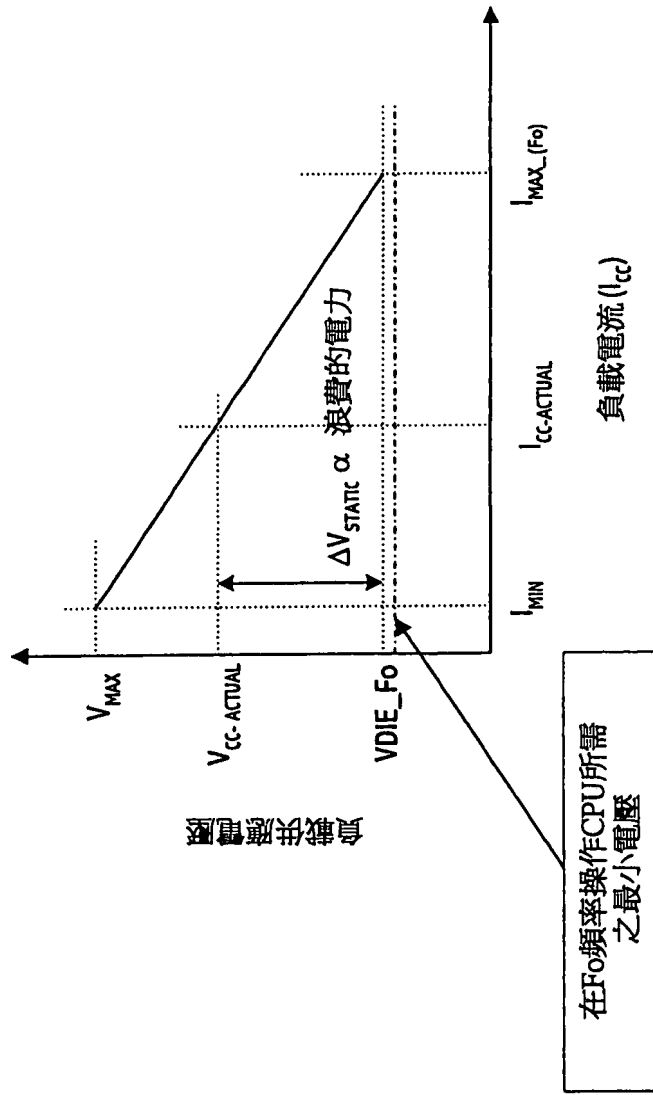
理器依據負載狀態估計電流需求改變，並在一負載過渡的一開始發送該估計的電流需求改變之資訊至該電力遞送電路，以藉由決定該電力遞送電路中之一最佳操作模式來改善暫態響應時間。



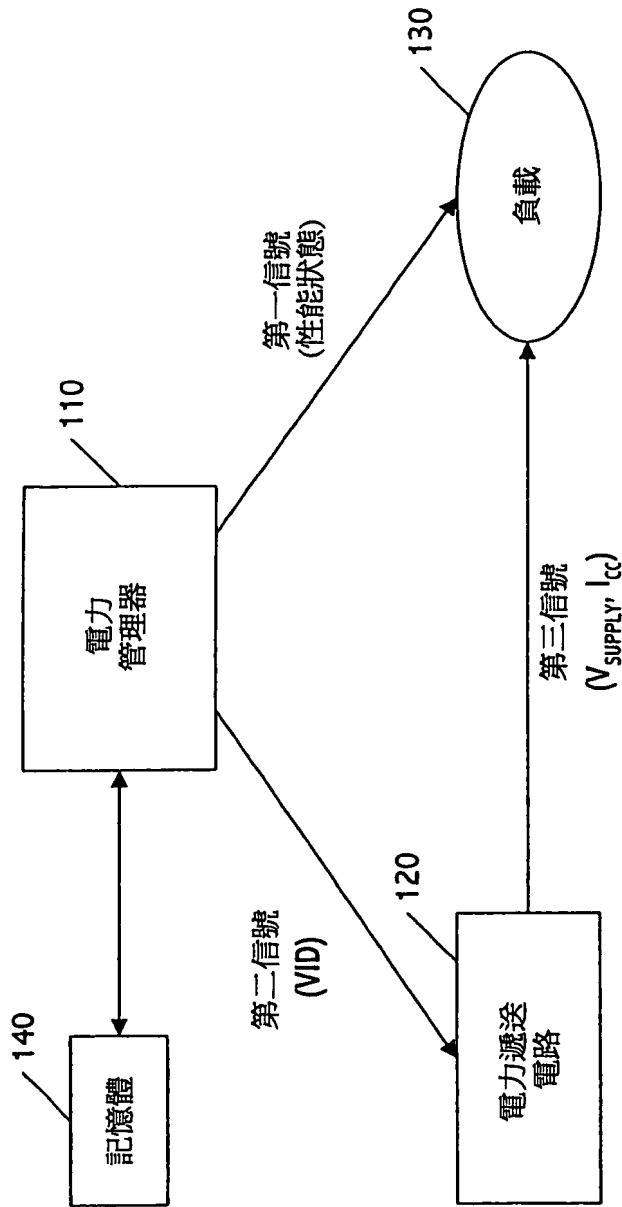
第1圖



第2圖

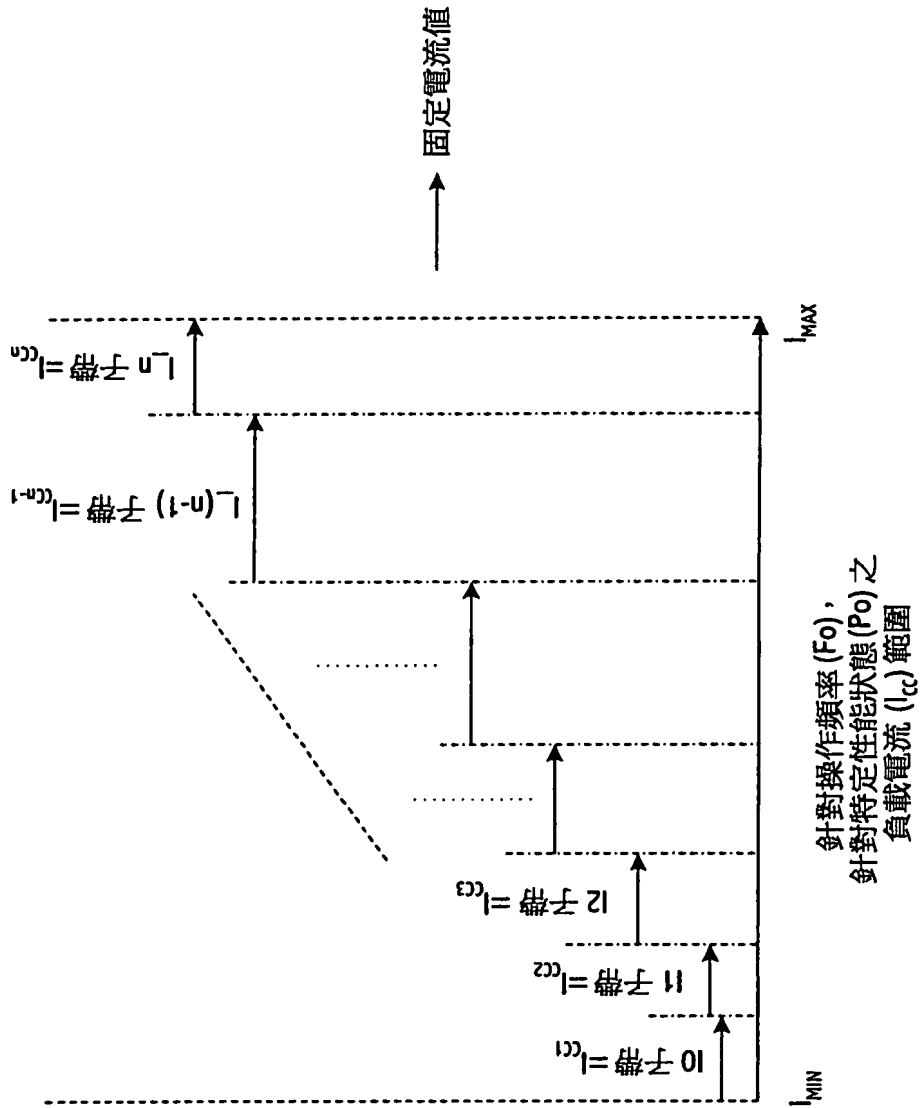


第3圖

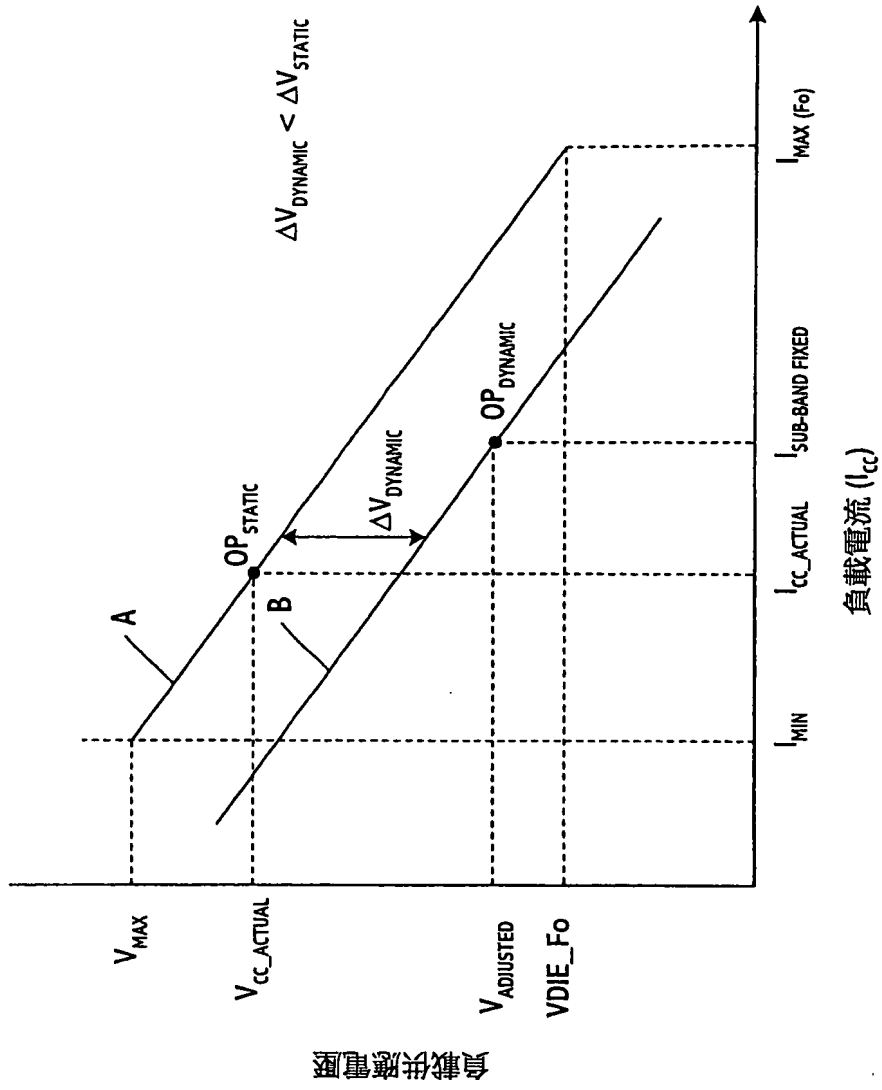


第4圖

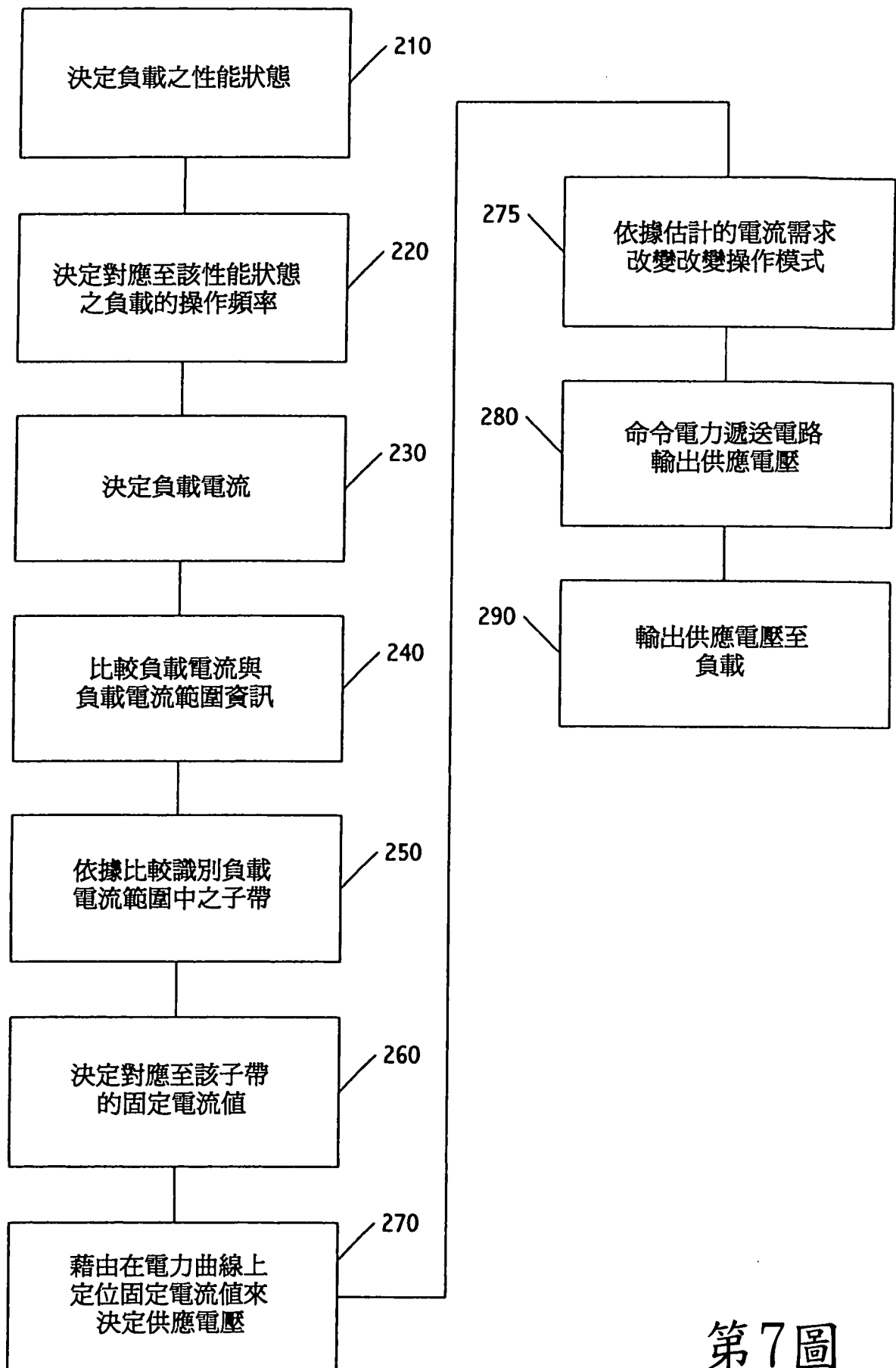




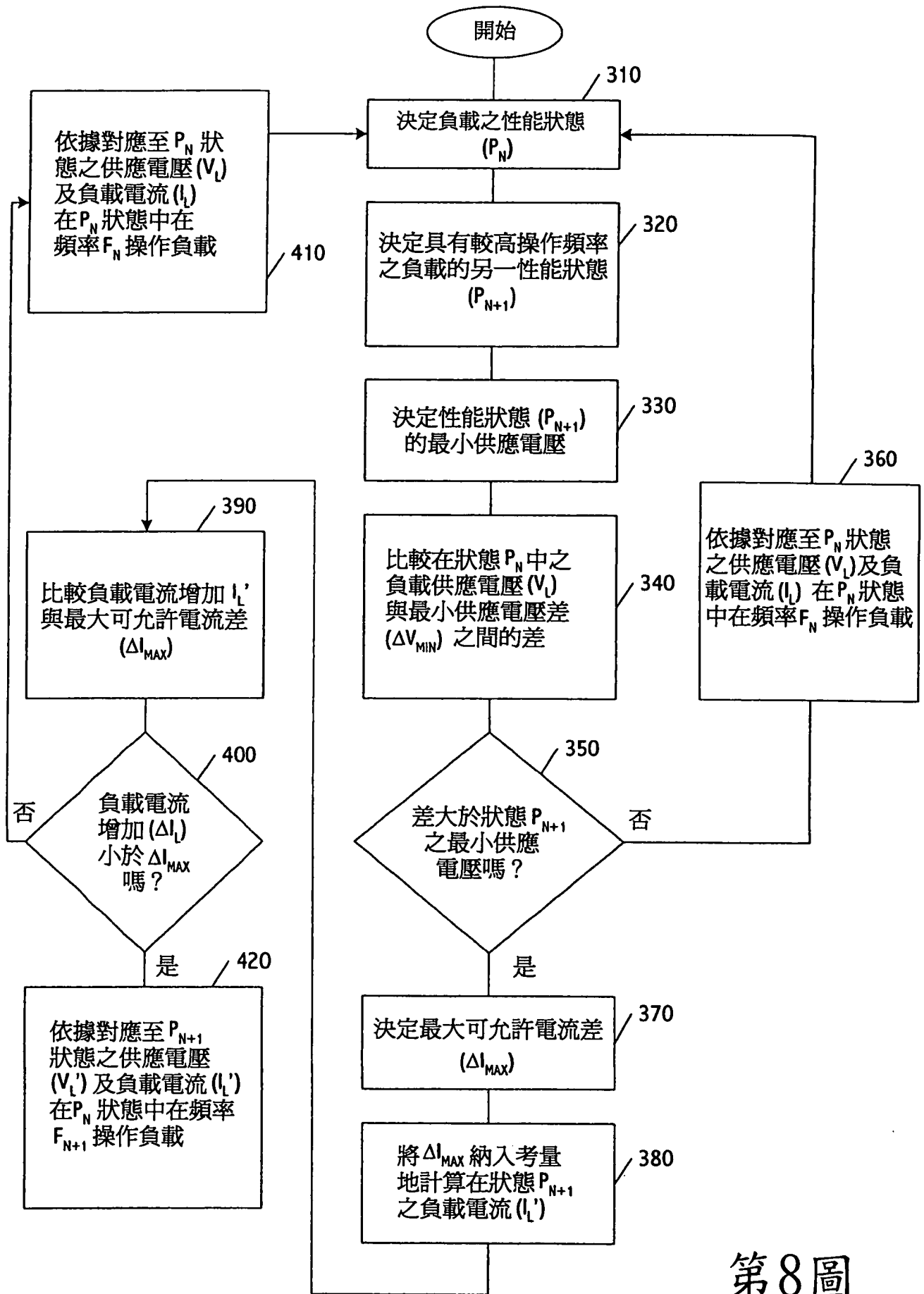
第5圖



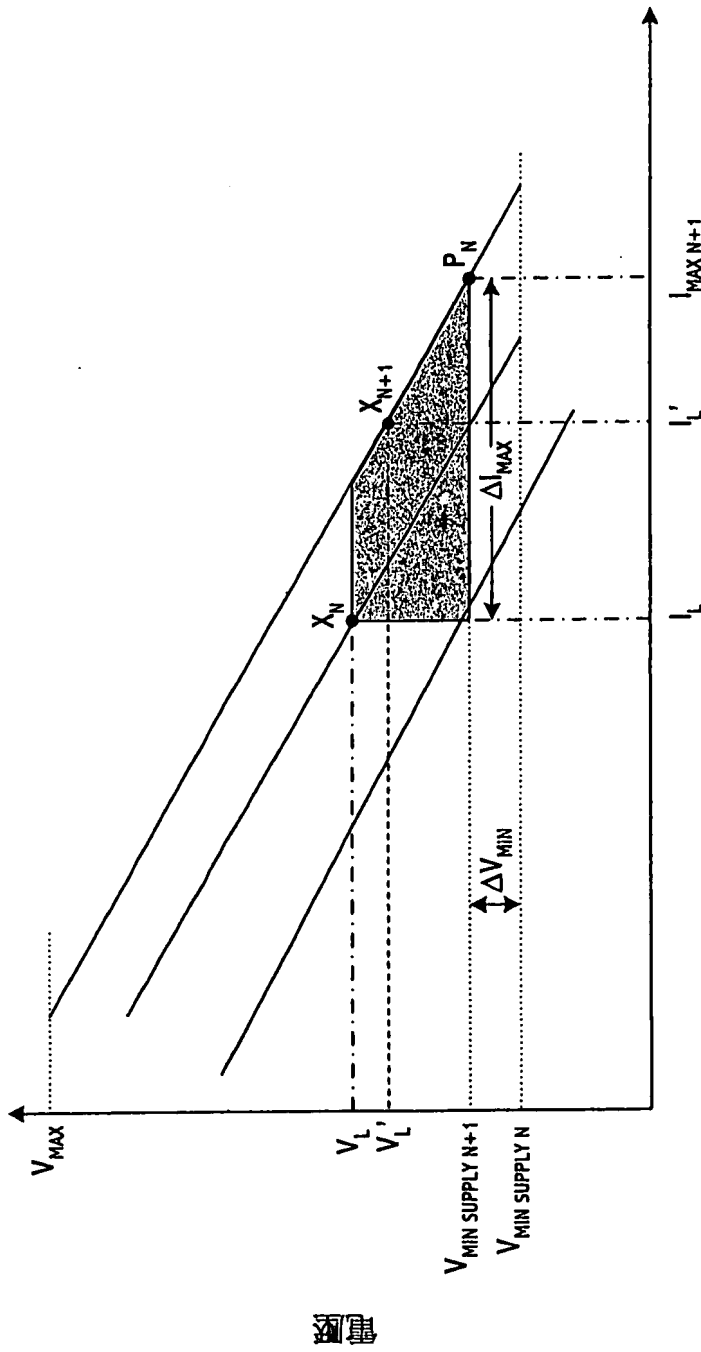
第6圖



第7圖

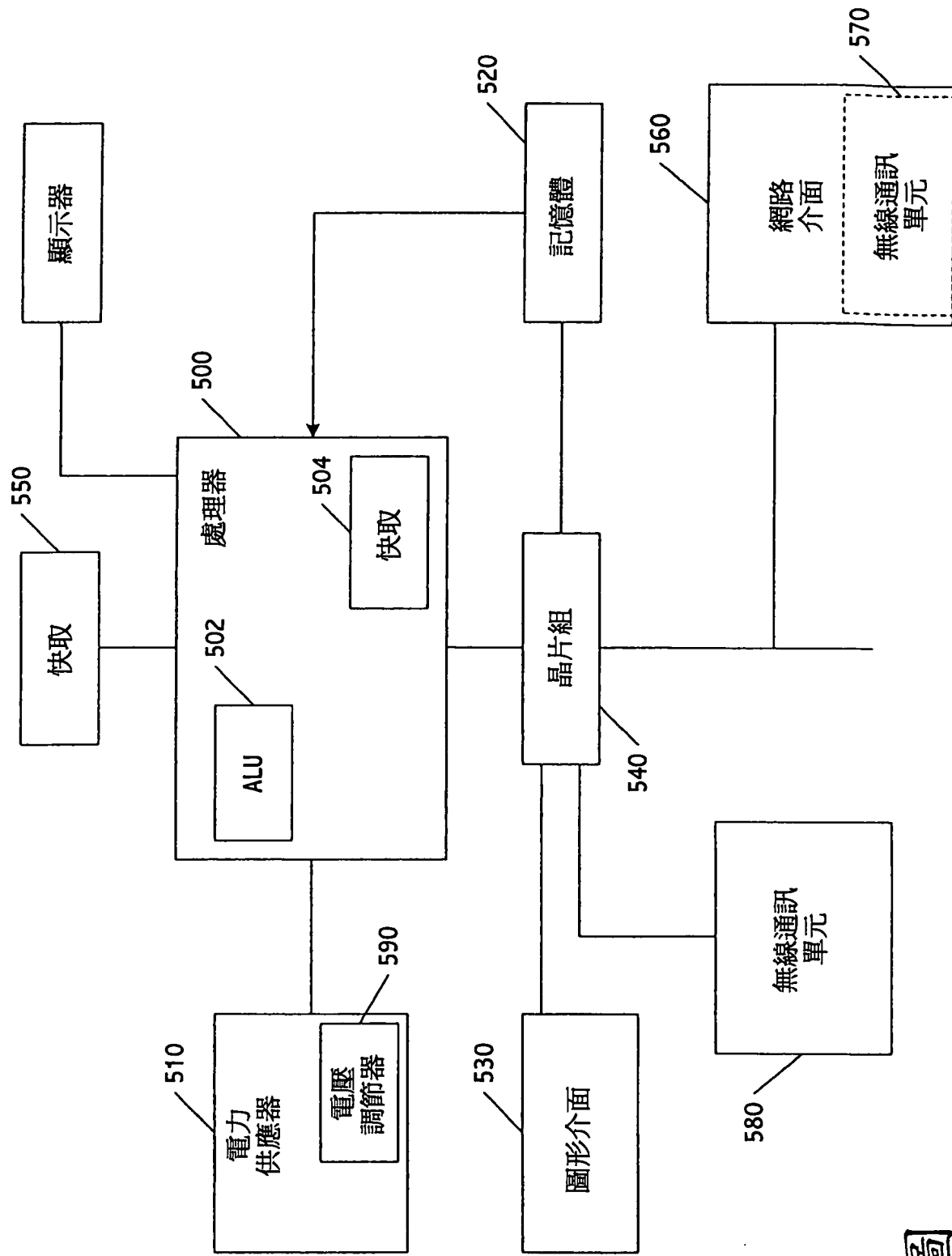


第8圖



負載電流

第9圖



第10圖

四、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：

10：調節器電路

20：負載

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無