



(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 201224748 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：099142387

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 06 日

(51)Int. Cl. : **G06F11/34 (2006.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：薛文燦 HSIEH, WEN TSAN (TW)；葉人傑 YEH, JEN CHIEH (TW)；黃鴻杰 HUANG, HONG JIE (TW)；莊逸堯 CHUANG, I YAO (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：35 項 圖式數：6 共 45 頁

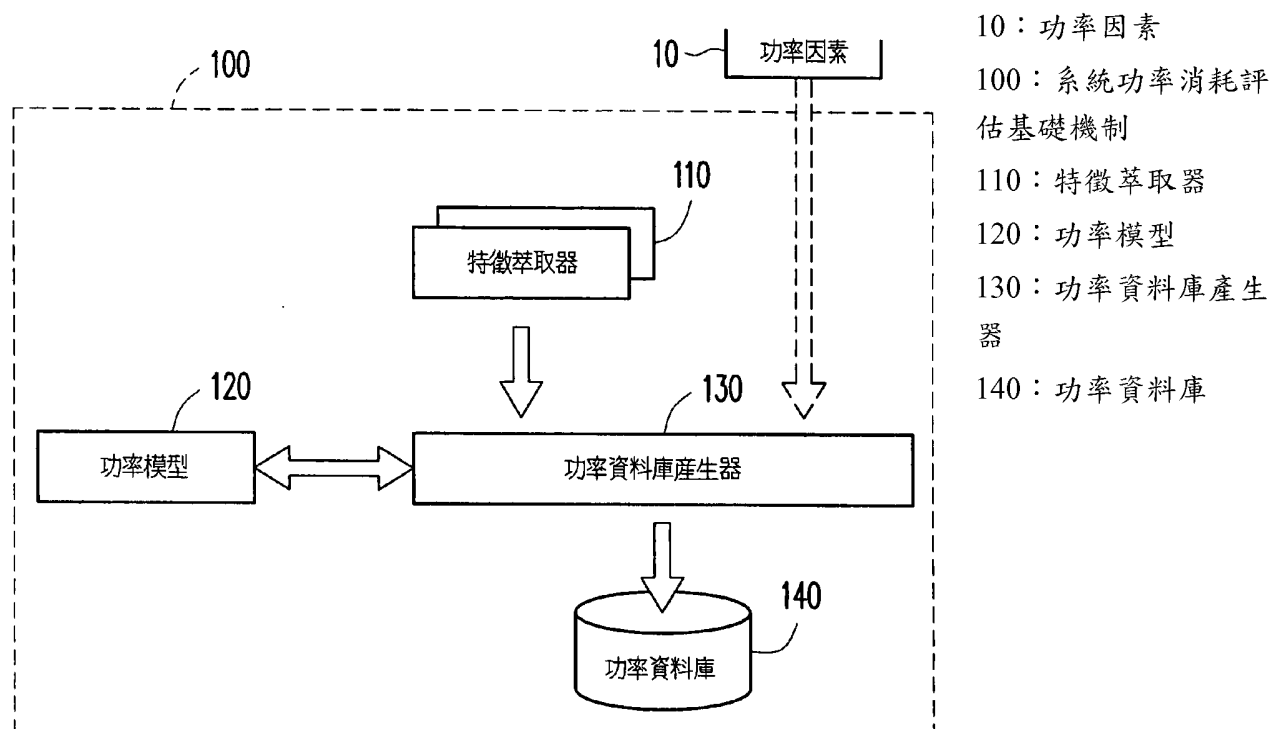
(54)名稱

事務層級之系統功率消耗評估方法與系統

TRANSACTION LEVEL SYSTEM POWER ESTIMATION METHOD AND SYSTEM

(57)摘要

一種事務層級之系統功率消耗評估方法與系統。此方法包括將至少一特徵萃取器插入至目標系統的電子裝置中。於進行事務層級模擬時，所述特徵萃取器萃取該電子裝置之至少一功率特徵。藉由使用功率模型，將所述特徵萃取器所提供的所述功率特徵轉換為至少一功率消耗值。所述功率消耗值被紀錄於功率資料庫，以便作整個系統功率分析使用。在一些實施例中，此系統功率消耗評估方法與系統可應用於具有動態功率管理的目標系統。此系統功率消耗評估方法與系統亦可與高位合成器結合供開發者於短時間內開發具有高階功率消耗評估能力的電子裝置。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本揭露是有關於一種功率消耗評估技術，且特別是有關於一種事務層級之系統功率消耗評估方法與系統，以及其中特徵萃取器之插入方法。

【先前技術】

隨著晶片系統(system-on-chip, SoC)設計複雜度的提升，傳統的暫存器傳送層級(Register Transfer Level, RTL)設計流程所需的產品開發時程越來越長。而現今的晶片系統設計需要軟硬體的高度整合，使得產品開發週期又增加了軟體開發的時程，傳統的 RTL 設計流程卻沒辦法在硬體設計的初期提供軟體模擬的環境。因此，採用電子系統層級(Electronic System Level, ESL)設計來縮短系統軟硬體開發時程，已成為一個必然的趨勢。為了更進一步地重覆利用已開發出來的 ESL 模型，利用高位合成(High-Level Synthesis)工具將 ESL 模型轉成 RTL 也越來越受到廣泛的應用。

功率消耗一直是晶片設計的重要問題，隨著系統層級晶片的複雜度和速度愈來愈高，功率消耗更成為影響晶片以及系統效能和成本的關鍵。目前已有許多研究指出，在 ESL 改善功率消耗的問題比起在 RTL 或閘層級(gate level)的效益高上許多。根據國際半導體技術藍圖(International Technology Roadmap for Semiconductor, ITRS)於 2009 年所

作的研究指出，在 2011 年將有 50% 的功率消耗改善會是在 ESL 完成；而到了 2015 年，預計將有高達 80% 的功率消耗改善會是在 ESL 達成。而在 ESL 中，事務層級 (Transaction Level, TL) 的應用最為廣泛。因此，將估測功率在更早的設計階段以及更高的設計層級—事務層級來進行是非常必要的。

然而，傳統技術在事務層級估測功率消耗仍然面臨許多困難，主要原因在於尚未有成熟的解決方案，設計者需額外花費許多時間為高階的設計模型加上反應功率消耗的功能。此外，雖然目前已經有電子設計自動化(Electronic Design Automation, EDA)廠商開發事務層級估測功率消耗的工具，但是仍然使用 RTL 的功率估測引擎(power engine)。傳統技術未能結合高位合成技術來自動產生帶有功率消耗資訊能力的模型，不易應用於正在開發的電子裝置上。上述情況使得設計者不容易在設計初期階段即從較高階的事務層級來評估、分析功率消耗。

【發明內容】

本揭露提供一種事務層級之系統功率消耗評估方法與系統，在電子系統層級(Electronic System Level, ESL)的設計階段便可以實現高階功率消耗評估，因此能有效縮短系統軟硬體開發時程，增加產品 Time-to-Market 的效益。

本揭露提供一種特徵萃取器(Characteristic Extractor)之插入方法，以將特徵萃取器插入至目標系統的電子裝置

中。因此，當該目標系統進行事務層級模擬時，所述特徵萃取器可以萃取該電子裝置之功率特徵。

本揭露實施例提出一種事務層級(Transaction Level)之系統功率消耗評估方法，包括：插入至少一特徵萃取器至一目標系統的至少一電子裝置中；使該目標系統進行所述事務層級模擬時，所述至少一特徵萃取器萃取該電子裝置之至少一功率特徵；提供一功率模型(Power Model)；使用該功率模型將所述至少一特徵萃取器所提供的所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值；以及所述至少一功率消耗值紀錄於一功率資料庫。

本揭露實施例提出一種電腦可讀取的記錄媒體，儲存一程式。該程式執行如前述事務層級之系統功率消耗評估方法。

本揭露實施例提出一種系統功率消耗評估系統，包括至少一特徵萃取器、一模擬平台、一功率模型、一功率資料庫產生器(Power Database Generator)以及一功率資料庫(Power Database)。所述至少一特徵萃取器被插入至一目標系統的電子裝置中。模擬平台使該目標系統進行事務層級模擬。其中，於所述事務層級模擬時，所述至少一特徵萃取器萃取該電子裝置之至少一功率特徵。功率模型紀錄該電子裝置的功率消耗模型。功率資料庫產生器使用該功率模型，將所述至少一特徵萃取器所提供的所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值。功率資料庫記錄該功率資料庫產生器所輸出的所述至少一功率消耗值。

本揭露實施例提出一種特徵萃取器之插入方法，包括：解析(Parsing)一目標系統的一電子裝置之事務層級模型，以找出該電子裝置之運作狀態之一分支路徑(branch path)；以及插入至少一特徵萃取器至該分支路徑。

本揭露實施例提出一種電腦可讀取的記錄媒體，儲存一程式。該程式執行如前述特徵萃取器之插入方法。

基於上述，本揭露實施例將特徵萃取器插入至目標系統的電子裝置中，使得當該目標系統進行事務層級模擬時，所述特徵萃取器可以萃取該電子裝置之功率特徵。功率資料庫產生器使用該電子裝置所對應的功率模型，將於事務層級模擬過程中特徵萃取器所輸出之功率特徵轉換為功率消耗值，以便作整個系統功率分析使用。因此，在 ESL 的設計階段便可以實現高階功率消耗評估，能有效縮短系統軟硬體開發時程，增加產品 Time-to-Market 的效益。

為讓本揭露之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

電子系統層級(Electronic System Level, ESL)設計方法已證實能有效縮短系統軟硬體開發時程，增加產品 Time-to-Market 的效益。透過模擬平台可以使要開發的系統(以下稱目標系統)進行事務層級模擬。所述模擬平台可以是運行電子設計自動化(Electronic Design Automation, EDA)軟體的電腦平台，也可以是其他具有事務層級模擬能

力的模擬平台。隨著日趨複雜的系統設計，功率消耗的問題也越顯重要，設計者需要在設計初期便針對功率消耗問題作必要的考量及規劃。但傳統技術對於 ESL 的功率消耗評估方法仍尚未十分成熟。本揭露以下實施範例將提供一套系統功率消耗評估基礎機制(infrastructure)，能將原有系統設計的虛擬電子裝置轉換成具有高階(High-Level)功率消耗評估能力的電子裝置。

圖 1 是依照本揭露的實施例說明系統功率消耗評估系統的功能方塊示意圖。此系統功率消耗評估系統包括模擬平台以及系統功率消耗評估基礎機制 100。系統功率消耗評估基礎機制 100 包含至少一特徵萃取器(Characteristic Extractor) 110、一功率模型(Power Model) 120、一功率資料庫產生器(Power Database Generator) 130 以及一功率資料庫(Power Database) 140 等元件。

圖 2A 是依照本揭露的實施例說明事務層級之系統功率消耗評估方法的流程示意圖。請參照圖 1 與圖 2A，步驟 S210 會將所述至少一特徵萃取器 110 插入至目標系統的至少一個電子裝置中。步驟 S210 所進行特徵萃取器 110 之插入方法，需先將目標系統的電子裝置之事務層級模型進行解析(Parsing)，然後依照預設的插入條件(例如事先設定特徵萃取器 110 之插入數量)在該電子裝置中找出適當的安插位置，再將特徵萃取器 110 插入該電子裝置中。例如，步驟 S210 解析該電子裝置之事務層級模型以獲得控制資料流圖(control/data flow graphics, CDFG)，然後從控制資料

流圖中找出該電子裝置運作狀態之一分支路徑(branch path)，以及將特徵萃取器 110 插入至該分支路徑。

模擬平台使該目標系統進行事務層級模擬(步驟 S220)。其中，所述至少一特徵萃取器 110 於所述事務層級模擬的過程中萃取該電子裝置之至少一功率特徵，以及將所述至少一功率特徵傳送給功率資料庫產生器 130。所述至少一功率特徵包括時間標記(time stamp)與/或狀態資訊。

功率模型 120 紀錄該電子裝置的高階功率消耗模型。例如，功率模型 120 紀錄並提供計算該電子裝置之功率消耗值所需的係數值(譬如動態功率係數或是其他係數值)及/或計算式。又例如，功率模型 120 紀錄該電子裝置於不同操作狀態下的功率資訊(譬如靜態功率值、動態功率值或是其他功率資訊)。使用者可以根據電子裝置之規格書將功率資訊輸入功率模型 120 中，或者由使用者自行設定功率模型 120 中的功率資訊，或者使用傳統低階(low level)抽象層級模擬的方式將模擬後的功率資訊輸入至我們提供的功率模型。所述低階抽象層級模擬例如是暫存器傳送層級(Register Transfer Level, RTL)、閘層級(gate level)及電晶體層級(Transistor Level)等層級之功率模擬(power simulation)。

在搭配高位合成器(high level synthesizer)使用的實施例中，可以利用高位合成器產生功率模型 120，因此即使是正處於事務層級開發中的設計模型也能擁有可靠的功率模型 120 可以分析及使用，而不需等到模型設計至 RTL 或

開層級才建構功率模型，真正達到的由上至下設計流程(top-down design flow)的概念。例如，圖 2B 是依照本揭露的實施例說明結合高位合成(high level synthesis, HLS)產生圖 1 中功率模型 120 之示意圖。高位合成器 220 可以是目前或未來為本領域所熟知的任何高位合成工具軟體。高位合成器 220 可以將目標系統的電子裝置之事務層級模型 210 進行解析/合成。一般而言，高位合成器 220 具有控制資料流圖分析(CDFG analysis)功能 221 與功率概況分析(power profiling)功能 222。功能 221 與功能 222 為本領域所熟知的技術，在此不予贅述。

控制資料流圖分析功能 221 可以解析該電子裝置之事務層級模型 210 而獲得控制資料流圖。接下來，控制資料流圖分析功能 221 可以進行本揭露諸實施例中所說明的特徵萃取器 110 插入方法(例如前述步驟 S210)，以便從控制資料流圖中找出該事務層級模型 210 運作狀態之分支路徑，以及自動地將特徵萃取器 110 插入至該分支路徑。

功率概況分析功能 222 可以將該事務層級模型 210 合成為低階模型(low level model)，然後依據控制資料流圖分析功能 221 的分析結果，以低階模擬的方式求得控制資料流圖部分或所有分支路徑的功率資訊。功率概況分析功能 222 依據使用者的模擬需求，將控制資料流圖部分或所有分支路徑的功率資訊建立為功率模型 120。因此，功率概況分析功能 222 實現了由上至下之功率模型建立(Top-down power model creation)。由於。功率概況分析功

能 222 是以低階模擬的方式求得功率模型 120 內的功率資訊，因此在 ESL 的設計階段便可以實現較高準確度的高階功率消耗評估。

請參照圖 1 與圖 2A，於步驟 S230 中，功率資料庫產生器 130 使用功率模型 120，將所述至少一特徵萃取器 110 所提供的所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值。接下來，功率資料庫產生器 130 將所述至少一功率消耗值與對應的時間標記(time stamp)記錄於功率資料庫 140 (步驟 S240)，以便作整個目標系統的功率分析使用。所述功率消耗值可以包含動態功率消耗值與/或靜態功率消耗值。

在其他實施例中，若所述目標系統具有動態功率管理(dynamic power management, DPM)功能，則功率資料庫產生器 130 還可以從所述目標系統的 DPM 控制器、功率管理單元(power management unit, PMU)及/或其他控制電路接收額外的功率因素(power factor) 10。所述功率因素 10 可以是該電子裝置的操作電壓、時脈頻率及/或 DPM 狀態等等。所述 DPM 狀態可能包含高電壓模式、低電壓模式以及/或是休眠模式等。功率資料庫產生器 130 使用所述功率因素 10 與功率模型 120，將特徵萃取器 110 所提供的功率特徵轉換為功率消耗值，以及將功率消耗值與對應的時間標記記錄於功率資料庫 140。透過額外功率因素 10 的輸入，系統功率消耗評估基礎機制 100 的功率資料庫產生器 130 可以動態調整並正確地反應不同狀態時的功率消耗。

上述被插入該電子裝置中的特徵萃取器 110 只會將該電子裝置的功率特徵(例如該電子裝置的操作狀態等)通知功率資料庫產生器 130，而不會干涉該電子裝置的操作，因此不需改寫該電子裝置的事務層級模型(Transaction Level Model, TLM)。在不需改寫該電子裝置原本設計模型內容的情況下，系統功率消耗評估基礎機制 100 利用此四元件的特性，將一個事務層級的設計模型轉換成帶有功率資訊回報功能的事務層級模型，即可彈性使用各種功率模型，並能在不同的時序層級進行軟硬體系統功率模擬分析、低功率架構探索以及動態電源管理之策略制定。此外更可以結合高位合成技術將此基礎機制轉換過程加以自動化，進一步減少設計的時程而在設計早期階段實現高階功率消耗評估。

上述系統功率消耗評估基礎機制 100 可以應用於任何形式的目標系統之事務層級模型中。例如，圖 3 是依照本揭露實施例說明一種目標系統 300 之功能模塊示意圖。請參照圖 3，目標系統 300 包括多個電子裝置，例如處理器 310、記憶體 320、直接記憶體存取(Direct Memory Access, DMA)控制器 330、其他矽智財(Intellectual Property, IP)元件 340 以及匯流排(bus) 350 等電子裝置。處理器 310 可以是中央處理單元(central processing unit, CPU)、數位信號處理器 (Digital Signal Processor, DSP)、微控制器 (micro-controller)或其他處理器/控制器。處理器 310、記憶

體 320、DMA 控制器 330、矽智財元件 340 彼此之間均透過匯流排 350 相互溝通。

如前述實施例的說明，系統功率消耗評估基礎機制 100 可以應用於圖 3 所示處理器 310、記憶體 320、DMA 控制器 330、矽智財元件 340、匯流排 350 等電子裝置中。在每一個電子裝置中安插完對應的特徵萃取器 110 之後，特徵萃取器 110 便可與功率資料庫產生器 130 及功率模型 120 作連結。在模擬的過程中，目標系統 300 中每一個電子裝置的功率資料庫產生器 130 會自動接受各自的特徵萃取器 110 傳來的功率特徵。這些功率資料庫產生器 130 搭配各自的功率模型 120 以及/或者額外功率因素(Power Factors) 10，產生出各自的功率資料庫 140，如圖 1 所示。由目標系統 300 中各個電子裝置(例如電子裝置 310、320、330、340、350 等)的功率資料庫 140 所記錄之功率消耗值進行加總，而成為整個目標系統 300 的功率消耗值。因此，在 ESL 的設計階段便可以實現整個系統的高階功率消耗評估。

在此以圖 4 說明圖 2A 中步驟 S210 的實施範例。圖 4 是依照本揭露的實施例說明一種特徵萃取器 110 插入方法的流程示意圖。步驟 S405 將目標系統 300 的電子裝置(例如處理器 310)之事務層級模型提供給模擬平台。以下將以處理器 310 為說明範例，目標系統 300 的其他電子裝置可以參照處理器 310 的相關說明。

模擬平台進行步驟 S410 以將處理器 310 之事務層級模型進行源碼層級解析(source level parsing)，以獲得處理器 310 之控制資料流圖(CDFG)。另一方面，步驟 S415 將預設的條件(constraint，例如事先設定特徵萃取器 110 之插入數量)提供給模擬平台。然後步驟 S420 依照步驟 S415 的插入條件在處理器 310 中找出適當的安插位置(例如某一支路徑的起始處)。所述條件可以是根據處理器 310 之矽智財規格書來決定，或者由使用者自行設定所述條件，或者依照設計需求所關心的某關鍵狀態來設定所述條件。

步驟 S425 判斷目前所找到的分支路徑(branch path)是否符合所述條件。若目前所找到的分支路徑不符合所述條件，則跳至 S435 判斷是否有下一個分支路徑存在。若步驟 S425 判斷目前所找到的分支路徑符合所述條件，則進行步驟 S430，以便將特徵萃取器 110 插入目前所找到的分支路徑中。步驟 S435 判斷是否尚有未檢查的分支路徑。若有未檢查的分支路徑，則回到步驟 S420 以便找出下一個分支路徑。若步驟 S435 判斷處理器 310 的所有分支路徑都已檢查，則完成圖 2A 所示步驟 S210。

在此假設處理器 310 之事務層級模型的部分虛擬碼(pseudo code)如下：

```
SC_MODULE(DSP)
{
    .....
    if (dsp_run_flag)
    {
        if(cache-miss_flag)
        {
```

```

        .....
    } else
    {
        .....
    }
} else if(dsp_config_flag)
{
    .....
} else
{
    //idle
    .....
}
.....
}

```

上述虛擬碼可以代表處理器 310 事務層級模型之源碼 (source code)。圖 5 是依照本揭露的實施例說明圖 3 所示處理器 310 的運作狀態示意圖。若事件 dsp_run_flag 不成立而事件 dsp_config_flag 成立，則處理器 310 進入配置狀態 510。若事件 dsp_run_flag 成立而事件 cache-miss_flag 不成立，則處理器 310 進入活動(active)狀態 520。若事件 dsp_run_flag 與事件 cache-miss_flag 皆成立，則處理器 310 進入快取錯失(cache miss)狀態 530。若事件 dsp_run_flag 與事件 dsp_config_flag 皆不成立，則處理器 310 進入閒置(idle)狀態 540。因此，經由步驟 S410 將處理器 310 之事務層級模型進行解析後，可以知道處理器 310 具有配置狀態 510、活動狀態 520、快取錯失狀態 530、閒置狀態 540 等 4 個分支路徑。

在此假設步驟 S415 的條件是「所有分支路徑」，因此步驟 S430 會在配置狀態 510、活動狀態 520、快取錯失

狀態 530、閒置狀態 540 等 4 個分支路徑各自插入一個特徵萃取器 110。插入特徵萃取器 110 後之事務層級模型的部分虛擬碼(pseudo code)如下：

```
SC_MODULE(DSP)
{
    PowerDatabaseGen DSP_PDG;      //鏈結功率資料庫產生器 130
    DSP_PDG(DSP_PowerModel);      //鏈結功率模型 120
    .....
    if (dsp_run_flag)
    {
        if(cache-miss_flag)
        {
            DSP_PDG.PowerExtractor(Characteristic(Cache-miss)); //第一個特徵
                                                                    萃取器 110
            .....
        } else
        {
            DSP_PDG.PowerExtractor(Characteristic(Active)); //第二個特徵萃取
                                                                    器 110
            .....
        }
    } else if(dsp_config_flag)
    {
        DSP_PDG.PowerExtractor(Characteristic(Conf)); //第三個特徵萃取器
                                                                    110
        .....
    } else
    {
        //idle
        DSP_PDG.PowerExtractor(Characteristic(Idle)); //第四個特徵萃取器
                                                                    110
        .....
    }
    .....
}
```

因此，步驟 S220 使目標系統 300 進行事務層級模擬時，插入處理器 310 的特徵萃取器 110 可以在所述事務層

級模擬的過程中萃取處理器 310 之功率特徵，也就是將處理器 310 當前所進行的操作狀態傳送給功率資料庫產生器 130。

在此以 DMA 控制器 330 為例，說明圖 2A 所示步驟 S210 的另一實施例。本實施例所進行「找出電子裝置之分支路徑」之步驟，是藉由模擬平台將電子裝置(DMA 控制器 330)之事務層級模型進行解析後，獲得 DMA 控制器 330 的控制資料流圖(CDFG)。例如，圖 6 是依照本揭露的實施例說明圖 3 所示 DMA 控制器 330 的控制資料流圖(CDFG)。其中，斜線網底的圓表示分支點(branch point) 611~615，而空心圓表示運算元(運算動作或運算指令) 620。藉由分支點 610 的判斷，DMA 控制器 330 會進入多個分支路徑的中的一個路徑。

接下來，模擬平台從該控制資料流圖找出 DMA 控制器 330 之多個分支點。圖 6 中顯示 5 個分支點 611~615，每一個分支點 611~615 各自具有數量不等的多個分支路徑，而這些路徑各自具有數量不等的一或多個運算元 620。

接下來，模擬平台計算每一個分支點 611~615 之每一個分支路徑的運算元數量。例如，分支點 612 至分支點 613 之間具有 4 條分支路徑，而這些分支路徑各自具有 2 個運算元 620。又例如，分支點 613 具有 2 條分支路徑，其中分支點 613 至分支點 615 之分支路徑具有 3 個運算元 620，而分支點 613 經由分支點 614 至分支點 615 之分支路徑具

有 5 個運算元 620。再例如，分支點 611 具有 2 條分支路徑，其分別具有 0 個與 7 個運算元 620，如圖 6 所示。

接下來，模擬平台計算每一個分支點 611~615 之運算元數量差異。所謂運算元數量差異，是指在該分支點上具有最多運算元 620 之分支路徑與具有最少運算元 620 之分支路徑，二者運算元數量的差值。例如，分支點 612 的 4 條分支路徑各自具有 2 個運算元 620，因此分支點 612 之運算元數量差異為 $2-2=0$ 。又例如，分支點 613 有 2 條分支路徑，這 2 條分支路徑的運算元數量分別為 3 個運算元與 5 個運算元，因此分支點 613 之運算元數量差異為 $5-3=2$ 。再例如，分支點 611 具有 2 條分支路徑，這 2 條分支路徑的運算元數量分別為 0 個運算元與 7 個運算元，因此分支點 611 之運算元數量差異為 $7-0=7$ 。

依據前面所計算的運算元數量差異，從該些分支點 611~615 中選擇至少一關鍵分支點。然後，將特徵萃取器 110 插入至所述至少一關鍵分支點的分支路徑上。上述選擇至少一關鍵分支點之步驟可以任何方式實現。例如，定義一個臨界值，然後從這些分支點 611~615 中選擇運算元數量差異大於等於該臨界值的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。例如將臨界值設定為 2，則分支點 611 與分支點 613 都會被選擇作為所述關鍵分支點。若將臨界值設定為 0，則所有分支點 611~615 都會被選擇作為所述關鍵分支點。

在本實施例中，上述選擇至少一關鍵分支點之步驟也可以從該些分支點 611~615 中選擇運算元數量差異最多的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。以圖 6 為例，因為分支點 611 的運算元數量差異最多，因此分支點 611 被選為關鍵分支點。也就是說，本實施例將 DMA 控制器 330 的功率模式(power mode)分為閒置狀態 Mode_2 與活動狀態 Mode_1。

在此假設 DMA 控制器 330 之事務層級模型的部份虛擬碼(pseudo code)如下：

```
SC_MODULE(DMA)
{
    .....
    If(DMA_EN_Flag)
    {
        .....
    } else
    {
        //idle
        .....
    }
    .....
}
```

上述虛擬碼可以代表 DMA 控制器 330 事務層級模型之源碼(source code)。若事件 DMA_EN_Flag 不成立，則 DMA 控制器 330 進入閒置狀態 Mode_2。若事件 DMA_EN_Flag 成立，則 DMA 控制器 330 進入活動狀態 Mode_1。由於分支點 611 被選為關鍵分支點，因此分支點 611 的 2 條分支路徑各自插入一個特徵萃取器 110。插入特

徵萃取器 110 後之事務層級模型的部份虛擬碼(pseudo code)如下：

```
SC_MODULE(DMA)
{
    PowerDatabaseGen DMA_PDG;    //鏈結功率資料庫產生器 130
    DMA_PDG(DMA_PowerModel);    //鏈結功率模型 120
    .....
    If(DMA_EN_Flag)
    {
        .....
        DMA_PDG.PowerExtractor(Characteristic(Mode_1)); //第一個特徵萃取
                                                         器 110
        .....
    } else
    {
        .....
        DMA_PDG.PowerExtractor(Characteristic(Mode_2)); //第二個特徵萃取
                                                         器 110
        .....
    }
    .....
}
```

因此，目標系統 300 進行事務層級模擬時，插入 DMA 控制器 330 的特徵萃取器 110 可以在所述事務層級模擬的過程中萃取 DMA 控制器 330 之功率特徵，也就是將 DMA 控制器 330 當前所進行的操作狀態傳送給功率資料庫產生器 130。

功率資料庫產生器 130 使用功率模型 120，將所述特徵萃取器 110 所提供的功率特徵轉換為功率消耗值。在本實施例中功率模型 120 包含查找表(lookup table)。該查找表包括模式欄位、動態功率係數(Dynamic Power

Coefficient) 欄位及 / 或靜態功率係數 (Static Power Coefficient) 欄位。例如，DMA 控制器 330 的功率模型 120 可以包含表 1 所示查找表。

表 1：DMA 控制器 330 的功率模型 120

模式	動態功率係數	靜態功率係數
活動狀態 Mode_1	0.00006683	0.00533
閒置狀態 Mode_2	0.00005995	0.00532

在前述步驟 230 中，DMA 控制器 330 的功率資料庫產生器 130 從 DMA 控制器 330 的特徵萃取器 110 中獲得 DMA 控制器 330 的功率特徵(在此為操作狀態/模式)。依據特徵萃取器 110 所提供的目前操作狀態/模式，功率資料庫產生器 130 可以查找 DMA 控制器 330 的功率模型 120 中(如表 1 所示查找表)的模式欄位，而從該查找表取得對應的動態功率係數欄位的值與靜態功率係數欄位的值。其中，該動態功率係數欄位的值可以為動態功率係數或動態電流係數。若該動態功率係數欄位的值為動態功率係數，則功率資料庫產生器 130 可以計算 DMA 控制器 330 在目前操作狀態/模式的動態功率值=動態功率係數×時脈頻率，其中該時脈頻率為 DMA 控制器 330 的操作頻率。若該動態功率係數欄位的值為動態電流係數，則功率資料庫產生器 130 可以計算 DMA 控制器 330 在目前操作狀態/模式的動態功率值=動態電流係數×電壓值×時脈頻率。而靜

態功率係數欄位的值可以直接為靜態功率值或靜態電流係數。若該靜態功率係數欄位的值為靜態電流係數，則功率資料庫產生器 130 可以計算 DMA 控制器 330 在目前操作狀態/模式的靜態功率值=靜態電流係數×電壓值，其中以上所述電壓值為 DMA 控制器 330 的操作電壓(由圖 1 所示「功率因素 10」所提供)。所述動態功率值與靜態功率值作為該時脈頻率為 DMA 控制器 330 的功率消耗值。然後，功率資料庫產生器 130 可以將 DMA 控制器 330 的識別碼、目前操作狀態/模式、靜態功率、動態功率與對應的時間標記寫入功率資料庫 140。

又例如，若所述目標系統 300 具有動態功率管理功能，則處理器 310 的功率模型 120 所包含的查找表至少具有功率因素欄位、模式欄位與功率係數欄位，其中功率因素欄位的內容是對應於圖 1 所示功率因素 10，而功率係數欄位包含了動態功率係數欄位與/或靜態功率係數欄位。例如，表 2 所示查找表便包含了操作電壓欄位(即功率因素欄位)、模式欄位、動態功率係數欄位與靜態功率係數欄位。與表 1 相比較，表 2 增加了處理器 310 的不同操作電壓欄位。

表 2：處理器 310 的功率模型 120

操作電壓	模式	動態功率係數	靜態功率係數
0.8V	配置狀態 510	0.0001175	0.0181

0.8V	活動狀態 520	0.0001313	0.0271
0.8V	快取錯失狀態 530	0.0000875	0.0269
0.8V	閒置狀態 540	0.0001168	0.0175
0.9V	配置狀態 510	...	...
...	...	...	...

在前述步驟 230 中，處理器 310 的功率資料庫產生器 130 從處理器 310 的特徵萃取器 110 中獲得處理器 310 的功率特徵(在此為操作狀態/模式)及模擬時所接收的功率因素 10 (在此為操作電壓)。依據特徵萃取器 110 所提供的目前操作狀態/模式及功率因素 10 所提供的操作電壓，功率資料庫產生器 130 便可以查找處理器 310 的功率模型 120 中(如表 2 所示)的操作電壓欄位(即功率因素欄位)與模式欄位，而從該查找表取得對應的動態功率係數欄位的值與靜態功率係數欄位的值。其中，該動態功率係數欄位的值可以為動態功率係數或動態電流係數。若該動態功率係數欄位的值為動態功率係數，則功率資料庫產生器 130 可以計算處理器 310 在目前操作狀態/模式的動態功率=動態功率係數×時脈頻率，其中該時脈頻率為處理器 310 的操作頻率。若該動態功率係數欄位的值為動態電流係數，則功率資料庫產生器 130 可以計算處理器 310 在目前操作狀態/模式的動態功率值=動態電流係數×電壓值×時脈頻率。而靜態功率係數欄位的值可以直接為靜態功率值或靜態電流係數。若該靜態功率係數欄位的值為靜態電流係數，則

功率資料庫產生器 130 可以計算 DMA 控制器 330 在目前操作狀態/模式的靜態功率值=靜態電流係數×電壓值，其中以上所述電壓值為處理器 310 的操作電壓(由圖 1 所示「功率因素 10」所提供)。然後，功率資料庫產生器 130 可以將處理器 310 的識別碼、目前操作狀態/模式、靜態功率、動態功率與對應的時間標記寫入功率資料庫 140。

處理器 310、記憶體 320、DMA 控制器 330、其他矽智財元件 340 以及匯流排 350 等電子裝置的資料庫產生器 130 可以在事務層級模擬過程中計算出各自靜態功率與/或動態功率。接下來，這些資料庫產生器 130 可以將每一個電子裝置的識別碼、目前操作狀態/模式、靜態功率、動態功率與對應的時間標記(time stamp)寫入功率資料庫 140。應用本實施例者可以任何型式之資料結構去實現功率資料庫 140。例如，功率資料庫 140 可以包括模式欄位、時間標記欄位與功率消耗值欄位。所述功率消耗值欄位可以包含動態功率欄位與/或靜態功率欄位。表 3 說明目標系統 300 的功率資料庫 140 的範例內容，其中識別碼「1」表示記憶體 320。

表 3：目標系統 300 的功率資料庫 140 內容

識別碼	時間標記	動態功率	靜態功率	模式
1	0	0	0.00082	閒置狀態
1	0	0.053880	0.003786	寫入狀態
1	570118 ns	0.029722	0.001438	讀取狀態

1	670251 ns	0.037472	0.001438	讀取狀態
...	...	...	...	...

上述實施例將特徵萃取器 110 插入至目標系統 300 的電子裝置中，使得當目標系統 300 進行事務層級模擬時，所述特徵萃取器 110 可以萃取該電子裝置之功率特徵。功率資料庫產生器 130 使用該電子裝置所對應的功率模型 120，將於事務層級模擬過程中特徵萃取器 110 所輸出之功率特徵轉換為功率消耗值。因此，在 ESL 的設計階段便可以實現高階功率消耗評估，能有效縮短系統軟硬體開發時程，增加產品 Time-to-Market 的效益。根據實驗數據，使用上述諸實施例的功耗估計方法能有 90% 以上的準確度。

上述諸實施例的功率資料庫產生器 130 可支援動態功率管理(Dynamic Power Management, DPM)。若該系統 300 中有利用某一特定控制器(如功率管理單元(Power Management Unit, PMU))來動態控制時脈頻率、操作電壓以及功率操作模式(例如活動模式、休眠模式等)時，此特定控制器即可將所述動態功率管理的相關資訊(即功率因素 10)輸入至功率資料庫產生器 130。功率資料庫產生器 130 的主要作用是在事務層級模擬中收集必要資訊並轉換為功率消耗值。因此，功率資料庫產生器 130 可以動態調整並正確地反應不同狀態時的功率消耗。

上述諸實施例可以硬體方式實現之。所屬領域之技術人員可以參照上述諸實施例之說明，以電腦程式的形式實

現之，並利用電腦可讀取儲存媒體儲存此一電腦程式，以利電腦執行特徵萃取器 110 之插入方法，以及執行上述諸實施例所述系統功率消耗評估方法。或者，上述諸實施例所述部分構件以硬體實現，其他構件以軟體實現，而由硬體與軟體協同運作來所述系統功率消耗評估方法。

雖然本揭露已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本揭露，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本揭露之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本揭露之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 是依照本揭露的實施例說明系統功率消耗評估系統的功能方塊示意圖。

圖 2A 是依照本揭露的實施例說明事務層級之系統功率消耗評估方法的流程示意圖。

圖 2B 是依照本揭露的實施例說明結合高位合成產生圖 1 中功率模型之示意圖。

圖 3 是依照本揭露實施例說明一種目標系統之功能模塊示意圖。

圖 4 是依照本揭露的實施例說明一種特徵萃取器插入方法的流程示意圖。

圖 5 是依照本揭露的實施例說明圖 3 所示處理器的運作狀態示意圖。

圖 6 是依照本揭露的實施例說明圖 3 所示直接記憶體存取控制器的控制資料流圖(CDFG)。

【主要元件符號說明】

- 10：功率因素
- 100：系統功率消耗評估基礎機制
- 110：特徵萃取器
- 120：功率模型
- 130：功率資料庫產生器
- 140：功率資料庫
- 210：電子裝置之事務層級模型
- 220：高位合成器
- 221：控制資料流圖分析功能
- 222：功率概況分析功能
- 300：目標系統
- 310：處理器
- 320：記憶體
- 330：直接記憶體存取控制器
- 340：矽智財元件
- 350：匯流排
- 510~540、Mode_1、Mode_2：狀態
- 611~615：分支點
- 620：運算元
- S210~S240、S405~S435：步驟

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 99142387

※ 申請日： 99.12.6

※IPC 分類：

G06F11/34

(2006.01)

一、發明名稱：

事務層級之系統功率消耗評估方法與系統

TRANSACTION LEVEL SYSTEM POWER
ESTIMATION METHOD AND SYSTEM

二、中文發明摘要：

一種事務層級之系統功率消耗評估方法與系統。此方法包括將至少一特徵萃取器插入至目標系統的電子裝置中。於進行事務層級模擬時，所述特徵萃取器萃取該電子裝置之至少一功率特徵。藉由使用功率模型，將所述特徵萃取器所提供的所述功率特徵轉換為至少一功率消耗值。所述功率消耗值被紀錄於功率資料庫，以便作整個系統功率分析使用。在一些實施例中，此系統功率消耗評估方法與系統可應用於具有動態功率管理的目標系統。此系統功率消耗評估方法與系統亦可與高位合成器結合供開發者於短時間內開發具有高階功率消耗評估能力的電子裝置。

三、英文發明摘要：

A transaction level (TL) system power estimation method and system are provided. The method includes a step for inserting at least a characteristic extractor into an electronic device of a target system. The characteristic extractor extracts at least a power characteristic of the electronic device when a TL simulation is proceeding. The power characteristic provided from the characteristic extractor is converted to at least a power consumption value by using a power model. The power consumption value is recorded into a power database for analyzing power consumption of the whole target system. In some embodiments, the TL system power estimation method and system can be applied in the target system with dynamic power management. The TL system power estimation method and system also can be used with high level synthesizer to develop the power-aware electronic device in a short time.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

10：功率因素

100：系統功率消耗評估基礎機制

七、申請專利範圍：

1. 一種事務層級之系統功率消耗評估方法，包括：

插入至少一特徵萃取器至一目標系統的至少一電子裝置中；

使該目標系統進行事務層級模擬，其中於所述事務層級模擬時，所述至少一特徵萃取器萃取該電子裝置之至少一功率特徵；

提供一功率模型；

使用該功率模型將所述至少一特徵萃取器所提供的所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值；以及

所述至少一功率消耗值紀錄於一功率資料庫。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中所述插入至少一特徵萃取器之步驟包括：

解析該電子裝置之事務層級模型，以找出該電子裝置之運作狀態之一分支路徑；以及

插入所述至少一特徵萃取器至該分支路徑。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中所述插入至少一特徵萃取器之步驟包括：

解析該電子裝置之事務層級模型，以找出該電子裝置之運作狀態之多個分支點，其中該些分支點的每一者具有多個分支路徑；

計算每一個分支點之每一個分支路徑的運算元數量；

計算每一個分支點之一運算元數量差異；

依據所述運算元數量差異，從該些分支點中選擇至少一關鍵分支點；以及

插入所述至少一特徵萃取器至所述至少一關鍵分支點的所述分支路徑。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中所述選擇至少一關鍵分支點之步驟包括：

從該些分支點中選擇所述運算元數量差異最多的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中所述選擇至少一關鍵分支點之步驟包括：

定義一臨界值；以及

從該些分支點中選擇所述運算元數量差異大於該臨界值的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中所述至少一功率特徵包括一時間標記及/或一狀態資訊。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率模型提供計算所述至少一功率消耗值所需的係數值及/或計算式。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率模型包含一查找表，該查找表

包括一模式欄位與一動態功率係數欄位，而所述將所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值之步驟包括：

依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值；以及

將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值作為所述至少一功率消耗值。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一模式欄位與一靜態功率係數欄位，而所述將所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值之步驟包括：

依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該靜態功率係數欄位的值；以及

將該靜態功率係數欄位的值作為所述至少一功率消耗值，或將該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓作為所述至少一功率消耗值。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一模式欄位、一動態功率係數欄位與一靜態功率係數欄位，而所述將所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值之步驟包括：

依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值與對應的該靜態功率係數欄位的值；

將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值；以及

將該靜態功率係數欄位的值或該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓後的值，以及該動態功率值，作為所述至少一功率消耗值。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一功率因素欄位、一模式欄位與一動態功率係數欄位，而所述將所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值之步驟包括：

依據動態功率管理的一功率因素而查找該查找表的該功率因素欄位，以及依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值；以及

將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值作為所述至少一功率消耗值。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一功率因素欄位、一模式欄位與一靜態功率係數欄位，而所述將所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值之步驟包括：

依據動態功率管理的一功率因素而查找該查找表的該功率因素欄位，以及依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該靜態功率係數欄位的值；以及

將該靜態功率係數欄位的值作為所述至少一功率消耗值，或將該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓作為所述至少一功率消耗值。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一功率因素欄位、一模式欄位、一動態功率係數欄位與一靜態功率係數欄位，而所述將所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值之步驟包括：

依據動態功率管理的一功率因素而查找該查找表的該功率因素欄位，以及依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值與對應的該靜態功率係數欄位的值；

將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值；以及

將該靜態功率係數欄位的值或該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓後的值，與該動態功率值，作為所述至少一功率消耗值。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中該功率資料庫包括一模式欄位、一時間標記欄位與一功率消耗值欄位。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法，其中所述提供一功率模型之步驟包括：

由一高位合成器對所述電子裝置進行一控制資料流圖分析功能；

由該高位合成器對所述電子裝置進行一功率概況分析功能，其中所述功率概況分析功能依據所述控制資料流圖分析功能的分析結果，以低階模擬的方式求得所述電子裝置之控制資料流圖中多個分支路徑的功率資訊；以及

將所述多個分支路徑的功率資訊建立為該功率模型。

16. 一種電腦可讀取的記錄媒體，儲存一程式，該程式執行如申請專利範圍第 1 項所述事務層級之系統功率消耗評估方法。

17. 一種系統功率消耗評估系統，包括：

至少一特徵萃取器，被插入至一目標系統的至少一電子裝置中；

一模擬平台，使該目標系統進行事務層級模擬，其中於所述事務層級模擬時，所述至少一特徵萃取器萃取該電子裝置之至少一功率特徵；

一功率模型，紀錄該電子裝置的功率消耗模型；

一功率資料庫產生器，使用該功率模型將所述至少一特徵萃取器所提供的所述至少一功率特徵轉換為至少一功率消耗值；以及

一功率資料庫，記錄該功率資料庫產生器所輸出的所述至少一功率消耗值。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該模擬平台解析該電子裝置之事務層級模型，以找出該電子裝置之運作狀態之一分支路徑；以及該模擬平台將所述至少一特徵萃取器插入至該分支路徑。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該模擬平台解析該電子裝置之事務層級模型，以找出該電子裝置之運作狀態之多個分支點，而該些分支點的每一者具有多個分支路徑；該模擬平台計算每一個分支點之每一個分支路徑的運算元數量；該模擬平台計算每一個分支點之一運算元數量差異；該模擬平台依據所述運算元數量差異，從該些分支點中選擇至少一關鍵分支點；以及該模擬平台將所述至少一特徵萃取器插入至所述至少一關鍵分支點的所述分支路徑。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該模擬平台從該些分支點中選擇運算元數量差異最多的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該模擬平台從該些分支點中選擇運算元數量差異大於一臨界值的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。

22. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中所述至少一功率特徵包括一時間標記及/或一狀態資訊。

23. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率模型提供計算所述至少一功率消耗值所需的係數值及/或計算式。

24. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一模式欄位與一動態功率係數欄位；該功率資料庫產生器依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值；以及該功率資料庫產生器將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值作為所述至少一功率消耗值。

25. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一模式欄位與一靜態功率係數欄位；該功率資料庫產生器依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該靜態功率係數欄位的值；以及該功率資料庫產生器將該靜態功率係數欄位的值作為所述至少一功率消耗值，或將該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓作為所述至少一功率消耗值。

26. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一

模式欄位、一動態功率係數欄位與一靜態功率係數欄位；該功率資料庫產生器依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值與對應的該靜態功率係數欄位的值；該功率資料庫產生器將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值；以及該功率資料庫產生器將該靜態功率係數欄位的值或該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓後的值，與該動態功率值，作為所述至少一功率消耗值。

27. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一功率因素欄位、一模式欄位與一動態功率係數欄位；該功率資料庫產生器依據動態功率管理的一功率因素而查找該查找表的該功率因素欄位，以及依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值；以及該功率資料庫產生器將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值作為所述至少一功率消耗值。

28. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一功率因素欄位、一模式欄位與一靜態功率係數欄位；該功率資料庫產生器依據動態功率管理的一功率因素而查找該查找表的該功率因素欄位，以及依據所述至少一功率特徵

而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該靜態功率係數欄位的值；以及該功率資料庫產生器將該靜態功率係數欄位的值作為所述至少一功率消耗值，或將該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓作為所述至少一功率消耗值。

29. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率模型包含一查找表，該查找表包括一功率因素欄位、一模式欄位、一動態功率係數欄位與一靜態功率係數欄位；該功率資料庫產生器依據動態功率管理的一功率因素而查找該查找表的該功率因素欄位，以及依據所述至少一功率特徵而查找該查找表的該模式欄位，而獲得對應的該動態功率係數欄位的值與對應的該靜態功率係數欄位的值；該功率資料庫產生器將該動態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之時脈頻率及/或操作電壓，以獲得該電子裝置之一動態功率值；以及該功率資料庫產生器將該靜態功率係數欄位的值或該靜態功率係數欄位的值乘以該電子裝置之操作電壓後的值，與該動態功率值，作為所述至少一功率消耗值。

30. 如申請專利範圍第 17 項所述之系統功率消耗評估系統，其中該功率資料庫包括一模式欄位、一時間標記欄位與一功率消耗值欄位。

31. 一種特徵萃取器之插入方法，包括：

解析一目標系統的一電子裝置之事務層級模型，以找出該電子裝置之運作狀態之一分支路徑；以及

插入至少一特徵萃取器至該分支路徑。

32. 如申請專利範圍第 31 項所述特徵萃取器之插入方法，其中所述找出該電子裝置之分支路徑之步驟包括：

解析該電子裝置之事務層級模型，以獲得該電子裝置之一控制資料流圖；

從該控制資料流圖找出該電子裝置之多個分支點，其中該些分支點的每一者具有多個分支路徑；

計算每一個分支點之每一個分支路徑的運算元數量；

計算每一個分支點之一運算元數量差異；

依據所述運算元數量差異，從該些分支點中選擇至少一關鍵分支點；以及

插入所述至少一特徵萃取器至所述至少一關鍵分支點的所述分支路徑。

33. 如申請專利範圍第 32 項所述特徵萃取器之插入方法，其中所述選擇至少一關鍵分支點之步驟包括：

從該些分支點中選擇運算元數量差異最多的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。

34. 如申請專利範圍第 32 項所述特徵萃取器之插入方法，其中所述選擇至少一關鍵分支點之步驟包括：

定義一臨界值；以及

從該些分支點中選擇運算元數量差異大於該臨界值的分支點，作為所述至少一關鍵分支點。

35. 一種電腦可讀取的記錄媒體，儲存一程式，該程式執行如申請專利範圍第 31 項所述特徵萃取器之插入方法。

35907TW_T

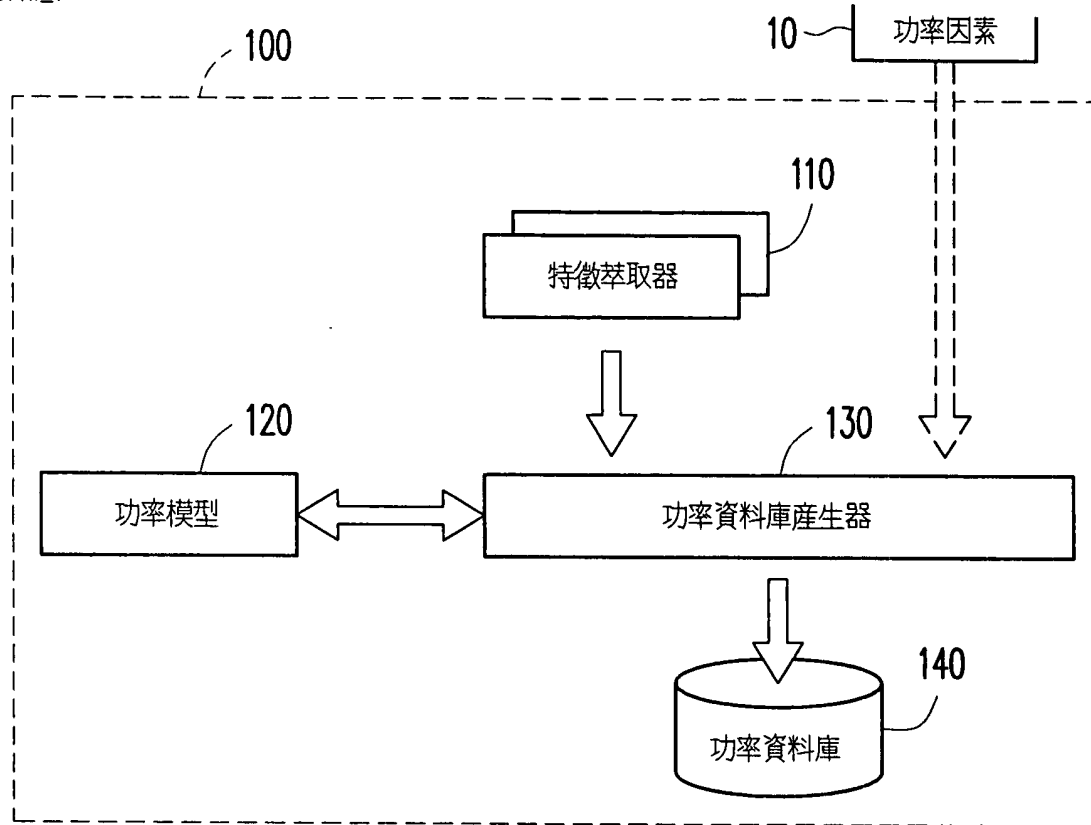


圖 1

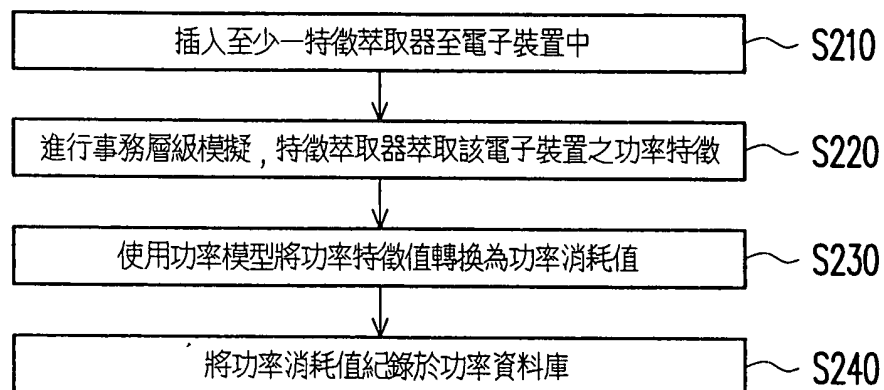


圖 2A

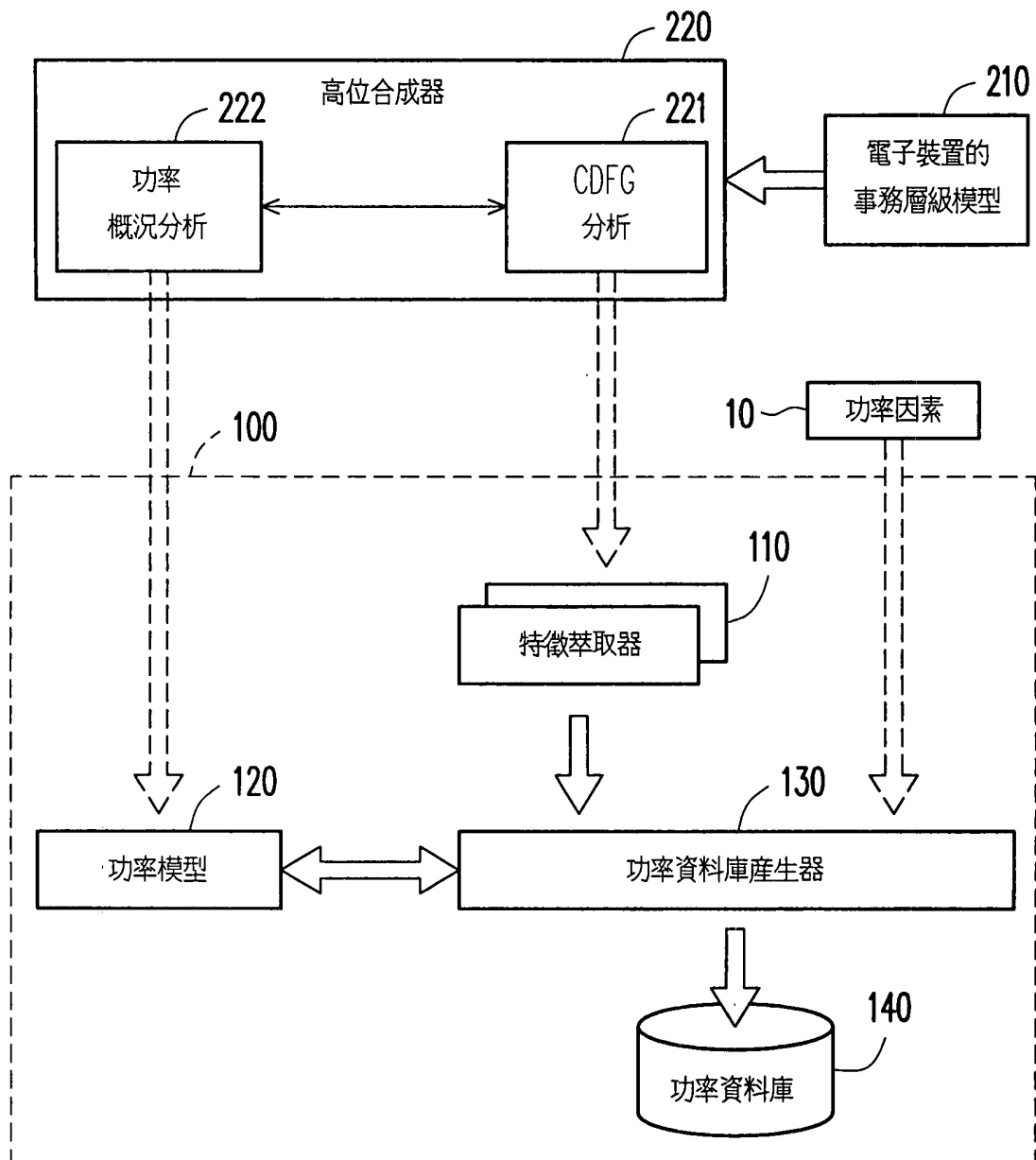


圖 2B

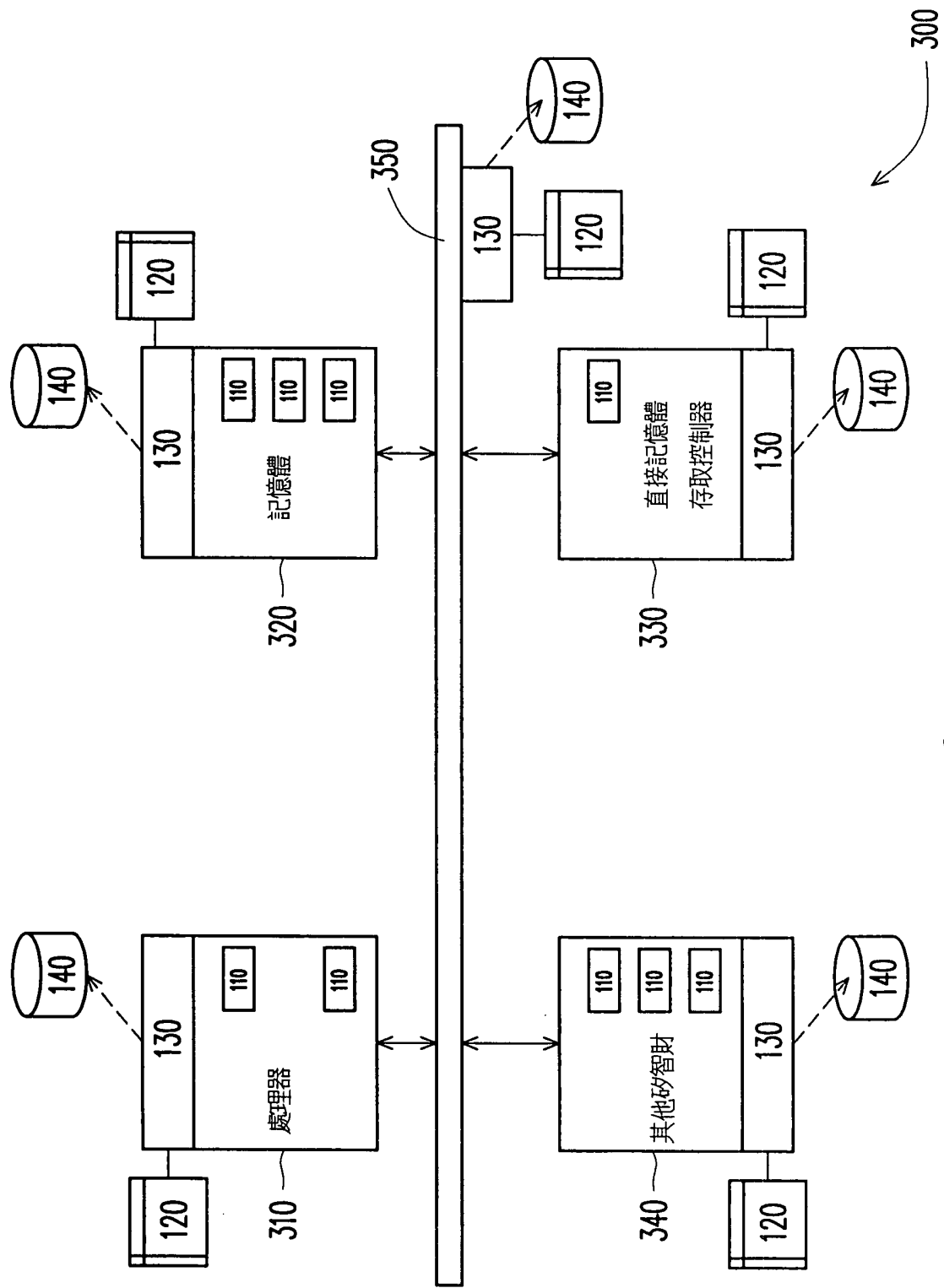


圖 3

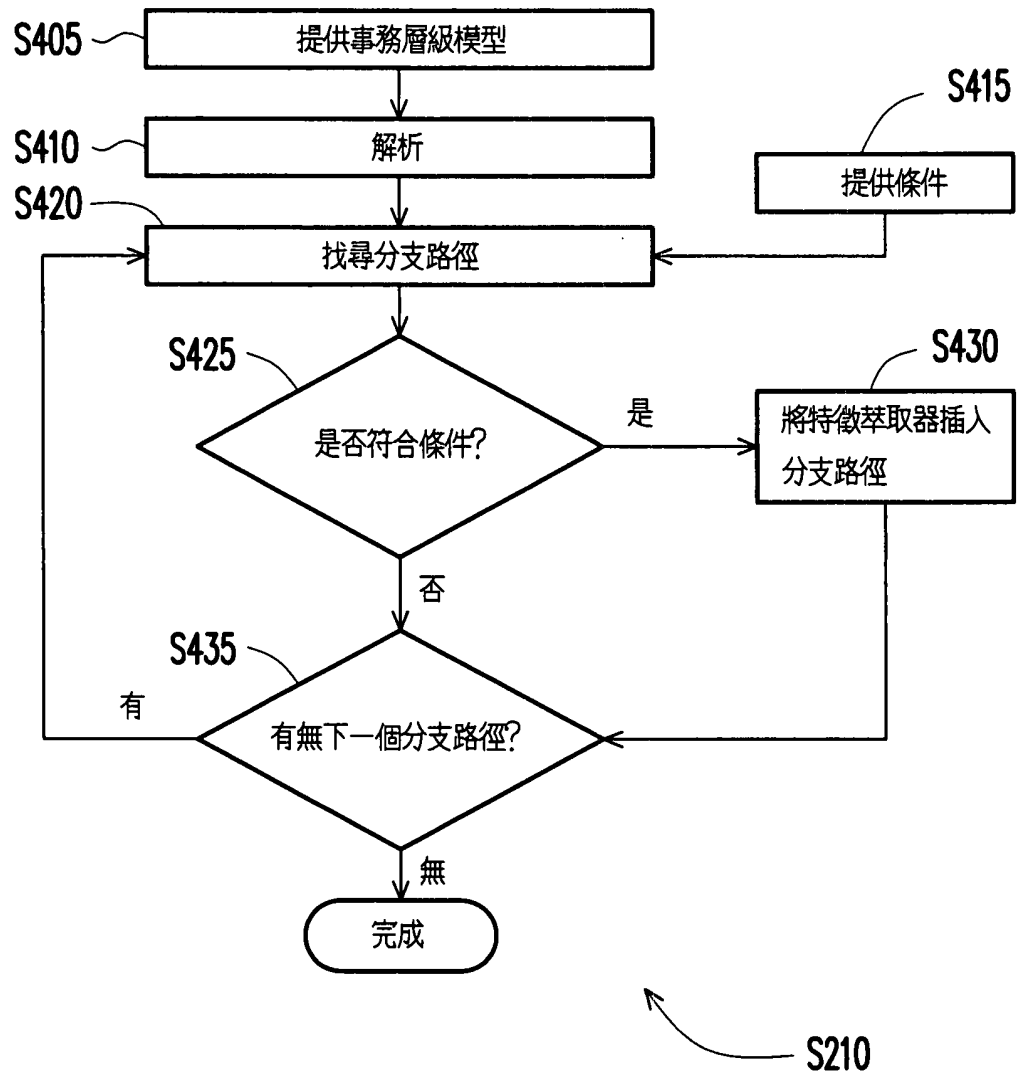


圖 4

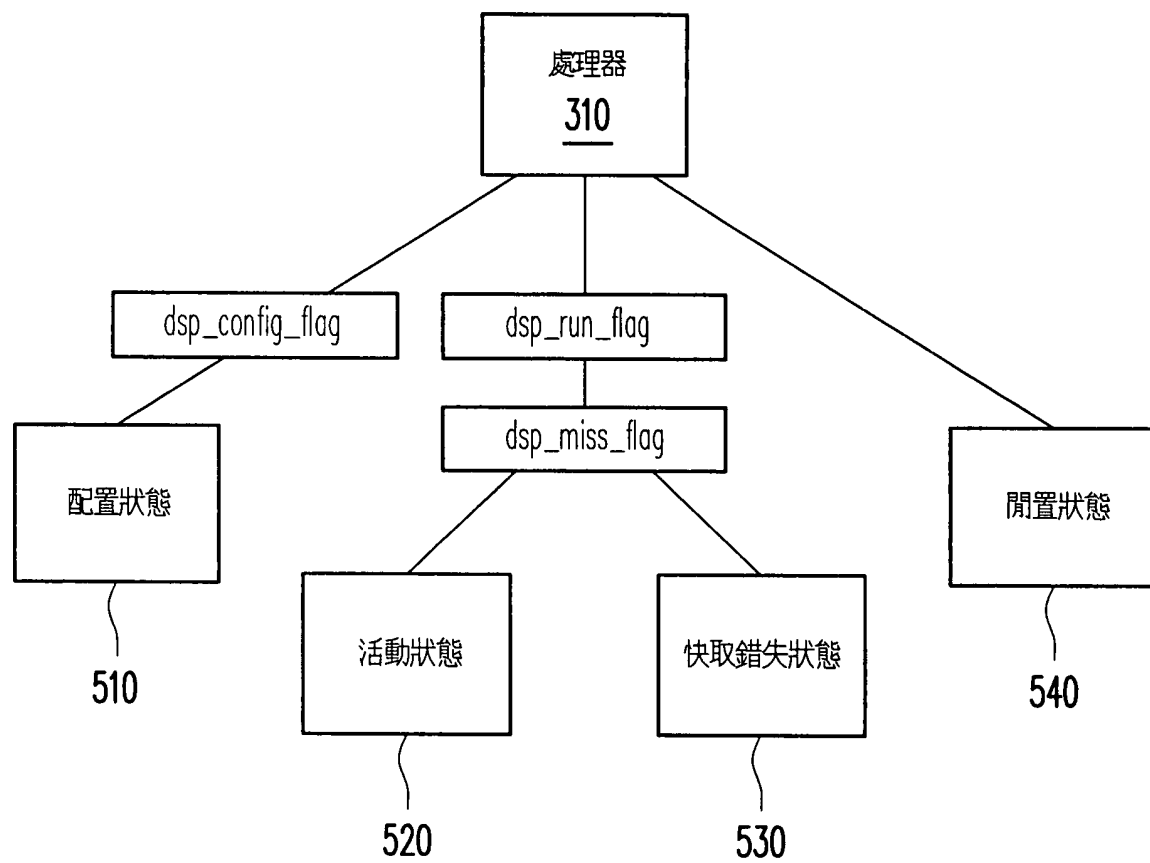


圖 5

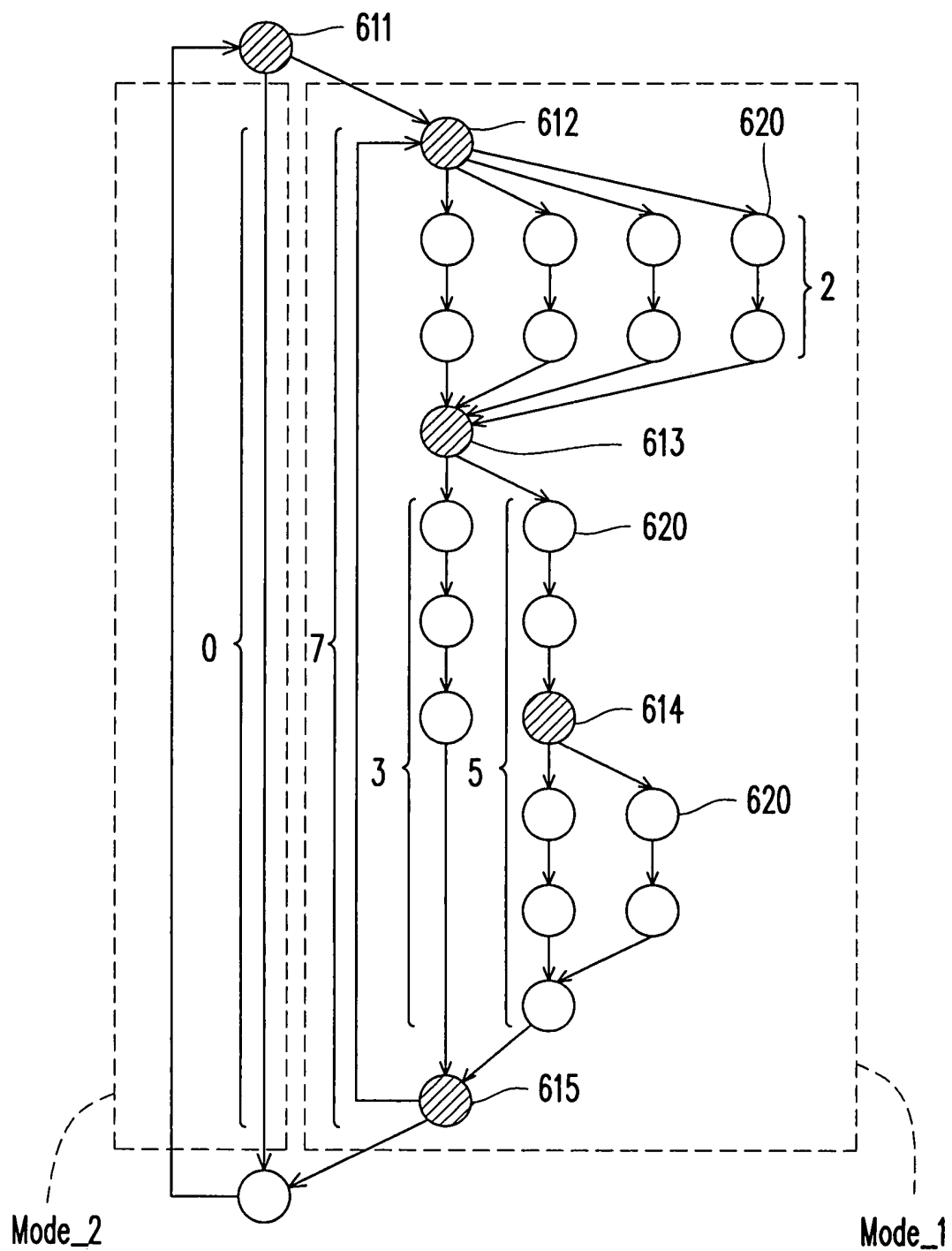


圖 6

330

A transaction level (TL) system power estimation method and system are provided. The method includes a step for inserting at least a characteristic extractor into an electronic device of a target system. The characteristic extractor extracts at least a power characteristic of the electronic device when a TL simulation is proceeding. The power characteristic provided from the characteristic extractor is converted to at least a power consumption value by using a power model. The power consumption value is recorded into a power database for analyzing power consumption of the whole target system. In some embodiments, the TL system power estimation method and system can be applied in the target system with dynamic power management. The TL system power estimation method and system also can be used with high level synthesizer to develop the power-aware electronic device in a short time.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

10：功率因素

100：系統功率消耗評估基礎機制

110：特徵萃取器

120：功率模型

130：功率資料庫產生器

140：功率資料庫

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