200849047

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：96119689

※ 申請日期：96.6.1　　※IPC 分類：G06F17/50

一、發明名稱：（中文/英文）

半導體元件等效模式之參數萃取系統及自訂式參數萃取方法

二、申請人：（共1人）

姓名或名稱：（中文/英文）

普辰科技股份有限公司

代表人：（中文/英文）賴伯榮

住居所或營業所地址：（中文/英文）

新竹市大學路81巷2號6樓

國　籍：（中文/英文）　中華民國TW

三、發明人：（共2人）

姓　名：（中文/英文）

陳璞

賴士揚

國　籍：（中文/英文）

中華民國TW（皆同）

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：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料　【格式請依：寄存機構、日期、號碼　順序註記】

國外生物材料　【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼　順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種參數萃取系統及自訂式參數萃取方法，特別係一種針對半導體元件等效模式之參數萃取系統及自訂式參數萃取方法。

【先前技術】

隨著積體電路日益進步，當今的積體電路（IC）早已進入超大型積體電路（VLSI）時代，也就是能夠在一面積小於1平方公分之單一矽晶片上，設置數千個、甚至上萬個電子元件。由此可知，整個積體電路設計的確是變得比以往更為繁複與龐大，所以已經不是純粹藉由人力就可輕易完全施及的，而是必須同時透過電路模擬軟體協助電路的設計。

其中，這些模擬軟體會提供一個半導體元件等效模式的清單，其上具有多種半導體元件等效模式供使用者選擇，且每一個等效模式通常內建數十個方程式及上百個模式參數以用來模擬半導體元件的行為模式，所以當晶圓代工廠需要量測出半導體元件之特性資料，就必須萃取出模式參數（model parameter）以使等效模式的模擬結果能夠符合量測資料。

故，本發明即是提供一種創新且實用的半導體元件等效模式之參數萃取系統，可以便利使用者萃取出所需的等效模式參數。

【發明內容】

本發明之一目的係在提供一種半導體元件等效模式之參數萃取系統，其係一種階層式系統，不但可以提供現行的全域參數萃取模式、區域參數萃取模式，更能提供一種自訂參數萃取模式，

能讓使用者免受限制而自行訂定所需的萃取參數方式。

本發明之另一目的係在提供一種半導體元件等效模式之自訂式參數萃取方法，提供使用者在一自訂參數萃取模式下，可自行決定參數萃取區之數目及每一參數萃取區所具有的半導體元件。

根據本發明所揭示的半導體元件等效模式之參數萃取系統，係包括一萃取模式單元，用以提供複數參數萃取模式，即全域參數萃取模式、區域參數萃取模式與自訂參數萃取模式，一核心模式單元，其內建複數半導體元件等效模式，此核心模式單元根據使用者所選的半導體元件等效模式以及從萃取模式單元中選擇所需的參數萃取模式，以使複數半導體元件量測資料根據所選的參數萃取模式分配至參數萃取區中，之後核心模式單元進行萃取步驟模擬以從參數萃取區的此等半導體元件量測資料中萃取出參數，一觀測模式單元，其負責一圖形化使用者介面之模擬，以將核心模式單元的參數萃取結果顯示於此圖形使用者介面上，以及一控制單元，用以控制上述諸單元之間的作動。

根據本發明所揭示的半導體元件等效模式之自訂式參數萃取方法，係使用者先藉由一圖形化使用者介面選取欲使用的半導體元件等效模式及選擇一自訂參數萃取模式，在該自訂參數萃取模式下，使用者可自行決定參數萃取區之數目、每一參數萃取區所具有的半導體元件，並可選擇將該半導體元件同時分配至不同的參數萃取區，之後半導體元件量測資料配置到所對應的參數萃取

區，最後進行萃取步驟以從各別該參數萃取區萃取出各別參數組。

本發明之此些目的或其他目的對於此技藝之通常知識者而言，閱讀以下實施例之詳細內容後係顯而易知的。

先前的概述與接下來的詳細敘述都是範例，以便能進一步解釋本發明之專利請求項。

【實施方式】

本發明揭示一種半導體元件等效模式之參數萃取系統，其不但可以提供現行的全域參數萃取模式、區域參數萃取模式，更同時提供一種自訂參數萃取模式，能讓使用者免受限制而自行訂定所需的萃取參數方式，故本發明進而詳細地揭示一種自訂式參數萃取方法，介紹使用者如何在自訂參數萃取模式下進行參數萃取。

請參照第一圖，係本發明之半導體元件等效模式之參數萃取系統架構示意圖。如圖所示，本發明之半導體元件等效模式之參數萃取系統 10 係一種階層式系統，包括一萃取模式單元 12、一核心模式單元 14、一觀測模式單元 16，以及一控制單元 18 負責控制上述諸單元間的作動，且，萃取模式單元 12、核心模式單元 14、觀測模式單元 16 與控制單元 18 係內建在一電腦主機中。

其中，控制單元 18 負責控制系統的流程，並具有複數介面函數以供一圖形化使用者介面（GUI）呼叫，即使用者透過圖形化使用者介面選取或輸入欲進行的工作，控制單元 18 就會控制其他單元以產生此工作並完成此工作的設定，萃取模式單元 12 則提供三種參數萃取模式，分別係一全域參數萃取模式 121、一區域參數萃

取模式 122 及一自訂參數萃取模式 123，並請同時參照第二圖，核心模式單元 14 與觀測模式單元 16 則皆分別內建有複數半導體元件等效模式 141、161，且核心模式單元 14 係負責控制複數半導體元件量測資料 20、等效模式 141 及透過等效模式 141 進行數種模擬運算，如萃取步驟模擬 151、物理量計算 152、誤差計算 153，且核心模式單元 14 會根據使用者透過圖形化使用者介面（GUI）選取欲使用的半導體元件等效模式，以及從萃取模式單元 12 中選擇所需的參數萃取模式，如全域參數萃取模式 121、區域參數萃取模式 122 或自訂參數萃取模式 123，而複數半導體元件量測資料 20 就會根據所選的參數萃取模式分配至參數萃取區中，之後核心模式單元 14 進行萃取步驟模擬以從參數萃取區內的此等半導體元件量測資料中萃取出參數，觀測模式單元 16 則是負責控制複數半導體元件量測資料 20、等效模式 161，及透過等效模式 161 負責圖形化使用者介面的模擬以將核心模式單元 14 的模擬運算結果顯示在圖形化使用者介面上，如顯示曲線 171、顯示物理量 172、顯示誤差表 173。

再者，此些等效模式 141、161 所包含的功能係包括定義等效模式的參數、群組、方程式、支援的特性曲線、如何顯示各種特性曲線、計算模擬結果，及讀入等效模式之參數檔格式、輸出參數檔之函數、定義等效模式之一次微分函數，所以上述的核心模式單元 14 利用等效模式 141 進行多種模擬運算，而觀測模式單元 16 利用等效模式 161 進行圖形化使用者介面

的模擬，其中此些等效模式141、161是由一基底模式（CBaseModel）所衍生而來的，以便清楚規範等效模式需具備的介面函數（API）及資料成員，其中QueryFunction函數是相當重要函數，係用以計算模擬結果的函數。

以下係進一步揭示本發明之半導體元件等效模式之參數萃取系統10之萃取方式，且為便於說明，下列係以使用者欲對6個半導體元件進行參數萃取作為例子，其中此6個半導體元件編號分別為1至6，並請同時參照第一圖至第三圖，其中第三圖是本發明之系統運作流程示意圖。

如圖所示，使用者先進行步驟S1，藉由圖形化使用者介面選擇一欲使用的等效模式，然後如步驟S2所示，選取半導體元件的型別，接著實施步驟S3，讀入6個半導體元件量測資料20，之後實施步驟S4，藉由圖形化使用者介面選擇一欲使用的等效模式，如全域參數萃取模式121、一區域參數萃取模式122及自訂參數萃取模式123，其中當選擇全域參數萃取模式121時，控制單元18將此6個半導體元件的各個量測資料會集合在單一參數萃取區22中，即如第四圖所示，接著實施步驟S5，核心模式14單元進行萃取步驟模擬151以從單一參數萃取區22萃取出單一參數組，即萃取出一組適合所有元件的參數組，其中請同時參照第五A圖，萃取步驟模擬151係藉由等效模式141內建的最佳化方法，在參數萃取區22的量測資料之目標區域24中找出參數之最佳設定，所以當萃取出合適的參數組後，就可模擬出量測資料的特性曲線，

即如第五B圖所示。最後，萃取出參數組後，即可進行步驟S6將參數組輸出。

另，假若使用者在步驟S4時，係選擇區域參數萃取模式122，則控制單元18係將6個半導體元件資料分別一一配置至所對應的參數萃取區，即第六圖所示之參數萃取區1至6，之後進行步驟S5，核心模式單元14進行萃取步驟模擬151以從各別參數萃取區1至6取得各別的參數組，共得6個參數組，而使用者之後並可選擇將這6個參數組合併，其中萃取步驟模擬151如前述所述，遂不再贅述。最後，即可進行步驟S6將參數組輸出。

再者，假若使用者在步驟S4時，係選擇自訂參數萃取模式123，使用者就可自行決定參數萃取區之數目、每一參數萃取區所具有的半導體元件，如第七圖所示，使用者決定共有三個參數萃取區，即參數萃取區1至3，且每一參數萃取區各負責兩個半導體元件即參數萃取區1具有標號1、2的半導體元件，參數萃取區2具有標號3、4的半導體元件，參數萃取區3具有標號5、6的半導體元件。同理，控制單元18就會此6個半導體元件量測資料配置到自己所對應的參數萃取區，之後核心模式單元16便進行萃取步驟模擬151以從參數萃取區1至3取得各別參數組，共得3個參數組，而使用者之後並可選擇將這3個參數組合併，其中萃取步驟模擬151如前述所述，遂不再贅述。最後，即可進行步驟S6將參數組輸出。

且，使用者在自訂參數萃取模式下，更可選擇將半導體元件同時分配至不同的參數萃取區，如第八圖所示，有參數萃取區 1 至 3，且參數萃取區 1 具有標號 1、2、3、4 的半導體元件，參數萃取區 2 具有標號 3、4、5、6 的半導體元件，參數萃取區 3 具有標號 1、4、5、6。故，使用者在自訂參數萃取模式下，不但可決定參數萃取區之數目、每一參數萃取區所負責的半導體元件，且同一半導體元件更可同時在不同的參數萃取區中，以滿足使用者便於進行更完善的參數萃取結果。

由上述可知，本發明完成參數萃取後，不但找出合適的參數組，更可順勢模擬出半導體元件的特性曲線，如第 5B 圖所示。且，核心模式單元 14 亦可由半導體元件資料、模擬結果或等效模式的方程式求得物理量，例如臨界電壓、互導(transconductance or Gm)、電導 (Gds)、關態電流、線性電流 、飽和電流等，並透過觀測模式單元 16 檢視模擬結果，以進而提供使用者檢視模擬結果與量測資料的物理量之差距以便進行修正。

此外，本發明之等效模式 141、161 除了包含業界通用的等效模式，並尚可處理巨集模式 (Macro Model)，其中巨集模式乃為一小型電路，包含數顆主動元件及被動元件，主動元件是使用其元件之等效模式進行模擬，而被動元件諸如電容、電阻、電感等則用較為簡單之方程式進行模擬，所以本發明不但可以對主動元件之等效模式參數進行萃取，同時亦可對被動元件之方程式內的參數進行萃取。

因此，本發明提供一種完善的半導體元件等效模式之參數萃取系

統，除了提供現行的全域、區域參數萃取模式，更提供一種自訂參數萃取模式，讓使用者自行訂定所需的萃取參數方式，不受任何限制。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明之半導體元件等效模式之參數萃取系統架構示意圖。

第二圖為本發明之核心模式單元與觀測模式單元之分工示意圖。

第三圖為本發明之系統運作流程示意圖。

第四圖為本發明之全域參數萃取模式示意圖。

第五A圖為本發明在萃取步驟中，對量測資料之目標區域萃取出適合參數。

第五B圖為本發明萃取出參數後，所完成的量測資料之一特性曲線圖。

第六圖為本發明之區域參數萃取模式示意圖。

第七圖為本發明之自訂參數萃取模式示意圖。

第八圖為本發明之另一自訂參數萃取模式示意圖。

【主要元件符號說明】

10 半導體元件等效模式之參數萃取系統

12 萃取模式單元 121 全域參數萃取模式

122 區域參數萃取模式 123 自訂參數萃取模式

14 核心模式單元 141 等效模式

151 萃取步驟模擬

152 物理量計算 153 誤差計算

16 觀測模式單元 161 等效模式

171 顯示曲線

172 顯示物理量 173 顯示誤差表

18 控制單元

20 半導體元件量測資料

22 參數萃取區

24 目標區域

五、中文發明摘要：

本發明係一種半導體元件等效模式之參數萃取系統及自訂式參數萃取方法，此系統包括一萃取模式單元以提供複數參數萃取模式，一核心模式單元用以提供半導體元件等效模式並負責模擬運算、參數萃取，一觀測模式單元用以將核心模式單元的運算結果顯示在一使用者圖形化介面上，及一控制單元負責控制上述諸單元間的作動以提供使用者對複數半導體元件進行單組/數組參數萃取。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種半導體元件等效模式之參數萃取系統，包括：

一萃取模式單元，提供複數參數萃取模式；

一核心模式單元，內建複數第一半導體元件等效模式，該核心模式單元根據使用者所選的該第一半導體元件等效模式以及從該萃取模式單元中選擇所需的參數萃取模式，以使複數半導體元件量測資料根據所選的該參數萃取模式分配至參數萃取區中，之後該核心模式單元進行萃取步驟模擬以從該參數萃取區的該等半導體元件量測資料中萃取出參數；

一觀測模式單元，負責一圖形化使用者介面之模擬，以將該核心模式單元的參數萃取結果顯示於該圖形使用者介面上；及

一控制單元，控制上述諸單元間的作動。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中該控制單元具複數介面函數以供一圖形化使用者介面呼叫，進而控制該萃取、核心及觀測單元間的作動。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中該觀測模式單元內建複數第二半導體元件等效模式，其與該等第一半導體元件等效模式相同。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中該萃取步驟模擬是在該等半導體量測資料之目標區域中萃取參數。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體元件等效模式之參數萃取

系統，其中該等參數萃取模式係包括一全域參數萃取模式、一區域參數萃取模式及一自訂參數萃取模式。

6.如申請專利範圍第5項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中在該全域參數萃取模式下，該控制單元將所有該等半導體元件量測資料集合在單一參數萃取區，該核心模式單元進行萃取步驟模擬以從該單一參數萃取區取得單一參數組。

7.如申請專利範圍第5項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中在該區域參數萃取模式下，該控制單元將該等半導體元件資料分別一一配置至所對應的參數萃取區，該核心模式單元進行萃取步驟模擬以從各別參數萃取區取得各別參數組。

8.如申請專利範圍第5項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中在該自訂參數萃取模式下，使用者自行決定參數萃取區之數目、每一參數萃取區所具有的半導體元件，並可選擇將該半導體元件同時分配至不同的參數萃取區，該控制單元再將該等半導體元件量測資料配置到所對應的參數萃取區，該核心模式單元進行萃取步驟模擬以從各別參數萃取區取得各別參數組。

9.如申請專利範圍第1項所述之半導體元件之參數萃取系統，其中該半導體元件等效模式係由一基底模式（CBaseModel）衍生而來。

10.如申請專利範圍第1項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中該核心模式單元更可進行半導體元件的物理量計算與誤差計算。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體元件等效模式之參數萃取系統，其中該萃取、核心及觀測模式單元與該控制單元係內建在一電腦主機中。

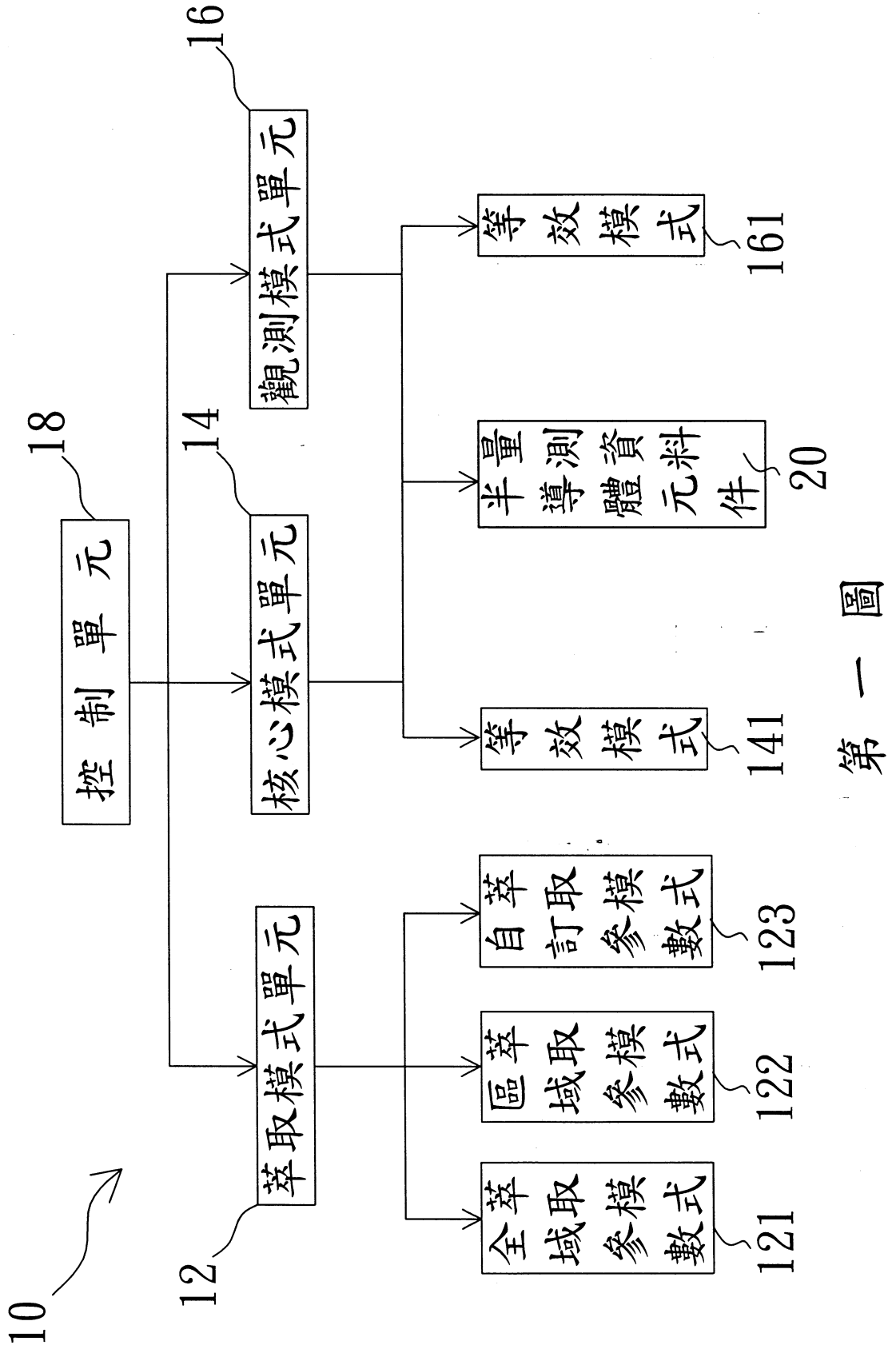
12. 一種半導體元件等效模式之自訂式參數萃取方法，包括下列步驟：

使用者藉由一圖形化使用者介面選取欲使用的半導體元件等效模式及選擇一自訂參數萃取模式；

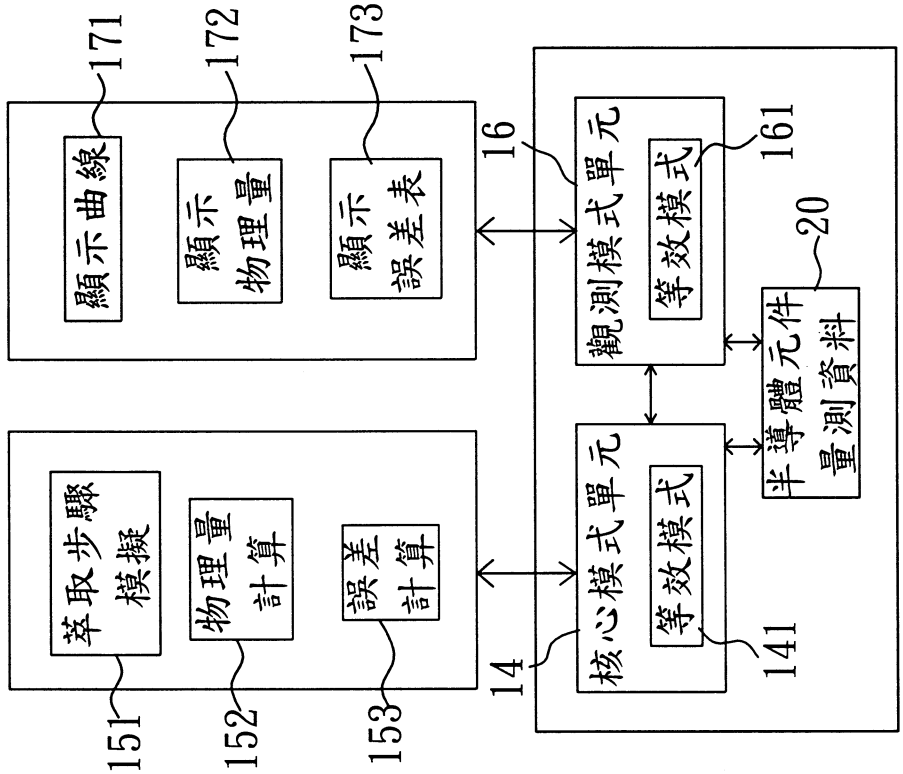
在該自訂參數萃取模式下，使用者自行決定參數萃取區之數目、每一參數萃取區所具有的半導體元件，並可選擇將該半導體元件同時分配至不同的參數萃取區，之後半導體元件量測資料配置到所對應的參數萃取區；及

進行萃取步驟，以從各別該參數萃取區萃取出各別參數組。

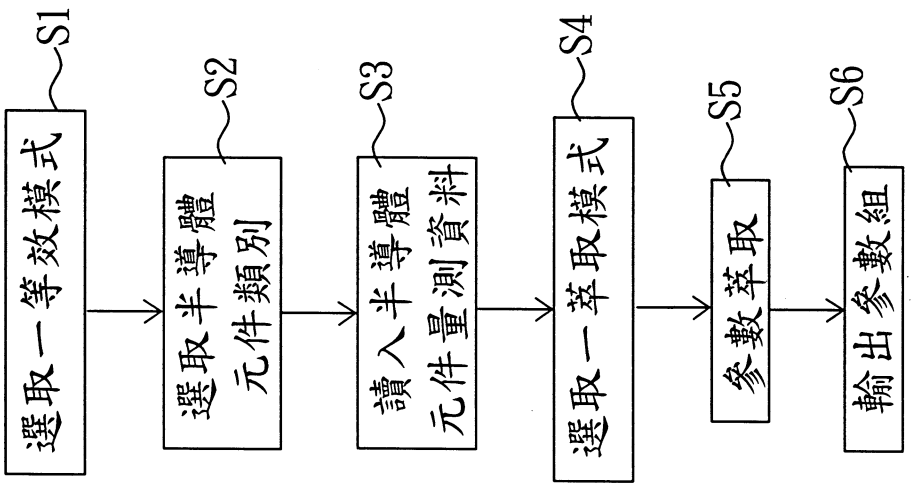
200849047



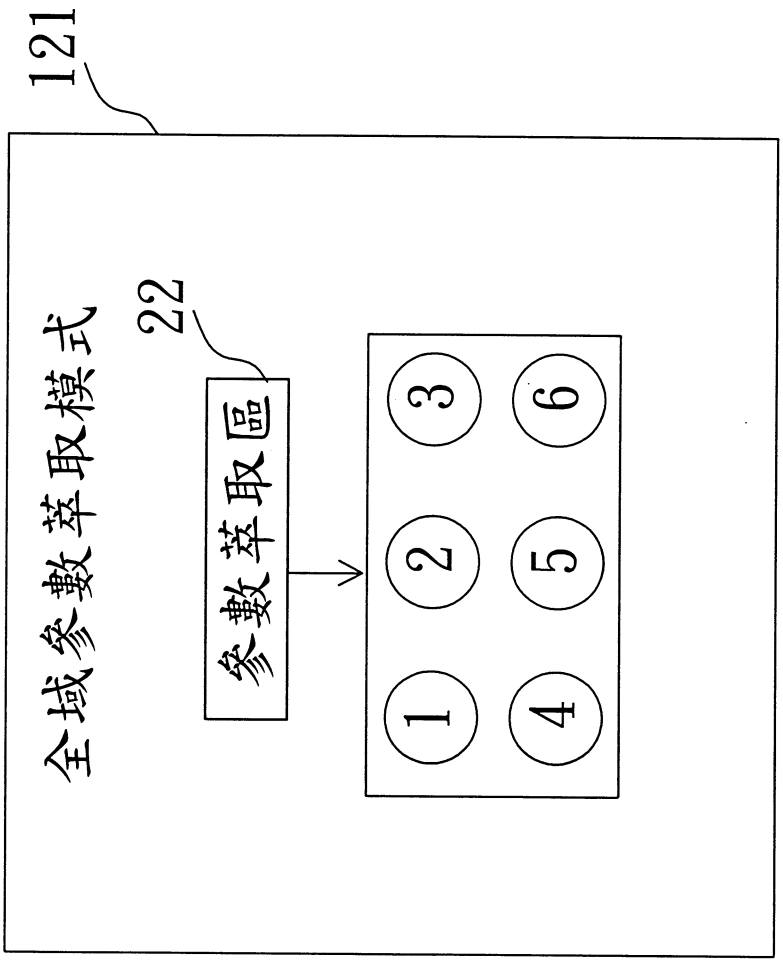
第一圖


萃取步驟模擬
物理量計算
誤差計算
151
152
153
14
顯示曲線
顯示物理量
顯示誤差表
171
172
173
16
核心模式單元
等效模式
141
觀測模式單元
等效模式
161
半導體元件量測資料
20

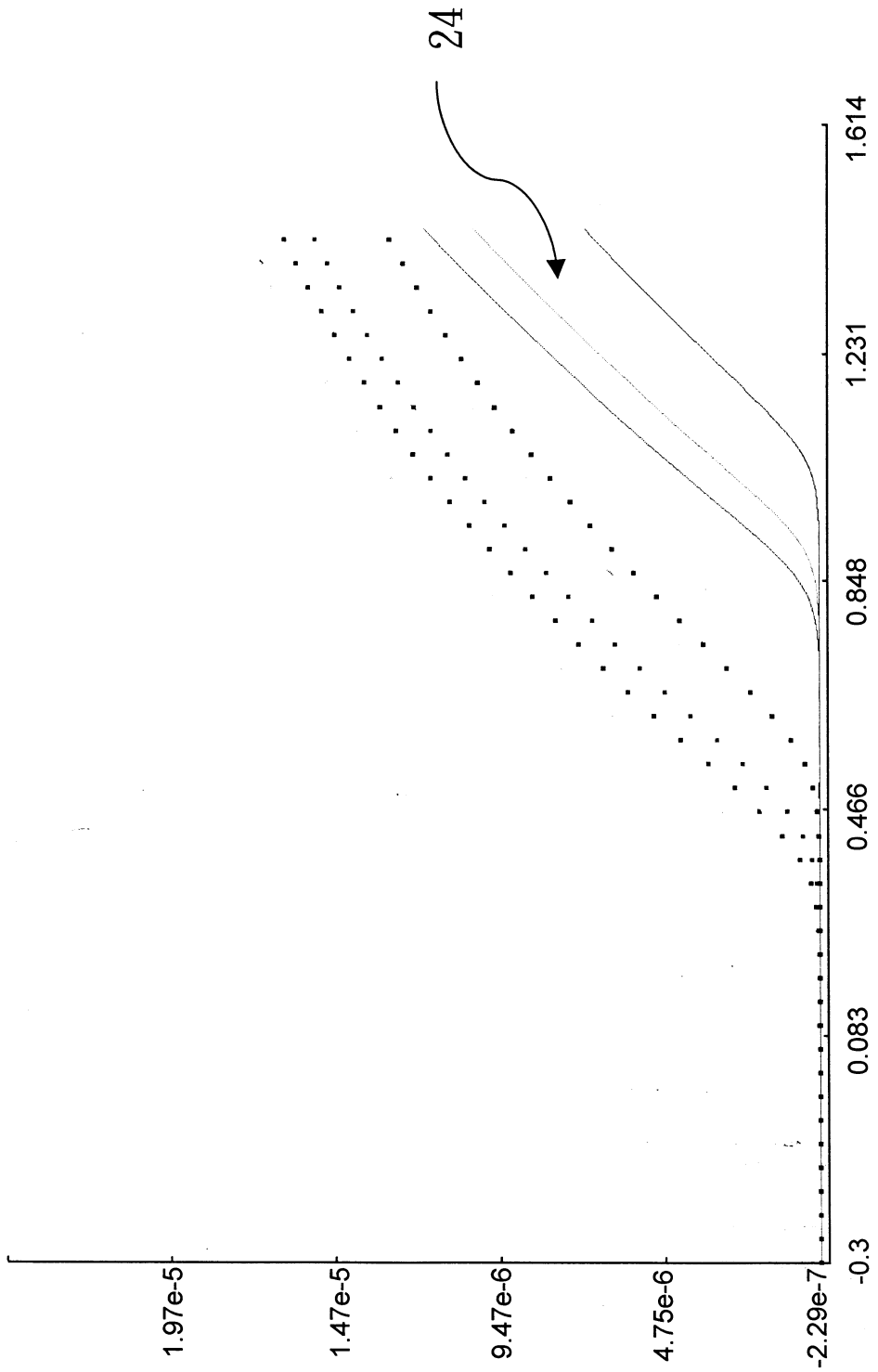
第二圖


S1
選取一等效模式
S2
選取半導體元件類別
S3
讀入半導體元件量測資料
S4
選取一萃取模式
S5
參數萃取
S6
輸出參數組

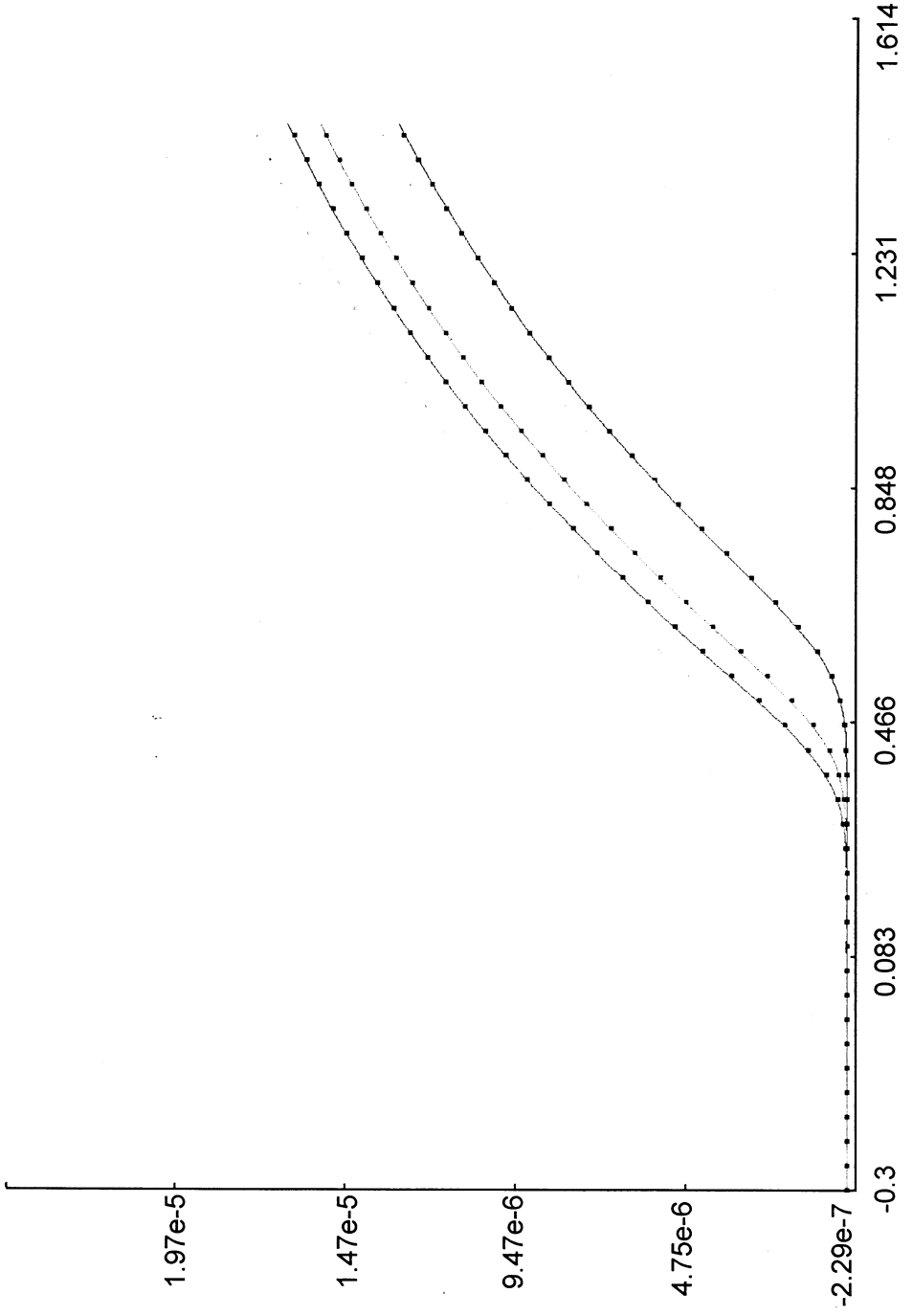
第三圖



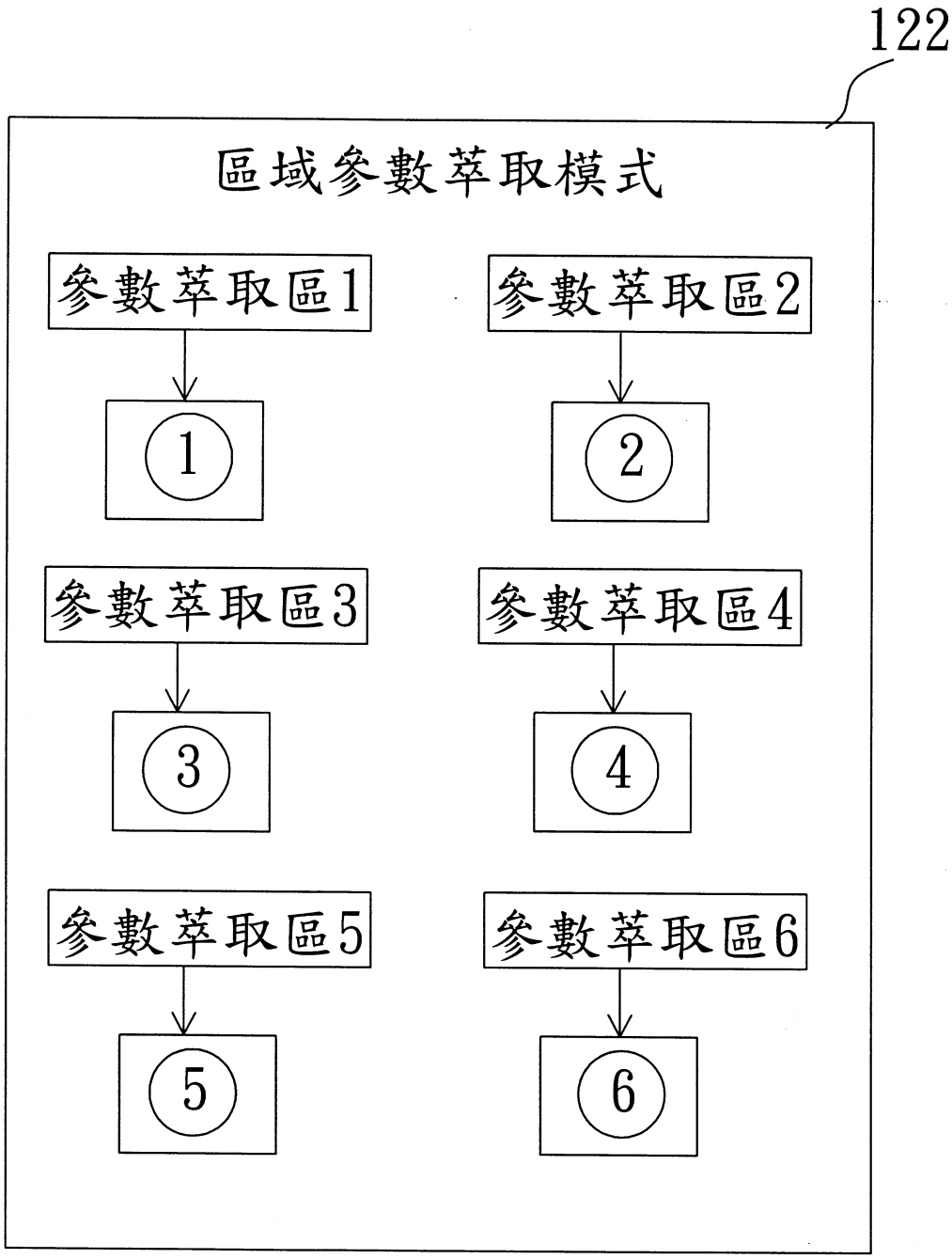
第四圖


24
1.97e-5
1.47e-5
9.47e-6
4.75e-6
-2.29e-7
電流（A）
-0.3
0.083
0.466
0.848
1.231
1.614
電壓（V）

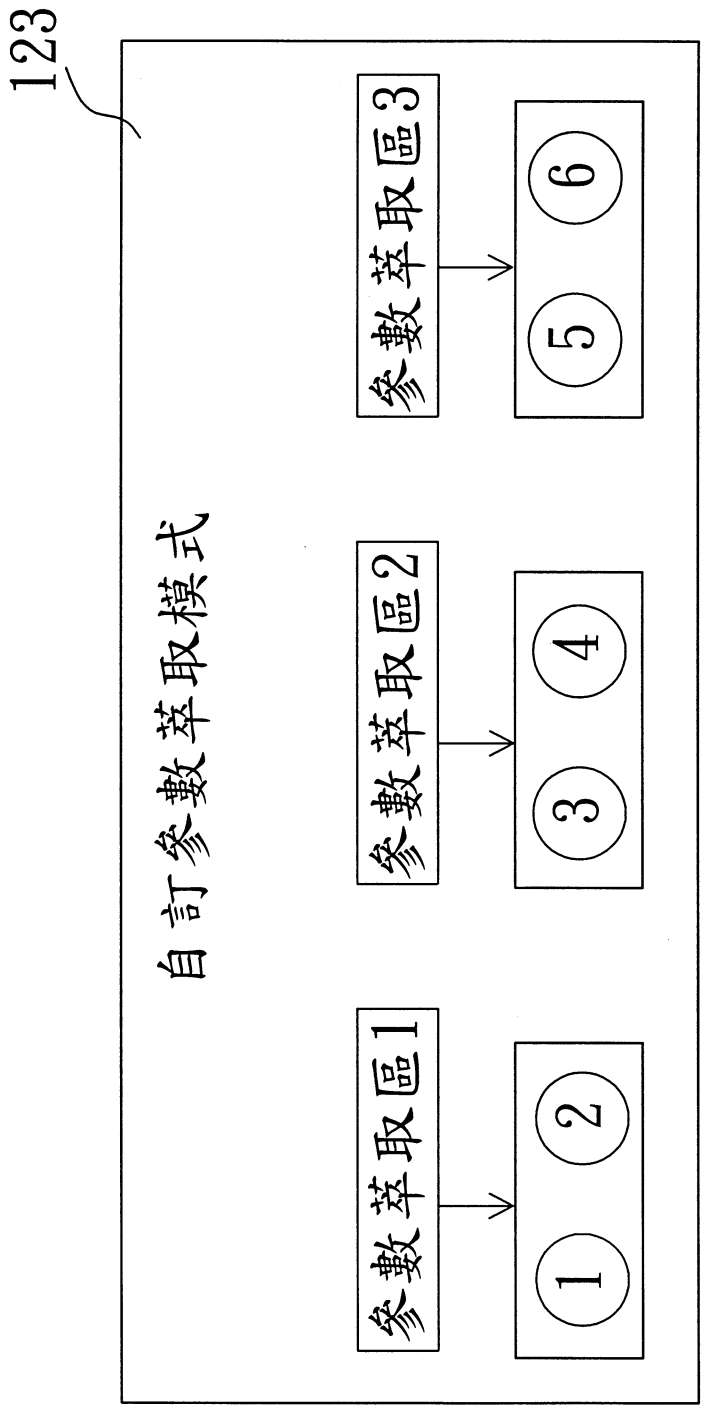
第五A圖


1.97e-5
1.47e-5
9.47e-6
4.75e-6
-2.29e-7
電流(A)
-0.3
0.083
0.466
0.848
1.231
1.614
電壓(V)

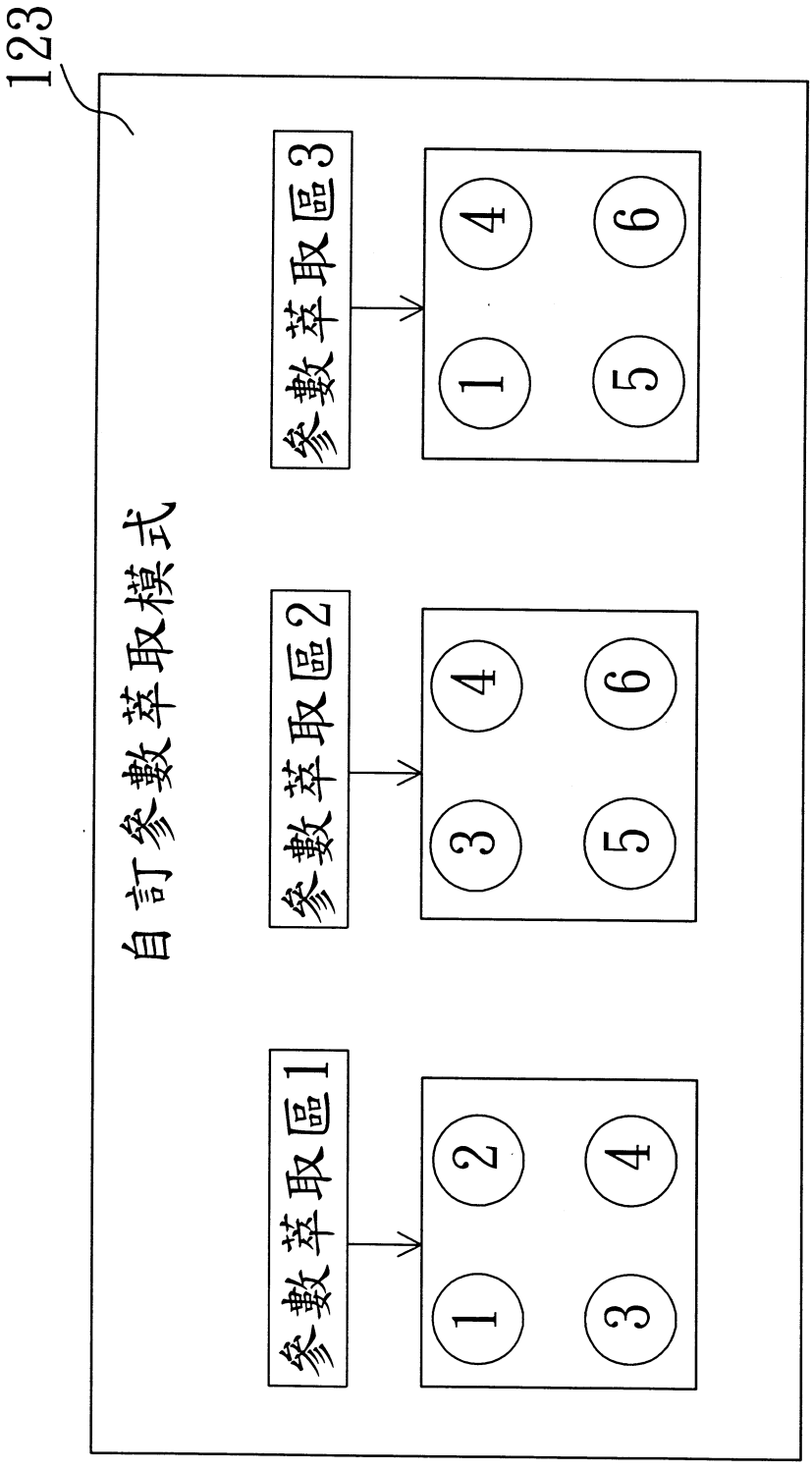
第五B圖


122
區域參數萃取模式
參數萃取區1
1
參數萃取區2
2
參數萃取區3
3
參數萃取區4
4
參數萃取區5
5
參數萃取區6
6

第 六 圖



第七圖



第八圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（一）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明:

10 半導體元件等效模式之參數萃取系統

12 萃取模式單元 121 全域參數萃取模式

122 區域參數萃取模式

123 自訂參數萃取模式

14 核心模式單元 141 等效模式

16 觀測模式單元 161 等效模式

18 控制單元

20 半導體元件量測資料

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：