

84/122
公告本

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：92105787

※ 申請日期：92.3.17

※IPC 分類：G06F17/30

壹、發明名稱：(中文/英文)

供一低記憶體負擔資料庫之方法及資料結構

METHOD AND DATA STRUCTURE FOR A LOW MEMORY
OVERHEAD DATABASE

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商英特爾公司/INTEL CORPORATION

代表人：(中文/英文)

大衛 賽門/DAVID SIMON

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州聖塔卡拉瓦市米遜大學路 2200 號

2200 MISSION COLLEGE BOULEVARD, SANTA CLARA,
CALIFORNIA 95052, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國/U.S.A.

參、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 史林納斯 克魯帕提/SREENATH KURUPATI

2. 米基爾 A. 蓋瑞爾/MIGUEL A. GUERRERO

I287723

住居所地址：(中文/英文)

1. 美國加州聖塔卡拉瓦市卡拉麥斯路 2016-3 號

1. 2016-3 KLAMATH AVENUE, SANTA CLARA, CALIFORNIA
95051, U.S.A.

2. 美國加州弗雷曼市班特瑞斯路 47079 號

2. 47079 BENNS TERRACE, FREMONT, CALIFORNIA 94539, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

1. 印度/INDIA

2. 西班牙/SPAIN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 美國；2002年03月20日；10/102,968

2.

3.

4.

5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2002年03月20日；10/102,968

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明通常係關於資料庫系統，具體而言，本發明係關於用於提供高效率搜尋及資料插入能力的低負擔資料結構。

【先前技術】

與資訊技術齊頭並進，現代電腦系統被預期儲存及交換持續增加的資料量，因此藉由這些系統高效率管理資料極為重要。牽涉到搜尋資料庫及/或將資料插入資料庫通常是牽涉到在一電腦網路(例如，網際網路)內傳輸資料之等待時間重要來源的數倍，並且無法高效率管理資料庫會造成網路間之資料流程方面的瓶頸。例如，網路交換機及路由器維護一網際網路協定(IP)位址的資料庫，並且每個IP位址都可具有相對應的動作或規則，用以運用在共用該ID位址的任何資料封包。舉例而言，規則可包含一網路位址轉換、路由決策(例如，哪一個連接埠導引封包)、優先權決策或篩選功能。當交換機或路由器接收到一具有一IP位址的封包時，該交換機或路由器可搜尋其IP位址，以便決定要採取關於該封包的動作。

資料庫可包含一既定深度的一系列連續儲存的資料項目(例如，IP位址)。搜尋此一連續型資料庫所需的時間通常與該資料庫的深度成正比。例如，如果一連續型資料庫中有100筆項目，則資料庫搜尋需要100個時序循環。因此，連續型資料庫幾乎不適用於最小型資料庫應用程式，這是因為這些連續搜尋需要高等待時間。

一項替代方案使用一設定關聯型(set-associative)快取。該快取區被分割成複數個區段，每個區段都能夠儲存相同固定數量的資料項目，並且無法擴充該等區段的大小。因此，無法保證一區段內的儲存空間，並且如果嘗試在已滿的區段上插入資料項目，就會發生資料項目「衝突」。此一衝突通常會導致資料損失，這是因為最新插入的資料項目會取代現有項目，或會損失新資料項目。再者，使用複數個固定大小型區段會導致大量未使用的記憶體。總言之，資料庫採用設定關聯型快取的效率不高，並且容易發生資料損失。管理這些資料損失及無法徹底利用可用的記憶體會增加與設定關聯型快取相關的記憶體負擔。

另一項替代方案使用一可定址內容記憶體(content-addressable memory; CAM)。可定址內容記憶體(CAM)提供一種連續儲存項目的資料結構，但是可定址內容記憶體(CAM)包含邏輯電路，用於實現平行搜尋該等連續儲存項目。因此，運用可定址內容記憶體(CAM)克服與傳統連續型資料庫相關的等待時間沒有衝突及因設定關聯型快取而造成資料損失方面的問題。然而，可定址內容記憶體(CAM)具有一些重大缺點。具體而言，可定址內容記憶體(CAM)會提高成本，因為如上文所述之邏輯電路需要財務及晶片上不動產等成本。而且，可定址內容記憶體(CAM)不適用於具有大量項目的資料庫。

隨著資訊技術及電腦網路連接技術持續進展，因而需要管理持續增加的資料量。例如，下一代硬體架構網路交換

機及路由器被預期處理有一百萬筆以下項目的IP位址資料庫。此類下一代網路連接組件及其他資料庫系統都需要高效率、低記憶體負擔資料系統，用以維護資料完整性(例如，無資料衝突)，同時處理大量資料項目。目前的硬體架構方案(例如，如上文所述的連續型資料庫、設定關聯型快取區及可定址內容記憶體)都不符合這些下一代系統的需求。

【發明內容】

一種運用在資料庫應用程式中的資料結構。該資料結構包含一可經由索引表搜尋的索引鍵資料庫。

【實施方式】

本文中揭示一種低負擔資料結構，用於提供高效率搜尋及資料插入能力，同時還呈現最低資料衝突，該資料結構係運用於任何資料庫應用程式中。本文還揭示包含此一資料結構之裝置的具體實施例，以及用於執行資料搜尋及插入的方法。本文中所揭示的資料結構、裝置及方法之具體實施例係在用於維護一IP位址資料庫之網路交換機或路由器背景下進行說明。然而，應明白所揭示的具體實施例不是限制，而且應進一步明白，這些具體實施例廣泛適用於需要資料搜尋及插入能力的任何資料庫應用程式。

圖1顯示網路連接設備100。該網路連接設備100包括複數個網路120，網路120都耦接一個或多個節點140。網路120可包含區域網路(LAN)、大都市區域網路(MAN)、廣域網路(WAN)或其他網路。節點140包括已連接至該等網路120之一的任何可定址裝置，例如，已組態成(例如，藉由網路卡)

連接一網路120的伺服器或任何其他電腦系統。該等網路120可互相連接，並且一個或多個交換裝置200(例如，封包交換機或路由器)可促進網路之間的資料傳送。該等互連之網路120與該交換裝置200的集合可包含網際網路5或其一部份。應明白，網路連接設備100可包含其他組件(例如，中繼器、閘道器、集線器及橋接器)，圖中基於簡明清楚而省略這些組件。

每個交換裝置200都包含任何適用的裝置及/或電路，其能夠接收資料(例如，封包)，並且能夠依據該資料的內容(例如，IP位址、連接埠號碼或其他位址)，將該接收之資料轉遞至適合的網路120及/或節點140。一般而言，該交換裝置200會維護一用於路由決策的IP位址資料表或資料庫(或其他識別資訊，如上文所述)，以及用於執行其他功能。一規則通常與每個IP位址相關，並且該規則可以被包在該IP位址資料庫中。與一IP位址相關的規則指示關於具有該IP位址之封包所採取的動作(例如，路由決策、網路位址轉換、優先權決策及/或篩選功能)。該交換裝置200的IP位址資料庫係使用如下文所述的資料結構來實施。為了容易瞭解，將以IP位址資料庫為背景來說明該資料結構；然而，應明白，所揭示的資料結構廣泛適用於任何類型的資料庫，如上文所述。

請參閱圖2，圖中顯示交換裝置200的具體實施例。該交換裝置200包含一索引鍵產生單元210及一耦接的雜湊單元220。該索引鍵產生單元210包含任何適合的裝置及/或電路

，其能夠存取所接收的資料並且依據該接收之資料來產生一索引鍵。例如，該交換裝置200可從一網路120接收一封包。該索引鍵產生單元210可存取該封包，以讀取來源IP位址、目的IP位址、來源連接埠號碼、目的連接埠號碼及通訊協定。接著，可以用端對端方式將該等資料串連以構成一索引鍵，此一索引鍵通常被稱為5值組(5-tuples)，其中包含IP來源和目的位址、來源和目的連接埠及通訊協定。然而，一般而言，該索引鍵產生單元210所產生的一索引鍵會包含一所接之封包所內含之資料的任何部份。如下文所述，該索引鍵係用來搜尋該交換裝置200所提供的資料結構。

該索引鍵產生單元210將所產生的索引鍵(例如，一5值組)提供給該雜湊單元220。該雜湊單元220包含任何適用的裝置及/或電路，其能夠從該索引鍵產生單元210接收一索引鍵，並且對該索引鍵套用一雜湊函數，用以建立由指定數目之位元所組成的雜湊值—即，一「n位元」雜湊值。該雜湊單元220可利用任何適用的雜湊函數。舉例而言，藉由擷取該索引鍵的較低位n位位元來建立一n位元雜湊值。然而，一般而言，該雜湊函數可包含該索引鍵之任何適合的位元組合及/或位元轉換。該n位元雜湊值係用來編入該交換裝置的資料結構之索引，如下文中的詳細說明所述。

請繼續參考圖2，該交換裝置200還包括一資料結構500。該資料結構500包含一索引表530及一與其通訊之索引鍵資料庫560，該索引表530係儲存在一第一記憶體230a中，而該索引鍵資料庫560係儲存在一第二記憶體230b中。複數個

頭端指標暫存器590 (包含暫存器590a, 590b, ..., 590k)耦接該第二記憶體230b-因此，與該索引鍵資料庫560通訊。該資料結構500提供了高效率儲存及查詢IP位址或其他資料項目，如下文中的詳細說明所述。

如圖2所示，該索引表530和該索引鍵資料庫560分別被儲存在不同的記憶體230a、230b中。然而，應明白，該交換裝置200可實施任何適合的記憶體架構。例如，請參閱圖3，該交換裝置200可包含一單一整合型記憶體330，用於儲存該索引表530和該索引鍵資料庫560。在另一實例中，如圖4所示，該交換裝置200可能耦接一外部記憶體430b，該外部記憶體430b儲存該索引鍵資料庫560。雖然圖中未描繪，但是該索引表530可以儲存在一外部記憶體中，在進一步具體實施例中，該索引表530和索引鍵資料庫560可能都儲存在外部記憶體中，無論是分開的外部記憶體或單一外部記憶體。用於儲存該索引表530和索引鍵資料庫560的記憶體230a、230b、330、430b都可包含隨機存取記憶體(RAM)或任何適用的記憶體電路及/或裝置。

該交換裝置200的組件(例如，索引鍵產生單元210、雜湊單元220、記憶體230a、230b (或330或430b)及頭端指標暫存器290a至290k)可包含互相耦接的分開組件以構成一交換裝置，例如，藉由引線、電路板軌跡、焊錫接點等等。或者，一交換裝置200可被構成為一單一組件。例如，索引鍵產生單元210、雜湊單元220、記憶體230a、230b (或330或430b)及頭端指標暫存器290a至290k)都被構成為單一積體

電路(IC)晶片的部件。當然，此一積體電路(IC)晶片可利用晶片外記憶體(請參閱圖4)。應明白，除了圖2到圖4所示及說明的組件以外，交換裝置200還可包含其他組件，圖中基於簡明清楚而省略這些組件。例如，一交換裝置200可包含額外記憶體電路及/或邏輯電路，以及其他信號線及/或匯流排。

現在請參閱圖5，圖中詳細描繪出該資料結構500，包括索引表530、該索引鍵資料庫560、頭端指標暫存器590a至590k。該索引表530包含複數筆項目540，項目540的數量等於 2^n (包含該n位元雜湊值的所有可能組合)。每筆項目540都包含一區段指標542及數個有效位元544。項目540的區段指標542係用來識別該索引鍵資料庫560中配置有該項目540的區段，如下文中的詳細說明所述。

該等有效位元544係用來指定該索引鍵資料庫560中的一區段是否已配置給該項目540，並且進一步用於指示所配置之區段的大小。該等有效位元544的數量等於該索引鍵資料庫560中區段之不同大小分類的數量。如下文所述，該索引鍵資料庫560之區段大小的數量被標示為數字k；因此，有k位有效位元544。如果將一項目540的有效位元544中的一位或多位位元設定為高值(例如，值為1的位元)，則該索引鍵資料庫560中的一區段已配置給該區段，並且被設定為高值之有效位元544的數個指示已配置之區段的大小。當然，應明白，也可以將一位有效位元(或多位有效位元)544設定為低值(例如，值為0的位元)來指示一區段之配置。

該索引鍵資料庫560包含不同大小的複數個區段570，例如，包含一個或多個大小為1的區段570a (每個區段都儲存一筆項目)、一個或多個大小為2的區段570b (每個區段都儲存二筆項目)、一個或多個大小為3的區段570c (每個區段都儲存三筆項目)等等。該索引鍵資料庫560可包含任何適當數量的區段大小，包含最多大小為k的區段570k (每個區段都儲存k筆項目)。各區段570a至570k可儲存在記憶體中的任何位置，並且可動態配置給該索引表530的項目540，該索引表530之每筆項目540中的區段指標542持續追蹤被配置之該索引鍵資料庫560中任何區段570的記憶體位置。換言之，該索引表530持續追蹤該索引鍵資料庫560中之區段570的記憶體位置。

該索引鍵資料庫560的每個區段570都能夠儲存一筆或多筆項目580，例如，每個大小為1的區段570a都可儲存一筆項目、每個大小為2的區段570b都可儲存二筆項目、每個大小為3的區段570c都可儲存三筆項目、...、每個大小為k的區段570k都可儲存k筆項目、每個大小為3的區段570c都可儲存三筆項目，其中每筆項目580都包含一索引鍵582及一規則584。項目580的索引鍵582是該索引鍵產生單元210所產生並且插入至該索引鍵資料庫560中的索引鍵。該規則584包含一個或多個動作，用於套用至共用該索引鍵資料庫560中之索引鍵582的任何封包(一般而言，或套用至任何資料)。例如，規則584可指示該交換裝置200決定封包之路由、執行關於封包的網路位址轉換、決定封包所內含之資料

的優先權及/或決定是否要篩選封包。

在進一步具體實施例中，索引鍵資料庫560之區段570中的項目580還包含時戳588。項目580的時戳588指示將項目第一次插入至該索引鍵資料庫560中的時間，藉此提供該項目580的「年齡」指示。時戳588可用來篩除該索引鍵資料庫560中不再實用(即，最近未存取)的老舊項目580。

各個大小之區段570中第一“可用”(即，無項目580)都是藉由相對應的頭端指標暫存器590來識別。例如，大小為1之區段570a的第一可用區段係藉由大小為1之頭端指標暫存器590a來識別。同樣地，大小為2之區段570b的第一可用區段係藉由相對應之大小為2頭端指標暫存器590b來識別，以此類推。要插入至該索引鍵資料庫560之區段570的資料項目580—以及與該索引表530之同一項目540相關和要複製至同一區段570的任何現有項目580，如下文所述—被插入至該索引鍵資料庫560之適當大小之區段570中的第一可用區段。因此，每個頭端指標暫存器590a至590k都會追蹤所相關區段大小的第一可用區段(在該交換裝置200運作期間可能會動態變更第一可用區段)，以至於任何時間都可識別及存取該索引鍵資料庫560的最佳大小可用區段570。

最初—即，系統開機、系統啟動及/或系統重置時—該索引鍵資料庫560的所有區段570都是可用區段。此時，將既定大小的其他區段連同第一可用區段連結在一起以構成一連結清單，圖中分別以箭頭501、502來標示大小為1和大小為2的區段。當區段570為可用區段時，因為不需要區段的連

結指標(即，用於識別該大小之區段的連結清單中下一區段570的指標)，所以維護連結清單時並沒有相關的記憶體負擔，因此，可以將連結指標儲存在要放置第一項目580之區段的一部份。當配置第一可用區段570以接收項目580時，會將該對應之頭端指標暫存器590中的位址複製到該索引表530中適當的區段指標542，同樣地，將最新配置之區段570中區段指標複製到頭端指標暫存器590，以至於藉由區段指標所識別的區段570現在被識別為該大小的第一可用區段。

應明白，最初(當所有區段570都是可用區段時)，由於既定大小的任何可用區段都可以接收資料，因此，都可能是第一可用區段，所以各個大小之區段570中的任意區段標示為第一可用區段。另外，會以任何順序將既定大小之一連串區段570連結至該大小的第一可用區段。因此，既定大小的區段570可能位於記憶體(即，記憶體230b、330、430b)中的任何位置，如上文所述。如上文所述之記憶體架構允許在該索引鍵資料庫560內動態配置區段570，並且會視需要配置該索引鍵資料庫560的區段570。

藉由參考圖6所示之資料查詢方法600具體實施例、參考圖7所示之資料插入方法700具體實施例及參考圖8A至圖8H所示之資料查詢作業和資料插入作業之實例，可更明白該資料結構500之運作-及該交換裝置200之運作。

現在請參考圖6，圖中顯示用於搜尋該資料結構500之方法600具體實施例的方塊圖。如步驟605所示，在該索引鍵

產生單元210接收一封包，並且在步驟610產生一搜尋索引鍵。該搜尋索引鍵可包含一個5值組(5-tuple)，或該封包所內含之資料的任何適當部份。接著將該搜尋索引鍵提供給該雜湊單元220，並且請參閱步驟615，將一雜湊函數套用至該搜尋索引鍵以建立一個n位元雜湊值。再次，該n位元雜湊值可包含該搜尋索引鍵的較低位n位位元或該搜尋索引鍵之任何適合的位元組合及/或位元轉換。

請參閱步驟620，存取該索引表530中相對應於該n位元雜湊值的項目540。例如，如果該n位元雜湊值等於數字43，則該索引表530中的第43項目是對應的項目。存取該對應之項目540，判斷被設定為高值之有效位元544的數量(以變數r來標示被設定為高值之有效位元的數量)。一位或多位高值的有效位元544 (例如，值為1的位元)指示該索引鍵資料庫560中的一區段570被配置給該索引表530中已標示索引的項目540 (例如，第43筆項目)。再次，如上文所述，也可以使用一位低值的有效位元(例如，值為0的位元)來指示一已配置之區段570。請參閱步驟625，如果有效位元544都未被設定為高值(藉此表示該索引鍵資料庫560中的區段570都未配置給該索引表530的標示索引的項目540)，則查詢失敗，如步驟690所示。

請再次參閱步驟625，如果有一位或多位有效位元544被設定為高值(即， $r > 0$)，則會存取該索引表530中該對應之項目540 (例如，第43筆項目)中的區段指標542，如步驟630所示。該區段指標542將識別該索引鍵資料庫560中目前配置

給該索引表530中該對應之項目540的區段570，然後存取所配置的區段570，如步驟635所示。該索引鍵資料庫560中之該配置的區段570將包含一筆或多筆項目580。例如，如果該配置的區段是大小為1之區段570a，則該區段將包含一筆項目580。同樣地，如果該配置的區段是大小為2之區段570b，則該區段通常包含兩筆項目580，以此類推。請參閱步驟640，接著比較該配置的區段570中每筆項目580與該搜尋索引鍵。

請參閱步驟645，如果該配置之區段570中的項目580都不包含符合該搜尋索引鍵的索引鍵582，則查詢失敗(請參閱步驟690)。雖然該配置之區段570包含一筆或多筆項目580(每筆項目都包含一索引鍵582，該索引鍵582的n位元雜湊值等於該搜尋索引鍵的該n位元雜湊值(例如，43))，然而該配置之區段570中的索引鍵582都不符合該搜尋索引鍵。這可能是因為該索引鍵產生單元210所產生之數個不同的索引鍵確實具有相同的n位元雜湊值。因此，識別n位元雜湊值不一定代表識別索引鍵。n位元雜湊值是編入該索引鍵資料庫560之索引的基本工具，並且將共用同一n位元雜湊值的所有索引鍵582儲存在一區段570中，促使該資料結構500能夠高效率分類、儲存及接著擷取一索引鍵。

請參閱步驟645，如果項目580之一包含符合該搜尋索引鍵的索引鍵582，則查詢成功。如步驟650所示，接著存取與所符合之索引鍵582相關的規則584，並且如步驟655所示，可以將該規則584套用至該接收之封包，以產生該搜尋索

引鍵。再次，例如，該規則可指示要執行一網路位址轉換、要進行路由決策、要進行優先權決策及/或要進行篩選功能。

圖7所示的方塊圖顯示用於將一項目(例如，包含一索引鍵582、一規則584及(視需要)一時戳588的項目580)插入至該資料結構500的方法700具體實施例。在用於將一資料項目插入至該資料結構500的方法700中，假設一項查詢作業失敗，所以必須進行一資料插入作業。然而，應明白，可執行資料插入作業，而無關於已失敗的查詢作業。

請參閱圖7中的步驟690，一項查詢作業已失敗。據此，已接收一封包、已產生一搜尋索引鍵(例如，一個5值組)、已建立一n位元雜湊值(該等記憶體的較低位n位位元)以及存取該索引表530中該對應之項目540，以決定被設定為高值之有效位元544的數量r(請參閱圖6，步驟605、610、615、620)。因此，要將一筆新的項目(包含一索引鍵、一規則及(視需要)一時戳588)插入至該索引鍵資料庫560中。再次，被設定為高值之有效位元544的數量r(若有的話)表示該索引鍵資料庫560中先前已配置給該索引表530之該對應項目540之區段570的大小。如果有效位元544都未被設定為高值(即，r等於零)，則表示該索引鍵資料庫560中沒有先前已配置給該對應項目540的區段570。再次，也可以利用被設定為低值(例如，值為0的位元)的一位或多位有效位元544來指示該索引鍵資料庫560中一區段570之配置。

如上文所述，要將一筆項目(即，一索引鍵、一對應之規

則及(視需要)一時戳588)插入至該索引鍵資料庫560中。因此，如步驟705所示，識別該索引鍵資料庫560中大小等於 $(r+1)$ 的第一可用區段。換言之，找到一區段570，該區段570的大小至少大於該索引鍵資料庫560中任何先前所配置之區段570的大小。因此，大小為 $(r+1)$ 的第一可用區段係藉由的大小為 $(r+1)$ 的頭端指標暫存器590來識別。舉例而言，如果該對應項目540的有效位元544都未被設定為高值(即， $r=0$)，則不需要識別大小為1的第一可用區段。例如，如果有兩位有效位元544都被設定為高值(即， $r=2$)，則需要識別大小為3的第一可用區段。

已識別號大小等於或大於 $(r+1)$ 的第一可用區段之後，就會將該索引鍵資料庫560中的該區段570配置給該索引表530中的該對應項目540，如步驟710所示。請參閱步驟715，接著將一項目580插入至該索引鍵資料庫560中最新配置的區段，該項目580包含一索引鍵582及一對應之規則584。該項目580進一步包含一時戳588。

如上文中的建議所述，必須識別其大小大於先前配置之區段大小的可用區段(若有的話)，以至於一筆額外的項目可能被插入至該索引鍵資料庫560並且藉由其 n 位元雜湊值編入索引。然而，如果無法取得大小大於先前配置之區段大小的區段570，則可能會配置較大大小的區段570。因此，在本文中，“較大的大小”表示大小大於先前所配置之區段大小的區段。而者，如果先前所配置之區段的大小足以接收新項目(即，當配置該區段時，無法取得適當大小的區段

，並且利用較大大小的區段)，則不需要配置新的區段。

請參閱步驟 720，如果被設定為高值之有效位元 544 的數量為零(即， $r=0$)，則表示尚未將該索引鍵資料庫 560 的一區段 570 配置給該索引表 530 中的該對應項目 540。換言之，該索引鍵資料庫 560 中尚未插入具有相對應於該索引表 530 之該對應項目 540 之 n 位元雜湊值的索引鍵。因此，沒有將任何項目複製到該索引鍵資料庫 560 中最新配置的區段。

請再次參閱步驟 720，如果被設定為高值之有效位元 544 的數量不為零(即， $r>0$)，則表示之前已將該索引鍵資料庫 560 的一區段 570 配置給該索引表 530 中的該對應項目 540，必須存取該配置之區段 570。據此，讀取該對應項目 540 的區段指標 542 (請參閱步驟 725)，並且存取該區段指標 542 所識別之該索引鍵資料庫 560 中的區段 570，如步驟 730 所示。該索引鍵資料庫 560 的該區段 570 之前已配置給該索引表 530 中的該對應項目 540，並且該區段 570 的大小通常等於被設定為高值之有效位元 544 的數量(即，等於 r)。大小為 r 之區段中的每筆項目都被複製到最新配置之大小為 $(r+1)$ 之區段中，如步驟 735 所示。

將新項目 580 (若需要，以及來自任何先前配置之項目 580)插入至該索引鍵資料庫 560 之最新配置的區段 570 中之後(或同時進行)，就會更新該索引表 530 中該對應項目 540 的有效位元 544 (即，相對應於衍生自所產生之索引鍵之 n 位元雜湊值的項目 540，該產生之索引鍵構成要插入至該索引鍵資料庫 560 之最新配置的區段 570 中之新項目 580 的一

部份)，如步驟740所示。一位額外有效位元544被設定為高值，以至於被設定為高值之有效位元544的總數量等於最新配置之區段的大小，該大小等於 $(r+1)$ 。

如步驟745所示，必需更新該索引表530中該對應項目540中的區段指標542。據此，相對應於已配置之大小為 $(r+1)$ 之第一可用區段之頭端指標暫存器590中的位址(即，最新配置之大小為 $(r+1)$ 之區段的位址)被複製到該對應項目540的區段指標542。如步驟750所示，必需更新適當的頭端指標暫存器590。最新配置的區段中包含一連結指標，用於識別該連結清單中大小相同之下一個可用區段(大小為 $r+1$ 的區段)。為了要更新大小為 $(r+1)$ 的頭端指標暫存器590，會將該連結指標複製到大小為 $(r+1)$ 的頭端指標暫存器。另外，如果有先前配置的區段(即，將大小為 r 之區段的內容轉移至最新配置之大小為 $(r+1)$ 的區段之後，該大小為 r 之區段現在是可用的區段1))，如果先前配置之大小為 r 的區段現在是大小為 r 的第一可用區段，則必須更新大小為 r 的頭端指標暫存器590。

如上文所述，雖然，所說明之資料插入方法700係以一項查詢作業失敗之後為背景，然而，可執行將資料項目插入至索引鍵資料庫560中，而無關於查詢作業失敗(或未失敗)。因此，清注意，如果用於將一資料項目插入至該資料結構500的方法700不是在一項查詢作業失敗之後進行(如參考圖6之說明)，則參考圖7所說明之方法700可包含額外作業。具體而言，方法700可進一步包含，依據一接收之封包

中所包含的資料產生一搜尋索引鍵，之後依據該產生之搜尋索引鍵來建立一n位元雜湊值，以及存取索引表中相對應於該n位元雜湊值的項目，以至於可讀取該項目中所包含的有效位元(請參閱圖6，步驟605、610、615、620)。

如參考圖5、6和7之說明所述，該索引表530中的每筆項目540都包含k位有效位元544，其中k等於該索引鍵資料庫560中區段570之不同大小分類的數量。因為有效位元544的數量k等於該索引鍵資料庫560之區段大小的數量，所以可使用該等有效位元544來指示該索引鍵資料庫560中已配置給索引表530之一項目540的任何區段570之大小。該資料結構500利用已知索引鍵資料庫560中任何先前配置之區段的大小，決定任何最新配置之適當大小的區段，並且在某些情況下，會決定是否需要配置較大的新區段(再次，如果先前已將該索引鍵資料庫560中過額大小的區段570配置給索引表530的一項目540，則該過額大小的區段570可以接收一筆額外項目，並且不需要配置新區段)。

然而，應明白，也可以藉由任何適當的裝置或方法來指示先前所配置之區段的大小，並且不需要多位有效位元544。例如，索引鍵資料庫560中的每個區段570都可包含數位狀態位元，用於指示該區段的大小，當經由索引表530之該對應項目540中的區段指標542來存取區段570時，就會讀取該等狀態位元。或者，當存取索引鍵資料庫560的一區段570時，就可以計算該區段中的項目580數量(若有的話)，並且從儲存於所存取之區段中的項目580總數量來推導出該

區段570的大小。就前面的任一實例而言，索引表530中的每筆項目540都可只包含單一有效位元544，該單一有效位元544僅僅標示該索引鍵資料庫560中是否有任何區段570已配置給該項目540。

應明白，雖然以交換裝置200為背景來說明，但是可以使用硬體或軟體來實施資料結構500之具體實施例、資料查詢方法600之具體實施例及資料插入方法700之具體實施例。另外，可以使用軟硬體之組合來實施資料結構500之具體實施例、資料查詢方法600之具體實施例及資料插入方法700之具體實施例。

參考圖8A至圖8H所示之特定實例，可更明白參考圖6和圖7所說明的方法。基於簡明清潔及容易瞭解，在圖8A至圖8H所示的實例中，資料結構800具有最小數量的索引表項目及索引鍵資料庫中最少區段大小分類數量。然而，應明白，實際上索引表及索引鍵資料庫可能更大。例如，一個10位元雜湊值可能係藉由雜湊單元產生，導致索引表中有1024筆項目。同樣地，可利用具有十種或十種以上不同大小之區段的索引鍵資料庫。

請參閱圖8A，一索引表830包含十六筆項目840，每筆項目840都包含一區段指標842及三位有效位元844。由於有十六筆項目840，所以將使用4位元雜湊值做為索引編入該索引表830。一索引鍵資料庫860包含三種大小的區段，包含大小為1的區段870a、大小為2的區段870b及大小為3的區段870c。如圖8A所示，該索引鍵資料庫860中的所有區段870a

至870c一開始都是可用區段。請注意，區段的大小分類數量(即，三)等於該索引表830中有效位元844的數量。因此，大小為1的第一可用區段870a係藉由的大小為1的頭端指標暫存器890a來識別。同樣地，大小為2之第一可用區段870b係藉由相對應之大小為2頭端指標暫存器890b來識別，而大小為3之第一可用區段870c係藉由相對應之大小為3頭端指標暫存器890c來識別。應明白，可以任何選擇每種大小的第一可用區段，並且應進一步明白，某種大小的區段最初都可以被標示為第一可用區段。而且，所有大小為1的區段870a一起被連結成為一連結清單(請參閱箭頭801)，所有大小為2之區段870b一起被連結成為一連結清單(請參閱箭頭802)，及所有大小為3之區段870c一起被連結成為一連結清單(請參閱箭頭803)。

接收一封包，並且依據該接收封包中的資料來產生一索引鍵(即， KEY_1)。接著，將一雜湊函數套用至該索引鍵以建立一4位元雜湊值，該四位元雜湊值的數學表示值等於七。據此，存取該索引表830的第7筆項目840，因為該第7筆項目840中的有效位元844未被設定為高值，所以查詢失敗。換言之，該索引鍵資料庫860中沒有任何索引鍵的4位元雜湊值之數學表示值等於七，即，沒有符合 KEY_1 的索引鍵。因此，可以執行資料插入，以將 KEY_1 插入至該索引鍵資料庫860。

現在請配合8A來請參閱圖8B，例如，大小為1之第一可用區段870a (藉由大小為1之頭端指標暫存器890a來識別)

被配置給該索引表830中的第7筆項目840。將該大小為1之頭端指標暫存器890a中所包含的大小為1之第一可用區段位址(即， $ADDRESS_1$)複製到該索引表830中第7筆項目840中的區段指標842，以至於現在該區段指標識別該配置之區段870a。將產生的索引鍵(即， KEY_1)與一相對應規則(即， $RULE_1$)—並且視需要，及一時戳(即， $TMSTMP_1$)—插入至該索引鍵資料庫860中最新配置的區段870a，藉此在該索引鍵資料庫860中建立一筆項目880。並且，將該索引表830中第7筆項目840的有效位元844之一設定為高值(例如，值為1的位元)，指示該索引鍵資料庫860中一大小為1的區段870a已配置給該項目。

還會更新該大小為1之頭端指標暫存器890a，用以識別該大小為1之第一可用區段870a(請注意，在圖8B中，該大小為1之頭端指標暫存器890a已指向大小為1之下一可用區段)。為了要更新大小為1的頭端指標暫存器890a，會將該最新配置的大小為1之區段中的連結指標複製到大小為1的頭端指標暫存器890a。另外，更新大小為1之區段870a的連結清單，該連結清單中的第一區段係藉由大小為1之頭端指標暫存器890a來識別(請參閱箭頭801)。

現在請配合8B來請參閱圖8C，圖中顯示另一項資料插入作業。接收另一封包並且產生一索引鍵(即， KEY_2)，該索引鍵之4位元雜湊值的數學表示值等於十二。假設查詢該索引鍵失敗(即，有效位元都未被設定為高值或沒有相符合的項目)，則大小為1之區段870a被識別並且被配置給該索引表

830的第12筆項目840。將該大小為1之頭端指標暫存器890a中所包含的位址(即， $ADDRESS_2$)複製到該索引表830中第12筆項目840的區段指標842，促使將該位址所識別的大小為1之區段870a配置給該第12筆項目840。一資料項目880被放置在該最新配置的區段870a，該資料項目880包含該產生的索引鍵(即， KEY_2)、一相對應規則(即， $RULE_2$)，以及視需要包含一時戳(即， $TMSTMP_2$)。更新該大小為1之頭端指標暫存器890a (藉由從最新配置的大小為1之區段870a複製連結指標)，以便識別大小為1之下一可用區段，並且更新該索引表830中第12筆項目840的有效位元844 (即，將該等有效位元之一設定為高值)。而且，如箭頭801所示，更新大小為1之區段870a的連結清單。

現在請配合8C來請參閱圖8D，圖中顯示進一步查詢及後續資料插入作業。接收一額外封包，並且依據該封包中的資料來產生一索引鍵(即， KEY_3)。接著，將一雜湊函數套用至該索引鍵以建立一4位元雜湊值，該4位元雜湊值的數學表示值等於七。存取該索引表830的第7筆項目840並且讀取有效位元844。將該第7筆項目844的有效位元844之一設定為高值，指示該索引鍵資料庫860中一大小為1的區段870a已配置給該項目。該配置的區段870a (位址為 $ADDRESS_1$)係藉由該索引表830中該第7筆項目844的區段指標842所識別840 (請參考圖8C)。比對該產生的索引鍵(即， KEY_3)來比較該區段870a中相對應於 $ADDRESS_1$ 的每筆項目；然而，因為 KEY_1 不符合 KEY_3 ，所以查詢失敗。

由於查詢 KEY_3 失敗，所以會將一筆對應項目880 (包含 KEY_3 、一相對應之規則(即， $RULE_3$)及(視需要)一時戳(即， $TMSTMP_3$))插入至該索引鍵資料庫860中。必須配合該索引鍵資料庫860中的一區段以接收該新項目，以及接收含有4位元雜湊值之數學表示值等於七之索引鍵的所有其他項目。因此，將大小為2之區段870b配置給該索引表830中的第7筆項目840，並且將大小為2之頭端指標暫存器890b中所包含的位址(即， $ADDRESS_3$)複製到該索引表830中第7筆項目840的區段指標842。將新的項目880 (即， KEY_3 、 $RULE_3$ 、 $TMSTMP_3$)插入至最新配置的區段870b中，並且將先前配置的區段870a中包含的項目880 (即， KEY_1 、 $RULE_1$ 、 $TMSTMP_1$)複製到最新配置的區段中(請參閱圖8D)。因為現在已將大小為2的區段870b配置給該索引表830中的第7筆項目840，所以會將該項目840中的兩位有效位元844設定為高值。而且，更新頭端指標暫存器。還會更新該大小為2之頭端指標暫存器890b，用以包含大小為2之下一可用區段870b的位址，並且，在此情況下，還會更新該大小為1之頭端指標暫存器890a，用以包含最新釋出之大小為1之區段870a的位址(即， $ADDRESS_1$)。另外，更新大小為2之區段870b的連結清單，其中該連結清單中大小為2之第一區段870b係藉由大小為2之頭端指標暫存器890b來識別(請參閱箭頭802)。

現在請配合8D來請參閱圖8E，接收另一封包並且產生一索引鍵(即， KEY_4)，該索引鍵之4位元雜湊值的數學表示值

也等於七。因為KEY₄不符合KEY₁或KEY₃，所以查詢該索引表830中第7筆項目840失敗；因此，會將一筆新項目(包含KEY₄、一相對應之規則(即，RULE₄)及(視需要)一時戳(即，TMSTMP₄))插入至該索引鍵資料庫860中。必須將該索引鍵資料庫860中較大區段配置該索引表830的第7筆項目840，該第7筆項目840所包含之所有n位元雜湊值之數位表示值都等於七，現在會等於三。據此，會將大小為3之頭端指標暫存器890c中所包含的位址(即，ADDRESS₄)複製到該索引表830中第7筆項目840中的區段指標842。將新的項目(即，KEY₄、RULE₄、TMSTMP₄)插入至最新配置的大小為3之區段870c中，並且將先前配置的大小為2之區段870b中包含的每筆項目880(即，KEY₁、RULE₁、TMSTMP₁；以及KEY₃、RULE₃、TMSTMP₃)複製到最新配置的區段中(如圖8E所示)。現在將該索引表830之第7筆項目840中的三位有效位元844全部設定為高值。還會更新該大小為3之頭端指標暫存器890c，用以包含大小為3之下一可用區段870c的位址，並且，在此情況下，還會更新該大小為2之頭端指標暫存器890b，用以包含最新釋出之大小為2之區段870b的位址(即，ADDRESS₃)。另外，更新大小為3之區段870c的連結清單(請參閱箭頭803)。

圖8F到圖8H顯示將額外資料項目880插入至該索引鍵資料庫860之後的資料結構800狀態。在圖8F中，已將第五筆項目880(即，KEY₅、RULE₅、TMSTMP₅)插入至該索引鍵資料庫860。該插入之索引鍵(即，KEY₅)之4位元雜湊值的數

字表示值等於十二；因此，會將較大的區段(即，大小為2之區段870b，其中已將該區段的位址(即，ADDRESS₅)從大小為2之頭端指標暫存器890b複製到該索引表830中第12筆項目840的區段指標842中)配置給該索引表830中的第12筆項目840。更新該索引表中第12筆項目840的有效位元844，將該等兩位有效位元設定為高值。還會以如上文所述之相同方法來更新該等頭端指標暫存器，以及大小為2之區段870b的連結清單(請參閱箭頭802)。

在圖8G中，已將兩筆以上項目880插入至該索引鍵資料庫860。該等項目之一(即，KEY₆、RULE₆、TMSTMP₆)所包含之索引鍵(即，KEY₄)的4位元雜湊值的數學表示值等於二。據此，將大小為1之區段870a配置給該索引表830中的第2筆項目840，並且將大小為1之頭端指標暫存器890a中所包含的位址(即，ADDRESS₁)複製到該索引表中第2筆項目840的區段指標842，現在一位有效位元844也設定為高值。該等項目之另一項目(即，KEY₇、RULE₇、TMSTMP₇)所包含之索引鍵(即，KEY₇)的4位元雜湊值的數學表示值等於十五。因此，將該索引鍵資料庫860中大小為1之另一區段870a配置給該索引表830中的第15筆項目840，並且將大小為1之頭端指標暫存器890a中所包含的位址(即，ADDRESS₂)(在將一大小為1之區段870a配置給該索引表中的第2筆項目之後會更新該位址)將複製到該索引表中第15筆項目840的區段指標842，現在該項目也有一位有效位元844被設定為高值。

在圖8H中，已將兩筆額外項目置入該索引鍵資料庫860

。該等項目之一(即，KEY₈、RULE₈、TMSTMP₈)所包含之索引鍵(即，KEY₈)的4位元雜湊值的數學表示值等於二(即，等於KEY₆的4位元雜湊值)。因此，會將較大的區段(即，大小為2之區段870b，其中已將該區段的位址(即，ADDRESS₆)從大小為2之頭端指標暫存器890b複製到該索引表840中第2筆項目840的區段指標842中)配置給該索引表830中的第2筆項目，並且現在將該項目的兩位有效位元設定為高值。該等項目之另一項目(即，KEY₉、RULE₉、TMSTMP₉)所包含之索引鍵(即，KEY₉)的4位元雜湊值的數學表示值等於十五(即，等於KEY₇的4位元雜湊值)。因此，會將較大的區段(即，大小為2之區段870b，其中已將該區段的位址(即，ADDRESS₇)從大小為2之頭端指標暫存器890b複製到該索引表840中第2筆項目840的區段870b指標842中，其中在將一大小為2之區段870a配置給該索引表中的第15筆項目之後會更新該位址)配置給該索引表830中的第15筆項目。而且，現在將該索引表830之第15筆項目840中的兩位有效位元844設定為高值。在插入如上文所述的新項目880之後，就已更新頭端指標暫存器890a至890c，以識別各個大小的第一可用區段。另外，在圖8F到圖8H中，已分別維護所有大小之區段870a至870c的連結清單(請參閱箭頭801、802、803)。

將參考圖8H來說明查詢作業的另一實例。接收一封包，並且依據該封包中的資料來產生一索引鍵。該產生一索引鍵等於KEY₃並且其一相對應之4位元雜湊值的數學表示值

等於七。據此，存取該索引表830的第7筆項目840並且讀取有效位元844。將三位有效位元844設定為高值，指示目前將一大小為3的區段870c配置給該索引表的該第7筆項目840。依據該第7筆項目840之區段指標842中所包含的位址(即，ADDRESS₄)，存取大小為3之相對應區段870c。比對該最新產生的索引鍵(即，KEY₃)來比較所配置的大小為3之區段870c中的每筆項目880。該區段的項目880包含KEY₃；因此，找到符合的項目，並且可以存取相對應之規則(即，RULE₃)及套用至所接收的封包。

請注意，雖然最新接收之封包的索引鍵等於KEY₃，並且先前接收之封包(即，原先促使將KEY₃插入至該索引鍵資料庫860中的封包)的索引鍵也等於KEY₃，所以這兩個封包不需要包含相同的資料。然而，每個封包都必須接收相同的規則(例如，決定將該等兩個封包路由至相同的IP位址及/或連接埠號碼)。而且，所配置的大小為3之區段870c包含三筆項目880，因此，包含三個索引鍵(即，KEY₁、KEY₃、KEY₄)，然而，如上文所述，應知道該等三個索引鍵不相同。而是，配置給索引表之第7筆項目840的大小為3之區段870c中所包含該等三個索引鍵直接只用相同的4位元雜湊值(數學表示值等於七)。換言之，基於編入索引及搜尋該索引鍵資料庫860之目的，該等三個索引鍵(即，KEY₁、KEY₃、KEY₄)已被放置在相同分類中(即，4位元雜湊值為七的索引鍵)。

本文中已說明資料結構500、800之具體實施例、包含該等資料結構(及用於執行資料搜尋和插入之方去600,700)之

交換裝置200之具體實施例，熟悉此項技術者應明白其優點。因此，不需要平行搜尋大量資料項目(即，當產生一索引鍵並且構成一 n 位元雜湊值時，索引鍵資料庫中要比較該產生之索引鍵的資料項目只包含儲存在該索引鍵資料庫中區段的項目，其中該區段已配置給相對應於該產生之索引鍵之 n 位元雜湊值的索引表項目)，所以資料結構500、800不需要複雜且昂貴的邏輯電路。另外，由於可以視需要動態變更配給置索引表中項目的區段大小，所以可最小化或排除資料衝突。而且，很容易擴充資料結構500、800(例如，藉由增加索引表大小及/或增加索引鍵資料庫大小，同時增加區段的大小及每種大小的區段數量)，以符合需要容納一百萬筆以上項目之資料庫的下一代組件之需求。

前面的說明內容及附圖僅供解說用途而不是限制。所提供說明內容及附圖主要是為了充分理解本發明的具體實施例，並且應知道並無任何限制。熟悉此項技術者可設計出許多對本文所說明之具體實施例的新增、刪除和修改，以及替代配置，而不會脫離這些具體實施例的精神及隨附的請專利範圍的範疇。

【圖式簡單說明】

圖1顯示網路裝置之示範性具體實施例的原理圖，該網路裝置包含併入一資料結構的一個或多個交換裝置。

圖2顯示圖1所示之交換裝置之具體實施例的原理圖。

圖3顯示圖1所示之交換裝置之另一具體實施例的原理圖。

圖4顯示圖1所示之交換裝置之進一步具體實施例的原理

圖。

圖5顯示圖1所示之交換裝置中之資料結構具體實施例的原理圖。

圖6顯示用於查詢圖5所示之資料結構之方法的方塊圖。

圖7顯示用於將資料項目插入至圖5所示之資料結構之方法的方塊圖。

圖8A到圖8H顯示圖6和圖7所示之方法之示範性具體實施例的原理圖。

【圖式代表符號說明】

100	網路連接設備
120	網路
140	節點
200	交換裝置
5	網際網路
210	索引鍵產生單元
220	雜湊單元
500	資料結構
530, 830	索引表
560, 860	索引鍵資料庫
230a	第一記憶體
230b	第二記憶體
590, 590a, 590b, ..., 590k,	
890, 890a, 890b, 890c	頭端指標暫存器
330	單一整合型記憶體

430b	外部記憶體
540, 580, 840, 880,	項目
542,842	區段指標
544,844	有效位元
570, 570a, 570b, ..., 570k,	
870, 870a, 870b, 870c	區段
582, 882	索引鍵
584, 884	規則
588, 888	時戳

伍、中文發明摘要：

一種運用在資料庫應用程式中的資料結構。該資料結構包含一可經由索引表搜尋的索引鍵資料庫。

陸、英文發明摘要：

A data structure for use in database applications. The data structure includes a key database that is searchable via an index table.

拾壹、圖式：

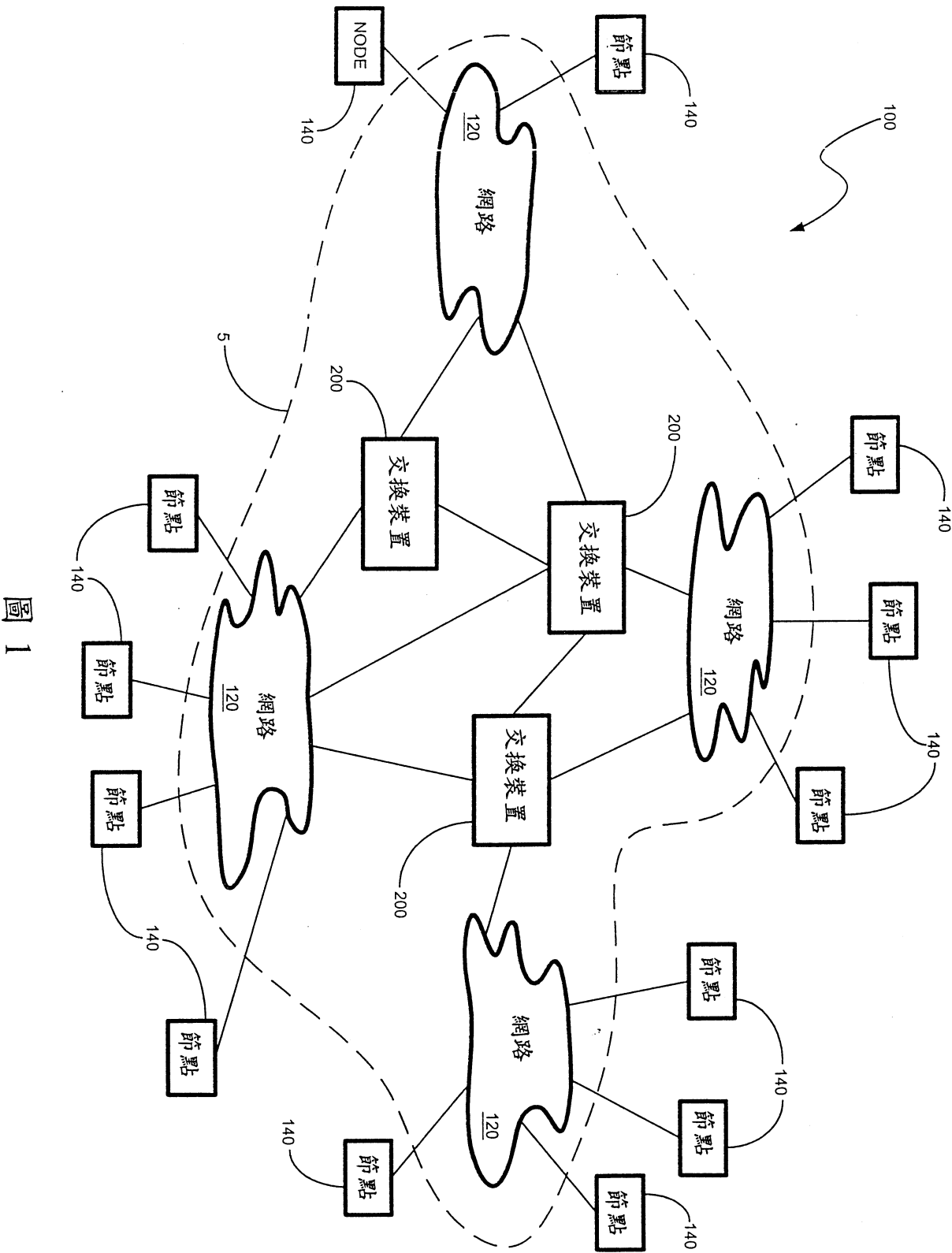


圖 1

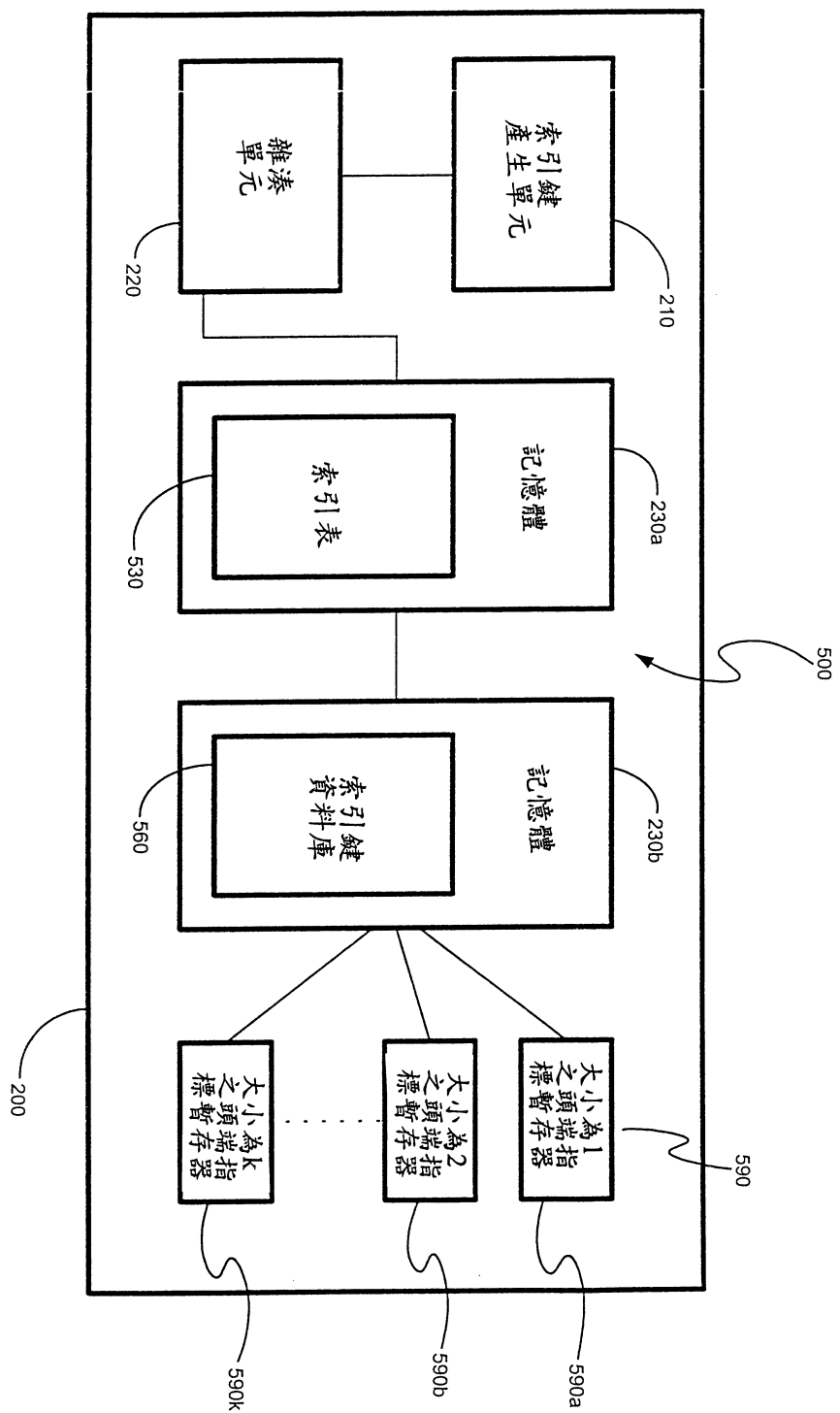


圖 2

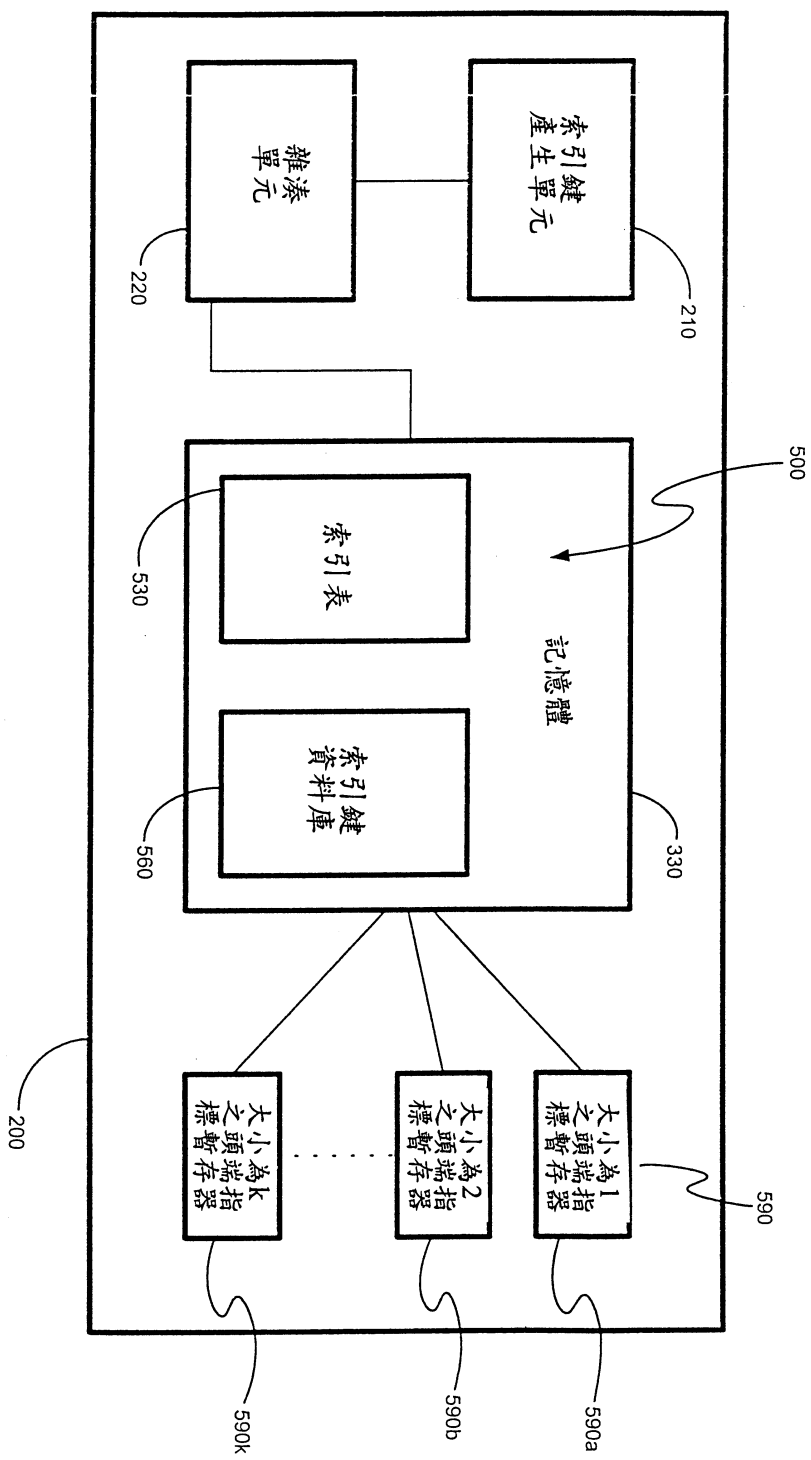


圖 3

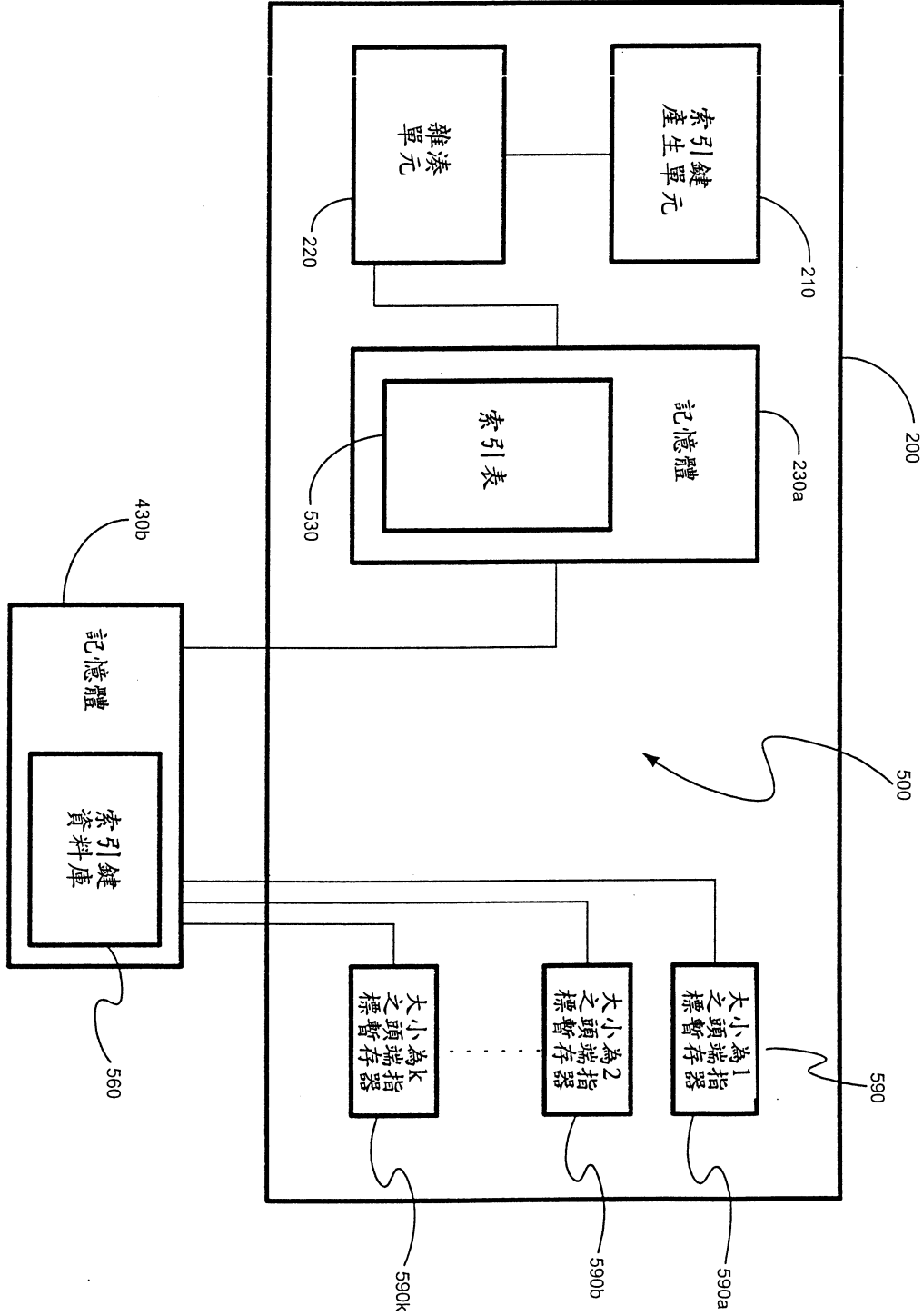


圖 4

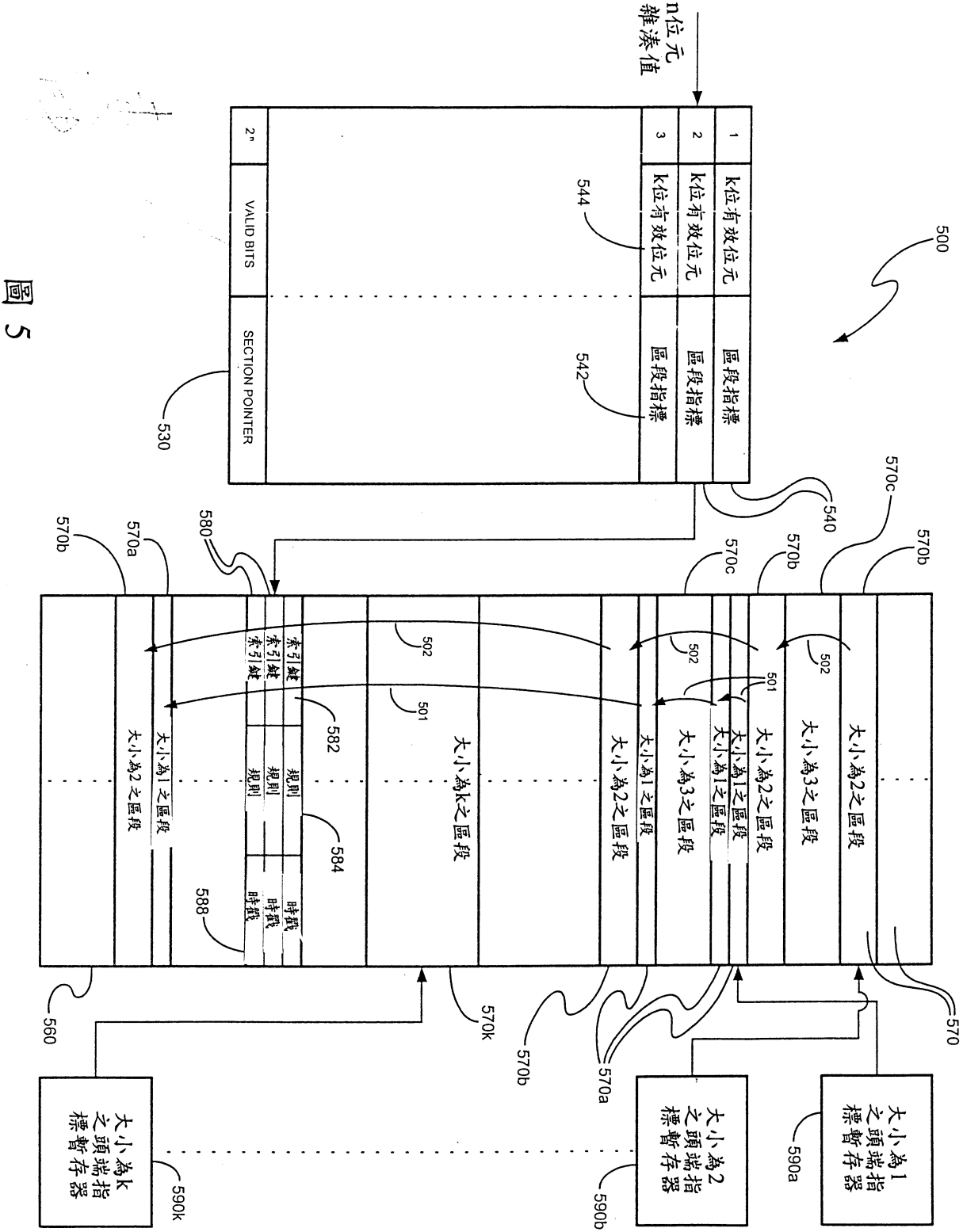


圖 5

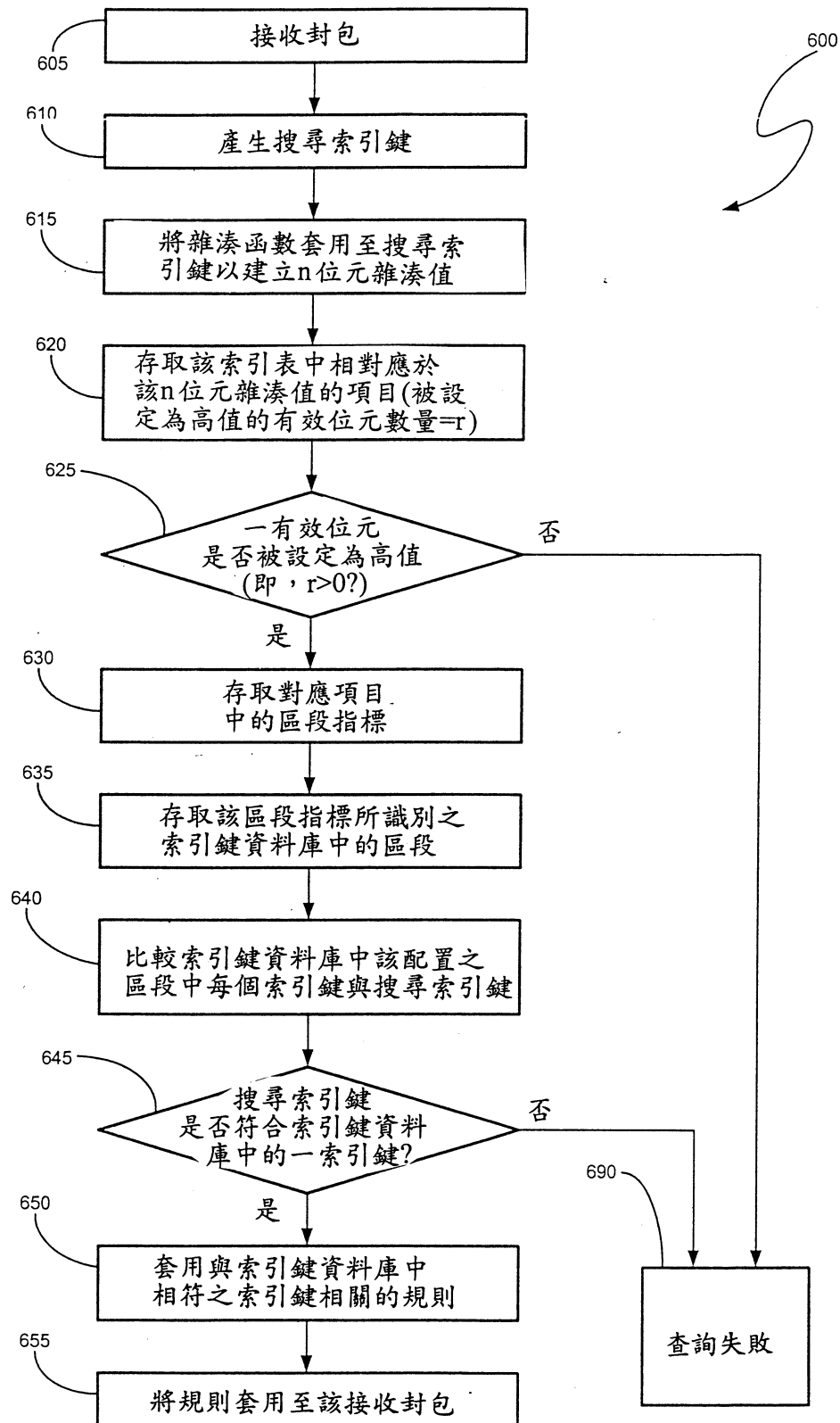


圖 6

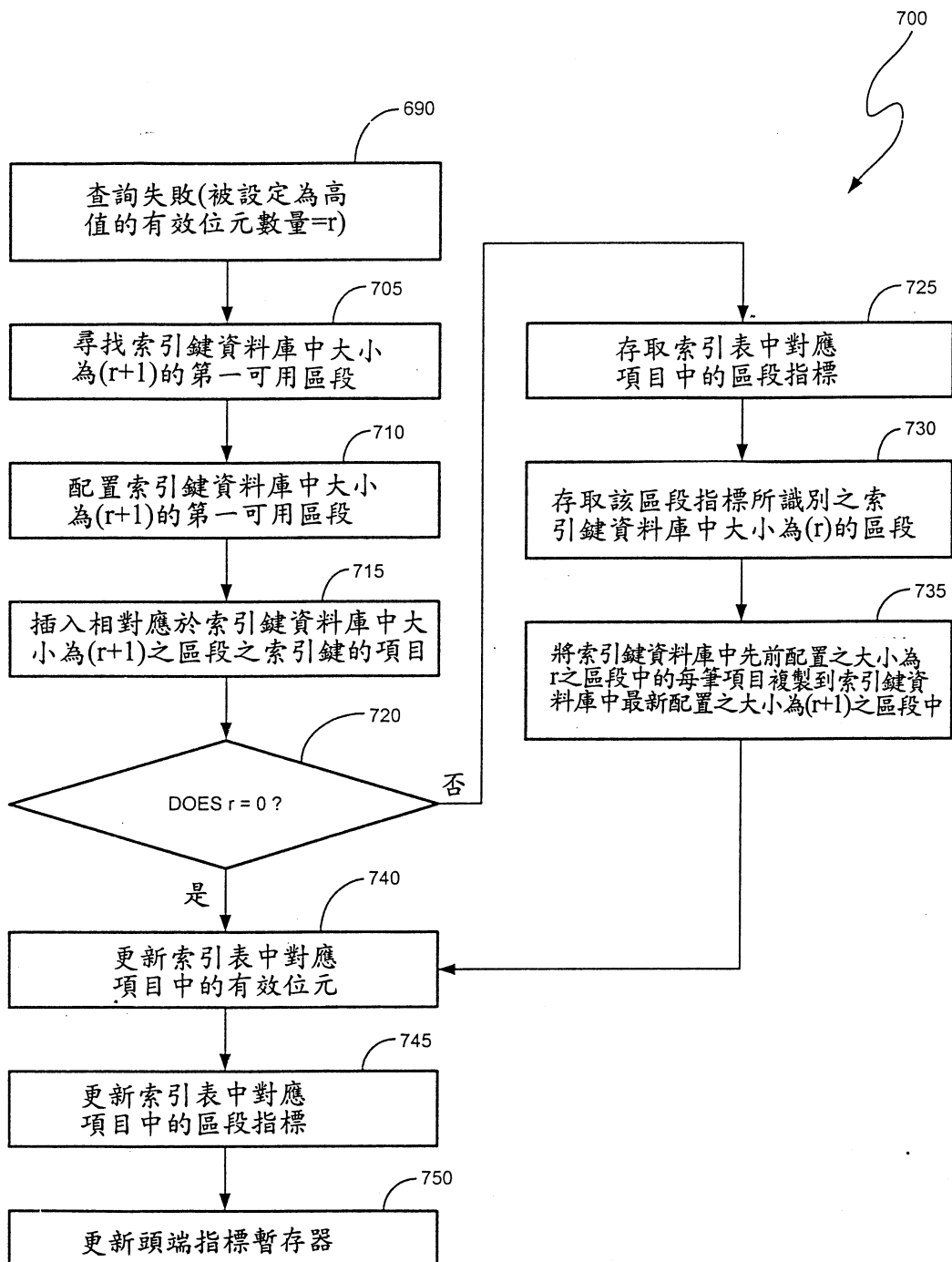


圖 7

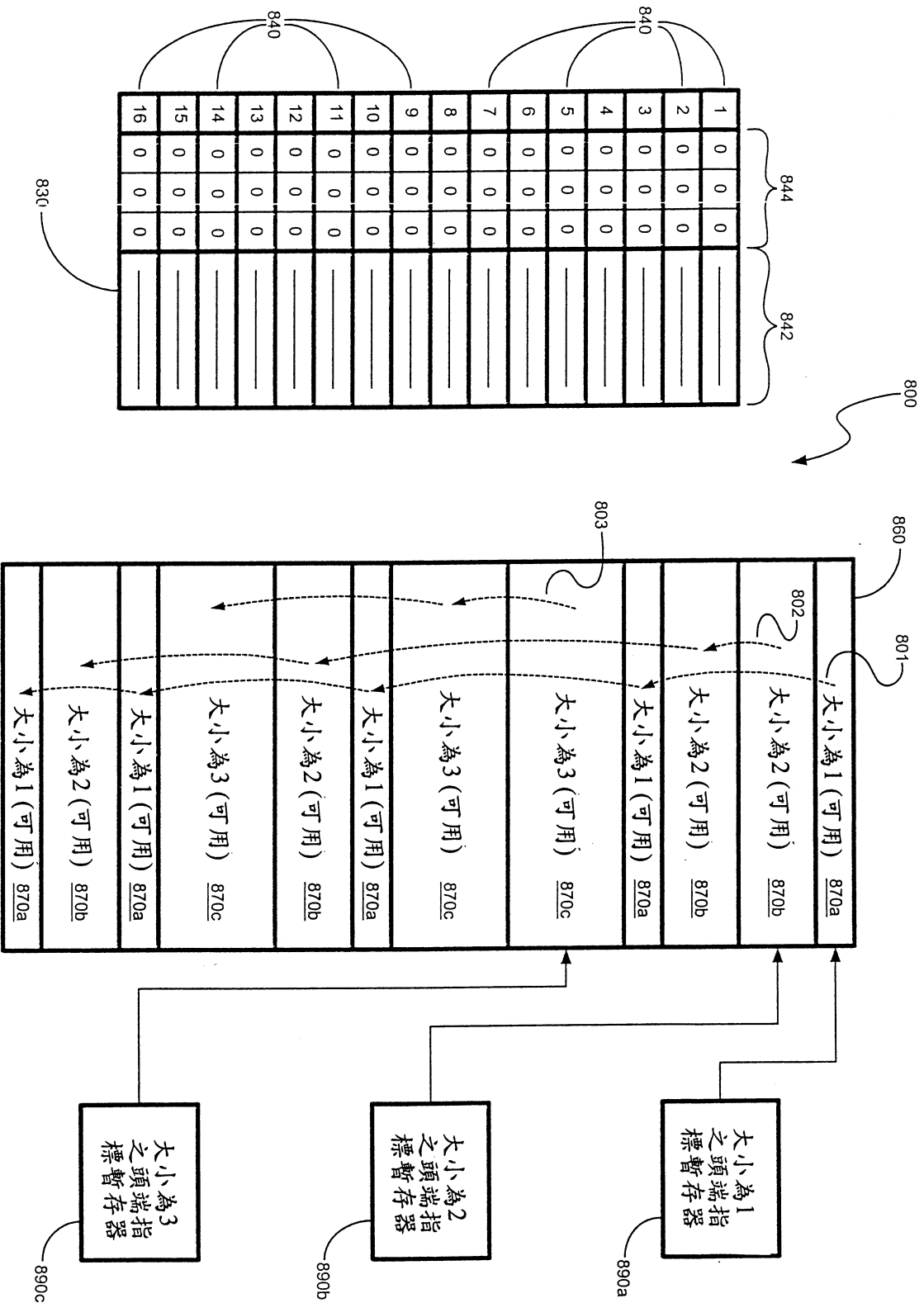


圖 8 A

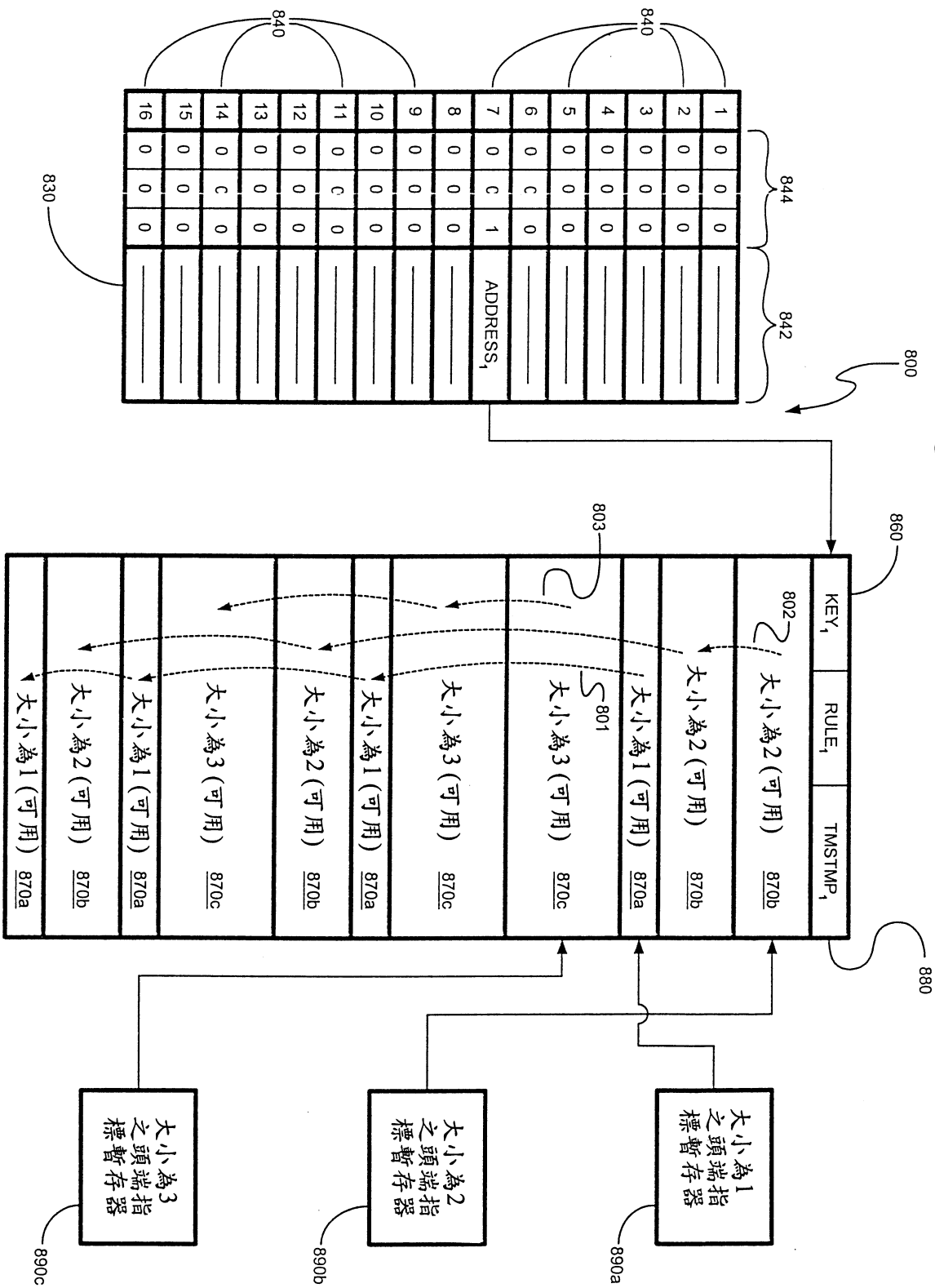


圖 8B

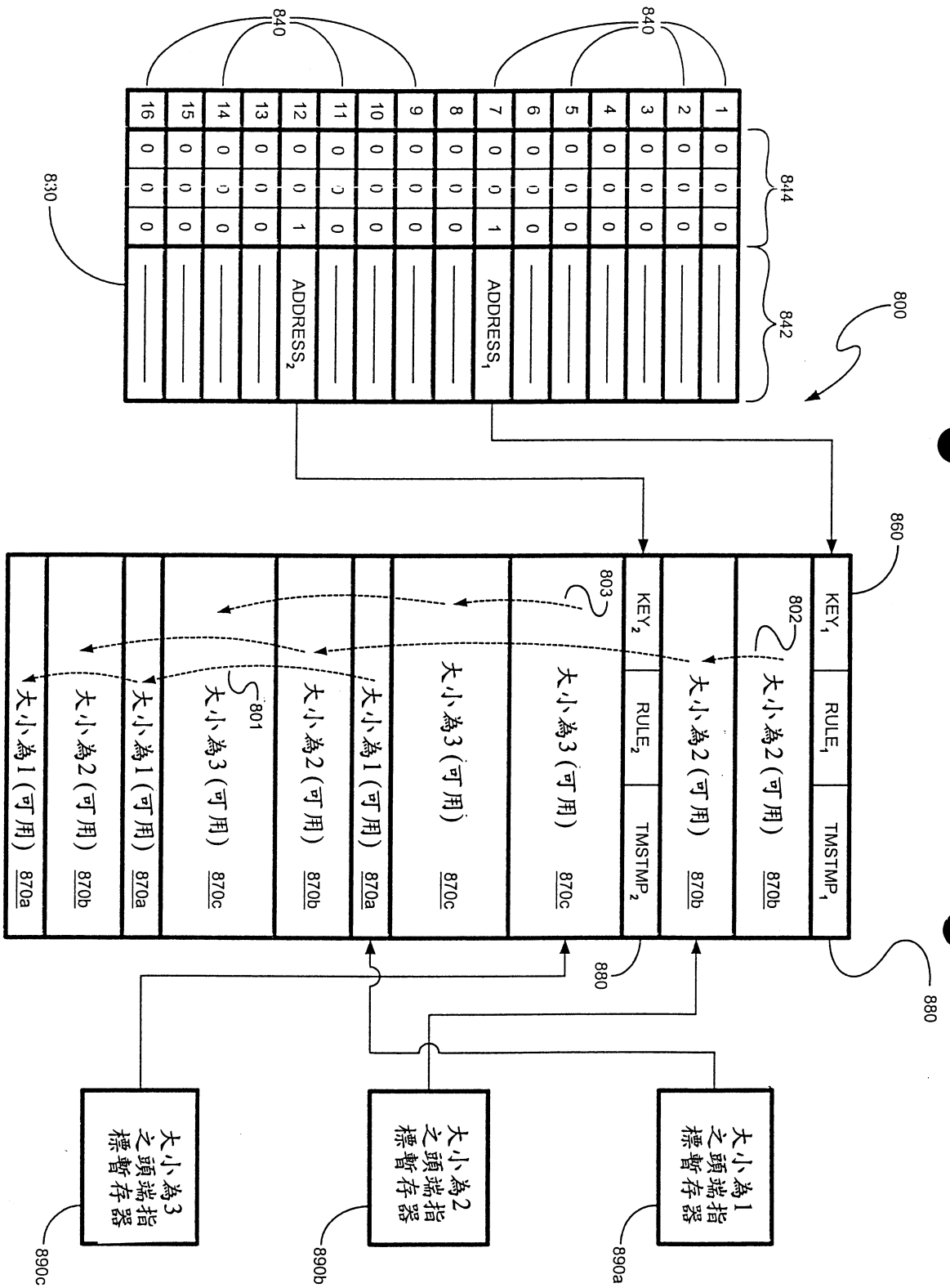


圖 8C

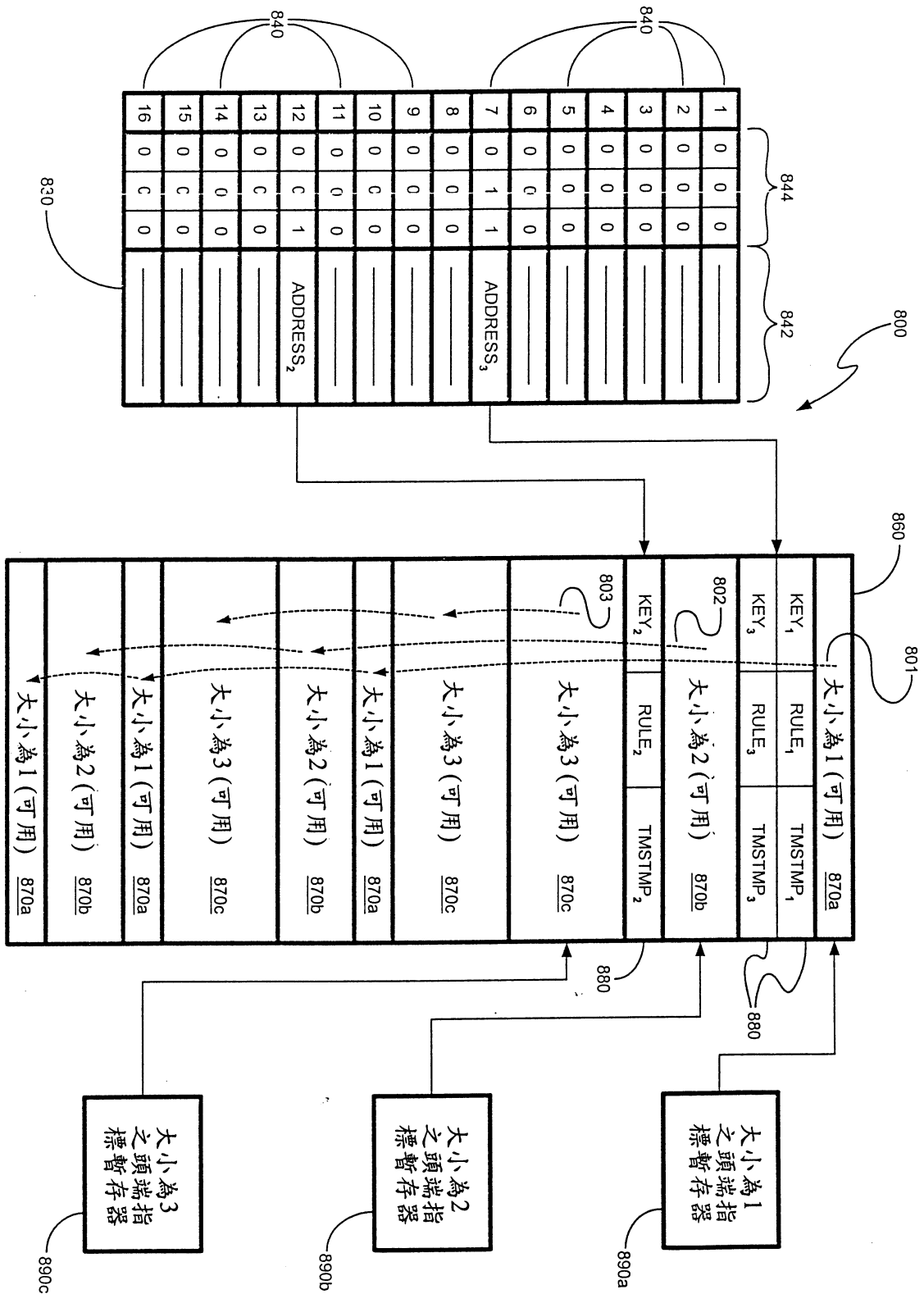


圖 8D

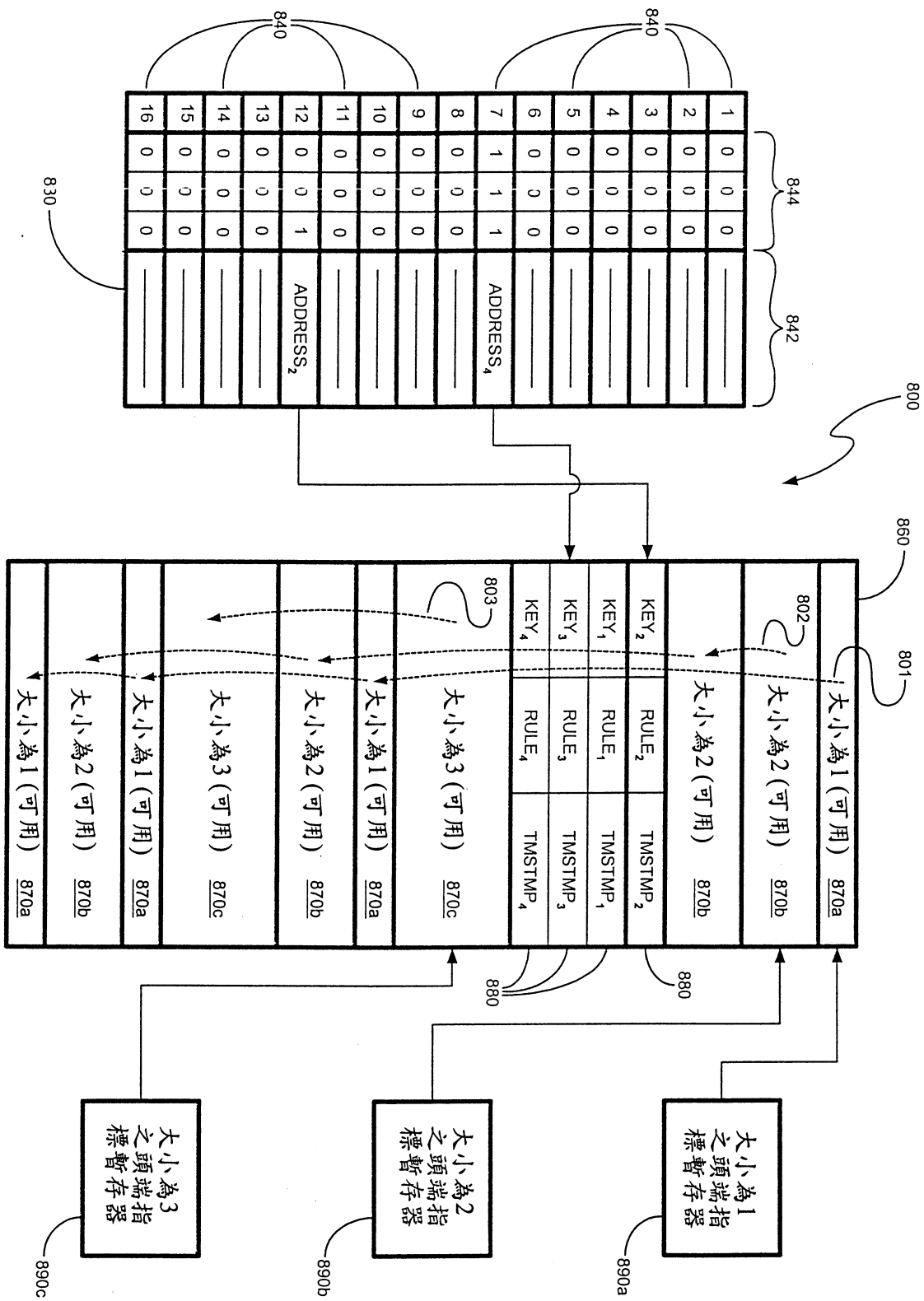


圖 8E

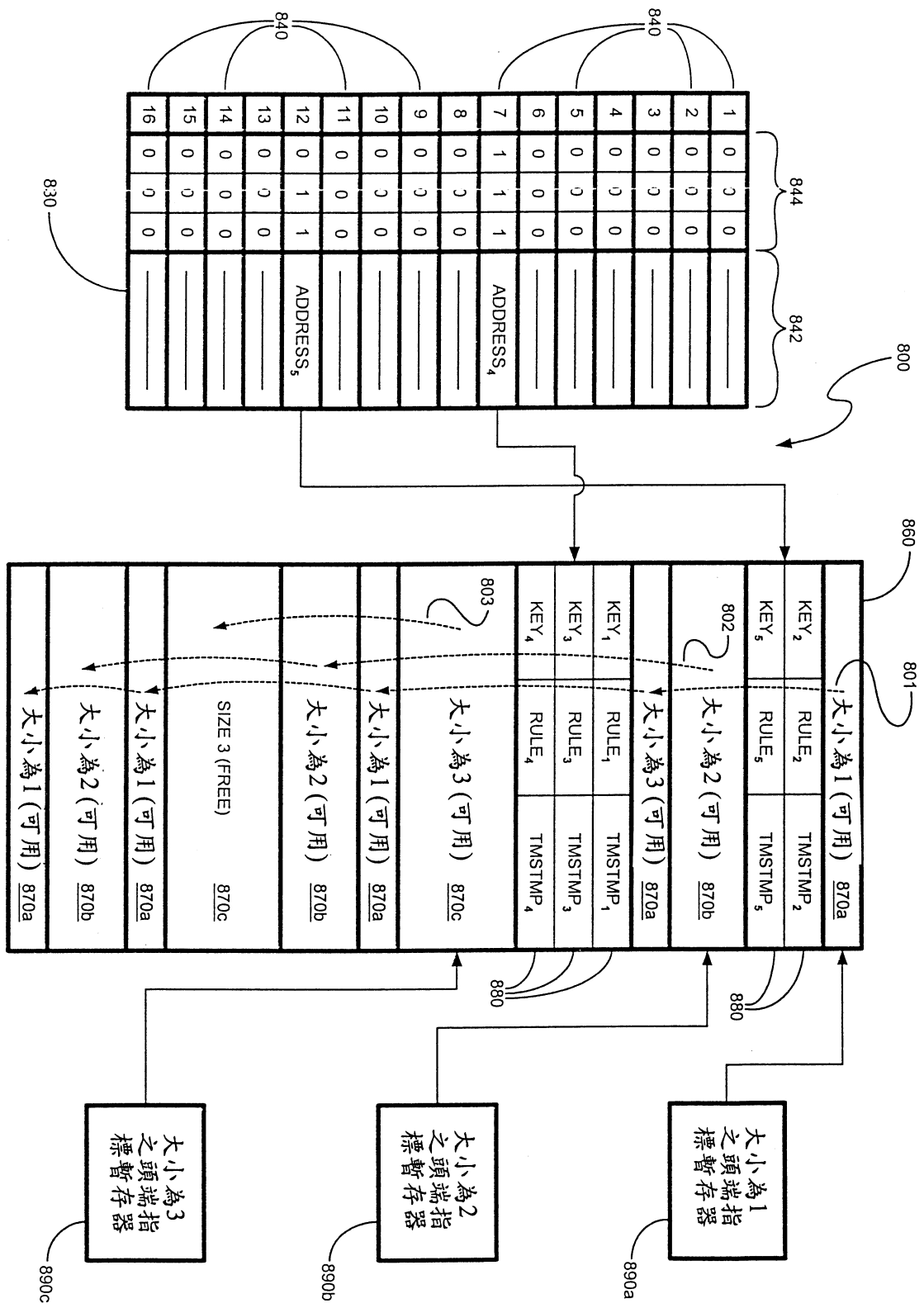


圖 8F

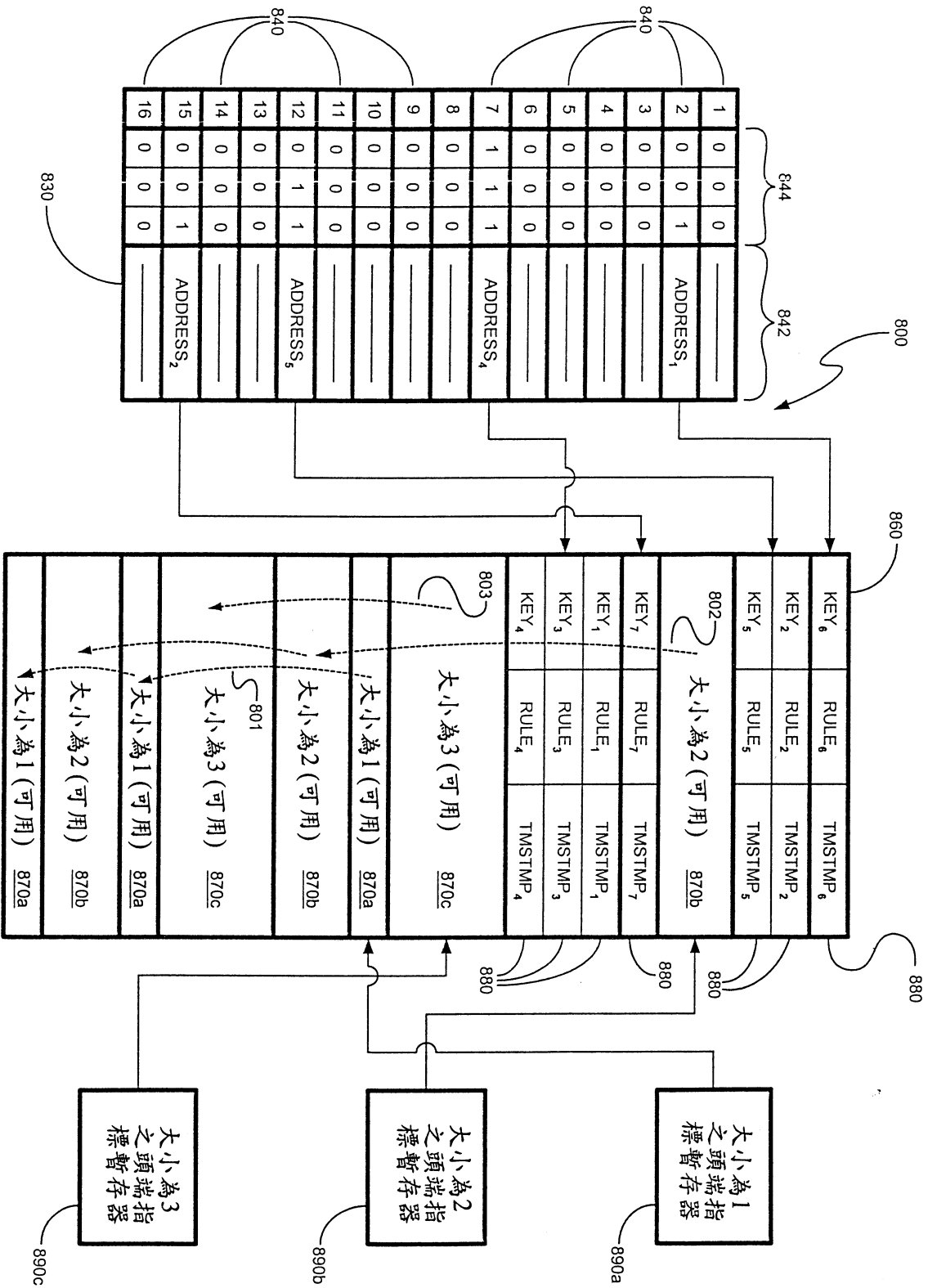


圖 8G

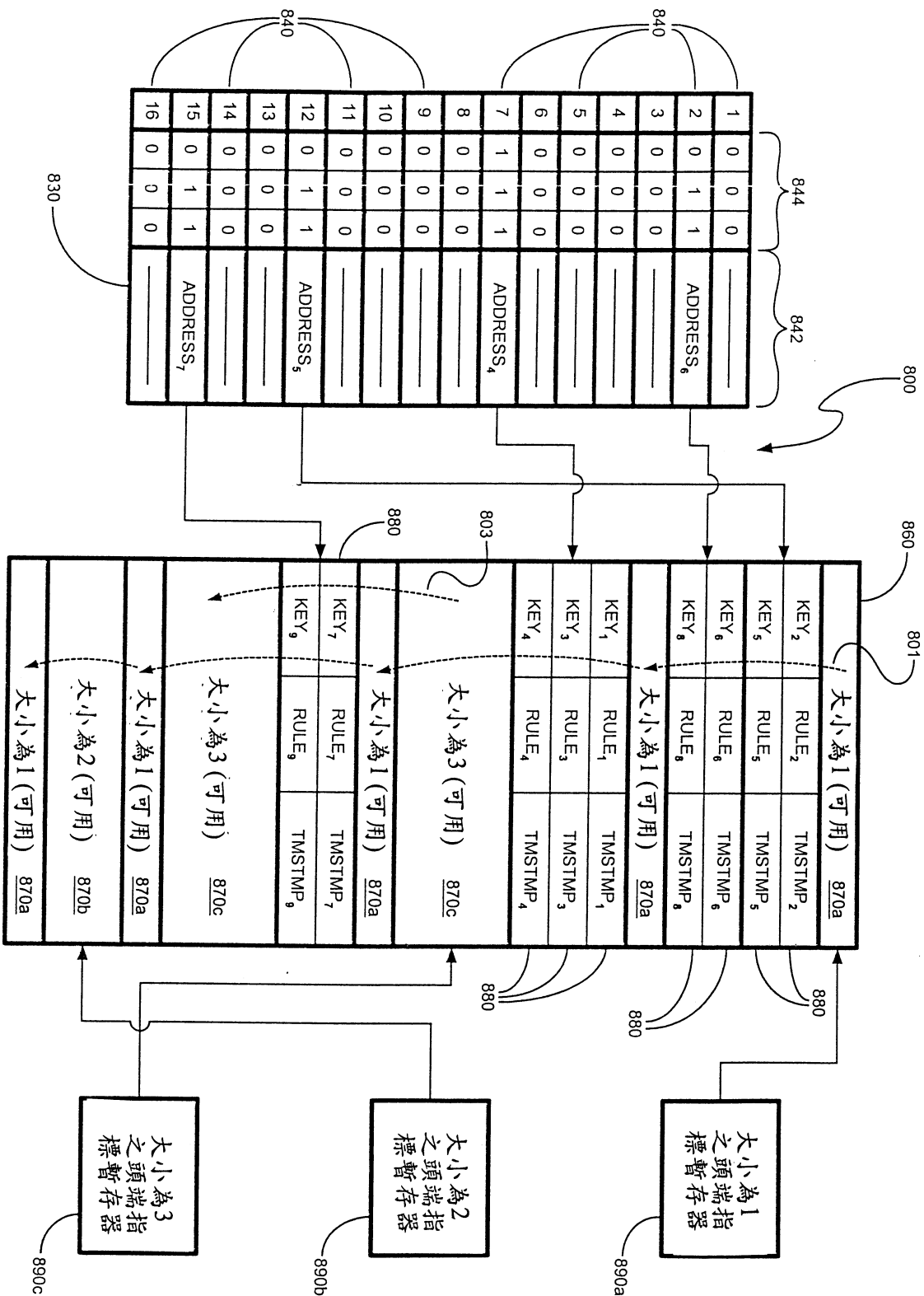


圖 8H

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 5 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

500	資料結構
530	索引表
560	索引鍵資料庫
590, 590a, 590b, ..., 590k	頭端指標暫存器
540, 580	項目
542	區段指標
544	有效位元
570, 570a, 570b, ..., 570k	區段
582	索引鍵
584	規則
588	時戳

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍：

1. 一種開關裝置，包括：

一索引鍵產生單元，該索引鍵產生單元存取一所接收的封包中的資料，並且產生一包含該資料之至少一部分的索引鍵；

一雜湊單元，該雜湊單元從該索引鍵產生單元接收一索引鍵，並且將一雜湊函數套用至該接收之索引鍵以建立一個n位元雜湊值；

一第一記憶體，用於儲存一索引鍵資料庫，該索引鍵資料庫包含數種大小之區段，該等區段之每個區段都儲存至少一資料項目，其中在一區段中之每個資料項目都包含一具有相同雜湊值之索引鍵；

數個頭端指標暫存器，頭端指標暫存器之數量等於大小分類之數量，該等數個頭端指標暫存器之每個頭端指標暫存器都係用於識別其中一種區段大小中的一第一可用區段；以及

第二記憶體，其耦接該第一記憶體，該第二記憶體係用於儲存一索引表，該索引表包含數筆項目，該等項目之每筆項目都相對應於一n位元雜湊值，每筆項目都包含數個有效位元，用於指示該索引鍵資料庫之該等區段之一的配置；以及一區段指標，用於識別號所配置之區段的在該第一記憶體中的位址。

2. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中該索引表之每筆項目中的有效位元數量等於該索引鍵資料庫中區段之不

同大小分類的數量。

3. 如申請專利範圍第2項之開關裝置，其中該等有效位元中被設定為高值的數量指示所配置之區段的大小。
4. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中該索引表之每筆項目中的有效位元數量等於壹。
5. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中該索引表中的項目數量等於 2^n 。
6. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中至少一資料項目包含一索引鍵及一規則。
7. 如申請專利範圍第6項之開關裝置，其中至少一資料項目進一步包含一時戳。
8. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中該第一記憶體及該第二記憶體都包含一單一整合式記憶體。
9. 如申請專利範圍第8項之開關裝置，其中該單一整合式記憶體包含一隨機存取記憶體。
10. 如申請專利範圍第8項之開關裝置，其中該單一整合式記憶體包含一外部記憶體。
11. 如申請專利範圍第8項之開關裝置，其中該索引鍵產生單元、該雜湊單元、該單一整合式記憶體及該等頭端指標暫存器構成一單一積體電路(IC)裝置的至少一部份。
12. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中該第一記憶體及該第二記憶體都包含隨機存取記憶體。
13. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中該第一記憶體與該第二記憶體中至少一記憶體包含一外部記憶體。

14. 如申請專利範圍第1項之開關裝置，其中該索引鍵產生單元、該雜湊單元、該第一記憶體、該等頭端指標暫存器及該第二記憶體構成一單一積體電路(IC)裝置的至少一部份。

15. 一種資料插入方法，包括：

將數筆資料項目儲存在一索引鍵資料庫的一第一區段中，該第一區段被配置給一回應一套用至一索引鍵之一雜湊函數之索引表中複數筆項目之一，該第一區段的大小相對應於資料項目數量，該第一區段中之每筆資料項目都包含一具有一相同雜湊值的索引鍵；

接收一資料項目，該資料項目包含一索引鍵；

藉由將一雜湊函數套用至該所接收之索引鍵以建立該雜湊值；

回應該雜湊值，將該索引鍵資料庫的一第二區段配置給該索引表中的一項目，該第二區段的大小大於該第一區段的大小。

16. 如申請專利範圍第15項之資料插入方法，進一步包括將所接收之資料項目插入至該第二區段中。

17. 如申請專利範圍第15項之資料插入方法，進一步包括將該等數筆資料項目從該第一區段複製到該第二區段。

18. 如申請專利範圍第15項之資料插入方法，進一步包括更新該索引表之一項目的區段指標，用以包含該第二區段的一記憶體位址。

19. 一種資料插入方法，包括：

存取一索引表中的一項目，該存取之項目對應於一雜湊值；

讀取該索引表之該對應項目中的一有效位元；以及
如果該有效位元被設定為低值，則

在一具有數種大小之區段的索引鍵資料庫中尋找一
最小可用大小的一第一可用區段，

將該最小可用大小的該第一可用區段配置給該索引
表的該對應項目，以及

將一資料項目插入至該最小可用大小的該配置之第
一可用區段中，其中該資料項目包含一具有該雜湊值
之索引鍵。

20. 如申請專利範圍第19項之資料插入方法，其中該最小可用大小相當於一能夠儲存一單一資料項目的大小。
21. 如申請專利範圍第19項之資料插入方法，其中該插入之資料項目包含一索引鍵及一規則。
22. 如申請專利範圍第21項之資料插入方法，其中該插入之資料項目進一步包含一時戳。
23. 如申請專利範圍第19項之資料插入方法，進一步包括將該有效位元設定為高值。
24. 如申請專利範圍第19項之資料插入方法，進一步包括更新該索引表之該對應項目的一區段指標，用以包含該最小可用大小之該配置第一可用區段的一記憶體位址。
25. 如申請專利範圍第19項之資料插入方法，進一步包括更新一相對應於該最小可用大小的頭端指標暫存器，用以

包含該最小可用大小之另一可用區段的一記憶體位址。

26. 如申請專利範圍第19項之資料插入方法，進一步包括：

如果該有效位元被設定為高值，則

讀取該索引表之該對應項目中的一區段指標，用以決定先前配置給該索引表之該對應項目的該索引鍵資料庫之一區段的一記憶體位址，

決定該先前配置之區段的大小，

尋求該索引鍵資料庫中一大小大於該先前配置之區段大小之一第一可用區段，

將該較大大小的該第一可用區段配置給該索引表的該對應項目，以及

將該資料項目插入至該較大大小的該第一可用區段中。

27. 如申請專利範圍第26項之資料插入方法，進一步包括將一資料項目從該先前配置之區段複製到該較大大小的該配置之第一可用區段中，其中在該第一可用區段中的每一資料項目都包含一具有相同雜湊值之索引鍵。

28. 如申請專利範圍第26項之資料插入方法，進一步包括更新該區段指標，用以包含該較大大小的該配置之第一可用區段的一記憶體位址。

29. 如申請專利範圍第26項之資料插入方法，進一步包括更新一相對應於該較大大小的頭端指標暫存器，用以包含該較大大小之另一可用區段的一記憶體位址。

30. 如申請專利範圍第26項之資料插入方法，進一步包括決

定該先前配置之區段的大小，其方式為決定該索引表中該對應項目中被設定為高值的有效位元數量，該高值有效位元數量指示該先前配置之區段的大小。

31. 一種資料插入方法，包括：

存取一索引表中的一項目，該存取之項目對應於一雜湊值；

從該索引表之該對應項目中讀取複數個有效位元；

決定該等有效位元中被設定為高值的數量；

在一索引鍵資料庫中尋找一大小等於被設定為高值之有效位元數量加一的第一可用區段，該索引鍵資料庫具有數種大小之區段，每一區段係用於儲存資料項目，其中在一區段中之每一資料項目都包含一具有相同雜湊值之索引鍵；

將大小大於被設定為高值之有效位元數量的該第一可用區段配置給該索引表的該對應項目；以及

將一資料項目插入至該索引鍵資料庫的該配置之區段中。

32. 如申請專利範圍第31項之資料插入方法，進一步包括：

更新該索引表的該對應項目中的一區段指標，用以包含該大小大於被設定為高值之有效位元數量之該第一可用區段的一記憶體位址；以及

將該索引表之該對應項目中該等複數個有效位元之一設定為高值。

33. 如申請專利範圍第31項之資料插入方法，進一步包括更

新一相對應於該大小大於被設定為高值之有效位元數量的頭端指標暫存器，用以包含該大小大於被設定為高值之有效位元數量之另一可用區段的一記憶體位址。

34. 如申請專利範圍第31項之資料插入方法，其中該插入之資料項目包含一索引鍵及一規則。
35. 如申請專利範圍第34項之資料插入方法，其中該插入之資料項目進一步包含一時戳。
36. 如申請專利範圍第31項之資料插入方法，其中該等有效位元中被設定為高值的數量至少是壹，該方法進一步包括：

存取該索引表的該對應項目中的該區段指標，該區段指標包含在索引鍵資料庫中一大小等於被設定為高值之有效位元數量之一區段的一記憶體位址；以及

將一資料項目從大小等於被設定為高值之有效位元數量之該區段複製到大小大於被設定為高值之有效位元數量的該配置區段。

37. 如申請專利範圍第36項之資料插入方法，進一步包括更新一相對應於大小等於被設定為高值之有效位元數量的頭端指標暫存器，用以包含該記憶體位址。
38. 一種資料結構，包括：

一索引表，其用於儲存複數筆項目，該等項目之每一項目均相對應於複數個雜湊值其中之一，每一項目包含一區段指標，用以識別一索引鍵資料庫中之複數個區段其中之一區段的記憶體位址，且每一項目包含有效位

元，用於指示該索引鍵資料庫中該各別區段之一大小，

其中該索引鍵資料庫係用於儲存複數筆資料項目，每一筆資料項目包含一具有複數個雜湊值其中之一之搜尋索引鍵，該等資料項目被分組至該等複數個區段，每一區段均用於儲存其搜尋索引鍵係具相同雜湊值之資料項目。

39. 如申請專利範圍第38項之資料結構，其中該等有效位元的數量對應於該索引鍵資料庫中區段的不同大小。
40. 如申請專利範圍第38項之資料結構，其中在該索引表中的每一項目均對應於一 n 位元雜湊函數之一各別雜湊值。
41. 如申請專利範圍第40項之資料結構，其中該索引表中的項目數量等於 2^n ，其中 n 係該 n 位元雜湊函數之位元數。
42. 如申請專利範圍第38項之資料結構，其中該索引鍵資料庫中該等資料項目的至少其中之一進一步包含一規則。
43. 如申請專利範圍第38項之資料結構，其中該索引鍵資料庫中該等資料項目的至少其中之一進一步包含一時戳。
44. 如申請專利範圍第38項之資料結構，其中該索引鍵資料庫係儲存在一第一記憶體中，而該索引表係儲存在一第二記憶體中。
45. 如申請專利範圍第38項之資料結構，其中該索引鍵資料庫及該索引表係儲存在一單一記憶體中。
46. 如申請專利範圍第38項之資料結構，其中該索引鍵資料庫及該索引表係儲存在一隨機存取記憶體中。
47. 一種資料插入方法，包括：

接收一資料封包；

根據該所接收資料封包來建立一搜尋索引鍵；

藉由將一雜湊函數套用至該所建立的搜尋索引鍵以建立一雜湊值；

在一索引表中存取一項目，該項目對應於該所建立雜湊值，其中該項目包含一有效位元及一區段指標，該有效位元係用於指示出一索引鍵資料庫中之一第一區段的大小，該區段指標係用於識別該第一區段的位置；

在該藉由該區段指標所識別的該索引鍵資料庫的第一區段中搜尋一對應於該所建立搜尋索引鍵的搜尋索引鍵；

若該藉由該區段指標所識別的該索引鍵資料庫的第一區段內不包含一對應於該所建立搜尋索引鍵的搜尋索引鍵，則

配置該索引鍵資料庫的一第二區段，其中該第二區段的大小大於該第一區段的大小；

將所建立搜尋索引鍵插入該索引鍵資料庫之第二區段中；

將該第一區段中的每一個搜尋索引鍵移至該索引鍵資料庫的該第二區段中。

48. 如申請專利範圍第47項之資料插入方法，其進一步包括更新對應於該所建立雜湊值之該索引表之項目的該有效位元，其中該更新過有效位元係用於指示出該配置的第二區段的大小。

49. 如申請專利範圍第47項之資料插入方法，其進一步包括更新對應於該所建立雜湊值之該索引表之項目的該區段指標，其中該更新過區段指標係用於指示出該配置的第二區段的位置。
50. 如申請專利範圍第47項之資料插入方法，其中該索引鍵資料庫的每一區段包含複數個搜尋索引鍵，其對應於一被在該索引表中之各別有效位元所指示出的大小。