

申請日期	87.2.13
案 號	87102056
類 別	G06F17/30

A4
C4

400496

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	對關連式資料庫採用向量作業於查詢樹之方法及系統							
	英 文	METHOD AND SYSTEM EMPLOYING VECTOR OPERATIONS IN QUERY TREE FOR A RELATIONAL DATABASE							
二、發明 人	姓 名	1. 雷米契克 安格瓦 3. 提莫茲 爾瑪基莫斯 2. 安耐特 迪傑尼朗 4. 史瑞拉姆克 帕迪曼納漢							
	國 籍	1. 3. 美國 2. 4. 印度							
	住、居所	1. 美國紐約州紐約市加斯廣場650號 2. 美國紐約州艾姆斯福市諾伯山路47號 3. 美國德州朗拉克市洛克奎克路1602號 4. 美國紐約州瑞爾克里夫曼諾市歐查德路161號							
	三、申請人	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">姓 名 (名稱)</td> <td>美商萬國商業機器公司</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">國 籍</td> <td>美國</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">住、居所 (事務所)</td> <td>美國紐約州阿蒙市</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">代 表 人 姓 名</td> <td>費羅普</td> </tr> </table>	姓 名 (名稱)	美商萬國商業機器公司	國 籍	美國	住、居所 (事務所)	美國紐約州阿蒙市	代 表 人 姓 名
姓 名 (名稱)	美商萬國商業機器公司								
國 籍	美國								
住、居所 (事務所)	美國紐約州阿蒙市								
代 表 人 姓 名	費羅普								

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權

美國 1997年1月27日 08/791,444 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

技術領域

概略而言本發明係關於資料庫系統內部查詢處理，特別係關於一種使用查詢樹之至少一個向量作業元及由一或多個資料庫之資料導出的多個輸入記錄建立的至少一個向量記錄區塊之方法及系統。

背景技術

提供下列定義作為後文討論的架構。

關連式資料庫系統：關連式資料庫及管理關連式資料庫之軟體。

關連式資料庫：許多邏輯關連表或關係的集合。

表或關係：具有相同或類似結構之記錄或橫行之集合。

記錄、橫行或記錄組：由一組縱行值描述的邏輯實體。

縱行：表中全部記錄相關的特定屬性。

SQL查詢：美國國家標準協會(ANSI)習知表現資料庫內小組資料之方法。

查詢樹(或查詢處理樹)：資料流執行順序供運算查詢結果。

作業元：查詢樹的特定節點。

記錄區塊：邏輯關連在一起的一組記錄。

如後文詳細說明，資料庫查詢處理典型係藉循序應用包含純量作業元樹之SQL查詢至一組資料庫的各個記錄。處理模式係對各記錄進入純量作業元連鎖，及如查詢樹作業決定連鎖進行。執行控制流程典型為由上往下，其中較高層作業元(消費者作業元)呼叫其輸入作業元(生產者作業元)

五、發明說明(2)

生產記錄供其消費。各個作業元如果有需要的輸入則處理該輸入並將控制返還呼叫作業元。否則作業元呼叫下層作業元產生該輸入。當作業元需要一組輸入而下層純量作業元僅產生記錄時，則更下層作業元被反複呼叫。當作業元對一組輸入作業時，習慣上係由作業元呼叫環路中下層作業元執行直到下層作業元回報"不再有新記錄"為止。

不幸傳統於資料庫查詢處理之純量方法耗時。資料庫系統的主要缺點來自於作業元呼叫的額外開銷。這一點於傳統方法特別不佳，原因為每個記錄皆呼叫作業元，即使作業元需要一組輸入亦如此。原因為其輸入係建立在每次一個記錄，典型作業元係於該記錄增量執行。

如此資料庫處理業界需要一種可以更有效方式構成及處理資料庫系統的查詢樹之新穎技術。

發明揭示

簡言之，本發明於一個態樣包含一種應用查詢處理樹至關連式資料庫之方法。該方法包括：使用由關連式資料庫導出的多個輸入記錄所得資料建立一個記錄向量區塊；及應用至少一個查詢處理樹之向量作業元至該記錄向量區塊。作為增強辦法，至少一個向量作業元包含多個向量作業元，包括第一向量作業元及第二向量作業元。此種情況下，該方法包含應用查詢樹之第一向量作業元至記錄向量區塊，將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元，及然後應用該查詢處理樹之第二向量作業元至記錄向量區塊。

五、發明說明(3)

另一態樣中，本發明提供一種處理關連式資料庫之方法。該方法包括：使用至少一個向量作業元形成一個查詢處理樹；及應用至少一個向量作業元至由關連式資料庫之資料導出的記錄向量區塊。該方法又包括使用由關連式資料庫導出的輸入記錄所得資料建立記錄向量區塊。建立記錄向量區塊以及應用向量作業元至記錄向量區塊可於查詢處理樹內之任一點發生。

又另一態樣中，本發明包含一種於關連式資料庫處理查詢之方法，該方法包括：應用查詢樹之第一向量作業元至由關連式資料庫之資料導出的一個記錄向量區塊；及隨後，應用查詢處理樹之第二向量作業元至由關連式資料庫之資料導出的記錄向量區塊。作為改善辦法，本方法又包含由第一向量作業元移轉記錄向量區塊的控制至第二向量作業元。此種控制的移轉可藉記錄向量區塊相關的向量描述元控制區塊輔助達成。控制係經由將對向量描述元控制區塊的存取由第一向量作業元移轉至第二向量作業元。

此處說明及請求專利對前文摘述各種方法之無數種改良。又說明及申請專利對應系統及電腦程式產品。

換言之，本發明包含一種於關連式資料庫系統構成及處理查詢樹之更有效方法/系統。該方法可用於任一種關連式資料庫系統且可應用至多類型資料庫作業元，包括掃描作業元，預測作業元，分類作業元，聚合作業元，聯合作業元及數學作業元。向量作業元應用至查詢處理樹期間之任何時間編譯的記錄向量區塊。記錄向量區塊可經由使用向

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

量描述元控制區塊藉一個向量作業元建立，而控制移轉至查詢處理樹之第二向量作業元。較佳根據本發明之向量作業元對大量記錄僅須激發一次。如此本發明可獲得關連式資料庫內部更有效更省時的查詢處理。

圖式之簡單說明

本發明之主題於說明書之結論部分特別指出且申請專利。但本發明作為實施機構及方法連同其他目的及優點經由參照後文詳細說明連同附圖將最為明瞭，附圖中：

圖1為使用本發明之資料庫處理構想之電腦系統之概略方塊圖；

圖2為使用根據本發明之處理構想之典型資料庫系統之代表圖；

圖3闡明簡單結構查詢語言SQL查詢之作業元樹及輸入及輸出集合；

圖4闡明更複雜的作業元樹俾輔助描述查詢執行過程之資料及控制流程；

圖5闡明簡單查詢之作業元之運算元；

圖6闡明樣本查詢之典型資料庫系統之執行樹；

圖7闡明可用於說明本發明之查詢之執行樹；

圖8闡明根據本發明之作業元進行向量運算相關的資料結構；

圖9闡明根據本發明之向量描述元控制區塊及相關記錄向量區塊，輸入記錄及多個輸出記錄；

圖10為當輸入記錄值複製時之資料結構代表圖；及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明(5)

圖11闡明當輸入記錄未複製時之特定資料結構。

進行本發明之最佳模式

一個具體例中，本發明之查詢處理裝置合併且用於電腦系統，例如圖1闡明之系統。電腦系統10包括例如一或多個中央處理單元12，一個主儲存記憶體14，及一或多個儲存裝置16，其分別說明如下。

如已知，中央處理單元(CPU)12為電腦系統10的控制中心及提供循序處理設施供執行指令，中斷作用計時功能，開始載入程式及其他機器相關功能。中央處理單元執行至少一個作業系統，如已知該作業系統經由控制其他程式的執行，控制與周邊裝置的通訊及控制電腦資源的使用而控制電腦作業。本發明之查詢處理裝置係經由類似其他電腦程式的作業系統控制。

中央處理單元耦連至主記憶體14，其可直接定址並藉中央處理單元提供高速資料處理。主記憶體可於物理上與CPU整合一體或構成獨立單元。

主記憶體14也耦連至儲存裝置16，其可包括多種儲存裝置，包括輸入/輸出裝置及其他類型儲存裝置。一個具體例中，資料由主記憶體14移轉至儲存裝置16，經由儲存裝置移轉回主記憶體。

本發明合併及使用查詢處理裝置之電腦系統10之範例為IBM公司提供的RS-6000電腦系統。但此僅為舉例目的。本發明之裝置可用於其他電腦環境或其他電腦系統而未悖離本發明之精髓。

五、發明說明(6)

關連式資料庫系統如歐羅寇(例如參考加州蒙羅公園市歐羅寇公司的ORACLE 7.0使用者手冊)或西貝斯(例如加州愛密利維爾西貝斯公司出版的西貝斯SQL伺服器11使用者手冊)今日普遍用於儲存資料。

如圖2所示，關連式資料庫系統20典型管理(22)多個資料庫24，各個資料庫為多個資料庫表26集合。表26包含橫行或記錄28的集合，全部記錄皆具有相同或類似的結構。表之綱目說明儲存該記錄的縱行(或屬性)包括該縱行之資料類型(例如整數，符號等)。個別橫行或記錄規定各縱行的真實值。

資料庫表26之資料細經由插入(加入新記錄)刪除(去除既有的記錄)及更新(修改既有記錄)操作。資料經由查詢語言查詢，最普遍的查詢語言為SQL例如參考SQL 2.0標準，ANSI(美國國家標準協會)1990年。SQL中，使用者感興趣的小組資料規定為

由{表}選擇縱行

何處條件

SQL語法將就本發明相關部分簡單說明。

欲處理一個查詢，資料庫系統將查詢編譯成作業元樹。

例如對一個簡單查詢：

選擇a，以a加總來自t1組的和(b)

作業元樹及查詢之輸入及輸出顯示於圖3。

若表t1(40)含有兩縱行，亦即縱行a及縱行b，而五個記錄值如所示，則查詢結果為表t2(42)具有縱行a及縱行之和

五、發明說明(7)

(b)。對各個獨特a值答案含有來自含值之全部記錄之對應b值之和。可使查詢返回答案的作業元樹顯示於圖3左方。

作業元樹為資料流程樹，此處資料進行頁節點而由頂送出。執行控制流程典型為由上往下，其中較高層作業元(消費者作業元)呼叫其輸入作業元(生產者作業元)生產記錄供其消費。資料由底向上流動。

掃描(T1)作業元44掃描表t1及將記錄送至次一作業元分類(X)46。分類(X)作業元迴圈返回掃描(T1)直到表t1的全部記錄皆耗盡為止。當其看到來自掃描(T1)的記錄或看到全部記錄後，分類作業元產生一組經過分類的記錄X，由新的暫存表表示(未顯示)。此種情況下，記錄藉縱行'a'值分類。然後控制轉到次一作業元掃描(x)48。此作業元類似掃描(T1)掃描表X及將記錄送至次一作業元AGG 50。因輸入記錄現在為經過分類的分組縱行順序，故AGG作業元可增量運算新和數，及當其看見一個記錄具有與其先前處理之'a'值不同的'a'值時AGG作業元返還該組值及和數(亦即該組結束)。

不同的資料庫系統有不同組作業元，但一般同意基於關連式代數及SQL執行，例如下述集合典型係於市售資料庫系統執行。

本樹之作業元取一或二個輸入。輸入為單一記錄或一組記錄。下表說明由多個記錄元執行的工作，亦即輸出係呈輸入之何種函數。

五、發明說明(8)

作業元	輸入	輸出
預測	橫行	若橫行滿足預測則為真，否則為偽
及	二布林	若兩個輸入皆為真則為真
或	二布林	若任一個輸入為真則為真
選擇	橫行， 布林	若布林為真則橫行，否則無效
聚合	一組	一橫行其為聚合運算應用至該組
分類	一組	重新排序的集合(同一橫行但不同順序)
聯合	二組	單組其為混成產物(亦即對輸入橫行一種組合之一橫行)
數學	橫行	經修改橫向而有新縱行指示數學作業元結果(例如縱行1+縱行2)
PROJ	橫行	橫行，附有小組縱行
掃描	表	表中次一橫行

雖然其中存在有許多些微差異，將足夠瞭解本發明。

由t1選擇a此處b=c及e=f可為圖4之樹。

此樹之執行典型係由頂部拉動。若各作業元具有其需要的輸入則處理該輸入及將控制返還呼叫作業元。否則其呼叫下層作業元產生該輸入。當作業元需要一組輸入而其下層純量作業元僅產生記錄時，則下層作業元被反複呼叫。當作業元以習知方式對一組輸入作業時，典型係由該作業元呼叫於環路於樹中位於其下層的作業元直到作業元回到"無新記錄"為止執行。例如圖3中，分類作業元不會送資料

五、發明說明(9)

給掃描(X)作業元直到其耗盡全部來自其輸入的記錄為止。然後控制流程由消費者作業元至生產者作業元，為清晰起見未顯示於圖中。

現在參照圖4實例，掃描(T1)作業元60說明如下。作業元60饋進三個作業元預測(b=c)62，預測(e=f)64及選擇66。來自預測的布林輸出被"及"68及真/偽值為輸入至選擇66的第二輸入。若記錄未滿足預測的"及"則選擇迴圈返回掃描，否則將資料送給次一作業元，PROJ 70。PROJ作業元由記錄擷取'a'值然後要求選擇作業元返回一個額外記錄。選擇又要求掃描作業元及循環周期繼續至表被耗盡為止。如此控制於多個作業元間來回進行，典型每次一個記錄。注意此等作業元的執行通常係經由功能呼叫執行。此外因有廣泛多種輸入組合(作業元，資料類型等)，作業元即使執行簡單運算如 $a+b$ 典型也需要數十個指令。因此資料庫之每一記錄耗費大量CPU周期。

資料庫系統期望的理論係儘可能避免複製記錄。如此當資料流過數個作業元時，各個作業元含有指標器至記錄的一個複本。注意記錄寬度(亦即所含縱行數目)可於其沿作業元數向上移動時改變，例如數學作業元可基於表現既有縱行而產生新縱行，及PROJ作業元可去除若干與樹中更高層作業元不相關之縱行。理想上，資料庫系統僅執行更高作業需要的縱行；但每個作業元的空間回收成本昂貴，因此通常係以每個記錄基準進行(亦即，一個記錄典型係使用等於該記錄運算需要的真正及經過計算的縱行之空間完成

五、發明說明 (10)

，而次一記錄使用相同空間)。

如所示，作業元需要某些運算元。一或多個運算元規定輸入值，典型一個運算元規定輸出值。輸入值之規定典型係將指標器關連至輸入值(經過為指標器關連至記錄的特定一縱行，但也可指標器關連至暫存結果)，及輸出典型係也可儲存結果的指標器規定。作業元之輸出運算元典型為於樹中更高層作業元之輸入運算元。

圖5中顯示作業元及其輸入及輸出運算元。查詢為

由t1選擇和數(a+b)

掃描作業元僅要求表作業輸入。掃描輸出為指標器進行次一記錄80。許多記錄可位於單一資料頁82上，掃描作業元重複處理一頁的全部記錄，然後處理下一頁的。次一作業元加法以兩個運算元'a'84及'b'86之縱行值作為輸入。運算元可規定為直接指標器進行適當縱行(如圖所示)或作為補償值進入對應記錄。後文本發明之說明將假定後述情況。各個運算元所需額外資訊為運算元長度及資料類型。加法之結果運算元為儲存a+b之暫存空間90。最終作業元和數取目前記錄之a+b值作為輸入運算元，及對全部所見記錄於結果運算元區92計算和數。因此和數之運算元指標器不會隨同掃描移動至次一記錄而改變，而對掃描及加法而言，運算元直接或間接改變成目前記錄。

欲瞭解此種資料庫作業成本有多昂貴，考慮TPCD檯面標記之Q1。查詢之簡化例為

選擇1_返回旗標，1_狀態旗標，來自行項之和數(L_延長

五、發明說明 (11)

成本)

此處 1_出貨日期 ≤ 日期 (1988年4月9日)-90日

以 1_返回旗標，1_狀態旗標分組

以 1_返回旗標，1_狀態旗標排序

典型資料庫系統如 IBM DB2(例如參考 DB2平行出版品，IBM軟體解答1995年)執行此種查詢顯示於圖6。

如前文討論，資料庫之主要缺點來自於作業元呼叫的額外消耗費用。原因為習知對每個記錄都呼叫作業元，即使作業元需要一組記錄作為輸入亦如此，故此點特別不佳。原因為其輸入係建立於每次一個記錄，典型作業元係對一個記錄以增量執行，例如聚合作業元基於其看見之新記錄計算新和數。

相反地，本發明中可於第一向量作業元(利用向量區塊產生碼)建立一個記錄向量區塊，然後控制交手給查詢樹的第二向量作業元。如此導致更有效的查詢處理而可應用至任何典型資料庫作業元。

後文將使用假C等代碼說明其可達成執行資料庫作業元樹之相同目的。首先討論簡單範例。

由 t1 選擇和數 (a+b)，此處 d=30

基於前文說明資料庫處理主要為迴歸呼叫至作業元，有點類似預先排序橫過該樹。但供本發明之用，討論同等的"反複"表現，如圖7可顯示為

答案=0

開始掃描 T1； /*此乃第一執行作業*/

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

當 (!記錄組終點){

由記錄組擷取縱行 A、B 及 D/*掃描 T1*/

若 (d!=30) 進入迴圈結束 /*選擇*/

暫存=加法 (a,b); /*加法*/

答案=和數 (答案, 暫存); /*和數*/

迴圈結束 :

}

如所示，處理模式係對每個記錄進入作業元連鎖。但有些記錄例如當選擇評估不合格時無法向上進行連鎖。此種模式中，生產者作業元 (亦即輸入作業元) 必須對至多一個記錄提供手柄 (依據作業元從事作業而定，可以輸入記錄更寬或更窄) 給消費者作業元。

利用本發明將說明如下：

答案=0

開始掃描 T1；

當 (!記錄組終點){

區塊=無效；

當 (#記錄組數目 < 區塊大小)/*對第一作業元建立緩衝檔

*/{

由記錄組擷取縱行 A、B 及 D/*掃描 T1*/

區塊=區塊+記錄組；/*記錄組加至區塊*/

}

新區塊=預測 (區塊, d=30, 區塊)；

/*應用預測於整個區塊，產生新區塊。但可有

五、發明說明 (13)

效執行，容後詳述*/

次一區塊=加法(區塊，區塊→a區塊→b，新區塊)；

/*向量是否對整個區塊作業*/

答案=和數(答案，次一區塊，次一區塊→c)；

/*於次一區塊c縱行求出和數，加至現有和數*/

}

業界人士瞭解預測、加法、和數等作業元並非每個記錄被呼叫一次，此種情況下最開頭第一個作業元掃描引發一個形成向量區塊功能，然後建立記錄"區塊"，本例中各個作業元係於此區塊作業。本文件全文"向量記錄區塊"及"向量區塊"係互換使用。

本發明之結構係使各個作業元具有輸入區塊，輸出區塊，及作業元本身包含向量作業元。如此並非對單一記錄進行作業，作業元須對整個區塊作業。輸入區塊及輸出區塊可為個別記憶體區；但另有兩種最佳可能：

1. 當作業元減少記錄數目時，區塊之一個記錄可標記為"消除"，例如維持指標或位元向量(容後詳述)。

2. 當作業元產生新數值集合(例如數學作業元算出新表示值)時，輸入作業元可預先分配空間(亦即延長各附有空白空間的記錄)，消費者作業元可寫入該空間。這一點特別有用，原因為經常作業元連鎖要求相同縱行值而由一個作業元複製縱行值至另一作業元之效率較低。

考慮傳統對單一記錄作業之作業元順序(若干決定順序之參數容後詳述)。其次說明當作業元轉成根據本發明之向量

五、發明說明(14)

作業時需要通過的資料結構。圖8闡明一般用途作業元 OPR。

正常資料庫處理期間，作業元須對目前記錄之縱行作業。向量化作業之作業元須對一組或一區塊目前記錄作業。該組目前記錄(可能其縱行值)規定為向量區塊100。要求不同作業元之記錄中之多個縱行值於縱行102複製入向量區塊，或維持於基本資料記錄。後述情況下，記錄之指標104或106(輸入或輸出運算元)維持於向量區塊。舉例言之，指標器指向輸入記錄，如圖4之80及81。

採用本發明，圖4所示運算元被向量規定替代。如前述，可使用向量運算元之補償值表示。補償值經常為進入向量區塊記錄內的補償值，或進行尚未複製之資料記錄內的補償值。換言之運算元可由如下三元體規定：

(向量_表_指標器，複製?，[11/12/0]，補償值)

此處向量_表_指標器為向量區塊起點的指標器；複製?為布林值指示於該向量區塊是否發現運算元，或使用輸入或輸出記錄指標器的指令。特定指令縱行(輸入或輸出記錄指標器可由運算元屬於何種類型決定)，輸入110或輸出112可明白規定為I1(左方輸入)，I2(右方輸入)或O(輸出)。最後補償值為距離可發現運算元值的記錄起點之位元組數目。典型若非由OPR顯然易知，運算元之位元組數目及其資料類型可能必須規定運算元之位元組數目及其資料類型。

對各輸入及輸出資料規定需要又一種輔助資料結構。某些作業元(例如預測)可減少記錄數目。結果即使以完整向

五、發明說明 (15)

量區塊上之作業元連鎖開始，某些記錄可藉連鎖之不同作業元去除。因此需要指示向量表中何種記錄乃使用相同向量區塊之連鎖中更高層作業元所需。輸入記錄資料結構120屬於此種方式，其中維持目前的記錄數目陣列。記錄數目基本上文向量區塊之該記錄位置。輸出記錄122為結果運算元之類似結構。將一個向量區塊中有效記錄組再分組也有其他選擇，另一種選擇進一步討論如下。

圖9闡明根據本發明之向量描述元控制區塊之具體例。此處控制區塊如所示係與一個記錄之向量區塊相關。記錄描述元為記憶體內部之控制區塊其含有全部有關一個向量區塊的資訊及向量作業元發揮其功能需要的內容。本例中向量描述元控制區塊資訊編碼如下：

碼1：向量區塊位址。亦即若向量區塊分空白，也有記錄於向量區塊內第一向量記錄之位址。

碼2：該向量區塊內之向量記錄數目，例如任意選擇為三。

碼3：待加入該向量區塊之次一向量記錄位址(若有次一向量)。此超出向量區塊最末向量記錄位址 n 個位元組，此處 n 為各個向量記錄大小。本例假定向量記錄大小相等。

碼4：各向量記錄大小，再度選用16舉例說明。

碼5：輸出記錄指標之補償值。各向量記錄具有一個域含有對向量區塊特定用途所需之向量記錄相關的輸出記錄位址。例如需要一種分組作業，此處各向量記錄含有屬於數種可能組中之一組的資料。

碼6：亦即若有所需對輸入記錄指標器之補償值。

五、發明說明 (16)

碼7：產生各向量記錄所需資訊。此種資訊包含位址表及待置於向量記錄的資訊值大小，及對各向量記錄而言於該向量記錄之補償值，亦即何者需複製以及複製至何處。

一個記錄之向量區塊控制於查詢處理樹係經由移轉相關向量描述元控制區塊之控制而由第一向量作業元移轉至第二向量作業元。此係經由存取向量描述元例如指標器而提供第二向量作業達成。向量描述元控制區塊於查詢輸入期編譯。控制區塊之資訊隨後於向量作業期間用來存取該記錄之向量區塊。

前文摘述向量區塊之選擇容後詳述。

向量區塊

本發明之向量處理的中心理論為存在有一或多個暫存表其含有多種暫存縱行及記錄指標器。此種記錄區塊或表於此處稱作向量表或向量區塊100。一個向量表為一個儲存區可視為各含M個位元組之N個暫存記錄。圖8中， $N=9$ 及 $M=28$ ，亦即假定各縱行長四位元組。此處N為最大向量尺寸，M為每個記錄需要之位元組最大數目。向量區塊典型係於查詢處理開始形成，例如使用向量區塊形成碼形成，該碼可由業界人士利用本文教示產生，而自查詢結束皆可保持有活性。但一般情況下一區塊記錄可於查詢處理之任一點產生(分配)及破壞(解除分配)。

另一種說法是此儲存區可於查詢處理之各個階段再度格式化。於查詢處理之任一點i，可視為 $N(i)*M(i)$ 位元組之一區，此處 $N(i)*M(i)$ 不大於此向量區塊可用的暫存區。如此

五、發明說明 (17)

也產生一次可有多於一個活性向量表的可能。若干查詢如聯合中，有不同向量表對應於不同資料庫輸入表(表被聯合)及輸出表(表被產生)可能更有效。

向量縱行

向量縱行係由向量表之補償值及可能由資料類型及長度定義。補償可由0至M-1。但為有效起見最佳規定補償位於字組邊界。此種向量縱行定義許可再度使用表空間。例如一個8位元組空間可於一次作業用作兩個4位元組整數，而相同空間可於另一次作業用作8位元組浮動點數。資料庫編譯器追蹤記錄空間的使用情況。圖8之頭2向量縱行含有記錄之指標器，最末五個向量縱行含有各記錄之真正縱行值。

向量運算元

一個向量作業元典型係對一或多個向量運算元作業且產生向量運算元作為輸出。若干運算元為向量縱行而其他為純量運算元(如習知純量運算元)。結果也可為純量運算元(如同於聚合)。當運算元為向量縱行時，可位於向量區塊(當複製?設定為真時)或經輸入或輸出指標器間接存取。間接存取記錄之特例可為存取N個記錄。

可能出現下述情節。

一個向量縱行運算元具有固定資料類型及寬度(於向量OP碼規定為運算元)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

五、發明說明 (18)

向量縱行運算元

位於資料庫表

位於向量區塊

表內記錄係於
表中循序存取

指標器之向量縱行如同掃描
用於存取記錄，或用於形成輸出表

複製/指向資料記錄間的真正選擇是一種性能折衷。基於某些最適化之道可極為廉價進行複製。

1. 考慮縱行(a(4), b(4), c(8), d(8), e(8), f(2))之輸入記錄't'。括弧內數目指示縱行大小。假定次一作業元需要縱行a、b、e及f。此種情況下並非複製四個縱行，每次一個而使採用複製兩個記憶體，8位元組之一始於縱行a之補償值，而第二個10位元組始於縱行e。因長複本幾乎如同單一小複本般有效，故本例之指令數目可有效對半。

2. 假定次二個運算元為a+e及b+f。顯然其區塊作業需要16位元組(每個和數8個)。替代對其配置一個新空間，整個記錄可於一次記憶體複製入該區塊，位元組8-15用於縱行a及b及位元組16-23用於縱行e及f。

記錄再分小組

向量縱行運算元之全部記錄值並非全部皆須由向量作業元使用。正常小組可以多種方式規定。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (19)

向量區塊記錄

選擇 N 起點與 N 終點
間之全部記錄值

僅選擇 N 起點與 N 終點間
之一小組記錄值

該小組係由一個
位元向量規定

該小組係由一個索引向量
規定其檢索該向量區塊

另一種選擇小組向量縱行之機制係經由間接定址。有個分開儲存區含有向量區塊的索引。此等索引指示一個向量區塊中之一小組記錄。欲輔助位元向量之相當邏輯運算例如"或"、"及"、及"反"，此等索引經常以排序形式儲存。如此"及"一個位元向量等於由次二索引向量中取出該小組共同索引。索引向量法唯有於選用一小組記錄時比位元向量法更有效，當位元向量之密度低時，則同等有效。於位元向量阻罩下方執行向量作業時，必須檢視全部位元。檢視位元向量之特定位元相當昂貴。此種額外開銷係與位元總數(向量長度)成比例。使用索引向量，額外開銷係與表中之非零或活性橫行數目成比例。若索引向量儲存於向量區塊作為記憶體指標器，則間接定址無須額外成本。

向量作業元實例

其次討論某些作業元於其向量化格式之細節。圖 10 為當輸入記錄值複製及使用位元映對表時之資料結構代表圖。執行的查詢係由 t1 選擇和數(a+b)此處 d=30。圖 10 中一個向量由一組記錄組成。各記錄含有與作業元連鎖相關的縱行

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (20)

，因此為 A，B，D 及 A+B。因縱行值係由輸入資料記錄複製，故輸入資料記錄指標 130 指向無效。同理向量之全部輸出計算皆儲存於此向量區，故輸出記錄指標也指向無效。

取作業元掃描作為輸入：

表(本例為 T1)

需要複製的縱行(於輸入記錄之補償值/類型/長度及於輸出向量的補償值/類型/長度)，亦即由三個指標器指向向量縱行 A、B 及 D 作為輸出縱行。

掃描也固定一個位元映對表其含有全部 1(位元映對表未顯示出)。

取作業元 PRED 作為輸入：

RELOP(作業元作為本例=)

左方，本例為常數 30

右方，本例為 D 值向量。

PRED 之輸出為位元向量(未顯示)，其具有 0，此處預測非為真。

選擇本例為 no-op

取數學作為輸入：

OP(作業元，本例為 +)

作業元，本例為向量縱行 A 及 B

結果，本例為含結果 A+B 之向量縱行

取 AGG 作為輸入：

OP(本例為和數)

作業元，亦即含 A+B 之向量縱行

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (21)

結果(儲存於暫存變數134)。

當輸入記錄未複製時執行包括一個向量區，類似圖11。

本實例中，向量區140僅含有一個縱行A+B之空間。此外，提供輸入記錄142，此處記錄位於資料/磁片頁144之記憶體代表145。輸出記錄縱行146仍然僅含無效。向量作業之大半結構同圖10，為求清晰起見並未顯示。

其次檢視分類及聯合作業元。

分類

此種情況下輸入為表中一組N個記錄及輸出為索引向量其檢索入輸入表。另外，輸出可為分類關鍵縱行連同索引向量組成的表。其有助於分類為記憶體區塊及對表中各段進行數次再分類時。經分類(關鍵，索引)表隨後合併而產生單一分類表。可定義向量分類-合併作業元其合併兩種經過分類的向量。

業界人士經由使用索引向量檢索入輸入表產生一個輸出表也可定義向量排列作業。典型用於分類期間產生的關鍵之檢索排列表。將橫行由一表移至另一表可使用索引向量於輸入或輸出於迴圈模式及有效進行。當次呼叫AC程式可進行整體作業而大體無須額外開銷，規定表夾在記憶體及橫向指標器可供利用。

向量聯合作業元(於經過分類之關鍵-合併聯合)

假定兩張表已經基於所須關鍵分類(或檢索)，當關鍵相等時聯合兩張表，此種情況下假定三張向量表，可對應於兩張輸入表及另一表對應於輸出表。最初兩張輸入向量表

五、發明說明 (22)

各自有N橫行或記錄，各別來自兩張輸入表。通常二表之N不同。也介紹"目前處理索引指標器"構想。指標器追蹤二表間聯合作業狀態。最初二輸入向量表載入一區塊(相關縱行)各別來自輸入表。然後呼叫向量聯合作業元。此一作業元於下列任一種條件下返回：二輸入表中此一表已經處理耗盡，或輸出向量表已滿。

若輸出向量表已滿則其內容移轉至輸出表。同理，若其中一個輸入向量表已經耗盡，則另一區塊由適當輸入表複製入對應向量表並恢復處理。如此一次向量聯合作業中，控制來回於消費者與生產者間直到處理耗盡為止。

向量聯合作業元(窩藏環路聯合)

窩藏環路聯合是一種邏輯交叉乘積。各輸入表被分成數個區塊。令K1及K2為二輸入表的區塊數目。然後邏輯上二表的交叉乘積等於 $K1 \times K2$ 向量交叉乘積。各向量交叉乘積如前述處理但未於關鍵上排序。採用此種方法，向量窩藏環路聯合顯然類似向量合併聯合。向量合併聯合中，輸入表係循序存取，無須追蹤回先前各區塊。但窩藏環路聯合中，向量作業元由二輸入表呼叫所有可能的向量區塊組合 $K1 \times K2$ 。

業界人士於前文討論瞭解本發明構成於關連式資料庫系統構成及處理查詢樹之更有效方法/系統。該辦法可用於任何關連式資料庫系統，可應用於多種類型資料庫作業元，包括掃描作業元，預測作業元，分類作業元，聚合作業元，聯合作業元及數學作業元。向量作業元應用於查詢處理

五、發明說明 (23)

樹期間任何時間編譯的記錄向量區塊。一個記錄向量區塊可由使用向量描述元控制區塊將控制移轉至查詢處理樹之第二向量作業元而由一個向量作業元建立。較佳，本發明之向量作業元對大量記錄僅須激發一次。如此本發明可獲得關連式資料庫內部查詢更有效且更省時的處理。

本發明可包含於一種或多種電腦程式產品包括電腦可用媒體，其中媒體包括電腦可讀程式碼裝置供提供及輔助本發明之機制。產品可構成電腦系統之一部分或各別出售。業界人士容易基於前文揭示內容執行此種構想。

雖然於附圖及前文詳細說明已經舉例說明本發明之特定具體例，但須瞭解本發明非僅限於此處敘述的特定具體例，可未悖離本發明之範圍作出無數重排、修改及取代。隨附之申請專利範圍意圖涵蓋全部此等修改。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

四、中文發明摘要 (發明之名稱：對關連式資料庫採用向量作業於查詢樹之方法及系統)

提供一種方法及系統供組成及應用查詢處理樹至關連式資料庫。該方法/系統包含使用由關連式資料庫導出的多個輸入記錄建立一個記錄向量區塊，及然後應用該查詢處理樹之至少一個向量作業元至記錄向量區塊。該方法也包括產生具有多個向量作業元之查詢處理樹。當應用查詢處理樹時，多個記錄向量區塊可用於同一個向量作業元或不同向量作業元。與記錄向量區塊相關的向量描述元控制區塊係用來移轉記錄向量區塊之控制由查詢處理樹之第一向量作業元至第二向量作業元。查詢處理樹之至少一個向量作業元包含一個表掃描作業元，一個預測作業元，一個分類作業元，一個聚合作業元，一個聯合作業元或一個數學作業元。

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND SYSTEM EMPLOYING VECTOR OPERATIONS IN QUERY TREE FOR A RELATIONAL DATABASE)

A method and system is presented for constructing and applying a query processing tree to a relational database. The method/system comprises an automated approach for building a vector block of records using data in multiple input records derived from the relational database and then applying at least one vector operator of the query processing tree to the vector block of records. The approach can also include creating the query processing tree to have multiple vector operators. When applying the query processing tree, multiple vector blocks of records may be employed at the same vector operator or different vector operators. A vector descriptor control block associated with a vector block of records is employed to transfer control of the vector block of records from a first vector operator to a second vector operator in the query processing tree. The at least one vector operator in the query processing tree can comprise a table scan operator, a predicate operator, a sort operator, an aggregation operator, a join operator or a math operator.

六、申請專利範圍

1. 一種應用一查詢處理樹至一關連式資料庫之方法，該方法包含：
 - (a) 使用由關連式資料庫導出的多個輸入記錄資料建立一記錄向量區塊；以及
 - (b) 應用查詢處理樹之至少一向量作業元至該記錄向量區塊。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該至少一個向量作業元包含多個向量作業元，包括第一向量作業元及第二作業元向量；及其中該方法又包含應用查詢處理樹之第一向量作業元至記錄向量區塊，將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉給第二向量作業元，及然後應用查詢處理樹之第二向量作業元至記錄向量區塊。
3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該記錄向量區塊建立步驟(a)係由第一向量作業元完成。
4. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該建立記錄向量區塊包括採用一個向量描述元作為控制區塊供存取記錄向量區塊；及其中該移轉記錄向量區塊由第一向量作業元至第二向量作業元，包含對向量描述元控制區塊的存取由第一向量作業元移轉至第二向量作業元。
5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中該建立步驟(a)包含建立一個記錄向量區塊具有多數向量記錄，及對該向量區塊或記錄的多數向量記錄建立至少一個輸出記錄。
6. 如申請專利範圍第5項之方法，其中該建立步驟(a)之記錄向量區塊包括一個指標器指向至少一個輸出記錄之縱行

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

及含有來自多數輸入記錄之資料的多數縱行。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其又包含於向量區塊之編譯時間預先配置記憶體。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該至少一個向量作業元包含掃描作業元，預測作業元，分類作業元，聚合作業元，聯合作業元及數學作業元中之至少一者。
9. 如申請專利範圍第1項之方法，其又包含於處理查詢處理樹之任一點完成步驟(a)及(b)。
10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該建立步驟(a)包含使用由關連式資料庫導出的多數輸入記錄所得資料，建立N個額外記錄向量區塊，其中 $N \geq 1$ ；及其中該應用步驟(b)之至少一個向量作業元包含多數向量作業元，該多數向量作業元中之各個向量作業元可應用至記錄向量區塊及N個額外記錄向量區塊中之至少一者。
11. 一種處理一關連式資料庫之方法，該方法包含：
 - (a) 使用至少一個向量作業元形成一查詢處理樹；以及
 - (b) 應用該至少一個向量作業元至一由關連式資料庫的資料導出之記錄向量區塊。
12. 如申請專利範圍第11項之方法，其又包含於應用步驟(b)之前，使用由關連式資料庫導出的多數輸入記錄所得資料建立記錄向量區塊。
13. 如申請專利範圍第12項之方法，其中該記錄向量區塊之建立係經由查詢處理樹之至少一個向量作業元完成。
14. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該至少一個向量作

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

業元包含多數向量作業元包括第一向量作業元及第二向量作業元；及其中該應用步驟(b)包括應用第一向量作業元至記錄向量區塊，將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉給第二向量作業元，及應用第二向量作業元至記錄向量區塊。

15.如申請專利範圍第14項之方法，其中該將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉給第二向量作業元包含將向量描述元控制區塊之存取由第一向量作業元移轉給第二向量作業元。

16.如申請專利範圍第11項之方法，其中該至少一個向量作業元包含表掃描作業元，預測作業元，分類作業元，聚合作業元，聯合作業元及數學作業元中之至少一者。

17.一種於一關連式資料庫處理一查詢樹之方法，該方法包括：

(a) 應用查詢樹之第一向量作業元至一由關連式資料庫之資料導出之向量記錄區塊；及

(b) 隨後，應用查詢處理樹之第二向量作業元至該由關連式資料庫之資料導出的記錄向量區塊。

18.如申請專利範圍第17項之方法，其中該方法又包含於應用步驟(b)之前，移轉記錄向量區塊之控制由第一向量作業元至第二向量作業元。

19.如申請專利範圍第18項之方法，其中該記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元包含將記錄向量區塊相關之存取向量描述元控制區塊由第一向量

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

作業元移轉至第二向量作業元。

20.一種應用查詢處理樹之關連式資料庫之系統，該系統包含：

使用由關連式資料庫導出之多數輸入記錄之資料建立記錄向量區塊之裝置；及

應用查詢處理樹之至少一個向量作業元至記錄向量區塊之裝置。

21.如申請專利範圍第20項之系統，其中該記錄向量區塊包含多數縱行，該多數縱行之至少一縱行含有指標器指向記錄向量區塊之向量記錄的輸出記錄，及其中該建立裝置又包含對記錄向量區塊之向量記錄建立輸出記錄之裝置。

22.如申請專利範圍第20項之系統，其中該至少一個向量作業元包含多數向量作業元，包括第一向量作業元及第二向量作業元；及其中該系統又包含應用查詢處理樹之第一向量作業元至記錄向量區塊之裝置，及將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之裝置，及應用查詢處理樹之第二向量作業元至記錄向量區塊之裝置。

23.如申請專利範圍第22項之系統，其又包含一個與記錄向量區塊相關的向量描述元控制區塊；及其中該將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之裝置包含將對向量描述元控制區塊之存取由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之裝置。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

- 24.如申請專利範圍第20項之系統，其中該至少一個向量作業元包含掃描作業元，預測作業元，分類作業元，聚合作業元，聯合作業元及數學作業元中之至少一者。
- 25.一種處理一關連式資料庫之系統，該系統包含：
以至少一向量作業元形成一查詢處理樹之裝置；以及
應用至少一個向量作業元至一由關連式資料庫之資料導出之記錄向量區塊之裝置。
- 26.如申請專利範圍第25項之系統，其又包含使用由關連式資料庫導出之多數輸入記錄所得資料建立記錄向量區塊之裝置。
- 27.如申請專利範圍第25項之系統，其中該至少一個向量作業元包含多數向量作業元，包括第一向量作業元及第二向量作業元；及其中該應用裝置包括應用第一向量作業元至記錄向量區塊之裝置，將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之裝置，及應用第二向量作業元之記錄之向量區塊之裝置。
- 28.如申請專利範圍第27項之系統，其又包含一個記錄向量區塊相關之向量描述元控制區塊；及其中該將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之裝置；將向量描述元控制區塊之存取由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之裝置。
- 29.一種於關連式資料庫處理查詢樹之系統，該系統包含：
應用查詢樹之第一向量作業元至由關連式資料庫之資料導出的一個記錄向量區塊之裝置；及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

應用查詢樹之第二向量作業元至由關連式資料庫之資料導出的該記錄向量區塊之裝置。

- 30.如申請專利範圍第29項之系統，其又包含移轉記錄向量區塊之控制由第一向量作業元至第二向量作業元之裝置。
- 31.如申請專利範圍第30項之系統，其又包含一個與記錄向量區塊相關之向量描述元控制區塊；及其中該移轉記錄向量區塊之控制由第一向量作業元至第二向量作業元之裝置包含將向量描述元控制區塊之存取由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之裝置。
- 32.如申請專利範圍第31項之系統，其中該第一向量作業元及第二向量作業元各自包含表掃描作業元，預測作業元，分類作業元，聚合作業元，聯合作業元及數學作業元中之一者。
- 33.一種電腦程式產品，包含一個電腦可用媒體其中具有電腦可讀程式碼裝置供用於應用一查詢處理樹至一關連式資料庫，該電腦程式產品中之電腦可讀程式碼裝置包含：
使用由關連式資料庫導出之多數輸入記錄所得資料引起電腦執行建立記錄向量區塊之電腦可讀程式碼裝置；
以及
執行應用至少一查詢處理樹之向量作業元至記錄向量區塊之電腦可讀程式碼裝置。
- 34.如申請專利範圍第33項之電腦可讀程式碼裝置，其中該至少一個向量作業元包含多數向量作業元，包括第一向量作業元及第二向量作業元，及其中該執行應用至少一

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

個向量作業元之電腦可讀程式碼裝置包含電腦可讀程式碼裝置供執行應用查詢處理樹之第一向量作業元至記錄向量區塊，將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元，及應用查詢處理樹之第二向量作業元至記錄向量區塊。

35.如申請專利範圍第33項之電腦可讀程式碼裝置，其中該至少一個向量作業元包含掃描作業元，預測作業元，分類作業元，聚合作業元，聯合作業元及數學作業元中之至少一者。

36.一種電腦程式產品，包含一電腦可用媒體，該電腦可用媒體含有電腦可讀程式碼裝置供用於處理一關連式資料庫，該電腦程式產品中之電腦可讀程式碼裝置包含：

執行以至少一向量作業元形成查詢處理樹之電腦可讀程式碼裝置；及

執行應用至少一向量作業元至由關連式資料庫之資料導出的一個記錄向量區塊之電腦可讀程式碼裝置。

37.如申請專利範圍第36項之電腦可讀程式碼裝置，其由包含使用由關連式資料庫導出之多數輸入記錄所得資料建立記錄向量區塊之電腦可讀程式碼裝置。

38.如申請專利範圍第36項之電腦可讀程式碼裝置，其中該至少一個向量作業元包含多數向量作業元，包括第一向量作業元及第二向量作業元；及其中該執行應用至少一個向量作業元之電腦可讀程式碼裝置包含執行應用第一向量作業元至記錄向量區塊，將記錄向量區塊之控制由

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

第一向量作業元移轉至第二向量作業元，及應用第二向量作業元至記錄向量區塊之電腦可讀程式碼裝置。

- 39.一種電腦程式產品，包含一電腦可用媒體；該電腦可用媒體含有電腦可讀程式碼裝置供用於處理一關連式資料庫中之一查詢樹，該電腦程式產品中之電腦可讀程式碼裝置包含：

執行應用查詢樹之一第一向量作業元至一由關連式資料庫之資料導出之一記錄向量區塊之電腦可讀程式碼裝置；及

執行應用查詢處理樹之一第二向量作業元至由關連式資料庫之資料導出之該記錄向量區塊之電腦可讀程式碼裝置。

- 40.如申請專利範圍第39項之電腦可讀程式碼裝置，其又包含執行將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之電腦可讀程式碼裝置。

- 41.如申請專利範圍第40項之電腦可讀程式碼裝置，其又包含一個記錄向量區塊相關之記錄描述元控制區塊；及其中該執行將記錄向量區塊之控制由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之電腦可讀程式碼裝置包含執行將記錄向量區塊相關的向量描述元控制區塊之存取由第一向量作業元移轉至第二向量作業元之電腦可讀程式碼裝置。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

圖 1

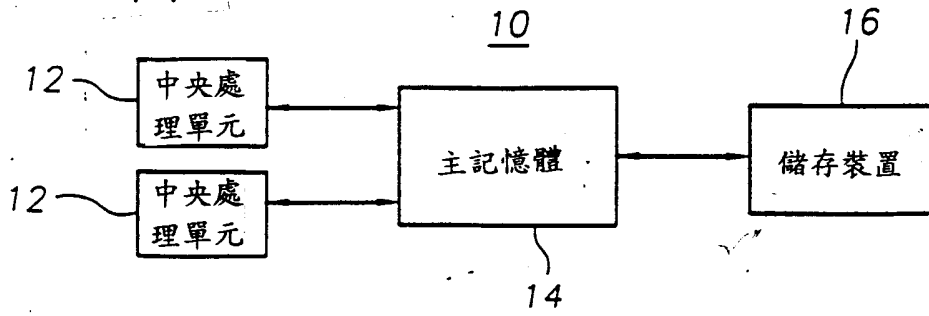


圖 2

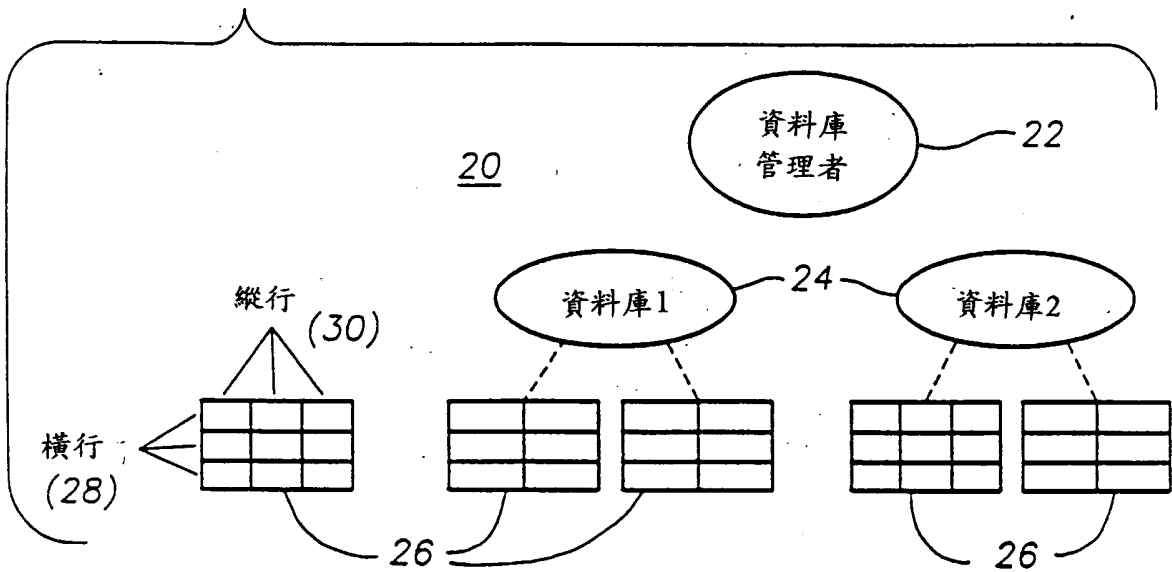


圖 3

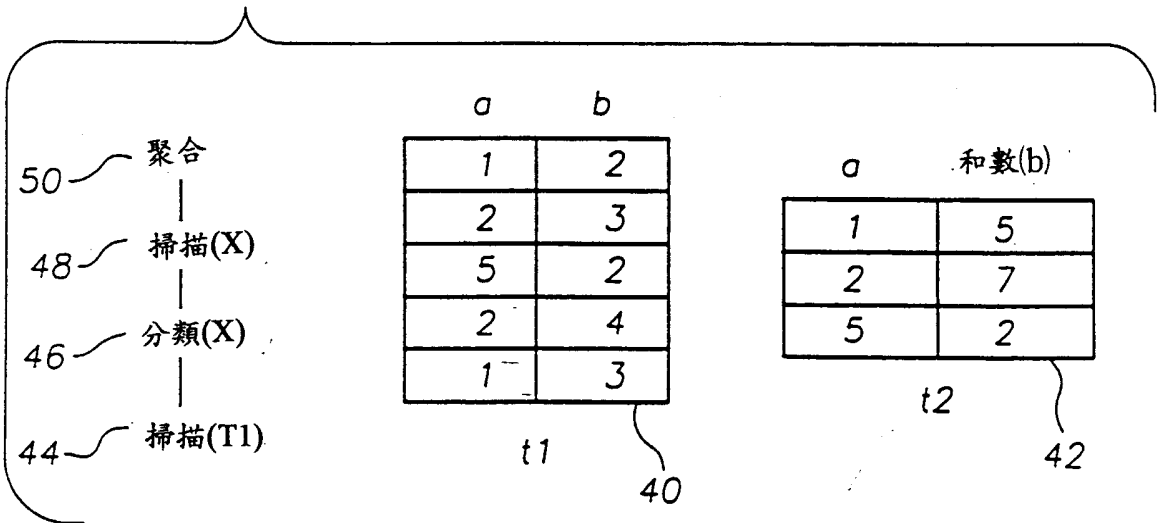


圖 4

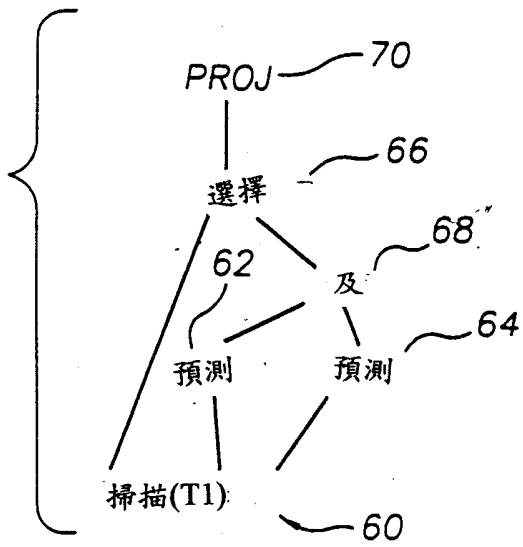


圖 5

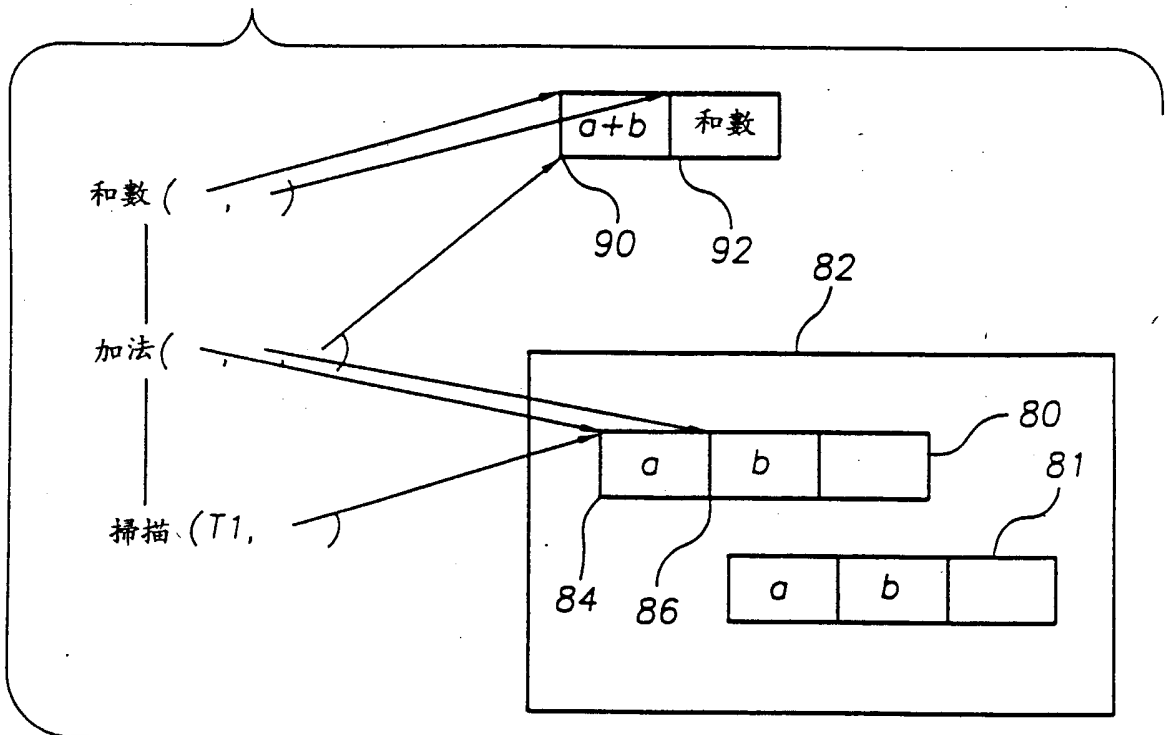


圖 6

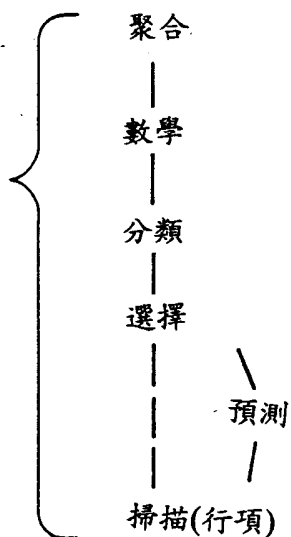


圖 7

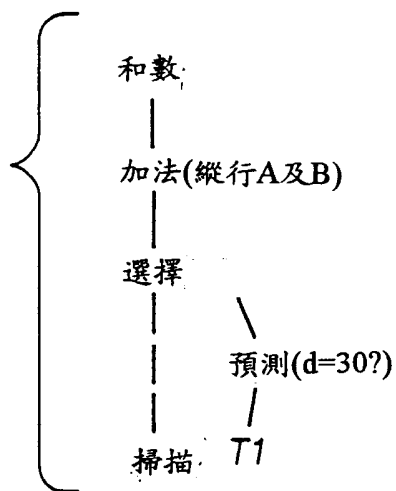


圖8

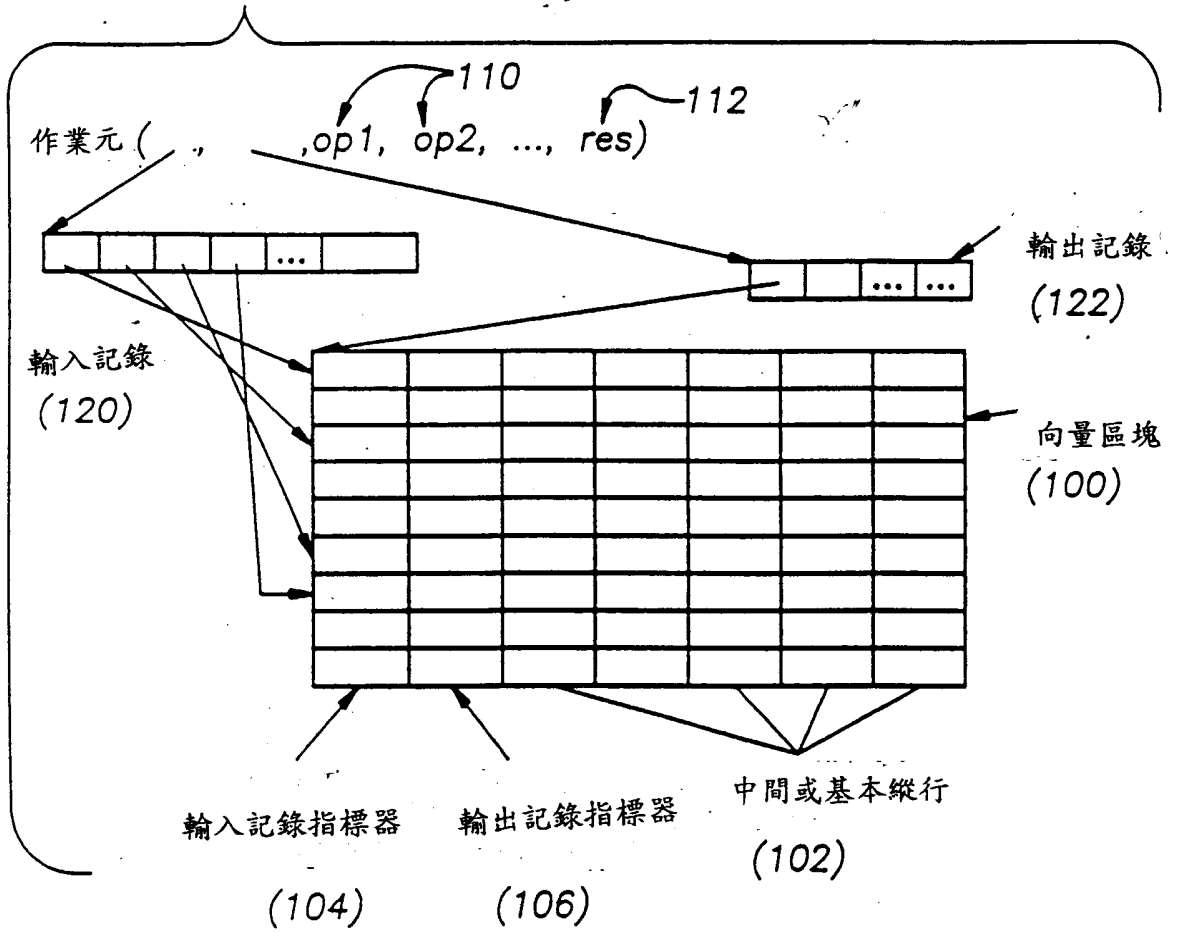


圖9

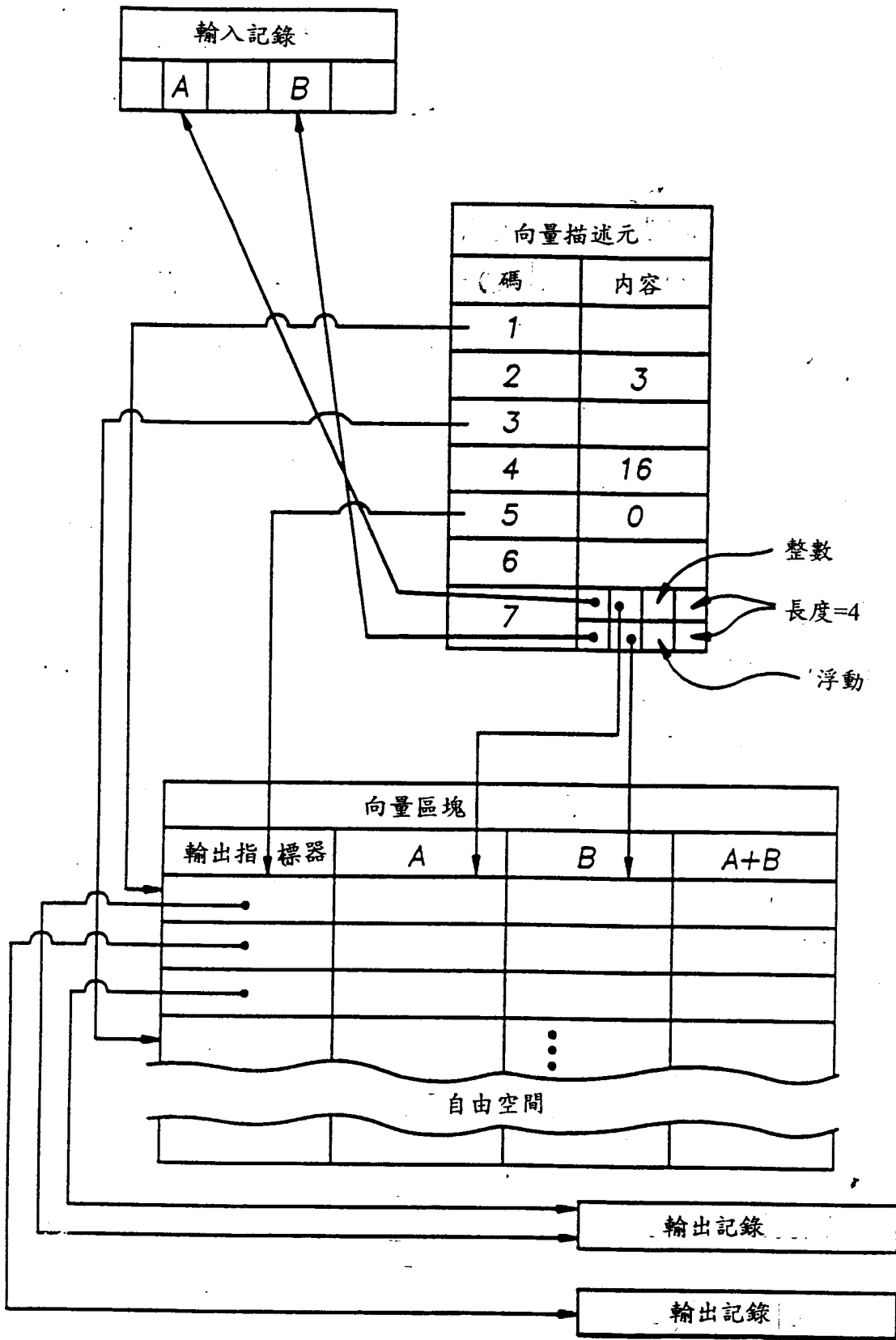


圖 10

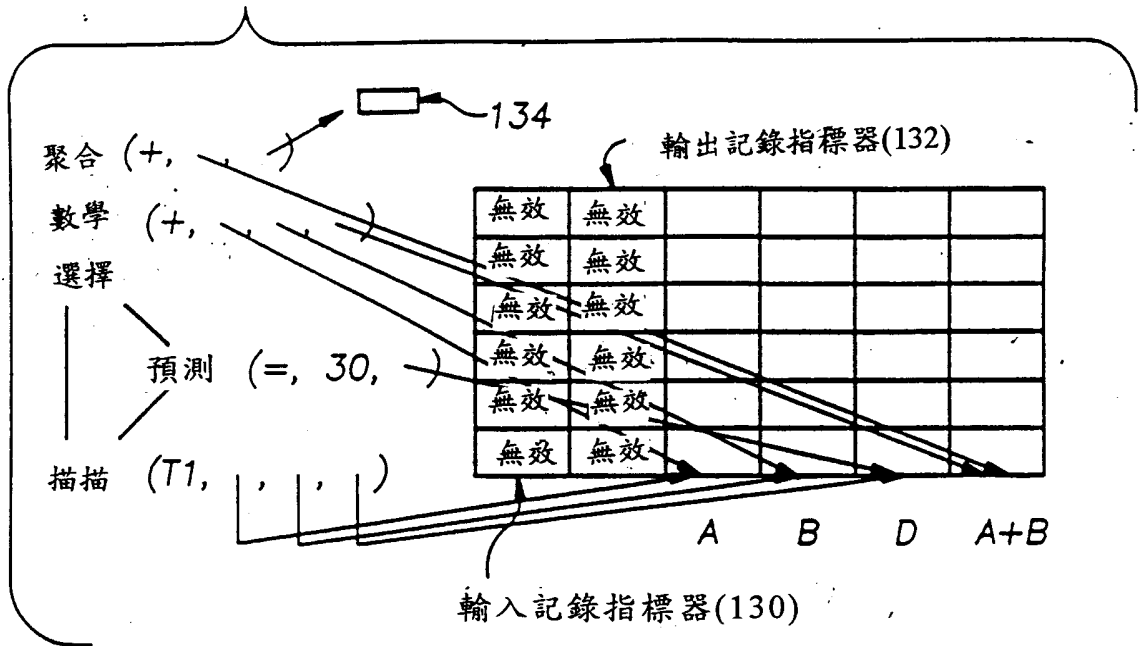


圖 11

