

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】

本發明有關於一種低功率 MP3 解碼器的控制方法，特別有關一種記憶體最佳化與以流水(pipeline)方式處理 MP3 解碼的方法與裝置。

【先前技術】

MP3 是 MPEG-1 音頻標準第三層壓縮模式(MPEG-1/AudioLayer-III)的簡稱，是一種高壓縮比數位音頻格式。在 MP3 設備中，通常是對來自數位存儲媒介的資料進行解碼。聲音資料壓縮編碼通常是利用人的聽覺系統的特性，包括響度(volume)、音高(pitch)、以及掩蔽效應(masking effect)。聲音的響度就是聲音的強弱度。人耳對不同頻率的聲音的敏感程度差別很大，其中對兩千至四千赫茲(2KHz~4KHz)範圍的信號最為敏感，而其他的低頻區和高頻區則需要較高的信號幅度才可被人耳聽到。音高客觀上是以頻率表示，人耳可以聽到的頻率範圍為二十赫茲到兩萬赫茲(20Hz~20KHz)。一種頻率的聲音阻礙聽覺系統感受另一種頻率的聲音的現象稱為掩蔽效應，掩蔽可分為頻域掩蔽與時域掩蔽。

MP3 設備會對壓縮後的資料進行解碼，以便將壓縮的數位信號恢復成原始的音頻信號。請參閱第 1 圖，第 1 圖為習知 MP3 解碼器的功能方塊圖。同步和檢錯模組 100 接收聲音的數位資料，這些數位資料是包括複數框(frame)的位元流(bit stream)101。同步和檢錯模組 100 會對位元流 101

進行識別與解碼，搜尋各框開始與結束的位置，並且執行錯誤的檢測。如果 MP3 位元流 101 中包括用戶自己定義的輔助資料 103，則不對輔助資料解碼而直接輸出。霍夫曼(Huffman)解碼模組 102、邊帶資訊解碼模組 104、與比例因數解碼 106 分別從同步和檢錯模組 100 得到相關的資訊，並給予解碼。這些解碼模組 102、104、106 在之後會有較詳細的解說。接著，解碼過的資料會傳至逆量化(re-quantization)模組 108，模組 108 的作用是重建頻率線(frequency line)，使得復原的頻率線與編碼器產生的頻率線具有相同的感知效果。頻率線重排模組 110 的作用是檢測是否有子帶(sub-band)使用短窗，如果有，則將這些資料的順序重新按照編碼器輸出的順序進行排列。立體聲處理模組 112 接收頻率線重排模組 110 來的頻率線，模組 112 主要是將編碼後的聲音信號還原為左/右立體聲信號。於是信號將分成左聲道及右聲道，並分別以平行方式處理。解碼器接下來的處理模組為混疊重建(alias reconstruction)模組 114a 與 114b、IMDCT 模組 116a 與 116b、頻率倒置模組 118a 與 118b、以及合成多相濾波器組 120a 與 120b。混疊重建(alias reconstruction)模組 114a、114b 是為了將聲音信號加上混疊，以正確的重建先前在編碼器中被去除混疊的效應。反修正離散餘弦變換(inverse modified discrete cosine transform; IMDCT)模組 116a、116b 會將頻率線變換成多相濾波器子帶樣本。頻率倒置模組 118a、118b 會將奇數子帶中的樣本乘以-1，以補償在分析濾波器組中的頻率倒置。最後合成多相濾波器組 120a、120b 將每一區組(granule)裡各包括 18 個時域(time domain)樣本的 32 個子帶，轉換為各包括 32 個脈波編碼調變(pulse

code modulation; PCM)樣本的 18 個區塊，即最終解碼出來的結果。合成多相濾波器組 120a、120b 將計算出來的連續聲音樣本，分別以左聲道 107 與右聲道 105 輸出。多相濾波器組 120a、120b 主要由矩陣運算(matrix calculation)和加窗操作(windowing)兩大部分組成。

如第 2 圖所示，MP3 位元流(bit stream)中的框是由標頭(header)200、循環冗餘核對(cyclic redundancy check; CRC)碼 202、邊帶資訊 204、主資料(main data)區 206、以及由用戶自己定義的輔助資料 208 組合而成的。框的標頭 200 一共為 32 位元，其中包含了 12 位元的同步字。第 1 圖的同步和檢錯模組 100 通過搜尋同步字進行位元流的同步，並識別每一個框的位置，以及針對 16 位元的 CRC 202 執行檢錯(error detection)。邊帶資訊 204 包括在之後 Huffman 解碼時碼表的選擇資訊與重建比例因數所需要的資訊。由於在 MP3 中採用了位元儲存庫(bit reservoir)技術，因此在邊帶信息中也包括了主資料從何處開始的資訊。對於單聲道，邊帶資訊 204 的長度為 136 位元，而雙聲道則為 256 位元。主資料包括了編碼後的比例因數以及 Huffman 編碼後的資料。由於資料流程中會應用位元儲存庫的技術，各框中主資料的長短可根據 Huffman 碼字的可變長度之特性而變化。如果某一框中主資料有空閒的位元儲存庫，則可被用來儲存後續框的主資料。也就是說某一框的主資料可以分散儲存到多個框的主資料區 206 中。透過讀取邊帶資訊 204 中位元指標資料，可以找到主資料的開始位置。主資料區 206 分為兩個區組，單聲道模式中，一個區組包括一個聲道，其他模式中則包含兩個聲道。每個聲道由比例因數和 Huffman 碼組成的。一個

聲道內的 Huffman 碼對應 576 條頻率線。框的末端為輔助資料 208，輔助資料的格式由用戶自行定義，MP3 解碼器會原封不動的輸出輔助資料，而不做任何處理。

當 MP3 位元流的主資料被 huffman 解碼後，會得到代表壓縮的聲音在各頻率中強度的頻率線。一組 576 條的頻率線可分成如第 4 圖所示的三個部分：第一區（通常稱為 big-values）40、第二區（通常稱為 count1）42、以及第三區（通常稱為 rzero）44。這三部分的邊界在邊帶資訊中指定。由於人的聽覺主要對特定頻率範圍(2kHz~4kHz)較為敏銳，而該頻率範圍在頻率線中是較低的頻率，因此所對應的 big-values 40 部分，通常值都會較為大。相對來說，高頻率的聲音較不容易被人耳聽到，因此壓縮聲音時高頻率部分存在一個連續為零的區域。如 rzero 44 部分的頻率線全是零，所以不用編碼，也不會出現在位元流中。可是在解碼時，習知技術是藉由邊帶資訊知道 rzero 44 的起始邊界，而將 rzero 44 部分的頻率線補齊，寫入 r 個 zero。

可是在 Huffman 解碼時將 rzero 44 部分的 r 條頻率線補零後，MP3 解碼器後面的操作，例如反量化、立體聲處理、混疊重建(alias reconstruction)、IMDCT 中，都必須多花費 r 次從記憶體中讀操作，以及 r 次寫操作，會降低系統解碼的效率。

此外，不論是反修正離散餘弦變換(inverse modified discrete cosine transform; IMDCT)模組 116a、116b 或是合成多相濾波器組 120a、120b，其中的運算量都相當的大。直覺上，依照第 1 圖的功能方塊圖所示，處理

完一個區組，產生左右聲道後，才去處理下一個區組的話，MP3 設備需要非常快的運算速度，才能夠達到聲音輸出之速度需求。因此，如何流水(pipeline)處理，便成為一個學問。

【發明內容】

本發明更提供一種可節省記憶體讀寫操作與計算量的最佳化(optimum)頻率線記憶體的方法。本發明之方法為依序讀取頻率線存儲器中 576 條頻率線，並於偵測到一頻率線位址超過預先設定的零起始邊界時，即結束讀取動作。如此一來，MP3 解碼器於 Huffman 解碼之後的運算都可減少讀寫記憶體的次數。這種減少讀寫次數的技術可以應用在 MP3 解碼器中逆量化模組、立體聲處理模組、混疊重建(alias reconstruction)模組、IMDCT 模組中對記憶體的讀寫操作。本發明之記憶體最佳化方法可以減少這些模組所必須的計算量。

本發明更提供一種在 MP3 解碼器中頻率線記憶體最佳化的裝置，其中包括儲存 576 條頻率線的一頻率線存儲器，以及一控制單元。該控制單元偵測各頻率線的位址是否大於一零起始邊界，並於讀取到一頻率線位址超過零起始邊界時，立即結束讀取頻率線的動作。

本發明提供一種利用流水結構加快矩陣計算速度的 MP3 解碼方法，先將包含 K 個子帶的一組頻率線轉換成子帶樣本 S_i^k ($k=0\sim K$)，其中這些子帶樣本 S_i^k 計算與輸出的順序，係 K 個具有相同 i 的子帶樣本 S_i^k 優先被計算出來。每次計算出來的 K 個子帶樣本 S_i^k 立即送入矩陣計算，成為 K 個對應的聲音樣本，以實現流水方式之並行處理。本發明之實施例中，一組頻率線

特舉一較佳實施例，並配合所附圖示，作詳細說明如下。

實施方式

第一實施例

本發明之頻率線記憶體最佳化方法係利用 MP3 資料格式，如第 3 圖所示之頻率線的特性，將高頻部分中一個連續為零的區域，在硬體實現時進行特殊處理。由於 rzero 34 部分頻率線的值都為零，在讀出與寫入記憶體時，可令硬體自動將與 count1 32 與 rzero 34 的邊界值比較，便可以減少不必要的讀出與寫入記憶體的動作。

習知技術的 Huffman 解碼方法會在解碼出 big-values 30 與 count1 32 部分的頻率線之後，將 rzero 34 部分的頻率線補零。本發明藉由比較讀的頻率線位址(read_addr)以及 rzero 34 的起始邊界(zero_addr)來減少不必要之讀或者寫的操作。

在本發明中當要讀的頻率線位址超過 zero_addr 時，直接結束讀記憶體的動作。這樣 rzero 34 部分的頻率線就可以不用補零，可藉以減少讀寫記憶體的次數。假設 rzero 34 部分包含 r 條頻率線，如果 rzero 34 部分的頻率線需要補上零的數值，則系統必須要對記憶體做 r 次寫操作。同樣地，當從記憶體讀 rzero 34 部分的頻率線時，需要對記憶體進行 r 次讀操作。如果只記住 rzero 34 部分的起始邊界(zero_addr)，rzero 部分的頻率線不用補零，可以節省 r 次寫操作，當需要讀 rzero 34 部分的頻率線做運算時，也不用讀記憶體，直接結束讀記憶體的動作，可以節省 r 次讀操作。

在 MP3 解碼器中的 Huffman 解碼模組與混疊重建(alias

reconstruction)模組都可以更新 zero_addr 的值。在本發明的 MP3 解碼器中其他模組讀頻率線記憶體的工作流程如第 4 圖的流程圖所示。本發明藉由比較正在讀的頻率線位址(read_addr)與 rzero 的起始邊界(zero_addr)，來決定是否要繼續讀頻率線存儲器中下一個頻率線。

這種減少讀寫操作的技術，可以應用到逆量化模組、立體聲模組、混疊重建(alias reconstruction)模組、IMDCT 模組中。另外利用這個 rzero 區域連續為零的特性，可以減少逆量化模組、立體聲模組、混疊重建(alias reconstruction)模組、IMDCT 模組的計算量。因為在這個連續為零的區域內，經過運算後結果為零，因此可以不做處理，只產生一個 rzero 的起始邊界值即可。

本發明之頻率線記憶體最佳化的方法可藉由一頻率線存儲器與一控制單元來實現在 MP3 解碼器中各模組中，其中頻率線儲存器儲存 576 條頻率線，控制單元則藉由依序偵測所讀取到頻率線的位址是否大於 rzero 的起始邊界，而控制該裝置結束讀取動作。

通常從 Huffman 解碼後 rzero 部分平均包含約 202 條頻率線，約占總頻率線的三分之一，因此本發明之頻率線記憶體最佳化的方法與裝置能節省約三分之一的讀寫操作。另外本發明之頻率線記憶體最佳化方法也可應用於軟體實現。

第二實施例：

請參閱第 5 圖，第 5 圖顯示 IMDCT 模組中計算子帶樣本與子帶濾波器的矩陣計算之間的資料關係圖。其中， S_{ik} 表示第 k 個子帶經過 IMDCT 運算

後得到的第 i 個子帶樣本。 K 取直從 0 到 31； i 取值從 0 到 35(其中 i 為 18 到 34 的資料要緩存起來，在計算下一個區組時使用)。在一個區組內，左聲道與右聲道各有 576 條頻率線。矩陣計算取數的次序為 S_{ik} , $k=0, 1, 2, \dots, 31$ ，即取數的次序為第 5 圖中列的方向(即垂直的方向)。可是習知技術中 IMDCT 運算得到的資料是按照 S_{ik} , $i=0, 1, 2, \dots, 35$ ，即計算出的資料是第 5 圖中行的方向(即水平的方向)。這樣習知技術的結構中矩陣計算必須等到 IMDCT 運算全部完成後才可以開始。通常計算一個子帶，IMDCT 需要 244 次乘法，所以 32 個子帶經過 IMDCT 運算需要 $244 \times 32 = 7808$ 次乘法操作(這裡忽略 IMDCT 的框函數的乘法)。也就是矩陣運算需要等待 7808 次乘法操作結束後才能啟動運算。矩陣計算處理完 576 個樣本需要 $32 \times 16 \times 18 = 9216$ 此乘法操作。這樣，一個區組內，從 IMDCT 開始到矩陣計算結束需要的時間為 $7808 + 9216 = 17024$ 次乘法操作的時間。

本發明第二實施例的 MP3 解碼器中 IMDCT 模組的演算法不按照行(圖中水平)方向計算資料，而是按照列(圖中垂直)方向計算資料，即按照 S_{ik} , $k=0, 1, 2, \dots, 31$ 的次序計算資料。這樣，當 IMDCT 計算完 S_{0k} 與 S_{17k} , $k=0, 1, 2, \dots, 31$ 後，就可以開始啟動矩陣計算。由於 IMDCT 在計算時，可以同時將相近的子帶樣本一併計算，例如 S_{0k} 與 S_{17k} 、 S_{1k} 與 S_{16k} 、或 S_{2k} 與 S_{15k} 等等。最壞的情況下啟動之前等待的時間為 $32 \times 18 + 32 = 608$ 次乘法操作(考慮窗函數的一次乘法)。當 IMDCT 在計算 S_{1k} 與 S_{16k} 時，矩陣計算就可以處理 S_{0k} 了；而當 IMDCT 計算 S_{2k} 與 S_{15k} 時，矩陣計算就可以處理 S_{1k} 。這樣 IMDCT 和矩陣計算之間以這種流水(pipeline)的方式進行計

算，可以藉由一面計算前一個子帶的矩陣計算，而將 IMDCT 的計算時間隱藏起來。

本發明之第二實施例揭露的 MP3 處理順序，在流水結構下，從 IMDCT 開始到矩陣計算結束需要的時間最大為 18 次矩陣計算的時間加上一次 IMDCT 計算一列的時間，即 $32 \times 16 \times 18 + 608 = 9824$ 次乘法操作的時間。這個時間僅為習知技術中串列結構所需時間的 60%。

而且，由運算量可知，18 次矩陣計算的時間，會遠大於 IMDCT 計算 9 列所需的時間。因此，可以在進行一個區組的矩陣計算時，當 IMDCT 計算完畢後，就直接開始進行下一個區組的解碼動作。

一個框中包含兩個區組，區組 0 以及區組 1。兩個區組之間可以用流水的方式。如第 6 圖所示。由於左右聲道是並行處理的，圖中只畫出了右聲道。記憶體 M0 和 M1 個別存放了經過 Huffman 解碼(H)、逆量化(Q)以及立體聲處理(S)後的左聲道與右聲道的頻率線。A 表示混疊重建(alias reconstruction)。

從圖中可以看到，當區組 0 的 IMDCT 計算完畢後，圖中的記憶體 M0 和 M1 不會再被區組 0 以後的操作所使用。因此可以啟動區組 1 的解比例因數、huffman 解碼以及逆量化和立體聲處理等操作(圖中未畫出區組 1 的逆量化和立體聲處理)，他們會使用 M0 和 M1；而此時區組 0 的矩陣運算和加窗操作還沒有計算完畢。因此，區組 1 的解比例因數、huffman 解碼、逆量化、立體聲處理、和混疊重建等操作的處理時間完全被區組 0 的矩陣運算和加窗操作所“隱藏”。同樣的，下一框的區組 0 的解框的標頭、解邊帶資訊、

解比例因數、huffman 解碼、逆量化、立體聲處理和混疊重建等操作的處理時間完全被當前框區組 1 的矩陣運算和加窗操作所“隱藏”。所以，除了第一框的解標頭、解邊帶資訊、解比例因數、huffman 解碼、逆量化、立體聲處理和混疊重建等操作的處理時間不能被隱藏外，其餘框的這些時間都可被隱藏了。

從第 6 圖中可知，解碼一個區組的時間由一次 IMDCT 的時間和 18 次加窗操作的時間組成，其餘的各個步驟的處理時間都被“隱藏”起來了。一次 IMDCT 最壞情況下要做 608 次乘法操作；一次加窗操作要做 512 次乘法，所以解碼一個區組的時間要做 $608 + 512 \times 18 = 9824$ 次乘法操作。一個框由兩個區組組成，所以解碼一個框需要 $9824 \times 2 = 19648$ 次乘法操作。在抽樣頻率(sampling frequency)為 48kHz 時，即時解碼需要一秒鐘解出 42 個框，相當於一秒鐘要做 $19648 \times 42 = 825216$ 次乘法操作。

相同的道理，當區組 1 的 IMDCT 計算完畢後，可以啟動下一框之區組 0 的解比例因數、huffman 解碼以及逆量化和立體聲處理等操作。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明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】

第 1 圖為 MP3 解碼器之功能方塊圖；

第 2 圖為 MP3 框所載資料之結構方塊圖；

第 3 圖為 MP3 頻率線中區域劃分結構圖；

第 4 圖為根據本發明之第一實施例中頻率線記憶體的操作流程圖；

第 5 圖顯示根據本發明之第二實施例中矩陣計算和 IMDCT 之間資料的相關性；

第 6 圖顯示根據本發明之第二實施例中區組之間的流水處理方法。

【主要元件符號說明】

100 ~ 同步和檢錯模組；

101 ~ MP3 位元流；

102 ~ Huffman 解碼模組；

103 ~ 輔助資料；

104 ~ 邊帶資訊解碼模組；

105 ~ 右聲道；

106 ~ 比例因數解碼模組；

107 ~ 左聲道；

108 ~ 逆量化模組；

110 ~ 頻率線重排模組；

112 ~ 立體聲處理模組；

114a、114b ~ 混疊重建(alias reconstruction)模組；

116a、116b ~ IMDCT(反修正離散餘弦變換)模組；

118a、118b ~ 頻率倒置模組；

120a、120b ~ 合成多項濾波器組；

200 ~ 標頭；

I273562

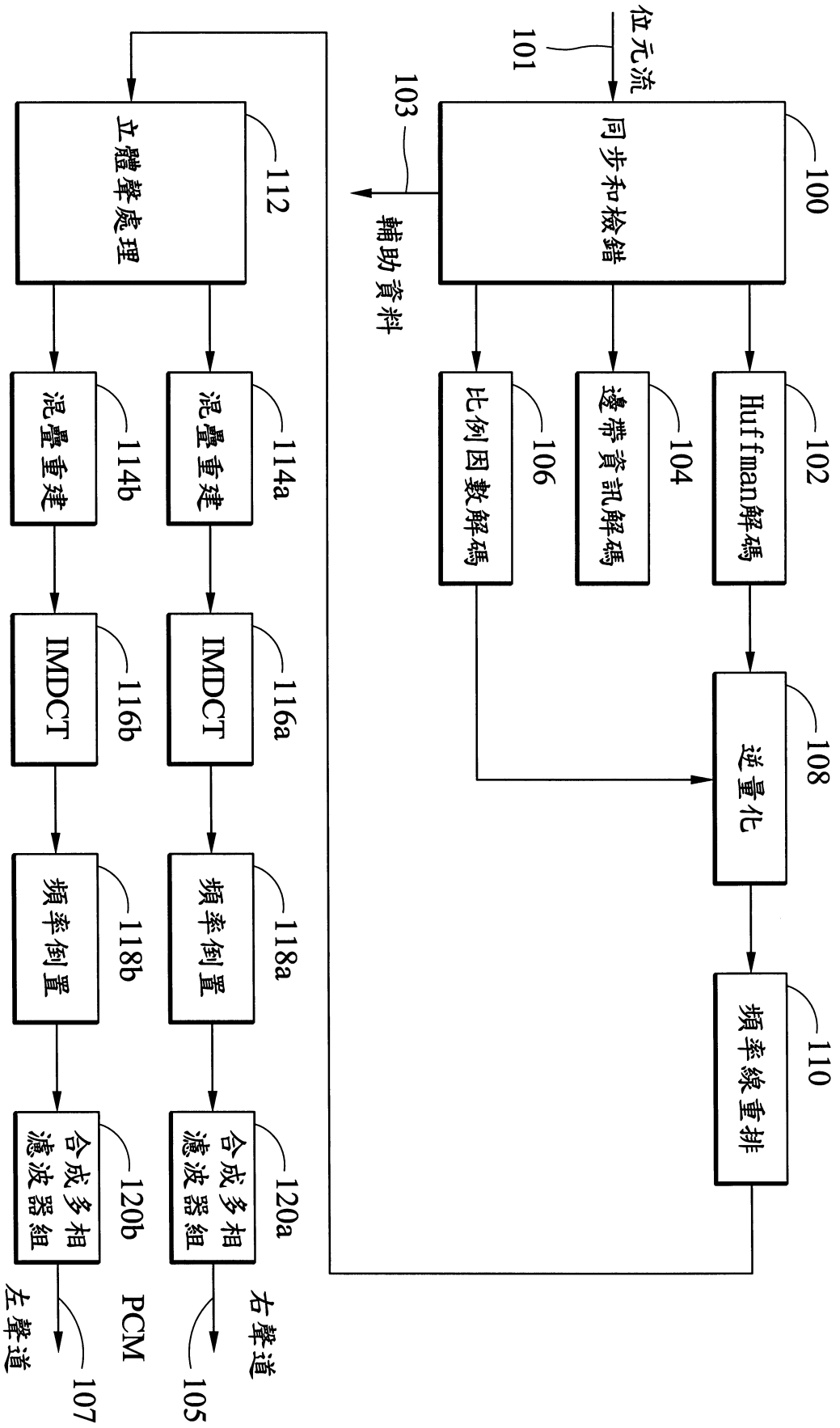
- 202 ~ CRC(循環冗餘核對)碼；
- 204 ~ 邊帶資訊；
- 206 ~ 主資料區；
- 208 ~ 輔助資料；
- 30 ~ 頻率線中第一區(big-values)；
- 32 ~ 頻率線中第二區(count1)；
- 34 ~ 頻率線中第三區(rzero)。

五、中文發明摘要：

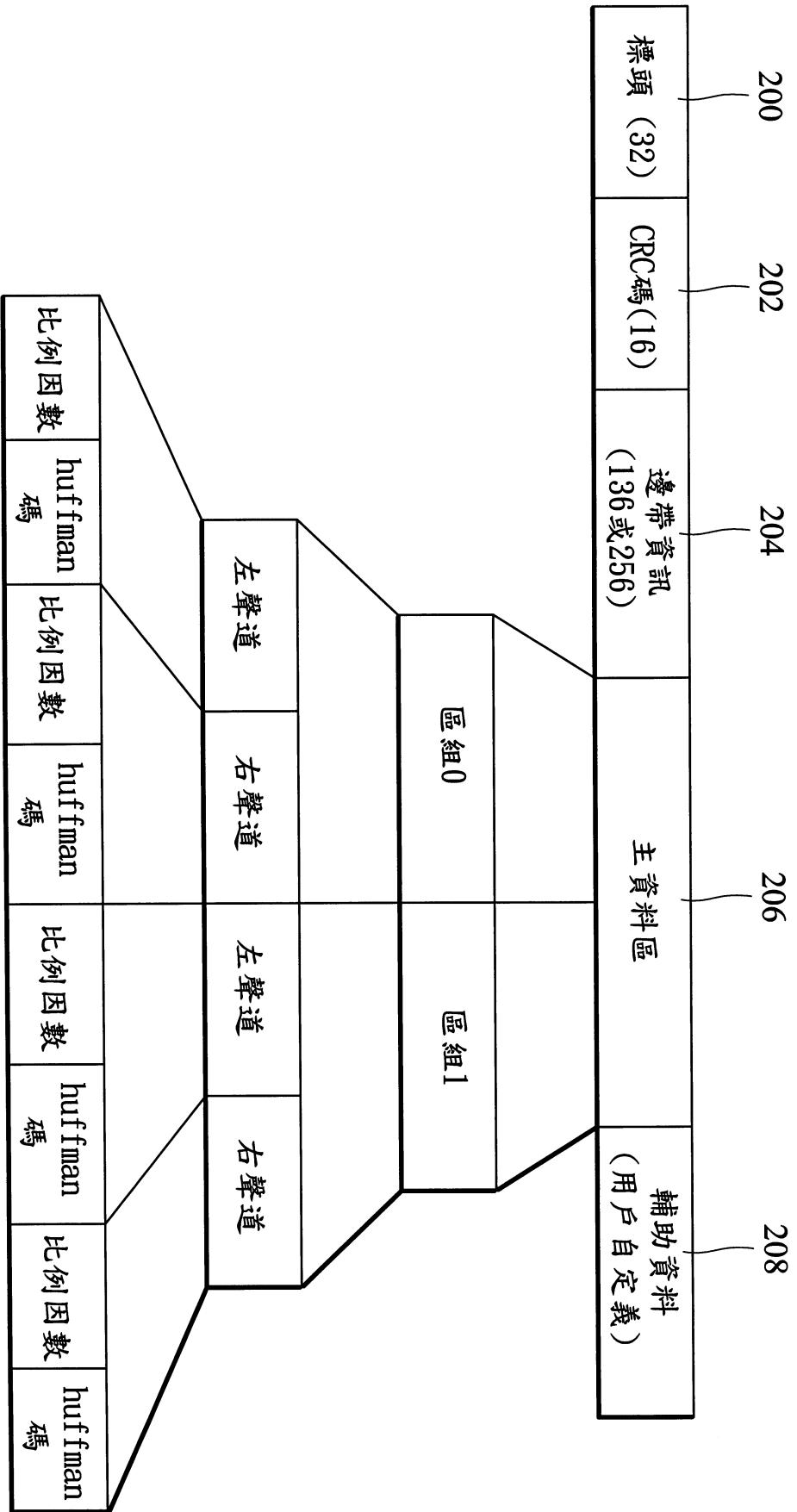
本發明之記憶體最佳化方法利用 MP3 頻率線之特性，在 Huffman 解碼後，不將一串連續為零的區域 rzero 補零，只記住該區域的起始邊界。這樣 MP3 解碼器中其他模組可減少讀出與寫入記憶體的次數，並可有效地減少解碼時所需的計算量。本發明提供一種利用流水結構加快矩陣計算速度的 MP3 解碼方法，利用改變 IMDCT 運算的輸出順序，讓矩陣計算的操作不須等待 IMDCT 全部運算好之後才開始。另外，本發明更提供一種解碼控制方法，利用流水方式，於一區組執行矩陣運算的同時對下一區組進行解碼。

六、英文發明摘要：

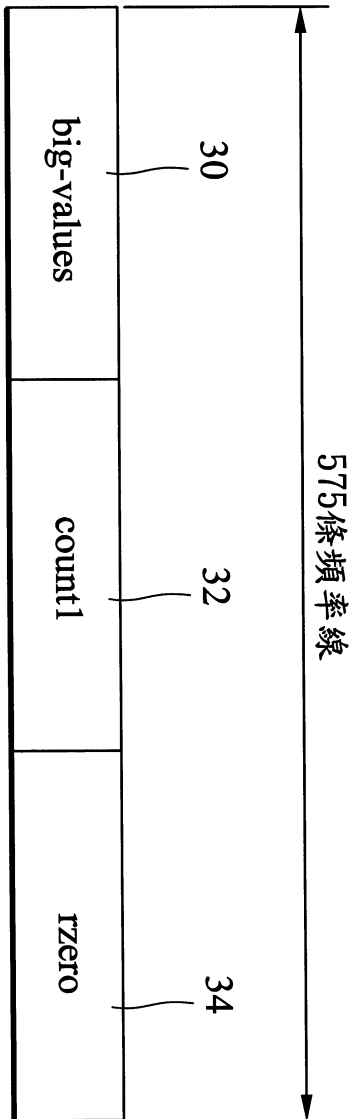
A memory optimizing method for MP3 decoder based on the characteristic of the MP3 frequency line, which memorizes an initial boundary of the "rzero" zone containing consecutive zeros, in order to avoid reading/writing a plurality of zeros while processing the rzero zone. A pipeline structure is proposed for speeding the matrix calculation in MP3 decoding. The output sequence of the IMDCT calculation is altered so that the matrix calculation can be initiated before completing the IMDCT calculation. Furthermore, a decoding control method is provided to allow pipeline processing in MP3 decoding. The decoding procedures for the next granule can be initiated while the current granule is still processing the matrix calculation.



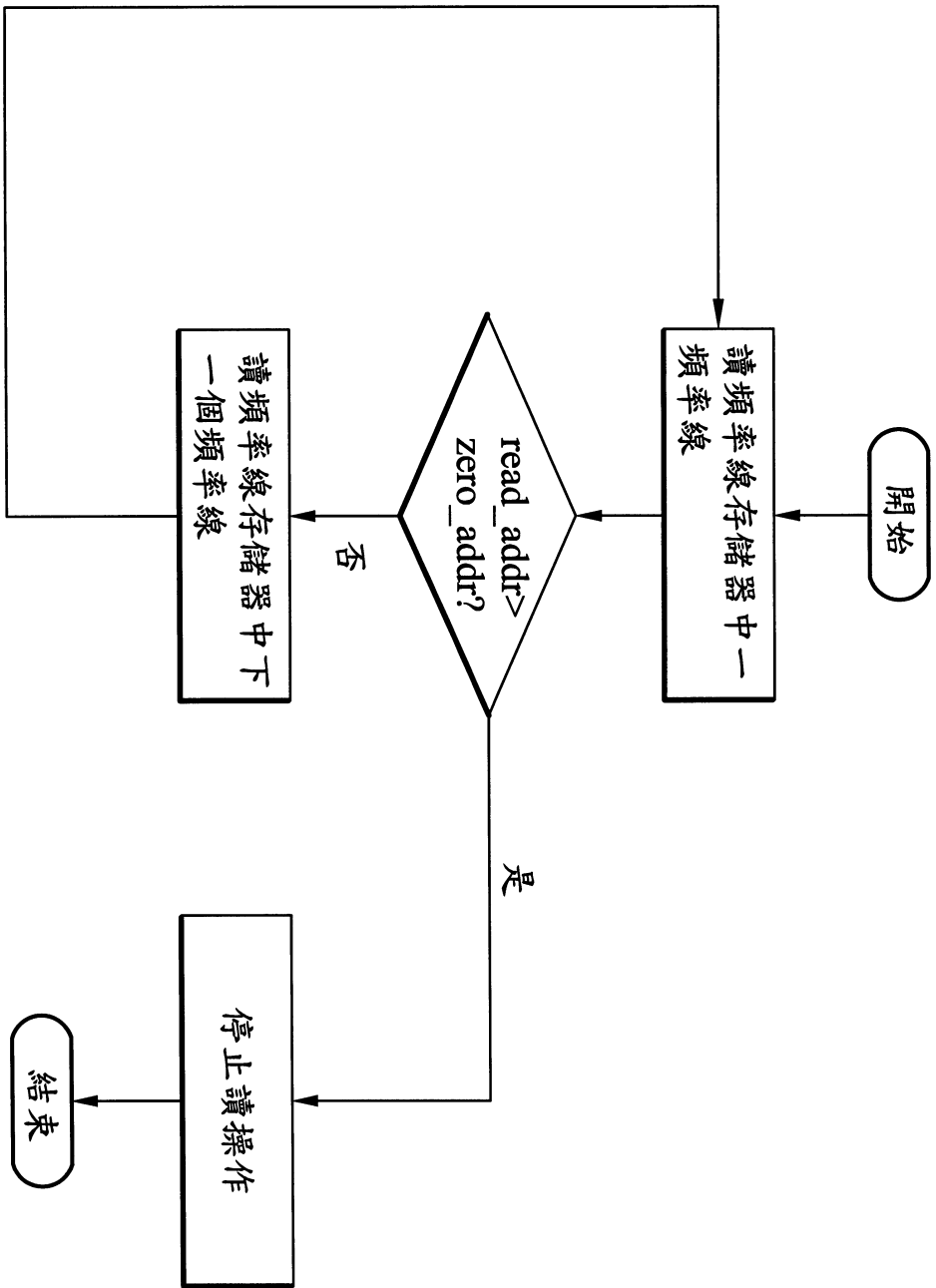
第 1 圖



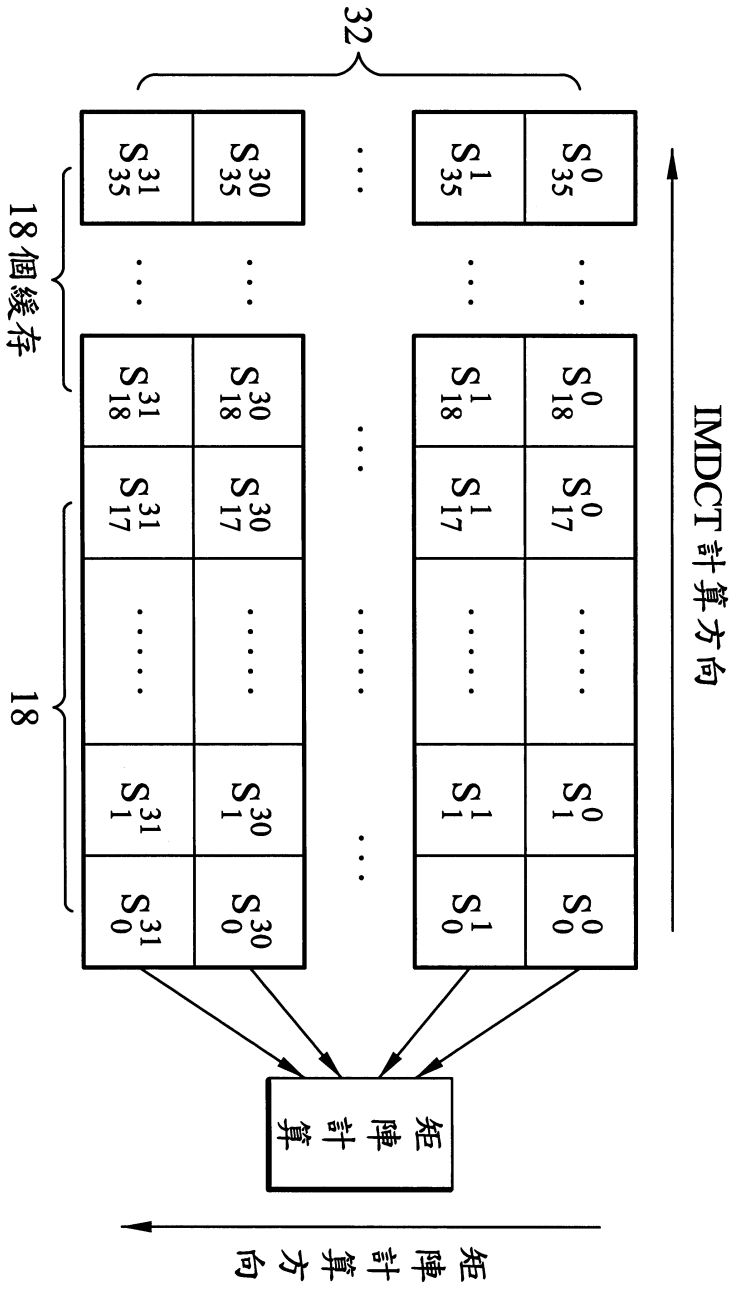
第2圖



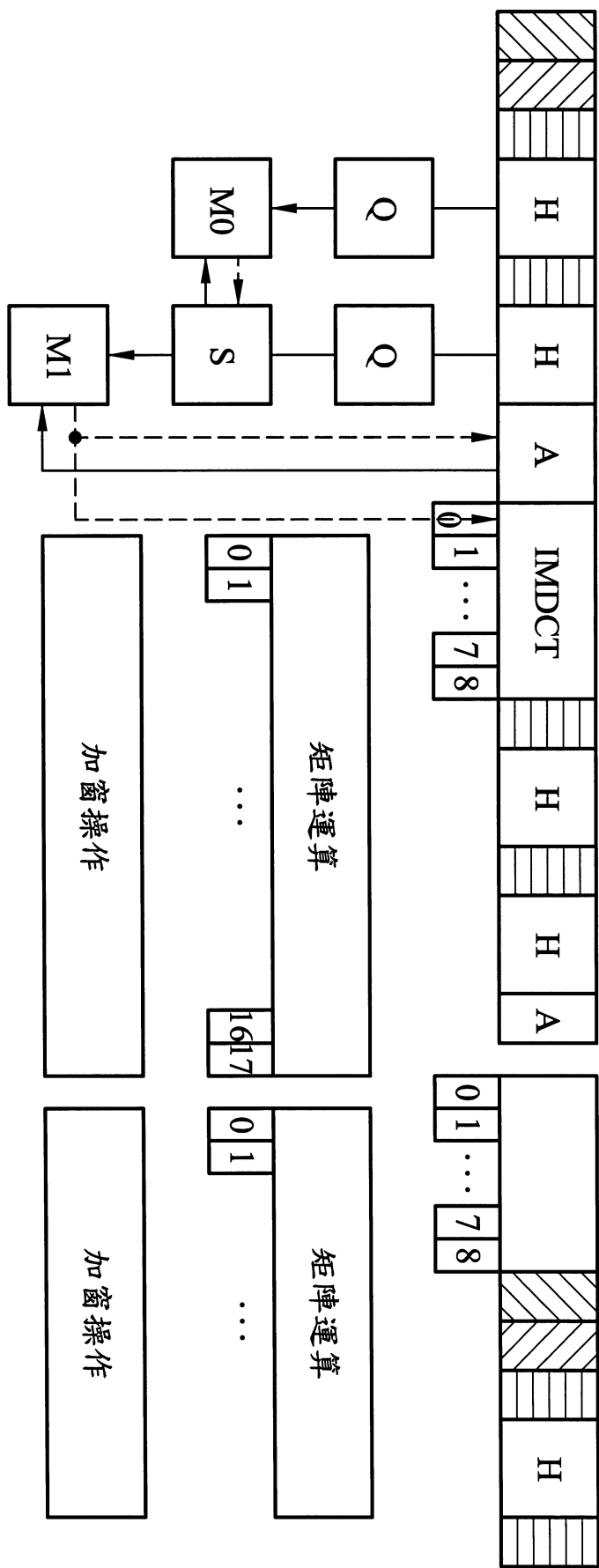
第 3 圖



第4圖



第 5 圖



第 6 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 4圖、6圖 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

略

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

略

有 32 個子帶($K=32$)。

本發明更提供一種 MP3 解碼器，利用流水結構加快矩陣計算速度，該 MP3 解碼器包括一反修正離散餘弦變換(IMDCT)模組、以及一合成多相濾波器。IMDCT 模組將 K 個子帶中的頻率線轉換成子帶樣本 S_i^k ($k=0\sim K$)，而合成多相濾波器則接收這些子帶樣本 S_i^k 計算成連續的複數聲音樣本。子帶樣本 S_i^k 計算與輸出的順序為了使合成多相濾波器可同時執行計算，將 K 個具有相同 i 的 S_i^k 優先被計算出來，然後立即輸入合成多相濾波器以計算 K 個對應的聲音樣本。

本發明之 MP3 解碼器更包括一頻率倒置模組，用來接收 IMDCT 模組的輸出，並先將每個奇數(odd)子帶中的奇數子帶樣本乘以 -1 ，再輸至該合成多相濾波器。

本發明更提供一種 MP3 解碼控制方法，用以處理至少一位元流，該位元流具有複數區組，每一區組需至少依序經過解碼以及矩陣運算，以還原一聲道之複數聲音樣本。此控制方法包括利用流水方式對一區組進行矩陣運算，並在該區組未完成矩陣運算之前，開始對下一區組進行解碼。即進行下一區組解碼的時間係在該區組進行矩陣運算的時間內。在本發明實施例中，在對下一區組進行解碼之前，先對該區組進行 IMDCT 運算，而對該區組進行 IMDCT 運算的時間，也與對下一區組進行解碼的時間有部份重疊。對下一區組進行解碼的步驟更包括執行 huffman 解碼、逆量化處理、以及立體身處理。

為了讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文

十、申請專利範圍：

1. 一種在音頻高壓縮(MP3)解碼器中頻率線記憶體最佳化的方法，可節省記憶體讀寫操作與計算量，包括下列步驟：

讀取包括複數頻率線的一頻率線存儲器；

偵測各頻率線的位址是否大於一零起始邊界；以及

持續讀取直到正在讀的一頻率線位址超過該零起始邊界，即時結束讀取動作。

2. 如申請專利範圍第1項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，其中該等頻率線總共為576條。

3. 如申請專利範圍第1項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，該方法適用於霍夫曼(Huffman)解碼模組與之後的任一模組中。

4. 如申請專利範圍第3項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，其中該模組為一逆量化(re-quantization)模組。

5. 如申請專利範圍第3項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，其中該模組為一立體聲處理模組。

6.如申請專利範圍第3項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，其中該模組為一混疊重建(alias reconstruction)模組。

7.如申請專利範圍第3項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，其中該模組為一反修正離散餘弦變換(Inverse Modified Discrete Cosine Transform; IMDCT)模組。

8.如申請專利範圍第3項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，其中該零起始邊界的值於該Huffman解碼模組中更新。

9.如申請專利範圍第6項所述之頻率線記憶體最佳化的方法，其中該零起始邊界的值可於該Huffman解碼模組與該混疊重建(alias reconstruction)模組中被更新。

10.一種在MP3解碼器中頻率線記憶體最佳化的裝置，可節省記憶體讀寫操作與計算量，包括：

一頻率線存儲器，儲存複數頻率線；以及

一控制單元，偵測各頻率線的位址是否大於一零起始邊界，並於讀取到一頻率線位址超過該零起始邊界時，立即結束讀取動作。

11.如申請專利範圍第10項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，其中該等頻率線總共為576條。

12.如申請專利範圍第10項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，該裝置適用於霍夫曼(Huffman)解碼模組與之後的任一模組中。

13.如申請專利範圍第12項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，其中該模組為一逆量化(re-quantization)模組。

14.如申請專利範圍第12項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，其中該模組為一立體聲處理模組。

15.如申請專利範圍第12項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，其中該模組為一混疊重建(alias reconstruction)模組。

16.如申請專利範圍第12項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，其中該模組為一反修正離散餘弦變換(Inverse Modified Discrete Cosine Transform; IMDCT)模組。

17.如申請專利範圍第12項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，其中該零起始邊界的值於該Huffman解碼模組中更新。

18.如申請專利範圍第15項所述之頻率線記憶體最佳化的裝置，其中該零起始邊界的值可於該Huffman解碼模組與該混疊重建(alias reconstruction)模組中被更新。

19.一種利用流水結構加快矩陣計算速度的MP3解碼方法，包括下列步驟：

將包含K個子帶(sub-band)的一組頻率線轉換成複數子帶樣本 S_i^k ($k=0\sim K$)，其中該等子帶樣本 S_i^k 計算與輸出的順序，係K個具有相同i的 S_i^k 優先被計算出來；以及

將每次計算出來的K個子帶樣本 S_i^k 立即以矩陣計算成K個對應的聲音樣本，以實現流水方式之並行處理。

20.如申請專利範圍第19項所述之MP3解碼方法，其中一組頻率線有32個子帶($K=32$)。

21.一種MP3解碼器，利用流水結構加快矩陣計算速度，包括：

一反修正離散餘弦變換(IMDCT)模組，用來將K個子帶(sub-band)中複數頻率線轉換成複數子帶樣本 S_i^k ($k=0\sim K$)；以及

一合成多相濾波器，用以將該等子帶樣本 S_i^k 計算成連續的複數聲音樣本；

其中該等子帶樣本 S_i^k 計算與輸出的順序，係K個具有相同i的 S_i^k 優先被計算出來，立即輸入該合成多相濾波器先行計算K個對應的聲音樣本，以實現流水方式之並行處理。

22.如申請專利範圍第21項所述之MP3解碼器，更包括一頻率倒置模組，接收該IMDCT模組的輸出，並先將每個奇數(odd)子帶中的奇數子帶樣本乘以-1，再輸至該合成多相濾波器。

23.如申請專利範圍第21項所述之MP3解碼器，其中一組頻率線有32個子帶($K=32$)。

24.一種MP3解碼控制方法，用以處理至少一位元流，該位元流具有複數區組，每一區組需至少依序經過解碼以及矩陣運算，以還原一聲道之複數聲音樣本，該控制方法包含有：

(a)對一區組進行矩陣運算；以及

(b)對下一區組進行解碼；

其中，進行該(b)步驟的時間，係於進行該(a)步驟之時間內。

25.如申請專利範圍第24項所述之MP3解碼控制方法，其中，該控制方法於進行步驟(b)前，另包含有下列步驟：

(c)對該區組進行一IMDCT運算；

其中，進行該步驟(c)的時間，與進行該步驟(b)的時間有部分重疊。

26.如申請專利範圍第24項所述之MP3解碼控制方法，其中，該步驟(b)依序包含以下步驟：

對該下一區組執行huffman解碼；以及

對該下一區組逆量化。

27.如申請專利範圍第26項所述之MP3解碼控制方法，其中，該該步驟(b)在對該下一區組進行逆量化處理後，更將該下一區組執行立體聲處理。