



(21)申請案號：098129967

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 04 日

(51)Int. Cl. : H04N7/30 (2006.01)

G06F17/14 (2006.01)

(71)申請人：國立中正大學(中華民國) NATIONAL CHUNG CHENG UNIVERSITY (TW)

嘉義縣民雄鄉大學路 168 號

(72)發明人：陳自強(TW)；曾志峰(TW)；夏夢麟(TW)

(74)代理人：林火泉

(56)參考文獻：

TW 466843

TW 200742442A

US 5614952

US 6456663B1

US 7366236B1

US 2004/0126021A1

審查人員：林文琦

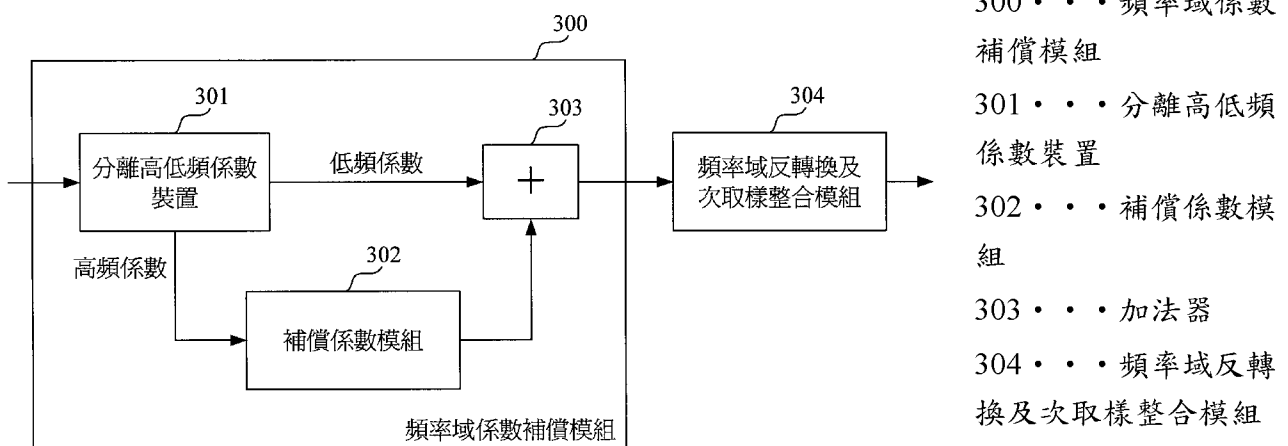
申請專利範圍項數：7 項 圖式數：5 共 0 頁

(54)名稱

低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法

(57)摘要

本發明提出的低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，係將繁複的資料反轉換過程簡化，並可同時對資料作次取樣的動作，特別是簡化的流程具有一個係數補償的方法，解決因簡化流程可能造成畫面失真的問題。此方法可應用於視訊或靜態影像解碼器中的頻率域與空間域間係數反轉換解碼與畫面尺寸縮小轉換，降低畫面尺寸縮小轉換的計算複雜度，以增加解碼速率。除了可應用在畫面長度與寬度等比例縮小，也可應用在畫面長度與寬度非等比例縮小。



第 4 圖

101年12月7日修正對線頁(本)

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)

公告本

※申請案號：98129967

※申請日：2009/9/14

※IPC分類：H04N-007/30 (2006.01)
G06F-017/14 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法

二、中文發明摘要：

本發明提出的低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，係將繁複的資料反轉換過程簡化，並可同時對資料作次取樣的動作，特別是簡化的流程具有一個係數補償的方法，解決因簡化流程可能造成畫面失真的問題。此方法可應用於視訊或靜態影像解碼器中的頻率域與空間域間係數反轉換解碼與畫面尺寸縮小轉換，降低畫面尺寸縮小轉換的計算複雜度，以增加解碼速率。除了可應用在畫面長度與寬度等比例縮小，也可應用在畫面長度與寬度非等比例縮小。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300 頻率域係數補償模組

301 分離高低頻係數裝置

302 補償係數模組

303 加法器

304 頻率域反轉換及次取樣整合模組

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係一種資料反轉換與次取樣的方法，將繁複的資料反轉換過程簡化，並可同時對資料作次取樣的動作，特別是簡化的流程具有一個係數補償的方法，以解決因簡化流程可能造成資料失真的問題之低計算複雜度之視訊資料解壓縮與影像縮小的方法。

【先前技術】

多媒體資料通常採用空間域與頻率域之間係數轉換的方式、量化與可變長度編碼來壓縮原始資料，常見的空間域與頻率域之間的係數轉換方式如離散小波轉換、離散正弦轉換、離散餘弦轉換或離散傅利葉轉換等。而視訊或靜態影像通常採用離散餘弦轉換或離散小波轉換，對於視訊或靜態影像進行畫面資料轉換的動作，使其畫面資料資訊在轉換後會集中在低頻部份，利於後續的量化與可變長度編碼。空間域與頻率域之間的係數轉換在編碼端與解碼端都需要龐大的計算量，而在講求快速的解碼流程中，頻率域與空間域間係數的反轉換過程將造成解碼器的負擔，因此有許多研究著重於係數反轉換的計算架構，在文獻[1]美國專利 5,452,466 號、文獻[2]美國專利 5,590,066 號、文獻[3]美國專利 5,596,517 號中，分別提出不同的快速反轉換計算架構。

此外，有部份文獻與發明針對頻率域係數的分佈情形，提出降低解碼器內頻率域與空間域間係數反轉換計算量的方法。因空間域係數在經過空間域與頻率域間係數轉換後，係數能量會集中於低頻部份，針對此特性，文獻[4]美國專利 5,883,823 號，提出的簡化反離散餘弦轉換流程，僅對頻率域係數左上角 16 個低頻係數與剩餘 48 個係數中的非零係數作反離散餘弦轉換，藉此降低反離散餘弦轉換的計算量。

在文獻[5]美國專利 6,717,988 號中，使用一個裝置判斷解碼器接收到的頻率域係數內的非零係數分佈情形，因非零係數涵蓋範圍越

大的方塊在反離散餘弦轉換時的計算複雜度越大，解碼器的反離散餘弦轉換會因先前判斷得到的結果而具有可調性的功能，僅對特定範圍內的係數進行反轉換，藉此過濾許多係數為零的反轉換計算，不過此方法與文獻[4]的方法比較，會遺漏部份高頻資訊。

在文獻[6] 美國專利 7,142,598 號中，以畫面資料能量來決定反離散餘弦轉換的處理流程，定義畫面能量為畫面內每一個像素值與整張畫面像素平均值之間的差異總和，另外定義方塊能量為方塊內每一個像素值與整個方塊像素平均值的差異總和。在每一個方塊進行反離散餘弦轉換前，比較方塊能量與畫面能量，若方塊能量大於畫面能量，則對方塊左上角的 16 個低頻係數作反離散餘弦轉換，若方塊能量小於畫面能量且為正值，則對方塊左上角的 9 個低頻係數作反離散餘弦轉換，至於方塊能量小於畫面能量且為負值者，則對方塊左上角的 1 個低頻係數作反離散餘弦轉換，此方法同樣會損失高頻資訊。

在文獻[7] 美國專利 7,366,236 號中，利用方塊編碼之係數結束點(頻率域係數內最後一個非零係數所在位置)資訊判斷方塊內部係數分佈情形，而且僅對部分係數進行反離散餘弦轉換。其中當係數結束點等於 0 時，僅對直流(DC)係數作反離散餘弦轉換，當係數結束點不為 0 且 64 個係數中只有一個係數不為 0 時，針對不為 0 之係數查表作反離散餘弦轉換，當係數結束點小於等於 14 時，僅對方塊內左上角 20 個低頻係數作反離散餘弦轉換，當係數結束點小於等於 25 時，僅對方塊內左上角 42 個低頻係數作反離散餘弦轉換，而其餘係數結束點則對方塊內 64 個係數進行完整的反離散餘弦轉換，此方法將不會損失任何高頻或低頻資訊。

在文獻[8] 美國專利 7,129,962 號中，其反離散餘弦轉換的計算流程不以矩陣運算完成，是以每一個空間域係數之數值藉由非零之頻率域組成係數進行查表，而此係數表由空間域係數與其頻率域組成係數於反離散餘弦轉換時所乘上之數值所組成，以加法與乘法重建每一個空間域係數，以每八點為平行處理的單位，加快運算速度，並可扣

除頻率域係數為零的計算流程。針對上述文獻[4]~文獻[8]以頻率域係數分佈特性作簡化反轉換流程的發明和文獻，以下列表(一)列舉數項特點以茲比較：

表(一) 各項低計算複雜度之頻率域與空間域係數反轉換的特性

設計	實現方法	特性(優點及缺點)
[4]	僅針對頻率域係數內16個低頻係數與非零的高頻係數作頻率域與空間域間係數的反轉換。	可節省反轉換時的計算量，並保有所有畫面資訊，但可能需要許多額外的計算量判斷係數的數值。
[5]	針對頻率域係數內係數分佈情形決定頻率域與空間域間係數反轉換的處理個數。	在反轉換的過程中可能會遺漏部份數值非為零的係數，導致損失部分畫面資訊。
[6]	以方塊能量決定是否進行完整的係數反轉換流程。	可減少反轉換計算量，但簡化流程可能造成畫面資料的遺失。
[7]	以方塊編碼之係數結束點決定係數反轉換的處理個數。	可節省部份運算時間，但仍有許多數值為零的係數進行反轉換運算，增加係數反轉換的計算

		量。
[8]	將係數反轉換的過程以平行處理完成。	可保有完整的畫面資訊，反轉換的計算時間縮減，但計算量減少的幅度不大。

在視訊或靜態影像解碼器中通常包含畫面尺寸縮放的功能，此功能需要非常繁複的計算過程，以計算出縮小或放大後的畫面資料，因此有許多研究致力於降低畫面尺寸轉換的計算複雜度。以視訊解碼器為例，視訊編碼器通常利用離散餘弦轉換將空間域的畫面資料轉換成頻率域的畫面資料，隨後經過量化與可變長度編碼的處理，達到壓縮畫面資料的效果。在視訊解碼器逐步解壓縮時，通常將反離散餘弦轉換前的畫面資料稱作頻率域畫面資料，而反離散餘弦轉換後的資料稱作空間域畫面資料。而畫面尺寸轉換依其所處理之畫面資料型態不同分成兩類，若畫面尺寸轉換安排在反離散餘弦轉換前，其處理之畫面資料為頻率域畫面資料，此轉換方法稱為頻率域畫面尺寸轉換方法；若將畫面尺寸轉換安排在反離散餘弦轉換後，則稱作空間域畫面尺寸轉換方法。此外在視訊解碼流程中，當畫面尺寸縮小時，其移動補償所使用的參考畫面記憶體，可依其畫面縮小後的尺寸調整其參考畫面記憶體的容量，藉此達到減少記憶體需求的目的。

空間域畫面尺寸縮小轉換對於反離散餘弦轉換後的空間域畫面資料作次取樣的動作，而頻率域畫面尺寸縮小轉換對於反離散餘弦轉換前的頻率域畫面資料作次取樣的動作，因此頻率域畫面尺寸縮小轉換方法可減少反離散餘弦轉換處理的畫面資料個數，進而降低解碼器的整體計算量。

文獻 [9] Huifang Sun, "Hierarchical decoder for MPEG

compressed video data," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 39, no. 3, pp. 559 - 564, Aug. 1993, 提出一種頻率域畫面尺寸縮小方法，其畫面縮小的基本單位為一個包含 64 個係數的頻率域係數，保留其方塊左上角 16 個低頻係數，對這 16 個低頻係數作頻率域與空間域間係數的反轉換，得到尺寸為 4x4 的空間域畫面資料係數。因空間域係數在轉換成頻率域係數後，畫面資料的能量會集中在頻率域係數的左上角低頻部份，因此在畫面縮小轉換時，保留低頻係數進行頻率域與空間域間係數的反轉換，可保有大部分原始空間域畫面資料係數的資訊。但是方塊內的其他較高頻的頻率域係數不一定皆為零，因此保留低頻係數的作法可能損失部分高頻資訊。

為此本發明提出一種低計算複雜度之反轉換與次取樣的方法，以改善上述缺失。

【發明內容】

本發明之主要目的在提供一種低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其係利用空間域畫面尺寸縮小演算法結合頻率域與空間域係數反轉換的方法保留所有頻率域的非零係數，以完整的頻率域係數進行畫面尺寸縮小與係數反轉換。此外，針對結合後的處理流程做簡化的動作，以降低畫面尺寸縮小與係數反轉換的計算量，並且在簡化流程中加入係數資訊補償的方法，解決因簡化流程所產生的誤差問題。

本發明之另一目的在提供一種低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其係針對繁複的頻率域與空間域間係數反轉換與資料次取樣的處理流程，提出一種低計算複雜度的合併流程，降低其龐大的計算量，可應用於視訊解碼器的畫面尺寸縮減功能上，因其屬於頻率域畫面尺寸縮減方法，因此可達到減少參考記憶體需求的目的。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

目前在許多視訊解碼器中都包含畫面尺寸縮放的功能，對於已經解碼完成的畫面資料進行畫面尺寸的轉換，利用鄰近像素建立新的像素點，例如內插像素值，並藉由減少畫面內像素點達到畫面尺寸縮小的目的，由於此方法在進行插補像素值時，可使用整張畫面的資訊，因此可減少內插像素值與原始畫面內像素值的差異性，但畫面尺寸縮放所需之計算複雜度龐大，因此先前研究提出將畫面尺寸縮小的流程提前至解碼流程的反轉換前，由於畫面資料的次取樣動作，反轉換所需處理的資料個數減少，藉此降低畫面尺寸縮小的計算複雜度。

本發明提出的低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其係關於一種頻率域與空間域間係數反轉換與資料次取樣方法，可應用於視訊或靜態影像畫面尺寸縮減，將畫面資料於頻率域與空間域間係數的反轉換和畫面尺寸縮減之計算流程簡化，以利於即時解碼播放。此外，本發明以視訊畫面尺寸縮小轉換為例，將視訊解碼器中的頻率域與空間域間係數的反轉換(即反離散餘弦轉換)與資料次取樣(即空間域畫面尺寸縮小)合併之後，針對畫面尺寸縮小比例來簡化合併流程，加入頻率域係數補償的概念以消除簡化流程所造成的誤差。

第 1 圖為第一種傳統之解碼器的方塊示意圖，其 視訊串流由解碼器的可變長度解碼模組接收後，經由可變長度解碼模組 100 對視訊串流進行可變長度解碼流程後，再透過反量化模組 101 的反量化流程，將其作反量化的處理後，可得到頻率域的畫面資料係數。轉換模組 102，包括反離散餘弦轉換模組 103 及空間域畫面尺寸縮小轉換模組 104；將此頻率域的畫面資料係數輸出至轉換模組 102 之反離散餘

弦轉換模組 103 後得到空間域畫面資料係數，隨後以空間域畫面尺寸縮小轉換模組 104 對空間域畫面資料係數作次取樣的動作，得到次取樣後的空間域畫面資料係數。

第 1 圖中空間域畫面尺寸縮小轉換模組 104 是在轉換模組 102 輸出前進行畫面尺寸縮小轉換動作，對反離散餘弦轉換後所得到的空間域畫面資料作次取樣的動作，其中，次取樣的方式可為規律間隔取樣、非規律間隔取樣以及其他各種次取樣形式。以畫面尺寸縮小與規律間隔取樣的方式為例，在次取樣前可對空間域畫面資料做濾波或插補的動作以及不做任何前處理，然後規律地間隔取樣，其取樣方式一實施例如第 2 圖所示。圖中的 64 個點代表一個空間域 8×8 block 內 64 個相鄰的係數，實心點代表被取樣點，白色的點代表因減少取樣而捨去的係數，在減少取樣後僅保留 16 個係數輸出。

再者，須判斷這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面內編碼 (intra-frame coding) 或畫面間編碼 (inter-frame coding)；若這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面內編碼，將次取樣後的空間域畫面資料係數輸出，輸出的次取樣後的空間域畫面資料係數可成為一個新的畫面，新的畫面可直接播放並且儲存於參考畫面記憶體 108 中。

若這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面間編碼，以移動向量縮減器 105 計算縮小參考畫面的移動向量，其中移動向量縮減器 105 接收可變長度解碼模組 100 傳送的移動向量資訊，因此移動向量縮減器 105 依畫面尺寸縮小的比例將移動向量縮小，再將縮小後的移動向量傳送給移動補償模組 106 進行移動補償，移動補償模組 106 會利用

移動向量在參考畫面記憶體 108 中找出相對應之參考畫面並進行補償，隨後將移動補償模組 106 的輸出與轉換模組 102 的輸出藉由加法器 107 加總後，成為完整的畫面資料係數，然後輸出完整的畫面。完整的畫面可輸出直接播放並且儲存於參考畫面記憶體 108 中。

空間域畫面尺寸縮小轉換模組 104 的空間域畫面尺寸縮小方式，係以矩陣運算方式完成，其運算過程如方程式(1)：

$$X'_{N \times N} = L_{N \times M} \cdot X_{M \times M} \cdot L'_{N \times M} \quad (1)$$

而方程式(1)的轉換流程是以畫面長度與寬度等比例縮小為例，畫面長度與寬度的縮小比例皆為 N/M ， M 為原始畫面的區塊長度與寬度， N 為縮小畫面的區塊長度與寬度，方程式(1)中的 $X_{M \times M}$ 為經過轉換模組 102 之反離散餘弦轉換模組 103 進行反離散餘弦轉換後的空間域畫面資料係數，而 $L_{N \times M}$ 與 $L'_{N \times M}$ 為空間域畫面尺寸縮小轉換所使用之轉換矩陣，在空間域畫面尺寸縮小轉換模組 104 中利用此縮小轉換矩陣進行空間域畫面尺寸縮小轉換。而 $L_{N \times M}$ 與 $L'_{N \times M}$ 互為轉置矩陣。而方程式(1)中的 $X'_{N \times N}$ 為 $X_{M \times M}$ 經過空間域畫面尺寸縮小轉換模組 104 進行空間域畫面尺寸縮小轉換後的畫面資料係數。

因畫面尺寸縮小轉換模組與反離散餘弦轉換模組皆可用矩陣運算方式完成，可參照文獻[10] Wenwu Zhu, Kyeong Ho Yang and F. A. Faryar, "A fast and memory efficient algorithm for down-conversion of an HDTV bitstream to an SDTV signal," *IEEE*

Transactions on Consumer Electronics, vol. 45, no. 1, pp. 57 - 61, Feb. 1999. 所提出的方式實施。其方式是將其合併成一個矩陣運算流程，並以一個整合反離散餘弦轉換及畫面尺寸縮小轉換取代，以降低反離散餘弦轉換所需處理的資料個數，如第 3 圖所示。視訊串流由解碼器的可變長度解碼模組接收後，經由可變長度解碼模組 200 對視訊串流進行可變長度解碼流程後，再透過反量化模組 201 的反量化流程，將其作反量化的處理後，可得到頻率域的畫面資料係數。轉換模組 202，包括反離散餘弦轉換及空間域畫面尺寸縮小轉換整合模組 203；將此頻率域的畫面資料係數輸出至反離散餘弦轉換及空間域畫面尺寸縮小轉換整合模組 203 後直接得到反轉換與次取樣後的空間域畫面資料係數。

再者，須判斷這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面內編碼 (intra-frame coding) 或畫面間編碼 (inter-frame coding)；若這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面內編碼，將次取樣後的空間域畫面資料係數輸出，輸出後的次取樣後的空間域畫面資料係數可成為一個新的畫面，新的畫面可直接播放並且儲存於參考畫面記憶體 207 中。

若這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面間編碼，以移動向量縮減器 204 計算縮小參考畫面的移動向量，其中移動向量縮減器 204 接收可變長度解碼模組 200 傳送的移動向量資訊，因此移動向量縮減器 204 依畫面尺寸縮小的比例將移動向量縮小，再將縮小後的移動向量傳送給移動補償模組 205 進行移動補償，移動補償模組 205 會利用

移動向量在參考畫面記憶體 207 中找出相對應之參考畫面並進行補償，隨後將移動補償模組 205 的輸出與轉換模組 202 的輸出藉由加法器 206 加總後，成為完整的畫面資料係數，然後輸出完整的畫面。這個完整的畫面可輸出直接播放並且儲存於參考畫面記憶體 207 中。

反離散餘弦轉換及空間域畫面尺寸縮小轉換整合模組 203 中的轉換流程為兩種轉換流程的合併，一為反離散餘弦轉換流程，另一為空間域畫面尺寸縮小轉換流程，而空間域畫面尺寸縮小流程如方程式(1)，反離散餘弦轉換的流程如方程式(2)所示：

$$X_{M \times M} = D_{M \times M}^T \cdot Y_{M \times M} \cdot D_{M \times M} \quad (2)$$

方程式(2)中 $D_{M \times M}^T$ 與 $D_{M \times M}$ 為反離散餘弦轉換所使用的轉換矩陣， $Y_{M \times M}$ 為反量化後的頻率域畫面係數，而 $X_{M \times M}$ 為反離散餘弦轉換後的空間域畫面資料係數。將反離散餘弦轉換的結果代入空間域畫面尺寸縮小流程中，其結果如方程式(3)所示：

$$X'_{N \times N} = L_{N \times M} \cdot (D_{M \times M}^T \cdot Y_{M \times M} \cdot D_{M \times M}) \cdot L'_{N \times M} \quad (3)$$

因矩陣運算的維度相同，可將空間域畫面尺寸縮小轉換矩陣與反離散餘弦轉換矩陣合併得到如方程式(4)的合併流程：

$$X'_{N \times N} = H_{N \times M} \cdot Y_{M \times M} \cdot K_{M \times N} \quad (4)$$

其中 $H_{N \times M}$ 等於 $L_{N \times M} \cdot D_{M \times M}^T$ ； $K_{M \times N}$ 等於 $D_{M \times M} \cdot L_{N \times M}^T$ 。合併流程得到的轉換結果 $X'_{N \times N}$ 為縮小後的空間域畫面資料係數，而方程式(4)即為反離散餘弦轉換及空間域畫面尺寸縮小轉換整合模組 203 中的合併流程。合併後的流程直接對反量化後的頻率域係數作反離散餘弦轉換與畫面尺寸縮小轉換得到縮小後的空間域畫面資料係數。

第二種傳統解碼器相較於第一種傳統解碼器，可減少許多計算量，但畫面尺寸縮小轉換與反轉換合併後的計算量仍嫌稍多。因此本發明提出一個比上述兩種傳統解碼器更低計算量的方式，其針對頻率域係數能量集中於低頻的特性與畫面尺寸縮小比例，將方程式(4)的計算流程簡化如方程式(5)所示：

$$X'_{N_1 \times N_2} = H_{N_1 \times N_1} \cdot Y_{N_1 \times N_2} \cdot K_{N_2 \times N_2} \quad (5)$$

原始合併流程中，對完整的頻率域係數 $Y_{M \times M}$ 作轉換，在簡化流程中僅保留其左上角低頻係數 $Y_{N_1 \times N_2}$ 進行轉換，因處理的頻率域係數減少，因此其轉換矩陣也可簡化。因原始流程中高頻係數皆已被捨棄，所以轉換運算中高頻係數部分也可捨棄，因此方程式(4)中的轉換矩陣 $H_{N_1 \times M}$ 與 $K_{M \times N_2}$ 分別可簡化成 $H_{N_1 \times N_1}$ 與 $K_{N_2 \times N_2}$ ，而 $H_{N_1 \times N_1}$ 為 $H_{N_1 \times M}$ 矩陣左半邊低頻部份， $K_{N_2 \times N_2}$ 為 $K_{M \times N_2}$ 矩陣上半部低頻部份。此種僅針對低頻係數進行畫面尺寸縮小轉換的方法，雖然可進一步的降低計算量，但其在進行縮小轉換時並未保有完整的頻率域係數，可能會造成其縮小轉換後的

空間域係數缺少畫面資料中的部份高頻資訊。針對此缺失，本發明提出了頻率域係數補償的概念，將上述的方法改良後，可使簡化流程所得到的空間域係數保有完整的畫面資料資訊，可用較低計算複雜度的簡化流程完成如空間域畫面尺寸縮小轉換的結果。

在上述的簡化流程中，僅針對低頻係數作處理，因此損失了高頻資訊，針對此簡化流程，頻率域係數補償的方式就是將高頻資訊加入簡化流程欲處理的低頻係數中，使得轉換後的空間域係數能保有高頻資訊。將高頻係數加入低頻係數時必須考慮到兩者在原始流程中所乘上的轉換係數(即 $H_{N_1 \times M}$ 與 $K_{M \times N_2}$ 內的係數)，高頻係數必須乘上特定係數才能加入低頻係數，並經過簡化流程處理後才可得到正確的高頻資訊。假設有一頻率域係數的係數分佈情形如方程式(6)所示：

$$Y_{M \times M} = \begin{bmatrix} Y_{(0,0)} & Y_{(0,1)} & \dots & Y_{(0,N_2-2)} & Y_{(0,N_2-1)} & Y_{(0,N_2)} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ Y_{(1,0)} & Y_{(1,1)} & \dots & Y_{(1,N_2-2)} & Y_{(1,N_2-1)} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ Y_{(2,0)} & Y_{(2,1)} & \dots & Y_{(2,N_2-2)} & Y_{(2,N_2-1)} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y_{(N_1-2,0)} & Y_{(N_1-2,1)} & \dots & Y_{(N_1-2,N_2-2)} & Y_{(N_1-2,N_2-1)} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ Y_{(N_1-1,0)} & Y_{(N_1-1,1)} & \dots & Y_{(N_1-1,N_2-2)} & Y_{(N_1-1,N_2-1)} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

而畫面長度與寬度縮小比例假設分別為 N_1/M 與 N_2/M ，當採用方程式(5)的簡化流程時，僅針對方程式(6)左上角 $N_1 \times N_2$ 的低頻係數作轉換，因此在轉換後會缺少 $Y_{(0,N_2)}$ 這個高頻係數的資訊，造成畫面品質的下降，

而本發明提出的頻率域係數補償方法將高頻係數的資訊加入低頻係數後，也就是 $Y_{N_1 \times N_2}$ 經過頻率域係數補償成為 $\bar{Y}_{N_1 \times N_2}$ ，然後進行簡化流程轉換如方程式(7)所示：

$$\bar{X}_{N_1 \times N_2} = H_{N_1 \times N_1} \cdot \bar{Y}_{N_1 \times N_2} \cdot K_{N_2 \times N_2} \quad (7)$$

$\bar{X}_{N_1 \times N_2}$ 為其轉換後得到的空間域係數。假設 $Y_{M \times M}$ 係數如方程式(6)所示，在此 $y_{(0, N_2)}$ 乘上特定係數 $r_{(u, v)}$ ，以下列方程式(8)的方式加入 $Y_{N_1 \times N_2}$ 中：

$$\bar{Y}_{N_1 \times N_2} = Y_{N_1 \times N_2} + R_{N_1 \times N_2} =$$

$$\begin{bmatrix} Y_{(0,0)} & Y_{(0,1)} & \cdots & Y_{(0,N_2-2)} & Y_{(0,N_2-1)} \\ Y_{(1,0)} & Y_{(1,1)} & \cdots & Y_{(1,N_2-2)} & Y_{(1,N_2-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ Y_{(N_1-2,0)} & Y_{(N_1-2,1)} & \cdots & Y_{(N_1-2,N_2-2)} & Y_{(N_1-2,N_2-1)} \\ Y_{(N_1-1,0)} & Y_{(N_1-1,1)} & \cdots & Y_{(N_1-1,N_2-2)} & Y_{(N_1-1,N_2-1)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r_{(0,0)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(0,1)} \cdot Y_{(0,N_2)} & \cdots & r_{(0,N_2-2)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(0,N_2-1)} \cdot Y_{(0,N_2)} \\ r_{(1,0)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(1,1)} \cdot Y_{(0,N_2)} & \cdots & r_{(1,N_2-2)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(1,N_2-1)} \cdot Y_{(0,N_2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ r_{(N_1-2,0)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(N_1-2,1)} \cdot Y_{(0,N_2)} & \cdots & r_{(N_1-2,N_2-2)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(N_1-2,N_2-1)} \cdot Y_{(0,N_2)} \\ r_{(N_1-1,0)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(N_1-1,1)} \cdot Y_{(0,N_2)} & \cdots & r_{(N_1-1,N_2-2)} \cdot Y_{(0,N_2)} & r_{(N_1-1,N_2-1)} \cdot Y_{(0,N_2)} \end{bmatrix} \quad (8)$$

方程式(8)的結果即為 $\bar{Y}_{N_1 \times N_2}$ ，於是將此 $\bar{Y}_{N_1 \times N_2}$ 代入方程式(7)，將其結果 $\bar{X}_{N_1 \times N_2}$ 與方程式(4)完整流程所得到的結果 $X'_{N_1 \times N_2}$ 比較，若希望補償係數的結果能讓其空間域係數等同於完整流程的空間域係數，因此假設 $X'_{N_1 \times N_2} = \bar{X}_{N_1 \times N_2}$ ，換言之，兩個矩陣每一個空間域係數都相同，為達此目的，我們的方法需將頻率域係數 $y_{(0, N_2)}$ 考慮至轉換過程中，在此利用有考慮 $y_{(0, N_2)}$ 頻率域至空間域轉換與沒有考慮此係數 $y_{(0, N_2)}$ 頻率域至空間域轉換的差異，進一步反推 $y_{(0, N_2)}$ 對 $Y_{N_1 \times N_2}$ 所需的補償值，利用上述關係可以得到如下 $N_1 \times N_2$ 個聯立方程式：

$$\begin{aligned}
 &g_{(0,0)}^{(0,0)} \cdot r_{(0,0)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(0,1)}^{(0,0)} \cdot r_{(0,1)} \cdot y_{(0,N_2)} + \dots + g_{(N_1-LN_2-2)}^{(0,0)} \cdot r_{(N_1-LN_2-2)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(N_1-LN_2-1)}^{(0,0)} \cdot r_{(N_1-LN_2-1)} \cdot y_{(0,N_2)} = g_{(0,N_2)}^{(0,0)} \cdot y_{(0,N_2)} \\
 &g_{(0,0)}^{(0,1)} \cdot r_{(0,0)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(0,1)}^{(0,1)} \cdot r_{(0,1)} \cdot y_{(0,N_2)} + \dots + g_{(N_1-LN_2-2)}^{(0,1)} \cdot r_{(N_1-LN_2-2)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(N_1-LN_2-1)}^{(0,1)} \cdot r_{(N_1-LN_2-1)} \cdot y_{(0,N_2)} = g_{(0,N_2)}^{(0,1)} \cdot y_{(0,N_2)} \\
 &\vdots \\
 &g_{(0,0)}^{(N_1-LN_2-2)} \cdot r_{(0,0)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(0,1)}^{(N_1-LN_2-2)} \cdot r_{(0,1)} \cdot y_{(0,N_2)} + \dots + g_{(N_1-LN_2-2)}^{(N_1-LN_2-2)} \cdot r_{(N_1-LN_2-2)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(N_1-LN_2-1)}^{(N_1-LN_2-2)} \cdot r_{(N_1-LN_2-1)} \cdot y_{(0,N_2)} = g_{(0,N_2)}^{(N_1-LN_2-2)} \cdot y_{(0,N_2)} \\
 &g_{(0,0)}^{(N_1-LN_2-1)} \cdot r_{(0,0)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(0,1)}^{(N_1-LN_2-1)} \cdot r_{(0,1)} \cdot y_{(0,N_2)} + \dots + g_{(N_1-LN_2-2)}^{(N_1-LN_2-1)} \cdot r_{(N_1-LN_2-2)} \cdot y_{(0,N_2)} + g_{(N_1-LN_2-1)}^{(N_1-LN_2-1)} \cdot r_{(N_1-LN_2-1)} \cdot y_{(0,N_2)} = g_{(0,N_2)}^{(N_1-LN_2-1)} \cdot y_{(0,N_2)}
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

方程式(9)等號右邊為完整流程所產生的空間域係數之 $y_{(0,N_2)}$ 組成部份，等號左邊為經過頻率域係數補償的簡化流程所產生的空間域係數之 $y_{(0,N_2)}$ 組成部份， $g_{(u,v)}^{(x,y)}$ 為每一個頻率域係數進行轉換時乘上的係數(即 $H_{N_1 \times M}$ 與 $K_{M \times N_2}$ 內的係數， $g_{(u,v)}^{(x,y)} = h_{(x,u)} \times k_{(v,y)}$)，由於 $h_{(x,u)}$ 與 $y_{(0,N_2)}$ 皆為已知數，因此可解出上述 $N_1 \times N_2$ 個聯立方程式的未知數 $r_{(u,v)}$ ，得到 $r_{(u,v)}$ 後再代入方程式(8)的補償方式得到 $\bar{Y}_{N_1 \times N_2}$ ，再將其代入方程式(7)的轉換方式得到 $\bar{X}_{N_1 \times N_2}$ ，可使 $X'_{N_1 \times N_2} = \bar{X}_{N_1 \times N_2}$ 成立。而其他高頻係數的補償方式也如同 $y_{(0,N_2)}$ 的作法，分別求出其補償係數時所需的 $r_{(u,v)}$ 。特別是此係數 $r_{(u,v)}$ 針對每一個高頻係數為一固定值，因此可預先儲存此係數表以利後續轉換使用。換句話說，我們可以根據方程式(4)的合併流程，並考量畫面非等比例縮小，將方程式(4)中的矩陣分解為下列表示方程式：

$$\begin{aligned}
 X'_{N_1 \times N_2} &= H_{N_1 \times M} \cdot Y_{M \times M} \cdot K_{M \times N_2} = \begin{bmatrix} H_{N_1 \times N_1} & H_{N_1 \times (M-N_1)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_{N_1 \times N_2} & Y_{N_1 \times (M-N_2)} \\ Y_{(M-N_1) \times N_2} & Y_{(M-N_1) \times (M-N_2)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} K_{N_2 \times N_2} \\ K_{(M-N_2) \times N_2} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} H_1 & H_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_3 & Y_4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \end{bmatrix}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

其中 H 的大小為 $M \times M$ ， H_2 的大小為 $M \times (M-M)$ ， Y_1 的大小為 $M \times N_2$ ， Y_2 的大小為 $M \times (M-N_2)$ ， Y_3 的大小為 $(M-M) \times N_2$ ， Y_4 的大小為 $(M-M) \times (M-N_2)$ ， K_1 的大小為 $N_2 \times N_2$ ， K_2 的大小為 $(M-N_2) \times N_2$ 。而方程式(10)可以進一步推導如下：

$$\begin{aligned}
 X'_{N_1 \times N_2} &= [H_1 \ H_2] \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_3 & Y_4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \end{bmatrix} = [H_1 \times Y_1 + H_2 \times Y_3 \quad H_1 \times Y_2 + H_2 \times Y_4] \cdot \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \end{bmatrix} \\
 &= H_1 \times Y_1 \times K_1 + H_2 \times Y_3 \times K_1 + H_1 \times Y_2 \times K_2 + H_2 \times Y_4 \times K_2 \\
 &= H_1 \times (Y_1 + H_1^{-1} \times H_2 \times Y_3 + Y_2 \times K_2 \times K_1^{-1} + H_1^{-1} \times H_2 \times Y_4 \times K_2 \times K_1^{-1}) \times K_1 \\
 &= H_1 \times (Y_1 + R_{N_1 \times N_2}) \times K_1
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

其中 $H_1^{-1} \times H_2 \times Y_3 + Y_2 \times K_2 \times K_1^{-1} + H_1^{-1} \times H_2 \times Y_4 \times K_2 \times K_1^{-1}$ 即代表補償係數 $R_{N_1 \times N_2}$ 。再者，我們可以將 Y_2 、 Y_3 與 Y_4 矩陣中的每一個數值做分解，並找出每一個數值與其對應之補償係數的關係，即前面所提到的方程式(9)與係數 $r_{(u,v)}$ 。最後，在進行高頻係數的補償計算時，利用係數結束點，針對係數結束點前數值非零的係數進行補償計算，因此整體的頻率域畫面尺寸縮小計算量會隨著不同的視訊串流而有所差異，但整體來說，本發明提出的方法其計算量仍少於傳統空間域畫面縮小轉換法。

本發明之頻率域反轉換及次取樣係針對次取樣的需求，選取適當的反轉換矩陣大小，此矩陣大小是小於原反轉換矩陣大小，然後整合頻率域反轉換的小矩陣係數與次取樣的小矩陣係數，再配合補償後的

頻率域之輸入係數，進行較小矩陣的反轉換與次取樣運算。換句話說，輸入訊號分出高頻與低頻訊號是依據資料次取樣的方式，決定反轉換矩陣的大小，可利用畫面長度與寬度縮小的關係，例如原畫面大小 $L_1 \times W_1$ ，縮小畫面大小為 $L_2 \times W_2$ ，藉由 L_2/L_1 與 W_2/W_1 的縮小比例關係來近似縮小反轉換矩陣大小並實現畫面尺寸縮小轉換，並藉此來決定低頻訊號的個數。

本發明並針對反轉換與次取樣作簡化與合併流程，加入頻率域係數補償的概念以消除簡化流程所造成的誤差，其頻率域係數補償方法的流程如第 4 圖所示，將頻率域係數依縮小比例利用頻率域係數補償模組 300 之分離高低頻係數裝置 301 分成兩個部份(高頻係數與低頻係數)，隨後將較高頻的非零係數經過補償係數模組 302 作頻率域係數補償的動作得到補償係數 $R_{N_1 \times N_2}$ ，接著將 $R_{N_1 \times N_2}$ 與低頻係數 $Y_{N_1 \times N_2}$ 以加法器 303 相加得到 $\bar{Y}_{N_1 \times N_2}$ ，隨後經過頻率域反轉換及次取樣整合模組 304 進行反轉換與次取樣得到 $\bar{X}_{N_1 \times N_2}$ 。而本發明所提出的方法應用於視訊解碼器的解碼流程如第 5 圖所示，其中轉換模組 402 的處理流程如第 4 圖所示。第 5 圖之視訊串流由解碼器的可變長度解碼模組接收後，經由可變長度解碼模組 400 對視訊串流進行可變長度解碼流程後，再透過反量化模組 401 的反量化流程，將其作反量化的處理後，可得到頻率域的畫面資料係數。轉換模組 402，包括頻率域係數補償模組 403 與頻率域反轉換及次取樣整合模組 404；將此頻率域的畫面資料係數輸出至轉換模組 402 之頻率域係數補償模組 403 後得到 $\bar{Y}_{N_1 \times N_2}$ ，隨後輸出至頻率域反轉換及次取樣整合模組 404 作反轉換及次取樣的動作，並

得到空間域畫面資料係數($\bar{X}_{N_1 \times N_2}$)。

再者，須判斷這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面內編碼或畫面間編碼；若這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面內編碼，將次取樣後的空間域畫面資料係數輸出，輸出後的空間域畫面資料係數可成為一個新的畫面，新的畫面可直接播放並且儲存於參考畫面記憶體 408 中。

若這個次取樣後的空間域畫面資料係數為畫面間編碼，以移動向量縮減器 405 計算縮小參考畫面的移動向量，其中移動向量縮減器 405 接收可變長度解碼模組 400 傳送的移動向量資訊，因此移動向量縮減器 405 依畫面尺寸縮小的比例將移動向量縮小，再將縮小後的移動向量傳送給移動補償模組 406 進行移動補償，移動補償模組 406 會利用移動向量在參考畫面記憶體 408 中找出相對應之參考畫面並進行補償，隨後將移動補償模組 406 的輸出與轉換模組 402 的輸出藉由加法器 407 加總後，成為完整的畫面資料係數，然後輸出完整的畫面。這個完整的畫面可輸出直接播放並且儲存於參考畫面記憶體 408 中。

在文獻[10]中，其頻率域畫面尺寸縮小的方法如第 3 圖所示，可保有完整的頻率域係數進行頻率域畫面縮小轉換，然而本發明提出的方法透過頻率域係數補償亦可保有完整的頻率域係數，並且大幅地減少頻率域畫面尺寸縮小的計算量。又比文獻[11]美國專利 6,141,456 號，本發明針對畫面縮小比例，簡化頻率域畫面縮小轉換流程，可降低頻率域係數補償流程的計算量，相對文獻[11]損失大量的高頻資訊來的進步。

針對於特定尺寸縮小轉換，例如由尺寸 720×480 縮小至 352×288，若採用畫面尺寸縮減器將耗費非常多的計算量，若要以精簡的方法完成上述縮小比例，畫面長度與畫面寬度需採用非等比例的縮小，將畫面尺寸縮減到接近 352×288 後，再進行邊界的裁切。而本發明所提出的方法也可完成畫面長度與寬度非等比例縮小，假設寬度縮小比例為 N_2/M ，長度縮小比例為 N_1/M ，那麼完整的頻率域畫面縮小轉換採用方程式(7)來完成。在簡化的頻率域畫面縮小轉換前，依縮小比例將低頻係數的範圍定為方塊 $Y_{M \times M}$ 左上角 $N_1 \times N_2$ 個低頻係數，接著進行頻率域係數補償的動作，將其他較高頻的 $(M \times M - N_1 \times N_2)$ 個係數進行係數補償，而補償係數所需的 $r_{(u,v)}$ 可利用方程式(9)求得。

針對本發明提出的低計算複雜度之頻率域與空間域間係數反轉換與資料次取樣的方法應用於視訊畫面解碼與尺寸縮小轉換，以下列出三個實施例說明畫面長度與寬度等比例縮小與畫面長度與寬度非等比例縮小的方法與其應用：

(1) 畫面長度與寬度等比例縮小，假設 $N=4$ 與 $M=8$ ：

空間域畫面縮小轉換如方程式(12)。

$$X'_{4 \times 4} = L_{4 \times 8} \cdot X_{8 \times 8} \cdot L_{4 \times 8}^T \quad (12)$$

其中空間域畫面尺寸縮小方法假設以像素固定間隔取樣的方式完成，而其縮小轉換矩陣 $L_{4 \times 8}$ 如方程式(13)。

$$L_{4 \times 8} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

而將其轉換成頻率域畫面尺寸縮小方法如方程式(14)，並簡化其矩陣
運算式如方程式(15)。

$$X'_{4 \times 4} = H_{4 \times 8} \cdot Y_{8 \times 8} \cdot K_{8 \times 4} \quad (14)$$

$$X'_{4 \times 4} = H_{4 \times 4} \cdot Y_{4 \times 4} \cdot K_{4 \times 4} \quad (15)$$

$Y_{4 \times 4}$ 為保留方塊 $Y_{8 \times 8}$ 左上角 16 個係數後的結果，經過如方程式(8)的係數
補償方式後得到方塊 $\bar{Y}_{4 \times 4}$ ，以補償係數後的 $\bar{Y}_{4 \times 4}$ 進行簡化頻率域反轉換
及畫面尺寸縮小如方程式(16)，隨後可得到完整係數轉換的空間域係
數 $\bar{X}_{4 \times 4}$ 。

$$\bar{X}_{4 \times 4} = H_{4 \times 4} \cdot \bar{Y}_{4 \times 4} \cdot K_{4 \times 4} \quad (16)$$

頻率域係數補償所需的係數表利用方程式(8)和方程式(9)的方式找出
每一個未被保留係數所需乘上的特定係數 $r_{(u,v)}$ 。而表(二)與表(三)分別
為文獻[10][11]與本發明方法的計算量與畫面品質比較，其中計算量
的統計為平均每一個方塊所需的反離散餘弦轉換與畫面資料次取樣的

計算量，其中 B 代表一個乘法計算量，A 代表一個加法計算量，C 代表判定係數是否為零的計算量

表(二) 畫面尺寸縮小比例 4/8 之計算量比較

影像 方法	Foreman	Stefan	M&D
	計算量/block	計算量/block	計算量/block
[10]	384B+384A	384B+384A	384B+384A
[11]	128B+128A	128B+128A	128B+128A
Proposed	183B+183A+26C	166B+166A+23C	186B+186A+27C

表(三) 畫面尺寸縮小比例 4/8 之畫面品質比較

影像 方法	Foreman	Stefan	M&D
	PSNR(dB)	PSNR(dB)	PSNR(dB)
[10]	36.17	31.35	42.28
[11]	33.68	28.71	39.39
Proposed	36.22	31.36	42.14

由表(二)與表(三)之數據分析可知，本發明提出的低計算複雜度之頻率域反轉換及次取樣的方法可維持畫面品質，但其計算量少於未簡化的頻率域畫面縮小演算法，而本發明提出的方法依係數結束點來決定補償係數的個數，因此計算量會隨不同視訊串流而有所改變。

(2) 畫面長度與寬度非等比例縮小，假設 $N_1=4$ 、 $N_2=5$ 與 $M=8$ ：

如畫面長度與寬度等比例縮小方法，其空間域取樣方式假設以像素固定間隔取樣的方式，則其空間域轉換方式如方程式(17)。

$$X'_{5 \times 4} = L_{5 \times 8} \cdot X_{8 \times 8} \cdot R_{8 \times 4} \quad (17)$$

其中 $L_{5 \times 8}$ 和 $R_{8 \times 4}$ 分別如方程式(18)與方程式(19)所示：

$$L_{5 \times 8} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0.6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0.4 \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$R_{8 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (19)$$

而將其轉換成頻率域的轉換運算如方程式(20)，而其簡化後的轉換運算如方程式(21)。

$$X'_{5 \times 4} = H_{5 \times 8} \cdot Y_{8 \times 8} \cdot K_{8 \times 4} \quad (20)$$

$$X'_{5 \times 4} = H_{5 \times 5} \cdot Y_{5 \times 4} \cdot K_{4 \times 4}$$

(21)

$Y_{5 \times 4}$ 為保留 $Y_{8 \times 8}$ 左上角 20 個係數後的結果，隨後進行頻率域係數補償的動作得到 $\bar{Y}_{5 \times 4}$ ，將其進行簡化後的轉換運算如方程式(22)。

$$\bar{X}_{5 \times 4} = H_{5 \times 5} \cdot \bar{Y}_{5 \times 4} \cdot K_{4 \times 4}$$

(22)

而畫面長度與寬度非等比例縮小的係數補償所需的係數表如同方程式(8)與方程式(9)的方法求得。針對畫面長度與寬度非等比例縮小的應用，以畫面尺寸 720×480 縮小到 352×288 為例，利用本發明提出的方法完成畫面長度縮小比例 5/8 與畫面寬度縮小比例 4/8 的頻率域反轉換及畫面尺寸縮小動作，得到畫面尺寸為 360×300 的空間域畫面資料，隨後捨棄此畫面尺寸的邊界，得到畫面尺寸為 352×288 的空間域畫面資料。表(四)為畫面尺寸 720×480 縮小至 360×300 的有無係數補償機制的畫面品質比較：

表(四) 畫面尺寸 720×480 縮小至 360×300 的畫面品質比較

方法	品質 PSNR(dB)
無係數補償機制	37.09
使用頻率域係數補償機制	38.40

本發明提出的低計算複雜度之視訊資料解壓縮的反轉換與畫面尺寸縮小的方法，其係為低計算複雜度之頻率域與空間域間係數反轉換與資料次取樣，可應用於視訊或靜態影像解碼器中的頻率域與空間域間係數反轉換解碼與畫面尺寸縮小轉換，以降低畫面尺寸縮小轉換的計算複雜度，以增加解碼速率。除了可應用在畫面長度與寬度等比例縮小，也可應用在畫面長度與寬度非等比例縮小。

唯以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍。故即凡依本發明申請範圍所述之形狀、構造、特徵及精神所為之均等變化或修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係第一種傳統之解碼器的方塊示意圖。

第 2 圖係一種次取樣之動作示意圖。

第 3 圖係第二種傳統之解碼器的方塊示意圖。

第 4 圖係本發明之轉換模組的方塊示意圖。

第 5 圖係本發明應用在視訊解碼器的方塊示意圖。

【主要元件符號說明】

100 可變長度解碼模組

101 反量化模組

102 轉換模組

103 反離散餘弦轉換模組

104 空間域畫面尺寸縮小轉換模組

105 移動向量縮減器

106 移動補償模組

107 加法器

- 108 參考畫面記憶體
- 200 可變長度解碼模組
- 201 反量化模組
- 202 轉換模組
- 203 反離散餘弦轉換及空間域畫面尺寸縮小轉換整合模組
- 204 移動向量縮減器
- 205 移動補償模組
- 206 加法器
- 207 參考畫面記憶體
- 300 頻率域係數補償模組
- 301 分離高低頻係數裝置
- 302 補償係數模組
- 303 加法器
- 304 頻率域反轉換及次取樣整合模組
- 400 可變長度解碼模組
- 401 反量化模組
- 402 轉換模組
- 403 頻率域係數補償模組
- 404 頻率域反轉換及次取樣整合模組
- 405 移動向量縮減器
- 406 移動補償模組
- 407 加法器
- 408 參考畫面記憶體

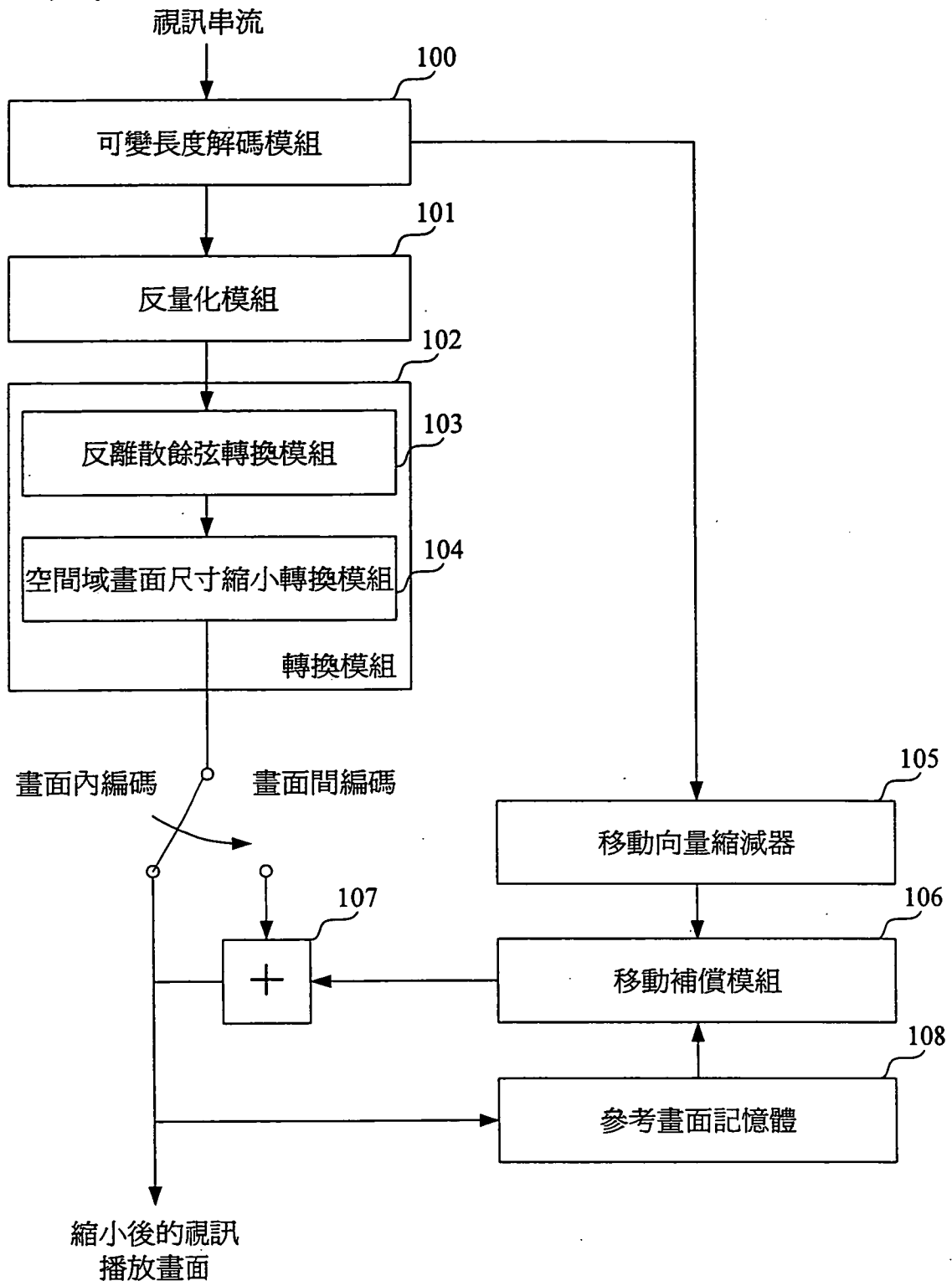
七、申請專利範圍：

1. 一種低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，包括下列步驟：
 - (1)對輸入訊號分出高頻與低頻訊號；
 - (2)對於非零的高頻訊號進行補償計算並算出補償值；
 - (3)分出的低頻訊號與補償值相加；以及
 - (4)相加結果再進行頻率域反轉換及次取樣，其係針對次取樣的請求，選取適當的反轉換矩陣大小，此矩陣大小是小於原反轉換矩陣大小，然後整合頻率域反轉換的小矩陣係數與次取樣的小矩陣係數，再配合補償後的頻率域之輸入係數，進行較小矩陣的反轉換與次取樣運算。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其中輸入訊號分出高頻與低頻訊號是依據資料次取樣的方式，決定反轉換矩陣的大小，可利用畫面長度與寬度縮小的關係，例如原畫面大小 $L_1 \times W_1$ ，縮小畫面大小為 $L_2 \times W_2$ ，藉由 L_2/L_1 與 W_2/W_1 的縮小比例關係來近似縮小反轉換矩陣大小並實現畫面尺寸縮小轉換，並藉此來決定低頻訊號的個數。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其中對於非零的高頻訊號進行補償計算並算出補償值，此補償計算是藉由係數補償表與非零的高頻訊號相乘產生補償值。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其中補償計算是藉由一補償係數模組實施，且該補償係數模組中內建有係數補償表或該補償係數模組可通過計算得到係數補

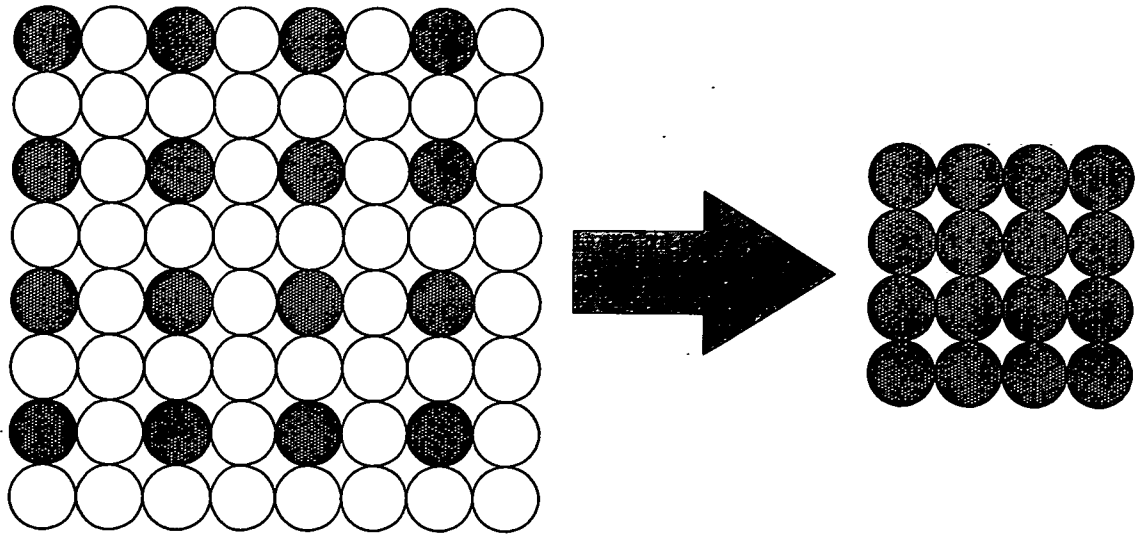
償表。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其中對於非零的高頻訊號進行補償計算時，可利用係數結束點，針對係數結束點前數值非零的高頻係數進行補償計算，此方式可減少非零高頻訊號的判斷。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其中反轉換運算可為反離散餘弦轉換、反離散正弦轉換、反離散傅利葉轉換、反離散小波轉換以及其他各種反轉換形式。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之低計算複雜度之資料反轉換與次取樣的方法，其中在次取樣可包含資料有做濾波的動作或不做任何前處理，而次取樣的方式可為規律間隔取樣、非規律間隔取樣以及其他各種次取樣形式。

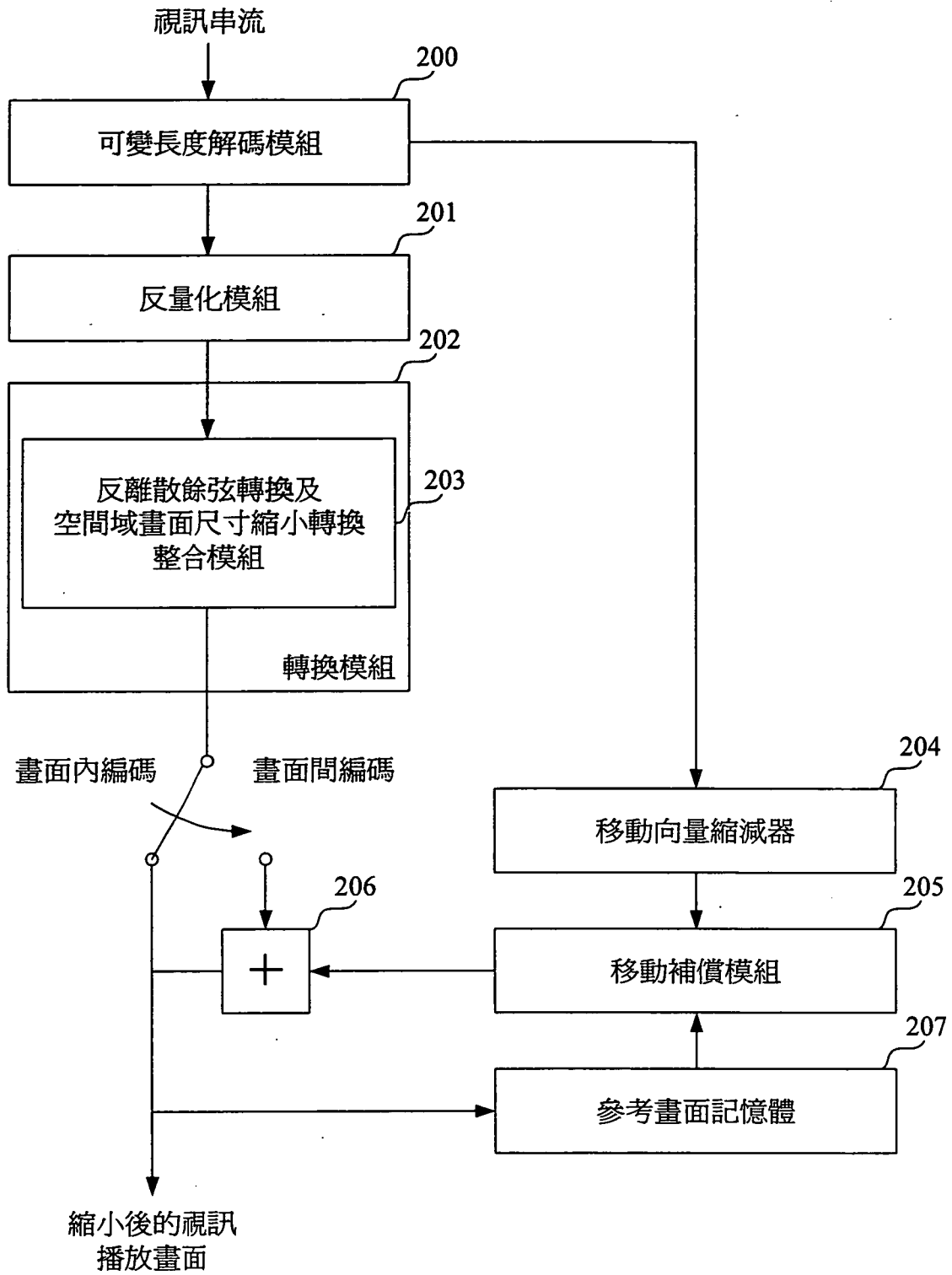
八、圖式：



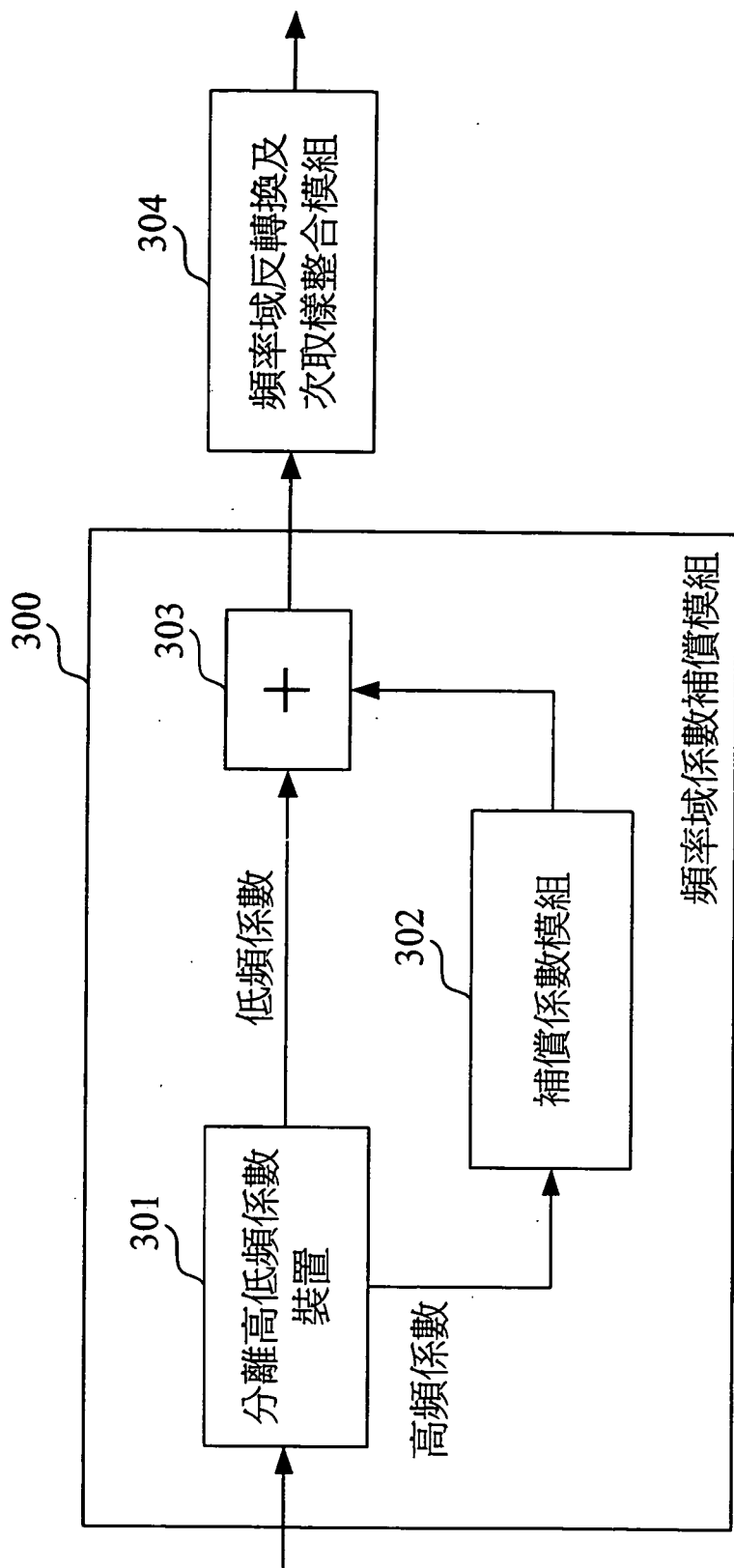
第 1 圖(先前技術)



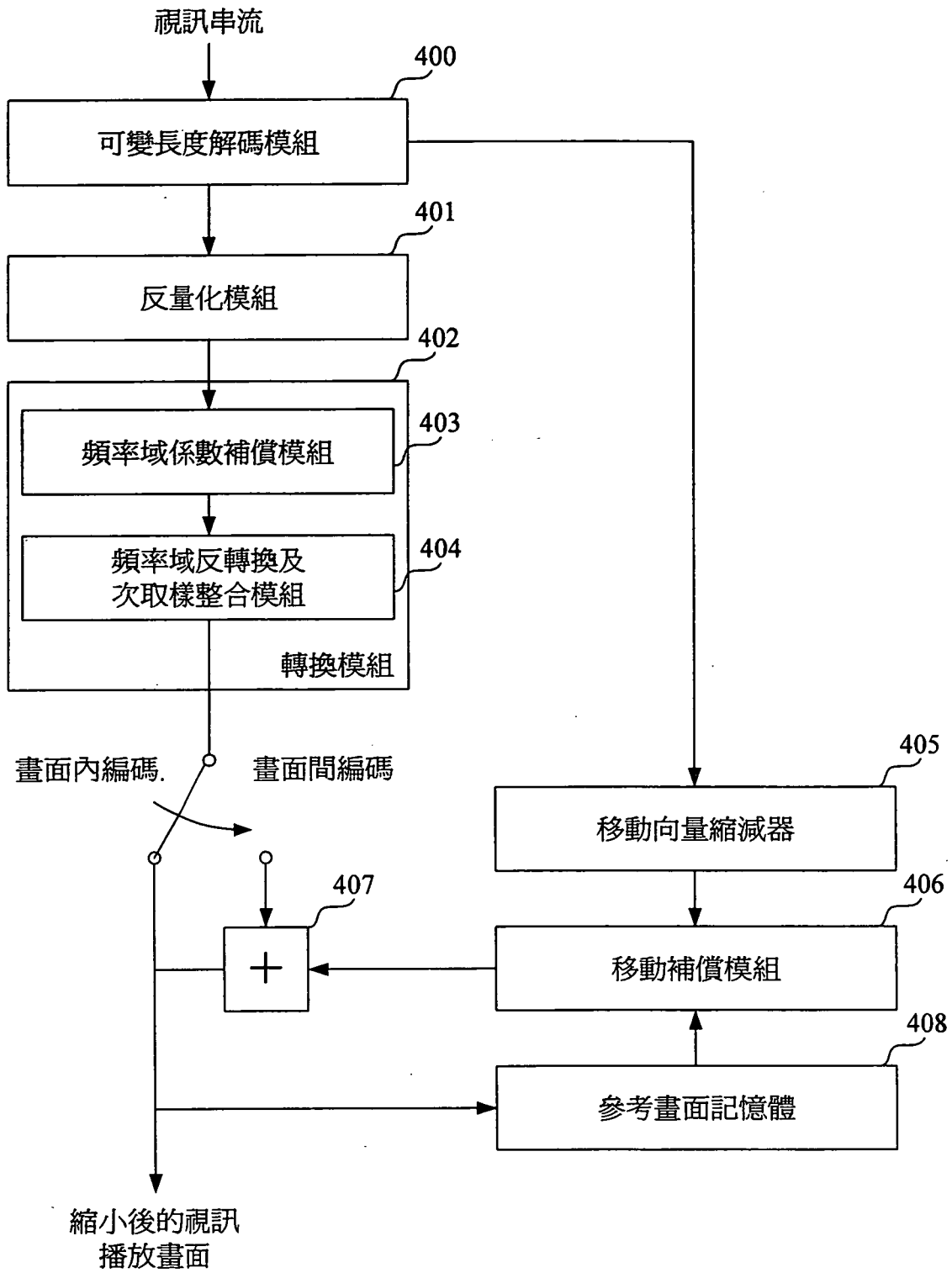
第 2 圖



第 3 圖(先前技術)



第 4 圖



第 5 圖