

(21)申請案號：099118495

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 06 月 07 日

(51)Int. Cl. : **G06F17/14 (2006.01)**

(30)優先權：2009/06/05 美國 61/184,656

2009/06/24 美國 61/219,887

2010/05/27 美國 12/788,625

(71)申請人：高通公司(美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：瑞尼克 由立 REZNIK, YURIY (UA)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：57 項 圖式數：7 共 77 頁

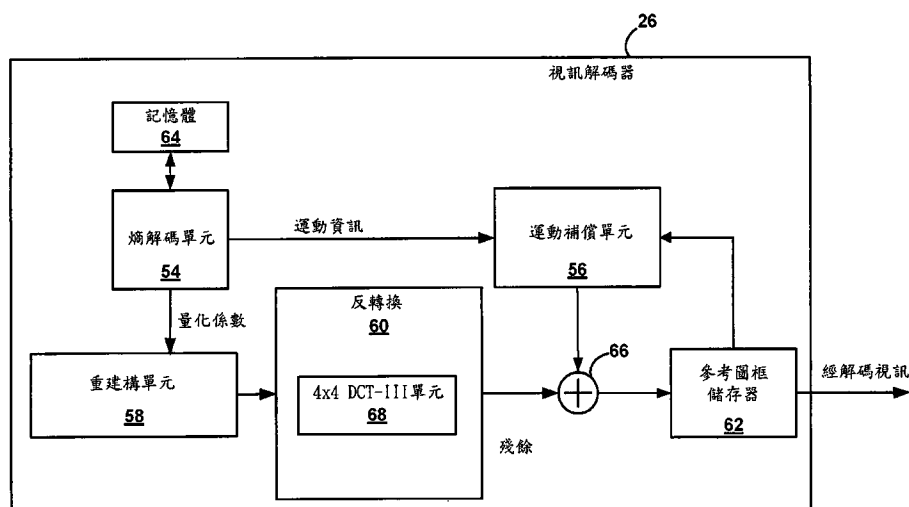
(54)名稱

用於媒體編碼之 4 X 4 轉換

4X4 TRANSFORM FOR MEDIA CODING

(57)摘要

本發明大體而言係描述提供用於媒體編碼之 4×4 轉換之技術。描述遵守此等技術之許多不同的 4×4 轉換。作為一實例，一裝置包括一 4×4 離散餘弦轉換(DCT)硬體單元。該 DCT 硬體單元實施具有一奇數部分之一正交 4×4 DCT，該奇數部分應用與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得該經縮放因數等於該第一內部因數(C)之一平方加該第二內部因數(S)之一平方之一總和之一平方根。該 4×4 DCT 硬體單元將該 4×4 DCT 實施應用於媒體資料以將該媒體資料自一空間域轉換至一頻域。作為另一實例，一裝置實施一非正交 4×4 DCT 以改良編碼增益。



26：視訊解碼器

54：熵解碼單元

56：運動補償單元

58：重建構單元

60：反轉換單元

62：參考圖框儲存器

64：記憶體

66：求和器

68 : 4×4 DCT-III 單元



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201126349 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：099118495

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 06 月 07 日

(51)Int. Cl. : **G06F17/14 (2006.01)**

(30)優先權：2009/06/05 美國 61/184,656
2009/06/24 美國 61/219,887
2010/05/27 美國 12/788,625

(71)申請人：高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)
美國

(72)發明人：瑞尼克 由立 REZNIK, YURIY (UA)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：57 項 圖式數：7 共 77 頁

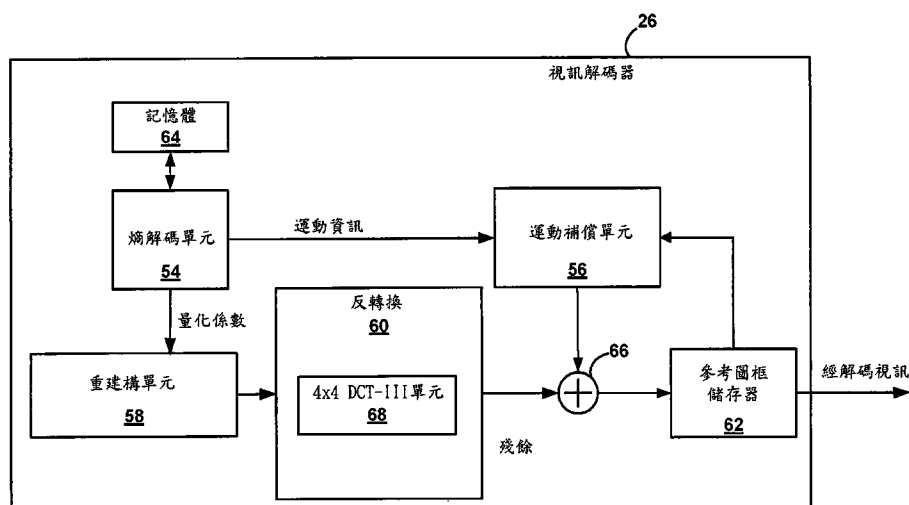
(54)名稱

用於媒體編碼之 4×4 轉換

4X4 TRANSFORM FOR MEDIA CODING

(57)摘要

本發明大體而言係描述提供用於媒體編碼之 4×4 轉換之技術。描述遵守此等技術之許多不同的 4×4 轉換。作為一實例，一裝置包括一 4×4 離散餘弦轉換(DCT)硬體單元。該 DCT 硬體單元實施具有一奇數部分之一正交 4×4 DCT，該奇數部分應用與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得該經縮放因數等於該第一內部因數(C)之一平方加該第二內部因數(S)之一平方之一總和之一平方根。該 4×4 DCT 硬體單元將該 4×4 DCT 實施應用於媒體資料以將該媒體資料自一空間域轉換至一頻域。作為另一實例，一裝置實施一非正交 4×4 DCT 以改良編碼增益。



26：視訊解碼器

54：熵解碼單元

56：運動補償單元

58：重建構單元

60：反轉換單元

62：參考圖框儲存器

64：記憶體

66：求和器

68： 4×4 DCT-III 單元

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於資料壓縮，且更特定言之，係關於涉及轉換之資料壓縮。

本申請案主張2009年6月5日申請之美國臨時申請案第61/184,656號及2009年6月24日申請之美國臨時申請案第61/219,887號之權利。

本專利申請案係關於以下同在申請中之美國專利申請案：

具有代理人檔案號碼092164U2，與本案同時申請，已讓與給本受讓人且在此以引用之方式明確地併入本文中之**4X4 TRANSFORM FOR MEDIA CODING**。

【先前技術】

資料壓縮廣泛用於多種應用中以減少對資料儲存空間、傳輸頻寬或兩者之消耗。資料壓縮之實例應用包括可見或可聽媒體資料編碼，諸如，數位視訊、影像、語音及音訊編碼。數位視訊編碼(例如)用於廣泛範圍之器件中，其包括數位電視、數位直播系統、無線通信器件、個人數位助理(PDA)、膝上型或桌上型電腦、數位相機、數位記錄器件、視訊遊戲器件、蜂巢式或衛星無線電電話等等。數位視訊器件實施諸如MPEG-2、MPEG-4或H.264/MPEG-4先進視訊編碼(AVC)之視訊壓縮技術以更有效地傳輸及接收數位視訊。

大體而言，視訊壓縮技術執行空間預測、運動估計及運

動補償以減少或移除視訊資料中所固有的冗餘。詳言之，框內編碼依賴於空間預測來減少或移除給定視訊圖框內之視訊之空間冗餘。框間編碼依賴於時間預測來減少或移除鄰近圖框內之視訊之時間冗餘。對於框間編碼，視訊編碼器執行運動估計以追蹤在兩個或兩個以上鄰近圖框之間的匹配的視訊區塊之移動。運動估計產生運動向量，其指示視訊區塊相對於一或多個參考圖框中之相應視訊區塊的位移。運動補償使用運動向量以自參考圖框產生預測視訊區塊。在運動補償之後，藉由自原始視訊區塊減去預測視訊區塊而形成殘餘視訊區塊。

視訊編碼器接著應用轉換，繼之以量化及無損耗統計編碼程序，以進一步減小藉由視訊編碼程序產生之殘餘區塊之位元率。在一些情況下，所應用之轉換包含離散餘弦轉換(DCT)。通常，將DCT應用於大小為二的冪之視訊區塊，諸如，4像素乘4像素(高x寬)之視訊區塊(其通常被稱為「4×4視訊區塊」)。此等DCT因此可被稱為4×4 DCT，因為此等DCT被應用於4×4視訊區塊以產生DCT係數之4×4矩陣。由將4×4 DCT應用於殘餘區塊所產生之DCT係數之4×4矩陣接著經歷量化及無損耗統計編碼程序以產生位元流。統計編碼程序(亦被稱為「熵編碼」程序)之實例包括上下文自適應性可變長度編碼(CAVLC)或上下文自適應性二進位算術編碼(CABAC)。視訊解碼器接收編碼之位元流且執行無損耗解碼以解壓縮用於區塊中之每一者之殘餘資訊。藉由使用殘餘資訊及運動資訊，視訊解碼器重建構經

編碼之視訊。

【發明內容】

大體而言，本發明針對用於使用可相對於習知 4×4 DCT 提供增加的編碼增益之 4×4 離散餘弦轉換(DCT)之近似之一或多個實施來編碼諸如媒體資料之資料的技術。根據本發明之技術所應用之 4×4 DCT 的實施涉及在經縮放因數與內部因數之間的各種關係。術語「經縮放因數」指代經由因式分解移除之在 4×4 DCT 之實施外部的因數。術語「內部因數」指代在因式分解之後保留之在 4×4 DCT 之實施內部的因數。 4×4 DCT 之一實例實施為正交的，其意味著表示 4×4 DCT 之係數矩陣在乘以此矩陣之轉置時等於單位矩陣。 4×4 DCT 之另一實例實施為接近正交的(或近似正交的)。藉由遵守以下詳細描述之各種關係，該等技術促進在兩種情況下選擇導致正交與接近正交 4×4 DCT 實施的矩陣係數，該等實施在應用於資料時可相對於習知 4×4 DCT 推進增加之編碼增益。

在一態樣中，裝置包含一 4×4 離散餘弦轉換(DCT)硬體單元，其實施具有一奇數部分之正交 4×4 DCT，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根，其中 4×4 DCT 硬體單元將 4×4 DCT 實施應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域。

在另一態樣中，方法包含藉由 4×4 DCT 硬體單元將正交

4×4離散餘弦轉換(DCT)實施應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域，其中正交4×4 DCT實施包括一奇數部分，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根。

在另一態樣中，裝置包含用於將正交4×4離散餘弦轉換(DCT)實施應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域之構件，其中正交4×4 DCT實施包括一奇數部分，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根。

在另一態樣中，非暫時性電腦可讀儲存媒體儲存指令，該等指令在由處理器執行時引起處理器藉由4×4 DCT硬體單元將正交4×4離散餘弦轉換(DCT)實施應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域，其中正交4×4 DCT實施包括一奇數部分，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根。

在另一態樣中，裝置包含一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)硬體單元，其實施具有一奇數部分之正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內

[S]

部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根，其中 4×4 IDCT硬體單元將 4×4 IDCT實施應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域。

在另一態樣中，方法包含藉由 4×4 IDCT硬體單元將正交 4×4 DCT之 4×4 反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域，其中正交 4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根。

在另一態樣中，裝置包含用於將正交 4×4 DCT之 4×4 反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域之構件，其中正交 4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根。

在另一態樣中，非暫時性電腦可讀儲存媒體儲存指令，該等指令在由處理器執行時引起處理器藉由 4×4 IDCT硬體單元將正交 4×4 DCT之 4×4 反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域，其中正交 4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二

內部因數(S)之平方之總和的平方根。

在另一態樣中，裝置包含一4×4離散餘弦轉換(DCT)硬體單元，其中DCT模組實施具有一奇數部分之非正交4×4 DCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一變數及第二變數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} ,$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數，且其中4×4 DCT硬體單元將4×4 DCT實施應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域。

在另一態樣中，方法包含藉由4×4 DCT硬體單元將非正交4×4離散餘弦轉換(DCT)應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域，其中非正交4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一變數及第二變數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} ,$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

在另一態樣中，裝置包含用於藉由4×4 DCT硬體單元將非正交4×4離散餘弦轉換(DCT)應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域之構件，其中非正交4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數

(ξ)有關的第一變數及第二變數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} ,$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

在另一態樣中，非暫時性電腦可讀儲存媒體儲存指令，該等指令在由處理器執行時引起處理器藉由4×4 DCT硬體單元將非正交4×4離散餘弦轉換(DCT)應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域，其中非正交4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一變數及第二變數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} ,$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

在另一態樣中，裝置包含一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)硬體單元，其中DCT硬體單元實施具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之反DCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} ,$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有

理內部轉換因數，且其中4×4 IDCT硬體單元將4×4 IDCT實施應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域。

在另一態樣中，方法包含藉由4×4 IDCT硬體單元將4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域，其中4×4 IDCT包含具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} ,$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

在另一態樣中，裝置包含用於藉由4×4 IDCT硬體單元將4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域之構件，其中4×4 IDCT包含具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} ,$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

在另一態樣中，非暫時性電腦可讀儲存媒體儲存指令，該等指令在由處理器執行時引起處理器藉由4×4 IDCT硬體單元將4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域，其中4×4 IDCT包含具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi},$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

在另一態樣中，裝置包含一4×4離散餘弦轉換(DCT)硬體單元，其實施具有一奇數部分之非正交4×4 DCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}},$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根，且其中4×4 DCT硬體單元將4×4 DCT實施應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域。

在另一態樣中，方法包含藉由4×4 DCT硬體單元將非正交4×4離散餘弦轉換(DCT)應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域。非正交4×4 DCT包括一奇數部分，該

奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根。

在另一態樣中，裝置包含用於藉由4×4 DCT硬體單元將非正交4×4離散餘弦轉換(DCT)應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域之構件，其中非正交4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根。

在另一態樣中，非暫時性電腦可讀儲存媒體儲存指令，該等指令在由處理器執行時引起處理器藉由4×4 DCT硬體單元將非正交4×4離散餘弦轉換(DCT)應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域。非正交4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根。

在另一態樣中，裝置包含一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)硬體單元，其中4×4 IDCT硬體單元實施具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根，且其中4×4 IDCT硬體單元將4×4 IDCT實施應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域。

在另一態樣中，方法包含藉由4×4 IDCT硬體單元將4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域。IDCT包含具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根。

在另一態樣中，裝置包含用於藉由4×4 IDCT硬體單元將4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域之構件。IDCT包含具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應

用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根。

在另一態樣中，非暫時性電腦可讀儲存媒體儲存指令，該等指令在由處理器執行時引起處理器藉由4×4 IDCT硬體單元將4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將媒體資料自頻域轉換至空間域。IDCT包含具有一奇數部分之非正交4×4 DCT之IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根。

在隨附圖式及以下描述中陳述技術之一或多個態樣的細節。本發明中所描述之技術之其他特徵、目標及優點自描述及圖式且自申請專利範圍將為顯而易見的。

【實施方式】

大體而言，本發明針對用於使用表示為根據各種關係所選擇之係數之4×4矩陣之一或多個4×4離散餘弦轉換(DCT)來編碼資料之技術。可應用該等技術以壓縮多種資料，其包括可見或可聽媒體資料，諸如，數位視訊、影像、語音

及/或音訊資料，且藉此將表示此資料之此等電信號轉換為壓縮信號以用於電信號之更有效處理、傳輸或存檔。藉由遵守根據本發明之技術所定義之各種關係，可為係數矩陣選擇係數以使得 4×4 DCT之正交及接近正交實施在應用於資料時可推進增加之編碼增益。

依據離散資料單元表示以上所表示之大小，亦即， 4×4 。為說明起見，通常依據視訊區塊描述視訊資料(尤其在關於視訊壓縮時)。視訊區塊通常指代視訊圖框之任何大小的部分，其中視訊圖框指代一系列圖片或影像中之一圖片或影像。每一視訊區塊通常包含複數個離散像素資料，其指示例如紅色、藍色及綠色之色彩分量(所謂的「色度」分量)或明度分量(所謂的「明度」分量)。每一組像素資料包含在視訊區塊中之單一 1×1 點且可被當作關於視訊區塊之離散資料單元。因此， 4×4 視訊區塊(例如)包含四列之像素資料，其中每一列中具有四個離散的像素資料集合。可將 n 位元值指派至每一像素以規定色彩或明度值。

通常依據DCT能夠處理之資料(不管是音訊、語音、影像抑或視訊資料)區塊之大小來描述DCT。舉例而言，若DCT可處理 4×4 資料區塊，則DCT可被稱為 4×4 DCT。此外，DCT可經表示為特定類型。八個不同類型之DCT中的最常用類型之DCT為類型II之DCT，其可經表示為「DCT-II」。通常，當泛指DCT時，此用語指代類型II之DCT或DCT-II。DCT-II之反操作被稱為類型III之DCT，其可類似

地表示為「DCT-III」，或由於通常將DCT理解為指代DCT-II，因此表示為「IDCT」其中「IDCT」中之「I」表示反操作。以下對DCT之提及符合此記法，其中對DCT之泛指指代DCT-II，除非另外規定。然而，為了避免混淆，包括DCT-II之DCT在下文主要用所指示之相應類型(II、III等)來指代。

本發明中所描述之技術涉及編碼器及/或解碼器兩者，其使用 4×4 DCT-II之一或多個實施以促進資料之壓縮及/或解壓縮。此外，經由應用此等 4×4 DCT-II實施所完成之壓縮及解壓縮允許表示資料之電信號之實體轉換，使得可使用實體計算硬體、實體傳輸媒體(例如，銅、光纖、無線或其他媒體)及/或儲存硬體(例如，磁碟或光碟或磁帶，或多種固態媒體中之任一者)更有效地處理、傳輸及/或儲存信號。可僅在硬體中組態實施或可在硬體與軟體之組合中組態實施。

4×4 DCT-II之實施可為正交或接近正交的。術語「正交」大體上指代矩陣之性質，其中矩陣在乘以矩陣之轉置時等於單位矩陣。術語「接近正交」指代其中此正交性質被放鬆使得不必需嚴格正交性的情況。在此方面，「接近正交」暗示近似正交或鬆散正交。然而，接近正交矩陣不符合正交之技術定義，且從純粹技術角度而言，此等接近正交矩陣可被當作非正交的。

為了說明本發明中所描述之 4×4 DCT-II之正交實施，考慮包括 4×4 DCT模組之裝置。 4×4 DCT模組實施根據本發

明中所描述之技術建構的正交 4×4 DCT-II。此正交 4×4 DCT-II實施包括奇數部分及偶數部分。 4×4 DCT-II之所謂的「奇數部分」指代 4×4 DCT-II實施之輸出奇數編號係數之部分。 4×4 DCT-II之所謂的「偶數部分」指代 4×4 DCT-II實施之輸出偶數編號係數之部分。

根據本發明之技術，奇數部分應用與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數C、S以使得該經縮放因數等於第一內部因數(C)之平方加第二內部因數(S)之平方之總和的平方根。術語「內部因數」指代在因式分解之後保留之在 4×4 DCT之實施內部的因數。術語「經縮放因數」指代經由因式分解移除之在 4×4 DCT之實施外部的因數。

內部因數通常由於需要在實施複雜性方面可為代價大的乘法而增加實施複雜性。舉例而言，與較簡單的加法運算相比，乘法可需要三倍或三倍以上之計算操作(例如，時脈循環)來完成。可實施特定乘法器以更有效地(例如，在較少時脈循環中)執行乘法，但此等乘法器實施通常消耗顯著更多的晶片或矽表面積且亦可汲取大量電力。因此通常避免乘以因數之乘法，尤其是在功率敏感器件中，諸如，大部分行動器件，其包括蜂巢式電話，所謂的「智慧型」蜂巢式電話、個人數位助理(PDA)、膝上型電腦、所謂的「迷你筆記型電腦」及其類似物。因式分解為可藉以自 4×4 DCT-II實施移除一或多個內部因數且用外部因數加以替換之程序。接著可通常以最小的花費或最小的複雜性增加將外部因數併入於(例如)關於視訊編碼器的隨後量化

操作中。

無論如何，以上所提到之第一內部因數及第二內部因數 C 、 S 與經縮放因數 (ξ) 之間的以上關係提供了未用於 4×4 DCT-II 之先前實施中之內部因數的特定值。舉例而言，分別用於內部因數 C 及 S 之值 2 及 5 不過度增加實施複雜性，且與涉及 C 及 S 之 1 及 2 之值的已知 4×4 DCT 實施相比改良了編碼增益。視訊編碼器接著將具有內部因數 2 及 5 之 4×4 DCT-II 實施應用於媒體資料以便將媒體資料自空間域轉換至頻域。藉由應用此正交 4×4 DCT-II 實施，在與包括 1 及 2 之內部因數之標準 DCT-II 實施相比時，該等技術促進了編碼增益 (其為表示壓縮效率之術語)。

就 DCT-II 實施而言，正交性通常為所要的，因為其為可逆的。作為一實例，此可逆性質允許視訊編碼器應用正交 4×4 DCT 實施以自視訊資料之殘餘區塊產生 DCT 係數。視訊解碼器可接著應用 4×4 反 DCT-II (IDCT) 實施以便在資料極小損耗 (若存在) 的情況下自 DCT-II 係數重建構視訊資料之殘餘區塊。考慮到視訊編碼之主要目標為資料之保存，故諸如 H.264 視訊編碼標準之各種編碼標準皆採用 4×4 DCT 之正交實施。

雖然正交性通常在理論上為所要的，但視訊、音訊或通用編碼管線實際上涉及會引入所謂的「雜訊」的許多步驟，該雜訊在大多方面實際上防止準確重建構由正交 4×4 DCT-II 實施提供之值。考慮到整數算術實施，接近正交轉換與嚴格正交整數轉換相比可改良編碼效率同時亦減小實

[5]

施複雜性。實際上，放鬆正交性質會將雜訊引入至系統中，但可改良編碼增益同時亦減小實施複雜性。

為了說明本發明中所描述之 4×4 DCT-II之接近正交實施，考慮裝置之 4×4 DCT模組實施根據本發明中所描述之技術建構之此接近正交 4×4 DCT-II。此接近正交 4×4 DCT-II實施亦包括奇數部分及偶數部分。在此情況下奇數部分應用按以下方程式與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi}。$$

在此方程式中，變數 ω 及 ψ 表示原始(無理)內部轉換因數，例如，(ω)可為三乘常數 $\pi(\pi)$ 除以八的餘弦，且(ψ)可為三乘常數 $\pi(\pi)$ 除以八的正弦。變數(C)及(S)表示替換(ω)及(ψ)之整數(或二元有理)內部轉換因數。

方程式(2)指示經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(C)加第二內部因數(S)之總和除以(ω)加(ψ)。此方程式可識別類似於關於正交實施所定義之以上關係之C及S的特定內部因數值，但導致不同的外部因數。然而，由於以上所提到之原因，不同外部因數通常不增加實施複雜性，而是通常提供原始轉換因數之更準確近似。其亦可提供較習知 4×4 DCT-II實施且甚至在一些情況下較以上所述之正交 4×4 DCT-II實施改良之編碼增益。因此，控制單元將此接近正交 4×4 DCT-II應用於媒體資料以便將媒體資料自空間域轉換至頻域，結果可能得到改良的編碼增益。

圖1為說明視訊編碼及解碼系統10之方塊圖。如圖1中所

示，系統10包括一源硬體器件12，其將經編碼之視訊經由通信通道16傳輸至接收硬體器件14。源器件12可包括視訊源18、視訊編碼器20及傳輸器22。目的地器件14可包括接收器24、視訊解碼器26及視訊顯示器件28。

在圖1之實例中，通信通道16可包含任何無線或有線通信媒體，諸如，射頻(RF)頻譜或一或多個實體傳輸線，或無線及有線媒體之任何組合。通道16可形成基於封包之網路(諸如，區域網路、廣域網路或諸如網際網路之全球網路)之一部分。通信通道16通常表示用於將視訊資料自源器件12傳輸至接收器件14的任何適當的通信媒體或不同通信媒體之集合。

源器件12產生用於傳輸至目的地器件14之視訊。然而，在一些狀況下，器件12、14可以大體上對稱方式操作。舉例而言，器件12、14中之每一者可包括視訊編碼及解碼組件。因此，系統10可支援在視訊器件12、14之間的單向或雙向視訊傳輸(例如)以用於視訊串流、視訊廣播或視訊電話。對於其他資料壓縮及編碼應用，器件12、14可經組態以發送且接收或交換其他類型之資料，諸如，影像、語音或音訊資料，或視訊、影像、語音及音訊資料中之兩個或兩個以上者之組合。因此，為達成說明之目的提供視訊應用之以下論述且不應認為其限制如本文中廣泛描述之本發明之各種態樣。

視訊源18可包括諸如一或多個攝影機之視訊俘獲器件、含有先前俘獲的視訊之視訊存檔，或來自視訊內容提供者

之實況視訊饋入。作為另一替代例，視訊源18可產生基於電腦圖形之資料作為源視訊，或實況視訊及電腦產生視訊之組合。在一些狀況下，若視訊源18為相機，則源器件12及接收器件14可形成所謂的相機電話或視訊電話。因此，在一些態樣中，源器件12、接收器件14或兩者可形成無線通信器件手機，諸如，行動電話。在每一狀況下，經俘獲、預先俘獲或電腦產生的視訊可由視訊編碼器20編碼以用於自視訊源器件12經由傳輸器22、通道16及接收器14傳輸至視訊接收器件14之視訊解碼器26。顯示器件28可包括多種顯示器件中之任一者，諸如，液晶顯示器(LCD)、電漿顯示器或有機發光二極體(OLED)顯示器。

視訊編碼器20及視訊解碼器26可經組態以支援可縮放視訊編碼，以實現空間、時間及/或信雜比(SNR)可縮放性。在一些態樣中，視訊編碼器20及視訊解碼器26可經組態以支援精細粒度SNR可縮放性(FGS)編碼。編碼器20及解碼器26可藉由支援基層及一或多個可縮放增強層之編碼、傳輸及解碼來支援各種程度之可縮放性。對於可縮放視訊編碼，基層載運具有最小品質等級之視訊資料。一或多個增強層載運額外位元流以支援更高的空間、時間及/或SNR等級。

視訊編碼器20及視訊解碼器26可根據諸如MPEG-2、MPEG-4、ITU-T H.263或ITU-T H.264/MPEG-4先進視訊編碼(AVC)之視訊壓縮標準操作。儘管圖1中未展示，但在一些態樣中，視訊編碼器20及視訊解碼器26可分別與音訊編

碼器及音訊解碼器整合，且包括適當MUX-DEMUX單元或其他硬體及軟體以處置對共同資料流或分離的資料流中之音訊與視訊之編碼。若適用，則MUX-DEMUX單元可符合ITU H.223多工器協定，或諸如使用者資料報協定(UDP)之其他協定。

在一些態樣中，對於視訊廣播，可應用本發明中所描述之技術以增強H.264視訊編碼以用於(例如)經由無線視訊廣播伺服器或無線通信器件手機使用僅前向鏈路(FLO)空中介面規格(作為技術標準TIA-1099公開之「Forward Link Only Air Interface Specification for Terrestrial Mobile Multimedia Multicast」(「FLO規格」))在陸地行動多媒體多播(TM3)系統中遞送即時視訊服務。FLO規格包括定義位元流語法及語義且解碼適合於FLO空中介面之程序的實例。或者，可根據諸如DVB-H(手持型數位視訊廣播)、ISDB-T(陸地整合服務數位廣播)或DMB(數位媒體廣播)之其他標準廣播視訊。因此，源器件12可為行動無線終端機、視訊串流伺服器或視訊廣播伺服器。然而，本發明中所描述之技術不限於任何特定類型之廣播、多播或點對點系統。在廣播之狀況下，源器件12可將若干通道之視訊資料廣播至多個接收器件，其中之每一者可類似於圖1之接收器件14。

視訊編碼器20及視訊解碼器26各自可實施為一或多個微處理器、數位信號處理器(DSP)、特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FPGA)、離散邏輯、軟體、硬

體、韌體或其任何組合。因此，視訊編碼器20及視訊解碼器26中之每一者可至少部分地實施為積體電路(IC)晶片或器件，且包括於一或多個編碼器或解碼器中，其中之任一者可整合為各別行動器件、用戶器件、廣播器件、伺服器等中之組合編碼器/解碼器(CODEC)之一部分。另外，源器件12及接收器件14各自可包括(適用時)用於傳輸及接收經編碼視訊之適當調變、解調變、增頻轉換、濾波及放大器組件，其包括足以支援無線通信之射頻(RF)無線組件及天線。然而，為達成易於說明之目的，圖1中未展示此等組件。

視訊序列包括一系列視訊圖框。視訊編碼器20對個別視訊圖框內之像素之區塊操作以便編碼視訊資料。視訊區塊可具有固定或變化大小，且可根據規定編碼標準而大小不同。每一視訊圖框包括一系列片段。每一片段可包括一系列巨集區塊，其可經配置為子區塊。例如，ITU-T H.264標準支援各種二元區塊大小下的框內預測，諸如，對於明度分量之16乘16、8乘8、4乘4及對於色度分量之8×8，以及各種區塊大小下的框間預測，諸如，對於明度分量之16乘16、16乘8、8乘16、8乘8、8乘4、4乘8及4乘4及對於色度分量之相應縮放的大小。

較小視訊區塊通常可提供較好解析度，且可用於視訊圖框之包括更高細節等級之位置。大體而言，通常可將巨集區塊(MB)及各種子區塊視為表示視訊區塊。另外，可將片段視為表示一系列視訊區塊，諸如，MB及/或子區塊。每

一片段可為可獨立解碼單元。在預測之後，可對二元或非二元大小之殘餘區塊執行轉換，且可在使用框內 16×16 預測模式的情況下將額外轉換應用於色度分量或明度分量之 4×4 區塊之DCT係數。

圖1之系統10之視訊編碼器20及/或視訊解碼器26可經組態以分別包括 4×4 DCT-II及其反操作(例如， 4×4 DCT-III)之實施，其中 4×4 DCT-II遵守本發明中所描述之用於選擇 4×4 大小DCT之DCT-II矩陣係數的技術之各種關係中之一者。雖然ITU-T H.264標準支援各種區塊大小下的框內預測，諸如，對於明度分量之 16×16 、 8×8 、 4×4 及對於色度分量之 8×8 ，但為了改良編碼效率而對此標準之修訂當前在進行中。一修訂標準可被稱為ITU-T H.265或簡單地H.265(有時被稱為下一代視訊編碼或NGVC)。如下文關於圖7A至圖7C所描述，遵守根據本發明之技術所陳述之各種關係中之一者的類型II之 4×4 DCT(「DCT-II」)可改良如依據峰值信雜比(PSNR)所量測之編碼效率。因此，ITU-T H.265及其他演進中的標準或規格可考慮此等DCT-II以便改良編碼效率。

根據本發明中所描述之技術，可以遵守可與習知實施相比推進改良的編碼增益之各種關係中之一者的方式產生 4×4 DCT-II之實施。第一關係係針對 4×4 DCT-II之正交實施而定義且以下關於方程式(1)加以陳述：

$$\xi = \sqrt{C^2 + S^2}, \quad (1)$$

其中C及S表示 4×4 DCT-II實施之「奇數」部分中之第一內

[S]

部因數及第二內部因數且 (ξ) 表示應用於 4×4 DCT-II實施之「奇數」部分之經縮放因數。 4×4 DCT-II之所謂的「奇數部分」指代 4×4 DCT-II實施之輸出奇數編號係數之部分。 4×4 DCT-II之所謂的「偶數」部分指代 4×4 DCT-II實施之輸出偶數編號係數之部分。術語「內部因數」指代在因式分解之後保留的在 4×4 DCT之實施內部的因數。術語「經縮放因數」指代經由因式分解移除之在 4×4 DCT之實施外部的因數。

內部因數通常由於需要在實施複雜性方面可為代價大的乘法而增加實施複雜性。舉例而言，與較簡單的加法運算相比，乘法可需要三倍或三倍以上之計算操作(例如，時脈循環)來完成。可實施特定乘法器以更有效地(例如，在較少時脈循環中)執行乘法，但此等乘法器實施通常消耗顯著更多的晶片或矽表面積且亦可汲取大量電力。因此通常避免乘以因數之乘法，特別在功率敏感器件中，諸如，大部分行動器件，其包括蜂巢式電話，所謂的「智慧型」蜂巢式電話、個人數位助理(PDA)、膝上型電腦、所謂的「迷你筆記型電腦」及其類似物。因式分解為可藉以自 4×4 DCT-II實施移除一或多個內部因數且用外部因數加以替換之程序。接著可通常以最小的花費或最小的複雜性增加將外部因數併入於(例如)關於視訊編碼器的隨後量化操作中。

無論如何，以上關於方程式(1)所提到之第一內部因數C及第二內部因數S與經縮放因數 (ξ) 之間的以上關係提供了

未用於 4×4 DCT-II之先前實施中之內部因數的特定值。舉例而言，分別用於內部因數C及S之值2及5不過度增加實施複雜性，且與涉及C及S之1及2之值的已知 4×4 DCT實施相比，改良了編碼增益。視訊編碼器接著將具有內部因數2及5之 4×4 DCT-II實施應用於媒體資料以便將媒體資料自空間域轉換至頻域。藉由應用此正交 4×4 DCT-II實施，在與包括1及2之內部因數之標準DCT-II實施相比時該等技術促進了編碼增益(其為表示壓縮效率之術語)。

就DCT-II實施而言，正交性通常為所要的，因為其為可逆的。作為一實例，此可逆性質允許視訊編碼器應用正交 4×4 DCT實施以自視訊資料之殘餘區塊產生DCT係數。視訊解碼器可接著應用 4×4 反DCT-II(IDCT)實施以便在資料損耗極小(若存在)的情況下自DCT-II係數重建構視訊資料之殘餘區塊。諸如H.264視訊編碼標準之若干編碼標準採用 4×4 DCT之正交實施。

雖然正交性通常在理論上為所要的，但視訊、音訊或通用編碼管線實際上涉及會引入所謂的「雜訊」的許多額外步驟(諸如縮放或量化)，該雜訊在大多方面實際上防止準確重建構由正交 4×4 DCT-II實施提供之值。結果，放鬆正交性質以達成接近正交(就技術上而言，其為非正交)可為可能的。考慮到整數算術實施，此等接近正交轉換與嚴格正交整數轉換相比可改良編碼效率同時亦減小實施複雜性。大體而言，放鬆正交性質將雜訊引入至系統中，但可改良編碼增益同時亦減小實施複雜性。

為了說明 4×4 DCT-II 之接近正交實施，作為一實例，考慮包括控制單元之裝置。控制單元實施根據本發明中所描述之技術的接近正交 4×4 DCT-II。此接近正交 4×4 DCT-II 實施亦包括奇數部分及偶數部分。在此種情況下奇數部分應用按以下方程式(2)與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi} \quad (2)$$

在方程式(2)中，變數 ω 及 ψ 表示原始(無理)內部轉換因數，例如，(ω)可為三乘常數 π 除以八的餘弦，且(ψ)可為三乘常數 π 除以八的正弦。變數(C)及(S)表示替換(ω)及(ψ)之整數(或二元有理)內部轉換因數。

方程式(2)指示經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(C)加第二內部因數(S)之總和除以(ω)加(ψ)。此方程式可識別類似於以上關於正交實施所定義之關係之C及S的特定內部因數值，但導致不同的外部因數。然而，由於以上所提到之原因，不同外部因數通常不增加實施複雜性，而是通常提供原始轉換因數之較準確近似。其亦可與習知 4×4 DCT-II 實施相比且甚至在一些情況下與以上所述之正交 4×4 DCT-II 實施相比提供改良之編碼增益。因此，控制單元將此接近正交 4×4 DCT-II 應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域，結果為具有潛在改良的編碼增益。

根據本發明中所描述之技術建構的以上所得 4×4 DCT-II 實施表示與直接 4×4 DCT-II 實施相對比的經縮放 4×4 DCT-II 實施。該等實施為「經縮放的」，由於其已經歷因

式分解以移除內部因數且因此輸出需要應用額外外部因數以正確計算 4×4 DCT之經縮放係數。所謂的「直接」DCT-II實施輸出不需要任何另外運算(諸如乘以外部因數)以正確計算 4×4 DCT之係數。

存在能夠產生經縮放 4×4 DCT-II實施之許多不同因式分解。一替代因式分解產生一不同的經縮放 4×4 DCT-II實施，可根據本發明之技術自該經縮放 4×4 DCT-II實施導出另一關係以產生一接近正交實施，該接近正交實施與通常由遵照H.264之視訊編碼器使用之習知DCT-II相比改良了編碼增益。

為了關於用以產生經縮放 4×4 DCT-II之替代因式分解說明接近正交實施，作為一實例，考慮包括控制單元之裝置。控制單元根據本發明中所描述之技術實施接近正交 4×4 DCT-II。類似於以上所述之實施，此接近正交 4×4 DCT-II實施包括奇數部分及偶數部分。在此種情況下奇數部分應用按以下方程式(3)與經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} \quad (3)$$

方程式(3)指示經縮放因數(ξ)等於第一內部因數(A)加第二內部因數(B)之總和除以一加一除以二之平方根。此方程式可分別識別內部因數A及B之特定值7及5。使用替代因式分解且用以上所提到之內部因數建構的此所得之接近正交 4×4 DCT-II實施與習知H.264 4×4 DCT-II實施相比可更準確地表示直接 4×4 DCT-II之無理內部因數，且藉此與習

[8]

知 4×4 DCT-II 實施相比提供改良之編碼增益。因此，控制單元將此接近正交 4×4 DCT-II 應用於媒體資料以將媒體資料自空間域轉換至頻域，結果為具有潛在改良的編碼增益。

圖 2 為更詳細說明圖 1 之視訊編碼器 20 之方塊圖。視訊編碼器 20 可至少部分地形成為一或多個積體電路器件，其可共同地被稱為積體電路器件。在一些態樣中，視訊編碼器 20 可形成無線通信器件手機或廣播伺服器之一部分。視訊編碼器 20 可執行視訊圖框內之區塊之框內及框間編碼。框內編碼依賴於空間預測以減少或移除給定視訊圖框內之視訊之空間冗餘。框間編碼依賴於時間預測以減少或移除視訊序列之鄰近圖框內之視訊的時間冗餘。對於框間編碼，視訊編碼器 20 執行運動估計以追蹤在鄰近圖框之間匹配的視訊區塊的移動。

如圖 2 中所示，視訊編碼器 20 接收待編碼之視訊圖框內之當前視訊區塊 30。在圖 2 之實例中，視訊編碼器 20 包括運動估計單元 32、參考圖框儲存器 34、運動補償單元 36、區塊轉換單元 38、量化單元 40、反量化單元 42、反轉換單元 44 及熵編碼單元 46。可應用迴路內或迴路後解區塊濾波器(未圖示)以對區塊濾波以移除區塊假影。視訊編碼器 20 亦包括求和器 48 及求和器 50。圖 2 說明用於視訊區塊之框間編碼之視訊編碼器 20 的時間預測組件。儘管為達成易於說明之目的圖 2 中未展示，但視訊編碼器 20 亦可包括用於一些視訊區塊之框內編碼的空間預測組件。

運動估計單元32比較視訊區塊30與一或多個鄰近視訊圖框中之區塊以產生一或多個運動向量。可自參考圖框儲存器34擷取一或多個鄰近圖框，該參考圖框儲存器34可包含任何類型之記憶體或資料儲存器件以儲存自先前編碼區塊重建構之視訊區塊。可針對可變大小之區塊，例如， 16×16 、 16×8 、 8×16 、 8×8 或更小的區塊大小執行運動估計。運動估計單元32(例如)基於速率失真模型而識別鄰近圖框中的最緊密匹配當前視訊區塊30之一或多個區塊，且確定在鄰近圖框中之區塊與當前視訊區塊之間的位移。在此基礎上，運動估計單元32產生一或多個運動向量(MV)，其指示在當前視訊區塊30與來自用於編碼當前視訊區塊30之參考圖框的一或多個匹配區塊之間的位移之量值及軌跡。一或多個匹配區塊將用作預測性(或預測)區塊以供框間編碼待編碼區塊。

運動向量可具有二分之一或四分之一像素精確度乃至更精細的精確度，從而允許視訊編碼器20以比整數像素位置更高的精確度追蹤運動且獲得更好的預測區塊。當使用具有分數像素值之運動向量時，在運動補償單元36中進行內插運算。運動估計單元32使用諸如速率失真模型之某些準則識別視訊區塊之最佳區塊分割及一或多個運動向量。舉例而言，在雙向預測之狀況下可存在一個以上之運動向量。使用所得之區塊分割及運動向量，運動補償單元36形成預測視訊區塊。

視訊編碼器20藉由在求和器48處自原始的當前視訊區塊

[5]

30減去由運動補償單元36產生之預測視訊區塊來形成殘餘視訊區塊。區塊轉換單元38應用產生殘餘轉換區塊係數之轉換。如圖2中所示，區塊轉換單元38包括一 4×4 DCT-II單元52，其實施根據本發明中所描述之技術建構之 4×4 DCT-II。 4×4 DCT-II單元52表示一硬體模組，該硬體模組在一些情況下執行軟體(諸如執行軟體程式碼或指令之數位信號處理器或DSP)，其實施具有由以上所識別之三種關係中之一者定義的內部因數之 4×4 DCT-II。區塊轉換單元38將經縮放 4×4 DCT-II單元52應用於殘餘區塊以產生殘餘轉換係數之 4×4 區塊。 4×4 DCT-II單元52通常將殘餘區塊自表示為殘餘像素資料之空間域轉換至表示為DCT係數之頻域。轉換係數可包含DCT係數，其包括至少一DC係數及一或多個AC係數。

量化單元40量化(例如，捨入)殘餘轉換區塊係數以進一步減小位元率。如上所提及，量化單元40藉由併入有在因式分解期間所移除之內部因數來考慮經縮放 4×4 DCT-II單元52之經縮放性質。亦即，量化單元40併入有以下關於圖4A至圖4C之實施70A-70C所示之外部因數。由於量化通常涉及乘法，因此將此等因數併入至量化單元40中可不增加量化單元40之實施複雜性。在此方面，自經縮放 4×4 DCT-II單元52移除因數在不增加量化單元40之實施複雜性的情況下減小DCT-II單元52之實施複雜性，從而導致關於視訊編碼器20之實施複雜性之淨減小。

熵編碼單元46熵編碼量化係數以更進一步減小位元率。

熵編碼單元46執行統計無損耗編碼，在一些情況下被稱為熵編碼。熵編碼單元46模型化量化DCT係數之機率分佈且基於模型化的機率分佈選擇碼簿（例如，CAVLC或CABAC）。使用此碼簿，熵編碼單元46以壓縮量化DCT係數之方式選擇用於每一量化DCT係數之碼。為說明起見，熵編碼單元46可選擇用於頻繁出現之量化DCT係數之短碼字（依據位元）及用於較不頻繁出現之量化DCT係數之較長碼字（依據位元）。只要短碼字使用比量化DCT係數更少的位元，則平均而言熵編碼單元46壓縮量化DCT係數。熵編碼單元46輸出熵編碼係數以作為發送至視訊解碼器26之位元流。大體而言，視訊解碼器26執行反操作以自位元流解碼且重建構經編碼視訊，如將參看圖3之實例描述。

重建構單元42及反轉換單元44分別重建構量化係數及應用反轉換以重建構殘餘區塊。求和單元50將重建構的殘餘區塊加至由運動補償單元36產生之運動補償預測區塊以產生重建構的視訊區塊以儲存於參考圖框儲存器34中。重建構的視訊區塊由運動估計單元32及運動補償單元36用於編碼隨後視訊圖框中之區塊。

圖3為更詳細說明圖1之視訊解碼器26之實例的方塊圖。視訊解碼器26可至少部分地形成為一或多個積體電路器件，其可共同地被稱為積體電路器件。在一些態樣中，視訊解碼器26可形成無線通信器件手機之一部分。視訊解碼器26可執行視訊圖框內之區塊之框內及框間解碼。如圖3中所示，視訊解碼器26接收已由視訊編碼器20編碼之經編

碼視訊位元流。在圖3之實例中，視訊解碼器26包括熵解碼單元54、運動補償單元56、重建構單元58、反轉換單元60及參考圖框儲存器62。熵解碼單元64可存取儲存於記憶體64中之一或多個資料結構以獲得可用於編碼之資料。視訊解碼器26亦可包括迴路內解區塊濾波器(未圖示)，其對求和器66之輸出濾波。視訊解碼器26亦包括求和器66。圖3說明用於視訊區塊之框間解碼之視訊解碼器26的時間預測組件。儘管圖3中未展示，但視訊解碼器26亦可包括用於一些視訊區塊之框內解碼的空間預測組件。

熵解碼單元54接收經編碼之視訊位元流且自位元流解碼量化殘餘係數及量化參數，以及其他資訊，諸如，巨集區塊編碼模式及運動資訊(其可包括運動向量及區塊分割)。運動補償單元56接收運動向量及區塊分割及來自參考圖框儲存器62之一或多個重建構的參考圖框以產生預測視訊區塊。

重建構單元58反量化(亦即，解量化)量化區塊係數。反轉換單元60將反轉換(例如，反DCT)應用於係數以產生殘餘區塊。更特定言之，反轉換單元60包括一經縮放 4×4 DCT-III單元68，反轉換單元60將其應用於係數以產生殘餘區塊。為圖2中所示之經縮放 4×4 DCT-II單元52之反操作的經縮放 4×4 DCT-III單元68可將係數自頻域轉換至空間域以產生殘餘區塊。類似於以上之量化單元40，重建構單元58藉由在實施複雜性極小增加(若存在)的情況下將在因式分解期間所移除之外部因數併入至重建構程序中來考慮

到 4×4 DCT-III 單元 68 之經縮放性質。自經縮放 4×4 DCT-III 單元 68 移除因數可減小實施複雜性，藉此導致視訊解碼器 26 之複雜性之淨減小。

接著藉由求和器 66 將預測視訊區塊與殘餘區塊求和以形成經解碼之區塊。可應用解區塊濾波器(未圖示)以對經解碼之區塊濾波以移除區塊假影。經濾波之區塊接著置於參考圖框儲存器 62 中，該參考圖框儲存器 62 提供用於隨後視訊圖框之解碼的參考圖框且亦產生經解碼之視訊以驅動顯示器件 28(圖 1)。

圖 4A 至圖 4C 為各自說明根據本發明之技術所建構之經縮放 4×4 DCT-II 之實施的圖。圖 4A 為說明根據本發明之技術所建構之經縮放正交 4×4 DCT-II 實施 70A 的圖。圖 4B 為說明根據本發明之技術所建構之經縮放接近正交 4×4 DCT-II 實施 70B 的圖。圖 4C 為說明根據本發明之技術所建構之經縮放接近正交 4×4 DCT-II 替代實施 70C 的圖。圖 2 之實例中所示之 4×4 DCT 單元 52 可併入有一或多個此等實施 70A-70C。

首先參看圖 4A 之實例， 4×4 DCT-II 實施 70A 包括蝶形單元 72、偶數部分 74A 及奇數部分 74B。蝶形單元 92 可表示硬體或硬體與軟體之組合，其用於將輸入 $x_0, \dots, x_3$ 投送或以其他方式轉遞至適當偶數部分 74A 及奇數部分 74B(「部分 74」)。蝶形單元 92 通常組合諸如 2×2 DCT-II 實施之較小 DCT 之結果，其在此種狀況下可分別由偶數部分及奇數部分 74 表示。偶數部分 74A 為 4×4 DCT-II 實施 70A 之輸出偶數

DCT係數 X_0 及 X_2 之 2×2 部分。值得注意的是，此等偶數係數 X_0 及 X_2 乘以二分之一($1/2$)之外部因數，該外部因數可且通常由量化單元40應用。

奇數部分74B為 4×4 DCT-II實施70A之輸出奇數DCT係數 X_1 及 X_3 之 2×2 部分。奇數部分74B包括表示為 C 及 S 之兩個內部因數，該兩個內部因數 C 及 S 按照根據本發明之技術定義之以上所提到方程式(1)而與應用於奇數係數 X_1 及 X_3 之外部因數有關。將一除以二之平方根($1/\sqrt{2}$)之額外外部因數乘以一除以以上方程式(1)中所提到之關係以導致關於奇數係數 X_1 及 X_3 所示之外部因數。

方程式(1)中所提到之關係可藉由首先考慮正交性質而導出，該性質由以下方程式(4)數學地陳述：

$$C^T C = I \quad (4)$$

變數 C 在此種情況下指代任何矩陣，而 C^T 表示矩陣 C 之轉置。變數 I 表示單位矩陣。因此，若矩陣之轉置乘矩陣本身等於單位矩陣，則矩陣展現出正交性質。

假定由於以上所提到之原因在媒體編碼實施中較佳的經縮放矩陣，矩陣 C 可被分成表示為 C' 之整數經縮放轉換及縮放因數或外部因數之對角矩陣 D ，如以下方程式(5)中所提到：

$$C = C' D \quad (5)$$

以來自方程式(5)之 $C'D$ 代入方程式(4)中之 C 導致以下方程式(6)：

$$(C'D)^T (C'D) = D C'^T C' D = I \quad (6)$$

其可簡化為以下方程式(7)中所示之數學方程式：

$$C'C = D^{-2}。 \quad (7)$$

方程式(7)提供用於選擇縮放因數以使得所得之整數轉換保持正交之機制。

舉例而言，在4×4 DCT-II實施之狀況下，此DCT-II通常僅應用表示三乘常數pi除以八之餘弦及三乘常數pi除以八之正弦之因數的近似。假定此等兩個因數將由為矩陣C'之係數的整數C及S替換且使用以上正交性條件，以上方程式(1)表示標準化因數，以使得設計4×4 DCT-II之正交近似的任務可限於找到成對之整數(C、S)，以使得滿足以下方程式(8)及(9)：

$$\frac{C}{\sqrt{C^2 + S^2}} \approx \cos\left(\frac{3\pi}{8}\right)， \text{ 及} \quad (8)$$

$$\frac{S}{\sqrt{C^2 + S^2}} \approx \sin\left(\frac{3\pi}{8}\right)。 \quad (9)$$

在此等假定下，導致展示為4×4 DCT-II實施70A之整數經縮放轉換。

以下表1說明與H.264視訊編碼標準中所採用之4×4 DCT-II實施相比較的經選擇用於整數C及S之各種值及所得之近似誤差。

表 1

參數			近似誤差		複雜性 (x*C, y*S)	註解
C	S	$\sqrt{C^2 + S^2}$	$\cos(\frac{3\pi}{8}) - \frac{C}{\sqrt{C^2 + S^2}}$	$\sin(\frac{3\pi}{8}) - \frac{S}{\sqrt{C^2 + S^2}}$		
1	2	$\sqrt{5}$	-0.0645302	0.0294523	1移位	H.264中採用
2	5	$\sqrt{29}$	0.0112928	-0.00459716	1加法+ 2移位	動態範圍中+ 2位元
3	7	$\sqrt{58}$	-0.0112359	0.0047345	2加法+ 1移位	動態範圍中+ 3位元
5	12	13	-0.00193195	0.000802609	2加法+ 2移位	動態範圍中+ 4位元
17	41	$\sqrt{1970}$	-0.00033159	0.000137419	3加法+ 2移位	動態範圍中+ 5位元

值得注意地，當將變數C及S分別設定至2及5時，所得之實施70A之複雜性增加，但在三乘常數pi除以八之餘弦及三乘常數pi除以八之正弦的近似中存在少得多的誤差，該情況推進編碼增益。與基礎H.264實施相比，複雜性僅涉及額外加法及移位，但不涉及任何在運算意義上代價大的乘法。因此，透過實施70A併入有分別用於變數C及S之值2及5，在實施複雜性最小增加的情況下潛在地提供最佳編碼增益，本發明中所描述之技術僅以複雜性之微小增加推進增加之編碼增益。

雖然以上關於類型II之DCT加以描述，但圖4A之實例中所示之實施70A亦可表示類型III之DCT或反DCT實施。由實施70A形成反DCT涉及顛倒輸入及輸出以使得輸入由圖4A右側上之實施接收且輸出在實施之左側輸出。在左側輸出之前，輸入接著首先由偶數部分及奇數部分74且接著由蝶形單元72處理。為達成易於說明之目的，鑒於此IDCT

實施可經描述為實施70A之鏡像，未在單獨的圖中展示與實施70A相反的此IDCT實施。

圖4B為說明根據本發明之技術所建構之經縮放接近正交 4×4 DCT-II實施70B的圖。 4×4 DCT-II實施70B包括類似於圖4A之蝶形單元72之蝶形單元76，及偶數部分78A及奇數部分78B(「部分78」)。偶數部分78A類似於偶數部分74A。奇數部分78B亦類似於奇數部分74B，不同在於正交性條件已放鬆，從而導致在內部因數 C 、 S 與經縮放因數 ξ 之間的不同關係，亦即，以上關於方程式(2)所表示之關係。

為了根據由方程式(2)所表示之關係導出圖4B之實例實施70B，首先考慮雖然正交性通常在理論上確保 4×4 DCT-II之直接反實施，但實際上大部分縮放因數(在整數轉換之後)變為無理數，其難以使用整數乘法器精確地實施。此外，量化通常在 4×4 DCT轉換之應用之後且此量化添加雜訊，其可防止反正交DCT-II實施之直接應用。此外，考慮整數算術實施，此等接近正交轉換與嚴格正交整數轉換相比可改良編碼效率同時亦減小實施複雜性。因此，放鬆在直接實施與反實施之間的此正交性失配之程度實際上可改良編碼增益。

為了特性化失配之程度，根據以下方程式(10)定義自單位矩陣之距離之範數：

$$\|C^T C - I\|。 \quad (10)$$

使用與以上關於方程式(4)之記法相同的記法，方程式(10)

[5]

簡單地指示自單位矩陣之距離之范數可定義為矩陣之轉置乘矩陣減去單位矩陣。假定 $C^T C$ 保持對角的，則可根據以下方程式(11)計算平均絕對距離：

$$\delta_N = \frac{1}{N} \text{tr}(|C^T C - I|), \quad (11)$$

其中平均絕對距離由變數 δ_N 表示且 N 等於矩陣之大小。

藉由放鬆正交性性質，編碼增益可改良，但關於平均絕對差之對編碼增益之分析過於取決於正經歷壓縮之影像的特定模型或統計資料。因此，可經由分析與找到在匹配 DCT-II 之基本函數方面潛在最佳的整數轉換有關的不同量度來確定放鬆正交性性質之程度。關於此形式之評估之更多資訊可在由 Y.A. Reznik、A.T.Hinds 及 J.L.Mitchell 創作之題為「Improved Precision of Fixed-Point Algorithms by Means of Common Factors」(會刊 ICIP 2008, San Diego, CA)的文章中找到，該文章之全部內容就如同在本文中完全陳述一樣以引用之方式併入本文中。

根據此併入之參考文獻，用於產生最佳匹配設計之一種技術被稱為「基於公因數之近似」。使用此技術，可如下導出以下方程式(12)：

$$\xi = \frac{C+S}{\cos\left(\frac{3\pi}{8}\right) + \sin\left(\frac{3\pi}{8}\right)}, \quad (12)$$

使得可如下導出以下方程式(13)及(14)：

$$C/\xi \approx \cos\left(\frac{3\pi}{8}\right), \text{ 及} \quad (13)$$

$$S/\xi \approx \sin\left(\frac{3\pi}{8}\right). \quad (14)$$

方程式(12)確保對於經縮放因數 ξ ， C 及 S 之相應近似之誤

差具有相同量值但相反正負號。在此等假定下，導致展示為 4×4 DCT-II 實施 70B 之整數縮放轉換。

以下表 2 說明經選擇用於整數 C 及 S 之各種值及所得之近似誤差。

表 2

參數			近似誤差			歸因於因數
C	S	$\xi = \frac{C+S}{\cos(\frac{3\pi}{8}) + \sin(\frac{3\pi}{8})}$	$\cos(\frac{3\pi}{8}) - C/\xi$	$\sin(\frac{3\pi}{8}) - S/\xi$	$\frac{C^2+S^2}{\xi^2} - 1$	C、S之位 元深度擴充
1	2	2.296100594	-0.0528375558	0.0528375558	-0.0516073433	1位元
2	5	5.357568053	0.0093797282	-0.0093797282	0.010328504	2位元
5	12	13.01123670	-0.0015997926	0.0015997926	-0.0017264839	4位元

更詳細地考慮表 2，當分別將變數 C 及 S 設定至 2 及 5 時，近似誤差減小。以上在標題「近似誤差」下所示之第三誤差量度 $(C^2+S^2/\xi^2 - 1)$ 基本上為以上關於方程式(11)所論述之正交性失配量度 δ_N 之子集，其中此失配量度描述沿 $C^T C - I$ 之對角線出現在奇數位置之值。值得注意地，對 DCT-II 基本函數之更精確整數近似亦大體上更接近於正交的。雖然此種整數近似大體上更接近於正交的，但 C 及 S 分別設定至值 1 及 2 的 DCT-II 實施 70B 在所列出之彼等實施中可能提供在編碼增益方面之最多回報，如下文關於圖 7B 所示。

雖然以上關於類型 II 之 DCT 加以描述，但圖 4B 之實例中所示之實施 70B 亦可表示類型 III 之 DCT 或反 DCT 實施。由實施 70B 形成反 DCT 涉及顛倒輸入及輸出，以使得輸入由圖 4B 右側上之實施接收且輸出在實施之左側輸出。在左側輸出之前，輸入接著首先由偶數部分及奇數部分 78 且接著

[5]

由蝶形單元 76 處理。為達成易於說明之目的，考慮到此 IDCT 實施可被描述為實施 70B 之鏡像，未在單獨圖中展示與實施 70B 相反的此 IDCT 實施。

圖 4C 為說明由替代因式分解引起之根據本發明之技術建構之另一例示性經縮放接近正交 4×4 DCT-II 實施 70C 的圖。 4×4 DCT-II 實施 70C 包括類似於圖 4A 之蝶形單元 72 及圖 4B 之蝶形單元 76 的蝶形單元 80，及偶數部分 82A 及奇數部分 82B(「部分 82」)。偶數部分 82A 類似於偶數部分 78A。奇數部分 82B 與奇數部分 78B 類似，因為正交性條件已放鬆，但作為替代因式分解之結果，導致在內部因數 A 、 B 與經縮放因數 ξ 之間的不同關係，亦即，以上關於方程式(3)所表示之關係。關於替代因式分解之更多資訊可在 2009 年 4 月在 MPEG 第 88 次會議(Maui, HI)上提交之 MPEG 輸入文件 M16438 的由 Y.A. Reznik 及 R.C.Chivukula 創作之題為「On Design of Transforms for High-Resolution / High-Performance Video Coding」的文章中找到，該文章之全部內容就如同在本文中完全陳述一樣以引用之方式併入本文中。

值得注意地，將不同縮放因數應用於奇數係數 X_1 及 X_3 ，且在 4×4 DCT-II 實施 70C 中僅存在一個要近似的無理因數。為了保持正交，內部因數 B 通常必須設定至一除以二之平方根且 A 必須設定至一。因此，自此等值改變內部因數 A 、 B 的值會導致非正交實施。為了評估此等內部因數之各種值，使用被稱為公因數近似技術之以上技術，其在上

文關於圖4B提到。使用此技術，確定以下方程式(15)以使得可為內部因數 A 、 B 選擇兩個整數值以導出參數 ξ ：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}}, \quad (15)$$

以使得滿足以下方程式(16)及(17)：

$$A/\xi \approx 1, \text{ 及} \quad (16)$$

$$B/\xi \approx 1/\sqrt{2}. \quad (17)$$

以上方程式(15)確保相應近似之誤差在量值方面變得平衡但正負號相反。在此等假定下，導致展示為 4×4 DCT-II實施70C之整數縮放轉換。

以下表3說明為整數 C 及 S 選擇之各種值及所得之近似誤差。

表 3

參數			近似誤差			歸因於因數 A 、 B 之位元深度擴充
A	B	$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}}$	$1 - A/\xi$	$1/\sqrt{2} - B/\xi$	$\ C^T C - I\ _\infty$	
3	2	2.928932188	-0.0242640686	0.0242640686	0.067451660	2位元
7	5	7.029437252	0.0041877111	-0.0041877111	0.011879709	3位元
...	...	...	...	...	...	...
29	41	41.00505064	0.0001231711	-0.0001231711	0.000348411	6位元

更詳細地考慮表3，當將變數 A 及 B 分別設定至7及5時，近似誤差減小。 A 及 B 分別設定至值7及5的 4×4 DCT-II實施70C在所列出之彼等實施中可能提供在編碼增益方面(與複雜性增加(表3中未展示)相比較)之最多回報，如下文關於圖7C所示。

雖然以上關於類型II之DCT加以描述，但圖4C之實例中所示之實施70C亦可表示類型III之DCT或反DCT實施。由

[8]

實施70C形成反DCT涉及顛倒輸入及輸出，以使得輸入由圖4C右側上之實施接收且輸出在實施之左側輸出。在左側輸出之前，輸入接著首先由偶數部分及奇數部分82且接著由蝶形單元80處理。為達成易於說明之目的，考慮到此IDCT實施可被描述為實施70C之鏡像，未在單獨圖中展示與實施70C相反的此IDCT實施。

圖5為說明諸如圖2之視訊編碼器20之編碼器件在應用根據本發明之技術所建構之 4×4 DCT實施時之例示性操作的流程圖。最初，視訊編碼器20接收待編碼之視訊圖框內之當前視訊區塊30(90)。運動估計單元32執行運動估計以比較視訊區塊30與一或多個鄰近視訊圖框中之區塊以產生一或多個運動向量(92)。可自參考圖框儲存器34擷取一或多個鄰近圖框。可針對可變大小之區塊，例如， 16×16 、 16×8 、 8×16 、 8×8 、 4×4 或更小的區塊大小執行運動估計。運動估計單元32(例如)基於速率失真模型識別鄰近圖框中的最緊密匹配當前視訊區塊30之一或多個區塊，且確定在鄰近圖框中之區塊與當前視訊區塊之間的位移。在此基礎上，運動估計單元32產生一或多個運動向量(MV)，其指示在當前視訊區塊30與來自用於編碼當前視訊區塊30之參考圖框之一或多個匹配區塊之間的位移之量值及軌跡。一或多個匹配區塊將用作預測性(或預測)區塊以供框間編碼待編碼區塊。

運動向量可具有二分之一或四分之一像素精確度乃至更精細的精確度，從而允許視訊編碼器20以比整數像素位置

更高的精確度追蹤運動且獲得更好的預測區塊。當使用具有分數像素值之運動向量時，在運動補償單元36中進行內插運算。運動估計單元32使用諸如速率失真模型之某些準則識別視訊區塊之最佳區塊分割及一或多個運動向量。舉例而言，在雙向預測之狀況下可存在一個以上之運動向量。使用所得之區塊分割及運動向量，運動補償單元36形成預測視訊區塊(94)。

視訊編碼器20藉由在求和器48處自原始的當前視訊區塊30減去由運動補償單元36產生之預測視訊區塊來形成殘餘視訊區塊(96)。區塊轉換單元38應用產生殘餘轉換區塊係數之轉換。區塊轉換單元38包括根據本發明中描述之技術產生之 4×4 DCT-II單元52。區塊轉換單元38將經縮放 4×4 DCT-II單元52應用於殘餘區塊以產生殘餘轉換係數之 4×4 區塊。 4×4 DCT-II單元52通常將殘餘區塊自表示為殘餘像素資料之空間域轉換至表示為DCT係數之頻域(98)。轉換係數可包含DCT係數，其包括至少一DC係數及一或多個AC係數。

量化單元40量化(例如，捨入)殘餘轉換區塊係數以進一步減小位元率(100)。如上文所提及，量化單元40藉由併入有在因式分解期間所移除之內部因數來考慮到經縮放 4×4 DCT-II單元52之經縮放性質。亦即，量化單元40併入有以上關於圖4A至圖4C之實施70A-70C所提到之外部因數。由於量化通常涉及乘法，因此將此等因數併入至量化單元40中不會增加量化單元40之實施複雜性。在此方面，自經縮

放 4×4 DCT-II 單元 52 移除因數在不增加量化單元 40 之實施複雜性的情況下減小 DCT-II 單元 52 之實施複雜性，從而導致關於視訊編碼器 20 之實施複雜性之淨減小。

熵編碼單元 46 熵編碼經量化的係數以更進一步減小位元率。熵編碼單元 46 執行統計無損耗編碼(在一些情況下被稱為熵編碼)以產生經編碼之位元流(102)。熵編碼單元 46 模型化經量化 DCT 係數之機率分佈且基於模型化機率分佈選擇碼簿(例如，CAVLC 或 CABAC)。透過使用此碼簿，熵編碼單元 46 以壓縮經量化 DCT 係數之方式選擇用於每一經量化 DCT 係數之碼。熵編碼單元 46 輸出熵編碼係數以作為儲存至記憶體或儲存器件及/或發送至視訊解碼器 26 之經編碼位元流(104)。

重建構單元 42 及反轉換單元 44 分別重建構經量化係數及應用反轉換以重建構殘餘區塊。求和單元 50 將重建構的殘餘區塊加至由運動補償單元 36 產生之運動補償的預測區塊以產生重建構的視訊區塊以用於儲存於參考圖框儲存器 34 中。重建構的視訊區塊被運動估計單元 32 及運動補償單元 36 用於編碼隨後視訊圖框中之區塊。

圖 6 為說明諸如圖 3 之視訊解碼器 26 之編碼器件在應用根據本發明之技術建構之 4×4 DCT-III 實施時之實例操作的流程圖。視訊解碼器 26 接收已由視訊編碼器 20 編碼之經編碼視訊位元流。詳言之，熵解碼單元 54 接收經編碼之視訊位元流且自位元流解碼量化的殘餘係數及量化的參數，以及其他資訊，諸如，巨集區塊編碼模式及運動資訊，其可包

括運動向量及區塊分割(106、108)。運動補償單元56接收運動向量及區塊分割及來自參考圖框儲存器62之一或多個重建構的參考圖框以產生預測視訊區塊(110)。

重建構單元58反量化(亦即，解量化)量化的區塊係數(112)。反轉換單元60將反轉換(例如，反DCT)應用於係數以產生殘餘區塊。更特定言之，反轉換單元60包括一經縮放 4×4 DCT-III單元68，反轉換單元60將其應用於係數以產生殘餘區塊(114)。為圖2中所示之經縮放 4×4 DCT-II單元52之反操作的經縮放 4×4 DCT-III單元68可將係數自頻域轉換至空間域以產生殘餘區塊。類似於以上之量化單元40，重建構單元58藉由在實施複雜性極小增加(若存在)的情況下將在因式分解期間所移除之外部因數併入至重建構程序中來考慮到 4×4 DCT-III單元68之經縮放性質。自經縮放 4×4 DCT-III單元68移除因數可減小實施複雜性，藉此導致視訊解碼器26之複雜性之淨減小。

接著藉由求和器66將預測視訊區塊與殘餘區塊求和以形成經解碼之區塊(116)。可應用解區塊濾波器(未圖示)以對經解碼之區塊濾波以移除區塊假影。經濾波之區塊接著被置於參考圖框儲存器62中，該參考圖框儲存器62提供用於解碼隨後視訊圖框之參考圖框且亦產生經解碼之視訊以驅動諸如圖1之顯示器件28之顯示器件(118)。

圖7A至圖7C為說明根據本發明之技術所建構之三種不同 4×4 DCT-II實施(諸如圖4A至圖4C之實施70A-70C)中之每一者的相對於位元率之峰值信雜比之曲線120A-120C的

圖。圖 7A 為說明根據本發明之技術所建構之正交經縮放 4×4 DCT-II 實施(諸如圖 4A 之實施 70A)的相對於位元率之峰值信雜比(PSNR)之曲線 120A 的圖。根據曲線 120A 之圖解，實線表示由 H.264 視訊編碼標準併入有之標準 4×4 DCT-II 實施。點線表示能夠執行無理乘法及加法之理論最佳 DCT 實施。長劃線表示內部因數 C 及 S 分別設定至 2 及 5 之正交 4×4 DCT-II 實施 70A。短劃線表示內部因數 C 及 S 分別設定至 3 及 7 之正交 4×4 DCT-II 實施 70A。點劃線表示內部因數 C 及 S 分別設定至 5 及 12 之正交 4×4 DCT-II 實施 70A。值得注意地，內部因數 C 及 S 設定至 2 及 5 之正交 4×4 DCT-II 實施 70A 比 H.264 實施更準確地近似理論最佳 DCT-II 實施。此外，內部因數 C 及 S 設定至 3 及 7 或 5 及 12 之正交 4×4 DCT-II 實施 70A 與內部因數 C 及 S 設定至 2 及 5 之正交 4×4 DCT-II 實施 70A 相比不提供 PSNR 方面的顯著增益，儘管此等實施涉及更複雜的實施。

圖 7B 為說明根據本發明之技術建構之正交經縮放 4×4 DCT-II 實施(諸如圖 4B 之實施 70B)的相對於位元率之峰值信雜比(PSNR)之曲線 120B 的圖。根據曲線 120B 之圖解，實線表示由 H.264 視訊編碼標準併入有之標準正交 4×4 DCT-II 實施。點線表示能夠執行無理乘法及加法之理論最佳 DCT 實施。短劃線表示內部因數 C 及 S 分別設定至 1 及 2 之接近正交 4×4 DCT-II 實施 70B。長劃線表示內部因數 C 及 S 分別設定至 2 及 5 之接近正交 4×4 DCT-II 實施 70B。點劃線表示內部因數 C 及 S 分別設定至 5 及 12 之接近正交 4×4 DCT-

II實施70B。值得注意的是，內部因數 C 及 S 設定至2及5之接近正交 4×4 DCT-II實施70B在PSNR方面並不比H.264實施好很多。然而，內部因數 C 及 S 設定至1及2之接近正交 4×4 DCT-II實施70B提供甚至比理論DCT實施還要好的PSNR，而內部因數 C 及 S 設定至5及12之接近正交 4×4 DCT-II實施70B最準確地表示理論DCT實施。

圖7C為說明自替代因式分解所導出且根據本發明之技術所建構之接近正交經縮放 4×4 DCT-II實施(諸如圖4C之實施70C)的相對於位元率之峰值信雜比(PSNR)之曲線120C的圖。根據曲線120C之圖解，實線表示由H.264視訊編碼標準併入有之標準正交 4×4 DCT-II實施。點線表示能夠執行無理乘法及加法之理論最佳DCT實施。長劃線表示內部因數 B 及 A 分別設定至2及3之接近正交 4×4 DCT-II實施70C。短劃線表示內部因數 B 及 A 分別設定至5及7之接近正交 4×4 DCT-II實施70C。點劃線表示內部因數 B 及 A 分別設定至29及41之接近正交 4×4 DCT-II實施70C。值得注意的是，內部因數 B 及 A 設定至2及3之接近正交 4×4 DCT-II實施70C在PSNR方面比H.264實施更差。然而，內部因數 B 及 A 設定至5及7之接近正交 4×4 DCT-II實施70C提供比H.264實施好的PSNR，且準確地表示理論DCT實施而不需要內部因數 C 及 S 設定至29及41之接近正交 4×4 DCT-II實施70C的複雜性。

本發明之技術可在廣泛多種器件或裝置中實施，其包括諸如行動電話之無線通信器件手機、積體電路(IC)或一組

IC(亦即，晶片組)。已描述任何組件、模組或單元以強調功能態樣且不必定需要藉由不同硬體單元實現。本文中所描述之技術亦可在硬體、軟體、韌體或其任何組合中實施。描述為模組、單元或組件之任何特徵可在積體邏輯器件中共同實施，或作為離散但可交互操作之邏輯器件分別實施。在一些狀況下，各種特徵可實施為積體電路器件，諸如，積體電路晶片或晶片組。

若在軟體中實施，則技術可至少部分地藉由包含指令之電腦可讀媒體實現，該等指令在處理器中執行時執行以上所述之方法中之一或多者。電腦可讀媒體可包含為實體結構之電腦可讀儲存媒體且可形成電腦程式產品之一部分，電腦程式產品可包括包裝材料。電腦可讀儲存媒體可包含諸如同步動態隨機存取記憶體(SDRAM)之隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、非揮發性隨機存取記憶體(NVRAM)、電可抹除可程式化唯讀記憶體(EEPROM)、快閃記憶體、磁性或光學資料儲存媒體及其類似物。在此意義上，電腦可讀儲存媒體可在一些方面被認為非暫時性電腦可讀儲存媒體。

程式碼或指令可由一或多個處理器，諸如，一或多個數位信號處理器(DSP)、通用微處理器、特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式化邏輯陣列(FPGA)或其他等效積體或離散邏輯電路來執行。因此，術語「處理器」如本文中所使用可指代以上結構或適合於實施本文中所描述技術之任何其他結構中之任一者。另外，在一些態樣中，本文中所描

述之功能性可提供於經組態以用於編碼及解碼之專用軟體模組或硬體模組內，或併入於組合的視訊編碼解碼器中。又，可在一或多個電路或邏輯元件中充分地實施該等技術。

本發明亦預期多種積體電路器件中之任一者，其包括實施本發明中所描述技術中之一或多者的電路。此電路可經提供於單一積體電路晶片中或提供於所謂的晶片組中之多個可交互操作之積體電路晶片中。此等積體電路器件可用於多種應用中，其之一些可包括在諸如行動電話手機之無線通信器件中之使用。

已描述技術之各種態樣。此等及其他態樣在以下申請專利範圍之範疇內。

【圖式簡單說明】

圖1為說明視訊編碼及解碼系統之方塊圖。

圖2為更詳細說明圖1之視訊編碼器之方塊圖。

圖3為更詳細說明圖1之視訊解碼器之方塊圖。

圖4A至圖4C為各自說明根據本發明之技術所建構之經縮放 4×4 DCT-II之實施的圖。

圖5為說明編碼器件在應用根據本發明之技術所建構之 4×4 DCT實施時之例示性操作的流程圖。

圖6為說明編碼器件在應用根據本發明之技術所建構之 4×4 DCT-III實施時之實例操作的流程圖。

圖7A至圖7C為說明根據本發明之技術所建構之三種不同 4×4 DCT-II實施中之每一者的相對於位元率之峰值信雜

[S]

比之曲線的圖。

【主要元件符號說明】

10	視訊編碼及解碼系統
12	源硬體器件
14	接收硬體器件
16	通信通道
18	視訊源
20	視訊編碼器
22	傳輸器
24	接收器
26	視訊解碼器
28	視訊顯示器件
30	當前視訊區塊
32	運動估計單元
34	參考圖框儲存器
36	運動補償單元
38	區塊轉換單元
40	量化單元
42	反量化單元/重建構單元
44	反轉換單元
46	熵編碼單元
48	求和器
50	求和器
52	4×4 DCT-II單元

54	熵解碼單元
56	運動補償單元
58	重建構單元
60	反轉換單元
62	參考圖框儲存器
64	記憶體
66	求和器
68	4×4 DCT-III單元
70A	經縮放正交4×4 DCT-II實施
70B	經縮放接近正交4×4 DCT-II實施
70C	經縮放接近正交4×4 DCT-II實施
72	蝶形單元
74A	偶數部分
74B	奇數部分
76	蝶形單元
78A	偶數部分
78B	奇數部分
80	蝶形單元
82A	偶數部分
82B	奇數部分
120A-120C	曲線

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：99118495

※申請日：99 6 7

※IPC 分類：G06F 17/14 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於媒體編碼之4X4轉換

4X4 TRANSFORM FOR MEDIA CODING

二、中文發明摘要：

本發明大體而言係描述提供用於媒體編碼之 4×4 轉換之技術。描述遵守此等技術之許多不同的 4×4 轉換。作為一實例，一裝置包括一 4×4 離散餘弦轉換(DCT)硬體單元。該DCT硬體單元實施具有一奇數部分之一正交 4×4 DCT，該奇數部分應用與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得該經縮放因數等於該第一內部因數(C)之一平方加該第二內部因數(S)之一平方之一總和之一平方根。該 4×4 DCT硬體單元將該 4×4 DCT實施應用於媒體資料以將該媒體資料自一空間域轉換至一頻域。作為另一實例，一裝置實施一非正交 4×4 DCT以改良編碼增益。

三、英文發明摘要：

In general, techniques are described that provide for 4x4 transforms for media coding. A number of different 4x4 transforms are described that adhere to these techniques. As one example, an apparatus includes a 4x4 discrete cosine transform (DCT) hardware unit. The DCT hardware unit implements an orthogonal 4x4 DCT having an odd portion that applies first and second internal factors (C, S) that are related to a scaled factor (ξ) such that the scaled factor equals a square root of a sum of a square of the first internal factor (C) plus a square of the second internal factor (S). The 4x4 DCT hardware unit applies the 4x4 DCT implementation to media data to transform the media data from a spatial domain to a frequency domain. As another example, an apparatus implements a non-orthogonal 4x4 DCT to improve coding gain.

七、申請專利範圍：

1. 一種裝置，其包含：

一 4×4 反離散餘弦轉換 (IDCT) 硬體單元，其實施具有一奇數部分之一正交 4×4 DCT 之一 IDCT，該奇數部分應用與一經縮放因數 (ξ) 有關的第一內部因數及第二內部因數 (C 、 S) 以使得該經縮放因數等於該第一內部因數 (C) 之一平方加該第二內部因數 (S) 之一平方之一總和之一平方根，

其中該 4×4 IDCT 硬體單元將該 4×4 IDCT 實施應用於代表媒體資料之 DCT 係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域。

2. 如請求項 1 之裝置，

其中該內部因數 C 等於一，且

其中該內部因數 S 等於二。

3. 如請求項 1 之裝置，

其中該內部因數 C 等於二，且

其中該內部因數 S 等於五。

4. 如請求項 1 之裝置，

其中該內部因數 C 等於三，且

其中該內部因數 S 等於七。

5. 如請求項 1 之裝置，

其中該內部因數 C 等於五，且

其中該內部因數 S 等於十二。

6. 如請求項 1 之裝置，

其中該內部因數C等於十七，且

其中該內部因數S等於四十一。

7. 如請求項1之裝置，進一步包含一重建構單元，該重建構單元使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數。
8. 如請求項1之裝置，其中該 4×4 IDCT硬體單元包含一處理器，該處理器執行軟體以實施該正交 4×4 DCT之該IDCT。
9. 一種方法，其包含：

藉由一 4×4 IDCT硬體單元將一正交 4×4 DCT之一 4×4 反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域，

其中該正交 4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得該經縮放因數等於該第一內部因數(C)之一平方加該第二內部因數(S)之一平方之一總和之一平方根。

10. 如請求項9之方法，

其中該內部因數C等於一，且

其中該內部因數S等於二。

11. 如請求項9之方法，

其中該內部因數C等於二，且

其中該內部因數S等於五。

12. 如請求項9之方法，

其中該內部因數C等於三，且

其中該內部因數 S 等於七。

13. 如請求項9之方法，

其中該內部因數 C 等於五，且

其中該內部因數 S 等於十二。

14. 如請求項9之方法，

其中該內部因數 C 等於十七，且

其中該內部因數 S 等於四十一。

15. 如請求項9之方法，進一步包含使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數。

16. 一種裝置，其包含：

用於將一正交 4×4 DCT之一 4×4 反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域之構件，

其中該正交 4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C 、 S)以使得該經縮放因數等於該第一內部因數(C)之一平方加該第二內部因數(S)之一平方之一總和的一平方根。

17. 如請求項16之裝置，

其中該內部因數 C 等於一，且

其中該內部因數 S 等於二。

18. 如請求項16之裝置，

其中該內部因數 C 等於二，且

其中該內部因數 S 等於五。

19. 如請求項16之裝置，

其中該內部因數C等於三，且

其中該內部因數S等於七。

20. 如請求項16之裝置，

其中該內部因數C等於五，且

其中該內部因數S等於十二。

21. 如請求項16之裝置，

其中該內部因數C等於十七，且

其中該內部因數S等於四十一。

22. 如請求項16之裝置，進一步包含用於使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數之構件。

23. 一種非暫時性電腦可讀儲存媒體，其儲存指令，該等指令在由一處理器執行時引起該處理器：

藉由一 4×4 IDCT硬體單元將一正交 4×4 DCT之一 4×4 反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域，

其中該正交 4×4 DCT包括一奇數部分，該奇數部分應用與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)以使得該經縮放因數等於該第一內部因數(C)之一平方加該第二內部因數(S)之一平方之一總和之一平方根。

24. 一種裝置，其包含：

一 4×4 反離散餘弦轉換(IDCT)硬體單元，其中該DCT硬體單元實施具有一奇數部分之一非正交 4×4 DCT之一反

DCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi},$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在該非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數，且

其中該4×4 IDCT硬體單元將該4×4 IDCT實施應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域。

25. 如請求項24之裝置，

其中該內部因數C等於一，且

其中該內部因數S等於二。

26. 如請求項24之裝置，

其中該內部因數C等於二，且

其中該內部因數S等於五。

27. 如請求項24之裝置，

其中該內部因數C等於五，且

其中該內部因數S等於十二。

28. 如請求項24之裝置，進一步包含一重建構單元，該重建構單元使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數。

29. 如請求項24之裝置，其中該4×4 IDCT硬體單元包含一處理器，該處理器執行軟體以實施該非正交4×4 DCT之該IDCT。

30. 一種方法，其包含：

[S]

藉由一 4×4 IDCT 硬體單元將一 4×4 反離散餘弦轉換 (IDCT) 應用於代表媒體資料之 DCT 係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域，

其中該 4×4 IDCT 包含具有一奇數部分之一非正交 4×4 DCT 之一 IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數 (ξ) 有關的第一內部因數及第二內部因數 (C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi},$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數 C 及 S 表示在該非正交 4×4 DCT 之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

31. 如請求項 30 之方法，

其中該內部因數 C 等於一，且

其中該內部因數 S 等於二。

32. 如請求項 30 之方法，

其中該內部因數 C 等於二，且

其中該內部因數 S 等於五。

33. 如請求項 30 之方法，

其中該內部因數 C 等於五，且

其中該內部因數 S 等於十二。

34. 如請求項 30 之方法，進一步包含一重建構單元，該重建構單元使用該經縮放因數 (ξ) 以確定該等 DCT 係數。

35. 一種裝置，其包含：

用於藉由一 4×4 IDCT 硬體單元將一 4×4 反離散餘弦轉換 (IDCT) 應用於代表媒體資料之 DCT 係數以將該媒體資

料自一頻域轉換至一空間域之構件，

其中該4×4 IDCT包含具有一奇數部分之一非正交4×4 DCT之一IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi},$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在該非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

36. 如請求項35之裝置，

其中該內部因數C等於一，且

其中該內部因數S等於二。

37. 如請求項35之裝置，

其中該內部因數C等於二，且

其中該內部因數S等於五。

38. 如請求項35之裝置，

其中該內部因數C等於五，且

其中該內部因數S等於十二。

39. 如請求項35之裝置，進一步包含用於使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數之構件。

40. 一種非暫時性電腦可讀儲存媒體，其儲存指令，該等指令在由一處理器執行時引起該處理器：

藉由一4×4 IDCT硬體單元將一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域，

[S]

其中該4×4 IDCT包含具有一奇數部分之一非正交4×4 DCT之一IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(C、S)：

$$\xi = \frac{C+S}{\omega+\psi},$$

其中變數 ω 及 ψ 表示無理內部轉換因數且變數C及S表示在該非正交4×4 DCT之整數實施中代替變數 ω 及 ψ 使用之二元有理內部轉換因數。

41. 一種裝置，其包含：

一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)硬體單元，其中該4×4 IDCT硬體單元實施具有一奇數部分之一非正交4×4 DCT之一IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}},$$

其中該經縮放因數(ξ)等於該第一內部因數(A)加該第二內部因數(B)之一總和除以一加一除以二之平方根，且

其中該4×4 IDCT硬體單元將該4×4 IDCT實施應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域。

42. 如請求項41之裝置，

其中該內部因數A等於三，且

其中該內部因數B等於二。

43. 如請求項41之裝置，

其中該內部因數A等於七，且

其中該內部因數B等於五。

44. 如請求項41之裝置，

其中該內部因數A等於二十九，且

其中該內部因數B等於四十一。

45. 如請求項41之裝置，進一步包含一重建構單元，該重建構單元使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數。

46. 如請求項41之裝置，其中該4×4 IDCT硬體單元包含一處理器，該處理器執行軟體以實施該非正交4×4 DCT之該IDCT。

47. 一種方法，其包含：

藉由一4×4 IDCT硬體單元將一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域，

其中該IDCT包含具有一奇數部分之一非正交4×4 DCT之一IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}} ,$$

其中該經縮放因數(ξ)等於該第一內部因數(A)加該第二內部因數(B)之一總和除以一加一除以二之平方根。

48. 如請求項47之方法，

其中該內部因數A等於三，且

其中該內部因數B等於二。

49. 如請求項47之方法，

其中該內部因數A等於七，且

[S]

其中該內部因數B等於五。

50. 如請求項47之方法，

其中該內部因數A等於二十九，且

其中該內部因數B等於四十一。

51. 如請求項47之方法，進一步包含一重建構單元，該重建構單元使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數。

52. 一種裝置，其包含：

用於藉由一4×4 IDCT硬體單元將一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域之構件，

其中該IDCT包含具有一奇數部分之一非正交4×4 DCT之一IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}},$$

其中該經縮放因數(ξ)等於該第一內部因數(A)加該第二內部因數(B)之一總和除以一加一除以二之平方根。

53. 如請求項52之裝置，

其中該內部因數A等於三，且

其中該內部因數B等於二。

54. 如請求項52之裝置，

其中該內部因數A等於七，且

其中該內部因數B等於五。

55. 如請求項52之裝置，

其中該內部因數A等於二十九，且

其中該內部因數B等於四十一。

56. 如請求項52之裝置，進一步包含用於使用該經縮放因數(ξ)以確定該等DCT係數之構件。

57. 一種非暫時性電腦可讀儲存媒體，其儲存指令，該等指令在由一處理器執行時引起該處理器：

藉由一4×4 IDCT硬體單元將一4×4反離散餘弦轉換(IDCT)應用於代表媒體資料之DCT係數以將該媒體資料自一頻域轉換至一空間域，

其中該IDCT包含具有一奇數部分之一非正交4×4 DCT之一IDCT，該奇數部分應用按以下方程式與一經縮放因數(ξ)有關的第一內部因數及第二內部因數(A、B)：

$$\xi = \frac{A+B}{1+1/\sqrt{2}},$$

其中該經縮放因數(ξ)等於該第一內部因數(A)加該第二內部因數(B)之一總和除以一加一除以二之平方根。

八、圖式：

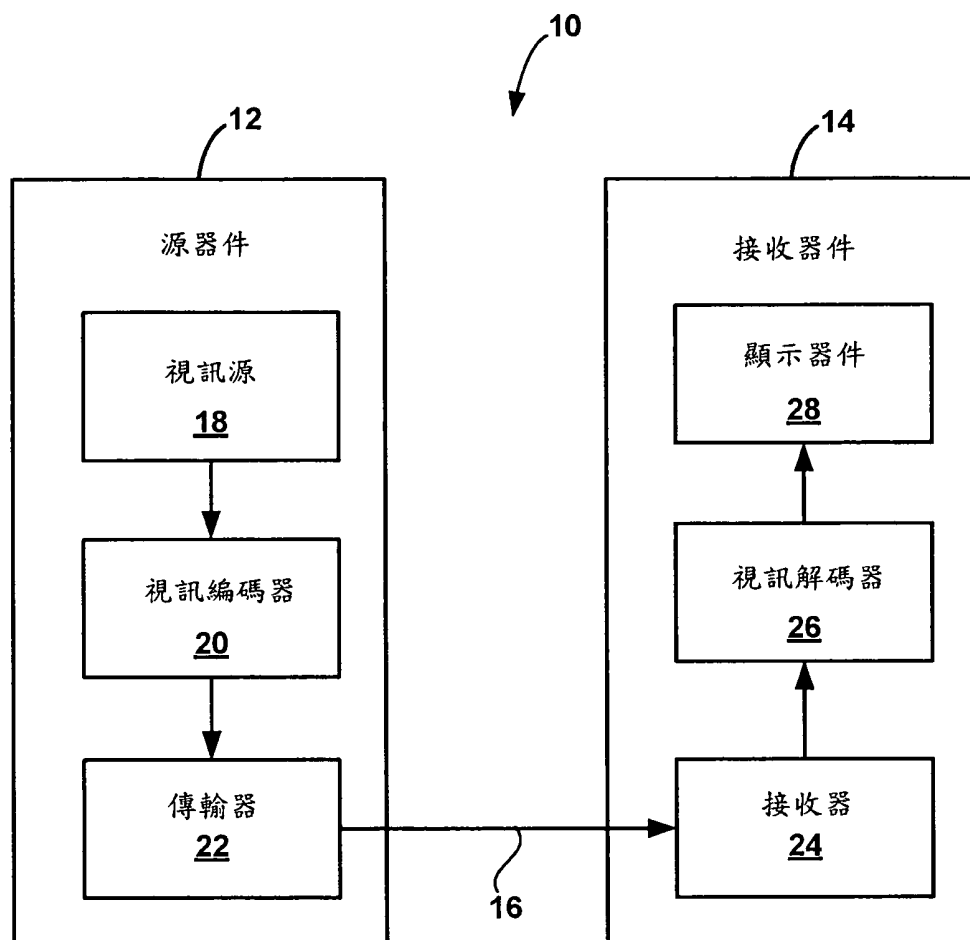


圖 1

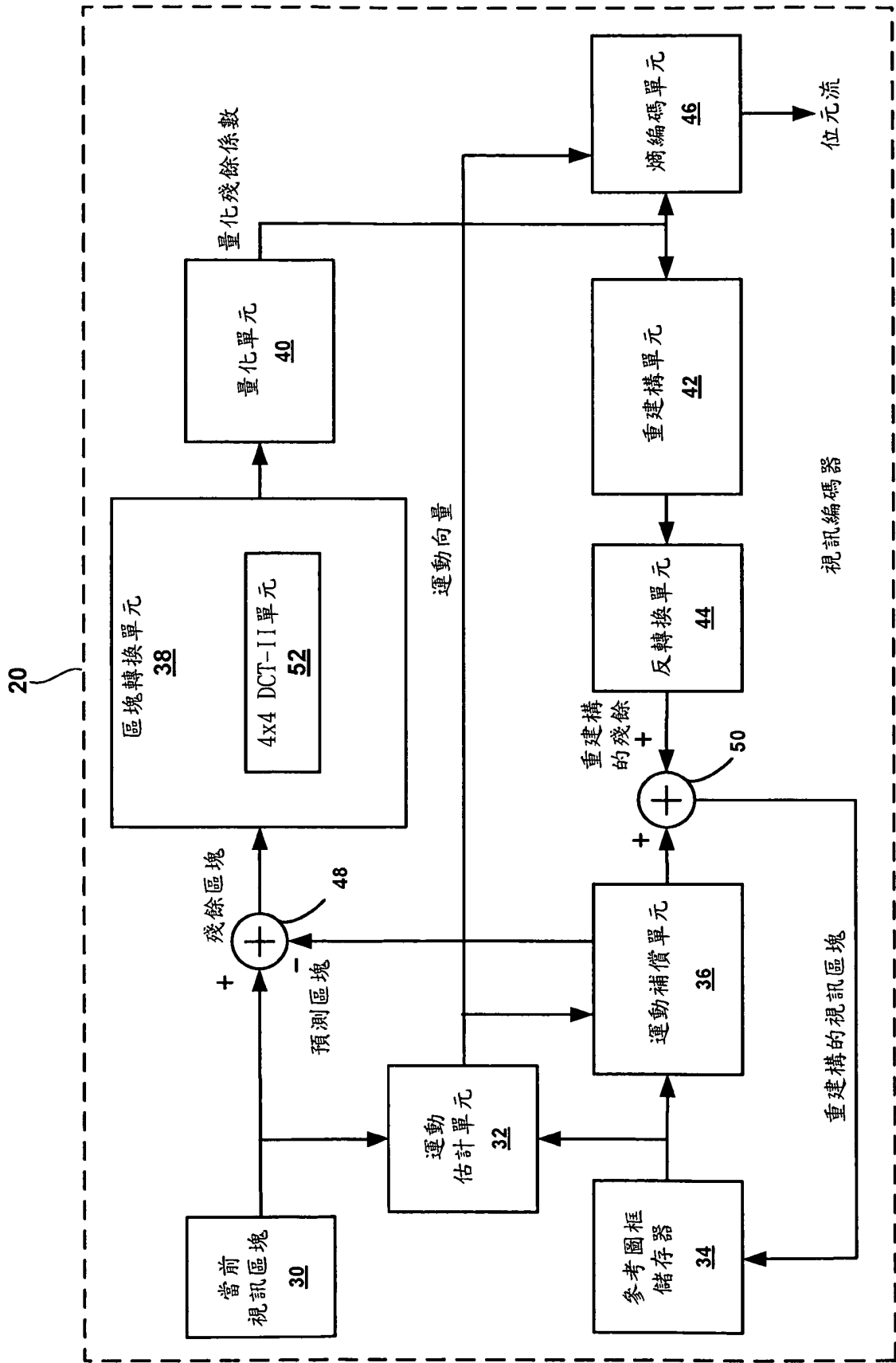


圖2

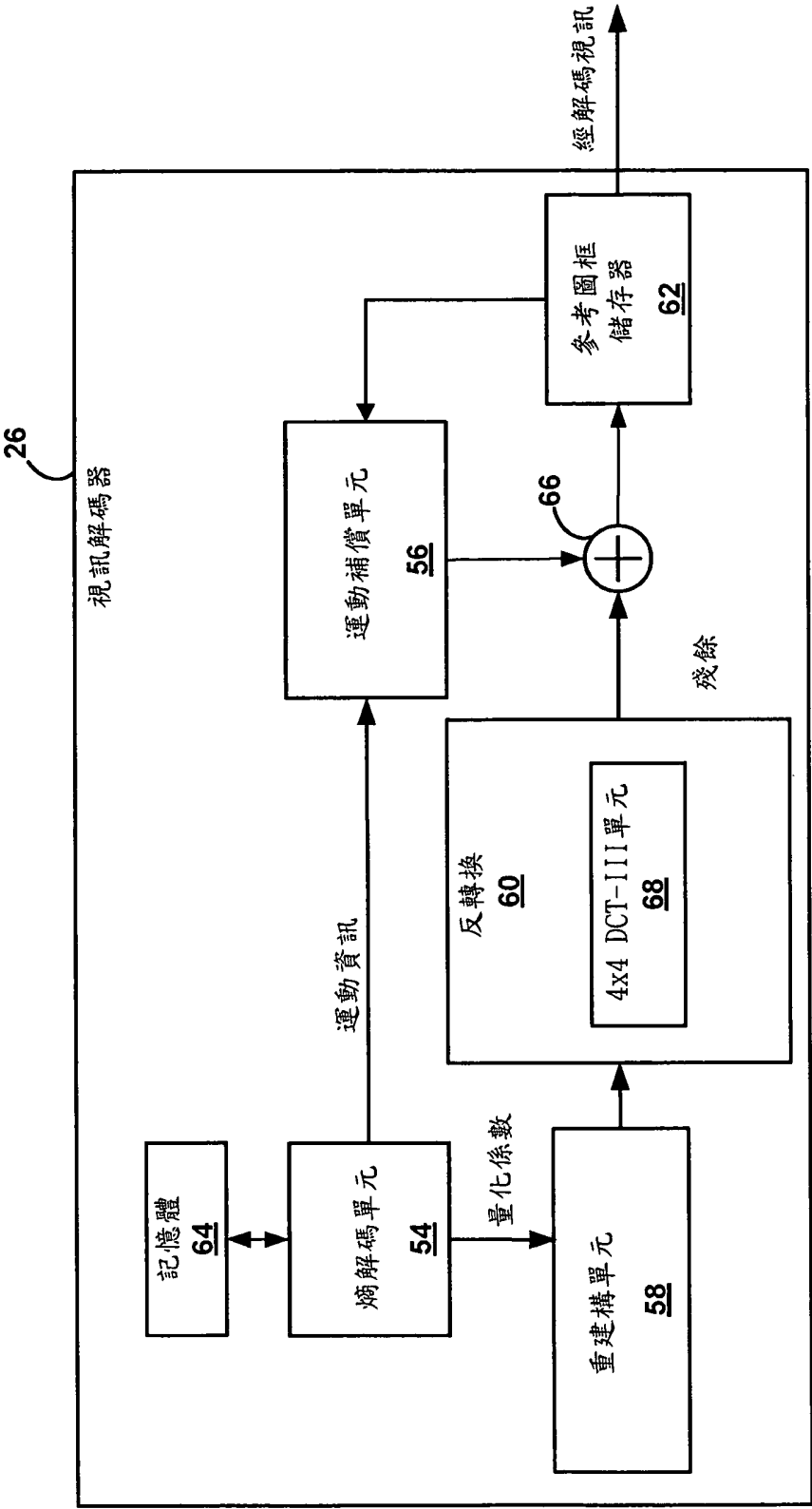


圖3

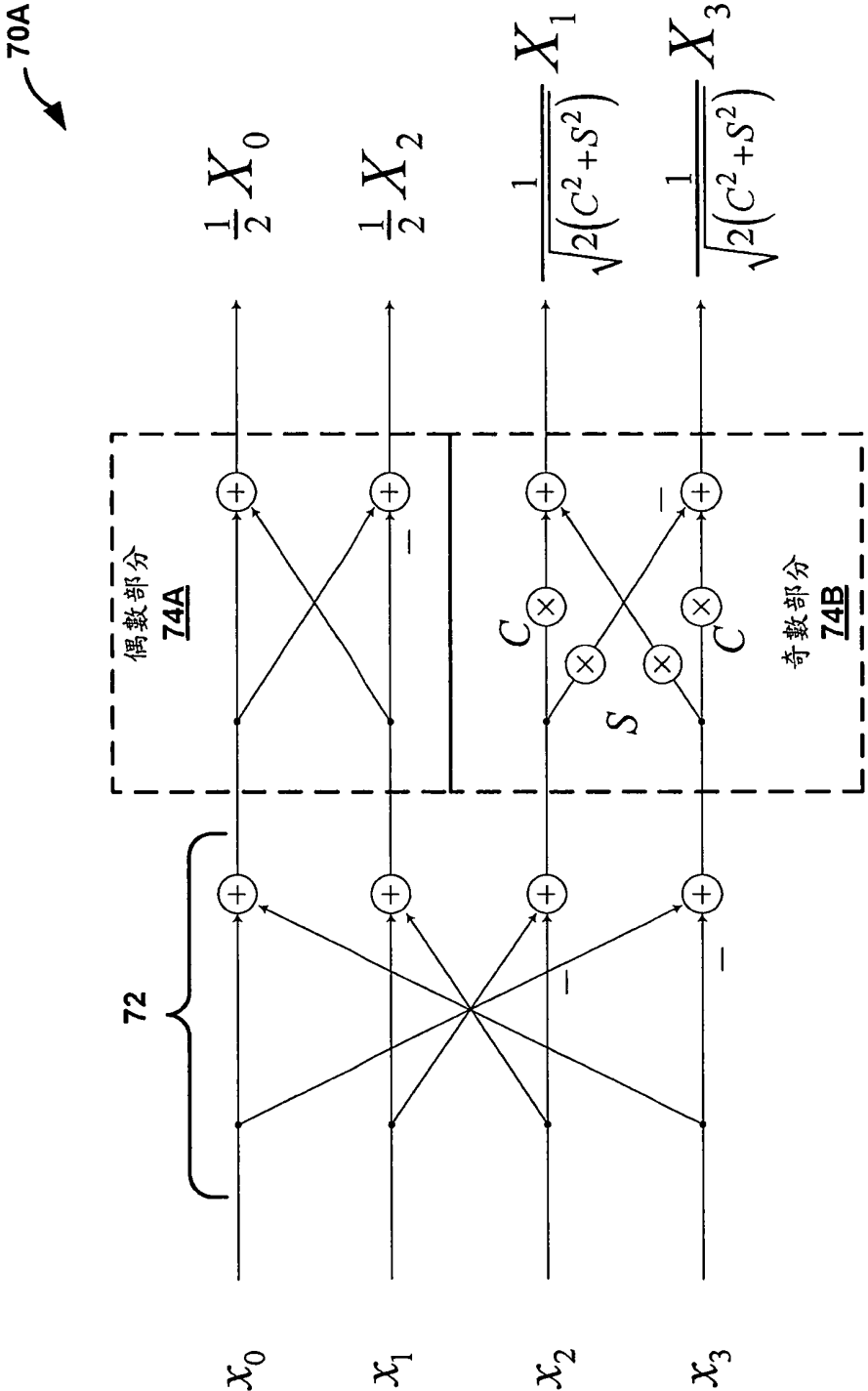


圖 4A

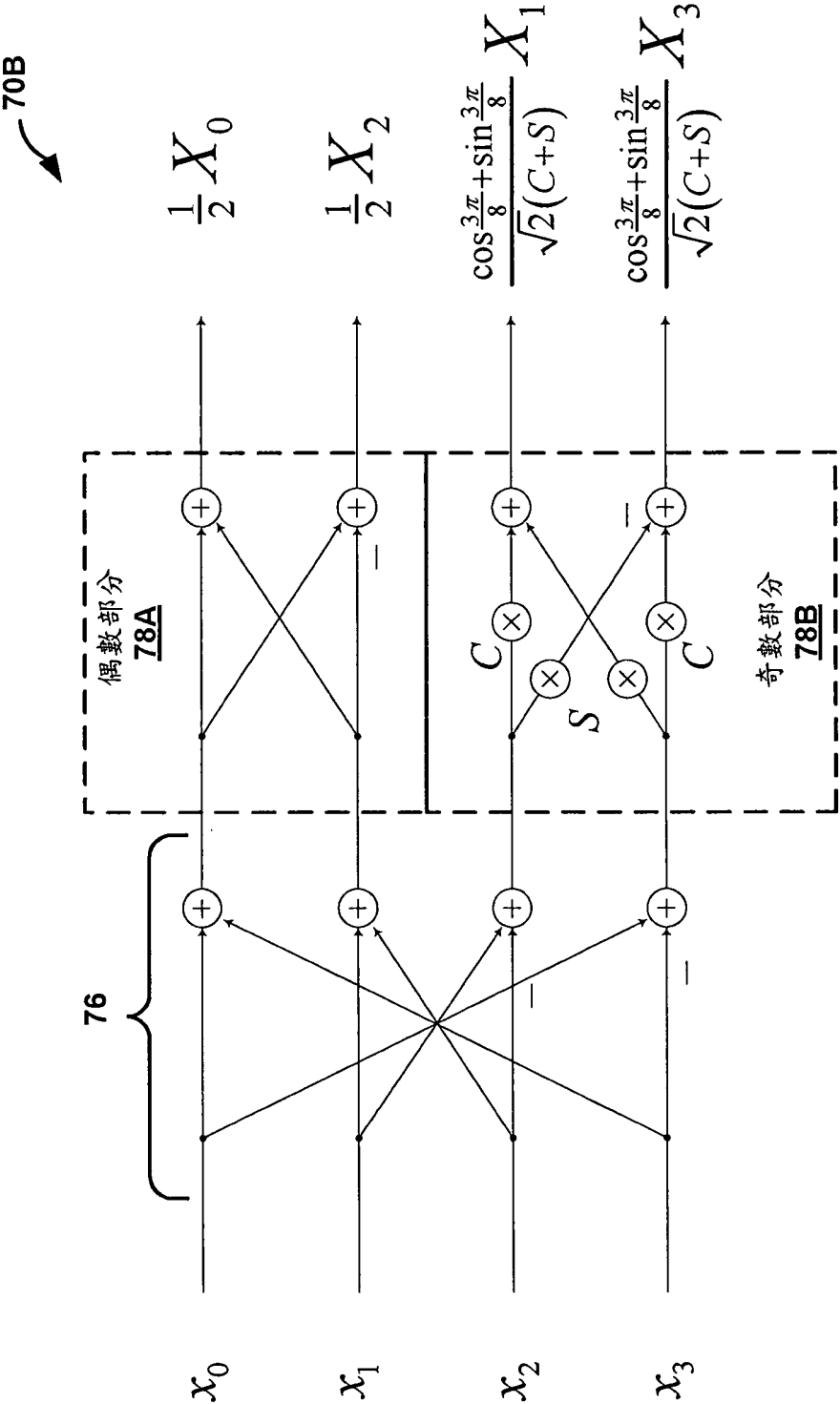


圖 4B

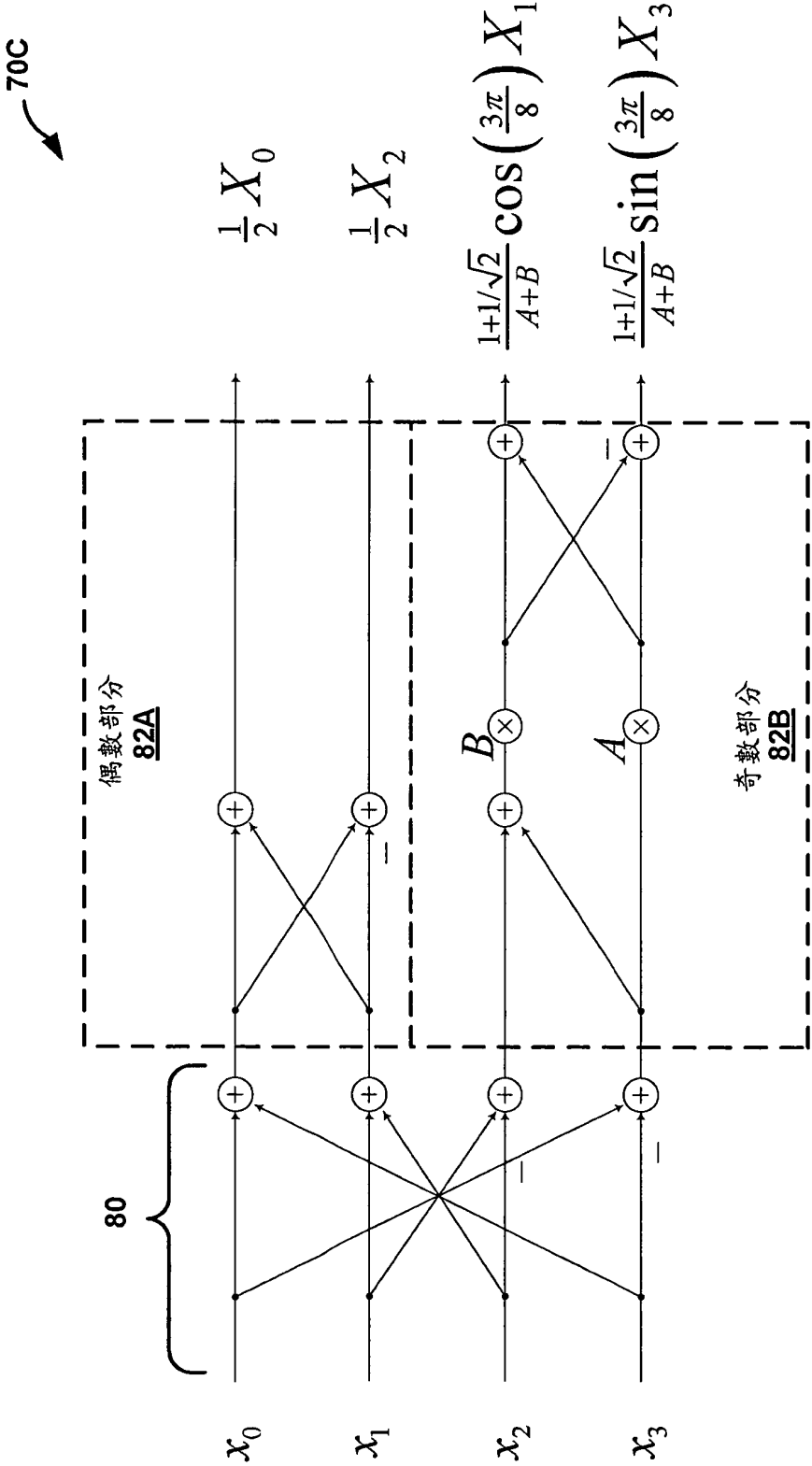


圖4C

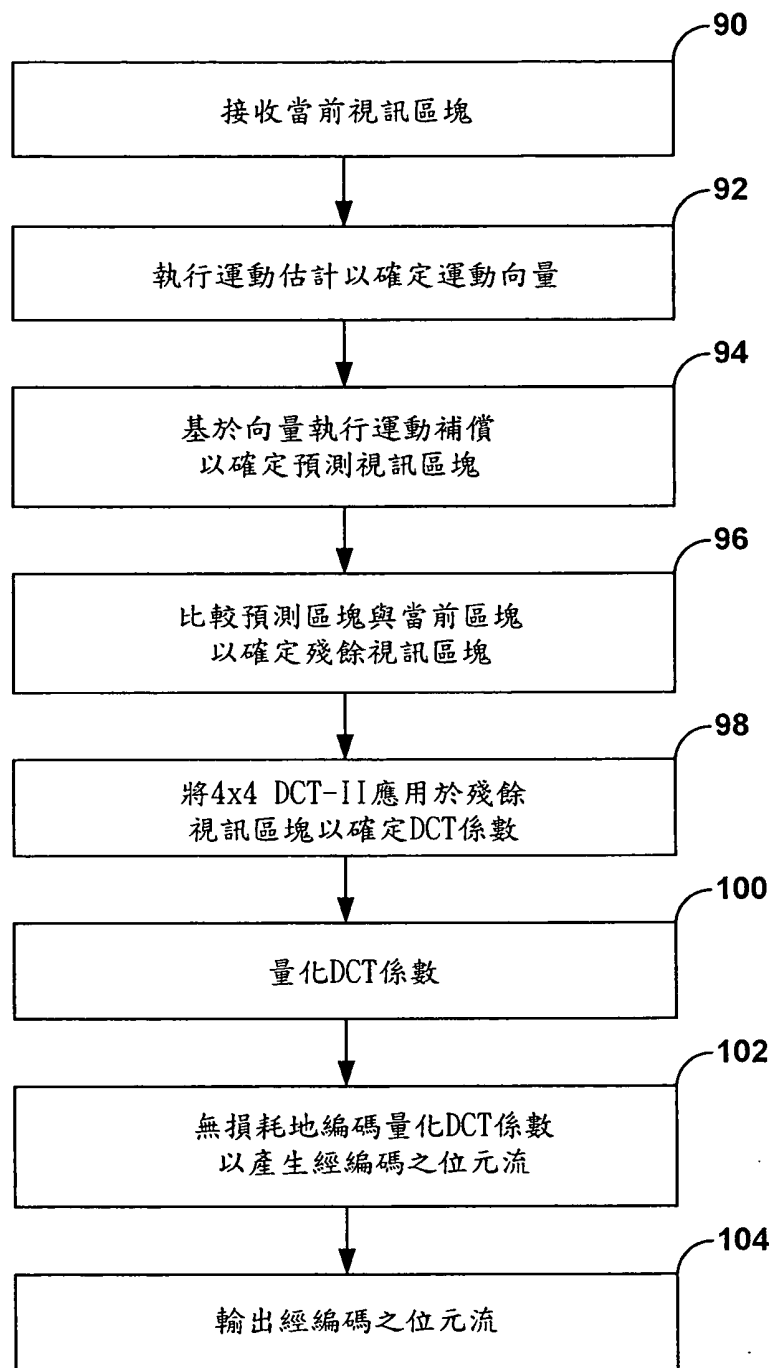


圖5

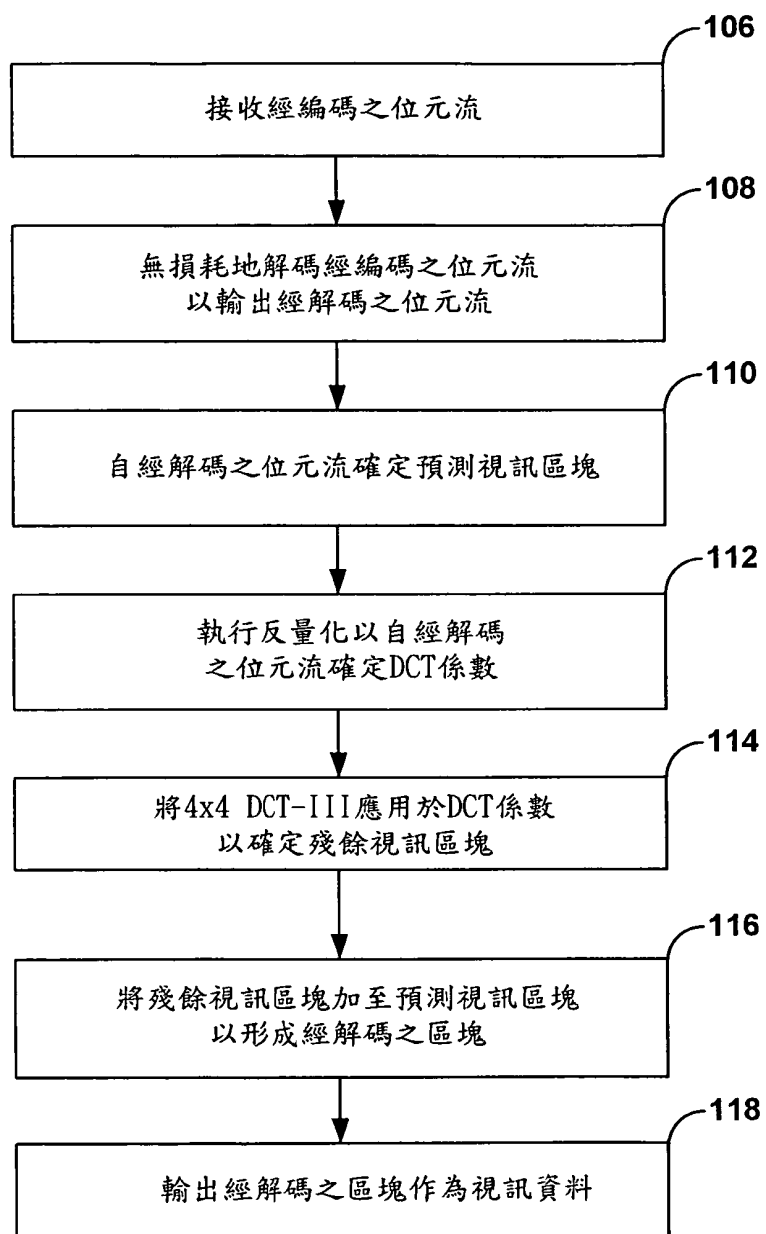


圖6

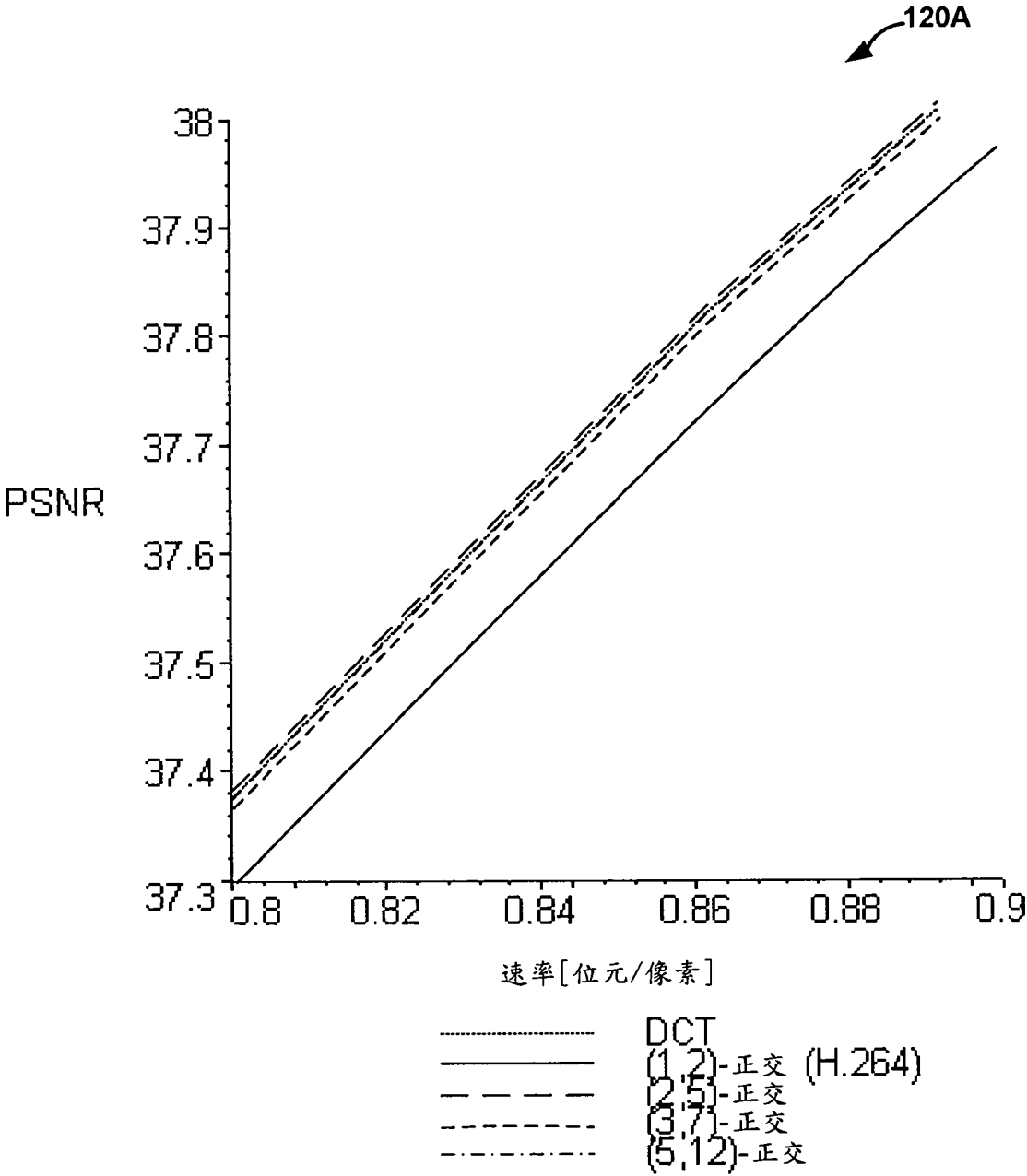


圖7A

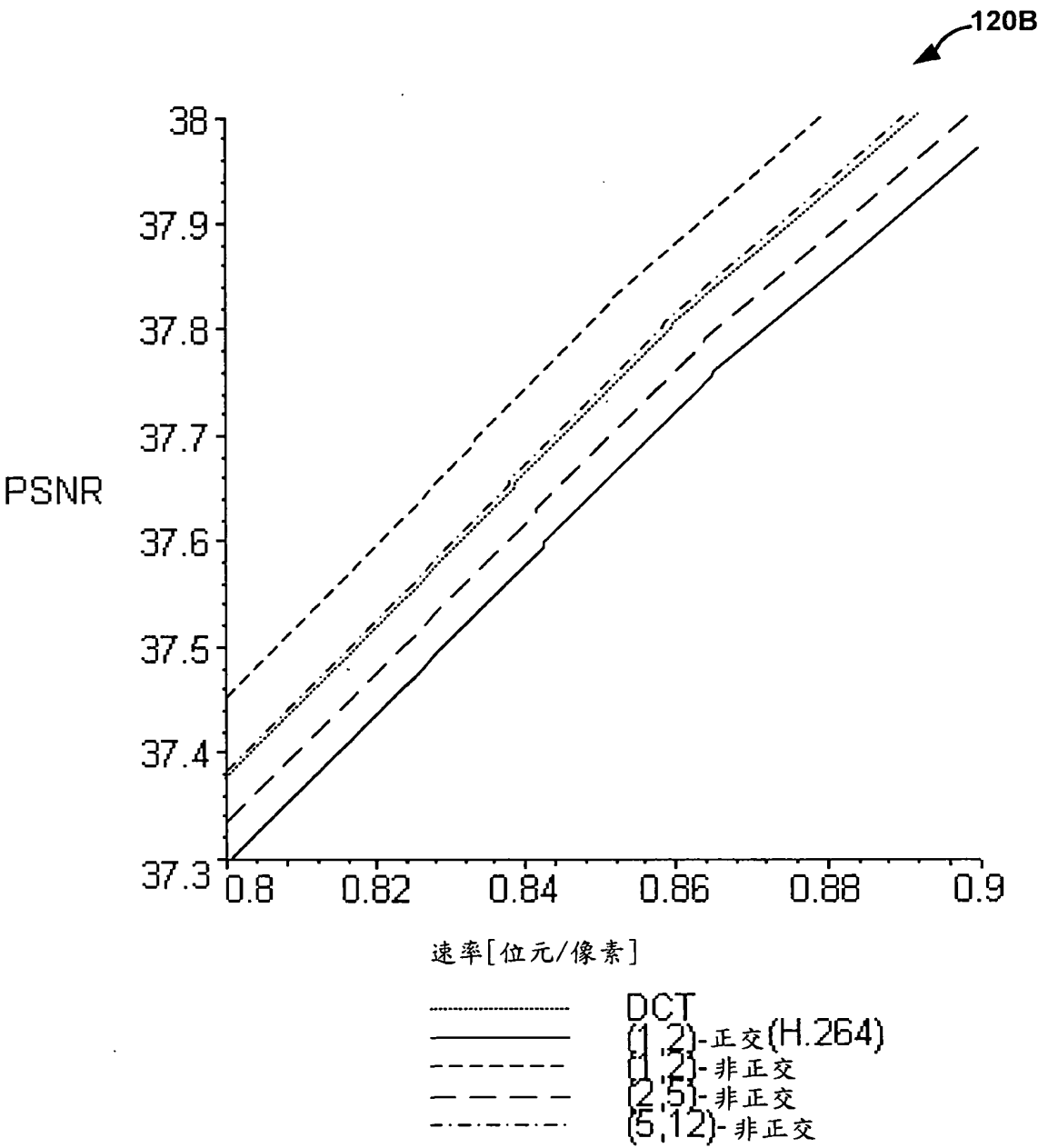


圖 7B

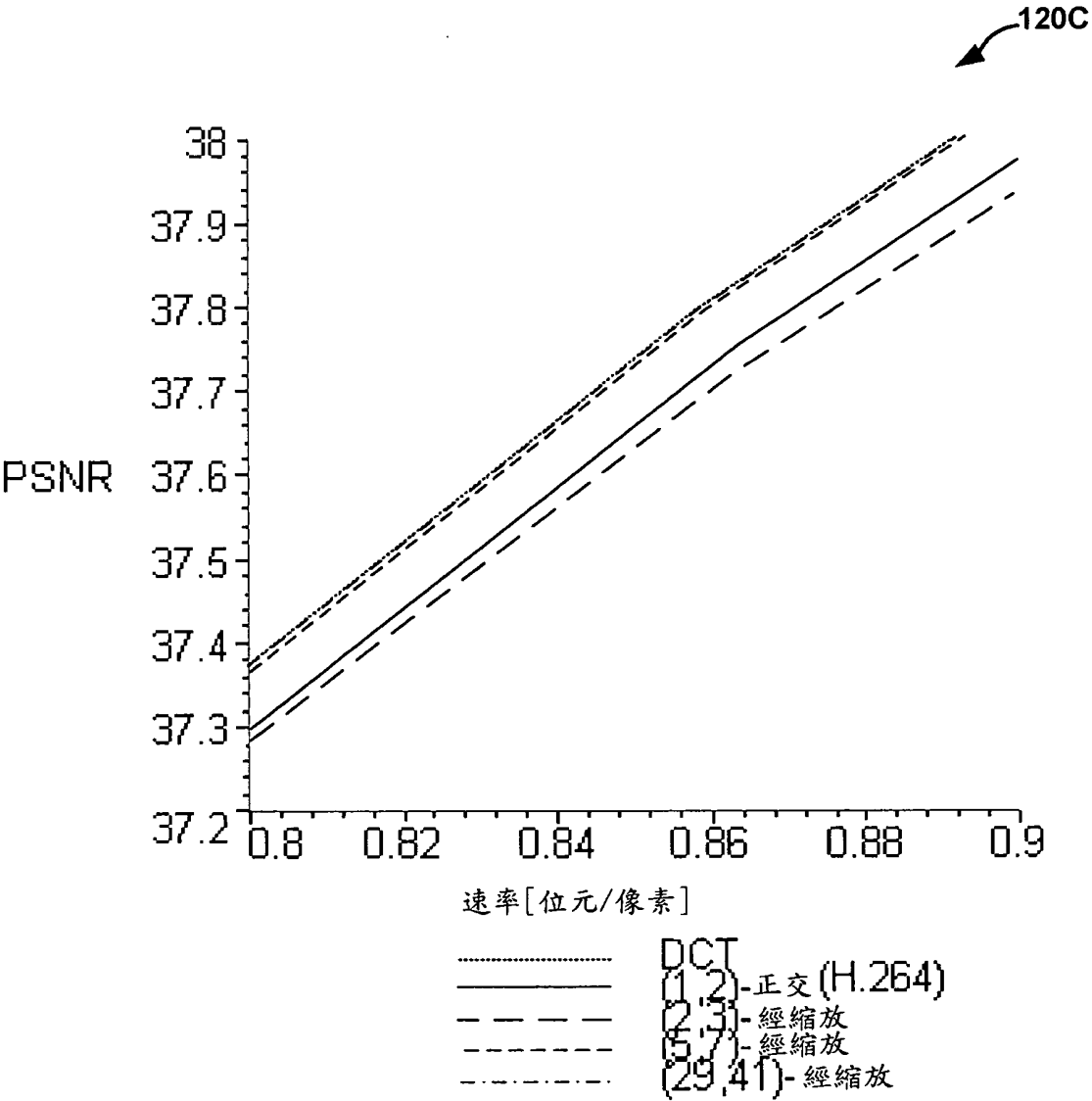


圖7C

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

26	視訊解碼器
54	熵解碼單元
56	運動補償單元
58	重建構單元
60	反轉換單元
62	參考圖框儲存器
64	記憶體
66	求和器
68	4×4 DCT-III單元

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)