



(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 201521018 A

(43) 公開日：中華民國 104 (2015) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：104103422 (22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 18 日
 (51) Int. Cl. : *G10L21/02 (2013.01)* *G10L21/04 (2013.01)*
 (30) 優先權：2009/05/27 美國 61/181,364
 2010/03/09 美國 61/312,107
 (71) 申請人：杜比國際公司 (瑞典) DOLBY INTERNATIONAL AB (SE)
 荷蘭
 (72) 發明人：伊斯坦德 皮爾 EKSTRAND, PER (SE)；維爾默斯 拉斯 VILLEMOES, LARS
 (DK)；海德霖 佩爾 HEDELIN, PER (SE)
 (74) 代理人：林志剛
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：17 共 72 頁

(54) 名稱

從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的系統與方法，及其機上盒、電腦程式產品、軟體程式及儲存媒體

SYSTEMS AND METHODS FOR GENERATING A HIGH FREQUENCY COMPONENT OF A SIGNAL FROM A LOW FREQUENCY COMPONENT OF THE SIGNAL, A SET-TOP BOX, A COMPUTER PROGRAM PRODUCT AND STORAGE MEDIUM THEREOF

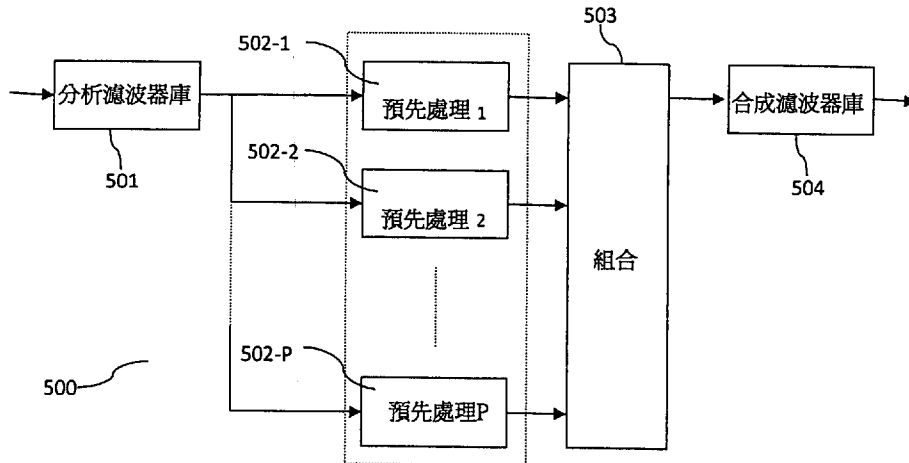
(57) 摘要

本文件相關於音訊編碼系統，其使用用於高頻重構的諧波轉置法(HFR)，並相關於數位效果處理器，例如，所謂的激發器，其中諧波扭曲的產生將明亮度加至該已處理訊號。明確地說，描述一種組態成從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的系統。該系統可以包含分析濾波器庫(501)，組態成從該訊號之該低頻成份提供分析次頻帶訊號群組；其中該分析次頻帶訊號群組包含至少二分次頻帶訊號；其中該分析濾波器庫(501)具有 Δf 的頻率解析度。該系統另外包括非線性處理單元(502)，組態成使用轉置級 P 從該分析次頻帶訊號群組判定合成次頻帶訊號群組；其中該合成次頻帶訊號群組包含該分析次頻帶訊號群組之一部分，該部分係以自該轉置級 P 導出之一個量相位偏移；以及合成濾波器庫(504)，組態成從該合成次頻帶訊號群組產生該訊號的該高頻成份；其中該合成濾波器庫(504)具有 $F\Delta f$ 的頻率解析度；其中 F 係解析度因子，其中 $F \geq 1$ ；其中該轉置級 P 與該解析度因子 F 不同。

The present document relates to audio coding systems which make use of a harmonic transposition method for high frequency reconstruction (HFR), and to digital effect processors, e.g. so-called exciters, where generation of harmonic distortion adds brightness to the processed signal. In particular, a system configured to generate a high frequency component of a signal from a low frequency component of the signal is described. The system may comprise an analysis filter bank (501) configured to provide a set of analysis subband signals from the low frequency component of the signal; wherein the set of analysis subband signals comprises at least two analysis subband signals; wherein the analysis filter bank (501) has a frequency resolution of Δf . The system further comprises a nonlinear processing unit (502) configured to determine a set of synthesis subband signals from the set of analysis subband signals using a transposition order P;

wherein the set of synthesis subband signals comprises a portion of the set of analysis subband signals phase shifted by an amount derived from the transposition order P ; and a synthesis filter bank (504) configured to generate the high frequency component of the signal from the set of synthesis subband signals; wherein the synthesis filter bank (504) has a frequency resolution of $F\Delta f$; with F being a resolution factor, with $F \geq 1$; wherein the transposition order P is different from the resolution factor F .

圖 5



501 . . . 分析濾波器庫
 502-1、502-2、502-P . . . 非線性處理單元
 503 . . . 組合器
 504 . . . 合成濾波器庫
 500 . . . 多諧波轉置器系統

201521018

發明摘要

※申請案號：104103422 (由99115819分割)

※申請日：099年05月18日 ※IPC分類：H10L 21/02 (2013.01)

【發明名稱】(中文/英文) H10L 21/04 (2013.01)

從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的系統與方法，及其機上盒、電腦程式產品、軟體程式及儲存媒體
Systems and methods for generating a high frequency component of a signal from a low frequency component of the signal, a set-top box, a computer program product and storage medium thereof

【中文】

本文件相關於音訊編碼系統，其使用用於高頻重構的諧波轉置法(HFR)，並相關於數位效果處理器，例如，所謂的激發器，其中諧波扭曲的產生將明亮度加至該已處理訊號。明確地說，描述一種組態成從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的系統。該系統可以包含分析濾波器庫(501)，組態成從該訊號之該低頻成份提供分析次頻帶訊號群組；其中該分析次頻帶訊號群組包含至少二分析次頻帶訊號；其中該分析濾波器庫(501)具有 Δf 的頻率解析度。該系統另外包括非線性處理單元(502)，組態成使用轉置級 P 從該分析次頻帶訊號群組判定合成次頻帶訊號群組；其中該合成次頻帶訊號群組包含該分析次頻帶訊號群組之一部分，該部分係以自該轉置級 P 導出之一個量相位偏移；以及合成濾波器庫(504)，組態成從該合成次頻帶訊號群組產生該訊號的該高頻成份；其中該合成濾波器庫(504)具有 $F\Delta f$ 的頻率解析度；其中 F 係解析度因子，其中 $F \geq 1$ ；其中該轉置級 P 與該解析度因子 F 不同。

【 英文 】

The present document relates to audio coding systems which make use of a harmonic transposition method for high frequency reconstruction (HFR), and to digital effect processors, e.g. so-called exciters, where generation of harmonic distortion adds brightness to the processed signal. In particular, a system configured to generate a high frequency component of a signal from a low frequency component of the signal is described. The system may comprise an analysis filter bank (501) configured to provide a set of analysis subband signals from the low frequency component of the signal; wherein the set of analysis subband signals comprises at least two analysis subband signals; wherein the analysis filter bank (501) has a frequency resolution of Δf . The system further comprises a nonlinear processing unit (502) configured to determine a set of synthesis subband signals from the set of analysis subband signals using a transposition order P ; wherein the set of synthesis subband signals comprises a portion of the set of analysis subband signals phase shifted by an amount derived from the transposition order P ; and a synthesis filter bank (504) configured to generate the high frequency component of the signal from the set of synthesis subband signals; wherein the synthesis filter bank (504) has a frequency resolution of $F\Delta f$; with F being a resolution factor, with $F \geq 1$; wherein the transposition order P is different from the resolution factor F .

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(5)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

501：分析濾波器庫

502-1、502-1、502-P：非線性處理單元

504：合成濾波器庫

503：組合器

500：多諧波轉置器系統

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的系統與方法，及其機上盒、電腦程式產品、軟體程式及儲存媒體

Systems and methods for generating a high frequency component of a signal from a low frequency component of the signal, a set-top box, a computer program product and storage medium thereof

【技術領域】

本文件相關於音訊編碼系統，其使用用於高頻重構的諧波轉置法(HFR)，並相關於數位效果處理器，例如，所謂的激發器，其中諧波扭曲的產生將明亮度加至該已處理訊號。本發明特別相關於用於實作高頻重構的低複雜性方法。

【先前技術】

在專利文件 WO 98/57436 中，將轉置的觀念建立為從音訊訊號的低頻率帶重建高頻率帶的方法。藉由將此觀念使用在音訊編碼中，可在位元率中得到可觀節省。在 HFR 為基的音訊編碼系統中，將也稱為訊號之低頻成份之低頻寬訊號提供給核心波形編碼器，並使用訊號轉置及描述該高頻成份在該解碼器側的目標頻譜形狀之非常低位元率的額外側資訊重新產生該等較高頻率，也稱為該訊號的高頻

成份。至於低位元率，該核心編碼訊號之頻寬狹窄處，亦即，低頻帶訊號或低頻成份，其對重建具有感知愉悅特徵的高頻帶訊號變得逐漸重要，亦即，高頻成份。界定於專利文件 WO 98/57436 中的諧波轉置對具有低交越頻率之情況中的複合音樂素材運行良好，亦即，在該低頻帶訊號之低上限頻率的情況中。諧波轉置的原理係將具有頻率 ω 的正弦曲線映射至具有頻率 $T\omega$ 的正弦曲線，其中 $T>1$ 係界定該轉置之級的整數，亦即，該轉置級。相對於此，單側頻帶調變(SSB)為基之 HFR 將具有頻率 ω 的正弦曲線映射至具有頻率 $\omega+\Delta\omega$ 的正弦曲線，其中 $\Delta\omega$ 係固定頻率移位。給定具有低頻寬之核心訊號，亦即，具有低上限頻率的低頻帶訊號，刺耳的人工鈴聲將典型地從該 SSB 轉置產生，因此相較於諧波轉置，其可能係不利的。

為達到已改善之音訊品質且為合成該高頻帶訊號的所需頻寬，諧波 HFR 法典型地使用數級轉置。為實作不同轉置級之複數個轉置，先前技術解決方案在該分析級或該合成級之其中一級或在二級上需要複數個濾波器庫。典型地，各不同轉置級需要不同濾波器庫。此外，在該核心波形編碼器以比最終輸出訊號的取樣率更低之取樣率操作的情況中，典型地有將該核心訊號轉變為該輸出訊號之取樣率的額外需求，且此核心訊號的昇取樣通常係藉由增加另一濾波器庫達成。總而言之，該計算複雜性隨著不同轉置級的數量漸增而顯著地增加。

【發明內容】

本發明藉由數個諧波轉置器，或藉由一或數個諧波轉置器及昇取樣器致能分析及合成濾波器庫對的分享，提供用於降低諧波 HFR 法之複雜性的方法。所提議之頻域轉置可能包含將非線性修改次頻帶訊號從分析濾波器庫映射至合成濾波器庫的已選擇次頻帶。該等次頻帶訊號上的非線性操作可能包含乘法相位修改。此外，本發明提供 HFR 系統之各種低複雜性設計。

根據一實施樣態，描述組態成從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份之系統。該系統可能包含分析濾波器庫，組態成從該訊號的低頻成份提供分析次頻帶訊號群組；其中該分析次頻帶訊號群組典型地包含至少二分析次頻帶訊號。分析濾波器庫可能具有頻率解析度為 Δf 且數量為 L_A 的分析次頻帶，其中 $L_A > 1$ ，其中 k 係分析次頻帶索引且 $k=0, \dots, L_A-1$ 。可能特別將該分析濾波器庫組態成提供包含振幅取樣及相位取樣之複合值分析次頻帶訊號群組。

該系統可能另外包含非線性處理單元，組態成使用轉置級 P 從該分析次頻帶訊號群組判定合成次頻帶訊號群組；其中該合成次頻帶訊號群組典型地包含該分析次頻帶訊號群組之一部分，該部分係以自該轉置級 P 導出之量相位偏移。換言之，該合成次頻帶訊號群組可能基於該分析次頻帶訊號群組之一部分判定，該部分係以自該轉置級 P 導出之量相位偏移。分析次頻帶訊號的相位偏移可能藉由

將該分析次頻帶訊號的相位取樣乘以自該轉置因子 P 導出之量而達成。就此而言，該合成次頻帶訊號群組可能對應於該分析次頻帶訊號群組的一部分或次群組，其中該次頻帶取樣的相位已乘以自該轉置級導出之量。尤其，自該轉置級導出之量可能係該轉置級的分數。

該系統可能包含合成濾波器庫，組態成從該合成次頻帶訊號群組產生該訊號之該高頻成份。該合成濾波器庫可能具有 $F\Delta f$ 的頻率解析度；其中 F 係解析度因子，例如，整數值，其中 $F \geq 1$ ；以及數量為 L_s 的合成次頻帶，其中 $L_s > 0$ ，其中 n 係合成次頻帶索引，且 $n = 0, \dots, L_s - 1$ 。轉置級 P 可能與該解析度因子 F 不同。該分析濾波器庫可能使用分析時間步距 Δt_A 且該合成濾波器庫可能使用合成時間步距 Δt_s ；且該分析時間步距 Δt_A 及合成時間步距 Δt_s 可能相等。

可能將該非線性處理單元組態成基於該分析次頻帶訊號群組的分析次頻帶訊號，該分析次頻帶訊號群組係為該轉置級 P 所相位偏移；或基於來自該分析次頻帶訊號群組的分析次頻帶訊號對，其中該次頻帶訊號對的第一成員被相位偏移因子 P' 且該對之第二成員被相位偏移因子 P'' ，其中 $P' + P'' = P$ ，而判定該合成次頻帶訊號群組的合成次頻帶訊號。上述操作可能在該等合成及分析次頻帶訊號的取樣上實施。換言之，合成次頻帶訊號的取樣可能基於藉由轉置級 P 相位偏移之分析次頻帶訊號的取樣；或基於來自分析次頻帶訊號之對應對的取樣對，其中該取樣對的第一

取樣被相位偏移因子 P' 且該對之第二取樣被相位偏移因子 P'' ，而判定。

可能將該非線性處理單元組態成從該分析次頻帶訊號群組之第 k 個分析次頻帶訊號及相鄰之第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號的組合判定該合成次頻帶訊號群組的第 n 個合成次頻帶訊號。尤其，可能將該非線性處理單元組態成將第 n 個合成次頻帶訊號的相位判定為第 k 個分析次頻帶訊號之偏移相位及相鄰的第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號之偏移相位的和。可能替代地或另外地將該非線性處理單元組態成將第 n 個合成次頻帶訊號的振幅判定為第 k 個分析次頻帶訊號之指數振幅及相鄰的第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號之指數振幅的乘積。

組成具有合成次頻帶索引 n 之該合成次頻帶的該分析次頻帶訊號之該分析次頻帶索引 k 可能由藉由無條件捨去方程式 $\frac{F}{P}n$ 而得到的整數所給定。此種無條件捨去操作的餘數 r 可能藉由 $\frac{F}{P}n-k$ 給定。在此種情形中，可能將該非線性處理單元組態成將第 n 個合成次頻帶訊號的相位判定為以 $P(1-r)$ 偏移之第 k 個分析次頻帶訊號的相位與以 $P(r)$ 偏移之相鄰的第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號之相位的和。尤其，可能將該非線性處理單元組態成將第 n 個合成次頻帶訊號的相位判定為乘以 $P(1-r)$ 之第 k 個分析次頻帶訊號的相位與乘以 $P(r)$ 之相鄰的第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號之相位的和。可能替代地或另外地將該非線性處理單元組態成將第 n 個合成次頻帶訊號的振幅判定為提昇為 $(1-r)$ 乘冪之第

k 個分析次頻帶訊號的振幅及提昇為 r 乘冪之相鄰的第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號之振幅的乘積。

在實施例中，可能將該分析濾波器庫及該合成濾波器庫偶數地堆疊，使得分析次頻帶的中心頻率係藉由 $k\Delta f$ 給定且合成次頻帶之中心頻率係藉由 $nF\Delta f$ 給定。在另一實施例中，可能將該分析濾波器庫及該合成濾波器庫奇數地堆疊，使得分析次頻帶的中心頻率係藉由 $(k+\frac{1}{2})\Delta f$ 給定且合成次頻帶之中心頻率係藉由 $(n+\frac{1}{2})F\Delta f$ 給定；且該轉置級 P 及該解析度因子 F 之間的差為偶數。

根據另一實施樣態，描述組態成從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的系統。該系統可能包含分析濾波器庫，組態成從該訊號的低頻成份提供分析次頻帶訊號群組；其中該分析次頻帶訊號群組包含至少二分析次頻帶訊號。

該系統可能另外包含第一非線性處理單元，組態成使用第一轉置級 P_1 從該分析次頻帶訊號群組判定第一合成次頻帶訊號群組；其中該第一合成次頻帶訊號群組係基於該分析次頻帶訊號群組之一部分被相位偏移由該第一轉置級 P_1 導出之量而判定。該系統也可能包含第二非線性處理單元，組態成使用第二轉置級 P_2 從該分析次頻帶訊號群組判定第二合成次頻帶訊號群組；其中該第二合成次頻帶訊號群組係基於該分析次頻帶訊號群組之一部分被相位偏移由該第二轉置級 P_2 導出之量而判定；其中該第一轉置級 P_1 與該第二轉置級 P_2 不同。該第一及第二非線性處

理單元可能根據本文件概述之任何該等特性及實施樣態組態。

該系統可能另外包含組合單元，組態成組合該第一及第二合成次頻帶訊號群組；從而產生合成次頻帶訊號的組合群組。此種組合可能藉由將來自對應於相同頻率範圍之該第一及第二群組的合成次頻帶訊號組合，例如，相加及/或平均，而實施。換言之，可能將該組合單元組態成將對應於重疊頻率範圍之第一及第二合成次頻帶訊號群組的合成次頻帶訊號疊合。此外，該系統可能包含合成濾波器庫，組態成從該合成次頻帶訊號之組合群組產生該訊號的該高頻成份。

根據另一實施樣態，描述組態成從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的系統。該系統可能包含具有頻率解析度為 Δf 的分析濾波器庫。可能將該分析濾波器庫組態成從該訊號之該低頻成份提供分析次頻帶訊號群組。該系統可能包含非線性處理單元，組態成使用轉置級 P 從該分析次頻帶訊號群組判定具有 $P\Delta f$ 之頻率解析度的中間合成次頻帶訊號群組；其中該中間合成次頻帶訊號群組包含藉由該轉置級 P 相位偏移之該分析次頻帶訊號群組的一部分。尤其，該非線性處理單元可能將複合分析次頻帶訊號的相位乘以該轉置級。應注意轉置級 P 可能係，例如上文概述之該轉置級 P 、或 P_1 、或 P_2 。

可能將該非線性處理單元組態成內插一或多個中間合成次頻帶訊號以判定具有 $F\Delta f$ 之頻率解析度的合成次頻帶

訊號群組之合成次頻帶訊號；其中 F 係解析度因子，其中 $F \geq 1$ 。在實施例中，內插二或多個中間合成次頻帶訊號。轉置級 P 可能與該頻率解析度 F 不同。

該系統可能包含具有頻率解析度為 $F\Delta f$ 的合成濾波器庫。可能將該合成濾波器庫組態成從該合成次頻帶訊號群組產生該訊號之該高頻成份。

描述於本文件中的該系統可能另外包含核心解碼器，組態成將已編碼位元串流轉變為該訊號的該低頻成份；其中該核心解碼器可能基於係杜比 E、杜比數位、AAC、HE-AAC 之一者的編碼方案。該系統可能包含多頻道分析正交鏡相濾波器庫，稱為 QMF 庫，組態成將該高頻成份及/或該低頻成份轉變為複數個 QMF 次頻帶訊號；及/或高頻重構處理模組，組態成修改該等 QMF 次頻帶訊號；及/或多頻道合成 QMF 庫，組態成從已修改 QMF 次頻帶訊號產生已修改高頻成份。該系統也可能包含在分析濾波器庫上游的降取樣單元，組態成降低該訊號之該低頻成份的取樣率；從而以降低之取樣率產生低頻成份。

根據另一實施樣態，描述組態成從在第一取樣頻率之訊號的低頻成份產生在第二取樣頻率之該訊號的高頻成份之系統。尤其，包含該低及高頻成份的該訊號可能在該第二取樣頻率。該第二取樣頻率可能係該第一取樣頻率的 R 倍，其中 $R \geq 1$ 。該系統可能包含 T 級之諧波轉置器，組態成從該低頻成份產生已調變高頻成份；其中該已調變高頻成份可能包含轉置至 T 倍高之頻率範圍的該低頻成份之頻

譜部分或可能基於其而判定。該已調變高頻成份可能在乘以因子 S 的該第一取樣頻率；其中 $T > 1$ 且 $S \leq R$ 。換言之，該已調變高頻成份可能在低於該第二取樣頻率的取樣頻率。尤其，該已調變高頻成份可能臨界地(或接近臨界地)取樣。

該系統可能包含分析正交鏡相濾波器庫，稱為 QMF 庫，組態成將該已調變高頻成份映射至 X QMF 次頻帶之至少一者；其中 X 係 S 的倍數；因此至少產生一個 QMF 次頻帶訊號；及/或高頻重構模組，組態成修改該至少一個 QMF 次頻帶訊號，例如縮放一或多個 QMF 次頻帶訊號；及/或合成 QMF 庫，組態成從該至少一個已修改 QMF 次頻帶訊號產生該高頻成份。

該諧波轉置器可能包含本文件所概述之任何該等特性或可能組態成實施本文件所概述之任何該等方法步驟。尤其，該諧波轉置器可能包含分析濾波器庫，組態成從該訊號之該低頻成份提供分析次頻帶訊號群組。該諧波轉置器可能包含非線性處理單元，與轉置級 T 相關聯，並組態成藉由改變該分析次頻帶訊號群組的相位，從該分析次頻帶訊號群組判定合成次頻帶訊號群組。如上文所概述地，該相位的改變可能包含倍增該等分析次頻帶訊號之複合取樣的相位。該諧波轉置器可能包含合成濾波器庫，組態成從該合成次頻帶訊號群組產生該訊號之該已調變高頻成份。

該低頻成份可能具有頻寬 B 。可能將該諧波轉置器組態成產生包含或持續頻率範圍 $(T-1)*B$ 至 $T*B$ 的合成次頻

帶訊號群組。在此種情形中，可能將該諧波轉置器組態成將該合成次頻帶訊號群組調變成中心在該零頻率周圍的基頻，從而產生該已調變高頻成份。此種調變可能藉由高通濾波從包括該合成次頻帶訊號群組之次頻帶訊號群組產生的時域訊號並藉由該已濾波時域訊號之後續調變及/或降取樣而實施。此種調變可能替代地或另外地藉由從該合成次頻帶訊號群組直接產生已調變時域訊號而實施。此可能藉由使用比額定尺寸更小的合成濾波器庫而達成。例如，若該合成濾波器庫具有額定尺寸 L 且從 $(T-1)*B$ 至 $T*B$ 的頻率範圍對應於從 k_0 至 k_1 的合成次頻帶索引，可能將該等合成次頻帶訊號映射至尺寸為 $k_1-k_0(<L)$ 之合成濾波器庫中的從 0 至 k_1-k_0 之次頻帶索引，亦即，具有小於 L 之 k_1-k_0 尺寸的合成濾波器庫。

該系統可能包含在該諧波轉置器上游的降取樣機構，組態成在藉由來自該訊號之該低頻成份的降取樣因子 Q 所除之該第一取樣頻率提供臨界(或接近臨界)降取樣低頻成份。在此種情形中，該系統中的該等不同取樣頻率可能除以該降取樣因子 Q 。尤其，該已調變高頻成份可能在乘以因子 S 再除以該降取樣因子 Q 之該第一取樣頻率。分析 QMF 庫 X 的尺寸可能係 S/Q 的倍數。

根據另一實施樣態，描述用於從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的方法。該方法可能包含使用具有 Δf 之頻率解析度的分析濾波器庫，從該訊號之該低頻成份提供分析次頻帶訊號群組的步驟；其中該分析次頻帶訊號群

組包含至少二分析次頻帶訊號。該方法可能另外包含使用轉置級 P 從該分析次頻帶訊號群組判定合成次頻帶訊號群組的步驟；其中該合成次頻帶訊號群組係基於該分析次頻帶訊號群組之一部分被相位偏移自該轉置級 P 導出之量而判定。此外，該方法可能包含使用具有 $F\Delta f$ 之頻率解析度的合成濾波器庫(504)，從該合成次頻帶訊號群組產生該訊號的該高頻成份的步驟；其中 F 係解析度因子，其中 $F \geq 1$ ；其中該轉置級 P 與該解析度因子 F 不同。

根據另一實施樣態，描述用於從訊號的低頻成份產生該訊號之高頻成份的方法。該方法可能包含從該訊號之該低頻成份提供分析次頻帶訊號群組的步驟；其中該分析次頻帶訊號群組可能包含至少二分析次頻帶訊號。該方法可能包含使用第一轉置級 P_1 從該分析次頻帶訊號群組判定第一合成次頻帶訊號群組的步驟；其中該第一合成次頻帶訊號群組包含該分析次頻帶訊號群組的一部分被相位偏移由該第一轉置級 P_1 導出的一個量。此外，該方法可能包含使用第二轉置級 P_2 從該分析次頻帶訊號群組判定第二合成次頻帶訊號群組的步驟；其中該第二合成次頻帶訊號群組包含該分析次頻帶訊號群組的一部分被相位偏移由該第二轉置級 P_2 導出的一個量。該第一轉置級 P_1 及該第二轉置級 P_2 可能不同。可能組合該第一及第二合成次頻帶訊號群組以產生合成次頻帶訊號的組合群組，且該訊號的高頻成份可能從該合成次頻帶訊號的組合群組產生。

根據另一實施樣態，描述用於從訊號的低頻成份產生

該訊號之高頻成份的方法。該方法可能包含從該訊號之低頻成份提供具有頻率解析度為 Δf 之分析次頻帶訊號群組的步驟。該系統可能另外包含使用轉置級 P 從該分析次頻帶訊號群組判定具有 $P\Delta f$ 之頻率解析度的中間合成次頻帶訊號群組之步驟；其中該中間合成次頻帶訊號群組包含藉由該轉置級 P 相位偏移之該分析次頻帶訊號群組的一部分。可能內插一或多個中間合成次頻帶訊號，以判定具有頻率解析度 $F\Delta f$ 之合成次頻帶訊號群組的合成次頻帶訊號；其中 F 係解析度因子，其中 $F \geq 1$ ；其中轉置級 P_2 可能與頻率解析度 F 不同。該訊號的該高頻成份可能從該合成次頻帶訊號群組產生。

根據其他實施樣態，描述用於從在第一取樣頻率之訊號的低頻成份產生在第二取樣頻率之該訊號的高頻成份之方法。該第二取樣頻率可能係該第一取樣頻率的 R 倍，其中 $R \geq 1$ 。該方法可能包含藉由施加 T 級之諧波轉置，從該低頻成份產生已調變高頻成份的步驟；其中該已調變高頻成份包含轉置至 T 倍高之頻率範圍的該低頻成份之頻譜部分；其中該已調變高頻成份在乘以因子 S 的該第一取樣頻率；其中 $T > 1$ 且 $S \leq R$ 。在實施例中， $S < R$ 。

根據另一實施樣態，描述用於解碼至少包含音訊訊號之已接收訊號的機上盒。該機上盒可能包含用於從該音訊訊號的該低頻成份產生該音訊訊號之該高頻成份的系統。該系統可能包含概述於本文件中的任何實施樣態及特性。

根據另一實施樣態，描述軟體程式。該軟體程式可能

適於在處理器上執行且當在計算裝置上實行時適於實施概述於本文件中的任何該等實施樣態及方法步驟。

根據其他實施樣態，描述儲存媒體。該儲存媒體可能包含適於在處理器上執行且當在計算裝置上實行時適於實施概述於本文件中之任何該等實施樣態及方法步驟的軟體程式。

根據另一實施樣態，描述電腦程式產品。該電腦程式產品可能包含當在電腦上執行時用於實施概述於本文件中之任何該等實施樣態及方法步驟的可執行指令。

應注意可能任意地組合描述於此文件中的該等實施例及實施樣態。應特別注意概述於系統之本文中的該等實施樣態及特性也可應用在對應方法的本文中，且反之亦然。此外，應注意本文件之揭示也涵蓋藉由該相關申請專利範圍中的反向參考所明顯給定之申請專利範圍組合之外的其他申請專利範圍組合，亦即，申請專利範圍及彼等之技術特性可以任何順序及任何形式組合。

【圖式簡單說明】

現在將參考該等隨附圖式，經由未限制本發明範圍或精神之說明範例描述本發明，在該等隨附圖式中：

圖 1 描繪範例單級頻域(FD)諧波轉置器的操作；

圖 2 描繪使用數級之範例諧波轉置器的操作；

圖 3 描繪當使用共同分析濾波器庫時，使用數級轉置之範例諧波轉置器的先前技術操作；

圖 4 描繪當使用共同合成濾波器庫時，使用數級轉置之範例諧波轉置器的先前技術操作；

圖 5 描繪當使用共同合成濾波器庫及共同分析濾波器庫時，使用數級轉置之範例諧波轉置器的操作；圖 5b 及 5c 描繪用於根據圖 5 之多轉置器方案的次頻帶訊號映射之範例；

圖 6 描繪在 HFR 增強音訊編碼解碼器中使用數級轉置之諧波轉置應用的第一範例場景；

圖 7 描繪包含次取樣的圖 6 場景的範例實作；

圖 8 描繪在 HFR 增強音訊編碼解碼器中使用數級轉置之諧波轉置應用的第二模範場景；

圖 9 描繪包含次取樣的圖 8 場景的模範實作；

圖 10 描繪在 HFR 增強音訊編碼解碼器中使用數級轉置之諧波轉置應用的第三模範場景；

圖 11 描繪包含次取樣的圖 10 場景的模範實作；

圖 12a 描繪諧波轉置對頻域中之訊號的範例影響；

圖 12b 及 12c 描繪用於組合重疊及非重疊轉置訊號的範例方法；

圖 13 描繪 $T=2$ 級之諧波轉置及次取樣的組合對頻域中之訊號的範例影響；

圖 14 描繪 $T=3$ 級之諧波轉置及次取樣的組合對頻域中之訊號的範例影響；

圖 15 描繪 $T=P$ 級之諧波轉置及次取樣的組合對頻域中之訊號的範例影響(非重疊情形)；

圖 16 描繪 T=P 級之諧波轉置及次取樣的組合對頻域中之訊號的範例影響(重疊情形)；以及

圖 17 描繪最大削減，亦即，臨界取樣，之轉置器構建方塊的範例佈置。

【實施方式】

下文描述之該等實施例僅說明本發明之有效組合諧波轉置的原理。已理解本文所描述之配置及細節的修改及變化對熟悉本發明之人士將係明顯的。因此，其意圖僅由待審專利之申請專利範圍的範圍所限制而不為經由本文實施例之描述及解釋所代表的特定細節所限制。

圖 1 描繪頻域(FD)諧波轉置器 100 的操作。在基本型式中，第 T 級諧波轉置器理論上係將輸入訊號之所有訊號成份偏移至 T 倍高頻率的單元。為在頻域中實作此種轉置，分析濾波器庫(或轉換)101 將該輸入訊號從時域轉換至頻域，並輸出複合次頻帶或次頻帶訊號，也稱為分析次頻帶或分析次頻帶訊號。將該等分析次頻帶訊號提交至根據所選擇的轉置級 T 修改相位及/或振幅的非線性處理 102。典型地，該非線性處理輸出數量與輸入次頻帶訊號的數量相等之許多次頻帶訊號，亦即，等於分析次頻帶訊號的數量。然而，在先進非線性處理之本文中已提議輸出數量與輸入次頻帶訊號的數量不同之許多次頻帶訊號。尤其，二輸入次頻帶訊號可能以非線性方式處理，以產生一輸出次頻帶訊號。此將於下文更詳細地略述。將已修改次

頻帶或次頻帶訊號，彼等也稱為該合成次頻帶或合成次頻帶訊號，供應至將來自頻域之該等次頻帶訊號轉換至時域並輸出該等已轉置時域訊號的合成濾波器庫(或轉換)103。

典型地，各濾波器庫具有以赫茲量測之實體頻率解析度及以秒量測的時間步距參數。此等二參數，亦即，該頻率解析度及該時間步距，界定給定該已選擇取樣率之濾波器庫的離散時間參數。藉由將該分析及合成濾波器庫的該實體時間步距參數，亦即，以時間單位量測之時間步距參數，例如，以秒，選擇成完全相同，可能得到該轉置器 100 的輸出訊號，其具有與該輸入訊號相同的取樣率。此外，藉由省略非線性處理 102，可能在輸出達成該輸入訊號的完美重構。此需要謹慎設計該等分析及合成濾波器庫。另一方面，若將該輸出取樣率選擇成與該輸入取樣率不同，可能得到取樣率轉變。此操作模式可能係必要的，例如，當將訊號轉置施加在期望輸出頻寬大於該輸入取樣率的一半處時，亦即，當該期望輸出頻寬超過該輸入訊號的奈奎斯特頻率時。

圖 2 描繪包含不同級之數個諧波轉置器 201-1、...、201-P 的多轉置器或多轉置器系統 200 的操作。將待轉置之該輸入訊號傳至 P 個個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 庫。個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 實施如圖 1 之本文所概述的該輸入訊號之諧波轉置。典型地，個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 各者實施不同轉置級

T 的諧波轉置。例如，轉置器 201-1 可能實施 $T=1$ 級的轉置、轉置器 201-2 可能實施 $T=2$ 級的轉置、...、轉置器 201-P 可能實施 $T=P$ 級的轉置。此等組成，亦即，個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 的輸出訊號，可能在組合器 202 中加總以產生該組合轉置器輸出。

應注意各轉置器 201-1、201-2、...、201-P 需要如圖 1 所描畫之分析及合成濾波器庫。此外，個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 的通常實作將典型地以不同量改變該已處理輸入訊號的取樣率。例如，轉置器 201-P 之輸出訊號的取樣率可能係至轉置器 201-P 的該輸入訊號之取樣率的 P 倍高。此可能由於使用在轉置器 201-P 內的頻寬擴展因子 P ，亦即，由於使用具有比該分析濾波器庫多 P 倍之次頻帶頻道的合成濾波器庫。藉由執行此，該取樣率及該奈奎斯特頻率以因子 P 增加。結果，個別時域訊號可能必須重取樣以容許在組合器 202 中組合不同輸出訊號。該等時域訊號的重取樣可在輸入訊號上或在至各個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 的輸出訊號上實行。

圖 3 描繪實施數級之轉置並使用共同分析濾波器庫 301 之多諧波轉置器或多轉置器系統 300 的例示組態。多轉置器 300 的設計起點可能將圖 2 之個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 設計成使得所有轉置器 201-1、201-2、...、201-P 的分析濾波器庫(圖 1 中的參考符號 101)完全相同並可用單一分析濾波器庫 301 置換。結果，將該時域輸入訊號轉換為頻域次頻帶訊號的單一群組，亦即，分

析次頻帶訊號的單一群組。將此等次頻帶訊號提交至用於不同轉置級的不同非線性處理單元 302-1、302-2、...302-P。如圖 1 之本文中所概述，非線性處理包含該等次頻帶訊號之相位及/或振幅的修改且此修改隨不同轉置級而不同。隨後，必須將該等不同修改次頻帶訊號或次頻帶提交至對應於不同非線性處理 302-1、302-2、...、302-P 的不同合成濾波器庫 303-1、303-2、...、303-P。結果，得到 P 個不同轉置時域輸出訊號，彼等於組合器 304 中加總以產生該組合轉置器輸出。

應注意若對應於不同轉置級之合成濾波器庫 303-1、303-2、...、303-P 以不同取樣率操作，例如，藉由使用不同的頻寬擴展，不同之合成濾波器庫 303-1、303-2、...、303-P 的該等時域輸出訊號必須不同地重取樣，以在彼等於組合器 304 中加總之前，將該等 P 個輸出訊號對準相同時間格。

圖 4 描繪當使用共同合成濾波器庫 404 時，使用數級之轉置的多諧波轉置器系統 400 之例示組態。此種多轉置器 400 的設計起點可能將圖 2 之個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 設計成使得所有轉置器的合成濾波器庫均完全相同並可用單一合成濾波器庫 404 置換。應注意以類似方式，如在圖 3 所顯示的情況中，非線性處理 402-1、402-2、...、402-P 對各轉置級不同。此外，分析濾波器庫 401-1、401-2、...、401-P 對該等不同轉置級不同。就此而言，一組 P 個分析濾波器庫 401-1、401-2、...、401-P

判定 P 組分析次頻帶訊號。將此等 P 組分析次頻帶訊號提交至對應的非線性處理單元 402-1、402-2、...、402-P，以產生 P 組已修改次頻帶訊號。此等 P 組次頻帶訊號可能在組合器 403 中在頻域組合，以得到一組組合之次頻帶訊號作為至單一合成濾波器庫 404 的輸入。組合器 403 中的此訊號組合可能包含將不同地處理之次頻帶訊號饋入至不同次頻帶範圍及/或將次頻帶訊號的組成疊覆至重疊次頻帶範圍。換言之，已用不同轉置級處理的不同分析次頻帶訊號可能覆蓋重疊之頻率範圍。在此種情形中，該等疊覆組成可能藉由組合器 403 組合，例如，相加及/或平均。多轉置器 400 的時域輸出訊號係得自共同合成濾波器庫 404。以與上文之概述相似的方式，若分析濾波器庫 401-1、401-2、...、401-P 在不同取樣率操作，輸入至不同分析濾波器庫 401-1、401-2、...、401-P 的時域訊號可能必須重取樣，以將不同的非線性處理單元 402-1、402-2、...、402-P 之該等輸出訊號對準相同時間格。

圖 5 描繪使用數級之轉置並包含單一共同分析濾波器庫 501 及單一共同合成濾波器庫 504 的多諧波轉置器系統 500 之操作。在此情形中，應將圖 2 之個別轉置器 201-1、201-2、...、201-P 設計成使得所有 P 個諧波轉置器之分析濾波器庫及合成濾波器庫二者均完全相同。若符合 P 個不同諧波轉置器的分析及合成濾波器庫完全相同之條件，則該等完全相同的濾波器庫可由單一分析濾波器庫 501 及單一合成濾波器庫 504 置換。先進非線性處理單元

502-1、502-2、...、502-P 將在組合器 503 中組合之不同組成輸出，以產生組合輸入至合成濾波器庫 504 的個別次頻帶。與圖 4 所描畫之多諧波轉置器 400 相似，組合器 503 中的訊號組合可能包含將非線性處理單元 502-1、502-2、...、502-P 之不同處理的輸出饋入至不同次頻帶範圍，並將多個組成輸出疊覆至重疊次頻帶範圍。

如上文已指示的，非線性處理 102 典型地在該輸出提供數量與在該輸入之次頻帶的數量對應之許多次頻帶。非線性處理 102 典型地根據內藏的轉置級 T 修改該次頻帶或該次頻帶訊號的相位及/或振幅。例如，將在該輸入的次頻帶轉變成在具有 T 倍高頻率之該輸出的次頻帶，亦即，可能將在至非線性處理 102 之該輸入的次頻帶，亦即，該分析次頻帶 $[(k-\frac{1}{2})\Delta f, (k+\frac{1}{2})\Delta f]$ 轉置至在非線性處理 102 之該輸出的次頻帶，亦即，該合成次頻帶 $[(k-\frac{1}{2})T\Delta f, (k+\frac{1}{2})T\Delta f]$ ，其中 k 係次頻帶指數且 Δf 係該分析濾波器庫的頻率解析度。為容許使用共同分析濾波器庫 501 及共同合成濾波器庫 504，可能將一或多個先進處理單元 502-1、502-2、...、502-P 組態成提供數量與輸入次頻帶之數量不同的許多輸出次頻帶。在實施例中，至先進處理單元 502-1、502-2、...、502-P 的輸入次頻帶數量可能約為輸出次頻帶數量的 F/T 倍，其中 T 係該先進處理單元的轉置級且 F 係下文介紹之濾波器庫解析度因子。

在下文中，將概述非線性處理單元 502-1、502-2、...、502-P 中的先進非線性處理的原理。為了此目的，

假設

- 該分析濾波器庫及該合成濾波器庫分享相同的實體時間步距參數 Δt 。
- 該分析濾波器庫具有實體頻率解析度 Δf 。
- 該合成濾波器庫具有實體頻率解析度 $F\Delta f$ ，其中該解析度因子 $F \geq 1$ 係整數。

此外，假設該等濾波器庫以偶數堆疊的，亦即，具有索引零之次頻帶的中心約在零頻率附近，使得該分析濾波器庫中心頻率給定為 $k\Delta f$ ，其中該分析次頻帶索引 $k=0,1,\dots,L_A-1$ 且 L_A 係該分析濾波器庫的次頻帶數量。將該合成濾波器庫中心頻率給定為 $nF\Delta f$ ，其中該合成次頻帶索引 $n=0,1,\dots,L_S-1$ ，且 L_S 係該合成濾波器庫的次頻帶數量。

當實施如圖 1 所示之整數級 $T \geq 1$ 的習知轉置時，將解析度因子 F 選擇為 $F=T$ ，並將已非線性處理之分析次頻帶 k 映射至具有相同索引 $n=k$ 的合成次頻帶。非線性處理 102 典型地包含將次頻帶或次頻帶訊號之相位乘以因子 T 。亦即，該等濾波器庫次頻帶的各取樣可能寫成

$$\theta_s(k) = T\theta_A(k), \quad (1)$$

其中 $\theta_A(k)$ 係分析次頻帶 k 之取樣的相位且 $\theta_s(k)$ 係合成次頻帶 k 之取樣的相位。可能將該次頻帶之取樣的大小或振幅保持為不修改，或可能藉由固定增益因子增加或減少。由於 T 係整數，方程式(1)的運算與該相位角的定義無關。

若將解析度因子 F 選擇成與轉置級 T 相等，亦即， $F=T$ ，則該合成濾波器庫的頻率解析度，亦即 $F\Delta f$ 取決於轉置級 T 。因此，在分析或合成級之任一者中，必須針對不同轉置級 T 使用不同濾波器庫。此係由於轉置級 T 界定實體頻率解析度的商，亦即，該分析濾波器庫之頻率解析度 Δf 及該合成濾波器庫之頻率解析度 $F\Delta f$ 的商。

為能將共同分析濾波器庫 501 及共同合成濾波器庫 504 用於複數個不同轉置級 T ，已提議將合成濾波器庫 504 之頻率解析度設定為 $F\Delta f$ ，亦即，已提議使合成濾波器庫 504 之頻率解析度與轉置級 T 無關。然後由此產生的問題係當解析度因子 F ，亦即，該分析及合成濾波器庫之實體頻率解析度的商 F ，不必然遵守關係式 $F=T$ 時，如何實作轉置級 T 。

如上文所概述的，諧波轉置的原理係至具有中心頻率 $nF\Delta f$ 之合成濾波器庫次頻帶 n 的輸入係從在中心頻率為 T 倍低之分析次頻帶判定，亦即，在中心頻率 $nF\Delta f/T$ 。分析次頻帶的中心頻率經由該分析次頻帶索引 k 識別為 $k\Delta f$ 。用於該分析次頻帶索引之中心頻率的二方程式，亦即， $nF\Delta f/T$ 及 $k\Delta f$ ，可能係等同的。將索引 n 係整數值列入考慮，該方程式 $\frac{nF}{T}$ 係可表示為整數分析次頻帶索引 k 及餘數 $r \in \{0, 1/T, 2/T, \dots, (T-1)/T\}$ 之和的有理數，使得

$$\frac{nF}{T} = k + r \quad (2)$$

就此而言，可能規定至具有合成次頻帶索引 n 之合成次頻帶的輸入可能使用轉置級 T 從具有由方程式(2)給定

之索引的分析次頻帶或次頻帶 k 導出。從 $\frac{nF}{T}$ 係有理數的觀點，餘數 r 可能不等於 0 ，且值 $k+r$ 可能大於分析次頻帶索引 k 並小於分析次頻帶索引 $k+1$ 。因此，至具有合成次頻帶索引 n 之合成次頻帶的該輸入可能使用 T 級之轉置從具有分析次頻帶索引 k 及 $k+1$ 的分析次頻帶導出，其中 k 係由方程式(2)給定。

作為上述分析的結果，在非線性處理單元 502-1、502-2、...、502-P 中實施之先進非線性處理通常可能包含考慮具有索引 k 及 $k+1$ 之二相鄰分析次頻帶的步驟，以針對合成次頻帶 n 提供該輸出。針對轉置級 T ，藉由非線性處理單元 502-1、502-2、...、502-P 實施的相位修改因此可能由該線性內插規則所界定：

$$\theta_s(n) = T(1-r)\theta_A(k) + Tr\theta_A(k+1), \quad (3)$$

其中 $\theta_A(k)$ 係分析次頻帶 k 之取樣的相位， $\theta_A(k+1)$ 係分析次頻帶 $k+1$ 之取樣的相位，且 $\theta_s(k)$ 係合成次頻帶 n 之取樣的相位。亦即，若餘數 r 接近零，亦即，若值 $k+r$ 接近 k ，則該合成次頻帶取樣之相位的主組成係從次頻帶 k 之分析次頻帶取樣的相位導出。另一方面，若餘數 r 接近一，亦即，若值 $k+r$ 接近 $k+1$ ，則該合成次頻帶取樣之相位的主組成係從次頻帶 $k+1$ 之分析次頻帶取樣的相位導出。應注意相位乘數 $T(1-r)$ 及 Tr 二者均係整數，使得方程式(3)的相位修改可受良好界定並與該相位角之定義無關。

考慮該等次頻帶取樣的振幅，以下的幾何平均值可能

針對該等合成次頻帶取樣之振幅的判定而選擇。

$$a_s(n) = a_A(k)^{(1-r)} a_A(k+1)^r, \quad (4)$$

其中 $a_s(n)$ 指示該合成次頻帶 n 之取樣的振幅， $a_A(k)$ 指示分析次頻帶 k 之取樣的振幅，且 $a_A(k+1)$ 指示分析次頻帶 $k+1$ 之取樣的振幅。

針對奇數堆疊濾波器庫的情形，其中該分析濾波器庫中心頻率係由具有 $k=0, 1, \dots, L_A-1$ 之 $(k+\frac{1}{2})\Delta f$ 給定，且該合成次頻帶中心頻率係由具有 $n=0, 1, \dots, L_S-1$ 之 $(n+\frac{1}{2})F\Delta f$ 給定，方程式(2)的對應方程式可能係藉由將已轉置合成濾波器庫中心頻率 $(n+\frac{1}{2})\frac{F\Delta f}{T}$ 等同於該分析濾波器庫中心頻率 $(k+\frac{1}{2})\Delta f$ 而導出。假設整數索引 k 及餘數 $r \in [0, 1]$ ，可導出用於奇數堆疊濾波器庫的以下方程式：

$$\frac{(n+\frac{1}{2})F}{T} = k + \frac{1}{2} + r \quad (5)$$

可看出若 $T-F$ 亦即該轉置級及該解析度因子之間的差)係偶數，則 $T(1-r)$ 及 Tr 二者均係整數且可使用方程式(3)及(4)之內插規則。

分析次頻帶至合成次頻帶的映射描繪於圖 5b 中。圖 5b 顯示針對不同轉置級 $T=1$ 至 $T=4$ 的四圖表。各圖表描繪來源箱 510(亦即，分析次頻帶)係如何映射至目標箱 530(亦即，合成次頻帶)。為容易顯示，假設解析度因子 F 等於一。換言之，圖 5b 描繪使用方程式(2)及(3)將分析次

頻帶訊號映射至合成次頻帶訊號。在該說明範例中，該分析/合成濾波器庫係偶數堆疊的，具有 $F=1$ 且最大轉置級 $P=4$ 。

在該說明情形中，可能將方程式(2)寫為 $\frac{n}{T}=k+r$ 。因此，針對轉置級 $T=1$ ，將具有索引 k 之分析次頻帶映射至對應合成次頻帶 n 且該餘數 r 始終為零。此可在圖 5b 中看出，其中來源箱 511 一對一映射至目標箱 531。

在轉置級 $T=2$ 的情形中，餘數 r 採用值 0 及 $\frac{1}{2}$ ，並將來源箱映射至複數個目標箱。當將該觀點反轉時，可能陳述為各目標箱 532、535 從多達二個來源箱接收組成。此可在圖 5b 中看出，其中目標箱 535 從來源箱 512 及 515 接收組成。然而，目標箱 532 僅接收來自來源箱 512 的組成。若假設目標箱 532 具有偶數索引 n ，例如 $n=10$ ，則方程式(2)指定目標箱 532 從具有索引 $k=n/2$ ，例如 $k=5$ ，之來源箱 512 接收組成。在此情形中，餘數 r 為零，亦即，沒有來自具有索引 $k+1$ ，例如 $k+1=6$ 之來源箱 515 的組成。此對具有奇數索引 n ，例如 $n=11$ ，之目標箱 535 改變。在此情形中，方程式(2)指定目標箱 535 從來源箱 512(索引 $k=5$)以及來源箱 515(索引 $k+1=6$)接收組成。此以相似方式應用至更高轉置級 T ，例如 $T=3$ 及 $T=4$ ，如圖 5b 所示。

此相似情況用於 $F=2$ 之情形，其中可能將方程式(2)寫為圖 5c 中所描畫的 $\frac{2n}{T}=k+r$ 。針對轉置級 $T=2$ ，將具有索引 k 之分析次頻帶映射至對應合成次頻帶 n 且該餘數 r

始終為零。此可在圖 5c 中看出，其中來源箱 521 一對一映射至目標箱 541。

在轉置級 $T=3$ 的情形中，餘數 r 採用值 0 、 $1/3$ 、及 $2/3$ ，並將來源箱映射至複數個目標箱。當將該觀點反轉時，可能陳述為各目標箱 542、545 從多達二個來源箱接收組成。此可在圖 5c 中看出，其中目標箱 545 從來源箱 522 及 525 接收組成。若假設目標箱 545 具有索引，例如 $n=8$ ，則方程式(2)指定 $k=5$ 及 $r=1/3$ ，所以目標箱 545 從來源箱 522(索引 $k=5$)及來源箱 525(索引 $k+1=6$)接收組成。然而，針對具有索引 $n=9$ 之目標箱 546，餘數 r 為零，使得目標箱 546 僅從來源箱 525 接收組成。此以相似方式應用至更高轉置級 T ，例如 $T=4$ ，如圖 5c 所示。

可能將上述預先非線性處理另外解釋如下。可能將先進非線性處理理解為給定之 T 級轉置及該已轉置次頻帶訊號至藉由該共同合成濾波器庫界定之頻率格(亦即，藉由頻率格 $F\Delta f$)的後續映射之組合。為說明此解釋，再度參考至圖 5b 或 5c。然而，在本情形中，將來源箱 510 或 520 視為係使用轉置級 T 從該等分析次頻帶導出之合成次頻帶。此等合成次頻帶具有藉由 $T\Delta f$ 給定之頻率格。為將合成次頻帶訊號產生在藉由目標箱 530 或 540 給定之預界定頻率格 $F\Delta f$ 上，該等來源箱 510 或 520(亦即，具有頻率格 $T\Delta f$ 之該等合成次頻帶)必須映射至該預界定頻率格 $F\Delta f$ 上。此可藉由內插一或二個來源箱 510 或 520(亦即，在頻率格 $T\Delta f$ 上的合成次頻帶訊號)判定目標箱 530 或 540(亦

即，在頻率格 $F\Delta f$ 上的合成次頻帶訊號)加以實施。在較佳實施例中，使用線性內插，其中該內插的權重反比於目標箱 530 或 540 之中心頻率與對應來源箱 510 或 520 之間的差。例如，若該差為零，則該權重為 1，且若該差為 $T\Delta f$ ，則該權重為 0。

總之，已描述容許藉由轉置數個分析次頻帶判定合成次頻帶之組成的非線性處理法。該非線性處理法致能針對不同轉置級使用單一共同分析及合成次頻帶濾波器庫，從而顯著地減少多諧波轉置器的計算複雜性。

在下文中描述多諧波轉置器或多諧波轉置器系統的各種實施例。在使用 HFR(高頻高構)的音源編碼/解碼系統中，諸如在以提及之方式併入的 WO 98/57436 中具體說明之 SBR(頻譜帶複製)，典型場景係該核心解碼器，亦即，音訊訊號之低頻成份的解碼器，輸出時域訊號至該 HFR 模組或 HFR 系統，亦即，實施該音訊訊號的高頻成份之重構的模組或系統。該低頻成份可能具有低於包含該低頻成份及該高頻成份之原始音訊訊號的頻寬之一半的頻寬。因此，包含該低頻成份，也稱為低頻帶訊號，的該時域訊號，可能以該音訊編碼/解碼系統之最終輸出訊號的一半取樣率取樣。在此種情形中，該 HFR 模組將必須有效率地將該核心訊號，亦即，低頻帶訊號，重取樣至二倍取樣頻率，以促使該核心訊號加至該輸出訊號。因此，藉由該 HFR 模組施加之所謂的頻寬擴展因子等於 2。

在高頻成份產生後(也稱為 HFR 產生訊號)，將該 HFR

產生訊號動態地調整成使該 HFR 產生訊號儘可能地匹配該原始訊號的高頻成份，亦即，該原始編碼訊號的高頻成份。此調整典型地係經由已傳輸側資訊藉由所謂的 HFR 處理器實施。該已傳輸側資訊可能包含在該原始訊號之高頻成份的頻譜封包上的資訊，且該 HFR 產生訊號的調整可能包含該 HFR 產生訊號之頻譜封包的調整。

為根據該已傳輸側資訊實施該 HFR 產生訊號的調整，該 HFR 產生訊號係藉由提供該 HFR 產生訊號之頻譜 QMF 次頻帶訊號的多頻道 QMF(正交鏡相濾波器)庫分析。隨後，該 HFR 處理器在得自分析 QMF 庫之該頻譜 QMF 次頻帶訊號上實施該 HFR 產生訊號的調整。最終，該等已調整 QMF 次頻帶訊號在合成 QMF 庫中合成。為實施該取樣頻率的修改，例如，為將該取樣頻率從該低頻帶訊號的取樣頻率倍增至該音訊編碼/解碼系統之輸出訊號的取樣頻率，分析 QMF 頻帶的數量可能與合成 QMF 頻帶的數量不同。在實施例中，該分析 QMF 庫產生 32 個 QMF 次頻帶訊號且該合成 QMF 庫處理 64 個 QMF 次頻帶，從而提供該取樣之倍增。應注意該轉置器之分析及/或合成濾波器庫典型地產生數百個分析及/或合成次頻帶，從而提供顯著地高於該等 QMF 庫的頻率解析度。

用於產生訊號之高頻成份的處理範例在圖 6 之 HFR 系統 600 中說明。已傳輸位元串流係在核心解碼器 601 接收，其以取樣頻率 f_s 提供該已解碼輸出訊號的低頻成份。將在取樣頻率 f_s 的該低頻成份輸入至不同的個別轉

置器 602-2、...、602-P，其中各單一轉置器對應於如圖 1 所描繪之轉置級 $T=2$ 、...、 P 的單一轉置器。將用於 $T=1$ 、2、...、 P 之個別已轉置訊號分別供應至個別分析 QMF 庫 603-1、...、603-P 的具體實例。應注意將該低頻成份視為係 $T=1$ 級的已轉置訊號。該核心訊號的重取樣(亦即，該低頻成份在取樣頻率 f_s 的重取樣)係藉由使用降取樣 QMF 庫 603-1 濾波該低頻成份而達成，典型地具有取代 64 個頻道之 32 個頻道。結果，產生 32 個 QMF 次頻帶訊號，其中各 QMF 次頻帶訊號具有取樣頻率 $f_s/32$ 。

在描繪於圖 12a 的頻率圖示中顯示 $T=2$ 級的轉置對取樣頻率 f_s 之訊號的效果。頻率圖示 1210 顯示至具有 B Hz 頻寬之轉置器 602-2 的輸入訊號。使用分析濾波器庫將該輸入訊號分段為分析次頻帶訊號。此係藉由分段為頻率帶 1211 而表示。將該等分析次頻帶訊號轉置至 $T=2$ 倍高的頻率範圍並倍增該取樣頻率。所產生的頻域訊號描繪於頻率圖示 1220 中，其中頻率圖示 1220 具有與頻率圖示 1210 相同的頻率比例。可看出已將次頻帶 1211 轉置至次頻帶 1221。該轉置操作係藉由虛線箭號說明。此外，該等已轉置次頻帶訊號的週期頻譜 1222 係描繪於頻率圖示 1220 中。或者，可將轉置處理描繪於頻率圖示 1230 中，其中該頻率軸已放大，亦即，乘以轉置因子 $T=2$ 。換言之，頻率圖示 1230 對應於在 $T=2$ 倍高比例的頻率圖示 1220。該等次頻帶段 1231 各者具有段 1211 之頻寬的二倍頻寬。此導致當該訊號的時間期間保持不變時，轉置器

602-2 的輸出訊號具有比該輸入訊號高 $T=2$ 倍的取樣率，亦即， $2f_s$ 的取樣率。

如可從圖 6 中看出並已於上文中概述的，具有轉置級 $T=2$ 之個別轉置器 602-2 的輸出訊號具有 $2f_s$ 的取樣頻率。為產生具取樣頻率 $f_s/32$ 之 QMF 次頻帶訊號，應使用具有 64 個頻道的分析 QMF 庫 603-2。以相似方式，具有轉置級 $T=P$ 之個別轉置器 602-P 的輸出訊號具有 Pf_s 的取樣頻率。為產生具取樣頻率 $f_s/32$ 之 QMF 次頻帶訊號，應使用具有 $32 \cdot P$ 個頻道的分析 QMF 庫 603-2。換言之，若尺寸(亦即，用於分析 QMF 庫 603-1、...、603-P 各者之頻道數量)適應源自對應轉置器 602-2、...、602-P 的該訊號，則來自分析 QMF 庫 603-1、...、603-P 之所有實例的次頻帶輸出將具有相等的取樣頻率。將在取樣頻率 $f_s/32$ 的 QMF 次頻帶訊號群組饋入至 HFR 處理模組 604，其中該高頻成份的頻譜調整係根據該已傳輸側資訊實施。最後，藉由 64 個頻道反轉或合成 QMF 庫 605，將該等已調整次頻帶訊號合成至時域訊號，從而有效率地從在 $f_s/32$ 取樣之該等 QMF 次頻帶訊號產生在取樣頻率 $2f_s$ 的已解碼輸出訊號。

如已於上文概述的，轉置器模組 602-2、...、602-P 產生不同取樣率的時域訊號，亦即，取樣率分別為 $2f_s$ 、...、 Pf_s 。轉置器模組 602-2、...、602-P 之輸出訊號的重取樣係藉由在以下對應之 QMF 分析庫 603-1、...、603-P 中「插入」或拋棄次頻帶頻道而達成。換言之，轉置器模組

602-2、...、602-P 之輸出訊號的重取樣可能藉由使用在後續之個別分析 QMF 庫 603-1、...、603-P 及合成 QMF 庫 605 中之不同數量的 QMF 次頻帶而達成。因此，可能需要將來自 QMF 庫 602-2、...、602-P 之輸出 QMF 次頻帶訊號配入 64 個頻道，最後傳送至合成 QMF 庫 605。此配入或映射可能藉由將來自 32 個頻道分析 QMF 庫 603-1 的 32 個 QMF 次頻帶訊號映射或加至該合成或反轉 QMF 庫 605 之前 32 個頻道而達成，亦即，32 個低頻率頻道達成。此有效率地導致由分析 QMF 庫 603-1 濾波之訊號藉由因子 2 昇取樣。可能將來自該 64 個頻道分析 QMF 庫 603-2 的所有次頻帶訊號直接映射或加至反轉 QMF 庫 605 的 64 個頻道。鑑於分析 QMF 庫 603-2 與合成 QMF 庫 605 之尺寸完全相同的事實，該個別轉置訊號將不重取樣。QMF 庫 603-3、...、603-P 具有超過 64 個次頻帶訊號的許多輸出 QMF 次頻帶訊號。在此種情形中，可能將 64 個低頻道映射或加至合成 QMF 庫 605 的 64 個頻道。可拋棄其餘的高頻道。作為 32 · P 個頻道分析 QMF 庫 603-P 的使用結果，由 QMF 庫 603-P 濾波的該訊號將以因子 P/2 降取樣。因此，依據轉置級 P 的此重取樣將導致所有已轉置訊號具有相同取樣頻率。

換言之，即使轉置器模組 602-2、...、602-P 產生不同取樣率之時域訊號，期望該等次頻帶訊號在供應至該 HFR 處理模組 604 時具有相同取樣率。此可能藉由使用不同尺寸之分析 QMF 庫 603-3、...、603-P 達成，其中該尺寸典

型地為 32T，其中 T 係該轉置因子或轉置級。因為該 HFR 處理模組 604 及合成 QMF 庫 605 典型在 64 個次頻帶訊號上操作，亦即，分析 QMF 庫 603-1 之尺寸的二倍，可能將來自具有超過此數字之次頻帶索引的分析 QMF 庫 603-3、...、603-P 之所有次頻帶訊號拋棄。此可因為轉置器 602-2、...、602-P 的輸出訊號可能實際覆蓋該輸出訊號之奈奎斯特頻率 f_s 上的頻率範圍而完成。可能將其餘的次頻帶訊號，亦即，已映射至合成 QMF 庫 605 之次頻帶的該等次頻帶訊號，相加以產生與已轉置訊號重疊之頻率(參見下文討論之圖 12b)或以特定其他方式組合，例如，以得到如圖 12c 所描畫之非重疊轉置訊號(於下文討論)。在非重疊轉置訊號的情形中，典型地為轉置級 T 的轉置器 602-T，其中 $T=2, \dots, P$ ，指定轉置器 602-T 獨佔地產生頻率成份的特定頻率範圍。在實施例中，轉置器 602-T 的專屬頻率範圍可能係 $[(T-1)B, TB]$ ，其中 B 係至轉置器 602-T 之輸入訊號的頻寬。在此種情形中，將在該專屬頻率範圍外側之轉置器 602-T 的合成次頻帶訊號忽略或拋棄。另一方面，轉置器 602-T 可能產生與其他轉置器 602-2、...、602-P 之頻率成份重疊的頻率成份。在此種情形中，此等重疊頻率成份在該 QMF 次頻帶域中疊合。

如上文所指示的，在典型實施例中，將複數個轉置器 602-2、...、602-P 用於產生 HFR 模組 600 之輸出訊號的高頻成份。假設至轉置器 602-2、...、602-P 的輸入訊號，亦即，該輸出訊號的低頻成份，具有 B Hz 的頻寬及取樣

率 f_s ，且 HFR 模組 600 之輸出訊號具有取樣率 $2f_s$ 。因此，該高頻成份可能覆蓋該頻率範圍 $[B, f_s]$ 。轉置器 602-2、...、602-P 各者可能提供組成至該高頻成份，其中該等組成可能係重疊的及/或非重疊的。圖 12b 描繪該情形，其中該高頻成份係從不同轉置器 602-2、...、602-P 的重疊組成產生。頻率圖示 1241 描繪該低頻成份，亦即，至轉置器 602-2、...、602-P 的輸入訊號。頻率圖示 1242 描繪第二級轉置器 602-2 的輸出訊號，該轉置器包含在藉由斜線頻率範圍所指示之頻率範圍 $[B, 2B]$ 中的次頻帶。典型地忽略或拋棄藉由該轉置器產生的頻率範圍 $[0, B]$ ，因為此範圍係由該低頻輸入訊號所覆蓋。此由該白色頻率範圍所指示。頻率圖示 1243 描繪第三級轉置器 602-3 的輸出訊號，該轉置器覆蓋藉由斜線頻率範圍所指示的頻率範圍 $[B, 3B]$ 。以相似的方式，轉置器 602-P 產生覆蓋顯示於頻率圖示 1244 之頻率範圍 $[B, PB]$ 的輸出訊號。最後，使用分析 QMF 庫 603-1、...、603-P 將不同轉置器 602-2、...、602-P 的輸出訊號及低頻成份映射至 QMF 次頻帶，從而產生 P 個 QMF 次頻帶群組。如可在頻率圖示 1245 中看到的，覆蓋頻率範圍 $[0, B]$ 的該等 QMF 次頻帶，參考符號 1246，僅接收來自該低頻成份的組成，亦即，來自得自第一級轉置的該訊號。覆蓋頻率範圍 $[B, 2B]$ 的該等 QMF 次頻帶，參考符號 1247，接收來自 $T=2$ 、...、P 級的該等轉置器之輸出訊號的組成。覆蓋頻率範圍 $[2B, 3B]$ 的該等 QMF 次頻帶，參考符號 1248，接收來自 $T=3$ 、...、P

級等的該等轉置器之輸出訊號的組成。覆蓋頻率範圍 $[(P-1)B, PB]$ 的該等 QMF 次頻帶，參考符號 1249，接收來自 $T=P$ 級的該轉置器之輸出訊號的組成。

圖 12c 描繪與圖 12b 相似的場景，然而，將轉置器 602-2、...、602-P 組態成使得彼等之輸出訊號的頻率範圍不重疊。頻率圖 1251 描繪該低頻成份。頻率圖 1252 描繪覆蓋頻率範圍 $[B, 2B]$ 之第二級轉置器 602-2 的輸出訊號。頻率圖 1253 描繪覆蓋頻率範圍 $[2B, 3B]$ 之第三級轉置器 602-3 的輸出訊號，且頻率圖 1254 描繪覆蓋頻率範圍 $[(P-1)B, PB]$ 之第 P 級轉置器 602-P 的輸出訊號。將低頻成份及轉置器 602-2、...、602-P 的輸出訊號供應至提供 P 個 QMF 次頻帶群組的個別分析 QMF 庫 603-1、...、603-P。典型地，此等 QMF 次頻帶不包含重疊頻率範圍中的組成。此描繪於頻率圖 1255 中。覆蓋頻率範圍 $[0, B]$ 的該等 QMF 次頻帶(參考符號 1256)僅接收來自該低頻成份的組成，亦即，來自得自第一級轉置的該訊號。覆蓋頻率範圍 $[B, 2B]$ 的該等 QMF 次頻帶(參考符號 1257)接收來自 $T=2$ 級的該轉置器之輸出訊號的組成。覆蓋頻率範圍 $[2B, 3B]$ 的該等 QMF 次頻帶(參考符號 1258)接收來自 $T=3$ 的該轉置器之輸出訊號的組成，以此類推。覆蓋頻率範圍 $[(P-1)B, PB]$ 的該等 QMF 次頻帶(參考符號 1259)接收來自 $T=P$ 級的該轉置器之輸出訊號的組成。

圖 12b 及 12c 描繪轉置器 602-2、...、602-P 的完全重疊輸出訊號及轉置器 602-2、...、602-P 之完全非重疊覆蓋

訊號的極端場景。應注意具有部分重疊輸出訊號的混合場景係可能的。此外，應注意圖 12b 及 12c 之二場景描述將轉置器 602-2、...、602-P 組態成使得彼等之輸出訊號的頻率範圍重疊或不重疊之系統。此可能藉由將窗化施加在該等轉置器的頻譜域中而達成，例如，藉由將已選擇次頻帶訊號設定為零。替代選擇係使轉置器 602-2、...、602-P，在圖 12b 及 12c 的二場景中產生寬頻帶訊號，並藉由以適當方式將得自分析 QMF 庫 603-1、...、603-P 的該等次頻帶訊號組合，在該 QMF 次頻帶域中實施已轉置訊號的濾波。例如，在非重疊情形中，僅有該等分析 QMF 庫 603-1、...、603-P 之一者組成在各轉置器輸出頻率範圍中供應至 HFR 處理器 604 的該等次頻帶訊號。針對重疊情形，在進入 HFR 處理器 604 之前，將複數個該等次頻帶訊號相加。

若 HFR 系統 600 之部分或所有訊號係(接近)臨界取樣的，如針對 HFR 系統 700 之圖 7 及圖 13 至 16 所示，得到圖 6 之系統的更有效率的實作。此意謂著臨界降取樣核心解碼器 701 的輸出訊號且較佳地也降取樣 HFR 系統 700 之其他中間訊號，例如，轉置器 702-2、...、702-P 的輸出訊號。例如，在核心解碼器 701 之輸出的核心解碼訊號係藉由合理因子 $Q=M_1/M_2$ 而降取樣，其中 M_1 及 M_2 係適當選擇的整數值。降取樣因子 Q 應係強迫頻寬 B 之輸入訊號接近臨界取樣的因子。在此同時，應將 Q 選擇成使得 QMF 庫 703-1 的尺寸 $(32/Q)$ 保持為整數。藉由合理因子

Q 的降取樣係在降取樣器 706 中實施，並在取樣頻率 f_s/Q 產生輸出訊號。為提供也已臨界取樣之已轉置訊號，轉置器 702-2、...、702-P 僅輸出該已轉置訊號的相關部分為佳，亦即，實際為 HFR 處理器 704 所使用的該頻率範圍。用於轉置級 T 之轉置器 702-T 的該相關頻率範圍可能係在非重疊情形中用於具有頻寬 B Hz 之輸入訊號的範圍 $[(T-1)B, TB]$ 。

此意謂著來自降取樣器 706 的輸出及來自轉置器 702-2、...、702-P 的輸出係臨界取樣的。第二級轉置器 702-2 的輸出訊號會具有與降取樣器 706 之輸出訊號完全等同的取樣頻率 f_s/Q 。然而，應注意來自第二級轉置器 702-2 的該訊號實際上係具有頻寬 $f_s/(2Q)$ 的高通訊號，其被調變至基頻，因為將轉置器 702-2 組態成使得其僅合成約從 B 至 2B Hz 的已轉置頻率範圍。

至於較大級之轉置器，例如，轉置器 702-P，至少二可能場景係可能的。第一場景係該等已轉置訊號係重疊的，亦即，第 P 級已轉置訊號的低頻部分與 P-1 級之已轉置訊號的頻率範圍重疊(見圖 12b)。在此情形中，來自臨界取樣轉置器 702-P 的輸出具有取樣頻率 Sf_s/Q ，其中 $S=\min(P-1, 2Q-1)$ 。當 $S=P-1$ 時，第 P 級已轉置訊號的最高頻率仍低於 HFR 系統 700 之輸出訊號的奈奎斯特頻率 f_s ，且當 $S=2Q-1$ 時，第 P 級已轉置訊號係由 HFR 系統 700 之輸出訊號的奈奎斯特頻率 f_s 限制的頻寬。亦即，轉置器 702-P 之輸出訊號的取樣頻率絕不大於 $(2-\frac{1}{Q})f_s$ ，其對

應於覆蓋從 $f_s/(2Q)$ (低帶訊號的最高頻率)至奈奎斯特頻率 f_s 之頻率間隔的訊號。其他場景係該等已轉置訊號係非重疊的。在 $S=1$ 情形中，儘管覆蓋反轉 QMF 庫 705 之輸出訊號中的不同非重疊頻率範圍，亦即，在 HFR 系統 700 之輸出訊號中(見圖 12c)，所有已轉置訊號具有完全相同之取樣頻率。

於圖 13 至 16 中描繪所描述之次取樣或降取樣對具有頻寬 B Hz 的核心解碼器 701 之輸出訊號的效果。圖 13 概要地描繪該訊號從核心解碼器 701 之輸出至轉置級 $T=2$ 的轉置器 702-2 之輸出的轉變。頻率圖示 1310 顯示具有頻寬 B Hz 之核心解碼器 701 的輸出訊號。此訊號在降取樣器 706 中臨界降取樣。降取樣因子 Q 係保證分析 QMF 庫 703-1 具有 $32/Q$ 整數個次頻帶的合理值。此外，降取樣器 706 應提供臨界取樣輸出訊號，亦即，具有取樣頻率 f_s/Q 輸出訊號，其儘可能接近核心解碼訊號之頻寬 B 的二倍，亦即， $Q < \frac{f_s}{2B}$ 。此種臨界取樣訊號係描繪於頻率圖示 1320。將具有取樣頻率 f_s/Q 的此臨界取樣訊號傳至將其分段為分析次頻帶的轉置器 702-2。此種已分段訊號描繪於頻率圖示 1330 中。隨後，非線性處理在該等分析次頻帶訊號上實施，其導致該等分析次頻帶拉長至 $T=2$ 倍高的頻率範圍及取樣頻率 $2f_s/Q$ 。此描繪於頻率圖示 1340 中，其可能替代地視為係具有放大頻率軸的頻率圖示 1330。應注意典型地僅將該等已轉置次頻帶的次群組視為在 HFR 處理模組 704 中。此等相關已轉置次頻帶在頻率圖示

1340 中係以覆蓋頻率範圍 $[B,2B]$ 的斜線次頻帶指示。可能僅須將該等斜線次頻帶視為在該轉置器合成濾波器庫中，且因此可將該相關範圍向下調變至基頻且該訊號可能藉由因子 2 降取樣至取樣頻率 f_s/Q 。此描繪於頻率圖示 1360 中，其中可看出已將覆蓋頻率範圍 $[B,2B]$ 的該訊號調變至基頻範圍 $[0,B]$ 。該已調變訊號實際上覆蓋高頻範圍 $[B,2B]$ 的事實係藉由參考符號「B」及「2B」說明。

應注意轉置的說明步驟(顯示在頻率圖示 1340 中)及後續至基頻的調變(顯示在頻率圖示 1360 中)僅爲了說明目的而顯示。二操作可能藉由將該等斜線次頻帶(顯示於頻率圖示 1340 中)指定至具有該分析濾波器庫之一半次頻帶數量的合成濾波器庫之合成次頻帶而實施。作爲此種映射操作的結果，可能得到顯示在頻率圖示 1360 中的該輸出訊號，其調變至該基頻，亦即，其中心約在零頻率周圍。在該非重疊場景中，該合成濾波器庫尺寸相關於該分析濾波器庫減少，以致能該可達成降取樣因子，其係由可能由第 P 級轉置器 703-P 之輸出訊號所覆蓋的全頻率範圍 $[0,PB]$ 及由第 P 級轉置器 703-P 之輸出訊號所覆蓋的實際頻率範圍 $[(P-1)B,PB]$ 之間的比率所給定，亦即，因子 P。

圖 14 概要地描繪在重疊頻率範圍之該場景中，該訊號從核心解碼器 701 之輸出至轉置級 $T=3$ 的轉置器 702-3 之輸出的轉變。具有頻寬 B 之顯示於頻率圖示 1410 中的該訊號係在降取樣器 706 中藉由因子 Q 降取樣，以產生顯示於頻率圖示 1420 中的該訊號。將顯示於頻率圖示 1430

中的該分析次頻帶轉置至具有 $T=3$ 倍高頻率的次頻帶。該等已轉置次頻帶描繪於頻率圖示 1440 中，其中該取樣率從 fs/Q 增加至 $3fs/Q$ 。如圖 13 之本文中所概述的，此可視為該頻率軸藉由因子 3 改變比例。可看出第三級轉置器 702-3 的頻率範圍，亦即，斜線頻率範圍 $[B,3B]$ ，與第二級轉置器 702-2 的頻率範圍重疊。以與圖 13 相似的方式，可能將該等斜線次頻帶供應至已縮減尺寸的合成濾波器庫，從而產生僅包含來自該等斜線次頻帶之頻率的訊號。因此使用降取樣因子 $3/2$ 將此高通訊號降調變至該基頻。具有取樣頻率 $2fs/Q$ 之轉置器 703-2 所產生的臨界取樣輸出訊號描繪於頻率圖示 1460 中。

以與圖 13 相似的方式，應注意顯示在頻率圖示 1440 中的該轉置操作及顯示於頻率圖示 1460 中之至基頻的調變係藉由將頻率圖示 1440 之斜線次頻帶映射至已縮減尺寸之合成濾波器庫的合成次頻帶而實施。在該重疊場景中，該合成濾波器庫尺寸相對於該分析濾波器庫減少，以致能該可達成降取樣因子，其係由可能由第 P 級轉置器 703- P 之輸出訊號所覆蓋的全頻率範圍 $[0,PB]$ 及由第 P 級轉置器 703- P 之輸出訊號所覆蓋的實際頻率範圍 $[B,PB]$ 之間的比率所給定，亦即，因子 $P/(P-1)$ 。

圖 15 針對該已轉置頻率範圍未與較低級轉置器 $T=P-1$ 之相關頻率範圍重疊的情形，亦即， $[(P-2)B,(P-1)B]$ ，概要地描繪該訊號從降取樣器 706 之輸出至轉置級 $T=P$ 的轉置器 702- P 之輸出的轉變。如圖 13 之本文中所概述的，

顯示於頻率圖示 1530 中的該降取樣訊號係藉由轉置器 702-P 所轉置。於頻率圖示 1540 中將覆蓋該相關頻率範圍 $[(P-1)B, PB]$ 之該等已轉置次頻帶描繪為該斜線頻率範圍。將對應於該斜線頻率範圍的該等次頻帶供應至已縮減尺寸的該合成濾波器庫，從而產生僅包含在範圍 $[(P-1)B, PB]$ 中的頻率之訊號。因此，將此高通訊號調變至該基頻並使用因子 P 降取樣。結果，得到顯示於頻率圖示 1560 中之轉置器 702-P 的臨界取樣輸出訊號。轉置器 702-P 的此輸出訊號包含頻率範圍 $[(P-1)B, PB]$ 的頻率成份。當將該轉置器輸出映射至用於 HFR 處理的 QMF 次頻帶時，必須考慮此。

圖 16 針對該已轉置頻率範圍與較低級轉置器 $T=2, \dots, P-1$ 之相關頻率範圍重疊的情形，亦即， $[B, (P-1)B]$ ，概要地描繪該訊號從降取樣器 706 之輸出至轉置級 $T=P$ 的轉置器 702-P 之輸出的轉變。如圖 14 之本文中所概述的，顯示於頻率圖示 1630 中的該降取樣訊號係於轉置器 702-P 中轉置。於頻率圖示 1640 中將覆蓋該頻率範圍 $[B, PB]$ 之該等已轉置次頻帶描繪為該斜線頻率範圍。以與圖 14 相似的方式，可看出該等斜線次頻帶覆蓋低於 $(P-1)B$ 的頻率。因此，該等斜線次頻帶與較低級轉置器 702-2、 \dots 、702-P-1 的頻率範圍重疊。此外，由於該等斜線次頻帶覆蓋大於 $[(P-1)B, PB]$ 的範圍，可僅使用已縮減之降取樣因子。如上文所概述的，若由第 P 級轉置器 702-P 之輸出訊號所覆蓋的該頻率範圍係 $[B, (P-1)B]$ ，此降取樣

因子係 $P/(P-1)$ 。結果，得到具有取樣頻率 $(P-1)f_s/Q$ 之轉置器 702-P 的降取樣輸出訊號。

如已於上文指示的，應注意轉置器 706-P 內的中間訊號，亦即，顯示在頻率圖示 1340、1440、1540、1640 中的該等訊號明顯地不係存在於顯示於圖 7 之 HFR 系統中的實體訊號。此等訊號已針對說明目的顯示並可視為係在轉置器 706-P 內的「虛擬訊號」，顯示該轉置及存在於隱含降取樣中之濾波的效果。

應注意在上文所概述的該範例中，來自核心解碼器 701 的該輸出訊號在進入 HFR 模組 700 時可能已使用取樣率 f_s/Q 臨界取樣。此可藉由，例如使用比核心解碼器 701 之額定尺寸更小的合成轉換尺寸完成。在此場景中，因為使用在核心解碼器 701 中的較小合成轉換，並因為該廢棄降取樣器 706，計算複雜性降低。

用於改善 HFR 系統之效率的另一方法係根據在圖 3、4、或 5 之本文中概述的該等方案之一者，組合圖 6 之個別轉置器 602-2、...、602-P。取代針對不同轉置級 $T=2$ 、...、 P 使用個別轉置器 602-2、...、602-P，可能將多轉置器系統 300、400、或 500 使用為範例。可能場景描繪於圖 8 中，其中將針對等於或大於二之轉置因子 T 的轉置器共同聚集為多轉置器 802，其可能根據相關於圖 3 至 5 概述之任何該等實施樣態實作。在該說明範例中，來自多轉置器 802 的該輸出具有取樣頻率 $2f_s$ ，亦即，二倍高於至多轉置器 802 的輸入訊號之取樣頻率的取樣頻率。

多轉置器 802 的輸出訊號係藉由具有 64 個頻道之單一分析 QMF 庫 803-2 濾波。

如圖 6 之本文中所概述的，該核心訊號的重取樣，亦即，核心解碼器 801 之輸出訊號的重取樣，可能藉由使用僅具有 32 個頻道之降取樣 QMF 庫 803-1 濾波該訊號而達成。結果，QMF 次頻帶訊號的二群組具有取樣頻率為 $f_s/32$ 的 QMF 次頻帶訊號。將 QMF 次頻帶訊號的二群組供應至 HFR 處理模組 804，且最終藉由 64 個合成 QMF 庫 805 將該等已調整 QMF 次頻帶訊號合成為時域訊號。應注意在該說明場景中，多轉置器 802 產生二倍取樣率 f_s 的已轉置時域訊號。如圖 3、4、及 5 之本文所概述的，此已轉置時域訊號係不同轉置因子 T 之數個已轉置訊號的和，其中 T 係大於 1 之整數。針對多轉置器 802 提供具有取樣頻率 $2f_s$ 之輸出訊號的事實，原因係多轉置器 802 的輸出訊號覆蓋 HFR 模組 800 之輸出訊號的高頻範圍，亦即，最多為範圍 $[B, f_s]$ ，其中 B 係該低頻成份的頻寬且 f_s 係 HFR 模組 800 之輸出訊號的奈斯特頻率。

如圖 7 之本文所概述的，HFR 系統 800 的效率可能藉由增加該等時域訊號之次取樣等級而更行增加，亦即，藉由提供臨界降取樣訊號，在該核心解碼器的輸出及在該轉置器之輸出為佳。此描繪於圖 9 中，其中可能施用在圖 7 及圖 13 至 16 之本文中概述的該等理解。核心解碼器 901 的輸出訊號在降取樣單元 906 中降取樣，在取樣頻率 f_s/Q 產生降取樣訊號。將此訊號供應至多轉置器 902 及分析

QMF 庫 903-1。多轉置器 902 的輸出具有取樣頻率 Sf_s/Q ，其中 $S=\min(P-1,2Q-1)$ ，因為來自多轉置器 902 的輸出係具有從 $T=2$ 至 P 的轉置級之訊號的組合。將該已轉置訊號供應至尺寸 $32S/Q$ 的分析 QMF 庫 903-2。以與上文之概述相似的方式，QMF 次頻帶訊號的二群組在 HFR 處理器 904 中處理，且最終使用合成 QMF 庫 905 將其轉換至時域訊號。

在實施例中，若也將該多轉置器組態成通過該核心訊號的未改變複本，亦即，該核心解碼器之輸出訊號的未改變複本，可能將分析該核心編碼器訊號的該 QMF 庫省略，亦即，圖 8 之分析 QMF 庫 803-1。在轉置器術語中，此等同於使用轉置級因子 $T=1$ 的轉置，亦即，第一級轉置。若將第一級轉置加至圖 8 的多轉置器系統 802 中，可能將已修改 HFR 模組 1000 的方塊圖描繪成如圖 10 所示。如圖 10 所示，僅將由核心解碼器 1001 解碼之該訊號使用為至多轉置器 1002 的輸入，亦即，由核心解碼器 1001 解碼之該訊號不傳至 HFR 模組 1000 的任何額外組件。將多轉置器 1002 組態成使得其單一輸出訊號具有取樣頻率 $2f_s$ 。換言之，多轉置器 1002 產生二倍取樣率的時域訊號，其中該時域訊號係不同轉置因子 T 的數個已轉置訊號的和，其中 T 採用 1 至 P 之值。來自多轉置器 1002 的此單一輸出訊號係藉由 64 個頻道 QMF 庫 1003 分析，隨後並將該等 QMF 次頻帶訊號供應至 HFR 處理模組 1004，其使用該已傳輸側資訊調整該等 QMF 次頻帶訊

號。該等已調整 QMF 次頻帶訊號最後藉由該 64 個頻道合成 QMF 庫 1005 合成。

以與描述在圖 7 及 9 之本文中的該降取樣相似的方式，HFR 模組 1000 的效率可能經由該等時域訊號的次取樣而增加。此種 HFR 模組 1100 顯示於圖 11 中。已接收位元串流係藉由核心解碼器 1101 解碼，其在取樣頻率 f_s 提供時域輸出訊號。此時域輸出訊號係使用降取樣單元 1106 藉由因子 Q 降取樣。將在取樣頻率 f_s/Q 的該已降取樣訊號傳至多轉置器 1102。來自多轉置器 1102 的該輸出將具有取樣頻率 Sf_s/Q 。然而，此時將參數 S 選擇成 $S=\min(P,2Q)$ ，因為該已轉置訊號也包含核心解碼器 1101 的已解碼及已降取樣輸出訊號。使用具有 $32S/Q$ 個頻道之分析 QMF 庫 1103 將多轉置器 1102 的輸出訊號分段為 QMF 次頻帶訊號。該等 QMF 次頻帶訊號係使用該已傳輸側資訊調整，隨後藉由合成 64 個頻道 QMF 庫 1105 合併。

如上文提及的，描繪於圖 8 至 11 中的該等多轉置器 802、902、1002、及 1102 可能基於存在於圖 3 至 5 之本中的任何該等組態。此外，可能使用描繪於圖 2 中的該轉置器組態，雖然相較於圖 3 至 5 的該等轉置器設計，其計算效率較低。在第一較佳實施例中，描繪於圖 10 及 11 中的該等 HFR 模組組態係結合描述於圖 5 之本文中的該多轉置器使用。將該等轉置器分析次頻帶至該等轉置器合成次頻帶的示範映射描繪於圖 5b 中。在第二較佳實施例

中，描繪於圖 8 及 9 中的該等 HFR 模組組態係結合描述於圖 5 之本文中的該多轉置器使用。該等轉置器分析次頻帶至該等轉置器合成次頻帶的示範映射係在描繪於圖 5c 的此實施例中。

使用圖 7、9、11、以及 13-16 之本文中所概述的該等範例，可能識別最大削減、或臨界取樣的轉置器的通用建構方塊。此種建構方塊 170 描繪於圖 17 中。取樣頻率 f_s 的輸入訊號首先在因子 Q 降取樣器 171 中處理，且經由轉置器分析濾波器庫 172 濾波。該分析濾波器庫具有 N_a 之濾波器庫尺寸、或變換尺寸，及 δ_a 取樣之中繼尺寸或輸入訊號步距。該等次頻帶訊號隨後藉由非線性處理單元 173 使用轉置因子 T 處理。非線性處理單元 173 可能實作在本文件中概述之任何非線性處理。在實施例中，在圖 5、5b、5c 之本文中概述的該非線性處理可能在非線性處理單元 173 中實施。最終，在轉置器合成濾波器庫 174 中將該等次頻帶訊號組合為取樣頻率 Rf_s 的時域訊號，其中 R 係所期望之重取樣因子。該合成濾波器庫具有 N_s 之濾波器庫尺寸、或變換尺寸，及 δ_s 取樣之中繼尺寸或輸出訊號步距。包括分析濾波器庫 172、非線性處理單元 173、以及合成濾波器庫 174 的擴展因子 W 係如以下方程式之來自該合成濾波器庫的輸出訊號及至該分析濾波器庫之輸入訊號的取樣頻率之比率

$$W = \frac{Rf_s}{f_s/Q} = RQ。 \quad (6)$$

可能將該濾波器庫、或變換尺寸， N_a 及 N_s 相關為

$$N_s = \frac{W}{T} N_a, \quad (7)$$

並可能將該中繼尺寸、或訊號步距， δ_a 及 δ_s 相關為

$$\delta_s = W \delta_a. \quad (8)$$

該最大削減，或臨界取樣之轉置器建構方塊 170 可能具有至分析濾波器庫 172 的輸入訊號，或來自合成濾波器庫 174 的輸出之其中一者或二者，獨佔地覆蓋相關於後續處理的該頻譜頻寬，諸如圖 7 之 HFR 處理單元 704。該輸入訊號的臨界取樣可能藉由濾波及其後之藉由在降取樣器 171 中削減該輸入訊號的可能調變而得到。在實施例中，該輸出訊號的臨界取樣可能藉由映射次頻帶訊號至最小尺寸之合成濾波器庫 174 而實現，該最小尺寸足以獨佔地覆蓋與後續處理相關之次頻帶頻道，例如，如方程式(7)所指示的。圖 13-16 描繪當來自合成濾波器庫的輸出獨佔地覆蓋相關頻譜頻寬且因此被最大削減的情況。

可能將複數個建構方塊 170 組合並組態成使得到數個轉置級之臨界取樣轉置器系統。在此種系統中，建構方塊 170 之一或多個模組 171-174 可能在使用不同轉置級之該等建構方塊之間分享。典型地，當至共同分析濾波器庫 301 的輸入訊號可能相關於需要最大輸入訊號頻寬之轉置器建構方塊 170 而受最大削減的同時，使用共同分析濾波器庫 301 的系統，如圖 3 之本文中所概述的，可能具有來自合成濾波器庫 303-1、...、303-P 之最大削減輸出訊號。使用共同合成濾波器庫 404 的系統，如圖 4 之本文中所概述的，可能具有至分析濾波器庫 401-1、...、401-P 之最大

削減輸入訊號，並也可能具有來自共同合成濾波器庫 404 的最大削減輸出訊號。概述於圖 2 之本文中的該系統，具有至該等分析濾波器庫的最大削減輸入訊號及來自該等合成濾波器庫之最大削減輸出訊號二者為佳。在此情形中，該系統的結構可能僅係並列的複數個轉置器建構方塊 170。當至共同分析濾波器庫 501 之輸入訊號可能相關於該訊號受最大削減的同時，其中該轉置級需要最大輸入訊號頻寬，使用共同分析濾波器庫 501 及共同合成濾波器庫 504 的系統，如圖 5 之本文中所概述的，典型地具有來自該共同合成濾波器庫 504 的最大削減輸出訊號。針對此系統，方程式(7)中的轉置因子 T 係以在圖 5、5b、及 5c 之本文中概述的因子 F 置換。應注意圖 2 之加總單元 202 及圖 3 的 304，在上述場景中可能被組態成管理並組合來自轉置器建構方塊合成濾波器庫的臨界取樣次頻帶訊號。在實施例中，該等加總單元可能包含其後組合該等次頻帶訊號的 QMF 分析濾波器庫或其後將該等訊號相加之時域重取樣及調變單元。

在本文件中，已描述容許使用共同分析濾波器庫及共同合成濾波器庫的多轉置方案及系統。為致能共同分析及合成濾波器庫的使用，已描述包含從多分析次頻帶至合成次頻帶之映射的預先非線性處理方案。由於使用共同分析濾波器庫及共同合成濾波器庫，相較於聚焦轉置方案，該多轉置方案可能以已減少計算複雜性實作。換言之，諧波 HFR 方法的計算複雜性經由致能用於數個諧波轉置器之分

析及合成濾波器庫對的分享，或藉由一或數個諧波轉置器結合昇取樣器而大幅降低。

此外，已描述包含多轉置之 HFR 法的各種組態。尤其，已描述複雜性降低之 HFR 法的組態，彼等操作臨界降取樣訊號。該等已概述方法及系統可能使用在各種解碼裝置中，例如在多媒體接收器、視訊/音訊機上盒、行動裝置、音訊播放器、視訊播放器等中。

描述於本文件中之用於轉置及/或高頻重構的該等方法及系統可能實作為軟體、韌體、及/或硬體。特定組件可能，例如實作為在數位訊號處理器或微處理器上運作之軟體。其他組件可能，例如實作為硬體及/或特定應用積體電路。在所描述之方法及系統中遇到的該等訊號可能儲存在媒體中，諸如隨機存取記憶體或光學儲存媒體。彼等可能經由網路轉移，諸如無線電網路、衛星網路、無線網路、或有線網路，例如，網際網路。使用描述於本文件中之該等方法及系統的典型裝置係用於儲存及/或演奏音訊訊號的可攜式電子裝置或其他消費性裝備。該等方法及系統也可能使用在電腦系統中，例如網際網路網頁伺服器、其儲存及提供用於下載之音訊訊號，例如音樂訊號。

【符號說明】

100、201、1102：諧波轉置器

101、301、401、501：分析濾波器庫

102、173、302、402、502、512：非線性處理單元

- 103、303、404、504：合成濾波器庫
- 170：建構方塊
- 171、706：降取樣器
- 172：轉置器分析濾波器庫
- 174：轉置器合成濾波器庫
- 200：多轉置器系統
- 202、304、403、503：組合器
- 300：轉置器系統
- 400、500：多諧波轉置器系統
- 510、511、512、515、520、521、522、525：來源箱
- 530、531、532、535、540、541、545、546：目標箱
- 600、700：HFR 系統
- 601、701、801、901、1001、1101：核心解碼器
- 602、702：轉置器
- 603、803、903：分析 QMF 庫
- 604：HFR 處理模組
- 605、805、905、1005、1105：合成 QMF 庫
- 703：QMF 庫
- 704、904：HFR 處理器
- 705：反轉 QMF 庫
- 800：HFR 模組
- 802、902、1002、1102：多轉置器
- 804：HFR 處理模組
- 906、1106：降取樣單元

1000：已修改 HFR 模組

1003、1103：分析正交鏡相濾波器庫

1004：高頻重構處理模組

1100、1104：高頻重構模組

1210、1220、1230、1241、1242、1243、1244、1245、

1251、1252、1253、1254、1255、13101320、1330、

1340、1360、1410、1420、1430、1440、1460、1530、

1540、1560、1630、1640、1660：頻率圖示

1211：頻率帶

1221：次頻帶

1222：週期頻譜

1231：次頻帶段

1246、1247、1248、1249、1256、1257、1258、1259：

QMF 次頻帶

申請專利範圍

1. 一種組態成從訊號的低頻成份產生該訊號的高頻成份的系統，該系統包括：

分析濾波器庫(501)，被組態為從該訊號的低頻成份提供分析次頻帶訊號組；

第一非線性處理單元(502-1)，被組態為使用第一轉置級 P_1 ，由該分析次頻帶訊號組，決定第一組合成次頻帶訊號；

第二非線性處理單元(502-2)，被組態為使用第二轉置級 P_2 ，由該分析次頻帶訊號組，決定第二組合成次頻帶訊號；

組合單元(503)，被組態為將該第一組合成次頻帶訊號和該第二組合成次頻帶訊號組合，從而得到組合的合成次頻帶訊號組；以及

合成濾波器庫(504)，被組態為由該組合的合成次頻帶訊號組，產生該訊號的該高頻成份。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中：

該分析濾波器庫(501)具有數量 L_A 的分析次頻帶，其中 $L_A > 1$ ， k 是分析次頻帶索引， $k=0, \dots, L_A-1$ ；以及

合成濾波器庫(504)具有數量 L_S 的合成次頻帶，其中 $L_S > 0$ ， n 是合成次頻帶索引， $n=0, \dots, L_S-1$ 。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之系統，其中該分析次頻帶的數量 L_A 等於該合成次頻帶的數量 L_S 。

4. 如申請專利範圍第 2 或 3 項所述之系統，其中該第

一非線性處理單元(502-1)和/或該第二非線性處理單元(502-2)被組態為從該分析次頻帶訊號組的第 k 個分析次頻帶訊號和第 $k+1$ 個分析次頻帶訊號，決定該第一和/或第二組合成次頻帶訊號的第 n 個合成次頻帶訊號。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之系統，其中該第一非線性處理單元(502-1)被組態為：

將該第 n 個合成次頻帶訊號的相位決定為該第 k 個分析次頻帶訊號的偏移相位和第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號的偏移相位的和；和/或

將該第 n 個合成次頻帶訊號的振幅，決定為該第 k 個分析次頻帶訊號的指數振幅和該第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號的指數振幅的乘積。

6.如申請專利範圍第 5 項所述之系統，其中：

促成具有合成次頻帶索引 n 的該合成次頻帶的該分析次頻帶訊號的分析次頻帶索引 k 係藉由將運算式 $\frac{F}{P_1}n$ 捨位元獲得的整數所給定；其中，由 $\frac{F}{P_1}n-k$ 所給定餘數 r ，並且 F 是該合成濾波器庫(504)的頻率解析度和該分析濾波器庫(501)的頻率解析度的比。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之系統，其中，該第一非線性處理單元(502-1)被組態為：

將該第 n 個合成次頻帶訊號的相位，決定為乘以 $P_1 \cdot (1-r)$ 的第 k 個分析次頻帶訊號的相位和乘以 $P_1 \cdot r$ 的該第 $(k+1)$ 個分析次頻帶訊號的相位的和；和/或

將該第 n 個合成次頻帶訊號的振幅，決定為升高到冪

(1-r)的第 k 個分析次頻帶訊號的振幅和升高到冪 r 的第 (k+1)個分析次頻帶訊號的振幅的乘積。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該第一非線性處理單元(502-1)被組態為：

決定具有頻率解析度 $P_1\Delta f$ 的第一組中間合成次頻帶訊號；以及

對一個或更多個中間合成次頻帶訊號進行內插，以決定具有頻率解析度 $F\Delta f$ 的該第一組合成次頻帶訊號中的合成次頻帶訊號，其中 F 是解析度因子， Δf 是該分析濾波器庫(501)的頻率解析度。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中該第二非線性處理單元(502-2) 被組態為：

決定具有頻率解析度 $P_2\Delta f$ 的第二組中間合成次頻帶訊號；以及

對一個或更多個中間合成次頻帶訊號進行內插，以決定具有頻率解析度 $F\Delta f$ 的該第二組合成次頻帶訊號中的合成次頻帶訊號。

10.如申請專利範圍第 1 至 9 項中任一項所述之系統，其中該第一轉置級 P_1 和該第二轉置級 P_2 是不同的。

11.如申請專利範圍第 1 至 10 項中任一項所述之系統，其中：

根據該分析次頻帶訊號組中相移了為第一轉置級 P_1 得出的量的部分，來決定該第一組合成次頻帶訊號；和/或

根據該分析次頻帶訊號組中相移了為第二轉置級 P_2 得出的量的部分，來決定該第二組合成次頻帶訊號。

12.如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中：

該組合單元(503)，被組態為疊加與交疊頻率範圍相對應的該第一組合成次頻帶訊號中的合成次頻帶訊號和該第二組合成次頻帶訊號中的合成次頻帶訊號。

13.如申請專利範圍第 1 至 12 項中任一項所述之系統，更包含：

稱作 QMF 庫的分析正交鏡相濾波器庫(1003)，被組態為將音頻訊號轉換為多個 QMF 次頻帶訊號；其中該低頻成份對應於該多個 QMF 次頻帶訊號中的至少一個 QMF 次頻帶訊號。

14.如申請專利範圍第 1 項所述之系統，其中該第一非線性處理單元(502-1)被組態為根據以下，來決定該第一組合成次頻帶訊號的合成次頻帶訊號：

該分析次頻帶訊號組中相移了該轉置級 P_1 的分析次頻帶訊號；或

來自該分析次頻帶訊號組的一對分析次頻帶訊號，其中該對分析次頻帶訊號的第一組成部分被相移了因數 P' ，並且該對分析次頻帶訊號的第二組成部分被相移了因數 P'' ，其中 $P'+P''=P_1$ 。

15.一種由訊號的低頻成份來產生該訊號的高頻成份的方法，該方法包含：

由該訊號的該低頻成份，來提供分析次頻帶訊號組；

使用第一轉置級 P_1 ，由該分析次頻帶訊號組，來決定第一組合成次頻帶訊號；

使用第二轉置級 P_2 ，由該分析次頻帶訊號組，來決定第二組合成次頻帶訊號；

將該第一組合成次頻帶訊號和該第二組合成次頻帶訊號組合，以產生組合的合成次頻帶訊號組；以及

由該組合的合成次頻帶訊號組，來產生該訊號的該高頻成份。

16. 一種軟體程式，適用於在處理器上執行，並且在計算裝置上執行時用於執行如申請專利範圍第 15 項所述之方法步驟。

17. 一種儲存媒體，包含適用於在處理器上執行的軟體程式，該軟體程式在計算裝置上執行時用於執行如申請專利範圍第 15 項所述之方法步驟。

18. 一種電腦程式產品，包含在電腦上執行時用於執行如申請專利範圍第 15 項所述之方法的可執行指令。

圖式

圖 1

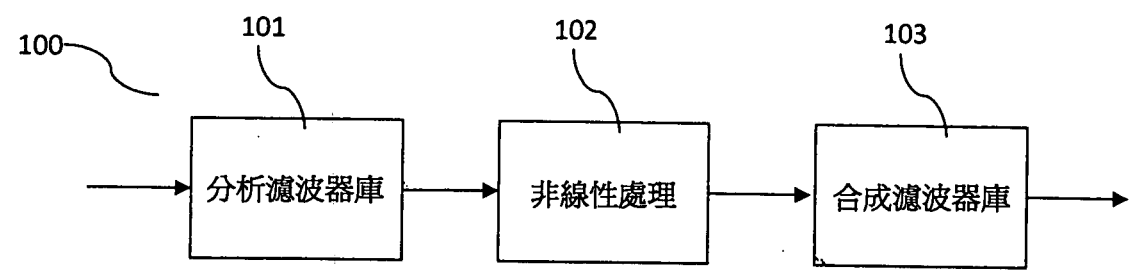


圖 2

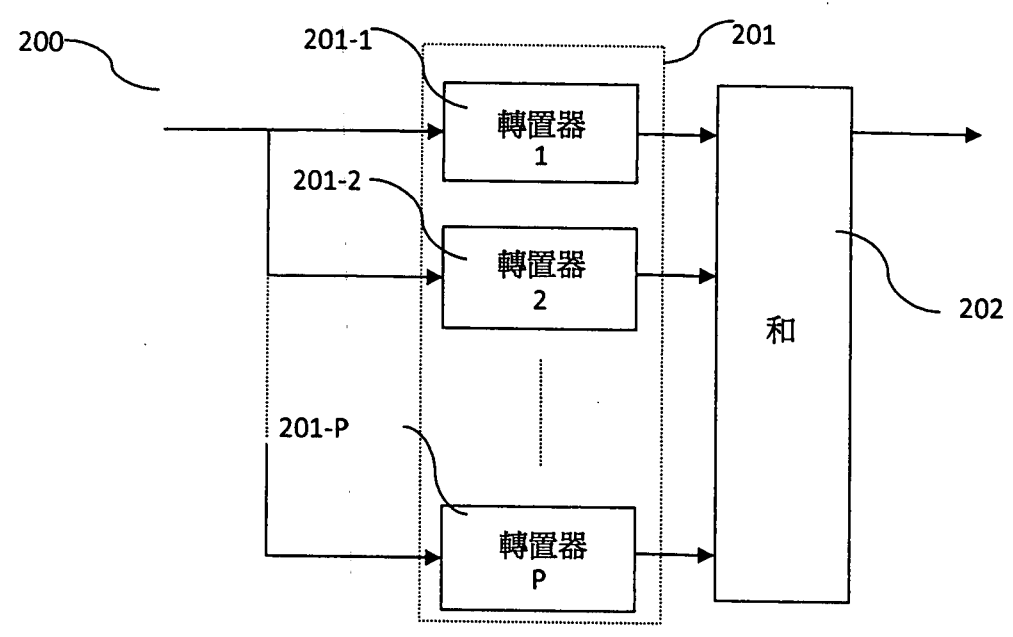


圖 3

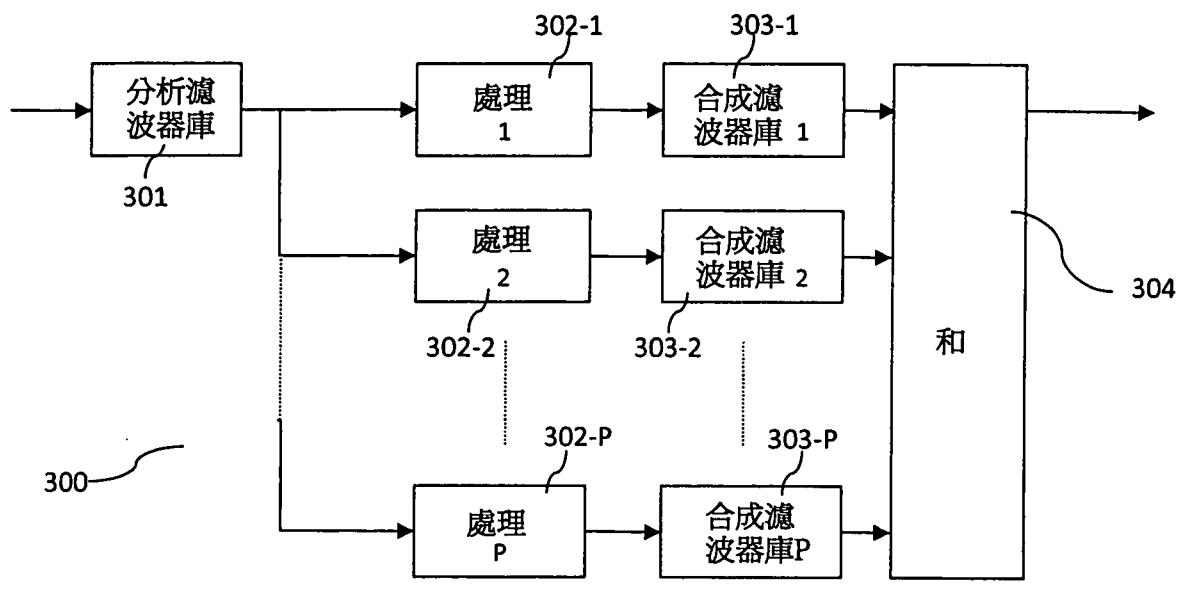


圖 4

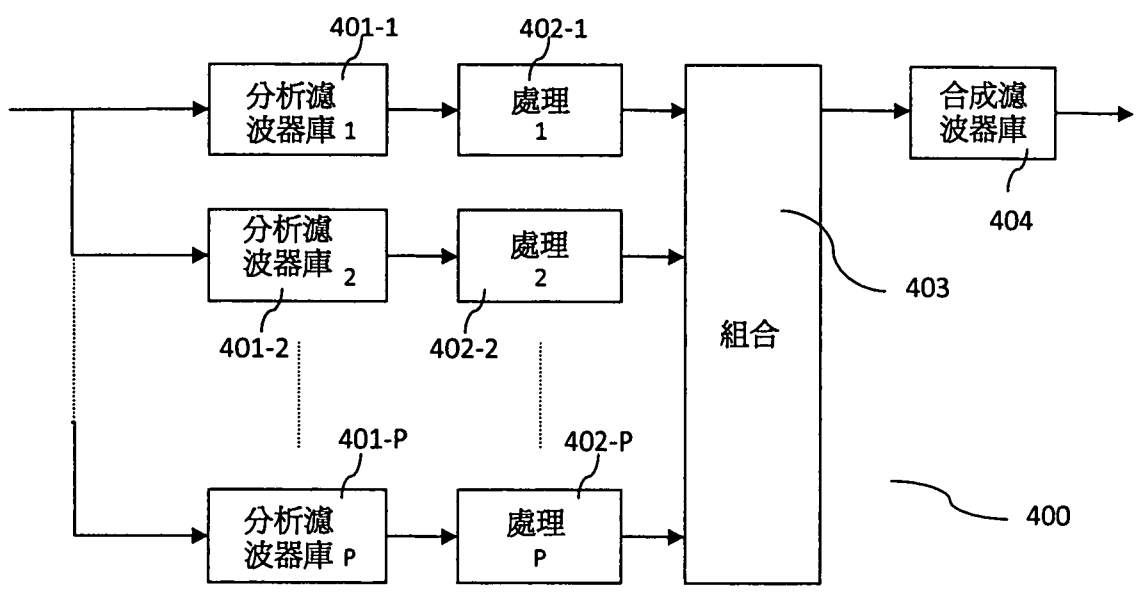


圖 5

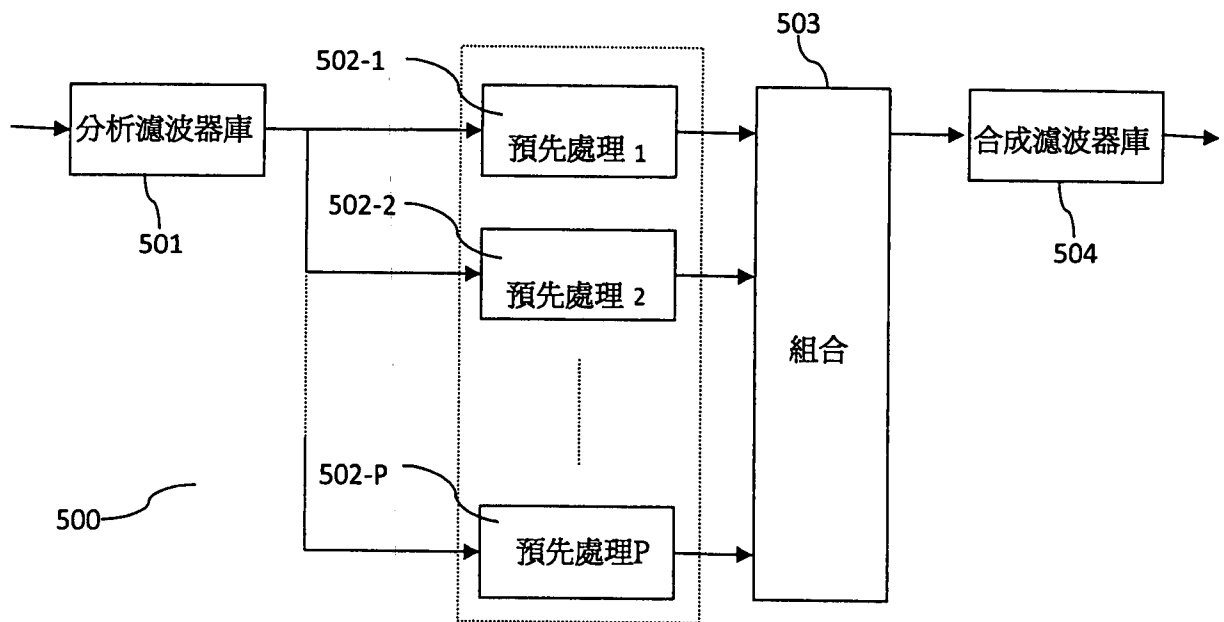


圖 5b

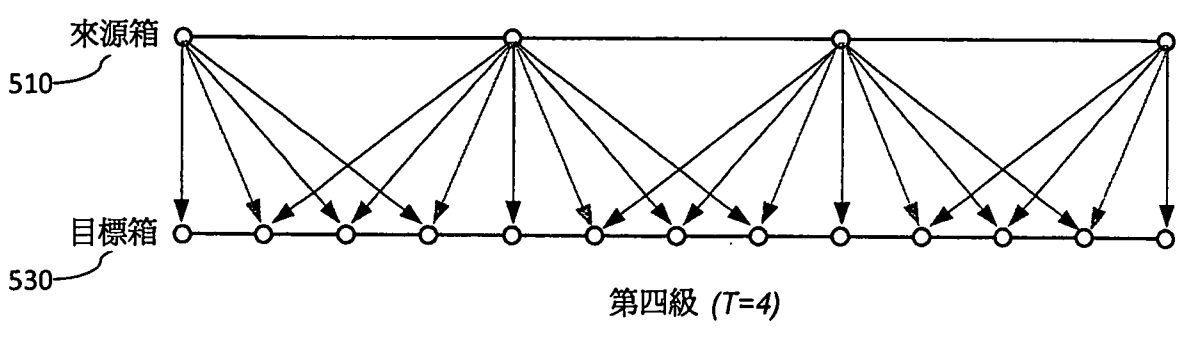
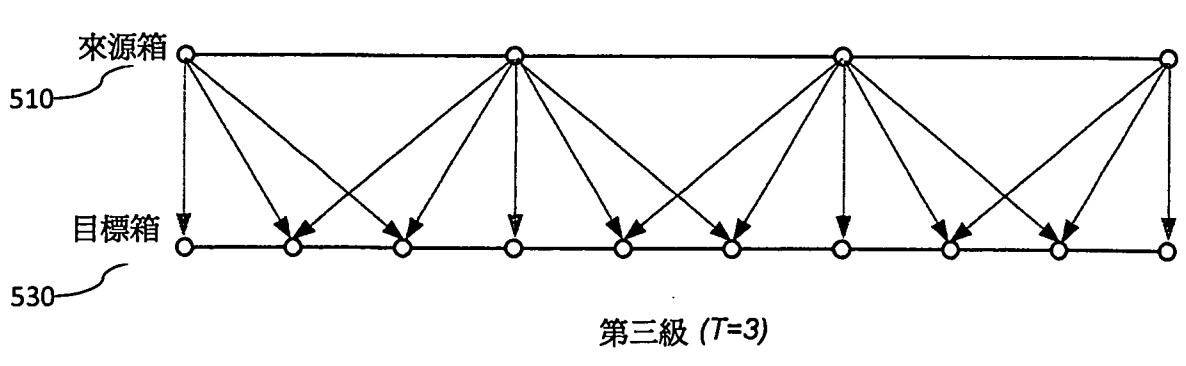
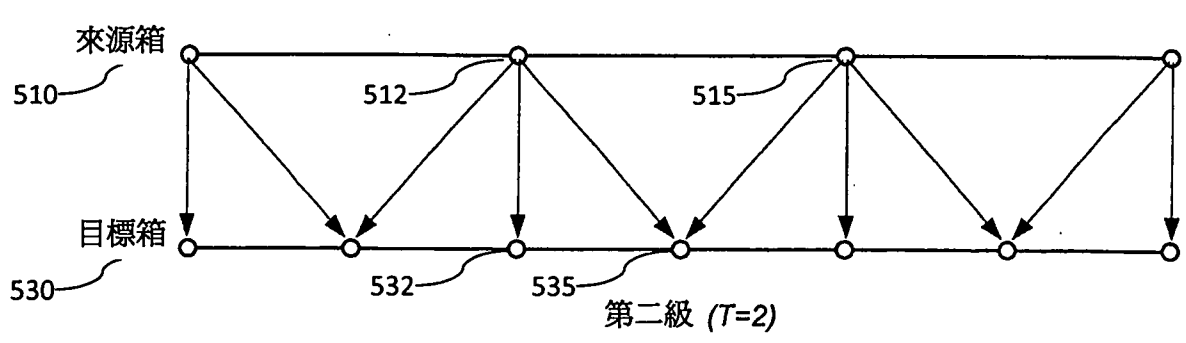
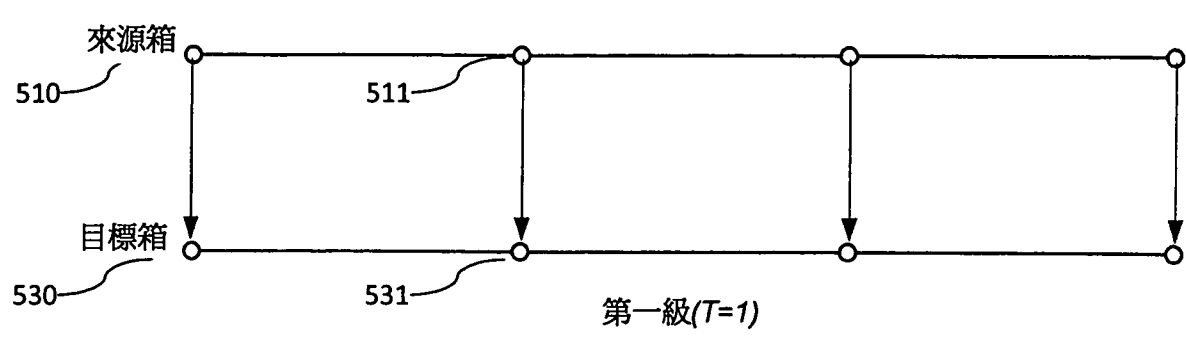


圖 5c

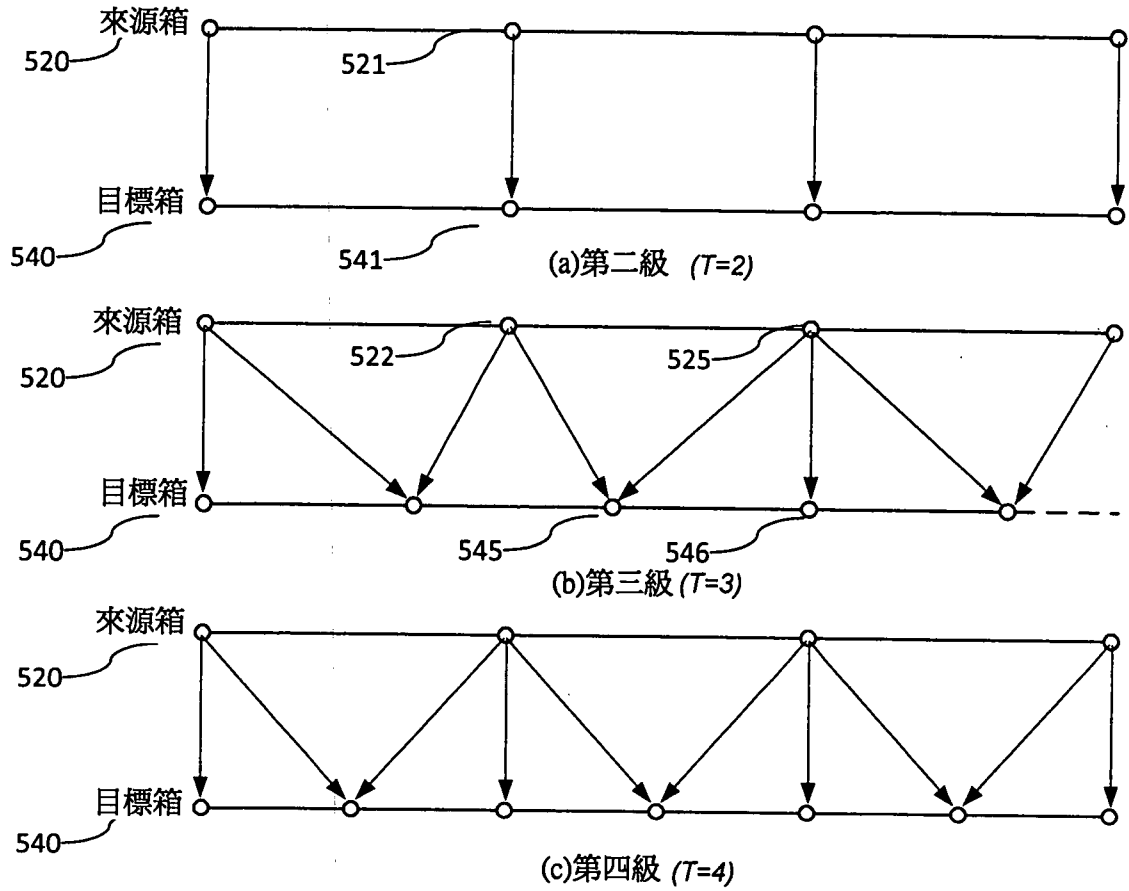


圖 6

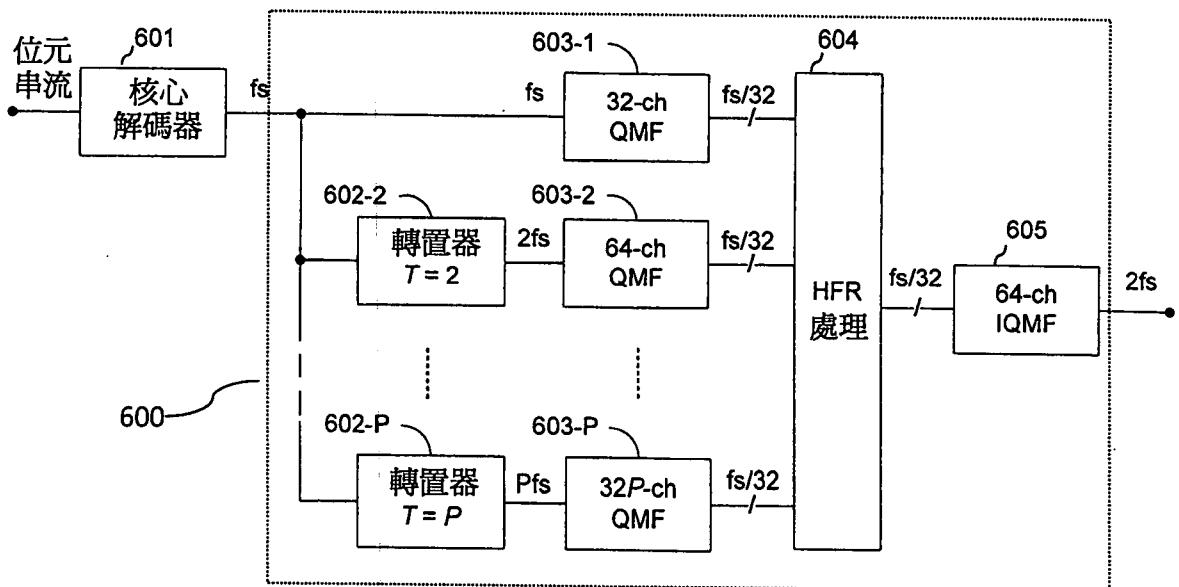


圖 7

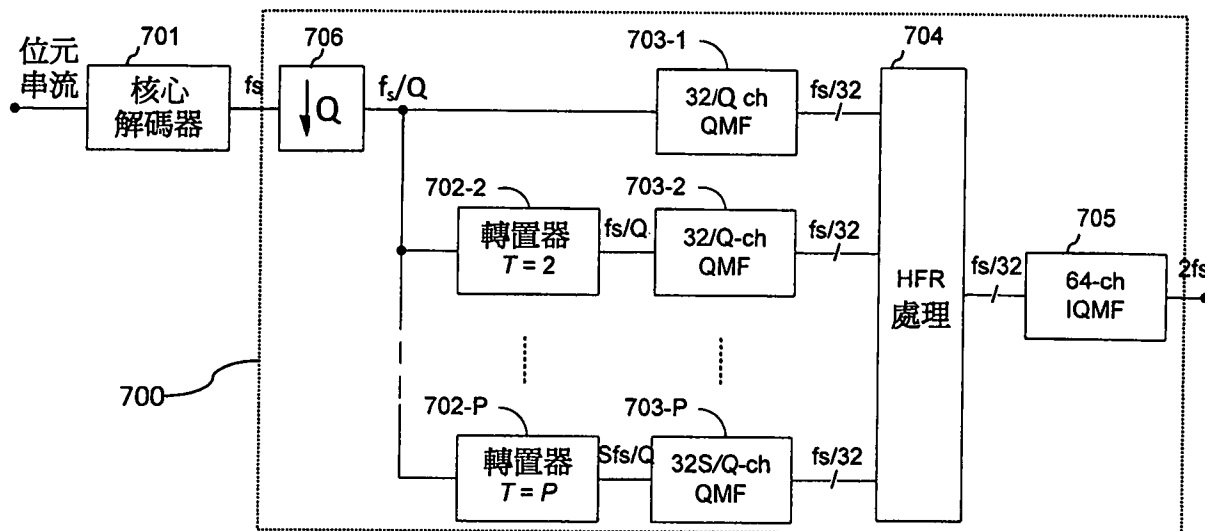


圖 8

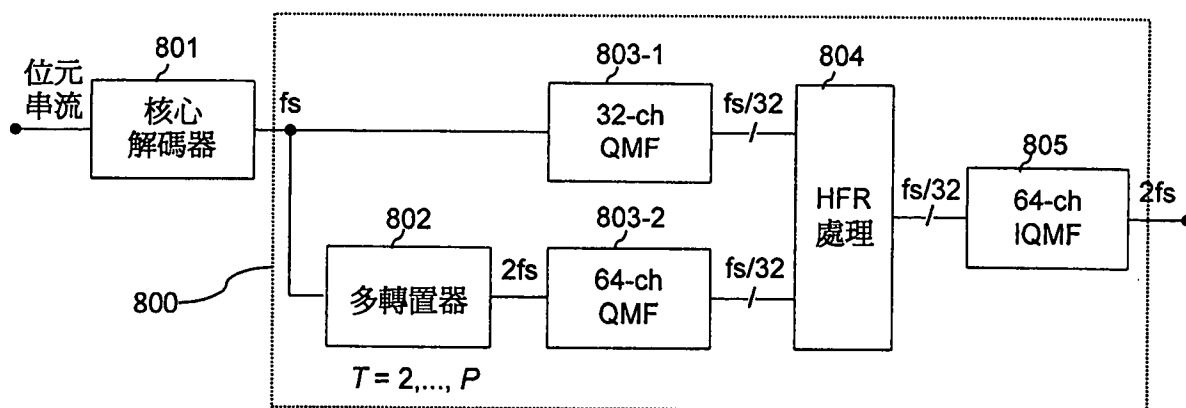


圖 9

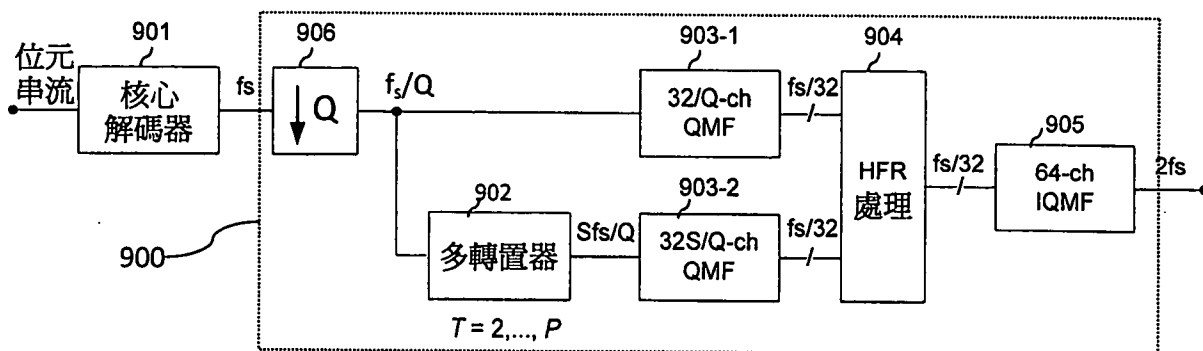


圖 10

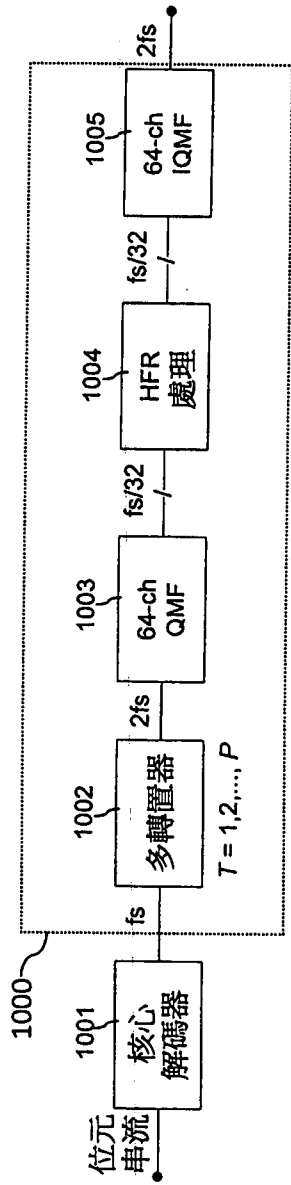


圖 11

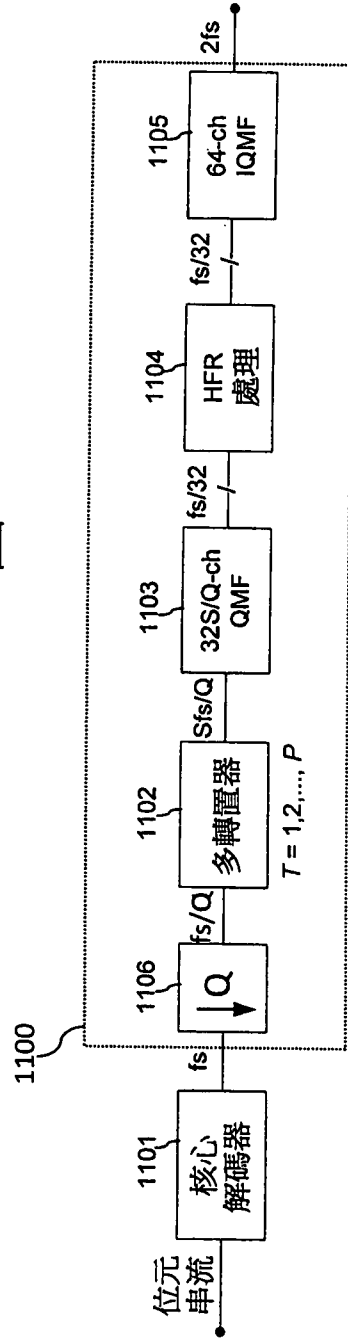


圖 12a

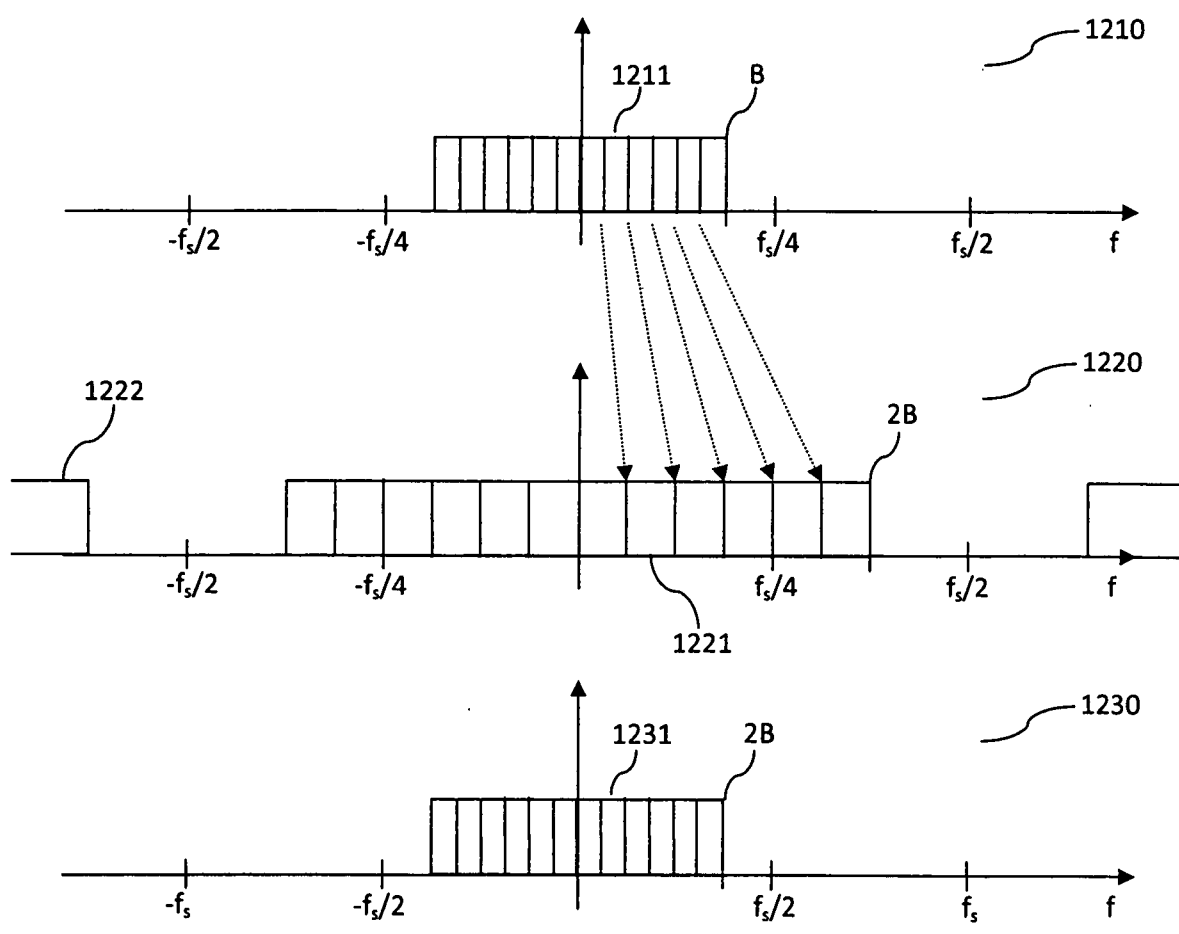


圖 12b

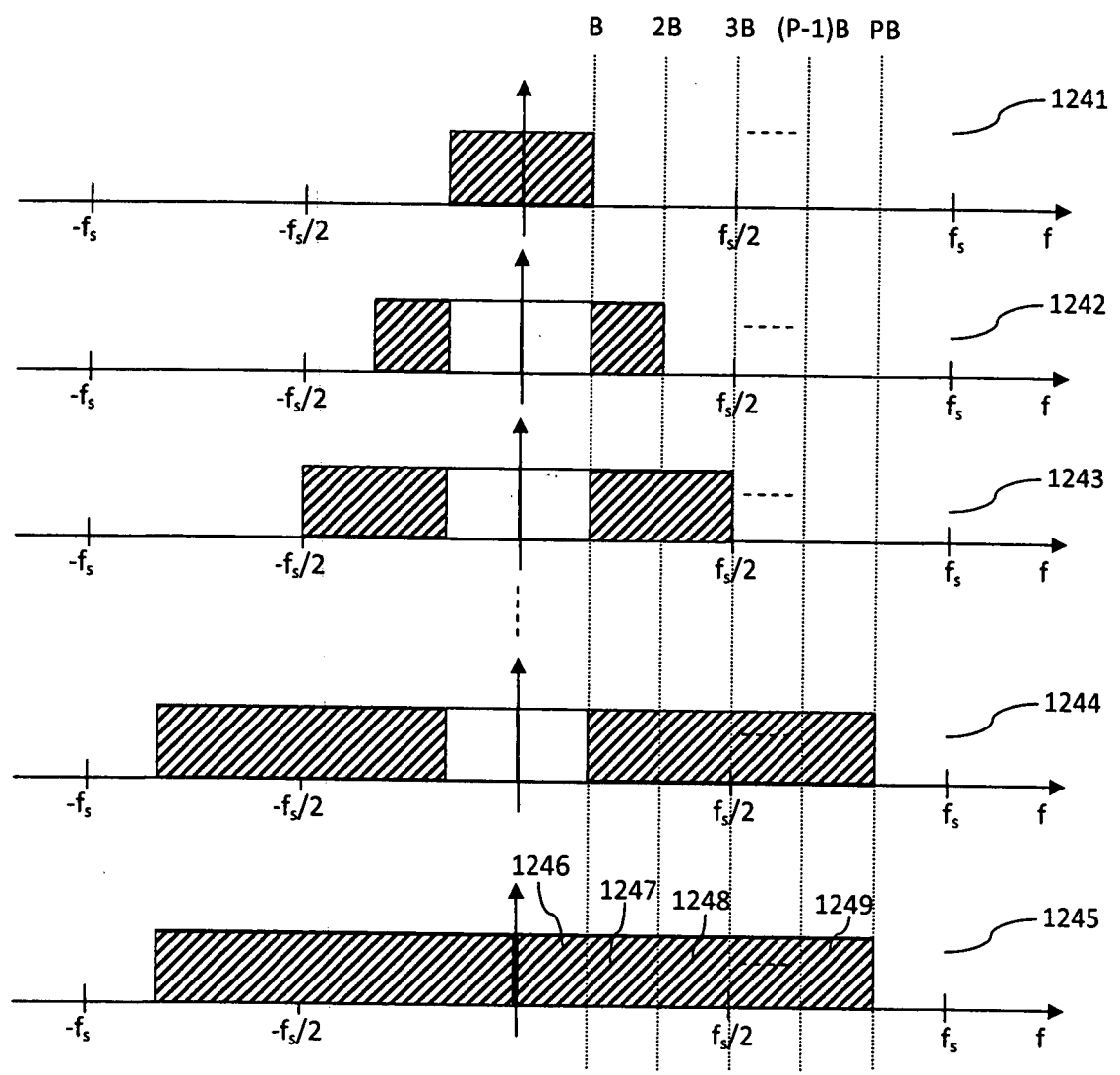


圖 12c

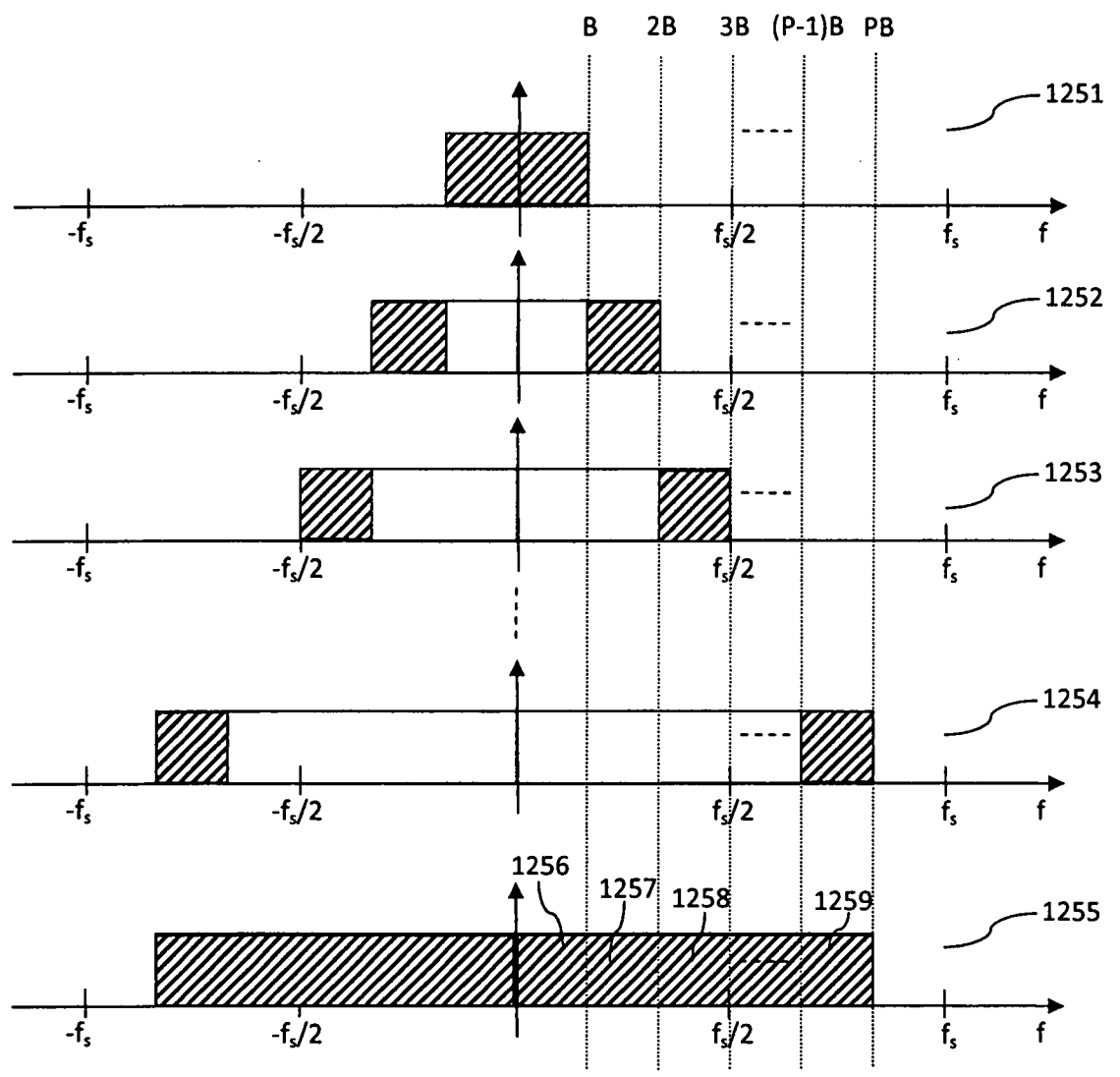


圖 13

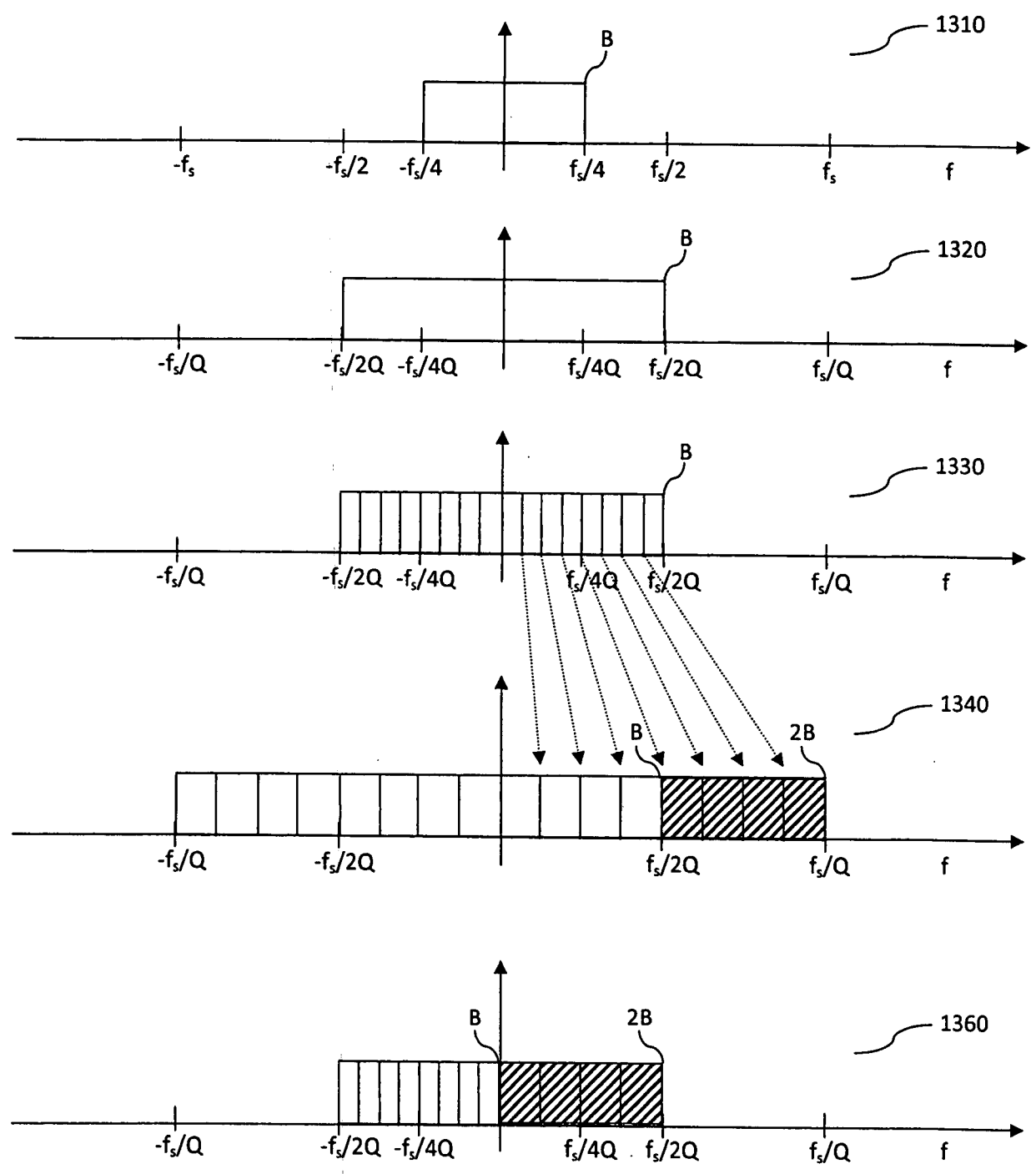


圖 14

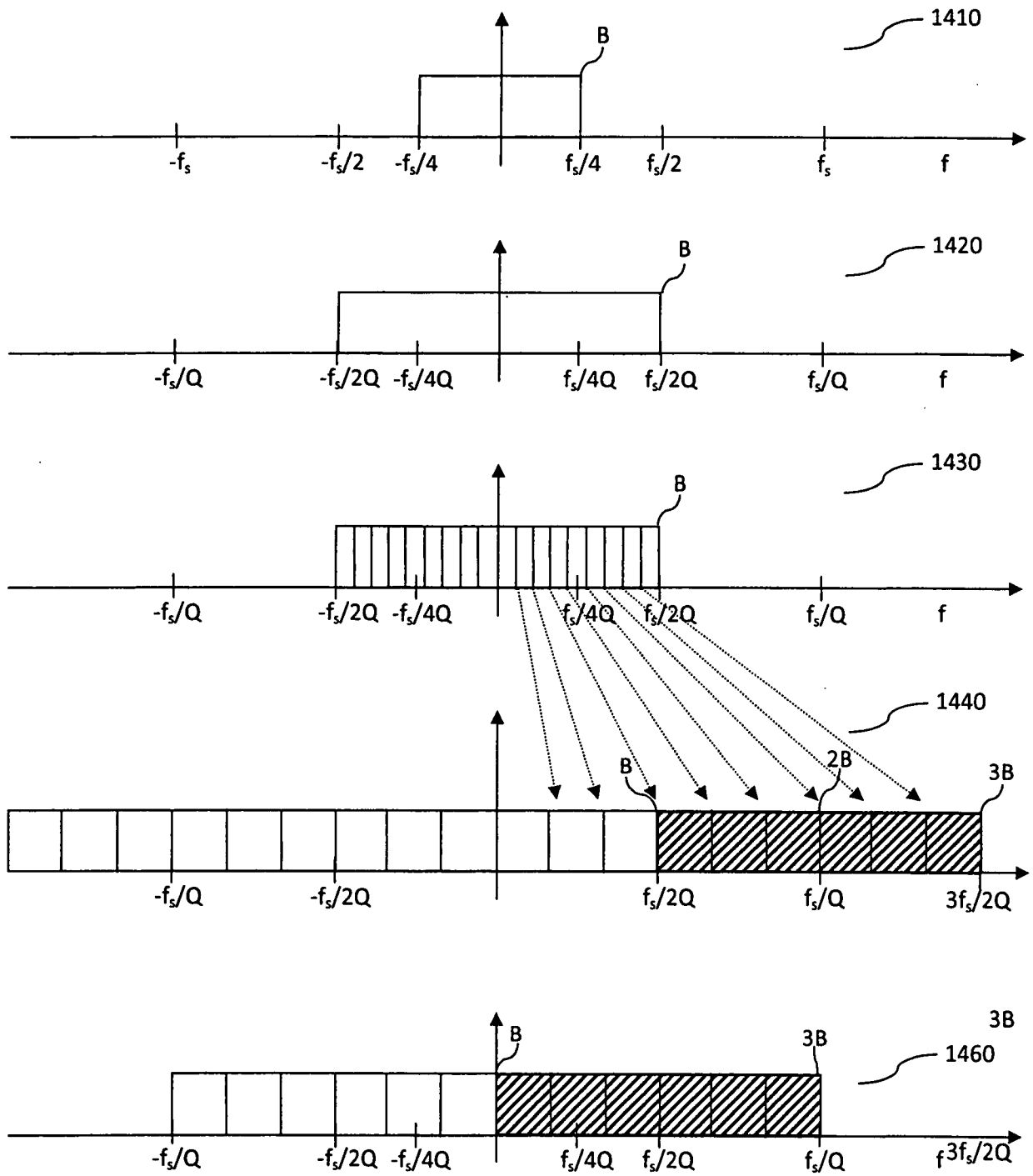


圖 15

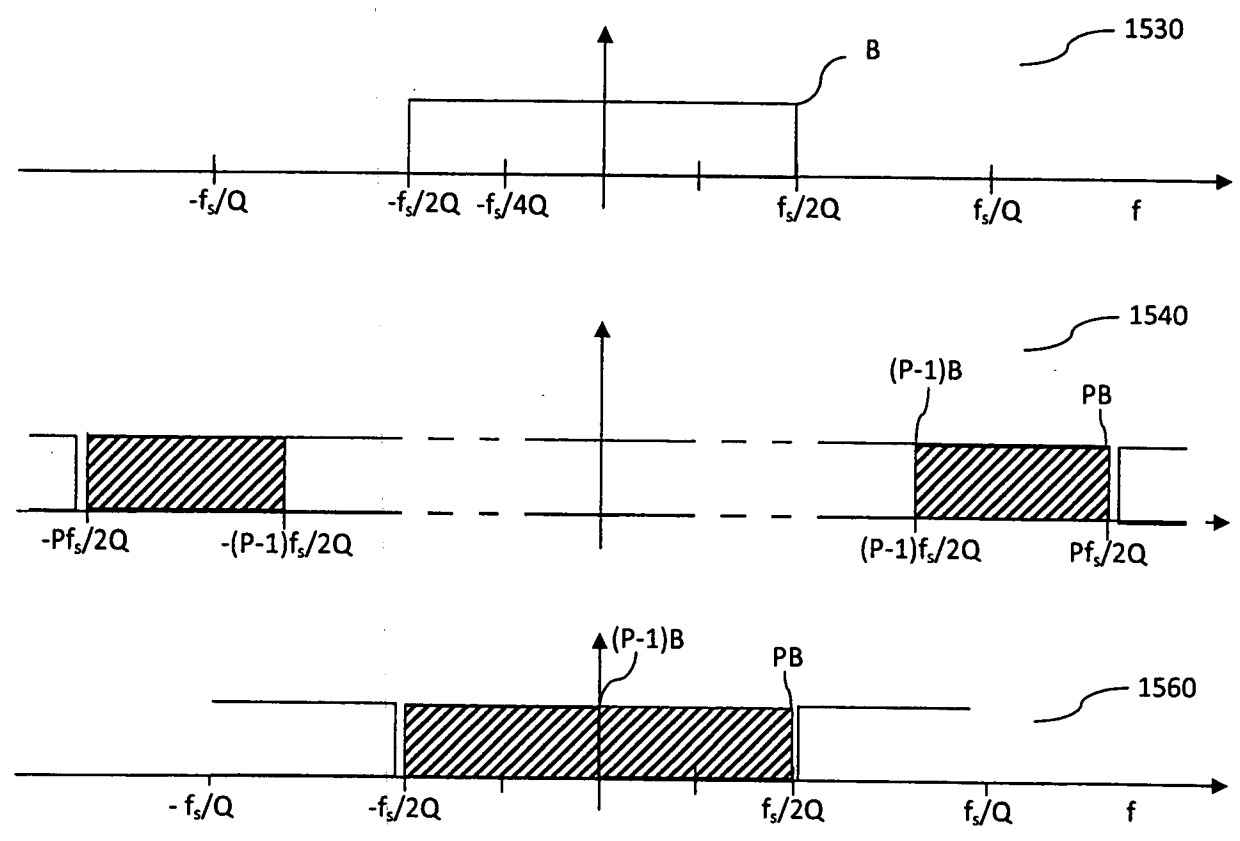


圖 16

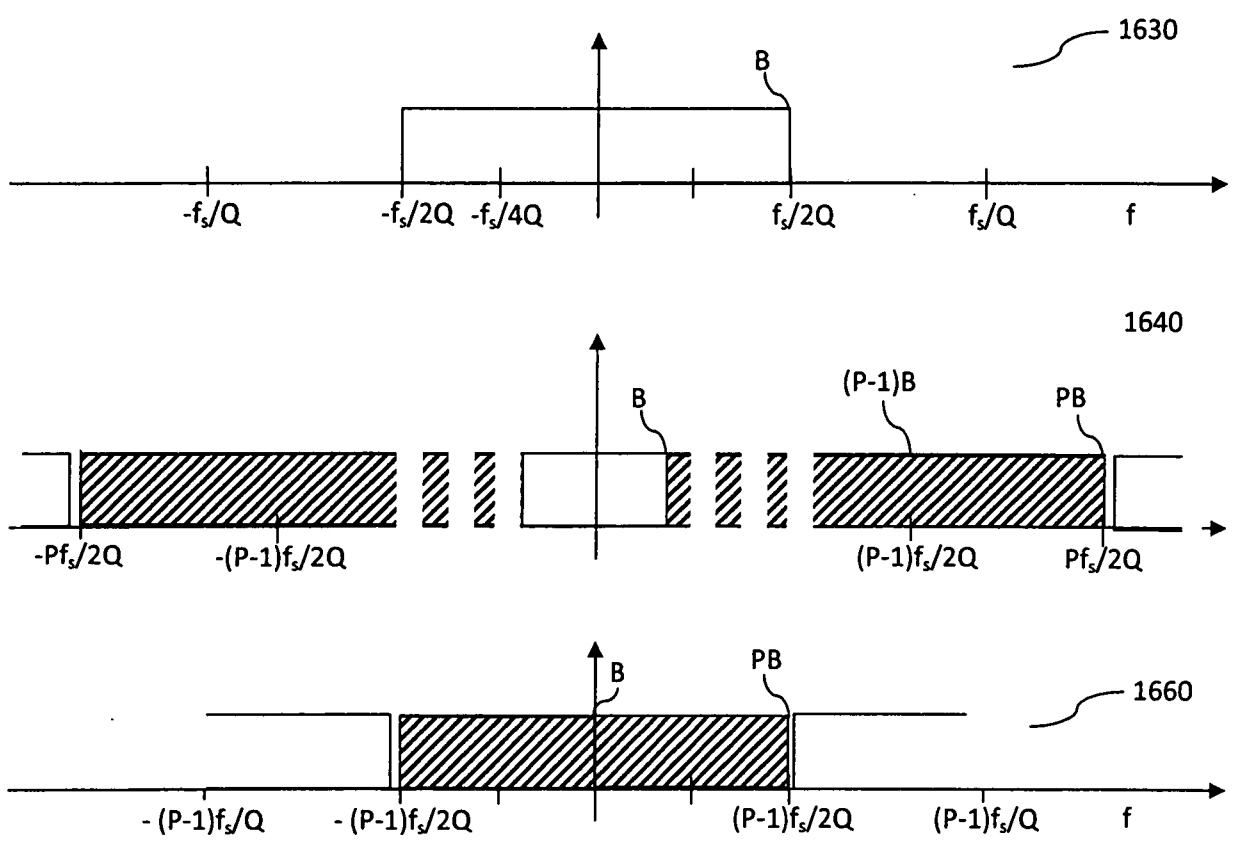


圖 17

