

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書²⁰⁰⁵²⁵⁴⁹⁹

(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：9720053

※ 申請日期：97-10-5

※IPC 分類：G10L 19/04

一、發明名稱：(中文/英文)

聲訊編碼使用之間距輪廓量化方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR PITCH CONTOUR QUANTIZATION IN
AUDIO CODING

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

諾基亞股份有限公司

NOKIA CORPORATION

代表人：(中文/英文) 福克約翰遜 (Folke Johansson)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

芬蘭艾斯甫 FIN-02150 凱拉拉登迪 4

Keilalahdentie 4, FIN-02150 Espoo, Finland

國 籍：(中文/英文) 芬蘭/FI

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 安希拉慕/Anssi RAMO

2. 詹尼努彌寧/Jani NURMINEN

3. 莎卡里喜瑪寧/Sakari HIMANEN

4. 阿里嘿基寧/Ari HEIKK. INEN

國 籍：(中文/英文)

1-4 芬蘭/FI

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國 2003/10/23 10/692,291

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係概括的涉及一種語音編碼器，尤其是允許一相當長的編碼延遲的語音編碼器。

【先前技術】

在美國，在設計行動電話時已需考量到視障者的方便性。行動電話製造商必需提供視障者適用的使用者介面。實際上，此意謂著必需將表單以語音方法顯示。因此必需儘可能以較少的記憶體儲存這些聲訊函數。基本上此應用中考量文字轉換為語音(TTS)的演算法。但是為了達到合理品質 TTS 輸出，需要使用大量的資料庫。因此，對於行動端，TTS 不是一種方便的方式。隨者低量記憶體的使用，不接受由現在之 TTS 演算法提供的品質。

在一基本上性的語音編碼器中，以稱為訊框的連續長度的分段處理輸入語音信號。在現在的語音編碼器中，訊框長度通常為 10 到 30 ms，且從下一訊框起的 5 到 15 ms 的前視段(lookahead)分段改變使用。訊框可以更進一步分為多個次訊框。對於各一訊框，編碼器決定輸入信號的參數表示法。量化該參數，且經由一通訊頻道傳送或儲存在一儲存媒體中。在接收端，解碼器基於迄今的參數架構一同步信號，如圖 1 中所示者。

一語音編碼的目的為在一給定編碼參數下辨識一最佳的品質，在對於某些應用中，語音編碼器的發展也考量到其他性能上問題。除了語音品質及位元速率外，下

文將更詳細說明的主要特徵包含編碼器的延遲（主要由訊框的長度+可能的前視段定義），複雜度及編碼器的記憶體需求，對於頻道錯誤的感應度，聲訊背景雜訊的自動處理，及編碼語音的頻寬。而且，語音編碼器必需可以應用不同的能階及頻率特性複製輸入信號。

間距區域的信號為大部份實際語音編碼器中必需執行的作業。間距參數與語音的基本頻率有關，在語音發聲期間，該間距對應到該基本頻率，且可以感覺語音的間距。對於純度非發聲的語音，在實質的感受上沒有基頻，且間距的概念相當模糊。例如，在基於熟知的編碼激發線性預估（CELP）方法為基礎的編碼器中，在語音的未發聲部份也9長時段的預測遲滯（大略對等於該間距）。

在一代表性的語音編碼器中，以規則的間隔估計間距參數。使用在語音編碼器中的間距估測器可以大略區分為基礎數類：(i)使用語音之時域特徵的間距估測器，(ii)使用語音的頻域特性的間距估測器(iii)同時使用語音之時域及頻域特性的間距估測器。

對於間距區域的量化中，大部份習知技術的解決方式（以規則的間隔估計間距）為使用純量量化。基本上，對於所有的間距值使用單一的量化器，且也連續傳送參數。也提出不同的解決方法。而且，使用一純量量化器，量化每秒的間距值，且在這些之間的數值應用一不同的量化器編碼。在某些現有的編碼器中，量化器有兩種模

式：無記憶體模型及預測模型。當與基本的方法比較下，這些技術提供某些優點，但是只有部份的冗餘。

習知技術的主要缺點為傳統上應用固定更新參數的量化技術基本上效率低，此係因為在間距值傳送時存在多個冗餘值。通常在間距參數量化中使用的連續更新參數相當高（約50到100 Hz）以可以處理間距改變快速的情況。但是，在間距區域中的快速變動相當少。結果大部份的時間使用低的更新參數。

【發明內容】

本發明係有關於典型的間距區域問題，其中該區域相當地平坦，但是存在某些突發性的快速變動區。因此有可能架構一分段性的間距區域，該間距區域可以很接近原來區域的形態，但是編碼的資訊較少。不編碼該間距區域中的各個間距，只有對於量化的偏離改變處編碼定義該分段之間距區域的數點。在未發聲期間，在編碼器及解碼器中使用一固定的內訂之間距值。在分段性間距區域中的各個分段可以是線性或非線性的分段。

因此，依據本發明的第一觀點，一種用於在聲訊編碼中改進編碼效率的方法，其中編碼聲訊信號以提供指示聲訊信號的參數，該參數包含間距區域數據，其中包含多個間距值，該間距值表示在時間上的聲訊分段，該方法包含下列步驟：

基於該間距區域資料，產生多個簡化的間距區域分段候選項，各候選項對應到該聲訊信號的一次分段；

量測各個簡化之間距區域分段候選項及該對應之次分段中之語音之間的偏離；

基於該量測的偏離及一或多個先選擇的準則選擇該候選項中之一項；以及

在對應到該選擇之候選項之聲訊信號的次分段中應用選擇之候選項的特徵編碼該間距區域資料。

依據本發明之一實施例，在聲訊分段中之間距區域由選擇的候選項近似，其對應到在聲訊分段中之連續的多個次分段，各該多個選擇的候選項由一第一結束點及一第二結束點所定義，且其中該編碼包含步驟為提供指示開始點的資訊，使得允許解碼器基於該資訊而非間距區域資料重建在聲訊分段中的聲訊信號。在某些連續性之次分段中之間距值的數目等於或大於3。

依據本發明之一實施例，由預先選擇的條件限制該產生的步驟，使得在各簡化的間距區域分段候選項的在對應之次分段中之各該間距值之間的偏離小於或等於預先決定的最大值。

依據本發明之一實施例，該產生的候選項具有不同的長度，且該選擇係基於分段候選項的長度，且該預先選擇的準則包含選擇的候選項在分段候選項中具有最大的長度。

依據本發明之一實施例，該選擇係基於該分段候選項的長度，且該預先選擇之準則包含：量測的偏離為具有相同長度的一群候選項中為最小者。

依據本發明之一實施例，各該簡化的間距區域分段候選項具有一開始點及一結束點，且該產生的步驟以調整該分段候選項的結束點的方式進行。

該聲訊包含一語音信號。

依據本發明之第二觀點，本發明提供一種用於編碼聲訊信號的編碼裝置，該聲訊信號包含間距區域資料，該間距區域資料包含多個表示時間中之聲訊分段的間距值，該編碼裝置包含：

一用於接收間距區域資料的輸入端；以及

一資料處理模組，可回應該間距區域數據，產生多個簡化的間距區域分段候選項；各候選項對應到該聲訊的一次分段；其中該處理模組包含：

一演算法，在各個簡化的間距區域分段候選項及在對應之次分段中之該間距值之間可得到量測之偏離值；以及

一演算法，基於該量測的偏離及先選擇的準則，選擇該候選項中之一項。

其中，尚包含：一量化模組，用於回應該選擇的候選項，而在對應的選擇候選項之聲訊的次分段中，應用該選擇之候選項的特徵，編碼該間距區域數據。

依據本發明之一實施例，該量化模組提供聲訊數據，該長度指示在次分段中該編碼的間距區域數據，該編碼裝置尚包含：一儲存裝置，可操作該儲存裝置以連接到該量化模組，因此可以接收該聲訊數據，以將聲訊數據儲存在一聲訊媒體中。

依據本發明之一實施例，該編碼器尚包含一輸出端，可操作該輸出端以連接到一儲存體，因此將編碼的間距區域數據提供予該儲存體以儲存該數據。

依據本發明另一實施例，該編碼器尚包含一輸出端以傳送該編碼的間距區域數據到該解碼器中，因此允許該解碼器也基於該編碼的間距區域數據，重建該聲訊。

依據本發明之第三觀點，本發明提供一種在一電子可讀取的媒體中實現的電腦軟體產品，其在一聲訊編碼裝置中使用，該聲訊編碼裝置提供參數以指示該聲訊，該參數包含間距區域數據，該數據包含多個間距值，這些間距值表示時間中的聲訊分段，該軟體產品包含：

一編碼器，以基於該間距區域數據產生多個簡化的間距區域分段候選項，各該候選項對應該聲訊中的一次分段；

一編碼器，用於在各該簡化的間距區域分段候選項及在對應的次分段中的間距值之間量測偏離值；以及

一編碼器，基於該量測到的偏離及預先選擇的準則選擇該候選項中的一項，因此允許一量化模組應用該選擇之候選項的特性編碼在聲訊之次分段中的間距區域數據，其中該聲訊對應到該選擇的候選項。

依據本發明之第四觀點，本發明提供一種用於重建聲訊的解碼器，其中編碼聲訊以提供指示該聲訊的參數，該參數包含間距區域數據，該數據包含選擇表示時間中之聲訊分段的間距值，且其中時間中之聲訊分段中的間距區域

數據由聲訊中的選擇連續的次分段近似，由一第一點及一第二點定義該次分段，該解碼器包含：

一輸入端，以接收指示定義該次分段之端點的聲訊數據；以及

一重建模組，以基於該接收的聲訊數據重建該聲訊分段。

依據本發明之一實施例，在一電子媒體中記錄該聲訊，且其中操作該解碼器的輸入項以連接到用於接收該聲訊數據的電子媒體中。

依據本發明之一實施例，經由一通訊頻道傳送該聲訊數據，且其中操作該解碼器的輸入以連接到該通訊頻道中，以接收該聲訊數據。

依據本發明之第五觀點，本發明提供一種電子裝置，包含

一用於重建一聲訊的解碼器，其中編碼聲訊以提供指示該聲訊的參數，該參數包含間距區域數據，該數據包含選擇表示時間中之聲訊分段的間距值，且其中時間中之聲訊分段中的間距區域數據由聲訊中的選擇連續的次分段近似，由一第一點及一第二點定義該次分段，因此允許基於定義該次分段的端點重建該聲訊分段；以及

一用於接收指示該端點的聲訊數據且提供聲訊數據予該解碼器的輸入端。

依據本發明之一實施例，本發明提供在一電子媒體中記錄該聲訊，且其中操作該解碼器的輸入項以連接到用於

接收該聲訊數據的電子媒體中。

依據本發明之一實施例，本發明提供經由一通訊頻道傳送該聲訊數據，且其中操作該解碼器的輸入以連接到該通訊頻道中，以接收該聲訊數據。

該電子裝置可以是一行動式的終端機或一用於終端機一模組。

依據本發明的第六觀點，依據本發明一種通訊網路，包含：

選擇基地台，以及

選擇與該基地台進行通訊的行動台，其中該行動台中至少一台包含：一用於重建一聲訊的解碼器，其中編碼聲訊以提供指示該聲訊的參數，該參數包含間距區域數據，該數據包含選擇表示時間中之聲訊分段的間距值，且其中時間中之聲訊分段中的間距區域數據由聲訊中的選擇連續的次分段近似，由一第一點及一第二點定義該次分段，因此允許基於定義該次分段的端點重建該聲訊分段；以及

一輸入端，用於接收指示該端點的聲訊數據，且提供該聲訊數據予該解碼器。

由下文中的說明及圖 2 至 6 可以更進一步瞭解本發明

【實施方式】

執行本發明之最佳模式

應用分段間距區域，將具有偏離改變的區域中的其他點傳送到解碼器中。因此，可以參考地減少間距參數

中需要的更新速率。原則上，架構分段線性區域的方式為使得偏離改變數達到最小，而在一先指定的限制下與”真的間距區域”維持該偏離值。為了得到全區的最適化結果，前置作業必需相當長且最適化必需進行大量的運算。但是，可以應用相當簡單的技術而得到相當好的結果。此說明係基於在語音編碼器中使用的設計，以儲存先前錄下的聲訊信號。

經由在一時間上之線性分段可以得到架構分段間距區域的簡單而有效的最適化技術。對於各個線性分段，該最大長度線（可以維持與真正區域的偏離達到最小者）可以達到而不必瞭解在線性分段邊界外的區域。在此最適化技術中，需要考量兩種情況：第一線性分段及其他的線性分段。

第一線性分段的例子發生開始編碼時處。另外，如果對於不動作或非聲音的語音傳送間距值時，則在間距傳送中停止該第一分段。在此兩情況中，可以將線的兩端點最適化。在第二分類中的其他例子，該線的開始點已固定，而只有該結束點的位置可以最適化。

在第一線性分段的例子中，該程序的開始為選擇該先前的兩間距值作為用於該線的最佳結束點。然後開始實際上的迭代運算，其方式為考量當該線的結束接近該第一及第三間距值的例子。用於該線之開始點的候選項為量化的間距值，其相當接近該第三原始間距值。在已找出候選項後，試著找出所有可能的開始點及結束點的

結合。在各個原始的間距位置量測線性表示法的準確度，在所有的位置點均滿足準確度的準則，則接受該線性為分段線性區域。而且，如果現在的線性及原始的間距分段之間的偏離小於在此迭代步驟中接受之其他線中的任何一線時，則選擇現在的線作為如今可以找出的最佳線。如果試出之線中至少一線被接受，採取多於一間距值於該分段後的重被程序，而維持該迭代運算。如果沒有任何一項被接受，則結束該最適化的程序，則選擇在最適化期間發現的最佳結束點作為分段間距區域的點。

在其他分段的例子中，只有結束點的位置被最適化。開始該程序的方式為在固定之開始點後選擇第一間距值作為至今該線的最佳結束點。然後開始迭代運算，其方式為考量一或多個間距值。該線之結束點的候選項作為量化的間距值，其最接近該位置處之原始的間距值，使得可以滿足需要準確度的準則。在找出候選項後，試出所有的項目作為結束點。在各個原始的間距位置量測線性表示法的準確度，且可以接受該候選的線，如果在所有的這些位置均滿足準確度的準則時，則作為該分段線性區域的一部份。另外，如果與原始間距區域的偏離小於在此迭代步驟發生試出的其他的線的話，則選擇結束點的候選項作為至今最佳的結束點。如果接受試出之線中至少一線時，則維持該迭代運算，其方式為在取出一或多個間距值後對於該分段重複該程序。如果沒有

接受任何的結果時，則結束該最適化的程序，則選擇在最適化期間找出的最佳結束點作為分段間距區域的一點。

在上述說明的兩個例子中，可以先完成該迭代運算的理由有二。第一，如果可以使用的連續間距值相當多時，則結束的程序。此情況為如果已使用整個的前視段 (lookahead) 時，如果結束語音編碼時，或者是如果已不動作或未發聲語音結束時。第二種情況為限制一單一的線性部份的最大長度以更有效地編碼該點的位置。對於這兩種情況，可以對於迭代次數 i 設定一 i_{\max} ，此設定係基於可使用的間距值的數目，且基於在該線的結束點之間的最大時間最小。圖 4 顯示該迭代運算。

在找出該分段間距區域的新的線之後，編碼該線成位元串列的型式。各點必需給定兩數值：在該點上的間距值，及在區域新點及先前點之間的時間距離。一般，不必對於該區域的第一點編碼時間距離。可以使用一純量的量化器方便地編碼間距值。在使用聲訊機構儲存決定的編碼器的配置中，使用 $\lceil \log_2(i_{\max}) \rceil$ 編碼時間距離。如果需要的話，有可能使用某些沒有耗損的編碼方式，如在時間距離值上的 Huffman 編碼。使用純量量化編碼該間距值。純量量化器包含 32 階 (5 位元) 係使用

$$p(n) = p(n-1) + \max \left[2, \frac{480p(n-1)}{8000} \right],$$

其中 n 從 2 到 32，且 $p(1) = 19$ 個樣本。因此，對

於低頻率時允許更大的失真，其中已考量人類聲覺的特性。而且，人類聲訊系統的已知特徵已在對數域中的間距量化發生執行失真量測而加以利用。

本發明中考量原始間距區域的分段間距區域的例子顯示在圖 2 中，如圖 2 所示，各線性分段為一連結兩點之間的直線：一開始點及一結束點。例如圖 2 所示之分段間距區域的第二線段為連結 $t=1.22s$ 的點及 $t=29s$ 的點的直線。在 $t=1.22s$ 到 $t=1.29s$ 的時段中的間距值數為 8，包含開始點及結束點。

為了執行本發明，已分段間距區域產生該直線編碼系統有一額外的模組。如圖 3 所示，語音編碼系統 1 包含一編碼模組 10，其具有一參數語音編碼器 12 以處理輸入的語音信號成為多個分段。對於各個分段，編碼器 12 決定該輸入信號的參數表示法 112。這些參數可以量化，或是為原始參數的未量化之型式，端視語音編碼系統而定。一與參數表示法有關的壓縮模組 20 減少使用如軟體程式 22 的分段間距區域的間距區域。然後經由一量化模組 24 在分段區域上的點成為位元資料 120，其經一編碼元，或儲存在一儲存介質 30 中。在接收機端，使用偏離器 40 以基於在迄今的位元資料 30 中的資訊產生合成的語音信號 140，該位元串指定分段間距區域及其他的語音參數。

在分段間距區域產生模組 20 中的軟體程式 22 包含機器可讀取的編碼，其依據圖 4 之流程圖 500 處理

間距區域。流程圖 5 0 0 顯示迭代運算以選擇表示分段間距區域之分段的直線（參考圖 2）。各直線有一開始點 $Q(p_0)$ 及一結束點 $Q(p_i)$ 。對於該第一線段，選擇開始點 $Q(p_0)$ 及結束點 $Q(p_i)$ 。對於所有的線段，選擇結束點 $Q(p_i)$ 。因此如果在該第一點中定位該開始點，則在第二點上定位該結束點，則從第一點到第二點的時段之間有三個間距值。因此，在步驟 5 0 2 中 $i=2$ 。在步驟 5 0 4 中，選擇結束點為接近該時之第二點的間距值時在該間距值上。對於第一分段，選擇開始點為在該時之第一點上或接近的間距值。在步驟 5 0 6 中，量測該時從第一點到第二點之時段中的間距值，且量測連結該開始點及結束點的直線之間的偏離。另外，在某些間隔上量測備偏離。在步驟 5 0 8 中，該偏離與預定的錯誤值比較以決定是否現在的直線可以被接受為候選項。如果在該時段內在某些間距值處的偏離超過預定的錯誤值，則調整該結束點（如果該分段為第一分段時對於開始點），則該迭代運算的程序回到步驟 5 0 6，直到沒有調整為止。如果接受現在的直線，如步驟 5 0 8 中所述者，則在步驟 5 1 0 中與先前的結果比較，以決定其是否為迄今最佳的直線。該迄今最佳的直線為在具有相同 i 中直線之間的絕對偏離的加總為最小者。在步驟 5 1 2 中儲存迄今最佳的直線。然後在步驟 5 2 0 中調整該結束點，直到沒有進行任何的調整為止。

當不再作為調整之後，在步驟 5 2 0 中，決定是否

停止該迭代程序，則在步驟 5 1 2 中使用該儲存的最佳點作為現在的線段，或者是在步驟 5 2 6 中將 i 增加而延伸該線段（否則如步驟 5 2 4 中所示，現在的 i 已等於 i_{\max} ）。有可能在將 i 加 1 後，在步驟 5 2 2 中沒有可接受的延伸線。在此例子中，使用前先 i 的最佳線作為現在線段的直線。候選項數目被限制，如設定一最大的限制，其估評結束點與樣本點之間的差。在不同結束點之間的時間隔可加以設定以限制可能候選項的量。

必需瞭解，在圖 2 的分段間距區域中，第三線段只有包含 $t=11.29s$ 及 $t=1.30s$ 的間距值。此係因為 $t=1.30s$ 為分開兩語音信號分段的時間點。

必需瞭解只有在步驟中執行結束點或開始點的調整。例如調整 $Q(p_i)$ 的方式為在量化步驟中增加或減少值 $Q(p_i)$ 。但是，可以以更小或更大的步驟執行該調整。而且，最長的線或 i_{\max} 的限制可以設定在一大的數目，如 6 4。在此例子中，在開始點及結束點之間的時段（且因此 i ）產生相當大的改變。例如，在第四線段中的 i 等於 5，其中第 5 線段中的 i 為 2 3。但是，如果設定 i_{\max} 為如 5，則在大部份或所有線段中的時段（及 i ）相同。因此，當 i 改變且 i_{\max} 假設或為一固定數則均可以應用 7 0。而且在步驟 5 1 0 中用於選擇最佳候選項的分段候選項及間距之間的量測偏離可以是絕對差或其他偏離量測的合。分段候選項的產生為某些準則所限制，如該間距值及在該分段候選項中對應點之間的預定之最大絕對

差。例如，最大的差可以是 5 或 10 個量化的步驟，但是可以是一較小或較大的數目。

而且上述說明的本發明可以加以修改，而不偏離本發明中修改間距量化的概念。首先，可以使用差值最適化技術。其次，修改的間距區域不必具有分段線性的特性，只是可以維持傳送之間距數即可。第三，用於編碼間距及時間間隔的量化技術可以被修改。第四，有可能在間距估計期間架構不同的間距區域。

而且，上述說明之實施例不是本發明的唯一配置。例如，可以自由選擇在決定新間距區域時使用的最適化技術。基於，新的間距區域不必為分段線性者。例如有可能使用量尺(splines)，多項式離散餘弦轉換等說明該區域。例如，一非線性的區域不必具有下列的型式：

$$Q(p) = Q(p_0) + a_1 \left[\frac{Q(p_i) - Q(p_0)}{t_i - t_0} \right] (t - t_0) \\ + a_2 \left[\frac{Q(p_i) - Q(p_0)}{t_i - t_0} \right]^2 (t - t_0)^2 + \dots \quad t_1 > t \square t_0$$

在此例子中，當需要更新結束點時，該式適足以提供需要要的演算法以只解碼一次即可得到需要的結果。

一般的說明

可以將間距區域之最適化的簡化模型的搜尋方式公式化問題化為數學上的最適化問題。假設 $f(t)$ 表示說明在範圍從 0 到 t_{\max} 之間的原始間距區域的函數。而且 $g(t)$ 表示簡化的間距區域，且 $d(f(t), g(t))$ 表示在時間 t 時兩個區域之間的偏離。現在將解決的最適化問題為找出簡

化的間距區域 $g(t)$ 以滿足兩個最適化的條件

(I) 需要說明間距區域 (g) 的位元數達到最小。

(II) $d(f(t), g(t)) \leq h(f(t))$ ，對於所有的 $0 \leq t \leq t_{\max}$ ，

其中 $h(\cdot)$ 定義最大距原始の間距區域之最大可允許的偏離。從滿足該兩條件の間距區域組，可以使得總偏離的區域函數達到最小化的條件為：

$$D = \int_{t=0}^{t_{\max}} d(f(t), g(t)) dt, \quad (1)$$

選擇此值為最後的解碼區域。

一般言而，上述說明的最適化問題為不可解出者。但是，如果經由將間距區域模組固定以減少其一般性的話，則該式區域被解出。例如，在分段間距區域的模型中，使用使得 $g(t)$ 偏離改變的點說明函數 $g(t)$ 。假設 q_n 及 t_n 表示第 n 此類型之點的座標 ($1 \leq n \leq N$ ，其中 N 在分段線性模型中這些點的點數)。該簡化的區域可以在 $N-1$ 線性分段中定義為：

$$g(t) = q_n + \frac{t - t_n}{t_{n+1} - t_n} (q_{n+1} - q_n) \text{ for } t_n \leq t \leq t_{n+1}, \quad (2)$$

其中 $1 \leq n \leq N-1$ 。為了使得該定義完整，需要 $t_n < t_{n+1}$ ， $t_1 = 0$ ，及 $t_N = t_{\max}$ 。除外，需要所有的 q_n 值在從 q_{\min} 到 q_{\max} 的範圍內。應用此模型，該最適化問題可以簡化以搜尋說明區域 $g(t)$ 之點 (t_n, q_n) 的集合，其中該 $g(t)$ 滿足條件 (I) 及 (II) 且使得式 1 中的總偏離最小化。現在，定義合理的

假設，即點的座標表示應用有限的解析度表示出，該問題變得可以解出者，此係因為點被防止在具有有限之可能的點位置的柵中。此假設不減少該公式的一般性，此係因為從最適化條件 (I) 中直接得到有限的準確度。

該問題的解

在最後節中公式化的有限的準確度可以應用多個不同的方法解出。在此說明兩種解決的方法。第一種方法在計算上較為複雜，但是均可以找出全區的最適化解，而第二種方法則較簡單，但是只有得到次最適化的結果。在兩種說明的方法中，吾人假設使用純量量化以編碼間距值 q_n ，應用其編碼本 $C=\{c_1, c_2, c_m\}$ ，且時間指示 t_n 為某一時間單元 T 的整數倍。而且，吾人假設選擇 C 及 T ，其方式為使得存在一解，且說明故一合理且額外的假設，即經由將 N 最小化而使得需要說明該區域的位元數達到最小（該 N 為需要定義簡化區域的點數）。

全區的最適化方法

使用下列直接的蠻力運算方法可以得到全區最適化的解：

步驟 1. 開始，設定 $N=1$

步驟 2. 設定 $N=N+1$ ，可以應用現在的 N 找出一適當的分段線性模型，如果是，則進入步驟 3。否則進行步驟 2。

步驟 3. 離開且編碼該簡化的區域。如果具有數個適當的區域條件，且選擇其中的一個，而使得式 1 的總偏

離達到最小。

在步驟 2 的之測試的執行方法為對於最適化條件核對所有適當的分段線性區域的候選項（應用現在的 N ）。在第一迭代($N=2$)期間，候選項為具有滿足下列式之端點 (t_1, q_1) 及 (t_2, q_2) 的所有線：

$$d(f(t_n), q_n) \leq h(f(t_n)) \quad (3)$$

在此例子中，時間指示固定在 $t_1=0$ ， $t_2=t_{\max}$ 。從編碼本 C 中選擇出 q_1 及 q_2 的數值，且候選項的數為有限者。在區域迭代($N=3$)期間，區域候選項有兩個($N-1$)線性分段。此次，此第一及最後的時間指示(t_1, t_3)固定為 0 及 t_{\max} ，其中時間指示 t_2 可以在 T 到 $t_{\max}-T$ 內範圍內調整，其級距為 T 。而且從編碼本 C 中選擇出 q_n 的數值。同樣地，應用隨意的 N ，該簡化的區域包含 $N-1$ 個線性分段，且可以調整時間指示的 $N-2$ 。

很容易看出上述的演算法中均可以得到最適化的區域候選項，此係因為步驟 2 中的核對方式中考量條件(II)之故，迭代的減少保證可以滿足條件(I)，而且在步驟 3 中的總偏離達到最小。但是，也很容易看出隨著問題的尺寸增加，該演算法的複雜也隨著增加。更精確地說，吾人可以聲明在最壞情況下，該演算法在下列的區域候選項中其成長如下：

$$g = \sum_{j=0}^m \frac{b^{j+2} m!}{j!(m-j)!} \quad (4)$$

在上式中， b 指示編碼本項的最大值，其滿足式 3 中的條件且 $m=(t_{\max}/T)-1$ 。

在實際的例子中，在最壞的情況下，這些變數可以是如 $b=3$ ，且 $m=62$ ，導致約 1.9×10^{38} 的區域候選項。結果，其結論為此理論上的最適化方法可以只使用在當 b 和 m 為最小者（例如，當 $b=3$ 及 $m=8$ ，候選項的最劣數（worst case number）為 5 8 9 8 2 4），且因此此方法不適用於最實際的情況。

簡單的次最適化方法

如上所述，如果該標的總是去找全區最適化分段線性區域，則最適化的程序需要大量的計算。但是，可以應用非常簡單且在此節中說明的有效方法（結果複雜度只隨著增加的問題尺寸成線性長成）而得到很好的結果。除了簡化外，此方法之一項優點為並沒有馬上處理整個間距區域，而是需要一參考小的前置處理即可。

在簡化方法中的只要構思為一次只有對於一線性的分段進行最適化的處理。對於線性的分段，搜尋出最大長度的線，該線可以使得與真正的區域之間的偏離維持在相當小的範圍內，此搜尋不需要使用在線性分段邊界外之區域的知識。在此最適化的技術內，存在兩種情況，此情況可以分開為數區域：該第一線性分段及其他的線性分段。第一線性分段的例子發生在開始進行編碼時。另外，如果對於動作或未發聲的語音沒有傳送間距值的話，則在間距傳送中的這些停止後的第一線性分段落在

此分類內。在兩種考量第一線性分段的條件中，將線的兩端最適化。其他落在第二分類的例子中，在先前之線性分段的最適化中已固定線性的開始點，且因此可以只端點的位置進行最適化。

在第一線性分段的例子中，對於至今找出的線在最佳端點處，於時間指示 0 及 T 中選擇量化的間距值而開始該程序。然後由考量線端在時間指示 0 及 $2T$ 時足夠接近原始的間距值的情況下開始該實際的迭代程序。另言之，開始點的候選項均為該量化的間距值，此在 $t_1=0$ 時可以相當地接近該原始的間距值，使得可以滿足需要準確度（式 3）下的準則。同樣地，端點的候選項為量化的間距值，在 $t_2=2T$ 時其可以相當點接近該原始的間距值。在已找出候選項後，試出所有可能的開始點及端點：在 t_1 及 t_2 之間的時間間隔移動線性表示化的精確度，且接受該候選的線應用可以滿足準確準則時，則作為分段線性區域的一部份。而且，如果與原始間距區域的偏離小於此迭代步驟期間可以接受的其他線時，選擇該線作為至今找出的最佳線。如果接受候選項的處理期間時，維持進行迭代程序，其方式為在將 t_2 增加一級距 T 後重複該程序。然後如沒有接受任何的線，則結束該最適化的程序，且選擇在先前迭代期間找出的最佳端點作為分段線性間距區域的第一點。

在其他的線性分段的例子中，只有將端點的位置最適化，此係因為在先前線性分段的最適化期間，已固定

該開始點之故。由選擇在固定開始作定位在 T 間距值間隔的量化之間距值作為至今找出之線的最佳端點而開始該程序。（假設 (t_{n-1}, q_{n-1}) 及 (t_n, q_n) 分別表示將最適化的第一開始點及結束點）。因此，開始該迭代程序，其方式為考量一或多個步驟，即 $t_n = t_{n-1} + 2T$ 。對於該線之端點的候選項可以為該量化的間距值，其相當接近在新的 t_n 下的原始間距值，使得可以滿足用於需要之準確度的準則。在找出該候選項後，該程序的其他步驟類似第一線性分段的例子。

在上述說明的兩個例子中，在一個原因下可以完成該迭代程序。第一，如果因為原始の間距區域在 $t_n + T$ 之前結束，而無法增加 t_n 的話，則結束該程序。此發生在當已使用整個前置緩衝器的情況下，如果已結束編碼迭代信號，或者是在不動作或未發音的語音下已停止間距的傳送時。第二種情況為有可能限制單一線性部份的最大長度，以更有效地編碼該點的時間指示。對於該兩種情況，可以考量為經由基於在可用之間距區域及在線的端點之間的最大時間距離，而設定一限制 t_{nmax} 。在圖 5 的流程圖 6 0 0 中說明此方法，其中顯示單線性分段的最適化程序。

流程圖 6 0 0 顯示表示分段間距區域之線性分段中之直線之選擇的迭代程序。該直線為一開始點 $Q(f(t_{n-1}))$ 及一結束點 $Q(f(t_n))$ 。對於第一線段，開始點 $Q(f(t_{n-1}))$ 及一結束點 $Q(f(t_n))$ 迄今已得到之相同 i 之直線之間的絕對

偏離的最小合者。在步驟 6 0 2 中得到迄今得到之的最佳線。在步驟 6 0 2 中再度調整該結束點，直到沒有調整為止。

當不再需要調整時，在步驟 6 2 0 中所決定者，此時 n 決定是否停止該迭代程序，且在步驟 6 1 2 中區域該最佳點作為現在的線段，或者是在步驟 6 2 6 中，經由將 t_n 增加 T 而更進一步延伸該線段（除非在步驟 6 2 4 中決定現在的 t_n 已等於 t_{max} ）。有可能在將 t_n 增加 T 後，在步驟 6 2 2 中決定不接受任何的延伸線。在此例子中，具有先前 t_n 的最佳線作為現在線段的直線。可以限制候選項的數目。其方式為對於點結束點與樣本值的最大限制加以設定。在不同之結束點的候選項之間的間隔可以設定以限制可能之模型的數量。

實際的配置

在本文中介紹之間距區域的量化技術已包含在對於儲存應用之實際的語音編碼器中。該編碼器以相當低的位元速率約 1kbps) 下操作，且在可變期間的時段下（介於 2 0 到 6 4 0 ms）中 8 KHz 的輸入語音。在實際的應用中，使用簡單的次最適化方法，且在最適化區域中只有考量在現在之分段下的間距區域。在未發音或不動作的時段中，不編碼任何的間距資訊。將變數 T 設定為 1 0 ms，其等於該間距的估計間隔。而且，使用由估計的間距值 p_k （在 1 0 ms 的間隔）下形成的離散區域，大略估計連續的間距區域。結果，最適化條件(II)改變為：

$$d(p_k, g(kT)) \leq h(p_k) \text{ for all } 0 \leq k \leq t_{\max}/T \quad (5)$$

另外，應用下式的額外化而估計式 1 的總失真的最小化：

$$\tilde{D} = \sum_{k=0}^{t_{\max}/T} d(p_k, g(kT)) \quad (6)$$

其中定義函數 d 為絕對錯誤，即 $d(x, y) = |x - y|$ 。

以下式決定對於給定之間距值下之最大可允許之編碼錯誤的函數 h ：

$$h(p_k) = \max(2, 480p_k/8000) \quad (7)$$

在間距值 q_n 的純量量化中使用的編碼本 C 的產生中使用相同的函數。使用 $c_j = c_{j-1} + h(c_{j-1})$ 計算 32 階 (5 位元) 之編碼本 C 的項目，其中 $c_1 = 19$ 。此編碼本涵蓋在編碼器中使用的間距周期範圍，且與實驗的結果製造吻合。而且，該編碼本及函數 h 大略依循 critical band 的理論，其中人耳的頻率解析度假設隨著頻率的增加而減少。為了更進一步增強知覺的能力，在時數域中進行量化。

在使用不同量化期間對於一分段編碼時間指示，但是對於分段的第一點並不編碼時間距離，此係因為 t_1 總是為 0 之故。在不同的編碼方式中，使用其與先前在級距 T 的時間指數之間的時間距離編碼一給定的時間指數。更精確地說，經由將 $(t_n - t_{n-1})/T - 1$ 轉換為二位元的表示，其中包含 $\lceil \log_2(i_{\max} - 1) \rceil$ 位元的方式編碼一給定的 t_n

之值，其中 i_{\max} 表示可以允許現在之線性線段的最大長度。在吾人的配置中使用一額外的技巧以增加編碼的效率。如果將編碼之時間指示的數目大於在該分段中之間距估測項數之半，則編碼”空”的時間指示，而非時間指示 t_n （且使用一位元以指示使用那一個編碼方式）。必需瞭解經由使用在儲存編碼器配置中的分段處理方式可以使得該技巧更有效率。在一般具有連續基礎程序的例子中，一較佳的方法為使用某些無耗損的編碼方法，此 Huffman 編碼，且直接對時間距離值進行。

上述說明的配置方式可以在平均速率約 100pbs 下編碼間距區域，此方式為與原始區域的偏離仍低於圖 7 定義之最大可允許的偏離。姑且不論相當低的位元速率，3 的間距區域很接近原始的區域。平均及最大的絕對編碼錯誤大約且 1.16 及 5.12 樣本（在 99bps 的速率下）。當由專業的聽者收聽的情況下，該編碼的區域可以簡單地從原始的區域中辨識，但是編碼的錯誤率並不相當嚴重。沒有應用初聽者測試間距量化的技術，但是一正式的聽力測試顯示儲存的編碼器包含間距量化技術存在一 1.2kbps 之技術上的參考編碼器，該範圍相當大，只是平均位元速率的減少大於 200bps（只對於間距，則該減少率約 70bps）。

總言之，本發明中，基本的間距區域相當的平整，但是包含突然的快速改變，以架構依循原始區域之外形的分段間距區域，但是將編碼的資訊較少。例如，只是

量化偏離改變之分段間距區域的點。在未發聲期間，可以對於編碼器及解碼器同時減少一固定的內訂之間距值。而且，當間距頻率低時，聽力可以允許與真正的間距區域存在較大的偏離。在可以今聽覺充分量化的準確度下本發明提供可以實際上減少位元速率的方法，且應用該量化的技術，準確的程度接近傳統上在 5 0 0 bps（5 位元量化器，每秒 1 0 0 間距區域）下操作的間距量化器，該量化技術可以達到約 1 0 0 bps 的平均位元速率。如果使用無耗損的壓縮以配置本發明中說明的方法，有減少將位元速率更進一步減少到約 8 0 bps。

本發明的主要應用包含：

— 有可能使用比習知技術的技術還要低的平均更新速率。

— 可以在解碼器中架構分段間距區域，其方式使得可以很接近真正的間距區域。

— 本發明考量人耳在低間距頻率下，對於間距改變的敏銳性。

— 本發明的技術可以減少位元速率。

— 本發明可以應用一額外的處理單元進行，其使用現在的語音編碼器。

本發明適於儲存應用，其成功地在預錄聲訊的語音編碼器中。在一標的應用中，可以在電腦上記錄及編碼聲訊。所得到的低速率位元串儲存在行動終端機上儲存且解碼，由一通訊網路，如圖 6 所示，提供低速率的位

元串。圖 6 的示意圖顯示一通訊網路，該網路用於編碼與預錄之聲訊機構及類似應用相關的編碼器，係依據本發明進行。如該圖所示，網路包含多個基地台(BS)，其連接一切換之二次台(NSS)，也可以連結到其他的網路。該網路尚包含多個可以與基地台通訊的行動台(MS)。行動台可以是一行動終端機(MS)，通常稱為一完全的終端機。行動台可以是一用於該終端機的模組，而沒有顯示器，鍵盤，電池，盒子等。行動台也可以包含一解碼器 40，以接收來自壓縮模組 20 的位元串 120 (參見圖 3)。該壓縮模組 20 可以定位在該基地台中，該二次台中或在其他的網路中。

雖然文中已應較佳實施說明本發明，但熟本技術者需了解可對上述加以更改及變更而不偏離本發明的精神及觀點。

【圖式簡單說明】

圖 1 的方塊圖顯示習知技術中的語音編碼系統。

圖 2 為依據本發明實施例之分段式間距區域的例子。

圖 3 的方塊圖顯示一依據本發明實施例的語音編碼系統。

圖 4 的流程圖顯示對於產生一分段式間距區域的迭代處理的例子。

圖 5 的流程圖顯示一迭代程序的例子，係基於一最適的簡化模式產生分段性的間距區域。

圖 6 的示意圖顯示可以實現本發明之通訊網路。

【主要元件符號說明】

1 2	編碼器	2 0	壓縮
2 4	量化器	2 2	軟體
3 0	通訊頻道或儲存媒體		
4 0	解碼器	4 1	量化器
4 2	軟體	5 0	行動端
1 1 0	輸入信號	1 1 2	參數
1 4 0	同步信號		

五、中文發明摘要：

一種在一聲訊編碼中改進編碼效率的方法及裝置。從一聲訊的一間距區域的間距值，產生多個簡化的間距區域以基於一或多個先決定的準則近似該間距區域。應用由第一端點及第二端點表示的各個間距分段該區域分段可以是線性或非線性的分段。如果該區域分段為線性的，則只提供與這些端點相關的資訊，而非該間距值，予一解碼器以重建該聲訊。該區域性分段有一固定的最大長度，或者是其長度為可改變者，但是在該分段中之一區域分段及間距值之間的偏離為一最大值所限定。

六、英文發明摘要：

A method and device for improving coding efficiency in audio coding. From the pitch values of a pitch contour of an audio signal, a plurality of simplified pitch contour segments are generated to approximate the pitch contour, based on one or more pre-selected criteria. The contour segments can be linear or non-linear with each contour segment represented by a first end point and a second end point. If the contour segments are linear, then only the information regarding the end points, instead of the pitch values, are provided to a decoder for reconstructing the audio signal. The contour segment can have a fixed maximum length or a variable length, but the deviation between a contour segment and the pitch values in that segment is limited by a maximum value.

十、申請專利範圍：

1.用於在聲訊編碼中改進編碼效率的方法，其中編碼聲訊信號以提供指示聲訊信號的參數，該參數包含間距區域數據，其中包含多個間距值，該間距值表示在時間上的聲訊分段，該方法包含下列步驟：

基於該間距區域資料，產生多個簡化的間距區域分段候選項，各候選項對應到該聲訊信號的一次分段；

量測各個簡化之間距區域分段候選項及該對應之次分段中之語音之間的偏離；

基於該量測的偏離及一或多個先選擇的準則選擇該候選項中之一項；以及

在對應到該選擇之候選項之聲訊信號的次分段中應用選擇之候選項的特徵編碼該間距區域資料。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在聲訊分段中之間距區域由選擇的候選項近似，其對應到在聲訊分段中之連續的多個次分段，各該多個選擇的候選項由一第一結束點及一第二結束點所定義，且其中該編碼包含步驟為提供指示開始點的資訊，使得允許解碼器基於該資訊而非間距區域資料重建在聲訊分段中的聲訊信號。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在某些連續之次分段中間距值的數目等於或大於 3。

4.如申請專利範圍第 1 之方法，其中由預先選擇的條件限制該產生的步驟，使得在各簡化的間距區域分段候選項的在對應之次分段中之各該間距值之間的偏離小於或等於預先決定的最大值。

5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該產生的候選項具有不同的長度，且該選擇係基於分段候選項的長度，且該預先選擇的準則包含選擇的候選項在分段候選項中具有最大的長度。

6.請專利範圍第 4 項之方法，其中該選擇係基於該分段候選項的長度，且該預先選擇之準則包含：

量測的偏離為具有相同長度的一群候選項中為最小者。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中各該簡化的間距區域分段候選項具有一開始點及一結束點，且該產生的步驟以調整該分段候選項的結束點的方式進行。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該聲訊信號包含一語音信號。

9.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中至少一選擇的候選項為一線性分段。

10.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中至少一選擇的候選項為非線性分段。

11.一種用於編碼聲訊信號的編碼裝置，該聲訊信號包含間距區域資料，該間距區域資料包含多個表示時間中之聲訊分段的間距值，該編碼裝置包含：

一用於接收間距區域資料的輸入端；以及

一資料處理模組，可回應該間距區域數據，產生多個簡化的間距區域分段候選項；各候選項對應到該聲訊的一次分段；其中該處理模組包含：

一演算法，在各個簡化的間距區域分段候選項及在對應之次分段中之該間距值之間可得到量測之偏離值；以及

一演算法，基於該量測的偏離及先選擇的準則，選擇該候選項中之一項。

12.如申請專利範圍第 11 項之編碼裝置，其中，尚包含：

一量化模組，用於回應該選擇的候選項，而在對應的選擇候選項之聲訊的次分段中，應用該選擇之候選項的特徵，編碼該間距區域數據。

13.如申請專利範圍第 12 項之編碼裝置，其中該量化

模組提供聲訊數據，該長度指示在次分段中該編碼的間距區域數據，該編碼裝置尚包含：

一儲存裝置，可操作該儲存裝置以連接到該量化模組，因此可以接收該聲訊數據，以將聲訊數據儲存在一聲訊媒體中。

14.如申請專利範圍第 12 項之編碼裝置，其中尚包含一輸出端，可操作該輸出端以連接到一儲存體，因此將編碼的間距區域數據提供予該儲存體以儲存該數據。

15.如申請專利範圍第 12 項之編碼裝置，其中尚包含一輸出端以傳送該編碼的間距區域數據到該解碼器中，因此允許該解碼器也基於該編碼的間距區域數據，重建該聲訊。

16.一種在一電子可讀取的媒體中實現的電腦軟體產品，其在一聲訊編碼裝置中使用，該聲訊編碼裝置提供參數以指示該聲訊，該參數包含間距區域數據，該數據包含多個間距值，這些間距值表示時間中的聲訊分段，該軟體產品包含：

一編碼器，以基於該間距區域數據產生多個簡化的間距區域分段候選項，各該候選項對應該聲訊中的一次分段；

一編碼器，用於在各該簡化的間距區域分段候選項

及在對應的次分段中的間距值之間量測偏離值；以及

一編碼器，基於該量測到的偏離及預先選擇的準則選擇該候選項中的一項，因此允許一量化模組應用該選擇之候選項的特性編碼在聲訊之次分段中的間距區域數據，其中該聲訊對應到該選擇的候選項。

17.一種用於重建聲訊的解碼器，其中編碼聲訊以提供指示該聲訊的參數，該參數包含間距區域數據，該數據包含選擇表示時間中之聲訊分段的間距值，且其中時間中之聲訊分段中的間距區域數據由聲訊中的選擇連續的次分段近似，由一第一點及一第二點定義該次分段，該解碼器包含：

一輸入端，以接收指示定義該次分段之端點的聲訊數據；以及

一重建模組，以基於該接收的聲訊數據重建該聲訊分段。

18.如申請專利範圍第 17 項之解碼器，其中在一電子媒體中記錄該聲訊，且其中操作該解碼器的輸入項以連接到用於接收該聲訊數據的電子媒體中。

19.如申請專利範圍第 17 項之解碼器，其中經由一通訊頻道傳送該聲訊數據，且其中操作該解碼器的輸入以連接到該通訊頻道中，以接收該聲訊數據。

20.一種電子裝置，包含

一用於重建一聲訊的解碼器，其中編碼聲訊以提供指示該聲訊的參數，該參數包含間距區域數據，該數據包含選擇表示時間中之聲訊分段的間距值，且其中時間中之聲訊分段中的間距區域數據由聲訊中的選擇連續的次分段近似，由一第一點及一第二點定義該次分段，因此允許基於定義該次分段的端點重建該聲訊分段；以及

一用於接收指示該端點的聲訊數據且提供聲訊數據予該解碼器的輸入端。

21.如申請專利範圍第 20 項之電子裝置，其中在一電子媒體中記錄該聲訊，且其中操作該解碼器的輸入項以連接到用於接收該聲訊數據的電子媒體中。

22.如申請專利範圍第 20 項之電子裝置，其中經由一通訊頻道傳送該聲訊數據，且其中操作該解碼器的輸入以連接到該通訊頻道中，以接收該聲訊數據。

23.如申請專利範圍第 20 項之電子裝置，其中尚包含一行動終端機。

24.一種通訊網路，包含：

選擇基地台，以及

選擇與該基地台進行通訊的行動台，其中該行動台中至少一台包含：一用於重建一聲訊的解碼器，其中編碼聲訊以提供指示該聲訊的參數，該參數包含間距區域數據，該數據包含選擇表示時間中之聲訊分段的間距值，且其中時間中之聲訊分段中的間距區域數據由聲訊中的選擇連續的次分段近似，由一第一點及一第二點定義該次分段，因此允許基於定義該次分段的端點重建該聲訊分段；以及

一輸入端，用於接收指示該端點的聲訊數據，且提供該聲訊數據予該解碼器。

93130053

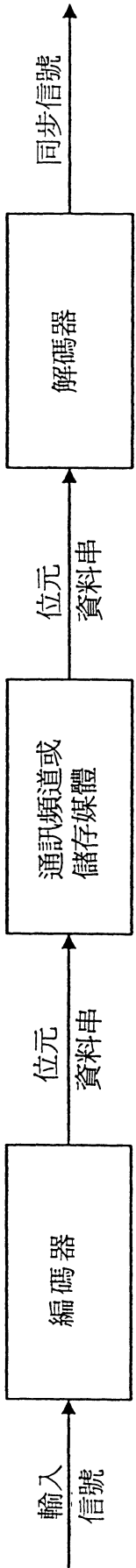


圖 1

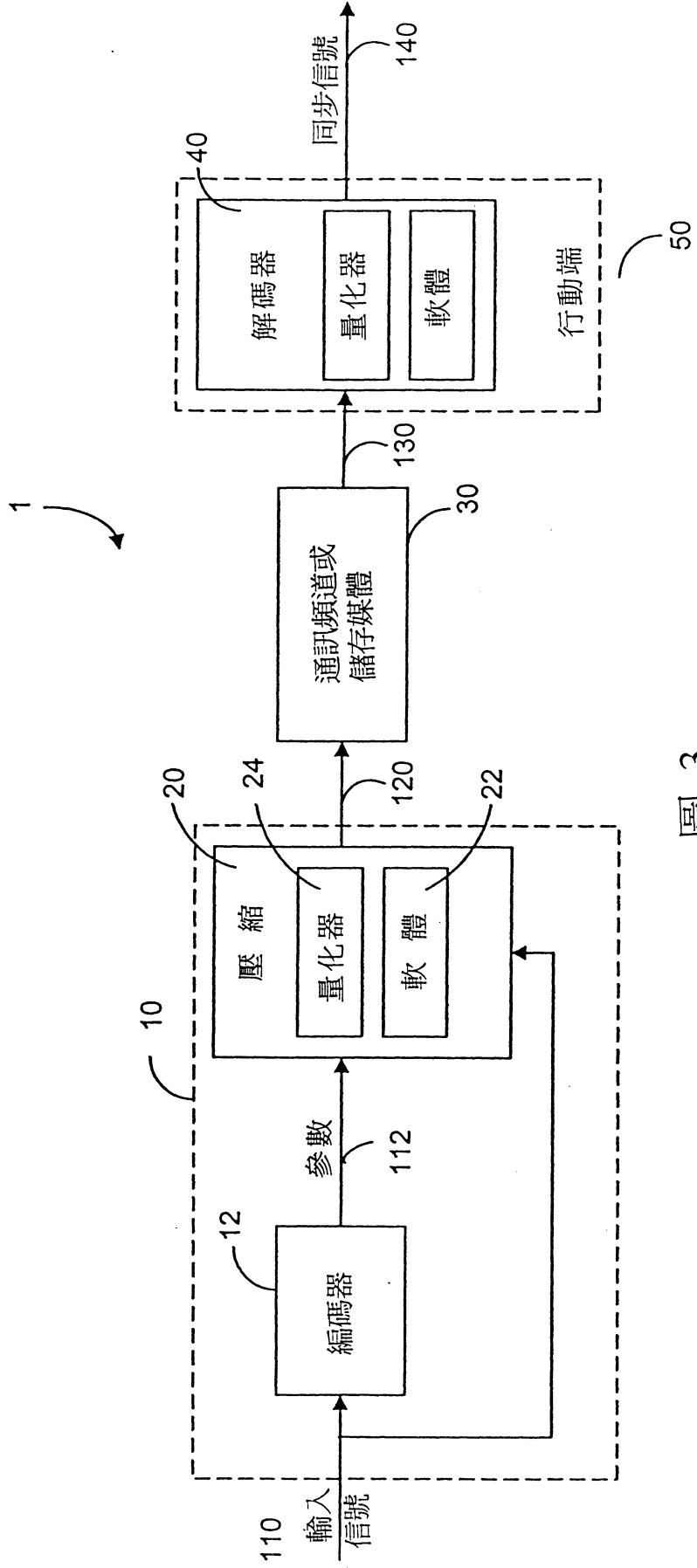


圖 3

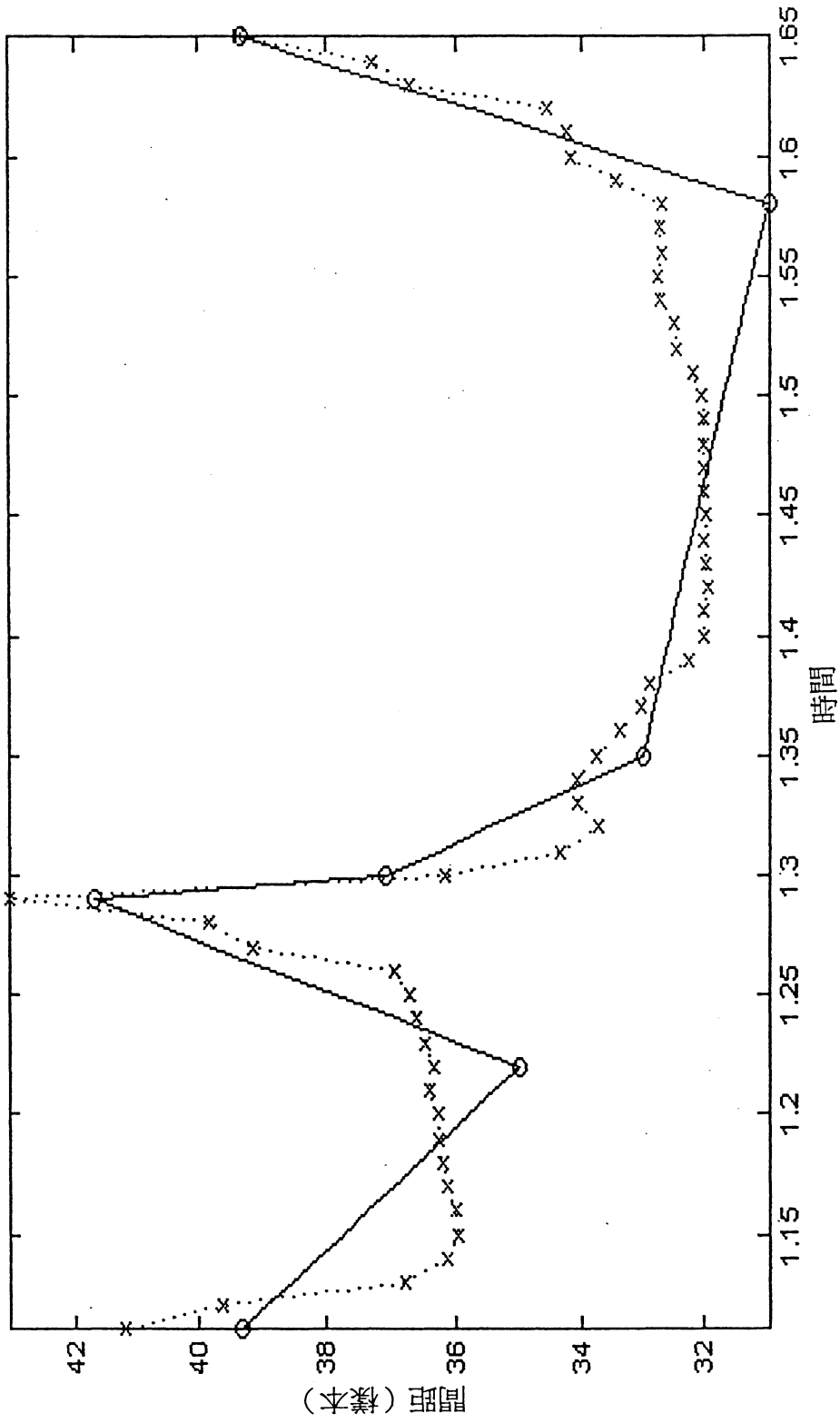


圖 2

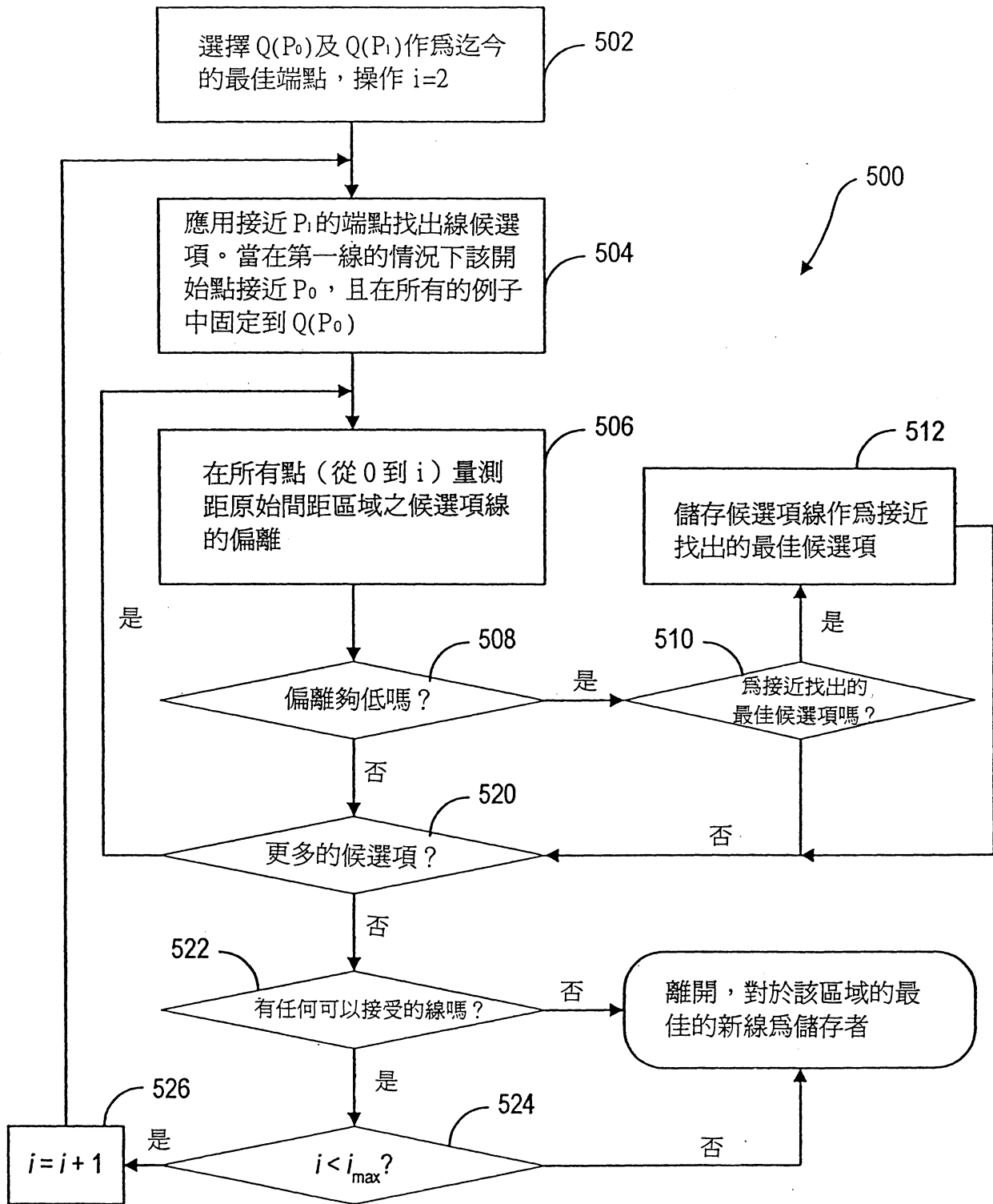


圖 4

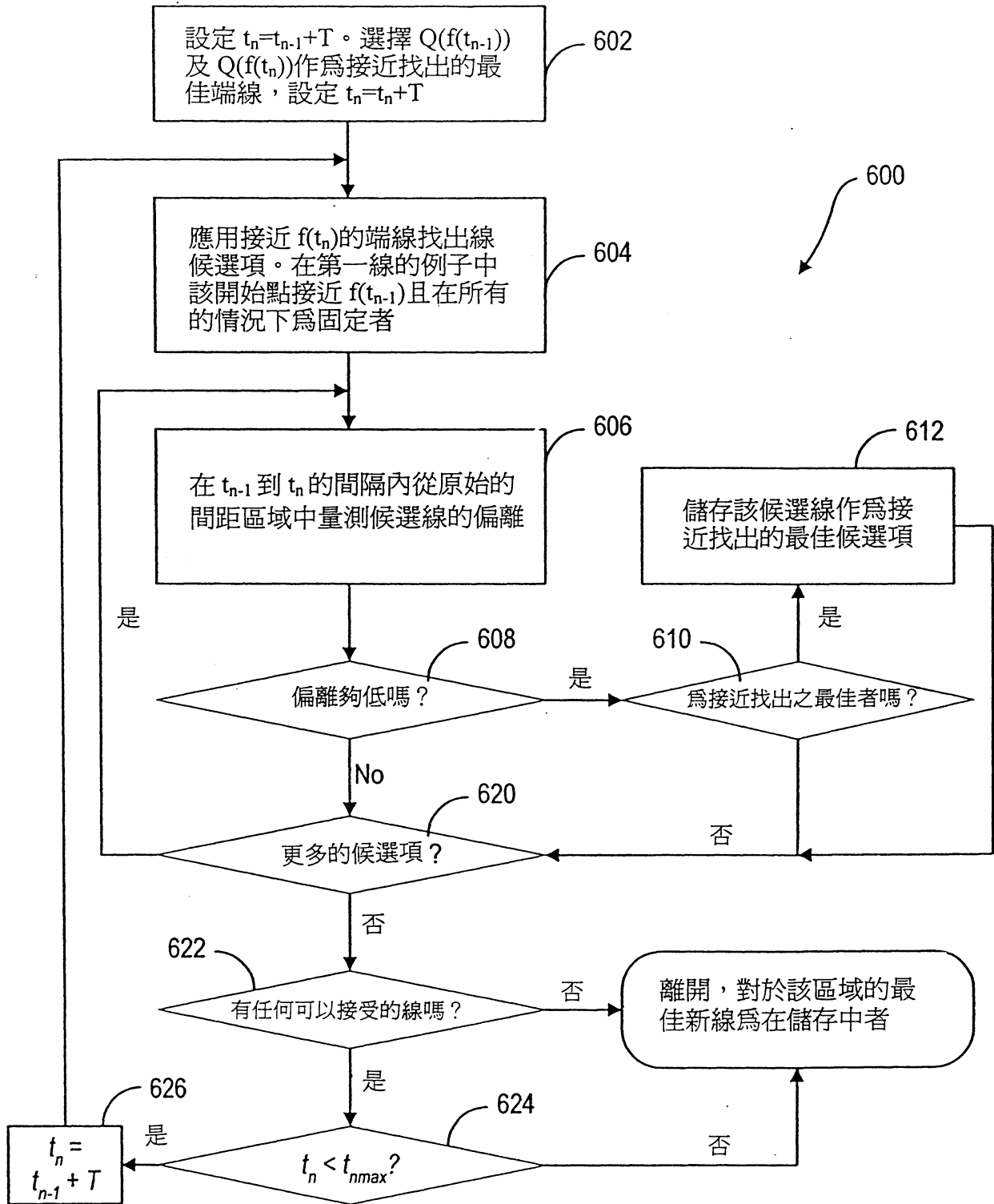


圖 5

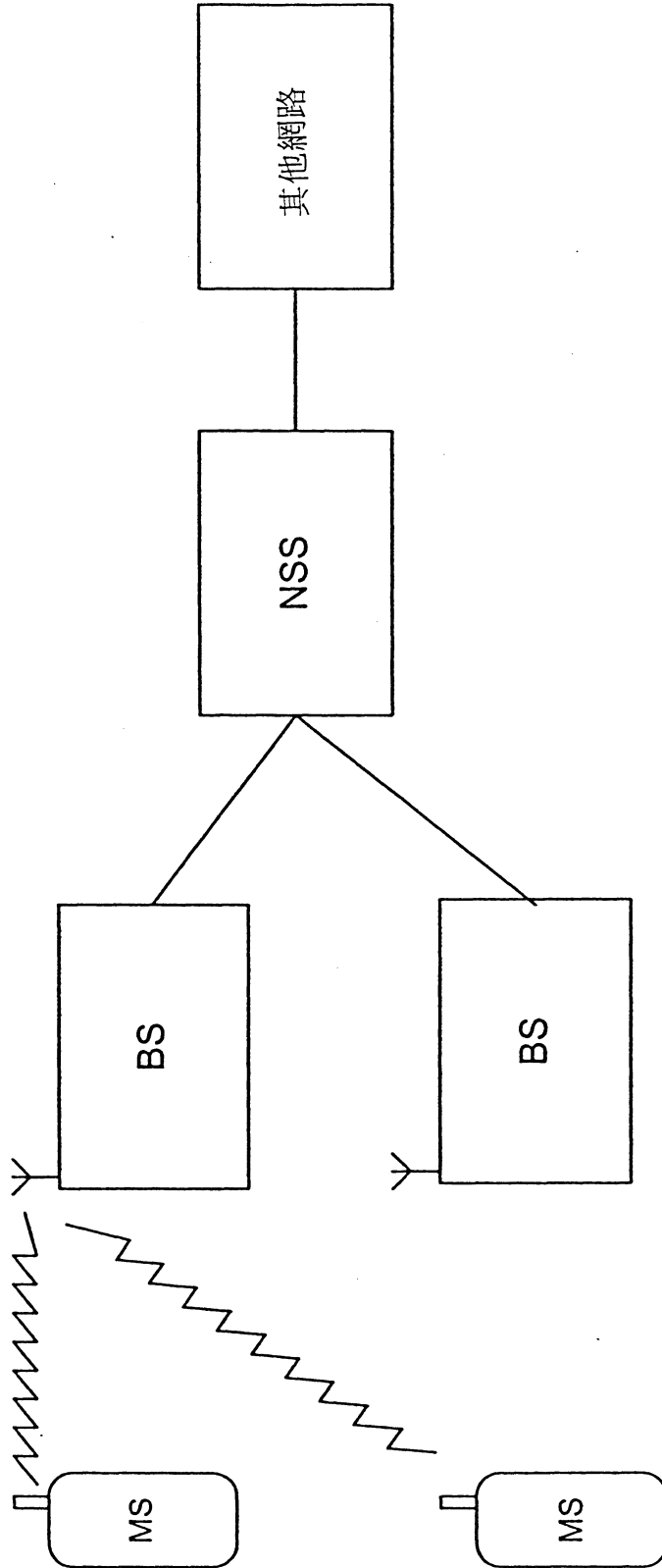


圖 6

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：