



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I723098 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：105140803

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 09 日

(51)Int. Cl. : **H04H20/86 (2008.01)**

(30)優先權：2015/12/11 美國 14/966,716

(71)申請人：美商伊畢昆帝數位公司 (美國) IBIQUITY DIGITAL CORPORATION (US)
美國(72)發明人：歐羅可沃茲 蓋比爾 OLOCHWOSZCZ, GABRIEL (US) ; 普胡杰 阿席維尼
PAHUJA, ASHWINI (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 8290423B2

US 2006/0227814A1

US 2007/0293167A1

US 2012/0028567A1

US 2014/0355726A1

審查人員：葉昌倫

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：2 共 30 頁

(54)名稱

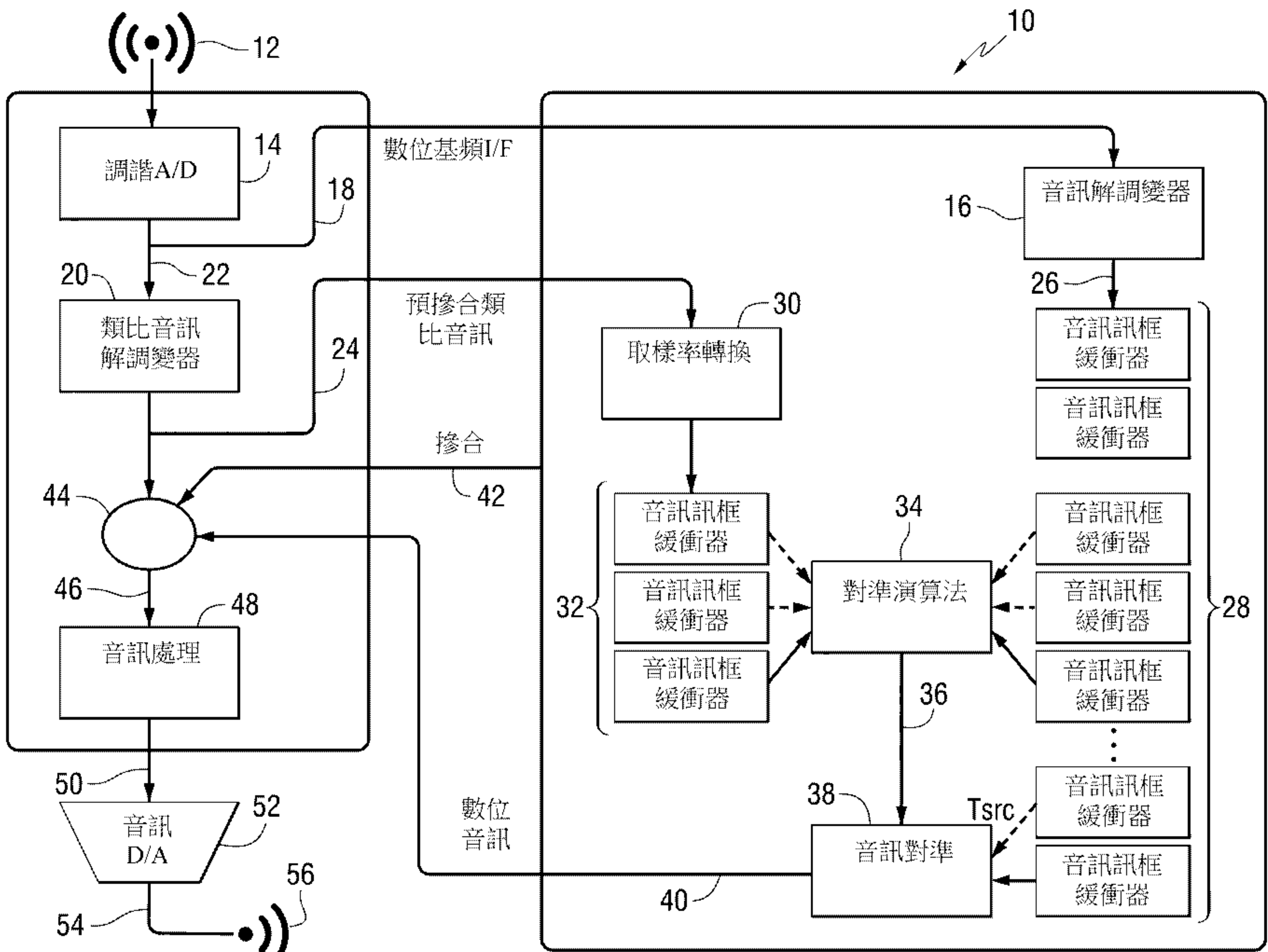
用於混合無線電系統中之自動音訊對準的方法及設備

(57)摘要

一種處理一數位無線電廣播信號之方法包括：(a)判定表示一類比音訊樣本串流中之樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一時間延遲之複數個當前相關樣本值；(b)判定一當前反轉狀態；(c)更新一延遲歷史及一反轉狀態歷史；(d)針對與一第一信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；(e)若一致性在步驟(d)中被發現，則判定該延遲歷史中之第一複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；(f)若一致性在步驟(e)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之一值是否與該當前反轉狀態一致；及(g)若該一致性在步驟(f)中被發現，則允許一輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

A method of processing a digital radio broadcast signal includes: (a) determining a plurality of current correlation sample values representative of a time delay between samples in an analog audio sample stream and samples in a digital audio sample stream; (b) determining a current inversion status; (c) updating a delay history and an inversion status history; (d) checking the current correlation sample values for consistency with a first confidence threshold; (e) if consistency is found in step (d), determining if each of a first plurality of values in the delay history is consistent within a predetermined range of the current correlation sample values; (f) if consistency is found in step (e), determining if a value in the inversion status history is consistent with the current inversion status; and (g) if the consistency is found in step (f), allowing blending of an output to the digital audio sample stream.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

10 . . . IBOC 無線電接收器

12 . . . 天線

14 . . . 前端電路

16 . . . 數位音訊解調變器

18 . . . 線路

20 . . . 類比音訊解調變器

22 . . . 線路

24 . . . 線路

26 . . . 線路

28 . . . 數位音訊緩衝器

30 . . . 區塊

32 . . . 類比音訊緩衝器

34 . . . 區塊

36 . . . 線路

40 . . . 線路

42 . . . 線路

44 . . . 項目

46 . . . 線路

48 . . . 區塊

50 . . . 線路

52 . . . 數位至類比轉換器

54 . . . 線路

56 . . . 揚聲器



【中文發明名稱】

用於混合無線電系統中之自動音訊對準的方法及設備

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR AUTOMATIC AUDIO
ALIGNMENT IN A HYBRID RADIO SYSTEM

【中文】

一種處理一數位無線電廣播信號之方法包括：(a)判定表示一類比音訊樣本串流中之樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一時間延遲之複數個當前相關樣本值；(b)判定一當前反轉狀態；(c)更新一延遲歷史及一反轉狀態歷史；(d)針對與一第一信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；(e)若一致性在步驟(d)中被發現，則判定該延遲歷史中之第一複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；(f)若一致性在步驟(e)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之一值是否與該當前反轉狀態一致；及(g)若該一致性在步驟(f)中被發現，則允許一輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【英文】

A method of processing a digital radio broadcast signal includes:
(a) determining a plurality of current correlation sample values representative of a time delay between samples in an analog audio sample stream and samples in a digital audio sample stream; (b) determining a current inversion status; (c) updating a delay history and an inversion status history; (d) checking the current correlation sample

values for consistency with a first confidence threshold; (e) if consistency is found in step (d), determining if each of a first plurality of values in the delay history is consistent within a predetermined range of the current correlation sample values; (f) if consistency is found in step (e), determining if a value in the inversion status history is consistent with the current inversion status; and (g) if the consistency is found in step (f), allowing blending of an output to the digital audio sample stream.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 10 IBOC無線電接收器
- 12 天線
- 14 前端電路
- 16 數位音訊解調變器
- 18 線路
- 20 類比音訊解調變器
- 22 線路
- 24 線路
- 26 線路
- 28 數位音訊緩衝器
- 30 區塊
- 32 類比音訊緩衝器

34	區塊
36	線路
40	線路
42	線路
44	項目
46	線路
48	區塊
50	線路
52	數位至類比轉換器
54	線路
56	揚聲器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於混合無線電系統中之自動音訊對準的方法及設備

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR AUTOMATIC AUDIO
ALIGNMENT IN A HYBRID RADIO SYSTEM

【技術領域】

本發明係關於數位無線電廣播接收器，且詳言之，係關於用於處理數位無線電接收器中之類比路徑及數位路徑的方法及系統。

【先前技術】

數位無線電廣播技術將數位音訊及資料服務遞送至行動、攜帶型及固定之接收器。一種類型之數位無線電廣播(被稱作帶內同頻道(in-band on-channel；IBOC)數位音訊廣播(digital audio broadcasting；DAB))在現有中頻(Medium Frequency；MF)及極高頻(Very High Frequency；VHF)無線電頻帶中使用陸地傳輸器。由iBiquity數位公司開發之HD無線電™技術為用於數位無線電廣播及接收之IBOC實施的一個實例。

IBOC信號可以包括類比調變載波結合複數個數位調變載波的混合格式或以其中類比調變載波不被使用之全數位格式進行傳輸。使用混合模式，廣播公司可繼續以較高品質且更穩健之數位信號同時地傳輸類比AM及FM，從而允許廣播公司自身及其聽眾自類比無線電轉換至數位無線電同時維持其當前頻率分配。

數位傳輸系統之一個特徵為同時地傳輸數位化音訊及數位化資料兩者之固有能力。因此，技術亦允許來自AM及FM無線電台之無線資料服

務。廣播信號可包括後設資料，諸如藝術家、歌曲名稱或台呼叫號。關於事件、交通及天氣之特殊訊息亦可被包括。舉例而言，在使用者收聽無線電台同時，交通資訊、天氣預報、新聞及體育比分可皆在無線電接收器之顯示器上滾動。

IBOC技術可提供優於現有類比廣播格式之數位品質音訊。因為每一IBOC信號在現有AM或FM頻道分配之頻譜遮罩內傳輸，所以該信號不需要新頻譜分配。IBOC促成頻譜之經濟性，同時使得廣播公司能夠將數位品質音訊供應至聽眾之目前基地。

國家無線電系統委員會(由國家廣播公司協會及消費型電子裝置協會提案之標準設定組織)採用在2005年9月指定為NRSC-5A之IBOC標準。揭示內容以引用方式併入本文中之NRSC-5闡述對在AM及FM廣播頻道上廣播數位音訊及輔助資料的要求。標準及其參考文獻含有RF/傳輸子系統以及輸送及服務多工子系統之詳細解釋。標準之複本可在<http://www.nrscstandards.org/standards.asp>自NRSC取得。iBiquity之HD無線電技術為NRSC-5 IBOC標準之實施。關於HD無線電技術之其他資訊可在www.hdradio.com及www.ibiquity.com找到。

其他類型之數位無線電廣播系統包括諸如衛星數位音訊無線電服務(SDARS，例如XM Radio™、Sirius®)之衛星系統，數位音訊無線電服務(DARS，例如WorldSpace®)，及諸如數位無線電調幅聯盟(DRM)、Eureka 147(商標為DAB Digital Audio Broadcasting®)、DAB版本2及FMeXtra®的陸地系統。如本文中所使用，片語「數位無線電廣播」涵蓋包括帶內同頻道廣播之數位音訊及資料廣播，以及其他數位陸地廣播及衛星廣播。

AM及FM帶內同頻道(IBOC)廣播系統兩者利用包括類比調變載波及複數個數位調變副載波之複合信號。節目內容(例如，音訊)可在類比調變載波及數位調變副載波上冗餘地傳輸。類比音訊在傳輸器處被延遲達分集延遲。

在不存在數位音訊信號情況下(例如，當頻道經初始調諧時)，類比AM或FM備份音訊信號經饋送至音訊輸出。當數位音訊信號變成可用時，摻合函數使類比備份信號平滑地衰減且最終用數位音訊信號替換類比備份信號，同時在數位音訊信號中進行摻合，使得轉變保持音訊節目之某連續性。類似摻合在破壞數位信號之頻道中斷期間出現。在此狀況下，類比信號藉由以下操作而逐漸摻合至輸出音訊信號中：使數位信號衰減，使得當數位破壞顯現於音訊輸出處時，音訊經充分摻合至類比信號。數位音訊信號之破壞可經由循環冗餘檢查(cyclic redundancy check；CRC)錯誤偵測方法或音訊解碼器或接收器中之其他數位偵測手段在分集延遲時間期間進行偵測。

IBOC系統之數位音訊信號與類比音訊信號之間的摻合之概念先前已描述於例如美國專利第7,546,088號、第6,178,317號、第6,590,944號、第6,735,257號、第6,901,242號及第8,180,470號中，前述各案之揭示內容特此以引用之方式併入。分集延遲及摻合允許接收器在數位中斷出現時用類比音訊填充數位音訊間隙。分集延遲確保，當短暫中斷在行動環境中出現時(例如，當行動接收器通過橋下時)，音訊輸出具有合理品質。此係因為時間分集使得中斷影響數位及類比信號之音訊節目的不同片段。

在接收器中，類比及數位路徑可經分離且因此非同步地處理。在軟體實施中，例如，類比及數位解調變程序可被視作使用不同軟體執行緒之

分離任務。類比信號與數位信號的後續摻合要求信號在其進行摻合之前在時間上對準。

【發明內容】

根據一例示性實施例，一種在一數位無線電接收器中處理一數位無線電廣播信號之方法包括：(a)判定表示一類比音訊樣本串流中之樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一時間延遲之複數個當前相關樣本值；(b)判定一類比音訊樣本串流中之該等樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一當前反轉狀態；(c)更新一延遲歷史及一反轉狀態歷史；(d)針對與一第一信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；(e)若一致性在步驟(d)中被發現，則判定該延遲歷史中之第一複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；(f)若一致性在步驟(e)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之一值是否與該當前反轉狀態一致；及(g)若該一致性在步驟(f)中被發現，則允許一輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

在另一實施例中，一種用於一數位無線電廣播信號之接收器包括一處理電路，該處理電路經組態以：(a)判定表示一類比音訊樣本串流中之樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一時間延遲之複數個當前相關樣本值；(b)判定一類比音訊樣本串流中之該等樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一當前反轉狀態；(c)更新一延遲歷史及一反轉狀態歷史；(d)針對與一第一信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；(e)若一致性在步驟(d)中被發現，則判定該延遲歷史中之第一複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；(f)若一致性在步驟(e)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之一值是否與該當前

反轉狀態一致；及(g)若該一致性在步驟(f)中被發現，則允許一輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

在另一實施例中，一種製品包括含有可執行指令之電腦可讀儲存媒體，該等指令經調適以使得一處理系統執行處理一數位無線電廣播信號之上述方法。

【圖式簡單說明】

圖1為IBOC無線電接收器之音訊對準架構之功能方塊圖。

圖2A及圖2B展示音訊對準方法之功能方塊圖。

【實施方式】

本文中所描述之實施例係關於處理數位無線電廣播信號之數位分量及類比分量以控制摻合函數。雖然本發明之態樣在例示性IBOC系統之情形下呈現，但應理解，本發明不限於IBOC系統，且本文中之教示亦適用於其他形式之數位無線電廣播。

參看諸圖，圖1為IBOC無線電接收器10之音訊對準架構之功能方塊圖。IBOC信號在天線12上接收到，且在前端電路14中進行處理，該前端電路包括調諧器及類比至數位轉換器以產生中頻信號，該中頻信號在線路18上傳遞至數位音訊解調變器16且在線路22上傳遞至類比音訊解調變器20。類比音訊解調變器在線路24上產生音訊樣本串流。由於此音訊樣本串流係自所接收之IBOC無線電信號之類比調變部分導出，因此此音訊樣本串流在本說明書中被稱作類比音訊串流(或類比音訊部分)。數位音訊解調變器在線路26上產生音訊樣本串流。由於此音訊樣本串流係自所接收之IBOC無線電信號之數位調變部分導出，因此此音訊樣本串流在此說明書中被稱作數位音訊串流(或數位音訊部分)。數位音訊串流之樣本儲存於複

數個數位音訊緩衝器28中。類比音訊串流之樣本經受區塊30中之取樣率轉換，且儲存於複數個類比音訊緩衝器32中。在區塊34中，對準程序對類比及數位音訊緩衝器中之樣本執行。對準程序在線路36上產生偏移值，該偏移值用以調整數位音訊樣本之對準以在線路40上產生經對準之數位音訊信號。基頻處理器亦在線路42上產生摻合信號，其控制在項目44中執行之摻合函數。僅數位音訊串流經修改以達成對準，此係因為類比信號可在不同處理器上。另外，對當前播放之音訊串流上之延遲進行調整可導致失真/偽影，其對於使用者可能並非所要的。

摻合函數接收類比音訊樣本及數位音訊樣本，且在線路46上產生輸出。摻合函數之輸出經受區塊48中之音訊處理以在線路50上產生音訊輸出，該音訊輸出在數位至類比轉換器52中轉換為類比信號以在線路54上產生將發送至諸如揚聲器56之輸出裝置的信號。

AM及FM IBOC傳輸系統中之數位無線電廣播信號之傳輸的基本單元為數據機訊框，該訊框持續時間通常為約1秒。固定數目個音訊訊框可被指派給每一數據機訊框。音訊訊框週期為向使用者顯現(例如播放)音訊(音訊訊框中之樣本)所需要的時間長度。舉例而言，若音訊訊框含有2048個樣本，且取樣週期為22.67微秒，則音訊訊框週期將為大約46.44毫秒。排程器判定每一數據機訊框內分配至音訊訊框之位元的總數。

圖2A及圖2B展示可在圖1之接收器中執行之音訊對準方法的功能方塊圖。圖2A及圖2B說明如下反覆程序：量測類比音訊樣本與數位音訊樣本之間的延遲，且比較所量測延遲與一或多個歷史延遲(例如，來自先前量測)以判定預定信賴等級是否得到滿足。此信賴測試之結果用以判定是否存在足以啟用類比音訊輸出至數位音訊輸出之摻合的對準。

在區塊60中，呈現數位音訊樣本串流及類比音訊樣本串流以供處理。此等樣本可配置於複數個音訊訊框中。數位及類比音訊串流可表示相同節目內容。

在區塊62中，諮詢組態參數以判定掃描範圍(亦即，及用於後續相關運算之樣本的數目)且判定減少取樣因數 n 。若精細對準在後續反覆中未發現，則選擇減少取樣因數(粗略對準)以提供較短處理時間以用於較大掃描範圍，同時維持摻合可接受的準確性位準。較小掃描範圍允許極快處理，但限制較大延遲將被偵測到的能力。較大掃描範圍在處理可開始之前花費更長時間來進行緩衝，但具有在單一遍次上發現較大延遲的可能。

在區塊64中，載入信賴臨限值及歷史長度參數。如本說明書中所使用，信賴臨限值為延遲結果被視為有效所需要之最小信賴值(其可由相關庫來提供)。在各種實施例中，信賴值可為表示來自相關庫之相關結果之強度的整數。

歷史長度為關於待與當前值進行比較之先前值之數目的可組態參數，其繫結至信賴臨限值中之每一者。較高信賴需要較少先前值與當前值匹配；較低信賴需要較多先前值與當前值匹配。值在此處具有兩個部分：由相關庫傳回之經計算延遲，及相位反轉指示符。此等部分中之每一者在一成功相關遍次(亦即，信賴 $>$ 臨限值)之後被保存，且與當前延遲及反轉進行比較(首先比較延遲)。最小信賴值與信賴臨限值相同，信賴臨限值亦即組態中設定的為了使結果被視為有效，來自相關庫之信賴必須超出之整數值。

信賴臨限值可包括(例如)高臨限值、中等臨限值及低臨限值。此等臨限值可分別被稱為第一臨限值、第二臨限值及第三臨限值。歷史長度可包

括短歷史、中等歷史及長歷史。此等歷史長度可分別被稱為第一歷史長度、第二歷史長度及第三歷史長度。歷史長度指定待用於後續信賴測試之樣本的數目。樣本在此為對準延遲及相位反轉之先前相關結果。音訊串流在訊框之間不以任何方式保存。

在區塊66中執行相關運算以判定數位音訊樣本與類比音訊樣本之間的相對延遲。相關運算亦提供數位音訊樣本與類比音訊樣本之間的反轉之指示，以及信賴量測。反轉在音訊波形圍繞0倒置(亦即，乘以-1)時出現。舉例而言，在經相位反轉之正弦波中，正常處於1之峰值將出現於-1處，且正常處於-1之峰值將出現於1處。在理想實例中，若以其他方式相同並在時間上對準但經相位反轉之兩個音訊源混合在一起，則輸出處之每一樣本之總和將為0，且音訊將為靜默的。實際上，音訊位準歸因於藉由混合兩個經相位反轉串流引起之抵消而在摻合同時顯著地突降，且接著一旦混合完成且僅一個串流正在輸出即恢復。相關庫發送相位經反轉之信號。若發現反轉，則對準程序對校正音訊處理層之需要加旗標，且數位音訊之輸出在其自對準延遲緩衝器複製至輸出延遲緩衝器時乘以-1。信賴量測為由相關庫傳回之值，其將與信賴臨限值進行比較。低於基本臨限值之信賴量測值將不通過一致性程序且將強制另一反覆。臨限值在此實例中始終為範圍可為0至127之整數。

中等信賴臨限值及高信賴臨限值可採用低(或基本)臨限值加上常數的形式。信賴臨限值經實施，使得高信賴臨限值常數大於中等臨限值常數，且中等臨限值常數大於零。歷史長度(窗大小)經實施，使得高信賴窗大小小於中等信賴窗大小，且中等信賴窗大小小於低信賴窗大小。

更新延遲及反轉狀態歷史，如區塊68中所展示。反轉歷史可經儲存

為二進位0/1值(表示未反轉或經反轉)。歷史用以比較當前反覆之所偵測反轉與先前反覆之反轉。不一致反轉歷史用以排除對正在比較之信號之類似但非相同部分計算之相關峰值。此為相關中之常見誤報，且在類似經計算延遲中作為實際延遲而頻繁地顯現但具有負峰值。

歷史更新係藉由以下操作實現：將來自最近反覆之值複製至含有來自先前反覆之值的用於延遲及反轉中之每一者的緩衝器中(直至最大可組態歷史長度以允許動態組態改變)及自相同緩衝器移除最舊值。延遲及反轉為來自相關之結果。短期、中期及長期歷史長度為針對延遲及反轉中之每一者的待與當前反覆進行比較的先前反覆之數目之量測。總歷史長度表示劃分成由掃描範圍之長度界定之離散窗的時間歷史。通過結果之總時間歷史為掃描範圍之長度乘以找尋一致結果所需要之連續反覆的數目。

將區塊66中由相關庫傳回之信賴量測與高信賴臨限值進行比較，如區塊70中所展示。若量測大於高信賴臨限值，則將由當前反覆傳回之延遲與來自延遲歷史之項目的短歷史數目進行比較，如區塊72中所展示。該等項目為來自相關之先前反覆之延遲偏移及相位反轉結果。在由短歷史長度組態指定之數目個的先前相關結果上針對一致性檢查延遲歷史，如區塊74中所展示。在 $\pm n$ (其中 n 為減少取樣因數)之容許度下，當存在等於歷史窗之長度(先前相關結果之數目)之連續匹配時，將歷史一致性檢查定義為通過。任何其他結果為失敗。舉例而言，歷史中之值必須在當前值之 $\pm n$ 內，亦即，對於 $n=5$ (減少取樣)，當前值=5，歷史值=10、0為通過結果。類似地，對於 $n=1$ (無減少取樣)，當前值=4，歷史值=3、5為通過結果。

當前值包括於待檢查之歷史長度中。此係因為歷史在檢查之前經更新。舉例而言，歷史長度為3者係比較當前值與先前2個值。一致性定義為

至當前值之等於 $\pm n$ 的延遲歷史及反轉歷史中至當前值的100%匹配。

若區塊70中之比較不滿足高信賴臨限值，則將在區塊66中判定之信賴量測與中等歷史信賴臨限值進行比較，如區塊76中所展示。若信賴量測大於中等歷史信賴臨限值，則將由當前反覆傳回之延遲與項目之中等歷史數目進行比較，如區塊78中所展示。該等項目為來自相關之先前反覆之延遲偏移及相位反轉結果。若比較超出中等信賴臨限值，則在由中等歷史長度組態指定之數目個的先前相關結果針對一致性檢查延遲歷史，如區塊74中所展示。

若區塊76中之比較不滿足中等信賴臨限值，則將在區塊66中判定之信賴量測與低歷史信賴臨限值進行比較，如區塊80中所展示。若量測大於低歷史信賴臨限值，則將由當前反覆傳回之延遲與針對低信賴結果的項目之長歷史數目進行比較，如區塊82中所展示。若比較超出中等信賴臨限值，則在由長歷史長度組態指定之數目個的先前相關結果上針對一致性檢查延遲歷史，如區塊74中所展示。

區塊72、78及82指示將待檢查之歷史大小繫結至每一信賴臨限值。區塊74正查看歷史檢查之全部，亦即，「每一項目在當前反覆之歷史 $\pm n$ 中？」。

相對於高臨限值、中等臨限值及低臨限值測試信賴提供達成更快速結果之機會，若(例如)高信賴臨限值得到滿足，則可使用少量相關歷史樣本做出決策，且因此花費小量時間。

若延遲歷史中之值在最近值之 $\pm n$ 樣本內一致，則針對與當前反轉值之一致性檢查反轉歷史之每一值，如區塊84中所展示。若發現一致性，則時間對準通過，如區塊86中所展示。

一旦一致之延遲及反轉值已在類比音訊串流與數位音訊串流之間發現且應用至數位串流，則輸出可自類比至數位進行摻合。若系統已摻合至數位，如區塊88中所展示，則重設對準嘗試計數器。若輸出未摻合至數位，則根據來自當前歷史窗之平均延遲(截短至最接近整數)調整數位音訊延遲，如區塊90中所展示。

在區塊90中之數位音訊調整之後，區塊92展示判定經減少取樣之音訊輸入是否被啟用的檢查。若是，則將下一反覆組態為精細搜尋，如區塊94中所展示。精細搜尋為無減少取樣之搜尋，亦即， $n = 1$ 。

若減少取樣之音頻輸入未啟用，則將下一反覆組態為粗略搜尋，如區塊96中所展示。粗略搜尋為在減少取樣情況下之搜尋，亦即， $n \neq 1$ 。接著，對準函數停止覆寫由摻合函數提供之摻合信號，如區塊98中所展示。摻合狀態為允許整個系統播放數位音訊之旗標。摻合狀態旗標為軟體藉以觸發摻合信號之構件。摻合信號及摻合狀態旗標對於此描述可視為相同的。

圖2B中之摻合狀態將覆寫由摻合函數提供之摻合信號，使得系統保持於類比輸出狀態中。次序為：摻合函數發送摻合至數位信號；對準函數判定對準是否被發現；及對準函數覆寫摻合信號以在必要時保持為類比。一旦對準被發現，對準函數便將不干預，且摻合函數結果將獲得優先權。當自動對準程序經啟用時，其將覆寫自摻合函數傳遞之摻合信號，直至對準被發現，或所允許之嘗試的數目耗盡(可組態)。系統之其他部分可仍防止至數位之摻合。

若區塊70、76及80之信賴臨限值測試、區塊74之延遲歷史一致性測試或區塊84之反轉歷史測試未得到滿足，則對準反覆未通過，如區塊100

中所展示，且使對準嘗試計數器遞增，如區塊102中所展示。

接著，若輸出尚未摻合至數位，如區塊104中所展示，則覆寫摻合信號以強制類比音訊輸出，如區塊106中所展示。若輸出已摻合至數位，則在區塊108中，系統檢查嘗試之最大數目是否已達到。若是，則在區塊110中，系統檢查以判定系統是否處於立即摻合模式中。立即摻合模式為允許接收器在未發現對準情況下在預定之可組態數目個反覆之後進行摻合的可組態選項。若對準在彼數目個反覆內未發現，但音訊將誤對準，則摻合在此情形下將更快地出現。

若系統不處於立即摻合模式中，則針對下一反覆，在區塊112中重設對準嘗試計數器，且在區塊114中系統進展至下一音訊訊框。對準嘗試計數器亦回應於區塊98之操作而重設。

圖2A及圖2B說明在自類比至數位之初始摻合之前可執行至少兩次之反覆程序。項目編號120、122、124、126及128識別圖2A及圖2B所共有之線路。

連續相關運算可在滾動時間窗上實施，該時間窗可在(例如)46毫秒至3秒之預定時間限值(亦即，掃描長度或掃描範圍)之間做出選擇。相關運算可提供延遲值及信賴量測。延遲值及信賴測量可藉由實施數學相關運算之黑盒運算來計算。舉例而言，可使用提供延遲、信賴量測及反轉信號之任何相關函數。

所描述之程序可在數位音訊正在播放時在背景中繼續。此情形允許延遲及反轉歷史基於最近良好品質數位音訊而被更新及保存以用於將來數位音訊中斷，而非最初用以判定對準及摻合之音訊。在背景程序期間，不允許對應用至數位音訊串流之反轉及/或延遲進行更新。

在數位音訊中斷之情況下，來自先前嘗試之延遲及反轉歷史得以保持且在數位音訊變為可用時用於對準檢查。此情形允許系統藉由以下操作而在中斷之後更快速地摻合：假設數位音訊與類比音訊之對準尚未改變，且僅在超出自動對準系統之範疇的事項已影響數位對類比對準情況下需要累積全新歷史。偵測到之延遲或反轉值之任何改變在數位音訊中斷之後的下一個類比至數位摻合期間將僅應用至數位音訊串流，亦即，由數位音訊中斷引起之自數位音訊至類比音訊的摻合，繼之以類比音訊之週期，且以使用新判定之值的自類比音訊至數位音訊的摻合結束。

說明於圖2A及圖2B中之功能可在基頻處理器中執行，例如，該基頻處理器可包含處理系統，該處理系統可包括經組態(例如，以軟體及/或韌體程式化)以執行本文中所描述之功能性的一或多個處理單元(例如，處理器或其他電路)，其中基頻處理器之處理系統可合適地耦接至任何合適記憶體(例如，RAM、快閃ROM、ROM)。

本文中所描述之例示性方法可使用軟體、韌體與硬體之任何合適組合來進行，且不限於此等各者之任何特定組合。用於使用任何合適處理系統實施本文中所描述之例示性方法的電腦程式指令可體現於電腦可讀儲存媒體上，該儲存媒體為實體物件，諸如磁碟或其他磁性記憶體、光碟(例如，DVD)或其他光學記憶體、RAM、ROM，或任何其他合適記憶體，諸如快閃記憶體、記憶卡等。

雖然本發明已依據若干實施例進行描述，但對於一般熟悉本技藝者而言將顯而易見，可對所揭示實施例進行各種改變而不偏離本發明由以下申請專利範圍界定的範疇。上述實施例及其他實施例在申請專利範圍之範疇內。

【符號說明】

10	IBOC無線電接收器
12	天線
14	前端電路
16	數位音訊解調變器
18	線路
20	類比音訊解調變器
22	線路
24	線路
26	線路
28	數位音訊緩衝器
30	區塊
32	類比音訊緩衝器
34	區塊
36	線路
40	線路
42	線路
44	項目
46	線路
48	區塊
50	線路
52	數位至類比轉換器
54	線路

56	揚聲器
60	區塊
62	區塊
64	區塊
66	區塊
68	區塊
70	區塊
72	區塊
74	區塊
76	區塊
78	區塊
80	區塊
82	區塊
84	區塊
86	區塊
88	區塊
90	區塊
92	區塊
94	區塊
96	區塊
98	區塊
100	區塊
102	區塊

104	區塊
106	區塊
108	區塊
110	區塊
112	區塊
114	區塊
120	項目編號/線路
122	項目編號/線路
124	項目編號/線路
126	項目編號/線路
128	項目編號/線路

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種在一數位無線電接收器中處理一數位無線電廣播信號之方法，該方法包含：

(a)判定表示一類比音訊樣本串流中之樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一時間延遲之複數個當前相關樣本值；

(b)判定一類比音訊樣本串流中之該等樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一當前反轉狀態；

(c)更新一延遲歷史及一反轉狀態歷史；

(d)針對與一第一信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(e)當該一致性在步驟(d)中被發現時，判定該延遲歷史中之第一複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(f)當該一致性在步驟(e)中被發現時，則判定該反轉狀態歷史中之一值是否與該當前反轉狀態一致；及

(g)當該一致性在步驟(f)中被發現時，則允許一輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第2項】

如請求項1之方法，其中若該一致性在步驟(d)中未被發現，則之後該方法進一步包含：

(h)針對與一第二信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(i)若該一致性在步驟(h)中被發現，則判定該延遲歷史中之第二複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(j)若該一致性在步驟(i)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之該值是否與該當前反轉狀態一致；及

(k)若該一致性在步驟(j)中被發現，則允許該輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第3項】

如請求項2之方法，其中若該一致性在步驟(h)中未被發現，該方法進一步包含：

(l)針對與一第三信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(m)若該一致性在步驟(l)中被發現，則判定該延遲歷史中之第三複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(n)若該一致性在步驟(m)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之該值是否與該當前反轉狀態一致；及

(o)若該一致性在步驟(n)中被發現，則允許該輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第4項】

如請求項3之方法，其中若該一致性在步驟(k)中未被發現，則該方法進一步包含：

使用該類比音訊樣本串流中之不同樣本及該數位音訊樣本串流中

之不同樣本重複步驟(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)及(g)。

【第5項】

如請求項3之方法，其中該第一信賴臨限值低於該第二信賴臨限值，且該第二信賴臨限值低於該第三信賴臨限值。

【第6項】

如請求項3之方法，其中該延遲歷史中之該第一複數個值小於該延遲歷史中之該第二複數個值，且該延遲歷史中之該第二複數個值小於該延遲歷史中之該第三複數個值。

【第7項】

如請求項1之方法，其中該歷史更新係藉由將來自一最近相關反覆之值複製至含有來自先前反覆之該等值的用於延遲及反轉中之每一者的一緩衝器中直至一最大可組態歷史長度而實現。

【第8項】

如請求項7之方法，其中一總歷史長度表示劃分成由一掃描範圍之一長度界定之離散窗的一時間歷史。

【第9項】

一種用於一數位無線電廣播信號之接收器，該接收器包含：

一天線及一處理電路，該處理電路經組態以：

(a)判定表示一類比音訊樣本串流中之樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一時間延遲之複數個當前相關樣本值；

(b)判定一類比音訊樣本串流中之該等樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一當前反轉狀態；

(c)更新一延遲歷史及一反轉狀態歷史；

(d)針對與一第一信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(e)當該一致性在步驟(d)中被發現時，判定該延遲歷史中之第一複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(f)當該一致性在步驟(e)中被發現時，則判定該反轉狀態歷史中之一值是否與該當前反轉狀態一致；及

(g)當該一致性在步驟(f)中被發現時，則允許一輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第10項】

如請求項9之接收器，其中若該一致性在步驟(d)中未被發現，則之後該處理電路經進一步組態以：

(h)針對與一第二信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(i)若該一致性在步驟(h)中被發現，則判定該延遲歷史中之第二複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(j)若該一致性在步驟(i)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之該值是否與該當前反轉狀態一致；及

(k)若該一致性在步驟(j)中被發現，則允許該輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第11項】

如請求項10之接收器，其中若該一致性在步驟(h)中未被發現，則之

後該處理電路經進一步組態以：

(l)針對與一第三信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(m)若該一致性在步驟(l)中被發現，則判定該延遲歷史中之第三複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(n)若該一致性在步驟(m)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之該值是否與該當前反轉狀態一致；及

(o)若該一致性在步驟(n)中被發現，則允許該輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第12項】

如請求項11之接收器，其中若該一致性在步驟(k)中未被發現，則該處理電路經進一步組態以：

使用該類比音訊樣本串流中之不同樣本及該數位音訊樣本串流中之不同樣本重複步驟(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)及(g)。

【第13項】

如請求項11之接收器，其中該第一信賴臨限值低於該第二信賴臨限值，且該第二信賴臨限值低於該第三信賴臨限值。

【第14項】

如請求項11之接收器，其中該延遲歷史中之該第一複數個值小於該延遲歷史中之該第二複數個值，且該延遲歷史中之該第二複數個值小於該延遲歷史中之該第三複數個值。

【第15項】

如請求項9之接收器，其中該歷史更新係藉由將來自一最近相關反覆之值複製至含有來自先前反覆之該等值的用於延遲及反轉中之每一者的一緩衝器中直至一最大可組態歷史長度而實現。

【第16項】

如請求項15之接收器，其中一總歷史長度表示劃分成由一掃描範圍之一長度界定之離散窗的一時間歷史。

【第17項】

一種含有可執行指令之電腦可讀儲存媒體，該等指令經組態以使得一處理系統執行一方法，該方法包含：

(a)判定表示一類比音訊樣本串流中之樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一時間延遲之複數個當前相關樣本值；

(b)判定一類比音訊樣本串流中之該等樣本與一數位音訊樣本串流中之樣本之間的一當前反轉狀態；

(c)更新一延遲歷史及一反轉狀態歷史；

(d)針對與一第一信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(e)當一致性在步驟(d)中被發現時，判定該延遲歷史中之第一複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(f)當該一致性在步驟(e)中被發現時，則判定該反轉狀態歷史中之一值是否與該當前反轉狀態一致；及

(g)該一致性在步驟(f)中被發現時，則允許一輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第18項】

如請求項17之電腦可讀儲存媒體，其進一步含有經組態以使得一處理系統執行以下步驟的可執行指令：

(h)針對與一第二信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(i)若該一致性在步驟(h)中被發現，則判定該延遲歷史中之第二複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(j)若該一致性在步驟(i)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之該值是否與該當前反轉狀態一致；及

(k)若該一致性在步驟(j)中被發現，則允許該輸出至該數位音訊樣本串流之摻合。

【第19項】

如請求項18之電腦可讀儲存媒體，其進一步含有經組態以使得一處理系統執行以下步驟的可執行指令：

(l)針對與一第三信賴臨限值之一致性而檢查該等當前相關樣本值；

(m)若該一致性在步驟(l)中被發現，則判定該延遲歷史中之第三複數個值中的每一者在該等當前相關樣本值之一預定範圍內是否為一致的；

(n)若該一致性在步驟(m)中被發現，則判定該反轉狀態歷史中之該值是否與該當前反轉狀態一致；及

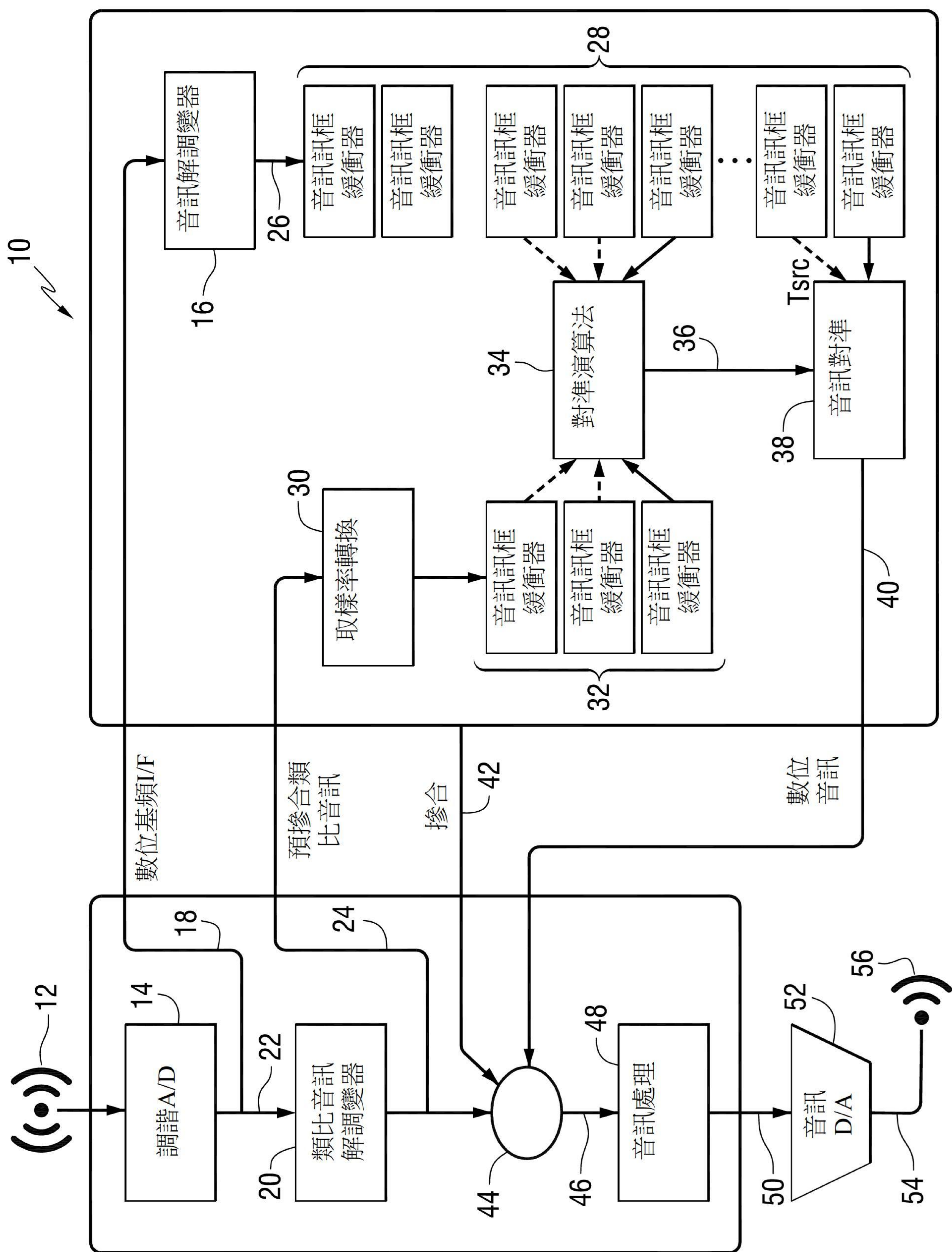
(o)若該一致性在步驟(n)中被發現，則允許該輸出至該數位音訊樣

本串流之摻合。

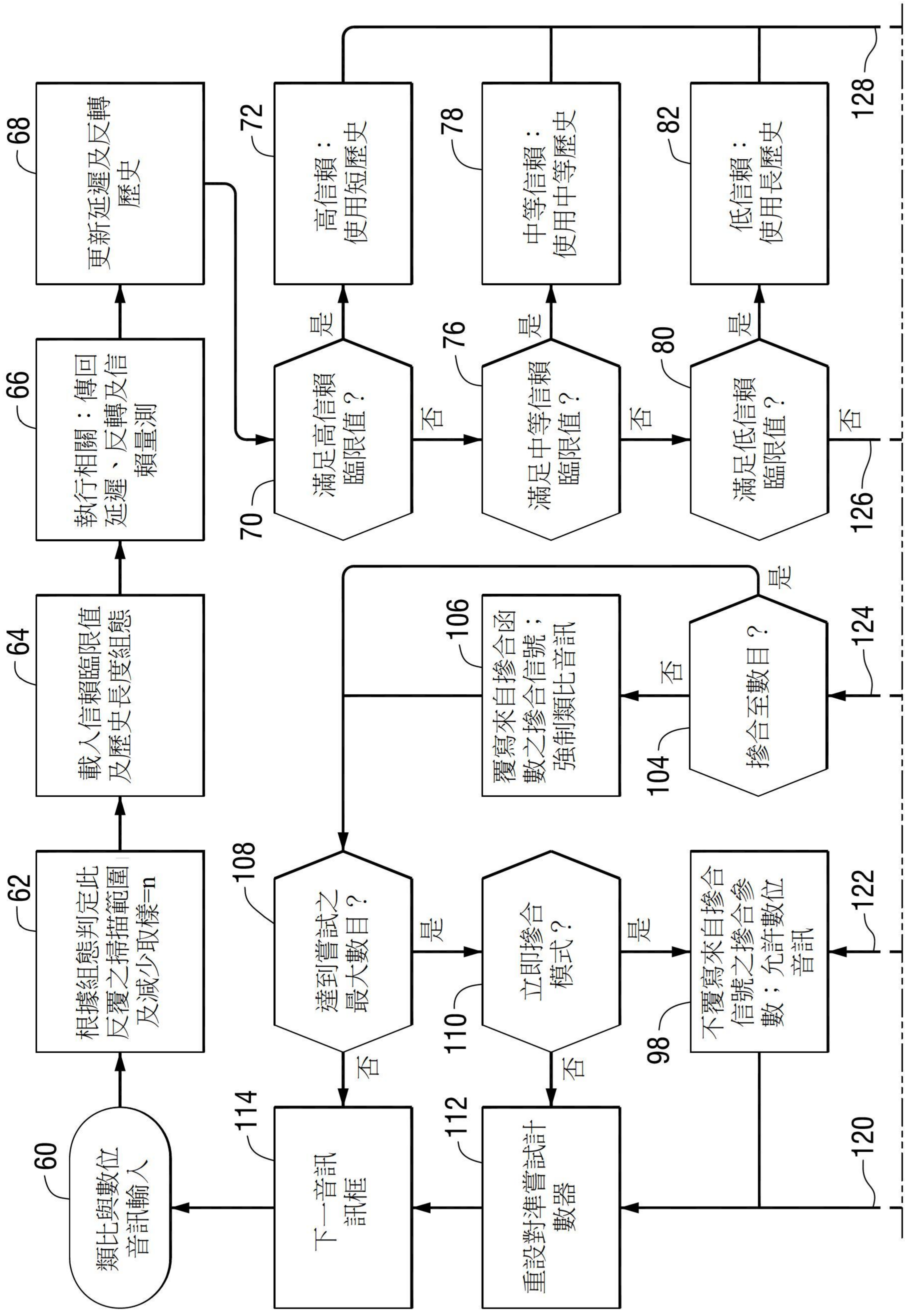
【第20項】

如請求項19之電腦可讀儲存媒體，其進一步含有經組態以使得一處理系統使用該類比音訊樣本串流中之不同樣本及該數位音訊樣本串流中之不同樣本重複步驟(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)及(g)的可執行指令。

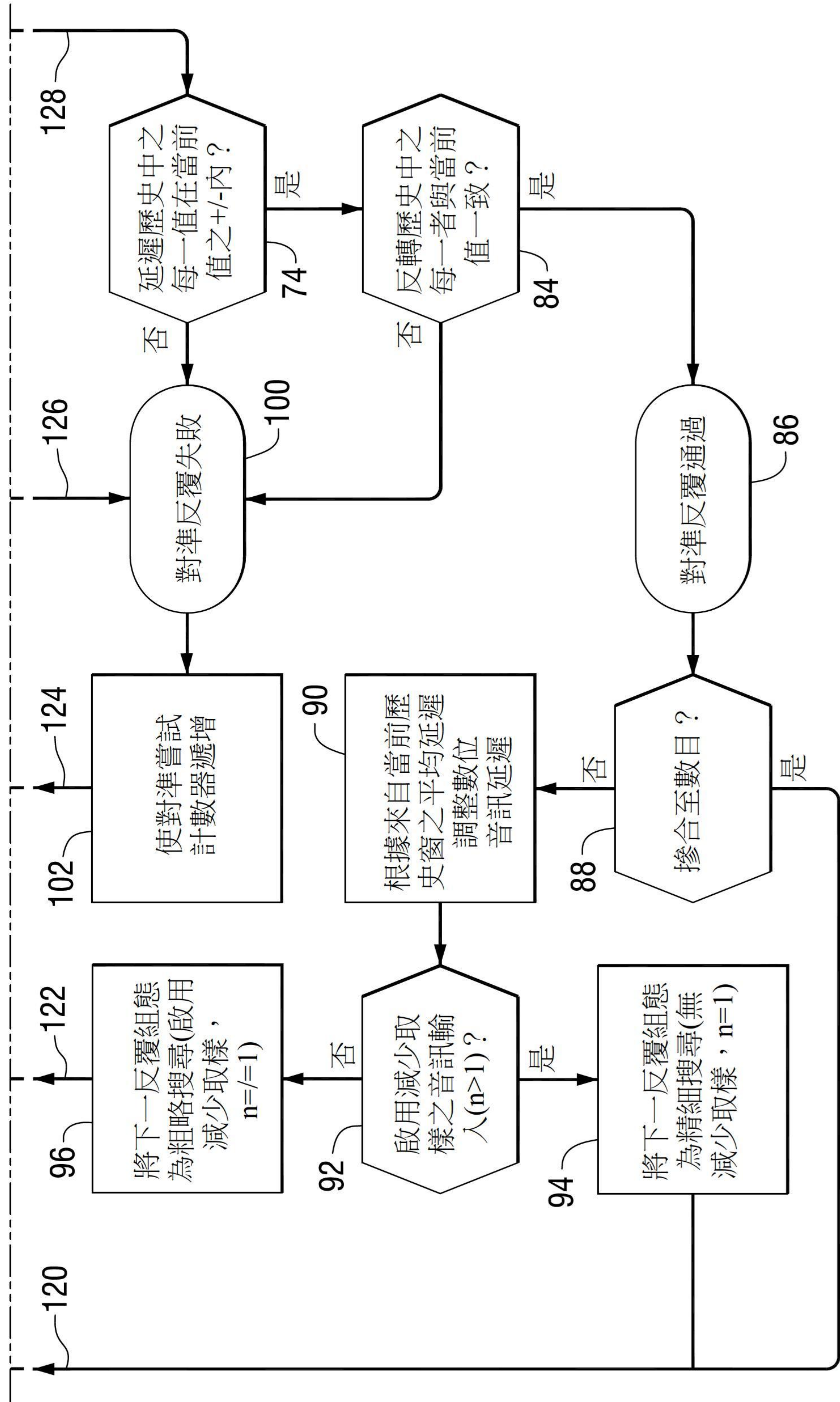
【發明圖式】



【圖1】



【圖2A】



【圖2B】