FP-0725

公告本

申請日期	89 12 28
案號	89128118
類別	G10H 7/12

（以上各欄由本局填註）

A4
C4

498304

發明 ~~新型~~ 專利說明書

一、發明 ~~新型~~ 名稱	中文	音程變換裝置
	英文	PITCH SHIFTER
二、發明 ~~創作~~ 人	姓名	1.熊本義則 YOSHINORI KUMAMOTO 2.加藤直行 NAOYUKI KATO
	國籍	日本國
	住、居所	1.日本國福岡縣粕屋郡篠栗町大字尾仲 115-2-405 115-2-405, Oazaonaka,Sasagurimachi, Kasuya-gun, Fukuoka-ken, Japan 2.日本國福岡縣飯塚市大字相田 75-134 帝亞斯 T102 號 Room 102 Dias T, 73-134, Oazaaida, Izuka-shi, Fukuoka-ken, Japan
三、申請人	姓名（名稱）	松下電器產業股份有限公司 MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.
	國籍	日本國
	住、居所（事務所）	日本國大阪府門真市大字門真 1006 番地 1006, Oazakadoma, Kadoma-shi, Osaka-fu, Japan
	代表人姓名	中村邦夫 KUNIO NAKAMURA

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

（由本局填寫）

承辦人代碼：
大　　類：
ＩＰＣ分類：

A6
B6

本案已向：

日本　國（地區）　申請專利，申請日期：　　案號：　　，☑有　☐無主張優先權

1999 年 12 月 28 日　特願平 11-373674 (主張優先權)

有關微生物已寄存於：　　，寄存日期：　　，寄存號碼：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝　訂　線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 1 ）

[發明背景]

[發明領域]

本發明係關於音程變換裝置，更明確地，是變換聲音信號之音程至任意水準之音程變換器。

[背景技藝之描述]

音程是聲音的一種感覺，表示著頻率的數值。音程變換裝置是一種將聲音信號之音程變換至所要的水準之裝置。此類音程變換裝置之熟知例子為在卡拉 O.K. CD(光碟)唱機或其類似中所提供的音階控制器。

第 16a 至 16c 圖是輔助說明變換聲音信號之音程至所要水準之原理之圖形。

如第 16a 至 16c 圖中所示，在第 16a 圖中所示之原聲音信號壓縮成如第 16b 圖所示之具有較高頻率和音程之聲音信號，且該原聲音信號擴張成如第 16c 圖所示之具有較低頻率和音程之聲音信號。

譬如說，如果聲音信號沿著時間軸壓縮成一半，則聲音信號之頻率變成雙倍，且因此在音程上增加八度音階。另一方面，如果聲音信號沿著時間軸擴張一倍，則聲音信號之頻率變成一半，且因此在音程上減少八度音階。

一般而言，如果聲音信號沿著時間軸壓縮或擴張 k^{-1} 倍(其中對壓縮 $0<k$，且 $1<k$；對擴張 $0<k<1$)，則聲音信號變成在頻率上變換成 k 倍，且因此音程變成 $(\log_2 k)$ 個八度音階。

在下文中，上述之 k 代表在音程上原聲音信號對變換

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 2 ）

聲音信號之比率，k指稱為“音程變換比率”。

諸如此類，沿著時間軸，靠壓縮或擴張聲音信號 k^{-1} 倍，聲音信號在頻率上能改變k倍。然而，如果沒有其他方式一起實施的話，此壓縮或擴張將同時改變聲音信號的時間長度(複製時間)k^{-1} 倍。因此，所謂的“交叉混合”在聲音信號上進一步完成以防止時間長度的改變。

第17圖為協助解釋交叉混合過程以平滑連接兩個不連續聲音訊框之原理之圖形。

如同在第17圖中所示，考慮一例子，其中刪除訊框B，且訊框A和訊框C連接在一起。在這個例子之中，如果訊框A和訊框C連接而無任何改變，則在它們的連接點上在信號值上產生不連續性，因此在信號複製時可能發生噪音。

因此，這些訊框以訊框A漸弱和訊框C漸顯的方式連接在一起。因此，在它們的連接點之信號值能保持連續性，且因此，在信號複製時，能防止雜音。

然而，如果訊框A和訊框C以交叉混合的方式連接在一起，與這些訊框無任何改變地連接在一起之例子相比較，則複製時間被縮短了。因此，沿時間軸的壓縮/擴張與交叉混合作用之混合併用能夠變換聲音信號之音程而不會產生其它額外的改變。

第18a和18b圖為協助解釋變換聲音信號音程而不改變任何複製時間之原理之圖形。第18a圖顯示一例子，其中信號之音程增加，也就是，沿著時間軸壓縮(壓縮時間

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 3 ）

軸)。第 18b 圖顯示一例子，其中信號之音程減少，也就是，沿著時間軸擴張(擴張時間軸)。

在第 18a 和 18b 圖，在時間軸壓縮/擴張後之訊框的時間長度，也就是，輸出之框架長度，第一次決定。然後，決定基於音程變換比率之輸入框架長度。此處，假設音程乘上 k 倍，而輸出訊框長度為 2 則輸入訊框長度為 2k。

接下來，當連續兩訊框部分彼此相疊一起，輸入訊框的每一訊框長度“2k”依序從原信號中抽出重疊部分的長度是(2k-1)。在第 18a 和 18b 圖中顯示，三個輸入訊框分別以 A1 和 B2、A2 和 B3、A3 和 B4 所代表。

接下來，每一個抽出之輸入訊框沿著時間軸參考每個訊框的頭部壓縮/擴張 k^{-1} 倍(交替地，參考其中點或末端)。因此，能產生輸出訊框的每一個訊框長度“2”。在輸出訊框中，連續兩輸出訊框彼此重疊每一訊框長度的一半。

更明確地，在第 18a 圖中，(A1H 和 B2H)、(A2H 和 B3H)、和(A3H 和 B4H)為輸出訊框，(B2H 和 A2H)、(B3H 和 A3H)為重疊部分。在第 18b 圖中，(A1L 和 B2L)、(A2L 和 B3L)、(A3L 和 B4L)為輸出訊框，而(B2L 和 A2L)和(B3L 和 A3L)為重疊部分。

接下來，所有這些輸出訊框以交叉混合方式連接在一起。交叉混合作用可完成於整個或部分重疊部分。

在第 18a 圖中，顯示出兩個例子，一個是交叉混合作用完成於整個重疊部分(B2H 和 A2H)、(B3H 和 A3H)，而其他則完成 25%部分。同樣在第 18b 圖中，顯示出兩個例

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 4 ）

子，一個是交叉混合作用完成於整個(即 100%)重疊部分(B2L 和 A2L)、(B3L 和 A3L)，而其他則完成 25%部分。

因此，聲音信號之頻率能改變 k 倍，而同時複製時間保持不變。

下面所描述的是一個傳統音程變換裝置，能經由交叉混合壓縮/擴張，以完成不連續聲音資料的音程變換程序。

第 19 圖是方塊圖顯示傳統音程變換裝置之結構之例子。第 20 圖是方塊圖顯示傳統 CD 唱機具有第 19 圖之音程變換裝置之結構之例子。

在第 20 圖中，CD 20 具有不連續的聲音資料{x(0), x(1), x(2), x(3),.....}，其產生的方式是在每一事先決定之周期 T 下，抽樣聲音信號且事先在上面隨即記錄上去。CD 唱機包括閱讀器 21、複製器 22、聲音音程變換比率設定單元 23、音程控制信號產生器 24、聲音資料輸出端子 25、音程控制信號輸出端子 26，和聲音資料輸入端子 27。

音程變換比率設定單元 23 包括選擇器，以便選擇任何複數個預先設定好的音程變換比率，或調整控制以制定一個任意音程變換比率。該音程變換比率設定單元 23 設定由 CD 唱機使用者所選擇或任意指定的音程變換比率。該音程控制信號產生器 24 產生音程控制信號，表示由音程變換比率設定單位 23 所設定的音程變換比率。由該音程控制信號產生器 24 所產生的音程控制信號從音程控制信號輸出端子 26 所輸出。

閱讀器 21 依序從 CD 讀取聲音資料。該聲音資料由閱

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 5 ）

讀器 21 讀取，然後在每一周期 T 內從聲音資料輸出端子 25 依序地輸出。

音程變換裝置接受依序由聲音資料輸出端子 25 所輸出的聲音資料{x(0), x(1), x(2), x(3),....}和接受由音程控制信號輸出端子 26 所輸出的音程控制信號，然後在周期 T 內，依序地產生音程變換過的聲音資料{out(0), out(1), out(2), out(3),.....}。

音程變換過的聲音資料依序地由音程變換裝置所產生，從聲音資料輸入端子 27 所輸出。複製器 22 接受音程變換過且從聲音資料輸入端子 27 所輸出的聲音資料{out(0), out(1), out(2), out(3),...}，且複製該聲音信號。由複製器 22 所複製的聲明信號由未顯示的擴大器所放大，然後供應至擴音器。

在第 19 圖，傳統的音程變換裝置包括記憶單元 1、一對讀取位址產生器 4a 和 4b(兩者結構完全一樣)、一對內插器 10a 和 10b、交叉混合器 3、聲音資料輸入端子 7、聲音資料輸出端子 8、和音程控制信號輸入端子 9。

從 CD 唱機之聲音資料輸出端子 25 所輸出的聲音資料{x(0), x(1), x(2), x(3),....}供應給聲音資料輸入端子 7。記憶單元 1 暫時儲存該聲音資料。

從音程控制信號輸出端子 26 所輸出的音程控告信號供應給音程控制信號輸入端子 9。基於音程控制信號，每一個讀取信號產生器 4a 和 4b 產生讀取位址，以讀取暫時儲存在記憶單元 1 中的聲音資料。也就是，由音程控制信

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 6 ）

號所指定的音程變換比率被累加成位址增加值，且將累加結果當作讀取位址來輸出。

第21圖是方塊圖，顯示第19圖之讀取位址產生器4a或4b之結構之一例子。

在第21圖之中，不論讀取位址產生器4a或4b，皆包括累加器(ALU) 16以累加位址增加值(=k)。此類結構性位址產生器之例子可參考「日本專利公開公報」第9-212193號(1997-212193)。

因此，例如位址產生器製造{0, 1, 2, 3,....}，如果該音程變換比率k是1(無音程變換)，和{0, 2, 4, 6,...}，如果k=2。同時，例如該位址產生器製造{0, 0.5, 1, 1.5,....}，如果k=0.5，和{0, 1.26, 2.52, 3.78,...}，如果k=1.26。

注意讀取位址產生器4a和4b產生彼此不同之位址是靠預先設定值。

例如，如果{0, 1, 2, 3, 4,...}是由一個位址產生器所產生，而{4, 5, 6, 7, 8,...}是由另一個位址產生器所產生。換句話說，一組讀取位址(0, 4)在一定時間產生；另一組讀取位址(1, 5)是在一定時間經過T時間後所產生；而另一組讀曲位置(2, 6)是在經過T時間後所產生，此程序以此相同的方式繼續下去。

兩讀取位址之間的差別之決定是基於輸出訊框長度、音程變換比率(參考第18a和18b圖)和其他因素。如何決定此差別並不直接相關於本創作，因此不在此予以描述。

回頭參考第19圖，基於由讀取位址產生器4a和4b

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 7 ）

所產生的讀取位址，記憶單元 1 讀取事先儲存的聲音資料。例如，如果音程變換比率是加倍，則讀取位置產生器 4a 產生讀取位址{0, 2, 4,...}，且該記憶單元 1 依序地讀取聲音資料{x(0), x(2), x(4),...}在周期 T 之內。以此方式，完成在時間軸的 1/2 壓縮。

換句話說，在傳統的音程變換裝置中，記憶單元 1 和讀取位址產生器 4a 和 4b 完成上述在時間軸的壓縮/擴張。

然而，例如，如果音程變換比率是 1.26，則產生讀取位址{0, 1.26×1, 1.26×2,...}，但是此類聲音資料 x (1.26×1) 和 x (1.26×2)並不存在於記憶單元 1 中。因此，為達成任意值之音程變換比率，另外需要內插器 10a 和 10b 從儲存在記憶單元 1 內的聲音資料中計算其內插值。基於由讀取位址產生器 4a 所產生的讀取位址和基於所產生位址由記憶單元 1 所讀取的聲音資料，內插器 10a 產生內插值。基於由讀取位址產生器 4b 所產生的讀取位址和基於所產生內插值由記憶單元 1 所讀取的聲音資料，內插器 10b 產生內插值。注意，如果音程變換比率是整數，也就是，未含有任何有效小數部份，則並不需要內插資料。

有了這些內插器 10a 和 10b 的更進一步提供，音程變換裝置能夠完成在時間軸上的壓縮/擴張，甚至於如果音程變換裝置具有小數部份。換句話說，聲音信號能在音程上能變換至任何一個水準。

交叉混合器 3 接收到由內插器 10a 所輸出的內插聲音資料和由內插器 10b 所輸出的內插聲音資料，並在上面完

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 8 ）

成交叉混合作用。也就是，每個聲音資料乘上一個交叉混合係數(該係數將隨後予以解釋)，然後加在一起。

有此類交叉混合器 3 的更進一步提供，音程變換裝置能變換聲音信號的音程至任意水準而在複製時間上無任何之改變。

聲音資料在經過交叉混合壓縮/擴張作用之後，也就是說，聲音資料在音程上變換之後，從聲音資料輸出端子 8 輸出。

具有上述結構的 CD 唱機之操作和其所具備的傳統音程變換裝置敘述如下。

在第 20 圖，使用者首先透過未顯示的調整控制器設定所要的音程變換比率 k，然後按下所具備的“播放”按鈕(未顯示)。

為反應該動作，在 CD 唱機中，音程變換比率設定單元 23 在裡面首先自行設定音程變換比率 k。然後，閱讀器 21 在周期 T 內開始從 CD 20 讀取聲音資料。同時，音程變換比率設定單元 23 開始產生音程控制信號顯示音程變換比率 k。注意音程變換比率 k 以上述方式設定，在複製過程開始之後，可變換至另一個數值。

如此讀取的聲音資料和所產生的音程控制信號，分別透過聲音資料輸入端子 7 和聲音控制信號輸入端子 9，供給傳統音程變換裝置。

在第 19 圖，所供給的輸入資料暫時儲存在記憶單元 1 之內。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 9 ）

第 22a、22b 和 22c 圖為瞬間顯示一個由第 19 圖之音程變換裝置所完成的音程變換過程之圖形。

第 22a 圖是一圖形顯示第 19 圖之瞬間之記憶單元 1 如何儲存聲音資料。

在第 22a 圖中，x(0)、x(1)、x(2)、...每一個都是聲音資料。水平軸代表真實時間 t，其單位是取樣周期 T，同時代表記憶單元 1 內緩衝區的位址。每個聲音資料之信號值是以距離水平軸的距離來表示。

如第 22a 圖所示，記憶單元 1 依序儲存輸入聲音資料，例如在位址 0 為 x(0)，在位址 1 為 x(1)，在位址 2 為 x(2)。

另一方面，將輸入音程控制信號一分為二，分別給予讀取位址產生器 4a 和 4b。基於所給的聲音控制信號，該讀取位址產生器 4a 和 4b 由在周期 T 內預先決定值而各別產生彼此不同之讀取信號。

所產生的成對讀取位址分別給予記憶單元 1 和內插器 10a 和 10b。基於所給成對讀取位址，記憶單元 1 讀取預先儲存的聲音資料(參考第 22a 圖)。

第 23 圖是顯示一種在第 19 圖之記憶單元 1 內之緩衝器上之關係的圖形，其是輸入聲音資料的書寫位置與基於從成對讀取信號產生器 4a 和 4b 來的位址所事先書寫之聲音資料之讀取位置(其中音程變換得更高)之間的關係。

在第 23 圖之中，“w”是書寫位址指示器，指示聲音資料寫在緩衝器上的位置。“r1”和“r2”是讀取位址指示器，每一個指示器指示在記憶單元上之位置相對於從位

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 10 ）

址產生器來的位址，也就是說，指示在緩衝器上的位置，基於從緩衝器之該位址來讀取聲音資料。

此處，藉著參考第 23 圖，敘述著記憶單元 1 如何將輸入聲音資料寫入緩衝器之內，及基於所給成對的讀取位址從緩衝器內讀取該聲音資料。

首先，如第 23 圖上面部分所顯示的，“r1”位於“w”之後方位置且與其相距事先決定距離 d，同時，“r2”位於“r1”之後方位置且與其相距距離 d。此處，指示器所進行的方向是向前的方向。在書寫/讀取手續開始之後，“r1”進行的比“w”快，且“r2”進行的與“r1”一樣快。然後，當“r1”追上“w”，“r1”跳到“r2”之後方位置且與之相距距離 d。

“r1”和“r2”的地點分別相對於第 18a 圖中所顯示的 B2 區域與 A2 區域。

緊接著如第 23 圖中間部分所顯示的“r1”跳動之後，“r2”位於“w”之後方位置且與之相距 d 距離，同時“r1”位於“r2”之後方位置且與之相距 d 距離。然後，“r2”進行的比“w”快，且“r1”進行的與“r2”一樣快。然後，當“r2”趕上“w”之際，“r2”跳到“r1”之後方位置且與之相距 d 距離。

“r2”和“r1”的地點分別相對於 B3 區域與 A3 區域。

緊接著如第 23 圖底下部分所顯示的“r2”跳動之後，“r1”位於“w”之後方位置且與之相距 d 距離，同

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 11 ）

時“r2”位於“r1”之後方位置且與之相距d距離。至此之後，每一個“w”、“r1”和“r2”以上述的相同方式而移動。

返過頭參考第19圖，如果由位址產生器所產生的讀取位址並不代表一整數，與上述書寫/讀取相平行，也就是，在時間軸內的壓縮/擴張，則需靠記憶單元1與內插器10a和10b來實行內插程序。此內差程序將如下所描述。

如果讀取位址代表一整數(也就是，並沒有任何有效小數部分)，則記憶單元1讀取儲存在相對讀取位址之位址內的聲音資料。然而，如果讀取資料具有任何有效小數部分，則記憶單元1將讀取儲存在相鄰於讀取位址之位址內的兩份聲音資料，也就是，緊跟在讀取位址之前後的諸位址。

因此，例如，如果讀取位址代表0，則讀取單一聲音資料x(0)。如果是0.5，則讀取兩份聲音資料x(0)和x(1)。同理，如果是1.26，則讀取兩份聲音資料x(1)和x(2)。

基於由讀取位址產生器4a所產生的位址之聲音資料給予內差器10a。基於由讀取位址產生器4b所產生的位址之聲音資料給予內差器10b。

每一個內插器10a和10b基於所給的聲音資料和讀取位址計算內插值，並製造內插聲音資料。

換句話說，如果讀取位址未含有任何小數部分，則每一個內插器10a和10b輸出由記憶體1所給予的單一聲音資料以當作其內插聲音資料。如果讀取位址具有任何小數部分，則每一個內插器10a和10b基於該小數部分和由記

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 12 ）

憶單元 1 所給予的兩份聲音資料的單一數值計算內差插值，然後每一個內插器製造出內插值以當作內插聲音資料。

內插值的計算是特別地以所謂的“線性內插”來進行。

第 22b 圖是一圖形，顯示一瞬間由內插器 10a 和 10b 所施行的線性內插，其中該音程變換比率 k 是 1.26。

在第 22b 圖之中，每一個 x(0)、x(1)、x(2)、...皆是儲存在記憶單元 1 中的聲音資料，而 y(1.26)、y(1.26×2)、...是內插值。

如第 22b 圖所示，如果讀取位址為 1.26，則每一個內插器 10a 和 10b 從小數部分 0.26 和聲音資料 x(1)和 x(2)以下列方程式(1)來計算內插值 y(1.26)。

$$y(1.26) = x(1) + 0.26 \times \{x(2)-x(1)\} \quad \text{.....(1)}$$

同樣地，如果讀取位址為(1.26×2)，則每一個內插器 10a 和 10b 從小數部分(1.26×2-2)和聲音資料 x(2)和 x(3)以下列方程示(2)來計算內插值 y(1.26×2)。

$$y(1.26\times2) = x(2) + (1.26\times2-2)\times\{x(3)- x(2)\} \quad \text{.....(2)}$$

總之，如果讀取位址為(k×n)(k 是音程變換比率，而 n 是一任何整數)，則每一個內插器 10a 和 10b 從小數部分(k×n-m)和聲音資料 x(m)和 x(m＋1)以下列方程示(3)來計算內插值 y(k×n)。

$$y(k\times n)=x(m) + (k\times n-m)\times\{x(m+1)- x(m)\} \quad \text{.....(3)}$$

一對聲音資料依序地在周期 T 內由內插器 10a 和 10b

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 13 ）

輸出至交叉混合器 3。交叉混合器 3 對該對聲音資料施行交叉混合作用。

交叉混合器 3 以預先儲存成對的交叉混合係數乘以該對聲音資料。

第 24 圖是一圖形顯示一例子，第 19 圖的交叉混合器 3 的成對的交叉混合係數乘以成對的聲音資料。

在第 24 圖中，α 表示在所讀取從訊框頭部的聲音資料之一位置。$V(\alpha)$是交叉混合係數，其乘以訊框中從頭數來第 α 個聲音資料。假設包括在訊框中的聲音資料數目是 α_0，如果 $\alpha=0$ 則 $V(\alpha)=0$，如果 $\alpha=\alpha_0/2$ 則 $V(\alpha)=1$。

交叉混合器 3 計算所供給之內插成對聲音資料的數目，以偵測在訊框內從頭部內插聲音資料對之位置。例如，對 n_1 和 n_2 內插聲音資料，計算出對應於 $\alpha=n1$ 和 n2 之成對 $V(\alpha)$。然後，每一個聲音資料乘以其相對應的 $V(\alpha)$ 且將相乘的結果彼此相加。

然後，相加的結果，也就是，聲音資料在音程變換之後，$\{y'(0), y'(k\times1), y'(k\times2),...\}$在周期 T 透過聲音資料輸出端子 8 輸出於音程變換裝置之外。

聲音資料在音程變換之後之$\{y'(0), y'(k\times1), y'(k\times2),...\}$從音程變換裝置輸出之後，再一次地透過聲音資料輸入端子 27 供給 CD 唱機。

在第 20 圖，經音程變換之後的聲音資料透過聲音資料輸入端子 27 之供應給予複製器 22。然後，複製器 22 從所供給已作音程變換之聲音資料以複製其聲音信號。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 14 ）

以上述之方式所複製的聲音信號，透過擴大器(未顯示)放大，並同時供應給擴音器，且然後轉換成聲波。

在第 22c 圖是顯示瞬間從音程已變換之聲音資料中所複製之聲音信號之圖形。

在第 22c 圖之中，{out(0), out(1), out(2),...}是聲音信號，其相對於音程已變換之聲音資料{y'(0), y'(k×1), y'(k×2),...}。水平軸代表實際時間 t 其單位為周期 T。

如上所述，在傳統的音程變換器，聲音信號能透過交叉混合壓縮/擴張而變換且在複製時間上無任何之改變。

然而，在壓縮/擴張所完成的線性內插可能造成理想值與內插值之間很大的差異，且信號扭曲可發生於高頻率之中。

因此，為了減少在高頻的信號扭曲，建議使用過度取樣方式。在過度取樣過程中，聲音資料的取樣頻率 T^{-1} 變換至較高的頻率 N^{T-1}(其中 N 是 2 的次方)。N 在接下來的本文中指稱為過度取樣比率。

第 25 圖是方塊圖顯示另一種傳統音程變換裝置的結構。如同第 19 圖的音程變換裝置，第 25 圖的音程變換裝置，譬如，也可配備於第 20 圖的 CD 唱機之中。

在第 25 圖，音程變換裝置包括記憶單元 1、一對讀取信號位址產生器 4a 和 4b、成對內插器 10a 和 10b、交叉混合器 3、聲音資料輸入端子 7、聲音資料輸出端子 8、音程控制信號輸入端子 9、過度取樣器 11 和減退取樣器 12。

換句話說，第 25 圖之音程變換裝置在結構上與第 19

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（15）

圖之音程變換裝置相類似，除了額外地配備過度取樣器 11 和減退取樣器 12。

過度取樣器 11 透過聲音資料輸入端子接收聲音資料 {x(0), x(1), x(2),...}，並在所接收的聲音資料上完成過度取樣。注意在後文中所描述的一個例子中其過度取樣比率為 2。

更明確地說，過度取樣器 11 包括內差器 13 和抗混淆濾波器(即低通濾波器 14a)以刪除混淆現象。首先，過度取樣器 11 插入 0 數值於兩份聲音資料之間，也就是，x(0) 和 x(1), x(1)和 x(2),...。然後，該過度取樣器 11 基於插入 0 數值之聲音資料{x(0), 0, x(1), 0, x(2), 0,...}計算出聲音資料{x'(0), x'(0.5), x'(1), x'(1.5), x'(2), x'(2.5),...}，以完成於一周期{(1/2)×T}內之濾波器操作。

減退取樣器 12 從交叉混合器 3 之輸出接收音程已變換之聲音資料{y'(0), y'(k×0.5), y'(k×1), y'(k×1.5), y'(k×2), y'(k×2.5),...}，並在所接收的聲音資料上完成減退取樣。

更明確地說，減退取樣器 12 包括抗混淆濾波器(即低通濾波器 14b)，此抗混淆濾波器具有刪除混淆現象之特徵，和比例減退器 15。首先，減退取樣器 12 基於聲音資料{y'(0), y'(k×0.5), y'(k×1), y'(k×1.5), y'(k×2), y'(k×2.5),...}計算出聲音資料{y"(0), y"(k×0.5), y"(k×1), y"(k×1.5), y"(k×2), y"(k×2.5),...}，以完成於一周期{(1/2)×T}內之濾波器操作。然後，該減退取樣器 12 在聲音資料{y"(0), y"(k×0.5), y"(k×1), y"(k×1.5), y"(k×2), y"(k×2.5),...}中比

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 16 ）

例減退{y"(k×0.5), y"(k×1.5), y"(k×2.5),...}。

除了過度取樣器 11 和減退取樣器 12 之外的每一個元件其所施行的操作基本上與第 19 圖中之音程變換裝置之每一個相對應元件之施行操作是一樣的。其不同點是操作周期變成一半也就是{(1/2)×T}，且在記憶單元 1 的緩衝器在容量上必須加倍。通常，如果過度取樣比率為 N，則操作周期為{N^{-1}×T}，且在記憶單元 1 中的緩衝器之容量必須增加 N 倍。

第 25 圖中的音程變換裝置與第 19 圖之音程變換裝置在操作上有下列兩項不同點。

首先，除了音程變換程序，另外施行過度取樣程序。更明確地說，在音程變換之前，施行內插與濾波器操作，在音程變換之後，則施行濾波操作和比例減退作用。

第二，過度取樣作用將增加聲音資料的數目，和對音程變換過程所因此而產生之單位時間操作份量也將增加。更明確地說，如果過度取樣比率為 N，則內插器 10a 和 10b 和交插混合器 3 之操作周期將變為{N^{-1}×T}。

從第 25 圖之音程變換裝置所輸出的聲音資料與從第 19 圖之音程變換裝置所輸出的聲音資料之不同點，將配合圖形說明如下。

第 26a 至 26c 圖為圖形，顯示一瞬間由第 25 圖之音程變換裝置所施行的音程變換程序。

由第 26a 至 26c 圖與第 22 圖之比較可看出，加倍的過度取樣將減少兩連續聲音資料的時間間隔為一半。通常，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 17 ）

如果過度取樣比率為 N，則時間間隔將減少為 N^{-1} 倍。因此，當讀取位址具有小數部分，在位址上更多的彼此相鄰之聲音資料份量將運用來計算內插值。結果，所計算的內插值能夠更接近真值。

因此，從第 15 圖之音程變換器之聲音資料輸出端子 8 所輸出的聲音資料{y"(0), y"(k×1), y"(k×2),...}與第 19 圖之音程變換器之聲音資料輸出端子 8 所輸出的聲音資料{y(0), y(k×1), y(k×2),...}相比在高頻率上之信號扭曲將減少。因此，當過度取樣比率變大，則在高頻率上的信號扭曲將變小。

如上所述，傳統音程變換裝置之操作是基於交叉混合壓縮/擴張之原則。同時，如果音程變換比率具有小數部分，則傳統音程變換裝置會施行線性內插。因此，聲音信號能變換音程至任何水準且具有高度準確性。然而，在高頻，經由線性內插所產生的內插值不同於真實值。因此，在傳統音程變換裝置，在高頻的聲音信號的扭曲(在下文之中，統一指稱為“高頻扭曲”)是一項嚴重的問題。

為了解決此一問題，曾經有人建議在傳統音程變換裝置中更進一步地施行過度取樣。如此作法是因為，過度取樣能減少在經由線性內插所產生的內插值與真實值之間的差異，因此能夠減少高頻扭曲。當過度取樣比率值變大，所減少高頻扭曲之效果將變為更明顯。

然而，上面所述傳統音程變換裝置之結構除了另外配有過度取樣器 11 之外，更配有減退取樣器 12，因此，在

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 18 ）

體積上更大為增加。

此外，在上面所述傳統音程變換裝置之結構中，過度取樣器 11 和減退取樣器 12，當施行 N 倍過度取樣作用之時，必須在周期{T × N^{-1}}內執行濾波器操作。然後，N 倍過度取樣的結果，聲音資料的數目為不施行過度取樣時之聲音資料數目的 N 倍。因此，在記憶單元 1 中的緩衝器之容量必須增加 N 倍。同時，交叉混合器 3 和內插器 10a 和 10b 必須在周期{T × N^{-1}}內操作。簡言之，當過度取樣比率值變大，則記憶單元 1 中的緩衝器之容量必須變大，而分別位於過度取樣器 11 和減退取樣器 12 中的低通濾波器 14a 和 14b、內插器 10a 和 10b、交叉混合器 3、和其他元件則必須加速操作。因此，音程變換裝置之成本顯著地增加。

[發明概要]

本發明的目的在於提供一種音程變換裝置，此音程變換裝置具有變換聲音信號之音程至任意水準之能力，同時具有高準確度，聲音信號的複製時間無任何之變換，同時能在不增加體積與增加速度的情況下，充分地減少高頻扭曲。

本發明具有下列之特色以達成上述之目的。

本發明的第一樣式為導入一個音程變換裝置，此音程變換裝置能變換聲音信號之音程至任何水準而在複製時間上無任何之改變，該音程變換裝置包括：

聲音資料輸入端子，靠取樣聲音信號，依序地，將所

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（19）

產生的不連續的聲音資料提供給該端子；

音程控制信號輸入端子，將表示音程變換比率的音程控制信號供給該端子；

一對讀取位址產生器，基於經由音程控制信號輸入端子所提供的音程控制信號，每一個讀取位址產生器以預先決定的數值產生彼此不同的讀取位址；

包括緩衝器之記憶單元，能依序地寫入該緩衝器，由聲音資料輸入端子所提供的聲音資料，並且從緩衝器，基於讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址之整數部分位元，讀取一對聲音資料字串；

濾波器係數字串儲存器，將儲存預先已排序之相對於N個副濾波器之N個濾波器係數字串，該N個副濾波器是透過N倍過度取樣(N是2的次方)之低通濾波器之多相分解所製造的；

一對濾波器係數字串選擇器，基於讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址之小數部分之第一個到第$(\log_2 N)$個位元，每一個選擇器選取儲存在濾波器係數字串儲存器內之N個濾波器係數字串之其中任何一個；

一對濾波器操作單元，每一個單元施行濾波器操作於成對聲音資料字串中之每一個聲音資料字串，該聲音資料字串之讀取是靠該記憶單元使用濾波器係數字串選擇器所選取之濾波器係數所完成；和

交叉混合器，能將從濾波器操作單位輸出的成對聲音資料之每一個聲音資料乘上一個交叉混合係數，然後再把

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 20 ）

乘的諸結果加在一起。

在第一樣式中，音程變換裝置在體積及成本上可能少於過度取樣之施行，但是在高頻扭曲上所減少的數量確大約與過度取樣作用相等。

更進一步地，如果施行N倍過度取樣，則傳統的音程變換裝置須要N倍的緩衝器容量，及N^{-1}倍周期的濾波器操作。然而，在第一樣式之中，記憶單元中所包括的緩衝器容量能固定，與N值無關。同時，濾波器操作能以固定的周期執行，而與N值無關。因此，過度取樣比率N能夠充分地增加，而不會增加音程變換裝置的成本與體積。以足夠大的N，則音程變換能夠以更高的精確度來施行，甚至不需要線性內插。

另外，濾波器係數字串之選擇，是基於讀取位址之小數部分之第一個到第$(\log_2 N)$個數元。因此，濾波器操作能容易地予以施行，而未增加音程變換裝置的體積。

根據第二樣式，在第一樣式之中，每一個讀取位址產生器包括累加器，以累加音程變換比率。

根據第三樣式，在第一樣式之中，每一個讀取位址產生器包括

累加器，以累加事先已決定之數值，和

乘法器，將累加器所輸出值乘以音程變換比率。

在第二和第三樣式之中，讀取位址之作用在於從緩衝器之中讀取聲音資料，並選取能夠產生的濾波器係數字串。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 21 ）

根據第四樣式，在第一樣式之中，當由緩衝器中讀取一對聲音資料字串，從該緩衝器，該記憶單元更進一步讀取另外一對聲音資料字串，與前述之該對聲音資料字串相同，或在位址上相差 1，

該對濾波器係數字串選擇器，其每一個選擇器在鄰近於濾波器係數字串旁更加地選擇另一對濾波器係數字串，

音程變換裝置更進一步包括

另一對濾波器操作單元，以施行濾波器操作於另一對聲音資料字串，此聲音資料字串是由記憶單元使用濾波器係數字串選擇器所選擇的另外濾波器係數字串所讀取的；和

一對內插器，由一對濾波器操作單元所輸出的一對聲音資料和由另外一對濾波器操作單元所輸出的一對聲音資料，來產生一對內插資料，以$\{\log_2 N+1\}$位元或讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址較低者，以計算一線性內插值來內插兩個相鄰近的聲音資料，和

交叉混合器，被供給一對從一對內插器所輸出的聲音資料。

在第四式之中，能以更高的準確性來施行音程變換。

根據第五樣式，在第四樣式之中，每一個讀取位址產生器包括累加器，以累加音程變換比率。

根據第六樣式，在第四樣式之中，每一個讀取位址產生器包括

累加器，累加事先已決定之數值，和

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（22）

乘法器，將累加器所輸出之值乘以音程變換比率。

在第五和第六樣式之中，讀取位址之作用在於從緩衝器之中讀取聲音資料，並選取能夠產生的濾波器係數字串。

第七樣式導入一個音程變換裝置，能夠變換聲音信號之音程至任何水準而在複製時間上無任何之改變，該音程變換裝置包括：

聲音資料輸入端子，靠取樣聲音信號，依序地，將所產生的不連續的聲音資料提供給該端子；

音程控制信號輸入端子，表示音程變換比率的音程控制信號供給該端子；

單一讀取位址產生器，基於音程控制信號輸入端子所提供的音程控制信號，產生讀取位址；

包括緩衝器之記憶單元，能依序地寫入該緩衝器，由聲音資料輸入端子所提供的聲音資料，並且從緩衝器，基於讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址之整數部分數元，讀取一對彼此不同於事先已決定之位址數字之聲音資料字串；

交叉混合器，能將從記憶單元所讀取的成對聲音資料之每一個聲音資料乘上交叉混合係數，然後再把乘的諸結果加在一起。

濾波器係數字串儲存器，將儲存相對於N個副濾波器之N個濾波器係數字串，該N個副濾波器是透過N倍過度取樣(N是2的次方)之低通濾波器之多相分解所製造

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 23 ）

的；

單一濾波器係數字串選擇器，基於讀取位址產生器所產生的讀取位址之小數部分之第一個到第$(\log_2 N)$個位元，該選擇器選取儲存在濾波器係數字串儲存器內之N個濾波器係數字串之其中任何一個；和

單一濾波器操作單元，施行濾波器操作於聲音資料字串，該聲音資料字串是從交叉混合器所輸出，靠使用濾波器係數字串選擇器所選取之濾波器係數所完成；

在第七樣式之中，音程變換裝置在體積及成本上可能少於過度取樣之施行，但是在高頻扭曲上所減少的數量確大約與過度取樣作用相等。

更進一步地，如果施行N倍過度取樣，則傳統的音程變換裝置須要N倍的緩衝器容量，及N^{-1}倍周期的濾波器操作。然而，在第一樣式之中，記憶單元中所包括的緩衝器容量能固定，與N值無關。同時，濾波器操作能以固定的周期執行，而與N值無關。因此，過度取樣比率N能夠充分地增加，而不會增加音程變換裝置的成本與體積。以足夠大的N，則音程變換能夠以更高的精確度來施行，甚至不需要線性內插。

另外，濾波器係數字串之選擇，是基於讀取位址之小數部分之第一個到第$(\log_2 N)$個位元。因此，濾波器操作能容易地予以施行，而未增加音程變換裝置的體積。

上述的效果與第一式樣的效果完全一樣。更進一步，在第七樣式之中，僅需要一個讀取位址產生器、一個濾波

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 24 ）

器係數字串選擇器、和一個濾波器操作單元。因此，音程變換裝置，與第一樣式相較，在體積上更小。

根據第八樣式，在第七樣式之中，讀取位址產生器包括累加器，以累加音程變換比率。

根據第九樣式，在第七樣式之中，讀取位址產生器包括

累加器，以累加事先已決定之數值，和

乘法器，將累加器所輸出之值乘以音程變換比率。

在第八和第九樣式之中，讀取位址之作用在於從緩衝器之中讀取聲音資料，並選取能夠產生的濾波器係數字串。

根據第十樣式，在第七樣式之中，在緩衝器之上，配有書寫位址指示器表示位置，由聲音資料輸入端子所輸入的聲音資料書寫在該位置，在緩衝器上，另配有一對讀取位址指示器，每一個指示器表示每一個所讀取成對聲音資料的頭部位置，和

緩衝器是一個圓環狀緩衝器，其頭與尾是連接在一起的，所具有的容量相當於一對讀取位置指示器間的距離，

記憶單元供給位於一對讀取位址指示器中之任何一個讀取位址指示器與書寫位址指示器之間之距離，和

交叉混合器，根據記憶單元所供給的距離，將形成一對聲音資料字串的每一個聲音資料乘上交叉混合係數。

在第十樣式中，基於一對讀取位址指示器中之任何一個讀取位址指示器與書寫位址指示器之間之距離，將用於

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（25）

該對聲音資料字串之乘法的交叉混合係數計算出來。

根據第十一樣式，在第十樣式之中，讀取位址產生器包括累加器，以累加音程變換比率。

根據第十二樣式，在第十樣式之中，讀取位址產生器包括

累加器，以累加事先已決定之數值，和

乘法器，將累加器所輸出之值乘以音程變換比率。

在第十一和第十二樣式之中，讀取位址之作用在於從緩衝器之中讀取聲音資料，並選取能夠產生的濾波器係數字串。

當配合相關的圖形，下列本發明的詳細描述，將使得相關於本發明之此些和其他之目的、特徵、樣式和優點更為清楚。

[圖式之簡單說明]

第 1 圖為依據本發明第一實施例所顯示的音程變換裝置之方塊圖。

第 2a 至 2c 圖為圖形，顯示第 1 圖之音程變換裝置(其音程變換比率為 1.26)上之濾波器操作單元 2a 和 2b 所計算的聲音資料，與當第 25 圖中之音程變換裝置之過度取樣器 11 施行四倍過度取樣時所製作的聲音資料之間的關係。

第 3 圖為顯示第 1 圖之讀取位址產生器 4a 或 4b 之範例結構之方塊圖。

第 4 圖為另一個顯示第 1 圖之讀取位址產生器 4a 或 4b 之範例結構之方塊圖。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（26）

第5圖為示意圖，顯示第3圖或第4圖之一個ALU之輸出寄存器(容量譬如為24位元)之範例。

第6a至6f圖為若干圖形，顯示在一瞬間，讀取位址如何表示在第5圖的輸出寄存器之中。

第7圖為示意圖，顯示在一瞬間，由第1圖之音程變換裝置所完成的音程變換操作。

第8圖為依據本發明第二實施例所顯示的音程變換裝置結構之方塊圖。

第9圖為顯示第8圖之讀取位址產生器4a或4b之範例結構之方塊圖。

第10圖為另一個顯示第8圖之讀取位址產生器4a或4b之範例結構之方塊圖。

第11圖為示意圖，顯示第9圖或第10圖之一個ALU之輸出寄存器(容量譬如為24位元)。

第12圖為依據本發明第三實施例所顯示的音程變換裝置之結構方塊圖。

第13圖為圖形，概要地表示第12圖之記憶單元1和交叉混合器3之內部結構。

第14圖為圖形，顯示一對交叉混合係數V(a1)和V(a2)之範例，交叉混合器3將從記憶單元1中所讀取的一對聲音資料乘上該對係數。

第15圖(a)至(l)為圖形，概要地表示輸入聲音資料寫入的位置(寫入位址指示器“w”)和基於讀取位址產生器4a所給予位址而讀取之一對聲音資料之兩個位置(讀取位

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（27）

址指示器“r1”和“r2”)三者之間的關係，其中音程變換至更高的位置。

第16a至16c圖為圖形，協助解釋變換聲音信號之音程至所要水準之原理。

第17圖是一圖形，協助解釋交叉混合過程如何平滑地將兩個不連續聲音訊框連接在一起的原理。

第18a和18b圖為圖形，協助解釋透過沿著時間軸之壓縮/擴張和交叉混合之聯合作用，在複製時間無任何改變之下，變換聲音信號之音程至任意所要的水準之原理。

第19圖是顯示傳統音程變換裝置的範例結構之方塊圖。

第20圖是顯示傳統CD唱機配備第19圖之音程變換裝置的範例結構之方塊圖。

第21圖為顯示第19圖之讀取位址產生器4a或4b之範例結構之方塊圖。

第22a至22c圖為圖形，顯示由第19圖之音程變換裝置所施行的音程變換過程。

第23圖是一圖形，顯示一種在第19圖之記憶單元1內之緩衝器上之關係，其是輸入聲音資料的書寫位置與基於從成對讀取信號產生器4a和4b來的位址所事先書寫之聲音資料之讀取位置(其中音程變換得更高)的關係。

第24圖是一圖形，顯示第19圖的交叉混合器3的成對的交叉混合係數乘以成對的聲音資料之例子。

第25圖是方塊圖，顯示另一種傳統音程變換裝置之結

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 28 ）

構，此音程變換裝置，進行過取樣。

第 26a 至 26c 圖為圖形，顯示一瞬間由第 25 圖之音程變換裝置所施行的音程變換程序。

[元件符號說明]

1	記憶單元	2a、2b	濾波器操作單元
3	交插混合器	4a、4b	讀取位址產生器
5a、5b	數字串選取器	6	數字串儲存器
7	聲音資料輸入端子	8	聲音資料輸出端子
9	音程控制信號輸入端子	10a、10b	內插器
11	過渡取樣器	12	減退取樣器
13	內插器	14a、14b	低通濾波器
15	比例減退器	16	累加器
17	乘法器	20	光碟(CD)
21	閱讀器	22	複製器
23	聲音音程變化比率設定單元	24	音程控制信號產生器
25	聲音資料輸出端子	26	音程控制信號輸出端子
27	聲音資料輸入端子		

[較佳實施例的說明]

現在參考上述圖形，說明本發明的實施例如下。注意傳統技藝在背景技藝章節中已經說明，所以在此不再加以詳細說明。

同時，在下面說明當中，“k”代表音程變換比率，“T”代表取樣聲音資料之周期，“t”代表實際時間其單位為 T，而“N”代表過度取樣比率(參考背景技藝章節)。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 29 ）

（第一實施例）

在進入詳細討論之前，將先描述一下依據本發明之第一實施例之音程變換裝置之概視。

類似於傳統之音程變換裝置，根據第一實施例之音程變換裝置其能透過在時間軸上的壓縮/擴張與交叉混合以變換聲音信號之音程而在複製時間上無任何之改變。

同時，根據第一實施例之音程變換裝置其能累加音程變換比率，和使用該累加結果當作讀取位址，此點類似於傳統之音程變換裝置。

依據本發明之音程變換裝置與傳統音程變換裝置之不同點將說明如下。

(I)本發明之音程變換裝置並不明顯地施行過度取樣，但是靠使用在過度取樣中之低通濾波器 14a 和 14b 之多相分解作用所產生的副濾波器來施行一濾波器操作。

更明確地說，另一個傳統音程變換裝置(參考第 25 圖)在記憶單元 1 之前配備有過度取樣器 11。包括在過度取樣器 11 中之低通濾波器 14a 在周期$(T\times N^{-1})$和 N 倍過度取樣之中完成操作。取樣周期$(T\times N^{-1})$所產生的聲音資料暫時地儲存在記憶單元 1 之中。因此，在記憶單元 1 中的緩衝器之容量為 N 倍，即使未施行過度取樣之時候。

另一方面，依據第一實施例之音程變換裝置配有濾波器操作單元，該操作單元在周期 T 內使用 N 個副濾波器中的任何一個來完成操作。N 個副濾波器之產生是透過包括在過度取樣器 11 中之低通濾波器 14a 之多相分解。注意每

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（30）

一個副濾波器的分支接頭的數目是低通濾波器14a之數目之N^{-1}倍。因此，記憶單元1之緩衝器容量與過度取樣未施行之案例的容量是一樣的。

也就是，依據第一實施例的音程變換裝置其記憶單元1中的緩衝器容量變為N^{-1}倍，而在濾波器操作之周期變為N倍(也就是，在操作中N^{-1}倍)，如果與施行N倍過度取樣的音程變換裝置相比較的話。然而，依據第一實施例的音程變換裝置具有與施行N倍過度取樣之音程變換裝置一樣的高頻減低之效果。

換言之，記憶單元1之緩衝器容量能固定，不關係到過度取樣比率N之大小。同時，就像交叉混合壓縮/擴張，濾波器操作能以固定的周期執行，而不關係到過度取樣比率N之大小，也就是，其周期與聲音資料之取樣頻率之周期相同(=T)。因此，過度取樣比率N能夠以不顯著增加音程變換裝置成本之下增加。

如果充分地增加過度取樣比率，則音程變換能高精確地施行，甚至不需要線性內插。因此，因為不需要內插器10a和10b，所以音程變換裝置能縮小體積。

如果過度取樣比率是小的，則音程變換比率將隨時間而變化。因此，音程變換在無線性內插之下，無法以高準確性實施。

(II)使用讀取位址之小數部分之第一個到第($\log_2 N$)個位元，選取N個副濾波器中之任何一個。因此，濾波器選取能容易地施行，無需增加音程變換裝置的大小。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（31）

依據本發明之第一實施例之音程變換裝置，將在下文詳細說明之。

第1圖為依據本發明第一實施例所顯示的音程變換裝置之方塊圖。

依據第一實施例之音程變換裝置，闢如，配備至第12圖中的傳統CD唱機。

在第1圖中，依據第一實施例之音程變換裝置包括：記憶單元1，一對濾波器操作單元2a和2b，交叉混合器3，一對讀取位址產生器4a和4b，一對濾波器係數字串選取器5a和5b，濾波器係數字串儲存器6，聲音資料輸入端子7，聲音資料輸出端子8，和聲音控制信號輸入端子9。注意，與傳統音程裝置(參考第19圖)元件相同的元件，將給予相同的參考號碼。

依據第一實施例之音程變換裝置，其中，透過記憶單元1、讀取位址產生器4a和4b、和交差混合器3，以便施行在時間軸上的壓縮/擴張和參考音程變換比率的交叉混合作用，因此聲音信號在音程上變換，而不改變任何複製時間。這一點與傳統音程變換裝置是相同的。

此外，依據第一實施例之音程變換裝置，其中，僅僅所需要的聲音資料，透過濾波器操作單元2a和2b、濾波器係數字串選取器5a和5b、和濾波器係數字串儲存器6，以濾波器操作計算出來。此點與傳統音程變換之同時施行過度取樣與內插值計算是不同的。

此處，為簡化起見，假設過度取樣比率N為4。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 32 ）

首先，簡單說明四倍過度取樣作用。

第 2a 至 2c 圖為圖形，顯示第 1 圖之音程變換裝置(其音程變換比率為 1.26)上之濾波器操作單元 2a 和 2b 所計算的聲音資料，與當第 25 圖中之音程變換裝置之過度取樣器 11 施行四倍過度取樣時所製作的聲音資料之間的關係。

在過度取樣器 11 之中，如第 2a 圖所示，三個零由內插器 13 插入聲音資料與下一個聲音資料之中，例如，x(0)與 x(1)之間和 x(1)與 x(2)之間。然後，以下列方程式(4)和在 $T\times4^{-1}$ 之周期內之濾波器係數之低通濾波器 14，施行濾波器操作。

例如，在 t=4 之後，以過度取樣器 11 之低通濾波器 14a，該濾波器操作施行如下所示，但乘以 0 之運算除外。

$y(4)=f(0)x(4)+f(4)x(3)+f(8)x(2)+f(12)x(1)+f(16)x(0)$

$y(4+1/4)=f(1)x(4)+f(5)x(3)+f(9)x(2)+f(13)x(1)+f(17)x(0)$

$y(4+2/4)=f(2)x(4)+f(6)x(3)+f(10)x(2)+f(14)x(1)+f(18)x(0)$

$y(4+3/4)=f(3)x(4)+f(7)x(3)+f(11)x(2)+f(15)x(1)+f(19)x(0)$

$y(5)=f(0)x(5)+f(4)x(4)+f(8)x(3)+f(12)x(2)+f(16)x(1)$

$y(5+1/4)=f(1)x(5)+f(5)x(4)+f(9)x(3)+f(13)x(2)+f(17)x(1)$

...

因此，聲音資料{y(0), y(0.25), y(0.5), y(0.75), y(1), y(1.25),....}，在取樣周期($T\times4^{-1}$)之內，從過度取樣器 11 中輸出。

然而，如果例如頻率增加 1.26 倍，則所有這些聲音資料將不再需要。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 33 ）

因此，根據第一個實施例中之音程變換裝置，四個副濾波器(此將在後節說明)中任何一個在周期 T 中使用為濾波器操作。因此，如第 26 圖所示，僅計算聲音資料{y(0), y(1.25 × 1), y(1.25 × 2),...}。

回頭參考第 1 圖，提供給聲音資料輸入端子 7 的聲音資料{x(0), x(1), x(2), x(3),...}，從 CD 唱機的聲音資料輸出端子輸出。記憶單元 1 暫時儲存該聲音資料。

音程控制信號輸入端子 9 供應從 CD 唱機之音程控制信號輸出端子 26 所輸出的音程控制信號。讀取位址產生器 4a 和 4b 中的每一個讀取位址產生器累加由當作位址增加數值之音程控制信號所表示的音程變換比率，並且當作讀取位址來輸出累加結果。

也就是，讀取位址產生器 4a 和 4b 中的每一個讀取位址產生器所施行的操作與第 19 圖中所示的相對應元件所施行的操作完全相同。兩者之不同點在於，所產生的讀取位址之整數位元給予記憶單元 1 當作有效讀取位址，且小數部分之第一和第二位元(其中 N = 4)給予濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 當作濾波器選取資訊。

注意，在一般情況，小數部分之第一個到第($\log_2 N$)個位元給予濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 當作濾波器選取資訊。

在第 3 圖中所顯示的一個結構例子之中，讀取位址產生器 4a 和 4b 包括，如同第 21 圖中所示的相對應讀取位址產生器，累加器(ALU)16 將累加位址增加值 k。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 34 ）

在第 4 圖中所示的另一個結構例子之中，讀取位置產生器 4a 和 4b 包括一個 ALU 以累加常數(例如，1)，且一個乘法器 17 將從 ALU 所輸出的輸出值乘上該位址增加值 k。在此例中所示的讀取位址產生器在結構上與第 21 圖所顯示者不同，但是產生的讀取位址相同。

第 5 圖為示意圖，顯示第 3 圖或第 4 圖之一個 ALU 之輸出寄存器(24 位元)之範例。

在第 5 圖中所示之輸出寄存器，小數點位於從左邊算來之第 16 個和第 17 個位元之間。假設此 16 個位元之位置在順序上高於小數點者將代表整數部分，而另 8 個位元之位置在順序上低於小數點者將代表小數部分。

因此，在下文中，在小數點右邊的位元指稱為“小數部分的第一個位元”，而在第一位元右邊的位元指稱為“小數部分的第二個位元”，在此情況，譬如，如果 N=4，則小數部分的第一個和第二個位元將成為濾波器選取資訊。

注意介於讀取位址產生器 4a 和 4b 之間的關係與第 19 圖中所示者相同，因此在此不再贅述。

回頭參考第 1 圖，基於從讀取位址產生器 4a 和 4b 所產生的讀取位址的整數部分(高階位元)，記憶單元 1 從緩衝器中讀取聲音資料字串。

在濾波器係數字串儲存器 6 之中，儲存 4(N 為一般值)個濾波器係數字串。此些濾波器係數字串為 4(N 為一般值)個副濾波器，4 個副濾波器為第 25 圖之過度取樣器 11 所

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 35 ）

包括之低通濾波器 14a 之多相分解所產生的。

當 N=4 時，在過度取樣器 11 中所包括的低通濾波器 14a，將以下列公式(4)代表之，其中分支接頭數為 20。

$$F(z)=f(0)+f(1)z^{(-1/4)}+f(2)z^{(-2/4)}+...+f(19)z^{(-19/4)} \quad .....(4)$$

注意在上面公式(4)中 z^(-n)為延遲操作元，且在下列公式(5)表示 z^(-n)與 x(t)之關係。

$$x(t)z^{(-n)} = x(t-n) \quad .....(5)$$

4 個副濾波器為低通濾波器 14a(以上面公式(4)所表示者)之多相分解所產生，該 4 個副濾波器以下列公式(6-1)到(6-2)表示之。

$$F0(z)=f(0)+f(4)z^{(-1)}+f(8)z^{(-2)}+f(12)z^{(-3)}+f(16)z^{(-4)} \quad .....(6-1)$$

$$F1(z)=[f(1)+f(5)z^{(-1)}+f(9)z^{(-2)}+f(13)z^{(-3)}+f(17)z^{(-4)}]z^{(-1/4)} \quad .....(6-2)$$

$$F2(z)=[f(2)+f(6)z^{(-1)}+f(10)z^{(-2)}+f(14)z^{(-3)}+f(18)z^{(-4)}]z^{(-2/4)} \quad .....(6-3)$$

$$F3(z)=[f(3)+f(7)z^{(-1)}+f(11)z^{(-2)}+f(15)z^{(-3)}+f(19)z^{(-4)}]z^{(-3/4)} \quad .....(6-4)$$

儲存在濾波器係數字串儲存器 6 之中的為 4(N)個副濾波器之係數部分，4 個副濾波器之產生方式如上面方式所示。

濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 之每一個濾波器係數字串選取器選取儲存在濾波器係數字串儲存器 6 中之 4(N)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（36）

個濾波器係數字串中的任何一個。該選取是基於由每一個讀取位址產生器 4a 和 4b 所產生的讀取位址之小數部分之第一個和第二個數元來完成的。然後，每一個濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 分別讀取所選取的濾波器係數字串予濾波器操作單元 2a 和 2b。

基於聲音資料字串和從濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 而來的濾波器係數字串，每一個濾波器操作單元 2a 和 2b 分別施行濾波器操作。

交叉混合器 3 接收從濾波器操作單元 2a 和 2b 來的聲音資料，並在此對聲音資料上施行交叉混合作用。也就是，每一個資料乘上交叉混合係數，然後再將其加總起來。

注意，基於交叉混合器 3 的更加配備，音程變換裝置能夠變換聲音信號在音程上至任一水準，此點與傳統音程變換裝置雷同。

聲音資料在經過交叉混合壓縮/擴張作用之後，也就是說，在音程變換之後，從聲音資料輸出端子 8 輸出。

上述結構之音程變換裝置之操作將說明如下。注意 CD 唱機之操作相似於上述背景技藝部分之操作。

在第 20 圖之中，使用者首先透過未顯示的調整控制器設定所要的音程變換比率 k，然後按下所具備的“播放”按鈕(未顯示)。

為反應動作，在 CD 唱機中，音程變換比率設定單元 23 在其裡面自行設定音程變換比率 k。然後，閱讀器 21 在周期 T 內開始從 CD 20 讀取聲音資料。同時，音程變換

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（37）

比率設定單位23開始產生音程控告信號顯示音程變換比率k。注意音程變換比率k以上述方式設定，在複製過程開始之後，可變換至另一個數值。

此讀取的聲音資料和所產生的音程控制信號，分別透過聲音資料輸入端子7和聲音控制信號輸入端子9，供給第1圖中之傳統音程變換裝置。

供給的聲音資料暫時儲存在記憶單元1之中。如第22a圖所示為記憶單元1如何儲存該聲音資料。也就是說，記憶單元1是依序儲存輸入聲音資料，例如在位址0為x(0)，在位元1為x(1)，在位址2為x(2)。

另一方面，將供給之音程控制信號一分為二，分別給予讀取位址產生器4a和4b。基於所給的聲音控制信號，讀取位址產生器4a和4b由在周期T內預先決定值而各別產生彼此不同之讀取信號。

產生的一對讀取位址給予記憶單元1和濾波器係數字串選取器5a和5b。

更明確地說，由讀取位址產生器4a所產生的讀取位址之整數位元被當作有效讀取位址給予記憶單元1，同時，小數部分之第一個和第二個位元當作濾波器選取資訊給予濾波器係數字串選取器5a。同樣地，由讀取位址產生器4b所產生的讀取位址之整數位元當作有效讀取位址給予記憶單元1，同時，小數部分之第一個和第二個位元當作濾波器選取資訊給予濾波器係數字串選取器5b。

記憶單元1從緩衝器內基於所給的一對整數部分位元

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 38 ）

(有效讀取位址)讀取一對聲音資料字串。

第23圖說明一種關係，即在記憶單元1之緩衝器上，輸入聲音資料被書寫上去的位置，與基於從一對讀取位址產生器4a和4b而來的有效讀取位址的一對聲音資料字串所讀取的兩個位置之間的關係。在此範例，然而，每一個讀取位置指示器“r1”和“r2”指向讀取資料字串的頭部。

至於記憶單元1如何將輸入聲音資料寫入緩衝器和如何基於所給一對有效讀取位址從緩衝器中讀取該對聲音資料，其過程是與技藝背景章節所說明的過程類似，除了在此處所要讀入的聲音資料字串包括5個聲音資料(其中N=4)外。

另一方面，濾波器係數字串選取器5a和5b，基於所給的一對濾波器選取資訊，選取儲存在濾波器係數字串儲存器6中N個濾波器係數字串中的任何一個。然後，濾波器係數字串選取器5a和5b分別讀取所選取的濾波器係數字串給濾波器操作單元2a和2b。

例如，當N=4和分支接頭數目為20之時，下列四個濾波器係數字串依序地儲存在濾波器係數字串儲存器6之中。

{f(0), f(4), f(8), f(12), f(16)}

{f(1), f(5), f(9), f(13), f(17)}

{f(2), f(6), f(10), f(14), f(17)}

{f(3), f(7), f(11), f(15), f(19)}

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 39 ）

在下文中，上面之濾波器係數字串從上而下分別指為，第 0 個濾波器係數字串、第 1 個濾波器係數字串、第 2 個濾波器係數字串、第 3 個濾波器係數字串。

基於所給之濾波器選取資訊，每一個濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 依下列方式選取一個濾波器。

當濾波器選取資訊為“00”時，選取第 0 個濾波器係數字串。

當濾波器選取資訊為“01”之時，選取第 1 個濾波器係數字串。

當濾波器選取資訊為“10”之時，選取第 2 個濾波器係數字串。

當濾波器選取資訊為“11”之時，選取第 3 個濾波器係數字串。

基於從記憶單元 1 而來的聲音資料字串(在本例之中，包含五個聲音資料)和從濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 而來的濾波器係數字串，每一個濾波器操作單元 2a 和 2b 分別施行濾波器操作。然後，每一個濾波器操作單元 2a 和 2b 計算所需要的聲音資料{y(0), y(k×1), y(k×2),...}。

此處，視為一特定範例，在讀取位址產生器 4a 和 4b、濾波器係數字串選取器 5a 和 5b、濾波器操作單元 2a 和 2b 等元件之操作之中，其音程變換比率為 1.26。

從讀取位址產生器 4a 和 4b 內，此些讀取位址在周期 T 內依序地產生。

t = 0: 0

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 40 ）

t = 1: 1.26 = 1 + 1/4 +0.01

t = 2: 1.26 × 2 = 2 + 2/4 +0.02

t = 3: 1.26 × 3 = 3 + 3/4 +0.03

t = 4: 1.26 × 4 = 5 +0.04

t = 5: 1.26 × 5 = 6 + 1/4 +0.05

t = 6: 1.26 × 6 = 7 + 2/4 +0.06

t = 7: 1.26 × 7 = 8 + 3/4 +0.07

t = 8: 1.26 × 8 = 10 +0.08

t = 9: 1.26 × 9 = 11 + 1/4 +0.09

.....

上面讀取位址以第 5 圖之輸出寄存器作如下之表示：

t = 0: 0000000000000000.00000000

t = 1: 0000000000000001.01000010

t = 2: 0000000000000010.10000100

t = 3: 0000000000000011.11000110

t = 4: 0000000000000101.00001000

t = 5: 0000000000000110.01001010

t = 6: 0000000000000111.10001100

t = 7: 0000000000001000.11001110

t = 8: 0000000000001010.00010000

t = 9: 0000000000001011.01010010

.....

讀取位址的整數部分之第 1 個到第 16 個位元當作有效位址給予記憶單元 1，同時，讀取位址之小數部分之第 1

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（41）

個到第2個位元當作濾波器選取資訊給予濾波器係數字串選取器5a和5b(參考第6圖)。

反應之，記憶單元1依序地讀取，在周期T之內，一組五個連續聲音資料，其頭部相對應於所給有效讀取位址，且然後將讀取聲音資料供應給濾波器操作單元2a和2b。因此，從記憶單元1所讀取的聲音資料供應給濾波器操作單元2a和2b，在經過t=4之後，該聲音資料如下所示：

t = 4 : {x(5), x(4), x(3), x(2), x(1)}

t = 5 : {x(6), x(5), x(4), x(3), x(2)}

t = 6 : {x(7), x(6), x(5), x(4), x(3)}

t = 7 : {x(8), x(7), x(6), x(5), x(4)}

t = 8 : {x(10), x(9), x(8), x(7), x(6)}

t = 9 : {x(11), x(10), x(9), x(8), x(7)}

....

另一方面，基於所給濾波器選取資訊在t=4之後，每一個濾波器係數字串選取器5a和5b依下列的方式選取一個濾波器：

t=4：基於濾波器資訊“00”，選取第0個濾波器係數字串。

t=5：基於濾波器資訊“01”，選取第1個濾波器係數字串。

t=6：基於濾波器資訊“10”，選取第2個濾波器係數字串。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 42 ）

t=7：基於濾波器資訊“11”，選取第3個濾波器係數字串。

t=8：基於濾波器資訊“00”，選取第0個濾波器係數字串。

t=9：基於濾波器資訊“01”，選取第1個濾波器係數字串。

……

基於從記憶單元1而來的聲音資料和從濾波器係數字串選取器5a和5b而來的濾波器係數字串，在時間t=4之後，濾波器操作單元2a和2b施行下列濾波器操作：

t=4：Y(1.25×4)=f(0)x(5)+f(4)x(4)+f(8)x(3)+f(12)x(2)+f(16)x(1)

t=5：Y(1.25×5)=f(1)x(6)+f(5)x(5)+f(9)x(4)+f(13)x(3)+f(17)x(2)

t=6：Y(1.25×6)=f(2)x(7)+f(6)x(6)+f(10)x(5)+f(14)x(4)+f(18)x(3)

t=7：Y(1.25×7)=f(3)x(8)+f(7)x(7)+f(11)x(6)+f(15)x(5)+f(19)x(4)

t=8：Y(1.25×8)=f(0)x(10)+f(4)x(9)+f(8)x(8)+f(12)x(7)+f(16)x(6)

t=9：Y(1.25×9)=f(1)x(11)+f(5)x(10)+f(9)x(9)+f(13)x(8)+f(17)x(7)

……

此產生的聲音資料{..., y(1.25 × 4), y(1.25 × 5), y(1.25

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 43 ）

× 6), y(1.25 × 7), y(1.25 × 8), y(1.25 × 9),...}，相當於經由4倍過度取樣作用所產生的聲音資料，是理想值{x(1.26 × 4), x(1.26 × 5), x(1.26 × 6), x(1.26 × 7), x(1.26 ×8), x(1.26 × 9),...}的一個良好接近值。如果該過度取樣比率N值越大時，則該聲音資料則越接近其理想值。

讀取位址產生器4a和4b、濾波器係數字串選取器5a和5b、和濾波器操作單元2a和2b等元件之操作現在簡述如下：

第7圖為示意圖，顯示在一瞬間，由第1圖之音程變換裝置所完成的音程變換操作。

在第7圖之中，現在假設讀取位址產生器4a產生一個讀取位址“00000000010010111.10...”。在此時刻，相對於其整數部分之有效讀取位址為“00000000010010111”，也就是說，以十進位數表示則為”151”。相對於其小數部分之第一個與第二個位元之濾波器選取資訊以二進位數表示則為“10”。

在接收該讀取位址之際，記憶單元1從緩衝器之第151個到第147個位址上讀取聲音資料字串(五個聲音資料)。在接收到該濾波器選取資訊之際，該濾波器係數字串選取器5a選取第三個濾波器係數字串。

然後，讀取聲音資料字串和所選取的濾波器係數字串同時給予該濾波器操作單元2a，在該處施行濾波器操作。

類似的操作施行於讀取位址產生器4b、濾波器係數字串選取器5b和濾波器操作單元2b之中。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（44）

回頭參考第1圖，一對在事先已決定的時間上彼此不同的聲音資料從濾波器操作單元2a和2b處輸出至交叉混合器3。該交叉混合器3在此對聲音資料上施行交叉混合作用。此交叉混合作用與技藝背景章節中所描述的交叉混合作用相類似。

更明確地說，如同第24圖中所顯示的情況，該交叉混合器3事先儲存一對交叉混合作用係數，然後利用該對交叉混合作用係數乘上該對聲音資料。

交叉混合器3靠計算所供給之一對聲音資料的數目，從頭部偵測該對聲音資料在訊框上的位置。舉例來說，對一對聲音資料n1和n2而言，一對相對於α=n1和n2之V(α)計算出來。然後，每一個聲音資料乘上其相對應的V(α)值，且將相乘結果加總起來。

然後，相加的結果，也就是，音程變換之後的聲音資料，{y'(0), y'(1.25 × 1), y'(1.25 × 2),...}(通式為{y'(0), y'(k × 1), y'(k × 2),...})，在周期T之內，透過該聲音資料輸出端子8，輸出該音程變換裝置之外。

聲音資料在經音程變換之後，{y'(0), y'(k×1), y'(k×2),...}，從音程變換裝置輸出之後，再一次經由聲音資料輸入端子27供應給CD唱機。

在第20圖之中，經過音程變換後的聲音資料透過聲音資料輸入端子27供應給複製器22。該複製器22由供給的音程已變換後的聲音資料複製其聲音信號。

以上述方式所複製的聲音信號透過擴大器(未顯示)放

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（45）

大，然後供給擴音器，將聲音信號轉換成聲波。

第 2c 圖是一圖形，顯示在一瞬間，在音程變換後之聲音資料被複製成聲音信號。

在第 2c 圖中，相對於音程變換之聲音資料{y'(0), y'(k × 1), y'(k × 2),...}，{out(0), out(1), out(2),...}是其聲音信號。水平軸代表真實時間 t，單位為周期 T。

(第二實施例)

在第二實施例中，依據第一實施例之音程變換裝置更進一步施行線性內插，使用該線性內插能使得音程變換具有高精確度甚至於如果過度取樣比率很小。該線性內插的原理與在技藝背景中所已經描述的線性內插原理相同。然而，其不同點在於，根據第二實施例之音程變換裝置靠使用透過濾波器操作所產生的聲音資料來計算內插值，也就是說，該聲音資料已經過過度取樣作用。譬如，為計算內插值 y(1.26)，傳統的音程變換裝置使用兩聲音資料 x(1) 和 x(2)，而另一方面，依據第二實施例之音程變換裝置使用經過度取樣作用後之聲音資料 y(1.25)和 y(1.5)。

更進一步地，被當作線性內插之內插係數，使用讀取位址之小數部分之第{($\log_2$N)+1)}個位元或更低的位元。因此，線性內插能更容易地施行，且不需增加音程變換器的體積。

第 8 圖為依據本發明第二實施例所顯示的音程變換裝置之方塊圖。

根據第二實施例之音程變換裝置，譬如，可提供給如

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（46）

第 20 圖所示的傳統 CD 唱機。

在第 8 圖中，依據第二實施例之音程變換裝置包括：記憶單元 1、一對濾波器操作單元 2a 和 2b、另外一對濾波器操作單元 2c 和 2d、一對內插器 10a 和 10b、交叉混合器 3、一對讀取位址產生器 4a 和 4b、一對濾波器係數字串選取器 5a 和 5b、濾波器係數字串儲存器 6、聲音資料輸入端子 7、聲音資料輸出端子 8、和聲音控制信號輸入端子 9。注意，與傳統音程裝置(參考第 19 圖)和依據第一實施例之音程變換裝置(參考第 1 圖)元件相同的元件，將給予相同的參考號碼。

更明確地說，依據第二實施例之音程變換裝置比依據第一實施例之音程變換裝置，在結構上多增加了一對濾波器操作單元 2c 和 2d，和一對內插器 10a 和 10b。由該讀取位址產生器 4a 和 4b 所產生的讀取位址之小數部分之第 $\{(\log_2 N)+1)\}$ 個位元或更低的位元供給該對內插器 10a 和 10b，當作內插係數來使用。

聲音資料輸入端子 7 供應聲音資料 $\{x(0), x(1), x(2), x(3),...\}$，該聲音資料是從 CD 唱機之聲音資料輸出端子所輸出的。記憶單元 1 暫時儲存該聲音資料。

音程控制信號輸入端子 9 供應從 CD 唱機之音程控制信號輸出端子 26 所輸出的音程控制信號。讀取位址產生器 4a 和 4b 中的每一個讀取位址產生器累加由當作位址增加數值之音程控制信號所表示的音程變換比率，並且當作讀取位址來輸出累加結果。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（47）

也就是，讀取位址產生器 4a 和 4b 中的每一個讀取位址產生器所施行的操作與第 1 圖中所示的相對應元件所施行的操作完全相同。然後，所產生的讀取位址之整數位元給予記憶單元 1 當作有效讀取位址，且小數部分之第一和第二位元(其中 N=4)給予濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 當作濾波器選取資訊。

注意，在一般情況，小數部分之第一個到第$(\log_2 N)$個位元被給予濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 當作濾波器選取資訊。此操作與根據第一實施例之音程變換裝置之操作是相類似的。

有下面兩項不同點：第一，在此第二實施例，不僅有整數部分位元，同時，從上面整數位元和小數部分之第一個和第二個位元所計算出來之其他整數位元，一起給予記憶單元 1。兩者任選其一，上面整數位元和小數部分之第一個和第二個位元給予記憶單元 1，然後依據這些位元，記憶單元 1 計算出其他整數部分位元。其他整數部分位元能以“1”加之於由讀取位址產生器 4a 和 4b 所產生的讀取位址之小數部分之第二個位元(通常為，$(\log_2 N)$個位元)，然後再將加總結果的整數部分減去。

第二，在本實施例，在第一個實施例中未使用的小數部分的第三個或更低的位元將會給予內插器 10a 和 10b。一般而言，小數部分的第$\{(\log_2 N)+1\}$個或更低的位元給予內插器 10a 和 10b。

第 9 圖為顯示讀取位址產生器 4a 或 4b 之範例結構之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（48）

方塊圖。第10圖為另一個顯示讀取位址產生器4a或4b之範例結構之方塊圖。

在顯示於第9圖之結構範例之中，讀取位址產生器4a和4b，每一個皆包括累加器(ALU)16，以累加一位址增加值k。此結構與第3圖中所示的相類似。

在第10圖中所顯示的另一個結構範例中，讀取位址產生器4a和4b各包括一個ALU以累加常數(例如，1)，且乘法器17將從ALU所輸出的輸出乘上該位址增加值k。此結構與第4圖中所顯示的相類似。

第11圖為示意圖，顯示第9圖或第10圖之一個ALU之輸出寄存器(容量譬如為24位元)之範例。

在第10圖中所示的輸出寄存器中，譬如當N=4，小數部分的第三個位元當作內插係數。一般而言，該小數部分之第{(log$_2$N)+1}個或更低之位元將當作內插係數。除此之外，第11圖與第5圖相類似。

在讀取位址產生器4a和4b之間的關係與在第一實例中所說明的完全一樣，因此在此將不再予以說明。

再回頭參考第8圖，記憶單元1從緩衝器基於由讀取位址產生器4a和4b所產生的讀取位置之整數部分讀取聲音資料。

然而，對線性內插，除了如同在第一實施例中的一對聲音資料字串之外，記憶單元1讀取另一對聲音資料字串，此對字串彼此完全相同或者彼此在位址上相差1。更明確地說，基於從讀取位址產生器4a而來的整數部分位

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（49）

元，讀取彼此完全相同或在位址上相差之兩個聲音資料字串。相類似地，基於從讀取位址產生器 4b 而來的整數部分位元，讀取彼此完全相同或在位址上相差 1 之兩個聲音資料字串。當由讀取位址產生器 4a 和 4b 所產生的每一個讀取位址之小數部分之第一個與第二個位元代表“00”、“01”、“10”數字的其中一個之時，讀取兩個完全相同的聲音資料字串。當上述的第一個和第二個位元代表“11”之時，則讀取在位址上彼此相差 1 之兩個聲音資料字串。一般而言，僅在當小數部分之第一個至$(\log_2 N)$個位元全部皆為“1”之時，將讀取在位址上彼此相差 1 之兩個聲音資料字串，如果情況不是這樣，則將讀取兩個完全相同的聲音字串。

在濾波器係數字串儲存器 6，儲存 4 個(一般為 N 個)濾波器係數字串。這些濾波器係數字串為 4 個(一般為 N 個)副濾波器，其為第 25 圖之過度取樣器 11 中所包括的低通濾波器 14a 之多相分解作用所產生的。

當 N=4，低通濾波器 14a 是以上述公式(4)表示之。該 4 個副濾波器為上述公式(6-1)到(6-2)所表示之低通濾波器 14a 之多相分解作用所產生的。

濾波器係數字串選取器 5a 從儲存在濾波器係數字串儲存器 6 之 4 個(N)濾波器係數字串之中選取任何兩個相鄰在一起的濾波器係數字串。該選取動作之執行是基於由讀取位址產生器 4a 所產生的讀取位址之小數部分之第一個和第二個位元。然後，該濾波器係數字串選取器 5a 讀取這

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 50 ）

些選取的濾波器係數字串予濾波器操作單元 2a 和 2c。

濾波器係數字串選取器 5b 從儲存在濾波器係數字串儲存器 6 之 4 個(N)濾波器係數字串之中選取任何兩個相鄰在一起的濾波器係數字串。該選取動作之執行是基於由讀取位址產生器 4b 所產生的讀取位址之小數部分之第一個和第二個位元。然後，該濾波器係數字串選取器 5b 讀取這些選取的濾波器係數字串予濾波器操作單元 2b 和 2d。

基於從記憶單元 1 而來的聲音資料和從濾波器係數字串選取器 5a 而來的濾波器係數字串，每一個濾波器操作單元 2a 和 2c 施行濾波器操作。基於從記憶單元 1 而來的聲音資料和從濾波器係數字串選取器 5b 而來的濾波器係數字串，每一個濾波器操作單元 2b 和 2d 施行濾波器操作。

透過上述公式(3)，基於從濾波器係數操作單元 2a 和 2c 而來的一對聲音資料和從該讀取位址產生器 4a 而來的內插係數(也就是，讀取位址之第三個到第八個位元)，該內插器 10a 計算出內插值。透過上述公式(3)，基於從該濾波器係數操作單元 2b 和 2d 來的一對聲音資料和從該讀取位址產生器 4b 而來的內插係數(也就是，讀取位址之第三個到第八個位元)，該內插器 10b 計算出內插值。

交叉混合器 3 接收從內插器 10a 所輸出的內插聲音資料和從內插器 10b 所輸出的內插聲音資料，然後在該處施行交插混合作用。也就是說，每一個聲音資料乘上一個交叉混合係數，然後再將每個乘法結果加總起來。

經過交叉混合壓縮/擴張作用之聲音資料，也就是，經

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 51 ）

過音程變換後之聲音資料，從聲音資料輸出端子 8 被輸出去。

上述結構之音程變換裝置之操作將在下面之中予以說明。然而，與依據第一實施例之音程變換裝置之操作相同者則在此處不予說明或簡要說明，下面僅就其不同之操作予以說明之。

在第 20 圖之中，從 CD 20 和指示音程變換比率 k 之音程控制信號所讀取的聲音資料，透過聲音資料輸入端子 7 和音程控制信號輸入端子 9，供應給音程變換裝置。

輸入聲音資料暫時地儲存在記憶單元 1 之中。至於記憶單元 1 如何儲存聲音資料則顯示在第 22a 圖之中。

另一方面，輸入音程控制信號被一分為二，分別給予讀取位址產生器 4a 和 4b。基於所給的聲音控制信號，該讀取位址產生器 4a 和 4b 由在周期 T 內預先決定值而各別產生彼此不同之讀取信號。

所產生的成對讀取位址分別給予記憶單元 1、一對濾波器係數字串選取器 5a 和 5b、和一對內插器 10a 和 10b。

也就是，由讀取位址產生器 4a 所產生的讀取位址之位元字串之整數部分位元被當作有效讀取位址給予記憶單元 1。該小數部分之第一個和第二個位元被當作濾波器選取資訊給予濾波器係數字串選取器 5a。同時，小數部分之第一個和第二個位元給予了記憶單元 1，該小數部分之第三個到第八個位元給予了內插器 10a。

由讀取位址產生器 4b 所產生的讀取位址之位元字串

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 52 ）

之整數位元被當作有效讀取位址給予記憶單元 1，而小數部分之第一個和第二個位元被當作濾波器選取資訊給予濾波器係數字串選取器 5b。同時，該小數部分之第一個和第二個位元給予了記憶單元 1。該小數部分之第三個到第八個位元被給予了內插器 10b。

基於所給予的一對整數部分位元(有效讀取位址)，以相同於第一個實施例的方式，記憶單元 1 從緩衝器內讀取一對聲音資料字串。此外，從所給的一對整數部分位元和小數部分的第一個和第二個位元，該記憶單元 1 計算另一對整數部分位元。然後，基於該另外一對整數部分位元，記憶單元 1 更讀取另外一對彼此完全相同或在位址上相差 1 之聲音資料。

注意，在第 23 圖中，說明“w”、“r1”和“r2”之間的關係，在記憶單元 1 中之緩衝器上，“w”標明輸入聲音資料書寫上去的位置，而“r1”和“r2”則為分別標明從基於一對讀取位址產生器 4a 和 4b 上一對聲音資料字串所讀取的位置，在該處音程變換至更高之水準。將第 23 圖中所顯示的關係應用到本實施例，則將“r3”加到與“r1”相同之位置上，而“r4”加到與“r2”相同之位置上。然而，在某些情況，“r3”從“r1”暫時向後變換一位址(在圖中為向右)，而“r4”從“r2”暫時向後變換一位址(在圖中為向右)。

另一方面，濾波器係數字串選取器 5a 從儲存在濾波器係數字串儲存器 6 之 4 個(一般為 N)濾波器係數字串之中

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 53 ）

選取兩個相鄰在一起的濾波器係數字串。該選取動作之執行是基於所給之一對濾波器選取資訊。然後，該濾波器係數字串選取器 5a 讀取這些選取的濾波器係數字串予濾波器操作單元 2a 和 2c。

同樣地，濾波器係數字串選取器 5b 從儲存在濾波器係數字串儲存器 6 之 4 個(一般為 N)濾波器係數字串之中選取任何兩個相鄰在一起的濾波器係數字串。該選取動作之執行是基於所給之一對濾波器選取資訊。然後，濾波器係數字串選取器 5b 讀取這些選取的濾波器係數字串予濾波器操作單元 2b 和 2d。

例如，當 N=4，則第 0 個到第 3 個濾波器係數字串儲存在濾波器係數字串儲存器 6 之內，就如同在第一個實施例中所操作的一樣。

在此情況，基於所給的濾波器選取資訊，濾波器係數字串選取器 5a 施行濾波器選取作用之方式將如下說明。

當濾波器選取資訊為“00”之時，濾波器係數字串選取器 5a 選取相對於“00”和“01”之第 0 個和第 1 個濾波器係數字串，然後，分別將所選取的第 0 個和第 1 個濾波器係數字串給予濾波器操作單元 2a 和 2c。

當濾波器選取資訊為“01”之時，濾波器係數字串選取器 5a 選取相對於“01”和“10”之第 1 個和第 2 個濾波器係數字串，然後，分別將所選取的第 1 個和第 2 個濾波器係數字串給予濾波器操作單元 2a 和 2c。

當濾波器選取資訊為“10”之時，濾波器係數字串選

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 54 ）

取器5a選取相對於“10”和“11”之第2個和第3個濾波器係數字串，然後，分別將所選取的第2個和第3個濾波器係數字串給予該濾波器操作單元2a和2c。

當濾波器選取資訊為“11”之時，濾波器係數字串選取器5a選取相對於“11”和“00”之第3個和第0個濾波器係數字串，然後，分別將所選取的第3個和第0個濾波器係數字串給予該濾波器操作單元2a和2c。

另一方面，基於所給的濾波器選取資訊，該濾波器係數字串選取器5b施行濾波器選取作用之方式將如下說明。

當濾波器選取資訊為“00”之時，濾波器係數字串選取器5b選取相對於“00”和“01”之第0個和第1個濾波器係數字串，然後，分別將所選取的第0個和第1個濾波器係數字串給予該濾波器操作單元2b和2d。

當濾波器選取資訊為“01”之時，該濾波器係數字串選取器5b選取相對於“01”和“10”之第1個和第2個濾波器係數字串，然後，分別將所選取的第1個和第2個濾波器係數字串給予該濾波器操作單元2b和2d。

當濾波器選取資訊為“10”之時，該濾波器係數字串選取器5b選取相對於“10”和“11”之第2個和第3個濾波器係數字串，然後，分別將所選取的第2個和第3個濾波器係數字串給予該濾波器操作單元2b和2d。

當濾波器選取資訊為“11”之時，該濾波器係數字串選取器5b選取相對於“11”和“00”之第3個和第0個濾

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 55 ）

波器係數字串，然後，分別將所選取的第 3 個和第 0 個濾波器係數字串給予該濾波器操作單元 2b 和 2d。

基於從記憶單元 1 而來的一對聲音資料字串和從濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 而來的一對濾波器係數字串，濾波器操作單元 2a 和 2b 分別施行濾波器操作。同樣地，基於從記憶單元 1 而來的另一對聲音資料字串和從濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 而來的一對濾波器係數字串，濾波器操作單元 2c 和 2d 分別施行濾波器操作。每一個濾波器操作相似於在第一實施例之濾波器操作。

基於從濾波器操作單元 2a 和 2c 而來的聲音資料 y(m) 和 y(m+1/4)，和從讀取位址產生器 4a 而來的內插資訊(小數部分之第三個到第八個位元)，內插器 10a 靠使用下列所示的公式(7)來計算內插值 q(1.26 × n)。基於從濾波器操作單元 2b 和 2d 而來的聲音資料 y(m)和 y(m+1/4)，和從讀取位址產生器 4b 而來的內插資訊(小數部分之第三個到第八個位元)，內插器 10b 靠使用下列所示的公式(7)來計算內插值 q(1.26 × n)。

$$q(1.26\times n)=y(m)+(1.26\times n-m)\times\{y(m+1/4)-y(m)\}\ldots(7)$$

在此處，m 是(1/4)之一最大倍數但不大於 1.26。靠插入小數點於內插資訊(小數部分之第三個到第八個位元)之小數部分之第三個和第四個位元之間，計算出該內插係數(1.26×n-m)。

譬如說，當 t=3 時，讀取位址為 1.26×3，也就是 0000000000000011.11000110 (參考第一個實施例)。從讀取

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 56 ）

位址產生器 4a，此讀取位址之小數部分之第三個到第八個位元“000110”當作內插資訊供應給內插器 10a。同時，從濾波器操作單元 2a 和 2c，y(3.75)和 y(4.00)提供給內插器 10a。

反應之，在所供給的第三個到第八個位元“000110”中之小數部分第三個和第四個位元之間，內插器 10a 插入一小數點。然後，從產生的內插係數“0.00110(二位元進位表示法)”和聲音資料 y(3.75)和 y(4.00)，該內插器 10 使用上述公式(7)計算內插值 q(1.26 3)。

通常，當讀取位址為(k × n)之時，從內插係數(k×n-m)和聲音資料 y(m)和 y(m+1/N)之中，內插器 10a 和 10b 使用下列公式(8)計算內插值 q(k×n)。

$$q(k\times n)=y(m)+(k\times n-m)\times\{y(m+1/N)-y(m)\}\ldots\ldots\ldots(8)$$

進一步地施行此線性內插，則依據本實施例之音程變換裝置能達成比在第一實施例中之音程變換裝置更高精確度之音程變換。

對在事先已決定之時間上不同時間之成對聲音資料在周期 T 內，從內插器 10a 和 10b 依序地輸出至交叉混合器 3。該交叉混合器 3 施行交叉混合作用於此些聲音資料。該交叉混和作用與第一實施例中的交叉混合作用相類似。

更明確地說，交叉混合器 3 將事先儲存一對交叉混合係數，而比交叉混合係數乘上該對已內插的聲音資料，譬如，如第 24 圖所示。

交叉混合器 3 從訊框頭部計算所供給之內插成對聲音

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 57 ）

資料的數目，以偵測在訊框內內插對聲音之位置。例如，對 n_1 和 n_2 內插聲音資料，對應於 α =n1 和 n2 之成對 V(α) 計算出來。然後，每一個聲音資料乘以其相對應的 V(α) 且相乘的結果彼此相加起來。

然後，相加的結果，也就是，聲音資料在音程變換之後，{q'(0), q'(k×1), q'(k×2),...}在周期 T 透過聲音資料輸出端子 8 輸出於音程變換裝製之外。

聲音資料在音程變換之後之{q'(0), q'(k×1), q'(k×2),...}從音程變換裝置輸出之後，再一次透過聲音資料輸入端子 27 供給 CD 唱機。

在第 20 圖，經音程變換之後的聲音資料透過聲音資料輸入端子 27 之供應給予複製器 22。然後，複製器 22 從所供給已作音程變換之聲音資料以複製其聲音信號。

以上述之方式所複製的聲音信號，透過擴大器(未顯示)放大，並同時供應給擴音器，且然後轉換成聲波。

(第三實施例)

第 12 圖為依據本發明第三實施例所顯示的音程變換裝置之結構方塊圖。

根據第二實施例之音程變換裝置，譬如，可提供給如第 20 圖所示的傳統 CD 唱機。

在第 12 圖中，依據第三實施例之音程變換裝置包括：記憶單元 1、濾波器操作單元 2a、交叉混合器 3、讀取位址產生器 4a、濾波器係數字串選取器 5a、濾波器係數字串儲存器 6、聲音資料輸入端子 7、聲音資料輸出端子 8、和

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（58）

聲音控制信號輸入端子9。注意，與依據第一實施例之音程變換裝置(參考第1圖)元件相同的元件，將給予相同的參考號碼。

也就是說，依據第三實施例之音程變換裝置比依據第一實施例之音程變換裝置(參考第1圖)，在結構上，省略了讀取位址產生器4b濾波器係數字串選取器5b、和濾波器操作單元2b，並且更進一步地，濾波器操作單元2a與交叉混合器3彼此對換順序。

其元件之操作，除了記憶單元1和交叉混合器之外，其餘皆與第一實施例者相同。

第13圖為圖形，其概要地表示第12圖之記憶單元1和交叉混合器3之內部結構。

在第13圖之中，包括在記憶單元1中之緩衝器是環圈緩衝器，其儲存資料之頭部與末端彼此連結在一起，就像環圈一樣。此環圈緩衝器之容量是相當於讀取位址指示器“r1”和“r2”間距離之兩倍。

此處，假設在記憶單元1中的環圈緩衝器之容量為4096個字。因此，在記憶體單元1中如果環圈緩衝器的頭部在位址0處且環圈緩衝器的末端在位址4095，此些位址是連續的，也就是，在位址4095之後為位址0。

在環圈緩衝器上，寫入位址指示器“w”以事先決定的速度和以第13圖中箭頭所指示的方向來進行。“w”在單位時間內(取樣周期T)進行一個位址，與k值無關。

另一方面，讀取位址指示器“r1”和“r2”在環圈緩

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 59 ）

衝器上保持彼此相對的位置關係，且以箭頭所指示的方向，以比“w”速度快上“k”(=音程變換比率)倍的速度進行。

在此情況，讀取位址指示器“r1”和“r2”之間的關係可以下列公式(9)所表示者代表之。

$r2=r1+2048(0 \leqq r1 < 2047)$, $r2=r1-2048(2048 \leqq r1 < 4096)$ .....(9)

因此，基於從讀取位址產生器4a而來的讀取位址r1，使用上述之公式(9)，記憶單元1計算出r2，從該處讀取一對與第一實施例一樣的聲音資料。

下列有兩點是要注意的。

第一，因為有如上述公式(9)所代表之該對讀取位址r1和r2間之關係的存在，所以，如果r1和r2中有任何一個為已知，則記憶單元1能夠讀取與第一實施例相同的一對聲音資料。

第二，因為r1和r2在小數部分不相同，因此，不需要針對每一個r1和r2個別地選取使用在濾波器操作中的濾波器係數字串。更進一步，因為濾波器操作和交叉混合作用之執行的次序交換，因此這些操作不必針對每一個r1和r2個別地執行。

在觀察此些注意要點，依據第三實施例之音程變換裝置之架構如上所形容的一般。也就是說，本音程變換裝置比依據第一實施例之音程變換裝置(參考第1圖)，在結構上，省略了讀取位址產生器4b、濾波器係數字串選取器

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 60 ）

5b、和濾波器操作單位 2b，並且更進一步地，濾波器操作單位 2a 與交叉混合器 3 彼此交換順序。

更進一步地，在環圈緩衝器上，寫入位址指示器“w”在內部區分讀取位址指示器“r1”和“r2”(長度為 2048 個字)之間的圓弧為 a1 和 a2。

也就是，a1 代表寫入位址“w”與讀取位址“r1”之間的差距，另一方面，a2 代表寫入位址“w”與讀取位址“r2”之間的差距。a1 和 a2 滿足下列公式(10)。

$$a1+a2=2048 \quad \ldots\ldots(10)$$

在此時刻，交叉混合器 3 先前所儲存的一對交叉混合係數 V(a1)和 V(a2)乘上由記憶單元 1 讀取的一對聲音資料。

第 14 圖為一範例，顯示該對交叉混合係數 V(a1)和 V(a2)。

因為 a1 和 a2 具有上面公式(10)所代表的關係，因此只要知道 a1 和 a2 中的其中一個即可以。因此，如第 14 圖所示，當 a1(或 a2)是 0 到 2048，交叉混合器 3 事先儲存 V(a1)和 V(a2)。然後，交叉混合器 3 從讀取位址產生器 4a 而來的讀取位址和寫入位址 w 來計算 a1，選取相對於 a1 的 V(a1)和 V(a2)，然後將從記憶單元 1 來的一對聲音資料乘上所選取的 V(a1)和 V(a2)。

上述結構之音程變換裝置之操作將解釋如下。然而，該操作與依據第一個實施例之音程變換裝置之操作相同的部分將予以省略或在此處簡述之，而不同之處將詳細說

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 61 ）

明。

在第 20 圖中，從 CD 20 和指示音程變換比率 k 之音程控制信號所讀取的聲音資料，透過聲音資料輸入端子 7 和音程控制信號輸入端子 9，供應給音程變換裝置。

輸入聲音資料暫時儲存在記憶單元 1 之中。至於記憶單元 1 如何儲存聲音資料則顯示在第 22a 圖中。

另一方面，輸入音程控制信號給予讀取位址產生器。基於所給的聲音控制信號，讀取位址產生器 4a 由在周期 T 內產生讀取信號。此讀取位址與在第一實施例中的讀取位址相同。

所產生的讀取位址分別給予記憶單元 1 和一對濾波器係數字串選取器 5a。

也就是，由讀取位址產生器 4a 所產生的讀取位址之位元字串之整數位元當作有效讀取位址給予記憶單元 1。該小數部分之第一個和第二個位元當作濾波器選取資訊給予濾波器係數字串選取器 5a。

基於所給予的整數部分位元(有效讀取位址 r1)，記憶單元 1 從緩衝器內讀取聲音資料字串。

也就是，記憶單元 1 使用上述之公式(9)和基於已知的 r1 先計算出另外一個位址 r2，然後在從相對於 r1 和 r2 的諸位址讀取該對聲音資料。

第 15 圖為圖形，概要地表示輸入聲音資料寫入的位置(寫入位址指示器 “w”)和基於讀取位址產生器 4a 所給予位址而讀取之一對聲音資料之兩個位置(讀取位址指示器

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（62）

“r1”和“r2”)三者之間的關係，其中音程變換至更高的位置。

在第15圖中，“w1”，“r1”，和“r2”隨著時間所移動的位置將標示以(a), (b),...,(l)。在標示為(l)的狀態與標示為(a)的狀態是相同的，且(a), (b),..., (l)的狀態是重複的。

在整個從(a)到(l)之諸狀態中，“r1”和“r2”一直保持著彼此相互對立的位置關係。“w”在每個狀態的移動方向就如每個狀態中的箭頭所指示的一樣。“r1”與“r2”移動在相同的方向，但是速度較“w”為快。注意，a1代表“w”和“r1”間的距離，同時，a2代表“w”和“r2”間的距離。這些關係已在第13圖中說明了。

狀態(a)或狀態(l)表示當“r2”超過“w”之一瞬間。在這個例子，從“r2”位置所讀取的聲音資料變成不連續。

狀態(g)表示當“r1”超過“w”之一瞬間。在這個例子，從“r1”位置所讀取的聲音資料變成不連續。

狀態(d)表示當a1=a2之一瞬間。

回頭參考第13圖，在周期T之內，交叉混合器3將從記憶單元1所讀取的一對聲音資料分別乘上一對交叉混合係數。然後，交叉混合器3將兩個乘法結果相加起來以供輸出。

所倚靠之交叉混合係數以便從環圈緩衝器上之“r1”和“r2”讀取聲音資料分別是V(a1)和V(a2)。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 63 ）

從第 14 圖和第 15 圖之相比較可以知道，當從“r2”位置所讀取的聲音資料變成不連續的一瞬間(也就是，狀態(a))，V(a2) = 0。相類似地，當從“r1”位置所讀取的聲音資料變成不連續的一瞬間(也就是，狀態(g))，V(a1) = 0。因此，從交叉混合器 3 的輸出信號是連續的數值。

另一方面，濾波器係數字串選取器 5a，基於所給的一對濾波器選取資訊，選取儲存在濾波器係數字串儲存器 6 中 4(一般為 N)個濾波器係數字串中的任何一個。然後，濾波器係數字串選取器 5a 讀取所選取的濾波器係數字串給濾波器操作單元 2a。

注意，儲存在濾波器係數字串儲存器 6 中的 4 個濾波器係數字串與第一實施例中的完全一樣。同時，濾波器係數字串選取器 5a 選取這些濾波器係數字串中任何一個的方式與在第一實施例中所示的方式一樣。

基於從記憶單元 1 而來的聲音資料和從濾波器係數字串選取器 5a 而來的濾波器係數字串，濾波器操作單元 2a 施行濾波器操作，並計算{y'(0), y'(k × 1), y'(k × 2),...}。

透過聲音資料輸入端子 27，從音程變換裝置所輸出在音程上已變換的聲音資料{y'(0), y'(k × 1), y'(k × 2),...}再一次供給 CD 唱機。

在第 20 圖，經音程變換之後的聲音資料透過聲音資料輸入端子 27 之供應給予複製器 22。然後，複製器 22 從所供給已作音程變換之聲音資料以複製其聲音信號。

以上述之方式所複製的聲音信號，透過擴大器(未顯示)

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 64 ）

放大，並同時供應給擴音器，且然後轉換成聲波。從在音程已變換之聲音資料複製該聲波之過程相似於第 2c 圖中所表示的。

雖然本發明已經詳細地說明，但是前面的敘述是所有樣式的示意性而非限制性。應該瞭解的是，眾多的其他修飾和變化能予以設計出但仍不脫離本發明的範疇。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：音程變換裝置）

本發明提供一種音程變換裝置，具有以高精確度及不改變任何複製時間的情況下，變換聲音之音程至任何水準，和同時在不增加體積和速度的情況下，充份地降低高頻扭曲之能力。對一個四倍過度取樣作用過程，透過低通濾波器的多相分解而產生四個副濾波器，相對於此四個副濾波器，有四個濾波器係數字串儲存在一個濾波器係數字串儲存器 6 之中。依據一對讀取位址產生器 4a 和 4b 所產生的每一個讀取位址之小數部分之第一個和第二個位元，濾波器係數字串選取器 5a 和 5b，分別選取儲存在濾波器係數字串儲存器 6 中之四個濾波器係數字串的任何一個濾波器係數字串。濾波器操作單元 2a 和 2b 接收一對聲音資料字串，然後使用分別由濾波器係數字串選取器 5a 和 5b 所選取之濾波器係數字串，以執行濾波器操作。

英文發明摘要（發明之名稱：PITCH SHIFTER）

A pitch shifter capable of shifting an acoustic signal in pitch to an arbitrary level with a high degree of accuracy without any change in reproduction time, and also sufficiently reducing high-frequency distortion without being increased in size or speeded-up is provided. Stored in a filter coefficient string storage 6, four filter coefficient strings corresponding to four sub-filters produced through polyphase decomposition of a low-pass filter for 4-fold oversampling. Filter coefficient string selectors 5a and 5b select, based on the first and second bits of the decimal part of each of read addresses generated by the read address generators 4a and 4b, respectively, any one of the four filter coefficient strings stored in the filter coefficient string storage 6. Filter operation units 2a and 2b receive paired sound data strings, and carry out a filter operation by using the filter coefficient strings selected by the filter coefficient string selector 5a and 5b, respectively.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

1. 一種音程變換裝置，能夠變換聲音信號之音程至任何水準而在複製時間上無任何之改變，所述音程變換裝置包括：

聲音資料輸入端子，靠取樣所述聲音信號，依序地，將所產生的不連續的聲音資料提供給該端子；

音程控制信號輸入端子，由表示音程變換比率的音程控制信號供給至該端子；

成對讀取位址產生器，基於所述音程控制信號輸入端子所提供的音程控制信號，每一個讀取位址產生器以一預先決定的數值產生彼此不同的讀取位址；

包括緩衝器之記憶單元，能依序地寫入該緩衝器，由所述聲音資料輸入端子所提供的聲音資料，並且從緩衝器，基於所述讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址之整數部分位元，讀取一對聲音資料字串；

濾波器係數字串儲存器，將儲存一預先已排序之相對於N個副濾波器之N個濾波器係數字串，該N個副濾波器是透過N倍過度取樣(N是2的次方)之低通濾波器之多相分解所製造的；

成對濾波器係數字串選擇器，基於所述讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址之小數部分之第一個到第$(\log_2 N)$個位元，每一個選擇器選取儲存在所述濾波器係數字串儲存器內之N個濾波器係數字串之其中任何一個；

成對濾波器操作單元，其每一個單元施行濾波器操

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

作於成對聲音資料字串中之每一個聲音資料字串，該聲音資料字串之讀取是靠所述記憶單元使用所述濾波器係數字串選擇器所選取之濾波器係數所完成；和

交叉混合器，能將從所述濾波器操作單位輸出的成對聲音資料之每一個聲音資料乘上交叉混合係數，然後再把乘的諸結果加在一起。

2. 根據申請專利範圍第1項之音程變換裝置，其中，每一個所述讀取位址產生器包括累加器，以累加音程變換比率。

3. 根據申請專利範圍第1項之音程變換裝置，其中，每一個所述讀取位址產生器包括

累加器，以累加事先已決定之數值，和

乘法器，將該累加器所輸出之值乘以該音程變換比率。

4. 根據申請專利範圍第1項之音程變換裝置，其中，當由所述緩衝器中讀取成對聲音資料字串，從該緩衝器，該記憶單元更進一步讀取另外成對聲音資料字串，與前述之該對聲音資料字串相同，或在位址上相差1，

該成對濾波器係數字串選擇器，每一個選擇器在鄰近於濾波器係數字串旁更加選擇另一成對濾波器係數字串，

所述音程變換裝置更進一步地包括

另一成對濾波器操作單元，以施行濾波器操作於另一成對聲音資料字串，此聲音資料字串是由所述記憶單

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

元使用所述濾波器係數字串選擇器所選擇的另外濾波器係數字串所讀取的；和

成對內插器，供給由所述成對濾波器操作單元所輸出的成對聲音資料和由所述另外成對濾波器操作單元所輸出的成對聲音資料，來產生成對內插資料，以{$\log_2 N+1$}位元或所述讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址較低者，以計算線性內插值來內插兩個相鄰近的聲音資料，和

所述交叉混合器，供給成對從成對內插器所輸出的聲音資料。

5. 根據申請專利範圍第4項之音程變換裝置，其中，每一個所述讀取位址產生器包括累加器，以累加該音程變換比率。

6. 根據申請專利範圍第4項之音程變換裝置，其中，每一個所述讀取位址產生器包括

累加器，累加事先已決定之數值，和

乘法器，將累加器所輸出值乘以該音程變換比率。

7. 一種音程變換裝置，能夠變換聲音信號之音程至任何水準而在複製時間上無任何之改變，所述音程變換裝置包括：

聲音資料輸入端子，靠取樣所述聲音信號，依序地，將所產生的不連續的聲音資料提供給該端子；

音程控制信號輸入端子，將表示音程變換比率的音程控制信號供給該端子；

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

單一讀取位址產生器，基於所述音程控制信號輸入端子所提供的音程控制信號，產生讀取位址；

包括緩衝器之記憶單元，能依序地寫入該緩衝器，由所述聲音資料輸入端子所提供的聲音資料，並且從緩衝器，基於所述讀取位址產生器所產生的每一個讀取位址之整數部分位元，讀取對彼此不同於事先已決定之位址數字之聲音資料字串；

交叉混合器，能將從所述記憶單元所讀取的成對聲音資料之每一個聲音資料乘上一個交叉混合係數，然後再把乘的諸結果加在一起；

濾波器係數字串儲存器，用來儲存相對於N個副濾波器之N個濾波器係數字串，該N個副濾波器是透過N倍過度取樣(N是2的次方)之低通濾波器之多相分解所製造的；

單一濾波器係數字串選擇器，基於所述讀取位址產生器所產生的讀取位址之小數部分之第一個到第$(\log_2 N)$個位元，該選擇器選取儲存在所述濾波器係數字串儲存器內之N個濾波器係數字串之其中任何一個；和

單一濾波器操作單元，施行濾波器操作於聲音資料字串，該聲音資料字串是從所述之交叉混合器所輸出，靠使用所述濾波器係數字串選擇器所選取之濾波器係數所完成。

8. 根據申請專利範圍第7項之音程變換裝置，其中，該等讀取位址產生器包括累加器，以累加該音程變換比率。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

9. 根據申請專利範圍第7項之音程變換裝置，其中，該等讀取位址產生器包括

累加器，用來累加事先已決定之數值，和

乘法器，將該累加器所輸出之值乘以該音程變換比率。

10. 根據申請專利範圍第7項之音程變換裝置，其中，

在所述緩衝器上，配有書寫位址指示器表示一位置，由所述聲音資料輸入端子所輸入的聲音資料書寫在該位置，在該緩衝器上，另配有成對讀取位址指示器，每一個指示器表示每一個所讀取該成對聲音資料的頭部位置，和

所述緩衝器是一個圓環狀緩衝器，此圓環狀緩衝器之頭與尾是連接在一起的，所具有的容量相當於所述成對讀取位置指示器間的距離，

所述記憶單元供給位於所述成對讀取位址指示器中任何一個所述讀取位址指示器與所述書寫位址指示器之間之距離，和

所述交叉混合器，根據所述記憶單元所供給的距離，將形成所述成對聲音資料字串的每一個聲音資料乘上交叉混合係數。

11. 根據申請專利範圍第10項之音程變換裝置，其中，該讀取位址產生器包括累加器，以累加該音程變換比率。

12. 根據申請專利範圍第10項之音程變換裝置，其中，該讀取位址產生器包括

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

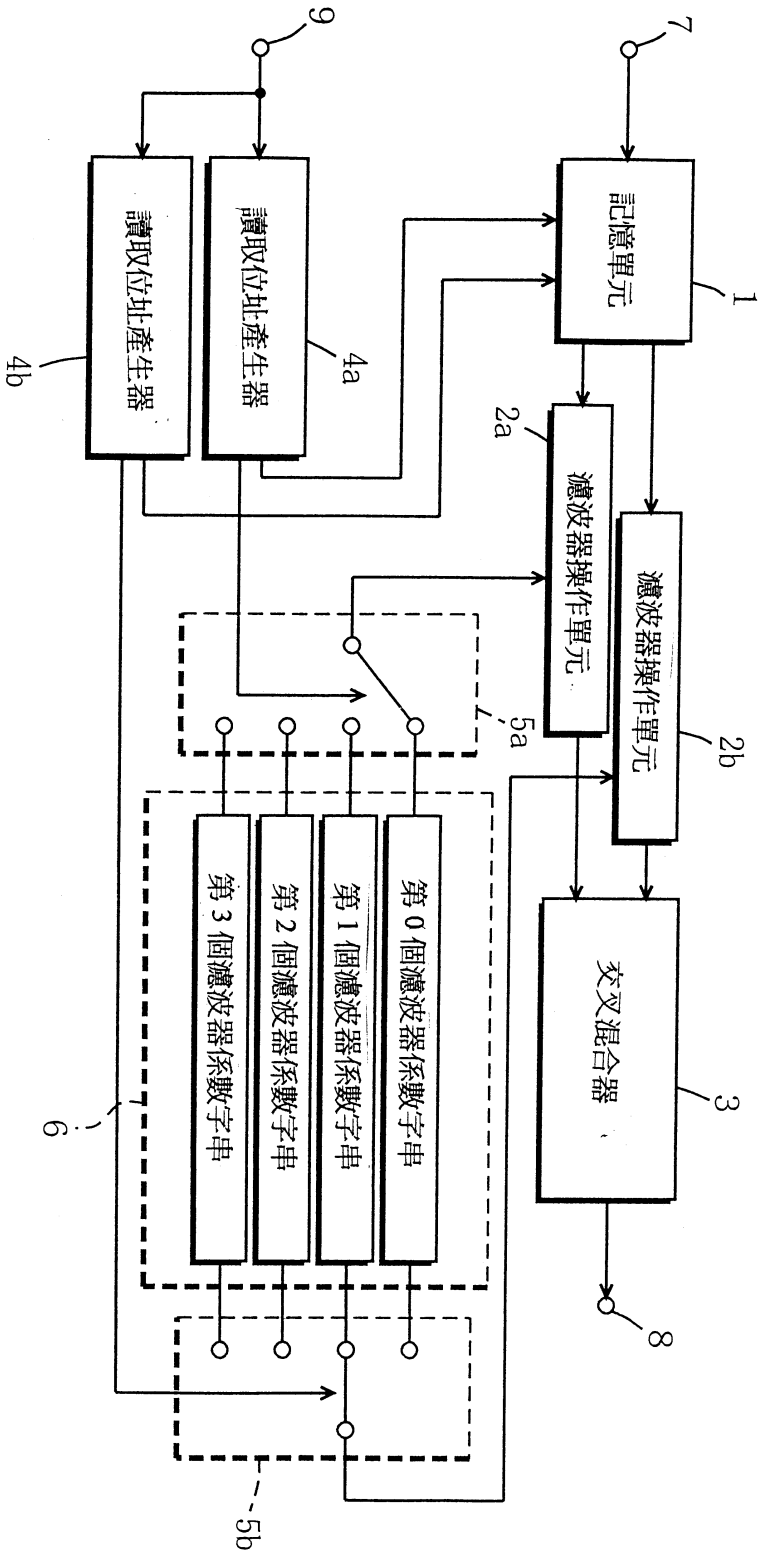
六、申請專利範圍

累加器，用來累加事先已決定之數值，和

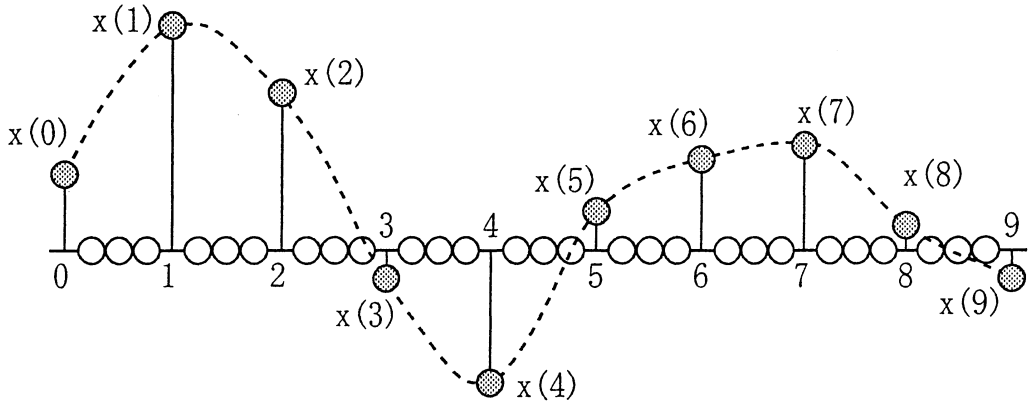
乘法器，將該累加器所輸出之值乘以該音程變換比率。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線

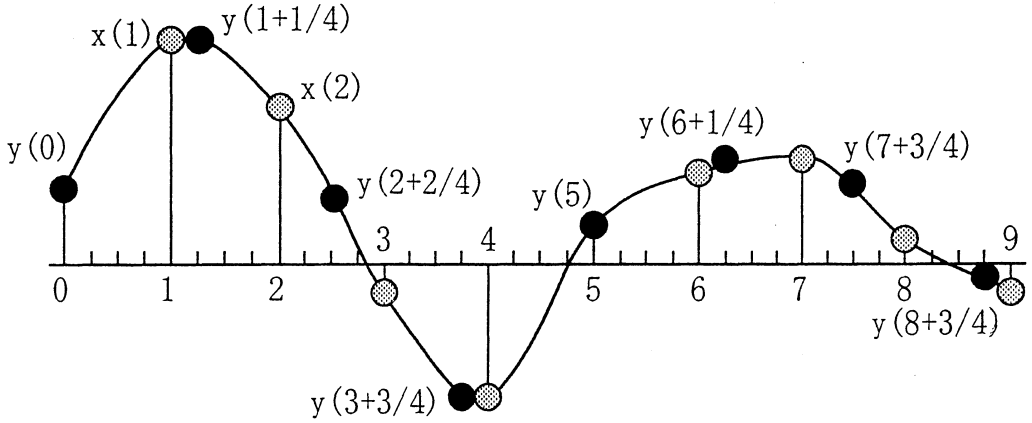
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製


記憶單元
1
讀取位址產生器
4a
讀取位址產生器
4b
濾波器操作單元
2a
濾波器操作單元
2b
交叉混合器
3
第0個濾波器係數字串
第1個濾波器係數字串
第2個濾波器係數字串
第3個濾波器係數字串
5a
5b
6
7
8
9

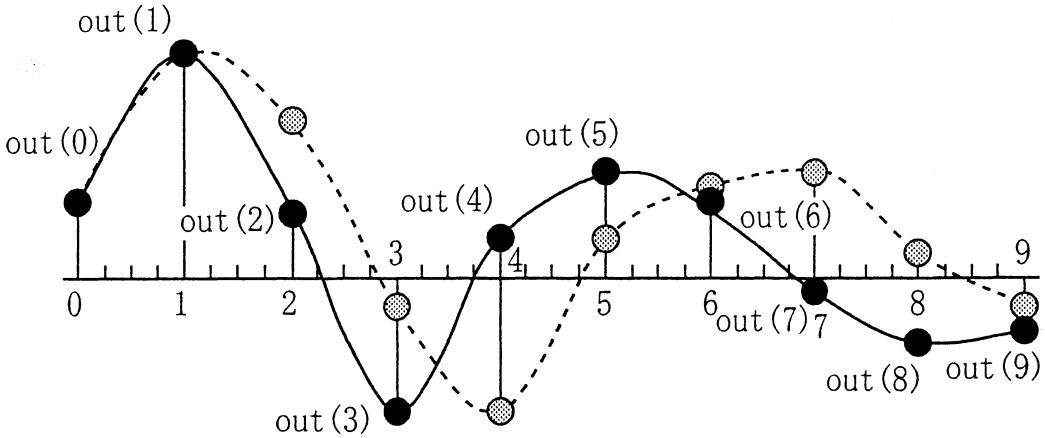
第1圖



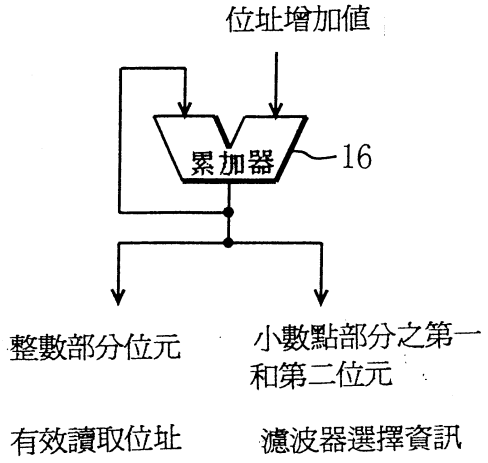
第 2a圖



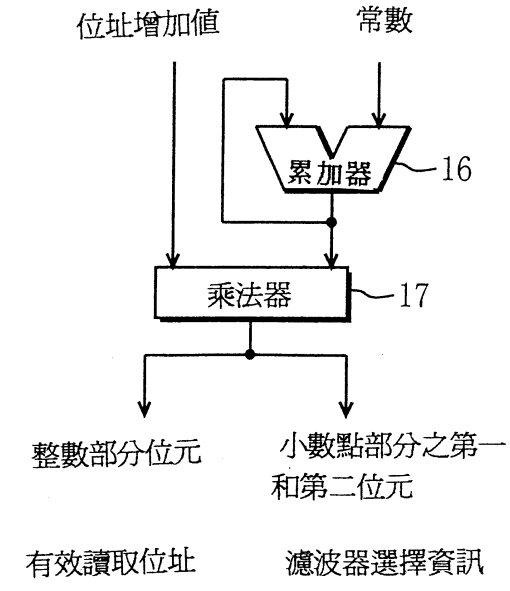
第 2b圖



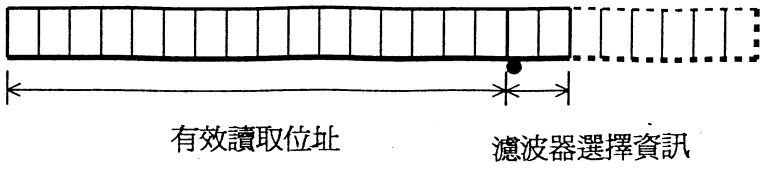
第 2c圖


位址增加值
累加器
16
整數部分位元
小數點部分之第一和第二位元
有效讀取位址
濾波器選擇資訊

第 3 圖

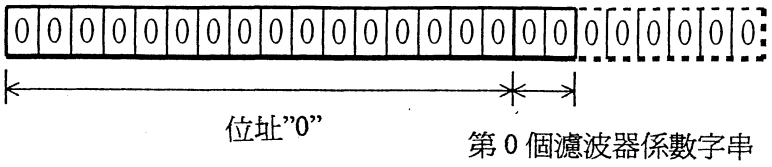

位址增加值
常數
累加器
16
乘法器
17
整數部分位元
小數點部分之第一和第二位元
有效讀取位址
濾波器選擇資訊

第 4 圖

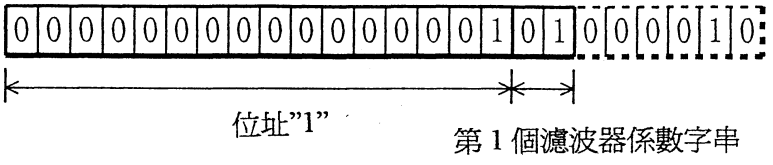

有效讀取位址
濾波器選擇資訊

第 5 圖

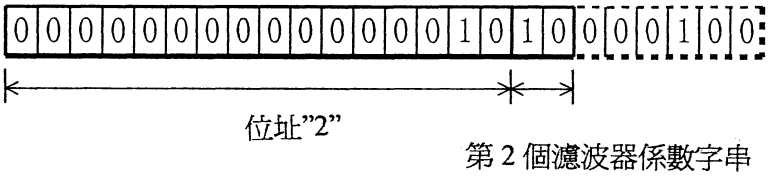
第 6a圖



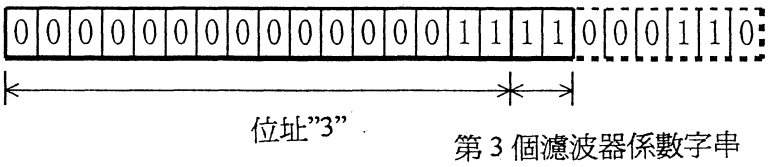
第 6b圖



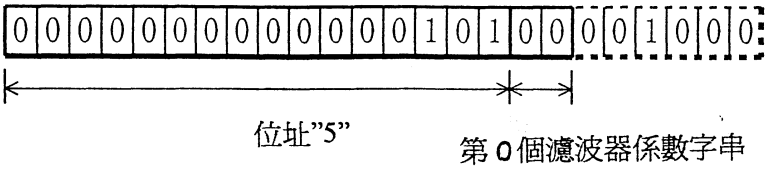
第 6c圖



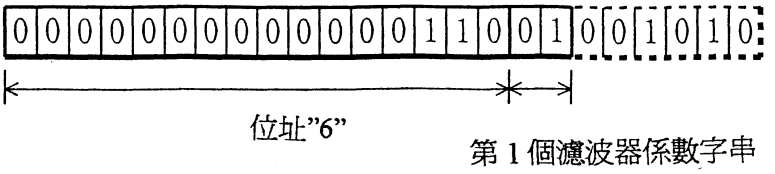
第 6d圖

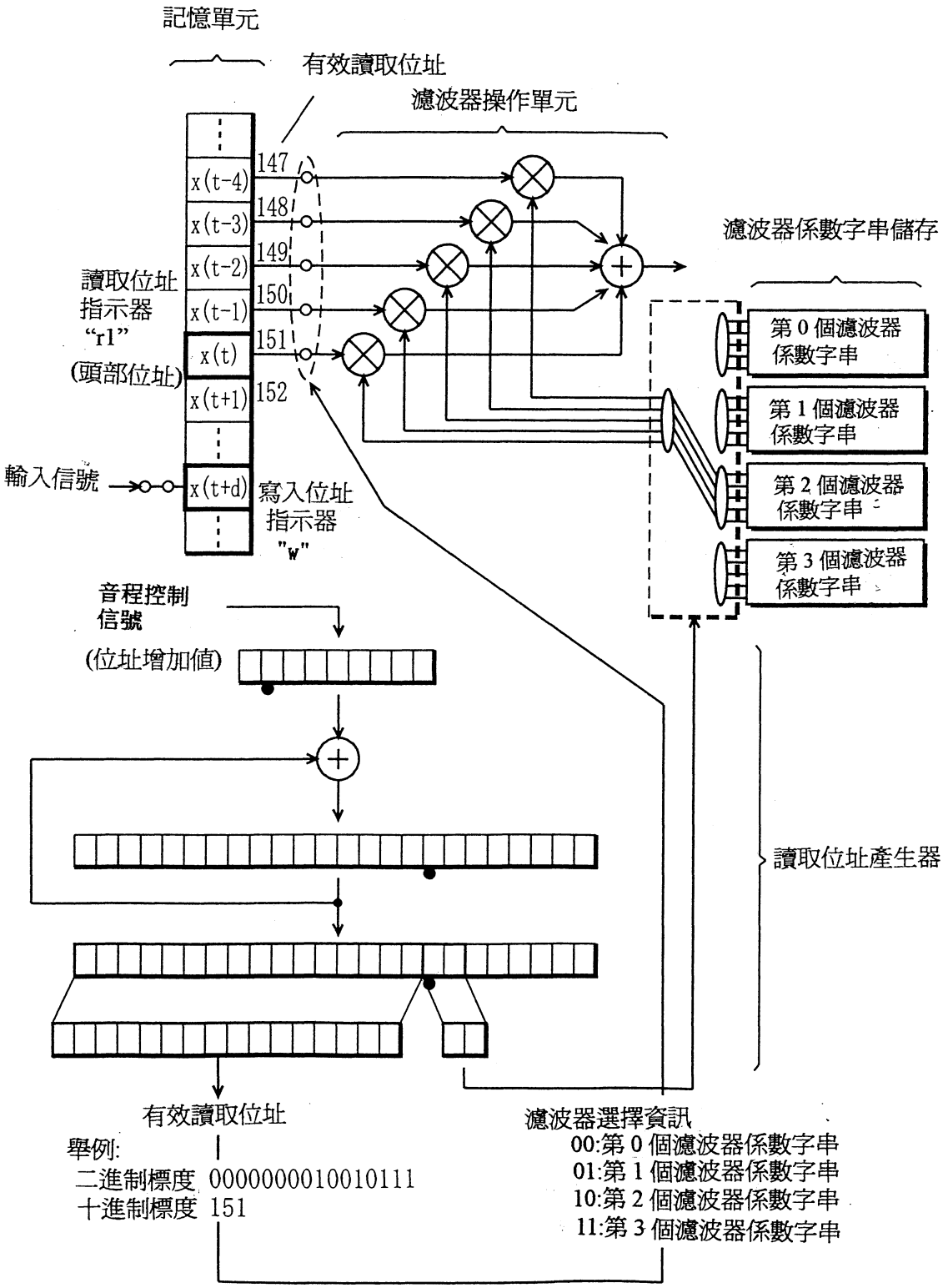


第 6e圖

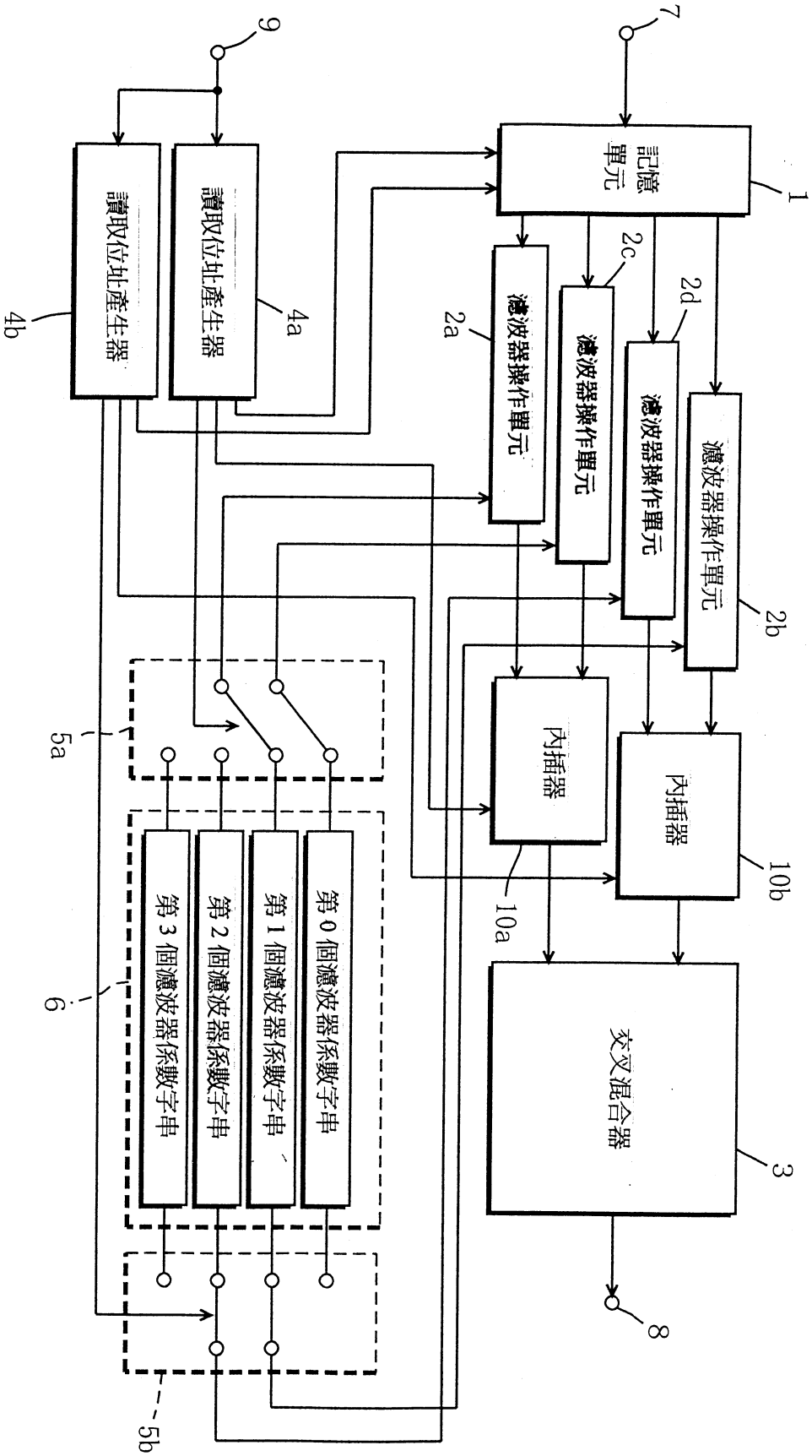


第 6f圖

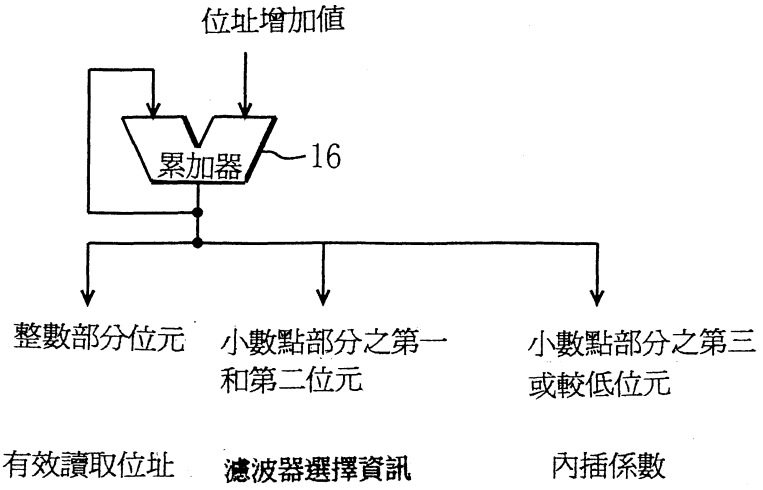



記憶單元
有效讀取位址
濾波器操作單元
濾波器係數字串儲存
x(t-4)
x(t-3)
x(t-2)
x(t-1)
x(t)
x(t+1)
x(t+d)
147
148
149
150
151
152
讀取位址
指示器
"r1"
(頭部位址)
輸入信號
寫入位址
指示器
"w"
第 0 個濾波器
係數字串
第 1 個濾波器
係數字串
第 2 個濾波器
係數字串
第 3 個濾波器
係數字串
音程控制
信號
(位址增加值)
讀取位址產生器
有效讀取位址
舉例:
二進制標度 0000000010010111
十進制標度 151
濾波器選擇資訊
00:第 0 個濾波器係數字串
01:第 1 個濾波器係數字串
10:第 2 個濾波器係數字串
11:第 3 個濾波器係數字串

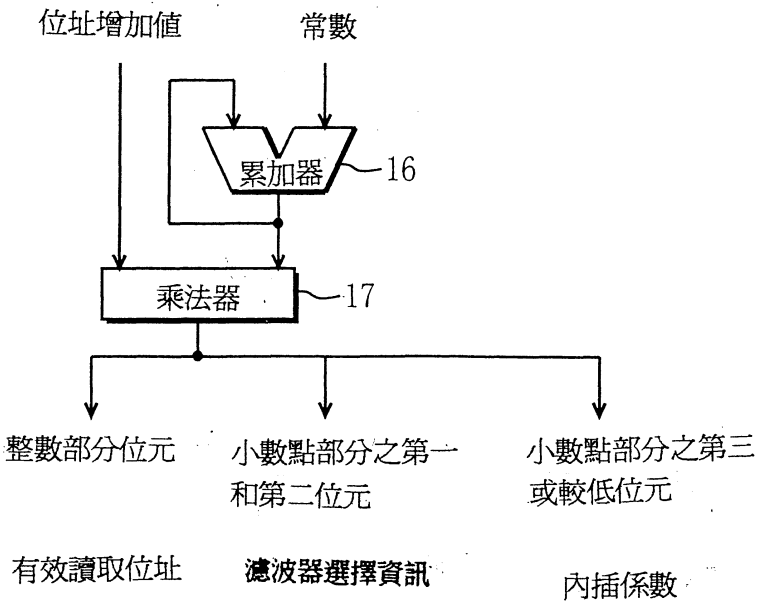
第 7 圖


記憶單元
1
7
9
讀取位址產生器
4a
讀取位址產生器
4b
濾波器操作單元
2a
濾波器操作單元
2c
濾波器操作單元
2d
濾波器操作單元
2b
內插器
內插器
10b
10a
交叉混合器
3
8
5a
5b
6
第0個濾波器係數字串
第1個濾波器係數字串
第2個濾波器係數字串
第3個濾波器係數字串

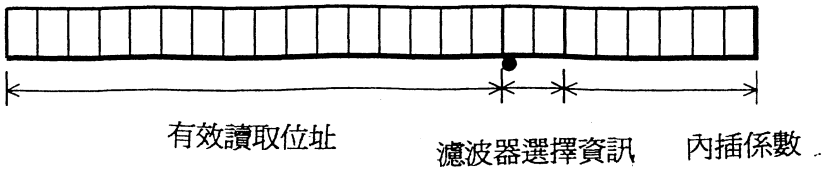
第8圖



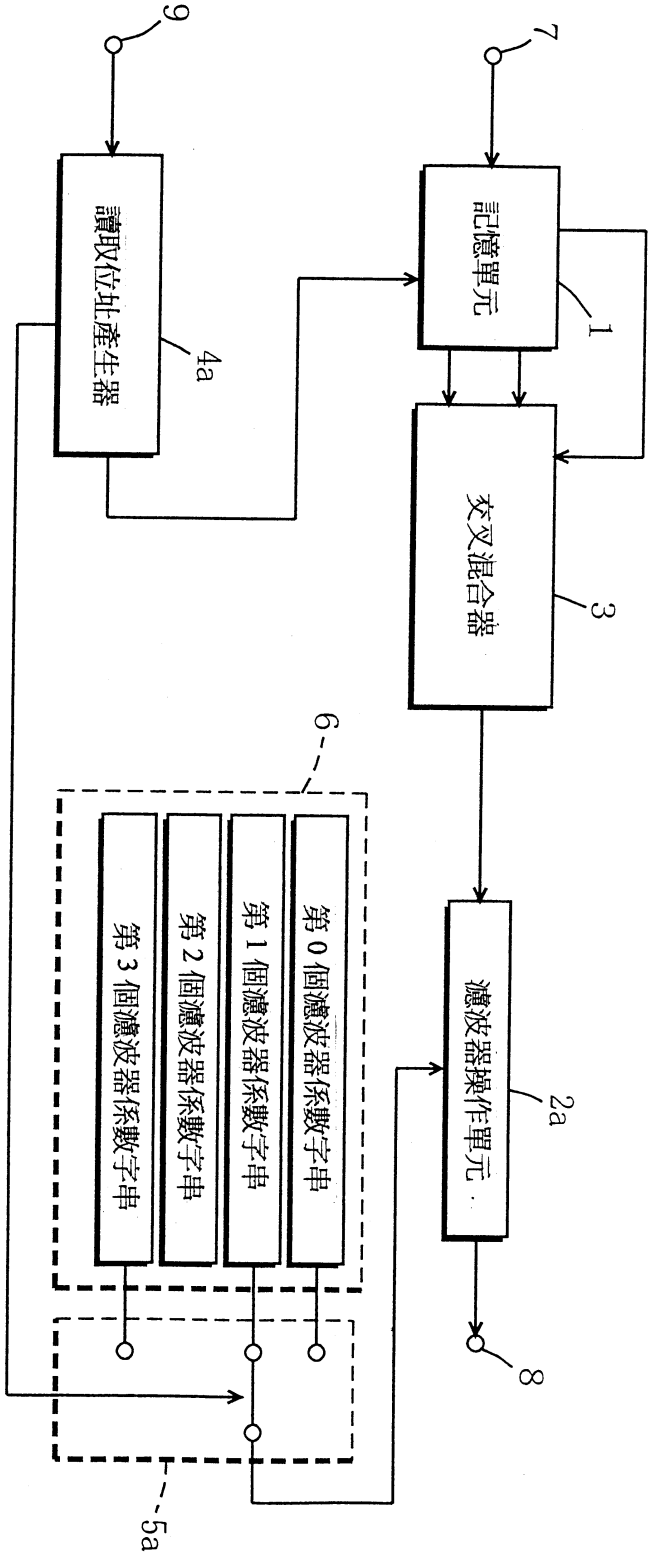
第 9 圖



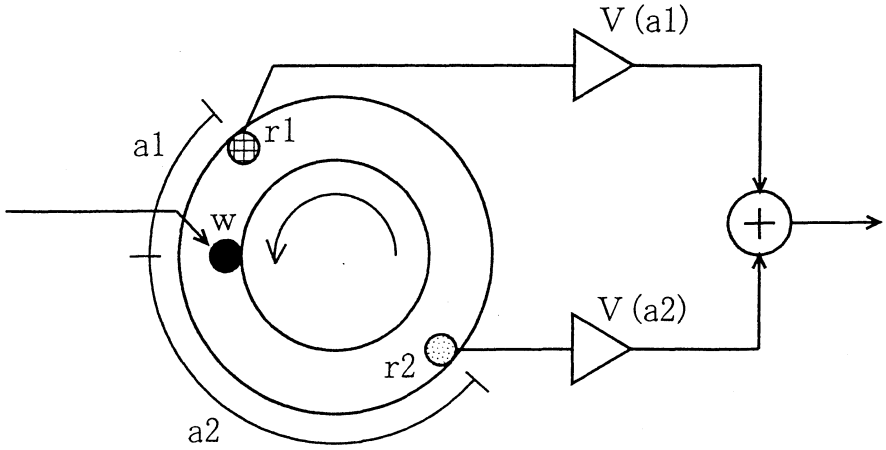
第10圖



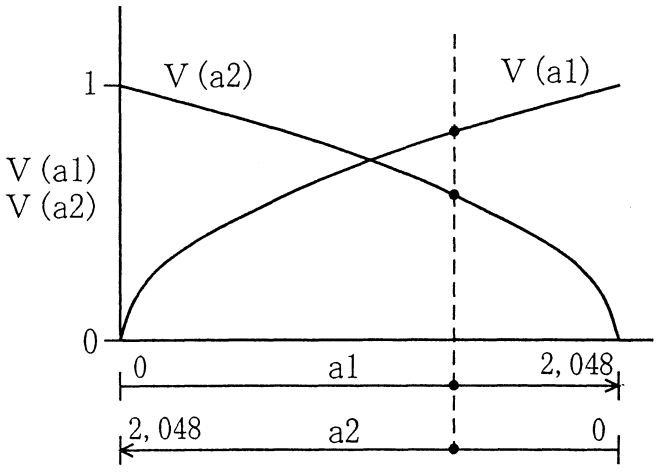
第11圖


7
9
記憶單元
1
讀取位址產生器
4a
交叉混合器
3
6
濾波器操作單元
2a
8
第 0 個濾波器係數字串
第 1 個濾波器係數字串
第 2 個濾波器係數字串
第 3 個濾波器係數字串
5a

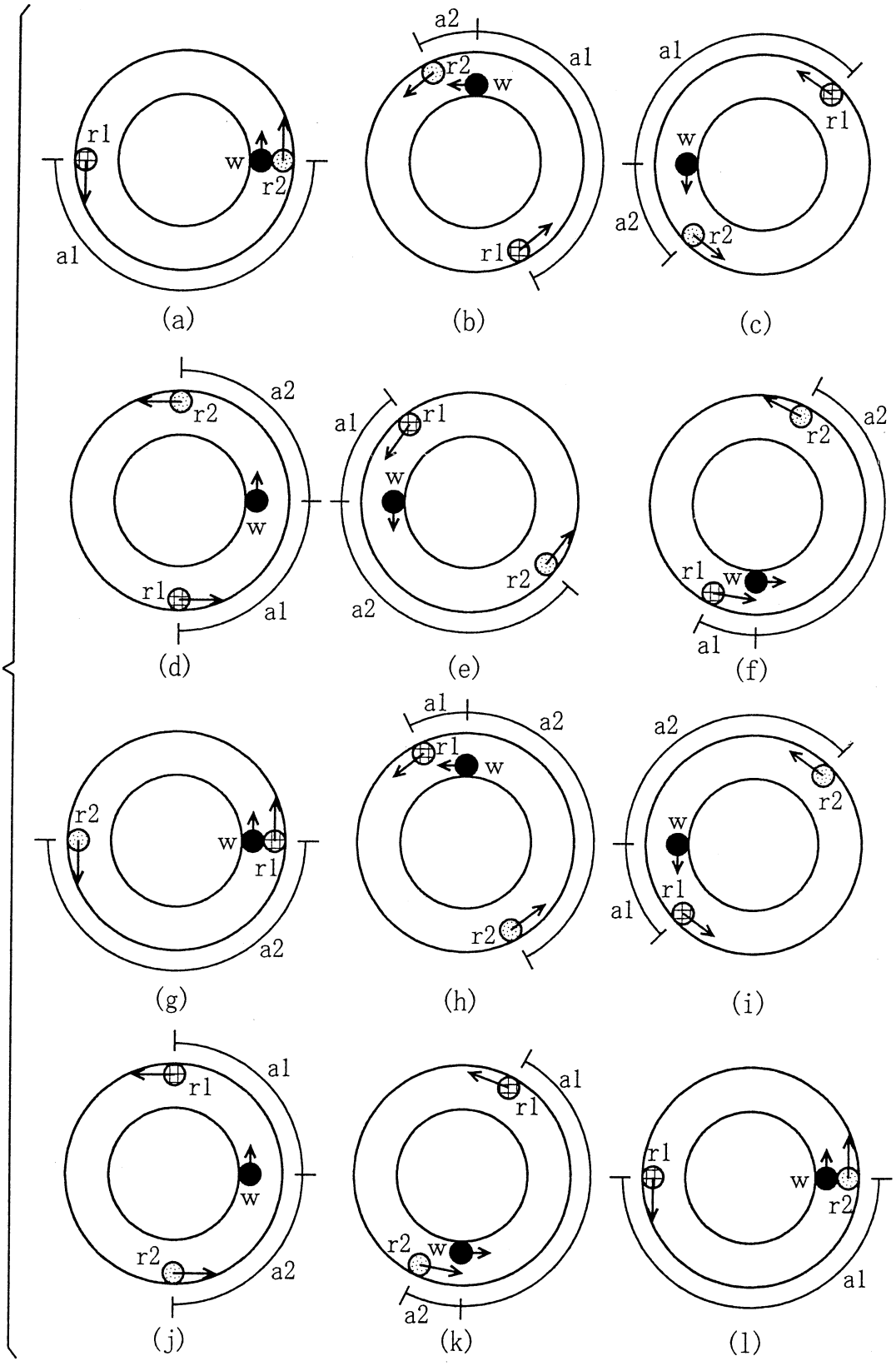
第 12 圖



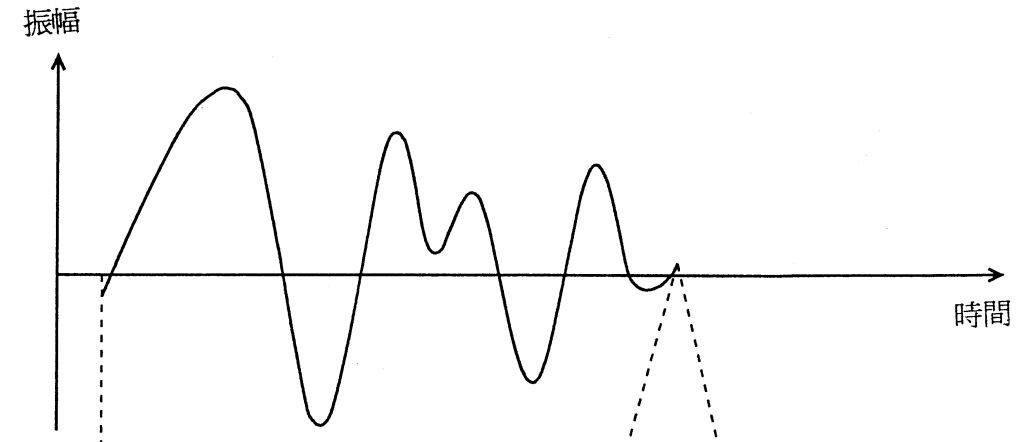
第13圖



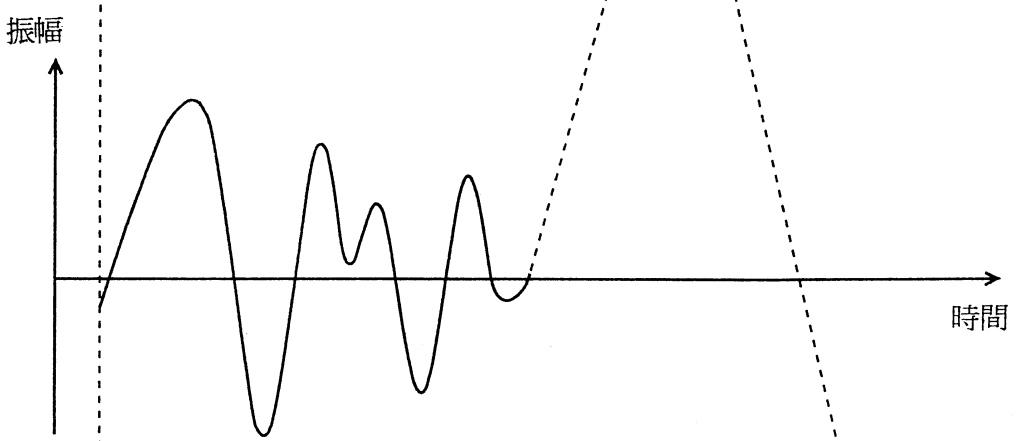
第14圖



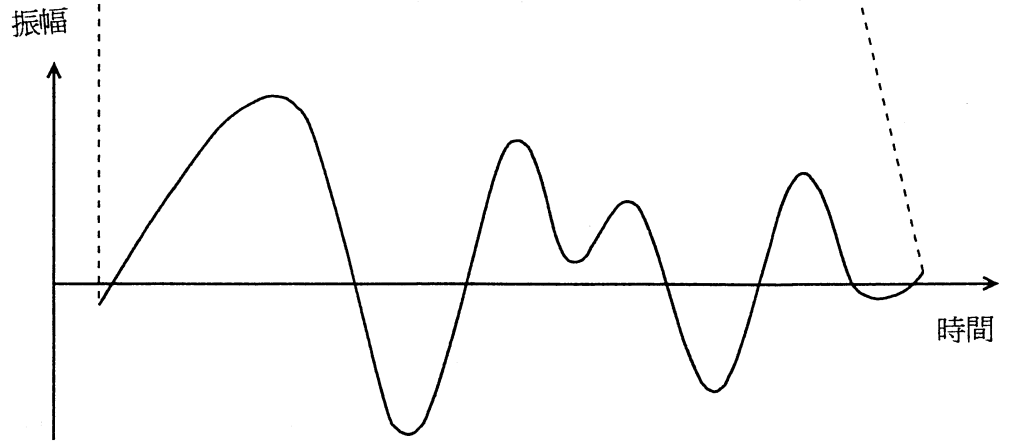
第15圖



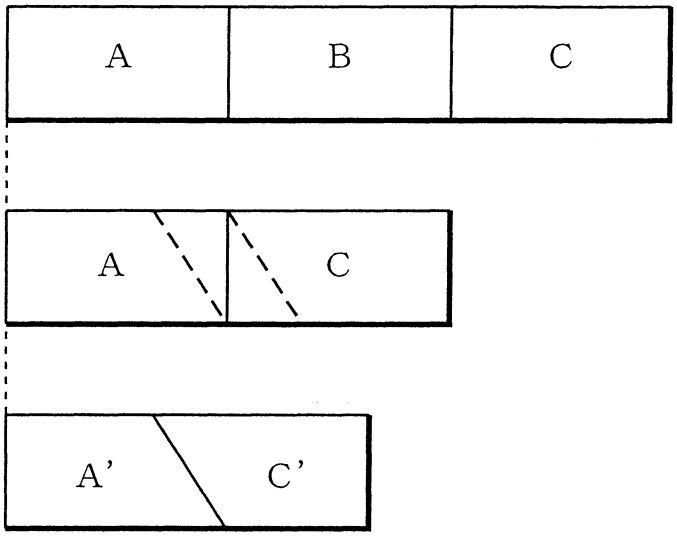
第16a圖



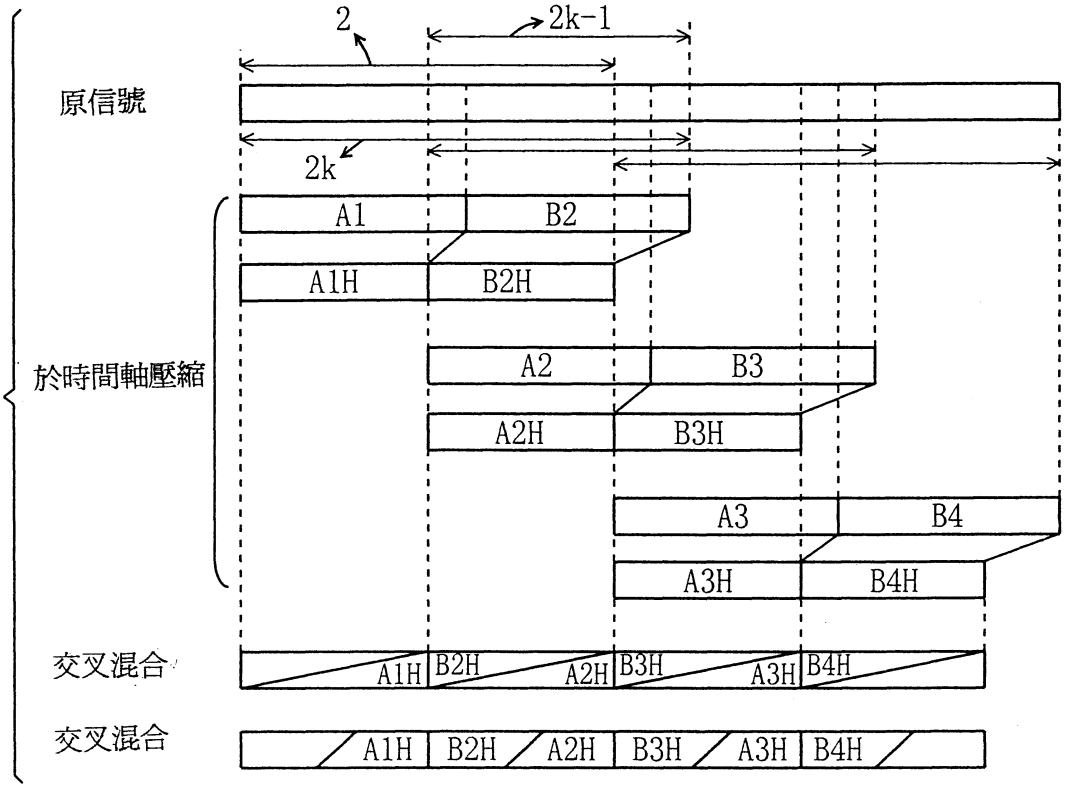
第16b圖



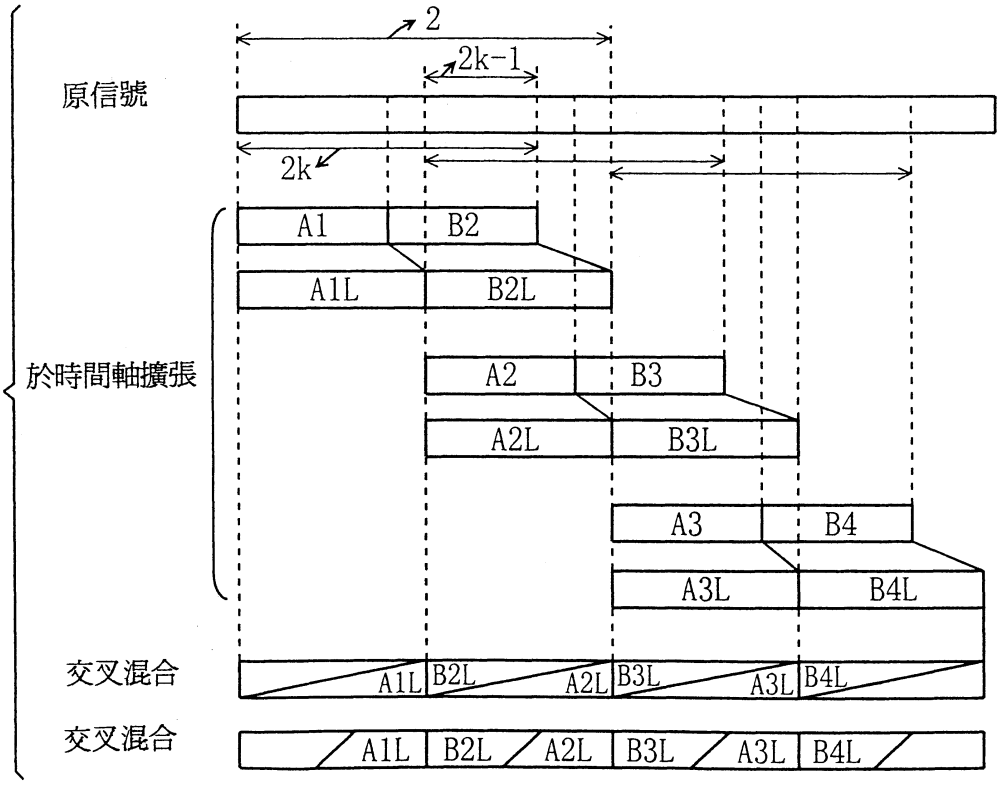
第16c圖



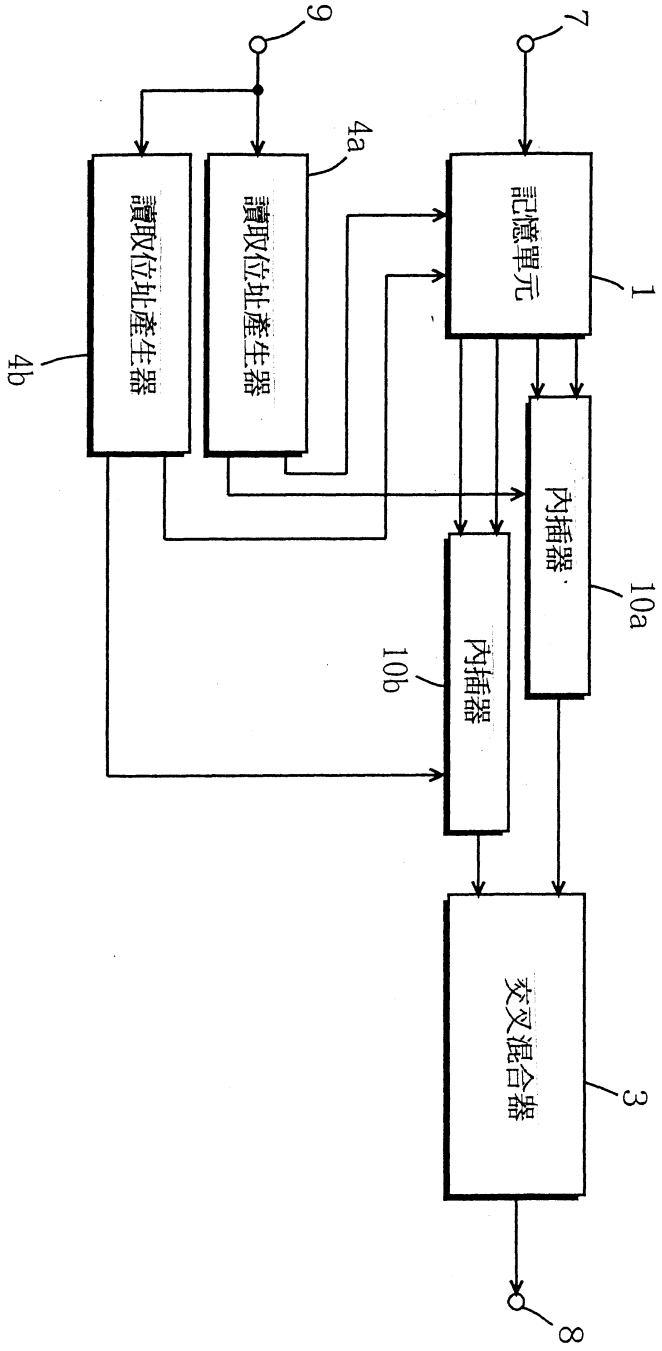
第17圖


2
2k-1
原信號
2k
A1
B2
A1H
B2H
於時間軸壓縮
A2
B3
A2H
B3H
A3
B4
A3H
B4H
交叉混合
A1H
B2H
A2H
B3H
A3H
B4H
交叉混合
A1H
B2H
A2H
B3H
A3H
B4H

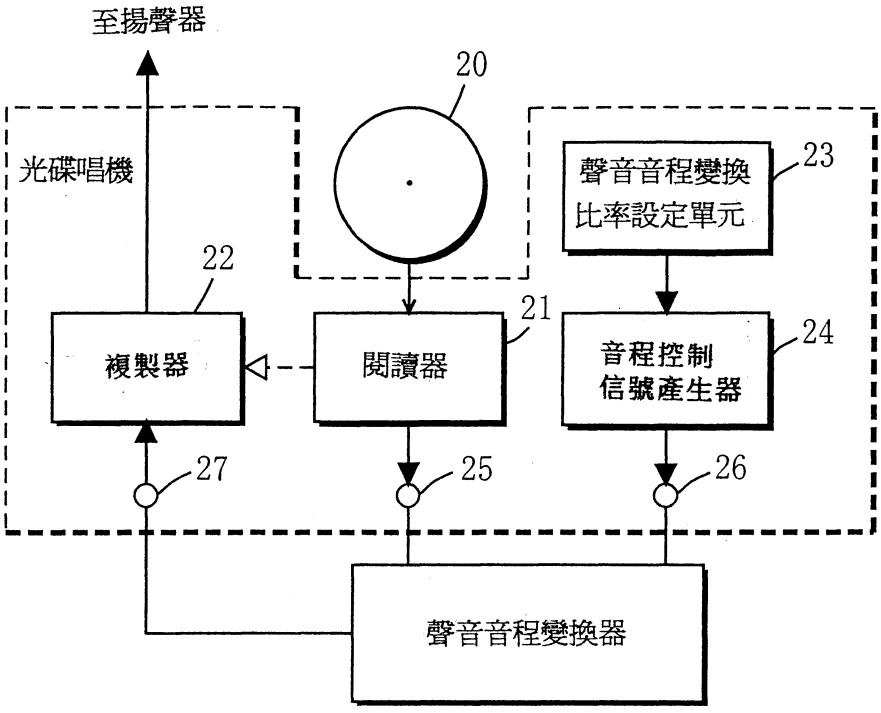
第18a圖


2
2k-1
原信號
2k
A1
B2
A1L
B2L
於時間軸擴張
A2
B3
A2L
B3L
A3
B4
A3L
B4L
交叉混合
A1L
B2L
A2L
B3L
A3L
B4L
交叉混合
A1L
B2L
A2L
B3L
A3L
B4L

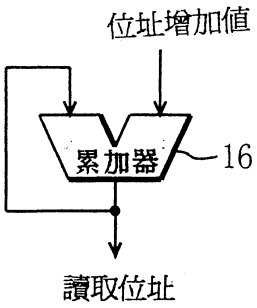
第18b圖



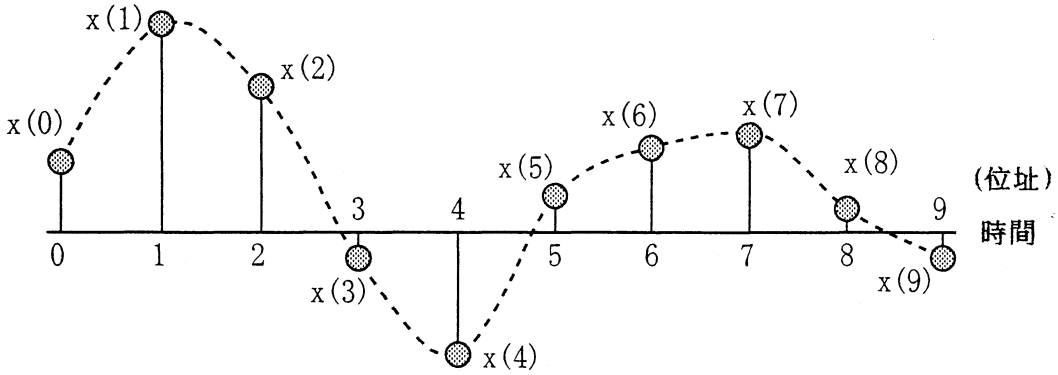
第10圖


至揚聲器
20
光碟唱機
聲音音程變換
比率設定單元
23
22
21
24
複製器
閱讀器
音程控制
信號產生器
27
25
26
聲音音程變換器

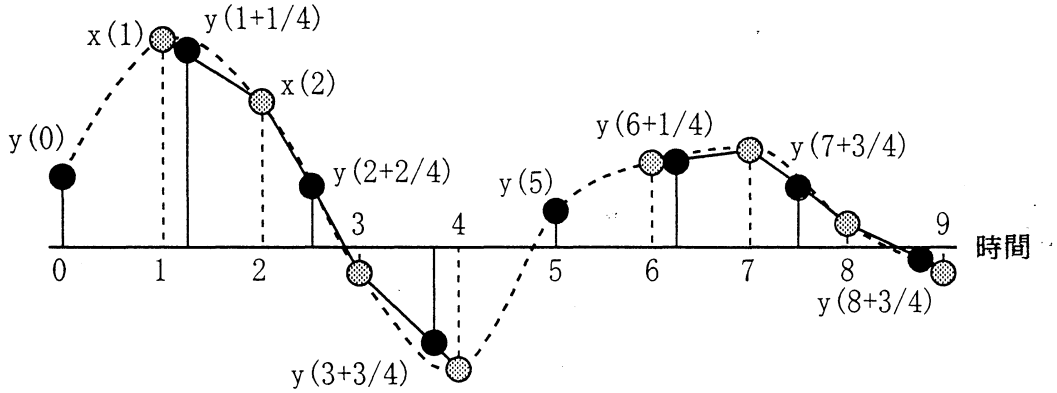
第20圖


位址增加值
累加器
16
讀取位址

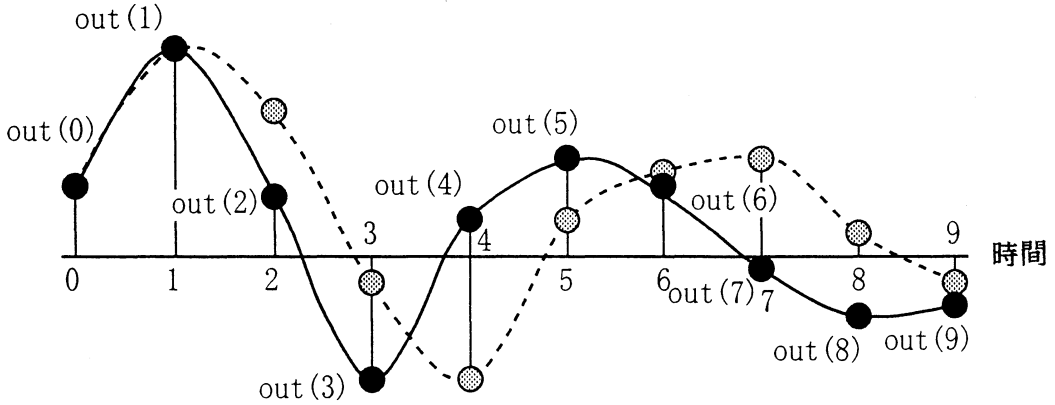
第21圖



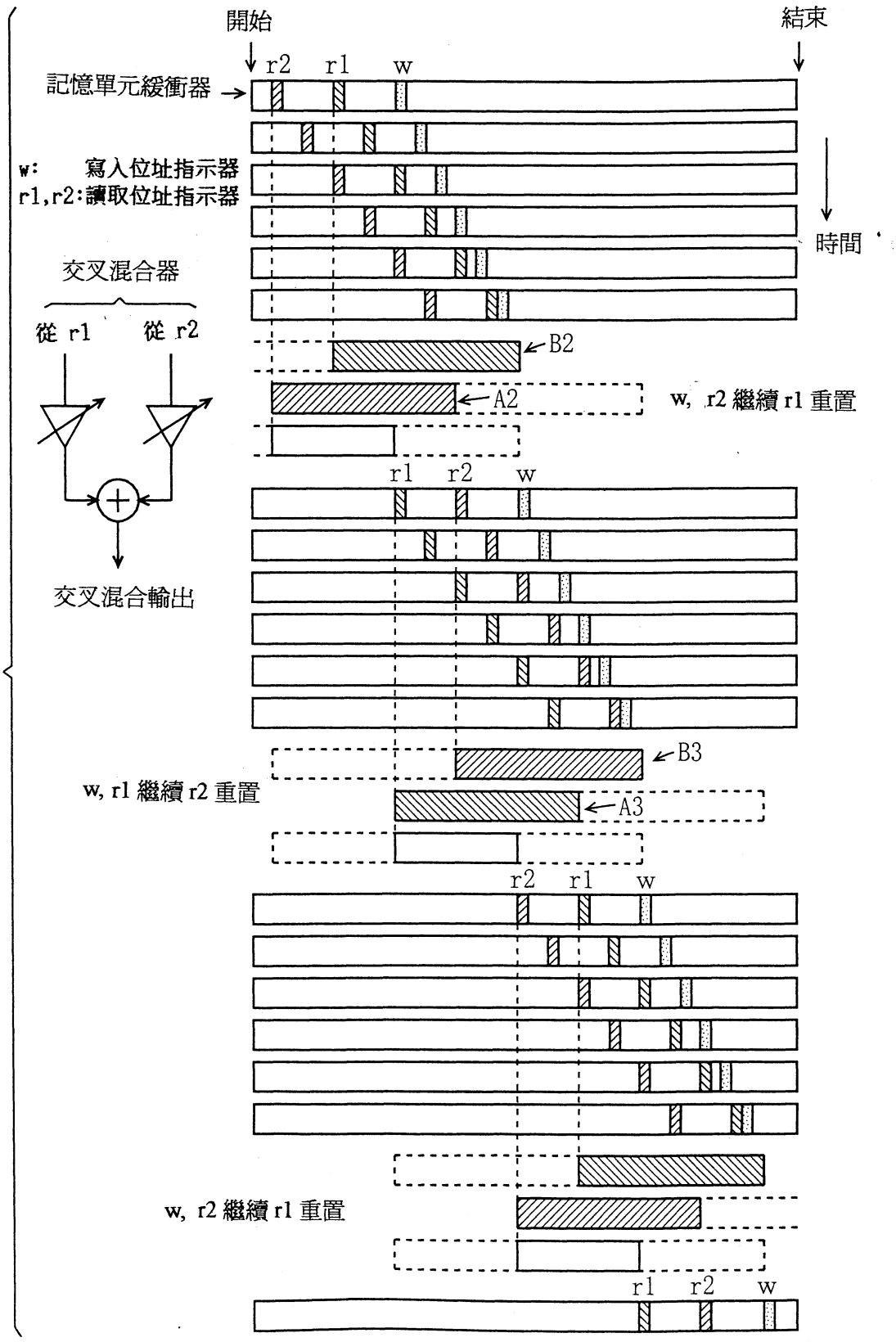
第22a圖



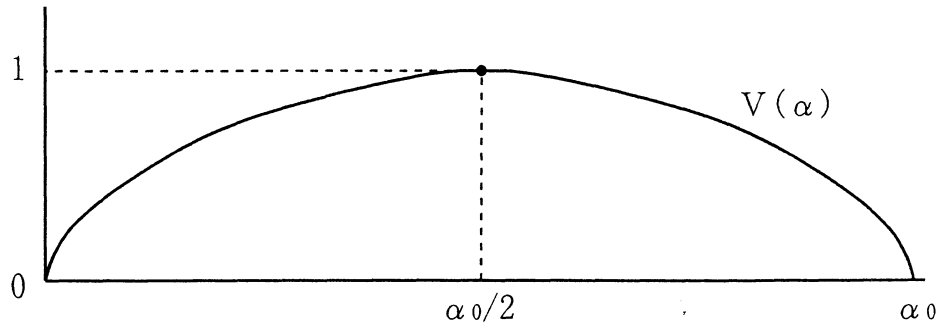
第22b圖



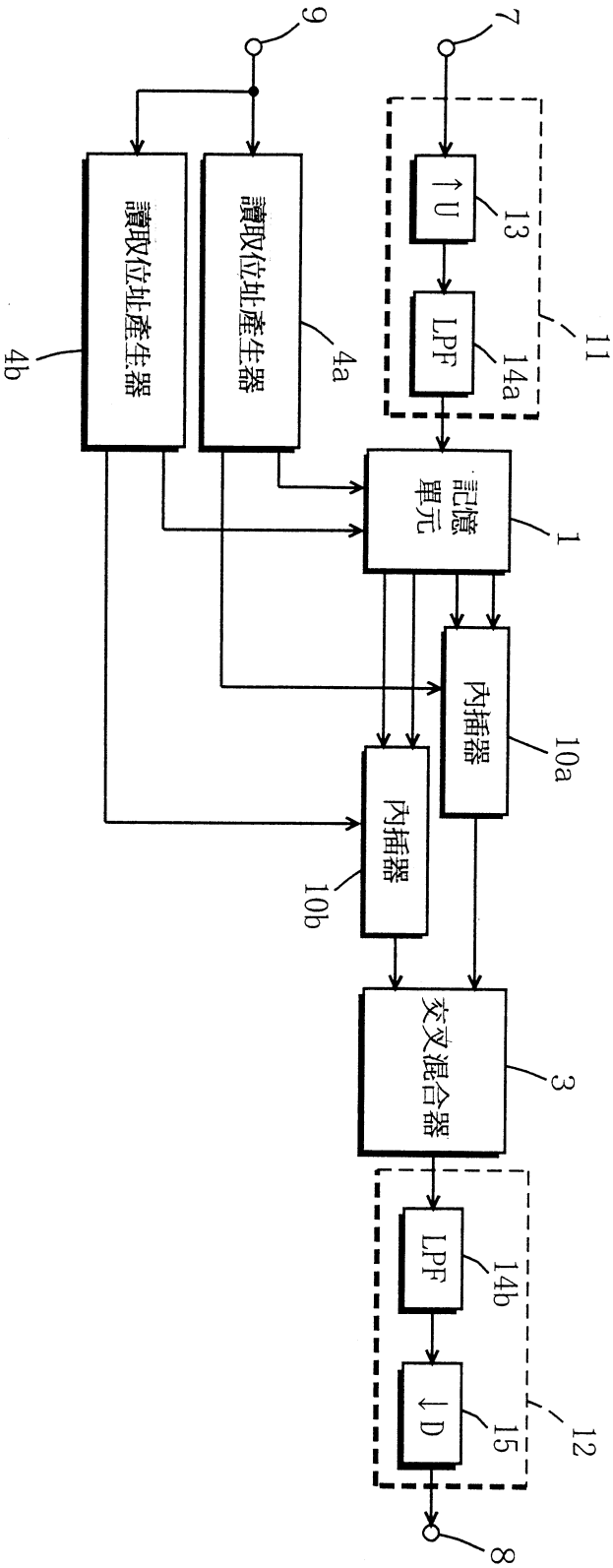
第22c圖


開始
結束
r2
r1
w
記憶單元緩衝器
w: 寫入位址指示器
r1,r2:讀取位址指示器
時間
交叉混合器
從 r1
從 r2
交叉混合輸出
B2
A2
w, r2 繼續 r1 重置
r1
r2
w
B3
A3
w, r1 繼續 r2 重置
r2
r1
w
w, r2 繼續 r1 重置
r1
r2
w

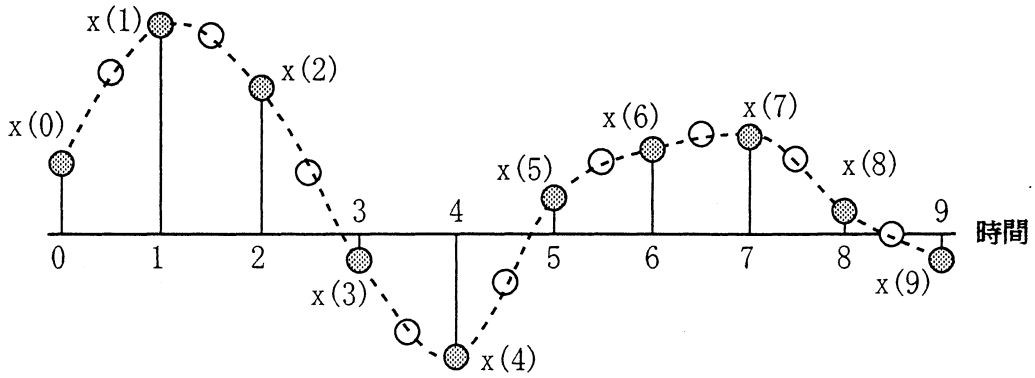
第23圖



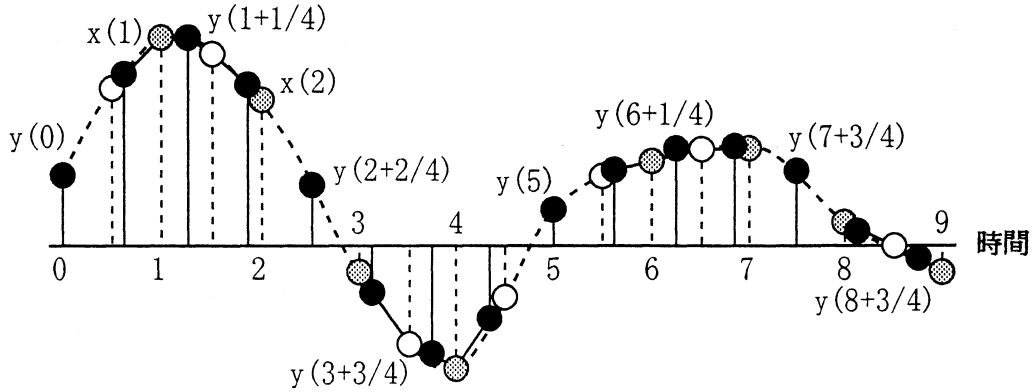
第24圖


7
9
↑U
13
LPF
14a
11
讀取位址產生器
4a
讀取位址產生器
4b
記憶單元
1
內插器
10a
內插器
10b
交叉混合器
3
LPF
14b
↓D
15
12
8

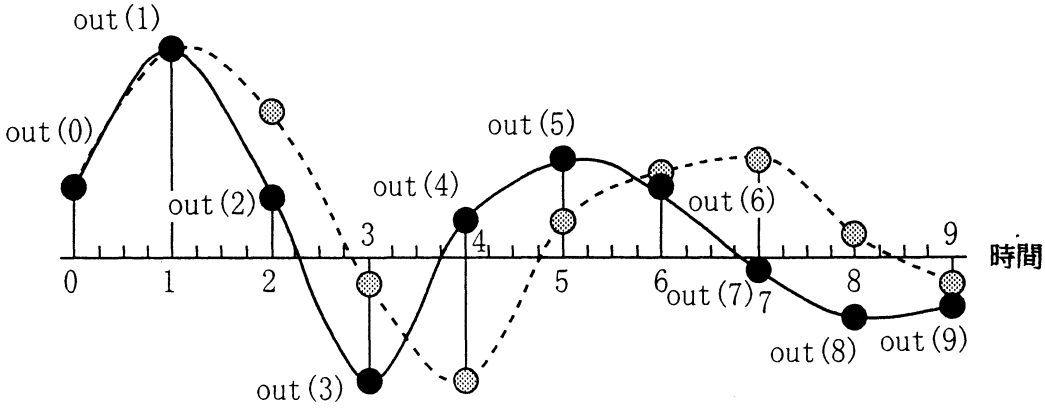
第25圖



第26a圖



第26b圖



第26c圖