



(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 I426505 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：099139140

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 11 月 15 日

(51)Int. Cl. : **G10L21/02 (2013.01)**(71)申請人：松翰科技股份有限公司 (中華民國) SONIX TECHNOLOGY CO., LTD. (TW)
新竹縣竹北市台元街 36 號 10 樓之 1

(72)發明人：陳躍升 CHEN, YAO SHENG (TW)

(74)代理人：葉信金

(56)參考文獻：

US 6201830B1

US 6240386B1

審查人員：涂淑惠

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：7 共 0 頁

(54)名稱

音調偵測系統及聲音訊號調制方法

TONE DETECTION SYSTEM AND METHOD FOR MODULATING VOICE SIGNAL

(57)摘要

一種音調偵測系統包含一接收器、一信號轉換裝置及一信號處理器。接收器接收對應一指令的一聲音信號，指令包含一起始位元及複數指令位元，聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應起始位元及指令位元，且對應指令位元的每一單位信號至少包含一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間。第一音調的頻率大於第二音調的頻率，且兩相鄰單位信號具有不同頻率的第一音調及不同頻率的第二音調。信號轉換裝置用以將聲音信號轉換為包含第一音調及第二音調的一數位信號，且信號處理器分析數位信號中的第一音調及第二音調以取得指令。

A tone detection system includes a receiver, a signal conversion device, and a processor. The receiver receives a voice signal corresponding to an instruction. The instruction includes a start bit and multiple instruction bits corresponding to unit signals of the voice signal. Each unit signal at least includes duration of a first tone and duration of a second tone, the frequency of the first tone is larger than that of the second tone, and two adjacent unit signals have respective frequencies of the first and the second tones. The signal conversion device transforms the voice signal into a digital signal, and the processor analyzes the first tone and the second tone to fetch the instruction.

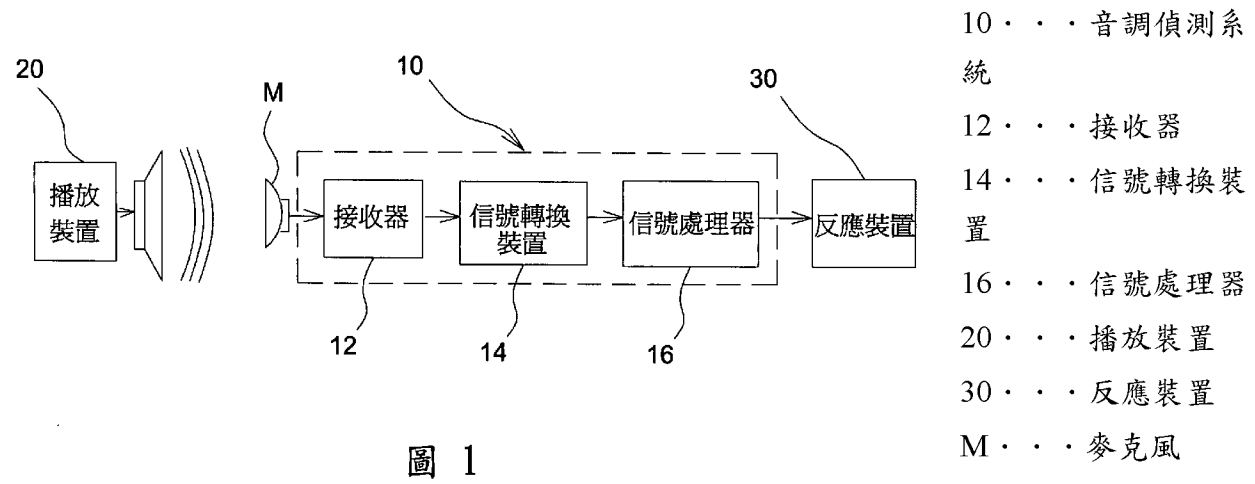


圖 1

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 99 () 914⁰

G10L 11/04 (2006.01)

※申請日： 99.11.18

※IPC 分類：

G10L 21/02 (2006.01)

一、發明名稱：音調偵測系統及聲音訊號調制方法/ Tone detection system and method for modulating voice signal

二、中文發明摘要：

一種音調偵測系統包含一接收器、一信號轉換裝置及一信號處理器。接收器接收對應一指令的一聲音信號，指令包含一起始位元及複數指令位元，聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應起始位元及指令位元，且對應指令位元的每一單位信號至少包含一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間。第一音調的頻率大於第二音調的頻率，且兩相鄰單位信號具有不同頻率的第一音調及不同頻率的第二音調。信號轉換裝置用以將聲音信號轉換為包含第一音調及第二音調的一數位信號，且信號處理器分析數位信號中的第一音調及第二音調以取得指令。

三、中文發明摘要：

A tone detection system includes a receiver, a signal conversion device, and a processor. The receiver receives a voice signal corresponding to an instruction. The instruction includes a start bit and multiple instruction bits corresponding to unit signals of the voice signal. Each unit signal at least includes duration of a first tone and duration of a second tone, the frequency of the first tone is larger than that of the second tone, and two adjacent unit signals have respective frequencies of the first and the second tones. The signal conversion device transforms the voice signal into a digital signal, and the processor analyzes the first tone and the second tone to fetch the instruction.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(1)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 音調偵測系統

12 接收器

14 信號轉換裝置

16 信號處理器

20 播放裝置

30 反應裝置

M 麥克風

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的

化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種音調偵測系統及聲音訊號調制方法。

【先前技術】

音調偵測系統一般用於偵測聲音中特定周期性的信號，例如一音調。將原始聲音(audio source)插入多組特定頻率的音調，這些音調的頻率分佈在人耳難以辨識的高頻區域(>15.8 KHz)且可組合成特定的指令，音調偵測系統偵測混合訊號中的音調成分，之後即可根據音調組合成的特定指令作出相應的反應，例如讓一玩具布偶作出手腳擺動、頭部晃動、發出聲音等動作。

因為音調偵測系統是在一開放性的空間進行音調信號的偵測，所以通常會遭遇如下問題。首先，聲音訊號在空間中傳導會因環境四周的障礙物產生反射，如此反射訊號與原訊號到達接收端時會產生時間差，而此時間差會產生回音(echo)導致前後訊號彼此干擾。另外，聲音訊號在環境中傳導容易產生駐波現象，當駐波產生時反射訊號與原訊號有接近反向的相位差，導致聲音減弱或消失，大幅降低音調偵測的正確率。

【發明內容】

本發明提供一種具有良好音調偵測正確率的音調偵測系統。

本發明的其他目的和優點可以從本發明所揭露的技術特徵中得到進一步的了解。

依本發明一實施例之設計，一種音調偵測系統包含一接收器、一

信號轉換裝置及一信號處理器。接收器接收對應一指令的一聲音信號，指令包含一起始位元及複數指令位元，聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應起始位元及指令位元，且對應該些指令位元的每一單位信號包含一段靜音期間及一單音調的一段持續期間，其中兩相鄰該單位信號具有不同頻率的單音調。信號轉換裝置，用以將聲音信號轉換為包含單音調的一數位信號，且信號處理器分析數位信號中的單音調以取得指令。

依本發明另一實施例之設計，一種音調偵測系統包含一接收器、一信號轉換裝置及一信號處理器。接收器接收對應一指令的一聲音信號，指令包含一起始位元及複數指令位元，聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應起始位元及指令位元，且對應指令位元的每一單位信號至少包含一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間。第一音調的頻率大於第二音調的頻率，兩相鄰單位信號具有相同頻率的第一音調及相同頻率的第二音調，第一音調的該段持續期間與第二音調的該段持續期間相同。信號轉換裝置，用以將聲音信號轉換為包含第一音調及第二音調的一數位信號，且信號處理器分析數位信號中的第一音調及第二音調以取得指令。

依本發明另一實施例之設計，一種音調偵測系統包含一接收器、一信號轉換裝置及一信號處理器。接收器接收對應一指令的一聲音信號，指令包含一起始位元及複數指令位元，聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應起始位元及指令位元，且對應指令位元的每一單位信號至少包含一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間。第一音調的頻率大於第二音調的頻率，且兩相鄰單位信號具有不同頻率的第一音調及不同頻率的第二音調。信號轉換裝置用以將聲音信號轉換為包含第一音調及第二音調的一數位信

號，且信號處理器分析數位信號中的第一音調及第二音調以取得指令。

本發明另一實施例為一種聲音信號調制方法，該聲音信號係混入於人耳可辨識的聲音中並對應一指令，該聲音信號調制方法包含如下步驟：接收該聲音信號及該人耳可辨識的聲音，其中該指令包含一起始位元及複數指令位元，該聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，且對應該些指令位元的每一該單位信號至少包含一段靜音期間、一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間，該第一音調的頻率大於該第二音調的頻率，且兩相鄰該單位信號具有不同頻率的該第一音調及不同頻率的該第二音調；將該聲音信號轉換為一數位信號；及分析該數位信號以取得該指令。

本發明另一實施例為一種聲音信號調制方法，該聲音信號係混入於人耳可辨識的聲音中並對應一指令，該聲音信號調制方法包含如下步驟：接收該聲音信號及該人耳可辨識的聲音，其中該指令包含一起始位元及複數指令位元，該聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，且對應該些指令位元的每一該單位信號至少包含一段靜音期間、一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間，其中該第一音調的頻率大於該第二音調的頻率，兩相鄰該單位信號具有相同頻率的該第一音調及相同頻率的該第二音調，該第一音調的該段持續期間與該第二音調的該段持續期間相同，且該段靜音期間的長度大於該段持續期間的長度的1.4倍；將該聲音信號轉換為一數位信號；及分析該數位信號以取得該指令。

本發明另一實施例為一種音調偵測系統，包含一訊號放大器、一

濾波器、一類比數位轉換器及一數位信號處理器。訊號放大器接收並放大對應一指令的一聲音信號，其中該指令包含一起始位元及複數指令位元，聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應起始位元及指令位元，該些單位信號分屬不同頻帶且各該單位信號包含持續一段時間的至少一音調。濾波器濾除聲音信號的雜訊，類比數位轉換器用以將聲音信號轉換為包含指令的一數位信號。數位信號處理器分析數位信號以取得指令，其中分別屬於不同頻帶的複數個音調的頻率值彼此之間具有一預設的加權關係。

藉由上述各個實施例之設計，當兩個相鄰的單位訊號的音調頻率不同時，可有效減少前後訊號干擾的回音現象，且當每一單位信號均為同時包含複數音調的多音調訊號時，可有效降低因聲音駐波現象造成的錯誤率。

本發明的其他目的和優點可以從本發明所揭露的技術特徵中得到進一步的了解。為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

有關本發明之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式之實施例的詳細說明中，將可清楚的呈現。以下實施例中所提到的方向用語，例如：上、下、左、右、前或後等，僅是參考附加圖式的方向。因此，使用的方向用語是用來說明並非用來限制本發明。

如圖 1 所示，音調偵測系統 10 可接收對應一指令的一聲音信號並使一反應裝置 30 產生一反應，該聲音信號例如可混入人耳可辨識的聲音中並包含分佈在人耳難以辨識的高頻區域(>15.8 KHz)的至少一音調，且該人耳可辨識的聲音及該聲音

信號同時由一播放裝置 20 發出。麥克風 M 接收播放裝置 20 發出的人耳可辨識的聲音及聲音信號並傳送至一音調偵測系統。音調偵測系統 10 包含一接收器 12、一信號轉換裝置 14 及一信號處理器 16。接收器 12 接收該聲音信號，信號轉換裝置 14 用以將聲音信號轉換為包含音調的一數位信號，信號處理器 16 分析數位信號中的音調以取得指令。反應裝置 30 接收指令並產生一反應，該反應舉例而言可為一玩具布偶的手腳擺動、頭部晃動、發出聲音等動作。於一實施例中，接收器 12 可包含一訊號放大器及一濾波器，以放大聲音信號並濾除雜訊。信號轉換裝置 14 例如可為一類比數位轉換器(analogue-to-digital converter；ADC)，且信號處理器 16 例如可包含一數位信號處理器(digital signal processor；DSP)。數位信號處理器可即時分析數位信號中的音調以取得指令。

於一實施例中，指令包含一起始位元及複數指令位元，聲音信號包含連續的複數單位信號，各個單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，且對應該些指令位元的每一單位信號至少包含一段靜音期間、一高音調的一段持續期間、及一低音調的一段持續期間。舉例而言，如圖 2 所示，指令位元可包含一起始位元及八個指令位元(位元 0-位元 7)，且對應起始位元及指令位元的單位信號組成舉例而言如下表所示：

<表一>

位元種類	單位聲音信號
起始位元	音調 A(0.04 秒)+音調 B(0.04S)
位元 7：邏輯值 1	靜音(0.005 秒)+音調 C(0.025 秒)

(頻帶 1)	+音調 D(0.025 秒)
位元 6: 邏輯值 1 (頻帶 2)	靜音(0.005 秒)+音調 G(0.025 秒) +音調 H(0.025 秒)
位元 5: 邏輯值 0 (頻帶 1)	靜音(0.005 秒)+音調 E(0.025 秒) +音調 F(0.025 秒)
位元 4: 邏輯值 0 (頻帶 2)	靜音(0.005 秒)+音調 I(0.025 秒) +音調 J(0.025 秒)
位元 3: 邏輯值 1 (頻帶 1)	靜音(0.005 秒)+音調 C(0.025 秒) +音調 D(0.025 秒)
位元 2: 邏輯值 1 (頻帶 2)	靜音(0.005 秒)+音調 G(0.025 秒) +音調 H(0.025 秒)
位元 1: 邏輯值 0 (頻帶 1)	靜音(0.005 秒)+音調 E(0.025 秒) +音調 F(0.025 秒)
位元 0: 邏輯值 0 (頻帶 2)	靜音(0.005 秒)+音調 I(0.025 秒) +音調 J(0.025 秒)

如上表所示並請同時參考圖 3 的聲音訊號時域圖，於本實例中，每一單位信號均為同時包含兩個音調的雙音調訊號，例如對應起始位元的單位信號包含持續一段時間的一高音調及一低音調，且對應指令位元的每一單位信號包含一段靜音期間、一高音調的一段持續期間、及一低音調的一段持續期間。舉例而言，對應起始位元的單位信號為持續 0.04 秒的音調 A 及音調 B，對應位元 7 的單位信號包含持續 0.005 秒的一段靜音及持續 0.025 秒的音調 C 及音調 D。

因本實施例的每一單位信號均為同時包含兩個音調的雙

音調訊號，亦即同一時間點存在兩個單音調信號，如此在同一時間點兩個單音調信號都因駐波而消失的機率相對降低，故多音調訊號的設計(不限定為雙音調)可有效降低因聲音駐波現象造成的錯誤率。再者，於本實施例中，兩相鄰單位信號彼此的高音調頻率及低音調頻率均不相同。如圖 3 所示，舉例而言，對應位元 7 的高音調 C 與相鄰對應位元 6 的高音調 G 兩者的頻率不同，且對應位元 7 的低音調 D 與相鄰對應位元 6 的低音調 H 兩者的頻率不同。一般而言，聲音訊號在空間傳導會因環境四周的障礙物產生反射，如此反射訊號與原訊號到達接收端時會產生時間差，而此時間差會產生回音(echo)導致前後訊號彼此干擾。因本實施例設計使兩個相鄰的單位訊號的音調頻率不同，因此可有效減少前後訊號干擾的回音現象。於一實施例中，音調 A 至音調 J 的分布範圍為 15.8kHz-20kHz，且兩相鄰單位訊號的頻率差異值較佳為大於 100Hz。另外，於一實施例中，對應起始位元的單位信號的高音調頻率可小於對應指令位元的單位信號的高音調的最低頻率，或者對應起始位元的單位信號的低音調頻率可大於對應指令位元的單位信號的低音調的最高頻率。

於一實施例，若要增加單位信號間的緩衝空間且不增加指令信號的長度，可使用更多的頻帶來組成一個指令，例如圖 4 所示，可使用三個頻帶(頻帶 1、頻帶 2、頻帶 3)來組成一個指令，且一個指令包含 9 個指令位元。因圖 4 兩個相鄰頻帶 1(中間間隔頻帶 2、頻帶 3)的緩衝空間會大於圖 3 兩個相鄰頻帶 1(中間僅間隔頻帶 2)的緩衝空間，所以圖 4 的單位信號的長度 T' 可設為小於圖 3 的單位信號的長度 T。

圖 5 為顯示本發明另一實施例的聲音信號時域圖。如圖 5 所示，對應指令位元的每一單位信號至少包含一段靜音期間 T_s 、一高音調 C 的一段持續期間 T_d 、及一低音調 D 的一段相同持續期間 T_d 。本實施例的兩相鄰單位信號具有相同頻率的高音調 C 及相同頻率的低音調 D，且靜音期間的長度 T_s 設為大於音調持續期間 T_d 的長度的 1.4 倍。雖然本實施例的兩相鄰單位信號具有相同頻率，但因靜音期間的長度 T_s 設為大於音調持續期間 T_d 的長度的 1.4 倍，所以能提供足夠的緩衝空間避免同頻率的訊號因反射而相互干擾，在 4 坪以上的封閉空間可獲得 95% 以上的音調偵測正確率。

再者，依本發明之設計，指令位元數目可依需求調整，且對應起始位元的單位信號及對應指令位元的單位信號的長度均可視需求調整，例如圖 6 所示，兩相鄰的單位信號可具有不同的長度 ($T_1 > T_2$) 或不同的音調持續時間 ($T_{d1} < T_{d2}$)，且單位信號亦可為單音調信號，僅需當兩相鄰單位信號的音調頻率不同時，即可有效減少前後訊號干擾的回音現象。

再者，本發明提供一種聲音信號調制方法，該聲音信號係混入於人耳可辨識的聲音中並對應一指令。聲音信號調制方法例如包含如下步驟：利用一接收器同時接收聲音信號及人耳可辨識的聲音；將聲音信號轉換為一數位信號；及分析數位信號以取得指令。指令的內容則如前述各個實施例所示。

另外，於一實施例中，上述之接收器 12、信號轉換裝置 14 及信號處理器 16 整合於一積體電路晶片。

圖 7 為依本發明另一實施例，顯示於音調中加入校正碼方式的示意圖。如圖 7 所示，指令是由音調 S、S1、音調 A、A1、

音調 B、B1 和音調 C、C1 所組成，音調 S、S1 是起始單位訊號，音調 A、A1、音調 B、B1 和音調 C、C1 分別為頻帶 1、頻帶 2 和頻帶 3 的單位信號。於本實施例中，各個頻帶的音調彼此之間需符合一預設的關係式，該些單位信號才會被認定為包含音調偵測系統 10 的編碼指令。於一實施例中，以單一通道為例可符合如下關係式：

$$W_1 \times \text{ToneA} + W_2 \times \text{ToneB} = W_3 \times \text{ToneC}$$

，其中 ToneA、ToneB、ToneC 分別代表音調 A、音調 B、音調 C 的頻率值，且 W1、W2 和 W3 分別表示於同一通道中的各個音調的權重。當分別屬於不同頻帶的複數個音調的頻率值 ToneA、ToneB、ToneC，彼此之間具有例如上述的預設加權關係時，數位信號處理器(DSP)即可解碼辨識出聲音信號中包含音調偵測系統 10 要求的編碼指令。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。另外，本發明的任一實施例或申請專利範圍不須達成本發明所揭露之全部目的或優點或特點。此外，摘要部分和標題僅是用來輔助專利文件搜尋之用，並非用來限制本發明之權利範圍。

【圖式簡單說明】

圖 1 為顯示本發明一實施例的音調偵測系統的方塊圖。

圖 2 為顯示本發明一實施例的指令組成示意圖。

圖 3 為顯示本發明一實施例的聲音信號時域圖。

圖 4 為顯示本發明另一實施例的聲音信號時域圖。

圖 5 為顯示本發明另一實施例的聲音信號時域圖。

圖 6 為顯示本發明另一實施例的聲音信號時域圖。

圖 7 為顯示本發明另一實施例的音調加入校正碼的示意圖。

【主要元件符號說明】

10	音調偵測系統	A-L	音調
12	接收器	M	麥克風
14	信號轉換裝置	T、T'、T1、T2	單位信號長度
16	信號處理器	Td、Td1、Td2	音調持續期間
20	播放裝置	Ts	靜音期間
30	反應裝置		

七、申請專利範圍：

1. 一種音調偵測系統，包含：

一接收器，接收對應一指令的一聲音信號，該指令包含一起始位元及複數指令位元，該聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，且對應該些指令位元的每一該單位信號至少包含一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間，其中該第一音調的頻率大於該第二音調的頻率，兩相鄰該單位信號具有相同頻率的該第一音調及相同頻率的該第二音調，該第一音調的該段持續期間與該第二音調的該段持續期間相同；

一信號轉換裝置，用以將該聲音信號轉換為包含該第一音調及該第二音調的一數位信號；及

一信號處理器，分析該數位信號中的該第一音調及該第二音調以取得該指令。

2. 如請求項 1 所述之音調偵測系統，其中該單位信號更包含一段靜音期間且該段靜音期間的長度大於該段持續期間的長度的 1.4 倍。

3. 如請求項 1 所述之音調偵測系統，其中該起始位元包含一第一音調的一段持續期間及一第二音調的一段持續期間，對應該起始位元的該第一音調的頻率小於對應該些指令位元的該些第一音調的最低頻率、或大於對應該些指令位元的該些第二音調的最高頻率。

4. 如請求項 1 所述之音調偵測系統，其中該第一音調或該第二音調的頻率範圍為 15.8kHz-20kHz。

5. 如請求項 1 所述之音調偵測系統，其中兩相鄰該單位信

號的長度相同。

6. 一種音調偵測系統，包含：

一接收器，接收對應一指令的一聲音信號，該指令包含一起始位元及複數指令位元，該聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，且對應該些指令位元的每一該單位信號至少包含一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間，其中該第一音調的頻率大於該第二音調的頻率，且兩相鄰該單位信號具有不同頻率的該第一音調及不同頻率的該第二音調；

一信號轉換裝置，用以將該聲音信號轉換為包含該第一音調及該第二音調的一數位信號；及

一信號處理器，分析該數位信號中的該第一音調及該第二音調以取得該指令。

7. 如請求項 6 所述之音調偵測系統，其中該第一音調的該段持續期間與該第二音調的該段持續期間相同。

8. 如請求項 6 所述之音調偵測系統，其中該起始位元包含一第一音調的一段持續期間及一第二音調的一段持續期間，對應該起始位元的該第一音調的頻率小於對應該些指令位元的該些第一音調的最低頻率、或大於對應該些指令位元的該些第二音調的最高頻率。

9. 如請求項 6 所述之音調偵測系統，其中該單位信號更包含一段靜音期間且該段靜音期間的長度小於該第一音調或該第二音調的持續期間的長度。

10. 如請求項 6 所述之音調偵測系統，其中該第一音調或該第二音調的頻率範圍為 15.8kHz-20kHz。

AUG 06 2013

11. 如請求項 6 所述之音調偵測系統，其中兩相鄰該單位信號的該第一音調的頻率差值或該第二音調的頻率差值大於 100Hz。

12. 如請求項 6 所述之音調偵測系統，其中兩相鄰該單位信號的長度相同。

13. 如請求項 1 或 6 所述之音調偵測系統，其中該接收器、該信號轉換裝置及該信號處理器整合於一積體電路晶片。

14. 一種聲音信號調制方法，該聲音信號係混入於人耳可辨識的聲音中並對應一指令，該聲音信號調制方法包含如下步驟：

接收該聲音信號及該人耳可辨識的聲音，其中該指令包含一起始位元及複數指令位元，該聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，且對應該些指令位元的每一該單位信號至少包含一段靜音期間、一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間，該第一音調的頻率大於該第二音調的頻率，且兩相鄰該單位信號具有不同頻率的該第一音調及不同頻率的該第二音調；

將該聲音信號轉換為一數位信號；及

分析該數位信號以取得該指令。

15. 一種聲音信號調制方法，該聲音信號係混入於人耳可辨識的聲音中並對應一指令，該聲音信號調制方法包含如下步驟：

接收該聲音信號及該人耳可辨識的聲音，其中該指令包含一起始位元及複數指令位元，該聲音信號包含連續的複數單位

AUG 06 2013

信號，該些單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，且對應該些指令位元的每一該單位信號至少包含一段靜音期間、一第一音調的一段持續期間、及一第二音調的一段持續期間，其中該第一音調的頻率大於該第二音調的頻率，兩相鄰該單位信號具有相同頻率的該第一音調及相同頻率的該第二音調，該第一音調的該段持續期間與該第二音調的該段持續期間相同，且該段靜音期間的長度大於該段持續期間的長度的 1.4 倍；

將該聲音信號轉換為一數位信號；及

分析該數位信號以取得該指令。

16. 一種音調偵測系統，包含：

一訊號放大器，接收並放大對應一指令的一聲音信號，其中該指令包含一起始位元及複數指令位元，該聲音信號包含連續的複數單位信號，該些單位信號分別對應該起始位元及該些指令位元，該些單位信號分屬不同頻帶且各該單位信號包含持續一段時間的至少一音調；

一濾波器，濾除該聲音信號的雜訊；

一類比數位轉換器(analogue-to-digital converter；ADC)，用以將該聲音信號轉換為包含該指令的一數位信號；及

數位信號處理器(digital signal processor；DSP)，分析該數位信號以取得該指令，其中分別屬於不同頻帶的複數個音調的頻率值彼此之間具有一預設的加權關係。

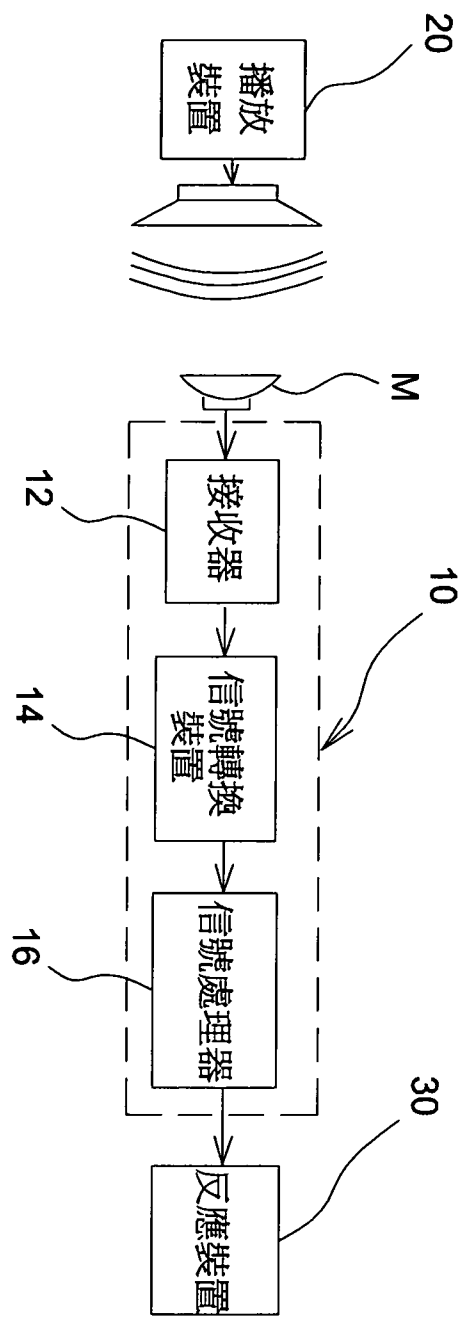


圖 1

起始 位元	位元7 (頻帶1)	位元6 (頻帶2)	位元5 (頻帶1)	位元4 (頻帶2)	位元3 (頻帶1)	位元2 (頻帶2)	位元1 (頻帶1)	位元0 (頻帶2)
----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

圖 2

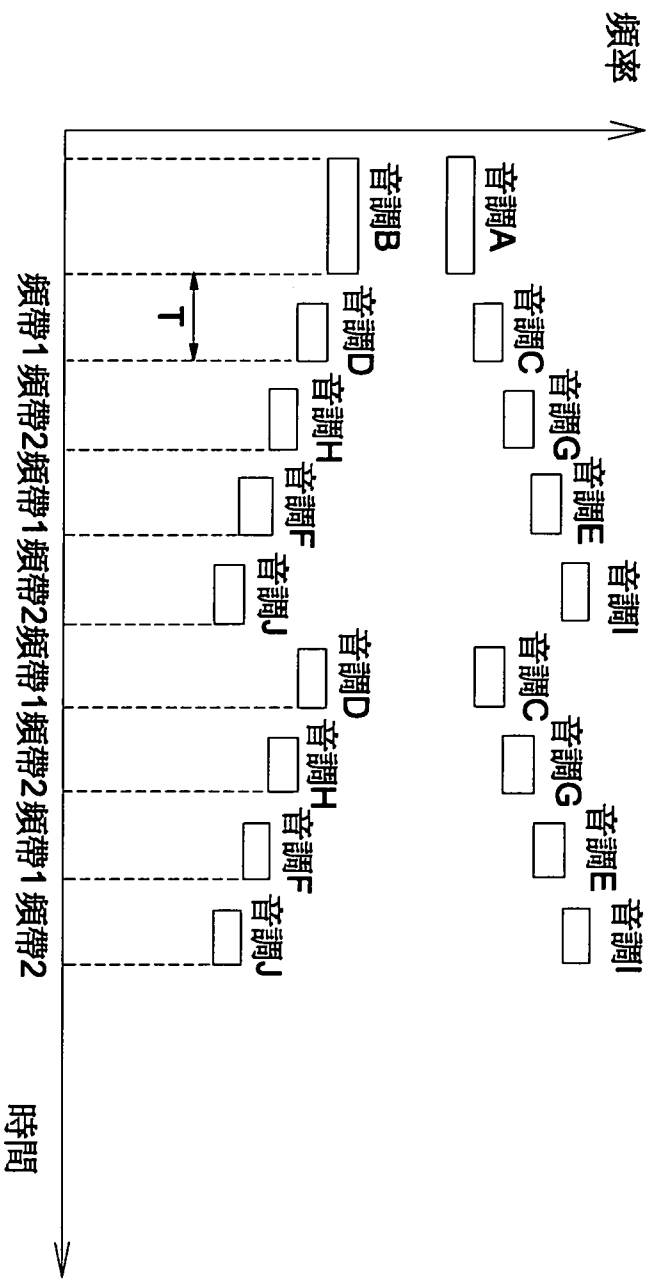


圖 3

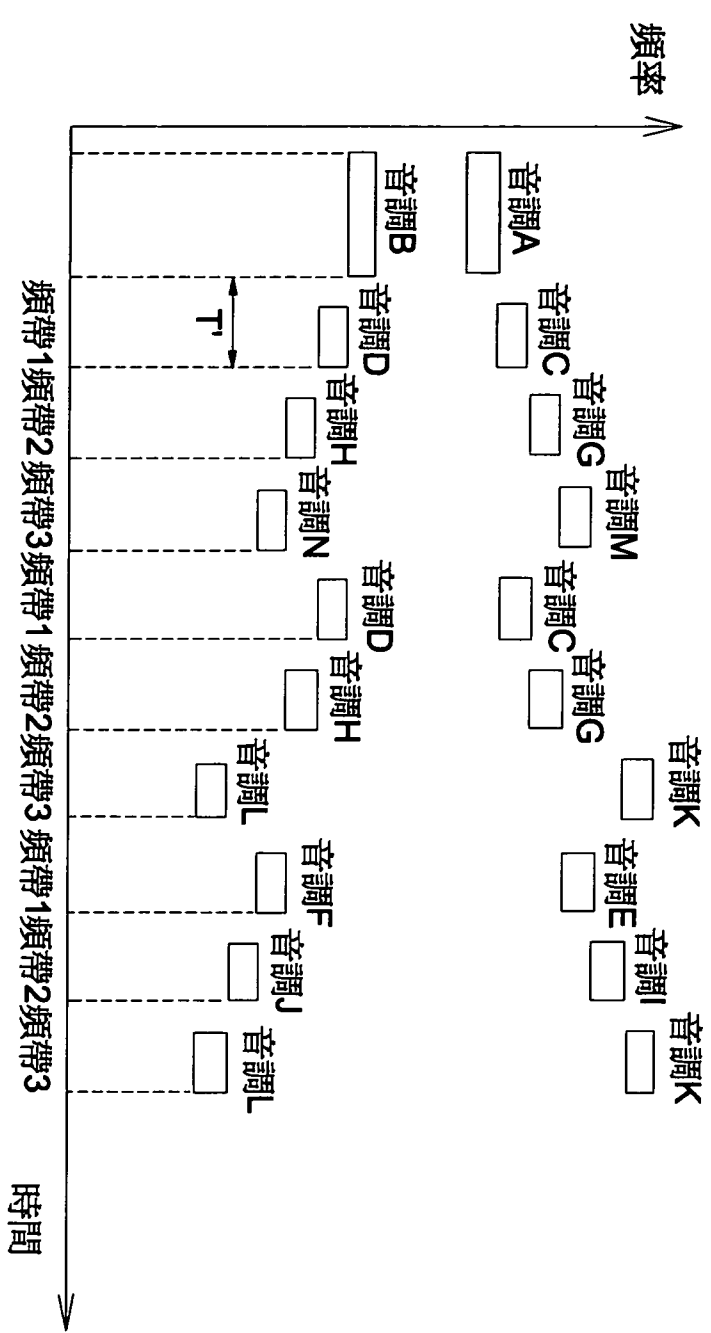


圖 4

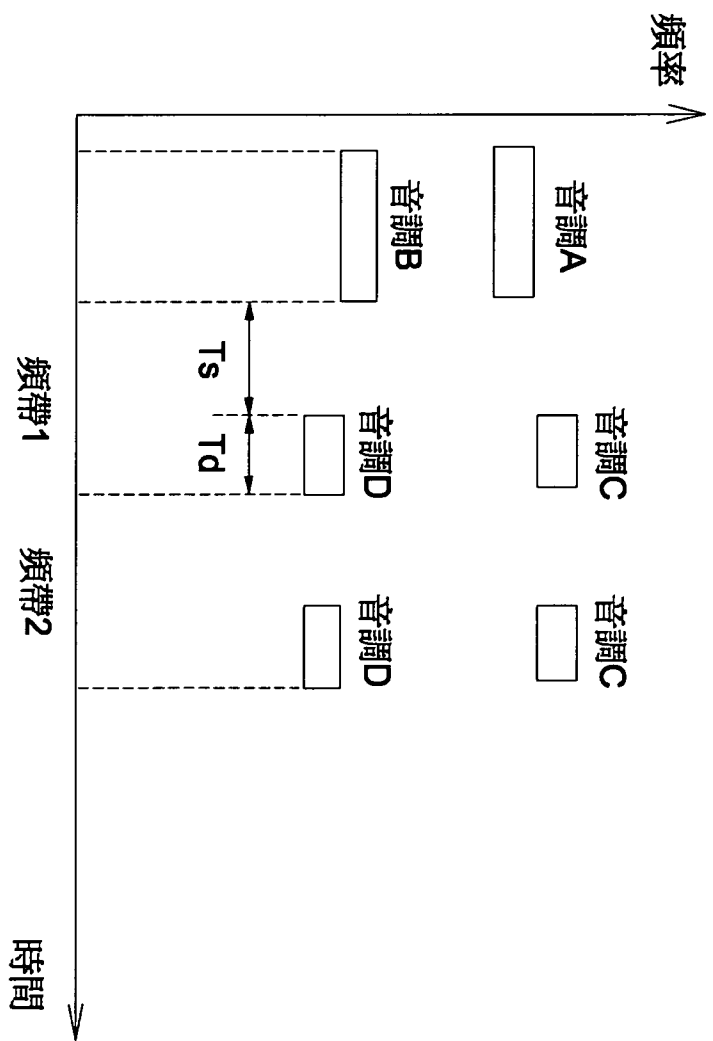


圖 5

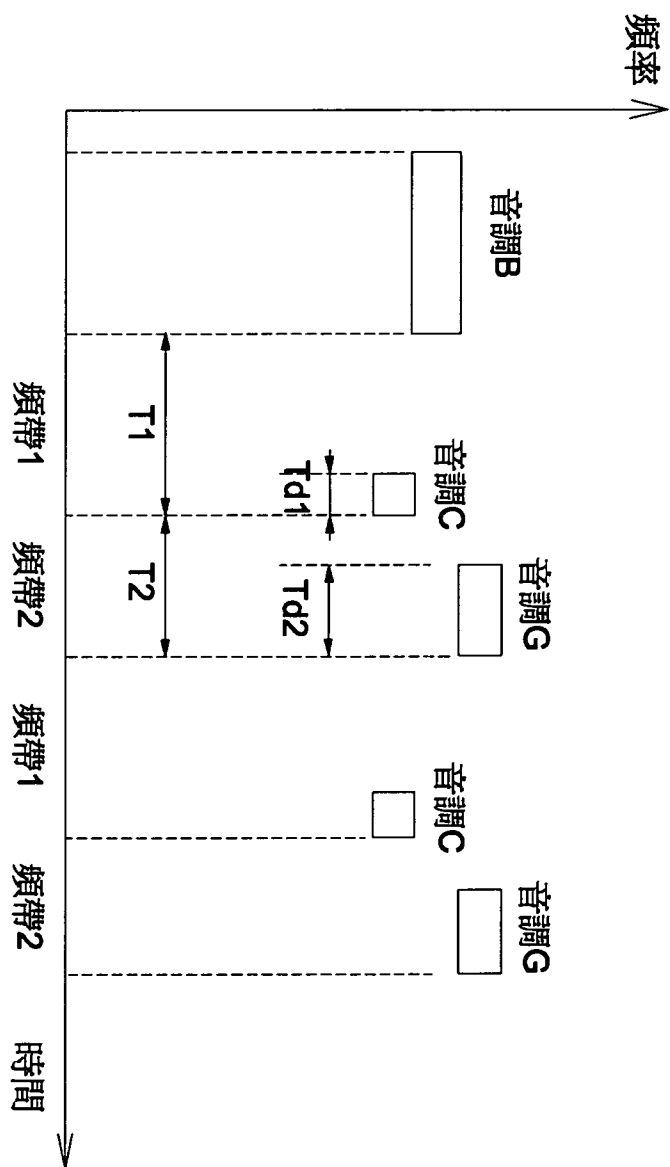


圖 6

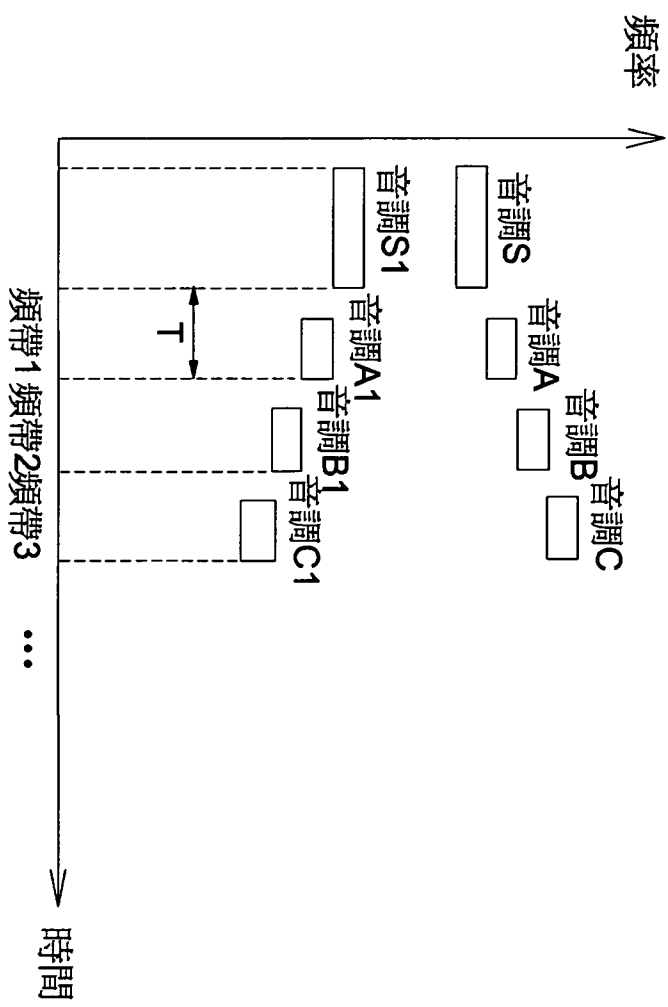


圖 7