

公告本

申請日期	88.7.8
案 號	88111574
類 別	G10H1/2

A4
C4

442771

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	用於弦樂器之信號處理電路
	英 文	SIGNAL PROCESSING CIRCUIT FOR STRING INSTRUMENTS
二、發明 創作人	姓 名	(1)艾德恩 克洛札克 (2)保羅 里得 史密斯
	國 籍	美 國
	住、居所	(1)美國.馬里蘭州 21619,雀斯特,港聲街 100 號 (2)美國.馬里蘭州 20711,洛桑,布魯克樹林路 5501 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	保羅里得史密斯吉他公司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國.馬里蘭州 21666,史帝文谷,圓木舟圓環 380 號
	代 表 人 姓 名	(1)艾德恩 克洛札克 (2)保羅里得 史密斯

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

442771

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

美 國(地區) 申請專利，申請日期：1998.07.09案號：有 無主張優先權
60/092,224

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱
內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 (|)

相互參考

本申請案主張 1999 年 7 月 9 日提出申請之美國臨時申請案號 60/092,224 之利益，該案在此併入作為參考。

發明之概要及背景

本發明係大致關於電氣弦樂器，而更明確而言，係關於一種用於弦之改良的信號處理電路以模擬音響學的弦樂器。

例如為電吉他之樂器具有數條弦，其係連接在琴身上的琴馬與頭架的調弦鈕之間。弦的振動係藉由傳感器或拾音器感測，其而後被信號處理並放大。典型上，一或多個傳感器同時拾取所有弦的信號並提供合併信號之單聲或單一輸出。已知亦可為每條弦設置一個別的傳感器，而後合併信號於單一單聲輸出。該等傳感器一般為電感線圈。視傳感器的位置和種類而定，該傳感器並不感測如樂器般相同的振動。

不設置個別的線圈以拾取個別弦的信號，而改成在琴馬使用個別的壓電傳感器以用於拾取來自個別弦的信號。該等信號在信號處理器中再被合併以提供一單聲輸出。

來自弦樂器之個別拾音的信號處理以產生諧波過音調 (overtones) 和次音調 (undertones) 係敘述於美國專利第 3,213,180 號以及第 5,218,160 號。

用以對於每條弦個別拾音並信號修改以產生效果之個別信號處理器的例子係敘明於美國專利第 3,813,473 號、美

(請先閱讀背面之注意事項
寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(>)

國專利第 4,357,852 號，日期為 1994 年 4 月 22 日之日本專利第 6-110464 號，以及 WO 第 87/00331 號。在美國專利第 3,813,473 號中，欲產生的效果為持續注意的效果，從弦之中移除合成振動，以及移除由拉扯弦所產生的初始卡搭聲。在美國專利第 4,357,852 號中，其使用壓控可變帶通濾波器以追隨並抽取各弦之吉他聲的基音。所抽取的基音而後以包絡信號調變以便合成。在日本專利第 6-110464 號中，該等效果為失真和啼聲 (ululation)。WO 第 87/00331 號包括效果裝置，像是回響、除邊 (flanger) 以及回聲或延遲裝置。用於樂器中之壓電拾音器的補償電路係敘述於美國專利第 5,877,447 號。

本發明係一種用於樂器之信號處理電路，該樂器具有複數條弦，分別調諧至一頻率，其範圍係從一開放弦至加音階線的弦。一信號處理電路係為各條弦提供，且包括鄰接弦的傳感器以及連接至輸出電路的等化器。該等化器係設定以加強呈現在各別條之調諧頻率範圍之一頻率範圍中的信號。該等化器之設定頻率範圍可為基頻或是個別條弦之基頻的一或多個諧波。再者，等化器去除強化至少在該條弦之操作範圍以下的低端頻率。其結果或輸出信號係模擬相同類型之器具之樂器。

中間範圍頻率裝置係提供在等化器中以產生特定樂器之特性中間範圍響應。如果等化器包括有數位信號處理器，則其可決定弦的頻率，並加強所決定的頻率及其諧波。

該附有弦的樂器可從任何弦樂器選出，例如吉他、貝

(請先閱讀背面之注意事項) (寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(3)

斯、曼陀林、小提琴以及大提琴、鋼琴、豎琴等。舉例而言，在此該弦樂器為六條弦的吉他，用於各別條弦之等化器係加強基頻之頻率的調諧範圍，其可為一個八度音階。對於貝斯而言，用於各別弦的等化器強化一或多個基頻以及／或是其在各別弦之調諧頻率範圍中的一或多個諧波。

其中傳感器係接觸弦的壓電傳感器，等化器亦去除強化由壓電傳感器所產生的固有諧振。如果具有弦的樂器包括支持弦的琴馬，則傳感器可提供在琴馬上。如果其他形式之傳感器於特性頻率產生固有諧振，等化器亦去除強化由傳感器於傳感器之特性頻率產生的固有諧振。濾波器係用於去除強化由傳感器於其特性頻率產生的固有諧振。舉例而言，對於壓電傳感器而言，去除強化之固有諧振係在6000-12000赫芝的範圍中。

將由傳感器產生的固有諧振去除強化的信號處理電路之部分可在用於弦的各等化器中。或者，如果係使用單聲輸出，則可提供單一去除強化電路。如果係使用立體輸出，將會使用一對電路以去除強化傳感器之特性諧振。

本發明之其他目的、優點以及新穎特徵將由本發明之以下詳細說明，連同所附圖式一併考慮，而更臻顯明。

圖式之簡單說明

第一圖係先前技藝之樂器，例如吉他之平面圖。

第二圖係先前技藝之吉他之琴馬拾音器配置的立體圖。

第三圖係先前技藝之電氣拾音器及信號處理電路的概

(請先閱讀背面之注意事項) (寫本頁)

裝 · · · · · 訂 · · · · · 線

五、發明說明(4)

圖。

第四圖係本發明之六聲道拾音器及信號處理電路的概

圖。

第五圖係根據本發明之原理的第四圖之信號處理電路之實施例的概圖。

第六圖係第四圖之信號處理電路的另一實施例。

第七圖係第四圖之信號處理電路的又一實施例。

第八圖係併用本發明之原理之傳感器以及具有單聲輸出之信號處理電路的概圖。

第九圖係併用本發明之原理之傳感器以及具有立體輸出之信號處理電路的概圖。

第十圖係根據本發明之原理之六弦吉他之頻率圖表，其中各調諧之弦的頻率範圍以虛線表示，而 EQ 信號以實線顯示。

第十一圖係根據本發明之原理之用於六弦吉他的電路。

第十二圖係根據本發明之原理之五弦貝斯之頻率圖表，其中各調諧之弦的頻率範圍以虛線顯示，而 EQ 信號以實線顯示。

第十三圖係根據本發明之原理之用於五弦貝斯的電路。

較佳實施例之詳細說明

雖然本發明將相關於電吉他以及電貝斯而加以說明，然其可應用至任何其他的弦樂器。一些例子為曼陀林、小提琴、大提琴、鋼琴、豎琴等等。本發明係針對用於電弦

(請先閱讀背面之注意事項)(寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (續)

樂器之傳感器以及信號處理電路，且較佳係模擬音響學的聲音。傳感器以及信號處理電路或等化器係提供用於各條弦，並連接至輸出電路。

舉例而言，第一圖所示之典型樂器—吉他 10 係包括琴身 12，琴頸 14 以及頭架 16。複數條弦 18 (在此例中為例如六條弦) 係連接在具有下弦枕 22 之琴馬 20、上弦枕 24 與調弦鈕 26 之間。二個拾音器 28 係顯示在吉他的琴身 12 中。該等拾音器或傳感器一般係各為單一電感器，其拾取並組合弦的運動以產生單一輸出。典型的琴馬 20 和下弦枕 22 係顯示在第二圖中。下弦枕 22 包括在各條弦 18 之制動點的壓電傳感器 30。一引線將傳感器 30 連接至信號處理電路。

先前技藝之信號處理電路係顯示在第三圖中，其係對於六條弦中之各條弦使用單一的傳感器。六個傳感器 30 係藉由接線 32 連接至單一混頻器 34，該混頻器的輸出係連接至信號處理電路 36，而信號處理電路之輸出係連接至具有一個輸出 39 的單聲輸出電路。舉例而言，信號處理電路 36 可為一等化電路以產生特定效果，但係作用於所有傳感器 32 的組合信號。等效於使用壓電傳感器之第三圖的電路之電路係由加州尼波蒙的 LR Baggs 供銷。

為了從電弦樂器提供模擬音響學弦樂器的聲音，則需要第四圖的電路。再者，利用六弦吉他的例子，其中各條弦係調諧至不同的頻率，六個傳感器 42 係設有其本身的信號處理電路或等化器 44，並係連接於其輸入 43。信號處理

五、發明說明 (b)

電路 44 的輸出係連接至輸出電路 46。如第四圖所示，係提供有六個獨立的輸出。此已知為六聲道電路。輸出電路 46 可如第八圖所示提供單聲輸出，或如第九圖所示輸出立體輸出。

各個信號處理電路 44 係設定至其傳感器所鄰近之調諧的弦之基頻範圍。對於六弦吉他而言，基頻範圍係從開放弦至定音階於第二十四音階之弦的範圍。從開放至第十二音階的基頻範圍為一個八度。對於調諧至低頻的弦而言，信號處理電路係設定至該條弦之基頻的一或多個諧波。信號處理電路 44 係強化各別調諧之弦的基頻或諧波頻率範圍，並較佳係去除強化低端頻率，以及如果需要即去除強化調諧之弦之頻率範圍以外的高端頻率。弦之頻率範圍以外之低端信號的排除係非常重要的，因傳感器對於任何低頻信號很靈敏，像是在琴身上的怦怦聲。

再者，信號處理電路 44 亦可修正各別條弦之中間範圍頻率以模擬樂器之特定音響學特性，如第六圖所示。如果傳感器產生於傳感器之特性頻率的固有諧波，則信號處理器將去除強化特性頻率，如第七至十一圖所示。

基本的信號處理電路 44 係顯示在第五圖，其包括低端濾波器 50 以及基頻及／或一或多個其諧波的等化電路 52。對於某些樂器或弦而言，可排除低端濾波器 50。如果該弦真的產生不需要的高端頻率，則可為該弦設置高端濾波器 54，如第六和七圖。為照指定規格產生信號處理電路 44 的響應以模擬特定的音響學樂器，各個等化電路 44 可設以

(請先閱讀背面之注意事項)

裝

訂

線

五、發明說明 (9)

中間頻率等化電路 56，如第六和七圖所示。可設計特定的樂器，在工廠固定至特定頻率之中間範圍等化電路或電路 56 可由使用者調整。

亦應注意基頻／諧波等化電路 52 亦可為可調整式，如第六圖中所示，儘管其可在所有電路中，於中央頻率或頻寬。採用可調整之中央頻率將使得可用窄的頻寬，並允許以加音階線、加調音夾或其他弦的調諧修正來改變基頻／諧波使用電路之中央頻率。此等調整亦將允許樂器的聲音藉由演奏者而個人化，以及使得樂器的聲音如同具有另一些不同的弦或是係為相同或不同樂器的不同型態。

某些傳感器傳導於傳感器之特性頻率的固有諧振信號。舉例而言，某些壓電傳感器加入特定頻率。一種類型的壓電感測器產生在 6K 至 12K 赫芝之範圍的固有諧振信號。例如為陷波濾波器之濾波器 58 可設置以移除此固有響應，如第八圖所示。亦可使用其他類型的濾波器。較佳而言，如果傳感器具有固有諧振或特性頻率，則各個信號處理電路 44 係包括一濾波器 58。

對於單聲輸出而言，可使用共用濾波器 58 以用於全部六個信號處理電路，如第八圖所示。個別的信號處理電路 44 之輸出 45 係連接至單一濾波器 58，該濾波器之輸出 47 係連接至輸出電路 46。係提供來自單聲輸出電路之單一輸出 48。

如果設置立體輸出的話，一對濾波器 58 可連接在個別信號處理電路 44 與輸出電路 46 之間，如第九圖所示。作

五、發明說明(8)

為典型的範例，每隔一條弦係連接至濾波器 58 之一，該濾波器之輸出 47 係連接至個別輸出電路 46 以於端子 48 提供輸出。如所泛知者，立體輸出亦可藉由相較於立體輸出之另一輸出之全部條弦之值的權重而改變特定輸出之所有條弦之分配的權重而提供。

使用六弦吉他作為範例，個別條弦調諧頻率範圍以及信號處理器 44 之基頻等化電路 52 之結果的值係顯示在表 1 和第十圖。

表 1

弦	開放	EQ 範圍
低 E 弦	82Hz	82Hz 至 164Hz
A 弦	110Hz	110Hz 至 220Hz
D 弦	146Hz	146Hz 至 292Hz
G 弦	196Hz	196Hz 至 392Hz
B 弦	248Hz	248Hz 至 496Hz
高 E 弦	328Hz	328Hz 至 656Hz

對於各條弦之調諧頻率範圍係從開放弦基頻至第十二音階線之基頻，其為一個八度。虛線表示弦的調諧頻率範圍，而以實線表示由信號處理電路 44 所產生的上升信號頻率範圍。在所示的範例中，各個基頻頻率範圍係上升如 5DB。信號增加的量係此種類型樂器以及傳感器之定位的功能。在吉他中，可能在 3 至 8DB 之間變化。

基頻之開放至第十二音階線弦範圍係欲加以上升的範圍。雖然從第十二至第二十二或第二十四音階線的其他基

(請先閱讀背面之注意事項)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

頻亦可能被彈奏，但較少被彈奏。信號處理電路 44 之設定範圍可增加以包括第十二音階線以上之更多調諧基頻。

用於使用第十圖之曲的吉他之一個特定實施係顯示第十一圖。六個傳感器 42 係經由六個緩衝器 60 連接至用於基頻曲線 52 的等化電路。六個等化曲線電路 52 之輸出係在混頻器 62 中合併，並提供至用於低端滾降頻率濾波器 50 和陷波濾波器 58 的等化電路。其輸出係提供至輸出電路 46。

如相關於第十圖所論述者，等化曲線電路 52 係設定至該弦之特定基頻範圍，並相關於呈現在信號中的諧波而增加 5DB。舉例而言，低端滾降頻率濾波器 50 可為每個八度 12DB 之 50 赫芝低端滾降頻率。此係為移除調諧弦之操作範圍以外的信號。陷波濾波器 58 係設定用於特定傳感器，該特定傳感器可為例如壓電傳感器。在此種情況下，係以負 8DB 調整使用 8K 赫芝截止。

作為另一個範例如使用五條弦的貝斯，個別條弦調諧範圍，以及信號處理器 44 之基頻／諧波等化電路 52 所設定的結果值係顯示在表 2 和第十二圖。

表 2

弦	峰值	EQ 範圍
低 B 弦	31Hz	62Hz 至 124Hz
低 E 弦	41Hz	82Hz 至 164Hz
A 弦	55Hz	110Hz 至 220Hz
D 弦	73Hz	125Hz 至 250Hz
G 弦	98Hz	160Hz 至 315Hz

五、發明說明 (10)

該等範圍係被選定以包含並加強第一和第二諧波。對於低頻的弦而言，基頻或第一諧波的能量較低，而不似第二及後續諧波般可聞。

表 2 之貝斯的曲線係顯示於第十二圖。對於各條弦之虛線表示其從開放至第十二音階弦的調諧頻率範圍，而實線表示上升信號之範圍。對於低 B、低 E 及 A 而言，應注意並無調諧之基頻信號被提升。提升係在從開放至第十二音階的第二諧波中。D 和 G 包括一些第一諧波或基頻以及第二諧波。舉例而言，提升可為 5DB。

用於實施此之電路係顯示在第十三圖，並係類似於第十一圖之電路。傳感器 42 (各顯示對應於音調的字母) 係經由緩衝器 60 連接至等化曲線電路 52。該等等化信號而後係在混頻器 62 中合併，並提供至等化電路，該等化電路係包括低端滾降頻率濾波器 50 以及陷波濾波器 58。其輸出係提供至輸出電路 46。

選擇加強何個調諧頻率範圍係調諧弦之頻率中未藉由傳感器 42 有效率且有效地拾取者的函數。在第十至十三圖之範例中，傳感器係位於琴馬 20。因此，未在傳感器有效拾取或呈現者為基頻或較低的諧波。隨著傳感器沿著弦朝向上弦枕 24 移動，不同諧波的幅度縮減。亦應注意如果使用磁性拾音器，可應用相同的原理，換言之，該等在傳感器處未被有效或有效率地測量的諧波係被提供或放大以產生一信號，其具有基頻以及其諧波之所需平衡。

輸出電路 46 可包括用於各條弦之數位信號處理晶片以

(請先閱讀背面之注意事項)

裝

訂

線

五、發明說明 (11)

便模擬，或可包括 MIDI 切換或其他電子變化信號裝置。亦應注意信號處理電路 44 亦可包括數位信號處理。數位信號處理器可決定被彈奏之弦的基頻或諧波頻率，並適當地調整等化以緊密且嚴密地跟隨弦之基頻與諧波中的改變。在彈奏者藉由音階線、調音夾或其他調諧機制調整頻率時，不需由彈奏者調整。

藉由提供個別的傳感器用於各條弦，該弦係調諧至不同頻率，以及信號處理電路，其係調諧以強化該條弦之特性的信號並去除強化非該條弦特性的信號，可提供更精確的信號，其更佳地模擬音響學的弦樂器。如果樂器具有多於一條弦調諧至相同頻率，可使用一個傳感器以從二條弦拾取信號，或可使用個別的傳感器用於各條弦，並可提供單一信號處理電路用於各對弦。此乃因為信號處理電路係設計用於弦之特定調諧頻率。

雖然本發明已詳細說明並顯示，應可清楚明瞭其僅為顯示及示範，而並非用於限制。本發明之精神與範圍係僅由所附申請專利範圍所限制。

(請先閱讀背面之注意事項)

填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

用於弦樂器之信號處理電路

一種信號處理電路，用於樂器之各條弦，該弦係個別調諧至一頻率，其包括傳感器鄰近至該條弦以及連接至輸出電路的等化器。爲了模擬音響學的樂器，等化器係設定以強化出現在弦之調諧頻率及／或其諧波的頻率範圍。其將至少弦之操作範圍以下的低端頻率去除強化。中間頻率裝置係設在等化器中以產生特定樂器之特性中間範圍響應。如果傳感器在特性頻率產生固有諧振，等化器亦將在傳感器之特性頻率，由傳感器產生的固有諧振去除強化。

英文發明摘要(發明之名稱: SIGNAL PROCESSING CIRCUIT FOR STRING INSTRUMENTS)

A signal processing circuit, for each string of a musical instrument which string is individually tuned to a frequency, includes a transducer adjacent to the string and an equalizer connected to an output circuit. To emulate an acoustic instrument, the equalizer is set to emphasize a signal present in a frequency range of the tuned frequency of the string and/or its harmonics. It also de-emphasizes at least low end frequencies below the operating range of the string. A mid-range frequency device is provided in the equalizer to produce characteristic mid-range response for a specific acoustic instrument. If the transducer produces an inherent resonance at a characteristic frequency, the equalizer will also de-emphasize the inherent resonance produced by the transducer at the characteristic frequency of the transducer.

六、申請專利範圍

1. 一種樂器，其具有各自分別調諧至一頻率的複數條弦，用於各條弦之信號電路以及連接至信號電路之輸出電路，其中各個信號電路包括：

一傳感器，鄰接一條弦；

一等化器，將傳感器連接至輸出電路；以及

該等化器係設定於調諧弦之頻率範圍以加強以下所列之一或多者：

(a)調諧弦之基頻，

(b)調諧弦的諧波之一，

(c)調諧弦的諧波之二。

2. 根據申請專利範圍第1項之樂器，其中用於較高頻率調諧弦之等化器係調諧至基頻及調諧弦之至少一個諧波附近的頻率範圍，而用於較低頻率調諧弦之等化器係調諧至調諧弦之基頻以上的至少一個諧波附近的頻率範圍。

3. 根據申請專利範圍第1項之樂器，其中等化器將弦之操作範圍以下的低端頻率去除強化。

4. 根據申請專利範圍第1項之樂器，其中等化器亦將在傳感器之特性頻率，由傳感器產生的固有諧振信號去除強化。

5. 根據申請專利範圍第1項之樂器，其中等化器包括一濾波器以將在傳感器之特性頻率，由傳感器產生的固有諧振信號去除強化。

6. 根據申請專利範圍第1項之樂器，其中等化器包括低端濾波器，其係將低端頻率去除強化，並包括高端濾

(請先閱讀背面之注意事項)

寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

波器，其係將高端頻率去除強化。

7．根據申請專利範圍第1項之樂器，其中等化器修正中間範圍之頻率以模擬音響學的弦樂器。

8．根據申請專利範圍第1項之樂器，其中該樂器係具有至少六條弦的吉他，各條弦具有在從開放至加音階線之頻率的調諧基頻，並且包括六個信號電路，其等化器僅加強在各別條調諧弦之基頻範圍中的基頻。

9．根據申請專利範圍第1項之樂器，其中等化器之基頻範圍係調諧弦的一個八度。

10．如申請申請專利範圍第1項之樂器，其中該樂器係從吉他、貝斯、曼陀林、小提琴、大提琴、鋼琴以及豎琴之族群中選出。

11．根據申請專利範圍第1項之樂器，其中等化器包括數位信號處理器，其決定弦的頻率，並且加強一或多個所決定的頻率以及一或多個其諧波。

12．根據申請專利範圍第1項之樂器，其中傳感器係壓電傳感器。

13．根據申請專利範圍第1項之樂器，其中傳感器係包括電感器。

14．一種樂器，其具有各自分別調諧至一頻率的複數條弦，用於各條弦之信號電路以及連接至信號電路之輸出電路，其中各個信號電路包括：

一傳感器，鄰接一條弦；

一等化器，將傳感器連接至輸出電路；以及

六、申請專利範圍

該等化器係設定於調諧弦之一個八度的頻率範圍以加強調諧弦的至少一個諧波。

15. 一種樂器，其具有各自分別調諧至一頻率的複數條弦，用於各條弦之信號電路以及連接至信號電路之輸出電路，其中各個信號電路包括：

一傳感器，鄰接一條弦；

一等化器，將傳感器連接至輸出電路；以及

該等化器係設定於調諧弦之頻率範圍以加強出現在頻率範圍中的信號，並且至少將弦之操作範圍以下的低端頻率去除強化。

16. 根據申請專利範圍第15項之樂器，其中輸出電路提供之信號電路的單聲輸出。

17. 根據申請專利範圍第16項之樂器，包括一公用濾波器以將在使所有等化器連接至單聲輸出之傳感器的特性頻率，由傳感器所產生的固有諧振信號去除強化。

18. 根據申請專利範圍第15項之樂器，其中輸出電路提供合併之信號電路的立體輸出。

19. 根據申請專利範圍第18項之樂器，包括一對濾波器以將在使等化器連接至立體輸出的傳感器之特性頻率，由傳感器所產生的固有諧振信號去除強化。

20. 根據申請專利範圍第15項之樂器，其中輸出電路提供個別的輸出用於各個信號電路。

21. 根據申請專利範圍第15項之樂器，其中該樂器包括支持該等弦的琴馬，並且用於該條弦的傳感器係在

(請先閱讀背面之注意事項)(寫本頁)

裝 · 訂 · 線

六、申請專利範圍

琴馬上。

2 2 · 根據申請專利範圍第 1 5 項之樂器，其中等化器係調諧至調弦之基頻附近的頻率範圍。

2 3 · 根據申請專利範圍第 1 5 項之樂器，其中等化器係調諧至調諧弦之基頻的一或多個諧波附近的頻率範圍。

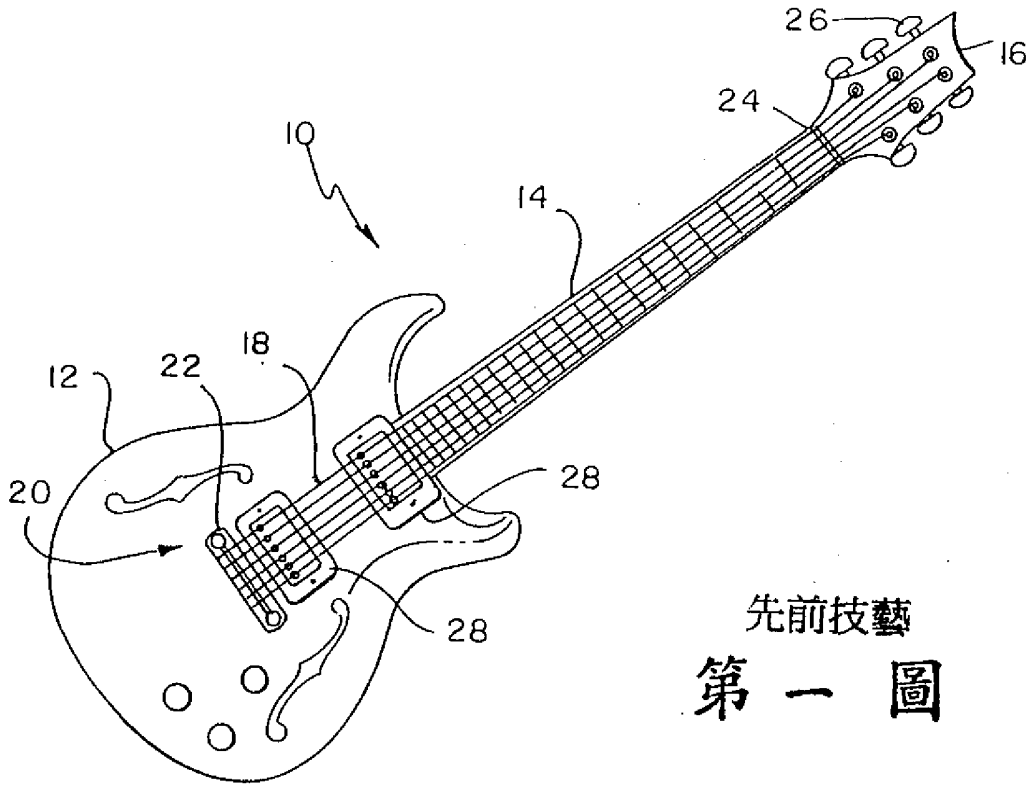
。

(請先閱讀背面之注意事項)(寫本頁)

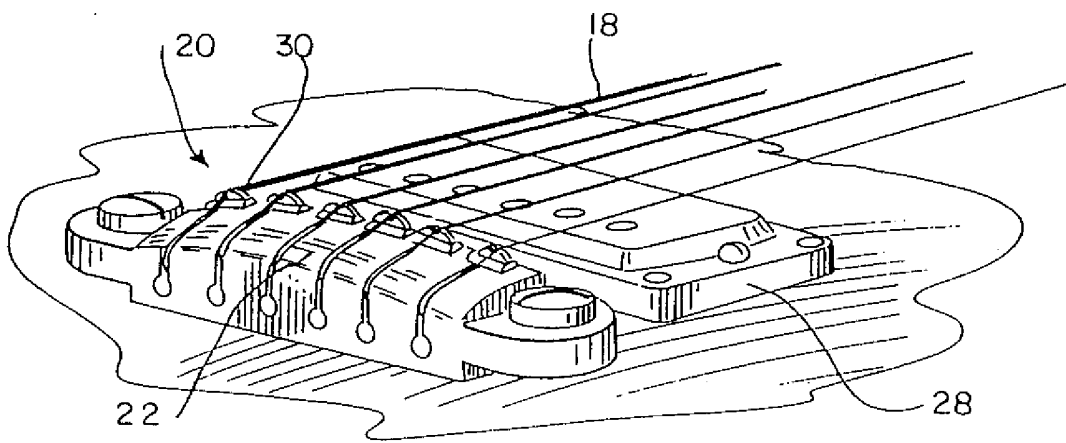
裝

訂

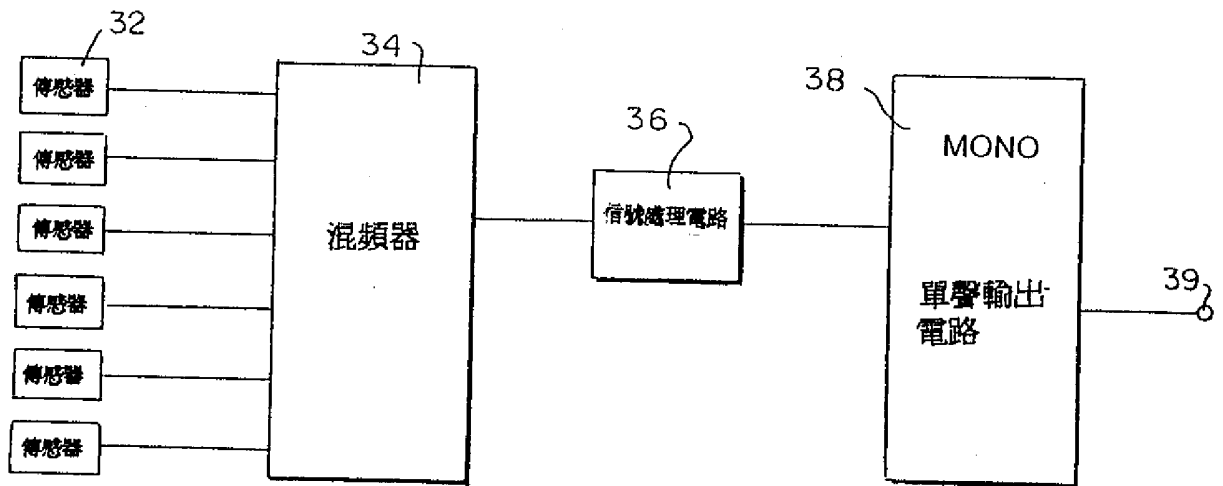
線



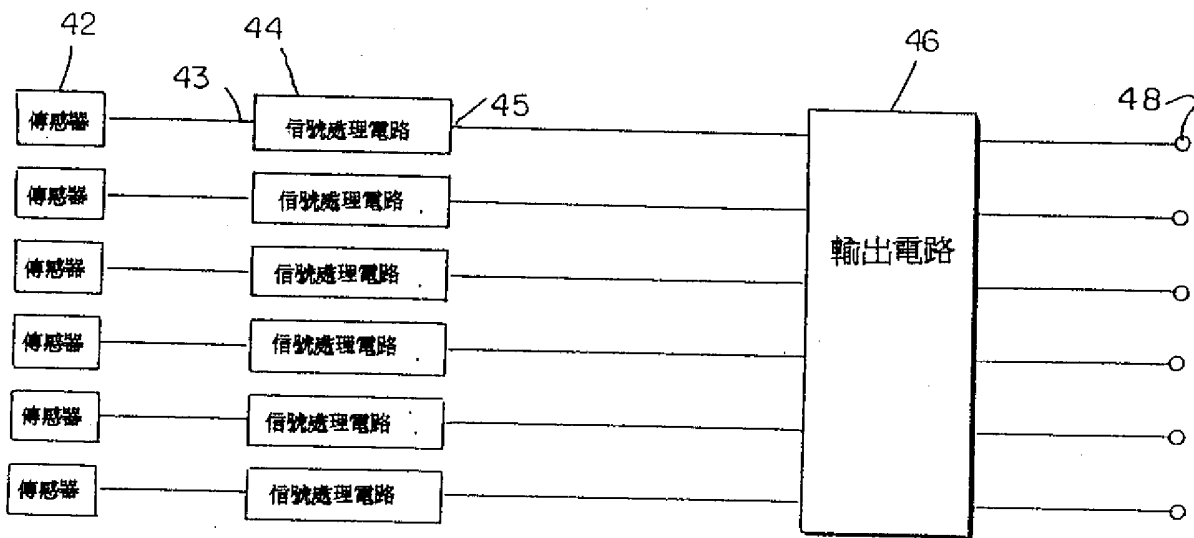
先前技藝
第一圖



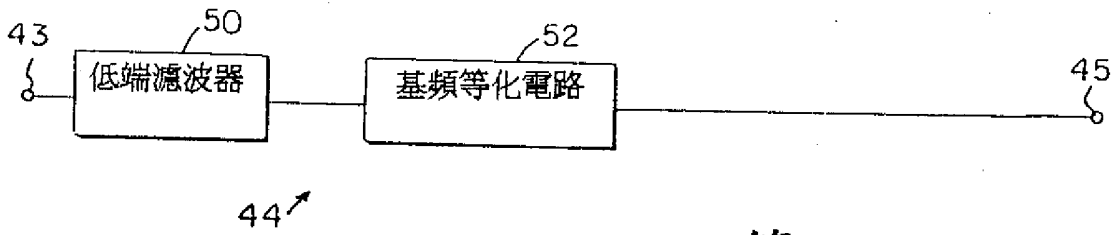
先前技藝
第二圖



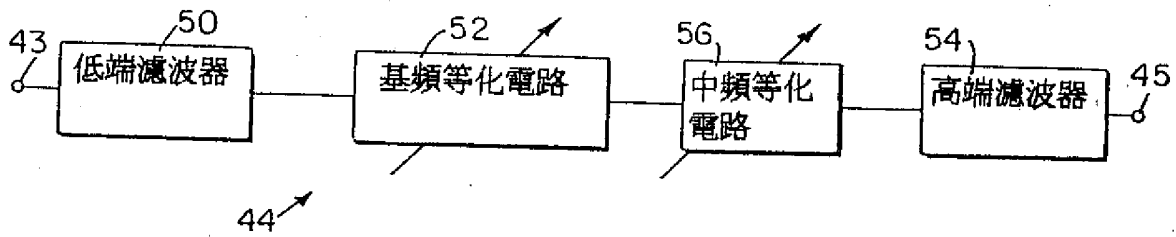
第三圖



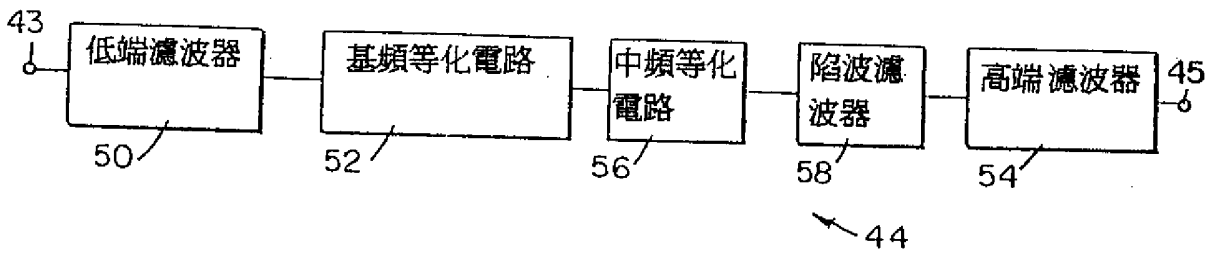
第四圖



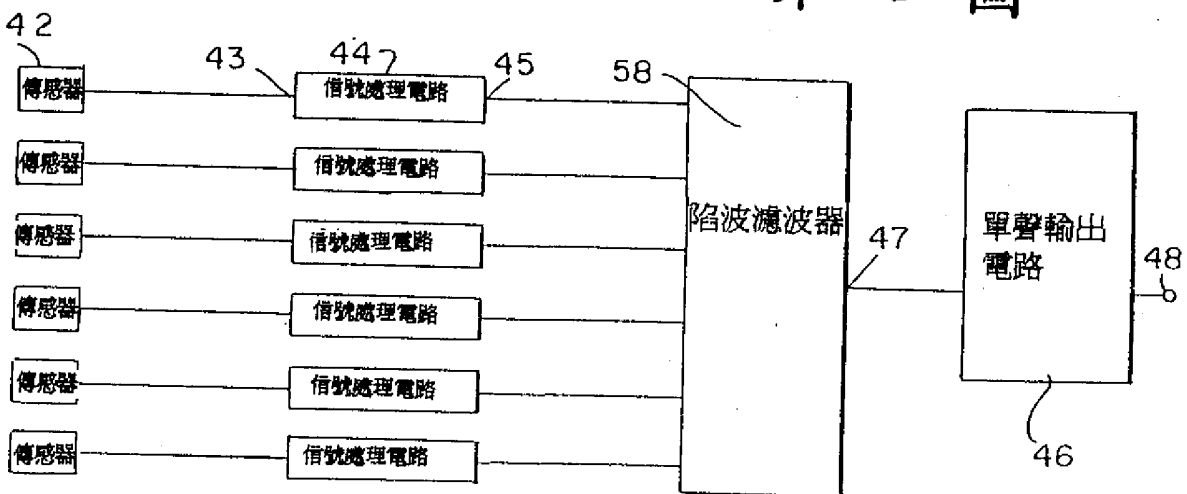
第五圖



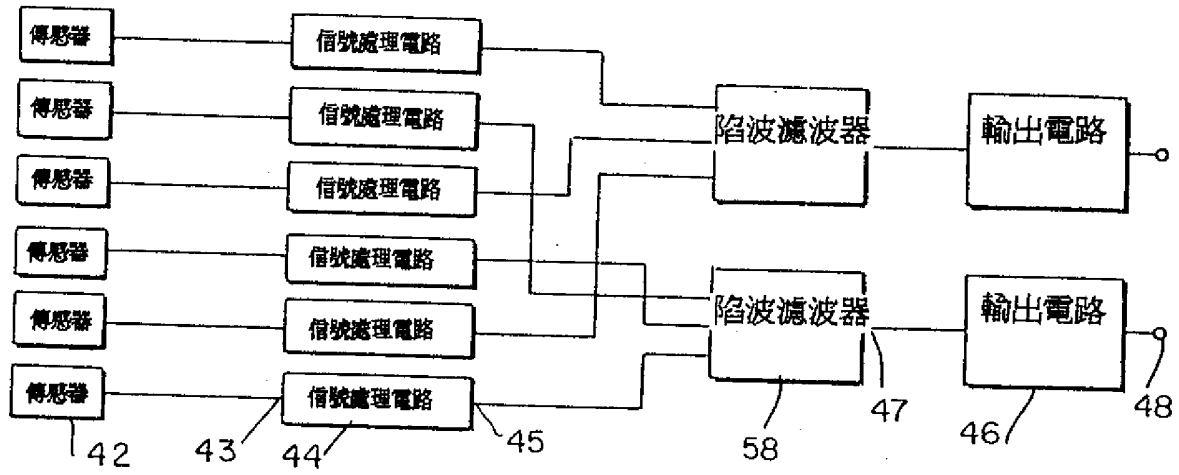
第六圖



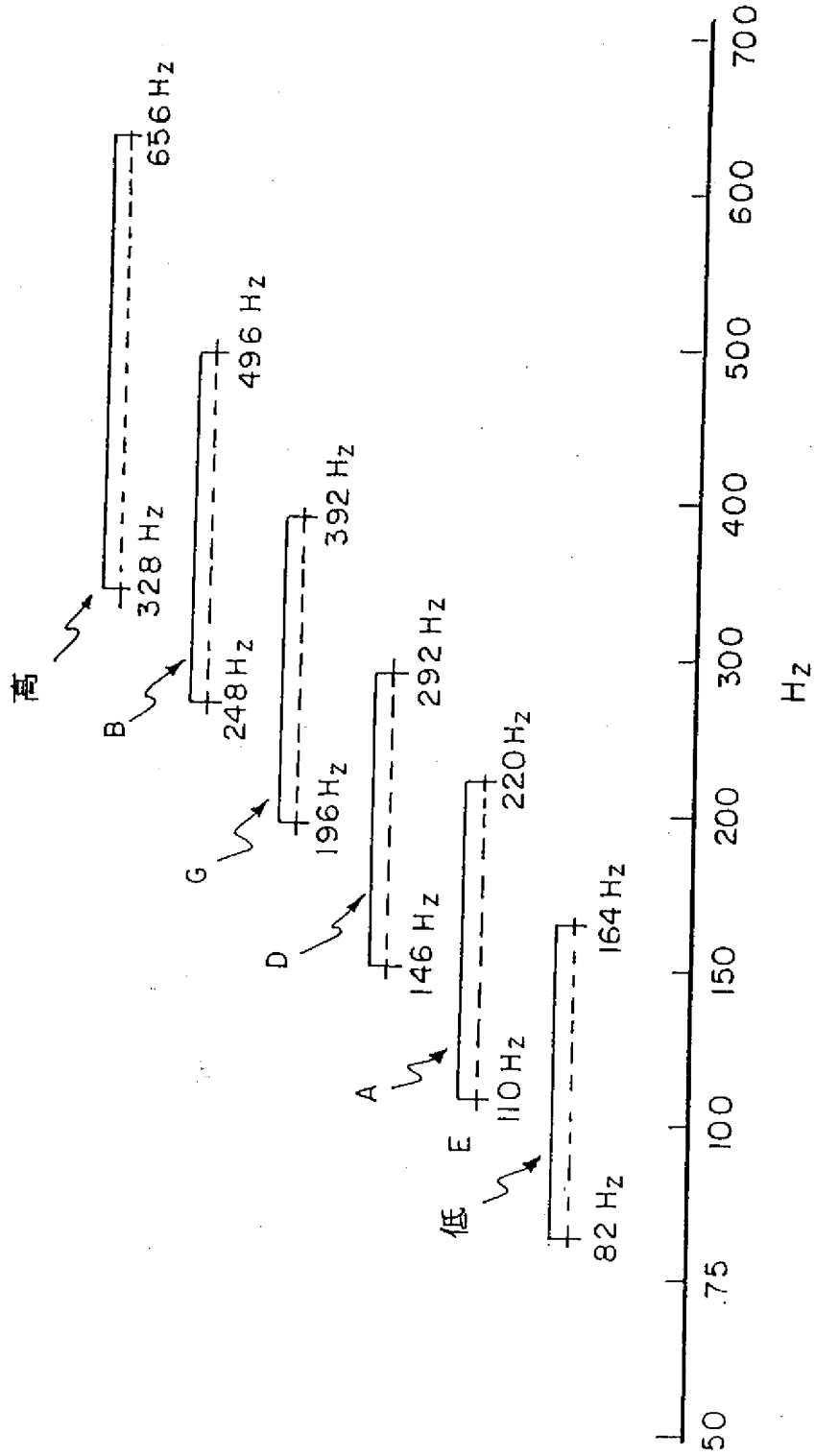
第七圖



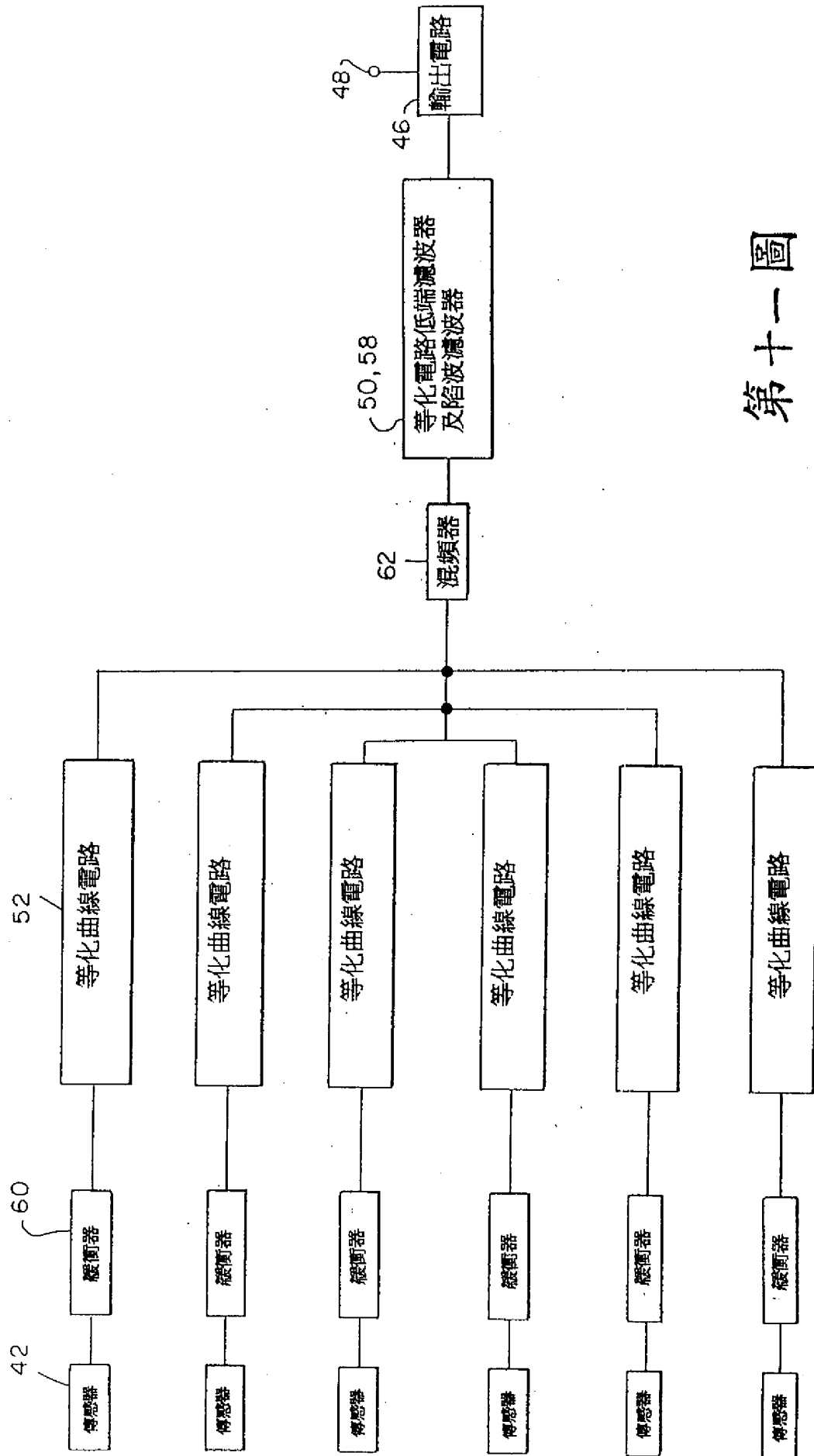
第八圖



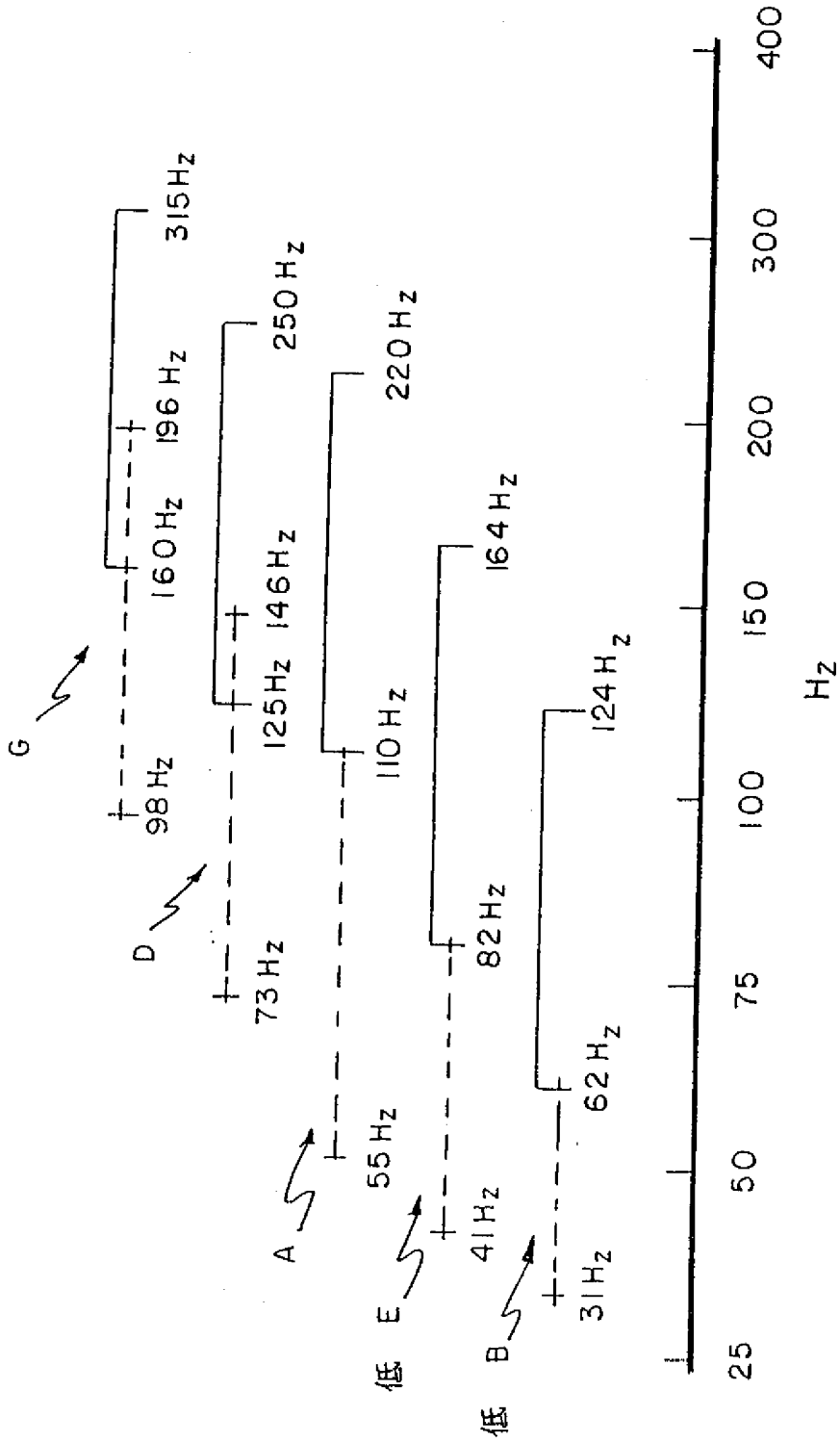
第九圖



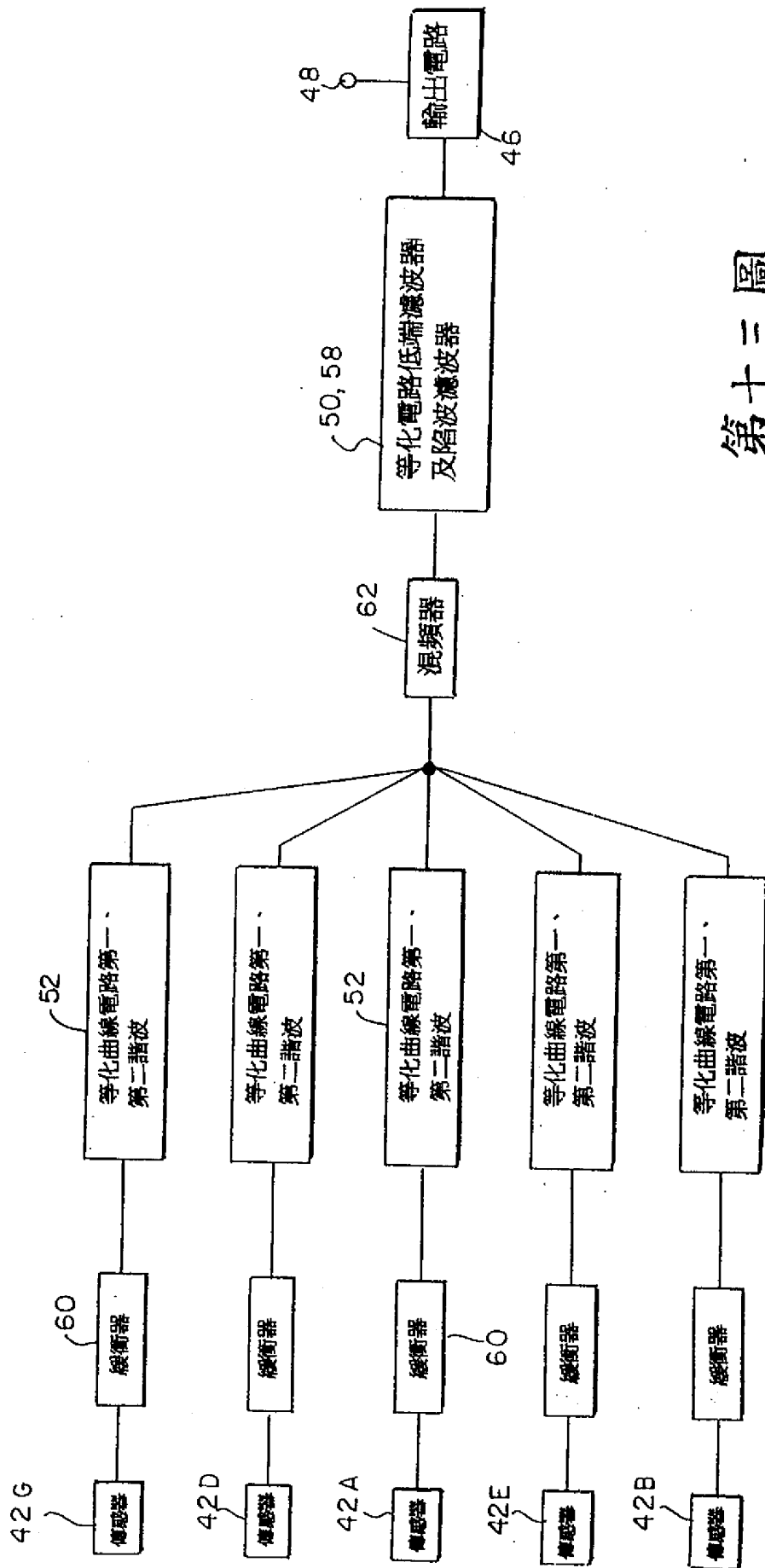
第十圖



第十一圖



第十二圖



第十三圖