



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202006703 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：107124178

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 10 日

(51)Int. Cl. : **G10H7/00 (2006.01)**

(71)申請人：國立成功大學(中華民國) NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY (TW)

臺南市東區大學路 1 號

(72)發明人：胡敏君 HU, MIN CHUN (TW)；林季伯 LIN, CHI PO (TW)；許友綸 HSU, YU LUN (TW)；邱宇箴 CHIU, YU CHEN (TW)

(74)代理人：洪澄文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：6 共 23 頁

(54)名稱

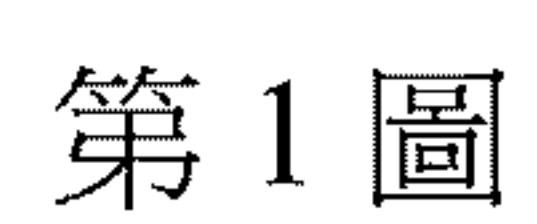
光學拾音器以及弦樂轉譜系統

(57)摘要

低成本且高相容性的光學拾音器，具有一光源、一組光學感測器以及一控制器。該光源照射一琴弦。該組光學感測器係對應該光源而裝設，用以感測該琴弦之遮光狀況。該控制器將該組光學感測器感測到的數值供應一系統主機，由該系統主機辨識該琴弦被撥動出的旋律。關於多弦拾音，所述光學拾音器更為該光源照射的其他複數條琴弦設置複數組光學感測器，由該控制器將感測到的數值供應該系統主機進行旋律辨識。所述技術以簡單架構與運算達成多弦拾音。

A low-cost and high-compatibility optical pickup with a light source, a set of optical sensors and a controller. The light source illuminates a string of a string instrument. The set of optical sensors is provided corresponding to the light source to sense the shading of the string. The controller supplies the values sensed by the set of optical sensors to a computing server to recognize a melody generated by the plucked string. Considering the other strings of the string instrument, the optical pickup includes other sets of optical sensors corresponding to the other strings which are also illuminated by the light source. The controller also supplies the values sensed by the other sets of optical sensors to the computing server for melody recognition.

指定代表圖：



(S61, S62) . . . 對
應琴弦 S1...S6 的複數
組光學感測器

組光學感測器

發明摘要

【發明名稱】 光學拾音器以及弦樂轉譜系統

OPTICAL PICKUP AND STRING MUSIC
TRANSLATION SYSTEM

【中文】

低成本且高相容性的光學拾音器，具有一光源、一組光學感測器以及一控制器。該光源照射一琴弦。該組光學感測器係對應該光源而裝設，用以感測該琴弦之遮光狀況。該控制器將該組光學感測器感測到的數值供應一系統主機，由該系統主機辨識該琴弦被撥動出的旋律。關於多弦拾音，所述光學拾音器更為該光源照射的其他複數條琴弦設置複數組光學感測器，由該控制器將感測到的數值供應該系統主機進行旋律辨識。所述技術以簡單架構與運算達成多弦拾音。

【英文】

A low-cost and high-compatibility optical pickup with a light source, a set of optical sensors and a controller. The light source illuminates a string of a string instrument. The set of optical sensors is provided corresponding to the light source to sense the shading of the string. The controller supplies the values sensed by the set of optical sensors to a computing server to recognize a melody generated by the plucked string. Considering the other strings of the string instrument, the optical pickup includes other sets of optical sensors corresponding to the other strings which are also illuminated by

the light source. The controller also supplies the values sensed by the other sets of optical sensors to the computing server for melody recognition.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100~光學拾音器；

102~上蓋；

104~光源；

106~下座；

S1…S6~琴弦；以及

(S11，S12)、…、(S61，S62)~對應琴弦S1…S6的複數組光學感測器。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 光學拾音器以及弦樂轉譜系統

OPTICAL PICKUP AND STRING MUSIC
TRANSLATION SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於弦樂器之拾音器以及應用。

【先前技術】

【0002】 弦樂器的拾音器一般採用電磁技術。軟磁性弦之撥動引發磁通量變化，磁式拾音器因而產生交流電，經由電纜被傳往擴大機或錄音儀器。常見應用包括電吉他、電貝斯、電提琴…等，樂音將轉換成電子訊號，利於擴大、錄音和廣播。

【0003】 然而，磁式拾音器通常需要綁定樂器成整組設計一成本高且不利靈活應用。非電子式弦樂器就無法使用磁式拾音器拾音。

【發明內容】

【0004】 本案提出一種光學拾音器，且更提出應用所述光學拾音器實現的弦樂轉譜系統，利於創作甚至教學。

【0005】 根據本案一種實施方式實現的一光學拾音器包括一光源、一組光學感測器以及一控制器。該光源用於照射一琴弦。該組光學感測器係對應該光源而裝設，用以感測該琴弦之遮光狀況。控制器將該組光學感測器感測到的數值供應一系統主機，由該系統主機辨識該琴弦被撥動出的旋律。

【0006】 一種實施方式中，該組光學感測器包括一第一光學感測器以及一第二光學感測器，分別設立於該琴弦的一第一

側以及一第二側。

【0007】 一種實施方式中，該第一光學感測器與該琴弦存在一位差，該第二光學感測器也與該琴弦存在一位差。該位差相依該琴弦之振動特性、以及該第一光學感測器與該第二光學感測器之尺寸。或者，該第一光學感測器與該第二光學感測器彼此間沿著該琴弦也存在一位差。

【0008】 一種實施方式中，該光學拾音器更包括一上蓋以及一下座。該上蓋供架設該光源，且更布置一孔洞，供該光源通過以照射該琴弦。該下座安裝該組光學感測器。該上蓋以及該下座之間通過該琴弦。一種實施方式中，該下座以可拆卸機構供安裝至一弦樂器之琴身、或自該弦樂器之琴身拆卸下。

【0009】 一種實施方式中，該光學拾音器更包括一無線通訊介面。該控制器是將該組光學感測器感測到的數值經該無線通訊介面輸出至該系統主機。

【0010】 一種實施方式中，該光學拾音器更包括為該光源照射的其他複數條琴弦設置的複數組光學感測器，由該控制器將感測到的數值供應該系統主機進行旋律辨識。一種實施方式中，上述光學拾音器與上述系統主機組合成一弦樂轉譜系統。上述系統主機對各組光學感測器感測到的數值進行運算。例如，系統主機可對光感測結果進行撥擊時間點偵測、音高辨識、以及聲音表情辨識。藉上述聲音表情辨識，該系統主機可判斷大小聲、槌音、勾音、以及滑音，進而產生樂譜、聲音表情提示以及指法表。

【0011】 上述弦樂轉譜系統可用於實現多種教學系統。

【0012】 一種實施方式中，所揭露之弦樂轉譜系統更包括一螢幕。該螢幕用於顯示該系統主機所產生的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表。隨著該光學拾音器即時收音，該系統主機動態變化該螢幕所顯示的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表。

【0013】 一種實施方式中，該系統主機係通過網路技術傳遞所產生的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表至一遠端螢幕，以應用於線上遠端教學。隨著該光學拾音器即時收音，該系統主機動態變化該遠端螢幕所顯示的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表。

【0014】 一種實施方式中，該系統主機更基於上述撥擊時間點偵測、音高辨識、以及聲音表情辨識生成數位音樂。所生成的數位音樂除了用於混音外，也可以放大器播放出，或是通過網路技術傳遞至遠端播放。

【0015】 下文特舉實施例，並配合所附圖示，詳細說明本發明內容。

【圖式簡單說明】

【0016】

第1圖圖解根據本案一種實施方式實施的一光學拾音器100
第2A以及2B圖特別針對單弦S1圖解光學拾音器100的結構，其中第2A圖為光學拾音器100側視圖，且第2B圖為俯視圖；

第3A圖以及第3B圖特別針對單弦S1圖解光感測結果；

第4圖以方塊圖圖解本案以光學感測實現弦樂器拾音的其

他技術細節，圖示組成一弦樂轉譜系統；

第5圖以方塊圖圖解中央處理器414執行程式碼416所達成的信號處理502以及其對處理結果之應用504；以及

第6圖示意一螢幕600顯示的圖形介面。

【實施方式】

【0017】 以下敘述列舉本發明的多種實施例。以下敘述介紹本發明的基本概念，且並非意圖限制本發明內容。實際發明範圍應依照申請專利範圍界定之。

【0018】 第1圖圖解根據本案一種實施方式實施的一光學拾音器100。光學拾音器100可安裝在弦樂器的琴身上，琴弦S1…S6穿越其中。光學拾音器100上蓋102設置裝有光源104，發射光線穿越上蓋102孔洞(詳見後續圖示)，照射在琴弦S1…S6上。光學拾音器100下座106為琴弦S1…S6分別設置光學感測器(S11，S12)、…、(S61，S62)。下座106以可拆卸機構，方便使用者將該光學拾音器100安裝至弦樂器琴身、或自弦樂器之琴身拆卸下。下座106機構可適應性對應琴弦S1…S6間距而微調。例如，下座106機構可調式，使應用於各式尺寸提琴、吉他、貝斯之收音。

【0019】 光源104光線照射在琴弦S1…S6後，由光學感測器(S11，S12)、…、(S61，S62)接收。光學感測器(S11，S12)、…、(S61，S62)感測到的光能量變化將反應琴弦S1…S6之撥動。特別是，光學拾音器100是對六條琴弦S1…S6分開進行單弦感測，感測信號分析相當單純。例如，琴弦S1撥動狀況是專由一組光學感測器(S11，S12)提供，不干擾其他光學感測器(S21，

S22)、...、(S61, S62)。相較之，磁式拾音器需考慮所有琴弦的撥動組合，涉及複雜運算。

【0020】 第2A以及2B圖特別針對單弦S1圖解光學拾音器100的結構。

【0021】 第2A圖為光學拾音器100側視圖。光源104之發光體(燈泡)202光線通過上蓋102孔洞204射出。下座106則安裝光感測模組206。

【0022】 第2B圖為俯視圖。光感測模組206提供光學感測器S11、S12。光學感測器S11、S12設置在琴弦S1兩側，可如圖示非並排對準，各自對琴弦S1存在一位差d。位差d可以配合琴弦S1之振動特性、以及光學感測器S11、S12尺寸而調整，目的是最佳化感測數據。一種實施方式中，該第一光學感測器S11與該第二光學感測器S12彼此間沿著該琴弦S1也存在一位差。

【0023】 發光體202可為發光二極體(LED)或其他。上蓋102孔洞204形狀可有多種設計，目的也是最佳化感測數據。

【0024】 除了圖示光學感測器S11、S12，其他實施方式更可使用其他數量以及其他排列的光學感測器實現單弦感測。

【0025】 第3A圖以及第3B圖特別針對單弦S1圖解光感測結果。

【0026】 參閱第3A圖，琴弦S1向圖左撥動時，光學感測器S11感測到的光強度降低，減去光學感測器S12感測到的定值強度後，會得到波形302。

【0027】 參閱第3B圖，琴弦S1向圖右撥動時，光學感測器S12感測到的光強度降低。光學感測器S11感測到的定值強度減

去光學感測器S12感測到的驟降光強度後，會得到波形304。波形302以及304都可用做判斷琴弦撥動方向的判斷。更甚者，撥擊時間點、弦震動的頻率(音高)、撥動的幅度(聲音表情—包括大小聲、槌音、勾音、以及滑音…等)、都可從光感測所取得的波形運算得知。各種運算都有可能被用來處理擷取到的光感測數據。例如，所述運算可涉及傅立葉轉換。

【0028】 第4圖以方塊圖圖解本案以光學感測實現弦樂器拾音的其他技術細節，圖示組成一弦樂轉譜系統。

【0029】 光學拾音器100前述之結構設計稱光源與光感測結構402。控制器404控制結構402運作，並將結構402中光學感測器(S11，S12)、…、(S61，S62)感測到的光能量轉換為數值—一如，第3A、3B圖舉例的電壓值—一再交由一無線通訊介面(如WiFi)406傳輸至一系統主機410。經無線通訊介面412，光學拾音器100所收集的數據交由中央處理器414執行程式碼416進行處理以及應用。系統主機410可將處理結果由一輸出介面418輸出至一輸出裝置420，呈現給使用者。

【0030】 第5圖以方塊圖圖解中央處理器414執行程式碼416所達成的信號處理502以及其對處理結果之應用504。

【0031】 信號處理502可包括多種技術。多弦收音512收集光學拾音器100針對不同琴弦所取得的光感測數據(如，第3A、3B圖舉例的電壓值)。光感測數據所含資訊可由以下列舉方塊—一分析出來。該些方塊可採用第3A、3B圖的電壓相減運算、或其他更複雜演算法。撥擊時間點偵測(onset detection)514辨識琴弦被撥動的時間點。音高辨識(pitch detection)516辨識琴

弦震動頻率，獲知音高。聲音表情辨識 (play style recognition) 518 辨識出大小聲、槌音、勾音、滑音…等。辨識結果可經信號轉換 520 生成數位音樂 (如 Midi 信號)。

【0032】處理結果之應用 504 有多種一例如，形成樂譜 522、數位音樂 524、聲音表情 (大小聲、槌音、勾音、滑音…等) 提示 526、指法表 528…等。

【0033】本案光學拾音器 100 使得創作者隨興演奏得以被記錄成曲。本案光學拾音器 100 使得非電子式弦樂器也得以轉換為數位音樂 524 進行混音。

【0034】一種實施方式中，第 4 圖輸出裝置 420 為放大器，用於播放數位音樂 524。

【0035】一種實施方式中，第 4 圖輸出裝置 420 為螢幕，用於動態顯示樂譜 522、加註聲音表情提示 526、並動態播放指法表 528。

【0036】第 6 圖示意一螢幕 600 顯示的圖形介面。隨著樂手演奏，螢幕 600 動態將音符顯示在樂譜 602 上、指法顯示在指法表 604 上，其中更可圖示化提示聲音表情。

【0037】本案光學拾音器利於教學使用。

【0038】一種實施方式是將老師演奏所產生的數位音樂 (或者另外以麥克風錄音) 以及圖形介面編成影片，供學生下載學習。

【0039】一種實施方式是現場大教室或遠端教學。老師即時演奏，所產生的圖形介面可播放在大螢幕上供整班學生一起學習。或者，圖形介面可結合現場錄製的音訊或根據本案所產

生的數位音樂傳送至遠端，呈現在遠端播放設備，使網路連線的學生也可同步參與課程。

【0040】 一種實施方式中，老師只要將光學拾音器100安裝在示範樂器上，再搭配於電腦安裝軟體，即可結合電腦連結的螢幕以及放大器建構前述教學設備。

【0041】 另一種實施方式中，第4圖的系統主機410可為廠商特別製作，為特殊運算晶片或是特殊電腦。例如，系統主機410為一晶片，與教學螢幕包裝在一機殼中。

【0042】 另一種實施方式中，以上信號處理502以及其對處理結果之應用504可內建在可拆卸式光學拾音器上。光學拾音器可與電腦、手機、平板無線通訊。使用者可藉由電腦、手機、平板上的圖形化介面操作光學拾音器，達到動態收音並進行所述譜曲、教學…等應用。

【0043】 光學拾音器100的可拆卸性使得教師可使用同一系統示範各種弦樂器，且不限定是電子式弦樂器。

【0044】 凡是採用以上光學拾音技術者，都可能涉及本案所欲保護範圍。單弦拾音器也是可能實施方式。

【0045】 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，任何熟悉此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可做些許更動與潤飾，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。

【符號說明】

【0046】

100~光學拾音器；

102~上蓋；
104~光源；
106~下座；
202~發光體(燈泡)；
204~孔洞；
206~光感測模組；
302、304~波形；
402~光源與光感測結構；
404~控制器；
406~無線通訊界面；
410~系統主機；
412~無線通訊界面；
414~中央處理器；
416~程式碼；
418~輸出介面；
420~輸出裝置；
502~信號處理；
504~處理結果之應用；
512~多弦收音；
514~撥擊時間點偵測；
516~音高辨識；
518~聲音表情辨識；
522~樂譜；
524~數位音樂；

526~聲音表情提示；

528~指法表；

600~螢幕；

602~樂譜；

604~指法表；

S1… S6~琴弦；

(S11， S12)、…、(S61， S62)~對應琴弦 S1… S6的複數組光學感測器。

申請專利範圍

1.一種光學拾音器，包括：

一光源，照射一琴弦；

一組光學感測器，對應該光源而裝設，以感測該琴弦之遮光狀況；以及

一控制器，將該組光學感測器感測到的數值供應給一系統主機，由該系統主機辨識該琴弦被撥動出的旋律。

2.如申請專利範圍第1項所述之光學拾音器，其中：

該組光學感測器包括一第一光學感測器以及一第二光學感測器，分別設立於該琴弦的一第一側以及一第二側。

3.如申請專利範圍第2項所述之光學拾音器，其中：

該第一光學感測器以及該第二光學感測器各自與該琴弦存在一位差；且

上述位差相依該琴弦之振動特性、以及該第一光學感測器與該第二光學感測器之尺寸。

4.如申請專利範圍第1項所述之光學拾音器，更包括：

一上蓋，供架設該光源，其中該上蓋更布置一孔洞，供該光源通過以照射該琴弦；以及

一下座，安裝該組光學感測器，

其中：

該上蓋以及該下座之間通過該琴弦。

5.如申請專利範圍第4項所述之光學拾音器，其中：

該下座以可拆卸機構供安裝至一弦樂器之琴身、或自該弦樂器之琴身拆卸下。

6.如申請專利範圍第1項所述之光學拾音器，更包括：

一無線通訊介面，

其中，該控制器是將該組光學感測器感測到的數值經該無線通訊介面輸出至該系統主機。

7.如申請專利範圍第1項所述之光學拾音器，更包括：

為該光源照射的其他複數條琴弦設置的複數組光學感測器，由該控制器將感測到的數值供應該系統主機進行旋律辨識。

8.一種弦樂轉譜系統，包括：

如申請專利範圍第7項所述之光學拾音器；以及
上述系統主機，對各組光學感測器感測到的數值進行運算，以進行撥擊時間點偵測、音高辨識、以及聲音表情辨識。

9.如申請專利範圍第8項所述之弦樂轉譜系統，其中：

藉上述聲音表情辨識，該系統主機判斷大小聲、槌音、勾音、以及滑音。

10.如申請專利範圍第8項所述之弦樂轉譜系統，其中：

該系統主機更基於上述撥擊時間點偵測、音高辨識、以及聲音表情辨識產生樂譜、聲音表情提示以及指法表。

11.如申請專利範圍第10項所述之弦樂轉譜系統，更包括：

一螢幕，顯示該系統主機所產生的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表，

其中，隨著該光學拾音器即時收音，該系統主機動態變化該螢幕所顯示的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表。

12.如申請專利範圍第10項所述之弦樂轉譜系統，其中：

該系統主機更通過網路技術傳遞所產生的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表至一遠端螢幕；且

隨著該光學拾音器即時收音，該系統主機動態變化該遠端螢幕所顯示的上述樂譜、聲音表情提示以及指法表。

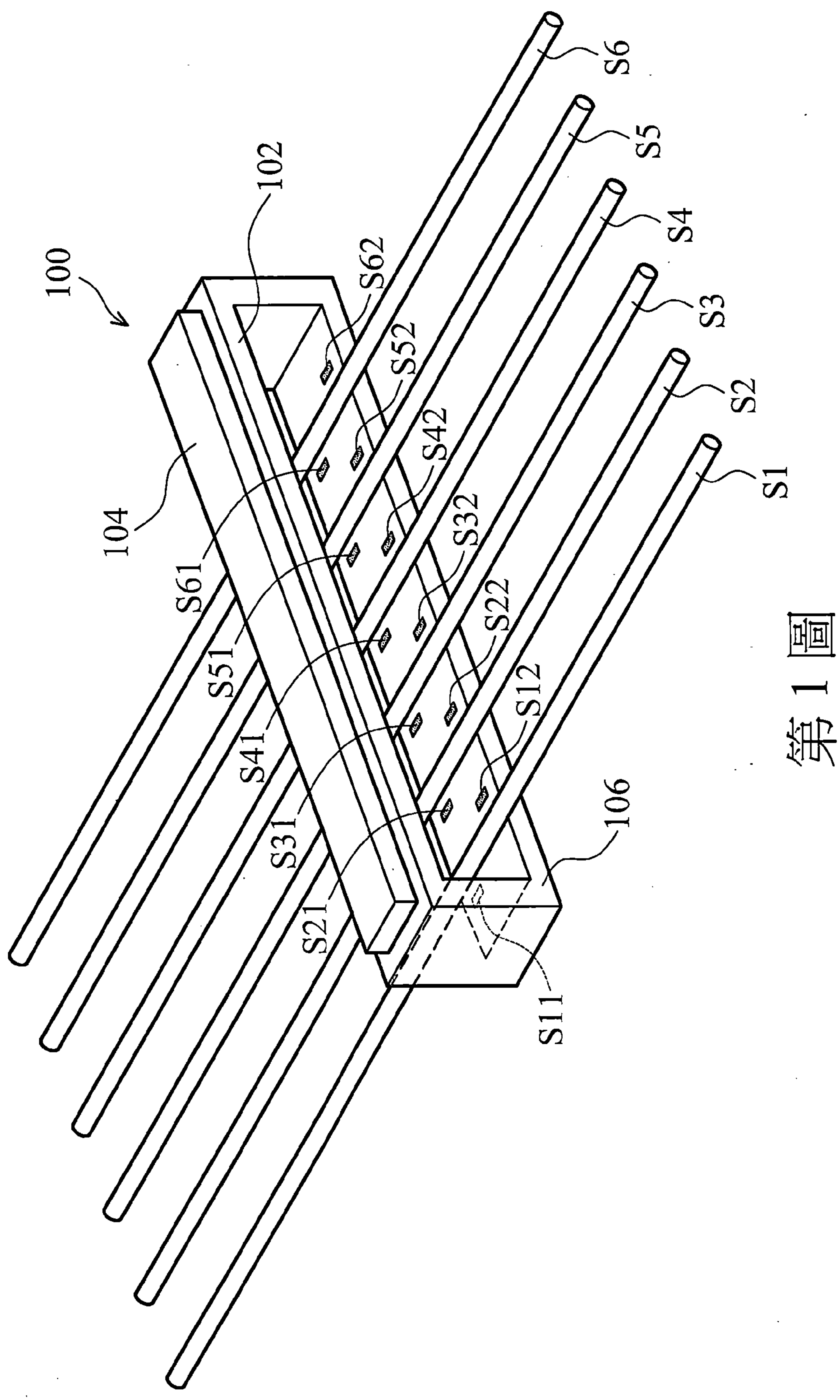
13.如申請專利範圍第8項所述之弦樂轉譜系統，其中：

該系統主機更基於上述撥擊時間點偵測、音高辨識、以及聲音表情辨識生成數位音樂。

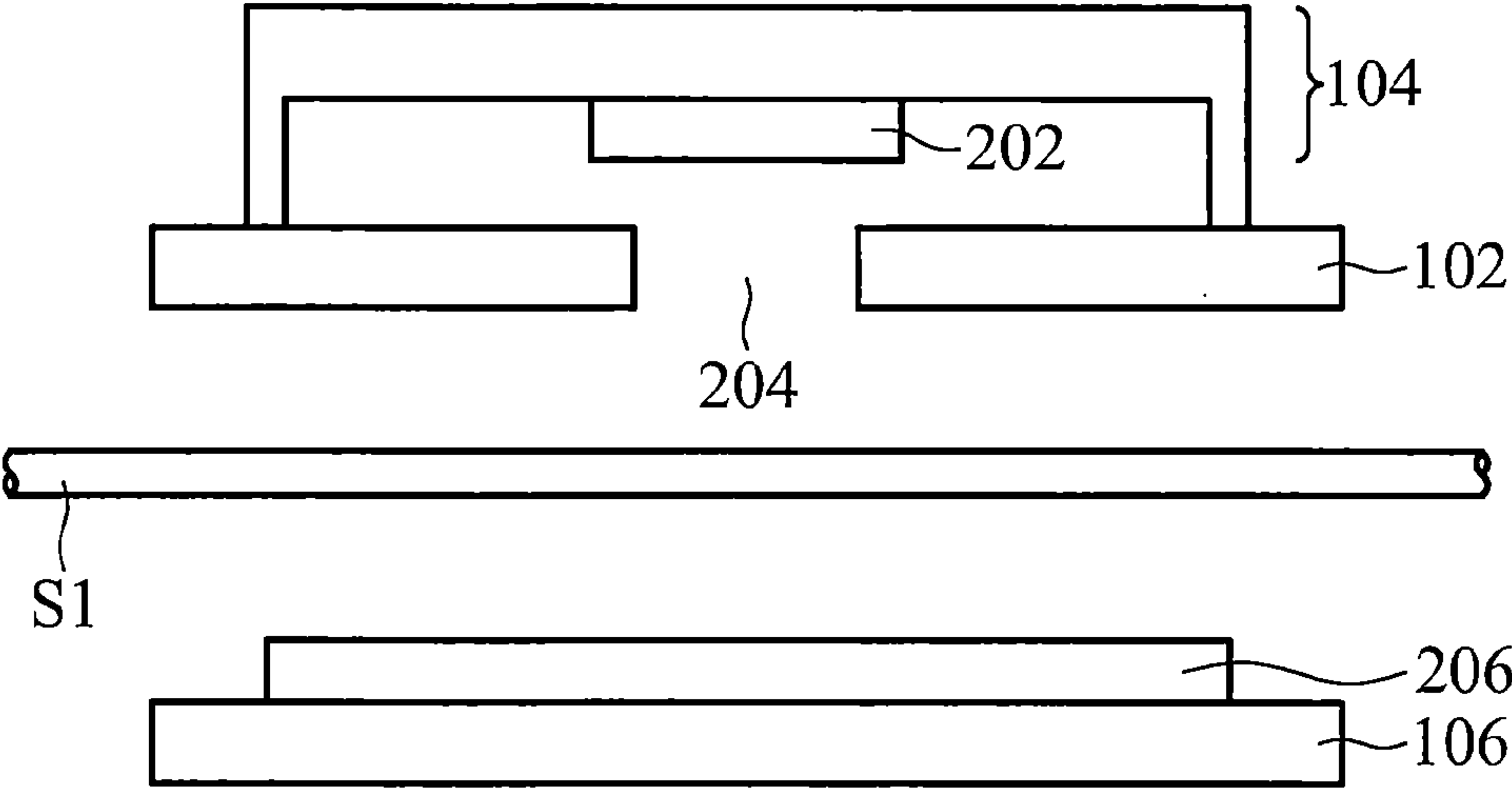
14.如申請專利範圍第13項所述之弦樂轉譜系統，其中：

該系統主機更通過網路技術傳遞所生成的上述數位音樂至遠端播放。

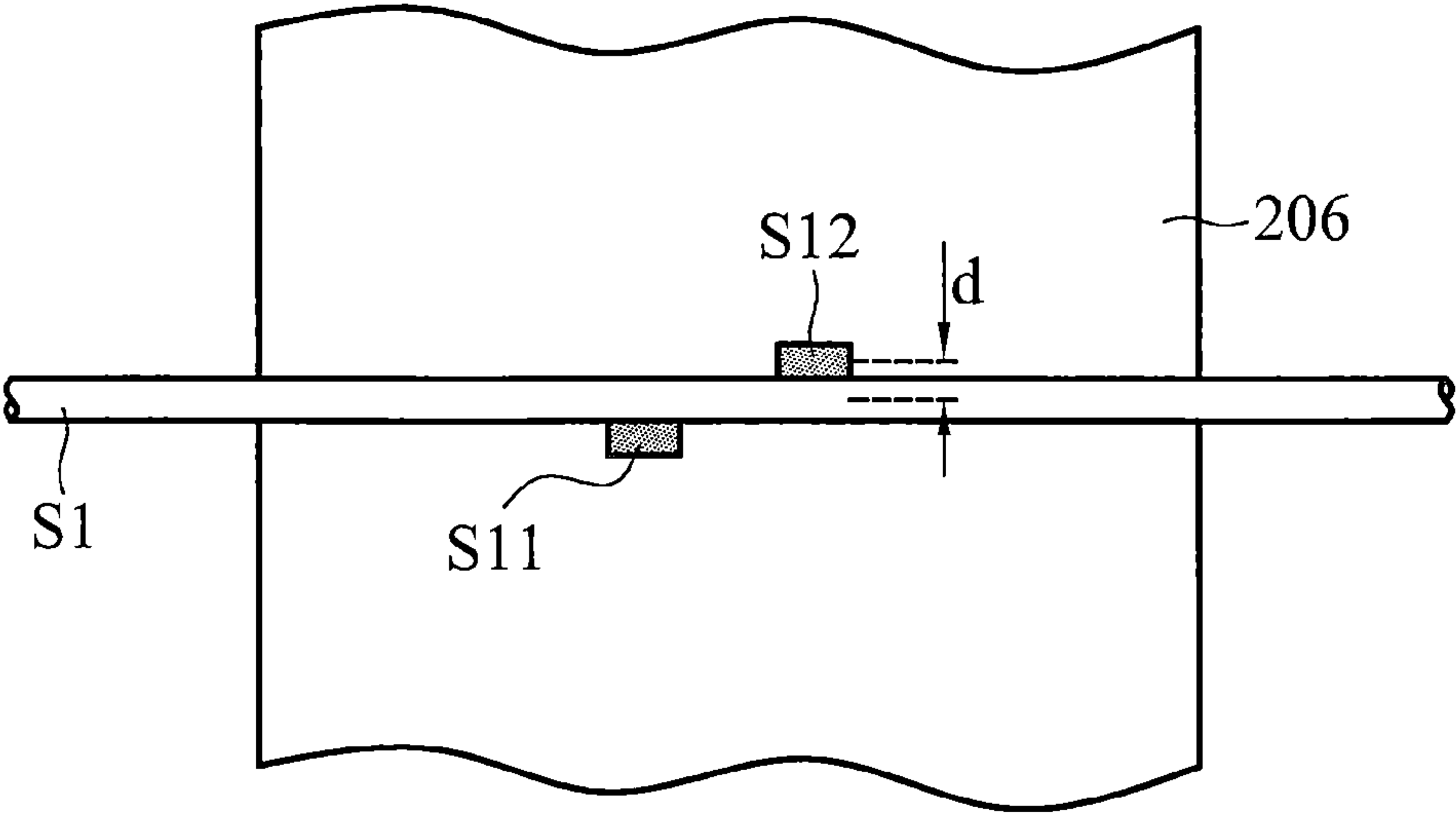
圖式



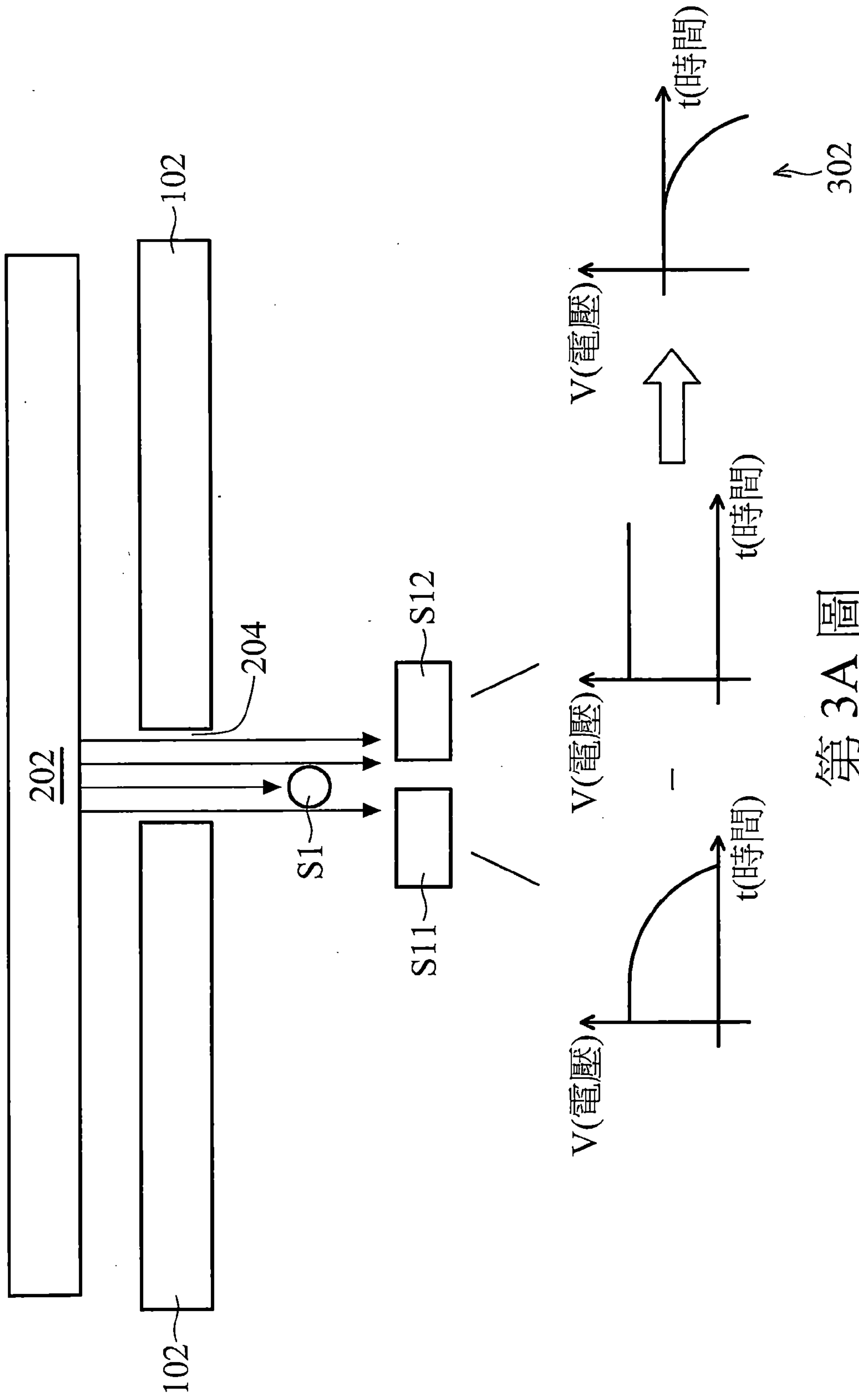
第1圖



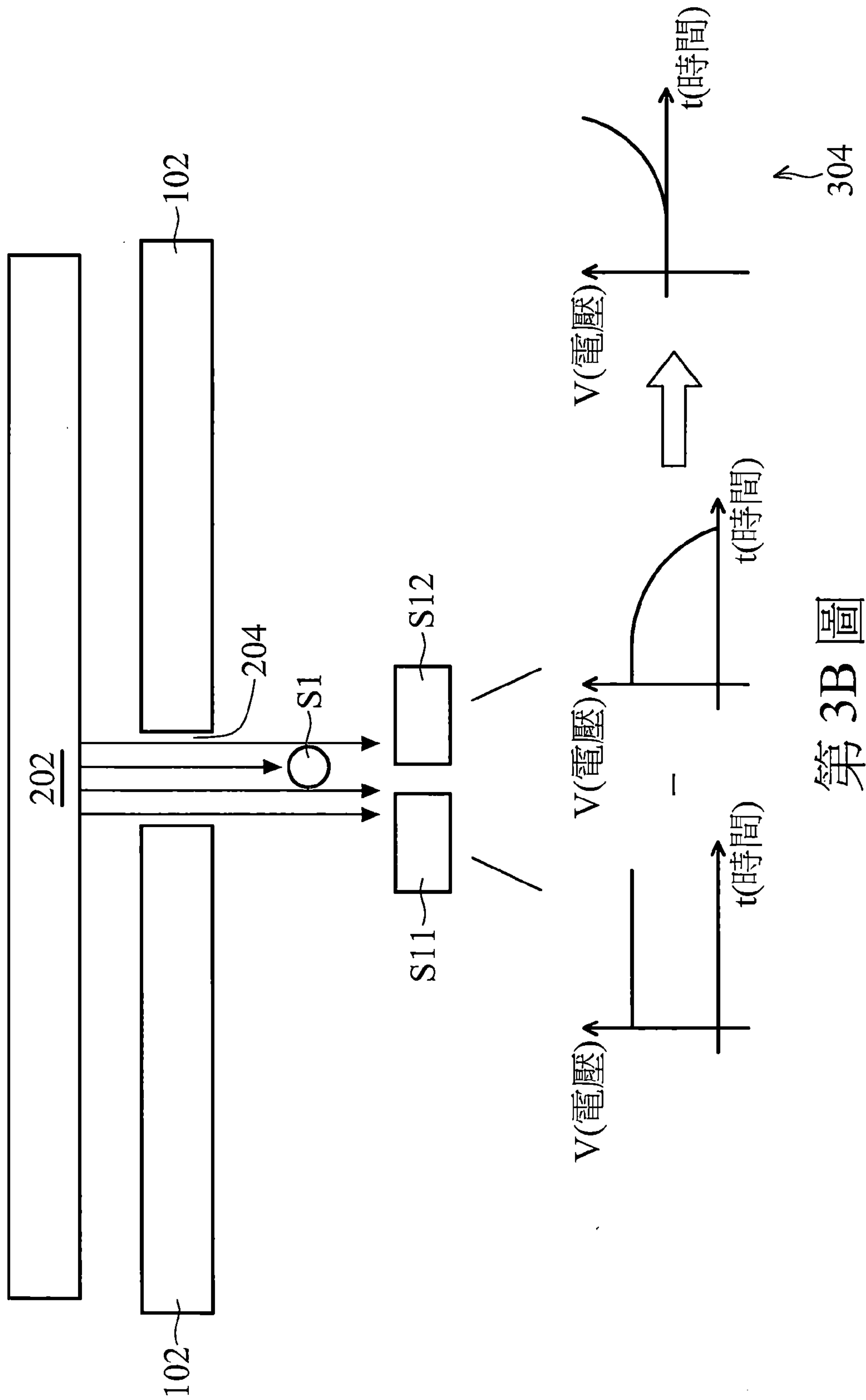
第 2A 圖



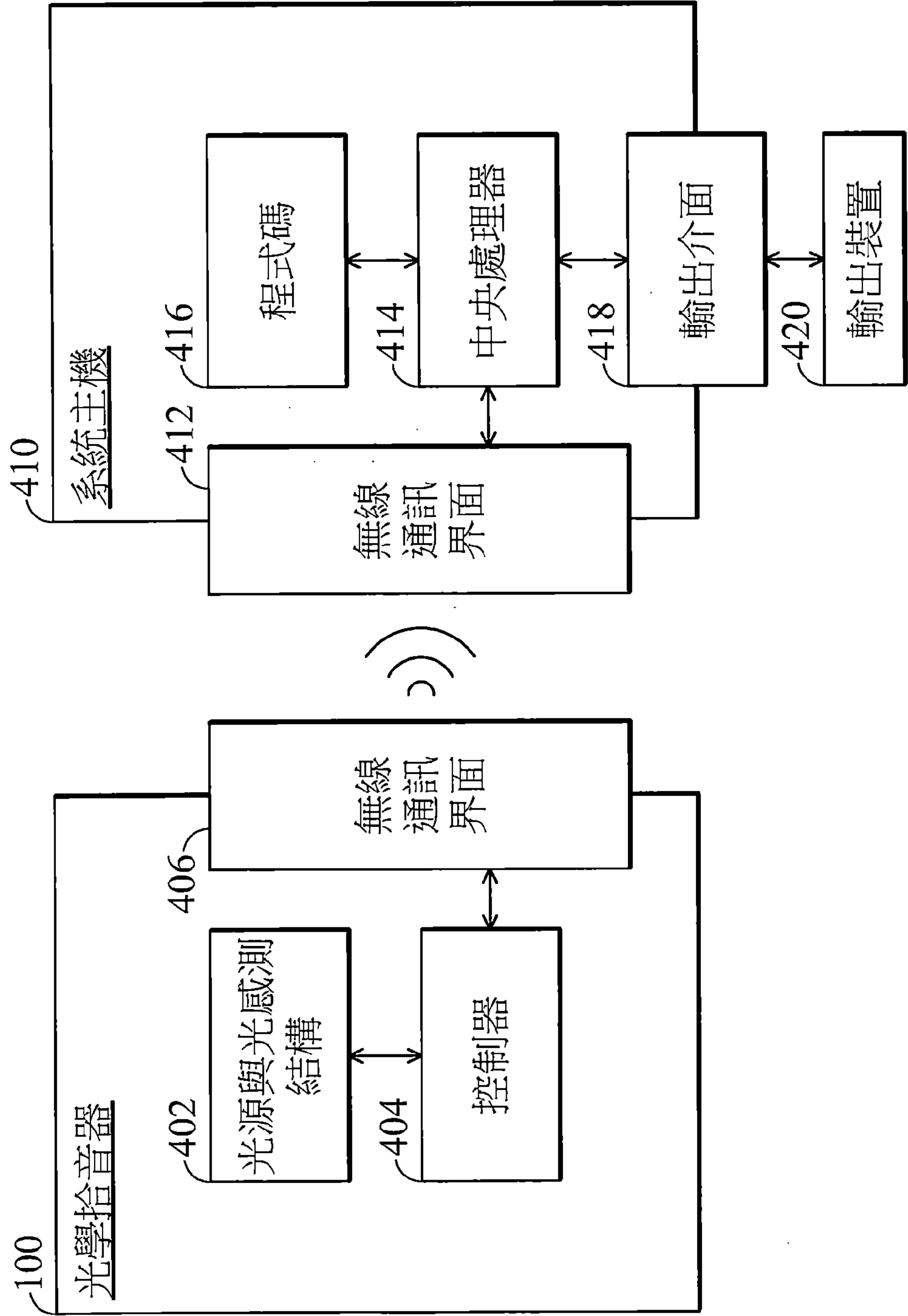
第 2B 圖



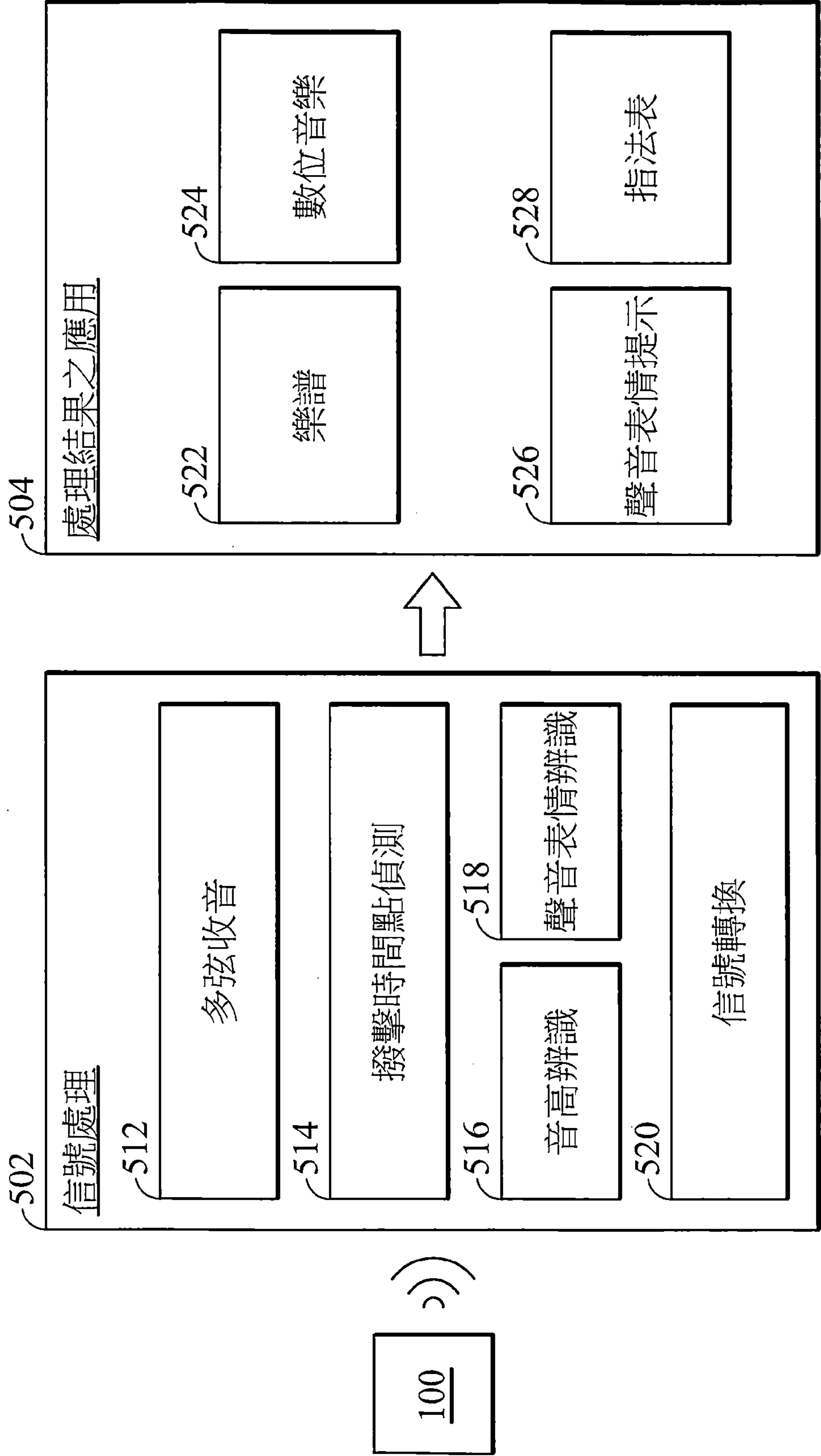
第3A圖



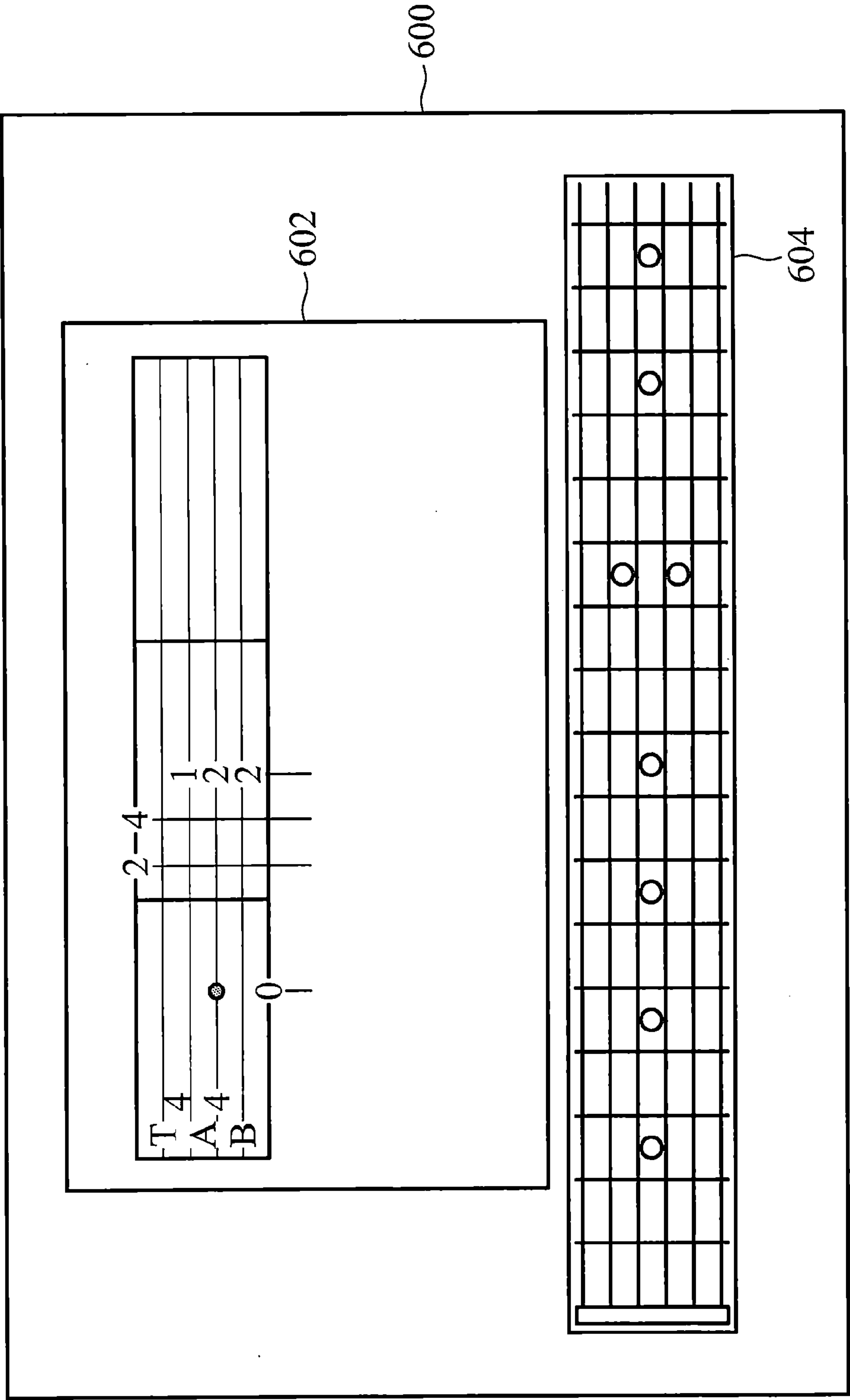
第 3B 圖



第4圖



第 5 圖



第6圖