

發明專利說明書

※申請案號：096103908

※IPC分類：

一、發明名稱：

可演奏提琴的自動化機械裝置

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種可演奏提琴的自動化機械裝置，係由電腦控制系統依據樂譜所訂的指法與弓法，轉為順序控制的指令，藉由程式的執行，控制一琴身控制系統與一揮弓控制系統各部機構的動作，其中，該琴身控制系統會夾設住提琴，進行偏轉轉動，以及按弦、揉弦之動作；該揮弓控制系統則設於該琴身控制系統一側，可夾設住琴弓進行角度轉動，以及昇降與左右移動之動作，藉此整體可以完成揮弓演奏之全自動化動作。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第七圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 . . . 琴身
- 20 . . . 琴弓
- 30 . . . 琴身控制系統
- 31 . . . 基座
- 32 . . . 步進馬達
- 33 . . . 轉動台
- 35 . . . 支撐桿
- 36 . . . 陣列式氣壓裝置
- 37 . . . 連桿控制機構
- 40 . . . 揮弓控制系統
- 41 . . . 琴弓夾具
- 42 . . . 步進馬達
- 43 . . . 昇降機構
- 44 . . . 步進馬達
- 45 . . . 行程塊體
- 46 . . . 移動機構
- 47 . . . 伺服馬達

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

[0001] 本發明係關於一種可演奏提琴的自動化機械裝置，特別是指一種可全自動化演奏提琴的機械裝置。

【先前技術】

[0002] 按，提琴屬於擦弦樂器，是現代弦樂器中佔重要地位之樂器，包括有小提琴、中提琴、大提琴和低音提琴多種，其中又以小提琴最受歡迎及注目。小提琴係現代弦樂器中最重要的高音樂器。由於它的旋律優美、音域寬廣，節奏與音色的變換靈活，既能演奏抒情的小曲，也可演奏令人振奮的華麗樂章，使得演奏者可以發揮高度的演奏技巧，又能充分表現音樂情感。因此，小提琴不但適合運用於弦樂團或交響樂團中演奏，更可搭配鋼琴或其他伴奏樂器，成為理相的獨奏樂器。

[0003]

小提琴已係習知常見的樂器，其立體圖如第一圖所示。小提琴重量極輕，琴身10由大約70多塊不同的木片組成。琴頭11為漩渦狀，配有四個錐形弦栓12，用以調整四根琴弦13的鬆緊度。琴頭11與琴頸14採用同一塊木頭雕成，琴頸14上方固定一塊弧形指板15。琴弦13一端固定於琴栓12，穿出琴頭11，通過指板15上方，跨過琴橋16，再與後弦枕17接合。指板15前端較窄，可讓演奏者的左手手指在其上按壓琴弦13，以控制音調。指板15末端變寬，使跨過琴橋16的琴弦13有較寬間隔，再配合琴橋16的弧面設計，方便第二圖所示的琴弓20在拉奏區18運動，而不致碰觸到其他的琴弦13。琴弦13一共有四根，從細到粗依次是E弦，A弦，D弦，與G弦，每根空弦之間相差五個全音。藉由指板15按壓位置的改變，每根琴弦13都能奏出完整的兩個八度音。其中，E弦的頻率最高，常用來演奏高昂的曲調，或用以模擬女高音的聲調。G弦的聲調最低，特點是音質豐滿，常用來表現渾厚的男低音。演奏者藉由熟練的技巧，通常可以自在地變換音階，或使用各種裝飾音，配合適當的節奏，表現

出單音、雙音，甚至三個音以上的和弦樂。

- [0004] 無論演奏任何曲子，音準的表現往往成為演出成敗的重要指標。因此，按壓琴弦13的目的除了要能改變音階，最主要的工作乃在確保音頻的準確。由於琴弦13上稍許的偏差都會影響音頻的高低，使得演奏者必須經過長久練習，方能達到精準的效果。當音準達成之後，可以進一步運用「揉弦」技巧，使琴音更為動聽。揉弦，一般又稱為顫音或抖音，其方法在於將手指如「箭插在靶上」般按壓琴弦13於指板15上，手指的第一關節隨著手臂的擺盪而有平與曲的交替動作。揉弦促使音頻在原始的音準上產生週期性的變化，可達到美化音色的效果，故為高程度演奏者持續練習之動力。
- [0005] 提琴的發音方式在於運用琴弓20摩擦琴弦13，且摩擦的位置必須限制在指板15尾端到琴橋16之間的部分琴弦13上。琴弓20的構造如第二圖所示，包含木質弓桿21及弓毛22。弓桿21設計成門字形，尾端設有螺旋鈕23，可以控制弓止24的位置。弓手22又稱馬尾，一端固定於弓尖25，另一端固定於弓止24。使用前，可依演奏者的需求旋轉該螺旋鈕23，藉以調整弓毛22的鬆緊度。琴弓20與琴弦13的摩擦運動，決定了演奏的品質。運弓的技巧包含基本弓法、頓弓、頓弓、換弦、跳弓、拋弓等，都常用於演奏各式樂曲上。運弓的部位、力道與速度，不但可以控制音量的大小，也影響音色的展現。因此，演奏者一般將左手視為工匠，右手視為藝術家。亦即，左手專司按弦，藉由精準的指位變換與綿密的揉弦技巧來美化音頻；同時利用右手揮弓，藉由從容、瀟灑的速度變化，配合展現適時、合宜的力道，可以完全控制樂曲的行進，並充分展現曲風。
- [0002] 小提琴演奏不但需要高度的技巧，更要能表現情感。一位優秀的演奏者可以賦予提琴生命，並藉由小提琴唱出人類的思維。因此，小提琴的演奏能深獲全世界許多人的喜愛，連帶地，各種提琴的演奏也皆深受矚目及重視。本發明人本身即深愛並專精於小提琴演奏，同時亦專研機械領域的研究工作，遂乃構思若能設計一部可以全自動化演奏提琴的機械裝置，使其具備按弦與運弓等技巧；並能運用程式來控制弓法的力道與速度，進而模擬人類的演奏情感，將是一個相當具有挑戰性的發明。
- 【發明內容】**
- [0007] 緣是，本發明之主要目的，即在提供一種可以全自動化演奏提琴的機械裝置，以遂行使一機械裝置配合程式之控制，而能達致全自動化演奏提琴之作用功效。
- [0004] 本發明係一種可演奏提琴的自動化機械裝置，在構造組成上係由琴身控制系統、揮弓控制系統與電腦控制系統所共同組成，其中，該琴身控制系統係在一基座的一側設一步進馬達，穿設過該基座後接設一轉動台，該轉動台的另一側設一夾具，再與該側的基座樞接支撐；該轉動台上設有一托架，該托架與該夾具共同支撐托住提琴，並由該夾具夾固提琴；該托架之側邊於該轉動台上設有一組支撐桿，其上方接設一陣列式氣壓裝置，該陣列式氣壓裝置可對提琴之琴弦產生按弦動作，而該連桿控制機構則可產生揉弦之動作；該揮弓控制系統，係以一角度固定於該琴身控制系統的側邊，主要有一琴弓夾具可夾住琴弓，並由一設於該琴弓夾具一側的步進馬達控制轉動角度；有一昇降機構受一步進馬達控制而可帶動該琴弓夾具作昇或降的動作；該昇降機構係以上垂直方向穿設過一行程塊體，該行程塊體則又供一移動機構橫向穿設過，再由一伺服馬達帶動該行程塊體連同該昇降機構與琴弓夾具作左右移動的動作；該電腦控制系統，依據樂譜所訂的指法與弓法，轉為順序控制的指令，藉由程式的執行，控制該琴身控制系統與揮弓控制系統各部機構的動作，以進行全自動提琴演奏。
- 【實施方式】**
- [0009] 關於本發明為達成上述目的，所採用之技術手段及可達致之功效，茲舉以下較佳可行實施例配合附圖詳述於后，俾利完全瞭解。
- [0010] 因為本發明係運用於可演奏提琴的自動化機械裝置，故實際適用領域會含括小提琴、中提琴、大提琴和低音提琴之提琴類群族。惟為方便作說明，故本案實施例係舉運用於小提琴演奏為例，在相同技術領域及構造組成，以及相同作用原理下，當然推及於各種提琴同樣適用，謹先陳明。
- [0011] 在說明本發明可演奏提琴的自動化機械裝置之前，謹將演奏小提琴的技巧先予說明如下。小提琴的演奏技巧可分類為「控弦控制」與「弓法控制」兩大類。其中，按弦控制必須考慮兩個重點，第一個重點為音準的控制，第二個重點則在於音色的控制。在音準控制方面，小提琴的指板15為一種弧形且前窄後寬的曲面結構。其俯視圖如第三圖所示，在第三圖中，以G、D、A、E代表四條弦的名稱，(0)-(22)代表每條弦上的音階，⊕代表按指的位置。在單一弦上從(0)變化到(22)，一共可包含兩個八度音階。如第三圖可知，若僅考慮G、D、A等三條弦，且分別自G(5)、D(0)依序變化到A(3)，則可取得一組標準八度音的音階(亦即G(5)=Do、D(0)=Re、D(2)=Mi、D(3)=Fa、D(5)=Sol、A(0)=La、A(2)=Si、A(3)=Do)。其間，G(6)為Do[#](升半音)，D(1)為Mi^b(降半音)，D(4)為Fa[#](升半音)，以此類推。
- [0012] 當真人(即演奏者)演奏小提琴時，係運用左手四個手指在第(0)至第(7)排位置上按弦，稱為第一把位。此時，左手手腕靠近琴頭，食指游動於第(1)與第(2)排的位置，中指負責第(3)與第(4)排，無名指按第(5)排，小指負責第(6)與第(7)排。當音階改變，演奏者必須移動左手手腕。當食指變換到第(3)排位置時，即稱為第二把位的按弦法。音階的位置常隨著樂曲的複雜度而有所不同。一首簡易的曲子，音調起伏平緩，音階的變化大約落於第一把位的範圍內。但是，較為複雜的演奏用的曲目，音階的變化往往超越兩個八度音階，高位置亦超過E(7)，必須採用其他把位的方式按弦。因為人類的手部具有多個自由度，所以手指可以輕易的變換位置。一個技巧熟練提琴家更是能夠快速準確的移動左手手腕，使手指依照樂譜的節奏速度而按到正確位置。一般而言，節奏的掌握與音準的拿捏，常常是演奏成功的必要條件。
- [0013] 按弦控制的第二個重點在於控制音色。常用的方法，稱為揉弦。演奏者首先要以手指緊按琴弦，再靠著手腕的擺盪帶動手指，使手指在按弦位置上微幅擺動，藉由這種技巧，提琴會產生快速的抖音，其效果在於柔緩原始的純音，並可使聲音表現的較為優美。

- [0014] 在弓法控制方面，小提琴的弓法相當繁複，運弓的技巧包含基本弓法、換弦、頓弓、跳弓、拋弓等。在本發明，係以基本弓法與換弦的動作做為發明的目標。所謂基本弓法，意指弓在弦上來回摩擦，所需考慮的參數必須包含運弓的力道、速度與接觸部位。在連續的樂音中，更需考慮上弓與下弓的動作銜接。依據一般演奏小提琴的習慣，演奏者係以右手拇指與中指夾持住弓尾，食指、無名指、小指則分別搭在兩邊。運弓時，右手肩部用力，手腕要輕。在單一弦上運動時，除了要確保弓在一條直線上運動外，遇到上、下弓的變換時，必須運用手腕進行圓週運動，以利弓的運動順暢。食指在運弓的過程中，對力道的控制相當重要。尤其在弓尖的拉奏時，更需注意食指的運用，方能確保音質的穩定。
- [0015] 當樂曲的音符必須由不同的弦來產生時，就必須進行換弦的動作。第四圖所示為琴弓在G、D、A、E等四條弦上運動的角度。由圖可知，假若運弓的角度稍有偏差，則可能同時摩擦到不同的弦，形成不必要的干涉並發出雜音。當弓自一條弦換到另一條弦時，亦可能產生碰撞、敲擊等現象。因此，如何確保換弦時弓的運動順暢，即成為本發明機構設計的重要考量。
- [0016] 上述「按弦控制」與「弓法控制」係演奏小提琴的重要技巧，所以在本發明中縱採由機械裝置來演奏，但也必須依照執行。
- [0017] 本發明實施例在整體組成上，區分為由三組系統所構成，第一組系統為「琴身控制系統」30，第二組系統為「揮弓控制系統」40，第三組系統為「電腦控制系統」50。其中，琴身控制系統30更包含有「按弦機構」與「琴身轉動機構」二部份。該琴身轉動機構之作用係為了配合換弦的需求而創設，其目的在於簡化揮弓控制系統40的動作。
- [0018] 請配合參閱第五圖所示，琴身控制系統30在二側基座31的一側外設一步進馬達32，其軸心穿設過該基座31後接設一轉動台33，該轉動台33的另側係接設一夾具34，再與該側的基座31樞接支撐，該轉動台33上設有一托架331，在其側邊於該轉動台33上設有一組支撐桿35，其上方係接設一陣列式氣壓裝置36，下方則接設一連桿控制機構37。在上述構造組成中，該連桿控制機構37、支撐桿35與陣列式氣壓裝置36即共同組成「按弦機構」，而基座31、步進馬達32、轉動台33、托架331與夾具34則共同組成「琴身轉動機構」。
- [0019] 前已述及，正確按弦與快速變換按弦，是極為重要的指法。而在本發明中即由該陣列式氣壓裝置36進行按弦動作，但本發明的按弦位置會與第三圖所示者有所不同。若觀察第三圖，可以發現琴弦13上音階的排列並非等間隔。除了指板15本身上窄下寬的特性外，音階越高，各排之間的距離越近。因此，適用於第一把位的機構，必須調整所有的按弦位置，才可運用於較高的把位。因此本發明即設計出該陣列式氣壓裝置36，採點陣式按弦模式，在每一個可能的按弦位置上都設置一個按弦動作件。當樂曲指定到某一音符時，該位置上的動作件可以立即按壓琴弦。以如此簡化的機構以適應大幅度音階變化的曲子。但為了避免音階的排列過於接近，致動作件無法一一對應設置的問題，本發明即將按壓點以重複方式使之減少，因此本發明的按弦位置即如第六圖所示。其中，低音階部分，包括G(1)D(1)、G(2)D(2)、G(3)D(3)、G(4)D(4)、G(5)D(5)、G(6)D(6)、G(7)D(7)、A(1)E(1)、A(2)E(2)、A(3)E(3)、A(4)E(4)、A(5)E(5)、A(6)E(6)、A(7)E(7)等，均各一個動作件負責。高音階部分，僅按壓E(8)至E(22)等位置，其餘G、D、A等弦的高音階均不按壓。如此設計可以大幅簡化整體機構的繁複，且可完整地表現出提琴的所有音階，故能用於絕大多數的曲目。惟第六圖的揭露也僅為本發明之實施例表達，非因此拘限本發明之專利範圍。
- [0020] 接著，請配合參閱第七圖所示，揮弓控制系統40主要係設有一琴弓夾具41以夾住琴弓20，並由一設於琴弓夾具41後側的步進馬達42以控制該琴弓夾具41的轉動角度，藉此控制所夾設琴弓20對琴弦13的變換(即換弦)動作及使產生適當的壓力；該琴弓夾具41則為一升降機構43所帶動，並由一步進馬達44控制，而可產生昇或降之動作；其動作係因該升降機構43以上下垂直方向通過一行程塊體45，故由步進馬達44的轉動帶動該昇降機構43作昇或降動作時，即連同該琴弓夾具41與琴弓20皆帶動作同步昇或降的動作；該行程塊體45上則橫向穿設一移動機構46，再於一側由一伺服馬達47帶動轉動，而該伺服馬達47的轉動係帶動該移動機構46轉動，進而驅使該行程塊體45作左或右的移動，並即帶動該升降機構43、步進馬達44、琴弓夾具41、琴弓20及步進馬達42皆同步左右移動，其亦係配合控制該琴弓20完成換弦動作。
- [0021] 本發明整體的裝配使用如第八圖所示，該揮弓控制系統40與該琴身控制系統30二者間係作本角度之固定，且小提琴的琴身10即置於該托架331與夾具34之間，並被該夾具34所夾置，使該小提琴受到穩固之夾掣定位；該琴弓20則被琴弓夾具41所夾置，琴弓20並斜向越過小提琴上方。然後該琴身控制系統30與揮弓控制系統40二者的動作都由電腦控制系統50所控制，在控制的流程設計上，首先分析樂譜(由人工分析樂譜)，並依據樂譜所訂的指法與弓法，轉為順序控制的指令，藉由程式的執行，即可控制該琴控制系統30與揮弓控制系統40各部機構的動作，以進行按弦、揉弦、轉動琴身、揮弓、調整琴弓高低位置及換弦等動作。而在進行控制動作之同時，本發明可藉由麥克風收音檢測小提琴演奏時發出的音量，以回授給電腦控制系統50，藉以比對判斷而去調整揮弓控制系統40施於琴弓20的扭力，使達到較佳的演奏效果。
- [0006] 請同時參閱第五、七、八圖所示，該陣列式氣壓裝置36係按照小提琴各弦的音階排列(如第六圖所示)，由單動式氣壓缸推動軟性橡皮墊構成動作件向下按壓琴弦13，以達成按弦之作用功效。而該連桿控制機構37控制該支撐桿35的快速擺動，可令按弦之動作更進一步製造出揉弦的效果。而由該琴弓夾具41夾住琴弓20，並由該步進馬達44帶動該升降機構43連動琴弓夾具41作下降動作，即可使琴弓20貼住琴弦，再藉由該伺服馬達47帶動移動機構46轉動，驅使該行程塊體45連動該升降機構43與琴弓夾具41按照樂譜的需要作左右移動，即達成揮弓之作用功效。而當琴弓20必須離開琴弦時，藉由該步進馬達44的回轉，帶動升降機構43連動琴弓夾具41上昇即可。在琴弓20揮弓演奏時，會有換弦之必要，此則由該步進馬達32帶動該轉動台33作擺動角度的變換，以帶動該琴身調整偏轉的角度(亦可作微調動作)，如此即可配合該琴弓20揮弓動作的進退位置，而達成在E、A、D、G四條琴弦13上換弦的作用功效。
- [0023] 由以上說明可知，本發明由連桿控制機構37、支撐桿35與陣列式氣壓裝置36即共同組成

「按弦機構」，其除具按弦作用外，更具有揉弦之作用；而由基座31，步進馬達32，轉動台33，托架331與夾具34則共同組成「琴身轉動機構」，主要用以轉動琴身的偏轉角度，以配合換弦動作的進行順遂。而由「按弦機構」與「琴身轉動機構」則共同組成了「琴身控制系統」30，專司負責琴身部份的動作進行，含按弦、揉弦及轉動琴身(配合換弦)。另由該琴弓夾具41配合步進馬達42的動作，與升降機構43配合步進馬達44及行程塊體45的動作，以及行程塊體45和移動機構46配合伺服馬達47的動作，即共同組成「揮弓控制系統」40，專司負責琴弓20的揮弓及換弦動作。而該琴身控制系統30與該揮弓控制系統40即接受該電腦控制系統50的程式控制，以進行全自動演奏小提琴的演奏動作。

[0024] 綜上所述，本發明以似機械人的機械裝置而完全達成所預期自動化演奏小提琴的發明目的。而在相同技術領域及作用原理下，本發明的自動化機械裝置當然同樣可對不同的提琴(例如：中提琴、大提琴及低音提琴等)進行自動化演奏，所以本發明的作用應用及於提琴類之樂器，實為毋庸置疑。本發明可演奏提琴的自動化機械裝置的構造組成完全不曾見諸昔時且深具實用價值及產業利用性，所以完全符合成立發明專利之要件，爰請依法准予發明專利，實為德便。

【圖式簡單說明】

[0057] 第一圖所示係小提琴之構造示意圖第二圖所示係琴弓之構造示意圖第三圖所示係小提琴指板的音階位置示意圖第四圖所示係小提琴揮弓時琴弓與琴弦的關係示意圖第五圖所示係本發明實施例琴身控制系統的構造示意圖第六圖所示係本發明實施例之音階位置示意圖第七圖所示係本發明實施例揮弓控制系統的構造示意圖第八圖所示係本發明實施例整體組成構造示意圖

【主要元件符號說明】

- [0025] 10 . . . 琴身
- [0026] 11 . . . 琴頭
- [0027] 12 . . . 弦栓
- [0028] 13 . . . 琴弦
- [0029] 14 . . . 琴頸
- [0030] 15 . . . 指板
- [0031] 16 . . . 琴橋
- [0032] 17 . . . 弦枕
- [0033] 18 . . . 拉奏區
- [0034] 20 . . . 琴弓
- [0035] 21 . . . 弓桿
- [0036] 22 . . . 弓毛
- [0037] 23 . . . 螺旋鈕
- [0038] 24 . . . 弓止
- [0039] 25 . . . 弓尖
- [0040] 30 . . . 琴身控制系統
- [0041] 31 . . . 基座
- [0042] 32 . . . 步進馬達
- [0043] 33 . . . 轉動台
- [0044] 331 . . . 托架
- [0045] 34 . . . 夾具
- [0046] 35 . . . 支撐桿
- [0047] 36 . . . 陣列式氣壓裝置
- [0048] 37 . . . 連桿控制機構
- [0049] 40 . . . 揮弓控制系統
- [0050] 41 . . . 琴弓夾具
- [0051] 42 . . . 步進馬達
- [0052] 43 . . . 升降機構
- [0053] 44 . . . 步進馬達
- [0054] 45 . . . 行程塊體
- [0055] 46 . . . 移動機構
- [0056] 47 . . . 伺服馬達

七、申請專利範圍：

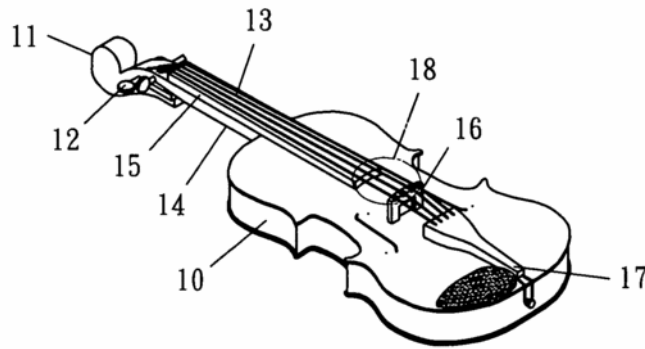
1. 一種可演奏提琴的自動化機械裝置，係由琴身控制系統、揮弓控制系統與電腦控制系統所共同組成，其中，該琴身控制系統係在一基座的一側設一步進馬達，穿設過該基座後接設一轉動台，該轉動台的另側設一夾具，再與該側的基座樞接支撐；該轉動台上設有一托架，以與該夾具共同支撐托住提琴，並由該夾具夾固提琴；該托架之側邊於該轉動台上設有一組支撐桿，其上方接設一陣列式氣壓裝置，下方接設一連桿控制機構，該陣列式氣壓裝置可對提琴之琴弦產生按弦動作，而該連桿控制機構則可產生揉弦之動作；該揮弓控制系統，係以一角度固定於該琴身控制系統的側邊，主要有一琴弓夾具可夾住琴弓，並由一設於該琴弓夾具一側的步進馬達制轉動角度；有一升降機構受一步進馬達控制而可帶動該琴弓夾具作升降的動作；該升降機構係以上下垂直方向穿設於一行程塊體，該行程塊體則又供一移動機構橫向穿設過，再由一伺服馬達帶動該行程塊體連同該升降機構與琴弓夾具

作左右移動的動作；該電腦控制系統，依據樂譜所訂的指法與弓法，轉為順序控制的指令，藉由程式的執行，控制該琴身控制系統與揮弓控制系統各部機構的動作，以進行全自動提琴演奏。

2. 依據申請專利範圍第1項所述之可演奏提琴的自動化機械裝置，其中，該陣列式氣壓裝置係採點陣式按弦模式，由單動式氣壓缸推動軟性橡皮墊構成動作件，而可依電腦控制系統的指令向下按壓琴弦。

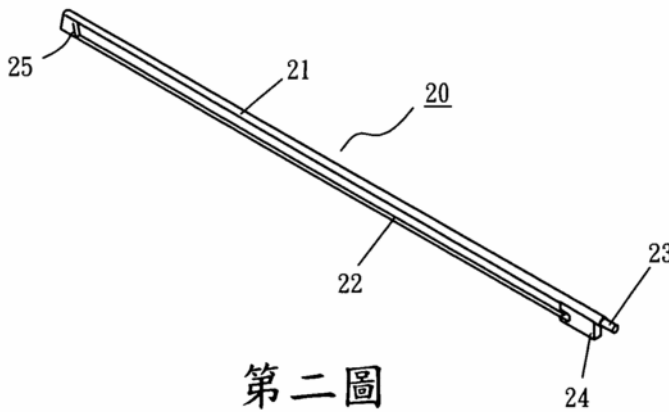
3. 依據申請專利範圍第1項所述之可演奏提琴的自動化機械裝置，其中，該電腦控制系統可以藉由麥克風收音檢測小提琴演奏時發出的音量，回授給電腦控制系統，以比對判斷及調整該揮弓控制系統施於琴弓的扭力。

八、圖式：



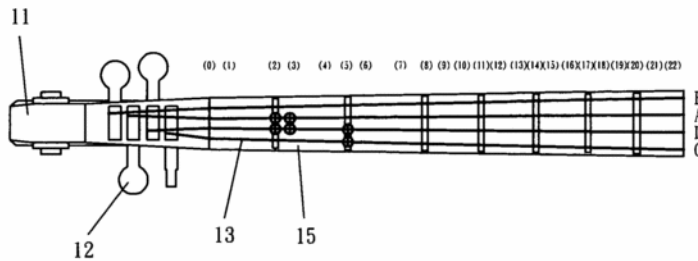
第一圖

第一圖



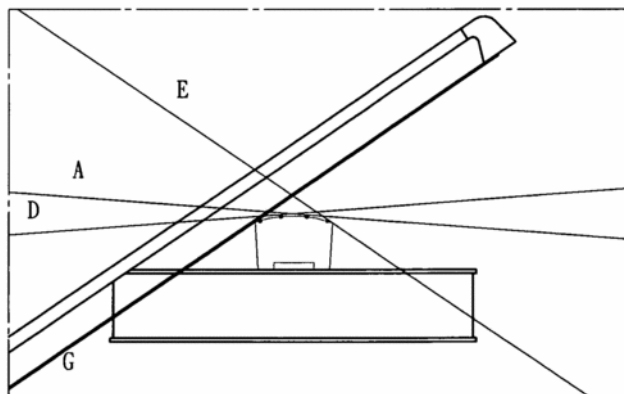
第二圖

第二圖



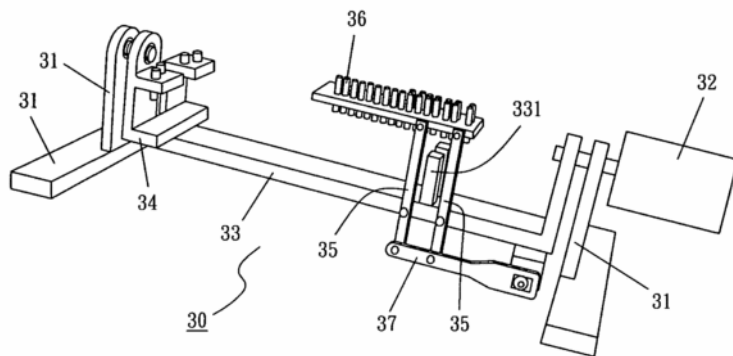
第三圖

第三圖



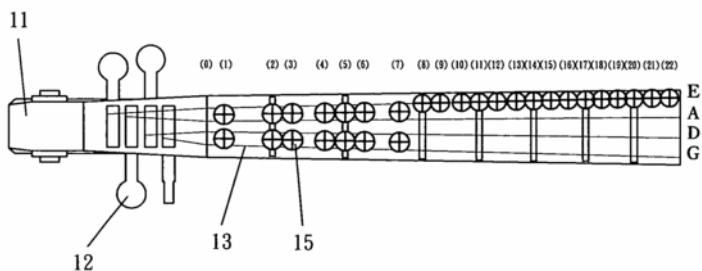
第四圖

第四圖



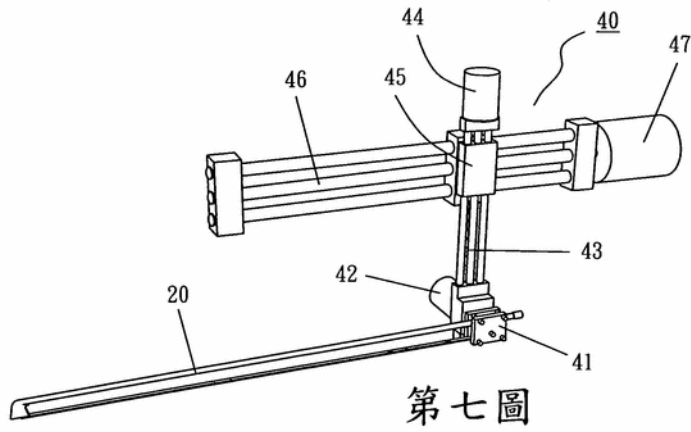
第五圖

第五圖



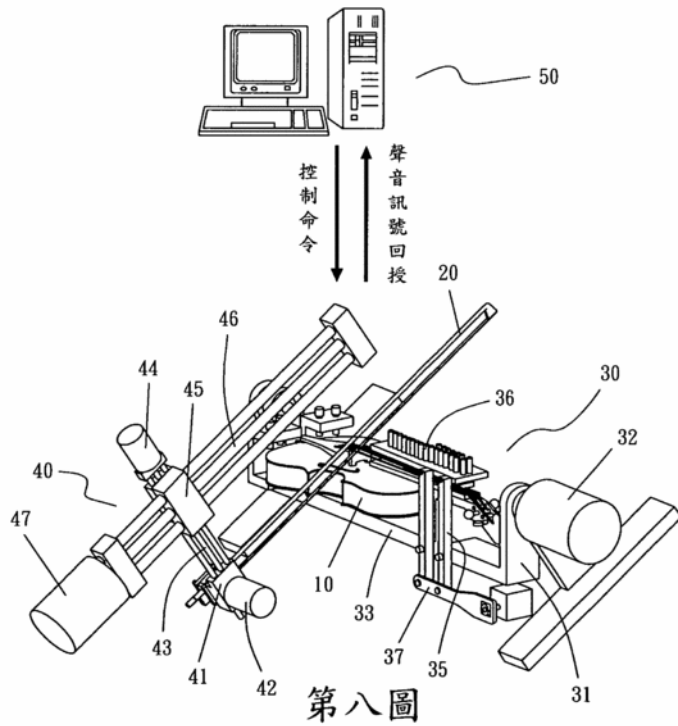
第六圖

第六圖



第七圖

第七圖



第八圖

第八圖