

科學圖書大庫

電子音樂與電子樂器製造

譯者 陳喜棠

徐氏基金會出版

# 電子音樂與電子樂器製造要目

## 一、電子音樂

- 第一章 音律和節奏
- 第二章 電子敲擊樂器
- 第三章 多音效電子風琴
- 第四章 鐘琴
- 第五章 節拍器
- 第六章 附錄

## 二、電子樂器製造

- 第一章 音樂之形成
- 第二章 音樂方面之實驗
- 第三章 音響之產生
- 第四章 發音形式及音效組合
- 第五章 簡單之試驗樂器
- 第六章 小型電子樂器“明尼曼”(Miniman)
- 第七章 小型風琴之製造
- 第八章 音調表
- 第九章 參考書概覽
- 第十章 電子元件輸出商行

## 譯者序

今日許多業餘技術者從事自行裝配電子樂器，但仿照工業上採用之電路，常難達完滿之成果。蓋因大批之製造作業與零星之件數裝配，顯然有所差別。本書著作者，曾在電子方面工作數十年，經驗豐富，早知電子樂器裝配上之缺點，故關懷及此，編成此裝配製造之圖解書籍。不但協助業餘工作者之裝配，而且鼓勵向此途徑邁進。可數倍低於市上之售價裝成一優良多音效之樂器。書中述及各種音響之如何產生，如何裝成一種包括有廿餘種跳舞音調節奏之樂器，如何裝成一種多音效之風琴以及柔美聲調之鋼琴。又兩種樂器如何共同併裝成一體，兩對演奏技術上並無影響。書中列出各種音響發生之元件確切配置圖，電路圖以及完成裝配之樂器圖，可使讀者一目了然，無需多在理論上去研究。只需照樣裝配即可完成。且各音響電路均經本書著作者詳為檢查試驗，確實可靠，裝配當不必有難成而不見效用之恐懼心理，再則本書作者亦甚願對讀者服務，如果在裝配方面遭遇任何困難，可照地址函詢，必有詳細答覆。

譯者 陳喜榮

民國六十六年 六月

# 前 言

新式電子音樂，頗為引起實踐家之興趣。技術者亦多詢及適用之電路。甚多模仿工業產品方面所設計者，則少見成功。其原因不但係專門構造元件無從獲得，而業餘工業者亦多缺乏構造高級儀器之相當經驗。於是花費甚多時間、勞力和金錢，致枉費心機。

編者曾細心檢討敘述之構造願望，並加選定仿製之方法。以普通能瞭解之裝配電路和足夠表達之文字，特加列出顯著之圖解，使讀者不致有所困惑。

結果編成一本供實踐家之圖解製造者。足可令人引起興趣，而達自行製造高級樂器之功效。所有製造方面之程序是分部逐步敘述，使在實務上不致有錯誤。再則每一電路之配置均經一段時間之效用試驗。絕不致有問題，但工作必須整潔為前提。

對此種自製樂器之學習，不必先有特別之智識。但如欲加深研究其理論者，本發行所備有多種可供參考之書籍。目前新式樂器甚多單獨之電路來自電子計算學方面者，故除特別介紹低頻技術書籍外，仍有多種之電子書籍可供研讀。

本書之編著，旨在能供實用。讀者如果對於仿製方式有更佳之意見，請予提出。編者將搜集所有寶貴意見，改進各種有趣之製造。

作者經多年服務之經驗，深感電子樂器之工作，足令人引起興趣。希望本書能對讀者有所貢獻，而達心願。

電視技術師

赫隆慕敦克

Helmuth Fünker

通訊地址：Helmuth Fünker, 433 Mülheim/Ruhr, Heidkamp 2  
西德。

## 重要啓示

所有裝配之電路和方法僅能供業餘工作者自行製造之用。除作者之設計外，仍有採用職業實務上通曉之基本電路，營利方面之仿造，則碍於原有專利之法則，不能准許。

編者和發行人曾將此書之底稿作詳細之核對，但仍不免有文字方面，電路圖，製造圖案，元件表等等之錯誤，致裝置之元件不見功效或遭受損失，編者及發行人概不負法律上和任何保證之責任。

# 目 錄

## 譯者序

## 前 言

## 第一章 音律和節奏 ..... 1

- 1.1 值得自製之樂器 ..... 2
- 1.2 製造說明 ..... 2
- 1.3 構造元件之選用 ..... 3

## 第二章 電子敲擊樂器 ..... 10

- 2.1 節拍之演奏 ..... 10
- 2.2 唏噴 ( Sch - Bum ) 音  
響 ..... 12
- 2.3 構造組合 ..... 13
  - 2.31 低音鼓樂器 ..... 15
  - 2.32 鈸樂器 ..... 16
  - 2.33 輸入放大器 ..... 18
  - 2.34 電網 ..... 20
- 2.4 大型敲擊樂器 ..... 21
- 2.5 補充之樂器 ..... 24
  - 2.51 湯姆——湯姆聲樂器 ..... 25
  - 2.52 邦哥調樂器 ..... 25
  - 2.53 邦哥利它鼓樂器 ..... 26
  - 2.54 木塊聲樂器 ..... 26
  - 2.55 倫巴舞曲木樂器 ..... 27

- 2.56 倫巴舞曲嘎嘎音響器 ..... 27
- 2.57 小鈸樂器 ..... 28
- 2.58 合奏鼓樂器 I ..... 29
- 2.59 合奏鼓樂器 II ..... 29
- 2.6 自動敲擊樂器 ..... 30
- 2.7 節奏之產生 ..... 32
  - 2.71 節奏規律器 ..... 32
  - 2.72 分類器 I ..... 34
  - 2.73 分類器 II ..... 36
- 2.8 節奏之選定 ..... 38
  - 2.81 接合電路 I ..... 39
  - 2.82 接合電路 II ..... 41
  - 2.83 接合電路 III ..... 43
  - 2.84 接合電路 IV ..... 45
  - 2.85 按鍵電路 ..... 47
- 2.9 自動開啓裝置 ..... 50
  - 2.91 啓閉裝置 ..... 50
  - 2.92 節拍器 ..... 52
  - 2.93 觸發器 ..... 54
  - 2.94 正反電路裝置 ( 亦稱  
起伏電路 ) ..... 56

## 第三章 多音效電子風琴 ..... 58

- 3.1 以廉價裝成多種音樂 ..... 58
- 3.2 合成音樂之裝置 ..... 60
- 3.3 音響人 ( Soundman )

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 之裝置·····                             | 62 |
| 3.4 音響之產生·····                       | 64 |
| 3.41 主振盪器·····                       | 64 |
| 3.42 振盪器·····                        | 66 |
| 3.43 分頻器 I ·····                     | 68 |
| 3.44 分頻器 II ·····                    | 69 |
| 3.45 連結之電網·····                      | 70 |
| 3.46 射極隨耦器 I ·····                   | 72 |
| 3.47 射極隨耦器 II ·····                  | 74 |
| 3.5 發音形式和放大器·····                    | 74 |
| 3.51 複式濾波器 I ·····                   | 75 |
| 3.52 複式濾波器 II ·····                  | 77 |
| 3.53 音域開關·····                       | 77 |
| 3.54 ACF 放大器·····                    | 78 |
| 3.55 電網部分·····                       | 80 |
| 3.6 多角音響器 ( Sound-<br>master ) ····· | 81 |
| 3.7 音響形式和衝擊器·····                    | 83 |
| 3.71 複式濾波器 III ·····                 | 84 |
| 3.72 音域開關·····                       | 86 |
| 3.73 衝擊音響發生器·····                    | 86 |
| 3.74 衝擊音響放大器·····                    | 88 |
| 3.75 衝擊器之開關·····                     | 90 |
| 3.8 交混回響器·····                       | 91 |
| 3.81 交混回響放大器·····                    | 91 |

## 第四章 鐘琴····· 93

|                        |    |
|------------------------|----|
| 4.1 一種特別之音響·····       | 93 |
| 4.2 鐘琴之裝配·····         | 96 |
| 4.21 五度音分頻器·····       | 96 |
| 4.22 低音分頻器·····        | 97 |
| 4.23 濾波器電網 ( I ) ····· | 97 |
| 4.24 效用濾波器 ( I ) ····· | 99 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 4.25 音域和衝擊電路開關      | 101 |
| 4.3 大型鐘琴·····       | 102 |
| 4.31 濾波器電網 II ····· | 104 |
| 4.32 效用濾波器 II ····· | 104 |
| 4.33 複式衝擊器·····     | 105 |
| 4.34 音域和衝擊器之開關      | 106 |

## 第五章 節拍器····· 108

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 5.1 聲學之定時節拍器····· | 108 |
| 5.11 音源產生器·····   | 109 |
| 5.12 敲擊器電路·····   | 111 |
| 5.13 放大器·····     | 112 |
| 5.2 樂隊節拍器·····    | 114 |
| 5.21 搖擺燈光·····    | 115 |
| 5.22 電網部分·····    | 116 |

## 第六章 附錄····· 118

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 6.1 電子樂器之頻率範圍····· | 118 |
| 6.2 音栓標誌·····      | 119 |
| 文獻概覽·····          | 120 |

# 第一章 音律和節奏

實行家多有自行製造電子敲擊樂器之特別興趣，所以本書第二章敘述之製造方針，明顯列出分組之裝配概覽。自簡單之啼噴音響（Sch-Bum）電路開始，繼而至大型半自動之敲擊樂器，然後再進至全自動之鼓樂（Dummer），裝有 16 種樂器之音色以及 20 種跳舞音樂之節奏。

上述每一階段之構造組合均可重複運用。製造家因此可由簡單而價廉之啼噴音響開始，然後再將敲擊樂器逐步發展。最後製成之產品可成為國際上之精美高級樂器，亦須高價始能購買。

多數實踐家雖均喜歡製造電子風琴，但多憂慮配件之昂貴並未能見效之損失。本書第三章敘述之多音效電子風琴是可用甚低之成本製成，其中包含大電子風琴所有之音調和各種電路之技術配置。再可用補充之配件而構成如同其他樂器之音色。此種樂器亦可改裝成為按鍵之演奏。多音效電子風琴為職業音樂家喜歡作為演奏一種獨特之音調樂器。另裝配為一種合成之樂器應用，則編為特別詳細敘述之一章。

致力於此種樂器之工作不但令人高興，而實際上亦可求得購買或自行製造一種大型電子風琴之豐富智識。正方形或鋸齒形之音波分配意義均能瞭解。市面上銷售之各種音域配置尤可詳細學習。

鐘琴奏出之音調，對跳舞樂隊和自行欣賞者特有引誘之作用。此種併發於應用樂器中功效特優。但機械方面之配置材料，例如黃銅管而言，則甚重而且價昂。故因此可瞭解電子裝配之可貴。

電子鐘琴係以鋼琴鍵盤奏出，裝置容易，價格亦廉。其發出之特別音響可用音栓作極大範圍之變更。本書第四章敘述之鐘琴樂器並非產生簡單之拉鋸音響，而是形成鐘聲之音，並附有低級和諧之泛音性質。此種音響電路裝配於電子風琴上並無困難。

節拍機在音樂上有一種重要之效用。發出律定而生適當之聲音，確定演奏或跳舞之速度。尤其是初習之人對於節拍步調更有特別之感覺。

本書第五章敘述之節奏機可作多方面之運用。聲學方面而言是相當於兩

木塊彼此相擊之聲音。另外裝置有擺動之燈光。此種可用頭戴聽筒作無聲之練習。但在室內可用較高之音量功能奏出。

### 1.1 值得自製之樂器

今日如果述及電子儀器是否值得自行製造，則全繫於成本一項而已。單電子樂器而言，自行製造可節省甚多。樂器裝置之手工工作愈多，節省愈大。因為今日最貴者莫如手工工資。

業餘工作者對自行製造之工作，當然不加計較，此項亦為極大之優點。因此確實之費用僅為材料而已。但此之更為可貴者為構想方面之收穫。因自行製造所求得之智識和製造基礎，實不能以金錢計算。本書之意旨為鼓勵使用此種有趣之材料而努力工作。所有敘述之製造方針均合乎今日工業上高級儀器之水準，因此收穫尤多。本書列出之裝置方式保證簡單而且能輕易製成，每一實行家對自行裝配完成之樂器必深感欣慰。

### 1.2 製造說明

機械裝置方式可依自己心意配合之。節奏機構之裝配需用一適當之金屬外殼並加用烤漆（Leistner Nr. 1111.0615）最為恰當。全自動之敲擊機構則裝配木柱之外殼，與一般之立體收音機控制器相同。

多音效風琴與鐘琴則另有優良之裝配方式，鍵盤和電子元件均裝於一穩定之木質底板。以原有外殼由上蓋置。底板角端可加裝螺絲及橡皮墊件，俾使放置。樂器下緣至桌面之距離約為65公分。

外殼之形式全繫於運用之目的。在室內放置者，其表面加貼片裝飾較為優美。如常需運輸之樂器則應多加用保護之塑膠套為宜。音樂方面裝置之化學皮革仍須加墊優良之棉織物，使易黏貼並易保養（可取卸洗滌）。可自行黏貼之塑膠皮而無棉織物墊貼者是不適宜。

為避免發生之營營聲音，外殼加包蓋薄鋁皮，但應在適當位置接合，並在同一位置連接鍵盤之金屬托架。

多音調風琴與鐘琴彼此通常難為獨立效用之樂器，但若合併奏出之音樂則甚為動人心弦。樂器上裝置之五階八度音程音域之手鍵盤，其電路之分配，左邊兩階八度音程為鐘琴，右邊三階八度音程為風琴之音調。此種效用之手鍵盤，嗣後在裝配大電子風琴時可作高階音響之用。由左或右手之簡單按動而補全其正常音域時，可隨時演奏鐘琴或風琴之音調。

將現有風琴之擴充並不一定需增加手鍵盤。在製造結構上亦有困難。僅

加裝一複式之接觸行列即足夠應用。此種效用樂器之裝置方式主要繫於音樂家之表演手藝而定。是故下面之電路只作為一種建議而已。

多音效之風琴常裝於手鍵盤之高音部份或如小鋼琴之式樣裝於上層手鍵盤。亦有裝成獨立之踏板式樣。

鐘琴則裝於手鍵盤之低音範圍演奏。裝有一種轉向開關，可迅速切換風琴與鐘琴之音色。此種亦可裝用踏板達成。

敲擊機構之裝配方式敘述於第二章。完全自動之敲擊機構亦可在風琴托架上裝置。由編者設計之引發自動器可完全與風琴踏板共同演奏。在後連接之伴奏自動器亦有裝置。對有意製造之實行家應作為合併樂器有趣實例之描述。使所有各種音樂均能包含在內。對職業音樂家則可作為旅行表演設計之樂器。圖 1.2-1 指出此種樂器之裝配草案。以少數之轉向開關可在演奏時以手指按壓，即發生多種音調之變化。

基本結構為一種以正弦音色之合成音調風琴。手鍵盤和踏板係以拉門分開裝置，共分為七個或五個合奏音組。為使能達成如漢蒙式一般之正弦音響，在發音器組合上運用各單獨之正弦振動器。但一種同樣生動而且達其同等之聲調，則用頻率分配器無法生效。電子接觸鍵之裝置可避免嘈拍雜音，而且所有合奏音同時可發生任何調整之餘音。因此每一鍵只需一控制接觸。

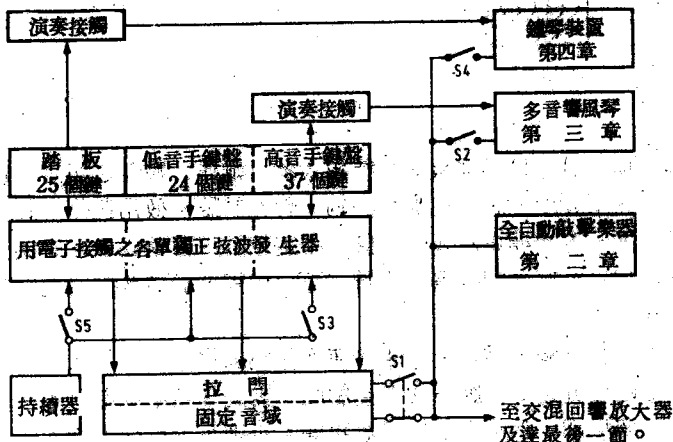


圖 1.2-1 合併樂器之裝配系統

操動轉向器S<sub>1</sub>可將手鍵盤分爲“低音”(2階八度音程)和“高音”(三階八度音程)兩演奏部份。同時兩部份手鍵盤和踏板由舌片開關轉接爲36個固定音域。運用大型鍵盤作劃分,不但有節省費用之優點,而樂器亦因此更爲堅固。運輸方面而言,比之古琴式(Spinettmodelle)分裝兩短形鍵盤者,亦較方便。並且同樣以一手演奏之構想裝配。

每一音域之配置均可用S<sub>2</sub>連接高音之多音響風琴。風琴有其本身之音域,亦可仿製其他甚多樂器。例如正弦波之音色可連接單獨之喇叭音。最值得讚賞者爲其獨立之振盪。當然,風琴音調亦可單獨演奏。對此可用S<sub>3</sub>關閉高階合奏音。原有音域之安排保持不變。

踏板是以S<sub>4</sub>加接於鐘琴部分,成爲合併正弦波音色或低級基座音域演奏之樂器。鐘琴亦可用S<sub>5</sub>切斷其合奏音之踏板電路作單獨之演奏。

多音效風琴與鐘琴由於其優良之衝擊性質,可在演奏技術方面特易調變。由正弦波風琴與全自動之敲擊器合併而作爲節拍組合,可奏出多方面之音樂,尤其供單獨欣賞時格外稱心。相似方式,以多數鍵盤合併裝置風琴,亦易達成。

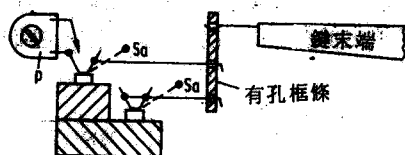


圖 1.2-2  
琴鍵接觸

琴鍵接觸由於今日手鍵盤構造種類太多,難作一般性之規定,編者對風琴與鐘琴之簡單裝配,將琴鍵加裝拉鉤,曾作試驗,效用甚佳。圖 1.2-2 指出此種裝置,各接觸鐵絲在手鍵盤後固定於兩焊環軌條上。在圖上放大的集合鐵絲可用一公厘之開關電線支持,而自由固定於環鉤上。拉鉤是連接於孔之短框條上。

所有下行之接觸均爲彼此互相接連而作爲操縱ACF放大器和衝擊機構。在上行接觸裝置之焊環應焊接各接觸間所需之音調電位差計。按下琴鍵時首先常是音響接觸,然後再連接操縱接觸。否則可能產生噪音。

所有接觸位置,由於易生銹蝕關係,不能以手接觸。清潔應用清淨劑,但絕不能用粗石粉。

電子構造組合均依印刷電路板連接。編者主張此種方法，因電路方位始能與原配置相符。構造元件之裝置亦不致有錯誤。兩極管之裝置必須注意適當之電極，因其符號並非常有先行印出。

元件配置偶然之錯誤亦可由各階節之分裝避免之。元件表之列出應如美國一般電路配置狀況依工作程序共同並列。每一構造元件裝置後，均在表上畫一鉤形記號。俾無遺漏。

由於構造計畫上詳為分組配置（每一構造組合一印刷電路板），各印刷電路板，各印刷電路板亦易于製成。所有電路印板和元件配置圖案均以 1 : 2 比例尺畫出。直至電晶體之連接均運用 5 公厘之間隔空隙裝置。

多次運用之構造組合本書只作一次之敘明。如果一種構造計畫需用多種同等之印刷電路板者，則增加之元件配置圖樣加列連接標記和元件表即足應用。各單獨之照片，由於不斷之修正，難與元件配置圖辨別差異。

綜合裝配一種樂器之印刷電路板，利用 M 3 螺絲桿和間隔之小管，最為適合。其中易有雜音敏感之構造組合（例如輸入放大器及有線圖之電路）常是裝於電網路綫之反面。輸入放大器作隔離掩蔽之方式裝置亦甚妥善。此種多用鋁皮黏貼之紙板為之。

製造完成之樂器，其功效全繫於印刷電路板之連接工作。所有連接之電線應保持極短之距離。正負電路不能以鏈條式樣連接。每一印刷電路板之接電均須直接由電網路輸入。有噪音敏感之電路通連輸入放大器及調節器者均須掩蔽。只有如此可避免磨擦和接觸之噪音。

### 1.3 構造元件之選用

需用之構造元件須特別小心選購。運用適當價格之構件可以減低產品成本。但亦不能以不良元件製成低劣之產品。最後仍須顧及達高級樂器之功效。不正當之節省反為不妥。

書中列出之構造元件均為市上銷售之一般貨品。是故年來仿製之工作，早已穩定可靠。若無銷售收音機器材之地區，則可函購寄送。但是向製造工廠詢價，則小量之數難達目的。如果有機會參觀一次無線電器材展覽會，在此處選購，最為有效。假如讀者對各構造元件之購買有困難時，編者樂予協助解決。

其他細小之構件，諸如電容器和電阻等，則有甚多工廠製造並有價廉之優良產品。折扣過多之電容器，則須特別加以細察。若是無其他之規定，可採用能負荷 18 V 之試驗電壓和 0.33 瓦之電阻的電解電容器。

積分電路最好不用，因只有幾個構造組合之裝配，相差甚微。譬如採用價格較相當之 TTL 電路作為頻率分配器裝置，不但須有高價之電網設備，而且需補充階節配合之。此外由於積分電路之技術因素，其採用之專門構造材料在短時間內仍有困難。

各組合均需用單獨之電晶體，故在元件配置方面不宜採用太雜之式樣。編者隨時準備在困難時介紹代替之式樣。

對於半導體之商品亦應特別小心。廉價之電晶體和兩極管可以影響整部樂器之功用。原則上應購買第一流之產品。但兩極管仍須註明簡單之驗收規格。

對於製造者採用半導體所需之主要測量規格列出如下：

ASY 27 與 ASY 74:  $\beta = 100$ ,  $U/\max. > 20\text{ V}$ ,  $I/CE0 < 30\mu\text{A}$

ASY 77:  $\beta > 80$ ,  $U/\max > 20\text{ V}$

BC 117:  $\beta = 50$ ,  $U/\max = 120\text{ V}$

BC 154:  $\beta > 250$ ,  $U/\max = 30\text{ V}$ ,  $I/EBO < 1\text{ nA}$

BC 172B:  $\beta > 400$ ,  $U/\max = 20\text{ V}$ ,  $I/EBO < 0.5\text{ nA}$

BAY 41:  $I/sp < 200\text{ nA}$ ,  $U/sp > 18\text{ V}$

最低之阻止電壓  $U/sp$  對於敲擊器之功用特為重要。需用一電壓計 ( $R_i = 20\text{ K}\Omega$ ) 和兩個 9-V 乾電池作檢查。其他半導體之規格可在佛蘭疾斯發行所備用之「晶體兩極管與電晶體袖珍小冊內」查尋。

關於音波濾波器及音域兩種之線圈，編者只採用鐵殼式者並且有準確熟知之規格，但仍難免毫無缺點之結果。鐵殼兩半邊之貼接應予保持，否則預定之規格即生差異。如果完成之線圈是用聚合氨基物製成之螺絲 (Polyamid Schraube) 固定者，可不必用特別之支架。

在敲擊器裝置之按鍵 (圖 1.3-1) 可用廉價購得優良之品質。音域電路開關應略低於管套裝置之。一般之倒板開關多半在開動時生噪音，而且對甚低之音響頻率電壓常有不良之接觸。利用優良之風琴音域開關 (圖 1.3-2) 較為理想。除有其穩定性外，而完成之樂器外表亦甚美觀。較優之樂器因此均採用此種舌片開關。舌片上可雕刻音域標誌。

圖 1.3-3 指出鋼琴手鍵盤，電子風琴多有運用。製造準確，前節亦有優良導程，不但可改善演奏技術，琴鍵亦無需用管柱軌條調整。市上有裝配完成各不同音域之手鍵盤銷售。每一鍵亦可更換。

如第一章二節述及，實行之製造家購用 5 階 11 度音程音域之手鍵盤較為恰當。開始時，不用之琴鍵可先取去，裝配樂器時再行裝上。以鍵數比例

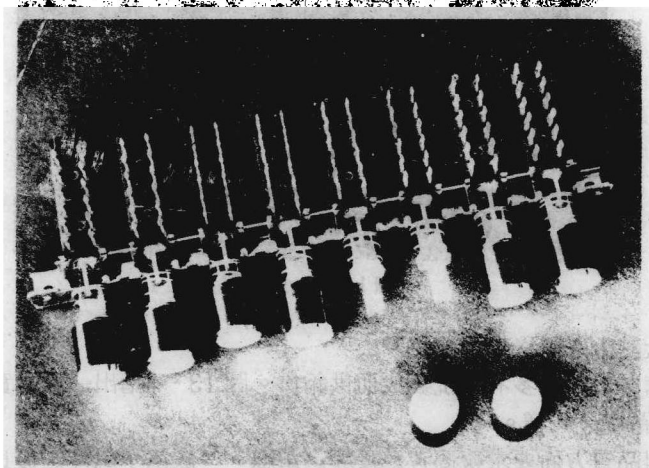


圖 1.3-1 按鍵

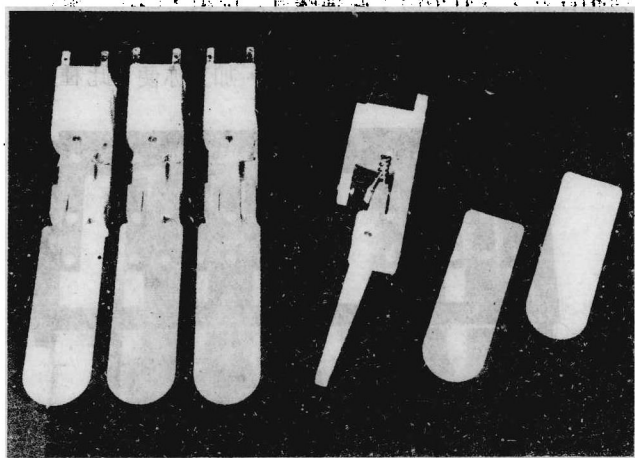


圖 1.3-2 舌片開關

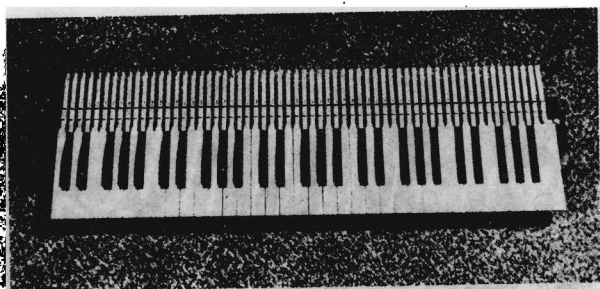


圖 1.3-3

而言，大鍵盤之價格較為相宜。

鋼琴踏板開關多有大批製成而供銷售。圖 13-4 指出一種堅實而價廉裝有 13 短踏鍵之式樣。

材料品質方面要求較高者為接觸之電線。一般電子風琴之優良接觸材料為有彈簧硬性之特別金屬絲，表面鍍以銀鈀合金或金質。其他材料在演奏時均可發生劈拍音響，致有損傷！此種噪音之持續，即用接觸劑亦難消除。

所有構造材料均應採用優質材料，如鋼板，厚度為  $50 \times 80 \times 1.5$  公厘之規格，其表面應塗有防銹漆，加工亦便。此種方法當然成本較

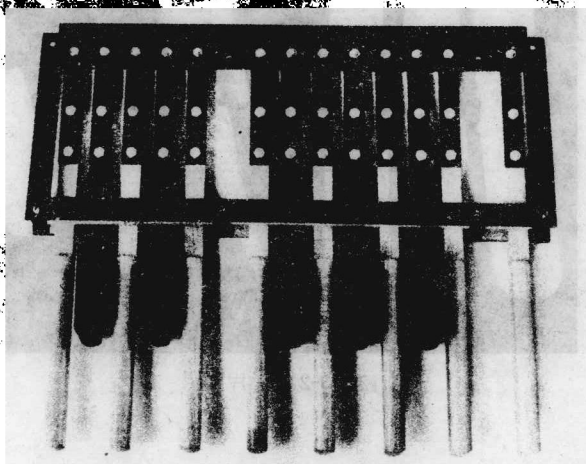


圖 1.3-4 踏板

高，因化學材料昂貴（顯像劑，腐蝕劑，洗滌與保持漆等）。最恰當者為利用印刷電路板。藉此可省甚多工作，尤是對不熟練之製造家最為恰當。

編者因此隨時準備供應本書所敘述之構造需用的印刷電路板，特別精選之半導體，線圈及其他構造元件。

對本書第二版之提示

光學方面之耦合元件 PS 2 已無供應。因此請改用 LDRO3 和一種奧斯藍 (Osram) 最小微光燈 PG 100-16。發光之電極必須接近 LDR 相對裝置。

電晶體 BC117 亦難而購得。代替品為 Nixie-Treiber BSY79。半導體之更換時，應注意以鍍料製成者只能交換同等質料之電晶體，以矽質製成者亦然。

對於本書敘述之樂器再予擴充製造，編者隨時準備對讀者效勞。電子材料亦可依照一般性供應。製造者可以無需購買複雜材料達成優良手藝之裝配

## 第二章 電子敲擊樂器

電子敲擊樂器之採用，近年來特別普遍。工業方面生產之全自動樂器均有甚多精妙之裝置，而能滿足實用上之願望。此種樂器已成為理想之鼓手。

編者多年在電子風琴實務工作上曾獲得甚多製造廠敲擊樂器之經驗，並且加用機械式之定時節拍。今日全電子之樂器多來自外國。美國製造電子風琴最多，例如吳力察（Wurliter）公司和希堡（Seeburg）公司等均生產此種樂器。但價廉之節拍器相和敲樂器則多為日本之製品。其簡單之構造方式曾引誘甚多實踐者之仿製，但常缺乏原有之構造元件，致感困擾。

最近甚多樂器公司製造之敲擊樂器均趨向材料之節省。譬如鼓樂之電路只仍以RC濾波器代替線圈構成。結果常成為一種暗沉之音響，不能滿足音樂上之要求。再有如同計算機之簡化排列式裝置，而只用少數電容器者，致形成單調之節奏。

業餘工作者不必如同工業方面之生產，為着競爭關係而節省幾文錢。是故編者選擇確切優良之電路並小心安排使能採用本國生產之構造元件。

### 2.1 節拍之演奏

今日電子風琴之能產生音響早經一般實用者知曉，而專門刊物常有報導。但若裝有敲擊器之音響，則顯然不同，亦更複雜。但規律仍屬相同。茲作簡單之敘述。

假如鼓面被敲擊，則以其本身之共鳴作無律之振動，然後快慢不等而停振。由此可知其振動有一定之條件。

(A)振動之頻率與鼓面之大小及鼓皮之拉力有關係。鼓面愈大及鼓皮之拉力愈小，則其產生之音響愈低。

(B)鼓體愈大及鼓皮之拉力愈低，其振動亦愈長久。

(C)如果用簡單之棒敲擊鼓面，其振動過程甚短促而且生尖硬之音，反之以毛氈包覆之槌敲擊，則其振動持續長久並生柔和之音。

電子仿製之鼓樂係以一振動圈構成（圖2.1-1）。但亦有一定之條件：