

# echoElite Vi / echoStream Vi

## All-In-One Vacuum Tube Music Player 專利介紹

真空管具備極佳的線性輸出特性，因此使用真空管處理音頻訊號的傳統真空管音頻放大器能提供優美音色。傳統真空管音頻放大器有如下電路架構，傳統真空管音頻放大器接收音訊輸入後輸出訊號至揚聲器，並且傳統真空管音頻放大器包含電源電路、真空管放大電路、音頻輸出變壓電路及金屬接地底板，其中電源電路用以接收市電輸入並且供應電力至真空管放大電路及音頻輸出變壓電路，而金屬接地底板則用以提供接地屏蔽於電源電路、真空管放大電路及音頻輸出變壓電路。

在傳統真空管音頻放大器的電路中，其中在電源方面，市電輸入透過電源電路變壓整流後，使用扼流圈CHK濾波後再將電力供應至真空管放大電路及音頻輸出變壓電路，音訊輸入透過真空管放大電路放大後，再由音頻輸出變壓電路變壓並且傳送至揚聲器；接地方面，則以電源電路內的A點或以真空管放大電路內的輸入端信號負端(B點)作為傳統真空管音頻放大器的單一接地端，將單一接地端耦接至金屬接地底板以對傳統真空管音頻放大器提供接地屏蔽。

然而，儘管傳統真空管音頻放大器包含的金屬接地底板可提供接地屏蔽，卻仍舊無法解決殘留交流噪音及脈衝噪音，導致揚聲器放出聲音後，使用者在近距離(約1公尺內)會明顯聽出殘留哼聲及脈衝哼聲。再者，電源電路內的扼流圈會與高頻噪音耦合，進一步使哼聲的問題惡化。另外，金屬接地底板造成機身龐大笨重且成本高昂，並且金屬接地底板大多採以與機殼一體的設計，更會導致傳統真空管音頻放大器發生漏電問題，故傳統真空管音頻放大器雖然具備優美音色，卻因為龐大沉重機身及近距離的哼聲等問題，無法作為一般桌上型機種，更不適合一般家庭使用。

為了解決上述缺點，並開發出一台價格合宜，使可以放到桌上或是音響架上的多機一體化的真空管音樂播放機，Echowell audio 的團隊經過多年不斷研發及驗證，陸續設計了多項創新的解決方案，並多提出四項專利申請，部分專利已經獲得多國的證書，部分陸續審查申請中。

四個專利名稱及已經獲得各國的專利證書號碼如下

一. **真空管音頻放大器之接地結構發明專利** Grounding Structure and Grounding Method of Vacuum Tube Audio Amplifier

已經獲得證書國家級證書號碼：

中華民國專利證書 發明第I650934號

美國：US 10,135,402 B1

俄羅斯：Russia Patent for Invention No. 2695048

澳大利亞：Australia **Patent number:** 2018222961

韓國：Korea Patent No. 10-2077092

二. **真空管音頻放大器**

**Vacuum Tube Audio Amplifier**

中華民國專利證書 發明第I703815號

US 10,218,320 B1

三. **真空管後置結構 發明專利** Vacuum Tube Rear Structure

USA Invention Patents: US 10,755,885 B2

USA design patents: US D893,460 S

四. **可降低殘留噪音的真空管放大系統及其接地方法**

Vacuum tube amplification system capable of reducing residual noise and a grounding method thereof

簡短介紹如下，詳細可以參考專利公報內容。

一. **真空管音頻放大器之接地結構發明專利** Grounding Structure and Grounding Method of Vacuum Tube Audio Amplifier

中華民國專利證書 發明第I650934號

US Invention Patents: US 10,135,402 B1

Russia Patent for Invention No. 2695048

Australia Invention Patents: **Patent number:** 2018222961

Korea Invention Patents: Korea Patent No. 10-2077092

本創作提出一種真空管音頻放大器之接地結構，其中包含於電源方面，真空管音頻放大器之接地結構包含使用無扼流圈之電源電路、反交連電路及燈絲穩壓電路；於接地方面，真空管音頻放大器之接地結構使用音頻輸出變壓電路的輸出負端或電源電路內濾波電容之負端作為單一接地端，並不配置金屬接地底板於真空管音頻放大器中，以實現輕量化桌上型機種的真空管音頻放大器，更避免發生漏電。

這真空管音頻放大器之接地結構，真空管音頻放大器用於根據輸入訊號提供輸出訊號，並包含電源電路以提供電力至真空管放大電路及音頻輸出變壓電路，真空管放大電路將輸入訊號放大，並傳輸至音頻輸出變壓電路，音頻輸出變壓電路提供輸出信號至揚聲器。此外，真空管音頻放大器以音頻輸出變壓電路之輸出負端或電源電路內一濾波電容之負端作為一單一接地端，且單一接地端不耦接至一金屬接地底板；以及透過一燈絲穩壓電路提供電力至真空管放大電路內真空管之燈絲。

## 二. 真空管音頻放大器 Vacuum Tube Audio Amplifier 發明專利

中華民國專利證書 發明第I703815號

US 10,218,320 B1

在真空管功率放大器中，自古以來設計者都知道音頻輸出變壓器的重要特性，需要高的磁通密度、低的磁損、足夠的感抗及低的內阻損失，才能確保真空管功率放大器 20Hz~20KHz 平坦響應。所謂平坦響應是指 20Hz~20KHz 頻率響應範圍能保持平直的頻率響應，HI-FI 規格是起點(20Hz)至終點(20KHz) $\pm$ 3dB 為平坦響應

早期 30~50 年代，由於矽鋼片材料含碳量過高，使得頻率響應往往達不到此標準，往往落在 45Hz~16KHz。近代矽鋼片 Z11，35Z155 或 35JG155 的採用或低碳大型音頻變壓器的應用才達到 20Hz~20KHz 的 HI-FI 標準，也讓真空管音色發揮到極致，進入 Hi-End 殿堂。

沒有這些先進材料及成本的投入萬萬不能，所以近代的真空管造價驚人，每位設計者都明白這個音頻輸出變壓器是除真空管之外最關鍵的元件，當然可任意選擇使用不同的材料，但設計者都明白選錯的結果，頻率響應不良會造成產品無法商品化，無法投產，也賣不出去，甚至是無法補救的，所以音頻變壓器的材質不是可任意選擇的元件。

我們為了進一步讓真空管機降低成本及重量，讓真空管平價化，我們選擇了不可能的任務，以上述的發明專利"真空管音頻放大器之接地結構"為基礎，選擇了矽鋼片尺寸 EI48 以下成本最低的 H50 當音頻輸出變壓器，並搭配 CR 型等化器成為一套模組，成功的克服小型低價音頻變壓器的缺點，進一步降低真空管機的變壓器重量及成本。

### 三. 真空管後置結構 發明專利 Vacuum Tube Rear Structure

US Invention Patents: US 10,755,885 B2

US Invention Patents: US D893,460 S

真空管音頻放大器裝置能產出優美音色，但因造價昂貴、體積龐大及散熱設計困難，目前僅被設計為高端產品，難以出現於一般家庭。相較於目前普及的積體電路(數位)音頻放大器裝置，真空管音頻放大器裝置因為體積較大、管體脆弱並且使用真空管時流經燈絲之大電流將產生高熱，因此真空管音頻放大器裝置設計以真空管上置型(多用於HI-END機種)或真空管內置型。

傳統真空管內置型音箱裝置，使用木質的外殼，其設計以包覆傳統真空管音頻放大器並且可包含喇叭，外殼可保護真空管避免碰撞及使用者被使用中的高溫真空管燙傷，然而外殼卻導致傳統真空管音頻放大器散熱不易因此真空管內置型的設計存在散熱問題，散熱不佳的設計將降低真空管使用壽命。此外，傳統真空管音頻放大器具有的金屬接地底板，且金屬接地底板被配置在靠近傳統真空管音頻放大器電路旁，可用以降低傳統真空管音頻放大器電路運作時的噪音，卻導致傳統真空管音頻放大器體積龐大。在此配置下，傳統真空管音頻放大器進行測試時，必須連同傳統音箱裝置的外殼一同組裝完成後，方可進行系統測試，故將因為龐大體積而不利於自動化測試生產線的建立。

另外一種傳統真空管音頻放大器裝置為真空管上置型，可獨立於音箱(喇叭)之外以提高散熱效果，並改用保護架以簡單保護真空管。然而，傳統真空管音頻放大器裝置內含用來降低噪音干擾的金屬接地底板(可為一金屬機殼(外殼))，故傳統真空管音頻放大器體積仍舊龐大，使用上更需要外接喇叭(音箱)裝置，因此系統需要空間更大。此外，傳統真空管音頻放大器為了散熱及系統配置方便，將真空管設置在正上方，因此無法如積體電路(數位)音頻放大器裝置堆疊放置，使得一般家庭更難以選擇使用。在此配置下，因為真空管音頻放大器之電路板與真空管需分別安裝於外殼的上方與內部，而非模組化設計，故不利於測試人員進行測試操作。另外，測試時需以完成整體組裝的傳統真空管音頻放大器裝置進行測試，同樣存在因為龐大體積而不利於自動化測試生產線的建立之問題。

有鑒於目前真空管音頻放大器的體積、無法堆疊及散熱之問題，影響機箱材質(當然成本高)，本發明提出一種真空管後置裝置可配置於真空管音頻放大器裝置中，真空管後置裝置包含後面板、前面板及外殼，外殼沿著水平方向與前面板及後面板組裝，並且真空管透過後面板的開口由內向外配置在真空管音頻放大器裝置的後方，使得真空管直接對外面空

間(空氣中)散熱，並且使真空管音頻放大器裝置可垂直堆疊放置使用，更使真空管音頻放大器裝置適合進行大批量生產。另一方面，本發明提出的真空管後置裝置更可達成降低機箱材料成本的目的，由於真空管後置於空氣中可獲得最佳散熱效果，並延長真空管使用壽命，亦利於機箱(外殼)本體材料的選擇(不因高溫的問題而限制應用材料的選擇)，可使用任何材質外殼，如廉價的外貼PVC之外殼或塑膠外殼均不再因為耐溫的問題而無法採用。

此外，真空管後置裝置可於電源方面及接地方面降低真空管音頻放大器的殘留噪音，以有效降低哼聲的問題，並使真空管音頻放大器裝置不配置金屬接地底板，可參考美國發明專利第US 10,135,402 B1號專利之揭露內容，以使真空管音頻放大器裝置縮小體積更可避免發生漏電。

為了解決上述問題，本發明提出一種真空管後置裝置，其包含至少一保護罩、一後面板及至少一印刷電路板，其中至少一保護罩具有複數個散熱孔、一容置空間及一開口邊緣，一後面板具有至少一後面板開口，並且該開口邊緣接合該後面板開口，至少一印刷電路板電連接至少一真空管。此外，該印刷電路板安裝至該後面板的後面板開口，以配置該真空管位於該保護罩的容置空間內。

#### 四. 可降低殘留噪音的真空管放大系統及其接地方法

Vacuum tube amplification system capable of reducing residual noise and a grounding method thereof

真空管功放的音色早已登上 High-End PRO 的殿堂，然而真空管功放技術卻只停留在 PCBA 時代的技術水平，殘留噪音並未進一步降低；HI-FI 五極真空管功放有 5mv~8mv RMS 殘留噪音，三極真空管功放殘留噪音是 8mv~10mv RMS，在無電源脈衝信號感應之下殘留噪音，可在 30cm~100cm 被聽到，使用者早已習以為常，認為這是真空管正常殘留噪音水平。

當今的電晶體積體電路產品的殘留噪音平均在 1mv~2mv RMS 或更低，這使得個人用品化的時代，真空管在這類桌上型產品毫無用武之地，只能穩坐 HI-END 殿堂而無法當桌上型迷你音響。

早期真空管功放機的接地模式，是有地就接的年代。其目的只是讓放大電路能正常工作放大，以便能上市銷售。當時由於是真空管初期，市面上音源背景噪音很大，技術落後，能工作就可上市了。這種接地方式雜亂無章，

各級放大地線已經構成閉迴路，地線早已失去屏蔽隔離作用而產生閉迴路電源哼聲，變壓器脈波干擾，很容易竄入各級而被放大，所以最後的殘留噪音極差，當時廠家很不在意這問題。

殘留噪音問題直到電子業進入電路板(PCBA)時代，業界發展出電源單點接地法(也稱單端接地法)及信號端單點接地法後，在不構成地線迴路下，大量降低了真空管殘留噪音水平(5-8mV)，得到重大改進。這年代有錄音帶，MC唱頭唱盤、MM唱頭唱盤至CD唱盤，音源質量不斷提高，甚至已到數位音源48K/24bit的CD唱盤的出現。

時至今日所有音源已幾乎全面數位化，CD、BT、DAB、USB、DAT、WI-FI、48k/24bit解析度的音樂只是個一般通用水平，96k/24bit、192k/24bit HI-RES高解析度音源也已漸漸走進我們的生活圈。真空管機美妙的音色要能繼續保持存地位及更佳的普及化，就必須再次降低它的殘留噪音水平，使它能攻佔桌上型個人化產品與電晶體機在市場上分庭抗禮，增加市場普及率。

要改善真空管機殘留噪音，雖可透過大量的晶體管進行穩壓以降低殘留噪音，然而此種做法不但使成本大幅增加，且會失去真空管應有的優美音色。因此需要一種可保留真空管的優美音色，且具有較低殘留噪音的真空管功率放大系統及其接地方法。本發明之構想在於提供一種可保留真空管的優美音色，且具有較低殘留噪音的真空管功率放大系統及其接地方法。

雖然我們知道如何通過將大量晶體管減小到穩壓器電路來減少殘留噪聲，但是這種方式不僅顯著增加了成本，而且使真空管的音質下降。為了節省成本並保持真空管音樂播放器的真實音質，我們發明了具有雙贏局面的專利：“能夠減少殘留噪聲的真空管功率放大系統和接地方法”。

殘留噪音與直流電源端接地的點有很大關係，它又可得到最小噪音點，又是必要安規共用地端。在無法分隔分開之下，我們採用浮動地端概念，進行地端分隔並配合電源變壓器的設計，進行殘留噪音測試、改進並提出多種解決方案。其中之一使用雙高低壓繞組電源變壓器電源電路設計，經測試後殘留噪音平均為 $2.4\text{mv}/1.414=1.845\text{mv RMS}$ ，這噪音水平可以說打破真空管功放紀錄，直逼電晶體機水平，而且完全無電源哼聲波型，及脈衝信號干擾成份，也達到真空管機發展成現代桌面型機台更高的預期目標。我們將以此這些為基礎，陸續發表市面上從未出現過的真空管機的新產品，敬請期待。