



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I669967 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：107104379

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 07 日

(51)Int. Cl. : **H04R5/02 (2006.01)****H04R5/04 (2006.01)****H04S5/00 (2006.01)**

(71)申請人：宏碁股份有限公司 (中華民國) ACER INCORPORATED (TW)

新北市汐止區新台五路一段 88 號 8 樓

(72)發明人：張嘉仁 CHANG, JIA-REN (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 201801540A

CN 102938869A

審查人員：范美華

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：7 共 30 頁

(54)名稱

低音揚聲器的擴展系統及其設計方法

EXTENSION SYSTEM OF WOOFER AND DESIGN METHOD THEREOF

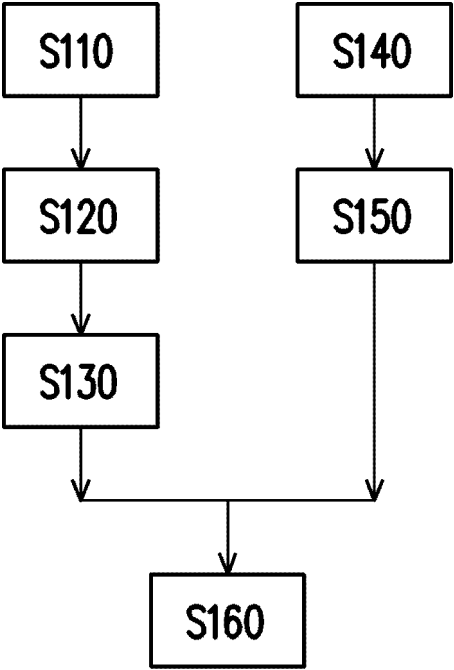
(57)摘要

一種低音揚聲器之擴展系統，適用於可攜式電子裝置，包括低音揚聲器、前音箱與後音箱，分別設置於所述可攜式電子裝置的機體內，其中所後音箱為封閉空間，前音箱的容積大於後音箱的容積，且前音箱在可攜式電子裝置的機體表面形成有揚聲孔。另揭露一種低音揚聲器之擴展系統的設計方法。

An extension system of woofer suited for a portable electronic device is provided. The extension system of woofer includes a woofer, a front channel, and a rear channel disposed in a body of the portable electronic device, wherein the rear channel is a sealed space, a volume of the front channel is greater than a volume of the rear channel, and the front channel forms a bass hole on a surface the body. A design method of extension system of woofer is also provided.

指定代表圖：

符號簡單說明：
S110~S160 . . . 步驟



【圖2】



I669967

【發明摘要】

【中文發明名稱】低音揚聲器的擴展系統及其設計方法

【英文發明名稱】EXTENSION SYSTEM OF WOOFER AND
DESIGN METHOD THEREOF

【中文】一種低音揚聲器之擴展系統，適用於可攜式電子裝置，包括低音揚聲器、前音箱與後音箱，分別設置於所述可攜式電子裝置的機體內，其中所後音箱為封閉空間，前音箱的容積大於後音箱的容積，且前音箱在可攜式電子裝置的機體表面形成有揚聲孔。另揭露一種低音揚聲器之擴展系統的設計方法。

【英文】An extension system of woofer suited for a portable electronic device is provided. The extension system of woofer includes a woofer, a front channel, and a rear channel disposed in a body of the portable electronic device, wherein the rear channel is a sealed space, a volume of the front channel is greater than a volume of the rear channel, and the front channel forms a bass hole on a surface the body. A design method of extension system of woofer is also provided.

【指定代表圖】圖2。

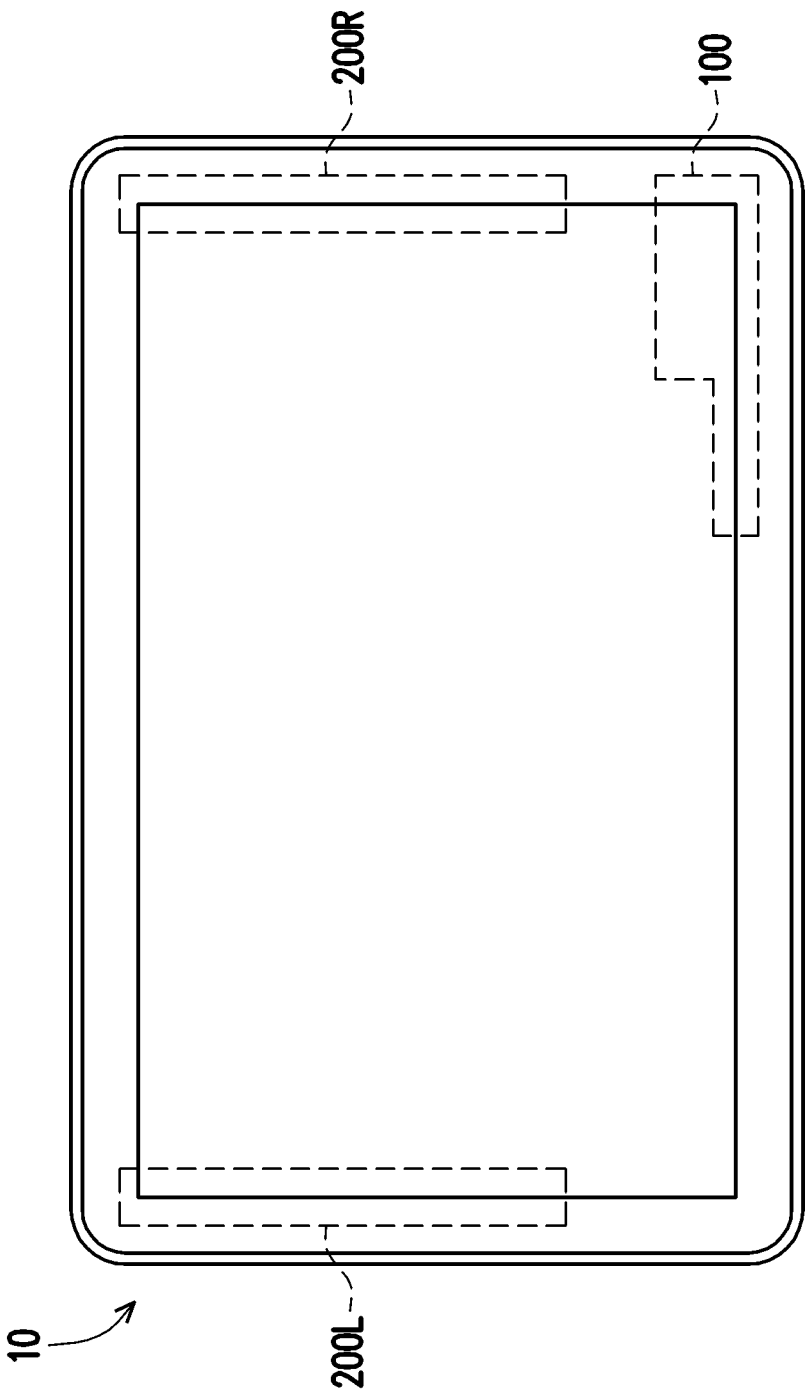
【代表圖之符號簡單說明】

S110～S160：步驟

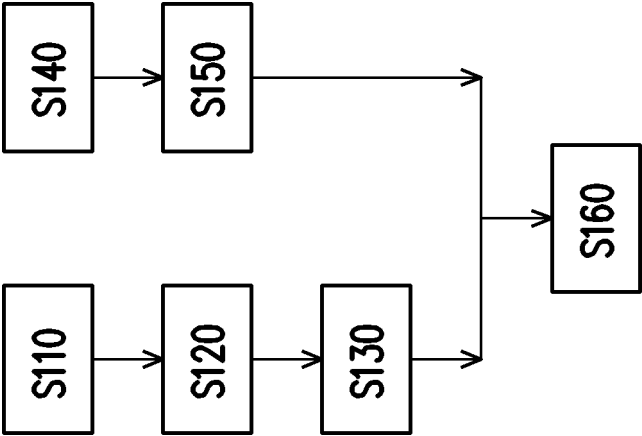
【特徵化學式】

無

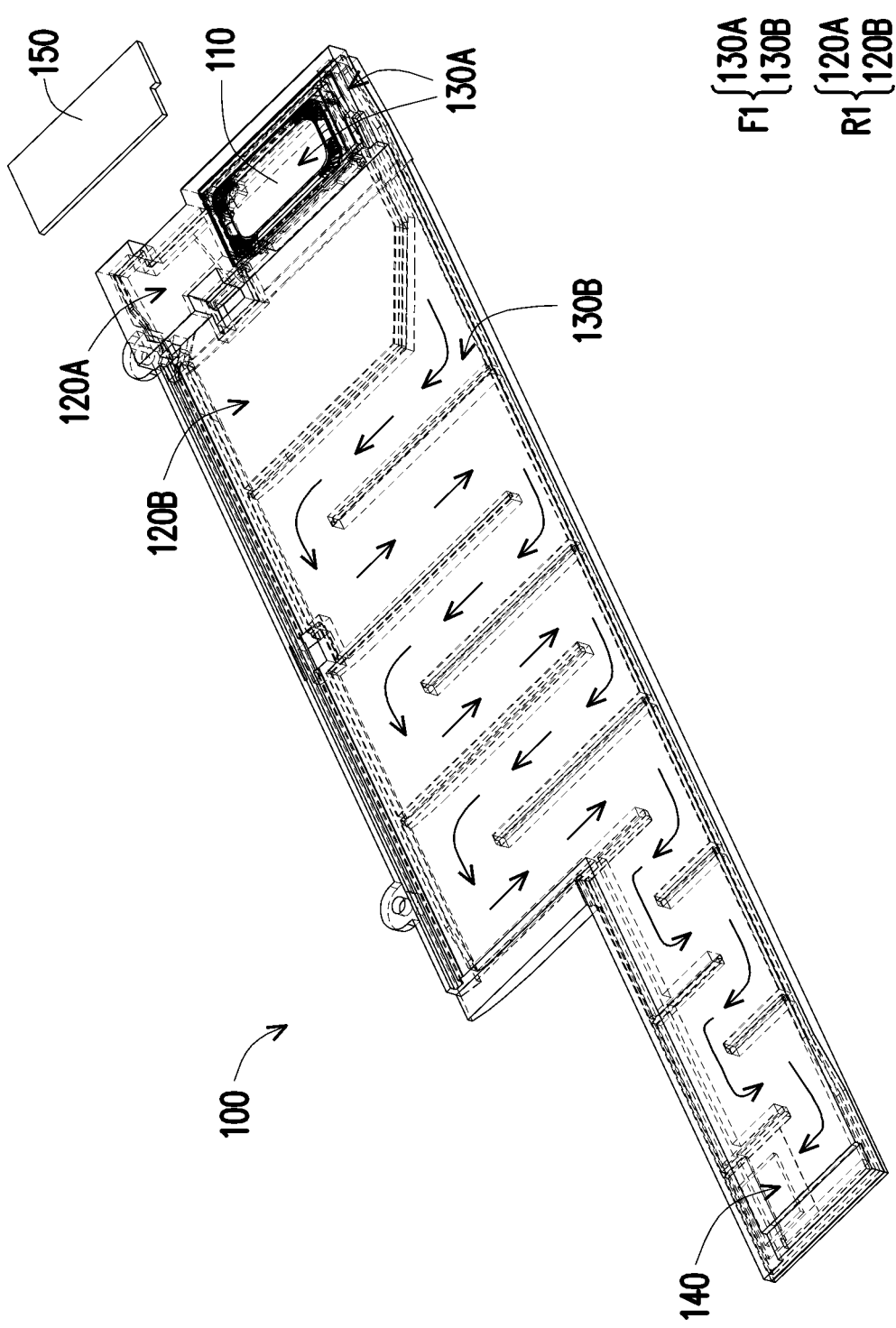
【發明圖式】



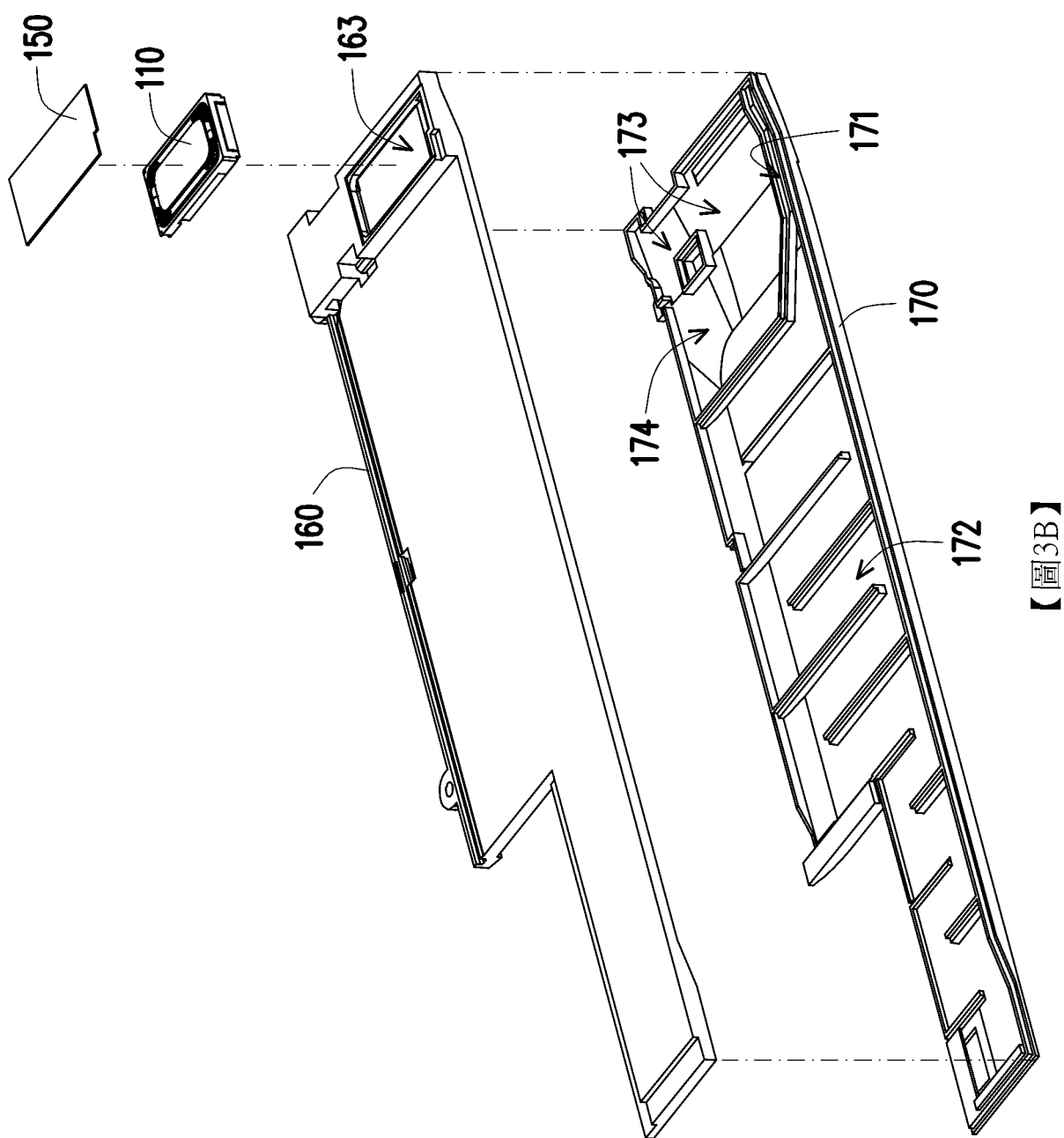
【圖1】



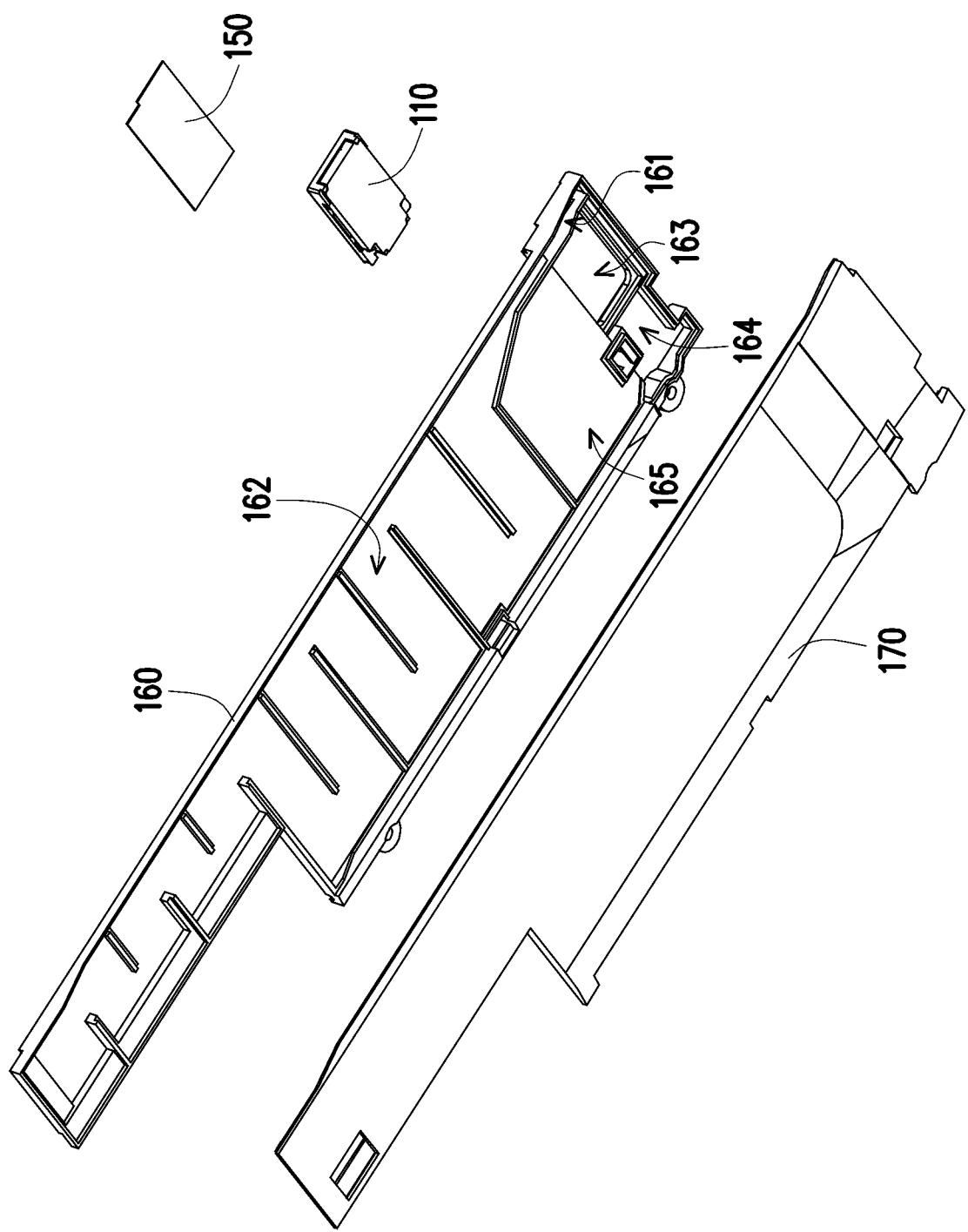
【圖2】



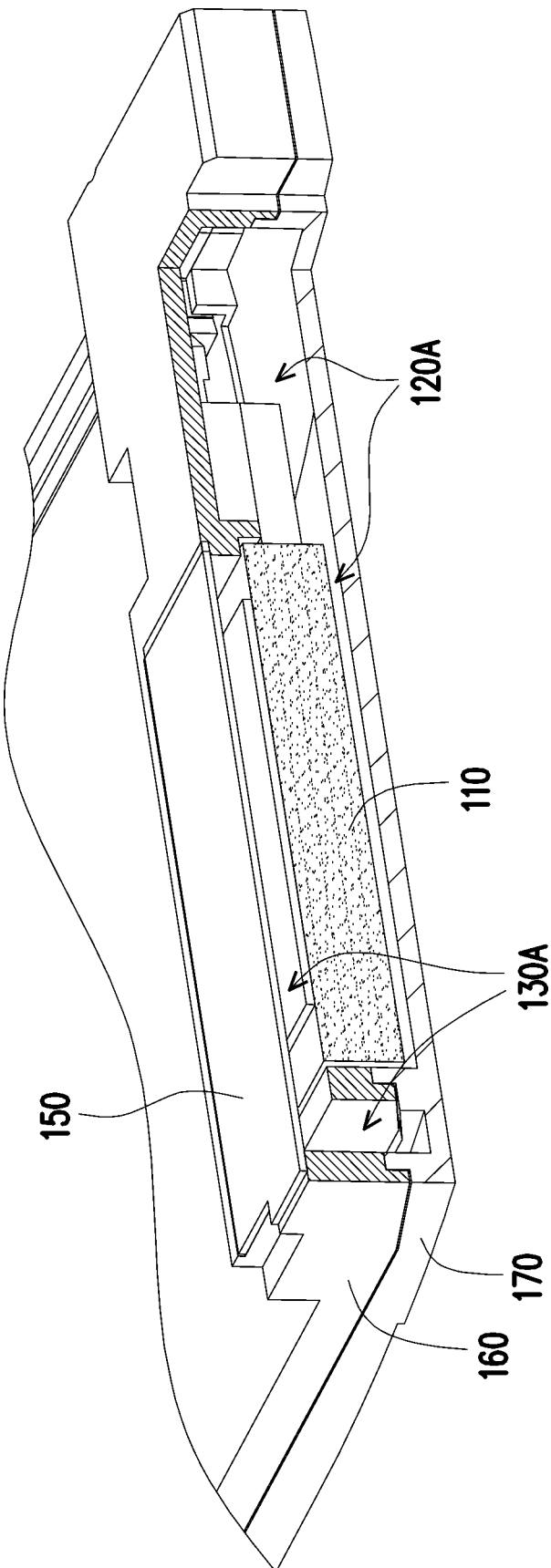
【圖3A】



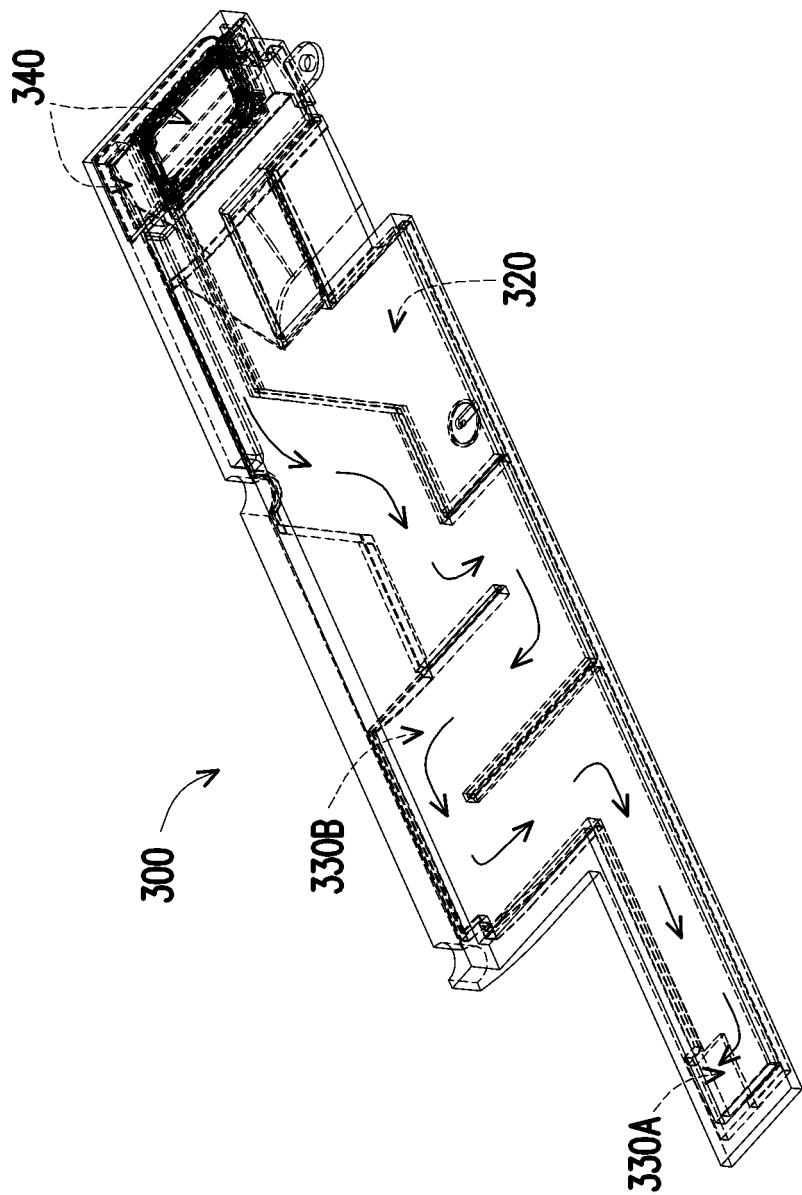
【圖3B】



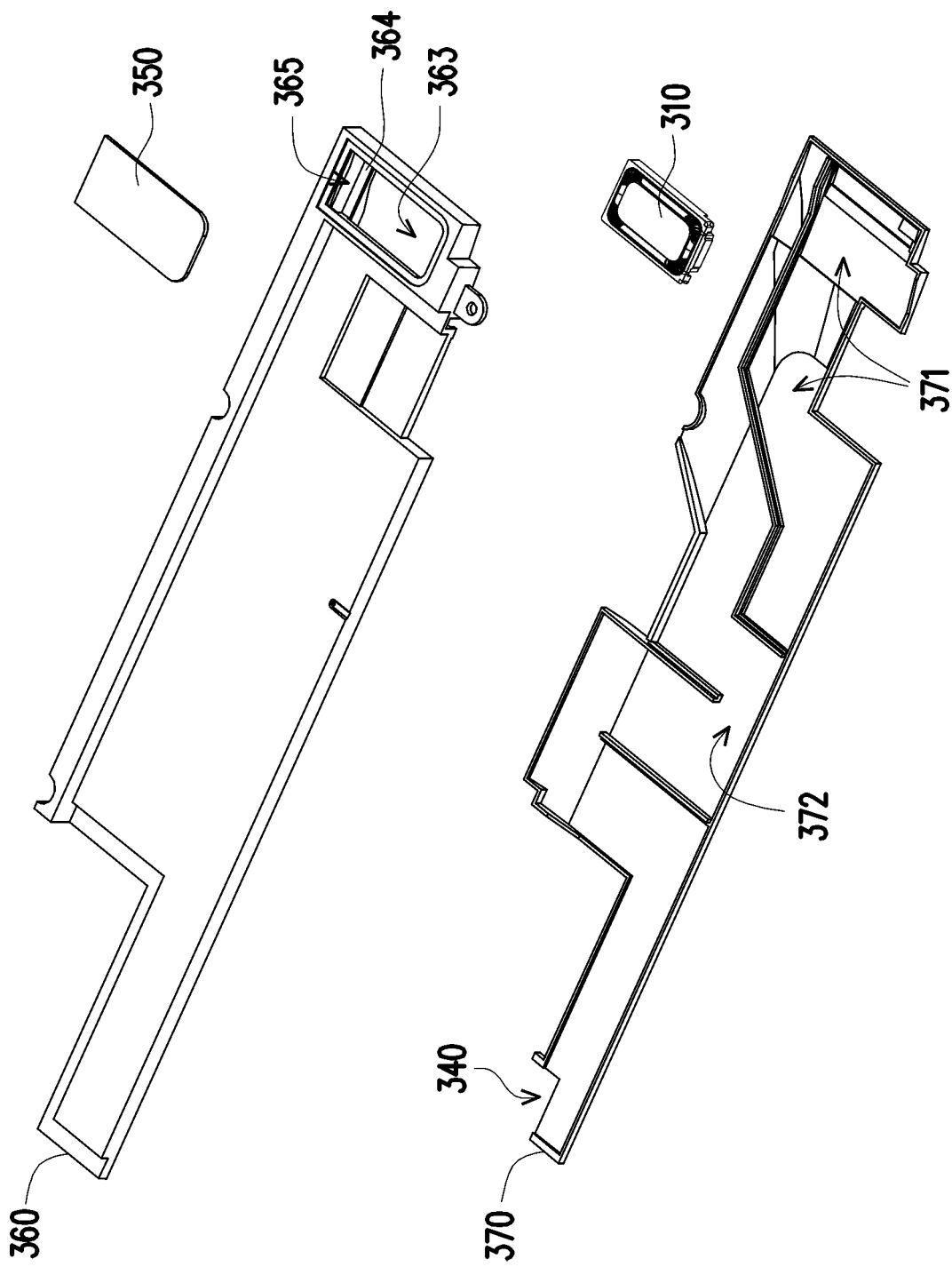
【圖3C】



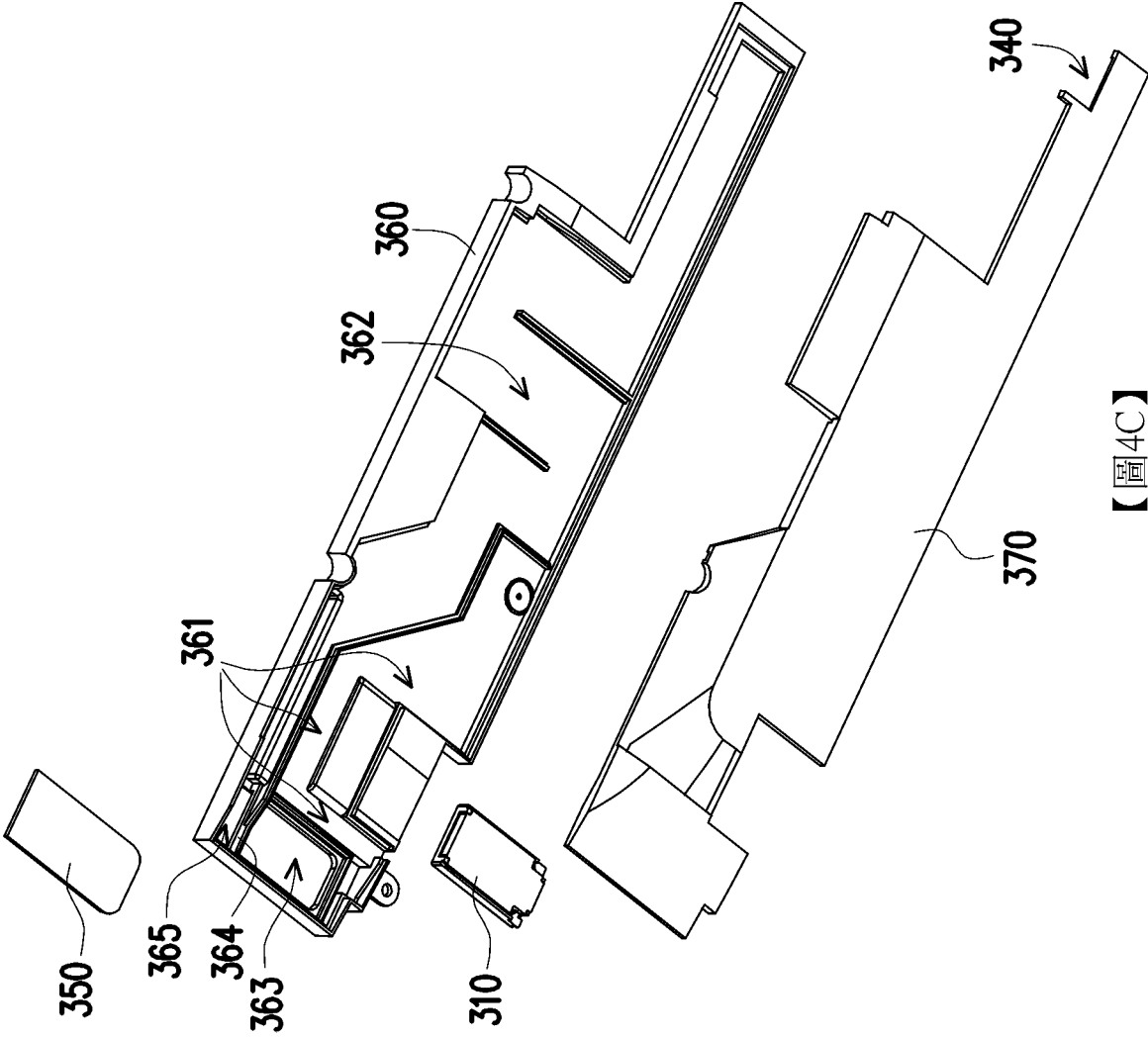
【圖3D】



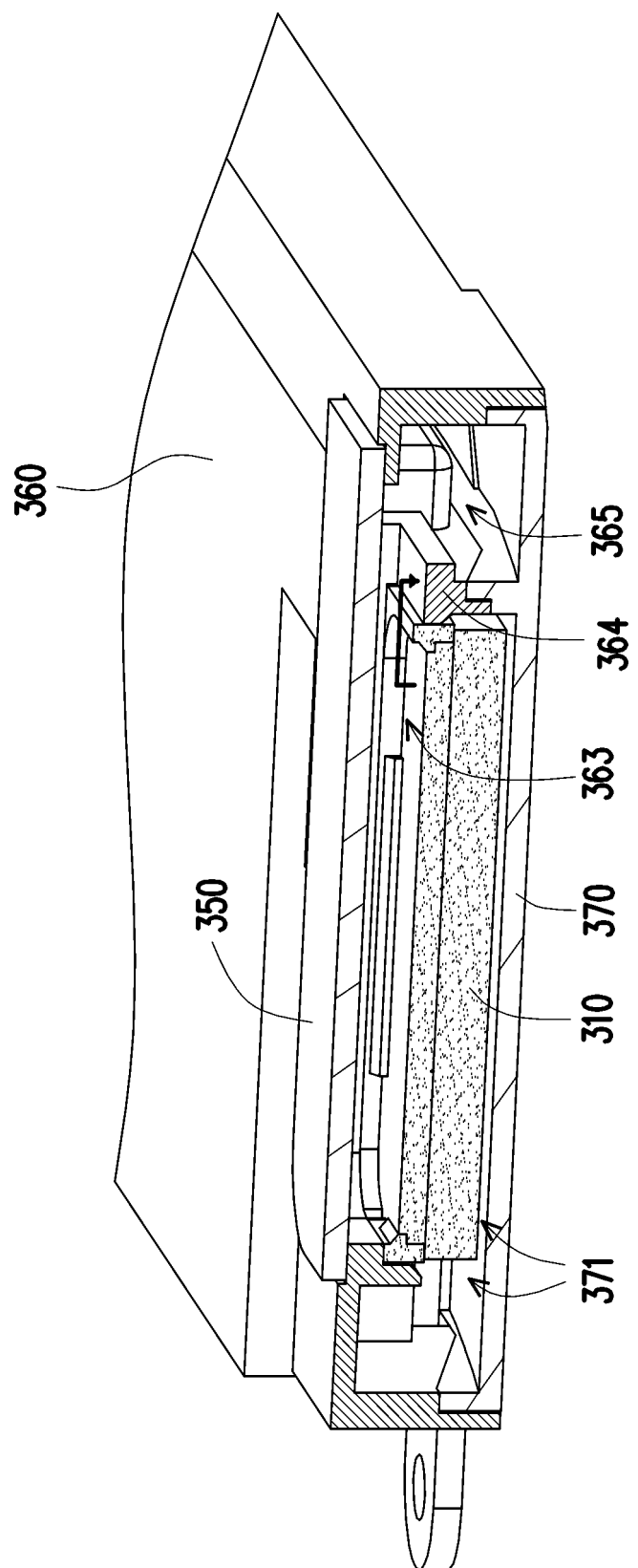
【圖4A】



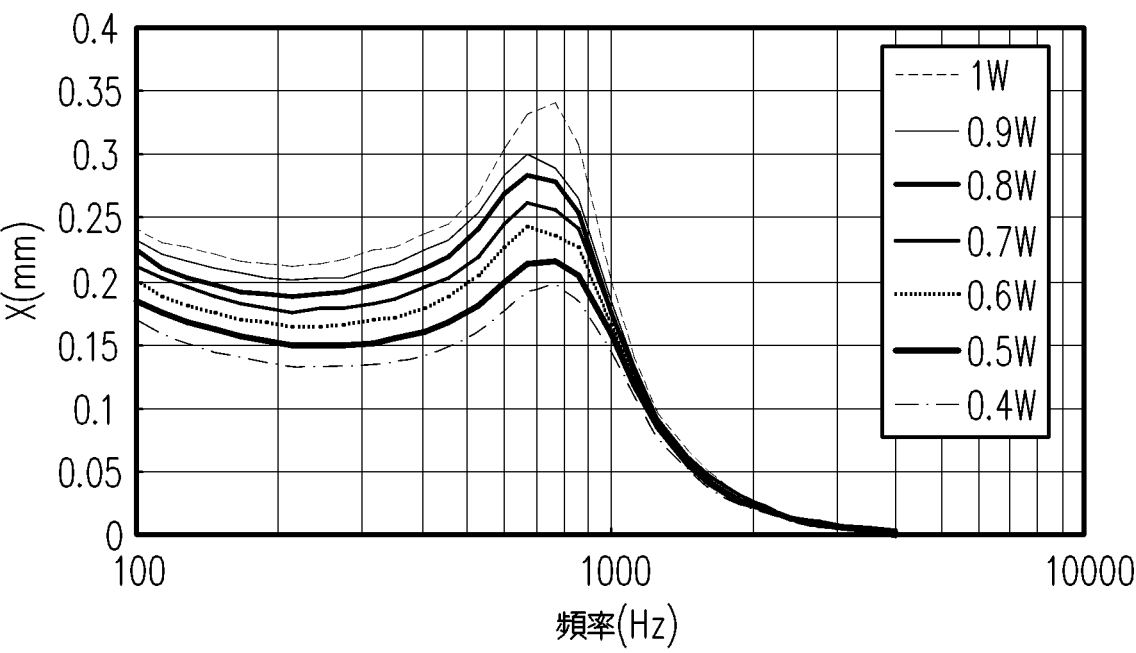
【圖4B】



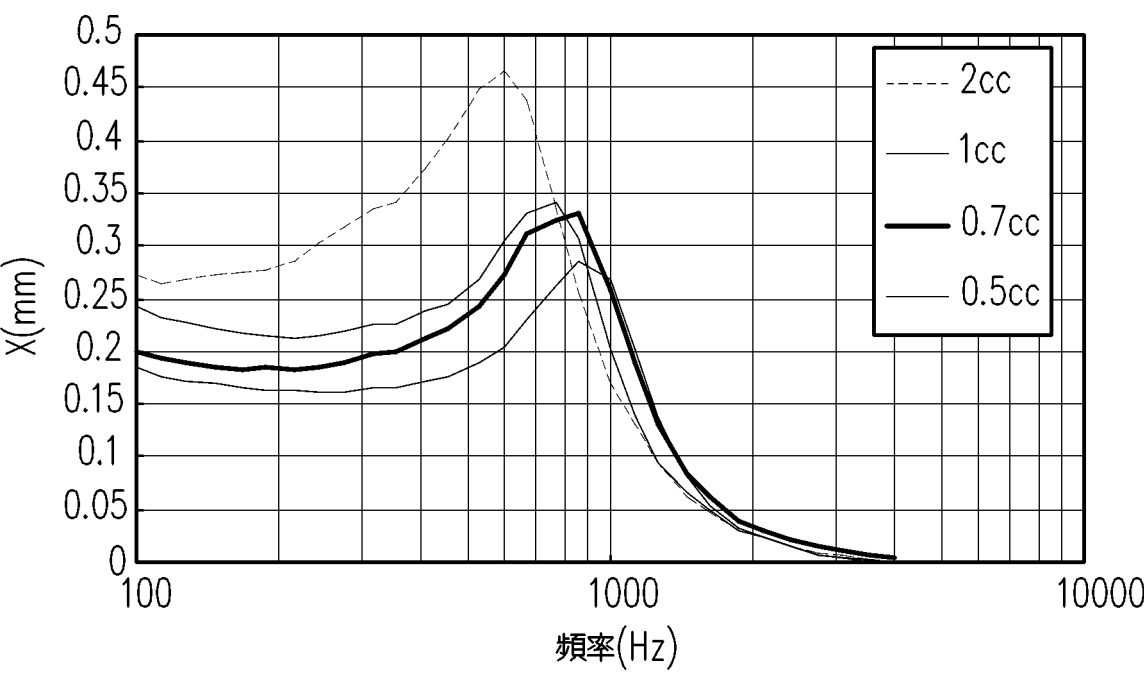
【圖4C】



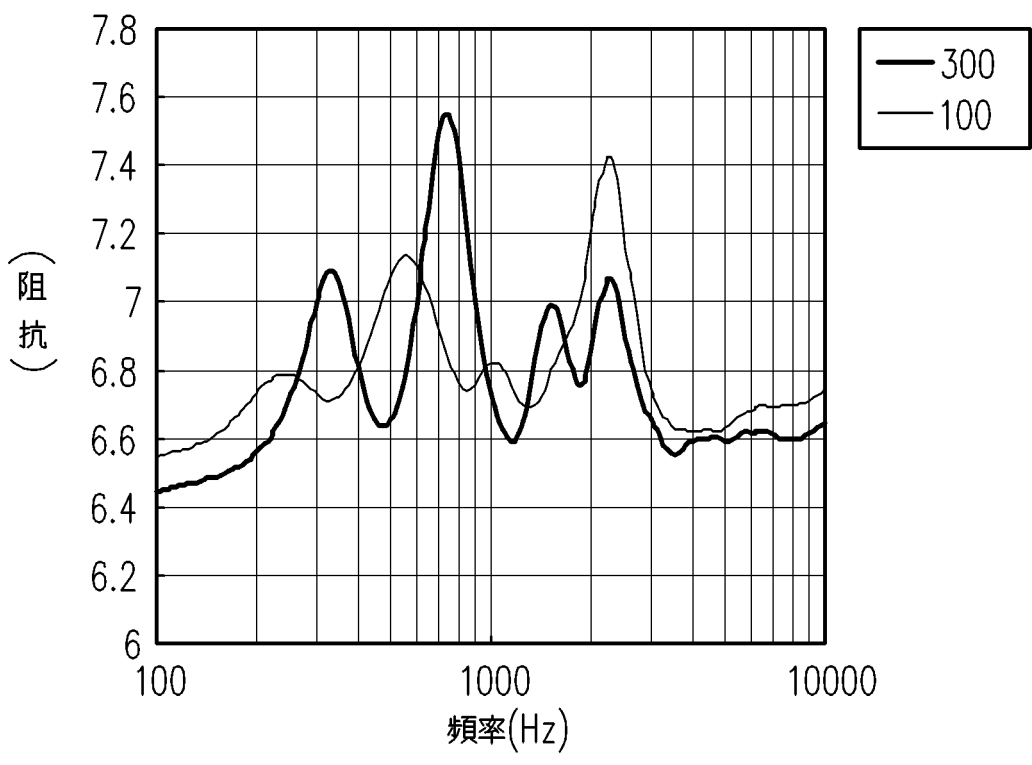
【圖4D】



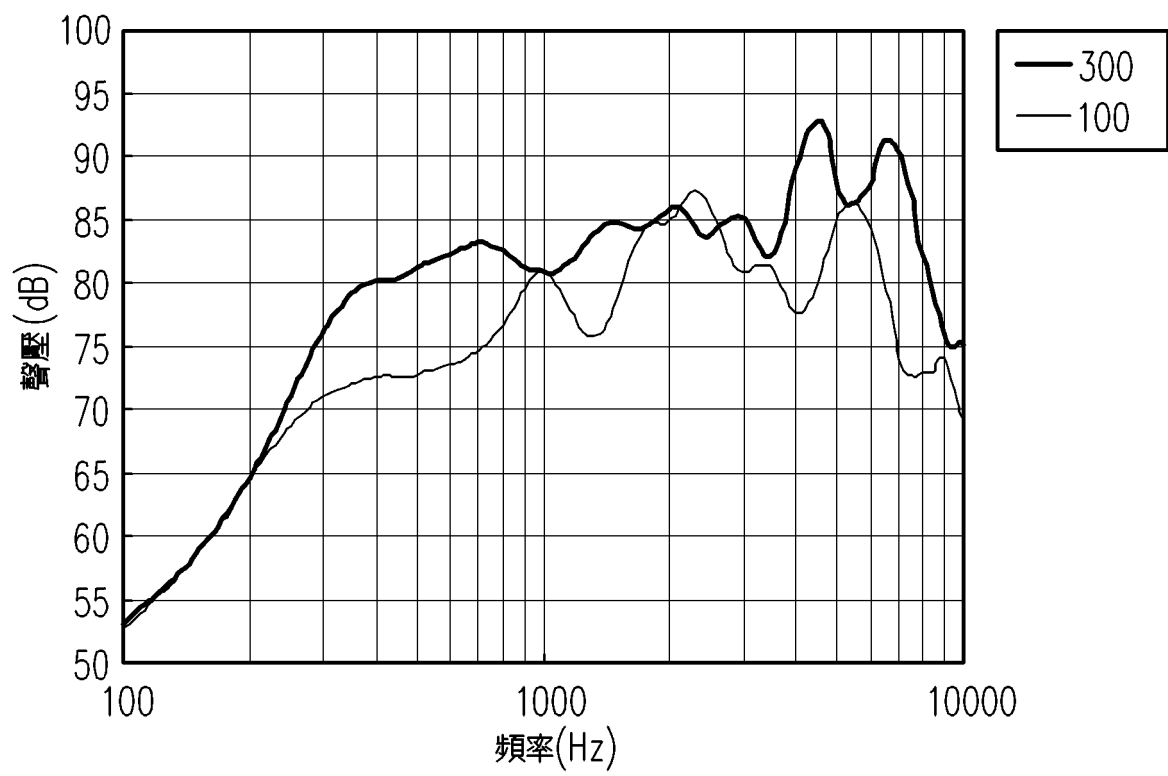
【圖5A】



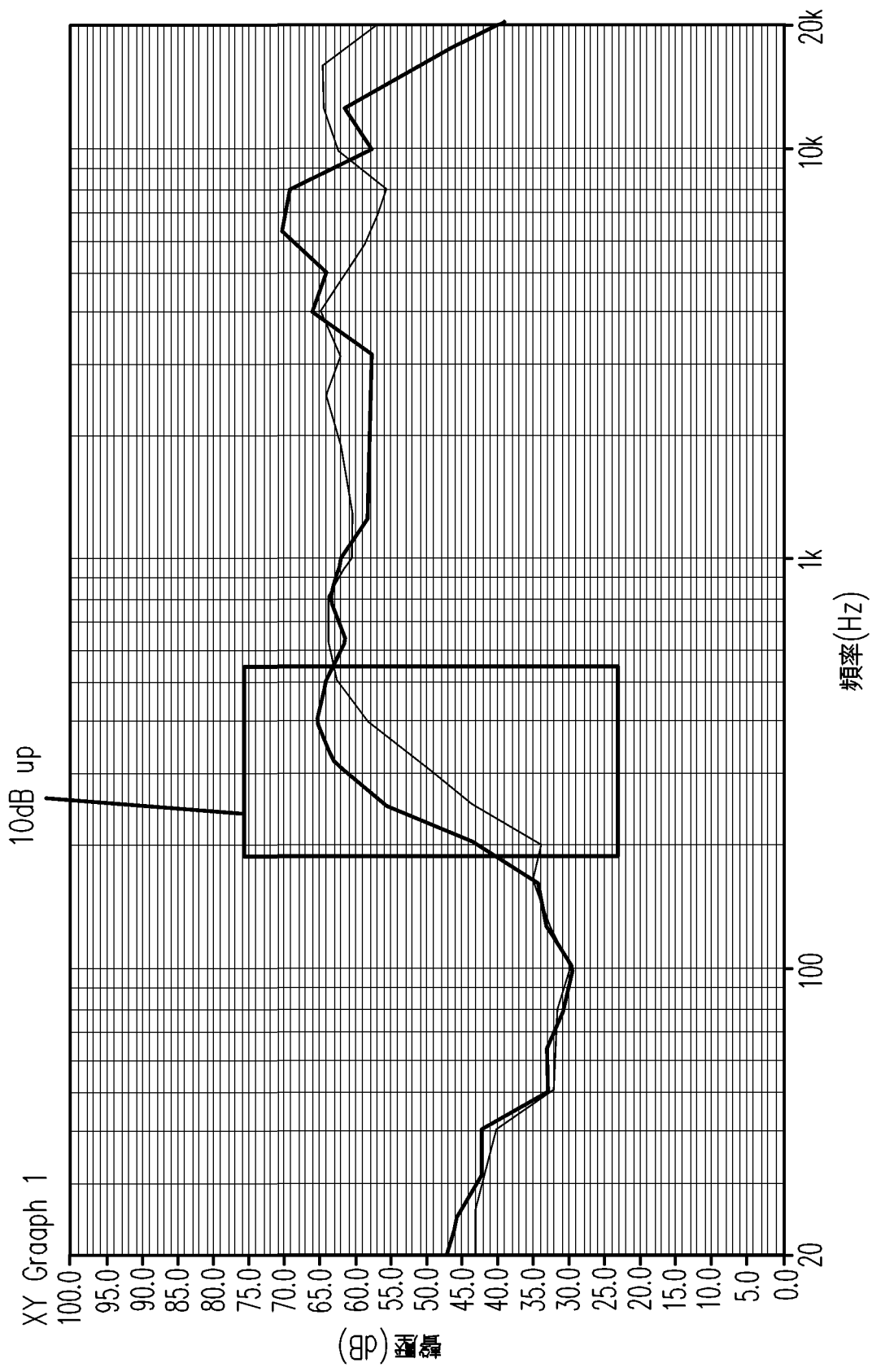
【圖5B】



【圖6A】



【圖6B】



【圖7】

【發明說明書】

【中文發明名稱】低音揚聲器的擴展系統及其設計方法

【英文發明名稱】EXTENSION SYSTEM OF WOOFER AND
DESIGN METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種低音揚聲器的擴展系統及其設計方法。

【先前技術】

【0002】 微型喇叭的應用廣泛，許多可攜式電子裝置均搭載著揚聲器，以播放音樂或音效。然而，為了因應使用者對於電子裝置方便攜帶的要求，電子裝置朝向薄型化發展，進而使得內部的揚聲器也必須薄型化。但縮小行動電話的體積，必定牽涉到喇叭模組的效能，舉例來說，喇叭模組的音箱容積大小係與輸出聲音的品質有著密切的關係，而業界發現在揚聲器朝向薄型化發展的過程中，均會嚴重影響到低音音效。一般而言，即使透過各種嘗試，低音音效通常僅能達到 600Hz，無法表現出 600Hz 以下的低音音效，而無法滿足使用者在聽覺上的感受。

【0003】 尤其以平板電腦而言，其機體的厚度均存在一定的尺寸限制，因此進一步限制了揚聲器與其音箱的設計條件。如何在所述受限條件下，還能進一步地發揮揚聲器在低音範圍的表現，實

為相關人員所需思考解決的課題。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種低音揚聲器之擴展系統及其設計方法，用以在受限於機體尺寸條件下仍能產生低音效果。

【0005】 本發明的低音揚聲器之擴展系統的設計方法，適用於可攜式電子裝置，所述設計方法包括：取得可攜式電子裝置用以安裝擴展系統所需的預定容積；依據預定容積而藉由平面波的波動方程式進行截止頻率的運算；藉由所述運算取得擴展系統的通道長度與通道截面積；以及將所述通道長度與所述通道截面積形成所述擴展系統的前音箱，並適配於所述可攜式電子裝置的機體內。

【0006】 本發明的低音揚聲器之擴展系統，適用於可攜式電子裝置，低音揚聲器之擴展系統包括低音揚聲器、前音箱以及後音箱，分別設置於可攜式電子裝置的機體內，其中後音箱為封閉空間，前音箱的容積大於後音箱的容積，且前音箱於機體的表面形成低音揚聲孔。

【0007】 基於上述，藉由取得所述可攜式電子裝置欲設置低音揚聲器之擴展系統的預設空間後，本發明即能同時藉由平面波的波動方程式來進行截止頻率（即低音共振頻率）的運算，並進一步地經由運算而取得擴展系統的通道長度與通道截面積，且以所述通道長度與通道截面積在可攜式電子裝置的機體內形成擴展系統的前音箱，而另由低音揚聲器的規格取得後音箱的容積，並使前

音箱的容積大於後音箱的容積，最終將所述前、後音箱依據機體的構件環境而適配於機體之內，以完成低音揚聲器的擴展系統。此舉讓如平板電腦等因機體條件（尺寸、配置）而受限的可攜式電子裝置，仍能順利地完成低音揚聲器之擴展系統的設計。也就是說，此舉能讓如上述機體內部空間較為嚴苛的使用率情況下，仍能順利地藉由擴展系統的設置而讓可攜式電子裝置仍能具有低音揚聲的效果，以提高使用者的操作感受。

【0008】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖 1 是依據本發明一實施例的可攜式電子裝置的前視圖。

圖 2 是本發明低音揚聲器之擴展系統的設計方法流程圖。

圖 3A 至圖 3D 以及圖 4A 至圖 4D 分別依據前述設計方法所取得不同擴展系統。

圖 5A 繪示低音揚聲器的振膜幅度與功率關係圖。

圖 5B 繪示低音揚聲器的振膜幅度與後音箱容積的關係圖。

圖 6A 繪示擴展系統的頻率-阻抗關係圖。

圖 6B 繪示擴展系統的頻率-聲壓關係圖。

圖 7 繪示擴展系統的頻率-聲壓關係圖。

【實施方式】

【0010】 圖 1 是依據本發明一實施例的可攜式電子裝置的前視圖。圖 2 是本發明低音揚聲器之擴展系統的設計方法流程圖。請同時參考圖 1 與圖 2，在本實施例中，低音揚聲器之擴展系統的設計方法是適用於可攜式電子裝置，在此以平板電腦為例，其具有機體 10 以及設置其內的揚聲器模組，包括有低音揚聲器之擴展系統 100、左聲道揚聲器系統 200L 與右聲道揚聲器系統 200R。在此，左聲道揚聲器系統 200L 與右聲道揚聲器系統 200R 一如現有技術所能得知，其用以處理中、高頻聲音，故不再贅述。

【0011】 在本實施例中，為讓如圖 1 所示平板電腦仍能順利地在機體 10 內配置低音揚聲器，因此需進一步地藉由本發明所述特定特徵（設計方法）而產生。首先，在步驟 S110 中，需先行取得可攜式電子裝置欲裝設低音揚聲器之擴展系統 100 的預設空間，接著，在步驟 S120 中，依據前述預設空間並藉由平面波的波動方程式而進行截止頻率的運算。在此，截止頻率即為所欲取得低頻聲音的共振頻率，於本實施例中，所述截止頻率大於或等於 250Hz。如此一來，即能在步驟 S130 中取得欲使低音進行傳遞所需要的通道尺寸，即通道長度與通道截面積。在此同時，於其他步驟（步驟 S140 與步驟 S150）中，藉由取得低音揚聲器的規格，而能據以設定低音揚聲器的後音箱容積。最終，於步驟 S160 中，將前述通道尺寸設定為擴展系統的前音箱，並與後音箱容積一同適配至可攜式電子裝置的機體 10 之內，同時，使前音箱在機體 10 的表

面形成低音揚聲孔，而使後音箱所在空間為封閉空間，即能完成本實施例低音揚聲器之擴展系統 100。需說明的是，所述適配動作是指依據機體 10 內的配置條件（受機體 10 內部空間與周邊構件）影響而有所不同。

【0012】 由上述可知，本實施例一改現有低音擴展技術是以後音箱結構作為低音傳遞的設計，也就是說，本發明是改以藉由平面波的波動方程式及其周邊設定條件，而使低音揚聲器捨棄現有技術（例如採用 **vented port**）下需藉由較大容積（厚度）的後音箱方能傳遞低音的情形，因此能改善現有技術無法在薄形電子裝置有限的空間條件下而提供低音揚聲效果。

【0013】 進一步地說，上述設計是依據算式來達成： $f_p = [(2m+1) \times C] / 4L$ ，其中 f_p 是低頻共振頻率， C 是聲速（單位 m/s ），而 L 是波導管長度，在此可視為通道長度，也就是低頻聲音從揚聲器至出音孔之間的傳遞距離。另， $m=0, 1, 2, \dots$ ，其為激振模態（**mode of vibration**）。

【0014】 圖 3A 至圖 3D 以及圖 4A 至圖 4D 分別依據前述設計方法所取得不同擴展系統。

【0015】 請先參考圖 3A 至圖 3D，在此僅以低音揚聲器之擴展系統 100 於機體 10 所佔局部作為示意。在本實施例中，設置在機體 10 內低音揚聲器之擴展系統 100 包括低音揚聲器 110、前音箱 F1 與後音箱 R1。在此，所述前音箱 F1 與後音箱 R1 係以低音揚聲器 110 作為基準而予以限定，前音箱 F1 作為直接傳遞低音揚聲

器 110 所產生的聲音（音波），且其在機體 10 的表面形成低音揚聲孔 140，以將低音揚聲器 110 所產生的聲音傳送出機體 10 之外。後音箱 R1 為封閉空間，其作為提供低音揚聲器 110 所產生的音波進行共振之用，並讓共振後的音波同樣經由前音箱 F1 及低音揚聲孔 140 傳出機體 10 之外。

【0016】 後音箱 R1 進一步地包括空間 120A、120B，其中空間 120A 的一側配置有低音揚聲器 110，且空間 120A 位於空間 120B 與低音揚聲器 110 之間。前音箱 F1 包括空間 130A 以及通道 130B，其中低音揚聲器 110 間隔在空間 120A 與空間 130A 之間，且低音揚聲器 110 所產生的聲音及其經由後音箱 R1 共振後的聲音是經由空間 130A、通道 130B 與低音揚聲孔 140 而傳出機體 10 之外。

【0017】 如前述步驟 S140 與 S150 所述，後音箱 R1 的容積需視低音揚聲器 110 的規格而定，在此，本實施例所適用的低音揚聲器 110 係指功率小於或等於 2w 者而言，且其尺寸規格（長×寬）為（16mm×9mm）、（32mm×9mm）或（34mm×11mm）。因此，後音箱 R1 的容積僅需較少容積以能達到音波共振即可。圖 5A 繪示低音揚聲器的振膜幅度與功率關係圖。圖 5B 繪示低音揚聲器的振膜幅度與後音箱容積的關係圖。請同時參考圖 5A 與圖 5B，由圖 5A 能得知，功率為 1W 的低音揚聲器，其振膜幅度（500Hz～700 Hz）可達接近 0.3mm～0.35mm，而當將所述功率為 1W 的低音揚聲器的後音箱的容積設定為 2c.c.時，其共振後的音波可能導致讓低音揚聲器的振膜幅度（500Hz）低音揚聲器超過 0.45mm。也就是說，

功率為 1W 的低音揚聲器的後音箱的容積實際上不能超過 2c.c.，否則便會導致低音揚聲器的振膜幅度超出能力範圍而損毀。據此，本實施例方於前述步驟 S140、S150 設定後音箱 R1 的容積應為 3c.c.以下，其中較佳者是對應尺寸規格(長×寬)為(16mm×9mm)的後音箱容積為 1c.c.，對應尺寸規格(長×寬)為(32mm×9mm)的後音箱容積為 2c.c.，對應尺寸規格(長×寬)為(34mm×11mm)的後音箱容積為 2c.c.。需說明的是，所述後音箱容積為上限值。

【0018】 接著，請對照上述步驟與圖 3，在此以尺寸規格(長×寬)為(16mm×9mm)(且厚度為 3mm 或 2.5mm)的低音揚聲器 110 為例，其中後音箱 R1 的容積較佳設定為 1c.c.。再者，依據前述步驟 S110 所取得預設空間為 133.92mm×33mm×5.13mm，其中厚度 5.13mm 是由機體 10 的厚度不超過 10mm 之範圍作為例示。據此，依據前述步驟 S130 所取得通道尺寸為通道長度 291.65mm 與通道截面積 13mm²。因此，在將所述通道尺寸適配至本實施例的機體 10 之內時，通道 130B 即需予以彎折配置，而形成如圖 3 所示之狀態，其中箭號所示即為音波傳遞方向。如此一來，前音箱 F1 的通道 130B 的等效容積為 3.53c.c.，而空間 130A 的容積為 0.18c.c.，並據以形成前音箱 F1 的容積為 3.71c.c.，而前述後音箱 R1 的容積設定為 1c.c.，因此，本實施例所述低音揚聲器之擴展系統 100 所需總容積為 4.71c.c.，而由圖 3 所示的配置，其能順利地設置於可攜式電子裝置的機體 10 之內。

【0019】 詳細而言，圖 3B 與圖 3C 分別以不同視角繪示低音揚聲

器之擴展系統 100 的結構組成，而圖 3D 繪示擴展系統 100 的局部剖視圖，在本實施例中，其包括上殼 160 與下殼 170 以及蓋板 150，低音揚聲器 110 經由上殼的開口 163 而容置於上殼 160 與下殼 170 之間的空間，其上再以蓋板 150 覆蓋，且使蓋板 150 與低音揚聲器 110 之間保持空間存在。再者，上殼 160 包括多個子空間 161、162、164、165，而下殼 170 也對應地包括多個子空間 171~174，當上殼 160、下殼 170 組裝後，子空間 162 與 172 結合而形成通道 130B，子空間 161 與 171 結合而形成空間 130A 的一部分，而前述蓋板 150 與低音揚聲器 110 之間存在的空間即成為空間 130A 的另一部分，而如圖 3D 所示。據此，便能使空間 130A 與通道 130B 形成前音箱 F1。相對地，子空間 173 位於低音揚聲器 110 下方，而子空間 164 與子空間 173 的局部形成空間 120A，如圖 3D 所示，且子空間 174 與子空間 165 形成空間 120B，據此，空間 120A、120B 便形成後音箱 R1。

【0020】請再參考圖 4A 至圖 4D，在本實施例的低音揚聲器之擴展系統 300 中，低音揚聲器 310 與前述低音揚聲器 110 規格相同，後音箱 320 一如前述後音箱 R1 的容積設定（1c.c.），僅依據預設空間 136.3mm×31.3mm×4.96mm 而有配置上的不同。在此，依據前述步驟所取得空間 330A 為 0.13c.c.，通道 330B 的長度 188.23mm 且截面積 19.5mm²。因此，通道 330B 的等效容積為 2.8c.c.，且通道 330B 與空間 330A 形成前音箱。再搭配所述後音箱 320，本實施例低音揚聲器之擴展系統 300 所需總容積為 3.93c.c.，其中前音

箱（空間 330A 與通道 330B）與後音箱實質上位於同一平面上。

【0021】 類似於前述圖 3 系列的結構分解示意，圖 4B 與圖 4C 分別以不同視角繪示低音揚聲器之擴展系統 300 的結構組成，而圖 4D 繪示擴展系統 300 的局部剖視圖。在本實施例中，其包括上殼 360 與下殼 370 以及蓋板 350，低音揚聲器 310 同樣設置於上殼 360 與下殼 370 之間且對應於開口 363，並以蓋板 350 覆蓋與開口 363、365 並使蓋板 350 與低音揚聲器 310 之間存在空間。再者，上殼 360 包括多個子空間 361 與 362，而下殼 370 包括多個子空間 371 與 372 以及所述低音揚聲孔 340。上殼 360 與下殼 370 經結合之後，子空間 372 與 362 形成通道 330B，且由於上殼 360 還以凸肋 364 隔開兩開口 363、365，因此低音揚聲器 310 能經由對應開口 363 的空間使聲音越過凸肋 364 而傳至對應開口 365 的空間，如圖 4D 繪示的箭號所示，以進而從空間 340 傳送至通道 330B，而形成前音箱。此外，子空間 371 與 361 則形成空間 320，即擴展系統的後音箱。

【0022】 需說明的是，圖 3 系列與圖 4 系列舉例說明前音箱的取得過程，並以此作為擴展系統 300 的主要架構，但不因此限制其尺寸規格及配置模式。

【0023】 圖 6A 繪示擴展系統的頻率-阻抗關係圖。圖 6B 繪示擴展系統的頻率-聲壓關係圖。請同時參考圖 6A 與圖 6B，如圖 6A 所示，經上述步驟所取得的前音箱的尺寸規格，其已能得知在 500Hz 以下的頻率響應，因此能如預期地產生低頻聲音。同時，如圖 6B

所示，於低音（500Hz）處的聲壓也能達到 70dB 以上，亦即代表其音波能順利地傳出機體 10 之外。

【0024】圖 7 繪示擴展系統的頻率-聲壓關係圖，其中較深色曲線是以上述低音揚聲器之擴展系統 100 為例，而另一條曲線則是現有設置於可攜式電子裝置上的低音系統，由方框內所示於低頻聲音 200Hz~500Hz 為例，低音揚聲器之擴展系統 100 已明顯比現有低音系統超過 10dB 以上，因此更能瞭解到依據前述步驟所產生的低音揚聲器之擴展系統相較於現有技術確實存在明顯的低音效果。

【0025】綜上所述，在本發明的上述實施例中，可攜式電子裝置欲設置低音揚聲器之擴展系統的預設空間後，本發明即能同時藉由平面波的波動方程式來進行截止頻率（即低音共振頻率）的運算，並進一步地經由運算而取得擴展系統的通道長度與通道截面積，且以所述通道長度與通道截面積在可攜式電子裝置的機體內形成擴展系統的前音箱，而另由低音揚聲器的規格取得後音箱的容積，並使前音箱的容積大於後音箱的容積。

【0026】最終，再將所述前、後音箱依據機體的構件環境而適配於機體之內，以完成低音揚聲器的擴展系統。此舉讓如平板電腦等因機體條件（尺寸、配置）而受限的可攜式電子裝置，仍能順利地完成低音揚聲器之擴展系統的設計。也就是說，此舉能讓如上述機體內部空間較為嚴苛的使用率情況下，仍能順利地藉由擴展系統的設置而讓可攜式電子裝置仍能具有低音揚聲的效果。

【0027】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0028】

10：機體

100、300：低音揚聲器之擴展系統

110、310：低音揚聲器

120A、120B、130A、320、330A：空間

130B、330B：通道

140、340：低音揚聲孔

150、350：蓋板

160、360：上殼

161、162、164、165、171、172、173、174、361、362、371、

372：子空間

163、363、365：開口

170、370：下殼

200L：左聲道揚聲器系統

200R：右聲道揚聲器系統

364：凸肋

F1：前音箱

R1：後音箱

S110～S160：步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種低音揚聲器之擴展系統的設計方法，適用於可攜式電子裝置，所述設計方法包括：

取得所述可攜式電子裝置用以安裝所述擴展系統所需的預定容積；

依據所述預定容積而藉由平面波的波動方程式進行截止頻率的運算，其中所述運算包括一算式： $f_p = [(2m+1) \times C] / 4L$ ，其中 f_p 是低頻共振頻率， C 是聲速， L 是通道長度，而 m 是激振模態；

藉由所述運算取得所述擴展系統的通道長度與通道截面積；以及

將所述通道長度與所述通道截面積形成所述擴展系統的前音箱，並適配於所述可攜式電子裝置內。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述低音揚聲器之擴展系統的設計方法，其中所述截止頻率大於或等於250Hz。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述低音揚聲器之擴展系統的設計方法，其中所述低音揚聲器是微型揚聲器，且所述微型揚聲器的功率小於或等於2w。

【第4項】如申請專利範圍第3項所述低音揚聲器之擴展系統的設計方法，其中所述微型揚聲器的尺寸規格（長×寬）為（16mm×9mm）、（32mm×9mm）或（34mm×11mm）。

【第5項】如申請專利範圍第4項所述低音揚聲器之擴展系統的設計方法，還包括：

設定後音箱容積，其中對應尺寸規格(長×寬)為(16mm×9mm)的後音箱容積為1c.c.，其中對應尺寸規格(長×寬)為(32mm×9mm)的後音箱容積為2c.c.，其中對應尺寸規格(長×寬)為(34mm×11mm)的後音箱容積為2c.c.。

【第6項】如申請專利範圍第1項所述低音揚聲器之擴展系統的設計方法，還包括：

依據所述低音揚聲器的規格設定後音箱，其中所述後音箱為封閉空間，且所述後音箱容積小於或等於3c.c.。

【第7項】如申請專利範圍第1項所述低音揚聲器之擴展系統的設計方法，其中所述可攜式電子裝置的機體厚度小於或等於10mm。

【第8項】一種低音揚聲器之擴展系統，適用於可攜式電子裝置，且實施如申請專利範圍第1項所述之設計方法，所述低音揚聲器之擴展系統包括：

低音揚聲器，配置於所述可攜式電子裝置的機體內；以及

前音箱與後音箱，分別設置於所述機體內，其中所述後音箱為封閉空間，所述前音箱的容積大於所述後音箱，且所述前音箱於所述機體的表面形成低音揚聲孔。

【第9項】如申請專利範圍第8項所述低音揚聲器之擴展系統，其中所述低音揚聲器是微型揚聲器，且所述微型揚聲器的功率小於或等於2w。

【第10項】 如申請專利範圍第9項所述低音揚聲器之擴展系統，其中所述微型揚聲器的尺寸規格（長×寬）為（16mm×9mm）、（32mm×9mm）或（34mm×11mm）。

【第11項】 如申請專利範圍第10項所述低音揚聲器之擴展系統，其中對應尺寸規格（長×寬）為（16mm×9mm）的後音箱容積為1c.c.，其中對應尺寸規格（長×寬）為（32mm×9mm）的後音箱容積為2c.c.，其中對應尺寸規格（長×寬）為（34mm×11mm）的後音箱容積為2c.c.。

【第12項】 如申請專利範圍第8項所述低音揚聲器之擴展系統，其中所述後音箱的容積小於或等於3c.c.。

【第13項】 如申請專利範圍第8項所述低音揚聲器之擴展系統，其中所述機體的厚度小於或等於10mm。

【第14項】 如申請專利範圍第8項所述低音揚聲器之擴展系統，其中所述前音箱與所述後音箱位於同一平面。