



(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 I862007 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 11 日

(21) 申請案號：112126423

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 14 日

(51) Int. Cl. : H04R9/06 (2006.01)

H04R9/02 (2006.01)

H04R5/02 (2006.01)

(30) 優先權：2022/07/25 中國大陸

2022108778190

2022/11/21 中國大陸

2022114548482

(71) 申請人：大陸商深圳市韶音科技有限公司 (中國大陸) SHENZHEN SHOKZ CO., LTD. (CN)
中國大陸(72) 發明人：張磊 ZHANG, LEI (CN)；朱光遠 ZHU, GUANG YUAN (CN)；付峻江 FU, JUN
JIANG (CN)；齊心 QI, XIN (CN)

(74) 代理人：廖俊龍

(56) 參考文獻：

CN 114786102A

US 2020/0393871A1

WO 2021/118920A1

WO 2022/048956A1

審查人員：林宥榆

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：18 共 62 頁

(54) 名稱

換能裝置、揚聲器和聲學輸出裝置

(57) 摘要

本發明公開了換能裝置、揚聲器和聲學輸出裝置，其中，換能裝置包括：磁路系統，該磁路系統包括磁體組件和導磁罩，該導磁罩至少部分地環繞該磁體組件設置；以及傳振片，該傳振片包括第一傳振片和第二傳振片，該第一傳振片和第二傳振片沿該磁體組件振動方向上分別分佈在該磁體組件的兩側，並用於分別彈性支撐該磁體組件，其中，該第一傳振片或該第二傳振片在垂直於該磁體組件的振動方向的平面內任意方向的等效剛度大於 $4.7 \times 10^4 \text{N/m}$ 。

The present application provides a transducer, a loudspeaker, and an acoustic output device. The transducer includes: a magnetic circuit system and a vibration conducting sheet. The magnetic circuit system includes a magnetic component and a magnetic conductive cover. The magnetic conductive cover is at least partially arranged around the magnetic component. The vibration conducting sheet includes a first vibration conducting sheet and a second vibration conducting sheet. The first vibration conducting sheet and the second vibration conducting sheet are respectively disposed on two sides of the magnetic component along a vibration direction of the magnetic component, and are respectively configured to elastically support the magnetic component. An equivalent stiffness of the first vibration conducting sheet or an equivalent stiffness of the second vibration conducting sheet in any direction in a plane perpendicular to a vibration direction of the magnetic component is greater than $4.7 \times 10^4 \text{N/m}$.

指定代表圖：

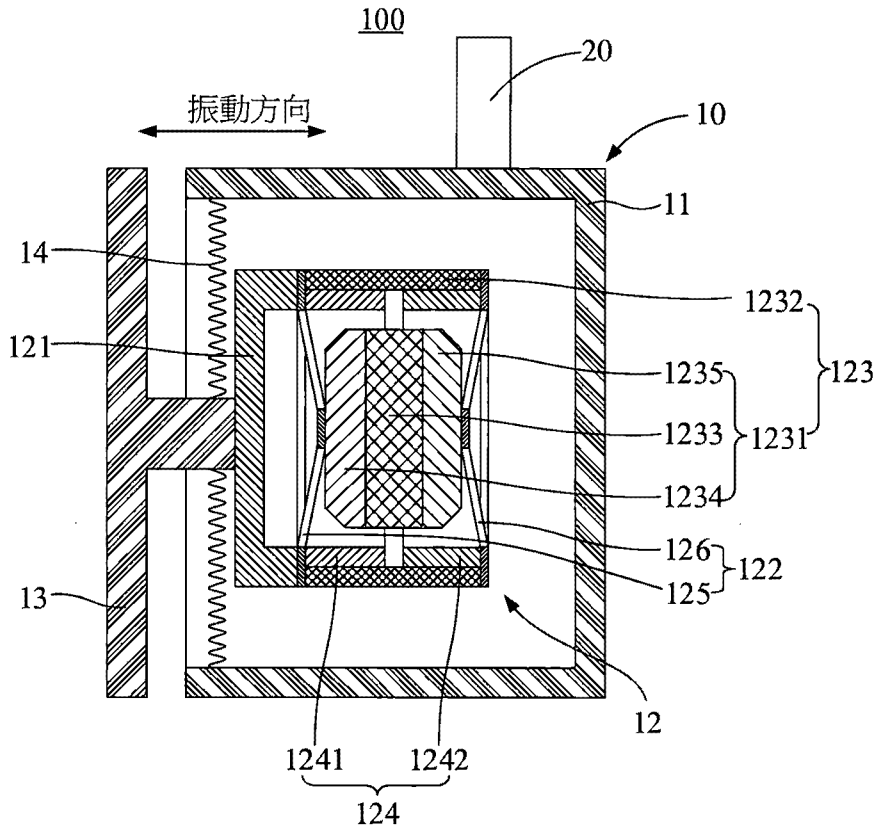


圖 2 (a)

符號簡單說明：

- 10:揚聲器
- 100:聲學輸出裝置
- 11:外殼
- 12:換能裝置
- 121:支架
- 122:傳振片
- 123:磁路系統
- 1231:磁體組件
- 1232:導磁罩
- 1233:磁體
- 1234:第一導磁板
- 1235:第二導磁板
- 124:線圈
- 1241:第一線圈
- 1242:第二線圈
- 125:第一傳振片
- 126:第二傳振片
- 13:振動面板
- 14:減振片
- 20:固定組件

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】 (中文/英文)

換能裝置、揚聲器和聲學輸出裝置

TRANSDUCER, LOUDSPEAKER, AND ACOUSTIC OUTPUT DEVICE

【中文】

本發明公開了換能裝置、揚聲器和聲學輸出裝置，其中，換能裝置包括：磁路系統，該磁路系統包括磁體組件和導磁罩，該導磁罩至少部分地環繞該磁體組件設置；以及傳振片，該傳振片包括第一傳振片和第二傳振片，該第一傳振片和第二傳振片沿該磁體組件振動方向上分別分佈在該磁體組件的兩側，並用於分別彈性支撐該磁體組件，其中，該第一傳振片或該第二傳振片在垂直於該磁體組件的振動方向的平面內任意方向的等效剛度大於 4.7×10^4 N/m。

【英文】

The present application provides a transducer, a loudspeaker, and an acoustic output device. The transducer includes: a magnetic circuit system and a vibration conducting sheet. The magnetic circuit system includes a magnetic component and a magnetic conductive cover. The magnetic conductive cover is at least partially arranged around the magnetic component. The vibration conducting sheet includes a first vibration conducting sheet and a second vibration conducting sheet. The first vibration conducting sheet and the second vibration conducting sheet are respectively disposed on two sides of the magnetic component along a vibration direction of the magnetic component, and are respectively configured to elastically support the magnetic component. An equivalent stiffness of the first vibration conducting sheet or an equivalent

stiffness of the second vibration conducting sheet in any direction in a plane perpendicular to a vibration direction of the magnetic component is greater than 4.7×10^4 N/m.

【代表圖】

【本案指定代表圖】： 圖2(a)。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10: 揚聲器
- 100: 聲學輸出裝置
- 11: 外殼
- 12: 換能裝置
- 121: 支架
- 122: 傳振片
- 123: 磁路系統
- 1231: 磁體組件
- 1233: 磁體
- 1232: 導磁罩
- 1234: 第一導磁板
- 1235: 第二導磁板
- 124: 線圈
- 1241: 第一線圈
- 1242: 第二線圈
- 125: 第一傳振片
- 126: 第二傳振片
- 13: 振動面板
- 14: 減振片
- 20: 固定組件

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】

換能裝置、揚聲器和聲學輸出裝置

TRANSDUCER, LOUDSPEAKER, AND ACOUSTIC OUTPUT DEVICE

【技術領域】

【0001】本發明屬於電子設備的技術領域，特別涉及換能裝置、揚聲器和聲學輸出裝置。

【先前技術】

【0002】本發明的申請專利範圍要求如下申請的優先權：2022年07月25日遞交的申請號為2022108778190的中國專利申請。在此合併參考該發明案的申請目標。

【0003】揚聲器廣泛應用於日常生活。先前的揚聲器經常出現靈敏度低、重量大、換能裝置內部磁鐵偏置、磁場強度小等問題。本發明提供解決上述問題的換能裝置、揚聲器和聲學輸出裝置。

【發明內容】

【0004】本發明實施例之一提供一種換能裝置，包括：組件磁路系統，該磁路系統包括磁體組件和導磁罩，該導磁罩至少部分地環繞該磁體組件設置；及傳振片，包括第一傳振片和第二傳振片，該第一傳振片和第二傳振片沿該磁體組件振動方向上分別分佈在該磁體組件的兩側，並用於分別彈性支撐該磁體組件，其中，該第一傳振片或該第二傳振片在垂直於該磁體組件的振動方向的平面內任意方向的等效剛度大於 4.7×10^4 N/m。

【0005】本發明實施例之一提供一種揚聲器，包括外殼、電子元件及如本發明任意實施例所述的換能裝置，該外殼形成容納該換能裝置和該電子元件的腔體。

【0006】本發明實施例之一提供一種聲學輸出裝置，包括固定組件及如本發明任意實施例所述的揚聲器，該固定組件與該揚聲器連接。

【圖式簡單說明】

- 【0007】 圖 1(a) 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器的佩戴示意圖；
圖 1(b) 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器的佩戴示意圖；
圖 1(c) 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器的佩戴示意圖；
圖 2(a) 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器的結構示意圖；
圖 2(b) 為根據本發明一些實施例所示的導磁罩的結構示意圖；
圖 2(c) 為根據本發明一些實施例所示的示例性第一導磁板與第一線圈的位置示意圖；
圖 3 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器的結構示意圖；
圖 4 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器的結構示意圖；
圖 5(a) 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器的結構示意圖；
圖 5(b) 為根據本發明一些實施例所示的骨導揚聲器與氣導揚聲器之間不同距離對線圈的磁場影響的對比圖；
圖 6 為根據本發明一些實施例所示的換能裝置的結構示意圖；
圖 7(a) 為根據本發明一些實施例所示的換能裝置的爆炸圖；
圖 7(b) 為根據本發明一些實施例所示的單音圈和雙音圈結構的換能裝置的阻抗對比圖；
圖 7(c) 為根據本發明的一些實施例所示的筒狀導磁罩的部分示意圖；
圖 7(d) 為根據本發明的一些實施例所示的碗狀導磁罩的示意圖；
圖 8 為導磁罩開槽時和未開槽時的頻響曲線對比圖；
圖 9(a) 為根據本發明一些實施例所示的導磁板的俯視結構示意圖；
圖 9(b) 為根據本發明一些實施例所示的導磁板的俯視結構示意圖；
圖 9(c) 為根據本發明一些實施例所示的導磁板的俯視結構示意圖；
圖 10 為根據本發明一些實施例所示的導磁板無開孔時及開孔時的頻響曲線對比圖；
圖 11 為根據本發明一些實施例所示的導磁板無開孔時及開孔時的

頻響曲線對比圖；

圖12為根據本發明一些實施例所示的導磁板上第二孔距離導磁板中心不同時的BL值曲線對比圖；

圖13為根據本發明一些實施例所示的第二孔具有不同直徑時的頻響曲線對比圖；

圖14 (a) 為根據本發明一些實施例所示的第二孔具有不同直徑時的基線 (Base Line, BL) 值曲線對比圖；

圖14 (b) 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器在重量在2 g-5 g 範圍內的加速度曲線對比圖；

圖15 (a) 為根據本發明一些實施例所示的傳振片的結構示意圖；

圖15 (b) 為根據本發明一些實施例所示的傳振片的結構示意圖；

圖15 (c) 為根據本發明一些實施例所示的傳振片的結構示意圖；

圖16 (a) 為根據本發明一些實施例所示的傳振片的結構示意圖；

圖16 (b) 為根據本發明一些實施例所示的傳振片的結構示意圖；

圖17 (a) 為根據本發明一些實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach Array) 形式的磁路系統的結構示意圖；

圖17 (b) 為根據本發明一些實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach Array) 形式的磁路系統的結構示意圖；

圖17 (c) 為根據本發明一些實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach Array) 形式的磁路系統的結構示意圖；

圖17 (d) 為根據本發明一些實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach Array) 形式的磁路系統的結構示意圖；

圖17 (e) 為根據本發明一些實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach Array) 形式的磁路系統的結構示意圖；

圖17 (f) 為根據本發明一些實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach Array) 形式的磁路系統的結構示意圖；

圖17 (g) 為根據本發明一些實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach

Array) 形式的磁路系統的結構示意圖；及

圖18為根據本發明一些實施例所示的磁路系統具有不同磁性部陣列的BL值曲線對比圖。

【實施方式】

【0008】 為了更清楚地說明本發明實施例的技術方案，下面將對實施例描述中所需要使用的圖式作簡單的介紹。顯而易見地，下面描述中的圖式僅僅為本發明的一些示例或實施例，對於本領域的普通技術人員來講，在不付出進步性勞動的前提下，還可以根據這些圖式將本發明應用於其它類似情景。除非從語言環境中顯而易見或另做說明，圖中相同標號代表相同結構或操作。

【0009】 應當理解，本文使用的「系統」、「裝置」、「單元」和/或「模組」為用於區分不同級別的不同組件、元件、部件、部分或裝配的一種方法。然而，如果其他詞語可實現相同的目的，則可藉由其他表達來替換詞語。

【0010】 如本發明和申請專利範圍中所示，除非上下文明確提示例外情形，「一」、「一個」、「一種」和/或「該」等詞並非特指單數，亦可包括複數。一般說來，術語「包括」與「包含」僅提示包括已明確標識的步驟和元素，而這些步驟和元素不構成一個排它性的羅列，方法或者設備亦可能包含其它的步驟或元素。

【0011】 本發明實施例描述了一種聲學輸出裝置 100。在一些實施例中，聲學輸出裝置 100 可以包括揚聲器 10 和固定組件 20，揚聲器 10 與固定組件 20 連接。其中，固定組件 20 可以用於支撐揚聲器 10 佩戴至佩戴位。在一些實施例中，佩戴位可以為用戶頭部上的特定位置。例如，佩戴位可以包括耳部、乳突、顛骨、頂骨、額骨等。再例如，佩戴位可以包括頭部的左右兩側且在人體矢狀軸上位於用戶耳部前側的位置。在一些實施例中，揚聲器 10 可以包括換能裝置，換能裝置可以用於將電訊號（包含聲音資訊）轉化成機械振動，以使用戶可以藉由聲學輸出裝置 100 聽到聲音。

具體地，揚聲器 10 產生的機械振動可以主要經由用戶的頭骨等媒介傳遞（亦即骨傳導）而形成骨導聲，亦可以主要經由空氣等媒介傳遞（亦即氣傳導）而形成氣導聲，或者可以採用骨氣結合的方式傳導聲音。關於揚聲器 10 的更多說明可以參見本發明的其它部分，例如圖 2（a）-圖 4 及其相關描述。

【0012】 在一些實施例中，固定組件 20 可以呈環狀設置，並藉由用戶的前額和後腦部分繞設於用戶的頭部。在一些實施例中，固定組件 20 可以為形成彎曲形狀的後掛結構，適配於用戶的頭部後側。在一些實施例中，固定組件 20 可以為耳掛結構，用於懸掛在用戶的耳廓上方的耳掛結構具有適配人耳的彎曲部。在一些實施例中，固定組件 20 可以為鏡架結構，鏡架結構具有鼻托和兩側的鏡腿，可以佩戴於用戶面部及耳部。關於固定組件 20 的更多實施方式可以參見圖 1（a）-圖 1（c）及其相關描述。

【0013】 圖 1（a）-圖 1（c）為根據本發明一些實施例所示的聲學輸出裝置 100 的佩戴示意圖。在一些實施例中，如圖 1（a）所示，固定組件 20 可以呈環狀設置，並繞設在用戶的耳部上，使揚聲器 10 固定於用戶的臉部，並靠近用戶的耳道。在一些實施例中，如圖 1（b）所示，固定組件 20 可以設置為耳掛及後掛結構，配合以繞設在用戶的頭部後側及耳廓，使揚聲器 10 固定於用戶的臉部，並靠近用戶的耳道。在一些實施例中，如圖 1（c）所示，固定組件 20 可以為形成彎曲形狀的頭梁結構，繞設在用戶的頭頂部位，使揚聲器 10 固定於用戶的臉部，並靠近用戶的耳道。

【0014】 在一些實施例中，聲學輸出裝置 100 可以包括至少兩個揚聲器 10。至少兩個揚聲器 10 均可以將電訊號轉化成機械振動，用於使聲學輸出裝置 100 實現身歷聲音效。例如，聲學輸出裝置 100 可以包括兩個揚聲器 10。兩個揚聲器 10 可以分別設置於用戶的左耳側及右耳側。在一些對身歷聲要求並不為特別高的應用場景（例如聽力患者助聽、主持人直播提詞等）下，聲學輸出裝置 100 亦可以僅設置一個揚聲器 10。

【0015】 當聲學輸出裝置 100 包括兩個揚聲器 10 時，作為示例，固定組件 20 可以包括兩個耳掛組件和一個後掛組件，後掛組件的兩端分別與對應

的一個耳掛組件的一端連接，每一個耳掛組件背離後掛組件的另一端分別與對應的一個揚聲器 10 連接。具體地，後掛組件可以設置呈彎曲狀，以用於繞設在用戶的頭部後側，耳掛組件亦可以設置呈彎曲狀，以用於掛設在用戶的耳部和頭部之間，進而便於實現聲學輸出裝置 100 的佩戴需求。如此，以在聲學輸出裝置 100 處於佩戴狀態時，兩個揚聲器 10 分別位於用戶的頭部的左側和右側，兩個揚聲器 10 亦在固定組件 20 的配合作用下壓持用戶的頭部，用戶亦能夠聽到聲學輸出裝置 100 輸出的聲音。

【0016】 在一些實施例中，本發明中的揚聲器 10 可以為骨傳導揚聲器和/或氣傳導揚聲器。在一些實施例中，聲學輸出裝置 100 可以為具有音訊功能的電子設備，例如，聲學輸出裝置 100 可以為音樂耳機、助聽耳機、骨導耳機、助聽器、音訊眼鏡、智能頭盔、虛擬實境（Virtual Reality，VR）設備、擴增實境（Augmented Reality，AR）設備等電子設備。

【0017】 圖 2（a）為根據本發明一些實施例所示的揚聲器 10 的結構示意圖。如圖 2（a）所示，揚聲器 10 可以包括外殼 11、換能裝置 12 和振動面板 13。外殼 11 內可以形成容置腔，用於容納換能裝置 12。換能裝置 12 可以設置在外殼 11 的容置腔內，振動面板 13 可以與換能裝置 12 連接，並用於將換能裝置 12 產生的機械振動傳遞至用戶。固定組件 20 可以與外殼 11 的外側連接。在一些實施例中，換能裝置 12 可以將電訊號轉化為機械振動，振動面板 13 可以在佩戴狀態下與用戶的皮膚接觸，換能裝置 12 產生的機械振動傳遞至振動面板，並藉由用戶的皮膚、骨骼和/或組織作用於用戶的聽神經，從而形成骨導聲。需要知道的為，外殼 11 可以為矩形、圓形、菱形或多邊形等或任意不規則形狀及其組合，並不限制於圖中所示的形狀。

【0018】 在一些實施例中，揚聲器 10 還可以包括減振片 14。換能裝置 12 可以藉由減振片 14 懸掛在外殼 11 的容置腔內。振動面板 13 可以不與外殼 11 接觸，此時，因減振片 14 的存在，換能裝置 12 產生的機械振動可以較少地、甚至不傳遞至外殼 11，從而在一定程度上避免外殼 11 帶動揚聲器 10 外部的空氣振動，如是有利於降低揚聲器 10 的漏音。在一些實施例中，

外殼 11 可以具有敞開的開口端，振動面板 13 設置於外殼 11 外部並與開口端相對，亦可以說為，振動面板 13 的邊緣與外殼 11 的開口端斷開，振動面板 13 與換能裝置 12 之間設置有連接桿件 131，連接桿件 131 一端與換能裝置 12 連接，另一端穿出外殼 11 的開口端連接振動面板 13，以使振動的振動面板 13 及換能裝置 12 不與外殼 11 接觸，從而降低揚聲器 10 的漏音。在一些實施例中，減振片 14 可以連接於連接桿件 131 與外殼 11 之間，以實現振動面板 13 及換能裝置 12 的懸掛。在一些實施例中，外殼 11 上還可以開設至少一個用於連通外殼 11 的容置腔與揚聲器 10 外部的通孔（又稱「降漏音孔」），以降低揚聲器 10 的漏音。

【0019】 在一些實施例中，揚聲器 10 還可以包括與振動面板 13 連接的貼臉套（圖中未示出），貼臉套用於與用戶的皮膚接觸，亦即振動面板 13 可以藉由貼臉套與用戶的皮膚接觸。其中，貼臉套的邵氏硬度可以小於振動面板 13 的邵氏硬度，亦即貼臉套可以比振動面板 13 更加柔軟。例如：貼臉套的材質可以為諸如矽膠的軟質材料，振動面板 13 的材質為諸如聚碳酸酯、玻璃纖維增強塑膠的硬質材料。如此，可以改善揚聲器 10 的佩戴舒適度，並使得揚聲器 10 與用戶的皮膚更加貼合，進而改善揚聲器 10 的音質。在一些實施例中，貼臉套可以與振動面板 13 可拆卸連接，以便於用戶更換。例如，貼臉套可以套設在振動面板 13 上。

【0020】 參見圖 2 (a)，換能裝置 12 可以包括支架 121、傳振片 122、磁路系統 123 和線圈 124。在一些實施例中，振動面板 13 可以與支架 121 連接。例如，如圖 2 (a) 所示，支架 121 可以與連接桿件 131 遠離振動面板 13 的一端連接。支架 121 可以藉由傳振片 122 與磁路系統 123 連接，以將磁路系統 123 懸掛在外殼 11 的容置腔內。在一些實施例中，減振片 14 可以連接支架 121 和外殼 11，以將換能裝置 12 懸掛在外殼 11 的容置腔內。線圈 124 可以沿換能裝置 12 的振動方向伸入磁路系統 123 的磁間隙內。

【0021】 在一些實施例中，磁路系統 123 可以包括磁體組件 1231 和導磁罩 1232。導磁罩 1232 可以套設於線圈 124，磁體組件 1231 可以設置在線

圈 124 內，導磁罩 1232 與磁體組件 1231 在垂直於振動方向的方向上間隔設置，導磁罩 1232 的內側壁與磁體組件 1231 的外側之間形成前述磁間隙。在一些實施例中，線圈 124 可以環繞一平行於換能裝置 12 的振動方向的軸線套設在磁體組件 1231 的外側。在一些實施例中，磁路系統 123 的導磁罩 1232 環繞平行於換能裝置 12 的振動方向的軸線套設在線圈 124 外側，亦即導磁罩 1232 與磁體組件 1231 在垂直於換能裝置 12 的振動方向的方向上間隔設置。具體地，線圈 124 可以與導磁罩 1232 連接。本發明一些實施例中，線圈 124 貼合於導磁罩 1232 的內壁。在一些實施例中，傳振片 122 可以連接在該導磁罩 1232 和磁體組件 1231 之間，用於彈性支撐該磁體組件 1231。例如，傳振片 122 與磁路系統 123 可以沿振動方向佈置，傳振片 122 垂直於振動方向的側面可以與導磁罩 1232 垂直於振動方向的端部連接，以實現磁路系統 123 的固定。可以理解的為，本發明的其它實施方式中，傳振片 122 的周緣亦可以連接於導磁罩 1232 的內壁或其它位置，以實現磁路系統 123 相對於導磁罩 1232 的固定。

【0022】 在一些實施例中，線圈 124 可以包括第一線圈 1241 和第二線圈 1242。在一些實施例中，第一線圈 1241 可以沿振動方向從靠近振動面板 13 的一側伸入磁路系統 123 的磁間隙內，第二線圈 1242 可以沿振動方向從遠離振動面板 13 的一側伸入磁路系統 123 的磁間隙內。在一些實施例中，為了簡化裝配工藝，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 可以從靠近振動面板 13 的一側一起伸入磁路系統 123 的磁間隙中。在一些實施例中，換能裝置 12 還可以包括保持部，該保持部用於第一線圈 1241 和第二線圈 1242 的保持定型。例如，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 可以為一體式的結構。具體的，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 可以繞設在定型材料上，再利用保持部（例如，高溫膠帶等保持材料）黏在第一線圈 1241 和第二線圈 1242 的外部，從而使第一線圈 1241 和第二線圈 1242 形成一體式的結構。固定在保持部上的第一線圈 1241 和第二線圈 1242 從振動面板 13 的同一側深入磁路系統 123 的磁間隙中，故簡化了線圈 124 的裝配工藝。一些實施例中，

兩個線圈為同一條金屬線纏繞形成，或者兩個線圈的一段相連接，從而使得兩個線圈的出入線只有兩條引線，能夠方便走線並方便後續與其它結構的電連接。

【0023】 在一些實施例中，傳振片 122 可以包括第一傳振片 125 和第二傳振片 126。在換能裝置 12 的振動方向上，第一傳振片 125 和第二傳振片 126 可以分別從磁體組件 1231 的相背兩側彈性支撐磁體組件 1231。如此，本發明實施例中磁體組件 1231 在換能裝置 12 的振動方向上的相背兩側被彈性支撐，使之無明顯晃動等異常振動，如是有利於增加換能裝置 12 振動的穩定性。

【0024】 作為示例，如圖 2 (a) 所示，在振動方向上，第一傳振片 125 相背兩側的邊緣區域 1253 分別與支架 121 靠近磁路系統 123 的一側、導磁罩 1232 靠近支架 121 的一側連接。第二傳振片 126 的邊緣區域 1263 與導磁罩 1232 遠離支架 121 的一側連接。在一些實施例中，導磁罩 1232 可以為兩端敞口的筒狀結構（例如，如圖 2 (a) -圖 2 (b) 所示）、一端敞口的碗狀結構（例如，如圖 7 (d) 所示）等。在一些實施例中，在導磁罩 1232 上打孔（例如，在筒狀結構的導磁罩側壁打孔（例如，如圖 7 (c) 所示）、在碗狀結構的導磁罩的底部和側面分別或都打孔（例如，如圖 7 (d) 所示）等）可以降低磁路系統 123 的音腔效應，從而降低聲學輸出裝置 100 的漏音。在一些實施例中，導磁罩 1232 可以為封閉結構，使得磁路系統 123 中產生的聲音不外泄。圖 2 (b) 為根據本發明一些實施例所示的導磁罩 1232 的結構示意圖。如圖 2 (b) 所示，沿換能裝置 12 的振動方向的兩端可以藉由蓋板 1232-1 和蓋板 1232-2 將兩端敞口的筒狀結構封閉，以形成封閉的導磁罩 1232。應當理解的為，蓋板僅為示例，還可以藉由其他方式（例如，蓋膜等）將兩端敞口的筒狀結構沿振動方向的兩端封閉，以形成封閉的導磁罩 1232。在其他一些諸如對磁體組件 1231 產生的磁場的集中度要求不為很高的實施方式中，導磁罩 1232 亦可以替換成諸如塑膠支架的非磁性件。

基於此，第一傳振片 125 的邊緣區域和第二傳振片 126 的邊緣區域可以分別與一塑膠支架的兩端連接。

【0025】 在一些實施例中，磁體組件 1231 可以包括磁體 1233 和導磁板。在一些實施例中，磁體 1233 和導磁板沿換能裝置 12 的振動方向上設置。在一些實施例中，導磁板可以設置在換能裝置 12 的振動方向上位於該磁體 1233 的一側或兩側。在一些實施例中，導磁板可以包括在換能裝置 12 的振動方向上位於磁體 1233 的相背兩側的第一導磁板 1234 和第二導磁板 1235。第一傳振片 125 可以從第一導磁板 1234 背離第二導磁板 1235 的一側支撐磁體組件 1231，第二傳振片 126 可以從第二導磁板 1235 背離第一導磁板 1234 的一側支撐磁體組件 1231。例如，第一傳振片 125 的中心區域 1252 與第一導磁板 1234 背離第二導磁板 1235 的一側連接，第二傳振片 126 的中心區域 1262 與第二導磁板 1235 背離第一導磁板 1234 的一側連接。在一些實施例中，導磁板（例如，第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）遠離磁體 1233 的邊角可以為倒角。例如，第一導磁板 1234 和第二導磁板 1235 相背兩側的邊角（即遠離磁體 1233 的邊角）可以進行倒角處理，以調整磁路系統 123 形成的磁場的分佈情況，使磁場更集中。在一些實施例中，在換能裝置 12 的振動方向上，第一線圈 1241 的半高處與第一導磁板 1234 與振動方向平行的邊線的半厚處可以等高，第二線圈 1242 的半高處與第二導磁板 1235 與振動方向平行的邊線的半厚處可以等高，如是磁場可以集中分佈在第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235 上除了倒角部分以外的矩形部分。圖 2 (c) 為根據本發明一些實施例所示的示例性第一導磁板 1234 與第一線圈 1241 的位置示意圖。如圖 2 (c) 所示，沿換能裝置 12 的振動方向上，第一線圈 1241 的半高處 H1 與第一導磁板 1234 與振動方向平行的邊線 1234-1 的半厚處 H2 等高，均在等高線 L 上。在一些實施例中，為了簡化導磁板（例如，第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）的製作，導磁板（例如，第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）遠離磁體 1233 的邊角可以為直角。例如，第一導磁板 1234 和第二導磁板 1235 相背兩側的邊角

(即遠離磁體 1233 的邊角)可以不進行倒角處理。在這種情況下,沿換能裝置 12 的振動方向上,第一線圈 1241 的半高處與第一導磁板 1234 的半厚處可以等高,第二線圈 1242 的半高處與第二導磁板 1235 的半厚處可以等高,如是磁場可以集中分佈在第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235 上。相對於進行倒角處理的第一導磁板 1234 和第二導磁板 1235,不進行倒角處理的第一導磁板 1234 和第二導磁板 1235 的厚度可以更小,以達到整個換能裝置 12 減重及減小體積的目的。

【0026】 在一些實施例中,導磁罩 1232 可以與支架 121 連接,支架 121 則可以藉由減振片 14 與外殼 11 連接,以將換能裝置 12 懸掛在外殼 11 的容置腔內。此時,如圖 2 (a) 所示,第一傳振片 125 的邊緣區域 1253 沿垂直於振動方向的兩端部可以與支架 121 和導磁罩 1232 連接,第二傳振片 126 的邊緣區域 1263 沿垂直於振動方向的兩端部可以與導磁罩 1232 連接,振動面板 13 可以與支架 121 連接,並與外殼 11 的開口端斷開。

【0027】 在一些實施例中,如果減振片 14 的剛度太小,則磁路系統 123 難以被減振片 14 穩定地懸掛在外殼 11 內,如是容易導致換能裝置 12 振動時的穩定性較差;反之,如果減振片 14 的剛度太大,則換能裝置 12 的振動易於經由減振片 14 傳遞至外殼 11,如是容易導致揚聲器 10 的漏音過大。在一些實施例中,為了使換能裝置 12 振動時的穩定性良好且減少揚聲器 10 的漏音,減振片 14 的剛度與第一傳振片 125 (或第二傳振片 126) 的剛度之間的比值可以在 0.1 至 5 範圍內。

【0028】 圖 3 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器 10 的結構示意圖。參見圖 3,該實施例揚聲器 10 與圖 2 (a) 所示實施例基本相同,其中的主要區別在於:本實施例中,導磁罩 1232 設置成與外殼 11 或振動面板 13 剛性連接,即本實施例中可以不存在減振片 14。並且,本實施例中,導磁罩 1232 貼合於外殼 11 的內壁,充分利用外殼 11 的內部空間,有利於實現揚聲器 10 的小型化。可以理解的為,本發明的其它實施方式中,導磁罩 1232 亦可以藉由其它的固定結構實現與外殼 11 或振動面板 13 的剛性連接。在

一些實施例中，第一傳振片 125 和第二傳振片 126 中任意一者的邊緣區域（例如，邊緣區域 1253 或邊緣區域 1263）可以藉由卡接、膠接等組裝方式中的一種或其組合與外殼 11 的開口端連接，並且振動面板 13 連接在該外殼 11 的開口端，形成閉合腔體。在一些實施例中，第一傳振片 125 和第二傳振片 126 中任意一者靠近振動面板 13 的側面與振動面板 13 連接，並且振動面板 13 連接在該外殼 11 的開口端。在一些實施例中，振動面板 13 可以與外殼 11 為相同材質，並一體成型。在一些實施例中，振動面板 13 可以與外殼 11 可以為不同材質，並藉由卡接、膠接等組裝方式中的一種或其組合等方式連接。

【0029】 在一些實施例中，揚聲器 10 還可以包括電子元件，電子元件設置於外殼 11 的容置腔內或者貼合在外殼 11 的外側。在一些實施例中，電子元件可以包括振動敏感元件和非振動敏感元件。振動敏感元件可以包括氣導揚聲器、加速度感測器等。非振動敏感元件可以包括電池、電路板等。其中，電池可以用於揚聲器 10 的供能，以使揚聲器 10 能夠運行。電路板可以集成有訊號處理電路，訊號處理電路用於對電訊號進行訊號處理。在一些實施例中，訊號處理可以包括調頻處理、調幅處理、濾波處理、降噪處理等。氣導揚聲器可以用於將電訊號轉化為振動訊號（聲波），經空氣傳導至聽神經，被用戶感知。加速度感測器可以用於測定振動面板 13 的振動加速度。關於氣導揚聲器及加速度感測器設置的相關說明可以參見下文，例如，可以參見圖 4-圖 9(c) 的描述。

【0030】 在圖 2 (a) 和圖 3 示出的各種實施例中，揚聲器 10 可以為骨傳導揚聲器。以下將結合圖 4-圖 9 (c) 等說明聲學輸出裝置 100 可以實施為骨氣傳導揚聲器或骨氣傳導耳機的各種實施例。

【0031】 圖 4 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器 10 的結構示意圖。圖 4 所示的揚聲器 10 與圖 2 (a) 所示的揚聲器 10 基本相同，其中的主要區別在於：揚聲器 10 的電子元件包括氣導揚聲器，氣導揚聲器設置於外殼 11 的容置腔內。如圖 4 所示，揚聲器 10 包括換能裝置 12 和收容換能裝置

12 的外殼 11，換能裝置 12 包括磁路系統 123（包括導磁罩 1232 和磁體組件 1231）、線圈 124（包括第一線圈 1241 和第二線圈 1242）、傳振片 122（包括第一傳振片 125 和第二傳振片 126）。線圈 124 設置在磁路系統 123 中，以使磁路系統 123 的磁場 B1、B2 穿過線圈 124。第一傳振片 125 和第二傳振片 126 彈性支撐磁體組件 1231。氣導揚聲器包括連接在磁體組件 1231 與外殼 11 之間的振膜 15，振膜 15 將外殼 11 的內部空間（亦即為上述容置腔）分隔為靠近皮膚接觸區域（例如，振動面板 13）的前腔 111 和遠離前述皮膚接觸區域的後腔 112。換言之，當用戶佩戴揚聲器 10 時，前腔 111 相較於後腔 112 可以更靠近用戶。在一些實施例中，外殼 11 設有與後腔 112 連通的出聲孔 113，振膜 15 在換能裝置 12 與外殼 11 相對運動的過程中能夠產生經由出聲孔 113 向人耳傳輸的氣導聲。如此，後腔 112 中產生的聲音能夠藉由出聲孔 113 傳出，並隨即藉由空氣作用於用戶的鼓膜，使得用戶還能夠藉由揚聲器 10 聽到氣導聲。

【0032】 在一些實施例中，氣導揚聲器的振膜 15 連接在磁體組件 1231 和換能裝置 12 的外殼 11 之間，該振膜 15 的振動方向與該換能裝置 12 的振動方向平行。參閱圖 4，當換能裝置 12 使得皮膚接觸區域朝向靠近用戶的臉部的方向運動時，可以簡單地視作骨導聲增強。與此同時，外殼 11 與皮膚接觸區域對應的部分隨之朝向靠近用戶的臉部的方向運動，磁體組件 1231 則因作用力與反作用力的關係而朝向背離用戶的臉部的方向運動，使得後腔 112 中的空氣受到擠壓，對應於空氣壓強的增加，其結果為藉由出聲孔 113 傳出的聲音增強，可以簡單地視作氣導聲增強。故揚聲器 10 的骨導聲和氣導聲可以同時增強，相應地，當骨導聲減弱時，氣導聲亦減弱。基於此，揚聲器 10 產生的骨導聲和氣導聲具有相位相同的特點。進一步地，如果前腔 111 為封閉腔，則由於前腔 111 與後腔 112 大體被振膜 15 及換能裝置 12 等結構件分隔開，使得前腔 111 中空氣壓強的變化規律恰好與後腔 112 中空氣壓強的變化規律相反。在一些實施例中，外殼 11 還可以設有與前腔 111 連通的泄壓孔或為將前腔 111 設置成敞口，以使得前腔 111 能夠與

外界環境連通，亦即為空氣能夠自由地進出前腔 111。如此，後腔 112 中空氣壓強的變化能夠盡可能地不被前腔 111 阻滯，如是可以有效地改善揚聲器 10 產生的氣導聲的聲學表現力。在一些實施例中，前腔 111 設置的泄壓孔可以與後腔 112 設置的出聲孔 113 彼此錯開，亦即為兩者不相鄰。例如，泄壓孔設置於外殼 11 的一側，出聲孔 113 設置於外殼 11 相對泄壓孔的另一側，以盡可能地避免兩者因相位相反而出現消音現象。

【0033】 在一些實施例中，為避免氣導揚聲器受換能裝置 12 振動的影響而諧振產生漏音峰，可以使氣導揚聲器的氣導振動方向與換能裝置 12 的振動方向（即骨導振動方向）不同，以防止在同一方向上的相互影響。圖 5 (a) 為根據本發明一些實施例所示的揚聲器 10 的結構示意圖。如圖 5 (a) 所示，外殼 11 的側壁中設置氣導揚聲器 16。氣導揚聲器 16 與換能裝置 12 連接，揚聲器 10 中的換能裝置 12 和外殼 11 形成骨導揚聲器，該骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 結合形成一種骨氣傳導揚聲器。在一些實施例中，氣導揚聲器 16 的氣導振動方向與換能裝置 12 的振動方向（即骨導振動方向）不同。在一些實施例中，換能裝置 12 的振動方向與氣導揚聲器 16 的氣導振動方向可以近似垂直設置。例如，換能裝置 12 的振動方向可以與氣導揚聲器 16 的振膜的振動方向近似垂直設置，以減少氣導揚聲器的漏音。本發明中所述的「近似垂直」指相應兩部分的夾角在 $90^{\circ}\pm 20^{\circ}$ 範圍內。例如，換能裝置 12 的振動方向與氣導揚聲器 16 的氣導振動方向（或氣導揚聲器 16 的振膜）的夾角在 $90^{\circ}\pm 20^{\circ}$ 範圍內。例如，換能裝置 12 的振動方向可以與氣導揚聲器 16 的振膜垂直設置。在一些實施例中，骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 之間的距離可以大於距離閾值，從而避免骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 的電磁組件之間產生電磁場而影響骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 的振動輸出。本發明中所述的「骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 之間的距離」指骨導揚聲器的磁性組件與氣導揚聲器 16 的磁性組件之間的最小距離。圖 5 (b) 為根據本發明一些實施例所示的骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 之間不同距離對線圈的磁場影響的對比圖。如圖 5 (b) 所示，當如圖 5 (a) 所示的氣導揚

聲器 16 向右側充磁，換能裝置 12 中的磁體組件 1231 向上充磁，導致換能裝置 12 中位於上方的線圈 1 處的平均磁場強度增加，位於下方的線圈 2 處的平均磁場強度降低。隨著骨導揚聲器的換能裝置 12 與氣導揚聲器 16 之間距離的增加，線圈 1 和線圈 2 趨於側面無磁鐵的情況。故骨導揚聲器的換能裝置 12 與氣導揚聲器 16 之間距離越大，對於換能裝置 12 中線圈的磁場影響越小。在一些實施例中，為了降低骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 的電磁組件之間產生電磁場對線圈中磁場的影響，骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 之間的距離可以大於 0.3 mm。例如，骨導揚聲器與氣導揚聲器 16 之間的距離可以大於 0.4 mm。

【0034】 在一些實施例中，為避免加速度感測器在測定振動面板 13 的加速度時受換能裝置 12 振動的影響，可以使換能裝置 12 的振動方向與加速度感測器的振動敏感端近似垂直。

【0035】 需要說明的為，當電子元件為氣導揚聲器或加速度感測器等振動敏感元件時，振動敏感元件與該換能裝置 12 的振動方向近似垂直，以避免振動敏感元件受換能裝置振動的影響。本發明中所述的「振動敏感元件與該換能裝置 12 的振動方向近似垂直」指當振動敏感元件為氣導揚聲器時，換能裝置 12 的振動方向與氣導揚聲器的振膜的振動方向近似垂直；當振動敏感元件為加速度感測器時，換能裝置 12 的振動方向與加速度感測器的振動敏感端近似垂直。當電子元件為電池或電路板等非振動敏感元件時，電池或電路板可以放置在外殼 11 內的任意位置，以實現聲學輸出裝置 100 的集成化設計。

【0036】 可以理解的為，一些實施例中，電子元件可以包括振動敏感元件及非振動敏感元件，其中，振動敏感元件可以與換能裝置 12 的振動方向近似垂直。例如，一些實施例中，電子元件包括對於振動敏感的加速度感測器及非振動敏感的電路板，加速度感測器設置在電路板上，並收容於揚聲器 10 的殼體內，以實現聲學輸出設備的集成化。此時，加速度感測器可以與換能裝置 12 的振動方向近似垂直。

【0037】圖 6 為根據本發明一些實施例所示的換能裝置 12 的結構示意圖。圖 7 (a) 為根據本發明一些實施例所示的換能裝置 12 的爆炸圖。圖 6 及圖 7 (a) 示出的換能裝置 12 可以用於圖 2 (a) -圖 5 (a) 所示的任一揚聲器 10。如圖 6 及圖 7 (a) 所示，換能裝置 12 可以包括傳振片 122、磁路系統 123 和線圈 124。其中，磁路系統 123 可以包括磁體組件 1231 和導磁罩 1232，磁體組件 1231 可以包括磁體 1233，及在換能裝置 12 的振動方向上位於磁體 1233 的相背兩側的第一導磁板 1234 和第二導磁板 1235。在一些實施例中，導磁罩 1232 可以繞軸線設置於磁體組件 1231 的外側。線圈 124 可以在該磁體組件 1231 的磁場範圍內。在一些實施例中，線圈 124 可以沿換能裝置 12 的振動方向伸入導磁罩 1232 與磁體組件 1231 之間形成的磁間隙內，導磁罩 1232 套設在線圈 124 的外側。在一些實施例中，導磁罩 1232 的內壁可以與線圈 124 的外壁貼合。在一些實施例中，傳振片 122 可以包括第一傳振片 125 和第二傳振片 126。第一傳振片 125 從第一導磁板 1234 背離第二導磁板 1235 的一側彈性支撐磁體組件 1231，第二傳振片 126 從第二導磁板 1235 背離第一導磁板 1234 的一側彈性支撐磁體組件 1231。例如，第一傳振片 125 的邊緣區域 1253 與導磁罩 1232 的沿該換能裝置 12 的振動方向的一端連接，第二傳振片 126 的邊緣區域 1263 與導磁罩 1232 沿該換能裝置 12 的振動方向的另一端連接。

【0038】在一些實施例中，為了方便線圈 124 引線的裝配，使線圈 124 的入線和出線位於導磁罩 1232 的同一位置，線圈 124 沿換能裝置 12 的徑向的線圈數可以為偶數。例如，線圈的徑向圈數為 2、4、6、8 等。其中，如圖 6 所示，換能裝置 12 的徑向為垂直於換能裝置 12 軸線（或換能裝置 12 的振動方向）的方向。

【0039】在一些實施例中，線圈 124 可以包括第一線圈 1241 和第二線圈 1242。在一些實施例中，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 可以沿該換能裝置 12 的振動方向排布。第一線圈 1241 和第二線圈 1242 串聯或並聯連接。其中，串聯或並聯的第一線圈 1241 和第二線圈 1242，每個線圈的入線位置

和該線圈的出線位置均位於導磁罩 1232 的同一位置，以方便第一線圈 1241 和第二線圈 1242 的引線的裝配。第一線圈 1241 的入線位置和第一線圈 1241 的出線位置可以均位於導磁罩 1232 的同一位置，第二線圈 1242 的入線位置和第二線圈 1242 的出線位置可以均位於導磁罩 1232 的同一位置。例如，第一線圈 1241 的入線位置、第一線圈 1241 的出線位置、第二線圈 1242 的入線位置和第二線圈 1242 的出線位置可以均位於導磁罩 1232 的中間位置（例如，沿與換能裝置 12 的振動方向垂直的方向上，該導磁罩 1232 的中間）。在一些實施例中，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 的繞線方向可以相反或第一線圈 1241 和第二線圈 1242 中電流的方向可以相反，換能裝置 12 在雙線圈（即線圈 124 包括第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的驅動下相對振動，相對於單音圈可以增加換能裝置 12 的振動大小。在一些實施例中，藉由採用雙線圈的構造，可實現更低的高頻阻抗。圖 7 (b) 為根據本發明一些實施例所示的單音圈和雙音圈結構的換能裝置 12 的阻抗對比圖。如圖 7 (b) 所示，相對於單音圈的結構，雙音圈的高頻阻抗更低。

【0040】 在一些實施例中，太小的阻抗造成相同電池供電電壓下電流的提高，一方面更耗電，同樣電池容量下續航下降；另一方面如果電池無法輸出提高的電流，則會發生削頂失真。太大的阻抗，造成相同電池供電電壓下電流降低，靈敏度降低，表現為音量減小。故為了平衡電池續航、失真、靈敏度和音量等，線圈 124 的一體直流阻抗可以在 $6\ \Omega$ - $10\ \Omega$ 範圍內。在一些實施例中，對於換能裝置 12 中的第一線圈 1241 和第二線圈 1242，可以根據以下需求進行設計：

【0041】 首先，為了保證由第一線圈 1241 和第二線圈 1242 構成的線圈 124 的一體直流阻抗在 $6\ \Omega$ - $10\ \Omega$ 範圍內，單個線圈（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的直流阻抗的範圍可以根據不同的連接方式（串聯或並聯）而不同。例如，為了保證線圈 124 的一體直流阻抗為 $8\ \Omega$ ，雙線圈串聯時，其中單個線圈（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的直流阻抗為 $4\ \Omega$ ，雙線圈

並聯時，其中單個線圈（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的直流阻抗為 $16\ \Omega$ 。

【0042】其次，為了盡可能降低揚聲器 10 的整機重量，藉由減小導磁罩 1232 的體積進而減小導磁罩 1232 的重量，可以將導磁罩 1232 的內壁與該線圈 124（包括第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的外壁貼合，在滿足第一線圈 1241 和第二線圈 1242 之間沿換能裝置 12 振動方向的間距在 $1.5\ \text{mm}$ - $2\ \text{mm}$ 範圍內的前提下，可以將線圈 124（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的形狀做成「細長型」，即增加線圈 124 的軸向高度，減小線圈 124 的徑向寬度，此時導磁罩 1232 的內徑亦隨之減小，導磁罩 1232 的厚度不變的情況下導磁罩 1232 的外徑同步減小，使得導磁罩 1232 的重量和揚聲器 10 的整機重量亦可以相應地減小。在一些實施例中，藉由設計線圈 124（包括第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的導線直徑、徑向圈數、軸線圈數等參數，可以將線圈 124（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的形狀做成「細長型」，以滿足上述需求。在一些實施例中，為了使線圈 124（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的形狀為「細長型」，第一線圈或第二線圈的軸向高度與徑向寬度的比值可以不小於 3。例如，第一線圈或第二線圈的軸向高度與徑向寬度的比值可以不小於 3.5。

【0043】再其次，由於換能裝置 12 的軸向高度主要由內部的磁體組件 1231 的尺寸限定，故為了滿足換能裝置 12 的尺寸要求（例如，當聲學輸出裝置 100 為耳機時，為了滿足耳機中的揚聲器 10 的高度在小於 $5.7\ \text{mm}$ 的範圍內），可以將單個線圈（第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242）的軸向高度設定在小於 $2.85\ \text{mm}$ 的範圍內。例如，單個線圈（第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242）的軸向高度可以在 $2\ \text{mm}$ 左右。

【0044】為了滿足上述需求，在一些實施例中，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 可以串聯連接。為了使線圈 124 的一體直流阻抗在 $6\ \Omega$ - $10\ \Omega$ 範圍內，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗可以在 $4\ \Omega \pm 1\ \Omega$ 範圍內。例如，為了滿足線圈 124 的一體直流阻抗在 $7\ \Omega$ - $9\ \Omega$ 範圍內，第一線圈 1241

和/或第二線圈 1242 的直流阻抗可以在 3.5Ω - 4.5Ω 範圍內。再例如，為了滿足線圈 124 的一體直流阻抗在 $8 \Omega \pm 0.8 \Omega$ 範圍內，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗可以在 $4 \Omega \pm 0.4 \Omega$ 範圍內。在一些實施例中，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 中導線的直徑可以在 0.11 mm - 0.13 mm 範圍內。

【0045】為了滿足上述需求，在一些實施例中，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 可以滿足以下特徵之一：導線直徑為 0.11 mm ，徑向圈數為 2 至 6 圈，軸向層數為 8 至 20 層；導線直徑為 0.12 mm ，徑向圈數為 2 至 6 圈，軸向層數為 9 至 20 層；導線直徑為 0.13 mm ，徑向圈數為 2 至 6 圈，軸向層數為 10 至 22 層。例如，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的導線直徑可以為 0.11 mm ，徑向圈數可以為 3 至 5 圈，軸向層數可以為 12 至 20 層。再例如，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的導線直徑可以為 0.12 mm ，徑向圈數可以為 3 至 5 圈，軸向層數可以為 14 至 20 層。再例如，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的導線直徑可以為 0.13 mm ，徑向圈數可以為 3 至 4 圈，軸向層數可以為 15 至 22 層。

【0046】在一些實施例中，串聯的單個線圈（第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242）的線徑、徑向圈數、軸向層數與直流阻抗的關係如表 1 所示。

【0047】表 1

線徑 mm	徑向圈數	軸向層數	直流阻抗 Ω
0.11	4	12	4.00
0.11	4	13	4.33
0.11	5	11	3.66
0.12	4	14	3.93
0.12	4	15	4.21
0.13	4	17	4.08
0.13	4	18	4.32
0.13	4	16	3.84

【0048】根據表 1，為了使單個線圈（第一線圈 1241 或第二線圈 1242）的直流阻抗在 $4\ \Omega \pm 1\ \Omega$ 範圍內，同時徑向的線圈數為偶數，示例性的第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的導線直徑可以為 0.11mm，徑向圈數可以為 4 圈，軸向層數可以為 12 層。此時，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗為 $4\ \Omega$ 。再例如，導線直徑可以為 0.12mm，徑向圈數可以為 4 圈，軸向層數可以為 14 層。此時，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗為 $3.93\ \Omega$ 。再例如，導線直徑可以為 0.12mm，徑向圈數可以為 4 圈，軸向層數可以為 15 層。此時，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗為 $4\ \Omega$ 。再例如，導線直徑可以為 0.13mm，徑向圈數可以為 4 圈，軸向層數可以為 18 層。此時，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗為 $4.08\ \Omega$ 。

【0049】在一些實施例中，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 可以並聯連接，為保證線圈 124 的一體直流阻抗在 $6\ \Omega$ - $10\ \Omega$ 範圍內，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗各自在 $12\ \Omega$ - $20\ \Omega$ 範圍內。例如，為了滿足線圈 124 的一體直流阻抗在 $8\ \Omega \pm 0.8\ \Omega$ 範圍內，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的直流阻抗可以在 $16\ \Omega \pm 1.6\ \Omega$ 範圍內。在一些實施例中，第一線圈 1241 和第二線圈 1242 中導線的直徑可以在 0.07 mm-0.08 mm 範圍內。

【0050】為了滿足上述需求，在一些實施例中，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的徑向圈數可以為 4 至 8 圈，軸向層數可以為 16 至 22 層。例如，第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242 的徑向圈數可以為 4 至 6 圈，軸向層數可以為 17 至 20 層。

【0051】在一些實施例中，為了使單個線圈（第一線圈 1241 或第二線圈 1242）的直流阻抗在 $16\ \Omega \pm 1.6\ \Omega$ 範圍內，同時徑向的線圈數為偶數，示例性的並聯的單個線圈（第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242）的線徑、徑向圈數、軸向層數與直流阻抗的如表 2 所示。例如，並聯的單個線圈（第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242）的線徑可以為 0.08 mm，徑向圈數可以為 6，軸向層數可以為 17，對應的直流阻抗為 $16.16\ \Omega$ 。再例如，並聯的單個線圈

(第一線圈 1241 和/或第二線圈 1242) 的線徑可以為 0.07 mm，徑向圈數可以為 4，軸向層數可以為 20，對應的直流阻抗為 16.27 Ω 。

【0052】表 2

線徑 mm	徑向圈數	軸向層數	直流阻抗 Ω
0.08	6	17	16.16
0.07	4	20	16.27

【0053】在一些實施例中，如圖 4 或圖 6 所示，線圈 124 繞平行於振動方向的軸線套設在磁體組件 1231 的外側，導磁罩 1232 繞軸線套設在線圈 124 的外側，線圈 124 與磁體組件 1231 之間具有磁間隙 A1。其中，磁間隙 A1 指線圈 124 的內壁與磁體組件 1231 中磁體 1233 的外壁之間形成的間隙。太大的磁間隙 A1 會降低磁場強度，太小的磁間隙 A1 則加工工藝較難實現。故在一些實施例中，為了兼顧磁場強度和加工工藝的實現，磁間隙 A1 沿徑向的寬度可以在 0.25 mm-0.35 mm 範圍內。例如，磁間隙 A1 可以在 0.27 mm-0.33 mm 範圍內。再例如，磁間隙 A1 可以在 0.29 mm-0.31 mm 範圍內。再例如，線圈 124 與磁體組件 1231 之間的磁間隙 A1 可以為 0.3mm。在一些實施例中，可以在滿足磁間隙 A1 的寬度要求前提下，選定合適大小的磁體 1233 後，再設計傳振片（例如第一傳振片 125 和第二傳振片 126）的徑向彈性，以獲得抵抗磁體 1233 吸力需要滿足的條件。

【0054】在一些實施例中，為了避免導磁罩 1232 因為磁飽和而不利於磁場強度的提升，導磁罩 1232 沿換能裝置 12 的徑向的厚度不能太薄。在一些實施例中，導磁罩 1232 沿換能裝置 12 的徑向的厚度可以不小於 0.3 mm。同時，太厚的導磁罩 1232 會增加換能裝置 12 的厚度，故導磁罩 1232 的厚度亦不能太厚。故兼顧減重並避免磁飽和的情況下，導磁罩 1232 沿換能裝置 12 的徑向的厚度可以在 0.3 mm-1 mm 範圍內。例如，導磁罩 1232 的厚度可以在 0.4 mm-0.9 mm 範圍內。再例如，導磁罩 1232 的厚度可以 0.5 mm-0.8 mm 範圍內。在一些實施例中，結合圖 7 (a) 所示，為進一步減小換能裝置 12 的重量（進而減小揚聲器 10 的重量），導磁罩 1232 上可以具

有減重構造 1232a。減重構造 1232a 可以包括開設在導磁罩 1232 上的減重槽、減重孔等。減重槽或減重孔可以為任意形狀或任意構造的去除結構。例如，減重槽可以為導磁罩 1232 上具有任意截面的通槽或凹槽。又例如，減重槽可以為開設在導磁罩 1232 內壁上的環形槽。在一些實施例中，減重槽可以為貫穿導磁罩 1232 側壁並延伸至導磁罩 1232 沿振動方向的一個端面的矩形通槽。圖 7(c) 為根據本發明的一些實施例所示的筒狀導磁罩 1232 的部分示意圖；圖 7(d) 為根據本發明的一些實施例所示的碗狀導磁罩 1232 的示意圖。如圖 7(c) 所示，減重構造 1232a 可以包括開設在筒狀導磁罩 1232 的側壁上的減重孔。如圖 7(d) 所示，減重構造 1232a 可以包括開設在碗狀導磁罩 1232 的側壁和/或底部上的減重孔。

【0055】 圖 8 為導磁罩 1232 開槽時和未開槽時的頻響曲線對比圖。如圖 8 所示，橫軸表示頻率 (Hz)，縱軸表示頻率回應 (dB)，曲線 81 為未開槽時換能裝置 12 的頻響曲線，曲線 82 為開槽時換能裝置 12 的頻響曲線。如圖 8 所示，曲線 82 諧振峰對應的頻率高於曲線 81 諧振峰對應的頻率，故開槽後，導磁罩 1232 的重量降低，使換能裝置 12 的重量降低，從而使換能裝置 12 的諧振頻率升高。同時，在諧振頻率 (100 Hz 左右) 以後，在相同頻率下，開槽後換能裝置 12 的頻率回應大於未開槽的換能裝置 12 的頻率回應，增強了換能裝置 12 的音質。

【0056】 在一些實施例中，導磁罩 1232 的導磁罩外徑形狀可為矩形、橢圓形、圓形、跑道型、多邊形等。例如，如圖 7(a) 所示，導磁罩 1232 的導磁罩外徑形狀可以為跑道形，跑道形對應的等效矩形的長度可以小於 20 mm，寬度可以小於 12 mm。再例如，導磁罩 1232 對應的等效矩形的長度和寬度分別為 18.1 和 10.1mm。本發明中所述的跑道形通常為兩段弧線的兩端分別連接兩段直線的兩端而形成的封閉環形。例如，跑道形亦可為圓角矩形，即將矩形的四個直角均替換為圓角。這裡所說的等效矩形的長度/寬度指跑道型對應的矩形 (即將跑道型的四個圓角替換為直角後的形狀) 的長度/寬度。

【0057】 在一些實施例中，磁體組件 1231 可以包括磁體 1233，及在換能裝置 12 的振動方向上該磁體 1233 的一側設置的導磁板。導磁板過薄時，容易磁飽和，線圈處的磁場強度相應降低；而導磁板過厚時，由於磁體組件 1231 一體體積的限制，如果導磁板過厚，容易導致磁體 1233 過薄，進而產生的磁場強度過低。故為了提高磁場的強度，並避免磁飽和，導磁板的厚度與該磁體 1233 的厚度的比值可以在 0.05-0.35 範圍內。例如，導磁板的厚度與該磁體 1233 的厚度的比值可以在 0.15-0.3 範圍內。在一些實施例中，導磁板可以包括第一導磁板 1234 和第二導磁板 1235。第一導磁板 1234 在換能裝置 12 的振動方向上位於磁體 1233 的一側，第二導磁板 1235 在換能裝置 12 的振動方向上位於磁體 1233 的另一側。其中，第一導磁板 1234 或第二導磁板 1235（以下簡稱為導磁板）的厚度與磁體 1233 的厚度的比值在 0.05-0.35 範圍內。在一些實施例中，為了提高磁場的強度，並避免磁飽和，導磁板（第一導磁板 1234 或第二導磁板 1235）的厚度可以在 0.5 mm-1 mm 範圍內。例如，導磁板（第一導磁板 1234 或第二導磁板 1235）的厚度可以在 0.6 mm-0.7 mm 範圍內。

【0058】 在一些實施例中，為了方便磁體 1233 與導磁板（第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）的裝配定位，亦為了減小換能裝置 12 的重量（進一步減小聲學輸出裝置 100 的總體重量），可以在磁體 1233 和/或導磁板（第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）上開孔。例如，如圖 7（a）所示，磁體 1233 設有第一孔 1233a，導磁板設有第二孔 1234a，第二孔 1234a 與第一孔 1233a 可以對應設置，以便於磁體 1233 與導磁板（第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）的裝配定位。

【0059】 在一些實施例中，為了提高裝配的精度，導磁板上的第二孔 1234a 的數量可以為至少兩個。相應地，磁體 1233 上第一孔 1233a 的數量亦可以為至少兩個，每個與第二孔 1234a 相對應。圖 9（a）-圖 9（c）為根據本發明多種實施例所示的導磁板的俯視結構示意圖。如圖 9（a）所示，導磁板為圓角矩形結構，兩個第二孔 1234a 沿導磁板的長度方向（圖 9（a）

示出) 設置。在一些實施例中，兩個第二孔 1234a 設置於導磁板沿長度方向的中線上。如圖 9 (b) 所示，導磁板為圓角矩形結構，兩個第二孔 1234a 沿導磁板的對角線方向設置。如圖 9 (c) 所示，導磁板為圓角矩形結構，其上靠近四個圓角處分別設置有第二孔 1234a。

【0060】圖 10 為導磁板無開孔時及開孔時的頻響曲線對比圖。圖 11 為導磁板無開孔時及開孔時的長度方向的 BL 值曲線對比圖。在圖 10 中，曲線 101 為導磁板無開孔時的頻響曲線，曲線 102 為導磁板沿長度方向設置在中線上兩孔 (如圖 9 (a) 所示) 時的頻響曲線，曲線 103 為導磁板沿對角線設置兩孔 (如圖 9 (b) 所示) 時的頻響曲線，曲線 104 為導磁板沿對角線設置四孔 (如圖 9 (c) 所示) 時頻響曲線。如圖 10，對比曲線 102 和 103 可以看出，導磁板沿長度方向上的中線上設置兩孔與沿對角線設置兩孔時的頻響曲線幾乎一致；對比曲線 103 和 104 可以看出，同樣在對角線上設置開孔，隨開孔數量的增多，頻率回應略微降低，降低幅度幾乎在 0.5dB 範圍內。對比曲線 101 和其他曲線 (曲線 102 或 103 或 104) 可以看出，相對於在導磁板上不開孔，頻率回應略微降低，降低幅度幾乎在 0.5dB，故開孔對頻率回應的影響不大。但從減重和便於裝配定位的角度，開孔使得換能裝置 12 的重量下降，同時便於磁體 1233 與導磁板 (第一導磁板 1234 和 /或第二導磁板 1235) 的裝配定位。

【0061】在圖 11 中，曲線 1111 為導磁板無開孔時的 BL 值曲線，曲線 1112 為導磁板沿長度方向上的中線設置兩孔 (如圖 9 (a) 所示) 時的 BL 值曲線，曲線 1113 為導磁板沿對角線設置兩孔 (如圖 9 (b) 所示) 時的 BL 值曲線，曲線 1114 為導磁板沿對角線開設四孔 (如圖 9 (c) 所示) 時 BL 值曲線。BL 值用於反映電磁特徵，指磁場強度和線圈導線長度的乘積。如圖 11 所示，對比曲線 1112 和 1113 可以看出，導磁板沿長度方向上的中線上設置兩孔與沿對角線設置兩孔時的 BL 值曲線幾乎一致；對比曲線 1113 和 1114 可以看出，同樣在對角線上設置開孔，隨開孔數量的增多，BL 值略微降低。對比曲線 1111 和其他曲線 (曲線 1112 或 1113 或 1114) 可以看

出，相對於在導磁板上不開孔，BL 值略微降低，降低幅度幾乎在 0.05 T·m 範圍內，故開孔對 BL 值的影響不大。但從減重和便於裝配定位的角度，開孔使得換能裝置 12 的重量下降，同時便於磁體 1233 與導磁板（第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）的裝配定位。

【0062】 在一些實施例中，導磁板上第二孔 1234a 的設置位置對換能裝置 12 的 BL 值影響較大。以導磁板沿長度方向的中線上設置兩個第二孔 1234a 為例，圖 12 為導磁板上第二孔距離導磁板中心不同時的 BL 值曲線對比圖。如圖 12 所示，曲線 1211 為第二孔 1234a 距離導磁板中心 5mm 時的 BL 值曲線，曲線 1212 為第二孔 1234a 距離導磁板中心 5.5mm 時的 BL 值曲線，曲線 1213 為第二孔 1234a 距離導磁板中心 6mm 時的 BL 值曲線，曲線 1214 為第二孔 1234a 距離導磁板中心 6.5mm 時的 BL 值曲線。在同一線圈偏移量下（例如，線圈偏移量為 0 mm），曲線 1211、曲線 1212、曲線 1213 和曲線 1214 依次降低，曲線 1214 明顯低於其餘三條曲線。這裡的導磁板中心指導磁板的幾何中心。由圖 12 可知，第二孔 1234a 距離導磁板中心越遠，越趨向於導磁板的邊緣，換能裝置 12 的 BL 值下降約明顯，故第二孔 1234a 應儘量不靠近導磁板邊緣設置。需要說明的為，第二孔 1234a 與導磁板中心的距離為指第二孔中心與導磁板的幾何中心之間的距離。在一些實施例中，為了提高換能裝置 12 的 BL 值，第二孔 1234a 的開孔面積與第二孔 1234a 所在的導磁板表面的面積的比值小於 36%，第二孔 1234a 的開孔形狀及開孔位置不做限定。需要說明的為，第二孔 1234a 的邊緣距離導磁板的邊緣的距離如圖 9 (a) 所示，在第二孔 1234a 的孔中心 W2 與導磁板的幾何中心 W1 的連線並嚮導磁板邊緣延伸形成直線 LA，直線 LA 與導磁板邊緣的交點為點 B，直線 LA 與第二孔 1234a 靠近點 B 一側的邊緣的交點為點 C，第二孔 1234a 的邊緣與導磁板的邊緣的距離為指直線 LA 上點 B 與點 C 之間的距離。在一些實施例中，第二孔 1234a 的邊緣距離導磁板的邊緣的距離可以大於 0.2mm，可以防止第二孔過於鄰近邊緣而降低結

構強度，同時，還可以減小第二孔對磁場強度的影響，保證揚聲器靈敏度不會明顯降低。

【0063】圖 13 為第二孔 1234a 具有不同直徑時的頻響曲線對比圖。如圖 13 所示，曲線 1311 為第二孔 1234a 的直徑為 1mm 時的頻響曲線，曲線 1312 為第二孔 1234a 的直徑為 1.5mm 時的頻響曲線，曲線 1313 為第二孔 1234a 的直徑為 2mm 時的頻響曲線。隨第二孔 1234a 的孔徑增大，換能裝置 12 的頻率回應隨之減小，直徑每增加 0.5mm，換能裝置 12 的頻率回應下降 0.5dB 左右。圖 14 (a) 為第二孔 1234a 具有不同直徑時的 BL 值曲線對比圖。如圖 14 (a) 所示，曲線 141 為第二孔 1234a 的直徑為 1mm 時的 BL 值曲線，曲線 142 為第二孔 1234a 的直徑為 1.5mm 時的 BL 值曲線，曲線 143 為第二孔 1234a 的直徑為 2mm 時的 BL 值曲線。隨第二孔 1234a 的孔徑增大，BL 值隨之減小。故第二孔 1234a 的直徑越大，頻率回應和 BL 值越小；但由於加工精度和結構強度的影響，第二孔 1234a 的直徑亦不能大小。故為避免第二孔 1234a 太小而導致對應的定位柱太細，從而為避免定位柱太細導致的結構強度不夠且加工精度要求過高，同時為了避免直徑太大降低頻率回應和 BL 值，第二孔 1234a 的直徑可以在 1.5mm-2.5mm 範圍內。例如，第二孔 1234a 的直徑可以在 1.8mm-2.3mm 範圍內。在一些實施例中，為了兼顧磁場強度和換能裝置 12 的靈敏度，第二孔 1234a 的打孔面積與第二孔 1234a 所在的導磁板表面的面積的比值小於 36%。

【0064】在一些實施例中，藉由將線圈 124 沿該換能裝置 12 的徑向的線圈數設置為偶數，以使該第一線圈 1241 或第二線圈 1242 的入線和出線位於該導磁罩 1232 的同一位置，使得導磁罩 1232 的內壁與線圈 124 的外壁貼合，可以減少換能裝置 12 的重量（進而減小揚聲器 10 的重量）。此外，藉由將線圈 124（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的形狀做成「細長型」，選擇線圈 124 的合適參數，都可以減小導磁罩 1232 的內徑，以減少換能裝置 12 的重量（進而減小揚聲器 10 的重量）。在一些實施例中，藉由在導磁罩 1232 上設置減重槽或藉由在磁體 1233 和/或導磁板（第一導磁板 1234

和/或第二導磁板 1235) 上開孔都可以減少換能裝置 12 的重量 (進而減小揚聲器 10 的重量)。在一些實施例中, 減重後揚聲器 10 的重量 m 可以在 2 g-5 g 範圍內。例如, 揚聲器 10 的重量 m 可以在 3.8 g-4.5 g 範圍內。

【0065】 圖 14 (b) 為根據本發明一些實施例所示的換能裝置 12 在重量在 2 g-5 g 範圍內的加速度曲線對比圖。其中, 方案 A-方案 I 表示線圈 (第一線圈和第二線圈) 在不同的導線直徑, 不同的徑向圈數與軸向層數, 不同的徑向圈數與軸向層數的乘積, 線圈串聯或並聯的不同連接方式等情況下, 換能裝置 12 的重量在 2 g-5 g 範圍內的不同實施例。如圖 14 (b) 所示, 經過本發明一些實施例所示的減重 (換能裝置 12 重量在 2 g-5 g 範圍內) 後的換能裝置 12 在測試電壓的激勵下, 在 1kHz 處的加速度範圍為 70 dB-110 dB。其中, 圖 14 (b) 所示加速度曲線的測得方式為: 在測試電壓下, 激勵本發明實施例所示的換能裝置 12 產生振動, 並藉由鐳射測試測得換能裝置 12 驅動振動面板 13 產生的位移, 後藉由資料處理將位移歸一化, 即對應頻段位移除以相應的測試電壓, 再與 1 mm/s^2 相比求得加速度 dB 值。在一些實施例中, 可以藉由調整至合適的加速度範圍, 使換能裝置 12 的靈敏度提升, 從而達到提升揚聲器 10 音質的目的。即使減重後 BL 值曲線幅值下降, 但為頻響加速度得到提升。圖 14 (b) 所示的加速度曲線為在固定固定組件 20 的情況下, 測量振動面板 13 的振動加速度獲得。

【0066】 在一些實施例中, 傳振片 122 可以連接在該導磁罩 1232 和磁體組件 1231 之間, 用於彈性支撐該磁體組件 1231。在一些實施例中, 傳振片 122 可以包括第一傳振片 125 和第二傳振片 126。如圖 7 (a) 所示, 第一傳振片 125 或第二傳振片 126 (以下簡稱傳振片 122) 可以包括邊緣區域 1253、中心區域 1252 及連接邊緣區域 1253 與中心區域 1252 的多個支桿 1251。在一些實施例中, 傳振片 122 (例如, 第一傳振片 125 或第二傳振片 126) 的中心區域 1252 可以連接在磁體組件 1231 上。例如, 第一傳振片 125 的中心區域 1252 與磁體組件 1231 的第一導磁板 1234 連接, 第二傳振片 126 的中心區域 1262 與磁體組件 1231 的第二導磁板 1235 連接。在一些實施例中,

中心區域 1252 可開設通孔（如圖 16 (a) -16 (b) 所示），導磁板朝向中心區域 1252 的一側可設置凸柱，進而藉由凸柱與通孔的配合實現連接固定。在一些實施例中，凸柱可為熱熔柱，其插設在通孔後，可藉由融化變形而將中心區域 1252 固定在導磁板上。在一些實施例中，傳振片邊緣區域 1253 的外輪廓可以為跑道形，或者邊緣區域 1253 的外輪廓可以為矩形、橢圓形或圓形等。相比於採用單個傳振片，雙傳振片（即傳振片 122 包括第一傳振片 125 和第二傳振片 126）可顯著提高失效循環次數，而且藉由第一傳振片 125 和第二傳振片 126 對於磁體組件 1231 的彈性支撐，換能裝置 12 中的可移動部件的晃動幅度減小。

【0067】 在一些實施例中，傳振片 122 的多個支桿 1251 可以採用迂回彎折結構，以使傳振片具有預設的彈性係數。圖 15 (a) -圖 15 (c) 為根據本發明一些實施例所示的傳振片 122 的結構示意圖，圖 16 (a) -圖 16 (b) 為根據本發明一些實施例所示的傳振片 122 的結構示意圖。圖 15 (a) -圖 15 (c) 和圖 16 (a) -圖 16 (b) 示出了多種傳振片的實施方式，同時亦示出了多種支桿的實施方式。在一些實施例中，傳振片的支桿 1251 可以採用如圖 15 (a) -圖 15 (c) 和圖 16 (a) -圖 16 (b) 所示的多種彎折結構，並且在兩端分別連接邊緣區域 1253 和中心區域 1252，以使傳振片具有預設的彈性係數，並且防止或降低線圈與磁路系統 123 的可移動部件之間的旋轉和/或搖擺運動。

【0068】 在一些實施例中，參見圖 16 (a) -圖 16 (b)，傳振片 122 的中心區域 1252 上設有通孔 1252a，用於供導磁板（第一導磁板 1234 或第二導磁板 1235）上設置的凸柱插設，進而藉由凸柱與通孔 1252a 的配合實現連接固定。示例性的連接方式可以包括熱熔、螺栓等。

【0069】 為了抵抗磁體組件 1231 的磁吸力，避免換能裝置 12 中發生磁鐵偏置，傳振片 122 在垂直於振動方向的平面內任意方向（以下簡稱徑向）的剛度可以大於剛度閾值。例如，可以根據磁間隙 A1 的寬度及磁體組件 1231 與導磁罩 1232 之間的磁吸力，確定傳振片 122 徑向上的等效剛度大於

4.7×10^4 N/m。例如，傳振片 122 徑向上的等效剛度可以大於 6.4×10^4 N/m。藉由將具有彈性的傳振片 122 在垂直於振動方向的平面內長度和寬度方向的剛度進行優化，從而使其抵抗磁體組件 1231 的磁吸力，進而實現在換能裝置 12 中不發生磁鐵偏置，亦就為能夠防止線圈與磁路系統 123 的可移動部件之間發生碰撞。

【0070】需要知道的為，本發明提供的換能裝置 12 可以包括至少一個傳振片，至少一個傳振片連接在磁體組件 1231 和導磁罩 1232 之間。其中，至少一個傳振片的徑向上的等效剛度大於 4.7×10^4 N/m。例如，換能裝置 12 可以只包括至少一個傳振片 122。再例如，換能裝置 12 可以只包括至少兩個傳振片 122，即第一傳振片 125 和第二傳振片 126。第一傳振片 125 和第二傳振片 126 中每個傳振片的徑向上的等效剛度都可以大於 4.7×10^4 N/m。

【0071】在一些實施例中，可以基於傳振片 122 的徑向上的等效剛度要求，確定傳振片 122 的相關尺寸資料。在一些實施例中，沿傳振片 122 的長度方向上，支桿 1251 的起點和終點之間的距離與支桿 1251 本身的長度的比值可以在 0-1.2 範圍內。支桿 1251 的起點和終點之間沿傳振片 122 的長度方向上的距離指支桿 1251 與傳振片中心區域 1252 的連接點和支桿 1251 與傳振片邊緣區域 1253 的連接點之間沿該傳振片 122 的長度方向的距離。例如，如圖 16 (b) 所示，沿該傳振片 122 的長度方向上，支桿 1251 的起點 S 和終點 E 之間的距離 SE 與彎曲型支桿 1251 的總長度的比值可以在 0.7-0.85 範圍內。在一些實施例中，沿傳振片 122 的寬度方向上，支桿 1251 的起點和終點之間的距離與支桿 1251 本身的長度的比值可以在 0-0.5 範圍內。支桿 1251 的起點和終點之間沿傳振片 122 的寬度方向上的距離指支桿 1251 與傳振片中心區域 1252 的連接點和支桿 1251 與傳振片邊緣區域 1253 的連接點之間沿該傳振片 122 的寬度方向的距離。例如，如圖 16 (b) 所示，沿該傳振片 122 的寬度方向上，支桿 1251 的起點 S 和終點 E 之間的距離 S'E' 與彎曲型支桿 1251 的總長度的比值可以在 0.15-0.35 範圍內。

【0072】 在一些實施例中，支桿 1251 的長度可以在 7 mm-25 mm 範圍內。在一些實施例中，支桿的沿換能裝置 12 軸向的厚度（即傳振片的厚度）可以在 0.1 mm-0.2 mm 範圍內。在一些實施例中，傳振片沿換能裝置 12 軸向的厚度與所具有的任意一個支桿 1251 沿換能裝置 12 徑向平面的寬度的比值範圍可以在 0.16-0.75 範圍內。示例性的厚度與寬度的比值範圍可以包括：0.2-0.7、0.26-0.65、0.3-0.6、0.36-0.55 或 0.4-0.5 等。在一些實施例中，第一傳振片 125 的厚度可以在 0.1 mm -0.2mm 範圍內，支桿 1251 的寬度範圍可以在 0.25mm-0.5mm 範圍內。例如，第一傳振片 125 的厚度範圍可以在 0.1 mm -0.15mm 範圍內，支桿 1251 的寬度範圍可以在 0.4mm-0.48mm 範圍內。

【0073】 在一些實施例中，揚聲器 10 可以包括氣導揚聲器和骨導揚聲器（例如，如圖 4 或圖 5 (a) 所示）。在一些實施例中，骨導和氣導的分頻點可以設置在中低頻範圍，例如，400 Hz-500 Hz 範圍內，大於分頻點的聲音由骨導揚聲器產生，小於分頻點的聲音由氣導揚聲器產生，如是防止骨導揚聲器在低頻段振動而使用戶感受到明顯的振動；同時由於骨導揚聲器在諧振峰頻率之後一段距離具有較為平坦的頻響曲線，對應的這部分頻段的輸出失真較小，故可以將骨導揚聲器的諧振峰頻率設置在低於分頻點的位置，且與分頻點保持一定距離。在一些實施例中，換能裝置 12 的諧振峰頻率可以小於 300 Hz。

【0074】 在一些實施例中，為使換能裝置 12 的諧振峰頻率小於 300 Hz，可將傳振片 122 的總軸向（與振動方向平行）彈性係數 k 與換能裝置 12 的重量 m 的比值範圍設置為： $\frac{k}{m} < (2\pi \cdot 300)^2 \approx 3.6 \times 10^6 \text{ Hz}^2$ 。在一些實施例中，換能裝置 12 的重量可以包括導磁罩 1232、線圈 124 和外殼 11 的重量之和，或者包括氣導揚聲器 16、導磁罩 1232、線圈 124 和外殼 11 的重量之和。其中，彈性係數 k 的單位為 N/m(牛頓/米)，重量 m 的單位為 g(克)。

【0075】 在一些實施例中，為減少整機體量和重量，提升音質，換能裝置 12 的重量 m 可以在 2 g-5 g 範圍內。例如，換能裝置 12 的重量可以在 2.2 g-4.8 g 範圍內。再例如，換能裝置 12 的重量可以在 3.8 g-4.5 g 範圍內。

【0076】 在一些實施例中，基於換能裝置 12 的重量範圍和傳振片 122 的總軸向彈性係數 k 與換能裝置 12 的重量 m 的比值範圍，可以確定傳振片 122 的總軸向彈性係數 k 小於 18000 N/m。在一些實施例中，傳振片 122 包括如圖 4 所示的並聯的第一傳振片 125 和第二傳振片 126。在一些實施例中，第一傳振片 125 和第二傳振片 126 的軸向彈性係數 k_0 可以相同，每個傳振片的軸向彈性係數 k_0 可以都小於 9000 N/m。在一些實施例中，第一傳振片 125 和第二傳振片 126 各自的軸向彈性係數 k_0 可以不同，但二者共同提供的總軸向彈性係數 k 小於 18000 N/m。

【0077】 故可以藉由調整第一傳振片 125 和第二傳振片 126 構成的雙傳振片連接的重量塊的重量範圍和/或雙傳振片的彈性係數，實現骨導諧振峰頻率不超過 300Hz。在此指出，這裡所述的重量塊的重量為指雙傳振片所需推動的所有部件的重量。例如，在圖 2 (a) 所示的實施例中，重量塊的重量為線圈 124、導磁罩 1232、支架 121、振動面板 13 和減振片 14 的總重量。又例如，在圖 3 所示的實施例中，重量塊的重量為線圈 124、導磁罩 1232、振動面板 13 和外殼 11 的總重量。此外，在骨氣傳導揚聲器的實施例中，重量塊的重量還包括氣導揚聲器的重量。在一些實施例中，重量塊的重量還可包括其他必要的連接部件的重量。

【0078】 故可以藉由調整第一傳振片 125 和第二傳振片 126 構成的雙傳振片連接的重量塊的重量範圍和/或雙傳振片的彈性係數，實現骨導諧振峰頻率不超過 300Hz。在此指出，這裡所述的重量塊的重量為指雙傳振片所需推動的所有部件的重量。例如，在圖 2 (a) 所示的實施例中，重量塊的重量為線圈 124、導磁罩 1232、支架 121、振動面板 13 和減振片 14 的一體重量。又例如，在圖 3 所示的實施例中，重量塊的重量為線圈 124、導磁罩 1232、振動面板 13 和外殼 11 的一體重量。此外，在骨氣傳導揚聲器的實

施例中，重量塊的重量還包括氣導揚聲器的重量。另，重量塊的重量還可包括其他必要的連接部件的重量。

【0079】 圖 17 (a) -圖 17 (g) 為本發明中多種實施例所示的海爾貝克陣列 (Halbach Array) 形式的磁路系統 123 的結構示意圖。需要知道的為，圖 17 (a) -圖 17 (g) 顯示的為磁路系統 123 的中心剖面，並且為二維軸對稱圖形的右半部。結合圖 4、圖 6 和圖 17 (a) -圖 17 (g)，換能裝置 12 可以包括磁路系統 123 和線圈 124。磁路系統 123 可以包括磁體組件 1231 和導磁罩 1232。線圈 124 可以繞平行於振動方向的軸線套設在磁體組件 1231 的外側，導磁罩 1232 繞軸線套設在線圈 124 的外側。在一些實施例中，磁體組件 1231 中包括的磁體 1233、導磁板或導磁罩 1232 中的至少一個可以包括多個磁化方向不同的磁性部。在一些實施例中，磁體組件 1231 和/或導磁罩 1232 可以包括多個磁化方向不同的磁性部 (例如，磁鐵)。多個磁化方向不同的磁性部可構成海爾貝克陣列 (例如，如圖 17 (a) -圖 17 (g) 所示)。藉由特定的陣列排布，磁場可以集中在磁性組件 1231 的某一側，從而提升線圈 124 處的磁場強度。

【0080】 在一些實施例中，磁體 1233、導磁板或導磁罩 1232 可以具有多個磁化方向不同的磁性部組成的陣列。在一些實施例中，多個磁性部的磁化方向在平行於換能裝置 12 的振動方向的表面按照順時針或逆時針方向旋轉。如圖 17 (a) 所示，磁體 1233 和導磁板 (第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235) 中可以無磁性部陣列，導磁罩 1232 可以包括沿軸向排布的三層磁性部，這三層磁性部的磁化方向自上而下分別為徑向向外、軸向向下和徑向向內。如圖 17 (b) 所示，導磁罩 1232 和磁體 1233 中可以無磁性部陣列，導磁板 (第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235) 中可以包括沿徑向排布的四個磁性部，最上層磁性部和最下層磁性部均包括沿徑向排布的兩個磁性部，最上層磁性部的兩個磁性部的磁化方向自左向右分別為軸向向上和徑向向外，最下層磁性部的兩個磁性部的磁化方向自左向右分別為軸向向上和徑向向內。在一些實施例中，導磁板 (第一導磁板 1234 和/

或第二導磁板 1235) 及導磁罩 1232 中可以均具有磁性部陣列。如圖 17 (c) 所示，導磁板 (第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235) 的磁性部陣列與如圖 17 (b) 所示的導磁板的磁性部陣列類似，導磁罩 1232 的磁性部陣列與如圖 17 (a) 所示的導磁罩 1232 的磁性部陣列類似。在一些實施例中，相較於三層磁性部陣列，磁體 1233、導磁板和/或導磁罩 1232 可以具有更多的磁性部陣列。如圖 17 (d) 所示，磁體 1233 和導磁板 (第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235) 中可以無磁性部陣列，導磁罩 1232 可以包括沿軸向排布的五層磁性部，這五層磁性部的磁化方向自上而下分別為軸向向上、徑向向外、軸向向下、徑向向內和軸向向上。在一些實施例中，磁體 1233 可以為中空環形結構。如圖 17 (e) 所示，磁體 1233 可以包括沿軸向排布的三層磁性部，這三層磁性部的磁化方向自上而下分別為徑向向外、軸向向上和徑向向內。如圖 17 (f) 所示，磁體 1233 可以包括沿軸向排布的五層磁性部，這五層磁性部的磁化方向自上而下分別為軸向向下、徑向向外、軸向向上、徑向向內和軸向向下。如圖 17 (g) 所示，磁體 1233 可以包括沿軸向排布的三層磁性部，這三層磁性部的磁化方向自上而下分別為徑向向外、軸向向上和徑向向內，導磁罩 1232 可以包括沿軸向排布的三層磁性部，這三層磁性部的磁化方向自上而下分別為徑向向外、軸向向下和徑向向內。在一些實施例中，多個磁性部中至少兩個相鄰磁性部的磁化方向可以互相垂直。

【0081】 圖 18 為磁路系統 123 具有不同磁性部陣列的 BL 值曲線對比圖。在圖 18 中，曲線 181 為磁路系統 123 不具有磁性部陣列的 BL 值曲線，曲線 182-188 分別為磁路系統 123 分別具有如圖 17 (a) -圖 17 (g) 所示的磁性部陣列時磁路系統 123 的 BL 值曲線。由圖 18 可知，相較於不設置磁性部陣列，導磁罩和/或磁體組件具有磁性部陣列均對磁場強度有所提升。導磁罩具有磁性部陣列相較於不設置磁性部陣列對磁場強度提升更為明顯，提升約 12%。藉由將磁體 1233 設置成中空的環形磁性部陣列，磁場強度相較於不設置磁性部陣列提升仍有約 6%。

【0082】 本發明實施例可能帶來的有益效果包括但不限於：(1) 藉由將線圈 124 沿該換能裝置 12 的徑向的線圈數設置為偶數，以使該第一線圈 1241 或第二線圈 1242 的入線和出線位於該導磁罩 1232 的同一位置，使得導磁罩 1232 的內壁與線圈 124 的外壁貼合，可以減少換能裝置 12 的重量（進而減小揚聲器 10 的重量）；(2) 藉由將線圈 124（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的形狀做成「細長型」，選擇線圈 124 的合適參數，可以減小導磁罩 1232 的內徑，以減少換能裝置 12 的重量（進而減小揚聲器 10 的重量）；(3) 藉由在導磁罩 1232 上設置減重槽或藉由在磁體 1233 和/或導磁板（第一導磁板 1234 和/或第二導磁板 1235）上開孔，可以減少換能裝置 12 的重量（進而減小揚聲器 10 的重量）；(4) 可以藉由調整揚聲器 10 的重量和傳振片 122 的總軸向彈性係數，使骨導諧振峰頻率不超過 300Hz，防止骨導揚聲器在低頻段振動而使用戶感受到明顯的振動；(5) 藉由設置傳振片 122 在垂直於振動方向的平面內任意方向（徑向）的剛度，可以抵抗磁體組件 1231 的磁吸力，避免換能裝置 12 中發生磁鐵偏置；(6) 藉由設置導磁板的厚度與磁體 1233 的厚度的比值，從而提高磁場的強度，並避免磁飽和，提升揚聲器 10 的靈敏度；(7) 藉由在磁體 1233、導磁板和/或導磁罩 1232 中的至少一個中設置磁化方向不同的磁性部陣列，磁場強度得到提升，進而提升揚聲器 10 的靈敏度；(8) 藉由採用雙線圈（第一線圈 1241 和第二線圈 1242）的方式，實現雙驅動，而且使線圈的高頻阻抗降低，從而能夠提高換能裝置 12 的靈敏度；(9) 藉由將雙傳振片（即傳振片 122 包括第一傳振片 125 和第二傳振片 126）固定在磁體 1233 的兩側，保證能夠高靈敏度輸出的同時，藉由雙傳振片（即傳振片 122 包括第一傳振片 125 和第二傳振片 126）的支撐保證磁體 1233 振動的穩定；(10) 線圈 124 貼合在導磁罩 1232 上，使得導磁罩 1232 和線圈 124 之間的磁間隙變小，故磁場更集中，從而能夠提高換能裝置 12 的靈敏度。

【0083】 上文已對基本概念做了描述，顯然對於本領域技術人員來說，上述詳細披露僅僅作為示例，而並不構成對本發明的限定。雖然此處並沒

有明確說明，本領域技術人員可能會對本發明進行各種修改、改進和修正。該類修改、改進和修正在本發明中被建議，所以該類修改、改進、修正仍屬於本發明示範實施例的精神和範圍。

【0084】同時，本發明使用了特定詞語來描述本發明的實施例。如「一個實施例」、「一實施例」、和/或「一些實施例」意指與本發明至少一個實施例相關的某一特徵、結構或特點。故應強調並注意的為，本發明中在不同位置兩次或多次提及的「一實施例」或「一個實施例」或「一個替代性實施例」並不一定為指同一實施例。此外，本發明的一個或多個實施例中的某些特徵、結構或特點可以進行適當的組合。

【0085】此外，除非申請專利範圍中明確說明，本發明處理元素和序列的順序、數字字母的使用、或其他名稱的使用，並非用於限定本發明流程和方法的順序。儘管上述披露中藉由各種示例討論了一些目前認為有用的發明實施例，但應當理解的為，該類細節僅起到說明的目的，附加的申請專利範圍並不僅限於披露的實施例，相反，申請專利範圍旨在覆蓋所有符合本發明實施例實質和範圍的修正和等價組合。例如，雖然以上所描述的系統組件可以藉由硬體設備實現，但為亦可以只藉由軟體的解決方案得以實現，如在先前的伺服器或移動設備上安裝所描述的系統。

【0086】同理，應當注意的為，為了簡化本發明披露的表述，從而幫助對一個或多個發明實施例的理解，前文對本發明實施例的描述中，有時會將多種特徵歸併至一個實施例、圖式或對其的描述中。但為，這種披露方法並不意味著本發明物件所需要的特徵比申請專利範圍中提及的特徵多。實際上，實施例的特徵要少於上述披露的單個實施例的全部特徵。

【0087】一些實施例中使用了描述成分、屬性數量的數字，應當理解的為，此類用於實施例描述的數字，在一些示例中使用了修飾詞「大約」、「近似」或「大體上」來修飾。除非另說明，「大約」、「近似」或「大體上」表明數字允許有 $\pm 20\%$ 的變化。相應地，在一些實施例中，說明書和申請專利範圍中使用的數值參數均為近似值，該近似值根據個別實施例所需特點可

以發生改變。在一些實施例中，數值參數應考慮規定的有效數字並採用一般位數保留的方法。儘管本發明一些實施例中用於確認其範圍廣度的數值域和參數為近似值，在具體實施例中，此類數值的設定在可行範圍內盡可能精確。

【符號說明】

【0088】

- 1, 2, 124: 線圈
- 10: 揚聲器
- 100: 聲學輸出裝置
- 11: 外殼
- 111: 前腔
- 112: 後腔
- 113: 出聲孔
- 12: 換能裝置
- 121: 支架
- 122: 傳振片
- 123: 磁路系統
- 1231: 磁體組件
- 1232: 導磁罩
- 1232-1, 1232-2: 蓋板
- 1232a: 減重構造
- 1233: 磁體
- 1233a: 第一孔
- 1234: 第一導磁板
- 1234-1: 邊線
- 1234a: 第二孔
- 1235: 第二導磁板

- 124: 線圈
- 1241: 第一線圈
- 1242: 第二線圈
- 125: 第一傳振片
- 1251: 支桿
- 1252, 1262: 中心區域
- 1252a: 通孔
- 1253, 1263: 邊緣區域
- 126: 第二傳振片
- 13: 振動面板
- 131: 連接桿件
- 14: 減振片
- 15: 振膜
- 16: 氣導揚聲器
- 20: 固定組件
- 81, 82, 101, 102, 103, 104, 1111, 1112, 1113, 1114, 1211, 1212, 1213, 1214, 1311, 1312, 1313, 141, 142, 143, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188: 曲線
- A1: 磁間隙
- B, C: 點
- B1, B2: 磁場
- E: 終點
- H1: 半高處
- H2: 半厚處
- L: 等高線
- LA: 直線
- S: 起點

SE, S'E' : 距離

W1: 幾何中心

W2: 孔中心

申請專利範圍

【請求項1】 一種換能裝置，其特徵在於，包括：

磁路系統，該磁路系統包括磁體組件和導磁罩，該導磁罩至少部分地環繞該磁體組件設置；及

傳振片，該傳振片包括第一傳振片和第二傳振片，該第一傳振片和第二傳振片沿該磁體組件振動方向上分別分佈在該磁體組件的兩側，並用於分別彈性支撐該磁體組件，其中，該第一傳振片或該第二傳振片在垂直於該磁體組件的振動方向的平面內任意方向的等效剛度大於 4.7×10^4 N/m。

【請求項2】 如請求項1所述的換能裝置，其中，該傳振片在垂直於該磁體組件的振動方向的平面內任意方向的等效剛度大於 6.4×10^4 N/m。

【請求項3】 如請求項1所述的換能裝置，其中，該第一傳振片或第二傳振片包括：邊緣區域、中心區域及連接該邊緣區域與該中心區域的多個支桿，該中心區域連接在該磁體組件上。

【請求項4】 如請求項3所述的換能裝置，其中，對於該多個支桿中的一個支桿，沿該第一傳振片或第二傳振片的長度上，該支桿的起點和終點之間沿該第一傳振片或該第二傳振片的長度方向上的距離與該支桿的長度的比值在0-1.2範圍內。

【請求項5】 如請求項3所述的換能裝置，其中，對於該多個支桿中的一個支桿滿足以下一種或者多種條件：

該支桿的長度在7 mm-25 mm範圍內；

該支桿的厚度在0.1 mm-0.2 mm範圍內；

該支桿的寬度在0.25 mm-0.5 mm範圍內；或

該支桿所在傳振片的厚度與該支桿的寬度的比值在0.16-0.75範圍內。

【請求項6】 如請求項1所述的換能裝置，其中，該磁體組件包括磁體及在該磁體組件的振動方向上固定在該磁體兩側的第一導磁板和第二導磁板，其中，該第一傳振片的中心區域與該第一導磁板連接，該第二傳振片的中心區域與該第二導磁板連接。

【請求項7】 如請求項6所述的換能裝置，其中，該第一傳振片的邊緣區

域與該導磁罩沿該磁體組件的振動方向上的一端連接，該第二傳振片的邊緣區域與該導磁罩沿該磁體組件的振動方向上的另一端連接，以形成該第一傳振片和第二傳振片對該磁體組件的彈性支撐。

【請求項8】 如請求項 6 所述的換能裝置，其中，該導磁板的厚度與該磁體厚度的比值在 0.05-0.35 範圍內。

【請求項9】 如請求項 1 所述的換能裝置，其中，該傳振片的總軸向彈性係數小於 18000 N/m。

【請求項10】 一種揚聲器，包括外殼、電子元件及如請求項 1 至 9 中任意一項所述的換能裝置，該外殼形成容納該換能裝置和該電子元件的腔體。

【請求項11】 一種聲學輸出裝置，該聲學輸出裝置包括固定組件及如請求項 10 所述的揚聲器，該固定組件與該揚聲器連接。

圖式

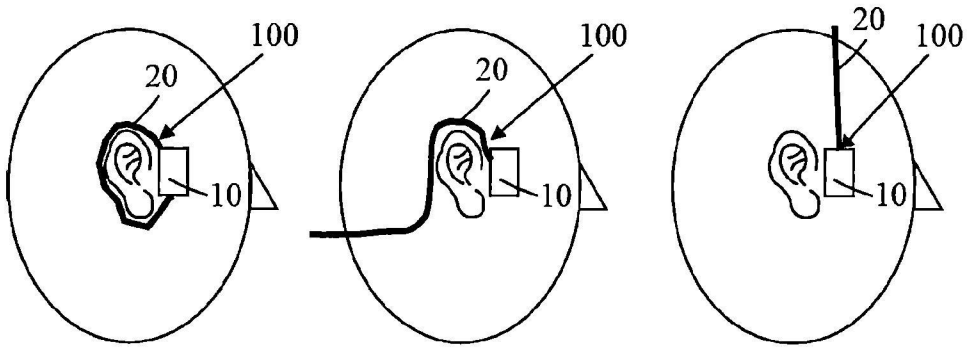


圖 1 (a)

圖 1 (b)

圖 1 (c)

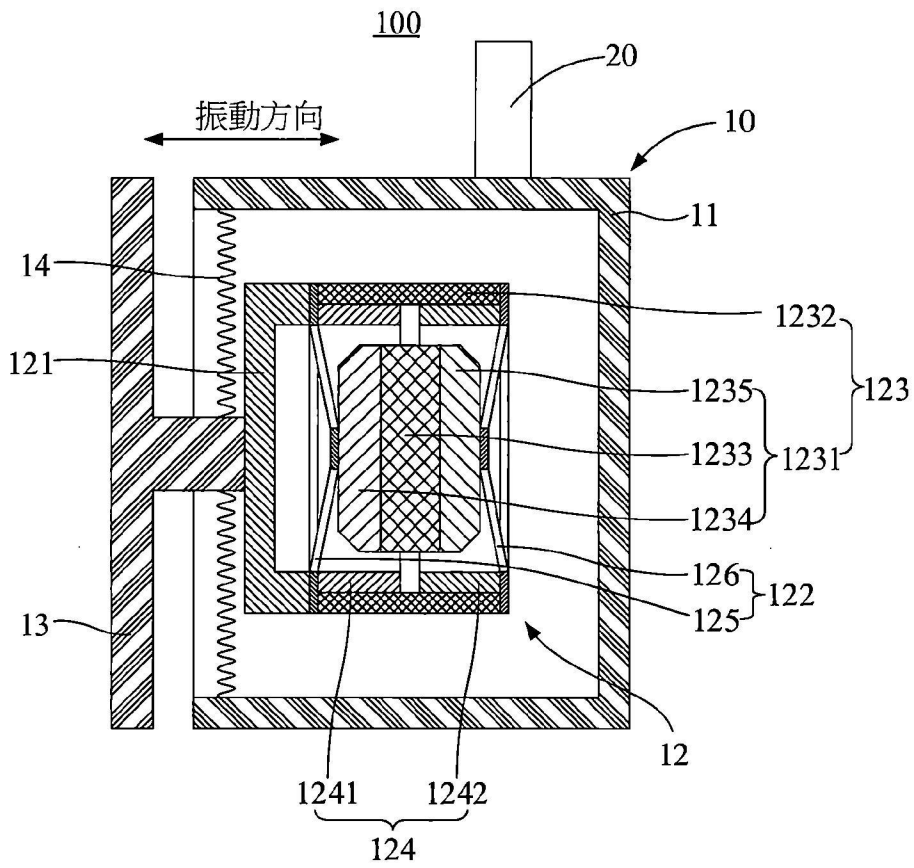


圖 2 (a)

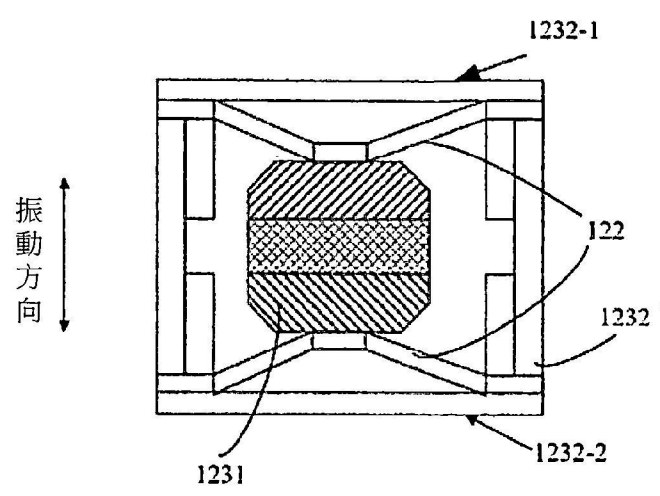


圖 2 (b)

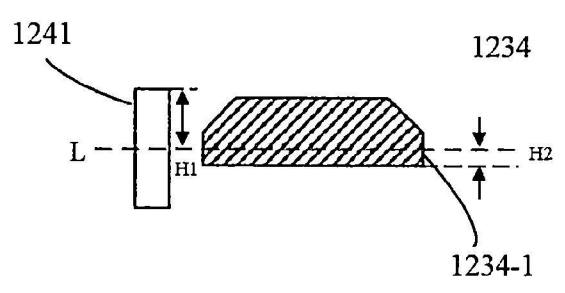


圖 2 (c)

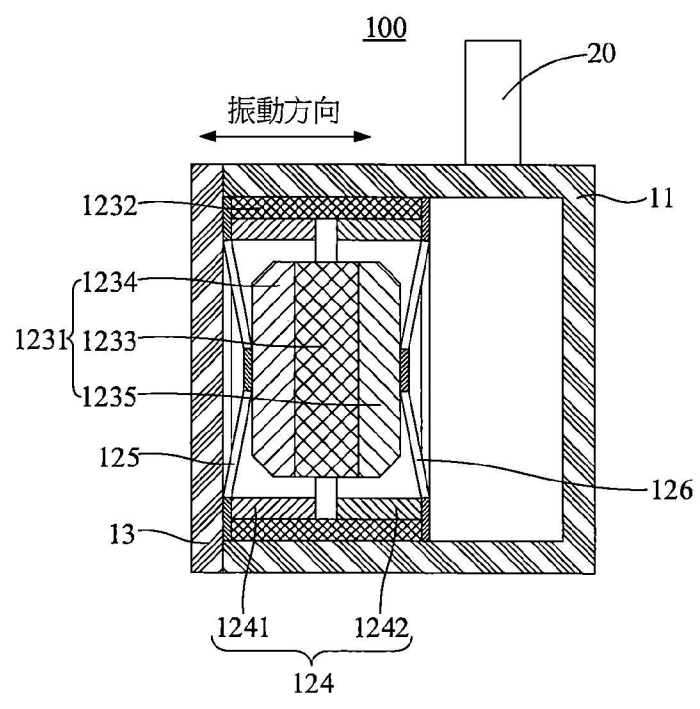


圖 3

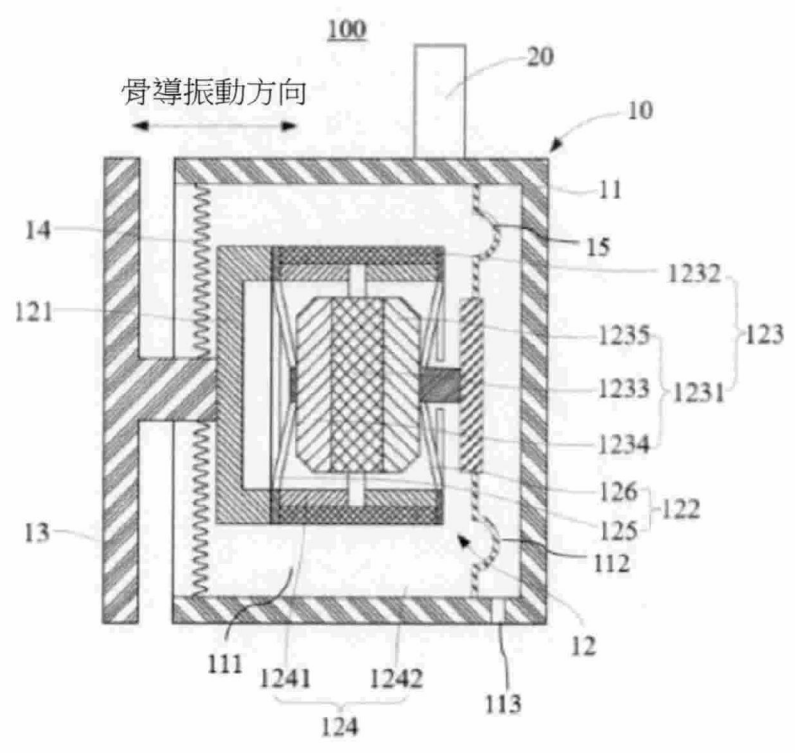


圖 4

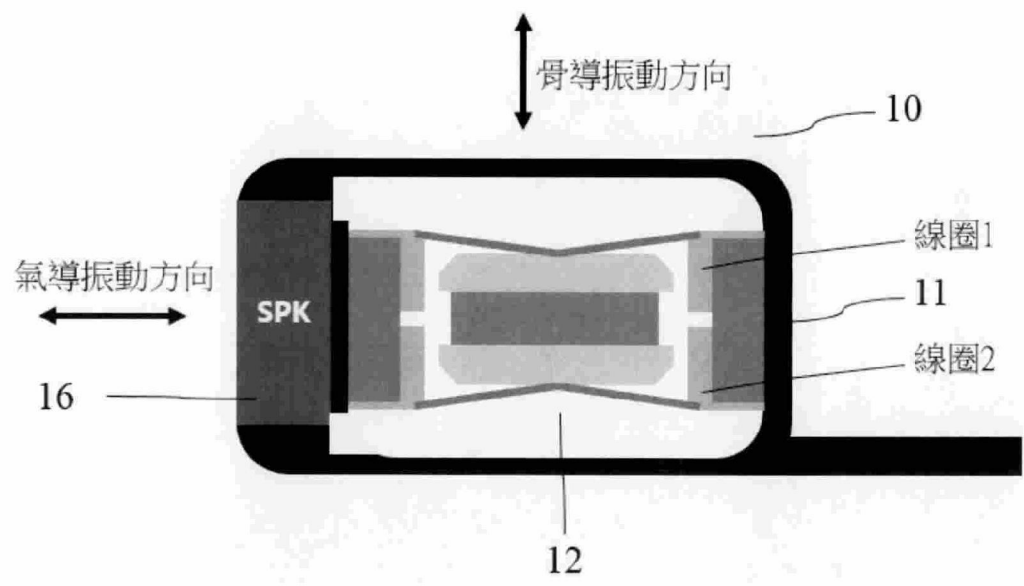


圖 5 (a)

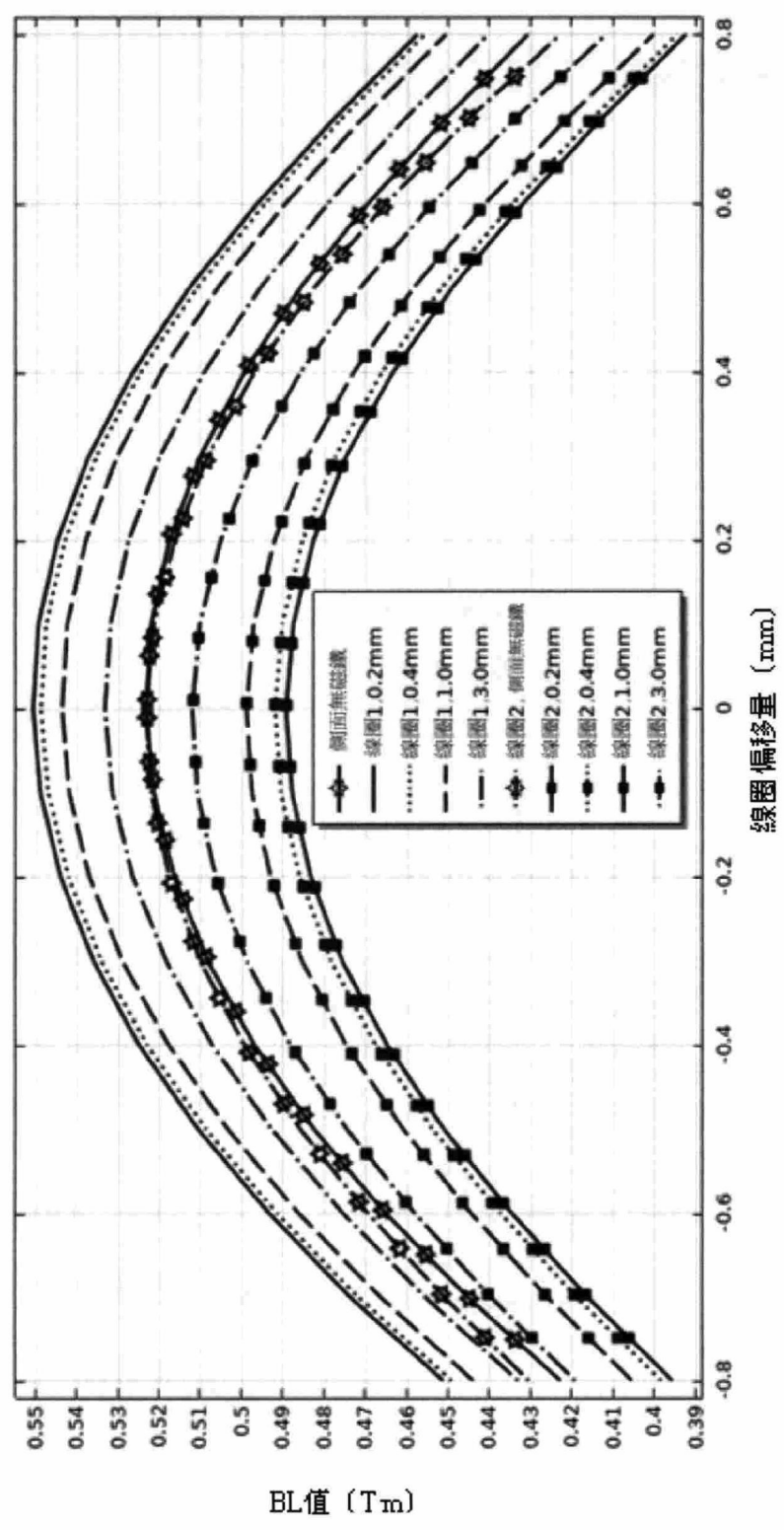


圖 5 (b)

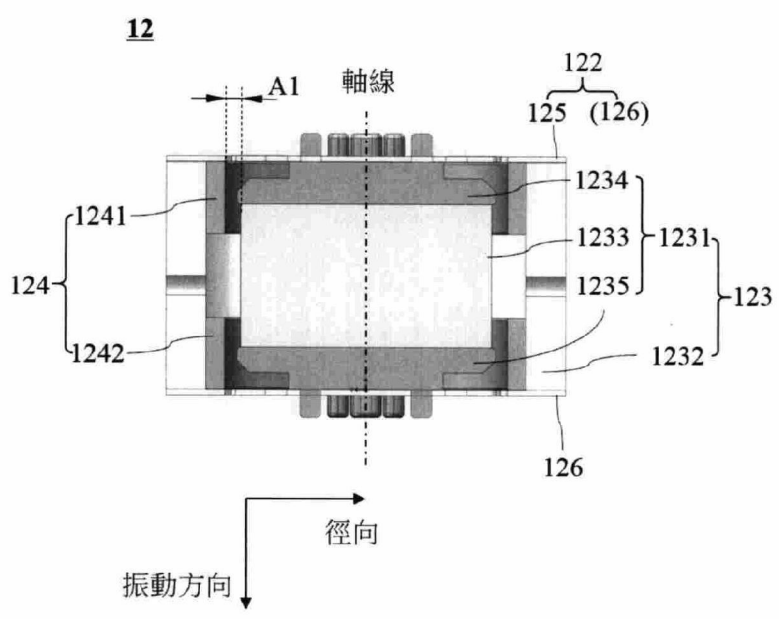


圖 6

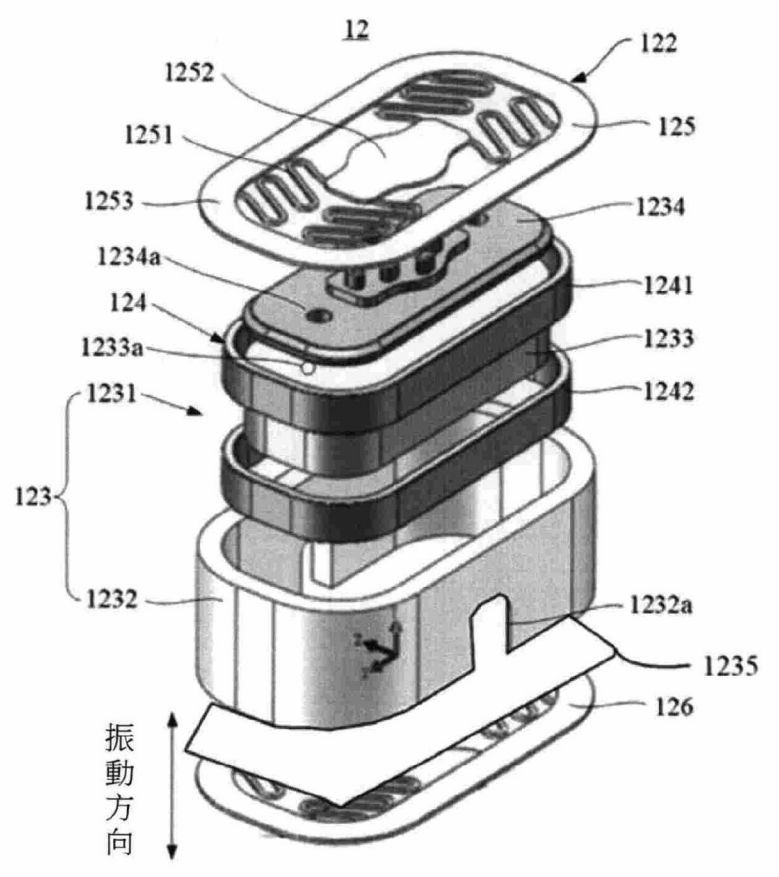


圖 7 (a)

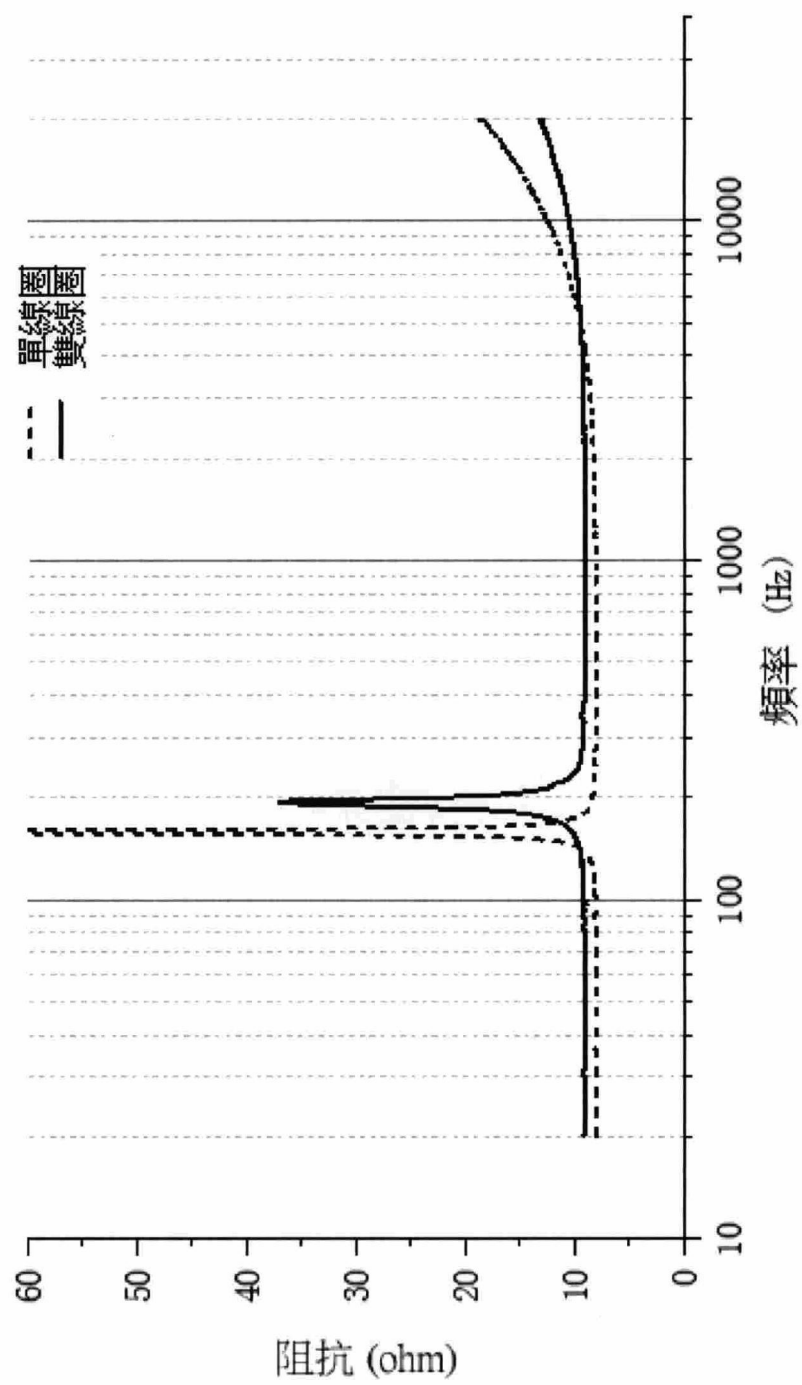


圖 7 (b)

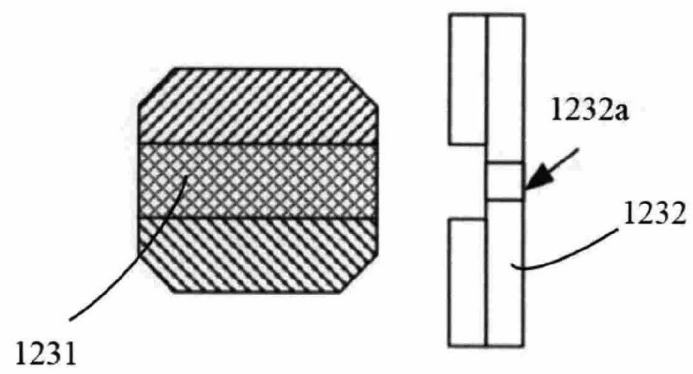


圖 7 (c)

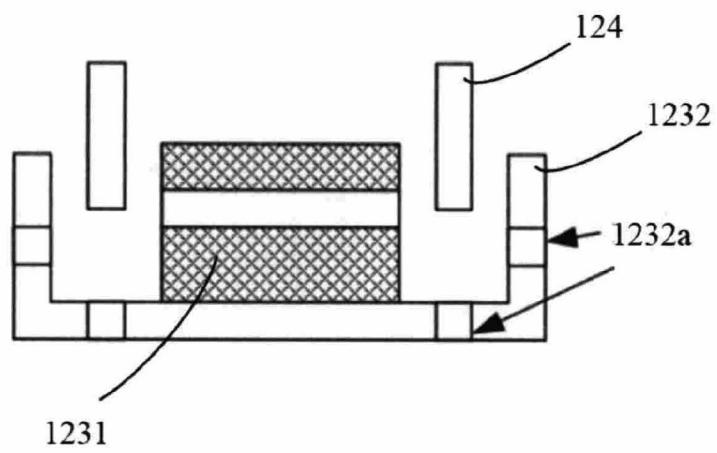


圖 7 (d)

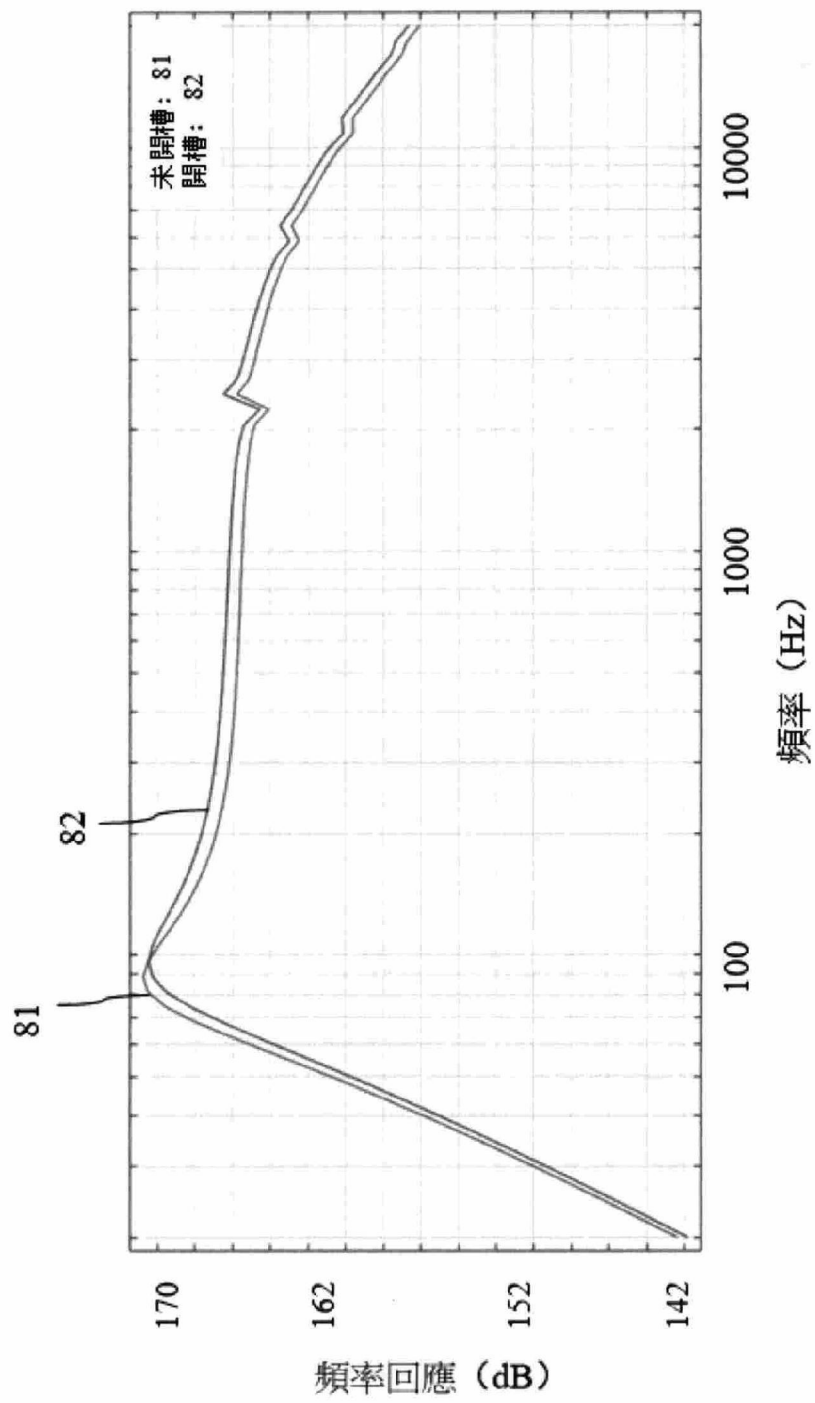


圖 8

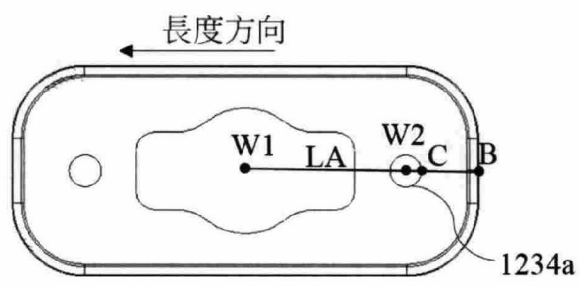


圖 9 (a)

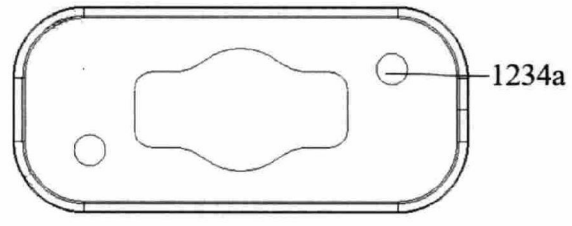


圖 9 (b)

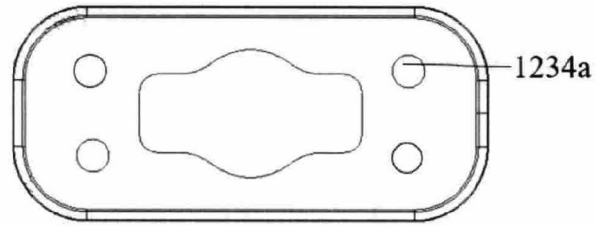


圖 9 (c)

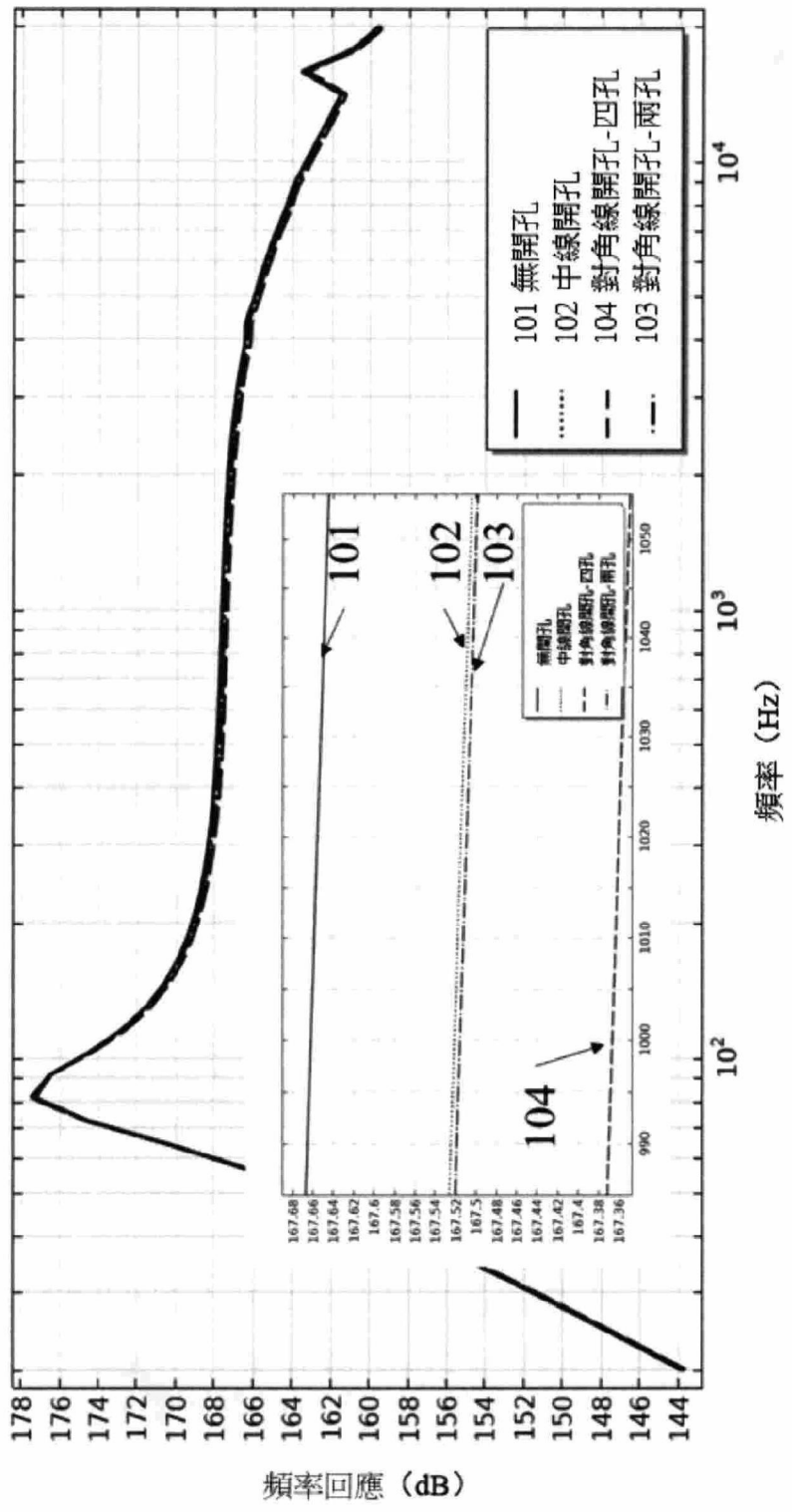


圖 10

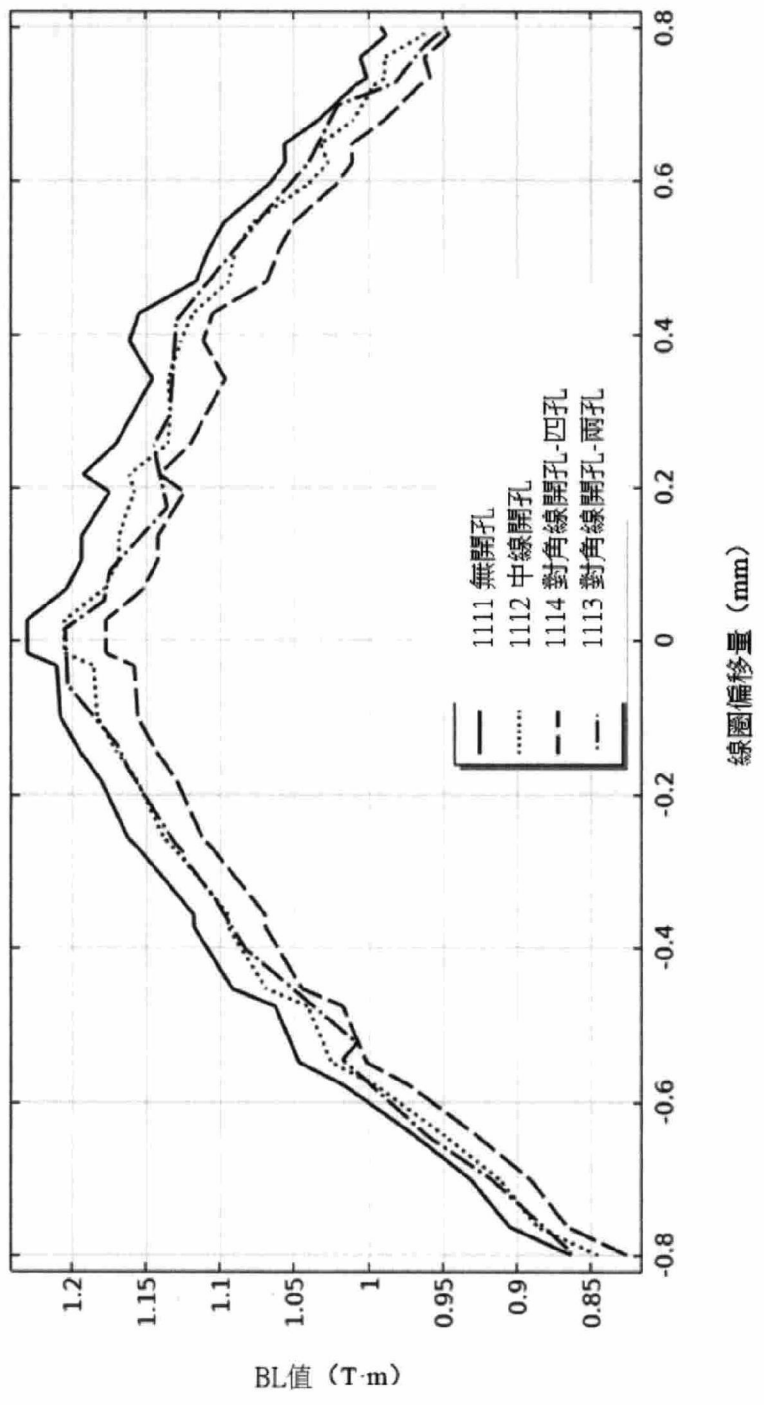


圖 11

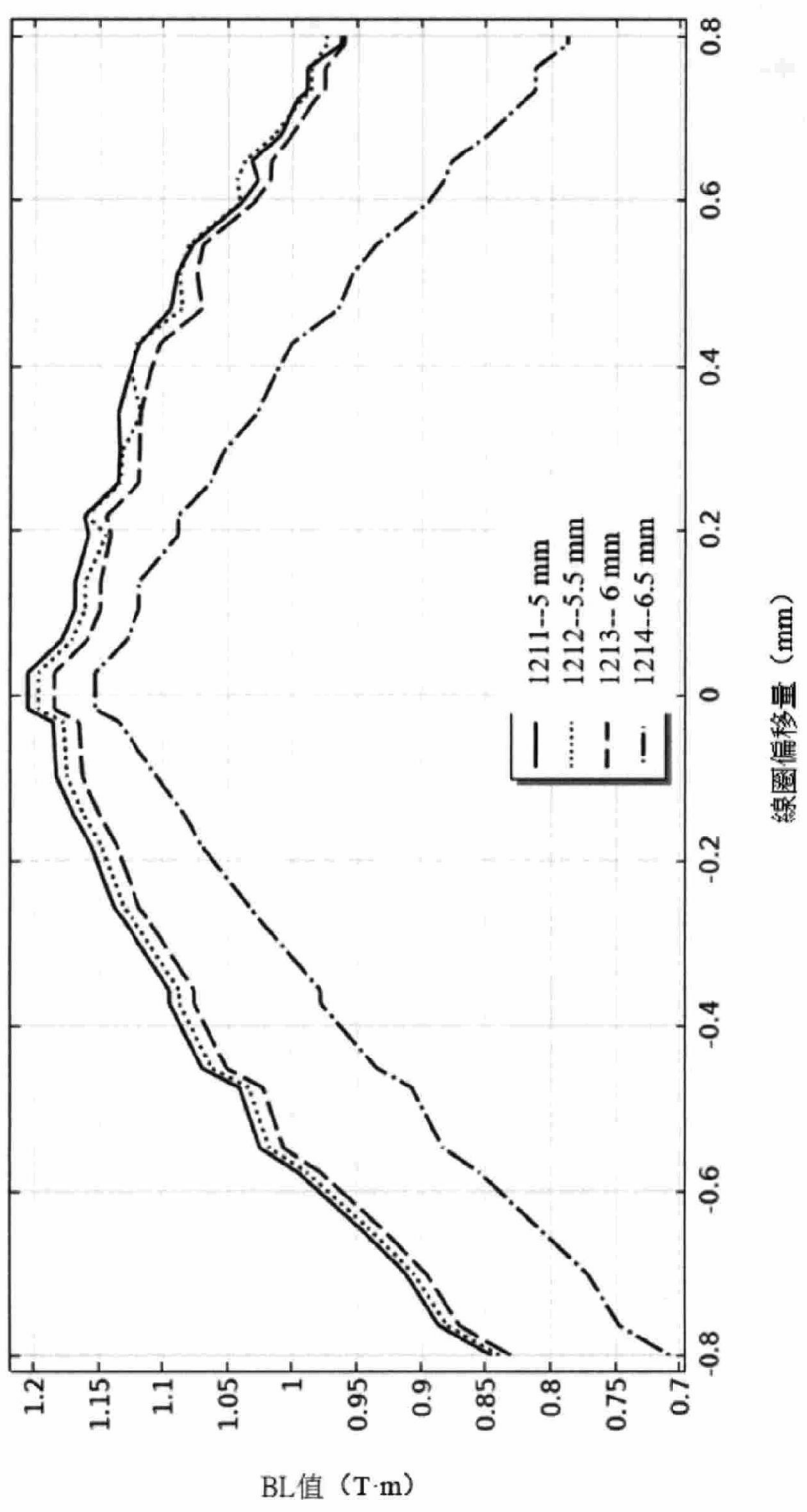


圖 12

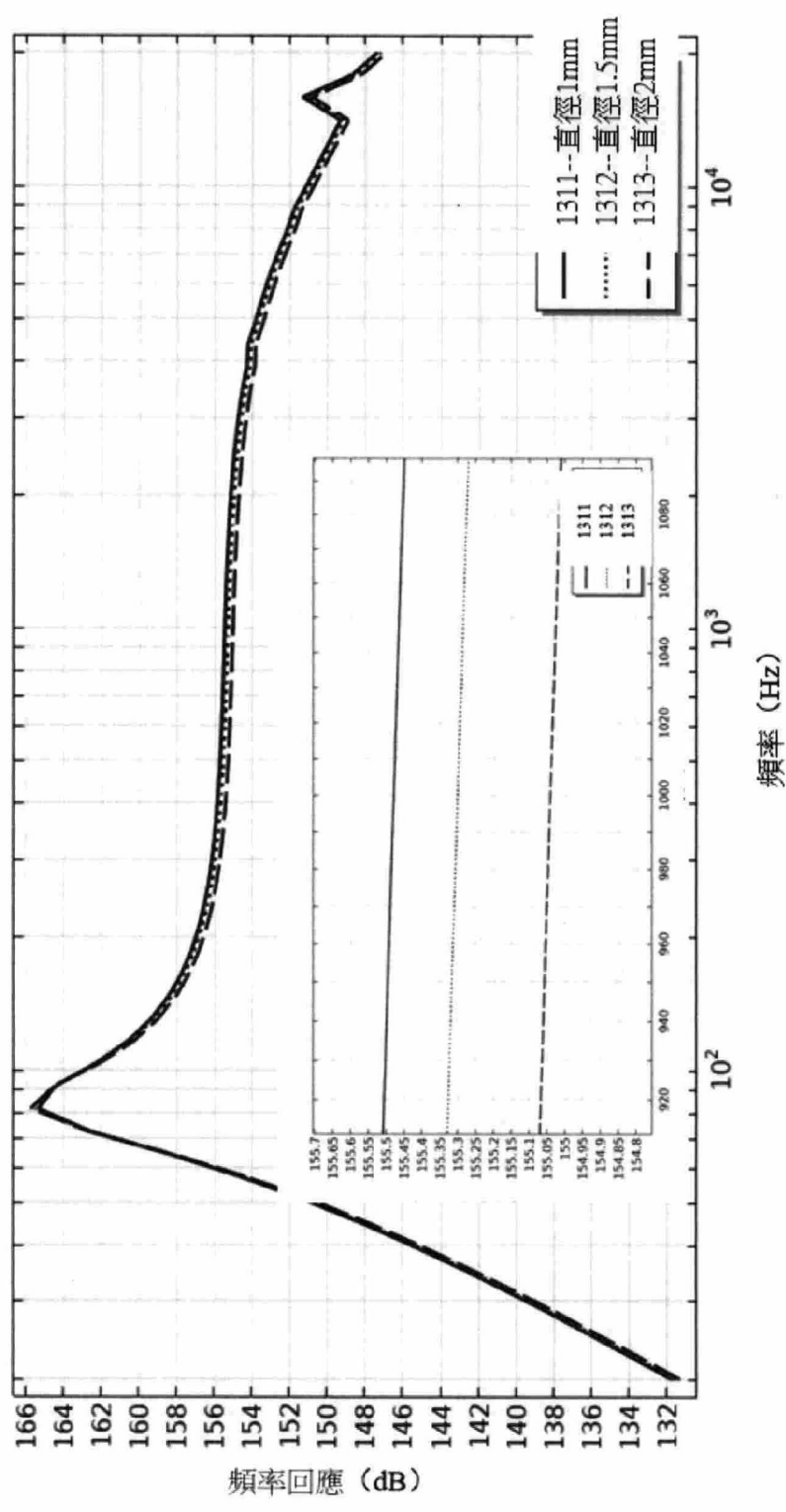


圖 13

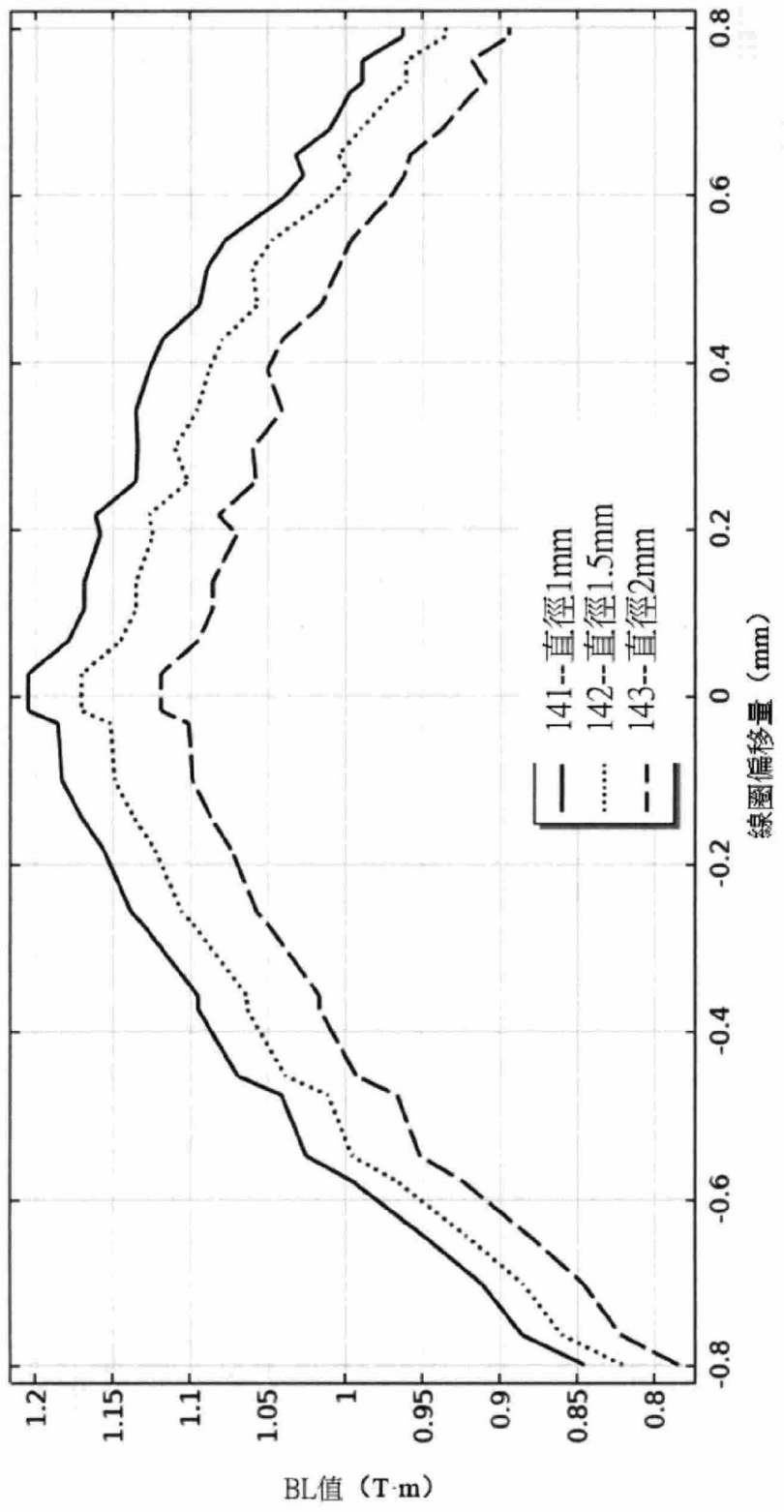


圖 14 (a)

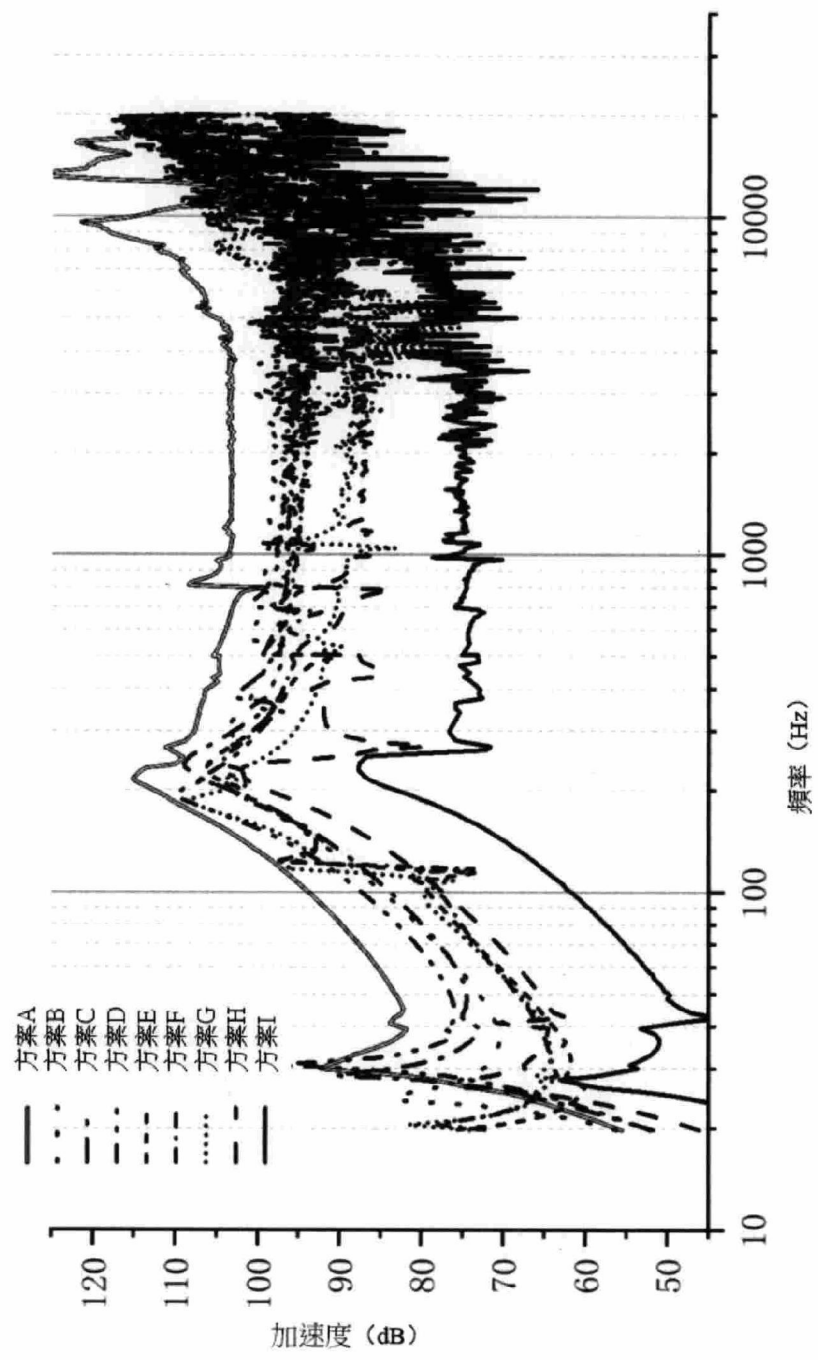


圖 14 (b)

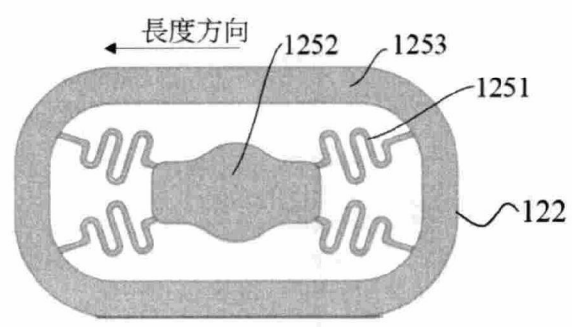


圖 15 (a)

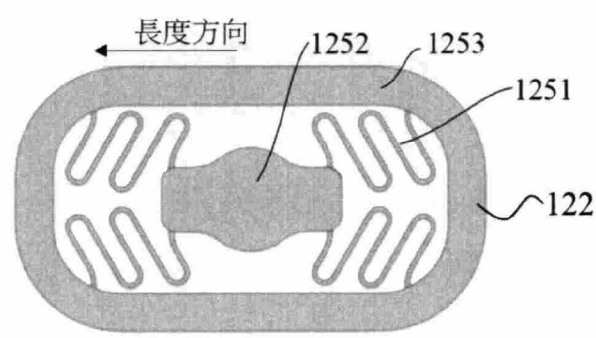


圖 15 (b)

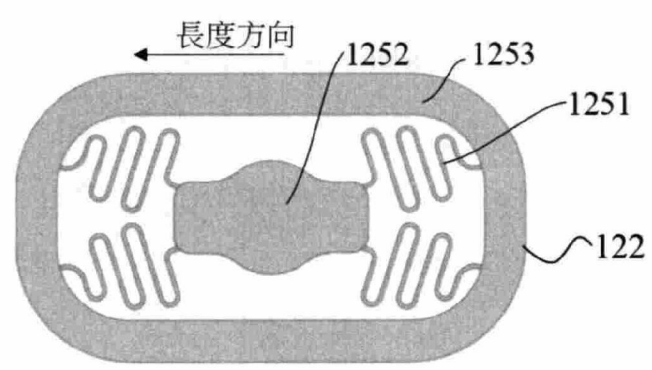


圖 15 (c)

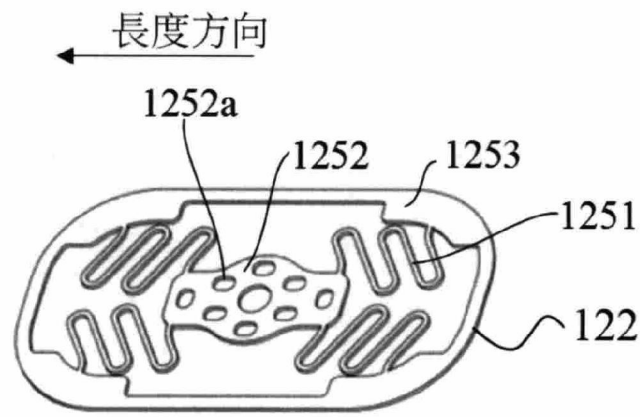


圖 16 (a)

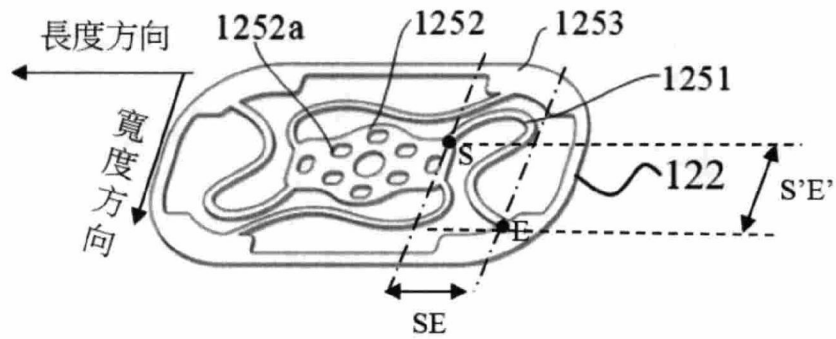


圖 16 (b)

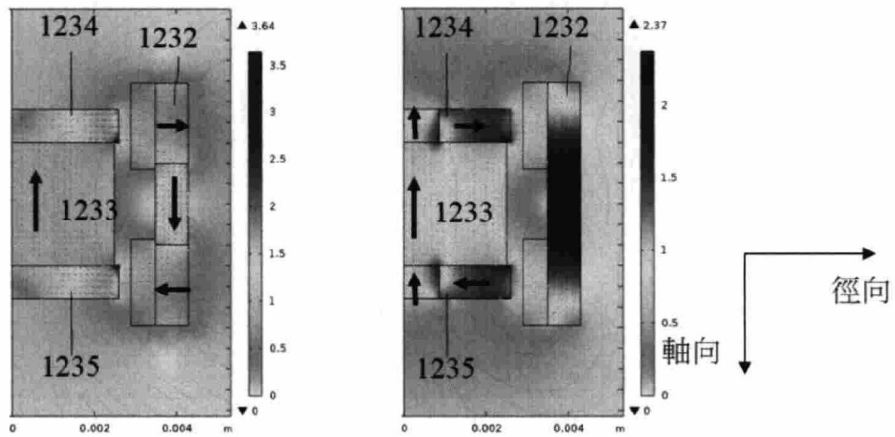


圖 17 (a)

圖 17 (b)

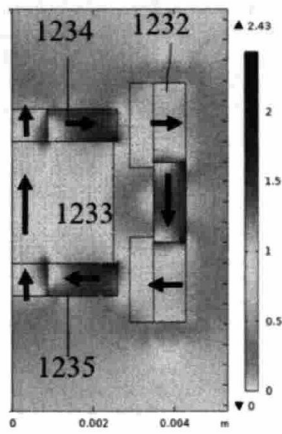


圖 17 (c)

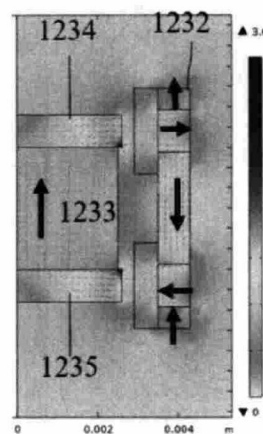


圖 17 (d)

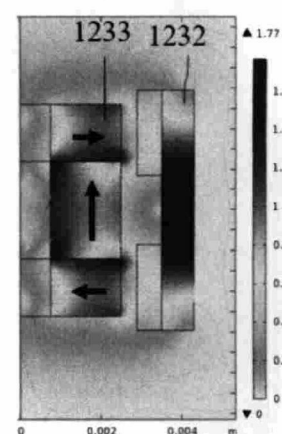


圖 17 (e)

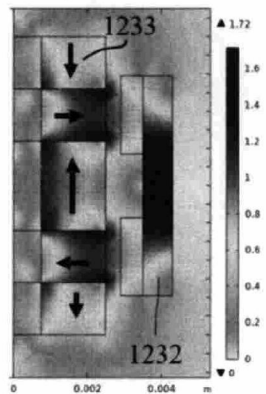


圖 17 (f)

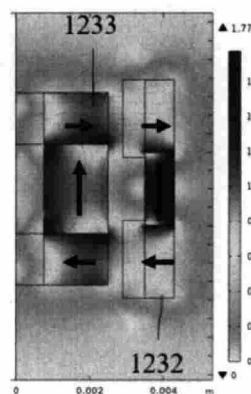


圖 17 (g)

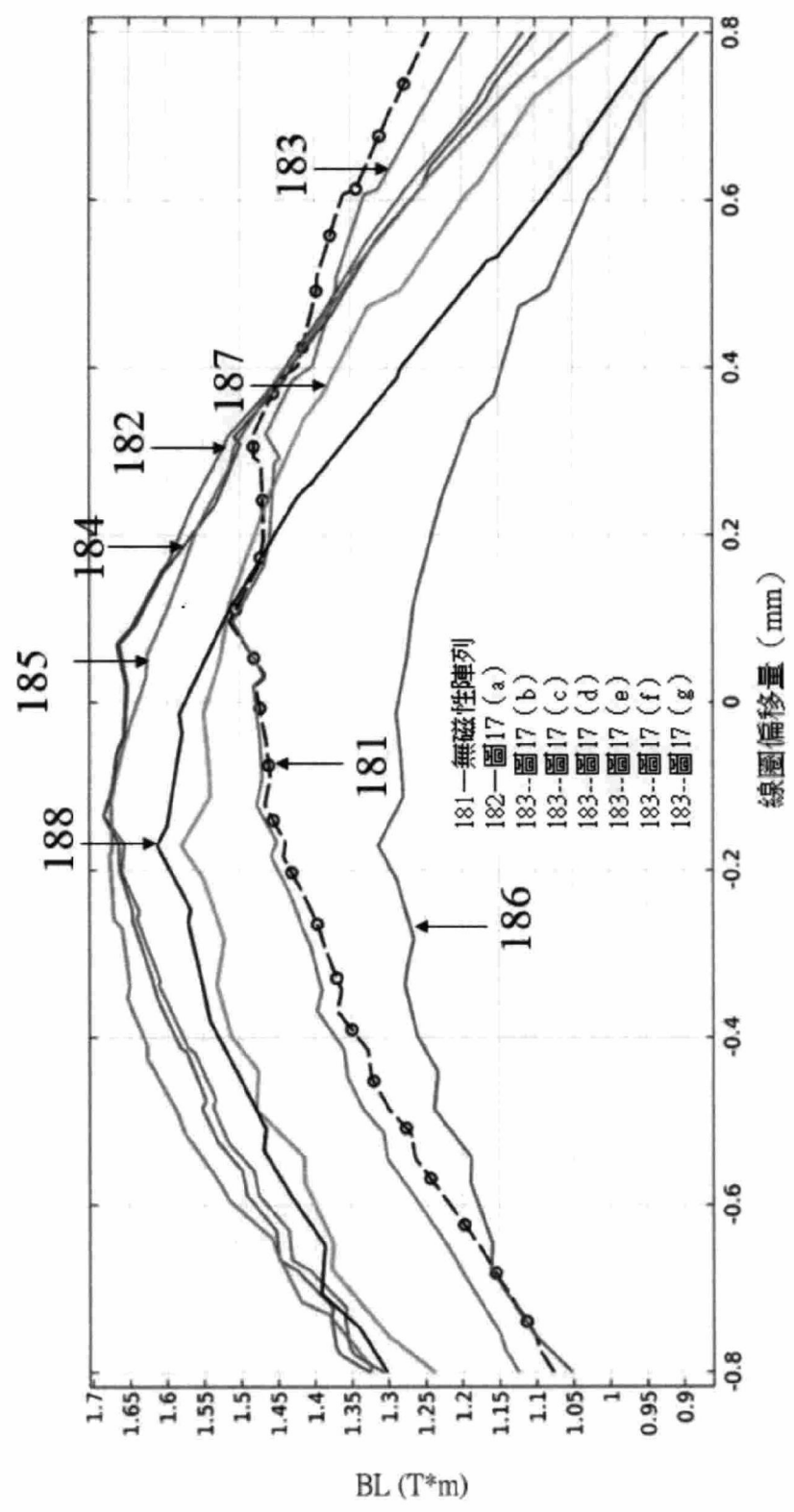


圖 18