



(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 I491173 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：100126461

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 26 日

(51)Int. Cl. : H03H9/21 (2006.01) H03H3/02 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/29 日本 2010-170556

(71)申請人：精工愛普生股份有限公司 (日本) SEIKO EPSON CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：瀧澤照夫 TAKIZAWA, TERUO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	200529554A	JP	2009005024A
US	20040000968A	US	20050146401A

審查人員：蘇齊賢

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 34 頁

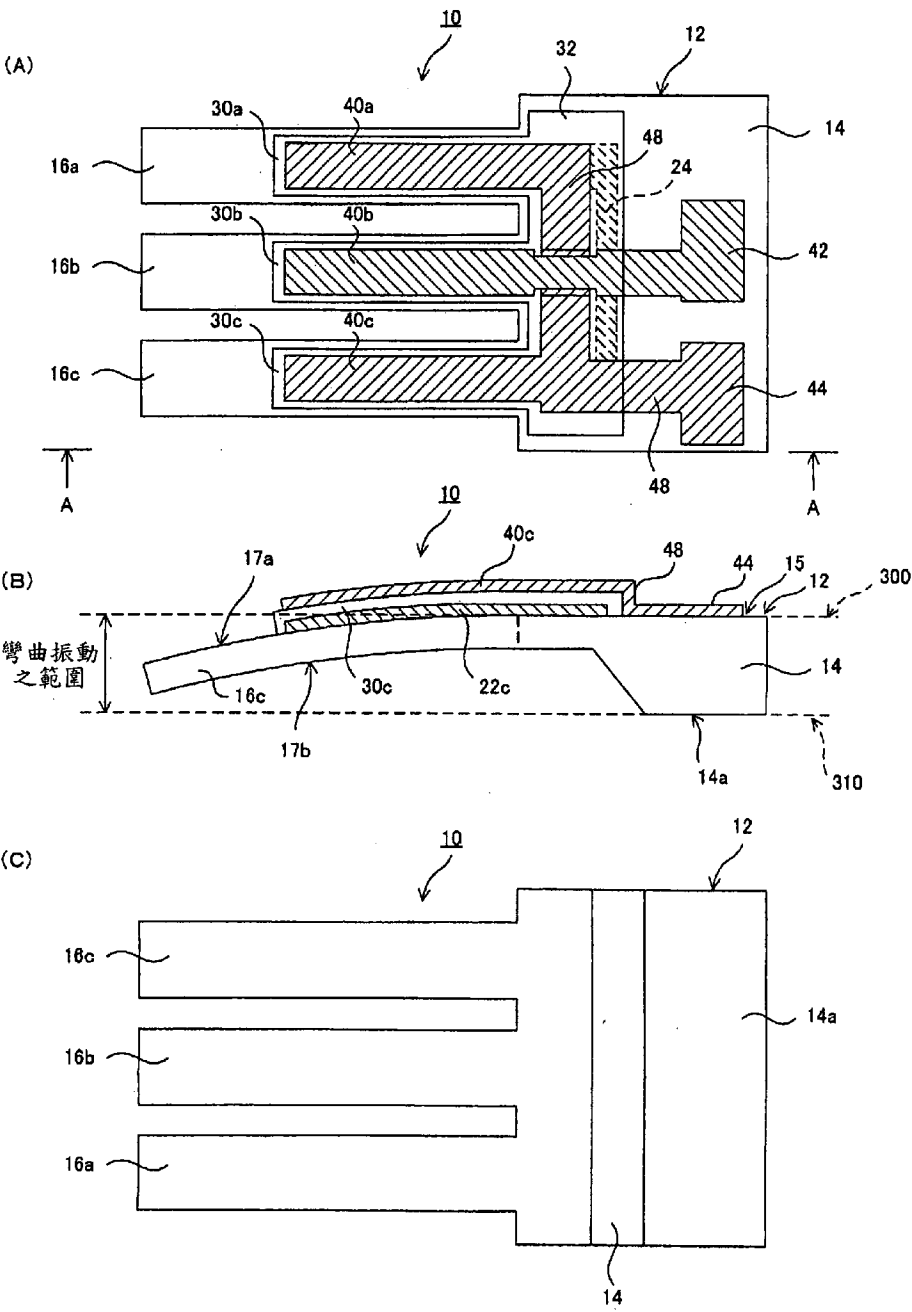
(54)名稱

振動片、振動器、振盪器、及電子機器

VIBRATOR ELEMENT, VIBRATOR, OSCILLATOR, AND ELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明提供一種即便在安裝於封裝等中之情形時，亦不存在振動臂接觸於蓋體之虞而能夠以高精度獲得較高之可靠性的振動片。本發明之振動片之特徵在於包含：基部 14，其具有安裝面 14a；振動臂 16(16a、16b、16c)，其係自基部 14 延設，具有第 1 面 17a 及與第 1 面 17a 相向且位於安裝面 14a 側之第 2 面 17b，並於第 1 面 17a 及第 2 面 17b 之法線方向上形成彎曲振動；及積層構造體，其設置於振動臂 16 之第 1 面 17a 及第 2 面 17b 中之至少一者上，且至少包含第 1 電極 20、第 2 電極 38、及配置於第 1 電極 20 與第 2 電極 38 之間的壓電體層 28；且，上述振動臂 16 係向上述安裝面 14a 側翹曲。



- 10 . . . 振動片
- 12 . . . 基板
- 14 . . . 基部
- 14a . . . 安裝面
- 15 . . . 主表面
- 16(16a~16c) . . . 振動臂
- 17a . . . 第 1 面
- 17b . . . 第 2 面
- 22c . . . 第 1 層激振電極
- 24 . . . 第 1 層取出電極
- 30(30a~30c) . . . 激振電極被覆部
- 32 . . . 取出電極被覆部
- 40(40a~40c) . . . 第 2 層激振電極
- 42、44 . . . 輸入輸出電極
- 48 . . . 第 2 層取出電極
- 300、310 . . . 虛擬水平面

圖1

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100126461

※申請日：100. 7. 26

※IPC 分類：H03H 9/21 (2006.01)

H03H 3/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

振動片、振動器、振盪器、及電子機器

VIBRATOR ELEMENT, VIBRATOR, OSCILLATOR, AND
ELECTRONIC DEVICE

二、中文發明摘要：

本發明提供一種即便在安裝於封裝等中之情形時，亦不存在振動臂接觸於蓋體之虞而能夠以高精度獲得較高之可靠性的振動片。本發明之振動片之特徵在於包含：基部14，其具有安裝面14a；振動臂16(16a、16b、16c)，其係自基部14延設，具有第1面17a及與第1面17a相向且位於安裝面14a側之第2面17b，並於第1面17a及第2面17b之法線方向上形成彎曲振動；及積層構造體，其設置於振動臂16之第1面17a及第2面17b中之至少一者上，且至少包含第1電極20、第2電極38、及配置於第1電極20與第2電極38之間的壓電體層28；且，上述振動臂16係向上述安裝面14a側翹曲。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	振動片
12	基板
14	基部
14a	安裝面
15	主表面
16(16a~16c)	振動臂
17a	第1面
17b	第2面
22c	第1層激振電極
24	第1層取出電極
30(30a~30c)	激振電極被覆部
32	取出電極被覆部
40(40a~40c)	第2層激振電極
42、44	輸入輸出電極
48	第2層取出電極
300、310	虛擬水平面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種振動片、振動器、振盪器、及電子機器，特別是關於一種對彎曲振動進行激振之振動片、及裝載有該振動片之振動器、振盪器、電子機器。

【先前技術】

於激發彎曲振動之振動片中，在振動臂之壓縮應力產生作用之壓縮部與拉伸應力產生作用之伸展部之間產生溫度差，欲發揮緩和該溫度差之作用之熱傳導亦會導致振動能產生損耗。由該熱傳導而產生之Q值之降低被稱為熱彈性損耗效應(以下為熱彈性損耗)。因此，必需考慮到熱彈性損耗而進行設計。例如，根據專利文獻1所揭示之技術可知，可藉由於晶體振動器之臂部分設置槽而提高表示共振之穩定度之Q值。

然而，若隨著電子元件之小型化或薄型化，推進了振動片之小型化或薄型化，則極難於振動部以精度良好地形成槽。

作為避免如此之問題點之手段，考慮有使振動部薄型化且於該振動部形成壓電體層(專利文獻2~4)。於如此之構成之振動片中，可藉由對壓電體層之表面背面施加電位不同之電場而激發與壓電體層之形成面交叉的方向(法線方向)上之振動。

又，於專利文獻5中揭示有如下內容：於不給予動態外力之初始靜止狀態下，藉由使振動臂於電極側成為形成凹

陷之彎曲面形狀而改善壓電體層之配向性，從而獲得較高之壓電效率。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利實開平2-32229號公報

[專利文獻2]日本專利特開2009-5022號公報

[專利文獻3]日本專利特開2009-5023號公報

[專利文獻4]日本專利特開2009-5024號公報

[專利文獻5]日本專利特開2005-331485號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

於小型化或薄型化不斷進步之近期，安裝振動片之封裝之模腔(cavity)亦不斷狹小化。因此，於包含在法線方向上彎曲之振動部的如專利文獻2~5所揭示之振動片中，當振盪時或因跌落等而受到衝擊時，振動部之前端有可能會接觸到封裝之蓋體。特別是於如專利文獻5所揭示之構成的振動片中，接觸之可能性變高，而阻礙作為振動器之薄型化。

因此，本發明之目的在於提供一種即便於振盪時或跌落等時受到衝擊之情形時，亦不存在振動部接觸於蓋體等之內壁之虞而能夠以高精度獲得較高之可靠性的振動片、及其製造方法。又，本發明之目的在於提供一種安裝有該振動片之振動器、振盪器、及包含該等振動器或振盪器之電子機器。

[解決問題之技術手段]

本發明係為解決上述問題之至少一部分而完成者，可作為以下之形態或應用例而實現。

[應用例1]本發明之振動片之特徵在於，其包含：基部，其具有安裝面；振動臂，其自上述基部延設，具有第1面及與該第1面相向且位於上述安裝面側之第2面，並於上述第1面及上述第2面之法線方向上形成彎曲振動；及積層構造體，其設置於上述振動臂之上上述第1面及上述第2面中之至少一者上，且至少包含第1金屬層、第2金屬層、及配置於上述第1金屬層與上述第2金屬層之間的壓電體層；且，上述振動臂係向上述安裝面側翹曲。

藉由設為如此之構成，即便安裝振動片之封裝等為薄型，由於振動部即振動臂係在預先向安裝面側翹曲之狀態下安裝在封裝中，故而於振動片彎曲振動時不存在振動臂接觸於封裝之蓋體之虞。因此，於使用本發明之振動片而構成振動元件之情形時，能夠以高精度獲得較高之可靠性。

[應用例2]如應用例1中所述之振動片，其中於將上述振動臂之長度設為 L ，將上述振動臂之厚度設為 t ，將上述振動臂之楊氏模數(Young's modulus)設為 E_s ，將上述振動臂之蒲松比(Poisson's ratio)設為 ν_s ，將上述壓電體層之厚度設為 d ，將上述壓電體層之殘留應力設為 σ 時，上述振動臂之翹曲量 δ 係由

$$\delta = \frac{3L^2(1-\nu_s)d}{E_s t^2} \sigma$$

獲得。

藉由設為如此之構成，可最佳地設定振動片之翹曲量，從而可確實地防止當振動片彎曲振動時振動臂接觸到封裝之蓋體。

[應用例3]如應用例1或2中所述之振動片，其中上述基部之厚度比上述振動臂之厚度更厚。

於設為如此之構成之情形時，由於當將振動片安裝於封裝中時可根據基部之厚度而控制振動臂之下表面(第2面)與封裝之內底面之間的空隙部分之高度，故而，當振動片彎曲振動時不存在振動臂接觸到封裝之內底面之虞。因此，於使用本發明之振動片而構成振動元件之情形時，可獲得更高之可靠性。

[應用例4]如應用例3中所述之振動片，其中上述基部具有與上述安裝面相向之主表面，上述振動臂係於上述安裝面與上述主表面之間的範圍內形成上述彎曲振動。

藉由設為如此之構成，即便於激振時，亦不存在振動臂之前端接觸於封裝之內壁面或蓋體之虞。

[應用例5]如應用例1至4之任一例中所述之振動片，其中上述壓電體層係設置於上述第1面及上述第2面該兩者上。

藉由設為如此之構成，例如，若於第1面以殘留壓縮應力之方式形成壓電體層，於第2面以殘留拉伸應力之方式形成壓電體層，則可使振動臂更大幅度地彎曲。

[應用例6]本發明之振動片之製造方法中，該振動片包

含：基部，其具有安裝面；振動臂，其自上述基部延設；及積層構造體，其設置於上述振動臂上，且至少包含第1金屬層、第2金屬層、及配置於上述第1金屬層與上述第2金屬層之間的壓電體層；該振動片之製造方法之特徵在於：上述振動臂具有第1面、及與該第1面相向且位於上述安裝面側之第2面，上述積層構造體係形成於上述第1面側，上述第1金屬層、上述第2金屬層、及上述壓電體層中之至少一者係以殘留壓縮應力之方式而成膜。

藉由利用如此之方法製造振動片，使振動臂產生安裝面側翹曲。因此，即便安裝振動片之封裝等為薄型，亦不存在振動部即振動臂接觸到封裝之內底部或蓋體之虞。因此，於使用本發明之振動片而構成振動元件之情形時，能夠以高精度獲得較高之可靠性。

[應用例7]本發明之振動片之製造方法中，該振動片包含：基部，其具有安裝面；振動臂，其自上述基部延設；及積層構造體，其設置於上述振動臂上，且至少包含第1金屬層、第2金屬層、及配置於上述第1金屬層與上述第2金屬層之間的壓電體層；該振動片之製造方法之特徵在於：上述振動臂具有第1面、及與該第1面相向且位於上述安裝面側之第2面，上述積層構造體係形成於上述第2面側，上述第1金屬層、上述第2金屬層、及上述壓電體層中之至少一者係以殘留拉伸應力之方式而成膜。

藉由利用如此之方法製造振動片，亦可使振動臂以其前端朝向基部之安裝面側之方式產生翹曲。因此，即便安裝

振動片之封裝等為薄型，亦不存在振動部即振動臂接觸到封裝之內底部或蓋體之虞。因此，於使用本發明之振動片而構成振動元件之情形時，能夠以高精度獲得較高之可靠性。

[應用例8]本發明之振動器之特徵在於包含：如應用例1至5之任一例中所述之振動片；及封裝，其內部安裝有上述振動片。

藉由設為如此之構成，即便於已小型化之情形時，亦能夠以高精度成為可靠性較高之振動器。

[應用例9]本發明之振盪器之特徵在於包含：如應用例1至5之任一例中所述之振動片；及電子零件，其驅動上述振動片。

藉由設為如此之構成，即便於已小型化之情形時，亦能夠以高精度成為可靠性較高之振盪器。

[應用例10]本發明之電子機器之特徵在於：裝載有如應用例1至5之任一例中所述之振動片。

藉由設為如此之構成，亦可適應於電子機器之小型化。

【實施方式】

以下，對本發明之振動片、振動器、振盪器、及電子機器之實施形態，參照圖式詳細地進行說明。

首先，參照圖1、圖2，對第1實施形態之振動片進行說明。再者，於圖1中，圖1(A)係振動片之平面圖，圖1(B)係表示沿該圖(A)之A-A箭頭所見之圖，圖1(C)係振動片之背面圖。又，圖2係振動片之分解立體圖。本實施形態之

振動片 10 包含基板 12、壓電體層 28、以及第 1 電極(第 1 金屬層)20 及第 2 電極(第 2 金屬層)38。

基板 12 係例如由水晶所構成，包含基部 14、及以該基部 14 為基端而延設之複數根(於圖 1、2 所示之形態中為 3 根)振動臂 16(16a~16c)。於實施形態之例之情形時，基部 14 成為與振動臂 16 相比更厚地形成而可確保安裝時之機械強度的形態，且，於將振動片 10 安裝於封裝中時，可根據基部 14 之厚度來控制振動臂 16 之下表面與封裝之內底面之間的空隙部之高度。另一方面，振動臂 16 與基部 14 相比更薄地形成而可抑制振動時之熱彈性損耗，且包含第 1 面 17a、及與第 1 面 17a 相向之第 2 面 17b。又，基部 14 構成用以固定振動片 10 之安裝面 14a、及與安裝面 14a 相向之主表面 15。再者，於由水晶構成基板 12 之情形時，較理想的是形成基板 12 時之素板 12a(參照圖 4)之切割角係採用 Z 切割，但亦可採用 X 切割或 AT 切割。由於實施形態之基板 12 不會成為被直接施加電壓之對象，故而，切割角基本上不會對振動特性造成影響。然而，於使用藉由 Z 切割切出之素板 12a 之情形時，可獲得易於加工等特性。

以第 1 電極 20、壓電體層 28、及第 2 電極 38 為基本而構成之積層構造體形成於振動臂 16 之第 1 面 17a 上。再者，此處，所謂第 1 電極 20 係於形成壓電體層 28 之前所形成之電極，所謂第 2 電極 38 係於形成壓電體層 28 之後所形成之電極。因此，第 1 電極 20 與第 2 電極 38 等之表現與各電極之電位無關。又，關於各電極之電位，係依賴於圖 2 之分解立

體圖所示之第1電極20、第2電極38之影線之朝向者(詳情下述)。作為第1電極20、第2電極38之形成材料，若與基板12的水晶之密接性較佳，容易促進壓電體層38之配向性，則較佳。作為電極構件之具有通用性之材料，可列舉Au、Pt、Al、Ag、Cu、Mo、Cr、Nb、W、Ni、Fe、Ti、Co、Zn、Zr等。於本實施形態中，第1電極20、第2電極38均係藉由下層為Ti、上層為Au之雙層構造之金屬層而形成。又，作為壓電體層28，可列舉ZnO或AlN、PZT、LiNbO₃、KNbO₃等，於本實施形態中主要採用AlN。Ti相對於基板12的水晶之密接性良好，Au可於膜表面構成(111)面。AlN可藉由形成於Au之(111)面而形成沿(111)面之柱狀結晶體，從而成為配向性較高之壓電膜(壓電體層)。

如圖2所示，第1電極20係例如由第1層激振電極22a、22b、22c與第1層取出電極24、26所構成。此處，第1層激振電極22a與第1層激振電極22c為相同電位，並藉由第1層取出電極24而連接。另一方面，第1層激振電極22b係連接於用以與第2電極38連接之取出電極26，該第2電極38之詳況於下文描述。

壓電體層28係形成於上述之第1電極20上。具體而言，包含形成於振動臂16a、16b、16c上之激振電極被覆部30a、30b、30c及形成於基部14之取出電極被覆部32。於取出電極被覆部32，設置有用以將上述之第1電極20與詳情於下文敘述之第2電極38電性連接之開口部34、36。再

者，壓電體層28具有如下特性：藉由對其表面背面施加電位不同之電壓，使壓電體層28於厚度方向上壓縮或伸展，向面外方向(與壓電體層28形成面交叉之方向)彎曲。

此處，本實施形態之壓電體層28係以殘留壓縮應力之方式形成於第1面17a。因具有如此之特性，故當振動片10處於初始停止狀態時欲向釋放壓縮應力之狀態轉移的力作用於壓電體層28。因此，於振動臂16與壓電體層28之接觸部分被賦予拉伸應力，使振動臂16向基部14之安裝面14a側產生翹曲。藉由設為如此之構成，於將振動片10安裝於封裝中等時，可避免當振動臂16彎曲振動之情形時振動臂16之前端接觸到封裝之蓋體等情況。因此，可有助於振動元件之薄型化。

第2電極38係例如由第2層激振電極40a、40b、40c，第2層取出電極46、48，及輸入輸出電極42、44所構成。此處，第2層激振電極40b與輸入輸出電極42為相同電位，並藉由第2層取出電極46而連接。又，第2層取出電極46係經由形成於上述壓電體層28之開口部34而與第1層取出電極24電性連接。因此，第1層激振電極22a、22c與第2層激振電極40b被施加有相同電位之電壓。另一方面，第2層激振電極40a、40c與輸入輸出電極44為相同電位，第2層取出電極48係經由第2層取出電極46而斷開，並未直接連接。然而，第2層取出電極48係經由形成於上述壓電體層28之開口部36而與第1層取出電極26電性連接，第2層激振電極40a、40c及第1層激振電極22b與輸入輸出電極44係經由第

1層取出電極26與第2層取出電極48而電性連接。再者，於圖1、圖2中表示有電位不同之第1層取出電極24、26之一部分與第2層取出電極46、48之一部分重疊之形態，但實際上，電位不同之取出電極係以不重疊於壓電體層28之表面背面之方式而設計。其目的在於抑制除振動臂16以外之部位之激振。

根據如此之構成之振動片10，即便安裝於薄型之封裝中，振動臂16彎曲振動，亦不存在振動臂16接觸到封裝之內底或蓋體之虞。因此，可有助於小型、高性能且可靠性較高之振動元件之製造。又，於上述構成之振動片10中，若以振動臂16於自基部14之主表面15水平地延伸之虛擬水平面300與自安裝面14a水平地延伸之虛擬水平面310之間形成彎曲振動的方式而設計振動臂16之翹曲量，則較佳。藉由設為如此之構成，可確實地消除激振時振動臂16之前端接觸到封裝之內底面或蓋體之虞。

接著，參照圖3，對本實施形態之振動片10之製造步驟進行說明。首先，準備成為振動片10之基礎之素板12a。於本實施形態中，採用水晶作為素板12a。較理想的是，素板12a為水晶之情形時之厚度係設為50~100 μm 之程度(參照圖3(A))。

其次，使素板12a之一部分薄壁化。就薄壁化而言，若藉由使用緩衝氫氟酸(BHF, buffered hydrofluoric acid)等之蝕刻而進行，則較佳。此時，於素板12a為水晶之情形時，若薄壁部12b之厚度設為2~10 μm 之程度，則較佳(參

照圖 3(B))。

於薄壁化之後，進行基板 12 之外形形成。較理想的是，基板 12 之外形形成係自第 1 面側起進行蝕刻。再者，若於蝕刻時使用 BHF，則較佳(參照圖 3(C))。

於結束基板 12 之外形形成之後，於第 1 面形成第 1 電極 20。關於第 1 電極 20 之形成，首先係於第 1 面之整個面上形成金屬層。若金屬層之形成係使用磁控濺鍍等手法，則較佳。於形成金屬層之後，將抗蝕劑塗佈於整個面。其後，藉由光微影法，利用抗蝕劑膜形成光罩，對金屬層進行蝕刻而獲得沿第 1 電極 20 之形狀而成之金屬圖案(參照圖 3(D))。

於形成第 1 電極 20 之後，對應於所需部位形成壓電體層 28。首先，於包含第 1 電極 20 之基板的第 1 面之整個面上形成壓電體層。壓電體層之形成係使用反應性 RF(radio frequency，射頻)磁控濺鍍法而進行。於壓電體層為 AlN 之情形時，若壓電體層之膜厚之範圍設為 2000 Å~10000 Å 之程度，則較佳。於壓電體層之濺鍍時，特別是藉由濺鍍氣體之氣壓之調整而對殘留於所形成之壓電體層之應力進行調整。作為濺鍍氣體，例如可使用 Ar 與 N₂ 之混合氣體。作為 Ar 與 N₂ 之混合比，例如可為 Ar:N₂=1:1 左右。於本實施形態之情形時，如上所述，為了使壓縮應力殘留於壓電體層，將 Ar 與 N₂ 之混合氣壓設定為較基準壓力更低。此處，所謂基準壓力，係指不會使形成後之壓電體層上產生壓縮或拉伸等殘留應力之壓力，且亦會根據濺鍍裝置之使用、

及基板RF電力或目標電力等之設定而不同，必需藉由預先進行實驗等而獲知。於本實施形態中，例如於基準壓力為0.5 Pa之情形時，設定之氣壓係設為較基準壓力更低之壓力，例如0.1 Pa左右。再者，將成膜時之濺鍍氣體之混合氣壓(成膜壓力)、與生成之膜上所產生之殘留應力的關係示於圖4中。

其次，藉由利用光微影法而進行之抗蝕劑之圖案化與濕式蝕刻，使壓電體層形成為所需之圖案。於壓電體層為AlN之情形時，將強鹼水溶液用作濕式蝕刻之蝕刻液。作為強鹼水溶液之例，可列舉四甲基氫氧化銨。作為酸系之蝕刻液，可利用對磷酸進行加熱後所得者等。

此處，振動臂16前端之翹曲量 δ 可由數式1而估算出來。

[數1]

$$\delta = \frac{3L^2(1-\nu_s)d}{E_s t^2} \sigma$$

於數式1中，L為振動臂16之長度，t為振動臂16之厚度， E_s 為振動臂16之楊氏模數， ν_s 為振動臂16之蒲松比，d為壓電體層28之厚度， σ 為壓電體層28之殘留應力。振動臂16之長度L或厚度t、楊氏模數 E_s 、蒲松比 ν_s 、及壓電體層28之厚度d係根據材質或形狀而預先決定。因此，翹曲量 δ 之調整係藉由調整壓電體層28之殘留應力 σ 而實現。

例如，於將由水晶所構成之基板12之振動臂16之長度L設為500 μm ，將厚度t設為10 μm ，將由AlN所構成之壓電體層28之膜厚設為4000 Å之情形時，為了獲得25 μm 之翹

曲量 δ ，作為壓電體層28上產生之殘留應力，必需約0.8 GPa之壓縮應力(參照圖3(E))。若將上述振動臂16之翹曲量設為25 μm ，將水晶之素板12a之厚度設為50 μm ，則可使振動臂16之前端位置處於厚度之大致中央。根據如此之構成，即便施加0.1 μW ~1.0 mW之振動片10之激振電力位準，亦不會接觸到安裝封裝72之蓋體76等之內壁(參照圖7~8)。進而，即便受到來自外部之衝擊(1,000 G~10,000 G)，特性亦不會受到影響。

於壓電體層28之形狀形成結束後，進行第2電極38之形成。關於第2電極38之形成，若與第1電極20之形成同樣地，於第1面之整個面形成金屬層，藉由利用光微影法而進行之抗蝕劑之圖案化、及濕式蝕刻而進行形狀形成，則較佳(參照圖3(F))。

於上述實施形態中，記載有：由水晶構成基板12。然而，本實施形態之振動片10係藉由壓電體層28而激發面外方向之振動。因此，作為基板12之材料，可為除水晶以外之構件。具體而言，既可為水晶以外之壓電體，亦可為半導體等。再者，於基板材料為矽之情形時，若將振動臂16之長度L設為500 μm ，將厚度t設為10 μm ，將由AlN所構成之壓電體層28之膜厚設為4000 Å，則為了獲得25 μm 之翹曲量 δ ，作為壓電體層28上產生之殘留應力，必需約1.5 GPa之壓縮應力。

又，於上述實施形態中，於壓電體層28之上表面直接形成第2電極38。然而，本實施形態之振動片10亦可於壓電

體層 28 與第 2 電極 38 之間形成絕緣體層(絕緣膜)(未圖示)。藉由設為如此之構成，即便當於壓電體層 28 形成有貫通孔之情形時，亦可防止第 1 電極 20 與第 2 電極 38 之間的短路。再者，作為絕緣體層之膜厚，就防止短路之觀點而言，較理想的是設為 50 nm 以上。另一方面，就抑制壓電體層 28 之特性降低之觀點而言，較理想的是設為 500 nm 以下。此處，若絕緣體層係由 SiO_2 或 SiN_x 所構成，則較佳。

又，可於上述實施形態之振動片 10 之振動臂 16 之第 2 面形成無機體層(無機膜)(未圖示)。可藉由設置由 SiO_2 或 SiN_x 所構成之絕緣體層而修正頻率溫度特性。特別是，已知藉由熱氧化而成之二氧化矽具有負溫度特性，適於調整頻率溫度特性。

又，於上述實施形態中，記載有：藉由使壓電體層 28 上產生殘留應力而使積層構造體上產生壓縮應力。然而，於本實施形態之振動片 10 中，亦可設為使第 1 電極 20 或第 2 電極 38、或者構成積層構造體之全部的層上產生殘留應力之構成。其原因在於：即便於設為如此之構成之情形時，亦能夠以使振動臂 16 之前端朝向基部 14 之安裝面 14a 側之方式使振動臂 16 產生翹曲，從而可獲得同樣之效果。再者，於使第 1 電極 20 或第 2 電極 38 上產生殘留應力之情形時亦與上述實施形態同樣地，可藉由控制濺鍍氣體之混合氣壓(成膜壓力)而調整殘留應力。

又，於上述實施形態中，記載有：積層構造體係形成於基板 12 之第 1 面上。積層構造體之相對於第 1 面之形成係能

夠以不存在振動臂16與基部14之間的階差之程度而容易地進行，本實施形態之振動片係可如圖5所示般於第2面側形成積層構造體。於設為如此之構成之情形時，使於積層構造體上產生拉伸之殘留應力。具體而言，於形成壓電體層28a或第1電極20a、及第2電極38a等之層時之濺鍍步驟中，若使濺鍍氣體之氣壓高於基準壓力，則較佳。例如，為了使壓電體層28a產生拉伸應力，若將濺鍍氣體之混合氣壓(成膜壓力)設定為2.0 GPa左右，則較佳。其原因在於：如此之構成之振動片10a亦可實現與上述實施形態之振動片10同樣之效果。

進而，本實施形態之振動片係可如圖6所示般，於基板12之第1面側形成積層構造體，於第2面側形成應力調整膜49。此處，所謂應力調整膜49，既可為具有與第1電極20或第2電極38相同之構成之金屬膜，亦可為具有與壓電體層28相同之構成之膜。於設為如此之構成之情形時，若形成於第1面上之積層構造體係以具有壓縮應力作為殘留應力之方式而構成，應力調整膜49係以具有拉伸應力作為殘留應力之方式而構成，則較佳。其原因在於：如此之構成之振動片10b亦可實現與上述實施形態之振動片10、10a同樣之效果。

再者，於上述實施形態中，記載有：振動臂設置有複數根。然而，於本發明中，振動臂之數量並無必要特別限定，可為1根。

接著，參照圖7(A)，對本發明之振動器之實施形態進行

說明。本實施形態之振動器50係由振動片10、與內部安裝有該振動片10之封裝52所構成。

振動片10係採用上述實施形態之振動片10。封裝52係以封裝基底部54與蓋體56為基本而構成。封裝基底部54係形成箱型形狀，且內部設有振動片安裝端子60。另一方面，於封裝基底部54之外部底面設有與振動片安裝端子60電性連接之外部安裝端子62。

關於如此之構成之封裝基底部54，若由絕緣構件所構成，則較佳，例如，可藉由積層平板、及框狀之陶瓷生片並將其煅燒而形成。再者，振動片安裝端子60、及外部安裝端子62可藉由於陶瓷生片上進行網版印刷而形成。

蓋體56只要為由金屬或玻璃等所構成之平板即可。作為蓋體56之構成材料，較理想的是線膨脹係數與封裝基底部54之構成材料近似者。其目的在於抑制因溫度變化所致之龜裂或剝離之產生。於由陶瓷構成封裝基底部54之情形時，若為科伐(Kovar，合金)或鈉玻璃等，則較佳。

於封裝基底部54與蓋體56之接合時係進行使用焊料58之焊接。於蓋體56為金屬之情形時，若焊料58為低熔點金屬則較佳；於蓋體56為玻璃之情形時，若焊料58為低熔點玻璃則較佳。

關於包含如此之構成構件之本實施形態之振動器50之製造，首先，於封裝基底部54之內部裝載振動片10。若振動片10之裝載係藉由黏接劑64而進行，則較佳。於將振動片10裝載於封裝基底部54之後，使用金線66等進行打線接

合，將振動片安裝端子60與振動片10之輸入輸出端子42、44(參照圖1)電性連接。如此，於結束振動片10之安裝之後，將蓋體56接合於封裝基底部54，從而將開口部密封。

又，以上僅對使基部比振動臂更薄的振動片之形狀進行了說明，但亦可適用於除此以外之振動片之形狀。例如，可如圖7(B)所示般，使用基部未變厚之平板狀之振動片10c。於圖7(B)之例中，於封裝52之內底面設置階差部55，使形成於階差部55上之振動片安裝端子60、與振動片10c之輸入輸出端子42、44(援用圖1所示之平面形態)藉由打線接合而獲得導通，藉由階差部55而於振動片10c與封裝基底部54之間形成空隙。

又，關於封裝基底部54與振動片10c之導通，除打線接合以外，亦可使用金凸塊(Au bump)或導電性黏接劑。

根據如此之構成之振動器50，即便於使封裝52為薄型之情形時，亦不存在振動片10之振動臂16(參照圖1)在彎曲振動時接觸到封裝52之蓋體56之虞。因此，可有助於小型、高性能且可靠性較高之振動器50之製造。再者，於本實施形態之振動器50中，係將封裝基底部54設為箱型，並將蓋體56設為平板狀，但亦可將封裝基底部設為平板狀，並將蓋體設為頂罩(cap)形狀。

接著，參照圖8，對本發明之振盪器之實施形態進行說明。本實施形態之振盪器70係以振動片10、用於使該振動片10振盪之電子零件82、及內部安裝有振動片10與電子零件82之封裝72為基本而構成。

振動片10係採用上述實施形態之振動片10。封裝72係以封裝基底部74與蓋體76為基本而構成。本實施形態之封裝基底部74係，以安裝用之中心基板74a為基點，其上下設有模腔，將上部模腔作為振動片安裝區域75a，將下部模腔作為電子零件安裝區域75b。

於封裝基底部74之振動片安裝區域75a側設置有振動片安裝端子60，於電子零件安裝區域75b側設置有電子零件安裝端子80。又，在接觸於封裝基底部74之底面的部位設置有與電子零件安裝端子80電性連接之外部安裝端子86。再者，關於構成構件、及製造方法，係與上述之振動器50之封裝基底部54相同。又，關於蓋體76，於本實施形態中亦設為如下構成：只要為由金屬或玻璃所構成之平板即可，使用焊料78將封裝基底部74之振動片安裝區域75a密封。

作為電子零件82，例如只要為設有振盪電路之IC(Integration Circuit，積體電路)等即可，若係由使用凸塊84之倒裝晶片接合等而安裝於電子零件安裝端子80，則較佳。

如此之構成之振盪器70亦與振動器50同樣地，即便安裝於薄型之封裝72，亦不存在振動臂16(參照圖1)在彎曲振動時接觸到封裝72之蓋體76之虞。因此，可有助於小型、高性能且可靠性較高之振盪器70之製造。

又，圖8中係設為於一個封裝內裝載有振動片與電子零件之構造，但亦可將振動片與電子零件分別封裝，亦可不

安裝於封裝內而是將振動片與電子零件直接安裝於印刷基板上。

作為本發明之電子機器之一例，可列舉圖9所示之行動電話100、或圖10所示之個人電腦200等。上述任一情形時之特徵均在於：將上述實施形態中所示之振動片10、振動器50、或振盪器70作為時脈源或信號之調變或解調時所使用的局部振盪器而裝載。因具有如此之特徵，故可適應於電子機器之小型化、薄型化。又，即便於已進行小型化之情形時，亦可實現與電子機器之功能匹配之通信等之高精度化。

【圖式簡單說明】

圖1(A)~(C)係表示實施形態之振動片之構成之三面圖。

圖2係表示實施形態之振動片之構成之分解立體圖。

圖3(A)~(F)係用以說明實施形態之振動片之製造步驟之圖。

圖4係表示製膜時之濺鍍氣壓與成膜後之膜內之殘留應力的關係之圖。

圖5係實施形態之振動片之側視圖，且係表示使積層構造體形成於基板之第2面側之情形之例的圖。

圖6係實施形態之振動片之側視圖，且係表示於基板之第1面側形成積層構造體、於第2面側形成應力調整膜之情形之例的圖。

圖7(A)係表示安裝有實施形態之振動片之振動器的圖，圖7(B)係表示安裝有形成為平板狀之振動片之振動器之構

成的圖。

圖8係表示安裝有實施形態之振動片、及設有使該振動片振盪之電路之電子零件的振盪器之構成的圖。

圖9係表示作為裝載有實施形態之振動器或振盪器中之至少一者的電子機器之一例的行動電話之圖。

圖10係表示作為裝載有實施形態之振動器或振盪器中之至少一者的電子機器之一例的個人電腦之圖。

【主要元件符號說明】

10、10a、10b、10c	振動片
12	基板
12a	素板
12b	薄壁部
14	基部
14a	安裝面
15	主表面
16(16a~16c)	振動臂
17a	第1面
17b	第2面
20、20a	第1電極
22(22a~22c)	第1層激振電極
24、26	第1層取出電極
28、28a	壓電體層
30(30a~30c)	激振電極被覆部
32	取出電極被覆部

34、36	開口部
38、38a	第2電極
40(40a~40c)	第2層激振電極
42、44	輸入輸出電極
46、48	第2層取出電極
49	應力調整膜
50	振動器
52、72	封裝
54、74	封裝基底部
55	階差部
56、76	蓋體
58、78	焊料
60	振動片安裝端子
62、86	外部安裝端子
64	黏接劑
66	金線
70	振盪器
75a	振動片安裝區域
75b	電子零件安裝區域
80	電子零件安裝端子
82	電子零件
84	凸塊
100	行動電話
200	個人電腦
300、310	虛擬水平面

七、申請專利範圍：

104年1月27日修正替換頁

1. 一種振動片，其特徵在於包含：

基部，其具有安裝面；

振動臂，其自上述基部延設，具有第1面及與該第1面相反之位於上述安裝面側之第2面，並於上述第1面及上述第2面之法線方向上形成彎曲振動；及

積層構造體，其設置於上述振動臂之上述第1面及上述第2面中之至少一者上，且至少包含第1金屬層、第2金屬層、及配置於上述第1金屬層與上述第2金屬層之間的壓電體層；且

於未彎曲振動之情形時，上述振動臂係向上述安裝面側翹曲。

2. 如請求項1之振動片，其中於將上述振動臂之長度設為L，將上述振動臂之厚度設為t，將上述振動臂之楊氏模數設為 E_s ，將上述振動臂之蒲松比設為 ν_s ，將上述壓電體層之厚度設為d，將上述壓電體層之殘留應力設為 σ 時，上述振動臂之翹曲量 δ 係由

$$\delta = \frac{3L^2(1-\nu_s)d}{E_s t^2} \sigma$$

獲得。

3. 如請求項1或2之振動片，其中上述基部之厚度比上述振動臂之厚度更厚。

4. 如請求項3之振動片，其中

上述基部具有與上述安裝面相向之主表面，

上述振動臂係於上述安裝面與上述主表面之間的範圍內形成上述彎曲振動。

5. 如請求項1或2之振動片，其中上述壓電體層係設置於上述第1面及上述第2面該兩者上。
6. 一種振動片之製造方法，該振動片包含：基部，其具有安裝面；振動臂，其自上述基部延設；及積層構造體，其設置於上述振動臂上，且至少包含第1金屬層、第2金屬層、及配置於上述第1金屬層與上述第2金屬層之間的壓電體層；該振動片之製造方法之特徵在於：

上述振動臂具有第1面、及與該第1面相反之位於上述安裝面側之第2面，

上述積層構造體係形成於上述第1面側，

上述第1金屬層、上述第2金屬層、及上述壓電體層中之至少一者係於上述振動臂未彎曲振動之情形時，以殘留壓縮應力之方式而成膜。

7. 一種振動片之製造方法，該振動片包含：基部，其具有安裝面；振動臂，其自上述基部延設；及積層構造體，其設置於上述振動臂上，且至少包含第1金屬層、第2金屬層、及配置於上述第1金屬層與上述第2金屬層之間的壓電體層；該振動片之製造方法之特徵在於：

上述振動臂具有第1面、及與該第1面相反之且位於上述安裝面側之第2面，

上述積層構造體形成於上述第2面側，

上述第1金屬層、上述第2金屬層、及上述壓電體層中

之至少一者係於上述振動臂未彎曲振動之情形時，以殘留拉伸應力之方式而成膜。

8. 一種振動器，其特徵在於包含：如請求項1至5中任一項之振動片；及

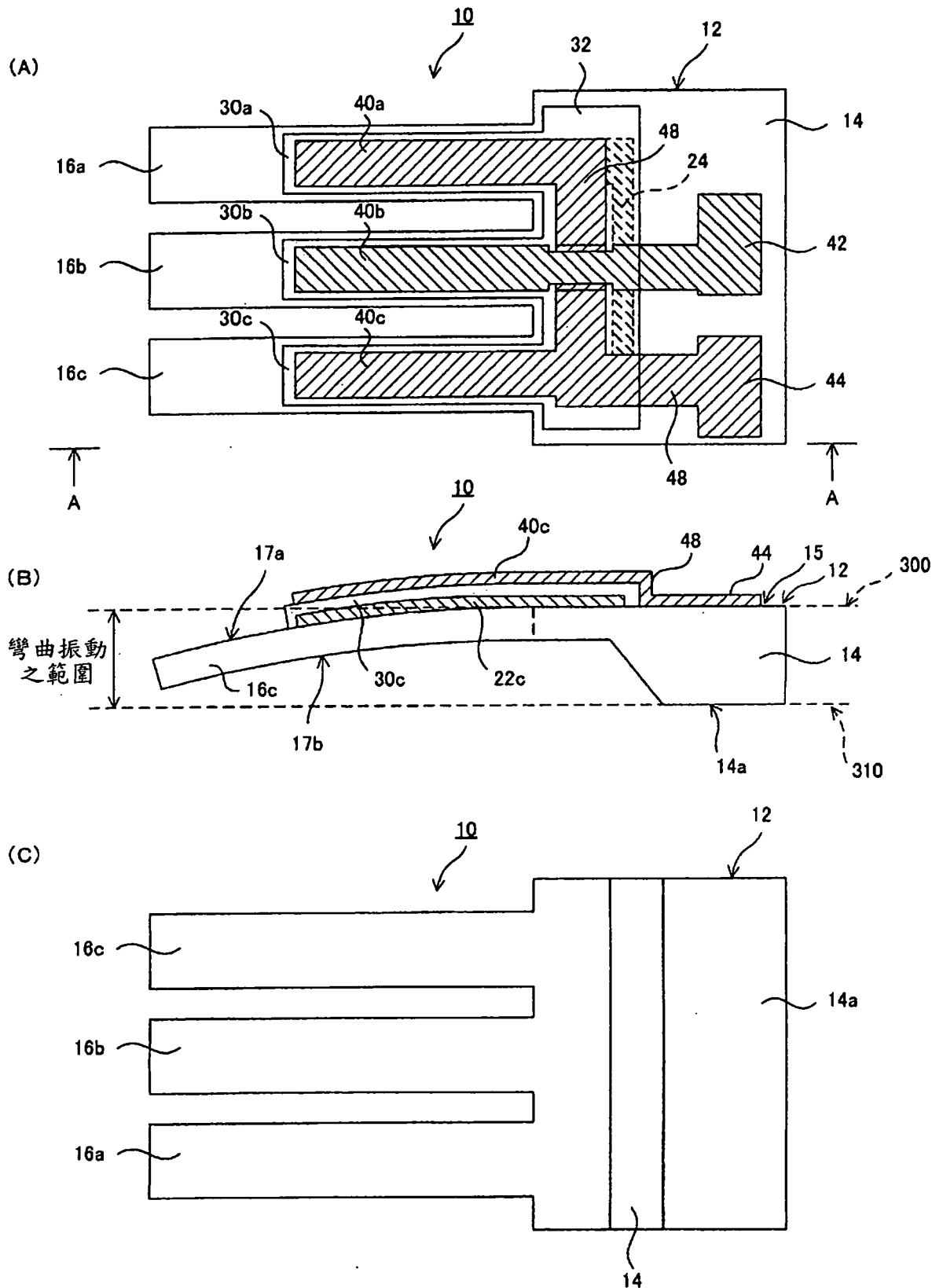
封裝，其內部安裝有上述振動片。

9. 一種振盪器，其特徵在於包含：如請求項1至5中任一項之振動片；及

電子零件，其驅動上述振動片。

10. 一種電子機器，其特徵在於：裝載有如請求項1至5中任一項之振動片。

八、圖式：



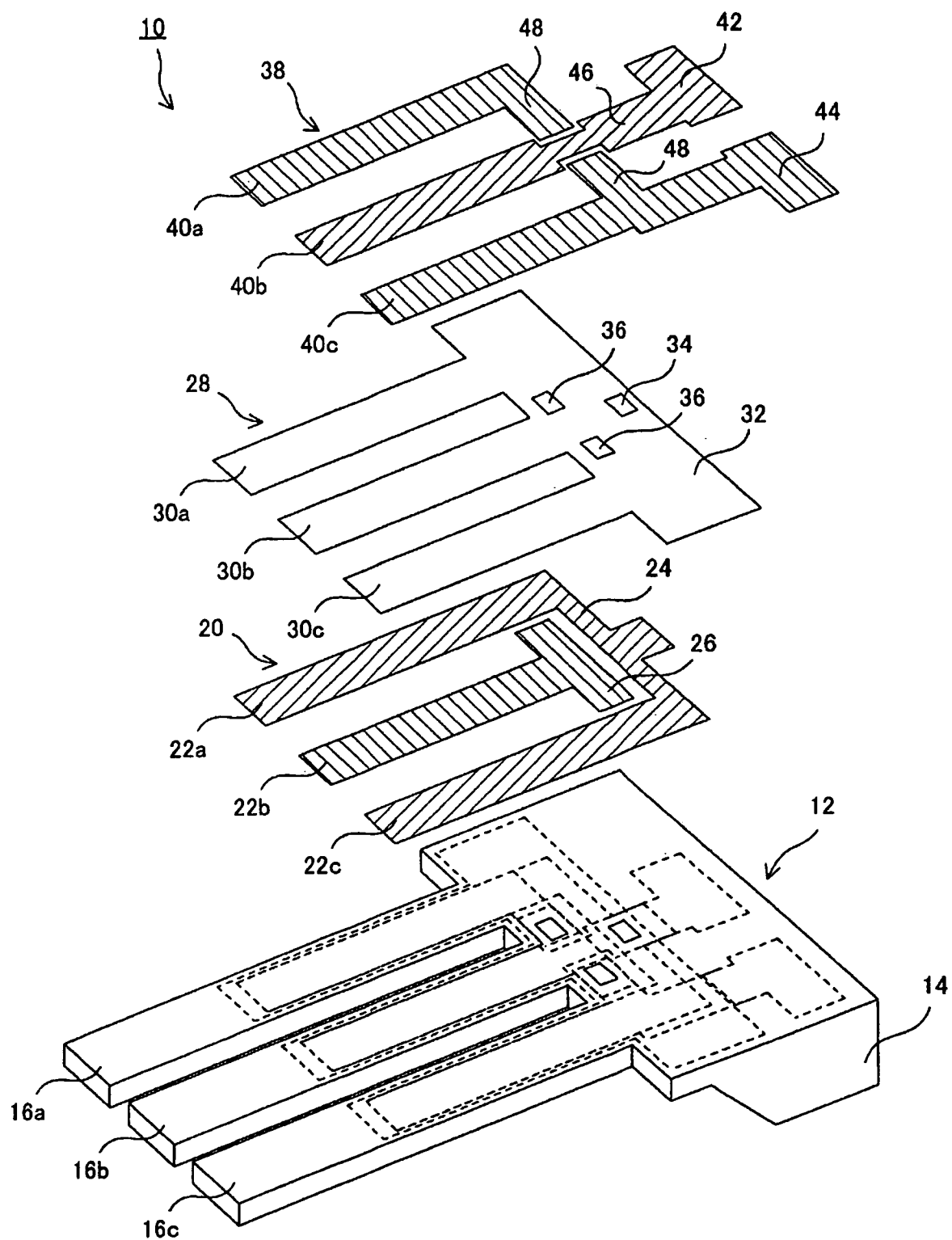


圖2

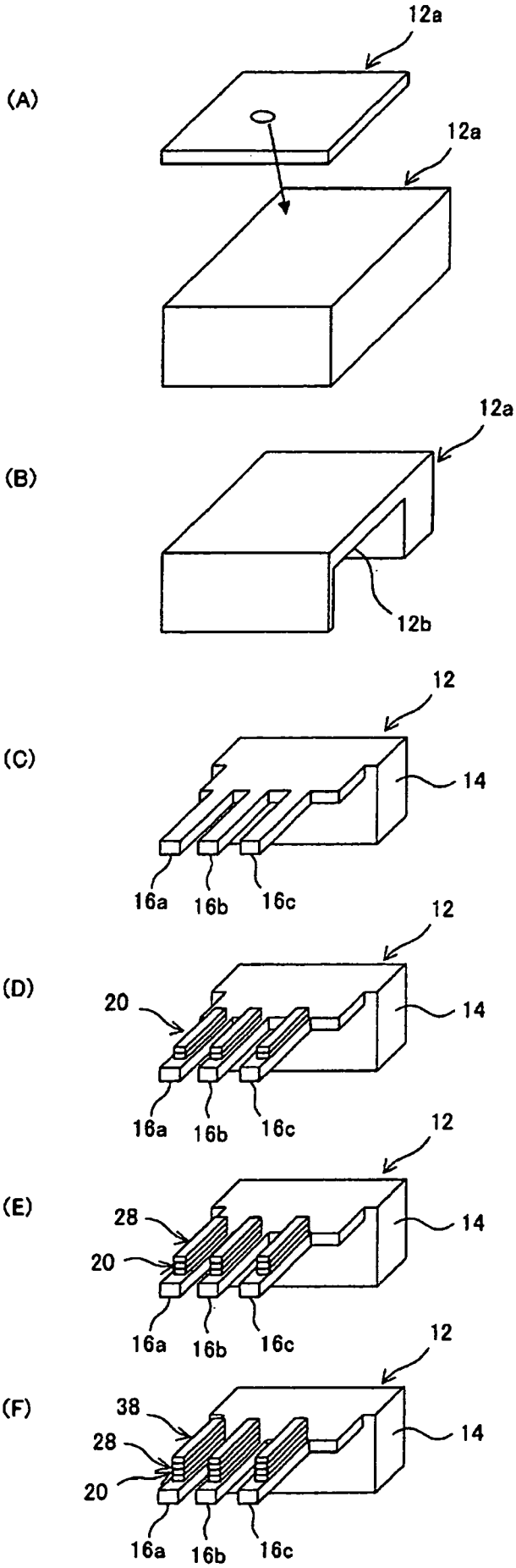


圖3

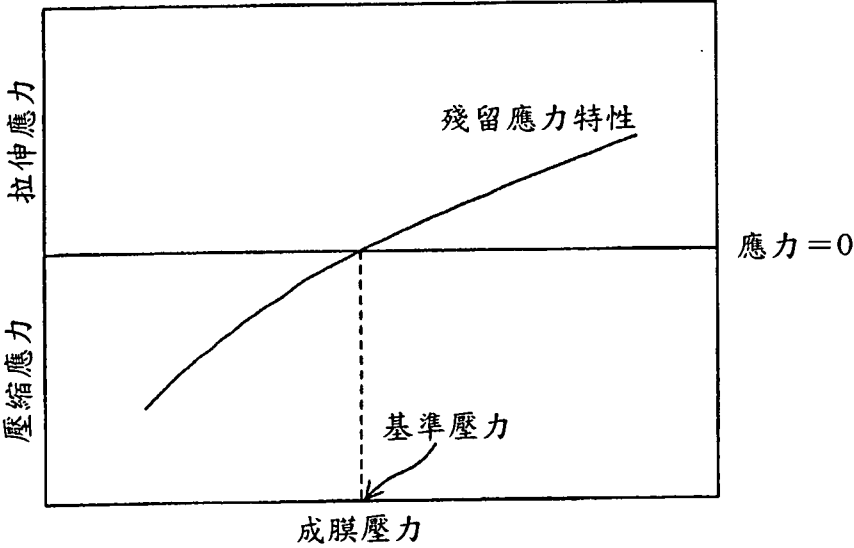


圖4

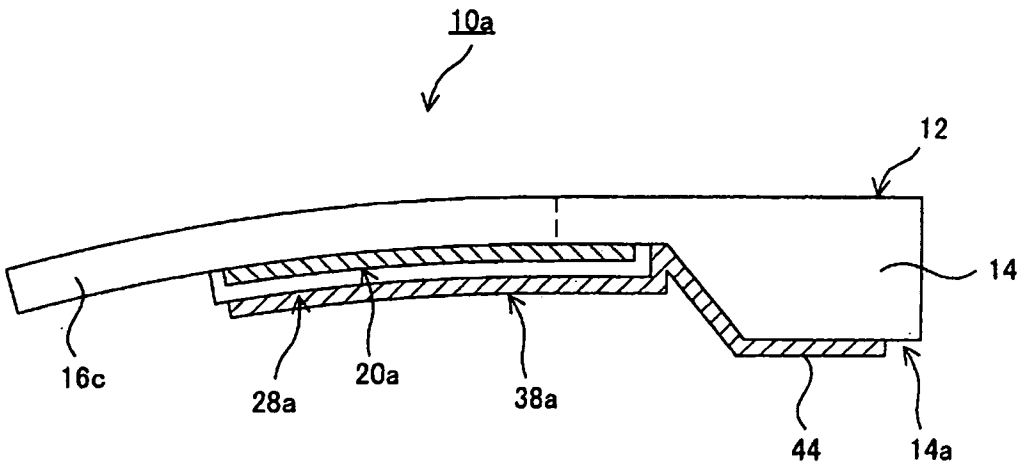


圖5

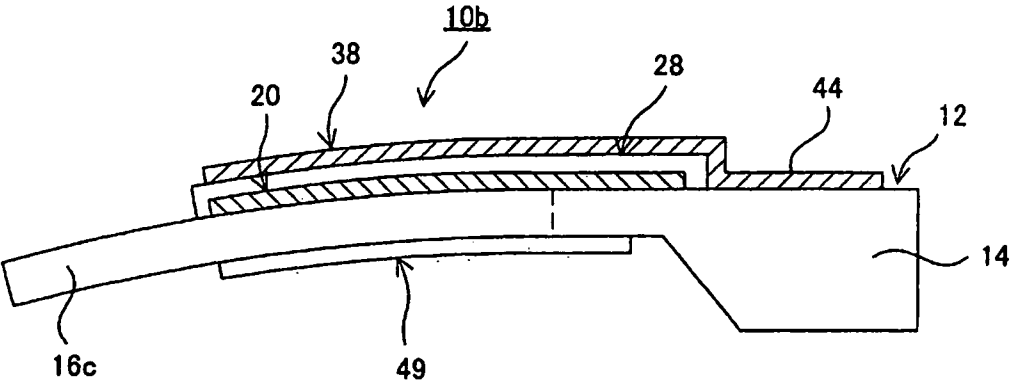


圖6

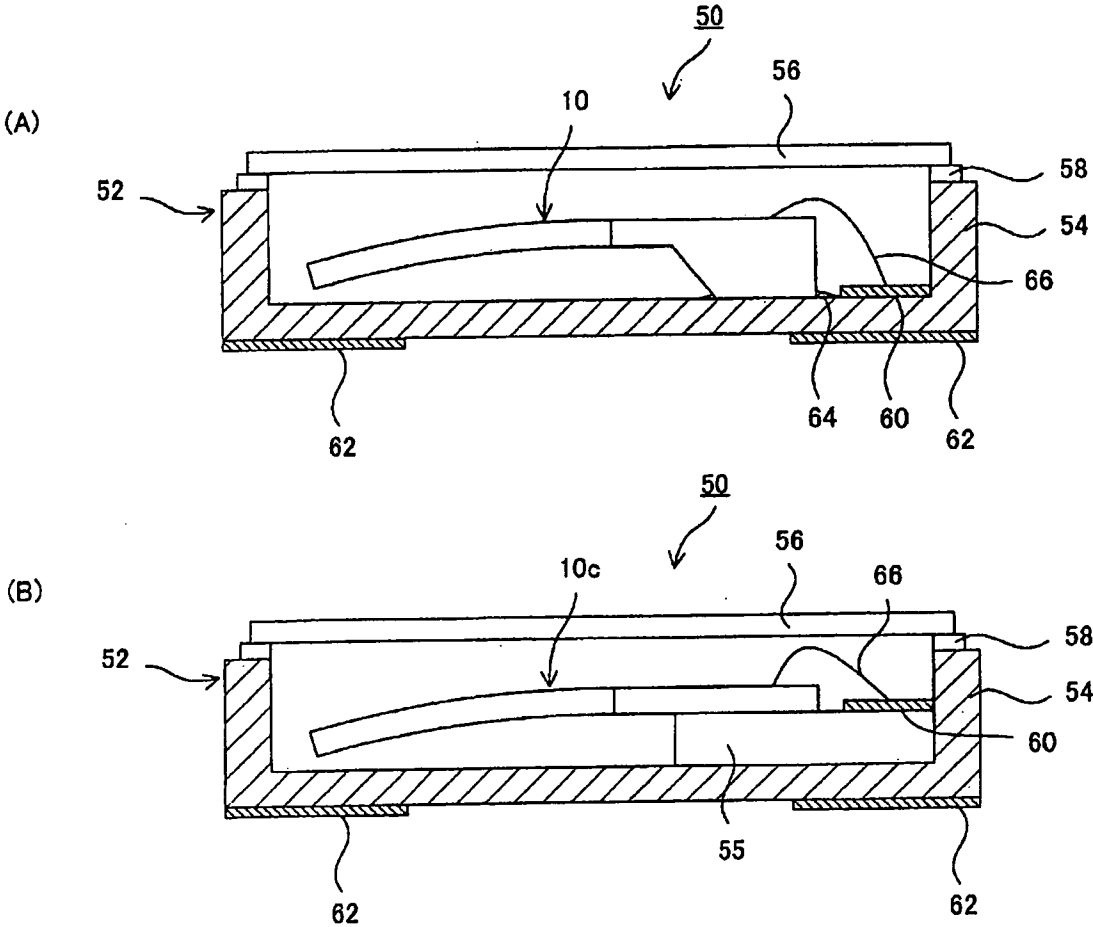


圖 7

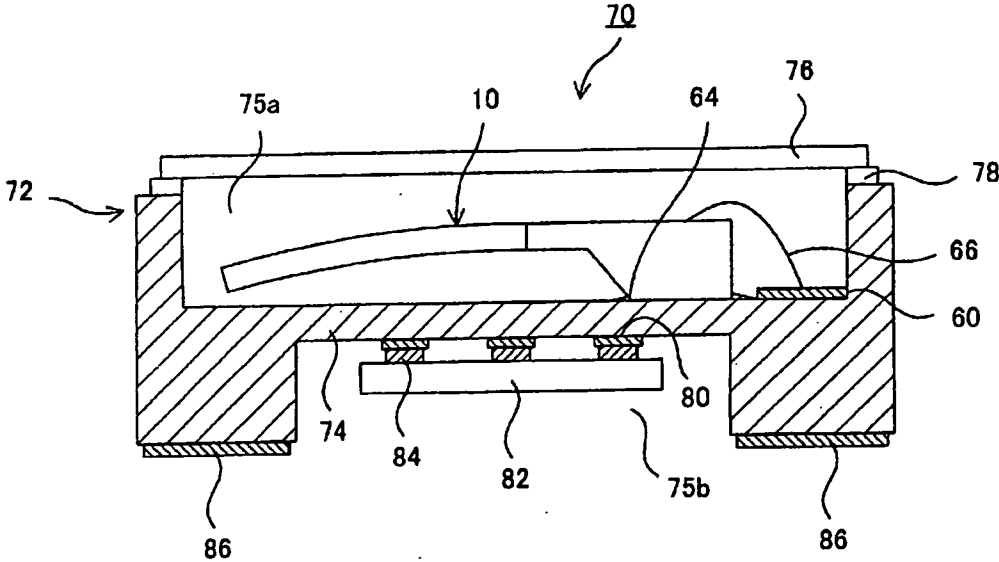


圖 8

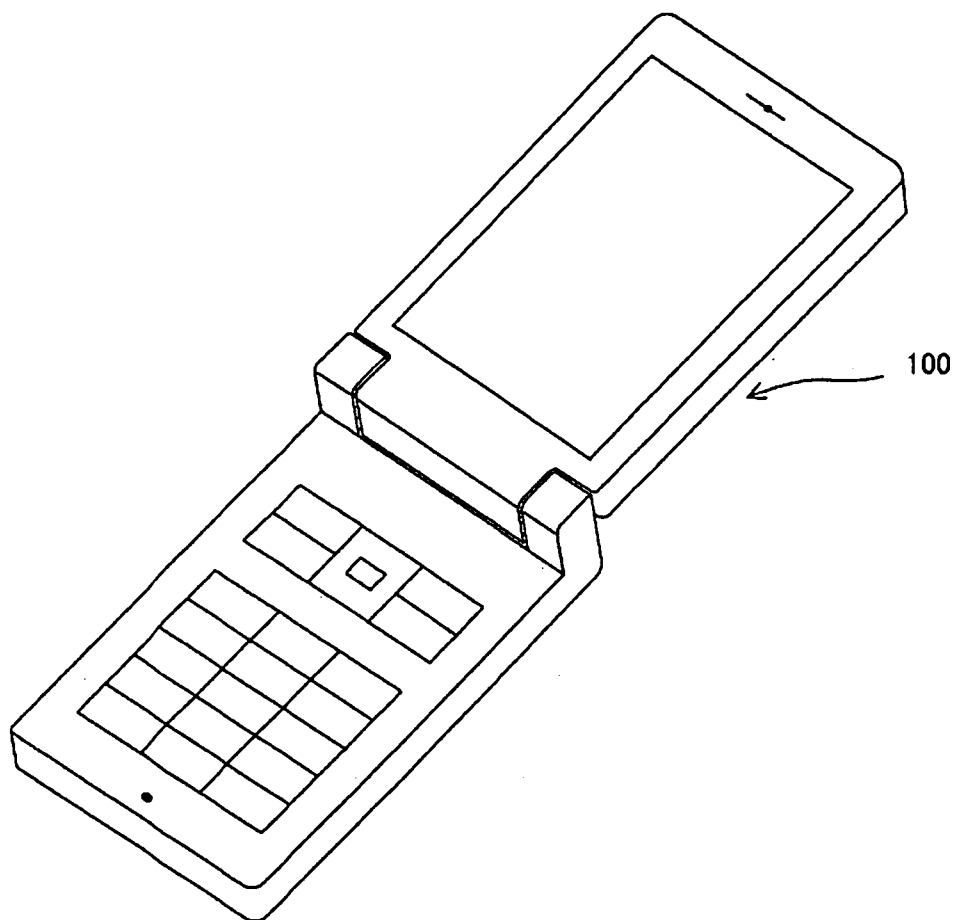


圖 9

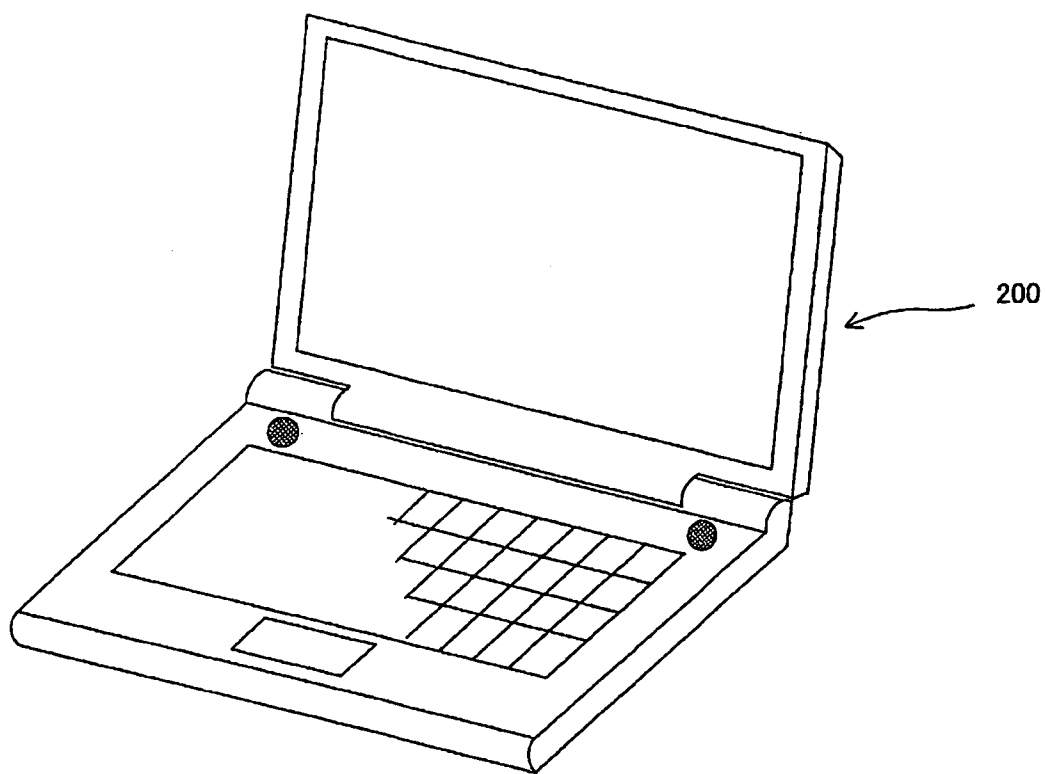


圖 10