



(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 I496415 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 11 日

(21) 申請案號：098105460

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 20 日

(51) Int. Cl. : **H03H9/15 (2006.01)****H03H3/02 (2006.01)****H03B5/32 (2006.01)**

(30) 優先權：2008/02/26 日本

2008-044388

(71) 申請人：精工電子水晶科技股份有限公司 (日本) SII CRYSTAL TECHNOLOGY INC. (JP)  
日本

(72) 發明人：杉山剛 SUGIYAMA, TAKESHI (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

TW 567664

US 6439051B2

US 7043986B2

US 7126262B2

US 20050140252A1

審查人員：蘇齊賢

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：40 共 84 頁

(54) 名稱

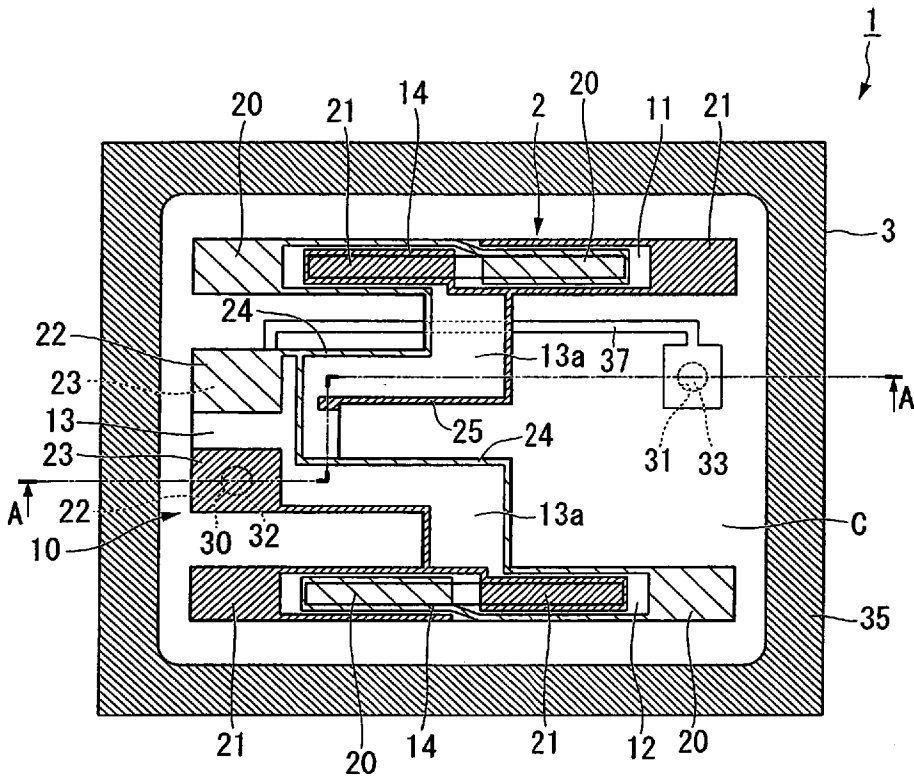
壓電振動片，壓電振動子，振盪器，電子機器及電波時鐘以及壓電振動片的製造方法

(57) 摘要

本發明的課題是可在確保剛好能夠充分降低振動洩漏的基部長度之下，縮短全長來謀求小型化。

提供一種壓電振動片 2，其特徵係具備：壓電板(10)，其係具備：從基端往前端延伸於一方向的狀態下互相平行配置之一對的振動腕部(11、12)、及具有在從基端往前端的途中位置分別連接至一對的振動腕部的連接部(13a)，經由該連接部來一體支撐一對的振動腕部之基部(13)；激發電極(20、21)，其係分別形成於一對的振動腕部的外表面上，在被施加驅動電壓時使一對的振動腕部振動；及一對的安裝電極(22、23)，其係形成於基部的外表面上，對一對的激發電極分別電性連接，以基部的至少一部分能夠夾於一對的振動腕部之間的方式配置。

圖2



- C . . . 空腔
- 1 . . . 壓電振動子
- 2 . . . 壓電振動片
- 3 . . . 基底基板
- 10 . . . 壓電板
- 11、12 . . . 振動腕部
- 13 . . . 基部
- 13a . . . 連接部
- 14 . . . 溝部
- 20、21 . . . 激發電極
- 22、23 . . . 安裝電極
- 24、25 . . . 拉出電極
- 30、31 . . . 通孔
- 32、33 . . . 貫通電極
- 35 . . . 接合膜
- 37 . . . 繞拉電極
- A . . . 線
- C . . . 空腔

773596

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98105460

※申請日：98年02月20日

※IPC分類：H03H 9/5 (2006.01)  
 H03H 3/02 (2006.01)  
 H03B 5/32 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

壓電振動片，壓電振動子，振盪器，電子機器及電波時鐘以及壓電振動片的製造方法

## 二、中文發明摘要：

本發明的課題是可在確保剛好能夠充分降低振動洩漏的基部長度之下，縮短全長來謀求小型化。

提供一種壓電振動片2，其特徵係具備：

壓電板(10)，其係具備：從基端往前端延伸於一方向的狀態下互相平行配置之一對的振動腕部(11、12)、及具有在從基端往前端的途中位置分別連接至一對的振動腕部的連接部(13a)，經由該連接部來一體支撐一對的振動腕部之基部(13)；

激發電極(20、21)，其係分別形成於一對的振動腕部的外表面上，在被施加驅動電壓時使一對的振動腕部振動；及

一對的安裝電極(22、23)，其係形成於基部的外表面上，對一對的激發電極分別電性連接，

以基部的至少一部分能夠夾於一對的振動腕部之間的方式配置。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

C：空腔

1：壓電振動子

2：壓電振動片

3：基底基板

10：壓電板

11、12：振動腕部

13：基部

13a：連接部

14：溝部

20、21：激發電極

22、23：安裝電極

24、25：拉出電極

30、31：通孔

32、33：貫通電極

35：接合膜

37：繞拉電極

A：線

C：空腔

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】

本發明是有關由水晶或鉬酸鋰等的壓電材料所構成的壓電振動片、具有該壓電振動片的壓電振動子、具有該壓電振動子的振盪器、電子機器及電波時鐘以及壓電振動片的製造方法。

### 【先前技術】

近年來，在行動電話或攜帶型資訊終端機器中是使用利用水晶等的壓電振動子作為時刻源或控制訊號的時序源、參考訊號源等。此種的壓電振動子有各式各樣者被提供，其一有壓電振動片被密封於圓筒狀的外箱內之圓筒狀封裝(cylinder package)型態的壓電振動子為人所知。

如圖 40 所示，此壓電振動子 200 是具備：音叉型的壓電振動片 201、在內部收納壓電振動片 201 的有底圓筒狀的外箱 202、及使壓電振動片 201 密閉於外箱 202 內的氣密端子 203。

壓電振動片 201 是由各種的壓電材料所形成的音叉型的振動片，具有壓電板 212 及形成於該壓電板 212 的外表面上的電極（未圖示），該壓電板 212 是以平行配置的一對振動腕部 210 及被一體固定於該一對振動腕部 210 的基端側的基部 211 所構成。

另外，電極是以激發電極及安裝電極所構成，該激發電極是形成於一對的振動腕部 210 的外表面上，使該等振

動腕部 210 振動，該安裝電極是形成於基部 211 的外表面上，經由拉出電極來電性連接至激發電極。

氣密端子 203 是以環狀的套筒 215、2 根的導線端子 216 及充填材 217 所構成，該環狀的套筒 215 是以金屬材料所形成，該 2 根的導線端子 216 是以能夠貫通該套筒 215 的方式配置，該充填材 217 是在絕緣狀態下一體固定該導線端子 216 及套筒 215，且使外箱 202 內密封。

2 根的導線端子 216 是突出至外箱 202 內而支撐壓電板 212 的同時被連接至安裝電極的部分為形成內引線 216a，突出至外箱 202 外的部分為形成外導線 216b。然後，此外導線 216b 可形成具有作為外部連接端子的功能。

又，外箱 202 是對套筒 215 的外周壓入而嵌合固定。此外箱 202 的壓入是在真空環境下進行，因此外箱 202 內之包圍壓電振動片 201 的空間是在保持於真空的狀態下密閉。

如此構成的壓電振動子 200 是一旦對 2 根的導線端子 216 的外導線 216b 分別施加驅動電壓，則電流會從內引線 216a 經由安裝電極來流至壓電振動片 201。藉此，壓電振動片 201 會以預定的頻率來振盪。

可是，近年來，如以行動電話機等為代表那樣，內藏壓電振動子的各種電子機器的小型化持續進展。因此，有關壓電振動子也被要求更小型化。

特別是將壓電振動片收納於基底基板與蓋體基板之間的封裝型態(玻璃封裝或陶瓷封裝等)的表面安裝型壓電振

動子、或安裝面積比該型態的壓電振動子更大之模製型態的表面安裝型壓電振動子(以樹脂來模製上述圓筒狀封裝型態的壓電振動子者)中，爲了達成小型化，而縮短全長是有效的。這是因爲藉由縮短全長，可縮小安裝面積，比較容易達成小型化。

於是，有關音叉型的壓電振動片也是有要求藉由縮短全長來實現小型化。

可是，爲了縮短音叉型的壓電振動片的全長，雖縮短振動腕部的長度或基部的長度有效，然而，音叉型的壓電振動片的頻率  $F$  是若將振動腕部的長度設爲  $L$ ，將振動腕部的寬度設爲  $W$ ，則比例成  $W/L^2$ 。因此，在縮短振動腕部的長度時，爲了保持相同的頻率  $F$ ，除了振動腕部的長度以外，振動腕部的寬度也需要縮小。因此，加工上無論如何也有限，藉由振動腕部的長度來謀求壓電振動片的小型化是有限的。

另外，爲了使  $CI$  值(Crystal Impedance)降低來抑制振動損失，例如有在振動腕部的兩面形成溝部來成爲剖面  $H$  型的振動腕部者爲人所知。若根據此方法，則與未形成溝部的時作比較，雖可縮小振動腕部的寬度的減少率，但並非是那麼有效達成壓電振動片的更小型化的方法。

另一方面，雖藉由縮短基部的長度，可縮短音叉型的壓電振動片的全長，但會產生下記的不良情形。

亦即，一旦縮短基部的長度，則振動腕部的振動容易形成不安定，通過基部產生振動洩漏(振動能量的洩漏)，

恐有 CI 值形成不安定之虞。

於是，提案在基部形成切入部，作為降低振動洩漏的對策(參照專利文獻 1)。

[專利文獻 1]特開 2002-261575 號公報

### 【發明內容】

(發明所欲解決的課題)

然而，在基部形成切入部時，相較於未形成切入部時，雖可降低振動洩漏，但若相較於基部的長度長時，則為產生多的振動洩漏者。因此，縮短基部的長度，現實上不能想像是有效的。

本發明是考量如此的情事而研發者，其目的是在於提供一種可在確保剛好能夠充分降低振動洩漏的基部長度之下，縮短全長來謀求小型化之壓電振動片、製造該壓電振動片的壓電振動片的製造方法。

更提供一種具有上述壓電振動片的壓電振動子、具有該壓電振動子的振盪器、電子機器及電波時鐘。

(用以解決課題的手段)

為了解決上述課題，本發明提供以下的手段。

本發明之壓電振動片的特徵係具備：

壓電板，其係具備：從基端往前端延伸於一方向的狀態下互相平行配置之一對的振動腕部、及具有在從基端往前端的途中位置分別連接至一對的振動腕部的連接部，經

由該連接部來一體支撐一對的振動腕部之基部；

激發電極，其係分別形成於上述一對的振動腕部的外表面上，在被施加驅動電壓時使一對的振動腕部振動；及一對的安裝電極，其係形成於上述基部的外表面上，對上述一對的激發電極分別電性連接，

上述基部係配置成至少一部分會被夾於上述一對的振動腕部之間。

又，本發明之壓電振動片的製造方法，係利用由壓電材料所構成的晶圓來一次製造複數個壓電振動片，其特徵為具備：

外形形成工程，其係藉由光微影技術來蝕刻上述晶圓，而於該晶圓形成複數的壓電板的外形形狀，該壓電板係具有：從基端往前端延伸於一方向的狀態下互相平行配置之一對的振動腕部、及經由在從基端往前端的途中位置分別連接至一對的振動腕部的連接部來一體支撐一對的振動腕部之基部；

電極形成工程，其係於複數的上述壓電板的外表面上使電極膜圖案化，將在被施加驅動電壓時使上述一對的振動腕部振動之激發電極形成於一對的振動腕部的外表面上，且將對一對的激發電極分別電性連接之一對的安裝電極形成於上述基部的外表面上；及

切斷工程，其係從上述晶圓切離複數的上述壓電板，而小片化，

在上述外形形成工程時，以至少上述基部的一部分能

夠被夾於上述一對的振動腕部之間的方式來形成上述壓電板的外形形狀。

在此發明的壓電振動片及壓電振動片的製造方法中，首先，進行外形形成工程，其係藉由光微影技術來蝕刻由水晶等的壓電材料所構成的晶圓，而於晶圓形成複數的壓電板的外形形狀。此時，以能夠以一對的振動腕部及基部來構成壓電板的方式形成外形形狀，該一對的振動腕部係互相平行配置，該基部係經由在從基端往前端的途中位置分別連接至一對的振動腕部的連接部來一體支撐一對的振動腕部。特別是形成在一對的振動腕部之間，至少基部的一部分會被夾入。

其次，進行電極形成工程，其係於該等複數的壓電板的外表面上使電極膜圖案化，形成一對的激發電極及一對的安裝電極。此時，以能夠在一對的振動腕部的外表面上形成一對的激發電極，在基部的外表面上形成一對的安裝電極之方式進行圖案化。

然後，進行切斷工程，其係從晶圓切離複數的壓電板，而小片化。藉此，可由 1 片的晶圓來一次製造複數個音叉型的壓電振動片。

特別是與支撐一對的振動腕部的基部與以往支撐振動腕部的基端側有所不同，是經由連接部來支撐振動腕部的途中位置。而且，基部是配置成至少一部分夾於一對的振動腕部之間。因此，剛好夾於一對的振動腕部之間的基部的長度部分，可縮短全體的長度。

亦即，因為以往是基部為支撐一對的振動腕部的基端側，所以積算振動腕部的長度與基部的長度的數值為全體的長度。然而，如上述般，至少基部的一部分為配置成夾於一對的振動腕部之間，所以即使基部的長度與以往相同，還是可縮短全體的長度。

其結果，可縮短壓電振動片的全長來謀求小型化。而且，不必縮短基部的長度，因此可維持充分降低振動洩漏的狀態。

如此，可在確保剛好能夠充分降低振動洩漏的基部長度之下，縮短全長來謀求小型化。

又，本發明的壓電振動片，係於上述本發明的壓電振動片中，上述連接部係被連接至長度方向的上述振動腕部的重心位置。

又，本發明的壓電振動片的製造方法，係於上述本發明的壓電振動片的製造方法中，在上述外形形成工程時，以上述連接部能夠連接至長度方向的上述振動腕部的重心位置之方式來形成上述壓電板的外形形狀。

在此發明的壓電振動片及壓電振動片的製造方法中，由於基部是經由連接部來支撐長度方向的振動腕部的重心位置，因此在使一對的振動腕部振動時，會以連接部為中心，在基端側與前端側，搖晃會形成均等，無移動地安定振動。因此，可長期性持續維持安定的振動狀態，可謀求高性能化。

又，本發明的壓電振動片，係於上述本發明的壓電振

動片中，上述一對的激發電極係以上述連接部作為境界，以極性在上述振動腕部的基端側與前端側能夠成為相反的方式圖案化。

又，本發明的壓電振動片的製造方法，係於上述本發明的壓電振動片的製造方法中，在上述電極形成工程時，以上述連接部作為境界，以極性在上述振動腕部的基端側與前端側能夠成為相反的方式來形成上述一對的激發電極。

在此發明的壓電振動片及壓電振動片的製造方法中，因為以連接部作為境界，以極性在振動腕部的基端側與前端側能夠形成相反的方式形成一對的激發電極，所以一旦施加驅動電壓，則振動腕部是前端側與基端側會一邊彎曲於相反方向一邊振動。亦即，振動腕部是以連接部作為境界，以彎曲方向形成相反的振動模式來振動。其結果，可分別使一對的振動腕部能以連接部作為基點來旋轉的方式振動。

又，本發明的壓電振動片，係於上述本發明的壓電振動片中，在上述一對的振動腕部，沿著長度方向來分別形成溝部於兩面。

又，本發明的壓電振動片的製造方法，係於上述本發明的壓電振動片的製造方法中，在上述外形形成工程時，在一對的振動腕部的兩面，沿著長度方向來分別形成溝部。

在此發明的壓電振動片及壓電振動片的製造方法中，

因爲在一對的振動腕部的兩面分別形成有溝部，所以在施加驅動電壓時，可提高一對的激發電極間的電場效率。因此，可抑制振動損失，可提高振動特性。因此，可降低 CI 值 (Crystal Impedance) 及共振頻率，可謀求壓電振動片的高性能化。

又，本發明的壓電振動片，係於上述本發明的壓電振動片中，在上述一對的振動腕部，沿著長度方向來形成有貫通兩面的貫通孔。

又，本發明的壓電振動片的製造方法，係於上述本發明的壓電振動片的製造方法中，在上述外形形成工程時，在一對的振動腕部，沿著長度方向來形成貫通兩面的貫通孔。

在此發明的壓電振動片及壓電振動片的製造方法中，因爲在一對的振動腕部分別形成有貫通孔，所以在施加驅動電壓時，所以可將一對的激發電極間的電場效率提高至最大。因此，可更有效地抑制振動損失，可更提升振動特性。因此，可充分降低 CI 值 (Crystal Impedance) 及共振頻率，可謀求壓電振動片的更高性能化。

又，本發明的壓電振動片，係於上述本發明的壓電振動片中，在上述振動腕部的側面，突出於振動腕部的寬度方向的補強部會至少被形成於形成有上述貫通孔的領域。

又，本發明的壓電振動片的製造方法，係於上述本發明的壓電振動片的製造方法中，在上述外形形成工程時，在上述振動腕部的側面，至少在形成有上述貫通孔的領域

形成突出於該振動腕部的寬度方向的補強部。

在此發明的壓電振動片及壓電振動片的製造方法中，因為在振動腕部的側面形成有突出於該振動腕部的寬度方向的補強部，所以即使在振動腕部形成有貫通孔，還是可彌補貫通孔所造成的剛性降低。特別是因為補強部至少形成於形成有貫通孔的領域，所以所以可補強因貫通孔而形成寬度狹窄的部分。因此，不會使產生彎曲或變形等的情形來使一對的振動腕部振動。

又，本發明的壓電振動子的特徵係具有上述本發明的壓電振動片。

在此發明的壓電振動子中，因為具備上述的壓電振動片，所以可比以往更縮短全長來謀求小型化，可對應於小型化的需求。又，由於為振動洩漏會充分地低減的壓電振動片，因此可成為可靠度提升之高品質的壓電振動子。

又，本發明的壓電振動子，係於上述本發明的壓電振動子中，具備：

基底基板，其係將上述壓電振動片安裝於上面；

蓋體基板，其係在將所被安裝的上述壓電振動片收容於空腔內的狀態下接合於上述基底基板；及

一對的外部電極，其係形成於上述基底基板的下面，對所被安裝的上述壓電振動片的一對的安裝電極分別電性連接。

在此發明的壓電振動子中，是在彼此接合的基底基板與蓋體基板之間所形成的空腔內收容壓電振動片。此時，

壓電振動片是在被電性連接至一對的外部電極的狀態下，安裝於基底基板的上面。藉此，在對一對的外部電極施加驅動電壓之下，可對一對的安裝電極施加電壓，因此可使一對的振動腕部振動。

特別是可設為將壓電振動片密閉於空腔內之表面安裝型的封裝型態的壓電振動子，所以可不受塵埃等的影響來使壓電振動片振動，使壓電振動片更能高精度地振動。加上，因為是表面安裝型，所以可容易進行安裝，且安裝後的安定性佳。

又，本發明的壓電振動子，係於上述本發明的壓電振動子中，具備：

外箱，其係將上述壓電振動片收納於內部；及

氣密端子，其係具有：

套筒，其係形成環狀來壓入固定於上述外箱內；

2 根的導線端子，其係於貫通該套筒的狀態下配置，將套筒夾於其間，一端側成為分別電性連接至上述一對的安裝電極的內引線，另一端側成為分別電性連接至外部的導線；及

充填材，其係使該導線端子與上述套筒固定，

使上述外箱內密閉。

在此發明的壓電振動子中，是在藉由氣密端子來密閉的外箱內收納壓電振動片。此時，壓電振動片是在一對的安裝電極分別電性連接至 2 根的導線端子的內引線的狀態下，藉由該導線端子來安裝。藉此，在對 2 根的導線端子

的外導線施加驅動電壓之下，可對一對的安裝電極施加電壓，因此可使一對的振動腕部振動。

特別是可設為將壓電振動片密閉於外箱內之圓筒狀封裝型態的壓電振動子，所以可不受塵埃等的影響來使壓電振動片振動，使壓電振動片更能高精度地振動。

又，本發明的振盪器的特徵為：以上述本發明的壓電振動子作為振盪子來電性連接至積體電路。

又，本發明的電子機器的特徵為：上述本發明的壓電振動子係被電性連接至計時部。

又，本發明的電波時鐘的特徵為：上述本發明的壓電振動子係被電性連接至濾波器部。

在此發明的振盪器、電子機器及電波時鐘中，由於具備上述的壓電振動子，因此同樣可謀求小型化，且可謀求可靠度的提升化及高品質化。

#### [發明的效果]

若根據本發明的壓電振動片及壓電振動片的製造方法，則可在確保剛好能夠充分降低振動洩漏的基部長度之下，縮短全長來謀求小型化。

又，若根據本發明的壓電振動子、振盪器、電子機器及電波時鐘，則由於具備上述的壓電振動片，因此可同樣謀求小型化，且可謀求可靠度的提升化及高品質化。

#### 【實施方式】

以下，參照圖 1~圖 19 來說明本發明之一實施形態。

另外，在本實施形態是舉表面安裝型的玻璃封裝型態的壓電振動子為例來進行說明。

本實施形態的壓電振動子 1 是如圖 1~圖 4 所示，形成以基底基板 3 及蓋體基板 4 來積層成 2 層的箱狀，在內部的空腔 C 內收納有壓電振動片 2 的壓電振動子。

另外，在圖 4 中，為了容易看圖面，而省略後述的激發電極 20、21、拉出電極(extractor electrode)24、25、安裝電極(mount electrode)22、23 的圖示。

如圖 5~7 所示，壓電振動片 2 是具備由水晶、鉍酸鋰或鈮酸鋰等壓電材料所形成的音叉型的壓電板 10。

此壓電板 10 是具備：

一對的振動腕部 11、12，其係從基端往前端延伸於一方向的狀態下互相平行配置；及

具有在從基端往前端的途中位置分別連接至一對振動腕部 11、12 的連接部 13a，經由該連接部 13a 來一體支撐一對的振動腕部 11、12。

一對的振動腕部 11、12 皆是從基端往前端以均等的厚度及寬度來形成，長度方向的中心是形成重心位置 G。而且，連接部 13a 是此重心位置 G 連接至振動腕部 11、12。此連接部 13a 是在途中大致折彎 90 度後連接至基部 13 的前端側。

基部 13 是配置成至少一部分會被夾入一對的振動腕部 11、12 之間。在本實施形態是配置成基部 13 的全體會

被夾入一對的振動腕部 11、12 之間，以設計成基部 13 的基端側不會從振動腕部 11、12 的基端側飛出的情形為例。藉此，壓電振動片 2 的全長是不受基部 13 的長度影響，形成振動腕部 11、12 的長度。

並且，在本實施形態之一對的振動腕部 11、12 的兩面，沿著長度方向分別形成有溝部 14。此溝部 14 是以上述重心位置 G 為中心，形成朝振動腕部 11、12 的基端及前端僅延伸相同的長度。

一對的振動腕部 11、12 是藉由此溝部 14，如圖 7 所示形成剖面 H 型。

在如此形成的壓電板 10 的外表面上，如圖 5~圖 7 所示，藉由電極膜的圖案化來形成有一對的激發電極 20、21 及一對的安裝電極 22、23。一對的激發電極 20、21 是在被施加驅動電壓時，使一對的振動腕部 11、12 振動的電極，在一對的振動腕部 11、12 的外表面上分別被電性切離的狀態下被形成。

具體而言，在振動腕部 11、12 的前端側，一方的激發電極 20 是主要形成於一方的振動腕部 11 的溝部 14 上、及另一方的振動腕部 12 的兩側面上，另一方的激發電極 21 是主要形成於一方的振動腕部 11 的兩側面上、及另一方的振動腕部 12 的溝部 14 上。

而且，本實施形態之一對的激發電極 20、21 是以連接部 13a 作為境界，以極性在振動腕部 11、12 的基端側與前端側會形成相反的方式圖案化。因此，在振動腕部 11

、12 的基端側，一方的激發電極 20 是主要形成於一方的振動腕部 11 的兩側面上、及另一方的振動腕部 12 的溝部 14 上，另一方的激發電極 21 是主要形成於一方的振動腕部 11 的溝部 14 上、及另一方的振動腕部 12 的兩側面上。

一對的安裝電極 22、23 是形成於基部 13 的外表面上，經由主要形成於連接部 13a 的外表面上的拉出電極 24、25 來分別電性連接至一對的激發電極 20、21。然後，一對的激發電極 20、21 可經由此安裝電極 22、23 來施加驅動電壓。

另外，上述激發電極 20、21、拉出電極 24、25 及安裝電極 22、23 是例如鉻 (Cr) 與金 (Au) 的積層膜，以和水晶密合性佳的鉻膜作為底層來成膜後，在表面施以金的薄膜者。但，並非限於此情況，例如即使在鉻與鎳鉻 (NiCr) 的積層膜的表面更積層金的薄膜也無妨，或為鉻、鎳、鋁 (Al) 或鈦 (Ti) 等的單層膜也無妨。

另外，在一對的振動腕部 11、12 的前端形成有用以進行調整 (頻率調整) 之未圖示的重疊金屬膜 (由粗調膜及微調膜所構成)，使本身的振動狀態能夠在預定的頻率範圍內振動。利用此重疊金屬膜來進行頻率調整下，可將一對的振動腕部 11、12 的頻率收於裝置的標稱頻率的範圍內。

如此構成的壓電振動片 2 是如圖 2~4 所示，利用金等的凸塊 B 在基底基板 3 的上面藉由凸塊接合來安裝。更

具體而言，在基底基板 3 的上面被圖案化的後述繞拉電極 36、37 上所形成的 2 個凸塊 B 上，一對的安裝電極 22、23 分別接觸的狀態下凸塊接合。藉此，壓電振動片 2 是在從基底基板 3 的上面浮起的狀態下被支撐，且安裝電極 22、23 與繞拉電極 36、37 分別形成電性連接的狀態。

上述蓋體基板 4 是由玻璃材料、例如鈉鈣玻璃所構成的透明絕緣基板，如圖 1、圖 3 及圖 4 所示，形成板狀。然後，在接合基底基板 3 的接合面側形成有容納壓電振動片 2 之矩形狀的凹部 4a。此凹部 4a 是在兩基板 3、4 疊合時，收容壓電振動片 2 之形成空腔 C 的空腔用凹部。而且，蓋體基板 4 是使該凹部 4a 對向於基底基板 3 側的狀態下對基底基板 3 陽極接合。

上述基底基板 3 是與蓋體基板 4 同樣地由玻璃材料、例如鈉鈣玻璃所構成的透明絕緣基板，如圖 1~圖 4 所示，以可對蓋體基板 4 重疊的大小來形成板狀。

在此基底基板 3 形成有貫通該基底基板 3 的一對通孔 30、31。此時，一對的通孔 30、31 是以能夠收於空腔 C 內的方式形成。更詳細說明，是形成一方的通孔 30 會位於所被安裝的壓電振動片 2 的基部 13 側，另一方的通孔 31 會位於振動腕部 11、12 的前端側。

並且，在本實施形態是舉筆直貫通基底基板 3 的通孔 30、31 為例來進行說明，但並非限於此情況，即使是朝基底基板 3 的下面漸縮徑的剖面錐狀的通孔也無妨。無論如何只要貫通基底基板 3 即可。

然後，在該等一對的通孔 30、31 中形成有以能夠填埋該通孔 30、31 的方式形成的一對貫通電極 32、33。此貫通電極 32、33 是擔負將通孔 30、31 完全阻塞而維持空腔 C 內的氣密的同時，使後述的外部電極 38、39 與繞拉電極 36、37 導通的任務。

在基底基板 3 的上面側(接合有蓋體基板 4 的接合面側)，藉由導電性材料(例如鋁)來使陽極接合用的接合膜 35、及一對的繞拉電極 36、37 圖案化。其中接合膜 35 是以能夠包圍形成於蓋體基板 4 的凹部 4a 的周圍之方式沿著基底基板 3 的周緣來形成。

並且，一對的繞拉電極 36、37 是被圖案化成可電性連接一對的貫通電極 32、33 中一方的貫通電極 32 與壓電振動片 2 的一方的安裝電極 22，及電性連接另一方的貫通電極 33 與壓電振動片 2 的另一方的安裝電極 23。

若更詳細說明，則如圖 2~圖 4 所示，一方的繞拉電極 36 是以能夠位於壓電振動片 2 的基部 13 的正下方之方式形成於一方的貫通電極 32 的正上方。又，另一方的繞拉電極 37 是從鄰接於一方的繞拉電極 36 的位置來沿著振動腕部 11、12 而被繞拉至該振動腕部 11、12 的前端側之後，以能夠位於另一方的貫通電極 33 的正上方之方式形成。

然後，在該等一對的繞拉電極 36、37 上分別形成有凸塊 B，利用此凸塊 B 來安裝壓電振動片 2。藉此，壓電振動片 2 的一方的安裝電極 22 可經由一方的繞拉電極 36

來導通至一方的貫通電極 32，另一方的安裝電極 23 可經由另一方的繞拉電極 37 來導通至另一方的貫通電極 33。

並且，在基底基板 3 下面，如圖 1、圖 3 及圖 4 所示，形成有對於一對的貫通電極 32、33 分別電性連接的外部電極 38、39。亦即，一方的外部電極 38 是經由一方的貫通電極 32 及一方的繞拉電極 36 來電性連接至壓電振動片 2 的一方的安裝電極 22。又，另一方的外部電極 39 是經由另一方的貫通電極 33 及另一方的繞拉電極 37 來電性連接至壓電振動片 2 的另一方的安裝電極 23。

其次，一邊參照圖 8 及圖 9 所示的流程圖，一邊在以下說明有關上述壓電振動片 2 及壓電振動子 1 的製造方法。

首先，進行壓電振動片製造工程 (S10)，其係利用由壓電材料所構成的晶圓 S 來一次製造複數個圖 5~圖 7 所示的壓電振動片 2。

在進行此工程時，首先準備一拋光 (polishing) 終了，高精度加工成預定的厚度之晶圓 S (S11)。其次，進行外形形成工程 (S12)，其係藉由光微影技術來蝕刻晶圓 S，而於該晶圓 S 形成複數的壓電板 10 的外形形狀 (S12)。具體說明有關此工程。

首先，如圖 10 所示，在晶圓 S 的兩面分別形成蝕刻保護膜 40 (S12a)。此蝕刻保護膜 40 是例如將鉻 (Cr) 成膜數  $\mu\text{m}$ 。其次，在蝕刻保護膜 40 上使未圖示的光阻劑膜藉由光微影技術來圖案化。此時，以能夠包圍壓電板 10 的

周圍之方式圖案化，該壓電板 10 是以一對的振動腕部 11、12、及具有連接部 13a 的基部 13 所構成。然後，以該光阻劑膜作為遮罩來進行蝕刻加工，選擇性地除去未被遮罩的蝕刻保護膜 40。然後，在蝕刻加工後除去光阻劑膜。藉此，如圖 11 及圖 12 所示，可使蝕刻保護膜 40 沿著壓電板 10 的外形形狀、亦即一對的振動腕部 11、12、連接部 13a 及基部 13 的外形形狀來圖案化(S12b)。此時，僅該複數的壓電板 10 的數量進行圖案化。

另外，圖 12~圖 15 是表示沿著圖 11 所示的切斷線 C-C 線的剖面圖。

其次，以被圖案化的蝕刻保護膜 40 作為遮罩，分別蝕刻加工晶圓 S 的兩面(S12c)。藉此，如圖 13 所示，選擇性地除去未以蝕刻保護膜 40 所遮罩的領域，而可作成壓電板 10 的外形形狀。

接著，本實施形態是在進行電極形成工程之前，在一對的振動腕部 11、12 形成溝部 14 之溝部形成工程(S12d)。具體而言，與上述外形形成時同樣，在蝕刻保護膜 40 上形成未圖示的光阻劑膜。然後，藉由光微影技術，以能夠空出溝部 14 的領域之方式使光阻劑膜圖案化。然後，以被圖案化的光阻劑膜作為遮罩來進行蝕刻加工，選擇性地除去蝕刻保護膜 40。然後，藉由除去光阻劑膜，如圖 14 所示，可使已經被圖案化的蝕刻保護膜 40 在空出溝部 14 的領域之狀態下更圖案化。

其次，以此再度被圖案化的蝕刻保護膜 40 作為遮罩

，蝕刻加工晶圓 S 後，除去作為遮罩的蝕刻保護膜 40。藉此，如圖 15 所示，可在一對的振動腕部 11、12 的兩面分別形成溝部 14。

在此時間點，完成外形形成工程。另外，複數的壓電板 10 是至進行之後進行的切斷工程為止，形成經由未圖示的連結部來連結至晶圓 S 的狀態。

其次，進行電極形成工程 (S13)，其係於複數的壓電板 10 的外表面上形成電極膜的同時進行圖案化，而分別形成激發電極 20、21、拉出電極 24、25、安裝電極 22、23。並且，同時藉由同樣的方法，形成重疊金屬膜 (S14)。特別是在進行電極形成工程時，以連接部 13a 作為境界，以極性在振動腕部 11、12 的基端側與前端側會形成相反的方式，形成一對的激發電極 20、21，

其次，進行共振頻率的粗調 (S15)。這是在對重疊金屬膜的粗調膜照射雷射光而使一部分蒸發，令重量變化下進行。另外，有關更高精度調整共振頻率的微調是在之後進行。有關此會在往後說明。

然後，最後進行切斷工程 (S16)，其係切斷連結晶圓 S 與壓電板 10 的連結部，而從晶圓 S 切離複數的壓電板 10 來小片化。藉此，可從 1 片的晶圓 S 一次製造複數個音叉型的壓電振動片 2。在此時間點完成壓電振動片 2 的製造工程。

其次，進行第 1 晶圓製作工程 (S20)，其係將之後形成蓋體基板 4 的蓋體基板用晶圓 45 製作至即將進行陽極

接合之前的狀態。

首先，將鈉鈣玻璃研磨加工至預定的厚度而洗淨後，如圖 16 所示，形成藉由蝕刻等來除去最表面的加工變質層之圓板狀的蓋體基板用晶圓 45(S21)。其次，進行凹部形成工程(S22)，其係於蓋體基板用晶圓 45 的接合面，藉由蝕刻等在行列方向形成複數個空腔用的凹部 4a。在此時間點，完成第 1 晶圓製作工程。

其次，進行第 2 晶圓製作工程(S30)，其係以和上述工程同時或前後的時序，將之後形成基底基板 3 的基底基板用晶圓 46 製作至即將進行陽極接合之前的狀態。

首先，將鈉鈣玻璃研磨加工至預定的厚度而洗淨後，形成藉由蝕刻等來除去最表面的加工變質層之圓板狀的基底基板用晶圓 46(S31)。其次，如圖 17 所示，進行貫通孔形成工程(S32)，其係形成複數個貫通基底基板用晶圓 46 之一對的通孔 30、31。另外，圖 17 所示的點線 M 是表示以之後進行的切斷工程所切斷的切斷線。

此時，之後在疊合兩晶圓 45、46 時，以能夠收於蓋體基板用晶圓 45 所形成的凹部 4a 內之方式形成複數個一對的通孔 30、31。而且，形成一方的通孔 30 會位於之後所安裝的壓電振動片 2 的基部 13 側，另一方的通孔 31 會位於振動腕部 11、12 的前端側。

接著，進行貫通電極形成工程(S33)，其係以未圖示的導電體來填埋複數的一對通孔 30、31，而形成一對的貫通電極 32、33。

接著，在基底基板用晶圓 46 的上面使導電性材料圖案化，如圖 18 所示，進行形成接合膜 35 的接合膜形成工程 (S34)，且進行形成複數個繞拉電極 36、37 的繞拉電極形成工程 (S35)，該繞拉電極 36、37 是分別電性連接至一對的貫通電極 32、33。另外，圖 18 所示的點線 M 是表示以之後進行的切斷工程所切斷的切斷線。

藉由進行此工程，形成一方的貫通電極 32 與一方的繞拉電極 36 導通，且另一方的貫通電極 33 與另一方的繞拉電極 37 導通之狀態。在此時間點完成第 2 晶圓製作工程。

可是就圖 9 而言，是在接合膜形成工程 (S34) 之後，進行繞拉電極形成工程 (S35) 的工程順序，但相反的，在繞拉電極形成工程 (S35) 之後，進行接合膜形成工程 (S34) 也無妨，或同時進行兩工程也無妨。無論哪個工程順序，皆可實現同一的作用效果。因此，即使因應所需來適當變更工程順序也無妨。

其次，進行將製作後的複數個壓電振動片 24 分別經由繞拉電極 36、37 來凸塊接合於基底基板用晶圓 46 的上面之安裝工程 (S40)。首先，在一對的繞拉電極 36、37 上分別形成金等的凸塊 B。然後，將壓電振動片 2 的基部 13 載置於凸塊 B 上之後，一邊將凸塊 B 加熱至預定溫度，一邊將壓電振動片 2 推擠至凸塊 B。藉此，壓電振動片 2 會被凸塊 B 機械性地支撐，且安裝電極 22、23 與繞拉電極 36、37 會形成電性連接的狀態。因此，在此時間點，壓電

振動片 2 的一對激發電極 20、21 是形成對一對的貫通電極 32、33 分別導通的狀態。特別是因為壓電振動片 2 被凸塊接合，所以是在從基底基板用晶圓 46 的上面浮起的狀態下被支撐。

在壓電振動片 2 的安裝終了後，進行對基底基板用晶圓 46 疊合蓋體基板用晶圓 45 的疊合工程(S50)。具體而言，一邊將未圖示的基準標記等作為指標，一邊將兩晶圓 45、46 對準於正確的位置。藉此，所被安裝的壓電振動片 2 會形成被收容於以形成於蓋體基板用晶圓 45 的凹部 4a 與兩晶圓 45、46 所包圍的空腔 C 內之狀態。

疊合工程後，進行接合工程(S60)，其係將疊合的 2 片晶圓 45、46 放入未圖示的陽極接合裝置，在預定的溫度環境施加預定的電壓而陽極接合。具體而言，在接合膜 35 與蓋體基板用晶圓 45 之間施加預定的電壓。於是，在接合膜 35 與蓋體基板用晶圓 45 的界面產生電氣化學的反應，兩者會分別牢固地密合而被陽極接合。藉此，可將壓電振動片 2 密封於空腔 C 內，可取得基底基板用晶圓 46 與蓋體基板用晶圓 45 接合之晶圓體。

然後，上述陽極接合終了後，進行外部電極形成工程(S70)，其係於上述陽極接合終了後，在基底基板用晶圓 46 的下面將導電性材料圖案化，形成複數個分別電性連接至一對的貫通電極 32、33 之一對的外部電極 38、39。藉由此工程，可利用外部電極 38、39 來使被密封於空腔 C 內的壓電振動片 2 作動。

其次，進行微調工程(S80)，其係於晶圓體的狀態，微調被密封於空腔 C 內的各個壓電振動子 1 的頻率，收於預定的範圍內。具體說明，是對外部電極 38、39 施加電壓，而使壓電振動片 2 振動。然後，一邊計測頻率，一邊通過蓋體基板用晶圓 45 從外部照射雷射光，使重疊金屬膜的微調膜蒸發。藉此，一對的振動腕部 10、11 的前端側的重量會變化，因此可將壓電振動片 2 的頻率微調成收於標稱頻率的預定範圍內。

頻率的微調終了後，進行切斷工程(S90)，其係沿著圖 18 所示的切斷線 M 來切斷所被接合的晶圓體而小片化。其結果，可一次製造複數個圖 1 所示的表面安裝型的壓電振動子 1，其係於被互相接合的基底基板 3 與蓋體基板 4 之間形成的空腔 C 內密封壓電振動片 2。

另外，即使是進行切斷工程(S90)而使各個的壓電振動子 1 小片化後，進行微調工程(S80)的工程順序也無妨。但，如上述般，先進行微調工程(S80)下，可在晶圓體的狀態下進行微調，因此可更有效率地微調複數的壓電振動子 1。因此可謀求總生產能力的提升。

然後，進行內部的電氣特性檢查(S100)。亦即，測定壓電振動片 2 的共振頻率、共振電阻值、驅動電平特性(共振頻率及共振電阻值的激發電力依存性)等而檢查。並且，一併檢查絕緣電阻特性等。然後，最後進行壓電振動子 1 的外觀檢查，而最終檢查尺寸或品質等。藉此完成壓電振動子 1 的製造。

在使如此構成的壓電振動子 1 作動時，是在一對的外部電極 38、39 間施加預定的驅動電壓。藉此，可經由安裝電極 22、23 及拉出電極 24、25 來對激發電極 20、21 流動電流，可使一對的振動腕部 11、12 以預定的頻率振動。

此時，由於一對的激發電極 20、21 是以連接部 13a 作為境界，以極性在振動腕部 11、12 的基端側與前端側會形成相反的方式形成，因此如圖 19 所示，振動腕部 11、12 是前端側與基端側會一邊彎曲於逆方向一邊振動。亦即，振動腕部 11、12 是以連接部 13a 為中心，以彎曲方向成相反的振動模式振動。其結果，可分別使一對的振動腕部 11、12 能以連接部 13a 作為基點來旋轉的方式振動，可使互相接近、離間。

而且，可利用該等一對的振動腕部 11、12 的振動作為時刻源、控制訊號的時序源或參考訊號源等利用。

又，就本實施形態而言，由於基部 13 是經由連接部 13a 來支撐長度方向的振動腕部 11、12 的重心位置 G，因此會以連接部 13a 為中心，在基端側與前端側，搖晃會形成均等，無移動地安定振動。因此，可長期性持續維持安定的振動狀態，可謀求高性能化。

又，因為在一對的振動腕部 11、12 形成有溝部 14，所以一對的激發電極 20、21 會夾著壓電振動片 2 而成為部分對向的位置關係。因此，可提高一對的激發電極 20、21 間的電場效率。因此，可抑制振動損失，可提升振動特

性。因此，可降低 CI 值及共振頻率，可謀求壓電振動片 2 的高性能化。

特別是與以往支撐一對的振動腕部 11、12 的基部 13 為支撐振動腕部 11、12 的基端側有所不同，本實施形態的壓電振動片 2 是經由連接部 13a 來支撐振動腕部 11、12 的途中位置。而且，基部 13 是配置成夾於一對的振動腕部 11、12 之間。因此，夾於一對的振動腕部 11、12 之間的基部 13 的長度部分，可縮短全體的長度。

亦即，因為以往是基部 13 為支撐一對的振動腕部 11、12 的基端側，所以積算振動腕部 11、12 的長度與基部 13 的長度的數值為全體的長度。然而，根據本實施形態的壓電振動片 2，即使基部 13 的長度與以往相同，還是可縮短全體的長度。亦即，可將壓電振動片 2 的長度設為振動腕部 11、12 的長度。

其結果，可縮短壓電振動片 2 的全長來謀求小型化。而且，不必縮短基部 13 的長度，因此可維持充分降低振動洩漏的狀態。加上，安裝上可確保充分的面積，所以對於壓電振動片 2 的安裝性不會有任何影響的情形。

如此，若根據本實施形態的壓電振動片 2，則可在確保剛好能夠充分降低振動洩漏的基部 13 的長度之下，縮短全長來謀求小型化。

又，若根據本實施形態的壓電振動子 1，則因為具備上述的壓電振動片 2，所以可比以往更縮短全長來謀求小型化，可對應於小型化的需求。又，由於為振動洩漏會充

分地低減且安裝性亦佳的壓電振動片 2，因此可成爲可靠度提升之高品質的壓電振動子 1。

更因爲此壓電振動子 1 是將壓電振動片 2 密閉於空腔 C 內之表面安裝型的玻璃封裝型態，所以可不受塵埃等的影響來使壓電振動片 2 振動，可謀求高品質化。加上，因爲是表面安裝型，所以可容易進行安裝，且安裝後的安定性佳。

另外，上述實施形態是舉在一對的振動腕部 11、12 分別形成溝部 14 時爲例，但溝部 14 並非是必須者，即使不形成溝部 14 也無妨。但，因爲在形成溝部 14 之下，可降低 CI 值，所以較理想。

又，並非是溝部 14，而是如圖 20~圖 22 所示，沿著長度方向來形成貫通振動腕部 11、12 的兩面之貫通孔 51 也無妨。在如此構成的壓電振動片 50 中，如圖 22 所示，將振動腕部 11、12 夾於之間，一對的激發電極 20、21 會形成完全對向的位置關係，所以可將一對的激發電極 20、21 間的電場效率提高至最大。因此，可更有效地抑制振動損失，可更提升振動特性。因此，比形成溝部 14 時更能降低 CI 值及共振頻率，可謀求壓電振動片 50 的更小型化。

可是，如上述般在振動腕部 11、12 形成貫通孔 51 時，如圖 23 及圖 24 所示，較理想是在振動腕部 11、12 的側面分別形成突出於振動腕部 11、12 的寬度方向的補強部 52。另外，在圖 23 及圖 24 是省略了激發電極 20、21

、拉出電極 24、25 及安裝電極 22、23 的圖示。又，雖是舉在振動腕部 11、12 的兩側的側面，從基端至前端連續性地形成有補強部 52 時為例，但只要至少在形成有貫通孔 51 的領域形成即可。

在形成如此的補強部 52 時，只要在外形形成工程時，以能夠和振動腕部 11、12 一體形成的方式來蝕刻晶圓 S 即可。

在如此形成補強部 52 之下，即使在振動腕部 11、12 形成貫通孔 51，照樣可彌補此貫通孔 51 所造成的剛性降低。特別是因為補強部 52 從振動腕部 11、12 的基端至前端(超過形成有貫通孔 51 的領域的範圍)形成，所以可補強因貫通孔 51 而形成寬度狹窄的部分(圖 24 所示的箭號 P 的部分)。因此，不會使產生彎曲或變形等的情形，可使振動腕部 11、12 更安定振動。

另外，如上述般，較理想是在振動腕部 11、12 的兩側分別形成補強部 52，但如圖 25 及圖 26 所示，即使只在振動腕部 11、12 的一側(外側)形成補強部 52 也無妨，或如圖 27 及圖 28 所示，只要在振動腕部 11、12 的另一側(內側)形成補強部 52 也無妨。

該等情況，因為可補強貫通孔 51 所造成的剛性降低，所以可發揮同樣的作用效果。另外，在圖 25~圖 28 中也省略了激發電極 20、21、拉出電極 24、25 及安裝電極 22、23 的圖示。

又，上述實施形態是舉表面安裝型的玻璃封裝型態的

壓電振動子爲例來說明壓電振動子的一例，但並非限於此型態的壓電振動子。例如，在陶瓷等的絕緣基板上形成安裝電極，使壓電振動片的安裝電極連接至該安裝電極，然後，以玻璃或金屬等的蓋來氣密之所謂陶瓷封裝型態的壓電振動子也無妨。

又，亦可不是表面安裝型，例如圖 29 所示圓筒狀封裝型態的壓電振動子也無妨。其次，簡單說明有關此圓筒狀封裝型態的壓電振動子。

如圖 29 及圖 30 所示，此壓電振動子 60 是具備：壓電振動片 2、及於內部收納該壓電振動片 2 的外箱 61、及使壓電振動片 2 密閉於外箱 61 內的氣密端子 62。

壓電振動片 2 是在收納於外箱 61 內的狀態下被安裝於構成氣密端子 62 的導線端子 71 的內引線 71a。

外箱 61 是形成有底圓筒狀，對氣密端子 62 之後述的套筒 70 的外周壓入，而被嵌合固定。另外，此外箱 61 的壓入是在真空中進行，使外箱 61 內之包圍壓電振動片 2 的空間形成保持於真空的狀態。

氣密端子 62 是密閉外箱 61 內者，具有：

套筒 70，其係被壓入固定於外箱 61 內；

2 個導線端子 71，其係在貫通該套筒 70 的狀態下配置，將套筒 70 夾於其間，一端側成爲電性連接至壓電振動片 2 的一對安裝電極 22、23 的內引線 71a，他端側成爲電性連接至外部的導線 71b；及

充填材 72，其係使該導線端子 71 與套筒 70 固定。

套筒 70 是藉由金屬材料(例如低碳鋼(Fe)、鐵鎳合金(Fe-Ni)、鐵鎳鈷合金(Fe-Ni-Co))來形成環狀者。並且，充填材 72 的材料，例如為硼矽酸玻璃。另外，在此套筒 70 的外周被覆有與導線端子 71 同材料的電鍍(金屬膜)。

導線端子 71 是例如由與套筒 70 同材料的導電性材料所形成者，突出至外箱 61 內的部分是形成內引線 71a，突出至外箱 61 外的部分是形成外導線 71b。而且，壓電振動片 2 是在載置於內引線 71a 的前端的狀態下，藉由金等的導電性的凸塊 B 來機械性地安裝。亦即，經由凸塊 B 來機械性地接合內引線 71a 與安裝電極 22、23 同時電性連接。其結果，壓電振動片 2 是形成被安裝於 2 個導線端子 71 的狀態。

另外，構成本實施形態的壓電振動子 60 的套筒 70 及導線端子 71 的電鍍材質，可使用耐熱焊錫電鍍、或錫銅合金或金錫合金等。並且，藉由使套筒 70 的外周隔著電鍍來令外箱 61 冷間壓接於真空中，可在真空狀態下氣密封外箱 61 的內部。

其次，一邊參照圖 31 所示的流程圖，一邊在以下說明有關圓筒狀封裝型態的壓電振動子 60 的製造方法。

首先，進行壓電振動片製造工程(S10)來製作壓電振動片 2。因為此工程是已經詳細說明過，所以省略說明。

其次，進行製作氣密端子 62 的氣密端子製作工程(S110)。具體而言，首先，藉由套筒製作工程來製作套筒 70(S111)。亦即，切口加工鐵鎳鈷合金或鐵鎳合金等具有

導電性的板構件後，進行複數次的拉深加工，而形成有底的筒構件。然後，在筒構件的底面形成開口的同時，藉由進行外形沖壓來從板構件切離筒構件，而製作套筒 70。

其次，進行組裝工程(S112)，其係於套筒 70 內分別組裝導線端子 71 及充填材 72。首先，將製作後的套筒 70 組裝於未圖示的專用治具後，將預先燒結成環狀的充填材 72 組裝於套筒 70 的內部，且以能夠貫通充填材 72 的方式組裝導線端子 71。

藉由上述組裝工程來組裝套筒 70、導線端子 71 及充填材 72 之後，將治具放進加熱爐內而於 1000℃前後的溫度環境下進行充填材 72 的燒結(S113)。藉此，充填材 72 與導線端子 71 之間，充填材 72 與套筒 70 之間會完全被密封，形成耐氣密的構造。然後，從治具取出，而可取得氣密端子 62。在此時間點完成氣密端子製作工程。

其次，進行電鍍工程(S120)，其係於導線端子 71 的外表面及套筒 70 的外周，以溼式電鍍法來使被覆同一材料的金屬膜。因應於此的前處理，是洗淨導線端子 71 的外表面及套筒 70 的外周，且以鹼溶液來脫脂後，以鹽酸及硫酸的溶液來進行酸洗淨。此前處理終了後，在導線端子 71 的外表面及套筒 70 的外周面形成底層金屬膜。例如，使鍍 Cu 或鍍 Ni 大致被覆 2 $\mu$ m~5 $\mu$ m 的膜厚。接著，在底層金屬膜上形成加工金屬膜。例如除了錫或銀等的單一材料以外，還使耐熱電鍍、或錫銅合金、錫鈹膜合金、錫銻合金等大致被覆 8 $\mu$ m~15 $\mu$ m 的膜厚。

如此使底層金屬膜及加工金屬膜所構成的金屬膜被覆下，可使內引線 71a 與壓電振動片 2 的連接成爲可能。並且，不僅壓電振動片 2 的連接，被覆於套筒 70 的外周的金屬膜還具有柔軟彈性變形的特性，因此可使套筒 70 與外箱 61 的冷間壓接成爲可能，可進行氣密接合。

接著，爲了謀求金屬膜的安定化，在真空環境的爐中進行退火(S130)。例如，在 170℃的溫度下進行 1 小時的加熱。藉此，調整形成於底層金屬膜的材料與加工金屬膜的材料之金屬間化合物的組成，而可抑制金屬絲的發生。在該退火終了的時間點，可進行安裝壓電振動片 2 的安裝工程。另外，在被覆金屬膜時，雖是以溼式電鍍法來進行時爲例，但並非限於該情況，例如即使以蒸鍍法或化學氣相法等來進行也無妨。

另外，本實施形態是在退火終了後，爲了其次進行的安裝工程，而於內引線 71a 的前端形成金等的導電性的凸塊 B(S140)。然後，在形成有凸塊 B 的部分疊合基部 13 的外表面上所形成的安裝電極 22、23。然後，一邊加熱凸塊 B，一邊經由該凸塊 B 來以預定的壓力疊合內引線 71a 與壓電振動片 2。藉此，可將壓電振動片 2 安裝於內引線 71a(S150)。亦即，在一對的安裝電極 22、23 與內引線 71a 被電性連接的狀態下，壓電振動片 2 會被導線端子 71 機械性地支撐。

另外，在凸塊 B 連接時，進行加熱·加壓來安裝，但即使利用超音波來進行凸塊 B 連接也無妨。

其次，爲了去除安裝所造成的變形，而以預定的溫度進行烘烤(S160)。接著，在固定外箱 61 之前，進行壓電振動片 2 的頻率調整(微調)(S170)。有關此頻率調整，具體說明是在將全體放入真空腔室的狀態下，在外導線 71b 間施加電壓來使壓電振動片 2 振動。然後，一邊計測頻率，一邊藉由雷射來使重疊金屬膜的微調膜蒸發，藉此進行頻率的調整。藉由進行此頻率調整，可在預定的頻率範圍內調整壓電振動片 2 的頻率。

另外，在上述微調及先進行的粗調時，是藉由雷射的照射來使重疊金屬膜蒸發，而進行頻率調整，但即使不是雷射，而是利用氬離子也無妨。此情況，是藉由氬離子的照射來進行濺射，除去重疊金屬膜，而進行頻率調整。

其次，進行密封工程(S180)，其係將外箱 61 壓入套筒 70，而使能夠在內部收納所被安裝的壓電振動片 2，氣密密封壓電振動片 2。具體說明，在真空中一邊施加預定的荷重，一邊將外箱 61 壓入氣密端子 62 的套筒 70 的外周。如此一來，因爲套筒 70 的外周所形成的金屬膜會彈性變形，所以可藉由冷間壓接來氣密密封。藉此，可在外箱 61 內密閉壓電振動片 2 而真空密封。

另外，在進行此工程之前，較理想是先充分地加熱壓電振動片 2、外箱 61 及氣密端子 62，而使表面吸附水分等脫離。

然後，外箱 61 的固定終了後，進行遮蔽(screening)(S190)。此遮蔽是爲了謀求頻率或共振電阻值的安定化，且抑制

在壓入外箱 61 的嵌合部因壓縮應力所引起的金屬絲 (whisker) 發生，而進行者。遮蔽終了後，進行內部的電氣特性檢查 (S200)。亦即，測定壓電振動片 2 的共振頻率、共振電阻值、驅動電平特性 (共振頻率及共振電阻值的激發電力依存性) 等來進行檢查。並且，一併檢查絕緣電阻特性等。然後，最後進行壓電振動子 60 的外觀檢查，最終檢查尺寸或品質等。其結果，可一次製造複數個圖 29 及圖 30 所示的壓電振動子 60。

如此構成的壓電振動子 60，也因為具備一在振動洩漏充分低減的狀態下全長縮短之小型化的壓電振動片 2，所以同樣可縮短全長來謀求小型化。又，由於此壓電振動子 60 是將壓電振動片 2 密閉於外箱 61 內的圓筒狀封裝型態，因此可不受塵埃等的影響來使壓電振動片 2 振動，可謀求高品質化。

此外，更以模製樹脂部 81 來使圓筒狀封裝型態的壓電振動子 60 凝固而作為表面安裝型振動子 80 也無妨。

如圖 32 及圖 33 所示，此表面安裝型振動子 80 是具備：壓電振動子 60、及以預定的形狀來固定該壓電振動子 60 的模製樹脂部 81、及一端側會被電性連接至外導線 71b，且另一端側會露出於模製樹脂部 81 的底面而電性連接至外部的外部連接端子 82。

此外部連接端子 82 是以銅等的金屬材料來形成剖面  $\cap$  形。如此以模製樹脂部 81 來凝固壓電振動子 60 下，可安定地安裝於電路基板等，因此更容易使用，使用容易度

會提升。特別是因爲壓電振動子 60 被小型化，所以有關表面安裝型振動子 80 本身也可謀求小型化。

其次，一邊參照圖 34 一邊說明有關本發明的振盪器之一實施形態。

本實施形態的振盪器 100，如圖 34 所示，以壓電振動子 1 爲構成電性連接至積體電路 101 的振盪子。此振盪器 100 是具備有安裝有電容器等電子零件 102 的基板 103。在基板 103 是安裝有振盪器用的上述積體電路 101，在該積體電路 101 的附近安裝有壓電振動子 1 的壓電振動片 2。該等電子零件 102、積體電路 101 及壓電振動子 1 是藉由未圖示的配線圖案來分別電性連接。另外，各構成零件是藉由未圖示的樹脂來予以模製。

在如此構成的振盪器 100 中，若對壓電振動子 1 施加電壓，則此壓電振動子 1 內的壓電振動片 2 會振動。此振動是根據壓電振動片 2 所具有的壓電特性來變換成電氣訊號，作爲電氣訊號而被輸入至積體電路 101。所被輸入的電氣訊號是藉由積體電路 101 來作各種處理，作爲頻率訊號輸出。藉此，壓電振動子 1 具有作爲振盪子的功能。

並且，將積體電路 101 的構成按照要求來選擇性地設定例如 RTC (real time clock, 即時時脈) 模組等，藉此除了時鐘用單功能振盪器等以外，可附加控制該機器或外部機器的動作日或時刻，或提供時刻或日曆等的功能。

若利用本實施形態的振盪器 100，則因爲具備上述壓電振動子 1，所以振盪器 100 本身也同樣可謀求小型化，

可使製品的可靠度提升。除此以外，可取得長期穩定且高精度的頻率訊號。

其次，參照圖 35 說明本發明之電子機器之一實施形態。電子機器是以具有第 1 實施形態所示的壓電振動子 1 之攜帶式資訊機器 110 為例進行說明。

首先，本實施形態之攜帶式資訊機器 110 是例如以行動電話為代表，將以往技術的手錶加以發展、改良者。外觀類似手錶，在相當於文字盤的部分配置液晶顯示器，可使該畫面上顯示目前時刻等。此外，當作通訊機器加以利用時，是由手腕卸下，藉由內建在錶帶 (band) 的內側部分的揚聲器及麥克風，可進行與以往技術的行動電話相同的通訊。但是，與習知的行動電話相比較，極為小型化及輕量化。

其次，說明本實施形態之攜帶型資訊機器 110 的構成。

如圖 35 所示，該攜帶型資訊機器 110 是具備：壓電振動子 1、及用以供給電力的電源部 111。電源部 111 是由例如鋰二次電池所構成。在該電源部 111 是並聯連接有：進行各種控制的控制部 112、進行時刻等之計數的計時部 113、進行與外部的通訊的通訊部 114、顯示各種資訊的顯示部 115、及檢測各個功能部的電壓的電壓檢測部 116。然後，可藉由電源部 111 來對各功能部供給電力。

控制部 112 是在於控制各功能部，而進行聲音資料之送訊及收訊、目前時刻的計測或顯示等、系統整體的動作

控制。又，控制部 112 是具備：預先被寫入程式的 ROM、讀出被寫入 ROM 的程式而執行的 CPU、及作為 CPU 的工作區（work area）使用的 RAM 等。

計時部 113 是具備：內建振盪電路、暫存器電路、計數器電路及介面電路等之積體電路、及壓電振動子 1。若對壓電振動子 1 施加電壓，則壓電振動片 2 會振動，該振動藉由水晶所具有的壓電特性來轉換成電氣訊號，作為電氣訊號而被輸入至振盪電路。振盪電路的輸出是被二值化，藉由暫存器電路與計數器電路加以計數。然後，經由介面電路，與控制部 112 進行訊號的送訊收訊，在顯示部 115 顯示目前時刻或目前日期或日曆資訊等。

通訊部 114 是具有與以往的行動電話同樣的功能，具備：無線部 117、聲音處理部 118、切換部 119、放大部 120、聲音輸出入部 121、電話號碼輸入部 122、來訊聲音發生部 123 及呼叫控制記憶體部 124。

無線部 117 是將聲音資料等各種資料經由天線 125 來與基地台進行送訊收訊的處理。聲音處理部 118 是將由無線部 117 或放大部 120 所被輸入的聲音訊號進行編碼化及解碼化。放大部 120 是將由聲音處理部 118 或聲音輸出入部 121 所被輸入的訊號放大至預定的位準。聲音輸出入部 121 是由揚聲器或麥克風等所構成，將來訊聲音或接電話聲音擴音或將聲音集音。

又，來訊聲音發生部 123 是按照來自基地台的叫出而生成來訊聲音。切換部 119 是限於來訊時，將與聲音處理

部 118 相連接的放大部 120 切換成來訊聲音發生部 123，藉此將在來訊聲音發生部 123 所生成的來訊聲音經由放大部 120 而被輸出至聲音輸出入部 121。

另外，呼叫控制記憶體部 124 是儲存通訊的出發和到達呼叫控制的程式。又，電話號碼輸入部 122 是具備例如由 0 至 9 之號碼按鍵及其他按鍵，藉由按下該等號碼按鍵等來輸入通話對方的電話號碼等。

電壓檢測部 116 是在藉由電源部 111 來對控制部 112 等各功能部施加的電壓低於預定值時，檢測其電壓降下且通知控制部 112。此時之預定電壓值是作為用以使通訊部 114 安定動作所必要之最低限度的電壓而預先被設定的值，例如為 3V 左右。從電壓檢測部 116 接到電壓降下的通知之控制部 112 會禁止無線部 117、聲音處理部 118、切換部 119 及來訊聲音發生部 123 的動作。特別是消耗電力較大之無線部 117 的動作停止為必須。更在顯示部 115 顯示通訊部 114 因電池餘量不足而無法使用的內容。

亦即，藉由電壓檢測部 116 與控制部 112，可禁止通訊部 114 的動作，且將其內容顯示於顯示部 115。該顯示可為文字訊息，但以更為直覺式的顯示而言，亦可在顯示部 115 的顯示面的上部所顯示的電話圖像 (icon) 標註 x (叉叉) 符號。

另外，通訊部 114 的功能的部分的電源為具備可選擇性遮斷的電源遮斷部 126，藉此可更確實地停止通訊部 114 的功能。

若利用本實施形態的攜帶型資訊機器 110，則因為具備上述壓電振動子 1，所以攜帶型資訊機器 110 本身也同樣可謀求小型化，可使製品的可靠度提升。除此以外，可顯示長期穩定之高精度的時鐘資訊。

其次，參照圖 36 來說明有關本發明的電波時鐘 130 之一實施形態。

如圖 36 所示，本實施形態的電波時鐘 130 是具備被電性連接至濾波器部 131 的壓電振動子 1 者，為具備接收包含時鐘資訊的標準電波來自動修正成正確的時刻而顯示之功能的時鐘。

在日本國內是在福島縣(40kHz)及佐賀縣(60kHz)具有用以傳送標準電波的送訊所(送訊局)，分別傳送標準電波。40kHz 或 60kHz 之類的長波是一併具有在地表傳播的性質、及一面反射一面在電離層與地表傳播的性質，因此傳播範圍廣，以上述 2 個送訊所將日本國內全部網羅。

以下，詳細說明有關電波時鐘 130 之功能的構成。

天線 132 是接收 40kHz 或 60kHz 之長波的標準電波。長波的標準電波是將被稱為時間碼的時刻資訊，在 40kHz 或 60kHz 的載波施加 AM 調變者。所接收到之長波的標準電波是藉由放大器 133 予以放大，藉由具有複數壓電振動子 1 的濾波器部 131 予以濾波、同調。

本實施形態的壓電振動子 1 是分別具備具有與上述載波頻率相同之 40kHz 及 60kHz 的共振頻率的水晶振動子部 138、139。

此外，經濾波的預定頻率的訊號是藉由檢波、整流電路 134 來予以檢波解調。接著，經由波形整形電路 135 來取出時間碼，以 CPU136 予以計數。在 CPU136 中是讀取目前的年分、估算日、星期、時刻等資訊。所被讀取的資訊是反映在 RTC137 而顯示正確的時刻資訊。

載波為 40kHz 或 60kHz，因此水晶振動子部 138、139 是以具有上述音叉型構造的振動子較為適合。

另外，上述說明是以日本國內為例加以顯示，但是長波之標準電波的頻率在海外並不相同。例如，在德國是使用 77.5KHz 的標準電波。因此，將即使在海外也可對應的電波時鐘 130 組裝於攜帶式機器時，是另外需要與日本的情況相異的頻率的壓電振動子 1。

若利用本實施形態的電波時鐘 130，則因為具備上述壓電振動子 1，所以電波時鐘 130 本身也同樣可謀求小型化，可使製品的可靠度提升。除此以外，可長期穩定且高精度地計數時刻。

另外，本發明的技術範圍並非限於上述實施形態，可在不脫離本發明的主旨範圍中施加各種的變更。

例如，上述實施形態是以連接部 13a 作為境界，以極性在振動腕部 11、12 的基端側與前端側會形成相反的方式來使一對的激發電極 20、21 圖案化，但並非限於此情形。只要能使一對的振動腕部 11、12 振動於接近、離間的方向即可，如何圖案化皆無妨。

又，上述實施形態是以基部 13 會經由連接部 13a 來

支撐振動腕部 11、12 的重心位置 G 時為例，但即使在從基端往前端的途中位置支撐振動腕部 11、12 也無妨。但，較理想是在重心位置 G 支撐，藉此振動時可取得平衡，可維持安定的振動狀態。

又，壓電板 10 的形狀並非限於上述的形狀。例如圖 37 所示，以連接部 13a 為中心，以能夠形成上下對稱的方式來形成 2 個基部 13 也無妨。此情況，可發揮同樣的作用效果。

又，如圖 38 所示，即使從基端到前端不是均一的橫寬，而是以基端側的橫寬會變大的方式來分別形成振動腕部 11、12 也無妨。此情況亦可發揮同樣的作用效果。另外，連接部 13a 是被連接至長度方向的振動腕部 11、12 的重心位置 G。

又，如圖 39 所示，即使從外側來支撐一對的振動腕部 11、12 的方式使連接部 13a 連接也無妨。此情況亦可發揮同樣的作用效果。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1 是表示本發明的壓電振動子之一實施形態的外觀立體圖。

圖 2 是圖 1 所示的壓電振動子的內部構成圖，在卸下蓋體基板的狀態下由上方來看壓電振動片的圖。

圖 3 是沿著圖 2 所示的 A-A 線的壓電振動子的剖面圖。

圖 4 是圖 1 所示的壓電振動子的分解立體圖。

圖 5 是構成圖 1 所示的壓電振動子的壓電振動片的上  
面圖。

圖 6 是由下面來看圖 5 所示的壓電振動片的圖。

圖 7 是圖 5 所示的剖面箭號 B-B 線圖。

圖 8 是製造圖 1 所示的壓電振動子時的流程圖。

圖 9 是圖 8 所示的流程圖的接續。

圖 10 是表示製造圖 1 所示的壓電振動子時之一工程  
圖，顯示在晶圓的兩面形成蝕刻保護膜的狀態圖。

圖 11 是表示由圖 10 所示的狀態來將蝕刻保護膜圖案  
化成壓電振動片的壓電板的外形形狀的狀態圖。

圖 12 是圖 11 所示的剖面箭號 C-C 線圖。

圖 13 是表示由圖 12 所示的狀態，以蝕刻保護膜作為  
遮罩來蝕刻加工晶圓的狀態圖。

圖 14 是表示由圖 13 所示的狀態，將蝕刻保護膜更圖  
案化的狀態圖。

圖 15 是表示由圖 14 所示的狀態，再度以被圖案化的  
蝕刻保護膜作為遮罩來蝕刻加工晶圓的狀態圖。

圖 16 是表示製造圖 1 所示的壓電振動子時之一工程  
圖，顯示在成蓋體基板的基礎的蓋體基板用晶圓形成複數  
的凹部的狀態圖。

圖 17 是表示製造圖 1 所示的壓電振動子時之一工程  
圖，顯示在成基底基板的基礎的基底基板用晶圓形成一對  
的通孔的狀態圖。

圖 18 是表示在圖 17 所示的狀態後，在一對的通孔內形成貫通電極，且在基底基板用晶圓的上面圖案化接合膜及繞拉電極的狀態圖。

圖 19 是表示使圖 1 所示的壓電振動子作動時之一對的振動腕部的動作圖。

圖 20 是表示本發明的壓電振動片的變形例圖，由上面來看在一對的振動腕部形成有貫通孔的壓電振動片的圖。

圖 21 是由下面來看圖 20 所示的壓電振動片的圖。

圖 22 是圖 20 所示的剖面箭號 D-D 線圖。

圖 23 是表示圖 20 所示的壓電振動片的變形例圖，在振動腕部的兩側形成有補強部的壓電振動片的圖。

圖 24 是圖 23 所示的剖面箭號 E-E 線圖。

圖 25 是表示圖 20 所示的壓電振動片的變形例圖，在振動腕部的一側(外側)形成有補強部的壓電振動片的圖。

圖 26 是圖 25 所示的剖面箭號 F-F 線圖。

圖 27 是表示圖 20 所示的壓電振動片的變形例圖，在振動腕部的一側(內側)形成有補強部的壓電振動片的圖。

圖 28 是圖 27 所示的剖面箭號 H-H 線圖。

圖 29 是表示本發明的壓電振動子的變形例圖，圓筒狀封裝型態的壓電振動子的上面圖。

圖 30 是圖 29 所示的剖面箭號 J-J 線圖。

圖 31 是製造圖 29 所示的壓電振動子時的流程圖。

圖 32 是表示本發明的壓電振動子的變形例圖，以模

製樹脂部來模製圖 29 所示的壓電振動子的周圍之表面安裝型的壓電振動子的剖面圖。

圖 33 是表示圖 32 所示的壓電振動子與外部連接端子的安裝關係的立體圖。

圖 34 是表示本發明的振盪器之一實施形態的構成圖。

圖 35 是表示本發明的電子機器之一實施形態的構成圖。

圖 36 是表示本發明的電波時鐘之一實施形態的構成圖。

圖 37 是表示構成本發明的壓電振動片的壓電板的變形例的上面圖。

圖 38 是表示構成本發明的壓電振動片的壓電板的變形例的上面圖。

圖 39 是表示構成本發明的壓電振動片的壓電板的變形例的上面圖。

圖 40 是表示以往的壓電振動子之一例的立體圖。

#### 【主要元件符號說明】

C：空腔

G：振動腕部的重心位置

S：晶圓

1、60：壓電振動子

2、50：壓電振動片

3：基底基板

- 4 : 蓋體基板
- 10 : 壓電板
- 11、12 : 振動腕部
- 13 : 基部
- 13a : 連接部
- 14 : 溝部
- 20、21 : 激發電極
- 22、23 : 安裝電極
- 38、39 : 外部電極
- 51 : 貫通孔
- 52 : 補強部
- 61 : 外箱
- 62 : 氣密端子
- 70 : 套筒
- 71 : 導線端子
- 71a : 內引線
- 71b : 外導線
- 72 : 充填材
- 100 : 振盪器
- 101 : 振盪器的積體電路
- 110 : 攜帶型資訊機器(電子機器)
- 113 : 攜帶型資訊機器的計時部
- 130 : 電波時鐘
- 131 : 電波時鐘的濾波器部

**七、申請專利範圍：**

1. 一種壓電振動片，其特徵係具備：

壓電板，其係具備：從基端往前端延伸於一方向的狀態下互相平行配置之一對的振動腕部、及具有在從基端往前端的途中位置分別連接至一對的振動腕部的連接部，經由該連接部來一體支撐一對的振動腕部之基部；

激發電極，其係分別形成於上述一對的振動腕部的外表面上，在被施加驅動電壓時使一對的振動腕部振動；及

一對的安裝電極，其係形成於上述基部的外表面上，對上述一對的激發電極分別電性連接，

上述基部係配置成至少一部分會被夾於上述一對的振動腕部之間，

上述連接部係折彎，夾於上述一對的振動腕部之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項之壓電振動片，其中，上述連接部係連接至長度方向的上述振動腕部的重心位置。

3. 如申請專利範圍第 2 項之壓電振動片，其中，上述一對的激發電極係以上述連接部作為境界，以極性在上述振動腕部的基端側與前端側能夠成為相反的方式圖案化。

4. 如申請專利範圍第 1~3 項中任一項所記載之壓電振動片，其中，在上述一對的振動腕部，沿著長度方向來分別形成溝部於兩面。

5. 如申請專利範圍第 1~3 項中任一項所記載之壓電振動片，其中，在上述一對的振動腕部，沿著長度方向來形成貫通兩面的貫通孔。

6.如申請專利範圍第 5 項之壓電振動片，其中，在上述振動腕部的側面，突出於振動腕部的寬度方向的補強部會至少被形成於形成有上述貫通孔的領域。

7.一種壓電振動片的製造方法，係利用由壓電材料所構成的晶圓來一次製造複數個壓電振動片，其特徵為具備：

外形形成工程，其係藉由光微影技術來蝕刻上述晶圓，而於該晶圓形成複數的壓電板的外形形狀，該壓電板係具有：從基端往前端延伸於一方向的狀態下互相平行配置之一對的振動腕部、及經由在從基端往前端的途中位置分別連接至一對的振動腕部的連接部來一體支撐一對的振動腕部之基部；

電極形成工程，其係於複數的上述壓電板的外表面上使電極膜圖案化，將在被施加驅動電壓時使上述一對的振動腕部振動之激發電極形成於一對的振動腕部的外表面上，且將對一對的激發電極分別電性連接之一對的安裝電極形成於上述基部的外表面上；及

切斷工程，其係從上述晶圓切離複數的上述壓電板，而小片化，

在上述外形形成工程時，以至少上述基部的一部分能夠被夾於上述一對的振動腕部之間；上述連接部會折彎，夾於上述一對的振動腕部之間的方式來形成上述壓電板的外形形狀。

8.如申請專利範圍第 7 項之壓電振動片的製造方法，

其中，在上述外形形成工程時，以上述連接部能夠連接至長度方向的上述振動腕部的重心位置之方式形成上述壓電板的外形形狀。

9.如申請專利範圍第 8 項之壓電振動片的製造方法，其中，在上述電極形成工程時，以上述連接部作為境界，以極性在上述振動腕部的基端側與前端側能夠成為相反的方式來形成上述一對的激發電極。

10.如申請專利範圍第 7~9 項中任一項所記載之壓電振動片的製造方法，其中，在上述外形形成工程時，在一對的振動腕部的兩面，沿著長度方向來分別形成溝部。

11.如申請專利範圍第 7~9 項中任一項所記載之壓電振動片的製造方法，其中，在上述外形形成工程時，在一對的振動腕部，沿著長度方向來形成貫通兩面的貫通孔。

12.如申請專利範圍第 11 項之壓電振動片的製造方法，其中，在上述外形形成工程時，在上述振動腕部的側面，至少在形成有上述貫通孔的領域形成突出於該振動腕部的寬度方向的補強部。

13.一種壓電振動子，其特徵係具有如申請專利範圍第 1~3、6 項中任一項所記載之壓電振動片。

14.如申請專利範圍第 13 項之壓電振動子，其中，具備：

基底基板，其係將上述壓電振動片安裝於上面；

蓋體基板，其係在將所被安裝的上述壓電振動片收容於空腔內的狀態下接合於上述基底基板；及

一對的外部電極，其係形成於上述基底基板的下面，對所被安裝的上述壓電振動片的一對的安裝電極分別電性連接。

15.如申請專利範圍第 13 項之壓電振動子，其中，具備：

外箱，其係將上述壓電振動片收納於內部；及

氣密端子，其係具有：

套筒，其係形成環狀來壓入固定於上述外箱內；

2 根的導線端子，其係於貫通該套筒的狀態下配置，將套筒夾於其間，一端側成為分別電性連接至上述一對的安裝電極的內引線，另一端側成為分別電性連接至外部的導線；及

充填材，其係使該導線端子與上述套筒固定，

使上述外箱內密閉。

16.一種振盪器，其特徵為：以申請專利範圍第 13 項所記載的壓電振動子作為振盪子來電性連接至積體電路。

17.一種電子機器，其特徵為：申請專利範圍第 13 項所記載的壓電振動子係被電性連接至計時部。

18.一種電波時鐘，其特徵為：申請專利範圍第 13 項所記載的壓電振動子係被電性連接至濾波器部。

圖1

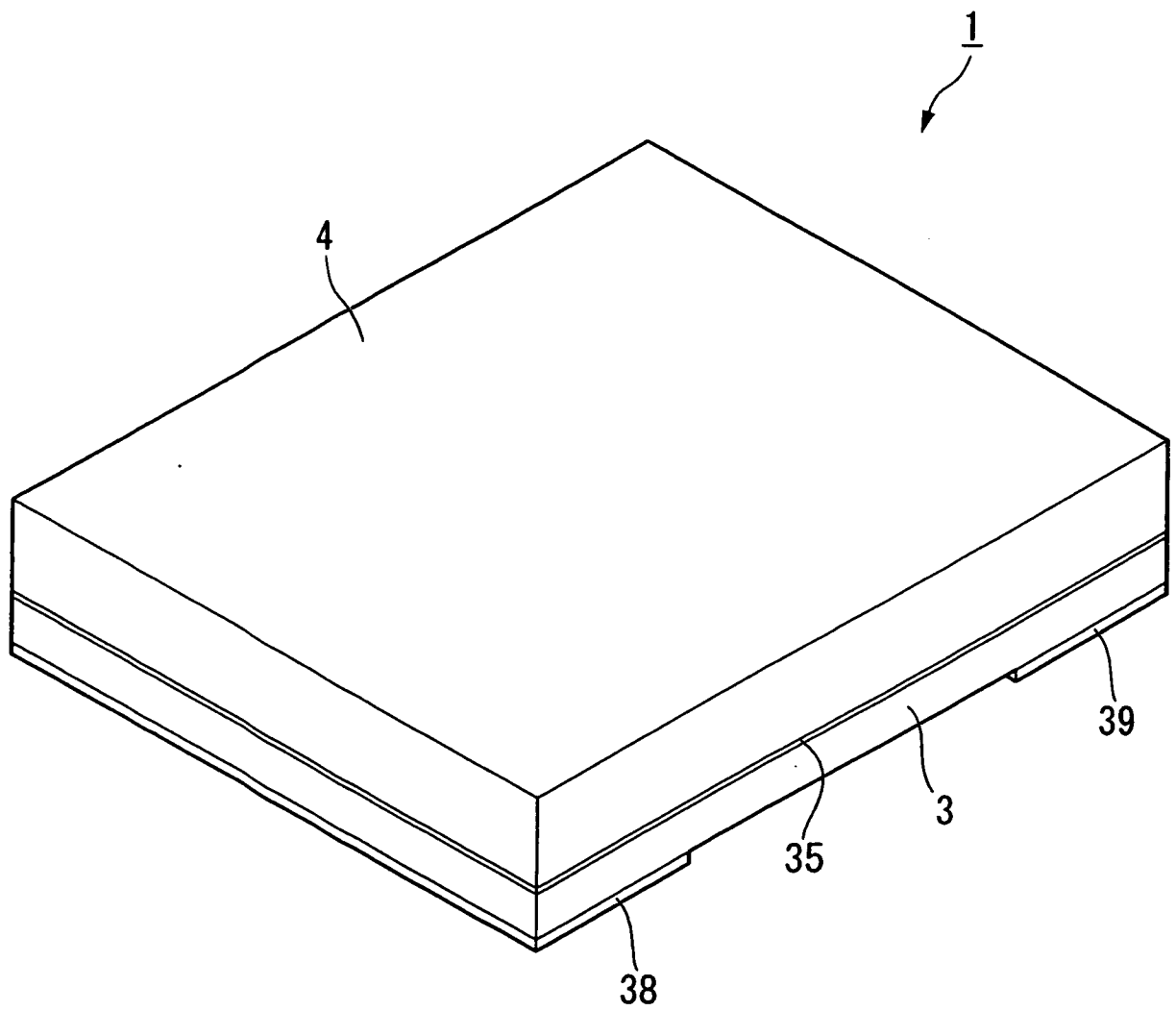


圖2

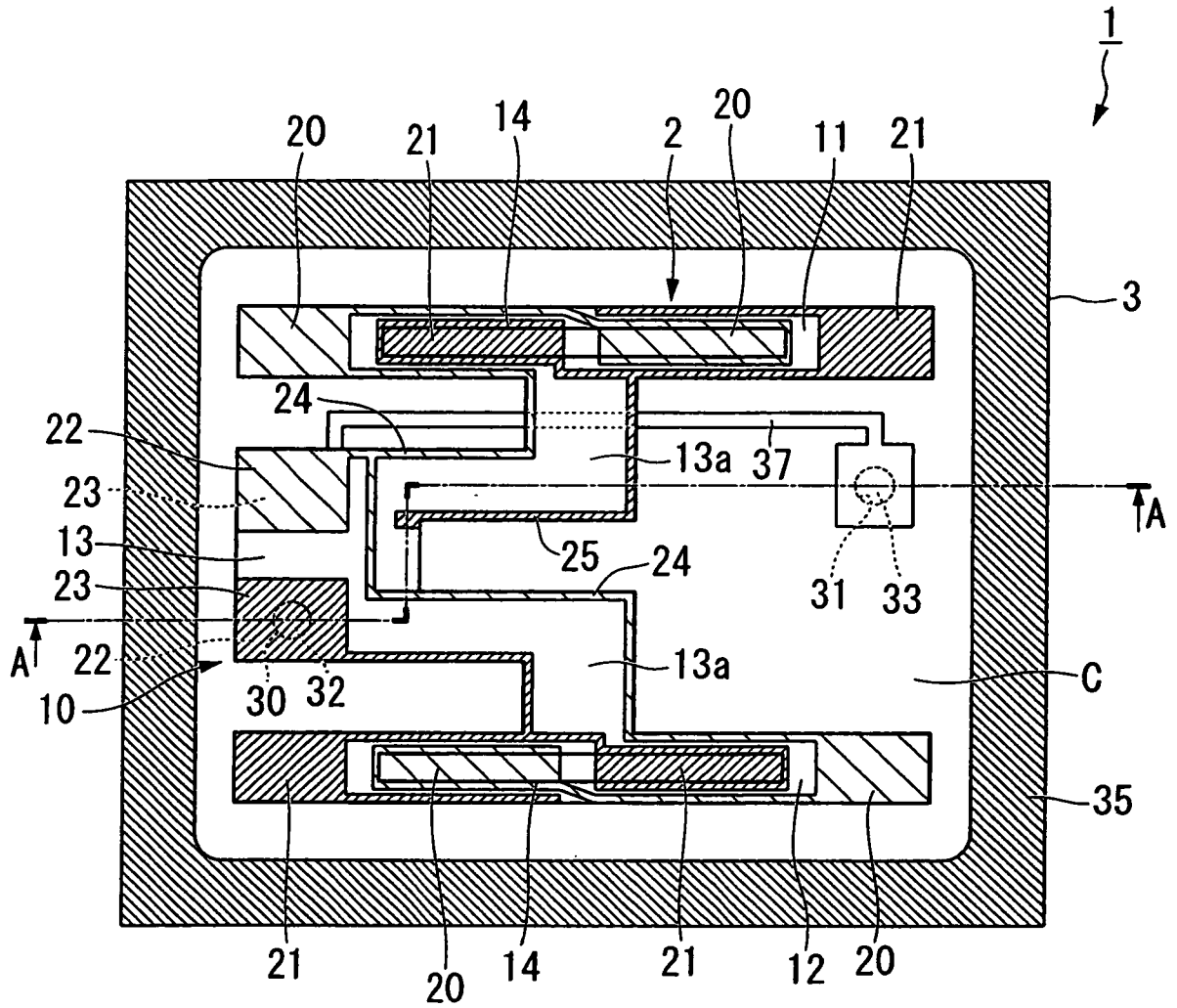


圖3

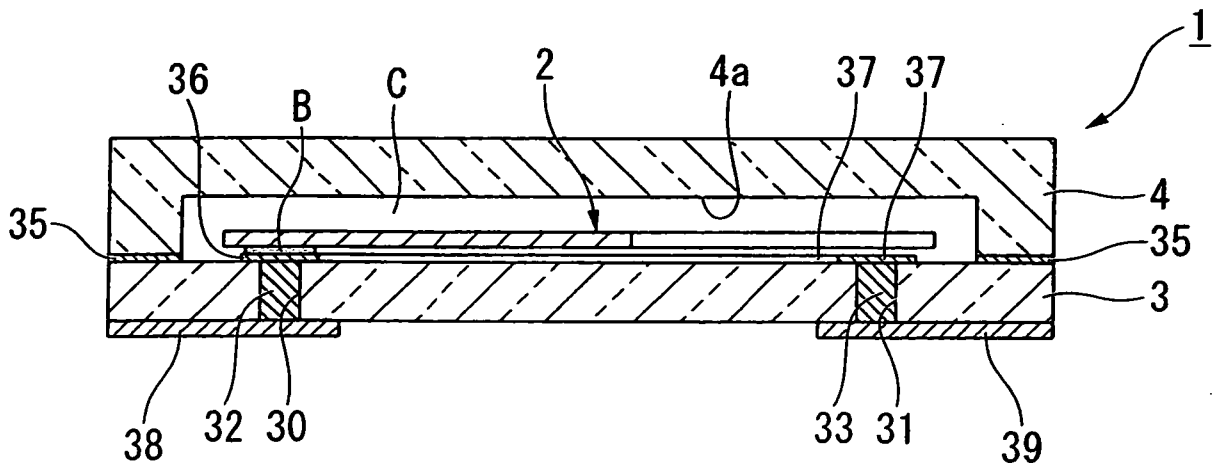


圖4

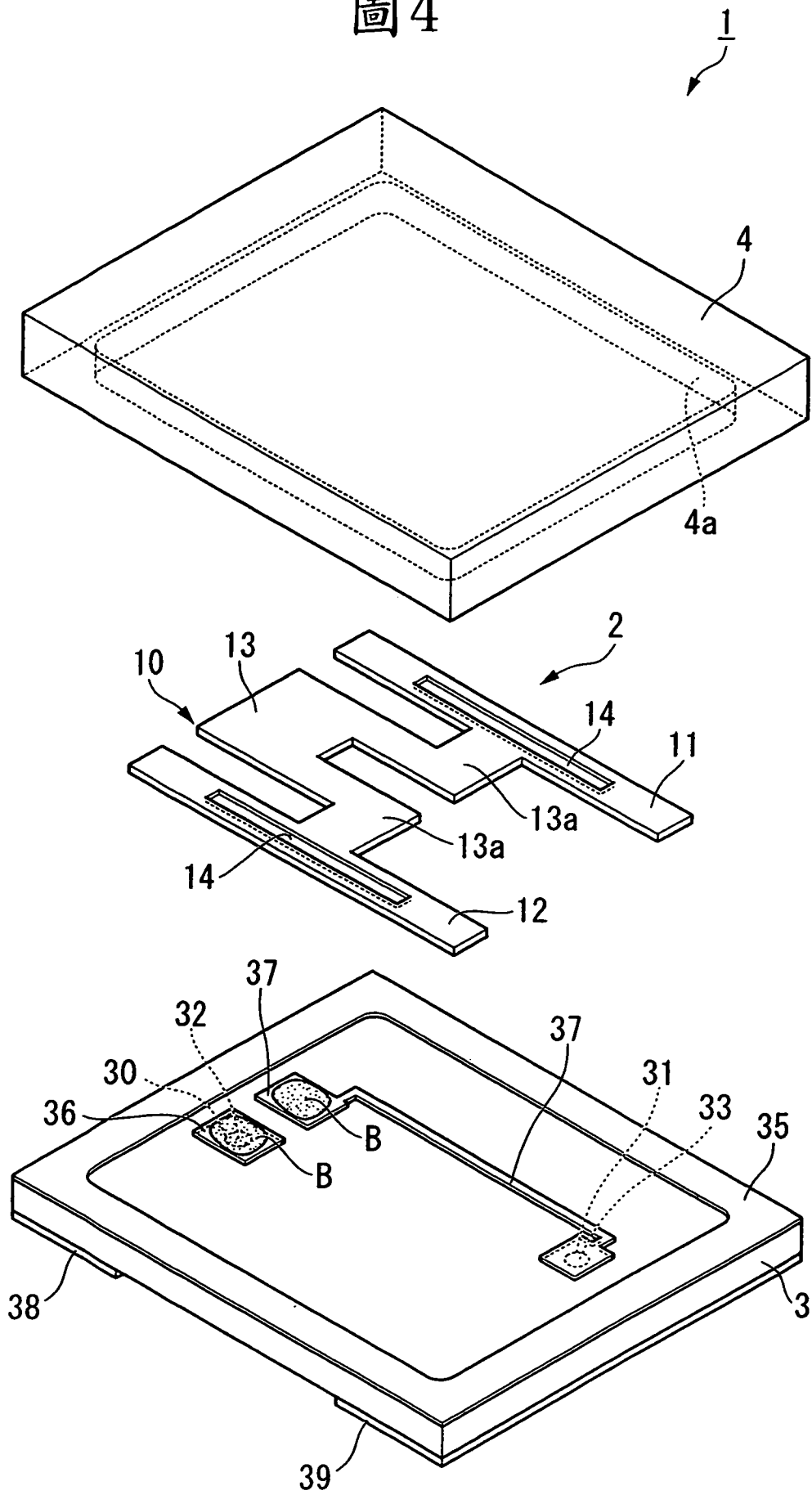


圖5

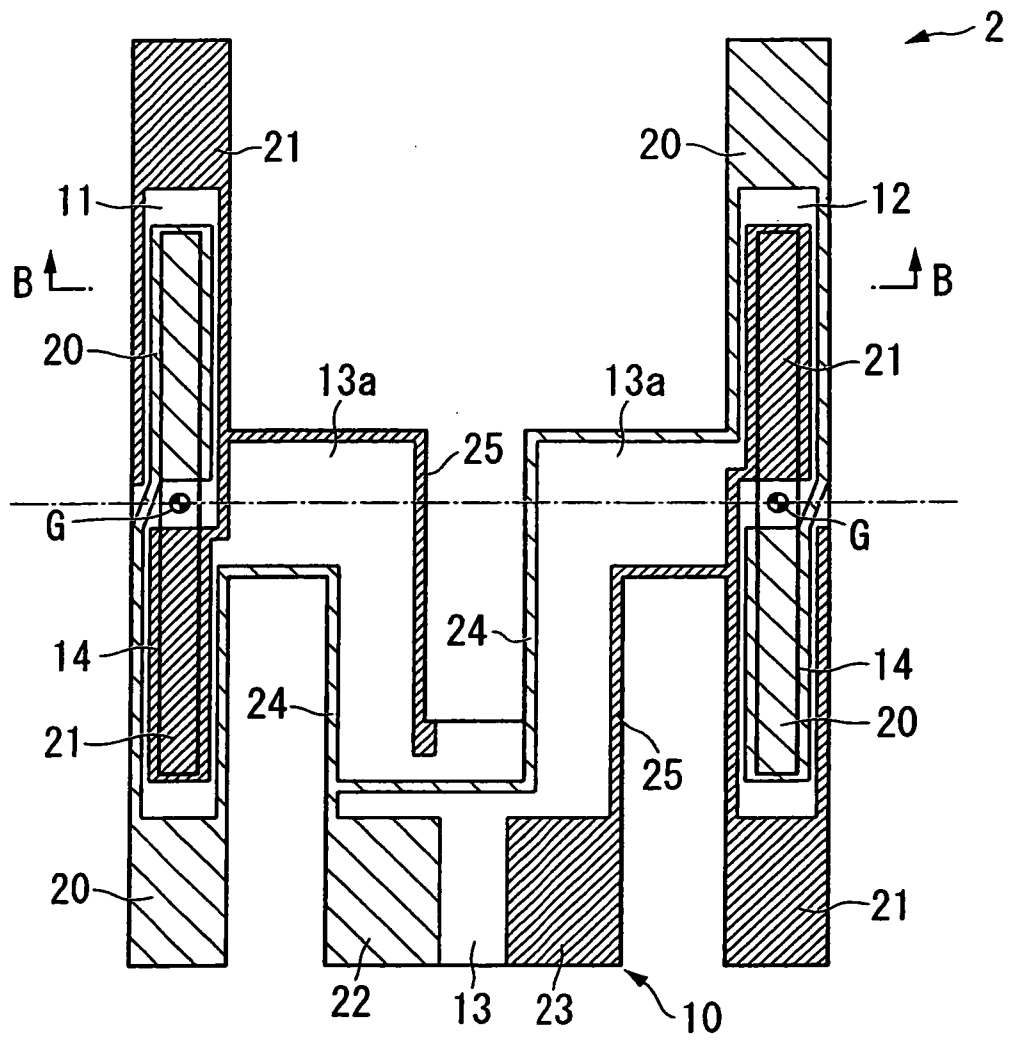


圖6

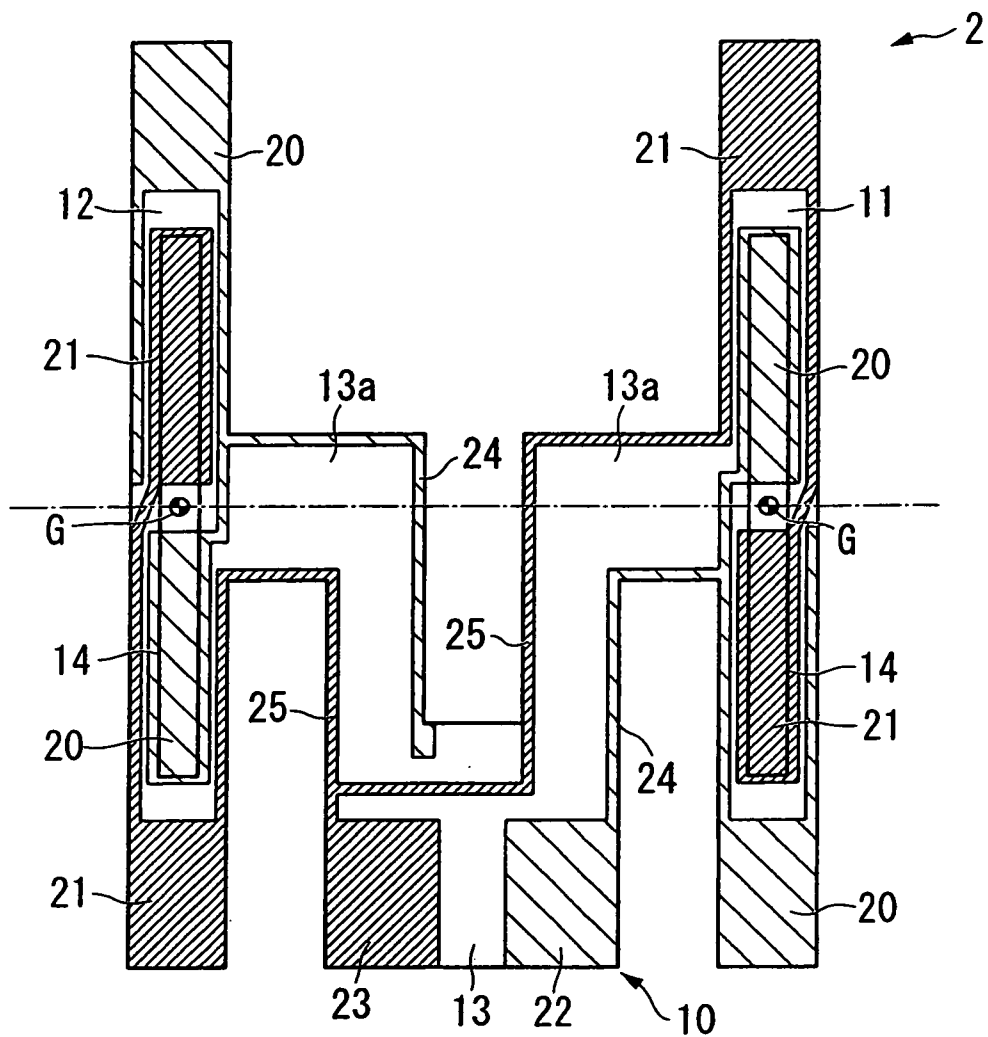


圖7

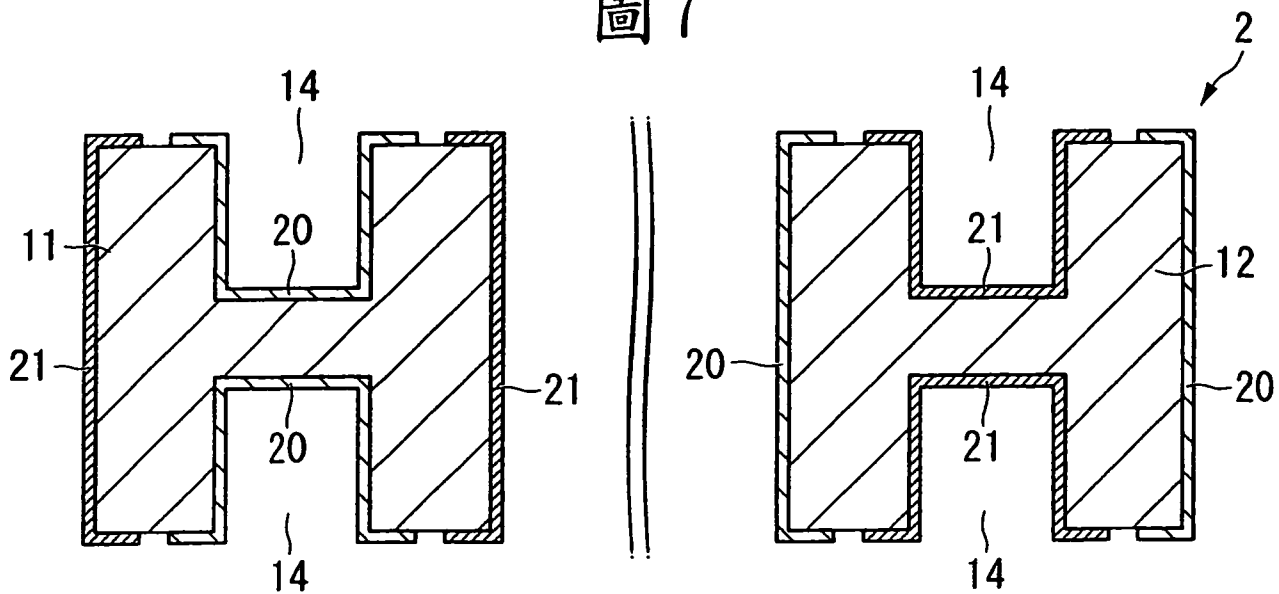


圖 8

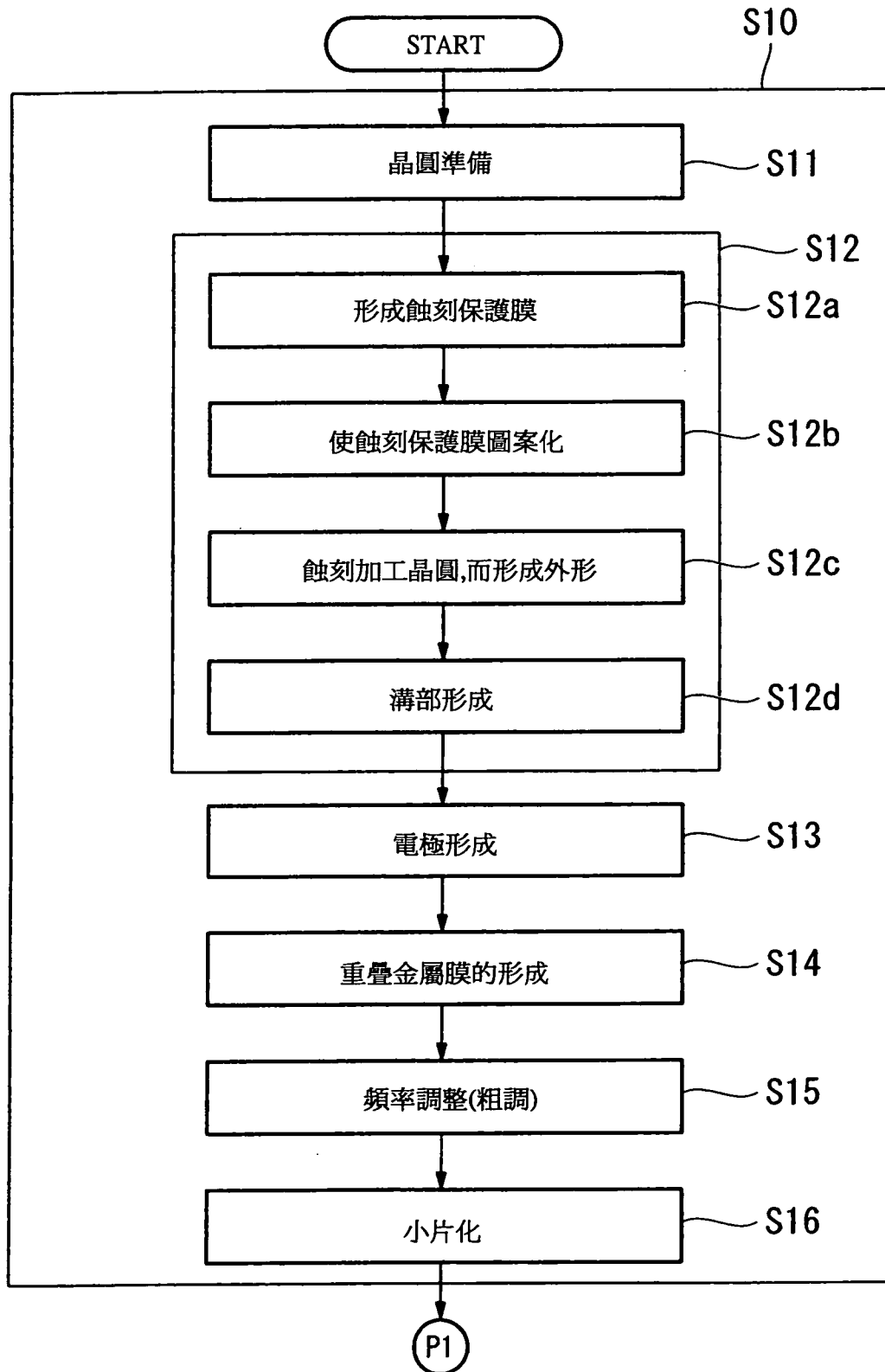


圖 9

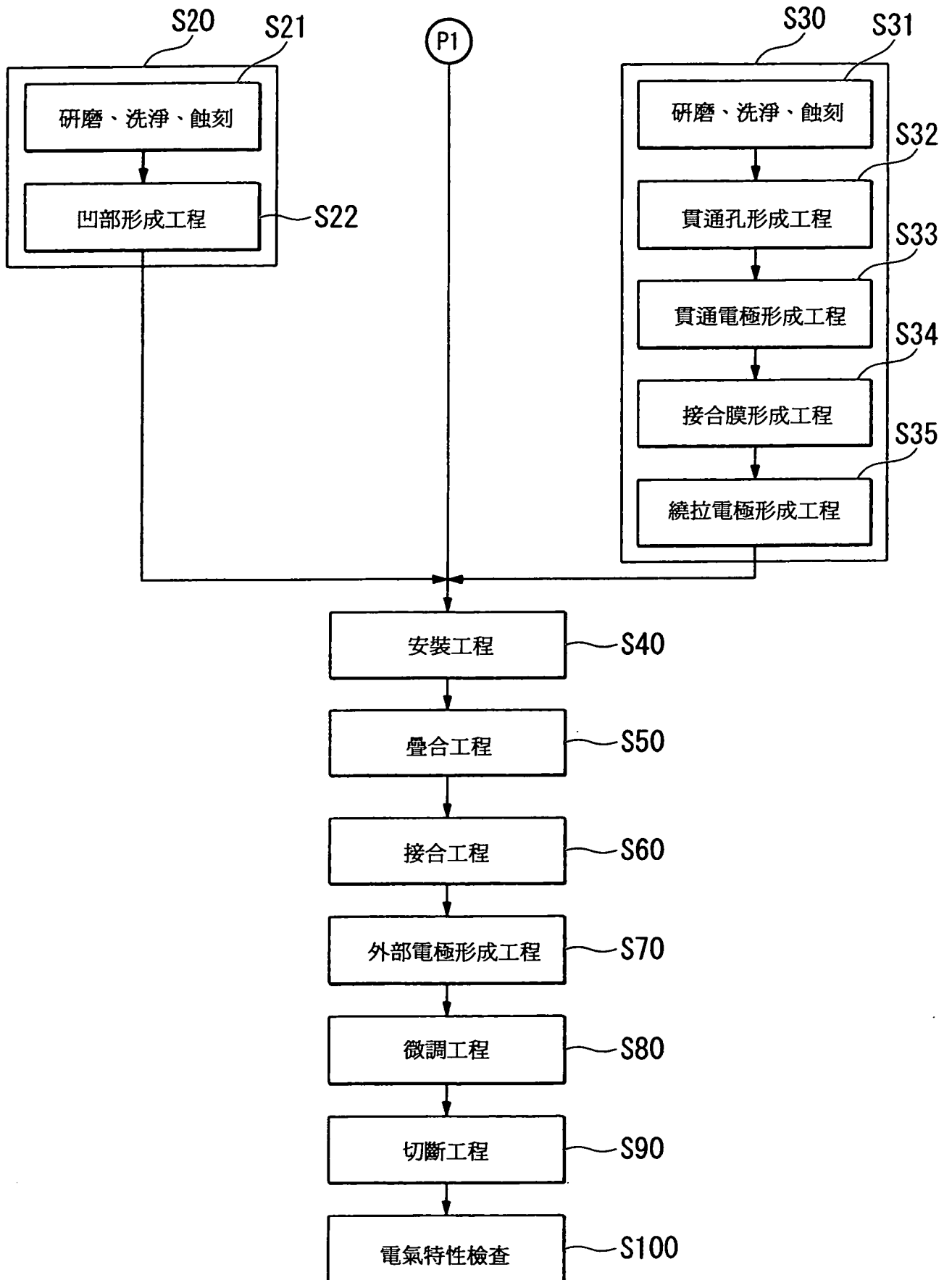


圖 10

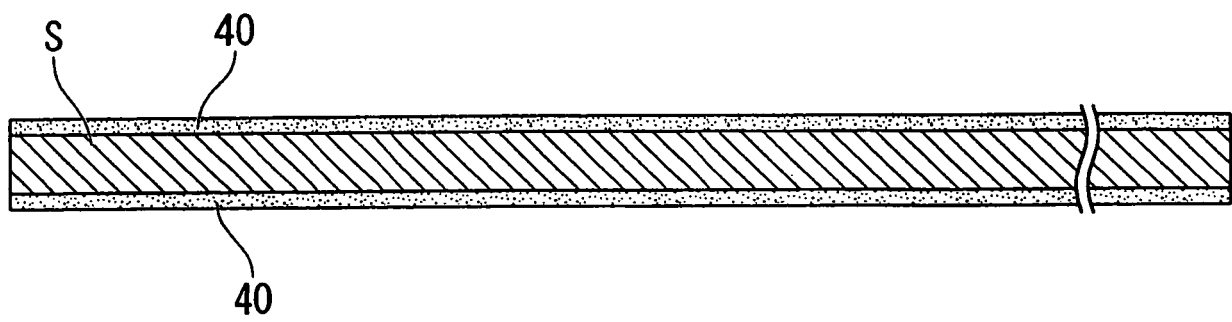


圖 11

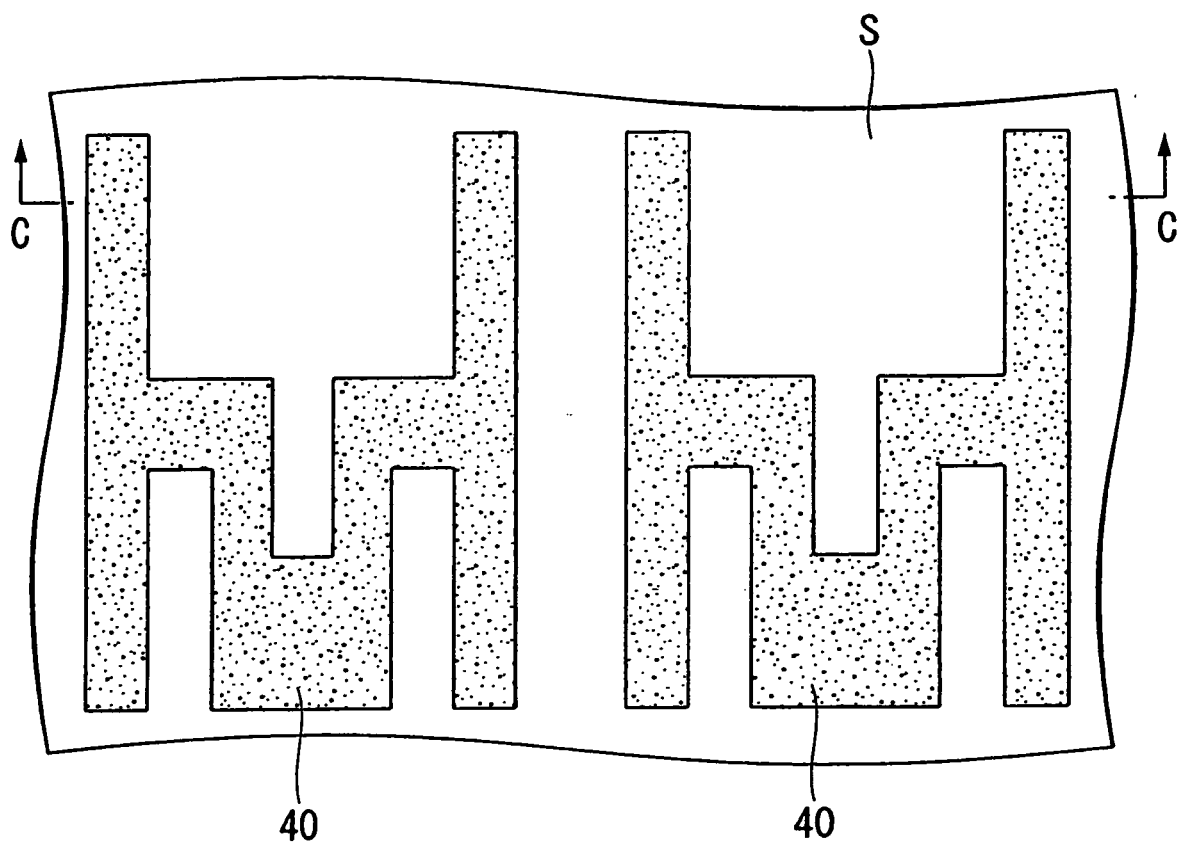


圖 12

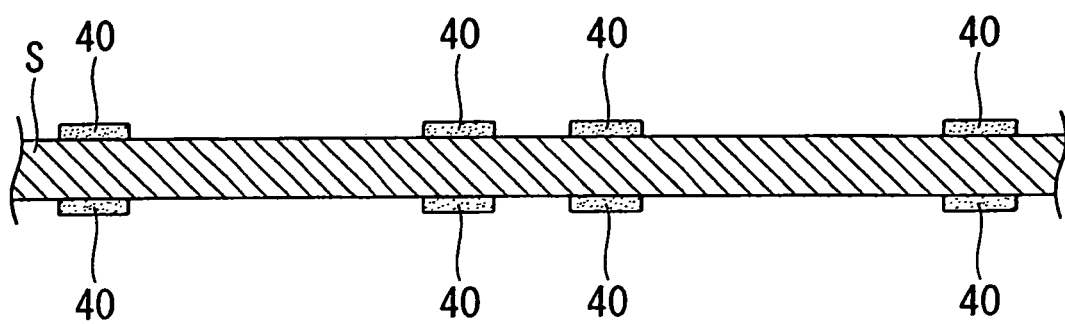


圖 13

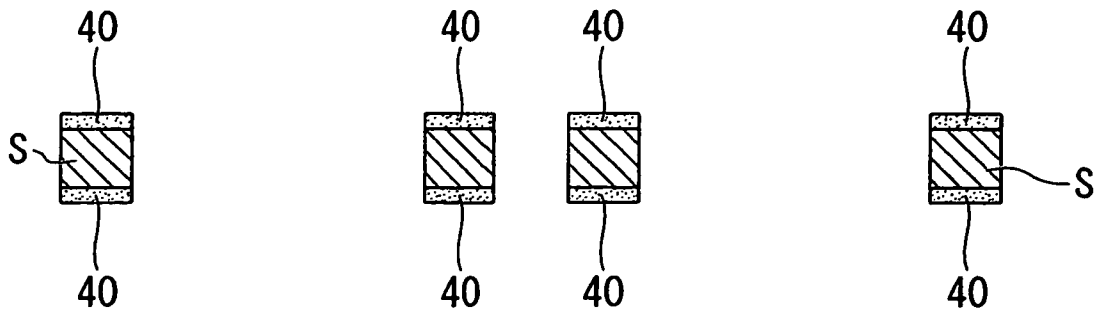


圖 14

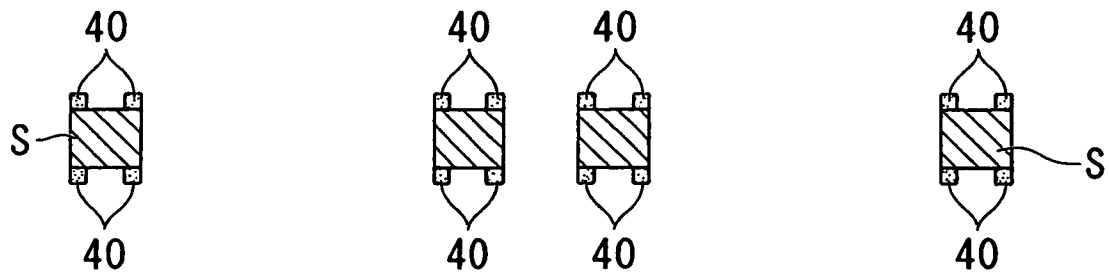


圖 15

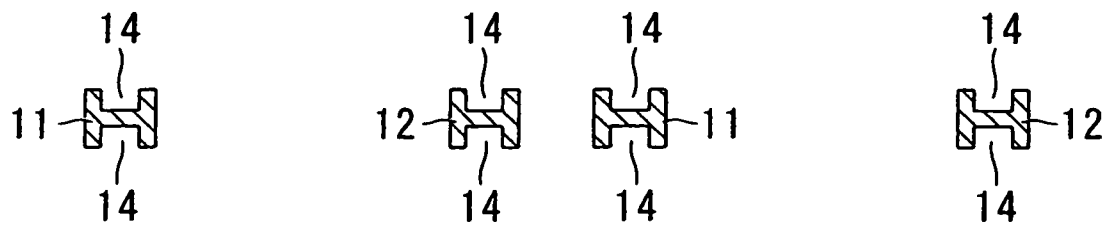


圖 16

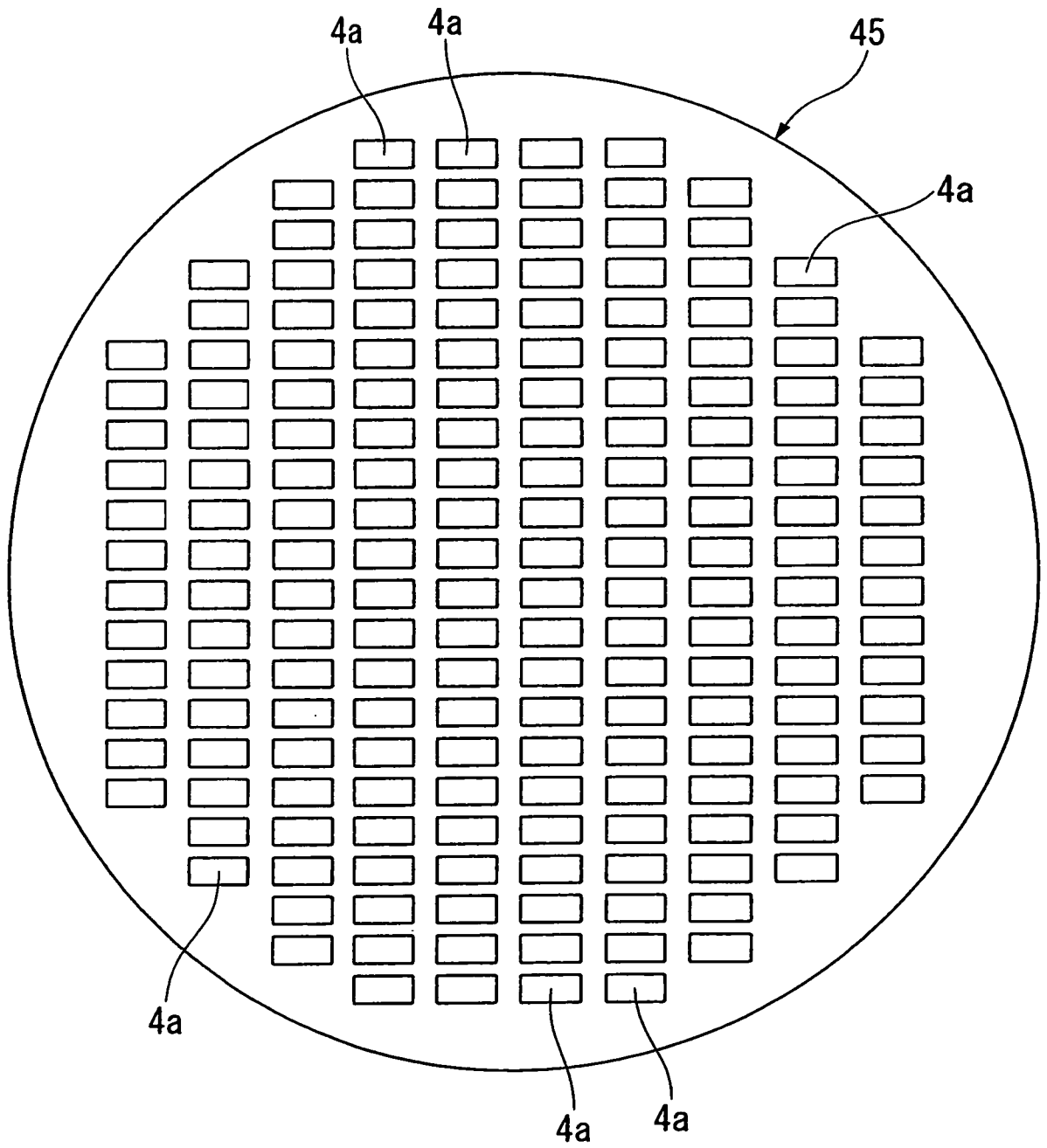


圖17

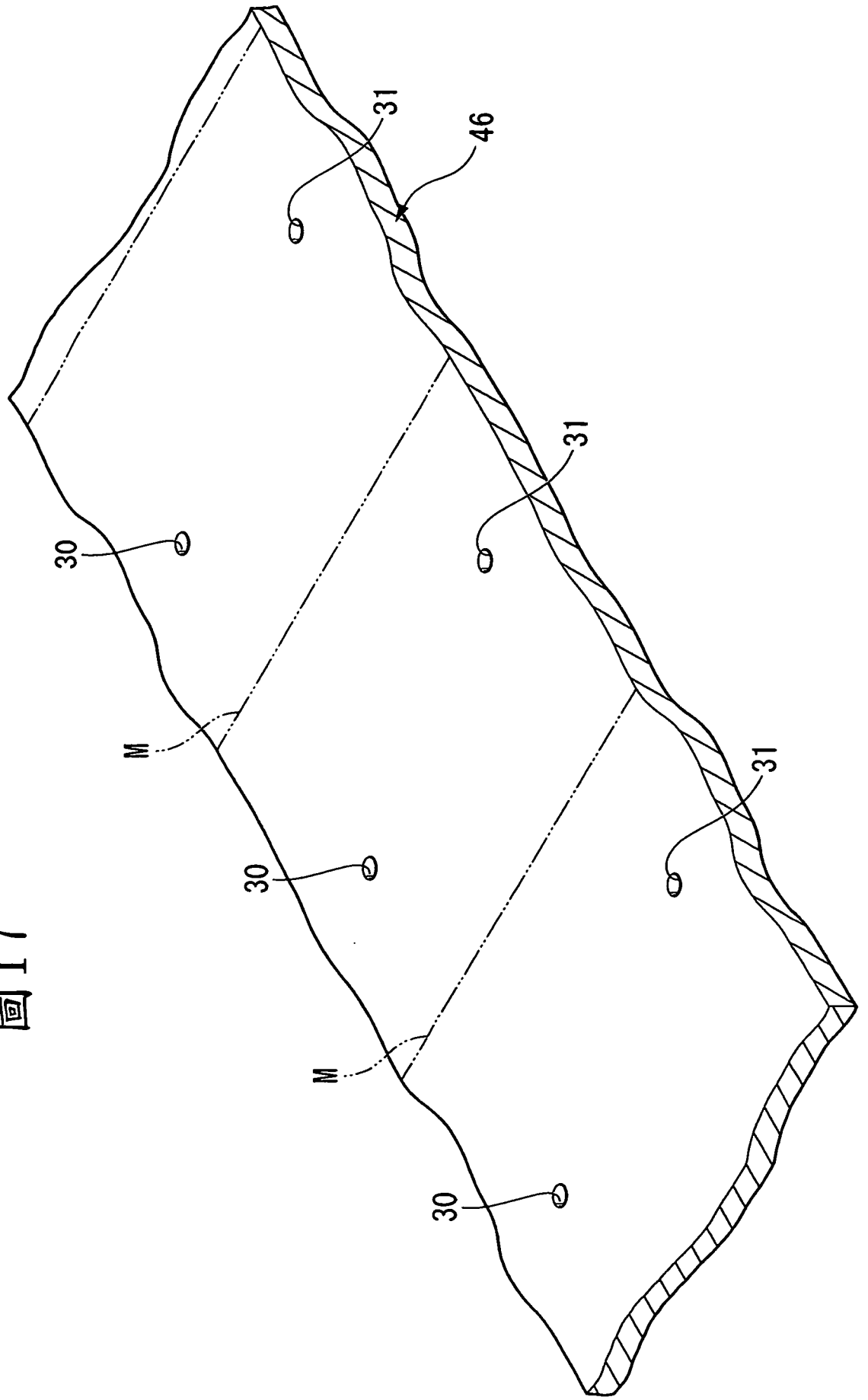


圖18

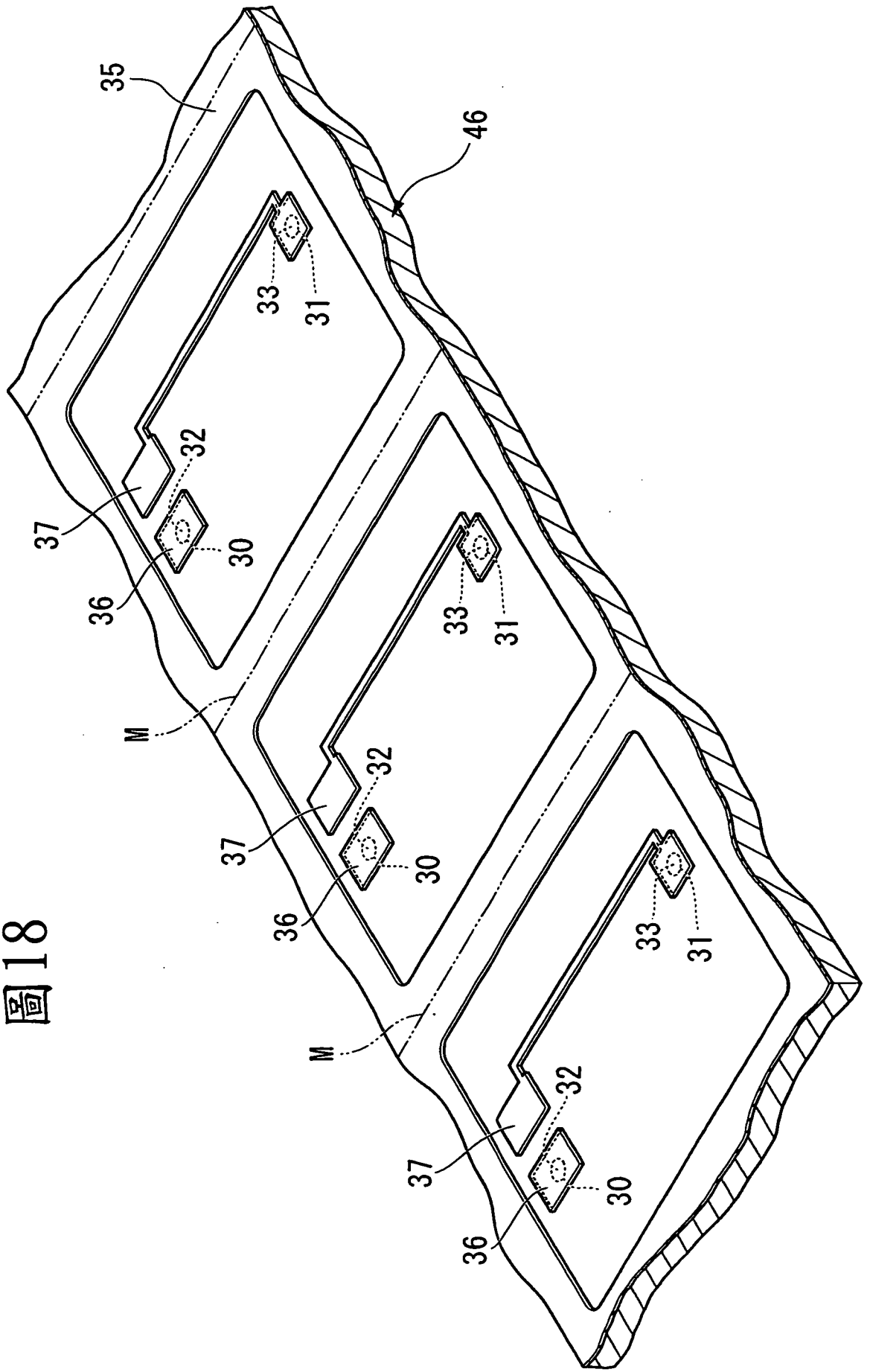


圖 19

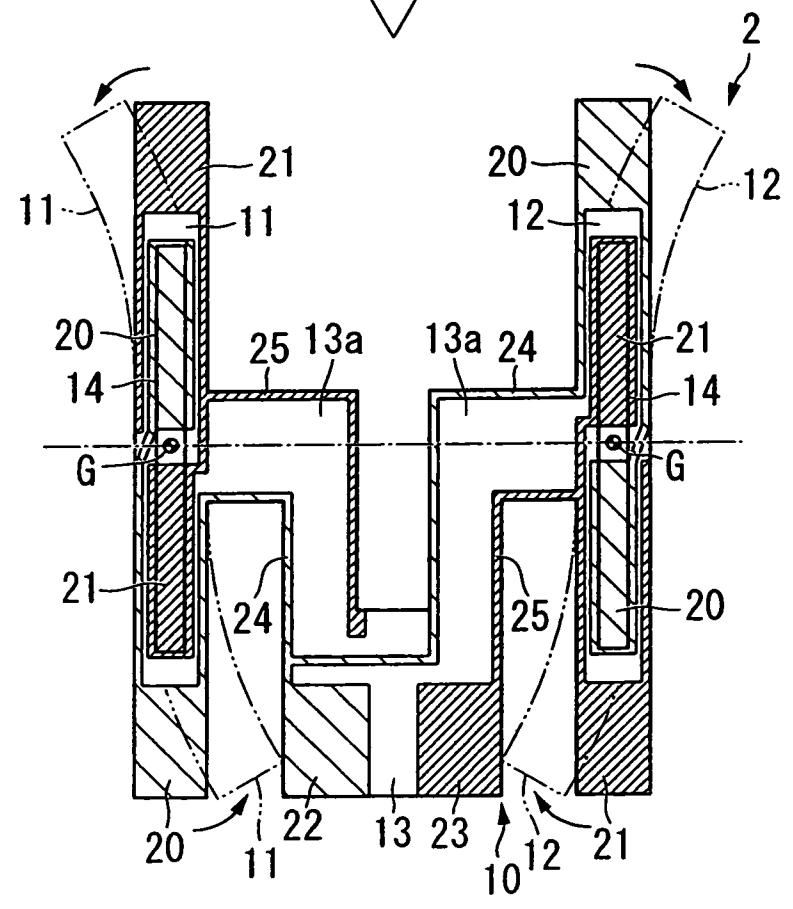
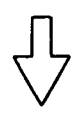
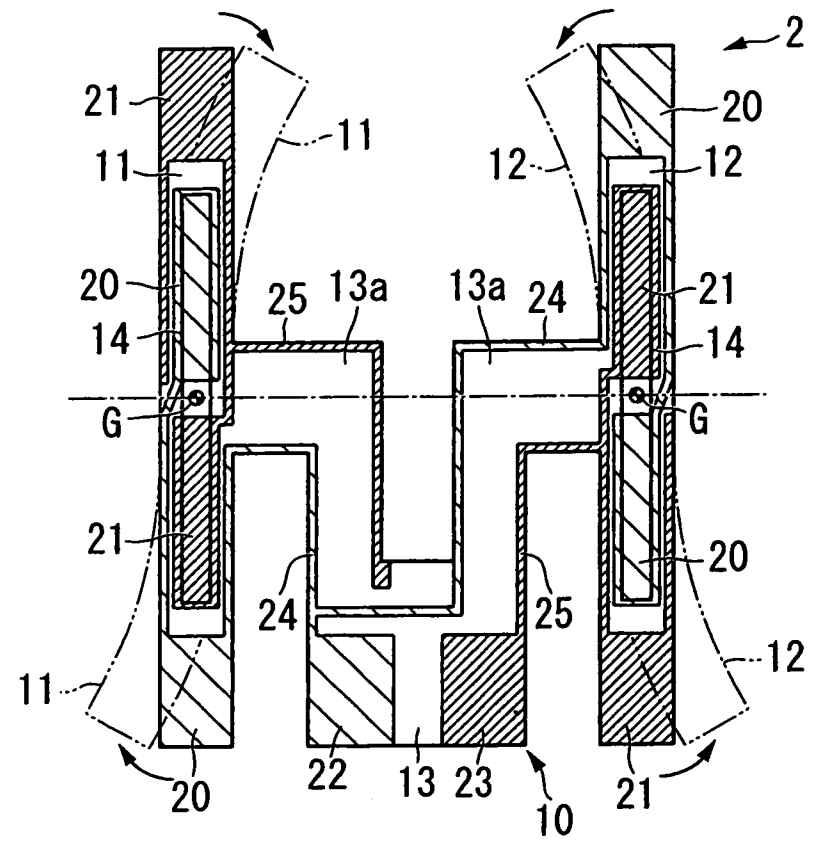


圖 20

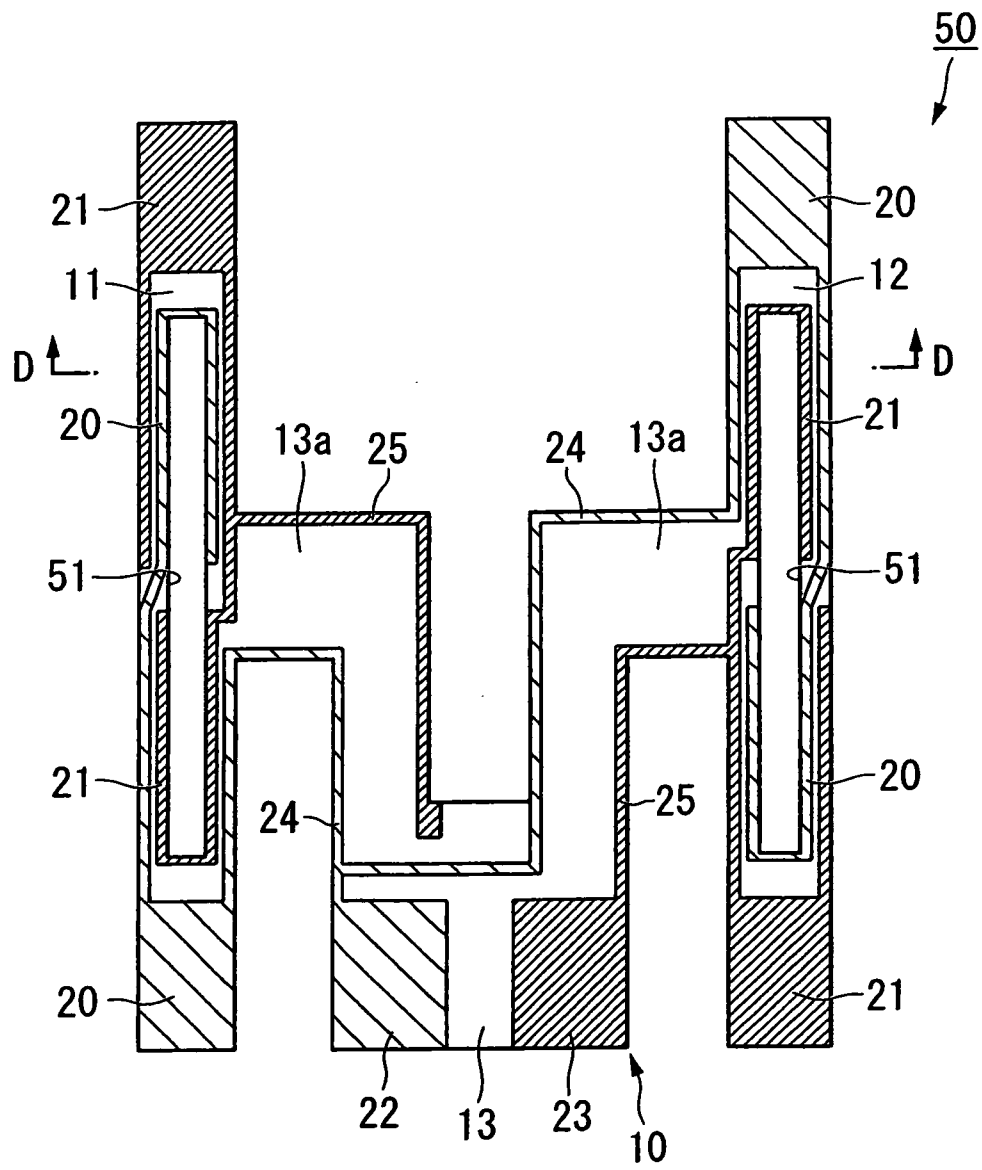


圖 21

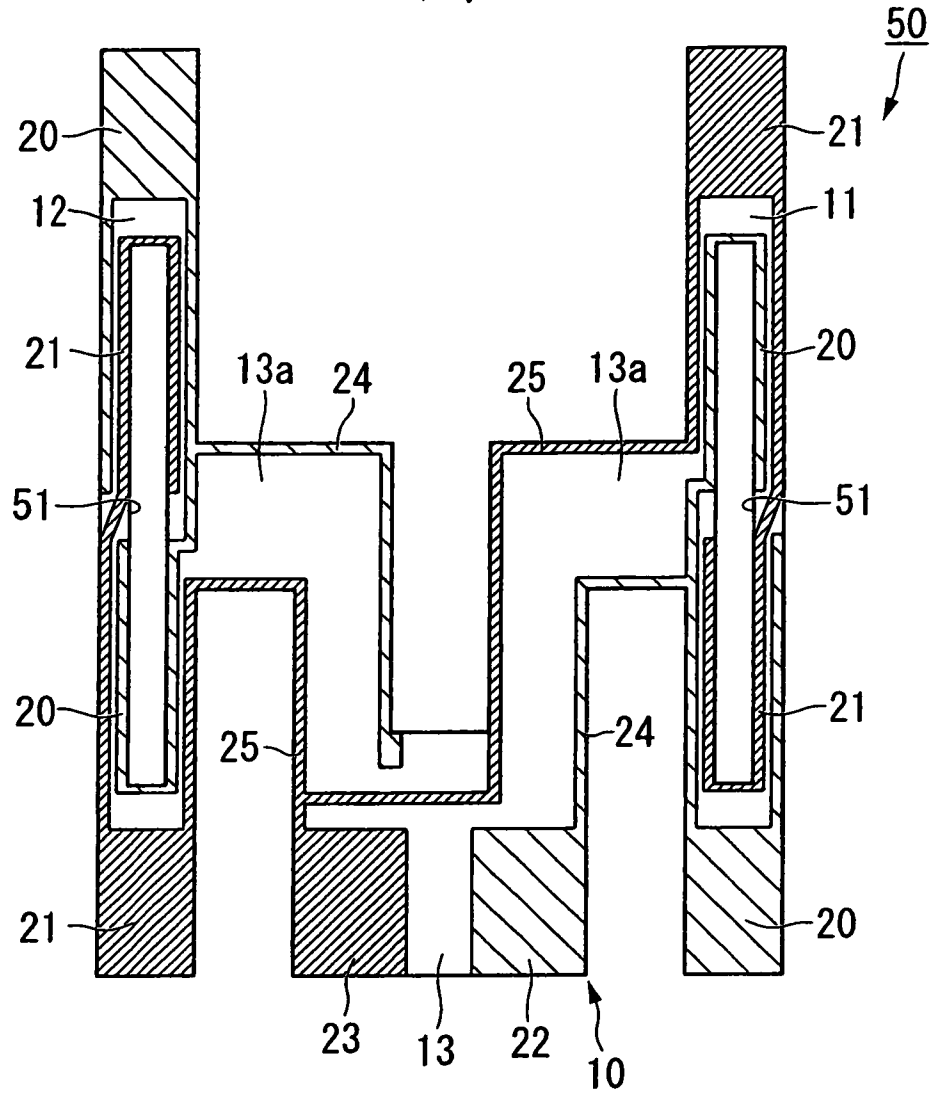


圖 22

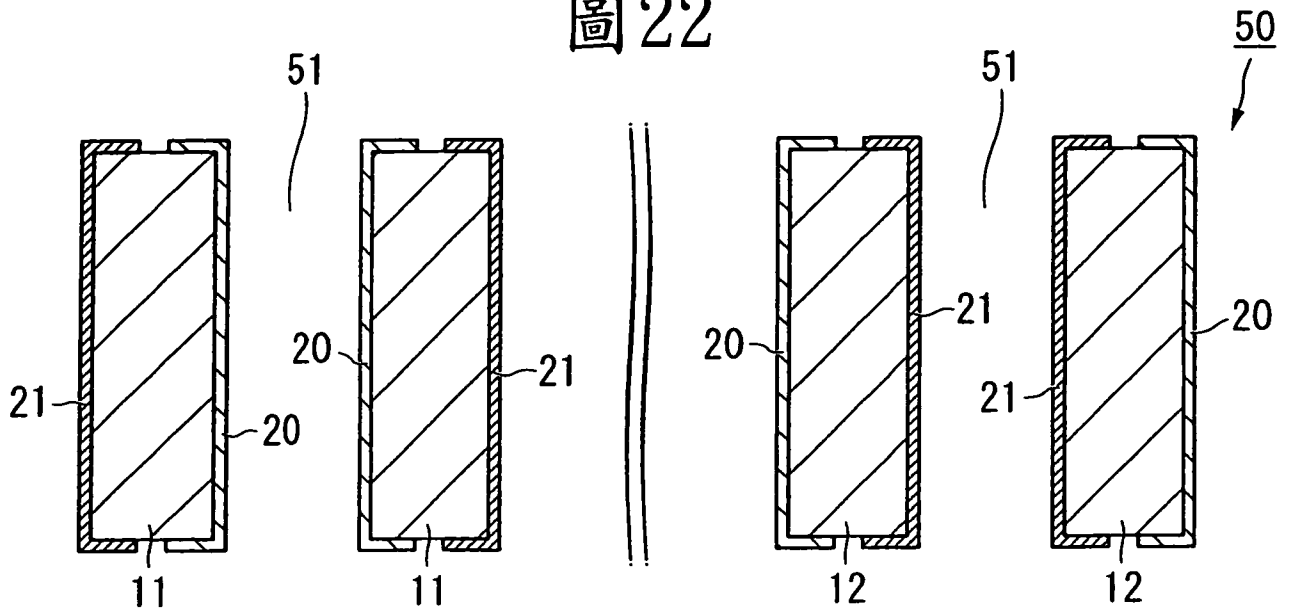


圖 23

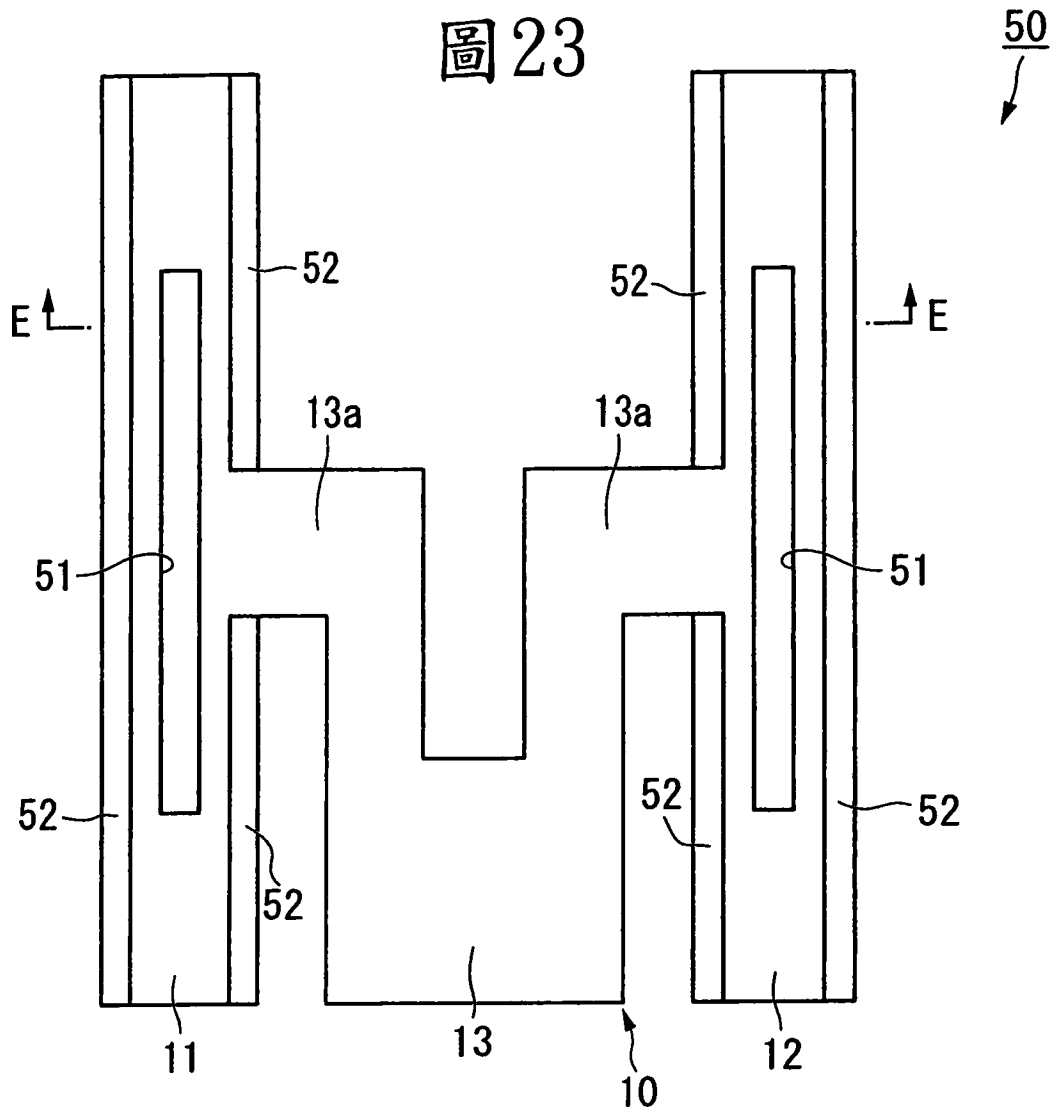


圖 24

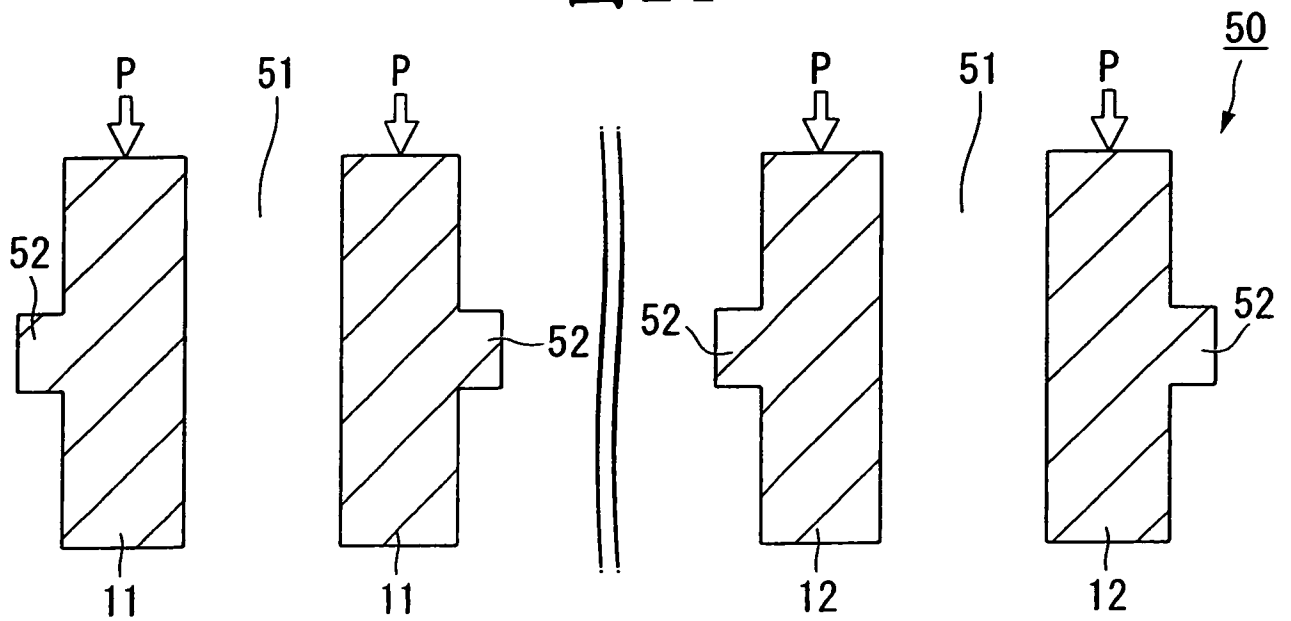


圖 25

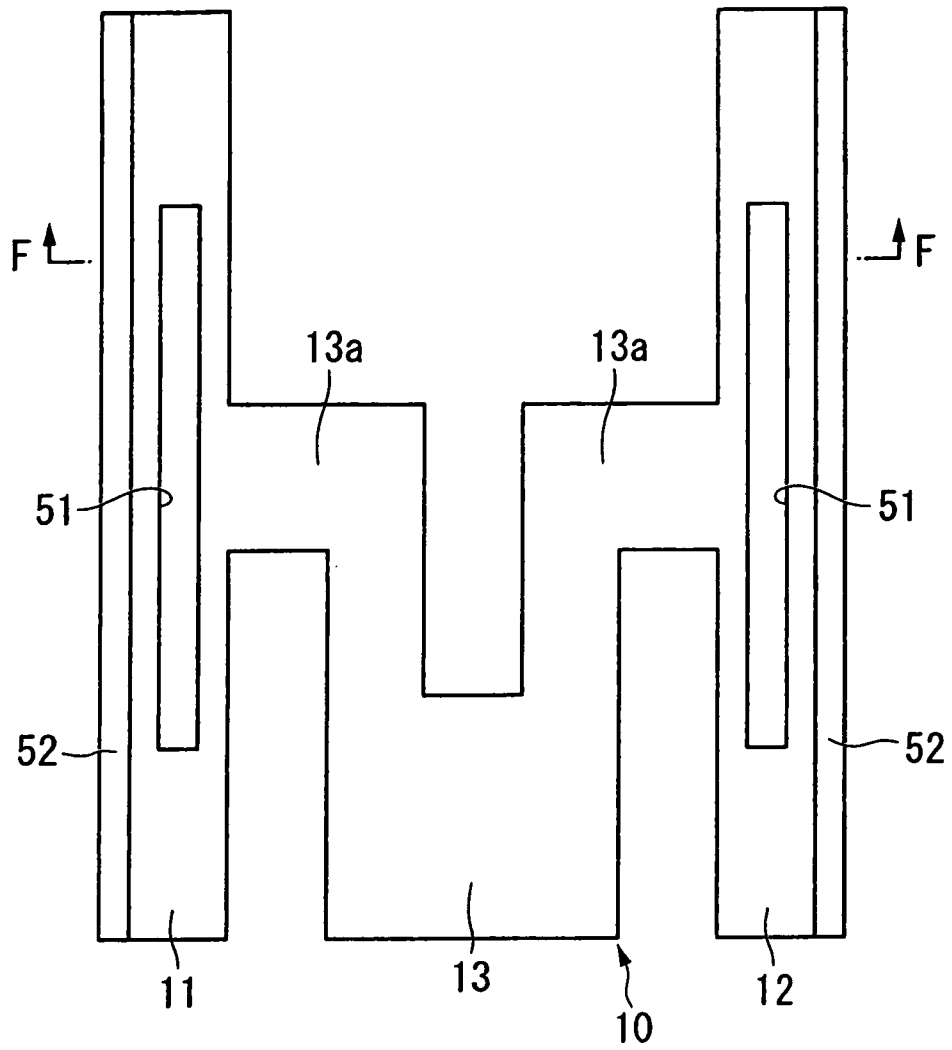


圖 26

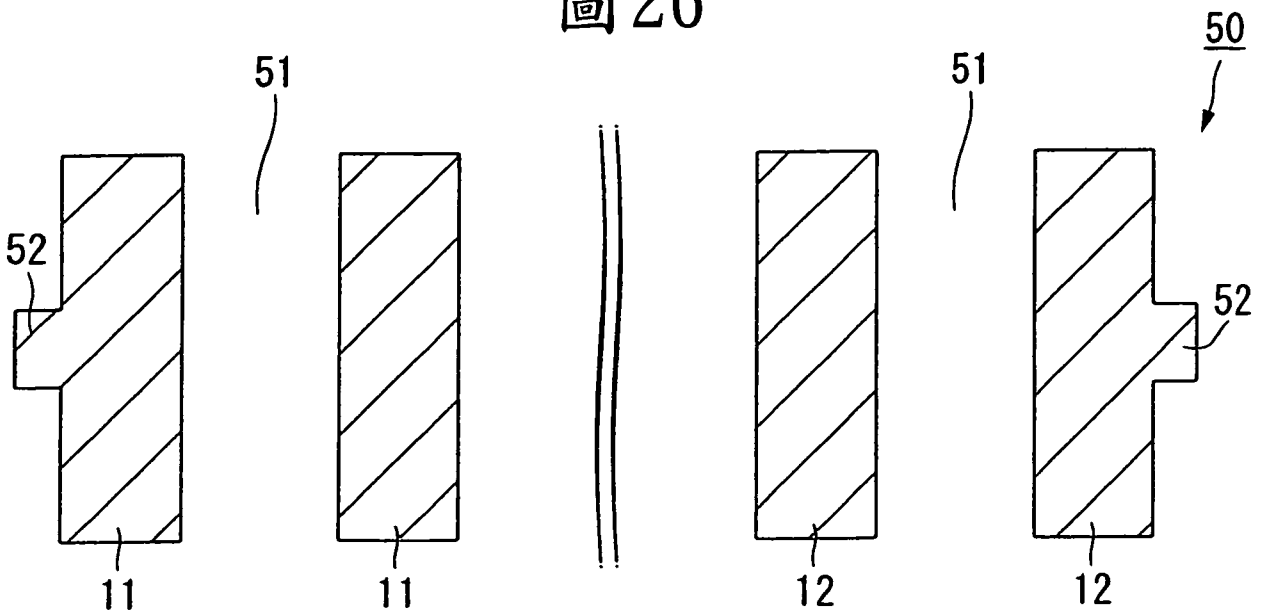


圖 27

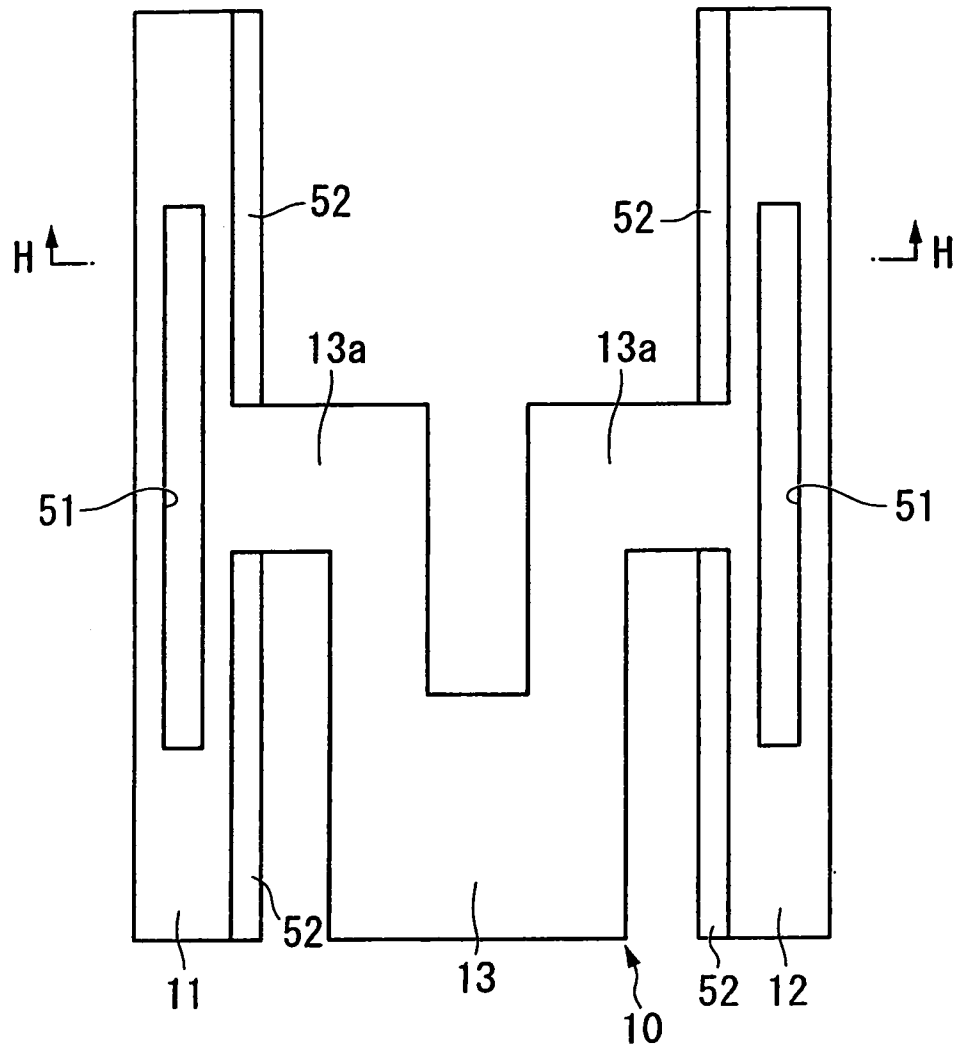


圖 28

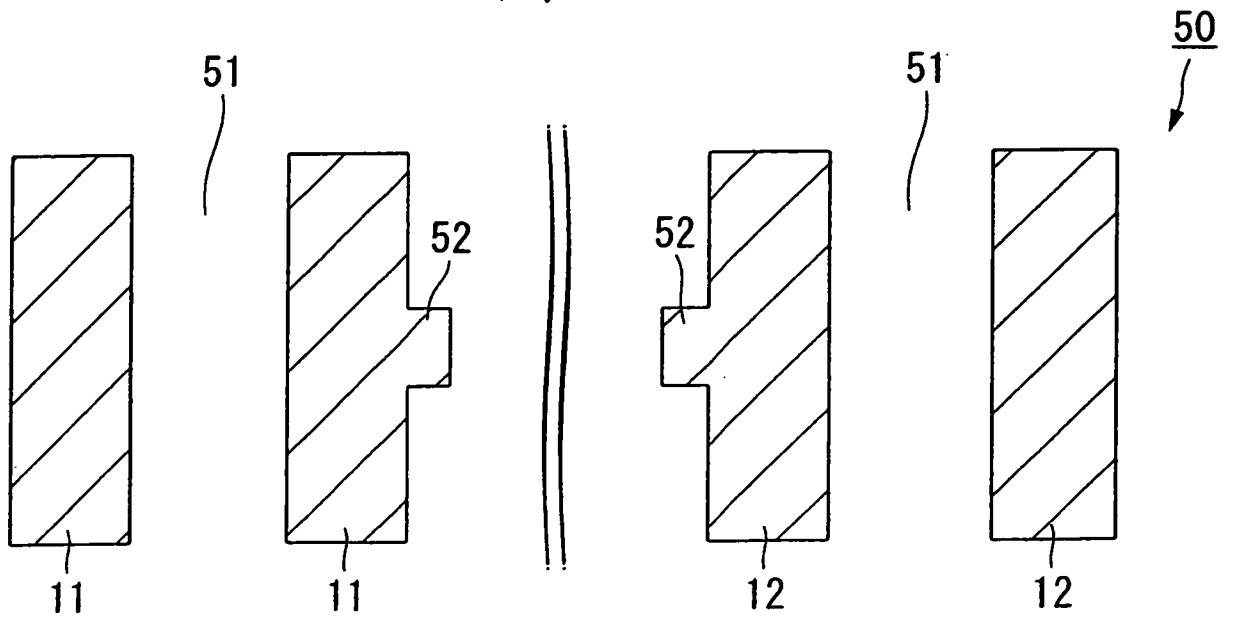


圖 29

60

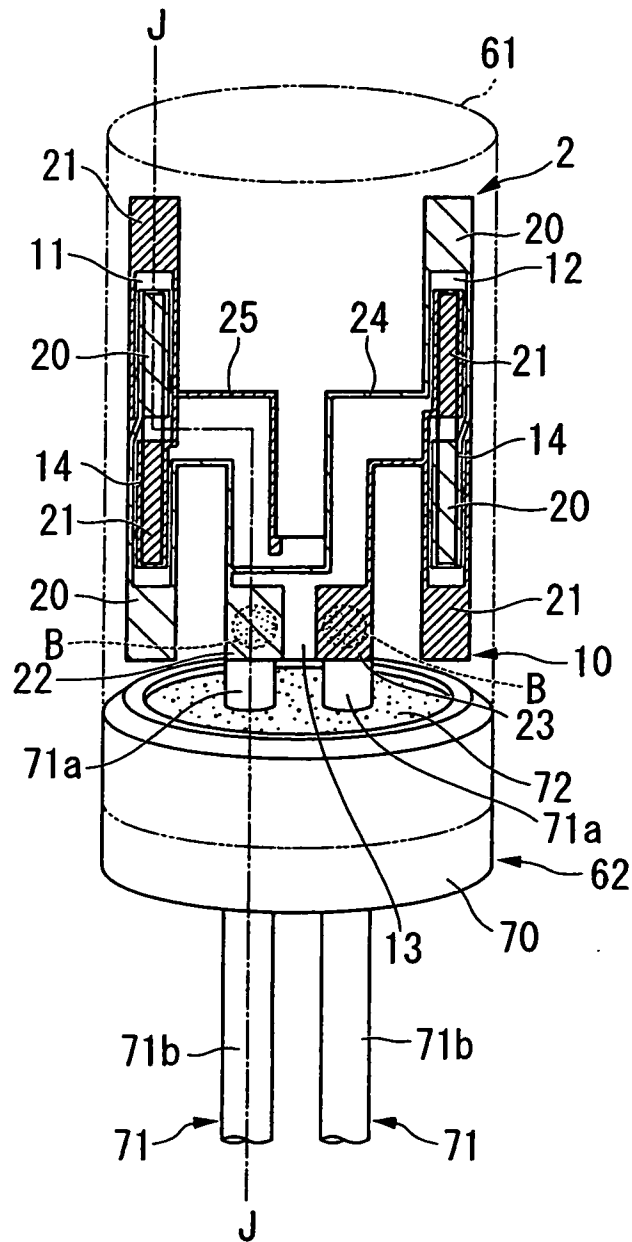


圖 30

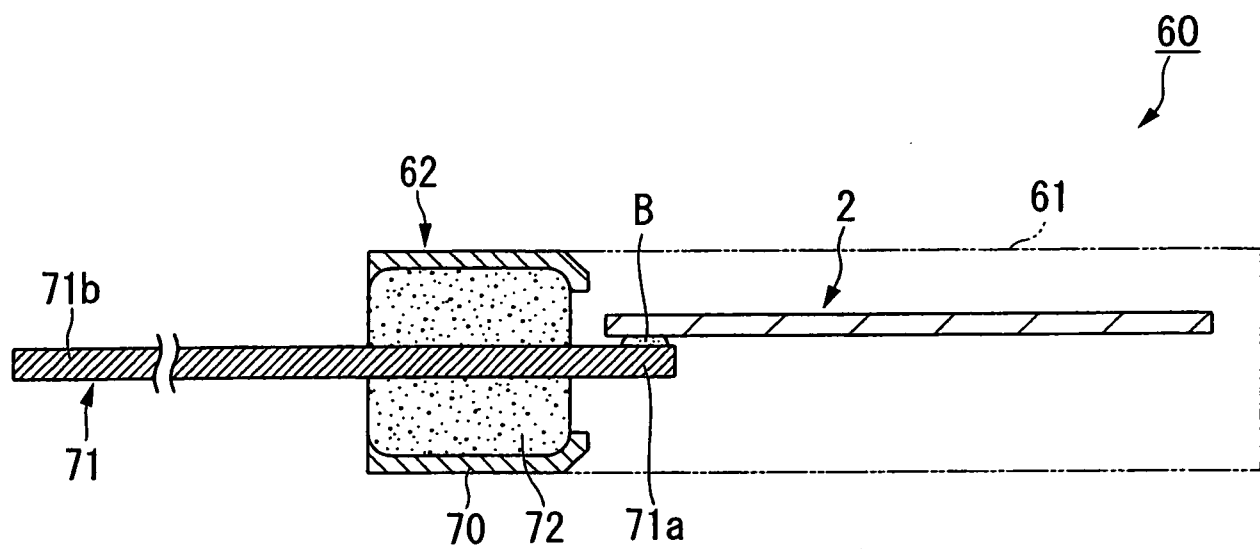


圖 31

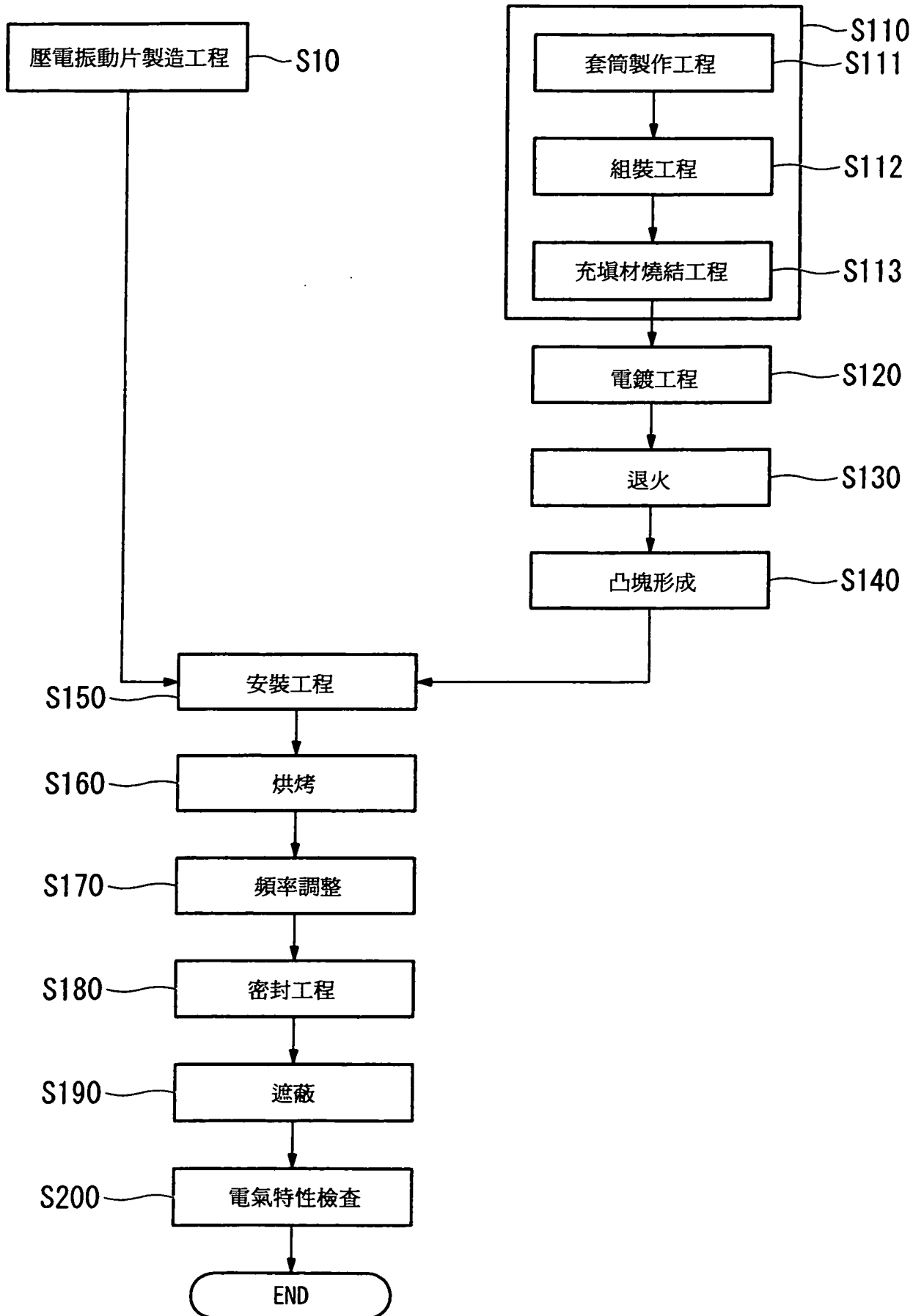


圖 32

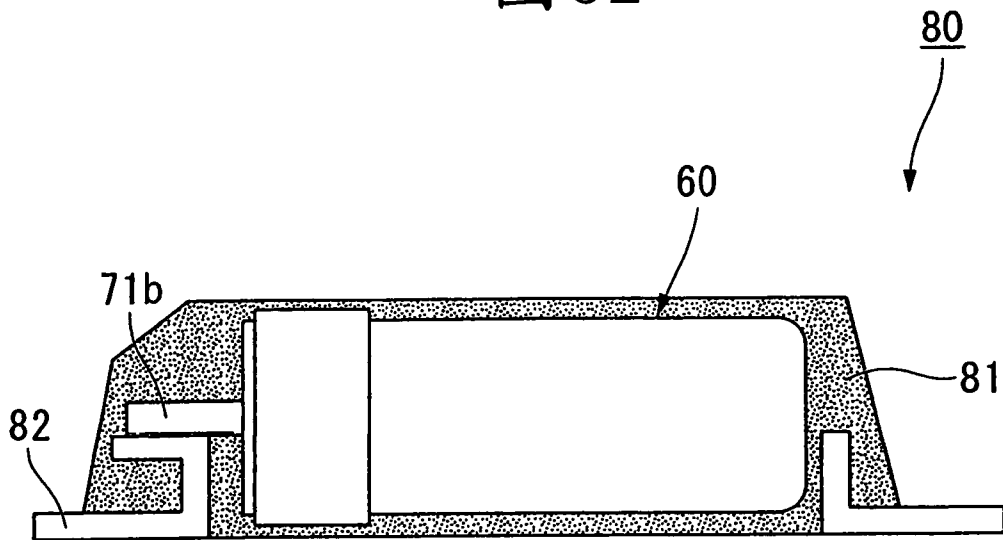


圖 33

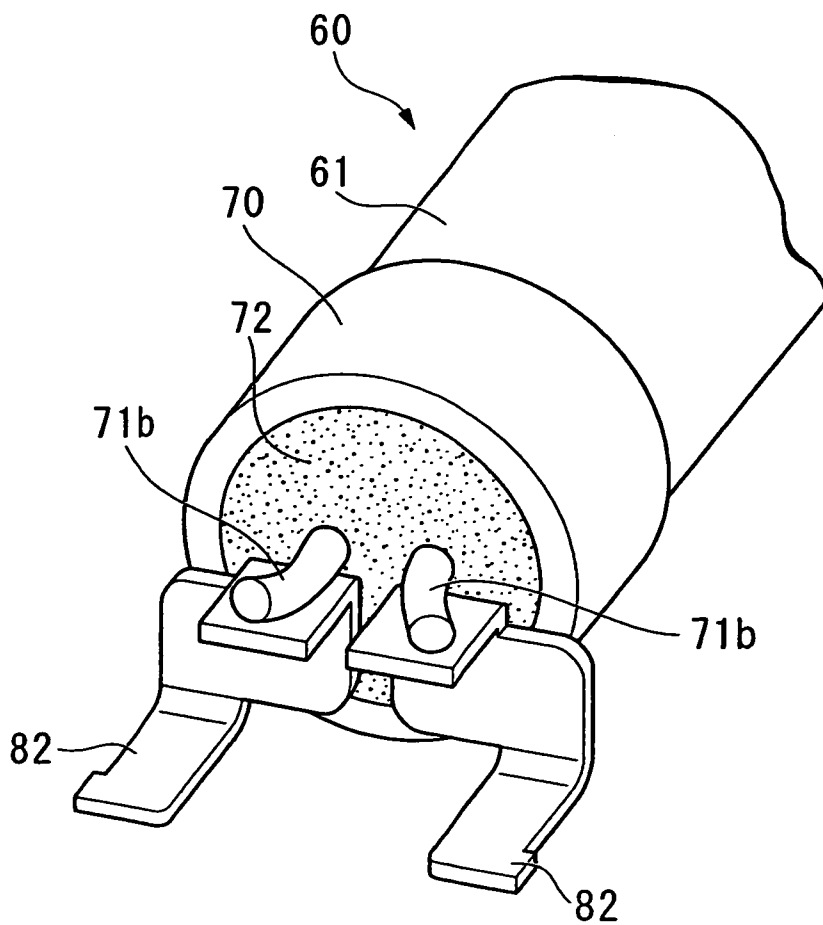


圖 34

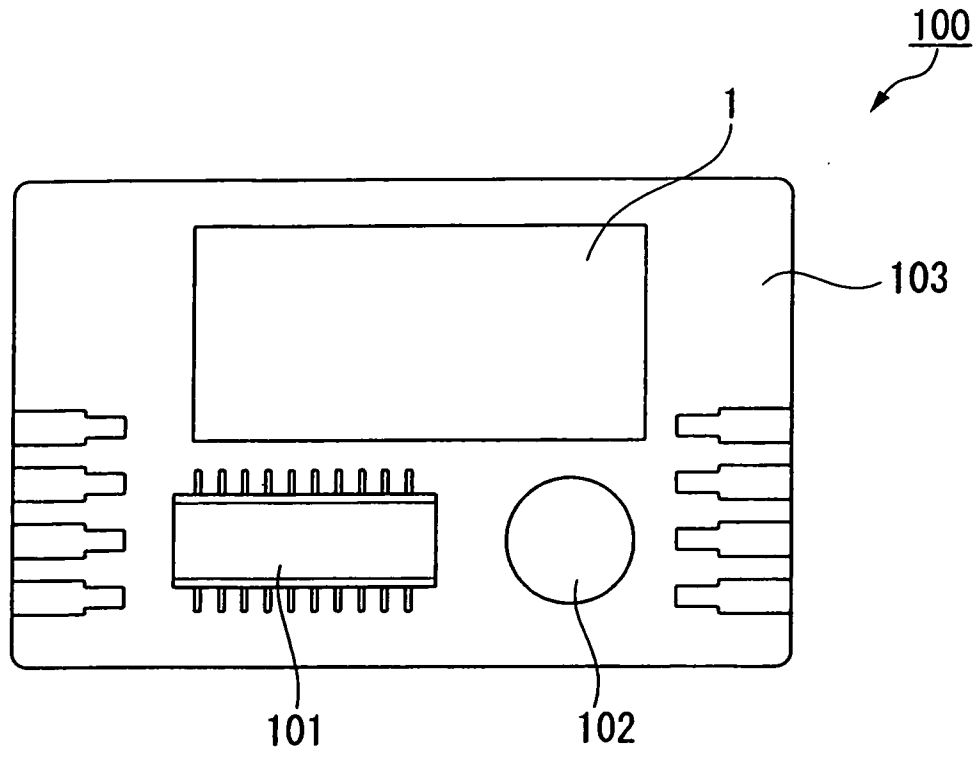


圖35

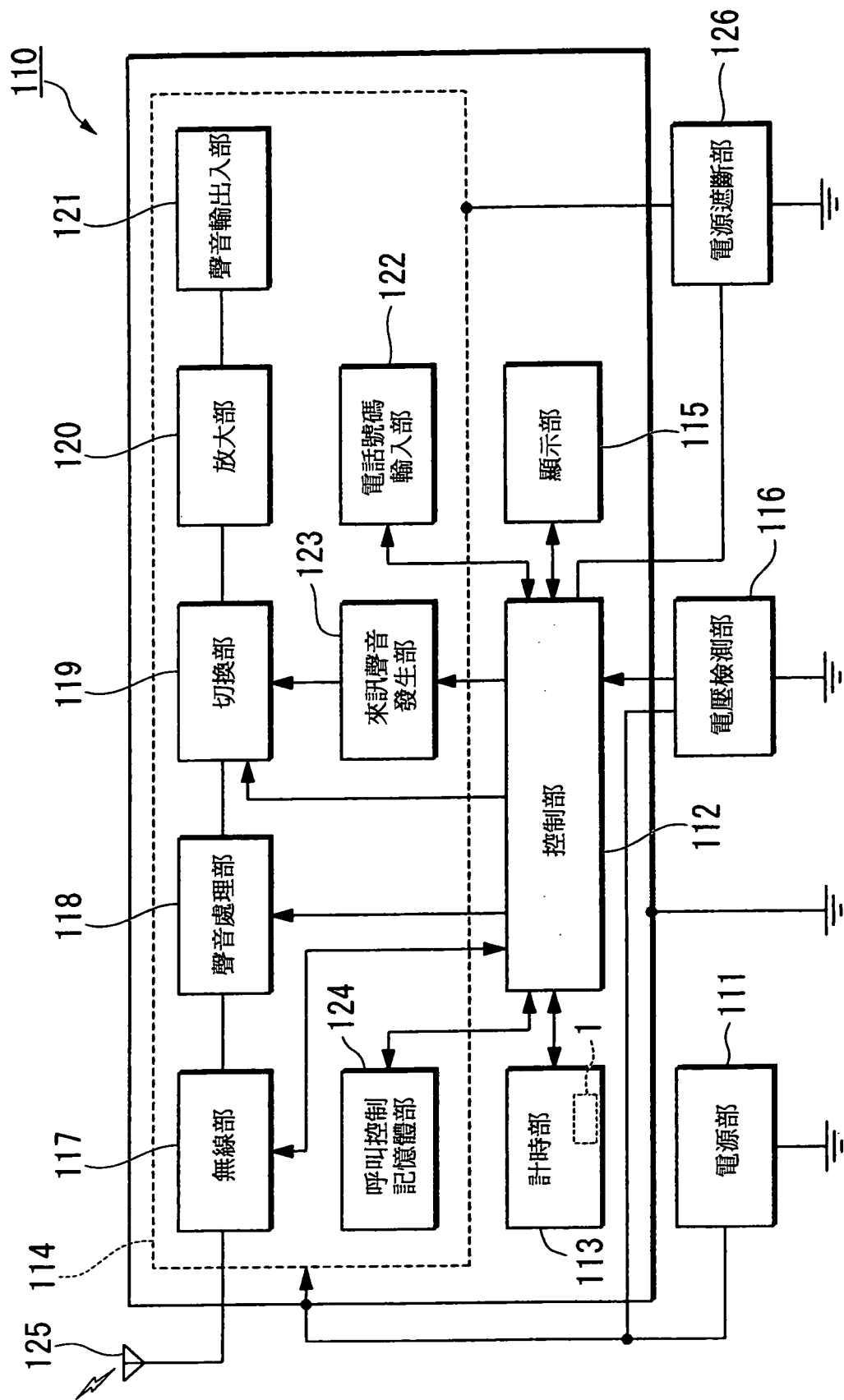


圖36

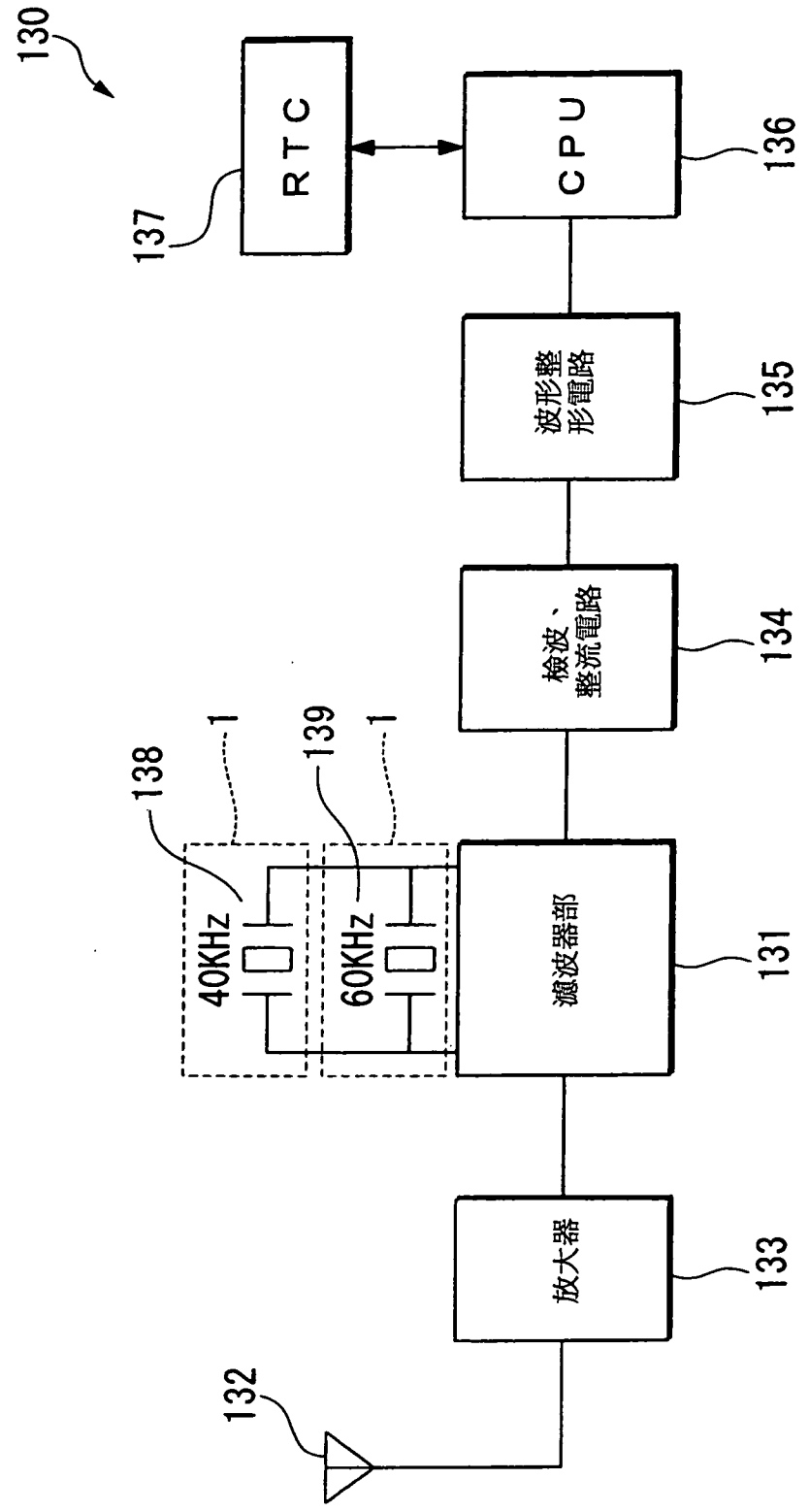


圖 37

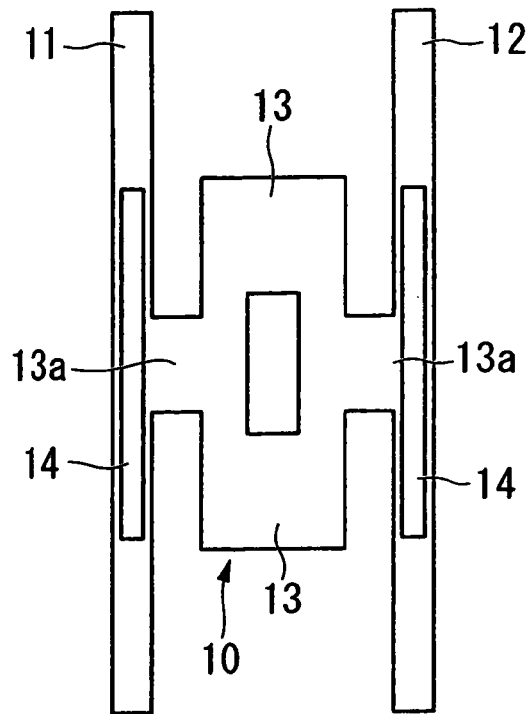


圖 38

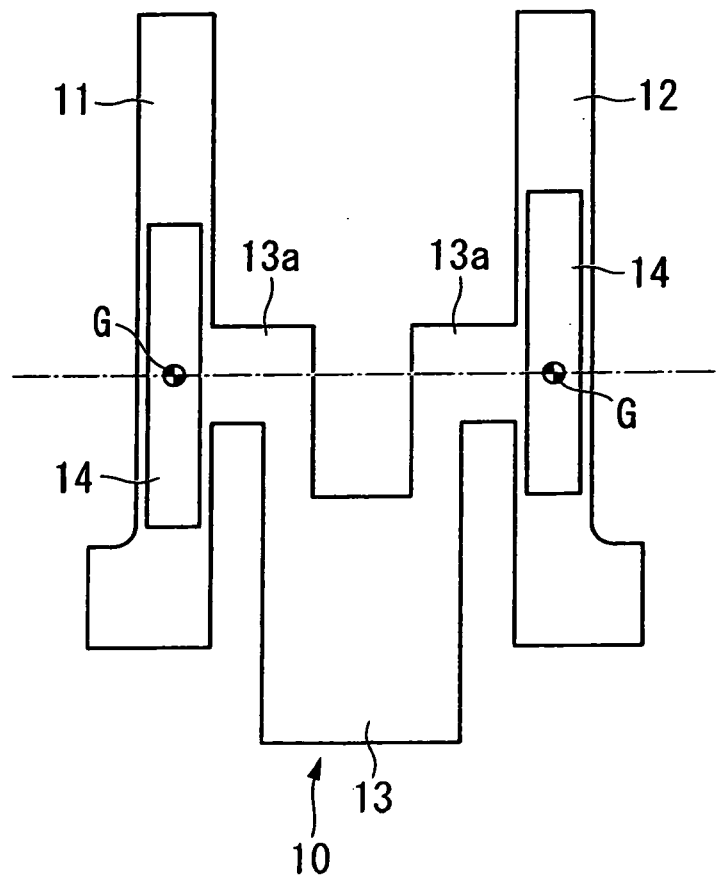


圖 39

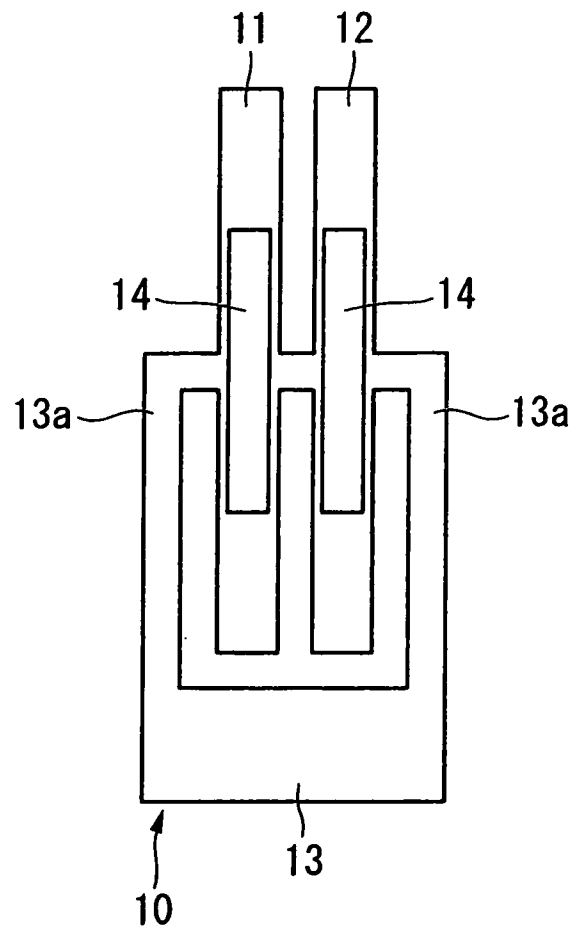


圖40

