



(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 I443884 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：101112584

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 10 日

(51)Int. Cl. : *H01L41/047 (2006.01)**H01L41/22 (2013.01)**H03H9/02 (2006.01)*

(30)優先權：2011/05/06 日本

2011-103366

(71)申請人：日本電波工業股份有限公司 (日本) NIHON DEMPA KOGYO CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：水澤周一 MIZUSAWA, SHUICHI (JP)

(74)代理人：范國華

(56)參考文獻：

US 6232699B1

US 7012355B2

US 7732995B2

US 7745979B2

US 7948156B2

審查人員：李景松

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：11 共 0 頁

(54)名稱

壓電振動片、具有壓電振動片的壓電裝置及壓電裝置的製造方法

PIEZOELECTRIC VIBRATING PLATE, PIEZOELECTRIC DEVICE WITH THE PIEZOELECTRIC
VIBRATING PLATE AND METHOD FOR MANUFACTURING FOR THE SAME

(57)摘要

本發明提供一種壓電振動片、一種具有此壓電振動片的壓電裝置及其製造方法，此壓電振動片包含有一振動部、一外框部、一連結部及一引導電極，振動部的中央區域具有一第一厚度的一激勵電極，外框部包圍振動部並與振動部間隔一空隙，連結部連結振動部與外框部，引導電極由激勵電極延伸並形成於振動部、連結部及外框部，引導電極在振動部的整體具有第一厚度，且引導電極在外框部具有比第一厚度厚的第二厚度。本發明的目的在於使激勵電極及引導電極以均勻的厚度形成且能夠防止不必要的振動產生，改善振動特性。

A piezoelectric vibrating plate, a piezoelectric device with the piezoelectric vibrating plate and a method for manufacturing such piezoelectric device are provided. The piezoelectric vibrating plate includes a vibrating portion, a border portion, a connecting portion and an extraction electrode. An excitation electrode is formed on a central region of the vibrating portion and the thickness of the excitation electrode is measured as first thickness. The border portion is revolved the vibrating portion and with a gap between thereof. The connecting portion connects to the vibrating portion and the border portion respectively, and the extraction electrode is extended from the excitation electrode and formed on the vibrating portion, the connecting portion and the border portion. Thickness of the extraction electrode on whole of the vibrating portion is measured as first thickness while on the border portion is measured as second thickness which is thicker. Purpose of the invention is to make the extraction electrode and the excitation electrode to be formed in evenly thickness for avoiding unnecessary vibration and improving vibration reaction.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101112584

※ 申請日：101.4.10

※IPC 分類：

H01L 41/047 (2006.01)
H01L 41/22 (2013.01)
H03H 9/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

壓電振動片、具有壓電振動片的壓電裝置及壓電裝置的製造方法
/ PIEZOELECTRIC VIBRATING PLATE, PIEZOELECTRIC
DEVICE WITH THE PIEZOELECTRIC VIBRATING PLATE AND
METHOD FOR MANUFACTURING FOR THE SAME

二、中文發明摘要：

本發明提供一種壓電振動片、一種具有此壓電振動片的壓電裝置及其製造方法，此壓電振動片包含有一振動部、一外框部、一連結部及一引導電極，振動部的中央區域具有一第一厚度的一激勵電極，外框部包圍振動部並與振動部間隔一空隙，連結部連結振動部與外框部，引導電極由激勵電極延伸並形成於振動部、連結部及外框部，引導電極在振動部的整體具有第一厚度，且引導電極在外框部具有比第一厚度厚的第二厚度。本發明的目的在於使激勵電極及引導電極以均勻的厚度形成且能夠防止不必要的振動產生，改善振動特性。

三、英文發明摘要：

A piezoelectric vibrating plate, a piezoelectric device with the piezoelectric vibrating plate and a method for manufacturing such piezoelectric device are provided. The piezoelectric vibrating plate includes a vibrating portion, a border portion, a connecting portion and an extraction electrode. An excitation electrode is formed on a central region of the vibrating portion and the thickness of the excitation electrode is measured as first thickness. The border portion is revolved the vibrating portion and with a gap between thereof. The connecting portion connects to the vibrating portion and the border portion respectively, and the extraction electrode is extended from the excitation electrode and formed on the vibrating portion, the connecting portion and the border portion. Thickness of the extraction electrode on whole of the vibrating portion is measured as first thickness while on the border portion is measured as second thickness which is thicker. Purpose of the invention is to make the extraction electrode and the excitation electrode to be formed in evenly thickness for avoiding unnecessary vibration and improving vibration reaction.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 2 (c) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10—水晶振動片

101—振動部

102a、102b—激勵電極

103a、103b—引導電極

104a、104b—連結部

105—貫通開口部

d1—第一厚度

d2—第二厚度

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】

本發明係關於一種壓電振動片、具有壓電振動片的壓電裝置及其製造方法，特別是一種能夠以晶片狀態製造多個壓電振動片、具有壓電振動片的壓電裝置及壓電裝置的製造方法。

【先前技術】

以往已知有如下技術，在將壓電振動片放置於陶瓷包裝件之後，藉由使壓電振動片之激勵電極的厚度變薄來調整壓電振動片的頻率。但是，若利用具有與激勵電極相同形狀之開口部的掩膜而使壓電振動片的激勵電極的厚度變薄，則激勵電極的外周變得比中央部厚並在外周形成階梯部。由此，產生不必要的振動，進而導致振動特性的劣化。

在日本特開 2002-299982 號公報所公開的壓電裝置中，為了解決上述問題，將被削薄的一方的激勵電極形成得比另一方的激勵電極要大，並使用具有比一方的激勵電極要小、比另一方的激勵電極要大的開口部的掩膜，使一方的激勵電極變薄。由此，被削薄的一方的激勵電極的區域與另一方的激勵電極對應的區域形成為均勻的厚度。

但是，就日本特開 2002-299982 號公開專利的壓電裝置而言，由於掩膜的開口部形成得比一方的激勵電極要小，因此在從振動區域的激勵電極引出的引導電極上形成階梯部。因此，因引導電極的階梯部而形成邊界條件，藉以產生不需要的振動，導致

振動特性的劣化。

【發明內容】

因此，本發明的目的在於提供振動區域的激勵電極及引導電極以均勻的厚度形成，且能夠防止不需要的振動產生以及振動特性劣化的壓電振動片。

本發明揭露的壓電振動片，具備一振動部、一外框部、一連結部及一引導電極。振動部在中央區域形成有一第一厚度的一激勵電極，外框部包圍振動部並與振動部隔著空隙而形成，連結部連結振動部與外框部，引導電極從激勵電極延伸且形成於振動部、連結部及外框部，其中引導電極在整個振動部中具有第一厚度，且引導電極在外框部中具有比第一厚度厚的一第二厚度。

上述本發明的壓電振動片中，其中引導電極在連結部之至少一部分的厚度為第一厚度。

上述本發明的壓電振動片中，其中引導電極在外框部之至少一部分的厚度為第一厚度。

上述本發明的壓電振動片中，其中具有第一厚度的激勵電極形成於振動部的一側的單面，在振動部的另一側的單面形成有對應第一厚度的激勵電極的第二厚度的激勵電極。

上述本發明的壓電振動片中，其中壓電振動片為檯面型、龍門檯面型、反檯面型、龍門反檯面型中的任一型式。

本發明另外揭露具有上述壓電振動片的一壓電裝置。除前述的壓電振動片外，壓電裝置更具備一第一板及一第二板，第一板

接合在外框部的一側的單面，第二板則接合在外框部的另一側的單面。

本發明另外揭露上述壓電裝置的製造方法，包含有以下步驟：一準備壓電晶片的工序，此壓電晶片具有多個壓電振動片，壓電振動片包括一振動部、包圍振動部並與振動部間隔一空隙而形成的一外框部、以及連結振動部與外框部的一連結部；一電極形成工序，在振動部的中央區域形成一激勵電極，且在振動部、連結部及外框部形成從激勵電極延伸的一引導電極；一測定工序，對每個壓電振動片的振動頻率進行測定；以及一使電極變薄的工序，使激勵電極及振動部的引導電極的所有電極厚度變薄的工序。

上述本發明之壓電裝置的製造方法，其中使電極變薄的工序使得連結部的引導電極的至少一部分的電極變薄。

上述本發明之壓電裝置的製造方法，其中使電極變薄的工序更包括在激勵電極及引導電極照射一離子進行離子束蝕刻 (Ion-beam Etching)，且照射離子的掩膜開口的一部分與連結部重合。

上述本發明之壓電裝置的製造方法，其中在準備壓電晶片的工序以及電極形成工序中，使振動部以及激勵電極產生的振動頻率低於規定頻率。

本發明的效果在於，根據本發明的技術方案能夠得到振動區域的激勵電極以及引導電極以相同的厚度形成，且能夠防止不需要的振動的產生，及避免振動特性劣化的壓電振動片。

有關本發明的特徵、實作與功效，茲配合圖式作最佳實施例詳細說明如下。

【實施方式】

在本發明之實施方式中，作為壓電振動片而使用 AT 切割的水晶振動片。也就是說，AT 切割的水晶振動片是主面（YZ 面）相對於晶軸（XYZ）的 Y 軸以 X 軸為中心從 Z 軸向 Y 軸方向傾斜了 35 度 15 分。因此，以 AT 切割的水晶振動片的軸方向為基準，將傾斜的新軸用作 Y' 軸及 Z' 軸。即，將作為壓電裝置的水晶振子的長度方向作為 X 軸方向，將水晶振子的高度方向作為 Y' 軸方向，將與 X 軸及 Y' 軸垂直的方向作為 Z' 軸方向進行說明。

<水晶振子 100 的整體結構>

第 1 圖是本發明一實施例之水晶振子 100 的分解立體圖。在此，在第 1 圖中省略了作為封裝材料的低熔點玻璃 LG 而進行繪製。

如第 1 圖所示，水晶振子 100 具備：具有蓋部凹部 111 的蓋部 11、具有底部凹部 121 的底部 12、以及夾在蓋部 11 及底部 12 之間的矩形水晶振動片 10。

<<水晶振動片 10 的結構>>

參照第 1 圖及第 2 圖，對本發明一實施例水晶振動片 10 的結構進行說明。第 2 (a) 圖是從 +Y' 軸側觀察水晶振動片 10 的俯視圖，第 2 (b) 圖是從 +Y' 軸側觀察水晶振動片 10 的透視圖，第 2 (c) 圖是從 +Z' 軸側觀察水晶振動片 10 的側視圖。

如第 1 圖及第 2 (a) 圖至第 2 (c) 圖所示，水晶振動片 10

由矩形的振動部 101 和包圍振動部 101 的外框部 108 構成。另外，在振動部 101 與外框部 108 之間以從振動部 101 沿 $-X$ 軸方向延伸的方式具有與外框部 108 連結的一對連結部 104a、104b。因此，在振動部 101 與外框部 108 之間形成有貫通水晶振動片 10 的貫通開口部 105。在配置於水晶振動片 10 的 X 軸方向的兩側且向 Z' 軸方向延伸的兩邊各自形成有兩個側槽 106a~106d，側槽 106a~106d 為形成圓角長方形的貫通孔 CH(參照第 6 圖及第 7 圖)時形成。具體而言，在 $-X$ 軸方向上形成一對側槽 106a、106b，在 $+X$ 軸方向上形成一對側槽 106c、106d。在側槽 106a~106d 上分別形成側面電極 107a~107d。

如第 2 (a) 圖所示，在振動部 101 的表面 Me 的中央區域形成有激勵電極 102a。另外，在振動部 101 的邊緣部、連結部 104a 及外框部 108 上形成有引導電極 103a。引導電極 103a 連接激勵電極 102a 與形成於水晶振動片 10 的 $-X$ 軸方向的一邊的 $+Z'$ 側的側面電極 107a。在此，側面電極 107a 延伸至水晶振動片 10 的背面 Mi 而形成連接襯墊 107M 比較理想(參照第 2 (b) 圖)。

如第 2 (b) 圖所示，在振動部 101 的背面 Mi 的中央區域形成有矩形的激勵電極 102b。另外，在振動部 101 的邊緣部、連結部 104b 及外框部 108 上形成有引導電極 103b，該引導電極 103b 連接激勵電極 102b 與形成於水晶振動片 10 的 $+X$ 軸方向的另一邊的一 $-Z'$ 側的側面電極 107c。在此，側面電極 107c 延伸至水晶振動片 10 的表面 Me 而形成連接襯墊 107M 比較理想(參照第 2 (a) 圖)。

在此，激勵電極 102a、102b 及引導電極 103a、103b 例如作為質地而使用鉻層，在鉻層上面使用金層。

如第 2 (c) 圖所示，形成於表面 Me 上的激勵電極 102a 以第一厚度 d1 形成。形成於振動部 101 的邊緣部上的引導電極 103a 及形成於連結部 104a 上的引導電極 103a 的一部分（振動部 101 側）以第一厚度 d1 形成。另外，除了水晶振動片 10 之外的各電極（例如，激勵電極 102b、引導電極 103a 的一部分及引導電極 103b）以第二厚度 d2 形成。

在此，在第一厚度 d1 及第二厚度 d2 中，雖然作為質地的鉻層為相同厚度，但是形成於鉻層上面的金層的厚度不同。即，第一厚度 d1 的金層比第二厚度 d2 的金層薄。因此，第一厚度 d1 形成得比第二厚度 d2 薄。

在此，本實施例之水晶振動片 10 還可以是檯面型、龍門檯面型、反檯面型、龍門反檯面任一類型。

另外，就本實施方式的水晶振動片 10 而言，也可以使引導電極 103a 在連結部 14a 由第一厚度 d1 變厚至第二厚度 d2，但是僅在振動部 101 以第一厚度 d1 構成，並且在其他部位以第二厚度 d2 構成。

再者，也可以使引導電極 103a 在振動部 101 的邊緣部及整個連結部 104a 以第一厚度 d1 構成，在外框部 108 以第二厚度 d2 構成。另外，也可以是引導電極 103a 在振動部 101 的邊緣、整個連結部 104a 及外框部 108 的一部分（連結部 104a 側）以第一厚度 d1 構成，在外框部 108 的其他部位（外周）以第二厚度 d2 構成。

<<底部 12 的結構>>

參照第 1 圖、第 3 (a) 圖及第 3 (b) 圖，對本發明一實施例之底部 12 的結構進行說明。第 3 (a) 圖是從+Y'軸側觀察了底部 12 的俯視圖，第 3 (b) 圖是從+Y'軸側觀察了底部 12 的透視圖。

如第 3 (a) 圖所示，底部 12 由玻璃或水晶材料構成，在表面 (+Y'側的面) 具有第二端面 M2，而第二端面 M2 形成於底部凹部 121 (參照第 1 圖) 的周圍。另外，底部 12 在 X 軸方向的兩邊分別形成有兩個側槽 122a~122d，而側槽 122a~122d 為形成貫通孔 BH (參照第 9 圖及第 10 圖) 時形成。具體而言，在-X 軸側形成一對側槽 122a、122b，在+X 軸側形成一對側槽 122c、122d。再者，在側槽 122a~122d 上分別形成有側面電極 123a~123d (參照第 1 圖)。在此，至少配置於對角線上的側面電極 123a、123c 延伸至底部 12 的第二端面 M2 而形成連接襯墊 123M 比較理想。

如第 3 (b) 圖所示，底部 12 在實裝面 M3 上分別形成有與側槽 122a~122d 連接的實裝端子 125a~125d。在實裝端子 125a~125d 中，形成於對角線上的一對實裝端子 125a、125c (以下，稱為外部電極 125a、125c) 起到外部電極的作用。即，外部電極 125a、125c 與未圖示的外部電源連接而使水晶振動片 10 振動。另外，形成於對角線上的另外一對實裝端子 125b、125d (以下，稱為接地電極 125b、125d) 起到接地電極的作用。即，電壓不從外部電源 (未圖示) 施加在接地電極 125b、125d 上。

在此，一對外部電極 125a、125c 及一對接地電極 125b、125d 分別分開而形成。另外，外部電極 125a 及接地電極 125d 與底部

12 的+Z'側的一邊分開而形成，接地電極 125b 及外部電極 125c 與底部 12 的-Z'側的另一邊分開而形成。

<<蓋部 11 的結構>>

如第 1 圖所示，本發明一實施例之蓋部 11 由玻璃或水晶材料形成，在其-Y'側的面的外周形成有第一端面 M1。另外，在第一端面 M1 的全周的內側形成有蓋部凹部 111，該蓋部凹部 111 在 Y'軸方向上從第一端面 M1 凹進。

<<水晶振子 100 的組裝>>

參照第 1 圖~第 4 圖，對本發明一實施例之水晶振子 100 的組裝進行說明。第 4 圖是第 1 圖的 A-A 剖視圖。如第 1 圖及第 4 圖所示，蓋部 11 利用作為封裝材料的低熔點玻璃 LG 接合於水晶振動片 10 的+Y'軸側，底部 12 利用作為封裝材料的低熔點玻璃 LG 接合於水晶振動片 10 的-Y'軸側。從而，由蓋部 11、水晶振動片 10 的外框部 108 及底部 12 形成收放水晶振動片 10 的振動部 101 的空腔 CT。空腔 CT 為填滿氮氣的狀態或真空狀態。

在此，低熔點玻璃 LG 包含在 350°C~410°C 熔融的游離鉛的鈇系玻璃。鈇系玻璃為加入了粘合劑及熔劑的膠狀玻璃，通過熔融後進行固化可以與其他部件進行粘接。另外，鈇系玻璃進行粘接時的氣密性、耐水性及耐濕性等信賴性高。再者，鈇系玻璃通過控制玻璃構造也可以對熱膨脹係數遊刃有餘地進行控制。

在本發明所揭露實施例之底部 12 中，外部電極 125a 與側面電極 123a(連接襯墊 123M)導電，外部電極 125c 與側面電極 123c(連接襯墊 123M)導電。在水晶振動片 10 中，激勵電極 102a

通過引導電極 103a 與側面電極 107a (連接襯墊 107M) 導電，激勵電極 103b 通過引導電極 103b 與側面電極 107c (連接襯墊 107M) 導電。

如第 4 圖所示，水晶振動片 10 與底部 12 以側面電極 107a、107c 的連接襯墊 107M 與側面電極 123a、123c 的連接襯墊 123M 導電的方式利用低熔點玻璃 LG 進行接合。也就是說，形成於底部 12 的實裝面 M3 的外部電極 125a 與水晶振動片 10 的激勵電極 102a 導電，形成於底部 12 的實裝面 M3 的外部電極 125c 與水晶振動片 10 的激勵電極 102b 導電。由此，若利用未圖示的外部電源在外部電極 125a、125c 上施加交替電壓 (交替正負的電位)，則振動部 101 能夠進行厚度滑動振動。

<水晶振子 100 的製造方法>

第 5 圖是表示製造本發明之水晶振子 100 的步驟流程圖。在第 5 圖中，水晶振動片 10 的製造步驟 S10、蓋部 11 的製造步驟 S11 以及底部 12 的製造步驟 S12 能夠並行進行製造。另外，第 6 圖是從 +Y' 軸側觀察了水晶晶片 10W 的俯視圖，第 7 圖是從 +Y' 軸側觀察了水晶晶片 10W 的透視圖，第 8 圖是從 -Y' 軸側觀察了蓋部晶片 11W 的俯視圖，第 9 圖是從 +Y' 軸側觀察了底部晶片 12W 的俯視圖，第 10 圖是從 +Y' 軸側觀察了底部晶片 12W 的透視圖。

在步驟 S10 中，製造水晶振動片 10。步驟 S10 包括步驟 S101 及 S102。

在步驟 S101 中，如第 6 圖及第 7 圖所示，利用蝕刻在均勻的水晶晶片 10W 上形成多個水晶振動片 10 的外形。具體而言，在

各水晶振動片 10 上形成貫通水晶晶片 10W 的貫通開口部 105，以形成振動部 101、連結部 104a、104b 及外框部 108。同時，在水晶振動片 10 的 X 軸方向的兩邊分別形成兩個貫通水晶晶片 10W 的圓角長方形的貫通孔 CH。在此，若貫通孔 CH 被分割成一半，則成為一個側槽 106a~106d（參照第 1 圖）。

在步驟 S102 中，首先利用噴鍍或真空蒸鍍在水晶晶片 10W 的兩面及側面依次形成鉻（Cr）層及金（Au）層。而且，在金屬層的全面均勻地塗布光致抗蝕劑。之後，使用曝光裝置（未圖示）將繪製於光掩模上的激勵電極、引導電極的圖案曝光在水晶晶片 10W 上。其次，對從光致抗蝕劑露出的金屬層進行蝕刻。由此，如第 6 圖及第 7 圖所示地在水晶晶片 10W 的振動部 101 的中央區域的兩面形成激勵電極 102a、102b，在振動部 101 的邊緣部、連結部 104a、104b 及外框部 108 上形成引導電極 103a、103b 及連接襯墊 107M。同時，在貫通孔 CH 形成側面電極 107a、107b。

在此，形成於水晶晶片 10W 的表面 Me 上的激勵電極 102a 及引導電極 103a 的金（Au）層較厚地形成，以使各水晶振動片 10 的頻率比所希望的頻率低。

另外，在各水晶振子 10 中，激勵電極 102a 及激勵電極 102b 分別與配置在對角線上的貫通孔 CH 的側面電極 107a、107c 導電。也就是說，激勵電極 102a 與激勵電極 102b 分別被絕緣。

在步驟 S11 中，製造蓋部 11 的步驟 S11 包括步驟 S111 及 S112。在步驟 S111 中，如第 8 圖所示，在均勻厚度的水晶平板的蓋部晶片 11W 上形成多個蓋部 11 的外形。具體而言，蓋部凹部 111 可

以形成數百至數千個。在蓋部晶片 11W 上，通過蝕刻或機械加工形成蓋部凹部 111，在蓋部凹部 111 的周圍形成第一端面 M1。

在步驟 S112 中，利用絲網印刷將低熔點玻璃 LG 印刷到蓋部晶片 11W 的第一端面 M1 上。之後，通過使低熔點玻璃 LG 臨時固化，而在蓋部晶片 11W 上形成低熔點玻璃 LG 膜。低熔點玻璃不形成在與水晶晶片 10W 的貫通孔 CH（參照第 6 圖及第 7 圖）對應的部位 112 上。

在步驟 S12 中，製造底部 12 的步驟 S12 包括步驟 S121~S123。

在步驟 S121 中，如第 9 圖及第 10 圖所示，在均勻厚度的水晶平板的底部晶片 12W 上形成多個底部 12 的外形。具體而言，通過蝕刻或機械加工在各底部 12 的中央形成底部凹部 121，在各底部 12 的 X 軸方向的兩邊分別形成兩個貫通底部晶片 12W 的圓角長方形的貫通孔 BH。在此，若貫通孔 BH 被分割成一半，則成為一個側槽 122a~122d（參照第 1 圖）。

在步驟 S122 中，利用噴鍍或真空蒸鍍在底部晶片 12W 的兩面形成將鉻（Cr）層而在其表面形成金（Au）層。之後，通過蝕刻，如第 9 圖及第 10 圖所示，在實裝面 M3 上形成外部電極 125a、125c 及接地電極 125b、125d，在貫通孔 BH 上形成側面電極 123a~123d，在第二端面 M2 上形成連接襯墊 123M。

在此，如第 10 圖所示地形成於在 X 軸方向上鄰接的底部 12 上的外部電極 125a 與接地電極 125d 形成一體，外部電極 125c 與接地電極 125b 形成為一體。另外，在 Z' 軸方向上鄰接的外部電極 125a、125c 與接地電極 125b、125d 分開規定距離而形成。也

就是說，例如外部電極 125a 僅與在 X 軸方向上鄰接的接地電極 125d 導電，外部電極 125c 僅與在 X 軸方向上鄰接的接地電極 125b 導電。換言之，外部電極 125a 與外部電極 125c 相互絕緣。

在步驟 S123 中，通過加熱低熔點玻璃 LG 而接合製造於步驟 S10 的水晶晶片 10W 和製造於步驟 S12 的底部晶片 12W。此時，以水晶晶片 10W 的連接襯墊 107M 與底部晶片 12W 的連接襯墊 123M 接觸的方式，接合水晶晶片 10W 與底部晶片 12W（參照第 4 圖）。

在步驟 S14 中，將一對頻率測定用的探針 PB1、PB2（參照第 6 圖）分別抵接在與相同水晶振動片 10 的激勵電極 102a 連接的引導電極 103a 和與激勵電極 102b 連接的連接襯墊 107M（與引導電極 103b 導通）上，由此測定每個水晶振動片 10 的振動頻率。

在此，如步驟 S102 的說明，在水晶晶片 10W 上，引導電極 102a、102b 彼此以及引導電極 103a、103b 彼此相互絕緣。另外，如步驟 S122 的說明，在底部晶片 12W 上，外部電極 125a、125c 彼此相互絕緣。由此，能夠不受來自鄰接的水晶振動片的影響，而可靠地測定水晶振動片的頻率。

在步驟 S15 中，通過使振動部 101 的激勵電極 102a 及引導電極 103a 的厚度變薄，能夠調高水晶振動片 10 的頻率。具體而言，頻率的調整方法包括離子束蝕刻，而離子束蝕刻使用具有開口部 MO（參照第 6 圖）的掩膜（未圖示）在激勵電極 102a 及引導電極 103a 上照射一離子。

在本實施方式中，如第 6 圖的虛線所示，使用具有矩形的開

口部 MO 的掩膜。在此，開口部 MO 的+X 軸側及 $\pm Z'$ 軸側大致與振動部 101 的外周一致。另外，開口部 MO 的-X 軸側延伸至連結部 104a、104b 的區域而形成。由此，如第 2 (c) 圖及第 4 圖所示，能夠使開口部 MO 內（振動部 101 區域）的激勵電極 102a 及引導電極 103a 利用離子束蝕刻較薄地形成。在此，由於振動部 101 的激勵電極 102 及引導電極 103a 以均勻的厚度形成，因此能夠防止不必要的振動及特性劣化等情況的發生。另外，在本實施方式中，雖然開口部 MO 的-X 軸側與連結部 104a、104b 一致，但是也可以與振動部 101 一致。

參照第 11 (a) 圖，對掩膜的開口部 MO 的範圍進行說明。第 11 (a) 圖是第 6 圖的虛線 C 所包圍的部分的放大圖，並且是說明掩膜的開口部 MO 的形狀的範圍的示意圖。如第 11 (a) 圖所示，開口部 MO 的 X 軸方向的最小長度 $L_{\min}$ 是從激勵電極 102a 的+X 軸方向的端部至振動部 101 的-X 軸側的端部的長度。開口部 MO 的 Z' 軸方向的最小寬度 $W_{\min}$ 是從激勵電極 102a 的-X 軸側的端部至振動部 101 的引導電極 103a 的+ Z' 軸側的端部的寬度。也就是說，只要確保該最小長度 $L_{\min}$ 以及最小寬度 $W_{\min}$ ，激勵電極 102a 及引導電極 103a 能夠以均勻的厚度變薄。

同時，掩膜的開口部 MO 可以為各種形狀及尺寸。第 11 (b) 圖是第 6 圖的虛線 C 所包圍的部分的放大圖，並且是表示掩膜的開口部 MO 的一實施態樣的示意圖。如第 11 (b) 圖所示，矩形的開口部 MO 的+X 軸側及 $\pm Z'$ 軸側的邊大致與振動部 101 的外周一致。另外，開口部 MO 的-X 軸側的邊延伸至外框部 108 的區

域而形成。由此，能夠使開口部 MO 內（振動部 101 及連結部 104a 的區域）的激勵電極 102a 及引導電極 103a 利用離子束銑較薄地形成。雖然沒有特別圖示，但是開口部 MO 的 -X 軸側的邊也可以延伸至外框部 108 的側槽的區域而形成。由於振動部 101 的激勵電極 102a 及引導電極 103a 以均勻的厚度形成，因此能夠防止不需要的振動以及特性劣化情形的產生。

此外，掩膜的開口部 MO 也可以做成矩形以外的其他形狀。

● 第 11 (c) 圖是第 6 圖的虛線 C 所包圍的部分的放大圖，並且是表示掩膜的開口部 MO 的另一實施態樣的示意圖。如第 11 (c) 圖所示，開口部 MO 的 +X 軸側的一部分形成得與激勵電極 102a 的 +X 軸側及 $\pm Z'$ 軸側的邊大致一致且稍微大。另外，開口部 MO 的 -X 軸側的一部分大致與形成在振動部 101 的兩主面上的引導電極 103a、103b 的形狀一致。即，開口部 MO 做成 Z' 軸方向的寬度沿 -X 軸方向逐漸變寬的梯形。再有，開口部 MO 的 -X 軸側的端部延伸至連結部 104a、104b 的區域而形成。由此，能夠使開口部 MO 內的激勵電極 102a 及引導電極 103a 利用離子束銑較薄地形成。由於振動部 101 的激勵電極 102a 及引導電極 103a 以均勻的厚度形成，因此能夠防止不需要的振動以及特性劣化情形的產生。

● 返回第 5 圖，在步驟 S16 中，加熱低熔點玻璃 LG 並對蓋部晶片 11W 及底部晶片 12W 進行加壓。由此，蓋部晶片 11W 與底部晶片 12W 借助於低熔點玻璃 LG 進行接合，從而水晶振動片 10 的振動部 101 被封裝於空腔 CT（參照第 4 圖）內。

在步驟 S17 中，已接合的蓋部晶片 11W 與底部晶片 12W 被切斷成單體。在切斷工序中，使用切割裝置沿第 6 圖~第 10 圖所示的點劃線的切割劃線 SL 以水晶振子 100 為單位進行單體化，其中切割裝置為使用雷射(laser)的切割裝置或者使用切斷用切割鋸的切割裝置等。由此，可製造數百至數千個水晶振子 100。

本發明在產業上的利用可能性如下，雖然詳細地對本發明的最優的實施方式進行了說明，但是在本領域技術人員清楚的前提下，本發明可以在其技術範圍內對實施方式施加各種變更、變形而實施。

例如，雖然在本說明書中利用低熔點玻璃接合了底部晶片、水晶晶片與蓋部晶片，但是也可以代替低熔點玻璃而使用聚醯亞胺樹脂。在使用聚醯亞胺樹脂的情況下，不僅可以進行絲網印刷，還可以將感光性的聚醯亞胺樹脂塗布在整個面上之後進行曝光。

另外，雖然在本說明書中使用了水晶振動片，但是代替水晶，也可以使用鈮酸鋰、鉍酸鋰等的各種壓電材料。再者，本發明作為壓電裝置可以適用將組裝了振盪電路的積體電路版

(IntegratedCircuit, IC) 等配置在包裝件內的壓電振盪器。

除此之外，雖然在本說明書中以 AT 切割的水晶振動片作為一例而進行了說明，但是也可以適用於具有一對振動臂的音叉型水晶振動片。

雖然本發明之實施例揭露如上所述，然並非用以限定本發明，任何熟習相關技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，舉凡依本發明申請範圍所述之形狀、構造、特徵及數量當可做些許

之變更，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為本發明一實施例之水晶振子的分解立體圖。

第 2 (a) 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之水晶振動片的俯視圖。

第 2 (b) 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之水晶振動片的透視圖。

第 2 (c) 圖為從+Z'軸側觀察本發明一實施例之水晶振動片的側視圖。

第 3 (a) 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之底部的俯視圖。

第 3 (b) 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之底部的透視圖。

第 4 圖為第 1 圖的 A—A 剖視圖。

第 5 圖為表示製造本發明一實施例之水晶振子的步驟流程圖。

第 6 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之水晶晶片的俯視圖。

第 7 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之水晶晶片的透視圖。

第 8 圖為從-Y'軸側觀察本發明一實施例之蓋部晶片的俯視圖。

第 9 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之底部晶片的俯視圖。

第 10 圖為從+Y'軸側觀察本發明一實施例之底部晶片的透視圖。

第 11(a)圖為本發明一實施例之掩膜的開口部的形狀的範圍的示意圖。

第 11(b)圖為本發明一實施例之掩膜的開口部的一實施態樣的示意圖。

第 11(c)圖為本發明一實施例之掩膜的開口部的另一實施態樣的示意圖。

【主要元件符號說明】

10—水晶振動片

10W—水晶晶片

11—蓋部

11W—蓋部晶片

12—底部

12W—底部晶片

100—水晶振子

101—振動部

102a、102b—激勵電極

103a、103b—引導電極

104a、104b—連結部

105—貫通開口部

106a~106d、122a~122d—側槽

107a~107d、123a~123d—側面電極

107M、123M—連接襯墊

108—外框部

111—蓋部凹部

121—底部凹部

● 125a~125d—實裝端子

BH、CH—貫通孔

CT—空腔

LG—低熔點玻璃

L_{min} —開口部的 X 軸方向的最小長度

Me—表面

Mi—背面

● MO—掩膜的開口部

W_{min} —開口部的 Z' 軸方向的最小寬度

SL—切割劃線

d1—第一厚度

d2—第二厚度

七、申請專利範圍：

1. 一種壓電振動片，包括有：

一振動部，該振動部的中央區域具有一第一厚度的一激勵電極；

一外框部，包圍該振動部並與該振動部間隔一空隙；

一連結部，連結該振動部與該外框部；以及

一引導電極，由該激勵電極延伸並形成於該振動部、該連結部及該外框部，其中該引導電極於該振動部具有該第一厚度，且該引導電極在該外框部具有比該第一厚度厚的一第二厚度。

2. 如請求項第 1 項所述之壓電振動片，其中該引導電極在該連結部之至少一部分的厚度為該第一厚度。

3. 如請求項第 1 項所述之壓電振動片，其中該引導電極在該外框部之至少一部分的厚度為該第一厚度。

4. 如請求項第 1、2 或 3 項所述之壓電振動片，其中具有該第一厚度的該激勵電極設置於該振動部的一側的單面，在該振動部的另一側的單面具有對應該第一厚度的該激勵電極的該第二厚度的該激勵電極。

5. 如請求項第 1、2 或 3 項所述之壓電振動片，其中該壓電振動片為檯面型、龍門檯面型、反檯面型或龍門反檯面型中的任一型式。

6. 如請求範圍第 4 項所述之壓電振動片，其中該壓電振動片為檯面型、龍門檯面型、反檯面型或龍門反檯面型中的任一型式。

7. 一種壓電裝置，具備請求項第 1、2、3、4、5 或 6 項中的的壓電振動片，該壓電裝置更包括有：

一第一板，接合於該外框部的一側的單面；以及

一第二板，接合於該外框部的另一側的單面。

8. 一種壓電裝置的製造方法，包括有以下步驟：

一準備一壓電晶片的工序，該壓電晶片具有複數個壓電振動片，該等壓電振動片包括有一振動部、包圍該振動部並與該振動部間隔一空隙而形成的一外框部、以及連結該振動部與該外框部的一連結部；

一電極形成工序，在該振動部的中央區域形成一激勵電極，且在該振動部、該連結部及該外框部形成從該激勵電極延伸的一引導電極；

一測定工序，對各該壓電振動片的振動頻率進行測定；以及

一使電極變薄的工序，使該激勵電極及該振動部的該引導電極的所有電極厚度變薄。

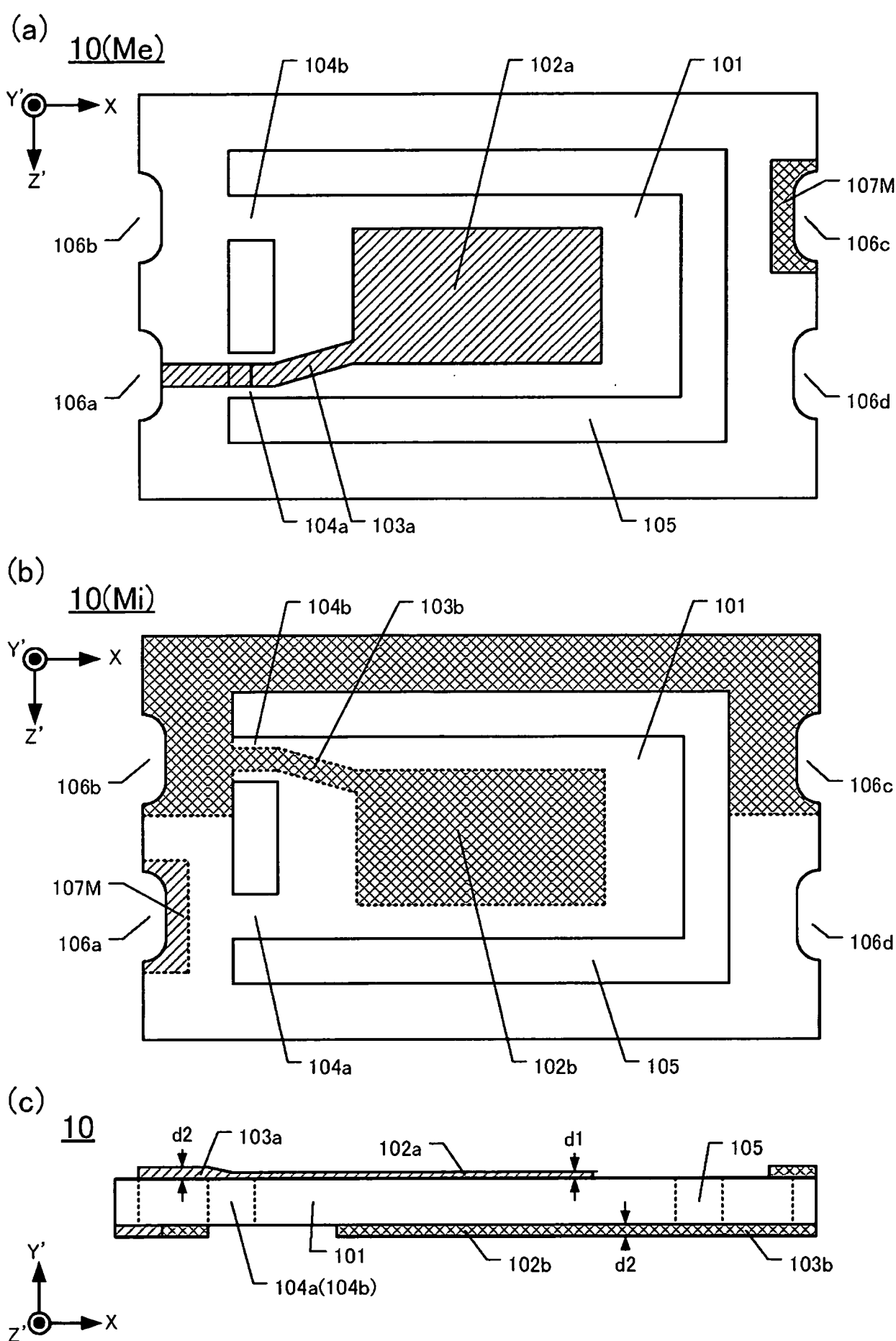
9. 如請求項第 8 項所述的壓電裝置之製造方法，其中於使該電極變薄的工序中，係使該連結部的該引導電極的至少一部分的電極變薄。

10. 如請求項第 8 或 9 項所述的壓電裝置之製造方法，其中於使該電極變薄的工序中更包括：

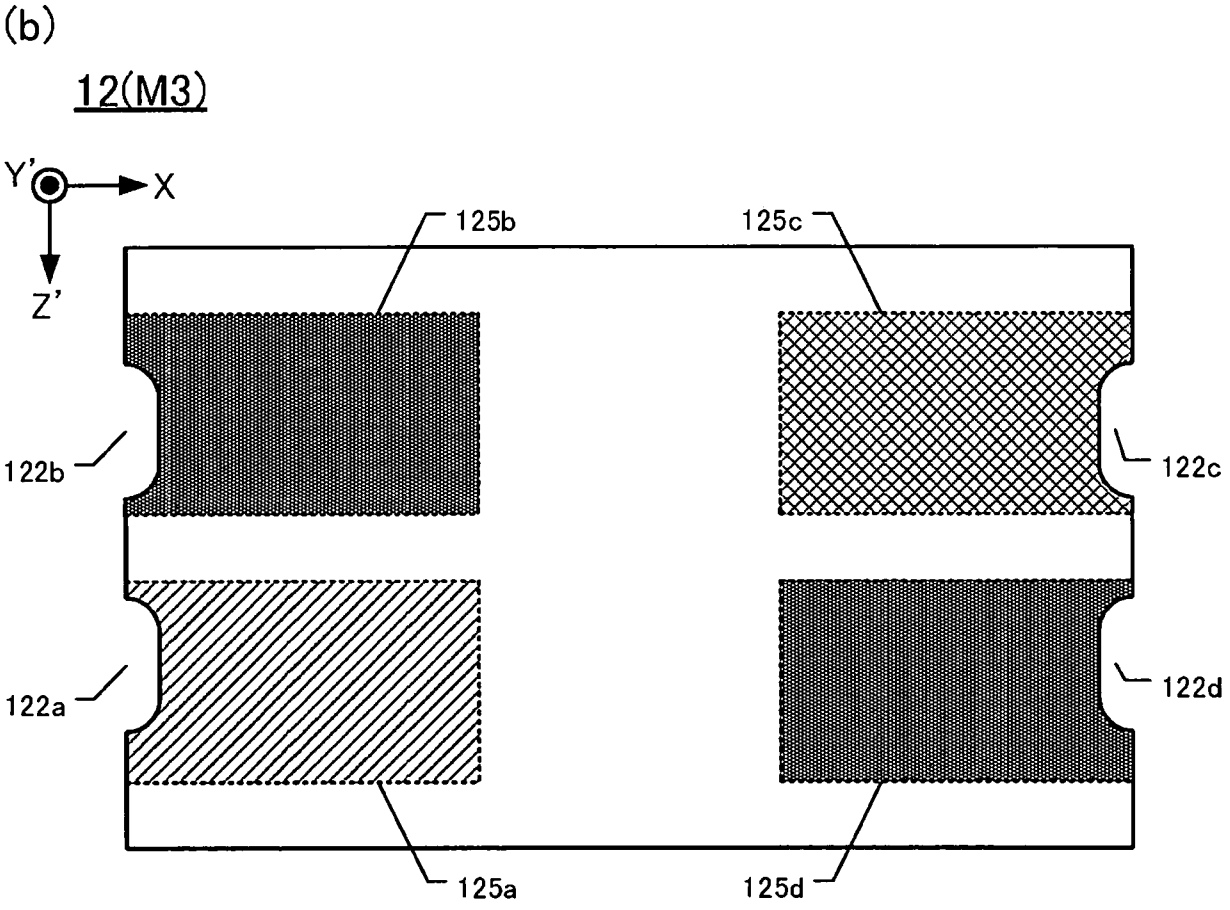
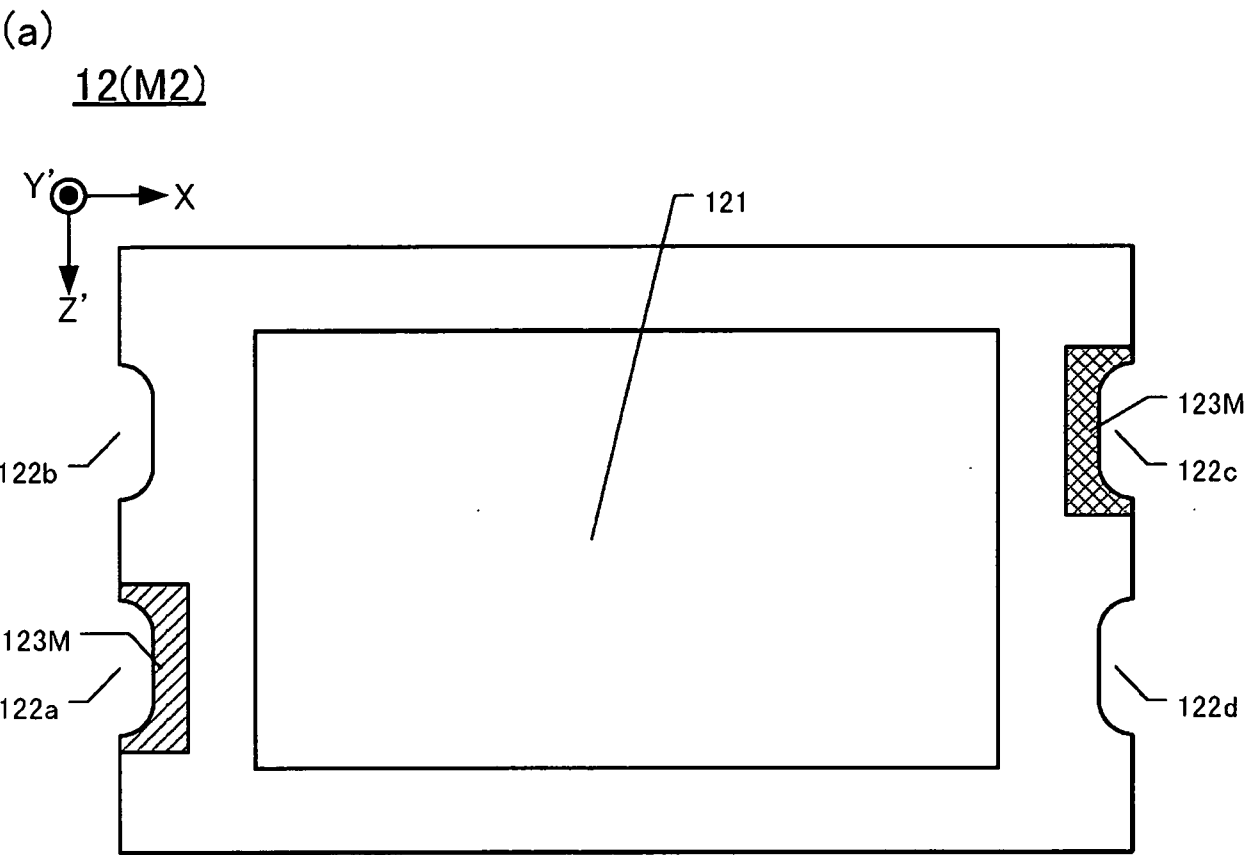
在該激勵電極及該引導電極照射一離子以進行離子束蝕刻；以及

照射過該離子的掩膜開口的一部分與該連結部重合。

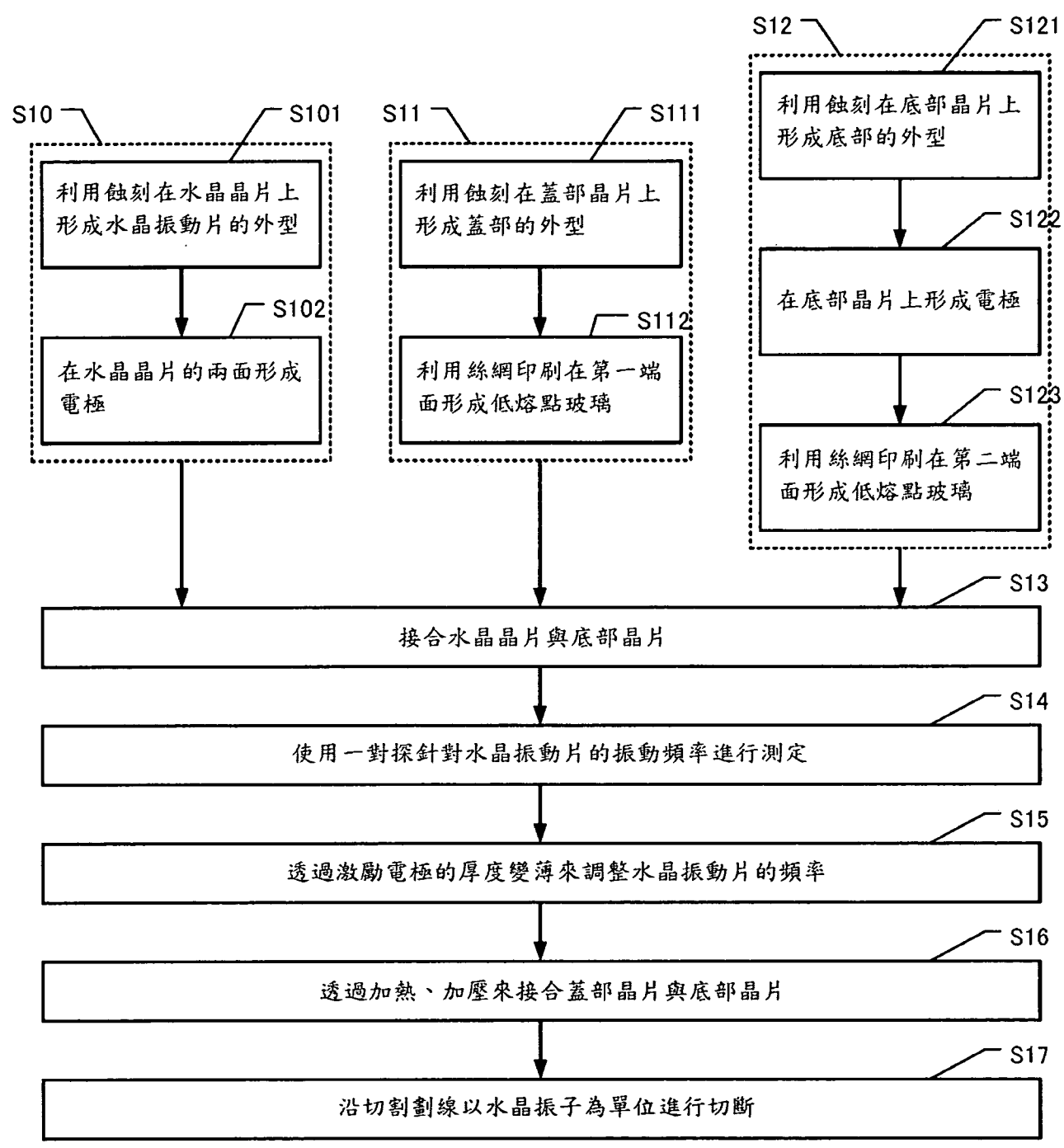
11. 如請求項第 8 或 9 項所述的壓電裝置之製造方法，其中在準備該壓電晶片的工序以及該電極形成工序中，使該振動部以及該激勵電極的振動頻率低於規定頻率。
12. 如請求項第 10 項所述的壓電裝置之製造方法，其中在準備該壓電晶片的工序以及該電極形成工序中，使該振動部以及該激勵電極的振動頻率低於規定頻率。



第 2 圖
26

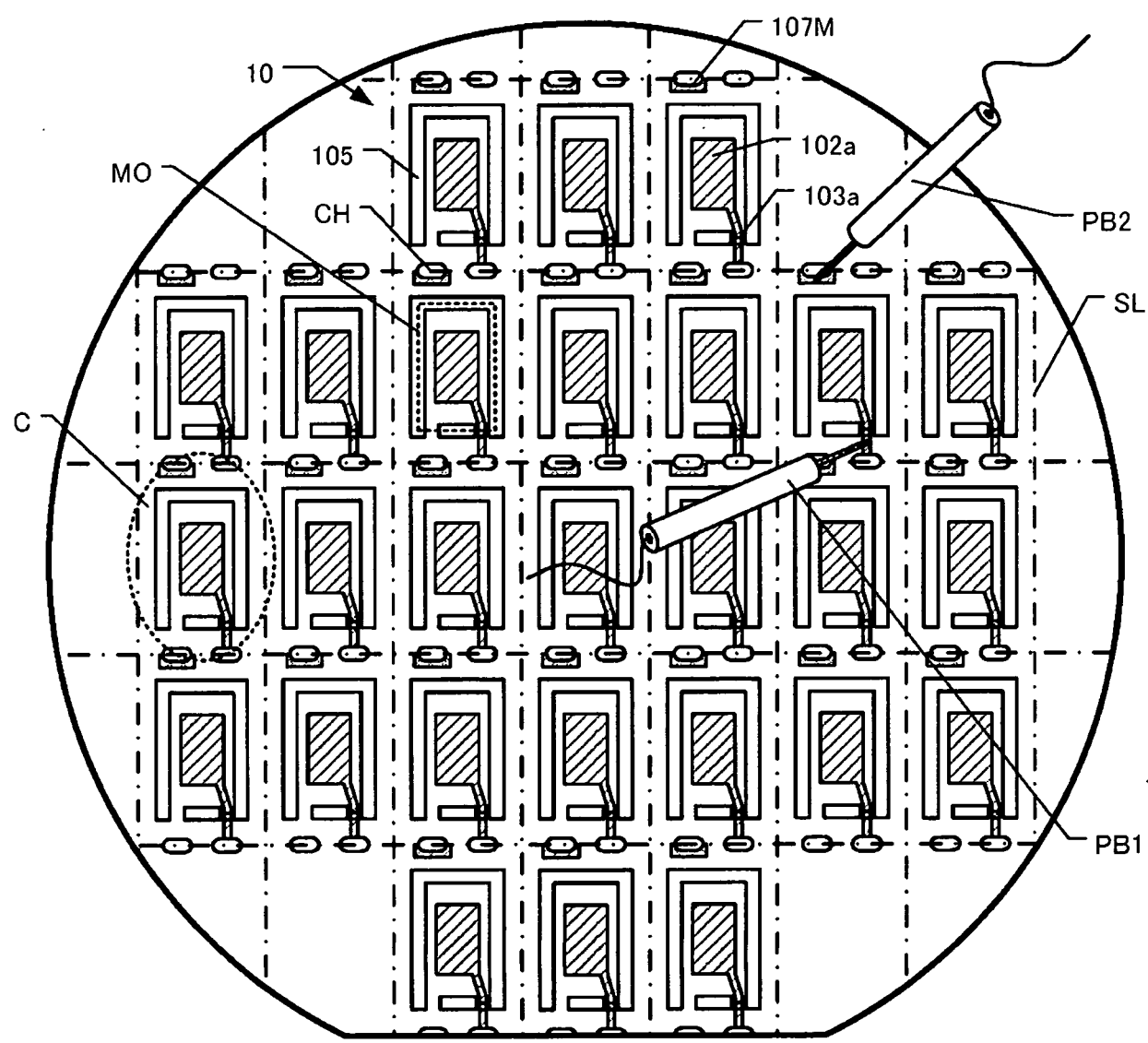


第 3 圖



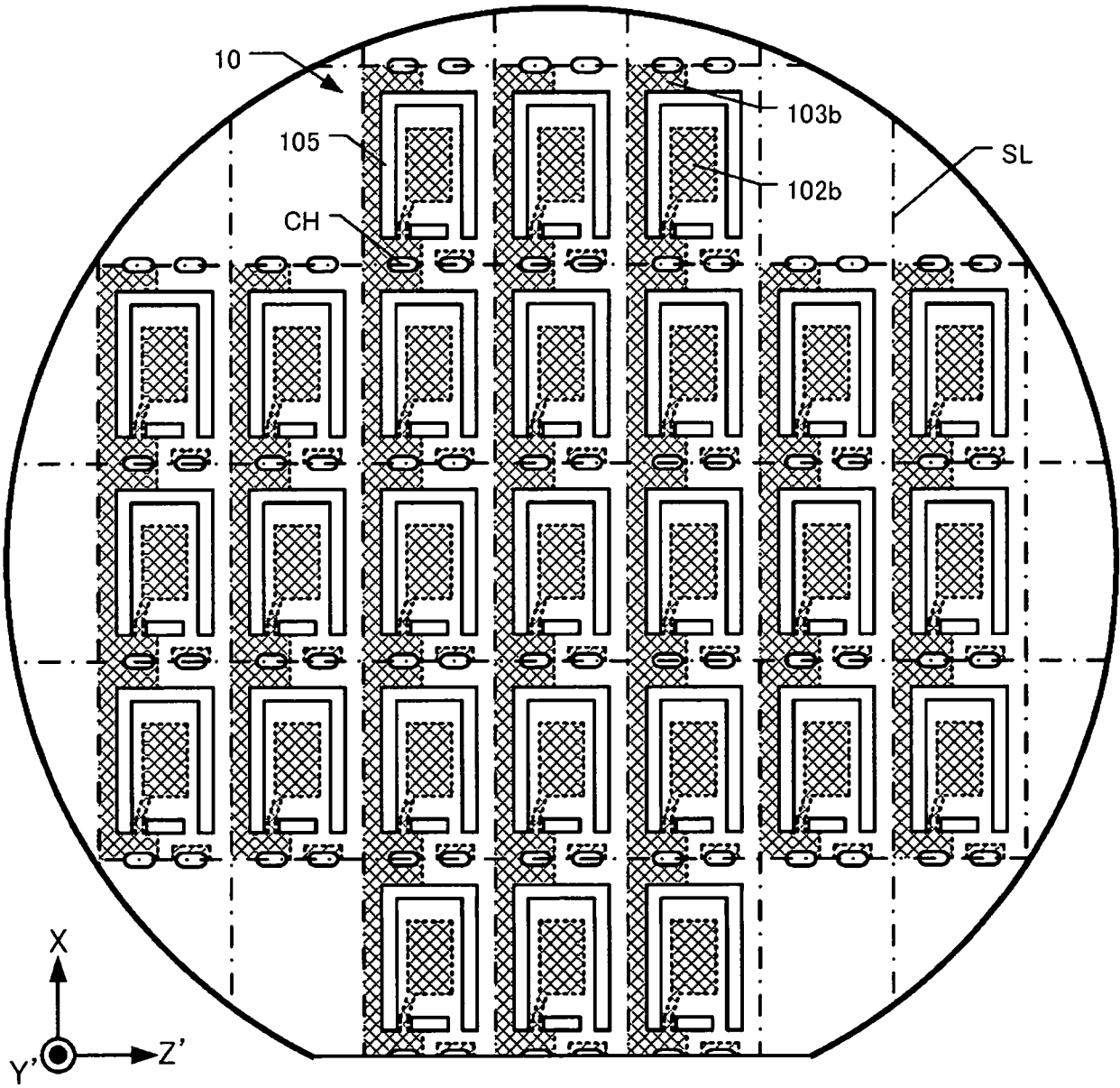
第 5 圖

10W(Me)



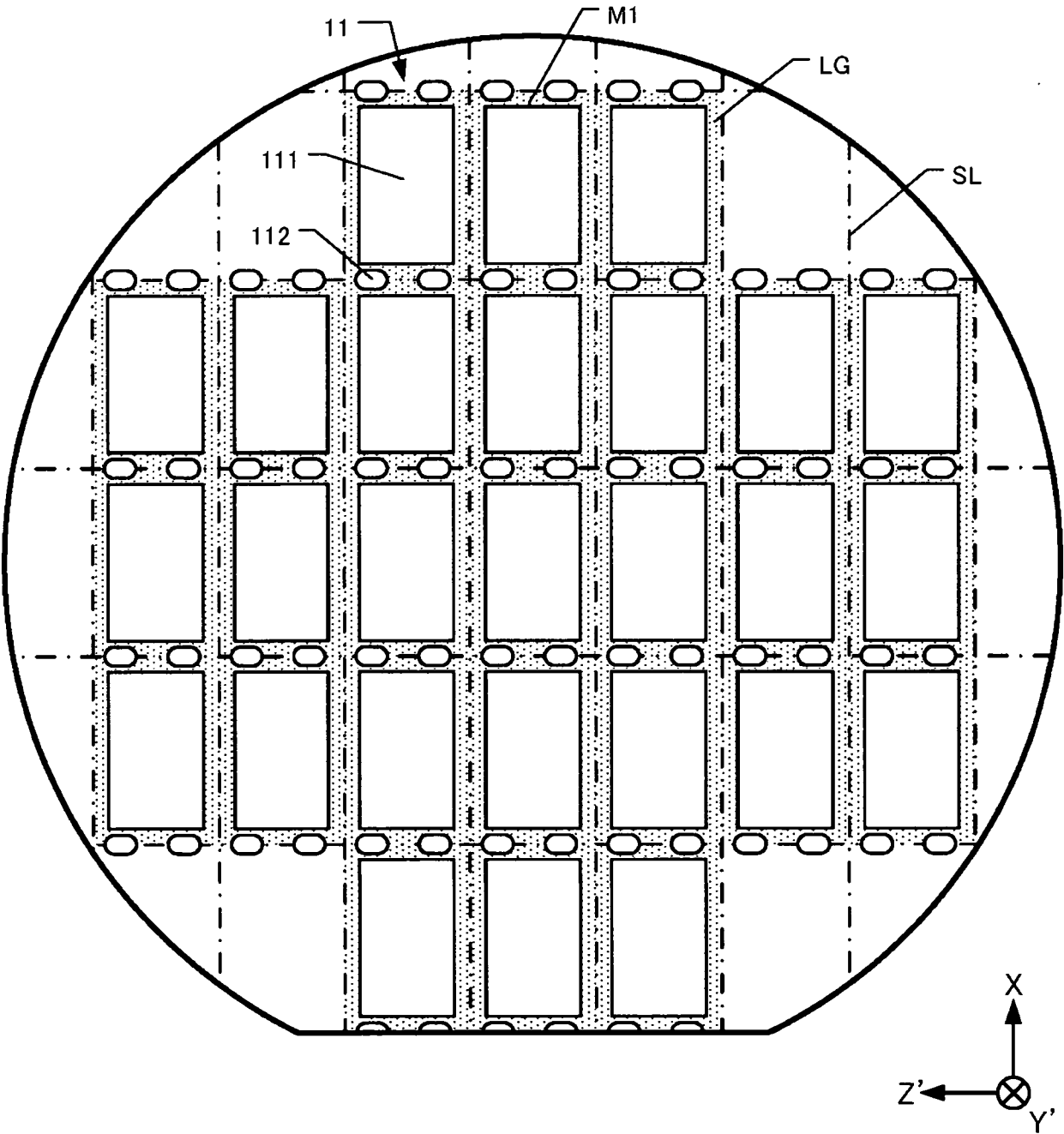
第 6 圖

10W(Mi)



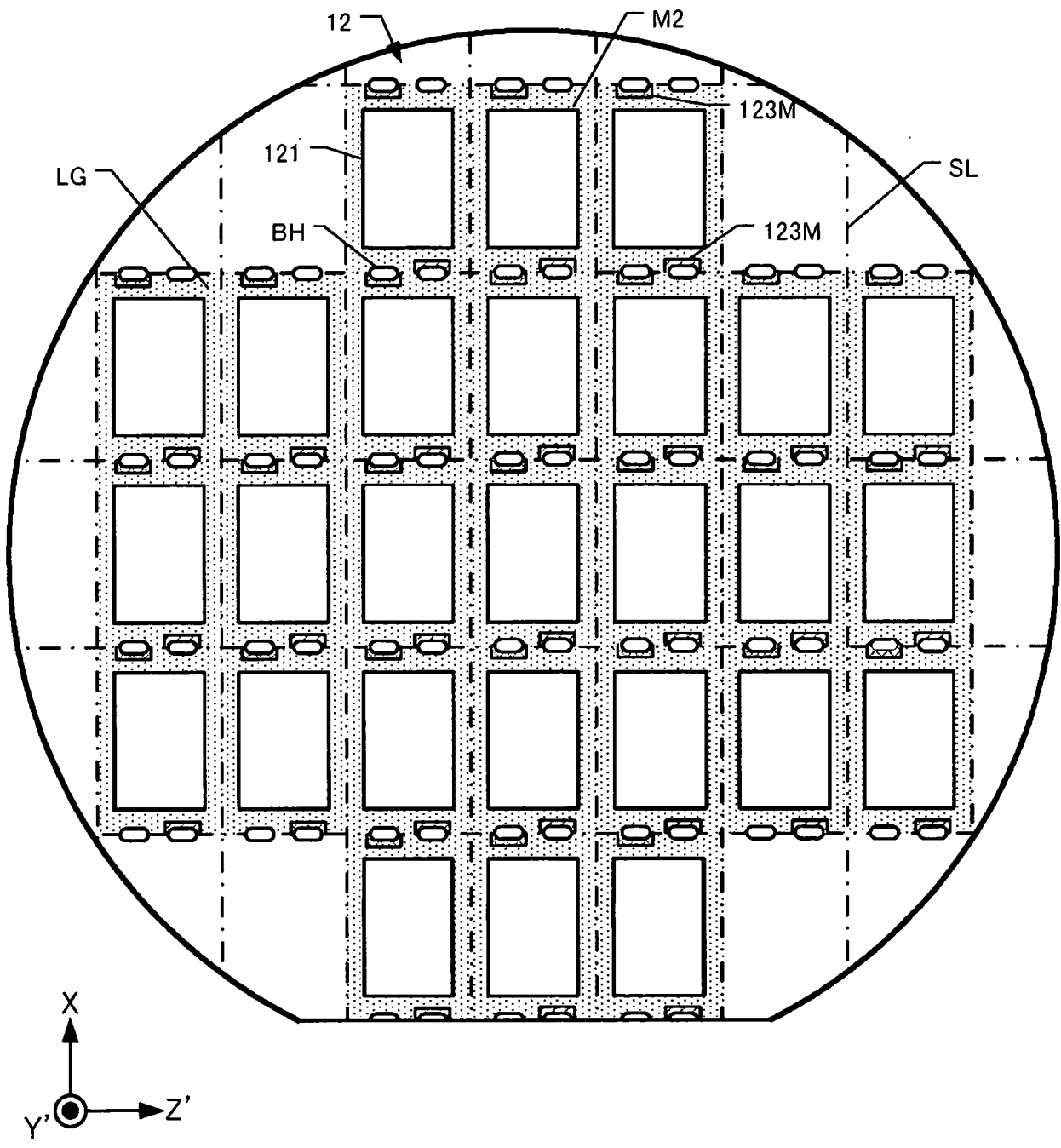
第 7 圖

11W



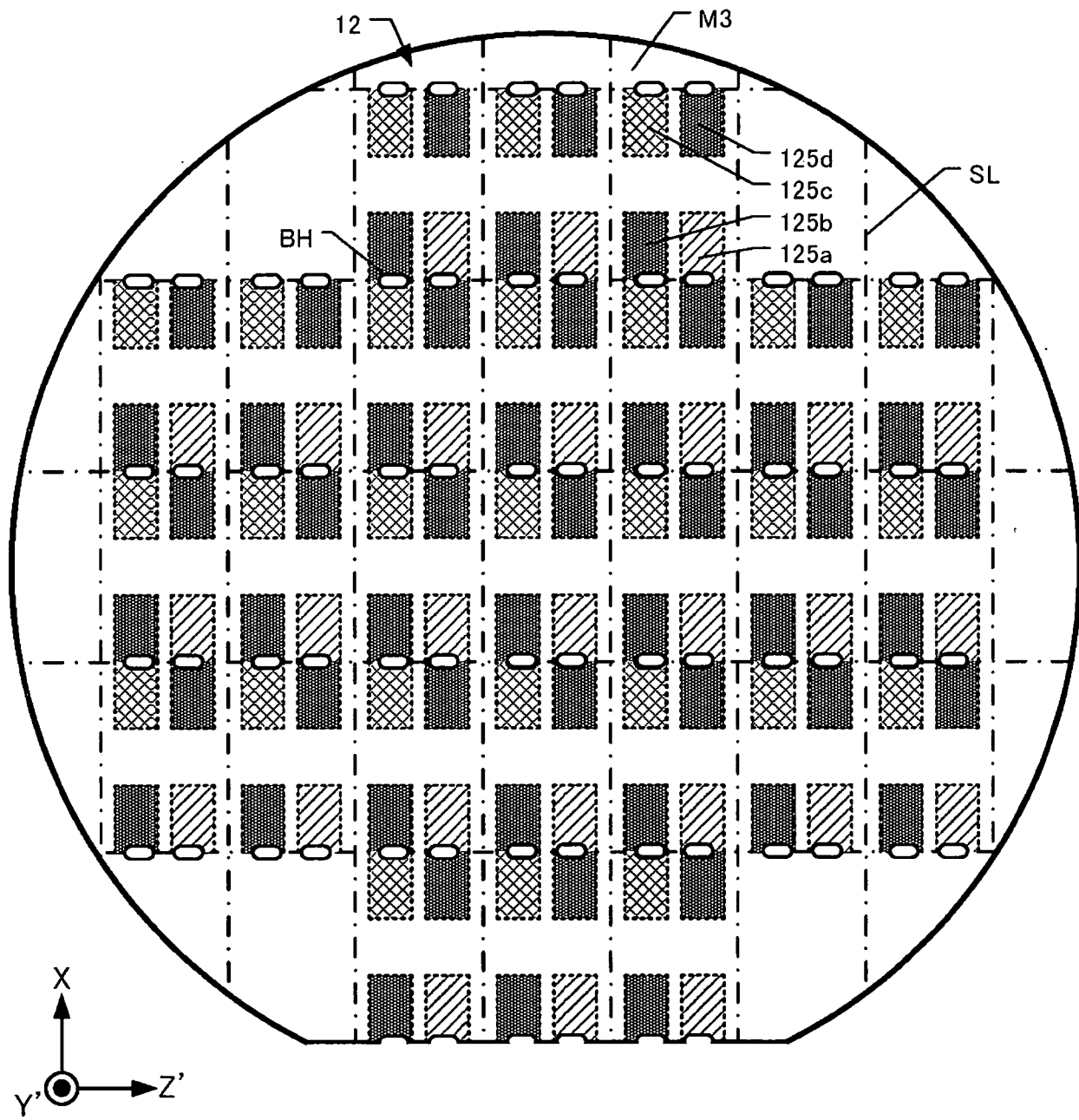
第 8 圖

12W

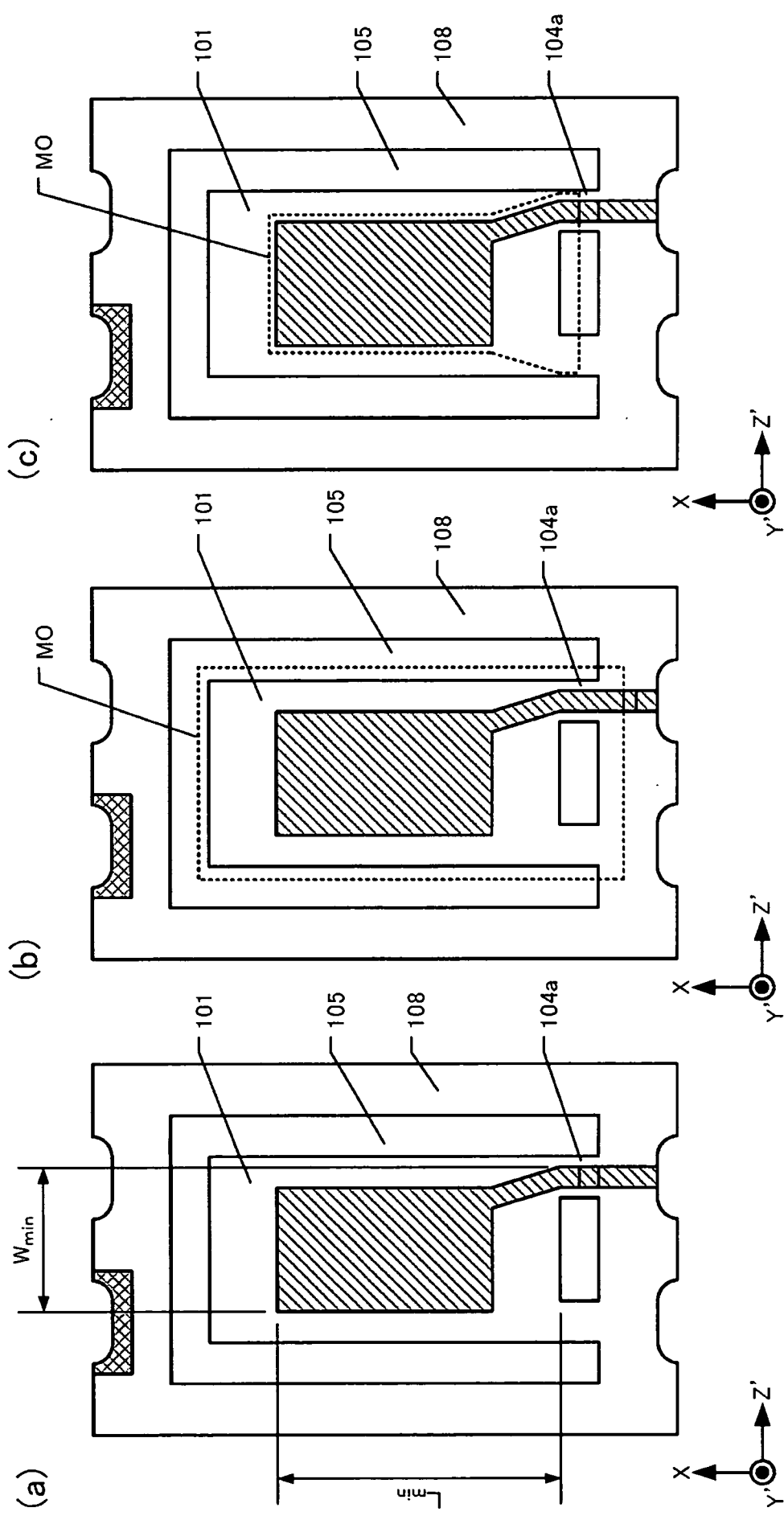


第 9 圖

12W



第 10 圖



第 11 圖