



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201251318 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：101119448

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 31 日

(51)Int. Cl. : **H03H3/02 (2006.01)**

H03H9/10 (2006.01)

(30)優先權：2011/06/03 日本

2011-124837

(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：市川了一 ICHIKAWA, RYOICHI (JP)；天野芳明 AMANO, YOSHIAKI (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：19 共 63 頁

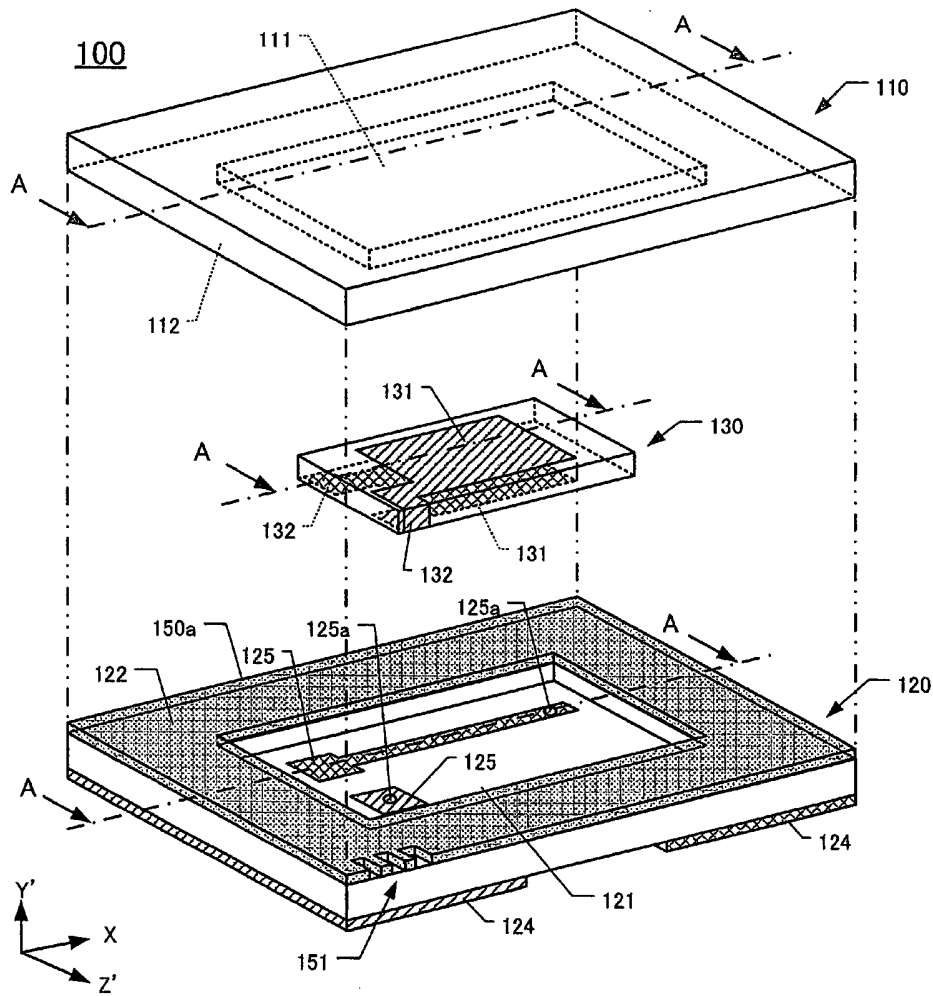
(54)名稱

壓電元件以及壓電元件的製造方法

PIEZOELECTRIC DEVICE AND FABRICATING METHOD OF THE PIEZOELECTRIC DEVICE

(57)摘要

一種壓電元件，易於確認壓電元件是否已充分地密封。壓電元件(100)包括：壓電振動片(130)，利用施加電壓而發生振動；第一板(110)及第二板(120)，包含透明的板材且收納著壓電振動片；密封材料(150a)，配置在第一板與第二板之間，且呈規定寬度的框形狀地配置在第一板或第二板的周圍，將第一板與第二板予以接合，在密封材料的規定寬度內(WX、WZ)具有空隙(151b)，該空隙(151b)未將規定寬度予以貫通。



- 100：壓電元件
- 110：第一板
- 111：凹部
- 112：接合面
- 120：第二板
- 121：凹部
- 122：接合面
- 124：安裝端子
- 125：連接電極
- 125a：貫通電極
- 130：壓電振動片
- 131：激振電極
- 132：引出電極
- 150a：密封材料
- 151：判定部
- A-A：剖面
- X：軸
- Y'：軸
- Z'：軸



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201251318 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：101119448

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 31 日

(51)Int. Cl. : **H03H3/02 (2006.01)**

H03H9/10 (2006.01)

(30)優先權：2011/06/03 日本

2011-124837

(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：市川了一 ICHIKAWA, RYOICHI (JP)；天野芳明 AMANO, YOSHIAKI (JP)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：19 共 63 頁

(54)名稱

壓電元件以及壓電元件的製造方法

PIEZOELECTRIC DEVICE AND FABRICATING METHOD OF THE PIEZOELECTRIC DEVICE

(57)摘要

一種壓電元件，易於確認壓電元件是否已充分地密封。壓電元件(100)包括：壓電振動片(130)，利用施加電壓而發生振動；第一板(110)及第二板(120)，包含透明的板材且收納著壓電振動片；密封材料(150a)，配置在第一板與第二板之間，且呈規定寬度的框形狀地配置在第一板或第二板的周圍，將第一板與第二板予以接合，在密封材料的規定寬度內(WX、WZ)具有空隙(151b)，該空隙(151b)未將規定寬度予以貫通。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種壓電元件 (piezoelectric device) 以及壓電元件的製造方法。本發明特別是有關於一種可知曉是否已利用密封材料來充分地進行密封的壓電元件以及壓電元件的製造方法。

【先前技術】

近年來，小型化、薄型化的表面安裝型的壓電元件已被大量地製造。表面安裝型的壓電元件構成如下的表面安裝型封裝體 (package)，該表面安裝型封裝體是將壓電振動片載置於基台 (基底 (base))，接著將蓋 (lid) 覆蓋於所述基底上，然後氣密地進行密封而成，所述壓電振動片因施加電壓而發生振動。當對壓電元件的基底與蓋進行氣密密封時，使用玻璃材料等作為接合材料。根據專利文獻 1，已揭示了如下的方法，該方法是使用玻璃材料等的密封材料，牢固地對陶瓷 (ceramic) 所形成的基底、與陶瓷所形成的蓋進行氣密密封。另外，逐個地製造專利文獻 1 中所揭示的壓電元件，且實際上進行破壞測試 (destructive test) 等，以對壓電元件的接合狀態進行檢查。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1] 日本專利特開 2004-104766

然而，優選的是，可容易地對壓電元件的接合狀態是否良好的程度進行判斷。另外，為了使壓電元件的量產性

提高，優選的是，並非以逐個的壓電元件為單位，而是以晶圓（wafer）單位，一次性地製造數百至數千個壓電元件。在此種情況下，優選的是，即使當按照所述方式，以晶圓單位來製造所述壓電元件時，也對全部的壓電元件的接合狀態進行確認。即，存在如下的問題：難以容易地掌握壓電元件的密封狀態。

【發明內容】

本發明提供如下的壓電元件以及壓電元件的製造方法，所述壓電元件是以一個單位來製造的壓電元件、或以晶圓單位來製造的壓電元件，藉由掌握密封材料的熔融狀態，易於確認壓電元件是否已充分地密封。

第一觀點的壓電元件包括：壓電振動片，利用施加電壓而發生振動；第一板及第二板，包含透明的板材且收納著壓電振動片；以及密封材料，配置在第一板與第二板之間，且呈規定寬度的框形狀地配置在第一板或第二板的周圍，以將第一板與第二板予以接合，在密封材料的規定寬度內具有空隙，該空隙未將規定寬度予以貫通。

第二觀點的壓電元件包括：壓電振動片，具有壓電振動部與框體，所述壓電振動部利用施加電壓而發生振動，所述框體將壓電振動部的周圍予以包圍；第一板，包含透明的板材且接合於壓電振動片的框體的一方的主面；以及密封材料，配置在第一板與框體之間，且呈規定寬度的框形狀地塗佈於壓電振動片的周圍，將第一板與框體予以接合，在將第一板與框體予以接合的密封材料的規定寬度內

具有空隙，該空隙未將規定寬度予以貫通。

根據第二觀點所述的壓電元件，第三觀點的壓電元件包括：第二板，包含透明的板材且接合於壓電振動片的框體的另一方的主面；以及密封材料，配置在第二板與框體之間，且呈規定寬度的框形狀地塗佈於壓電振動片的周圍，以將第二板與框體予以接合，在將第二板與框體予以接合的密封材料的規定寬度內具有空隙，該空隙未將規定寬度予以貫通。

根據第一觀點至第三觀點中任一項所述的壓電元件，第四觀點的壓電元件的密封材料包含：在 $350^{\circ}\text{C} \sim 410^{\circ}\text{C}$ 時熔融的低熔點玻璃、或聚醯亞胺系的樹脂。

第五觀點的壓電元件的製造方法包括：準備壓電振動片的步驟，所述壓電振動片利用施加電壓而發生振動；板準備步驟，準備透明的第一板與第二板；塗佈步驟，將密封材料塗佈於第一板或第二板的周圍，所述密封材料為規定寬度的框形狀、且具有未將規定寬度予以貫通的空隙；接合步驟，在塗佈步驟之後，利用密封材料來將第一板與第二板予以接合；以及檢查步驟，在接合步驟之後，經由第一板或第二板來對空隙的狀態進行檢查。

根據第五觀點所述的壓電元件的製造方法，第六觀點的壓電元件的製造方法在板準備步驟中，準備第一晶圓與第二晶圓，所述第一晶圓包括多個第一板，所述第二晶圓包括多個第二板，在接合步驟中，將第一晶圓與第二晶圓予以接合。

第七觀點的壓電元件的製造方法包括：準備壓電振動片的步驟，所述壓電振動片具有壓電振動部與框體，所述壓電振動部利用施加電壓而發生振動，所述框體將壓電振動部的周圍予以包圍；板準備步驟，準備透明的第一板；塗佈步驟，將密封材料塗佈於第一板的周圍或框體，所述密封材料為規定寬度的框形狀、且具有未將規定寬度予以貫通的空隙；接合步驟，在塗佈步驟之後，利用密封材料來將框體的一方的主面與第一板予以接合；以及檢查步驟，在接合步驟之後，經由第一板或框體來對空隙的狀態進行檢查。

根據第七觀點所述的壓電元件的製造方法，第八觀點的壓電元件的製造方法是在準備壓電振動片的步驟中，準備壓電晶圓，該壓電晶圓包括多個壓電振動片，在板準備步驟中準備第一晶圓，該第一晶圓包括多個第一板，在接合步驟中，將壓電晶圓與第一晶圓予以接合。

根據第五觀點至第八觀點中任一項所述的壓電元件的製造方法，第九觀點的壓電元件的製造方法是在塗佈步驟中塗佈密封材料，該密封材料具有大小不同的多個空隙，在檢查步驟中，對多個空隙因接合步驟而被擠扁的狀態進行檢查。

根據第五觀點至第八觀點中任一項所述的壓電元件的製造方法，第十觀點的壓電元件的製造方法是在塗佈步驟中塗佈密封材料，該密封材料具有大小相同的多個空隙，在檢查步驟中，對多個空隙因接合步驟而被擠扁的狀態進

行檢查。

根據第五觀點至第八觀點中任一項所述的壓電元件的製造方法，第十一觀點的壓電元件的製造方法是在塗佈步驟中，將具有至少一個空隙的密封材料塗佈於壓電元件，在檢查步驟中，對空隙因接合步驟而被擠扁的狀態進行檢查。

根據第五觀點至第十一觀點中任一項所述的壓電元件的製造方法，第十二觀點的壓電元件的製造方法是在檢查步驟中，藉由影像處理，對多個空隙因接合步驟而被擠扁且消失的狀態、及殘留有空隙的狀態進行檢查。

根據第五觀點至第十二觀點中任一項所述的壓電元件的製造方法，在第十三觀點的壓電元件的製造方法中，塗佈步驟中所形成的規定寬度的框形狀是包含四條邊的框形狀，在框形狀的一部分上形成有空隙。

[發明的效果]

根據本發明的壓電元件以及壓電元件的製造方法，在密封材料上形成空隙，藉此，可容易地對壓電元件的接合狀態進行確認。

【實施方式】

以下，基於附圖來詳細地對本發明的實施方式進行說明。再者，在以下的說明中，並沒有意思特別地對本發明進行限定，本發明的範圍不限於這些方式。

（第一實施方式）

〈壓電元件 100 的構成〉

圖 1(a) 是壓電元件 100 的分解立體圖。壓電元件 100 主要包含：壓電振動片 130、第一板（蓋）110、以及第二板（基底）120。在壓電元件 100 中，第一板 110 以及第二板 120 使用了透明的素材、即晶體以及玻璃等的絕緣材料。另外，例如使用 AT 切割的晶體振動片作為壓電振動片 130。AT 切割的晶體振動片的主面（YZ 面）相對於結晶軸（XYZ）的 Y 軸，以 X 軸為中心，從 Z 軸向 Y 軸方向傾斜 35 度 15 分。在以下的說明中，以 AT 切割的晶體振動片的軸方向為基準，使用傾斜的新的軸作為 Y'軸以及 Z'軸。即，將壓電元件 100 的長度方向作為 X 軸方向，將壓電元件 100 的高度方向作為 Y'軸方向，將與 X 軸方向及 Y'軸方向垂直的方向作為 Z'軸方向，來對壓電元件 100 進行說明。

壓電元件 100 在第二板 120 的 +Y'軸側的面上載置有壓電振動片 130。進而，以將壓電振動片 130 予以密封的方式，將第一板 110 接合於第二板 120 的 +Y'軸側，從而形成壓電元件 100。

壓電振動片 130 在 +Y'軸側以及 -Y'軸側的主面上形成有激振電極 131。另外，引出電極 132 是從各激振電極 131 向 -X 軸方向引出而形成。如下的引出電極 132 引出至 -Y'軸側的面的 -X 軸側及 -Z'軸側的端部為止，所述引出電極 132 與 -Y'軸側所形成的激振電極 131 連接。另外，如下的引出電極 132 引出至 -Y'軸側的面的 -X 軸側及 +Z'軸側的端部為止，所述引出電極 132 與 +Y'軸側所形成的激振電極

131 連接。例如，在壓電振動片 130 上形成鉻 (Cr) 層，接著在鉻層上形成金 (Au) 層，藉此，形成壓電振動片 130 上所形成的激振電極 131 及引出電極 132 等的電極。

第一板 110 在 -Y' 軸側的面上形成有凹部 111。另外，在凹部 111 的周圍形成有框形狀的接合面 112。第一板 110 在接合面 112 上與第二板 120 接合。

第二板 120 在 +Y' 軸側的面上形成有凹部 121。另外，在凹部 121 的周圍形成有框形狀的接合面 122。接合面 122 在 X 軸方向上形成寬度 WX，且在 Z' 軸方向上形成寬度 WZ (參照圖 2 (a) ~ 圖 2 (c))。在凹部 121 中形成有一對連接電極 125，所述一對連接電極 125 與壓電振動片 130 的引出電極 132 形成電性連接。另外，一對安裝端子 124 形成於第二板 120 的 -Y' 軸側的面。一對連接電極 125 與一對安裝端子 124 經由貫通電極 125a (參照圖 1 (b)) 而彼此電性連接，所述貫通電極 125a (參照圖 1 (b)) 將第二板 120 予以貫通。

在框形狀的接合面 122 上，藉由絲網印刷法 (screen print method) 等，呈框形狀地以規定的厚度及寬度 (寬度 WX、寬度 WZ) 而塗佈有密封材料 150a。在密封材料 150a 的外緣的一部分形成有規定寬度的狹縫 (slit) 的判定部 151，該規定寬度的狹縫的判定部 151 未形成有密封材料。第一實施方式的判定部 151 是形成於框形狀的密封材料 150a 的四條邊中的一條邊。判定部 151 形成有三個不同寬度的狹縫。判定部 151 的三個狹縫是以使接合面 122 顯現

的方式，在 Y'軸方向上貫通地形成，且在 X 軸方向上，寬度各不相同。另外，判定部 151 形成得比密封材料 150a 的 Z'軸方向的寬度 WZ（參照圖 2（a）～圖 2（c））更狹窄。原因在於：若所述判定部 151 的長度與密封材料 150a 的 Z'軸方向的所述寬度 WZ 相同，則無法實現氣密。再者，圖 1（a）所示的密封材料 150a 圖示了接合之前的形狀。另外，透過密封材料 150a 的下側，來對密封材料 150a 進行圖示。密封材料 150a 以及判定部 151 的詳情將後述。

圖 1（b）是圖 1（a）的 A-A 剖面圖。第一板 110 的接合面 112 與第二板 120 的接合面 122 經由密封材料 150a 而彼此接合。另外，由於第一板 110 與第二板 120 接合，因此，在壓電元件 100 的內部形成氣密的模腔（cavity）141。壓電振動片 130 載置於模腔 141。壓電振動片 130 的引出電極 132 經由導電性接著劑 160 而與連接電極 125 形成電性連接。另外，連接電極 125 經由貫通電極 125a 而與安裝端子 124 形成電性連接，所述貫通電極 125a 將第二板 120 予以貫通。即，壓電振動片 130 的激振電極 131 與安裝端子 124 形成電性連接，將電壓施加至兩個安裝端子 124 之間，藉此，壓電振動片 130 發生振動。

第一板 110 以及第二板 120 是由玻璃或晶體材料等的透明材料形成。將已著色的密封材料 150a 塗佈於壓電元件 100，藉此，可從外部對已接合的壓電元件 100 的判定部 151 的形狀進行確認。關於密封材料 150a 的著色，可將透明的密封材料 150a 著色為半透明或不透明的狀態，但在本

實施方式中，對著色為半透明的情況進行說明。

例如，可使用低熔點玻璃作為密封材料 150a。該低熔點玻璃為如下的玻璃，該玻璃例如在比通常的玻璃更低的 $350^{\circ}\text{C} \sim 410^{\circ}\text{C}$ 的溫度下熔融。藉由對低熔點玻璃進行著色，可從外部容易地對判定部 151 的形狀進行辨認。另外，密封材料 150a 也可使用如下的材料來代替低熔點玻璃，所述材料是使著色劑等混入至聚醯亞胺 (polyimide) 等的樹脂系接著劑中而著色的材料、或不透明的材料。再者，在本實施方式中，密封材料 150a 塗佈於第二板 120 的接合面 122，但也可塗佈於第一板 110 的接合面 112。另外，低熔點玻璃或樹脂系接著劑也可透明，但存在如下的情況，即，當對判定部 151 進行目視或拍攝時，無法明確地對好壞進行區分。

圖 2 (a) ~ 圖 2 (c) 是表示壓電元件 100 的接合狀態的俯視圖。再者，圖 2 (a) ~ 圖 2 (c) 是從第一板 110 側對已接合的壓電元件 100 進行觀察所見的俯視圖。如圖 2 (a) ~ 圖 2 (c) 所示，對於由透明的第一板 110 以及第二板 120 接合而成的壓電元件 100 而言，可從第一板 110 側對密封材料 150a、判定部 151、壓電振動片 130、激振電極 131 以及引出電極 132 等的構件進行確認。另外，也可經由半透明的密封材料 150a，從第一板 110 側對安裝端子 124 進行觀察。判定部 151 包含：第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c，所述第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c 的狹縫的寬度在 X

軸方向上有所不同。第一判定部 151a 由規定寬度的狹縫形成，第二判定部 151b 由寬度比第一判定部 151a 更寬的狹縫形成，此外，第三判定部 151c 由寬度比第二判定部 151b 更寬的狹縫形成。所述第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c 比接合面 122 的寬度 WZ（接合材料的寬度 WZ）更狹窄。

第一判定部 151a 主要用以判定氣密是否充分，第二判定部 151b 主要用以對密封之後的寬度進行觀察，藉此，判定在氣密性的確保方面存在何種程度的餘地。此外，第三判定部 151c 主要用以判定加熱程度是否過高或加壓程度是否過強。第一判定部 151a 的規定寬度例如為 20 μm 的寬度，第二判定部 151b 的寬度例如為 40 μm 的寬度，第三判定部 151c 的寬度例如為 60 μm 的寬度。較為理想的是，事先反復地進行實驗等，預先求出從第一判定部 151a 至第三判定部 151c 為止的各個適當的寬度，在絲網印刷的絲網版上形成所述寬度。

當利用密封材料 150a 來將第一板 110 與第二板 120 予以接合時，將密封材料 150a 加熱至 350°C ~ 410°C 且對第一板 110 與第二板 120 進行加壓之後，密封材料 150a 冷卻而硬化，藉此，將所述第一板 110 與第二板 120 予以接合。在接合步驟中，根據熱不均、加壓不均以及加熱加壓處理的時間等的各條件，壓電元件 100 有可能會產生接合不良。

圖 2 (a) 圖示了不良的接合狀態的壓電元件 100。圖 2 (a) 所示的接合狀態為如下的情況，即，在密封材料 150a

的加熱不足、且密封材料 150a 未充分地熔融的狀態下經加壓；或者密封材料 150a 的加熱良好，但加壓不足。如此，在第一板 110 與第二板 120 的接合不良的情況下，第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c 處於能夠從外部被觀察到的狀態。即，第一判定部 151a 能夠從外部被觀察到的壓電元件 100 存在如下的可能性，即，第一板 110 與第二板 120 未充分地被密封，模腔 141 的氣密性存在問題。因此，將圖 2 (a) 所示的壓電元件 100 檢測為不良品。

圖 2 (b) 圖示了適當的接合狀態的壓電元件 100。適當的接合狀態的壓電元件 100 是將密封材料 150a 加熱至適當的溫度為止、而使該密封材料 150a 熔融，利用適當的壓力來對第一板 110 與第二板 120 進行加壓。因此，成為如下的狀態，即，熔化的密封材料 150a 將第一判定部 151a 的狹縫予以填埋，第一判定部 151a 被擠扁而消失，接著達到如下的狀態，即，無法從外部對第一判定部 151a 進行識別。熔化的密封材料 150 也流入至第二判定部 151b 以及第三判定部 151c，但由於第二判定部 151b 及第三判定部 151c 的 X 軸方向的狹縫的寬度大於第一判定部 151a 的狹縫寬度，因此，處於如下的狀態，即，仍殘留有可從外部識別的空隙、即寬度變窄的狹縫。再者，由於熔化的密封材料 150 流入至第二判定部 151b 及第三判定部 151c，因此，第二判定部 151b 以及第三判定部 151c 的 Z' 軸方向的寬度也變窄。

圖 2(c) 圖示了壓接過分的接合狀態的壓電元件 100。圖 2(c) 所示的接合狀態為如下的情況，即，在過分地對密封材料 150a 進行加熱的狀態下經加壓；或者密封材料 150a 的加熱良好，但加壓過大。壓接過分的接合狀態的壓電元件 100 成為如下的狀態，即，熔化的密封材料 150a 將第一判定部 151a 以及第二判定部 151b 的狹縫予以填埋，無法從外部對第一判定部 151a 以及第二判定部 151b 進行識別。而且，壓電元件 100 處於如下的狀態，即，僅可從外部對 X 軸方向上的寬度狹窄的第三判定部 151c 進行識別。雖未圖示，但也存在如下的狀態，即，熔化的密封材料 150a 也將第三判定部 151c 予以填埋，狹縫完全消失。僅第三判定部 151c 可被觀察到的壓電元件 100、或第三判定部 151c 也無法從外部被觀察到的狀態下的壓電元件 100 存在如下的可能性，即，密封材料 150a 流入至模腔 141 的內部為止。此種壓電元件為不良品。

〈壓電元件 100 的製造方法〉

參照圖 3 至圖 8(a)～圖 8(c) 來對壓電元件 100 的製造方法進行說明，該壓電元件 100 是經由密封材料 150a 來將第一板 110 與第二板 120 予以接合而成。雖也能夠製造逐個的壓電元件，但根據量產性的觀點，將數百至數千個作為單位，以晶圓單位來形成壓電元件 100。以下，對以晶圓單位形成的多個壓電元件 100 的製造方法進行說明。

圖 3 是表示壓電元件 100 的製造方法的流程圖。

首先，在步驟（step）S101 中，準備多個壓電振動片 130。如圖 1（a）、圖 1（b）所示，在各壓電振動片 130 上形成有激振電極 131 以及引出電極 132。以晶圓單位來製造多個壓電振動片 130，接著從晶圓上切割獲得逐個的壓電振動片 130。

在步驟 S102 中，準備第一晶圓 W110。在第一晶圓 W110 上形成有多個第一板 110。藉由透明的材料例如晶體或玻璃等，來形成第一晶圓 W110。參照圖 4 來對第一晶圓 W110 進行說明。

圖 4 是第一晶圓 W110 的平面圖。在第一晶圓 W110 上形成有多個第一板 110。在圖 4 中，利用兩點鎖鏈線來表示鄰接的第一板 110 的邊界線。所述兩點鎖鏈線是：在後述的圖 3 的步驟 S107 中，將晶圓予以切斷時的切割線（scribe line）115。在各第一板 110 的-Y'軸側的面上形成有凹部 111，在凹部 111 的周圍形成有框形狀的接合面 112，該框形狀的接合面 112 與第二晶圓 W120（參照圖 5）接合。

在步驟 S103 中，準備第二晶圓 W120。在第二晶圓 W120 上形成有多個第二板 120。藉由透明的材料例如晶體或玻璃等，來形成第二晶圓 W120。參照圖 5 來對第二晶圓 W120 進行說明。

圖 5 是第二晶圓 W120 的平面圖。在第二晶圓 W120 上形成有多個第二板 120。在各第二板 120 的+Y'軸側的面上形成有凹部 121，在凹部 121 中形成有連接電極 125 以及貫通電極 125a。在凹部 121 的周圍形成有框形狀的接合

面 122。另外，在第二晶圓 W120 的-Y'軸側的面上形成有安裝端子 124（參照圖 1（a）、圖 1（b）以及圖 2（a）～圖 2（c））。在圖 5 中，利用兩點鎖鏈線來表示鄰接的第二板 120 的邊界線。所述兩點鎖鏈線是在後述的圖 3 的步驟 S107 中，將晶圓予以切斷時的切割線 115。

以上的步驟 S101 至步驟 S103 可與順序無關而進行。

在步驟 S104 中，將密封材料 150a 絲網印刷於第一晶圓 W110 或第二晶圓 W120。在圖 6 中，對印刷於第二晶圓 W120 的密封材料 150a 進行說明。

圖 6 是絲網印刷於第二晶圓 W120 的密封材料 150a 的平面圖。密封材料 150a 塗佈於第二晶圓 W120 的接合面 122。密封材料 150a 在各第二板 120 的四條邊中的一條邊上，形成有三個不同寬度的狹縫的判定部 151。在圖 6 中表示了被印刷的密封材料 150a 的形狀的一例。在形成相鄰的第二板 120 的判定部 151 的同時，形成密封材料 150a 的判定部 151，藉此，在第二板 120 的四條邊中的一條邊上形成判定部 151。當經絲網印刷的密封材料 150a 例如為低熔點玻璃時，低熔點玻璃包含：玻璃成分、黏合劑（binder）以及溶劑。而且，將低熔點玻璃加熱至使黏合劑及溶劑蒸騰的蒸騰溫度為止，以對該低熔點玻璃進行預鍛燒。

另外，在圖 6 中，利用兩點鎖鏈線來表示鄰接的密封材料 150a 的邊界線。所述兩點鎖鏈線是在後述的圖 3 的步驟 S107 中，將晶圓予以切斷時的切割線 115。另外，關於

判定部 151，在後述的圖 3 的步驟 S108 中，可從側面方向對判定部 151 進行觀察。

在步驟 S105 中，壓電振動片 130 分別載置於第二晶圓 W120 上所形成的多個凹部 121。而且，第一晶圓 W110 與第二晶圓 W120 在第一晶圓 W110 的接合面 112 與第二晶圓 W120 的接合面 122 上，彼此經由密封材料 150a 而接合。當進行接合時，將密封材料 150a 例如加熱至 350℃～410℃，利用規定的壓力進行加壓，然後使所述密封材料 150a 冷卻。以下，將第一晶圓 W110 與第二晶圓 W120 接合而成的晶圓，作為接合晶圓 W100 來進行說明。

在步驟 S106 中的觀察步驟中，對接合晶圓 W100 的密封材料 150a 的接合狀態進行檢查。參照圖 7 來對密封材料 150a 的接合狀態進行說明。

圖 7 是接合步驟已結束的接合晶圓 W100 的剖面圖。圖 7 是接合晶圓 W100 在圖 4、圖 5 以及圖 6 的切割線 115 上的剖面圖。在觀察步驟中，從接合晶圓 W100 的+Y'軸側，通過目視或使用拍攝裝置 170 來對密封材料 150a 進行觀察，從而對密封材料 150a 的接合狀態進行檢查。較為理想的是，從+Y'軸側進行照明地進行檢查。另外，當使用拍攝裝置 170 來進行觀察時，將焦點對準於接合面，藉此來進行觀察。在圖 7 中表示了如下的狀態，即，使用拍攝裝置 170 來對密封材料 150a 的第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c 進行觀察。

根據接合狀態，通過目視或使用拍攝裝置 170 所觀察

的判定部 151 的形狀有所不同。判定部 151 的形狀如圖 2 (a) 所示，在不良的接合狀態下，可觀察到第一判定部 151a。在圖 7 的左側的壓電元件 100 中，觀察到第一判定部 151a 的狹縫的寬度為 $L1$ 。同樣地，觀察到第二判定部 151b 的狹縫的寬度為 $L2$ ，且觀察到第三判定部 151c 的狹縫的寬度為 $L3$ 。在適當的接合狀態的圖 7 右側的壓電元件 100 中，無法觀察到第一判定部 151a，但觀察到第二判定部 151b 的狹縫的寬度為 $L4$ ，且觀察到第三判定部 151c 的狹縫的寬度為 $L5$ 。另外，通過目視或使用拍攝裝置 170 來對接合晶圓 W100 進行的觀察，不僅可判定出判定部 151 的形狀，而且可判定出第一晶圓 W110 的接合面 112 與第二晶圓 W120 的接合面 122 是否已良好地接合。若在接合面 112 與接合面 122 之間，混入有異物或存在接合不良，則接合晶圓 W100 會被傾斜地接合，如圖 7 所示，有時儘管左側的壓電元件 100 中的接合不良，但右側的壓電元件 100 中的接合良好。

返回至圖 3，在步驟 S107 中，藉由切割 (dicing) 來將接合晶圓 W100 予以切斷。沿著切割線 115 進行切斷。藉由將接合晶圓 W100 予以切斷，分別形成經切割而成的壓電元件 100。

在步驟 S108 中，對已單片化的壓電元件 100 的接合狀態進行檢查。接合狀態的檢查是對由步驟 S107 的切割所引起的第一板 110 及第二板 120 的缺口、或由應變引起的接合不良進行檢測。對於壓電元件 100，如圖 7 中所說明

的對於接合晶圓 W100 的觀察那樣，從+Y'軸側，通過目視或使用拍攝裝置 170 來對已單片化的壓電元件 100 進行觀察，或對由切割形成的壓電元件 100 的剖面（Z'軸側）進行觀察。再者，若無在切割等中產生接合不良的可能性，則也不一定進行步驟 S108 的對於接合狀態的檢查。或者也可不進行步驟 S106 的對於接合狀態的檢查，而是進行步驟 S108 的對於接合狀態的檢查。

對於壓電元件 100 而言，藉由對密封材料 150a 進行著色，不僅容易通過目視或使用拍攝裝置 170 的觀察來觀察出判定部 151 的形狀，而且容易觀察出壓電元件 100 的接合面 112 與接合面 122 是否已良好地接合。從+Y'軸側進行觀察所得的壓電元件 100 表示於圖 2(a)～圖 2(c)中，因此，以下使用壓電元件 100 的側視圖（Z'軸方向）來進行說明。

圖 8(a)～圖 8(c)是已單片化的一個壓電元件 100 的側視圖。再者，圖 8(a)～圖 8(c)是利用切割線 115 而單片化的壓電元件 100 的判定部 151 的側視圖。從+Y'軸側，通過目視或使用拍攝裝置 170 來對壓電元件 100 進行觀察，或從壓電元件 100 的側面方向（Z'軸方向）、通過目視或使用拍攝裝置 170（未圖示）來對側面進行觀察。再者，從+Y'軸側進行的觀察已表示於圖 2(a)～圖 2(c)或圖 7 中，因此，說明從側面方向（Z'軸方向）進行的觀察。

圖 8(a)是不良的接合狀態的壓電元件 100 的側視圖。

當第一板 110 與第二板 120 的接合不良時，密封材料 150a 的熔融不足，從壓電元件 100 的側面，可觀察到第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c。即。第一判定部 151a 能夠從側面被觀察到的壓電元件 100 存在如下的可能性，即，模腔 141 的氣密性有問題，因此，可將所述壓電元件 100 檢測為不良品。

圖 8(b) 是適當的接合狀態的壓電元件 100 的剖面圖。對於適當的接合狀態的壓電元件 100 而言，密封材料 150a 熔融且將第一判定部 151a 的狹縫予以填埋，無法從該壓電元件 100 的側面觀察到第一判定部 151a。適當的接合狀態的壓電元件 100 處於如下的狀態，即，能夠從側面觀察到作為空隙的第二判定部 151b 及第三判定部 151c。

圖 8(c) 圖示了過分壓接的接合狀態的壓電元件 100。對於過分壓接的接合狀態的壓電元件 100 而言，密封材料 150a 熔融且將第一判定部 151a 及第二判定部 151b 的狹縫予以填埋，無法從該壓電元件 100 的側面觀察到第一判定部 151a 及第二判定部 151b。過分壓接的接合狀態的壓電元件 100 處於如下的狀態，即，僅可從側面觀察到第三判定部 151c；或處於如下的狀態，即，也無法從側面觀察到第三判定部 151c。僅第三判定部 151c 能夠被觀察到的壓電元件 100、或第三判定部 151c 也無法從側面被觀察到的狀態下的壓電元件 100 存在如下的可能性，即，密封材料 150a 流入至模腔 141 的內部為止，因此，可將所述壓電元件 100 檢測為不良品。再者，在圖 8(a)～圖 8(c) 中，

對判定部 151 的形狀進行了說明，也可觀察到壓電元件 100 的由缺損、應變或其他原因引起的接合不良。

以上所示的壓電元件 100 可使用不同形狀的密封材料 150。以下，將不同形狀的密封材料 150 作為變形例來進行說明。由於其他構成與第一實施方式相同，因此，使用相同的符號且將說明予以省略。

〈變形例 1〉

本變形例的密封材料 150b 的判定部 151 形成於壓電元件 100 的四條邊。圖 9 是判定部 151 形成於密封材料 150b 的四條邊的圖。如圖所示，在密封材料 150b 的外緣的四條邊上形成有判定部 151，在四個部位的判定部 151 上，分別形成有第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c。並排地配置於 X 軸方向的判定部 151 的狹縫長度，比密封材料 150b 的 Z' 軸方向的寬度 WZ 更狹窄。另外，並排地配置於 Z' 軸方向的判定部 151 的狹縫長度，比密封材料 150b 的 X 軸方向的寬度 WX 更狹窄。

另外，圖 10 圖示了絲網印刷於第二晶圓 W120 的密封材料 150b 的形狀。密封材料 150b 塗佈於第二晶圓 W120 的接合面 122。密封材料 150 在各第二板 120 的四條邊上形成有判定部 151，該判定部 151 包含三個不同寬度的狹縫。在圖 10 中表示了塗佈的密封材料 150b 的形狀的一例。在形成相鄰的第二板 120 的判定部 151 的同時，形成密封材料 150b 的判定部 151，藉此，在第二板 120 的四條邊上形成判定部 151。另外，在圖 10 中，利用兩點鎖鏈線來表

示鄰接的密封材料 150b 的邊界線。所述兩點鎖鏈線為所述切割線 115。另外，如上所述，可在接合步驟中，從判定部 151 的上表面方向（第一晶圓 W110 側）對判定部 151 進行觀察，或可在切割之後，從判定部 151 的側面方向對判定部 151 進行觀察。再者，密封材料 150b 也可絲網印刷於第一晶圓 W110 的接合面 112。另外，對於本變形例的判定部 151 而言，雖判定部 151 形成於密封材料 150b 的外緣的四條邊，但也可根據需要而形成於第二板 120 的兩條邊或三條邊。

〈變形例 2〉

對變形例 2 的密封材料 150c 形成有圓形狀的判定部 152 的情況進行說明。圖 11 是塗佈於第二晶圓 W120 的接合面 122 的密封材料 150c 的放大圖。如圖所示，在密封材料 150c 的外緣的四條邊上，分別形成有圓形狀的判定部 152。以使直徑不同的圓形狀的第一判定部 152a、第二判定部 152b 以及第三判定部 152c 將密封材料 150c 予以貫通的方式，來形成四個部位的判定部 152。即，以使接合面 122 直接顯現的方式，來形成判定部 152。以規定的直徑形成第一判定部 152a，以大於第一判定部 152a 的直徑形成第二判定部 152b，此外，以大於第二判定部 152b 的直徑形成第三判定部 152c。為了實現氣密，即使第三判定部 152c 大，也不會到達凹部 121 為止。即，判定部 152 的半徑小於密封材料 150c 的 X 軸方向的寬度 WX 或 Z' 軸方向的寬度 WZ。

圖 11 是塗佈的密封材料 150c 的形狀的一例，在形成相鄰的第二板 120 的判定部 152 的同時，形成密封材料 150c 的判定部 152，藉此，在第二板 120 的四條邊上形成判定部 152。另外，在圖 11 中，利用兩點鎖鏈線來表示鄰接的密封材料 150c 的邊界線。所述兩點鎖鏈線為所述切割線 115。另外，如上所述，可在接合步驟中，從判定部 152 的上表面方向（第一晶圓 W110 側）對判定部 152 進行觀察，或可在切割之後，從判定部 152 的側面方向對判定部 152 進行觀察。再者，代替塗佈於第二晶圓 W120，密封材料 150c 也可塗佈於第一晶圓 W110 的接合面 112。另外，對於本變形例的判定部 152 而言，雖判定部 152 形成於密封材料 150c 的外緣的四條邊，但也可形成於第二板 120 的外緣的一條邊、兩條邊或三條邊。

〈變形例 3〉

對如下的情況進行說明，該情況是指：變形例 3 的密封材料 150d 的判定部 151、152 形成於晶圓的主要的部位。圖 12 是表示絲網印刷於第二晶圓 W120 的接合面 122 的密封材料 150d 的圖。圖 12 中代表性地圖示了圓形狀的判定部 152，但也可為狹縫狀的判定部 151。如圖所示，判定部 152 形成於第二晶圓 W120 的外緣的四個部位以及中心部的一個部位。外緣的四個部位的判定部 152 處於形成第二板 120 的區域之外。中心部的一個部位的判定部 152 形成在所述切割線 115 上。當印刷密封材料 150d 時，如圖 3 的步驟 S108 中的說明所述，在切割之後，無法對各個壓

電元件 100 的接合狀態進行確認。然而，如步驟 S106 中的說明所述，從上表面方向（第一晶圓 W110 側）對判定部 152 進行觀察，藉此，可判斷出是否已經以晶圓單位而適當地進行了接合處理。再者，在變形例 3 的例子中，優選的是，至少在第二晶圓 W120 的中心部的一個部位形成有判定部 152。

形成以上所示的判定部 152 的部位並不限於所述部位，所述判定部 152 也可形成在與切割線 115 重疊的部位以外。另外，在第一實施方式及其變形例中，表示了狹縫狀的判定部 151、圓形狀的判定部 152，但也可為三角形等的多邊形的判定部等。

另外，在第一實施方式及其變形例中，為了對接合狀態進行判斷，而形成有：第一判定部 152a、第二判定部 152b 以及第三判定部 152c 這三個判定部 152。然而，也可形成第一判定部 152a 及第三判定部 152c 這兩個判定部 152。即，若第一判定部 152a 消失而第三判定部 152c 殘留，則可判定為接合處理適當，另外，判定部位減少可使判定部 152 的檢查簡化。此外，沒有第二判定部 152b 及第三判定部 152c，且將一個第一判定部 151a 形成於密封材料 150，藉此，也可挑選出接合不良的壓電元件 100。即，也可因第一判定部 152a 被填埋而無法被觀察到，藉此，判斷為接合處理適當。此外，也可形成大小不同的四個以上的判定部。能夠對更細微的接合晶圓 W100 的接合狀態進行觀察。

也可在接合處理中，對以上所示的判定部 151、152 進

行觀察，因此，所述判定部 151、152 不僅可表示接合結果，而且也可發揮接合處理中的感測器（sensor）的作用。

（第二实施方式）

第二實施方式的壓電元件是三層重疊的壓電元件，壓電振動片包括壓電振動部與框體，且第一板及第二板分別隔著框體而重合，藉此，形成所述三層重疊的壓電元件。以下，對三層重疊的壓電元件、即壓電元件 200 進行說明。

〈壓電元件 200 的構成〉

圖 13 是壓電元件 200 的分解立體圖。壓電元件 200 主要包含：壓電振動片 230、第一板（蓋）210、以及第二板（基底）220，壓電振動片 230 是被第一板 210 與第二板 220 包夾而形成。與第一實施方式同樣地，在第一板 210 以及第二板 220 中，使用有晶體以及玻璃等的不導電的絕緣材料。另外，例如使用 AT 切割的晶體振動片作為壓電振動片 230。再者，對與第一實施方式相同的構成使用相同的符號，且將說明予以省略。

壓電振動片 230 是由壓電振動部 233、框部 234、以及連結部 236 形成，所述壓電振動部 233 因施加電壓而發生振動，所述框部 234 是以將壓電振動部 233 予以包圍的方式而形成，所述連結部 236 連結著壓電振動部 233 及框部 234。另外，在壓電振動部 233 與框部 234 之間形成有貫通孔 237，該貫通孔 237 在 Y'軸方向上將壓電振動片 230 予以貫通。在壓電振動部 233 的+Y'軸側的面與-Y'軸側的面上形成有一對激振電極 231。另外，形成有引出電極 232，

該引出電極 232 連接於-Y'軸側的激振電極 231，經由連結部 236 而引出至框部 234 的+Z'軸側的+X 軸側的角為止，且所述引出電極 232 連接於+Y'軸側的激振電極 231，經由連結部 236 而引出至框部 234 的-Z'軸側的-X 軸側的角為止。在框部 234 的+Y'軸側的面上塗佈有密封材料 150a。密封材料 150a 是以規定的厚度形成，在密封材料 150a 的外緣的一部分上形成有判定部 151。再者，圖 13 所示的密封材料 150a 圖示了接合之前的形狀。另外，透過密封材料 150a 的下部來對密封材料 150a 進行圖示。

第一板 210 在-Y'軸側的面上形成有凹部 211。另外，在凹部 211 的周圍形成有接合面 212。第一板 210 在接合面 212 上，經由密封材料 150a 而被接合，所述密封材料 150a 塗佈於壓電振動片 230 的框部 234 的+Y'軸側的面。

第二板 220 在+Y'軸側的面上形成有凹部 221。另外，在凹部 221 的周圍形成有接合面 222。在第二板 220 的-Y'軸側的面上形成有一對安裝端子 224，在+Y'軸側的面的四個角落形成有電極墊（electrode pad）225。另外，在第二板 220 的側面的四個角落形成有城堡形部分（castellation）226，在各城堡形部分 226 上形成有側面電極 223。安裝端子 224 與電極墊 225 經由形成於城堡形部分 226 的側面電極 223 而彼此電性連接。密封材料 150e 絲網印刷於接合面 222 的+Y'軸側的面。密封材料 150e 以規定的厚度形成，在密封材料 150e 的外緣的一部分形成有判定部 151，在電極墊 225 以及城堡形部分 226 處未形成有密封材料 150e。

另外，密封材料 150e 為接合之前的形狀，且透過密封材料 150e 的下部來對密封材料 150e 進行圖示。第二板 220 經由塗佈於接合面 222 的密封材料 150e，而與壓電振動片 230 的框部 234 的-Y'軸側的面接合。再者，與密封材料 150a 同樣地，本實施方式的密封材料 150e 的判定部 151 形成有狹縫不同的第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c。

圖 14 是從+Z'對壓電元件 200 進行觀察所見的側視圖。壓電元件 200 的第一板 210 與壓電振動片 230 經由密封材料 150a 而接合，第二板 220 與壓電振動片 230 經由密封材料 150e 而接合。再者，為了易於說明，圖 14 圖示了未熔融的判定部 151，因此，圖示了各個第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c。再者，如圖所示，較為理想的是，密封材料 150a 的判定部 151 與密封材料 150e 的判定部 151 形成於彼此不重疊的位置。另外，在本實施方式中，密封材料 150a 的判定部 151 與密封材料 150e 的判定部 151 形成於相同的邊，但也可形成於不同的邊。

在所述塗佈於框部 234 的密封材料 150a、與塗佈於接合面 222 的密封材料 150e 的四條邊中的一條邊上，形成有判定部 151；該判定部 151 在 X 軸方向上形成有狹縫不同的第一判定部 151a、第二判定部 151b 以及第三判定部 151c。如第一實施方式所示，判定部 151 表示了接合狀態。當將第一板 210 與壓電振動片 230 予以接合時，以及當將第二板 220 與壓電振動片 230 予以接合時，對判定部 151

的接合狀態進行觀察。與第一實施方式的變形例所示的情況同樣地，判定部 151 的形狀可採用各種形狀，也可為圓形狀的判定部 152。

〈壓電元件 200 製造方法〉

關於壓電元件 200，較為理想的是，與壓電元件 100 同樣地，在壓電元件 200 的製造過程的途中，一面對密封材料 150a 的接合狀態進行檢查，且一面進行製造。以下，參照圖 15 至圖 19 來對壓電元件 200 的製造方法進行說明。

圖 15 是表示壓電元件 200 的製造方法的流程圖。

在步驟 S201 中，準備壓電晶圓 W230。在壓電晶圓 W230 上形成有多個壓電振動片 230，壓電晶圓 W230 例如是將晶體等的壓電材料作為基材而形成。使用圖 16 來對壓電晶圓 W230 進行說明。

圖 16 是壓電晶圓 W230 的平面圖。在壓電晶圓 W230 上形成有多個壓電振動片 230。在圖 16 中，利用兩點鎖鏈線來表示在後述的圖 15 的步驟 S210 中，將晶圓予以切斷時的切割線 115，在切割線 115 所包圍的區域中形成有一個壓電振動片 230。在壓電晶圓 W230 的各壓電振動片 230 中形成貫通孔 237，藉此，形成壓電振動部 233、框部 234 以及連結部 236。另外，在壓電振動部 233 上形成有激振電極 231，在框部 234 上形成有引出電極 232，該引出電極 232 從激振電極 231 通過連結部 236 而被引出。

在步驟 S202 中，準備第二晶圓 W220。在第二晶圓 W220 上形成有多個第二板 220。例如藉由晶體或玻璃等來

形成第二晶圓 W220。參照圖 17 來對第二晶圓 W220 進行說明。

圖 17 是第二晶圓 W220 的平面圖。在第二晶圓 W220 上形成有多個第二板 220。在圖 17 中，利用兩點鎖鏈線來表示切割線 115，在切割線 115 所包圍的區域中形成有一個第二板 220。在各第二板 220 的+Y'軸側的面上形成有凹部 221，在凹部 221 的周圍形成有接合面 222。另外，在 Z'軸方向的切割線 115 與 X 軸方向的切割線 115 的交點處，在第二板 220 上形成有成為城堡形部分 226 的貫通孔 226a，在城堡形部分 226 中形成有側面電極 223（參照圖 13 以及圖 14）。另外，在貫通孔 226a 的周圍形成有電極墊 225，在第二晶圓 W220 的-Y'軸側的面上形成有安裝端子 224（參照圖 13 以及圖 14）。

在步驟 S203 中，準備第一晶圓 W210。在第一晶圓 W210 上形成有多個第一板 210。例如藉由晶體或玻璃等來形成第一晶圓 W210。參照圖 18 來對第一晶圓 W210 進行說明。

圖 18 是第一晶圓 W210 的平面圖。在第一晶圓 W210 上形成有多個第一板 210。在圖 18 中，利用兩點鎖鏈線來表示切割線 115，在切割線 115 所包圍的區域中形成有一個第一板 210。在各第一板 210 的-Y'軸側的面上形成有凹部 211，在凹部 211 的周圍形成有接合面 212。

以上的步驟 S201 至步驟 S203 可與順序無關而進行。

在步驟 S204 中，將密封材料 150e 絲網印刷於第二晶

圖 W220。圖 19 是經絲網印刷的密封材料 150e 的平面圖。密封材料 150e 塗佈於第二晶圓 W220 的接合面 222。密封材料 150e 在各第二板 220 的四條邊中的一條邊上，形成有三個不同寬度的狹縫的判定部 151。另外，密封材料 150e 在貫通孔 226a 及該貫通孔 226a 的周圍的電極墊 225 的一部分，形成有非塗佈區域 153，該非塗佈區域 153 未形成有密封材料 150e，所述貫通孔 226a 形成於第二晶圓 W220 且成為城堡形部分 226。再者，密封材料 150e 也可塗佈於壓電振動片 230 的-Y'軸側的框部 234。另外，將密封材料 150a 絲網印刷於壓電振動片 230。例如，以圖 6 所示的形狀來對密封材料 150a 進行印刷。密封材料 150a 塗佈於壓電振動片 230 的+Y'軸側的框部 234。密封材料 150a 在框部 234 的四條邊中的一條邊上，形成有三個不同寬度的狹縫的判定部 151。再者，密封材料 150a 也可塗佈於第一晶圓 W210 的-Y'軸側的接合面 212。另外，較為理想的是，形成判定部 151 的位置是配置在與步驟 S204 中所形成的位置不同的位置。當經絲網印刷的密封材料 150e 例如為低熔點玻璃時，低熔點玻璃包含：玻璃成分、黏合劑以及溶劑。而且，將低熔點玻璃加熱至使黏合劑及溶劑蒸騰的蒸騰溫度為止，對該低熔點玻璃進行預鍛燒。

在步驟 S205 中，壓電晶圓 W230 與第二晶圓 W220 經由密封材料 150e 而彼此接合。藉由加壓及加熱處理，經由形成於接合面 222 的密封材料 150e，將壓電晶圓 W230 與第二晶圓 W220 予以接合。

在步驟 S206 中，在觀察步驟中，對密封材料 150e 的判定部 151 的形狀進行檢查。壓電晶圓 W230 以及第二晶圓 W220 是將晶體等的透明的材料作為基材，因此，當從 +Y' 軸側對將壓電晶圓 W230 及第二晶圓 W220 予以接合而成的晶圓進行觀察時，可觀察到密封材料 150e 的接合狀態。可通過目視或使用拍攝裝置 170 來對接合狀態進行觀察。特別是，當利用拍攝裝置 170 來進行觀察時，將焦點對準於步驟 S204 中所形成的判定部 151 的位置，藉此，可觀察到接合狀態。另外，當通過目視或使用拍攝裝置 170 來進行觀察時，不僅會觀察到判定部 151 的形狀，而且也會觀察到在壓電晶圓 W230 的框部 234 與第二晶圓 W220 的接合面 222 之間混入有異物，或觀察到接合不良等。

在步驟 S207 中，壓電晶圓 W230 以及第一晶圓 W210 經由密封材料 150a 而彼此接合。將第一晶圓 W210 載置於步驟 S207 中經塗佈的壓電振動片 230 的框部 234，藉由加壓加熱處理來進行接合。第一晶圓 W210、第二晶圓 W220 以及壓電晶圓 W230 這三塊晶圓重合而形成接合晶圓。

在步驟 S208 中，在觀察步驟中，對密封材料 150a 的判定部 151 的形狀進行檢查。第一晶圓 W210、第二晶圓 W220 以及壓電晶圓 W230 是將晶體等的透明的材料作為基材，因此，當從 +Y' 軸側對接合晶圓進行觀察時，可觀察到密封材料 150a 的判定部 151 的接合狀態。可通過目視或使用拍攝裝置 170 來對接合狀態進行觀察。特別是，當利用拍攝裝置 170 來進行觀察時，將焦點對準於步驟 S208

中所形成的密封材料 150a 的判定部 151 的位置，藉此，可觀察到接合狀態。

在步驟 S209 中，將接合晶圓予以切斷，該接合晶圓是第一晶圓 W210、第二晶圓 W220 以及壓電晶圓 W230 接合而成的晶圓。沿著切割線 115 進行切割，藉此，將所述接合晶圓予以切斷，而形成各個壓電元件 200。

在步驟 S210 中，根據需要，在觀察步驟中，對已單片化的壓電元件 200 的接合狀態進行檢查。接合狀態的檢查是對由步驟 S209 的切割所引起的壓電元件 200 的接合面的缺口、或由應變引起的接合不良進行檢測。再者，由於半透明地形成密封材料 150a，因此，當從+Y'軸側，使用拍攝裝置 170 來進行觀察時，將焦點對準於第一段的密封材料 150a 或第二段的密封材料 150e，藉此，可分別進行觀察。

在所述流程圖中，在步驟 S205 中，將壓電晶圓 W230 與第二晶圓 W220 予以接合，在步驟 S207 中，將壓電晶圓 W230 以及第一晶圓 W210 予以接合。然而，可先將壓電晶圓 W230 與第一晶圓 W210 予以接合，也可一次性地將第一晶圓 W210、壓電晶圓 W230 以及第二晶圓 W220 予以接合。

以上，已詳細地對本發明的最佳實施方式進行了說明，但本領域技術人員顯然瞭解：可在本發明的技術範圍內，對實施方式添加各種變更、變形來實施。

例如，表示了壓電振動片為 AT 切割的晶體振動片的情況，

但同樣地，即使所述壓電振動片是以厚度剪力模式（thickness shear mode）而發生振動的 BT 切割等的晶體振動片，也同樣適用。另外，也可適用於音叉型晶體振動片。而且，壓電振動片基本上不僅可應用晶體材料，而且可應用包含鉍酸鋰或鋰酸鋰或者壓電陶瓷的壓電材料。

【圖式簡單說明】

圖 1（a）是壓電元件 100 的分解立體圖。圖 1（b）是圖 1（a）的 A-A 剖面圖。

圖 2（a）圖示了不良的接合狀態的壓電元件 100。圖 2（b）圖示了適當的接合狀態的壓電元件 100。圖 2（c）圖示了過分壓接的接合狀態的壓電元件 100。

圖 3 是表示壓電元件 100 的製造方法的流程圖。

圖 4 是第一晶圓 W110 的平面圖。

圖 5 是第二晶圓 W120 的平面圖。

圖 6 是在第二晶圓 W120 上絲網印刷有密封材料 150a 的平面圖。

圖 7 是將第一晶圓 W110 與第二晶圓 W120 予以接合而成的接合晶圓 W100 的剖面圖。

圖 8（a）～圖 8（c）是已單片化的壓電元件 100 的側視圖。

圖 9 是在密封材料 150b 的四條邊上形成有判定部 151 的圖。

圖 10 是密封材料 150b 的平面圖。

圖 11 是密封材料 150c 的平面圖的放大圖。

圖 12 是經絲網印刷的密封材料 150d 的平面圖。

圖 13 是壓電元件 200 的分解立體圖。

圖 14 是壓電元件 200 的側視圖

圖 15 是表示壓電元件 200 的製造方法的流程圖。

圖 16 是壓電晶圓 W230 的平面圖。

圖 17 是第二晶圓 W220 的平面圖。

圖 18 是第一晶圓 W210 的平面圖。

圖 19 是經絲網印刷的密封材料 150e 的平面圖。

【主要元件符號說明】

100、200：壓電元件

110、210：第一板

111、121、211、221：凹部

112、122、212、222：接合面

115：切割線

120、220：第二板

124、224：安裝端子

125：連接電極

125a：貫通電極

130、230：壓電振動片

131、231：激振電極

132、232：引出電極

141：模腔

150、150a～150e：密封材料

151、152：判定部

151a、152a：第一判定部
151b、152b 第二判定部
151c、152c：第三判定部
153：非塗佈區域
160：導電性接著劑
170：拍攝裝置
223：側面電極
225：電極墊
226：城堡形部分
226a、237：貫通孔
233：壓電振動部
234：框部
236：連結部
A-A：剖面
L1～L5、WX、WZ：寬度
S101～S108、S201～S210：步驟
W100：接合晶圓
W110、W210：第一晶圓
W120、W220：第二晶圓
W230：壓電晶圓
X、Y'、Z'：軸

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：101119448

※申請日：

※IPC 分類：H03H 3/02 (2006.01)

101. 5. 31

H03H 9/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

壓電元件以及壓電元件的製造方法 /
PIEZOELECTRIC DEVICE AND FABRICATING METHOD
OF THE PIEZOELECTRIC DEVICE

二、中文發明摘要：

一種壓電元件，易於確認壓電元件是否已充分地密封。壓電元件(100)包括：壓電振動片(130)，利用施加電壓而發生振動；第一板(110)及第二板(120)，包含透明的板材且收納著壓電振動片；密封材料(150a)，配置在第一板與第二板之間，且呈規定寬度的框形狀地配置在第一板或第二板的周圍，將第一板與第二板予以接合，在密封材料的規定寬度內(WX、WZ)具有空隙(151b)，該空隙(151b)未將規定寬度予以貫通。

三、英文發明摘要：

A piezoelectric device is provided. It is easy to confirm whether the piezoelectric device is sealed adequately or not. The piezoelectric device (100) includes a piezoelectric

vibration sheet (130) generating vibration by applying a voltage; a first plate (110) and a second plate (120), including a transparent plate and containing the piezoelectric vibration sheet; a sealing material (150a), disposed between the first plate and the second plate and around the first plate or the second plate in a frame shape in order to connect the first plate and the second plate. A space (151b) is present within a predetermined width (WX, WZ) of the sealing material, and the space (151b) does not penetrate the predetermined width.

七、申請專利範圍：

1、一種壓電元件，包括：

壓電振動片，利用施加電壓而發生振動；

第一板及第二板，包含透明的板材、且收納著所述壓電振動片；以及

密封材料，配置在所述第一板與所述第二板之間，且呈規定寬度的框形狀地配置在所述第一板或所述第二板的周圍，以將所述第一板與所述第二板予以接合，

在所述密封材料的所述規定寬度內具有空隙，該空隙未將所述規定寬度予以貫通。

2、一種壓電元件，包括：

壓電振動片，具有壓電振動部與框體，所述壓電振動部利用施加電壓而發生振動，所述框體將所述壓電振動部的周圍予以包圍；

第一板，包含透明的板材、且接合於所述壓電振動片的所述框體的一方的主面；以及

密封材料，配置在所述第一板與所述框體之間，且呈規定寬度的框形狀地塗佈於所述壓電振動片的周圍，以將所述第一板與所述框體予以接合，

在將所述第一板與所述框體予以接合的所述密封材料的所述規定寬度內具有空隙，該空隙未將所述規定寬度予以貫通。

3、如申請專利範圍第2項所述的所述的壓電元件，其中，所述壓電元件包括：

第二板，包含透明的板材、且接合於所述壓電振動片的所述框體的另一方的主面；以及

密封材料，配置在所述第二板與所述框體之間，且呈規定寬度的框形狀地塗佈於所述壓電振動片的周圍，以將所述第二板與所述框體予以接合，

在將所述第二板與所述框體予以接合的所述密封材料的所述規定寬度內具有空隙，該空隙未將所述規定寬度予以貫通。

4、如申請專利範圍第 1 項～第 3 項任一項所述的壓電元件，其中：

所述密封材料包含：在 $350^{\circ}\text{C}\sim 410^{\circ}\text{C}$ 時熔融的低熔點玻璃、或聚醯亞胺系的樹脂。

5、一種壓電元件的製造方法，包括：

準備壓電振動片的步驟，所述壓電振動片利用施加電壓而發生振動；

板準備步驟，準備透明的第一板與第二板；

塗佈步驟，將密封材料塗佈於所述第一板或所述第二板的周圍，所述密封材料為規定寬度的框形狀、且具有未將所述規定寬度予以貫通的空隙；

接合步驟，在所述塗佈步驟之後，利用所述密封材料來將所述第一板與所述第二板予以接合；以及

檢查步驟，在所述接合步驟之後，經由所述第一板或所述第二板來對所述空隙的狀態進行檢查。

6、如申請專利範圍第 5 項所述的壓電元件的製造方

法，其中：

所述板準備步驟準備第一晶圓與第二晶圓，所述第一晶圓包括多個所述第一板，所述第二晶圓包括多個所述第二板，

所述接合步驟將所述第一晶圓與所述第二晶圓予以接合。

7、一種壓電元件的製造方法，包括：

準備壓電振動片的步驟，所述壓電振動片具有壓電振動部與框體，所述壓電振動部利用施加電壓而發生振動，所述框體將所述壓電振動部的周圍予以包圍；

板準備步驟，準備透明的第一板；

塗佈步驟，將密封材料塗佈於所述第一板的周圍或所述框體，所述密封材料為規定寬度的框形狀、且具有未將所述規定寬度予以貫通的空隙；

接合步驟，在所述塗佈步驟之後，利用所述密封材料來將所述框體的一方的主面與所述第一板予以接合；以及

檢查步驟，在所述接合步驟之後，經由所述第一板或所述框體來對所述空隙的狀態進行檢查。

8、如申請專利範圍第 7 項所述的壓電元件的製造方法，其中：

準備所述壓電振動片的步驟是：準備壓電晶圓，該壓電晶圓包括多個所述壓電振動片，

所述板準備步驟是：準備第一晶圓，該第一晶圓包括多個所述第一板，

所述接合步驟是：將所述壓電晶圓與所述第一晶圓予以接合。

9、如申請專利範圍第 5 項～第 8 項任一項所述的壓電元件的製造方法，其中：

所述塗佈步驟是：塗佈密封材料，該密封材料具有大小不同的多個所述空隙，

所述檢查步驟是：對所述多個空隙因所述接合步驟而被擠扁的狀態進行檢查。

10、如申請專利範圍第 5 項～第 8 項任一項所述的壓電元件的製造方法，其中：

所述塗佈步驟是：塗佈密封材料，該密封材料具有大小相同的多個所述空隙，

所述檢查步驟是：對所述多個空隙因所述接合步驟而被擠扁的狀態進行檢查。

11、根如申請專利範圍第 5 項～第 8 項任一項所述的壓電元件的製造方法，其中：

所述塗佈步驟是：將具有至少一個所述空隙的密封材料塗佈於所述壓電元件，

所述檢查步驟是：對所述空隙因所述接合步驟而被擠扁的狀態進行檢查。

12、如申請專利範圍第 5 項～第 8 項任一項所述的壓電元件的製造方法，其中：

所述檢查步驟是：藉由影像處理，對所述多個空隙因所述接合步驟而被擠扁且消失的狀態、及殘留有所述空隙

的狀態進行檢查。

13、如申請專利範圍第 5 項～第 8 項任一項所述的壓電元件的製造方法，其中：

所述塗佈步驟中所形成的規定寬度的框形狀是：包含四條邊的框形狀，在所述框形狀的一部分上形成有所述空隙。

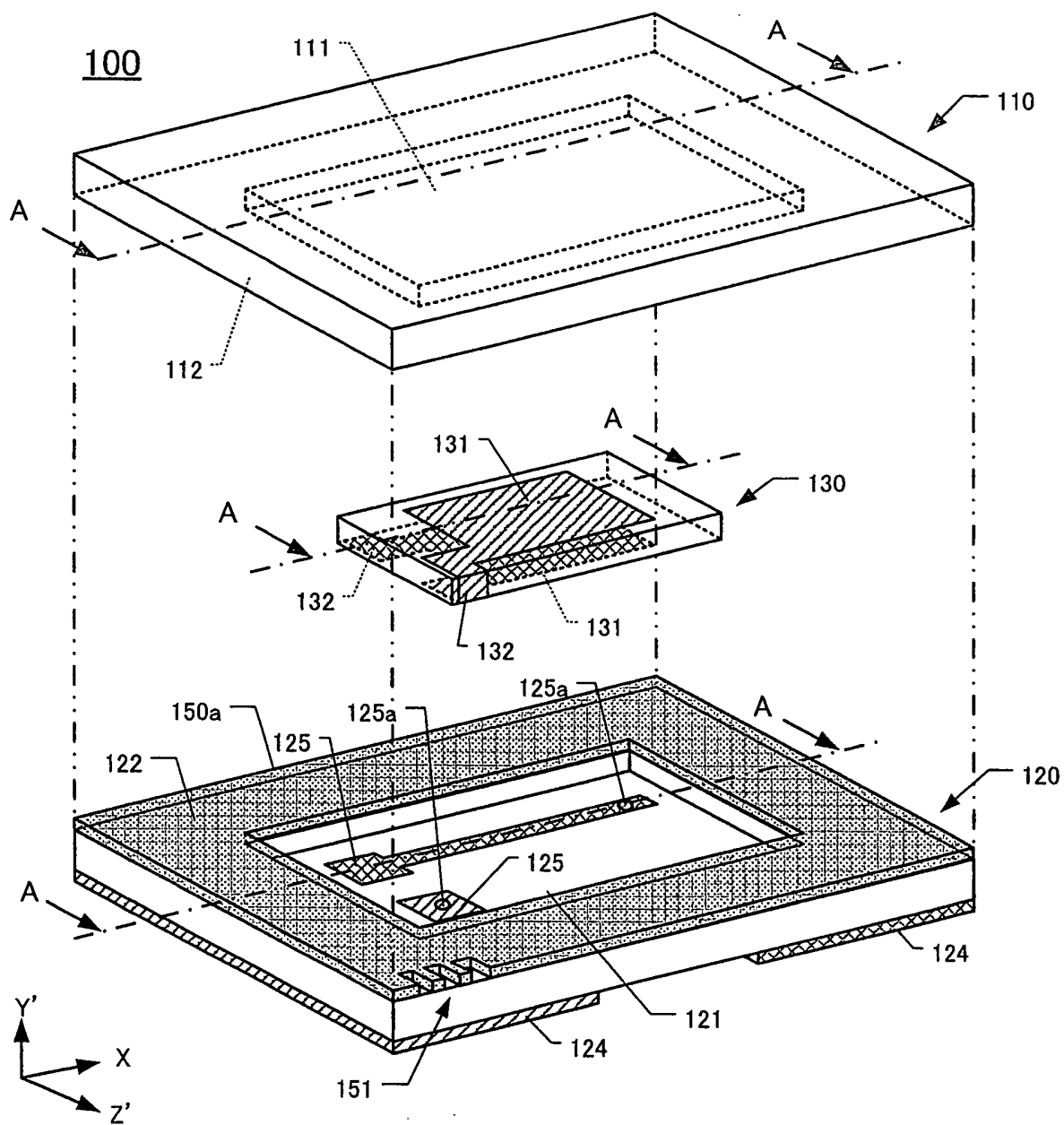


圖 1(a)

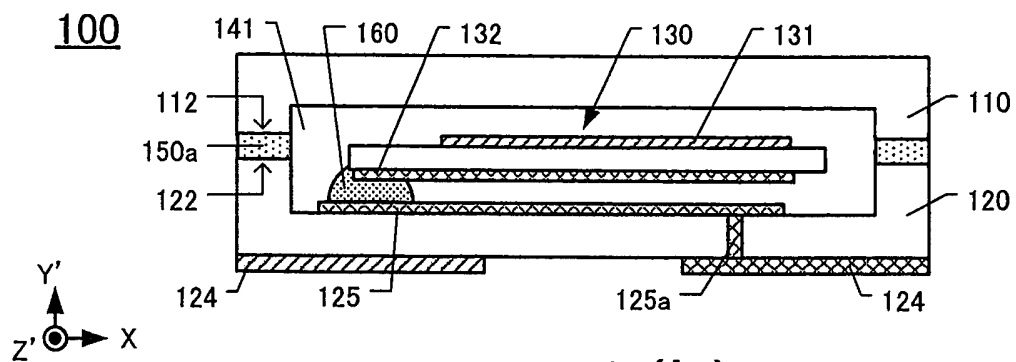


圖 1(b)

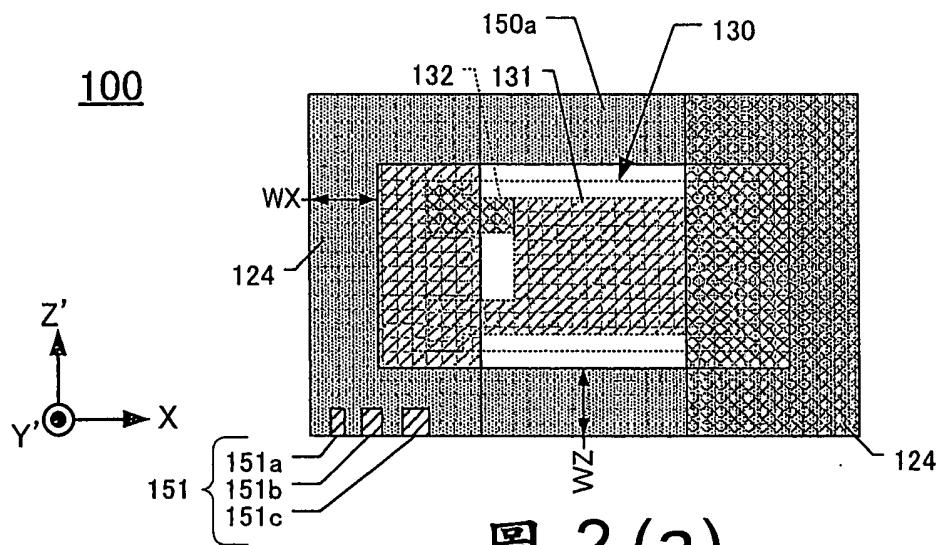


圖 2 (a)

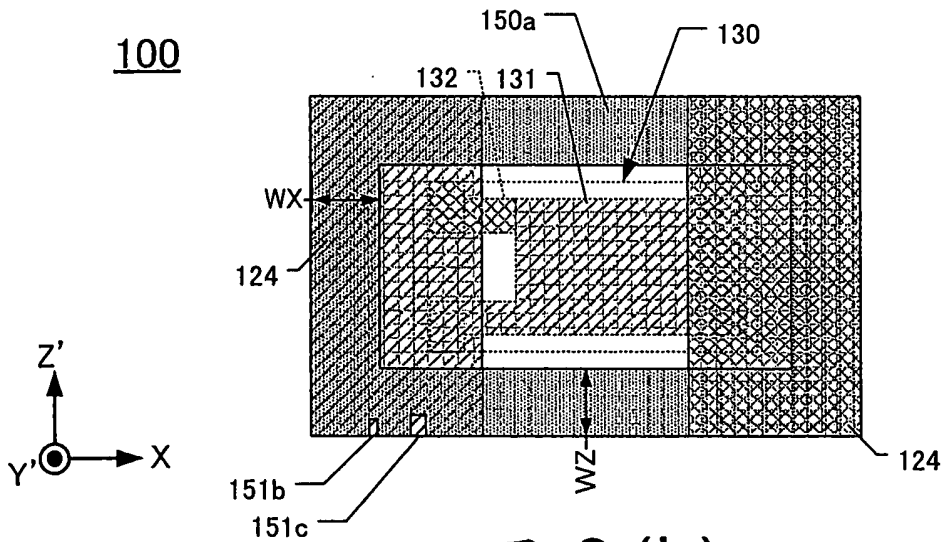


圖 2 (b)

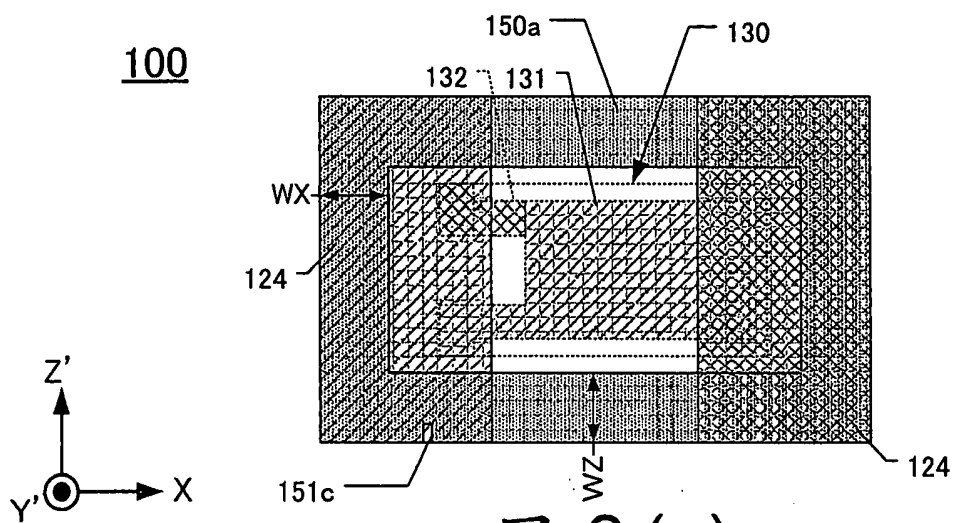


圖 2 (c)

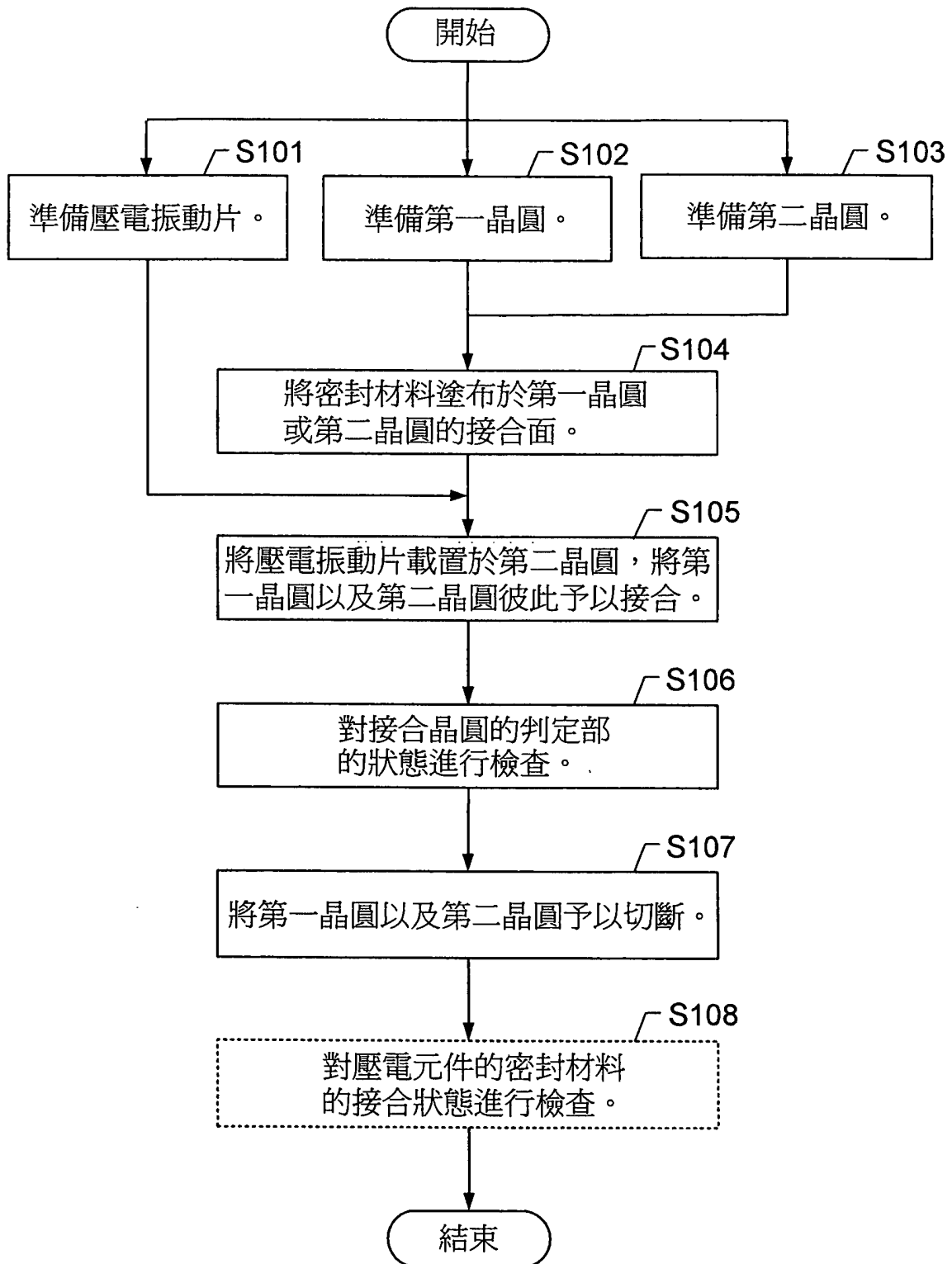


圖 3

W110

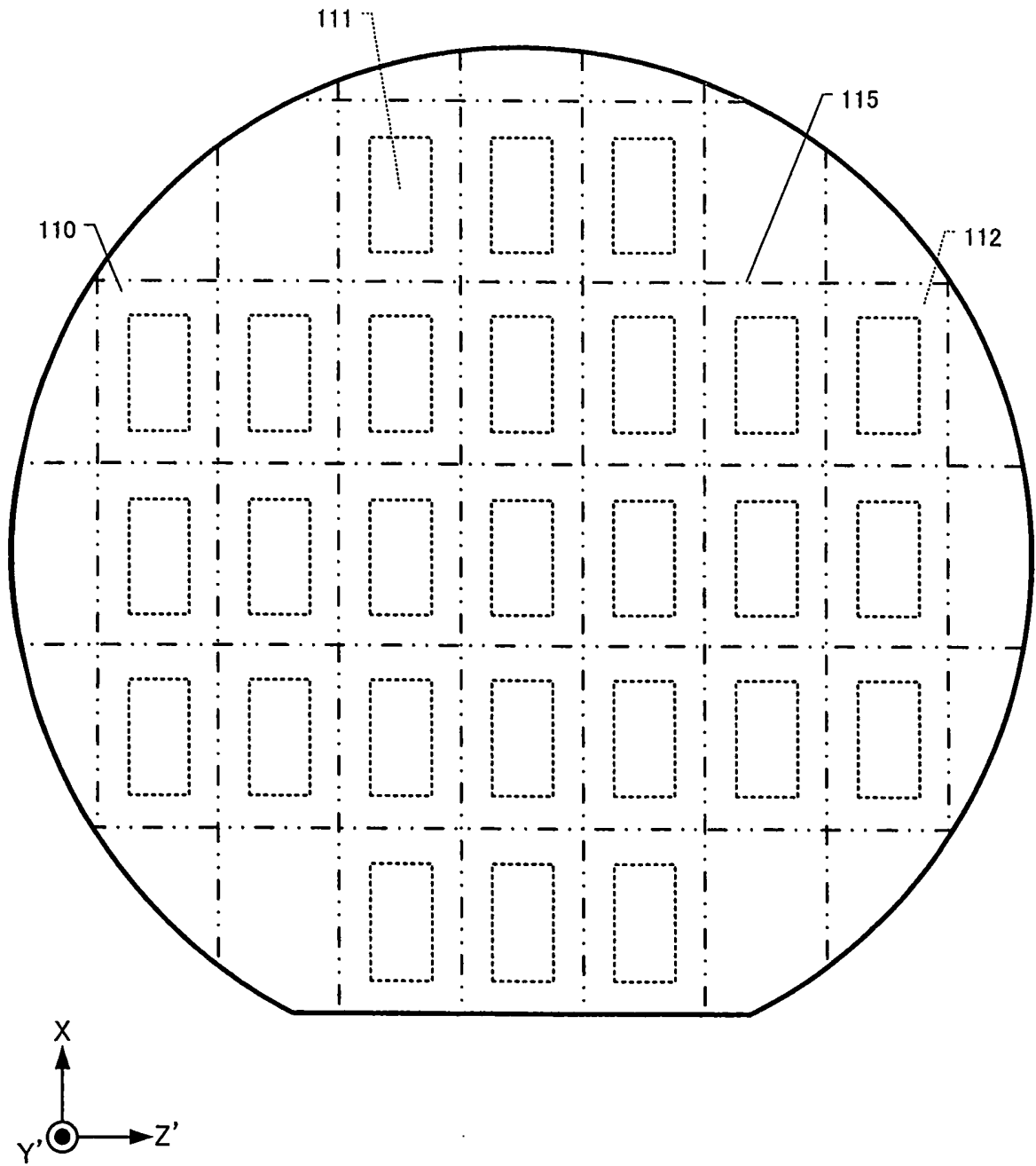


圖 4

W120

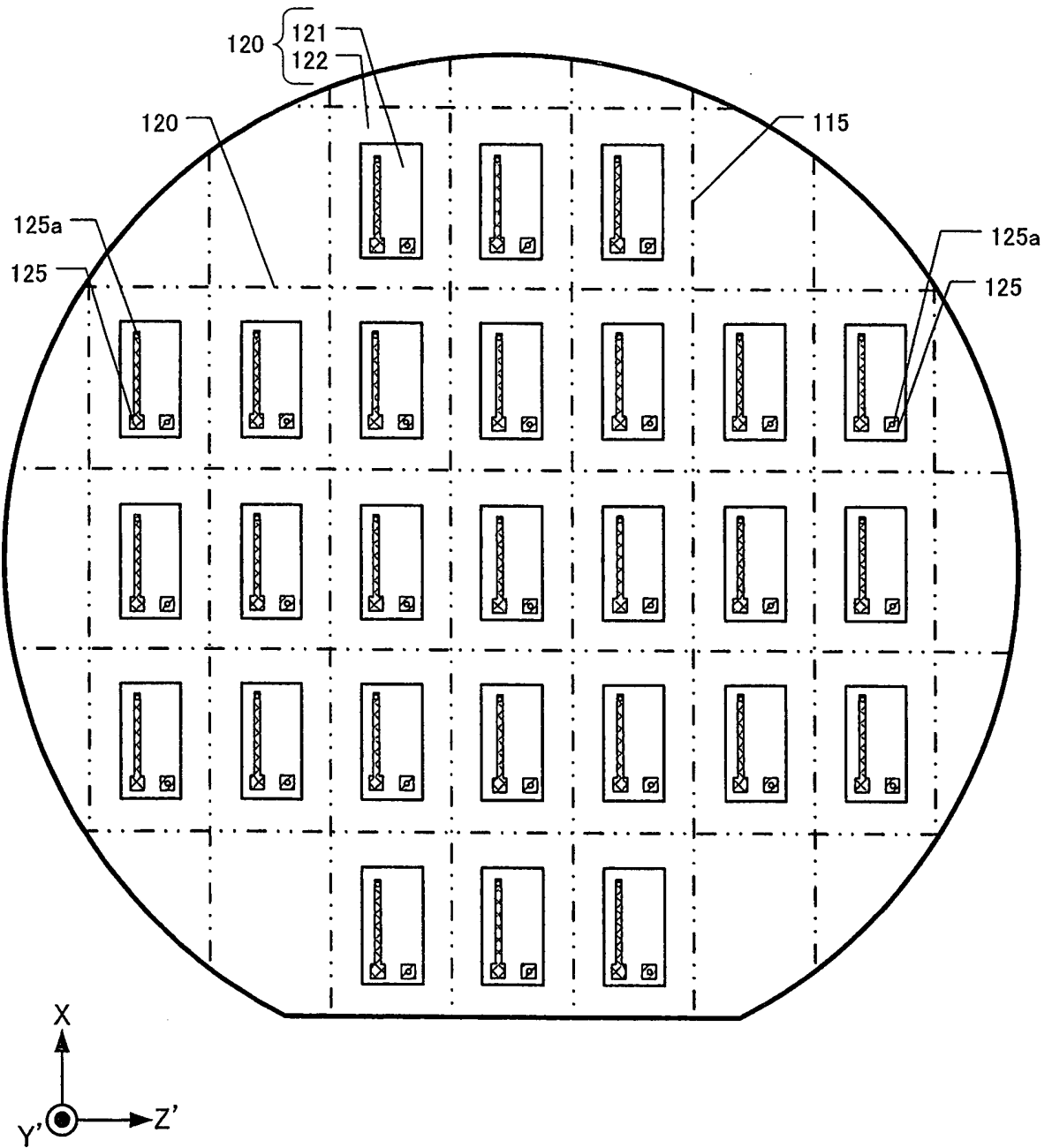


圖 5

W120
(150a)

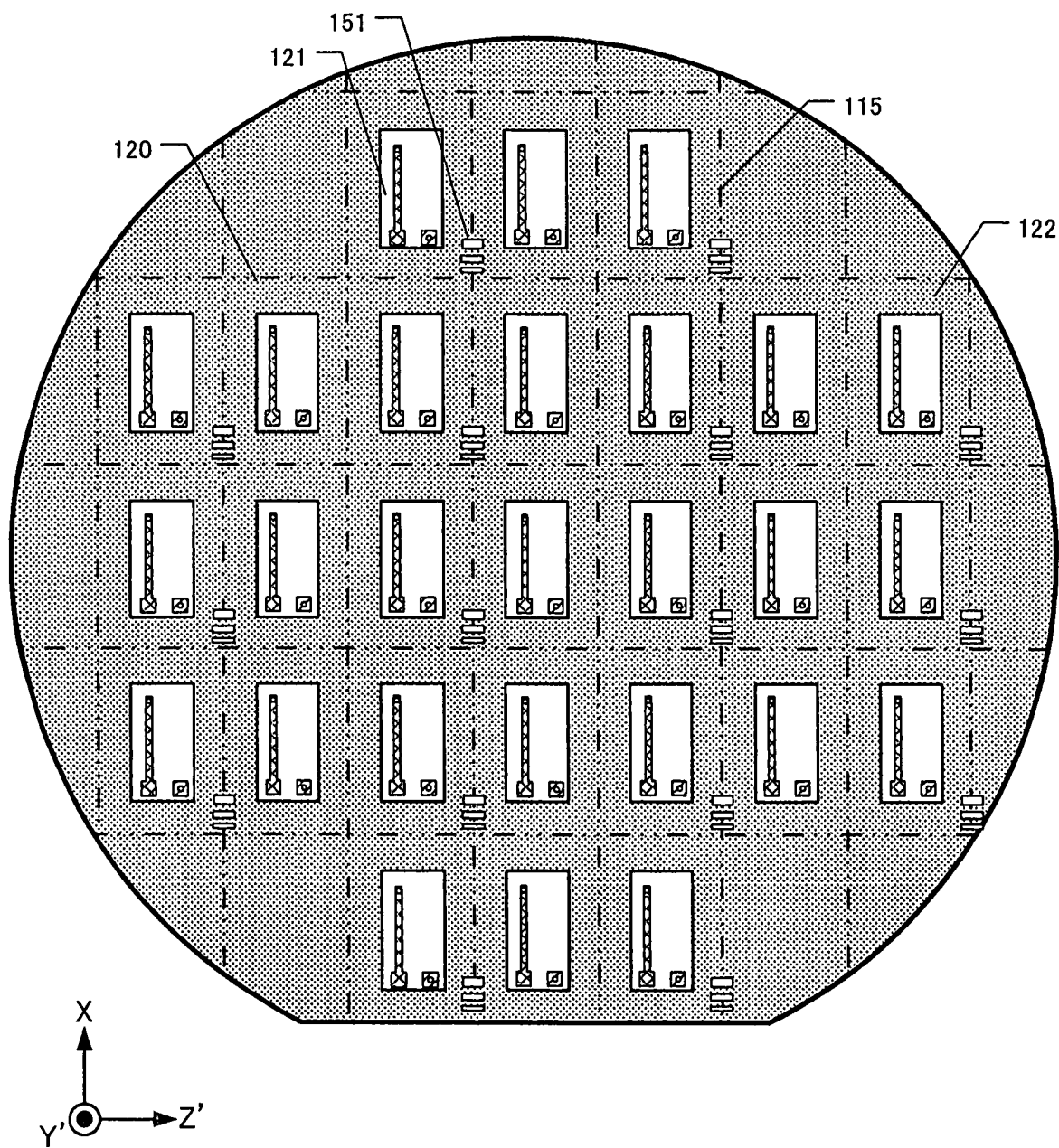


圖 6

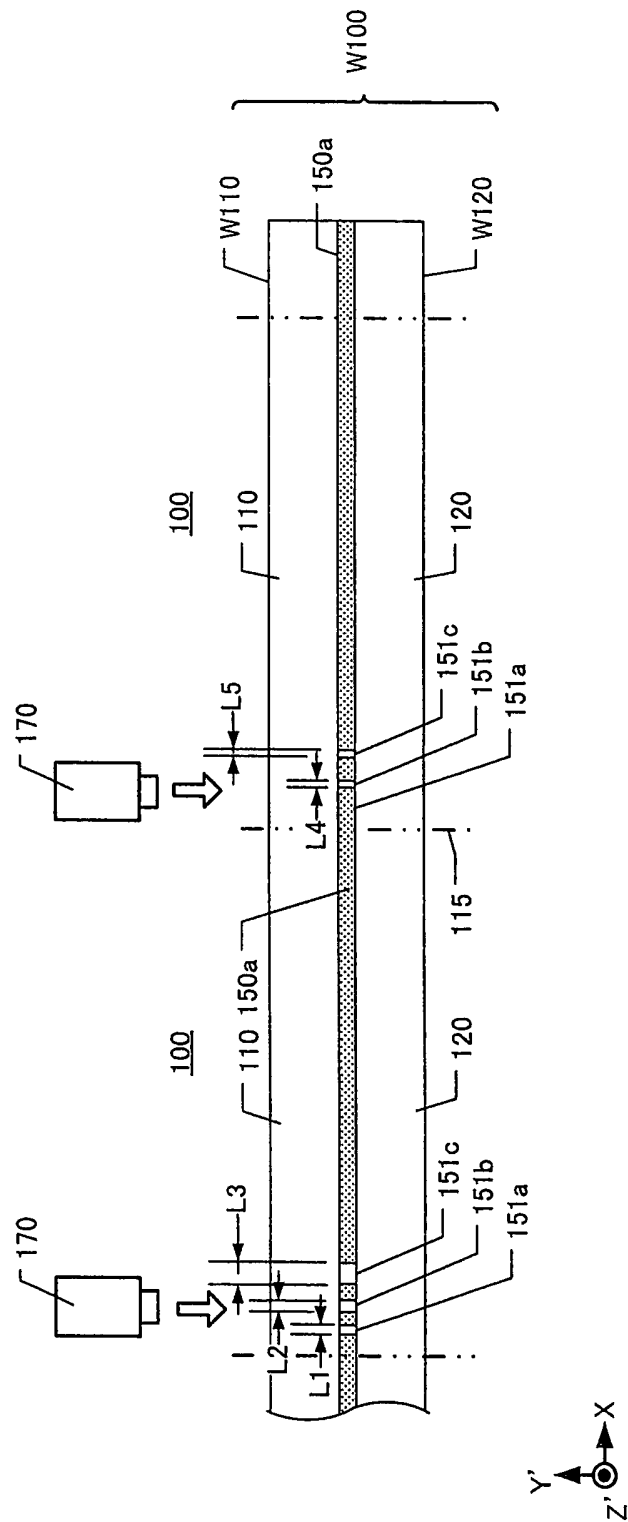


圖 7

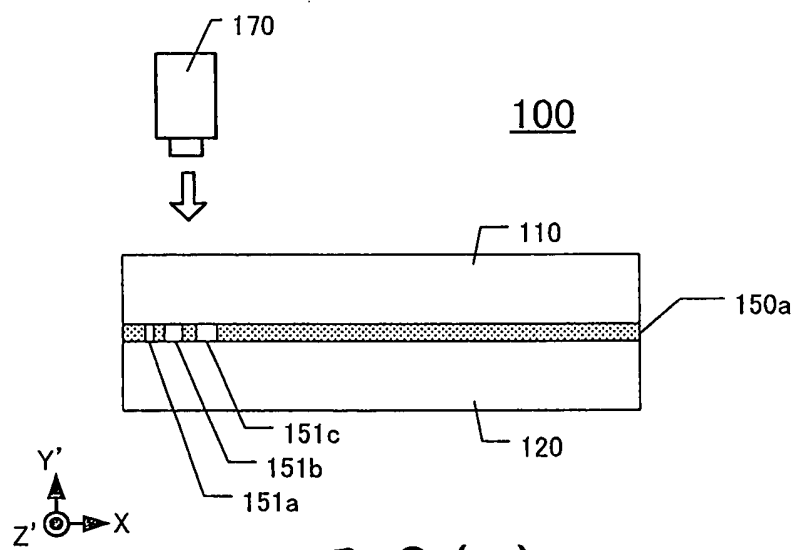


圖 8 (a)

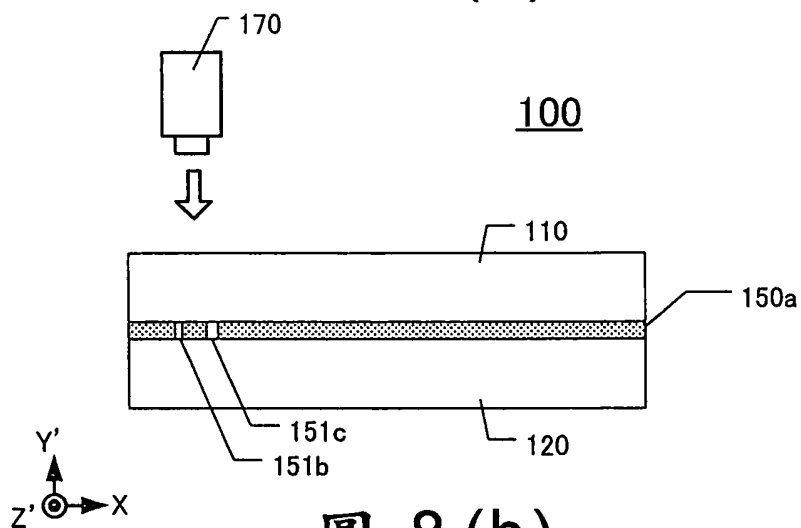


圖 8 (b)

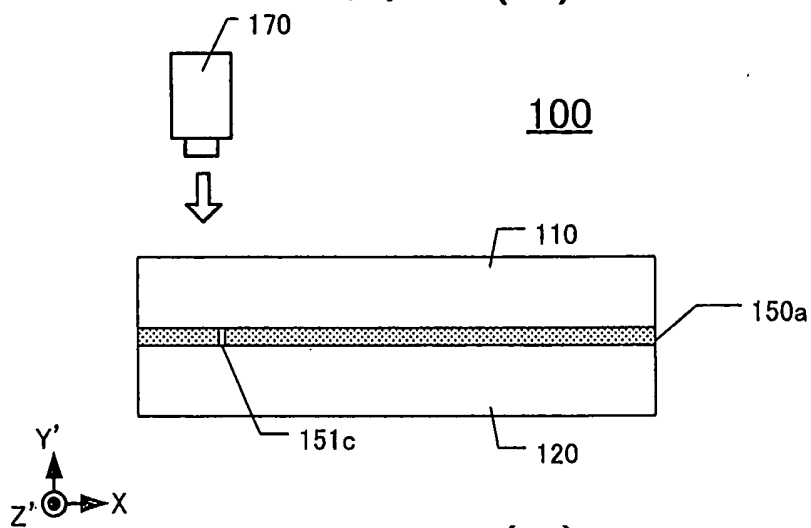


圖 8 (c)

100

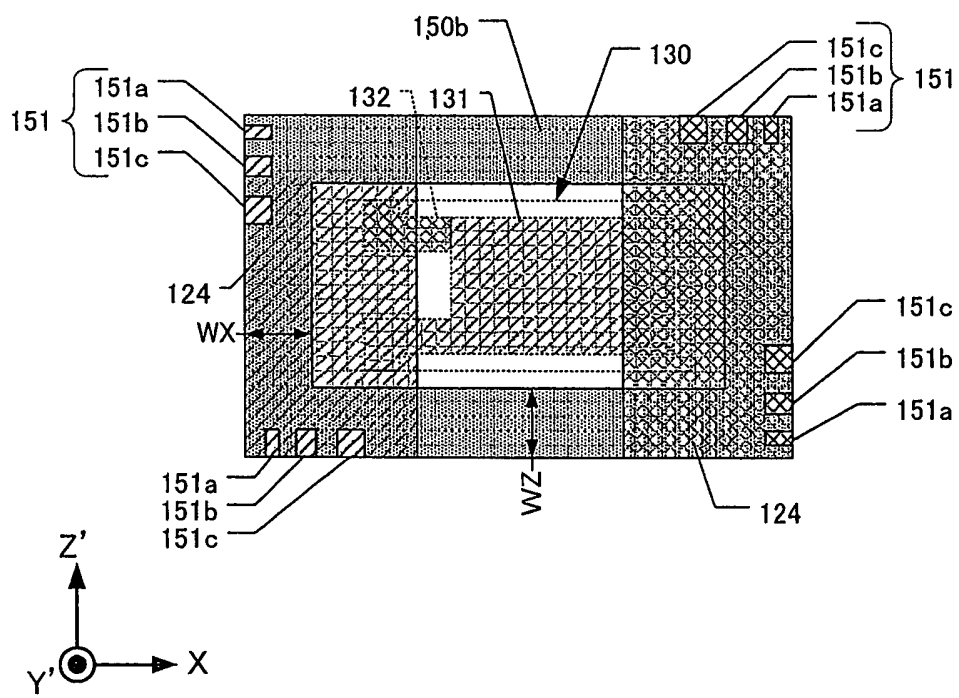


圖 9

W120
(150b)

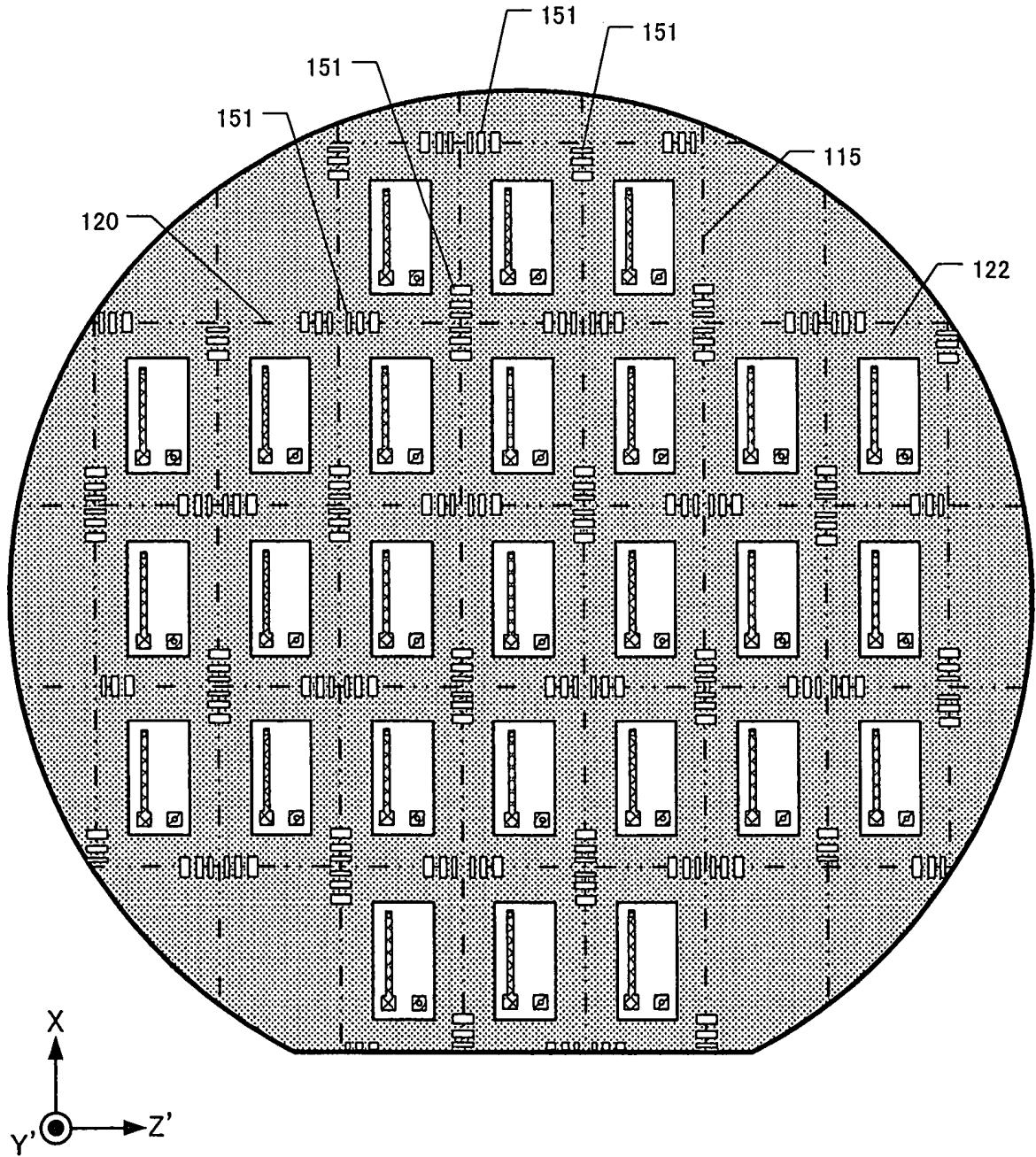
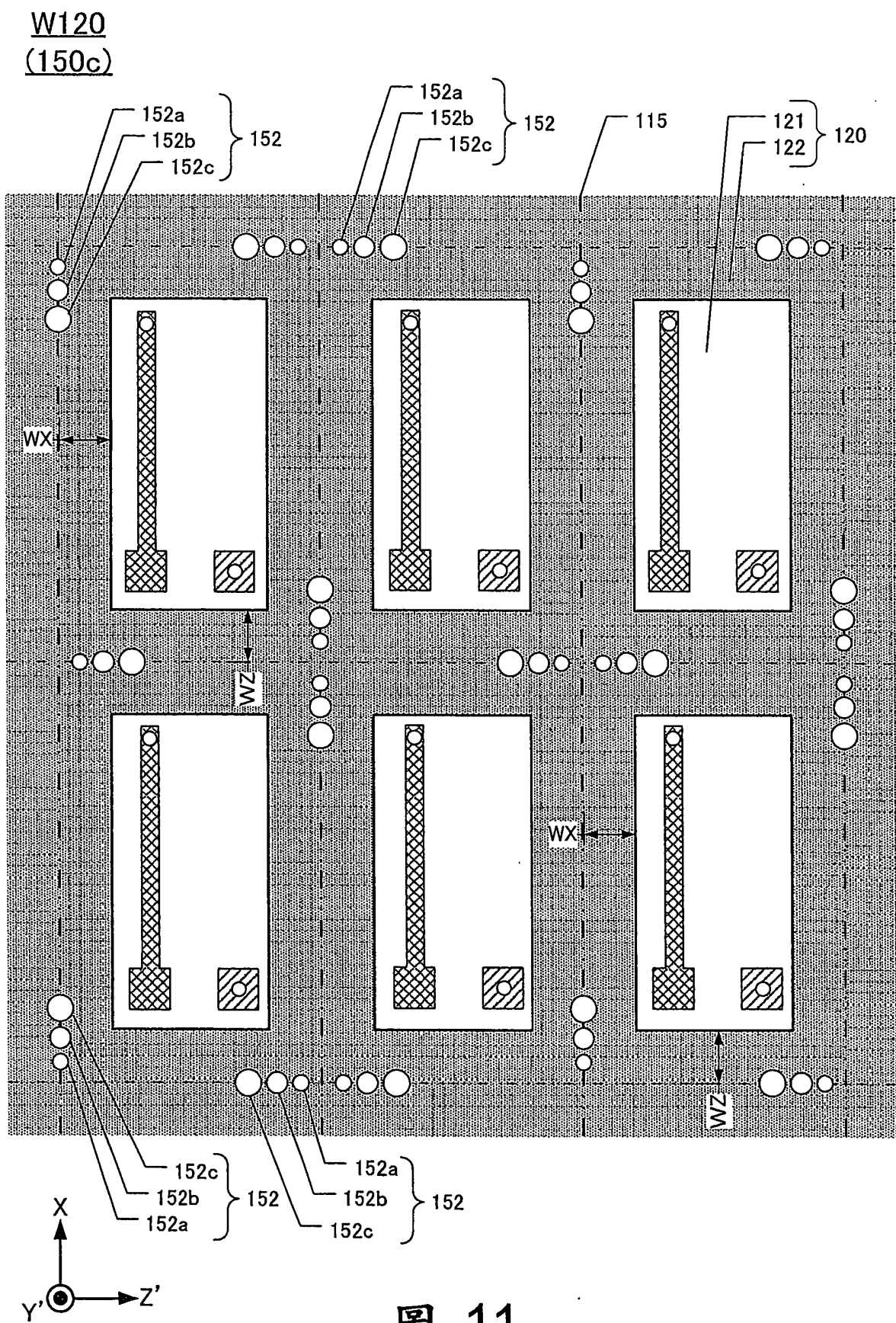


圖 10



W120
(150d)

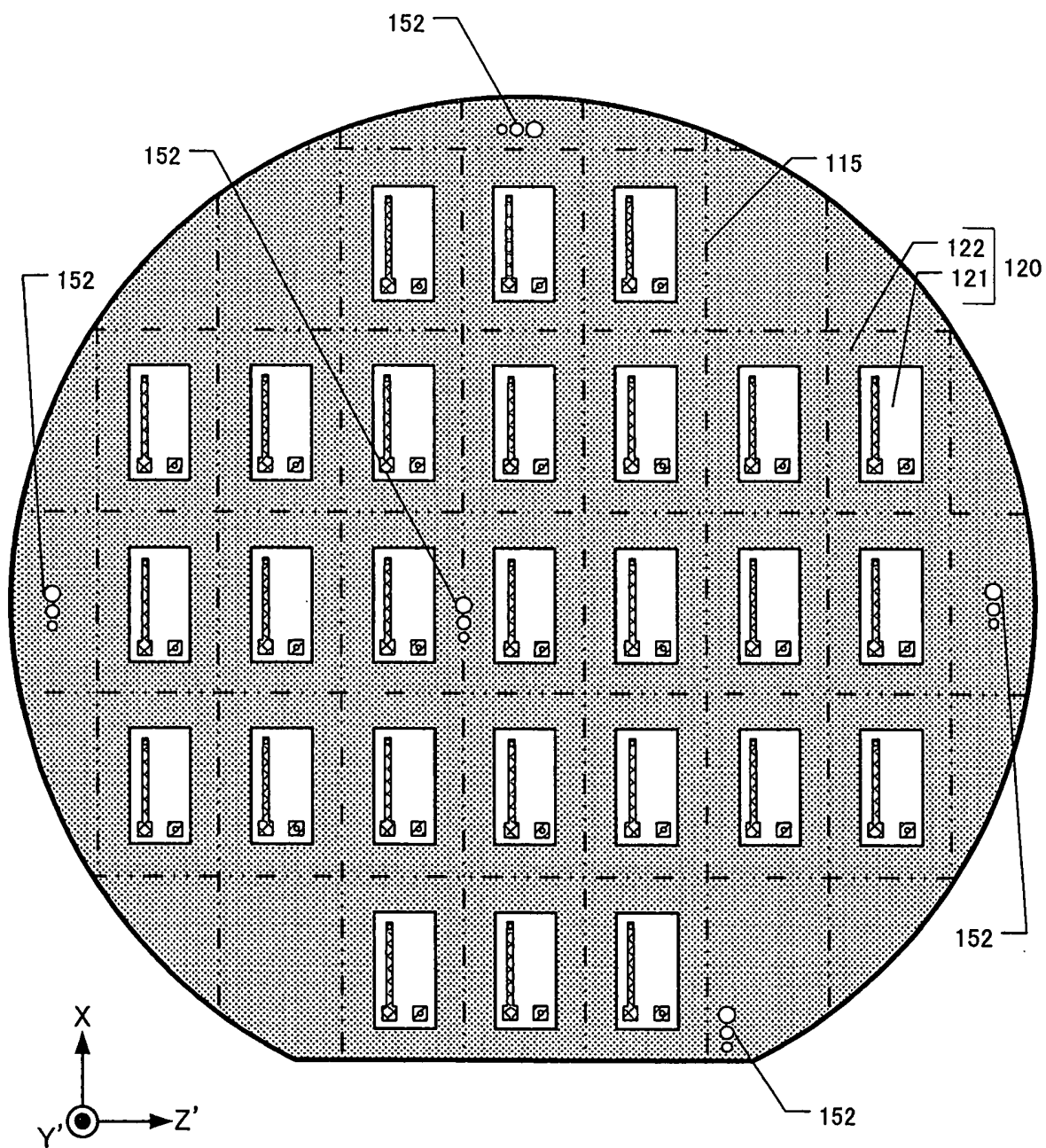


圖 12

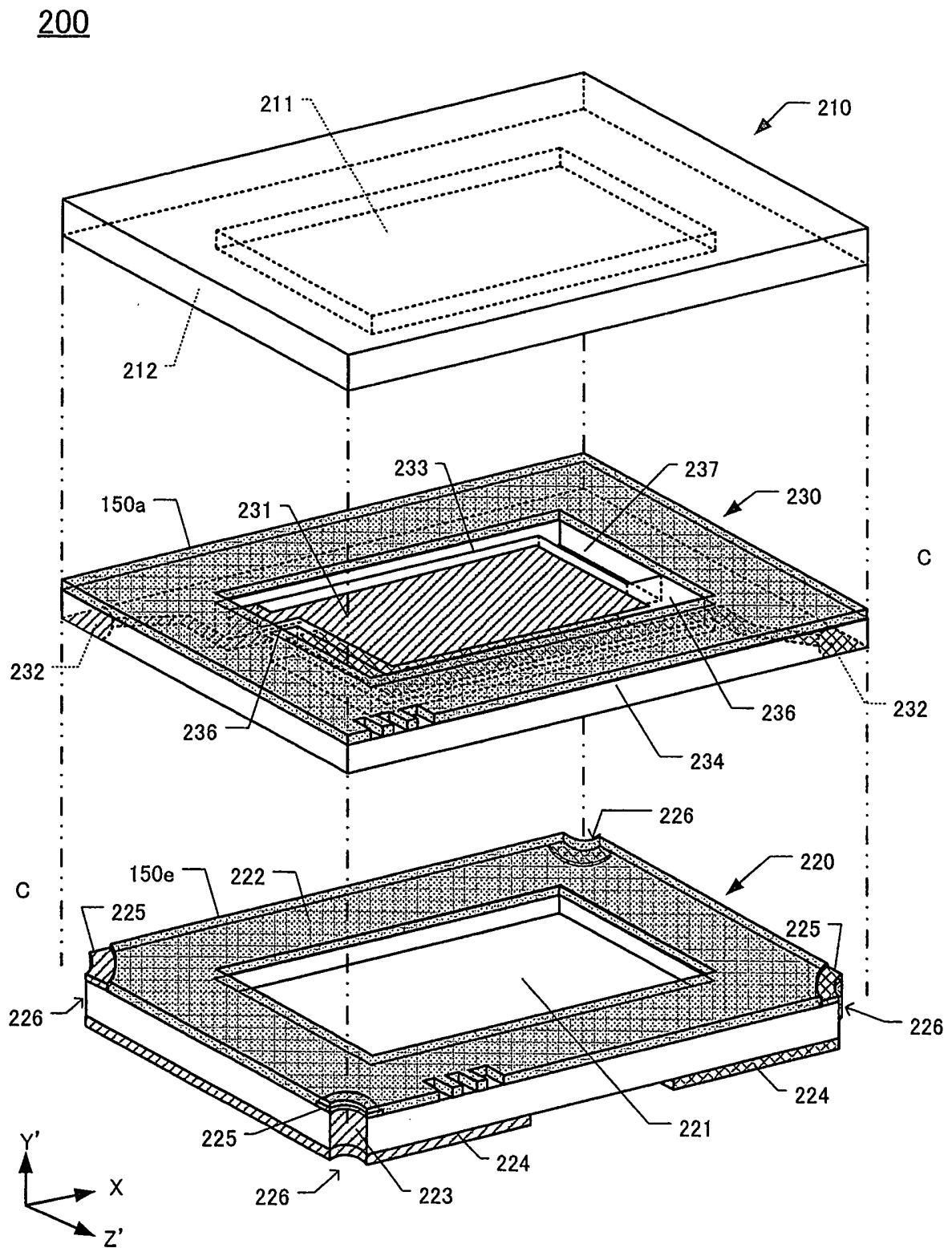
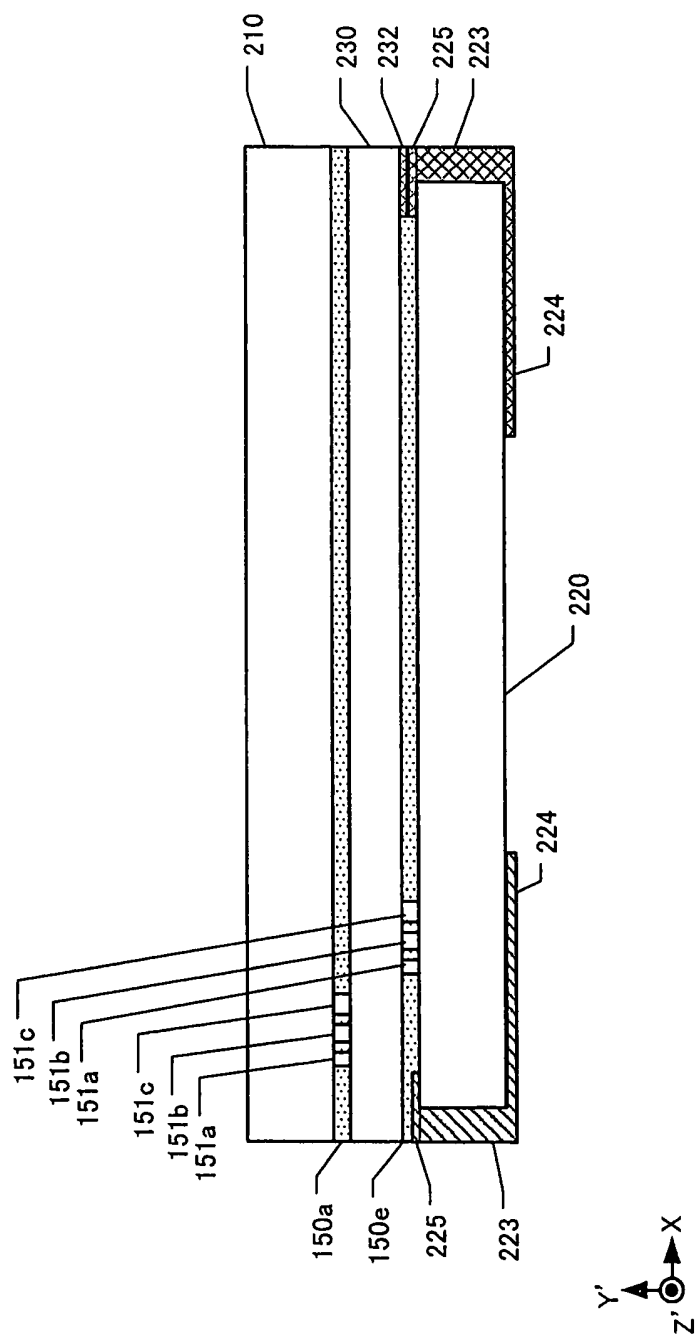


圖 13



14圖

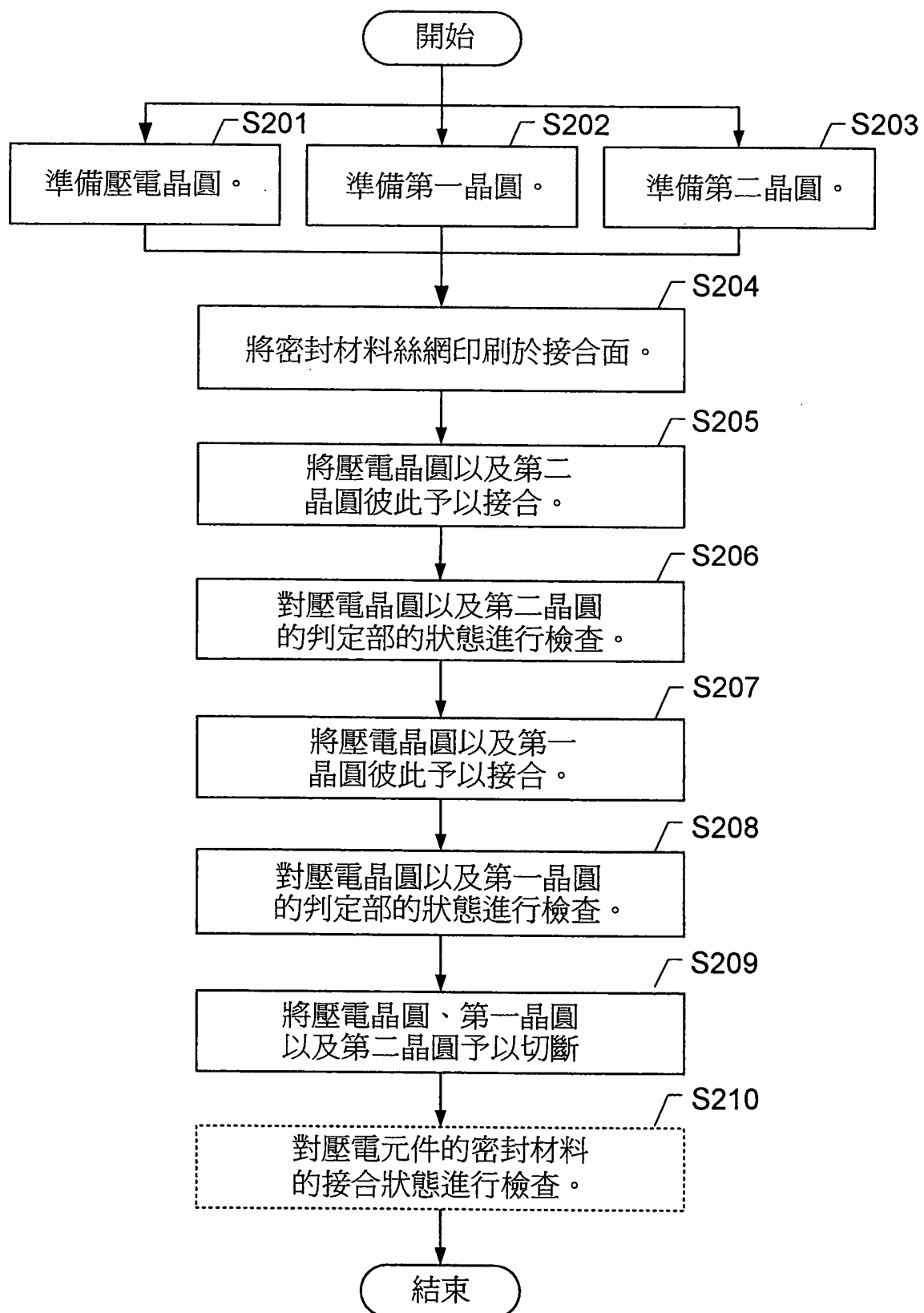


圖 15

W230

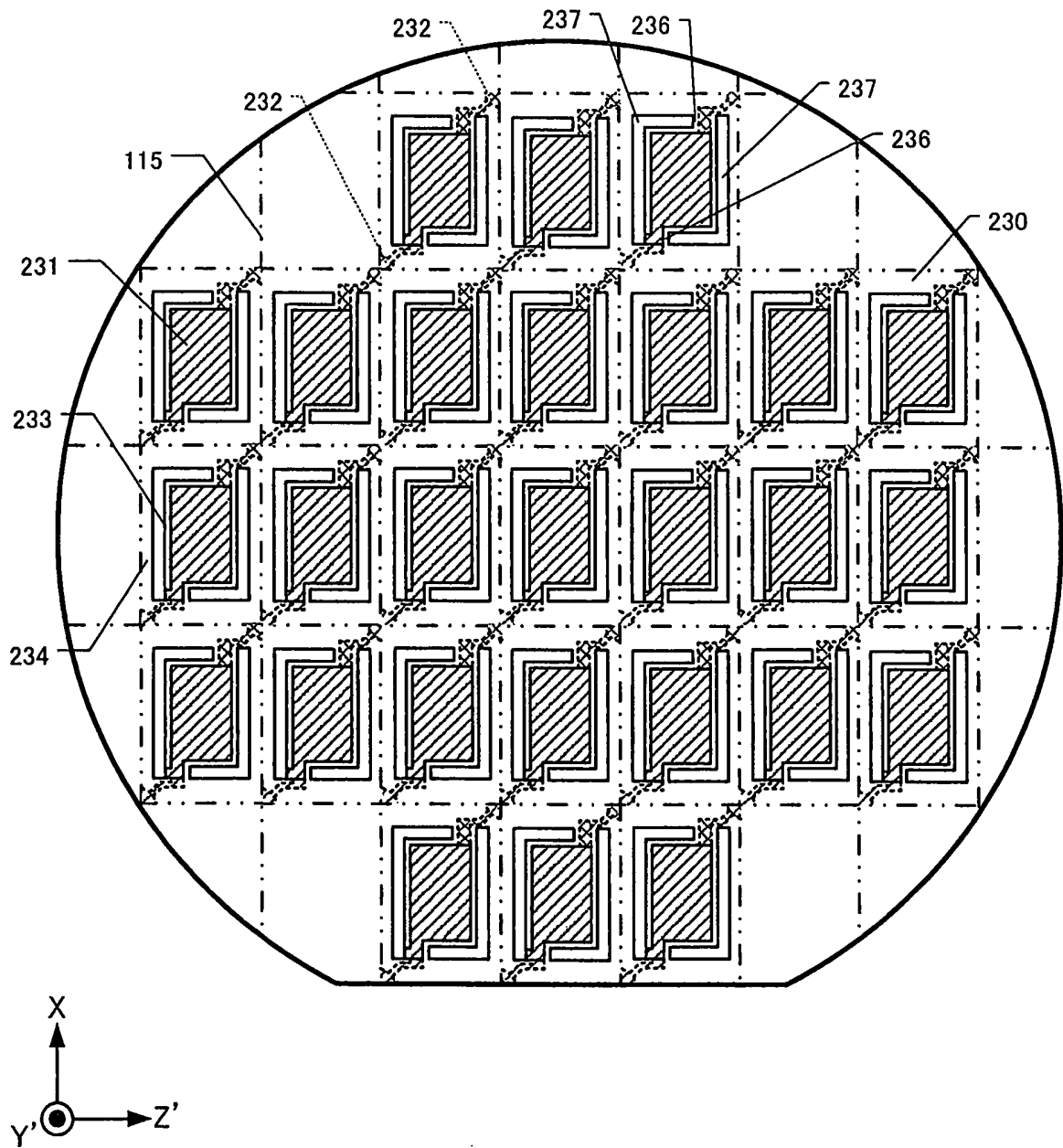


圖 16

W220

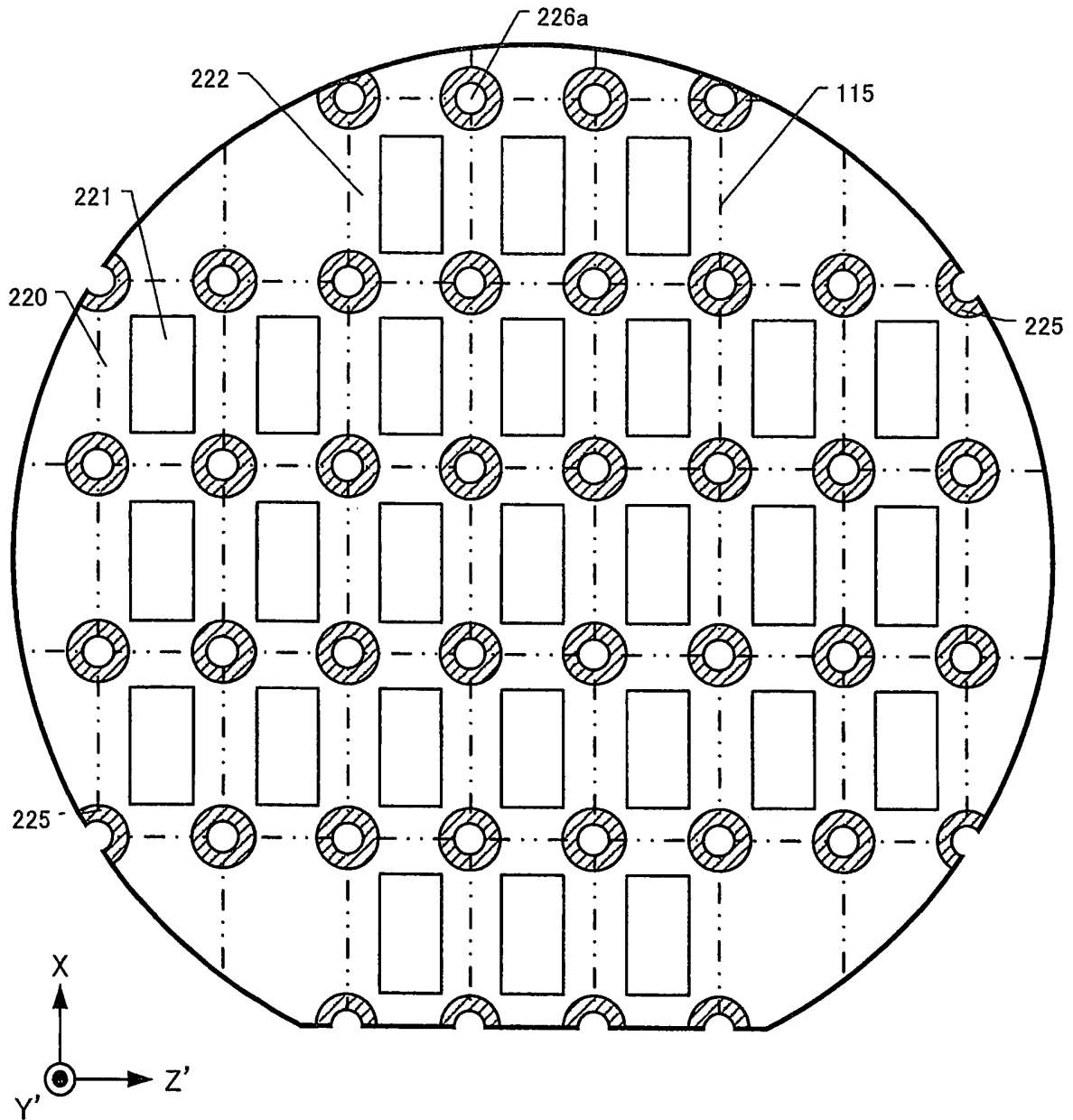


圖 17

W210

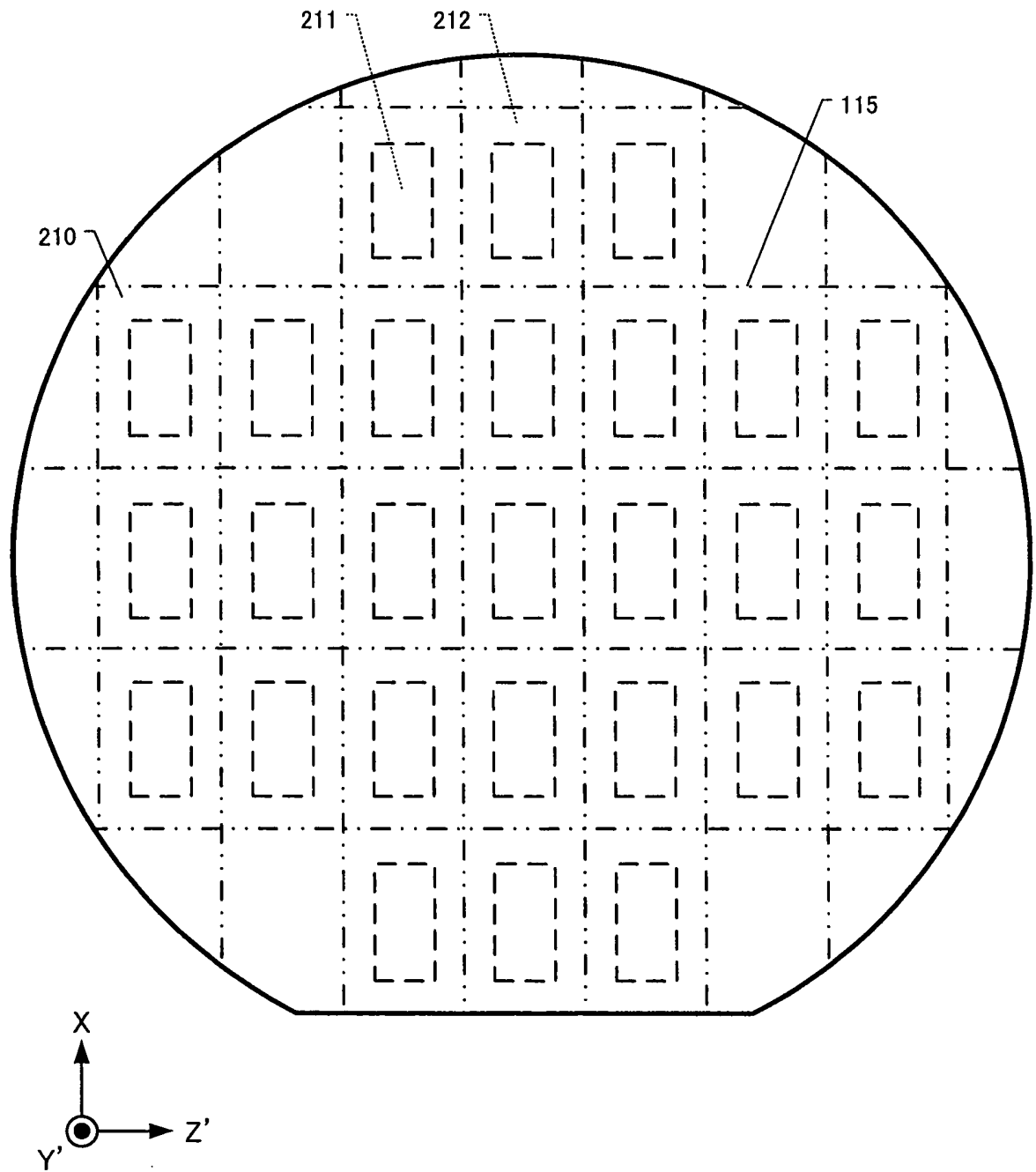


圖 18

W220
(150e)

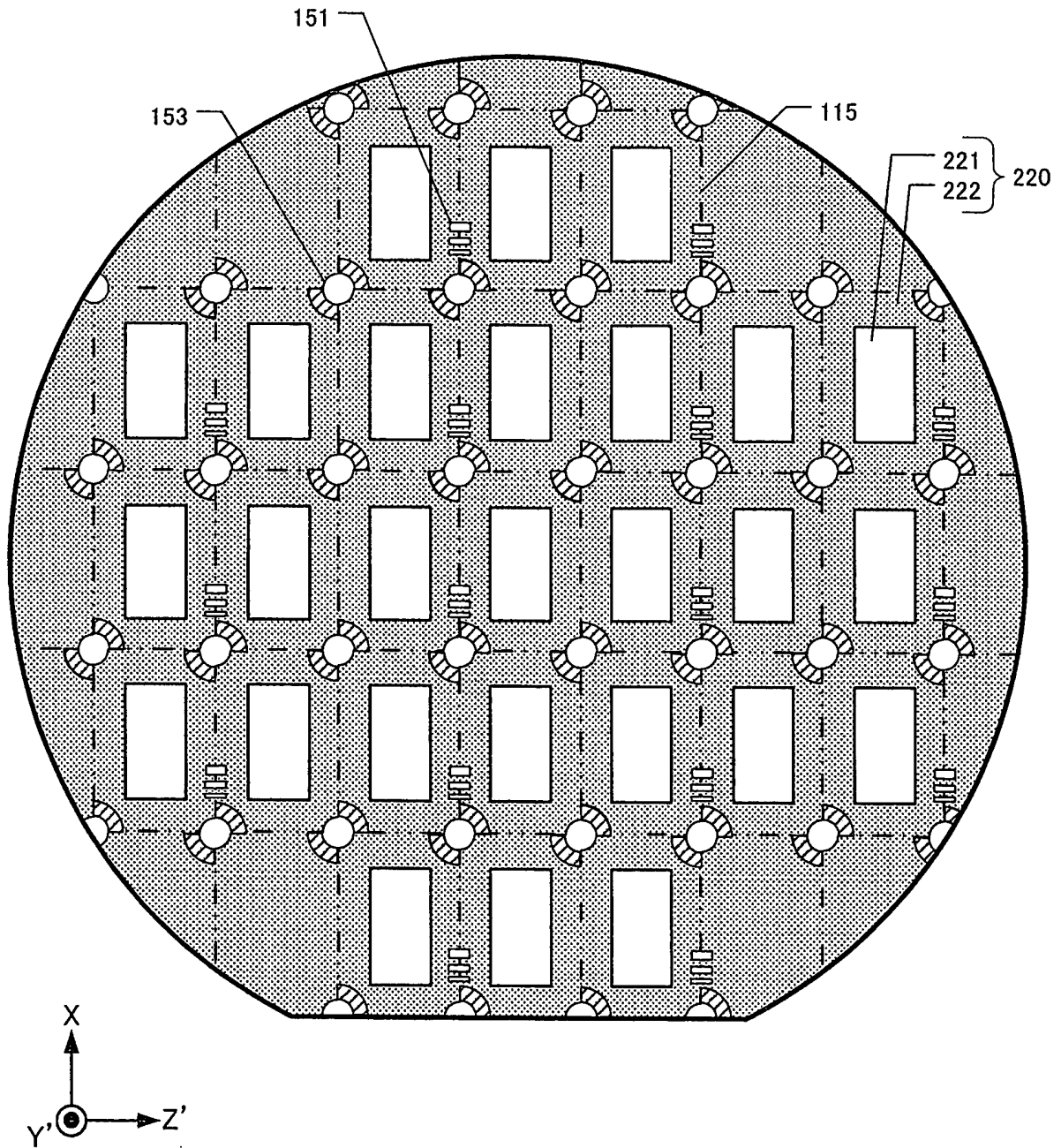


圖 19

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1 (a)

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：壓電元件

110：第一板

111、121：凹部

112、122：接合面

120：第二板

124：安裝端子

125：連接電極

125a：貫通電極

130：壓電振動片

131：激振電極

132：引出電極

150a：密封材料

151：判定部

A-A：剖面

X、Y'、Z'：軸

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