



(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 I876487 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：112131696

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 23 日

(51)Int. Cl. : **H03H9/19 (2006.01)**

(30)優先權：2022/08/30 世界智慧財產權組織 PCT/JP2022/032580

(71)申請人：日商京瓷股份有限公司(日本) KYOCERA CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：川口義之 KAWAGUCHI, YOSHIYUKI (JP)；青野重雄 AONO, SHIGEO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2005/0166677A1

US 2007/0096605A1

US 2014/0292431A1

US 2022/0209741A1

WO 2015/162958A1

審查人員：蘇齊賢

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：20 共 109 頁

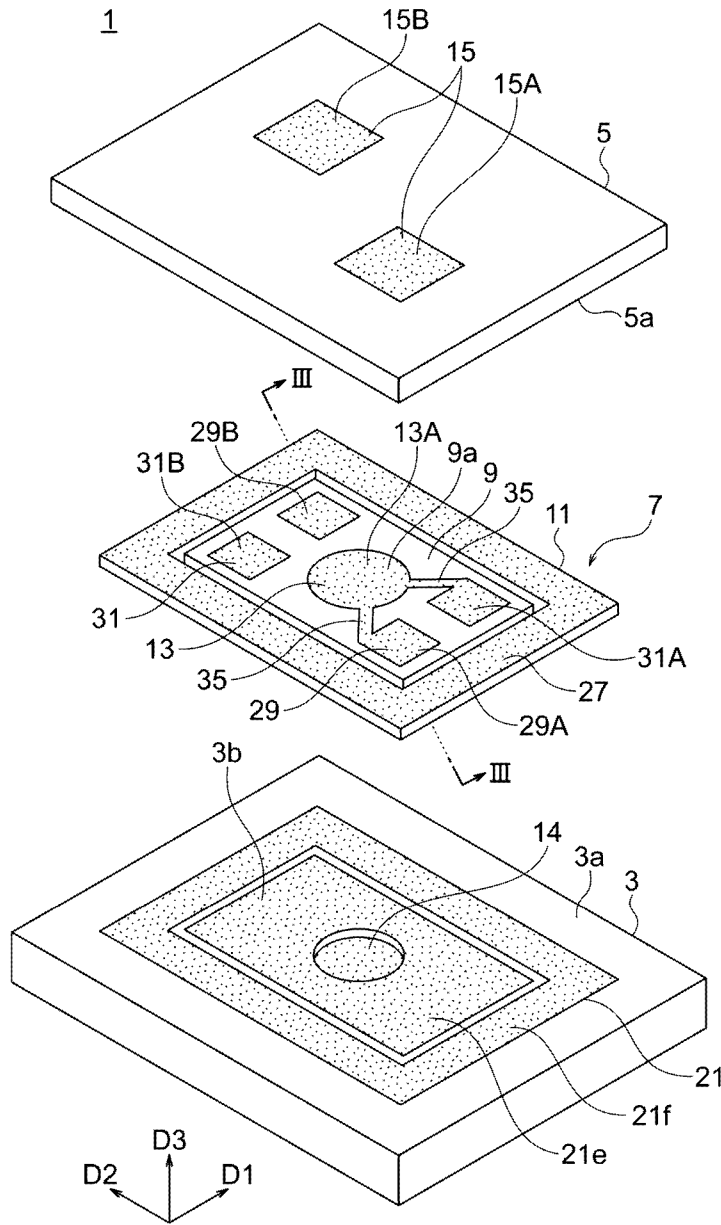
(54)名稱

振動裝置及振動裝置之製造方法

(57)摘要

本發明之振動裝置具有第 1 基板、第 2 基板、中間層及激勵電極。第 1 基板具有第 1 面。第 2 基板具有與第 1 面對向之第 2 面。中間層位於第 1 面與第 2 面之間。第 1 面具有第 1 凹部。中間層具有振動部及框部。振動部具有供激勵電極位在之激勵部。激勵部與第 1 凹部對向。框部於俯視下包圍振動部，且接合於第 1 面及第 2 面。框部包含材料與振動部所包含之層相同之層。振動部之外緣遍及其全周地與框部分開。振動部接合於第 1 面中之第 1 凹部之外周區域。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1:水晶振子(振動裝置)/振子
- 3:第1基板
- 3a:第1面
- 3b:外周區域
- 5:第2基板
- 5a:第2面
- 7:中間層
- 9:振動部
- 9a:激勵部
- 11:框部
- 13:激勵電極
- 13A:第1激勵電極/導體/導體層
- 14:第1凹部
- 15:外部電極
- 15A:第1外部電極
- 15B:第2外部電極
- 21:第1基板側層
- 21e:內側區域
- 21f:外側區域
- 27:第2中間側層
- 29:墊電極/導體/導體層
- 29A:第1墊電極
- 29B:第2墊電極
- 31:檢查用電極/導體/導體層
- 31A:第1檢查用電極
- 31B:第2檢查用電極
- 35:配線部/導體/導體層
- D1,D2,D3:方向
- III-III:線



I876487

【發明摘要】

【中文發明名稱】

振動裝置及振動裝置之製造方法

【中文】

本發明之振動裝置具有第1基板、第2基板、中間層及激勵電極。第1基板具有第1面。第2基板具有與第1面對向之第2面。中間層位於第1面與第2面之間。第1面具有第1凹部。中間層具有振動部及框部。振動部具有供激勵電極位在之激勵部。激勵部與第1凹部對向。框部於俯視下包圍振動部，且接合於第1面及第2面。框部包含材料與振動部所包含之層相同之層。振動部之外緣遍及其全周地與框部分開。振動部接合於第1面中之第1凹部之外周區域。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:水晶振子(振動裝置)/振子
- 3:第1基板
- 3a:第1面
- 3b:外周區域
- 5:第2基板
- 5a:第2面
- 7:中間層
- 9:振動部
- 9a:激勵部

- 11: 框部
- 13: 激勵電極
- 13A: 第1激勵電極/導體/導體層
- 14: 第1凹部
- 15: 外部電極
- 15A: 第1外部電極
- 15B: 第2外部電極
- 21: 第1基板側層
- 21e: 內側區域
- 21f: 外側區域
- 27: 第2中間側層
- 29: 墊電極/導體/導體層
- 29A: 第1墊電極
- 29B: 第2墊電極
- 31: 檢查用電極/導體/導體層
- 31A: 第1檢查用電極
- 31B: 第2檢查用電極
- 35: 配線部/導體/導體層
- D1, D2, D3: 方向
- III-III: 線

【發明說明書】

【中文發明名稱】

振動裝置及振動裝置之製造方法

【技術領域】

【0001】

本揭示係關於一種水晶振子等振動裝置及振動裝置之製造方法。

【先前技術】

【0002】

作為所謂之WLP(Wafer Level Package，晶圓級封裝)型水晶振子，業已知悉將板狀之基座、水晶基板、及板狀之蓋依序重疊而成者(例如專利文獻1~4)。水晶基板於俯視下具有振動部、及包圍振動部之框部。於振動部設置有用於使振動部振動之激勵電極。框部與基座及蓋接合。基座、框部及蓋構成將振動部收容於密閉空間之封裝體。

【0003】

於專利文獻1~3中，振動部之外周之一部分或全部與框部連結。藉此，振動部受由基座、框部及蓋構成之封裝體支持。

【0004】

於專利文獻4中，與專利文獻1~3不同，振動部遍及其全周地與框部分開。取而代之的是，振動部經由凸塊接合於基座之上表面。藉此，振動部係以自基座之上表面浮起之狀態由封裝體支持。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻1]日本特開2000-138554號公報

[專利文獻2]國際公開第2020/137830號

[專利文獻3]日本特開2022-38150號公報

[專利文獻4]國際公開第2015/162958號

【發明內容】

【0006】

本揭示之一態樣之振動裝置具有第1基板、第2基板、中間層及激勵電極。前述第1基板具有第1面。前述第2基板具有與前述第1面對向之第2面。前述中間層位於前述第1面與前述第2面之間。前述第1面具有第1凹部。前述中間層具有振動部及框部。前述振動部具有供前述激勵電極位在之激勵部。前述激勵部與前述第1凹部對向。前述框部於俯視下包圍前述振動部，且接合於前述第1面及前述第2面。前述框部包含材料與前述振動部所包含之層相同之層。前述振動部之外緣遍及其全周地與前述框部分開。前述振動部接合於前述第1面中之前述第1凹部之外周區域。

【0007】

上述振動裝置之製造方法包含第1接合步驟、蝕刻步驟、及第2接合步驟。於第1接合步驟中，對於具有前述第1凹部之前述第1面，接合前述振動部與前述框部成為一體之狀態之前述中間層。於前述蝕刻步驟中，在前述第1接合步驟之後，蝕刻前述中間層，使前述振動部之外緣遍及其全周地與前述框部分開。於前述第2接合步驟中，在前述蝕刻步驟之後，對於前述中間層接合前述第2面。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖1係顯示實施形態之水晶振子之構成之分解立體圖。

圖2係自與圖1不同之方向觀察圖1之水晶振子之分解立體圖。

圖3係圖1之III-III線之剖視圖。

圖4係關於金屬層顯示另一例之與圖3同樣之剖視圖。

圖5係顯示圖1之水晶振子之振動部之構成之立體圖。

圖6A係圖5之VIa-VIa線之剖視圖，圖6B係圖5之VIb-VIb線之剖視圖，圖6C係關於振動部之正反之導通顯示另一例之剖視圖。

圖7係關於第1凹部與振動部之關係顯示另一例之俯視圖。

圖8A係關於第1凹部與振動部之關係顯示又一例之俯視圖，圖8B係圖8A之VIIIb-VIIIb線之剖視圖。

圖9係關於水晶振子所具有之第1基板顯示另一例之俯視圖。

圖10係圖2之區域X之放大圖。

圖11係包含圖3之第2墊電極之一部分之範圍之放大圖。

圖12A、圖12B及圖12C係說明圖1之水晶振子之製造方法之一例之示意性剖視圖。

圖13A、圖13B及圖13C係顯示圖12C之後續之剖視圖。

圖14A、圖14B及圖14C係顯示與圖12A等之步序並行地進行之工序之剖視圖。

圖15A、圖15B及圖15C係顯示圖13C及圖14C之後續之剖視圖。

圖16係關於第1凹部與振動部之關係顯示再一例之俯視圖。

圖17A係關於中間層與金屬層顯示另一例之俯視圖，圖17B係關於與圖17A對應之第2基板與金屬層顯示另一例之俯視圖。

圖18係關於振動部之支持顯示另一例之分解立體圖。

圖19係自與圖18不同之方向觀察圖18之水晶振子之分解立體圖。

圖20係圖18之XX-XX線之剖視圖。

【實施方式】

【0009】

以下，關於本揭示之實施形態，參照圖式進行說明。此外，以下之說明所使用之圖係示意性圖。因此，例如，圖式上之尺寸比率等未必與現實一致。又，尺寸比率等有時於諸個圖式中亦不一致。有時將特定之形狀及/或尺寸等誇張，或省略細微部分。惟，上述不否定實際形狀及/或尺寸可如圖式般，或者可自圖式中擷取形狀及/或尺寸特徵。

【0010】

於複數個態樣之說明中，關於後續所說明之態樣，基本上僅關於與前文所說明之態樣之不同點進行描述。關於未特別言及之事項，可與前文所說明之態樣設為同樣，或可自前文所說明之態樣類推出。又，關於在複數個態樣中相互對應之構成要素，有時方便上，即便存在不同點，亦賦予同一符號。相反，有時即便為同一構成要素，為便於說明，而賦予不同之符號。於實施形態之說明中，方便上，如無特別異議，有時進行以於圖中例示振動裝置之構成(各部之形狀及尺寸等)為前提之說明。

【0011】

(實施形態之概要)

圖1及圖2係顯示實施形態之水晶振子1(振動裝置之一例)之構成之分解立體圖。圖3係圖1之III-III線之剖視圖。於圖1及圖2中，陰影表示配置有較薄之層(例如金屬層(導體層))(亦即不意指剖面)。

【0012】

於圖式中，方便上，賦予正交座標系D1D2D3。以下，俯視或俯視透視如無特別異議，則意指於D3方向觀察。振子1可將任一方向設為上方而利用。惟，方便上，有時將+D3側設為上方，使用「正下方」或「正上方」等用語。

【0013】

水晶振子1(以下有時簡稱為「振子1」)係將圖1～圖3所示之3個層相互重疊而構成之電子零件。於對振子1施加交流電壓時，振子1於其內部具有之振動部9振動。該振動例如被利用於產生振盪信號。振盪信號例如係信號位準(例如電壓)以一定之頻率振動之信號。

【0014】

振子1自-D3側依序具備第1基板3、中間層7及第2基板5作為上述3個層。中間層7於俯視下具有上述之振動部9、及包圍振動部9之框部11。框部11與振動部9係由互為相同之材料構成。考量框部11及/或振動部9為積層構造之態樣，就上位概念而言，框部11包含材料與振動部9所包含之層相同之層。振動部9及框部11例如藉由利用同一材料一體地形成之層(構件)之蝕刻而形成。

【0015】

用於激勵振動部9之第1激勵電極13A及第2激勵電極13B(以下，於不區別其等下，有時稱為「激勵電極13」)分別位於振動部9之正反(+D3側之面及-D3側之面)。此外，於圖2之例中，振動部9之-D3側之面其整體由金屬層(多功能電極33)覆蓋。於此態樣中，例如，可將上述金屬層+D3側中與第1激勵電極13A重疊之區域(圖2中藉由虛線表示)理解為-D3側之第2激勵電極13B。

【0016】

將振動部9中於俯視下1對激勵電極13重疊之區域稱為激勵部9a。此外，於圖1及圖2中，激勵部9a因由1對激勵電極13遮擋而未圖示，而方便上，對重疊於激勵電極13之位置賦予激勵部9a之符號。同樣，有時將意指第1基板3、第2基板5及中間層7之各部之符號方便上賦予給重疊於該各部之導體層。激勵部9a係意圖振動之區域。激勵部9a之振動如已述般利用於產生振盪信號。

【0017】

框部11對於第1基板3之中間層7側(+D3側)之第1面3a遍及框部11之全周地接合。又，框部11對於第2基板5之中間層7側(-D3側)之第2面5a遍及框部11之全周地接合。藉此，構成由第1基板3、框部11及第2基板5包圍之密閉空間。甚至，將振動部9密封。密閉空間內(振動部9之周圍)例如設為真空狀態(實際上較大氣壓為低之狀態)、或存在適宜之氣體(例如氮等惰性氣體)之狀態。

【0018】

第1面3a具有第1凹部14。振動部9係以激勵部9a與第1凹部14對向之方式重疊於第1面3a。振動部9(更詳細而言較激勵部9a靠外側之區域)接合於第1面3a中之相對於第1凹部14位於外周側之外周區域3b。振動部9之外緣遍及其全周地與框部11分開。

【0019】

如以上般，振動相關之部分(振動部9)、與密封之部分(框部11)完全分離。因此，例如，降低振動部9之振動向框部11洩漏之或然率。振動部9藉由第1凹部14而激勵部9a與第1面3a分開。藉此，將激勵部9a之振動容

易化。因此，例如，降低為了使激勵部9a自第1面3a浮起而使用導電性之凸塊之必要性。因在框部11與振動部9中至少一部分之層之材料相互共通，而例如，可利用一體之層(構件)形成兩者。該情形下，例如，可將上述之一體之層與第1基板3平行地製作，而降低振動部9之翹曲及/或撓曲，期待振子1之特性穩定。又，例如，振動部9因可將第1凹部14之外周之任意之位置設為支持(接合)位置，而設計之自由度提高。例如，振動部9可遍及第1凹部14之全周地接合於外周區域3b。進而，振動部9可將與第1凹部14對向之區域之外側之整體接合於外周區域3b。此情形下，例如，降低振動部9之翹曲及/或撓曲，期待振子1之特性更穩定。

【0020】

此外，振動部9中與第1凹部14對向之俯視下之面積可相較於外周區域3b之俯視下之面積為小。例如具有1/2以下之大小。藉由此外周區域3b，可穩定地保持振動部9。

【0021】

以上為實施形態之概要。以下，大致按照下述之順序進行實施形態之說明。

1.振子整體(圖1～圖3)

1.1.振子之形狀及尺寸

1.2.振子之安裝態樣

1.3.第1基板、中間層及第2基板之接合

2.振動部(圖1～圖3)

2.1.振動部整體

2.2.振動部之形狀及尺寸

- 2.3.位於振動部之導體
 - 2.3.1.位於振動部之所有導體
 - 2.3.2.激勵電極
 - 2.3.3.墊電極
 - 2.3.4.檢查用電極
 - 2.3.5.多功能電極
 - 2.3.6.位於振動部之導體之材料
- 2.4.振動部之正反之導通
 - 2.4.1.貫通孔中之導通(圖5、圖6A及圖6B)
 - 2.4.2.外周面中之導通(圖6C)
- 3.框部(圖1～圖3)
 - 3.1.框部之材料、形狀及尺寸
 - 3.2.位於框部之導體
- 4.第1基板(圖1～圖3、圖4、圖9)
 - 4.1.第1基板之材料、形狀及尺寸
 - 4.2.位於第1基板之導體
- 5.第2基板(圖1～圖4)
 - 5.1.第2基板之材料、形狀及尺寸
 - 5.2.位於第2基板之導體
- 6.構成要素間中之位置關係等
 - 6.1.第1凹部及振動部之關係(圖1～圖3、圖7、圖8A及圖8B)
 - 6.2.振動部與框部之間隙
 - 6.3.各種層之尺寸等之關係

7.振動部與第2基板之電性連接之細節(圖10及圖11)

7.1.第2基板之槽

7.2.第1貫通孔與第2貫通孔之位置關係

8.關於支持構造之另一例(圖18～圖20)

9.振子之製造方法(圖12A～圖15C)

10.實施形態之總結

【0022】

(1.振子整體)

(1.1.振子之形狀及尺寸)

振子1之形狀(積層有第1基板3、中間層7及第2基板5時之形狀)為任意。於圖示之例中，振子1之形狀大致為薄型(D3方向之長度較其他方向之長度為短)之長方體狀。又，俯視之形狀為以D2方向為長度方向之長方形狀。作為振子1之另一形狀，例如為D3方向之厚度大致一定之薄型形狀，舉出俯視之形狀為圓形狀、橢圓形狀、正方形或多角形(矩形除外)者。此外，於本揭示之說明中，長方形如無特別異議，則設為不包含正方形者。同樣，橢圓形如無特別異議，則不包含圓形。

【0023】

振子1之具體的尺寸亦為任意。作為振子1之尺寸，以下例示較小之尺寸。於俯視下，長度方向之最大長度(例如長邊之長度)及短向方向之最大長度(例如短邊之長度)例如為0.5 mm以上2 mm以下。厚度(D3方向)例如為0.1 mm以上0.3 mm以下。

【0024】

(1.2.振子之安裝態樣)

振子1對於外部之要素(例如電路基板)之安裝方式亦為任意。例如，安裝方式可為表面安裝，亦可為通孔安裝。於另一觀點中，與振子1之安裝相關之外部電極(外部端子)之構成為任意。例如，振子1之外部電極可為供進行表面安裝之墊狀(圖示之例)，亦可為供進行表面安裝或通孔安裝之銷狀。

【0025】

於圖示之例中，振子1於+D3側具有向外部露出之第1外部電極15A及第2外部電極15B(以下有時將其等簡稱為「外部電極15」)。外部電極15具有面向+D3側之表面，至少於外觀上為墊狀。外部電極15例如雖未圖示，但如以下般可有助於安裝。

【0026】

例如，振子1之-D3側之面藉由接著劑接合於外部之要素之安裝面。而且，外部電極15可藉由接合線而電性連接於上述外部之要素所具有之墊或安裝於上述外部之要素之其他電子零件之墊。

【0027】

或，振子1可以外部電極15與設置於外部之要素之安裝面之墊對向之方式配置。而且，可藉由介置於上述墊與外部電極15之間之導電性之接合材(例如焊料)將上述墊與外部電極15接合。此外，於該態樣中，可除2個外部電極15以外，亦將虛設之電極或賦予基準電位之電極設置於振子1之+D3側之面，以使外部之要素對振子1之支持穩定化。尤其是，於賦予基準電位之電極於俯視下形成為跨於後述之第2凹部39與框部11之間之情形下，可提高第2基板5之強度。進而，可設為藉由在與外部電極15電性分離之狀態下大致覆蓋第2基板5之+D3側之面(例如覆蓋70%以上)而降低外

部之電磁波之影響的振子1。尤其是，於形成為將賦予基準電位之電極經由第2基板5之側面、中間層7之側面側、第1基板3之側面和形成於第1基板3之-D3側之面之基準電位電極連接之情形下，可進一步抑制來自外部之電磁波之影響。

【0028】

外部電極15之位置、形狀及尺寸為任意。例如，與圖示之例不同，外部電極15可位於振子1之-D3側(於另一觀點中為第1基板3)。又，俯視之外部電極15之位置亦為任意。於圖示之例中，於俯視下，2個外部電極15在與振子1之長度方向及短向方向傾斜之方向(對角線方向)排列，且距離振子1之外緣較遠。與圖示之例不同，例如，外部電極15於俯視下可位於振子1之四角隅之任一者。該情形下，可於第2基板5之+D3側引繞，於振動部9之外側設置墊。藉由此構成，降低安裝時之應力傳遞至振動部9。尤其是於在俯視下隔著第1凹部14配置於對稱之位置時，可減小安裝時之應力之偏差。又，例如，外部電極15可設為矩形狀(圖示之例)、圓形狀、橢圓形狀或多角形狀(矩形狀除外)。

【0029】

(1.3.第1基板、中間層及第2基板之接合)

第1基板3與中間層7之接合之態樣、及中間層7與第2基板5之接合之態樣可設為各種態樣。

【0030】

於圖3所示之例中，第1基板3與中間層7係藉由介置於兩者之間之第1金屬層17而接合。於著眼於製造過程時，將重疊於第1基板3之第1面3a之金屬層(第1基板側層21、亦參照圖1)、與重疊於中間層7之第1基板3側之

面之金屬層(第1中間側層25、亦參照圖2)接合。

【0031】

又，於圖3所示之例中，中間層7與第2基板5係藉由介置於兩者之間之第2金屬層19而接合。於著眼於製造過程時，將重疊於第2基板5之第2面5a之金屬層(第2基板側層23、亦參照圖2)、與重疊於中間層7之第2基板5側之面之金屬層(第2中間側層27、亦參照圖1)接合。

【0032】

作為圖示以外之接合態樣，例如舉出：將第1基板3及中間層7藉由介置於兩者之間之絕緣層而接合之態樣、及將第1基板3及中間層7直接相接而接合之態樣(直接接合)。絕緣層可為無機材料(例如SiO₂)，亦可為有機材料(例如樹脂)。又，於第1基板3與中間層7之間，金屬層與絕緣層可密接。該等其他接合之態樣必然亦適用於第2基板5及中間層7之接合。

【0033】

第1基板3及中間層7之接合態樣、與第1基板3及中間層7之接合態樣可互不相同。例如，可行的是，設置有外部電極15之基板(圖示之例中為第2基板5)與中間層7之接合藉由金屬層而進行，且另一方面，其他基板(圖示之例中為第1基板3)與中間層7之接合藉由絕緣層或直接接合而進行。

【0034】

基板(3或5)與中間層7之接合態樣可於俯視之互不相同之區域彼此中互不相同。例如，可行的是，振動部9與設置有外部電極15之基板(圖示之例中為第2基板5)之接合藉由金屬層而進行，且另一方面，框部11與上述基板之接合藉由絕緣層或直接接合而進行。

【0035】

此外，關於第1金屬層17及第2金屬層19之細節，後續與第1基板3、中間層7及第2基板5一起進行說明。

【0036】

(2.振動部)

(2.1.振動部整體)

振動部9之振動(如無特別異議，則為意圖利用之振動)之態樣可設為各種態樣。於另一觀點中，振動部9及激勵電極13之構成可採用各種構成。

【0037】

例如，作為振動態樣，舉出厚度切變振動、厚度縱向振動、擴展振動、長度振動、彎曲振動、扭轉振動及輪廓切變振動。又，振動態樣可為產生彈性波(例如SAW：Surface Acoustic Wave，表面聲波)者。由SAW之例可理解為，振動態樣不限定於遍及振動部9之厚度方向之整體地振動者，可為振動部9之厚度方向之一部分振動者。

【0038】

由上述之振動態樣之例示可理解為，振動部9之材料例如可其整體由壓電體一體地構成(圖示之例)，亦可僅一部分由壓電體構成。作為後者，例如舉出由供彈性波傳播之壓電體層、與積層於該壓電體層之其他層構成振動部9之態樣。

【0039】

壓電體之具體的材料亦可根據所利用之振動態樣而設為各種材料。例如，壓電體之材料可為單晶，亦可為多晶。作為前者，例如舉出水晶、

鉭酸鋰之單晶及鈮酸鋰之單晶。作為後者，舉出各種陶瓷。

【0040】

單晶之切角亦為任意。例如，若例舉水晶之切角，則舉出厚度切變振動所利用之AT切割、SC切割及BT切割、以及輪廓切變振動所利用之CT切割及DT切割。

【0041】

又，例如，由已述之振動態樣之例示可理解為，1對激勵電極13可於厚度方向或其他方向上隔著振動部9而彼此對向(圖示之例)，亦可共同位於振動部9之1個表面(平面)。作為後者，例如舉出激勵彈性波之1對梳齒電極。

【0042】

於實施形態之說明中，方便上，作為振動部9，採用利用厚度切變振動之AT切割之水晶片為例。為了慎重起見而記載為，厚度切變振動係於厚度方向(D3方向)上面向互為相反側之2個面以相互滑動之方式振動之振動態樣。又，AT切割之水晶片係於將自Z軸(光軸)及Y軸(機械軸)繞X軸(電氣軸)旋轉 35° 以上 36° 以下(例如 $35^\circ 15'$)後之軸設為Z'軸及Y軸'時，厚度方向為Y'軸(於另一觀點中為正反之面平行於X軸及Z'軸)的切角。

【0043】

振動之方向(於另一觀點中為晶體之方向)與振子1(振動部9)之構成之關係為任意。例如，厚度切變振動之方向(X軸方向)可為D1方向，亦可為D2方向，還可為與其等傾斜之方向。惟，於實施形態之說明中，方便上，如無特別異議，有時採用D2方向為厚度切變振動之方向之態樣為

例。

【0044】

(2.2.振動部之形狀及尺寸)

振動部9之形狀為任意。例如，振動部9可為其大致整體為一定之厚度之平板狀(圖示之例)，亦可為所謂之台面型或倒台面型。此處，平板狀及/或一定之厚度，例如意指後述之振動部9與第1凹部14之外周(外周區域3b)重疊之重合區域(或兩者經接合之接合區域)之平均厚度和激勵部9a之平均厚度之差在激勵部9a之平均厚度之 $\pm 5\%$ 以內、及/或振動部9中之最小厚與最大厚之差在激勵部9a之平均厚度之 $\pm 5\%$ 以內。台面型例如為與激勵電極13之配置區域大致一致之區域(台面部)較其外周之區域為厚之形狀。具體而言，例如，台面部之平均厚度、與其外周區域之平均厚度之差可大於5%、及/或設為40%以下。倒台面型例如為包含激勵電極13之配置區域之區域(倒台面部)較其外周之區域為薄之形狀。台面部及倒台面部之具體的形狀(平面形狀、側面之傾斜、高度變化之階梯數等)亦為任意。

【0045】

振動部9之平面形狀亦為任意。例如，振動部9之平面形狀可為矩形狀(例如長方形狀或正方形狀)(圖示之例)，亦可為圓形狀、橢圓形狀或多角形狀(矩形狀除外)。於另一觀點中，振動部9可為具有長度方向及短向方向之形狀(例如長方形狀或橢圓形狀)，亦可為無法進行此區別之形狀(例如圓形狀或正方形狀)。長度方向之長度與短向方向之長度之比亦為任意。例如，前者與後者之比可設為1.14~1.39:1、或1.26:1。

【0046】

振動部9之形狀與晶體之方向(振動之方向)之關係為任意。例如，於

振動部9於俯視下具有長度方向及短向方向之態樣中，厚度切變振動之方向(X軸方向)可為長度方向或短向方向，亦可為與長度方向傾斜之方向。前段落中之長度方向之長度與短向方向之長度之比可適用於厚度切變振動之方向與長度方向一致之態樣。

【0047】

振動部9之尺寸亦為任意。惟，關於對振動部9之共振頻率造成影響之尺寸，基於意圖利用之頻率而設定。對共振頻率造成影響之尺寸根據振動態樣而不同。例如，如為厚度切變振動，則根據振動部9(更詳細而言激勵部9a)之厚度來規定共振頻率。已知於在AT切割之振動部9中利用n次波之情形下，在將激勵部9a之厚度設為t(mm)時，共振頻率f0(MHz)近似為 $f_0=1.67 \times n/t$ 。

【0048】

如後述般，振子1可以晶圓狀態重疊3層(3、5及7)而進行封裝。換言之，振子1可設為WLP型。該情形下，可於晶圓狀態下進行調整振動部9之厚度之加工。其結果，例如，可使用能夠以高精度(例如±5 nm)加工之電漿CVM(Chemical Vaporization Machining，化學氣相加工)將振動部9之厚度加工至極薄之厚度。

【0049】

由前段落可理解為，振動部9可設為較薄。例如，振動部9可設為5 μm以上且10 μm以下、或5 μm以上且6 μm以下。於利用厚度切變振動之情形下，振動部9越薄，共振頻率越高。因此，於另一觀點中，振動部9可意圖在較高之頻率下之利用。例如，若將上述之尺寸套用於已述之AT切割之共振頻率之式，則大致為167 MHz以上且334 MHz以下、或278 MHz

以上且334 MHz以下。

【0050】

(2.3.位於振動部之導體)

(2.3.1.位於振動部之所有導體)

例如，以下之導體層(金屬層)位於振動部9。已述之1對激勵電極13。位於振動部9之+D3側之1對墊電極29(第1墊電極29A及第2墊電極29B)、1對檢查用電極31(第1檢查用電極31A及第2檢查用電極31B)及2個配線部35。位於振動部9之-D3側且包含第2激勵電極13B之多功能電極33。

【0051】

1對墊電極29例如有助於1對激勵電極13與1對外部電極15之連接。1對檢查用電極31例如有助於將在製造過程中檢查振動部9之特性之檢查裝置連接於1對激勵電極13。多功能電極33例如一部分作為第2激勵電極13B發揮功能，且其他部分有助於第2激勵電極13B與振動部9之+D3側之導體之導通、及振動部9向第1基板3之接合。

【0052】

振動部9之位於+D3側之各種導體(13A、29、31及35)包含於已述之第2中間側層27。位於-D3側之多功能電極33包含於已述之第1中間側層25。

【0053】

(2.3.2.激勵電極)

第1激勵電極13A(甚至第2激勵電極13B)之形狀及尺寸為任意。例如，第1激勵電極13A之形狀可設為圓形狀(圖1之例)、橢圓狀(參照圖7)、

矩形狀(例如長方形狀或正方形狀、參照圖8A)或多角形狀(矩形除外)。於另一觀點中，第1激勵電極13A可為具有長度方向及短向方向之形狀(例如長方形狀或橢圓形狀)，亦可為無法進行此區別之形狀(例如圓形狀或正方形狀)。長度方向之長度與短向方向之長度之比亦為任意。例如，前者與後者之比可設為1.14~1.39：1、或1.26：1。

【0054】

第1激勵電極13A之形狀與晶體之方向(振動之方向)之關係為任意。通常，於第1激勵電極13A具有長度方向及短向方向之態樣中，厚度切變振動之方向(X軸方向)為長度方向。前段落中之長度方向之長度與短向方向之長度之比可適用於此態樣。

【0055】

第1激勵電極13A與振動部9之位置關係亦為任意。例如，第1激勵電極13A之幾何中心相對於振動部9之幾何中心可一致(圖示之例)，亦可偏移。於第1激勵電極13A及振動部9各自具有長度方向及短向方向之態樣中，第1激勵電極13A之長度方向相對於振動部9之長度方向可一致(圖7及圖8A之例)，亦可不一致。於振動部9具有台面部或倒台面部之態樣中，第1激勵電極13A相對於台面部及倒台面部之位置關係(形狀及/或大小之異同、於大小不同之情形下哪一者為大等)亦為任意。

【0056】

(2.3.3. 墊電極)

1對墊電極29電性連接於1對激勵電極13。又，1對墊電極29均面向第2基板5側(+D3側)，能夠接合於第2基板5之導體(例如第2基板側層23)。藉由此構成，將1對激勵電極13、與第2基板5所具有之1對外部電極15電性

連接。

【0057】

第1墊電極29A與第1激勵電極13A連接。具體而言，兩者因均位於振動部9之+D3側，而藉由位於振動部9之+D3側之配線部35而連接。

【0058】

第2墊電極29B與第2激勵電極13B連接。具體而言，兩者經由多功能電極33中之第2激勵電極13B以外之區域(外側電極33a)而連接。關於外側電極33a與第2激勵電極13B之導通(振動部9之正反之導通)之態樣於後文描述(第2.4節)。

【0059】

1對墊電極29之形狀及位置為任意。例如，墊電極29之形狀可設為矩形狀(圖示之例)或圓形狀。又，墊電極29可與振動部9之外緣分開(圖1之例)，亦可擴展至振動部9之外緣(參照圖8A)。1對墊電極29之形狀、尺寸及位置可相對於振動部9之中心為旋轉對稱(圖1之例)，亦可相對於振動部9之平行於D1方向或D2方向之中心線為線對稱(參照圖8A)，還可此關係不成立。

【0060】

又，例如，1對墊電極29相對於1對激勵電極13，可位於規定方向之兩側(圖1之例)，亦可位於規定方向之一側(參照圖8A)。於另一觀點中，1對墊電極29之排列方向為任意。上述規定方向亦為任意。於圖1之例中，上述規定方向概略觀察可理解為振動之方向及/或振動部9之長度方向，更詳細觀察可理解為相對於振動之方向及/或振動部9之長度方向交叉之方向(對角線方向)。又，上述規定方向不限於長度方向，可為短向方向。

【0061】

一般而言，1對墊電極29之位置由於為規制振動部9之振動之位置，而對振動特性造成影響之或然率高。另一方面，於本實施形態中，振動部9例如於較第1凹部14靠外周側之大致整面固定於第1基板3。因此，1對墊電極29之位置對振動造成之影響相對低。於另一觀點中，在與振動特性之關係中，1對墊電極29之設計之自由度高。

【0062】**(2.3.4.檢查用電極)**

1對檢查用電極31電性連接於1對激勵電極13。又，1對檢查用電極31均面向+D3側。因此，例如，藉由在將第2基板5接合於中間層7之前，將探針碰觸1對檢查用電極31，而可向1對激勵電極13施加電壓。藉此，可檢查振動部9之特性。

【0063】

第1檢查用電極31A與第1激勵電極13A連接。具體而言，兩者因均位於振動部9之+D3側，而藉由位於振動部9之+D3側之配線部35而連接。

【0064】

第2檢查用電極31B與第2激勵電極13B連接。具體而言，兩者經由多功能電極33中之第2激勵電極13B以外之區域(外側電極33a)而連接。

【0065】

檢查用電極31之形狀及位置為任意。上述之墊電極29之形狀及位置之說明可援用於檢查用電極31之形狀及位置。檢查用電極31之形狀、尺寸及位置與墊電極29之形狀、尺寸及位置可相對於振動部9之平行於D1方向或D2方向之中心線為線對稱(圖1之例)，亦可相對於振動部9之中心為旋

轉對稱，還可此關係不成立。

【0066】

此外，可不設置1對檢查用電極31(參照圖8A)。該情形下，亦能夠藉由將探針碰觸墊電極29來進行檢查。檢查用電極31例如與墊電極29不同，不與第2基板5之導體接合。惟，可進行接合。

【0067】

(2.3.5.多功能電極)

多功能電極33例如遍及振動部9之-D3側之面之大致整體地擴展。於另一觀點中，多功能電極33設為所謂之整體狀圖案。整體狀圖案例如係基本上無間隙地遍及較寬廣之範圍地擴展之圖案。藉由此構成，多功能電極33具有第2激勵電極13B，且具有有助於導通及接合之外側電極33a。外側電極33a具體而言有助於第2激勵電極13B與振動部9之+D3側之導體(第2墊電極29B及第2檢查用電極31B)之導通，且有助於振動部9與第1基板3之接合。

【0068】

惟，多功能電極33可非為遍及振動部9之-D3側之面之整體地擴展之整體狀圖案。

【0069】

例如，多功能電極33儘管為整體狀圖案，但其外緣之一部分或全部可與振動部9之外緣分開。該情形之整體狀圖案例如可包含重疊於激勵電極13之大致整體之區域、及重疊於第1凹部14之周圍之外周區域3b之一部分之區域，佔振動部9之面積之8成以上。

【0070】

又，例如，多功能電極33可具有：第2激勵電極13B；外側電極(33a)，其包圍第2激勵電極13B，與第2激勵電極13B之外緣分開；及配線部，其連接兩者。於另一觀點中，可於第2激勵電極13B與外側電極33a之間形成環狀之(惟，一部分由配線部中斷)狹槽。於此態樣中，第2激勵電極13B例如可於俯視透視下具有與第1激勵電極13A之形狀大致一致之形狀。

【0071】

又，例如，多功能電極33可將有助於第2激勵電極13B與第2墊電極29B(及/或第2檢查用電極31B)之電性連接之部分、與有助於振動部9對於第1基板3之接合之部分相互分離且不電性連接。該情形下，後者可設為電性浮動狀態，亦可賦予基準電位。

【0072】

(2.3.6.位於振動部之導體之材料)

振動部9之-D3側之多功能電極33包含於已述之第1中間側層25。又，振動部9之+D3側之各種導體層(13A、29、31及35)包含於第2中間側層27。因此，於本節之說明中，方便上，有時使用第1中間側層25及第2中間側層27之用語進行說明。

【0073】

位於振動部9之+D3側之各種導體層(13A、29、31及35)可材料及厚度互為相同(圖3之例)，亦可材料及/或厚度互不相同(參照圖13C)。作為後者之態樣，例如舉出墊電極29(及檢查用電極31)具有與構成第1激勵電極13A之金屬層相同之金屬層，且於該金屬層之上具有第1激勵電極13A不具有之其他金屬層之態樣。

【0074】

同樣，位於振動部9之-D3側之多功能電極33可材料及厚度遍及其整體地相同(圖3之例)，亦可材料及/或厚度根據區域而不同。作為後者之態樣，例如舉出與+D3側同樣地材料及/或厚度就第2激勵電極13B與外側電極33a不同之態樣。

【0075】

於在+D3側及-D3側之各側，導體層遍及其整體地為同一材料及厚度之態樣中，+D3側之導體層(13A、29、31及35)與-D3側之導體層(33)可材料及厚度相同(圖3之例)，亦可材料及/或厚度不同。於在+D3側及-D3側之至少一側，導體層遍及其整體地非為同一材料及厚度之態樣中，將規定之區域彼此(例如激勵電極13彼此、或其他區域彼此)進行比較，材料及/或厚度可相同，亦可不同。

【0076】

此外，激勵電極13(例如第1激勵電極13A)例如為了調整頻率，有時在與第1基板3接合之後，對厚度進行微調整。於是否為同一厚度之判定中，可忽視該微調整之影響。又，例如，關於因3層(3、5及7)之接合時之加壓及加熱造成之影響，亦可忽視。關於第1基板3及第2基板5之導體層亦設為同樣。

【0077】

第1中間側層25及第2中間側層27之材料為任意。例如，各層(25或27)可由1層金屬層構成，亦可由2層以上之金屬層構成(圖3之例)。此外，規定之層(例如25或27)係由2層以上之金屬層(或絕緣層)構成，於材料遍及規定之區域地相同等時，例如，金屬層之積層數及各金屬層之材料(進

而金屬層彼此之厚度之比)相同。關於其他層亦為同樣。

【0078】

於圖3之例中，第1中間側層25具有：與振動部9相接之(直接重疊)下層25a、及重疊於下層25a之上層25b。上層25b例如係由導電性較下層25a之材料為高之材料構成，且較下層25a為厚。下層25a例如有助於提高上層25b與振動部9之接合強度。惟，積層構造可意圖具有與如上述之作用不同之作用。

【0079】

下層25a及上層25b之具體的材料為任意。例如，作為下層25a之材料，舉出鉻(Cr)、鈦(Ti)及鎳(Ni)、以及以其等之1個以上為主成分之合金。作為上層25b之材料，例如舉出金(Au)、銀(Ag)、鉑(Pt)及鋁(Al)、以及以其等之1個以上為主成分之合金。

【0080】

又，於圖3之例中，第2中間側層27自振動部9側依序具有下層27a、上層27b、第1接合層27e及第2接合層27f。第1激勵電極13A及配線部35例如僅由上述之4層中之下層27a及上層27b構成。墊電極29、檢查用電極31、及第2中間側層27之重疊於框部11之部分例如由上述之4層構成。

【0081】

關於第1中間側層25之材料之已述之說明可於不產生矛盾等之範圍內將「第1中間側層25」、「下層25a」及「上層25b」之用語分別置換為「第2中間側層27」、「下層27a」及「上層27b」之用語，而援用於第2中間側層27。又，關於第1中間側層25之材料之已述之說明可於不產生矛盾等之範圍內將「第1中間側層25」、「下層25a」及「上層25b」之用語

分別置換為「第2中間側層27」、「第1接合層27e」及「第2接合層27f」之用語，而援用於第2中間側層27。

【0082】

(2.4.振動部之正反之導通)

(2.4.1.貫通孔中之導通)

圖5係振動部9之立體圖。於該圖中，關於振動部9之+D3側之導體亦以虛線表示。又，圖6A係圖5之VIa-VIa線之剖視圖。圖6B係圖5之VIb-VIb線之剖視圖。

【0083】

如該等圖所示，振動部9具有第1貫通孔9h。而且，藉由在該第1貫通孔9h配置連接導體37，而將振動部9之+D3側之導體層、與振動部9之-D3側之導體層導通。

【0084】

連接導體37之構成為任意。例如，可為填充於第1貫通孔9h之柱狀導體(圖示之例)，亦可為重疊於第1貫通孔9h之內面之層狀導體。柱狀導體之整體可由1種材料構成，亦可由2種以上之材料構成。作為後者之態樣，例如舉出材料就外周面與內部不同之態樣(圖3之例)。同樣，層狀導體之整體可由1種材料構成，亦可由2種以上之材料構成。作為後者，舉出設置有與第1貫通孔9h之內面相接之層、及重疊於該層之其他層之態樣。連接導體37之材料可與+D3側及/或-D3側之導體層之材料相同，亦可不同。

【0085】

此外，前段落中之說明可援用於後述之第2貫通孔5h及位於其內部之取出導體41。此時，「第1貫通孔9h」及「連接導體37」之用語分別置換

為「第2貫通孔5h」及「取出導體41」之用語。

【0086】

於圖3中，作為連接導體37，例示具有由與第1接合層27e相同之材料構成之外周側之層、及由與第2接合層27f相同之材料構成之內部之柱狀部的構成。此外，於圖3中，與上述同樣，關於後述之取出導體41，例示具有與重疊於第2基板5之+D3側之面之2個以上之導體層之材料相同之材料之構成。

【0087】

返回圖5，第1貫通孔9h(於另一觀點中為連接導體37)之位置、形狀及尺寸為任意。例如，於圖示之例中，若著眼於有助於第2墊電極29B與多功能電極33之導通之第1貫通孔9h，則第1貫通孔9h位於第2墊電極29B之正下方，更詳細而言，例如，位於較第2墊電極29B之幾何中心靠激勵電極13側(更詳細而言，例如，就振動部9之長度方向及/或振動之方向較第2墊電極29B之幾何中心靠激勵電極13側)。又，於圖示之例中，第2墊電極29B之上述第1貫通孔9h設為沿與第2墊電極29B與激勵電極13之排列方向(於另一觀點中為振動部9之長度方向及/或振動之方向)交叉(例如正交)之方向延伸之狹槽狀。

【0088】

藉由第1貫通孔9h位於第2墊電極29B之正下方，而例如，將+D3側之導體層之圖案簡單化，且容易減小該導體層之面積。又，藉由第1貫通孔9h相對地位於激勵電極13之側，例如，第1貫通孔9h發揮阻擋墊電極29與激勵部9a之間之應力之傳遞之作用，降低墊電極29與第2基板5之固定對激勵部9a之振動造成之影響。該效果藉由第1貫通孔9h為沿與第2墊電極

29B與激勵電極13之排列方向交叉之方向延伸之狹槽狀而提高。又，因藉由第1貫通孔9h為狹槽狀，而容易於俯視下確保第1貫通孔9h之內周面之長度，而容易確保第1貫通孔9h內之連接導體37與+D3側或-D3側之導體層之導通面積。

【0089】

不過，第1貫通孔9h之位置、形狀及尺寸可與上述不同。以下舉出例子。第1貫通孔9h例如可不位於第2墊電極29B之正下方。該情形下，連接導體37與第2墊電極29B例如可藉由位於+D3側之配線部而連接。又，第1貫通孔9h可於第2墊電極29B與激勵電極13之排列方向(於另一觀點中為振動部9之長度方向及/或振動之方向)上，位於第2墊電極29B之幾何中心或相對於該幾何中心與激勵電極13為相反側。又，第1貫通孔9h之俯視之形狀可為圓形狀、橢圓形狀(難以捕捉為狹槽狀者)、正方形狀及長方形狀(難以捕捉為狹槽狀者)。

【0090】

此外，關於第2墊電極29B中之第1貫通孔9h進行了說明，上述之第1貫通孔9h之位置、形狀及尺寸之說明可適宜地援用於第2檢查用電極31B之第1貫通孔9h。

【0091】

第1貫通孔9h之縱剖面(圖6A及圖6B所示之剖面)之形狀及尺寸亦為任意。於該等圖中，例示越靠-D3側、直徑越小之錐形形狀。與圖示之例不同，第1貫通孔9h之縱剖面之形狀例如可為具有一定之直徑之形狀，亦可為越靠振動部9之厚度方向之中央側、直徑越小之形狀(具有2個錐形形狀之形狀)，還可為多段形狀。又，錐形形狀可為因振動部9之材料對於蝕刻

具有各向異性而形成者，亦可為藉由調整雷射光之照射態樣等而按意圖地形成者。

【0092】

關於第1貫通孔9h之狹槽狀進行補充。狹槽狀可意指第1方向(D1方向)之長度較與第1方向正交之第2方向(D2方向)之長度為長之形狀。狹槽狀例如基本上(端部除外)以一定之寬度延伸。可適宜地設定狹槽之長度(第1方向)與寬度(第2方向)之比，例如，長度可設為寬度之2倍以上、3倍以上或5倍以上。

【0093】

於將狹槽狀之第1貫通孔9h之縱剖面之形狀設為錐形形狀之情形下，將與長度方向(D1方向)正交之縱剖面中之錐形形狀之錐形角(2個內面所成之角度)設為 $\theta 1$ 。將與短向方向(D2方向)正交之縱剖面中之錐形形狀之錐形角設為 $\theta 2$ 。此時， $\theta 1$ 可大於 $\theta 2$ 。於另一觀點中，第1貫通孔9h之內面相對於振動部9之+D3側之面之傾斜角就2個內面之平均，可使與長度方向(D1方向)正交之縱剖面中之傾斜角小於與短向方向正交之縱剖面中之傾斜角。若以式表示其，則如下述般。

$$(180^\circ - \theta 1)/2 < (180^\circ - \theta 2)/2$$

關於此構成之作用，於後述之實施形態之總結(第10節)中描述。

【0094】

如後續於第9節中描述般，第1貫通孔9h可藉由自振動部9之+D3側之單面蝕刻而形成。該情形下，因振動部9之材料對於蝕刻之各向異性而形成錐形形狀。例如，於振動部9由單晶構成之情形下，藉由蝕刻而出現晶面，構成第1貫通孔9h之內面。晶面相對於+D3側之面所成之角度係由晶

體構造決定。藉由蝕刻之進展，出現新的其他晶面，有時與先前出現之晶面一起存在，或取代先前出現之晶面。於如此般藉由晶面形成錐形形狀之情形下，在獲得如前段落之構成時，與晶體之方向相配地適宜設定狹槽之方向。

【0095】

例如，於AT切割中，如已述般，D1方向、D2方向及D3方向分別為Z'軸向、X軸方向及Y'軸向。該情形下，可如圖示之例般，將狹槽之長度方向設為D1方向(Z'軸向)。該情形下，錐形角度 $\theta 1$ 及 $\theta 2$ 取決於蝕刻之進度，例如， $\theta 1=$ 約 82° 且 $\theta 2=$ 約 57° 、或 $\theta 1=$ 約 113° 且 $\theta 2=$ 約 72° (或約 91°)。於另一觀點中， $\theta 1$ 可對於 $\theta 2$ 以 20° 以上之差增大。此外，於在狹槽之端部(短邊)中未明確出現晶面時，可基於振動部9之側面之晶面，判斷是否設定為與狹槽之長邊對應之內面之錐形角相對較大。

【0096】

(2.4.2.外周面中之導通)

圖6C係顯示與振動部9之正反之導通相關之另一例之剖視圖，且係與圖6A對應之圖。此外，方便上，有時藉由振動部9A之用語來參照該導通態樣之振動部9。又，於該圖中，第1檢查用電極31A省略圖示(或實際上不設置)。

【0097】

於振動部9A中，藉由重疊於振動部9A之外周面(側面)之層狀之連接層38將振動部9之正反導通。此外，與圖示之例不同，可並用第1貫通孔9h中之導通、與振動部9之側面中之導通。

【0098】

連接層38具體而言於振動部9A之外周面中之俯視之一部分區域中包含自+D3側之緣部至-D3側之緣部之區域，藉此，連接第2墊電極29B與多功能電極33。連接層38可僅具有位於振動部9A之外周面之區域，亦可除該區域外，亦包含位於振動部9A之+D3側之區域及/或位於振動部9A之-D3側之區域。

【0099】

雖未特別圖示，但亦設置連接第2檢查用電極31B與多功能電極33之連接層38。此外，以下，僅就連接第2墊電極29B與多功能電極33之連接層38進行說明，但該說明可適宜地援用於連接第2檢查用電極31B與多功能電極33之連接層38。

【0100】

連接層38之位置、形狀及尺寸為任意。例如，連接層38可位於外周面中之-D2側、+D2側、+D1側及-D1側之任意之1個以上之側面。於另一觀點中，連接層38位在之側面、與振動部9A之長度方向及/或振動之方向之關係為任意。於圖3之例中，連接層38具有位於+D2側之側面之區域。+D2側之側面可意指振動部9A之長度方向及/或振動之方向之一端側之側面(端面)、及/或第2墊電極29B(及第2檢查用電極31B)相對於激勵電極13位在之側之側面。連接層38可除+D2側之側面外、或取代其，包含位於+D1側(於振動部9A之短向方向上第2墊電極29B位在之側)之側面之區域。

【0101】

又，例如，位於連接層38之+D2側之側面之區域之D1方向之範圍、與第2墊電極29B之D1方向之範圍可一致，亦可前者位於後者之一部分，

又可後者位於前者之一部分，還可彼此偏移。於另一觀點中，例如，連接層38可具有如將第2墊電極29B向+D2側延長之形狀，亦可如配線部35般具有自第2墊電極29B伸出之形狀。雖採用+D2側之側面為例，但+D1側之側面亦為同樣。

【0102】

連接層38之材料及厚度亦為任意。例如，連接層38之材料及/或厚度可與振動部9之+D3側(及/或-D3側)之導體層之俯視之一部分或全部之區域之材料及/或厚度相同，亦可不同。

【0103】

關於連接層38位在之振動部9之側面，進行補充。連接層38位在之側面例如可為以越靠-D3側(第1基板3側)、則越位靠振動部9之外側之方式傾斜之傾斜面。該情形下，例如，+D2側之側面與+D3側之面之稜線處之導體層彼此之連接之可靠性提高。如上述之振動部9之側面之傾斜與第1貫通孔9h之內周面同樣，可為因振動部9之材料對於蝕刻具有各向異性而形成者，亦可為藉由調整雷射光之照射態樣等而按意圖地形成者。

【0104】

又，設想連接層38具有位於規定方向(例如振動部9A之長度方向及/或振動之方向)之一側(+D2側)之側面之區域，不具有位於上述規定方向之另一側(-D2側)之側面之區域的態樣。此時，例如，+D2側之側面相對於振動部9之+D3側之面之法線之傾斜角度 $\theta 3$ 可大於-D2側之側面相對於上述法線之傾斜角度 $\theta 4$ 。該情形下，與角度 $\theta 3$ 及 $\theta 4$ 之關係與上述相反之情形(該態樣亦包含於本揭示之技術)進行比較，前段落中所述之效果提高。

【0105】

於振動部9之傾斜之側面為藉由蝕刻而出現之晶面之態樣中，可根據晶體之方向，來設定振動部9A之各部之方向(換言之正交座標系D1D2D3之方向)，使如上述之角度之關係成立。例如，於AT切割之振動部9A之外周面係自+D3側(Y' 軸向)藉由單面蝕刻而形成之態樣中，+D2側(連接層38位在之側面之側)可設為-Z' 側。該情形下，取決於蝕刻之進度，例如， θ_3 為約 56° ， θ_4 為約 32° 。於另一觀點中， θ_3 與 θ_4 進行比較，可以 15° 以上之差增大。此外，第1貫通孔9h於D3方向上可非為均勻之傾斜面。亦即，可設為包含第1錐形部分及第2錐形部分之第1貫通孔9h，該第1錐形部分之開口自第1基板3側之面向第2基板5側逐漸變窄，該第2錐形部分之開口自第2基板5側之面隨著向第1基板3側遠離而逐漸變窄。

【0106】

此外，於振動部9等之形狀及尺寸之說明中，基本上可忽視如上述之側面之傾斜之影響。因此，例如，俯視之形狀及尺寸例如可對於+D3側之面及-D3側之面各者適用，亦可對於俯視兩者時之最大形狀或最大尺寸適用。

【0107】

(3.框部)

(3.1.框部之材料、形狀及尺寸)

框部11如已述般，於俯視下包圍振動部9，且與振動部9之外緣遍及其全周地分開。如滿足該要件，則框部11之材料、形狀及尺寸為任意。

【0108】

例如，框部11之材料可與振動部9之材料相同，亦可不同。材料就框

部11與振動部9相同，有更容易自一體之層(構件)形成兩者之傾向。框部11之厚度可與振動部9之厚度(大致)相同(圖示之例)，亦可不同。作為厚度就框部11與振動部9不同之態樣，例如舉出振動部9之厚度(非為一定之厚度之情形下為例如最大厚度)較框部11之厚度(非為一定之厚度之情形下為例如最大厚度)為薄之態樣。

【0109】

無論框部11之材料與振動部9之材料是否相同，振動部9之材料之說明均可援用於框部11之材料。又，於框部11之材料與振動部9之材料不同之態樣中，框部11可不包含壓電體，可包含與振動部9之壓電體之種類(及切角)不同之種類(及切角)之壓電體。關於與振動部9之材料不同之框部11之材料之具體例，可援用第1基板3及第2基板5之材料之具體例之說明。

【0110】

框部11例如於俯視下將振動部9遍及其全周(遍及 360°)地包圍。惟，框部11可一部分中斷。該中斷之部分例如在與圖示之例不同之態樣中可利用與將振子1之內部與外部導通之導體之配置。框部11例如只要以振動部9之外緣之長度(或繞振動部9之幾何中心之角度範圍)為基準遍及 $3/4$ 周(270°)以上、 $7/8$ 周(315°)以上、或 $15/16$ 周(337.5°)以上地延伸，則可理解為包圍振動部9。

【0111】

於俯視下，框部11之內緣之形狀可為與振動部9之外緣之形狀相似或類似於相似之形狀(圖示之例)，亦可為完全不同之形狀。作為前者之例，例如舉出振動部9之外緣之形狀及框部11之內緣之形狀均設為矩形狀(圖示之例)、圓形狀、橢圓形狀或多角形狀(矩形狀除外)之態樣。作為後者之

例，例如舉出振動部9之外緣之形狀及框部11之內緣之形狀為圓形狀-矩形狀、橢圓形狀-矩形狀之態樣。又，於另一觀點中，於俯視下，框部11之內緣與振動部9之外緣之距離 d_1 可遍及全周地大致一定，亦可非為一定。

【0112】

框部11之外緣之形狀及尺寸例如與振子1之俯視之外緣之形狀及尺寸(已述)大致相同。又，關於前段落之振動部9之外緣與框部11之內緣之關係之說明可將「框部11之內緣」之用語置換為「框部11之外緣」之用語，而援用於振動部9之外緣與框部11之外緣之關係。進而，前段落之振動部9之外緣與框部11之內緣之關係之說明可將「振動部9之外緣」之用語置換為「框部11之內緣」之用語，將「框部11之內緣」之用語置換為「框部11之外緣」之用語，而援用於框部11之內緣與框部11之外緣之關係。由此可理解為，框部11之寬度(自內緣至外緣之距離)於其周向上可為一定，亦可變化。

【0113】

框部11之厚度例如遍及其整體地大致一定。於另一觀點中，框部11之正反面為平面狀。惟，例如，可於框部11之正面及/或反面之一部分設置凹部或凸部。

【0114】

(3.2.位於框部之導體)

例如，已述之第1中間側層25及第2中間側層27(其中之位於振動部9之區域除外之區域)位於框部11之正反面(+D3側之面及-D3側之面)。例如，導體(例如導體層)不位於框部11之內周面及外周面。於另一觀點中，第1中間側層25及第2中間側層27中之位於框部11之區域彼此不連接。

【0115】

惟，導體可位於內周面及/或外周面之周向之一部分或全部。又，藉此，第1中間側層25及第2中間側層27中之位於框部11之區域可彼此不導通。此導體例如可為重疊於內周面及/或外周面之導體層。又，可於第1基板3之俯視之角部設置堡形部，藉由配置於該堡形部之導體來進行導通。又，可如第1貫通孔9h般，將用於將第1中間側層25及第2中間側層27中之位於框部11之區域相互導通之貫通孔設置於框部11。

【0116】

第1中間側層25及第2中間側層27分別例如於俯視下遍及全周(以振動部9為中心之 360°)地配置於框部11。更詳細而言，第1中間側層25及第2中間側層27分別例如擴展至框部11之正反面之整體。不過，第1中間側層25及第2中間側層27可於框部11之周向之整體或一部分中具有與框部11之內緣及/或外緣分開之部分。又，例如，第1中間側層25(或第2中間側層27)可藉由具有沿著框部11相互並列延伸之2個以上之圖案等，而形成由第1中間側層25包圍之第1中間側層25之非配置區域。

【0117】

於第1中間側層25及第2中間側層27各者中，位於框部11之區域(其一部分或全部)、與位於振動部9之區域(其一部分或全部)可為同一材料及同一厚度(圖3之例)，亦可材料及厚度之至少一者不同。無論如何，位於振動部9之導體之說明所述之第1中間側層25及第2中間側層27之材料之說明可援用於第1中間側層25及第2中間側層27中之位於框部11之區域之材料。

【0118】

(4.第1基板)

圖4係關於第1基板側層21及第2基板側層23之具體的態樣顯示與圖3不同之例之剖視圖。又，圖9係關於第1基板3及第1基板側層21之具體的態樣顯示與圖1不同之例之俯視圖。於以下之說明中，除圖1～圖3以外，有時亦參照圖4及圖9。

【0119】

(4.1.第1基板之材料、形狀及尺寸)

第1基板3例如除形成第1凹部14之點外，大致為厚度為一定之平板狀之構件。不過，第1基板3可除第1凹部14以外，亦於+D3側或-D3側適宜地具有凹部及/或凸部。第1基板3之俯視之形狀及尺寸例如與振子1之俯視之形狀及尺寸(已述)大致相同。第1基板3之厚度為任意。於圖3之例中，第1基板3之厚度較第2基板5之厚度及中間層7之厚度為厚。舉出較小型之振子1之第1基板3之厚度之例子，為50 μm 以上且200 μm 以下。

【0120】

於第1基板3之厚度較第2基板5之厚度及中間層7之厚度為厚之情形下，在如後述般將中間層7薄層化時可穩定地進行保持。惟，第1基板3之厚度不限定於該關係。例如，於設為與第2基板5同等之厚度之情形下，可調整振子1整體上之應力之平衡，可抑制翹曲。又，可降低安裝振子1時之應力之影響。

【0121】

第1基板3之材料為任意。例如，第1基板3可藉由與中間層7同樣之材料及絕緣體或半導體一體地構成，亦可積層互不相同之材料而構成。作為後者之態樣，例如舉出包含絕緣體或半導體之第1層、及相對於第1層重疊

於-D3側之金屬層(於另一觀點中為屏蔽及/或補強材)之態樣。又，例如，舉出第1基板3由多層基板構成之態樣。絕緣體可為無機材料(例如水晶或陶瓷)，亦可為有機材料(例如樹脂)。作為半導體，舉出矽(Si)或鍺(Ge)。

【0122】

構成第1基板3之半導體例如係不包含晶格缺陷(廣義)之本徵半導體。例如，於半導體中基本上不存在雜質及/或原子排列之紊亂。惟，半導體可包含晶格缺陷。例如，在與圖示之例不同之態樣中，第1基板3之一部分可由包含雜質之p型半導體或n型半導體構成，構成電子元件，或有助於振子1之內部與外部之導通。

【0123】

第1凹部14之俯視之形狀及尺寸為任意。例如，第1凹部14之平面形狀可相對於第1激勵電極13A之形狀為同一、相似、或類似於相似之形狀(圖1之例)，亦可為完全不同之形狀(參照圖7)。又，於俯視透視下，第1凹部14與第1激勵電極13A可一致，亦可將前者收設於後者之一部分，又可將後者收設於前者之一部分(圖3之例)，還可分別具有互不重合之區域。於俯視透視下，第1凹部14之幾何中心與第1激勵電極13A之幾何中心可一致，亦可不一致。

【0124】

無論為前段落之哪一態樣，第1激勵電極13A之形狀及尺寸之說明如不產生矛盾，則可援用於第1凹部14之俯視之形狀及尺寸之說明。若為了謹慎起見，摘錄可援用之記載之一部分並進行改寫，則第1凹部14之平面形狀可設為圓形狀(圖1之例)、橢圓狀(圖9之例)、矩形狀(例如長方形狀或正方形狀，參照圖7及圖8A)或多角形狀(矩形狀除外)。長度方向之長度與

短向方向之長度之比例如可設為1.14~1.39:1、或1.26:1。該比例如可適用於厚度切變振動之方向(X軸方向)為長度方向之態樣。

【0125】

第1凹部14之縱剖面(平行於D3方向之剖面)之形狀及尺寸(例如深度)亦為任意。例如，於第1凹部14之縱剖面中，第1凹部14之側面可大致平行於D3方向，亦可相對於D3方向傾斜。第1凹部14根據傾斜之側面，越靠+D3側，可直徑越大，亦可直徑越小。第1凹部14之深度例如可為在所意圖之使用狀況下第2激勵電極13B不與第1凹部14之底面(於圖示之例中，更詳細而言為已述之第1基板側層21中之位於第1凹部14之底面之區域)相接之最小限度之深度，亦可較其為深。又，例如，第1凹部14之深度可未達第1基板3之厚度之1/2，亦可為1/2以上。

【0126】

(4.2.位於第1基板之導體)

例如，已述之第1基板側層21位於第1基板3之+D3側(中間層7側)之面。例如，導體(例如導體層)不位於第1基板3之外周面(側面)及-D3側之面。

【0127】

不過，第1基板側層21以外之導體可位於第1基板3。例如，作為屏蔽及/或補強材發揮功能之金屬層可重疊於-D3側之面(如已述般該金屬層可理解為第1基板3之一部分)。又，例如，可於第1基板3之俯視之角部形成堡形部，導體位於該堡形部。又，可如已述般，於第1基板3設置外部電極15，外部電極15露出於-D3側之面。此外，於在第1基板3設置外部電極15之情形下，基於形成貫通孔之觀點，可使厚度較第2基板5為薄。關於該情

形之振動部9之-D3側之導體及第1基板3之導體之構成，能夠根據圖示之例之振動部9之+D3側之導體及第2基板5之導體之構成而類推出。

【0128】

第1基板側層21例如有助於振動部9對於第1基板3之接合。又，第1基板側層21例如遍及框部11之全周地接合框部11與第1基板3，有助於振動部9之密封。第1基板側層21之俯視之形狀及尺寸只要發揮上述之作用，則為任意。

【0129】

於圖1所示之例中，第1基板側層21被分離成：有助於振動部9與第1基板3之接合(及導通)之內側區域21e、及有助於框部11與第1基板3之接合之外側區域21f。藉此，例如，降低產生多功能電極33與其他導體之非意圖之導通之或然率。不過，第1基板側層21可如圖9所示之另一例般，被分離成內側區域21e與外側區域21f。換言之，第1基板側層21可將其整體由1個整體狀圖案構成。

【0130】

內側區域21e例如於俯視透視下具有與振動部9大致一致之形狀(例如各者之9成以上之面積彼此重疊之形狀)。惟，內側區域21e例如可於俯視透視下在不與框部11(或第1中間側層25中之位於框部11之區域)重合之範圍內擴展至振動部9之外側，或維持與多功能電極33之重合，且位於較振動部9之外緣靠內側。無論為上述之哪一態樣，振動部9之俯視之形狀及尺寸之說明如不產生矛盾等，均可援用於內側區域21e之形狀及尺寸。

【0131】

外側區域21f例如於俯視透視下具有與框部11大致一致之形狀(例如

各者之9成以上之面積彼此重疊之形狀)。惟，外側區域21f例如可於俯視透視下在不與振動部9(或多功能電極33)重合之範圍內擴展至較框部11之內緣靠內側，或擴展至較框部11之外緣靠外側。無論為上述之哪一態樣，框部11之俯視之形狀及尺寸之說明如不產生矛盾等，均可援用於外側區域21f之形狀及尺寸。

【0132】

圖1所示之第1基板側層21(外側區域21f)與第1基板3之外緣遍及全周地分開。藉此，例如，降低產生多功能電極33與其他導體之非意圖之導通之或然率。不過，第1基板側層21可如圖9所示之另一例般擴展至第1基板3之外緣。

【0133】

第1基板側層21(內側區域21e)可具有重疊於第1凹部14之內面之部分，亦可不具有其。作為前者之態樣，例如，舉出第1基板側層21位於第1凹部14之底面(例如其整體)之態樣(圖1及圖3之例)、位於第1凹部14之內面之底面及外周面(例如底面整體及外周面整體)之態樣(圖4之例)、及位於第1凹部14之外周面(例如其整體)之態樣。

【0134】

第1基板側層21之材料、厚度及厚度方向之構成亦為任意。例如，第1基板側層21可材料及厚度遍及其整體地相同(圖3之例)，亦可材料及/或厚度根據區域而不同。作為後者之態樣，例如舉出材料及/或厚度就重疊於振動部9之區域與重疊於框部11之區域(例如就內側區域21e與外側區域21f)不同之態樣。

【0135】

又，例如，第1基板側層21可由1層金屬層構成，亦可由2層以上之金屬層構成(圖3之例)。於圖3之例中，第1基板側層21具有：與第1基板3相接(直接重疊)之下層21a、及重疊於下層21a之上層21b。第1中間側層25之下層25a及上層25b之說明可將「25」之符號置換為「21」，將「振動部9」之用語置換為「第1基板3」，而援用於下層21a及上層21b。

【0136】

構成第1基板側層21及第1中間側層25之彼此接合之表面之層(於圖3之例中為上層25b及上層21b)之材料可互為相同，亦可互不相同。於前者之態樣中，在完成後之振子1中，第1基板側層21及第1中間側層25(上層25b及上層21b)之邊界可藉由利用TEM(Transmission Electron Microscope，穿透式電子顯微鏡)等進行之觀察而能夠特定除出，亦可無法特定出。本段落之說明可援用於第2基板側層23及第2中間側層27。

【0137】

(5.第2基板)

(5.1.第2基板之材料、形狀及尺寸)

第2基板5例如大致為平板狀之構件。第2基板5之俯視之形狀及尺寸例如與振子1之俯視之形狀及尺寸(已述)大致相同。

【0138】

惟，於圖2及圖3所示之例中，第2基板5於-D3側之第2面5a具有第2凹部39。第2凹部39例如與第1凹部14同樣，與振動部9之激勵部9a對向，藉此，將激勵部9a之振動容易化。又，第2凹部39形成於較與激勵部9a對向之區域為寬廣之區域。藉此，例如，可減小第2面5a與中間層7之接合面積，提高將兩者接合時之接觸壓力。

【0139】

不過，第2面5a可為平面狀，而不具有第2凹部39。又，第2基板5可除第2凹部39以外，亦於+D3側或-D3側適宜地具有凹部及/或凸部。此外，於第2面5a為平面狀之態樣中，可藉由各種方法來降低激勵部9a與第2面5a之接觸之或然率。以下舉出例子。激勵部9a可較框部11向-D3側減薄。第2中間側層27中之有助於中間層7與第2面5a之接合之區域可較第1激勵電極13A為厚(圖3之例)。又，例如，於振動部9利用在-D3側之面傳播之SAW之態樣中，可將激勵部9a之+D3側之面接合於第2面5a。

【0140】

第2面5a於另一觀點中，如圖2中賦予符號般，具有：接合於框部11之框狀區域5aa、由框狀區域5aa包圍之第2凹部39、及由第2凹部39包圍之台座部5ab。台座部5ab之頂面(-D3側之面)包含接合於墊電極29之墊用區域5ac。各部之形狀及尺寸例如如下般。

【0141】

框狀區域5aa例如於俯視透視下具有重疊於框部11之大致整體(例如9成以上)之形狀。框狀區域5aa之內緣(於另一觀點中為第2凹部39之緣部)之一部分或全部相對於框部11之內緣，可一致，亦可於不重合於振動部9(或激勵部9a)之範圍內位於內側，還可於維持框狀區域5aa與框部11之重合之範圍內位於外側。又，框狀區域5aa之外緣(於另一觀點中為第2基板5之外緣)之一部分或全部相對於框部11之外緣，可一致，亦可於維持框狀區域5aa與框部11之重合之範圍內位於內側，還可位於外側。無論為上述之哪一態樣，框部11之俯視之形狀及尺寸之說明如不產生矛盾等，則可援用於框狀區域5aa之形狀及尺寸。

【0142】

台座部5ab例如於俯視透視下具有與墊電極29大致重疊之形狀及尺寸。於更詳細觀察時，台座部5ab之外緣之一部分或全部相對於墊電極29之外緣，可一致，亦可位於外側(圖3之例)，還可位於內側。無論如何，墊電極29之俯視之形狀及尺寸之說明如不產生矛盾等，則可援用於台座部5ab之形狀及尺寸。又，台座部5ab之頂面(-D3側之面)之D3方向之位置例如與框部11之-D3側之面之D3方向之位置相同。惟，兩者可不同。

【0143】

第2凹部39之俯視之形狀及尺寸之說明因與關於框狀區域5aa及台座部5ab之俯視之形狀及尺寸之上述說明相反，而省略。又，第2凹部39之側面可大致平行於D3方向，亦可相對於D3方向傾斜。第2凹部39根據傾斜之側面，越靠-D3側，可直徑越大，亦可直徑越小。第2凹部39之深度為任意。例如，第2凹部39之深度可為在所意圖之使用狀況下第1激勵電極13A不與第2凹部39之底面(於圖示之例中，更詳細而言為第2基板側層23中之位於第2凹部39之底面之區域)相接之最小限度之深度，亦可較其為深。又，例如，第2凹部39之深度可未達第2基板5之厚度之1/2，亦可為1/2以上。

【0144】

振動部9與第2基板5僅於台座部5ab處被接合。藉由此構成，激勵部9a之+D3側與第2凹部39之間之空間與振動部9之外側與框部11之內周面之間之空間相連。藉此，可抑制塵屑向激勵部9a之附著等。

【0145】

第2基板5之厚度為任意。於圖3之例中，第2基板5之厚度較中間層7

之厚度為厚，且較第1基板3之厚度為薄。舉出較小型之振子1之第2基板5之厚度之例子，為20 μm 以上且100 μm 以下。

【0146】

於該例中，由於在第2基板5配置外部電極15，故形成在D3方向貫通第2基板5之貫通孔。在此第2基板5中，藉由較第1基板3之厚度為薄，而容易形成貫通孔，生產效率提高。又，可提高位於貫通孔內之取出導體41之連續性。

【0147】

第2基板5之材料為任意。關於第1基板3之材料之已述之說明可援用於第2基板5。若為了謹慎起見，摘錄可援用之記載之一部分並進行改寫，則第2基板5可藉由絕緣體或半導體一體地構成，亦可積層互不相同之材料而構成。絕緣體可為無機材料(例如水晶或陶瓷)，亦可為有機材料(例如樹脂)。作為半導體，舉出矽(Si)或鍺(Ge)。

【0148】**(5.2.位於第2基板之導體)**

例如，如圖1～圖3所示，以下之導體位於第2基板5。位於第2基板5之-D3側(中間層7側)之面之第2基板側層23。位於第2基板5之+D3側之面之外部電極15。配置於貫通第2基板5之第2貫通孔5h、且將第2基板側層23與外部電極15導通之取出導體41。

【0149】

不過，可於第2基板5配置上述以外之導體。例如，可於第2基板5之俯視之角部形成堡形部，且配置配置於堡形部之導體。該導體可有助於第2基板側層23與外部電極15之導通，可取代取出導體41而設置、或除其以

外另設置。

【0150】

第2基板側層23例如大致遍及第2面5a之整體地擴展。另一觀點係第2基板側層23具有：重疊於框狀區域5aa之區域、重疊於第2凹部39之底面之區域、及重疊於台座部5ab之頂面(於另一觀點中為墊用區域5ac)之區域。第2基板側層23可不重疊於第2凹部39之側面(圖3之例)，亦可重疊於其(圖4之例)。

【0151】

重疊於框狀區域5aa之區域有助於框部11與第2基板5之接合。重疊於台座部5ab之頂面之區域有助於振動部9與第2基板5之接合，且有助於墊電極29與外部電極15之導通。重疊於第2凹部39之底面(及側面)之區域例如可作為屏蔽及/或補強材發揮功能。

【0152】

第2基板側層23可不遍及第2面5a之整體地擴展。例如，第2基板側層23具有：重疊於框狀區域5aa之區域、及重疊於墊用區域5ac之區域，亦可不具有重疊於第2凹部39之底面之區域。又，例如，第2基板側層23可與第2面5a之緣部分開。

【0153】

第2基板側層23之材料、厚度及厚度方向之構成亦為任意。例如，第2基板側層23可材料及厚度遍及其整體地相同(圖3之例)，亦可材料及/或厚度根據區域而不同。作為後者之態樣，例如，舉出材料及/或厚度就接合於中間層7之區域和不接合於其之區域不同之態樣。

【0154】

又，例如，第2基板側層23可由1層金屬層構成，亦可由2層以上之金屬層構成(圖3之例)。於圖3之例中，第2基板側層23具有：與第2基板5相接(直接重疊)之下層23a、及重疊於下層23a之上層23b。第1中間側層25之下層25a及上層25b之說明可將「25」之符號置換為「23」，將「振動部9」之用語置換為「第2基板5」，而援用於下層23a及上層23b。

【0155】

關於外部電極15之(自外部觀察到之)位置、形狀及尺寸，已於第1.2節之振子之安裝態樣之說明中描述。外部電極15可由重疊於第2基板5之+D3側之面之導體層構成，亦可由貫通第2基板5之柱狀之取出導體41之+D3側之面構成，還可為難以進行此區別之構成。

【0156】

於外部電極15包含重疊於第2基板5之+D3側之面之導體層之態樣中，上述導體層可由1層金屬層構成，亦可由2層以上之金屬層構成(圖3之例)。於圖3之例中，不特別賦予符號，但外部電極15之導體層之部分係由3層金屬層構成。其具體的材料為任意。例如，作為最靠+D3側之層之材料，可利用作為上層25b之材料而例示者。又，作為其他2層之材料，可利用作為下層25a之材料而例示者。

【0157】

關於取出導體41之構成可設為任意之構成(例如柱狀或層狀)，已於連接導體37之說明中描述。又，取出導體41(第2貫通孔5h)之形狀及尺寸亦為任意。例如，第2貫通孔5h可為直柱狀，亦可為越靠+D3側或越靠-D3側、直徑越小之錐形狀。第2貫通孔5h之橫剖面(D1-D2剖面)之形狀例如可設為圓形、橢圓形狀、矩形狀或多角形狀(矩形狀除外)。

【0158】

取出導體41及外部電極15之位置亦為任意。於圖3之例中，取出導體41及外部電極15位於第2基板5之第2面5a中之接合於墊電極29之墊用區域5ac之正上方。藉此，例如，將第2基板5之構成簡單化。又，例如，第2貫通孔5h位於重疊於振動部9之位置，因不重疊於框部11，而降低密閉性因第2貫通孔5h而降低之或然率。關於圖3之例之第1貫通孔9h與第2貫通孔5h之位置關係等之細節，於第7.2節中描述。

【0159】

與圖示之例不同，外部電極15(及取出導體41)可配置於墊用區域5ac之正上方以外之其他位置。作為其他位置，例如舉出不重疊於墊電極29但重疊於振動部9之位置、重疊於振動部9與框部11之間之位置、重疊於框部11之位置及/或較框部11靠外周側之位置。於外部電極15(及取出導體41)不與振動部9重疊之態樣中，例如，降低將振子1安裝於未圖示之電路基板等時之應力經由外部電極15及取出導體41傳遞至振動部9之或然率。

【0160】

於如前段落之態樣中，例如，可行的是，第2基板側層23具有自重疊於墊用區域5ac之位置向任意之位置延伸之圖案，於上述任意之位置設置取出導體41及外部電極15。又，例如，可行的是，上述圖案延伸至已述之堡形部，藉由配置於堡形部之導體將外部電極15與墊電極29導通。又，可行的是，將第2基板5由多層基板構成，將外部電極15配置於適宜之位置。

【0161】

(6.構成要素間之位置關係等)

(6.1.第1凹部及振動部之關係)

振動部9例如可與第1凹部14之整體對向(圖1~圖3之例)。進而，藉由將第1基板3與振動部9遍及第1凹部14之全周地接合，而第1凹部14可被封蓋(可被密閉)。

【0162】

不過，振動部9可不將第1凹部14封蓋，亦可不與第1凹部14之整體對向。以下示出例子。

【0163】

圖7係顯示振動部9不將第1凹部14密閉之態樣之例之俯視圖。具體而言，該圖係自+D3側觀察第1基板3及振動部9之圖(第2基板5及框部11省略圖示)。

【0164】

於該例中，振動部9不與第1凹部14之整體對向。甚至，第1基板3與振動部9不遍及第1凹部14之全周地接合。於此態樣中，例如，因第1凹部14內、與振動部9之+D3側之空間(例如第2凹部39內)連通，而兩者之氣壓為同等。其結果，例如，降低氣壓差對振動造成影響之影響。

【0165】

於振動部9不與第1凹部14之整體對向之情形下，兩者之形狀、兩者之尺寸及兩者之位置之關係為任意。於另一觀點中，彼此對向之部分或彼此不對向之部分之形狀及尺寸為任意。於又一觀點中，振動部9於第1凹部14之外周中受第1基板3支持(及/或接合)之區域之形狀及尺寸為任意。

【0166】

例如，於圖7之例中，第1凹部14之未由振動部9覆蓋之部分於D1方

向上隔著振動部9設置於2個部位。於另一觀點中，第1基板3之支持振動部9之區域於第1凹部14之周圍分成2個。與圖示之例不同，第1凹部14之未由振動部9覆蓋之部分可為1處，亦可為3處以上。又，第1凹部14(更詳細而言為其開口(上部))由振動部9覆蓋之面積(於設置後述之第3貫通孔9k之情形下，為第3貫通孔9k之面積除外之面積)例如可未達第1凹部14之面積之1/2，亦可為第1凹部14之面積1/2以上、2/3以上、4/5或9/10以上。

【0167】

又，例如，振動部9與第1凹部14之外周(外周區域3b)重疊之重合區域(或將兩者接合之接合區域)之周向之範圍為任意。例如，重合區域(接合區域)可以振動部9或第1凹部14之外緣之長度(或繞振動部9或第1凹部14之幾何中心之角度範圍)為基準，遍及 30° 以上、 45° 以上、 75° 以上、 100° 以上、 150° 以上、半周(180°)以上、 $3/4$ 周(270°)以上、 $7/8$ 周(315°)以上、或 $15/16$ 周(337.5°)。如為 180° 以上，則可理解為重合區域(接合區域)包圍振動部9之中央或第1凹部14。於圖7之例中，如2個箭頭a5所示，重合區域(接合區域)無須連續，亦包含該區域合計遍及 180° 以上之角度範圍之態樣。

【0168】

圖8A係顯示振動部9不將第1凹部14密閉之態樣之另一例之俯視圖，且係與圖7同樣之圖。圖8B係圖8A之VIIIb-VIIIb線之剖視圖(惟，僅顯示包含第1凹部14之一部分範圍)。

【0169】

於該例中，振動部9具有與第1凹部14之整體對向之空間大小，甚至遍及振動部9之中央(於另一觀點中為第1凹部14)周圍之全周地，振動部9

與第1凹部14之外周(外周區域3b)重合(經接合)。惟，於振動部9設置有於厚度方向貫通振動部9之第3貫通孔9k。藉此，第1凹部14之內部、與振動部9之+D3側之空間(第2凹部39)相通。

【0170】

第3貫通孔9k之數量、位置、形狀及尺寸為任意。例如，第3貫通孔9k可位於第1中間側層25及/或第2中間側層27之配置區域及非配置區域之任一者。第3貫通孔9k可兼作為有助於導通之第1貫通孔9h，亦可不兼作為其。第3貫通孔9k之俯視之形狀可非為狹槽狀(圖示之例)，亦可為狹槽狀。

【0171】

第1凹部14與振動部9之+D3側之空間(第2凹部39)之連通可藉由上述以外之方法來進行。例如，於振動部9與第1凹部14之整體對向之態樣中，可於多功能電極33及/或第1基板側層21設置自第1凹部14之緣部延伸至振動部9之外緣之狹槽，使第1凹部14與振動部9之外周側之空間(振動部9與框部11之間隙)相通。又，可於第1基板3設置延伸至振動部9之外緣之與第1凹部14一體地形成之狹槽SL(參照圖16)。又，第1凹部14與振動部9之+D3側之空間(第2凹部39)之連通可於俯視下在振動部9內之第1凹部14之外側實現。可藉由後述之懸臂樑狀之支持(圖20)，將第1凹部14與外部連通。

【0172】

(6.2.振動部與框部之間隙)

振動部9之外緣與框部11之內緣之距離d1(圖3)之具體的大小為任意。例如，距離d1可未達框部11之寬度(自內緣至外緣之寬度)之1/2，亦

可為1/2以上。又，例如，距離d1可考量於振動部9產生之不必要振動之波長而設定。具體而言，例如如以下般。

【0173】

於對振動部9施加交流電壓時，在振動部9中，產生意圖利用之厚度切變振動以外之不必要振動。作為不必要振動，例如舉出彎曲振動、厚度振動(厚度縱向振動)及輪廓切變振動。彎曲振動例如係振動部9向D3方向撓曲之振動。厚度振動例如係振動部9於厚度方向(D3方向)伸縮之振動。輪廓切變振動例如係於俯視下振動部9之彼此對向之側面彼此滑動之振動。

【0174】

不必要振動於由振動部9之特定之尺寸規定之頻率(波長)下產生共振。於另一觀點中，不必要振動產生以振動方向之振動部9之端部為波節或波腹之駐波。將該駐波之波長設為 λ (可為各種不必要振動之任一者)。此時，距離d1可設為 $n \times \lambda / 4$ (n為自然數)。於d1與 $n \times \lambda / 4$ 相等時，可存在 $\pm \lambda / 16$ 或 $\pm \lambda / 32$ 之誤差。

【0175】

於不必要振動之各種態樣(彎曲振動、厚度振動及輪廓切變振動)各者中，駐波可能產生各種階次。上述之 λ 設為於測定距離d1之方向傳播之各種階次之駐波中最容易與利用對象之厚度切變振動耦合者。此駐波之波長 λ 例如可藉由模擬計算或實驗來求得。又，前段落之關係例如可遍及振動部9之全周地成立，亦可於一部分或大部分(例如1/2周以上或3/4周以上)中成立。

【0176】

如已述般，振動部9與框部11遍及全周地彼此分開。此時，兩者之間隙例如設為空間，且設為真空狀態或存在氣體之狀態。不過，可於兩者之間隙，介置較將振動部9與框部11一體地構成(於另一觀點中為以與兩者相同之材料將兩者連結)之態樣可容許振動部9與框部11之相對變位的材料。該材料例如具有較振動部9、框部11及第1基板3之材料之彈性率(例如楊氏模數)為低之彈性率。

【0177】

(6.3.各種層之尺寸等之關係)

各種層(例如3、5、7、17及19)之尺寸(例如空間大小及厚度)之關係為任意。

【0178】

例如，於圖3之例中，於俯視透視下，第1基板3之外緣遍及全周地位於較第2基板5之外緣靠外側(亦即前者較後者為寬廣)，第2基板5之外緣遍及全周地位於較中間層7之外緣靠外側(亦即前者較後者為寬廣)。與圖3之例不同，例如，可行的是，第1基板3之外緣遍及全周地位於較中間層7及第2基板5之外緣靠外側，且另一方面，中間層7之外緣遍及全周地位於較第2基板5之外緣靠外側。又，該等3層之外緣之位置關係可根據周向之位置而不同。空間大小之差異之程度亦為任意。

【0179】

此處，於第1基板3之外緣位於較中間層7之外緣靠外側時，藉由在單片化時於較中間層7之外緣靠外側進行切割，而可抑制於切割時應力於振動部9施加於中間層7與第1基板3之接合部。根據以上事實，可獲得可靠性高之振子1。

【0180】

又，例如，於圖3之例中，在忽視凹部(14及39)時，第1基板3較第2基板5為厚，第2基板5較中間層7為厚。與圖3之例不同，例如，第2基板5可較第1基板3為厚。又，例如，於圖3之例中，第1金屬層17及第2金屬層19較第1基板3、第2基板5及中間層7為薄。與圖3之例不同，任一金屬層均可較中間層7等為厚。又，例如，第2金屬層19之厚度相對於第1金屬層17之厚度，可更厚(圖3之例)，亦可相同，亦可更薄。於如上述之各種層之厚度有差異之情形下，差異之程度亦為任意。

【0181】

於俯視透視下，第1凹部14之幾何中心可與第1基板3之幾何中心一致，亦可不一致。又，第1基板3及/或第1凹部14之幾何中心與振動部9及/或激勵部9a之幾何中心可一致，亦可不一致。於將厚度切變振動(換言之意圖利用之振動)之波長設為 λ 時，例如，若幾何中心彼此之距離為 $\lambda/4$ 以下，則可理解為兩者一致。

【0182】

(7.振動部與第2基板之電性連接之細節)

(7.1.第2基板之槽)

圖10係圖2之區域X之放大圖。又，圖11係包含圖3之第2墊電極29B之一部分之範圍之放大圖。此外，於圖11中，關於第1金屬層17，省略下層21a之圖示(或實際上不設置下層21a)。又，省略下層27a、上層27b及第1接合層27e之區別之圖示(或實際上設置1層而取代該等3層)。此外，此處，採用第2墊電極29B之連接為例，但第2檢查用電極31B之連接亦為同樣。

【0183】

如該等圖所示，可於台座部5ab之頂面設置環狀之槽43，該環狀之槽43包圍連接於第2墊電極29B之墊用區域5ac。於槽43之內部不設置第2基板側層23。藉此，能夠將第2基板側層23中之位於墊用區域5ac之部分、與第2基板側層23之其他部分分離，對該等部分賦予互不相同之電位。

【0184】

於俯視透視下，台座部5ab之頂面之外緣例如可遍及全周地位於較第2墊電極29B之外緣靠外側(亦即頂面可較第2墊電極29B為寬廣)。又，如圖11中箭頭a1所示，槽43之內緣例如可遍及全周地位於較第2墊電極29B之外緣靠外側(亦即槽43包圍之區域可較第2墊電極29B為寬廣)。根據此位置關係(面積之大小關係)，例如，降低第2基板側層23之應被賦予互不相同之電位之部分彼此因第2墊電極29B而短路之或然率。

【0185】

槽43之具體的形狀及尺寸為任意。例如，槽43可為與台座部5ab之頂面之外緣及/或墊電極29之外緣相似或類似於相似之形狀，亦可為完全不同之形狀。又，例如，槽43之外緣與台座部5ab之外緣之距離、及槽43之內緣與第2墊電極29B距離為任意。槽43之深度可與第2凹部39之深度相同(圖示之例)，亦可不同。槽43之寬度可為一定，亦可非為一定。槽43之側面相對於D3方向可平行，亦可傾斜。

【0186】

如圖4所示，槽43可形成於台座部5ab之周圍。又，可不設置槽43。即便不設置槽43，亦可藉由第2基板側層23之圖案化，將接合於第2墊電極29B之部分與其他部分分離。

【0187】

(7.2.第1貫通孔與第2貫通孔之位置關係)

如圖11所示，設想將第2貫通孔5h設置於墊用區域5ac之正上方之態樣。此時，如箭頭a2及a3所示，於俯視透視下，第1貫通孔9h及第2貫通孔5h可分別具有彼此不重合之部分。該情形下，例如，與將一個貫通孔收設於另一貫通孔之態樣(該態樣亦包含於本揭示之技術)進行比較，期待由振動部9及第2基板5構成之構成之構造性強度提高。此外，於將一貫通孔收設於另一貫通孔之態樣中，期待降低電性損失。

【0188】

第1貫通孔9h及第2貫通孔5h之偏移方向及之偏移量為任意。於圖示之例中，第1貫通孔9h及第2貫通孔5h具有彼此重合之部分。惟，兩者可以不完全重合之方式，彼此位置偏移。

【0189】

(8.關於支持構造之另一例)

如6.1節中所述般，將振動部9與第1凹部14之外周(外周區域3b)接合之接合區域之周向之範圍為任意。由此可導出，振動部9例如可呈懸臂樑狀受支持。以下示出一例。

【0190】

圖18係顯示振動部9呈懸臂樑狀受支持之水晶振子201之分解立體圖，且與圖1對應。圖19係自與圖18不同之方向觀察振子201之分解立體圖，且與圖2對應。圖20係圖18之XX-XX線之剖視圖。

【0191】

中間層7之重疊於第1基板3側之面之第1中間側層25具有位於振動部9

之規定方向(例如長度方向即D2方向)之一端側之2個連接電極33b(圖19及圖20)。於另一觀點中，第1中間側層25中重疊於振動部9且與第1凹部14之外周區域3b對向之部分僅設置於振動部9之一端側，而非設置為包圍第1凹部14。

【0192】

又，第1基板3之重疊於振動部9側之第1面3a之第1基板側層21具有與2個連接電極33b對向之2個連接墊21h(圖18及圖20)。於另一觀點中，第1基板側層21中重疊於外周區域3b且與振動部9對向之部分僅設置於振動部9之一端側，而非設置為包圍第1凹部14。

【0193】

而且，將連接電極33b與連接墊21h接合。振動部9例如遍及第1凹部14之全周地與外周區域3b對向。惟，振動部9與外周區域3b大致以該等導體層之厚度分開，但連接電極33b及連接墊21h之配置區域除外。藉此，振動部9呈懸臂樑狀受第1基板3支持。

【0194】

關於第1基板3之支持已描述，關於第2基板5之支持亦同樣地設為懸臂樑狀。於另一觀點中，振動部9藉由在一端側中被夾於第1基板3及第2基板5之間，而呈懸臂樑狀受支持。

【0195】

具體而言，於中間層7之重疊於第2基板5側之面之第2中間側層27中，2個墊電極29位於振動部9之一端(圖18及圖20)，不設置檢查用電極31。而且，將2個墊電極29與第2基板側層23中重疊於2個墊用區域5ac之區域接合。藉此，振動部9係以與第2基板5以墊電極29及第2基板側層23

之厚度分開之狀態呈懸臂樑狀受支持。

【0196】

於圖示之例中，未設置台座部5ab。於另一觀點中，第2凹部39不包圍台座部5ab，且於俯視透視下具有第1凹部14大致一致之形狀及大小。於俯視透視下無論第1凹部14與第2凹部39是否一致，第1凹部14之形狀及尺寸等之說明均可援用於第2凹部39。此外，可於振子201中設置台座部5ab，相反，可於振子1中省略台座部5ab。

【0197】

2個連接電極33b中之1個經由配線部(符號省略)與第2激勵電極13B連接。又，上述1個連接電極33b經由連接導體37(圖20)與正上方之第2墊電極29B連接。另一連接電極33b可經由連接導體37及正上方之第1墊電極29A與第1激勵電極13A連接，亦可取代第1激勵電極13A而與第2激勵電極13B連接，還可為與任一激勵電極13均不連接之虛設電極。

【0198】

由上述可理解為，用於呈懸臂樑狀進行支持之連接電極33b之具體的數量、位置及形狀等為任意。例如，與圖示之例不同，可僅設置沿D1方向延伸之1個連接電極33b。於圖示之例中，振動部9中之導體(亦包含連接導體37)設為以平行於D2方向之中心線為對稱軸呈180°旋轉對稱之構成。藉此，容易確保振動之對稱性。此外，無論是否為180°旋轉對稱，墊電極29及配線部35之位置、形狀及尺寸等之說明均可援用於連接電極33b及與該連接電極33b相連之配線部。

【0199】

連接墊21h之具體的數量、位置及形狀等亦為任意。於圖示之例中，

連接墊21h之數量、位置及形狀等可為與連接電極33b類似者。惟，例如，若不連接於第2激勵電極13B之連接電極33b為虛設電極，則可設置遍及2個連接電極33b之1個連接墊21h。

【0200】

於圖示之例中，於D3方向觀察，振動部9重疊於第1凹部14之整體。於另一觀點中，於D3方向觀察，振動部9於自呈懸臂樑狀受支持之一端部向另一端部(自由端)之方向上，自第1凹部14之一側之外側遍及至第1凹部14之另一側之外側。於又一觀點中，於D3方向觀察，第1凹部14不重疊於振動部9之上述另一端部(自由端)。惟，與圖示之例不同，可行的是，第1凹部4重疊於自由端，及/或如圖7例示般第1凹部14重疊於振動部9之D1方向之兩側之緣部。

【0201】

與圖示之例不同，振動部9可其整體與第2基板5分開，而非被夾於第1基板3與第2基板5之間。該情形下，例如，可行的是，第2基板側層23不具有重疊於墊用區域5ac之部分，振動部9不接合於第2基板5。可使第2凹部39較振動部9為寬廣，將第2基板5與振動部9相離。而且，將2個取出導體41及2個外部電極15於第1基板3中設置於2個連接墊21h之正下方。

【0202】

圖18～圖20之例所示之各種特徵可適宜地適用於具有懸臂樑狀之支持構造以外之支持構造之振子。例如，圖18～圖20之例之位於振動部9之下表面之導體層設為具有第2激勵電極13B、配線部及連接電極33b之圖案，而非整體狀圖案(多功能電極33)。此態樣可適用於被兩端支持之振動部9。例如，2個連接電極33b可相對於第2激勵電極13B位於D2方向之兩

側。

【0203】

(9.振子之製造方法)

具有以上之構成之振子1(及201)可藉由各種製造方法來製作。以下示出一例。

【0204】

圖12A～圖15C係說明振子1之製造方法之一例之示意性剖視圖。製造之工序基本上自圖12A向圖15C依序進行。

【0205】

圖12A～圖15C例如顯示對於包含複數個第1基板3之晶圓、包含複數個第2基板5之晶圓及包含複數個中間層7之晶圓之加工工序。惟，於該等圖中，方便上，僅顯示1個第1基板3、1個第2基板5及1個中間層7。又，關於以下所述之一部分之符號，方便上，意欲參照其他圖式。

【0206】

於該等圖中，採用振動部9遍及第1凹部14之全周地受支持之態樣為例。振動部9之正反之導通採用圖6C所示之振動部9之側面中之導通為例。又，作為第2中間側層27，採用具有厚度互不相同之區域者為例。此外，此處例中未採用之態樣之製造方法能夠根據以下說明之製造方法而類推出。

【0207】

如圖12A所示，首先，將包含複數個第1基板3之晶圓、與包含中間層7之晶圓藉由第1金屬層17來接合(第1接合步驟之一例)。更詳細而言，例如，如圖3所示，將第1基板側層21與第1中間側層25藉由加壓及加熱來

接合。於該階段中，在中間層7中，振動部9與框部11成為一體，且不配置第1中間側層25以外之導體。又，第1基板側層21擴展至第1基板3之中間層7側之面(第1面3a)之整體。此外，於振子201而非振子1之情形下，在接合前，將第1基板側層21及第1中間側層25圖案化。

【0208】

其次，如圖12B所示，將中間層7減薄。該工序例如可包含：藉由研磨或濕式蝕刻來大幅度減薄之工序、及藉由電漿CVM來高精度減薄之工序。藉由該減薄之工序，例如，中間層7設為與意圖利用之頻率相應之最終之厚度。中間層7因在由第1基板3之晶圓支持之晶圓之狀態下被蝕刻，而容易加工為極薄。

【0209】

其次，如圖12C所示，進行中間層7之蝕刻(例如濕式蝕刻，以下，如無特別異議，則關於其他層亦為同樣)，形成振動部9及框部11之外形(蝕刻步驟之一例)。又，形成成為第2中間側層27之一部分之電極層27c。電極層27c例如可設為包含圖3之例之下層27a及上層27b之構成。電極層27c於該階段中可具有與振動部9及框部11之平面形狀相同之形狀。振動部9及框部11之蝕刻與電極層27c之圖案化可同時進行，亦可將前者先於後者而進行。

【0210】

其次，如圖13A所示，成膜成為第2中間側層27之另一部分之接合層27d。接合層27d例如係與圖3之例之第1接合層27e及第2接合層27f對應之層。接合層27d例如係與第2基板側層23直接相接而接合之層，由提高強度、或作為障壁層發揮功能之材料構成(例如Ti/Au之積層構造)。

【0211】

其次，如圖13B所示，於振動部9之上表面中之成為墊電極29及檢查用電極31之區域除外之區域中藉由蝕刻去除接合層27d，使電極層27c露出。

【0212】

其次，如圖13C所示，藉由蝕刻，於振動部9中之不配置第2中間側層27之區域、振動部9與框部11之間、及框部11之外側，去除電極層27c、接合層27d及/或第1金屬層17。此時，藉由電極層27c將第1激勵電極13A及配線部35圖案化。又，第1基板側層21被分離成內側區域21e與外側區域21f。

【0213】

與圖12A～圖13C所示之工序並行地，如圖14A所示，製作第2基板5。例如，對於平板狀之晶圓進行蝕刻，形成第2凹部39。此外，此處，第2凹部39之俯視之形狀設為如框狀區域5aa(與框部11接合之區域)與台座部5ab相連，且於框狀區域5aa之外側進一步形成框狀之區域的形狀。

【0214】

其次，如圖14B所示，將成為第2基板側層23之一部分之金屬層23c成膜並圖案化。於圖示之例中，金屬層23c與圖3不同，僅設置於第2基板5之中間層7側之面(第2面5a)中與中間層7接合之區域。金屬層23c例如可設為包含圖3之例之下層23a及上層23b之構成，進而可包含障壁層。

【0215】

其次，如圖14C所示，將成為第2基板側層23之另一部分之接合層23d成膜並圖案化。於圖示之例中，接合層23d與上述之金屬層23c同樣，

僅設置於與中間層7接合之區域。接合層23d例如可採用容易進行AuSn合金等之接合之材料。

【0216】

雖未特別圖示，但可於第2基板側層23之形成後，藉由蝕刻來形成槽43。此時，重疊於成為槽43之區域之第2基板側層23亦一起被去除。

【0217】

之後，如圖15A所示，將中間層7與第2基板5藉由第2金屬層19來接合(第2接合步驟之一例)。更詳細而言，將第2基板側層23與第2中間側層27藉由加壓及加熱來接合。可將第2基板側層23與第2中間側層27之表面活化等，並於常溫下接合。

【0218】

其次，如圖15B所示，將第2基板5藉由研磨或蝕刻來減薄。藉此，第2基板5設為最終之厚度。

【0219】

其次，如圖15C所示，於第2基板5形成第2貫通孔5h，且設置取出導體41及外部電極15。之後，雖未特別圖示，但3層晶圓藉由切割等而單片化。藉此，製作振子1。

【0220】

此外，於第2基板5之-D3側之面，在框狀區域5aa之外側亦形成有框狀之凹部。若於形成第2貫通孔5h時，在與該凹部於俯視下重疊之部分中進行自+D3側之面形成貫通孔之加工，則將第2基板5單片化。該情形下，無須將3層晶圓集中切割，而生產效率變高。進而，由於在切割時應力不施加於第2基板5與中間層7之接合部，故可獲得可靠性高之振子1。

【0221】**(10.實施形態之總結)**

如以上般，實施形態之振動裝置(水晶振子1)具有第1基板3、第2基板5、中間層7、及激勵電極13。第1基板3具有第1面3a。第2基板5具有與第1面3a對向之第2面5a。中間層7位於第1面3a與第2面5a之間。第1面3a具有第1凹部14。中間層7具有振動部9及框部11。振動部9具有供激勵電極13位在之激勵部9a。激勵部9a與第1凹部14(其至少一部分)對向。框部11於俯視下包圍振動部9，且接合於第1面3a及第2面5a。框部11包含材料與振動部9所包含之層相同之層。振動部9之外緣遍及其全周地與框部11分開。振動部9接合於第1面3a中之第1凹部14之外周區域3b。

【0222】

因此，例如，如實施形態之概要之說明所述般，降低振動部9之振動向框部11洩漏之或然率。且，因振動部9受外周區域3b支持，而謀求支持構造之簡單化、及/或支持位置之設計之自由度之提高。

【0223】

振動部9於俯視下可遍及繞振動部9之中心(幾何中心)之180°以上之角度範圍地接合於外周區域3b。

【0224】

該情形下，振動部9可謂遍及其周向之寬廣之範圍地受支持。因此，例如，降低振動部9之翹曲及/或撓曲，期待振子1之特性穩定。

【0225】

振動裝置(振子1)可具有第1金屬層17、及第2金屬層19。第1金屬層17可介置於振動部9與第1面3a之間並將兩者接合，又，可介置於框部11

與第1面3a之間並將兩者接合。第2金屬層19可介置於框部11與第2面5a之間並將兩者接合。

【0226】

該情形下，例如，與進行直接接合之態樣進行比較，將接合容易化。又，例如，可將激勵電極13等之電極所利用之金屬層利用於接合。

【0227】

振動裝置(振子1)可具有墊電極29。墊電極29可相對於振動部9位於第2面5a之側，且與激勵電極13電性連接。第2面5a可具有框狀區域5aa、墊用區域5ac、及第2凹部39。框狀區域5aa可接合於框部11。墊用區域5ac可接合於墊電極29。第2凹部39可由框狀區域5aa包圍，包圍墊用區域5ac，且與激勵部9a對向。

【0228】

該情形下，例如，如已述般，可將激勵部9a之振動容易化，或提高將墊電極29與第2基板側層23接合時之接觸壓力。

【0229】

第2面5a可具有由第2凹部39包圍之台座部5ab。台座部5ab可具有包含接合於墊電極29之墊用區域5ac之頂面。台座部5ab之頂面、或第2凹部39之底面可於俯視透視下具有包圍墊用區域5ac及墊電極29之槽43。

【0230】

該情形下，例如，如參照圖4、圖10及圖11所說明般，降低產生非意圖之短路之或然率。藉由與台座部5ab組合，而將第2基板側層23之墊用區域5ac上之部分與第2基板側層23之其他部分絕緣之效果提高。

【0231】

振動裝置(振子1)可具有重疊於第2面5a之第2金屬層19。第2金屬層19可與激勵部9a之整體對向，進而，可與振動部9之外緣、框部11、以及振動部9與框部11之間隙對向。於另一觀點中，例如，第2金屬層19可大致擴展至第2面5a之整體。

【0232】

該情形下，例如，第2金屬層19容易作為屏蔽及/或補強材發揮功能。又，於製造過程等中，降低自第2基板5向振動部9之周圍之空間放出氣體之或然率。

【0233】

振動裝置(振子1)可具有第1金屬層17及第2金屬層19。第1金屬層17可於振動部9與第1面3a之間與兩者相接，又，可介置於框部11與第1面3a之間並與兩者相接。第2金屬層19可於框部11與第2面5a之間與兩者相接。第2基板5之厚度可較第1基板3之厚度為薄。第2金屬層19之厚度可較第1金屬層17之厚度為厚。

【0234】

該情形下，例如，藉由第1基板3較第2基板5為厚，而外部之應力不易傳遞至於第1凹部14之外周中受支持之振動部9。其結果，降低振動部9之特性降低之或然率。於另一觀點中，藉由將第2基板5減薄，可維持振動部9之特性，且謀求薄型化。而且，相對較厚之第2金屬層19對相對較薄之第2基板5之強度進行補強。其結果，作為振子1整體之強度提高。

【0235】

振動部9可自與第1凹部14對向之區域(其至少一部分)遍及於與外周區域3b對向之區域(其至少一部分)為一定之厚度。換言之，振動部9可具

有以一定之厚度跨及第1凹部14與外周區域3b之邊界之部分。例如，振動部9可其整體為一定之厚度。此外，此時，第1貫通孔9h等之振動部9中之特異部分可不予考量。

【0236】

於第1凹部14與外周區域3b之邊界中，在振動部9容易產生應力集中。另一方面，於前段落所述之構成中，在振動部9中，和與第1凹部14對向之區域較與外周區域3b對向之區域為薄之態樣(該態樣亦包含於本揭示之技術)進行比較，緩和上述邊界中之應力集中。其結果，例如，對於衝擊之耐性提高。又，可減少因應力所致之溫度特性變化。

【0237】

振動裝置(振子1)可具有相對於振動部9重疊於第1面3a之側之第3金屬層(第1中間側層25，於另一觀點中為多功能電極33)。第1中間側層25於俯視透視下可跨及第1凹部14與外周區域3b之邊界，又，跨及上述邊界之部分可遍及繞第1凹部14之中心(幾何中心)之 30° 以上、 45° 以上、 75° 以上、 100° 以上、 150° 以上、或 180° 以上之角度範圍，無須連續，亦包含該區域合計遍及上述之角度範圍之態樣。

【0238】

該情形下，例如，與多功能電極33非為整體狀圖案，而自第2激勵電極13B延伸之配線部跨及第1凹部14與外周區域3b之邊界之態樣(該態樣亦包含於本揭示之技術)進行比較，第1中間側層25介置於上述邊界與振動部9之間之長度變長。另一方面，於第1中間側層25中，期待緩和因上述邊界而於振動部9產生之應力之效果。因此，例如，降低非意圖之應力於振動部9產生之或然率，甚至，發揮振動部9之特性提高、及/或對於衝擊之

耐性提高之效果。

【0239】

振動裝置(振子1)可具有第1金屬層17，該第1金屬層17介置於中間層7與第1面3a之間並將兩者接合。第1金屬層17可包含重疊於振動部9及框部11之第3金屬層(例如圖3之第1中間側層25(或下層25a或上層25b))。第1中間側層25可將重疊於振動部9之部分(多功能電極33)與重疊於框部11之部分由同一材料及同一厚度構成，又可包含重疊於激勵部9a之部分。此處，同一材料無須完全相同，即便存在材料及製造上之不可避免之不同及雜質濃度之不同亦包含在內。同一厚度無須完全相同，例如，意指重疊於框部11之部分之厚度(例如平均值)與重疊於振動部9之部分之厚度(例如平均值)之差在後者之厚度之 $\pm 5\%$ 以內。

【0240】

該情形下，例如，作為第2激勵電極13B而利用之第1中間側層25(或下層25a或上層25b)亦被利用於框部11與第1基板3之接合。其結果，例如，將構成簡單化。

【0241】

振動裝置(振子1)可具有第1金屬層17，該第1金屬層17於中間層7與第1面3a之間與兩者相接。第1金屬層17之厚度可較激勵部9a之厚度為薄。

【0242】

該情形下，例如，可藉由將第1金屬層17減薄，來將振子1薄型化。於實施形態中，因藉由第1凹部14來確保激勵部9a與第1面3a(第1凹部14之底面)之距離，而可將第1金屬層17減薄，而無須增厚第1金屬層17來確

保兩者之距離。此外，如已述般，於利用厚度切變振動之態樣中，與高頻率對應之激勵部9a極薄。與使用較如此薄之激勵部9a為薄之第1金屬層17之情形下，上述效果變高。

【0243】

激勵電極13(第1激勵電極13A)可位於振動部9之第2基板5之側之面，又，可於俯視透視下收設於第1凹部14。

【0244】

該情形下，例如，降低激勵部9a之振動由第1凹部14之緣部規制之或然率，或降低規制之程度。其結果，例如，振動部9之特性提高。

【0245】

振動裝置(振子1)可具有重疊於第1凹部14之底面之第4金屬層(第1基板側層21)。

【0246】

該情形下，例如，由第1基板側層21實現之屏蔽及/或作為補強材之效果提高。又，例如，於製造過程中，減少自第1基板3向振動部9之周圍之空間放出之氣體。

【0247】

振動裝置(振子1)可具有第4金屬層(第1基板側層21)，該第4金屬層(第1基板側層21)自第1凹部14之側面遍及於外周區域3b地重疊於第1基板3(圖4)。

【0248】

該情形下，例如，發揮與第1基板側層21重疊於第1凹部14之底面之情形之已述之效果同樣之效果。又，例如，藉由第1基板側層21介置於第

1凹部14之緣部與振動部9之間，而期待降低因上述緣部而於振動部9產生之應力。

【0249】

於俯視透視下，框部11之外緣及第2基板5之外緣可遍及全周地位於較第1基板3之外緣靠內側。

【0250】

該情形下，例如，對於來自外周側之接觸，可藉由第1基板3之外周面來保護框部11及第2基板5之外周面。因此，例如，藉由使第1基板3相對地增厚，不僅可如已述般降低接合於第1基板3之振動部9之變形之或然率，亦可提高振子1之對於自外周側之接觸之耐性。又，例如，於製造過程中，容易自第2基板5之側切割第1基板3。

【0251】

振動部9及激勵電極13可具有利用厚度切變振動之構成。第1凹部14可於俯視下具有以厚度切變振動之方向為長度方向之橢圓狀之形狀。

【0252】

該情形下，第1凹部14可具有與厚度切變振動之能量被限制之形狀類似之形狀。因此，例如，維持振動部9之特性，且減小第1凹部14之面積，容易確保第1基板3之強度。

【0253】

振動部9之側面可具有越靠第1基板3之側、則越位靠振動部9之外周側之傾斜面。

【0254】

該情形下，例如，可增大振動部9與第1基板3之接合面積。又，例

如，形成自振動部9之+D3側重疊於振動部9之側面之連接層38(可與第2中間側層27一起形成)，於使第2中間側層27與第1金屬層17導通時，容易成膜連接層38。於另一觀點中，由連接層38實現之導通之可靠性提高。

【0255】

振動部9與框部11之間隔可為將作為激勵部9a中之不必要振動之彎曲振動、厚度振動及輪郭滑動振動之至少1個振動之 $1/4$ 波長乘以自然數而得之長度($n \times \lambda / 4$)。

【0256】

該情形下，例如，可降低不必要振動之影響。振動部9之振動之一部分經由第1基板3到達框部11。藉由該振動於框部11反射而向振動部9返回而來，而可降低振動之損失，可產生有效率之振動。

【0257】

振動部9可具有第1貫通孔9h，該第1貫通孔9h係供將該振動部9之第1基板3之側與振動部9之第2基板5之側導通之導體(連接導體37)位在。第1基板3或第2基板5之一基板(圖示之例中為第2基板5)可具有第2貫通孔5h，該第2貫通孔5h係供將該一基板之中間層7之側與該一基板之中間層7的相反側導通之導體(取出導體41)位在。於俯視透視下第1貫通孔9h及第2貫通孔5h可分別具有彼此不重合之部分。

【0258】

該情形下，如參照圖11所說明般，期待振子1之構造型強度提高。

【0259】

振動部9可具有第1貫通孔9h，該第1貫通孔9h係供將該振動部之第1基板3之側與振動部9之第2基板5之側導通之導體位在。第1貫通孔9h於振

動部9之俯視下可具有第1方向(D1方向)之長度較與第1方向正交之第2方向(D2方向)之長度為長之形狀。又，第1貫通孔9h可為越靠第1基板3之側、直徑越小之錐形狀。與第1方向正交之剖面中之錐形角 $\theta 1$ 可大於與第2方向正交之剖面中之錐形角 $\theta 2$ 。

【0260】

該情形下，例如，如已述般，關於第1貫通孔9h之內面相對於振動部9之+D3側之面之傾斜角，與長度方向(D1方向)正交之縱剖面中之2個內面之平均較與短向方向正交之縱剖面中之2個內面之平均為小。因此，例如，與長度方向正交之縱剖面中之內面平均在自+D3側成膜導體時更容易成膜。藉由此縱剖面中之內面於俯視下確保為較長，而於整體上導通之可靠性提高。

【0261】

又，如圖17A所示，振動部9可具有個別構體之分割部SP。分割部SP與第1基板3之接合可與其他例之振動部9與第1基板3之接合同樣地進行。

【0262】

第1激勵電極13A具備於俯視下自與第1凹部14重疊之部分引出至外側之細幅部。於分割部SP中，第1墊電極29A位於+D3側之面。第1墊電極29A經由第1貫通孔9h電性連接於第1中間側層25。

【0263】

而且，如圖17B所示，與第1墊電極29A(亦即與第1激勵電極13A電性連接之電極)對應之台座部5ab之面積大於與第2墊電極29B對應之台座部5ab。亦即，在與細幅部、第1墊電極29A之對應之區域連續形成台座部5ab。而且，藉由位於台座部5ab上之第2基板側層23，電性連接細幅部與

第1墊電極29A。

【0264】

藉由此構成，可減小細幅部之面積藉此，可減小由第1中間側層25與細幅部形成之電容，可提供特性優異之振子1。

【0265】

又，於上述之例中，在將中間層7與第1基板3接合之後將中間層7薄層化，但可藉由使用預先薄層化之膜狀之中間層7，而省略接合後之厚度調整工序。

【0266】

水晶振子1之製造方法例如可具有第1接合步驟(圖12A)、蝕刻步驟(圖12C)、及第2接合步驟(圖15A)。於第1接合步驟中，對於具有第1凹部14之第1面3a，接合振動部9與框部11成為一體之狀態之中間層7。於蝕刻步驟中，在第1接合步驟之後，蝕刻中間層7，使振動部9之外緣遍及其全周地與框部11分開。於第2接合步驟中，在蝕刻步驟之後對於中間層7接合第2面5a。

【0267】

該情形下，例如，如實施形態之概要之說明所述般，因將振動部9及框部11成為一體之狀態之中間層7重疊於第1基板3而進行振動部9之加工，而降低振動部9之翹曲及/或撓曲，期待振子1之特性穩定。

【0268】

於以上之實施形態中，水晶振子1係振動裝置之一例。第1中間側層25係第3金屬層之一例。第1基板側層21係第4金屬層之一例。D1方向係第1方向之一例。D2方向係第2方向之一例。

【0269】

本揭示之技術不限定於上述之實施形態，可以各種態樣實施。

【0270】

例如，振動裝置不限定於振子。例如，振動裝置可為具有對振動部施加電壓而產生振盪信號之振盪電路的振盪器。該情形下，例如，可對於第1基板及/或第2基板，於振動裝置之內部側或外部側安裝IC(integrated circuit，積體電路)。或，可向由半導體構成之第1基板及/或第2基板注入摻雜物，或形成電極，而形成振盪電路。或，可由多層基板構成第1基板及/或第2基板，並內置振盪電路。又，例如，振動裝置可為被利用於濾波等之振盪信號之產生以外之用途。

【0271】

自本揭示可擷取以下之概念。

(概念1)

一種振動裝置，其具有：

第1基板，其具有第1面；

第2基板，其具有與前述第1面對向之第2面；

中間層，其位於前述第1面與前述第2面之間；及

激勵電極；且

前述第1面具有第1凹部；

前述中間層具有：

振動部，其具有供前述激勵電極位在之激勵部，且前述激勵部與前述第1凹部對向；及

框部，其於俯視下包圍前述振動部，接合於前述第1面及前述第2

面；

前述框部包含材料與前述振動部所包含之層相同之層；

前述振動部之外緣遍及其全周地與前述框部分開；

前述振動部接合於前述第1面中之前述第1凹部之外周區域。

(概念2)

如概念1之振動裝置，其具有：

第1金屬層，其介置於前述振動部與前述第1面之間並將兩者接合，且介置於前述框部與前述第1面之間並將兩者接合；及

第2金屬層，其介置於前述框部與前述第2面之間並將兩者接合。

(概念3)

如概念1或2之振動裝置，其具有墊電極，該墊電極相對於前述振動部位於前述第2面之側，且與前述激勵電極電性連接；且

前述第2面具有：

框狀區域，其接合於前述框部；

墊用區域，其接合於前述墊電極；及

第2凹部，其由前述框狀區域包圍，包圍前述墊用區域，且與前述激勵部對向。

(概念4)

如概念3之振動裝置，其中前述第2面具有由前述第2凹部包圍之台座部；且

前述台座部具有包含前述墊用區域之頂面；

前述台座部之頂面、或前述第2凹部之底面具有於俯視透視下包圍前述墊用區域及前述墊電極之槽。

(概念5)

如概念1至4中任一項之振動裝置，其具有重疊於前述第2面之第2金屬層；且

前述第2金屬層與前述激勵部之整體對向，且與前述振動部之外緣、前述框部、以及前述振動部與前述框部之間隙對向。

(概念6)

如概念1至5中任一項之振動裝置，其具有：

第1金屬層，其於前述振動部與前述第1面之間與兩者相接，且於前述框部與前述第1面之間與兩者相接；及

第2金屬層，其於前述框部與前述第2面之間與兩者相接；且

前述第2基板之厚度較前述第1基板之厚度為薄；

前述第2金屬層之厚度較前述第1金屬層之厚度為厚。

(概念7)

如概念1至6中任一項之振動裝置，其中前述振動部自與前述第1凹部對向之區域遍及於與前述外周區域對向之區域具有一定之厚度。

(概念8)

如概念1至7中任一項之振動裝置，其具有第1金屬層，該第1金屬層介置於前述中間層與前述第1面之間並將兩者接合；且

前述第1金屬層包含重疊於前述振動部及前述框部之第3金屬層；

前述第3金屬層將重疊於前述振動部之部分與重疊於前述框部之部分由同一材料及同一厚度構成，且包含重疊於前述激勵部之部分。

(概念9)

如概念1至8中任一項之振動裝置，其具有第1金屬層，該第1金屬層

於前述中間層與前述第1面之間與兩者相接；且

前述第1金屬層之厚度較前述激勵部之厚度為薄。

(概念10)

如概念1至9中任一項之振動裝置，其中前述激勵電極位於前述振動部之前述第2基板之側之面，且於俯視透視下收設於前述第1凹部。

(概念11)

如概念1至10中任一項之振動裝置，其具有重疊於前述第1凹部之底面之第4金屬層。

(概念12)

如概念1至11中任一項之振動裝置，其具有第4金屬層，該第4金屬層自前述第1凹部之側面遍及於前述外周區域地重疊於前述第1基板。

(概念13)

如概念1至12中任一項之振動裝置，其中於俯視透視下，前述框部之外緣及前述第2基板之外緣遍及全周地位於較前述第1基板之外緣靠內側。

(概念14)

如概念1至13中任一項之振動裝置，其中前述振動部及前述激勵電極具有利用厚度切變振動之構成；且

前述第1凹部於俯視下具有以厚度切變振動之方向為長度方向之橢圓狀之形狀。

(概念15)

如概念1至14中任一項之振動裝置，其中前述振動部之側面具有越靠前述第1基板之側、則越位靠前述振動部之外周側之傾斜面。

(概念16)

如概念1至15中任一項之振動裝置，其中前述振動部與前述框部之間隔係將作為前述激勵部中之不必要振動之彎曲振動、厚度振動及輪廓滑動振動之至少1個振動之1/4波長乘以自然數而得之長度。

(概念17)

如概念1至16中任一項之振動裝置，其中前述振動部具有第1貫通孔，該第1貫通孔係供將該振動部之前述第1基板之側與該振動部之前述第2基板之側導通之導體位在；且

前述第1基板或前述第2基板之一基板具有第2貫通孔，該第2貫通孔係供將該一基板之前述中間層之側與該一基板之前述中間層的相反側導通之導體位在；

於俯視透視下前述第1貫通孔及前述第2貫通孔分別具有彼此不重合之部分。

(概念18)

如概念1至17中任一項之振動裝置，其中前述振動部具有第1貫通孔，該第1貫通孔係供將該振動部之前述第1基板之側與該振動部之前述第2基板之側導通之導體位在；且

前述第1貫通孔，

於前述振動部之俯視下具有第1方向之長度較與前述第1方向正交之第2方向之長度為長之形狀，且

為越靠前述第1基板之側、直徑越小之錐形狀；

與前述第1方向正交之剖面中之錐形角大於與前述第2方向正交之剖面中之錐形角。

(概念19)

如概念8之振動裝置，其中前述框部與前述振動部為相同之材料且為大致同一厚度；且

前述激勵電極位於前述振動部之前述第1基板之側與前述第2基板之側；

前述第3金屬層包含前述激勵電極中位於前述第1基板之側者。

(概念20)

如概念1至19中任一項之振動裝置，其中前述振動部於俯視下遍及繞前述振動部之中心之 180° 以上之角度範圍地接合於前述外周區域。

(概念21)

如概念1至20中任一項之振動裝置，其具有第3金屬層，該第3金屬層相對於前述振動部重疊於前述第1面之側；且

前述第3金屬層於俯視透視下跨及前述第1凹部與前述外周區域之邊界，且跨及前述邊界之部分遍及繞前述第1凹部之中心之 180° 以上之角度範圍。

(概念22)

一種振動裝置之製造方法，其係用於製造如概念1至21中任一項之振動裝置者，且包含：

第1接合步驟，其對於具有前述第1凹部之前述第1面，接合前述振動部與前述框部成為一體之狀態之前述中間層；

蝕刻步驟，其於前述第1接合步驟之後，蝕刻前述中間層，使前述振動部之外緣遍及其全周地與前述框部分開；及

第2接合步驟，其於前述蝕刻步驟之後，對於前述中間層接合前述第2面。

【0272】

自本揭示能夠擷取與上述不同之概念。例如，於上述之概念1中以框部與振動部具有相同之材料之層為要件，但可擷取不以相同之材料之層為要件之概念。如此般擷取之概念例如可以概念2~21之事項為特徵。

【符號說明】**【0273】**

1:水晶振子(振動裝置)/振子

3:第1基板

3a:第1面

3b:外周區域

5:第2基板

5a:第2面

5aa:框狀區域

5ab:台座部

5ac:墊用區域

5h:第2貫通孔

7:中間層

9, 9A:振動部

9a:激勵部

9h:第1貫通孔

9k:第3貫通孔

11:框部

13:激勵電極

13A:第1激勵電極/導體/導體層

13B:第2激勵電極

14:第1凹部

15:外部電極

15A:第1外部電極

15B:第2外部電極

17:第1金屬層

19:第2金屬層

21:第1基板側層

21a, 23a, 25a, 27a:下層

21b, 23b, 25b, 27b:上層

21e:內側區域

21f:外側區域

21h:連接墊

23:第2基板側層

23c:金屬層

23d:接合層

25:第1中間側層

27:第2中間側層

27c:電極層

27d:接合層

27e:第1接合層

27f:第2接合層

29:墊電極/導體/導體層

29A:第1墊電極

29B:第2墊電極

31:檢查用電極/導體/導體層

31A:第1檢查用電極

31B:第2檢查用電極

33:多功能電極/導體層

33a:外側電極

33b:連接電極

35:配線部/導體/導體層

37:連接導體

38:連接層

39:第2凹部

41:取出導體

43:槽

201:水晶振子/振子

a1, a2, a3, a5:箭頭

D1, D2, D3:方向

d1:距離

III-III, VIa-VIa, VIb-VIb, VIIIb-VIIIb, XX-XX:線

SL:狹槽

SP:分割部

X:區域

$\theta 1$, $\theta 2$:錐形角度/錐形角

$\theta 3$, $\theta 4$:傾斜角度/角度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種振動裝置，其具有：

第1基板，其具有第1面；

第2基板，其具有與前述第1面對向之第2面；

中間層，其位於前述第1面與前述第2面之間；及

激勵電極；且

前述第1面具有第1凹部；

前述中間層具有：

振動部，其具有供前述激勵電極位在之激勵部，且前述激勵部與前述第1凹部對向；及

框部，其於俯視下包圍前述振動部，接合於前述第1面及前述第2面；

前述框部包含材料與前述振動部所包含之層相同之層；

前述振動部之外緣遍及其全周地與前述框部分開；

前述振動部接合於前述第1面中之前述第1凹部之外周區域。

【請求項2】

如請求項1之振動裝置，其具有：

第1金屬層，其介置於前述振動部與前述第1面之間並將兩者接合，且介置於前述框部與前述第1面之間並將兩者接合；及

第2金屬層，其介置於前述框部與前述第2面之間並將兩者接合。

【請求項3】

如請求項1或2之振動裝置，其具有墊電極，該墊電極相對於前述振

動部位於前述第2面之側，且與前述激勵電極電性連接；且

前述第2面具有：

框狀區域，其接合於前述框部；

墊用區域，其接合於前述墊電極；及

第2凹部，其由前述框狀區域包圍，包圍前述墊用區域，且與前述激勵部對向。

【請求項4】

如請求項3之振動裝置，其中前述第2面具有由前述第2凹部包圍之台座部；且

前述台座部具有包含前述墊用區域之頂面；

前述台座部之頂面、或前述第2凹部之底面具有於俯視透視下包圍前述墊用區域及前述墊電極之槽。

【請求項5】

如請求項1或2之振動裝置，其具有重疊於前述第2面之第2金屬層；且

前述第2金屬層與前述激勵部之整體對向，且與前述振動部之外緣、前述框部、以及前述振動部與前述框部之間隙對向。

【請求項6】

如請求項1或2之振動裝置，其具有：

第1金屬層，其於前述振動部與前述第1面之間與兩者相接，且於前述框部與前述第1面之間與兩者相接；及

第2金屬層，其於前述框部與前述第2面之間與兩者相接；且

前述第2基板之厚度較前述第1基板之厚度為薄；

前述第2金屬層之厚度較前述第1金屬層之厚度為厚。

【請求項7】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述振動部自與前述第1凹部對向之區域遍及於與前述外周區域對向之區域具有一定之厚度。

【請求項8】

如請求項1或2之振動裝置，其具有第1金屬層，該第1金屬層介置於前述中間層與前述第1面之間並將兩者接合；且

前述第1金屬層包含重疊於前述振動部及前述框部之第3金屬層；

前述第3金屬層將重疊於前述振動部之部分與重疊於前述框部之部分由同一材料及同一厚度構成，且包含重疊於前述激勵部之部分。

【請求項9】

如請求項1或2之振動裝置，其具有第1金屬層，該第1金屬層於前述中間層與前述第1面之間與兩者相接；且

前述第1金屬層之厚度較前述激勵部之厚度為薄。

【請求項10】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述激勵電極位於前述振動部之前述第2基板之側之面，且於俯視透視下收設於前述第1凹部。

【請求項11】

如請求項1或2之振動裝置，其具有重疊於前述第1凹部之底面之第4金屬層。

【請求項12】

如請求項1或2之振動裝置，其具有第4金屬層，該第4金屬層自前述第1凹部之側面遍及於前述外周區域地重疊於前述第1基板。

【請求項13】

如請求項1或2之振動裝置，其中於俯視透視下，前述框部之外緣及前述第2基板之外緣遍及全周地位於較前述第1基板之外緣靠內側。

【請求項14】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述振動部及前述激勵電極具有利用厚度切變振動之構成；且

前述第1凹部於俯視下具有以厚度切變振動之方向為長度方向之橢圓狀之形狀。

【請求項15】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述振動部之側面具有越靠前述第1基板之側、則越位靠前述振動部之外周側之傾斜面。

【請求項16】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述振動部與前述框部之間隔係將作為前述激勵部中之不必要振動之彎曲振動、厚度振動及輪廓滑動振動之至少1個振動之1/4波長乘以自然數而得之長度。

【請求項17】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述振動部具有第1貫通孔，該第1貫通孔係供將該振動部之前述第1基板之側與該振動部之前述第2基板之側導通之導體位在；且

前述第1基板或前述第2基板之一基板具有第2貫通孔，該第2貫通孔係供將該一基板之前述中間層之側與該一基板之前述中間層的相反側導通之導體位在；

於俯視透視下前述第1貫通孔及前述第2貫通孔分別具有彼此不重合

之部分。

【請求項18】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述振動部具有第1貫通孔，該第1貫通孔係供將該振動部之前述第1基板之側與該振動部之前述第2基板之側導通之導體位在；且

前述第1貫通孔，

於前述振動部之俯視下具有第1方向之長度較與前述第1方向正交之第2方向之長度為長之形狀，且

為越靠前述第1基板之側、直徑越小之錐形狀；

與前述第1方向正交之剖面中之錐形角大於與前述第2方向正交之剖面中之錐形角。

【請求項19】

如請求項8之振動裝置，其中前述框部與前述振動部為相同之材料且為大致同一厚度；且

前述激勵電極位於前述振動部之前述第1基板之側與前述第2基板之側；

前述第3金屬層包含前述激勵電極中位於前述第1基板之側者。

【請求項20】

如請求項1或2之振動裝置，其中前述振動部於俯視下遍及繞前述振動部之中心之 180° 以上之角度範圍地接合於前述外周區域。

【請求項21】

如請求項1或2之振動裝置，其具有第3金屬層，該第3金屬層相對於前述振動部重疊於前述第1面之側；且

前述第3金屬層於俯視透視下跨及前述第1凹部與前述外周區域之邊界，且跨及前述邊界之部分遍及繞前述第1凹部之中心之 180° 以上之角度範圍。

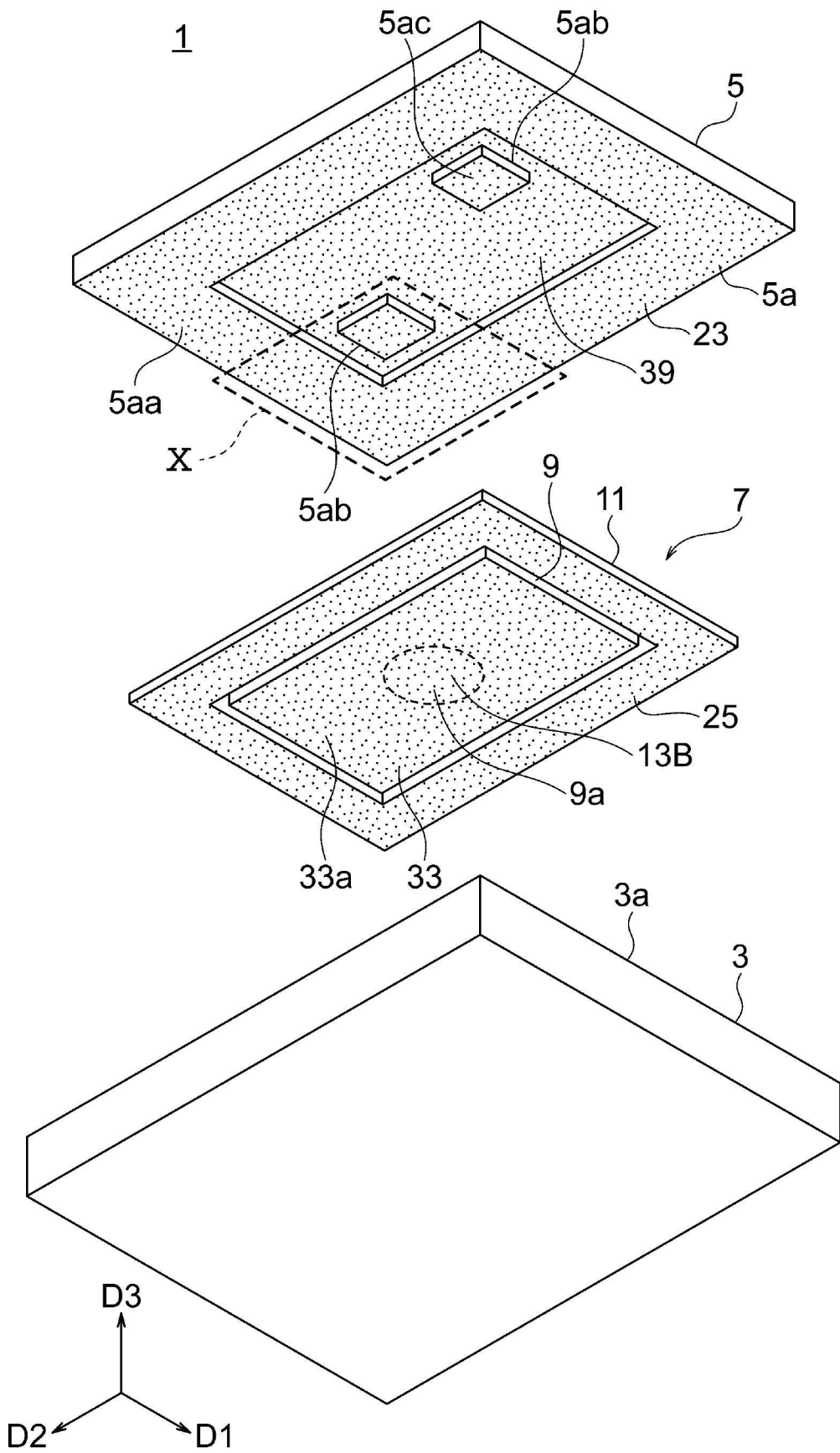
【請求項22】

一種振動裝置之製造方法，其係用於製造如請求項1至21中任一項之振動裝置者，且包含：

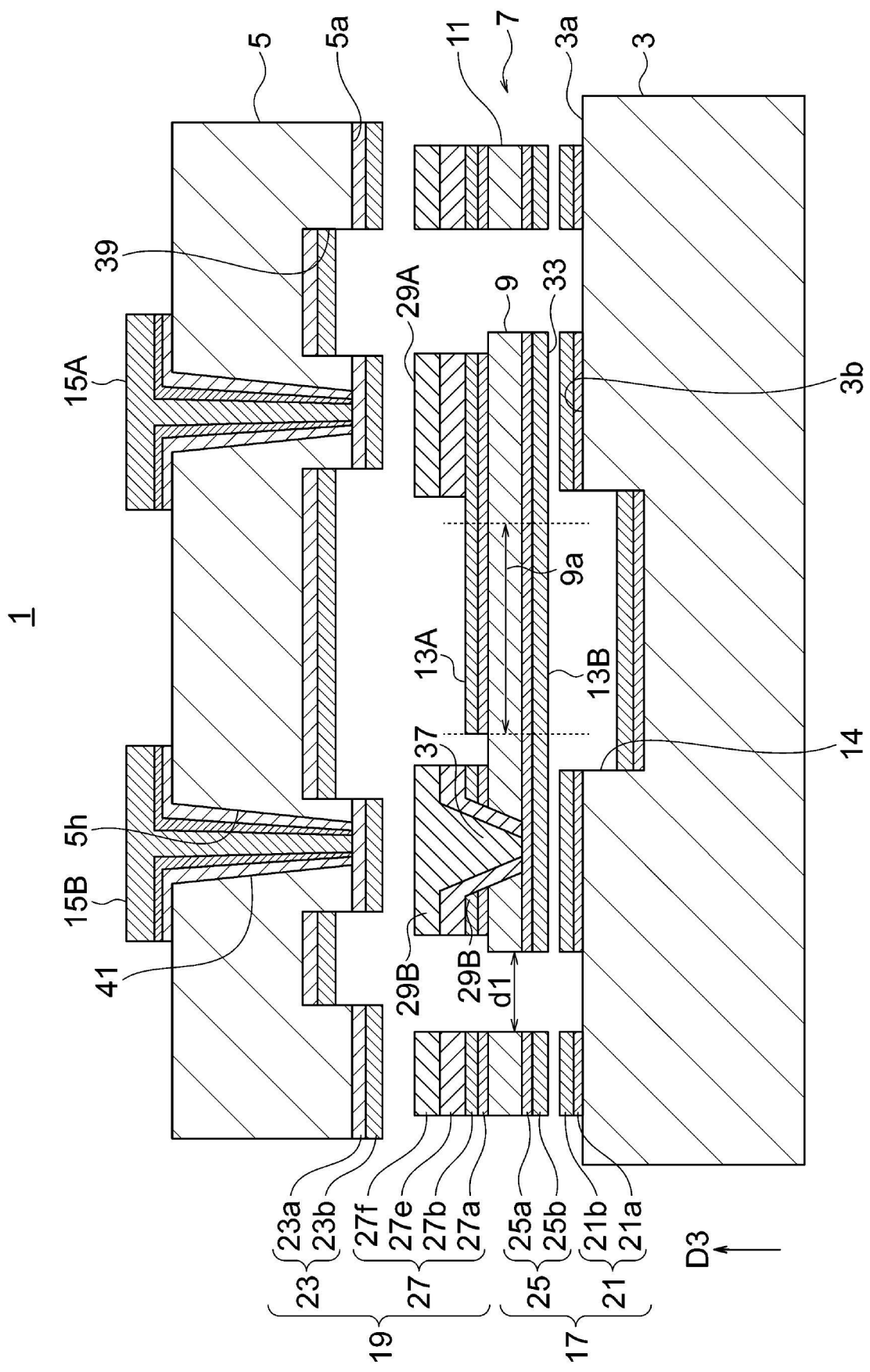
第1接合步驟，其對於具有前述第1凹部之前述第1面，接合前述振動部與前述框部成為一體之狀態之前述中間層；

蝕刻步驟，其於前述第1接合步驟之後，蝕刻前述中間層，使前述振動部之外緣遍及其全周地與前述框部分開；及

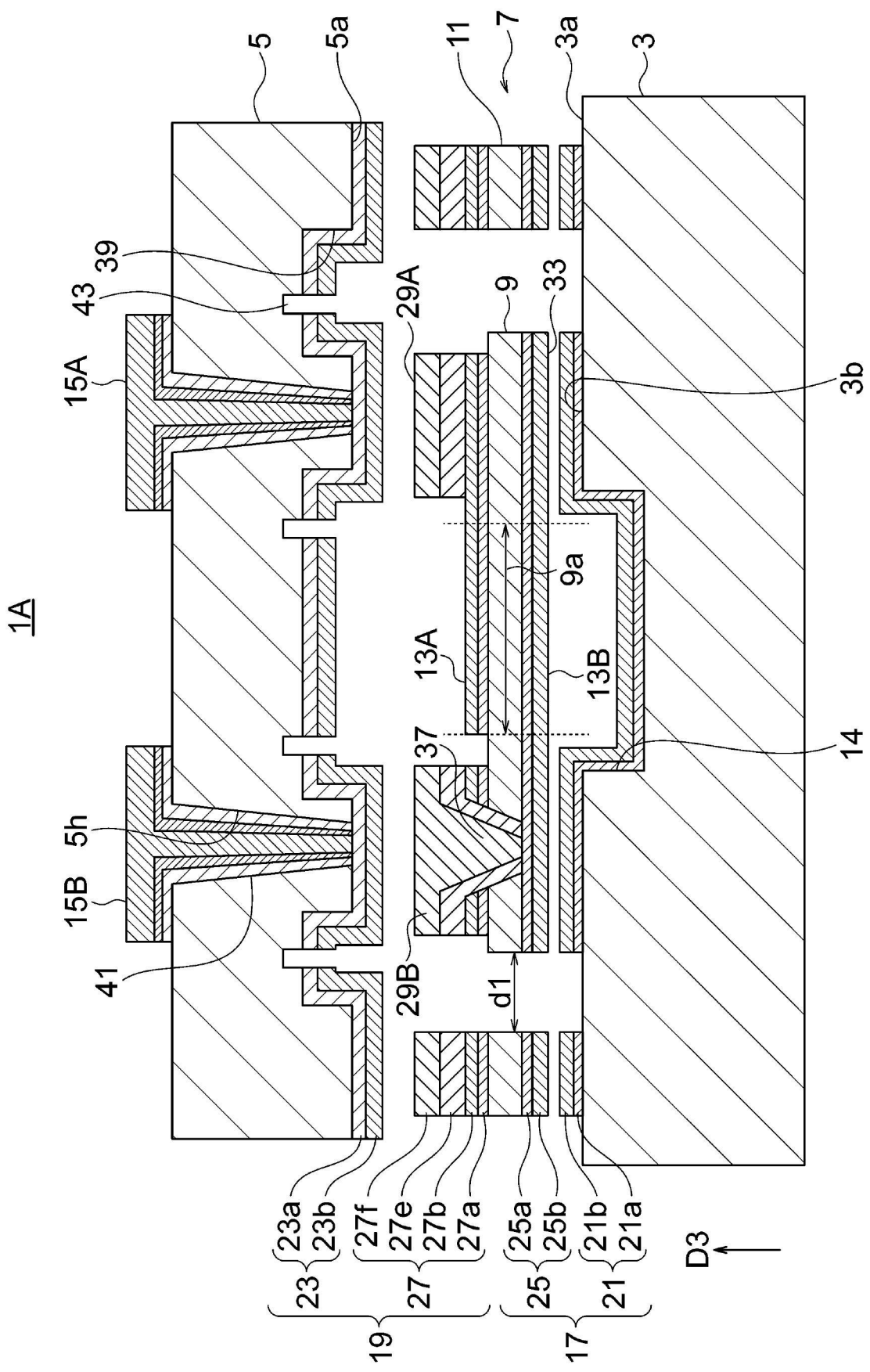
第2接合步驟，其於前述蝕刻步驟之後，對於前述中間層接合前述第2面。



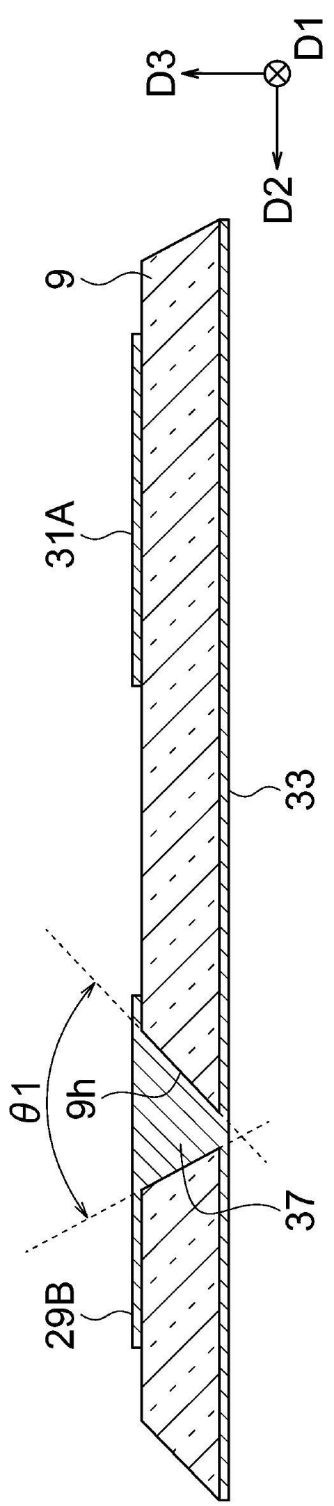
【圖2】



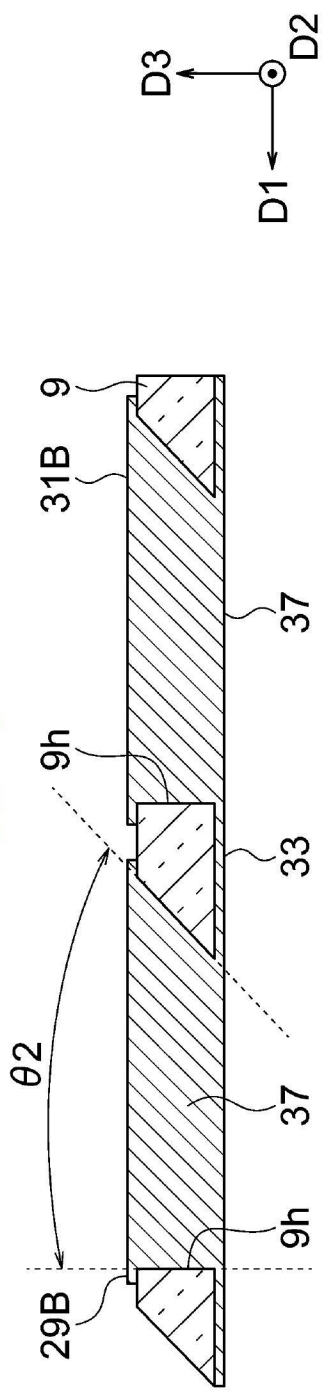
【圖3】



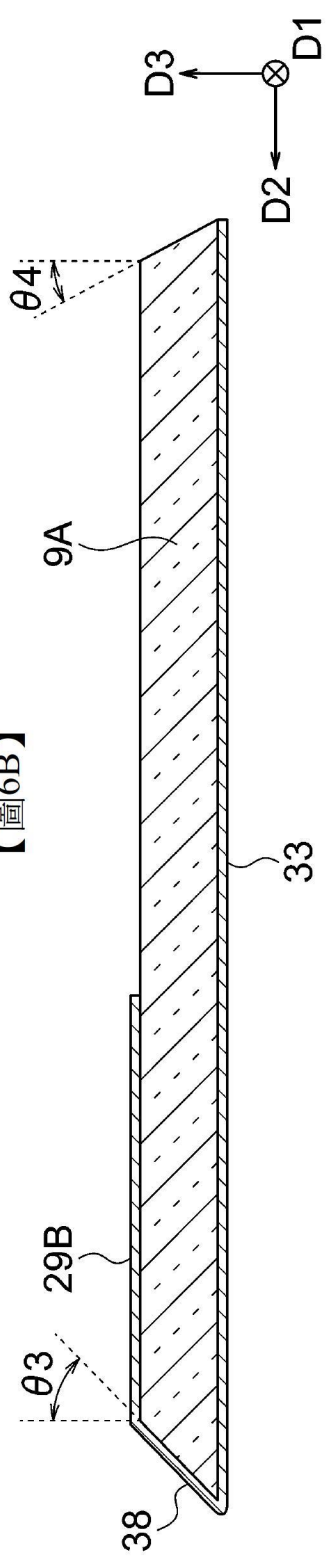
【圖4】



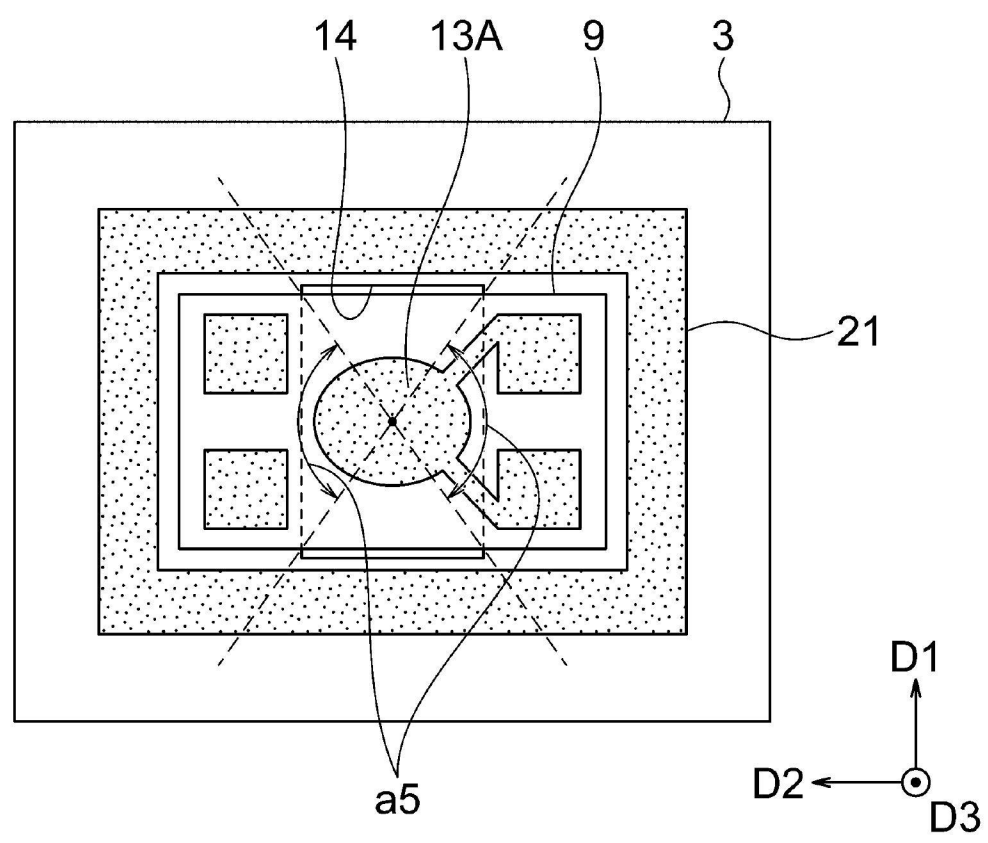
【圖6A】



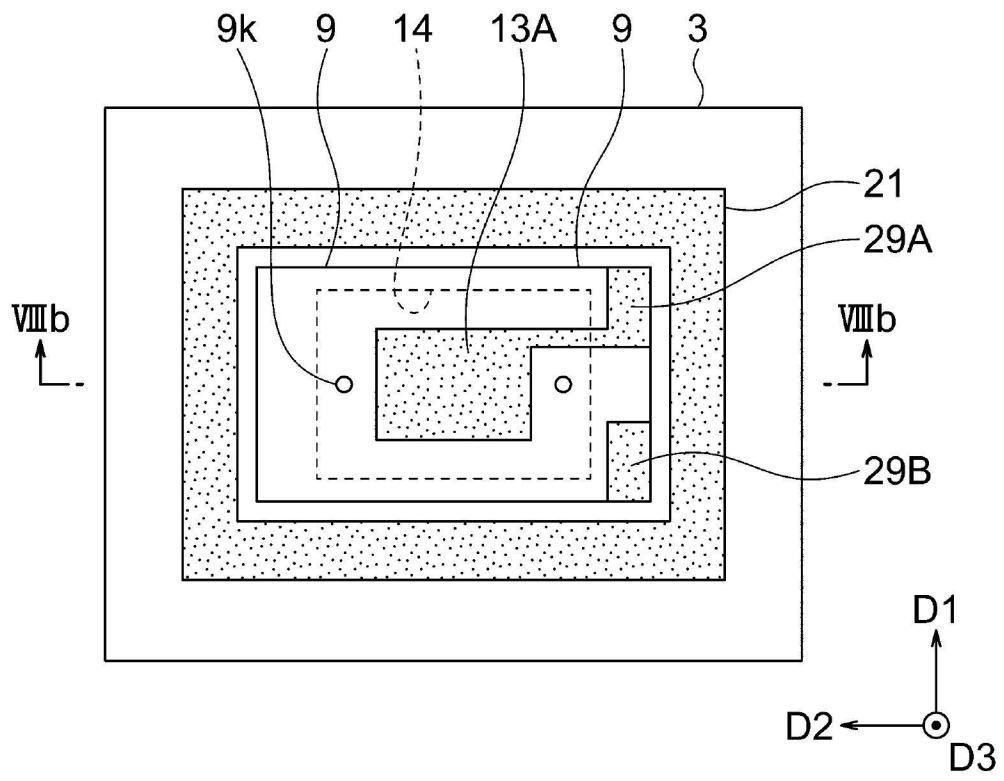
【圖6B】



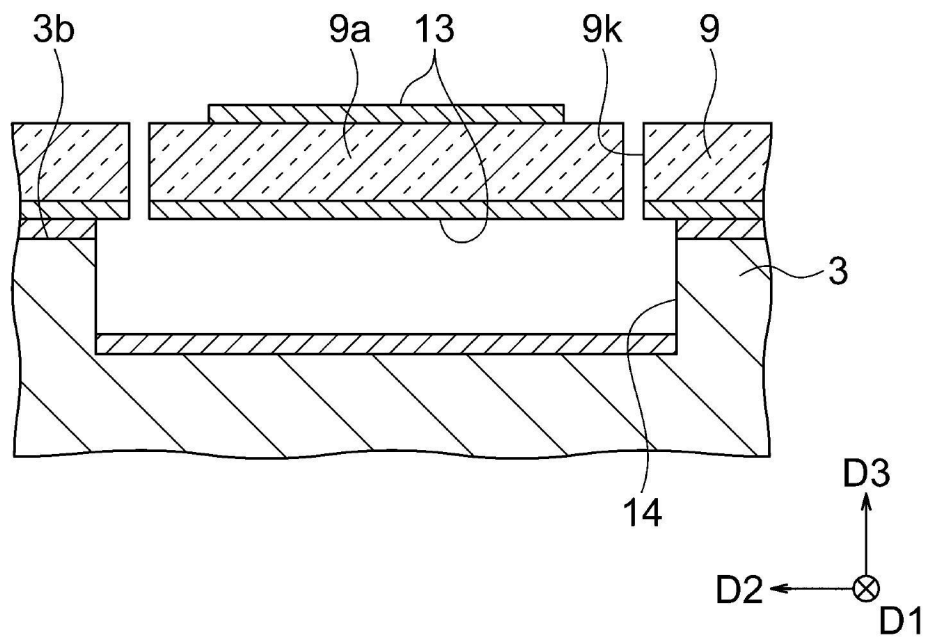
【圖6C】



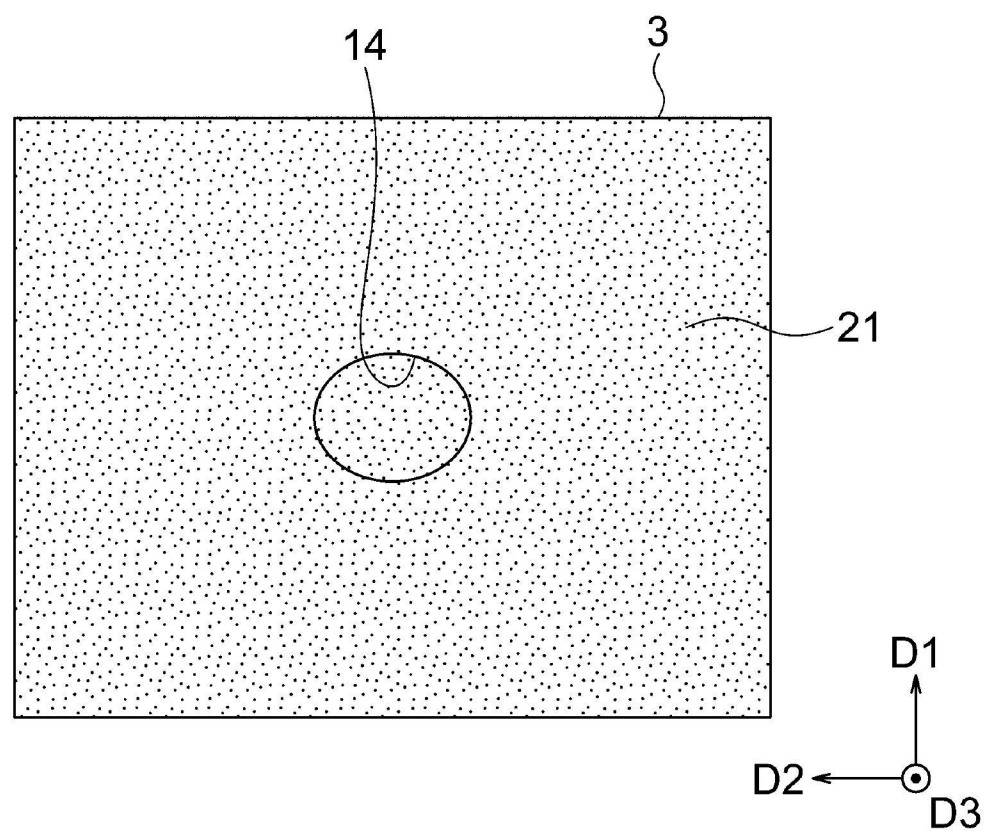
【圖7】



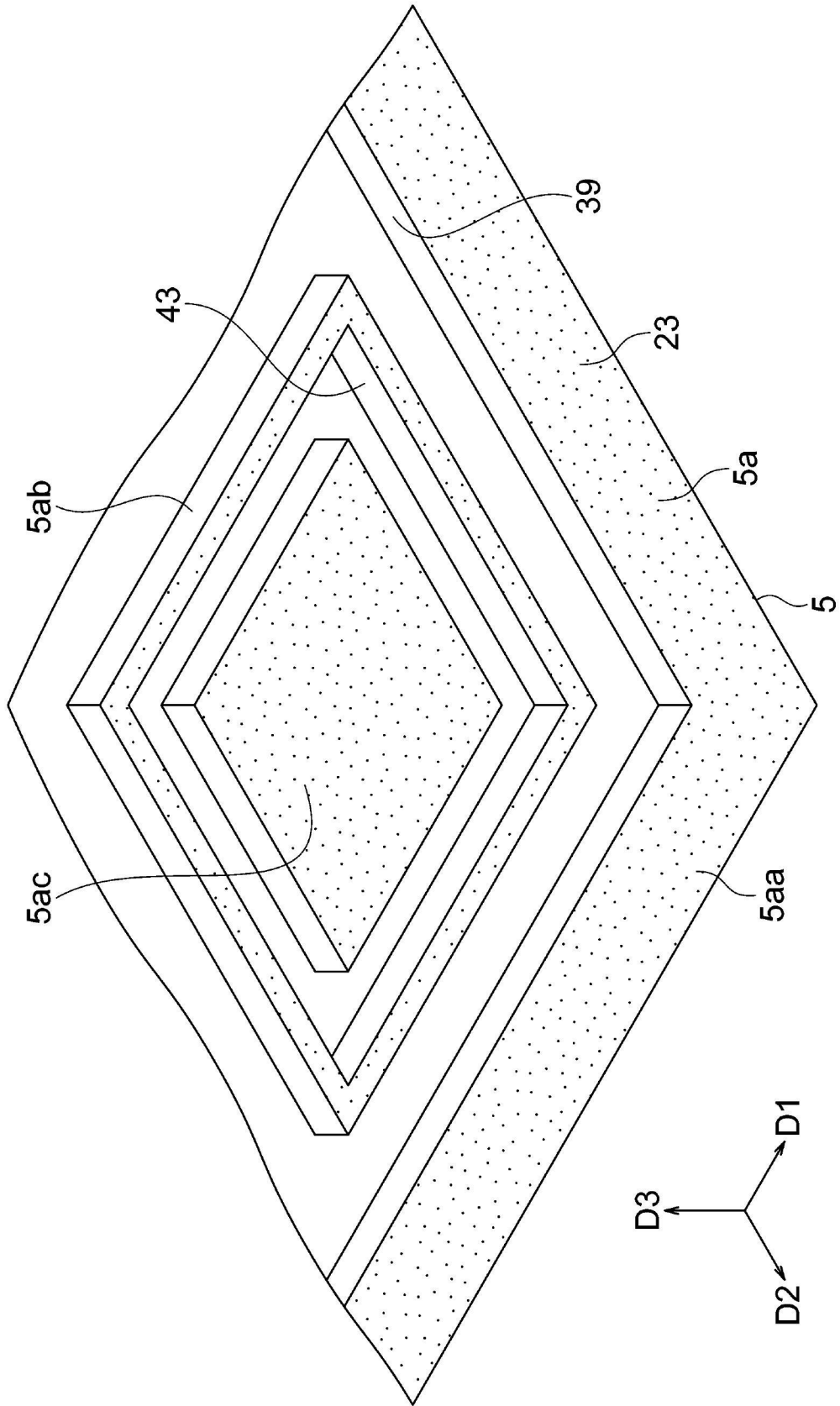
【圖8A】



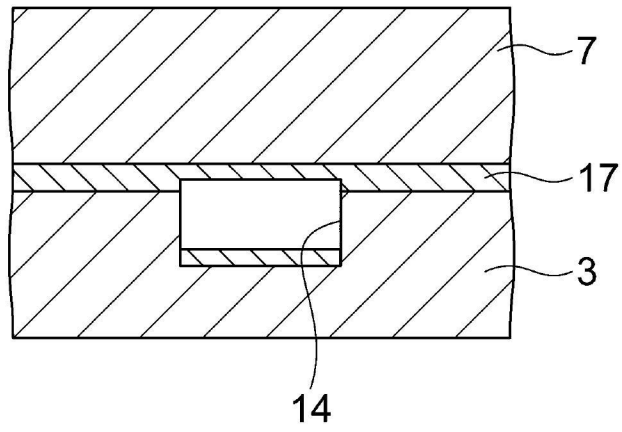
【圖8B】



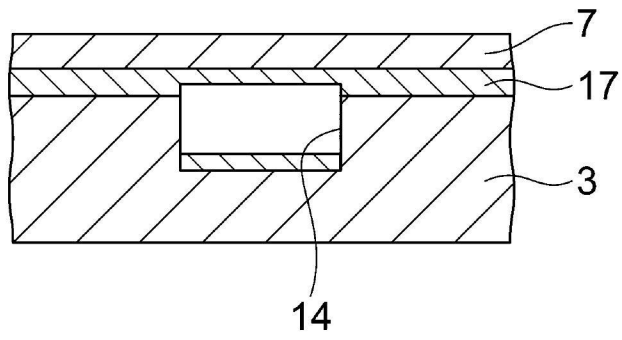
【圖9】



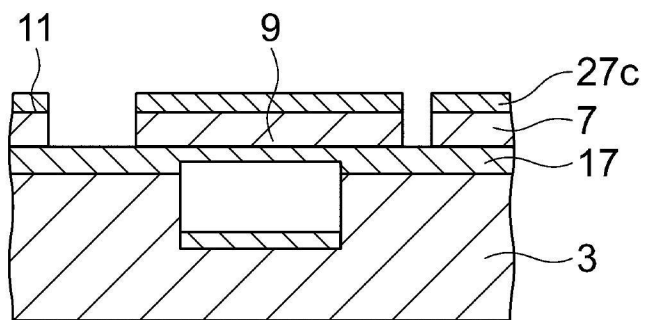
【圖10】



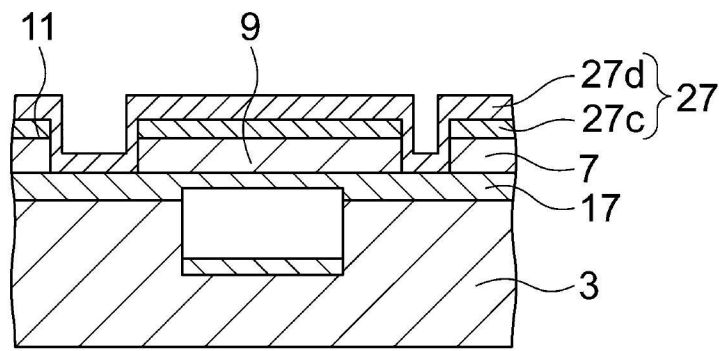
【圖12A】



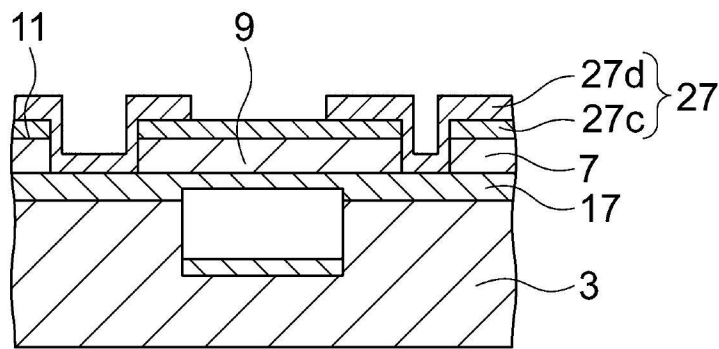
【圖12B】



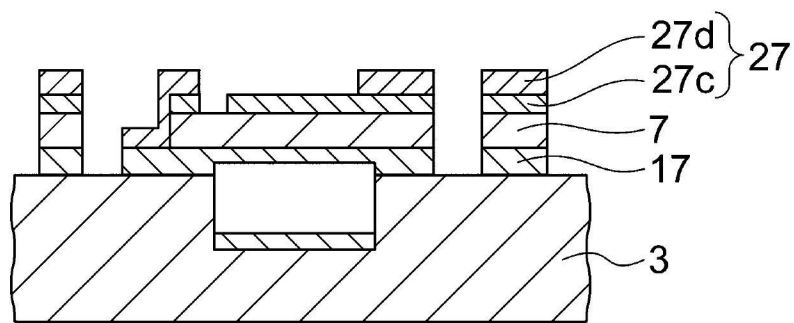
【圖12C】



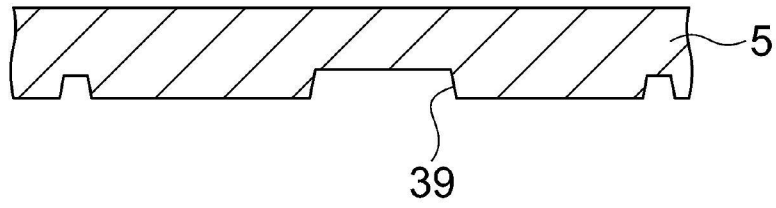
【圖13A】



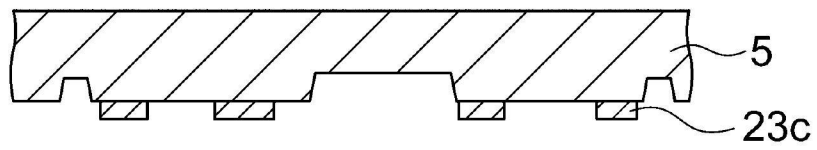
【圖13B】



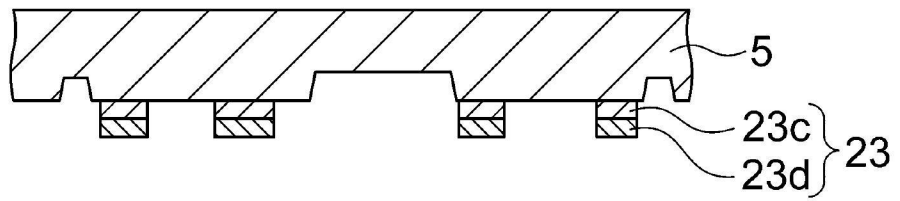
【圖13C】



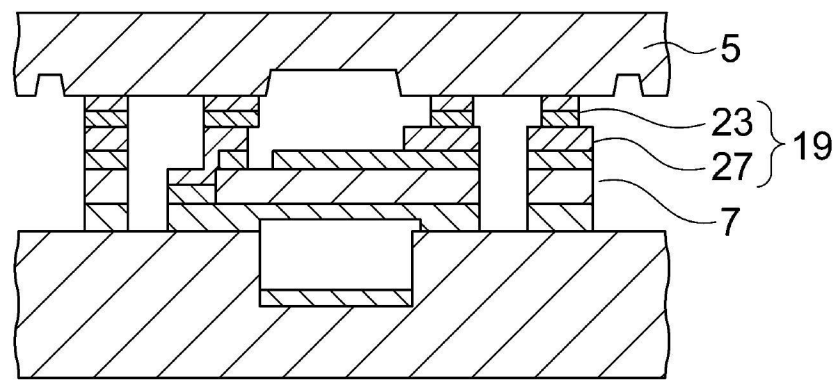
【圖14A】



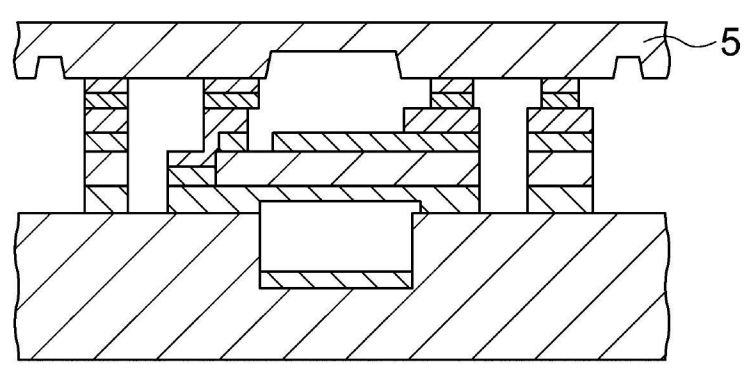
【圖14B】



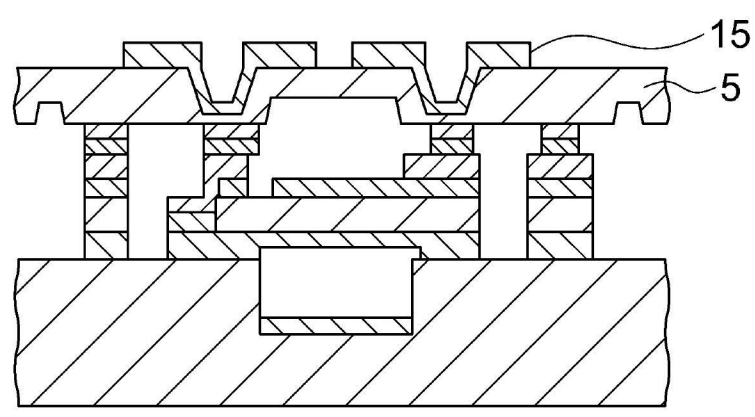
【圖14C】



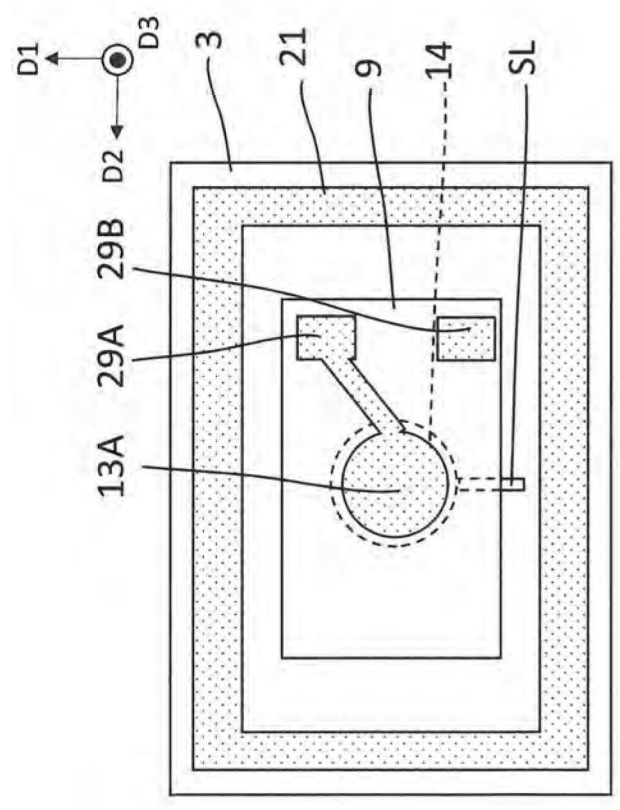
【圖15A】



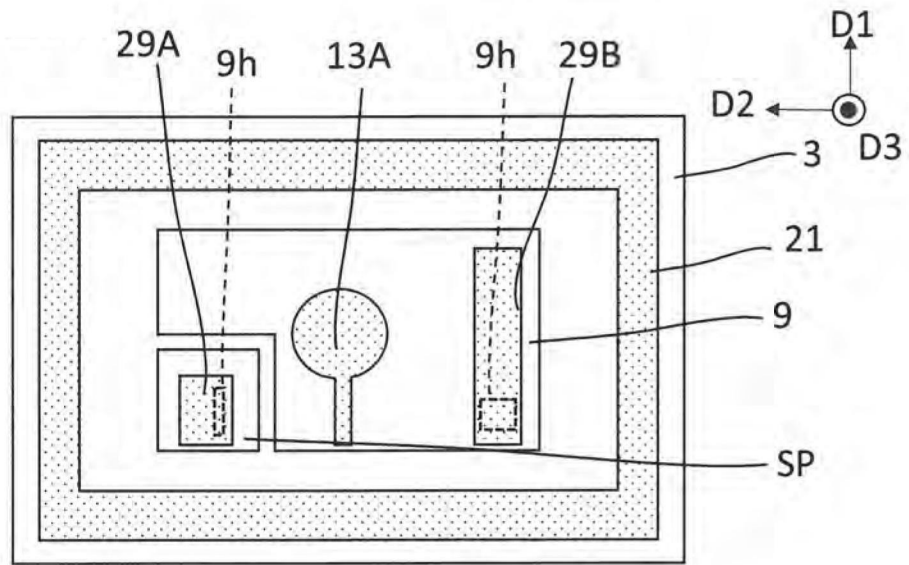
【圖15B】



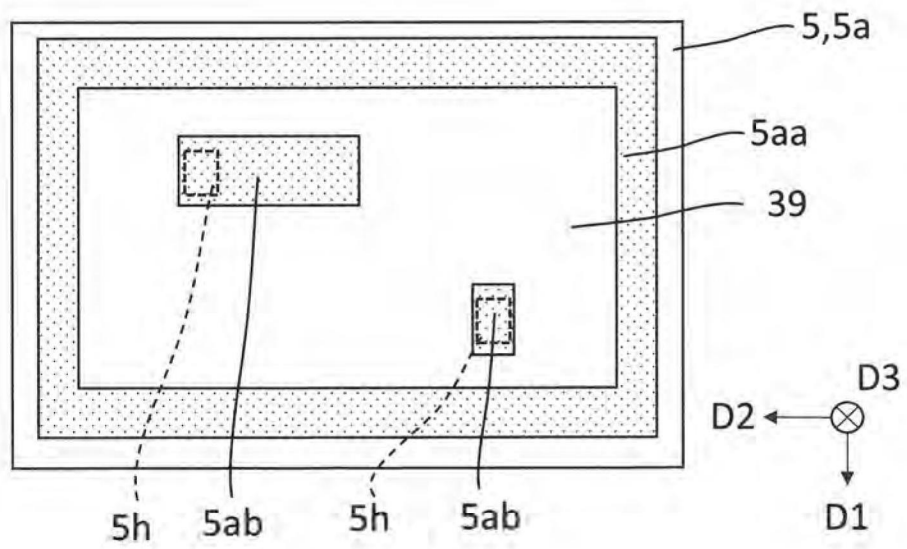
【圖15C】



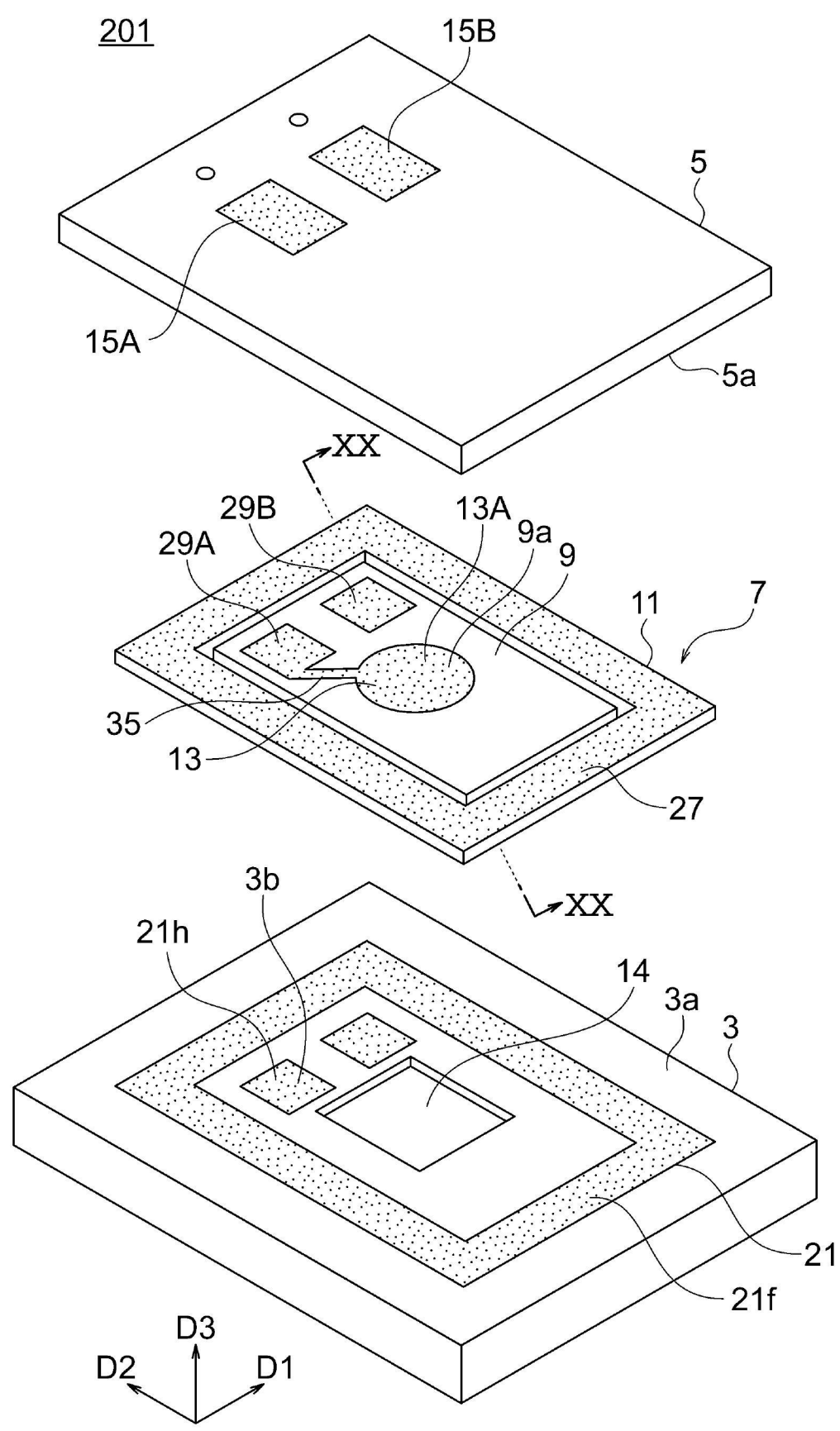
【圖16】



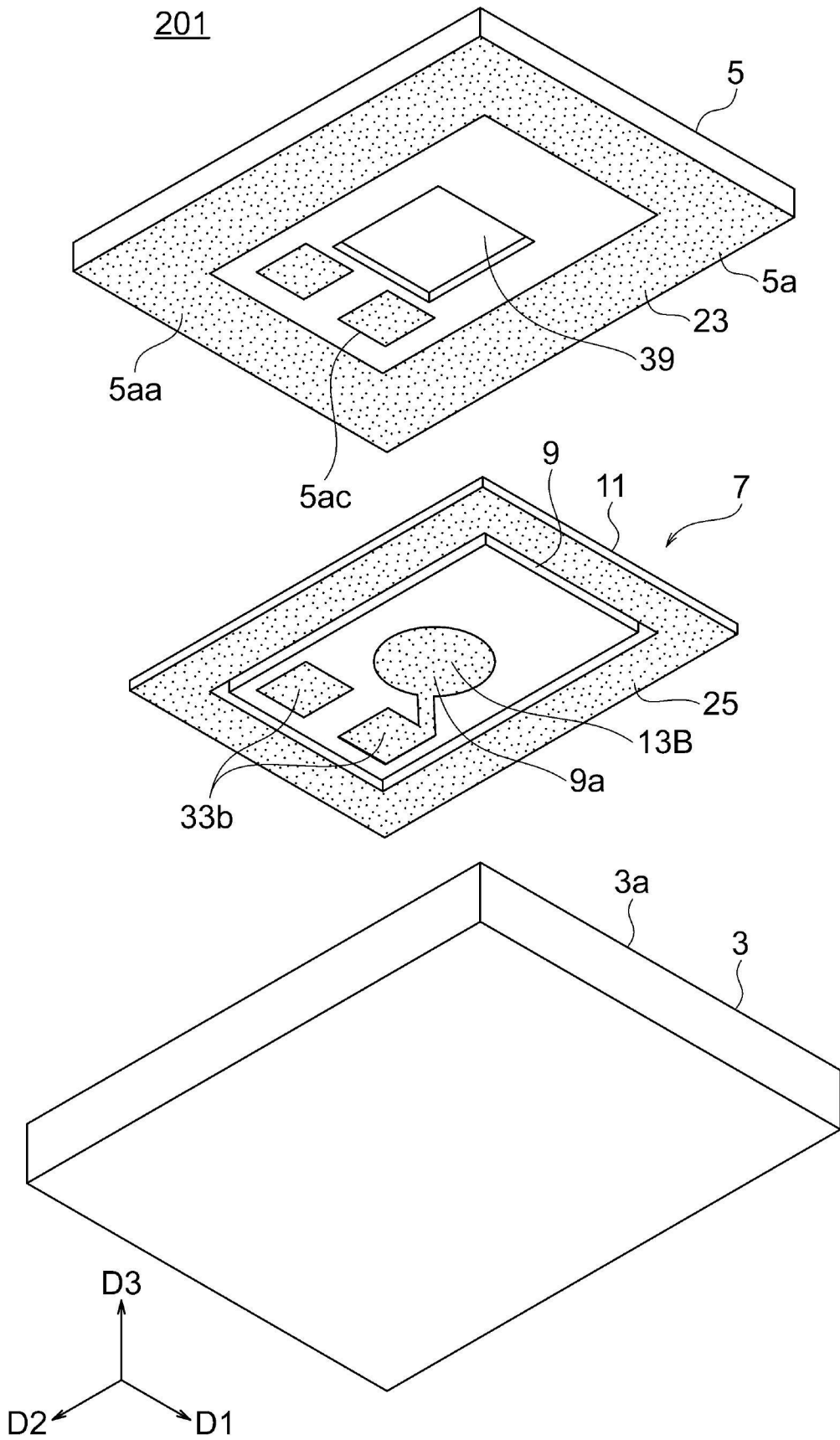
【圖17A】



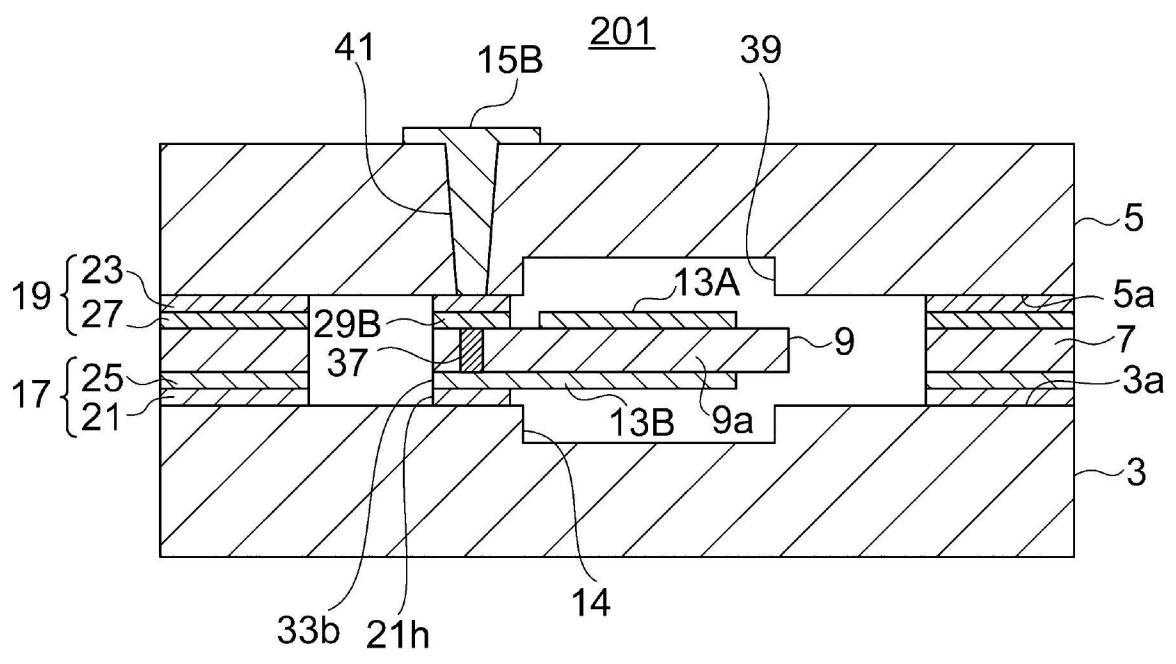
【圖17B】



【圖18】



【圖19】



【圖20】