



(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 I657606 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：104126001

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 10 日

(51)Int. Cl. : **H01L41/09 (2006.01)****H02N2/06 (2006.01)****B25J9/18 (2006.01)**

(30)優先權：2014/08/13 日本

2014-164631

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

日本

(72)發明人：岩崎友寿 IWAZAKI, TOMOHISA (JP)；小西晃雄 KONISHI, AKIO (JP)；梶野喜一 KAJINO, KIICHI (JP)；上條浩一 KAMIJO, KOICHI (JP)；宮澤修 MIYAZAWA, OSAMU (JP)；荒川豊 ARAKAWA, YUTAKA (JP)；山田大介 YAMADA, DAISUKE (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 498397

TW 200925648

TW 200939614

TW 201328162A1

審查人員：王安邦

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：18 共 53 頁

(54)名稱

壓電驅動裝置、機器人、及其之驅動方法

PIEZOELECTRIC DRIVING DEVICE, ROBOT, AND DRIVING METHOD OF THE SAME

(57)摘要

於在壓電元件之電極焊接金屬線狀之導線的佈線構造中，需要用於導線之空間，且於佈線作業中容易斷線。

本發明之壓電驅動裝置包括：振動板；及壓電振動體，其具有基板、及設置於上述基板上之壓電元件。壓電元件具有第 1 電極、第 2 電極及壓電體，第 1 電極、壓電體及第 2 電極依序積層於基板上。以基板與振動板隔著壓電元件之方式將壓電振動體設置於振動板上。於振動板形成有包含對應於第 1 電極之第 1 佈線及對應於第 2 電極之第 2 佈線之佈線圖案，第 1 電極與第 1 佈線經由第 1 積層導電部連接，且第 2 電極與上述第 2 佈線經由第 2 積層導電部連接。

A piezoelectric driving device includes a vibrating plate, and a piezoelectric vibrating body including a substrate, and piezoelectric elements provided on the substrate. The piezoelectric element includes a first electrode, a second electrode, and a piezoelectric body, and the first electrode, the piezoelectric body, and the second electrode are laminated in this order on the substrate. The piezoelectric vibrating body is installed on the vibrating plate so that the piezoelectric element is interposed between the substrate and the vibrating plate. A wiring pattern including a first wiring corresponding to the first electrode and a second wiring corresponding to the second electrode is formed on the vibrating plate, the first electrode and the first wiring are connected to each other through a first laminated conducting portion, and the second electrode and the second wiring are connected to each other through a second laminated conducting portion.

指定代表圖：

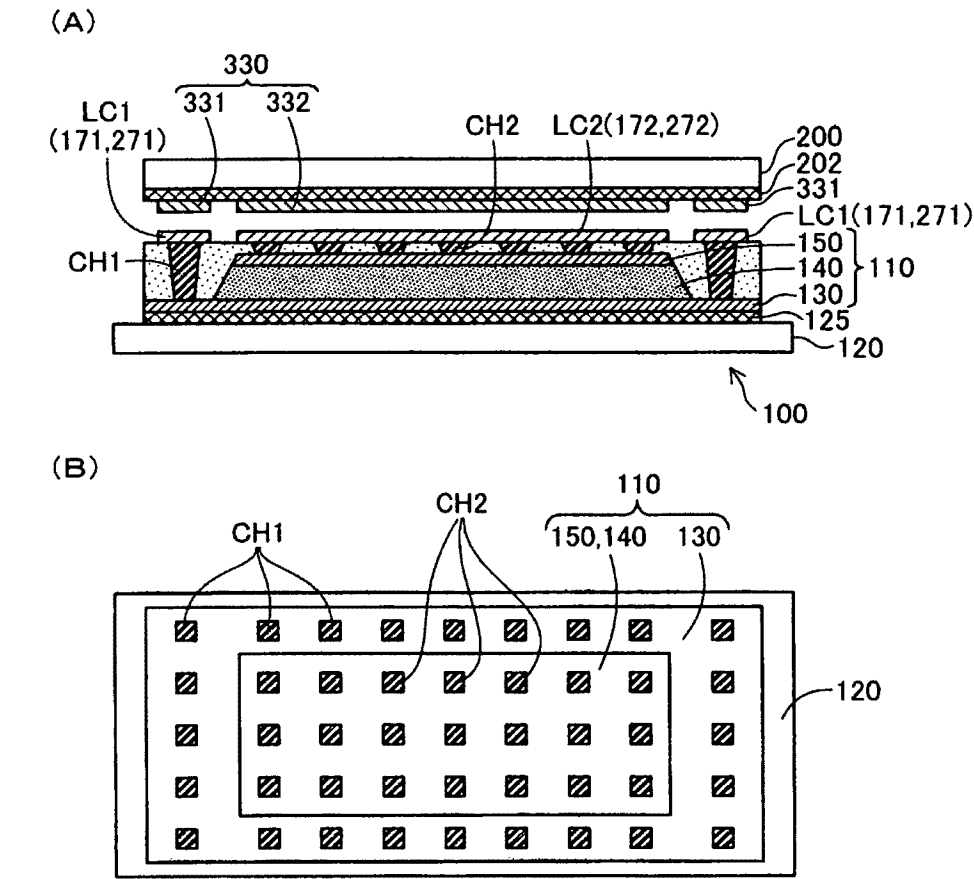


圖12

符號簡單說明：

- 100 . . . 壓電振動體
- 110 . . . 壓電元件
- 120 . . . 基板
- 125 . . . 絕緣層
- 130 . . . 第 1 電極
- 140 . . . 壓電體
- 150 . . . 第 2 電極
- 171 . . . 第 1 積層導電部
- 172 . . . 第 2 積層導電部
- 200 . . . 振動板
- 202 . . . 絕緣層
- 271 . . . 第 1 積層導電部
- 272 . . . 第 2 積層導電部
- 330 . . . 佈線圖案
- 331 . . . 第 1 佈線
- 332 . . . 第 2 佈線
- CH1 . . . 接觸孔
- CH2 . . . 接觸孔
- LC1 . . . 第 1 積層導電部
- LC2 . . . 第 2 積層導電部

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

壓電驅動裝置、機器人、及其之驅動方法

PIEZOELECTRIC DRIVING DEVICE, ROBOT, AND DRIVING
METHOD OF THE SAME

【技術領域】

本發明係關於一種壓電驅動裝置、及包括壓電驅動裝置之機器人等各種裝置。

【先前技術】

先前以來，已知有使用壓電元件之壓電致動器(壓電驅動裝置)(例如專利文獻1等)。該壓電驅動裝置之基本構成為分別於補強板之2個面上配置有2列2行之4個壓電元件之構成，於補強板之兩側設置有合計8個壓電元件。各個壓電元件係分別以2個電極夾著壓電體之單元，補強板亦被用作壓電元件之一電極。於補強板之一端設置有用以接觸於作為被驅動體之轉子而使轉子旋轉之突起部。當對4個壓電元件中之配置於對角之2個壓電元件施加交流電壓時，該2個壓電元件進行伸縮運動，與此對應，補強板之突起部進行往復運動或橢圓運動。而且，對應於該補強板之突起部之往復運動或橢圓運動，作為被驅動體之轉子向特定之旋轉方向旋轉。又，藉由將施加交流電壓之2個壓電元件切換為另2個壓電元件，可使轉子向相反方向旋轉。

先前，作為用於壓電驅動裝置之壓電體，而使用所謂之塊狀之壓電體。於本說明書中，所謂「塊狀之壓電體」意指厚度為100 μm 以上之壓電體。利用塊狀之壓電體之理由在於，為了充分增大自壓電驅動裝置對被驅動體賦予之力，而需增大壓電體之厚度。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2004-320979號公報

[專利文獻2]日本專利特開平8-111991號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

然而，於將壓電驅動裝置收容於較小之空間(例如機器人之關節內)而使用之情形時，於使用先前之壓電體之壓電驅動裝置中有佈線空間不足之可能性，故而有需使壓電體變薄至不足100 μm 之厚度之期望。然而，先前並未對適於厚度較小之壓電體之壓電驅動裝置之構造進行充分研究。

又，先前，驅動電路與壓電元件之間之佈線係藉由於壓電元件之電極焊接金屬線狀的導線而進行(專利文獻1、2)。因此，存在需要用於導線之空間，且於佈線作業中容易斷線之課題。

[解決問題之技術手段]

本發明係為了解決上述課題之至少一部分而完成者，能以下述之形態或應用例之形式實現。

(1)根據本發明之一形態，提供一種包括振動板及壓電振動體之壓電驅動裝置。上述壓電振動體具有：基板；壓電體，其設置於上述基板與上述振動板之間；第1電極，其設置於上述壓電體與上述基板之間；及第2電極，其設置於上述壓電體與上述振動板之間。於上述振動板形成有與上述第1電極或上述第2電極之至少一者電性連接之佈線圖案。

根據該壓電驅動裝置，由於形成於振動板之佈線圖案和第1電極與第2電極之至少一者電性連接，故而與使用導線或焊料將第1電極或第2電極連接於驅動電路之情形相比，可將佈線用之空間抑制為較小，

且可降低斷線之可能性。

(2)於上述壓電驅動裝置中，亦可為上述佈線圖案包含與上述第1電極電性連接之第1佈線、及與上述第2電極電性連接之第2佈線。

根據該構成，由於振動板之佈線圖案之第1佈線與第2佈線連接於第1電極與第2電極，故而可將佈線用之空間抑制為較小，且可降低斷線之可能性。

(3)於上述壓電驅動裝置中，亦可為上述第1電極與上述第1佈線經由第1積層導電部而電性連接，且上述第2電極與上述第2佈線經由第2積層導電部而電性連接。

根據該構成，由於振動板之佈線圖案之第1佈線與第2佈線經由第1積層導電部與第2積層導電部而分別連接於第1電極與第2電極，故而與使用導線或焊料之情形相比，可將佈線用之空間抑制為較小，且可降低斷線之可能性。

(4)於上述壓電驅動裝置中，亦可為包含設置於上述第1電極與上述佈線圖案之間之至少1層之導電圖案，上述第1積層導電部與上述第2積層導電部形成於各層之導電圖案。

根據該構成，可經由1層以上之導電圖案而將壓電元件之第1電極及第2電極、與振動板之佈線圖案容易地連接。

(5)於上述壓電驅動裝置中，亦可為上述至少1層之導電圖案中、處於在積層方向上距離上述基板最遠之位置之導電圖案藉由面接觸而與上述振動板之上述佈線圖案電性連接。

根據該構成，由於處於距離基板最遠之位置之導電圖案藉由面接觸而與振動板之佈線圖案電性連接，故而可將兩者確實且容易地連接。

(6)於上述壓電驅動裝置中，亦可為於上述至少1層之導電圖案中、處於在積層方向上最接近上述第2電極之位置之導電圖案、與上述第2電極之間設置有絕緣層，處於最接近上述第2電極之位置之導電圖

案與上述第2電極經由設置於上述絕緣層之複數個接觸孔而電性連接。

根據該構成，由於利用複數個接觸孔將導電圖案與第2電極連接，故而可降低兩者之間之薄片電阻(寄生電阻)。

(7)於上述壓電驅動裝置中，亦可為上述至少1層之導電圖案包含第1導電圖案、第2導電圖案、及設置於上述第1導電圖案與上述第2導電圖案之間之絕緣層，上述第1導電圖案內之上述第1積層導電部與上述第2導電圖案內之上述第1積層導電部經由設置於上述絕緣層之複數個接觸孔而電性連接，上述第1導電圖案內之上述第2積層導電部與上述第2導電圖案內之上述第2積層導電部經由設置於上述絕緣層之複數個接觸孔而電性連接。

根據該構成，由於利用複數個接觸孔將導電圖案彼此電性連接，故而可降低兩者之間之薄片電阻(寄生電阻)。

(8)於上述壓電驅動裝置中，亦可為上述振動板包含未載置上述壓電振動體之表面部分，上述佈線圖案係延伸至未載置上述壓電振動體之表面部分而形成。

根據該構成，可容易地進行壓電元件之電極與驅動電路之連接。

(9)於上述壓電驅動裝置中，亦可為上述壓電體之厚度為 $0.05\ \mu\text{m}$ 以上且 $20\ \mu\text{m}$ 以下。

於該構成中，由於導電圖案係利用複數個接觸孔連接而使薄片電阻(寄生電阻)得以降低，故而於使用厚度為 $0.05\ \mu\text{m}$ 以上且 $20\ \mu\text{m}$ 以下之薄膜之壓電體之情形時，即便升高施加至壓電體之電壓，損失亦較少，從而可提高效率。

(10)於上述壓電驅動裝置中，亦可為上述振動板係由導電性構件形成，

上述佈線圖案之一部分係遍及上述振動板之側面而形成且與上述振動板電性連接。

根據該構成，可將壓電元件之電極與振動板容易地電性連接。

(11)於上述壓電驅動裝置中，亦可為：

上述壓電振動體包括複數個包含上述第1電極、上述壓電體及上述第2電極之壓電元件，

於將同時被驅動之1個以上之壓電元件設為1組壓電元件組之情形時，將上述複數個壓電元件劃分為N組(N為2以上之整數)壓電元件組，

各組壓電元件組於該壓電元件組包含2個以上之壓電元件之情形時，該2個以上之壓電元件之上述第2電極彼此經由連接佈線而直接連接，

分別與上述N組壓電元件組之上述第2電極相對應地以相互絕緣之狀態設置有N個上述第2佈線與N個上述第2積層導電部。

根據該構成，可使用N個第2積層導電部將N組壓電元件組之第2電極容易地連接於振動板之N個第2佈線。

(12)上述壓電驅動裝置亦可包括設置於上述振動板、且可與被驅動體接觸之突起部。

根據該構成，可使用突起部使被驅動體動作。

本發明能以各種形態實現，例如除壓電驅動裝置以外，能以壓電驅動裝置之驅動方法、壓電驅動裝置之製造方法、搭載壓電驅動裝置之機器人等各種裝置及其驅動方法等各種形態實現。

【圖式簡單說明】

圖1(A)、(B)係表示第1實施形態之壓電驅動裝置之概略構成之俯視圖及剖視圖。

圖2係振動板之俯視圖。

圖3係表示壓電驅動裝置與驅動電路之電性連接狀態之說明圖。

圖4(A)～(C)係表示壓電驅動裝置之動作之例之說明圖。

S

圖5係壓電振動體之剖視圖。

圖6係壓電驅動裝置之製造流程圖。

圖7(A)～(H)係表示圖6之步驟S100中的壓電振動體之製造製程之說明圖。

圖8(A)～(C)係表示繼圖7之製程之說明圖。

圖9(A)～(E)係表示各種佈線層或絕緣層之一例之俯視圖。

圖10(A)、(B)係表示形成於振動板上之佈線圖案之一例之俯視圖。

圖11(A)、(B)係表示形成於振動板上之佈線圖案之另一例之俯視圖。

圖12(A)、(B)係壓電驅動裝置之積層佈線構造之模式圖。

圖13係表示壓電元件與驅動電路之等效電路之電路圖。

圖14(A)、(B)係表示另一積層佈線構造之模式圖。

圖15(A)～(C)係另一實施形態之壓電驅動裝置之俯視圖。

圖16係表示利用壓電驅動裝置之機器人之一例之說明圖。

圖17係機器人之手腕部分之說明圖。

圖18係利用壓電驅動裝置之送液泵之一例之說明圖。

【實施方式】

・第1實施形態：

圖1(A)係表示本發明之第1實施形態中的壓電驅動裝置10之概略構成之俯視圖，圖1(B)係其B-B剖視圖。壓電驅動裝置10包括：振動板200；及2個壓電振動體100，其等分別配置於振動板200之兩表面(第1面211與第2面212)。壓電振動體100包括基板120、形成於基板120上之第1電極130、形成於第1電極130上之壓電體140、及形成於壓電體140上之第2電極150。第1電極130與第2電極150夾持壓電體140而構成壓電元件。2個壓電振動體100係以振動板200為中心而對稱地配置。又，於本實施形態中，以基板120與振動板200隔著壓電元件(130、140、150)

之方式，將壓電振動體100設置於振動板200上。由於2個壓電振動體100具有相同構成，故而以下只要未特別說明，則對處於振動板200之下側之壓電振動體100之構成進行說明。

壓電振動體100之基板120係作為用以利用成膜製程形成第1電極130、壓電體140及第2電極150之基板而使用。又，基板120亦具有作為進行機械性振動之振動板之功能。基板120例如可利用Si、 Al_2O_3 、 ZrO_2 等形成。作為Si製之基板120，例如可利用半導體製造用之Si晶圓。於本實施形態中，基板120之平面形狀為長方形。基板120之厚度例如較佳為設為10 μm 以上且100 μm 以下之範圍。若將基板120之厚度設為10 μm 以上，則於基板120上進行成膜處理時，可比較容易地對基板120進行操作。又，若將基板120之厚度設為100 μm 以下，則可根據由薄膜形成之壓電體140之伸縮而容易地使基板120振動。

第1電極130係作為形成於基板120上之1個連續性導電體層而形成。另一方面，第2電極150如圖1(A)所示，被劃分為5個導電體層150a～150e(亦稱為「第2電極150a～150e」)。處於中央之第2電極150e於基板120之寬度方向之中央，形成為遍及基板120之幾乎整個長度方向之長方形形狀。其他4個第2電極150a、150b、150c、150d具有相同之平面形狀，形成於基板120之四角之位置。於圖1之例中，第1電極130與第2電極150均具有長方形之平面形狀。第1電極130及第2電極150例如為藉由濺鍍形成之薄膜。作為第1電極130及第2電極150之材料，例如可利用Al(鋁)、或Ni(鎳)、Au(金)、Pt(鉑)、Ir(銱)等導電性較高之任意之材料。再者，亦可代替將第1電極130設為1個連續性之導電體層，而劃分為具有實質上與第2電極150a～150e相同之平面形狀之5個導電體層。再者，用於第2電極150a～150e之間之電性連接之佈線(或佈線層及絕緣層)、及用於第1電極130及第2電極150a～150e與驅動電路之間之電性連接之佈線(或佈線層及絕緣層)，於圖1中省略圖示。

S

壓電體140係以具有實質上與第2電極150a～150e相同之平面形狀之5個壓電體層之形式形成。亦可代替上述情況，使壓電體140以具有實質上與第1電極130相同之平面形狀之1個連續性之壓電體層之形式形成。藉由第1電極130、壓電體140及第2電極150a～150e之積層構造而構成5個壓電元件110a～110e(圖1(A))。

壓電體140例如為藉由溶膠-凝膠法或濺鍍法形成之薄膜。作為壓電體140之材料，可利用採用 ABO_3 型之鈣鈦礦構造之陶瓷等展現壓電效果之任意之材料。作為採用 ABO_3 型之鈣鈦礦構造之陶瓷，例如可使用銦鈦酸鉛(PZT)、鈦酸鋇、鈦酸鉛、銻酸鉀、銻酸鋰、鉍酸鋰、鎢酸鈉、氧化鋅、鈦酸鋇鋁(BST)、鉍酸鋁鉍(SBT)、偏銻酸鉛、鋅銻酸鉛、銦銻酸鉛等。又，亦可使用除陶瓷以外之顯示壓電效果之材料，例如聚偏二氟乙烯、水晶等。壓電體140之厚度例如較佳為設為50 nm(0.05 μm)以上且20 μm 以下之範圍。具有該範圍之厚度之壓電體140之薄膜可利用成膜製程容易地形成。若將壓電體140之厚度設為0.05 μm 以上，則可根據壓電體140之伸縮而產生充分大之力。又，若將壓電體140之厚度設為20 μm 以下，則可充分使壓電驅動裝置10小型化。

圖2係振動板200之俯視圖。振動板200具有長方形形狀之振動體部210、及自振動體部210之左右之長邊分別延伸3個之連接部220，且具有分別連接於左右之3個連接部220之2個安裝部230。再者，於圖2中，為了方便圖示，而於振動體部210標註影線。安裝部230係用於藉由螺絲240將壓電驅動裝置10安裝於其他構件。振動板200例如可利用不鏽鋼、鋁、鋁合金、鈦、鈦合金、銅、銅合金、鐵-鎳合金等金屬材料形成。

振動體部210之上表面(第1面211)及下表面(第2面212)上分別使用接著劑接著有壓電振動體100(圖1)。較佳為將振動體部210之長度L與寬度W之比設為 $L:W = \text{約}7:2$ 。該比係用以使振動體部210進行沿其

平面向左右彎曲之超音波振動(下文進行敘述)而較佳之值。振動體部210之長度L例如可設為3.5 mm以上且30 mm以下之範圍，寬度W例如可設為1 mm以上且8 mm以下之範圍。再者，為了使振動體部210進行超音波振動，而長度L較佳為設為50 mm以下。振動體部210之厚度(振動板200之厚度)例如可設為50 μm 以上且700 μm 以下之範圍。若將振動體部210之厚度設為50 μm 以上，則具有對用於支持壓電振動體100而言充分之剛性。又，若將振動體部210之厚度設為700 μm 以下，則可根據壓電振動體100之變形而產生充分大之變形。

於振動板200之一短邊設置有突起部20(亦稱為「接觸部」或「作用部」)。突起部20係用以與被驅動體接觸而對被驅動體賦予力之構件。突起部20較佳為利用陶瓷(例如 Al_2O_3)等具有耐久性之材料形成。

圖3係表示壓電驅動裝置10與驅動電路300之電性連接狀態之說明圖。5個第2電極150a~150e中、處於對角之一對第2電極150a、150d經由佈線151而相互電性連接，另一對角之一對第2電極150b、150c亦經由佈線152而相互電性連接。該等佈線151、152可藉由成膜處理形成，或亦可藉由金屬線狀之佈線而實現。處於圖3之右側之3個第2電極150b、150e、150d與第1電極130(圖1)經由佈線310、312、314、320而電性連接於驅動電路300。驅動電路300藉由向一對第2電極150a、150d與第1電極130之間施加週期性地變化之交流電壓或脈動電壓，可使壓電驅動裝置10超音波振動，從而可使與突起部20接觸之轉子(被驅動體)向特定之旋轉方向旋轉。此處，所謂「脈動電壓」意指對交流電壓附加有直流偏移(DC Offset)之電壓，該電壓(電場)之方向係自一電極朝向另一電極之一方向。又，藉由向另一對第2電極150b、150c與第1電極130之間施加交流電壓或脈動電壓，可使與突起部20接觸之轉子向相反方向旋轉。此種電壓之施加係對設置於振動板200之兩表面之2個壓電振動體100同時進行。再者，構成圖3所示之佈線151、152、310、312、5

314、320之佈線(或佈線層及絕緣層)，於圖1中省略圖示。

於圖3所示之實施形態中，5個壓電元件110a~110e被劃分成以下之3組壓電元件組。

(1)第1壓電元件組PG1：壓電元件110a、110d

(2)第2壓電元件組PG2：壓電元件110b、110c

(3)第3壓電元件組PG3：壓電元件110e

各壓電元件組中所包含之壓電元件110始終被同時驅動。又，第1壓電元件組PG1由於包含2個壓電元件110a、110d，故而該等壓電元件110a、110d之第2電極150a、150d彼此經由連接佈線151而直接連接。第2壓電元件組PG2亦為同樣。再者，作為另一實施形態，亦可由3個以上之壓電元件110構成1組壓電元件組，一般可將複數個壓電元件劃分為N組(N為2以上之整數)壓電元件組。於此情形時，即便於2個以上之壓電元件110包含於同一壓電元件組之情形時，該等壓電元件之第2電極150彼此亦經由連接佈線而直接連接。此處，所謂「經由連接佈線直接連接」，意指於連接佈線之中途不包含被動元件(電阻、線圈、電容器等)或主動元件。又，於本實施形態中，作為第1電極130，使用5個壓電元件110a~110e所共用之1個導電層，但於第1電極130被分離於各個壓電元件之情形時，較佳為屬於同一壓電元件組之2個以上之壓電元件之第1電極彼此亦經由連接佈線而直接連接。

圖4係表示壓電驅動裝置10之動作之例之說明圖。壓電驅動裝置10之突起部20與作為被驅動體之轉子50之外周接觸。於圖4(A)所示之例中，驅動電路300(圖3)向一對第2電極150a、150d與第1電極130之間施加交流電壓或脈動電壓，壓電元件110a、110d向圖4之箭頭x之方向伸縮。與此對應，壓電驅動裝置10之振動體部210於振動體部210之平面內彎曲而變形為蜿蜒形狀(S字形狀)，突起部20之前端於箭頭y之方向往復運動、或橢圓運動。其結果為轉子50圍繞其中心51向特定之方

向z(圖4中為順時針方向)旋轉。圖2中說明之振動板200之3個連接部220(圖2)係設置於此種振動體部210之振動節拍(point)之位置。再者，於驅動電路300向另一對第2電極150b、150c與第1電極130之間施加交流電壓或脈動電壓之情形時，轉子50向相反方向旋轉。再者，若對中央之第2電極150e施加與一對第2電極150a、150d(或另一對第2電極150b、150c)相同之電壓，則壓電驅動裝置10向長度方向伸縮，故而可進一步擴大自突起部20對轉子50賦予之力。再者，關於壓電驅動裝置10(或壓電振動體100)之此種動作，於上述先前技術文獻1(日本專利特開2004-320979號公報、或相對應之美國專利第7224102號)中有記載，藉由參照而將其揭示內容併入。

圖4(B)表示壓電驅動裝置10於如圖4(A)般在其面內方向上振動時，亦於其厚度方向上彎曲之情況。關於此種厚度方向之彎曲，於使壓電驅動裝置10之表面產生撓曲(扭曲)之方面而言，並不理想。然而，於本實施形態之壓電驅動裝置10中，由於以基板120與振動板200隔著壓電元件(130、140、150)之方式將壓電振動體100設置於振動板200上，故而可藉由基板120抑制此種不理想之撓曲(扭曲)。圖4(C)係與圖4(B)相反，以基板120與振動板200接觸之方式將壓電振動體100設置於振動板200上之例。於圖4(C)之積層構造中，有在第2電極150之表面上不理想之撓曲(扭曲)過度地變大之可能性。因此，較佳為如圖4(B)所示，以基板120與振動板200隔著壓電元件(130、140、150)之方式將壓電振動體100設置於振動板200上。若如此操作，則可降低壓電驅動裝置10之故障或損傷之可能性。尤其是若將基板120設為矽製，則難以對撓曲(扭曲)造成損傷，故而較佳。

圖5係進一步詳細地表示圖1(B)所示之壓電振動體100之剖面構造的一例之剖視圖。壓電振動體100包括基板120、絕緣層125、第1電極130、壓電體140、第2電極150、絕緣層160、及積層導電部172。再者，

於圖5中，對複數個第2電極150、及複數個積層導電部172附註下標「c」或「d」而加以區分。再者，於圖5中，對圖3所示之佈線151、152省略圖示。於本說明書中，「積層導電部」之詞係意指藉由蒸鍍(vapor deposition)、或濺鍍、離子鍍覆、電鍍等成膜製程(積層製程)而形成之導電體。

絕緣層125形成於基板120上，將基板120與第1電極130之間絕緣。第1電極130形成於絕緣層125上。壓電體140形成於第1電極130上。第2電極150形成於壓電體140上。絕緣層160形成於第2電極150上。再者，較佳為第1電極130於俯視中，具有不與壓電體140重疊之部分(於圖5中，為向壓電體140之左右伸出之部分)。其理由在於容易將第1電極130與形成於振動板200之佈線圖案(下文進行敘述)連接。積層導電部172與第1電極130連接。絕緣層16係以積層導電部172可與第2電極150接觸之方式，於其一部分具有開口(接觸孔)。再者，較佳為於絕緣層160形成多個接觸孔。於下文對此方面進一步進行敘述。

圖6係表示壓電驅動裝置10之製造流程圖之說明圖。於步驟S100中，於基板120上形成壓電元件110，藉此形成壓電振動體100。此時，作為基板120，例如可利用Si晶圓。可於1片Si晶圓上形成複數個壓電振動體100。又，由於Si之機械品質因數 Q_m 之值大至10萬左右，故而可使壓電振動體100、及壓電驅動裝置10之機械品質因數 Q_m 較大。於步驟S200中，對形成有壓電振動體100之基板120進行切割而分割為各個壓電振動體100。再者，亦可於對基板120進行切割之前，研磨基板120之背面，使基板120成為所需之厚度。於步驟S300中，利用接著劑將2個壓電振動體100接著於振動板200之兩表面。於步驟S400中，利用佈線將壓電振動體100之佈線層與驅動電路電性連接。

圖7係表示圖6之步驟S100中的壓電振動體100之製造製程之說明圖。於圖7中，表示於基板120上形成圖5之右半部分之上部所示之壓電

元件110d之製程。於步驟S110中，準備基板120，於基板120之正面形成絕緣層125。作為絕緣層125，例如可利用對基板120之正面進行熱氧化而形成之 SiO_2 層。此外，作為絕緣層，可使用氧化鋁(Al_2O_3)、丙烯酸或聚醯亞胺等有機材料。再者，於基板120為絕緣體之情形時，可省略形成絕緣層125之步驟。

於步驟S120中，於絕緣層125上形成第1電極130。第1電極130例如可藉由濺鍍形成。

於步驟S130中，在第1電極130上形成壓電體140。具體而言，例如可使用溶膠-凝膠法形成壓電體140。即，藉由向基板120(第1電極130)上滴加壓電體材料之溶膠凝膠溶液，並使基板120高速旋轉，而於第1電極130上形成溶膠凝膠溶液之薄膜。其後，於 $200\sim 300^\circ\text{C}$ 之溫度進行預燒而於第1電極130上形成壓電體材料之第1層。其後，藉由將溶膠凝膠溶液之滴加、高速旋轉、預燒之循環反覆進行複數次，而於第1電極130上將壓電體層形成為所需之厚度。再者，以1循環形成之一層壓電體之厚度亦取決於溶膠凝膠溶液之黏度、及基板120之旋轉速度，成為約 $50\text{ nm}\sim 150\text{ nm}$ 之厚度。將壓電體層形成為所需之厚度之後，於 $600^\circ\text{C}\sim 1000^\circ\text{C}$ 之溫度下進行燒結，藉此形成壓電體140。若將燒結後之壓電體140之厚度設為 $50\text{ nm}(0.05\text{ }\mu\text{m})$ 以上且 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下，則可實現小型之壓電驅動裝置10。再者，若將壓電體140之厚度設為 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 以上，則可根據壓電體140之伸縮而產生充分大之力。又，若將壓電體140之厚度設為 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下，則即便使施加至壓電體140之電壓為 600 V 以下，亦可產生充分大之力。其結果為能以低價之元件構成用以驅動壓電驅動裝置10之驅動電路300。再者，亦可將壓電體之厚度設為 $8\text{ }\mu\text{m}$ 以上，於此情形時，可使於壓電元件中產生之力較大。再者，預燒或燒結之溫度、時間為一例，可根據壓電體材料而適當選擇。

於使用溶膠-凝膠法形成壓電體材料之薄膜之後進行燒結之情形s

時，與將原料粉末混合進行燒結之先前之燒結法進行比較有如下優點：(a)容易形成薄膜；(b)使晶格方向一致而容易結晶化；及(c)可提高壓電體之耐受電壓。

於步驟S140中，於壓電體140上形成第2電極150。第2電極150之形成可與第1電極同樣地藉由濺鍍進行。

於步驟S150中，將第2電極150與壓電體140圖案化。於本實施形態中，藉由使用氬離子束之離子研磨，進行第2電極150與壓電體140之圖案化。再者，藉由控制離子研磨之時間，可僅將第2電極150與壓電體140圖案化，而不使第1電極130圖案化。再者，亦可代替使用離子研磨進行圖案化，藉由其他任意之圖案化方法(例如，使用氯系之氣體之乾式蝕刻)進行圖案化。

於步驟S160中，在第1電極130與第2電極150上形成絕緣層160。作為絕緣層160，可使用含有磷之氧化矽膜(PSG(Phospho silicate glass)膜)、含有硼、磷之氧化矽膜(BPSG(Boro-phospho silicate glass)膜)、NSG(None-doped Silicate Glass)膜(不含硼或磷等雜質之氧化矽膜)、氮化矽膜(Si_3N_4 膜)等。絕緣層160例如可藉由CVD(chemical vapor deposition，化學氣相沈積)法而形成。形成絕緣層160之後，進行用以形成第2電極150之連接用之複數個接觸孔160c的圖案化。

於步驟S170中形成導電體層，並進行圖案化。該導電體層例如可利用鋁形成，藉由濺鍍而形成。其後，藉由將導電體層圖案化而形成連接於第2電極150之第2積層導電部172。

圖8係表示繼圖7之步驟後之製程之說明圖。於圖8(A)中，於圖7(H)之積層構造上形成絕緣層260並進行圖案化，藉此形成複數個接觸孔260c。於圖8(B)中，於積層構造之整面藉由濺鍍等形成第2積層導電部272。藉由圖7(A)～圖8(B)之步驟而完成於壓電元件(130、140、150)上形成有連接於第2電極150之第2積層導電部172、272之壓電振動體

100。再者，關於第1電極130，亦形成有連接於第1電極130之1層以上之第1積層導電部，但於圖7及圖8中省略圖示。

圖8(C)表示圖6之步驟S300中，將壓電振動體100接著於振動板200之製程。於圖8(C)之前，於振動板200之表面形成絕緣層202，且於絕緣層202上形成包含佈線332之佈線圖案。絕緣層202例如可藉由塗佈聚醯亞胺等絕緣性樹脂而形成。於圖8(C)中，使用接著劑將藉由圖7(A)～圖8(C)之製程而製成之壓電振動體100貼附於振動板200。此時，以壓電元件(130、140、150)夾於壓電振動體100之基板120、與振動板200之間之方式將壓電振動體100設置於振動板200上。再者，於圖8(C)中，省略貼於振動板200之下表面之另一壓電振動體100之圖示。

圖9(A)～(E)係表示圖8(C)所示之各種佈線層或絕緣層之一例之俯視圖。該等按照積層順序排列，並按照自最下層之圖9(E)至最上層之圖9(A)之順序對各層進行說明。圖9(E)表示包含第2電極150之導電層圖案。該導電層圖案包含用於5個壓電元件110a～110e(圖3)之5個第2電極150a～150e，進而，具有包圍該等之外周之第1積層導電部150g。該第1積層導電部150g連接於第1電極130。再者，5個第2電極150a～150e與第1積層導電部150g之間隔開，藉由絕緣層而相互絕緣，但於圖9(E)中省略絕緣層之圖示。於上述之圖7及圖8中，省略該第1積層導電部150g之圖示。又，存在於以下所說明之圖9(A)～(D)之各層之第1電極130用之各種圖案，於圖7與圖8中亦省略圖示。

圖9(D)表示形成於第2電極150之導電層圖案上之絕緣層160。虛線係用於參考而表示圖9(E)之5個第2電極150a～150e之輪廓者。如圖7(G)所說明般，亦於絕緣層160形成多個接觸孔160c。更具體而言，接觸孔160c分別於相當於5個第2電極150a～150e之5個區域中，遍及各區域之整體而大致均勻地形成。又，即便於相當於第1電極130用之第1積層導電部150g之區域中，亦形成有多個接觸孔160c。第1積層導電部150g

沿基板120之4邊之全部而形成，接觸孔160c於相當於其中3邊之區域中形成有多個。

圖9(C)表示形成於絕緣層160上之導電圖案170。該導電圖案170係處於在積層方向上最接近第2電極150之位置之導電圖案。該導電圖案170包含連接於第1電極130之1個第1積層導電部171、及連接於5個第2電極150a~150e之5個第2積層導電部172a~172e。第1積層導電部171經由絕緣層160之複數個接觸孔160c與下層側之第1積層導電部150g(圖9(E))而連接於第1電極130。又，5個第2積層導電部172a~172e經由絕緣層160之複數個接觸孔160c而分別連接於第2電極150a~150e。

圖9(B)表示形成於導電圖案170上之絕緣層260。虛線係用於參考而表示圖9(A)所示之第2積層導電部之輪廓者。如圖8(A)所說明般，亦於絕緣層260形成多個接觸孔260c。

圖9(A)表示形成於壓電振動體100之最上部之導電圖案270。該導電圖案270係處於在積層方向上距離基板120最遠之位置之導電圖案270。該導電圖案270包含：第1積層導電部271，其連接於第1電極130；及3個第2積層導電部272ad、272bc、272e，其等連接於與圖3中說明之3組壓電元件組PG1、PG2、PG3對應之3組第2電極(150a+150d)、(150b+150c)、150e。

用於第1壓電元件組PG1之第2積層導電部272ad經由圖9(B)之絕緣層260之複數個接觸孔260c而連接於圖9(C)之2個第2積層導電部172a、172d，還經由圖9(D)之絕緣層160之複數個接觸孔160c而連接於2個第2電極150a、150d。該第2積層導電部272ad為了與圖9(C)之2個第2積層導電部172a、172d連接，而自對應於圖9(C)之第2積層導電部172a之區域，依序沿對應於鄰接之另2個第2積層導電部172e、172c之區域前進而延伸至對應於第2積層導電部172d之區域。該第2積層導電部

272ad中通過未與第2積層導電部272ad電性連接之第2積層導電部172e、172c上之區域相當於圖3所示之連接佈線151。於圖9(B)之絕緣層260中，僅於對應於第2積層導電部272ad之區域(利用虛線表示)中相當於連接於第2積層導電部272ad之積層導電部172a、172d之部分形成有接觸孔260c。其結果為可形成使第2積層導電部272ad與其下層側之2個第2積層導電部172a、172d連接、且不與下層側之其他積層導電部171、172b、172c、172e連接之連接構造。與此種第1壓電元件組PG1用之第2積層導電部272ad相關之連接構造對於第2壓電元件組PG2用之第2積層導電部272bc亦大致同樣。又，該等2個第2積層導電部272ad、272bc並不相互交叉，相互隔開而得以絕緣。

第3壓電元件組PG3用之第2積層導電部272e經由圖9(B)之絕緣層260之複數個接觸孔260c而連接於圖9(C)之第2積層導電部172e，進而經由圖9(D)之絕緣層160之複數個接觸孔160c而連接於第2電極150e。該第2積層導電部272e亦不與另2個第2積層導電部272ad、272bc交叉，相互隔開而得以絕緣。如此，於本實施形態中，與3組壓電元件組PG1、PG2、PG3相對應地，在相互絕緣之狀態下設置有3個第2積層導電部272ad、272bc、272e。其結果為可個別地驅動3組壓電元件組PG1、PG2、PG3。再者，一般於將複數個壓電元件110劃分為N組(N為2以上之整數)壓電元件組之情形時，較佳為在相互絕緣之狀態下設置該等之第2積層導電部。

第1電極130用之第1積層導電部271經由圖9(B)之絕緣層260之複數個接觸孔260c而連接於圖9(C)之第1積層導電部171，還經由圖9(D)之絕緣層160之複數個接觸孔160c而連接於圖9(E)之第1積層導電部150，且經由該第1積層導電部150g而連接於第1電極130。

圖10係表示形成於振動板200上之佈線圖案330之一例之說明圖。佈線圖案330包含與圖9(A)所示之第1積層導電部271連接之第1佈

線331、及與第2積層導電部272ad、272bc、272e連接之第2佈線332ad、332bc、332e。該等4種佈線331、332ad、332bc、332e以面接觸之狀態與圖9(A)之4種積層導電部271、272ad、272bc、272e連接。於將壓電振動體100接著於振動板200之情形時(圖8(C))，在圖10之左右反轉之狀態下與圖9(A)之導電圖案270接觸。

再者，一般於將複數個壓電元件110劃分為N組(N為2以上之整數)壓電元件組之情形時，較佳為於壓電振動體100側之最上層以相互絕緣之狀態設置N個第2積層導電部，另一方面，於振動板200之佈線圖案330以相互絕緣之狀態設置對應之N個第2佈線。若如此操作，則藉由在面接觸之狀態下將振動板200與壓電振動體100貼合，可容易地進行佈線連接。

振動板200上之佈線圖案330中、3組壓電元件組PG1～PG3用之3個第2佈線332ad、332bc、332e經由處於振動板200之一側(圖10(A)之上側)之連接部220而延伸至安裝部230之位置。此係用以於該安裝部230之位置上，將第2佈線332ad、332bc、332e與驅動電路300(圖3)連接。第1電極130用之第1佈線331經由處於振動板200之另一側(圖10(A)之下側)之連接部220而延伸至安裝部230之位置。此係用以於該安裝部230之位置上，將第1佈線331與驅動電路300連接。再者，該等佈線331、332ad、332bc、332e分別連接於圖3所示之佈線320、314、310、312。如此，振動板200上之佈線圖案330(331、332ad、332bc、332e)較佳為延伸至未載置壓電振動體100之表面部分而形成。藉由如此操作，可容易地進行壓電元件110之電極130、150與驅動電路300之連接。

如此，形成於振動板200之佈線331、332ad、332bc、332e以面接觸之狀態與處於壓電振動體100之最上部之積層導電部271、272ad、272bc、272e電性連接。因此，與使用導線與焊料進行電性連接之情形相比，可降低作業中之斷線之可能性。又，與使用導線相比，可實現

省空間化。進而，由於振動板200與壓電振動體100之間之佈線連接作業係將兩者之表面彼此貼合，故而可實現佈線之短時間化，作業較為容易，故而可防止由作業人員造成之不均。又，由於成為壓電元件110之電極130、150夾於壓電元件110與振動板200之間之形態，電極130、150不會露出至外側表面，故而亦有減少不良、或耐久性提高之效果。

圖10(B)表示圖10(A)之B-B剖面。振動板200上之佈線圖案330中，第1電極130用之第1佈線331延伸至振動板200之側面。於本實施形態中，振動板200由金屬材料等導電性構件形成。因此，第1佈線331於振動板200之側面與振動板200電性連接。其結果為可將壓電元件110之第1電極130與振動板200容易地電性連接。然而，亦能以不延伸至振動板200之側面之方式形成第1佈線331。

圖11係表示形成於振動板200上之佈線圖案330之另一例之說明圖。此處，於圖10之佈線圖案330上還形成有絕緣層340，於絕緣層340之複數個部位設置有開口340w。如圖11(B)所示，佈線331、332ad、332bc、332e之一部分自開口340w露出。自開口340w露出之331、332ad、332bc、332e之部分作為焊墊而發揮功能，以面接觸之狀態與處於壓電振動體100之最上部之積層導電部271、272ad、272bc、272e電性連接。如此，亦可用絕緣層340覆蓋佈線圖案330，並且自絕緣層340僅露出作為焊墊所必需之佈線部分。若如此操作，則佈線圖案330之形狀之自由度提高，故而可更容易地形成佈線圖案330。再者，亦可代替使佈線331、332ad、332bc、332e之一部分自絕緣層340之開口340w露出，而向開口340w內填充焊料膏或焊料粒。於此情形時，藉由於將壓電振動體100載置於振動板200之後進行焊料之回焊，而可執行佈線連接。

圖12係壓電驅動裝置10之積層佈線構造之模式圖。此處，亦表示與圖8(C)、圖9及圖10中說明之積層佈線構造之對應關係。再者，於圖12中，為了方便圖示，於基板120上僅描繪1個壓電元件110，於圖12(A)及

中描繪將壓電振動體100與振動板200隔開之狀態。於振動板200之表面形成有絕緣層202，於絕緣層202上形成有包含佈線331、332之佈線圖案330。佈線332代表圖10所示之3個第2佈線332ad、332bc、332e。壓電元件110之第1電極130經由接觸孔CH1而連接於第1積層導電部LC1。第1積層導電部LC1代表圖9所示之2層分之第1積層導電部171、271。壓電元件110之第2電極150經由接觸孔CH2而連接於第2積層導電部LC2。第2積層導電部LC2代表圖9所示之2層分之第2積層導電部172、272。再者，接觸孔CH1、CH2代表圖9所示之2個絕緣層160、260之接觸孔160c、260c。

圖12(B)表示圖12(A)之俯視圖。第1電極130用之接觸孔CH1沿第1電極130之整個周緣均勻地形成有多個。又，第2電極150用之接觸孔CH2遍及第2電極150之整個區域而均勻地形成有多個。如該模式圖所示，若形成多個接觸孔CH1、CH2，則如以下所說明般，具有降低寄生電阻而不會使施加至壓電元件110之兩端之電壓過度降低之效果。

圖13係表示壓電元件110與驅動電路300之等效電路之電路圖。壓電元件110與第1電極130之寄生電阻R1、壓電體140之靜電電容C、及第2電極150之寄生電阻R2之串聯等效。自驅動電路300向壓電元件110供給交流電壓或脈動電壓作為驅動電壓Vd。此時，施加至壓電元件110之電壓Vc成為 $V_d / \{1 + j\omega(R_1 + R_2)\}$ 。若如圖12所示，使用多個接觸孔CH1、CH2將電極130、150連接於積層導電部LC1、LC2，則可降低第1電極130之寄生電阻R1或第2電極150之寄生電阻R2，故而可增大施加至壓電元件110之電壓Vc，可更有效率地驅動壓電元件110。又，較佳為接觸孔CH1、CH2之面積較大，但另一方面較佳為不會因接觸孔CH1、CH2而減少壓電元件110之面積。為了滿足該等2個期望，而於圖12(B)所示之俯視中，遍及第2電極150之整個區域形成多個接觸孔CH2，且關於第1電極130，遍及相當於第2電極150之外周之整個區域

而形成多個接觸孔CH1。因此，作為第1電極130之形狀，較佳為形成為包含第2電極150之整個外周，並且具有存在於較第2電極150更外側之框狀區域。

圖14表示圖12之變化例。此處，將圖12所示之第1電極用之複數個接觸孔CH1彼此連結而形成1個較大之接觸孔CH1a。第2電極用之複數個接觸孔CH2亦同樣地彼此連結而形成1個較大之接觸孔CH2a。藉由此種構成，亦可獲得與圖12之積層佈線構造同樣之效果。

再者，如圖12及圖14之模式圖所示，第1積層導電部LC1及第2積層導電部LC2亦可形成為至少一層之導電圖案。然而，如圖8(C)及圖9中所說明，亦可使用2層以上之導電圖案(圖9之170、270)實現第1積層導電部LC1及第2積層導電部LC2。於此情形時，較佳為於各層之導電圖案(圖9之170、270)形成第1積層導電部LC1(圖9之171、271)與第2積層導電部LC2(圖9之172、272)。若使用2層以上之導電圖案，則與僅使用1層導電圖案之情形相比，佈線連接構造之自由度增加，故而可更容易地構成較理想之佈線連接構造。又，於設置2層以上之導電圖案之情形時，較佳為於鄰接之2層導電圖案之間設置絕緣層。

如以上般，根據第1實施形態之壓電驅動裝置10，振動板200之佈線圖案330之第1佈線331與第2佈線332連接於第1電極130與第2電極150，故而與使用導線與焊料而將振動板200之佈線圖案330與第1電極130及第2電極150連接之情形相比，可將佈線用之空間抑制為較小，且可降低斷線之可能性。又，由於第1佈線331與第2佈線332經由第1積層導電部LC1(171、271)與第2積層導電部LC2(172、272)而連接於第1電極130與第2電極150，故而佈線用之空間之降低效果與斷線之可能性之降低效果為顯著。又，由於以基板120與振動板200隔著壓電元件110之方式將壓電振動體100設置於振動板200上，故而可藉由基板抑制此種不理想之撓曲(扭曲)。其結果為可降低壓電驅動裝置10之故障或損

傷之可能性。

- 壓電驅動裝置之另一實施形態：

圖15(A)係作為本發明之又一實施形態之壓電驅動裝置10b之俯視圖，且係對應於第1實施形態之圖1(A)之圖。於圖15(A)~(C)中，為了方便圖示，對振動板200之連接部220及安裝部230省略圖示。於圖15(A)之壓電驅動裝置10b中，省略一對第2電極150b、150c。該壓電驅動裝置10b亦能使轉子50向如圖4(A)所示之1個方向 z 旋轉。再者，由於對圖15(A)之3個第2電極150a、150e、150d施加相同電壓，故而亦能以連續之1個電極層之形式形成該等3個第2電極150a、150e、150d。

圖15(B)係作為本發明之又一實施形態之壓電驅動裝置10c之俯視圖。於該壓電驅動裝置10c中，省略圖1(A)之中央之第2電極150e，其他4個第2電極150a、150b、150c、150d形成為大於圖1(A)之面積。該壓電驅動裝置10c亦可達成與第1實施形態大致相同之效果。

圖15(C)係作為本發明之又一實施形態之壓電驅動裝置10d之俯視圖。於該壓電驅動裝置10d中，省略圖1(A)之4個第2電極150a、150b、150c、150d，1個第2電極150e以較大之面積形成。由於該壓電驅動裝置10d向長度方向伸縮，故而可自突起部20對被驅動體(省略圖示)賦予較大之力。

如根據圖1及圖15(A)~(C)可理解般，作為壓電振動體100之第2電極150，可設置至少1層電極層。然而，若如圖1及圖15(A)、(B)所示之實施形態般，於長方形之壓電振動體100之對角之位置設置第2電極150，則可使壓電振動體100及振動板200變形為於其平面內彎曲之蜿蜒形狀，就此方面而言較佳。

- 使用壓電驅動裝置之裝置之實施形態：

上述之壓電驅動裝置10藉由利用共振而對被驅動體賦予較大之力，可應用於各種裝置。壓電驅動裝置10例如可用作機器人(亦包含電

子零件搬送裝置(IC(integrated circuit, 積體電路)處置器))、投藥用泵、時鐘之日曆饋送裝置、印刷裝置(例如饋紙機構。然而, 於用於頭部之壓電驅動裝置中, 不使振動板共振, 故而不可應用於頭部)等各種機器中之驅動裝置。以下, 對代表性實施形態進行說明。

圖16係表示利用上述壓電驅動裝置10之機器人2050之一例之說明圖。機器人2050具有臂2010(亦稱為「腕部」), 該臂2010包括複數個連桿部2012(亦稱為「連桿構件」)、及將該等連桿部2012之間以可旋動或彎曲之狀態連接之複數個關節部2020。於各個關節部2020內置有上述之壓電驅動裝置10, 可使用壓電驅動裝置10使關節部2020旋動或彎曲任意之角度。於臂2010之前端連接有機器手(robot hand)2000。機器手2000包括一對把持部2003。於機器手2000中亦內置有壓電驅動裝置10, 可使用壓電驅動裝置10將把持部2003開合而把持物品。又, 於機器手2000與臂2010之間亦設置有壓電驅動裝置10, 亦可使用壓電驅動裝置10使機器手2000相對於臂2010旋轉。

圖17係圖16所示之機器人2050之手腕部分之說明圖。手腕之關節部2020夾持手腕旋動部2022, 手腕之連桿部2012圍繞手腕旋動部2022之中心軸O可旋動地安裝於手腕旋動部2022。手腕旋動部2022包括壓電驅動裝置10, 壓電驅動裝置10使手腕之連桿部2012及機器手2000圍繞中心軸O旋動。於機器手2000立設有複數個把持部2003。把持部2003之基端部可於機器手2000內移動, 壓電驅動裝置10搭載於該把持部2003之根部。因此, 藉由使壓電驅動裝置10動作而可使把持部2003移動來把持對象物。

再者, 作為機器人, 並不限定於單腕之機器人, 亦可將壓電驅動裝置10應用於腕之數量為2個以上之多腕機器人。此處, 於手腕之關節部2020或機器手2000之內部, 除壓電驅動裝置10以外, 還包含對力感測器(force sensor)或陀螺儀感測器等各種裝置供給電力之電力線、或

傳遞信號之信號線等，需要非常多之佈線。因此，非常難以於關節部2020或機器手2000之內部配置佈線。然而，由於上述之實施形態之壓電驅動裝置10可使驅動電流小於通常之電動馬達、或先前之壓電驅動裝置，故而即便於如關節部2020(尤其是臂2010之前端之關節部)或機器手2000般之較小空間內亦可配置佈線。

圖18係表示利用上述壓電驅動裝置10之送液泵2200之一例之說明圖。送液泵2200於殼體2230內設置有貯液器2211、管2212、壓電驅動裝置10、轉子2222、減速傳遞機構2223、凸輪2202、及複數個爪2213、2214、2215、2216、2217、2218、2219。貯液器2211係用以收容作為輸送對象之液體之收容部。管2212係用以輸送自貯液器2211送出之液體之管。壓電驅動裝置10之突起部20係以按壓於轉子2222之側面之狀態而設置，壓電驅動裝置10旋轉驅動轉子2222。轉子2222之旋轉力經由減速傳遞機構2223而傳遞至凸輪2202。爪2213至2219係用以使管2212閉合之構件。當凸輪2202旋轉時，藉由凸輪2202之突起部2202A而將爪2213至2219依序向輻射方向外側按壓。爪2213至2219自輸送方向向上游側(貯液器2211側)依次將管2212閉合。藉此，管2212內之液體依次向下游側輸送。如此一來，可高精度地輸送極少之量，且可實現小型之送液泵2200。再者，各構件之配置並不限定於所圖示者。又，亦可為不包括爪等構件，而由設置於轉子2222之球等將管2212閉合之構成。如上述之送液泵2200可有效地用於將胰島素等藥液投予至人體之投藥裝置等。此處，藉由使用上述之實施形態之壓電驅動裝置10，而使驅動電流小於先前之壓電驅動裝置，故而可抑制投藥裝置之消耗電力。因此，於利用電池驅動投藥裝置之情形時，尤其有效。

・變化例：

再者，本發明並不限定於上述之實施例或實施形態，可於不脫離其主旨之範圍內，於各種態樣中實施，例如亦可進行如下變化。

• 變化例1：

於上述實施形態中，於振動板200之兩表面分別設置1個壓電振動體100，但亦可省略一個壓電振動體100。然而，若於振動板200之兩表面分別設置壓電振動體100，則更容易使振動板200變形為於其平面內彎曲之蜿蜒形狀，就此方面而言較佳。

• 變化例2：

上述實施形態中說明之剖面構造或佈線連接構造僅為一例，可採用其他剖面構造或佈線連接構造。例如，佈線連接構造之層之種類或層數可適當採用除上述之實施形態以外之任意者。又，形成於振動板200之佈線圖案，無需形成電性連接於壓電元件110之第1電極130之第1佈線與電性連接於第2電極150之第2佈線之兩者，亦可僅形成電性連接於第1電極130與第2電極150中之一者之佈線。於此情形時，第1電極130與第2電極150中之另一者可經由除形成於振動板200之佈線圖案以外之任意之電性連接佈線而連接於驅動電路。

以上，基於若干實施例對本發明之實施形態進行了說明，但上述之發明之實施形態係用以容易理解本發明者，並不限定本發明。當然本發明可於不脫離其宗旨以及申請專利範圍之前提下，進行變更、改良，並且其等效物包含於本發明中。

【符號說明】

10	壓電驅動裝置
10b	壓電驅動裝置
10c	壓電驅動裝置
10d	壓電驅動裝置
20	突起部
50	轉子
51	中心

100	壓電振動體
110	壓電元件
110a	壓電元件
110b	壓電元件
110c	壓電元件
110d	壓電元件
110e	壓電元件
120	基板
125	絕緣層
130	第1電極
140	壓電體
150	第2電極
150a	第2電極
150b	第2電極
150c	第2電極
150d	第2電極
150e	第2電極
150g	第1積層導電部
151	連接佈線
152	連接佈線
160	絕緣層
160c	接觸孔
170	導電圖案
171	第1積層導電部
172	第2積層導電部
172a	第2積層導電部

172b	第2積層導電部
172c	第2積層導電部
172d	第2積層導電部
172e	第2積層導電部
200	振動板
202	絕緣層
210	振動體部
211	第1面
212	第2面
220	連接部
230	安裝部
240	螺絲
260	絕緣層
260c	接觸孔
270	導電圖案
271	第1積層導電部
272	第2積層導電部
272ad	第2積層導電部
272bc	第2積層導電部
272e	第2積層導電部
300	驅動電路
310	佈線
312	佈線
314	佈線
320	佈線
330	佈線圖案

331	第1佈線
332	第2佈線
332ad	第2佈線
332bc	第2佈線
332e	第2佈線
340	絕緣層
340w	開口
2000	機器手
2003	把持部
2010	臂
2012	連桿部
2020	關節部
2022	手腕旋動部
2050	機器人
2200	送液泵
2202	凸輪
2202A	突起部
2211	貯液器
2212	管
2213	爪
2214	爪
2215	爪
2216	爪
2217	爪
2218	爪
2219	爪

2222	轉子
2223	減速傳遞機構
2230	殼體
C	靜電電容
CH1	接觸孔
CH1a	接觸孔
CH2	接觸孔
CH2a	接觸孔
LC1	第1積層導電部
LC2	第2積層導電部
PG1	第1壓電元件組
PG2	第2壓電元件組
PG3	第3壓電元件組
R1	寄生電阻
R2	寄生電阻
S100	步驟
S200	步驟
S300	步驟
S400	步驟
x	方向
y	方向
z	方向

I657606

發明摘要

※ 申請案號：104126001

※ 申請日：104/08/10

※IPC 分類：H01L 41/09 (2006.01)

H02N 2/06 (2006.01)

B25J 9/18 (2006.01)

【發明名稱】

壓電驅動裝置、機器人、及其之驅動方法

PIEZOELECTRIC DRIVING DEVICE, ROBOT, AND DRIVING
METHOD OF THE SAME

【中文】

於在壓電元件之電極焊接金屬線狀之導線的佈線構造中，需要用於導線之空間，且於佈線作業中容易斷線。

本發明之壓電驅動裝置包括：振動板；及壓電振動體，其具有基板、及設置於上述基板上之壓電元件。壓電元件具有第1電極、第2電極及壓電體，第1電極、壓電體及第2電極依序積層於基板上。以基板與振動板隔著壓電元件之方式將壓電振動體設置於振動板上。於振動板形成有包含對應於第1電極之第1佈線及對應於第2電極之第2佈線之佈線圖案，第1電極與第1佈線經由第1積層導電部連接，且第2電極與上述第2佈線經由第2積層導電部連接。

【英文】

A piezoelectric driving device includes a vibrating plate, and a piezoelectric vibrating body including a substrate, and piezoelectric elements provided on the substrate. The piezoelectric element includes a first electrode, a second electrode, and a piezoelectric body, and the first electrode, the piezoelectric body, and the second electrode are laminated in this order on the substrate. The piezoelectric vibrating body is installed on the vibrating plate so that the piezoelectric element is interposed between the substrate and the vibrating plate. A wiring pattern including a first wiring corresponding to the first electrode and a second wiring corresponding to the second electrode is formed on the vibrating plate, the first electrode and the first wiring are connected to each other through a first laminated conducting portion, and the second electrode and the second wiring are connected to each other through a second laminated conducting portion.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（12）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

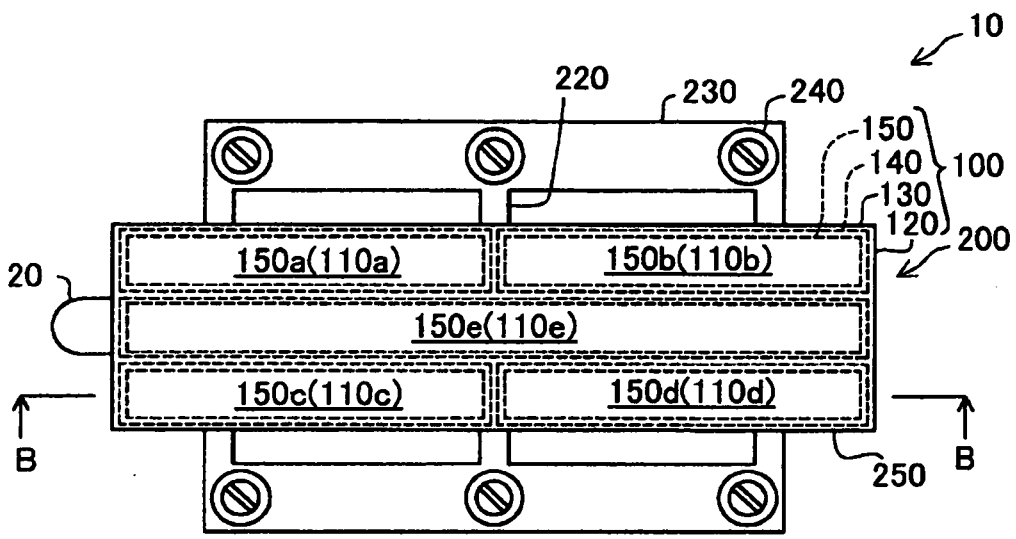
100	壓電振動體
110	壓電元件
120	基板
125	絕緣層
130	第1電極
140	壓電體
150	第2電極
171	第1積層導電部
172	第2積層導電部
200	振動板
202	絕緣層
271	第1積層導電部
272	第2積層導電部
330	佈線圖案
331	第1佈線
332	第2佈線
CH1	接觸孔
CH2	接觸孔
LC1	第1積層導電部
LC2	第2積層導電部

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

圖式

(A)



(B)

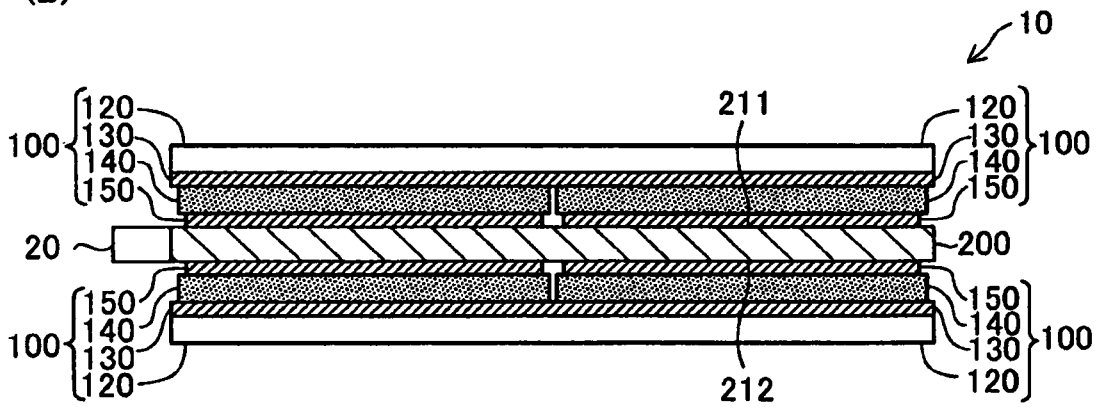


圖1

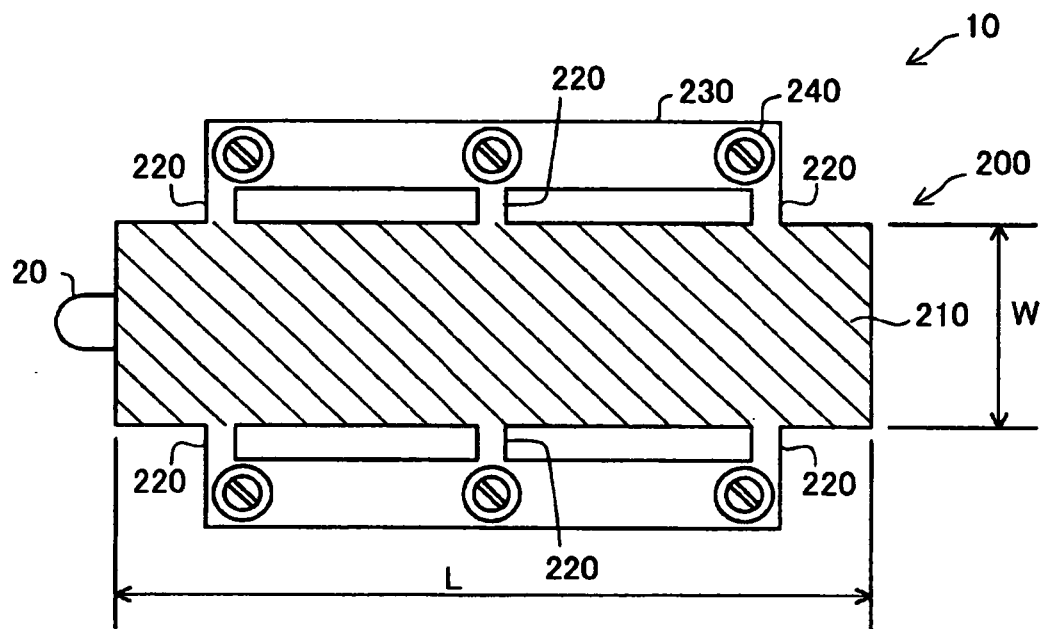
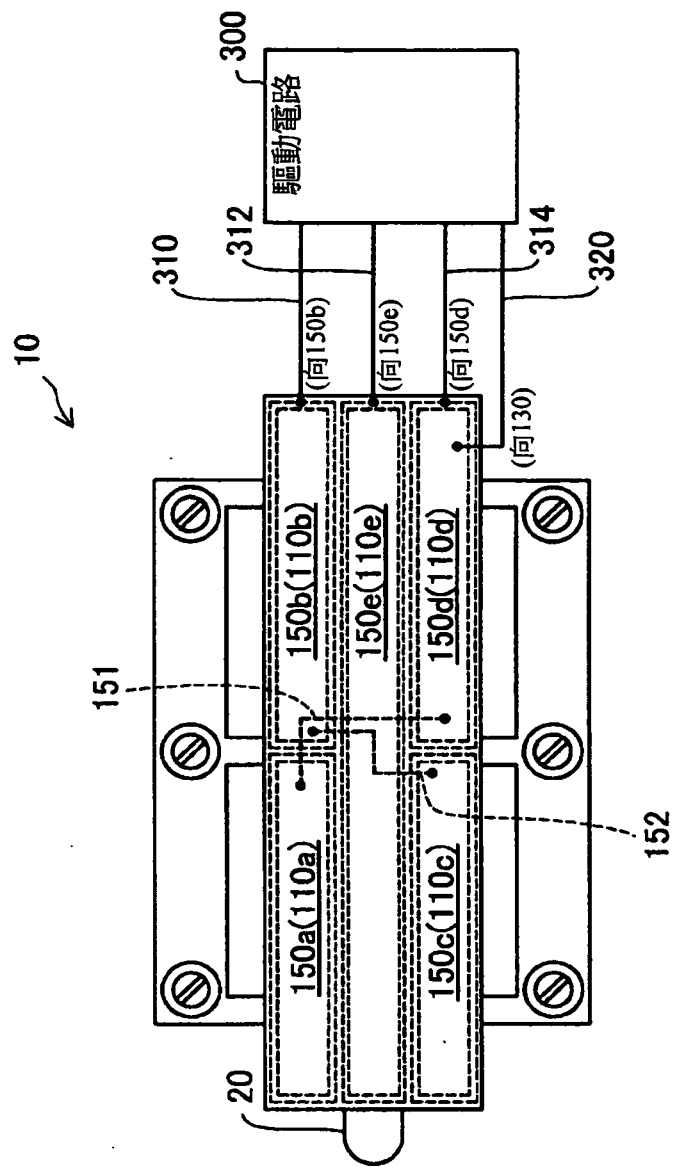


圖2





第1壓電元件組PG1：壓電元件110a、110d
第2壓電元件組PG2：壓電元件110b、110c
第3壓電元件組PG3：壓電元件110e

圖3

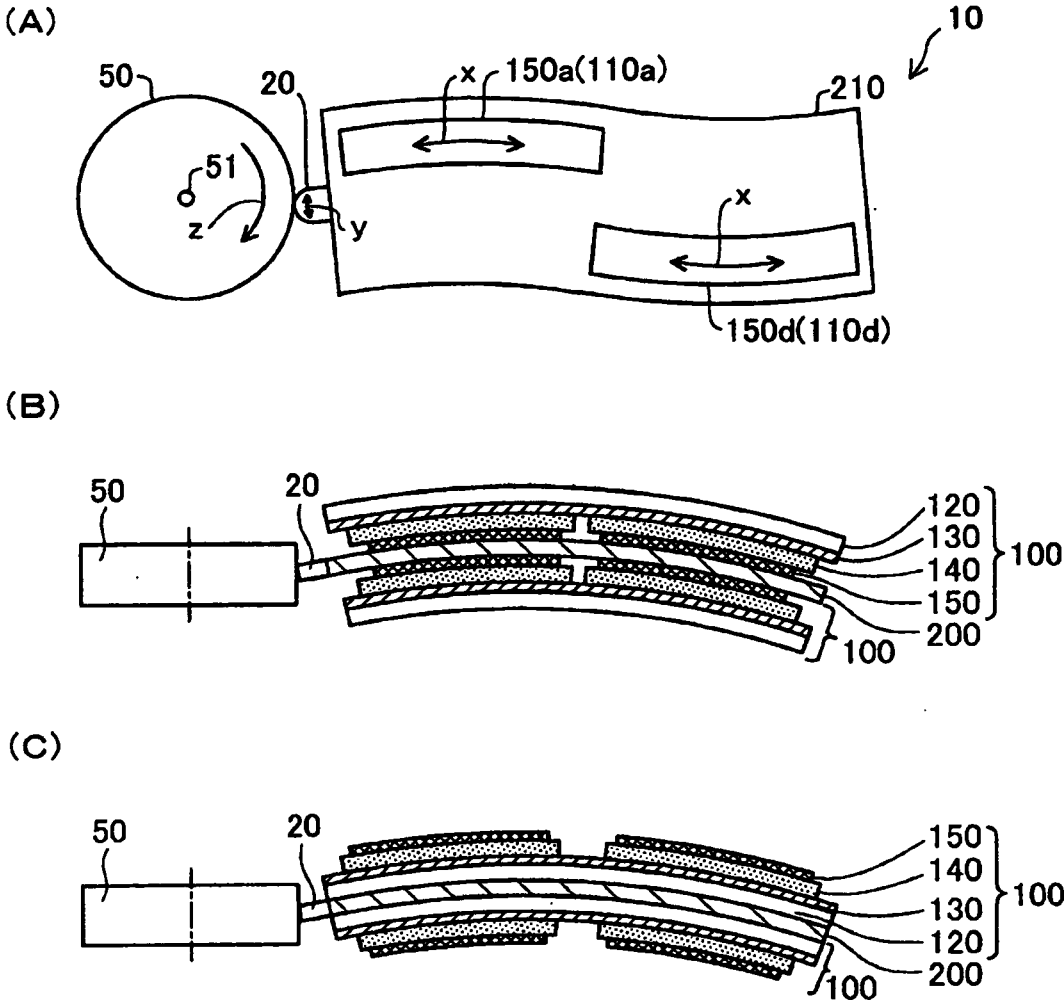


圖4

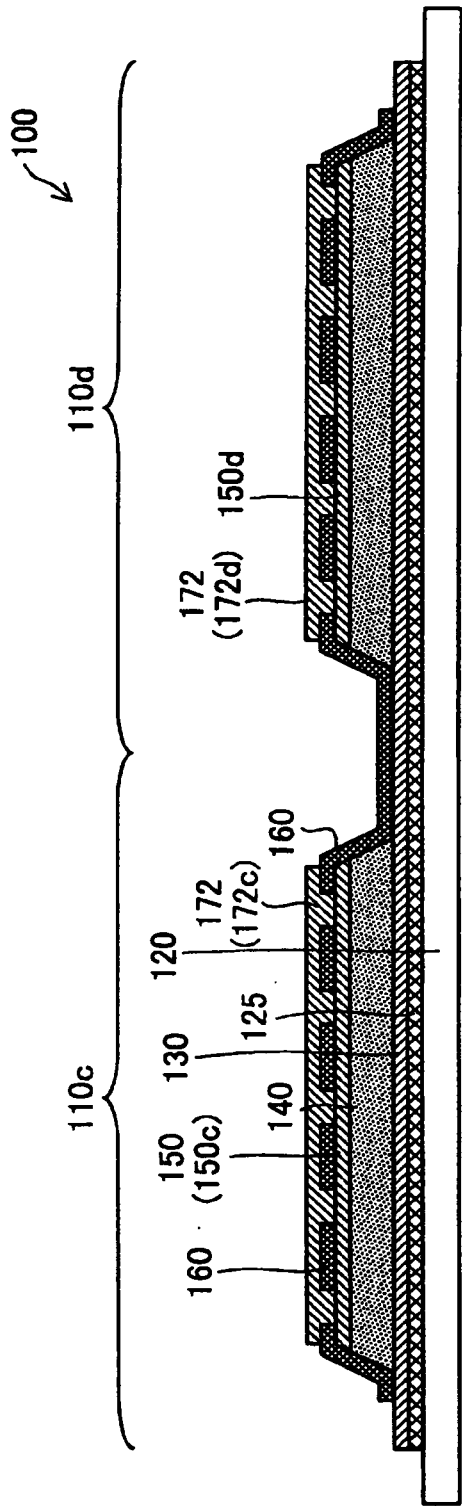


圖5

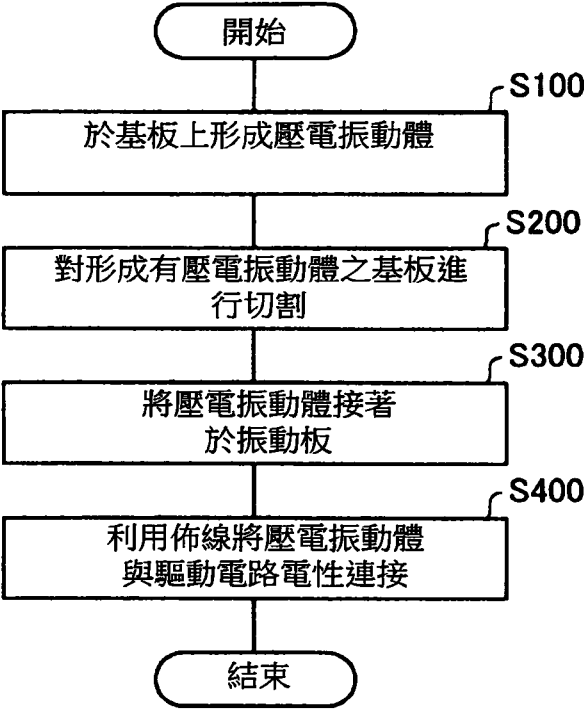


圖6

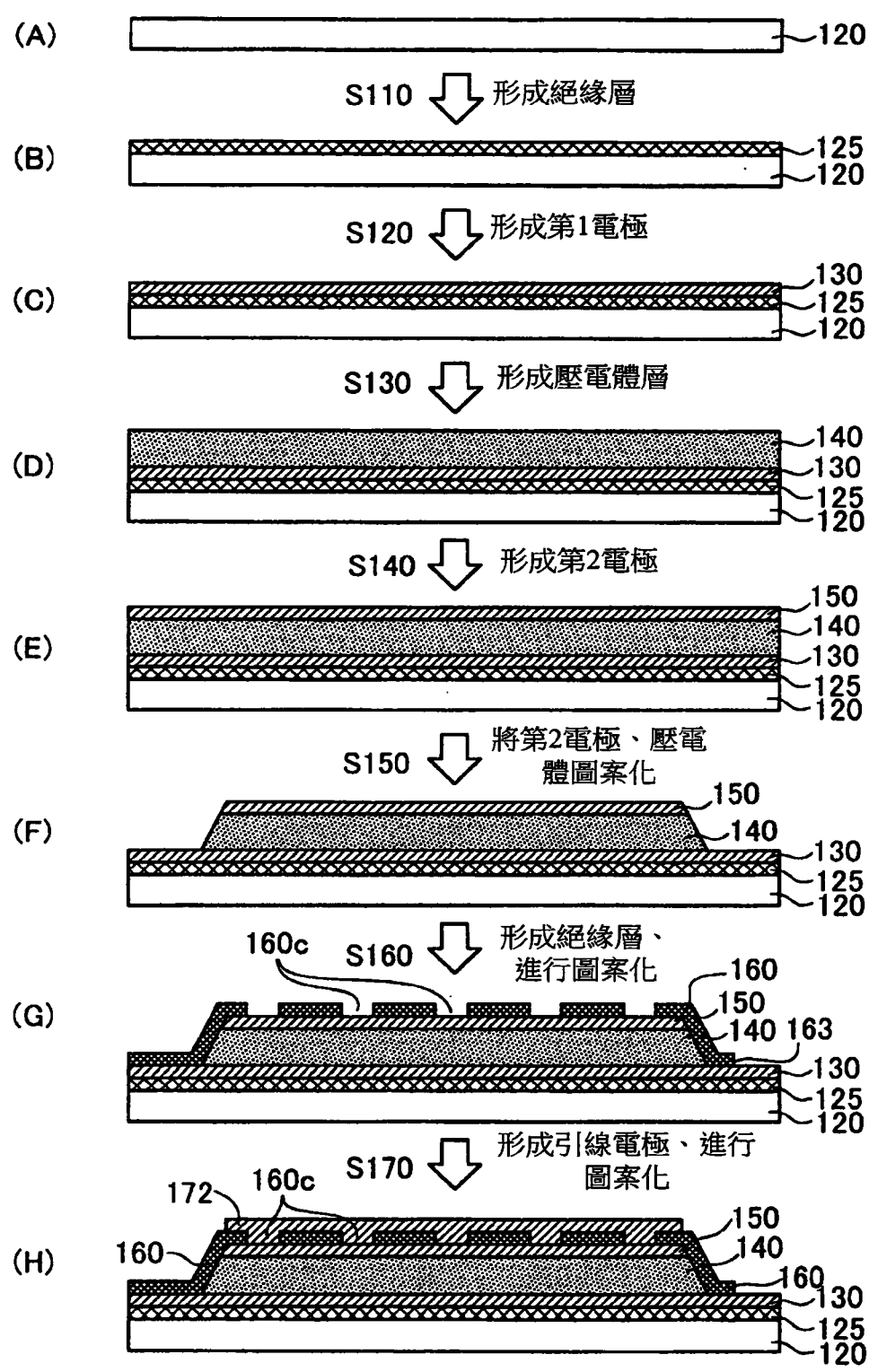


圖7

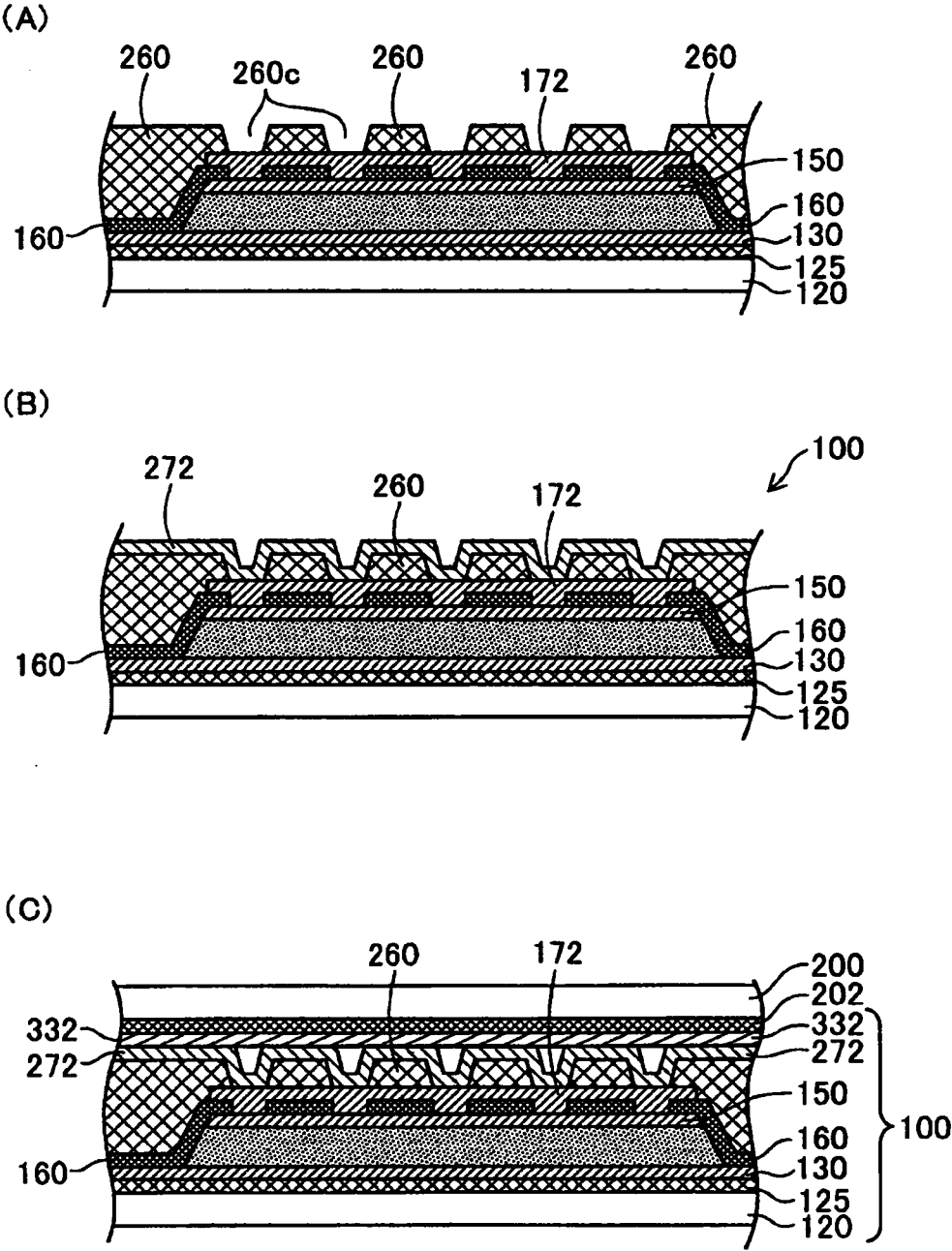


圖8

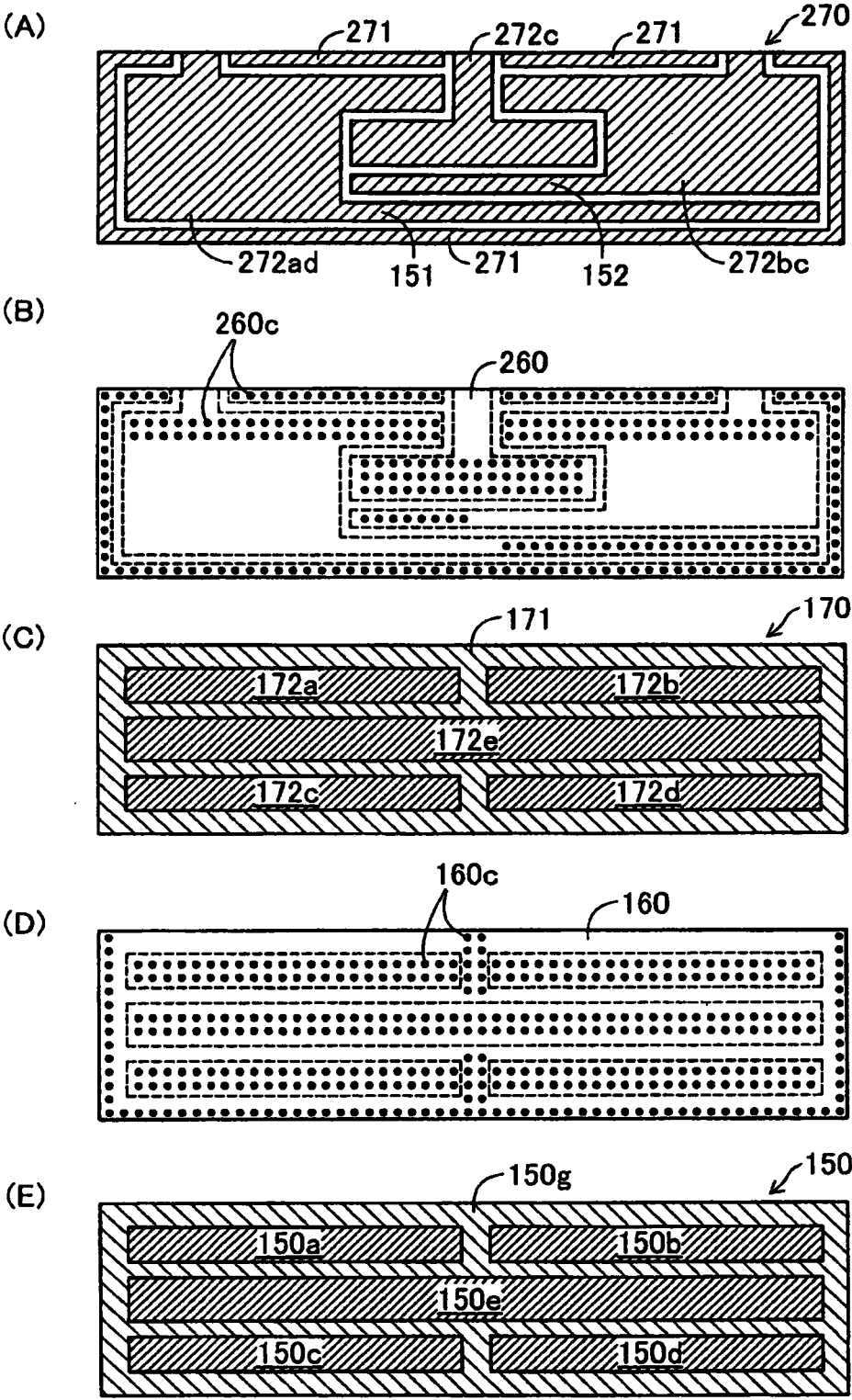


圖9

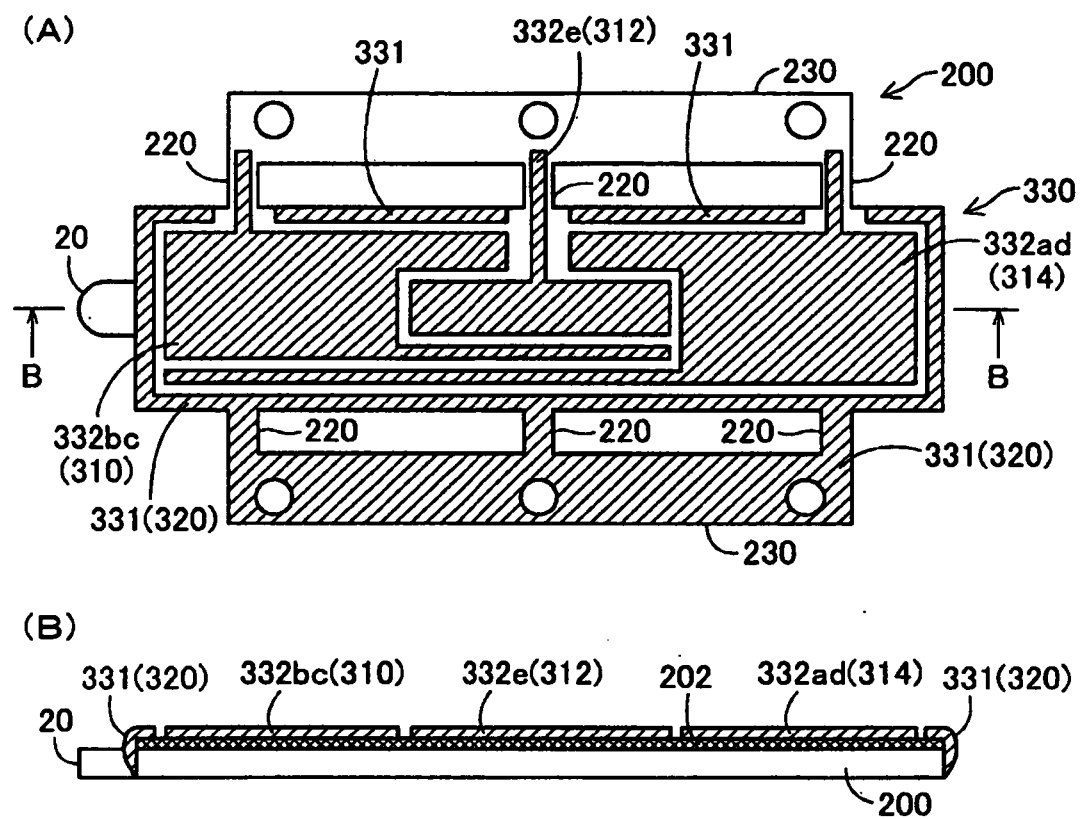


圖10



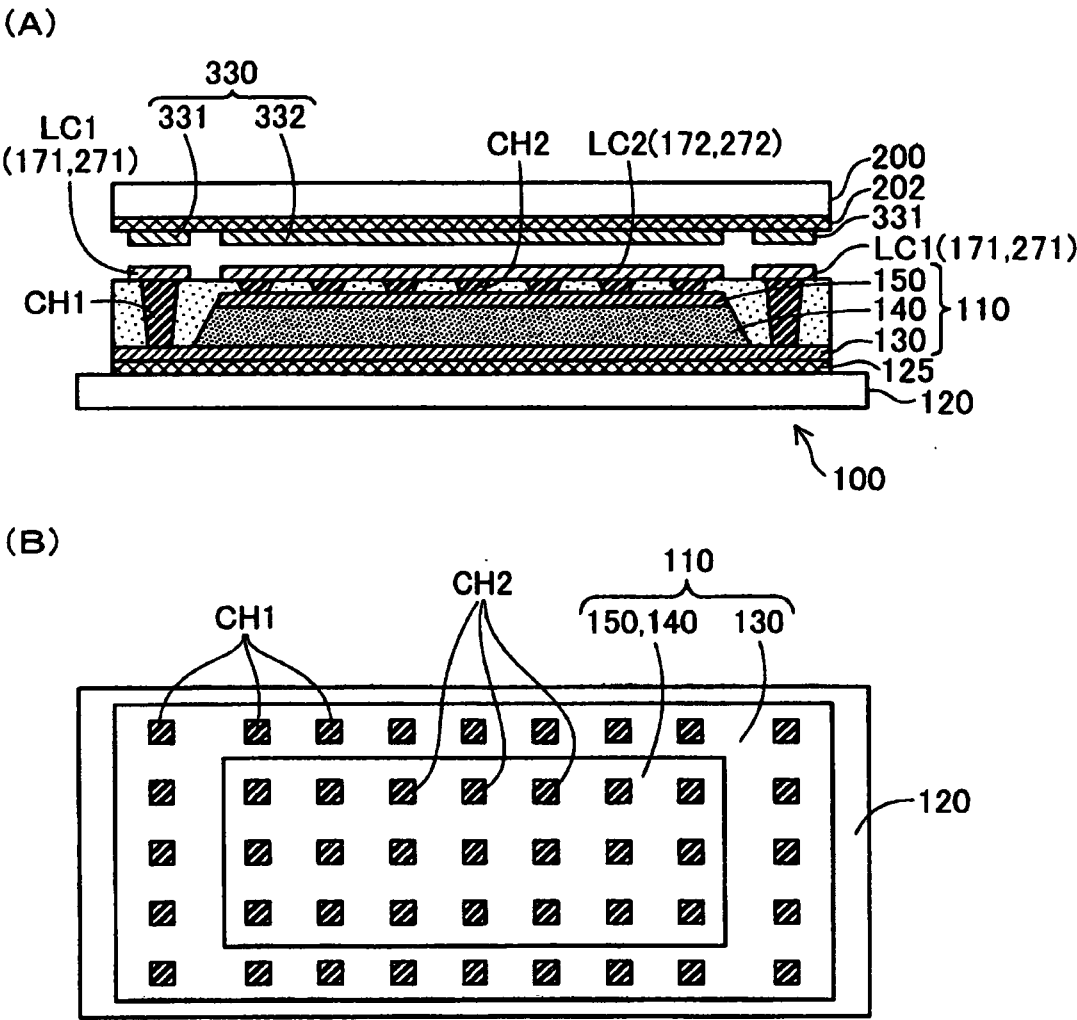


圖12

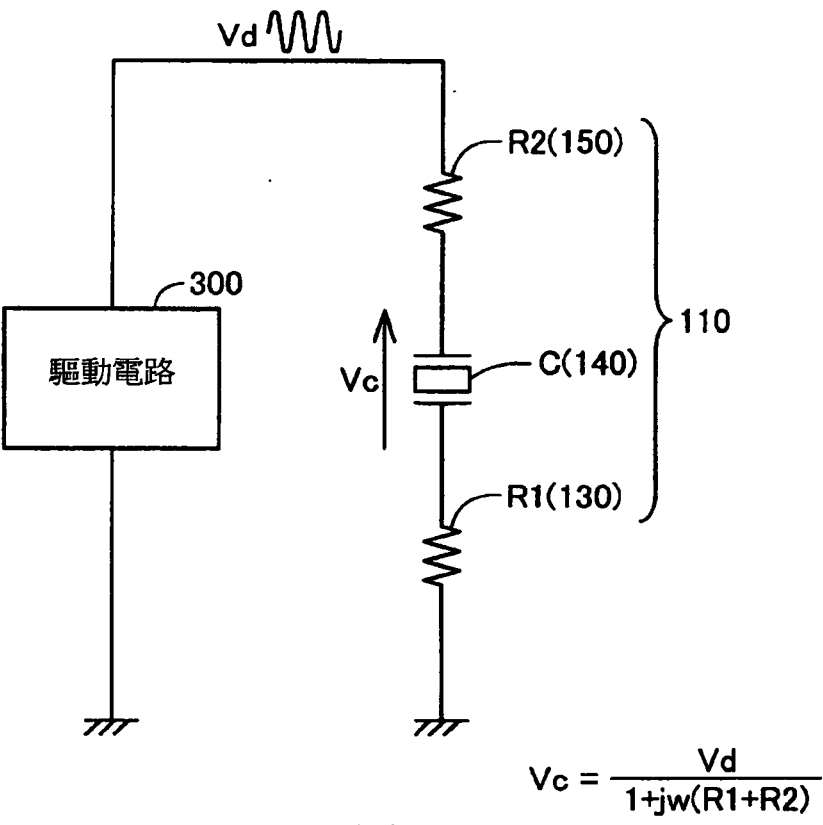


圖13

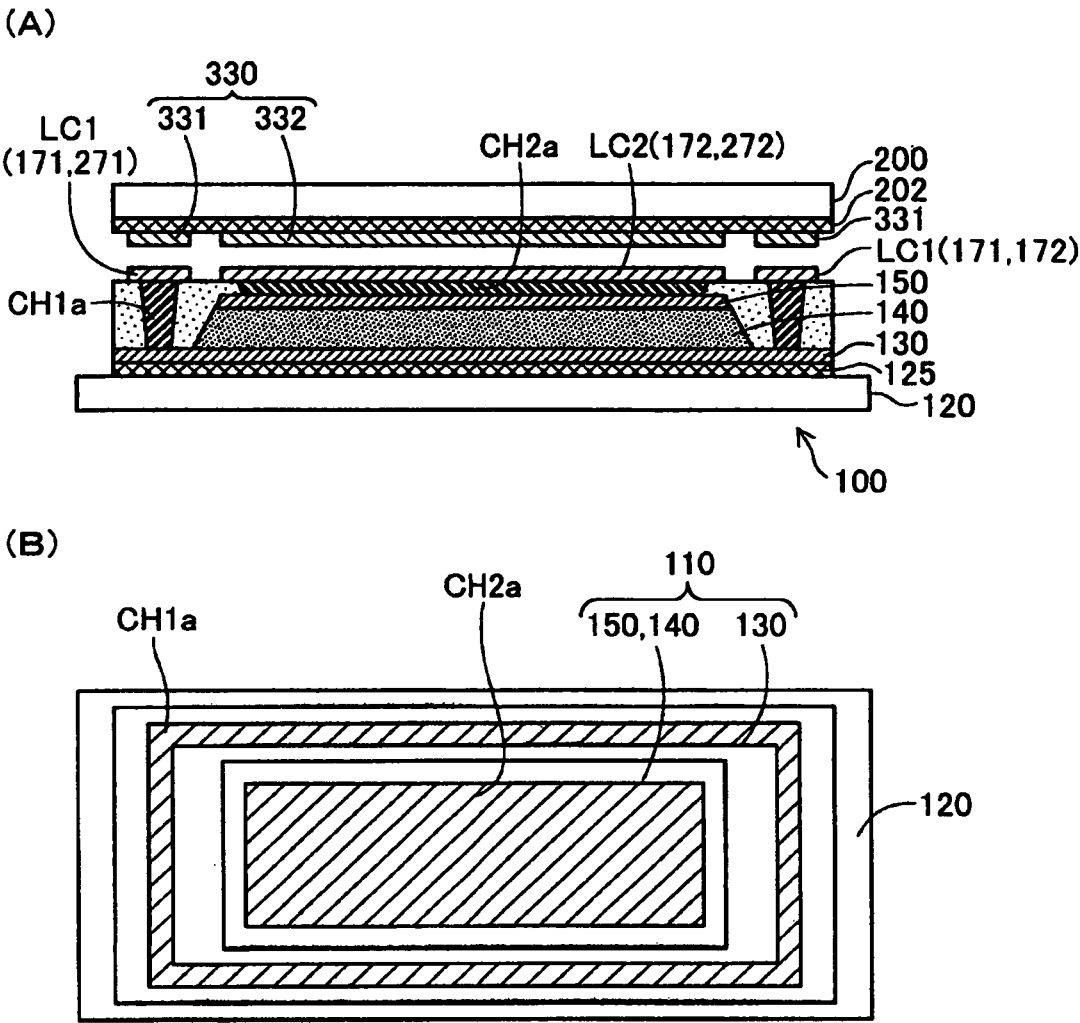


圖14

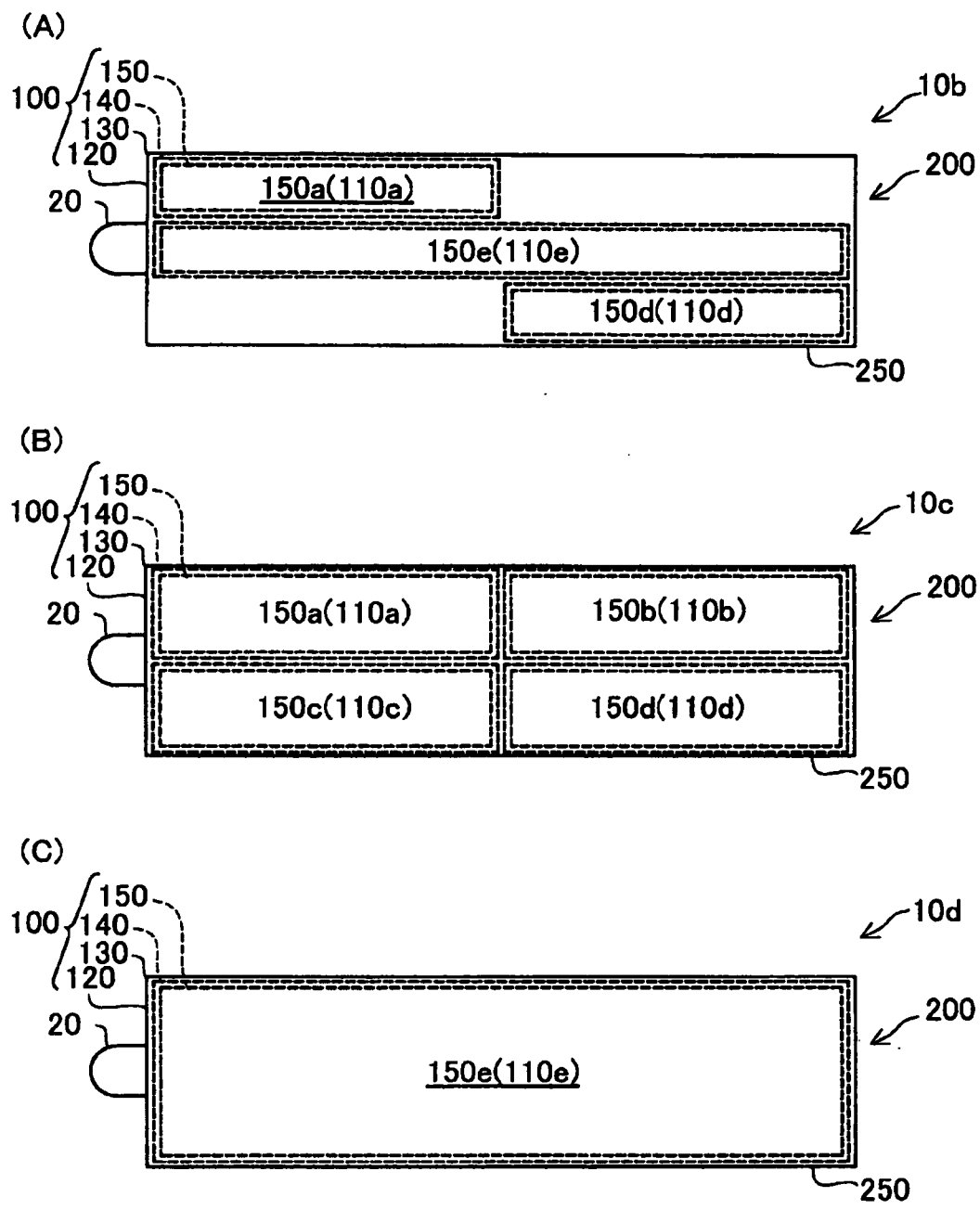


圖15

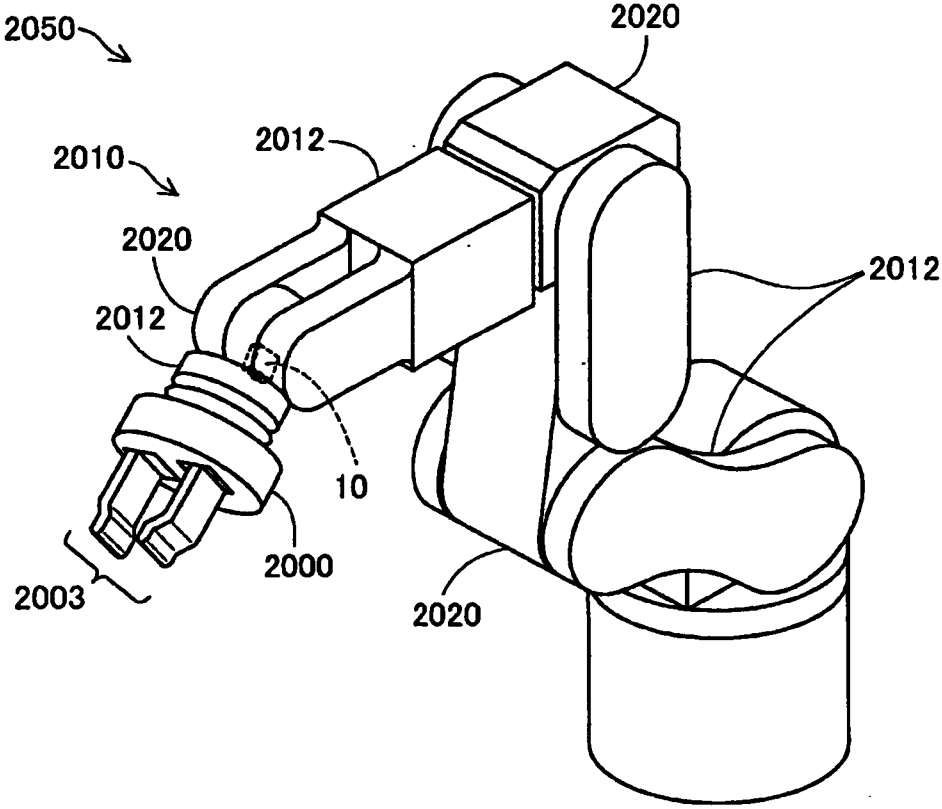


圖16

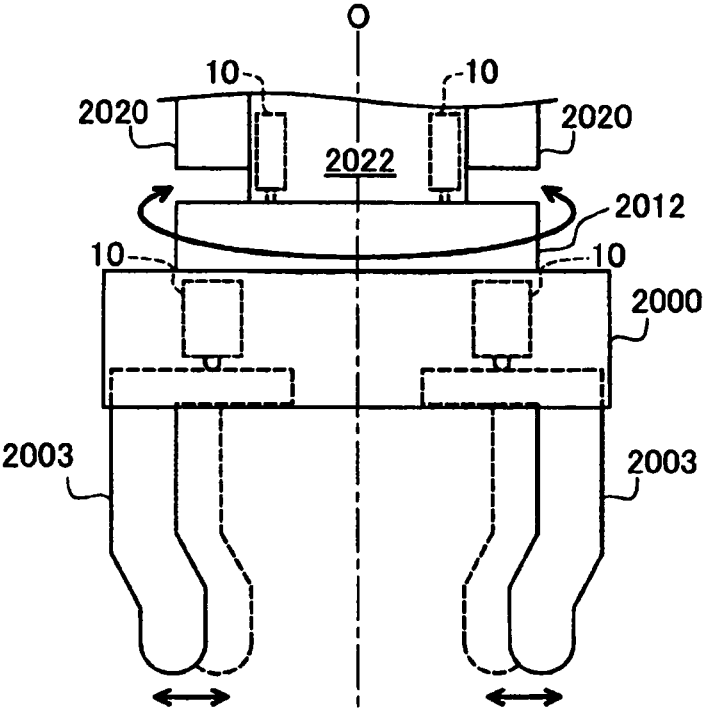


圖17

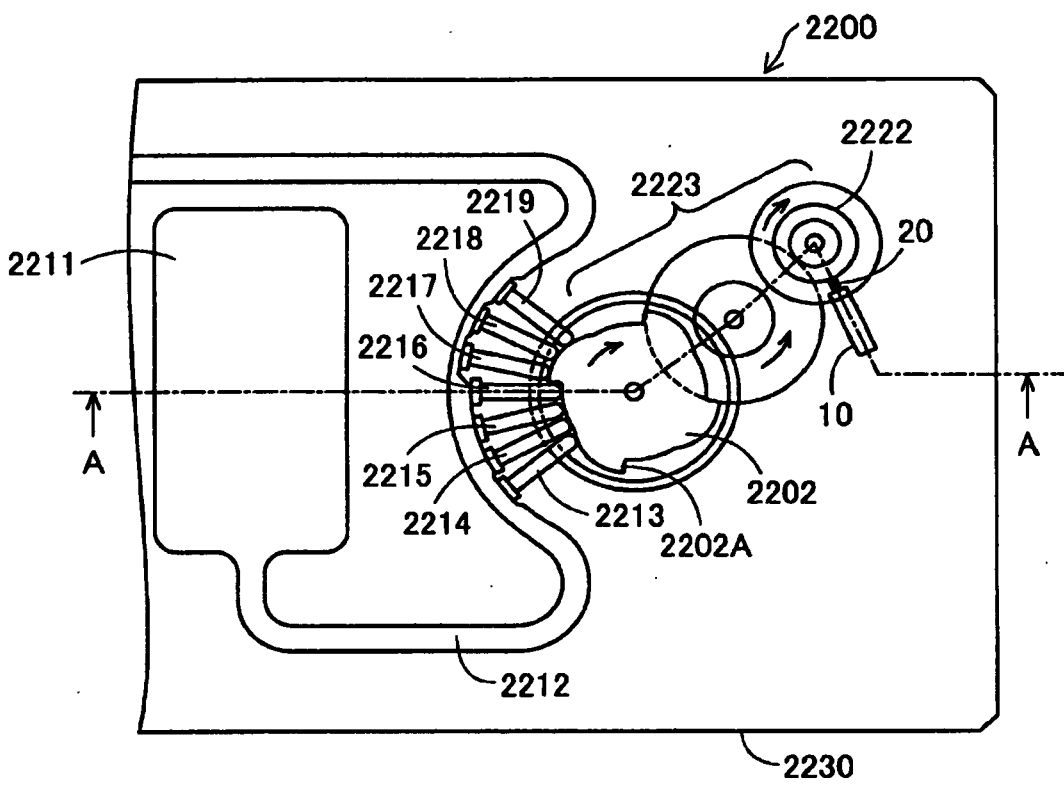


圖18

申請專利範圍

1. 一種壓電驅動裝置，其包括：

振動板；及

壓電振動體，其具有：基板；壓電體，其設置於上述基板與上述振動板之間；第1電極，其設置於上述壓電體與上述基板之間；及第2電極，其設置於上述壓電體與上述振動板之間；且

於上述振動板形成有與上述第1電極或上述第2電極之至少一者電性連接之佈線圖案。

2. 如請求項1之壓電驅動裝置，其中上述佈線圖案包含與上述第1電極電性連接之第1佈線、及與上述第2電極電性連接之第2佈線。
3. 如請求項2之壓電驅動裝置，其中上述第1電極與上述第1佈線經由第1積層導電部而電性連接，且上述第2電極與上述第2佈線經由第2積層導電部而電性連接。
4. 如請求項3之壓電驅動裝置，其包含設置於上述第1電極與上述佈線圖案之間之至少1層之導電圖案，且

上述第1積層導電部與上述第2積層導電部形成於各層之導電圖案。

5. 如請求項4之壓電驅動裝置，其中上述至少1層之導電圖案中、處於在積層方向上距離上述基板最遠之位置之導電圖案藉由面接觸而與上述振動板之上述佈線圖案電性連接。
6. 如請求項4或5之壓電驅動裝置，其中於上述至少1層之導電圖案中、處於在積層方向上最接近上述第2電極之位置之導電圖案、與上述第2電極之間設置有絕緣層，

處於最接近上述第2電極之位置之導電圖案與上述第2電極經由設置於上述絕緣層之複數個接觸孔而電性連接。

7. 如請求項4或5之壓電驅動裝置，其中上述至少1層之導電圖案包含第1導電圖案、第2導電圖案、及設置於上述第1導電圖案與上述第2導電圖案之間之絕緣層，且

上述第1導電圖案內之上述第1積層導電部與上述第2導電圖案內之上述第1積層導電部經由設置於上述絕緣層之複數個接觸孔而電性連接，

上述第1導電圖案內之上述第2積層導電部與上述第2導電圖案內之上述第2積層導電部經由設置於上述絕緣層之複數個接觸孔而電性連接。

8. 如請求項1至5中任一項之壓電驅動裝置，其中上述振動板包含未載置上述壓電振動體之表面部分，且

上述佈線圖案係延伸至未載置上述壓電振動體之表面部分而形成。

9. 如請求項1至5中任一項之壓電驅動裝置，其中上述壓電體之厚度為0.05 μm 以上且20 μm 以下。

10. 如請求項1至5中任一項之壓電驅動裝置，其中上述振動板由導電性構件形成，且

上述佈線圖案之一部分遍及上述振動板之側面而形成且與上述振動板電性連接。

11. 如請求項1至5中任一項之壓電驅動裝置，其中上述壓電振動體包括複數個包含上述第1電極、上述壓電體及上述第2電極之壓電元件，且

於將同時驅動之1個以上之壓電元件設為1組壓電元件組之情形時，將上述複數個壓電元件劃分為N組(N為2以上之整數)壓電元件組，

各組壓電元件組於該壓電元件組包含2個以上之壓電元件之情

形時，該2個以上之壓電元件之上述第2電極彼此經由連接佈線而直接連接，

分別對應於上述N組壓電元件組之上述第2電極，而於相互絕緣之狀態下設置有N個上述第2佈線與N個上述第2積層導電部。

12. 如請求項1至5中任一項之壓電驅動裝置，其包括設置於上述振動板、且可與被驅動體接觸之突起部。

13. 一種機器人，其包括：

複數個連桿部；

關節部，其連接上述複數個連桿部；及

如請求項1至12中任一項之壓電驅動裝置，其以上述關節部使上述複數個連桿部旋轉。

14. 一種機器人之驅動方法，其係如請求項13之機器人之驅動方法，且

上述壓電驅動裝置之驅動電路藉由對上述第1電極與上述第2電極之間施加交流電壓或對交流電壓附加有偏移電壓之電壓作為驅動電壓，而以上述關節部使上述複數個連桿部旋轉。

15. 一種壓電驅動裝置之驅動方法，其係如請求項1至12中任一項之壓電驅動裝置之驅動方法，且

向上述第1電極與上述第2電極之間施加交流電壓或對交流電壓附加有偏移電壓之電壓作為驅動電壓。