

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97141854

※ 申請日期：97.10.30

※IPC 分類：H01L 41/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 41/02 (2006.01)

G01P 3/44 (2006.01)

壓電裝置、角速度感測器及製造壓電裝置之方法

PIEZOELECTRIC DEVICE, ANGULAR VELOCITY SENSOR, AND
METHOD OF MANUFACTURING A PIEZOELECTRIC DEVICE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商新力股份有限公司
SONY CORPORATION

代表人：(中文/英文)

中鉢 良治
CHUBACHI, RYOJI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都港區港南1丁目7番1號
1-7-1 KONAN, MINATO-KU, TOKYO, 108-0075, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 小池 伸幸
KOIKE, NOBUYUKI
2. 田村 孝
TAMURA, TAKASHI

國 籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN
2. 日本 JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2007年11月15日；特願2007-297323

2. 日本；2007年11月15日；特願2007-297321

3. 日本；2007年11月15日；特願2007-297325

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種壓電裝置，其包括一壓電膜與一電極膜。該壓電膜係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的鋇鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多且0.3或更少而Y為0或更多且0.55或更少，該壓電膜具有一拉伸應力。該電極膜施加一電壓至該壓電膜。

六、英文發明摘要：

A piezoelectric device includes a piezoelectric film and an electrode film. The piezoelectric film is constituted of lead zirconium titanate represented by $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$, where X is 0 or more and 0.3 or less and Y is 0 or more and 0.55 or less, the piezoelectric film having a tension stress. The electrode film applies a voltage to the piezoelectric film.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1A, 1B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

31	角速度感測器
33	壓電膜/PZT薄膜
33a	第一表面
34a	第一電極膜
34b	第二電極膜
34c	第一偵測電極
34d	第二偵測電極
130	基底主體
132	振動臂
133	半導體臂基底
134a至134d	凸塊
136	鉛導線
138	電極墊
139	壓電裝置
ω_0	角速度

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於一壓電感測器、壓電致動器及熱電紅外線感測器中的壓電裝置、包括該壓電裝置的角速度感測器及製造壓電裝置之方法。

本發明包含2007年11月15日向日本專利局申請的日本專利申請案JP 2007-297321及2007年11月15日向日本專利局申請的日本專利申請案JP 2007-297323及2007年11月15日向日本專利局申請的日本專利申請案JP 2007-297325的相關標的，該等申請案全部內容係以引用的方式併入本文內。

【先前技術】

以往，將鋇鈦酸鉛($\text{Pb}_{1+x}(\text{Zr}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_{3+x}$)(下文稱為PZT)用作用於一壓電感測器(諸如一角速度感測器、一噴墨頭等)的一壓電薄膜之一壓電材料。提出各種技術用於改良PZT之壓電特性、鐵磁材料特性、熱電特性等(例如參見日本專利申請特許公開案第Hei 06-350154號(段落(0030)至(0044)、(0060)至(0073)，圖3、4等)與日本專利申請特許公開案第Hei 09-298324號(段落(0007)至(0009)，圖5)；以下將分別稱為專利文件1與專利文件2)。

專利文件1揭示其晶體結構為菱面體的一PZT薄膜，其中當鋇鈦酸鉛係由 $\text{Pb}_{1+y}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_{3+y}$ 表示時，一PbO過量組成比Y係在 $0 \leq Y \leq 0.5$ 的一範圍內，而一Zr組成比X係在 $0 \leq X \leq 0.55$ 的一範圍內。專利文件1之PZT薄膜展現有利的

壓電特性。而且，還揭示一種其晶體結構為正方的PZT薄膜，其中該PbO過量組成比Y係在 $0 \leq Y < 0.5$ 的一範圍內，而該Zr組成比X係在 $0.55 \leq X < 1$ 的一範圍內。

專利文件2揭示一種壓電薄膜，其具有一 $1 \mu\text{m}$ 或更多且 $10 \mu\text{m}$ 或更少的厚度、一 $0.55 \mu\text{m}$ 或更少的晶粒大小及在 R_{MAX} 下 $1 \mu\text{m}$ 或更少的一表面粗糙度。該壓電薄膜作為用於要求一預定膜厚度或更多之一噴墨型儲存設備的一壓電薄膜較有用。

【發明內容】

順便提及，加熱時，已知壓電材料壓電效能會劣化，此稱為去極化。然而，因為一般在製造包括壓電材料之一電子設備的一程序中實施焊料回焊等所進行之加熱處理，存在一問題，即壓電材料之壓電效能由於熱而劣化。

特別在近年來，一焊料回焊溫度由於考慮環境問題的無鉛焊接而不斷增加，故焊料回焊所引起之熱引起壓電材料之壓電效能劣化，此成問題。然而，以上專利文件1及2未考慮到熱效應。

另外，存在一問題，當壓電部件具有如專利文件2中所說明的一 $1 \mu\text{m}$ 或更多的膜厚度時，引起破裂或結晶度劣化的一可能性增加。結晶度劣化還可能由於加熱處理而變成去極化的一原因。

鑑於以上情形，需要一種壓電特性及耐熱性極佳的壓電裝置、包括該壓電裝置的角速度感測器及製造壓電裝置的方法。

依據本發明之一具體實施例，提供一種壓電裝置，其包括一壓電膜與一電極膜。該壓電膜係由 $\text{Pb}_{1+X}(\text{Zr}_Y\text{Ti}_{1-Y})\text{O}_{3+X}$ 表示的銻鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多且0.3或更少而Y為0或更多且0.55或更少，該壓電膜具有一拉伸應力。該電極膜施加一電壓至該壓電膜。

藉由將該PZT之一PbO過量組成比X設定為0或更多且0.3或更少並將一Zr組成比Y設定為0或更多且0.55或更少，可獲得一壓電特性極佳的壓電裝置。若該Zr組成比Y為0或更多且0.55或更少，則去極化幾乎不會發生且可獲得極佳的耐熱性。

此外，藉由提供該拉伸應力至該壓電膜，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜之拉伸應力可能為50 MPa或更多且500 MPa或更少。據此，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能具有400 nm或更多且1,000 nm或更少的一膜厚度。

據此，可獲得具有額外改良壓電特性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能具有500 MPa或更多且1,500 MPa或更少的一拉伸應力。

據此，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能在一 $\langle 111 \rangle$ 方向上具有80%或更多的一定向。

據此，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能包括選自由Cr、Mn、Fe、Ni、Mg、Sn、Cu、Ag、Nb、Sb及N所組成之群組的添加元素之至少一者。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該電極膜可由Ti與Pt之至少一者所形成。該電極膜還可由Ir、Au及Ru，或Ti、Pt、Ir、Au及Ru之氧化物所形成。

依據本發明之另一具體實施例，提供一種壓電裝置，其包括一壓電膜與一電極膜。該壓電膜係由 $\text{Pb}_{1+X}(\text{Zr}_Y\text{Ti}_{1-Y})\text{O}_{3+X}$ 表示的銦鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多且0.3或更少而Y為0或更多且0.55或更少。該電極膜具有500 MPa或更多且1,500 MPa或更少的一拉伸應力並施加一電壓至該壓電膜。

藉由將該PZT之PbO過量組成比X設定為0或更多且0.3或更少並將該Zr組成比Y設定為0或更多且0.55或更少，可獲得一壓電特性極佳的壓電裝置。若該Zr組成比Y為0或更多且0.55或更少，則去極化幾乎不會發生且可獲得極佳的耐熱性。

此外，藉由提供500 MPa或更多且1,500 MPa或更少的該拉伸應力至該電極膜，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能具有400 nm或更多且1,000 nm或更少的一膜厚度。

據此，可獲得具有額外改良壓電特性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可

能具有 50 MPa 或更多且 500 MPa 或更少的一拉伸應力。

據此，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能在一 $\langle 111 \rangle$ 方向上具有 80% 或更多的一定向。

據此，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能包括選自由 Cr、Mn、Fe、Ni、Mg、Sn、Cu、Ag、Nb、Sb 及 N 所組成之群組的添加元素之至少一者。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該電極膜可由 Ti 與 Pt 之至少一者所形成。該電極膜還可由 Ir、Au 及 Ru，或 Ti、Pt、Ir、Au 及 Ru 之氧化物所形成。

依據本發明之另一具體實施例，提供一種壓電裝置，其包括一壓電膜與一電極膜。該壓電膜係由 $\text{Pb}_{1+X}(\text{Zr}_Y\text{Ti}_{1-Y})\text{O}_{3+X}$ 表示的鋇鈦酸鉛所構成，其中 X 為 0 或更多且 0.3 或更少而 Y 為 0 或更多且 0.55 或更少，該壓電膜具有 400 nm 或更多且 1,000 nm 或更少的一膜厚度。該電極膜施加一電壓至該壓電膜。

藉由將該 PZT 之 PbO 過量組成比 X 設定為 0 或更多且 0.3 或更少並將該 Zr 組成比 Y 設定為 0 或更多且 0.55 或更少，可獲得一壓電特性極佳的壓電裝置。若該 Zr 組成比 Y 為 0 或更多且 0.55 或更少，則去極化幾乎不會發生且可獲得極佳的耐熱性。

此外，藉由將該膜厚度設定為 400 nm 或更多且 1,000 nm 或更少，可獲得具有額外改良壓電特性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能在一 $\langle 111 \rangle$ 方向上具有80%或更多的一定向。

據此，可獲得具有額外改良耐熱性的一壓電裝置。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該壓電膜可能包括選自由Cr、Mn、Fe、Ni、Mg、Sn、Cu、Ag、Nb、Sb及N所組成之群組的添加元素之至少一者。

在依據本發明之具體實施例之壓電裝置中，該電極膜可由Ti與Pt之至少一者所形成。該電極膜還可由Ir、Au及Ru，或Ti、Pt、Ir、Au及Ru之氧化物所形成。

依據本發明之另一具體實施例，提供一種角速度感測器，其包括一基板、一第一電極膜、一壓電膜及一第二電極膜。該第一電極膜係形成於該基板上。該壓電膜係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的鋇鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多且0.3或更少而Y為0或更多且0.55或更少，該壓電膜具有一拉伸應力並形成於該第一電極膜上。該第二電極膜係形成於該壓電膜上。

依據本發明之另一具體實施例，提供一種角速度感測器，其包括一基板、一第一電極膜、一壓電膜及一第二電極膜。該第一電極膜具有500 MPa或更多且1,500 MPa或更少的一拉伸應力並形成於該基板上。該壓電膜係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的鋇鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多且0.3或更少而Y為0或更多且0.55或更少，該壓電膜係形成於該第一電極膜上。該第二電極膜係形成於該壓電膜上。

依據本發明之另一具體實施例，提供一種角速度感測器，其包括一基板、一第一電極膜、一壓電膜及一第二電極膜。該第一電極膜係形成於該基板上。該壓電膜係由 $\text{Pb}_{1+X}(\text{Zr}_Y\text{Ti}_{1-Y})\text{O}_{3+X}$ 表示的鋇鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多且0.3或更少而Y為0或更多且0.55或更少，該壓電膜具有400 nm或更多且1,000 nm或更少的一膜厚度並形成於該第一電極膜上。該第二電極膜係形成於該壓電膜上。

依據本發明之該等具體實施例，可提供一種壓電特性及耐熱性極佳的壓電裝置、包括該壓電裝置的角速度感測器及製造壓電裝置的方法。

如該等附圖中所解說，根據本發明之最佳模式具體實施例之下列詳細說明，將會更加明白本發明之該些及其他目標、特徵及優點。

【實施方式】

下文將參考該等圖式來說明本發明之具體實施例。

(第一具體實施例)

首先，將說明本發明之一第一具體實施例。圖1係顯示依據本發明之該第一具體實施例之一壓電裝置及包括該壓電裝置之一角速度感測器的圖式。

一角速度感測器31包括一基底主體130與一振動臂132，該振動臂從基底主體130延伸並能夠振動。圖1B係一垂直於振動臂132之一縱軸(Z軸)之一表面的斷面圖。

角速度感測器31包括一半導體臂基底133，其係由(例如)矽製成；及一壓電裝置139，其係佈置於臂基底133

上。如圖 1B 中所示，例如，作為一共同電極之一第一電極膜 34a 係層合於一矽基板上，而一壓電膜 33 係層合於第一電極膜 34a 上。在作為壓電膜 33 之一上表面之一第一表面 33a 上，形成一第二電極膜 34b、一第一偵測電極 34c 及一第二偵測電極 34d，每一者具有一預定伸長形狀。

還在基底主體 130 上，形成一鉛電極，其包括鉛導線 136、電極墊 138、凸塊 134a 至 134d 等。凸塊 134a 係連接至第二電極膜 34b，該等凸塊 134b 及 134c 係分別連接至第一偵測電極 34c 與第二偵測電極 34d，而凸塊 134d 係連接至第一電極膜 34a。至諸如一 IC 之一控制電路(未顯示)之一外部連接係經由該等凸塊 134a 至 134d 來進行。該等凸塊 134a 至 134d 每一者係由(例如)金屬形成，但不限於此。

在如上所說明地形成第一電極膜 34a、第二電極膜 34b、第一偵測電極 34c、第二偵測電極 34d、該等鉛導線 136 等之後，從一矽晶圓中切除如圖 1A 所示之一形狀的角速度感測器 31。

接下來，將說明角速度感測器 31 之一操作的一典型範例。

壓電裝置 139 之第一電極膜 34a 係連接至一直流電源，且一交流電源係連接於一第一電極膜 34a 與第二電極膜 34b 之間。據此，一電壓係施加至佈置於第一電極膜 34a 與第二電極膜 34b 之間的壓電膜 33，使得在一垂直方向(Y 方向)上引起振動臂 132 作一彎曲移動。

當在該彎曲移動期間將一角速度 ω_0 施加至振動臂 132

時，在振動臂 132 內產生科氏(Coriolis)力。科氏力係產生於垂直於振動臂 132 之彎曲移動之一方向(Y 方向)的一方向(X 方向)上，其量值係與該施加角速度 ω_0 之一值成比例。科氏力係由壓電膜 33 來轉換成一電氣信號，然後由第一偵測電極 34c 與第二偵測電極 34d 來偵測該轉換的信號。

接下來，將說明壓電裝置 139 之壓電效能及耐熱性，同時說明一種製造角速度感測器 31 的方法。應注意，將主要給出關於一種形成壓電裝置 139 之方法的說明，該壓電裝置係形成於臂基底 133 上。

首先，製備一矽晶圓。可藉由熱氧化處理來在該矽晶圓上形成一氧化保護膜。

例如，第一電極膜 34a 係藉由一噴濺方法在該矽晶圓上沈積 30 nm 的 Ti，並接著在其上沈積 100 nm 的 Pt 來形成。第一電極膜 34a 之沈積方法不限於該噴濺方法，並可使用一種真空汽相沈積方法或其他沈積方法。而且，構成第一電極膜 34a 的該等金屬材料不限於 Ti 與 Pt，且其範例包括 Ir、Au 及 Ru，或 Ti、Pt、Ir、Au 及 Ru 之氧化物。第二電極膜 34b 也可由該等金屬材料來構成。

隨後，藉由(例如)該噴濺方法在第一電極膜 34a 上形成一 PZT 薄膜來形成壓電膜 33。壓電膜 33 之沈積方法不限於該噴濺方法，且可使用諸如一真空汽相沈積方法、一 PLD(脈衝雷射沈積)方法、一凝膠方法、一氣膠沈積方法等的沈積方法。在沈積 PZT 薄膜 33 時的一基板溫度可能在室溫或在一較高溫度下。

在PZT薄膜33之沈積中，一PbO過量組成比X係設定為-0.1或更多且0.5或更少，而一Zr組成比係設定為0.35或更多且0.65或更少。為了實現此一PZT組成比，適當設定一目標組成、噴濺條件、退火條件等。為了在第一電極膜34a上形成PZT薄膜33之後增加該PZT之一鈣鈦礦結構，可在PZT薄膜33上實施(例如)在700°C下的加熱處理。在此情況下PZT薄膜33之一晶體結構為正方。

如上所說明形成的PZT薄膜33之一膜厚度為100 nm至1,400 nm。

在形成PZT薄膜33之後，藉由該噴濺方法來在PZT薄膜33上沈積200 nm的Pt，從而形成第二電極膜34b。在此情況下第二電極膜34b之沈積方法不限於該噴濺方法，並可使用一種真空汽相沈積方法或其他沈積方法。

接下來，在加熱至240°C的一大氣內在第一電極膜34a與第二電極膜34b之間施加一電壓，然後在PZT薄膜33上實施極化處理。施加於第一電極膜34a與第二電極膜34b之間的電壓係多達一矯頑電場 E_c 的1至20倍。而且，與一居里(Curie)溫度相比，在該極化處理中的一極化溫度為該居里溫度的1/16至5/4。應注意，可在一大氣、一氧氣大氣及一氮氣大氣之任一者內實施該極化處理。

在該極化處理之後，在沈積的PZT薄膜33上實施預烘烤處理。該預烘烤處理之一預烘烤溫度為該居里溫度的1/2至5/4。

以上所說明的PZT薄膜33可能具有一拉伸應力。為了將

該拉伸應力提供至PZT薄膜33，PZT薄膜33可能在形成第一電極膜34a上之後經受在(例如)650°C至750°C下的加熱處理。據此，加速PZT薄膜33之結晶化，從而獲得該拉伸應力。此外，在此情況下，適當設定該目標組成、該等噴濺條件、該等退火條件等，使得該PZT之PbO過量組成比X變成0.04，其Zr組成比Y變成0.35至0.65，而該拉伸應力變成(例如)-100 MPa至600 MPa。

另外，以上所說明的第一電極膜34a也可能具有該拉伸應力。為了將該拉伸應力提供至第一電極膜34a，第一電極膜34a可能在其上形成PZT薄膜33之後經受在(例如)100°C至800°C下的加熱處理。或者，還可能藉由在沈積期間而不是在沈積第一電極膜34a與PZT薄膜33之後所實施的加熱處理來將該拉伸應力提供至第一電極膜34a。藉由改變沈積條件、加熱處理條件等，可將一較寬範圍的一拉伸應力提供至第一電極膜34a。如上所說明形成的第一電極膜34a之拉伸應力為-200 MPa至2,000 MPa。

(壓電特性評估)

接下來，將給出關於如此形成於該矽晶圓上之壓電裝置139之壓電特性的說明。

圖2係顯示PZT薄膜33之一XRD(X射線繞射)圖案的一圖式。該PZT係定向至一<111>表面並具有一97%的定向程度。在圖2中，已測量其XRD圖案的PZT薄膜33之膜厚度為900 nm，在該極化處理中所使用的電壓為該矯頑電場的6倍，且該極化溫度為240°C。此外，該預烘烤溫度為200°C

持續 100 秒。

應注意，除非另有指示，關於該等圖示所作之下列說明中，PZT 薄膜 33 之膜厚度為 900 nm。

圖 3 係顯示在 PZT 薄膜 33 之膜厚度 (100 nm 至 1,400 nm) 與一壓電常數 d_{31} 之間關係的一圖式。如圖 3 中所示，在該膜厚度為 400 nm 至 1,000 nm 時，PZT 薄膜 33 顯示有利的壓電特性。因此，可在該膜厚度在 400 nm 至 1,000 nm 範圍內時獲得足夠用於角速度感測器 31 之壓電裝置 139 的壓電特性。

壓電常數 d_{31} 在 PZT 薄膜 33 之膜厚度係 1,000 nm 或更多時減少。此很可能係因為在該膜厚度為 1,000 nm 或更多時，晶體在除該 $\langle 111 \rangle$ 表面方向上的一方向 (諸如一 $\langle 001 \rangle$ 表面方向) 生長，並因而飽和在該 $\langle 111 \rangle$ 表面方向上的一峰值強度。因此，藉由將 PZT 薄膜 33 之膜厚度設定為小於 1,000 nm，可抑制在除該 $\langle 111 \rangle$ 表面方向外方向上的峰值生長。應注意，一晶體之一主要峰值貢獻於該壓電特性。

同時，小於 400 nm 的膜厚度引起一洩漏電流增加，因此獲得足夠用於壓電裝置 139 之壓電特性變得困難。

圖 4 係顯示具有壓電常數 d_{31} 的 PZT 薄膜 33 之 PbO 過量組成比 X (-0.1 至 0.5) 與一損失率 $\tan \delta$ 之關係的一圖式。在該 $\langle 111 \rangle$ 表面方向上 PZT 薄膜 33 之定向程度為 80% 或更多且小於 100% 而該 Zr 組成比 Y 為 0.5。

從圖 4 可看出，壓電常數 d_{31} 與損失率 $\tan \delta$ 在該 PbO 過量組成比 X 在 0 至 0.3 範圍內時同時較有利。該壓電特性在該

PbO過量組成比X小於0時劣化。此很可能係因為PZT結晶度在該PbO過量組成比X較小時劣化。另一方面，損失率 $\tan \delta$ 增加且該壓電特性在該PbO過量組成比X為0.3或更多時劣化。此很可能係因為PZT薄膜33之一絕緣性質在該PbO過量組成比X較大時劣化，從而導致壓電特性減少。

圖5係顯示在PZT薄膜33之Zr組成比Y(0.35至0.65)與壓電常數 d_{31} 之間關係的一圖式。如圖5中所示，PZT薄膜33在該Zr組成比Y為0.51時顯示最大壓電特性並在Zr組成比Y為0.4或更多且0.55或更少時顯示有利的壓電特性。只要該Zr組成比Y為0.4或更多且0.55或更少，便可獲得足夠用於角速度感測器31之壓電裝置139的壓電特性。

順便提及，已知一塊體PZT在其Zr組成比Y為0.5或更多且0.53或更少時顯示有利的壓電特性。然而，該塊體PZT之壓電特性在該Zr組成比Y變得小於0.5時陡峭地劣化。另一方面，如圖5中所示，藉由(例如)該噴濺方法所沈積之PZT薄膜甚至在該Zr組成比Y為0.4或更多且0.5或更少時仍顯示有利的壓電特性。

(耐熱性評估)

接下來，將說明關於耐熱性的一評估，但首先，將給出關於一種評估耐熱性之方法的說明。

如圖1A中所示之一形狀的角速度感測器31係從其上形成壓電裝置139的矽晶圓中切除，該壓電裝置包括第一電極膜34a、PZT薄膜33及第二電極膜34b、該等鉛導線136等。一般使用一MEMS(微機電系統)技術來從該矽晶圓中切

除。應注意，振動臂 132 之長度、寬度及厚度分別為(例如) 2,000 μm 、150 μm 及 150 μm 。

該耐熱性係藉由在 Y 方向上測量如此形成角速度感測器 31 之振動臂 132 之一振幅來加以評估。明確而言，壓電裝置 139 之耐熱性係藉由在 Y 方向上測量振動臂 132 之振幅，將熱施加至 PZT 薄膜 33，該熱將在製造該器件(諸如焊料回焊)時所實施之加熱處理考量在內，並其後在 Y 方向上重新測量振動臂 132 之振幅來加以評估。應注意，將在製造該器件時該加熱處理考量在內，施加至 PZT 薄膜 33 的熱為 180 $^{\circ}\text{C}$ 至 300 $^{\circ}\text{C}$ ，且其加熱時間為 30 秒至 300 秒。此外，施加於第一電極膜 34a 與第二電極膜 34b 之間的電壓為(例如) 1 kHz，1 V 的一交流電壓。

圖 6 係顯示在 PZT 薄膜 33 之 Zr 組成比 Y(0.35 至 0.7)與在施加熱之後振動臂 132 之一衰減率之間關係的一圖式。該加熱溫度與該加熱時間分別為 240 $^{\circ}\text{C}$ 與 90 秒。

從圖 6 中可看出，在施加熱之後振動臂 132 之振幅衰減在該 Zr 組成比 Y 超過 0.55 時增加，而其衰減在該 Zr 組成比 Y 為 0.55 或更少時幾乎觀察不到。換言之，具有 0.55 或更少之 Zr 組成比 Y 的 PZT 薄膜 33 具有極佳耐熱性。

圖 7 係顯示在其中加熱溫度係設定至 240 $^{\circ}$ 的一情況下在加熱時間與施加熱之後振幅衰減率之間關係的一圖式。PZT 薄膜 33 之 Zr 組成比 Y 係在 0.35 至 0.60 之範圍內。從圖 7 中可看出，當該 Zr 組成比 Y 為 0.55 或更少時，在施加熱之後的該振幅衰減甚至延伸該加熱時間時仍幾乎未發生，此

暗示著極佳的耐熱性。

圖8係顯示在該加熱溫度與施加熱之後的振幅衰減之間關係的一圖式。PZT薄膜33之Zr組成比Y係在0.35至0.60之範圍內。從圖8中可看出，當該Zr組成比Y為0.55或更少時，在施加熱之後的振幅衰減甚至在該加熱溫度增加時幾乎未發生，此暗示著極佳的耐熱性。

圖9係顯示PZT薄膜33之一應力(-100 MPa至600 MPa)與施加熱之後振幅衰減率之間關係的一圖式。在此情況下，第一電極膜34a之拉伸應力為1,000 MPa。此外，PZT薄膜33之加熱溫度與加熱時間分別為240°C與90秒。應注意，在圖9中，一正值應力代表一拉伸應力，而一負值應力代表一壓縮應力。

現在，將說明一種測量PZT薄膜33之一應力的方法。一X射線倒晶格映射測量方法係用作測量PZT薄膜33之一應力的方法，而來自PANalytical(註冊商標)的一X射線繞射設備X'pert PRO MRD(註冊商標)係用作用於其的一測量設備。在該倒晶格映射技術中，一測量目標樣本圍繞正交於一 θ 軸的一 ϕ 軸而傾斜，然後偵測來自該樣本之一晶體表面的繞射。該測量目標樣本之識別係基於所偵測的繞射峰值來進行。

例如，在其中在該測量目標樣本之晶體內不存在任何扭曲或應力的一情況下，針對該PZT<111>繞射之一主要定向峰值(在 $(2\theta, \phi)=(38^\circ, 0^\circ)$ ， $(2\theta, \phi)=(38^\circ, 70^\circ)$ 附近)在任一 ϕ 角度下不會出現任何繞射角變化。然而，在其中在該測量

目標樣本中存在一拉伸應力的一情況下，在 $\varphi=70^\circ$ 時的繞射角在一低角側比在 $\varphi=0$ 時的繞射角偏移更多。另一方面，在其中在該測量目標樣本中存在一壓縮應力的一情況下，在 $\varphi=70^\circ$ 時的繞射角在一廣角側比在 $\varphi=0$ 時的繞射角偏移更多。藉由評估該偏移之一量值，可測量PZT薄膜33之應力。

該測量PZT薄膜33之一應力的方法不限於該X射線倒晶格映射測量方法，而可使用其他方法。例如，如下列參考文獻中所說明，該應力之一值可藉由測量在上面沈積一膜之一基板的一翹曲之後使用史通尼(Stoney)表達式來加以評估(參考文獻：「利用電漿程序製造薄膜之基本原理及應用」，Hiroshi Ichimura、Masaru Ikenaga，THE NIKKAN KOGYO SHIMBUN, LTD.，2005)。為了測量導出應力所必需的楊氏模數(Young's modulus)，例如，如該參考文獻中所說明地使用一奈米壓痕方法。該X射線倒晶格映射測量方法，該參考文獻中所說明之測量方法等還用作稍後所說明的第一電極膜34a之一測量方法。

如圖9中所示，施加熱之後的振幅在PZT薄膜33之拉伸應力為50 MPa或更多及500 MPa或更少時不會衰減。換言之，具有50 MPa至500 MPa之拉伸應力的PZT薄膜33具有有利的耐熱性。特定言之，具有100 MPa至300 MPa之拉伸應力的PZT薄膜33具有有利的耐熱性。

在具備在以上所說明範圍內的拉伸應力時PZT薄膜33具有有利耐熱性的原因係扭曲該PZT之一晶格以此抑制一域

移動。

如圖 9 中所示，施加熱之後的振幅在 PZT 薄膜 33 之拉伸應力超過 500 MPa 時衰減。這很可能係因為破裂因 PZT 薄膜 33 之應力而增加，並因而排除晶格之扭曲。另一方面，施加熱之後的振幅在該拉伸應力小於 50 MPa 時衰減。此很可能係因為促進該域移動，因不存在 PZT 薄膜 33 之一較低應力而引起的晶格扭曲。

圖 10 係一顯示在第一電極膜 34a 之一應力 (-500 MPa 至 2,000 MPa) 與施加熱之後之振幅衰減率之間之關係的圖式。在此情況下，PZT 薄膜 33 之拉伸應力為 200 MPa。此外，PZT 薄膜 33 之加熱溫度與加熱時間分別為 240°C 與 90 秒。

如圖 10 中所示，施加熱之後的振幅在第一電極膜 34a 之拉伸應力為 500 MPa 或更多與 1,500 MPa 或更少時不會衰減。換言之，可看出包括具有 500 MPa 至 1,500 MPa 之拉伸應力之第一電極膜 34a 的壓電裝置 139 具有有利的耐熱性。特定言之，可看出，當第一電極膜 34a 具 700 MPa 至 1,200 MPa 之一拉伸應力時，形成於第一電極膜 34a 上的 PZT 薄膜 33 具有有利的耐熱性。

壓電裝置 139 在第一電極膜 34a 具備在以上所說明範圍內之拉伸應力時具有有利耐熱性的原因在於 PZT 薄膜 33 之一晶格因第一電極膜 34a 之拉伸應力扭曲至一適當程度，從而抑制域移動。

施加熱之後的振幅在第一電極膜 34a 之拉伸應力超過

1,500 MPa時衰減。此很可能係因為PZT薄膜33之破裂因第一電極膜34a之拉伸應力而增加，並因而排除晶格之扭曲。在此情況下，已在PZT薄膜33之表面上實際上觀察到破裂。而且，已在具有超過1,500 MPa之拉伸應力的第一電極膜34a與臂基底133之間觀察到一剝離。

另一方面，在施加熱之後的振幅也在第一電極膜34a之拉伸應力小於500 MPa時衰減。此很可能係因為促進該域移動，由於不存在第一電極膜34a之一較低應力所引起的晶格扭曲。

圖11係顯示在該<111>表面方向上該PZT之一定向程度與施加熱之後振動臂132之振幅衰減率之間關係的一圖式。PZT薄膜33之PbO過量組成比X與Zr組成比Y分別為0.04與0.48。從圖11可看出，當在該<111>表面方向上該PZT之定向程度為80%或更多時，在施加熱之後的振幅衰減幾乎不會發生，此暗示著極佳的耐熱性。另一方面，可看出，當在該<111>表面方向上該PZT之定向程度係小於80%時，在施加熱之後的振幅衰減易於發生。

接下來，將給出關於在施加熱之後振動臂132之振幅衰減率與極化處理條件與預烘烤條件之關係的說明。應注意，在下面說明中的圖12至15內，該PZT薄膜33之PbO過量組成比X與Zr組成比Y分別為0.04與0.48。而且，PZT薄膜33之加熱溫度與加熱時間分別為240°C與90秒。

圖12係顯示在相對於一矯頑電場在該極化處理中一極化電壓之一比率(矯頑電場 E_c 的1至20倍)與施加熱之後振動臂

132之振幅衰減率之間關係的一圖式。如圖12中所示，在施加熱之後的振幅衰減在該極化電壓為矯頑電場 E_c 的2至20倍時幾乎不會發生，此暗示著極佳的耐熱性。圖13顯示在PZT薄膜33之一耐受電壓相對於該矯頑電場之一比率與該極化溫度之間的關係。如圖13中所示，極化溫度增加引起該PZT之耐受電壓相對於該矯頑電場之比率減少。該PZT之一介電崩潰在 180°C 或更多的極化溫度下將20倍或更多於該矯頑電場的一極化電壓施加至該PZT時發生。因此，可看出，將20倍或更多於矯頑電場 E_c 的極化電壓施加至該PZT係不適當的，且一適當極化電壓係2至20倍於矯頑電場 E_c 的一電壓。

圖14係顯示在該極化處理中該極化溫度相對於一居里溫度之一比率(該居里溫度 T_c 的 $1/16$ 至 $5/4$)與施加熱之後振幅衰減率之間關係的一圖式。該極化電壓係矯頑電場 E_c 的6倍。如圖14中所示，當該極化溫度為該居里溫度 T_c 的 $1/4$ 或更多且等於或小於其時，施加熱之後的振幅衰減幾乎不會發生，此暗示著極佳的耐熱性。該振幅衰減在該極化溫度小於該居里溫度 T_c 的 $1/4$ 時較大的原因很可能係因為，由於不充分的極化處理，抑制PZT薄膜33之域移動。另一方面，該振幅衰減在該極化溫度超過該居里溫度 T_c 時較大的原因很可能係因為，由於PZT薄膜33之一立方體晶體結構，在該極化處理之後促進該域移動。

圖15係顯示一預烘烤溫度 T_a 相對於該居里溫度之一比率(該居里溫度 T_c 的 $1/2$ 至 $5/4$)與施加熱之後振幅衰減率(橫座

標軸與右手側縱座標軸)及一後烘烤/後極化振幅衰減率(橫座標軸與左手側縱座標軸)之關係的一圖式。

明確而言，在圖 15 中，在該預烘烤處理中的振幅衰減率係藉由測量該極化處理之後振動臂 132 之振幅，並重新測量該預烘烤處理(該居里溫度 T_c 的 $1/2$ 至 $5/4$)之後振動臂 132 之振幅(橫座標軸與左手側縱座標軸)來加以評估。此後，將在製造該器件時在該加熱處理中所考量在內的熱施加至已經歷該預烘烤處理的 PZT 薄膜 33，測量施加熱之後振動臂 132 之振幅，並因而測量在施加熱之後的振幅衰減(橫座標軸與右手側縱座標軸)。應注意，該極化電壓係矯頑電場 E_c 的 6 倍，而該極化溫度為 260°C 。

如圖 15 中所示，可看出，當該預烘烤溫度 T_a 為該居里溫度 T_c 的 $3/4$ 或更少時，在該預烘烤處理之後振動臂 132 之振幅不會與該極化處理之後的振幅一樣多衰減。而且，可看出，當該預烘烤溫度 T_a 為居里溫度 T_c 的 $1/4$ 或更多時，在施加熱之後的振幅不會與該極化處理之後的振幅一樣多衰減，其意味著壓電裝置 139 具有極佳的耐熱性。因此，藉由將在該預烘烤處理中的預烘烤溫度 T_a 設定為該居里溫度 T_c 的 $1/4$ 或更多且 $3/4$ 或更少時，獲得具有極佳耐熱性的一壓電裝置 139 變得可能。

(第二具體實施例)

接下來，將說明本發明之一第二具體實施例。

圖 16 係顯示依據此具體實施例之一角速度感測器之一平面圖。此外，圖 17 係依據此具體實施例之角速度感測器之

一示意圖，而圖18係沿圖16之線A至A所截取之一斷面圖。

如該等圖示中所示，一角速度感測器200包括一基底主體214；一臂保持部分215，其係提供於基底主體214之一側上；及一振動臂部分216，其係提供於臂保持部分215之一尖端側。

振動臂部分216包括一第一振動臂211；及第二及第三振動臂212及213，其夾置第一振動臂211。第一振動臂211係由一臂基底210a與其上所形成的一壓電裝置239a構成，第二振動臂212係由一臂基底210b與其上所形成的一壓電裝置239b構成，而第三振動臂213係由一臂基底210c與其上所形成的一壓電裝置239c構成。換言之，依據此具體實施例之角速度感測器200係一所謂的三支音叉型角速度感測器。

例如，該等第一至第三振動臂211至213具有相同的寬度與厚度。而且，在該等第一及第二振動臂211及212之間的一間隙與在該等第一及第三振動臂211及213之間的一間隙係相同。

如圖18中所示，第一電極膜221至223係分別形成於該等臂基底210a至210c上，而每一者作為一壓電膜的PZT薄膜231至233係分別形成於該等第一電極膜221至223上。另外，每一者作為一驅動電極的第二電極膜241至243係分別形成於該等PZT薄膜231至233上。而且，一第一偵測電極251與一第二偵測電極252係在振動臂部分216中間而形成

於第一振動臂211之壓電薄膜231上。

該等PZT薄膜231至233之一膜厚度與該PZT之PbO過量組成比X與Zr組成比Y係與依據該第一具體實施例之PZT薄膜33者相同。另外，該等PZT薄膜231至233每一者具有與PZT薄膜33相同位準的一拉伸應力。而且，該等第一電極膜221至223還具有與該第一具體實施例之第一電極膜34a相同位準的一拉伸應力。

包括於個別壓電裝置239內的該複數個電極221至223、241至243、251及252係分別連接至鉛導線261至268。該等鉛導線261至268穿過臂保持部分215之一表面以分別連接至提供於基底主體214之一表面上的鉛端子271至278。該等鉛端子271至278係在基底主體214之表面上在一X方向上提供四個，每一者在兩側。

接下來，將說明依據此具體實施例之角速度感測器200之一操作。

當將一電壓施加至第一電極膜221與第二電極膜241時在圖18之垂直方向上引起第一振動臂211作一彎曲移動。同時，在將一電壓施加至該等第一電極膜222及223與第二電極膜242及243時，在與第一振動臂211之相位相反的一相位下在該垂直方向引起該等第二及第三振動臂212及213作一彎曲移動。

明確而言，該等第二及第三振動臂212及213在第一振動臂211向上移動時向下移動，而該等第二及第三振動臂212及213在第一振動臂211向下移動時向上移動。而且，藉由

在第一振動臂211之振幅一半的一振幅下引起該等第一及第三振動臂212及213作該彎曲移動，消除該等第一至第三振動臂211至213所產生之力矩。

作為以與圖2至15相同的方式評估如此構造角速度感測器200之該等壓電裝置239之一結果，已確認，該等壓電裝置239之每一者具有與依據該第一具體實施例之角速度感測器31之壓電裝置139相同的壓電效能與耐熱性。

應注意，儘管用於該等個別振動臂的該等第二電極膜241至243係在此具體實施例中提供至該等個別振動臂，但還可能(例如)僅在第一振動臂211上形成該第二電極膜。在此情況下，該等第二及第三振動臂212及213藉由第一振動臂211之振動之一反作用而在與第一振動臂211相反的一相位下振動。

或者，還可能僅在該等第二及第三振動臂212及213上形成該等第二電極膜。在此情況下，該第一振動臂211藉由該等第二及第三振動臂212及213之振動之一反作用而在與該等第二及第三振動臂212及213之相位相反的一相位下振動。

以上所說明之壓電裝置及角速度感測器不限於以上具體實施例，且可進行各種修改。

例如，在以上PZT薄膜33之沈積中，儘管形成該PZT以便在該<111>表面方向上具有一定向，但本發明不限於此，且可沈積該PZT以便在一<100>表面方向或一<001>表面方向上具有一定向。即使如以上所說明地沈積該PZT

時，仍可獲得具有極佳壓電特性與耐熱性的一壓電裝置139。

在以上具體實施例中，已關於其中PZT薄膜33之晶體結構為正方的情況給出說明。然而，PZT薄膜33之晶體結構可能為菱面體、假正方、假菱面體等。而且，PZT薄膜33可能包括選自由Cr、Mn、Fe、Ni、Mg、Sn、Cu、Ag、Nb、Sb及N所組成之群組的添加元素之至少一者。

取代角速度感測器31，壓電裝置139還可應用於(例如)一壓電紅外線感測器、一液體注射裝置、一半導體儲存裝置等。應注意，在此情況下，壓電裝置139僅需具備該等第一及第二電極膜之至少一者，且不一定向其提供該等第一及第二偵測電極。

以上具體實施例分別解說所謂的單分支音叉型角速度感測器31與三分支音叉型角速度感測器200。然而，振動臂之數目可能為2或多於3。或者，儘管角速度感測器31及200每一者具有一懸臂結構，但該等感測器可能每一者具有一中心葉輪結構。

【圖式簡單說明】

圖1A及1B係顯示依據本發明之一第一具體實施例之一壓電裝置及包括該壓電裝置之一角速度感測器的圖式；

圖2係顯示一PZT薄膜之一XRD(X射線繞射)圖案的一圖式；

圖3係顯示在該PZT薄膜之一膜厚度(100 nm至1,400 nm)與一壓電常數 d_{31} 之間關係的一圖式；

圖 4 係顯示具有壓電常數 d_{31} 的 PZT 薄膜之 PbO 過量組成比 $X(-0.1$ 至 $0.5)$ 與一損失率 $\tan \delta$ 之關係的一圖式；

圖 5 係顯示在該 PZT 薄膜之一 Zr 組成比 $Y(0.35$ 至 $0.65)$ 與壓電常數 d_{31} 之間關係的一圖式；

圖 6 係顯示在該 PZT 薄膜之 Zr 組成比 $Y(0.35$ 至 $0.7)$ 與在施加熱之後一振動臂之一衰減率之間關係的一圖式；

圖 7 係顯示在其中一加熱溫度係設定至 240°C 的一情況下在一加熱時間與施加熱之後振幅衰減率之間關係的一圖式；

圖 8 係顯示在該加熱溫度與施加熱之後振幅衰減率之間關係的一圖式；

圖 9 係顯示在該 PZT 薄膜之一應力 $(-100\text{ MPa}$ 至 $600\text{ MPa})$ 與施加熱之後振幅衰減率之間關係的一圖式；

圖 10 係顯示在一第一電極膜之一應力 $(-500\text{ MPa}$ 至 $2,000\text{ MPa})$ 與施加熱之後振幅衰減率之間關係的一圖式；

圖 11 係顯示在一 $\langle 111 \rangle$ 表面方向上該 PZT 之一定向程度與施加熱之後該振動臂之振幅衰減率之間關係的一圖式；

圖 12 係顯示在在該極化處理中一極化電壓相對於一矯頑電場之一比率(矯頑電場 E_c 的 1 至 20 倍)與施加熱之後該振動臂之振幅衰減率之間關係的一圖式；

圖 13 係顯示在該 PZT 薄膜之一耐受電壓相對於該矯頑電場之一比率與一極化溫度之間關係的一圖式；

圖 14 係顯示在該極化處理中該極化溫度相對於該居里溫度之一比率(該居里溫度 T_c 的 $1/16$ 至 $5/4$ 倍)與施加熱之後振

幅衰減率之間關係的一圖式；

圖 15 係顯示一預烘烤溫度相對於該居里溫度之一比率 (該居里溫度 T_c 的 $1/2$ 至 $5/4$) 與施加熱之後振幅衰減率與一後烘烤/後極化振幅衰減率之關係的一圖式；

圖 16 係顯示依據本發明之一第二具體實施例之一角速度感測器的一平面圖；

圖 17 係圖 16 中所示之角速度感測器之一示意圖；以及

圖 18 係沿圖 16 之線 A 至 A 所截取之一斷面圖。

【主要元件符號說明】

31	角速度感測器
33	壓電膜/PZT薄膜
33a	第一表面
34a	第一電極膜
34b	第二電極膜
34c	第一偵測電極
34d	第二偵測電極
130	基底主體
132	振動臂
133	半導體臂基底
134a至134d	凸塊
136	鉛導線
138	電極墊
139	壓電裝置
200	角速度感測器

210a	臂 基 底
210b	臂 基 底
210c	臂 基 底
211	第 一 振 動 臂
212	第 二 振 動 臂
213	第 三 振 動 臂
214	基 底 主 體
215	臂 保 持 部 分
216	振 動 臂 部 分
221 至 223	第 一 電 極 膜 / 電 極
231 至 233	PZT 薄 膜
239a	壓 電 裝 置
239b	壓 電 裝 置
239c	壓 電 裝 置
241 至 243	第 二 電 極 膜 / 電 極
251	第 一 偵 測 電 極
252	第 二 偵 測 電 極
261 至 268	鉛 導 線
271 至 278	鉛 端 子
ω_0	角 速 度

十、申請專利範圍：

1. 一種壓電裝置，其包含：

一壓電膜，其係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的銦鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多與0.3或更少，而Y為0或更多與0.55或更少，該壓電膜具有一拉伸應力；以及

一電極膜，其施加一電壓至該壓電膜。

2. 如請求項1之壓電裝置，其中該壓電膜之拉伸應力為50 MPa或更多與500 MPa或更少。

3. 如請求項1之壓電裝置，其中該壓電膜具有400 nm或更多與1,000 nm或更少的膜厚度。

4. 如請求項1之壓電裝置，其中該電極膜具有500 MPa或更多與1,500 MPa或更少的拉伸應力。

5. 如請求項1之壓電裝置，其中該壓電膜在一<111>方向上具有80%或更多的定向。

6. 如請求項1之壓電裝置，其中該壓電膜包括選自由Cr、Mn、Fe、Ni、Mg、Sn、Cu、Ag、Nb、Sb及N所組成之群組之添加元素之至少一者。

7. 如請求項1之壓電裝置，其中該電極膜係由Ti與Pt之至少一者所形成。

8. 一種壓電裝置，其包含：

一壓電膜，其係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的銦鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多與0.3或更少，而Y為0或更多與0.55或更少；以及

一電極膜，其具有500 MPa或更多與1,500 MPa或更少

的拉伸應力，並施加一電壓至該壓電膜。

9. 如請求項8之壓電裝置，其中該壓電膜具有400 nm或更多與1,000 nm或更少的膜厚度。

10. 如請求項8之壓電裝置，其中該壓電膜具有50 MPa或更多與500 MPa或更少的拉伸應力。

11. 如請求項8之壓電裝置，其中該壓電膜在一<111>方向上具有80%或更多的定向。

12. 如請求項8之壓電裝置，其中該壓電膜包括選自由Cr、Mn、Fe、Ni、Mg、Sn、Cu、Ag、Nb、Sb及N所組成之群組之添加元素之至少一者。

13. 如請求項8之壓電裝置，其中該電極膜係由Ti與Pt之至少一者所形成。

14. 一種壓電裝置，其包含：

一壓電膜，其係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的銦鈦酸鉛所構成，其中X為0或更多與0.3或更少，而Y為0或更多與0.55或更少，該壓電膜具有400 nm或更多與1,000 nm或更少的膜厚度；以及

一電極膜，其施加一電壓至該壓電膜。

15. 如請求項14之壓電裝置，其中該壓電膜在一<111>方向上具有80%或更多的定向。

16. 如請求項14之壓電裝置，其中該壓電膜包括選自由Cr、Mn、Fe、Ni、Mg、Sn、Cu、Ag、Nb、Sb及N所組成之群組之添加元素之至少一者。

17. 如請求項14之壓電裝置，其中該電極膜係由Ti與Pt之至

少一者所形成。

18. 一種角速度感測器，其包含：

一基板；

一第一電極膜，其係形成於該基板上；

一壓電膜，其係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的銦鈦酸鉛所構成，其中 X 為 0 或更多與 0.3 或更少，而 Y 為 0 或更多與 0.55 或更少，該壓電膜具有一拉伸應力並形成於該第一電極膜上；以及

一第二電極膜，其係形成於該壓電膜上。

19. 一種角速度感測器，其包含：

一基板；

一第一電極膜，其具有 500 MPa 或更多與 1,500 MPa 或更少的拉伸應力並形成於該基板上；

一壓電膜，其係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的銦鈦酸鉛所構成，其中 X 為 0 或更多與 0.3 或更少，而 Y 為 0 或更多與 0.55 或更少，該壓電膜係形成於該第一電極膜上；以及

一第二電極膜，其係形成於該壓電膜上。

20. 一種角速度感測器，其包含：

一基板；

一第一電極膜，其係形成於該基板上；

一壓電膜，其係由 $Pb_{1+X}(Zr_YTi_{1-Y})O_{3+X}$ 表示的銦鈦酸鉛所構成，其中 X 為 0 或更多與 0.3 或更少，而 Y 為 0 或更多與 0.55 或更少，該壓電膜具有 400 nm 或更多與 1,000 nm 或更少的膜厚度，並形成於該第一電極膜上；以及

一第二電極膜，其係形成於該壓電膜上。

十一、圖式：

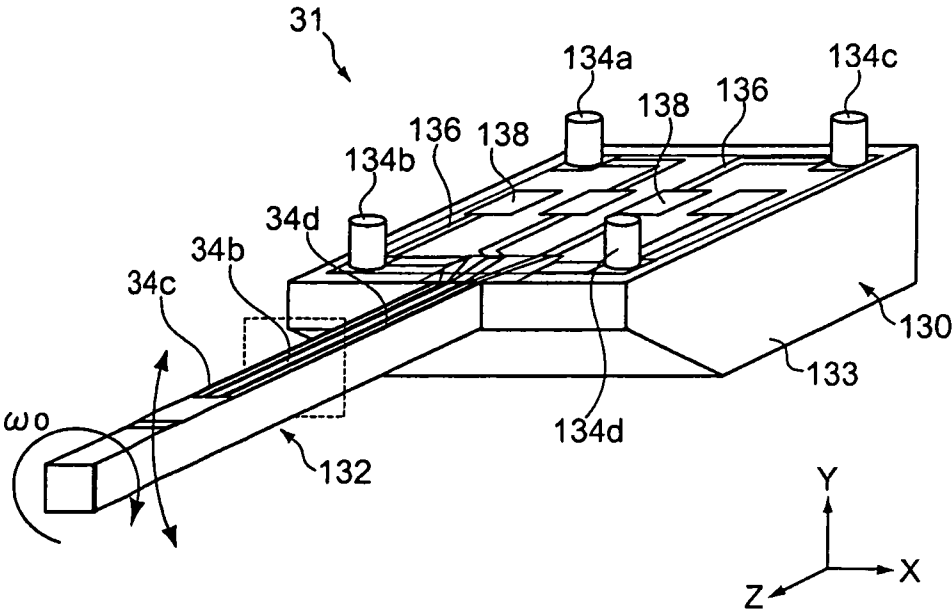


圖 1A

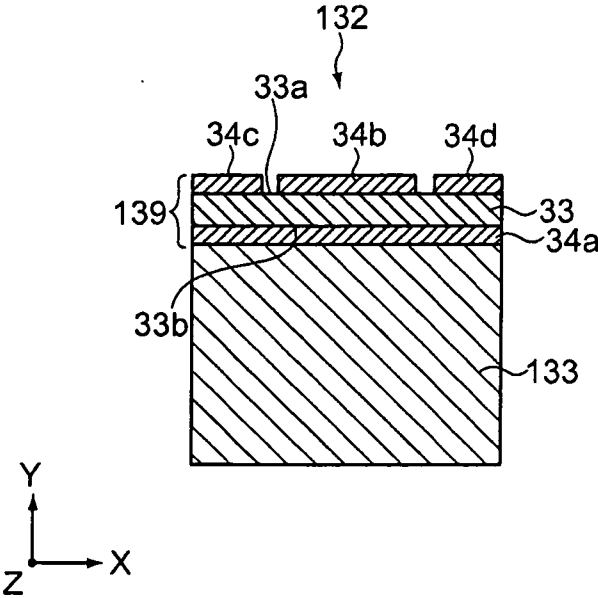


圖 1B

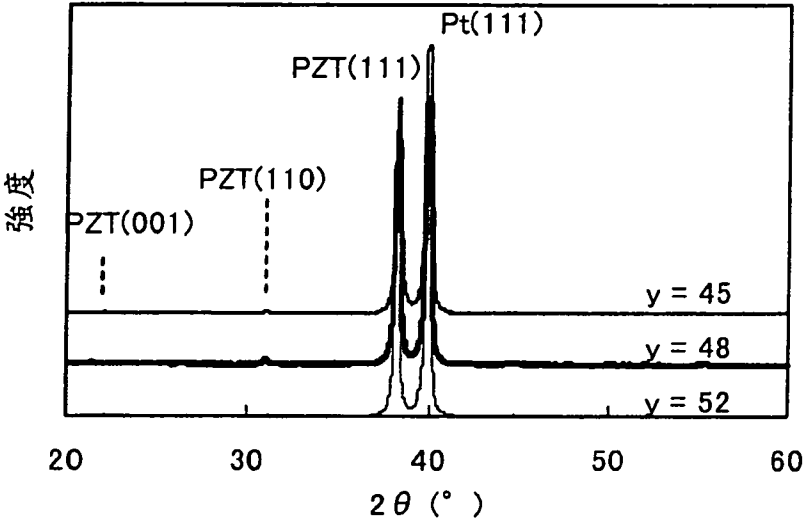


圖2

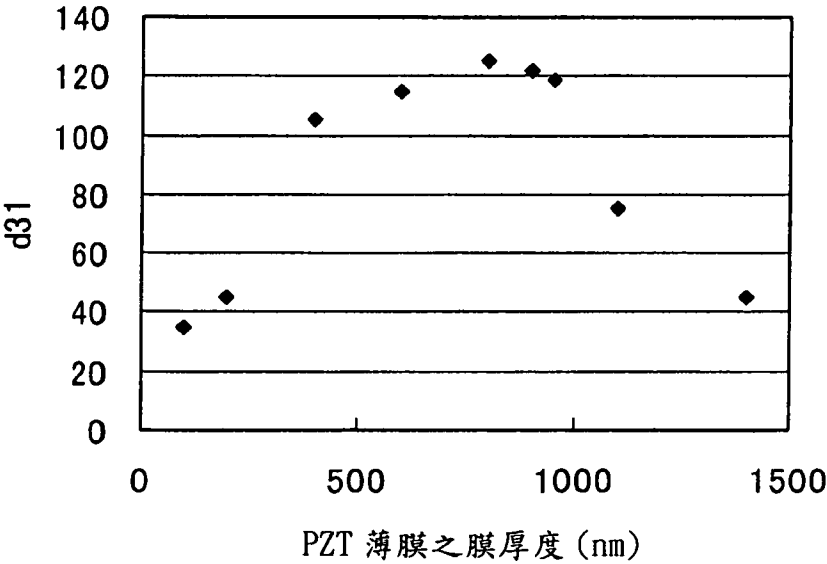


圖3

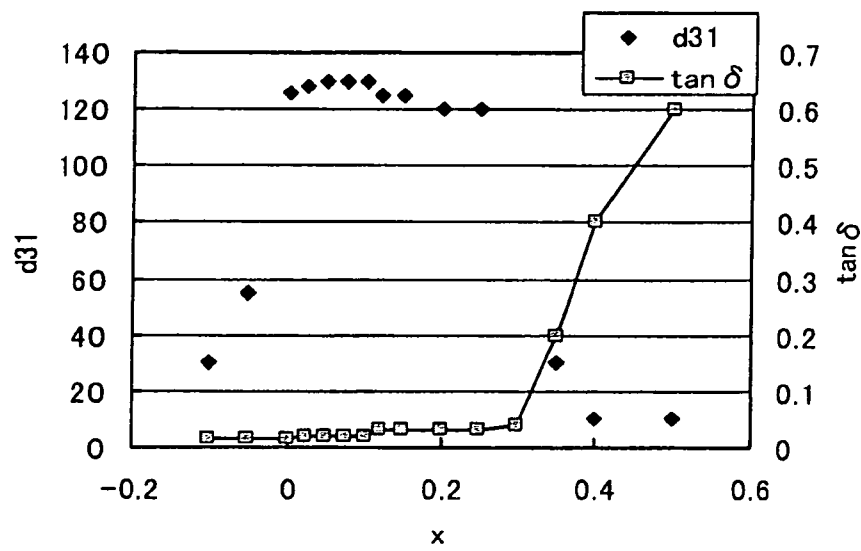


圖4

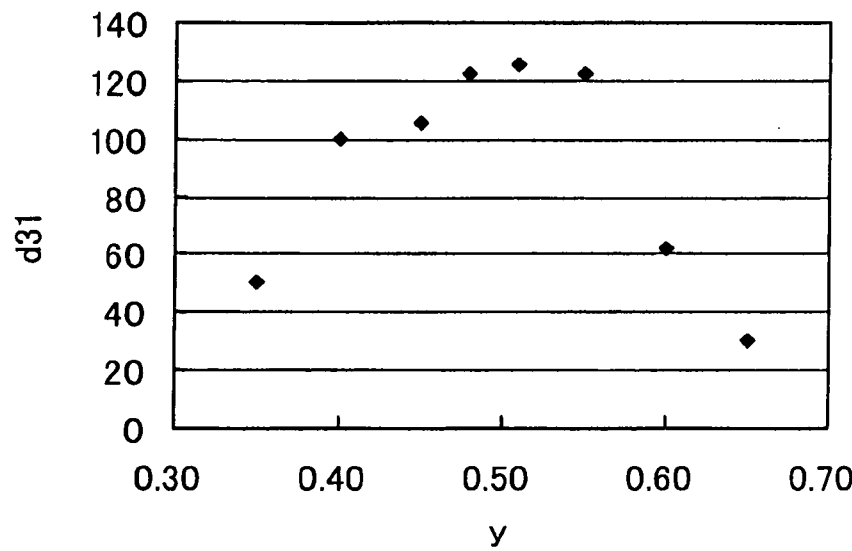


圖5

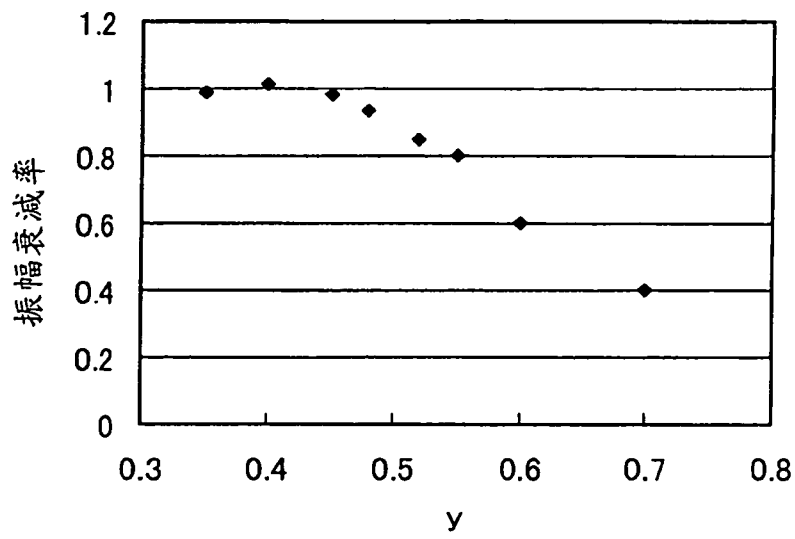


圖6

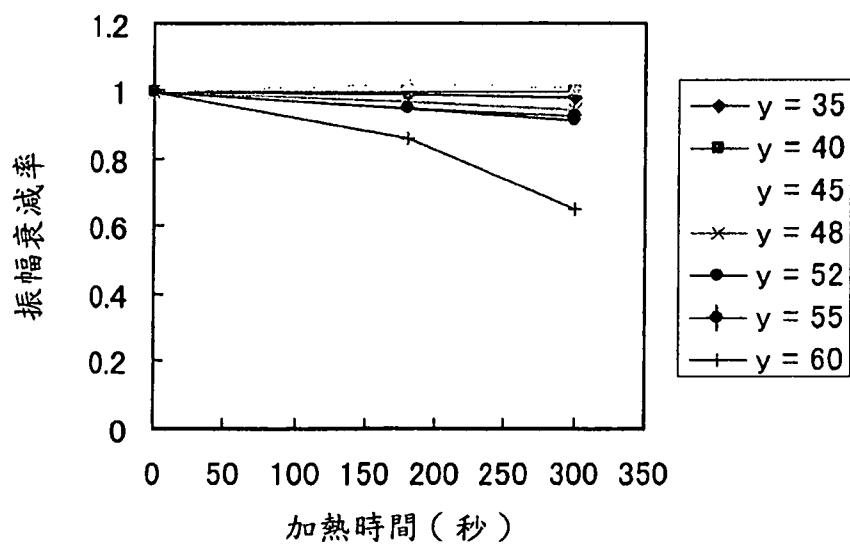


圖7

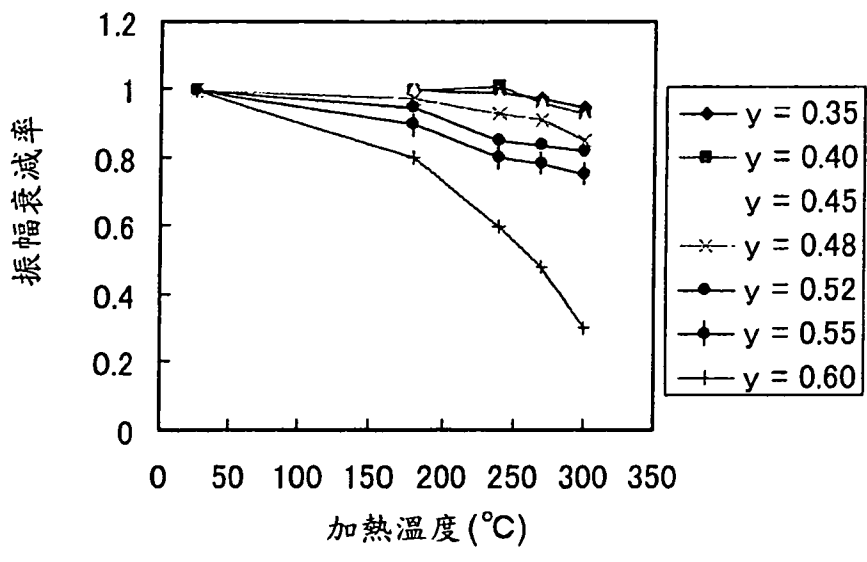


圖 8

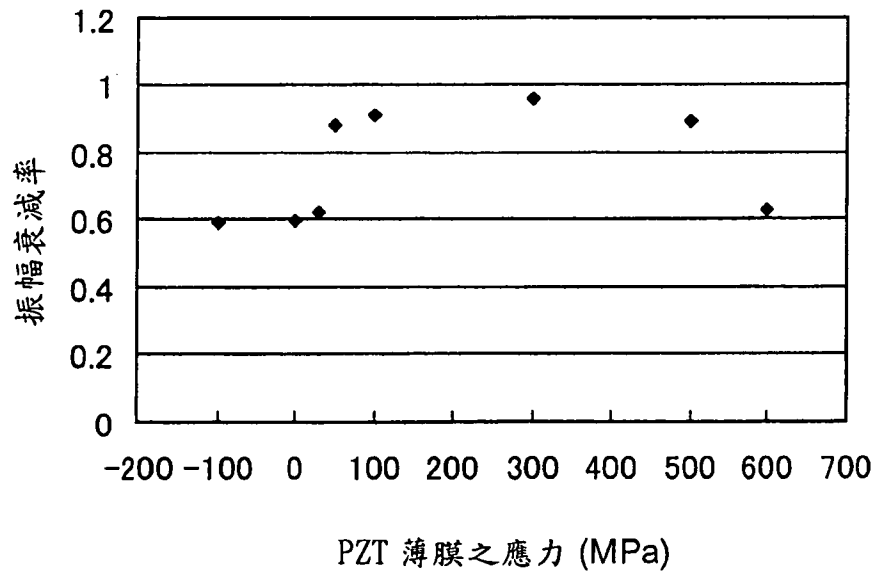


圖 9

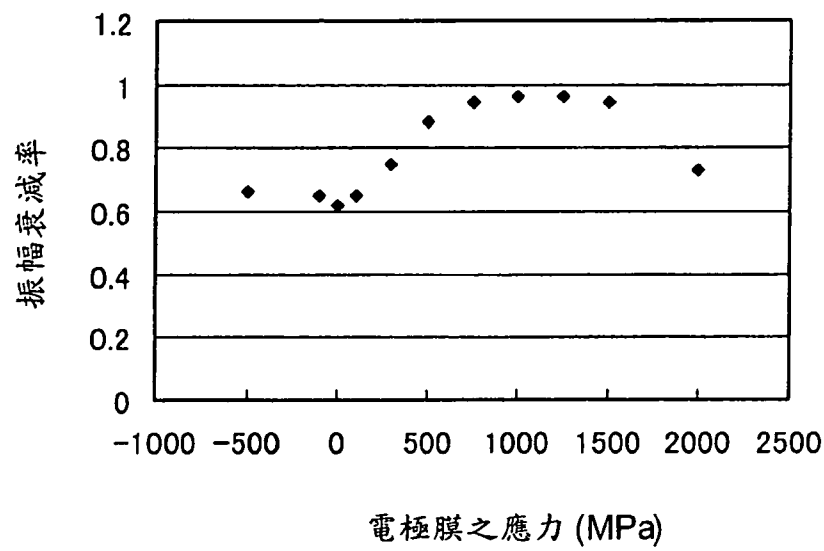


圖 10

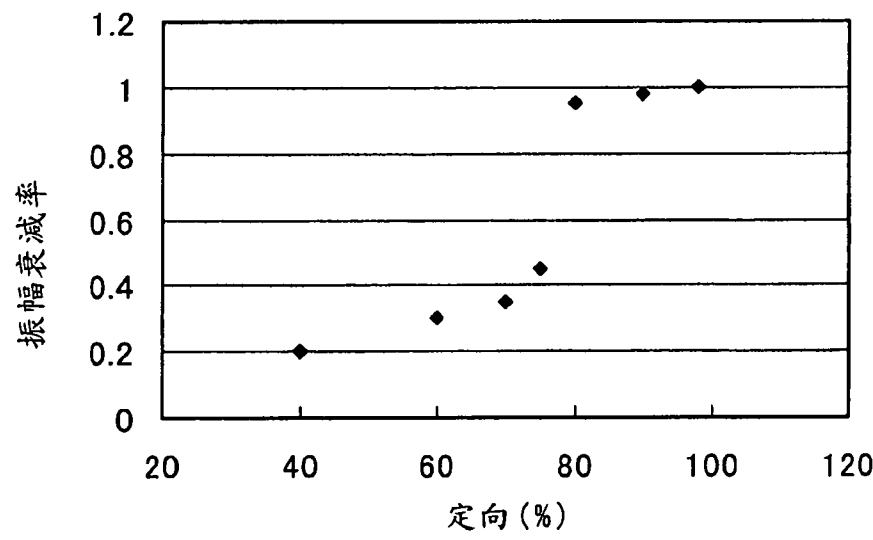


圖 11

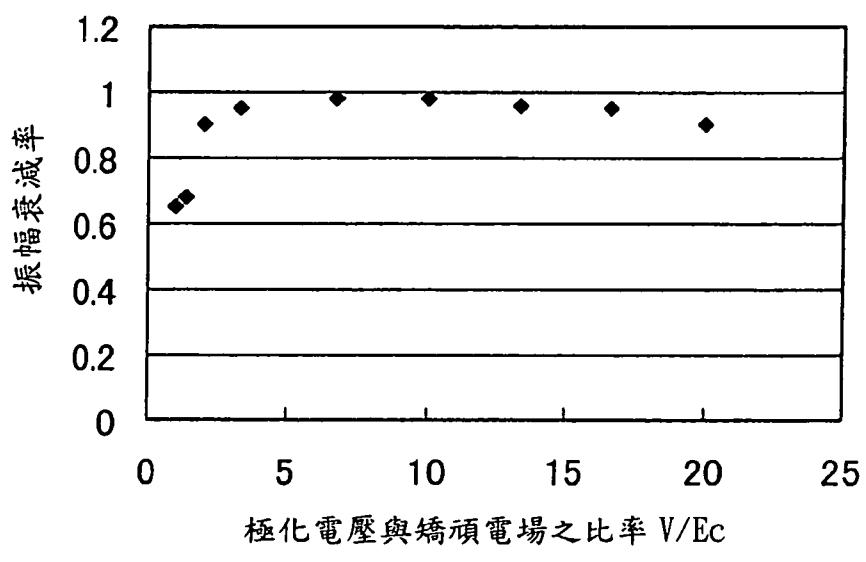


圖12

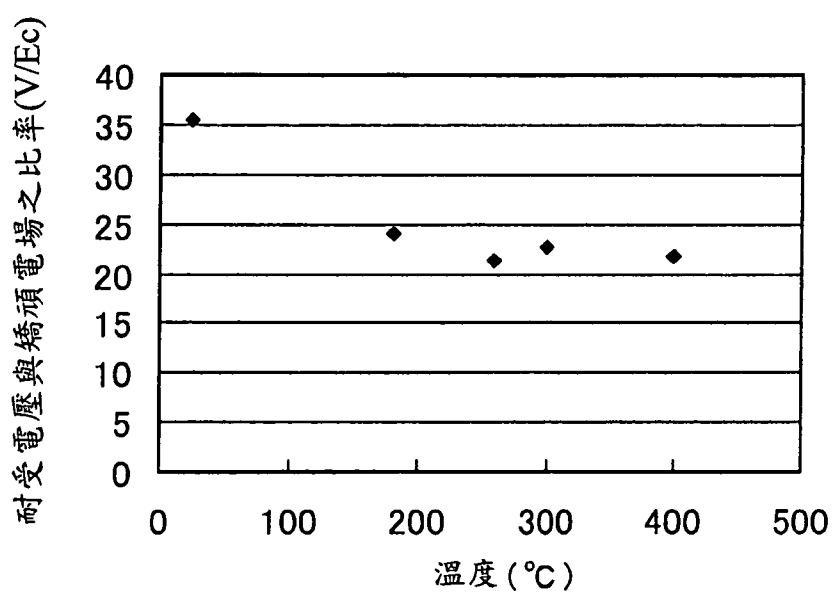


圖13

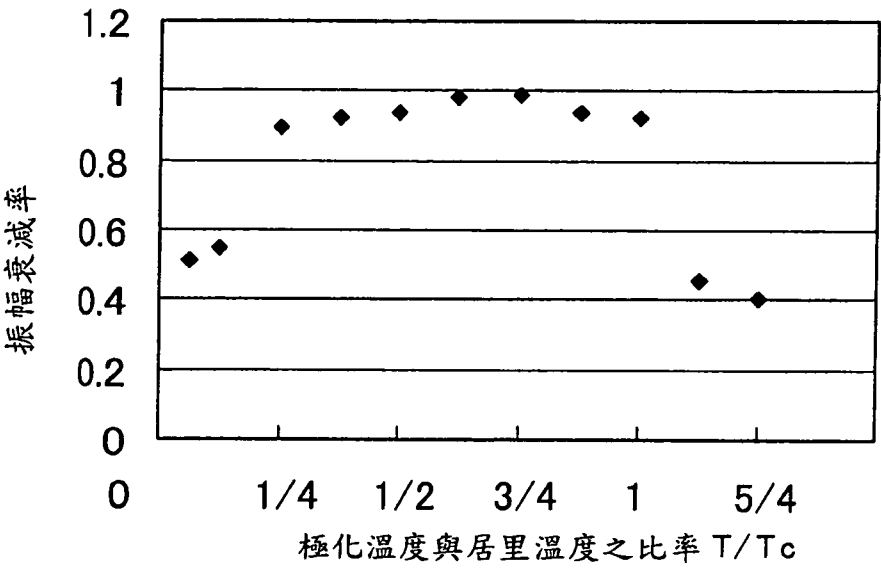


圖14

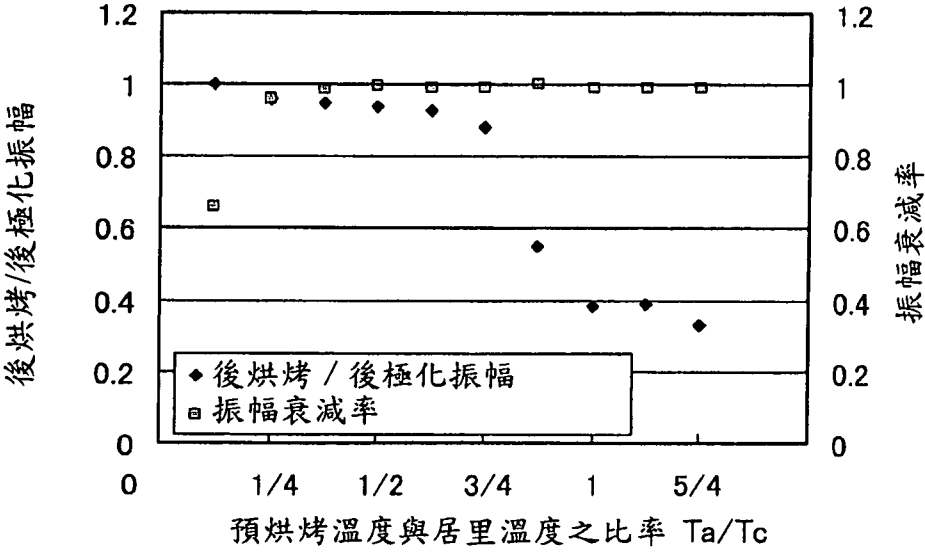


圖15

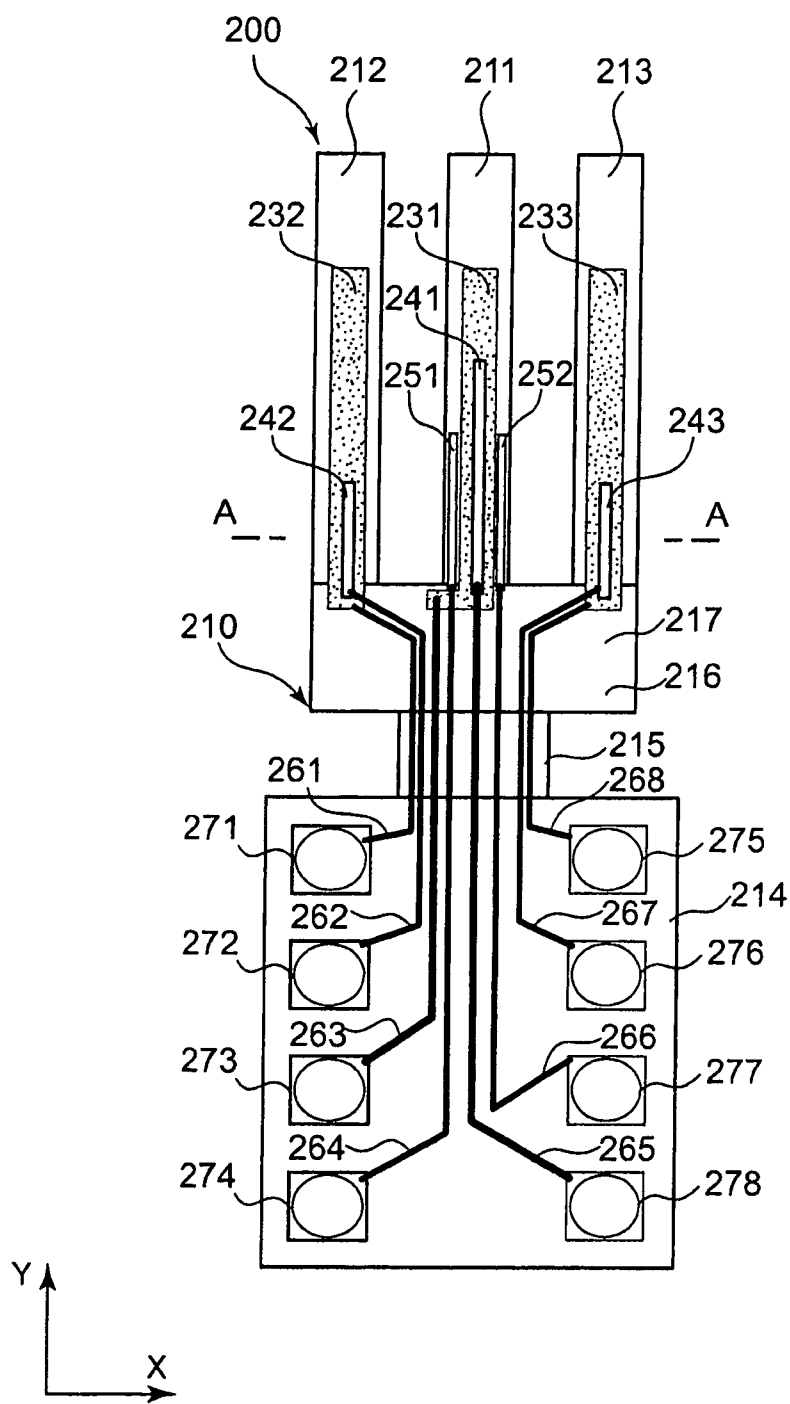


圖16

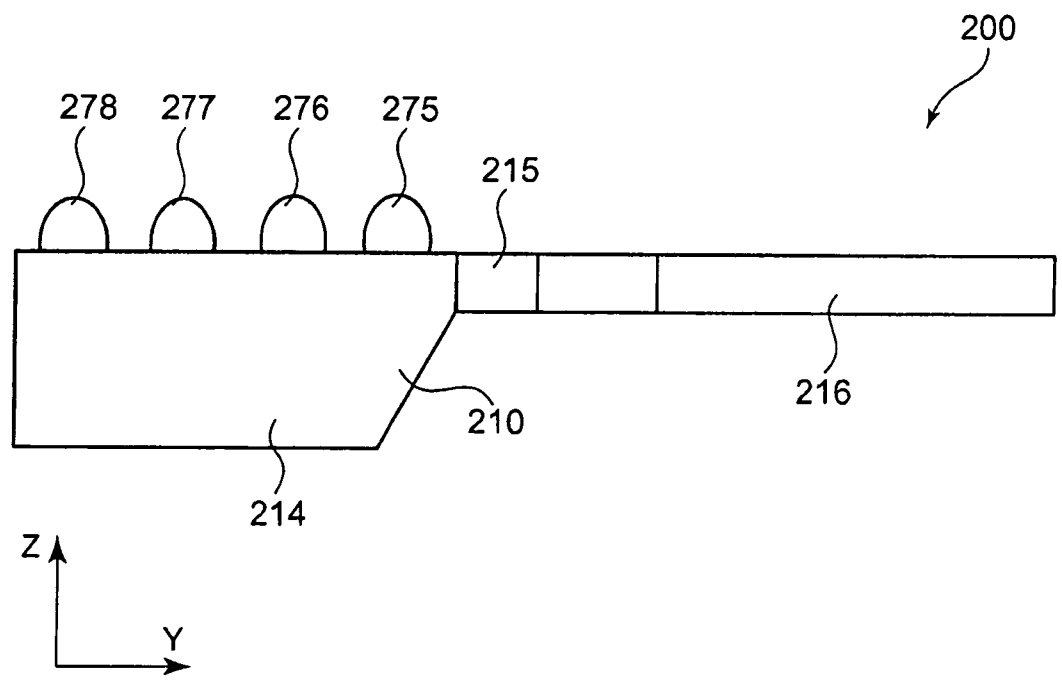


圖 17

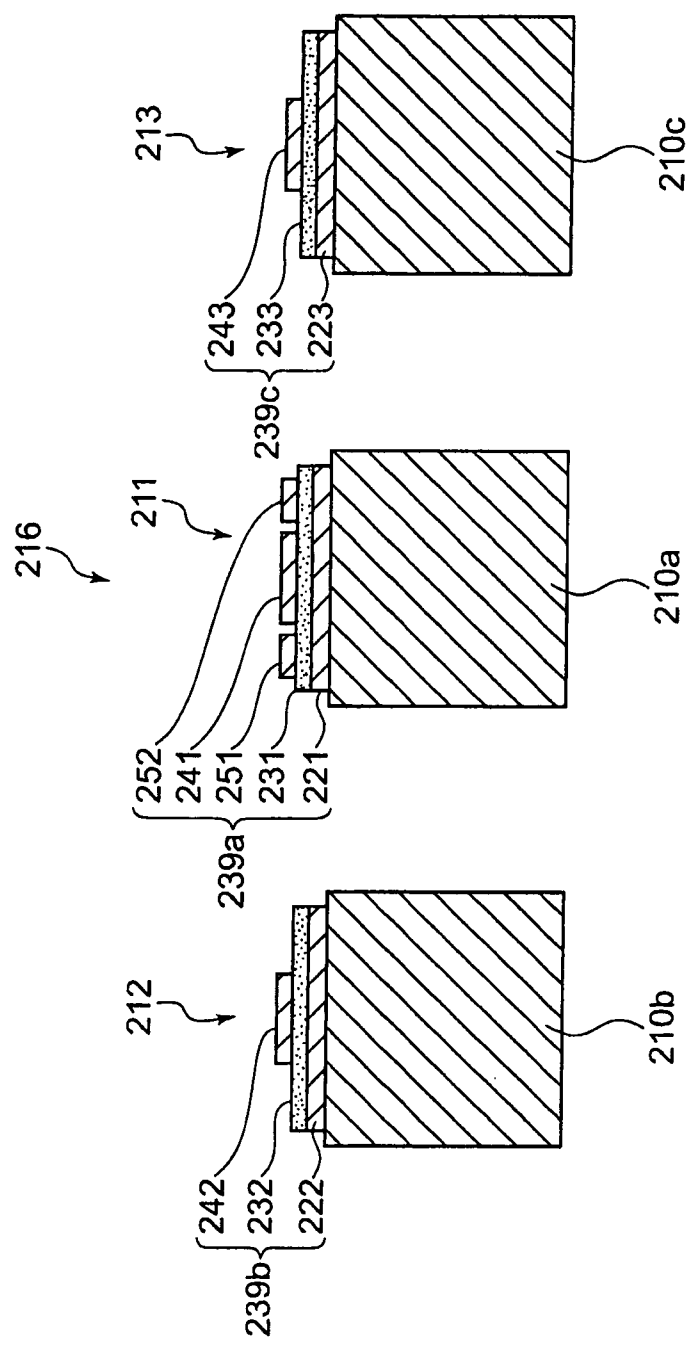


圖18