



(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 I811454 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：108134160 (22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 09 月 23 日

(51)Int. Cl. : **B32B9/00 (2006.01)** **B32B7/12 (2006.01)**  
**H03H3/08 (2006.01)** **H03H3/10 (2006.01)**  
**H03H9/02 (2006.01)** **H03H9/64 (2006.01)**

(30)優先權：2018/10/17 日本 2018-195663

(71)申請人：日商日本碍子股份有限公司(日本)NGK INSULATORS, LTD. (JP)  
日本

(72)發明人：鵜野雄大 UNO, YUDAI (JP)；後藤萬佐司 GOTO, MASASHI (JP)；多井知義 TAI, TOMOYOSHI (JP)

(74)代理人：周良吉；周良謀

(56)參考文獻：  
JP 2004-343359A WO 2018/180827A1

審查人員：鄭宇辰

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 33 頁

(54)名稱

接合體及彈性波元件

(57)摘要

本發明提供一種接合體及彈性波元件，經由由氧比率低之矽氧化物構成的接合層，將壓電性材料基板 1A 牢固而穩定地接合至支持基板 3 上。接合體 8A，具備；支持基板 3；壓電性材料基板 1A；第一接合層 4A，設置於支持基板 3 上，具有  $\text{Si}_{(1-x)}\text{O}_x(0.008 \leq x \leq 0.408)$  的組成；第二接合層 2A，設置於壓電性材料基板 1A 上，具有  $\text{Si}_{(1-y)}\text{O}_y(0.008 \leq y \leq 0.408)$  的組成；以及非晶質層 7，設置於第一接合層 4A 與第二接合層 2A 之間。非晶質層 7 之氧比率，較第一接合層 4A 之氧比率及第二接合層 2A 之氧比率更高。

指定代表圖：

符號簡單說明：

1A:壓電性材料基板

1a,1c,3a:面

2A,4A:接合層

3:支持基板

7:非晶質層

8A:接合體

9:電極

10:彈性波元件

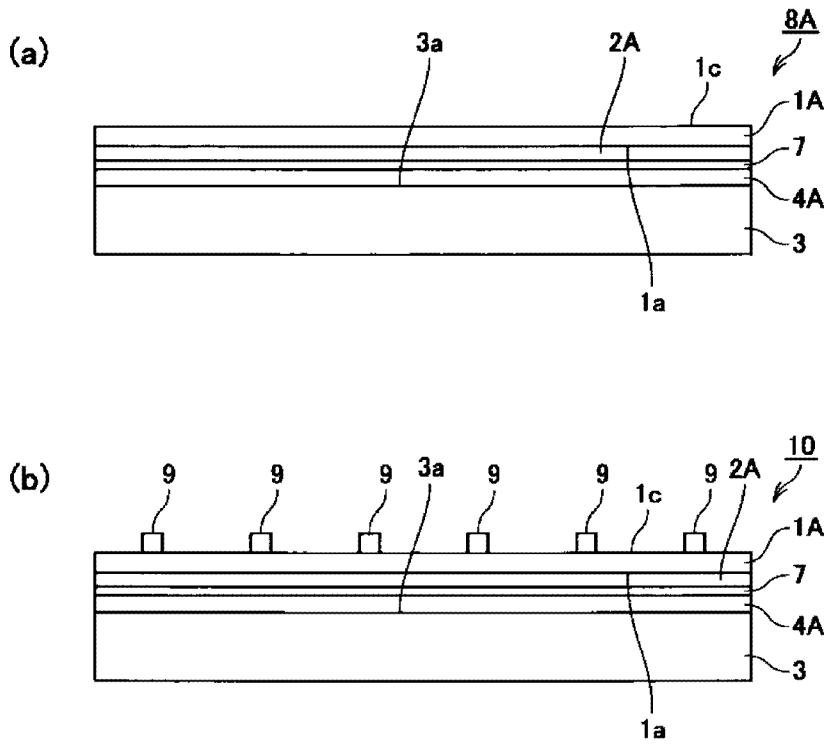


圖 4

I811454

【發明摘要】

【中文發明名稱】 接合體及彈性波元件

【中文】

本發明提供一種接合體及彈性波元件，經由由氧比率低之矽氧化物構成的接合層，將壓電性材料基板1A牢固而穩定地接合至支持基板3上。接合體8A，具備；支持基板3；壓電性材料基板1A；第一接合層4A，設置於支持基板3上，具有 $\text{Si}_{(1-x)}\text{O}_x(0.008 \leq x \leq 0.408)$ 的組成；第二接合層2A，設置於壓電性材料基板1A上，具有 $\text{Si}_{(1-y)}\text{O}_y(0.008 \leq y \leq 0.408)$ 的組成；以及非晶質層7，設置於第一接合層4A與第二接合層2A之間。非晶質層7之氧比率，較第一接合層4A之氧比率及第二接合層2A之氧比率更高。

【指定代表圖】 圖4(a)、(b)

【代表圖之符號簡單說明】

1A:壓電性材料基板

1a,1c,3a:面

2A,4A:接合層

3:支持基板

7:非晶質層

8A:接合體

9:電極

10:彈性波元件

【特徵化學式】 無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 接合體及彈性波元件

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種壓電性材料基板與支持基板之接合體、及彈性波元件。

【先前技術】

【0002】

已知具有可作為使用在攜帶式電話等之濾波元件或振盪器而作用的彈性表面波裝置、利用壓電薄膜之藍姆波(Lamb wave)元件或薄膜共振器(FBAR：Film Bulk Acoustic Resonator)等彈性波裝置。作為此等彈性波裝置，已知一種裝置，將支持基板與傳播彈性表面波之壓電基板貼合，於壓電基板之表面設置可激發彈性表面波之梳齒狀電極。如此地，藉由將具有較壓電基板更小的熱膨脹係數之支持基板貼附於壓電基板，而抑制溫度改變時之壓電基板的尺寸變化，抑制作為彈性表面波裝置之頻率特性的變化。

【0003】

在將壓電基板與矽基板接合時，已知一種方法，於壓電基板表面形成氧化矽膜，經由氧化矽膜將壓電基板與矽基板直接接合(專利文獻1)。在此一接合時，對氧化矽膜表面與矽基板表面照射電漿束而使表面活性化，進行直接接合(電漿活性化法)。

【0004】

此外，已知一種方法，使壓電基板之表面為粗糙面，於此粗糙面上設置填充層而使其平坦化，將此填充層經由黏接層黏接至矽基板(專利文獻2)。此一方法，在填充層、黏接層，使用環氧系、丙烯酸系之樹脂，藉由使壓電基板之接合面為粗糙面，而抑制體波(bulk wave)的反射，降低混附發射。

#### 【0005】

此外，已知所謂FAB(Fast Atom Beam，快速原子束)方式之直接接合法(專利文獻3)。此一方法，在常溫下對各接合面照射中性原子束而使其等活性化，進行直接接合。

#### 【0006】

另一方面，在專利文獻4，記載將壓電性材料基板，對由陶瓷(氧化鋁、氮化鋁、氮化矽)構成之支持基板，而非矽基板，經由中間層而直接接合。使此中間層之材質，為矽、氧化矽、氮化矽、氮化鋁。

[習知技術文獻]

[專利文獻]

#### 【0007】

專利文獻1：美國專利第7213314B2號

專利文獻2：日本特許第5814727號

專利文獻3：日本特開第2014-086400號

專利文獻4：日本特許第3774782號

專利文獻5：PCT/JP2018/011256

#### 【發明內容】

[本發明所欲解決的問題]

**【0008】**

依接合體之用途，宜將接合層的電阻增高藉以提高絕緣性。例如，彈性波元件之情況，藉由將接合層之絕緣性增高，而可減少雜訊或損耗。因此，本申請案提出人揭露，藉由使接合層的組成為氧比率低之矽氧化物，而形成絕緣性高的接合層(專利文獻5)。

**【0009】**

然則，具有不易經由由氧比率低之矽氧化物構成的接合層，將壓電性材料基板牢固而穩定地接合至支持基板上之情況，在將壓電性材料基板供應至研磨加工等加工時發生剝離。

**【0010】**

本發明之課題在於，經由由氧比率低之矽氧化物構成的接合層，將壓電性材料基板牢固而穩定地接合至支持基板上。

[解決問題之技術手段]

**【0011】**

本發明之特徵在於，具備：

支持基板；

壓電性材料基板；

第一接合層，設置於該支持基板上，具有 $\text{Si}_{(1-x)}\text{O}_x(0.008 \leq x \leq 0.408)$ 的組成；

第二接合層，設置於該壓電性材料基板上，具有 $\text{Si}_{(1-y)}\text{O}_y(0.008 \leq y \leq 0.408)$

的組成；以及

非晶質層，設置於該第一接合層與該第二接合層之間；

該非晶質層之氧比率，較該第一接合層之氧比率及該第二接合層之氧比率更高。

#### 【0012】

此外，本發明係彈性波元件，其特徵在於具備上述接合體、及設置於壓電性材料基板上之電極。

[本發明之效果]

#### 【0013】

依本發明，則可經由由氧比率低之矽氧化物構成的接合層，將壓電性材料基板牢固而穩定地接合至支持基板上。

#### 【圖式簡單說明】

#### 【0014】

圖1(a)顯示壓電性材料基板1，圖1(b)顯示於壓電性材料基板1上設置第二接合層2的狀態，圖1(c)顯示藉由中性射束A使第二接合層2之表面2a活性化而成為活性化面5的狀態。

圖2(a)顯示於支持基板3上設置第一接合層4的狀態，圖2(b)顯示藉由中性射束B使第一接合層4之表面4a活性化而成為活性化面6的狀態。

圖3(a)顯示使第一接合層4與第二接合層2接觸的狀態，圖3(b)顯示將第一接合層4A與第二接合層2A接合而製作接合體8的狀態。

圖4(a)顯示藉由加工將壓電性材料基板1A減薄的狀態，圖4(b)顯示於壓電性材料基板1A上設置電極9的狀態。

圖5(a)顯示使第一接合層4與第二接合層2接觸的狀態，圖5(b)顯示將第一接合層4A與第二接合層2A接合而製作接合體18的狀態。

圖6(a)顯示藉由加工將壓電性材料基板1A減薄的狀態，圖6(b)顯示於壓電性材料基板1A上設置電極9的狀態。

### 【實施方式】

#### 【0015】

以下，適宜參考附圖，並詳細地說明本發明。

如圖1(a)所示，壓電性材料基板1具有一對主面1a與1b。如圖1(b)所示，於壓電性材料基板1之主面1a上形成第二接合層2。接著，如圖1(c)所示，如箭頭A般地對第二接合層2之表面2a照射中性射束，使接合層2之表面2a活性化而成為活性化面5。

#### 【0016】

另一方面，如圖2(a)所示，於支持基板3之主面3a上形成第一接合層4。接著，如圖2(b)所示，如箭頭B般地對接合層4之表面4a照射中性射束，使接合層4之表面4a活性化而成為活性化面6。

#### 【0017】

接著，如圖3(a)所示，使第一接合層4之活性化面6與第二接合層2之活性化面5直接接觸，施加壓力，藉以如圖3(b)所示地獲得接合體8。此處，藉由控制中性射束A、B的輸出與照射時間等，而可沿著第一接合層4之活性化面6與第二接合層2之活性化面5的接合界面，產生非晶質層7。藉此，如圖3(b)所示，沿著第一接合層4A與第二接合層2A的界面，產生非晶質層7。

**【0018】**

於較佳實施形態中，將接合體8的壓電性材料基板1之表面1b進一步研磨加工，如圖4(a)所示，使壓電性材料基板1A之厚度減小，獲得接合體8A。1c為研磨面。

**【0019】**

圖4(b)中，藉由在壓電性材料基板1A之研磨面1c上形成既定的電極9，而製作彈性波元件10。

**【0020】**

在圖5、圖6的實施形態，於壓電性材料基板1與第二接合層2之間設置中間層12A，於支持基板3與第一接合層4之間設置中間層12B。

**【0021】**

亦即，如圖5(a)所示，於壓電性材料基板1之主面1a上，依序形成中間層12A、第二接合層2。接著，對接合層2之表面照射中性射束，使接合層2之表面活性化而成為活性化面5。於支持基板3之主面3a上，依序形成中間層12B、第一接合層4。接著，對接合層2、4之各表面照射中性射束，使各接合層之各表面活性化而成為活性化面5、6。

**【0022】**

接著，如圖5(a)所示，使第一接合層4之活性化面6與第二接合層2之活性化面5直接接觸，施加壓力，藉以如圖5(b)所示地獲得接合體18。此處，藉由控制中性射束A、B的輸出與照射時間等，而可沿著第一接合層4之活性化面6與第二接合層2之活性化面5的接合界面，產生非晶質層7。藉此，如圖5(b)所示，沿著第一接合層4A與第二接合層2A的界面，產生非晶質層7。

**【0023】**

於較佳實施形態中，將接合體18的壓電性材料基板1之表面1b進一步研磨加工，如圖6(a)所示，使壓電性材料基板1A之厚度減小，獲得接合體18A。1c為研磨面。

**【0024】**

圖6(b)中，藉由在壓電性材料基板1A之研磨面1c上形成既定的電極9，而製作彈性波元件20。

**【0025】**

本發明中，支持基板，可由單結晶構成，亦可由多結晶構成。支持基板之材質，宜從由矽、SiAlON(矽鋁氮氧化物)、藍寶石、堇青石、富鋁紅柱石、及氧化鋁構成之族群選出。氧化鋁宜為透光性氧化鋁。

**【0026】**

支持基板之相對密度，從接合強度的觀點來看，宜為99.5%以上，亦可為100%。相對密度係藉由阿基米德法測定。此外，支持基板之製法雖無特別限定，但宜為鍛燒體。

**【0027】**

矽，可為單晶矽亦可為多晶矽，或亦可為高電阻矽。

**【0028】**

SiAlON，係將氮化矽與氧化鋁之混合物鍛燒所獲得的陶瓷，具有如下之組成：



亦即， $\text{SiAlON}$ ，具有在氮化矽中混合氧化鋁的組成， $z$ 表示氧化鋁之混合比率。 $z$ 更宜為0.5以上。此外， $z$ 更宜為4.0以下。

#### 【0029】

藍寶石為具有 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的組成之單結晶，氧化鋁為具有 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的組成之多結晶。堇青石，為具有 $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ 的組成之陶瓷。富鋁紅柱石，為具有 $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \sim 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 之範圍的組成之陶瓷。

#### 【0030】

壓電性材料基板之材質，若具有所需的壓電性即無限定，但宜為具有 $\text{LiAO}_3$ 的組成之單結晶。此處， $A$ 係從由銻及鉍構成之族群選出一種以上之元素。因此， $\text{LiAO}_3$ ，可為銻酸鋰，可為鉍酸鋰，亦可為銻酸鋰-鉍酸鋰固溶體。

#### 【0031】

本發明中，於支持基板上設置第一接合層，於壓電性材料基板上設置第二接合層。第一接合層，具有 $\text{Si}_{(1-x)}\text{O}_x(0.008 \leq x \leq 0.408)$ 的組成。第二接合層，具有 $\text{Si}_{(1-y)}\text{O}_y(0.008 \leq y \leq 0.408)$ 的組成。

#### 【0032】

此一組成，係相較於 $\text{SiO}_2$ (對應於 $x=0.667$ )使氧比率相當低的組成。若經由由此等組成之矽氧化物 $\text{Si}_{(1-x)}\text{O}_x$ 構成的第一接合層及由 $\text{Si}_{(1-y)}\text{O}_y(0.008 \leq y \leq 0.408)$ 構成的第二接合層，將壓電性材料基板對支持基板接合，則可增高此等接合層之絕緣性。

#### 【0033】

在構成各接合層之 $\text{Si}_{(1-x)}\text{O}_x$ 、 $\text{Si}_{(1-y)}\text{O}_y$ 的組成中，若 $x$ 、 $y$ 未滿0.008，則接合層之電阻變低，無法獲得期望之絕緣性。因此，雖使 $x$ 、 $y$ 為0.008以上，但宜為0.010

以上，更宜為0.020以上，特別宜為0.024以上。此外，若x、y較0.408更大，則接合強度降低，變得容易發生壓電性材料基板的剝離，故雖使x、y為0.408以下，但更宜為0.225以下。

**【0034】**

各接合層之電阻率宜為 $4.8 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上，更宜為 $5.8 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上，特別宜為 $6.2 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上。另一方面，接合層之電阻率，一般為 $1.0 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。

**【0035】**

各接合層之厚度，雖無特別限定，但從製造成本的觀點來看，宜為0.01～10 $\mu\text{m}$ ，更宜為0.01～0.5 $\mu\text{m}$ 。

各接合層之成膜方法並未限定，可例示濺鍍(sputtering)法、化學氣相沉積法(CVD)、蒸鍍。此處，特別宜為使濺鍍靶材為Si之反應性濺鍍時，調整在腔室內流通的氧氣量，藉而可控制各接合層之氧比率(x、y)。

**【0036】**

各接合層之具體製造條件依腔室規格而異，故可適宜選擇，而較佳例子中，使總壓力為0.28～0.34Pa，使氧分壓為 $1.2 \times 10^{-3} \sim 5.7 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ，使成膜溫度為常溫。此外，作為Si靶材，可例示摻B之Si。如同後述，於與第一接合層之界面、與第二接合層之界面，控制使作為雜質的B(硼)量，成為 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3 \sim 5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 程度。藉此，可更為確實地確保接合層之絕緣性。

**【0037】**

於本發明中，將第一接合層之活性化面與第二接合層之活性化面直接接合。換而言之，沿著第一接合層與第二接合層的界面，具有接合界面。因此，

各接合層之各活性化面的算術平均粗糙度Ra宜為1nm以下，更宜為0.3nm以下。藉此，進一步改善接合強度。

**【0038】**

本發明之接合體，具備產生在第一接合層與第二接合層之間的非晶質層，非晶質層之氧比率，較第一接合層之氧比率及第二接合層之氧比率更高。亦即，發現沿著支持基板之活性化面產生非晶質層，而由於此非晶質層之氧擴散的進展，使相較於第一接合層之氧比率、第二接合層之氧比率，在其等之間產生的非晶質層之氧比率變得更高的情況。且發現在氧的擴散如此地進行之情況，壓電性材料基板的對支持基板之接合強度變高，例如在藉由加工將壓電性材料基板減薄等情況，亦不易發生壓電性材料基板的剝離。

**【0039】**

於較佳實施形態中，非晶質層之氧比率與第一接合層之氧比率的差、及非晶質層之氧比率與第二接合層之氧比率的差，各自為0.5原子%以上。此差更宜為1.0原子%以上。非晶質層之氧比率與第一接合層之氧比率的差、及非晶質層之氧比率與第二接合層之氧比率的差並無特別上限值，現實上宜為5.0原子%以下，更宜為4.5原子%以下。

**【0040】**

於較佳實施形態中，非晶質層之氫比率，較第一接合層之氫比率及第二接合層之氫比率更高。如此地若為從各接合層朝向中間的非晶質層促進氫之擴散的微構造，則進一步改善高接合強度。

**【0041】**

從此一觀點來看，非晶質層之氬比率與第一接合層之氬比率的差、及非晶質層之氬比率與第二接合層之氬比率的差，宜為1.0原子%以上，更宜為1.5原子%以上。非晶質層之氬比率與第一接合層之氬比率的差、及非晶質層之氬比率與第二接合層之氬比率的差並無特別上限值，現實上宜為5.0原子%以下，更宜為4.5原子%以下。

#### 【0042】

於較佳實施形態中，非晶質層的組成，以矽(Si)、氧(O)、及氬(Ar)作為主成分。然則，「作為主成分」，係指使總原子比率為100原子%時，此等原子之原子比率的總合為95原子%以上，更宜為97原子%以上。尤其宜使非晶質層的組成，為 $\text{Si}_{(1-t)}\text{O}_t$  ( $0.013 \leq t \leq 0.408$ )，且氧比率較第一接合層與第二接合層更高，且含有氬。

#### 【0043】

支持基板與第一接合層之間的中間層、及壓電性材料基板與第二接合層之間的中間層之材質，若為可與兩者接合之材質即無特別限定，但宜為 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 。

#### 【0044】

尤其是，在高頻率取向(3.5~6GHz之5G通訊的高頻域取向等)，必須改善彈性波的頻率，此一情況，支持基板與第一接合層之間的中間層、及壓電性材料基板與第二接合層之間的中間層之各材質，宜為高音速材料。此等高音速材料的音速，宜為6000m/s以上，更宜為10000m/s以上。各中間層之各材質的音速無特別上限，實際上不易超過30000m/s，故為30000m/s以下，進一步多為25000m/s以下。作為此等高音速材料，可例示 $\text{AlN}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 。此外，材質的音速，係從以JIS

法測定出之密度(JIS C2141)、楊氏模數(JIS R1602)、蒲松比(Poisson's ratio)(JIS R1602)算出。

#### 【0045】

此外，在高頻率取向(3.5~6GHz之5G通訊的高頻域取向等)，輸入高功率的訊號，故必須改善散熱性。此一情況，宜使支持基板與第一接合層之間的中間層、及壓電性材料基板與第二接合層之間的中間層之各材質為高熱傳導材料。此等高熱傳導材料的熱導率，宜為 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上，更宜為 $900\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上，特別宜為 $1000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上。各中間層之各材質的熱導率無特別上限，實際上不易超過 $5000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，故為 $5000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下，進一步多為 $3000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下。作為此等高音速材料，可例示 $\text{AlN}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 。此外，材質的熱導率，係遵循JIS R1611而測定。

#### 【0046】

以下，對於本發明之各構成要素進一步說明。

本發明之接合體的用途並未特別限定，例如可適宜應用在彈性波元件或光學元件。

作為彈性波元件，已知有彈性表面波裝置、藍姆波元件、薄膜共振器(FBAR)等。例如，彈性表面波裝置，於壓電性單晶基板之表面，設置有激發彈性表面波之輸入側的IDT(Interdigital Transducer，數位間轉換器)電極(梳齒狀電極，亦稱作竹簾狀電極)、及接收彈性表面波之輸出側的IDT電極。若對輸入側之IDT電極施加高頻訊號，則於電極間產生電場，激發彈性表面波而在壓電性材料基板上傳播。而後，可從設置於傳播方向之輸出側的IDT電極，將傳播之彈性表面波作為電訊號取出。

**【0047】**

於壓電性材料基板之底面，亦可具有金屬膜。金屬膜，在製造藍姆波元件作為彈性波裝置時，發揮使壓電性材料基板之背面附近的機電耦合係數增大之作用。此一情況，藍姆波元件，於壓電性材料基板之表面形成梳齒狀電極，藉由設置在支持基板的孔洞而成為使壓電性材料基板之金屬膜露出的構造。作為此等金屬膜之材質，例如可列舉鋁、鋁合金、銅、金等。另，製造藍姆波元件之情況，亦可使用具備底面不具有金屬膜之壓電性材料層的複合基板。

**【0048】**

此外，於壓電性材料基板之底面，亦可具有金屬膜與絕緣膜。金屬膜，在製造薄膜共振器作為彈性波裝置時，發揮電極之作用。此一情況，薄膜共振器，於壓電性材料基板之表背面形成電極，藉由將絕緣膜打洞而成為使壓電性材料基板之金屬膜露出的構造。作為此等金屬膜之材質，例如可列舉鉬、鈦、鎢、鉻、鋁等。此外，作為絕緣膜之材質，例如可列舉二氧化矽、磷矽玻璃、硼磷矽玻璃等。

**【0049】**

此外，作為光學元件，可例示光切換元件、波長轉換元件、光調變元件。此外，可於壓電性材料基板中形成周期性極化反轉構造。

**【0050】**

本發明之對象為彈性波元件，在壓電性材料基板的材質為鉍酸鋰之情況，使用以彈性表面波的傳播方向即X軸為中心，從Y軸往Z軸旋轉 $36\sim 47^\circ$ (例如 $42^\circ$ )的方向者，由於其傳播損耗小故適宜。

此外，在壓電性材料基板係由鈮酸鋰構成之情況，使用以彈性表面波的傳播方向即X軸為中心，從Y軸往Z軸旋轉60~68°(例如64°)的方向者，由於其傳播損耗小故適宜。進一步，壓電性材料基板之尺寸，並未特別限定，但例如直徑為50~150mm、厚度為0.2~60 $\mu$ m。

#### 【0051】

為了獲得本發明之接合體，宜為下述方法。

首先，將各接合層之各表面平坦化而獲得平坦面。此處，各表面之平坦化的方法，具有拋光(lap)研磨、化學機械研磨加工(Chemical Mechanical Polishing, CMP)等。此外，平坦面，宜為 $Ra \leq 1nm$ ，更宜為0.3nm以下。

接著，為了將研磨劑的殘渣與加工變質層除去，而清洗各接合層之各表面。清洗表面的方法，具有濕式清洗、乾式清洗、刷擦清洗等，但為了簡便且有效率地獲得乾淨表面，宜為刷擦清洗。此時，特別宜在使用SUNWASH LH540作為清洗液後，使用丙酮與IPA之混合溶液藉由刷擦清洗機清洗。

#### 【0052】

接著，藉由對各接合層之各表面照射中性射束，而使各表面活性化。

#### 【0053】

在施行中性射束所進行之表面活性化時，宜使用如專利文獻3記載的裝置產生中性射束，予以照射。亦即，作為射束源，使用鞍形場型之高速原子束源。而後，將惰性氣體導入至腔室，從直流電源往電極施加高電壓。藉此，藉由在電極(正極)與框體(負極)之間產生的鞍形場型之電場，使電子e運動，產生惰性氣體原子與離子之射束。到達柵極(grid)之射束中的離子束，受到柵極中和，故

中性原子之射束從高速原子束源射出。構成射束之原子種，宜為惰性氣體(氬、氦等)。

宜使射束照射所進行的活性化時之電壓為0.5~2.0kV，宜使電流為50~200mA。

#### 【0054】

接著，在真空環境氣體下，使活性化面彼此接觸，予以接合。此時的溫度為常溫，具體而言宜為40°C以下，更宜為30°C以下。此外，接合時的溫度，特別宜為20°C以上，25°C以下。接合時的壓力，宜為100~20000N。

#### [實施例]

#### 【0055】

(實施例1、2、3、3-2；比較例1、2)

參考圖1及圖2並依據所說明之方法，製作出表1、表2所示的各例之接合體8、8A。

具體而言，將具備OF(Orientation Flat，定向平面)部，直徑4英吋、厚度250 $\mu$ m之鈹酸鋰基板(LT基板)，作為壓電性材料基板1使用。LT基板，利用使彈性表面波(SAW)的傳播方向為X，切出角旋轉Y切割基板，即46°Y切割X傳播LT基板。壓電性材料基板1之表面1a，先鏡面研磨至算術平均粗糙度Ra成為0.3nm。然則，Ra，係以原子力顯微鏡(AFM)在10 $\mu$ m $\times$ 10 $\mu$ m之視野測定。

#### 【0056】

接著，於壓電性材料基板1之表面1a，藉由直流濺鍍法將接合層2成膜。於靶材，使用摻硼之Si。此外，作為氧源，導入氧氣。此時，藉由改變氧氣導入量，而改變腔室內之氣體環境的總壓力與氧分壓，藉此，改變接合層2的氧比率。使

接合層2之厚度為100~200nm。接合層2之表面2a的算術平均粗糙度Ra為0.2~0.6nm。接著，將接合層2化學機械研磨加工(CMP)，使膜厚為80~190nm，使Ra為0.08~0.4nm。

**【0057】**

另一方面，作為支持基板3，準備具備定向平面(Orientation Flat, OF)部，直徑4英吋、厚度500 $\mu$ m之由矽構成的支持基板3。藉由化學機械研磨加工(CMP)，將支持基板3之表面精加工，各算術平均粗糙度Ra成為0.2nm。

**【0058】**

接著，於支持基板3之表面3a，藉由直流濺鍍法將接合層4成膜。於靶材，使用摻硼之Si。此外，作為氧源，導入氧氣。此時，藉由改變氧氣導入量，而改變腔室內之氣體環境的總壓力與氧分壓，藉此，改變接合層4的氧比率。使接合層4之厚度為100~200nm。接合層4之表面4a的算術平均粗糙度Ra，為0.2~0.6nm。接著，將接合層4化學機械研磨加工(CMP)，使膜厚為80~190nm，使Ra為0.08~0.4nm。

**【0059】**

接著，清洗接合層2之表面與接合層4之表面，去除髒污後，將其等導入真空腔室。抽真空至 $10^{-6}$ Pa範圍後，對各表面照射高速原子束(加速電壓1kV、Ar流量27sccm)120秒。接著，使接合層2之射束照射面(活性化面)5與接合層4之活性化面6接觸後，以10000N加壓2分鐘而將其等接合(參考圖3(b))。接著，將獲得的各例之接合體8以100 $^{\circ}$ C加熱20小時。

接著，將壓電性材料基板1之表面研削及研磨，使其厚度從初始的250 $\mu$ m成為1 $\mu$ m(參考圖4(a))。

**【0060】**

對於獲得的各例之接合體8、8A，評價下述特性。

(非晶質層之確認)

如同下述地觀察非晶質層之存在。

測定裝置：

利用透射型電子顯微鏡(Hitachi High-Technologies製 H-9500)觀察微構造。

測定條件：

對薄片化之試樣，藉由FIB(聚焦離子束)法以加速電壓200kV觀察。

**【0061】**

(第一接合層、非晶質層、第二接合層中之原子比率)

利用下述裝置，施行EDS(能量散射型X射線光譜儀)所進行之元素分析，測定接合層與非晶質層中之氧原子、氫原子的比率。

測定裝置：

利用元素分析裝置(日本電子 JEM-ARM200F)施行元素分析。

測定條件：

對薄片化之試樣，藉由FIB(聚焦離子束)法以加速電壓200kV觀察。

**【0062】**

(接合強度)

藉由裂縫開口法(Crack Opening Method)，對於各例之接合體8、8A測定接合強度。然則，若接合強度超過 $1.75\text{J/m}^2$ ，則不發生接合層的剝離，而接合體8、8A產生塊體破壞。

**【0063】**

[表1]

		比較例1			比較例2		
壓電性材料基板		鈮酸鋰			鈮酸鋰		
支持基板		Si			Si		
FAB照射量(kJ)		45			22.5		
接合強度(J/m <sup>2</sup> )		0.7			0.3		
原子 濃度 atom%		Si	O	Ar	Si	O	Ar
	壓電性材料基板側接合層	94.3	5.4	0.3	93.8	6.0	0.2
	非晶質層	93.6	5.4	1.0	93.6	5.9	0.5
	支持基板側接合層	94.3	5.4	0.3	93.8	6.0	0.2

## 【0064】

[表2]

		實施例1			實施例2			實施例3			實施例3-2		
壓電性材料基板		鈮酸鋰			鈮酸鋰			鈮酸鋰			鈮酸鋰		
支持基板		Si			Si			Si			Si		
FAB照射量(kJ)		135			90			180			60		
接合強度(J/m <sup>2</sup> )		2.7			2.1			2.2			1.8		
原子濃度 atom%		Si	O	Ar	Si	O	Ar	Si	O	Ar	Si	O	Ar
	壓電性材料基板側接合層	93.3	6.2	0.5	93.6	6.0	0.4	93.5	5.9	0.6	93.8	5.8	0.4
	非晶質層	89.7	7.6	2.7	91.3	6.6	2.1	89.2	7.7	3.1	92.5	6.3	1.2
	支持基板側接合層	93.2	6.2	0.6	93.7	5.9	0.4	93.5	5.9	0.6	93.8	5.8	0.4

## 【0065】

在比較例1、2，接合強度皆低。

在實施例1、2、3、3-2，非晶質層之氧比率、氬比率，較第一接合層與第二接合層之氧比率、氬比率更高，但接合強度皆顯著改善，於研磨壓電性材料基板時亦未發生剝離。在實施例3-2，非晶質層之氬比率，較第一接合層與第二接合層之氬比率更高，但氬比率的差較1原子%更小，若與實施例1、2、3相較則接合強度些微降低。

## 【0066】

(實施例4、比較例4)

於實施例1中，將支持基板之材質變更為藍寶石，此外亦變更FAB照射量。其他以與實施例1同樣的方式製作接合體8、8A，測定各部分之氧比率、氬比率、矽比率及接合強度。於表3顯示其結果。

## 【0067】

[表3]

		實施例4			比較例4		
壓電性材料基板		鈮酸鋰			鈮酸鋰		
支持基板		藍寶石			藍寶石		
FAB照射量(kJ)		135			45		
接合強度(J/m <sup>2</sup> )		2.7			0.6		
原子 濃度 atom%		Si	O	Ar	Si	O	Ar
	壓電性材料基板側接合層	93.5	6.2	0.3	93.7	6.2	0.1
	非晶質層	89.6	7.8	2.6	93.3	6.2	0.5
	支持基板側接合層	93.2	6.4	0.4	93.5	6.4	0.1

## 【0068】

在比較例4，非晶質層之氧比率較第一接合層之氧比率稍低，與第二接合層之氧比率相同，而接合強度低。

在實施例4，非晶質層之氧比率、氬比率，較第一接合層與第二接合層之氧比率、氬比率更高，但接合強度顯著改善，於研磨壓電性材料基板時亦未發生剝離。

## 【0069】

(實施例5、比較例5)

於實施例1中，將支持基板之材質變更為堇青石，此外亦變更FAB照射量。其他以與實施例1同樣的方式製作接合體8、8A，測定各部分之氧比率、氬比率、矽比率及接合強度。於表4顯示其結果。

## 【0070】

[表4]

		實施例5			比較例5		
壓電性材料基板		鈮酸鋰			鈮酸鋰		
支持基板		堇青石			堇青石		
FAB照射量(kJ)		135			45		
接合強度(J/m <sup>2</sup> )		2.6			0.5		
原子 濃度 atom%		Si	O	Ar	Si	O	Ar
	壓電性材料基板側接合層	93.4	6.2	0.4	93.7	6.2	0.1
	非晶質層	89.5	7.7	2.8	93.4	6.2	0.4
	支持基板側接合層	93.2	6.3	0.5	93.7	6.2	0.1

## 【0071】

在比較例5，非晶質層之氧比率，與第一接合層、第二接合層之氧比率相同，而接合強度低。

在實施例5，非晶質層之氧比率、氬比率，較第一接合層與第二接合層之氧比率、氬比率更高，但接合強度顯著改善，於研磨壓電性材料基板時亦未發生剝離。

## 【0072】

(實施例6、比較例6)

於實施例1中，將支持基板之材質變更為SiAlON(z=2.5)，此外亦變更FAB照射量。其他以與實施例1同樣的方式製作接合體8、8A，測定各部分之氧比率、氬比率、矽比率及接合強度。於表5顯示其結果。

## 【0073】

[表5]

		實施例6			比較例6		
壓電性材料基板		鉬酸鋰			鉬酸鋰		
支持基板		藍寶石			藍寶石		
FAB照射量(kJ)		135			45		
接合強度(J/m <sup>2</sup> )		2.7			0.7		
原子 濃度 atom%		Si	O	Ar	Si	O	Ar
	壓電性材料基板側接合層	93.3	6.3	0.4	93.6	6.3	0.1
	非晶質層	89.6	7.8	2.6	93.3	6.2	0.5
	支持基板側接合層	93.2	6.2	0.6	93.7	6.2	0.1

## 【0074】

在比較例6，非晶質層之氧比率，與第一接合層之氧比率相同，較第二接合層之氧比率稍低，而接合強度低。

在實施例6，非晶質層之氧比率、氬比率，較第一接合層與第二接合層之氧比率、氬比率更高，但接合強度顯著改善，於研磨壓電性材料基板時亦未發生剝離。

## 【0075】

(實施例7、比較例7)

於實施例1中，將支持基板之材質變更為富鋁紅柱石，此外亦變更FAB照射量。其他以與實施例1同樣的方式製作接合體8、8A，測定各部分之氧比率、氬比率、矽比率及接合強度。於表6顯示其結果。

## 【0076】

[表6]

		實施例7			比較例7		
壓電性材料基板		鉬酸鋰			鉬酸鋰		
支持基板		富鋁紅柱石			富鋁紅柱石		
FAB照射量(kJ)		135			45		
接合強度(J/m <sup>2</sup> )		2.5			0.7		
原子 濃度 atom%		Si	O	Ar	Si	O	Ar
	壓電性材料基板側接合層	93.3	6.2	0.5	93.7	6.2	0.1
	非晶質層	89.7	7.6	2.7	93.3	6.2	0.5
	支持基板側接合層	93.2	6.2	0.6	93.7	6.2	0.1

**【0077】**

在比較例7，非晶質層之氧比率，與第一接合層、第二接合層之氧比率相同，而接合強度低。

在實施例7，非晶質層之氧比率、氫比率，較第一接合層與第二接合層之氧比率、氫比率更高，但接合強度顯著改善，於研磨壓電性材料基板時亦未發生剝離。

**【0078】**

(實施例8、比較例8)

於實施例1中，將支持基板之材質變更為透光性氧化鋁，此外亦變更FAB照射量。其他以與實施例1同樣的方式製作接合體8、8A，測定各部分之氧比率、氫比率、矽比率及接合強度。於表7顯示其結果。

**【0079】**

[表7]

		實施例8			比較例8		
壓電性材料基板		鉬酸鋰			鉬酸鋰		
支持基板		透光性氧化鋁			透光性氧化鋁		
FAB照射量(kJ)		135			45		
接合強度(J/m <sup>2</sup> )		2.6			0.6		
原子 濃度 atom%		Si	O	Ar	Si	O	Ar
	壓電性材料基板側接合層	93.2	6.3	0.5	93.7	6.2	0.1
	非晶質層	89.6	7.6	2.8	93.5	6.1	0.4
	支持基板側接合層	93.2	6.2	0.6	93.7	6.2	0.1

**【0080】**

在比較例8，非晶質層之氧比率，較第一接合層、第二接合層之氧比率稍低，而接合強度低。

在實施例8，非晶質層之氧比率、氫比率，較第一接合層與第二接合層之氧比率、氫比率更高，但接合強度顯著改善，於研磨壓電性材料基板時亦未發生剝離。

### 【符號說明】

#### 【0081】

1,1A:壓電性材料基板

1a,1b,1c,2a,3a,4a,5,6:面

2,2A,4,4A:接合層

3:支持基板

7:非晶質層

8,8A,18,18A:接合體

9:電極

10,20:彈性波元件

12A,12B:中間層

A,B:中性射束

**【發明申請專利範圍】****【第1項】**

一種接合體，包含：

支持基板；

壓電性材料基板；

第一接合層，設置於該支持基板上，具有 $\text{Si}_{(1-x)}\text{O}_x(0.008 \leq x \leq 0.408)$ 的組成；

第二接合層，設置於該壓電性材料基板上，具有 $\text{Si}_{(1-y)}\text{O}_y(0.008 \leq y \leq 0.408)$

的組成；以及

非晶質層，設置於該第一接合層與該第二接合層之間；

其特徵在於：

該非晶質層之氧比率，較該第一接合層之氧比率及該第二接合層之氧比率更高。

**【第2項】**

如申請專利範圍第1項之接合體，其中，

該非晶質層之氧比率與該第一接合層之氧比率的差、及該非晶質層之氧比率與該第二接合層之氧比率的差，為0.5原子%以上。

**【第3項】**

如申請專利範圍第1或2項之接合體，其中，

該非晶質層之氫比率，較該第一接合層之氫比率及該第二接合層之氫比率更高。

**【第4項】**

如申請專利範圍第3項之接合體，其中，

該非晶質層之氫比率與該第一接合層之氫比率的差、及該非晶質層之氫比率與該第二接合層之氫比率的差，為1原子%以上。

**【第5項】**

如申請專利範圍第1或2項之接合體，其中，

該支持基板之材質，係從由矽、SiAlON(矽鋁氮氧化物)、藍寶石、堇青石、富鋁紅柱石、及氧化鋁構成之族群選出。

**【第6項】**

如申請專利範圍第1或2項之接合體，其中，

該壓電性材料基板之材質，係從由鈮酸鋰、鉭酸鋰、及鈮酸鋰-鉭酸鋰固溶體構成之族群選出。

**【第7項】**

如申請專利範圍第1或2項之接合體，其中，

更包含設置於該支持基板與該第一接合層之間的中間層。

**【第8項】**

如申請專利範圍第1或2項之接合體，其中，

更包含設置於該壓電性材料基板與該第二接合層之間的中間層。

**【第9項】**

一種彈性波元件，其特徵為包含：

如申請專利範圍第1至8項中任一項之接合體、以及設置於該壓電性材料基板上之電極。

【發明圖式】

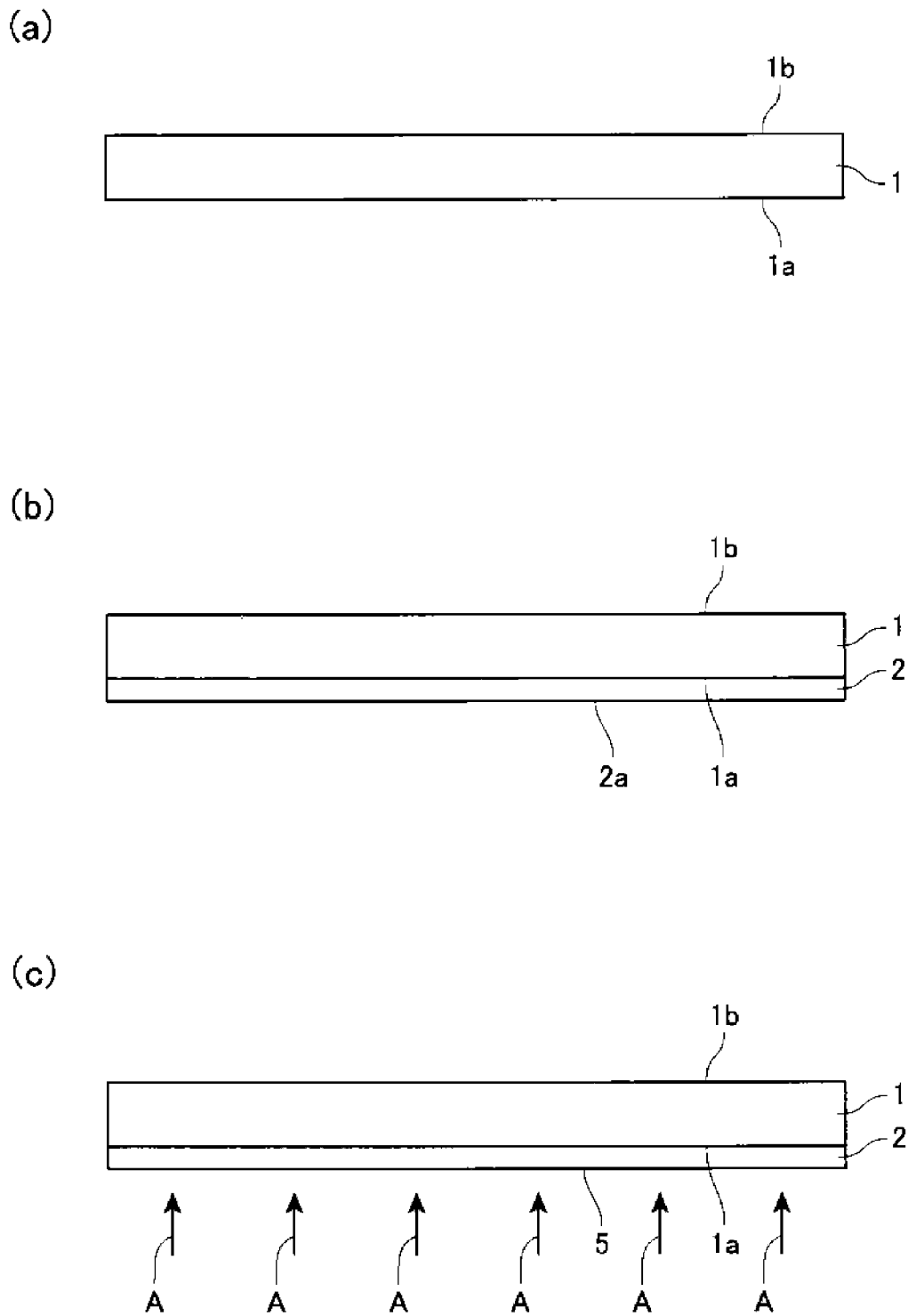


圖 1

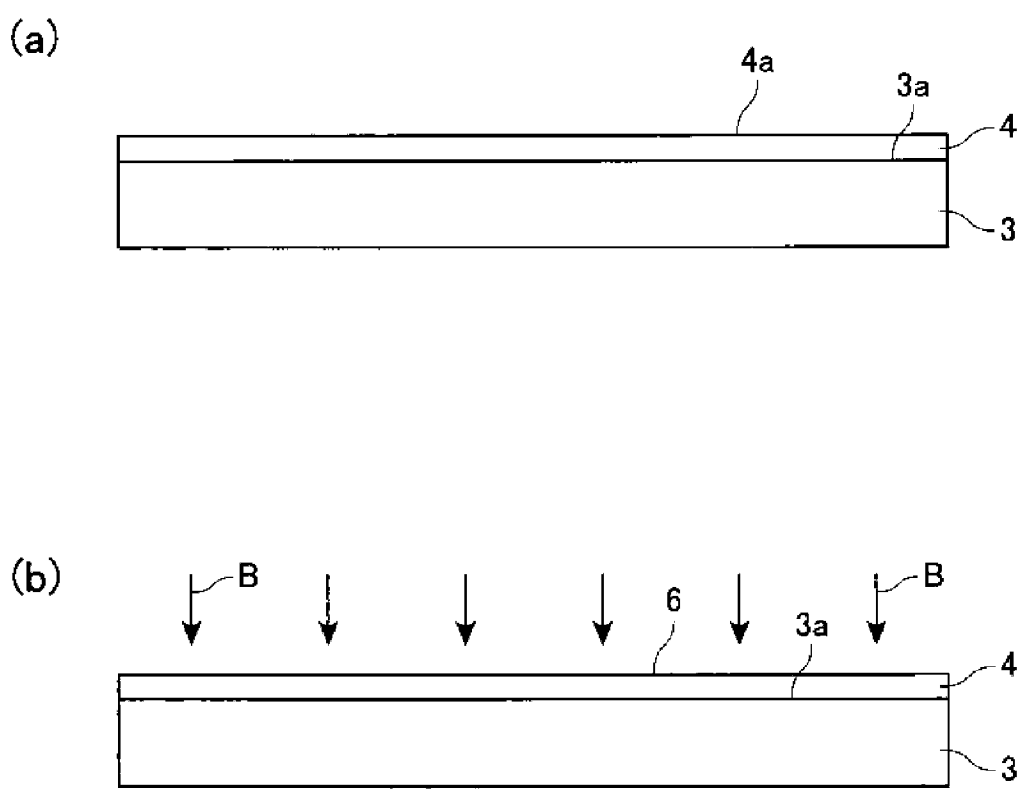


圖 2

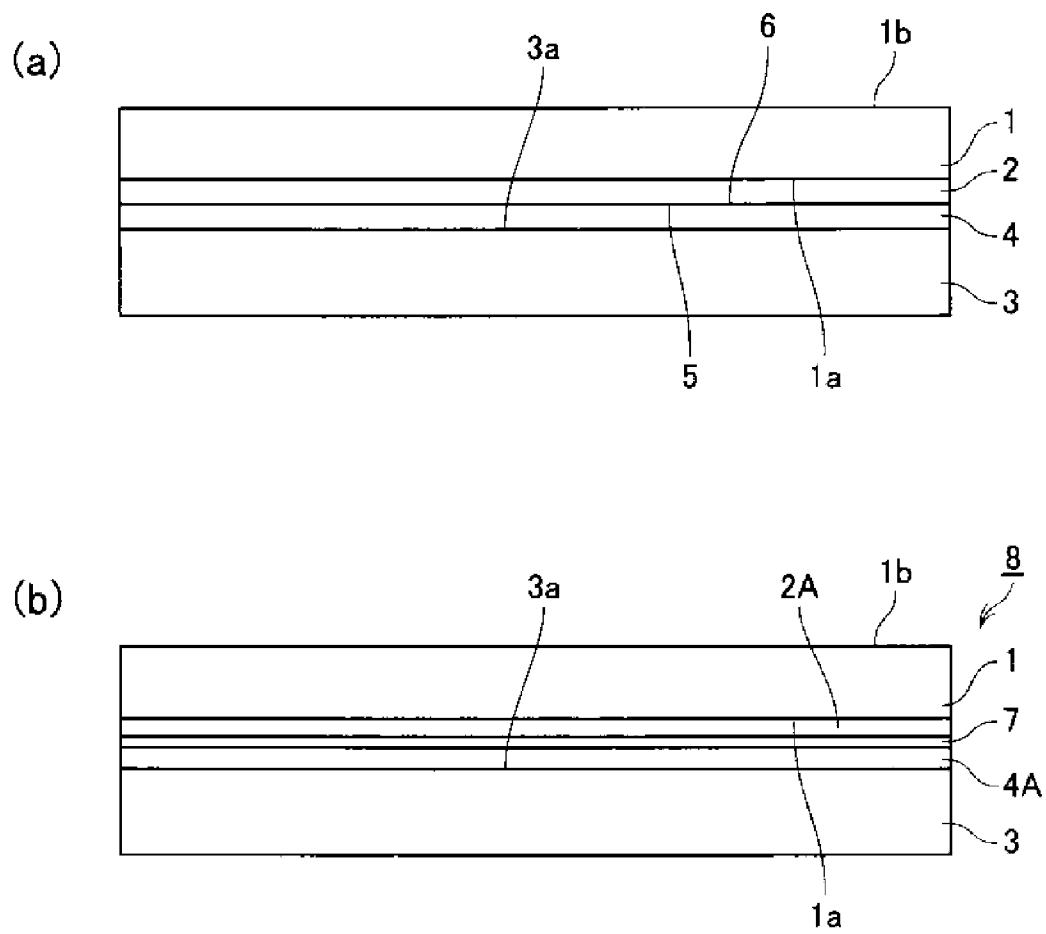


圖 3

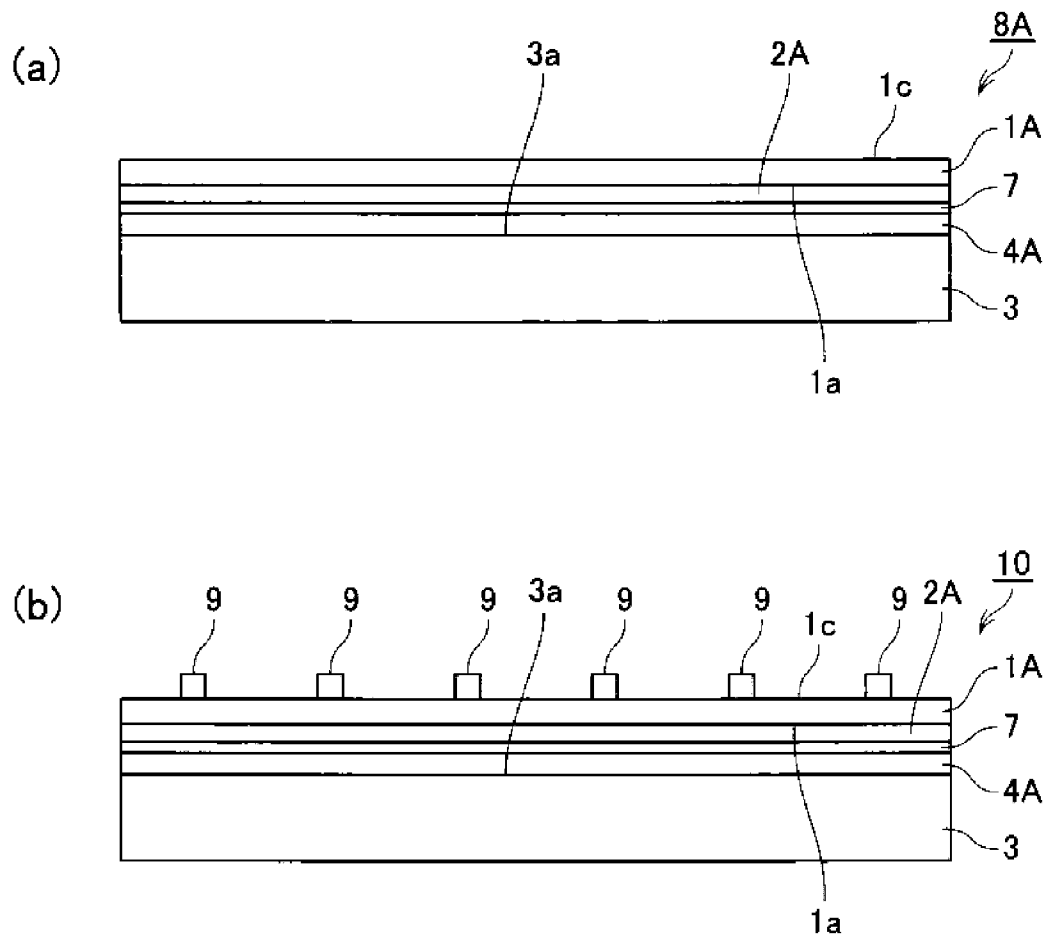


圖 4

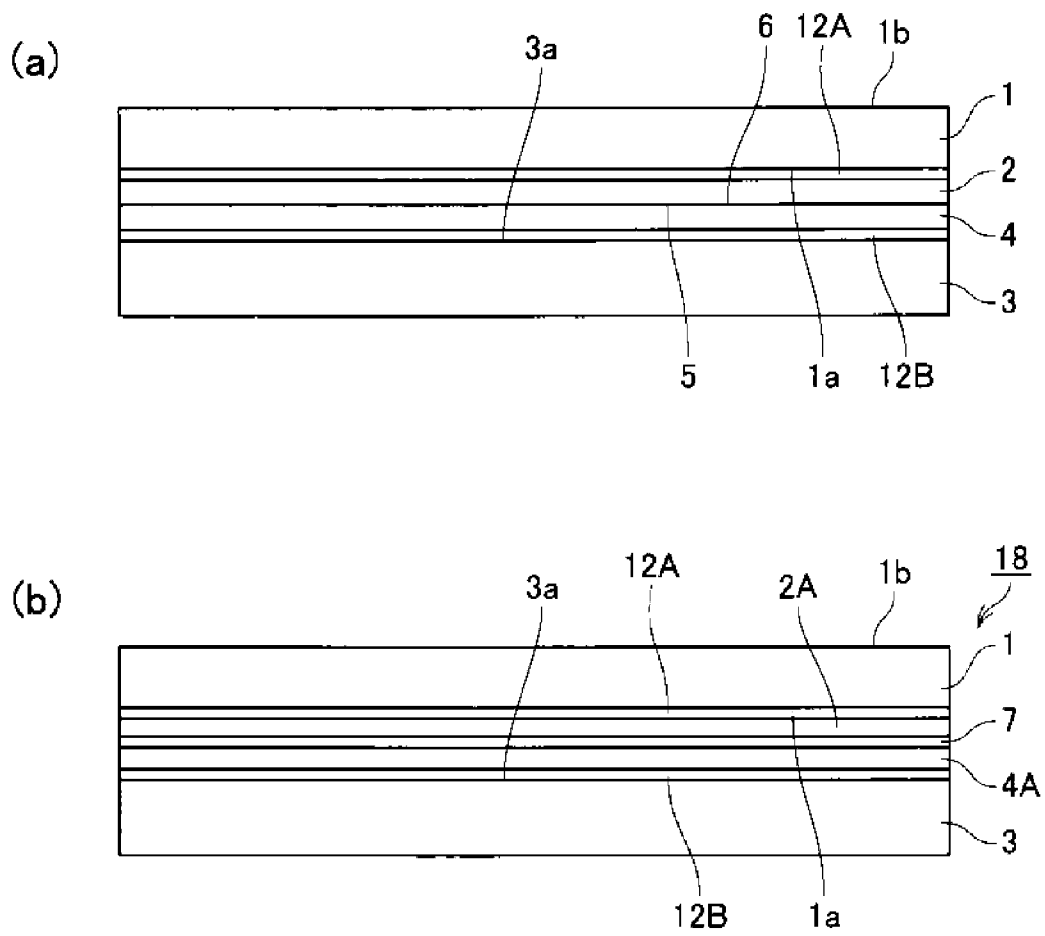


圖 5

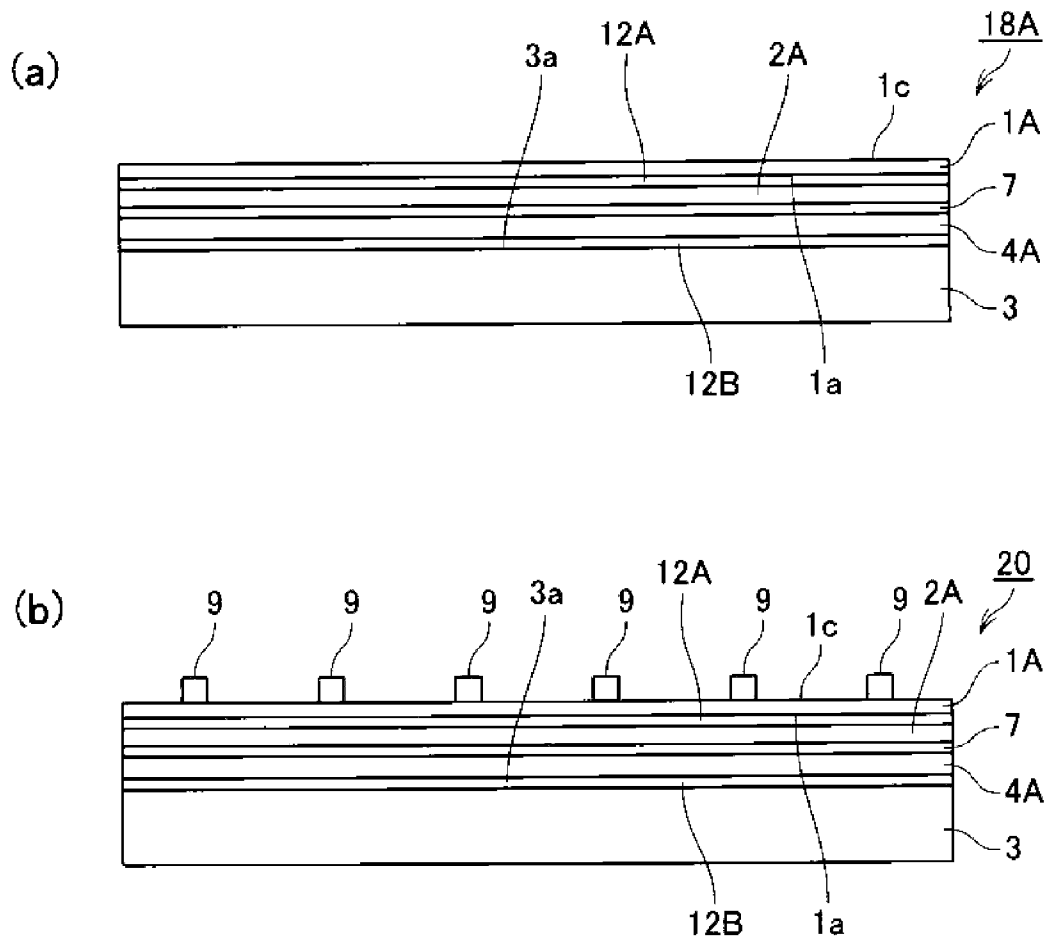


圖 6