



發明專利說明書

(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：97106953

※ 申請日期：97.3.16

※IPC 分類：C04B35/64 (2006.01)

壹、發明名稱：(中文/日文)

陶瓷板之燒成方法及製造方法

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商TDK股份有限公司

TDK CORPORATION

代表人：(中文/英文)

澤部 肇

SAWABE, HAJIME

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都中央區日本橋一丁目13番1號

1-13-1, NIHONBASHI, CHUO-KU, TOKYO 103-8272, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

參、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

佐佐木 誠志

SASAKI, SATOSHI

住居所地址：(中文/英文)

日本國東京都中央區日本橋一丁目13番1號 TDK股份有限公司

C/O TDK CORPORATION 1-13-1, NIHONBASHI, CHUO-KU, TOKYO

103-8272, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 日本；2003年03月24日；特願2003-080873
2. 日本；2003年10月24日；特願2003-365092
3. 日本；2003年12月15日；特願2003-416986
- 4.
- 5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本；2003年03月24日；特願2003-080873
2. 日本；2003年10月24日；特願2003-365092
3. 日本；2003年12月15日；特願2003-416986
- 4.
- 5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於陶瓷板之燒成方法以及製造方法者，尤其係關於用於壓電致動裝置或壓電傳感器等之積層型壓電基板等之壓電陶瓷板的燒成方法及製造方法者。

【先前技術】

先前，作為含鉛之陶瓷，以鈦酸鉛、鈦酸鋇酸鉛為主要成分之壓電陶瓷多為人知。而且，此壓電陶瓷應用於陶瓷振盪子、陶瓷濾波器、壓電蜂鳴器、壓電傳感器、以及壓電致動裝置等各種產品。用於此等產品之壓電陶瓷中，存在有由壓電材料構成之基板(壓電陶瓷板)或近年大量研究之由此基板與內部電極層交互積層的積層體等。

於此，就製作壓電陶瓷之一般步驟作簡單說明。首先，作為初始原料，精製由氧化物、碳酸鹽等化合物合成之壓電陶瓷粉體。繼而，於此壓電陶瓷粉體中添加黏合劑等進行成形以形成陶瓷板。所形成之陶瓷板實施脫脂(脫膠)處理，再藉由使所脫脂之陶瓷板燒成而獲得燒結體。藉由將所得之燒結體研磨並截斷成特定尺寸，獲得上述壓電陶瓷板。另，壓電陶瓷之積層體係藉由與於表面塗敷有燒成後成為內部電極層之電極糊膠的複數片陶瓷板重疊並燒成而獲得。

壓電陶瓷如上所述含有鉛，因此燒成時此鉛會蒸發。尤其當以900℃以上之高溫進行燒成時，鉛之蒸發十分顯著。因此，為抑制鉛之蒸散，通常係將脫脂後之陶瓷板裝載於

定位器，將此定位器設置於密閉之鉢盆內進行燒成之燒成方法。又，作為抑制鉛之蒸散的其他方法，亦眾所周知有將氧化鉛粉體與定位器一同放入鉢盆內進行燒成之方法。

近年，伴隨使用壓電陶瓷之產品的小型化，要求壓電陶瓷之小型化以及薄型化。壓電陶瓷之小型化可藉由將燒結體以特定尺寸切塊等進行截斷，其實現可較為簡單。另一方面，壓電陶瓷之薄型化存在有以下問題點。即，藉由研磨燒結體確可達到某一程度之薄度，然而研磨厚燒結體時需費時費力，研磨薄燒結體時只要於研磨時施加一點壓力就會發生破裂。

因此，考慮到使用薄陶瓷板，希望獲得無需研磨之燒結體，然而於燒成薄陶瓷板時，因燒結收縮引起之扭曲而產生彎曲。此彎曲於方形之陶瓷板的周緣部十分明顯。因此，於無需研磨直接使用壓電陶瓷時，必須除去彎曲之大周緣部，此舉招致產出率低下以及成本增加。因此，如日本特許公開昭62-128973號公報(以下稱特許文獻1)、日本特許公開平1-282157號公報(以下稱特許文獻2)、日本特許公開平8-91944號公報(以下稱特許文獻3)、日本特許公開平10-324574號公報(以下稱特許文獻4)中揭示有抑制燒結體彎曲之技術者。

特許文獻1中揭示之技術係伴隨支柱部件之燒結收縮，藉由燒成過程中成形體上之定位器壓迫陶瓷板以抑制燒成時產生彎曲的方法。

特許文獻2、3及4中揭示有以抑制不均勻加熱之方法控制

燒結體彎曲的燒成方法。

即，特許文獻2中揭示之方法係於陶瓷材料中添加有機黏合劑等進行未加工陶瓷板之成形後，將未加工陶瓷板置於定位器之上，使未加工陶瓷板整體包圍於包含與定位器相同材質即氧化鋁系、莫來石系等的陶瓷框架中，將其於此狀態下放入適宜加熱爐中，藉由進行未加工陶瓷板之脫膠及燒成，以此減低陶瓷板之彎曲。

特許文獻3中揭示有藉由以緻密氧化鎂或緻密氧化鋁之陶瓷間隔片，縮小陶瓷板與其上面之定位器之間的間隙，以控制由於燒成而產生之陶瓷板尺寸的不均及彎曲量之技術。

特許文獻4揭示之燒成方法中，係於方向相對之定位器的下側之定位器上載置陶瓷板，藉由與陶瓷板具有相同收縮特性之支柱，於下側定位器上支撐上側定位器，以於陶瓷板與上側定位器之間形成特定間隔之間隙。若於此狀態下進行燒成時，則由於支柱亦與陶瓷板共同收縮，故而可保持陶瓷板與上側定位器之間的特定間隔。

發明所欲解決之問題

但是前述之先前的陶瓷板燒成方法中存在有如下問題。

即，特許文獻1中揭示之技術中，由於定位器壓迫陶瓷板，因此由於陶瓷板負重會發生破裂之情形，又當支柱部件之燒結速度不均時會製造出形狀不良之燒結體。

特許文獻2中揭示之先前技術之方法中，由於因陶瓷板之材質會產生如下問題，故而有時無法消除基板之彎曲或變

形。

即，進行未加工陶瓷板之脫膠處理後，雖希望未加工陶瓷板中之黏合劑或溶劑等全部清除，然而實際上黏合劑之一部分作為碳成分殘留於未加工陶瓷板中。此殘留碳於隨後的步驟即未加工陶瓷板燒成中會發生氣化，屆時將使未加工陶瓷板中之氧化物還原。此時，依據不同之元素，由於還原時產生蒸發，因此從未加工陶瓷板脫離，其結果為基板組成之一部分與所期望者不同。此種問題於例如未加工陶瓷板中含ZnO時尤其顯著，此即為基板產生彎曲等之原因。

又，於脫膠時產生之氣體中，產生於未加工陶瓷板之背面(定位器側之面)之氣體逃逸性變差，因此當未加工陶瓷板薄且小之時，未加工陶瓷板會比定位器更鼓起，發生偏移，因此會產生未加工陶瓷板自定位器脫落，或未加工陶瓷板之背面產生傷痕或變形者。

再者，特許文獻2及3中揭示之燒成方法中，由於無法保持陶瓷板內部以及陶瓷板周圍之鉛環境均一，因此燒結體上會產生彎曲。

又，特許文獻4中揭示之燒成方法中，由於方向相對之定位器間的陶瓷板周圍部為開放狀態，故而於燒成過程中無法保持陶瓷板與上側定位器之間的氣體濃度均勻，陶瓷板之收縮因不同位置而不均勻，燒成後之陶瓷板可能產生彎曲或變形。陶瓷板之厚度愈薄型化，此問題則愈顯著。

又，伴隨陶瓷板之燒成的進行，支撐定位器之複數個支

柱部件產生燒結收縮，然而均勻且正確控制此支柱部件之收縮很困難。尤其係介由支柱部件將定位器多段裝載之時，位於下方之支撐定位器之支柱部件由於其支撐複數個定位器，其收縮之控制更加困難。

藉此，會產生由複數個支柱部件所支撐之定位器產生傾斜，而使此定位器與陶瓷板接觸之情形。當如此定位器與陶瓷板以接觸狀態進行燒成時，會產生由陶瓷板之燒成而獲得之燒結體會附著於定位器的問題，此燒結體自定位器剝離時會產生破損、形狀不良等問題，因此不適合用作壓電陶瓷產品中使用之燒結體。

【發明內容】

因此，鑒於如此之情形，本發明之目的係在於提供①可防止燒成後之陶瓷板上產生彎曲或變形之陶瓷板燒成方法；②控制彎曲等之同時，防止燒成時定位器與陶瓷板相接觸之事態發生的陶瓷板之燒成方法；以及③確實減輕陶瓷板之彎曲等，並且可防止處理過程中陶瓷板相對於定位器產生偏移的陶瓷板之製造方法。

為達成上述目的①，本發明之陶瓷板的燒成方法係於第1保持部件與第2保持部件之間，配置陶瓷板進行燒成的陶瓷板之燒成方法，其特徵為藉由與陶瓷板之組成大致相同的陶瓷材料形成之包圍部件，包圍第1保持部件與第2保持部件之間的陶瓷板之周圍部，燒成陶瓷板。

於此陶瓷板之燒成方法中，第1保持部件與第2保持部件之間的陶瓷板周圍部藉由與陶瓷板之組成大致相同的陶瓷

材料形成之包圍部件所包圍，因此可保持配置有陶瓷板之環境濃度於燒成過程中保持均勻。故而，可使因燒成而產生之陶瓷板的收縮均勻化，防止燒成後的陶瓷板產生彎曲或變形。

另，陶瓷板當然可為未加工陶瓷板之單板，亦意味包含將複數個未加工陶瓷板積層而形成之板狀積層體，亦包含將未加工陶瓷板作為基板形成電極等者。

繼而，本發明之陶瓷板的燒成方法於形成陶瓷板之陶瓷材料中含有含鉛化合物時尤其有效。鈦酸鉛或鈦酸鋇酸鉛等含鉛化合物中之鉛因燒成而容易蒸發，但包圍部件藉由與陶瓷板之組成大致相同之陶瓷材料而形成，因此配置有陶瓷板之環境中，含鉛化合物中之鉛自包圍部件放出。藉此可抑制含鉛化合物中之鉛自陶瓷板蒸發，並且可保持配置有陶瓷板之環境中的鉛濃度於燒成過程中保持均勻。因此，可使燒成而產生之陶瓷板的收縮固定，防止燒成後之陶瓷板產生彎曲或變形。

又，陶瓷板載置於第1保持部件上，於陶瓷板與第2保持部件之間較好設有為陶瓷板之厚度以下的間隙。如此，於陶瓷板與第2保持部件之間設有陶瓷板厚度以下的間隙而進行燒成時，可促進配置有陶瓷板之環境濃度均勻化，因此可進一步抑制陶瓷板上產生之彎曲或變形。

又，包圍部件較好為具有與陶瓷板之厚度大致相同的高度。以如此之狀態進行燒成時，與上述相同，可促進配置有陶瓷板之環境濃度的均勻化，更進一步抑制陶瓷板上產

生之彎曲或變形。並且使第2保持部件靠近陶瓷板時，包圍部件不會成為妨礙原因，因此將陶瓷板與第2保持部件之間之間隙設定為陶瓷板厚度以下之時尤其有效。

又，包圍部件較好配置為距離陶瓷板有特定距離。藉由陶瓷板與包圍部件之間間隔特定距離，可調節配置有陶瓷板之環境濃度，以依據陶瓷板之厚度或組成等抑制該陶瓷板上之彎曲或變形的產生。

又，陶瓷板之周圍部較好為配置有保持第1保持部件與第2保持部件之間隙的複數個間隔片，相鄰之間隔片間配置有包圍部件。如此可藉由於相鄰之間隔片間配置包圍部件，實現保持部件之小型化並節省空間。

又，陶瓷板較好為自陶瓷原材料中取出，包圍部件較好為藉由取出陶瓷板後之陶瓷原材料的剩餘部分所形成。例如，由未加工陶瓷板之單板或未加工陶瓷板之積層體等之陶瓷原材料藉由鑽孔等方法取出陶瓷板時，若以陶瓷原材料之剩餘部分形成包圍部件，則可高效地形成含有與陶瓷板組成大致相同之陶瓷材料的包圍部件。並且由於利用通常成為廢材之陶瓷原材料的剩餘部分，故而可降低燒成陶瓷板之所需成本。

進而，為達成上述目的②，本發明之其他陶瓷板的燒成方法以具備如下步驟為特徵：於第1定位器上載置陶瓷板、複數個支柱部件、以及於燒成陶瓷板之燒成過程前的高度低於該燒成過程前之支柱部件的高度且經過燒成過程後之高度高於經過燒成過程之陶瓷板的高度之間隔片的步驟；

於複數個支柱部件上裝載覆蓋陶瓷板以及間隔片之第2定位器的步驟；使介於第1及第2定位器之間的陶瓷板燒成之步驟。

於此陶瓷板燒成方法中，係以陶瓷板於間隔片介在於第1定位器與第2定位器之間的狀態進行燒成。另，經過此燒成過程後之此間隔片的高度高於經過燒成過程之陶瓷板的高度。因此，例如，如燒成過程中複數個支柱部件產生收縮時，即便此等支柱部件不均勻收縮而第2定位器傾斜時，由於間隔片支撐第2定位器之至少一部分，故而可有效抑制第2定位器與陶瓷板之間的接觸。另，陶瓷板中不僅包含陶瓷板單板，亦包含將複數個陶瓷板積層之板狀積層體、或表面形成有電極等之陶瓷板等。

又，第1定位器上較好載置複數個間隔片。此時可更加確實抑制第2定位器與陶瓷板之接觸。

又，較好為經過燒成過程之複數個間隔片的高度相同。此時，於燒結過程中，即便支柱部件之所有高度低於陶瓷板之高度，複數個間隔片仍可以與陶瓷板平行之狀態下支撐第2定位器，因此可有效抑制第2定位器與陶瓷板之接觸。

又，複數個間隔片較好配置於夾住陶瓷板之位置，當陶瓷板向一個方向延伸時，兩個間隔片較好為以夾住陶瓷板之方式排列於陶瓷板之縱向方向。又，陶瓷板較好為含鉛者。

又，燒成過程前之間隔片的高度較好為低於燒成過程前之陶瓷板的高度。此時可使燒成過程前之第2定位器的高度

位置盡可能接近不與陶瓷板接觸之極限位置，可使第2定位器與陶瓷板之間的間隙極小。因此可實現燒成過程中陶瓷板之周圍溫度以及環境的均勻化。

又，於燒成陶瓷板時，較好為於以包圍部件將其周圍包圍之狀態下燒成該陶瓷板。此時，可實現燒成過程中陶瓷板之周圍的溫度及環境之均勻化。

又，較好進一步包含在位於陶瓷板上之第2定位器上，再載置陶瓷板、支柱部件以及間隔片，於該支柱部件上再裝載新的定位器之步驟，重複此步驟複數次後，燒成複數個陶瓷板。如此，由於將複數個陶瓷板於一次燒成，故而重疊複數段定位器時，位於下方之支柱部件上負有較大負荷，因此於如此之支柱部件上容易產生多於預定量之收縮。因此，雖為定位器與陶瓷板容易接觸之狀況，但由於兩個定位器之間介有上述之間隔片，故而可有效抑制陶瓷板與定位器之間的接觸。

又，支柱部件較好由在燒成過程中之收縮特性與陶瓷板之材料大致相同的材料所構成。此時，支柱部件之收縮行為某一程度上追隨陶瓷板之收縮行為，因此可使陶瓷板與第2定位器之間的距離保持在某一程度，於此狀態下進行陶瓷板之燒成。因此，藉由於燒成過程前，使陶瓷板與第2定位器某一程度接近，可有效使燒成過程中之陶瓷板的周圍溫度及環境均勻化。

又，支柱部件較好由與陶瓷板之材料相同之材料所構成。此時，支柱部件之收縮行為與陶瓷板之收縮行為大約一

致。因此，可有效實現燒成過程中之陶瓷板的周圍溫度及環境之均勻化。

進而，為達成上述目的③，本發明之陶瓷板的製造方法係燒成未加工陶瓷板以製造陶瓷板之方法，以具備如下步驟為特徵：準備具有形成有物質逃逸用之凹凸部的載置面之步驟，該物質逃逸用之凹凸部用以於載置有未加工陶瓷板之狀態下將未加工陶瓷板加熱時產生的物質自未加工陶瓷板逸出；使含有黏合劑之未加工陶瓷板成形的步驟；將未加工陶瓷板置於定位器之載置面上，進行未加工陶瓷板之脫膠的步驟；未加工陶瓷板脫膠後將未加工陶瓷板置於定位器之載置面上，原樣進行未加工陶瓷板之燒成的步驟。

如此，藉由使用載置面上形成有物質逃逸用之凹凸部的定位器，進行未加工陶瓷板之脫膠以及燒成，於未加工陶瓷板置於定位器之載置面上之狀態下，定位器與未加工陶瓷板之間的接觸面積變小。因此於未加工陶瓷板之脫膠步驟中，黏合劑之燃燒灰燼容易自未加工陶瓷板之背面(定位器該側之面)逸出，即脫膠性良好。因此，脫膠後未加工陶瓷板中殘留之碳成分減少。從而可於未加工陶瓷板之燒成步驟中，抑制殘留碳氣化時由於未加工陶瓷板中之氧化物還原而產生的元素蒸發。藉此由燒成所得之陶瓷板的組成均一性得到改善，因此可確實減輕陶瓷板之彎曲等情形。

又，於未加工陶瓷板之脫膠步驟中，因物質逃逸用之凹凸部而於未加工陶瓷板之背面產生的氣體之逃逸性得以改善，因此可抑制未加工陶瓷板自定位器鼓起之情形。進而

，將裝載有未加工陶瓷板之定位器收入密閉爐內進行未加工陶瓷板之燒成時，因物質逃逸用之凹凸部使定位器與未加工陶瓷板之加溫速度差異減小，故而可防止爐內存在之氣體被捲入未加工陶瓷板之背面使未加工陶瓷板自定位器鼓起之情形。從而可防止於未加工陶瓷板脫膠時及燒成時，未加工陶瓷板相對於定位器發生偏移。

作為定位器，較好為使用形成有使載置面之中心線平均粗度Ra為 $1\sim 20\text{ }\mu\text{m}$ 之使物質逃逸用之凹凸部者。藉由於定位器之載置面形成如此之物質逃逸用之凹凸部，可使產生於未加工陶瓷板之黏合劑的燃燒灰燼或氣體自定位器側有效逸出。又，可防止於未加工陶瓷板之燒成時，物質逃逸用之凹凸部之形狀轉印於未加工陶瓷板之背面。因此，將藉由燒成所得之陶瓷板產品化時，無需對陶瓷板實施研磨等之機械性加工。

此時，亦可進一步包含對於由未加工陶瓷板之燒成所得的陶瓷板不實施機械性加工，於陶瓷板上形成外部電極之步驟。如此於陶瓷板上形成外部電極時，無需對陶瓷板進行研磨加工等，因此可實現陶瓷板之製造處理簡單化。

又，作為定位器，較好為使用藉由具有用以形成物質逃逸用之凹凸部之凹凸狀的模具製作之定位器。藉此，與藉由例如鼓風加工或使用研磨粉研磨使定位器之載置面粗糙化的情形相比較，可更容易且價格低廉地製作具有凹凸部之定位器。又，無需如鼓風加工般對定位器實施機械性加工，因此可使定位器保持高強度，且於定位器之載置面上

未殘留加工屑等。

進而，未加工陶瓷板較好為以含鉛材料形成，將載有未加工陶瓷板之定位器配置於密閉爐內之狀態下，進行未加工陶瓷板之燒成。藉此，可容易獲得含鉛之壓電陶瓷板。又，藉由密閉爐內燒成未加工陶瓷板，可抑制鉛之蒸發。

【實施方式】

發明效果

如上述說明，根據本發明之陶瓷板的燒成方法，可防止燒成後之陶瓷板上產生彎曲或變形，又可防止燒成時定位器與陶瓷板相接觸之情事。

進而，依據本發明之陶瓷板的製造方法，使用具有形成有物質逃逸用之凹凸部的載置面之定位器進行未加工陶瓷板之脫膠及燒成，該物質逃逸用之凹凸部用以於載置有未加工陶瓷板之狀態下進行未加工陶瓷板加熱時產生之物質自未加工陶瓷板逃逸，因此可確實減輕陶瓷板之彎曲或變形，並且可防止處理過程中陶瓷板(未加工陶瓷板)相對於定位器產生偏移。

以下佐以圖式詳細說明本發明之陶瓷板的燒成方法及陶瓷板的製造方法之合適的實施方式。

第1實施方式

首先，參照圖1～圖3就本發明之第1實施方式進行說明。

如圖1及圖2所示，於形成為100 mm×100 mm之正方形狀的緻密質(氣孔率3%以下，更好為氣孔率1%以下)之氧化鋇定位器(第1保持部件)1上載置陶瓷板2。氧化鋇定位器1較好

為 8 mol%~12 mol%之氧化釔(Y_2O_3)且完全穩定化者，因其於燒成過程中與陶瓷板2之反應性低且耐久性良好。又，陶瓷板2係以含有鈦酸鋇酸鉛之壓電陶瓷(更詳細為 $PbTiO_3-PbZrO_3-Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ 之4成分系壓電陶瓷)形成的單板，以下述方式製作者。

即，將氧化物或碳酸鹽形態之材料藉由球磨機進行濕式混合，混合後以 $950^{\circ}C$ 進行假燒成。將此假燒成後之材料使用球磨機進行濕式粉碎，準備壓電陶瓷粉體。繼而，於此壓電陶瓷粉體中添加黏合劑或溶劑等使其漿料化，藉由擠壓成形法成形為厚度0.15 mm之未加工陶瓷板(陶瓷原材料)。將此未加工陶瓷板擠壓切斷，獲得「80 mm×80 mm，厚度0.15 mm」之正方形薄板狀的陶瓷板2。

將如此製作之陶瓷板2配置於氧化鋇定位器1之中央，於藉此形成之氧化鋇定位器1上的空白部分之四角載置高度為0.30 mm之間隔片3。進而，於氧化鋇定位器1上相鄰之間隔片3、3之間載置棒狀的包圍部件4。此時，4根包圍部件4分別與陶瓷板2之4個側面2a相隔固定距離。如此，藉由將包圍部件4配置於相鄰之間隔片3、3之間，可實現氧化鋇定位器1之小型化。另，間隔片3較好為以與氧化鋇定位器1相同材質而構成，但亦可以氧化鋁或氧化鎂等材質構成。此外，間隔片3之形狀並非限於角柱狀，亦可為例如圓柱狀等。又，各包圍部件4於上述陶瓷板2之製作中，係由切出陶瓷板2後未加工陶瓷板之剩餘部分所形成者。

接著，將與氧化鋇定位器1相同形狀之氧化鋇定位器(第2

保持部件)5載置於氧化鋁定位器1之對面的間隔片3上。藉此，於陶瓷板2之上表面2b與氧化鋁定位器5之下表面5a之間形成間隔為0.15 mm之間隙S。

將如上構成之燒成單元100如圖3所示收納於密閉鉢盆7內進行加熱。藉此產生陶瓷板2之燒結反應，獲得陶瓷板2之燒成體。另，燒成溫度為1100℃，穩定時間為2小時。又，於此陶瓷板2之燒成前，將陶瓷板1及各包圍部件4載置於氧化鋁定位器1上之上述特定位置之狀態下，以350℃進行加熱，進行陶瓷板1及各包圍部件4之脫膠。

於本第1實施方式之陶瓷板的燒成方法中，氧化鋁定位器1、5之間的陶瓷板2之周圍部(周圍空間)係藉由包含與陶瓷板2組成大致相同之陶瓷材料的包圍部件4進行包圍，因此自各包圍部件4向陶瓷板2與氧化鋁定位器5之間隙S中釋放出鋁鈦酸鉛中之鉛。藉此，可抑制陶瓷板2之鋁鈦酸鉛中之鉛蒸發，並且於燒成過程中使間隙S中之鉛濃度保持均一。因此，可使因燒成而產生之陶瓷板2的收縮均勻化，可防止燒成後之陶瓷板2上產生彎曲或變形。

繼而，將間隙S之間隔設定為陶瓷板2的厚度以下時，可由下一實驗結果發現，燒成後之陶瓷板2的彎曲度極小。其主要理由可列舉為，將間隙S之間隔設定為陶瓷板2之厚度以下，進行燒成時，可促進間隙S中鉛濃度均勻化。

首先，如上所述將間隙S之間隔設定為0.15 mm(=陶瓷板2之厚度)時，彎曲量為15.7 μm ，進而，將間隙S之間隔設定為0.10 mm(<陶瓷板2之厚度)時，彎曲量為15.5 μm 。與此

相對，將間隙S之間隔設定為0.30 mm(>陶瓷板2之厚度)時，彎曲量為95.5 μm 。如此，將間隙S之間隔設定為陶瓷板2之厚度以下，可將彎曲量控制至大約六分之一左右。於此，所謂彎曲量係使用雷射式之非接觸3次元形狀測定裝置所測定的陶瓷板2之最大高低差，為100片陶瓷板2之平均值。

另，將間隙S之間隔設定為於0.10 mm以下時，發現正方形形狀之陶瓷板2會偏斜為梯形或者平行四邊形等，或陶瓷板2有發生破裂或缺損之傾向。因此較好為將間隙S之間隔設定為大於0.10 mm。又，當更換緻密質之氧化鋁定位器1、5，而使用多孔質(氣孔率約15%)之氧化鋁定位器時，發現彎曲量有增加之傾向。

又，於本第1實施方式之陶瓷板的燒成方法中，包圍部件4之高度與陶瓷板2之厚度大致相同，因此調節間隔片3之高度使氧化鋁定位器5靠近陶瓷板2時，包圍部件4不會成為妨礙。

又，由於各包圍部件4與陶瓷板2之側面2a相隔一定距離，因此可實現陶瓷板2上之間隙S中之鉛濃度均勻化。並且，可藉由調節陶瓷板2之側面2a與包圍部件4之間的距離，可依據陶瓷板2之厚度或組成等抑制該陶瓷板2中的彎曲或變形產生，以此調節間隙S中鉛的濃度。

進而，包圍部件4由於係將陶瓷板2切出後之未加工陶瓷板的剩餘部分，因此可高效地形成含有與陶瓷板2組成大致相同之陶瓷材料的包圍部件4。並且，由於使用通常成為廢材之未加工陶瓷板的剩餘部分，故而可實現陶瓷板2之燒成

所需的成本低廉化，以及減少廢材之產生量。

第2實施方式

其次，參照圖2～圖5，說明本發明之第2實施方式。

於第2實施方式之陶瓷板的燒成方法中，作為陶瓷板2係使用圖案形成電極之陶瓷板的積層體。此陶瓷板2係以模取方式自衝壓處理後之未加工陶瓷板的積層體(陶瓷原材料)取出10片者，形成為「33 mm×12 mm，厚度為0.375 mm」之長方形薄板狀。另，陶瓷板2以如下方式燒成後，實施分極處理等後成為積層型壓電元件。

如圖4及圖5所示，將自未加工陶瓷板之積層體所切出之10片陶瓷板2載置於氧化鋁定位器1上，於氧化鋁定位器1之中央配置為2列5行之矩陣狀。而且，將4根棒狀包圍部件4載置於氧化鋁定位器1上，使其將陶瓷板2之集合的周圍部包圍。進而，於氧化鋁定位器1上空白部之四角上，載置高度0.75 mm之間隔片3。另，各包圍部件4係由切取出陶瓷板2之未加工陶瓷板的積層體之剩餘部分所形成者。

繼而，將與氧化鋁定位器1相同形狀之氧化鋁定位器5載置於間隔片3上，使其與氧化鋁定位器1方向相對。藉此於各陶瓷板2之上面2b與氧化鋁定位器5之下面5a之間形成間隔為0.375 mm的間隙S。

將如上構成之燒成單元100以350℃之溫度進行脫脂後，與上述第1實施方式同樣地收納於密閉鉢盆7內進行加熱。藉此陶瓷板2產生燒結反應，獲得陶瓷板2之燒成體。另，燒成溫度為1100℃，穩定時間為2小時。

本第2實施方式之陶瓷板的燒成方法中，與上述第1實施方式相同，由於氧化鋁定位器1、5之間的各陶瓷板2之周圍部由包含與陶瓷板2之組成大致相同的陶瓷材料之包圍部件4所包圍，因此可使因燒成產生之各陶瓷板2的收縮均勻化，防止燒成後之各陶瓷板2上產生彎曲或變形。

繼而，與第1實施方式相同之實驗的實驗結果如下。首先，如上所述將間隙S之間隔設定為0.375 mm(=陶瓷板2之厚度)時，彎曲量為13.5 μm ，再將間隙S之間隔設定為0.10 mm(<陶瓷板2之厚度)時，彎曲量為13.3 μm 。與此相對，將間隙S之間隔設定為0.825 mm(>陶瓷板2之厚度)時，彎曲量為92.6 μm 。如此，將間隙S之間隔設定為於陶瓷板2之厚度以下時，可將彎曲量控制至大約七分之一以下。

本發明並非限定於上述第1及第2實施方式。例如，於第1及第2實施方式中，包圍部件只要是以與陶瓷板組成大致相同之材料所形成者即可，可非取出陶瓷板後之陶瓷原材料的剩餘部分。另，以同樣組成之陶瓷材料形成包圍部件與陶瓷板，當然可達到與使用大致相同組成之陶瓷材料而形成之情形同等或更好之效果。又，於第1及第2實施方式中，係以複數個包圍部件包圍陶瓷板之周圍部之情形，但亦可以環狀之包圍部件包圍陶瓷板的周圍部。又，包圍部件之高度與陶瓷板之厚度並非大致相同之情形下(如，包圍部件之高度小於陶瓷板之厚度)，可防止燒成後之陶瓷板上產生彎曲或變形。

進而，如圖6所示，亦可將第1實施方式或第2實施方式之

燒成單元層疊複數段(例如10段)收納於密閉鉢盆內，同時進行複數片陶瓷板之燒成。

又，作為定位器(第1、第2之保持部件)之材料，並非僅限於第1實施方式及第2實施方式中使用的材料，只要其緻密質良好、於燒成過程中與陶瓷板之反應性低並且耐久性良好者即可。

第3實施方式

其次，參照圖7～圖11，說明本發明之第3實施方式。

首先，如圖7(a)所示，於正方形平板狀之定位器10的大致中央位置載置陶瓷板12。定位器10係以添加有8 mol%～12 mol%之氧化釔(Y_2O_3)的完全穩定化之氧化鋯所構成。此定位器10為緻密質，其氣孔率為大約3%以下，但氣孔率更好為1%以下。陶瓷板12係以含有鈦酸鋯酸鉛之壓電陶瓷(具體為 $PbTiO_3$ 、 $PbZrO_3$ 、 $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ 以及 $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ 之4成分系壓電陶瓷)所形成的長方形薄板狀之單板，以與第1實施方式中揭示之方法相同的方法製作。

繼而，如圖7(b)所示，於定位器10之4角載置支柱部件14。此支柱部件係由與上述陶瓷板12相同之材料所構成，並係由與陶瓷板12相同製作的未加工陶瓷板中切取者。此支柱部件14均係剖面具有正方形之角柱形狀，向定位器10之厚度方向延伸。如此，當支柱部件14係以與陶瓷板12之材料相同之材料所構成時，於如後所述之陶瓷板12的燒成過程中，支柱部件14之收縮行為與陶瓷板12之收縮行為一致。另，支柱部件14之材料未必與陶瓷板12之材料相同，亦

可例如自具有與陶瓷板12之收縮特性相同或同等收縮特性的其他材料中選擇。

繼而，如圖7(c)所示，於定位器10上之陶瓷板12的周圍載置4個間隔片16。更具體言之，於與陶瓷板12之各側面相近之位置、及與各側面之中央部相對應的位置分別載置一個間隔片16。此4個間隔片16之高度相同，其高度低於支柱部件14之高度。又，間隔片16之高度高於如後所述之經過燒成過程的陶瓷板12之高度。又，間隔片16以與上述定位器10相同之材料所構成，均為剖面具有正方形之角柱形狀。

繼而，將陶瓷板12、支柱部件14以及間隔片16載置於定位器10上之後，加熱至400℃前後，進行陶瓷板12及支柱部件14之脫脂。另，以上係表示於定位器上以陶瓷板、支柱部件、間隔片之順序載置的步驟，而此等載置之順序亦可適當變更。

脫脂處理之後，如圖7(d)所示，將以與上述相同之步驟準備的配置有陶瓷板12、支柱部件14以及間隔片16之定位器10裝載於支柱部件14上。配置於下方之定位器10上的陶瓷板12及間隔片16由所裝載之此定位器10覆蓋。進而，配置有陶瓷板12、支柱部件14以及間隔片16之定位器10介由支柱部件14進行裝載的作業重複數次，獲得如圖7(e)所示之多段積層定位器20。

而且將此多段積層定位器20設置於如圖8所示之鉢盆22內實施燒成處理。此處圖8係表示燒成多段積層定位器20之狀態圖。鉢盆22由上面開口之筐體部22a與蓋部22b所構

成。繼而，將多段積層定位器20設置於筐體部22a後，以蓋部22b蓋上並密閉，自鉢盆外部進行加熱燒成多段積層定位器20。此時之燒成條件可由燒成陶瓷板之眾所周知之燒成條件中適當選擇。

以下參照圖9說明燒成過程中之定位器10、陶瓷板12、支柱部件14以及間隔片16之狀態。此處圖9係表示燒成過程中各元件之狀態的圖。另，如圖3所示，為使說明簡單，未表示多段積層定位器20之整體，而僅表示2片定位器10、10及介在於此等定位器10、10之間的元件。又，為方便說明，於2片定位器10、10之間，將上側之定位器稱為上定位器10A，下側定位器10稱為下定位器10B。

首先，於燒成過程前之狀態(參照圖9(a))下，支撐上定位器10A之4根支柱部件14的高度最高。又，間隔片16之高度低於陶瓷板12的高度，陶瓷板12接近於上定位器10A。如此當陶瓷板12接近於上定位器10A，陶瓷板12與上定位器10A之間的距離 d 設定為較小時，可使燒成過程中之陶瓷板12的周圍溫度以及自陶瓷板12蒸發之鉛的環境有效地均勻化，因此可抑制於燒成過程中容易產生之陶瓷板12的彎曲。

繼而，開始陶瓷板12之燒成時，陶瓷板12及支柱部件14伴隨燒結開始收縮。另由於間隔片16如上所述係與定位器10原材料相同，故而未發生實質性收縮。因此，當支柱部件14之收縮進行到某一程度時，支柱部件14與間隔片16之高度變為相同，又高於陶瓷板12之高度(參照圖9(b))。另，如上所述支柱部件14與陶瓷板12係自相同未加工陶瓷板切

出，因此支柱部件14之收縮行為與陶瓷板12之收縮行為一致。故而於陶瓷板12與上定位器10A之間可保持微小距離d，陶瓷板12之周圍溫度及自陶瓷板12蒸發之鉛的環境可有效均勻化。

進而支柱部件14進行收縮時，間隔片16將取代支柱部件14支撐上定位器10A(參照圖9(c))。之後，陶瓷板12及支柱部件14之燒結收縮依舊進行，然而上定位器10A之高度直至燒結過程結束亦不會變化。

如上述詳細說明，於本實施方式之陶瓷板12的燒成方法中，於定位器10上載置有上述間隔片16。此間隔片16於陶瓷板12之燒成過程中，取代收縮之支柱部件14支撐定位器10。因此，即使4個支柱部件14之收縮行為不均一時，亦可於間隔片16取代支柱部件14支撐定位器10之時，確實保持上定位器10A與下定位器10B相互平行。因此，於燒成過程中，可有效抑制上定位器10A朝下定位器10B傾斜，及上定位器10A與陶瓷板12相接觸之情事。藉此可減少陶瓷板12與定位器10因燒成而產生之附著，故而可提高由陶瓷板12之燒成而獲得之壓電陶瓷的產出率。

尤其將多段積層定位器20積層時，位於下方之支柱部件14上負重較大。因此容易產生支柱部件14之收縮比預想更大之情事，此時上述間隔片之作用更有效。

另，於上述實施方式中，係將4個間隔片16配置於陶瓷板12之周圍之態樣，但即使適當增減間隔片數量時，由於於燒成過程中間隔片可支撐上定位器之至少一部分，因此當

然可有效抑制上定位器與陶瓷板相接觸之情事。又，於上述實施方式中，係複數個間隔片16均為相同高度之態樣，但即使複數個間隔片之高度不同時，因其於燒成過程中間隔片可支撐上方定位器之至少一部分，因此可有效抑制上定位器與陶瓷板相接觸。

進而，經過燒成過程之間隔片的高度未必一定高於燒成後之支柱部件14的高度，可與燒成後之支柱部件14相同或比其低。此時，直至陶瓷板12燒成結束，間隔片雖亦未支撐上定位器，然而由於將如此之間隔片配置於下定位器上，即使萬一產生引起上定位器與陶瓷板接觸之情事的原因時，亦可防患於未然。

又如上所述之實施方式中，係使用未產生實質性收縮之間隔片之態樣，但亦可使用於燒成過程中產生收縮之間隔片，其在燒成過程前之高度低於燒成過程前之支柱部件的高度，且若經過燒成過程後之高度高於經過燒成過程之陶瓷板的高度。

進而，如圖10所示，亦可為將複數個陶瓷板12載置於1片定位器10上，可於一次燒成多片陶瓷板12之態樣。圖10係表示與上述實施方式不同之態樣的定位器之圖。於圖10所示之態樣中，定位器10上，10片陶瓷板12每2片等間隔排列成5行。並且每行配置有3個間隔片16用以夾持2片陶瓷板12。即，3個間隔片16沿陶瓷板12之縱向方向(圖中之X方向)排列，且配置成2片陶瓷板12之中間位置配置一個、於此間隔片16與介由各陶瓷板12而相對的位置各配置一個。而

且，此3個間隔片16沿陶瓷板12之並列方向(圖中之Y方向)配置有5組。

如圖10所示，即使複數個陶瓷板12配置於定位器10上時，亦可藉由將間隔片16配置於複數片陶瓷板12的周圍，有效抑制支柱部件14上裝載之定位器與陶瓷板12的接觸。

又如圖11所示，於圖10所示之定位器10上，自與陶瓷板12相同之未加工陶瓷板切出之包圍部件22亦可配置為包圍陶瓷板12。此處，圖11係表示與上述實施方式不同態樣之定位器的圖。即，於此態樣中，相鄰之2根支柱部件14之間載置有4根角柱狀包圍部件24，10片陶瓷板12均被由相同未加工陶瓷板所切出之支柱部件14以及包圍部件24所包圍。於如上所述之陶瓷板12的燒成過程中，自此支柱部件14及包圍部件24釋放出鈦酸鋁酸鉛中之鉛。藉此可抑制由支柱部件14及包圍部件24所包圍之陶瓷板12的鉛之蒸發，並且將陶瓷板12周圍之溫度及鉛環境保持均勻，因此可使因燒成產生之陶瓷板12之收縮在各區域均勻化，其結果為可有效抑制燒成後之陶瓷板12上產生彎曲或變形之情事。

進而，包圍部件24由於係切出陶瓷板12後之未加工陶瓷板的剩餘部分，因此可高效地形成包含與陶瓷板12組成大致相同之陶瓷材料的包圍部件4。並且，由於係使用通常成為廢材之未加工陶瓷板的剩餘部分，因此可使陶瓷板12之燒成所需成本降低以及減少廢材發生量。

以下說明本發明之第3實施方式的實施例。

實施例1

於與上述定位器10相同之氧化鋇定位器(100 mm×100 mm)上，以圖10所示之配置，配置陶瓷板、支柱部件及間隔片。繼而，準備10組與此定位器上實施350℃之脫脂處理後的物品相同之物品，製作10段積層定位器。

於此處，本實施例中使用之陶瓷板係以 PbTiO_3 、 PbZrO_3 、 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 以及 $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 之4成分系壓電陶瓷為主要成分的15 mm×35 mm之單板，係自厚度為0.35 mm之未加工陶瓷板切取者。另外，此陶瓷板於後述之燒成過程後，其厚度變為0.29 mm。

又，本實施例中使用之間隔片與氧化鋇定位器材質相同，其大小為4 mm×4 mm(高度為0.32 mm)。進而，支柱部件與上述陶瓷板材質相同，其大小為4 mm×5 mm，高度選擇有3種(0.4 mm、0.45 mm、0.55 mm)。另外，支柱部件之高度分別為0.4 mm、0.45 mm以及0.55 mm時，陶瓷板與上方定位器之間的距離分別為50 μm 、100 μm 及200 μm 。

將如上所述準備之支柱部件厚度不同的3種積層定位器分別收納於鉢盆內以1100℃進行燒成。繼而使用雷射式之非接觸3次元形狀測定裝置，測定燒成後之各陶瓷板的彎曲。更具體言之，將同一基板上之最大高低差作為彎曲量進行測定。其結果為支柱部件之高度為0.4 mm時之彎曲量的最大值為25 μm ，支柱部件之高度為0.45 mm時之彎曲量的最大值為30 μm ，支柱部件之高度為0.55 mm時之彎曲量的最大值為130 μm 。並且燒成之陶瓷板均未發生破損以及形狀不良之情形。

於是，準備僅於將上述間隔片去除之一點與上述10段之積層定位器不同的積層定位器，以與上述相同條件進行燒成。其結果為陶瓷板之35%產生破損或形狀不良。如此之不良多見於積層定位器之下方陶瓷板。另，採用如圖11所示之與包圍部件22相同的包圍部件時，彎曲量之平均值於任一情形下均降低10~20%。

實施例2

於以 PbTiO_3 、 PbZrO_3 、 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 以及 $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 之4成分系壓電陶瓷為主要成分的壓電陶瓷粉體中添加黏合劑等使其成為糊膠狀，使用刮板法形成特定厚度之陶瓷素體。繼而，於此陶瓷素體表面之特定區域內，將Ag與Pb之混合比為7:3的內部電極糊膠進行絲網印刷。進而將如此印刷有電極糊膠之陶瓷素體積層8片，自其積層方向進行擠壓，並且將其切分為15 mm×35 mm大小，製作複數個陶瓷素體之積層體(陶瓷板)。另，擠壓後之各積層體的厚度為0.35 mm，於後述之燒成過程後之各積層體之厚度為0.295 mm。

繼而，於與實施例1相同之氧化鋁定位器(100 mm×100 mm)上，以如圖10所示之配置，配置積層體、支柱部件及間隔片。繼而，準備與此定位器上實施350℃之脫脂處理後之物品相同的物品10組，製作10段積層定位器。

於此處，本實施例中使用之間隔片與氧化鋁定位器材質相同，其大小為4 mm×4 mm(高度為0.32 mm)。又，支柱部件與上述陶瓷素體材質相同，其大小為4 mm×5 mm，高度

選擇有3種(0.4 mm、0.45 mm、0.55 mm)。另外，支柱部件之高度分別為0.4 mm、0.45 mm以及0.55 mm時，積層體與上方定位器之間的距離分別為50 μm 、100 μm 及200 μm 。

將如上所述準備之支柱部件厚度不同的3種積層定位器分別收納於鉢盆內以1100℃進行燒成。繼而與實施例1同樣，使用雷射式之非接觸3次元形狀測定裝置，測定燒成後之各積層體的彎曲。其結果為支柱部件之高度為0.4 mm時之彎曲量的最大值為20 μm ，支柱部件之高度為0.45 mm時之彎曲量的最大值為25 μm ，支柱部件之高度為0.55 mm時之彎曲量的最大值為120 μm 。並且燒成之積層體均未發生破損以及形狀不良之情形。

於是，準備僅於將上述間隔片去除之一點與上述10段之積層定位器不同之積層定位器，以與上述相同條件進行燒成。其結果為積層體之40%產生破損或形狀不良。如此之不良多見於積層定位器之下方陶瓷板。另，採用如圖11所示之與包圍部件22相同的包圍部件時，彎曲量之平均值於任一情形下均降低10~20%。

第4實施方式

以下參照圖12~17，說明本發明之第4實施方式。

本實施方式係製造以鈦酸鉛或鈦酸鋇酸鉛為主要成分之壓電陶瓷板者。此壓電陶瓷板係用於陶瓷振盪子、陶瓷濾波器、壓電蜂鳴器、壓電傳感器、以及壓電致動裝置等各種產品者。

製造如此之壓電陶瓷板時，首先如圖12及圖13所示，準

備載置有板狀未加工陶瓷板31之氧化鋯定位器32。氧化鋯定位器32其氣孔率為3%以下，較好為具有1%以下之緻密性者。作為氧化鋯定位器32之材料較好為應提高其耐久性，例如可使用於氧化鋯中添加氧化釔(Y_2O_3)並使其穩定者。另外，作為穩定劑，除 Y_2O_3 之外亦可使用氧化鈣(CaO)、氧化鎂(MgO)、以及氧化鈾(CeO_2)等。

於氧化鋯定位器32之載置面上，如圖14所示，形成有物質逃逸用之凹凸部33，該物質逃逸用之凹凸部33用以於載置有未加工陶瓷板31之狀態下將未加工陶瓷板31加熱時，未加工陶瓷板31產生的物質自氧化鋯定位器32側逸出。此處所言之物質係於如後所述之未加工陶瓷板31進行脫膠時產生的黏合劑之燃燒灰燼、或後述之未加工陶瓷板31燒成時產生的氣體等。

物質逃逸用之凹凸部33構成氧化鋯定位器32的載置面中心線之平均粗度Ra較好為 $1\sim 20\ \mu m$ ，更好為 $2\sim 6\ \mu m$ 。另，所謂中心線平均粗度Ra係JIS B0601中所規定之表面粗度，將粗度曲線自中心線折返，由該粗度曲線與中心線所得之面積除以長度的值。

具有如此之微小物質逃逸用凹凸部33的氧化鋯定位器32，係使用未圖示之模具以如下方式製成者。即，首先於使用之模具表面進行凹凸加工，使其具備上述之中心線平均粗度Ra。繼而，藉由該模具使以 Y_2O_3 等之添加劑予以完全穩定化的氧化鋯粉體進行擠壓加工，於粉體成形體之表面形成微小凹凸。之後藉由燒成該粉體成形體，獲得具有設

有物質逃逸用之凹凸部33之載置面的氧化鋇定位器32。另外，亦可依據需要於氧化鋇粉體中添加黏合劑進行成形，於燒成前實施粉體成形體之脫膠。

如此，藉由使用模具製作氧化鋇定位器32，與例如使用投射材料進行鼓風加工使定位器載置面粗糙化之情形相比，可更加容易且價格低廉地製造具有微小物質逃逸用之凹凸部33之氧化鋇定位器32。又，由於粉體成形體燒成後，無需對粉體成形體進行研磨或鼓風等機械性加工，因此可防止氧化鋇定位器32之載置面上附著有加工屑等，或氧化鋇定位器32產生歪斜。

又，未加工陶瓷板31係以例如組成爲 $\text{PbTiO}_3\text{-PbZrO}_3\text{-Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 之3成分系壓電陶瓷而形成者。於包含該等材料之壓電陶瓷粉體中添加有機黏合劑及有機溶劑等使其漿料化或糊膠化，藉由使用刮板法等進行陶瓷板成形以獲得未加工陶瓷板31。未加工陶瓷板31為形成有例如內部電極圖案之複數片陶瓷板予以層疊所得之積層體。

繼而將如此之複數片(此處爲10片)未加工陶瓷板31如圖12及圖13所示，載置於氧化鋇定位器32之載置面上，除去未加工陶瓷板31中含有之黏合劑，進行所謂之脫膠(脫脂)。成形時所用之黏合劑若於後述之燒成時由於未加工陶瓷板31產生氣化，會破壞燒成環境，引起未加工陶瓷板31之燒成不良，因此於燒成前預先進行未加工陶瓷板31之脫膠處理。作為此脫膠處理係將未加工陶瓷板31以例如 400°C 之溫度加熱，再使其穩定例如10小時。

繼而，將未加工陶瓷板31置於氧化鋅定位器32之載置面上進行未加工陶瓷板31的燒成。具體為如圖15及圖16所示，將裝載有完成脫膠處理之未加工陶瓷板31之複數個氧化鋅定位器32介由柱狀之氧化鋅間隔片34重疊。氧化鋅間隔片34載置於氧化鋅定位器32上之4角。繼而，將於此等氧化鋅定位器32之最上方未裝載有未加工陶瓷板31之氧化鋅定位器32A介由氧化鋅間隔片34重疊。另，氧化鋅定位器32A較好為與載置有未加工陶瓷板31之氧化鋅定位器32構造相同。此時各氧化鋅定位器32之間的間隔可藉由改變氧化鋅間隔片34之長度進行調整。此外，氧化鋅間隔片34較好為以與氧化鋅定位器32、32A相同材料而形成。

接著，將如此多段疊放之氧化鋅定位器32、32A收納於密閉之燒成爐35內，燒成各未加工陶瓷板31。此時，將未加工陶瓷板31以例如1050℃之溫度進行加熱，再使其穩定例如3小時。如此將未加工陶瓷板31置於燒成爐35內進行燒成，因此可防止未加工陶瓷板31中所含有之鉛蒸發。此外，為確實抑制鉛之蒸發，亦可於燒成爐35內加入氧化鉛粉體。藉由進行如此之燒成而獲得壓電陶瓷板。

之後，如圖17所示，於燒成後之壓電陶瓷板36之上面形成外部電極37。此處，由於形成於氧化鋅定位器32之載置面上的物質逃逸用之凹凸部33係細小的凹凸，因此幾乎不會發生物質逃逸用之凹凸部33的形狀轉印至壓電陶瓷板36下面的情形。因此，無需對壓電陶瓷板36實施研磨等機械性加工，即可於壓電陶瓷板36上形成外部電極37。當然，

於壓電陶瓷板36上形成外部電極37之後，無需對壓電陶瓷板36進行研磨等。

此時，於壓電陶瓷板36之上面塗布Ag糊膠，藉由於此狀態將壓電陶瓷板36以例如700℃進行燒製而形成外部電極37。另，作為外部電極37之材料，除Ag以外，亦可使用Au或Cu等。又，外部電極37之形成方法，除燒製以外，亦可使用濺鍍法或無電解電鍍法等。

然而，於未加工陶瓷板31之脫膠步驟中，若未能將黏合劑之一部分清除乾淨，作為碳成分殘留於未加工陶瓷板31中時，於其後之步驟即未加工陶瓷板31的燒成處理時，殘留碳容易氣化釋放出來。此時，殘留碳可能將未加工陶瓷板31中之氧化物(ZnO)還原，此時由於Zn自未加工陶瓷板31中蒸發，故而於未加工陶瓷板31之表面側與背面側，未加工陶瓷板31的組成相異。藉此於未加工陶瓷板31之表面側與背面側，未加工陶瓷板31之收縮率產生變化，結果造成壓電陶瓷板36產生彎曲或變形等。

為改善未加工陶瓷板31之脫膠性，可考慮使用多孔質之定位器。然而，脫膠後將未加工陶瓷板置於相同多孔質之定位器上進行燒成時，未加工陶瓷板31中之鉛(Pb)會被多孔質定位器吸收，從而難以維持未加工陶瓷板31之背面側(定位器側)之均熱性以及環境均勻性，產生未加工陶瓷板31之燒成斑塊。結果即使未產生壓電陶瓷板之彎曲等現象，所得之基板亦無法獲得所期望的特性。

又，使用多孔質定位器實施脫膠之後，考慮到可將未加

工陶瓷板31變更為置於緻密質定位器上，然而清除黏合劑之未加工陶瓷板31其保形性較低，因此於未加工陶瓷板31之移載時容易引起未加工陶瓷板31破損。

相對於此，本實施方式中，作為氧化鋅定位器32，係使用具有形成有微小物質逃逸用之凹凸部33的載置面者，因此將未加工陶瓷板31置於氧化鋅定位器32之載置面時，氧化鋅定位器32與未加工陶瓷板31之接觸面積變小。因此，進行未加工陶瓷板31之脫膠處理時，黏合劑之燃燒氣體(碳)容易自未加工陶瓷板31之背面(氧化鋅定位器32側之面)逸出，因此脫膠性得以改善。故而，於未加工陶瓷板31之燒成處理時，殘留於未加工陶瓷板31上之碳(黏合劑之燃燒灰燼)變少。又，於燒成處理時，當些許殘留之碳氣化時，其氣體亦容易自未加工陶瓷板31之背面逸出。藉此，由於殘留碳使未加工陶瓷板31中之氧化物還原，因而蒸發之Zn會減少，故而可抑制未加工陶瓷板31之表面側與背面側的組成相異之情形。

又，由於使用對與鉛難以反應之緻密質氧化鋅定位器32，因此未加工陶瓷板31之燒成處理時，未加工陶瓷板31中之鉛幾乎未被氧化鋅定位器32吸收。又，將未加工陶瓷板31置於氧化鋅定位器32之載置面上之狀態下，如上所述之氧化鋅定位器32與未加工陶瓷板31之間的接觸面積變小。藉由此等方法，未加工陶瓷板31之表面側與背面側的熱及環境均勻性得到改良，故而可降低未加工陶瓷板31之燒成斑塊。

藉由以上方法，未加工陶瓷板31之收縮率整體大致均等，故而可確實減少壓電陶瓷板36產生之彎曲或變形等，獲得具備所期望特性之壓電陶瓷板36。

進而，藉由於氧化鋁定位器32之載置面上形成微小的物質逃逸用之凹凸部33，於未加工陶瓷板31之脫膠處理時，產生於未加工陶瓷板31之背面的氣體之逃逸性得以改善，因此可防止未加工陶瓷板31自氧化鋁定位器32浮起。又，於未加工陶瓷板31之燒成處理時，未加工陶瓷板31與氧化鋁定位器32之間的加溫速度差變小，因此可控制原本存在於燒成爐35中之氣體捲入未加工陶瓷板31的背面。故而，藉由此氣體之捲入作用，可防止未加工陶瓷板31自氧化鋁定位器32浮起。

因此，於未加工陶瓷板31之脫膠以及燒成時，可避免未加工陶瓷板31對於氧化鋁定位器32發生偏移。藉此可防止未加工陶瓷板31自氧化鋁定位器32脫落，或未加工陶瓷板31之背面產生傷痕或未加工陶瓷板31產生變形之情形。

又，製作具有物質逃逸用之凹凸部33之氧化鋁定位器32時，如上所述，由於在粉體成形體燒成後無須對粉體成形體實施機械性加工，因此於未加工陶瓷板31之燒成時，亦不會產生加工屑等異物附著於未加工陶瓷板31，或因氧化鋁定位器32之歪斜造成氧化鋁定位器32破裂之情形。

本發明之第4實施方式係關於含鉛之壓電陶瓷板的製造方法者，但本發明當然亦適用於除此之外的其他陶瓷板。此時，作為定位器，亦可使用以氧化鋁或氧化鎂等形成之

定位器。又，上述實施方式係進行由積層體所成之未加工陶瓷板的脫膠及燒成者，而本發明亦可適用於單層之未加工陶瓷板。

以下說明第4實施方式之實施例及比較例。

實施例

(1)定位器

作為定位器，係使用於氧化鋯中添加8 mol%~12 mol%之氧化釔(Y_2O_3)並使其完全穩定化的緻密質氧化鋯定位器。此氧化鋯定位器之氣孔率為3%以下。氧化鋯定位器之大小為□100 mm×100 mm，氧化鋯定位器之厚度為1.5 mm。氧化鋯定位器之表面上形成有使中心線平均粗度Ra較好為2~6 μm 的物質逃逸用之凹凸部。

(2)陶瓷

作為未加工陶瓷板之材料，係使用組成為 $PbTiO_3$ - $PbZrO_3$ - $Pb(Zn_{1/3} Nb_{2/3})O_3$ 之3成分系壓電陶瓷。由此材料所成之壓電陶瓷粉體係使氧化物或碳酸鹽形態之原料以球磨機進行濕式混合，混合後以900℃進行假燒成，其後再藉由球磨機進行濕式粉碎而成微粉化者。

未加工陶瓷板係由以下方法製作。即，於所準備之壓電陶瓷粉體中添加黏合劑以及有機溶劑等使其糊膠化，藉由刮板法使其成形為厚度50 μm 之板。之後使用由Ag/Pd=7:3之金屬構成的內部電極糊膠，藉由絲網印刷法於板上形成內部電極圖案。之後將板重疊製作積層體以使內部電極成為8片，進行擠壓處理形成未加工陶瓷板。接著將未加工

陶瓷板切斷以使未加工陶瓷板之大小為15 mm×35 mm角。

(3)脫膠

將所準備之10片未加工陶瓷板置於氧化鋁定位器之載置面上(參照圖12及圖13)，以400℃之溫度使其穩定10小時，藉此進行未加工陶瓷板之脫膠。

(4)燒成

脫膠後，將裝載有未加工陶瓷板之氧化鋁定位器重疊10片，進而於其上層疊未裝載有未加工陶瓷板之氧化鋁定位器，作為燒成之形狀(參照圖15及圖16)。此時，各氧化鋁定位器之間的間隙藉由氧化鋁間隔片進行調整。進而，將如此積載之10片氧化鋁定位器配置於密閉的燒成爐內，燒成各未加工陶瓷板。此時，係以燒成溫度為1050℃、穩定時間為3小時之條件進行燒成。

(5)評估

使用非接觸之雷射式3次元形狀測定裝置對於藉由燒成獲得之100片壓電陶瓷板進行彎曲之評估。

其結果為，壓電陶瓷板之彎曲最大亦於20 μm以下。又，關於彎曲之發生情形，未發現壓電陶瓷板產生局部性彎曲。

又，使用氧氣流中燃燒—紅外吸收法分析10片脫膠後之未加工陶瓷板之各自的殘留碳量，發現其較少，為50~150 ppm。再者，於壓電陶瓷板之背面未發現凹陷。又，未引起未加工陶瓷板自氧化鋁定位器脫落。

(比較例)

比較例中使用之定位器為燒成後實施研磨的緻密質的氧

化銦定位器。即，於此氧化銦定位器之載置面上未形成有
如上述實施例中之物質逃逸用之凹凸部。使用如此之氧化
銦定位器，以與上述同樣之方法製作壓電陶瓷板。

使用與上述相同方法對藉此獲得之100片壓電陶瓷板進
行彎曲之評估，發現最大產生100 μm 之彎曲。又，關於彎
曲之產生情形，尤其於基板之四角上產生局部性彎曲。

又，使用與上述相同之方法對脫膠後之未加工陶瓷板的
殘留碳量進行分析，發現殘留有1000 ppm之碳。進而，存
在有於基板背面產生認為因氧化銦定位器之研磨屑而造成
凹陷的未加工陶瓷板。又，亦存在有未加工陶瓷板自氧化
銦定位器脫落之未加工陶瓷板。

【圖式簡單說明】

圖1係第1實施方式之燒成單元的部分剖面正面圖。

圖2係將圖1所示之燒成單元的一部分切去之平面圖。

圖3係表示將圖1所示之燒成單元收納於密閉鉢盆中的狀
態之部分剖面正面圖。

圖4係第2實施方式之燒成單元的部分剖面正面圖。

圖5係將圖4所示之燒成單元的一部分切去之平面圖。

圖6係表示將第1或第2實施方式之燒成單元複數段層疊
收納於密閉鉢盆內的狀態之部分剖面正面圖。

圖7(a)~7(e)係表示第3實施方式之陶瓷板的燒成方法之
圖。

圖8係表示於第3實施方式中，燒成多段積層定位器的狀
態之圖。

圖 9(a)~9(c)係表示第3實施方式中，燒成過程中之各元件狀態之圖。

圖 10係表示於第3實施方式中，不同態樣之定位器的圖。

圖 11係表示於第3實施方式中，不同態樣之定位器的圖。

圖 12係表示根據第4實施方式進行未加工陶瓷板之脫膠時的狀態之平面圖。

圖 13係表示根據第4實施方式進行未加工陶瓷板之脫膠時的狀態之平面圖。

圖 14係表示圖 12及圖 13所示之氧化鋁定位器表面的擴大圖。

圖 15係表示根據第4實施方式進行未加工陶瓷板之燒成時的狀態之垂直方向剖面圖。

圖 16係表示根據第4實施方式進行未加工陶瓷板之燒成時的狀態之一部分之水平方向剖面圖。

圖 17係表示根據第4實施方式最終所得之陶瓷板的立體圖。

【圖式代表符號說明】

- | | |
|----|---------|
| 1 | 定位器 |
| 2 | 陶瓷板 |
| 2a | 陶瓷板之側面 |
| 2b | 陶瓷板之上表面 |
| 3 | 間隔片 |
| 4 | 包圍部件 |
| 5 | 氧化鋁定位器 |

5a	氧化鋁定位器之下面
7	鉢盆
10	定位器
10A	上定位器
10B	下定位器
12	陶瓷板
14	支柱部件
16	間隔片
20	多段積層定位器
22	鉢盆
22a	鉢盆上面開口之筐體部
22b	鉢盆蓋部
24	包圍部件
31	板狀未加工陶瓷板
32	氧化鋁定位器
32A	氧化鋁定位器
33	物質逃逸用之凹凸部
34	氧化鋁間隔片
35	燒成爐
36	壓電陶瓷板
37	外部電極
100	燒成單元
S	間隙

伍、中文發明摘要：

本發明係關於一種陶瓷板之燒成方法及製造方法。於本發明之方法中，於方向相對之定位器1、5之間，將陶瓷板2配置於定位器1上，藉由包含與陶瓷板2之組成大致相同的陶瓷材料之包圍部件4，包圍陶瓷板2的周圍部進行燒成。又，於本發明之陶瓷板12的燒成方法中，於下方定位器10B上，以位於陶瓷板12周圍之方式亦載置有間隔片16，該間隔片於燒成過程前之高度低於燒成過程前的支柱部件14之高度，並且經過燒成過程後的高度高於經過燒成過程之陶瓷板12的高度。再者，本發明之壓電陶瓷板的製造方法中，形成有微小物質逃逸用之凹凸部33，以使未加工陶瓷板31加熱時產生的物質從氧化鋁定位器32側逸出。藉由本發明，可防止燒成後之陶瓷板產生彎曲或變形，又可防止燒成時定位器與陶瓷板接觸之情形，進而可於確實減低陶瓷板之彎曲等的同時，防止處理中之陶瓷板相對於定位器之位置偏移。

陸、日文發明摘要：

本發明は、セラミック板の焼成方法及び製造方法に関する。本發明の方法において、対面するセッター 1, 5 間においてセッター 1 上にセラミック板 2 を配置し、セラミック板 2 とほぼ同一組成のセラミック材料からなる包囲部材 4 によってセラミック板 2 の周囲部を包囲して焼成を行う。また、本發明に係るセラミック板 1 2 の焼成方法では、下セッター 1 0 B 上に、セラミック板 1 2 の周囲に位置するように、焼成過程前の高さが、焼成過程前の支柱部材 1 4 の高さよりも低く、且つ、焼成過程を経た後の高さが、焼成過程を経たセラミック板 1 2 の高さよりも高いスペーサ 1 6 も載置されている。さらに、本發明の圧電セラミック板の製造方法では、セラミックグリーン 3 1 を加熱させた時に発生する物質をジルコニアセッター 3 2 側から逃がすための微小な物質逃げ用凹凸部 3 3 が形成されている。本發明によって、焼成後のセラミック板に反りやうねりを防止し、また、焼成時にセッターとセラミック板とが接触する事態を防ぎ、さらに、セラミック板の反り等を確実に低減すると共に、処理中のセラミック板がセッターに対してずれ動くことを防止できる。

拾、申請專利範圍：

1. 一種陶瓷板之燒成方法，其係於第1保持部件與第2保持部件之間配置陶瓷板進行燒成者，其特徵為：

藉由與前述陶瓷板之組成大致相同的陶瓷材料所形成之包圍部件，包圍前述第1保持部件與前述第2保持部件之間的前述陶瓷板之周圍部，燒成前述陶瓷板。

2. 如申請專利範圍第1項之陶瓷板之燒成方法，其中前述陶瓷板載置於前述第1保持部件上，

前述陶瓷板與前述第2保持部件之間設有小於前述陶瓷板之厚度的間隙。

3. 如申請專利範圍第1項之陶瓷板之燒成方法，其中前述包圍部件之高度與前述陶瓷板之厚度大致相同。

4. 如申請專利範圍第1項之陶瓷板之燒成方法，其中前述包圍部件配置為與前述陶瓷板之間具有特定距離。

5. 如申請專利範圍第1項之陶瓷板之燒成方法，其中前述陶瓷板之周圍部中配置有複數個保持前述第1保持部件與前述第2保持部件之間隙的間隔片，

相鄰之前述間隔片間配置有前述包圍部件。

6. 如申請專利範圍第1項之陶瓷板之燒成方法，其中前述陶瓷板係取自陶瓷原材料，

前述包圍部件藉由取出前述陶瓷板後之前述陶瓷原材料之剩餘部分所形成。

7. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之陶瓷板之燒成方法，其中形成前述陶瓷板之陶瓷材料含有含鉛的化合物。

8. 一種陶瓷板之燒成方法，其特徵為包含以下步驟：

於第1定位器上載置陶瓷板、複數個支柱部件以及間隔片之步驟，該間隔片在燒成前述陶瓷板之燒成過程前的高度低於該燒成過程前之前述支柱部件的高度且經過前述燒成過程後之高度高於經過前述燒成過程之前述陶瓷板之高度；

於前述複數個支柱部件上，裝載覆蓋前述陶瓷板以及前述間隔片之第2定位器的步驟；

使介於前述第1及第2定位器間之前述陶瓷板燒結之步驟。

9. 如申請專利範圍第8項之陶瓷板之燒成方法，其中前述第1定位器上載置有複數個前述間隔片。
10. 如申請專利範圍第9項之陶瓷板之燒成方法，其中經過前述燒成過程之複數個前述間隔片的高度相同。
11. 如申請專利範圍第9或10項之陶瓷板之燒成方法，其中前述複數個間隔片配置於夾住前述陶瓷板之位置。
12. 如申請專利範圍第11項之陶瓷板之燒成方法，其中前述陶瓷板於一個方向延伸，兩個前述間隔片以夾住前述陶瓷板之方式排列於前述陶瓷板之縱向方向。
13. 如申請專利範圍第8項之陶瓷板之燒成方法，其中前述燒成過程前之前述間隔片的高度低於前述燒成過程前之前述陶瓷板之高度。
14. 如申請專利範圍第8項之陶瓷板之燒成方法，其中燒成前述陶瓷板時，於以包圍部件包圍其周圍之狀態中燒成該

陶瓷板。

15. 如申請專利範圍第8項之陶瓷板之燒成方法，其中進一步包含於位於前述陶瓷板上之前述第2定位器上，進而載置前述陶瓷板、前述支柱部件以及前述間隔片，於該支柱部件上裝載新的定位器之步驟，

重複此步驟複數次後，燒成複數個前述陶瓷板。

16. 如申請專利範圍第8項之陶瓷板之燒成方法，其中前述支柱部件係以前述燒成過程中之收縮特性與前述陶瓷板之材料略同之材料所構成。

17. 如申請專利範圍第8項之陶瓷板之燒成方法，其中前述支柱部件係以與前述陶瓷板之材料相同之材料所構成。

18. 如申請專利範圍第8項之陶瓷板之燒成方法，其中前述陶瓷板含有鉛。

19. 一種陶瓷板之製造方法，其係燒成未加工陶瓷板而製造陶瓷板之方法，其特徵為包含以下步驟：

準備具有載置面之定位器的步驟，該載置面形成有物質逃逸用之凹凸部，用以於載置有前述未加工陶瓷板之狀態下加熱前述未加工陶瓷板時產生的物質自前述未加工陶瓷板中逸出；

使含有黏合劑之前述未加工陶瓷板成形的步驟；

將前述未加工陶瓷板裝載於前述定位器之前述載置面上，進行前述未加工陶瓷板之脫膠的步驟；

以及前述未加工陶瓷板進行脫膠之後，將前述未加工陶瓷板裝載於前述定位器之前述載置面上，原樣進行前

述未加工陶瓷板之燒成的步驟。

20. 如申請專利範圍第19項之陶瓷板之製造方法，其中作為前述定位器，係使用形成有前述物質逃逸用之凹凸部者，以使前述載置面之中心線平均粗度Ra為 $1\sim 20\ \mu\text{m}$ 。
21. 如申請專利範圍第20項之陶瓷板之製造方法，其中進一步包含無需對藉由燒成前述未加工陶瓷板所得之陶瓷板實施機械性加工而於前述陶瓷板上形成外部電極之步驟。
22. 如申請專利範圍第19項之陶瓷板之製造方法，其中作為前述定位器，係使用藉由具有用以形成前述物質逃逸用之凹凸部的凹凸之模具而製作者。
23. 如申請專利範圍第19至22項中任一項之陶瓷板之製造方法，其中前述未加工陶瓷板係以含有鉛之材料所形成，
於將裝載有前述未加工陶瓷板之前述定位器配置於密閉爐內之狀態中，進行前述未加工陶瓷板之燒成。

97106953

拾壹、圖式：

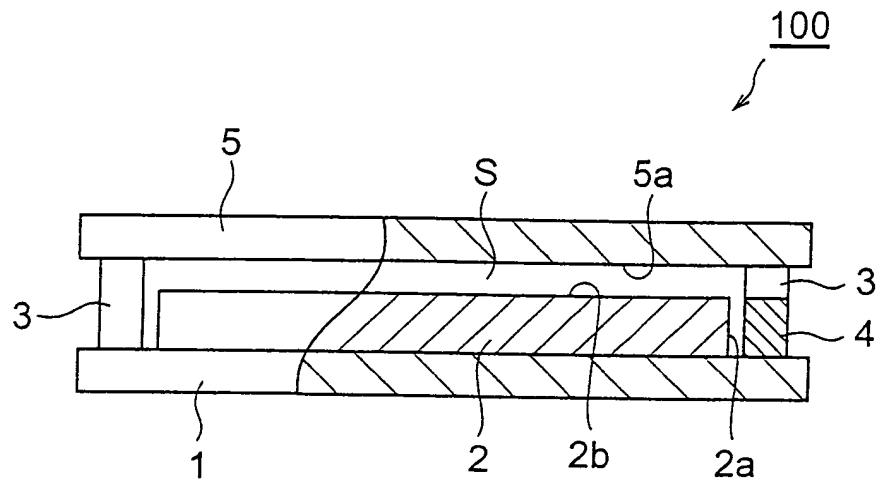


圖 1

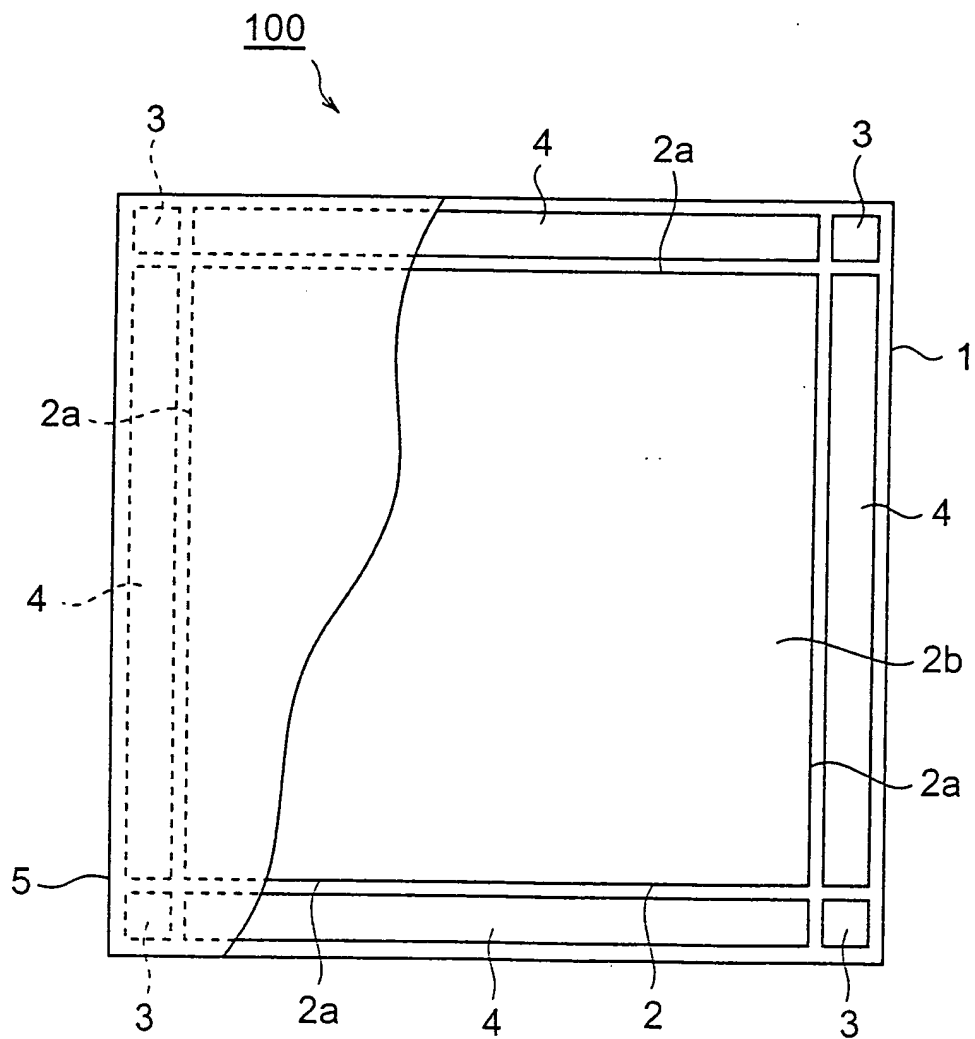


圖 2

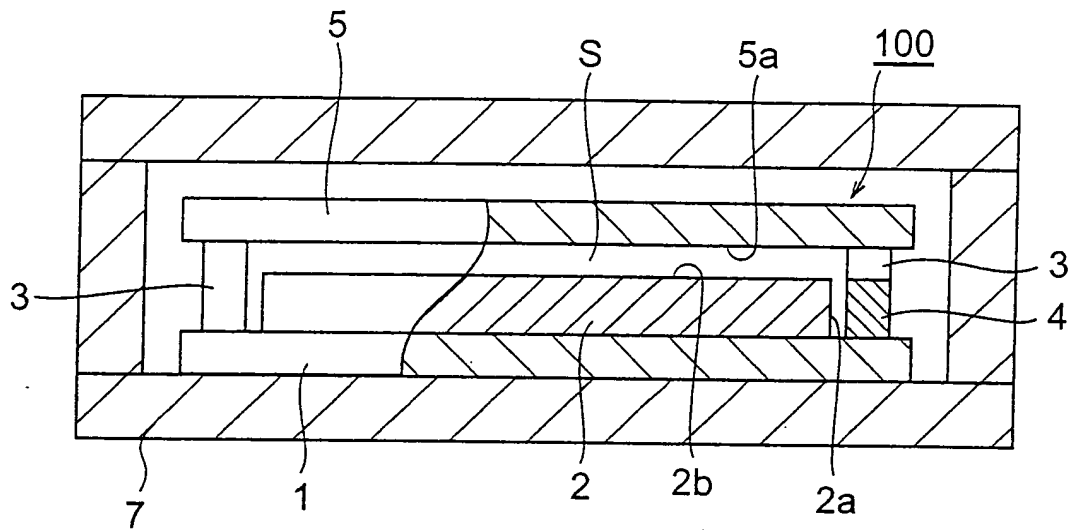


圖 3

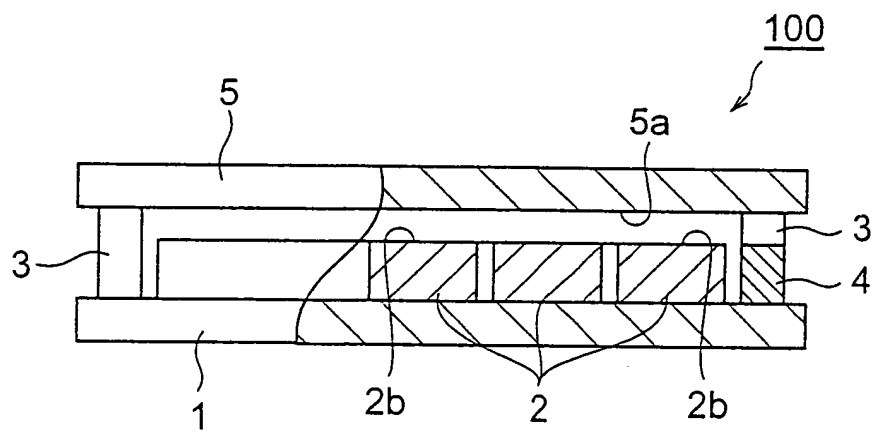


圖 4

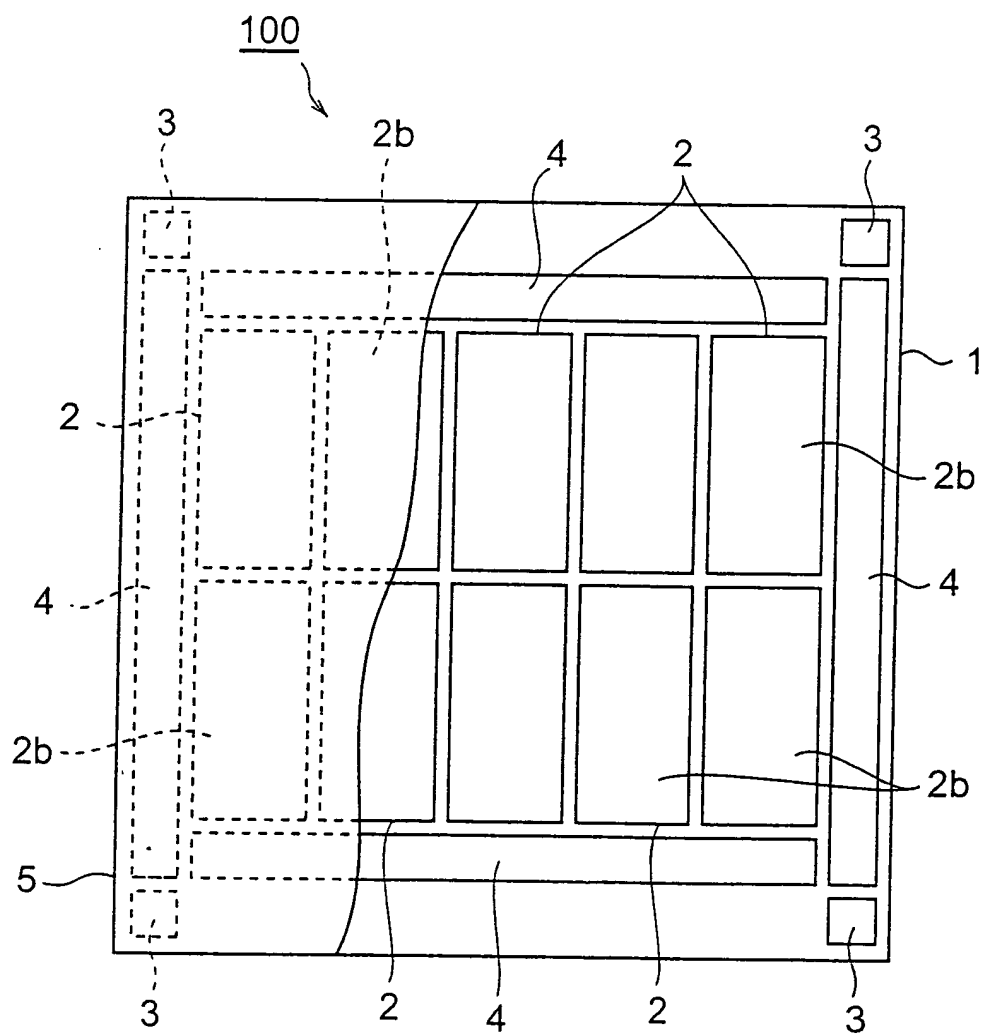


圖 5

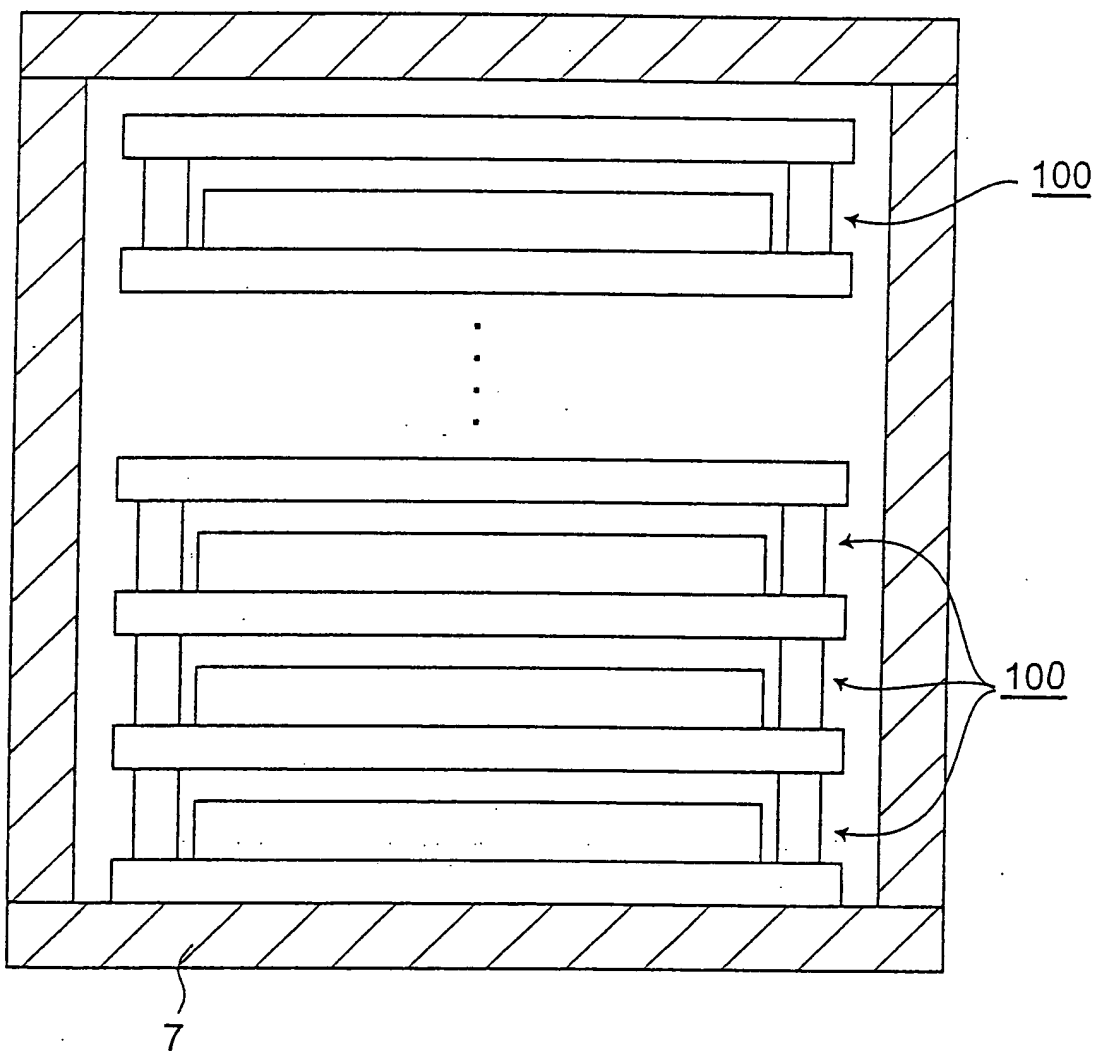


圖 6

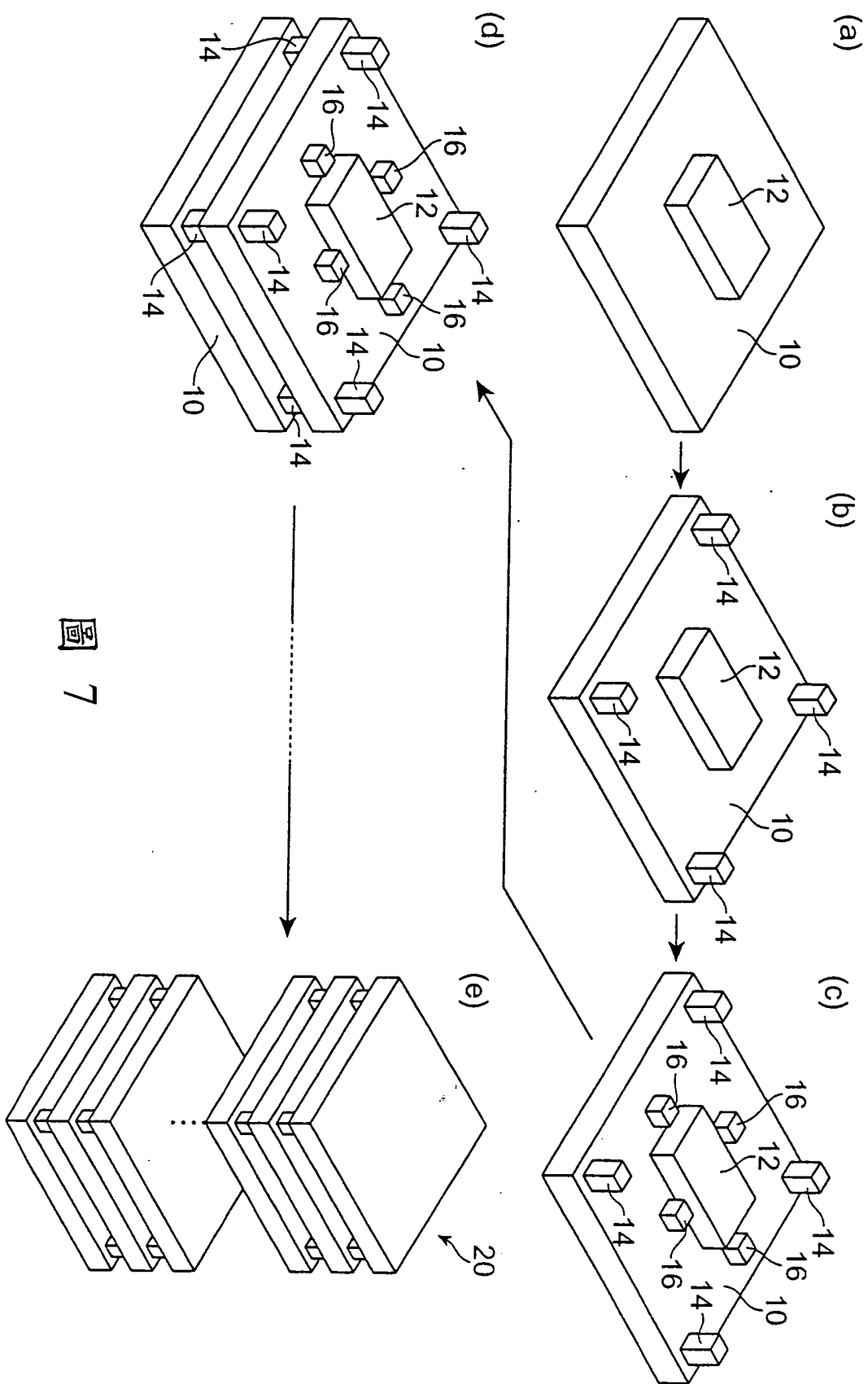


圖 7

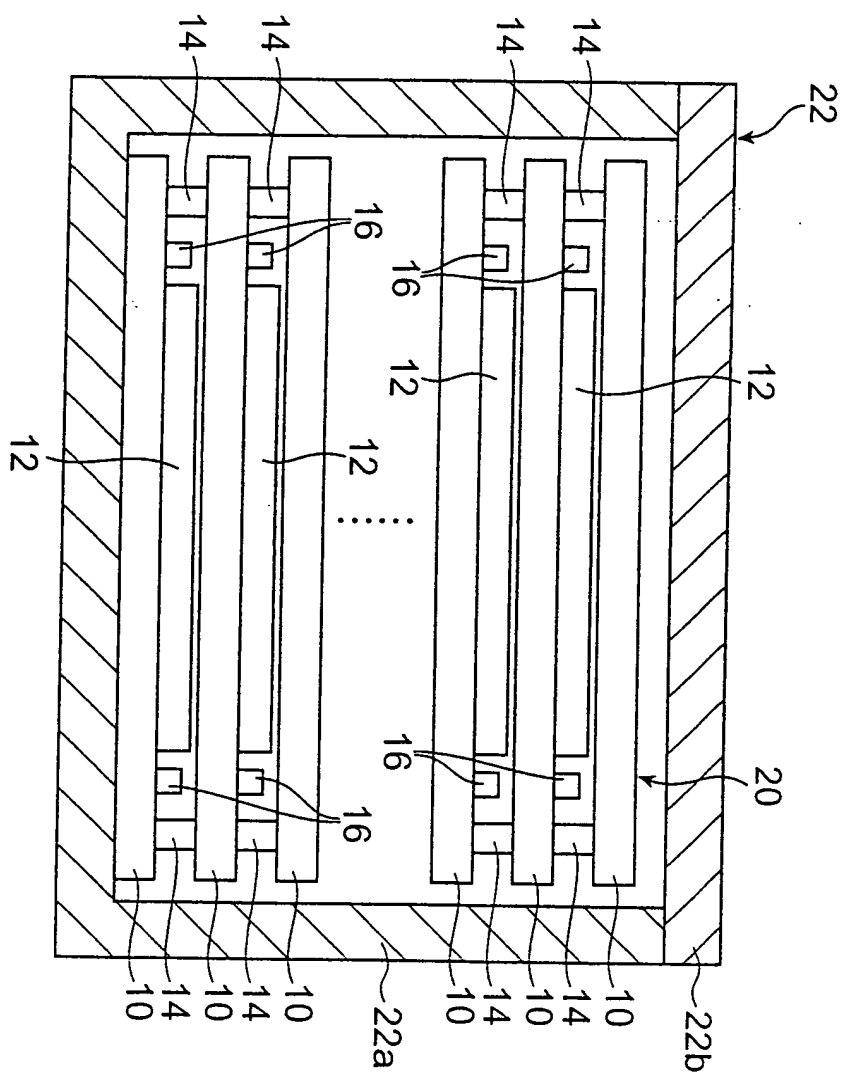


圖 8

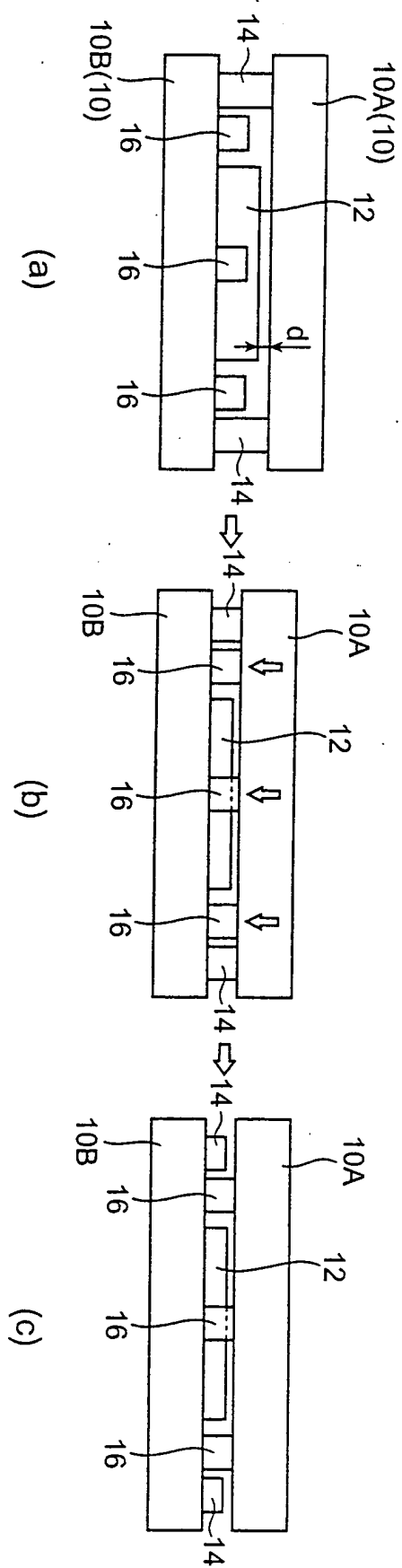


圖 9

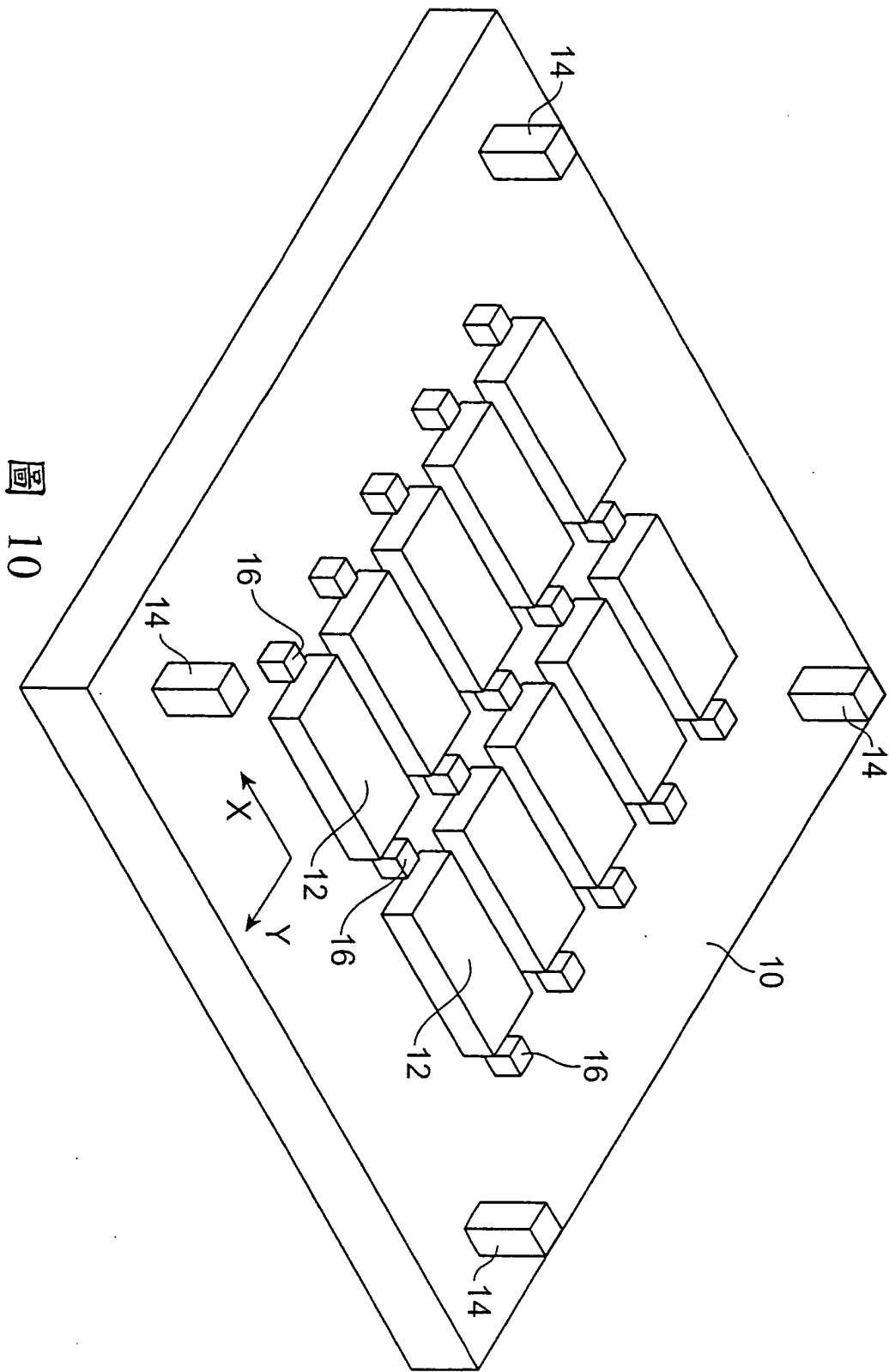
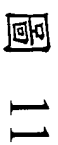


圖 10



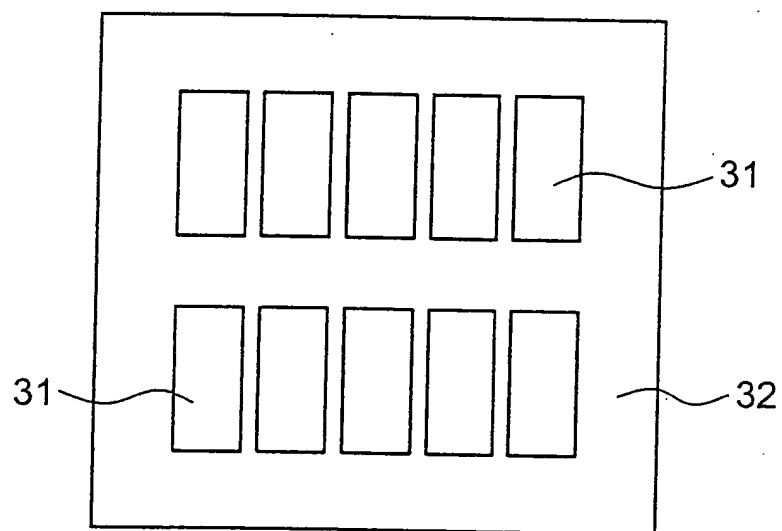


圖 12

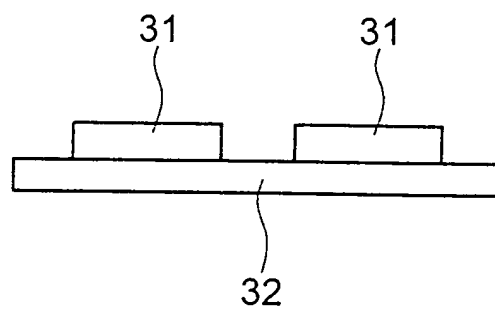


圖 13

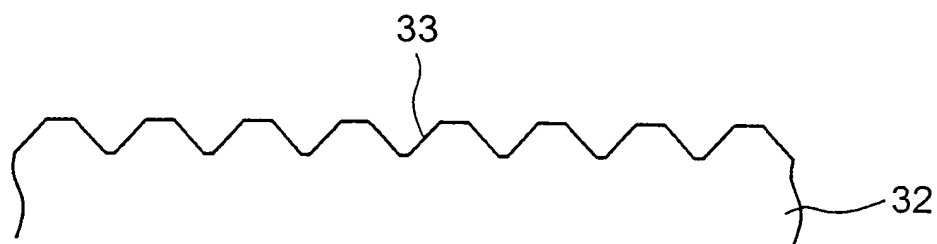


圖 14

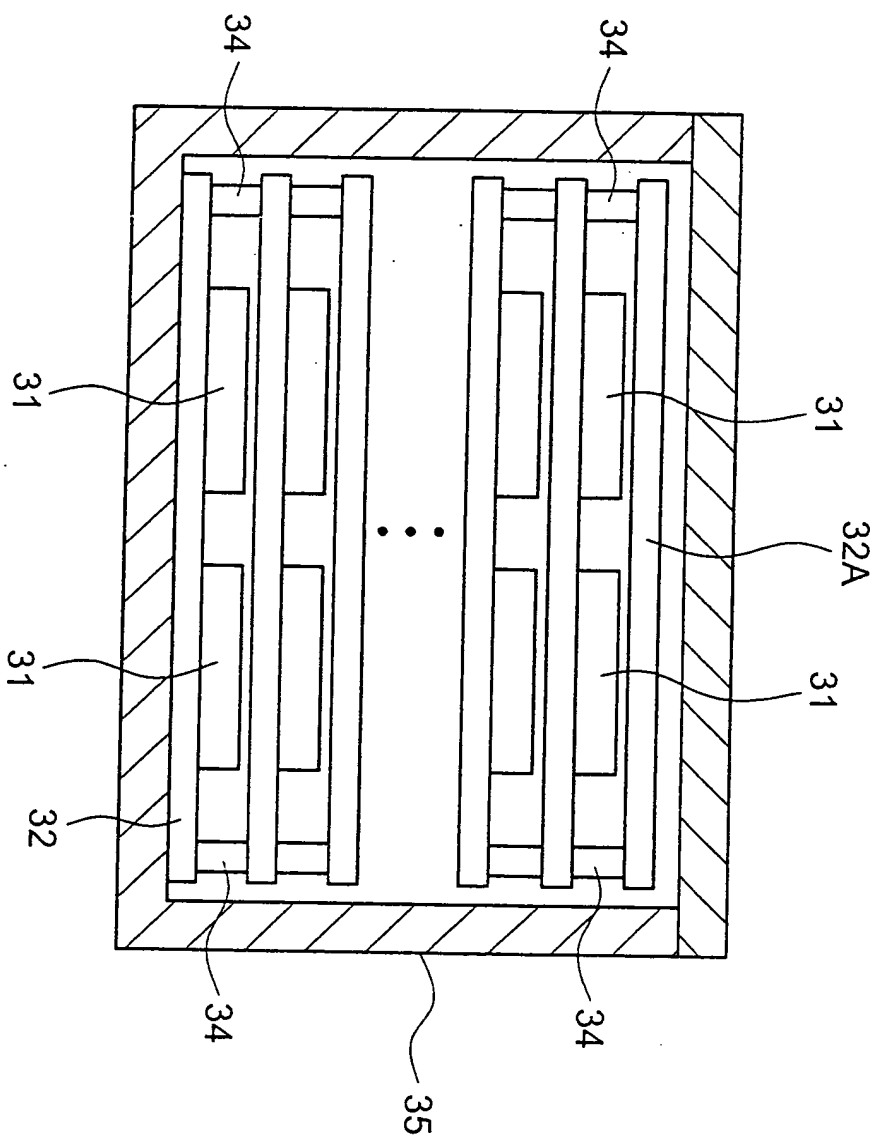


圖 15

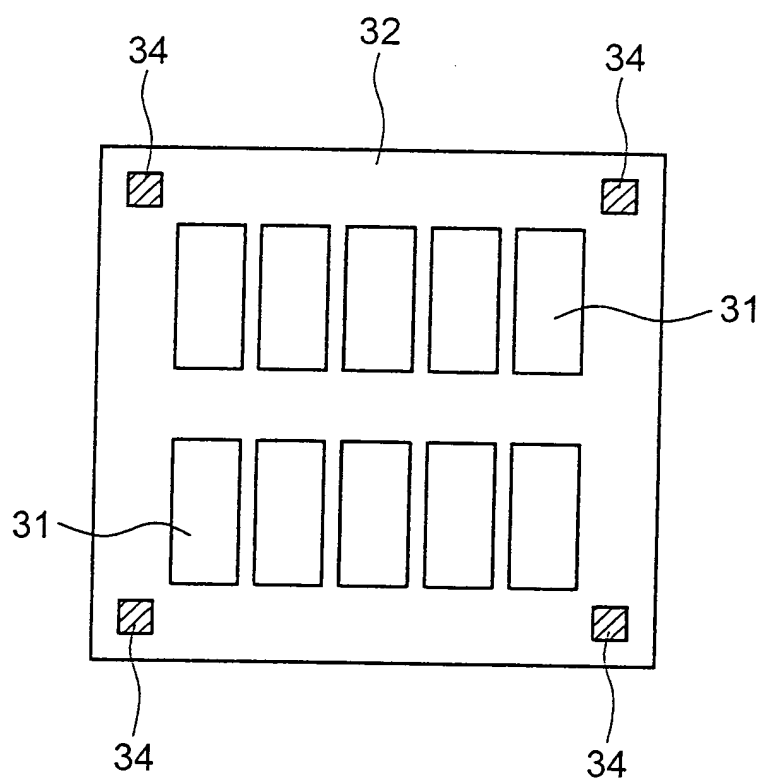


圖 16

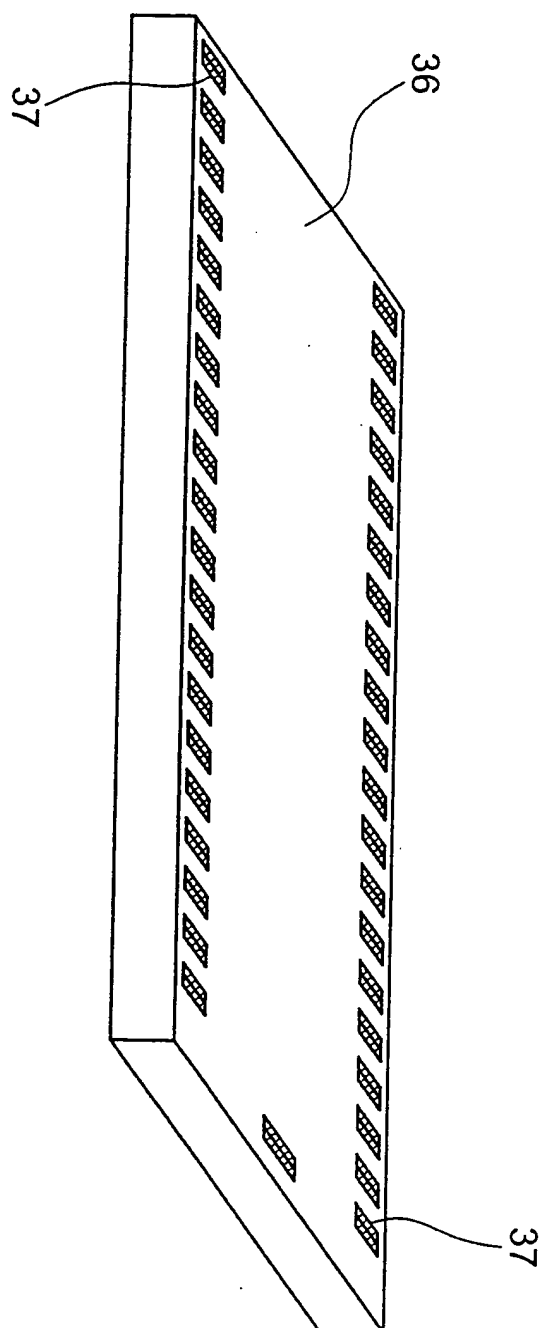


圖 17

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	定位器
2	陶瓷板
2a	陶瓷板之側面
2b	陶瓷板之上面
3	間隔片
4	包圍部件
5	氧化鋁定位器
5a	氧化鋁定位器之下面
100	燒成單元

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)