



(21)申請案號：098129044

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 08 月 28 日

(51)Int. Cl. : **H01L41/083 (2006.01)**

(30)優先權：2008/10/22 日本

2008-271679

(71)申請人：日立製作所股份有限公司 (日本) HITACHI, LTD. (JP)

日本

(72)發明人：岩崎富生 IWASAKI, TOMIO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 7431811B2

US 2003/0100146A1

審查人員：湯欽全

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 0 頁

(54)名稱

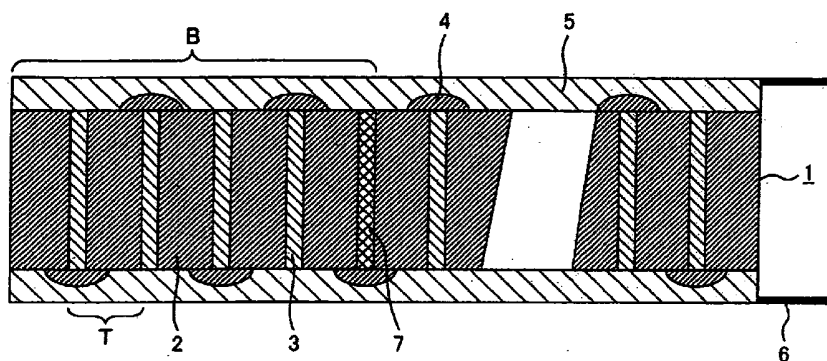
壓電元件

(57)摘要

本發明係提供一種壓電性能高、位移為大的同時，且信賴性高的壓電元件。

本發明係針對具有以 BaTi_2O_5 作為主構成材料的壓電材料體、及施加電壓於壓電材料體的內部電極之壓電元件，將與壓電材料 BaTi_2O_5 之格子整合性佳的電極材料(Ru 與 RuO_2 混合物)用於內部電極的主構成材料。

第1圖



1 . . . 壓電元件

2 . . . 壓電材料體

3 . . . 內部電極

4 . . . 電氣絕緣層

5 . . . 外部電極

6 . . . 引線

7 . . . 接合層

B . . . 壓電元件晶片塊

T . . . 壓電元件晶片

六、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於接著劑、塗布劑等塗布裝置、噴墨裝置、內燃機的燃料噴射裝置等之用在可達到高速且正確吐出之噴射器的致動器等之壓電元件。

【先前技術】

對於壓電元件之各種產業領域的用途係為廣泛的，習知以來係開發出在各個用途的元件。其中，作為關於能夠實現比較大的位移(衝程)之壓電元件的習知技術，將複數個具有壓電的不活性部之內部電極構造的次單元重疊之壓電元件係記載於專利文獻 1。

又如專利文獻 2 所示，有介由接合層將層疊複數個具有壓電材料體與內部電極之壓電元件晶片的晶片塊接合複數個的壓電元件，使內部電極形成為覆蓋與前述壓電材料體的層疊方向垂直之剖面，並在露出於壓電元件之側面的內部電極之端部設置電氣絕緣層之壓電元件。但是近年來不僅是此等構造面也必須是對環境負荷為少的材料，因此要求取代習知以來用來作為壓電材料的銦鈦酸鉛(PZT)之不含鉛的材料。

作為不含鉛的壓電材料，雖然例如專利文獻 3 所記載的 BaTi_2O_5 大有希望，但是 BaTi_2O_5 在單體中壓電性能不夠而無法實現大的位移為眾所皆知的。本案發明者們係發現在具有以 BaTi_2O_5 作為主構成材料的壓電材料體與電壓

施加電極的壓電元件中，由於用來作為習知電極之白金或是銀-鈮與壓電材料之 BaTi_2O_5 的格子整合性為差，藉由此等的界面使得原子配列凌亂，而無法得到充分的壓電性能、信賴性。換言之，在此等壓電元件中，在施加電壓時無法得到壓電材料體之充分的位移，而且連同時間也使位移減少。

[專利文獻 1]日本特開平 4-167580 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2000-150977 號公報

[專利文獻 3]日本特開 2004-231500 號公報

【發明內容】

(發明揭示)

(發明所欲解決之課題)

本發明之目的係為提供壓電性能高，能夠得到充分的位移之同時，且信賴性高之新穎性的壓電元件。

(用以解決課題之手段)

本發明者係發現藉由在電極材料使用與壓電材料體之主構成材料的 BaTi_2O_5 之格子整合性佳的 Ru 與 RuO_2 混合物，能夠使壓電元件的位移突飛性地變大，並且能夠提升壓電元件的性能及信賴性。

本發明係針對層疊複數個具有以 BaTi_2O_5 為主構成材料的壓電材料體、及施加電壓於該壓電材料體的內部電極之壓電元件晶片而構成壓電元件晶片塊(chip block)，介

由接合層接合複數個該壓電元件晶片塊而成的壓電元件，其特徵為：前述內部電極係形成為覆蓋與前述壓電材料體的層疊方向垂直的剖面，並具有：設置在露出於前述壓電元件的一側面之前述內部電極的電氣絕緣層；及與露出於前述壓電元件之另一側面之前述內部電極連接的外部電極，而且前述內部電極的主構成材料為 Ru 與 RuO_2 的混合物。

又壓電材料體的主構成材料之 BaTi_2O_5 為 BaTiO_3 與 TiO_2 的混合物。

又 BaTiO_3 與 TiO_2 的組成比例、內部電極的主構成材料之 Ru 與 RuO_2 的組成比例約為 1:1。

再者，前述壓電材料體含有金紅石構造的結晶粒，前述內部電極中之 RuO_2 具有金紅石構造的結晶，並使垂直前述壓電材料體的層疊方向之剖面與前述內部電極中的 Ru(001)面及 RuO_2 (001)面約略平行。前述壓電材料體中之金紅石構造的結晶粒為具有 TiO_2 。

再者，前述壓電材料體含有銳鈦礦構造的結晶粒，前述內部電極中之 RuO_2 具有銳鈦礦構造的結晶，並使垂直前述壓電材料體的層疊方向之剖面與前述內部電極中的 Ru(001)面及 RuO_2 (001)面約略平行。前述壓電材料體中之銳鈦礦構造的結晶粒為具有 TiO_2 。

除此之外，在接合層與前述壓電材料體之間設置內部電極層，在前述接合層與內部電極層的一邊設置電氣絕緣層，並利用該電氣絕緣層不存在的另一邊電氣接合前述內

部電極層及接合層與前述外部電極。

又使用導電性材料作為接合層。

(發明之效果)

本發明係藉由使用 Ru 與 RuO_2 之混合物作為與壓電元件之主構成材料的 BaTi_2O_5 之格子整合性佳的內部電極之主構成材料，能夠突飛性地變大壓電元件的位移，並且提升壓電元件的性能及信賴性。

【實施方式】

(用以實施發明之最佳形態)

在以下的實施形態中，於方便性必要時會分割為複數個部份或是實施形態加以說明，但是除了特別明示的情況，一方係與另一方的一部份或是全部的變形例、詳細、補充說明有所關聯。

又在以下的實施形態中，提及要件的數值(包含個數、數值、量、範圍等)的情況，除了特別明示或是在原理上明確限定在特定的數之情況等，都不限定在該特定的數。

再者，在以下的實施形態中，其構成要件(也包含要件步驟等)係除了特別明示的情況以及考量原理上必須明確的情況等，在本發明當然不一定必要。

同樣地，在以下的實施形態中，在提及構成要件等的形狀、位置關係等時，除了特別明示的情況以及考量原理

上非明確不可的情況等，包含實質上與該形狀等近似或是類似者。此係對於上述數值及範圍也是相同。

(實施例 1)

以下，利用圖面詳細說明本發明之實施形態。在第 1 圖顯示本發明之第 1 實施例。在壓電元件 1 中，以覆蓋與由 BaTi_2O_5 為主構成材料之壓電材料體 2 的層疊方向垂直之表面的整面之方式形成一對內部電極 3 而構成壓電元件晶片 T。又在本實施例中所謂主構成材料，係意味著在成份整體中包含 50%以上的材料，為了彰顯本發明的效果，而使各成份在成份整體中必須包含 50%以上。

BaTi_2O_5 係由鈦酸鋇 BaTiO_3 及氧化鈦 TiO_2 的混合物構成，其組成比例為 1:1 能夠使作為壓電元件的性能達到最高。但是 1:1 以外的組成比例，例如 0.7:1.0 等也能夠得到在本發明可使用之充分的壓電性能。

為了產生壓電作用，壓電元件晶片 T 係形成為利用一對內部電極 2 挾持壓電材料體 1 的構造。內部電極 3 係以與 BaTi_2O_5 格子整合性佳的材料之 Ru 及 RuO_2 的混合物作為主構成材料。 Ru 及 RuO_2 的組成比例為 1:1 能夠使作為壓電元件的性能達到最高。但是與壓電材料體相同，即使是 1:1 以外的組成比例也能夠得到在本發明可使用之充分的壓電性能。

在此， BaTiO_3 為具有六方格子結晶構造，對於同樣具有六方格子結晶構造的 Ru 而言，使壓電材料體 2 及內

部電極 3 的界面之原子配列成爲規則的穩定狀態。又六方格子結晶構造係具有密緻的原子間配列而使原子間引力爲強，藉由被施加的電場而產生大的位移。進一步，即使對於在重覆使用次數時所發生的壓電性能之經時性惡化也能夠保持穩定。

內部電極 3 係以使壓電作用大致均等地產生在半導體晶片剖面的程度之方式覆蓋壓電材料體 1 爲佳。

本實施例的壓電元件 1 係爲層疊複數個由壓電材料體 2 與內部電極 3 所構成的壓電元件晶片 T 而構成壓電元件晶片塊 B，再利用接合層 7 接合 2 個壓電元件晶片塊 B 者。在壓電元件晶片塊 B 內係利用相鄰的壓電元件晶片而共用內部電極 2。在第 1 圖中，於壓電元件晶片塊 B 內壓電元件晶片係形成爲 3 個，在壓電元件晶片塊 B 之最外側的壓電材料體 1 係不具有壓電作用。

又在內部電極 3 的端部係爲了與外部電極 5 絕緣而設置電氣絕緣層 4。在第 1 圖中，電氣絕緣層 4 係在內部電極 3 與上下的外部電極 5 之間交互形成。在電氣絕緣層 4 不存在的內部電極 3 之周圍的其他部份，電氣接合內部電極 3 與外部電極 5，並在外電極 5 進一步設置引線 6。

第 2 圖爲顯示對於壓電材料體與內部電極之各種組合的最大位移量。在實施例 1 中，使壓電元件的最大位移量達到 0.07% 程度。由第 2 圖可以得知，藉由取代習知使用於內部電極的白金或銀-鈦合金並使用 Ru 與 RuO_2 的混合物作爲內部電極，能夠突飛性地變大壓電元件之最大位移

量。

(實施例 2)

其次，作為銳鈦礦構造的結晶粒將具有 TiO_2 的 BaTi_2O_5 成為壓電材料體，並使內部電極中的 RuO_2 成為具有銳鈦礦構造的結晶者，構成使垂直前述壓電材料體的層疊方向之剖面與前述內部電極中的 $\text{Ru}(001)$ 面及 $\text{RuO}_2(001)$ 面約略平行的壓電元件。在該情況下，使壓電材料體與內部電極之界面中的格子整合性變得更高，如第 2 圖所示，比實施例 1 之壓電材料體及具有隨機配向的內部電極之組合的情況，使最大位移量變得更大。

(實施例 3)

再者，作為金紅石構造的結晶粒將具有 TiO_2 的 BaTi_2O_5 成為壓電材料體，使內部電極中的 RuO_2 成為具有金紅石構造的結晶者，構成使垂直前述壓電材料體的層疊方向之剖面與前述內部電極中的 $\text{Ru}(001)$ 面及 $\text{RuO}_2(001)$ 面約略平行的壓電元件。在該情況下，如第 2 圖所示，使壓電材料體與內部電極之界面中的格子整合性變成最高，與實施例 1、2 相比，使最大位移量變成最大。

在此，前述的銳鈦礦結晶構造係具有使金紅石結晶構造稍微扭轉而構成之準穩定性的結晶構造。

(實施例 4)

其次，第 3 圖為顯示根據本發明之第 4 實施例。此係在壓電元件 10 中，於接合層 11 與壓電材料體 13 之間也設置內部電極 12，並在接合層 11 的端部設置電氣絕緣層 15，在電氣絕緣層 15 不存在的另一端部中，電氣接合內部電極 12 與外部電極 14 者。在本實施例的情況，因為在與接合層 11 相鄰的壓電材料體 13 也能夠形成電場，利用與第 1 圖之元件相同長度相比的情況下能夠得到更大的位移。

(實施例 5)

第 4 圖為顯示根據本發明的第 5 實施例。此係在壓電元件 20 中，利用例如由導電性的接著劑等所構成的導電性材料形成接合層 21，並介由接合層 21 接合壓電材料體 23，形成電氣絕緣層 25 與外部電極 24 者。在該情況下也與實施例 4 相同，因為對於壓電性的方面能夠減少不活性部份，因此與實施例 4 相同能夠得到大的位移。

以上，雖然基於實施形態具體說明根據本發明者所開發出來的發明，但是本發明係不限定於前述的實施形態，在不脫離其要旨的範圍下當然也可以進行各種變更。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為顯示本發明之實施例 1 的壓電元件之基本構造的縱剖面圖。

第 2 圖為顯示與習知例比較之本發明的實施例 1 至 3

之位移量的圖表。

第 3 圖為顯示本發明之實施例 4 的壓電元件之基本構造的縱剖面圖。

第 4 圖為顯示本發明之實施例 5 的壓電元件之基本構造的縱剖面圖。

【主要元件符號說明】

1、10、20：壓電元件

2、13、23：壓電材料體

3、12：內部電極

4、15、25：電氣絕緣層

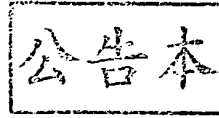
5、14、24：外部電極

6：引線

7、11、21：接合層

T：壓電元件晶片

B：壓電元件晶片塊



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98129044

※申請日：98 年 08 月 28 日

※IPC 分類：H01L 41/083 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

壓電元件

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種壓電性能高、位移為大的同時，且信賴性高的壓電元件。

本發明係針對具有以 BaTi_2O_5 作為主構成材料的壓電材料體、及施加電壓於壓電材料體的內部電極之壓電元件，將與壓電材料 BaTi_2O_5 之格子整合性佳的電極材料 (Ru 與 RuO_2 混合物) 用於內部電極的主構成材料。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍

1. 一種壓電元件，係針對層疊複數個具有以 BaTi_2O_5 為主構成材料的壓電材料體、及施加電壓於該壓電材料體的內部電極之壓電元件晶片而構成壓電元件晶片塊，介由接合層接合複數個該壓電元件晶片塊而成的壓電元件，其特徵為：

前述內部電極形成為覆蓋與前述壓電材料體之層疊方向垂直的剖面，具有：設置在露出於前述壓電元件的一側面之前述內部電極的電氣絕緣層；及與露出於前述壓電元件的另一側面之前述內部電極連接的外部電極；而且前述內部電極的主構成材料為 Ru 與 RuO_2 的混合物。

2. 如申請專利範圍第 1 項之壓電元件，其中，前述壓電材料體的主構成材料之 BaTi_2O_5 為 BaTiO_3 與 TiO_2 的混合物。

3. 如申請專利範圍第 2 項之壓電元件，其中， BaTiO_3 與 TiO_2 的組成比例約為 1:1。

4. 如申請專利範圍第 3 項之壓電元件，其中，前述內部電極的主構成材料之 Ru 與 RuO_2 的組成比例約為 1:1。

5. 如申請專利範圍第 4 項之壓電元件，其中，前述壓電材料體含有金紅石構造的結晶粒，前述內部電極中之 RuO_2 具有金紅石構造的結晶，並使垂直前述壓電材料體的層疊方向之剖面與前述內部電極中的 $\text{Ru}(001)$ 面及 $\text{RuO}_2(001)$ 面約略平行。

6. 如申請專利範圍第 5 項之壓電元件，其中，前述壓電材料體中之金紅石構造的結晶粒為具有 TiO_2 。

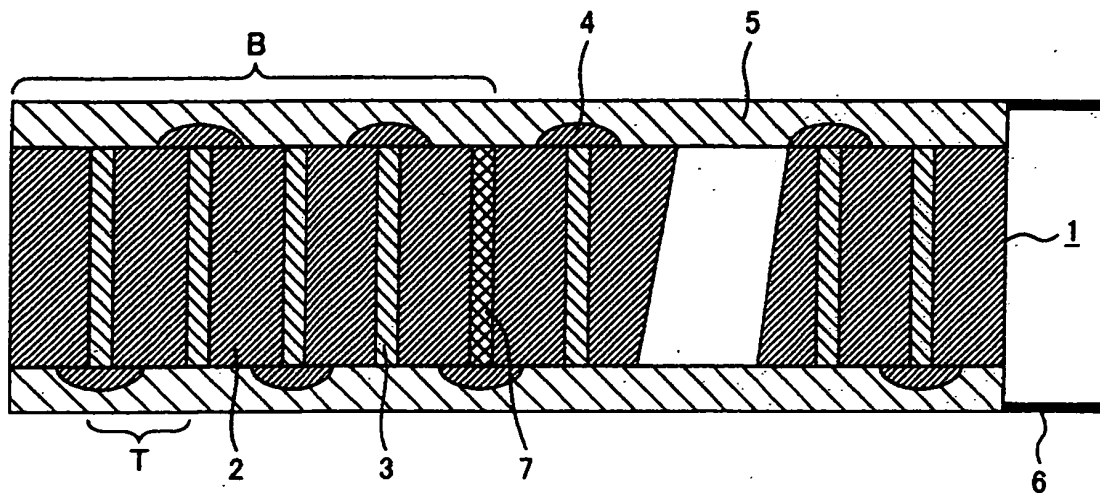
7. 如申請專利範圍第 4 項之壓電元件，其中，前述壓電材料體含有銳鈦礦構造的結晶粒，前述內部電極中之 RuO_2 具有銳鈦礦構造的結晶，使垂直前述壓電材料體的層疊方向之剖面與前述內部電極中的 $\text{Ru}(001)$ 面及 $\text{RuO}_2(001)$ 面約略平行。

8. 如申請專利範圍第 7 項之壓電元件，其中，前述壓電材料體中之銳鈦礦構造的結晶粒為具有 TiO_2 。

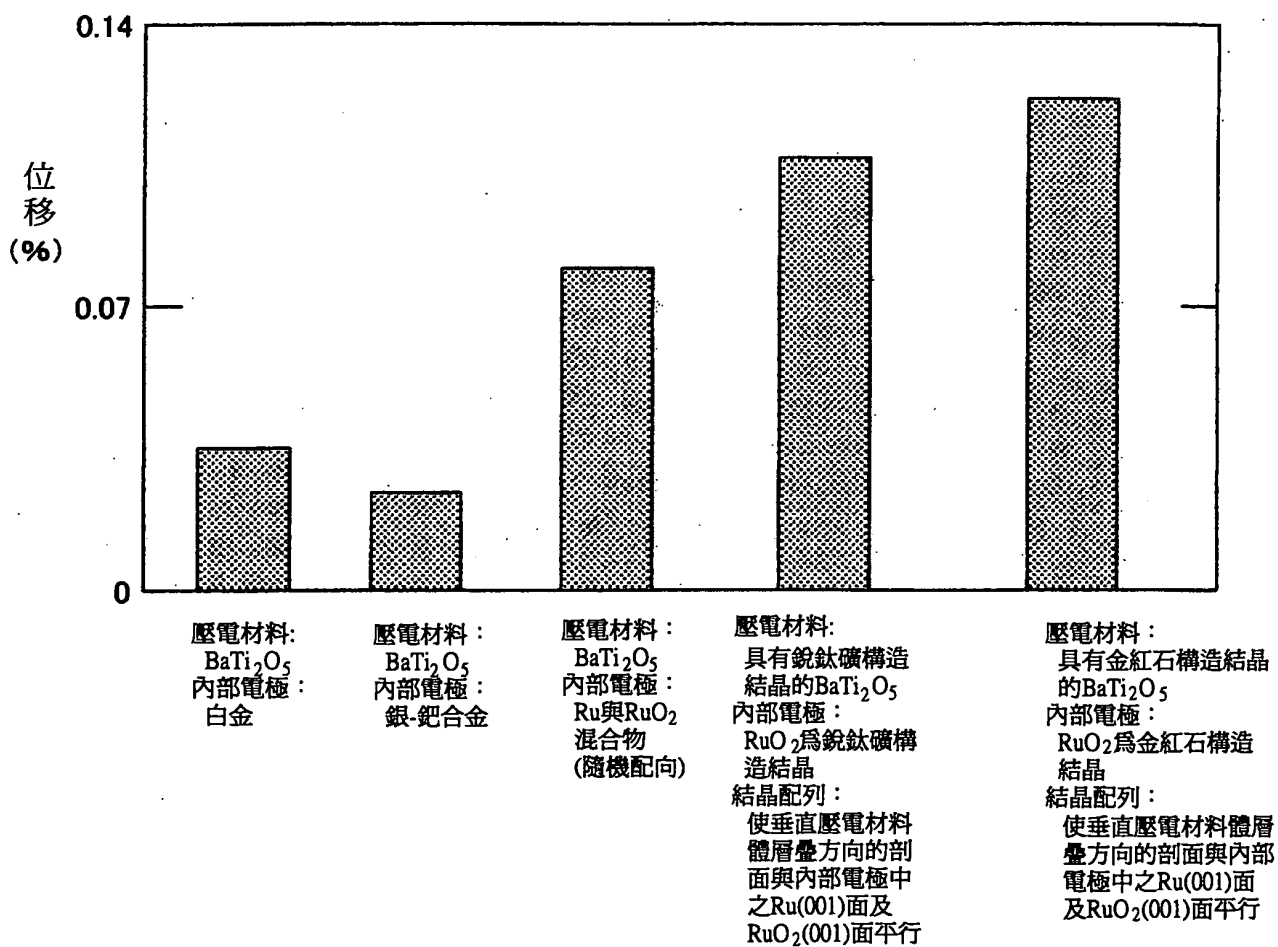
9. 如申請專利範圍第 4 項之壓電元件，其中，在前述接合層與前述壓電材料體之間設置內部電極層，在前述接合層與內部電極層的一邊設置電氣絕緣層，利用不存在該電氣絕緣層的另一邊電氣接合前述內部電極層及接合層與前述外部電極。

10. 如申請專利範圍第 4 項之壓電元件，其中，使用導電性材料作為前述接合層，在該接合層的一邊設置電氣絕緣層，利用不存在該電氣絕緣層的另一邊電氣接合前述接合層與外部電極。

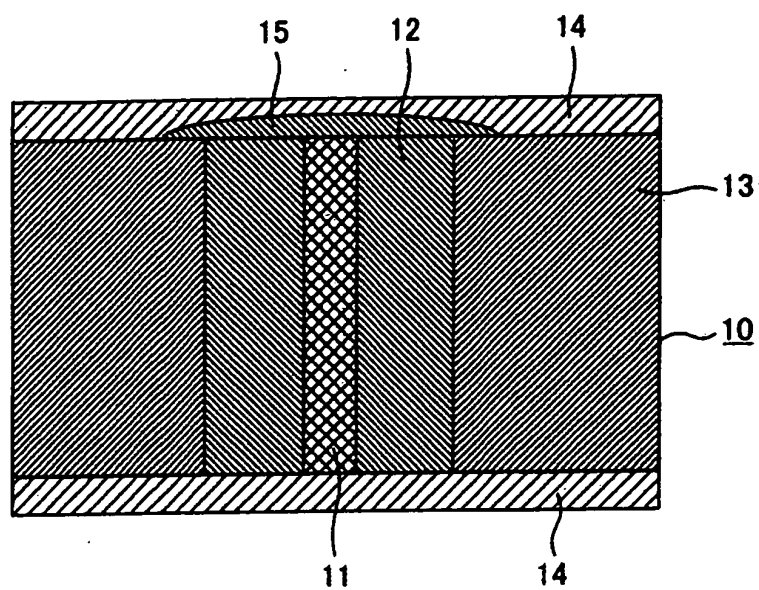
第1圖



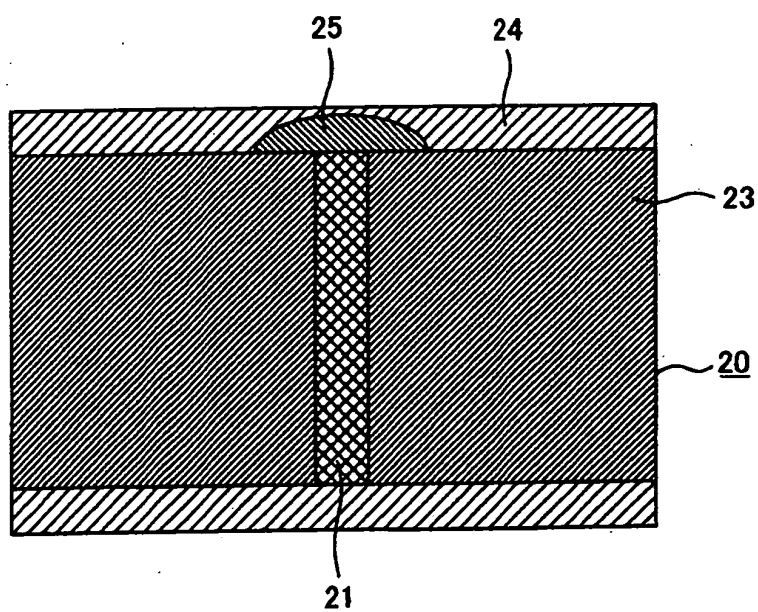
第2圖



第3圖



第4圖



四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：

1：壓電元件

2：壓電材料體

3：內部電極

4：電氣絕緣層

5：外部電極

6：引線

7：接合層

B：壓電元件晶片塊

T：壓電元件晶片

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無