

(21)申請案號：099132479

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 24 日

(51)Int. Cl. : **H01L41/08 (2006.01)**

H01L41/18 (2006.01)

(71)申請人：中國鋼鐵股份有限公司 (中華民國) CHINA STEEL CORPORATION (TW)

高雄市小港區中鋼路 1 號

(72)發明人：余承聖 (TW)；莊武松 (TW)

(74)代理人：蔡東賢

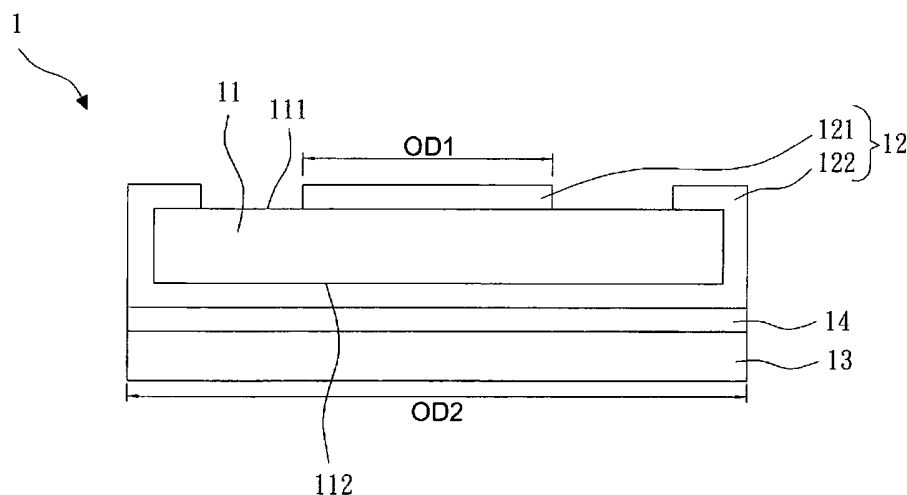
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 25 頁

(54)名稱

壓電陶瓷片振盪子及其製作方法

(57)摘要

本發明係關於一種壓電陶瓷片振盪子及其製作方法，該壓電陶瓷片振盪子包括：一壓電陶瓷基材及一電極單元。該壓電陶瓷基材具有相對之一第一表面及一第二表面，其機械品質因子(Q_m)係大於 1400。該電極單元具有一第一電極及一第二電極，該第一電極設置於該第一表面，該第一電極具有一第一直徑，該第二電極覆蓋該第二表面且延伸覆蓋至該第一表面周緣之部分表面，該第二電極之覆蓋該第二表面之部分具有一第二直徑，該第一直徑與該第二直徑之配比係為 0.498 至 0.502。藉此，本發明之壓電陶瓷片振盪子之霧化量大、使用壽命長。



1：本發明之壓電陶瓷片振盪子

11：壓電陶瓷基材

12：電極單元

13：箔片

14：結合材料

111：第一表面

112：第二表面

121：第一電極

122：第二電極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種壓電陶瓷片裝置及其製作方法，特別是一種壓電陶瓷片振盪子及其製作方法。

【先前技術】

在習知技術中，壓電陶瓷片振盪子(PZT Transducer)可用於霧濕器，其可於水中產生超音波，推升出一水柱，由水柱與空氣界面噴出表面音波之瑞利波(Rayleigh wave)液滴，並經由風扇吹入空氣輸送出霧滴至周圍環境，霧滴飄浮在空中達到增加環境溼度之目地。液滴大小與超音波頻率有關，頻率愈高、液滴則愈小，在相同之輸送液滴裝置下則霧化量愈小。

有些習知霧濕器以超音波噴出藥物小液滴，經由鼻子吸入肺中加以吸收，達到治療疾病(如氣喘病)之功效。有些習知霧濕器以超音波噴出清潔劑液滴滲透分佈於碗碟上，可用少量的水即可去除油污，達到洗碗機省水之功能。有些習知霧濕器則除了產生水滴外，同時經由高壓尖端放電使產生臭氧並隨水滴飄浮空中，被人體吸收後，宣稱具有抗氧化之養生功效。

習知技術中設計霧濕器著重在如何以較小之輸入電能，產生較大之霧化水滴量，簡稱霧化量(Mist amount)，設計重點著重在液滴輸送裝置、電源與振盪線路設計，另一方面則為避免噴霧水槽內水量逐漸減少，造成振盪子無水下仍進行超音波振盪，超音波能量無水傳遞出，致使振盪子

聚能過熱，超過居禮溫度後失去功能，所以設計著重在儲水液位偵測及大水槽內之水如何自動進量控制至噴霧水槽中，並使振盪子振動面與液位維持一定之距離，或者需控制振盪子與液位之傾斜角度、或加裝大液滴隔除導管等，以達到較大或穩定之噴霧量等。

近年來，輕薄短小可攜式霧濕器需求日增，以小電能噴霧之裝置漸為發展趨勢，設計上採用壓電陶瓷片產生振動擠壓液體經由具小孔洞之金屬片產生霧滴，其訴求大都為霧濕器構造之設計，針對如何製作噴霧量大、壽命長之壓電陶瓷片振盪子則少有文獻及專利探討。

以下列舉數篇關於霧濕器振盪子之先前技術文獻，並進行簡單之說明。

先前技術文獻1：高橋實，「超音波振動子」，岡琦清、一瀬昇、五十嵐秀二，大野留治、山本博孝編「壓電陶瓷之應用」，學獻社出版，pp.184~191(1988)。

對製作霧濕器振盪子提出一些定性及理論之說明，未揭示振盪子電極設計和膠黏製程等對霧化量之影響。

先前技術文獻2：美國專利第4257989A號(TDK 霧濕器)。

揭示霧濕器之結構組合和振盪子之電極佈置，未說明振盪子之相關製作方法及性能。

先前技術文獻3：美國專利第5021701A號(TDK 振盪子架設裝置)。

揭示振盪子之電極佈置，未說明振盪子之相關一製作方

法及性能，以符合架設裝置而獲得最大霧化量。

先前技術文獻4：美國專利第4976259號(醫用超音波吸療器)。

揭示一吸療器，其使用相同電極佈置之振盪子，但未說明如何獲得大霧化量。

先前技術文獻5：美國專利第5757104號(振盪子與線路最佳匹配法)。

揭示一振盪子與線路最佳匹配法，其說明相同電極佈置或改變電極佈置之振盪子，可匹配最佳振盪線路獲得最大振動，但未說明振盪子電極直徑與陶片直徑配比可獲得最大振動(霧化量)。

因此，有必要提供一創新且具進步性的壓電陶瓷片振盪子及其製作方法，以解決上述問題。

【發明內容】

本發明提供一種壓電陶瓷片振盪子，包括：一壓電陶瓷基材及一電極單元。該壓電陶瓷基材具有相對之一第一表面及一第二表面，其機械品質因子(Q_m)係大於1400。該電極單元具有一第一電極及一第二電極，該第一電極設置於該第一表面，該第一電極具有一第一直徑，該第二電極覆蓋該第二表面且延伸覆蓋至該第一表面周緣之部分表面，該第二電極之覆蓋該第二表面之部分具有一第二直徑，該第一直徑與該第二直徑之配比係為0.498至0.502。

本發明另提供一種壓電陶瓷片振盪子之製作方法，包括以下步驟：(a)提供一壓電陶瓷基材，該壓電陶瓷基材具有

相對之一第一表面及一第二表面，其機械品質因子(Q_m)係大於1400；及(b)形成一電極單元於該壓電陶瓷基材，該電極單元具有一第一電極及一第二電極，該第一電極設置於該第一表面，該第一電極具有一第一直徑，該第二電極覆蓋該第二表面且延伸覆蓋至該第一表面周緣之部分表面，該第二電極之覆蓋該第二表面之部分具有一第二直徑，該第一直徑與該第二直徑之配比係為0.498至0.502。

由選用高機械品質因子 Q_m 之壓電陶瓷材料($Q_m > 1400$)、設計壓電陶瓷材料之相對二側之第一電極直徑及第二電極直徑之配比在適當範圍，及控制設置箔片之結合材料之厚度在適當範圍下，可製作出霧化量大、使用壽命長之壓電陶瓷片振盪子。

【實施方式】

圖1顯示本發明壓電陶瓷片振盪子之剖面圖；圖2顯示本發明壓電陶瓷片振盪子之俯視圖。配合參考圖1及2，在本實施例中，該壓電陶瓷片振盪子係為霧濕器用之壓電陶瓷片振盪子，但不以此應用為限。該壓電陶瓷片振盪子1包括：一壓電陶瓷基材11、一電極單元12、一箔片13及一結合材料14。該壓電陶瓷基材11具有相對之一第一表面111及一第二表面112，該壓電陶瓷基材11之機械品質因子(Q_m)係大於1400。

該電極單元12具有一第一電極121及一第二電極122，該第一電極121設置於該第一表面111，該第一電極121具有一第一直徑OD1。該第二電極122覆蓋該第二表面112且延

伸覆蓋至該第一表面111周緣之部分表面，該第二電極122之覆蓋該第二表面112之部分具有一第二直徑OD2。在本實施例中，該第一電極121及該第二電極122係為銀電極。該第一直徑OD1與該第二直徑OD2之配比係為0.498至0.502。

該箔片13設置於該壓電陶瓷基材11之一側且相對該第二表面112。在本實施例中，該箔片13係為金屬材質。較佳地，該箔片13係為不銹鋼(例如304、316不銹鋼)箔片或鈦金屬箔片，該箔片13之厚度較佳係為20至30微米。在本實施例中，該結合材料14係為環氧樹脂，其設置於該第二電極122與該箔片13之間。較佳地，該結合材料14之厚度係小於12微米。

可以理解的是，本發明之壓電陶瓷片振盪子1可不具有一箔片及一結合材料，其同樣可以作動且產生振盪功效。

圖3顯示本發明壓電陶瓷片振盪子之製作方法流程圖。配合參考圖1至3，首先，參考步驟S31，提供一壓電陶瓷基材11，該壓電陶瓷基材11具有相對之一第一表面111及一第二表面112，其機械品質因子(Q_m)係大於1400。

在本實施例中，步驟S31包括：步驟S311，將壓電陶瓷材料配方粉煅燒後細磨調漿，並噴霧造粒形成壓電陶瓷材料顆粒；步驟S312，壓胚成型該等壓電陶瓷材料顆粒；步驟S313，燒結壓胚後之壓電陶瓷材料；及步驟S314，平行研磨(lapping)燒結後之壓電陶瓷材料，以形成該壓電陶瓷基材11。

參考步驟S32，形成一電極單元12於該壓電陶瓷基材11。在本實施例中，步驟S32包括：塗佈一電極基材於該壓電陶瓷基材11之表面，該電極基材設置於該第一表面111，且該電極基材覆蓋該第二表面112且延伸覆蓋至該第一表面111周緣之部分表面；燒付該電極基材，以形成該電極單元12。其中，塗佈之電極基材之厚度較佳為0.01~0.002 mm。亦即，該電極單元12具有一第一電極121及一第二電極122，該第一電極121設置於該第一表面111，該第一電極121具有一第一直徑OD1。該第二電極122覆蓋該第二表面112且延伸覆蓋至該第一表面111周緣之部分表面，該第二電極122之覆蓋該第二表面112之部分具有一第二直徑OD2。較佳地，該第一直徑與該第二直徑之配比係為0.498至0.502。

在本實施例中，在該電極單元12形成之後，另包括一極化該壓電陶瓷基材11之步驟S33。在本實施例中，其係以高壓電極化該壓電陶瓷基材11。並且，在極化該壓電陶瓷基材11後，另包括一清洗該壓電陶瓷基材之步驟S34。

參考步驟S35，設置一箔片13於該壓電陶瓷基材11之一側且相對該第二表面112。在本實施例中，該箔片13係為金屬材質(金屬箔)，且係透過一結合材料14設置於該第二電極122與該箔片13之間。

在超音波霧濕器之應用中，本發明之壓電陶瓷片振盪子1係進行焊接導線或將壓電陶瓷振盪子1接觸導電環，再套入防水橡膠套或特殊設計之塑膠座殼中，即可製作完成具

壓電陶瓷片振盪子1之霧濕器。最後，壓電陶瓷片振盪子1之霧化量評估可用固定之振盪線路及輸入電能加以評估。

壓電陶瓷片振盪子材料之選擇

壓電陶瓷片振盪子1經由厚度方向之振動產生超音波，如市面上霧濕器使用之壓電陶瓷片振盪子1之頻率 f_r 約在1~3 MHz之間，改變壓電陶瓷基材11之厚度即可改變振動頻率，一般慣用之頻率分別有1.65、2.4、2.8 MHz，其對應之壓電陶瓷基材11厚度則需逐漸遞減。霧濕器內壓電陶瓷片振盪子1置於水底，其振幅 ξ (Vibration amplitude)與外加電壓 E 、壓電應變係數 d_{33} (Piezoelectric strain constant)及在水中之機械品質因子 Q_L (Mechanical quality factor)有關，以下列公式表示為：

$$\xi = d_{33} \cdot E \cdot Q_L \quad (1)$$

在水中之機械品質因子 Q_L 代表壓電陶瓷片振盪子1之振動時，部份動能被壓電陶瓷基材11以熱能消耗掉之大小，其與壓電陶瓷基材11材料之機械品質因子 Q_m 有關。壓電陶瓷基材11之機械品質因子 Q_m 愈大，振動時熱能消耗愈少。同理， Q_L 愈大，輸入電能以熱能方式消耗愈少、振幅相對較大。另外，壓電陶瓷之特性通常是壓電應變係數 d_{33} 愈大之材料其機械品質因子 Q_m 愈小。隨著新的壓電陶瓷材料例如低 d_{33} 、高 Q_m 壓電陶瓷材料之開發，其應用於霧濕器是否能產生較大之霧化量則未知。

表1係顯示3種壓電陶瓷片振盪子(比較例PZT-1、PZT-2和PZT-3，其中PZT-3係為本發明之一發明例)之壓電特性

比較結果，以及製成 1.65 MHz 超音波振盪子經輸入 24W 和 28W 電能驅動下之霧化量比較結果。結果顯示，高 Q_m 值之壓電陶瓷片振盪子(發明例 PZT-3， Q_m 大於 1400)可明顯獲得較大之霧化量，而 d_{33} 較高之壓電陶瓷片振盪子(比較例 PZT-1 及 PZT-2)所得霧化量較少。

表一

	壓電應變係數 $d_{33}(10^{-12}\text{m/V})$	機電耦合 係數 $k_p(\%)$	機械品質 因子 Q_m	霧化量(c.c./min)	
				24W	28W
比較例 1, PZT-1	450	65	500	2.9	4.9
比較例 2, PZT-2	380	62	1400	3.5	5.8
發明例 PZT-3	280	61	2000	4.1	6.6

在表 1 中，比較例 PZT-1 之壓電特性 $d_{33} \sim 450$ 、 $Q_m \sim 500$ ，且表 1 顯示當 Q_m 值大於 1400 時，1.65 MHz 壓電陶瓷片振盪子於輸入 28W 之電能驅動下可得約 350c.c./小時之霧化量，已能符合市場上對霧濕器產生高霧化量之最低需求。要強調的是，使用 $Q_m > 2000$ 之壓電陶瓷片製作壓電陶瓷片振盪子所組合之霧濕器，其霧化量優於市場上之其他霧濕裝置(例如：日本 TDK 或 Fukoku 公司製之超音波振盪子)。高 Q_m 之壓電陶瓷片振盪子置入水中，雖然有水之冷卻帶走熱量之影響，壓電陶瓷片振盪子之品質因子 Q_L 仍充份反應材料 Q_m 本質特性，使得對壓電陶瓷片振盪子之振幅仍有決定性之影響。

壓電陶瓷片振盪子之電極設計

在本發明中，應用於霧濕器之壓電陶瓷片振盪子 1 之電

極單元12佈置，係於壓電陶瓷基材11之第一表面111塗佈一中心圓銀電極(第一電極121)，其直徑為OD1，另於壓電陶瓷基材11之第二表面112全部表面、壓電陶瓷基材11之側面及第一表面111周緣之部分表面塗佈一背面銀電極(第二電極122)，該銀電極之覆蓋該第二表面112之部分具有一第二直徑OD2。

以直徑為20 mm之壓電陶瓷基材11為例，該第一表面111之中心圓銀電極直徑OD1約2 mm，且由該第二表面112延伸至該第一表面111之部分電極提供導電環輸入電能。霧濕器用壓電陶瓷片振盪子1採用厚度方向之振動，而厚度振動限制在中心圓銀電極下，壓電陶瓷片振盪子1之背面(位於該第二表面112之側)接觸水為輸出超音波之端面。然而，要說明的是，中心圓銀電極之面積(也是壓電陶瓷基材11內電偶極經外加高電壓極化使之排列整齊之區域)才是超音波可輸出之涵蓋範圍，所以超音波單位面積輸出之能量及輸出強度與中心圓銀電極之面積有關。

雖然壓電陶瓷片振盪子1使用厚度振動之模態輸出超音波，然而其平面振動模態之振動亦同時存在，此平面振動因為壓電陶瓷片振盪子1之背面銀電極面積和中心圓銀電極面積之差異，使得振動連界條件改變，同時改變壓電陶瓷片振盪子1之機電耦合係數，使得電能轉換為機械能之比例改變。

表2係顯示比較2種振動頻率(1.65 MHz和2.4 MHz)下，表1中之PZT-3壓電陶瓷片振盪子中心圓銀電極之直徑OD1

和背面銀電極之直徑OD2配比對霧化量之影響。其中，1.65 MHz和2.4 MHz壓電陶瓷片振盪子分別輸入24W和12W電能驅動。

表二

振盪子 應用頻率	陶片厚 t (mm)	OD1 (mm)	OD2 (mm)	霧化量 (c.c./min)
1.65MHz	1.23~1.25	12.9	20	3.39
1.65MHz (發明例)	1.23~1.25	13.1	20	4.13
1.65MHz	1.23~1.25	13.3	20	3.85
2.4MHz	0.84~0.86	10.05	20	2.68
2.4MHz (發明例)	0.84~0.86	10	20	2.94
2.4MHz	0.84~0.86	9.97	20	2.73
2.4MHz	0.84~0.86	9.95	20	2.57
2.4MHz	0.84~0.86	9.93	20	2.29

配合參考表1及表2，以PZT-3之壓電陶瓷基材製作背面銀電極之直徑OD2為20 mm、頻率分別為1.65 MHz和2.4 MHz之壓電陶瓷片振盪子，其厚度t分別為1.23~1.25 mm和0.84~0.86 mm，改變中心圓銀電極之直徑OD1分別為1.29~1.33 mm和10.93~11.05 mm，分別輸入24W和12W之電能比較評估霧化量之差異。

表2顯示，不論1.65 MHz和2.4 MHz之壓電陶瓷片振盪子，欲獲得最大霧化量，其中心圓銀電極之直徑OD1與背面銀電極直徑OD2有一最佳化之配比(OD1/OD2)值，隨著直徑配比(OD1/OD2)值之改變，霧化量急劇變化。所以霧濕器欲獲得最大霧化量需嚴格控制中心圓銀電極之直徑OD1與背面銀電極OD2之直徑配比(OD1/OD2)。

圖4顯示2.4 MHz之壓電陶瓷片振盪子產生之霧化量與直徑配比(OD1/OD2)之對應關係。在輸入12W之電能下欲獲得大於2.5c.c./分鐘之霧化量，則(OD1/OD2)之配比較佳係控制在0.498~0.502之範圍。

壓電陶瓷片振盪子貼黏金屬箔之黏膠厚度最佳化

壓電陶瓷片振盪子1應用在霧濕器中時，壓電陶瓷片振盪子1之背面直接接觸水或清潔劑液體等，如果是背面銀電極直接接觸液體，則容易腐蝕，影響壓電陶瓷片振盪子1之壽命，所以較佳會貼黏抗腐蝕性能較佳之金屬箔(箔片13)，該金屬箔包括304、316不銹鋼箔片或鈦金屬箔片等，其厚度約為20~30 μm ，以金屬箔直接面對液體，防蝕性能增加，壓電陶瓷片振盪子1之使用壽命得以延長。

要注意的是，貼黏金屬箔片會使用黏膠(結合材料14)，使用膠黏性能較佳之環氧樹脂膠(epoxy)，環氧樹脂膠以氫鍵鍵結二金屬面(背面銀電極和金屬箔片)。然而，黏膠之厚度需適當控制，才不會因黏膠過厚吸收振動能量、影響超音波強度而影響霧化量；但黏膠過薄可能膠黏強度過弱，金屬箔片易剝離，影響壓電陶瓷片振盪子之使用壽命。

表3顯示表1中之PZT-3壓電陶瓷片振盪子以M200、M250、M420三種網目(Mesh)之網版印刷環氧樹脂膠後，貼黏厚度30 μm 之金屬箔片，以100、200 Kg之施力於適當之溫度下黏著後，再控制溫度及壓力使環氧樹脂膠硬化後，觀察分析黏膠厚度、評估霧化量。

表 三

刷膠網目	施力 (Kg)	膠厚 t (μm)	霧化量 (c.c./min)
200Mesh	100	15	1.65
	200	14	1.81
250Mesh	100	13.4	2.22
	200	12	2.55
420Mesh	100	11	2.98
(發明例)	200	10	3.11

以 M200、M250、M420 三種網目之網版印刷黏膠，網目孔徑依序漸細小，所塗覆之黏膠量可依序遞減，控制貼黏時之施力，可使黏膠厚度獲得控制。以 M200、M250、M420 三種網目印塗黏膠之壓電陶瓷片振盪子，分別施力 100、200 Kg 下黏著，並以相同條件進行硬化處理，使黏膠厚度控至在 10~15 μm 之範圍。使用孔徑愈細之 M420 網目，其黏膠塗覆量愈少、介於金屬箔片和背面銀電極間之黏膠厚度愈薄，不同黏膠厚度之壓電陶瓷片振盪子經評估霧化量結果如表 3 所示。

參考圖 5，其顯示壓電陶瓷片振盪子之霧化量與黏膠(結合材料)厚度之關係。圖 5 顯示，黏膠厚度愈薄、霧化量愈大，黏膠厚度 < 12 μm 之壓電陶瓷片振盪子之霧化量可大於 25 c.c./分鐘。黏膠厚度約 10 μm 之壓電陶瓷片振盪子，經評估其膠結強度大於 3kg，且經長期(>1000 小時以上)連續之噴霧壽命測試合格。

綜上，由選用高機械品質因子 Q_m 之壓電陶瓷材料 11 ($Q_m > 1400$)、設計壓電陶瓷材料 11 之相對二側之第一電極

121直徑及第二電極122直徑之配比($OD1/OD2$)在適當範圍($OD1/OD2=0.498\sim0.502$)，及控制設置箔片13之結合材料14之厚度在適當範圍($<12\ \mu\text{m}$)下，可製作出霧化量大、使用壽命長之壓電陶瓷片振盪子1。

上述實施例僅為說明本發明之原理及其功效，並非限制本發明，因此習於此技術之人士對上述實施例進行修改及變化仍不脫本發明之精神。本發明之權利範圍應如後述之申請專利範圍所列。

【圖式簡單說明】

圖1顯示本發明壓電陶瓷片振盪子之剖面圖；

圖2顯示本發明壓電陶瓷片振盪子之俯視圖；

圖3顯示本發明壓電陶瓷片振盪子之製作方法流程圖；

圖4顯示2.4 MHz之壓電陶瓷片振盪子產生之霧化量與直徑配比($OD1/OD2$)之對應關係；及

圖5顯示本發明壓電陶瓷片振盪子之霧化量與黏膠厚度之關係。

【主要元件符號說明】

1	本發明之壓電陶瓷片振盪子
11	壓電陶瓷基材
12	電極單元
13	箔片
14	結合材料
111	第一表面
112	第二表面

121 第一電極

122 第二電極

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： P1132479

※申請日期：99.9.24

※IPC 分類：H01L 41/08 r2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 41/18 r2006.01

壓電陶瓷片振盪子及其製作方法

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種壓電陶瓷片振盪子及其製作方法，該壓電陶瓷片振盪子包括：一壓電陶瓷基材及一電極單元。該壓電陶瓷基材具有相對之一第一表面及一第二表面，其機械品質因子(Q_m)係大於1400。該電極單元具有一第一電極及一第二電極，該第一電極設置於該第一表面，該第一電極具有一第一直徑，該第二電極覆蓋該第二表面且延伸覆蓋至該第一表面周緣之部分表面，該第二電極之覆蓋該第二表面之部分具有一第二直徑，該第一直徑與該第二直徑之配比係為0.498至0.502。藉此，本發明之壓電陶瓷片振盪子之霧化量大、使用壽命長。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種壓電陶瓷片振盪子，包括：

一壓電陶瓷基材，具有相對之一第一表面及一第二表面，其機械品質因子(Q_m)係大於1400；及

一電極單元，具有一第一電極及一第二電極，該第一電極設置於該第一表面，該第一電極具有一第一直徑，該第二電極覆蓋該第二表面且延伸覆蓋至該第一表面周緣之部分表面，該第二電極之覆蓋該第二表面之部分具有一第二直徑，該第一直徑與該第二直徑之配比係為0.498至0.502。

2. 如請求項1之壓電陶瓷片振盪子，其中該第一電極及該第二電極係為銀電極。

3. 如請求項1之壓電陶瓷片振盪子，另包括一箔片，設置於該壓電陶瓷基材之一側且相對該第二表面。

4. 如請求項3之壓電陶瓷片振盪子，其中該箔片係為金屬材質。

5. 如請求項4之壓電陶瓷片振盪子，其中該箔片係為不銹鋼箔片或鈦金屬箔片。

6. 如請求項3之壓電陶瓷片振盪子，其中該箔片之厚度係為20至30微米。

7. 如請求項3之壓電陶瓷片振盪子，另包括一結合材料，設置於該第二電極與該箔片之間。

8. 如請求項6之壓電陶瓷片振盪子，其中該結合材料之厚度係小於12微米。

9. 一種壓電陶瓷片振盪子之製作方法，包括以下步驟：

- (a) 提供一壓電陶瓷基材，該壓電陶瓷基材具有相對之一第一表面及一第二表面，其機械品質因子(Q_m)係大於1400；及
- (b) 形成一電極單元於該壓電陶瓷基材，該電極單元具有一第一電極及一第二電極，該第一電極設置於該第一表面，該第一電極具有一第一直徑，該第二電極覆蓋該第二表面且延伸覆蓋至該第一表面周緣之部分表面，該第二電極之覆蓋該第二表面之部分具有一第二直徑，該第一直徑與該第二直徑之配比係為0.498至0.502。

10. 如請求項9之方法，其中步驟(a)另包括以下步驟：

- (a1) 將壓電陶瓷材料配方粉煅燒後細磨調漿，並噴霧造粒形成壓電陶瓷材料顆粒；
- (a2) 壓胚成型該等壓電陶瓷材料顆粒；
- (a3) 燒結壓胚後之壓電陶瓷材料；及
- (a4) 平行研磨燒結後之壓電陶瓷材料，以形成該壓電陶瓷基材。

11. 如請求項9之方法，其中步驟(b)另包括以下步驟：

- (b1) 塗佈一電極基材於該壓電陶瓷基材之表面，該電極基材設置於該第一表面，且該電極基材覆蓋該第二表面且延伸覆蓋至該第一表面周緣之部分表面；及
- (b2) 燒付該電極基材，以形成該電極單元。

12. 如請求項11之方法，其中在步驟(b2)之後，另包括一極

化該壓電陶瓷基材之步驟。

13. 如請求項9之方法，其中另包括一設置一箔片之步驟，該箔片設置於該壓電陶瓷基材之一側且相對該第二表面。
14. 如請求項13之方法，其中另包括一設置一結合材料於該第二電極與該箔片間之步驟。

八、圖式：

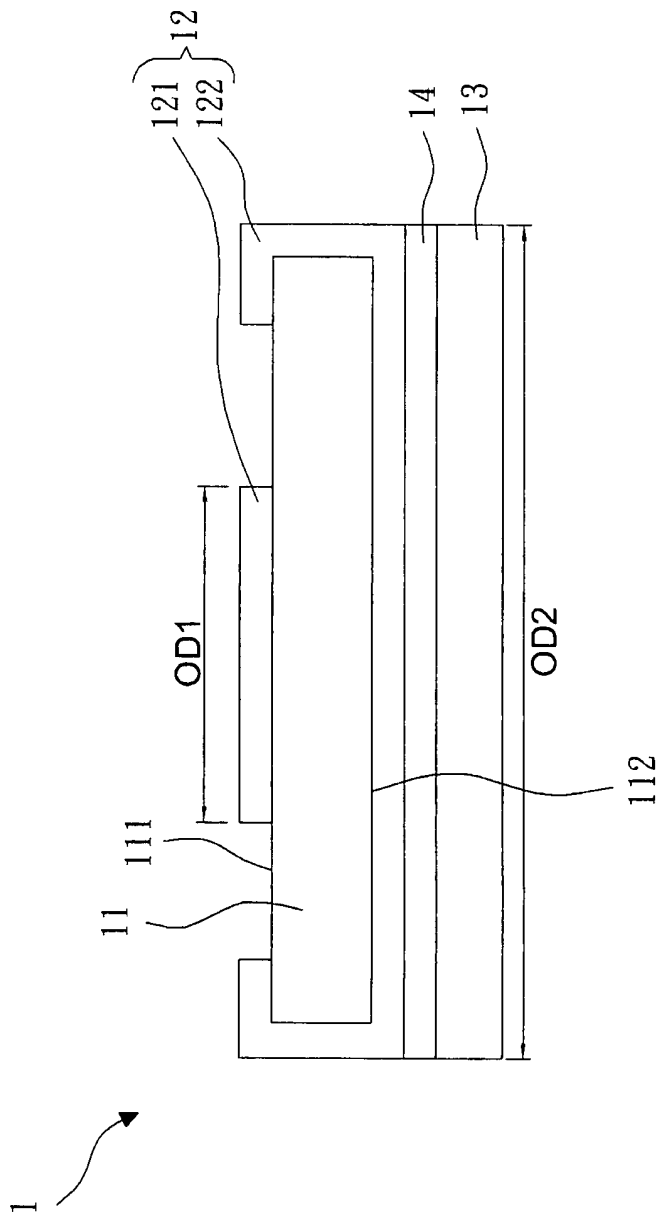


圖 1

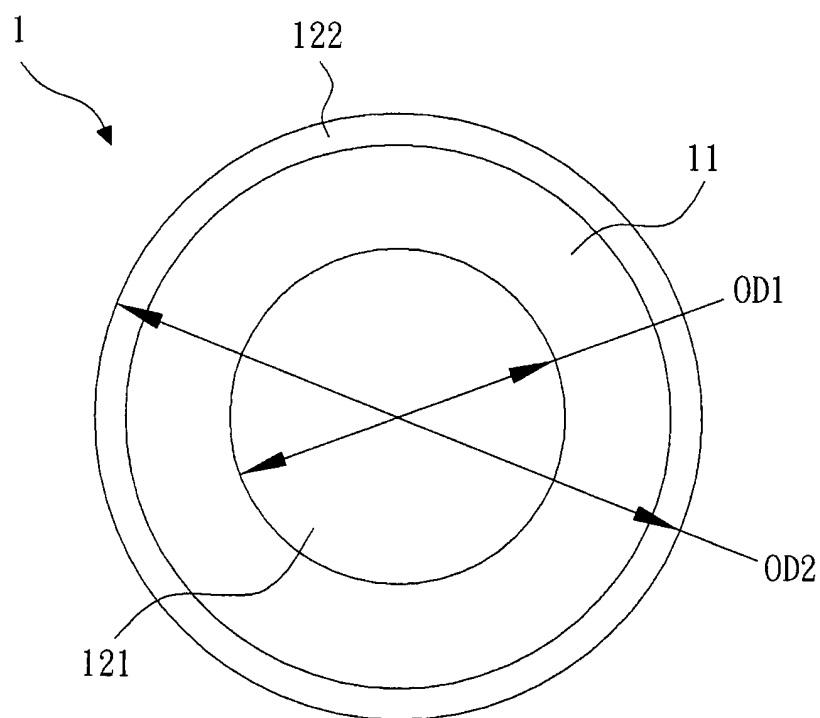


圖 2

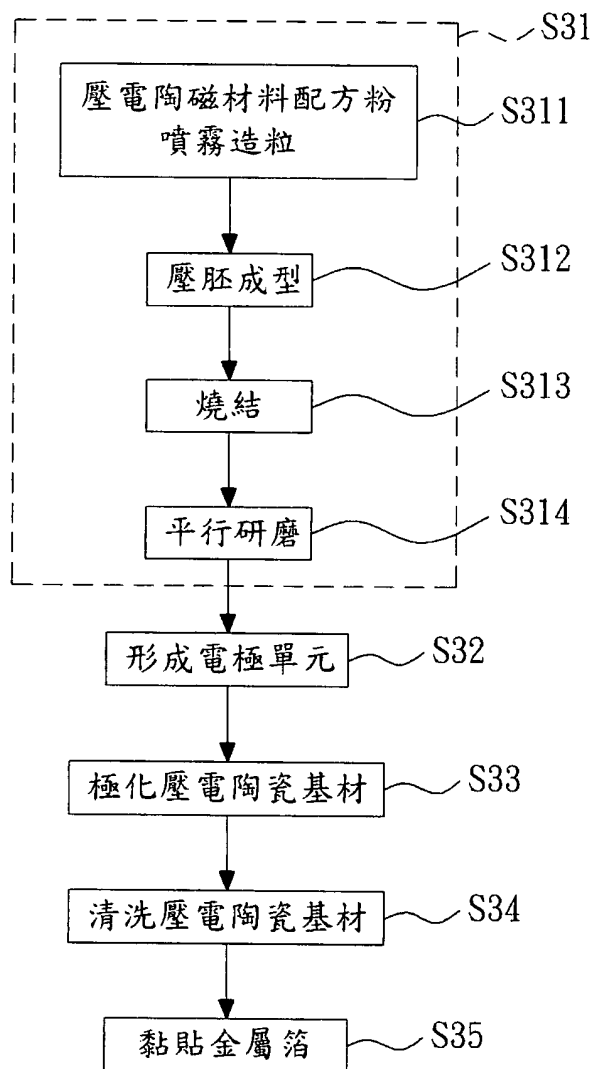


圖 3

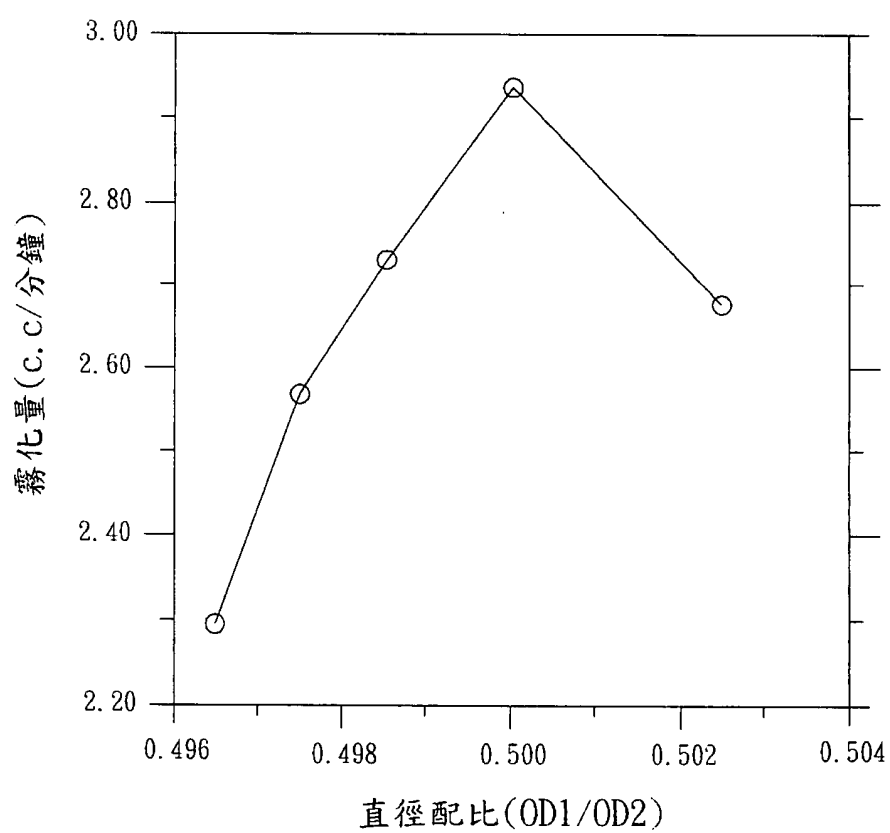


圖 4

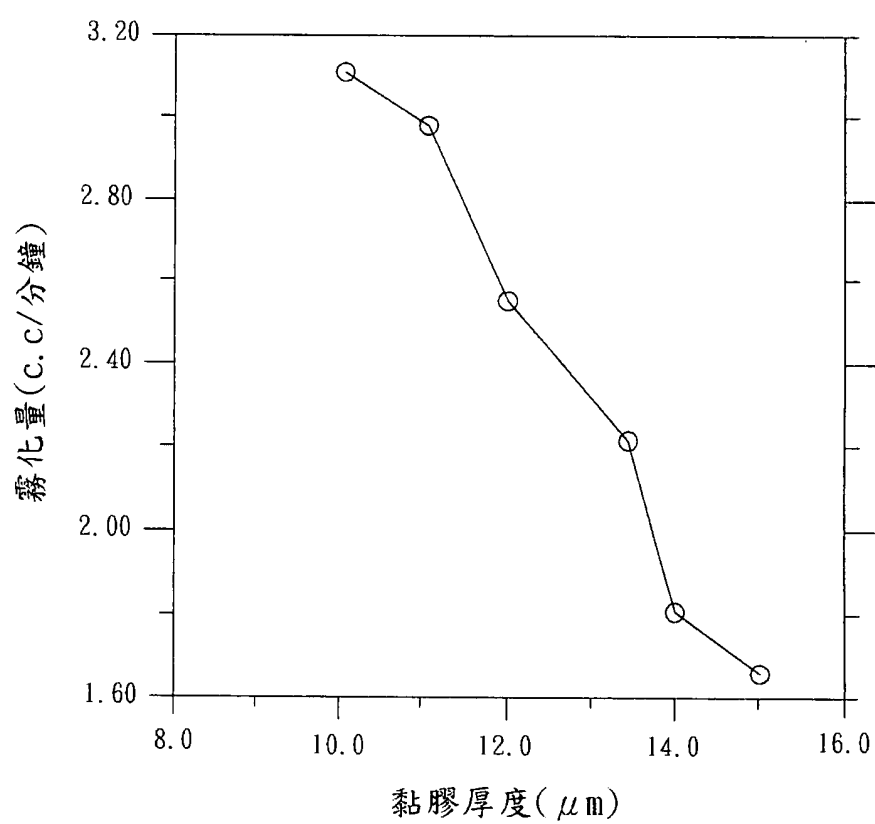


圖 5

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	本發明之壓電陶瓷片振盪子
11	壓電陶瓷基材
12	電極單元
13	箔片
14	結合材料
111	第一表面
112	第二表面
121	第一電極
122	第二電極

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)