

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

日本	1998年 5月 22日	10-141915	<input checked="" type="checkbox"/> 有主張優先權
日本	1999年 4月 30日	11-125303	<input checked="" type="checkbox"/> 有主張優先權

有關微生物已寄存於： ， 寄存日期： ， 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明(1)

(發明所屬之技術領域)

本發明乃有關於使用共振頻數不同之複數之共振器(共振子)，而以電氣的檢測振動波之每一頻數帶域之強度之振動波檢測方法及裝置，特別是有關於可以調整各頻數帶域之各檢測增益之振動波檢測方法及裝置。

(先前技術)

先前已有有關於，將長度不同(換言之共振頻數不同)之複數之共振子(共振器)予以排列配置，而對於聲波等之振動波，以各共振器以特定之頻數而選擇性的予以回應使之發生共振，將各共振子之共振水平變換為電氣訊號，以資檢測出振動波之每一頻數帶域之各強度之共振子排列配置型之振動感測器之報告。(例如：W.Beneke et al, "A Frequency-Selective, Piezo resistive Silicon Vibration Sensor", Digest of Technical Papers of TRANSDUCERS'85, pp.105-108(1985), 或 E.Peeters et al, "Vibration Signature Analysis Sensors for Predictive Diagnostics" Proceeding of SPIE'97, Vol3224, pp-220-230(1997))。

以往之振動感測器乃，在共振子(共振器)之基端形成壓電電阻而以惠斯登電橋等來檢測出由共振子之振動(共振)所引起之壓電電阻之電阻值之變化、以資從共振子取出電氣的輸出訊號。特別是後者之文獻之感測器乃，將各共振子之惠斯登電橋之輸出係一面切換多路轉換為一面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

獲得輸出訊號。

(發明所欲解決之課題)

在於此種振動感測器中，有對於所輸入之振動波之特定之頻數帶域之增益(檢測感度)予以控制之要求。在先前之振動感測器中，為了使之具有此種檢測感度之控制機能起見須要必備對於由各共振子所獲得之電氣的輸出訊號在於其後段的實施放大或減衰之處理之電路構成，所以全體之電路規模將會很大之問題。

本發明係鑑於此種情形狀所開發，提供一種以簡單的電路之構成而可賦有檢測感度控制機能之振動檢測方法及裝置為目的。

(解決問題之手段)

請求項1之振動波檢測方法係主要乃，對於分別與各不同之不同之頻數發生共振之複數之共振器傳播振動波而在上述各共振器上分別設置之檢測器來檢測，隨伴於上述各共振器各別之由上述頻數所致之電氣的輸出之振動波檢測方法中，

其特徵為，調整上述共振器各別之電氣的輸出之增益者。

請求項2之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第1項所述之振動波檢測方法，其中使用令面積予以變化之上述檢測器以資調整上述各共振器各自之電氣的輸出之增益者

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(β)

請求項 3 之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第 2 項所述之振動波檢測方法，其中使用各個之共振器之電氣的輸出之增益之能相等的將其面積予以設定之上述檢測器者。

請求項 4 之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第 1 項或 2，3 項所述之振動波檢測方法，其中至少有一個上述檢測器之一部份之被削除者。

請求項 5 之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第 1 項或 2，3，4 項其中之一項所述之振動波檢測方法，其中將上述檢測器並聯的連接構成並聯電路，在該並聯電路之一端施加電壓，由該並聯電路之另一端取出上述檢測器之電氣的輸出之和者。

請求項 6 之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第 1 項或 2 ~ 5 項其中之一項所述之振動波檢測方法，其中上述檢測器乃從應變檢測元件，容量性之元件及壓電電阻元件所成之群中所選出之元件者。

請求項 7 之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第 1 項或 2 ~ 5 項其中之一項所述之振動波檢測方法，其中上述檢測器乃，在上述各自之共振器上分別設置壓電電阻，令該壓電電阻之電阻值予以變化而調整上述各自之共振器之電氣的增益者。

請求項 8 之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第 1 項 ~ 第 5 項，7 項其中之一項所述之振動波檢測方法，其中

五、發明說明(4)

上述檢測器乃，在上述各自之共振器上分別設置壓電電阻、令施加於該壓電電阻之電壓予以改變以資調整上述共振器各自之電氣的輸出之增益者。

請求項 9 之振動波檢測方法乃如申請專利範圍第 5 項或 8 項所述之振動波檢測方法，其中所施加之電壓係交流電壓者。

請求項 10 之振動波檢測裝置乃主要係具備有，共振於各個分別不同之特定之頻數之複數之共振器，以及分別設於各個之共振器，用於檢由傳播於上述複數之共振器之振動波之隨伴於該共振器之各自之上述頻數之共振之電氣的輸出的檢測器，而成之振動波檢測裝置，其特徵為，上述檢測器乃調整上述共振器各自之電氣的輸出之增益的予以檢測而構成者。

請求項 11 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 10 項所述之振動波檢測裝置，其中分別的設置於各共振器之各檢測器之電氣的輸出之增益係實質的相等者。

請求項 12 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 10 項或第 11 項所述之振動波檢測裝置，其中分別設置於上述各個共振器之各檢測器之面積係可變者。

請求項 13 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 10 項或 11，12 項所述之振動波檢測裝置，其中將上述檢測器予以並聯構成並聯電路而備有連接於該並聯電路之電壓源，以及用於取出該並聯電路之電氣的輸出之和之輸出電路者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (5)

請求項 1 4 之檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 0 項或 1 1 , 1 2 , 1 3 項所述之振動波檢測裝置，其中上述檢測器係應變檢測元件。

請求項 1 5 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 0 項或 1 1 , 1 2 , 1 3 項所述之振動波檢測裝置，其中上述檢測器係容量性之元件。

請求項 1 6 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 0 項或 1 1 , 1 2 , 1 3 項所述之振動波檢測裝置，其中上述檢測器係壓電電阻。

請求項 1 7 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 6 項所述之振動波檢測裝置，其中上述壓電電阻之電阻值係可變。

請求項 1 8 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 7 項所述之振動波檢測裝置，其中上述壓電電阻之形狀係可變。

請求項 1 9 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 7 項所述之振動波檢測裝置，其中在上述壓電電阻上形成有細縫者。

請求項 2 0 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 6 項或 1 7 , 1 8 , 1 9 項所述之振動波檢測裝置，其中上述壓電電阻乃被設置成爲，流過於該狹窄部之電流之方向係與應變之方向實質的直交狀。

請求項 2 1 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 0 項至第 2 0 項其中之一項所述之振動波檢測裝置，其

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(6)

中將上述之複數之共振器，以複數之共振器為單位之各塊地將上述檢測器予以並聯連接構成並聯電路，而具備有對於各塊之並聯電路地將不同之電壓施加於上述檢測器之機構者。

請求項 2 2 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 2 1 項所述之振動波檢測裝置，其中具備有用於取出上述各塊之電氣的輸出之和之機構者。

請求項 2 3 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 3 項，2 1 項或 2 2 項所述之振動波檢測裝置，其中，所施加之電壓係交流電壓者。

請求項 2 4 之振動波檢測裝置乃如申請專利範圍第 1 0 項至第 2 3 項其中之一項所述之振動波檢測裝置，其中具備有，複數組之對於同一特定之頻數共振之複數之共振器者。

關於本發明之原理，係以下述之本發明之一例簡單的做說明。本發明中，將共振頻數分別不同之複數之共振器（共振子）予以排列配置。對於所輸入之振動波而各共振器係以該各共振子所賦有之共振頻數而選擇的回應，以資檢測出振動波中之各頻數成份之強度。

在各共振器分別形成有壓電電阻，這些壓電電阻係並聯的被連接，使之可輸出各共振器之振動波形之和而構成。

令壓電電阻之形狀變化以資改變該電阻值，或調整施加於此並聯電路之電壓，由而得設定每一個共振器之各檢

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(7)

測增益，

如上所述，不須要在於後段設置放大器之下，很容易自由的調整每一個共振器之各輸出增益由而可以獲得所欲之頻數特性，於是以與先前技術相比較之下，以簡單的構成就可實現具有檢測感度控制機能之振動波感測器。

在請求項 1，10 乃，可以調整每一個共振器之各電氣的輸出之增益，使之具有檢測控制機能。

在請求項 2，12 乃，使檢測器之面積變化以資調整共振器各自之電氣的輸出之增益，以簡單的電路構成就可以使之具有檢測感度之控制機能。

在請求項 3，11 乃，使共振器之各自之電氣的輸出之增益之能夠相等的設定該檢出器之面積，很容易使各共振器之各自之電氣的輸出之增益予以一定化。

在請求項 4 中至少一個檢測器之一部份予以削除，很容易調整電氣的輸出之增益。

在請求項 5，13 乃，將各共振器之檢測器予以並聯的連接，在該並聯電路之一端施加電壓，由該並聯電路之另一方取出各共振器之電氣的輸出之和而構成，可以簡化其接線。

在請求項 6，14 ~ 16，乃使用應變檢測元件，容量性之元件，或壓電電阻元件為檢測器，很容易實施電氣的輸出之增益之控制。

在請求項 7，17 乃，使壓電電阻之電阻值變化以資調整各共振器之電氣的輸出之增益，很容易實施該增益之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (8)

調整。

在請求項 8 乃，使施加於各共振器之壓電電阻之電壓不相同，以資調整各共振器之電氣的輸出之增益，很容易調整該增益。

在請求項 9，2 3 即採用交流電壓為施加電壓，可獲得共振器之振動之振幅之被調整之訊號。

在請求項 1 8 乃使共振器之壓電電阻之形狀變化由而可以使這些之壓電電阻之電阻值可變，很容易實施各共振器之電氣的輸出之增益調整

在請求項 1 9 乃在共振器之壓電電阻上形成細縫，由而可以使這些之壓電電阻之電阻值可變，很容易調整各共振器之電氣的輸出之增益。

在請求項 2 0 乃，使壓電電阻之狹窄部設計成為流過於該狹窄部之電流方向乃實質上與應變之方向成直交之狀。由於該狹窄部乃由應變也不會使比電阻變化，因此在該狹窄部而可以改變實質的壓電電阻之長度及寬度之兩方者。

在請求項 2 1 乃，將全部之共振器，以各複數之共振器地予以塊 (Block) 化，而每一個塊地將各檢測器予以並聯連接，對於各塊之各並聯電路上將不同之電壓施加於檢測器，可以使每一塊地將該電氣的輸出不相同也，又壓電電阻元件，容量性之元件乃電氣的屬於阻抗，依此等之檢測器而言很合宜。

請求項 2 2 乃採用取出各塊之電氣的輸出之和，因此

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

可以簡化線之連接。

請求項 2 4 乃具備有共振頻數相同之複數個共振器，由而一方面可獲得很大的電氣的輸出，同時可以防止檢測之錯失之發生也。

(發明之實施形態)

參照顯示其實施形態之附圖具體的說明本發明。又檢測之對象之振動波係以聲波之音響感測器為例說明於下。

(第 1 實施形態)

圖 1 係表示本發明之振動波檢測裝置之感測器本體之一例之圖。形成於半導體矽基板 20 之感測器本體 1 係由：接受輸入聲波之膜片 2，及連接於膜片 2 之一條橫斷樑 3，及連接於橫斷樑 3 之先端之終止板 4，以及懸臂支持於橫斷樑 3 之複數 (n 支) 之共振樑 5 所構成，這些之全部部份均由半導體矽所形成。

橫斷樑 3 乃該寬度係在膜片 2 端而最粗，自該處隨著朝向終止板 4 側而愈來愈漸變細，而在終止板 4 端而最細。而各共振樑 5 乃能共振於特定之頻數地調整其長度而成爲共振器 (共振子)。

這些複數之共振樑 5 係以下述 (1) 式所顯示之共振頻數 f 而選擇性的行回應振動也。

$$f = (C a Y^{1/2}) / (X^2 s^{1/2}) \dots \dots (1)$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (10)

但，C：以實驗所決定之常數

a：各共振樑 5 之厚度

X：各共振樑 5 之長度

Y：材料物質（半導體矽）之楊氏模數

s：材料物質（半導體矽）之密度

由上述（1）式可知，改變共振樑 5 之厚度 a 或改變長度 X 由而將其共振頻數 f 設定於所欲之值，使之具有各共振樑 5 具有固有之共振頻數。本例中將所有之共振樑 5 之厚度 a 為一定，而使長度 X 由右側（膜片 2 側）朝左側（終止板 4 側）地使之依序變長，而由右側（膜片 2 側）朝向左側（終止板 4 側）地將各共振樑 5 設定為令其固有振動之共振頻數自高頻數至低頻數也。

將含有 n 支之共振樑 5 之此種感測器本體 1 之具體的規格之一例顯示於下述表 1。又膜片 2，橫斷樑 3 及終止板 4 之厚度係與共振樑 5 之厚度（a）相同者。

表 1

參數	數值
共振樑 5 之個數 (n)	29 個
厚度 (a)	10 μ m
共振樑 5 之長度 (X_i)	$2450r^{i-29} \mu$ m
共振樑 5 之寬度 (b)	80 μ m
共振樑 5 之節距 (d)	120 μ m
橫斷樑 3 之寬度 (Z_i)	$60r^{29-i} \mu$ m

$$r = 2^{1/48} = 1.0145$$

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (1)

又上述之構成之感測器本體 1 係，使用微機械加工技術而製作於半導體矽基板 2 0 上。於是在此構成中，聲波之被輸入於板狀之膜片 2 時，該膜片 2 乃發生振動，表示該聲波之振動波即傳輸於橫斷樑 3，將懸臂支持於它之共振樑 5 以各自之特定之頻數而依序使之共振一面傳輸到終止板 4。

圖 2 乃使用此種感測器本體 1 之本發明之振動波檢測裝置之電路圖。在感測器本體 1 之各共振樑 5 之應變發生部份（橫斷樑 3 側）形成有由多晶矽所成之壓電電阻 6。這些壓電電阻 6 係以並聯地予以連接，該並聯電路之一端係連接於直流電源 7（電壓 V_0 ），另一端係連接於計算放大器 8 之輸入端子。計算放大器 8 之輸出端子係被接地。

以直流電源 7 將偏壓電壓 V_0 共同地施加於所有之共振樑 5。特定之共振樑 5 發生共振時由其應變而所對應之壓電電阻 6 之電阻值乃變化，這些之變化之和乃以計算放大器 8 之輸出之方式而可獲得也。

（第 2 實施形態）

圖 3 係表示本發明之振動波檢測裝置之感測器本體 1 之其他例之圖，第 2 實施形態中，並非如第 1 實施形態一般地在橫斷樑 3 之一側設置與特定之頻數共振地經調整了共長度之複數之共振樑 5，而是在橫斷樑 3 之兩側設有具有同一共振頻數之各 1 對有 n 組之共振樑 5。換言之在橫

五、發明說明 (12)

斷樑 3 之長軸方向之同一位置之所相連之一對共振樑 5 ，
5 乃同一長度且具有同一共振頻數。其他之膜片 2 ，橫斷
樑 3 及終止板 4 之構成即與第 1 實施形態者相同。

又此第 2 實施之形態乃，共振樑 5 之支數為 2 倍（ $2n$ 支，例如 $29 \times 2 = 58$ 支）之點之外，具體的規格也
與第 1 實施形態（表 1）相同，即與第 1 實施形態同樣地
所有之共振樑 5 之厚度 a 為一定，而長度 X 即從右側（膜
片 2 側）朝向至左側（終止板 4 側）地依序變長狀，而膜
片 2 側即為共振頻之高頻數側也。

圖 4 乃使用此種感測器本體 1 之本發明之振動波檢測
裝置之電路圖。圖 4 中與圖 2 之同一部份標上有相同之標
號。此例中，由於各一對地具有相同之共振頻數之共振樑
5，5 之構造（魚骨構造）所有使之連接了壓電電阻 6 之
並聯電路有二組存在。具備有對各自之並聯電路上施加直
流偏壓電壓 V_0 ， $-V_0$ 之直流電源 7，9，及取出各個之
並聯電路之輸出訊號之計算放大器 8，10。由加算兩並
聯電路之輸出訊號使之能獲得二倍之輸出者。又如有一支
之共振樑 5 有發生任何異常，而無法獲得其電氣的輸出訊
號時，以圖 2 所示之構造時將成為檢測之錯失。惟此時，
如圖 4 所示之構造時，即得由與發生異常之共振樑 5 成一
對之另外之共振樑 5 而可能獲得所對應之頻數性成份之輸
出訊號，因此不會發生檢測錯失也。

按將機械的振動變換為電氣的訊號之方法而使用壓電
電阻 6 之理由係由於製造簡單，變換特性係直線性，變換

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

效率高等之理由者。

下面說明動作。對於圖 1 或圖 3 之感測器本體 1 之膜片 2 輸入聲波時，該板狀之膜片 2 發生振動，顯示其聲波之該振動波之能量即介著橫斷樑 3 而傳播於每一個共振樑 5，由頻波側朝向低頻側的依序被吸收也。

圖 5 乃表示將 0.1 Pa 之聲波輸入於膜片 2 時，在各共振樑 5 之先端之振幅，以 FEM 分析來模擬結果之曲線圖。曲線圖之共振樑 5 之序號係從膜片 2 側開始算起者，由而確認了本發明之感測器本體 1 之具有優異之頻數選擇性之事實。

此種各共振樑 5 上發生共振時，由該應變而形成於共振樑 5 之壓電電阻 6 之電阻值會改變。對於並聯連接之各壓電電阻 6 將施加一定之偏壓電壓 V_0 ，而由各共振樑 5 之應變所引起之壓電電阻 6 之電阻值之變化即對於一條之訊號線上，以電流的被加算。

圖 4 中流通於計算放大器 8 之假想基地之電流 I 即以 (2) 式所示。

$$I = \sum_{i=1}^n \frac{V_0}{R_i + \delta R_i} \approx \sum_{i=1}^n \frac{V_0}{R_i} - \sum_{i=1}^n \left[\frac{V_0}{R_i} \right] \left[\frac{\delta R_i}{R_i} \right] \quad \dots(2)$$

但 R_i : i 序號之共振樑 5 上之電阻之常數項

δR_i : i 序號之共振樑 5 之由機械的振動所引起之振動項。

又，計算放大器 8 之輸出電壓 V 係以 (3) 式可表

五、發明說明 (14)

示。(3) 式中第 2 項係表示由振動所引起之變動電壓。

$$V_+ = - \sum_{i=1}^n \frac{R_i V_0}{R_i} + \sum_{i=1}^n \left[\frac{R_i V_0}{R_i} \right] \left[\frac{\delta R_i}{R_i} \right] \dots(3)$$

但 R_i : 反饋電阻。

如壓電電阻 6 之應變在所有之共振樑 5 而一定其值為 ϵ_i 時由振動所引起之電阻之變化比率即可以用 (4) 式來表示，

對於輸出電壓之貢獻比即以 (5) 式來顯示。所以 (3) 式之第 2 項所表示之由振動引起之變動電壓 V_+ 即如 (6) 式

$$\frac{\delta R_i}{R_i} = \pi E \epsilon \dots(4)$$

$$\frac{R_i V_0}{R_i} = \frac{R_i h V_0}{\rho} \frac{W_i}{L_i} \dots(5)$$

$$v_+ = \sum_{i=1}^n \frac{\delta R_i}{R_i} \frac{R_i V_0}{R_i} \approx \sum_{i=1}^n \pi E \epsilon \frac{h R_i V_0}{\rho} \frac{W_i}{L_i} \dots(6)$$

但， ρ : 電阻率

πE : 應變靈敏度係數

L_i, W_i, h : i 序番之共振樑 5 之壓電電阻 6 之長，寬，厚（厚度 h 係一定值）。

因此由 (5) 式及 (6) 式可知貢獻比及變動電壓，得於由各共振樑 5 之壓電電阻 6 之形狀 (W_i / L_i) 而獨立地可以控制，同時由偏壓電壓 V_0 而對於所有之共振樑而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

可以控制成一定。

如上所述，變動電壓之增益係依存於壓電電阻 6 之形狀，所以令形成於共振樑 5 之壓電電阻 6 之形狀變化、換言之改變壓電電阻 6 之電阻值而可以各共振樑 5 每一個地可調整其增益也。

在圖 4 之構成中， $V_0 = 5 \text{ V}$ ， $R_i = 4 \text{ K } \Omega$ ， $\rho = 8 \cdot 0 \times 10^{-5} \text{ } \Omega \text{ m}$ ，

$L_i = 200 \text{ } \mu \text{ m}$ ， $W_i = 20 \text{ } \mu \text{ m}$ ，

$R_i = 1 \text{ M } \Omega$ $\pi \text{ E} = 100$ 之條件實施模擬，將 ε_i 之電壓振幅以 FEM 分析來做計算，此時將所有之共振樑 5 上所形成之壓電電阻 6 之形狀使之完全相同，其結果顯示於圖 6，可知頻數回應並非平坦狀。

於是為了獲得平坦之頻數回應地使形成於各共振樑 5 之壓電電阻 6 之形狀 (W_i / L_i) 變化調整了各共振樑 5 之輸出增益之後，以同樣之條件實施了模擬，將 ε_i 之電壓振幅以 FEM 分析來計算。該結果在圖 6 以虛線來表示。由此可知獲得平坦的頻數回應。如上所述，變化了低電電阻 6 之形狀 (W_i / L_i) 由而很容易控制各共振樑 5 之輸出增益也

下面說明改變壓電電阻 6 之電阻值之幾個具體例。

圖 7 係表示電阻值變更之一例之圖，將形成於共振樑 5 之寬 $W_i = 10 \text{ } \mu \text{ m}$ ，長 $L_i = 100 \text{ } \mu \text{ m}$ 之壓電電阻 6 (圖 7 (a)) 變更爲寬 $W_i = 20 \text{ } \mu \text{ m}$ ，長 $L_i = 100 \text{ } \mu \text{ m}$ 之壓電電阻 6 (圖 7 (b))，如上所述改變壓電電阻

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

6 之寬 W ；而將 $4 K \Omega$ 之電阻值改變為 $2 K \Omega$ 也。

圖 8 係表示電阻值變更之其他例子之圖。將形成於共振樑 5 之矩形狀之壓電電阻 6 (圖 8 (a)) 之一部份，例如使用雷射修整機而與應邊之方向成直交的形細縫 2 1 (圖 8 (b))。

將施加細縫 2 1 前之等效電路表示於圖 8 (c)，而施加細縫 2 1 後之等效電路表示於圖 8 (d)。由而由施加了細縫 2 1 所形成之狹窄部份之電阻 R' 與電阻 $R + \delta R$ 成爲串聯之連結而全體之電阻值會改變。以細縫 2 1 之長度而可調整 R' 之值。又由於細縫之寬度小 $R + \delta R$ 之值可視爲與形成了細縫 2 1 沒有關係之一定值，所以由 R' 之值，換言之由細縫 2 1 之附加之方式即可控制共振樑 5 之輸出增益也。

圖 9 係表示變電電阻值之又一其他例之圖。與上述之例不同，將形成二條細縫 2 1，2 1，而使流通於狹窄部之電流之方向係與應邊之方向成直交之方向。此時，在與直交於應邊方向之方向地電流之流通之狹窄部即由應邊而比電阻不會變化。在本例中，成爲追加電阻份之此狹窄部乃由細縫 2 1，2 1 之附加之方式而可以改變長度及寬度之兩方。故與上述之例子做比較時， R' 之值之調整之自由度會變大。

在上述例子時只有狹窄部之寬度係 R' 值之參數，所以爲了增加該值起見須要將寬做成非常細，因此加工上之限制很大，相對的本例乃狹窄部之長度及寬度係 R' 之值

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

之參數所以可能使共振樑 5 之輸出增益之控制範圍擴大也。

再者，圖 8，圖 9 所示之細縫 2 1 得以光蝕法技術而在製造感測器之製程中製造，或在感測器之製程之後，以雷射修整機或以聚束離子射線之照射來形成均可以。任何一者均以對於所製造之感測器而以雷射修整機或聚束離子射線照射之加工而可實施增益之調整也。

如前面所述，由（5）式及（6）式，以施加於各共振樑 5 之壓電電阻 6 之偏壓電壓 V_0 而可控制貢獻比及變動電壓。如上所述變動電壓之增益係依存於對於壓電電阻 6 所施加之偏壓電壓 V_0 ，所以改變該偏壓電壓 V_0 由而各共振樑 5 每一個地可調整該輸出增益也。

圖 10 係，對於各共振樑 5 之壓電電阻 6 使偏壓電壓改變之本發明之振動波檢測裝置之一例之電路圖。圖 10 中與圖 4 相同之部份係標上有相同標號。此例乃將各共振樑 5 之各壓電電阻 6 之一端連接於獨立之電源、而對各壓電電阻 6 施加不同大小之偏壓電壓者。

具體的說，圖 10 所示之例乃形成於三個之各共振樑 5 A，5 B，5 C 上之各壓電電阻 6 A，6 B，6 C 之各一端係分別連接於各獨立之直流電源 7 A，7 B，7 C（9 A，9 B，9 C），各另一端即共同化而做為輸出端子，而對各壓電電阻 6 A，6 B，6 C 每一個地各施加不同之電壓 V_A （ $-V_A$ ）、 V_B （ $-V_B$ ）、 V_C （ $-V_C$ ）。又施加於各壓電電阻 6 A，6 B，6 C 之偏壓電壓之大小

五、發明說明⁽¹⁸⁾

係隨應於各共振樑 5 A，5 B，5 C 之欲設定之增益來決定。

如上所述將使各共振樑 5 之各壓電電阻 6 之偏壓電壓之大小得於變化，所以對各共振樑 5 之共振頻數地可以自由地設定增益也。

圖 1 1 係對於各共振樑 5 之壓電電阻 6 改變了偏壓電壓之振動波檢測裝置之其他例之電路圖。圖 1 1 中、與圖 4 同一部份係標上同一標號。此例係將所有之共振樑 5 分為欲設定於同一增益之規定之頻數帶域地分為多數之塊，而在各塊中令各共振樑 5 之壓電電阻 6 予以並聯連接，將各並聯電路之一端隨應於欲設定之增益地連接於獨立之電源，對於同一塊內之壓電電阻 6 即施加相同大小之偏壓電壓者。

具體的說，在圖 1 1 所示之例乃將四個共振樑 5 塊分為，共振頻數高之側之二個共振樑 5 a 及 5 b，及共振頻數低之側之二個共振樑 5 c 及 5 d。並且對於二個各自之塊上連接壓電電阻 6 a 與 6 b。同時連接壓電電阻 6 c 與 6 d。各並聯電路之一端係分別連接於獨立之直流電源 7 a，7 c (9 a，9 c)，而各另一端即共同化做為輸出端子。對於高頻數側之壓電電阻 6 a 及 6 b 即由直流電源 7 a (9 a) 施加偏壓電壓 V_a ($-V_a$)，對於低頻數側之壓電電阻 6 c 及 6 d 即由直流電源 7 c (9 c) 而施加偏壓電壓 V_c ($-V_c$)。又對於各並聯電路所施加之偏壓電壓 V_a ($-V_a$)， V_c ($-V_c$) 之大小乃隨應於各塊

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(19)

地（各頻數帶域）所欲設定之增益來決定。

如上所述對各頻數帶域地分別使共振樑 5 之壓電電阻 6 之偏壓電壓改變，所以各頻數帶域地將共振樑 5 之增益予以自由設定也。

下面說明此時之模擬之結果，將 29 支二組之共振樑 5、設置於橫斷樑 3 之兩側而成之感測器本體 1 上，除了兩端之二支二組之其他 25 支二組之共振樑 5 分為規定之各頻數帶域之 8 個塊，而如 12 所示，對於低頻數側之 4 個塊（自 27 序號至 16 序號之共振樑 5：16 序號之共振樑 5 之共振頻數係 3400 Hz）施加 5 V 之偏壓電壓，對於高頻數側之四個塊（自 3 序號到 15 序號之共振樑 5）施加 0 V 之偏壓電壓。

圖 13 表示此狀態之頻數與變動電壓之振幅之模擬結果。

以 3400 Hz 為境界地變動電壓之大小變低，由而確認了做為低通過濾波器 LPF（Low-Pass Filter）而可實現頻數之回應。

再者對於第 1，第 2 實施形態之振動感測器也可能施加時間的變化之偏壓電壓也可能。例如合宜之具體例將交流電壓用做偏壓時，可以獲得振動之振幅之被調制之訊號。

在上述之第 1，第 2 實施形態乃說明了以壓電元件（壓電電阻）來檢測隨伴於各共振樑之共振之應變時之例子。而下面之實施形態係以容量性之元件來檢測該應邊之靜

五、發明說明(20)

電容量方式時之例子。

（第3實施例）

圖14係表示本發明之振動波檢測裝置之第3實施形態之圖。圖14所示之感測器本體1之構成係與第1實施形態者相同，在與它同一部份標上相同之標號而省略其說明。

在對向於各共振樑5之先端部之位置之半導體矽基板20上，分別形成有電極11。而以各共振樑5之先端部與該對向之電極11而構成電容器。共振樑5之先端部乃隨著振動而其位置之會上下之可動電極。另一方面，形成於半導體矽基板20之電極11即成為其位置不會移動之固定電極。於是共振樑5之由特定之頻數而發生振動時，該對向電極間之距離會變動，所以電容器之容量乃發生變化。

圖15係該第3實施形態之電路圖，複數之電極11係並聯的予以連接，該並聯電路之一端係連接於直流電源12（電壓 V_0 ）。橫斷樑3係連接於計算放大器13之一（負）輸入端子。計算放大器13之正輸入端子即被接地，而以直流電源12將電壓 V_0 共同地施加於所有之電極11。當特定之共振樑5共振時，由該應變而共振樑5之先端部與電極11之間之距離發生變化，其間之電容器之容量變化、這些變化之和得以計算放大器13輸出（電壓 V_{out} ）來獲得。

五、發明說明 (21)

圖 1 5 中流入於計算放大器 1 3 之假想基地之電流 I' 得於 (7) 式來表示。

$$\begin{aligned} I' &= - \frac{d(\delta C V_0)}{d t} \\ &= \frac{d}{d t} \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i V_0}{d_i} \right) \delta d_i \\ &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i V_0}{d_i} \right) \left(\frac{d}{d t} \delta d_i \right) \quad \dots(7) \end{aligned}$$

但 d_i : 第 i 序號之共振樑 5 與所對應之電極 1 1 之間距離

δd_i : 隨著振動之上述距離 d_i 之微小變化

C_i : 第 i 序號之共振樑 5 與所對應之電極 1 1 之間之靜止時之容量

δc_i : 隨著振動之上述容量 c_i 之微小變化

c : 感測器本體 1 與電極 1 1 之間之容量

δc : 隨著振動之上述容量 c 之微小變化 (具體的 (8) 式)

$$\delta C = \sum_{i=1}^n \delta C_i \approx \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{d_i} \right) \delta d_i \quad \dots(8)$$

如果歸還係容量時，計算放大器 1 3 之輸出電力 V_{out} 得以 (9) 式來表示，而以電壓來取出各共振樑 5 之應邊也。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (22)

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= -\frac{1}{C_f} \int I' dt \\
 &= -\sum_{i=1}^n \left[\frac{C_i V_o}{C_f d_i} \right] \delta d_i \quad \dots(9)
 \end{aligned}$$

但， C_f ：反饋容量

以別的表现方式來說，即如上述（9）式，以各共振為變位之和的可輸出各共振樑5之和。另一方面在本案中不做詳論惟歸還係阻抗時，各共振樑5之共振得以速度之和來輸出。

由上述（9）式，如果每一個各共振樑5（各頻數帶域地）地各自欲調整增益時即容量 C_i ，距離 d_i ，距離之微小變化 δd_i 之其中之一變化就可以。

下面說明使各參數變化以資調整各共振樑5之增益之例子。

圖16係表示，使容量 C_i 改變時之例子之平面圖。即使三支共振樑5A，5B，5C中之長度最長之共振樑5之所對應之電極11c之面積，較小於對應於其他二支共振樑5A，5B之電極11A，11B之面積。

此時之共振頻數與輸出電壓 V_{out} 之關係表示於圖17。由該圖可知可以使低頻數領域之增益選擇的較其他頻數領域之增益降低也。

又，圖18（a）係表示令距離 d_i 變化時之例子之平面圖。圖18（b）係圖18（a）之X-X線上之剖面

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (23)

圖。令三支共振樑 5 A , 5 B , 5 C 中長度最短之共振樑 5 A 與所對應之電極 1 1 A 之間之距離為最短，中間之長度之共振樑 5 B 與所對應之電極 1 1 B 之間之距離為最長。此時之共振頻數與輸出電壓 V_{out} 之間之關係表示於圖 1 9 。可以使高頻數領域之增益最高。而使中間頻數領域之增益為最低。此時由於如上述 (9) 式可知，輸出電壓 V_{out} 乃隨著距離 d_i 之二乘而變化，所以如本例地使距離 d_i 變化時該增益調整幅度很大。

再者，圖 2 0 係表示令距離之微小變化 δd_i 變化時之例之平面圖，三支之共振樑 5 A , 5 B , 5 C 中之二支共振樑 5 A , 5 B 所對應之電極 1 1 A , 1 1 B 乃對應於共振樑 5 A , 5 B 之先端部地予以形成，惟對應於長度最長之共振樑 5 C 之電極 1 1 C 即對向於共振樑 5 C 之基端部而予以形成。在此位置地形成電極 1 1 C 之結果，相同大小之振動之發生於共振樑 5 C 時與對向於共振樑 5 C 之先端部的形成電極 1 1 C 時相比較時其微小變化 δd_i 會變小。此時之共振頻數與輸出電壓 V_{out} 之關係顯示於圖 2 1 。可知選擇的令低頻數領域之增益較其他之頻數領域之增益降低也。

再者在第 3 實施形態之振動感測器上亦可能施加隨時間的變化之偏壓電壓。例如合宜之具體例而使用交流電壓為偏壓電壓時，可以獲得振動之振幅之被調制之訊號者。

又，利用此靜電容量方式之振動波檢測裝置中，亦如上述之第 2 實施形態一般地在橫斷樑 3 之兩側設有同一之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (24)

共振頻數之各 1 對之 n 組之共振樑 5 地予以構成時，上述容量 C_i ，距離 d_i ，距離之微小變化 δd_i 改變時當然亦可以實施增益之調整。

在本發明乃採取檢測器（壓電電阻 6，電極 1 1）之條件（面積，形狀，設置位置）為可變來控制電氣的輸出之增益。而在於振動波檢測裝置之製造過程中之設置檢測器之時點才將這些條件分別設定於各自之共振樑也可行，或在檢測器之設置之後才變更這些條件也可以。

又本發明係振動波為聲波之音響感測器為例，惟當然聲波以外之振動波也得以同樣之構成來調整輸出之增益也。

（發明之效果）

如上所述，在本發明乃，將共振頻數分別不同之複數之共振器（共振子）予以陣列化，而對於所輸入之振動波而各共振器乃以該共振頻數而選擇的回應，以資檢測振動波之各頻數成份強度時，使之可調整各共振器之檢測增益，所以可以獲得所欲之頻數特性之振動波感測器也。

圖式之簡單說明

第 1 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之感測器本體之一例之圖。

第 2 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之一例之電路圖。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (25)

第 3 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之感測器本體之其他之例之圖。

第 4 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之其他例之電路圖。

第 5 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之在 F E M 分析之共振樑之頻數回應之模擬結果之曲線圖。

第 6 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之輸出電壓與頻數之關係之模擬結果之曲線圖。

第 7 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之壓電電阻之電阻值變更之一例之圖。

第 8 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之壓電電阻之電阻值變更之其他之例之圖。

第 9 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之壓電電阻之電阻值變更之其他之例之圖。

第 10 圖係本發明之振動波檢測裝置之又一其他例之電路圖。

第 11 圖係本發明之振動波檢測裝置之又一其他例之電路圖。

第 12 圖係表示本發明之振動波檢測裝置對於共振樑之偏壓電壓之圖樣例之曲線圖。

第 13 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之頻數與變動電壓之振幅之模擬結果之曲線圖。

第 14 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之又一其他例之圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (26)

第 1 5 圖係表示本發明之振動波檢測裝置之又一其他例之圖。

第 1 6 圖係表示變化了容量 C_1 時之例之平面圖。

第 1 7 圖係表示變化了容量 C_1 時之共振頻數與輸出電壓之關係之曲線圖。

第 1 8 圖係表示使距離 d_1 變化時之例之平面圖及剖面圖，

第 1 9 圖係表示使距離 d_1 變化時之共振頻數與輸出電壓之關係之曲線圖。

第 2 0 圖表示使距離之微小變化 δd_1 變化時之例之平面圖。

第 2 1 圖表示使距離之微小變化 δd_1 變化時之共振頻數與輸出電壓之關係之曲線圖。

標號說明

1	感測體本體
2	膜片
3	橫斷樑
4	終止板
5, 5A~5C, 5a~5d	共振樑
6, 6A~6C, 6a~6d	壓電電阻
7, 7A~7C, 7a~7b	直流電源
9, 9A~9C, 9a~9b, 12	直流電源
8, 10, 13	計算放大器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (27)

- 11,11A~11C 電極
- 20 半導體矽基板
- 21 細縫

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：振動波檢測方法及裝置)

(課題)：本發明係提供一種，以共振器陣列型之簡單的電路構成之下，可以控制輸入振動波之特定之頻數帶域之增益，使之具有檢出感度控制機能之振動波檢測方法以及裝置為其課題。

(解決手段)具有在特定之頻數而可共振之長度不同之共振樑5，在各共振樑5設置壓電電阻6，將這些各壓電電阻6並聯連接，藉由壓電電阻6而將振動變換為電氣訊號，而輸出各共振樑5之振動波形之和。將施加於此並聯電路之電源電壓予以變更，或改變壓電電阻6之形狀以資變更電阻值、而控制特定之頻數帶域之增益。

(選擇圖)：第4圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

英文發明摘要(發明之名稱：)

訂

線

六、申請專利範圍

1 . 一種振動波檢測方法，主要乃，對於分別與各不同之不同之頻數發生共振之複數之共振器傳播振動波而以上述各共振器上分別設置之檢測器來檢測，隨伴於上述各共振器各別之由上述頻數所致之電氣的輸出之振動波檢測方法中，

其特徵為，調整上述共振器各別之電氣的輸出之增益者。

2 . 如申請專利範圍第 1 項所述之振動波檢測方法，其中使用令面積予以變化之上述檢測器以資調整上述各共振器各自之電氣的輸出之增益者。

3 . 如申請專利範圍第 2 項所述之振動波檢測方法，其中使用各個之共振器之電氣的輸出之增益之能相等的將其面積予以設定之上述檢測器者。

4 . 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之振動波檢測方法，其中至少有一個上述檢測器之一部份之被削除者。

5 . 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之振動波檢測方法，其中將上述檢測器並聯的连接構成並聯電路，在該並聯電路之一端施加電壓，由該並聯電路之另一端取出上述檢測器之電氣的輸出之和者。

6 . 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之振動波檢測方法，其中上述檢測器乃從應變檢測元件，容量性之元件及壓電電阻元件所成之群中所選出之元件者。

7 . 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之

六、申請專利範圍

振動波檢測方法，其中上述檢測器乃，在上述各自之共振器上分別設置壓電電阻，令該壓電電阻之電阻值予以變化而調整上述各自之共振器之電氣的增益者。

8．如申請專利範圍第1項至第3項中任一項所述之振動波檢測方法，其中上述檢測器乃，在上述各自之共振器上分別設置壓電電阻、令施加於該壓電電阻之電壓予以改變以資調整上述共振器各自之電氣的輸出之增益者。

9．如申請專利範圍第5項所述之振動波檢測方法，其中所施加之電壓係交流電壓者。

10．一種振動波檢測裝置，主要係具備有，共振於各個分別不同之特定之頻數之複數之共振器，以及分別設於各個之共振器，用於檢由傳播於上述複數之共振器之振動波之隨伴於該共振器之各自之上述頻數之共振之電氣的輸出的檢測器，而成之振動波檢測裝置，其特徵為，上述檢測器乃調整上述共振器各自之電氣的輸出之增益的予以檢測而構成者。

11．如申請專利範圍第10項所述之振動波檢測裝置，其中分別的設置於各共振器之各檢測器之電氣的輸出之增益係實質的相等者。

12．如申請專利範圍第10項或第11項所述之振動波檢測裝置，其中分別設置於上述各個共振器之各檢測器之面積係可變者。

13．如申請專利範圍第10項或第11項所述之振動波檢測裝置，其中將上述檢測器予以並聯構成並聯電路

六、申請專利範圍

而備有連接於該並聯電路之電壓源，以及用於取出該並聯電路之電氣的輸出之和之輸出電路者。

14．如申請專利範圍第10項或第11項所述之振動波檢測裝置，其中上述檢測器係應變檢測元件。

15．如申請專利範圍第10項或第11項所述之振動波檢測裝置，其中上述檢測器係容量性之元件。

16．如申請專利範圍第10項或第11項所述之振動波檢測裝置，其中上述檢測器係壓電電阻。

17．如申請專利範圍第16項所述之振動波檢測裝置，其中上述壓電電阻之電阻值係可變。

18．如申請專利範圍第17項所述之振動波檢測裝置，其中上述壓電電阻之形狀係可變。

19．如申請專利範圍第17項所述之振動波檢測裝置，其中在上述壓電電阻上形成有細縫者。

20．如申請專利範圍第16項所述之振動波檢測裝置，其中上述壓電電阻乃被設置成爲，流過於該狹窄部之電流之方向係與應變之方向實質的直交狀。

21．如申請專利範圍第10項或第11項所述之振動波檢測裝置，其中將上述之複數之共振器，以複數之共振器爲單位之各塊地將上述檢測器予以並聯連接構成並聯電路，而具備有對於各塊之並聯電路地將不同之電壓施加於上述檢測器之機構者。

22．如申請專利範圍第21項所述之振動波檢測裝置，其中具備有用於取出上述各塊之電氣的輸出之和之機

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

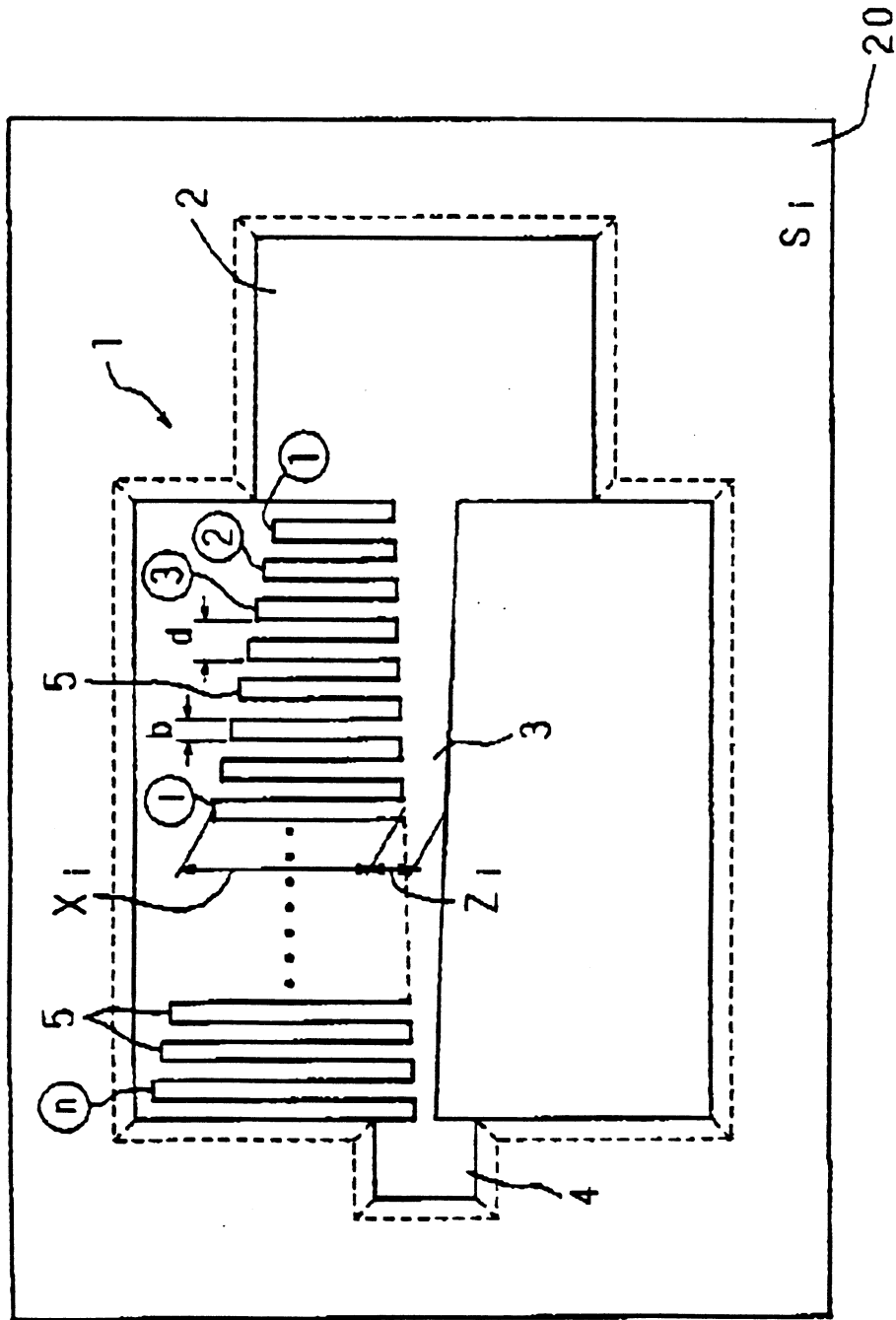
構者。

23. 如申請專利範圍第21項所述之振動波檢測裝置，其中，所施加之電壓係交流電壓者。

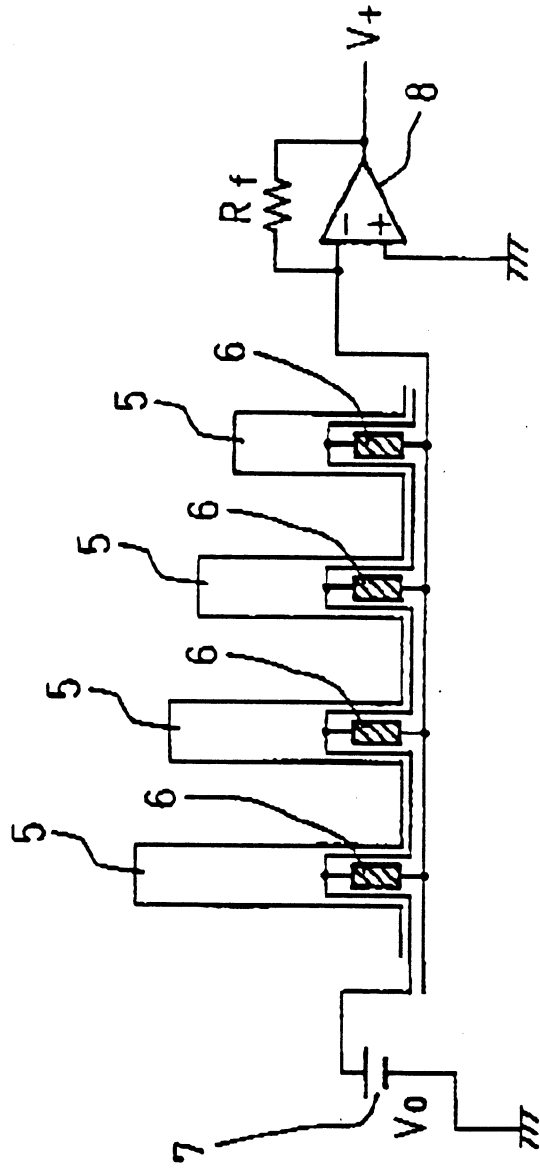
24. 如申請專利範圍第10項或第11項所述之振動波檢測裝置，其中具備有，複數組之對於同一特定之頻數共振之複數之共振器者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

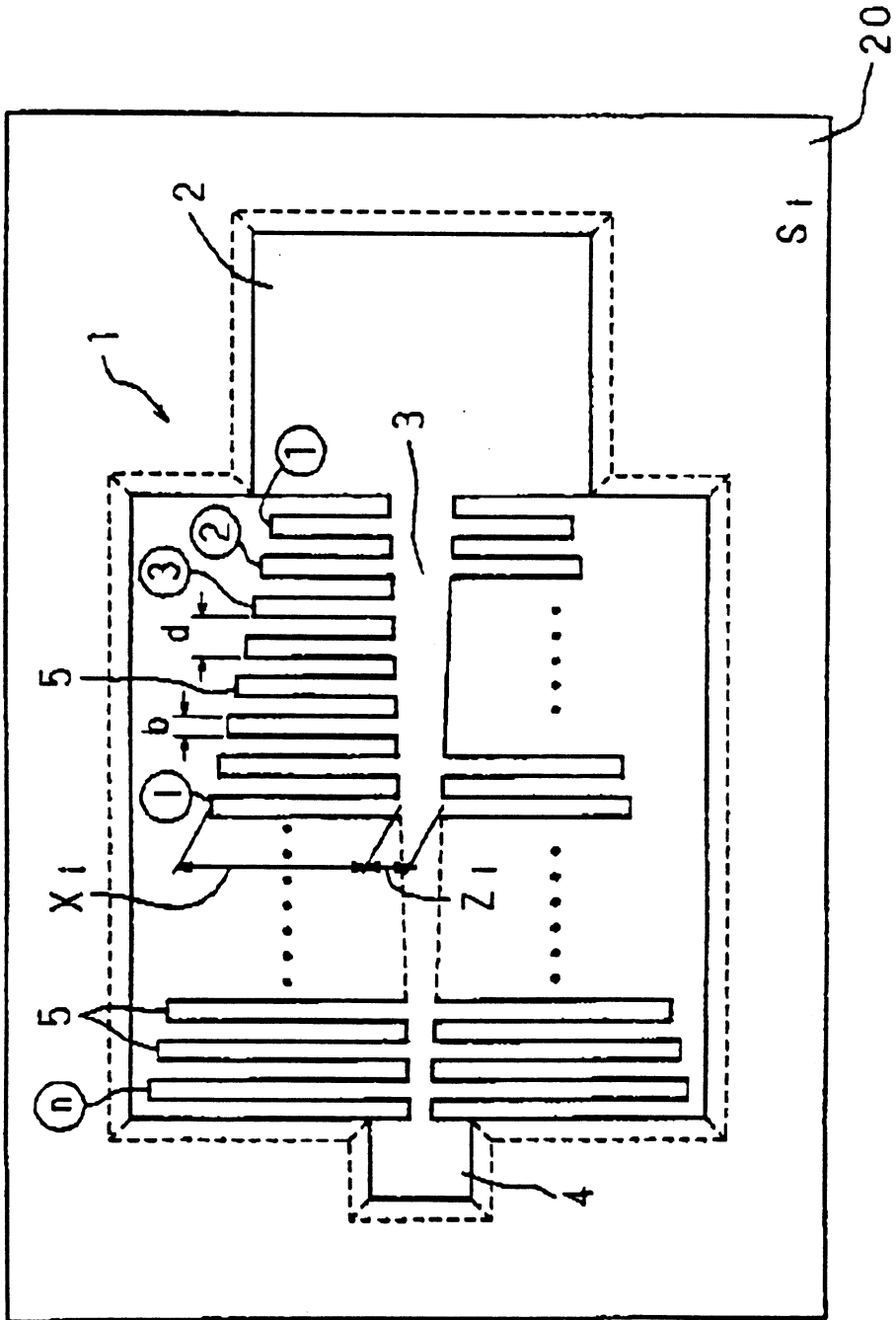
訂
線



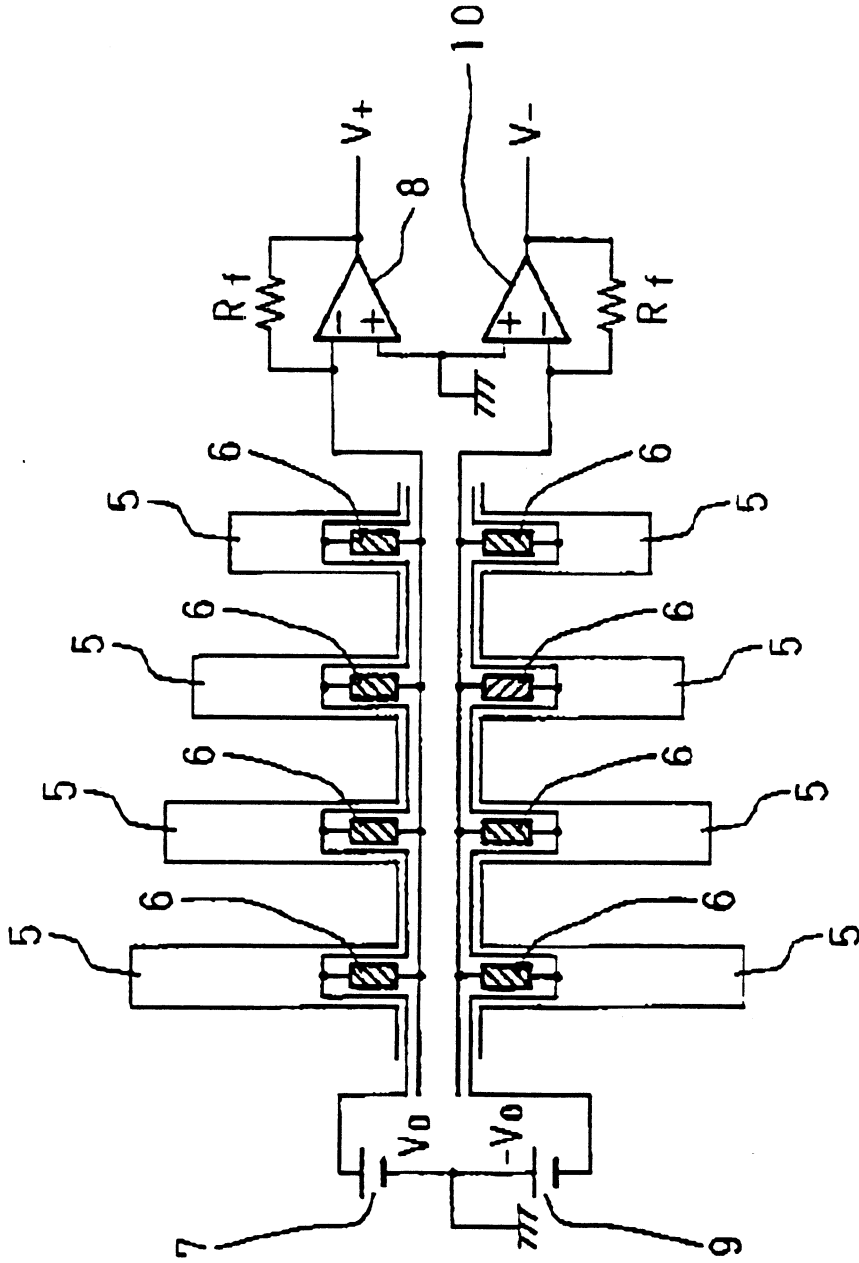
第 1 圖



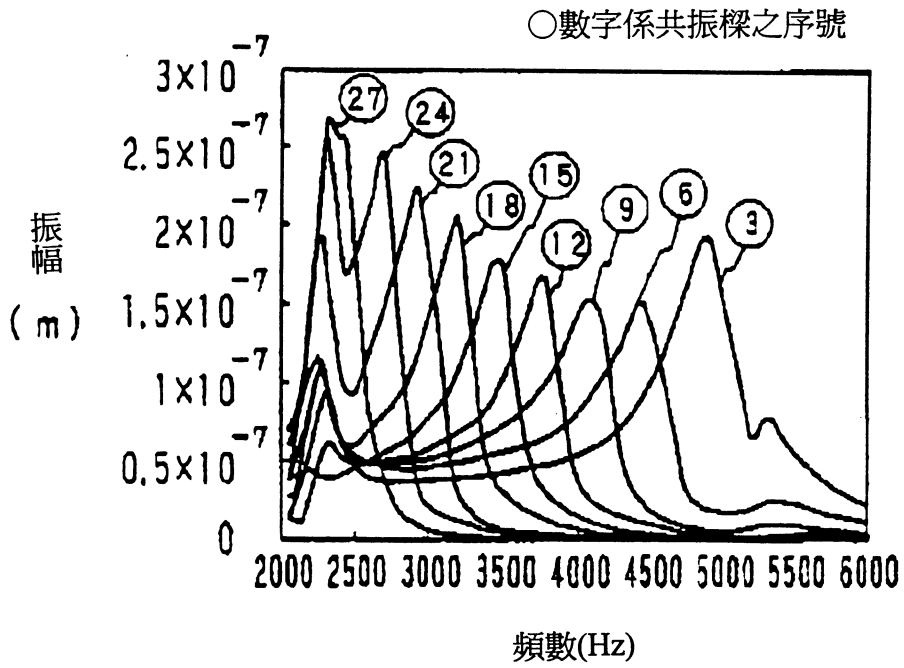
第 2 圖



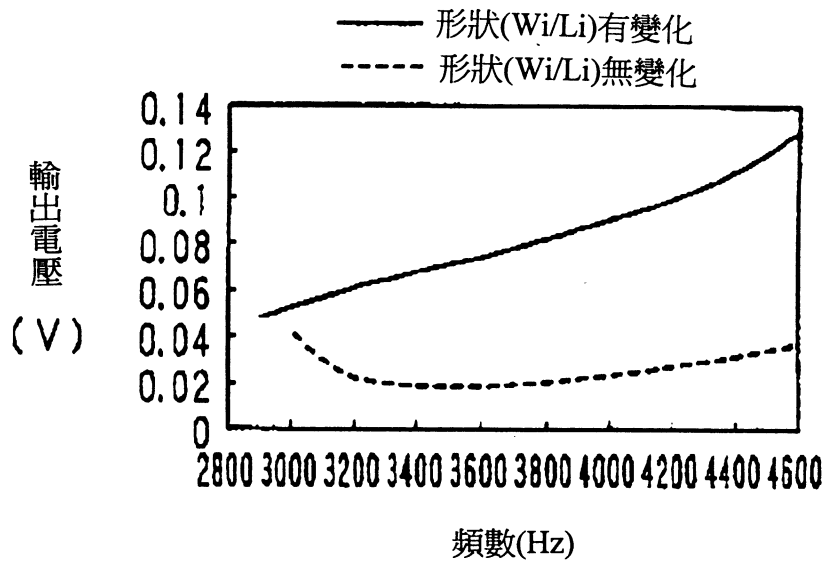
第3圖



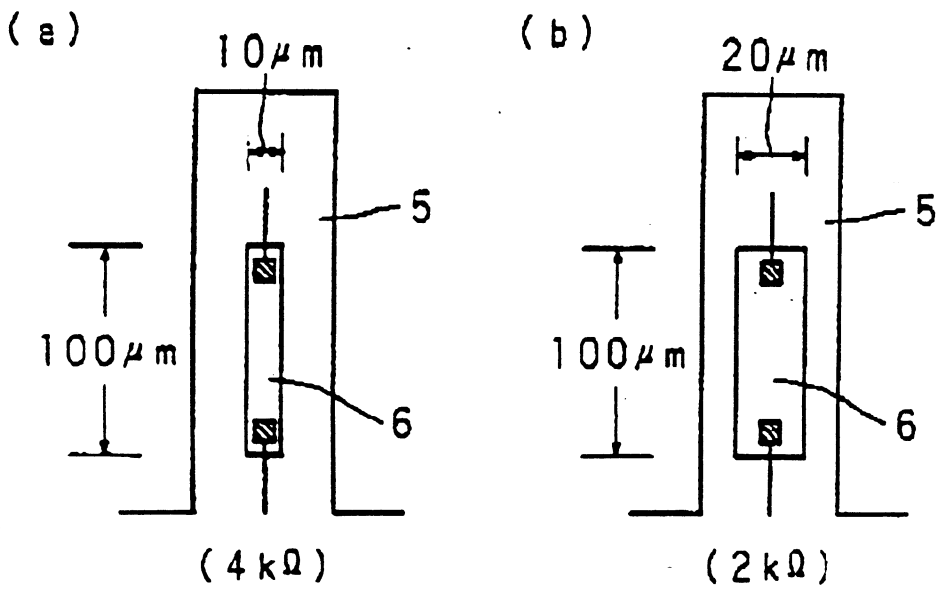
第 4 圖



第 5 圖

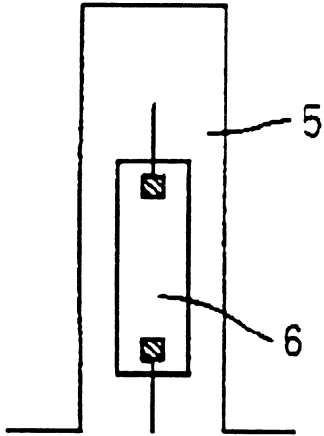


第 6 圖

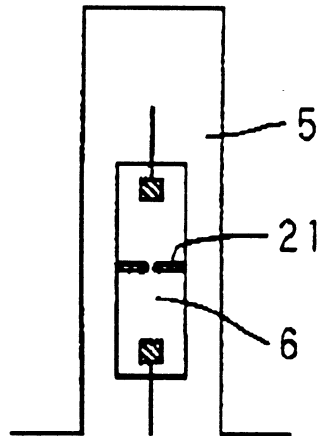


第 7 圖

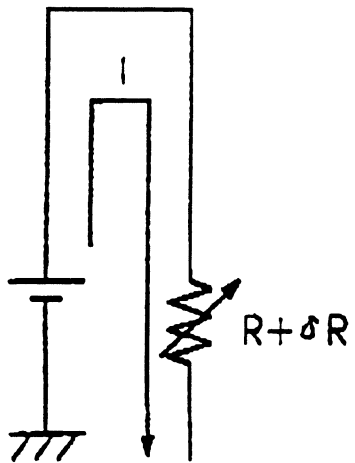
(a)



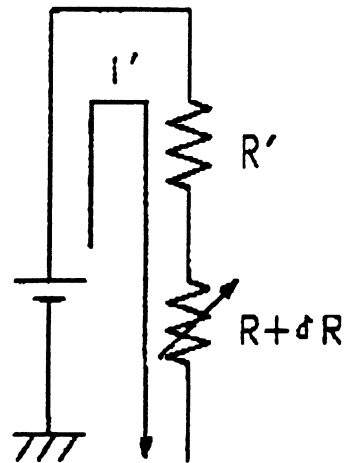
(b)



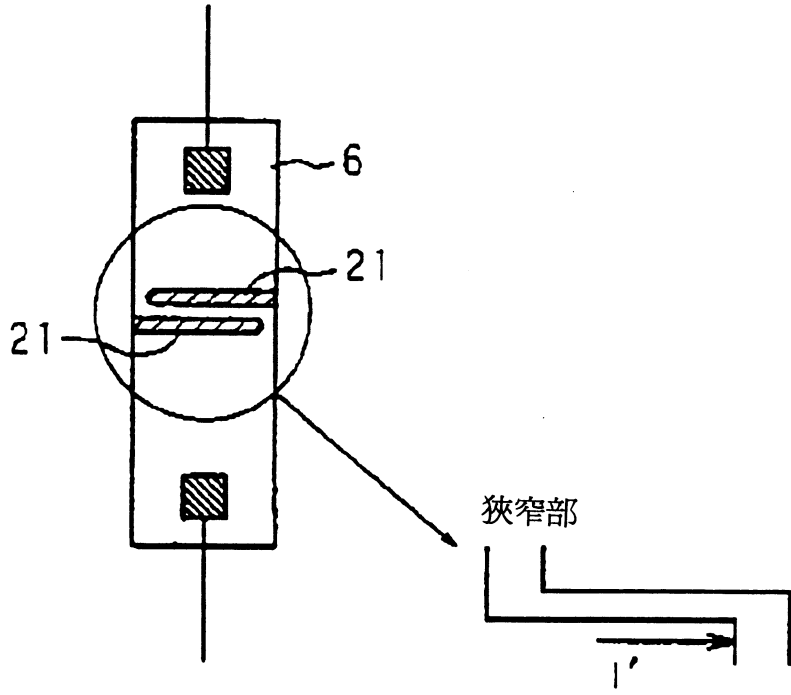
(c)



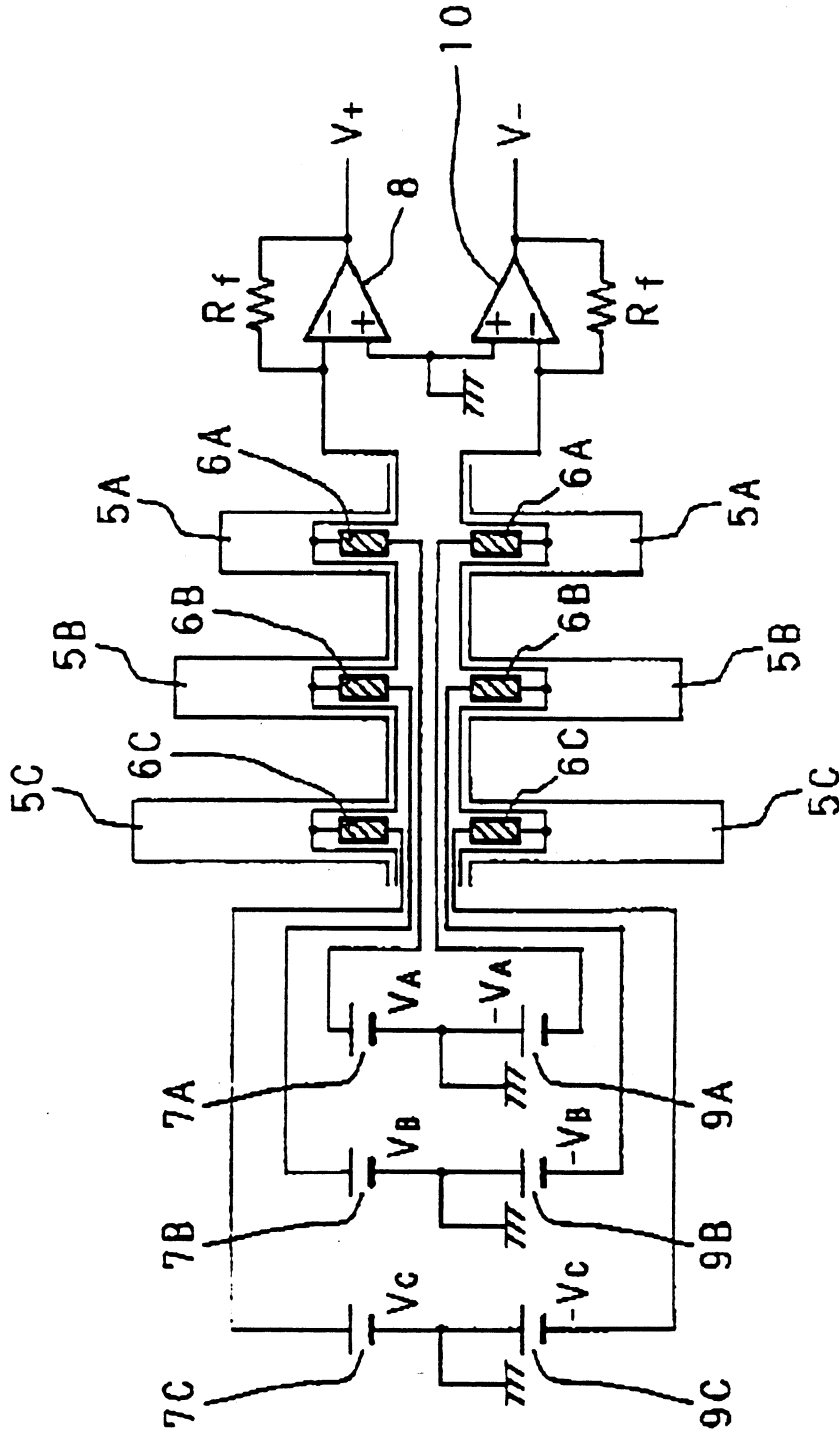
(d)



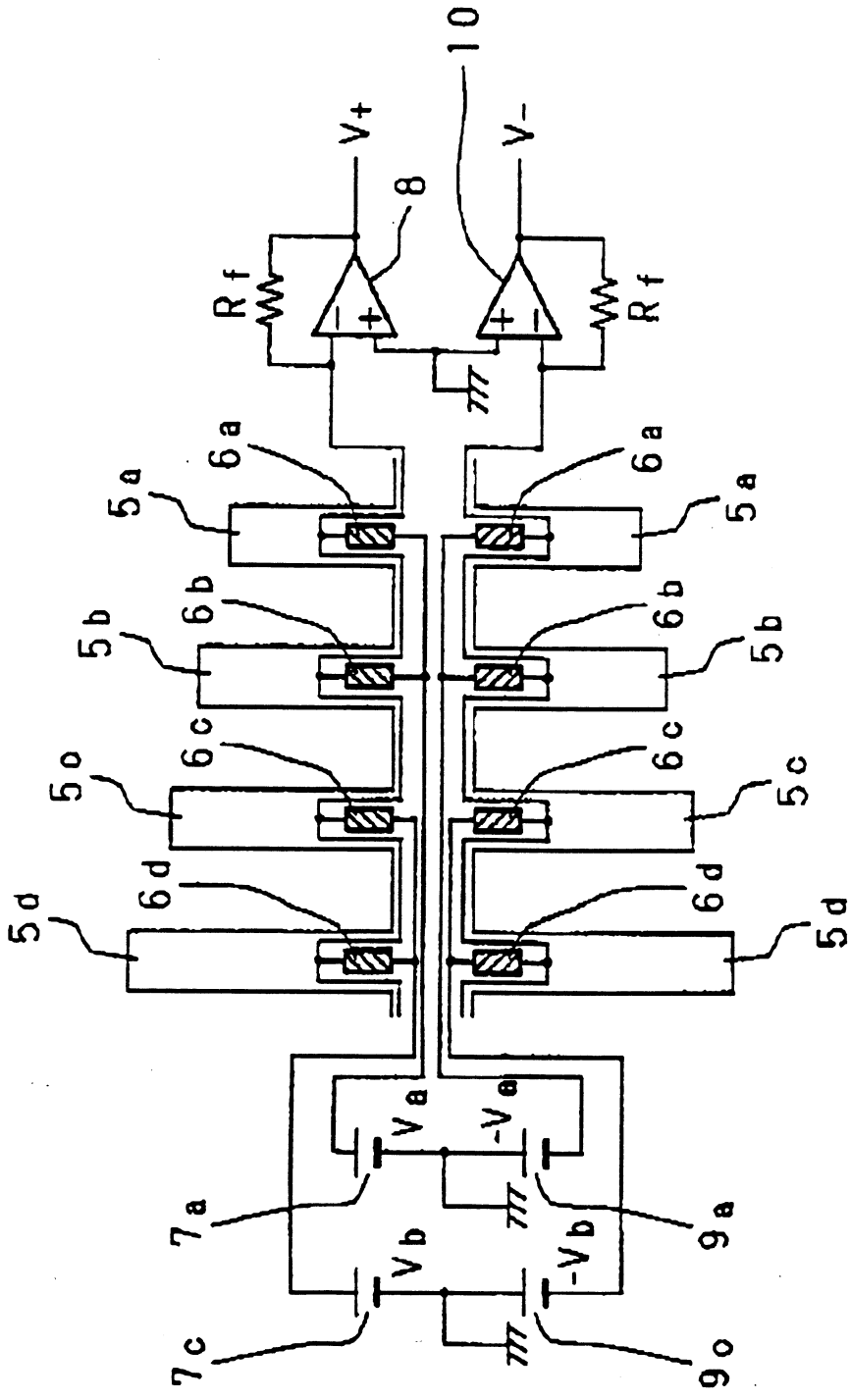
第 8 圖



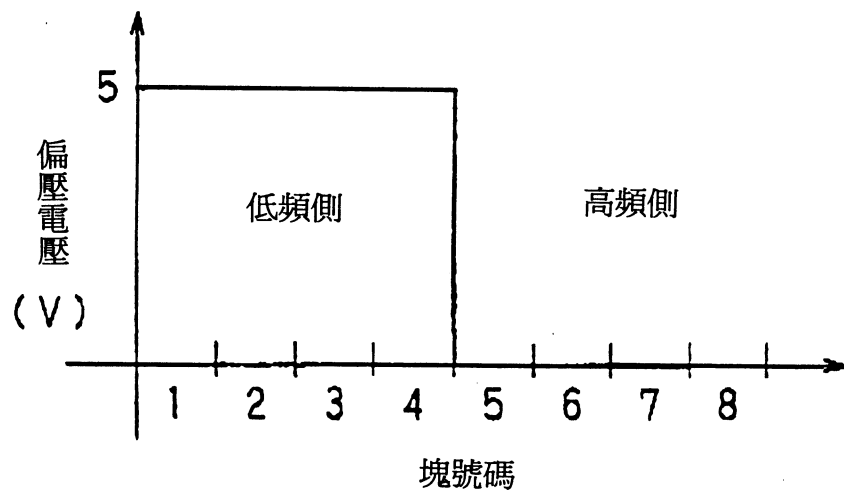
第 9 圖



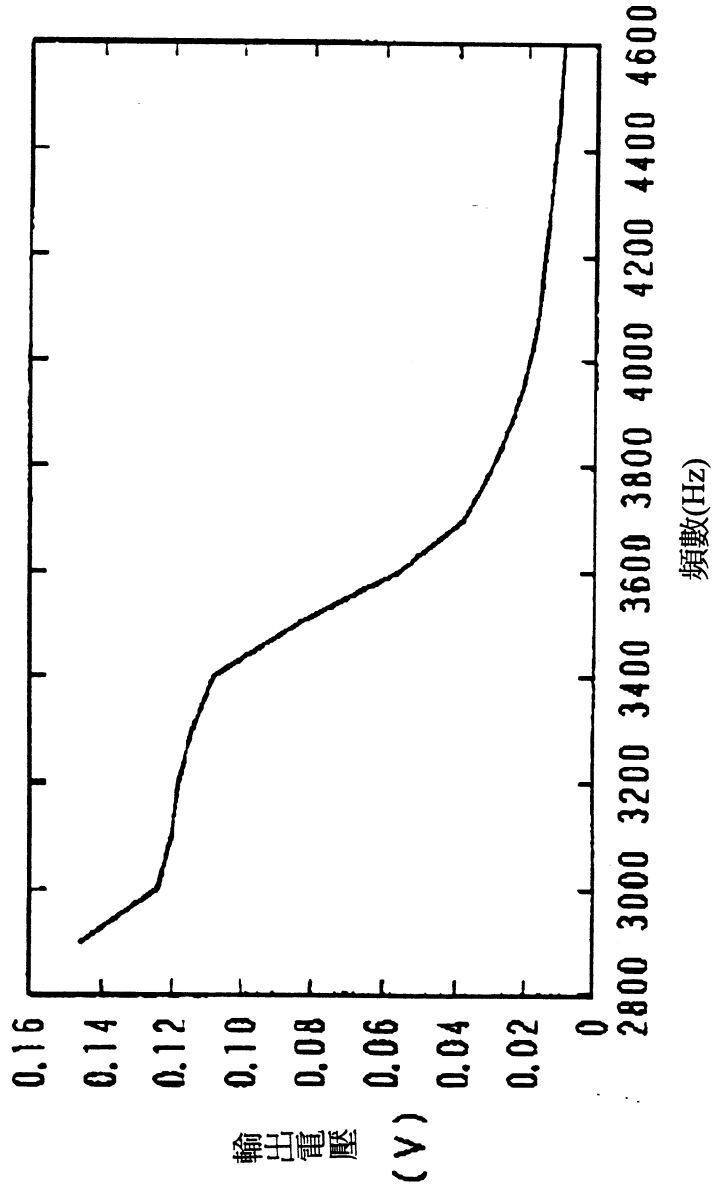
第 10 圖



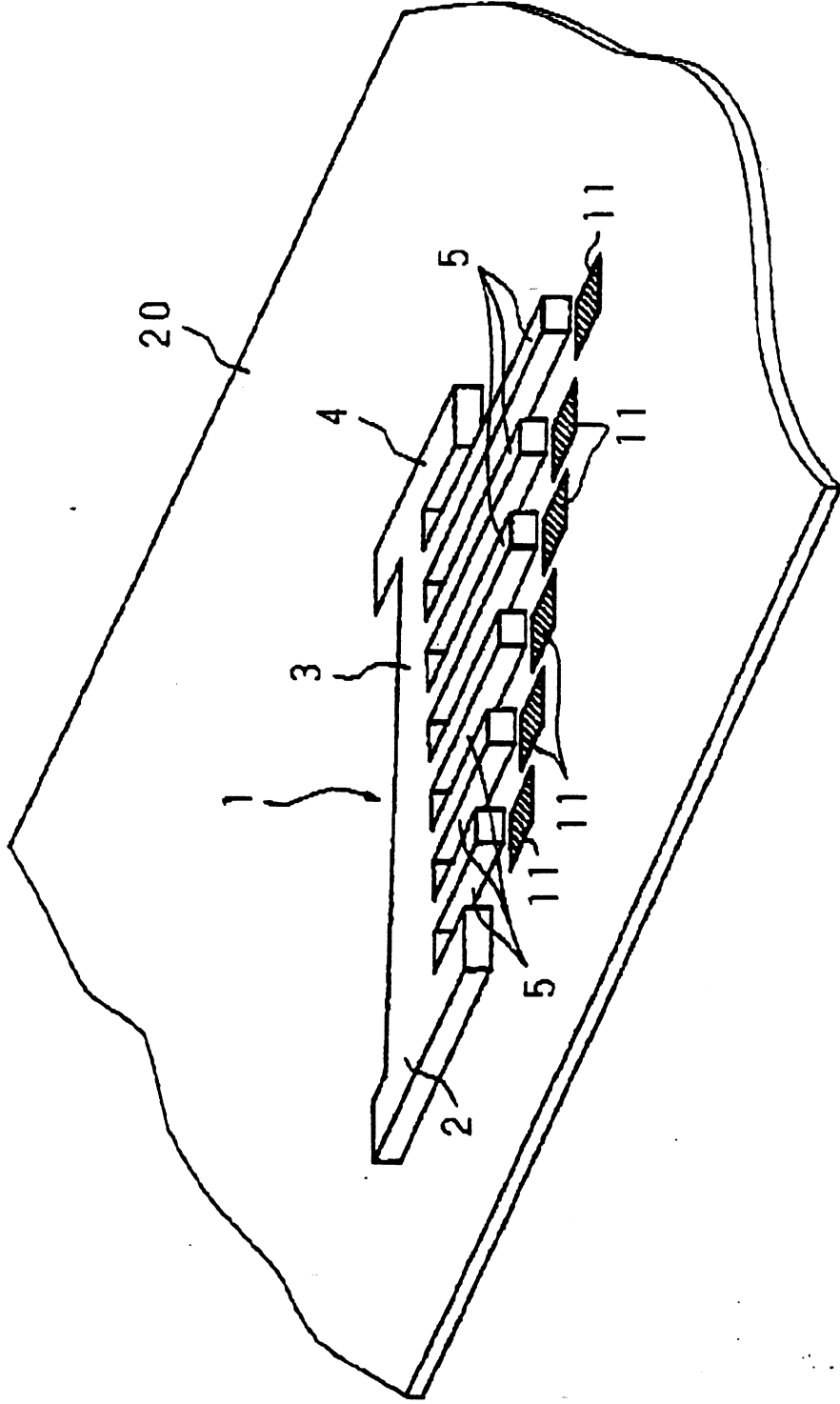
第 11 圖



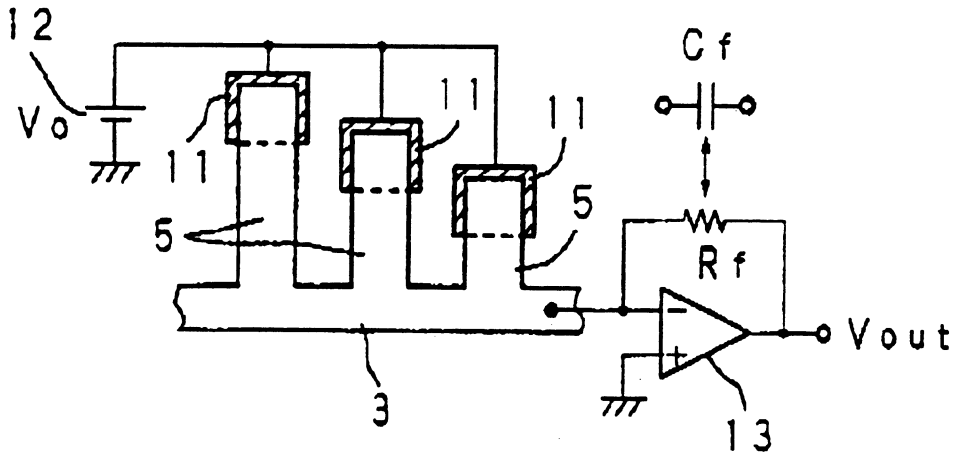
第 12 圖



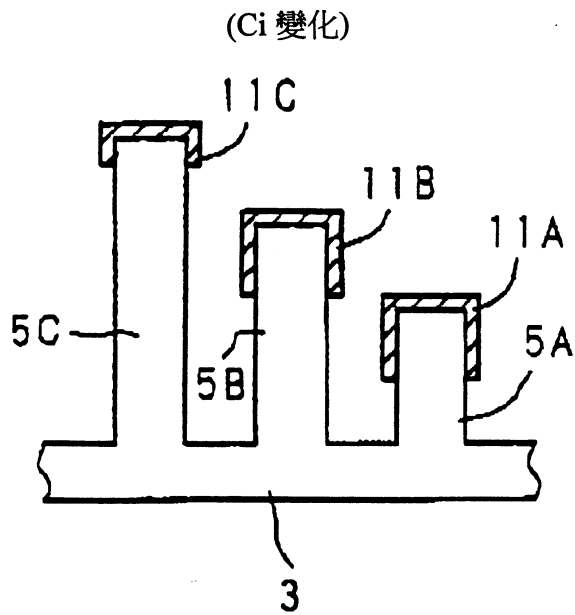
第 13 圖



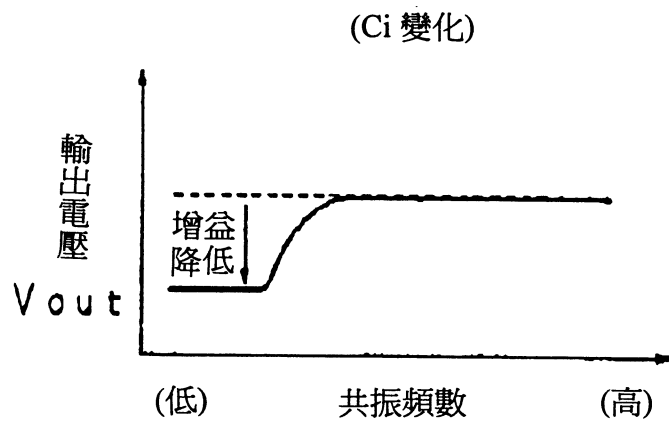
第 14 圖



第 15 圖

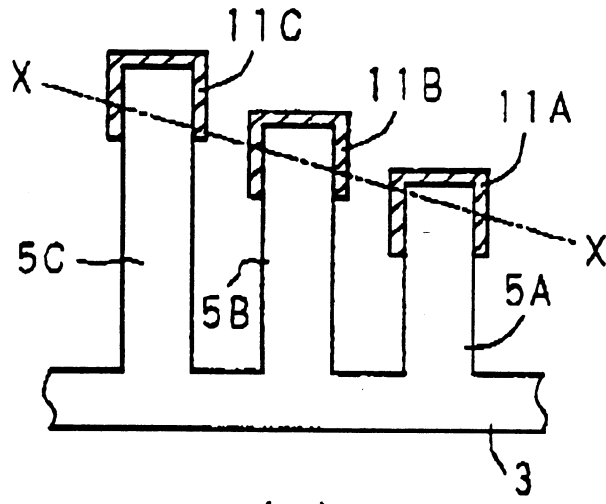


第 16 圖



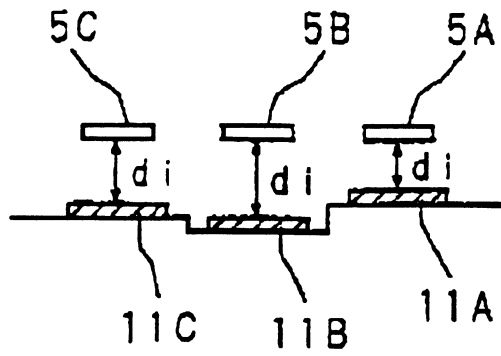
第 17 圖

(di 變化)



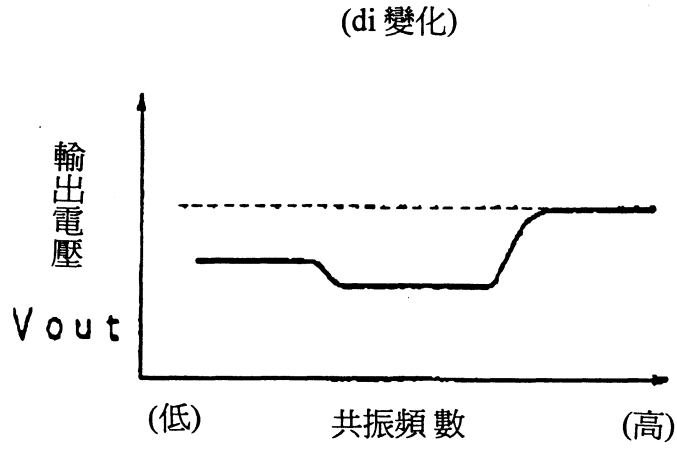
(a)

(di 變化)

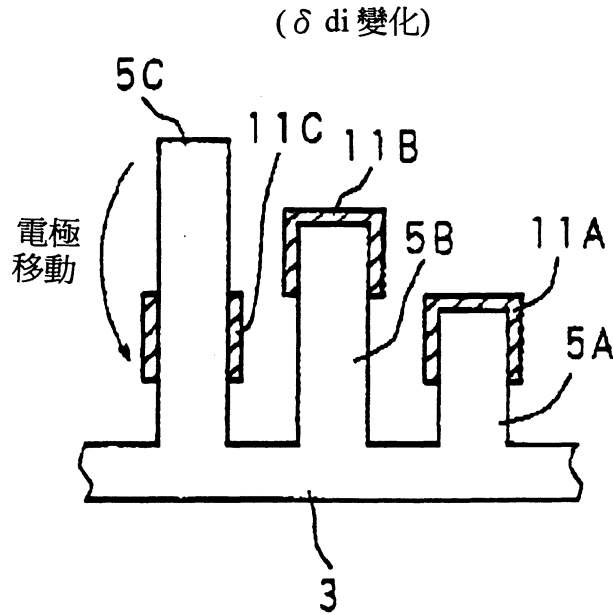


(b)

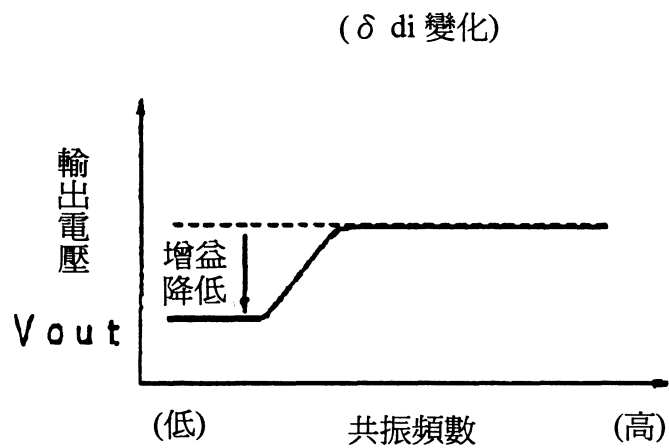
第 18 圖



第 19 圖



第 20 圖



第 21 圖

I243238

83年2月20日

修正

補充

申請日期	88年5月20日
案號	89107773
類別	G01H 11/60

A4
C4

公告本

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中文	振動波檢測方法及裝置
	英文	
二、發明 創作人	姓名	(1) 安藤繁 (2) 原田宗生
	國籍	(1) 日本國千葉市綠區譽田町一-六四七
三、申請人	住、居所	(2) 日本國兵庫縣西宮市津門宝津町二-一九
	姓名 (名稱)	(1) 東京威力科創股份有限公司 東京エレクトロン株式会社
	國籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國東京都港區赤坂五丁目三番六號
	代表人 姓名	(1) 佐藤潔

裝

訂

線