



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201403899 A

(43) 公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 16 日

(21) 申請案號：102113104

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 12 日

(51) Int. Cl. : *H01L41/04 (2006.01)*

H01L41/193 (2006.01)

F03G7/08 (2006.01)

(30) 優先權：2012/04/12 美國

61/623,112

2012/10/04 美國

61/709,369

(71) 申請人：拜耳材料科學股份有限公司 (德國) BAYER MATERIALSCIENCE AG (DE)
德國

(72) 發明人：俞美京 YOO, MIKYONG (KR)；關淑文 QUAN, XINA (US)

(74) 代理人：林秋琴；陳彥希；何愛文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：20 共 39 頁

(54) 名稱

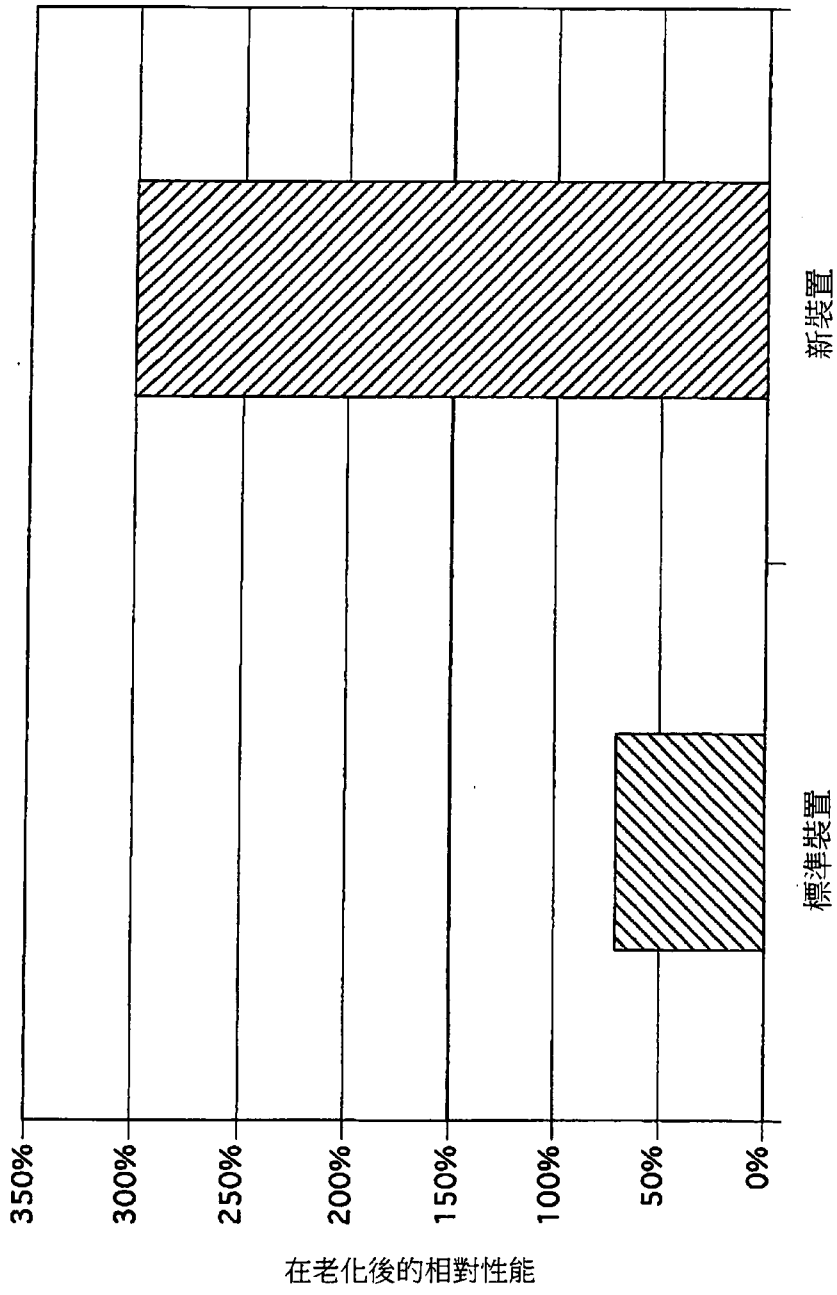
具有改良性能之 EAP 傳感器

EAP TRANSDUCERS WITH IMPROVED PERFORMANCE

(57) 摘要

本發明提供具有改良特性之電活性聚合物(“EAP”)傳感器。此改良毋需藉由減少薄膜厚度或使用高介電常數與高電場來達成，故此方法不會不利地影響所得介電薄膜的可靠度與物理特性。將可移動的電活性添加物添加至電極調配物而大幅地改良電活性聚合物傳感器的性能。此類添加物不需要是離子性的。此些電活性添加物可達成較高性能的裝置、使用較少活性面積的較小裝置、較低電壓/功率的操作以及此些改良特性的組合。

圖 2





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201403899 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：102113104 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 12 日
(51)Int. Cl. : *H01L41/04 (2006.01)* *H01L41/193 (2006.01)*
F03G7/08 (2006.01)
(30)優先權：2012/04/12 美國 61/623,112
2012/10/04 美國 61/709,369
(71)申請人：拜耳材料科學股份有限公司 (德國) BAYER MATERIALSCIENCE AG (DE)
德國
(72)發明人：俞美京 YOO, MIKYONG (KR)；關淑文 QUAN, XINA (US)
(74)代理人：林秋琴；陳彥希；何愛文
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：20 共 39 頁

(54)名稱

具有改良性能之 EAP 傳感器

EAP TRANSDUCERS WITH IMPROVED PERFORMANCE

(57)摘要

本發明提供具有改良特性之電活性聚合物(“EAP”)傳感器。此改良毋需藉由減少薄膜厚度或使用高介電常數與高電場來達成，故此方法不會不利地影響所得介電薄膜的可靠度與物理特性。將可移動的電活性添加物添加至電極調配物而大幅地改良電活性聚合物傳感器的性能。此類添加物不需要是離子性的。此些電活性添加物可達成較高性能的裝置、使用較少活性面積的較小裝置、較低電壓/功率的操作以及此些改良特性的組合。

發明摘要

※ 申請案號：102113104

H01L 41/04 (2006.01)

※ 申請日：102 4 12

※IPC 分類：H01L 41/193 (2006.01)

F03G 7/08 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

具有改良性能之 EAP 傳感器

EAP TRANSDUCERS WITH IMPROVED PERFORMANCE

【中文】

本發明提供具有改良特性之電活性聚合物 (“EAP”) 傳感器。此改良毋需藉由減少薄膜厚度或使用高介電常數與高電場來達成，故此方法不會不利地影響所得介電薄膜的可靠度與物理特性。將可移動的電活性添加物添加至電極調配物而大幅地改良電活性聚合物傳感器的性能。此類添加物不需要是離子性的。這些電活性添加物可達成較高性能的裝置、使用較少活性面積的較小裝置、較低電壓/功率的操作以及這些改良特性的組合。

【英文】

The present invention provides electroactive polymer (“EAP”) transducers having improved properties. This improvement is achieved without decreasing film thickness, or by using high dielectric constant and high field, so that this approach does not adversely affect the reliability and physical properties of the resultant dielectric films. Mobile, electrically active additives are added to the electrode formulation which significantly improve the performance of electroactive polymer transducers. Such additives do not need to be ionic. These electrically active additives can enable higher performance devices, smaller devices using less active area, lower voltage/power operation, and combinations of these enhancements.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（2）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

具有改良性能之 EAP 傳感器

EAP TRANSDUCERS WITH IMPROVED PERFORMANCE

【相關申請案】

本發明基於法典 35 USC § 119(e)主張 2012 年 4 月 12 日申請案名為「具有改良性能之 EAP 傳感器 (EAP TRANSDUCERS WITH IMPROVED PERFORMANCE)」的美國專利臨時申請案 61/623,112 以及 2012 年 10 月 4 日申請案名為「EAP TRANSDUCERS WITH IMPROVED PERFORMANCE」的美國專利臨時申請案 61/709,369 作為優先權母案，將其所有內容包含於此作為參考。

【技術領域】

本發明係大致上關於電活性聚合物，更具體而言係關於具有改良性能之電活性聚合物 (“EAP”) 傳感器的製造方法。

【先前技術】

今日所用的許多不同裝置皆仰賴各式各樣的致動器，以將電能轉換為機械能。相對地，許多發電應用係藉著將機械動作轉換為電能來操作。以此方式來擷取機械能的相同類型的裝置可被稱為發電機。類似地，當使用該結構將物理刺激如振動或壓力轉換為量測用途用的電訊號時，可將其特徵化為感測器。然而，「傳感器」一詞可通常用來指涉任何裝置。

許多的設計考量都注重用以製造傳感器之先進介電彈性體材料(亦被稱為「電活性聚合物」)的選擇與使用。這些考量包含勢能、能量密度、能量轉換/消耗、尺寸、重量、成本、響應時間、佔空比、服務需求、環境影響等。是以，在許多的應用中，電活性聚合物技術成為壓電、形狀記憶合金及電磁裝置如馬達與螺線管的理想替代技術。

一電活性聚合物傳感器包含兩電極，此兩電極具有可形變的特性並由薄彈性介電材料所隔開。當壓差被施加至兩電極時，帶有相反電荷的

電極會彼此吸引，藉此壓迫其間的聚合物介電層。當電極被拉得愈來愈靠近彼此時，介電聚合物薄膜會在平面方向上(沿著 X-與 Y-軸)擴張而變得愈來愈薄(Z-軸分量收縮)，即薄膜的位移是橫向(平面內)的。電活性聚合物薄膜亦可用來在垂直於薄膜結構的方向上(沿著 Z-軸)產生移動，即薄膜的位移是平面外的。美國專利 US 7,567,681 揭露了電活性聚合物薄膜結構，其提供此類的平面外位移-亦被稱為是表面形變或厚度模式偏移。

可變化與控制電活性聚合物薄膜的材料與物理特性以客製化傳感器所遭受的形變。更具體而言，可控制與變化因素如聚合物薄膜與電極材料之間的相對彈性、聚合物薄膜與電極材料之間的相對厚度及/或聚合物薄膜及/或電極材料的變化厚度、聚合物薄膜及/或電極材料的物理圖案(以提供局部的活性與非活性區域)、施加至電活性聚合物薄膜整體上的張力或預應變及在薄膜上所施加的電壓量或所感應出的電容量，以客製化薄膜在活性模式下的特徵。

無論是單獨使用薄膜或使用電活性聚合物致動器中的薄膜，許多的應用都受惠於此類電活性聚合物薄膜所提供的優點。許多應用中的一者涉及使用電活性聚合物傳感器作為致動器以在使用者介面裝置中產生觸感回饋(經由施加至使用者身體的力來對使用者溝通訊息)。已有許多已知的使用者介面裝置使用觸感回饋通常來回應使用者發起的力。可使用觸感回饋之使用者介面裝置的實例包含鍵盤、鍵入板、遊戲控制器、遠端控制器、觸控螢幕、電腦滑鼠、軌跡球、觸控筆、搖桿等。使用者介面的表面可包含讓使用者操控、互動及/或觀察來自裝置之相關回饋或資訊的任何表面。此類介面表面的實例包含但不限制於鍵(例如鍵盤上的鍵)、遊戲板或鈕、顯示螢幕等。

此些類型之介面裝置所提供的觸感回饋具有使用者可直接感受(例如藉由觸碰螢幕)或間接感受(例如藉由振動效果如當手機在皮包或背包中振動時的效果)或以其他方式感受(例如藉由移動體的動作而產生使用者能感受到的壓力擾動)之物理感觀的形式，如振動、脈動、彈簧力等。消費電子媒體裝置如智慧型手機、個人媒體播放器、可攜式計算裝置、

可攜式遊戲系統、電子閱讀器等之興盛可引發下列情況：部分消費者會受惠於或期望電子媒體裝置中的改良觸感效果。然而，在每個型號的電子媒體裝置中增加觸感能力可能無法正當化其所帶來之裝置的較高成本或較高複雜度。又，某些電子媒體裝置的消費者可能會期望能暫時地改善電子媒體裝置對於特定活動的觸感能力。

在消費性電子媒體裝置以及許多其他商業與消費者應用中持續增加地使用電活性聚合物傳感器突顯了提供具有改良性能之電活性聚合物傳感器的需要。

【發明內容】

因此，本發明提供一種具有改良特性的電活性聚合物 (“EAP”) 傳感器。此改良毋需減少薄膜厚度或增加介電常數或增加電場便可達到，故此方案不會不利地影響所得介電薄膜之可靠度與物理特性。

被添加至電極調配物的可移動電活性添加物可大幅地改善電活性聚合物傳感器的性能。此類添加物不必是離子性的。使用此些電活性添加物可致使更高性能的裝置、使用更少活性面積的更小裝置、更低電壓/功率的操作及此些改良的組合。在不被限定於特定理論的情況下，本發明人推測：此些電活性添加物的一部分會擴散進入介電層中。此些擴散物可以與介電層材料的官能基團進行化學交互作用，尤其是在曝露至光或熱之後。為了增加聚合物基質與電活性添加物之間之交互作用之介電薄膜的化學改質可增進性能與長期穩定性。電活性添加物與其碎片的存在與擴散可由化學分析如FTIR-ATR、NMR與拉曼映射來加以追蹤。電活性添加物與其碎片的擴散性可與分子大小及其帶電荷或感應電荷有關。電活性添加物與其碎片可具有可與介電基質反應或交互作用的官能基團以限制其擴散性。這可在介電層中產生永久的濃度梯度，藉此增加性能。

為了修改電活性添加物擴散而在裝置設計如封裝中所做的改變以及為了減少電阻式加熱所做的改良邊界線(buss lines)可減輕在老化或週期操作時可能發生的性能衰退並增加長期穩定性。在較低的電場下操作或者在操作之間維持停留時間亦可改善長期性能。

在閱讀了下面的實施方式後將明瞭本發明的此些與其他優點。

【圖式簡單說明】

現在將參考附圖以說明性但非限制性的方式來闡述本發明，其中：

圖 1 顯示在 60°C 下老化 5700 小時之前與之後，無框介電彈性體裝置於 75Hz 下的脈動響應；

圖 2 比較老化之前與之後無框介電彈性體裝置的相對性能；

圖 3 顯示無框介電彈性體裝置的橫剖面；

圖 4 比較改良電極與標準電極的性能(行程對頻率)；

圖 5 比較改良電極與標準電極的性能(行程對時間)；

圖 6 顯示力對薄膜厚度的相依性；

圖 7 顯示本發明之方法所製造之裝置的改良性能；

圖 8 顯示本發明之方法所製造之裝置的較小活性面積；

圖 9 顯示本發明之方法所製造之裝置能使用較低的操作電壓；

圖 10 顯示週期老化的效應；

圖 11 顯示封裝對老化穩定度的效應；

圖 12 顯示較高的電活性添加物濃度亦改善老化穩定度；

圖 13 顯示擴散動力學在可靠度與響應時間上的角色；

圖 14 詳細說明超電活性聚合物的雙空乏層概念；

圖 15 提供超電活性聚合物的非滲透性中間層概念；

圖 16 顯示圖 15 之概念的變化實例；

圖 17 顯示製造多層的另一種方式；

圖 18 詳細說明如何製造具有非滲透性介電薄膜之多層；

圖 19 說明製造非滲透性層的方法；及

圖 20 提供超電活性聚合物的雙層概念。

【實施方式】

電活性聚合物裝置的實例以及其應用例如載於美國專利號為 6,343,129；6,376,971；6,543,110；6,545,384；6,583,533；6,586,859；6,628,040；6,664,718；6,707,236；6,768,246；6,781,284；6,806,621；6,809,462；6,812,624；6,876,135；6,882,086；6,891,317；6,911,764；

6,940,221 ; 7,034,432 ; 7,049,732 ; 7,052,594 ; 7,062,055 ; 7,064,472 ;
7,166,953 ; 7,199,501 ; 7,199,501 ; 7,211,937 ; 7,224,106 ; 7,233,097 ;
7,259,503 ; 7,320,457 ; 7,362,032 ; 7,368,862 ; 7,378,783 ; 7,394,282 ;
7,436,099 ; 7,492,076 ; 7,521,840 ; 7,521,847 ; 7,567,681 ; 7,595,580 ;
7,608,989 ; 7,626,319 ; 7,750,532 ; 7,761,981 ; 7,911,761 ; 7,915,789 ;
7,952,261 ; 8,183,739 ; 8,222,799 ; 8,248,750的美國專利以及美國專利公
開號為2007/0200457 ; 2007/0230222 ; 2011/0128239與2012/0126959的美
國專利公開案中，將其所有內容包含於此作為參考。

本發明提供一種傳感器薄膜，其包含：介電彈性體材料、位於該介電彈性體材料之至少一側上的電極材料以及至少一電活性添加物。

許多的變化皆落在本發明之範圍內，例如，在各種裝置中可使用電活性聚合物傳感器來移動質量以產生慣性觸感。或者，當電子媒體裝置耦合至上述之組件時，電活性聚合物傳感器可在電子媒體裝置中產生移動。利用本文中所揭露之方法所製造的電活性傳感器可以用作為致動器、發電機或許多其他應用中的感測器，此些應用包含但不限制為流體處理系統、移動控制、可適性光學裝置、振動控制系統及能量擷取系統。

在任何應用中，電活性聚合物傳感器所產生的位移可以只是平面內的(感測到橫向移動)或者可以是平面外的(感測到垂直位移)。或者，可將電活性聚合物傳感器材料分段以提供獨立的可定址/可移動區域，俾以提供外殼或電子媒體裝置的角位移或者其他類型位移的組合。此外，在裝置如使用者介電裝置中可包含任何數的電活性聚合物傳感器或薄膜 (如本文所列之公開案與專利中所揭露)。

電活性聚合物傳感器可用以因應施加電壓而位移，這促進了與裝置如觸覺回饋裝置一起使用之控制系統的程式化。因為許多原因使得電活性聚合物傳感器為此類應用的理想標的。例如，由於其重量輕且元件體積小，電活性聚合物傳感器提供極小的外觀，因此對於用於感測/觸感回饋應用而言是理想的標的。

電活性聚合物傳感器包含兩片具有彈性特性且藉由薄彈性體介電材料所分離的薄膜電極。當電壓差被施加至電極上時，帶有相反電荷的

電極會彼此吸引，藉此壓迫其間的聚合物介電層。當電極被拉得更靠近彼此時，隨著介電聚合物薄膜在平面方向(x與y軸分量的擴散)擴張，介電聚合物薄膜會變得更薄(z軸分量的收縮)。

應注意，本文中所討論的圖示概略地說明了使用電活性聚合物薄膜之裝置或具有此類電活性聚合物薄膜之傳感器的配置。可用於本發明的薄膜包含但不限制為從聚合物所製成者，聚合物例如是矽膠、聚氨酯、丙烯酸酯、烴橡膠、烯烴共聚物、聚二氟乙烯共聚物、氟彈性體、聚苯乙烯共聚物及接著彈性體。

一般而言，如下列致動的靜電模型所示，電活性聚合物傳感器的性能如感應出的應變變化(s)可藉由下列者來加以改良：增加施加在介電材料上的麥斯威爾壓力(p)，這可藉著增加介電薄膜的介電常數(ϵ)或藉著增加電場(經由減少薄膜厚度(t)及/或增加施加的電壓(V)來達到；或者減少薄膜的模數(Y)：

$$s = -p/Y = -\epsilon_0 \epsilon (V/t)^2 / Y$$

本發明提供具有較高改良性能的電活性聚合物傳感器。毋需降低薄膜厚度、增加介電常數或使用較高的電場便能達到此目的，故此方法不會影響介電薄膜的可靠度或物理特性。

為了增加介電薄膜的介電常數(ϵ)，已嘗試過填充物聚合物複合物或官能改質。此些方法可造成介電常數的增加但大致上會使得模數增加及介電崩潰強度減少，因此所得的應變變化(s)可能會增加得極少。降低薄膜厚度(t)與模數(Y)可能會造成薄膜與裝置在製造時的處理與良率問題，且因為模數會影響到共振頻率，所以對於觸感應用而言降低模數有其限制。最後，高電壓可能會造成裝置的可靠度問題。

本發明能藉著包含不會影響電活性聚合物傳感器之設計或介電薄膜之製造能力的電活性添加物來改良電活性聚合物傳感器。相較於不具電活性添加物的相同材料結構而言，其可將性能增加上至原本的三倍。根據電活性添加物的濃度及類型，性能改良可能會更大。此改良亦使得不具電活性添加物之相同傳感器的操作電壓可大幅降低。

圖 1 顯示無框裝置在 60°C 下老化 5700 小時之前與之後於 75 Hz 下

的脈衝響應。未預期的結果是，在老化後的性能幾乎倍增。如圖 2 中所示，標準無框裝置在老化後的性能通常下降。

此結果係歸因於添加了電活性添加物 4-異丙基-4'-甲基二苯基碘四(五氟苯基)硼酸鹽 (I-3)至傳感器的一元件。為了測試此假設，藉由下列方式來建構改良電極：將 10 重量%的電活性添加物 I-3 溶解於乙酸乙酯；以 1 份比 100 份電極的比例將溶液添加至電極調配物 (電活性添加物 I-3 的總固體濃度 = 0.1 重量%的電極)；印刷電極並在 150°C 下固化 4 分鐘。在圖 4 中顯示了施加電場為 1kV 下以此方式所建構之傳感器的反應。如參考圖 4 所能瞭解的，由於添加了光引發劑分子，因此有大約 2 倍的改善。圖 5 比較了在 1kV 下改良電極隨著時間的性能。鑽石形(◆)為改良電極之值而三角形(▲)為標準電極之值。再一次，由於添加了電活性添加物 I-3，可觀察到大約 2 倍的改善。已辨識出且評估過具有類似效應的其他電活性添加物候選物。

如圖 6 中所示，傳感器性能係取決於介電薄膜的厚度。在不被限定於特定理論的情況下，本發明人假定：在施加電壓時，部分的電活性添加物會分離並沿著矽膠基板的任一側對準，基本上減少了介電層的厚度、增加了有效施加電場且增加了 EAP 裝置的性能。在圖 13 中概略地顯示了此機制。在理想的情況下，空乏層應該要維持固定並不隨著場改變。這將提供可靠度以及在移除電場與重新施加電場後的快速反應時間。空乏層愈薄，則性能愈高。電活性添加物及/或其碎片亦可影響整體材料的介電常數。

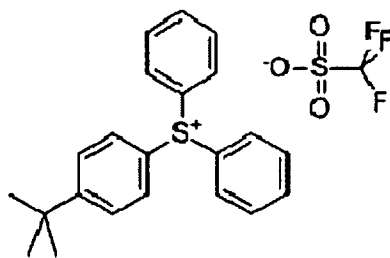
雖然一般已知小分子的鹽類如 NaCl 能改善性能，但本發明的某些實施例包含使用較大、重的離子鹽來作為電活性添加物以改善電活性聚合物傳感器的性能。電活性添加物或其片段的尺寸可能會影響擴散動力學，進而導致能增加性能之空乏層的形成與擴張。在本發明中所用的大離子能致使空乏層之快速形成與空乏層之最大壽命間的良好平衡。

在本發明中尤其較佳地作為電活性添加物的是包含銨鹽、銻鹽與酞菁的添加物。銨鹽例如是苯基六氟磷酸銨、二苯基六氟銻酸銨、二苯基四氟硼酸銨、二苯基四(五氟苯基)硼酸銨、二(十二烷基苯基)六氟磷酸

碘、二-(十二烷基苯基)六氟銻酸碘、二-(十二烷基苯基) 四氟硼酸碘、二-(十二烷基苯基)四(五氟苯基)硼酸碘、4-甲基苯基-4-(1-甲基-乙基)苯基六氟磷酸碘、4-甲基苯基-4-(1-甲基乙基)苯基六氟銻酸碘、4-甲基苯基-4-(1-甲基乙基)苯基四氟硼酸碘與 4-甲基苯基-4-(1-甲基乙基)苯基四(五氟苯基)硼酸碘。

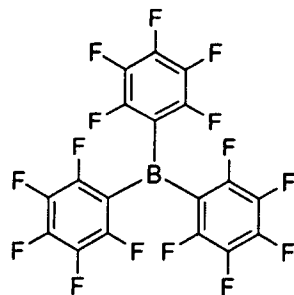
銻鹽的實例包含但不限制為二[4-(二苯基銻)苯基]硫化物雙六氟磷酸鹽、二[4-(二苯基銻)苯基]硫化物雙六氟銻酸鹽、二[4-(二苯基銻)苯基]硫化物雙四氟硼酸鹽、二[4-(二苯基銻)苯基]硫化物 四(五氟苯基)硼酸鹽、二苯基-4-(苯基硫)苯基銻鹽六氟磷酸鹽、二苯基-4-(苯基硫)苯基銻鹽六氟銻酸鹽、二苯基-4-(苯基硫)苯基銻鹽四氟硼酸鹽、二苯基-4-(苯基硫)苯基銻鹽四(五氟苯基)硼酸鹽、三苯基銻鹽六氟磷酸鹽、三苯基銻鹽六氟銻酸鹽、三苯基銻鹽四氟硼酸鹽、三苯基銻鹽四(五氟苯基)硼酸鹽、二[4-(二-(4-(2-羥基乙氧基))苯基銻)苯基]硫化物 雙六氟磷酸鹽、二[4-(二-(4-(2-羥基乙氧基))苯基銻)苯基]硫化物雙六氟銻酸鹽、二[4-(二-(4-(2-羥基乙氧基))苯基銻)苯基]硫化物雙四氟硼酸鹽及二[4-(二-(4-(2-羥基乙氧基))苯基銻)苯基]硫化物四(五氟-苯基)硼酸鹽、三({4-[(4-乙醯基苯基)巯基]苯基})銻鹽六氟磷酸鹽 (市售產品有來自 BASF 的 IRGACURE PAG270)、三({4-[(4-乙醯基苯基)巯基]苯基})銻鹽 四(五氟苯基)硼酸鹽 (市售產品有來自 BASF 的 IRGACURE PAG290)。

本文中所檢驗的電活性添加物包含離子性的光起始劑如(4-第三丁基苯基) 二苯基三氟甲磺酸銻鹽 (式I-1)；



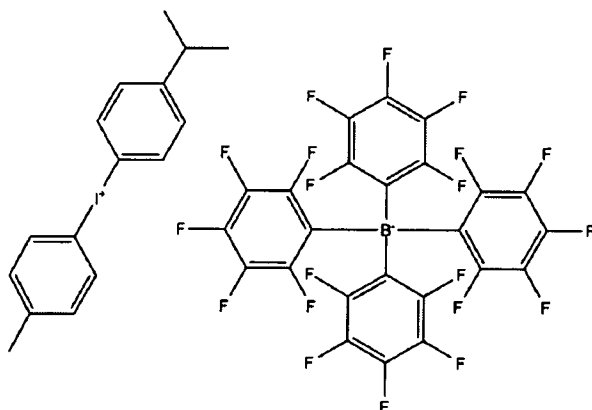
(I-1)

三(五氟苯基)硼 (式I-2)，其為非離子性化合物的一實例；



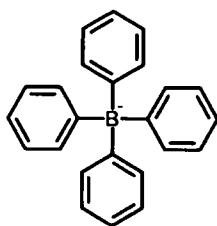
(I-2)

4-異丙基-4'-甲基二苯基碘四(五氟苯基)硼酸鹽 (式I-3) ;



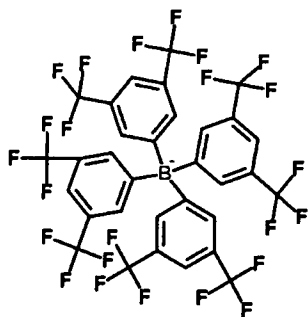
(I-3)

四苯基硼酸鈉(式I-4) ;



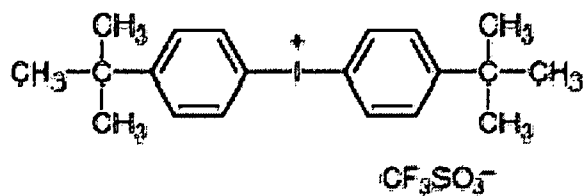
(I-4)

四[3,5-二(三氟甲基)苯基]硼酸鈉(式I-5) ;



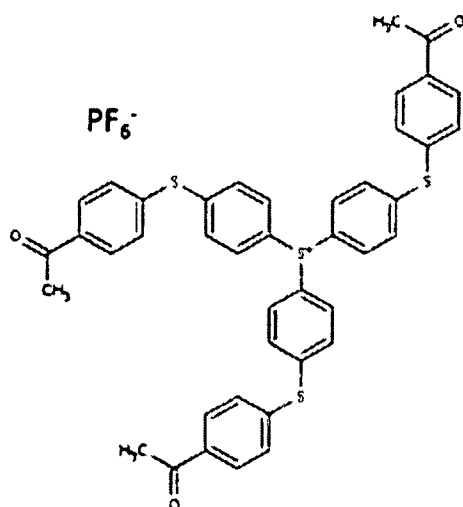
(I-5)

二(4-第三丁基苯基)三氟甲磺酸鈉鹽(式I-6)；



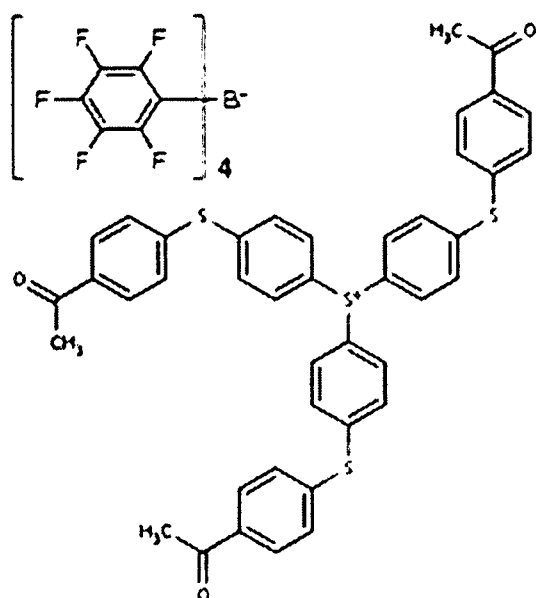
(I-6)

三({4-[4-乙醯基苯基]巰基}苯基)鈦鹽六氟磷酸鹽 (I-7)



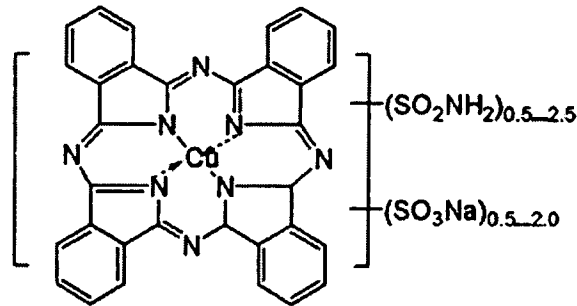
(I-7)

三({4-[4-乙醯基苯基]巰基}苯基)鈦鹽四(五氟苯基)硼酸鹽 (I-8)：



(I-8)

酞菁添加物包含 Direct Blue 199(I-9)。



(I-9)

在某些實施例中，可使用電活性添加物的混合物來平衡特定應用所需的性能、時間反應及長期穩定性。又，此些化合物中的許多者具有光與熱不安定的特性，在某些實施例中，可以光或熱來處理傳感器薄膜以釋放能更有效地作為電活性添加物的片段或可與介電基質材料中之官能基團反應的片段。在某些實施例中，可使用光或熱處理在介電層內產生永久的組成梯度以降低擴散效應。

如參考圖 7 所見，本發明之電活性聚合物傳感器的性能是標準裝置的 2.5-3 倍。如圖 8 中所示，本發明之電活性聚合物傳感器只需要 50% 的活性面積便能達到與標準裝置相同的性能。如參考圖 9 所見，本發明的裝置只需要 60% 的作業場便能達到與標準電活性聚合物傳感器相同的性能。

圖 10 顯示，具有改善之電極的電活性聚合物傳感器的週期性老化可能會降低性能。被動老化比較不是問題：在 85°C 下 95 小時後或者在 65°C/85% 的相對濕度下 100 小時後會有 10% 的衰退；在 100°C 下 95 小時後會有 20% 的衰退。在圖 11 中顯示封裝可改善老化穩定性。雖然兩側封裝之電活性聚合物傳感器的起始性能會少~10%，但其在環境條件下進行一千萬次週期後只會顯現出很少的變化。如圖 12 中所示，較高的電活性添加物濃度亦可改善老化穩定性。

圖 13 詳細顯示了超電活性聚合物的雙空乏層概念。整體結構的厚度係與目前的薄膜的厚度相同，但其具有多層結構且中間具有導電層。

當電場被施加至中間(內嵌)導電層與外表面上的電極之間時，每層介電層中的有效電場會是相同電壓施加至具有相同總厚度之單一介電層與兩外部電極之結構的兩倍。在此情況下，如下面的公式所示，性能可以是標準傳感器結構的四倍高：

$$\text{行程} \propto E^2 * \epsilon * \epsilon_0 / Y$$

$$\text{力} \propto E^2 * \epsilon * \epsilon_0 * t$$

當利用電活性添加物來增強外電極及/或中間導電層時，藉著在每一介電層中產生空乏層而更進一步地增強性能。雖然在製造交替內嵌導電層之電內連線時必須要額外注意，但可利用多於兩層之內嵌導電層(全部或部分者利用電活性添加物來加以強化)來製造多層堆疊裝置。

多層結構相較於較薄膜層的優點在於，其在遠遠較低的操作電壓下提供目前薄膜所能提供的相同性能且比較薄膜層更容易用於製造處理。因為電活性添加物形成空乏層的擴散長度及時間較短，故具有改良電極之傳感器的反應會更快。

圖 15 提供超電活性聚合物用的非滲透性中間層概念。此設計包含嵌於介電彈性體層之間之具有非滲透性介電層(複數層)的多層結構。電活性添加物或其碎片無法通過這些非滲透性層，這使得電活性添加物或其碎片或空間電荷累積在非滲透性介電薄膜的任一側。複數介電彈性體層的活性厚度可較薄並比相同總厚度的單層薄膜顯示出更高的電容值。又，若非滲透性介電層是薄且順應性的，其可作為活性層。在某些情況下，可能不必添加電活性添加物而是僅僅仰賴空間電荷的形成。利用電活性添加物可在較薄的介電彈性體層內獲得空乏層，達到甚至更大的性能改善。類似於內嵌導電層的情況下，此結構的優點在於，由於電活性添加物之較短擴散長度所導致的擴散動力學，應該能改善傳感器的反應時間。又，由於是處理複合薄膜而非處理單獨的較薄膜層，故製造應該會更容易。因為只有外電極需要接觸件，故非滲透性介電堆疊結構的電內連線會變得遠遠更簡單。

在圖 16 中顯示了此概念的變化，其中製造多層結構並施加初始電場以分離陰離子與陽離子。接著，形成非滲透性介電薄膜以避免離子回

移。此結構的優點在於，由於定義良好的內嵌介電薄膜，因此性能與可靠度不會受到電活性添加物之擴散動力學的影響。非滲透性介電薄膜應該要具有充分的順應性以作為活性層。多層結構會比圖 15 中所示者更複雜；然而，化學反應性的添加物如電活性添加物 I-3 會提供更簡單的方式來製造如圖 17 中所示的多層。

在圖 17 中，使用電活性添加物 I-3 來作為光引發劑。以下列方式來形成薄膜：添加電活性添加物 I-3 至樹脂並暴露至 UV 輻射；陽離子分解以起始樹脂的陽離子聚合反應且只有陰離子會留下來。利用可以形成更緻密結構的電漿處理或表面基元(surface moieties)，如圖 19 中所示形成極薄的非滲透性層。此外，可塗覆能作為空乏層的薄介電薄膜。UV 形成的薄膜、介電薄膜與非滲透性層應該是順應性的。針對此結構，可沈積不具添加物的電極。由於其具有與現行薄膜(UV 形成的薄膜 + 介電薄膜)相同的厚度，因此其將具有與具有相同總厚度之單層致動器相同的力。

圖 18 詳細顯示了如何製造具有內嵌非滲透性介電薄膜之多層傳感器的方法。圖 19 顯示製造非滲透性層的方法。

圖 20 提供超電活性聚合物的雙層概念。熟知此項技藝者知道，電化學雙層電容器 (EDLC，亦被稱為超電容器 SC)係由兩個以碳為基質的電極(具有極高表面積之大部分活化的碳)、電解質(水性或有機的)及分隔件(能傳遞離子但在電極間提供電絕緣)所構成。當施加電壓時，電解質溶液中的離子會擴散通過分隔件而進入帶有相反電荷之電極的孔洞中。電荷累積在電極與電解質之間的界面處 (雙層現象發生在導電固體與液體溶液間的界面處)，並形成藉由數埃距離(圖 20 中的 d)分離的兩層帶電層。雙層電容值是界面處電荷分離的結果。由於電容值係與表面面積呈正比而與兩層間的距離呈反比，因此獲得高電容值

(http://www.cellergycap.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=3)。此超電容器的概念可應用至本發明以提供如圖 20 中所示的超級致動器。雙層優於空乏層的優點為較高的電容值以及因短擴散長度所造成的較短反應時間。

提供本發明的前述實例作為說明性而非限制性目的。熟知此項技藝

者應明白，在不脫離本發明之精神與範疇的情況下可以各種方式改良或修改本文中所述的實施例。本發明之範疇應由隨附之申請專利範圍來加以界定。

【符號說明】

無

【生物材料寄存】

無

【序列表】 (請換頁單獨記載)

無

申請專利範圍

1. 一種傳感器薄膜，包含：
介電彈性體材料；
電極材料，位於該介電彈性體材料的至少一側上；及
至少一電活性添加物。
2. 如申請專利範圍第 1 項之傳感器薄膜，更包含封裝材料。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之傳感器薄膜，其中該電活性添加物為該電極材料的一成分。
4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任何一項之傳感器薄膜，其中該電活性添加物為該封裝材料的一成分。
5. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任何一項之傳感器薄膜，其中該電極材料係位於該介電彈性體材料的兩側上。
6. 如申請專利範圍第 1 至 5 項中任何一項之傳感器薄膜，其中該電活性添加物包含選自由下列者所構成之族群的一或多個化合物：
離子鹽、銹鹽與銻鹽。
7. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任何一項之傳感器薄膜，其中該電活性添加物包含選自由下列者所構成之族群的一或多個化合物：
(4-第三丁基苯基) 二苯基三氟甲磺酸銻鹽、三(五氟苯基)硼、4-異丙基-4'-甲基二苯基銹四(五氟苯基)硼酸鹽、四苯基硼酸鈉、四[3,5-二(三氟甲基)苯基]硼酸鈉、二(4-第三丁基苯基)三氟甲磺酸銹鹽、三({4-[(4-乙醯基苯基)巰基]苯基})銻鹽四(五氟苯基)硼酸鹽、氯化鈉及酞菁。

8. 如申請專利範圍第 1 至 7 項中任何一項之傳感器薄膜，更包含：
至少一額外的介電彈性體層，藉由分離層而與該第一介電彈性體層分離。
9. 如申請專利範圍第 1 至 8 項中任何一項之傳感器薄膜，其中該分離層為導電材料。
10. 如申請專利範圍第 1 至 8 項中任何一項之傳感器薄膜，其中該分離層為電荷或離子無法透過的非滲透性介電層。
11. 一種傳感器裝置，包含如申請專利範圍第 1 至 10 項中任何一項之傳感器薄膜。
12. 一種如申請專利範圍第 11 項之傳感器的製造方法，包含在施加該電活性添加物後進行光或熱處理。

圖式

圖 1

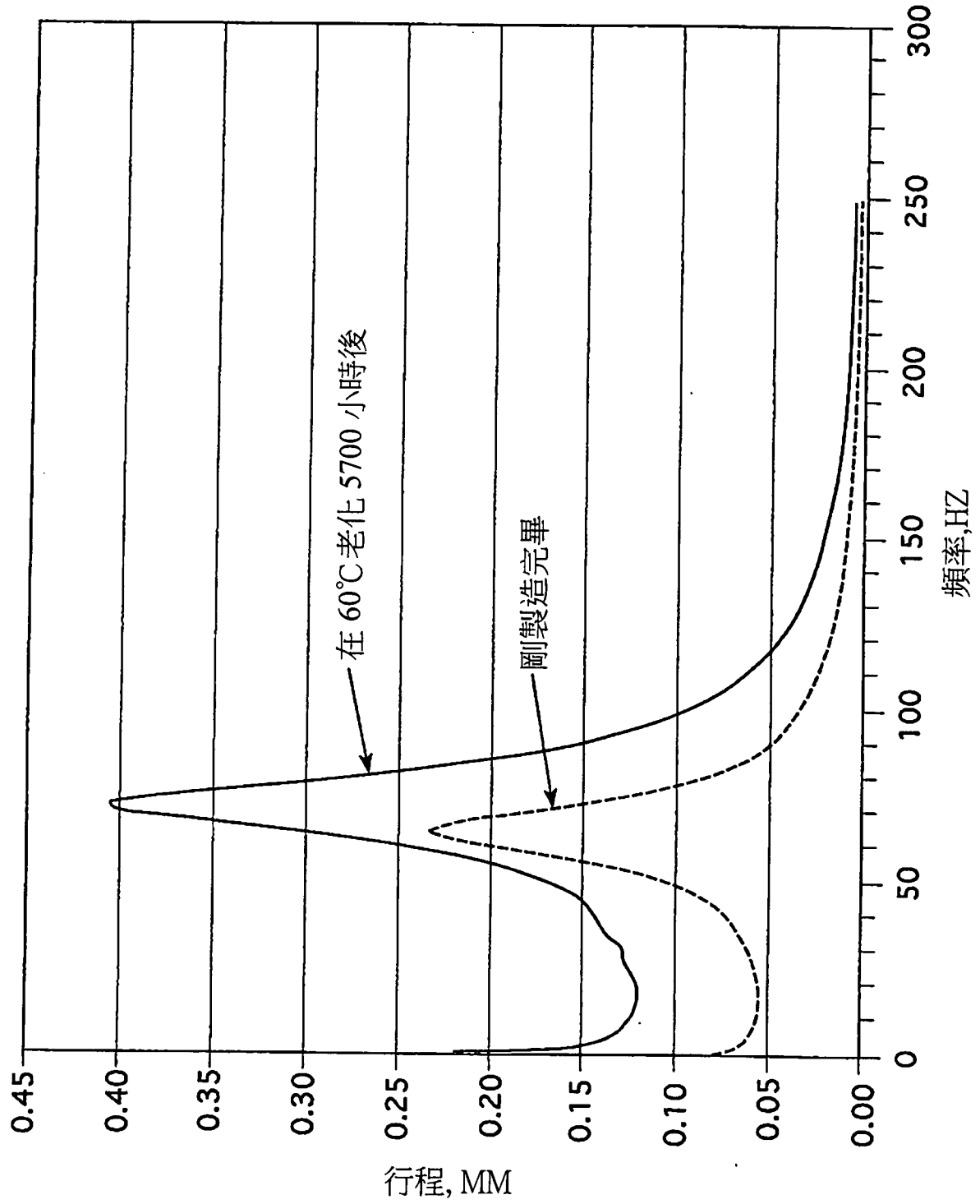


圖 2

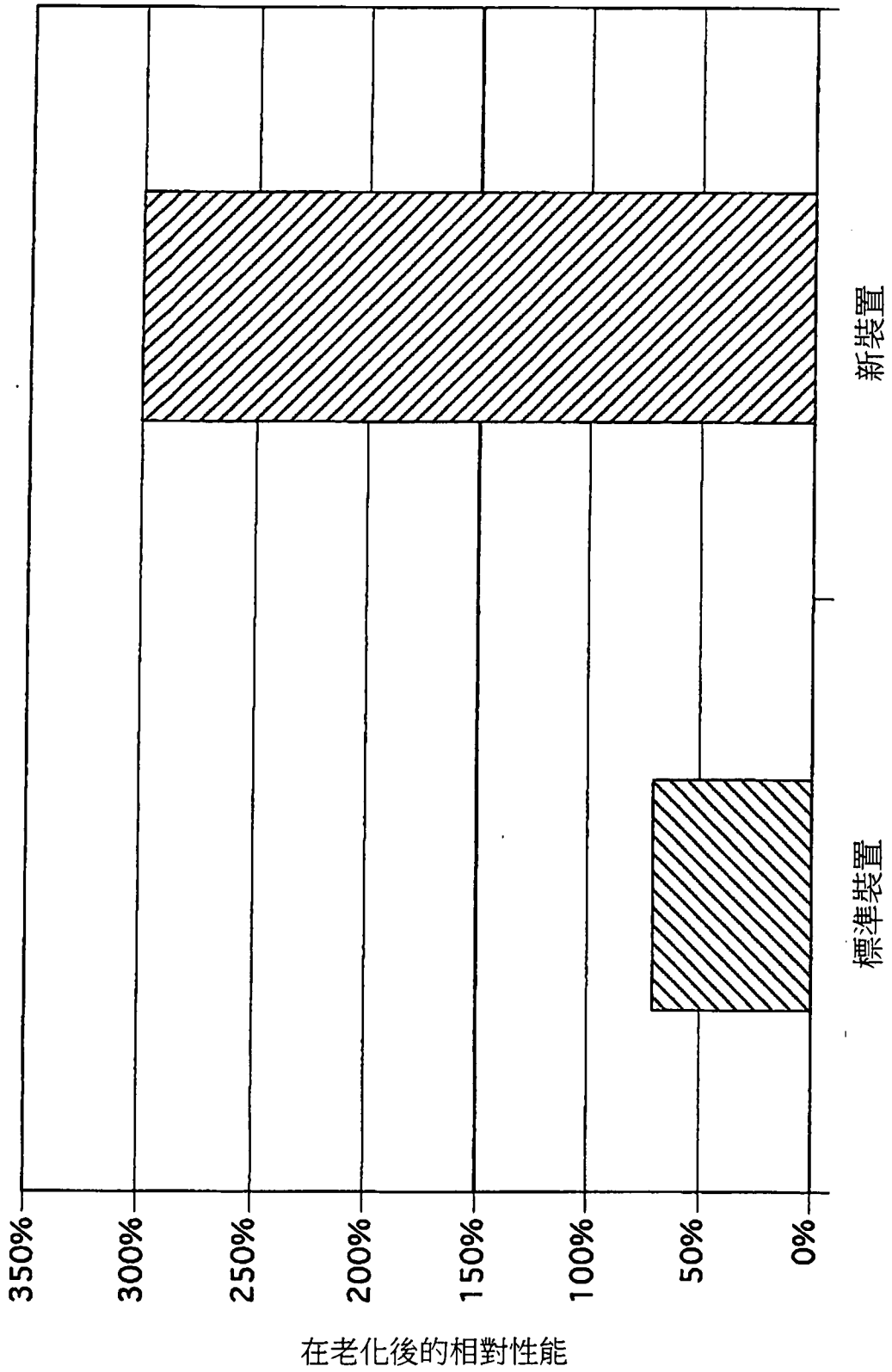


圖 3

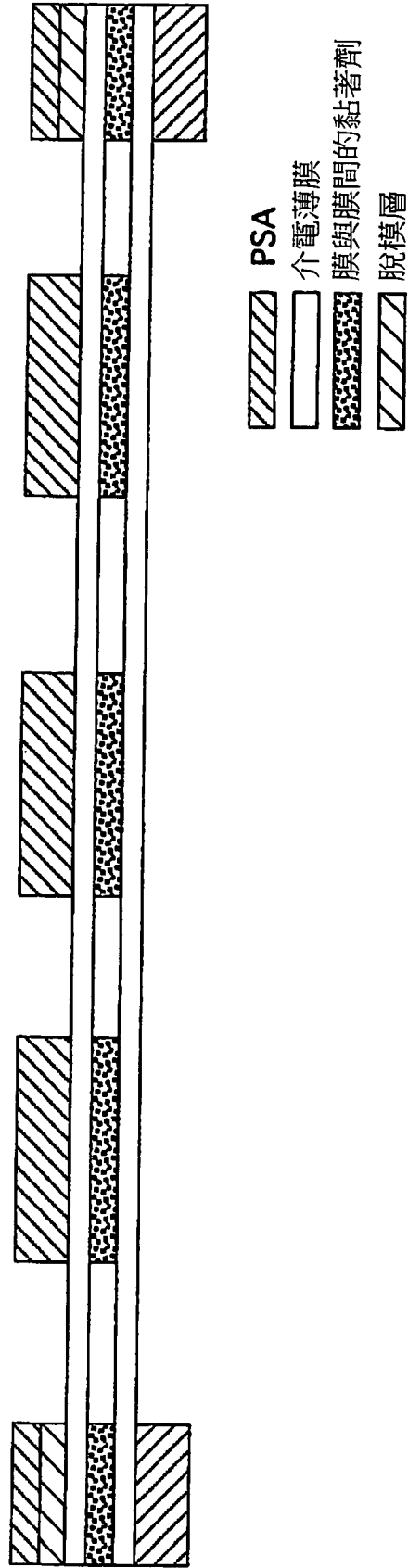


圖 4

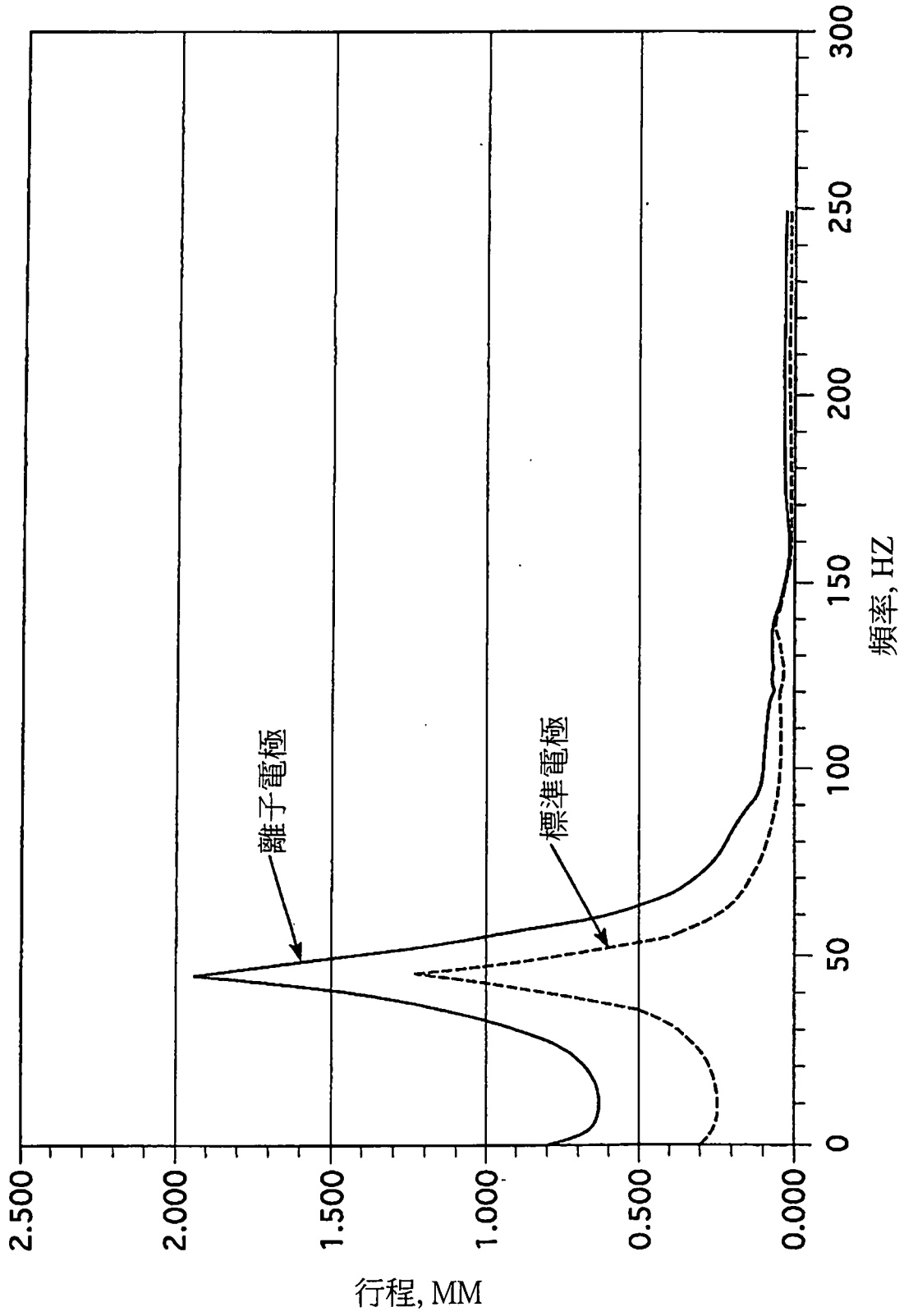


圖 5

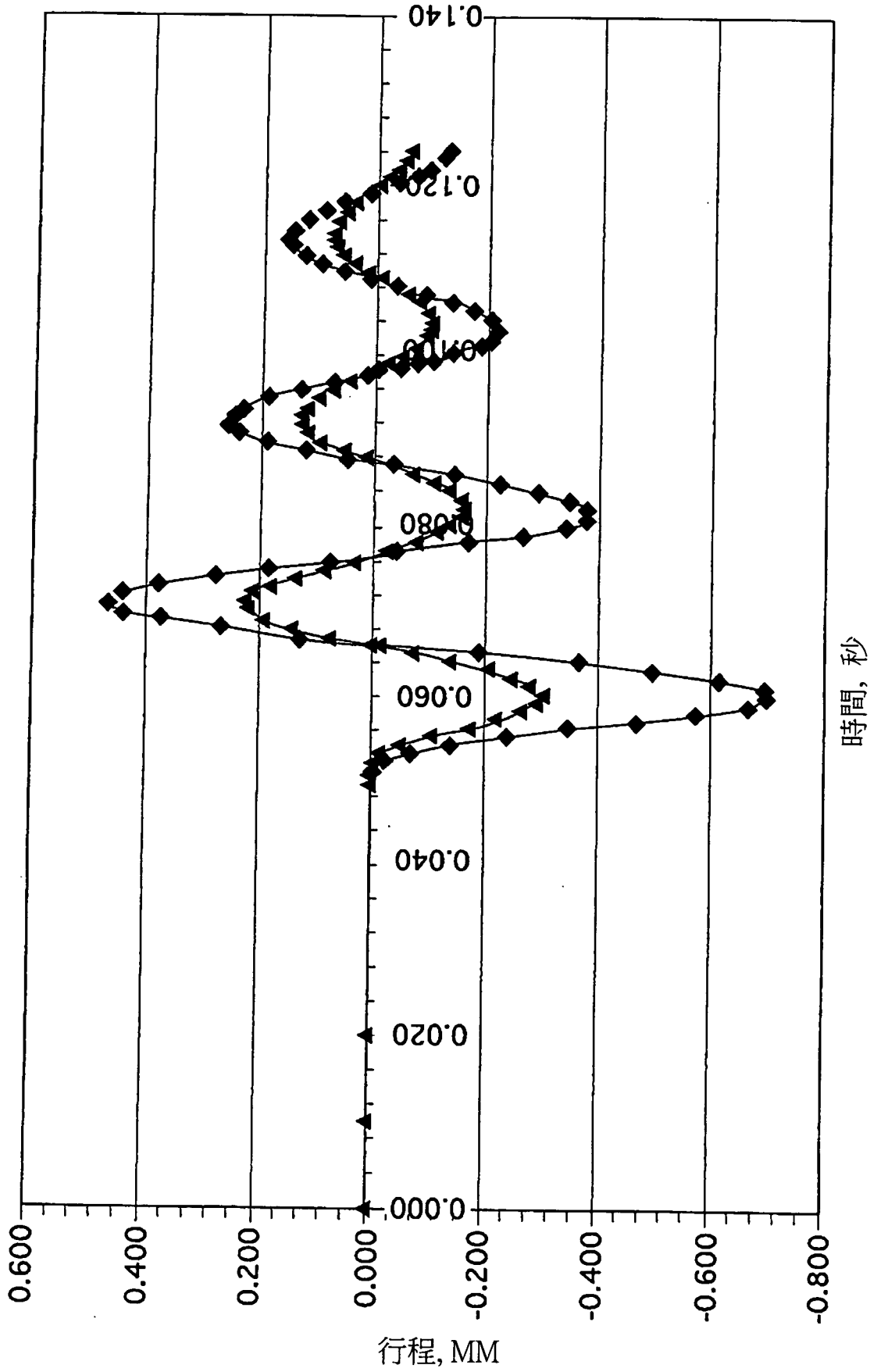


圖 6

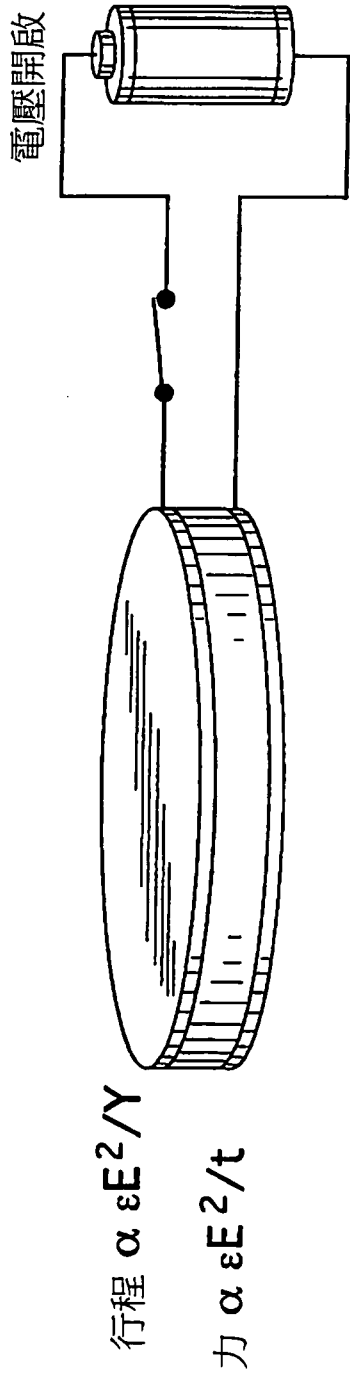


圖 7

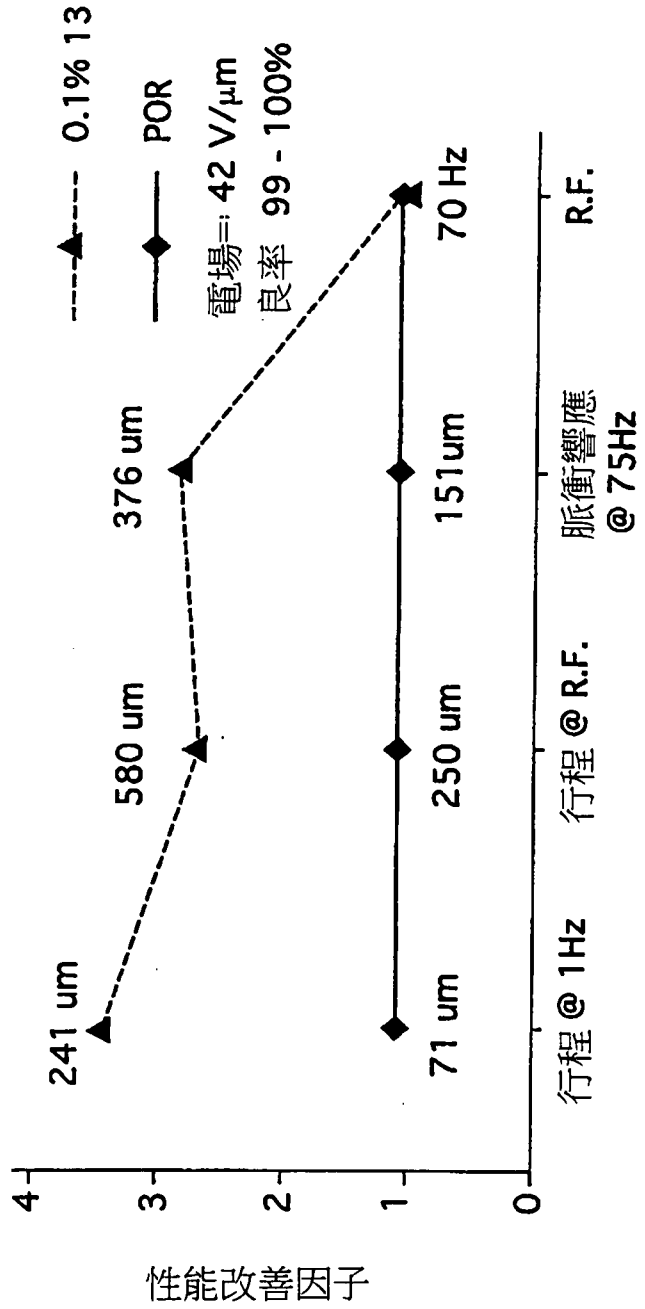


圖 8

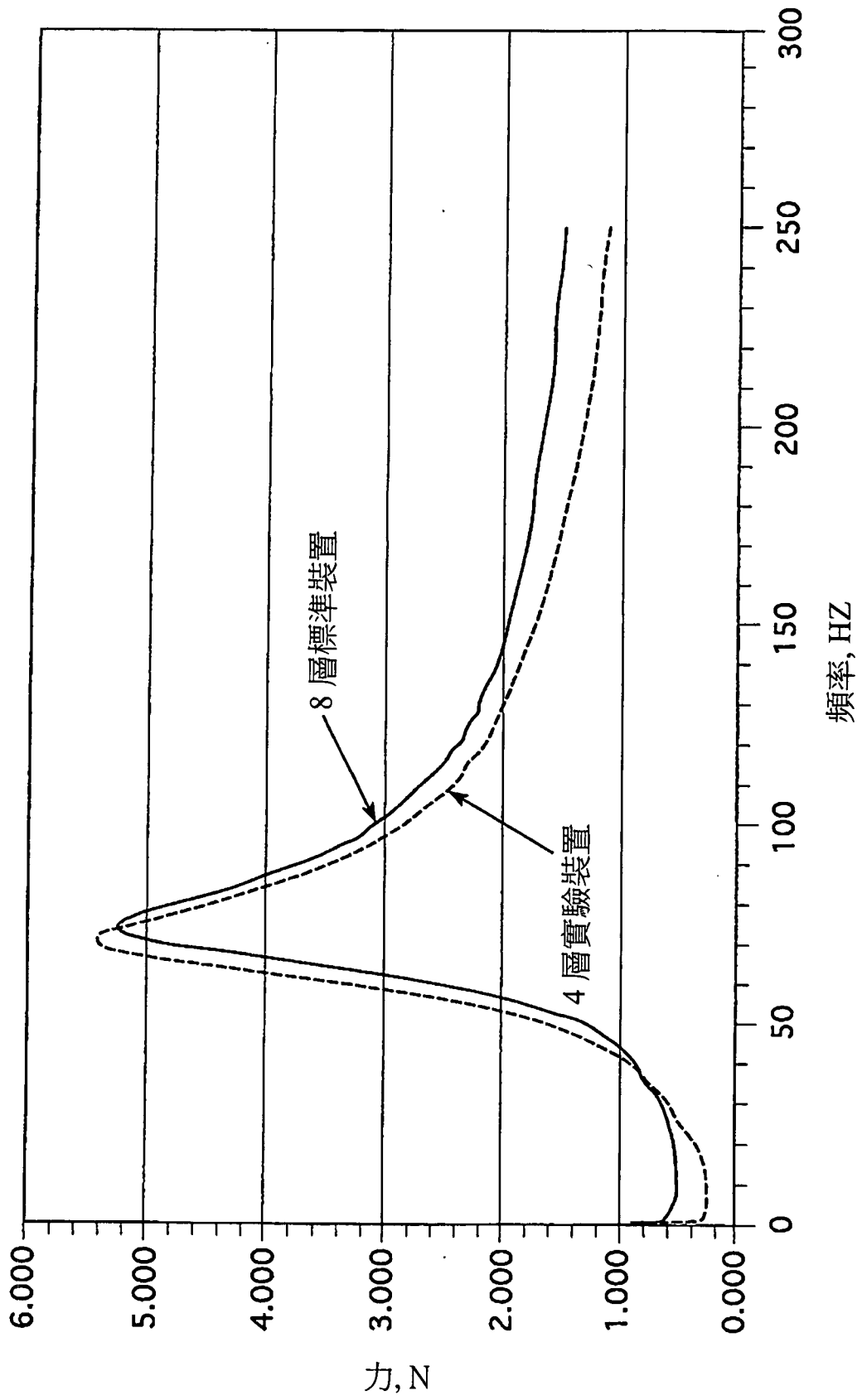


圖 9

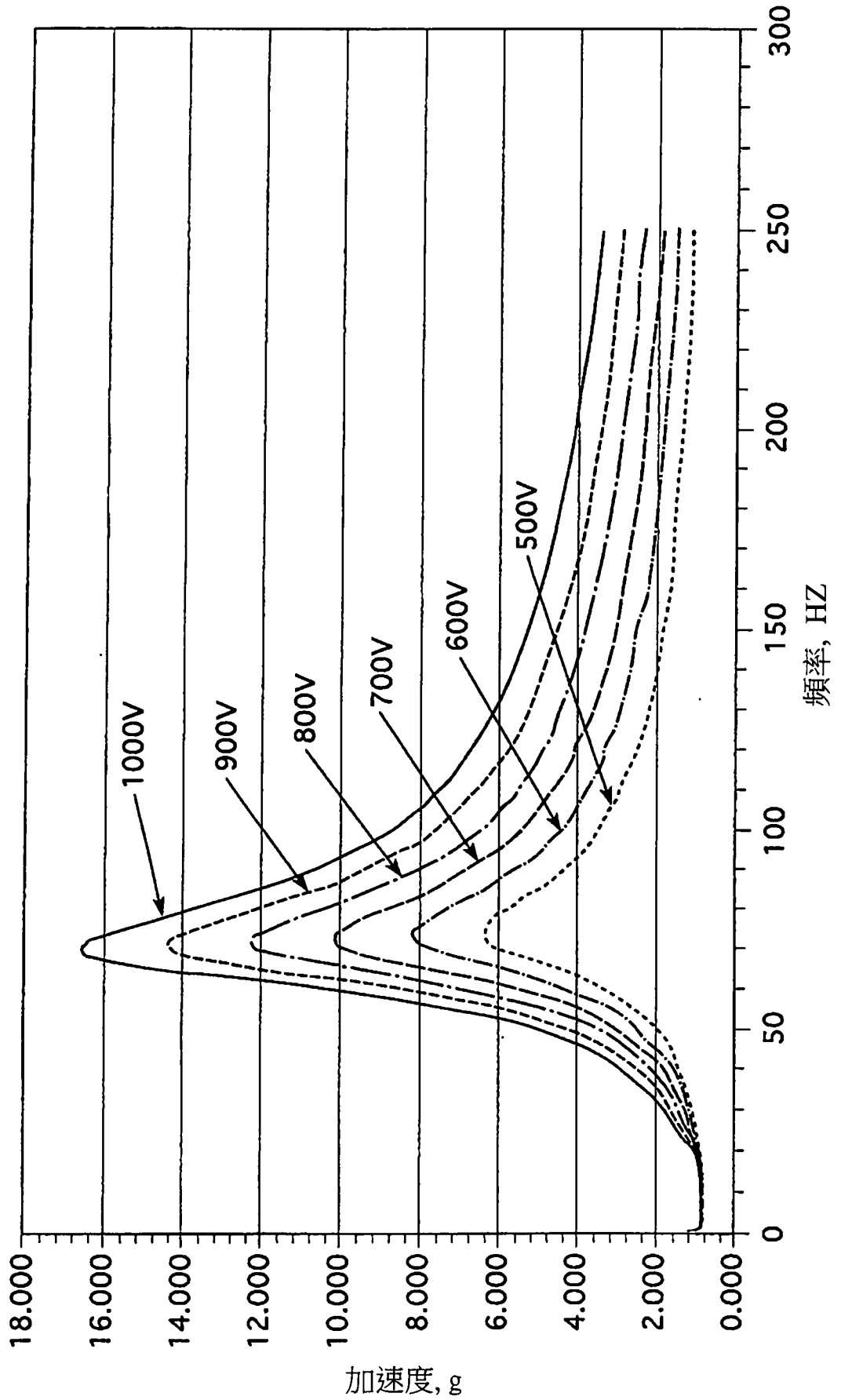


圖 10

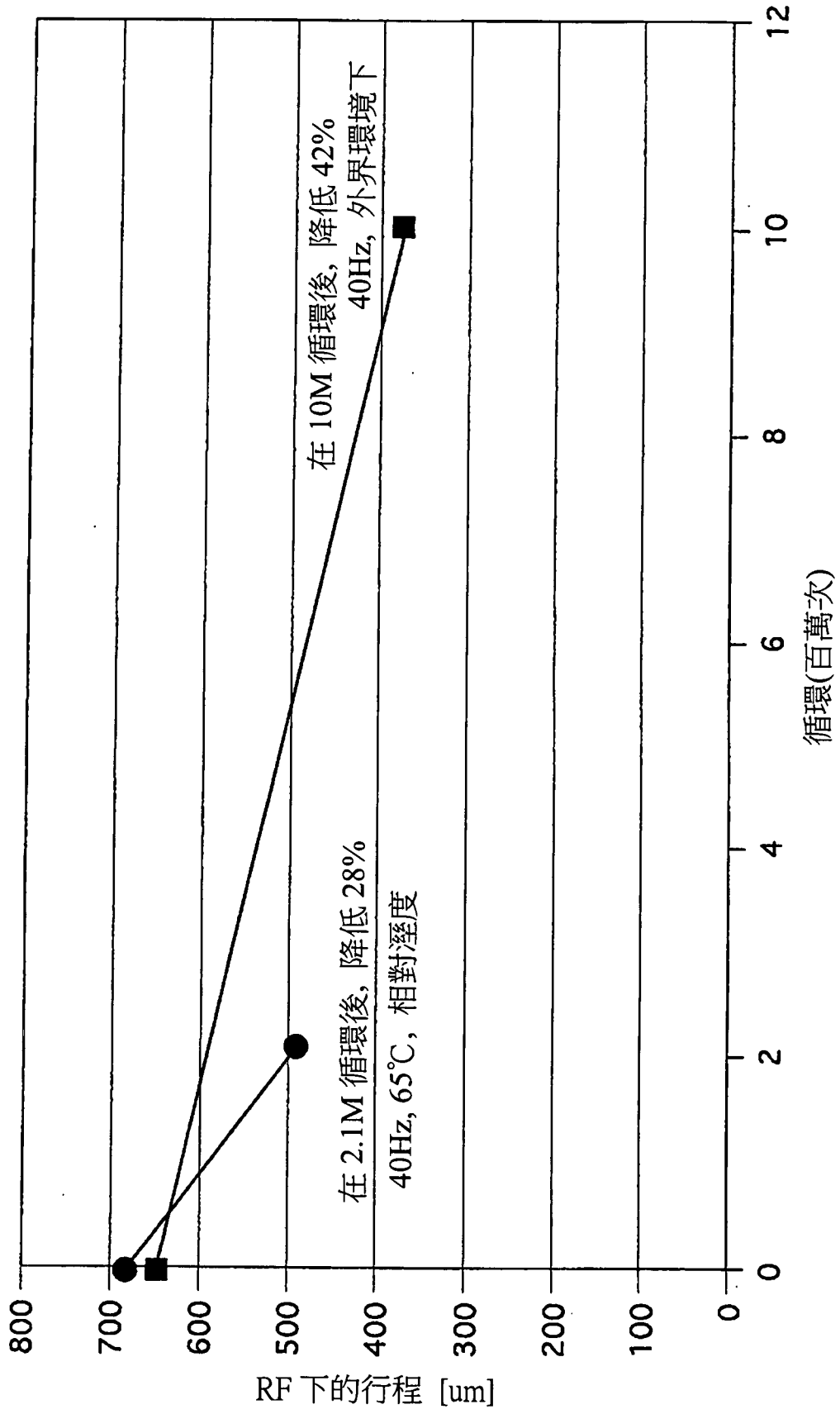


圖 11

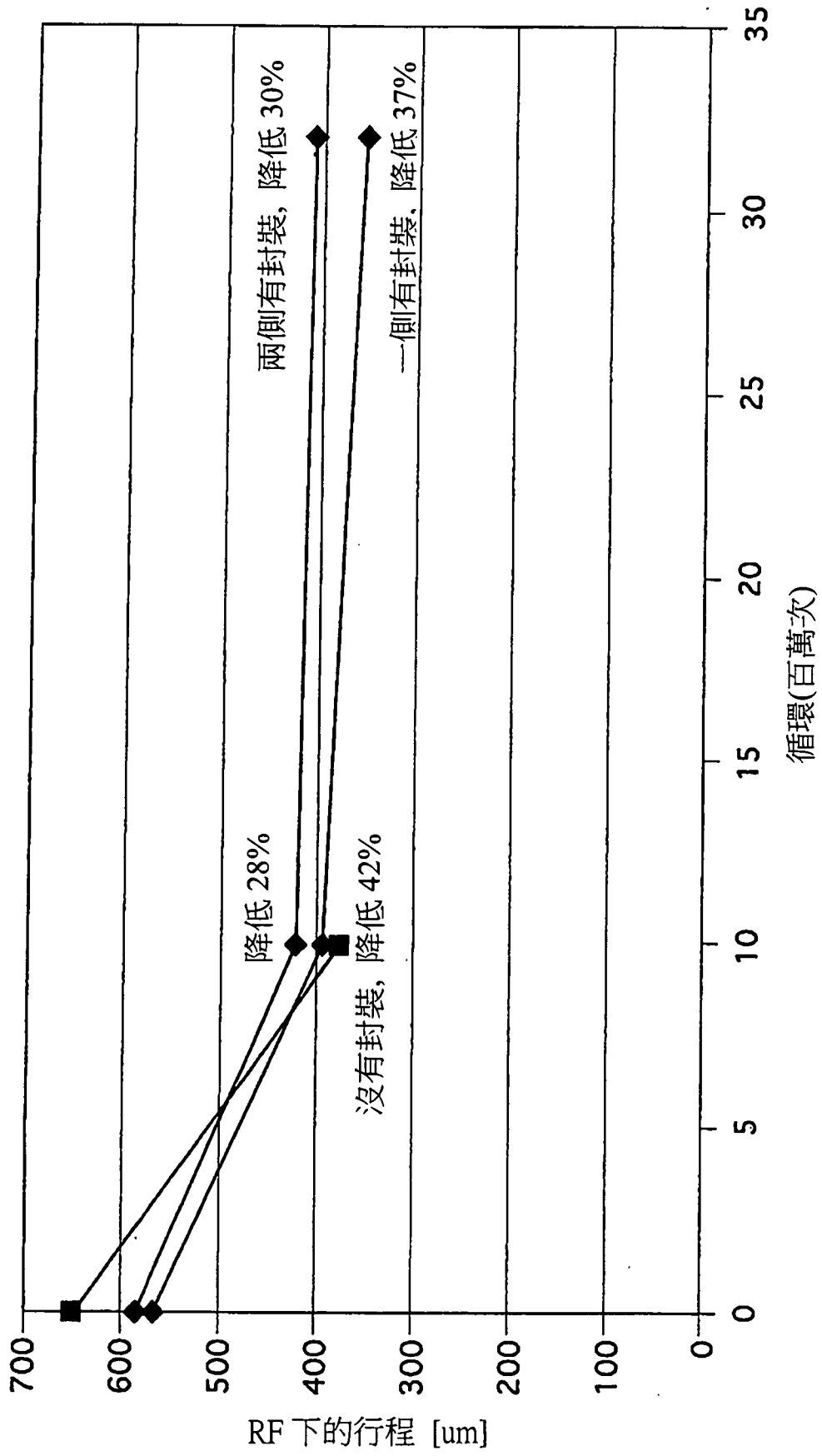


圖 12

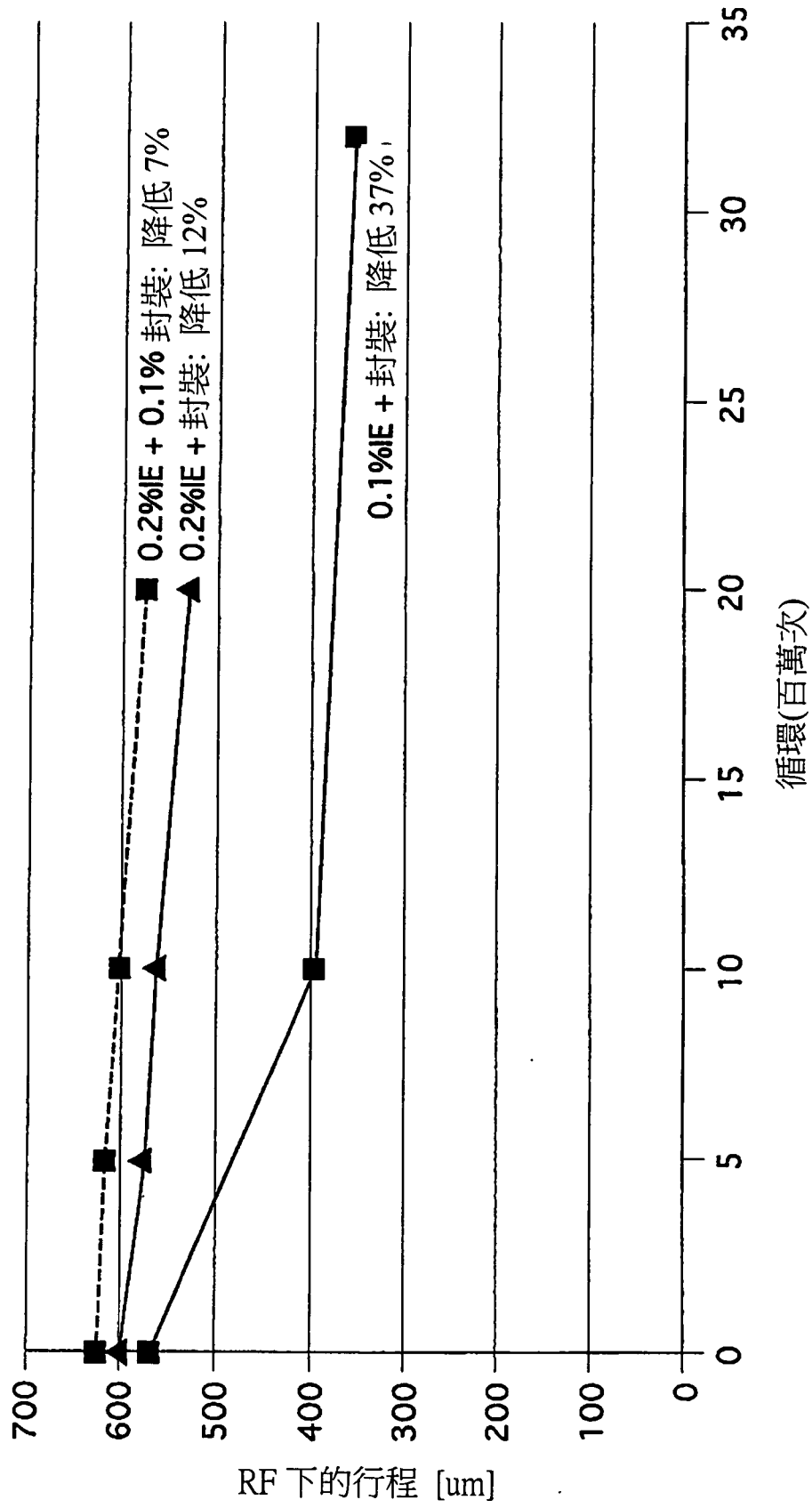


圖 13

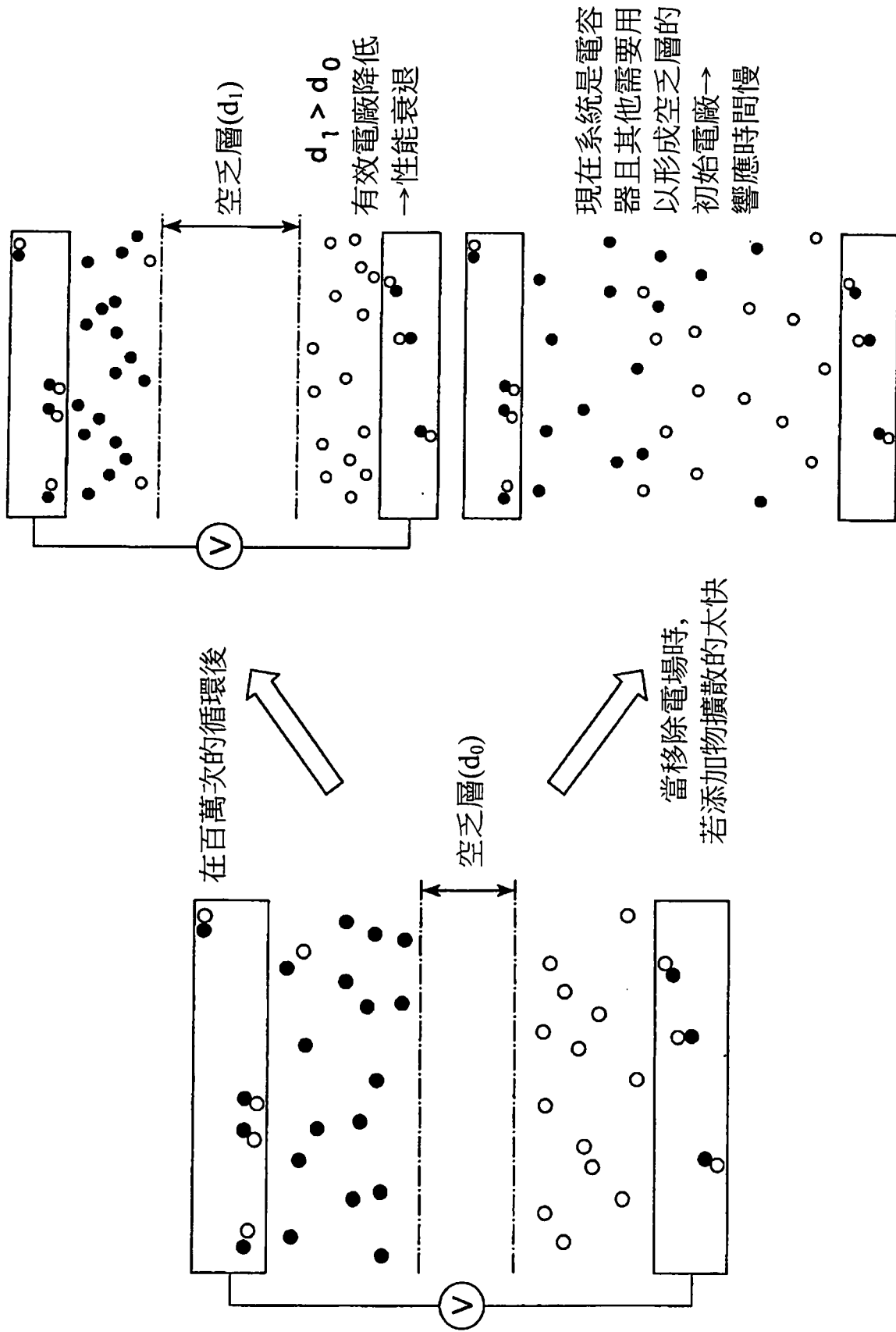


圖 14

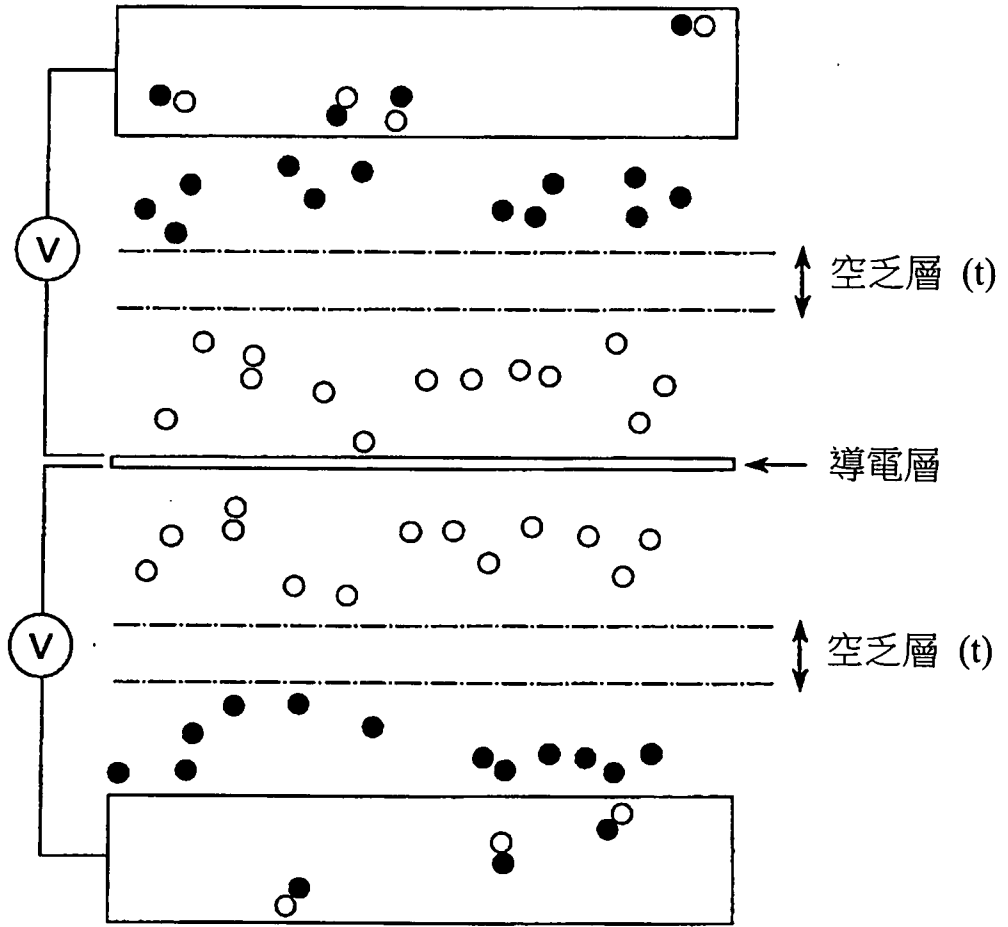


圖 15

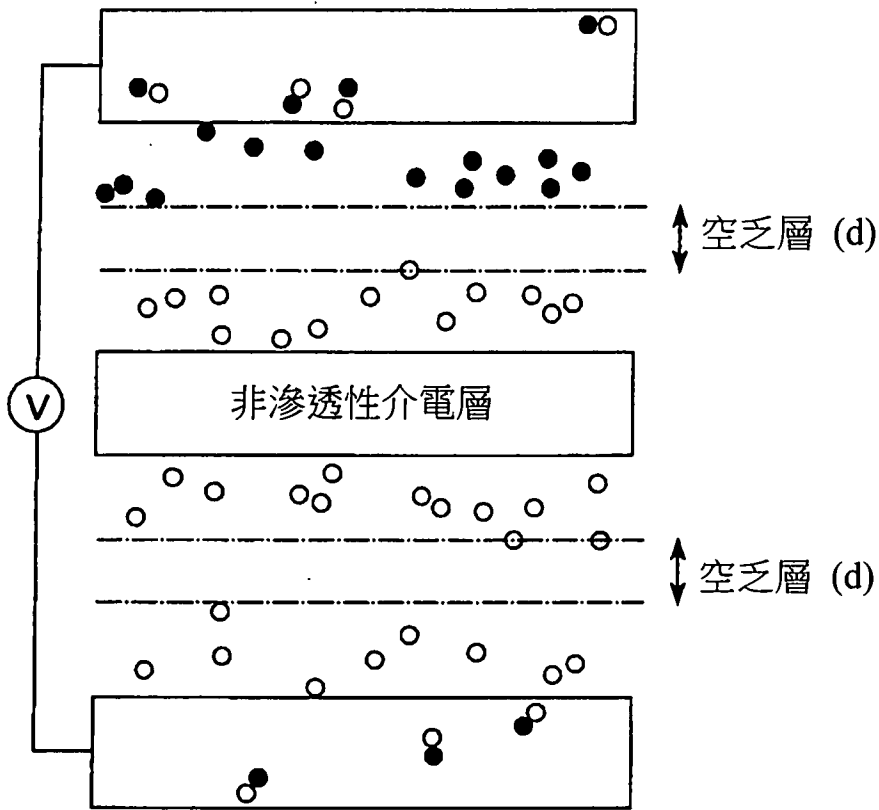


圖 16

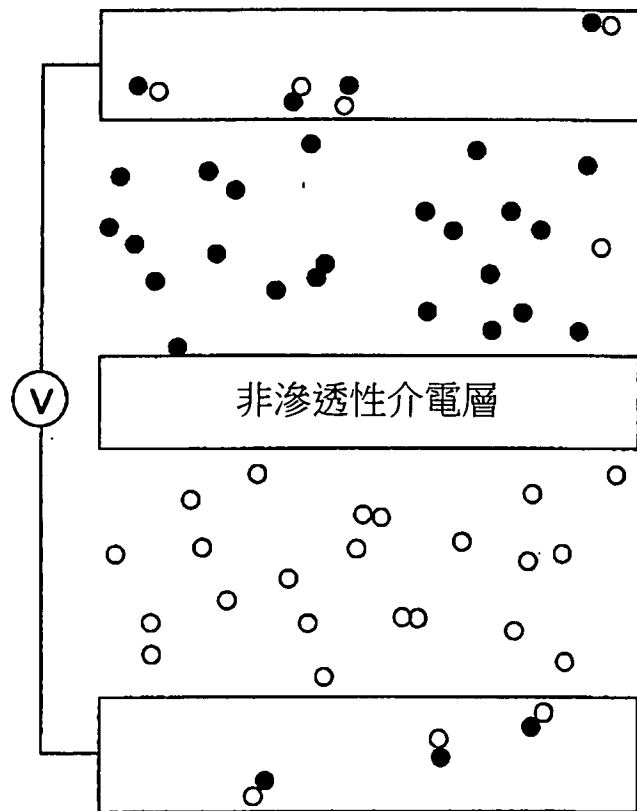


圖 17

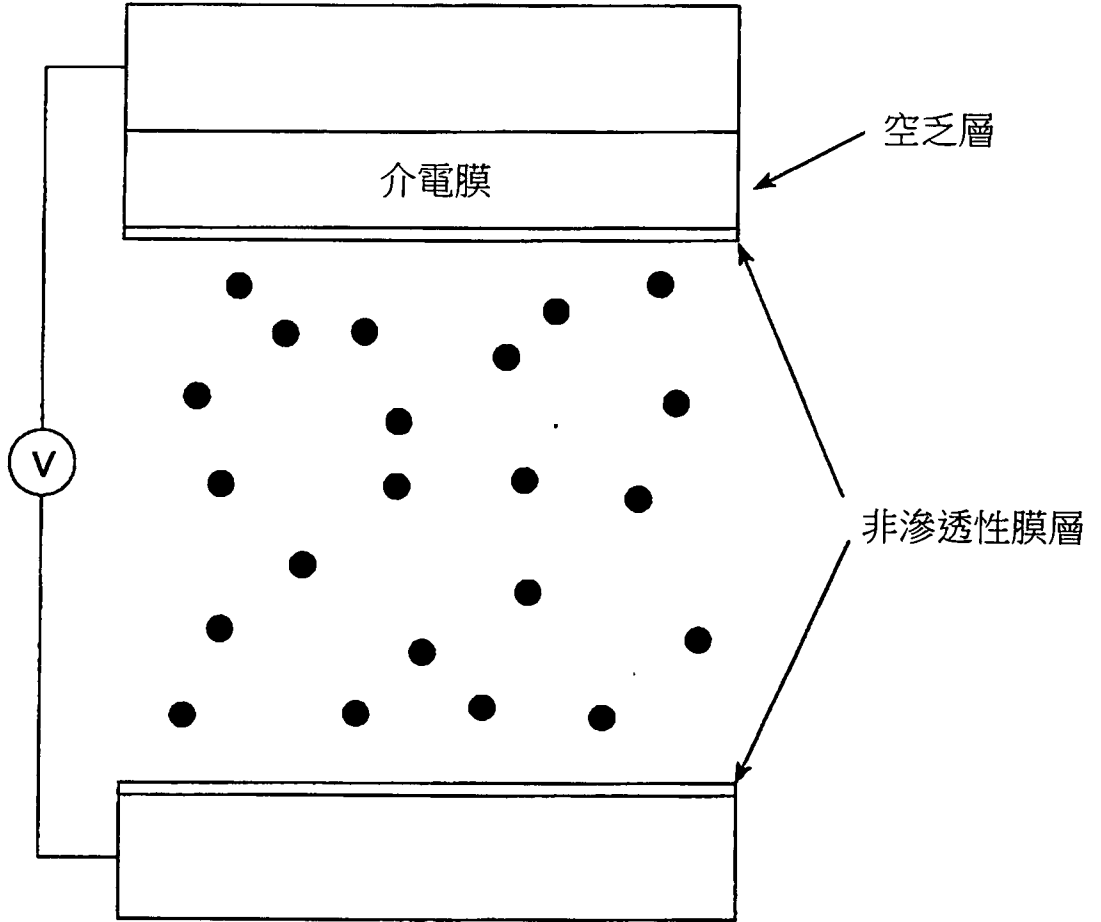


圖 18

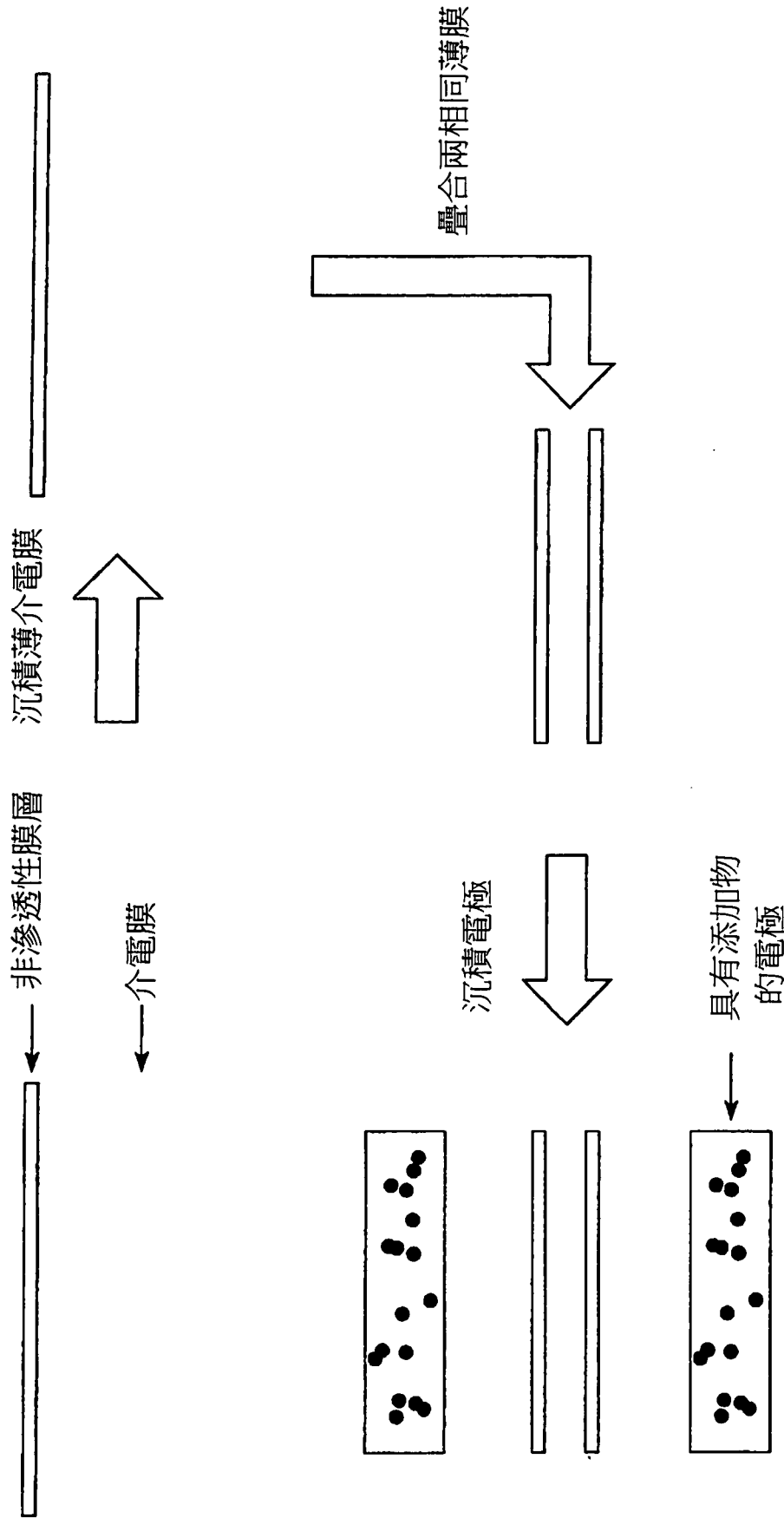
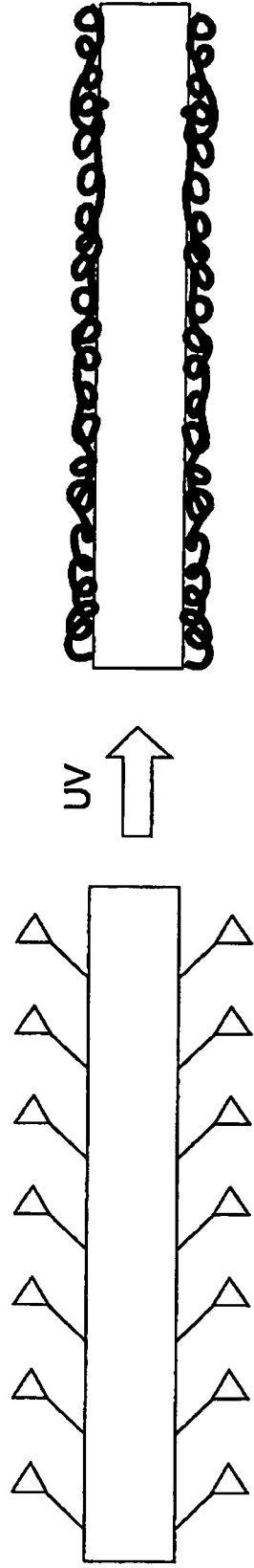
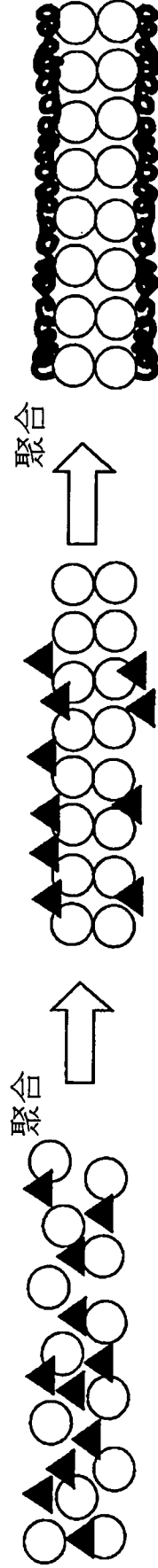


圖 19

- 使用電漿來製造薄緻密層
- 利用可以 UV 聚合的官能基團來修飾介電薄膜，產生緻密結構



- 利用擴散、聚合率與相分離的不同；第一單體先聚合，然後可形成較非滲透性膜層的第二單體相分離至表面並聚合。或者，第二單體可在聚合前吸附或沈積於介電薄膜的表面上。可利用用以製造塑膠梯度折射率鏡片及光纖的類似技術。http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/2930/8/08_chapter%202.pdf



在第一單體聚合後的相分離

圖 20

