

公告本

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： 97146059

※ 申請日期： 97-11-27

※IPC 分類：G06F³/₄₆ (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於觸覺回饋裝置的電活性聚合物轉換器

ELECTROACTIVE POLYMER TRANSDUCERS FOR TACTILE
FEEDBACK DEVICES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商人工肌肉有限公司

ARTIFICIAL MUSCLE, INC.

代表人：(中文/英文)

史考特 麥特凱夫

METCALF, SCOTT

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州桑尼維爾市北瑪莉大道749號

749 N. MARY AVENUE, SUNNYVALE, CA 94085, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 怡雅 波林考夫
POLYAKOV, ILYA
2. 強納森 R 漢姆
HEIM, JONATHAN R.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明揭示用於使用者介面裝置中之感測回饋應用的電
活性聚合物轉換器。

六、英文發明摘要：

Electroactive polymer transducers for sensory feedback applications in
user interface devices are disclosed.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(14A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

190	使用者輸入裝置
204	轉換器陣列/EAP致動器
232	顯示表面/顯示器/顯示螢幕
234	框架
256	支架

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於使用電活性聚合物轉換器提供感測回饋。

【先前技術】

許多熟知的使用者介面裝置通常回應該使用者所起始之一力以應用觸覺式回饋(透過施加至使用者身體之力將資訊傳送至該使用者)。可應用觸覺式回饋之使用者介面裝置之範例包括鍵盤、觸控螢幕、電腦滑鼠、軌跡球、尖筆桿、操縱桿等。該等介面裝置類型所提供之觸覺式回饋係身體感覺之形式，例如振動、脈動、彈簧力等，此為一使用者直接(例如經由觸摸該螢幕)、間接(例如經由當一行動電話在一錢包或手提包內振動時產生之一振動效應)或以其他感覺方式(例如經由一移動身體之一動作，其在傳統意義上產生一壓力干擾但未產生一音訊信號)感覺。

通常，具有觸覺式回饋之一使用者介面裝置可為一輸入裝置，其"接收"使用者所起始之一動作，同時係提供指示該動作已起始動之觸覺式回饋之一輸出裝置。實際上，藉由使用者所施加之力，沿至少一個自由度改變一使用者介面裝置之某些接觸或觸摸部分或表面(例如按鈕)之位置，其中為改變接觸部分位置且影響該觸覺式回饋，所施加之力必須達到最小臨限值。實現或配準接觸部分位置之改變導致一回應力(例如回彈、振動、脈動)，其亦施加在使用者所作用之裝置之接觸部分上，該力係透過使用者的觸覺傳送至該使用者。

應用一回彈或"雙相位"型觸覺式回饋之使用者介面裝置之一常用範例係一滑鼠上之一按鈕。該按鈕直至所施加力達到一特定臨限值時才移動，此時，該按鈕相對容易地向下移動且接著停止，此集合之感覺係定義為"點擊"該按鈕。使用者施加之力由於為使用者所感覺之回應(相對)力，其實質上沿垂直於按鈕表面之一軸。

在另一範例中，當一使用者在一觸控螢幕上輸入時，該螢幕通常藉由該螢幕上之一圖形改變連同/不連同一聽覺提示確認該輸入。一觸控螢幕藉由螢幕上之視覺提示(例如顏色或形狀改變)提供圖形回饋。一觸控板藉由螢幕上之一游標提供視覺回饋。雖然以上提示均提供回饋，但自一手指啟動之輸入裝置之最直觀且有效之回饋係一觸覺回饋，例如鍵盤鍵之掣止裝置或一滑鼠輪之掣止裝置。因此，需要在觸控螢幕上併入觸覺式回饋。

觸覺式回饋能力已知用於改良使用者生產力及效率，尤其在資料登錄環境中。本發明之發明者咸信，對傳送至一使用者之觸覺式感覺之特性與品質的進一步改良可進一步提高此生產力及效率。若藉由易於低成本製造之一感測回饋機構提供此等改良且不增加(較佳減少)已知觸覺式回饋裝置的空間、大小及/或質量需求則更有益。

【發明內容】

本發明包括涉及用於感測應用之電活性轉換器之裝置、系統及方法。在一變化中，提供具有感測回饋之一使用者介面裝置。本發明之一優點係每當觸發一感測器板上之一

輸入或藉由軟體觸發一致動器，向一觸控螢幕或配備觸控板之電子裝置的使用者提供一觸覺回饋方式。該觸控螢幕可為剛性或撓性，此取決於使用者介面裝置欲用於之所需應用。

在一變化中，本文所述之系統包括用於向一使用者顯示資訊之一使用者介面裝置，該使用者介面裝置包括一螢幕，其具有經組態用於供一使用者或一感測器板觸覺接觸之一使用者介面表面，該螢幕經組態以顯示該資訊；一框架，其在該螢幕之至少一部分周圍；及一電活性聚合物材料，其係耦合在該螢幕與該框架之間，其中藉由該使用者產生之一輸入信號導致一電場施加至該電活性聚合物材料，其導致該電活性聚合物材料以產生足以供使用者觸覺觀察之一力之方式位移該螢幕與感測器面板中至少一者。

本文所述之使用者介面裝置可組態用於供使用者觸覺接觸，且其中藉由該使用者作出之觸覺接觸導致該輸入信號之產生。或者，或此外，該使用者介面裝置可經組態以接受使用者輸入且用於該輸入信號之產生。

本文所述之系統通常亦包括一控制系統，其用於回應抵靠該螢幕之一觸發力以控制電活性聚合物轉換器之位移量。螢幕之移動可在任何數量的方向上。例如，在相對於框架之一橫向方向上、相對於框架之軸向上，或兩者皆可。

在一些變化形式中，囊封該電活性聚合物材料以形成一墊圈，且其中將該墊圈機械耦合在該框架與該螢幕之間。

可將電活性聚合物材料以任何數量之組態耦合在框架與螢幕之間。該耦合可包括位於該框架與該螢幕之間的至少一彈簧部件。

在該裝置之某些變化形式中，該電活性聚合物材料包括具有至少一彈簧部件之至少一電活性轉換器。

在另一變化形式中，該電活性聚合物材料包括複數個皺紋或折疊。

在使用者介面裝置之另一變化中，該裝置包括一螢幕，其具有經組態用於供一使用者或一感測器板觸覺接觸之一感測器表面，該螢幕經組態以顯示該資訊；一框架，其在該螢幕之至少一部分周圍；及一電活性聚合物材料，其係耦合在該感測器表面與該框架之間，其中藉由該使用者產生之一輸入信號導致一電場施加至該電活性聚合物材料，其導致該電活性聚合物材料以產生足以供使用者觸覺觀察之一力之方式位移該螢幕與該感測器面板中至少一者。

本發明之裝置及系統提供更大的多功能性，此係由於其可應用於許多輸入裝置類型中且自多個輸入元件提供回饋。該系統由於實質上未增加裝置的機械複雜性或增加裝置的質量與重量，因此亦係有利的。該系統亦在無任何機械滑動或旋轉元件的情況下實現其功能，從而使該系統耐用、易裝配且易於製造。

本發明可應用於任何類型的使用者介面裝置中，包括但不限於觸控板、觸控螢幕或數字鍵盤或用於電腦、電話、PDA、視訊遊戲主控台、GPS系統、資訊站應用等的類似

物。

關於本發明之其他細節，以具有相關技術之人士之水準，可應用材料及交替的相關組態。在通常或邏輯應用之額外動作方面，本發明之以方法為主之態樣同樣有效。此外，雖然已結合若干範例(視需要併入不同特徵)描述本發明，但本發明並不限於針對本發明之每一變化形式考慮時所述或所指示之本發明。可對所述本發明進行各種變化且可用等效物(不論本文是否詳述或出於簡化起見未包括在本發明內)取代而不脫離本發明之真實精神與範疇。可在其設計中整合所示任何數量之個別零件或子裝配件。可藉由用於裝配之設計原理進行或引導此等改變或其他改變。

熟悉此項技術者在閱讀完下面更完整說明的本發明之細節後，將明白本發明之該等及其他特徵、目的及優點。

【實施方式】

現在參考附圖詳細說明本發明之裝置、系統及方法。

如上所述，可藉由在裝置的使用者螢幕上使用觸覺式回饋來改良需要一使用者介面之裝置。圖1A及1B解說此類裝置190之簡單範例。每一裝置包括供使用者輸入或觀看資料之一顯示螢幕232。將該顯示螢幕耦合至該裝置之一主體或框架234。顯然，任何數量之裝置均包括在本揭示內容之範疇內，而不論其是否可攜(例如行動電話、電腦、製造設備等)或固定至其他非可攜式結構(例如一資訊顯示面板之螢幕、自動提款機等)。出於本揭示內容之目的，一顯示螢幕亦可包括一觸控板類型之裝置，其中使用

者輸入或互動發生在一監視器或遠離實際觸控板之位置(例如一膝上型電腦觸控板)上。

許多設計考慮促成選擇及使用先進介電彈性材料(亦稱為"電活性聚合物"(EAP))來製造轉換器,尤其在尋求顯示螢幕232之觸覺式回饋時。此等考慮包括潛在力、功率密度、功率轉換/消耗、大小、重量、成本、回應時間、負載循環、服務需求、環境影響等。因此,在許多應用中,EAP技術為壓電形狀記憶合金(SMA)及電磁裝置(例如馬達及螺線管)提供一理想取代。

一EAP轉換器包括兩薄膜電極,其具有彈性特性且藉由一薄彈性介電材料分離。當施加一電壓差至該等電極時,帶相反電荷之電極相互吸引,從而壓縮其間的聚合物介電層。當該等電極被更緊密地拉在一起時,該介電聚合物薄膜由於在平坦方向上(x與y軸分量擴展)擴展而變得更薄(z軸分量壓縮)。

圖2A至2B顯示具有一顯示螢幕232之一使用者介面裝置230之一部分,該顯示螢幕232具有一表面,其回應該顯示螢幕上之資訊、控制或刺激而藉由該使用者實體接觸。顯示螢幕234可為任何類型之一觸控板或螢幕面板,例如一液晶顯示器(LCD)、有機發光二極體(OLED)或類似物。此外,介面裝置230之變化可包括顯示螢幕232(例如一"虛設"螢幕),其中在該螢幕上轉置一影像(例如投影機或圖形覆蓋),該螢幕可包括習知監視器或甚至具有固定資訊(例如常用符號或顯示)之一螢幕。

在任何情況下，顯示螢幕 232 均包括一框架 234 (或外殼或經由一直接連接或一或多個接地元件將該螢幕以機械方式連接至該裝置之任何其他結構) 及一電活性聚合物 (EAP) 轉換器 236，其將螢幕 232 耦合至框架或外殼 234。如本文所述，該等 EAP 轉換器可沿螢幕 232 之一邊緣，或可將 EAP 轉換器之一陣列與遠離框架或外殼 234 隔開之螢幕 232 的部分接觸地放置。

圖 2A 及 2B 解說一基本使用者介面裝置，其中一囊封的 EAP 轉換器 236 形成一活動墊圈。可在觸控螢幕 232 與框架 234 之間耦合任何數量之活動墊圈 EAP 236。通常提供足夠的活動墊圈 EAP 236 以產生所需的觸覺式感覺。然而，該數量通常將隨特定應用而變。在該裝置之一變化中，觸控螢幕 232 可包括一顯示螢幕或一感測器板 (其中該顯示螢幕在該感測器板的後面)。

該等圖顯示觸控螢幕 232 在一非活動與活動狀態之間循環的使用者介面裝置 230。圖 2A 顯示使用者介面裝置 230，其中該觸控螢幕 232 處於一非活動狀態。在此一情形中，無電場施加至 EAP 轉換器 236，此允許該等轉換器處於一靜止狀態。圖 2B 顯示在某一使用者輸入觸發該 EAP 轉換器 236 成一活動狀態後的使用者介面裝置 230，其中轉換器 236 使顯示螢幕 232 在箭頭 238 所示之方向上移動。或者，一或多個 EAP 轉換器 236 之位移可變化，以使顯示螢幕 232 產生一方位移動 (例如均勻移動螢幕 232 之一區域 (而非整個顯示螢幕 232) 可比另一區域位移一更大程度)。顯然，耦合

至使用者介面裝置230之一控制系統可經組態成以一所需頻率來循環該等EAP 236及/或改變EAP 236之偏轉量。

圖3A及3B解說一使用者介面裝置230之另一變化，其具有藉由一撓性薄膜240覆蓋之一顯示螢幕232，該撓性薄膜240係用於保護顯示螢幕232。同樣，該裝置可包括將顯示螢幕232耦合至一基底或框架234之許多活動墊圈EAP 236。回應一使用者輸入，當施加一電場至EAP 236時，螢幕232連同薄膜240位移，從而導致位移，使得裝置230進入一活動狀態。

圖4解說一使用者介面裝置230之一額外變化，其具有位於顯示螢幕232之一邊緣附近的一彈簧偏壓之EAP薄膜240。可將該EAP薄膜240放置在螢幕之一周邊附近或僅放置在允許該螢幕向使用者產生觸覺式回饋之彼等位置。在此變化中，一被動順應性墊圈244提供抵靠螢幕232之一力，從而使EAP薄膜242處在一張力狀態下。在向薄該膜提供一電場242後(同樣，在藉由一使用者輸入產生之一信號後)，EAP薄膜242鬆弛導致螢幕232之位移。如箭頭246所示，使用者輸入裝置230係可組態成在相對於墊圈244所提供之偏向的任何方向上使螢幕232產生移動。此外，小於所有EAP薄膜242之致動使螢幕232產生非均勻移動。

圖5解說一使用者介面裝置230之另一變化。在此範例中，使用多個順應性墊圈244將顯示螢幕232耦合至一框架234且用於顯示器232之驅動力係多個EAP致動器隔膜248。EAP致動器隔膜248經彈簧偏壓且在應用一電場後可

驅動該顯示螢幕。如圖所示，EAP致動器隔膜248具有在一彈簧之任一側上的相對EAP薄膜。在此一組態中，啟動EAP致動器隔膜248之相對側使得裝配件嚴格處在一中性點。該等EAP致動器隔膜248如同控制人的手臂之動作的相對二頭肌與三頭肌一樣作用。儘管未顯示，如美國專利申請案第11/085,798及11/085,804號所述，可堆疊該等致動器隔膜248以提供兩相位輸出動作及/或放大該輸出以用於更強固的應用中。

圖6A及6B顯示具有一EAP薄膜或膜242之一使用者介面230之另一變化，該EAP薄膜或膜242係在一顯示器232與一框架234之間在多個點或接地元件252處耦合以容納EAP膜242中之皺紋或折疊。如圖6B所示，施加一電場至EAP薄膜242導致顯示螢幕232在皺紋方向上位移或相對於框架240偏轉。使用者介面232視需要可包括偏壓彈簧250，其亦耦合在顯示器232與框架234及/或覆蓋顯示螢幕232之一部分(或全部)的一撓性保護薄膜240之間。

應注意，上述圖示意性解說應用EAP膜或轉換器之此類觸覺回饋裝置之範例性組態。許多變化(例如裝置之變化)均在本揭示內容之範疇內，實施EAP轉換器可以僅移動一感測器板或元件(例如在使用者輸入後觸發且提供一信號至該EAP轉換器之一元件)而非整個螢幕或板裝配件。

在任何應用中，藉由EAP部件造成的一顯示螢幕或感測器板之回饋位移可專門在感測為橫向移動之平面內，或可在平面外(例如感測為垂直位移)。或者，可將EAP轉換器

材料分段以獨立提供可定址/可移動之區段以便提供平板元件之角度位移。此外，在本文所述之使用者介面裝置中可併入任何數量之EAP轉換器或膜(如上文列出之申請案及專利所揭示)。

本文所述之裝置之變化允許該裝置之整個感測器板(或觸控螢幕)用作一觸覺回饋元件。此允許廣泛的功能性。例如，回應一虛擬鍵敲擊該螢幕可彈跳一次或其可回應該螢幕上之一滾動元件(例如一滑桿)輸出連續彈跳從而有效模擬一滾輪之機械掣止裝置。藉由使用一控制系統，可藉由讀取螢幕上之使用者手指之精確位置且相應地移動該螢幕面板來合成一三維輪廓從而模擬三維結構。假設具有足夠的螢幕位移且該螢幕具有顯著質量，則該螢幕之重複振盪甚至可取代一行動電話之振動功能。此功能性可用於瀏覽文字，其中藉由一觸覺"凸塊"表示一行文字之(垂直)滾動，從而模擬掣止裝置。在視訊遊戲的背景中，本發明在先前技術視訊遊戲系統中應用的振盪振動馬達中提供更多的互動性及更精細的動作控制。在為一觸控板之情形下，藉由提供實體暗示可改良使用者互動性及可存取性，尤其針對視覺受損者而言。

EAP轉換器可組態成與一施加電壓成比例的位移，此有助於程式化與主體觸覺回饋裝置一起使用的一控制系統。例如，一軟體演算法可將像素灰階轉換成EAP轉換器位移，藉此，連續測量在螢幕游標之尖端下的像素灰階值並藉由該EAP轉換器將其轉譯成一成比例之位移。藉由在整

個觸控板上移動一手指，一使用者可感覺或感測一大致的三維組織。可在一網頁上應用一類似演算法，其中在一圖示上移動一手指後，將該圖示之邊界作為網頁組織中之一凸塊或一蜂鳴按鈕回饋給使用者。對於正常使用者，此將提供一完全嶄新的感測體驗，而對視覺受損者瀏覽網站而言，此將添加不可或缺之回饋。

由於眾多原因，EAP轉換器非常適用於此等應用中。例如，由於EAP轉換器重量輕且具有最小組件，因此其提供一極低的分佈且因此非常適用於感測/觸覺式回饋應用中。EAP轉換器及其構造之範例描述於美國專利第7,368,862、7,362,031、7,320,457、7,259,503、7,233,097、7,224,106、7,211,937、7,199,501、7,166,953、7,064,472、7,062,055、7,052,594、7,049,732、7,034,432、6,940,221、6,911,764、6,891,317、6,882,086、6,876,135、6,812,624、6,809,462、6,806,621、6,781,284、6,768,246、6,707,236、6,664,718、6,628,040、6,586,859、6,583,533、6,545,384、6,543,110、6,376,971及6,343,129中；以及美國公開的專利申請案第2006/0208610、2008/0022517、2007/0222344、2007/0200468、2007/0200467、2007/0200466、2007/0200457、2007/0200454、2007/0200453、2007/0170822、2006/0238079、2006/0208610、2006/0208609及2005/0157893中，該等案件之全部內容係以引用的方式併入本文中。

圖7A及7B解說一EAP膜或薄膜10結構之一範例。將一薄彈性介電膜或層12夾在順應性或可彎曲電極板或層14與16

之間，從而形成一電容結構或膜。介電層之長度" l "及寬度" w "以及複合結構之長度與寬度均遠大於其厚度" t "。通常，介電層具有大約 $10\ \mu\text{m}$ 至大約 $100\ \mu\text{m}$ 範圍內之一厚度，該結構的總厚度在大約 $25\ \mu\text{m}$ 至大約 $10\ \text{cm}$ 範圍內。此外，需要選擇電極14、16之彈性模數、厚度及/或微觀幾何結構，使得其對該致動器貢獻的額外硬度通常低於介電層12之硬度，該介電層12具有一相對低的彈性模數(例如低於大約 $100\ \text{MPa}$ 且通常低於大約 $10\ \text{MPa}$)，但可能比每一電極均厚。適用於該等順應性電容結構之電極係能夠承受大於約1%的循環應力而不會因機械疲勞而失效之電極。

自圖7B可見，當在該等電極上施加一電壓時，兩電極14、16中之不同電荷將彼此吸引且該等靜電吸力壓縮介電膜12(沿Z軸)。從而導致介電膜12隨電場之改變而偏轉。由於電極14、16係順應性，因此其形狀隨介電層12而變化。一般而言，偏轉係指任何位移、擴展、收縮、扭轉、線性或區域應力，或介電膜12之一部分的其他變形。根據其中使用電容結構10(共同指稱為"轉換器")之形式擬合架構(例如一框架)，此偏轉可用於產生機械功。在上述專利參考中揭示且說明各種不同的轉換器架構。

藉由施加一電壓，轉換器膜10連續偏轉直至機械力平衡驅動該偏轉之靜電力。該等機械力包括介電層12之彈性回復力、電極14、16之順應或拉伸及耦合至轉換器10之一裝置及/或負載所提供之任何外部抵抗力。由於施加電壓導致的轉換器10之所得偏轉亦可取決於許多其他因數，例如

彈性材料的介電常數及其大小與硬度。移除電壓差與所引入之電荷則導致反效果。

在一些情形中，電極14及16可相對於介電膜12的總面積覆蓋該膜的一有限部分。此舉可防止介電質邊緣周圍的電性崩潰或在其特定部分中實現訂製之偏轉。在偏轉期間，可使一活動區域(其係該介電材料之一部分，該部分具有足夠靜電力以致能偏轉該部分)外的介電材料用作該活動區域上之一外部彈簧力。更明確而言，活動區域外的材料可藉由其收縮或擴展抵抗或增強活動區域之偏轉。

介電膜12可預先施以應變。該預應變改良了電能與機械能之間的轉換，即該預應變允許介電膜12偏轉更多且提供更大的機械功。一膜之預應變可描述為相對於預應變前在一方向上之尺寸，在預應變後在該方向上的尺寸。該預應變可包括介電膜之彈性變形且可(例如)藉由在張力下拉伸該膜且在拉伸同時固定一或多個邊緣形成。可將該預應變施加在該膜之邊界處或僅針對該膜之一部分施加，且可藉由使用一剛性框架或藉由硬化該膜之一部分來實施該預應變。

在本文揭示的許多參考專利及公開案中更加完整的描述圖7A及7B之轉換器結構及其他類似順應性結構及其構想之細節。

除上述EAP膜外，感測或觸覺式回饋使用者介面裝置可包括設計成產生橫向移動之EAP轉換器。例如，如圖8A及8B所示自上至下，包括致動器30之各種組件，致動器30具

有一彈性膜形式之一電活性聚合物(EAP)轉換器10，其將電能轉換成機械能(如上所述)。所得機械能係一輸出部件之實體"位移"之形式，此處為一碟片28之形式。

參考圖9A至9C，EAP轉換器膜10包括兩工作對之薄彈性電極32a、32b及34a、34b，其中每一工作對係藉由彈性介電聚合物薄層26分離(例如由丙烯酸、聚矽氧、聚甲酸乙酯、熱塑性彈性體、碳氫橡膠、氟彈性體或類似物製成)。當在每一工作對之帶相反電荷之電極上(例如橫跨電極32a及32b，及橫跨電極34a及34b)施加一電壓差時，該等相對電極彼此吸引從而壓縮其間的介電聚合物層26。當該等電極被更緊密地拉在一起時，該介電聚合物26由於在平坦方向上(即x與y軸分量擴展)擴展而變得更薄(即z軸分量收縮)(參看圖9B及9C之軸參考)。此外，分佈在每一電極上之相同電荷引起嵌入在該電極內之導電顆粒相互排斥，從而導致彈性電極與介電膜之擴展。從而導致介電層26隨電場之改變而偏轉。由於電極材料亦具順應性，因此該等電極層隨同介電層26改變形狀。一般而言，偏轉係指任何位移、擴展、收縮、扭轉、線性或區域應力，或介電層26之一部分的任何其他變形。此偏轉可用於產生機械功。

在製造轉換器20時，拉伸彈性膜及藉由兩個相對剛性框架側8a、8b將其保持在一預應變條件下。已發現，該預應變改良聚合物層26之介電強度，從而改良電能與機械能之間的轉換，即該預應變允許該膜偏轉更多且提供更大機械

功。通常在預應變聚合物層後施加電極材料，但亦可提前施加。在層 26 之相同側上提供之兩個電極(在本文中係指相同側的電極對，即介電層 26 之頂部側 26a 上之電極 32a 及 34a(參看圖 9B)及介電層 26 之底部側 26b 上之電極 32b 及 34b(參看圖 9C))係藉由非活動區域或間隙 25 彼此電絕緣。在聚合物層之相對側上的相對電極係來自兩組工作電極對，即一工作電極對中之電極 32a 及 32b 及另一工作電極對中之電極 34a 及 34b。每一相同側電極對宜具有相同極性，而每一工作電極對之電極之極性係彼此相反的，即電極 32a 及 32b 係帶相反電荷，且電極 34a 及 34b 帶相反電荷。每一電極具有一電接觸部分 35，其經組態以用於電連接至一電壓來源(未圖示)。

在所示具體實施例中，每一電極均具有一半圓形組態，其中相同側電極對定義一實質上圓形之圖案，以用於在介電層 26 之每一側上容納居中佈置之剛性輸出碟片 20a、20b。將碟片 20a、20b 固定於聚合物層 26 之居中曝露的外表面 26a、26b，從而在其間夾置層 26，下文中討論該等碟片 20a、20b 之功能。在碟片與膜之間之耦合可為機械的或可由一膠黏劑提供。一般而言，相對於轉換器框架 22a、22b 調整碟片 20a、20b 大小。更明確而言，碟片直徑與框架內環直徑之比率應如此以便充分地分佈施加至轉換器膜 10 之應力。碟片直徑與框架直徑之比率越大，回饋信號或移動之力則越大，而該碟片之線性位移則越低。或者，該比率越低，輸出力則越低而線性位移越大。

根據電極組態，轉換器10能夠在一單一或一雙相位模式下發揮作用。以所配置之方式，上述標的感測回饋裝置之輸出組件(即兩個耦合碟片20a及20b)的機械位移係橫向而非垂直的。換言之，本發明之感測/觸覺式回饋裝置之感測回饋或輸出力(如圖10中之雙頭箭頭60b所示)係在一平行於顯示表面232且垂直於輸入力60a之方向上，該感測回饋信號並不是在一垂直於使用者介面之顯示表面232且平行於藉由使用者手指38所施加(在相對或向上方向上)之輸入力之方向上(如圖10中之箭頭60a所示)的力。根據繞著垂直於轉換器10之平面之一軸且相對於處於操作轉換器所用之模式(即單一相位或兩相位)中之顯示表面232之位置之電極對的旋轉對準，此橫向移動可在360°內之任何方向上。例如，橫向回饋動作可相對於使用者之手指(或手掌或手柄等)的前進方向，自一側至另一側或自上及下(兩者皆為兩相位致動)。雖然熟悉此項技術者將明白提供橫過或垂直於觸覺式回饋裝置之接觸表面之一回饋位移的某些其他致動器組態，但如此組態之一裝置整個分佈大於前述設計。

圖9D至9G解說可橫跨該裝置之顯示螢幕放置的電活性聚合物之一陣列之一範例。在此範例中，分別顯示用於用於本發明之觸覺回饋裝置中之EAP致動器之一陣列中的一EAP膜陣列200之電壓及接地側200a及220b(參見圖9F)。膜陣列200包括一電極陣列，該電極陣列係以一矩陣組態提供以增加空間與功率效率。該EAP膜陣列之高電壓側200a提供在介電膜208材料上垂直延伸之電極圖案202(根據圖

9D所示之視點)。每一圖案202包括一對高壓線202a、202b。EAP模之相對或接地側200b提供相對於高電壓電極橫向(即水平)運行之電極圖案206。每一圖案206包括一對接地線206a、206b。每對相對高電壓及接地線(202a、206a與202b、206b)提供一可分別啟動之電極對，使得該等相對電極對之啟動在箭頭212所示之方向上提供一兩相位輸出動作。在圖9F中，在EAP轉換器222之一陣列204之一分解圖中，提供裝配之EAP膜陣列200(顯示在介電膜208之頂部與底部側上之交叉的電極圖案)，該EAP轉換器之一陣列係在圖9G中以裝配形式解說。EAP膜陣列200係夾在相對框架陣列214a、214b之間，其中藉由在一開放區域中居中定位之一輸出碟片218定義該兩個陣列之每一陣列內之每一個別框架片段216。框架/碟片片段216與電極組態之每一組合形成一EAP轉換器222。根據所需應用及致動器之類型，可添加額外組件層至轉換器陣列204。轉換器陣列220可整體併入一使用者介面陣列中，例如一顯示螢幕、感測器表面或觸控板。

當在單一相位模式下操作感測/觸覺式回饋裝置2時，在任一時間僅啟動致動器30之一工作對之電極。可使用一單一高電壓電源供應控制致動器30之單一相位操作。當增加施加至該單一選擇之工作電極對之電壓時，轉換器膜之啟動部分(一半)將擴展，從而在該轉換器膜之非活動部分之方向上在平面內移動輸出碟片20。圖11A解說當在單一相位模式下交替啟動該兩個工作電極對時，相對於中性位

置，致動器 30 之感測回饋信號(即輸出碟片位移)之力與衝程的關係。如圖所示，輸出碟片之各自力與位移在相反方向上彼此相等。圖 11B 解說在此單一相位模式下操作之致動器之輸出位移與施加電壓之所得非線性關係。藉由共用介電膜"機械"耦合兩電極對可用於(例如)在相反方向上移動輸出碟片。因此，當操作兩個電極對時，雖然彼此獨立，但施加一電壓至第一工作電極對(相位 1)將在一方向上移動輸出碟片 20，而施加一電壓至第二工作電極對(相位 2)將在相反方向上移動輸出碟片 20。如圖 11B 之各種標繪圖所反映，當電壓線性變化時，致動器之位移係非線性的。亦可透過對該兩個相位之同步化操作來控制輸出碟片在位移期間之加速以增強觸覺式回饋效應。亦可將該致動器分割成兩個以上之相位，其可獨立啟動以致能該輸出碟片之更複雜之動作。

為實現該輸出部件或組件之一更大位移，且因此向使用者提供一更大的感測回饋信號，在兩相位模式下操作致動器 30，即同時啟動致動器之兩個部分。圖 12A 解說在兩相位模式下操作致動器時輸出碟片之感測回饋信號之力與衝程的關係。如圖所示，在此模式下的致動器之兩部分 32、34 之力與衝程兩者係在相同方向上且具有的幅度為在單一相位模式下操作時的致動器之力於衝程之幅度的兩倍。圖 12B 解說在兩相位模式下操作時的致動器之輸出位移與施加電壓之所得線性關係。藉由電串聯連接該致動器之機械耦合之部分 32、34 且(例如)以圖 13 之方塊圖 40 中所示之方

式控制其共同電極55，共同電極55之電壓與輸出部件(以任何組態)之位移(或阻擋力)之間的關係實現一線性關聯。在此操作模式下，致動器30之兩個部分32、34之非線性電壓回應相互有效抵消，從而產生一線性電壓回應。藉由使用用於致動器之每一部分的控制電路44及切換裝配件46a、46b，此線性關係允許藉由使用藉由該控制電路供應至該等開關裝配件之不同類型之波形，精細調諧且調變致動器之性能。使用電路40之另一優點係能夠減少操作該感測回饋裝置所需的切換電路及電源供應之數量。在不使用電路40的情況下，需要兩個獨立的電源供應及四個切換裝配件。因此，降低電路的複雜性與成本同時改良控制電壓與致動器位移之間的關係，即，使其更線性化。

可應用各種類型之機構自使用者傳達輸入力60a以實現所需感測回饋60b(參看圖10)。例如，可在使用者介面板4中裝載一電容或電阻感測器50(參考圖13)以感測藉由該使用者在該使用者接觸表面輸入上所施加之機械力。根據控制電路所提供之模式與波形，將電輸出52自感測器50供應至控制電路44，其進而觸發開關裝配件46a、46b以將自電源供應42之電壓施加至感測回饋裝置之各自轉換器部分32、34。

本發明之另一變化涉及封閉密封EAP致動器以最小化在EAP膜上可能發生的任何濕度或濕氣凝結之效應。針對下文所述之各種具體實施例，在與觸覺回饋裝置之其他組件實質分離之一阻障膜中密封EAP致動器。該阻障膜或外殼

可由(例如)箔製成，其較佳經熱密封或類似程序以最小化濕氣洩漏至該密封膜內。該阻障膜或外殼之部分可由一順應性材料製成以允許改良外殼內之致動器至外殼外之一點之機械耦合。該等裝置具體實施例之每一者均能將致動器之輸出部件之回饋動作耦合至使用者輸入表面之接觸表面(例如數字鍵盤)，同時最小化在該封閉密封之致動器封裝中的任何損害。亦提供用於將致動器之動作耦合至使用者介面接觸表面之各種範例性方法。就方法而言，主要方法可包括與使用所述裝置相關聯之機械及/或活動之每一者。同樣，方法隱含使用所述裝置形成本發明之部分。其他方法聚焦於此類裝置之製造。

圖 14A 顯示耦合至一使用者輸入裝置 190 之 EAP 致動器 204 之一平坦陣列之一範例。如圖所示，EAP 致動器 204 之陣列覆蓋螢幕 232 之一部分且經由一支架 256 耦合至裝置 190 之一框架 234。在此變化中，支架 256 為致動器 204 與螢幕 232 之移動提供間距。在裝置 190 之一變化中，致動器 204 之陣列可為多個離散致動器或在使用者介面表面或螢幕 232 後面的一致動器陣列，此取決於所需應用。圖 14B 顯示圖 14A 之裝置 190 之一仰視圖。如箭頭 254 所示，EAP 致動器 204 可允許螢幕 232 沿一軸移動作為在與螢幕 232 垂直之一方向上之移動之一替代或與其組合。

關於本發明之其他細節，以具有相關技術之人士之水準，可應用材料及交替的相關組態。通常或邏輯應用之其他動作方面，本發明之以方法為主之態樣同樣有效。此

外，雖然已關於若干範例(視需要併入各種特徵)描述本發明，但本發明並不限於針對本發明之每一變化形式考慮時所述或所指示之本發明。可對所述本發明進行各種變化且可用等效物(不論本文是否詳述或出於簡化起見未包括在本發明內)取代而不脫離本發明之真實精神與範疇。可在其設計中整合所示任何數量之個別零件或子裝配件。可藉由用於裝配之設計原理進行或引導此等改變或其他改變。

同樣，預期可獨立或與本文所述之任何一個或多個特徵組合提出且主張所述之本發明變化的任何可選特徵。對一單一項目之參考包括存在複數個相同項目的可能性。更明確而言，本文與隨附申請專利範圍中所使用的單數形式"一"、"一個"及"該"均包括複數參考，除非文中明確地指明其他情形。換言之，在本說明以及以下申請專利範圍中，冠詞之使用允許"至少一個"標的項。應進一步注意，該等申請專利範圍可起草排除任何可選元件。同樣，此表述意欲用作先前基礎用於結合申請專利範圍元件之詳述使用此類專有術語(例如"單獨"或"僅"及類似詞)或使用一"負"限制。在不使用此類專有術語的情況下，在申請專利範圍中之術語"包括"應允許包括任何額外元件，而不論在該申請專利範圍內是否列舉出一給定數量之元件，或添加一特徵可視為轉換在申請專利範圍內提出之一組件之性質。否則，除非本文中明確定義，本文中所使用之所有技術與科學術語係給定為盡可能廣的一般所瞭解之意義，同時保持申請專利範圍之有效性。

總而言之，本發明之廣泛性並不限於所提供之範例。亦即主張下列之申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

當結合示意性附圖來閱讀時，從以上詳細說明可對本發明有極佳的瞭解。為了促進瞭解，已使用相同參考數字(於可行處)來指定圖式中共同的類似元件。包含於圖式中的係下列圖：

圖1A及1B解說當將一EAP轉換器耦合至一顯示螢幕或感測器及該裝置之一主體時，可應用觸覺式回饋之一使用者介面之一些範例。

圖2A及2B顯示一使用者介面裝置之一斷面圖，其包括具有與對一使用者之輸入之觸覺式回饋反應之一表面之一顯示螢幕。

圖3A及3B解說一使用者介面裝置之另一變化之一斷面圖，其具有藉由具有形成為活動墊圈之活動EAP之一撓性薄膜覆蓋之一顯示螢幕。

圖4解說一使用者介面裝置之另一變化之一斷面圖，其具有位於該顯示螢幕之一邊緣附近之一彈簧偏壓EAP薄膜。

圖5顯示一使用者介面裝置之一斷面圖，其中使用多個順應性墊圈將該顯示螢幕耦合至一框架且用於顯示之驅動力係多個EAP致動器隔膜。

圖6A及6B顯示具有在一顯示器之間耦合的一波形EAP薄膜或膜之一使用者介面230之斷面圖。

圖 7A 及 7B 解說根據本發明之一具體實施例，應用一電壓前後一轉換器之一俯視透視圖。

圖 8A 及 8B 分別顯示用於一使用者介面裝置中之一感測回饋裝置之分解俯視與仰視透視圖。

圖 9A 係本發明之一裝配之電活性聚合物轉換器之一俯視平面圖；圖 9B 及 9C 分別係圖 8A 之致動器之膜部分之俯視與仰視平面圖，特定言之，解說該致動器之二相位組態。

圖 9D 及 9E 解說電活性聚合物轉換器之陣列之一範例，其橫跨與裝置之一框架隔開的一顯示螢幕之一表面放置。

圖 9F 及 9G 分別係用於本文所揭示之一使用者介面裝置中之致動器之一陣列的分解圖與裝配圖。

圖 10 解說使用者介面裝置及與該裝置之接觸表面可操作地接觸之一人手指的一側視圖。

圖 11A 及 11B 以圖形方式分別解說在一單一相位模式下操作時之圖 9A 至 9C 之致動器之力與衝程關係及電壓回應曲線。

圖 12A 及 12B 以圖形方式分別解說在一兩相位模式下操作時之圖 9A 至 9C 之致動器之力與衝程關係及電壓回應曲線。

圖 13 係電路之一方塊圖，其包括用於操作該感測回饋裝置之一電源供應及控制電子元件。

圖 14A 及 14B 顯示耦合至一使用者輸入裝置之 EAP 致動器的一平坦陣列之一範例之一部分斷面圖。

自該等圖式中所示者可預期本發明之變化。

【主要元件符號說明】

2	感覺/觸覺式回饋裝置
4	使用者介面板
8a	剛性框架側
8b	剛性框架側
10	轉換器膜/轉換器/EAP膜或薄膜/電容結構
12	介電層/膜
14	電極(板)
16	電極(板)
20a	碟片
20b	碟片
22a	轉換器框架
22b	轉換器框架
25	間隙
26	介電聚合物層
26a	外表面/介電層26之頂部側
26b	外表面/介電層26之底部側
28	碟片
30	致動器
32	致動器之部分
32a	彈性電極
32b	彈性電極
34	致動器之部分
34a	彈性電極

34b	彈性電極
35	電接觸部分
38	手指
42	電源供應
44	控制電路
46a	開關裝配件
46b	開關裝配件
50	感測器
52	電輸出
55	共同電極
60a	輸入力
60b	感覺回饋
190	使用者輸入裝置
200a	電壓側
200b	接地側
202a	高壓線
202b	高壓線
204	轉換器陣列/EAP致動器
206	電極圖案
206a	接地線
206b	接地線
208	介電膜
214a	框架陣列
214b	框架陣列

216	框架片段
218	輸出碟片
220	轉換器陣列
222	EAP轉換器
230	使用者介面裝置
232	顯示表面/顯示器/顯示器
234	框架
236	EAP轉換器
240	撓性薄膜
242	EAP薄膜
244	被動順應性墊圈
248	EAP致動器隔膜
250	偏壓彈簧
252	接地元件
256	支架

十、申請專利範圍：

1. 一種用於向一使用者顯示資訊之使用者介面裝置，該使用者介面包括：
 - 一螢幕，其具有經組態用於供一使用者觸覺接觸之一使用者介面表面及一感測器板，該螢幕經組態以顯示該資訊；
 - 一框架，其在該螢幕之至少一部分周圍；及
 - 一電活性聚合物材料，其係耦合於該螢幕與該框架之間，其中藉由該使用者產生之一輸入信號使一電場施加至該電活性聚合物材料，其使該電活性聚合物材料以一產生足以供該使用者觸覺觀察之一力之方式，位移該螢幕與感測器面板中至少一者。
2. 如請求項1之使用者介面裝置，其中該螢幕經組態用於供一使用者觸覺接觸，且其中藉由該使用者做出之觸覺接觸導致該輸入信號之產生。
3. 如請求項1之使用者介面裝置，其中一資料登錄表面經組態用於接受使用者輸入且用於該輸入信號之產生。
4. 如請求項1之使用者介面裝置，進一步包括一控制系統，該控制系統係用於回應抵靠該螢幕之一觸發力，控制該電活性聚合物轉換器之位移量。
5. 如請求項1之使用者介面裝置，其中該螢幕之移動係在相對於該框架之一橫向方向上。
6. 如請求項1之使用者介面裝置，其中輸出部件係機械耦合至使用者接觸表面。

7. 如請求項1之使用者介面裝置，其中囊封該電活性聚合物材料以形成一墊圈，且其中將該墊圈機械耦合於該框架與該螢幕之間。
8. 如請求項1之使用者介面裝置，其中在該框架與該螢幕之間直接耦合該電活性聚合物材料。
9. 如請求項8之使用者介面裝置，進一步包括位於該框架與該螢幕之間之至少一彈簧部件。
10. 如請求項1之使用者介面裝置，進一步包括覆蓋該螢幕之至少一部分之一撓性層。
11. 如請求項1之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料包括具有至少一彈簧部件之至少一電活性轉換器。
12. 如請求項11之使用者介面裝置，其中該電活性轉換器包括至少一對相對電活性聚合物膜。
13. 如請求項11之使用者介面裝置，其中該電活性轉換器進一步包括至少一負彈簧率偏壓。
14. 如請求項1之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料係在多個位置處耦合至該顯示螢幕。
15. 如請求項14之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料包括複數個皺紋或折疊。
16. 如請求項1之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料包括鄰近與該框架隔開之該螢幕之至少一部分之電活性聚合物材料之一陣列。
17. 如請求項1之使用者介面裝置，其中該螢幕包括一觸控板。

18. 一種用於向一使用者顯示資訊之使用者介面裝置，該使用者介面包括：

一螢幕，其具有經組態用於供一使用者觸覺接觸之一感測器表面及一感測器板，該螢幕經組態以顯示該資訊；

一框架，其在該螢幕之至少一部分周圍；及

一電活性聚合物材料，其係耦合於感測器表面與該框架之間，其中藉由該使用者產生之一輸入信號使一電場施加至該電活性聚合物材料，其使該電活性聚合物材料以一產生足以供該使用者觸覺觀察之一力之方式，位移該螢幕與感測器表面中至少一者。

19. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該感測器表面經組態用於供一使用者觸覺接觸，且其中藉由該使用者做出之觸覺接觸導致該輸入信號之產生。

20. 如請求項18之使用者介面裝置，其中一資料登錄表面經組態用於接受使用者輸入且用於該輸入信號之產生。

21. 如請求項18之使用者介面裝置，進一步包括一控制系統，該控制系統係用於回應抵靠該感測器板之一觸發力來控制該電活性聚合物轉換器之位移量。

22. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該感測器板之移動係在相對於該框架之一橫向方向上。

23. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該輸出部件係機械地耦合至該使用者接觸表面。

24. 如請求項18之使用者介面裝置，其中囊封該電活性聚合

- 物材料以形成一墊圈，且其中將該墊圈機械耦合於該框架與該感測器表面之間。
25. 如請求項18之使用者介面裝置，其中在該框架與該感測器表面之間直接耦合該電活性聚合物材料。
 26. 如請求項25之使用者介面裝置，進一步包括位於該框架與該感測器表面之間之至少一彈簧部件。
 27. 如請求項18之使用者介面裝置，進一步包括覆蓋該螢幕之至少一部分之一撓性層。
 28. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料包括具有至少一彈簧部件之至少一電活性轉換器。
 29. 如請求項28之使用者介面裝置，其中該電活性轉換器包括至少一對相對電活性聚合物膜。
 30. 如請求項28之使用者介面裝置，其中該電活性轉換器進一步包括一負彈簧率偏壓。
 31. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料係在多個位置處耦合至該顯示螢幕。
 32. 如請求項31之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料包括複數個皺紋或折疊。
 33. 如請求項18之使用者介面裝置，其中密封材料在該使用者接觸表面與該轉換器之間形成一墊圈。
 34. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該密封材料包覆該轉換器。
 35. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料在兩個相位內係可被活化。

36. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該電活性聚合物材料包括鄰近與該框架隔開之該感測器表面之至少一部分之電活性聚合物材料之一陣列。

37. 如請求項18之使用者介面裝置，其中該螢幕包括一觸控板。

十一、圖式：

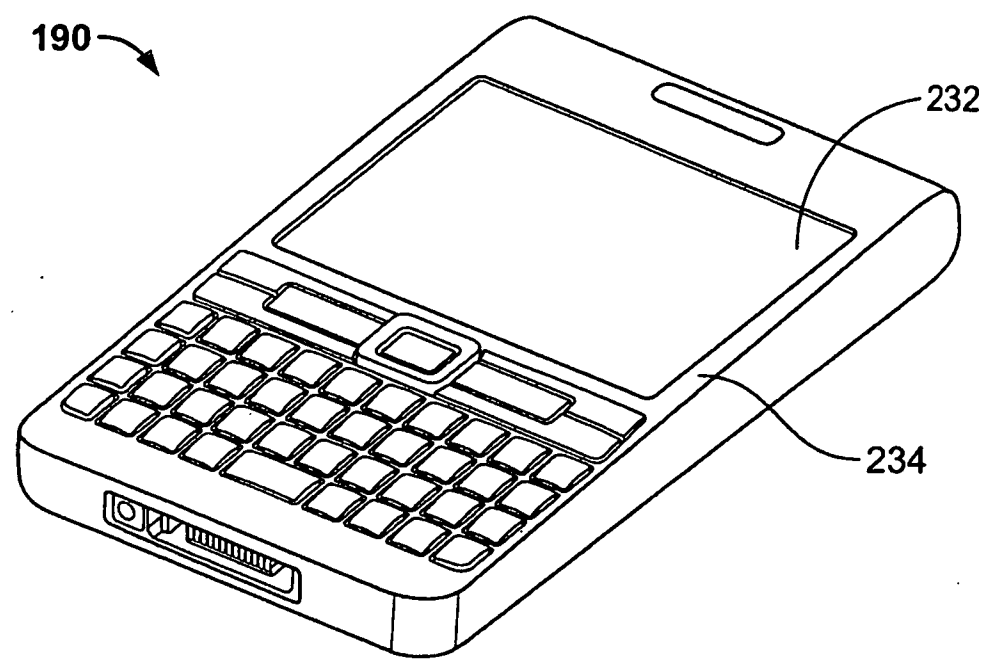


圖 1A

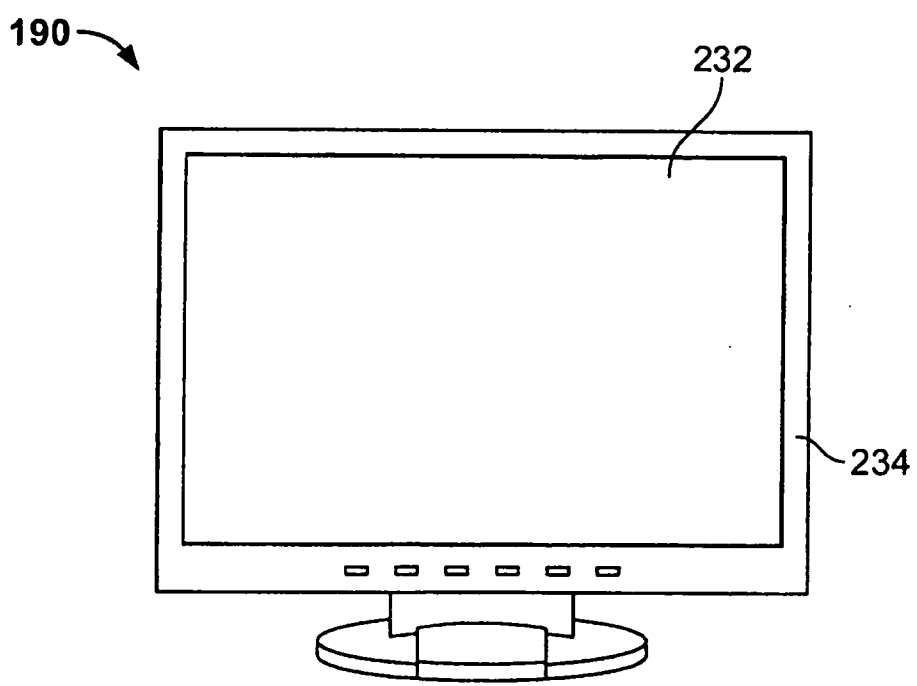


圖 1B

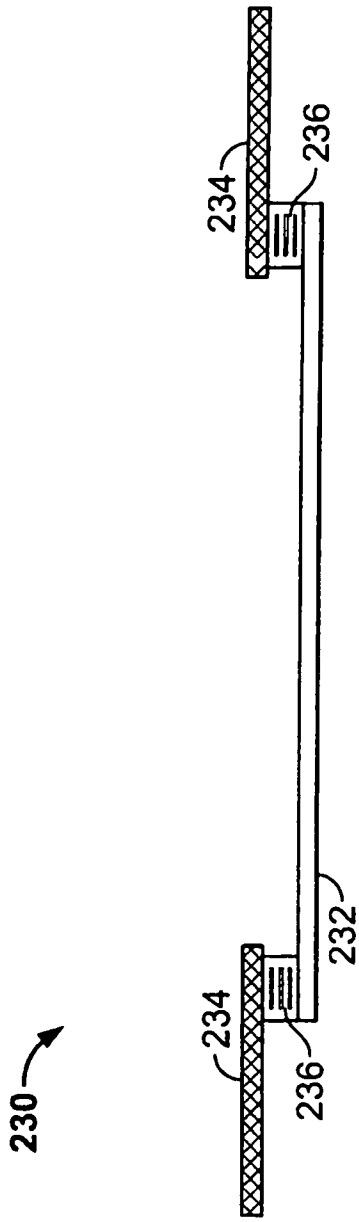


圖 2A

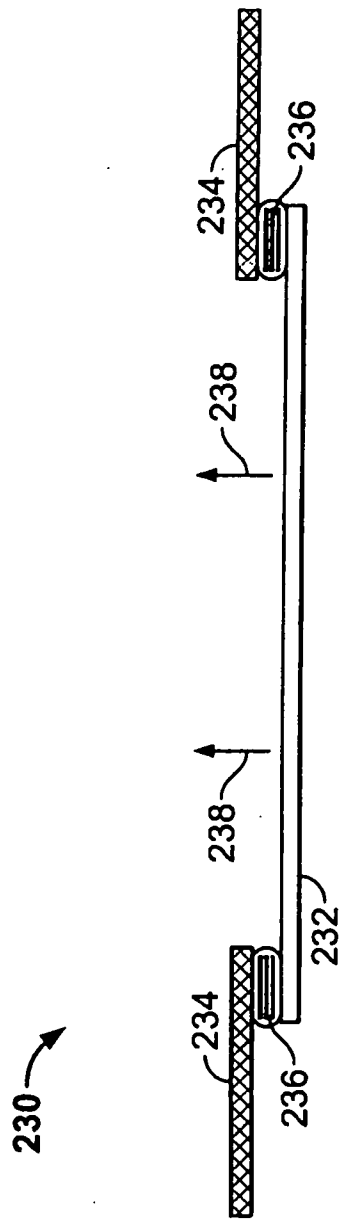


圖 2B

230 →

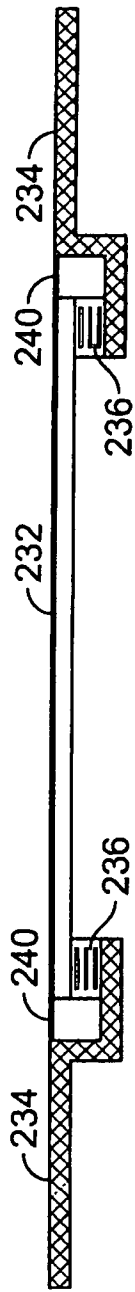


圖 3A

230 →

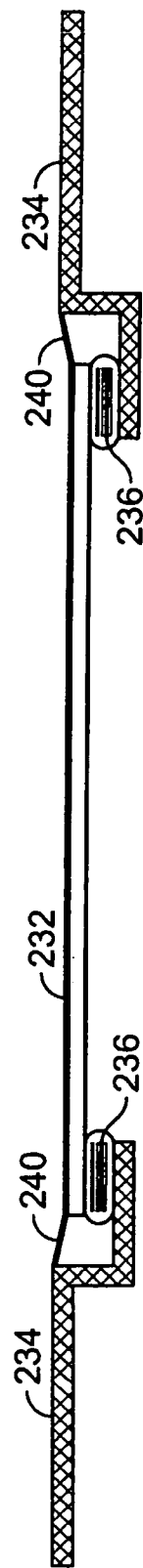


圖 3B

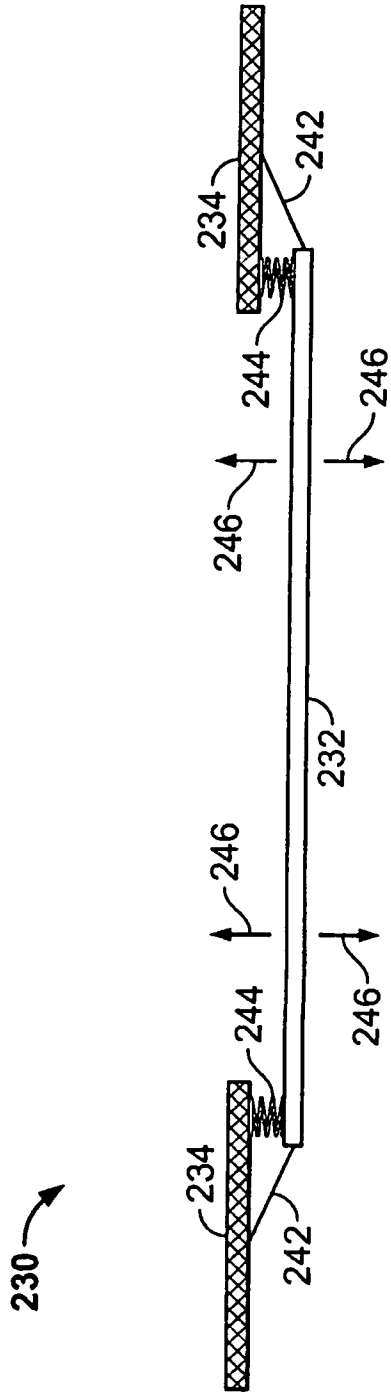


圖 4

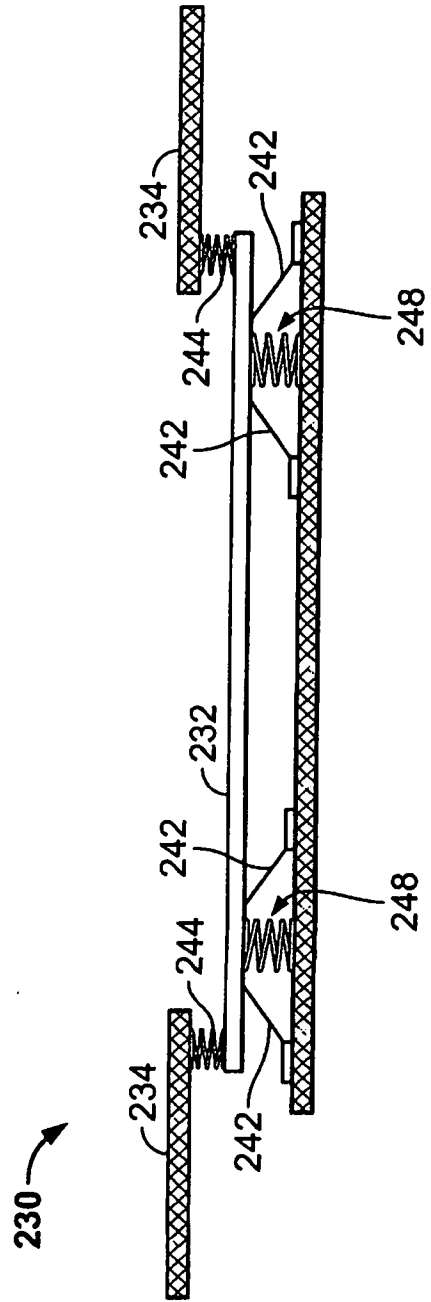


圖 5

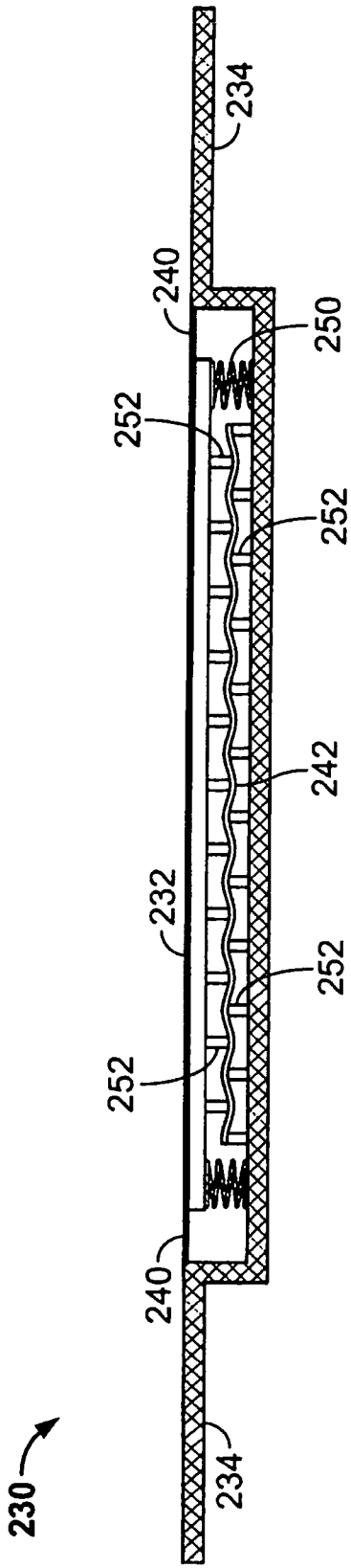


圖 6A

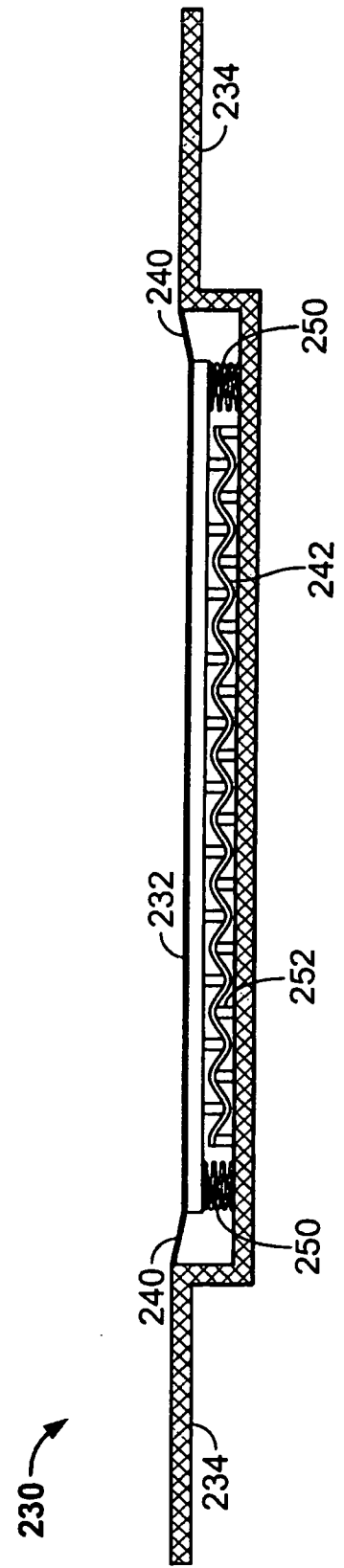


圖 6B

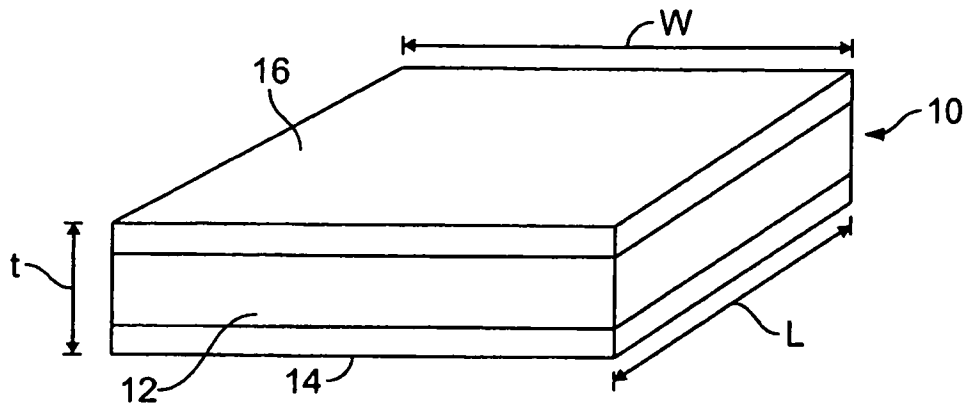


圖 7A

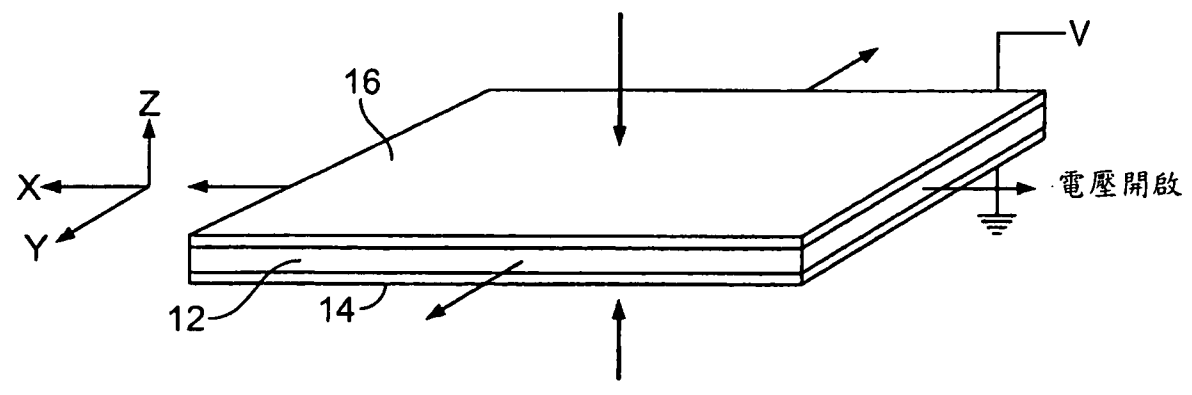


圖 7B

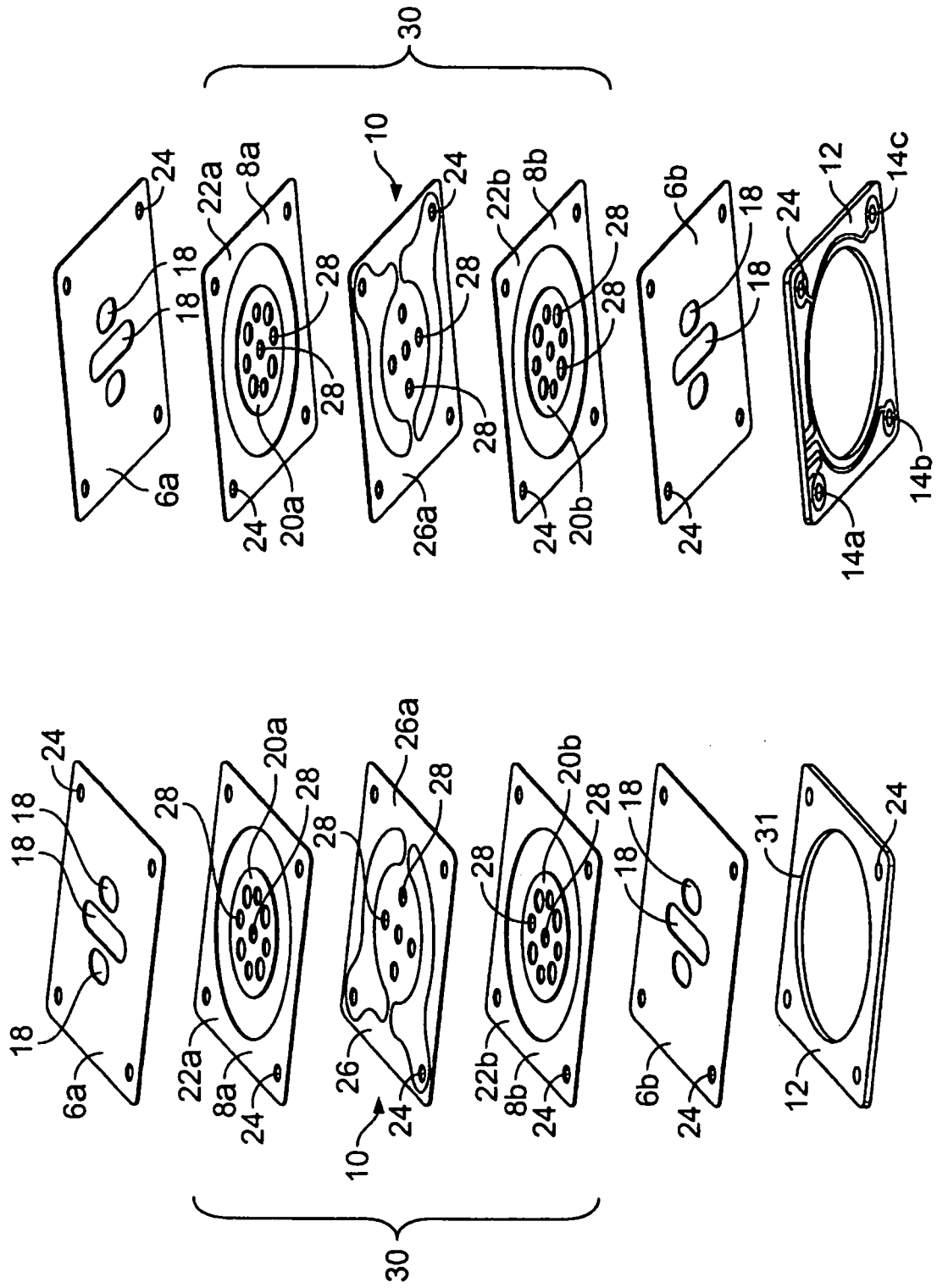


圖 8B

圖 8A

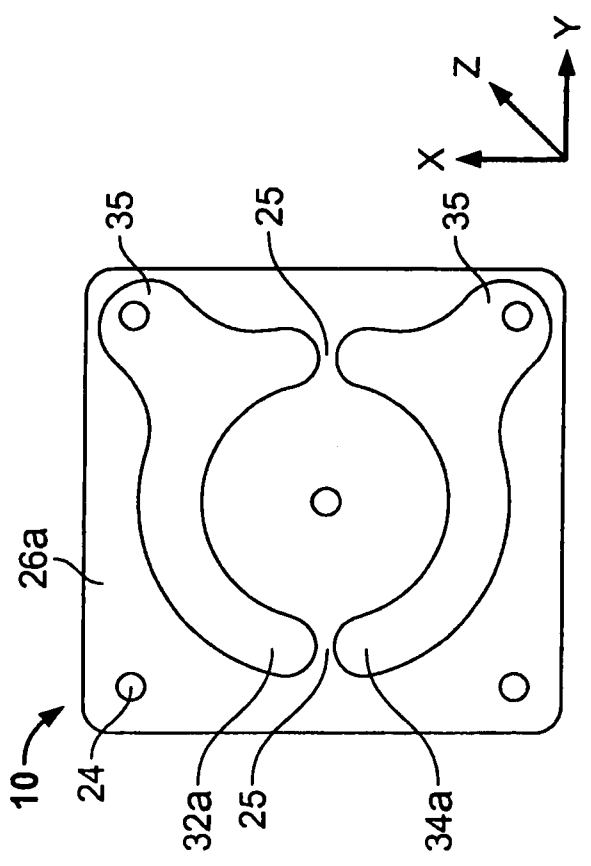


圖 9B

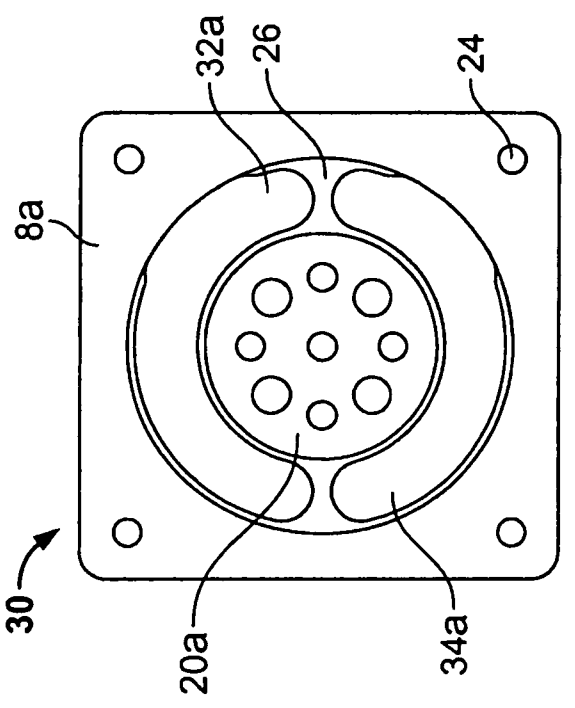


圖 9A

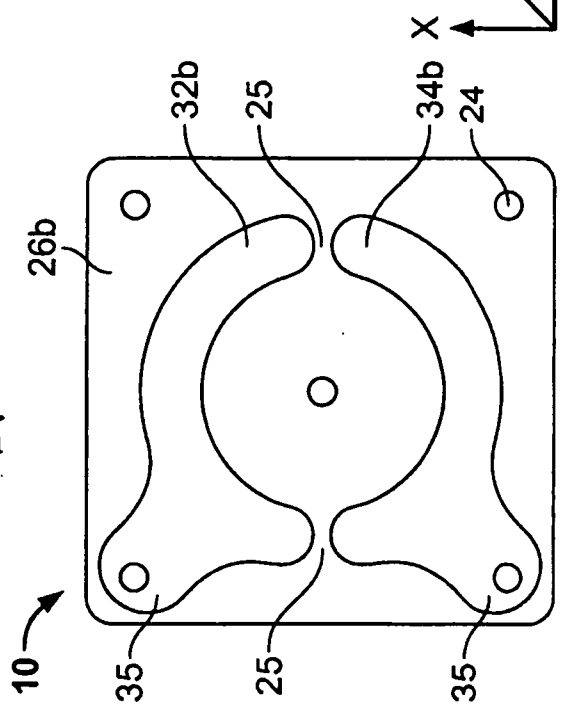


圖 9C

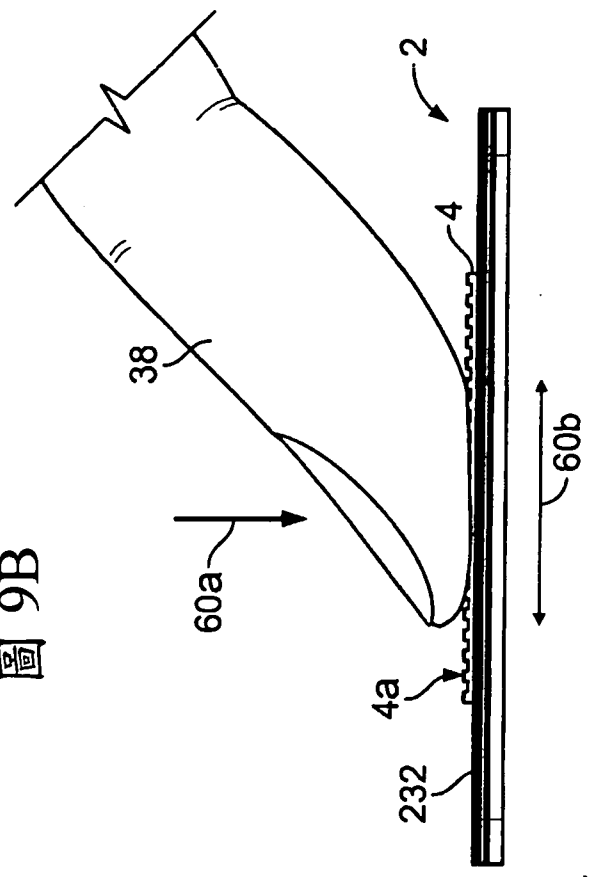


圖 10

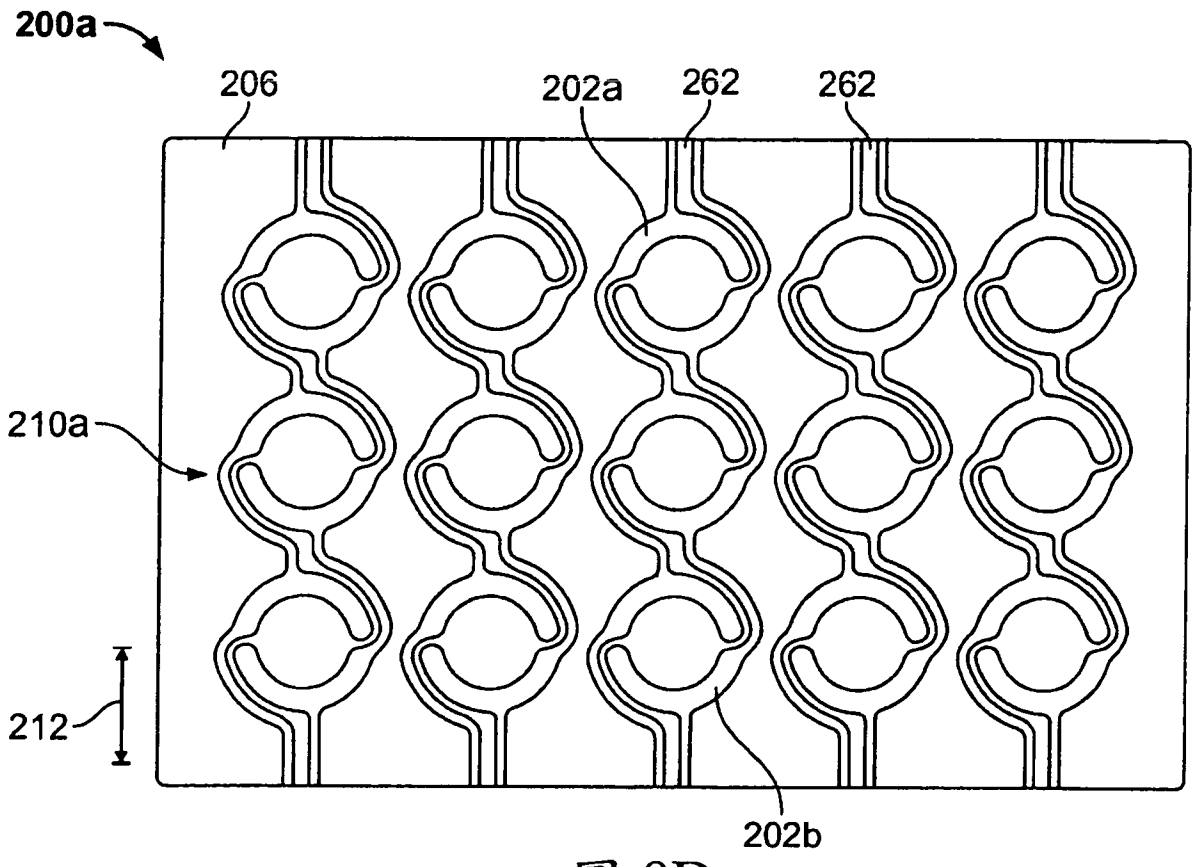


圖 9D

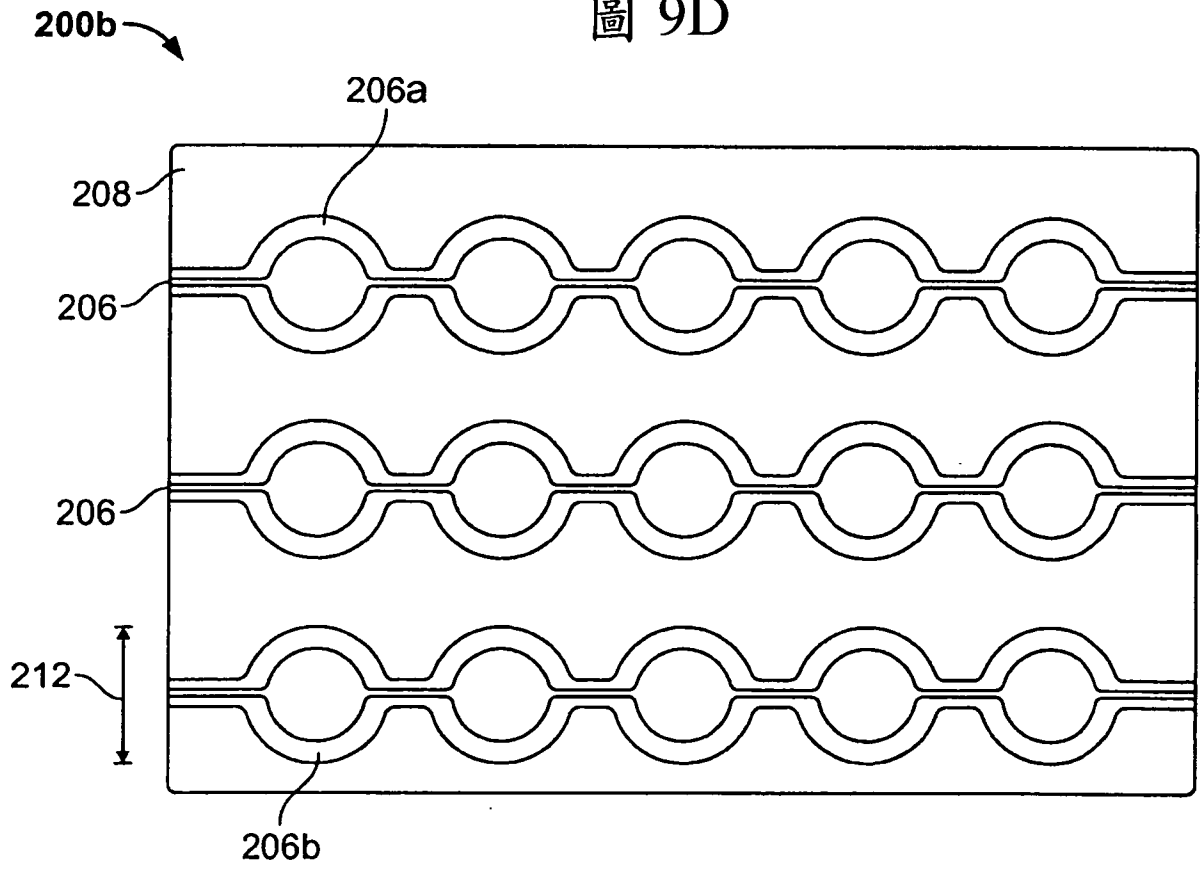


圖 9E

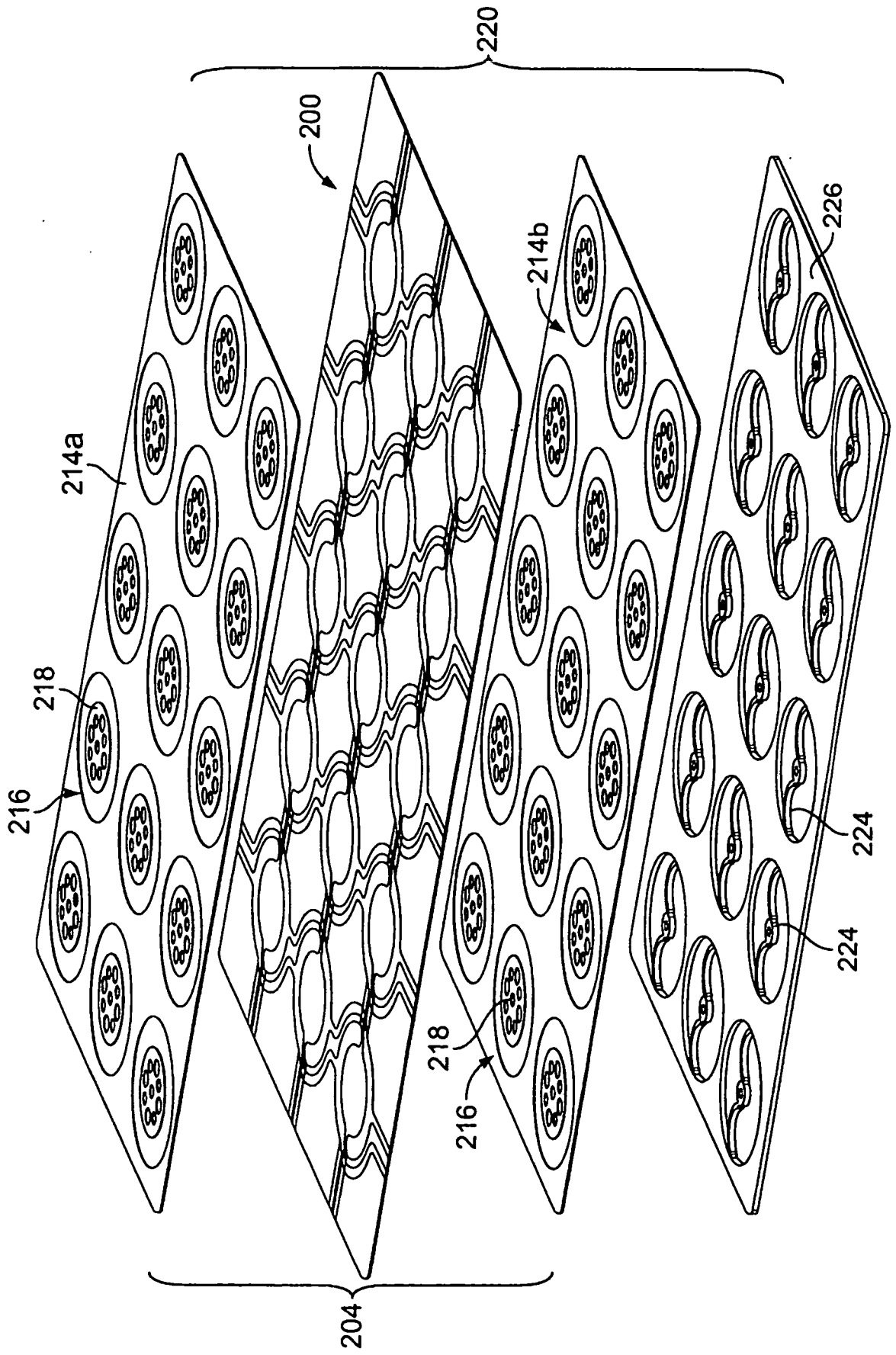


圖 9F

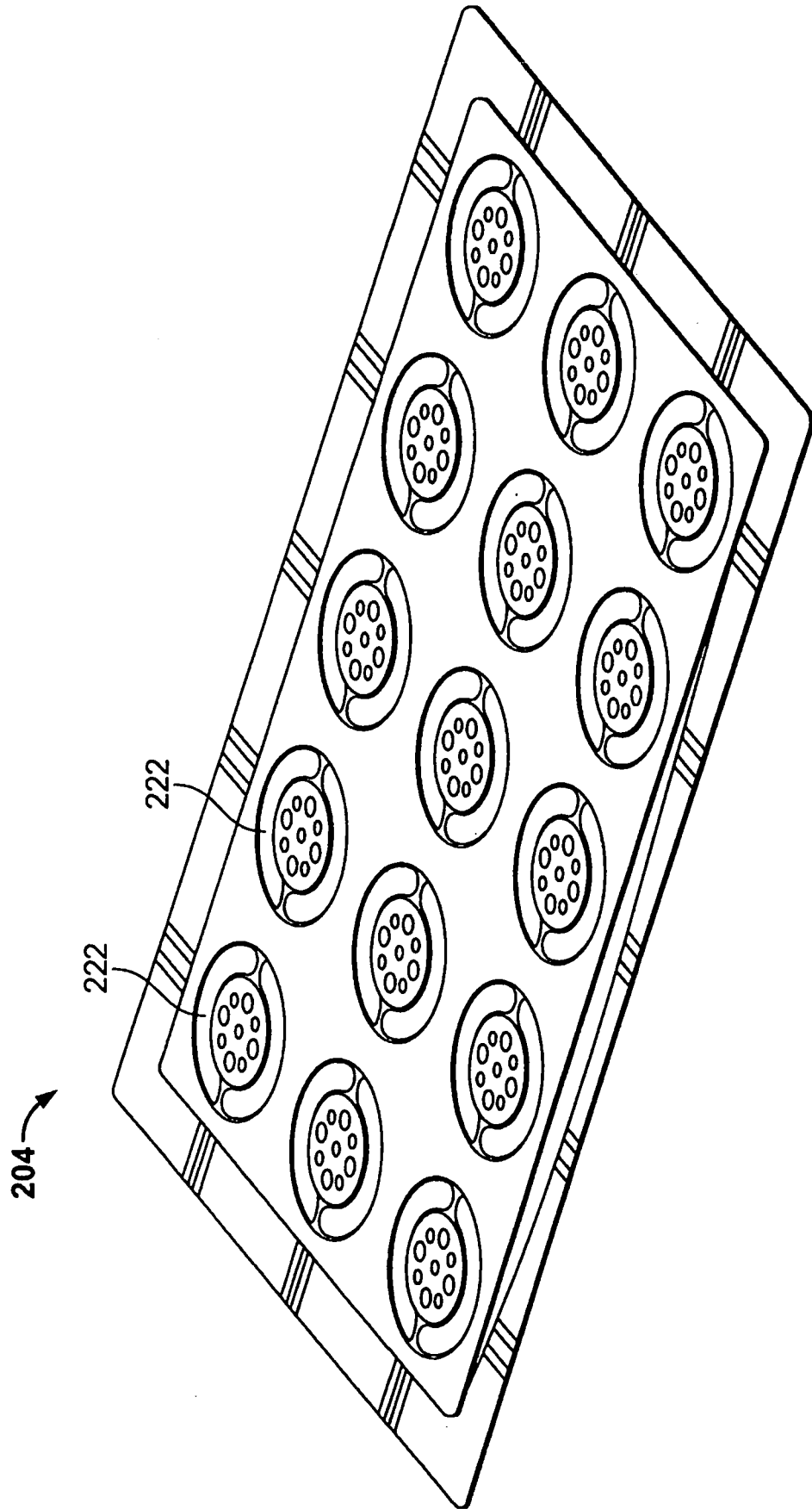


圖 9G

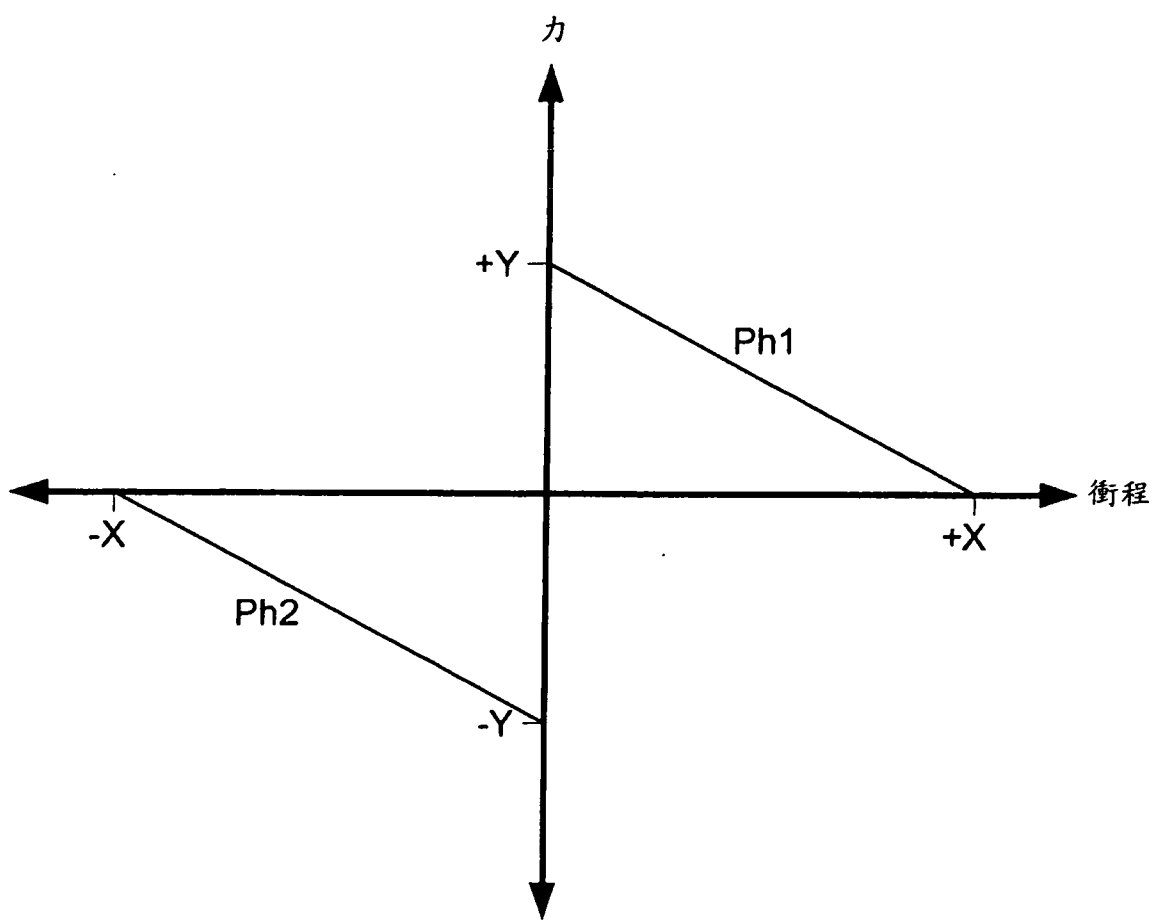


圖 11A

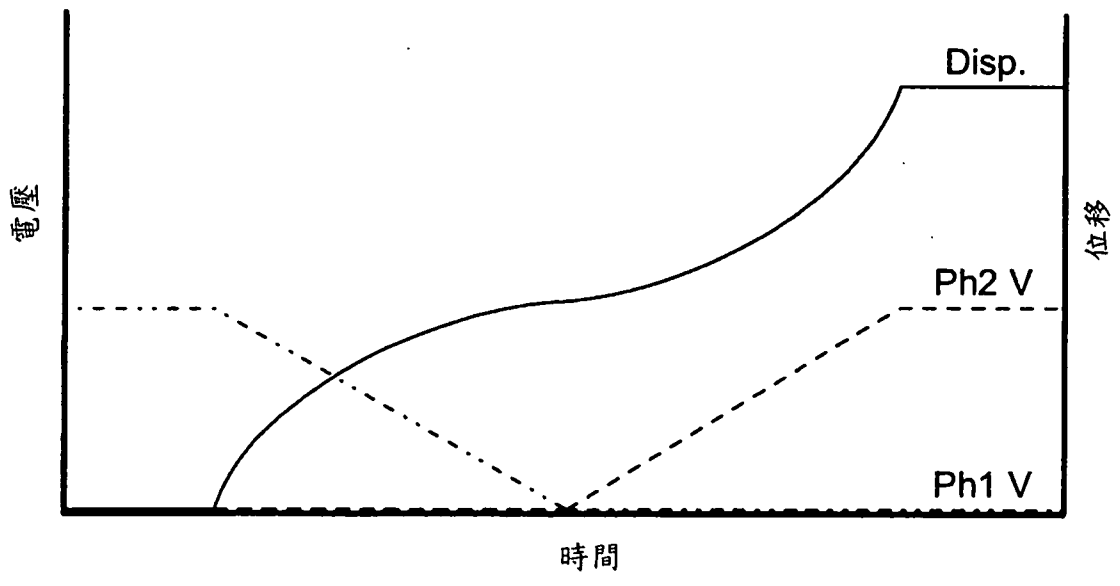


圖 11B

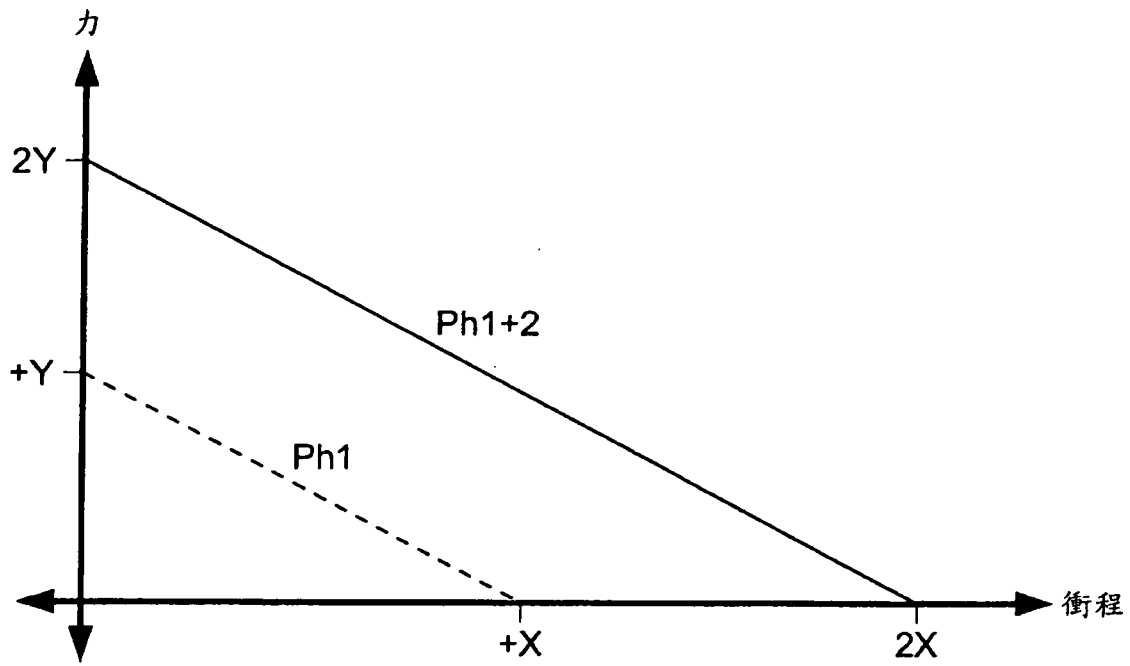


圖 12A

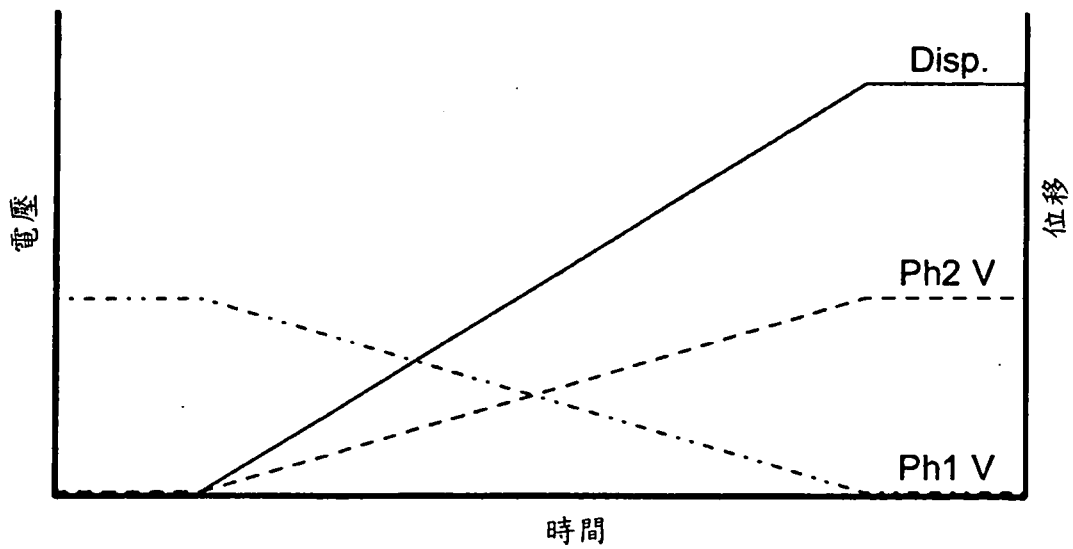


圖 12B

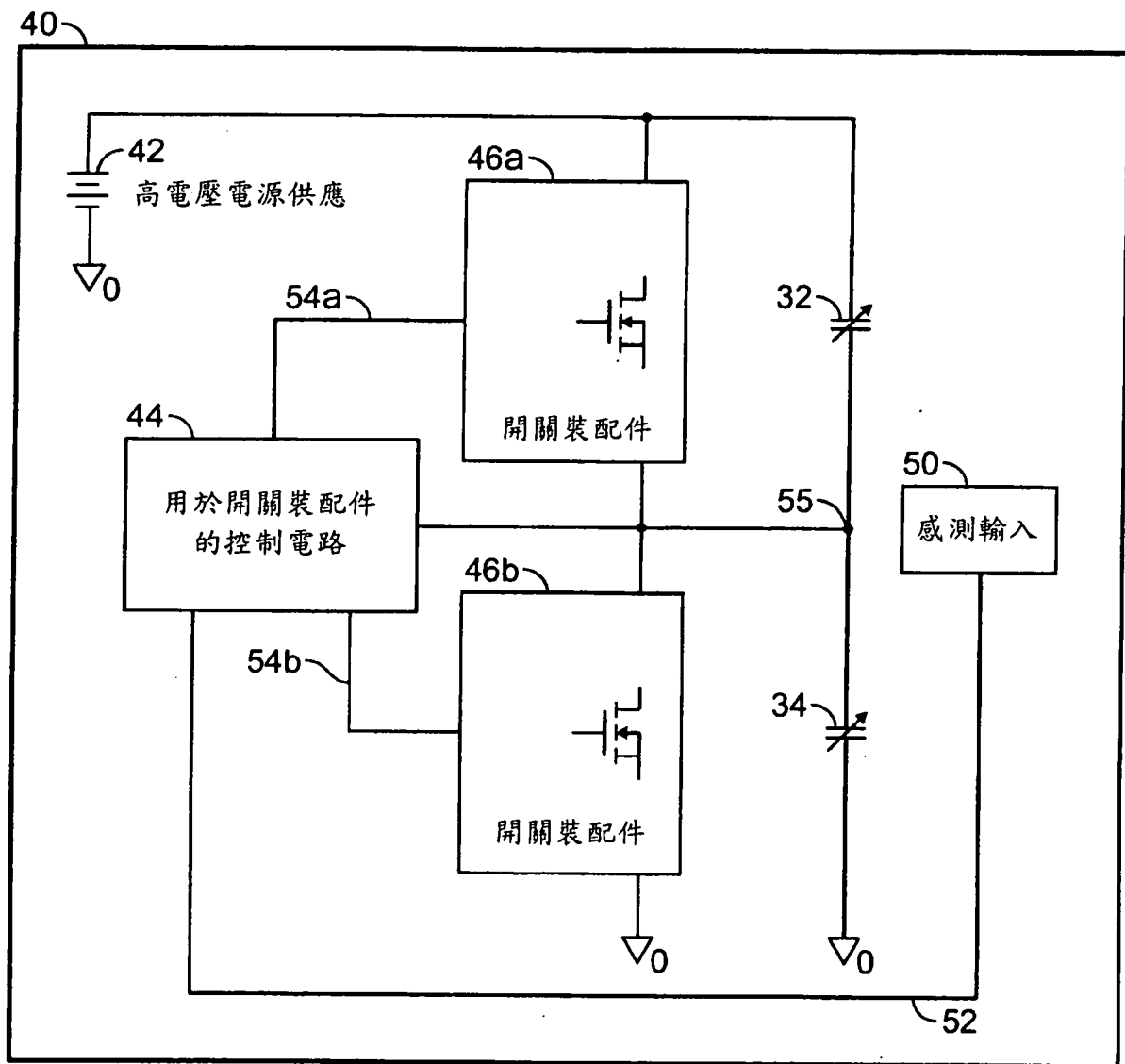


圖 13

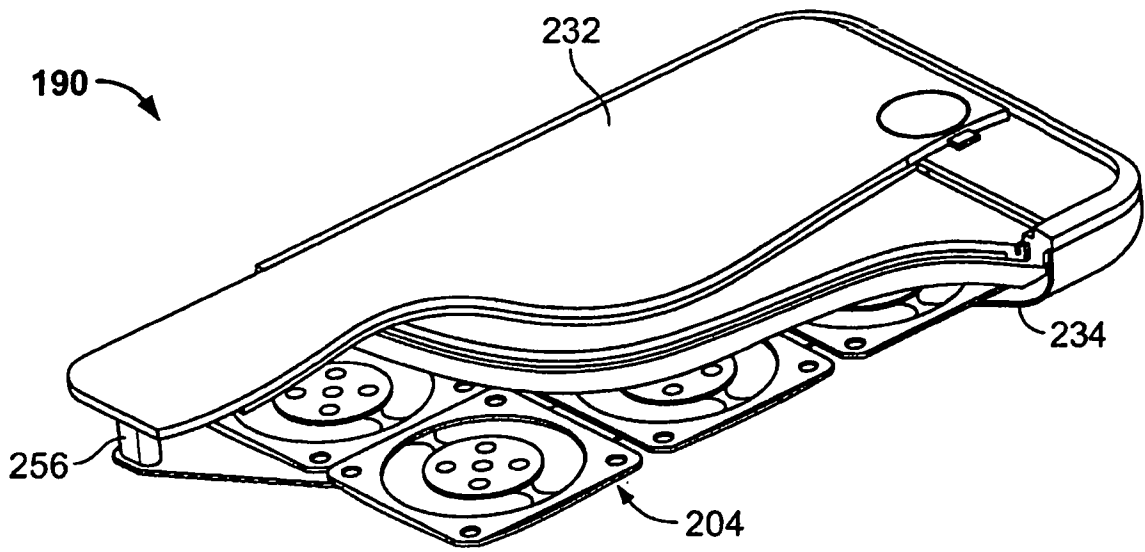


圖 14A

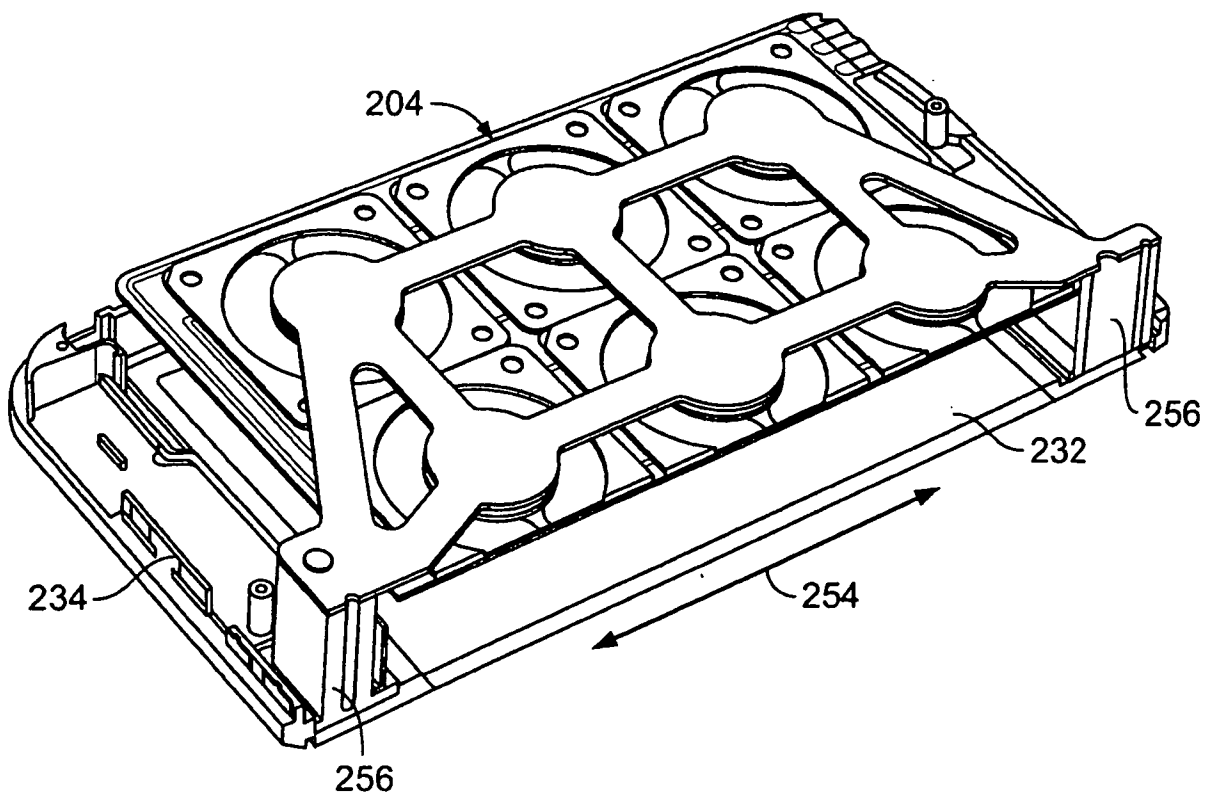


圖 14B