



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I484399 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：098125953

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 31 日

(51)Int. Cl. : G06F3/045 (2006.01)

(30)優先權：2008/08/01 美國

61/085,693

(71)申請人：3 M新設資產公司(美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：吉葛漢 柏那德 歐馬 GEAGHAN, BERNARD OMAR (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200809324A

JP 2007-86075A

JP 2007-533044A

US 6137427

US 2006/0012575A1

US 2007/0074914A1

審查人員：陳伯宜

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：11 共 49 頁

(54)名稱

製造用於接觸感測器的元件之方法

METHODS OF MAKING COMPONENTS FOR USE IN TOUCH SENSORS

(57)摘要

本發明係關於一種製造用於接觸感測器的元件之方法，該方法包含修飾一基板，該基板上安置有複數個電隔離導體。該等導體的子集係電性耦合以形成複合電極。該元件可被用作為一客製化接觸感測器中的一組電極。

A method of making a component for use in a touch sensor includes modifying a substrate having disposed on it a plurality of electrically isolated conductors. Subsets of the conductors are electrically coupled to form composite electrodes. The component can be used as a set of electrodes in a customized touch sensor.

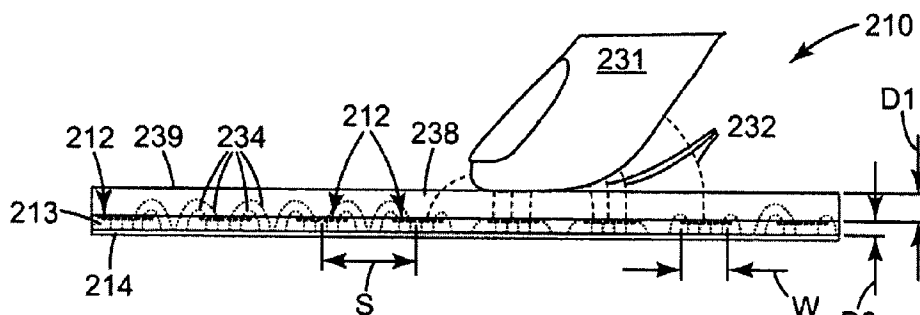


圖 2

210 . . . 感測器

212 . . . 上部電極陣列

213 . . . 下部基板

214 . . . 下部電極陣列

231 . . . 手指

232 . . . 長虛線電場線

234 . . . 短虛線電場線

238 . . . 頂部基板

239 . . . 觸感表面

D1 . . . 距離
D2 . . . 距離
S . . . 中心至中心間隔
W . . . 上部電極寬度

發明專利說明書

P1~2

中文說明書替換頁(103年10月)2A

(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：098125953

※ 申請日：98年7月31日

※IPC 分類：

G06F 3/045 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製造用於接觸感測器的元件之方法

METHODS OF MAKING COMPONENTS FOR USE IN TOUCH
SENSORS

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種製造用於接觸感測器的元件之方法，該方法包含修飾一基板，該基板上安置有複數個電隔離導體。該等導體的子集係電性耦合以形成複合電極。該元件可被用作為一客製化接觸感測器中的一組電極。

三、英文發明摘要：

A method of making a component for use in a touch sensor includes modifying a substrate having disposed on it a plurality of electrically isolated conductors. Subsets of the conductors are electrically coupled to form composite electrodes. The component can be used as a set of electrodes in a customized touch sensor.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

210	感測器
212	上部電極陣列
213	下部基板
214	下部電極陣列
231	手指
232	長虛線電場線
234	短虛線電場線
238	頂部基板
239	觸感表面
D1	距離
D2	距離
S	中心至中心間隔
W	上部電極寬度

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)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大致上係關於觸感裝置，尤其是關於依賴一使用者手指或其他觸感器具與該觸感裝置之間電容耦合，以辨識一觸感發生或位置之該等觸感裝置。

本專利案根據35 U.S.C. § 119(e)規定主張2008年8月1日申請之美國臨時專利申請案序列號第61/085693號且標題為「可通過電極的電場」(Electric Field Pervious Electrodes)的優先權，其全部揭示內容以引用方式併入本文中。

【先前技術】

觸感裝置藉由減少或消除對機械按鈕、鍵板、鍵盤及指向裝置的需要，而容許使用者方便地介接於電子系統及顯示器。舉例言之，使用者可藉由簡單地接觸顯示於觸感螢幕上之由一圖示辨識的位置，而實現一複雜指令順序。

用於實施觸感裝置有若干技術類型，舉例言之該等技術類型包含電阻性、紅外線、電容性、表面聲波、電磁、近場成像等。已發現電容性觸感裝置在許多應用中作用良好。在很多觸感裝置中，當該感測器中一導電性物件係電容地耦合至一導電性觸感器具諸如使用者手指時感測該輸入。大致上，只要兩個導電構件接近彼此而無實際接觸，在其等之間將會形成電容。就一電容觸感裝置而言，當一物件諸如手指接近該觸感表面時，在該物件與接近於該物件之該感測點之間形成一微小電容。藉由偵測每個感測點電容的改變並注意該等感測點的位置，當該感測電路跨觸

感表面移動時，該感測電路可識別多個物件並測定該物件的特徵。

用於電容地測量觸感已知有兩種技術。第一種是測量對地電容，藉此施加一信號至一電極。接近該電極之接觸引起信號電流自該電極透過一物件諸如手指流至電接地。

用於電容地測量觸感的第二技術係透過互電容。互電容觸感螢幕施加一信號至一從動電極，該從動電極係由一電場電容地耦合至一接收器電極。該兩電極之間的信號耦合因一接近物件而減少，其減少電容耦合。

電容性觸感裝置通常包含兩個呈矩陣形式的長且窄電極陣列。該等陣列可在兩個平行平面上並由一電極間介電質分離。由感測器構造所影響的電參數，諸如電極電阻、電極間(互)電容及對地電極電容必須與性能考慮平衡。舉例言之，電極之中的高位準寄生互電容可介接於測量起因於一接觸發生的互電容之小改變。雖然寄生互電容減少可藉由增加電極間介電質厚度而達成，但此增加該觸感測器的厚度及重量，且亦減少接觸的電容改變效應。

當設計一觸感測器時，存在有許多其他性能及構造考慮。舉例言之，可期望保護觸感信號免受自附近電元件發射的電磁干涉。一觸感器具或手指與該等下部電極之間的電容耦合可相對於該等頂部電極予以均衡。亦存在對導電元件較大設計自由度及用於具有客製化感測器及獨特電極組態的接觸系統之改良製程方法之需求。

【發明內容】

詳言之，本申請案揭示一種能以適當電子在相同或重疊時間，偵測施加至一觸感裝置的不同部分之單次接觸或多次接觸之觸感裝置。與本發明一致的觸感裝置包含一第一組複合電極，該第一組複合電極係可通過來自一第二組電極的一信號產生的一電場，使得該電場滲透穿過該等電極與一接觸物件(例如，手指)電容耦合。該第一及第二組電極係在不同平面上，且可經配置以形成一矩陣類型觸感測器。此等裝置測量該等兩組電極之間或一組電極與接地之間的電容耦合，以決定一接觸事件的發生及位置。

描述形成具有複合電極的元件之方法。此等元件可用於例如觸感測器中。

在一實施例中，描述一種製造用於觸感測器的元件之方法，該方法包括修飾一基板，該基板上安置有複數個電性隔離的導體，如此以電性耦合該複數個導體的子集以形成複合電極。

在一些實施例中，此可容許標準化原料材料客製化成特定應用。

【實施方式】

考慮到多種實施例的下列詳細描述並連同附圖，本發明可被更完全瞭解。

在下列說明實施例的描述中，參考附圖進行說明，其係舉例說明可實施本發明之多種實施例。應當瞭解在不脫離本發明的範疇下，可利用該等實施及可做出結構變化。圖式及圖表係為例示本發明且係不按比例製圖，及在一些圖

式中，為了例示目的而誇大尺寸。

本發明現將參考附圖在下文中更充分描述，其中顯示本發明的實施例。然而，本發明可以多種不同形式被實現且不應視為限於本文闡明的該等實施例，確切言之，提供此等實施例致使本發明將更徹底且完整，且將充分地為熟悉此項技術者傳達本發明的範疇。全文中相同編號表示相同元件。

在下列描述中，下列定義闡明用於本發明的用語：

接地(Gnd)表示一共同電參考點，其可為接地電壓或可為一局部共同電壓。

互電容(C_m)係一觸感測器中兩個電極之間的電容。

對地電容係一感測器電極與地面之間的電容。

寄生電容係不存在一接觸時的電容位準。

一觸感測器包含一或多個經架構成與一偵測及/或定位物件目的之導電物件電容接觸之電極。

印刷電路板(PCB)表示圖案化於一基板上的一電路。如本文使用的，PCB可表示由玻璃纖維強化塑膠製成的一剛性PCB或一可撓性PCB(通常稱為撓性印刷)，或此項技術中已知的任何其他類型PCB。

PMMA表示聚(甲基丙烯酸甲酯)，係一種熱塑性塑膠且透明塑膠，亦即甲基丙烯酸甲酯的合成聚合物。PMMA通常亦稱為丙烯酸玻璃。

圖1顯示例示性觸感裝置110。裝置110包含連接至控制器114的觸感板112，該控制器114包含用於感測接觸及接

近觸感板112可能發生的近接觸的電子電路。觸感板112係顯示為具有一行電極116a-e與列電極118a-e的5×5矩陣，但亦可使用其他數量電極、矩陣大小及電極組態。觸感板112可為實質上透明，致使使用者能夠透過該觸感板112觀看一物件，諸如一電腦、手持裝置、行動電話或其他周邊裝置的一像素化顯示器。邊界120表示觸感板112的視區及亦較佳表示此一顯示器(如果使用)的視區。在一實施例中，電極116a-e、118a-e係在該視區120上自一平面圖透視圖空間地分佈。

為說明性目的，圖1中該等電極係被顯示為寬且突出，但實際上對一使用者來說，其等可為相對窄且不顯眼。每個電極可被設計具有可變寬度，例如在鄰近該矩陣的節點處以一鑽石型或其他形狀墊片之一增加的寬度，以便增加電極間散射場並藉此增加電極至電極電容耦合之一接觸效應。在本發明的一例示性實施例中，一個或更多電極可由一電極(或導體)陣列製成，舉例言之如在下述進一步詳細論述的細導線或微導線、印刷導電跡線或導體網路。如本文進一步描述，由複數個導體構成的一電極係為一複合電極。

在例示性實施例中，該等電極可由氧化銦錫(ITO)、導線、微導線或其他適當導電性材料組成。舉例言之，形成導線或微導線之導體可由銅、銀、金製成。

行電極116a-e與該等列電極118a-e可在不同的平面(例如，行電極116a-e可在列電極118a-e的下面)使得在個別行

與列之間無實體接觸。該電極矩陣通常存在一防護玻璃罩、塑膠膜或類似物(圖1中未顯示)之下，致使該等電極免於與使用者的手指或其他接觸相關器具直接實體接觸。此防護玻璃罩、膜或類似物的暴露表面可稱作為觸感板112的觸感表面。

一給定列與行電極之間的電容耦合主要地係在該等電極最靠近彼此處之區域中該等電極之幾何形狀的一函數。此區域相當於該電極矩陣之「節點」，其中有些標記於圖1中。舉例言之，行電極116a與列電極118d之間的電容耦合主要發生在節點122，及行電極116b與列電極118e之間的電容耦合主要發生在節點124。圖1的5×5矩陣具有25個此等節點，其中任一個可藉由控制器114經由適當選擇單獨地將個別行電極116a-e耦合至該控制器的一個控制線126，及適當選擇單獨地將個別列電極118a-e耦合至該控制器的一個控制線128予以定址。

當使用者的手指130或其他接觸器具接觸或近接觸該裝置110的觸感表面時(如顯示在接觸位置131處)，該手指電容地耦合至該電極矩陣。手指130自該矩陣，尤其是自接近於該接觸位置的此等電極得到電荷，且這樣做其改變對應於該(等)最近節點之該等電極之間的耦合電容，如圖2及3中更詳細顯示。舉例言之，在接觸位置131處的接觸最接近對應於電極116c及118b的節點。耦合電容的此改變可藉由控制器114偵測並解釋為在116a/118b節點處或接近116a/118b節點的接觸。該控制器可經架構成迅速地偵測該

矩陣之所有節點的電容改變(若有)，並能夠分析用於鄰近節點之電容改變的量值，以便藉由插補法正確地決定存在於節點之間的接觸位置。此外，控制器114可被設計以偵測同時或重疊時間施加於該觸感裝置不同部分的多個不同接觸。因此，例如，如果另一手指132在接觸位置133與手指130同時接觸該裝置10的觸感表面，或如果該等個別接觸至少暫時地重疊，該控制器可偵測此等兩個接觸的位置131、133，並在一觸感輸出114a上提供此等位置。可由控制器114偵測的不同時或暫時重疊之接觸數量未必限於2，例如其可為3、4或更多，視該電極矩陣的大小而定。美國專利申請案第61/182,366號「高速多觸感裝置及其控制器」(High Speed Multi-Touch Device and Controller Therefor)描述一例示性驅動方案，該驅動方案可用於一觸感裝置中以辨識多個同時接觸位置。

控制器114可使用多種電路模組及組件使得其迅速決定在該電極矩陣的一些或全部節點的耦合電容。例如，該控制器較好包含至少一個信號產生器或驅動單元。該驅動單元傳遞一驅動信號至一組電極(稱為驅動電極)。在圖1的實施例中，行電極116a-e係用作為驅動電極(儘管其可能替代驅動列電極118a-e)。藉由控制器114施加至該等驅動電極的驅動信號可被同時傳遞至一個驅動電極，例如以自第一至最後驅動電極的一掃描順序。當驅動每個此電極時，該控制器追蹤稱作為接收電極(列電極118a-e)的其他組電極。控制器114可包含耦合至所有接收電極的一個或更多

感測單元。對於被傳遞至每個驅動電極之每個驅動信號，該(等)感測單元產生用於各複數個接收電極之回應信號。回應信號的改變可指示一接觸或近接觸事件。

圖2顯示用手指231接觸觸感表面239的一感測器210的一橫截面圖。該上部電極陣列212係由一頂部基板238自該觸感表面239被隔開一距離D1，該頂部基板238可由聚碳酸酯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、PMMA、玻璃、矽或其組合(例如塗布在玻璃上的矽)、PET硬塗布材料或任何其他適當材料製成。就不透明電容接觸墊片而言，頂部基板238可為用於製造電腦板的玻璃纖維強化塑膠(FRP)或任何其他適當材料。在圖2中顯示的感測器構造中，上部電極陣列212係由一下部基板213自下部電極陣列214被一距離D2隔開。該下部基板213可由用於頂部基板238的任何該等材料或任何其他適當材料製成。該下部電極陣列214的電極(僅顯示一組件)例如可彼此以一距離處被間隔，容許三個或更多電極進行可測量電容接觸一接觸手指231。舉例言之，下部電極陣列214可具有一中心至中心間隔為5 mm至6 mm或任何其他所需間隔。下部電極陣列214中電極寬度主要受限於一些實施例之需求，以在其等之間空出最小非導電間隔。下部電極矩陣214中的電極可儘可能寬以最大化與手指的電容耦合。例如，該下部基板213之表面區域的90%或更多、95%或更多、或98%或更多可由下部電極陣列214覆蓋。

上部電極係被間隔開以容許電場自上部電極陣列212中

電極之間之下部電極陣列214中的電極耦合至一接觸(或鄰近)手指。上部電極的寬度(圖2中W)可為，例如，中心至中心間隔S的50%或更少。當上部電極陣列212中的電極係由ITO製成時，其等最小寬度通常受限於電極電阻。然而，上部電極陣列212中的電極可為複合電極，該等複合電極由薄導線、微導線、微導體互連網路、印刷微導體或任何其他組態及以與本發明一致的任何材料製成。

在圖2中，長虛線電場線232表示當上部電極陣列212中的電極由一電信號啟動時，上部電極陣列212中電極與手指231之間的電場(E-場)耦合。此耦合穿過包括上部電極陣列212的該等複合電極中的間隔而發生。短虛線電場線234表示上部電極陣列212中電極與下部電極陣列214中電極之間的電場耦合。有些短虛線電場線234自上部電極陣列212中電極的底面耦合至下部電極陣列214中的電極。其他電場短虛線234(尤其是非鄰近手指231的該等)表示散射場自上部電極陣列212中電極的頂面向上耦合，並向下彎曲以符合下部電極陣列214的一電極。場線直接地在手指231下自陣列212中電極的頂面耦合至(被吸引至)手指231，因此其等較少耦合至下部電極陣列214中電極。

當上部電極陣列212的電極由一電信號啟動時，手指231係藉由相對低阻抗人體對地電容(例如，400 pf)而連接至地面，及下部電極陣列214的電極亦藉由寄生電容(例如，100 pf)連接至地面。此等兩者具有比手指231至陣列212或陣列214中任何電極之電容耦合更顯著低之阻抗，該阻抗

可為例如，在一例示性組態中為 1 pf 至 5 pf 範圍內。此等電容值取決於距離 D1、D2、用於基板材料及圖 2 中未顯示的自上部電極陣列 212 及下部電極陣列 214 至接地面的距離、以及上部電極陣列 212 與下部電極陣列 214 的組態。類似地，以一電信號啟動下部電極陣列 214 的一電極產生一電場，該電場自下部電極陣列 214 中的電極，穿過上部電極陣列 212 中的電極至手指 231。

現參見圖 3，長虛線電場線 233 表示下部電極陣列 214 中電極與上部電極陣列 222 中手指 231 電極之間的電場耦合。圖 3 類似於圖 2，但圖 3 中，上部電極陣列 222 中電極並非圖 2 所示之複合電極，其代之為傳統實心電極。電場線 233 主要自下部陣列 214 的電極，穿過上部電極陣列 212 的電極之間的間隔耦合至手指 231。短虛線電場線 235 表示下部電極陣列 214 與上部電極陣列 222 的電極之間的耦合。有些短虛線 235 自下部電極陣列 214 中電極的頂面耦合至上部電極陣列 222 中電極的底面。其他邊緣短虛線電場線 235 (尤其是非鄰近手指 231 的該等) 自下部電極陣列 214 中電極的頂面朝上耦合，並向下彎曲以符合上部電極陣列 222 的電極頂面。長虛線電場線 233 表示陣列 214 中電極的頂面直接耦合至手指 231，因此較少長虛線電場線 233 彎曲並耦合至上部電極陣列 222 中電極的頂部。

應注意當上部電極陣列 222 中電極為實心時，其等阻礙自下部電極 214 的電場，因此耦合至手指 231 的 E-場 233 係主要地產生於上部電極 222 之間的間隔中。然而，當上部

電極(諸如圖2中複合電極212)為可通過時，其等容許該電場穿過該等電極結構之間的間隔。

上部電極陣列(或電極陣列212或222)及/或下部電極陣列214的電極如所示未必同時被啟動，但為說明起見，顯示自上部電極陣列及下部電極陣列214的電極電場。

圖4顯示一實例觸感測器340，其包含三個上部複合電極342、343及344，每個具有寬度W。每個複合電極342、343及344包含平行導體355(亦顯示在圖4a中分解圖V1中，及有時在一複合電極說明中稱為內導體)。複合電極342、343及344係由寬度可等於每個複合電極內導體間隔之間隔分開。導體的均一間隔可導致光學上均勻地通過感測器，因此導體較不被眼睛感知。例如，導體355係由端導體351及352之一端或兩端或視需要在中間位置處(圖4a中導體電橋359)電性連接以形成一複合電極。

導體355可具有一小於10微米、小於5微米及在一些實施例中小於3微米的橫截面尺寸。具有此等直徑的導體355可產生足夠的光學性能，使得其等係最低限度地可見於具有透明觸感表面的較小顯示器上，諸如在對角線上測量小於1米者。較大導體橫截面可用於可能具有較大像素的較大顯示器上。導體可為拉伸導線、微導線、微接觸印刷、微囊封，或可由任何其他適當方法製成。微接觸印刷的導體可為約2微米寬及100奈米至200奈米厚，且可由銀、金或類似金屬製成。微囊封的導體355可具有約3微米乘3微米的橫截面尺寸，且可由銅或類似金屬製成。或者，微導體

可由銅或類似金屬的拉伸導線製成，例如該等微導體可具有約10微米的一橫截面尺寸。微導體及製造其等之方法稍後在本申請案中描述。

導體355之間間隔的尺寸G1(圖4a)可為50微米與4 mm之間。在一實施例中，G1可在0.5 mm至1 mm之間。導體之間的間隔可佔據複合電極342及343的全長L，或可使用如電極342中顯示的規則或隨機間隔處的導體電橋359縮短間隔，或如描述在美國專利申請案第12/393,194號「具有不同薄層阻抗的觸感螢幕感測器」(Touch Screen Sensor Having Varying Sheet Resistance)，該申請案以引用方式併入本文中。就最佳電性能而言，上部複合電極342及343的導體電橋359被最小化因此存在間隔(因此容許該電場穿過該複合電極而增強)。在很多應用中，間隔的長度尺寸較佳係與複合電極342、343及344的長度尺寸之相同方向，儘管其亦可能配置間隔以使得其等長度尺寸直交於複合電極342、343及344的長度尺寸。此等原則應用於包含如平行線或任何以其他形狀(包含圓形、六角形或正方形導體網路)圖案化的導體網路之電極。

電極358a、358b及358c係下部電極的三個替代類型。在圖4的繪示實施例中，此等係在包含複合電極342、343、344的平面之下的一分離平行平面上。電極358a的導體經配置在互聯六角形的一等向網路中，其提供電容性質及一些遮蔽性質，但當與平行導體的一電極例如電極358b(一複合電極)相比時，其在一透明觸感表面上稍微可見。在

一示例性實施例中，電極358c係由一透明ITO膜製成，其具有約600 ohms/平方或更少之電阻率。電極358c在頻率小於1 MHz處大致上具有良好光學性質及良好遮蔽性質。在電極358b與複合電極342、343及344相交處，該等導體僅在相交點處重疊，且具有填充相交之間間隙的介電材料。此最小化電極358b與複合電極342、343及344之間互電容耦合。由於電極358a的導體圖案中導體的一更高密度及水平導體元件的存在，電極358a具有比358b更多互電容耦合。電極358c具有比電極358a或358b更多互電容耦合。

電極358a及358b亦可適合用於上部(可通過)複合電極，但是內導體間隔(例如G1)相對於基板厚度為寬，因此電場將自下面電極滲透。複合電極諸如包括平行導體的343、344及358b亦相當適合用於插入電極組態中，如描述在美國專利申請案公開案第2007/0074914 A1號中「用於觸感的插入電極」(Interleaved Electrodes for Touch Sensing)，該案以引用方式併入本文中。

複合電極342、343、344及358b的阻抗(電阻性及電容性兩者)可為異向性。在此等情形中，電阻率(ohms/平方)在導體配向的方向上通常為最低。藉由複合電極342、343、344及358b產生的近場電場(尤其在尺寸G1的距離範圍內)將為異向性，因此在平行平面上接近地放置的此類型兩個電極之間的每平方米電容(C/M)將取決於電極的相對角度，而平行電極產生最大電容及直交電極具有最小互電容。不同於導電板電極358c，複合電極342、343、344、

358a及358b根據每個電極內網路導體的間隔，在一定程度上可通過電場。

在一實施例中，可通過上部複合電極342、343、344的導體可稱為微導線且可藉由微接觸印刷製成，如描述在美國專利第5,512,131號「表面及衍生物件上微印記圖案的形成」(Formation of Microstamped Patterns on Surfaces and Derivative Articles)中及第7,160,583號「使用圖案化地形及自總成單層之製作」(Microfabrication Using Patterned Topography and Self-Assembled Monolayers)中，二者均以引用方式併入本文中。上部複合電極342、343、344可經微接觸印刷至一頂部基板(未顯示)上，該頂部基板可由玻璃、PET或任何其他適當材料製成。或者，複合電極342、343、344可藉由微接觸印刷施加至一下部基板(未顯示)。下部電極358a-c可藉由微接觸印刷(上文描述)，或藉由微囊封導體，例如描述在美國專利申請案第61/076731號「形成一微結構之方法」(Method of Forming a Microstructure)，該案以引用方式併入本文中，或可使用ITO薄膜施加至一下部基板(未顯示)。或者，可使用在撓性印刷或纖維強化塑膠(亦即，一PCB材料)上的銅導體。

E-場耦合可藉由使用此項技術中已知的互電容測量方法及電路，測量一複合上部電極陣列中每個導體與一下部電極陣列中每個電極之間該電容的一信號指示而予以測量。就一矩陣觸感測器而言，例如圖1至4中顯示的此等，在一節點處一上部電極與一下部電極之間的互電容可在施加任

何接觸之前先予以測量，且對各相交處記錄與無接觸有關的電容位準。所有節點的電容被重複地測量，且當發生接觸時，計算無接觸狀態與一個或更多相交處的鄰近接觸狀態之間電容差異。觸壓大致上被辨識為比一預定臨限值更大的電容改變。預接觸(懸空)亦可用一不同臨限值予以辨識。

製造複合電極

圖 5a 顯示基板 580 上具有平行導體 550 至 568 的感測元件 540 的一區段。在一實施例中，該等導體 550 至 568 各包含單一導體或多個平行導體、或如關於圖 4 描述的一導體網路。導體 550 至 568 係彼此電性隔離。基板 580 可包含一剛性玻璃或 PMMA 薄片、一卷 PET 或任何其他適當材料。在例如當難以與該等導體 550 至 568 電接觸時，可使用已可獲得之導電性墨水在基板 540 上的各導體中加入視需要之接觸墊片 579。

在基板上製造個別導體的多種方法係另外描述在美國專利申請案第 12/393,185 號(「觸感螢幕感測器」(Touch Screen Sensor))、第 12/393,197 號(「具有低可見性導體的觸感螢幕感測器」(Touch Screen Sensor With Low Visibility Conductors))、第 12/393,194 號(「具有不同薄片電阻的觸感螢幕感測器」(Touch Screen Sensor Having Varying Sheet Resistance))、第 12/393,201 號(「在一基板上圖案化一導體的方法」(Methods of Patterning a Conductor on a Substrate))、及第 61/076,736 號(「形成一圖案化基板

的方法」(Method of Forming a Patterned Substrate))，其各以引用方式併入本文中。美國專利第6,137,427號「多個輸入接近性偵測器及觸感墊片系統」(Multiple Input Proximity Detector and Touchpad System)提供關於製造包含薄銅線的導體之更詳細數據，該案以引用方式併入本文。

在一實施例中，製造與本發明一致的觸感測器之一方法的一初始步驟，係首先製造具有由一固定距離間隔分開的平行導體550至568的基板580。基板580可具有足夠大的尺寸以適合待製造的最大觸感測器的長度及寬度，或可具有任何其他適當尺寸。

在製造具有導體550至568的基板580之後，經選擇的導體550至568可被電性耦合在一起以形成如圖5b至5f顯示的複合電極。導體550至568可藉由塗布或印刷導電性材料至基板540上或藉由任何其他適當方法而連接。例如，相對於感測器基板541(圖5b)的組態，端導體570可被印刷至導體550至568及基板580上，以形成三個複合電極，每個複合電極由六個導體組成。如圖5c及5d中顯示，電極550至568的其他數量可藉由端導體572予以連接。任何所需電極數量可藉由端導體電性連接以形成可通過複合電極的多種組態。接著端導體可經由連接線573a及573b電性連接至連接器或直接地連接至電子裝置(未顯示)。或者，端導體570及572可被安置於一PC板或一撓性印刷電路上，該PC板或撓性印刷電路被放置在導體550至568上方並藉由導電性墨

水電性連接至導體550至568，例如，如描述在美國專利申請公開案第2007/0030254 A1號「具有直接安裝電子元件之觸感測器的整合」(Integration of Touch Sensors with Directly Mounted Electronic Components)，該案以引用方式併入本文。圖5e顯示具有插入電極圖案的感測器元件544的一組態。圖5f中感測器基板545的組態顯示感測器元件545的一實例，該感測器元件545包含具有導體550至558的基板580，其中每個導體係由一蜂巢導線網路製成。導體550至558係藉由端導體575電性耦合以形成複合電極。電性耦合至複合電極的連接線573e將該等電極連接至其他電性元件。

如果一感測器將具有兩個或更多層電極，兩層均可由相同基板580或不同基板製成。例如，一矩陣感測器可藉由層積一具有一底部層的上部電極層而製成(如圖4中顯示相對於下部複合電極342、343及344)。或者，一組電極可以本文描述的處理程式製成，及其他電極層可以另一處理程式，或使用一不同材料，諸如圖案化ITO或任何其他所需材料製成。

一旦形成，感測器元件(例如在圖5b至5f中顯示的541、542、543、544及545)可被按大小裁切，及上部及下部電極層可被層積在一起。層積可先於裁切或相反。

根據本發明製成的感測器，可在感測器製造時被訂製成多種形狀、大小及組態。舉例言之，圖5a中的感測器元件540可包括具有1 mm間隔或任何其他適當距離隔開的電極

之基板580(例如，PET)。感測器元件540隨後可經架構成製造如圖5b至5f中顯示的任何感測器元件541、542、543、544或545，或其他所需組態。圖5b中的感測器元件541具有5 mm寬電極，及圖5c中的感測器元件542具有8 mm寬電極。感測器元件543具有5 mm寬電極，但在邊緣處使用1 mm寬邊緣電極575用於改良接近該感測器邊緣的位置插補。「邊緣棒」電極的其他實施例係描述在美國專利申請案公開案第2008/0252608 A1號「具有電極陣列的觸感測器」(Touch Sensor with Electrode Array)，該案以引用的方式併入本文中。感測器元件544(圖5e)亦具有邊緣電極575，及5 mm寬主電極，連接至兩個1 mm寬外部電極的各主電極係與相鄰電極的外部電極插入。上述電極間隔及寬度各可根據本發明而增加或減少。

圖6顯示一例示性矩陣感測器600的一分解圖，該矩陣感測器600具有配置在複數個ITO電極608上方的複數個平行導體605。在例示實施例中，雖然平行導體605及ITO電極608係彼此直交，但其等可為任何所需角度。在圖6中，上部平行導體605包含安置於基板606上的三十六個離散(非電性耦合)導體。此等離散導體組(在此實例中各為六個導體)係由基板620(例如印刷電路板)之一部分的端導體621而電性耦合以形成複合導體。ITO電極608係塗布在可為玻璃、PET或其他適當材料的基板610上。基板625上自ITO電極608至端導體626的電連接具有一1：1之比率(如相對於具有一6：1比率的該等導體605的分組)。在端導體626

與該等ITO電極608之間，及在端導體621與導體605之間的電連接可藉由在美國專利申請案第11/377,976號「具有直接地安裝電子元件的觸感測器的整合」(Integration of Touch Sensors with Directly Mounted Electronic Components)揭示的方法，該案先前以引用方式併入本文，或藉由任何其他適當方法，例如，基於銀的熱固化導電墨水而製成。

一矩陣感測器600中的電連接亦可藉由提供通孔而製成，該等通孔穿過矩陣感測器層以提供接近導體605或電極608。露出的電極608或導體605的一部分，可藉由用一導電材料諸如焊接料、導電膠、一連接器或耦合構件填充該等通孔而製成電連接，藉此該等導體605或電極608係以一電連接耦合至一連接構件。電極608或導體605可電性耦合至另一電子元件或裝置，或耦合至用於決定一手指接觸位置的控制器。

圖7a顯示標記為「7a」之感測器600的部分之一橫截面、非分解圖。下部基板610可以黏著劑(未顯示)層積至頂部基板602或由任何其他適當的方法而附接。電連接729將該感測器的多種元件連接至一主機處理器(未顯示)。

圖7b顯示與圖7a中顯示的感測器比較之感測器600的一替代構造。特定言之，上部基板被移除及下部基板720被倒轉，因此其頂面變成該觸感表面。介電質間隔物722(可為一層壓感黏著劑，(PSA))係層積於基板606與610之間。

觸感測器橫截面模擬

使用以商品名「Maxwell軟體」(Maxwell Software)獲自匹茲堡鋼鐵城(Pittsburgh, PA)的Ansoft有限公司的版本3.1.04之市售模擬器軟體，模擬列舉的觸感測器的橫截面中對地電容的改變。圖8a及8b顯示使用該軟體模擬兩個觸感測器設計的橫截面。圖8a包含可通過的與本發明一致的複合上部電極，及圖8b顯示具有傳統實心上部電極的一觸感測器的一橫截面。在圖8a與8b兩者中，手指831(在此實例中，手指831被模擬為一層鹽水溶液)係與上部基板811接觸，且電容地耦合至下部電極804。在圖8a中，顯示一複合導體的一橫截面，其具有均一間隔分開的導體802。圖8b顯示一實心電極822的一橫截面。

針對關於對應於圖8a及8b的感測器之所有測試，使用下列參數，除非另有說明：

參數	值
模擬的PMMA相對介電常數	3.4
模擬的玻璃相對介電常數	5.5
手指831	在40微米厚的整個橫截面上方延伸的一鹽水層
尺寸A10	1.10毫米
尺寸W10(等於中心間隔)	200微米
尺寸W12(位於感測器區段中心)	550微米×2微米厚
導體802的尺寸	4微米寬×2微米厚
頂部電極802及822中導體材料	銅
下部電極區段804的材料	銅
下部基板區段803的材料	PMMA
下部基板803的厚度	50微米
下部電極804上的信號	1 Volt(伏特)
頂部電極802及822上的信號	0 Volt
手指831上的信號	0 Volt

對地電容測量

圖 9a 及 9b 分別顯示該等上部及下部電極與手指 831 之間模擬電場耦合(電容)。該 x 軸顯示上部基板 811 以微米計的厚度。該厚度範圍包含 50 至 400 微米(其為用於成卷 PET 的常用厚度)，及 0.4 mm(其可模擬一 PMMA 剛性基板)。圖 9a 在該上部電極上具有一模擬的 1V 信號，該下部電極接地(0 volts)。圖 9b 在該下部電極上具有一模擬的 1V 信號，該上部電極接地。

如提及的，圖 8b 中上部電極 822 為 550 微米寬，該電極覆蓋一半該模擬區域，選擇的尺寸部分地用於簡易化模擬。然而，一 50% 覆蓋率係通常用於測量對地電容的當前 ITO 電極。用於互電容觸感系統的上部電極可覆蓋感測器區域的 1%、2%、5%、10% 或 20% 般小，具有在 1 mm 至 4 mm 範圍內之通常上部 ITO 複合電極寬度。

圖 9a 顯示上部電極 802 至手指 831 的電容耦合係小於寬電極 822 至手指 831 的耦合，且當基板厚度增加時兩者電容均減少。當使用互電容方法時，由於接觸該下部寄生電容通常導致電容更高百分比改變。

當上部電極為複合(圖 8a)且當其為實心(圖 8b)時，圖 9b 比較自該下部電極 804 至手指 831 的電容耦合。在此模擬期間，上部電極 802 及 822 為 0 Volts，因此該上部電極遮蔽一些將自下部電極 804 耦合至手指 831 的 E-場。當與實心電極 822 比較時，可通過的上部電極提供比下部電極 804 與手指 831 之間該 E-場的更少遮蔽，因此改良自下部電極 804 至手

指 831 的耦合。

圖 9c 顯示在導體間間隔(在該上部電極中)與自該上部及下部電極 104 的耦合之間的關係。此模型係基於圖 8a 中顯示的感測器，而 $D3=D4=100$ 微米及 $A10=1100$ 微米。W10 隨著改變上部電極導體的數量而改變。圖 9c 顯示對於此實例，當包括該複合導體之上部電極導體以約 170 微米等間隔地分開時，針對用於此模擬中的該等導體，一觸感器具對上部電極的電容耦合係等於觸感器具至該下部電極的耦合。大致上，包括複合電極的導體之間的間隔可為比自該電極至該觸感表面距離的 2 倍以下。最佳導體間隔亦將根據該等感測器基板的介電常數而改變。

互電容測量

圖 9d 顯示在對應於關於圖 8a 及 8b 顯示的此等模擬感測器中，該上部與下部電極之間的模擬 E-場耦合(互電容)的結果。上部基板 811 係用 PMMA 及用玻璃模擬。由於玻璃的耐用性，故有時較佳，且玻璃的介電常數大致上亦高於 PMMA 的介電常數。在 50 至 100 微米範圍內的玻璃係購自德國美因茲的 Schott 玻璃公司(例如，Schott AF45 零鹼性薄玻璃及 Schott 0211 薄玻璃)。圖 9d 顯示由於手指 831 的存在，上部與下部電極導體之間互電容的改變。當手指 831 存在時，由於至該手指的一部分 E-場的轉移遠離上部電極導體，互電容減少。假定在該上部電極的微導體與經測試的觸感表面距離範圍之間為 200 微米間隔，在由導體製成的電極的接觸期間，互電容改變略微高於實心電極(更大

的負斜率)。

圖9d亦顯示由導體製成的上部電極，當頂部電極為較薄時，可更多改良互電容觸感測量。互電容與導體之間的分離有關並與頂部基板材料的介電常數有關。具有薄頂部基板，更多導體(更小間距)將最好地執行，但導體之間的更寬分離將導致具有較厚頂部基板的改良性能(以因接觸引起的百分比改變表示)。該模擬的200微米頂部基板厚度於尺寸D4(圖8a及8b)小於200微米給出最好結果，且於D4至多約300微米給出優良性能。上部電極與一觸感表面之間的厚度D4可大如少於上部電極中導體之間間隔知兩倍。

另外，當基板811係由PMMA製成時，在無接觸狀態中圖8a的感測器之上部與下部電極之間互電容的基準為200 pf，或當基板811由玻璃製成時，基準為240 pf。此顯著地低於圖8b的感測器，當基板811係由PMMA製成時，感測器具有電極間電容約350 pf，或當其由玻璃製成時，電極間電容約370 pf。

圖9e顯示有接觸相對於無接觸之圖8a及8b的感測器之上部與下部電極之間電容的百分比改變。有接觸且複合電極由許多微導體組成時，具有下部基準(寄生)電容的更高電容改變的組合產生顯著地更高信號改變。

二維觸感測器模擬

圖10a、10b及10c顯示用於二維電極模式(而非圖9a至e的橫截面模式)的互電容模擬之感測器的示意圖。使用相同模擬軟體。圖10a、10b及10c分別地顯示電極配置170、

171及172，每個包含彼此直交配置的兩個電極(及在感測器配置170及171的情形中，至少一個複合電極)，且該上部電極被垂直地定向及該下部電極被水平地定向。複合電極161及162各係由0.18 mm直徑的四個等間隔的平行導電線組成，其具有一6 mm總複合電極寬度。電極165及166係0.18 mm厚的導電薄片。導電線、導電薄片及接觸器具係近似於用於簡易化模擬的理想導體。當存在時，一接觸器具接觸由虛線方形163表示的區域中的頂部介電(覆蓋)層。

感測器170及171的一橫截面圖分別類似於關於圖8a及8b所示者，且在底面具有下部電極162或165，在上部與下部電極之間具有一0.23 mm厚之PET(近似相對介電常數=3)的介電質及在上部電極161上方之由0.23 mm厚之PET(相對介電常數=3)製成之頂部介電覆蓋層。在一些模擬中，於該介電質覆蓋面上加上一額外玻璃介電質(相對介電常數=6，厚度=1 mm或2 mm)。

圖10c的橫截面圖類似於圖8b所示者，在底面上為下部電極165，在上部與下部之間有一0.23 mm厚之PET(相對介電常數=3)的介電質及在上部電極166上方具有包括0.23 mm厚PET(相對介電常數=3)的一介電覆蓋層。在一些模擬中，於該介電常數覆蓋層中加上一額外玻璃介電質(相對介電常數=6，厚度=1 mm或2 mm)。

圖11a是顯示三個曲線的圖表。每個曲線上的數據點表示接觸器具與該介電覆蓋層接觸相對於無接觸器具之電極間之互電容差異(ΔC_m)。由於該覆蓋層的不同厚度，曲線

連接對應於 ΔC_m 變動的數據點。該頂部介電質的模擬厚度為：

- 0.23 mmPET；
- 0.23 mmPET加上1 mm玻璃；及
- 0.23 mmPET加上2 mm玻璃。

相對於圖11a顯示的該等曲線顯示起因於接觸的互電容改變，對具有厚介電覆蓋層的感測器組態172(圖10c-實心上部及下部電極)為最高。當該覆蓋層厚度相對薄(小於0.25 mm)時，在實心電極上方具有可通過的上部電極的感測器組態171(圖10b)具有更大互電容改變，該改變係與圖9e中顯示的較薄覆蓋層的數據一致。感測器組態170(圖10a-可通過的上部及下部電極)具有起因於接觸之最低互電容改變。

圖11b是顯示起因於兩個電極之間寄生互電容的極低(約0.12 pf)靜態位準，而具有互電容最高百分比改變的感測器組態170(圖10a)的一圖表。感測器組態172(圖10c)具有起因於在電極165與166的相交處，藉由最近接近中的兩個電容器板引起的大寄生互電容(約2.5 pf)之最低百分比改變，感測器組態171(圖10b)的複合電極最小化寄生電容至約0.75 pf，導致起因於接觸的互電容之8%至32%的改變，視覆蓋層厚度而異。

偵測的接近性(手指將減少電極間互電容的距離)係與複合電極內導體的分離成正比(如相對於圖8a的距離D4論述)。此可用於突出優點，以助於確認接觸未被偵測直到

手指非常近，或直到與觸感表面接觸。

此專利申請案係關於與觸感測器接近之手指偵測及定位。本發明不限於手指偵測。由幾乎任何導電材料製成的器具可使用本文揭示的裝置及方法予以偵測。用於接觸的手指或導電物件除非另作說明，否則係由電容及/或電阻(通常數百至數千皮法拉)連接接地。

【圖式簡單說明】

圖1係一觸感裝置的示意圖；

圖2顯示用手指接觸該觸感表面之一例示性感測器的一橫截面圖，其中一些頂部電極係電容地耦合至該手指且於該手指與該等頂部電極之間產生一電場；

圖3顯示用手指接觸該觸感表面之一例示性感測器的一橫截面圖，其中一些下部電極係電容地耦合至該手指且於該手指與該等下部電極之間產生一電場；

圖4係包含複合電極的多種實施例之一觸感測器的示意圖；

圖4a顯示具有橋接導體之平行導體的一分解圖；

圖5a顯示在基板上具有平行導體之感測器基板的一區段；

圖5b顯示以端導體電性連接平行導體以形成複合電極之感測器基板的一區段；

圖5c顯示以端導體電性連接平行導體以形成複合電極之感測器基板的一區段；

圖5d顯示以端導體電性連接平行導體以形成複合電極之

感測器基板的一區段；

圖 5e 顯示以端導體電性連接平行導體以形成複合電極之感測器基板的一區段，其中插入一些平行導體；

圖 5f 顯示以端導體電性連接平行網路導體以形成複合電極之感測器基板的一區段；

圖 6 顯示一例示性矩陣感測器的一分解圖，且一平行導體陣列配置在一第二 ITO 電極陣列上方；

圖 7a 顯示具有複合電極之一例示性矩陣感測器的一橫截面圖；

圖 7b 顯示一例示性矩陣感測器的一橫截面圖，其具有與圖 7a 中顯示相比的一替代構造；

圖 8a 顯示具有複合上部電極之一觸感測器的一橫截面；

圖 8b 顯示具有一實心上部電極之一觸感測器的一橫截面；

圖 9a 係將一複合頂部電極至手指之電容耦合與一實心頂部電極至手指之電容耦合相比的一圖表；

圖 9b 係使用對地電容測量，將當該頂部電極為複合時(亦即能通過一電場)自一下部電極至手指的電容耦合與當該頂部電極為實心時之電容耦合相比的一圖表；

圖 9c 係顯示導體間間隔(在該頂部電極中)與自手指至該頂部與下部電極的耦合之間關係的一圖表；

圖 9d 係顯示當頂部基板厚度增加時，用於玻璃與聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)頂部基板的該頂部與下部電極之間互電容改變的一圖表；

圖 9e 係顯示當頂部基板厚度增加時，用於玻璃與 PMMA 頂部基板的該頂部與下部電極之間互電容百分比改變的一圖表；

圖 10a 顯示具有彼此經定向直交之兩個複合電極的二維電極配置；

圖 10b 顯示具有經定向直交於一實心底部電極之一複合上部電極的二維電極配置；

圖 10c 顯示具有經定向直交於一底部實心電極之一實心上部電極的二維電極配置；

圖 11a 係顯示當頂部基板厚度變化時起因於接觸之互電容改變的一圖表；及

圖 11b 係顯示當頂部基板厚度變化時起因於接觸之互電容百分比改變的一圖表。

【主要元件符號說明】

110	觸感裝置
112	觸感板
114	控制器
114a	觸感輸出
116a	行電極
116b	行電極
116c	行電極
116d	行電極
116e	行電極
118a	列電極

118b	列 電 極
118c	列 電 極
118d	列 電 極
118e	列 電 極
120	視 區
122	節 點
124	節 點
126	控 制 線
128	控 制 線
130	手 指
131	接 觸 位 置
132	手 指
133	接 觸 位 置
161	電 極
162	電 極
163	虛 線 方 形
165	電 極
166	電 極
170	感 測 器 配 置
171	感 測 器 配 置
172	感 測 器 配 置
210	感 測 器
212	上 部 電 極 陣 列
213	下 部 基 板

214	下部電極陣列
222	上部電極陣列
231	手指
232	長虛線電場線
233	長虛線電場線
234	短虛線電場線
235	短虛線電場線
238	頂部基板
239	觸感表面
340	觸感測器
342	複合電極
343	複合電極
344	複合電極
345	平行導體
351	端導體
352	端導體
355	導體
358a	電極
358b	電極
358c	電極
359	導體電橋
540	感測器組件
541	感測器組件
542	感測器組件

543	感測器組件
544	感測器組件
545	感測器組件
550	平行導體
551	平行導體
552	平行導體
553	平行導體
554	平行導體
555	平行導體
556	平行導體
557	平行導體
558	平行導體
560	平行導體
561	平行導體
562	平行導體
563	平行導體
564	平行導體
565	平行導體
566	平行導體
567	平行導體
568	平行導體
570	端導體
572	端導體
573 a	連接線

573b	連接線
573e	連接線
575	端導體
579	接觸件墊片
580	基板
600	矩陣感測器
602	頂部基板
605	平行導體
606	基板
608	ITO電極
610	基板
620	基板
621	端導體
625	基板
626	端導體
720	下部基板
722	介電間隔物
729	電連接
802	頂部電極
803	下部電極區段
804	下部基板區段
811	上部基板
831	手指
822	實心電極

A10	尺寸
A12	尺寸
D1	距離
D2	距離
D4	距離
G1	尺寸
S	中心至中心間隔
W	上部電極寬度
W12	尺寸

七、申請專利範圍：

1. 一種製造用於接觸感測器的元件之方法，其包括：
在基板上捲繞印刷複數個均一間隔的平行導體；及
修飾該基板如此以電性耦合該複數個導體的子集以形成複合電極。
2. 如請求項1之方法，其中該等導體係金屬或金屬合金微導線。
3. 如請求項1之方法，其中該基板為玻璃、PMMA或PET。
4. 如請求項2之方法，其中該等導體具有10微米之最大橫截面尺寸。
5. 如請求項1之方法，其中該等導體具有小於4 mm之中心至中心間隔。
6. 如請求項1之方法，其中修飾該基板係包括遍及兩個或更多導體施加一導電性墨水。
7. 如請求項1之方法，其進一步包括：
將該等複合電極之至少一些電性耦合至經架構成與一電子控制器介接的互連電路。
8. 如請求項2之方法，其進一步包括：
以層狀將該修飾基板總成為多層組件，其包含作為另一層之第二基板，該第二基板上安置有複數個電極，該經修飾基板的複合電極及該第二基板的電極經定向以在該多層元件中產生電極陣列，且其中該經修飾基板及該第二基板係藉由一介電層分離。
9. 如請求項8之方法，其中安置於該第二基板上的一些該

等電極係由ITO構成。

10. 如請求項8之方法，其中該經修飾基板與該第二基板的電極係彼此直交。

11. 一種製造用於接觸感測器的元件之方法，其包括：

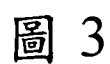
修飾一基板，該基板上安置有複數個電隔離的導體，如此以電性耦合該複數個導體的子集以形成複合電極，其中該導體具有小於4 mm之中心至中心間隔。

12. 如請求項11之方法，其在該修飾步驟之前，進一步包括：

使用光微影術，將複數個均一間隔的平行導體施加至該基板上。

13. 如請求項11之方法，其在該修飾步驟之前，進一步包括：

在該基板上印刷複數個均一間隔的平行導體。



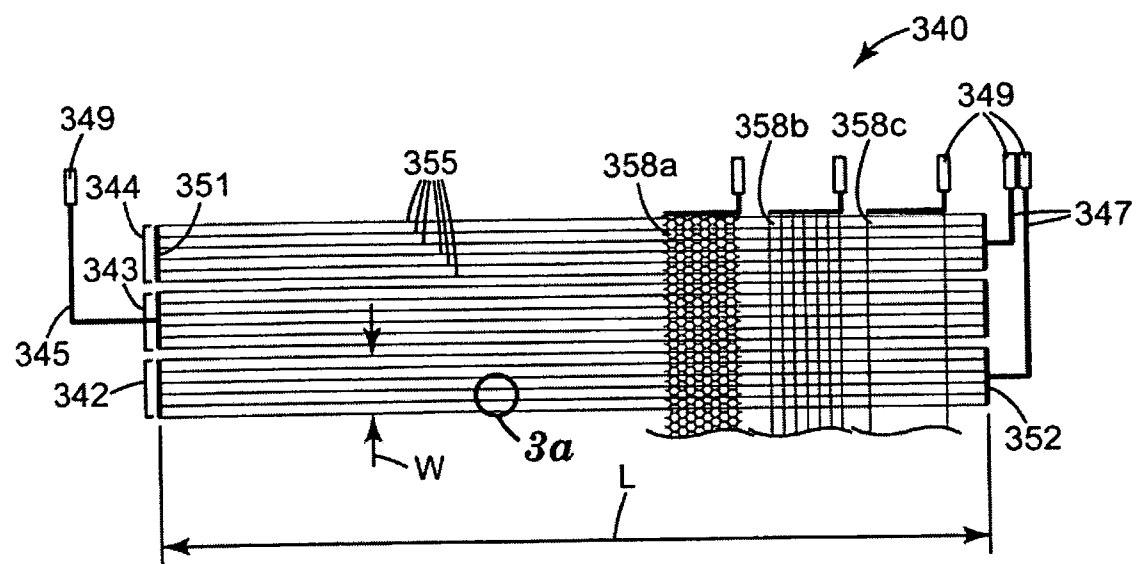


圖 4

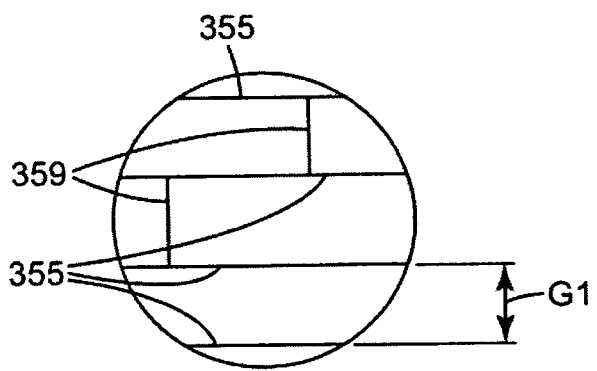


圖 4a

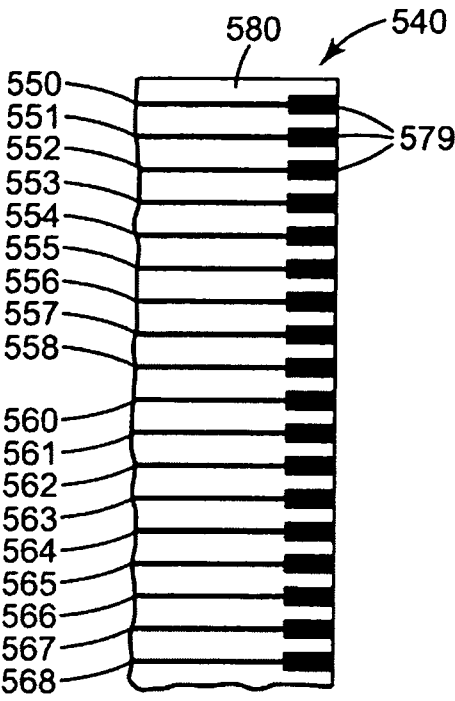


圖 5a

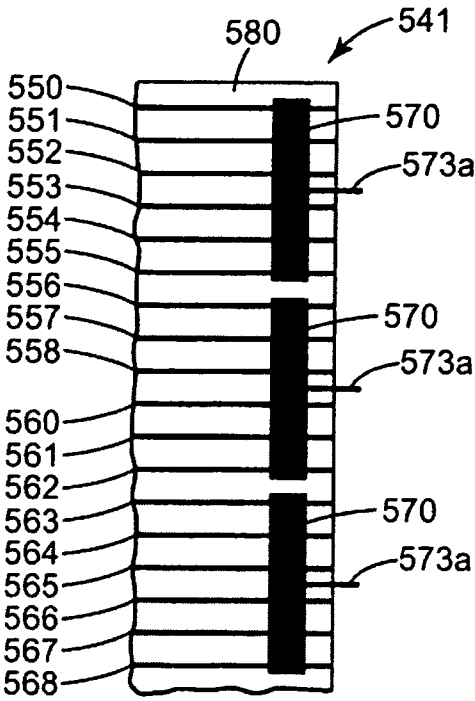


圖 5b

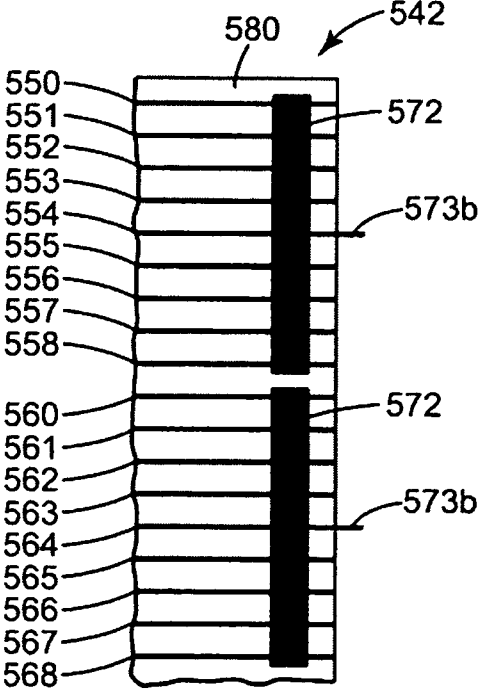


圖 5c

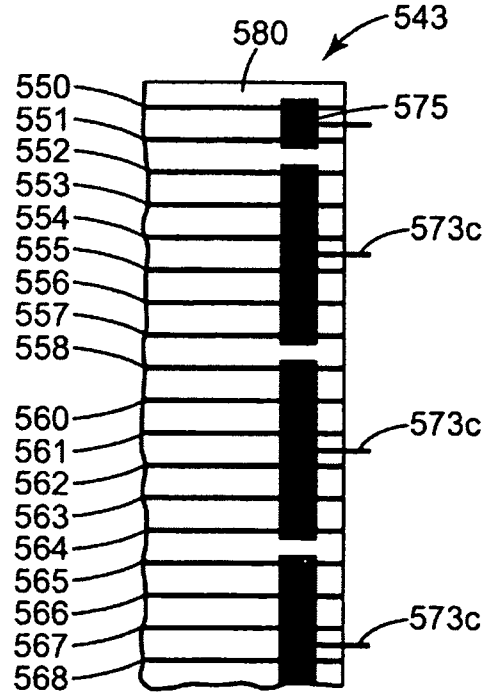


圖 5d

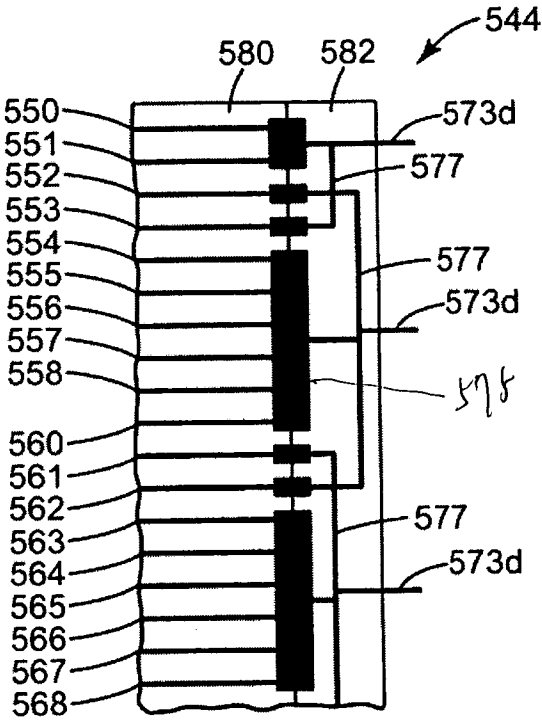


圖 5e

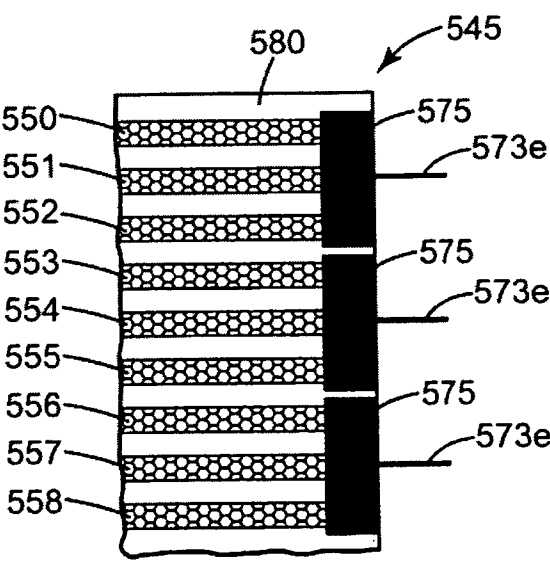


圖 5f

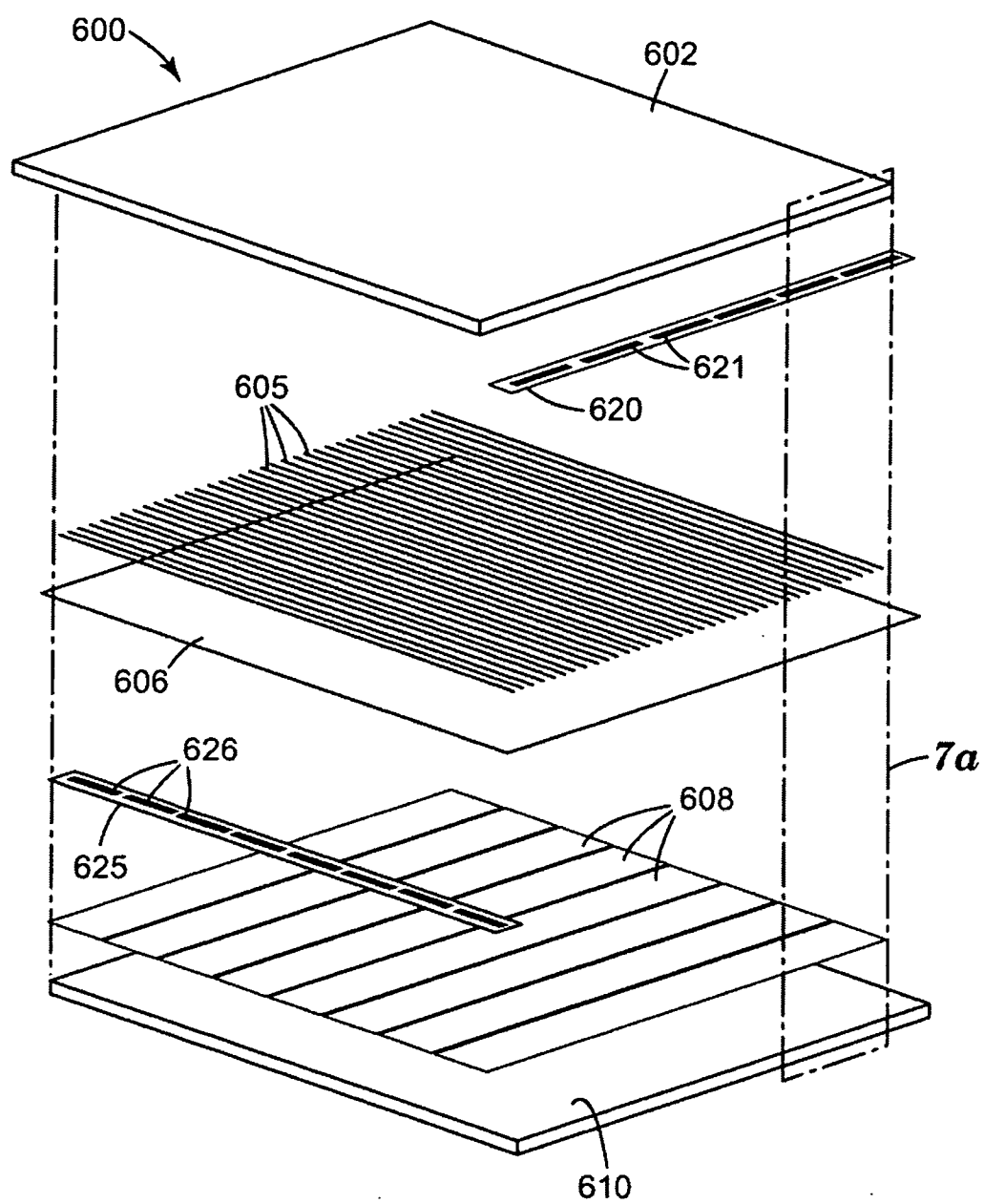


圖 6

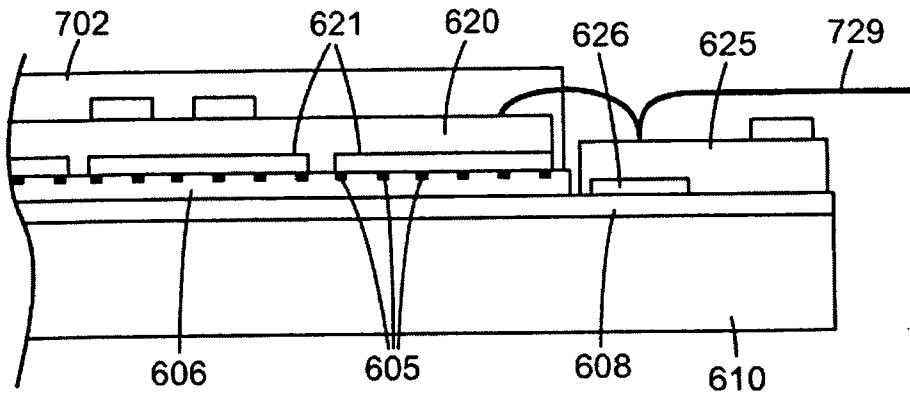


圖 7a

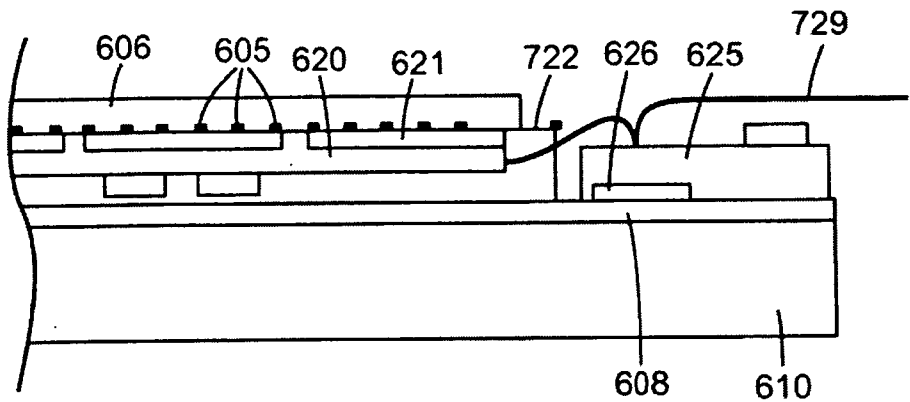


圖 7b

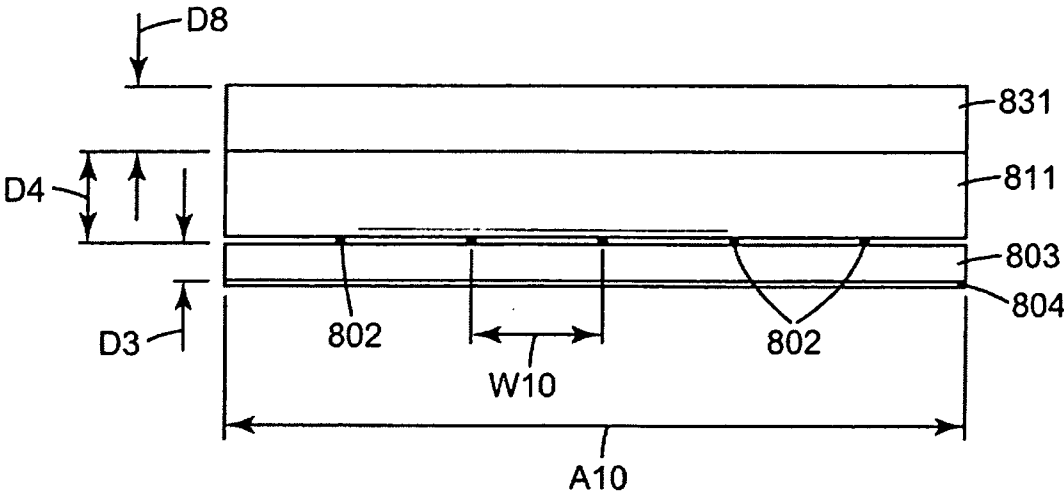


圖 8a

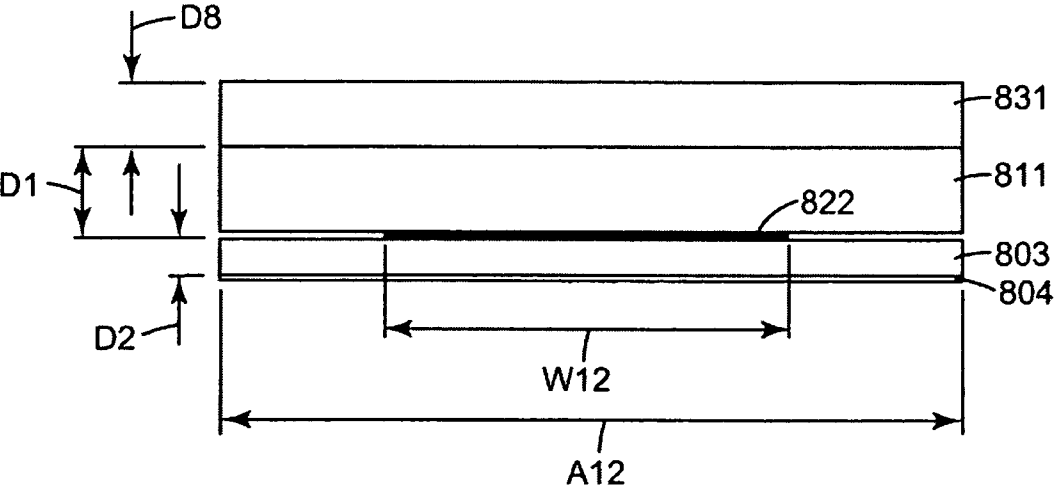


圖 8b

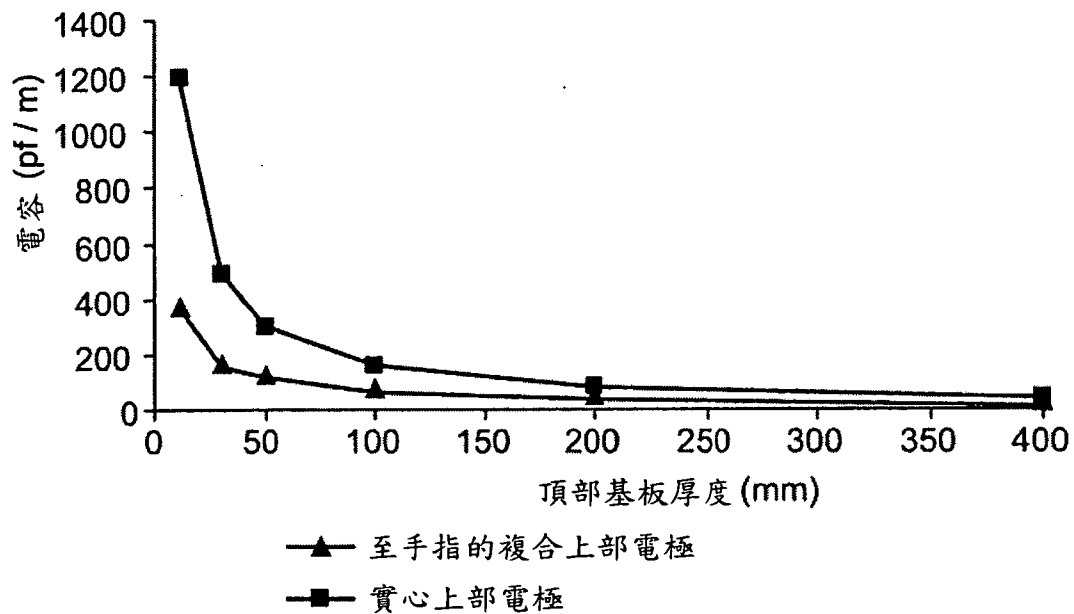


圖 9a

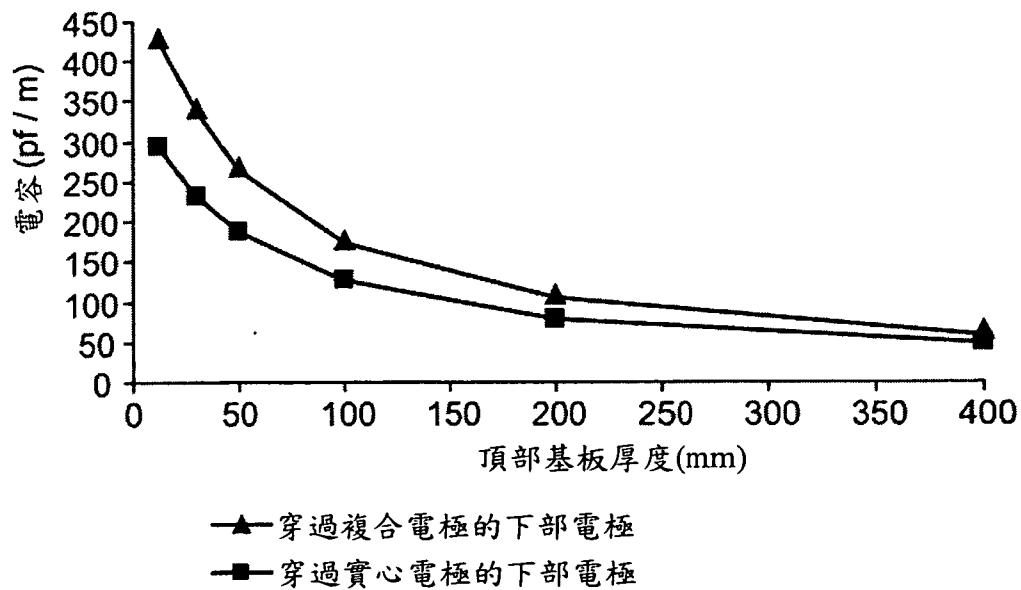


圖 9b

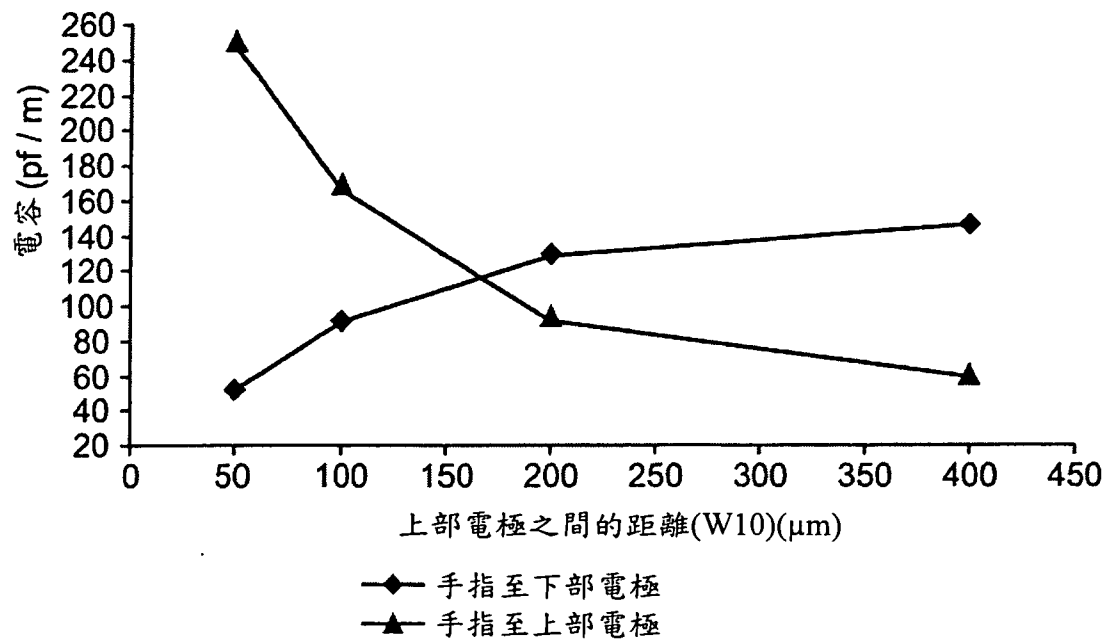


圖 9c

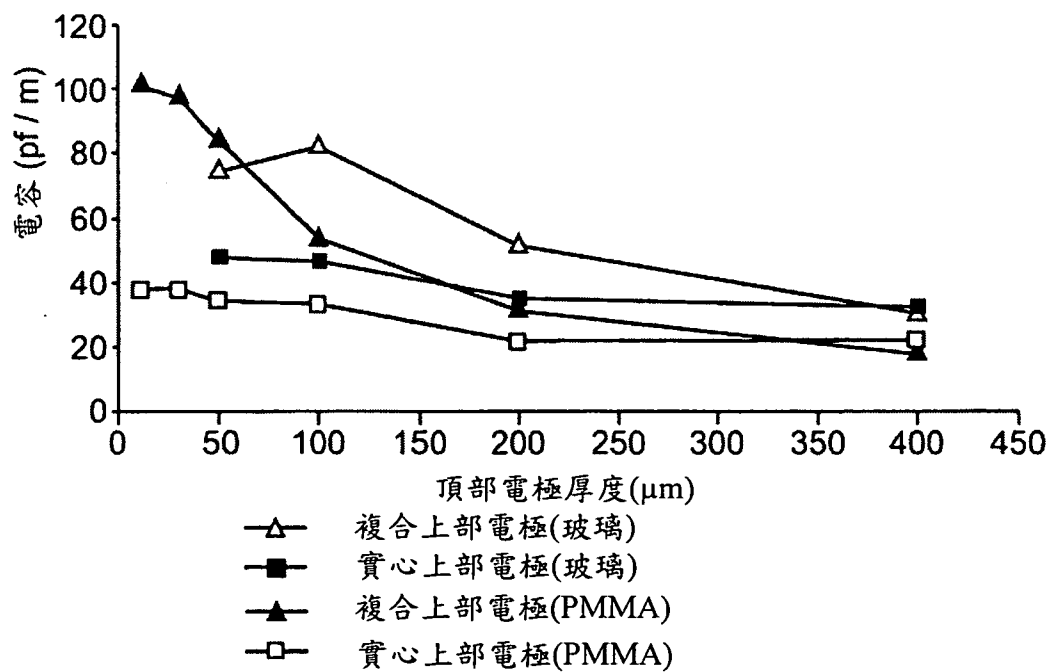


圖 9d

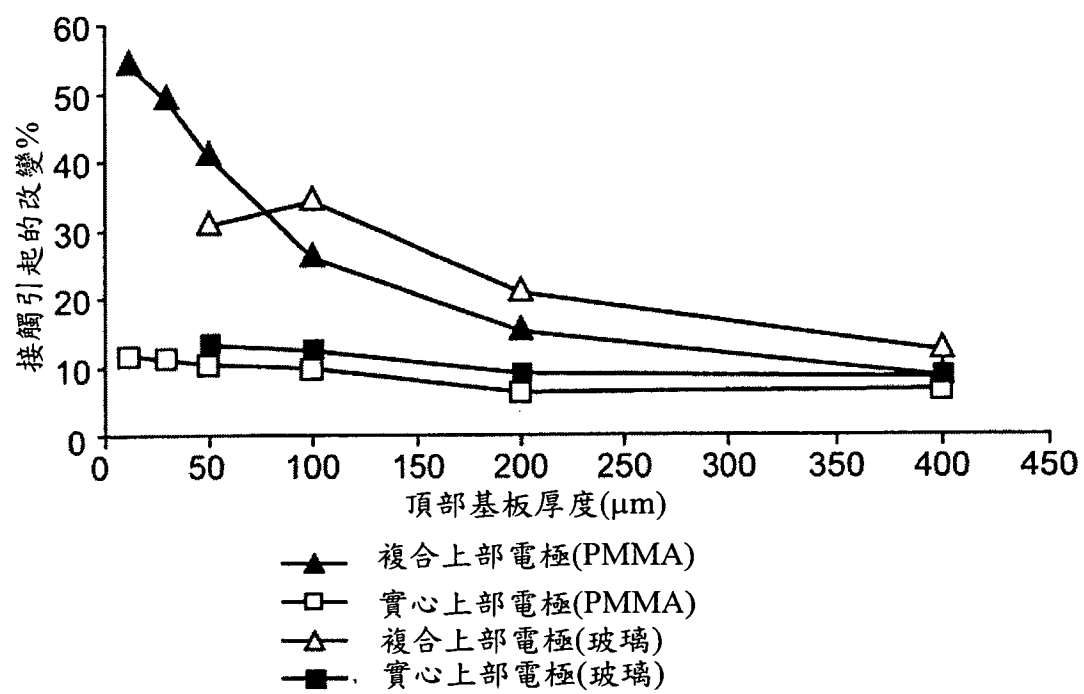


圖 9e

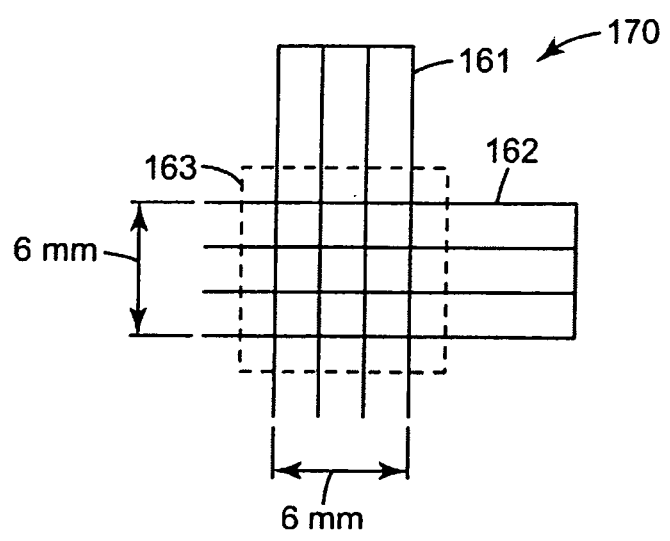


圖 10a

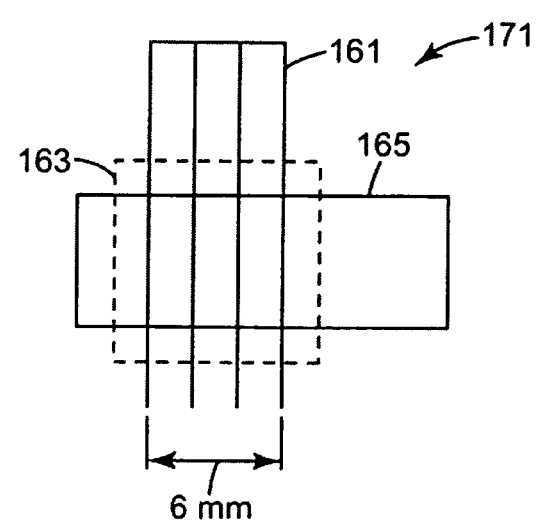


圖 10b

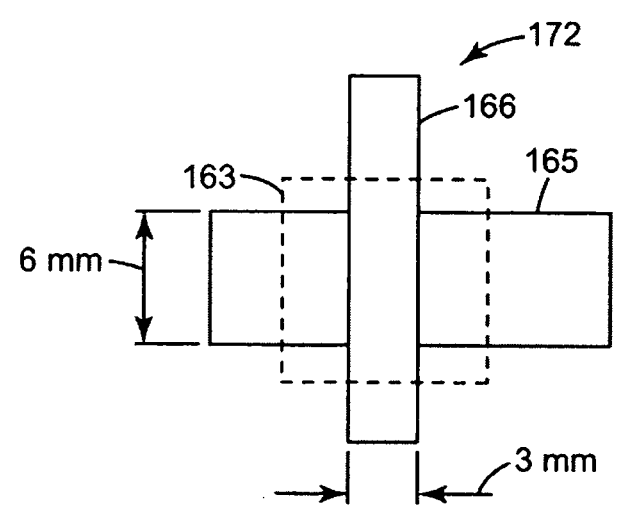


圖 10c

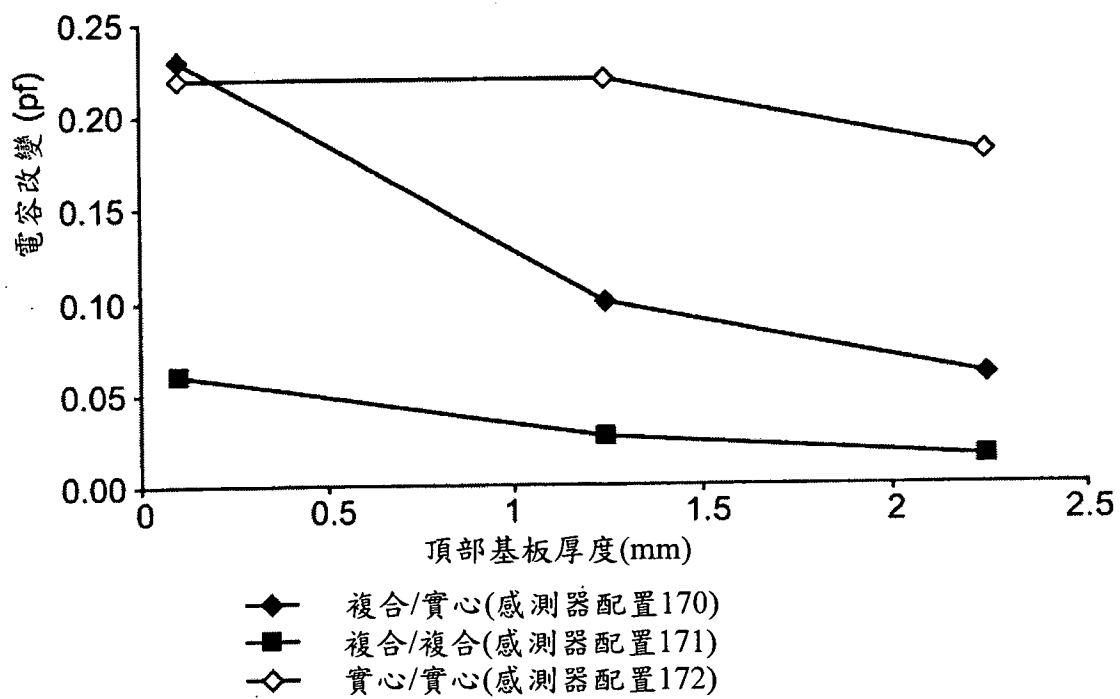


圖 11a

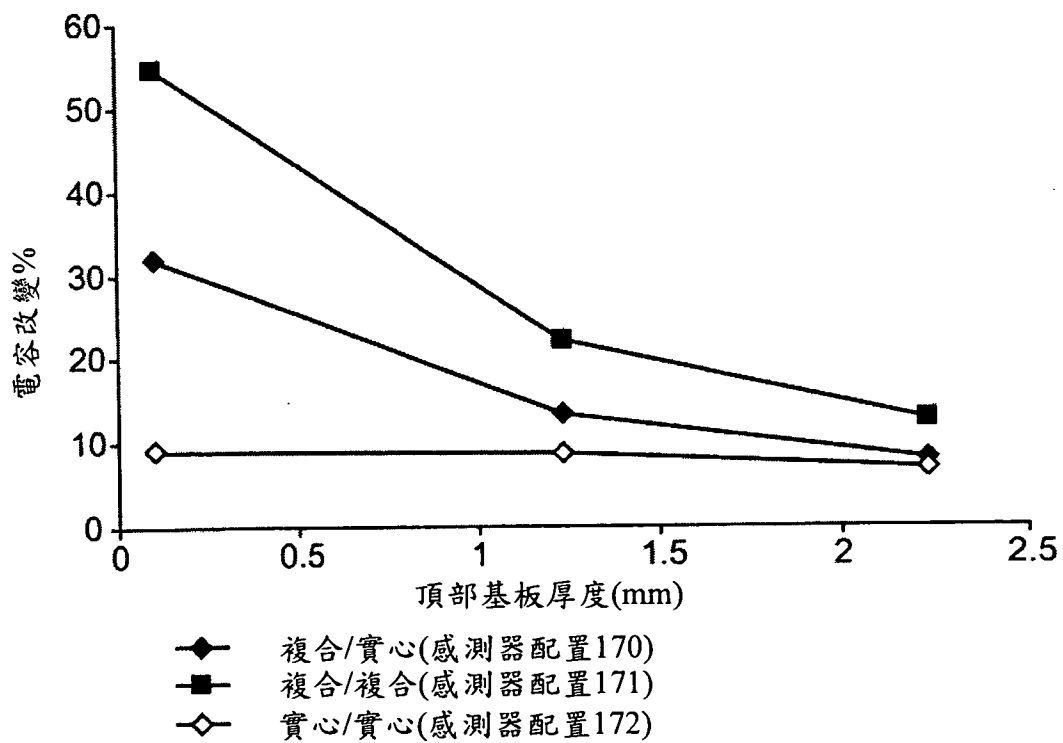


圖 11b