



(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 200945445 A1

(43)公開日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：098106538

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 27 日

(51)Int. Cl.：

H01L21/3213(2006.01)

H01L21/3065(2006.01)

B81C1/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/02/28

美國

61/032,273

(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：祖麗君 ZU, LIJUN (CN)；佛瑞 馬修 漢瑞 FREY, MATTHEW HENRY (US)

(74)代理人：陳長文；簡秀如

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：17 共 72 頁

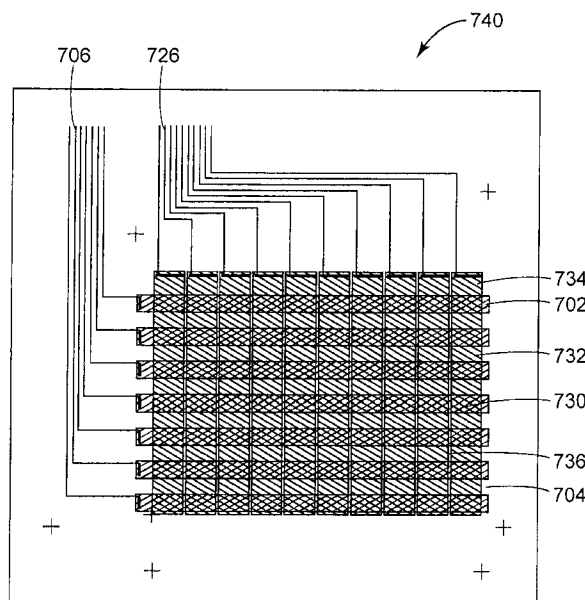
(54)名稱

基板上圖案化導體之方法

METHODS OF PATTERNING A CONDUCTOR ON A SUBSTRATE

(57)摘要

本發明揭示一種基板上圖案化導體之方法，其包括提供一著墨彈性印模，其係以自組單層形成分子著墨並具有一具凸起特徵之浮雕圖案。接著該著墨印模之凸起特徵接觸一金屬塗布的可見光透明基板。接著，蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一導電微圖案。



702：第一連續區

704：第一不連續區

706：第一傳導跡線/
第一傳導跡線區

726：第二傳導跡線/
第二傳導跡線區

730：區

732：區

734：區

736：區

740：多層觸控螢幕感
測器元件



(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 200945445 A1

(43)公開日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：098106538

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 27 日

(51)Int. Cl.：

H01L21/3213(2006.01)

H01L21/3065(2006.01)

B81C1/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/02/28

美國

61/032,273

(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：祖麗君 ZU, LIJUN (CN)；佛瑞 馬修 漢瑞 FREY, MATTHEW HENRY (US)

(74)代理人：陳長文；簡秀如

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：17 共 72 頁

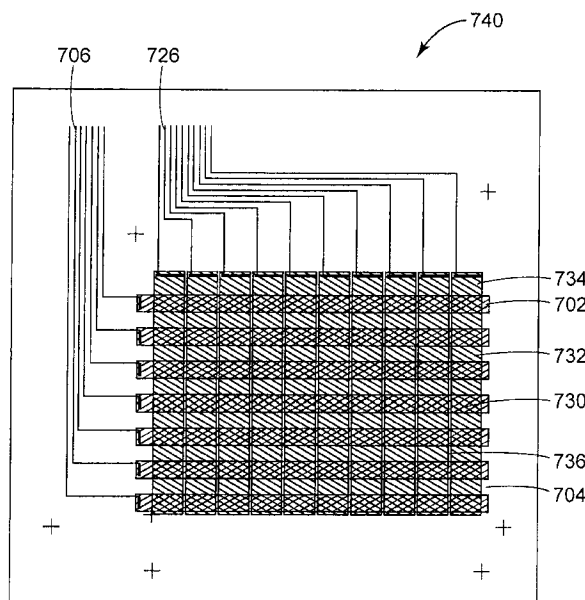
(54)名稱

基板上圖案化導體之方法

METHODS OF PATTERNING A CONDUCTOR ON A SUBSTRATE

(57)摘要

本發明揭示一種基板上圖案化導體之方法，其包括提供一著墨彈性印模，其係以自組單層形成分子著墨並具有一具凸起特徵之浮雕圖案。接著該著墨印模之凸起特徵接觸一金屬塗布的可見光透明基板。接著，蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一導電微圖案。



702：第一連續區

704：第一不連續區

706：第一傳導跡線/
第一傳導跡線區

726：第二傳導跡線/
第二傳導跡線區

730：區

732：區

734：區

736：區

740：多層觸控螢幕感
測器元件

六、發明說明：

【先前技術】

存在許多用於在表面上圖案化金屬的方法，許多方法係在商業上廣泛實施，其包括(例如)使用蝕刻或使用電鍍之微影蝕刻、噴墨印刷、網版印刷及雷射圖案化。同時，存在許多其他獨特方法，其(例如)由於缺乏真正的優勢或由於用以實施的顯著技術阻礙所致而至今尚不能在商業上取代當前程序。顯著技術阻礙已阻礙金屬之蝕刻圖案化中的微接觸印刷之商業化。

微接觸印刷係基板表面上的自組單層(SAM)圖案之壓印或旋轉印刷。該方法展現數個技術上重要的特徵，其包括用以針對非常精細標度圖案(例如，一微米之十分之一的特徵大小)實施的能力與具有圖案化的單層至金屬、陶瓷及聚合物之圖案化的延伸。儘管具有此等特徵，但該方法已透過廣泛研究顯露出帶來與圖案幾何形狀彈性相關及與按比例放大相關的顯著挑戰。就圖案幾何形狀彈性而論，意指將一圖案化方法應用於一較寬範圍之圖案幾何形狀的能力。例如，在此項技術中，已知具有較寬間隔的特徵之微接觸印刷圖案導致印模變形(包括頂部崩潰)，其導致不可接受的圖案扭曲與假像。

此等問題已導致複合印模的工程具有複雜構造，其通常包含彈性體印模材料之非常硬或非常薄的層，或有時包括將該印模安裝在具有指定性質之支撐物或底板上。在其他方法中，已建議具有顯著浮雕之印模，其導致母版製作與

印刷的挑戰。通常，該等材料改變或印模構造或支撐措施導致(例如)以高產量並以競爭性成本產生可用以有效率地印刷圖案之一著墨印模的挑戰。因而，為了避免廣泛印模材料替代或多層印模構造的負面分歧與複雜化，在此項技術中需要定義與標準印模材料及低層級的印模浮雕更相容的圖案幾何形狀。

作為另一範例，在此項技術中已知該程序的動力態樣可實質上限制可有效並有效率地微接觸印刷的SAM圖案幾何形狀之範圍。控制SAM的圖案幾何形狀之成功微接觸印刷的動力現象包括(例如)SAM形成分子在印模中的體擴散、相同SAM形成分子沿印模的表面擴散、相同SAM形成分子沿基板的表面擴散、相同SAM形成分子沿SAM本身的表面擴散、相同SAM形成分子於印模基板介面處的介面傳輸及SAM形成分子與基板表面的反應動力。此等動力因素的迴旋使得微接觸印刷以產生任何特定圖案的能力不確定，更不用說商業化的充分最佳化。

微接觸印刷的另一重要挑戰係關於同時進行不同標度之印刷特徵。由於上述(當並不完全明白)動力因素，不知道是否可有效並以有用速度來印刷特徵大小與間隔的特定組合。不存在明顯並實際的條件以用於印刷烷基硫醇以同時形成小特徵與大特徵兩者同時保持成型器的精度。

影響在一給定組之印刷與蝕刻條件下是否可成功產生一特定金屬圖案之另一重要但不可預測的因素係該SAM係印刷至其上的表面，例如藉由金屬係沈積於其上之一基板所

決定。諸如表面粗糙度與可容易實現的清潔度之類的因素可自一基板類型至下一基板類型(例如，與半導體晶圓相對之聚合物膜)而實質上改變並因而影響其上可產生一金屬圖案的能力或條件。

因而，此項技術中需要圖案幾何形狀與微接觸印刷條件(包括墨水配方與印模著墨程序)的組合，其允許在針對各種應用之商業上可行的基板上的金屬微圖案之有效且有效率的蝕刻圖案化。

【發明內容】

本揭示內容係關於基板上圖案化導體之方法。

在一第一具體實施例中，基板上圖案化導體之一方法包括提供一著墨彈性印模，其係以自組單層形成分子著墨並具有一具凸起特徵之浮雕圖案。該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米(mm^2)之一低密度區域。該低密度區包括在0.5至10%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有在0.5微米至25微米(μm)之間之一寬度值的線性片段及在少於1毫米的相鄰凸起特徵之間之一距離值。接著該著墨印模之凸起特徵接觸一金屬塗布的可見光透明基板。接著，蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一導電微圖案。

在另一具體實施例中，基板上圖案化導體之一方法包括提供一金屬塗布的可見光透明基板，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區。該低密度區包括在0.5至10%之間的凸起特徵之

一平均區域密度值、具有在0.5至25 μm 之間之一寬度值的線性片段及在少於1毫米的相鄰凸起特徵之間之一距離值。接著，以自組單層形成分子著墨之一著墨彈性印模接觸該金屬塗布的可見光透明基板。如本文中所使用，「接觸」涵蓋直接接觸以及一較小分離，例如一墨水厚度。接著，蝕刻該金屬以在該等可見光透明基板凸起特徵上形成一導電微圖案。

在另一具體實施例中，基板上圖案化導體之一方法包括提供一著墨印模，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案。該著墨印模包括線性有機硫自組單層形成分子，其具有自16至18個原子之鏈長度並且在該印模內的濃度係1至10毫莫耳(mM)。該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區。該低密度區包括在0.5至5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有自大致1至4 μm 之一寬度值的線性片段及少於500 μm 的在相鄰線性片段之間之一距離值。該浮雕圖案進一步包括在寬度上測量為至少25 μm 之一凸起特徵。接著，該著墨印模接觸一金屬塗布的可見光透明基板持續自0.5至10秒之一範圍內之一接觸時間，藉此沈積自組單層之一圖案。接著，蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一透明導電微圖案。本發明之各種具體實施例可用於諸如針對顯示器之觸控螢幕感測器、電磁干擾(EMI)屏蔽膜及針對電致發光、電色或光伏打器件之透明電極之類的應用。

【實施方式】

在以下說明中，參考形成其一部分之附圖集，且其中經由說明顯示數個特定具體實施例。應明白其他具體實施例係思考並可進行而不脫離本發明之範疇或精神。因此，以下詳細說明不應係視為一種限制。

除非另行規定，本文中所有科學及技術術語具有一般係用於此項技術之含義。本文中提供之定義係欲促進頻繁用於本文中之特定術語的理解且非意於限制本揭示內容的範疇。

除另行指示，應將說明書及申請專利範圍中使用的所有表達特徵大小、數量及實體性質之數字理解為在所有實例中皆藉由術語「大約」來修改。因此，除非有相反指示，在前述說明書及所附申請專利範圍中提出的數值參數均為近似值，且可根據利用本文中揭示之教導的熟習此項技術者欲獲得之所需性質而變化。

藉由端點的數值範圍之使用包括在該範圍內的所有數字(例如，1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4及5)以及在該範圍內的任何範圍。

如此說明書與隨附申請專利範圍中所使用，單數形式「一」、「一個」及「該」涵蓋具有複數個參考對象之具體實施例，除非文中另有明顯指示。如此說明書與隨附申請專利範圍中所使用，術語「或」之意義一般係採用包括「及/或」，除非文中另有明顯指示。

如本文中所使用，「可見光透明」指對於可見光之至少一偏極化狀態至少80%透射的透射位準，其中%透射係正

規化至入射的視需要偏極化光之強度。透射至少60%入射光之一物品包括區域地阻隔光至少於60%透射(例如，0%)之微觀特徵(例如，具有在0.5與10 μm 之間或在1與5 μm 之間的最小尺寸(例如，寬度)之點、正方形或線)在可見光透明之意義內；然而，在此類情況下，對於包括該微觀特徵並在寬度上測量為該微觀特徵之最小尺寸的1000倍之一大致等軸區域而言，平均透射率大於60%。

一聚合「膜」基板係一平坦薄片之形式的聚合物材料，其充分撓性與強壯來以一捲繞方式予以處理。就捲繞方式而論，意指其中材料係纏繞至一支撐物上或自一支撐物展開以及以某一方式進一步處理之一程序。另外程序之範例包括塗布、開縫、切料及曝露至輻射或類似者。聚合膜可以各種厚度予以製造，厚度範圍一般係自大約5 μm 至1000 μm 。在許多具體實施例中，聚合膜厚度的範圍係自大約25 μm 至大約500 μm ，或自大約50 μm 至大約250 μm ，或自大約75 μm 至大約200 μm 。對於在一個或兩個主要表面上包括一浮雕結構的膜，該膜之厚度意指橫跨該膜之區域的平均厚度。

一「自組單層」一般指附著(例如，藉由一化學鍵)於一表面並已採用相對於該表面及甚至相對於彼此之一較佳方位的分子層。已顯示自組單層完全覆蓋表面，使得該表面的性質係改變。例如，一自組單層的施加可導致一表面能量減低並允許不以該自組單層塗布的金屬之選擇性蝕刻。

本揭示內容係關於基於微接觸印刷與蝕刻的金屬圖案化

之方法。如本文中所使用，「金屬」與「金屬化」指一傳導材料，例如出於預期目的而適當地傳導的元素金屬或合金。該等改良包括較佳圖案幾何形狀及其與較佳著墨和印刷參數的組合。該等圖案幾何形狀、著墨參數及印刷參數組合以定義針對尤其係在聚合物膜上之金屬圖案化的較佳操作窗。一第一操作窗具有使用標準印模材料及可容易實現與管理的印模浮雕來有效率並可再現地產生包含精細跡線的具有非常低的填充因數的金屬之圖案的優點。一第二操作窗具有使用標準印模材料及可容易實現與管理的印模浮雕來有效率並可再現地產生具有包含精細跡線的具有一非常低的填充因數之一第一區域與屬於一更大特徵(即，大於該等精細跡線)之一第二區域的金屬之圖案的優點。該等窗亦包括印刷時間，其對於設備之具成本效率的使用而且對於實施方案之實用性而言較佳。雖然本發明未受此限制，但透過說明下面提供之範例，將獲得對本發明之各種態樣的理解。

由於若干複雜因素，使用微接觸印刷與蝕刻來有效、有效率及可再現地圖案化導電材料的能力取決於凸起特徵之圖案的幾何形狀。該等複雜因素包括印模凸起特徵之圖案對以下因素的效應：1)如藉由該等凸起特徵所定義的印模或板之接觸區域中的施加至該基板之局部壓力；ii)在該等凸起特徵之間的浮雕圖案之區域中的印模崩潰；iii)該等凸起特徵之翹曲；以及iv)接近不同凸起特徵的印模或板材料內之SAM形成分子的有效數量。

此等效應在以下方面影響該微接觸印刷圖案之品質：i) 合需要地避免在圖案化之後該等預期導體區中的針孔；ii) 合需要地避免由於印模或板特徵翹曲所致的導體區之扭曲；以及iii)合需要地避免由於在預期導體區之間的區中之印模或板的崩潰造成的額外導體沈積。控制浮雕圖案幾何形狀對有效圖案化導電材料之能力的此等效應之根本現象與機構係複雜的並在一些情況下彼此不一致。

在該印模或板與該等基板之間施加更大的力導致在兩者之間的接觸區域中的更大局部壓力，已發現其一般有助於轉印形成該自組單層分子之一單層，其允許導體區之蝕刻圖案化而無高密度之針孔，但可導致印模在該浮雕圖案之凸起特徵之間的區域中之崩潰。作為另一範例，已發現靠近在一起的凸起特徵之間隔有助於避免該印模的崩潰與在該浮雕圖案之凸起特徵之間的不希望的導體區之產生，但隨著使該等特徵更靠近在一起，圖案密度對來自該印模或板的充分SAM形成分子之可用性的明顯負面效應導致一SAM遮罩之印刷，其不能在蝕刻之後給出實質上無針孔的導體區。關於具有充分的SAM形成分子濃度以保護高密度圖案中之特徵的相同問題亦適用於在蝕刻期間以印刷的SAM形成分子保護較大特徵的需要。而且，重要的係，與具有SAM形成分子在該印模中之充分濃度及充分的壓印時間以允許在該等較大特徵區內之足夠SAM形成的需要不一致係此類參數對針對更小特徵之特徵大小精度可具有的負面效應。無疑，在導體之微接觸印刷圖案化中的許多因素

之間存在一複雜的相互作用。重要的係，當嘗試將上面說明的方法應用於以對於商業可行性而言所需的越來越高的速度來微接觸印刷與蝕刻時，上面所列出並詳細闡述的效應變得對於管理而言實質上更具挑戰性。儘管具有此複雜性，已發現可藉由以具有吸引力之速度微接觸印刷與蝕刻來製造得自印模或印刷板浮雕圖案幾何形狀的特定合需要導體圖案幾何形狀。

吾人已發現當使用微接觸印刷印模來印刷以SAM為主的蝕刻遮罩時針對微接觸印刷印模之凸起特徵的特定二維圖案幾何形狀允許蝕刻的金屬圖案之有效、有效率及可再現產生。在當前發明下的圖案幾何形狀可採取本質上無限數目之不同形式，但其全部與特定說明一致，如下文所給出。

所有該等圖案包括一低密度區。就低密度而論，意指針對印模的凸起特徵之面積分數或在自基板以圖案方式蝕刻之後剩餘的金屬之面積分數較低，如下文所給出。術語低密度指圖案密度，其在本文中係與填充因數或填充因子一起可交換地使用。低密度係與較低密度一起可交換地使用。圖案中的低密度區係在面積上至少5平方毫米，較佳的係至少10平方毫米。在一些具體實施例中，低密度區在面積上大於1平方公分(cm^2)，在面積上大於10平方公分，在面積上大於50平方公分或甚至在面積上大於100平方公分。

在一些具體實施例中，該圖案包括低密度區，其不具有

對任何其他類型之區的存在或不存在之要求。在其他具體實施例中，該圖案包括該低密度區連同包括一更大圖案特徵(例如，一較寬跡線或接觸墊，其測量為至少10 μm 、較佳的係在寬度上至少25 μm ，例如在寬度上100至1000 μm)之一區。作為後者之另一範例，印模上的凸起特徵之圖案(其定義蝕刻後的金屬圖案)可包括更大的凸起特徵，其大小與整個低密度區所允許之大小相同，例如5平方毫米或更大。此一凸起特徵會定義本身具有一1之密度或填充因數(其並不低)之一區域。該印模的圖案及因此以圖案方式蝕刻之後的金屬包含定義二維浮雕圖案之凸起特徵。不位於一凸起特徵內的浮雕圖案中之所有點在本文中係說明為該浮雕圖案中之「非凸起點」。

低密度區中之幾何形狀較佳的係包括非平行線性元件之形式的凸起特徵。就包括非平行線性元件而論，意指該圖案包括其中並非所有該等線性元件都彼此平行的線性元件。已發現包含非平行線性元件的幾何形狀顯著增加可產生具有令人驚訝的低填充因數之金屬圖案的容易度，該填充因數(例如)少於10%，或少於5%，或少於4%，或少於3%，或少於2%，或少於1%，或甚至更低(例如0.5%)。雖然針對圖案或圖案之區的此等填充因數值係較佳，但該等圖案具有大於5%、大於10%或甚至大於15%之填充因數係在本揭示內容之範疇內。在一些具體實施例中，在一低密度區內的填充因數在0.5與20%之間，在一些具體實施例中係在0.5與15%之間，在一些具體實施例中係在0.5與10%之

間，在一些具體實施例中係在0.5與5%之間，在一些具體實施例中係在0.5與4%之間，且在一些具體實施例中係在1與3%之間。

在該低密度區中，針對該印模的凸起特徵之圖案及進而在蝕刻之後的導體元件之圖案亦可在相鄰特徵與相鄰元件之間的距離值方面予以說明。較佳的係，在該低密度區中的印模之所有相鄰凸起特徵之間的距離值少於或等於大致1毫米。在一些具體實施例中，更佳的係在所有相鄰凸起特徵之間的距離值少於或等於大致500 μm 。然而，在相鄰特徵與相鄰元件之間的距離值大於1毫米(例如，在1毫米與2毫米之間或在1毫米與5毫米之間)係在此揭示內容之範疇內。為了決定一低密度區中的相鄰凸起特徵之間的距離值，首先識別該等相鄰凸起特徵。針對包含凸起線性特徵的二維網目之一低密度區對包含隔離的凸起特徵之一低密度區，相鄰凸起特徵係不同地識別。首先考量凸起特徵(例如，定義一正方形網目、一六邊形網目或其他多邊形網目之凸起特徵)之二維網目的情況，參考其定義的網目單元來定義相鄰凸起特徵。針對不同網目單元形狀，相鄰凸起特徵之識別需要不同的規則。首先，針對其中單元之開放區域的質心位於該開放區域內(即，該單元具有一內部質心)之一網目單元，針對該單元之相鄰凸起特徵係與可透過該質心繪製並延伸至該單元之兩個邊界的最短可能直線交叉之凸起特徵；並且，在針對該單元的相鄰凸起特徵之間的距離值係該直線的長度。在剛剛說明的情況中，

除藉由該直線接觸的該些凸起特徵以外的凸起特徵不係視為相鄰。其次，針對其中該單元之開放區域的質心位於該開放區域的外部(即，該單元具有一外部質心)之一網目單元，首先藉由將該單元區域分割成子單元區域各具有在其子單元區域內之其本身的質心(即，每一子單元區域具有一內部質心)所需要的最小數目之子單元區域來定義針對該單元的相鄰凸起特徵。接著，針對此一網目單元，存在多對相鄰凸起特徵，一對對應於每一子單元區域。針對每一子單元區域，針對該子單元區域的相鄰凸起特徵係與可透過針對該子單元區域之質心繪製並延伸至該子單元區域之兩個邊界的最短可能直線交叉的凸起特徵；並且，在針對該子單元區域的相鄰凸起特徵之間的距離值係該直線的長度。針對包含隔離的凸起特徵之低密度區，熟習此項技術者更直接地理解相鄰凸起特徵。其係凸起特徵對，在其間的空間中不存在其他凸起特徵。已發現針對該低密度區之較佳印模浮雕圖案幾何形狀包括定義二維網目之凸起特徵，單元具有內部質心並且針對單元之相鄰凸起特徵在其間具有一距離值，其少於或等於大致1毫米，或少於或等於大致500 μm 。

較佳的係該浮雕圖案之填充因數在該低密度區中係均勻的。更明確地說，在該低密度區中，較佳的係表達為藉由該區域之任何部分中的凸起特徵佔據的面積分數之凸起特徵的密度不改變一個以上之特定可變性因數，其係表達為整個低密度區中的平均密度之百分比。針對該區域部分的

相關大小包括1平方毫米、2平方毫米、5平方毫米及10平方毫米。在許多具體實施例中，該可變性因數少於75%，或少於50%，或少於25%，或少於10%，或少於5%，或甚至更低。

圖1至圖5提供有用的傳導微圖案之一非限定集。圖1說明一低密度傳導微圖案，該低密度圖案包括在兩個正交方向之每一者上的間距200 μm 的3 μm 寬跡線，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數。圖2說明一低密度傳導微圖案，該低密度圖案包括在兩個正交方向之每一者上的間距200 μm 的3 μm 寬跡線，其具有如所示測量為大致10 μm 之斷開，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數。圖3說明一低密度傳導微圖案，該低密度圖案測量為大致1.2毫米乘1.2毫米並包括測量為在長度上大致225 μm 並在寬度上大致3 μm 的導體之40個隔離的片段，從而導致大致2%的針對跡線之填充因數。圖4說明一低密度傳導微圖案，該低密度圖案包括3 μm 寬跡線與大致175 μm 的針對該等六邊形單元的頂點至頂點寬度，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數。圖5說明包含一低密度微圖案區之一導電圖案，該低密度微圖案區包括在兩個正交方向之每一者上的間距200 μm 的3 μm 寬跡線，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數與測量為1.2毫米乘1.2毫米的一連續金屬區之形式的更大特徵。

關於該等非平行線性元件，已發現較佳的低密度圖案幾何形狀的特徵為具有複數個線性元件並且無非凸起點針對

圍繞該點之所有方向(在加或減10度之內)超過自一線性元件之一特定距離(本文中稱為自一線性元件之「最大分離距離」)。自一給定方向加或減10度的限制確認在線性元件之間存在次要開口係在本揭示內容之範疇內。具有次要開口的線性元件在一低密度區中尤其有助於在鄰近元件之間(例如，網目之間)的區域之部分中支撐該印模。

圖6說明針對一印模之一低密度浮雕圖案區100，該等實線110對應於該印模表面上的線性凸起特徵並且該虛線畫出該區域的輪廓。該低密度微圖案包含間距700 μm 的3 μm 寬凸起線性特徵110，從而導致大致1%之針對凸起特徵的填充因數。一非凸起點120係定位於凸起特徵之間的空間中。一在量值上測量為1毫米之一向量130連同衛星向量140與150及藉由虛線限制之區域160可以係掃過所有角度(360度)並係觀察針對所有角度與一凸起線性元件重疊。在此類情況下，可以說該非凸起點針對所有方向具有少於1毫米的自一凸起線性特徵之一最大分離距離。

圖7說明針對一印模之一低密度浮雕圖案區200，該等實線210對應於該印模表面上的線性凸起特徵並且該虛線畫出該區域的輪廓。該低密度微圖案包含間距700 μm 的3 μm 寬凸起線性特徵210，其具有如所示測量為大致10 μm 之斷開，從而導致大致1%之針對凸起特徵的填充因數。一非凸起點220係定位於凸起特徵之間的空間中。一在量值上測量為1毫米之一向量230連同衛星向量240與250及藉由虛線限制之區域260可以係掃過所有角度(360度)並係觀察針

對所有角度與一凸起線性元件重疊。在此類情況下，可以說該非凸起點針對所有方向具有少於1毫米的自一凸起線性特徵之一最大分離距離。

較佳的係，針對所有非凸起點至一線性元件的最大分離距離係如上面所說明少於1毫米，或少於750 μm ，或少於500 μm ，或少於400 μm ，或少於300 μm ，或少於100 μm ，或少於50 μm ，或甚至更少。該等線性元件具有一較長的軸或弧長，其比其寬度大至少3倍，或多於5，或大於10。在其中針對得自該印模之凸起特徵的導體元件不需要電連續性的區域中，熟習此項技術者應明白，針對線性元件之指定置放與形狀已發現的對於印刷的好處可藉由置放非常緊密地間隔的更多等軸元件來滿足，從而本質上形成緊密間隔的元件之一線性配置。在後者的情況下，緊密間隔的元件之線性配置係視為一線性導體元件。可將該等線性元件彼此隔離，但在一些具體實施例中較佳的係將其鏈結以建立一網路或網目，例如一正方形網目或一六邊形網目或其他多邊形網目。在許多具體實施例中，該等線性元件具有一寬度，其少於或等於大致25 μm ，或少於或等於大致10 μm ，或少於或等於大致5 μm ，或少於或等於大致2 μm 。在一些具體實施例中，該等線性元件具有在0.5與25 μm 之間之一寬度，在一些具體實施例中係在0.5與10 μm 之間，在一些具體實施例中係在1與10 μm 之間，在一些具體實施例中係在1與5 μm 之間，在一些具體實施例中係在1與4 μm 之間，在一些具體實施例中係在1與3 μm 之間，且在

一些具體實施例中係在2與3 μm 之間。

針對其中需要金屬之一低填充因數圖案的特定應用，尤其係在一聚合物膜基板上，已發現包含具有在1與10 μm 之間的寬度之凸起線性元件並且無具有大於1毫米的自一線性元件之一最大分離距離的非凸起點之二維網目的一印模圖案有利於產生具有一在0.5%與5%之間(例如2%或3%)之填充因數的金屬圖案。已進一步發現包含具有一在2與5 μm 之間的寬度之凸起線性元件並且無具有大於750 μm 的自一線性元件之一最大分離距離的非凸起點之二維網目的一印模浮雕圖案有利於產生具有一在0.5%與5%之間(例如2%或3%)之填充因數的金屬圖案。已進一步發現包含具有一在1微米與3微米之間的寬度之凸起線性元件並且無具有大於500微米的自一線性元件之一最大分離距離的非凸起點之二維網目的一印模浮雕圖案有利於產生具有一在0.5%與5%之間(例如2%或3%)之填充因數的金屬圖案。

上述印模幾何形狀有利於管理針對標準印模材料(例如，具有在0.5與5 MPa之間之一模數的聚二甲基矽氧烷(PDMS)，例如密西根州密德蘭市的Dow Corning銷售的產品名稱為Sylgard 184的PDMS)的印模崩潰之挑戰，尤其係對於印模浮雕之量值，該等量值：i)便於產生；ii)不存在針對該等凸起特徵的翹曲之挑戰；以及iii)不導致在該印模之塊體內的墨水分子達到印刷表面之較長擴散路徑。

對於上述二維圖案幾何形狀，印模圖案浮雕之尤其方便並有用的量值位於0.5微米與10微米之間，或0.75微米與5

微米之間，或1微米與2微米之間。與諸如更高模數PDMS之類的用於避免印模崩潰之其他此類材料相反，較佳的係能夠使用上述標準印模材料，因為該等標準材料提供與程序產量相關的相對優點，其係關於其有利傳輸性質及與非平滑表面接觸的一致性，例如諸如聚合物膜之類的基板之金屬化表面(與非常平滑的半導體晶圓相反)。

在一些具體實施例中，除上面說明的低密度區以外，該印模的二維圖案並因而該基板上之完成的導體圖案包括一更大特徵。該更大特徵具有一至少25微米之最小尺寸。更大特徵的範例包括具有至少25微米之寬度(最小尺寸)的線與具有至少25微米之邊緣長度(最小尺寸)的正方形墊。在(例如)其中一鄰近導體沈積可包括精細標度元件與更大標度元件的複雜幾何形狀的情況下，熟習此項技術者應明白將一精細標度元件附著於一更大標度元件並不將本身作為一特徵的更大標度元件之最小尺寸減低至該精細標度元件之最小尺寸。更清楚地說，經由舉例，包括測量為1毫米乘1毫米之一正方形墊並亦包括(例如)形成一低密度網目的附著於該墊之精細標度跡線(例如，在寬度上係1微米)的一基板上之一鄰近導體沈積係由一更大特徵(該墊)與該低密度網目組成(即，將該等1微米寬跡線附著於該1毫米乘1毫米寬墊不引起包括該墊的特徵之最小尺寸係1微米並因此不在一更大特徵之定義內)。在一些具體實施例中，該更大特徵具有至少50微米之一最小尺寸，在一些具體實施例中係至少100微米，在一些具體實施例中係至少200微米，

在一些具體實施例中係至少500微米，及在一些具體實施例中係至少1毫米。

針對上述幾何形狀之金屬圖案藉由微接觸印刷及隨後的蝕刻(尤其係以金屬化聚合物膜開始)之具成本效率的產生已發現較佳印模著墨程序與參數以及印刷參數。更明確地說，針對以SAM為主的蝕刻遮罩之實際高速印刷已揭露該印模中的較佳分子及其濃度。該等分子在該金屬表面上產生硫醇鹽單層，並包括烷基硫醇、二烷基二硫化物、二烷基硫化物、烷基黃酸鹽、二硫代磷酸鹽及二烷基硫胺甲酸鹽。該等分子的特徵為附著於一硫原子之一尾基或多個尾基，其中該尾基或該等尾基沿其骨幹具有在14與20之間的原子，較佳的係16、17或18個原子。沿該骨幹的原子較佳的係碳原子。較佳的係，該墨水溶液包含烷基硫醇，例如線性烷基硫醇：



其中n係亞甲基單元的數目而X係該烷基鏈的末端基(例如，X=-CH₃、-OH、-COOH、-NH₂或類似者)。較佳的係，X=-CH₃且n=15、16或17，其分別對應於16、17或18之鏈長度。其他有用的鏈長度包括19與20。對於承載一含硫頭端基以用於附著於一金屬的線性分子，該鏈長度係決定為沿鏈結原子之線性配置在鏈結至該硫原子的原子與該線性配置中的最後碳原子之間並包括鏈結至該硫原子的原子與該線性配置中的最後碳原子之原子數目。該單層形成分子係(例如)以側基附著於定義該鏈的鏈結原子之線性配

置予以分支係在此揭示內容之範疇內。有用的末端基包括在(例如)以下文章中說明的該些末端基：(1) Ulman的「自組單層之形成與結構」(Chemical Reviews, 第96卷, 第1533至1554頁, 1996年); 以及(2) Love等人的「作為奈米技術之一形式的金屬上之硫醇鹽的自組單層」(Chemical Reviews, 第105卷, 第1103至1169頁, 2005年)。可部分氟化或全氟化該等SAM形成分子。在特定SAM形成分子在本文中係稱為有用或較佳之處, 熟習此項技術者應明白與該些分子共用針對預期使用的重要印刷屬性之其他分子將同等有用或較佳。

該等SAM形成分子存在於該印模中, 其鄰近該印刷表面, 較佳的係在一指定濃度範圍內。相對於與該印模之印刷表面的相鄰, 可採取該濃度以係針對定義為在自該壓印表面10 μm 之一距離內的印模之體積來指定。可(例如)藉由自該印模之印刷表面切片彈性體之一薄層並接著實施該薄層之化學分析(例如, 首先將或不將該等單層形成分子自該薄層濾出)來測量該印模中的濃度。有用的分析方法包括質譜法與光譜方法, 例如核磁共振光譜術或紅外線光譜術, 如此項技術中已知。

參考上面針對包含一低密度區之圖案的圖案幾何形狀說明, 已發現針對在0.05毫莫耳與5毫莫耳之間的如上面所說明鄰近該印刷表面的印模中之十六烷基硫醇(HDT)濃度並與在0.1秒與10秒之間的壓印時間耦合, 可實現有效、有效率且可再現地使用微接觸印刷與蝕刻產生作為基板上

之金屬導體沈積的圖案。此窗內之一較佳空間係藉由在0.1毫莫耳與1毫莫耳之間之一濃度與在0.5秒與5秒之間之一壓印時間來定義。此窗內之一更佳空間係藉由在0.1毫莫耳與0.5毫莫耳之間之一濃度與在0.5秒與5秒之間之一壓印時間來定義。在此等窗的外部，發現蝕刻之後的導體圖案在較差蝕刻選擇性或特徵加寬之形式中係有缺陷的，其使得完成的圖案無用。關於圖案化之有效性、效率及可再現性，上述程序窗允許足夠短以具成本效率但並不如此短以致於過於難以控制的壓印時間。該窗亦定義一程序空間，其係發現相對於充分一致的特徵大小與總體圖案品質而可再現以用於快閃連續印刷。在此窗外部，程序參數之其他組合證實不足以允許高達10個印刷之重複印刷。相反，在上面的窗內之參數允許以優良圖案品質與有用的特徵大小精度之大於10個之快速連續印刷。與該等目標壓印時間耦合，發現上面說明的濃度範圍可用於包含一低密度區之圖案，例如上面所說明的包含精細標度特徵之一低密度區。較佳的係，在將該印模施加至該基板之後，在印刷期間施加的壓力係相對於在該印模與該基板之間的實際接觸區域而在0與10千帕之間。上面說明的針對十六烷基硫醇與針對包含一低密度區(例如，具有精細特徵)之圖案的程序窗係視為可用於16個原子長(不包括頭端基，例如一硫醇頭端基，而非氫原子)或與十六烷基硫醇共用關鍵印刷屬性的其他單層形成分子。

參考上面針對包含一低密度區之圖案的圖案幾何形狀說

明，已發現針對在0.05毫莫耳與20毫莫耳之間的如上面所說明鄰近該印刷表面的印模中之十八烷基硫醇(ODT)濃度並與在0.1秒與10秒之間的壓印時間耦合，可實現有效、有效率且可再現地使用微接觸印刷與蝕刻產生作為基板上之金屬導體沈積的圖案。此窗內之一較佳空間係藉由在0.5毫莫耳與10毫莫耳之間之一濃度與在0.5秒與5秒之間之一壓印時間來定義。此窗內之一更佳空間係藉由在0.5毫莫耳與5毫莫耳之間之一濃度與在0.5秒與5秒之間之一壓印時間來定義。在此等窗的外部，發現蝕刻之後的導體圖案在較差蝕刻選擇性或特徵加寬之形式中係有缺陷的，其使得完成的圖案無用。關於圖案化之有效性、效率及可再現性，上述程序窗允許足夠短以具成本效率但並不如此短以致於過於難以控制的壓印時間。該窗亦定義一程序空間，其係發現相對於充分一致的特徵大小與總體圖案品質而可再現以用於快閃連續印刷。在此窗外部，程序參數之其他組合證實不足以允許高達10個印刷之重複印刷。相反，在上面的窗內之參數允許以優良圖案品質與有用的特徵大小精度之大於10個之快速連續印刷。與該等目標壓印時間耦合，發現上面說明的濃度範圍可用於包含一低密度區之圖案，例如上面所說明的包含精細標度特徵之一低密度區。較佳的係，在將該印模施加至該基板之後，在印刷期間施加的壓力係相對於在該印模與該基板之間的實際接觸區域而在0與10千帕之間。上面說明的針對十八烷基硫醇與針對包含一低密度區(例如，具有精細特徵)之圖案的

程序窗係視為可用於18個原子長(不包括頭端基，例如一硫醇頭端基，而非氫原子)或與十八烷基硫醇共用對於預期使用而言重要的印刷屬性的其他單層形成分子。十八烷基硫醇及類似分子比十六烷基硫醇及類似更佳。

參考上面針對包含一低密度區與一更大特徵之圖案的圖案幾何形狀說明，已發現針對在0.5毫莫耳與5毫莫耳之間的如上面所說明鄰近該印刷表面的印模中之十六烷基硫醇濃度並與在0.1秒與10秒之間的壓印時間耦合，可實現有效、有效率且可再現地使用微接觸印刷與蝕刻產生作為基板上之金屬導體沈積的圖案。此窗內之一較佳空間係藉由在0.5毫莫耳與1毫莫耳之間之一濃度與在0.5秒與5秒之間之一壓印時間來定義。在此等窗的外部，發現蝕刻之後的導體圖案在較差蝕刻選擇性或特徵加寬之形式中係有缺陷的，其使得完成的圖案無用。關於圖案化之有效性、效率及可再現性，上述程序窗允許足夠短以具成本效率但並不如此短以致於過於難以控制的壓印時間。該窗亦定義一程序空間，其係發現相對於充分一致的特徵大小與總體圖案品質而可再現以用於快閃連續印刷。在此窗外部，程序參數之其他組合證實不足以允許高達10個印刷之重複印刷。相反，在上面的窗內之參數允許以優良圖案品質與有用的特徵大小精度之大於10個之快速連續印刷。與該等目標壓印時間耦合，發現上面說明的濃度範圍可用於包含一低密度區之圖案，例如上面所說明的包含精細標度特徵之一低密度區。較佳的係，在將該印模施加至該基板之後，在印

刷期間施加的壓力係相對於在該印模與該基板之間的實際接觸區域而在0與10千帕之間。上面說明的針對十六烷基硫醇與針對包含一低密度區(例如，具有精細特徵)之圖案的程序窗係視為可用於16個原子長(不包括頭端基，例如一硫醇頭端基，而非氫原子)或與十六烷基硫醇共用關鍵印刷屬性的其他單層形成分子。

參考上面針對包含一低密度區與一更大特徵之圖案的圖案幾何形狀說明，已發現針對在0.5毫莫耳與20毫莫耳之間的如上面所說明鄰近該印刷表面的印模中之十八烷基硫醇濃度並與在0.1秒與10秒之間的壓印時間耦合，可實現有效、有效率且可再現地使用微接觸印刷與蝕刻產生作為基板上之金屬導體沈積的圖案。此窗內之一較佳空間係藉由在0.5毫莫耳與10毫莫耳之間之一濃度與在0.5秒與5秒之間之一壓印時間來定義。此窗內之一更佳空間係藉由在1毫莫耳與5毫莫耳之間之一濃度與在0.5秒與5秒之間之一壓印時間來定義。在此等窗的外部，發現蝕刻之後的導體圖案在較差蝕刻選擇性或特徵加寬之形式中係有缺陷的，其使得完成的圖案無用。關於圖案化之有效性、效率及可再現性，上述程序窗允許足夠短以具成本效率但並不如此短以致於過於難以控制的壓印時間。該窗亦定義一程序空間，其係發現相對於充分一致的特徵大小與總體圖案品質而可再現以用於快閃連續印刷。在此窗外部，程序參數之其他組合證實不足以允許高達10個印刷之重複印刷。相反，在上面的窗內之參數允許以優良圖案品質與有用的特

徵大小精度之大於10個之快速連續印刷。與該等目標壓印時間耦合，發現上面說明的濃度範圍可用於包含一低密度區之圖案，例如上面所說明的包含精細標度特徵之一低密度區。較佳的係，在將該印模施加至該基板之後，在印刷期間施加的壓力係相對於在該印模與該基板之間的實際接觸區域而在0與10千帕之間。上面說明的針對十八烷基硫醇與針對包含一低密度區(例如，具有精細特徵)之圖案的程序窗係視為可用於18個原子長(不包括頭端基，例如一硫醇頭端基，而非氫原子)或與十八烷基硫醇共用關鍵印刷屬性的其他單層形成分子。十八烷基硫醇及類似分子比十六烷基硫醇及類似更佳。

濃度之範圍且特定言之係針對上述SAM形成分子亦係部分基於避免該等SAM形成分子在該印模之表面上或在該印模內之不合需要的析出之需要來決定。發現特定濃度且特定言之係高濃度(例如PDMS中之10毫莫耳十八烷基硫醇)雖然可用於印刷，但可在延伸與重複使用期間發展不合需要的析出，其係本揭示內容的焦點。雖然未到不能使用該分子的程度，但此析出問題對於二十烷硫醇(20碳鏈硫醇)而言特別有問題。

SAM形成分子與濃度(尤其係針對較佳分子)之上述規格導致尤其能夠特別係在金屬化聚合物膜基板上產生具有高產量的上述幾何形狀之以SAM為主的遮罩之一著墨印模。已發現該等著墨印模對於針對所述幾何形狀以商業上具有吸引力的印刷時間來壓印或印刷該等SAM遮罩而言較佳，

從而最佳地解決充足的SAM完善較佳的係針對特定基板(例如，聚合物膜基板)作為一蝕刻遮罩與有限SAM擴展而有用的需要。依據本發明，該印模與該金屬表面之間的接觸時間(印刷時間)位於0.1與30秒之間，較佳的係在0.1與10秒之間，更佳的係在0.5與5秒之間。

以上面說明的印模壓印或印刷之上面說明的程序可以不導致崩潰的印模與基板之間的任何壓力位準來實施。有用的壓力位準之範例包括少於100千帕，少於50千帕，少於25千帕或甚至少於10千帕。本文中說明的方法尤其可用於藉由微接觸印刷來產生金屬圖案而不施加顯著壓力。施加增加的壓力可改良SAM轉印之品質及因而係一更佳的蝕刻遮罩之產生，但由於印模扭曲所致可折衷圖案保真度。

上面說明的著墨印模與印刷條件尤其可用於實施上述幾何形狀之以SAM為主的蝕刻遮罩圖案之重複壓印。就重複壓印而論，意指一旦該印模係著墨，便可重複使用該印模來在新的金屬表面區(例如，新的金屬化基板之段)上產生該印刷的蝕刻遮罩。該著墨印模可用於實施大於5，或大於10，或大於20，或大於30，或大於40，或大於50次印刷而不重複該著墨步驟。使用上述印模，以其浮雕圖案與墨水濃度，針對此類重複印刷的印刷之間的時間較佳的係較短，例如少於30秒，或少於15秒，或少於10秒，或少於5秒。

對於包括低密度區與更大特徵之間的接面之圖案，其中在該低密度區中的線性特徵或元件與該等更大特徵接觸，

一些圖案幾何形狀包括在其接觸該更大特徵之前加寬該線性特徵。例如，可將一1至5 μm 寬的線性元件接觸一較大特徵自該更大特徵漸縮至低至超過1至10倍其寬度之一長度的此類寬度。該漸縮可協助保持有效圖案化。對於一些著墨與印刷參數，在蝕刻期間可藉由該印刷的SAM不充分地保護此類較窄線性元件之部分接觸較大特徵，從而導致接近該更大特徵之線性元件的劣化。

有用的可見光透明基板包括聚合膜。有用的聚合膜包括熱塑性與熱固性聚合膜。熱塑性塑膠之範例包括聚烯烴、聚丙烯酸酯、聚醯胺、聚醯亞胺、聚碳酸酯及聚酯。熱塑性塑膠之另外範例包括聚乙烯、聚丙烯、聚(甲基丙烯酸甲酯)、雙酚A之聚碳酸酯、聚(氯乙烯)、聚對苯二甲酸乙二酯及聚(偏二氟乙烯)。

金屬塗布的可見光透明基板包括上面說明之一聚合膜，在該聚合膜基板上具有一無機材料塗層(例如，金屬塗層)以支撐該自組單層，並進而藉由蝕刻來圖案化。該無機塗層可包括(例如)元素金屬、金屬合金、金屬間化合物、金屬氧化物、金屬硫化物、金屬碳化物、金屬氮化物及其組合。用於支撐自組單層的範例性無機表面包括金、銀、鈮、鉑、銻、銅、鎳、鐵、鈮、錫、鉭、以及混合物、合金及此等元素之化合物。該聚合基板上的無機塗層可以係任何厚度，例如自1至3000奈米(nm)。可使用任何方便的方法來沈積該無機材料塗層，例如濺鍍、蒸發、化學汽相沈積或化學溶液沈積(包括無電極電鍍)。

已針對藉由蝕刻隨後欲圖案化的特定金屬而如此識別上面說明的有利圖案幾何形狀、著墨條件及印刷條件。雖然蝕刻圖案化其他金屬係在本發明之範疇內，但較佳金屬係銀、金及鈦。依據本發明產生的SAM遮罩尤其可用於以在5奈米與1000奈米之間、或在10奈米與500奈米之間、或在15奈米與200奈米之間、或在20奈米與100奈米之間的厚度蝕刻圖案化上述金屬。可藉由任何已知的沈積方法(包括諸如濺鍍或蒸發之類的汽相方法)或藉由諸如無電極電鍍之類的溶劑方法來在圖案化之前在一基板上沈積金屬。可使用此項技術中已知的方法來實施該蝕刻。

在一些具體實施例中，用於形成一金屬圖案的方法包括印模或板與基板之間的浮雕關係之一反轉，其與前述論述相對。即，在此等具體實施例中，先前針對該印模說明為有用的浮雕圖案係該基板之特性，而該印模本質上無特徵。在包括(例如)圖案幾何形狀、金屬、著墨及印刷時間的所有其他態樣中，此等具體實施例與上面針對浮雕結構的印模或板與平坦基板之使用所說明的該些具體實施例相同。一有用的金屬化浮雕結構基板之一範例係一銀蒸汽塗布的微複製聚合物膜。可使用一浸入硫醇的印模(例如，PDMS)或旋轉印刷板(例如，不包括浮雕結構)來將一子組單層遮罩轉印至該基板表面之導體塗布的浮雕圖案之凸起區。在一隨後步驟中，該導體係自與該浮雕圖案之凸起特徵互補的區選擇性地蝕刻，從而產生依據該凸起特徵圖案之一導體圖案。

圖 13 說明一觸控螢幕感測器 100 之示意圖。該觸控螢幕感測器 100 包括一觸控螢幕面板 110，其具有一觸控感測區域 105。該觸控感測區域 105 係電耦合至一觸控感測器驅動裝置 120。該觸控螢幕面板 110 係併入一顯示裝置中。

圖 14 說明位於該觸控感測區域 305 內之一傳導可見光透明區 301 的透視圖。該傳導可見光透明區 301 包括一可見光透明基板 330 與一導電微圖案 340，其係佈置於該可見光透明基板 330 之上或之中。該可見光透明基板 330 包括一主要表面 332 並係電絕緣。該可見光透明基板 330 可由任何有用的電絕緣材料(例如，玻璃或聚合物)形成。針對光透明基板 330 有用的聚合物之範例包括聚對苯二甲酸乙二酯(PET)與聚萘二甲酸乙二酯(PEN)。該導電微圖案 340 可由依據本文中說明的方法形成之複數個線性金屬特徵形成。

圖 14 亦說明用於說明位於該觸控感測區域 305 內之傳導可見光透明區 301 的軸系統。一般而言，對於顯示裝置，x 與 y 軸對應於該顯示器的寬度與長度，而 z 軸通常係沿一顯示器的厚度(即，高度)方向。整篇將使用此慣例，除非另行說明。在圖 14 之軸系統中，該 x 軸與 y 軸係定義與該可見光透明基板 330 之一主要表面 332 平行並可對應於一正方形或矩形表面之寬度與長度方向。該 z 軸垂直於該主要表面並通常係沿該可見光透明基板 330 之厚度方向。形成該導電微圖案 340 的複數個線性金屬特徵之一寬度對應於針對沿該 y 軸線性延伸的平行線性金屬特徵之一 x 方向距離，而針對該等正交線性金屬特徵之一 y 方向距離對應於該等正

交線性金屬特徵之一寬度。該等線性金屬特徵之一厚度或高度對應於一 z 方向距離。

在一些具體實施例中，位於該觸控感測區域305內之傳導可見光透明區301包括兩層或兩層以上的具有一導電微圖案340之可見光透明基板330。

該導電微圖案340係沈積於該主要表面332上。因為該感測器係要與一顯示器介接以形成一觸控螢幕顯示器或觸控面板顯示器，故該基板330係可見光透明並實質上平坦的。該基板與該感測器可實質上平坦與撓性。就可見光透明而論，意指可透過該觸控感測器來檢視藉由該顯示器呈現的資訊(例如，文字、影像或圖式)。若以一適當微圖案來沈積金屬，則甚至金屬係以足夠大以阻隔光之厚度沈積，仍可針對包括一沈積金屬之形式的導體之觸控感測器實現可檢視性與透明度。

該導電微圖案340包括至少一可見光透明導電區，其覆蓋呈現資訊的顯示器之一可檢視部分。就可見光透明而論，意指可透過導電微圖案之區來檢視顯示器之部分並且微圖案之區係在該圖案之平面中導電，或換言之，沿其上沈積該傳導微圖案並且與其相鄰的基板之主要表面導電。較佳傳導微圖案包括具有二維網目(例如，正方形柵格或規則六邊形網路)之區，其中傳導跡線定義不以與該網目之跡線電接觸的導體沈積的網目內之封閉的開放區域。該等開發空間及於其邊緣處之相關聯的導體跡線在本文中係稱為單元。針對網目單元之其他有用幾何形狀包括隨機單

元形狀與不規則多邊形。

在一說明性具體實施例中，提供製造一觸控螢幕感測器的方法，該方法包括提供一金屬塗布的可見光透明基板，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區。該低密度區具有在0.5至10%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有在0.5至25 μm 之間之一寬度值的線性片段及在少於1毫米的相鄰凸起特徵之間之一距離值。該方法包括將以自組單層形成分子著墨之一著墨的彈性印模與該金屬塗布的可見光透明基板接觸並接著蝕刻該金屬以在該等可見光透明基板凸起特徵上形成一導電微圖案。

在另一說明性具體實施例中，提供基板上圖案化導體之一方法，該方法包括提供一著墨印模，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該著墨印模包含線性有機硫自組單層形成分子，其具有自16至18個原子之鏈長度並且在該印模內的濃度係1毫莫耳至10毫莫耳，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區。該低密度區具有在0.5%至5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有自大致1至4 μm 之一寬度值的線性片段，在少於1毫米的相鄰凸起特徵之間之一距離值及在寬度上測量為至少25 μm 之一凸起特徵。該方法包括使該著墨印模接觸一金屬塗布的可見光透明基板，該接觸步驟具有在自0.5至10秒之一範圍內之一接觸時間，藉此沈積自組單層之一圖案。該方法亦包括蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模

的凸起特徵之一透明導電微圖案。

在另一說明性具體實施例中，提供基板上圖案化導體之一方法，該方法包括提供一著墨印模，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該著墨印模包含線性有機硫自組單層形成分子，其具有自16至18個原子之鏈長度並且在該印模內的濃度係1毫莫耳至10毫莫耳，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區。該低密度區具有在0.5%至5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有自大致1至4 μm 之一寬度值的線性片段，在少於1毫米的相鄰線性片段之間之一距離值及在寬度上測量為至少150 μm 之一凸起特徵。該方法包括使該著墨印模接觸一金屬塗布的可見光透明基板，該接觸步驟具有在自0.5秒至10秒之一範圍內之一接觸時間，藉此沈積自組單層之一圖案。該方法亦包括蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一透明導電微圖案。

在另一說明性具體實施例中，提供基板上圖案化導體之一方法，該方法包括提供一著墨印模，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該著墨印模包含線性有機硫自組單層形成分子，其包含十八烷基硫醇並且在該印模內的濃度係1毫莫耳至10毫莫耳，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區。該低密度區具有在0.5至5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有自大致1至4 μm 之一寬度值的線性片段，在少於1毫米的相鄰線性片段之間之一距離值及在寬度上測量為至少150 μm 之一凸起特徵。該方法包

括使該著墨印模接觸一金屬塗布的可見光透明基板，該接觸步驟具有在自0.5至10秒之一範圍內之一接觸時間，藉此沈積自組單層之一圖案。該方法亦包括蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一透明導電微圖案。

在另一說明性具體實施例中，提供基板上圖案化導體之一方法，該方法包括提供一著墨印模，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該著墨印模包含線性有機硫自組單層形成分子，其包含十八烷基硫醇並且在該印模內的濃度係1毫莫耳至10毫莫耳，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區。該低密度區具有在0.5至5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有自大致1至4 μm 之一寬度值的線性片段，在少於1毫米的相鄰線性片段之間之一距離值及在寬度上測量為至少150 μm 之一凸起特徵。該方法包括使該著墨印模接觸一金屬塗布的可見光透明基板，該接觸步驟具有在自0.5至5秒之一範圍內之一接觸時間，藉此沈積自組單層之一圖案。該方法亦包括蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一透明導電微圖案。

在另一說明性具體實施例中，提供基板上圖案化導體之一方法，該方法包括提供一著墨印模，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該著墨印模包含線性有機硫自組單層形成分子，其包含十八烷基硫醇並且在該印模內的濃度係1毫莫耳至10毫莫耳，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米

之一低密度區。該低密度區具有在0.5%至5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值、具有自大致1至4 μm 之一寬度值的線性片段，在少於1毫米的相鄰線性片段之間之一距離值及在寬度上測量為至少0.25毫米之一凸起特徵。該方法包括使該著墨印模接觸一金屬塗布的可見光透明基板，該接觸步驟具有在自0.5秒至5秒之一範圍內之一接觸時間，藉此沈積自組單層之一圖案。該方法亦包括蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一透明導電微圖案。

範例

印模製造

用於模製彈性印模之兩個不同母版工具係藉由在10公分(cm)直徑矽晶圓上製備光阻(賓夕法尼亞州費城的Rohm and Haas公司之Shipley 1818)之圖案產生。該等不同的母版工具係基於兩個不同的圖案設計，本文中係稱為設計「V1」與設計「V2」。該等設計具有一些共同元件與一些不同。兩個設計在總面積上測量為5公分乘5公分並包括一1毫米寬框架(下文遮罩中之開放區域與下文印模中之凸起特徵)。兩個設計亦包括一系列20個低密度網目條，其在長度上測量為大致33毫米並具有範圍自0.8至1.2毫米之寬度值，該等條係以2毫米乘2毫米接觸墊終止。除該框架、該等網目條及該等墊以外，該兩個設計還在該等網目條之間及在該等網目條與該框架之間的空間中包括隔離的特徵。該等隔離的特徵係具有在3至100 μm 之大小範圍內之最小

尺寸的各種大小與形狀的形式。該設計V1具有5.95平方公分的遮罩中之開放區域與因而所得印模上之凸起面積之一總數量。該設計V2具有4.37平方公分的遮罩中之開放區域與因而所得印模上之凸起面積之一總數量。為了製造一母版，該光阻係旋鑄至該晶圓上至一大致1.8 μm 之厚度。針對每一母版工具，具有定義線段連同2毫米乘2毫米正方形墊之一低密度圖案的鉻中之開口的分離二進制鉻光罩係用以曝露光阻以用於圖案化。在顯影光阻之後，提供一母版工具，其包括二進制浮雕圖案，其包含線段之一低密度面積分布與該等墊之形式的凹陷特徵。對於兩個母版工具，包含線段之低密度面積分布的圖案之部分包括不同的低密度網目幾何形狀(例如，正方形柵格)，其針對定義該等網目之跡線具有3 μm 與5 μm 的寬度。針對選定網目區之開放區域值係90%、93%、95%及97%(即，分別係10、7、5及3%特徵密度)。圖8係一完整圖案之一部分的掃描電子顯微照片，其說明高開放區域之二維網目區域與一2毫米乘2毫米墊的配置。圖9與圖10係一完整圖案(PET上之薄膜銀)的掃描電子顯微照片，其說明兩個低密度二維微圖案區之幾何形狀(分別係具有95%開放區域與5 μm 寬跡線之正方形單元幾何形狀與具有97%開放區域與3 μm 寬跡線之六邊形單元幾何形狀)。一彈性印模係藉由將未固化的聚甲基矽氧烷(PDMS，密西根州密德蘭市的Dow Corning之SylgardTM 184)灌注在母版工具上至一大致3.0毫米之厚度來靠該母版工具模製。與該母版接觸之未固化的聚矽氧係藉由曝露

至一真空來除氣，並接著於70°C固化2小時。在該母版工具剝離之後，一PDMS印模在包含線段之低密度面積分布與該等墊的圖案中具備包含在高度上大致1.8 μm 之凸起特徵的浮雕圖案。該印模係切割至一大致5乘5公分之大小。

著墨

該印模係藉由將其背側(無浮雕圖案之主要表面)與烷基硫醇的乙醇溶液接觸一規定時間(著墨時間)來著墨。所使用的烷基硫醇分子係十六烷基硫醇(麻薩諸塞州韋爾斯利山的TCI America之「HDT」H0068)與十八烷基硫醇(TCI America的「ODT」O0005)。烷基硫醇溶液的濃度與著墨時間係選擇以實現鄰近印刷表面的PDMS印模中之烷基硫醇的目標濃度，如使用一有限差模擬電腦程式與測量的擴散係數值所決定。對於HDT，用於該等模擬的擴散係數值係每秒 $6.6\text{E-}7\text{ cm}^2$ ，其係針對乙醇膨脹PDMS中的HDT擴散之一已知值。對於ODT，擴散係數之兩個不同值係用於模擬，以便括出鄰近該印刷表面的印模中之預期硫醇濃度之一範圍。針對ODT的兩個值係每秒 $4.0\text{E-}7\text{ cm}^2$ (針對PDMS中的ODT擴散之一已知值)與每秒 $6.6\text{E-}7\text{ cm}^2$ (針對乙醇膨脹PDMS中的HDT之已知擴散係數)。在以下範例內，所使用的針對ODT之擴散係數的值係視為會說明PDMS中的十八烷基硫醇之傳輸的最低與最高可能值。因而，在該等範例中，該等計算允許括出針對鄰近印刷表面的十八烷基硫醇之預期濃度之一範圍。因而，在以下範例中，針對十六

烷基硫醇報告個別濃度值並針對十八烷基硫醇報告濃度值之範圍。

壓印

在該印模之著墨之後壓印金屬化聚合物膜基板。在每一情況下，該膜基板係聚對苯二甲酸乙二酯「PET」(德拉瓦州威明頓的DuPont之ST504)。該基板首先係以金屬薄膜藉由熱蒸鍍(新澤西州莫裏斯敦市的Denton Vacuum之DV-502A)來塗布。針對所有範例，該基板表面首先係以20埃之鉻塗布並接著以100奈米之銀或金塗布。在金屬化之後，該等膜係以著墨印模來壓印，如上面所說明。該等金屬化膜基板在面積上測量為大致6公分乘6公分。對於壓印，藉由首先將該膜樣本之一邊緣與該印模表面接觸並接著使用大致3.5公分之直徑的手持式橡膠滾筒來橫跨該印模接觸地滾動該膜來將該金屬化膜與面朝上的印模浮雕圖案化的表面接觸。該滾動步驟需要少於一秒來執行。在以下範例中，給定一壓印時間，該壓印時間對應於在將該基板滾至該印模上之後在該基板與該印模之間的額外接觸時間。在指定時間已過去之後，該基板係自該印模剝離，其係需要少於1秒之一步驟。在一些情況下，如下所述，在將該基板施加至該印模之後並在壓印期間，一額外質量係施加至該基板印模裝配件。該額外質量係重量為120克之一平坦玻璃片加上具有質量140克之一塊平坦陶瓷磚，總共260克。相對於圖案設計V1，在壓印期間其接觸區域係5.95平方公分，260克之施加的質量對應於4.3千帕的基板

與印模的凸起特徵之間之一施加的壓力。相對於圖案設計 V2，在壓印期間其接觸區域係 4.37 平方公分，260 克之施加的質量對應於 5.8 千帕的基板與印模的凸起特徵之間之一施加的壓力。

蝕刻

在壓印之後，具有印刷的圖案之金屬化膜基板係浸入一蝕刻劑溶液中以用於選擇性蝕刻與金屬圖案化。對於承載一金薄膜之印刷的金屬化膜基板，該蝕刻劑包含 1 克之硫脲(密蘇裏州聖路易斯的 Sigma-Aldrich 之 T8656)、0.54 毫升之濃縮鹽酸(新澤西州吉比斯鎮的 EMD Chemicals 之 HX0603-75)、0.5 毫升之過氧化氫(新澤西州菲利普斯堡的 Mallinckrodt Baker 之 30% 的 5240-05)及 21 克之去離子水。為了圖案化該金薄膜，該印刷的金屬化膜基板係浸入該蝕刻溶液 50 秒。對於承載一銀薄膜之印刷的金屬化膜基板，該蝕刻劑包含 0.45 克之硫脲(密蘇裏州聖路易斯的 Sigma-Aldrich 之 T8656)、1.64 克之硝酸鐵(密蘇裏州聖路易斯的 Sigma-Aldrich 之 216828)及 200 毫升之去離子水。為了圖案化該銀薄膜，該印刷的金屬化膜基板係浸入該蝕刻溶液 3 分鐘。在該金或銀之圖案化蝕刻之後，使用 2.5 克之高錳酸鉀(MD Chemicals 的 PX1551-1)、4 克之氫氧化鉀(Sigma-Aldrich 的 484016)及 100 毫升之去離子水的溶液來蝕刻殘留銘。

特性化

在選擇性蝕刻與金屬圖案化之後，該金屬圖案係使用一

光學顯微鏡(賓夕法尼亞州 Center Valley 市的 Olympus America 之配備一 DP12 數位相機的 Model BH-2)、掃描電子顯微鏡(日本東京的 JEOL 公司之 SEM, Model JSM-6400)及電阻表(韓國 LG Precision 公司的 Gold Star DM-313)來特性化。該顯微技術係用以決定在蝕刻之後已針對薄膜金屬產生預期圖案的保真度。該金屬圖案中的線特徵之寬度係測量並與 3 μm 及 5 μm 之標稱寬度值相比較。根據該印刷的特徵之大小是否分別超過該標稱大小 0 μm 、大致 >0 至 ≤ 0.5 μm 、大致 >0.5 至 ≤ 1.0 μm 、大致 >1.0 至 ≤ 1.5 μm 或 >1.5 μm , 指派 5、4、3、2 或 1 之一尺寸精度品質因數。蝕刻的選擇性亦係使用針對較大墊區(2 毫米乘 2 毫米)之顯微技術來判斷。1、2、3、4 或 5 之一大特徵選擇性品質因數係指派以說明在蝕刻圖案化該等更大面積墊中發生的選擇性之程度(5 係最高品質, 在蝕刻期間本質上無該等墊之針孔或腐蝕; 1 係最低品質, 在該蝕刻圖案化步驟期間該墊係大幅蝕刻掉)。就選擇性而論, 意指在未印刷區之蝕刻移除期間在(例如)該等墊區中的金屬之保護與保存的程度。對於上面的每一品質因數, 較佳的係實現一 3 之值, 更佳的係實現一 4 之值, 並甚至更佳的係實現一 5 之值。該電阻表係用以測量在該等較大墊(2 毫米乘 2 毫米)之間的測量為大致 1 毫米乘大致 33 毫米之隔離的網目區之電阻。基於該等網目區之此幾何形狀, 針對每一網目的薄片電阻之一值係決定(等於該測量電阻除以 33(正方形))。

範例 1

薄膜銀之一導電微圖案(V1)係依據上面說明的程序來製造與特性化。該墨水溶液包含以一10毫莫耳之濃度溶解於乙醇中的十六烷基硫醇。該墨水溶液係與該印模之後側接觸2.3小時，從而導致大致0.8毫莫耳之鄰近該印刷或壓印表面的PDMS中之十六烷基硫醇濃度。該壓印時間係10秒並且在壓印期間存在一260克之施加的質量。圖11給出自完整薄膜金屬微圖案記錄之一SEM顯微照片，該微圖案係得自包含具有97%開放區域與3 μm 之目標跡線寬度之一六邊形網目的低密度區。實際跡線寬度測量為超過5 μm 。

範例2

薄膜銀之一導電微圖案(V2)係依據上面說明的程序來製造與特性化。該墨水溶液包含以一10毫莫耳之濃度溶解於乙醇中的十六烷基硫醇。該墨水溶液係與該印模之後側接觸17.5小時，從而導致大致5毫莫耳之鄰近該印刷或壓印表面的PDMS中之十六烷基硫醇濃度。該壓印時間係5秒並且在將該基板滾動施加至該印模之後無質量係施加至該基板印模裝配件。圖8、9及10給出自完整薄膜金屬微圖案記錄的SEM顯微照片。圖12係完整薄膜銀微圖案之另一SEM顯微照片，該微圖案係得自包含具有97%開放區域與3 μm 之目標跡線寬度之一六邊形網目的低密度區。實際跡線寬度測量為大致3.2 μm 。

範例3至42

薄膜銀之導電微圖案係依據表1所列之程序參數來製造。圖2至7給出依據上面給出的品質因數之說明的指派給

選定範例之品質因數。表2至7中未代表的範例係範例3、4、23及24，針對其該等壓印與蝕刻步驟產生一非常差地定義的圖案。針對範例38，在寬度上測量為1毫米及在長度上測量為33毫米並以一2毫米乘2毫米墊終止於每一端的導體微圖案之一低密度網目區(具有5 μm 寬跡線與10%填充因數之正方形柵格)展現一229歐姆之電阻。該電阻讀數對應於每一平方 $229/33=7$ 歐姆的針對可見光透明網目區之一薄片電阻。針對範例38，在寬度上測量為1毫米及在長度上測量為33毫米並以一2毫米乘2毫米墊終止於每一端的導體微圖案之一低密度網目區(具有3 μm 寬跡線與5%填充因數之正方形柵格)展現一419歐姆之電阻。該電阻讀數對應於每一平方 $419/33=12.7$ 歐姆的針對可見光透明網目區之一薄片電阻。針對範例38，在寬度上測量為1毫米及在長度上測量為33毫米並以一2毫米乘2毫米墊終止於每一端的導體微圖案之一低密度網目區(具有3 μm 寬跡線與3%填充因數之正方形柵格)展現一624歐姆之電阻。該電阻讀數對應於每一平方 $624/33=18.9$ 歐姆的針對可見光透明網目區之一薄片電阻。針對範例38，包括針對其上面報告薄片電阻測量的3%與5%填充因數網目區之一大致1公分直徑圓形區係針對其可見光透射率來測量。以具有適光校正之一光學密度計(新澤西州土泰斯維市的Jonathan Allen)來進行該測量。與針對該基底膜基板之一88.7%的測量相比較，針對剛剛說明的圓形區域，該可見光透射率係大致85%，其暗示大致4%的在該1公分直徑圓形區域上之一平均填充因數

(大致96%之開放區域)。

範例43

薄膜金之一導電微圖案(V1)係依據上面說明的程序來製造與特性化。該墨水溶液包含以一10毫莫耳之濃度溶解於乙醇中的十八烷基硫醇。該墨水溶液係與該印模之後側接觸4.5小時，從而導致大致0.8毫莫耳之鄰近該印刷或壓印表面的PDMS中之十八烷基硫醇濃度。該壓印時間係2秒並且在將該基板滾動施加至該印模之後無質量係施加至該基板印模裝配件。在寬度上測量為1毫米及在長度上測量為33毫米並以一2毫米乘2毫米墊終止於每一端的導體微圖案之一低密度網目區(具有3 μm 寬跡線與3%填充因數之正方形柵格)展現一685歐姆之電阻。該電阻讀數對應於每一平方 $685/33=20.8$ 歐姆的針對可見光透明網目區之一薄片電阻。

表 1

範例 編號	圖 案	硫 醇	墨水溶液 中之硫醇 濃度 (毫莫耳)	印模與墨水 溶液之間的 接觸時間 (小時)	鄰近印刷表面 的印模中之硫 醇濃度(毫莫耳)	壓印時 間(秒)	在壓印期 間施加的 質量
3	V2	HDT	10	1	0.0003	10	0
4	V2	HDT	10	1	0.0003	10	260
5	V2	HDT	10	2	0.042	10	0
6	V2	HDT	10	2	0.042	10	260
7	V2	HDT	10	2.3	0.082	1	0
8	V2	HDT	10	2.3	0.082	5	0
9	V2	HDT	10	2.3	0.082	10	0
10	V2	HDT	10	2.3	0.082	10	260
11	V2	HDT	10	3.5	0.4	1	0
12	V2	HDT	10	3.5	0.4	10	0
13	V2	HDT	10	3.5	0.4	10	260
14	V2	HDT	10	4.5	0.8	1	0
15	V2	HDT	10	4.5	0.8	5	0
16	V2	HDT	10	4.5	0.8	10	0
17	V2	HDT	10	4.5	0.8	10	260
18	V2	HDT	10	17.5	5	5	0
19	V2	HDT	50	4.5	10	10	260
20	V2	HDT	50	24	>25	0	0
21	V2	HDT	50	24	>25	1	0
22	V2	HDT	50	24	>25	5	0
23	V1	ODT	10	1	0.00001-0.001	10	0
24	V1	ODT	10	1	0.00001-0.001	10	260
25	V1	ODT	10	2	0.0075-0.082	10	0
26	V1	ODT	10	2	0.0075-0.082	10	260
27	V1	ODT	10	2.3	0.018-0.15	1	0
28	V1	ODT	10	2.3	0.018-0.15	5	0
29	V1	ODT	10	2.3	0.018-0.15	10	0
30	V1	ODT	10	2.3	0.018-0.15	10	260
31	V1	ODT	10	3.5	0.14-0.60	1	0
32	V1	ODT	10	3.5	0.14-0.60	10	0
33	V1	ODT	10	3.5	0.14-0.60	5	260
34	V1	ODT	10	4.5	0.35-1.1	1	0
35	V1	ODT	10	4.5	0.35-1.1	5	0
36	V1	ODT	10	4.5	0.35-1.1	10	0
37	V1	ODT	10	4.5	0.35-1.1	10	260
38	V2	ODT	20	24	>10	1	0
39	V2	ODT	20	24	>10	5	0
40	V2	ODT	20	24	>10	10	0
41	V2	ODT	20	24	>10	20	0
42	V2	ODT	20	24	>10	5	260

表 2

大特徵選擇性品質因數(0克施加的質量)			
鄰近壓印表面的印模中之十六烷基硫醇濃度(毫莫耳)	壓印時間(秒)		
	1	5	10
0.042	不適用	不適用	1
0.082	2	2	2
0.4	2	不適用	3
0.8	3	5	5
5	不適用	5	不適用
10	不適用	不適用	5
>25	5	5	不適用

表 3

低密度區尺寸精度品質因數(0克施加的質量)			
鄰近壓印表面的印模中之十六烷基硫醇濃度(毫莫耳)	壓印時間(秒)		
	1	5	10
0.042	不適用	不適用	5
0.082	5	5	5
0.4	5	不適用	5
0.8	5	3	3
5	不適用	4	不適用
10	不適用	不適用	1
>25	1	1	不適用

表 4

260克之施加的質量(10秒壓印時間)		
鄰近壓印表面的印模中之十六烷基硫醇濃度(毫莫耳)	大特徵選擇性品質因數	低密度區尺寸精度品質因數
0.042	1	5
0.082	2	4
0.4	4	4
0.8	5	1
10	5	1

表 5

大特徵選擇性品質因數(0克施加的質量)				
鄰近壓印表面的印模中之十八烷基 硫醇濃度(毫莫耳)	壓印時間(秒)			
	1	5	10	20
0.0075-0.082	不適用	不適用	1	不適用
0.018-0.15	2	2	2	不適用
0.14-0.60	3	不適用	3	不適用
0.35-1.1	3	4	5	不適用
>10	5	5	5	5

表 6

低密度區尺寸精度品質因數(0克施加的質量)				
鄰近壓印表面的印模中之十八烷基硫 醇濃度(毫莫耳)	壓印時間(秒)			
	1	5	10	20
0.0075-0.082	不適用	不適用	5	不適用
0.018-0.15	5	5	5	不適用
0.14-0.60	5	不適用	5	不適用
0.35-1.1	5	5	5	不適用
>10	4	5	3	2

表 7

260克之施加的質量			
壓印時間(秒)	鄰近壓印表面的印模 中之十八烷基硫醇濃 度(毫莫耳)	大特徵選擇 性品質因數	低密度區尺寸 精度品質因數
10	0.0075-0.082	1	5
10	0.018-0.15	2	5
5	0.14-0.60	4	4
10	0.35-1.1	5	3
5	>10	5	1

範例 43

一透明感測器元件係使用微接觸印刷與蝕刻如圖 15、16

及17所一般顯示來製造並與之一觸控感測器驅動裝置組合。該裝置接著係與連接至一顯示器之一電腦處理單元整合以測試該裝置。該裝置能夠偵測多個單一及/或同時手指觸控之位置，其係在顯示器上圖形顯示。

一 透明感測器元件之形成

第一圖案化基板

由具有一125 μm 之厚度的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)製成之一第一可見光基板係使用一熱蒸發塗布器來以100奈米銀薄膜予以蒸汽塗布以產生一第一銀金屬化膜。該PET係作為產品號ST504自德拉華州威明頓市的E.I. du Pont de Nemours購得。該銀係作為99.99%純度3毫米細粒自威斯康辛州密爾瓦基市的Cerac公司購得。

具有一3毫米之厚度，稱為PDMS並自密西根州密德蘭市的Dow Chemical公司作為產品號Sylgard 184購得之一第一聚(二甲基矽氧烷)印模係靠一10公分直徑矽晶圓(有時在產業中係稱為一「母版」)模製，該矽晶圓先前已使用標準微影蝕刻技術圖案化。該PDMS係以65°C固化在該矽晶圓上2小時。然後，該PDMS係自該晶圓剝離以產生具有兩個不同低密度區之一第一印模，該等低密度區具有凸起特徵之圖案：一第一連續六邊形網目圖案與一第二不連續六邊形網目圖案。即，該等凸起特徵定義邊緣共用六邊形之邊緣。一不連續六邊形係在一線段中包含選擇性斷開之一六邊形。該等選擇性斷開具有少於10 μm 之一長度。該等斷開係設計與估計為大致5 μm 。為了減低其可見性，發現較

佳的係該等斷開應係少於10 μm ，更佳的係5 μm 或更少，例如在1與5 μm 之間。每一凸起六邊形輪廓圖案具有一2 μm 之高度，具有對應於97%至99%開放區域的1%至3%區域涵蓋，及在寬度上測量為自2至3 μm 之線段。該第一印模亦包括定義500 μm 寬跡線之凸起特徵。該第一印模具有一第一結構化側與一相對第二實質上平坦側，該第一結構化側具有該等六邊形網目圖案區與該等跡線。

該印模係結構化側朝上置放於包含2毫米直徑玻璃珠之一玻璃培養皿中。因而，該第二實質上平坦側與該等玻璃珠直接接觸。該等珠用以將該印模自該皿之基底抬離，從而允許以下墨水溶液本質上接觸該印模之整個平坦側。乙醇中之1-十八烷硫醇(自奧勒岡州波特蘭市的TCI America購得，產品號C18H3CS，97%)之一10毫莫耳墨水溶液係用吸液管移至該印模下面的培養皿中。該墨水溶液與該印模至第二實質上平坦側直接接觸。在其中該墨水已擴散至該印模中的充分著墨時間(例如，3小時)之後，該第一印模係自該培養皿移除。該著墨印模係結構化側朝上地置放在一工作表面上。該第一銀金屬化膜係使用一手持式滾筒施加至該印模之現著墨的結構化表面上，使得該銀膜與該結構化表面直接接觸。該金屬化膜保持在該著墨印模上15秒。接著，該第一金屬化膜係自該著墨印模移除。該移除的膜係置放於一銀蝕刻劑溶液中三分鐘，該溶液包含在去離子水中的(i)0.030莫耳硫脲(密蘇裏州聖路易斯的Sigma-Aldrich，產品號T8656)與(ii)0.020莫耳硝酸鐵(Sigma-

Aldrich，產品號216828)。在該蝕刻步驟之後，所得第一基板係以去離子水沖洗並以氮氣乾燥以產生以第一圖案化表面。在該著墨印模與該第一金屬化基板之銀接觸之處，該銀在蝕刻之後保留。因而，銀係自其中在該著墨印模與銀膜之間未接觸的位置移除。

圖15、15a及15b顯示一第一圖案化基板700，其在該基板之一第一側上具有在複數個第一不連續區704之間交替的複數個第一連續區702，該第一側係包含現蝕刻與圖案化的銀金屬化膜之側。該基板具有一相對第二側，其係實質上裸PET膜。該等第一區702之每一者具有佈置於一端之一對應500 μm 寬導電跡線706。圖15a顯示具有形成一六邊形網目結構之複數個連續線的第一區702之分解圖。圖15b顯示具有形成一不連續六邊形網目結構之複數個不連續線(顯示為每一六邊形中之選擇性斷開)的第一不連續區704之分解圖。區702與704之每一網目結構具有97%至99%開放區域。每一線段測量為自2至3 μm 。

第二圖案化基板

該第二圖案化基板係使用一第二可見光基板來如該第一圖案化基板予以製造以產生一第二銀金屬化膜。一第二印模係產生從而具有插入在一第二不連續六邊形網目圖案之間之一第二連續六邊形網目圖案。

圖16、16a及16b顯示一第二圖案化基板720，其在該第二基板之一第一側上具有在複數個第二不連續區724之間交替的複數個第二連續區722。該等第二區722之每一者具

有佈置於一端之一對應500 μm 寬第二導電跡線726。圖20a顯示具有形成一六邊形網目結構之複數個連續線的一第二區722之分解圖。圖20b顯示具有形成一不連續六邊形網目結構之複數個不連續線(顯示為每一六邊形中之選擇性斷開)的一第二不連續區724之分解圖。該等選擇性斷開具有少於10 μm 之一長度。該等斷開係設計與估計為大致5 μm 。為了減低其可見性，發現較佳的係該等斷開應係少於10 μm ，更佳的係5 μm 或更少，例如在1與5 μm 之間。區722與724之每一網目結構具有97%至99%開放區域。每一線段測量為自2至3 μm 。

一投影型電容觸控螢幕感測器元件之形成

上面製造的第一圖案化基板與第二圖案化基板係用以產生二層投影型電容觸控螢幕透明感測器元件如下。

該第一圖案化基板與第二圖案化基板係使用明尼蘇達州聖保羅市的3M公司之光學透明層壓黏著劑8141黏著在一起以產生一多層構造。一手持式滾輪係用以層壓該兩個圖案化基板，該第一傳導跡線區706與第二傳導跡線區726之區無黏著劑。該多層構造係使用光學透明層壓黏著劑8141來層壓至一0.7毫米厚浮動玻璃，使得該第一基板之第一側接近該浮動玻璃。該無黏著劑第一傳導跡線區706與第二傳導跡線區726允許進行至該第一圖案化基板700與第二圖案化基板720之電連接。

圖17顯示其中已層壓該第一圖案化基板與第二圖案化基板之一多層觸控螢幕感測器元件740的俯視平面圖。區730

代表該第一連續區與第二連續區之重疊。區732代表該第一連續區與該第二不連續區之重疊。區734代表該第二連續區與該第一不連續區之重疊。而且，區736代表該第一不連續區與第二不連續區之重疊。雖然存在複數個此等重疊區，但為方便說明起見，在圖式中僅繪示每一重疊區之一個區。

用以進行該透明感測器元件之互電容測量的積體電路係PIC18F87J10(亞利桑那州長德樂市的Microchip Technology)、AD7142(馬薩諸塞州諾塢市的Analog Devices)及MM74HC154WM(緬因州南波特蘭市的Fairchild Semiconductor)。該PIC18F87J10係針對該系統之微控制器。其控制MM74HC154WM驅動的感測器條之選擇。其亦組態該AD7142以進行適當測量。該系統的使用包括設定若干校準值，如此項技術中已知。此等校準值可自觸控螢幕至觸控螢幕改變。該系統可驅動16個不同的條並且該AD7142可測量12個不同的條。該AD7142的組態包括待轉換的通道之數目的選擇、若應施加一電容偏移則要多精確或快速地採取測量及針對該類比至數位轉換器之連接。來自AD7142之測量係一16位元值，其代表該透明感測器元件之矩陣中的傳導條之間的交叉點之電容。

在該AD7142完成其測量之後，其經由一中斷來發信通知該微控制器，以告訴其收集資料。該微控制器接著透過該SPI(serial peripheral interface；串列周邊介面)埠收集資料。在接收資料之後，該微控制器將該MM74HC154WM遞

增至下一驅動線並清除該AD7142中的中斷從而發信通知其採取下一資料集。雖然來自上面的取樣在不斷執行，但該微控制器亦在經由一串列介面將資料傳送至具有監視器之一電腦。此串列介面允許如熟習此項技術者所知之一簡單電腦程式呈現來自該AD7142之原始資料並看該等值如何在一觸控與無觸控之間改變。該電腦程式根據該16位元值之值來橫跨該顯示器呈現不同色彩。當該16位元值低於一特定值時，基於該校準，該顯示區係呈現白色。高於該臨限值，基於該校準，該顯示區係呈現綠色。資料係以14位元組標頭(0xAAAAAAAA)、一位元組通道(0x00-0x0F)、24位元組之資料(代表電容測量)及回車(0x0D)之格式來異步傳送。

系統之測試結果

該透明感測器元件係連接至該觸控感測器驅動裝置。當對該玻璃表面進行一手指觸控時，該電腦監視器在該監視器之對應位置中以一色彩改變(白色至綠色)之形式呈現在該觸控感測區內發生的觸控之位置。當對該玻璃表面同時進行兩個手指觸控時，該電腦監視器在該監視器之對應位置中以一色彩改變(白色至綠色)之形式呈現在該觸控感測區內發生的觸控之位置。當對該玻璃表面同時進行三個手指觸控時，該電腦監視器在該監視器之對應位置中以一色彩改變(白色至綠色)之形式呈現在該觸控感測區內發生的觸控之位置。

因而，揭示基板上圖案化導體之方法的具體實施例。熟

習此項技術者將明白本發明可以除該些揭示的具體實施例以外的具體實施例來試試。所揭示之具體實施例係呈現用於說明目的而非限制，且本發明僅受以下申請專利範圍限制。

【圖式簡單說明】

考慮以下本發明之各種具體實施例的詳細說明並結合附圖，可更完整地瞭解本發明，其中：

圖1說明一低密度導電微圖案，該低密度圖案包括在兩個正交方向之每一者上的間距 $200\text{ }\mu\text{m}$ 的 $3\text{ }\mu\text{m}$ 寬跡線，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數；

圖2說明一低密度導電微圖案，該低密度圖案包括在兩個正交方向之每一者上的間距 $200\text{ }\mu\text{m}$ 的 $3\text{ }\mu\text{m}$ 寬跡線，其具有如所示測量為大致 $10\text{ }\mu\text{m}$ 之斷開，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數；

圖3說明一低密度導電微圖案，該低密度圖案測量為大致1.2毫米乘1.2毫米並包括測量為在長度上大致 $225\text{ }\mu\text{m}$ 並在寬度上大致 $3\text{ }\mu\text{m}$ 的導體之40個隔離的片段，從而導致大致2%的針對跡線之填充因數；

圖4說明一低密度導電微圖案，該低密度圖案包括 $3\text{ }\mu\text{m}$ 寬跡線與大致 $175\text{ }\mu\text{m}$ 的針對該等六邊形單元的頂點至頂點寬度，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數；

圖5說明包含一低密度微圖案區之一導電圖案，該低密度微圖案區包括在兩個正交方向之每一者上的間距 $200\text{ }\mu\text{m}$ 的 $3\text{ }\mu\text{m}$ 寬跡線，從而導致大致3%的針對跡線之填充因數

與測量為1.2毫米乘1.2毫米的一連續金屬區之形式的更大特徵；

圖6說明針對一印模之一低密度浮雕圖案，該等實線對應於該印模表面上的線性凸起特徵並且該虛線畫出該區域的輪廓。該低密度微圖案包括間距700 μm 的3 μm 寬凸起線性特徵，從而導致大致1%之針對凸起特徵的填充因數；

圖7說明針對一印模之一低密度浮雕圖案，該等實線對應於該印模表面上的線性凸起特徵並且該虛線畫出該區域的輪廓。該低密度微圖案包括間距700 μm 的3 μm 寬凸起線性特徵，其具有如所示測量為大致10 μm 之斷開，從而導致大致1%之針對凸起特徵的填充因數；

圖8係一掃描電子顯微照片，其顯示包括具有間距大致200 μm 之一正方形網目之形式的3 μm 寬傳導金屬跡線之一低密度微圖案區的導電圖案，從而導致一3%填充因數連同一連續金屬之2毫米乘2毫米區；

圖9係一掃描電子顯微照片，其顯示包括具有具一5%填充因數之一正方形網目之形式的5 μm 寬傳導金屬跡線之一低密度微圖案區的導電圖案；

圖10係一掃描電子顯微照片，其顯示包括具有一具大致175 μm 之頂點至頂點寬度的六邊形網目之形式的3 μm 寬導電金屬跡線之一低密度微圖案區的導電圖案，從而導致一3%填充因數；

圖11係一掃描電子顯微照片，其顯示包括具有一具大致175 μm 之頂點至頂點寬度的六邊形網目之形式的大致5 μm

寬傳導金屬跡線之一低密度微圖案區的導電圖案之一小部分，從而導致一5%填充因數(出於相對於該等線段之寬度導引眼睛之目的，該影像包括橫跨三個傳導線段繪製的細線)；

圖12係一掃描電子顯微照片，其顯示包括具有一具大致175 μm 之頂點至頂點寬度的六邊形網目之形式的3 μm 寬傳導金屬跡線之一低密度微圖案區的導電圖案之一小部分，從而導致一3%填充因數(出於相對於該等線段之寬度導引眼睛之目的，該影像包括橫跨三個傳導線段繪製的細線)；

圖13說明一觸控螢幕感測器之示意圖；

圖14說明位於一觸控螢幕感測區域內之一傳導可見光透明區的透視圖；

圖15、15a及15b說明一第一圖案化基板之各種部分；

圖16、16a及16b說明一第二圖案化基板之各種部分；

圖17說明自圖15與16之第一圖案化基板與第二圖案化基板構造的一投影型電容觸控螢幕透明感測器元件。

該等圖式無須按比例。圖式中所使用之類似數字指類似組件。然而，應明白指稱一給定圖式中之一組件的數字之使用並非意欲限制以相同數字標記的另一圖式中的組件。

【主要元件符號說明】

100	低密度浮雕圖案區
110	線性凸起特徵
120	非凸起點

130	向量
140	衛星向量
150	衛星向量
160	區域
200	低密度浮雕圖案區
210	線性凸起特徵
220	非凸起點
230	向量
240	衛星向量
250	衛星向量
260	區域
300	觸控螢幕感測器
301	傳導可見光透明區
305	觸控感測區域
310	觸控螢幕面板
320	觸控感測器驅動裝置
330	可見光透明基板
332	主要表面
340	傳導微圖案
700	第一圖案化基板
702	第一連續區
704	第一不連續區
706	第一傳導跡線/第一傳導跡線區
720	第二圖案化基板

722	第二連續區
724	第二不連續區
726	第二傳導跡線/第二傳導跡線區
730	區
732	區
734	區
736	區
740	多層觸控螢幕感測器元件

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： 98106538

※ 申請日： 98.2.27

※IPC 分類：H01L 21/323 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 21/3065 (2006.01)

B81C 1/00 (2006.01)

基板上圖案化導體之方法

METHODS OF PATTERNING A CONDUCTOR ON A SUBSTRATE

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種基板上圖案化導體之方法，其包括提供一著墨彈性印模，其係以自組單層形成分子著墨並具有一具凸起特徵之浮雕圖案。接著該著墨印模之凸起特徵接觸一金屬塗布的可見光透明基板。接著，蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模的凸起特徵之一導電微圖案。

三、英文發明摘要：

A method of patterning a conductor on a substrate includes providing an inked elastomeric stamp inked with self-assembled monolayer-forming molecules and having a relief pattern with raised features. Then the raised features of the inked stamp contact a metal-coated visible light transparent substrate. Then the metal is etched to form an electrically conductive micropattern corresponding to the raised features of the inked stamp on the visible light transparent substrate.

七、申請專利範圍：

1. 一種在一基板上圖案化一導體的方法，其包含：

提供以自組單層形成分子著墨並具有一具凸起特徵之浮雕圖案之一著墨彈性印模，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區，其包含：

在0.5%至10%之間的凸起特徵之一平均區域密度值；

具有在0.5微米至25微米之間之一寬度值的線性片段；

少於1毫米的相鄰凸起特徵之間之一距離值；

將該著墨印模之該等凸起特徵與一金屬塗布的可見光透明基板接觸；以及

蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模之該等凸起特徵之一導電微圖案。

2. 如請求項1之方法，其中該接觸步驟具有在自0.1秒至30秒之一範圍內之一接觸時間。
3. 如請求項1之方法，其中該低密度區具有在1%與5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值。
4. 如請求項1之方法，其中鄰近該印刷表面的該印模中之自組單層形成分子之一濃度係在0.05毫莫耳與20毫莫耳之間並且該接觸步驟具有在自0.1秒至10秒之該範圍內之一接觸時間。
5. 如請求項4之方法，其中該等自組單層形成分子包含十八烷基硫醇。

6. 如請求項1之方法，其中鄰近該印刷表面的該印模中之自組單層形成分子之一濃度係在0.05毫莫耳與5毫莫耳之間，該接觸步驟具有在自0.1秒至10秒之該範圍內之一接觸時間，並且該等自組單層形成分子包含十六烷硫醇。
7. 如請求項1之方法，其中該低密度區具有凸起特徵之一均勻平均區域密度值。
8. 如請求項1之方法，其中該等線性片段具有在1微米至5微米之間之一寬度值。
9. 如請求項1之方法，其中在低密度區相鄰凸起特徵之間的最大距離值係500微米。
10. 如請求項1之方法，其中在該浮雕圖案中的所有非凸起點在所有方向上具有少於1毫米的自一凸起線性特徵之一最大分離距離。
11. 如請求項1之方法，其中在該浮雕圖案中的所有非凸起點在所有方向上具有少於500微米的自一凸起線性特徵之一最大分離距離。
12. 如請求項1之方法，其中該印模係以自組單層形成分子著墨，其包含硫醇、二烷基二硫化物、二烷基硫化物、烷基黃酸鹽、二硫代磷酸鹽及二烷基硫胺甲酸鹽。
13. 如請求項1之方法，其中該導電微圖案之該低密度區包含一導電網目微圖案。
14. 如請求項1之方法，進一步包含將該導電微圖案電連接至一觸控感測器驅動裝置。
15. 如請求項1之方法，其中該浮雕圖案包含在寬度上測量

為至少50微米之一凸起特徵。

16. 如請求項15之方法，其中該等單層形成分子包含十八烷基硫醇，鄰近該印刷表面的該印模中之自組單層形成分子之該濃度係在0.5毫莫耳與10毫莫耳之間並且該接觸步驟具有在自0.5秒至5秒之該範圍內之一接觸時間。
17. 如請求項15之方法，其中該等單層形成分子包含十六烷基硫醇，鄰近該印刷表面的該印模中之自組單層形成分子之該濃度係在0.5毫莫耳與1毫莫耳之間並且該接觸步驟具有在自0.5秒至5秒之該範圍內之一接觸時間。
18. 一種製造一觸控螢幕感測器的方法，其包含：

提供一金屬塗布的可見光透明基板，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區，其包含：

在0.5%至10%之間的凸起特徵之一平均區域密度值；

具有在0.5微米至25微米之間之一寬度值的線性片段；

少於1毫米的相鄰凸起特徵之間之一距離值；

將以自組單層形成分子著墨之一著墨彈性印模與該金屬塗布的可見光透明基板接觸；以及

蝕刻該金屬以在該等可見光透明基板凸起特徵上形成一導電微圖案。

19. 一種在一基板上圖案化導體的方法，其包含：

提供一著墨印模，其具有一具凸起特徵之浮雕圖案，

該著墨印模包含線性有機硫自組單層形成分子，其具有自16個原子至18個原子之鏈長度並且在該印模內之一濃度係1毫莫耳至10毫莫耳，該浮雕圖案具有測量為至少5平方毫米之一低密度區，其包含：

在0.5%至5%之間的凸起特徵之一平均區域密度值；

具有自1微米至4微米之一寬度值的線性片段；

少於500毫米的相鄰線性特徵之間之一距離值；

在寬度上測量為至少25微米之一凸起特徵；

將該著墨印模與一金屬塗布的可見光透明基板接觸，該接觸步驟具有在自0.5秒至10秒之一範圍內之一接觸時間，藉此沈積自組單層之一圖案；以及

蝕刻該金屬以在該可見光透明基板上形成對應於該著墨印模之該等凸起特徵的一透明導電微圖案。

20. 如請求項19之方法，其中該等自組單層形成分子包含十八烷硫醇。

八、圖式：

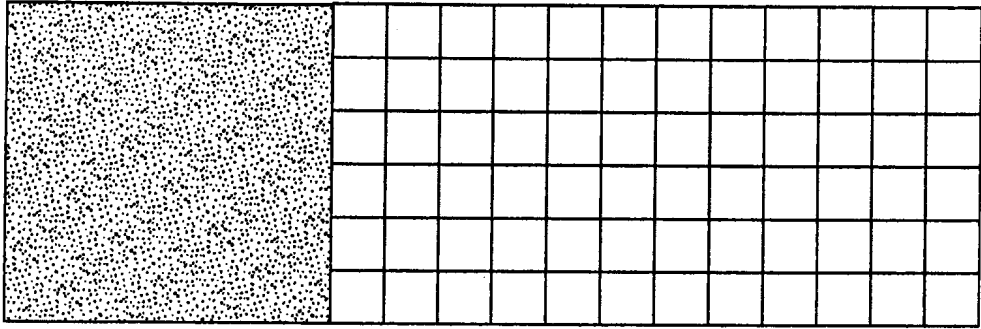


圖5

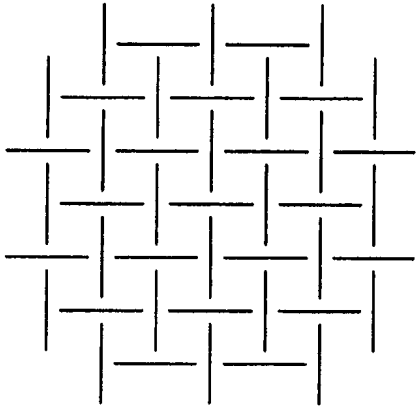


圖2

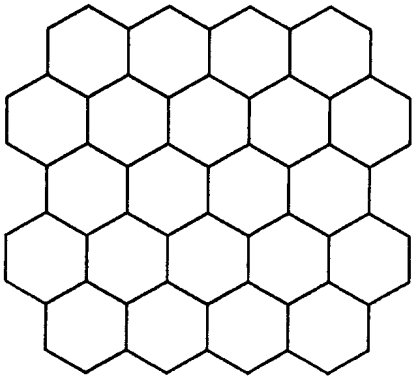


圖4

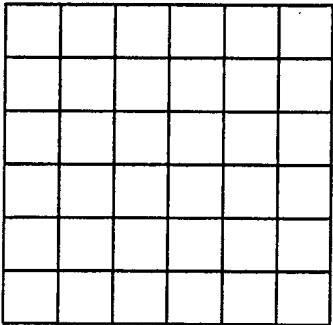


圖1

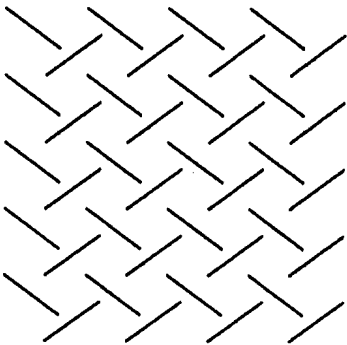


圖3

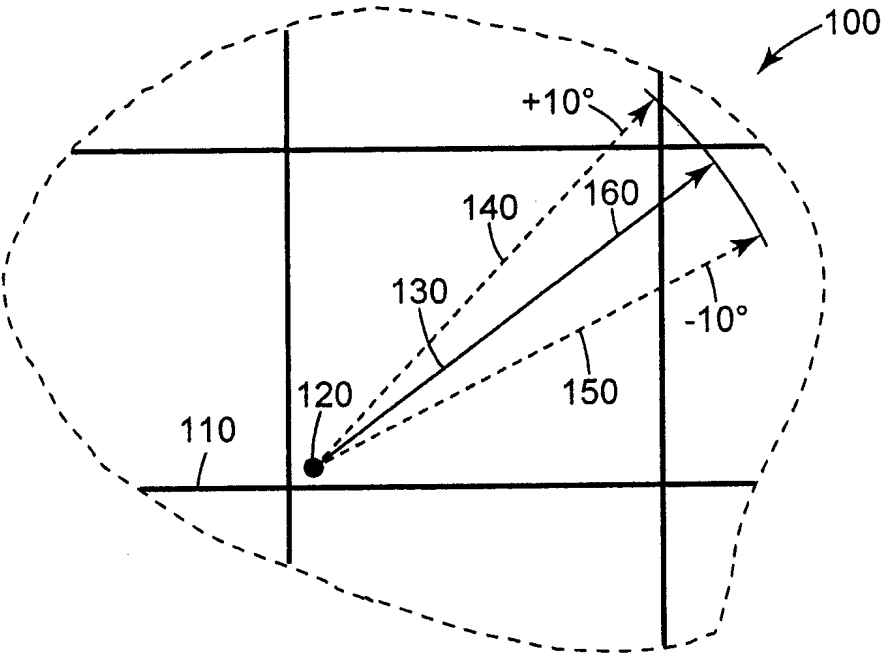


圖 6

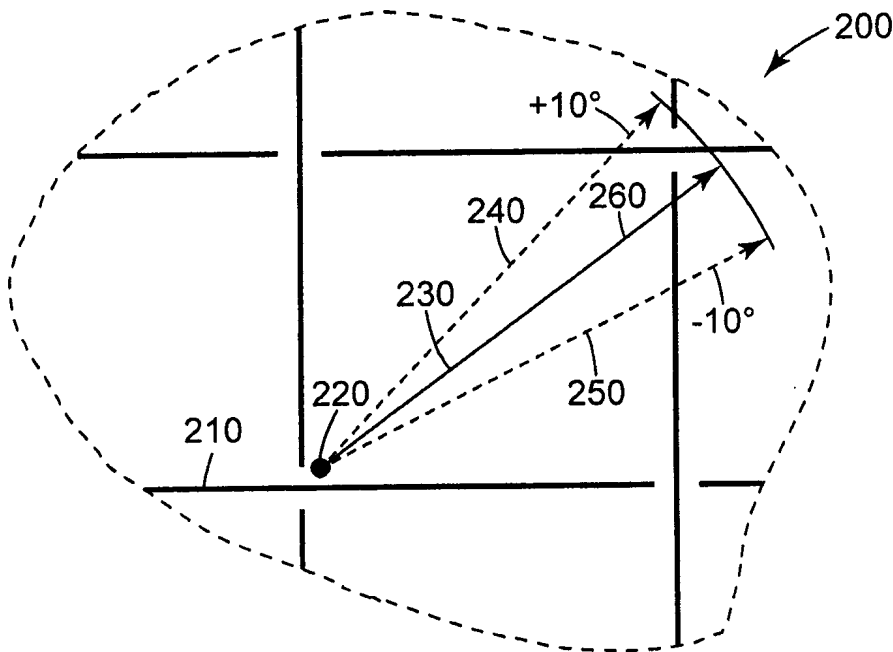


圖 7

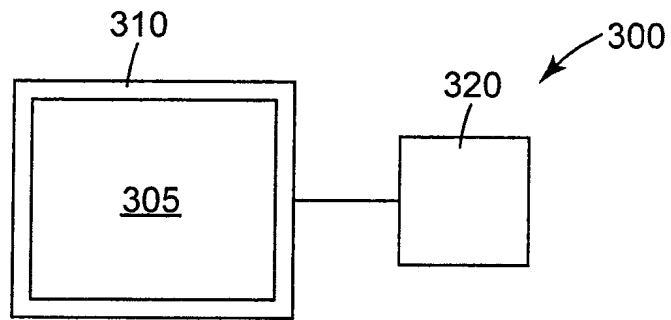


圖13

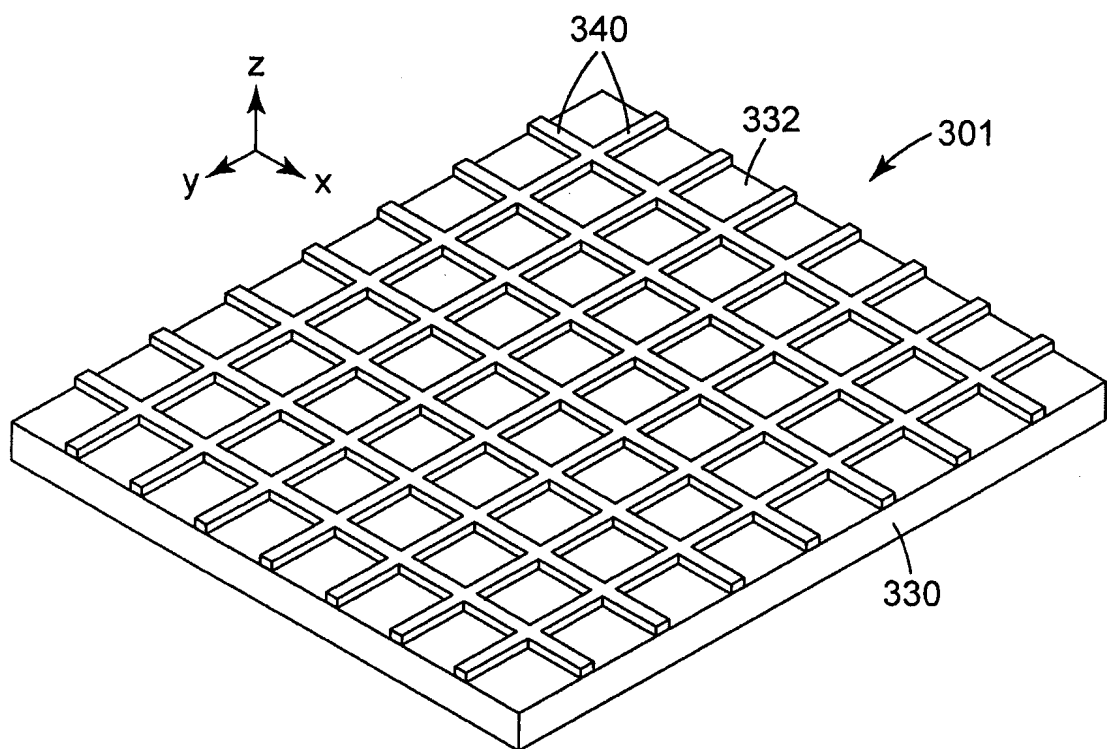


圖14

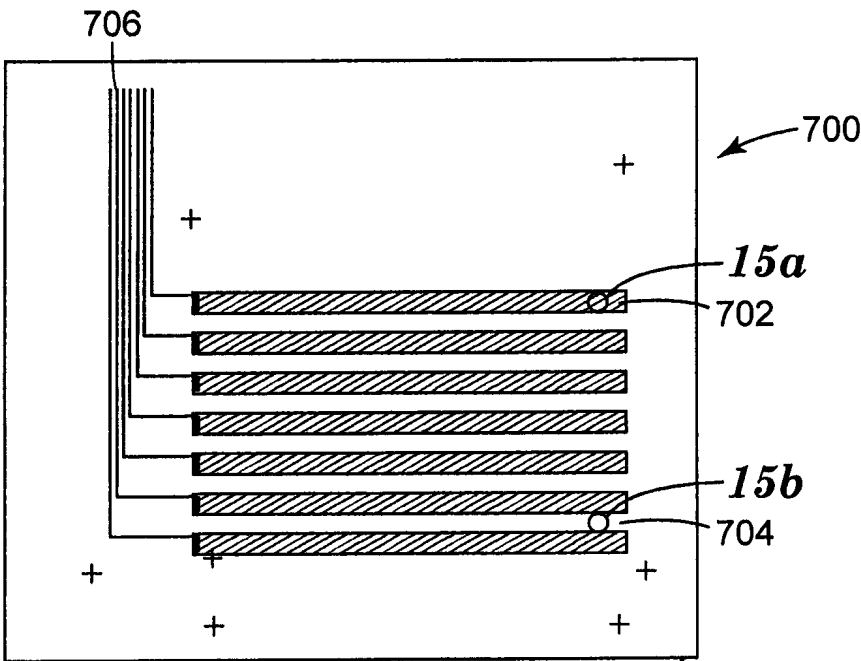


圖 15

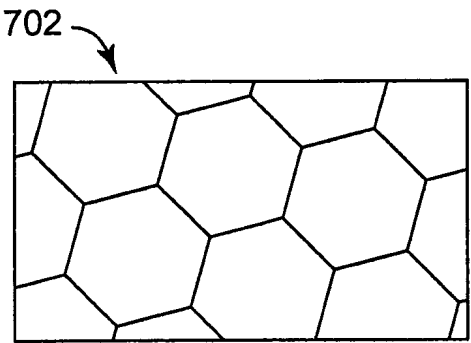


圖 15a

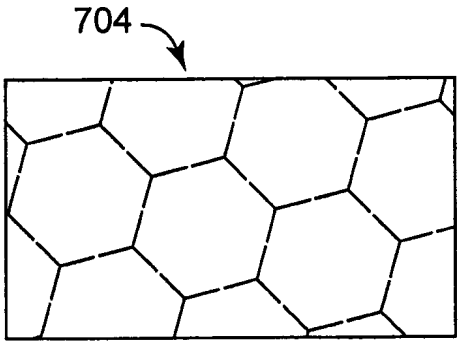


圖 15b

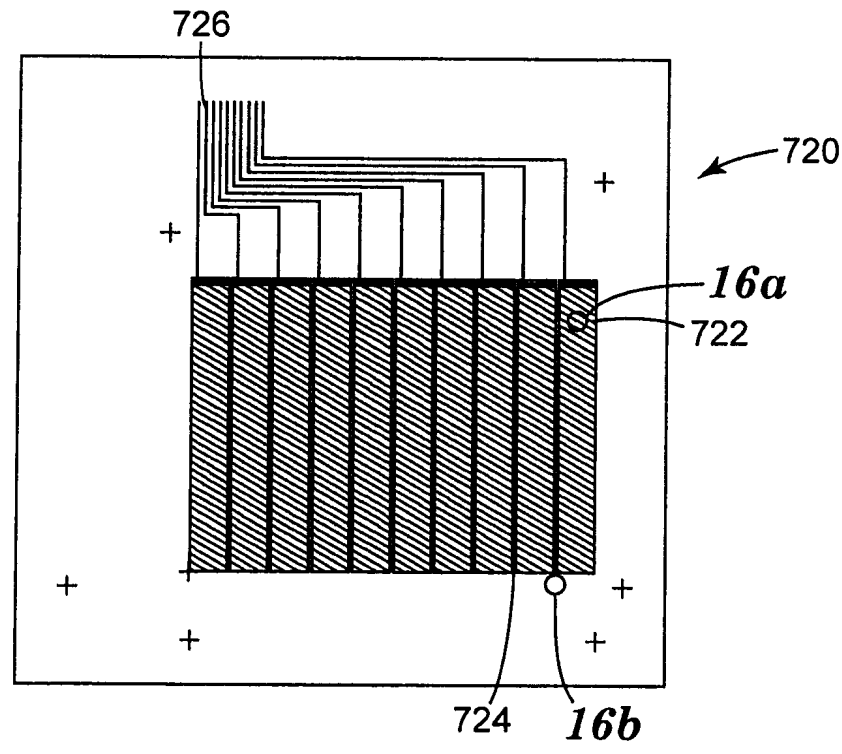


圖 16

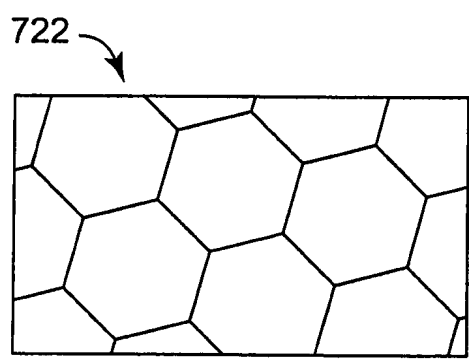


圖 16a

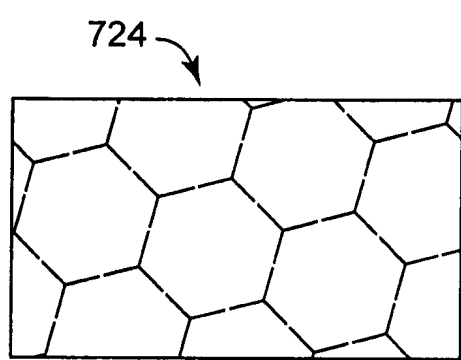


圖 16b

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (17) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

702	第一連續區
704	第一不連續區
706	第一傳導跡線/第一傳導跡線區
726	第二傳導跡線/第二傳導跡線區
730	區
732	區
734	區
736	區
740	多層觸控螢幕感測器元件

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)