



(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 I573496 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：099126062

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 05 日

(51)Int. Cl. : **H05K1/00 (2006.01)** **H05K3/46 (2006.01)**

(30)優先權：2009/08/05 美國 61/231,643

2009/10/28 美國 61/255,804

(71)申請人：薄膜電子 A S A 公司 (挪威) THIN FILM ELECTRONICS ASA (NO)
挪威(72)發明人：王志港 WANG, ZHIGANG (US)；沙巴拉馬尼恩 維威克 SUBRAMANIAN, VIVEK
(US)；克雷維藍 李 CLEVELAND, LEE (US)

(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐

(56)參考文獻：

US 5805428 US 7432126

US 2002/0079553A1

審查人員：楊兆華

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 46 頁

(54)名稱

印刷電子之印刷相容設計及佈局方式

PRINT COMPATIBLE DESIGNS AND LAYOUT SCHEMES FOR PRINTED ELECTRONICS

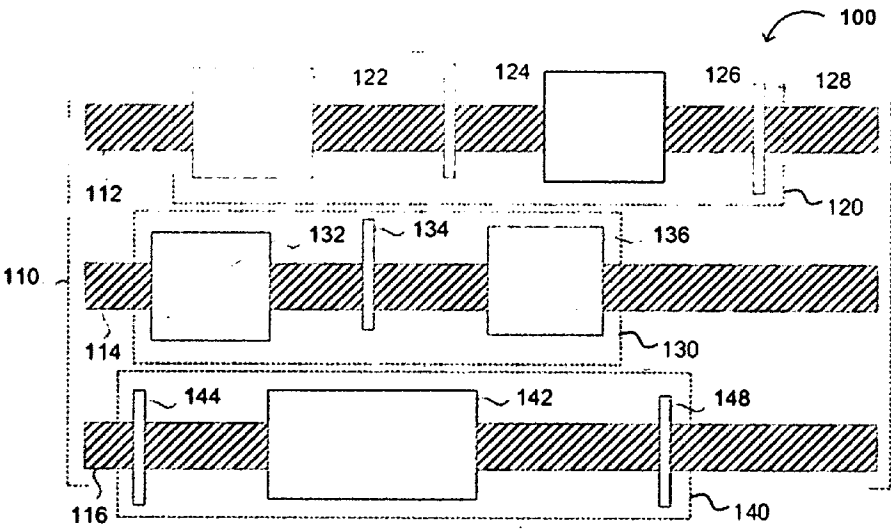
(57)摘要

本發明之具體實施例係關於與印刷電子油墨相容之電路佈局、藉由印刷一電子油墨或結合印刷和傳統覆層沉積與光微影所形成之印刷電路、以及藉由在具有印刷相容形狀之結構上印刷電子油墨之電路形成方法。所述佈局包括之特徵部具有：(i)一印刷相容形狀，以及(ii)與佈局中每一個其他特徵部的方向正交或平行之方向。

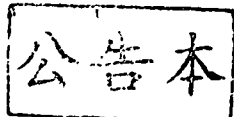
Embodiments of the present invention relate to circuit layouts that are compatible with printing electronic inks, printed circuits formed by printing an electronic ink or a combination of printing and conventional blanket deposition and photolithography, and methods of forming circuits by printing electronic inks onto structures having print-compatible shapes. The layouts include features having (i) a print-compatible shape and (ii) an orientation that is either orthogonal or parallel to the orientation of every other feature in the layout.

指定代表圖：

第二圖



- 符號簡單說明：
- 100 . . . 佈局
 - 110 . . . 第一層體
 - 112/114/116 . . . 特徵部
 - 120/130/140 . . . 特徵部群組
 - 122/126/132/136/142 . . . 特徵部
 - 124/128/134/144/148 . . . 特徵部



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 99 12 6062

※ 申請日： 99. 8. 5 ※IPC 分類：H05k 1/09 (2006.01)

H05k 3/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

印刷電子之印刷相容設計及佈局方式/PRINT COMPATIBLE
DESIGNS AND LAYOUT SCHEMES FOR PRINTED ELECTRONICS

二、中文發明摘要：

本發明之具體實施例係關於與印刷電子油墨相容之電路佈局、藉由印刷一電子油墨或結合印刷和傳統覆層沉積與光微影所形成之印刷電路、以及藉由在具有印刷相容形狀之結構上印刷電子油墨之電路形成方法。所述佈局包括之特徵部具有：(i)一印刷相容形狀，以及(ii)與佈局中每一個其他特徵部的方向正交或平行之方向。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the present invention relate to circuit layouts that are compatible with printing electronic inks, printed circuits formed by printing an electronic ink or a combination of printing and conventional blanket deposition and photolithography, and methods of forming circuits by printing electronic inks onto structures having print-compatible shapes. The layouts include features having (i) a print-compatible shape and (ii) an orientation that is either orthogonal or parallel to the orientation of every other feature in the layout.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(二)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 佈局

110 第一層體

112/114/116 特徵部

120/130/140 特徵部群組

122/126/132/136/142 特徵部

124/128/134/144/148 特徵部

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係與印刷電子之佈局、整合這些佈局或以這些佈局為基礎之印刷電路、以及利用這些佈局來形成電路中結構的方法有關。印刷電路可包括單獨或與傳統會形成之結構結合之印刷半導體、導體、及/或介電結構。用於形成印刷電路的方法包括在各種基板上及/或與這些佈局對應之圖樣中的結構上印刷半導體、導體、介電質及/或摻質油墨。

【先前技術】

印刷電子電路具有不同於傳統電路中由微影方式定義之電路的特定製造問題。第一，印刷技術的層對層之間的對準度(registration)較差，致使覆蓋容差較大；第二，印刷技術的解析度一般係較微影方式為低，且某些印刷技術具有非對稱的解析度限制(亦即，在一方向上的解析度會不同於另一方向的解析度)；第三，印刷技術通常會表現出接近性及與形狀相關之效應，例如毛細作用(wicking)、與鄰近/相鄰的圖樣融合等，其導致非理想圖樣之產生。

在各種印刷程序中，液體油墨係利用如噴墨印刷、凹版印刷、網印、柔版印刷等技術來選擇性沉積(例如印刷)。印刷電子提供了降低傳統半導體及/或積體電路製造之處理成本的可能性，其一般是藉由電子油墨(例如含有一或多種前驅物以形成一經摻雜或未摻雜之半導體性、傳導性或介電結構或薄膜之油墨)的附加沉積來產生電子特徵部(例如電功能性或絕緣性結構或薄膜)。這種印刷結構的形成方法基於下列原因而具有成本效益：(i)

前驅物材料的有效使用、以及(ii)將沉積與圖樣化結合為單一的印刷步驟。使用經摻雜或未摻雜之傳導性、半傳導性與介電質油墨來形成電性結構可於製造積體電路及/或其內之結構時減少或最小化遮罩、微影與蝕刻的步驟數量。

因此，在積體電路與顯示器製造業中存有發展利用油墨技術形成電子裝置的方法的強烈動機。然而，印刷這種電子油墨會存在特殊的問題，因為液體可能會在表面上呈現動態散佈，此種散佈係與油墨的濕潤與蒸發特性有關。同時，油墨也可表現出接近性及與形狀相關效應，例如與鄰近或相鄰圖樣的融合，其會自所需圖樣產生明顯且有時是無法挽回的偏差。

一般而言，由印刷方法所形成之結構的解析度、層間對準度、以及圖樣精確性(根據角落處的清晰度、線緣的粗糙度等)會比傳統光學微影技術所形成者差；然而，該印刷方式可提供吾人所需的效益，例如成本效益以及可使電路中各層體之間平滑地轉換(例如，不會遭遇急轉的階部且提供更完整及/或均勻的後續沉積結構之階部覆蓋率)之平滑(例如圓頂形)結構輪廓。印刷技術有時會受到衰減之解析度以及非對稱之解析度限制(例如在一方向(如 x 軸)中的解析度與另一方向(例如 y 軸)中的解析度不同)的影響。

此外，圖樣精確性也是印刷電路特徵部的一個問題，舉例而言，在傳統光學微影中，像不規則多邊形等佈局形狀並不特別有問題；然而，由於油墨的潤濕和毛細作用效應之故，這類形狀並不特別適合於印刷技術。

第一圖說明了一種傳統佈局方法，其中半導體島狀物 11-16 之每一第一佈局 10 和閘極 21-29 之一第二佈局

20 係各包括不規則形狀(例如 12、14、16 以及 22-27)；這是一般的方式，及/或在利用傳統光微影程序之專用積體電路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)設計中所實行者。利用這些傳統佈局來印刷電子油墨是困難的，因為其通常無法以微影所能達成的最小尺寸來印出特徵部，且印成不規則幾何形狀、及/或印在非平坦或非均勻表面上之油墨會受到液相物理現象的不良影響(例如因散佈、沿著下方表面形貌散佈之毛細現象、表面能量、因表面張力效應而起珠等原因而偏離理想/目標圖樣)。

【發明內容】

本發明之具體實施例係與印刷電子電路之佈局、利用或根據這些佈局所產生的印刷電路結構、(光)微影所定義與印刷的電子結構之結合、整合有這些佈局與印刷結構之電路、以及利用這些佈局來形成電路(其係藉由在許多可能基板的其中一個基板上印刷半導體、導體、介電質及/或摻質結構而形成)的方法有關。更具體而言，本發明之具體實施例係關於與印刷電子油墨組成物(例如：包含一或多種導體、介電質、或經摻雜或未摻雜半導體之前驅物)相容之佈局。由於印在基板上的電子油墨易受到數種不同現象(例如散佈(潤濕)與去濕(de-wetting)行為、毛細現象、印刷失準、圖樣鄰近效應、邊緣與角落效應、薄膜形貌/形態上的不一致性等)影響而偏離預定的印刷圖樣，本發明之佈局所提供之圖樣一般可於電子油墨印至基板上時提供較大的特徵部間隔與較大的特徵部形成區域。

在印刷電子的應用中，特徵部尺寸(例如：線寬、厚

度等)的控制程度以及安置的精確度係隨印刷方法而明顯不同。佈局可設計成使得圖樣節距(pitch)與間隔得以補償印刷電子油墨的表現及/或傾向(例如：散佈(潤濕)與去濕(高表面張力)行為、毛細現象、圖樣鄰近效應、邊緣與角落效應、薄膜形貌/形態上的不一致性等)。因此，本發明之佈局、以及電路與形成整合這些佈局或以這些佈局為基礎之電路的方法係用以改善包括在一圖樣中印刷一或多種油墨之製程的性能和產率。這些佈局係整合了具印刷相容形狀(例如線段、矩形、橢圓形、圓形等)之圖樣以及沿著一較佳方向之配置或排列。這在傳統微影程序中是非必須的，但在印刷電路中，這些形狀與方向的選擇有助於實現穩固、可重製性高的印刷結構。舉例而言，在噴墨印刷(例如含有半導體或金屬前驅物(如聚矽烷或銀)之油墨噴墨印刷)或網印(例如含 N 型或 P 型摻質來源之介電質前驅物之網印)方面，印刷相容形狀係包括直線、正方形、矩形、圓形與橢圓形。就凹版印刷而言，印刷相容形狀包括矩形、正方形與直線(見第二圖)。

在某些具體實施例中，本發明之電路佈局(例如可形成電路或電路元件之佈局)包括(光)微影所定義之直線及/或其他結構(例如墊體)，在其上係以預定圖樣(例如印刷結構或油墨之佈局)印刷出電子油墨。電路佈局係包含多層圖樣，其定義各層體內的結構形狀。舉例而言，電路佈局係包含一第一圖樣，其定義一結構層，例如平行的半導體島狀物(例如其具有線性結構或形狀)；以及一或多個在第一層上方定義出對應功能層數量的圖樣。第一結構層可包括一或多條直線(例如一連串重複、其間具有預定間隔之平行鉛直島狀物及/或或水平直線島狀物)

及/或墊體(例如呈矩形、正方形、梯形、橢圓形、圓形等)。在第一層上方所形成之層體係包含電路元件中之結構(例如薄膜電晶體、電容器、二極體、互連結構等)，其沿著第一層的結構彼此分隔一預定距離。

沿著上方沉積有電子油墨之結構(例如(光)微影所定義之直線及/或墊體)排列的點係會被選擇以提供接下來所要形成的特徵部之間的適當間隔(其中該特徵部係藉由以一預定圖樣沉積一電子油墨(例如印刷)而形成)。個別的直線與其他電路結構係實質上由任何直線間/結構間間隔所分隔，其得以潤濕其上所印刷之電子油墨，且相鄰及/或鄰近的印刷結構間並不會有吾人所不欲的重疊或短路情形發生。

佈局係用於形成或印刷電路之方法中，其包括在一基板預先形成之圖樣上方以一預定圖樣(例如：包含直線、正方形、矩形、圓形、橢圓形等)印上一層油墨組成物，例如半導體、介電質或導體油墨。該預先形成之圖樣包括一第一結構層(例如直線及/或墊體)，其可藉由印刷或傳統沉積方式(例如化學氣相沉積(Cheical Vapor Deposition, CVD)、物理氣相沉積(Physical Vapor Deposition, PVD)等)、光微影與蝕刻技術而形成。其他層體係藉由傳統微影技術及/或印刷電子油墨而形成，但一般而言，至少有一層其他層體是藉由印刷電子油墨而形成。這些其他層體包含了電路元件中的結構(例如薄膜電晶體、電容器、二極體、互連結構等)，其係形成於第一結構層上方。在其他應用中，一摻質油墨(例如包含 P 型或 N 型摻質之介電質油墨)、介電質油墨、或金屬油墨(例如用於形成矽化物)係印刷於第一結構層中半導體(例如矽、鍺等)直線、墊體及/或島狀物之一預先

形成圖樣的上方。然後進行將電子油墨沉積在基板及/或第一結構層上方之製程。舉例而言，在將摻質油墨沉積在矽結構的例子中，其上含有摻質油墨之矽結構圖樣會在摻質油墨沉積後受熱，以驅使摻質進入矽結構中。

本發明之第一態樣係針對一印刷電路之佈局，其包含電路特徵部之第一佈局，該電路特徵部之第一佈局包括與該電路中的一第一組印刷結構相對應之第一複數特徵部，每一該些第一複數特徵部係為獨立的印刷相容形狀，其具有與該些第一複數特徵部中每一個其他特徵部的方向正交或平行之方向；以及電路特徵部之第二佈局，其具有與該電路中一第二組印刷結構對應的第二複數特徵部，每一該些第二複數特徵部係為獨立的印刷相容形狀，其具有與該些第二複數特徵部之每一個其他特徵部的方向正交或平行、以及與該些第一複數特徵部中每一個特徵部的方向正交或平行之方向。每一個該些第一複數特徵部與該些第二複數特徵部皆具有一或多個子集，且該些第二複數特徵部中的一或多個子集係分別與該些第一複數特徵部中的一或多個子集重疊。舉例而言，第一複數特徵部包括複數個平行的半導體島狀物，其每一者都可視為是該第一複數特徵部之子集，且第二複數特徵部之各子集包括多個電路元件，其具有與半導體島狀物重疊之印刷相容形狀。第二複數特徵部之第一子集係與第一複數特徵部(例如第一半導體島狀物)重疊，第二複數特徵部之第二子集係與該第一複數特徵部中另一者(例如第二半導體島狀物)重疊…等等。如本文所述，該各別的印刷相容幾何及/或圖樣(例如直線、正方形、矩形、圓形與橢圓形等)係可相同或不同。

在第二態樣中，本發明與印刷在基板上的電路有

關，包括一第一印刷層與一第二印刷層；該第一印刷層基本上由一第一複數電路結構所組成，該每一複數電路結構具有一印刷相容形狀，其方向係與該第一複數結構中每一個其他結構的長度與寬度正交或平行；該第二印刷層具有第二複數結構，該第二複數結構具有實質上由一印刷相容形狀所組成之形狀，其方向與該第二複數結構中每一個其他結構的長度和寬度、以及與該第一複數結構中每一個結構的長度和寬度正交或平行。如上述關於佈局之說明，每個第一複數結構皆具有第一與第二子集，且第二複數特徵部中的一或多個子集係分別與第一複數特徵部中的一或多個子集重疊。第一複數特徵部包括半導體島狀物、直線、墊體、或其他結構，第二複數特徵部則位於其上。第二複數特徵部包括電路元件中的結構(例如電容器、二極體、電晶體與浮動閘極單元)，其包含具有半導體材料(包括 IVA 族元素)或金屬材料之至少一層體，且具有平滑及/或圓頂形輪廓(參見如待審之美國專利申請號第 12/243,880 號，其於 2008 年 10 月 1 日申請(代理人編號 IDR1574)，在此併入文中作為參考文獻)。該半導體材料包含氫化、去氫化、或非氫化非晶性、微結晶性、或多晶性的矽材。半導體材料也包含鍍或矽鍍混合物。金屬材料包含任何適合形成閘極之金屬，這些金屬閘極係藉由在第一複數特徵部之結構上印刷一油墨而形成，其中該油墨包含一或多種金屬前驅物，例如(有機)金屬性化合物、(有機)金屬性錯合物、(有機)金屬性叢集物、金屬奈米粒子、以及上述物質之組合。

在一第三具體實施例中，本發明與積體電路中之層體的印刷方法有關，包含印刷一具有一第一複數結構的第一層，每一該第一複數結構各具有基本上由一印刷相

容形狀所組成之一佈局視圖中之一形狀，各該些第一複數結構具有與該些第一複數結構中每一個其他結構的長度與寬度正交或平行之方向；以及印刷一具有一第二複數結構的第二層，每一該些第二複數結構各具有基本上由一印刷相容形狀所組成之一佈局視圖中之一形狀，每一該些第二複數結構具有與該些第二複數結構中每一個其他結構的長度與寬度、及該些第一複數結構中每一個結構的長度與寬度正交或平行之方向。如本文所述，印刷相容形狀具有數個不同幾何及圖樣中的任何一種。印刷之電子油墨可包含以預定、印刷相容圖樣在一基板上方沉積一或多種電子或絕緣前驅物(例如經摻雜或未摻雜之(聚)矽烷、(聚)鍍烷、(聚)矽鍍烷((Poly)silagermanes)、(環)矽烷、(環)鍍烷、(環)矽鍍烷、矽及/或鍍奈米粒子、經摻雜或未摻雜之介電質前驅物、及/或金屬鹽類、化合物、錯合物、或奈米粒子)。或者是，該第一或第二層電路特徵部係可藉由塗佈(例如旋塗、擠壓式塗佈、CVD、PVD 等)、光微影、以及等向性及/或異向性蝕刻技術而形成。此外，第一與第二層電路特徵部係可印在一或多個傳統上會形成(例如光微影方式所定義)之電路特徵部上方。

本文所述之本發明具體實施例提供了改良之佈局、整合這些佈局或以這些佈局為基礎之電子電路、以及印刷電子油墨以形成電子裝置中所使用之電子電路的方法。這些電路、佈局與方法促進了使用可印刷電子油墨之電子製造的發展，並減少或避免使用相對上較為浪費、昂貴、有害及/或耗時之傳統技術，例如覆層式沉積、圖樣化及/或蝕刻程序。電子油墨可應用來於各種基板上製造薄膜電晶體、電容器、二極體、互連結構、及

其積體電路，所述基板包括但不限於玻璃(例如石英、液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)玻璃)片材、箔片或板條、塑膠及/或金屬箔片、片材或平板、矽晶圓等，其所有都可進一步包括一或多個阻障層及/或平面化層體(例如聚醯亞胺或其他聚合物、矽及/或氧化鋁等)於其上。文中所述以電子油墨形成之電子元件的應用包括但不限於顯示器、射頻裝置、感測器、揮發性及非揮發性記憶體、光伏打電池、識別標籤及/或安全標籤、智慧卡等。參照較佳具體實施例之詳細說明即可清楚瞭解本發明之進一步效益與其他優勢。

【實施方式】

現將詳細參照本發明之各種具體實施例，其實例係說明於如附圖式中。本發明係結合示例性的具體實施例而說明，應知說明內容並非用於將本發明侷限為這些具體實施例。相反的，本發明係涵蓋了如附申請專利範圍中所定義之本發明精神與範疇內所含之替代例、修飾例與等效例。此外，在下述詳細說明中提出了各種特定細節以提供對本發明之通盤瞭解。然而，該領域之技藝人士應知本發明係可於這些特定細節以外實施。在其他實例中皆不會再詳細說明習知的方法、程序、組件與電路，以避免不必要地混淆本發明之態樣。此外，應知本文所述之變更例與結合例並非用於侷限本發明。具體而言，其所揭露之彼此不一致之變化例係可視需要而混合或搭配。

為便於及易於說明，用語「耦合至」、「連接至」以及「與…連通」是代表直接或間接的耦合、連接或連通，除非其另行明確指明。這些用語在本文中一般係交替使

用，但其係被定義為該領域所認同之意義。此外，亦交替使用「形狀」、「特徵」、「直線」、「結構」及/或其他這類用語，而使用一個此類用語一般將包括其他用語，儘管該用語之意義係從使用其之上下文可得知。同時，為便於且易於說明，係交替使用「部分」、「部份」以及「區域」，但這些用語一般也定義為其於該領域中所被認同的意義。用語「(半)導體」、「(半)傳導性」、「(半)導性」以及其文法上之等效用語是指傳導性及/或半傳導性之材料、前驅物、層結構、特徵、或其他物種或結構。

用語「矽烷」代表基本上含有、或由(1)矽及/或鍺，以及(2)氫所組成之化合物或化合物之混合物；用語「聚矽烷」是指主要含有至少 15 個矽及/或鍺原子之物種的化合物或化合物之混合物。用語「(聚)矽烷」代表矽烷、聚矽烷或兩者之化合物或化合物之混合物；這種(聚)矽烷物種(亦即矽烷及/或聚矽烷)係含有一或多個分枝、交鏈及/或環、及/或一定量之原子百分率的鹵素原子(例如氯)及/或鹵素等效物，其對於一特定應用之既定組成物的性質不具顯著不良影響。用語「(環)烷類」代表基本上由碳與氫組成之化合物或化合物之混合物，其可為線性、分枝及/或環狀。用語「(環)矽烷類」是指基本上由(1)矽及/或鍺、及(2)氫所組成的化合物或化合物之混合物，其含有一或多個環且低於 15 個矽及/或鍺原子。用語「雜(環)矽烷」是指基本上由(1)矽及/或鍺、(2)氫、及(3)一或多個摻質原子(例如 B、P、As 或 Sb)所組成之化合物或化合物之混合物，其可由傳統烴基、甲矽烷基、甲鍺烷基等取代基取代並含有一或多個環。為進一步釐清，在本發明中當使用括號來表示字首、字尾或複數形式(例如在字尾之「s」或「es」)時，括號內的項目係視

情況而定；舉例而言，(聚)矽烷在本發明中是指矽烷及/或聚矽烷(如上所述)。同時，結構或特徵部的一「主要表面」係為至少由該結構或特徵部之最大軸部分定義之表面(例如，當結構經磨圓且具有大於其厚度之半徑時，徑向表面(多個徑向表面)即為結構的主要表面；然而當結構是正方形、矩形或橢圓形時，結構的主要表面一般係由兩最大軸(通常是長度與寬度)所定義之表面)。除此之外，用語「經摻雜」是指材料係以習知摻質、以實質上可控制之劑量而加以摻雜(例如輕度摻雜、重度摻雜、或以其間之任何摻雜等級加以摻雜)。

在本發明中，用語「沉積」(及其文法上之變化例)係用於涵蓋所有形式之沉積，包括覆層沉積(例如 CVD 和 PVD)、塗佈、及印刷。在各種具體實施例中，塗佈包含旋塗、噴塗、狹縫式塗佈、擠壓式塗佈、液面彎曲式塗佈(meniscus coating)、浸漬塗佈(dip coating)、滑桿式塗佈、泵散佈、注射式散佈、及/或沾筆塗佈。在其他具體實施例中，印刷包含噴墨、凹版印刷、平版印刷、軟版印刷、氣體噴印、雷射轉印或局部雷射 CVD、雷射寫入、網印、狹縫擠出、模板印刷、鑄印、打點法及/或選擇性沾筆塗佈。一般而言，「塗佈」是指一種油墨或其他材料可沉積在實質上整個基板上之程序；而「印刷」一般是指一種油墨或其他材料以一預定圖樣選擇性沉積之程序。同時，除非另行指明，否則在上下文中所使用之用語「習知」、「固定」、「既定」、「某些」、以及「預定」通常是指一個數值、量值、參數、限制、條件、狀態、流程、程序、方法、實施方式、或前述之組合；而變數在理論上一般係經預先設定，且之後在使用中並不會改變。

以下將參照示範性的具體實施例而詳細說明本發明之各種態樣。

佈局範例

本發明之佈局係為提供特徵部之預定圖樣(例如直線、島狀物(island)、墊體(pad)、平板、層體、或薄膜電晶體、電容器、二極體、互連結構等中的其他結構)，其形狀及/或排列係與印刷電子油墨(例如含有一或多種導體、介電質、摻質、或經摻雜及/或未摻雜之半導體前驅物之油墨)相容。這些佈局係可使用於單獨以印刷所形成、或由傳統(光)微影圖樣化與印刷之組合所形成的電路中。因此，利用本發明之佈局所形成之電路具有傳統形成之電子結構與印刷之電子結構之組合。一般而言，本發明之佈局中的圖樣基本上是由水平或垂直對齊的特徵部(如第二圖所示)所組成，其於特徵部之間具有印刷相容(print-compatible)之間隔。在佈局中的特徵部排列大幅改良了實質上與佈局圖樣相符之印刷結構。

參照第二圖，本發明之佈局 100 可包括一第一層體 110，其包括在基板上、具預定圖樣之數個特徵部 112、114、116。該圖樣一般基本上是由一或多個印刷相容形狀所組成，例如矩形、直線、島狀物、墊體、正方形、圓形或橢圓形(例如一系列之(視需要而重複)之鉛直、水平、平行及/或垂直的矩形，其間具有預定間隔)。佈局 100 也包括一或多個特徵部群組 120、130、140，其具有印刷相容形狀、且以預定圖樣印刷於第一層體 110 中的各個特徵部 112、114、116 上方。在第二層體(包括群組 120、130 和 140)的預定圖樣中之各印刷相容形狀的幾何及/或方向一般為垂直或水平、及/或平行或垂直於

第二層體圖樣中與第一層體圖樣中的每一個特徵部。第一層體 110 中的特徵部係可由傳統光微影與蝕刻技術、或者是藉由本發明之印刷技術加以定義；然而，在第二層體中的特徵部係藉由印刷技術加以定義。因此，在印刷電路的第一與第二層體中、對應於具印刷相容形狀之特徵部的結構係藉由印刷電子油墨、或印刷電子油墨與傳統沉積和圖樣化(利用覆層沉積、光微影與蝕刻)之組合而形成。基本上，本發明之佈局方式可應用至電路的兩個以上之層體(例如三個以上之層體、四個以上之層體等)，但一般而言，在此佈局方式中最低層體以外的至少一層體會是由圖樣化所形成。

第一層體 110 之特徵部 112、114、116 具有可利用傳統沉積與圖樣化技術、或利用電子油墨之印刷技術而達到的任何維度(例如長度與寬度、直徑等)。舉例而言，特徵部 112、114、116 之寬度係介於約 0.01 至約 1000 μm 之範圍(例如 0.1 至 500 μm 、1 至 100 μm 、或本發明之任何其他範圍)，且其長度係介於約 0.1 至約 10,000 μm 之範圍(例如 1 至 5000 μm 、10 至 2000 μm 、或本發明之任何其他數值範圍)。舉例而言，第一層體中的結構(例如半導體島狀物)具有之長度係介於約 50 μm 至約 1000 μm 、寬度介於約 10 μm 至約 100 μm 。

本發明之佈局的印刷相容特徵部具有實質上固定之維度(例如矩形、正方形、圓形或直線)、或以角度或從中央之最小或最大維度(例如橢圓形)之弧度為函數而變化之維度。舉例而言，具有實質上固定維度之特徵部所具有之長度、寬度及/或直徑係以 0.001 至 100 μm (例如 0.1 至 50 μm 、1 至 25 μm 、或本發明中任何其他數值範圍)間、或 0.1 至 50%(例如 0.5 至 20%、1 至 10%、或

本發明中任何其他數值範圍)之範圍而改變。本發明之佈局包括了不同大小、不同類型(例如某些形狀為矩形，而其他形狀為圓形或正方形)之形狀，且每一個佈局具有任何數量的特徵部，其恰與根據應用設計規則所定義的佈局區域相配。在本發明之佈局中，特徵部寬度與長度、特徵部間間隔、以及特徵部配置(例如圖樣、設計規則等)可根據電路設計及/或利用此佈局所形成的電路之預定用途而加以變化。

佈局 100 中的個別特徵部實質上係以與產生對應結構之應用方法的解析度限制相容之任何最小距離而分隔。任何印刷層之特徵部因而大致分隔充足的距離以考量到印刷在下方層體之特徵部上的電子油墨的預期濕潤(散佈)。因此，間隔一般係足以避免在第一特徵部位位置中印刷之油墨之散佈，並避免其接觸在相同、或鄰近第一層結構上方之鄰近特徵部位位置中所印刷的油墨。在相鄰第一層體特徵部 112、114 與 116 之間的最小間隔係至少為 $1\mu\text{m}$ (例如 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 或大於 $1\mu\text{m}$ 的任何其他數值)。沿著第一層體中特徵部之相鄰第二層體特徵部間(例如在特徵部 112 上方之特徵部 122 與 124 之間)的最小間隔係等於或大於相鄰第一層體特徵部之間的最小間隔(例如約 $1\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 或大於 $1\mu\text{m}$ 的任何其他數值)，但在相鄰第一層體特徵部上方的相鄰第二層體特徵部間(例如分別在特徵部 112、114 上方之特徵部 122 與 132 之間)之最小間隔則小於相鄰第一層體特徵部之間的最小間隔(例如至少約 $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 或大於 $0.1\mu\text{m}$ 的任何其他數值)，其端視形成第二層之油墨的潤濕特性、下方第一層結構的表面形貌及/或表面能量而定。

在利用噴墨印刷器印刷電子油墨之具體實施例中，印刷器一般所具有之印刷器網格為最小維度單位，例如一點(dot)、或一畫素(pixel)。在第一層結構之間的特徵部間間隔應為噴墨印刷器的印刷網格之至少一個最小維度單位(例如直徑為 1 至 500 微米的點或畫素)。在某些具體實施例中，特徵部間間隔為印刷設備的兩個以上之最小維度單位。

在第一電路層包括傳統、以光微影技術定義之矩形或直線的具體實施例中，矩形或直線在其端部可包括一或多個墊體以形成接點及/或互連結構。該等墊體的寬度可大於其所附接之矩形或直線的寬度。在此一具體實施例中，墊體係與相鄰矩形或直線(或在相鄰矩形或直線之端部處的墊體)交錯或偏移。

在第二層(或任何後續之印刷層)中，與欲藉由印刷電子油墨組成物(例如經摻雜或未摻雜之半導體、介電質、摻質或導體油墨)所形成之印刷電子結構對應的特徵部係具有預定圖樣，且係印刷於下方層體上，並接著以輻射、加熱、固化及/或退火方式來處理印刷油墨以形成印刷之電子結構，如本發明所述者。其印刷方式包括噴墨、凹版、軟版、平版或網印印刷等(文中將進一步說明)。其電子油墨係介電質油墨、摻質油墨(例如更包含 P 型或 N 型摻質之介電質油墨)、經摻雜或未摻雜之半導體油墨、或金屬油墨。

形成印刷電路結構之方法範例

第三 A 圖係表示在一電子電路的第一層中包含平行矩形 210 及 215 的一佈局結構。在一具體實施例中，矩形 210 及 215 係表示要形成於一基板上的 MOS 電晶體的半導體島狀物。從矩形 210 及 215 所形成的半導體島

狀物可能具有 1 到 10,000 μm 範圍的長度(例如 25 到 5000 μm 、50 到 3000 μm 或任何其他範圍),以及 1 到 500 μm 範圍的寬度。儘管第三 A 圖只在該第一層包括兩個矩形 210 及 215,然而本發明具體實施例不當僅以這樣的設置為限。此一佈局結構的具體實施例包括一或多個圖樣,每一圖樣具有兩個或多個平行特徵部(例如第一特徵部子集具有兩個或多個平行矩形,而第二特徵部子集具有兩個或多個平行矩形,其與該第一特徵部子集正交或垂直)。

相鄰矩形 210 及 215 之間的距離係大約為 0.1 到 500 μm (例如 1 到 250 μm 、2 到 150 μm 或該數值內的任何其他範圍),以容納將印刷於其上的電路元件 220、222、224、226、230、232 及 234。一般來說,特徵部 210 及 215 之間的距離越遠,印刷油墨時,特徵部 210 及 215 之間的毛細現象效應越輕微。在噴墨印刷的應用上,因為當前噴墨印刷技術的限制,該間隔可能約 1 μm 這麼小(例如 10 μm 、20 μm 、50 μm 、100 μm 或至少 10 μm 的其他值)。然而,本發明並不侷限於這樣的範圍。關於網印、軟版印刷及其他技術,其最小的間隔值可以是約 1 μm ,或其他至少 1 μm 的任何值。這樣的間隔係適合用來印刷圓形、橢圓形、直線/矩形或電子油墨的其他形狀。

在第一層中,由矩形 210 及 215 所表示的結構之形成可以藉由覆層沉積(例如真空沉積方法,例如化學氣相沉積(Chemical Vapor Deposition, CVD)、電漿強化 CVD、低壓 CVD、原子層沉積(Atomic Layer Deposition, ALD)、濺鍍沉積、蒸鍍等或其他像噴塗、浸漬塗佈、刮刀塗佈、液面彎曲式塗佈、狹縫式塗佈、擠壓式塗佈、

沾筆塗佈、打點法、旋塗等之塗佈方法)，以形成電子材料層。該電子材料層可以由傳統的光微影及蝕刻(例如非等向性(乾式或電漿)蝕刻及/或等向性(濕式)蝕刻)圖樣化以形成對應矩形 210 及 215 的一組電路結構(例如直線或島狀物)。

然而，對應該特徵部 210 及 215 第一層的結構最好以在一基板上印刷一電子油墨的方式而形成。光微影蝕刻所定義的電路結構易具有較銳利的邊緣及角落，而且其大致上都是垂直的邊緣。在光顯影蝕刻定義的結構上所形成的電子功能層之沉積(由覆層沉積或印刷)可能會形成非均質性、不連續性或沉積層的間隔。以印刷液態油墨所形成的結構的形狀和輪廓可以由印刷製程條件的結合而控制在相當的程度。

為了將包含電子活性結構(例如半導體、介電質或導體結構)的前驅物之一油墨組成物印成其維度儘可能接近對應特徵部維度的印刷相容形狀，該印刷的油墨必須是固定住或「拴住的」。溶劑揮發時若沒有拴住液體的機制，該液體可能會消退直到其在表面上形成一或多個球狀液滴，或以一相對未受控制的態樣擴散，而不是形成具有一印刷相容形狀的結構。例如油墨黏度、油墨接觸角、溶劑揮發率、前驅物質質量負載、前驅物可溶性及基板表面能量等參數可以經過調整，以達成在印刷過程中可維持其形狀的印刷結構，且在印刷、乾燥及/或固化後具有一圓頂狀及/或平滑、圓形的截面輪廓。在很多情況中，該輪廓平滑地於 x 及 y(水平及垂直)維度中變化，以避免在表面形貌上有銳利的變化發生(詳參 2008 年 10 月 1 日、2008 年 5 月 2 日及 2007 年 8 月 21 日所申請的美國專利申請號 12/243,880、12/114,741(代理人編號

IDR1574、IDR1102 及 IDR0982)，這些相關的部分都列為本案參考文獻)。這舉允許了傳統光微影蝕刻定義的程序所無法輕易達成的裝置可信賴率。

例如，如果電路元件，像是閘極或金屬互連結構係沉積(例如透過印刷一電子油墨)於一傳統的、光微影蝕刻圖樣化的結構，漏電流所造成的電荷損失可能會發生於當重疊的電路元件碰到銳利邊緣或角落等一般會形成之結構處。該漏電流可以透過形成如本發明所揭露的具有一平滑及/或圓頂形狀的幾何形狀而避免。本發明的具體實施例包括閘極電極及其他圖樣化的特徵部，而這些特徵部並無跨接在銳利的變化區域或階段，或位於或位在通道(電晶體的情況下)或其他結構上。一般來說，本發明所揭露的半導體、介電質及導體結構之輪廓係允許不會遭遇到銳利階段的平滑變化，因此避免了在印刷過程中在這樣結構上進行油墨印刷的不連續性，因而達成了之後所印刷結構的完整階段覆蓋性。

本發明的印刷方法包括印刷一包含一或多個於一預定圖樣(例如一個包含一或多個印刷相容形狀，例如直線、正方形、矩形、圓形或橢圓形之圖樣)之電子前驅物的電子油墨組成物，以在一電路的一層中形成數個對應的特徵部(詳參 2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102))。本發明之結構也可以一預定、印刷相容形狀來沉積或印刷一包含一或多個摻質(例如 N 型及/或 P 型的摻質)及/或一或多個介電質或半導體前驅物的油墨組成物來形成。此電子油墨組成物可以利用該領域技術人士所熟知任何適合的沉積技術沉積於基板上。例如，該油墨係透過文中所述的塗佈或印刷方式進行沉積。文中所揭露印刷電子油墨組成

物的方法係最好包含以噴墨印刷、凹版印刷、網印、平版印刷、軟版印刷、注射散佈、打點法、模板印刷、鑄印、泵散佈、雷射轉印、局部雷射 CVD 及/或沾筆塗佈等方法將一包含一電子材料前驅物之油墨組成物形成於基板上，其中只有該基板的預定部分(通常是對應一印刷相容形狀)係由該組成物所覆蓋 (詳參 2007 年 8 月 3 日、2008 年 5 月 2 日、2008 年 10 月 1 日及 2009 年 7 月 24 日所申請的美國專利申請號 11/888,949、12/114,741、12/243,880 及 12/509,351(代理人編號 IDR0742、IDR1102、IDR1574 及 IDR0652)，這些相關的部分都列為本案參考文獻)。

該用於形成電路結構的油墨組成物通常包含(i)一或多個介電質、半導體或導體前驅物及(ii)一溶劑，其中可溶入該一或多個電子前驅物。該介電質、半導體或導體前驅物存在的量可能介於該電子油墨組成物 1 到 99 重量%(例如 1 到 40%、5 到 25%或其他任何介於該範圍之數值)。該電子油墨成分可以進一步包含一或多個摻質來源，通常(但不限定於)係基本上由一或多個傳統的半導體摻雜原子(例如 B、P、As 或 Sb)所構成。該所述一或多個摻質來源可以是該組成物的 0.00001 到大約 30 wt.%(或任何該範圍內的其他數值，像是 0.001 到大約 10 wt.%)的程度。該介電質、半導體或導體前驅物存在的量通常係可提供大約 2 到 100,000 cP(或任何該範圍內的其他數值，像是 2 到大約 100 cP、4 到大約 50 cP、4 到大約 25 cP)的黏度。該組成物更包含一或多個傳統添加物(例如 0.01 到 10 wt%的微量，或其他任何該範圍內的數值)，像是一表面張力消除劑、潤溼劑、界面活性劑、黏合劑、增稠劑、光啟始劑等。這些添加劑可以幫助調整

黏度、表面張力、溼度及/或油墨的其他特性以促使油墨被固定或“拴在”基板上(詳參 2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102)，該文獻相關的部分都列為本案參考文獻)。在該電子油墨內的前驅物及其他選擇性的組成物的量可以經過調整以相容於一所選的沉積方法(例如噴墨印刷、網印等)。

該電子油墨可以是一半導體油墨組成物，包含一或多個半導體前驅物。在一具體實施例中，該半導體前驅物包括一 IVA 族元素的前驅物(較佳者係 Si 及/或 Ge)，像是一直鏈、分支、交聯、環狀或多環狀的(聚)矽烷、(聚)鍍烷、(聚)鍍矽烷或(聚)矽鍍烷(這裡將統稱為(聚)矽烷類)及/或矽及/或鍍奈米粒子(詳參 2003 年 7 月 8 日所申請的美國專利申請號 10/616,147(代理人編號 KOV-004)、2004 年 2 月 27 日所申請的美國專利申請號 10/789,317(代理人編號 IDR0020)、2004 年 9 月 24 日所申請的美國專利申請號 10/949,013(代理人編號 IDR0302)、2006 年 10 月 5 日所申請的美國專利申請號 11/543,414(代理人編號 KOV-026)、2007 年 10 月 4 日所申請的美國專利申請號 11/867,587(代理人編號 IDR0884)以及 2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102)，這些相關部分都列為本案的參考資料)。這樣的前驅物對於製作非晶性氫化、微結晶性及/或多晶體半導體薄膜是很有用的。

或者，本發明的油墨組成物可以是導電性的油墨，包含一或多個金屬前驅物，例如(有機)金屬化合物、錯合物及/或叢集，一或多個金屬奈米粒子及其組合等。例如，(有機)金屬化合物、錯合物、叢集及奈米粒子係包括習知的化合物、錯合物、叢集及/或金屬的奈米粒子，

例如鋁、鈦、鋯、鉛、釩、鈮、鉭、鉻、鉬、鎢、鎂、銻、鐵、鈮、錳、鈷、鎳、鉍、鉑、銅、銀、金、鋅、鎘、鎳、銻、鉍、鉑、錫、鉛及鉍，其中以鋁、鈦、鉛、鉭、鉬、鎢、鈷、鎳、鉍、鉑、銅、銀及金尤佳(詳參美國專利 7,294,449 及 2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102)及 2009 年 7 月 24 日所申請的美國專利申請號 12/509,351(代理人編號 IDR0652)，這些相關部分都列為本案的參考資料)。

本發明之油墨組成物可以包含一或多個介電質前驅物及/或摻質(例如包含一或多個 n 型或 p 型摻質)，其可能對於半導體結構(例如矽線或島狀物等)的摻雜模式是有用的。所述介電質及/或摻質油墨組成物可以包含一或多個介電質前驅物，例如分子、有機分子、多分子及/或二氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、鋁酸鹽、鈦酸鹽、鈦矽酸鹽、氧化鋯、氧化鉛、氧化銻等奈米粒子源，其能夠形成一(摻雜的)介電質膜層(詳參 2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102)，這些相關部分都列為本案的參考文獻)。例如，該介電質前驅物可以包含一矽酸鹽化合物，其包含矽及氧、以及視需要包含一或多個摻雜原子來源，例如含有 B、P、As 及/或 Sb 的化合物。或者，該介電質前驅物可以包含一化合物，其在發生聚合或沉澱時會形成矽酸鹽介電材料，例如半矽氧烷、矽氧烷、矽氮烷、氧化的矽烷，例如環狀的 $-(O-SiH_2)_5$ 等。或者是，該介電質前驅物可以包含其他有效的介電材料來源，例如氧化後的鍍烷、一鋁酸鹽來源(例如 Al_2O_3 的來源，像是三甲氧基鋁或三乙氧基鋁)、一鈦酸鹽來源(例如 TiO_2 的來源，像是四甲氧基鈦或四乙氧基鈦等)、一鋁矽酸鹽來

源、一鈦矽酸鹽來源、一鍍酸鹽來源(例如 GeO_2 的來源，像是四甲氧鍍或四乙氧鍍等)、氧化鉛、氧化鋅、氧化銻等。這樣的前驅物可以包含有機取代基，例如烷基、烷氧基、烷胺基、芳基及/或芳氧基等。介電質前驅物甚可進一步包括可氧化的前驅物，例如矽烷、鍍烷、鍍矽烷或矽、鍍、金屬等奈米粒子，例如鋁、銻、鈦、鉛、鋅等，及/或氧化物、氮化物及/或氮氧化物之類的元素及/或金屬。適合的矽烷、鍍烷及鍍矽烷(以及其製備方法)係描述於 2003 年 7 月 8 日所申請的美國專利申請號 10/616,147(代理人編號 KOV-004)、2004 年 2 月 27 日所申請的美國專利申請號 10/789,317(代理人編號 IDR0020)、2004 年 9 月 24 日所申請的美國專利申請號 10/949,013(代理人編號 IDR0302)以及 2007 年 10 月 4 日所申請的美國專利申請號 11/867,587(代理人編號 IDR0884)，這些相關部分都列為本案的參考文獻。

在本發明之油墨組成物中的溶劑可以為對該油墨組成物提供相對高度穩定性的一種溶劑，以提供有利的黏度及揮發度(例如足夠避免印刷噴嘴在噴墨印刷情況下阻塞，允許該印刷或塗佈的油墨在相對低溫及相對短的時效下乾燥及/或通常可容易及/或完全地從該組成物中移除；詳參 2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102)及 2009 年 7 月 24 日所申請的美國專利申請號 12/509,351(代理人編號 IDR0652)，該文獻相關的部分都列為本案參考文獻。)例如，在該油墨以 $30-90^\circ\text{C}$ 的溫度印刷到該平台上，以及緊接在 30 到 200°C (最好在等於或高於平台的溫度值)的溫度下加熱 5 到 90 分鐘後(視需求可在真空狀態下)，該溶劑最好大致上能完全被移除。該溶劑在該油墨組成

物中可以維持重量百分比 0 到 99%(例如 10 到 95%、50 到 90%或其他該範圍內的任何數值)的比例。或者，該溶劑可以一體積或體積比加入，其足夠配製一適用於網印的油墨或糊狀物(例如具有範圍約 10,000 cP 到 100,000cP 黏度值的糊狀物)，或配製一適用於凹版印刷(例如具有範圍約 20 cP 到 200cP 黏度值的油墨)之油墨。

一般來說，一電性功能層或絕緣層可以透過在一基板或一具有預定印刷相容形狀、預先存在的電路結構之圖樣上印上一層電子油墨組成物(例如包含一或多個摻雜或未摻雜的半導體、導體或介電質前驅物，以及一溶劑或溶劑混合物以及視需要的一或多個其他這裡所述添加物)而形成，，且在印刷該電子油墨於該(完成的)結構上後該印刷的電子油墨可以進行製程(例如輻射、加熱、固化及/或退火等)，以形成大致與佈局中的圖樣相符的印刷結構。在不同的具體實施例中，該油墨組成物係同時及/或先後的經過輻射(例如以可見光、紫光外、紅外光及/或光化輻射)，並視需求在印刷期間及/或之後進行加熱，因而以乾燥、寡聚合、聚合及/或固定或「拴住」的方式將所沉積的油墨組成物形成於該基板上。該方法進一步包含加熱及/或固化該經過印刷、輻射的油墨以進一步聚合該前驅物及/或形成一圖樣化的、具電性功能的層結構。因此，該具有印刷相容形狀的電路結構係可藉由沉積(例如印刷或塗佈)一電子油墨組成物、輻射及/或加熱該油墨、以及固化該油墨以在該基板上(其本身包含具有印刷相容形狀的結構)形成對應該佈局特徵部的結構之方式來製作。

文中所描述的電路可以形成於任何適當的基板上。該基板一般來說係包含一力學支撐結構，其可能是

電性上是惰性或活潑的，且可能包括一或多個預定的物理、電性及/或光學性質。適當的電惰性或不活潑的基板可以包含一玻璃或其他陶瓷板、碟、薄片或片條(例如包含顯示類型的玻璃、石英、非晶質二氧化矽等)，一介電質及/或塑膠片或碟(例如一透明塑膠，像是一聚碳酸酯片、聚醯亞胺或聚乙烯片等)，及其層狀的變化物等。或者是，適當的導電基板可能包含一半導體晶圓或碟片(例如矽晶圓)、一金屬碟、薄膜、片、厚板或箔片等。前述的任一種基板可能包括一或多個緩衝器、保護層、平坦層、力學支撐層及/或絕緣層等。例如，緩衝層、平坦層及/或絕緣層可以包含聚醯亞胺或其他聚合物層或片、二氧化矽及/或氧化鋁等。適合的基板係詳細描述於 2007 年 8 月 3 日所申請的待審美國專利申請號 11/888,949(代理人編號 IDR0742)、2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102)、2008 年 10 月 1 日所申請的美國專利申請號 12/243,880(代理人編號 IDR1574)以及 2009 年 7 月 24 日所申請的美國專利申請號 12/509,351(代理人編號 IDR0652)，該等文獻相關的部分都列為本案參考文獻。在其他具體實施例中，該基板可以利用其他化合物進行處理，以調整及改善該基板表面上之油墨組成物的表現。由油墨印刷於基板上所形成之電路特徵部的輪廓及維度可以透過調整基板表面能量來控制與改善，以優化基板與印刷油墨間的接觸角(例如從 0 度到 15 度)。這樣的接觸角可以用來微調該特徵部或線寬度，詳參 2008 年 5 月 2 日所申請的美國專利申請號 12/114,741(代理人編號 IDR1102)，該等文獻相關的部分都列為本案參考文獻。

第三 B 圖的佈局表示出一第二層結構，其包含一第

一組特徵部 220、222、224 及 226 以及一第二組特徵部 230、232 及 234。該第一組特徵部的個別特徵部 220、222、224 及 226 每一個係以與該第一層的特徵部 210 正交或平行的方向來形成。同樣的，該第二組特徵部的個別特徵部 230、232 及 234 每一個係以與該第一層的特徵部 215 正交或平行的方向來形成。該特徵部具有相容於該電子油墨印刷技術的形狀和維度。在該第二層的特徵部之長度與寬度可以是 1 到 10,000 μm (較佳者係 5 到 5000 μm 、10 到 2500 μm 或任何該範圍內的其他數值)。在一實例中，特徵部 220、222、224 及 226 係對應於一電極結構，其具有一寬度(如第三 B 圖中所示的水平維度)介於約 0.01 到 500 μm 之間(例如 1 到 200 μm 、10 到 100 μm 或該範圍內的其他數值)，以及一長度(如第三 B 圖中所示垂直維度)介於約 1 到 5000 μm 之間(例如 10 到 2500 μm 、50 到 1000 μm 或該範圍內的其他數值)。此外，該特徵部 230、232 及 234 可以對應提供絕緣功能的結構，其中特徵部 230、232 及 234 具有一寬度及/或長度足夠使得下面的半導體結構之一部分(例如對應矩形 210 及 215 部分)維持在大致上未經摻雜的狀態，因而使對應該特徵部 230、232 及 234 一側上的矩形 210 之一結構區域與對應該特徵部 230、232 及 234 另一對側上的矩形 215 之一結構區域絕緣。在這樣的具體實施例中，對應該特徵部 230、232 及 234 的結構不是未與任何其他導體結構電性連接，就是他們會電性連接到一可永久關閉任何可能形成在下層結構的電晶體之電位(例如對應該矩形 210 或 215)。

在第二層中的一組特徵部的特徵部之間以及在該第一組特徵部之結構及該第二組特徵部之結構之間的

間隔必須是與印刷製程相容的，也就是其必須足夠避免印刷結構在透過印刷電性油墨形成電路的過程中發生重疊或短路的情況。位在相鄰的第一層特徵部(例如矩形 210 及 215)上方的相鄰兩第二層特徵部(例如特徵部 220 及 230)之間的最小間隔可以是約 0.1 到 100 μm (例如 1 到 80 μm 、2 到 50 μm 或其他至少大約 0.1 μm 以上的距離)。在藉由使用噴墨印刷來印刷電子油墨所形成之結構的具體實施例中，最小的特徵部間間隔係至少為一或兩個最小維度單位(例如點或畫素，每一個都具有一大約相當於 20 到 100 μm 的直徑，而在其中一實例中該直徑約為 30 μm)。

第三 B 圖中所示佈局係包括第一層與第二層的特徵部，該佈局係可容納要形成在該電路的第一及第二層上的額外印刷層。請參照第三 C 圖，該佈局在第一及第二層上包括一或多個額外的層結構，這些額外的層係由這裡所述電子油墨印刷技術所形成。例如，第三 C 圖係繪示出一包括第一特徵部 240 及與其平行之第二特徵部 245 的一第三佈局實施例。該第一特徵部 240 最好能完全地重疊於該第一佈局的特徵部 210 及該第二佈局的特徵部 220、222 及 230，而該第二特徵部 245 係完全重疊於該第一佈局的第二特徵部 215 及該第二佈局的特徵部 224、226、232 及 234。在本具體實施例中，第三佈局的特徵部 240 與 245 係分別對應該第一與第二摻雜的介電質。該第一與第二摻雜的介電質可以包含相同的摻質或具有相同或不同類型及/或傳導性的不同摻質。或者是，該第三層可以包含一中間介電層或其他電路層(例如一金屬層以形成一金屬矽化物閘)形成於該第三 B 圖的第一與第二層上。

請參閱第四圖，在摻質從經摻雜的介電質 240/245 擴散進入與第三 A 圖至第三 B 圖所示特徵部 210 和 215 對應的下方結構之後，摻質會經活化(例如藉由雷射輻射能或熱能)以形成各種 MOS 電晶體。舉例而言，當經摻雜之介電質 240 具有第一摻質類型(例如 N 型)時而經摻雜介電質 245 具有一第二、互補之摻質類型(例如 P 型)時，係會形成具有第一傳導類型之源極/汲極終端 350S、350D、352S 與 352D 以及具有與源極/汲極終端 350S、350D、352S 與 352D 不同之第二傳導類型之源極/汲極終端 354S、354D、356S 與 356D。如第四圖所示，其形成了四個薄膜 CMOS 電晶體。

印刷電路範例

上述之印刷電路包括第一電路結構層，其係形成在基板上，且其係藉由以一預定圖樣在基板上印刷一電子油墨、或藉由傳統沉積、光微影、以及等向性/異向性蝕刻技術而形成。如上所述，該第一電路結構層具有印刷相容形狀之預定圖樣，且其間具有預定的間隔。該第一電路結構層包含半導體、導體、及/或介電質材料。在各種具體實施例，第一電路結構層包含在文中所述基板上方之一半導體層(例如矽、鍺、砷化鎵(GaAs)、硫化鋅(ZnS)、硒化鎘(CdSe)、碳化矽(SiC)、金屬氧化物等)或一傳導層(例如金屬層)。

第一層中的結構具有一或多個印刷相容形狀，且各印刷相容形狀可為相同或不同。第一電路層之結構包含直線或矩形的半導體材料，例如經摻雜或未摻雜之非晶矽(其係經氫化)、微晶矽、多晶矽、鍺、砷化鎵、其他化合物半導體(例如 InP、ZnS、CdSe 等)、金屬硫化物半

導體(例如 CdTe、CdSeTe、ZnSe、ZnS 等)、或其組合。或者是，第一電路層可包含直線或矩形的傳導性材料，所述傳導性材料包含鋁、鈦、銦、鉛、釩、鈮、鉭、鉻、鉬、鎢、錳、銻、鐵、鈮、銻、鈷、銻、銻、鎳、鈮、鉍、鉍、銅、銀、金、鋅、鎘、鎳、銻、鉍、錫、鉛、鉍、或其合金或組合。在示範的具體實施例中，該傳導性材料包含鋁、鈦、鉛、鉭、鉬、鎢、鈷、鎳、鈮、鉍、銅、銀、金、或其合金或組合。第一電路層也包含呈矩形、正方形、橢圓形或圓形的經摻雜或未摻雜之介電質材料(見本文中其他部分所述之介電質材料實例)。

在示範的具體實施例中，係藉由在基板上印刷電子油墨而形成電路。形成電路結構的方法會產生一種具有比傳統技術所形成之結構(例如介於 1 至 10,000 μm 之範圍、10 至 5000 μm 之範圍、或本文中任何其他範圍的數值)更大維度之結構，且其具有圓頂形之截面輪廓(參見如美國專利申請號第 12/114,741 號(2008 年 5 月 2 日申請，代理人編號為 IDR1102)與第 12/243,880 號(2008 年 10 月 1 日申請，代理人編號 IDR1574)、以及第 12/509,351 號(2009 年 7 月 24 日申請，代理人編號 IDR0652)，其相關內容係藉由引用形式而併入本文)。當印刷結構具有圓頂形之截面輪廓時，其同時具有磨圓之端部(因此實質上為橢圓形)，即使其對應的佈局特徵部具有矩形之形狀。

本發明之電路並不限於 2 或 3 層，且可包括多達 10、12 或更多層，如同一般的積體電路。為求說明簡易清晰，本文所提供的實例限定的層數較少。舉例而言，特定的積體電路(Integrated Circuit, IC)可包括其他層體，例如與上述半導體島狀物層類似、且適合作為電路元件中之結構(像是例如電容器、二極體、電晶體等)的

平行半導體直線/矩形層；一中間絕緣層(例如包含一旋塗介電質、印刷介電質、CVD 沉積之介電質等)；及/或一或多組交替的平行導體直線/矩形層和中間絕緣層(其中通常具有複數個接觸孔洞，其暴露出部分的下方(半)導體結構)，其類似於上述之導體層與介電層，且適合作為薄膜電路中的互連結構及/或接觸結構。這些其他層體可藉由印刷(如本發明所述)或藉由覆層沉積、光微影及蝕刻等方式形成。第三 A 圖至第三 C 圖中所示形成於電路層上的結構一般係經由中間絕緣層中的導電性接觸通孔而連接至第三 A 圖至第三 C 圖中的任何(半)導體層。

第五圖說明了用於唯讀記憶體電路(例如 ROM)之電路設計 400，其整合了(光)微影蝕刻所定義之結構與印刷結構。此具體實施例包括光微影蝕刻所定義之結構 410a-c、415a-c、412a-c 和 417a-c，其代表傳統上會形成之墊體結構，且具有印刷相容之形狀(例如正方形)。結構 410a-c 和 415a-c、以及結構 412a-c 和 417a-c 係排列為相鄰對(例如 410a 和 415a)。在一替代具體實施例中，結構 410a-c、415a-c、412a-c 和 417a-c 為印刷結構，其具有不同的印刷相容形狀(例如矩形或圓形)。成對的相鄰結構(例如結構 410a 與 415a)係彼此分隔一段距離，該距離使相鄰的結構電性隔離(例如介於 0.01 至 100 μm 、0.1 至 50 μm 、1 至 20 μm 、或本文所述之其他任何範圍的數值)。在第五圖所示之具體實施例中，電路 400 係設計為使得電子油墨可印刷在指定的相鄰結構對上(例如結構 410a 和 415a、或結構 432b 和 437b)，以形成覆蓋並因此電性接觸相鄰結構之結構 420、422。

在確定印刷的對準與解析度限制下，記憶體陣列佈

局的節距與大小一般係受限於結構，其需大到足以容許電子油墨印刷技術的解析度和對準限制。因此，相鄰的結構 410a-c、415a-c、412a-c 和 417a-c 必須夠大以容納形成於其上且電性連接相鄰結構之印刷結構的整體面積。因此，結構 410a-c、415a-c、412a-c 和 417a-c 具有之寬度與長度的範圍係介於約 0.1 至 500 μm (例如 1 至 250 μm 、15 至 150 μm 、或本文所述之任何其他範圍的數值)、或介於此範圍之直徑(當結構 410a-c、415a-c、412a-c 和 417a-c 為圓形時)。

第五圖之電路設計/佈局係與記憶體電路相容，其中印刷之電子油墨係用以編程記憶體電路。舉例而言，第五圖代表一預編程之記憶體陣列，其中編程係藉由選擇性地將電子油墨印刷在相鄰的結構對上方而完成。舉例而言，選擇性地在位置 420 與 422 處印刷銀油墨，以使第五圖中結構 410a-415a 和 412b-417b 所定義的開放電路短接。電子結構 420 係電性連接相鄰結構 410a 和 415a，其與電晶體 430a(由光微影與蝕刻所形成)、字元線 442 和位元線 452(兩者可由[i]光微影與蝕刻、或[ii]印刷所形成)共同代表欲編程之位元(例如編程為二進位之狀態「0」)，而留下未編程之位元(例如相鄰結構 410b 與 415b)，其未經調整(例如為二進位之狀態「1」)且其上方不含印刷結構。

記憶體陣列 400 中的結構大小會在具體實施例中產生明顯的可用空間，其包括在可編程結構 410a-c、412a-c、415a-c、417a-c 下方、解析度相對較高之電路結構與單元(例如電晶體 430a-c 和 432a-c)。藉由利用較高解析度電路之間的空間來遮蔽其他電路(例如列驅動器電路方塊 440、位元線感測電路方塊 450、以及列與

行解碼器)，即可節省空間並繼續使用低解析度之印刷來編程記憶體。因此，在某些具體實施例中，電路設計可包括具有印刷相容形狀之複數層體、以及一或多個傳統層體(例如具有由光微影及/或電腦輔助設計軟體所定義之形狀)。同樣地，本發明方法可包含印刷具印刷相容形狀之複數層體、以及藉由傳統製程(例如光微影圖樣化、顯影與蝕刻)來形成一或多層其他層體。

軟體、電腦可讀取式媒體與電子呈現方式範例

本發明也包括演算法、電腦程式及/或軟體，其可於配備有傳統數位訊號處理器之通用電腦或工作站中實施及/或執行，其係配置以設計電路中的一或多個結構層。因此，本發明之進一步態樣係關於用於在電路佈局中放置結構的方法與軟體。舉例而言，本發明係進一步關於一電腦程式或含有一組指令之電腦可讀取式媒體，其在由適當處理裝置(例如訊號處理裝置，像是微控制器、微處理器或 DSP 裝置)執行時，係配置以產生如前述說明之佈局。

舉例而言，這些指令係包括一或多個指令，以將與第一結構組對應之第一複數特徵部放置在第一電路層中，該每一第一複數特徵部實質上係獨立由第一印刷相容形狀所組成，其方向與該第一複數特徵部中每一個其他特徵部的方向正交或平行；其一般根據一組設計規則(例如包括最小寬度、最小及/或最大長度、最小特徵部間間隔、厚度、截面曲率或接觸角、印刷器的最小網格尺寸等規則)而定。在某些具體實施例中，第一層係由與印刷結構對應的特徵部所組成。這些指令係進一步包括一或多個指令以將對應一組印刷結構之第二複數特徵

部放置在印刷電路的第二層中，該每一第二複數特徵部係實質上獨立由第二印刷相容形狀所組成，其方向係與該第二複數特徵部中每一個其他特徵部的方向正交或平行、以及與第一複數特徵部中每一個特徵部的方向正交或平行。該第二複數特徵部一般係根據一組設計規則而放置，其一般描述了相同的參數(結構之最小及/或最大尺寸、最小特徵部間間隔等)，但具有與第一複數特徵部之設計規則不同的數值。如本發明所述，印刷相容形狀係可選自由矩形、正方形、直線、圓形與橢圓形所組成之群組。

電腦程式係可位在任何種類的可讀取式媒體上，且電腦可讀取式媒體包含任何的實體媒介，其可由一配置來讀取該媒體之處理裝置所讀取，例如軟碟、CD-ROM、磁帶或硬碟機。該編碼包含物件碼、來源碼及/或二進位碼，並執行其上或其中所儲存之編碼。

電路佈局的程式或電子呈現方式亦可配置來透過適當的媒介傳輸，例如銅線、傳統雙絞線、傳統網路線、傳統光學資料傳輸線、或甚至是供無線訊號傳輸之空氣或真空(例如外部空間)。實施本發明之電路佈局程式或電子呈現方式之編碼可為數位式，且其一般係配置來由一傳統數位資料處理器(例如微處理器、微控制器、或如可編程閘極陣列、可編程邏輯電路/裝置、或專用(積體)電路等之邏輯電路)加以處理。

結論/概要

本發明之具體實施例係關於電路佈局，其與藉由印刷電子油墨之電路形成方法及藉由印刷而形成之電路元件相容。本發明之其他具體實施例係關於電子電路，

其包括利用這些佈局(且其係藉由印刷電子油墨而形成)所形成之電路元件。根據本發明，各種半導體、導體、介電質與摻質(電子)油墨都可印刷在各種基板上。利用傳統佈局來印刷這些電子油墨之技術是困難的，因為這些特徵部一般無法以光微影所能達到的最小尺寸來印刷，且以不規則幾何及/或佈局所印刷之油墨會因液態相之物理現象(例如因散佈、沿著下方表面形貌之毛細作用、因表面張力效應而起珠等而偏移的理想/目標圖樣)而受到不良影響。利用印刷相容電路佈局與電子油墨(而非相對較浪費、昂貴及/或耗時之傳統(光)微影技術)之電子製造的發展使得電子裝置的製造更有效率及/或較不昂貴。

本發明之前述具體實施例係為說明與描述而提出，其皆非用於排除或限制本發明所揭露之精確形式，且顯然鑑於前述教示係可進行許多的修飾例與變化例。所選擇與說明之具體實施例係為更進一步解釋本發明之原理及其實施應用，以使該領域技術人士可利用本發明與各種具體實施例和各種修飾例以適於特定用途。應知本發明之範疇係由如附申請專利範圍與其等效範圍所界定。

【圖式簡單說明】

第一圖說明一傳統佈局的上下視圖，其具有多邊形及/或不規則形狀之圖樣。

第二圖係根據本發明一具體實施例，說明用於印刷電子電路之佈局範例的上下視圖。

第三A圖至第三C圖係根據文中所述本發明另一具體實施例，說明用於印刷電子電路之佈局範例的上下視圖。

第四圖係根據本發明一具體實施例，說明用於產生印刷之 MOS 薄膜電晶體的佈局範例之上下視圖。

第五圖說明用於編程 ROM 單元之佈局範例的上下視圖，其藉由在基板上以一圖樣印刷出一導體層而進行，該基板中最上方之電性結構層具有印刷相容形狀。

【主要元件符號說明】

10	佈局
11~16	島狀物
21~28	閘極
100	佈局
110	第一層體
112/114/116	特徵部
120	特徵部群組
122/126/132/136/142	特徵部
124/128/134/144/148	特徵部
210/215	特徵部(矩形)
220/222/224/226	特徵部(電路元件)
230/232/234	特徵部
240/245	特徵部(介電質)
320/322/324/326	特徵部
330/332/334	特徵部
350D/352D/354D/356D	汲極終端
350S/352S/354S/356S	源極終端
400	電路
410a/410b/410c	結構
412a/412b/412c	結構
415a/415b/415c	結構
417a/417b/417c	結構

420/422	結構
430a/430b/430c	電晶體
432a/432b/432c	電晶體
440/450	電路方塊
442/444	字元線
452/454/456	位元線

七、申請專利範圍：

1. 一種印刷電路之佈局，包含：

該印刷電路之一第一層之一第一佈局，該第一佈局基本上是由與該印刷電路中的一組第一結構對應之一第一複數特徵部所組成，每一該些第一複數特徵部基本上係獨立由一第一印刷相容形狀所組成，該第一印刷相容形狀具有與該些第一複數特徵部中每一個其他特徵部的方向正交或平行之方向；以及

該印刷電路之一第二印刷層之一第二佈局，該第二佈局基本上是由與該印刷電路中一組印刷結構對應的一第二複數特徵部所組成，每一該些第二複數特徵部基本上係獨立由一第二印刷相容形狀所組成，該第二印刷相容形狀具有與該些第二複數特徵部之每一個其他特徵部的方向正交或平行、以及與該些第一複數特徵部中每一個特徵部的方向正交或平行之方向；

其中：

該些第二複數特徵部中的第一子集係跨接該些第一複數特徵部中的第一子集，且覆蓋鄰接至該些第一複數特徵部中的第一子集之相對邊緣的基板之部分，以及

該些第二複數特徵部中的第二子集係跨接該些第一複數特徵部中的第二子集，且覆蓋鄰接至該些第一複數特徵部中的第二子集之相對邊緣的基板之部分。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之佈局，其中每一該第一與第二印刷相容形狀係獨立選自由矩形、正方形、直

線、圓形與橢圓形所組成之群組。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之佈局，其中每一該些第一複數特徵部具有一第一最小長度與一第一最小寬度，且每一該些第二複數特徵部具有分別等於或大於該第一最小長度與該第一最小寬度之一第二最小長度與一第二最小寬度，該些第一複數特徵部具有一第一最小特徵部間間隔，且該些第二複數特徵部具有等於或大於該第一特徵部間間隔之一第二特徵部間間隔。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之佈局，其中每一該第一最小長度、該第一最小寬度、該第一特徵部間間隔、該第二最小長度、該第二最小寬度與該第二特徵部間間隔係與一印刷器網格相關。
5. 一種印刷電路，包含：

一第一層覆蓋一基板，其基本上由一第一複數結構所組成，每一該第一複數結構具有基本上由一第一印刷相容形狀所組成之一佈局視圖中之一形狀，每一該些第一複數結構具有與該些第一複數結構中每一個其他結構的方向正交或平行之方向；以及

一第二印刷層，其基本上由一第二複數結構所組成，每一該些第二複數結構具有基本上由一第二印刷相容形狀所組成之一佈局視圖中之一形狀，每一該些第二複數結構具有與該些第二複數結構中每一個其他結構的方向、及該些第一複數結構中每一個結構的方向正交或平行之方向；

其中：

該些第二複數結構中的第一子集係跨接與該些第一複數結構中的第一子集，且覆蓋鄰接至該些第一

複數結構中的第一子集之相對邊緣的基板之部分，以及

該些第二複數結構中的第二子集係跨接該些第一複數結構中的第二子集，且覆蓋鄰接至該些第一複數結構中的第二子集之相對邊緣的基板之部分。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之印刷電路，其中每一該第一與第二印刷相容形狀係獨立選自由矩形、正方形、直線、圓形與橢圓形所組成之群組。
7. 如申請專利範圍第 5 項所述之印刷電路，其中每一該些第一複數結構具有一第一最小長度與一第一最小寬度；該些第一複數結構具有一第一最小結構間隔；每一該些第二複數結構具有分別等於或大於該第一最小長度與該第一最小寬度之一第二最小長度與一第二最小寬度；且該些第二複數結構具有等於或大於該第一結構間隔之一第二結構間隔。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之印刷電路，其中每一該第一最小長度、該第一最小寬度、該第一特徵部間隔、該第二最小長度、該第二最小寬度與該第二特徵部間隔係與一印刷器網格相關。
9. 如申請專利範圍第 5 項所述之印刷電路，其中該第一組結構包含元素矽及/或鍺，且該第二組結構包含一 IVA 族矽及/或鍺元素及/或一金屬。
10. 一種用於在一積體電路中印刷一或多層之方法，包含：

形成一第一層，該第一層基本上由一第一複數結構所組成，每一該第一複數結構具有基本上由一第一印刷相容形狀所組成之一佈局視圖中之一形狀，每一該些第一複數結構具有與該些第一複數結構中每一

個其他結構的方向正交或平行之方向；以及

印刷一第二層，該第二層基本上由一第二複數結構所組成，每一該些第二複數結構具有基本上由一第二印刷相容形狀所組成之一佈局視圖中之一形狀，每一該些第二複數結構具有與該些第二複數結構中每一個其他結構的方向、及與該些第一複數結構中每一個結構的方向正交或平行之方向；

其中：

該些第二複數結構中的第一子集係跨接與該些第一複數結構中的第一子集，且覆蓋鄰接至該些第一複數結構中的第一子集之相對邊緣的基板之部分，以及

該些第二複數結構中的第二子集係跨接該些第一複數結構中的第二子集，且覆蓋鄰接至該些第一複數結構中的第二子集之相對邊緣的基板之部分。

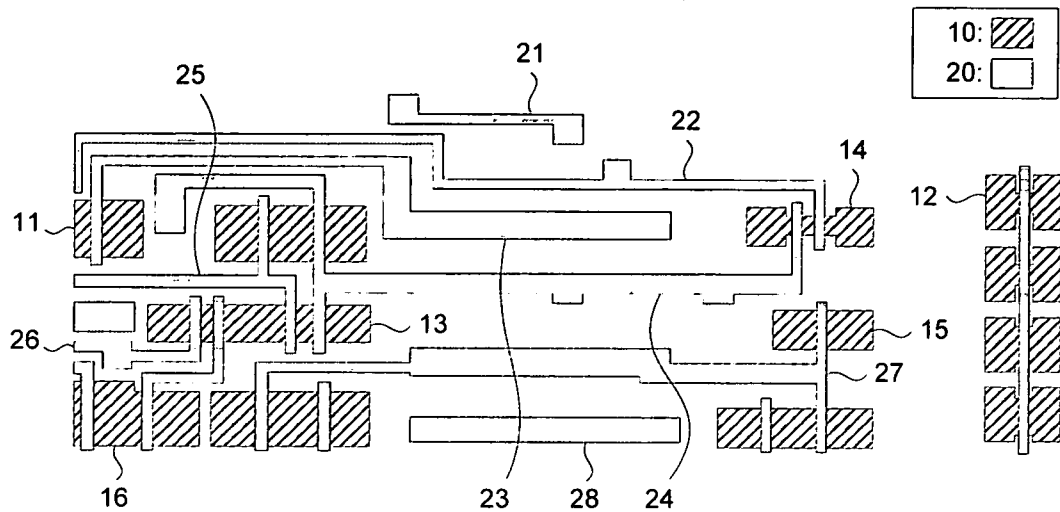
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中每一該第一與第二印刷相容形狀係獨立選自由矩形、正方形、直線、圓形與橢圓形所組成之群組。
12. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中每一該些第一複數結構具有一第一最小長度與一第一最小寬度；該些第一複數結構具有一第一最小結構間隔；每一該些第二複數結構具有一第二最小長度與一第二最小寬度；該第二複數結構具有一第二結構間隔；該第二最小長度與該第二最小寬度分別大於或等於該第一最小長度與該第一最小寬度；且該第二結構間隔等於或大於該第一結構間隔。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中每一該第一最小長度、該第一最小寬度、該第一結構間隔、

該第二最小長度、該第二最小寬度與該第二結構間間隔係與一印刷器網格相關。

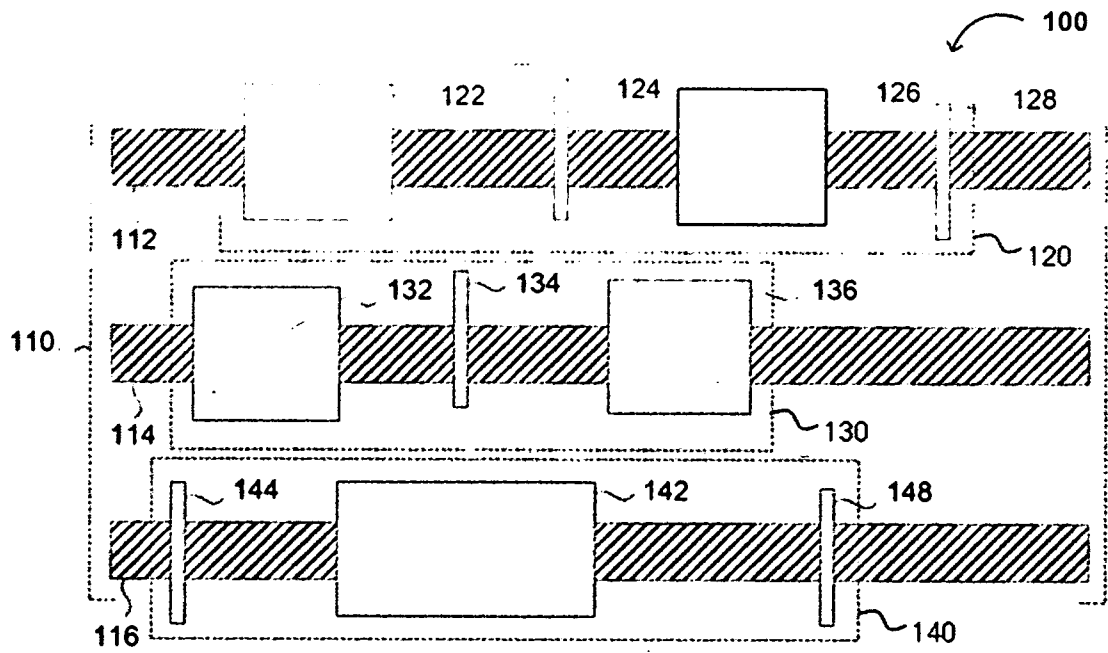
14. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中所述印刷該第二層之步驟包含在該第一層上印刷一包含一或多個半導體及/或金屬前驅物的油墨組成物。
15. 如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中所述形成該第一層之步驟包含印刷一電子油墨組成物至一基板上。

八、圖式：

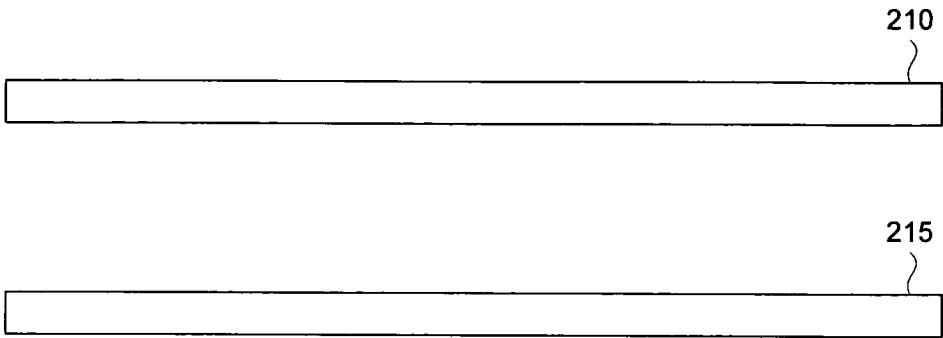
第一圖



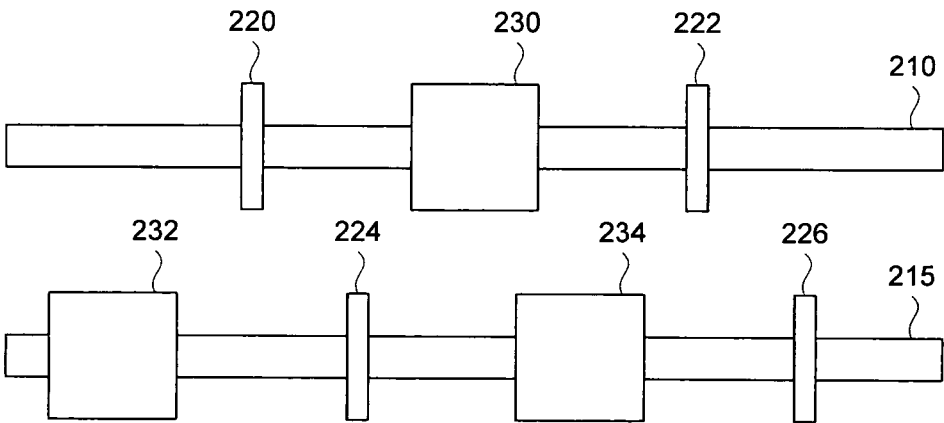
第二圖



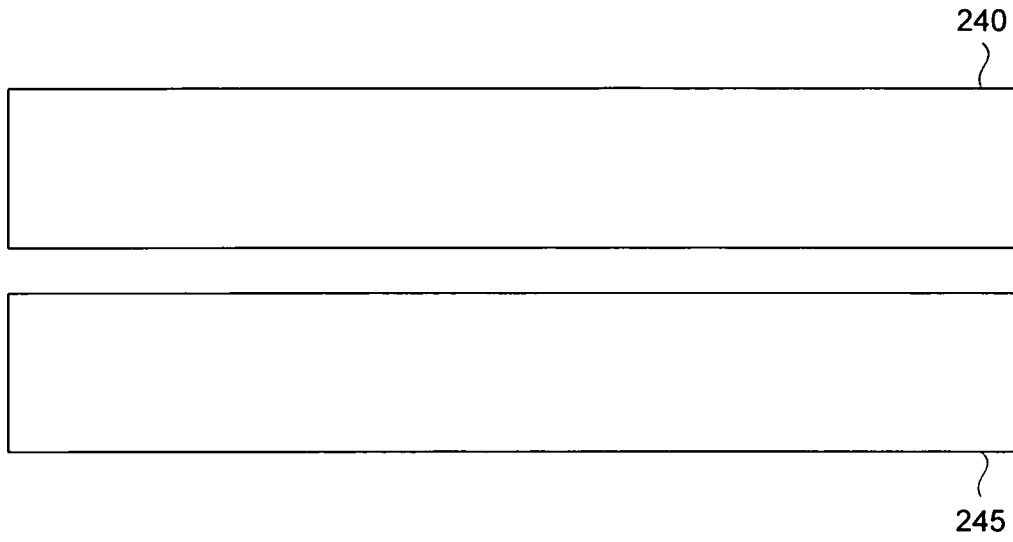
第三 A 圖



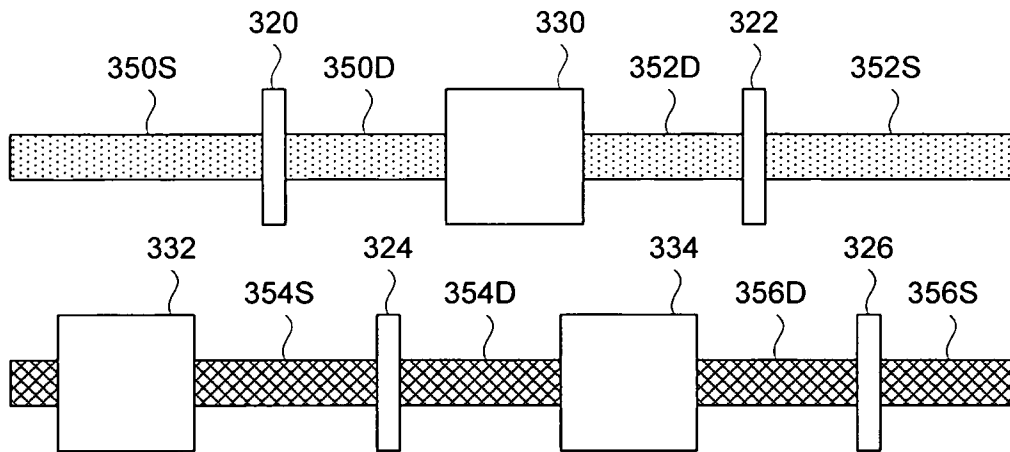
第三 B 圖



第三 C 圖



第四圖



第五圖

