



(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 I862012 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 11 日

(21) 申請案號：112126523

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 17 日

(51) Int. Cl. : H01C17/065 (2006.01)

H01C17/22 (2006.01)

H01C7/00 (2006.01)

(71) 申請人：國巨股份有限公司 (中華民國) YAGEO CORPORATION (TW)

高雄市楠梓區楠梓加工出口區西三街 16 號

(72) 發明人：蕭勝利 HSIAO, SHEN-LI (TW)；林廣成 LIN, KUANG-CHENG (TW)；王人弘 WANG, REN-HONG (TW)

(74) 代理人：李世章；秦建譜

(56) 參考文獻：

TW M484176U

CN 111462967A

審查人員：徐新翰

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 28 頁

(54) 名稱

印刷型晶片電阻及其製作方法

(57) 摘要

本發明揭露一種印刷型晶片電阻及其製作方法。此印刷型晶片電阻包含基板、電阻層、下電極與上電極。其中，電阻層設置於基板之頂表面上，下電極設置於基板與電阻層之間，且電阻層設置於上電極與下電極之間。此印刷型晶片電阻的特定結構有助於提高電阻的導通截面積，並縮短其路徑長度，而可滿足低電阻值的應用需求，且改善印刷型晶片電阻的散熱效果。

The present application relates to a printing chip resistor and a method for producing the same. The printing chip resistor comprises a substrate, a resistor layer, a lower electrode and an upper electrode. The resistor layer is disposed over a top surface of the substrate, the lower electrode is disposed between the substrate and the resistor layer, and the resistor layer is disposed between the upper electrode and the lower electrode. The specific construction of the printing chip resistor facilitates to enlarge conducting cross-section area and shorten conducting length of the chip resistor, thereby meeting requirements of lower resistor value and improving heat dissipation efficacy of the printing chip resistor.

指定代表圖：

符號簡單說明：

200:電阻本體

210:基板

220:下電極

230:電阻層

240:上電極

200

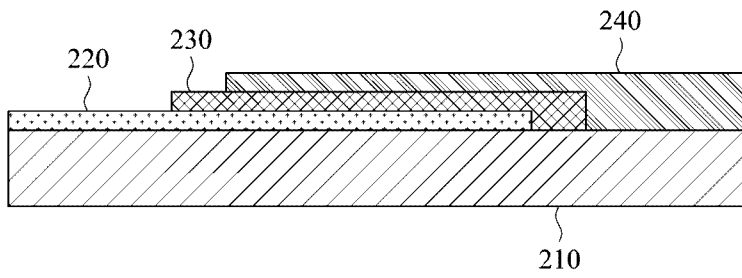


圖 2A



I862012

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】印刷型晶片電阻及其製作方法

【英文發明名稱】PRINTING CHIP RESISTOR AND METHOD FOR
PRODUCING THE SAME

【中文】

本發明揭露一種印刷型晶片電阻及其製作方法。此印刷型晶片電阻包含基板、電阻層、下電極與上電極。其中，電阻層設置於基板之頂表面上，下電極設置於基板與電阻層之間，且電阻層設置於上電極與下電極之間。此印刷型晶片電阻的特定結構有助於提高電阻的導通截面積，並縮短其路徑長度，而可滿足低電阻值的應用需求，且改善印刷型晶片電阻的散熱效果。

【英文】

The present application relates to a printing chip resistor and a method for producing the same. The printing chip resistor comprises a substrate, a resistor layer, a lower electrode and an upper electrode. The resistor layer is disposed over a top surface of the substrate, the lower electrode is disposed between the substrate and the resistor layer, and the resistor layer is disposed between the upper electrode and the lower electrode. The specific construction of the printing chip resistor facilitates to enlarge conducting cross-section area and shorten conducting length of the chip resistor, thereby meeting requirements of lower resistor value and improving heat dissipation

efficacy of the printing chip resistor.

【指定代表圖】圖 2A

【代表圖之符號簡單說明】

2 0 0 : 電 阻 本 體

2 1 0 : 基 板

2 2 0 : 下 電 極

2 3 0 : 電 阻 層

2 4 0 : 上 電 極

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】印刷型晶片電阻及其製作方法

【英文發明名稱】PRINTING CHIP RESISTOR AND METHOD FOR
PRODUCING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種印刷型晶片電阻，特別是提供一種具有低電阻特性與良好散熱效果的印刷型晶片電阻及其製作方法。

【先前技術】

【0002】 隨著電子產品微小化的發展趨勢，其中的主被動元件係隨之縮小。其中，印刷型晶片電阻亦為此些電子產品中常見的被動元件。印刷型晶片電阻的電阻層一般係由電阻膏體所形成，且電阻膏體包含電阻功能粉體、玻璃粉、陶瓷粉、無機助燒物與有機體等組成。由於玻璃粉、陶瓷粉與無機助燒物燒結後仍具有較高的阻值，故為了滿足低電阻的應用需求，一般係增加電阻功能粉體的用量或額外添加導電貴金屬(如鈀或銀等)。然而，電阻功能粉體用量的增加或導電貴金屬的添加均會提升成本。

【0003】 其次，一般印刷型晶片電阻的電極係設置於電阻層的兩端，故電流流經電阻層所產生的熱能僅能經由導熱係數較低(約 1.7 W/mK)的陶瓷基板逸散。因此，當有電

流突波或高功率使用時，電阻層易因累積的熱能產生應力變化，而導致阻值異常。

【0004】 有鑑於此，亟需提供一種印刷型晶片電阻及其製作方法，以改進習知印刷型晶片電阻及其製作方法的缺點。

【發明內容】

【0005】 本發明的一態樣提供一種印刷型晶片電阻，此印刷型晶片電阻具有特定結構的電阻本體，而可提高電阻的導通截面積，並縮短其路徑長度，進而滿足低電阻特性的應用需求，且此特定結構有助於改善印刷型晶片電阻的散熱效果，故可避免熱應力變化所導致的影響。

【0006】 本發明的另一態樣提供一種印刷型晶片電阻的製作方法，其係藉由特定的製備流程來形成本發明之印刷型晶片電阻，而可滿足低電阻特性的產品需求，並避免熱應力變化所導致的阻值異常缺陷。

【0007】 根據本發明之一態樣，提供一種印刷型晶片電阻。此印刷型晶片電阻包含基板、電阻層、下電極與上電極。其中，電阻層設置於基板之頂表面上，且沿著垂直於頂表面的一方向，下電極設置於基板與電阻層之間，而電阻層設置於上電極與下電極之間。

【0008】 依據本發明之一些實施例，前述之上電極的至少一部份重疊下電極的至少一部份。

【0009】 依據本發明之一些實施例，相應於前述上電極與下電極的重疊範圍，電阻層涵蓋此重疊範圍。

【0010】 依據本發明之一些實施例，前述之上電極與下電極分別位於基板的兩端。

【0011】 依據本發明之一些實施例，前述之頂表面為具有第一側邊與第二側邊的方形，且第一側邊垂直於第二側邊。沿著第一側邊的延伸方向，下電極之長度不大於 $\frac{4}{5}L1$ ，其中 L1 代表第一側邊之長度。沿著第二側邊的延伸方向，下電極之長度不大於 $\frac{4}{5}L2$ ，其中 L2 代表第二側邊之長度。

【0012】 依據本發明之一些實施例，前述之第一側邊係長於第二側邊，且沿著第一側邊的延伸方向，下電極之長度係不小於 $\frac{1}{3}L1$ 。

【0013】 依據本發明之一些實施例，前述之印刷型晶片電阻更包含保護層、兩個背電極與兩個端電極。保護層係設置於上電極上，且保護層完整覆蓋電阻層。兩個背電極分別設置於基板之底表面上的兩端。兩個端電極分別設置於基板的兩端，其中此兩個端電極的一者電性連接兩個背電極的一者與下電極，而此兩個端電極的另一者電性連接背電極的另一者與上電極。

【0014】 根據本發明之另一態樣，提出一種印刷型晶片電阻的製作方法。此製作方法係先形成下電極於基板之頂表面上，再形成電阻層於下電極上，接著形成上電極於電阻層上，以形成本發明之印刷型晶片電阻的電阻本體。其中，沿著垂直於頂表面的一方向，上電極的至少一部份重疊下電極的至少一部份。

【0015】 依據本發明之一些實施例，於形成前述之電阻本體後，此製作方法更包含對上電極及/或下電極進行修阻操作。

【0016】 依據本發明之一些實施例，於形成前述之電阻本體後，此製作方法可進一步形成保護層於上電極上，其中保護層完整覆蓋電阻層。然後，形成兩個背電極於基板之底表面上，其中此兩個背電極分別位於底表面的兩端。接著，分別形成兩個端電極於基板的兩端，以形成本發明之印刷型晶片電阻。其中，此兩個端電極的一者電性連接背電極的一者和下電極，且另一者電性連接背電極的另一者與上電極。

【0017】 應用本發明的印刷型晶片電阻及其製作方法，其係藉由設置電阻層於兩電極之間，而可形成具有三維立體結構的電阻本體，進而提高印刷型晶片電阻的導通截面積，並縮短其路徑長度，因此可在不調整材料配方的條件下，滿足低電阻值的應用需求。再者，設置於上電極與下電極間之電阻層可經由電極逸散應用時所生成的熱能，而具有較佳的散熱效果，進而達到有效抗電流突波的特性。另外，本發明可藉由對上電極與下電極的至少一者進行修阻操作，而可有效調整印刷型晶片電阻的電阻特性，且避免熱能對於電阻層的熱損傷。

【圖式簡單說明】

【0018】 為了對本發明之實施例及其優點有更完整之理解，

現請參照以下之說明並配合相應之圖式。必須強調的是，各種特徵並非依比例描繪且僅係為了圖解目的。相關圖式內容說明如下。

圖 1 係繪示根據本發明之一些實施例的印刷型晶片電阻的製作方法之流程示意圖。

圖 2 A 與圖 2 B 分別係繪示根據本發明之一些實施例的印刷型晶片電阻之電阻本體的剖視示意圖與俯視示意圖。

圖 2 C 與圖 2 D 分別係繪示根據本發明之一些實施例的印刷型晶片電阻之電阻本體的俯視示意圖。

圖 3 A 與圖 3 B 分別係繪示根據本發明之一些實施例的印刷型晶片電阻的剖視示意圖與俯視示意圖。

圖 4 A 與圖 4 B 分別係繪示根據本發明之一些實施例的印刷型晶片電阻的剖視示意圖與俯視示意圖。

圖 5 係繪示根據本發明之一些實施例的印刷型晶片電阻的剖視示意圖。

【實施方式】

【0019】 為了對本發明之實施例及其優點有更完整之理解，現請參照以下之說明並配合相應之圖式。必須強調的是，各種特徵並非依比例描繪且僅係為了圖解目的。相關圖式內容說明如下。

【0020】 請同時參照圖 1、圖 2 A 與圖 2 B，其中圖 1 係繪示根據本發明之一些實施例的印刷型晶片電阻的製作方法之流程示意圖，且圖 2 A 與圖 2 B 分別係繪示根據本發明

之一些實施例的印刷型晶片電阻之電阻本體 200 的剖視示意圖與俯視示意圖。於方法 100 中，下電極 220 係先形成於基板 210 的頂表面上，如操作 110 所示。本發明基板 210 的材料沒有特別之限制，僅須可用以承載印刷型晶片電阻的電極、電阻層與各結構層，且不影響晶片電阻之性質即可。在一些具體例中，基板 210 的材料可包含但不限於氧化鋁 (Al_2O_3)、氮化鋁 (AlN)、其他適當之材料，或上述材料之任意組合。

【0021】 下電極 220 可藉由印刷導電電極膏，並經燒結來形成於基板 210 的一端。在一些具體例中，導電電極膏可例如為銀與玻璃膏體的組成，而燒結溫度可例如為 $600^\circ C$ 至 $850^\circ C$ 。在一些實施例中，下電極 220 的厚度可為 $10\ \mu m$ 至 $30\ \mu m$ 。下電極 220 的形成方法係本發明所屬技術領域具有通常知識者所熟知，故在此不另贅述。

【0022】 前述基板 210 的形狀沒有特別之限制，僅須滿足後端應用之需求即可。在一些實施例中，基板 210 可例如為方形，且具有彼此垂直的側邊 211 與側邊 213，其中側邊 211 與側邊 213 分別具有長度 $L1$ 與長度 $L2$ 。沿著側邊 211 的延伸方向，下電極 220 的長度 $L'1$ 係不大於 $\frac{4}{5}L1$ ，且較佳係大於或等於 $\frac{1}{3}L1$ 且小於或等於 $\frac{4}{5}L1$ 。若長度 $L'1$ 大於 $\frac{4}{5}L1$ 時，雖然可藉由後續所形成之電阻層 230 來使其與上電極 240 電性絕緣，惟所形成之電阻本體 200 仍易產生短路缺陷，且難以滿足應用需求。當長度

$L'1$ 係大於或等於 $\frac{1}{3}L1$ 且小於或等於 $\frac{4}{5}L1$ 時，下電極 220 具有較適當的尺寸，而可有效提高電阻的導通截面積，並縮短其路徑長度，進而更滿足低電阻值的應用需求。沿著側邊 213 的延伸方向，下電極 220 的長度 $L'2$ 係不大於 $\frac{4}{5}L2$ 。可理解的，作為下電極 220，長度 $L'2$ 的下限值沒有特別之限制，僅須大於 0 即可。

【0023】 於進行操作 110 後，形成電阻層 230 於下電極 220 上，如操作 120 所示。電阻層 230 可藉由印刷電阻膏體，並經燒結來形成。在一些具體例中，電阻膏體之材料可例如包含但不限於氧化鈮 (RuO_2)、氧化鎳 (NiO)、氧化錳 (Mn_3O)、氧化鋅 (ZnO)、氧化鐵 (Fe_3O_4)、氧化鈷 (Co_3O_4)、銅錳錫合金 (*Zeranin*)、錳銅合金 (*Manganin*)、銅鎳合金 ($CuNi44$)、鎳鉻鋁矽合金、鎳鉻合金 ($NiCr$)、其他適當之電阻材料，或上述材料之任意混合，且燒結溫度可例如為 $600^\circ C$ 至 $850^\circ C$ 。在一些實施例中，電阻層 230 的厚度可為 $10\ \mu m$ 至 $30\ \mu m$ 。電阻層 230 的形成方法係本發明所屬技術領域具有通常知識者所熟知，故在此不另贅述。

【0024】 電阻層 230 的設置位置沒有特別之限制，其較佳係相應於基板 210 的中間位置來設置，且完整覆蓋下電極 220 的一部份，以使下電極 220 和後續所形成的上電極 240 不形成短路。電阻層 230 的形狀與尺寸沒有特別之限制，僅須滿足後端應用之需求即可。在一些例子中，沿

著側邊 211 的延伸方向，電阻層 230 的長度係不大於 $\frac{3}{5}L1$ 。當電阻層 230 的長度不大於 $\frac{3}{5}L1$ 時，電阻層 230 除對於下電極 220 與上電極 240 可提供較佳的絕緣效果外，亦可有效降低印刷型晶片電阻的製作成本。

【0025】 於進行操作 120 後，形成上電極 240 於電阻層 230 上，即可形成本發明印刷型晶片電阻的電阻本體 200，如操作 130 和操作 140 所示。上電極 240 可使用相同於下電極 220 的形成方式與材料來形成，且上電極 240 可具有相同或不相同於下電極 220 的尺寸規格。

【0026】 於電阻本體 200 中，上電極 240 與下電極 220 分別位於基板 210 的相對兩端，且沿著垂直於基板 210 的頂表面之一方向，電阻層 230 設置於下電極 220 和上電極 240 之間。在一些實施例中，上電極 240 的至少一部份係重疊下電極 220 的至少一部份。在此些實施例中，相應於下電極 220 和上電極 240 的重疊範圍，電阻層 230 涵蓋此重疊範圍，其中電阻層 230 的面積係不小於此重疊範圍的面積。較佳地，電阻層 230 的面積係大於此重疊範圍的面積。

【0027】 雖然圖 2B 所繪示之下電極 220 和上電極 240 係 T 字形，但本發明不限於此，在其他實施例中，根據後端應用之需求，下電極 220 和上電極 240 可具有其他適當的形狀。舉例而言，如圖 2C 所繪示，電阻本體 200a 之下電極 221 可具有並聯的梳狀部，且沿著垂直於基板

210 之頂表面的一方向，此些梳狀部的一部份重疊於上電極 240；如圖 2D 所繪示，電阻本體 200b 的上電極 241 具有並聯的梳狀部，而下電極 223 具有延伸部 223a 及由延伸部 223a 凸伸的梳狀部，其中沿著垂直於基板 210 之頂表面的一方向，上電極 241 的梳狀部與下電極 223 的梳狀部具有重疊部份。

【0028】 請同時參照圖 1、圖 2B、圖 2C 與圖 2D。於進行操作 140 後，方法 100 可選擇性地對電阻本體 200 的上電極 240 及/或下電極 220 進行修阻操作，藉以更進一步地調整電阻本體 200 的電阻表現，以滿足應用需求。舉例而言，修阻操作可藉由雷射來進行加工，以移除上電極 240 及/或下電極 220 的至少一部份，以更精細地調整所製印刷型晶片電阻的電性表現。可理解的，如圖 2C 所示之結構，當對下電極 220 進行修阻操作時，相應於下電極 220 的位置，雷射係直接施加於下電極 220 上，或者施加於覆蓋下電極 220 的電阻層 230 上；當對上電極 240 進行修阻操作時，施加於上電極 240 的雷射不限於僅移除上電極 240 的一部份，其亦可移除於相應位置的部份或全部電阻層 230。進一步而言，藉由僅對上電極 240 或下電極 220 施加雷射(即不施加雷射於電阻層 230)時，可有效避免雷射熱能對於電阻層 230 的熱損害。

【0029】 於進行前述之操作 140 後，可進一步形成保護層、背電極與端電極於電阻本體 200，以形成本發明之印刷型晶片電阻。

【0030】 在一些實施例中，保護層可例如為單一層或由複數子層所形成的複合層。舉例而言，如圖 3 A 與圖 3 B，以及圖 4 A 與圖 4 B 所示，玻璃保護層 250 和環氧樹脂保護層 260 係依序形成於上電極 240 上，其中玻璃保護層 250 完整覆蓋電阻層 230，並覆蓋上電極 240 之一部份與下電極 220 之一部份，而環氧樹脂保護層 260 完整覆蓋玻璃保護層 250。可理解的，於形成保護層後，下電極 220 與上電極 240 均有部份係未被覆蓋的，而可作為後續所形成之印刷型晶片電阻的電性連接點。玻璃保護層 250 和環氧樹脂保護層 260 均係採用具有通常知識者所熟知的方法與材料來形成，故在此不另贅述。

【0031】 如圖 4 A 所示。兩個背電極 270 係形成於基板 210 的底表面上，且相應於上電極 240 和下電極 220，此些背電極 270 分別位於基板 210 的兩端。在一些具體例中，背電極 270 可利用印刷低溫銀膏(如含有金屬銀與環氧樹脂)或濺鍍之方式來形成，且背電極 270 的材料可包含但不限於鎳鉻合金(NiCr)、銅鎳合金(CuNi)、其他銅合金、其他適當之合金材料，或上述材料之任意混合。背電極 270 的形成係本發明所屬技術領域具有通常知識者所熟知，故在此不另贅述。

【0032】 如圖 5 所示，兩個端電極 280 分別形成於基板 210 的兩端，以形成本發明之印刷型晶片電阻。其中，端電極 280 的一者電性連接下電極 220 和相應之背電極 270，而端電極 280 的另一者電性連接上電極 240 與相

應的背電極 270。可理解的，端電極 280 可為單一材料所形成之單一電極層或由多種材料所形成之複數子層所複合而成的複合電極層。在一些例子中，端電極 280 可利用濺鍍、電鍍，或其他適當之方式來形成，且端電極 280 的材料可包含但不限於 NiCr、銅、錫、鎳、其他適當之電極材料，或上述材料之任意組合。舉例而言，端電極 280 可為複合電極層，且其先濺鍍形成 NiCr 子層，再接著依序電鍍鎳子層與錫子層。端電極 280 的形成係所屬技術領域具有通常知識者所熟知，故在此不另贅述。

【0033】 依據前述說明，本發明所製得之印刷型晶片電阻藉由將電阻層設置於上電極與下電極之間，而可形成具有立體結構的電阻本體，進而將其電阻路徑變更為由位於上方之上電極傳導至位於下方的下電極(反之亦可)，故有效縮短路徑長度，且藉由電阻層與兩電極層的疊層結構，電阻之導通截面積亦增大。據此，本發明之印刷型晶片電阻可在不調整電阻層之材料配方的條件下，滿足低電阻值的應用需求。其次，此立體之疊層結構有助於逸散電阻層所產生的熱能，而具有較佳的散熱效果，進而有效抗電流突波。另外，本發明可直接對此疊層結構的上電極與下電極進行修阻操作，以調整電阻特性，且可有效避免修阻熱能對於電阻層的熱損傷。

【0034】 雖然本發明已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本發明，在本發明所屬技術領域中任何具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更

動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0035】

100：方法

110, 120, 130, 140：操作

200, 200a, 200b：電阻本體

210：基板

211, 213：側邊

220, 221, 223：下電極

223a：延伸部

230：電阻層

240, 241：上電極

250：玻璃保護層

260：環氧樹脂保護層

270：背電極

280：端電極

L1, L2, L'1, L'2：長度

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註

記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種印刷型晶片電阻，包含：

一基板；

一電阻層，設置於該基板之一頂表面上；

一下電極；以及

一上電極，其中沿著垂直於該頂表面的一方向，該下電極設置於該基板與該電阻層之間，該電阻層設置於該上電極與該下電極之間，且該上電極與該下電極分別位於該基板的兩端。

【請求項 2】如請求項 1 所述之印刷型晶片電阻，其中該上電極的至少一部份重疊該下電極的至少一部份。

【請求項 3】如請求項 2 所述之印刷型晶片電阻，其中相應於該上電極與該下電極的一重疊範圍，該電阻層涵蓋該重疊範圍。

【請求項 4】如請求項 1 所述之印刷型晶片電阻，其中該頂表面為具有一第一側邊與一第二側邊之一方形，該第一側邊垂直於該第二側邊，且

沿著該第一側邊的一延伸方向，該下電極之一長度不大於 $\frac{4}{5}L1$ ，其中 $L1$ 代表該第一側邊之一長度；

沿著該第二側邊的一延伸方向，該下電極之一長度不大

於 $\frac{4}{5}L_2$ ，其中 L_2 代表該第二側邊之一長度。

【請求項 5】如請求項 4 所述之印刷型晶片電阻，其中該第一側邊長於該第二側邊，且

沿著該第一側邊的該延伸方向，該下電極之該長度不小於 $\frac{1}{3}L_1$ 。

【請求項 6】如請求項 1 所述之印刷型晶片電阻，更包含：

一保護層，設置於該上電極上，且該保護層完整覆蓋該電阻層；

兩個背電極，分別設置於該基板之一底表面上的兩端；以及

兩個端電極，分別設置於該基板的兩端，其中該兩個端電極的一者電性連接該兩個背電極的一者與下電極，且該兩個端電極的另一者電性連接該兩個背電極的另一者與該上電極。

【請求項 7】一種印刷型晶片電阻的製作方法，包含：

形成一下電極於一基板之一頂表面上；

形成一電阻層於該下電極上；以及

形成一上電極於該電阻層上，以形成該印刷型晶片電阻的一電阻本體，其中該上電極與該下電極分別位於該基板的兩端，且沿著垂直於該頂表面的一方向，該上電極的至

少一部份重疊該下電極的至少一部份。

【請求項 8】如請求項 7 所述之印刷型晶片電阻的製作方法，其中於形成該電阻本體後，該製作方法更包含：

對該上電極及/或該下電極進行一修阻操作。

【請求項 9】如請求項 7 所述之印刷型晶片電阻的製作方法，其中於形成該電阻本體後，該製作方法更包含：

形成一保護層於該上電極上，其中該保護層完整覆蓋該電阻層；

形成兩個背電極於該基板之一底表面上，其中該兩個背電極分別位於該底表面的兩端；以及

分別形成兩個端電極於該基板的兩端，以形成該印刷型晶片電阻，其中該兩個端電極的一者電性連接該兩個背電極的一者與該下電極，且該兩個端電極的另一者電性連接該兩個背電極的另一者與該上電極。

【發明圖式】

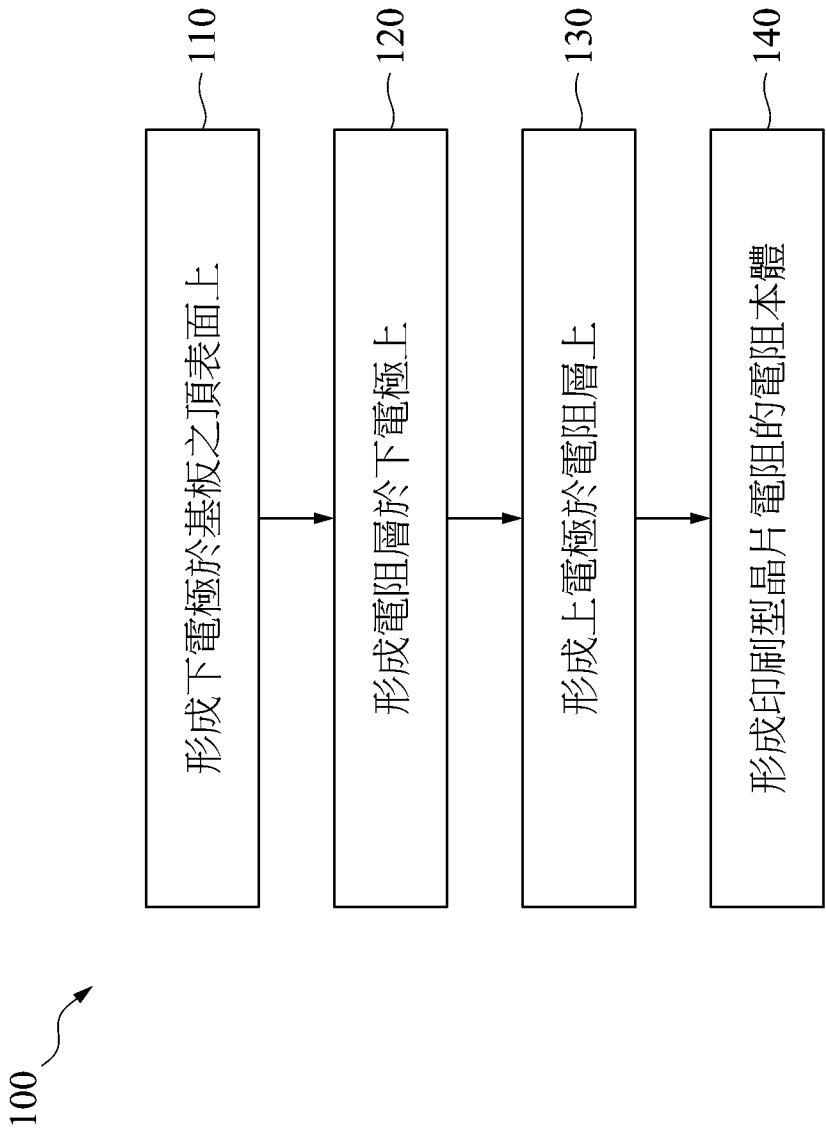


圖 1

200

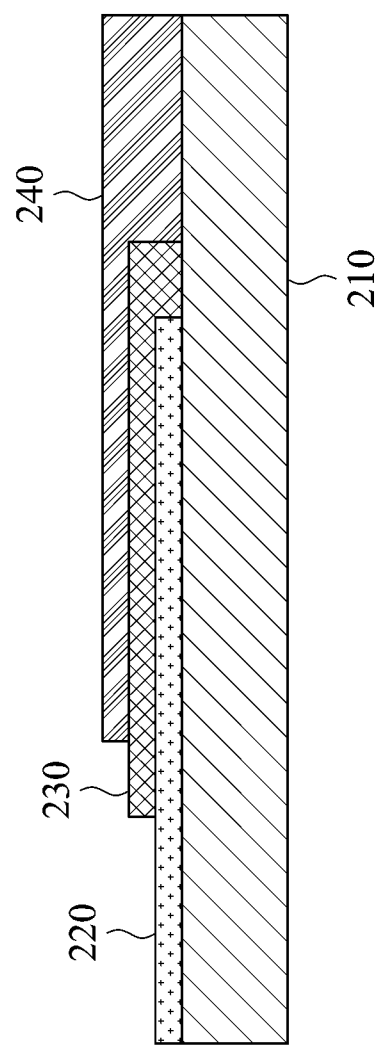


圖 2A

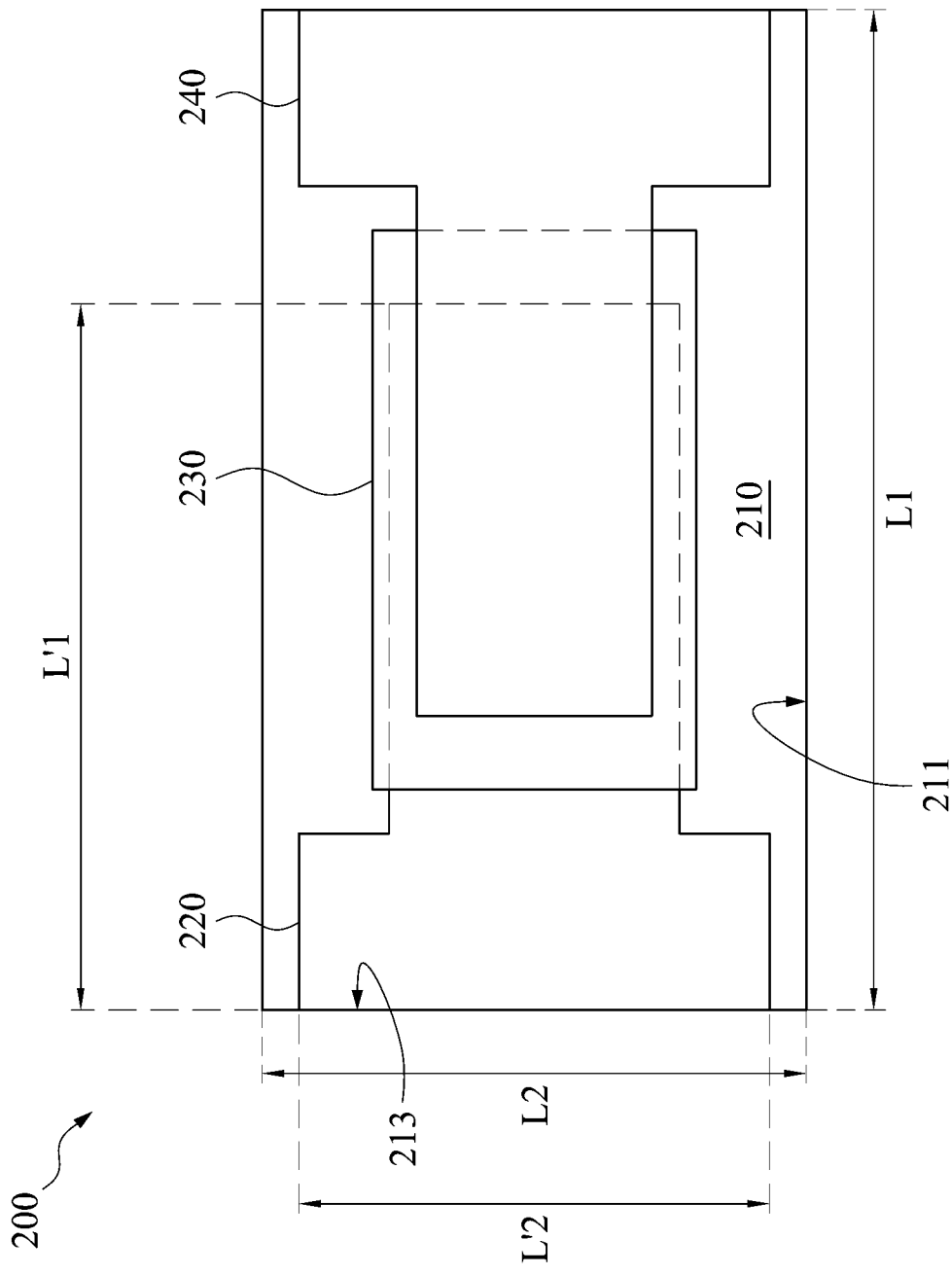


圖 2B

200a

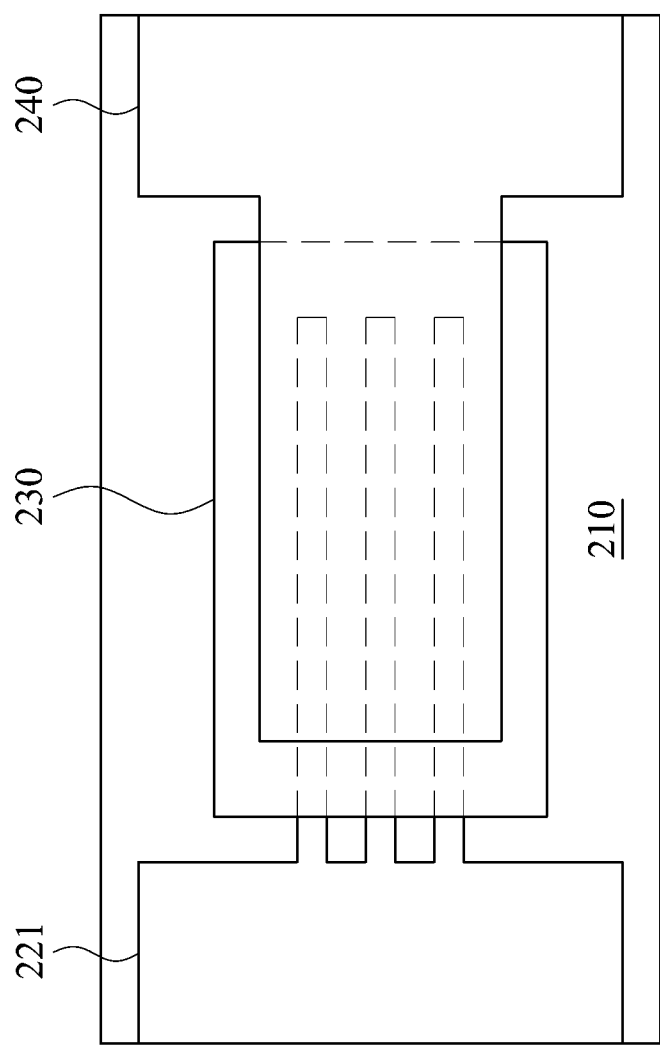


圖 2C

200b

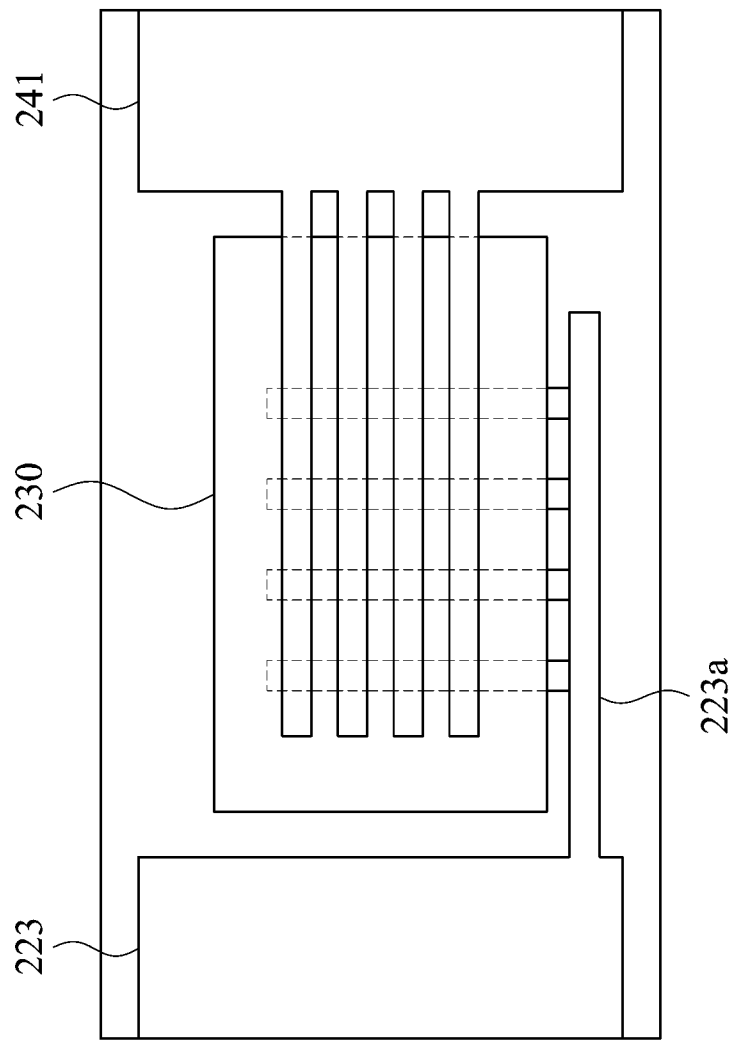


圖 2D

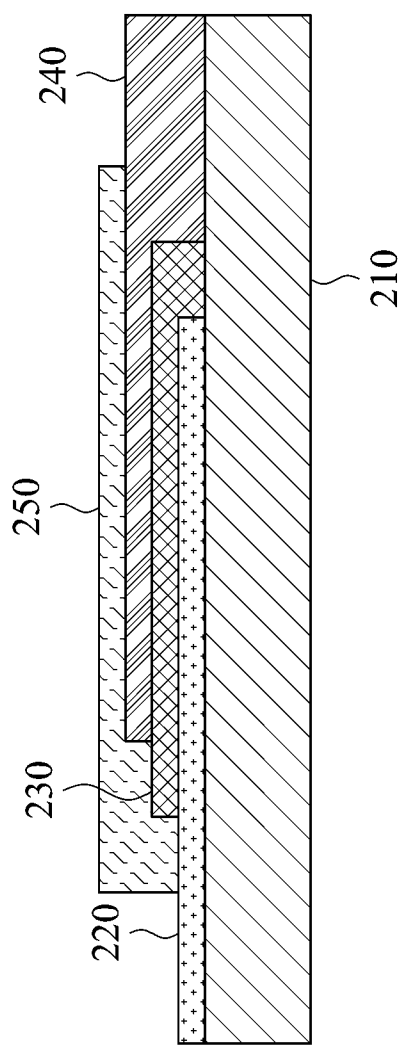


圖 3A

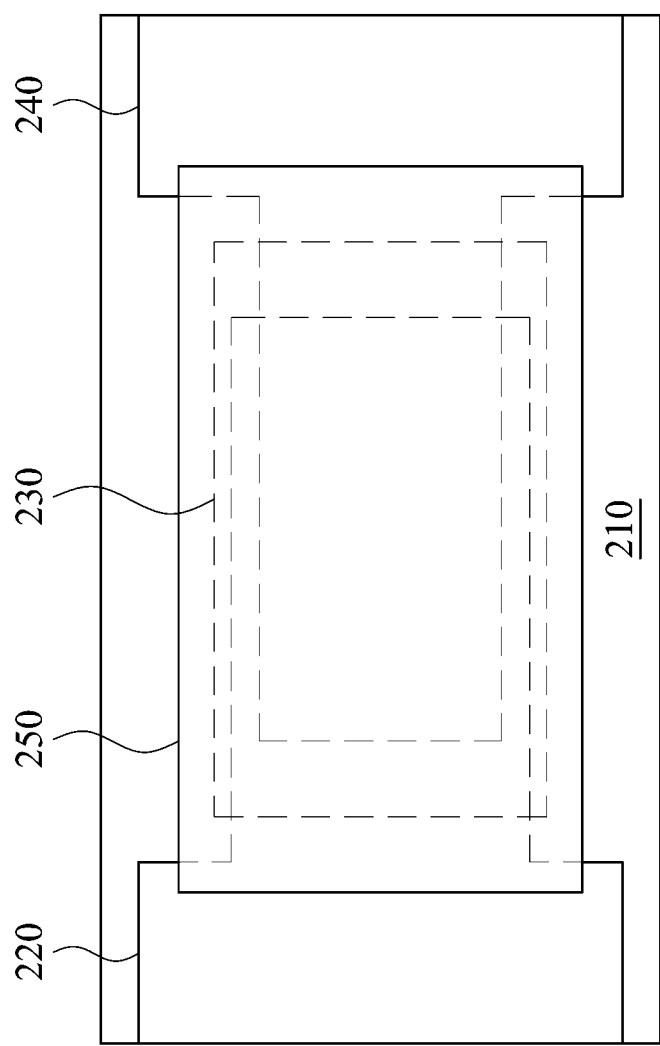


圖 3B

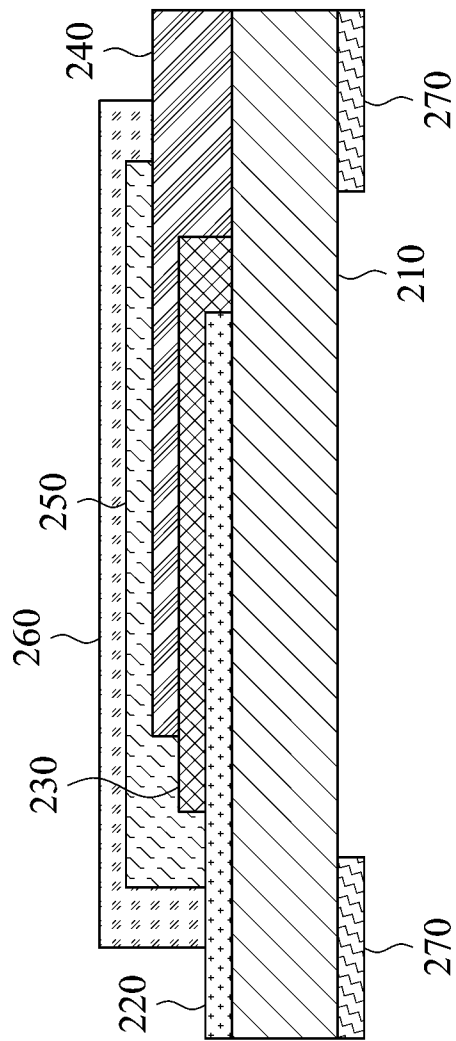


圖 4A

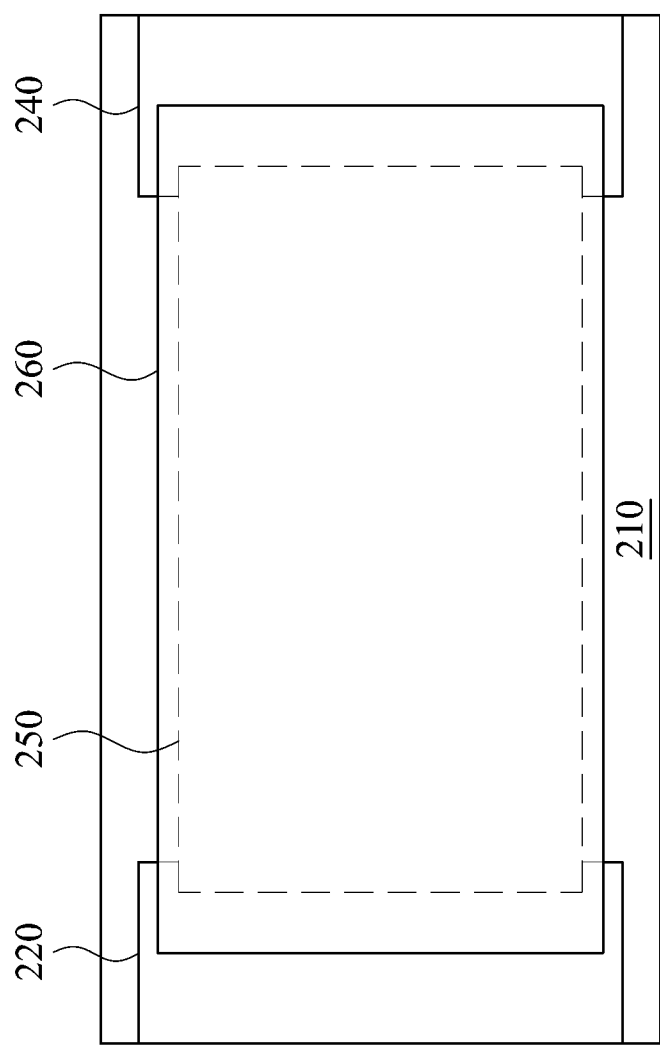


圖 4B

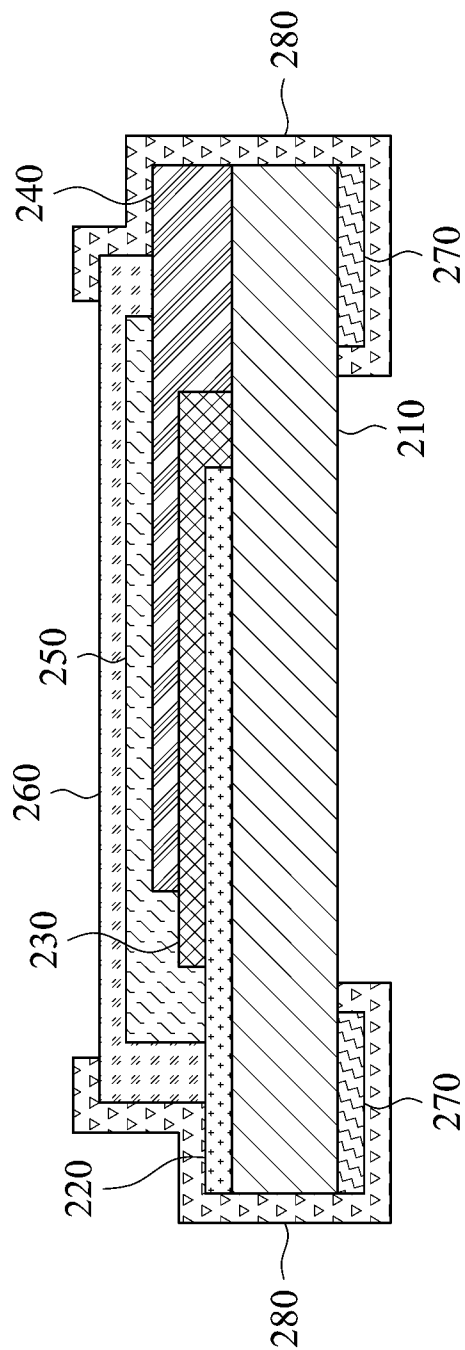


圖 5