



(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 I750778 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 21 日

(21) 申請案號：109128830 (22) 申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 24 日

(51) Int. Cl. : *H01L21/768 (2006.01)* *H01L23/522 (2006.01)*
H01L23/532 (2006.01) *C23F1/12 (2006.01)*

(30) 優先權：2019/08/26 美國 62/891,688
 2020/06/02 美國 16/890,413

(71) 申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR
 MANUFACTURING CO., LTD. (TW)
 新竹市新竹科學工業園區力行六路八號

(72) 發明人：林志男 LIN, JYH-NAN (TW)；吳家宇 WU, CHIA-YU (TW)；許凱翔 HSU, KAI-SHIUNG (TW)；劉定一 LIU, DING-I (TW)

(74) 代理人：李世章；秦建譜

(56) 參考文獻：

TW	201919248A	CN	106876325A
US	2018/0315704A1	US	2019/0067089A
US	2019/0067093A1		

審查人員：徐孝倫

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：14 共 46 頁

(54) 名稱

積體電路結構及其形成方法

(57) 摘要

一種方法，包含在第一導電特徵上沉積蝕刻停止層；進行一第一處理，以使蝕刻停止層非晶態化；在蝕刻停止層上沉積介電層；蝕刻介電層以形成開口；蝕刻穿過蝕刻停止層，以延伸開口至蝕刻停止層；以及將導電材料填入開口中而形成第二導電特徵。

A method includes depositing an etch stop layer over a first conductive feature, performing a first treatment to amorphize the etch stop layer, depositing a dielectric layer over the etch stop layer, etching the dielectric layer to form an opening, etching-through the etch stop layer to extend the opening into the etch stop layer, and filling the opening with a conductive material to form a second conductive feature.

指定代表圖：

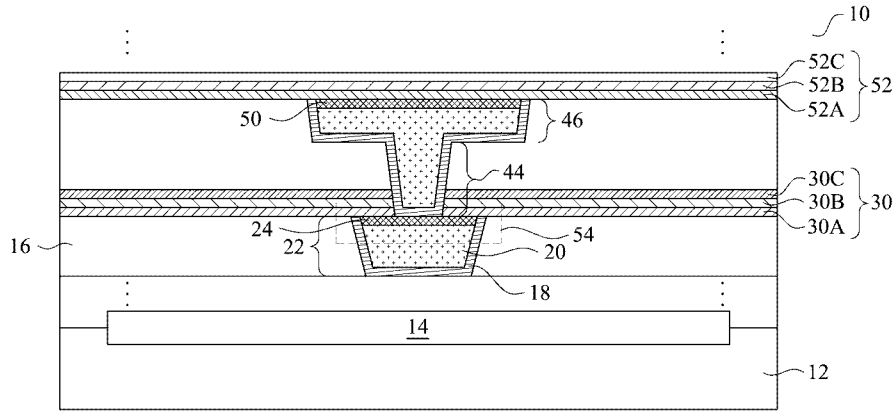


圖 12

符號簡單說明：

- 10:晶圓
- 12:半導體基板
- 14:主動裝置
- 16:介電層
- 18:擴散阻擋層
- 20:含銅材料
- 22:導電特徵
- 24:覆蓋層
- 30A:蝕刻停止層、氮化鋁層
- 30B、30C:蝕刻停止層
- 44:通孔
- 46:導線
- 50:金屬蓋
- 52:蝕刻停止層
- 52A、52B、52C:子層
- 54:部分



公告本

I750778

【發明摘要】

【中文發明名稱】積體電路結構及其形成方法

【英文發明名稱】 INTEGRATED CIRCUIT STRUCTURE AND METHOD FOR FORMING THE SAME

【中文】

一種方法，包含在第一導電特徵上沉積蝕刻停止層；進行一第一處理，以使蝕刻停止層非晶態化；在蝕刻停止層上沉積介電層；蝕刻介電層以形成開口；蝕刻穿過蝕刻停止層，以延伸開口至蝕刻停止層；以及將導電材料填入開口中而形成第二導電特徵。

【英文】

A method includes depositing an etch stop layer over a first conductive feature, performing a first treatment to amorphize the etch stop layer, depositing a dielectric layer over the etch stop layer, etching the dielectric layer to form an opening, etching-through the etch stop layer to extend the opening into the etch stop layer, and filling the opening with a conductive material to form a second conductive feature.

【指定代表圖】圖 12。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0：晶圓

1 2：半導體基板

1 4：主動裝置

- 16: 介電層
- 18: 擴散阻擋層
- 20: 含銅材料
- 22: 導電特徵
- 24: 覆蓋層
- 30A: 蝕刻停止層、氮化鋁層
- 30B、30C: 蝕刻停止層
- 44: 通孔
- 46: 導線
- 50: 金屬蓋
- 52: 蝕刻停止層
- 52A、52B、52C: 子層
- 54: 部分

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】積體電路結構及其形成方法

【英文發明名稱】 INTEGRATED CIRCUIT STRUCTURE AND METHOD FOR FORMING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本揭露是關於一種積體電路結構及其形成方法。

【先前技術】

【0002】 高密度積體電路，例如超大規模積體電路（Very Large Scale Integration；VLSI），通常由多個金屬內連接形成，以用作三維佈線結構。多個內連接的目的是將密集包裝的裝置正確連接在一起。隨著集成度的提高，金屬內連接之間的寄生電容效應會相應增加，從而導致電阻電容延遲和串擾。為了減小寄生電容並提高金屬內連接之間的傳導速度，通常使用低 k 介電材料來形成層間介電質（Inter-Layer Dielectric；ILD）層和金屬間介電質（Inter-Metal Dielectric；IMD）層。

【0003】 金屬線和通孔形成於金屬間介電質層中。此形成製程可以包括在第一導電特徵之上形成蝕刻停止層，以及在蝕刻停止層之上形成低 k 介電層。低 k 介電層和蝕刻停止層被圖案化以形成溝槽和通孔開口。然後用導電材料填充溝槽和通孔開口，然後進行平坦化製程以移除多餘的導電材料，從而形成金屬線和通孔。

【發明內容】

【0004】 根據本揭露的部分實施方式，方法包含在第一導電特徵上沉積蝕刻停止層；進行一第一處理，以使蝕刻停止層非晶態化；在蝕刻停止層上沉積介電層；蝕刻介電層以形成開口；蝕刻穿過蝕刻停止層，以延伸開口至蝕刻停止層；以及將導電材料填入開口中而形成第二導電特徵。

【0005】 根據本揭露的部分實施方式，積體電路結構包含第一介電層、第一導電特徵、金屬蓋、非晶態第一蝕刻停止層、低 k 介電層以及第二導電特徵。第一導電特徵延伸進入該第一介電層。金屬蓋位於該第一導電特徵上且接觸該第一導電特徵。非晶態第一蝕刻停止層位於該金屬蓋上。低 k 介電層位於該非晶態第一蝕刻停止層上。第二導電特徵延伸進入該低 k 介電層以及該非晶態第一蝕刻停止層。

【0006】 根據本揭露的部分實施方式，積體電路結構包含第一低 k 介電層、第一低 k 介電層、第一導電特徵、金屬蓋、蝕刻停止層、第二低 k 介電層以及導電通孔。第一導電特徵延伸進入該第一低 k 介電層，其中該第一導電特徵包含銅。金屬蓋位於該第一導電特徵上且接觸該第一導電特徵。蝕刻停止層包含一非晶態氮化鋁層、第二子蝕刻停止層以及第三子蝕刻停止層。非晶態氮化鋁層位於該金屬蓋以及該第一低 k 介電層上，且接觸該金屬蓋以及該第一低 k 介電層，其中該非晶態氮化鋁層形成第一子蝕刻停止層。第二子蝕刻停止層位於該第一子蝕刻停止層上。第三子蝕刻

停止層位於該第二子蝕刻停止層上。第二低 k 介電層位於該第三子蝕刻停止層上。導電通孔延伸進入該第二低 k 介電層以及該蝕刻停止層。

【圖式簡單說明】

【0007】 從以下詳細敘述並搭配圖式檢閱，可理解本揭露的態樣。應注意到，多種特徵並未以產業上實務標準的比例繪製。事實上，為了清楚討論，多種特徵的尺寸可以任意地增加或減少。

圖 1 至 12 描繪部分實施方式中形成內連接結構的多個中間階段的剖面圖。

圖 13 描繪部分實施方式中內連接結構的一部分的例示形貌。

圖 14 描繪部分實施方式中用於形成內連接結構的製程流程。

【實施方式】

【0008】 以下本揭露將提供許多個不同的實施方式或實施例以實現所提供之專利標的之不同特徵。許多元件與設置將以特定實施例在以下說明，以簡化本揭露。當然這些實施例僅用以示例而不應用以限制本揭露。舉例而言，敘述「第一特徵形成於第二特徵上」包含多種實施方式，其中涵蓋第一特徵與第二特徵直接接觸，以及額外的特徵形成於第一特徵與第二特徵之間而使兩者不直接接觸。此外，

於各式各樣的實施例中，本揭露可能會重複標號以及/或標註字母。此重複是為了簡化並清楚說明，而非意圖表明這些討論的各種實施方式以及/或配置之間的關係。

【0009】 更甚者，空間相對的詞彙，例如「下層的」、「低於」、「下方」、「之下」、「上層的」、「上方」等相關詞彙，於此用以簡單描述元件或特徵與另一元件或特徵的關係，如圖所示。在使用或操作時，除了圖中所繪示的轉向之外，這些空間相對的詞彙涵蓋裝置的不同的轉向。或者，這些裝置可旋轉（旋轉 90 度或其他角度），且在此使用的空間相對的描述語可作對應的解讀。

【0010】 根據部分實施方式，提供一種內連接結構以及其形成方法。根據部分實施方式，繪示出了內連接結構的形成中的多個中間階段。本文中討論了部分實施方式的一些變型。本揭露討論的實施方式的將提供示例，以使得能夠進行或使用本揭露的標的，並且在不同實施方式的預期範圍內，本領域具有一般技術的人能容易理解可進行的修改。在各種視圖和例示性的實施方式中，相似的參考標號用於指示相似的元件。儘管方法實施方式可以被討論為以特定順序進行，但是其他方法實施方式可以以任何邏輯順序進行。根據本揭露的部分實施方式，內連接結構的形成包括在第一導電特徵上沉積金屬蓋，進行第一處理以使金屬蓋非晶態化，在金屬蓋上方沉積蝕刻停止層，以及進行第二處理以使蝕刻停止層非晶態化。然後，在蝕刻停止層上方形成低 k 介電層，隨後蝕刻低 k 介電層和蝕刻停止層以形

成溝槽和通孔開口。在金屬蓋和蝕刻停止層為非晶態的情況下，第一導電特徵中的例如銅的金屬更難以向上擴散到蝕刻停止層和上覆的低 k 介電層中。由於擴散的銅可能會導致難以蝕刻低 k 介電層和蝕刻停止層，因此製作非晶態的金屬蓋和蝕刻停止層為非晶態的可以改善蝕刻製程。

【0011】 圖 1 至 12 描繪本揭露的部分實施方式中形成內連接結構的多個中間階段的剖面圖。相應的製程也示意性地反映在圖 14 的流程中。

【0012】 圖 1 示出了晶圓 10 的一部分的剖面圖，該晶圓也可以是裝置晶粒的一部分。根據本揭露的部分實施方式，晶圓 10 是包括主動裝置（例如電晶體和/或二極體）以及可能的被動裝置（例如電容器、電感器、電阻器和/或類似物）的裝置晶圓。根據其他實施方式，晶圓 10 是中介晶圓，其沒有主動裝置，並且可以包括或可以沒有被動裝置。

【0013】 根據本揭露的部分實施方式，晶圓 10 包括半導體基板 12。半導體基板 12 可以由晶體矽、晶體鍺、矽鍺和/或 III-V 族化合物半導體例如 GaAsP、AlInAs、AlGaAs、GaInAs、GaInP、GaInAsP 或其類似物等形成。半導體基板 12 也可以是塊狀矽基板或絕緣體上矽（Silicon-On-Insulator；SOI）基板。可以在半導體基板 12 中形成淺溝槽隔離（Shallow Trench Isolation；STI）區（未示出），以隔離半導體基板 12 中的主動區域。儘管未示出，但是可以形成通孔以延伸到半導體基板 12 中，其中通孔用於電性內連接半導體基板

12 的相對側上的特徵。半導體基板 12 的上表面上可以形成主動裝置 14，其可以包括電晶體。在半導體基板 12 中和/或上方，可以形成或可以不形成被動裝置。

【0014】 圖 1 進一步示出了介電層 16，其可以是層間介電（Inter-Layer Dielectric；IMD）或金屬間介電（Inter-Metal Dielectric；IMD）層。根據本揭露的部分實施方式，介電層 16 由介電常數（k 值）低於約 3.0、低於約 2.5 或甚至更低的低 k 介電材料形成。金屬間介電層 16 可以由黑鑽石（Applied Materials 的註冊商標）、含碳的低 k 電介質材料（例如 SiOC）、含氫矽氧烷（Hydrogen Silsesquioxane；HSQ）、甲基矽氧烷（Methylsilsesquioxane；MSQ）或其類似物形成。根據本揭露的部分實施方式，金屬間介電層 16 的形成包括沉積含製孔劑（porogen）的介電材料，然後進行固化製程以驅除製孔劑，因此剩餘的金屬間介電層 16 是多孔的。介電層 16 也可以由氧化矽、磷矽玻璃（Phospho-Silicate Glass；PSG）、硼矽玻璃（Boro-Silicate Glass；BSG）、摻硼磷矽玻璃（Boron-Doped Phospho-Silicate Glass；BPSG）、未摻雜矽酸鹽玻璃（Undoped Silicate Glass；USG）或其類似物形成。

【0015】 在介電層 16 中，形成導電特徵 22。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程如製程 202 所示。根據部分實施方式，導電特徵 22 是金屬線或包括金屬線。根據部

分實施方式，導電特徵 22 是或包括接觸插塞。導電特徵 22 可包含擴散阻擋層 18 和在各擴散阻擋層 18 上方的含銅材料 20。擴散阻擋層 18 可以由鈦、氮化鈦、鉭、氮化鉭或類似物形成，並且具有防止含銅材料 20 中的銅擴散到介電層 16 中的功用。導電特徵 22 可以具有單鑲嵌結構、雙鑲嵌結構或其類似物。導電部件 22 的形成可以包含：蝕刻介電層 16 以形成溝槽；沉積延伸到溝槽中的毯覆式擴散阻擋層；沉積導電材料以完全填充溝槽；以及進行平坦化製程。藉由平坦化製程，移除溝槽外部的部分導電材料和毯覆式擴散阻擋層，因此在介電層 16 中留下了導電特徵 22。含銅材料 20 可以包含實質上純的銅（例如，銅原子百分比大於 90 的銅）或銅合金。

【0016】 接下來，進行處理製程 23，以在含銅材料（又稱為導電材料）20 的表面上形成氮化銅（CuN）。根據部分實施方式，通過將至少一種含氮氣體（例如氨（NH₃）和/或氮（N₂））引導至晶圓 10，來進行處理製程 23，從而形成氮化銅薄層。處理製程 23 可以包括電漿處理。根據部分示例實施例，傳導包括 NH₃ 的製程氣體。NH₃ 的流速可以在大約 1200 sccm 與大約 1800 sccm 之間的範圍內。可施加高頻射頻（High-Frequency Radio-Frequency；HFRF）功率，例如大約 13.56 MHz 的頻率。高頻射頻功率用於從製程氣體產生電漿，其範圍可以在大約 300 瓦特特至大約 600 瓦特特之間。處理製程 23 還可包括在高溫下的熱處理過程（無電漿）。晶圓 10

的高溫可以在大約 300°C 至大約 400°C 之間的範圍內。根據其他實施方式，在點燃電漿且在高溫下，進行處理製程 23。

【0017】 接下來，停止氮的傳送，並且將含鈷的前驅物引導至晶圓 10。藉此，將鈷沉積在含銅材料 20 被處理過的表面上，其中該被處理過的表面包含氮化銅薄層。氮化銅變成覆蓋層 24，覆蓋層 24 包含氮化鈷 (CoN)。舉例而言，當溫度高於大約 350°C 時，氮化銅中的銅通過 CoN 擴散到含銅材料 20 中。所形成的結構如圖 2 所示。由此形成蓋層 24，其中覆蓋層 24 為一金屬蓋。相應的製程在圖 14 所示的製程流程 200 中顯示為製程 204。含鈷的前驅物可以是或包含有機前驅物，其可以包括 N_2 、 NH_3 、 $\text{Co}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ 、 $\text{Co}(\text{C}_5\text{H}_5)(\text{Co})_2$ 或其類似物中的至少一種。鈷的沉積可以通過化學氣相沉積 (Chemical Vapor Deposition ; CVD)，電漿增強原子層沉積 (Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition ; PEALD) 等來實現。然後，可以停止含鈷前驅物的傳送。

【0018】 根據部分實施方式，以多個循環重複 NH_3 處理製程和鈷沉積製程，其中每個循環包括 NH_3 處理製程，並於其後引入含鈷前驅物。可以在氮以及含鈷的前驅物的傳送之間進行驅氣 (purge) 製程。根據部分實施方式，在各製程氣體中沒有氮 (N_2) 和氫 (H_2) 之一或二者之一的情況下進行 NH_3 處理。作為多個循環中每個循環的結果，形成了一新的 CoN 層。可以重複這些循環，直到覆蓋層 24

的厚度 T_1 在選定範圍內。可以理解，厚度 T_1 不能太高或太小。如果厚度 T_1 太高，例如大於大約 40 埃，則由覆蓋層 24（具有高電阻率）引起的電阻太高，會導致導電特徵 22 與隨後形成的通孔 44（圖 11）之間的電連接不良。如果厚度 T_1 太小，例如小於大約 20 埃，則覆蓋層 24 阻止銅擴散的功能會降低。因此，厚度 T_1 可以選擇在大約 20 埃和大約 40 埃之間。

【0019】 由於含鈷的前驅物可以包含有機物質，因此 NH_3 處理製程還可以幫助移除由含鈷的有機驅物引入覆蓋層 24 中的有機材料。此外， NH_3 處理製程 23 和在後續循環中的 NH_3 處理製程將氫原子添加到覆蓋層 24 中，並可致使覆蓋層 24 和下方的導電特徵 22 中的氧原子被移除。

【0020】 根據部分實施方式，覆蓋層 24 也可以由其他材料形成，而不由 CoN 形成，這些材料其他相對於其上的蝕刻停止層 30A（圖 4）具有高蝕刻選擇比並且對蝕刻停止層 30A 具有良好的附著力。舉例而言，層體 24 可以由氮化鈮、氮碳化鈮或其類似物形成。在整個說明書中，層體 24 被稱為覆蓋層 24。

【0021】 覆蓋層 24 可以具有多晶結構，其包括具有晶粒邊界（*grain boundaries*）的晶粒（*grain*）。導電特徵 22 中的銅原子可沿晶粒邊界向上擴散至隨後將形成的上方覆蓋的層體。因此，在沉積覆蓋層 24 之後，進行處理製程以將多晶態的覆蓋層 24 轉化為非晶態層。多晶態的覆蓋層 24 到非晶態層的轉換具有兩個功用。首先，當隨後沉積

的蝕刻停止層 30 A (圖 5) 沉積在非晶態的覆蓋層 24 上時，此隨後沉積的蝕刻停止層 30 A (圖 5) 更可能是非晶態的。其次，非晶態的覆蓋層 24 具有更好的阻止銅擴散通過其自身的能力。

【0022】 圖 3 示出了用於將多晶態的覆蓋層 24 轉變為非晶態層的處理製程 28，其中此非晶態層也使用附圖標記 24 指代。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程被示為製程 206。根據本揭露的部分實施方式，使用例如 NH_3 的含氮製程氣體進行處理製程 28。也可以添加其他氣體，例如氦氣 (He)。製程氣體中的氮原子可能有助於非晶態結構的形成。製程氣體中的氫原子可以幫助去除覆蓋層 24 和下面的含銅材料 20 中的氧。然而，希望製程氣體中的氫量不要過多。這意味著，如果單獨使用 NH_3 ，則製程氣體中氫與氮的比例可能會高於所需比率。根據部分實施方式，將氮 (N_2) 添加到製程氣體中以降低氫與氮的原子比。根據部分實施方式，調節氮與氫的流速比，以使得氫與氮原子比 $\text{H}:\text{N}$ 在大約 1 至大約 3 之間的範圍內。 NH_3 的流速可以在大約 50 sccm 至大約 500 sccm 之間。 N_2 的流速可以在大約 1000 sccm 與大約 3000 sccm 之間。根據其他實施方式，不添加氮 (N_2)。

【0023】 根據部分實施方式，處理製程 28 包含電漿處理，其可以是直接電漿處理製程，其中電漿在與晶圓 10 被處理的同一製程腔體中產生。直接電漿處理製程可以包含施加高頻射頻功率和低頻射頻 (Low-Frequency

Radio-Frequency ; LFRF) 功率兩者，舉例而言，低頻射頻功率具有大約 350 KHz 的頻率。高頻射頻功率用於離子化並產生電漿，而低頻射頻功率用於轟擊覆蓋層 24 以使其非晶態化。根據本揭露的部分實施方式，高頻射頻功率在大約 400 瓦特至大約 800 瓦特之間的範圍內。低頻射頻功率可以在大約 50 瓦特至大約 150 瓦特之間的範圍內。根據部分替代實施例，處理製程 28 包括遠程電漿處理過程，其中電漿在與晶圓 10 的腔室不同的環境中產生。因此，不施加低頻射頻功率。

【0024】 圖 4 示出了根據部分實施方式的蝕刻停止層 30A 的沉積。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程被示為製程 208。蝕刻停止層 30A 可以由對下方覆蓋層 24 和介電層 16 具有良好附著力的金屬氮化物形成。舉例而言，蝕刻停止層 30A 可以由氮化鋁(AlN)、氧氮化鋁(AlNO)、氮化錳(Mn₃N₂)、氮化鎵(GaN)、氮化鋁鎵(AlGaN)或其類似物形成。在隨後的段落中，蝕刻停止層 30A 可替代地稱為氮化鋁層 30A，而蝕刻停止層 30A 可以由其他材料形成。然而，應當理解，如果蝕刻停止層 30A 不是氮化鋁層，則隨後提及的用於沉積和處理的製程細節可以與所討論的不同。蝕刻停止層 30A 不能太厚或太薄。如果太厚，則在隨後的製程中蝕刻穿過蝕刻停止層 30A 時，會產生底切(undercut)。當太薄時，蝕刻停止層 30A 不能有效地停止對上方層體的蝕刻。根據部分實施方式，蝕刻停止層 30A 的厚度可以在大約 23 埃和大約 50 埃之間的範圍

內。根據部分實施方式，使用原子層沉積 (Atomic Layer Deposition; ALD)、電漿增強原子層沉積 (PEALD) 或其類似方法，形成蝕刻停止層 30 A。前驅物可以包括例如 NH_3 的含氮製程氣體以及例如三甲基鋁 (Trimethyl Aluminum; TMA) ($\text{Al}_2(\text{CH}_3)_6$) 之類的含鋁製程氣體。在沉積製程中，含氮製程氣體和含鋁製程氣體可以被傳送，然後交替地被驅氣 (purge) 以逐層生長氮化鋁原子層。

【0025】 在氮化鋁層 30 A 的沉積期間，晶圓 10 的溫度被選擇在一定範圍內。可以理解，晶圓 10 的溫度會影響沉積速率。如果溫度太低 (例如低於大約 300°C)，則沉積速率 (每單位時間增加的厚度) 可能太低，並且對於量產而言是不現實的。如果溫度太高 (例如高於大約 380°C)，則所形成的氮化鋁層 30 A 為晶態的 (例如多晶態的)，這是不希望的。根據本揭露的部分實施方式，在氮化鋁層 30 A 的沉積期間，晶圓 10 的溫度被選擇為在大約 300°C 和大約 380°C 之間的範圍內，以避免前述問題。

【0026】 沉積的氮化鋁層 30 A 可以 (或可以不) 包含一些晶態結構，例如多晶態結構，其中包括晶粒。某一些晶粒可以彼此連接，而某一些晶粒可以被埋入非晶態結構中。導電特徵 22 中的銅還可以沿著晶粒邊界向上擴散至隨後將形成的上方層體。因此，在沉積氮化鋁層 30 A 之後，進行後處理製程，以將氮化鋁層 30 A 中的多晶態結構 (如果有的話) 轉化為非晶態結構，從而使整個氮化鋁層 30 A 是

非晶態的。由於非晶態的氮化鋁層 30 A 不具有晶粒邊界，因此具有更好的阻擋銅擴散的能力。

【0027】 參照圖 5，進行處理製程 32，以將氮化鋁層 30 A 中的多晶態結構轉變成為非晶態結構。所形成的氮化鋁層也稱為 30 A。在圖 14 中所示的製程流程 200 中，相應的製程被示為製程 210。根據本揭露的部分實施方式，使用選自 NH_3 、 N_2 或其組合的製程氣體，來進行處理製程 32。也可以添加其他氣體，例如氫氣。在處理製程 32 中，轟擊氮化鋁層 30 A。此轟擊破壞了晶體結構。且，在製程氣體（例如 NH_3 ）中存在氫和氮原子的情況下，可以將氫和氮添加到氮化鋁層 30 A 中。因此，作為處理製程 32 的結果，氮化鋁層 30 A 可包含氫摻雜於其中。根據部分實施方式，氮化鋁層 30 A 具有在大約 1% 至大約 3% 之間的範圍內的氫原子百分比。

【0028】 處理製程 32 還具有改變鋁與氮原子比（以下稱為 A1 : N 原子比）的效果，這也影響所形成的氮化鋁層 30 A 是否具有晶態或非晶態結構。舉例而言，理想的晶態氮化鋁層的原子比 A1 : N 接近 1 : 1。氮原子的添加破壞了這種平衡。舉例而言，在轟擊中使用氮的情況下，氮原子與鋁鍵結，因此一個鋁原子可以與一個以上的氮原子（其可以進一步與氫原子鍵結）交聯。因此，更容易形成非晶態結構。此外，即使在隨後的製程中隨後的溫度高達再結晶，通過使一個鋁原子與一個以上的氮原子鍵結，也可以防止氮化鋁層 30 A 的再結晶。此外，由於添加的氮原子可以進

一步與氫原子鍵結，因此氫也通過處理製程 32 添加到氮化鋁層 30A 中。

【0029】 根據本揭露的部分實施方式，在處理製程 32 中， NH_3 氣體（當使用時）的流速可以在大約 50 sccm 至大約 500 sccm 的範圍內。 N_2 氣體（當使用時）的流速可以在大約 1000 sccm 至大約 3000 sccm 之間的範圍內。在處理製程 32 期間，晶圓 10 的溫度可以在大約 340 °C 至大約 400 °C 之間的範圍內。

【0030】 根據部分實施方式，處理製程 32 包括電漿處理，其可以是直接電漿處理，其中電漿在與晶圓 10 被處理的同一製程腔體中產生。使用高頻射頻功率和低頻射頻功率兩者，進行電漿處理製程 32。高頻射頻功率用於離子化並產生電漿，而低頻射頻功率用於轟擊氮化鋁層 30A 以用於非晶態化的目的。根據本揭露的部分實施方式，高頻射頻功率在大約 400 瓦特至大約 800 瓦特之間的範圍內。

【0031】 低頻射頻功率被選擇為在一定範圍內。如果低頻射頻功率太低（例如低於大約 90 瓦特），則氮離子可能不能有效地摻雜到氮化鋁層 30A 中。如果低頻射頻功率太高（例如高於大約 135 瓦特），則可能對氮化鋁層 30A 下面的結構造成嚴重的電漿導致的損壞。根據本揭露的部分實施方式，低頻射頻功率被選擇為在大約 90 瓦特和大約 135 瓦特之間的範圍內，以避免前述問題。

【0032】 圖 6 示出了根據部分實施方式的蝕刻停止層 30B 的沉積。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程被

示為製程 212。蝕刻停止層 30B 可以由摻雜氧的（矽）碳化物（oxygen-doped carbide；ODC）形成，其也被稱為碳氧化矽（silicon oxy carbide；SiOC）。蝕刻停止層 30B 也可以由例如氮摻雜碳化矽（Nitrogen-Doped silicon Carbide；NDC）、碳化矽或其類似物的另一種材料形成。沉積方法可以是電漿增強化學氣相沉積（Plasma Enhanced CVD；PECVD）或另一種方法，例如高密度電漿化學氣相沉積（High-Density Plasma CVD；HDPCVD）、原子層沉積、化學氣相沉積（CVD）或其類似方法。蝕刻停止層 30B 的厚度可以在大約 23 埃和大約 50 埃之間的範圍內。

【0033】 依據蝕刻停止層 30B 的預計成分，決定用於形成蝕刻停止層 30B 的前驅物，此前驅物可以包括矽（Si）、碳（C）、氫（H）、氮（N）、氧（O）、硼（B）以及/或其類似物。根據部分實施方式，前驅物包含選自以下的氣體：一甲基矽烷（ $\text{Si}(\text{CH})\text{H}_3$ ，也稱為 1MS）、二甲基矽烷（ $\text{Si}(\text{CH})_2\text{H}_2$ ，也稱為 2MS）、三甲基矽烷（ $\text{Si}(\text{CH})_3\text{H}$ ，也稱為 3MS）、四甲基矽烷（ $\text{Si}(\text{CH})_4$ ，也稱為 4MS）或其組合。例如 He、 N_2 、Ar、Xe 以及類似物的非活性氣體（inactive gas）可以用作環境氣體。如果要形成 ODC，也可以添加二氧化碳（ CO_2 ）以提供氧。如果要形成 NDC，則可以添加 NH_3 以提供氮。此外，前驅物可包括例如 B_2H_6 ， BH_3 或其組合的含硼氣體，以在所形成的蝕刻停止層 30B 中提供硼。

【0034】 除了以上討論的前驅物之外，可以添加一種或多種碳源氣體以增加所形成的蝕刻停止層 30B 中的碳含量。碳源氣體可以是富含碳的來源，這表示碳源氣體中碳的原子百分比很高，例如大於大約 10% 或大於大約 20% 或 30%。在示例實施方式中，碳源氣體是選自 C_2H_4 、 C_2H_6 及其組合的含碳氫的氣體。藉由由碳源氣體提供的額外的碳，增加了所形成的蝕刻停止層 30B 中的碳百分比，並且改善了蝕刻停止層 30B 的性質。根據部分實施方式，碳源氣體的流速與所有 1MS/2MS/3MS/4MS 氣體的流速之比值大於大約 2 至 4。

【0035】 根據部分實施方式，使用例如電漿增強化學氣相沉積，在腔體中進行蝕刻停止層 30B 的形成，其中晶圓 10 的溫度可以在大約 $300^\circ C$ 至大約 $500^\circ C$ 之間，並且該腔體壓力可以在大約 2 托和大約 10 托之間。用於形成蝕刻停止層 30B 的功率源可以包括高頻射頻功率和低頻射頻功率。在蝕刻停止層 30B 的形成中，高頻射頻功率源可以提供大約 100 瓦特至大約 1000 瓦特之間的功率，而低頻射頻功率源可以提供低於大約 135 瓦特的功率，並且可以低至零瓦特（表示未提供低頻功率）。可以同時提供高頻射頻功率和低頻射頻功率。

【0036】 圖 7 繪示出了根據部分實施方式的蝕刻停止層 30C 的沉積。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程也被示為的製程 212。蝕刻停止層 30C 可以由氧化鋁 (AlO_x ， x 為氧與鋁的原子比) 形成。蝕刻停止層 30C

也可以由相對於下方的蝕刻停止層 30B 和上方的介電層 34 (圖 8) 具有高蝕刻選擇比的其他材料形成。形成方法包括原子層沉積、電漿增強化學氣相沉積、化學氣相沉積或類似方法。蝕刻停止層 30C 的厚度可以在大約 23 埃和大約 50 埃之間的範圍內。根據本揭露的部分實施方式，用於形成蝕刻停止層 30C 的前驅物可以包括含金屬前驅物和含氧前驅物，含金屬前驅物例如為三甲基鋁 (TMA)，含氧前驅物例如為 H_2O 、 O_3 或類似物。

【0037】 每個蝕刻停止層 30B 和 30C 可以具有多晶態結構或非晶態結構，這可以通過調節沉積溫度來實現。由於銅原子已經被下方的覆蓋層 24 和蝕刻停止層 30A 阻止擴散，所以蝕刻停止層 30B 和 30C 是多晶態的還是非晶態的不會影響銅原子的擴散。

【0038】 在整個說明書中，蝕刻停止層 30A、30B 和 30C 統稱為蝕刻停止層 30，並且蝕刻停止層 30A、30B 和 30C 也稱為蝕刻停止層 30 的子層。根據部分實施方式，如圖 7 所示，蝕刻停止層 30 包含三個子層。根據本揭露的替代實施方式，蝕刻停止層 30 具有兩個子層，例如蝕刻停止層 30A 和 30B，並且不包含蝕刻停止層 30C。根據本揭露的又一些替代實施方式，蝕刻停止層 30 是包含蝕刻停止層 30A 的單層蝕刻停止層，並且不包含蝕刻停止層 30B 和 30C。

【0039】 參考圖 8，在蝕刻停止層 30 上方，形成介電層 34。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程被示為製程

214。介電層 34 有時也可以被稱為金屬間介電層。根據本揭露的部分實施方式，介電層 34 由 k 值低於大約 3.0 的低 k 介電材料形成。介電層 34 可以包括黑鑽石 (Applied Materials 的註冊商標)、含碳的低 k 介電材料 (例如 SiOC)、含氫矽氧烷 (HSQ)、甲基矽氧烷 (MSQ) 或類似物。根據本揭露的部分實施方式，介電層 34 的形成包括沉積含製孔劑 (porogen) 的介電材料，然後進行固化製程以驅除製孔劑，因此剩餘的介電層 34 是多孔的。

【0040】 參考圖 9，在介電層 34 中，形成溝槽 38 和通孔開口 36。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程被示為製程 216。根據本揭露的部分實施方式中，形成製程包括蝕刻介電層 34 以形成通孔開口，其中通孔開口從介電層 34 的上表面延伸到介電層 34 的上表面和下表面之間的中間高度。接下來，形成金屬硬式遮罩 (未示出)，並對其進行圖案化以定義溝槽 38 的圖案。然後，進行各向異性蝕刻製程，以蝕刻介電層 34 而形成溝槽 38。在形成溝槽 38 的同時，通孔開口向下延伸至蝕刻停止層 30C，從而形成通孔開口 36。用於形成溝槽 38 的蝕刻可以採用時間模式來進行。根據替代實施方式，通孔開口 36 和溝槽 38 是透過在分開的光刻微影製程形成。舉例而言，在第一光刻微影製程中，形成延伸到蝕刻停止層 30C 的通孔開口 36。在第二光刻微影製程中，形成溝槽 38。

【0041】 根據本揭露的部分實施方式，使用包括氟和碳的製程氣體，進行介電層 34 的蝕刻，其中氟用於蝕刻，碳用於

產生可以保護所形成的通孔開口 36 和溝槽 38 的側壁的電漿。通過適當的氟和碳比例，通孔開口 36 和溝槽 38 可以具有期望的形貌。舉例而言，用於蝕刻的製程氣體包含含有氟和碳的氣體以及載氣，其中含有氟和碳的氣體例如為 C_4F_8 和 / 或 CF_4 ，載氣例如為 N_2 。

【0042】 介電層 34 的蝕刻在蝕刻停止層 30C 上停止。接下來，通過例如乾蝕刻製程以及隨後的濕蝕刻製程，來蝕刻蝕刻停止層 30C。根據本揭露的部分實施方式，使用例如 BCl_3 和 Cl_2 的混合物之類的蝕刻氣體，來進行乾蝕刻製程。舉例而言，可以使用例如磷酸，來進行濕蝕刻。接下來，舉例而言，使用包括含氟和碳的氣體（例如 CF_4 ）和其他氣體（例如氫氣）的蝕刻氣體，來蝕刻蝕刻停止層 30B。此蝕刻在蝕刻停止層 30A 上停止。然後，舉例而言，使用 BCl_3 、 Cl_2 和氫氣的混合物，來蝕刻穿過蝕刻停止層 30A。也可以使用濕蝕刻製程來蝕刻穿過蝕刻停止層 30A，其中濕蝕刻製程可例如使用磷酸。在蝕刻蝕刻停止層 30A 之後，露出蓋層 24。

【0043】 非晶態的蝕刻停止層 30A（例如 AlN ）和非晶態的覆蓋層 24 的形成具有改善介電層 34 和蝕刻停止層 30A、30B 和 30C 的前述蝕刻的有利特徵。蝕刻停止層 30A 和覆蓋層 24 沒有晶粒和晶粒邊界，蝕刻停止層 30A 和覆蓋層 24 的非晶態結構可以有效地阻擋導電特徵 22 中的銅原子向上擴散到蝕刻停止層 30 和介電層 34 中。否則，如果蝕刻停止層 30A 和覆蓋層 24 具有多晶態結構，銅可以沿

著晶粒邊界擴散到蝕刻停止層 30A、30B 和 30C 以及上方的介電層 34 中。擴散的銅可以降低蝕刻停止層 30A、30B 和 30C 及介電層 34 的蝕刻速率。這可能導致用於形成通孔開口 36 的蝕刻過早地停止在蝕刻停止層 30 內部或者甚至在介電層 34 內部，這被稱為蝕刻停止層 30 和介電層 34 的蝕刻不足 (under-etching)。作為蝕刻不足的結果，隨後形成的通孔不能電性連接到導電特徵 22，從而導致電路故障。

【0044】 圖 10 和 11 繪示了在通孔開口 36 (圖 9) 中形成導電通孔 44，以及在溝槽 38 中形成導線 46。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程被示為製程 218。參照圖 10，沉積擴散阻擋層 40 作為覆蓋層，其中擴散阻擋層 40 可以由鈦、氮化鈦、鉭、氮化鉭或其他替代物形成或包含這些物質。在擴散阻擋層 40 上，沉積導電材料 42，其中導電材料 42 可以由銅、銅合金、銀、金、鎢、鋁或類似物形成。根據部分實施方式，導電材料 42 的形成包括沉積一銅或銅合金的薄種晶層 (seed layer)，通過例如電鍍、無電電鍍、沉積或類似方法填充通孔開口 36 和溝槽 38 的剩餘部分。然後，進行例如化學機械平坦化 (Chemical Mechanical Planarization ; CMP) 製程或機械研磨製程之類的平坦化製程，以從介電層 34 的表面移除擴散阻擋層 40 和導電材料 42 的多餘部分。所形成的結構如圖 11 所示，其中形成通孔 44 和導線 (又稱為金屬線) 46。

【0045】 圖 12 繪示了在導線 (又稱為金屬線) 46 和介電

層 34 上方額外特徵的形成。在圖 14 所示的製程流程 200 中，相應的製程為製程 220。這些額外特徵可以包括金屬蓋 50 和蝕刻停止層 52。根據部分實施方式，金屬蓋 50 由含鈷材料形成，該含鈷材料的形成使用與形成覆蓋層 24 類似的製程。因此，金屬蓋 50 也可以是非晶態的。蝕刻停止層 52 可以包括子層 52A、52B 和 52C，其可以分別使用與蝕刻停止層 30A、30B 和 30C 相似的材料和相似的製程形成。後續製程可以包含形成低 k 介電層以及形成延伸到介電層和蝕刻停止層 52 中的金屬線和通孔。其細節相似於圖 8 至 11 所繪示與討論的，在此不再贅述。

【0046】 在最終結構中，舉例而言，根據本揭露的部分實施方式，在將晶圓 10 被切成裸晶 (die) 並封裝之後，蝕刻停止層 30A 和覆蓋層 24 可以是非晶態的。根據替代實施方式，在形成通孔 44 和導線 (又稱為金屬線) 46 之後的製程包括高溫製程 (例如包含高溫製程可以包括溫度高於大約 600°C 的熱製程)。因此，蝕刻停止層 30A 和覆蓋層 24 之一或兩者可以被再結晶而為多晶態的。舉例而言，蝕刻停止層 30A 可以是非晶態的，並且覆蓋層 24 可以是多晶態的。相反地，蝕刻停止層 30A 可以是多晶態的，而覆蓋層 24 可以是非晶態的。蝕刻停止層 30A 和覆蓋層 24 的多晶態或非晶態結構可從穿透電子顯微鏡 (Transmission electron microscopy; TEM) 圖像觀察到。

【0047】 圖 13 繪示了圖 12 中的部分 54 的 TEM 圖像。未

示出通孔 44。根據部分實施方式，覆蓋層 24 是彎曲的，並且接觸含銅材料 20 的上表面。覆蓋層 24 位於阻擋層 18 的垂直部分之間。在低於阻擋層 18 的頂端的位置處，覆蓋層 24 的上表面可以連接阻擋層 18 的內側壁。在阻擋層 18 的頂端上的蝕刻停止層 30A 可以向上彎曲。

【0048】 進行實驗以分析 AlN 膜（蝕刻停止層 30A）。實驗結果表明，轟擊（圖 5 中的處理製程 32）還改善了 AlN 的質量，這有助於 AlN 膜的擴散阻擋能力。舉例而言，在實驗中製成第一樣品 AlN 膜和第二樣品 AlN 膜。第一樣品 AlN 膜是被用 250 瓦特的低頻射頻功率轟擊，第二樣品 AlN 膜是被用 350 瓦特的低頻射頻功率轟擊。然後，測量第一樣品膜和第二樣品膜的密度。結果表明，第一樣品膜的密度低於第二樣品膜的密度。因此，實驗結果表明，較高的轟擊能量可提高 AlN 膜密度，並相應地提高了其阻擋銅擴散的擴散阻擋能力。應注意到，在測量 AlN 膜時，由於樣品暴露於氧氣，因此 AlN 樣品實際上被氧化為 AlON 膜。但是，用 AlON 膜而不是 AlN 膜進行測量，不會影響轟擊可能導致 AlN 膜密度提高的結論。

【0049】 本揭露的實施方式具有一些有利特徵。通過形成非晶態的蝕刻停止層和非晶態的金屬蓋，由於不存在使銅原子遷移穿過的晶粒邊界，因此阻止了銅原子擴散到上方的蝕刻停止層和低 k 介電層中。由於銅原子可能導致低 k 介電層和蝕刻停止層的蝕刻不足，因此銅擴散的阻擋消除了蝕刻不足，從而提高了生產良率。

【0050】 根據本揭露的部分實施方式，方法包含在第一導電特徵上沉積蝕刻停止層；進行一第一處理，以使蝕刻停止層非晶態化；在蝕刻停止層上沉積介電層；蝕刻介電層以形成開口；蝕刻穿過蝕刻停止層，以延伸開口至蝕刻停止層；以及將導電材料填入開口中而形成第二導電特徵。在部分實施方式中，第一處理包含使用一製程氣體轟擊該第一蝕刻停止層，其中該製程氣體包含氮氣。在部分實施方式中，該第一處理的進行是使用一低頻射頻功率，該低頻射頻功率是在大約 90 瓦特以及大約 135 瓦特之間。在部分實施方式中，沉積該第一蝕刻停止層是在範圍大約 300°C 以及 380°C 的溫度下進行。在部分實施方式中，方法更包含形成一非晶態金屬蓋，其中該非晶態金屬蓋是在該第一導電特徵上且在該第一蝕刻停止層下。在部分實施方式中，形成該非晶態金屬蓋包含沉積金屬蓋；以及在沉積該金屬蓋之後，轟擊該金屬蓋，以在該金屬蓋內產生非晶態結構。在部分實施方式中，方法更包含在形成該第二導電特徵之後，進行一高溫製程，其中該第一蝕刻停止層被轉換成具有多晶態結構。在部分實施方式中，方法更包含在該第一蝕刻停止層上，沉積一第二蝕刻停止層；以及在該第二蝕刻停止層上，沉積一第三蝕刻停止層，其中該介電層是形成於該第三蝕刻停止層上，且該開口更延伸穿過該第三蝕刻停止層以及該第二蝕刻停止層。

【0051】 根據本揭露的部分實施方式，積體電路結構包含第一介電層、第一導電特徵、金屬蓋、非晶態第一蝕刻停止

層、低 k 介電層以及第二導電特徵。第一導電特徵延伸進入該第一介電層。金屬蓋位於該第一導電特徵上且接觸該第一導電特徵。非晶態第一蝕刻停止層位於該金屬蓋上。低 k 介電層位於該非晶態第一蝕刻停止層上。第二導電特徵延伸進入該低 k 介電層以及該非晶態第一蝕刻停止層。在部分實施方式中，非晶態第一蝕刻停止層包含一非晶態氮化鋁層。在部分實施方式中，非晶態氮化鋁層包含氫於其中。在部分實施方式中，非晶態第一蝕刻停止層接觸該金屬蓋。在部分實施方式中，金屬蓋是非晶態的。在部分實施方式中，金屬蓋包含氮化鈦。在部分實施方式中，積體電路結構更包含第二蝕刻停止層以及第三蝕刻停止層，第二蝕刻停止層位於該非晶態第一蝕刻停止層上，第三蝕刻停止層位於該第二蝕刻停止層上，其中該第二導電特徵穿過該第二蝕刻停止層以及該第三蝕刻停止層以接觸該金屬蓋。

【0052】 根據本揭露的部分實施方式，積體電路結構包含第一低 k 介電層、第一低 k 介電層、第一導電特徵、金屬蓋、蝕刻停止層、第二低 k 介電層以及導電通孔。第一導電特徵延伸進入該第一低 k 介電層，其中該第一導電特徵包含銅。金屬蓋位於該第一導電特徵上且接觸該第一導電特徵。蝕刻停止層包含一非晶態氮化鋁層、第二子蝕刻停止層以及第三子蝕刻停止層。非晶態氮化鋁層位於該金屬蓋以及該第一低 k 介電層上，且接觸該金屬蓋以及該第一低 k 介電層，其中該非晶態氮化鋁層形成第一子蝕刻停止層。第

二子蝕刻停止層位於該第一子蝕刻停止層上。第三子蝕刻停止層位於該第二子蝕刻停止層上。第二低 k 介電層位於該第三子蝕刻停止層上。導電通孔延伸進入該第二低 k 介電層以及該蝕刻停止層。在部分實施方式中，金屬蓋是非晶態的。在部分實施方式中，金屬蓋的厚度在大約 20 埃以及大約 40 埃的範圍之間。在部分實施方式中，金屬蓋包含氮化鈷。在部分實施方式中，第二子蝕刻停止層包含碳氧化矽，該第三子蝕刻停止層包含氧化鋁。

【0053】 以上概述多個實施方式之特徵，該技術領域具有通常知識者可較佳地了解本揭露之多個態樣。該技術領域具有通常知識者應了解，可將本揭露作為設計或修飾其他製程或結構的基礎，以實行實施方式中提到的相同的目的以及/或達到相同的好處。該技術領域具有通常知識者也應了解，這些相等的結構並未超出本揭露之精神與範圍，且可以進行各種改變、替換、轉化，在此，本揭露精神與範圍涵蓋這些改變、替換、轉化。

【符號說明】

【0054】

1 0 : 晶圓

1 2 : 半導體基板

1 4 : 主動裝置

1 6 : 介電層

1 8 : 擴散阻擋層

20: 含銅材料
22: 導電特徵
23: 處理製程
24: 覆蓋層
28: 處理製程
30A: 蝕刻停止層、氮化鋁層
30B、30C: 蝕刻停止層
32: 處理製程
34: 介電層
36: 通孔開口
38: 溝槽
40: 擴散阻擋層
42: 導電材料
44: 通孔
46: 導線
50: 金屬蓋
52: 蝕刻停止層
52A、52B、52C: 子層
54: 部分
200: 製程流程
202~220: 製程
T1: 厚度

【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】一種積體電路結構的形成方法，包含：
在一第一導電特徵上，沉積一第一蝕刻停止層；
進行一第一處理，以使該第一蝕刻停止層非晶態化；
在該第一蝕刻停止層上，沉積一介電層；
蝕刻該介電層，以形成一開口；
蝕刻穿過該第一蝕刻停止層，以延伸該開口至該第一蝕刻停止層；以及
將一導電材料填入該開口中，而形成一第二導電特徵。

【請求項 2】如請求項 1 所述之方法，其中該第一處理包含使用一製程氣體轟擊該第一蝕刻停止層，其中該製程氣體包含氨氣。

【請求項 3】如請求項 1 所述之方法，更包含：
形成一非晶態金屬蓋，其中該非晶態金屬蓋是在該第一導電特徵上且在該第一蝕刻停止層下。

【請求項 4】如請求項 3 所述之方法，其中形成該非晶態金屬蓋包含：
沉積一金屬蓋；以及
在沉積該金屬蓋之後，轟擊該金屬蓋，以在該金屬蓋內產生非晶態結構。

【請求項 5】如請求項 1 所述之方法，更包含：
在該第一蝕刻停止層上，沉積一第二蝕刻停止層；以及
在該第二蝕刻停止層上，沉積一第三蝕刻停止層，其中該介電層是形成於該第三蝕刻停止層上，且該開口更延伸穿過該第三蝕刻停止層、該第二蝕刻停止層以及該第一蝕刻停止層。

【請求項 6】一種積體電路結構，包含：
一第一介電層；
一第一導電特徵，延伸進入該第一介電層；
一金屬蓋，位於該第一導電特徵上且接觸該第一導電特徵；
一非晶態第一蝕刻停止層，位於該金屬蓋上；
一低 k 介電層，位於該非晶態第一蝕刻停止層上；以及
一第二導電特徵，延伸進入該低 k 介電層以及該非晶態第一蝕刻停止層。

【請求項 7】如請求項 6 所述之積體電路結構，其中該非晶態第一蝕刻停止層接觸該金屬蓋。

【請求項 8】如請求項 6 所述之積體電路結構，其中該金屬蓋是非晶態的。

【請求項 9】一種積體電路結構，包含：

一 第一低 k 介電層；

一 第一導電特徵，延伸進入該第一低 k 介電層，其中該第一導電特徵包含銅；

一 金屬蓋，位於該第一導電特徵上且接觸該第一導電特徵；

一 蝕刻停止層，包含：

一 非晶態氮化鋁層，位於該金屬蓋以及該第一低 k 介電層上，且接觸該金屬蓋以及該第一低 k 介電層，其中該非晶態氮化鋁層形成一第一子蝕刻停止層；

一 第二子蝕刻停止層，位於該第一子蝕刻停止層上；
以及

一 第三子蝕刻停止層，位於該第二子蝕刻停止層上；

一 第二低 k 介電層，位於該第三子蝕刻停止層上；以及

一 導電通孔，延伸進入該第二低 k 介電層以及該蝕刻停止層。

【請求項 10】如請求項 9 所述之積體電路結構，其中該金屬蓋是非晶態的。

【發明圖式】

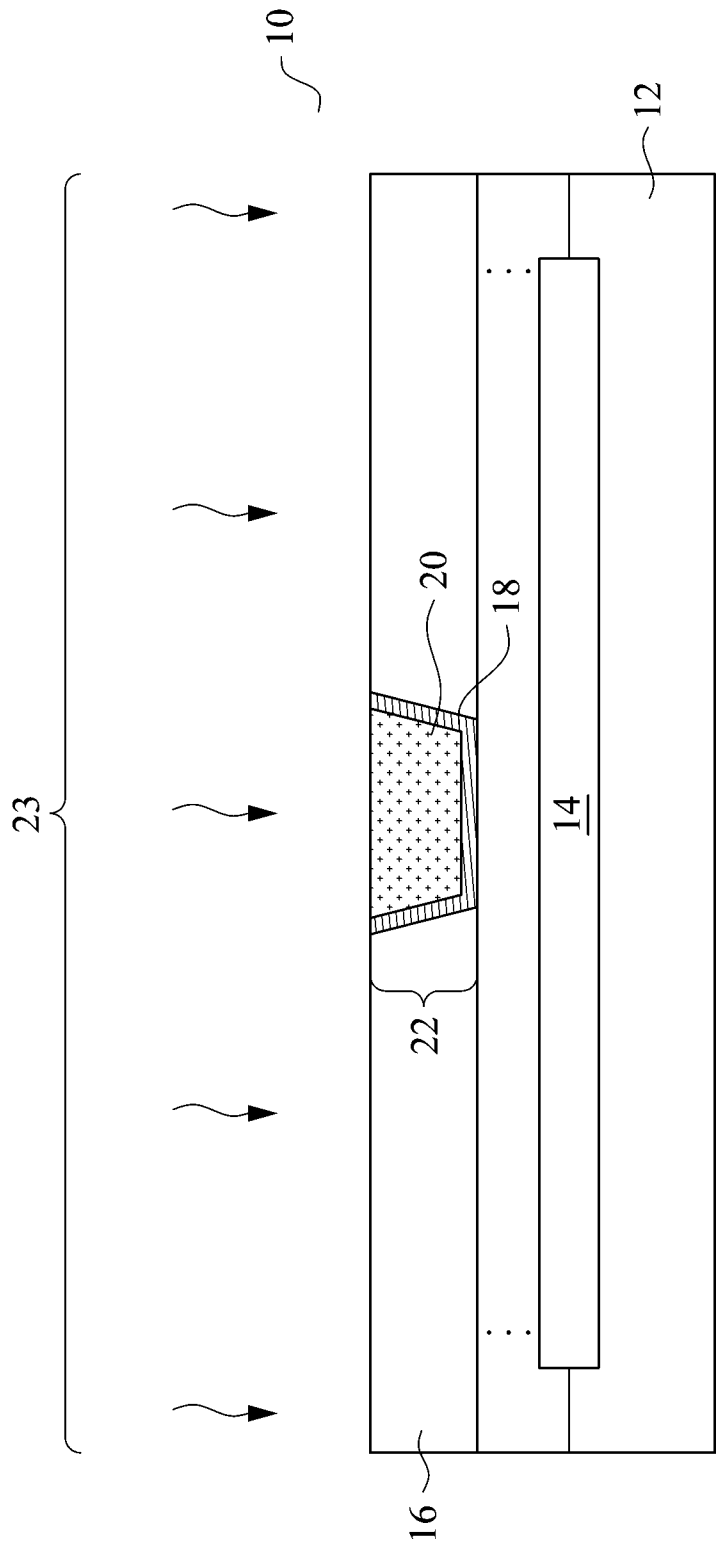


圖 1

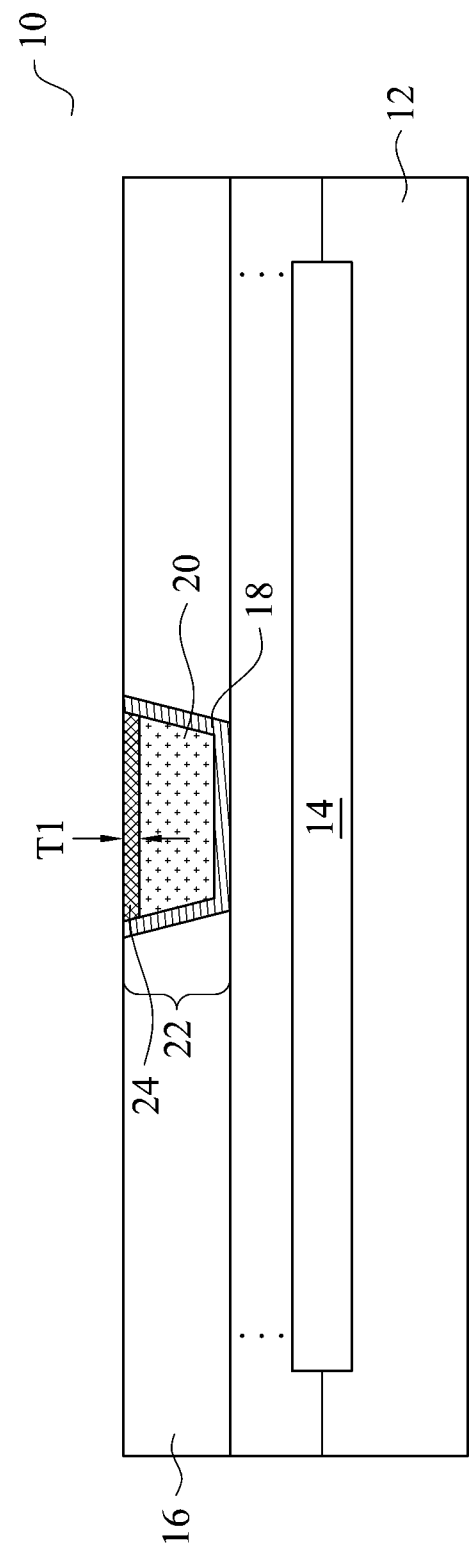


圖 2

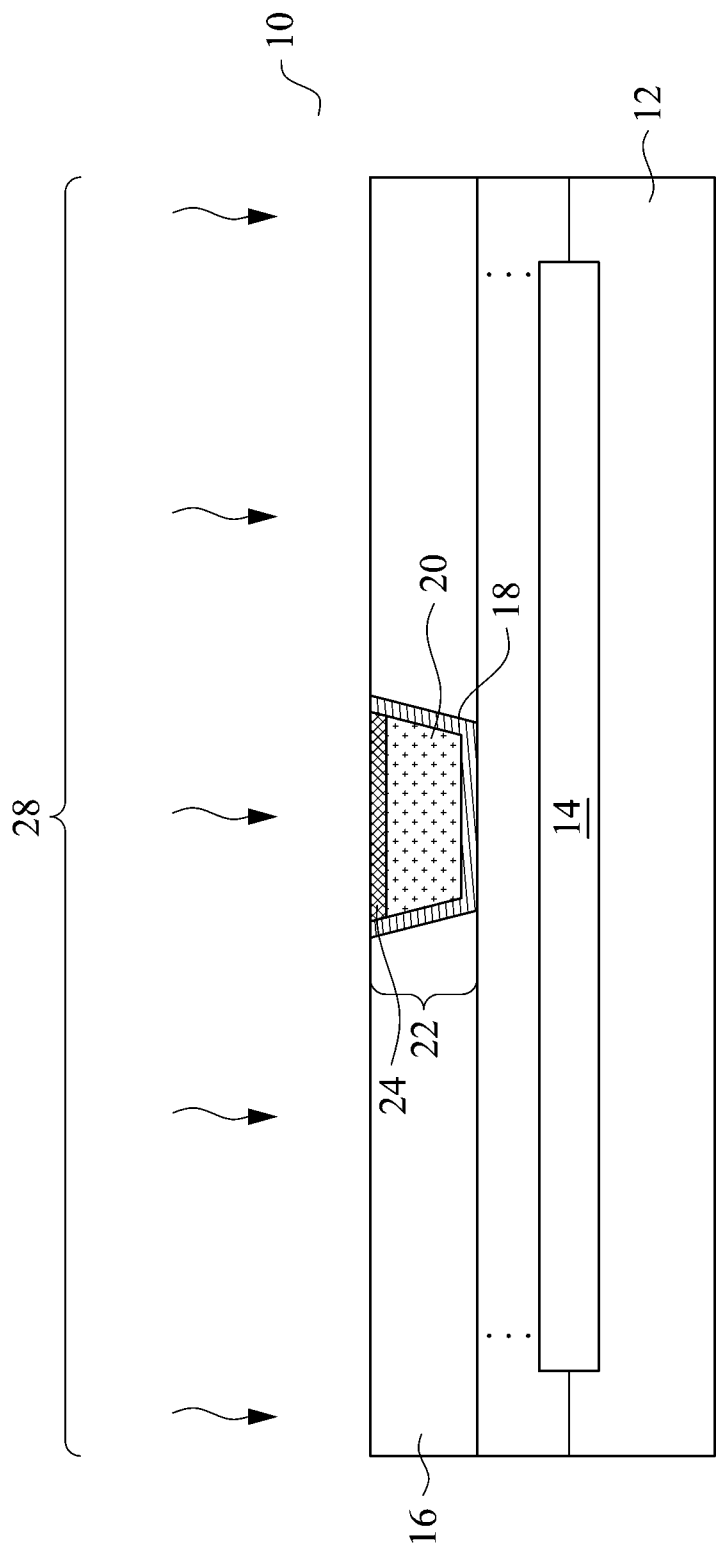


圖 3

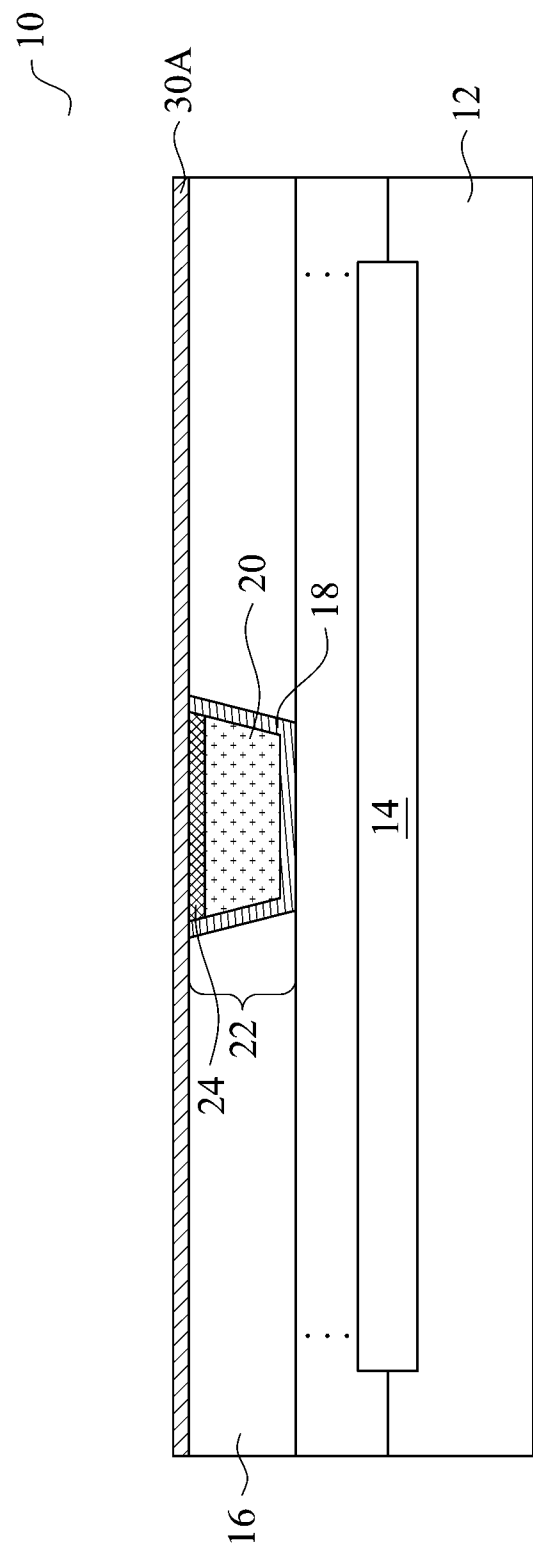


圖 4

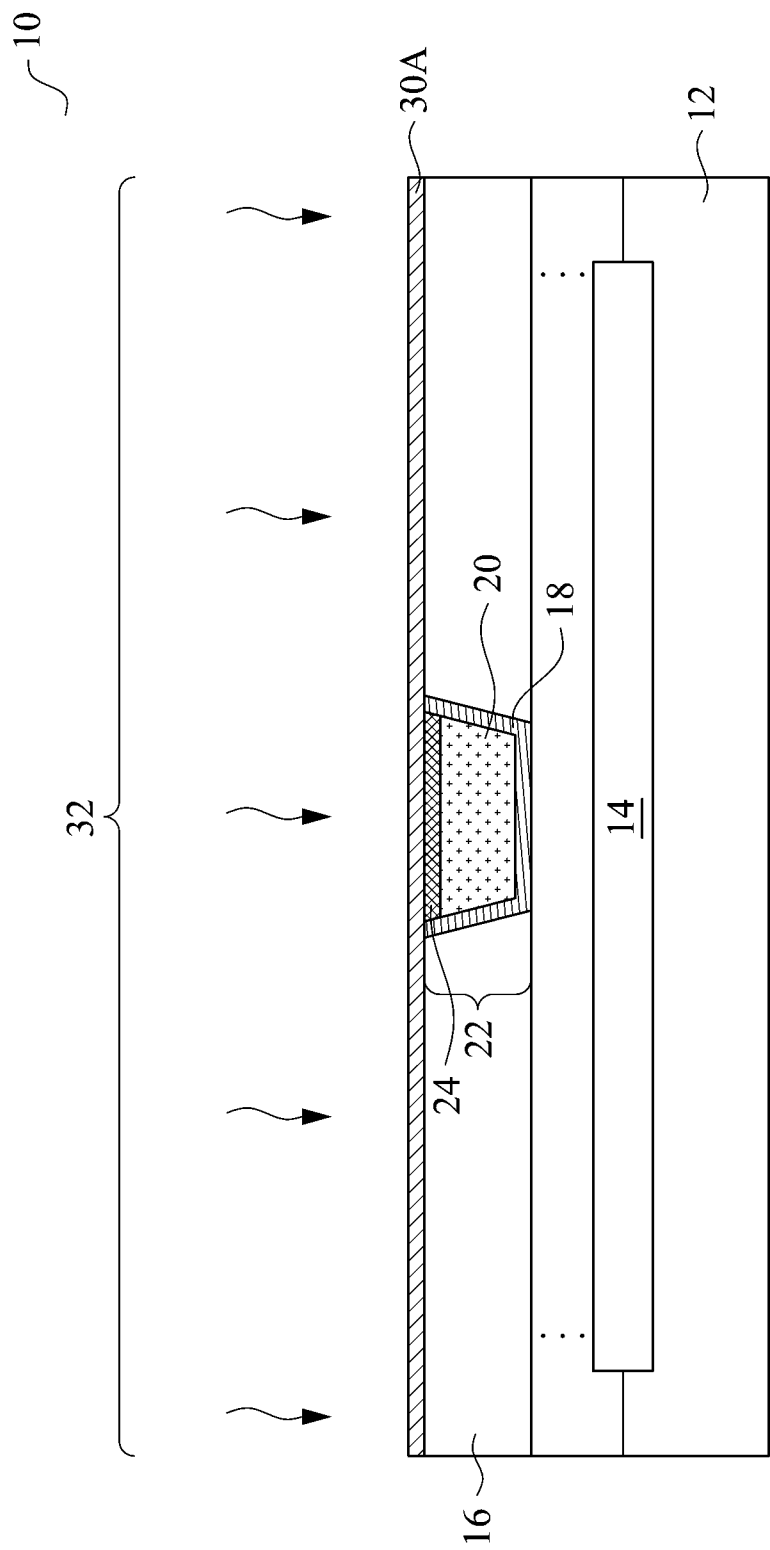


圖 5

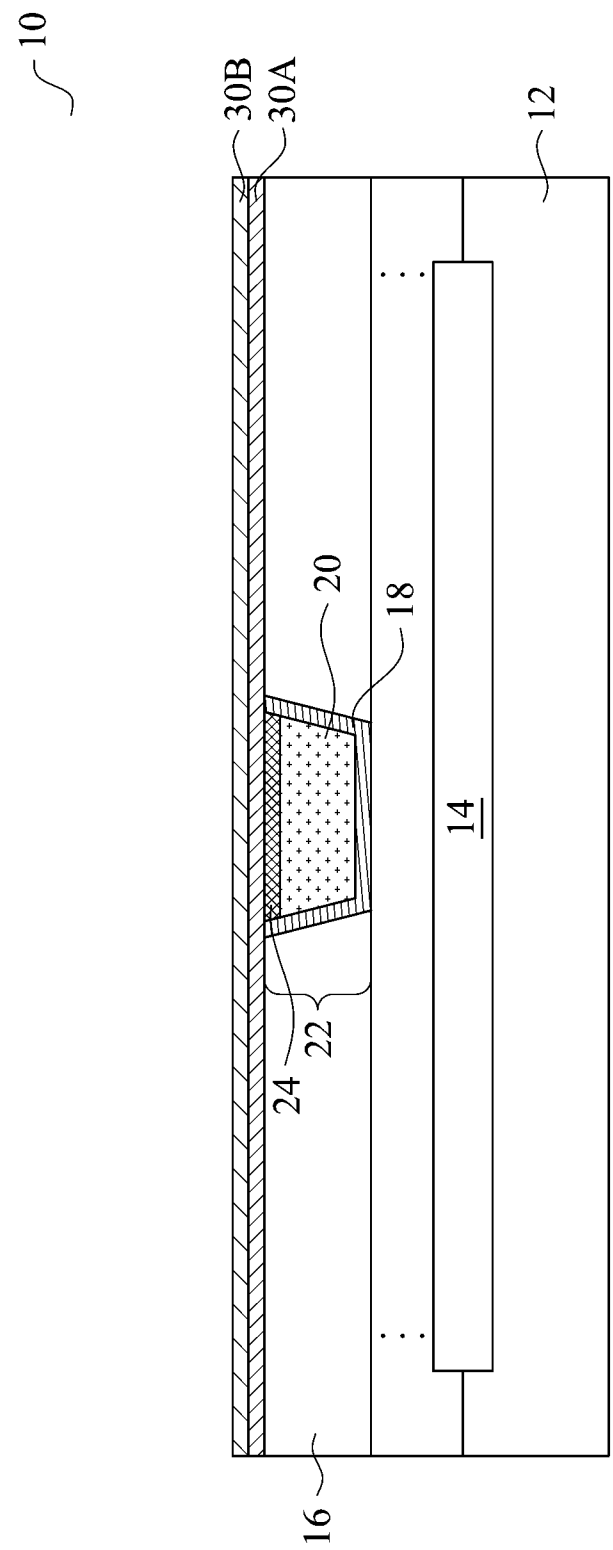


圖6

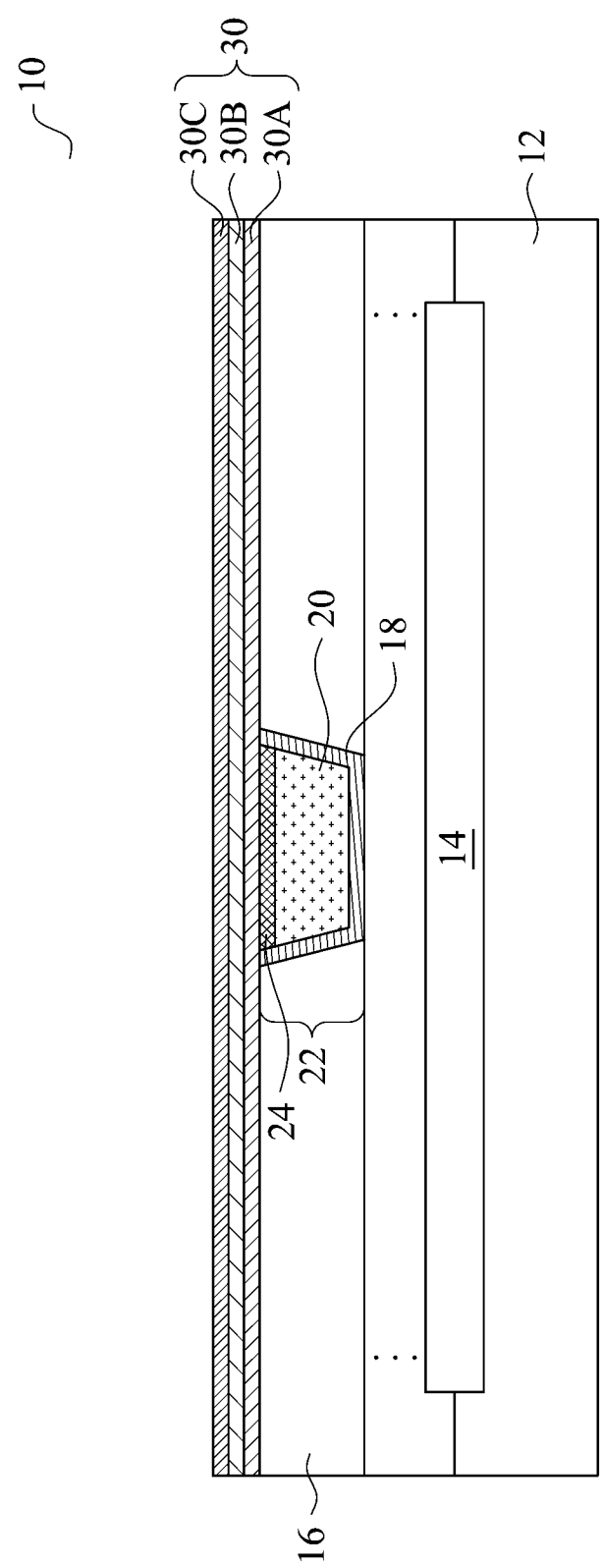


圖 7

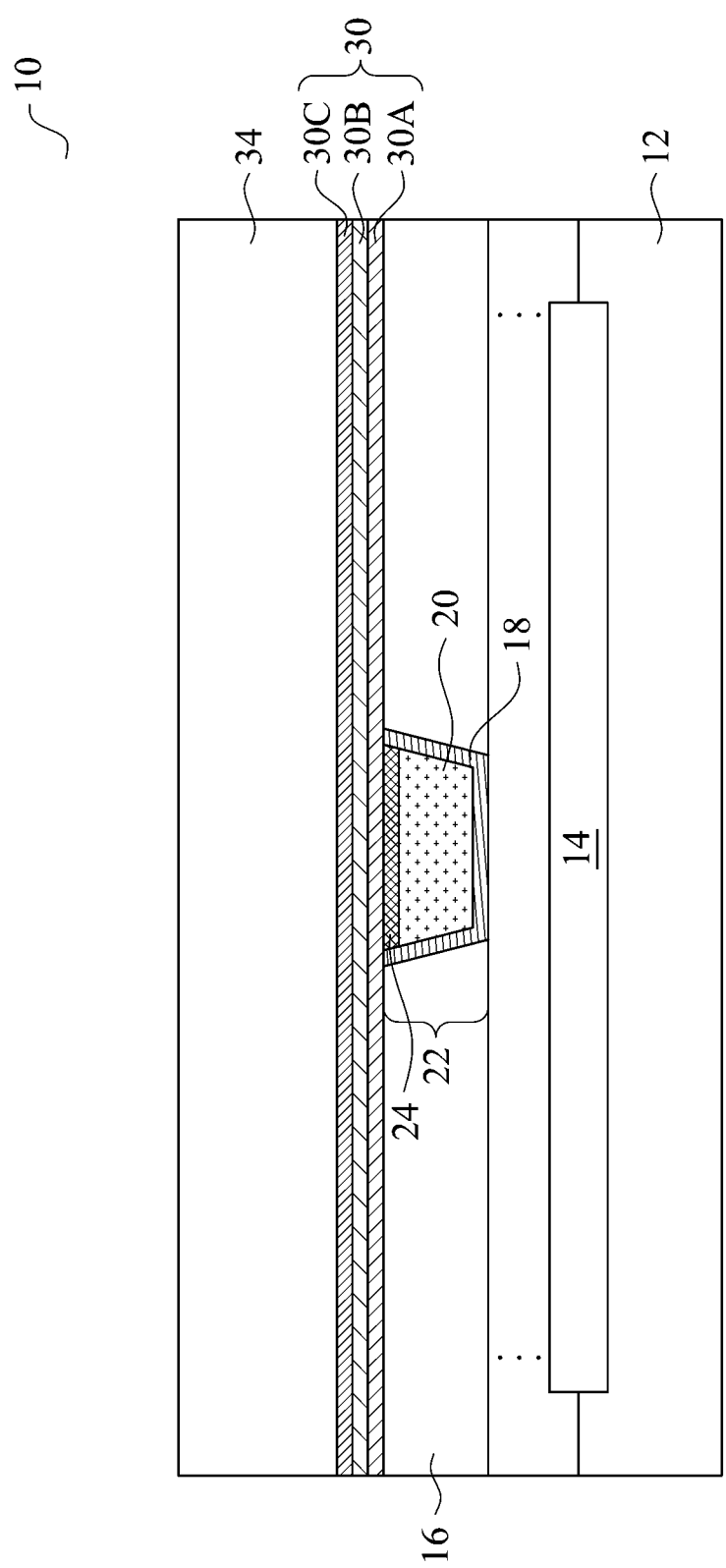


圖 8

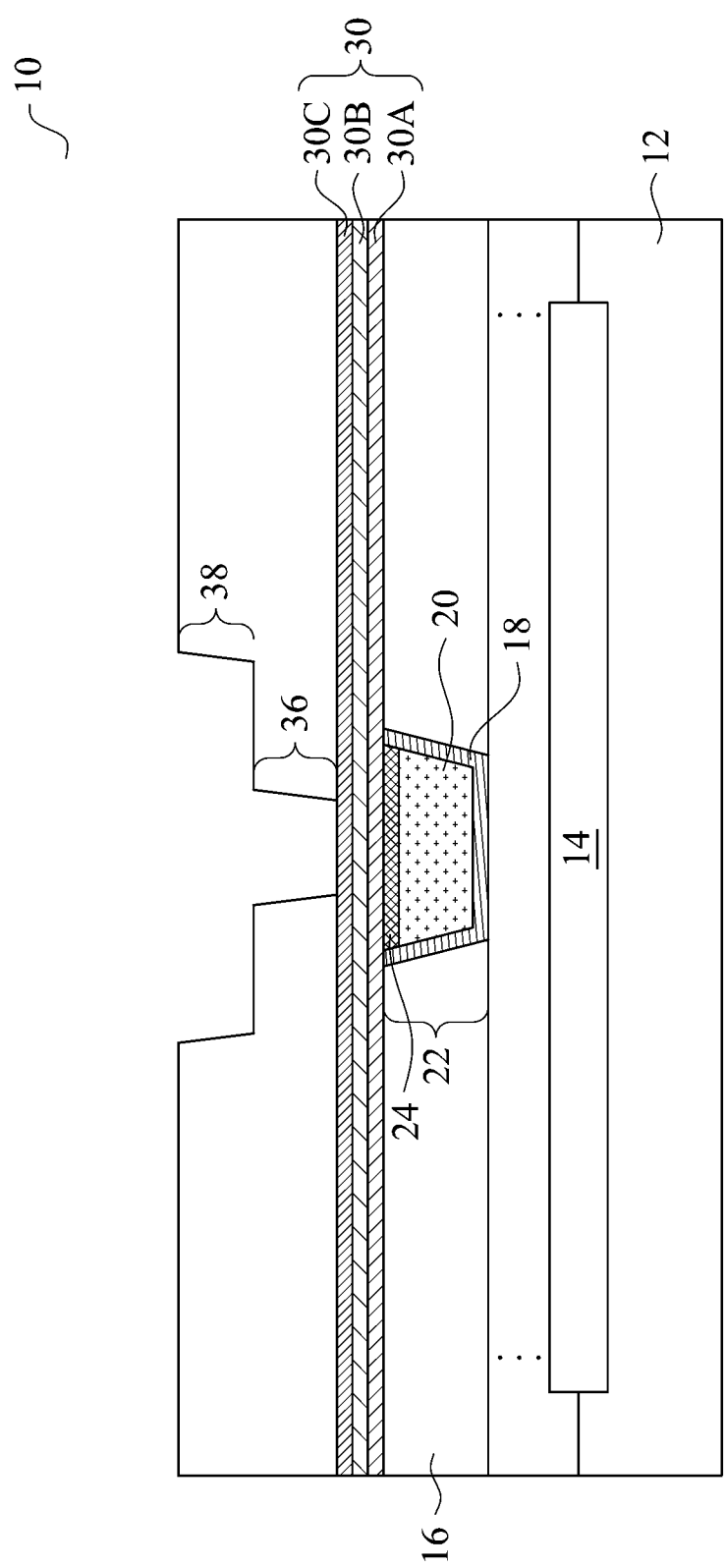


圖 9

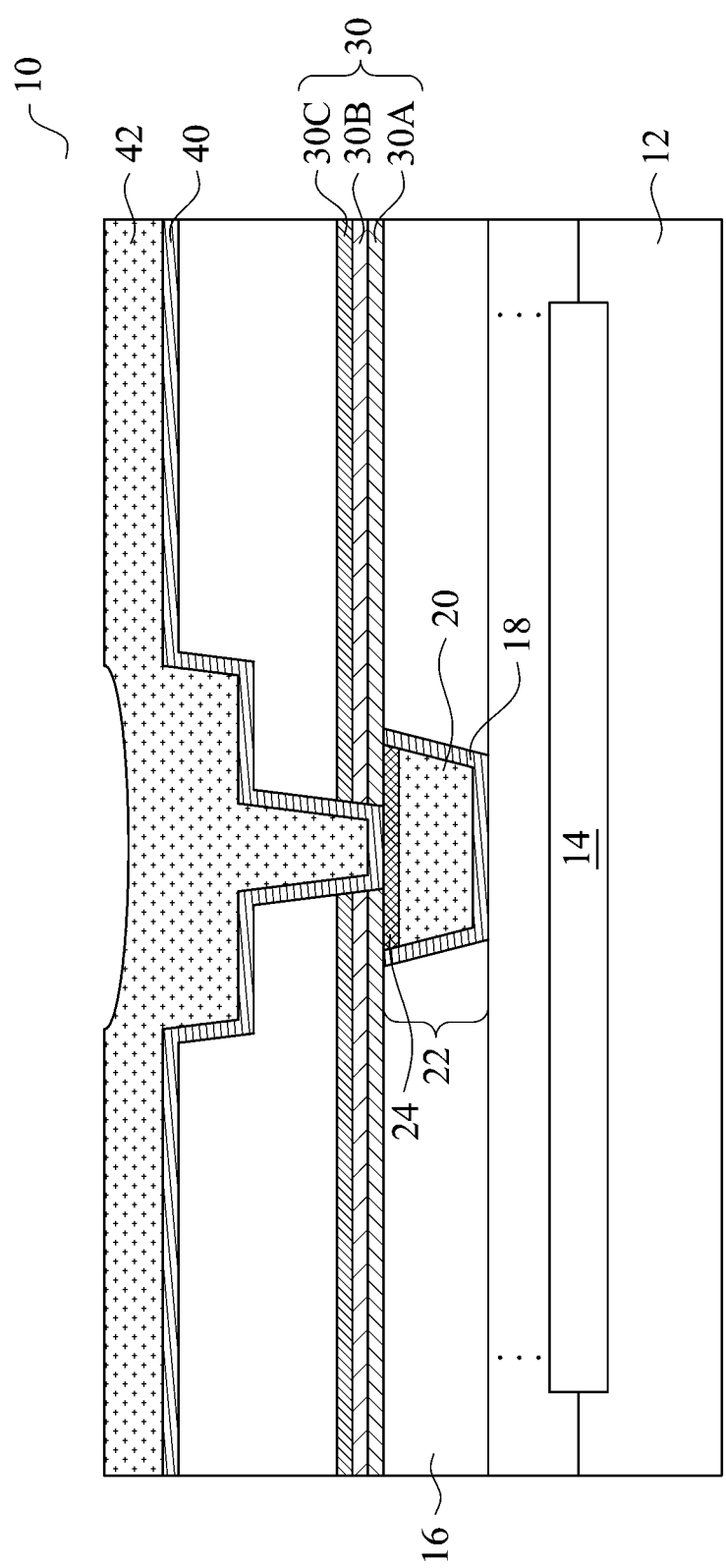


圖 10

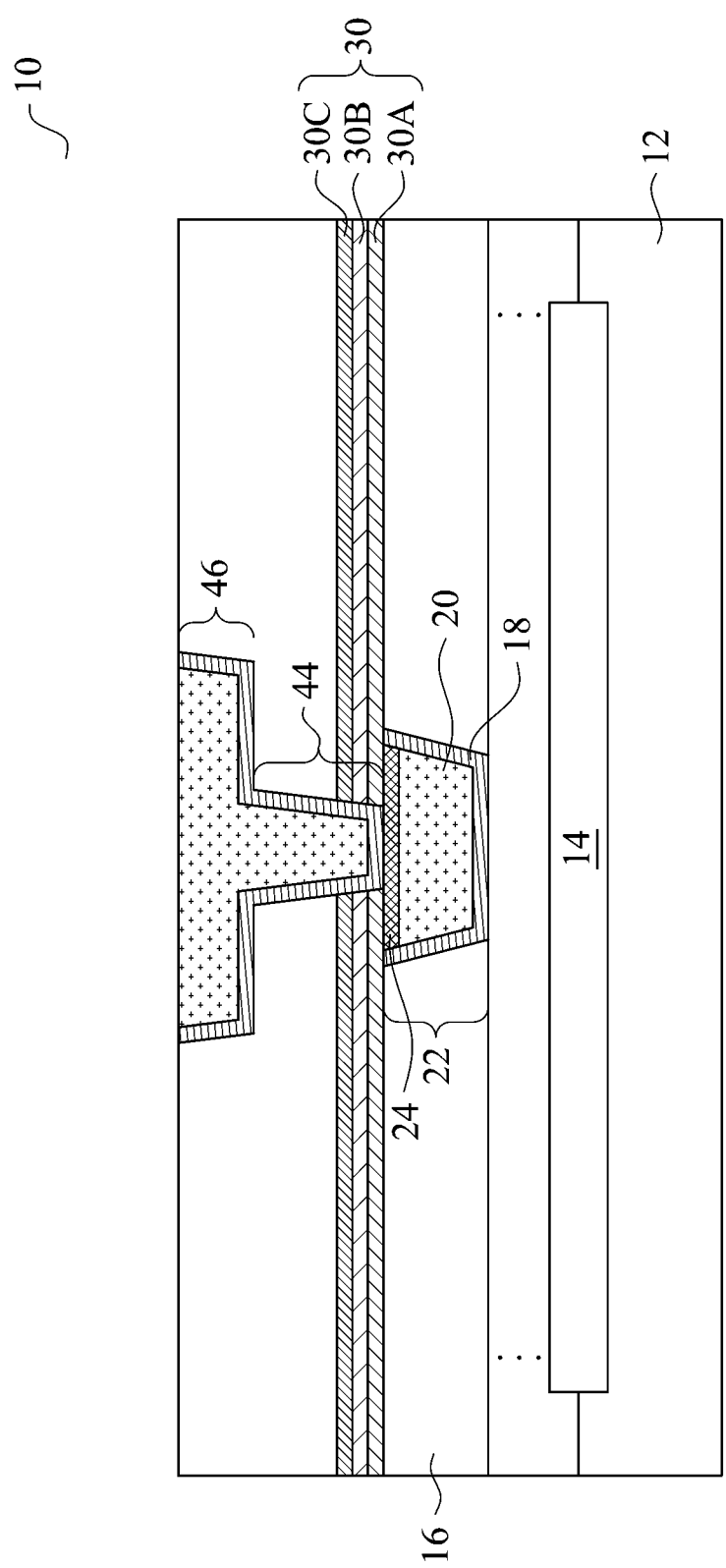


圖 11

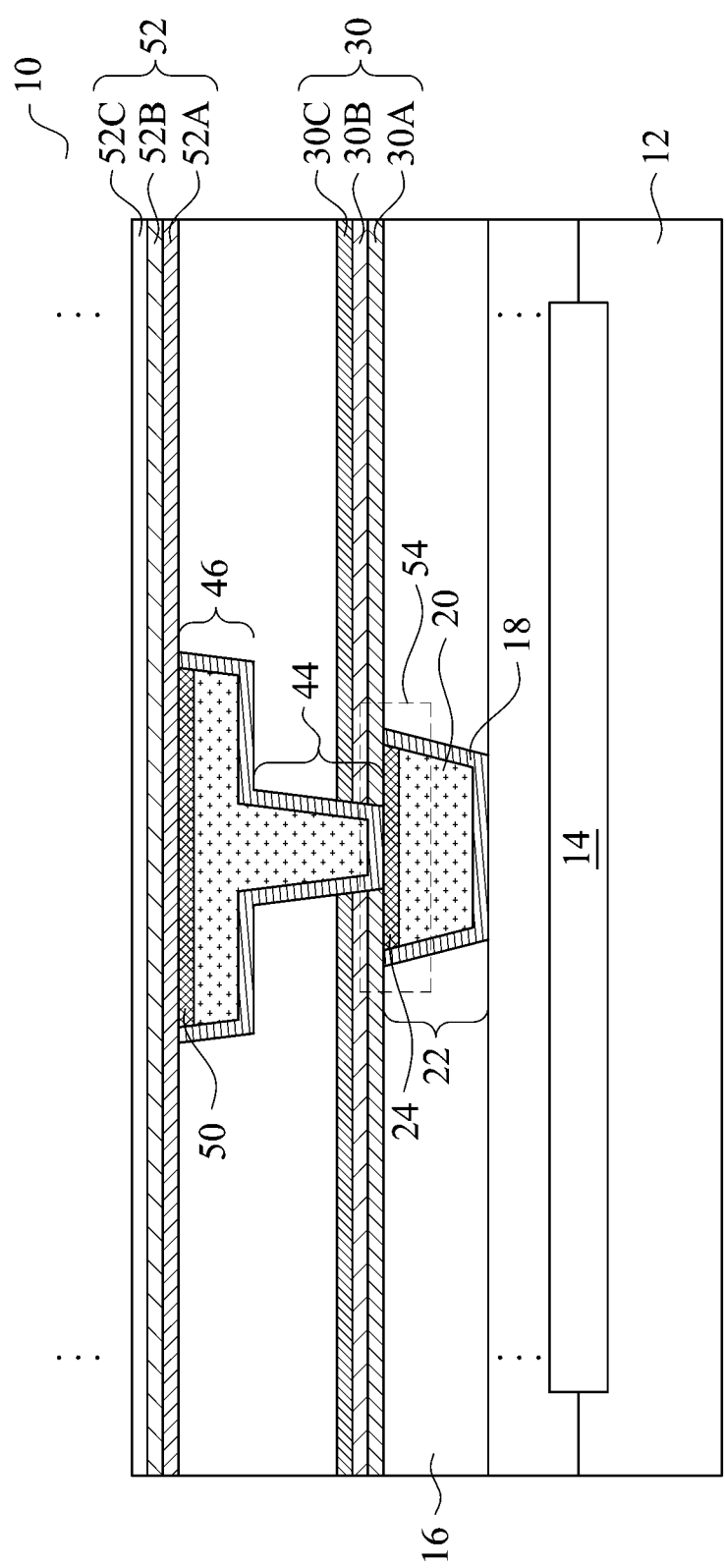


圖 12

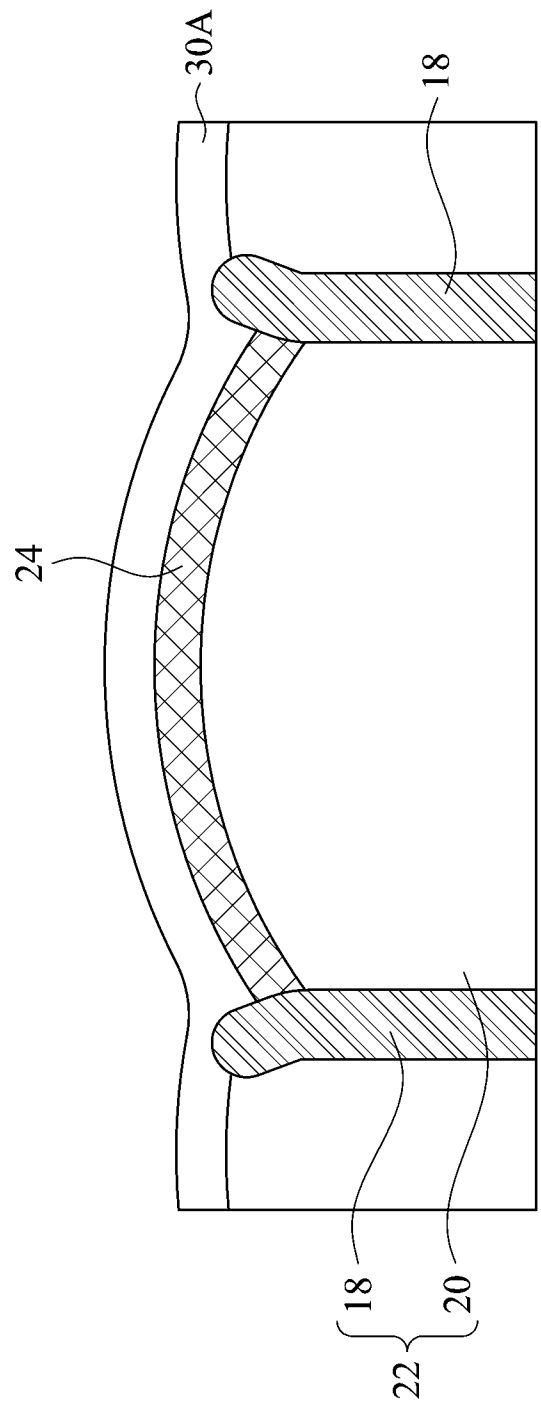


圖 13

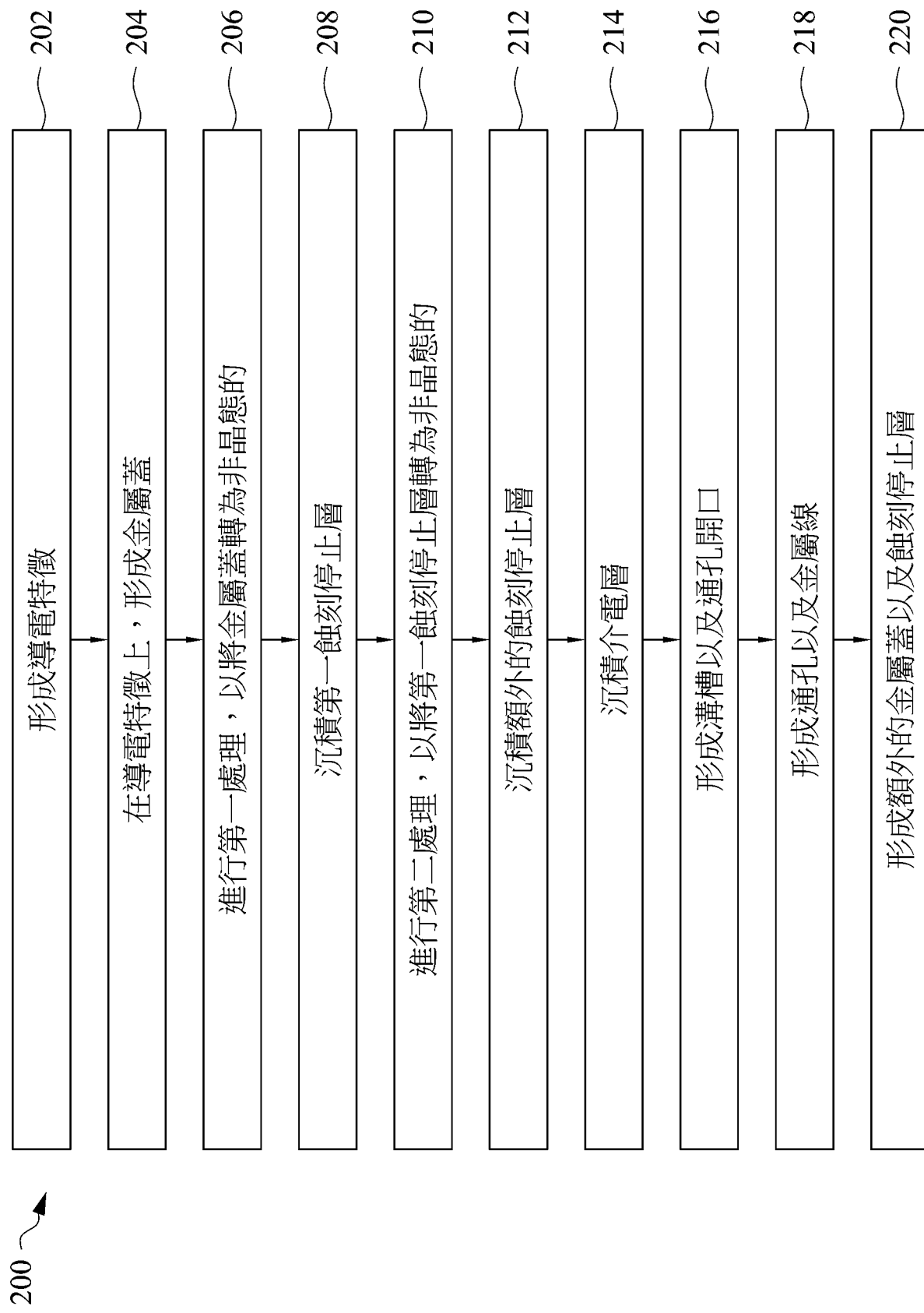


圖 14