



(21) 申請案號：111104405

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 07 日

(51) Int. Cl. : *H01F27/30 (2006.01)**H01F41/06 (2016.01)*

(30) 優先權：2021/04/09 美國

17/226,744

(71) 申請人：美商高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)

美國

(72) 發明人：李 霞 LI, XIA (US) ; 楊 賓 YANG, BIN (US) ; 楊 海寧 YANG, HAINING (US)

(74) 代理人：林怡芳

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：36 項 圖式數：17 共 58 頁

(54) 名稱

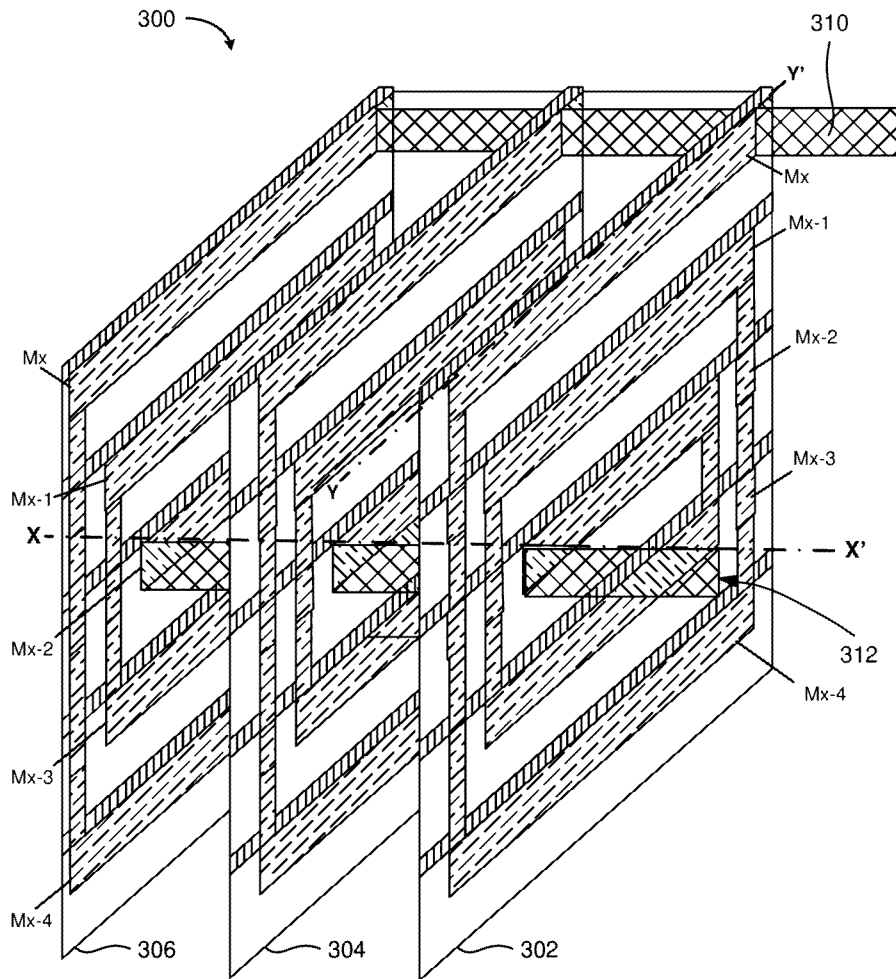
三維垂直螺旋電感器和變壓器

(57) 摘要

公開了一種包括垂直螺旋電感器的裝置。垂直螺旋電感器可以包括：形成在基板上的多個介電層，所述多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上；多個絕緣層，所述多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上，其中所述多個絕緣層中的每個絕緣層將多個介電層中的每個介電層隔開。第一螺旋線圈被佈置在垂直於基板的第一平面中，其中第一螺旋線圈由多個導電層的第一部分和多個通孔中的第一組通孔形成，被第一組通孔配置為連接多個導電層的第一部分。

Disclosed is apparatus including a vertical spiral inductor. The vertical spiral inductor may include a plurality of dielectric layers formed on a substrate, a plurality of conductive layers, each of the plurality of conductive layers disposed on each of the plurality of dielectric layers, a plurality of insulating layers, each of the plurality of insulating layers disposed on each of the plurality of conductive layers, wherein each of the plurality of insulating layers separates each of the plurality of dielectric layers. A first spiral coil is arranged in a first plane perpendicular to the substrate, where the first spiral coil is formed of first portions of the plurality of conductive layers and a first set of vias of a plurality of vias, configured to connect the first portions of the plurality of conductive layers.

指定代表圖：



【圖3】

符號簡單說明：

300:垂直3D螺旋電感器

302:螺旋線圈

304:螺旋線圈

306:螺旋線圈

310:導體

312:導體

Mx:金屬層

Mx-1:金屬層

Mx-2:金屬層

Mx-3:金屬層

Mx-4:金屬層

【發明摘要】

【中文發明名稱】 三維垂直螺旋電感器和變壓器

【英文發明名稱】 Three Dimensional (3D) Vertical Spiral Inductor and Transformer

【中文】公開了一種包括垂直螺旋電感器的裝置。垂直螺旋電感器可以包括：形成在基板上的多個介電層，所述多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上；多個絕緣層，所述多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上，其中所述多個絕緣層中的每個絕緣層將多個介電層中的每個介電層隔開。第一螺旋線圈被佈置在垂直於基板的第一平面中，其中第一螺旋線圈由多個導電層的第一部分和多個通孔中的第一組通孔形成，被第一組通孔配置為連接多個導電層的第一部分。

【英文】Disclosed is apparatus including a vertical spiral inductor. The vertical spiral inductor may include a plurality of dielectric layers formed on a substrate, a plurality of conductive layers, each of the plurality of conductive layers disposed on each of the plurality of dielectric layers, a plurality of insulating layers, each of the plurality of insulating layers disposed on each of the plurality of conductive layers, wherein each of the plurality of insulating layers separates each of the plurality of dielectric layers. A first spiral coil is arranged in a first plane perpendicular to the substrate, where the first spiral coil is formed of first portions of the plurality of conductive layers and a first set of vias of a plurality of vias, configured to connect the first portions of the plurality of conductive layers.

【指定代表圖】 圖3

【代表圖之符號簡單說明】

300...垂直3D螺旋電感器

302...螺旋線圈

304...螺旋線圈

306...螺旋線圈

310...導體

312...導體

Mx...金屬層

Mx-1...金屬層

Mx-2...金屬層

Mx-3...金屬層

Mx-4...金屬層

【發明說明書】

【中文發明名稱】 三維垂直螺旋電感器和變壓器

【英文發明名稱】 Three Dimensional (3D) Vertical Spiral Inductor and Transformer

【技術領域】

【0001】 本公開內容總體上涉及半導體器件，並且更具體地但不排他地涉及 3D 螺旋電感器和包括這些螺旋電感器的變壓器器件及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 積體電路和封裝技術透過主動元件的小型化和規模縮小而在提高計算能力和降低功耗方面取得了長足的進步。本公開內容總體上涉及具有高品質因數 (Q)、具有平面螺旋電感器配置的電感器結構以及可以容納所述螺旋電感器的器件封裝結構。這些螺旋電感器也可以經由相應的輸入和輸出抽頭以某種方式耦接，從而將其形成為變壓器配置。

【0003】 電感器是一種阻抗器件，並且它們還可以包括變壓器和其他感應電抗器。電感器被用於許多重要的電路應用中，例如諸如濾波器、功率調節和阻抗匹配電路。

【0004】 電感器結構被用於半導體器件中，並且這些半導體器件通常由核心和半導體基板製成，各種圖案和幾何形狀的導體層在半導體基板上方形形成、連接並透過介電層、金屬層和其他絕緣層來分離。

【0005】 各種電感器被成形為線圈並且這些線圈然後被纏繞在諸如鐵氧體之類的各種核心材料上。核心通常被成形為棒狀、圓柱狀或環狀。通常，線圈的繞組越多，其具有的電感值就越高。

【0006】 因此，需要克服如在本公開內容中提供和討論的習知方法的缺陷的器件和方法。

【發明內容】

【0007】 以下呈現了與本文公開的裝置和方法相關聯的一個或多個方面和/或示例相關的簡化概要。如此，不應將以下概要視為與所有預期方面和/或示例相關的廣泛概述，也不應將以下概要視為識別了與所有預期方面和/或示例相關的關鍵或必要元素或描繪了與任何特定方面和/或示例相關聯的範圍。因此，以下概要的唯一目的是在下文呈現的詳細描述之前以簡化形式呈現與本文所公開的器件和方法相關的一個或多個方面和/或示例相關的某些概念。

【0008】 根據本文公開的各個方面，至少一個方面包括具有螺旋電感器的裝置，所述螺旋電感器包括：多個介電層，形成在基板上；多個導電層，所述多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上；多個絕緣層，所述多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上並且被配置為將多個介電層中的每個介電層隔開；多個通孔；以及第一螺旋線圈，被佈置在垂直於基板的第一平面中，其中第一螺旋線圈由多個導電層的第一部分和多個通孔中的第一組通孔形成，所述第一組通孔被配置為連接多個導電層的第一部分。

【0009】 根據本文公開的各個方面，至少一個方面包括一種用於製造螺旋電感器的方法，所述方法可以包括：在基板上沉積多個介電層；沉積多個導電層，所述多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上；沉積多個絕緣層，所述多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上，其中所述多個絕緣層中的每個絕緣層將多個介電層中的每個介電層隔

開；形成多個通孔；並且在垂直於基板的第一平面中形成第一螺旋線圈，其中第一螺旋線圈由多個導電層的第一部分和多個通孔中的第一組通孔形成，所述第一組通孔被配置為連接多個導電層的第一部分。

【0010】 基於圖式和詳細描述，與本文公開的裝置和方法相關聯的其他特徵和優點對於本領域技術人員將是顯而易見的。

【圖式簡單說明】

【0011】 當結合圖式考慮時，透過參考以下詳細描述將容易理解對本公開內容的各個方面和許多關聯的技術優勢的更完整瞭解。這些圖式僅用於說明而非限制本公開內容。

【0012】 圖 1 圖示了習知水平定向平面螺旋電感器的局部剖面圖。

【0013】 圖 2 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直定向的 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0014】 圖 3 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的串聯連接的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0015】 圖 4 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0016】 圖 5 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0017】 圖 6 示出了根據本公開內容的至少一個方面的包括位於一個平面中的兩個嵌套線圈的垂直 3D 螺旋電感器的另一個局部剖面圖。

【0018】 圖 7 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0019】圖 8 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0020】圖 9 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的並聯連接的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0021】圖 10 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0022】圖 11 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0023】圖 12 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0024】圖 13 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。

【0025】圖 14 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋變壓器的局部剖面圖。

【0026】圖 15 示出了根據本公開內容的至少一個方面的用於製造封裝的示例性方法。

【0027】圖 16 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的行動設備。

【0028】圖 17 圖示了根據本公開內容的一些示例的可以與本文公開的任何 3D 螺旋電感器整合的各種電子設備。

【0029】按照慣例，圖式所描繪的特徵可以不按比例繪製。因此，為了清楚起見，可以任意擴大或縮小所描繪的特徵的尺寸。按照慣例，為了清楚起見，

對一些圖式進行了簡化。因此，圖式可能未描繪特定裝置或方法的所有元件。此外，在整個說明書和圖式中，相同的參考標號標示相同的特徵。

【實施方式】

【0030】 在針對特定方面的以下描述和相關圖式中說明了本公開內容的各方面。在不脫離本文教導的範圍的情況下，可以設計替代的方面或方面。此外，本文的說明性方面的眾所周知的元素可能不會被詳細描述或者可能被省略，以免混淆本公開內容中的教導的相關細節。

【0031】 在某些描述的示例實現中，識別出各種元件結構和操作部分可以取自己知的習知技術、然後根據一個或多個示例性方面進行佈置的實例。在這種情形中，可以省略已知的習知元件結構和/或操作部分的內部細節，以幫助避免對本文公開的說明性方面中所說明的概念的潛在混淆。

【0032】 本文中使用的術語僅出於描述特定方面的目的，並不旨在進行限制。如本文中所使用的，除非上下文另有明確指示，否則單數形式“一”、“一個”和“所述”旨在也包括複數形式。還將理解，當在本文中使用时，術語“包括”和/或“包含”指定所陳述的特徵、整數、步驟、操作、元素和/或元件的存在，但不排除一個或多個其他特徵、整數、步驟、操作、元素、元件和/或它們的組合的存在或添加。

【0033】 本公開內容的各方面描述了用於高品質因數(Q)電感器和變壓器的螺旋電感器和變壓器結構。所述結構包括由多個相應基板支撐的多個螺旋跡線。這些螺旋結構具有在單個平面上實現的螺旋設計，其中螺旋在電感器的平面中包含一個或多個匝。

【0034】電感器的電感值與被用來形成電感器的金屬長度成比例。電感值也會受到許多因素的影響，諸如形成電感線圈的金屬的寬度、線圈之間的空間、金屬導體的尺寸（例如直徑）以及螺旋中的匝數。這種類型的螺旋電感器可以具有或多或少的迴路或螺旋繞組，這取決於所期望的電路應用及其關聯的電感要求。

【0035】螺旋跡線是在相關領域中也被稱為電感器、線圈或繞組的半導體表示或實現。

【0036】為了簡單起見，螺旋電感器術語將被用來涵蓋螺旋電感器和變壓器兩者。使用螺旋電感器形成變壓器，其中使用為期望的特定變壓器應用所選擇的至少一個輸入抽頭和至少一個輸出抽頭，螺旋電感器磁耦接並且電連接。

【0037】圖 1 圖示了習知水平平面螺旋電感器，其圖示了平面配置中的兩個螺旋結構（102 和 104）並且彼此平行並且彼此電連接或耦接（在 106 中示出的連接或耦接）。這種習知的電感器配置需要多晶矽或一些其他合適材料（例如金屬）的底部晶片基板遮罩來提供必要的遮罩，以減輕磁通量和電流（遮罩未示出）對矽基板的渦流損耗的有害影響。

【0038】遮罩對於防止任何有害影響從發射電感器傳遞到位於電感器下方的敏感電子元件或信號/電路由路徑是必要的。這些有害影響由流經螺旋電感器（108）的能量流和磁通線來示出。這些有害影響導致設計約束和需求，以用於在電感器結構的側面和下方建立禁區（KOZ）以防止這種干擾在圖 1 中所示的習知配置中發生。

【0039】在習知技術中，有時使用格柵狀結構（類似於法拉第籠）並提供這種水平螺旋電感器配置所需的習知遮罩結構，以防止產生的電場和磁通量場

滲透到整個基板結構。我們從物理和器件材料特性中得知，這些電磁通量場可能會產生渦流（也被稱為傅科電流）。它們是根據法拉第感應定律運行的導體中的變化、波動或流通的磁場在導體內感應出的電流迴路。渦流通常在垂直於磁場的平面中並且在導體內的閉合迴路中流動。

【0040】 這些渦流可能導致器件中不希望的干擾類型和降級的操作屬性。因此，在封裝底部需要各種遮罩結構，並且在封裝頂部也可能需要（例如以模制化合物的形式）以減輕這些電場和磁場的有害影響。

【0041】 本公開內容的各個方面的至少一個技術優勢是減輕或防止這些有害事件發生並且排除了用於如在習知設計中使用的遮罩和 KOZ 的要求的器件。

【0042】 圖 2 圖示了垂直定向的 3D 螺旋電感器 200 配置，其圖示了彼此平行並且使用導體 208 和 210 彼此串聯耦接的三個螺旋導電結構（例如，線圈 202、線圈 204 和線圈 206）。圖 2 是流過三個螺旋導電結構的電通量線 212。3D 螺旋電感器 200 被定位在平面垂直取向上。應當瞭解，所公開的各個方面不限於所圖示的配置。例如，在一些方面，線圈 202、204 和 206 可以並聯耦接，或者在其他方面，線圈 202、204 和 206 可以被配置為形成變壓器或作為變壓器的一部分。

【0043】 根據本文公開和在下文討論的各個方面，後段製程（BEOL）程序可以包括形成一個或多個金屬間電介質（IMD）層，所述層可以具有一個或多個金屬層（例如， M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 等）和一個或多個通孔，所述一個或多個金屬層和一個或多個通孔被用來形成本文討論的各種線圈、電感器和變壓器。在一些方面，金屬層可以由任何高導電材料形成，諸如銅（Cu）、鋁（AL）、銀（Ag）、金（Au）、鈷（Co）、鈦（Ru）、鎢（W）或其他導電材料、合金或它們的組合。

在一些方面，IMD 層可以由諸如摻雜二氧化矽 (SiO₂) 或其氟摻雜、碳摻雜和碳摻雜形式的材料以及諸如聚醯亞胺 (PI)、聚降冰片烯、苯並環丁烯 (BCB)、聚四氟乙烯 (PTFE) 和/或矽基聚合物電介質之類的旋塗有機聚合物電介質形成。

【0044】 本領域技術人員將瞭解，取決於被用於給定電路應用的最終設計參數和電感值，在 IMD 中螺旋跡線層的數量以及螺旋纏繞或盤繞的密集程度能夠實現更高或更低的電感水準。

【0045】 此外，本領域的技術人員還將瞭解，在不背離本發明的精神和範圍的情況下，也可以使用針對圖 2 中所示的螺旋圖案的其他幾何形狀。例如，可以實現的一些其他形狀包括（但不限於）三角形、矩形、正方形、圓形、橢圓形和其他更高或更低階的多邊形。

【0046】 圖 3 圖示了垂直 3D 螺旋電感器 300 配置的另一實現，其圖示了彼此平行並且以並聯配置使用導體 310 和導體 312 彼此耦接並被定位在垂直於基板層（未示出）的垂直取向上的三個螺旋導電結構（例如，螺旋線圈 302、304 和 306）。以 M_x、M_{x-1}、M_{x-2}、M_{x-3} 和 M_{x-4} 示出了螺旋導電結構與它們在多個金屬層上的取向有關的佈置。這些金屬層是出於說明的目的而呈現的，並且根據所公開的各個方面可以使用更多的金屬層或更少的金屬層。與習知設計相比，所公開的各個方面允許更高的 Q 因數以及更低的電阻 (R)。在一些方面，基板可以包括位於一個或多個螺旋線圈（例如，螺旋線圈 302、304 和 306）下方的主動元件、被動元件和/或金屬佈線中的一者或多者，這在習知設計中將需要最先討論的遮罩保護層以及相關的 KOZ。與習知技術對照而言，在所圖示的方面中，存在三個平行的螺旋線圈 302、304 和 306，其可以被認為是一個螺旋電感器或個體的螺旋電感器，並且再次，不需要使用上面的底部遮罩基板。

【0047】圖 4 圖示了根據本公開內容的各個方面的電感器 300 的沿著圖 3 中的 X-X'輔助線的垂直 3D 螺旋電感器的局部剖面圖。同樣，以 M_x、M_{x-1}、M_{x-2}、M_{x-3} 和 M_{x-4} 示出了示例性金屬層。介電絕緣層（例如，IMD）以 402、404、406、408 和 410 示出。絕緣層 411、413、415、417 和 419 可以被設置在相應的介電層（402、404、406、408 和 410）上。絕緣層 411、413、415、417 和 419 也可以用作擴散阻擋層以覆蓋金屬層的頂部並且例如可以是碳氮化矽（SiCN）。絕緣層 411、413、415、417 和 419 也可以用作接觸蝕刻停止層。同樣，如前面在圖 3 中所討論的，以 312 示出的通孔和連接器的實連續線在這方面被圖示以示出以並聯配置連接的螺旋電感器。

【0048】在圖 4 中，在給定金屬層中的第一螺旋線圈 302 的第一部分 451 以剖面圖來表示。用於第二螺旋線圈 304 的其它類似形狀和尺寸的第二部分 452 和用於第三螺旋線圈 306 的第三部分 453 也在圖 4 中被示出，但是它們都沒有標有唯一的參考標號。應當瞭解，可以透過對各種金屬層（例如，M_x、M_{x-1}、M_{x-2}、M_{x-3} 和 M_{x-4}）進行圖案化和蝕刻以形成各種電感器部分並互連各種線圈（例如，312 和 310）來形成各個部分（例如，451、452 和 453）。這些接合層部分（例如，451、452 和 453）透過通孔被耦接以形成垂直線圈（例如，302、304 和 306）。應當瞭解，在習知的 BEOL 處理期間，可以在後段製程（BEOL）堆疊中製造各個部分、互連和通孔。

【0049】圖 5 圖示了根據本公開內容的各個方面的 Y-Y'參考系中的垂直 3D 螺旋電感器 300 的另一視圖，如圖 3 中的 Y-Y'輔助線所示。在所圖示的方面中，螺旋線圈 302 的剖面圖包括介電層 402、404、406、408 和 410 和絕緣層 411、413、415、417 和 419 以及金屬層 M_x、M_{x-1}、M_{x-2}、M_{x-3} 和 M_{x-4} 的剖面圖。螺

旋線圈 302 由 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 以及多個通孔中的第一組通孔 505 形成，第一組通孔 505 被配置為耦接金屬層的各部分 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 以形成被配置作為單個連續線圈的螺旋線圈 302。通孔 505 穿透介電層和絕緣層（例如，402 和 413）以耦接金屬層的各部分（例如， M_x 和 M_{x-1} ）。螺旋線圈 302 的末端被耦接到導體 310 和導體 312，導體 310 和導體 312 被耦接到並聯連接的其他螺旋線圈。為簡潔起見，本文將不詳細討論每個通孔 505 和相關的耦接。此外，應當瞭解，每個螺旋線圈將具有一組通孔以耦接形成螺旋線圈的金屬層部分。例如，第一組通孔 505 可以耦接第一螺旋線圈 302 中的金屬層（層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} ）的第一部分 451。第二組通孔可以耦接第二螺旋線圈 304 中的金屬層（層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} ）的第二部分 452。第三組通孔可以耦接第二螺旋線圈 306 中的金屬層（層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} ）的第二部分 453。應當瞭解，術語“第一”、“第二”和“第三”只是為了方便而使用，並不一定賦予任何順序，也不應被解釋為將各個方面限制為所圖示的配置。

【0050】從本文的公開內容可以瞭解，各個方面可以包括一種裝置，所述裝置包括螺旋電感器（例如，300），所述螺旋電感器具有在基板上形成的多個介電層（例如，402、404、406、408 和 410）。可以提供多個導電層（例如， M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} ），多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上。提供多個絕緣層（例如，411、413、415、417 和 419），多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上並且被配置為將多個介電層中的每個介電層隔離。提供多個通孔（例如，505）。第一螺旋線圈（例如，302）被佈置在垂直於基板的第一平面中。第一螺旋線圈（例如，302）由多

個導電層的第一部分（例如，451）和多個通孔中的第一組通孔（例如，505）形成，第一組通孔被配置為耦接多個導電層（例如， M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} ）的第一部分。如上面所指出，3D 垂直電感器配置至少提供了降低 3D 垂直電感器上方和/或下方的器件層的電磁干擾的技術優勢，這減少或消除了對鄰近電感器的 KOZ 的需要。應當瞭解，本文提供的圖示配置僅是為了提供示例並促進對所公開的各個方面的討論。然而，所公開的各個方面不限於特定的圖示配置。

【0051】圖 6 圖示了根據本公開內容的各個方面的垂直 3D 螺旋電感器 600 的另一種配置。應當瞭解，垂直 3D 螺旋電感器 600 可以類似於電感器 300，並且線圈 620 和 630 可以在類似 Y-Y' 參考系中被圖示，類似於線圈 302，如在圖 3 中的 Y-Y' 輔助線所示。圖 6 還可以被稱為垂直堆疊電感器配置或垂直堆疊變壓器配置。在所圖示的方面中，螺旋線圈 620 和 630 的剖面圖包括介電層 602、604、606、608 和 610 和絕緣層 611、613、615、617 和 619 以及金屬層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 的剖面圖。螺旋線圈 620 和 630 由 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 以及通孔 605 形成，通孔 605 被耦接到金屬層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 形成的各個部分以形成被配置作為兩個交錯連續線圈的螺旋線圈 620 和 630。通孔 605 穿透介電層和絕緣層（例如，602 和 613）以耦接金屬層的各个部分（例如， M_x 和 M_{x-1} ）。為簡潔起見，本文將不詳細討論每個通孔 605 和相關的耦接。螺旋線圈 620 具有第一端部 621 和第二端部 622，第一端部 621 和第二端部 622 在一些方面中可以被配置為輸入抽頭或輸出抽頭。螺旋線圈 630 具有第一端部 631 和第二端部 632，第一端部 631 和第二端部 632 在一些方面中可以被配置為輸入抽頭或輸出抽頭。圖 6 中所示的螺旋線圈被示出處於並聯連接或開放端部配置中。在一些方面中，線圈 620 和 630 是垂直堆疊的變壓器配置。在其他方面中，

端部可以被連接為使得線圈 620 和 630 處於串聯配置中。在另外的方面中，應當瞭解，端部（例如，621、622、631、632）可以基於各種設計考慮以串聯或並聯配置被連接到其他線圈（未示出）。因此，應當瞭解，所公開的各個方面不限於所圖示的配置。

【0052】圖 7 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器 700 的局部剖面圖。電感器 700 的剖面圖處於類似的 X-X'參考系中，如關於圖 3 的電感器所圖示。在圖 7 中，示出了各種金屬層，諸如金屬層 M_x、M_{x-1}、M_{x-2}、M_{x-3} 和 M_{x-4}。為簡化說明，層 M_x 和 M_{x-4} 中沒有圖示金屬部分。然而，應當瞭解，這些層可以被用於額外的電佈線和連接。還圖示了介電層 721、723、725、727 和 729 以及絕緣層 711、713、715、717 和 719。在所圖示的方面中，三個線圈 702、704 和 706 被示出在 X-X'參考系中。

【0053】如前所述，為了便於在圖 7 中說明，707 指的是螺旋導體元件在剖面圖中看起來像的樣子。其他類似形狀和尺寸的螺旋導體元件也在圖 7 中被示出，但是它們都沒有標有唯一的參考標號。還圖示了將線圈 702、704 和 706 並聯連接的導體 712。應當瞭解，在所圖示的配置中，僅使用三個金屬層（M_{x-1}、M_{x-2} 和 M_{x-3}）來形成電感器。在降低電感的同時，這說明所公開的各個方面可以使用三個或更多金屬層，這允許在未使用的金屬層上提供額外的佈線靈活性。此外，應當瞭解，所使用的金屬層可以是金屬層的任何組合（諸如（M_x、M_{x-1} 和 M_{x-2}）、（M_{x-2}、M_{x-3} 和 M_{x-4}）、（M_x、M_{x-2} 和 M_{x-4}）等）。因此，所公開的各個方面不限於所圖示的配置。

【0054】圖 8 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器 700 的局部剖面圖。電感器 700 的剖面圖處於包括線圈 702 的類似 Y-Y'參考系

中，線圈 702 是與線圈 302 類似的參考系，如關於圖 3 的電感器 300 所圖示。在所圖示的方面中，存在五個金屬層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 。為簡化說明，層 M_x 和 M_{x-4} 中沒有圖示金屬部分。然而，應當瞭解，這些層可以被用於額外的電佈線和連接。還圖示了介電層 721、723、725、727 和 729 以及絕緣層 711、713、715、717 和 719。線圈 702 由三個金屬層 (M_{x-1} 、 M_{x-2} 和 M_{x-3} ，如圖所示) 形成。在第一端部處並聯連接線圈 702、704 和 706 的導體 712 以剖面來圖示。此外，以剖面圖示的是在電感器的第二端部處並聯連接線圈 702、704 和 706 的導體 714，但是僅圖示了到電感器 702 的連接。

【0055】圖 9 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器 900 的局部剖面圖。三個螺旋結構線圈 902、904 和 906 以垂直取向來定位並且在所述配置中透過導體 903 和 905 彼此串聯連接。還圖示了電感器 900 的第一端部 908 和第二端部 909。端部 908 和 909 可以被用來將電感器耦接到其他元件和/或額外線圈。

【0056】圖 10 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的在圖 9 中圖示的 X-X' 參考系中的垂直 3D 螺旋電感器 900 的局部剖面圖。同樣，介電層 1002、1004、1006、1008 和 1010 和絕緣層 1011、1013、1015、1017 和 1019 以及金屬層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 的剖面圖被圖示。如上面所指出，線圈 902、904 和 906 以串聯耦接配置連接。具體地，第一導體 903 將線圈 902 耦接到線圈 904。第二導體 905 將線圈 904 耦接到線圈 906。第一導體 903 和第二導體 905 由設置在被耦接的相應線圈之間的金屬層 (例如， M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2}) 的各部分和通孔 1005 來形成。例如，如所圖示，第一導體 903 被設置在線圈 902 和 904 之間，而第二導體 905 被設置在線圈 904 和 906 之間。此外，如所圖示，第一端部

908 被耦接到線圈 902 以提供外部耦接點。為了便於在圖 10 中說明，1003 指的是螺旋導體元件的部分在剖面圖中看起來像的樣子。其他類似形狀和尺寸的螺旋導體元件也在圖 10 中被示出，但它們沒有標有唯一的參考標號。應當瞭解，所說明的各方面僅僅是為了說明而被提供，並且所公開的各個方面不限於所圖示的配置。例如，導體 903 和 905 可以位於不同的層中並且線圈的耦接在其他位置完成。因此，應當瞭解，所公開的各個方面不限於所圖示的配置。

【0057】圖 11 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的在 Y-Y'參考系中的垂直 3D 螺旋電感器 900 的部分俯視圖。同樣，介電層 1002、1004、1006、1008 和 1010 和絕緣層 1011、1013、1015、1017 和 1019 以及金屬層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 的剖面圖被圖示。如上面所指出，線圈 902、904 和 906 以串聯耦接配置連接，然而，在所述視圖中僅圖示了線圈 902。如所圖示，第一導體 903 被耦接到金屬層 M_x 中的線圈 902 的頂部分，其形成與線圈 904（未圖示）的連接的一部分。此外，如所圖示，第一端部 908 朝向金屬層 M_{x-2} 中的線圈的中心而耦接到線圈 902，以提供外部耦接點，如上面所討論。再一次，應當瞭解，提供說明僅僅是為了解釋而不是限制所公開的各個方面。

【0058】圖 12 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的在 X-X'參考系中的垂直平行 3D 螺旋電感器 1200 的局部剖面圖。電感器 1200 的剖面圖處於類似的 X-X'參考系中，如關於圖 9 的電感器所圖示。在圖 12 中，示出了各種金屬層，諸如金屬層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 。為簡化說明，層 M_x 和 M_{x-4} 中沒有圖示金屬部分。然而，應當瞭解，這些層可以被用於額外的電佈線和連接。還圖示了介電層 1202、1204、1206、1208 和 12010 以及絕緣層 1211、1213、1215、

1217 和 1219。在所圖示的方面中，三個線圈 1202、1204 和 1206 被示出在 X-X' 參考系中。

【0059】此外，如所圖示，1202、1204 和 1206 以串聯耦接配置連接。具體地，第一導體 1203 將線圈 1202 耦接到線圈 1204。第二導體 1205 將線圈 1204 耦接到線圈 1206。第一導體 1203 和第二導體 1205 由設置在被耦接的相應線圈之間的金屬層的部分（例如， M_{x-2} 和 M_{x-3} ）和通孔來形成。例如，如所圖示，第一導體 1203 被設置在線圈 1202 和 1204 之間，而第二導體 1205 被設置在線圈 1204 和 1206 之間。此外，如所圖示，第一端部 1201 被耦接到線圈 1202 以提供外部耦接點。雖然由於匝數較少而降低了線圈的電感，但是所述配置說明了所公開的各個方面可以使用三個或更多金屬層，這允許在未使用的金屬層上提供額外的佈線靈活性。此外，應當瞭解，所使用的金屬層可以是金屬層的任何組合（諸如（ M_x 、 M_{x-1} 和 M_{x-2} ）、（ M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} ）、（ M_x 、 M_{x-2} 和 M_{x-4} ）等）。因此，所公開的各個方面不限於所圖示的配置。

【0060】圖 13 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋電感器 1200 的局部剖面圖。電感器 1200 的剖面圖處於包括線圈 1202 的類似 Y-Y' 參考系中，線圈 1202 是與線圈 902 類似的參考系，如關於圖 9 的電感器 900 所圖示。在所圖示的方面中，存在五個金屬層 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 。為簡化說明，層 M_x 和 M_{x-4} 中沒有說明金屬部分。然而，應當瞭解，這些層可以被用於額外的電佈線和連接。還圖示了介電層 1202、1204、1206、1208 和 12010 以及絕緣層 1211、1213、1215、1217 和 1219。線圈 1202 由三個金屬層（ M_{x-1} 、 M_{x-2} 和 M_{x-3} ，如圖所示）形成。將線圈 1202 連接到外部元件的第一端部 1201

以剖面來圖示。此外，以剖面圖示的是將線圈 1202 和 1204 串聯耦接的導體 1203，但是僅圖示了到電感器 1202 的連接。

【0061】圖 14 圖示了根據本公開內容的至少一個方面的垂直 3D 螺旋變壓器 1400 的局部剖面圖。在這方面，螺旋繞組 1402、1404 和 1406 以變壓器配置連接。具體地，繞組 1402 和 1406 被耦接在一起以形成變壓器 1400 的第一線圈（線圈 1）。螺旋繞組 1404 形成變壓器 1400 的第二線圈（線圈 2）。使用金屬層來垂直地形成螺旋繞組 1402、1404 和 1406 的佈置，如 M_x 、 M_{x-1} 、 M_{x-2} 、 M_{x-3} 和 M_{x-4} 所示。可以選擇各種輸入抽頭和輸出抽頭以形成所期望的變壓器配置（未示出）。此外，可以將額外繞組添加到第一線圈和/或第二線圈。因此，所公開的各個方面不限於所圖示的配置。

【0062】圖 15 圖示了根據本公開內容的一個方面的製造螺旋電感器的示例性方法 1500。其他製造方法是可能的，並且所討論的製造方法僅作為說明理解本文公開的各個方面而被呈現。方法 1500 開始於在方塊 1502 中在基板上沉積多個介電層。所述方法在方塊 1504 中繼續沉積多個導電層，被多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上。所述方法在方塊 1506 中繼續沉積多個絕緣層，所述多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上，其中多個絕緣層中的每個絕緣層將多個介電層中的每個介電層隔開。所述方法在方塊 1508 中繼續，形成多個通孔。所述方法在方塊 1510 中繼續，在垂直於基板的第一平面中形成第一螺旋線圈，其中第一螺旋線圈由多個導電層的第一部分和多個通孔中的第一組通孔形成，所述第一組通孔被配置為耦接多個導電層的第一部分。

【0063】 應當瞭解，提供前述製造過程僅作為對本公開內容的一些方面的一般說明，並不旨在限制本公開內容或所附申請專利範圍。此外，本領域技術人員已知的製造程序中的許多細節可能已被省略或組合在概要程序部分中，以有助於理解所公開的各個方面，而無需詳細再現每個細節和/或所有可能的程序變體。

【0064】 前述設備或變體以及與其類似的其他方面可以被併入到從包括以下的組中選擇的裝置中：音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、導航設備、通信設備、行動設備、行動電話、智慧型電話、個人數位助理、固定位置終端、平板電腦、電腦、可穿戴設備、物聯網（IoT）設備、筆記本電腦、伺服器 and 自動車輛中的設備。

【0065】 圖 16 圖示了根據本公開內容的一些示例的示例性行動設備。現在參考圖 16，根據示例性方面進行配置的行動設備的方塊圖被描繪並且通常被指明為行動設備 1600。在一些方面，行動設備 1600 可以被配置為無線通訊設備。如所示，行動設備 1600 包括處理器 1601。處理器 1601 被示為包括本領域已知的指令流水線 1612、緩衝處理單元（BPU）1608、分支指令佇列（BIQ）1611 和節流器 1610。為了清楚起見，從處理器 1601 的這個視圖中省略了這些方塊的其他眾所周知的細節（例如，計數器、項目、置信域、加權和、比較器等）。處理器 1601 可以透過鏈路被可通信地耦接到記憶體 1632，鏈路可以是晶粒到晶粒或晶片到晶片的鏈路。行動設備 1600 還包括顯示器 1628 和顯示控制器 1626，其中顯示控制器 1626 耦接到處理器 1601 和顯示器 1628。

【0066】 在一些方面，圖 16 可以包括被耦接到處理器 1601 的編碼器/解碼器（CODEC）1634（例如，音訊和/或語音 CODEC）；被耦接到 CODEC 1634 的揚

聲器 1636 和麥克風 1638；被耦接到無線天線 1642 以及被耦接到處理器 1601 的無線電路 1640（其可以包括數據機、RF 電路、濾波器等，其可以使用本文公開的各種 3d 螺旋電感器和/或變壓器）。

【0067】 在存在一個或多個上述方塊的特定方面中，處理器 1601、顯示控制器 1626、記憶體 1632、CODEC 1634 和無線電路 1640 可以被包括在系統級封裝或單晶片系統器件 1622 中。輸入裝置 1630（例如，實體或虛擬鍵盤）、電源 1644（例如，電池）、顯示器 1628、輸入裝置 1630、揚聲器 1636、麥克風 1638、無線天線 1642 和電源 1644 可以在單晶片系統器件 1622 外部並且可以被耦接到單晶片系統器件 1622 的元件，諸如介面或電源管理控制器。本文公開的各種 3D 螺旋電感器可以被用於電源耦接電路的各部分中。

【0068】 應當注意，雖然圖 16 描繪了行動設備，但是處理器 1601 和記憶體 1632 也可以被整合到機上盒、音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、導航設備、個人數位助理（PDA）、固定位置資料單元中、電腦、筆記本電腦、平板電腦、通信設備、行動電話或其他類似設備中。

【0069】 圖 17 圖示了根據本公開內容的一些示例的可以與任何上述電晶體單元整合的各種電子設備。例如，行動電話設備 1702、膝上型電腦設備 1704 和固定位置終端設備 1706 可以包括半導體器件 1700，所述半導體器件 1700 包括如本文所述的各種 3D 螺旋電感器和/或變壓器（例如，200、300、600、700、900、1200、1400）。半導體器件 1700 可以是例如積體電路、晶粒、整合器件、整合器件封裝、積體電路器件、封裝、積體電路封裝或封裝上封裝器件。圖 17 中圖示的設備 1702、1704 和 1706 僅是示例性的。其他電子設備也可以以半導體器件 1700 為特徵，包括但不限於一組設備（例如電子設備），其包括行動設備、手

持個人通信系統（PCS）單元、可攜式資料單元諸如個人數位助理、支援全球定位系統（GPS）的設備、導航設備、機上盒、音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、固定位置資料單元（諸如抄表裝備）、通信設備、智慧型電話、平板電腦、電腦、可穿戴設備、伺服器、路由器、在自動車輛（例如，自動駕駛車輛）中實現的電子設備或儲存或提取資料或電腦指令的任何其他設備或它們的任何組合。

【0070】 前述公開的設備和功能可以被設計和配置成儲存在電腦可讀媒體上的電腦檔（例如，暫存器傳輸級（RTL）、幾何資料流程（GDS）Gerber 等）。一些或所有此類檔可以被提供給基於此類檔來製造設備的製造處理機。所得產品可以包括半導體晶片，其隨後被切割成半導體晶粒並封裝成半導體封裝、整合器件、單晶片系統器件等，其隨後可以被用於本文所述的各種器件中。

【0071】 應當瞭解，本文公開的各個方面可以被描述為與本領域技術人員所描述和/或認識的結構、材料和/或器件的功能等效物。例如，在一個方面，一種裝置可以包括用於執行上面討論的各種功能性的部件。應當瞭解，上述方面僅作為示例而被提供，並且所要求保護的各個方面不限於作為示例引用的具體參考和/或說明。

【0072】 在圖 2-圖 17 中圖示的元件、過程、特徵和/或功能中的一個或多個可以被重新佈置和/或被組合成單個元件、過程、特徵或功能，或者被併入到若干組件、過程或功能中。在不背離本公開內容的情況下，還可以添加額外的元件、元件、過程和/或功能。還應該注意的是，本公開內容中的圖 1-圖 16 和對應的描述不限於晶粒和/或 IC。在一些實現中，圖 2-圖 17 和對應的描述可以被用於製造、創建、提供和/或生產集成器件。在一些實現中，器件可以包括晶粒、整

合器件、晶粒封裝、積體電路 (IC)、器件封裝、積體電路 (IC) 封裝、晶片、半導體器件、封裝上封裝 (PoP) 器件和/或插入器。

【0073】如本文中所使用的，術語“用戶裝備”(或“UE”)、“使用者設備”、“使用者終端”、“用戶端設備”、“通信設備”、“無線設備”、“無線通訊設備”、“手持設備”、“行動設備”、“行動終端”、“行動台”、“手機”、“存取終端”、“使用者設備”、“使用者終端”、“使用者台”、“終端”及其變體可以互換地指代可以接收無線通訊和/或導航信號的任何合適的行動或固定設備。這些術語包括但不限於音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、導航設備、通信設備、智慧型電話、個人數位助理、固定位置終端、平板電腦、電腦、可穿戴設備、膝上型電腦、伺服器、自動車輛中的自動車輛設備和/或通常由人攜帶和/或具有通信能力(例如，無線、蜂巢式、紅外線、短範圍無線電等)的其他類型的可攜式電子設備。這些術語還旨在包括諸如透過短距離無線、紅外線、有線連接或其他連接來與可以接收無線通訊和/或導航信號的另一個設備通信的設備，而無論衛星信號接收還是輔助資料接收和/或與位置相關的處理發生在所述設備上或是所述另一個設備上。此外，這些術語旨在包括能夠經由無線電存取網路(RAN)來與核心網路通信的所有設備，包括無線和有線通信設備，並且透過核心網路，UE可以與諸如網際網路之類的外部網路和其他UE連接。當然，對於UE，連接到核心網路和/或網際網路的其他機制也是可能的，諸如透過有線存取網路、無線區域網路(WLAN)(例如，基於IEEE 802.11等)等等。UE可以透過多種類型的設備中的任何一種來體現，包括但不限於印刷電路(PC)卡、緊湊型快閃記憶體設備、外部或內接式數據機、無線或有線電話、智慧型電話、平板電腦、追蹤設備、資產標籤等等。

【0074】 電子設備之間的無線通訊可以基於不同的技術，諸如分碼多重存取 (CDMA)、W-CDMA、分時多重存取 (TDMA)、分頻多重存取 (FDMA)、正交分頻多工 (OFDM)、全球行動通信系統 (GSM)、3GPP 長期演進 (LTE)、5G 新無線電、藍牙 (BT)、低能量藍牙 (BLE)、IEEE 802.11 (WiFi) 和 IEEE 802.15.4 (Zigbee/Thread) 或其他可用於無線通訊網路或資料通信網路中的協定。

【0075】 詞語“示例性”在本文中被用來意指“作為示例、實例或說明”。本文中被描述為“示例性”的任何細節不應被解釋為優於其他示例。同樣，術語“示例”並不意味著所有示例都包括所討論的特徵、優勢或操作模式。此外，特定特徵和/或結構可以與一個或多個其他特徵和/或結構組合。此外，本文描述的裝置的至少一部分可以被配置為執行本文描述的方法的至少一部分。

【0076】 應當注意，除非連接被明確公開為直接連接，否則術語“連接”、“耦接”或其任何變體意指元件之間的任何直接或間接的連接或耦接，並且可以涵蓋在兩個元件之間存在中間元件，其經由中間元件而“連接”或“耦接”在一起。

【0077】 本文對使用諸如“第一”、“第二”等名稱的元件的任何引用不限制這些元件的數量和/或順序。相反，這些名稱被用作在兩個或多個元件之間進行區分和/或用作元件實例的方便方法。此外，除非另有說明，否則一組元件可以包括一個或多個元件。

【0078】 在上面的詳細描述中可以看出，不同的特徵在示例中被分組在一起。這種公開方式不應被理解為示例條款具有比每個條款中明確提及的更多特徵的意圖。相反，本公開內容的各個方面可以包括少於所公開的單個示例條款的所有特徵。因此，以下條款應被視為被併入在說明書中，其中每個條款本身可以

作為單獨的示例。儘管每個附屬條款可以在條款中引用與其他條款之一的特定組合，但是所述附屬條款的（多個）方面不限於特定組合。應當瞭解，其他示例條款也可以包括（多個）附屬條款方面與任何其他附屬條款或獨立條款的主題的組合，或者任何特徵與其他附屬和獨立條款的組合。本文公開的各個方面明確地包括這些組合，除非明確表達或可以容易地推斷出特定組合不是意在的（例如，矛盾的方面，諸如將元件定義為既是絕緣體又是導體）。此外，即使所述條款不直接附屬於獨立條款，也可以將條款的各方面包括在任何其他獨立條款中。

【0079】 在以下編號的條款中描述了實現示例：

【0080】 條款 1. 一種包括螺旋電感器的裝置，包括：形成在基板上的多個介電層；多個導電層，多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上；多個絕緣層，多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上並且被配置為將多個介電層中的每個介電層隔開；多個通孔；以及被佈置在垂直於基板的第一平面中的第一螺旋線圈，其中第一螺旋線圈由多個導電層的第一部分和多個通孔中的第一組通孔形成，第一組通孔被配置為連接多個導電層的第一部分。

【0081】 條款 2. 根據條款 1 的裝置，還包括：被佈置在垂直於基板的第二平面中的第二螺旋線圈，其中第二螺旋線圈由多個導電層的第二部分和多個通孔中的第二組通孔形成，第二組通孔被配置為連接多個導電層的第二部分。

【0082】 條款 3. 根據條款 2 的裝置，其中第一螺旋線圈被電耦接到第二螺旋線圈。

【0083】 條款 4. 根據條款 2 至 3 中任一項的裝置，其中第一螺旋線圈和第二螺旋線圈串聯耦接。

【0084】 條款 5. 根據條款 2 至 3 中任一項的裝置，其中第一螺旋線圈和第二螺旋線圈並聯耦接。

【0085】 條款 6. 根據條款 2 至 5 中任一項的裝置，其中第一螺旋線圈被磁耦接到第二螺旋線圈。

【0086】 條款 7. 根據條款 6 的裝置，其中第一螺旋線圈和第二螺旋線圈以變壓器配置來佈置，並且包括至少一個輸入抽頭和一個輸出抽頭。

【0087】 條款 8. 根據條款 2 至 7 中任一項的裝置，還包括：被佈置在垂直於基板的第三平面中的第三螺旋線圈，其中第三螺旋線圈由多個導電層的第三部分和多個通孔中的第三組通孔形成，第三組通孔被配置為連接多個導電層的第三部分。

【0088】 條款 9. 根據條款 8 的裝置，其中第三螺旋線圈和第二螺旋線圈彼此磁耦接，並且其中第一螺旋線圈和第三螺旋線圈彼此電耦接。

【0089】 條款 10. 根據條款 8 至 9 中任一項的裝置，其中第一螺旋線圈、第二螺旋線圈和第三螺旋線圈電耦接。

【0090】 條款 11. 根據條款 10 的裝置，其中第一螺旋線圈、第二螺旋線圈和第三螺旋線圈串聯耦接。

【0091】 條款 12. 根據條款 10 的裝置，其中第一螺旋線圈、第二螺旋線圈和第三螺旋線圈並聯耦接。

【0092】 條款 13. 根據條款 2 至 12 中任一項的裝置，其中第一螺旋線圈和第二螺旋線圈以嵌套線圈配置被佈置在同一平面上。

【0093】 條款 14. 根據條款 13 的裝置，其中第一螺旋線圈在變壓器配置中被磁耦接到第二螺旋線圈。

【0094】 條款 15. 根據條款 13 至 14 中任一項的裝置，其中第一螺旋線圈被電耦接到第二螺旋線圈。

【0095】 條款 16. 根據條款 1 至 15 中任一項的裝置，其中基板包括位於第一螺旋線圈下方的主動元件、被動元件或金屬佈線中的至少一者。

【0096】 條款 17. 根據條款 1 至 16 中任一項的裝置，其中第一螺旋線圈被形成在後段製程（BEOL）堆疊中。

【0097】 條款 18. 根據條款 1 至 17 中任一項的裝置，其中裝置從由以下組成的組中選擇：音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、導航設備、通信設備、行動設備、行動電話、智慧型電話、個人數位助理、固定位置終端、平板電腦、電腦、可穿戴設備、筆記本電腦、伺服器以及自動車輛中的設備。

【0098】 條款 19. 一種用於製造螺旋電感器的方法，所述方法包括：在基板上沉積多個介電層；沉積多個導電層，多個導電層中的每個導電層被設置在多個介電層中的每個介電層上；沉積多個絕緣層，多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在多個導電層中的每個導電層上，其中多個絕緣層中的每個絕緣層將多個介電層中的每個介電層隔開；形成多個通孔；以及在垂直於基板的第一平面中形成第一螺旋線圈，其中第一螺旋線圈由多個導電層的第一部分和多個通孔中的第一組通孔形成，第一組通孔被配置為連接多個導電層的第一部分。

【0099】 條款 20. 根據條款 19 的方法，還包括：在垂直於基板的第二平面中形成第二螺旋線圈，其中第二螺旋線圈由多個導電層的第二部分和多個通孔中的第二組通孔形成，第二組通孔被配置為連接多個導電層的第二部分。

【0100】 條款 21. 根據條款 20 的方法，還包括：將第一螺旋線圈電耦接到第二螺旋線圈。

【0101】 條款 22. 根據條款 20 至 21 的方法，還包括：將第一螺旋線圈和第二螺旋線圈串聯電耦接。

【0102】 條款 23. 根據條款 20 至 21 中任一項的方法，還包括：將第一螺旋線圈和第二螺旋線圈並聯電耦接。

【0103】 條款 24. 根據條款 20 至 23 中任一項的方法，其中第一螺旋線圈被磁耦接到第二螺旋線圈。

【0104】 條款 25. 根據條款 20 至 24 中任一項的方法，還包括：在垂直於基板的第三平面中形成第三螺旋線圈，其中第三螺旋線圈由多個導電層的第三部分和多個通孔中的第三組通孔形成，第三組通孔被配置為連接多個導電層的第三部分。

【0105】 條款 26. 根據條款 25 的方法，其中第三螺旋線圈被磁耦接到第二螺旋線圈，並且其中第一螺旋線圈和第三螺旋線圈彼此電耦接。

【0106】 條款 27. 根據條款 25 至 26 中任一項的方法，其中第一螺旋線圈、第二螺旋線圈和第三螺旋線圈以變壓器配置來佈置，並且包括至少一個輸入抽頭和一個輸出抽頭。

【0107】 條款 28. 根據條款 25 至 27 中任一項的方法，還包括：將第一螺旋線圈、第二螺旋線圈和第三螺旋線圈電耦接。

【0108】 條款 29. 根據條款 28 的方法，還包括：將第一螺旋線圈、第二螺旋線圈和第三螺旋線圈串聯電耦接。

【0109】 條款 30. 根據條款 28 的方法，還包括：將第一螺旋線圈、第二螺旋線圈和第三螺旋線圈並聯電耦接。

【0110】 條款 31. 根據條款 20 至 30 中任一項的方法，其中第一螺旋線圈和第二螺旋線圈以嵌套線圈配置被佈置在同一平面上。

【0111】 條款 32. 根據條款 31 的方法，其中第一螺旋線圈在變壓器配置中被磁耦接到第二螺旋線圈。

【0112】 條款 33. 根據條款 31 至 32 中任一項的方法，還包括：將第一螺旋線圈電耦接到第二螺旋線圈。

【0113】 條款 34. 根據條款 19 至 33 中任一項的方法，其中基板包括位於第一螺旋線圈下方的主動元件、被動元件或金屬佈線中的至少一者。

【0114】 條款 35. 根據條款 19 至 34 中任一項的方法，其中第一螺旋線圈被形成在後段製程（BEOL）堆疊中。

【0115】 條款 36. 根據條款 19 至 35 中任一項的方法，其中螺旋感應器被整合到裝置中，並且其中裝置從由以下組成的組中選擇：音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、導航設備、通信設備、行動設備、行動電話、智慧型電話、個人數位助理、固定位置終端、平板電腦、電腦、可穿戴設備、筆記本電腦、伺服器 and 自動車輛中的設備。

【0116】 本領域技術人員將理解，可以使用多種不同技術和科技中的任何一種來表示資訊和信號。例如，在整個以上描述中可以引用的資料、指令、命令、資訊、信號、位元、符號和晶片可以由電壓、電流、電磁波、磁場或粒子、光場或粒子或其任何的組合來表示。

【0117】 本申請中陳述或說明描繪的任何內容均不旨在將任何元件、動作、特徵、利益、優勢或等同物奉獻給公眾，無論所述元件、動作、特徵、利益、優勢或等同物是否在申請專利範圍中被記載。

【0118】此外，本領域技術人員將理解，結合本文公開的示例描述各種說明性邏輯方塊、模組、電路和演算法動作可以被實現為電子硬體、電腦軟體或兩者的組合。為了清楚地說明硬體和軟體的這種可互換性，各種說明性元件、方塊、模組、電路和動作已在上面大體上根據它們的功能性進行了描述。這種功能性是作為硬體還是軟體實現取決於特定應用和施加在整個系統上的設計約束。熟練的技術人員可以針對每個特定應用以不同的方式實現所描述的功能性，但是這樣的實現決策不應被解釋為導致背離本公開內容的範圍。

【0119】雖然已經結合設備描述了一些方面，但是不言而喻，這些方面也構成了對相應方法的描述，並且因此設備的塊或元件也應被理解為相應的方法動作或作為方法動作的特徵。與此類似，結合方法動作或作為方法動作描述的各方面也構成對相應設備的相應塊或細節或特徵的描述。一些或全部方法動作可以由硬體裝置（或使用硬體裝置）來執行，諸如例如微處理器、可程式設計電腦或電子電路。在一些示例中，一些或多個最重要的方法動作可以由這樣的裝置執行。

【0120】在上面的詳細描述中，可以看出不同的特徵在示例中被組合在一起。這種公開方式不應被理解為所要求保護的示例具有比相應申請專利範圍中明確提及的更多特徵的意圖。相反，本公開內容可以包括少於所公開的個體示例的所有特徵。因此，以下申請專利範圍應被視為被併入在說明書中，其中每個申請專利範圍本身可以作為單獨的示例。儘管每個申請專利範圍本身可以作為單獨的示例，但是應注意，儘管附屬申請專利範圍可以在申請專利範圍中引用與一個或多個申請專利範圍的特定組合，但是其他示例也可以涵蓋或包括所述的組合附屬申請專利範圍與任何其他附屬申請專利範圍的主題的組合或者任何特徵

與其他附屬和獨立申請專利範圍的組合。除非明確表達不打算使用特定的組合，否則這樣的組合在本文中是被提出的。此外，還旨在使申請專利範圍的特徵可以被包括在任何其他獨立申請專利範圍中，即使所述申請專利範圍未直接附屬於獨立申請專利範圍。

【0121】 還應當注意，在說明書中或申請專利範圍中公開的方法、系統和裝置可以由包括用於執行所公開的方法的相應動作和/或功能性的部件的設備來實施。

【0122】 此外，在一些示例中，個體動作可以被細分為多個子動作或包含多個子動作。這樣的子動作可以被包含在個體動作的公開中並且是個體動作的公開的一部分。

【0123】 雖然前述公開示出了本公開內容的說明性示例，但是應當注意，在不脫離如所附申請專利範圍限定的本公開內容的範圍的情況下，可以在本文中進行各種改變和修改。根據本文描述的公開的示例的方法申請專利範圍的功能和/或動作不需要以任何特定順序來執行。另外，眾所周知的元件將不被詳細描述或者可以被省略以免模糊本文所公開的各方面和示例的相關細節。此外，儘管可以以單數形式描述或要求保護本公開內容的元素，但是除非明確說明對單數形式的限制，否則可以設想複數形式。

【符號說明】

102...螺旋結構

104...螺旋結構

106...連接或耦接

108...螺旋電感器

200...3D 螺旋電感器

202...線圈

204...線圈

206...線圈

208...導體

210...導體

212...電通量線

300...垂直3D螺旋電感器

302...螺旋線圈

304...螺旋線圈

306...螺旋線圈

310...導體

312...導體

Mx...金屬層

Mx-1...金屬層

Mx-2...金屬層

Mx-3...金屬層

Mx-4...金屬層

402...介電絕緣層

404...介電絕緣層

406...介電絕緣層

408...介電絕緣層

410...介電絕緣層

411...絕緣層

413...絕緣層

415...絕緣層

417...絕緣層

419...絕緣層

451...第一部分

452...第二部分

453...第三部分

505...第一組通孔

600...垂直 3D 螺旋電感器

602...介電層

604...介電層

605...通孔

606...介電層

608...介電層

610...介電層

611...絕緣層

613...絕緣層

615...絕緣層

617...絕緣層

619...絕緣層

620…線圈

621…第一端部

622…第二端部

630…線圈

631…第一端部

632…第二端部

700…電感器

702…線圈

704…線圈

706…線圈

707…螺旋導體元件

711…絕緣層

712…導體

713…絕緣層

714…導體

715…絕緣層

717…絕緣層

719…絕緣層

721…介電層

723…介電層

725…介電層

727…介電層

- 729...介電層
- 900...垂直 3D 螺旋電感器
- 902...螺旋結構線圈
- 903...導體
- 904...螺旋結構線圈
- 905...導體
- 906...螺旋結構線圈
- 908...第一端部
- 909...第二端部
- 1002...介電層
- 1003...螺旋導體元件
- 1004...介電層
- 1005...通孔
- 1006...介電層
- 1008...介電層
- 1010...介電層
- 1011...絕緣層
- 1013...絕緣層
- 1015...絕緣層
- 1017...絕緣層
- 1019...絕緣層
- 1200...垂直平行 3D 螺旋電感器

- 1201…第一端部
- 1202…介電層
- 1203…第一導體
- 1204…介電層
- 1205…第二導體
- 1206…介電層
- 1208…介電層
- 1210…介電層
- 1211…絕緣層
- 1213…絕緣層
- 1215…絕緣層
- 1217…絕緣層
- 1219…絕緣層
- 1400…垂直 3D 螺旋變壓器
- 1402…螺旋繞組
- 1404…螺旋繞組
- 1406…螺旋繞組
- 1500…方法
- 1502…方塊
- 1504…方塊
- 1506…方塊
- 1508…方塊

- 1510…方塊
- 1600…行動設備
- 1601…處理器
- 1608…緩衝處理單元 (BPU)
- 1610…節流器
- 1611…分支指令佇列 (BIQ)
- 1612…指令流水線
- 1622…單晶片系統器件
- 1626…顯示控制器
- 1628…顯示器
- 1630…輸入裝置
- 1632…記憶體
- 1634…編碼器/解碼器 (CODEC)
- 1636…揚聲器
- 1638…麥克風
- 1640…無線電路
- 1642…無線天線
- 1644…電源
- 1700…半導體器件
- 1702…行動電話設備
- 1704…膝上型電腦設備
- 1706…固定位置終端設備

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種包括螺旋電感器的裝置，包括：

多個介電層，形成在基板上；

多個導電層，所述多個導電層中的每個導電層被設置在所述多個介電層中的每個介電層上；

多個絕緣層，所述多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在所述多個導電層中的每個導電層上，並且被配置為將所述多個介電層中的每個介電層隔開；

多個通孔；以及

第一螺旋線圈，被佈置在垂直於所述基板的第一平面中，其中所述第一螺旋線圈由所述多個導電層的第一部分和所述多個通孔中的第一組通孔形成，所述第一組通孔被配置為連接所述多個導電層的所述第一部分。

【請求項2】 根據請求項 1 所述的裝置，還包括：

第二螺旋線圈，被佈置在垂直於所述基板的第二平面中，其中所述第二螺旋線圈由所述多個導電層的第二部分和所述多個通孔中的第二組通孔形成，所述第二組通孔被配置為連接所述多個導電層的所述第二部分。

【請求項3】 根據請求項 2 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈被電耦接到所述第二螺旋線圈。

【請求項4】 根據請求項 3 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈和所述第二螺旋線圈串聯耦接。

【請求項5】 根據請求項 3 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈和所述第二螺旋線圈並聯耦接。

【請求項6】 根據請求項 2 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈被磁耦

接到所述第二螺旋線圈。

【請求項7】 根據請求項 6 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈和所述第二螺旋線圈以變壓器配置來佈置，並且包括至少一個輸入抽頭和一個輸出抽頭。

【請求項8】 根據請求項 2 所述的裝置，還包括：

第三螺旋線圈，被佈置在垂直於所述基板的第三平面中，其中所述第三螺旋線圈由所述多個導電層的第三部分和所述多個通孔中的第三組通孔形成，所述第三組通孔被配置為連接所述多個導電層的所述第三部分。

【請求項9】 根據請求項 8 所述的裝置，其中所述第三螺旋線圈和所述第二螺旋線圈彼此磁耦接，並且其中所述第一螺旋線圈和所述第三螺旋線圈彼此電耦接。

【請求項10】 根據請求項 8 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈、所述第二螺旋線圈和所述第三螺旋線圈電耦接。

【請求項11】 根據請求項 10 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈、所述第二螺旋線圈和所述第三螺旋線圈串聯耦接。

【請求項12】 根據請求項 10 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈、所述第二螺旋線圈和所述第三螺旋線圈並聯耦接。

【請求項13】 根據請求項 2 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈和所述第二螺旋線圈以嵌套線圈配置被佈置在同一平面上。

【請求項14】 根據請求項 13 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈在變壓器配置中被磁耦接到所述第二螺旋線圈。

【請求項15】 根據請求項 13 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈被電

耦接到所述第二螺旋線圈。

【請求項16】 根據請求項 1 所述的裝置，其中所述基板包括位於所述第一螺旋線圈下方的主動元件、被動元件或金屬佈線中的至少一者。

【請求項17】 根據請求項 1 所述的裝置，其中所述第一螺旋線圈被形成在後段製程（BEOL）堆疊中。

【請求項18】 根據請求項 1 所述的裝置，其中所述裝置從由以下組成的組中選擇：音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、導航設備、通信設備、行動設備、行動電話、智慧型電話、個人數位助理、固定位置終端、平板電腦、電腦、可穿戴設備、筆記本電腦、伺服器以及自動車輛中的設備。

【請求項19】 一種用於製造螺旋電感器的方法，所述方法包括：

在基板上沉積多個介電層；

沉積多個導電層，所述多個導電層中的每個導電層被設置在所述多個介電層中的每個介電層上；

沉積多個絕緣層，所述多個絕緣層中的每個絕緣層被設置在所述多個導電層中的每個導電層上，其中所述多個絕緣層中的每個絕緣層將所述多個介電層中的每個介電層隔開；

形成多個通孔；以及

在垂直於所述基板的第一平面中形成第一螺旋線圈，其中所述第一螺旋線圈由所述多個導電層的第一部分和所述多個通孔中的第一組通孔形成，所述第一組通孔被配置為連接所述多個導電層的所述第一部分。

【請求項20】 根據請求項 19 所述的方法，還包括：

在垂直於所述基板的第二平面中形成第二螺旋線圈，其中所述第二螺旋

線圈由所述多個導電層的第二部分和所述多個通孔中的第二組通孔形成，所述第二組通孔被配置為連接所述多個導電層的所述第二部分。

【請求項21】 根據請求項 20 所述的方法，還包括：

將所述第一螺旋線圈電耦接到所述第二螺旋線圈。

【請求項22】 根據請求項 21 所述的方法，還包括：

將所述第一螺旋線圈和所述第二螺旋線圈串聯電耦接。

【請求項23】 根據請求項 21 所述的方法，還包括：

將所述第一螺旋線圈和所述第二螺旋線圈並聯電耦接。

【請求項24】 根據請求項 20 所述的方法，其中所述第一螺旋線圈被磁耦接到所述第二螺旋線圈。

【請求項25】 根據請求項 20 所述的方法，還包括：

在垂直於所述基板的第三平面中形成第三螺旋線圈，其中所述第三螺旋線圈由所述多個導電層的第三部分和所述多個通孔中的第三組通孔形成，所述第三組通孔被配置為連接所述多個導電層的所述第三部分。

【請求項26】 根據請求項 25 所述的方法，其中所述第三螺旋線圈被磁耦接到所述第二螺旋線圈，並且其中所述第一螺旋線圈和所述第三螺旋線圈彼此電耦接。

【請求項27】 根據請求項 25 所述的方法，其中所述第一螺旋線圈、所述第二螺旋線圈和所述第三螺旋線圈以變壓器配置來佈置，並且包括至少一個輸入抽頭和一個輸出抽頭。

【請求項28】 根據請求項 25 所述的方法，還包括：

將所述第一螺旋線圈、所述第二螺旋線圈和所述第三螺旋線圈電耦接。

【請求項29】 根據請求項 28 所述的方法，還包括：

將所述第一螺旋線圈、所述第二螺旋線圈和所述第三螺旋線圈串聯電耦接。

【請求項30】 根據請求項 28 所述的方法，還包括：

將所述第一螺旋線圈、所述第二螺旋線圈和所述第三螺旋線圈並聯電耦接。

【請求項31】 根據請求項 20 所述的方法，其中所述第一螺旋線圈和所述第二螺旋線圈以嵌套線圈配置被佈置在同一平面上。

【請求項32】 根據請求項 31 所述的方法，其中所述第一螺旋線圈在變壓器配置中被磁耦接到所述第二螺旋線圈。

【請求項33】 根據請求項 31 所述的方法，還包括：

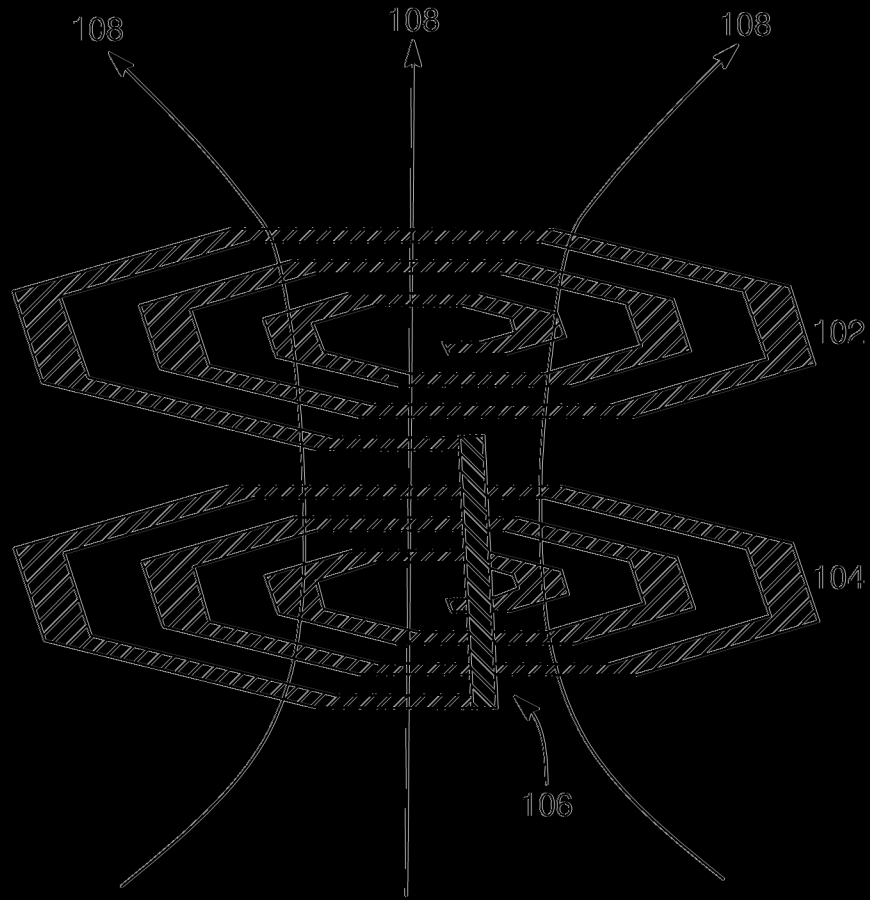
將所述第一螺旋線圈電耦接到所述第二螺旋線圈。

【請求項34】 根據請求項 19 所述的方法，其中所述基板包括位於所述第一螺旋線圈下方的主動元件、被動元件或金屬佈線中的至少一者。

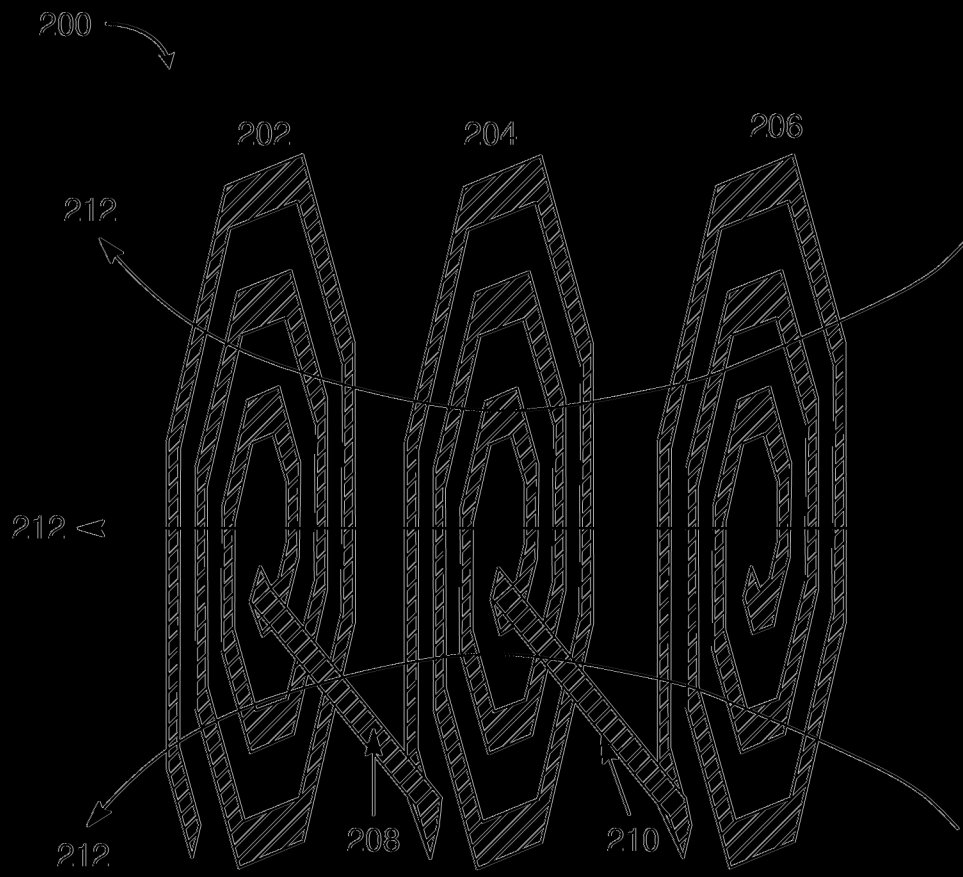
【請求項35】 根據請求項 19 所述的方法，其中所述第一螺旋線圈被形成在後段製程（BEOL）堆疊中。

【請求項36】 根據請求項 19 所述的方法，其中所述螺旋電感器被整合到裝置中，並且其中所述裝置從由以下組成的組中選擇：音樂播放機、視頻播放機、娛樂單元、導航設備、通信設備、行動設備、行動電話、智慧型電話、個人數位助理、固定位置終端、平板電腦、電腦、可穿戴設備、筆記本電腦、伺服器和自動車輛中的設備。

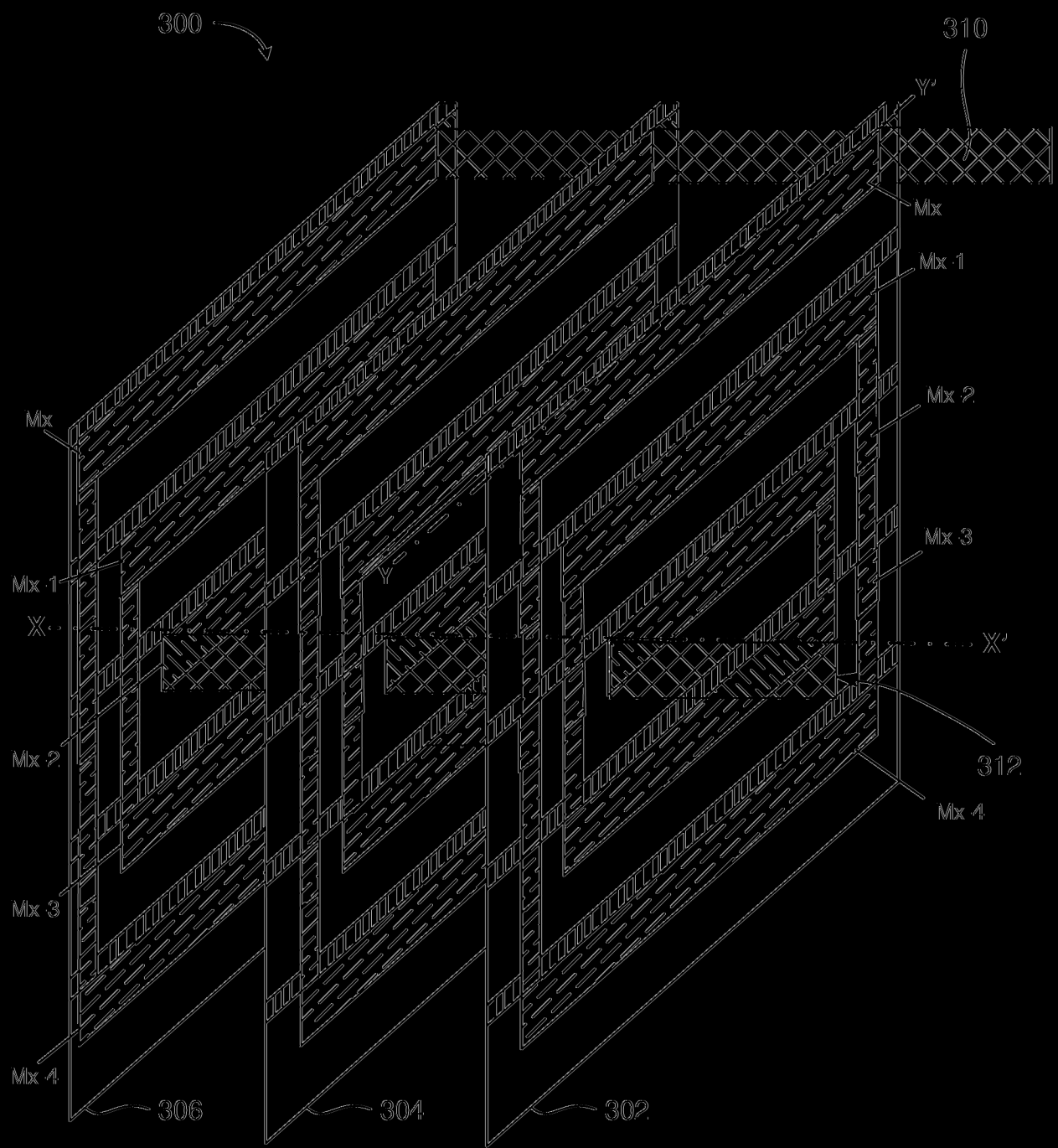
|(發明圖式)|



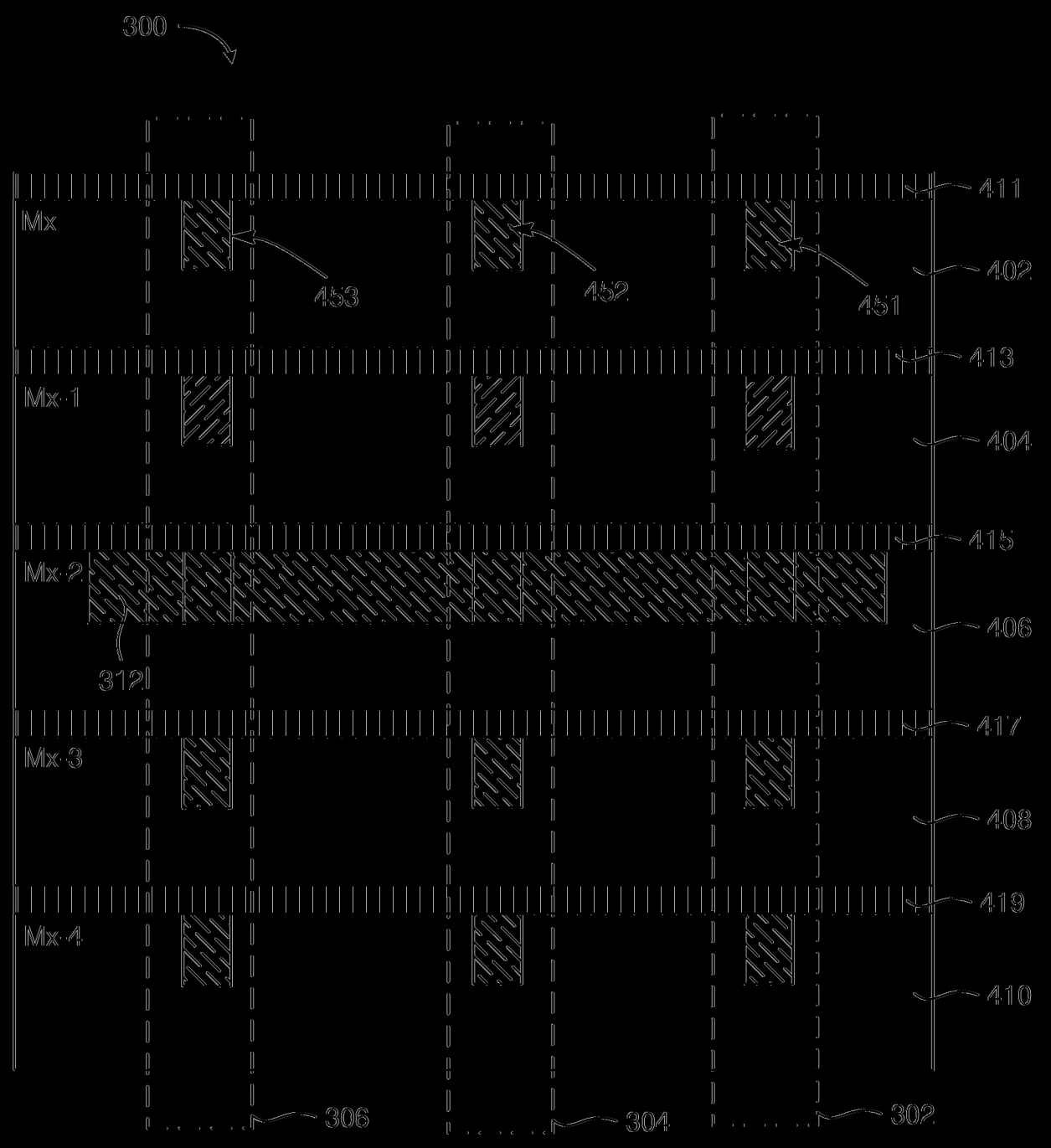
|(圖1)|



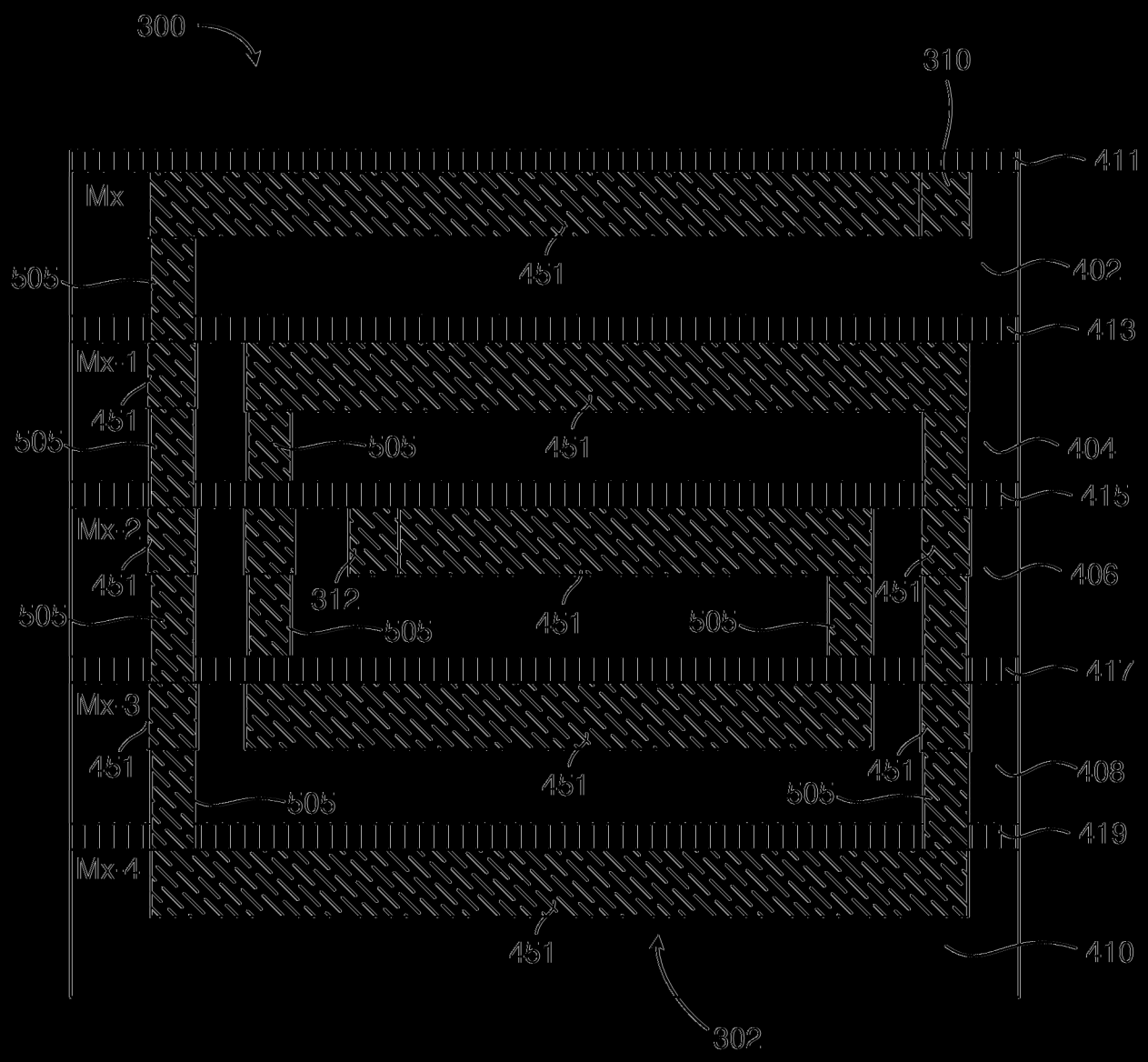
(圖2)



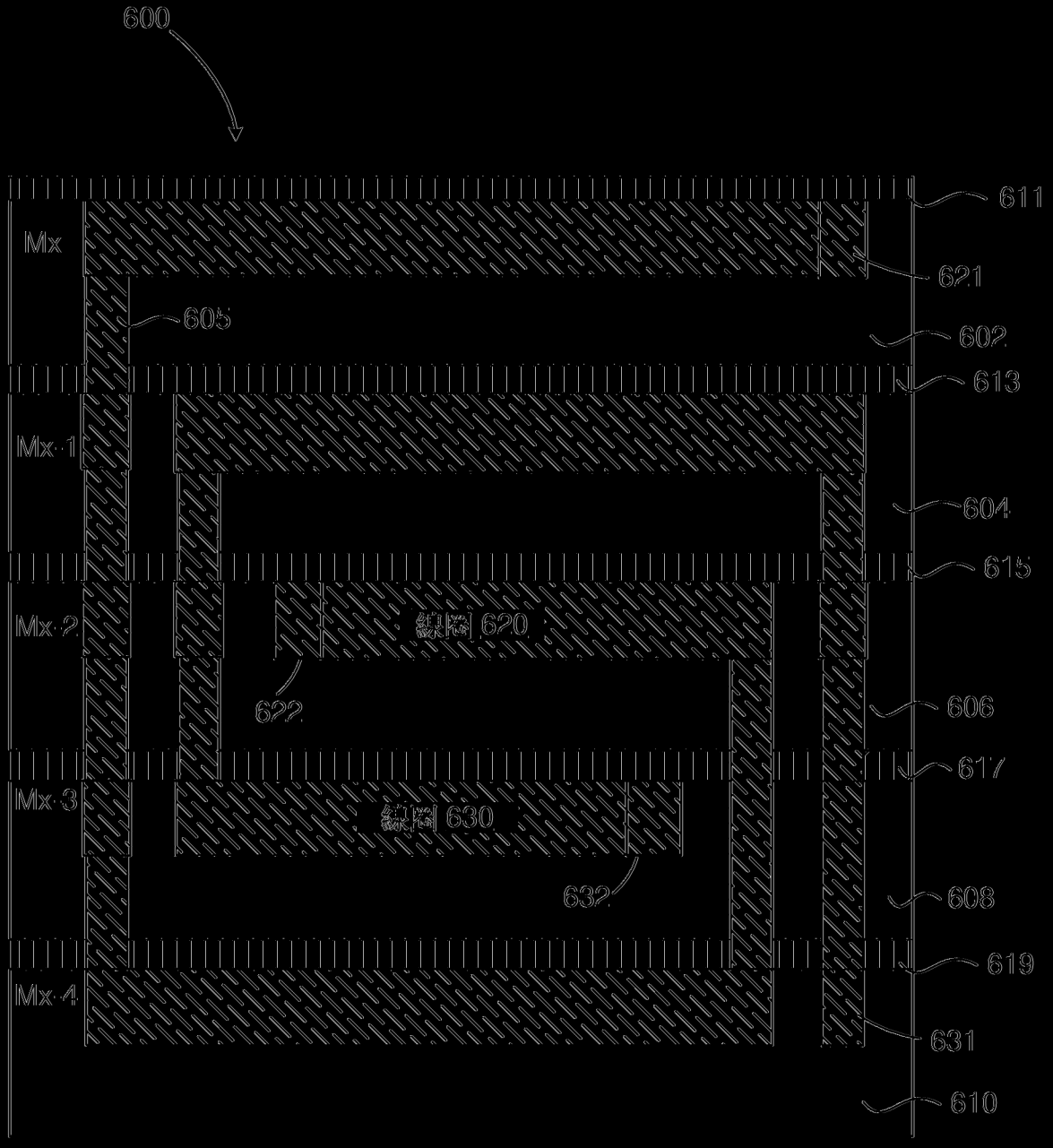
([圖]3)



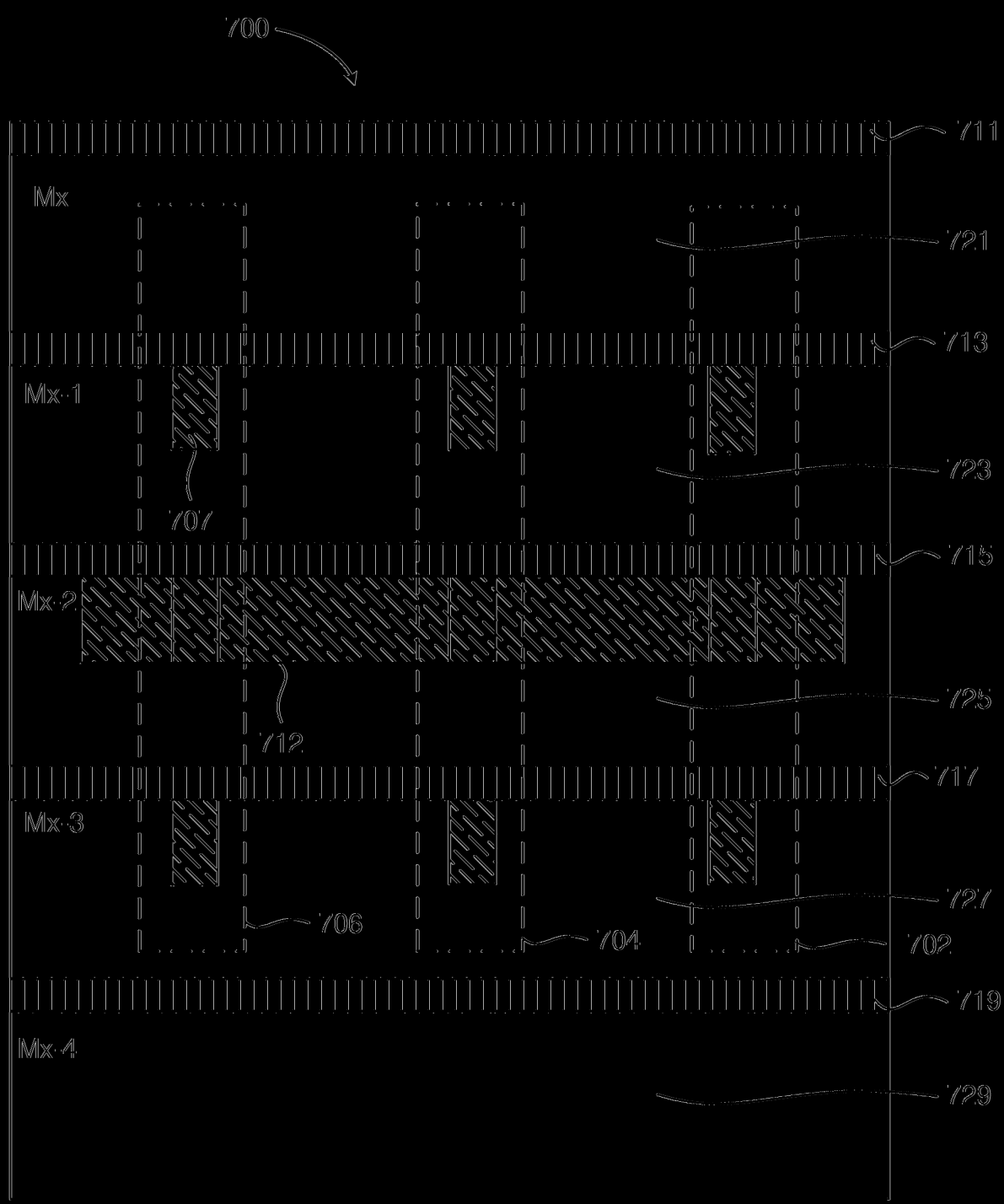
(圖4)



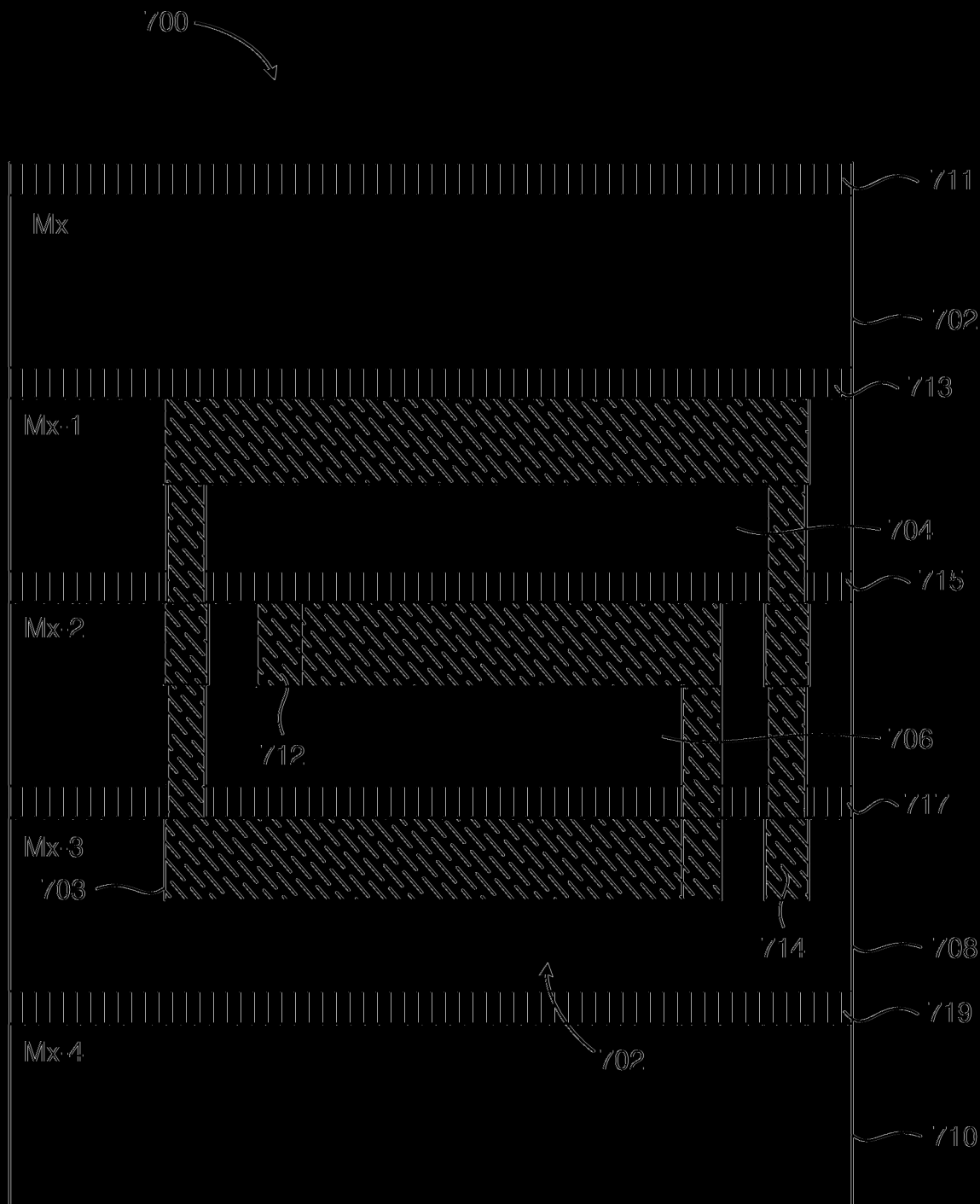
(圖5)



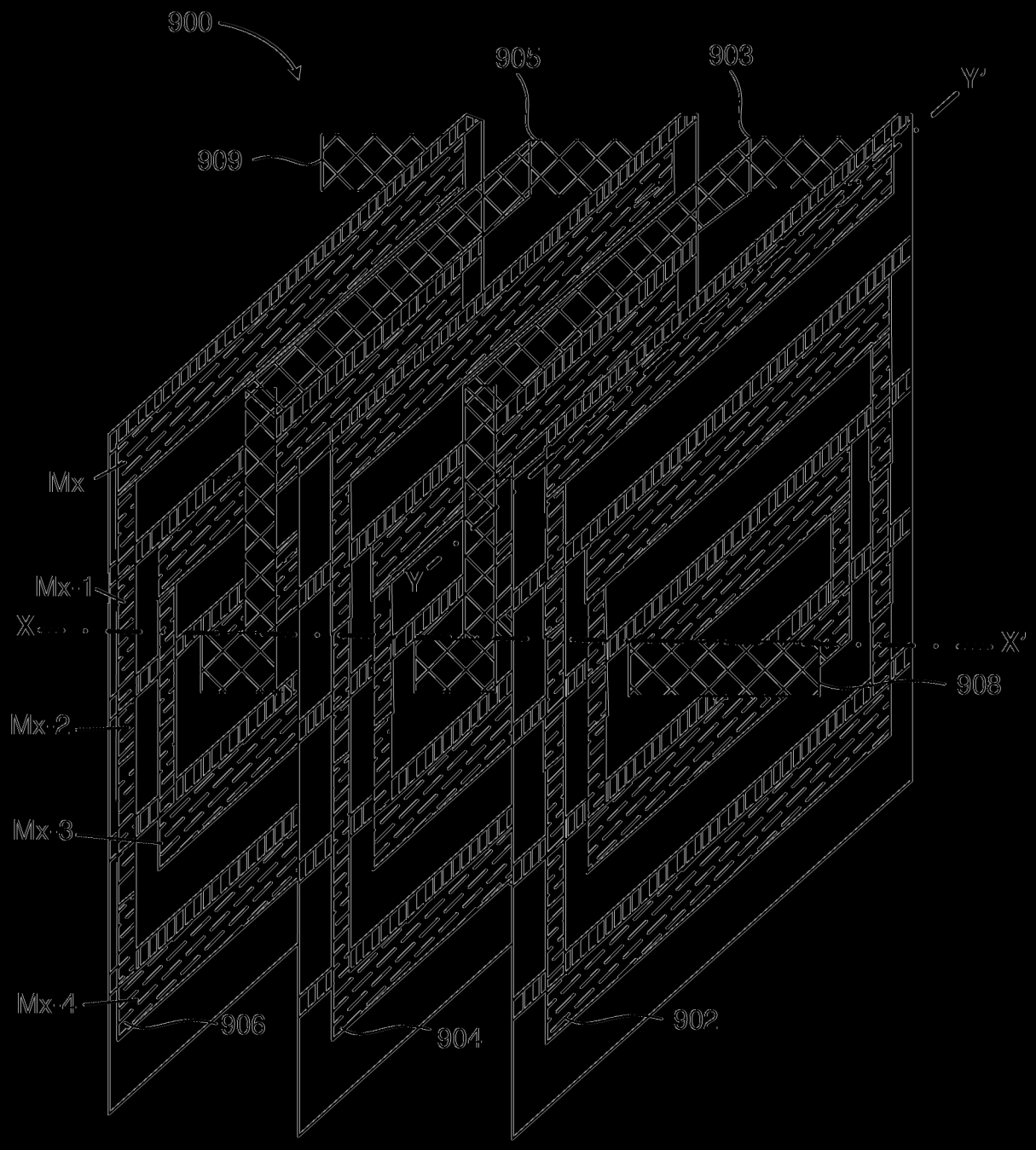
(E6)



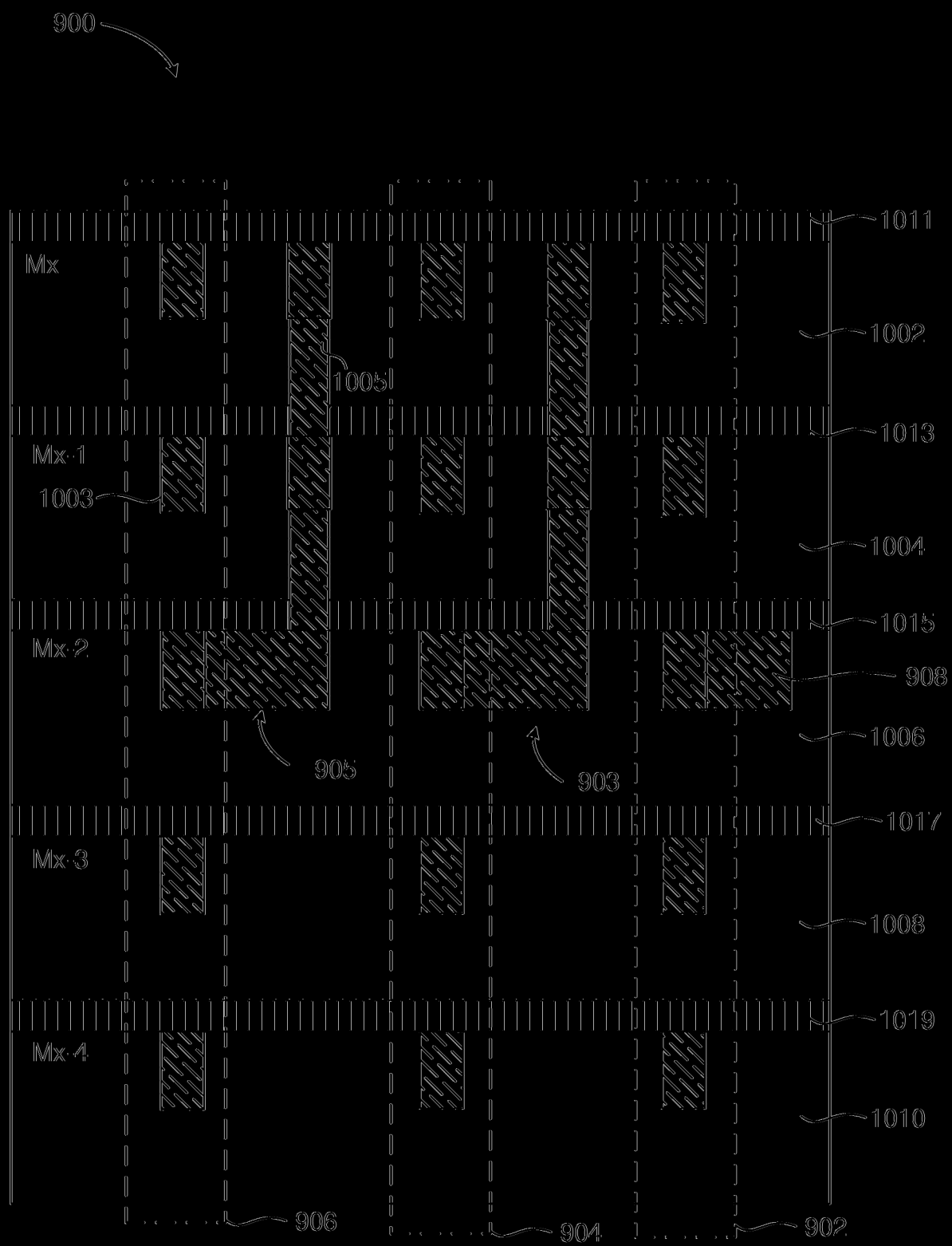
(圖)



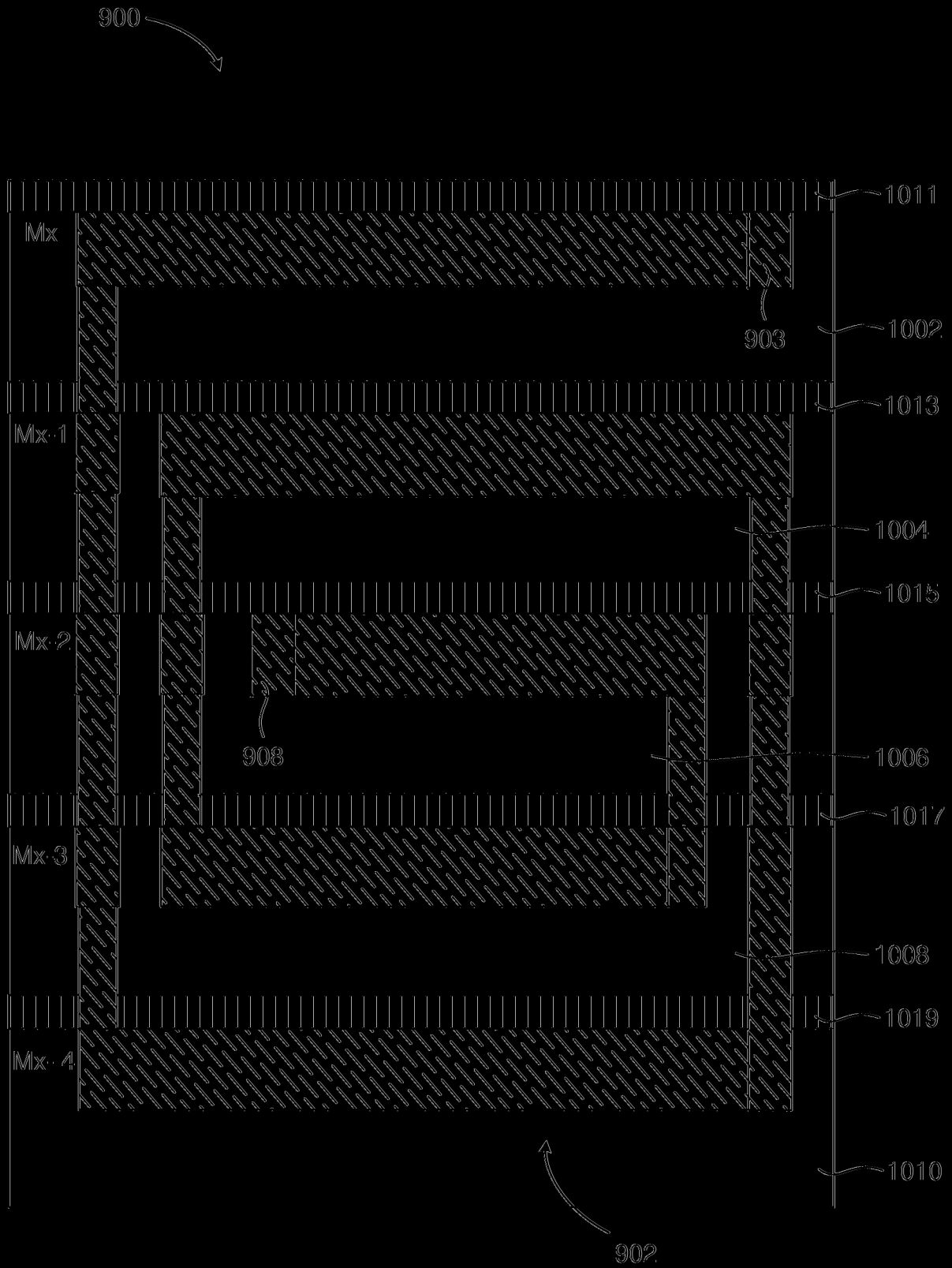
(圖8)



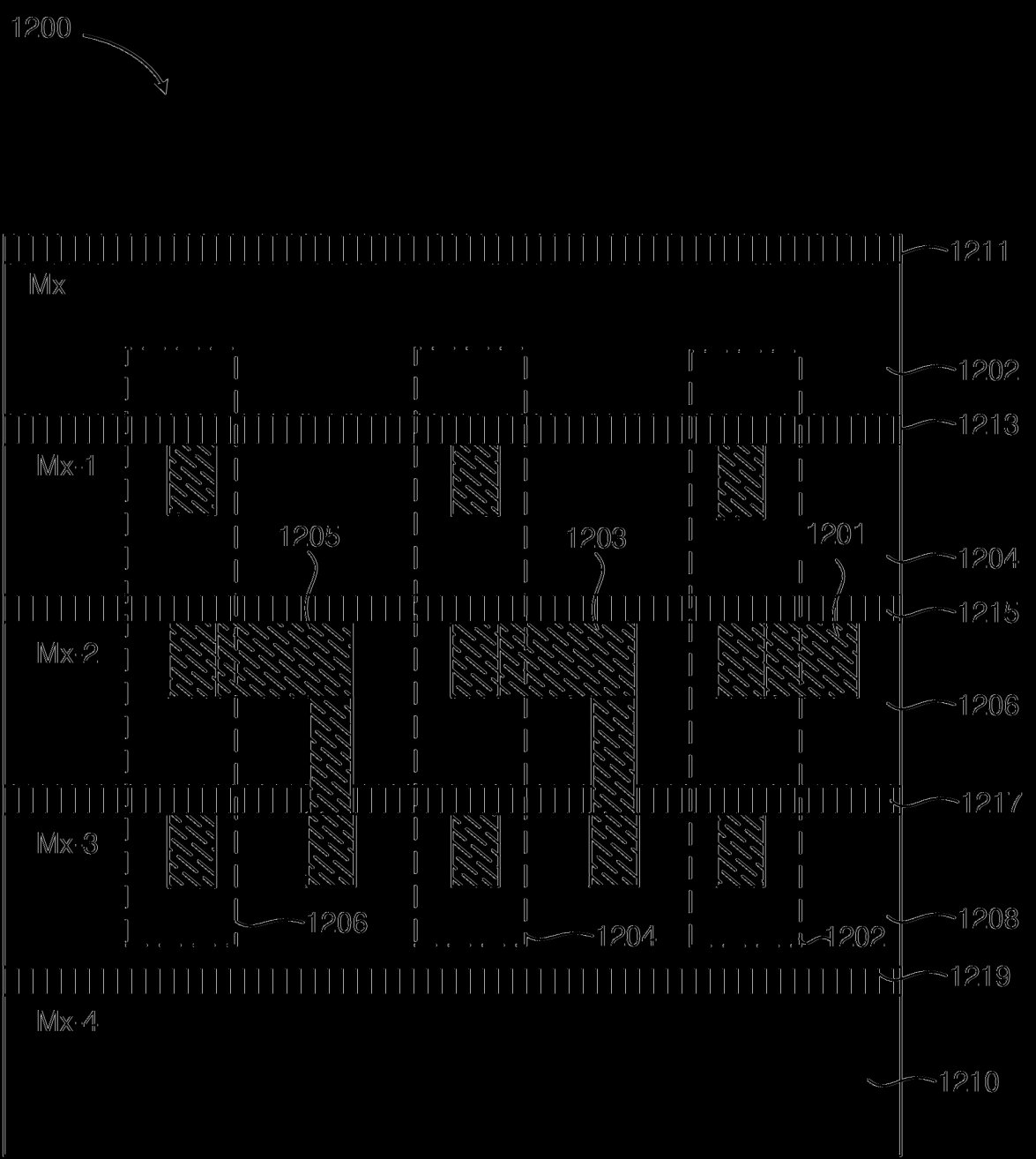
|(圖9)|



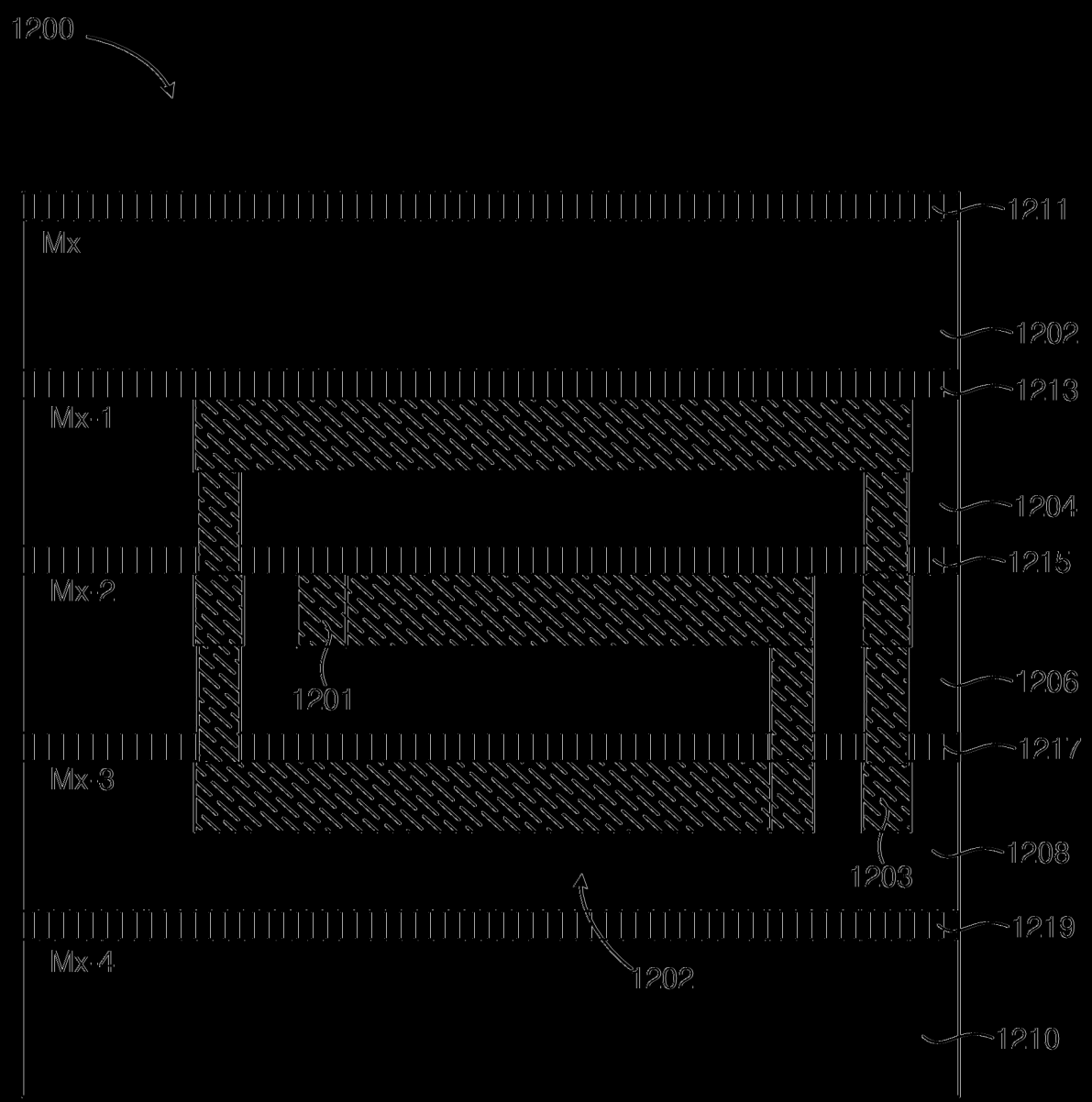
(圖10)



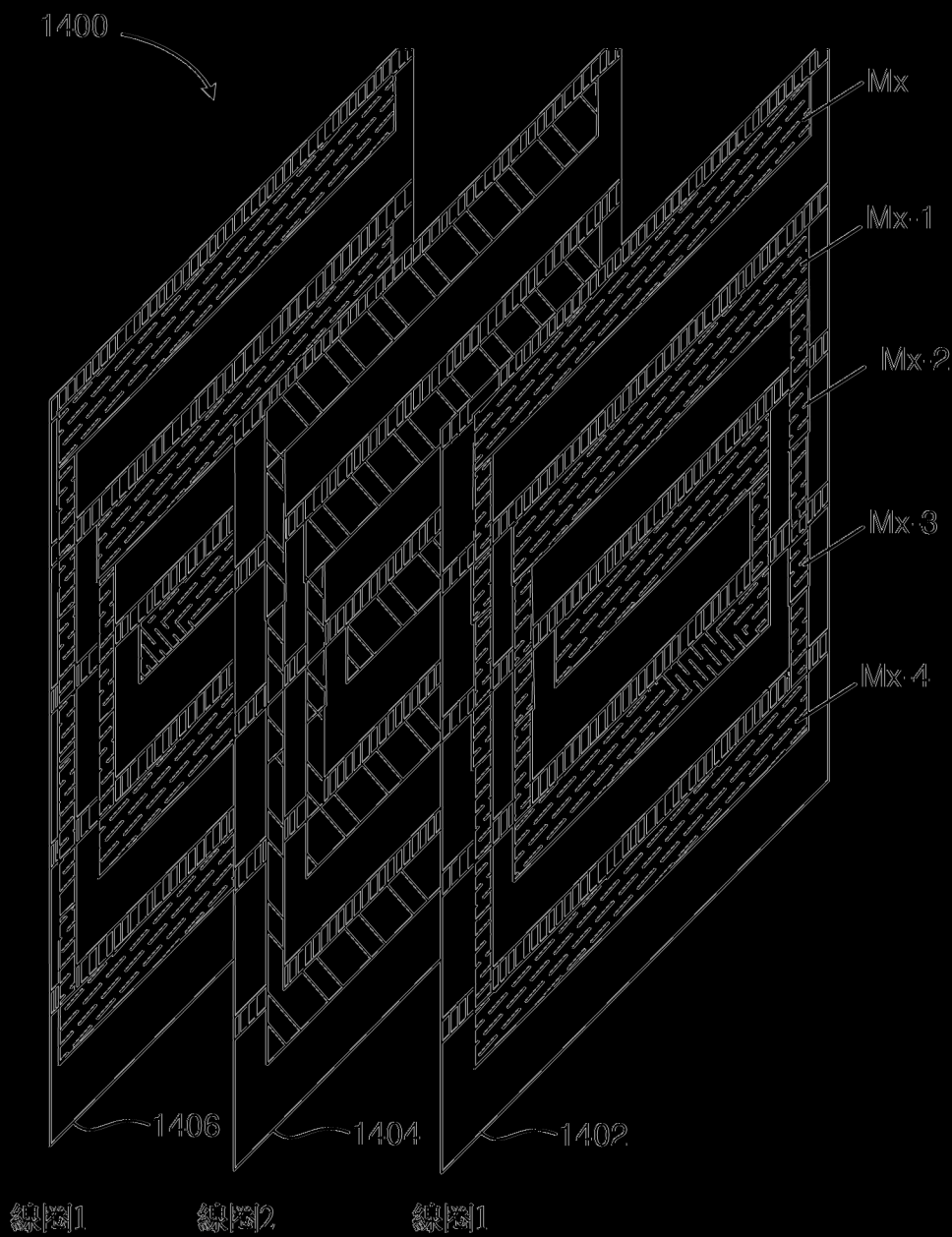
[(圖)11]



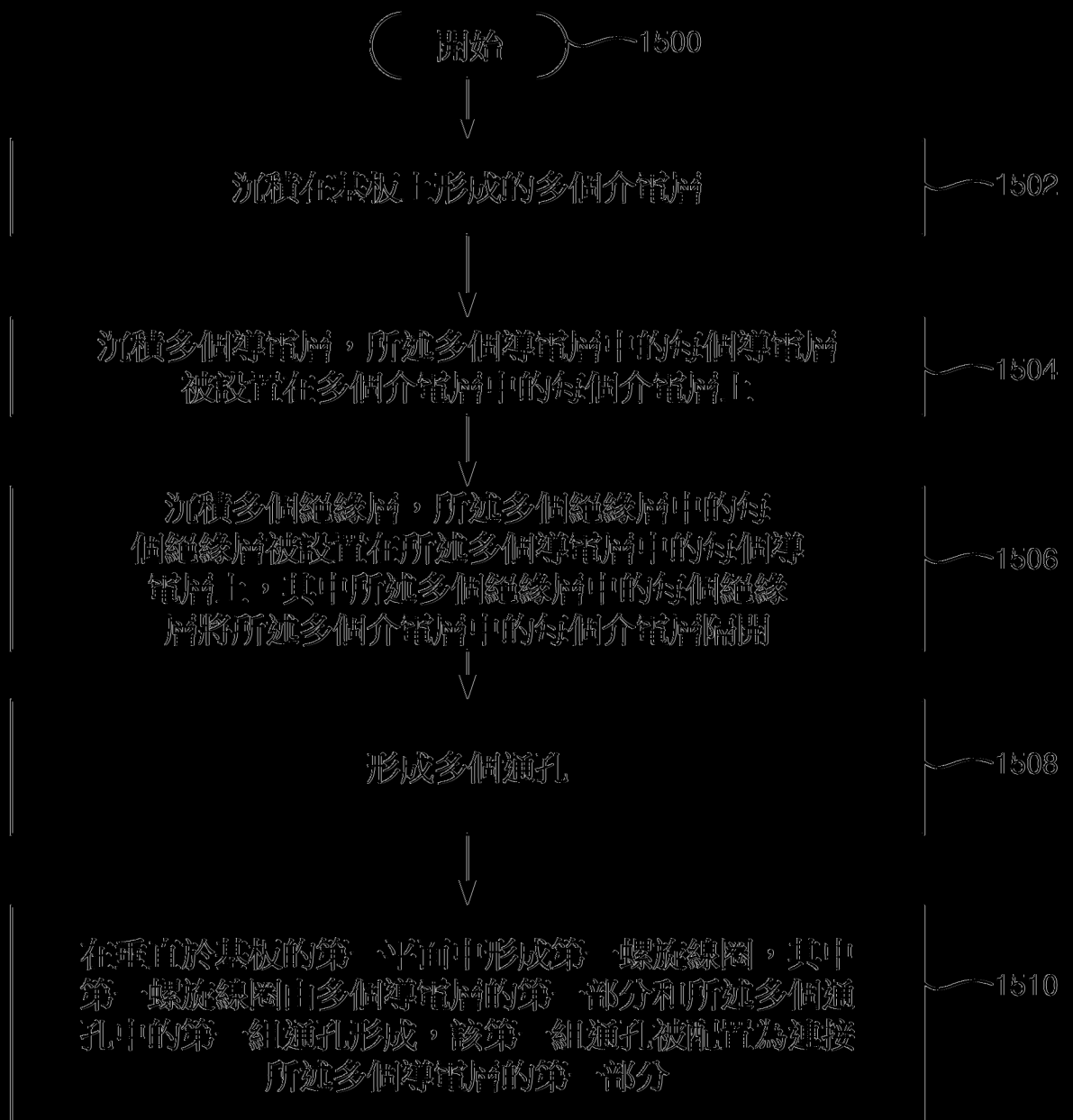
(圖12)



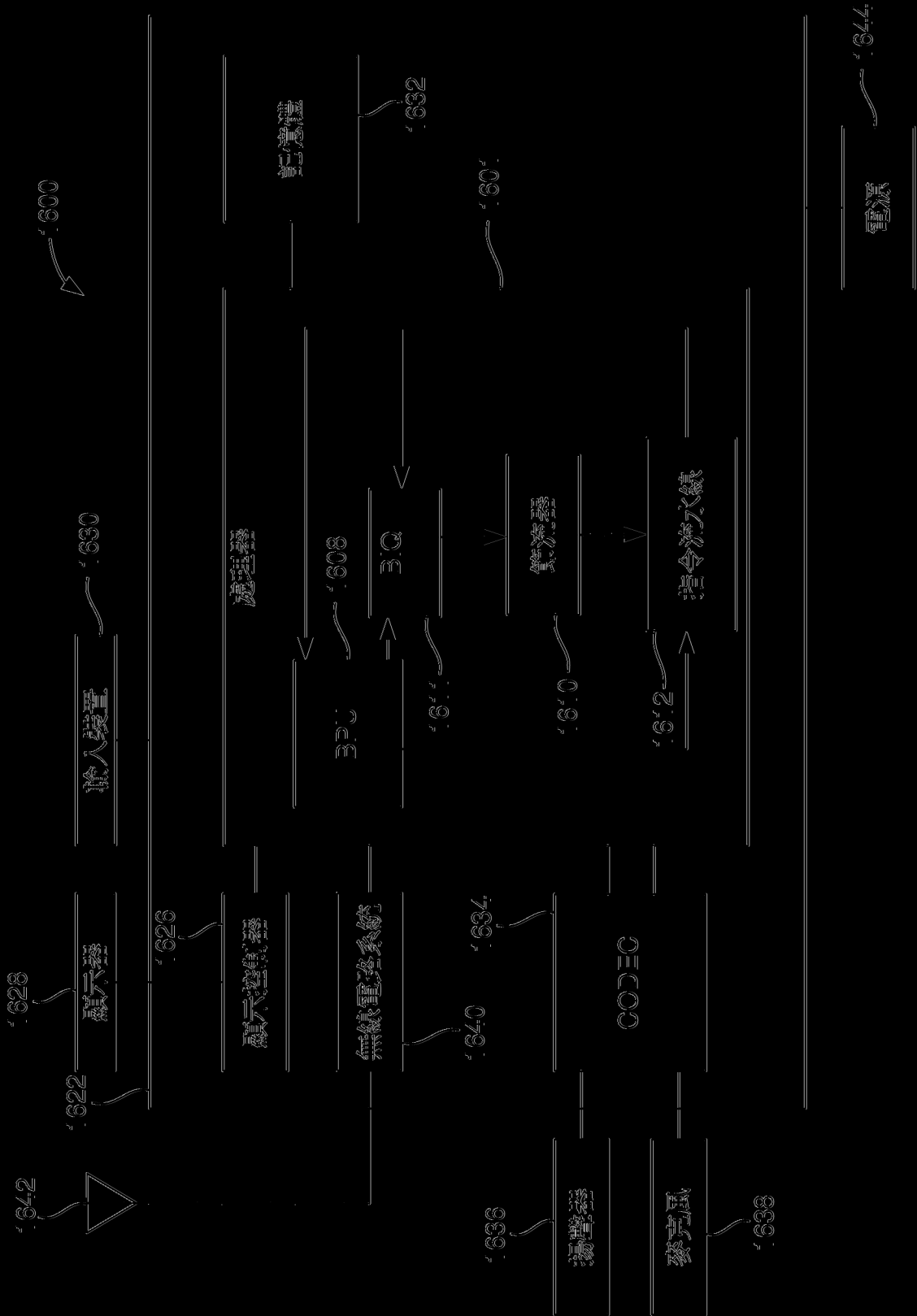
(圖13)



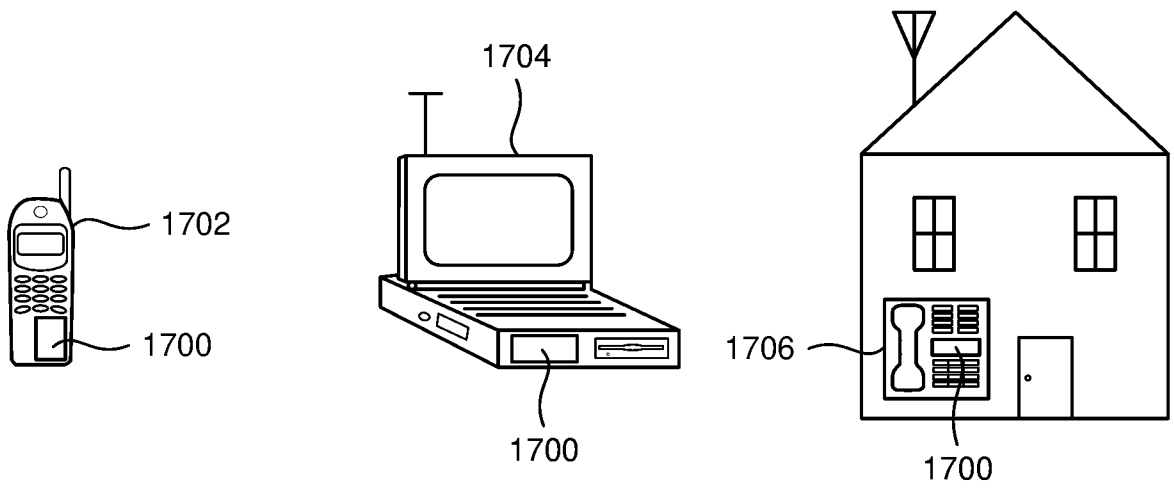
|(圖)14|



(圖15)



[圖 6]



【圖17】