



(21) 申請案號：112104977

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 13 日

(51) Int. Cl. : H01Q1/22 (2006.01)

H01L23/66 (2006.01)

H01L21/56 (2006.01)

(30) 優先權：2022/03/01 美國

17/653,061

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

美國

(72) 發明人：延宰賢 YEON, JAEHYUN (KR)；方崑 FANG, KUN (CN)；黃秀亨 HWANG, SUHYUNG (KR)；曹賢哲 CHO, HYUNCHUL (KR)

(74) 代理人：李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：10 共 77 頁

(54) 名稱

採用表面貼裝天線支援天線方向圖多向性的多向天線模組及相關製造方法

(57) 摘要

採用表面貼裝天線支援天線方向圖多向性的多向天線模組，以及相關的製造方法。天線模組包括射頻 (RF) IC (RFIC) 封裝和封裝基板，該封裝包括一或多個用於支援 RF 通訊的 RFIC，該封裝基板包括一或多個金屬化層，該金屬化層具有形成的金屬互連，以用於在 RFIC 和封裝基板中的多個天線之間路由信號。為了提供天線輻射圖的多向性，提供了耦合到封裝基板並在第一平面中定向的第一天線，並且提供了耦合到封裝基板並在與第一平面正交的第二平面中定向的第二天線。在實例中，第二天線被封裝在天線封裝中，該天線封裝包括外部金屬焊盤，當外部金屬焊盤被表面貼裝到封裝基板時，使第二天線定向在第二平面中。

Multi-directional antenna modules employing a surface-mount antenna(s) to support antenna pattern multi-directionality, and related fabrication methods. The antenna module includes a radio-frequency (RF) IC (RFIC) package that includes one or more RFICs for supporting RF communications and a package substrate that includes one or more metallization layers with formed metal interconnects for routing of signals between the RFICs and multiple antennas in the package substrate. To provide multi-directionality in antenna radiation patterns, a first antenna is provided that is coupled to the package substrate and oriented in a first plane, and a second antenna is provided that coupled to the package substrate and oriented in a second plane orthogonal to the first plane. In an example, the second antenna is packaged in an antenna package that includes external metal pads that when surface mounted to the package substrate, cause the second antenna to oriented in the second plane.

指定代表圖：

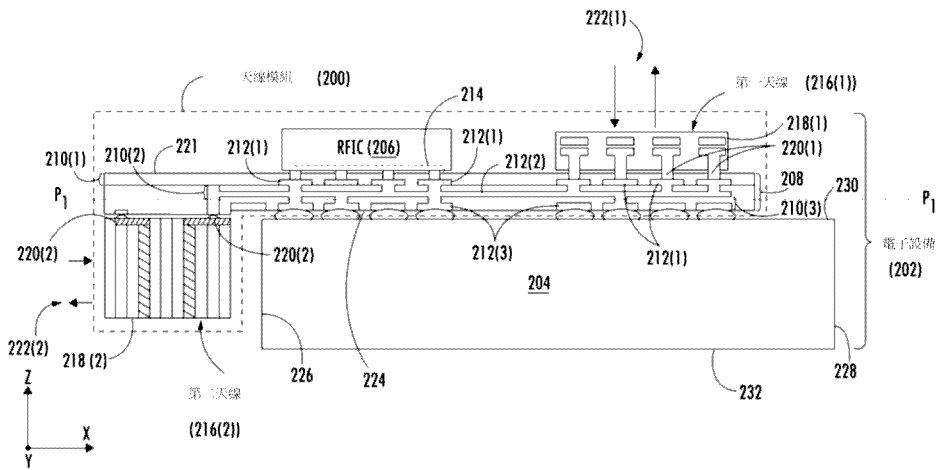


圖2A

符號簡單說明：

200:多向天線模組

202:電子設備

204:電路板

206:RFIC

208:封裝基板

210(1):金屬化層

210(2):金屬化層

210(3):金屬化層

212(1):金屬互連

212(2):金屬互連

212(3):金屬互連

214:外部互連

216(1):第一天線

216(2):第二天線

218(1):第一天線封裝

218(2):第二天線封裝

220(1):外部金屬互連

220(2):外部金屬互連

221:第一側

222(1):第一天線輻射圖

222(2):第二天線輻射圖

224:第二側

226:第一側

228:第二側

230:第三側

232:第四側

P₁:第一平面

X:軸

Y:軸

Z:軸

【發明摘要】

【中文發明名稱】採用表面貼裝天線支援天線方向圖多向性的多向天線模組及相關製造方法

【英文發明名稱】MULTI-DIRECTIONAL ANTENNA MODULES EMPLOYING A SURFACE-MOUNT ANTENNA(S) TO SUPPORT ANTENNA PATTERN MULTI-DIRECTIONALITY, AND RELATED FABRICATION METHODS

【中文】

採用表面貼裝天線支援天線方向圖多向性的多向天線模組，以及相關的製造方法。天線模組包括射頻（RF）IC（RFIC）封裝和封裝基板，該封裝包括一或多個用於支援RF通訊的RFIC，該封裝基板包括一或多個金屬化層，該金屬化層具有形成的金屬互連，以用於在RFIC和封裝基板中的多個天線之間路由信號。為了提供天線輻射圖的多向性，提供了耦合到封裝基板並在第一平面中定向的第一天線，並且提供了耦合到封裝基板並在與第一平面正交的第二平面中定向的第二天線。在實例中，第二天線被封裝在天線封裝中，該天線封裝包括外部金屬焊盤，當外部金屬焊盤被表面貼裝到封裝基板時，使第二天線定向在第二平面中。

【英文】

Multi-directional antenna modules employing a surface-mount antenna(s) to support antenna pattern multi-directionality, and related fabrication methods. The antenna module includes a radio-frequency (RF) IC (RFIC) package that includes one or more RFICs for supporting RF communications and a package substrate that includes one or

more metallization layers with formed metal interconnects for routing of signals between the RFICs and multiple antennas in the package substrate. To provide multi-directionality in antenna radiation patterns, a first antenna is provided that is coupled to the package substrate and oriented in a first plane, and a second antenna is provided that coupled to the package substrate and oriented in a second plane orthogonal to the first plane. In an example, the second antenna is packaged in an antenna package that includes external metal pads that when surface mounted to the package substrate, cause the second antenna to oriented in the second plane.

【指定代表圖】第 (2A) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2 0 0 : 多 向 天 線 模 組

2 0 2 : 電 子 設 備

2 0 4 : 電 路 板

2 0 6 : R F I C

2 0 8 : 封 裝 基 板

2 1 0 (1) : 金 屬 化 層

2 1 0 (2) : 金 屬 化 層

2 1 0 (3) : 金 屬 化 層

2 1 2 (1) : 金 屬 互 連

2 1 2 (2) : 金 屬 互 連

2 1 2 (3) : 金 屬 互 連

2 1 4 : 外 部 互 連

2 1 6 (1) : 第 一 天 線

2 1 6 (2) : 第 二 天 線

2 1 8 (1) : 第 一 天 線 封 裝

2 1 8 (2) : 第 二 天 線 封 裝

2 2 0 (1) : 外 部 金 屬 互 連

2 2 0 (2) : 外 部 金 屬 互 連

2 2 1 : 第 一 側

2 2 2 (1) : 第 一 天 線 輻 射 圖

2 2 2 (2) : 第 二 天 線 輻 射 圖

2 2 4 : 第 二 側

2 2 6 : 第 一 側

2 2 8 : 第 二 側

2 3 0 : 第 三 側

2 3 2 : 第 四 側

P₁ : 第 一 平 面

X : 軸

Y : 軸

Z : 軸

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】採用表面貼裝天線支援天線方向圖多向性的多向天線模組及相關製造方法

【英文發明名稱】MULTI-DIRECTIONAL ANTENNA MODULES EMPLOYING A SURFACE-MOUNT ANTENNA(S) TO SUPPORT ANTENNA PATTERN MULTI-DIRECTIONALITY, AND RELATED FABRICATION METHODS

【技術領域】

【0001】 本揭示的領域係關於天線模組（亦稱為「封裝內天線」（A i P），其包括穿過封裝基板耦合到天線的射頻（R F）積體電路（I C）（R F I C）。

【先前技術】

【0002】 現代智慧型電話和其他可攜式設備已經在不同的射頻頻段中利用各種技術擴展了不同無線鏈路的使用。例如，第五代（5 G）蜂巢網路，通常稱為5 G新無線電（N R），包括24.25至86吉赫茲（G H z）範圍內的頻率，其中較低的19.25 G H z（24.25 - 43.5 G H z）更有可能用於行動設備。5 G通訊的該頻譜在毫米波（m m W a v e）或毫米頻段的範圍內。與較低頻率相比，毫米波支援更高的資料速率，諸如用於W i - F i和當前蜂巢網路的資料速率。

【0003】 支援毫米波頻譜的射頻（R F）收發器被併入被設計為支援毫米波通訊信號的行動和其他可攜式設備中。為了支援R F收發器在設備中的集成，R F收發器可以集成在作為天線模組的一部分提供的R F積體電路（I C）（R F I C）中。R F I C在R F I C半導體晶粒（「晶粒」）中實現。天線

模組亦可以稱為「封裝內天線」(AiP)。習知的天線模組包括RFIC封裝，該RFIC封裝包括一或多個RFIC、電源管理IC(PMIC)以及安裝到封裝基板的一側作為支撐結構的被動電子部件(例如，電感器、電容器等)。封裝基板支撐金屬化結構，以提供到RFIC封裝的晶片到晶片和外部信號介面。封裝基板亦包括一或多個天線，其經由封裝基板的金屬化結構電耦合到RFIC封裝以能夠接收電RF信號並將其輻射為電磁(EM)信號。封裝基板可以包括複數個天線，亦稱為天線陣列，以在天線模組周圍的期望的較大區域中提供信號覆蓋。

【0004】 可能希望最小化天線模組中的天線消耗的面積以減小天線模組的整體尺寸。然而，天線模組亦需要具有足夠的輻射圖，以根據所期望的應用實現所期望的RF效能。在這方面，貼片天線是一種可用於天線模組中的低剖面天線。此外，若天線模組被設計為支援多輸入多輸出(MIMO)通訊應用，則在天線模組中提供進一步的附加天線以支援多個MIMO信號串流，但是以增加天線模組的尺寸為代價。

【發明內容】

【0005】 詳細描述中揭示的態樣包括採用表面貼裝天線來支援天線方向圖多向性(antenna pattern multi-directionality)的多向天線模組。亦揭示相關的製造方法。天線模組被設計為貼裝並耦合到電子設備(例如，毫米(mm)波通訊設備)的應用電路板，以為電子設備提供RF通訊能力。天線模組包括射頻(RF)IC(RFIC)

封裝，RFIC封裝包括用於支援RF信號發送和接收的一或多個RFIC。天線模組亦包括封裝基板，該封裝基板包括一或多個金屬化層，每個金屬化層設置在相應的第一平面（例如水平平面）中並且具有金屬互連，以用於在RFIC和耦合到封裝基板的天線之間路由信號。在示例性態樣中，第一天線（例如，第一貼片天線）耦合到封裝基板並經由封裝基板電耦合到RFIC以提供第一天線。第一天線的天線元件設置在平行於封裝基板的第二平面（例如水平平面）中，使得第一天線在第一方向（例如，垂直方向）上具有第一天線輻射圖，該第一方向大致與封裝基板正交。為了提供額外的天線輻射圖方向性，天線模組亦包括第二天線（例如，第二貼片天線），第二天線耦合到封裝基板，使得其天線元件設置在第三平面（例如，垂直平面）中，第三平面與封裝基板正交定向。以此方式，第二天線在與第一天線的第一天線輻射圖的第一方向（例如，垂直方向）正交的第二方向（例如，水平方向）上具有第二天線輻射圖。因此，第二天線耦合到封裝基板使得其天線元件的定向正交於第一天線的定向，為天線模組提供了天線輻射圖的多向性。

【0006】 在示例性態樣中，天線模組的封裝基板不必像將第一天線和第二天線在彼此正交的平面中定向以獲得多向天線輻射圖的方法一般是柔性的和彎曲的。在示例性態樣中，天線模組的封裝基板未彎曲，使得其金屬化層在平行平面中沿相同方向延伸。第一天線被封裝成使得當第一天

線耦合到封裝基板中的金屬化層時其第一天線元件定向在第二平面（例如，水平平面）中。第二天線被封裝成使得當第二天線耦合到封裝基板中的金屬化層時其第二天線元件定向在第三（例如，垂直）平面中。以此種方式，第一天線和第二天線被封裝成使得其在耦合到封裝基板時自動定向成彼此正交。因此，第一天線和第二天線的相應的第一和第二天線輻射圖在相應的第一和第二方向上大致彼此正交以提供天線模組中的天線輻射圖的多向性。第二天線的天線效能可以在設計中藉由控制第二天線元件的尺寸來調整。在第二天線包括被介電質隔開並被配置為彼此電磁（EM）耦合的多個第二天線元件的情況下，多個第二天線元件之間的距離可以在設計中被調整以控制第二天線的天線效能。

【0007】 作為非限制性實例，天線模組的第一天線和第二天線的天線元件可以是貼片天線，每個貼片天線包括一或多個相應的金屬貼片作為其天線元件。在該實例中，第一天線被封裝在第一天線封裝中，使得當第一天線封裝耦合到封裝基板時，第一天線的第一金屬貼片定向在平行於封裝基板的第二（例如，水平）平面中。同樣在該實例中，第二天線被封裝在第二天線封裝中，使得當第二天線封裝耦合到封裝基板時，第二天線的第二金屬貼片定向在平行於封裝基板的第二（例如，水平）平面中。在實例中，第二天線的第二天線封裝包括作為天線饋線的一部分的金屬焊盤，該金屬焊盤暴露在第二天線封裝的外表面上並與第

二金屬貼片的第三平面（例如，垂直平面）相交。金屬焊盤耦合到第二金屬貼片。以此種方式，當第二金屬焊盤被定向為耦合到封裝基板時，第二天線的 second 金屬貼片被自動定向在第三平面（例如，垂直平面）中，第三平面正交於第一天線的第一金屬貼片的第二平面（例如，水平平面）。這在天線模組中的第一天線和第二天線的第一和第二天線輻射圖中提供了多向性。作為另一個實例，第二天線的第二天線封裝的金屬焊盤可以作為表面貼裝技術（SMT）表面貼裝到封裝基板以將第二天線電耦合到封裝基板。

【0008】 在另一個示例性態樣中，天線模組的封裝基板可以附接到電子設備的應用電路板，使得封裝基板的第一外側耦合到應用電路板，並且封裝基板的一部分延伸超出電路板的端部。第一天線的第一天線封裝可以在第一外側的相對側上耦合到封裝基板的第二外側。第二天線的第二天線封裝可耦合到封裝基板的第一第二外側的延伸超出電路板的端部的部分，使得第二天線封裝可設置在鄰近應用電路板的開放空間中，以免干擾應用電路板佔用的空間。以此方式，第二天線封裝設置於鄰近應用電路板的開放空間，以最小化天線模組設置於電子設備中時的面積影響。

【0009】 在這方面，在一個示例性態樣中，提供了一種天線模組。天線模組包括設置在第一平面中的封裝基板，封裝基板包括相互平行的複數個金屬化層。天線模組亦包括第一天線，第一天線包括第一天線封裝。第一天線封裝包括設置在平行於第一平面的第二平面中的第一天線元件，

以及耦合到第一天線元件和複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層的第一外部金屬互連。天線模組亦包括第二天線，第二天線包括第二天線封裝。第二天線封裝包括設置在與第二平面正交的第三平面中的第二天線元件，以及耦合到第二天線元件和複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層的第二外部金屬互連。天線模組亦包括RFIC封裝，RFIC封裝耦合到至少一個第一金屬化層和至少一個第二金屬化層以將RFIC電耦合到第一天線元件和第二天線元件。

【0010】 在另一個示例性態樣中，提供了一種製造具有多個天線以提供多向天線輻射圖的天線模組的方法。該方法包括：提供設置在第一平面中的封裝基板，其包括形成複數個相互平行的金屬化層。該方法亦包括提供第一天線，第一天線包括提供第一天線封裝，該第一天線封裝包括設置在平行於第一平面的第二平面中的第一天線元件，以及耦合到第一天線元件的第一外部金屬互連。該方法亦包括：將第一外部金屬互連耦合到封裝基板的複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層。該方法亦包括：提供第二天線，其包括提供第二天線封裝，該第二天線封裝包括設置在與第二平面正交的第三平面中的第二天線元件，以及耦合到第二天線元件的第二外部金屬互連。該方法亦包括：將第二外部金屬互連耦合到封裝基板的複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層。該方法亦包括將RFIC封裝耦合到封裝基板的至少一個第一金屬化層和至少一個第二

金屬化層以將 RFIC 電耦合到第一天線元件和第二天線元件。

【0011】 在另一個示例性態樣中，提供了一種電子設備。該電子設備包括電路板，該電路板包括第一側、與第一側相對的第二側、與第一側和第二側相鄰的第三側以及與第一側和第二側相鄰且與第三側相對的第四側。該電子裝置亦包括天線模組，該天線模組包括設置在水平方向上的第一平面中的封裝基板、設置在與第一平面平行的第二平面中的第一天線以及設置在與第二平面正交的第三平面中的第二天線。天線模組亦包括射頻積體電路（RFIC）封裝，其耦合到封裝基板以將 RFIC 電耦合到第一天線和第二天線。天線模組的封裝基板亦包括耦合到電路板的第一側的第一區段（section），以及沿水平方向延伸超過電路板的第三側的在與水平方向正交的垂直方向上延伸的垂直平面的第二區段。第一天線耦合封裝基板的第一區段，而第二天線耦合封裝基板的第二區段。

【圖式簡單說明】

【0012】 圖 1 是射頻（RF）積體電路（IC）（RFIC）封裝形式的天線模組的側視圖，該封裝包括封裝基板，該封裝基板支撐水平形成在封裝基板的金屬化層中的貼片天線；

【0013】 圖 2 A 和圖 2 B 是示例性電子設備的相應截面側視圖和透視圖，該電子設備包括多向天線模組，該多向天線模組包括以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在

第一方向上具有第一天線輻射圖的第一天線，以及第二天線，第二天線的天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖；

【0014】 圖 3 A 和圖 3 B 為耦合到圖 2 A 和圖 2 B 中的多向天線模組的封裝基板的第一天線的第一天線封裝和第二天線的第二天線封裝的相應截面側視圖；

【0015】 圖 4 是包括多向天線模組的另一電子設備的截面側視圖，該多向天線模組包括以第一定向耦合到封裝基板的未彎曲部分以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖的第一天線，以及耦合到封裝基板的彎曲部分以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖的第二天線；

【0016】 圖 5 是另一個示例性電子設備的截面側視圖，該電子設備包括類似於圖 2 A 和圖 2 B 中的多向天線模組的多向天線模組，但是其中第一天線和第二天線耦合到封裝基板的相同外部金屬化層；

【0017】 圖 6 是示出用於製造多向天線模組的示例性過程的流程圖，該多向天線模組包括以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖的第一天線，以及第二天線，第二天線的天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖，包括圖 2 A 至圖 3 B 和圖 5 中的天線模組；

【0018】 圖 7 是示出用於製造多向天線模組的另一示例性製造過程的流程圖，該多向天線模組包括：第一天線，其以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖，以及第二天線，第二天線的天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖，包括圖 2 A 至 3 B 和圖 5 中的天線模組；

【0019】 圖 8 A 至圖 8 D 示出了在根據圖 7 中的製造過程製造的多向天線模組的製造期間的示例性製造階段；

【0020】 圖 9 是包括多向天線模組的示例性無線通訊設備的方塊圖，該多向天線模組包括：第一天線，第一天線以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖；及第二天線，第二天線的天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖，包括但不限於圖 2 A 至圖 3 B、圖 5 和圖 8 A 至圖 8 D 中的多向天線模組，並且根據圖 6 和圖 7 中的任何製造過程；及

【0021】 圖 10 是包括多向天線模組的示例性基於處理器的系統的方塊圖，該多向天線模組包括：第一天線，其以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖；及第二天線，第二天線的天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天

線輻射圖，包括但不限於圖 2 A 至圖 3 B、圖 5 和圖 8 A 至圖 8 D 中的多向天線模組，並且根據圖 6 和圖 7 中的任何製造過程。

【實施方式】

【0022】 現在參考附圖，描述了本揭示的若干示例性態樣。「示例性」一詞在本文中用於意味著「用作示例、實例或說明」。本文描述為「示例性」的任何態樣不一定被解釋為優選於或優於其他態樣。

【0023】 詳細描述中揭示的態樣包括採用表面貼裝天線來支援天線方向圖多向性的多向天線模組。亦揭示相關的製造方法。天線模組被設計為貼裝並耦合到電子設備（例如，毫米（mm）波通訊設備）的應用電路板，以為電子設備提供 RF 通訊能力。天線模組包括射頻（RF）IC（RFIC）封裝，RFIC 封裝包括用於支援 RF 信號發送和接收的一或多個 RFIC。天線模組亦包括封裝基板，該封裝基板包括一或多個金屬化層，每個金屬化層設置在相應的第一平面（例如水平平面）中並且均具有金屬互連，以用於在 RFIC 和耦合到封裝基板的天線之間路由信號。在示例性態樣中，第一天線（例如，第一貼片天線）耦合到封裝基板並經由封裝基板電耦合到 RFIC 以提供第一天線。第一天線的天線元件設置在平行於封裝基板的第二平面（例如水平平面）中，使得第一天線在第一方向（例如，垂直方向）上具有第一天線輻射圖，該第一方向大致與封裝基板正交。為了提供額外的天線輻射圖方向性，天線模組亦包括第二天線（例

如，第二貼片天線），其耦合到封裝基板，使得其天線元件設置在與封裝基板正交定向的第三平面（例如，垂直平面）中。以此方式，第二天線在與第一天線的第一天線輻射圖的第一方向（例如，垂直方向）正交的第二方向（例如，水平方向）上具有第二天線輻射圖。因此，第二天線耦合到封裝基板使得其天線元件的定向正交於第一天線的定向，為天線模組提供了天線輻射圖的多向性。

【0024】 在示例性態樣中，如下文更詳細論述的，天線模組的封裝基板不必是柔性的和彎曲的，如在彼此正交的平面中定向第一天線和第二天線以實現多向天線輻射圖的方法。在示例性態樣中，天線模組的封裝基板未彎曲，使得其金屬化層在平行平面中沿相同方向延伸。第一天線被封裝成使得當第一天線耦合到封裝基板中的金屬化層時其第一天線元件定向在第二平面（例如，水平平面）中。第二天線被封裝成使得當第二天線耦合到封裝基板中的金屬化層時其第二天線元件被定向在第三（例如，垂直）平面中。以此種方式，第一天線和第二天線被封裝成使得其在耦合到封裝基板時自動定向成彼此正交。因此，第一和第二天線的相應的第一和第二天線輻射圖在彼此大致正交的相應的第一和第二方向上以提供天線模組中的天線輻射圖的多向性。第二天線的天線效能可以在設計中藉由控制第二天線元件的尺寸來調整。在第二天線包括多個第二天線元件（多個第二天線元件被介電質隔開並且被配置為彼此電磁

(EM) 耦合) 的情況下，多個第二天線元件之間的距離可以在設計中被調整以控制第二天線的天線效能。

【0025】 在論述包括在第一和第二正交定向上耦合到封裝基板以具有彼此正交的相應的第一和第二天線輻射圖以實現多向性的第一和第二天線的多向天線模組的實例之前，首先參照圖1描述不具有多向天線輻射圖的天線模組形式的RFIC封裝。下文從圖2A開始論述多向天線模組的實例，該多向天線模組包括第一天線和第二天線，第一天線和第二天線在第一和第二正交定向上耦合到封裝基板，以具有彼此正交的相應的第一和第二天線輻射圖以實現多向性以支援RF通訊。

【0026】 在這方面，圖1是作為RFIC封裝的天線模組100的視圖。天線模組100包括天線基板102，其支撐用於支援RF通訊的天線元件（例如，貼片及/或偶極天線元件）。天線模組100包括IC晶粒層106，IC晶粒層106設置在水平平面（X軸和Y軸方向平面）中並且包括RFIC晶粒108，RFIC晶粒108包括封裝的RF收發器IC。RFIC晶粒108亦可以包括電源管理IC（PMIC）。IC晶粒層106安裝到封裝基板110以為IC晶粒層106提供支撐結構並且亦提供用於將RFIC晶粒108耦合到天線模組100中的其他部件和電路的互連結構。電磁干擾（EMI）屏障（shield）109設置在RFIC晶粒108和IC晶粒層106中的其他部件周圍。在該實例中，封裝基板110包括與IC晶粒層106相鄰的金屬化基板112。金屬化基板112包括複數個基板金屬化

層 114，每個基板金屬化層 114 包括形成在其中的金屬互連 116（例如，焊盤、垂直互連通路（vertical interconnect access）（通孔）、跡線、線），以用於提供互連結構以促進互連，從而提供 RFIC 晶粒 108 和天線模組 100 中的其他部件和電路之間的電介面。晶粒互連 118 將 RFIC 晶粒 108 耦合到金屬化基板 112 中的金屬互連 116。金屬化基板 112 可以是無芯基板。基板金屬化層 114 可以形成為層壓在一起以形成金屬化基板 112 的單獨的基板層。在該實例中，金屬化基板 112 耦合到核心基板 120 作為封裝基板 110 的一部分。核心基板 120 亦包括一或多個金屬化層 122，其包括耦合到垂直互連通路（通孔）126（例如，金屬柱）的金屬互連 124，垂直互連通路（通孔）126 耦合到相鄰金屬化基板 112 中的金屬互連 116 以提供金屬化基板 112 和核心基板 120 之間的電連接。

【0027】 繼續參考圖 1，天線模組 100 中的封裝基板 110 亦包括天線基板 102。在該實例中，天線基板 102 耦合到核心基板 120，使得核心基板 120 在垂直方向（Z 軸方向）上設置在天線基板 102 與金屬化基板 112 之間。天線基板 102 亦包括一或多個金屬化層 128，其包括耦合到通孔 132 的金屬互連 130，通孔 132 耦合到核心基板 120 中的金屬互連 124。在該實例中，天線基板 102 包括四（4）個天線 134（1）- 134（4），其包括金屬貼片，金屬貼片經由在天線 134（1）- 134（4）與相應金屬化基板 112、核心基板 120 和天線基板 102 中的金屬互連 116、124、130 之間的互連

來電耦合到RFIC晶粒108。在該實例中，每個天線134(1)-134(4)是貼片天線，其包括鄰近核心基板120的第一金屬貼片136(1)-136(4)形式的和設置在相應的第一金屬貼片136(1)-136(4)下方的第二金屬貼片138(1)-138(4)形式的天線元件。第一金屬貼片136(1)-136(4)經由通孔132和用作天線饋線的金屬互連130、124、116耦合到RFIC晶粒108。第二金屬貼片138(1)-138(4)不與第一金屬貼片136(1)-136(4)接觸，但配置成當第一金屬貼片136(1)-136(4)接收到要輻射的RF信號時，電磁(EM)耦合到第一金屬貼片136(1)-136(4)。類似地，當第二金屬貼片138(1)-138(4)被接收到的RF信號激勵時，第二金屬貼片138(1)-138(4)利用接收到的RF信號EM耦合到第一金屬貼片136(1)-136(4)。

【0028】 相應天線134(1)-134(4)的第一和第二金屬貼片136(1)-136(4)、138(1)-138(4)是天線模組100中具有主要在垂直方向(Z軸方向)上的相應輻射圖方向140(1)-140(4)的低剖面結構。然而，如圖1所示，天線134(1)-134(4)不提供在天線模組100的Y軸或Z軸方向上定向的輻射圖。可能期望提供天線模組100以具備具有附加天線輻射圖的能力以用於增強的天線覆蓋。此外，若天線模組100用於多輸入多輸出(MIMO)通訊應用，則必須在天線模組100中提供更多額外的天線

以支援多個MIMO信號串流，因此以不期望的方式進一步增加天線模組100的封裝尺寸。

【0029】 為了提供包括多向天線輻射圖的天線模組，提供了圖2A和圖2B中的多向天線模組200。圖2A示出了多向天線模組200的截面側視圖。圖2B示出了多向天線模組200的透視圖。多向天線模組200在本文中亦被稱為「天線模組200」。如圖2A所示，天線模組200在該實例中併入到電子設備202中。電子設備202包括電路板204，其可以是包括處理器及/或其他電子電路以執行特定應用的應用電路板。在此實例中，期望向電子設備202提供無線RF通訊能力。因此，在這方面，天線模組200被提供並通訊耦合到電路板204和其中的電子電路以提供RF通訊能力。天線模組200包括RFIC 206，其可以是例如RF系統級封裝(SiP)，其包括被配置為發送及/或接收RF信號的RF電路。例如，RFIC 206可以包括支援通訊協定(例如，第五代(5G))的電路，該通訊協定規定了對毫米(mm)波無線通訊的需要。

【0030】 繼續參考圖2A和圖2B，RFIC 206耦合到封裝基板208，封裝基板208在X軸和Y軸方向上設置在第一水平平面 P_1 中。如圖2A所示，封裝基板208包括複數個金屬化層210(1)-210(3)，每個金屬化層皆設置在相互平行的X軸和Y軸中的水平平面中。金屬化層210(1)-210(3)中的每一個包括形成於其中的相應金屬互連212(1)-212(3)(例如，金屬焊盤、金屬線、金屬跡線、垂直

互連通路（通孔））。金屬互連 212（1）-212（3）提供互連結構以促進互連以提供 RFIC 206 和天線模組 200 中的其他部件之間的電介面。RFIC 206 經由外部互連 214 電耦合到封裝基板 208 的金屬化層 210（1）中的金屬互連 212（1），其是封裝基板 208 的外部金屬化層 210（1）。以此種方式，信號可以經由外部金屬互連 214（例如，焊球、球柵陣列（BGA）互連）傳送到 RFIC 206 以及從 RFIC 206 傳送並且傳送到封裝基板 208 中的金屬化層 210（1）-201（3），以供路由到耦合到封裝基板 208 的天線。

【0031】 在這方面，並且如下文更詳細地論述和圖 2A 和圖 2B 所示，該實例中的天線模組 200 包括兩（2）個天線作為第一天線 216（1）和第二天線 216（2）。在天線模組 200 中提供第一天線 216（1）和第二天線 216（2）為天線模組 200 提供天線輻射圖的多向性。如圖 2A 所示，在第一天線封裝 218（1）中提供第一天線 216（1），第一天線封裝 218（1）包括電耦合到封裝基板 208 的暴露的外部金屬互連 220（1）。第一天線封裝 218（1）的外部金屬互連 220（1）耦合到金屬化層 210（1）作為封裝基板 208 的第一側 221 上的外部金屬化層以將第一天線 216（1）耦合到封裝基板 208。第二天線封裝 218（2）的外部金屬互連 220（2）耦合到金屬化層 210（3）作為封裝基板 208 的第二側 224 上的外部金屬化層以將第二天線 216（2）耦合到封裝基板 208。在該實例中，第二天線 216（2）耦合到封裝基板 208 的第二側 224，第二側 224 與封裝基板 208

的第一側 221 相對，RFIC 206 和第一天線 216 (1) 耦合到封裝基板 208 的第一側 221。RFIC 206 經由封裝基板 208 的金屬化層 210 (1) - 210 (3) 中的金屬互連 212 (1) - 212 (3) 形成的信號路由路徑電耦合到第一天線 216 (1) 和第二天線 216 (2)。

【0032】 繼續參考圖 2A，並且如下文更詳細地論述的，第一天線 216 (1) 的第一天線封裝 218 (1) 被定向為耦合到天線模組 200 的封裝基板 208，使得第一天線 216 (1) 被定向到封裝基板 208 以大致在與封裝基板 208 的水平平面 P_1 正交的垂直方向 (Z 軸方向) 上具有第一天線輻射圖 222 (1)。為了在天線模組 200 中提供天線輻射圖的多向性，第二天線 216 (2) 的第二天線封裝 218 (2) 被定向為耦合到天線模組 200 的封裝基板 208，使得第二天線 216 (2) 被定向到封裝基板 208 以大體上在平行於封裝基板 208 的水平平面 P_1 的水平方向 (X 軸方向) 上具有第二天線輻射圖 222 (2)。以此方式，第一和第二天線 216 (1)、216 (2) 具有大致指向不同方向的天線輻射圖 222 (1)、222 (2) 以在天線模組 200 中提供天線輻射圖的多功能性。

【0033】 為了說明和論述圖 2A 和圖 2B 中第一和第二天線 216 (1)、216 (2) 的更多示例性細節以及其定向和與封裝基板 208 的連接性，提供了圖 3A 和圖 3B。圖 3A 是耦合到圖 2A 和圖 2B 中的天線模組 200 的封裝基板 208 的第一天線 216 (1) 的第一天線封裝 218 (1) 的截面側視圖。圖 3B 是耦合到圖 2A 和圖 2B 中的天線模組 200 的封裝基板

208 的第二天線 216 (1) 的第二天線封裝 218 (1) 的截面側視圖。

【0034】 如圖 3 A 所示，第一天線 216 (1) 的第一天線封裝 218 (1) 經由外部金屬互連 220 (1) 耦合到封裝基板 208 的第一側 221 上的金屬化層 210 (1)。外部金屬互連 220 (1) 在該實例中被示為耦合到形成為與金屬化層 210 (1) 中的金屬互連 212 (1) 與金屬化層 210 (1) 中的金屬互連 212 (1) 相接觸的外部金屬互連 300 (1) (例如，焊料凸塊)。在該實例中，第一天線 216 (1) 包括四 (4) 個貼片天線 304 (1) - 304 (4)。每個貼片天線 304 (1) - 304 (4) 包括兩 (2) 個天線元件 306 (1) (1) - 306 (2) (4) (通常亦稱為「天線元件 306」)。天線元件是具有以下能力的金屬部件：輻射 RF 能量和接收到的輻射的 RF 能量。在該實例中，天線元件 306 (1) (1) - 306 (2) (4) 是金屬貼片，其是平面或基本平面形狀的金屬結構。天線元件 306 (1) (1) - 306 (1) (4) 均設置在第二水平平面 P_2 中 (在 X 軸和 Y 軸方向上) 並且直接耦合到形成用於相應天線元件 306 (1) (1) - 306 (1) (4) 的天線饋線的一部分的第一天線封裝 218 (1) 的外部金屬互連 300 (1)。天線元件 306 (2) (1) - 306 (2) (4) 均設置在第三水平平面 P_3 中 (在 X 軸和 Y 軸方向上)，由介電層 308 與相應的天線元件 306 (1) (1) - 306 (2) (4) 隔開距離 D_1 。當天線元件 306 (1) (1) - 306 (1) (4) 從 RFIC 206 接收傳輸 RF 信號以經由天線元件 306 (2)

(1) - 306 (2) (4) 無線傳輸和輻射時，天線元件 306 (2) (1) - 306 (2) (4) 被配置成 EM 耦合到相應的天線元件 306 (1) (1) - 306 (1) (4)。當天線元件 306 (2) (1) - 306 (2) (4) 接收 RF 信號作為接收信號以經由封裝基板 208 分配給 RFIC 206 時，天線元件 306 (1) (1) - 306 (1) (4) 被配置成 EM 耦合到相應的天線元件 306 (2) (1) - 306 (2) (4)。

【0035】 因此，在如圖 3 A 所示的第一天線 216 (1) 的實例中，第一天線封裝 218 (1) 配置有天線元件 306 (1) (1) - 306 (2) (4)，當第一天線封裝 218 (1) 耦合到封裝基板 208 時，天線元件 306 (1) (1) - 306 (2) (4) 在平行於封裝基板 208 的第一水平平面 P_1 的第二和第三水平平面 P_2 、 P_3 中定向。該定向強制第一天線 216 (1) 的天線元件 306 (2) (1) - 306 (2) (4) 的第一天線輻射圖 222 (1) 處於正交於封裝基板 208 的水平平面 P_1 的垂直方向 (Z 軸方向) 上。

【0036】 第二天線 216 (2) 及其第二天線封裝 218 (2) 在圖 3 B 中更詳細地圖示。如圖 3 B 所示，第二天線 216 (2) 包括貼片天線 310。貼片天線 310 包括金屬貼片形式的兩個天線元件 312 (1)、312 (2) (通常亦稱為「312」)。天線元件 312 (1)、312 (2) 均設置在相應的垂直平面 P_4 、 P_5 中 (在 X 軸和 Z 軸方向上)。天線元件 312 (1) 直接耦合到形成用於貼片天線 310 的天線饋線的一部分的第二天線封裝 218 (2) 的外部金屬互連 220 (2)。如上文

論述，將天線元件 312 (1)、312 (2) 定向在相應的垂直平面 P_4 、 P_5 中提供了第二天線 216 (2) 的第二天線輻射圖 222 (2) 正交於第一天線 216 (1) 的第一天線輻射圖 222 (1) 以提供天線模組 200 中的天線輻射圖的多向性。介電層 313 在天線元件 312 (1)、312 (2) 之間設置。當天線元件 312 (1) 從 RFIC 206 接收傳輸 RF 信號以在第二天線輻射圖 222 (1) 中經由天線元件 312 (2) 無線傳輸並輻射時，天線元件 312 (2) 被配置為 EM 耦合到天線元件 312 (1)。當天線元件 312 (2) 接收 RF 信號作為要經由封裝基板 208 分配給 RFIC 206 的接收信號時，天線元件 312 (2) 亦被配置為 EM 耦合到天線元件 312 (1)。

【0037】 注意，可以在未圖示的第二天線封裝 218 (2) 中提供形成其他貼片天線的附加天線元件。例如，圖 3 B 中的第二天線封裝 218 (2) 的金屬互連 220 (2) 之一被示為未耦合，但金屬焊盤形式的金屬互連 220 (2) 耦合到另一個未圖示的天線元件在圖 3 B 的截面圖的後面。

【0038】 繼續參考圖 3 B，期望提供第二天線封裝 218 (2) 以將其金屬互連 220 (2) 佈置成以如下方式耦合到封裝基板 208：該方式強制天線元件 312 (1)、312 (2) 在其垂直平面 P_4 、 P_5 中的定向以提供天線模組 200 的多向性。然而，與圖 3 A 所示的第一天線封裝 218 (1) 中的天線元件 306 (1) (1) - 306 (2) (4) 定向在平行於封裝基板 208 的水平平面 P_2 、 P_3 中不同，第二天線 216 (2) 的天線

元件 312 (1)、312 (2) 定向在正交於封裝基板 208 的垂直平面 P_4 、 P_5 中。因此，在該實例中，用於將第二天線 216 (2) 的第二天線封裝 218 (1) 耦合到封裝基板 208 的第二側 224 上的金屬化層 210 (3) 的外部金屬互連 220 (2) 以金屬焊盤的形式提供。金屬焊盤形式的外部金屬互連 220 (2) 從第二天線封裝 218 (2) 的外表面 314 暴露。外部金屬互連 220 (2) 作為金屬焊盤允許耦合第二天線 216 (2) 的天線元件 312 (1)、312 (2) 的靈活性，該等天線元件 312 (1)、312 (2) 定向在其正交於封裝基板 208 的垂直平面 P_4 、 P_5 中，同時提供足夠的金屬表面積以用於耦合到封裝基板 208。耦合到天線元件 312 (1) 的外部金屬互連 220 (2) 可以延伸，使得其具有第一金屬部分 316 (1) 和第二金屬部分 316 (2)，第一金屬部分 316 (1) 與天線元件 312 (1) 的相應的垂直平面 P_4 相交，第二金屬部分 316 (2) 在正交於天線元件 312 (1) 的垂直平面 P_4 的方向上延伸並且不與天線元件 312 (1) 的垂直平面 P_4 相交。在該實例中，外部金屬互連 220 (2) 經由耦合到外部金屬互連 220 (2) 的金屬觸點 318 耦合到封裝基板 208 的金屬化層 210 (3) 的金屬互連 212 (3)。例如，金屬焊盤形式的外部金屬互連 220 (2) 允許第二天線封裝 218 (2) 表面貼裝到封裝基板 208，諸如使用表面貼裝技術 (SMT)。

【0039】 返回參考圖 2A 和圖 2B，在天線模組 200 的實例中，第二天線封裝 218 (2) 耦合到封裝基板 208 的第二側

224，在耦合了第一天線封裝218(1)的第一側221的相對側上。這對於節省空間和高度可能是有利的，因為其允許第二天線封裝218(2)被設置成鄰近電路板204的由於封裝基板208在水平方向(X軸方向)上延伸超出電路板204而具有額外面積的一側226。若第二天線封裝218(2)耦合到封裝基板208的第一側226，則可以增加電子設備202在垂直方向(Z軸方向)上的整體高度。在這方面，電路板204具有第一側226、與第一側相對的第二側228、與封裝基板208相鄰並且與第一側226和第二側228相鄰的第三側230、以及在第三側230的相對側上並且與第一側226和第二側228相鄰的第四側232。此種佈置是由如下封裝基板208引起的：其具有耦合到電路板204的第三側230的第一區段234和在水平方向(X軸方向)上延伸超出電路板204的第三側226的垂直平面 P_6 的第二區段236，垂直平面 P_6 在垂直方向(Z軸方向)上延伸。封裝基板的第一區段234耦合到電路板204的第三側230。第一天線封裝218(1)的外部金屬互連220(1)耦合到封裝基板208的第一區段234中的金屬化層210(1)。第二天線封裝218(2)的外部金屬互連220(2)耦合到封裝基板208的第一區段236中的金屬化層210(3)。

【0040】 用於提供第一和第二天線以彼此正交的定向耦合到封裝基板以實現多向性的另一種方式是提供柔性的封裝基板。這在圖4中的示例天線模組400中圖示。圖4示出了另一個多向天線模組400的截面側視圖，其在本文中亦被

稱為「天線模組400」。如圖4所示，在該實例中天線模組400被結合到電子設備402中。電子設備402包括電路板404，其可以是包括處理器及/或其他電子電路以執行特定應用的應用電路板。天線模組400包括RFIC 406，其可以是例如RF系統級封裝(SiP)，其包括被配置為發送及/或接收RF信號的RF電路。RFIC 406耦合到封裝基板408，封裝基板408彎曲，其中第一區段410(1)設置在X軸和Y軸方向上的第一水平平面 P_7 中，並且第二區段410(2)設置在X軸和Z軸方向上的第二垂直平面 P_8 中(藉由從第一區段410(1)彎曲大約九十(90)度)。這導致封裝基板408在第一和第二區段410(1)、410(2)之間有曲線區段410(3)，因為封裝基板408具有最小彎曲半徑 R_1 以避免損壞封裝基板408。這允許耦合到封裝基板408的第一區段410(1)的第一天線416(1)和耦合到第二區段410(2)的第二天線416(2)二者以相同的定向耦合到封裝基板408。例如，第一和第二天線416(1)、416(2)皆可以類似於圖2A和圖2B中的天線模組200中的第一天線216(1)。但是因為第二天線416(2)附接到封裝基板408的彎曲區段410(3)，這導致第二天線416(2)的定向與第一天線416(1)正交並且具有相應的正交天線輻射圖422(1)、422(2)。

【0041】 繼續參考圖4，儘管圖4中的天線模組400具有第一和第二天線416(1)、416(2)的天線輻射圖422(1)、422(2)的多向性，但在製造期間難以精確控制封裝基板

408的彎曲。封裝基板408和第二天線416(2)在垂直方向(Z軸方向)上的組合高度 H_1 亦增加了,因為該高度 H_1 必須考慮並包括不能支援安裝第二天線416(1)的一部分的曲線區段410(3)的高度 H_2 。第二天線416(2)耦合到封裝基板408的第二彎曲區段410(3)的平坦部分。可以藉由減小第二天線416(2)的高度 H_3 來減小高度 H_1 ,但是這可能以不希望的方式降低第二天線416(2)的天線效能。此外,因為封裝基板408是柔性的,所以形成在封裝基板408的曲線區段410(3)中的用於第二天線416(2)的接地平面可能必須包括空隙(void)(例如,網狀結構),使得封裝基板408可以彎曲而不損壞此種接地平面。這亦可能導致第二天線416(2)的包含的接地平面,導致第二天線416(2)的天線效能降低。

【0042】 不具有彎曲的封裝基板208,但仍提供相應的第一和第二天線216(1)、216(2)的第一和第二天線封裝218(1)、218(2)耦合到封裝基板208並且佈置成彼此正交的圖2A和圖2B中的天線模組200的其他定向是可能的。例如,圖5是與圖2A和圖2B中的電子設備202中提供的同一電路板204的側視圖。在圖5中的替代電子設備504中,提供了類似於圖2A和圖2B中的天線模組200的多向天線模組500,但是其中相應的第一和第二天線216(1)、216(2)的第一和第二天線封裝218(1)、218(2)耦合到封裝基板208的同一側221,並且因此耦合到封裝基板208的同一金屬化層210(1)。圖5中的天線模

組 500 與圖 2A 和圖 2B 中的天線模組 200 之間的公共元件用圖 2A 至圖 2B 和圖 5 之間的公共元件編號圖示。該等公共元件的先前描述亦適用於圖 5 中的天線模組 500，並且因此不重新描述。

【0043】 存在可以形成和製造多向天線模組的多種方式，多向天線模組包括：以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖的第一天線；及第二天線，其天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖，包括圖 2A 至圖 3B 和圖 5 的天線模組，包括圖 2A 至圖 3B 和圖 5 中的天線模組 200、500。在這方面，圖 6 是示出用於製造此種多向天線的示例性製造過程 600 的流程圖。圖 6 中的製造過程 600 是關於作為實例的圖 2A 和圖 2B 中的天線模組 200 來論述的。

【0044】 在這方面，如圖 6 所示，製造過程 600 包括提供設置在第一平面 P_1 中的封裝基板 208，包括形成複數個相互平行的金屬化層 210(1)-210(3) (圖 6 中的方塊 602)。製造過程 600 亦包括提供第一天線 216(1)，包括提供第一天線封裝 218(1)，第一天線封裝 218(1) 包括設置在平行於第一平面 P_1 的第二平面 P_2 中的第一天線元件 306，以及耦合到第一天線元件 306 的第一外部金屬互連 220(1) (圖 6 中的方塊 604)。製造過程 600 亦包括將第一外部金屬互連 220(1) 耦合到封裝基板 208 的複數個金屬化層 210(1)-210(3) 中的至少一個第一金屬化層

210(1) - 210(3) (圖6中的方塊606)。製造過程600亦包括提供第二天線216(2)，包括提供第二天線封裝218(2)，第二天線封裝218(2)包括設置在與第二平面 P_2 正交的第三平面 P_4 中的第二天線元件312(1)，以及耦合到第二天線元件312的第二外部金屬互連220(2) (圖6中的方塊608)。製造過程600亦包括將第二外部金屬互連220(2)耦合到封裝基板208的複數個金屬化層210(1) - 210(3)中的至少一個第二金屬化層210(1) - 210(3) (圖6中的方塊610)。製造過程600亦包括將RFIC 206耦合到封裝基板208的至少一個第一金屬化層210(1) - 210(3)和至少一個第二金屬化層210(1) - 210(3)以將RFIC 206電耦合到第一天線元件306和第二天線元件312 (圖6中的方塊612)。

【0045】 其他製造方法亦是可能的。例如，圖7是用於根據圖8A至圖8D中的製造階段800A - 800D來製造如圖2A和圖2B中的天線模組200以及圖5中的天線模組500的天線模組的另一示例性製造過程700。現在將關於作為實例的圖2A和圖2B中的天線模組200來論述根據圖7中的示例性製造過程700的圖8A至圖8D中的800A - 800D。

【0046】 在這方面，如圖8A中的示例性製造階段800A所示，製造過程700中的第一步是提供封裝基板208 (圖7中的方塊702)。封裝基板208可以形成為彼此疊置層壓的複數個金屬化層210(1) - 210(3)。封裝基板208可以形成為一或多個再分佈層 (RDL)。封裝基板208可以是有

芯或無芯基板。封裝基板 208 可以包括一或多個嵌入式跡線基板 (ETS) 層，其具有嵌入相應絕緣層中的金屬互連。

【0047】 如圖 8 B 中的示例性製造階段 800 B 所示，製造過程 700 中的下一步是將 RFIC 206 耦合到封裝基板 208 的金屬化層 210 (1) (圖 7 中的方塊 704)。如圖 8 C 中的示例性製造階段 800 C 所示，製造過程 700 中的下一步是將第一天線 216 (1) (且更具體地說，其第一天線封裝 218 (1)) 耦合到封裝基板 208 的金屬化層 210 (1) (圖 7 中的方塊 706)。如先前論述，這涉及將第一天線封裝 218 (1) 的金屬互連 220 (1) 耦合到封裝基板 208 的金屬化層 210 (1) 的金屬互連 212 (1)。如圖 8 D 中的示例性製造階段 800 D 中所示，製造過程 700 的下一步是將第二天線 216 (2) (且更具體地，其第二天線封裝 218 (2)) 耦合到封裝基板 208 的金屬化層 210 (3)，使得第二天線 216 (2) 定向成與第一天線 216 (1) 正交 (圖 7 中的方塊 708)。如先前論述，這涉及將第二天線封裝 218 (2) 的金屬互連 220 (2) 耦合到封裝基板 208 的金屬化層 210 (3) 的金屬互連 212 (3)。金屬互連 220 (2) 可以是表面貼裝到封裝基板 208 的金屬焊盤。

【0048】 多向天線模組可以提供在或集成到任何無線通訊設備及 / 或基於處理器的設備中，多向天線模組包括：以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖的第一天線，以及其天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交

的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖的第二天線，包括但不限於圖 2 至圖 3 B 和圖 8 A 至圖 8 D 中的多向天線模組，並且根據圖 6 至圖 7 中的任何製造過程。實例但非限制包括機上盒、娛樂單元、導航設備、通訊設備、固定位置資料單元、行動位置資料單元、全球定位系統（GPS）設備、行動電話、蜂巢式電話、智慧型電話、通信期啟動協定（SIP）電話、平板電腦、平板手機、伺服器、電腦、可攜式電腦、行動計算設備、可穿戴計算設備（例如，智慧手錶、健康或健身追蹤器、眼鏡等）、桌上型電腦、個人數位助理（PDA）、監視器、電腦監視器、電視、調諧器、無線電單元、衛星無線電單元、音樂播放機、數位音樂播放機、可攜式音樂播放機、數位視訊播放機、視訊播放機、數位視訊光碟（DVD）播放機、可攜式數位視訊播放機、汽車、車輛部件、航空電子系統、無人機和多軸飛行器。

【0049】 圖 9 示出包括多向天線模組 902 的示例性無線通訊設備 900，該多向天線模組 902 包括：以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖的第一天線；及第二天線，第二天線的天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖，包括但不限於圖 2 至圖 3 B、圖 5 和圖 8 A 至圖 8 D 中的多向天線模組，並且根據圖 6 至圖 7 中的任何製造過程。作為實例，無線通訊設備 900 可以包括或被提供在任何上述

設備中。如圖 9 所示，無線通訊設備 900 包括收發器 904 和資料處理器 906。資料處理器 906 可以包括用於儲存資料和程式碼的記憶體。收發器 904 包括支援雙向通訊的發射器 908 和接收器 910。通常，無線通訊設備 900 可以包括用於任意數量的通訊系統和頻帶的任意數量的發射器 908 及 / 或接收器 910。收發器 904 的全部或一部分可以在一或多個類比 IC、RFIC、混合信號 IC 等上實現。

【0050】 發射器 908 或接收器 910 可以用超外差架構或直接轉換架構來實現。在超外差架構中，信號在 RF 和基頻之間在多級中被變頻，例如，在接收器 910 的一個級中從 RF 到中頻 (IF)，並且隨後在另一級中從 IF 到基頻。在直接轉換架構中，信號在 RF 和基頻之間在一級中被變頻。超外差和直接轉換架構可能使用不同的電路區塊及 / 或具有不同的要求。在圖 9 中的無線通訊設備 900 中，發射器 908 和接收器 910 以直接轉換架構實現。

【0051】 在發射路徑中，資料處理器 906 處理要發射的資料並向發射器 908 提供 I 和 Q 類比輸出信號。在示例性無線通訊設備 900 中，資料處理器 906 包括數位類比轉換器 (DAC) 912 (1)、912 (2)，以用於將資料處理器 906 所產生的數位信號轉換成 I 和 Q 類比輸出信號，例如 I 和 Q 輸出電流，以供進一步處理。

【0052】 在發射器 908 內，低通濾波器 914 (1)、914 (2) 分別對 I 和 Q 類比輸出信號進行濾波，以去除由先前的數位類比轉換引起的不期望的信號。放大器 (AMP) 916 (1)、

916 (2) 分別放大來自低通濾波器 914 (1)、914 (2) 的信號，並且提供 I 和 Q 基頻信號。升頻轉換器 918 經由混頻器 920 (1)、920 (2) 將 I 和 Q 基頻信號與來自發射 (TX) 本端振盪器 (LO) 信號產生器 922 的 I 和 Q 發射 (TX) 本端振盪器 (LO) 信號升頻轉換，以提供升頻轉換信號 924。濾波器 926 對升頻轉換信號 924 進行濾波以去除由升頻轉換引起的不期望的信號以及接收頻帶中的雜訊。功率放大器 (PA) 928 放大來自濾波器 926 的升頻轉換信號 924 以獲得期望的輸出功率位準並提供發射 RF 信號。發射 RF 信號經由雙工器或開關 930 路由，並經由天線 932 發射。

【0053】 在接收路徑中，天線 932 接收由基地台發射的信號並提供接收到的 RF 信號，該接收到的 RF 信號經由雙工器或開關 930 路由並被提供給低雜訊放大器 (LNA) 934。雙工器或開關 930 被設計用於以特定的接收 (RX) 到 TX 雙工器頻率間隔操作，使得 RX 信號與 TX 信號隔離。接收到的 RF 信號由 LNA 934 放大並由濾波器 936 濾波以獲得期望的 RF 輸入信號。降頻轉換混頻器 938 (1)、938 (2) 將濾波器 936 的輸出與來自 RX LO 信號產生器 940 的 I 和 Q RX LO 信號 (亦即，LO_I 和 LO_Q) 混合以產生 I 和 Q 基頻信號。I 和 Q 基頻信號被 AMP 942 (1)、942 (2) 放大並進一步被低通濾波器 944 (1)、944 (2) 濾波以獲得 I 和 Q 類比輸入信號，I 和 Q 類比輸入信號被提供給資料處理器 906。在該實例中，資料處理器 906 包括類比數位轉

換器 (A D C) 9 4 6 (1) 、 9 4 6 (2) ， 以用於將類比輸入信號轉換成數位信號以供資料處理器 9 0 6 進一步處理。

【0054】 在圖 9 的無線通訊設備 9 0 0 中， T X L O 信號產生器 9 2 2 產生用於升頻轉換的 I 和 Q T X L O 信號，而 R X L O 信號產生器 9 4 0 產生用於降頻轉換的 I 和 Q R X L O 信號。每個 L O 信號皆是具有特定基頻的週期信號。 T X 鎖相迴路 (P L L) 電路 9 4 8 從資料處理器 9 0 6 接收時序資訊並產生用於調整來自 T X L O 信號產生器 9 2 2 的 T X L O 信號的頻率及 / 或相位的控制信號。類似地， R X P L L 電路 9 5 0 從資料處理器 9 0 6 接收時序資訊並產生用於調整來自 R X L O 信號產生器 9 4 0 的 R X L O 信號的頻率及 / 或相位的控制信號。

【0055】 圖 1 0 示出了基於處理器的系統 1 0 0 0 的實例。基於處理器的系統 1 0 0 0 的部件是 I C 1 0 0 2 。基於處理器的系統 1 0 0 0 中的一些或所有 I C 1 0 0 2 可以包括多向天線模組 1 0 0 4 ，多向天線模組 1 0 0 4 包括：以第一定向耦合到封裝基板以相對於封裝基板在第一方向上具有第一天線輻射圖的第一天線；及第二天線，第二天線的天線封裝在耦合到封裝基板時強制第二天線的第二定向以在與第一方向正交的第二方向上提供第二天線輻射圖以支援多向天線輻射圖，包括但不限於圖 2 至圖 3 B 、圖 5 和圖 8 A 至圖 8 D 中的多向天線模組，並且根據圖 6 至圖 7 中的任何製造過程。在該實例中，基於處理器的系統 1 0 0 0 可以形成為包括多向天線模組 1 0 0 4 的片上系統 (S o C) 1 0 0 6 。基於處理器的系統 1 0 0 0 包括 C P U 1 0 0 8 ，其包括一或多個處理器 1 0 1 0 ，處

理器 1010 亦可以稱為 CPU 核心或處理器核心。CPU 1008 可以具有耦合到 CPU 1008 的高速緩衝記憶體 1012，以用於快速存取臨時儲存的資料。CPU 1008 耦合到系統匯流排 1014 並且可以將包含在基於處理器的系統 1000 中的主設備和從設備相互耦合。眾所周知，CPU 1008 藉由在系統匯流排 1014 上交換位址、控制和資料資訊來與該等其他設備通訊。例如，CPU 1008 可以將匯流排事務請求傳送到作為從設備的實例的記憶體控制器 1016。儘管圖 10 中未示出，但可以提供多個系統匯流排 1014，其中每個系統匯流排 1014 構成不同的結構。

【0056】 其他主設備和從設備可以連接到系統匯流排 1014。如圖 10 所示，該等設備可以包括記憶體系統 1020，記憶體系統 1020 包括作為實例的記憶體控制器 1016 和記憶體陣列 1018、一或多個輸入設備 1022、一或多個輸出設備 1024、一或多個網路介面設備 1026 和一或多個顯示控制器 1028。記憶體系統 1020、一或多個輸入設備 1022、一或多個輸出設備 1024、一或多個網路介面設備 1026 和一或多個顯示控制器 1028 中的每一個可以提供在相同或不同的 IC 封裝中。輸入設備 1022 可以包括任何類型的輸入設備，包括但不限於輸入鍵、開關、語音處理器。輸出設備 1024 可以包括任何類型的輸出設備，包括但不限於音訊、視訊、其他視覺指示器等。網路介面設備 1026 可以是配置為允許與網路 1030 交換資料的任何設備。網路 1030 可以是任何類型的網路，包括但不限於有線或無線網

路、專用或公共網路、區域網路（LAN）、無線區域網路（WLAN）、廣域網（WAN）、BLUETOOTH™網路、以及網際網路。網路介面設備1026可以被配置為支援任何類型的所期望的通訊協定。

【0057】 CPU 1008亦可以被配置為經由系統匯流排1014存取顯示控制器1028以控制發送到一或多個顯示器1032的資訊。顯示控制器1028將資訊發送到顯示器1032以經由一或多個視訊處理器1034顯示，視訊處理器1034將要顯示的資訊處理成適合於顯示器1032的格式。顯示控制器1028和視訊處理器1034可以被包括在相同的或不同的IC封裝中，並且例如在包含CPU 1008的相同或不同的IC封裝中。顯示器1032可以包括任何類型的顯示器，包括但不限於陰極射線管（CRT）、液晶顯示器（LCD）、電漿顯示器、發光二極體（LED）顯示器等。

【0058】 本領域的技藝人士將進一步理解，結合本文揭示的態樣描述的各種說明性邏輯區塊、模組、電路和演算法可以實現為電子硬體、儲存在記憶體或另一電腦可讀取媒體中並且由處理器或其他處理設備執行的指令、或兩者的組合。本文揭示的記憶體可以是任何類型和大小的記憶體並且可以被配置為儲存任何類型的期望資訊。為了清楚地說明此種可互換性，各種說明性部件、方塊、模組、電路和步驟已在上文根據其功能進行了一般性描述。如何實現此類功能取決於特定應用、設計選擇及/或強加於整個系統的設計約束。技藝人士可以針對每個特定應用以不同的方

式實現所描述的功能，但是此種實現方式決定不應被解釋為導致偏離本揭示的範圍。

【0059】 結合本文揭示的態樣描述的各种說明性邏輯區塊、模組和電路可以用處理器、數位訊號處理器（D S P）、特殊應用積體電路（A S I C）、現場可程式設計閘陣列（F P G A）或其他可程式設計邏輯設備、個別閘極或電晶體邏輯、個別硬體部件或經設計為執行本文描述的功能的其任何組合來實現或執行。處理器可以是微處理器，但在替代方案中，處理器可以是任何習知處理器、控制器、微控制器或狀態機。處理器亦可以實現為計算設備的組合（例如，D S P和微處理器的組合、複數個微處理器、一或多個微處理器結合D S P核心，或任何其他此種配置）。

【0060】 本文揭示的態樣可以體現在硬體和儲存在硬體中的指令中，並且可以常駐在例如隨機存取記憶體（R A M）、快閃記憶體、唯讀記憶體（R O M）、電子可程式設計R O M（E P R O M）、電子可抹除可程式設計R O M（E E P R O M）、暫存器、硬碟、可移除磁碟、C D - R O M或本領域已知的任何其他形式的電腦可讀取媒體中。示例性儲存媒體耦合到處理器，使得處理器可以從儲存媒體讀取資訊和向儲存媒體寫入資訊。在替代方案中，儲存媒體可以集成到處理器中。處理器和儲存媒體可以常駐在A S I C中。A S I C可能常駐在遠端站中。在替代方案中，處理器和儲存媒體可以作為個別部件常駐在遠端站、基地台或伺服器中。

【0061】 亦應注意，本文的任何示例性態樣中描述的操作步驟被描述為提供實例和論述。所描述的操作可以以與所示順序不同的許多不同順序來執行。此外，在單個操作步驟中描述的操作實際上可以在許多不同步驟中執行。另外，可以組合示例性態樣中論述的一或多個操作步驟。應當理解，流程圖中所示的操作步驟可以進行許多不同的修改，這對本領域的技藝人士來說是顯而易見的。本領域的技藝人士亦將理解，資訊和信號可以使用各種不同技術和方法中的任何一種來表示。例如，在以上描述中可能引用的資料、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組合來表示。

【0062】 提供本揭示的先前描述以使本領域的任何技藝人士能夠製作或使用本揭示。對本揭示的各種修改對於本領域技藝人士來說將是顯而易見的，並且本文定義的一般原理可以應用於其他變體。因此，本揭示不意欲限於本文描述的實例和設計，而是要符合與本文揭示的原理和新穎特徵一致的最寬範圍。

【0063】 在以下編號的態樣/條款中描述了實現示例：

1、一種天線模組，包括：

封裝基板，其設置在第一平面中，該封裝基板包括相互平行的複數個金屬化層；

第一天線，其包括第一天線封裝，該第一天線封裝包括：

第一天線元件，其設置在與該第一平面平行的第二平面中；及

第一外部金屬互連，其耦合到該第一天線元件和該複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層；

第二天線，其包括第二天線封裝，該第二天線封裝包括：

第二天線元件，其設置在與該第二平面正交的第三平面中；及

第二外部金屬互連，其耦合到該第二天線元件和該複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層；及

射頻積體電路（RFIC）封裝，其耦合到該至少一個第一金屬化層和該至少一個第二金屬化層以將該RFIC電耦合到該第一天線元件和該第二天線元件。

2、如條款1所述的天線模組，其中：

該第一天線元件具有第一輻射圖，該第一輻射圖被配置為在與該第一平面正交的第一方向上輻射射頻（RF）信號；及

該第二天線元件具有第二輻射圖，該第二輻射圖被配置為在與該第一平面平行的第二方向上輻射RF信號。

3、如條款1至2中任一項所述的天線模組，其中：

該第二天線封裝進一步包括外表面；

該第二外部金屬互連包括設置在該第二天線封裝的外表面上的金屬焊盤；及

進一步包括耦合到該金屬焊盤和該至少一個第二金屬化層以將該第二天線元件耦合到該RFIC的金屬觸點。

4、如條款3所述的天線模組，其中該金屬焊盤包括與該第二天線元件的第三平面相交的第一金屬部分。

5、如條款3至4中任一項所述的天線模組，其中：

該金屬焊盤進一步包括第二金屬部分，該第二金屬部分沿與該第二天線元件的第三平面正交的方向延伸並且不與該第二天線元件的第三平面相交；及

該金屬觸點耦合到該金屬焊盤的第二金屬部分，以將該第二天線元件耦合到該至少一個第二金屬化層。

6、如條款1至2中任一項所述的天線模組，其中該第二外部金屬互連的至少一部分與該第二天線元件的第三平面相交。

7、如條款1至6中任一項所述的天線模組，其中該第二天線元件包括第二金屬貼片。

8、如條款7所述的天線模組，其中該第二天線封裝進一步包括：

附加的第二天線元件，其設置在與該第二天線元件的第三平面平行的第四平面中；及

至少一個介電層，其設置在該第二天線元件與該附加的第二天線元件之間。

9、如條款8所述的天線模組，其中該附加的第二天線元件被配置為：回應於該第二天線元件輻射在該第二外部金屬互連上接收到的射頻（RF）信號，而電磁（EM）耦合到該第二天線元件。

10、如條款1至9中任一項所述的天線模組，其中該第一天線元件包括第一金屬貼片。

11、如條款10所述的天線模組，其中該第一天線封裝進一步包括：

附加的第一天線元件，其設置在與該第一天線元件的第二平面平行的第四平面中；及

至少一個介電層，其設置在該第一天線元件與該附加的第一天線元件之間。

12、如條款10至11中任一項所述的天線模組，其中該第一外部金屬互連包括焊料凸點。

13、如條款1至12中任一項所述的天線模組，其中：

該複數個金屬化層包括：

第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的第一側上；及

第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該第一側相對的第二側上；

該第一外部金屬互連藉由耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由耦合到該第二外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

14、如條款1至12中任一項所述的天線模組，其中：

該複數個金屬化層包括：

第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的第一側上；

第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該第一側相對的第二側上；

該第一外部金屬互連藉由耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

15、如條款1至14中任一項所述的天線模組，集成到選自由以下各項組成的群組的設備中：機上盒；娛樂單元；導航設備；通訊設備；固定位置資料單元；行動位置資料單元；全球定位系統（GPS）設備；行動電話；蜂巢式電話；智慧手機；通信期啟動協定（SiP）電話；平板電腦；平板手機；伺服器；電腦；可攜式電腦；行動計算設備；可穿戴計算設備；桌上型電腦；個人數位助理（PDA）；監視器；電腦監視器；電視；調諧器；無線電單元；衛星無線電單元；音樂播放機；數位音樂播放機；可攜式音樂播放機；數位視訊播放機；視訊播放機；數位視訊光碟（DVD）播放機；可攜式數位視訊播放機；汽車；車輛部件；航空電子系統；無人機；及多軸飛行器。

16、一種製造具有多個天線以提供多向天線輻射圖的天線模組的方法，包括：

提供設置在第一平面中的封裝基板，包括形成相互平行的複數個金屬化層；

提供第一天線，包括提供第一天線封裝，該第一天線封裝包括設置在與該第一平面平行的第二平面中的第一天線元件，以及耦合到該第一天線元件的第一外部金屬互連；

將該第一外部金屬互連耦合到該封裝基板的複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層；

提供第二天線，包括提供第二天線封裝，該第二天線封裝包括設置在與該第二平面正交的第三平面中的第二天線元件，以及耦合到該第二天線元件的第二外部金屬互連；

將該第二外部金屬互連耦合到該封裝基板的複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層；及

將射頻積體電路（RFIC）封裝耦合到該封裝基板的至少一個第一金屬化層和至少一個第二金屬化層，以將該RFIC電耦合到該第一天線元件和該第二天線元件。

17、如條款16所述的方法，其中：

該第二天線封裝進一步包括外表面；

該第二外部金屬互連包括設置在該第二天線封裝的外表面上的金屬焊盤；及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第二金屬化層包括將金屬觸點耦合到該金屬焊盤和該至少一個第二金屬化層以將該第二天線元件耦合到該RFIC。

18、如條款17所述的方法，其中：

該金屬焊盤包括第一金屬部分和第二金屬部分，該第一金屬部分與該第二天線元件的第三平面相交，該第二金屬部分在與該第二天線元件的第三平面正交的方向上延伸並且不與該第二天線元件的第三平面相交；及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第二金屬化層包括將該金屬觸點耦合到該金屬焊盤的第二金屬部分和該至少一個第二金屬化層以將該第二天線元件耦合到該RFIC。

19、如條款16至18中任一項所述的方法，其中該第二天線元件包括第二金屬貼片。

20、如條款19所述的方法，其中提供該第二天線封裝進一步包括：提供附加的第二天線元件，該附加的第二天線元件設置在與該第二天線元件的第三平面平行的第四平面中。

21、如條款20所述的方法，其中提供該第二天線封裝進一步包括：在該第二天線元件和該附加的第二天線元件之間提供至少一個介電層。

22、如條款16至21中任一項所述的方法，其中：

形成相互平行的該複數個金屬化層包括：

形成設置在該封裝基板的第一側上的第一外部金屬化層；

及

形成設置在該封裝基板的與該第一側相對的第二側上的第二外部金屬化層；

將該第一外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第一外部金屬互連耦合到該第一外部金屬化層；

及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第二外部金屬互連耦合到該第二外部金屬化層。

23、如條款16至21中任一項所述的方法，其中：

形成相互平行的該複數個金屬化層包括：

形成設置在該封裝基板的第一側上的第一外部金屬化層；

及

形成設置在該封裝基板的與該第一側相對的第二側上的第二外部金屬化層；

將該第一外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第一外部金屬互連耦合到該第一外部金屬化層；

及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第二外部金屬互連耦合到該第一外部金屬化層。

24、一種電子設備，包括：

電路板，其包括第一側、與該第一側相對的第二側、與該第一側和該第二側相鄰的第三側以及與該第一側和該第二側相鄰且與該第三側相對的第四側；及

天線模組，包括：

封裝基板，其在水平方向上設置在第一平面中；

第一天線，其設置在與該第一平面平行的第二平面中；及

第二天線，其設置在與該第二平面正交的第三平面中；及

射頻積體電路（RFIC）封裝，其耦合到該封裝基板以將該RFIC電耦合到該第一天線和該第二天線；

其中：

該封裝基板進一步包括：

第一區段，其耦合到該電路板的第一側；及

第二區段，其在該水平方向上延伸超過該電路板的第三側的垂直平面，該垂直平面在與該水平方向正交的垂直方向上延伸；

該第一天線耦合到該封裝基板的第一區段；及

該第二天線耦合到該封裝基板的第二區段。

25、如條款24所述的電子設備，其中該第二天線被設置為鄰近該電路板的第三側。

26、如條款24至25中任一項所述的電子設備，其中：

該封裝基板包括複數個金屬化層，每個金屬化層在該水平方向上延伸並且相互平行；

該第一天線包括第一天線封裝，該第一天線封裝包括：

第一天線元件，其設置在與該第一平面平行的該第二平面中；及

第一外部金屬互連，其耦合到該第一天線元件；

該第二天線包括第二天線封裝，該第二天線封裝包括：

第二天線元件，其設置在與該第二平面正交的該第三平面中；及

第二外部金屬互連，其耦合到該第二天線元件；

該第一天線藉由該第一外部金屬互連進一步耦合到該封裝基板的第一區段中的該複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層來耦合到該封裝基板的第一區段；

該第二天線藉由該第二外部金屬互連進一步耦合到該封裝基板的第二區段中的該複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層來耦合到該封裝基板的第二區段；及

該 R F I C 封裝耦合到該至少一個第一金屬化層和該至少一個第二金屬化層以將該 R F I C 電耦合到該第一天線元件和該第二天線元件。

27、如條款 26 所述的電子設備，其中：

該複數個金屬化層包括：

第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的第一側上；及
第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該第一側相對的第二側上；

該第一外部金屬互連藉由在該封裝基板的第一區段中耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由在該封裝基板的第一區段中耦合到該第二外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

28、如條款 26 所述的電子設備，其中：

該複數個金屬化層包括：

第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的第一側上；及
第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該第一側相對的第二側上；

該第一外部金屬互連藉由在該封裝基板的第一區段中耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由在該封裝基板的第一區段中耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

【符號說明】

【0064】

100:天線模組

102:天線基板

106:IC晶粒層

108:RFIC晶粒

109:電磁干擾(EMI)屏障

110:封裝基板

112:金屬化基板

114:基板金屬化層

116:金屬互連

118:晶粒互連

120:核心基板

122:金屬化層

124:金屬互連

126:垂直互連通路(通孔)

128:金屬化層

130:金屬互連

132:通孔

134(1):天線

134(2):天線

- 1 3 4 (3) : 天 線
- 1 3 4 (4) : 天 線
- 1 3 6 (1) : 第 一 金 屬 貼 片
- 1 3 6 (2) : 第 一 金 屬 貼 片
- 1 3 6 (3) : 第 一 金 屬 貼 片
- 1 3 6 (4) : 第 一 金 屬 貼 片
- 1 3 8 (1) : 第 二 金 屬 貼 片
- 1 3 8 (2) : 第 二 金 屬 貼 片
- 1 3 8 (3) : 第 二 金 屬 貼 片
- 1 3 8 (4) : 第 二 金 屬 貼 片
- 1 4 0 (1) : 輻 射 圖 方 向
- 1 4 0 (2) : 輻 射 圖 方 向
- 1 4 0 (3) : 輻 射 圖 方 向
- 1 4 0 (4) : 輻 射 圖 方 向
- 2 0 0 : 多 向 天 線 模 組
- 2 0 2 : 電 子 設 備
- 2 0 4 : 電 路 板
- 2 0 6 : R F I C
- 2 0 8 : 封 裝 基 板
- 2 1 0 (1) : 金 屬 化 層
- 2 1 0 (2) : 金 屬 化 層
- 2 1 0 (3) : 金 屬 化 層
- 2 1 2 (1) : 金 屬 互 連
- 2 1 2 (2) : 金 屬 互 連

- 2 1 2 (3) : 金屬互連
- 2 1 4 : 外部互連
- 2 1 6 (1) : 第一天線
- 2 1 6 (2) : 第二天線
- 2 1 8 (1) : 第一天線封裝
- 2 1 8 (2) : 第二天線封裝
- 2 2 0 (1) : 外部金屬互連
- 2 2 0 (2) : 外部金屬互連
- 2 2 1 : 第一側
- 2 2 2 (1) : 第一天線輻射圖
- 2 2 2 (2) : 第二天線輻射圖
- 2 2 4 : 第二側
- 2 2 6 : 第一側
- 2 2 8 : 第二側
- 2 3 0 : 第三側
- 2 3 2 : 第四側
- 2 3 4 : 第一區段
- 2 3 6 : 第二區段
- 3 0 0 (1) : 外部金屬互連
- 3 0 4 (1) : 貼片天線
- 3 0 4 (2) : 貼片天線
- 3 0 4 (3) : 貼片天線
- 3 0 4 (4) : 貼片天線
- 3 0 6 (1) (1) : 天線元件

3 0 6 (1) (2) : 天 線 元 件
3 0 6 (1) (3) : 天 線 元 件
3 0 6 (1) (4) : 天 線 元 件
3 0 6 (2) (1) : 天 線 元 件
3 0 6 (2) (2) : 天 線 元 件
3 0 6 (2) (3) : 天 線 元 件
3 0 6 (2) (4) : 天 線 元 件
3 1 0 : 貼 片 天 線
3 1 2 : 天 線 元 件
3 1 2 (1) : 天 線 元 件
3 1 2 (2) : 天 線 元 件
3 1 3 : 介 電 層
3 1 4 : 外 表 面
3 1 6 (1) : 第 一 金 屬 部 分
3 1 6 (2) : 第 二 金 屬 部 分
3 1 8 : 金 屬 觸 點
4 0 0 : 天 線 模 組
4 0 2 : 電 子 設 備
4 0 4 : 電 路 板
4 0 6 : R F I C
4 0 8 : 封 裝 基 板
4 1 0 (1) : 第 一 區 段
4 1 0 (2) : 第 二 區 段
4 1 0 (3) : 曲 線 區 段

- 4 1 6 (1) : 第 一 天 線
- 4 1 6 (2) : 第 二 天 線
- 4 2 2 (1) : 正 交 天 線 輻 射 圖
- 4 2 2 (2) : 正 交 天 線 輻 射 圖
- 6 0 0 : 製 造 過 程
- 6 0 2 : 方 塊
- 6 0 4 : 方 塊
- 6 0 6 : 方 塊
- 6 0 8 : 方 塊
- 6 1 0 : 方 塊
- 6 1 2 : 方 塊
- 7 0 0 : 製 造 過 程
- 7 0 2 : 方 塊
- 7 0 4 : 方 塊
- 7 0 6 : 方 塊
- 7 0 8 : 方 塊
- 8 0 0 A : 製 造 階 段
- 8 0 0 B : 製 造 階 段
- 8 0 0 C : 製 造 階 段
- 8 0 0 D : 製 造 階 段
- 9 0 0 : 無 線 通 訊 設 備
- 9 0 2 : 多 向 天 線 模 組
- 9 0 4 : 收 發 器
- 9 0 6 : 資 料 處 理 器

- 908: 發射器
- 910: 接收器
- 912(1): 數位類比轉換器
- 912(2): 數位類比轉換器
- 914(1): 低通濾波器
- 914(2): 低通濾波器
- 916(1): 放大器
- 916(2): 放大器
- 918: 升頻轉換器
- 920(1): 混頻器
- 920(2): 混頻器
- 922: 發射 (TX) 本端振盪器 (LO) 信號產生器
- 924: 升頻轉換信號
- 926: 濾波器
- 928: 功率放大器 (PA)
- 930: 開關
- 932: 天線
- 934: 低雜訊放大器 (LNA)
- 936: 濾波器
- 938(1): 降頻轉換混頻器
- 938(2): 降頻轉換混頻器
- 940: RX LO 信號產生器
- 942(1): AMP
- 942(2): AMP

- 944(1): 低通濾波器
- 944(2): 低通濾波器
- 946(1): 類比數位轉換器
- 946(2): 類比數位轉換器
- 948: TX 鎖相迴路 (PLL) 電路
- 950: RX PLL 電路
- 1000: 系統
- 1002: IC
- 1004: 多向天線模組
- 1006: 片上系統 (SoC)
- 1008: CPU
- 1010: 處理器
- 1012: 高速緩衝記憶體
- 1014: 系統匯流排
- 1016: 記憶體控制器
- 1018: 記憶體陣列
- 1020: 記憶體系統
- 1022: 輸入設備
- 1024: 輸出設備
- 1026: 網路介面設備
- 1028: 顯示控制器
- 1030: 網路
- 1032: 顯示器
- 1034: 視訊處理器

D_1 : 距離

H_1 : 組合高度

H_2 : 高度

H_3 : 高度

P_1 : 第一平面

P_2 : 第二平面

P_3 : 第三水平平面

P_4 : 垂直平面

P_5 : 垂直平面

P_6 : 垂直平面

P_7 : 第一水平平面

P_8 : 第二垂直平面

R_1 : 最小彎曲半徑

X : 軸

Y : 軸

Z : 軸

【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】 一種天線模組，包括：

一封裝基板，其設置在一第一平面中，該封裝基板包括相互平行的複數個金屬化層；

一第一天線，其包括一第一天線封裝，該第一天線封裝包括：

一第一天線元件，其設置在與該第一平面平行的一第二平面中；及

一第一外部金屬互連，其耦合到該第一天線元件和該複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層；

一第二天線，其包括一第二天線封裝，該第二天線封裝包括：

一第二天線元件，其設置在與該第二平面正交的一第三平面中；及

一第二外部金屬互連，其耦合到該第二天線元件和該複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層；及

一射頻積體電路（RFIC）封裝，其耦合到該至少一個第一金屬化層和該至少一個第二金屬化層以將該 RFIC 電耦合到該第一天線元件和該第二天線元件。

【請求項 2】 如請求項 1 所述的天線模組，其中：

該第一天線元件具有一第一輻射圖，該第一輻射圖被配置為在與該第一平面正交的一第一方向上輻射一射頻（RF）信號；及

該第二天線元件具有一第二輻射圖，該第二輻射圖被

配置為在與該第一平面平行的一第二方向上輻射一 RF 信號。

【請求項 3】 如請求項 1 所述的天線模組，其中：

該第二天線封裝進一步包括一外表面；

該第二外部金屬互連包括設置在該第二天線封裝的該外表面上的一金屬焊盤；及

進一步包括耦合到該金屬焊盤和該至少一個第二金屬化層以將該第二天線元件耦合到該 RFIC 的一金屬觸點。

【請求項 4】 如請求項 3 所述的天線模組，其中該金屬焊盤包括與該第二天線元件的該第三平面相交的一第一金屬部分。

【請求項 5】 如請求項 3 所述的天線模組，其中：

該金屬焊盤進一步包括一第二金屬部分，該第二金屬部分沿與該第二天線元件的該第三平面正交的一方向延伸並且不與該第二天線元件的該第三平面相交；及

該金屬觸點耦合到該金屬焊盤的該第二金屬部分，以將該第二天線元件耦合到該至少一個第二金屬化層。

【請求項 6】 如請求項 1 所述的天線模組，其中該第二外部金屬互連的至少一部分與該第二天線元件的該第三平面相交。

【請求項 7】 如請求項 1 所述的天線模組，其中該第二天線元件包括一第二金屬貼片。

【請求項 8】 如請求項 7 所述的天線模組，其中該第二天

線封裝進一步包括：

一附加的第二天線元件，其設置在與該第二天線元件的該第三平面平行的一第四平面中；及

至少一個介電層，其設置在該第二天線元件與該附加的第二天線元件之間。

【請求項 9】 如請求項 8 所述的天線模組，其中該附加的第二天線元件被配置為：回應於該第二天線元件輻射在該第二外部金屬互連上接收到的一射頻（RF）信號，而電磁（EM）耦合到該第二天線元件。

【請求項 10】 如請求項 1 所述的天線模組，其中該第一天線元件包括一第一金屬貼片。

【請求項 11】 如請求項 10 所述的天線模組，其中該第一天線封裝進一步包括：

一附加的第一天線元件，其設置在與該第一天線元件的該第二平面平行的一第四平面中；及

至少一個介電層，其設置在該第一天線元件與該附加的第一天線元件之間。

【請求項 12】 如請求項 10 所述的天線模組，其中該第一外部金屬互連包括一焊料凸點。

【請求項 13】 如請求項 1 所述的天線模組，其中：

該複數個金屬化層包括：

一第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的一第一側上；及

一第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該

第一側相對的一第二側上；

該第一外部金屬互連藉由耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由耦合到該第二外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

【請求項 14】如請求項 1 所述的天線模組，其中：

該複數個金屬化層包括：

一第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的一第一側上；

一第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該第一側相對的一第二側上；

該第一外部金屬互連藉由耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

【請求項 15】如請求項 1 所述的天線模組，其被集成到選自由以下各項組成的該群組的一設備中：一機上盒；一娛樂單元；一導航設備；一通訊設備；一固定位置資料單元；一行動位置資料單元；一全球定位系統（GPS）設備；一行動電話；一蜂巢式電話；一智慧手機；一通信期啟動協定（SiP）電話；一平板電腦；一平板手機；一伺服器；一電腦；一可攜式電腦；一行動計算設備；一可穿戴計算設備；一桌上型電腦；一個人數位助理（PDA）；一監視器；一電腦監視器；一電視；一調諧

器；一無線電單元；一衛星無線電單元；一音樂播放機；一數位音樂播放機；一可攜式音樂播放機；一數位視訊播放機；一視訊播放機；一數位視訊光碟（DVD）播放機；一可攜式數位視訊播放機；一汽車；一車輛部件；航空電子系統；一無人機；及一多軸飛行器。

【請求項 16】 一種製造具有多個天線以提供多向天線輻射圖的一天線模組的方法，包括以下步驟：

提供設置在一第一平面中的一封裝基板，包括形成相互平行的複數個金屬化層；

提供一第一天線，包括提供一第一天線封裝，該第一天線封裝包括設置在與該第一平面平行的一第二平面中的一第一天線元件，以及耦合到該第一天線元件的一第一外部金屬互連；

將該第一外部金屬互連耦合到該封裝基板的該複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層；

提供一第二天線，包括提供一第二天線封裝，該第二天線封裝包括設置在與該第二平面正交的一第三平面中的一第二天線元件，以及耦合到該第二天線元件的一第二外部金屬互連；

將該第二外部金屬互連耦合到該封裝基板的該複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層；及

將一射頻積體電路（RFIC）封裝耦合到該封裝基板的該至少一個第一金屬化層和該至少一個第二金屬化層，以將該 RFIC 電耦合到該第一天線元件和該第二天線元

件。

【請求項 17】如請求項 16 所述的方法，其中：

該第二天線封裝進一步包括一外表面；

該第二外部金屬互連包括設置在該第二天線封裝的該外表面上的一金屬焊盤；及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第二金屬化層包括將一金屬觸點耦合到該金屬焊盤和該至少一個第二金屬化層以將該第二天線元件耦合到該 RFIC。

【請求項 18】如請求項 17 所述的方法，其中：

該金屬焊盤包括一第一金屬部分和一第二金屬部分，該第一金屬部分與該第二天線元件的該第三平面相交，該第二金屬部分在與該第二天線元件的該第三平面正交的一方向上延伸並且不與該第二天線元件的該第三平面相交；及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第二金屬化層包括將該金屬觸點耦合到該金屬焊盤的該第二金屬部分和該至少一個第二金屬化層以將該第二天線元件耦合到該 RFIC。

【請求項 19】如請求項 16 所述的方法，其中該第二天線元件包括一第二金屬貼片。

【請求項 20】如請求項 19 所述的方法，其中提供該第二天線封裝進一步包括以下步驟：提供一附加的第二天線元件，該附加的第二天線元件設置在與該第二天線元件的該第三平面平行的一第四平面中。

【請求項 21】如請求項 20 所述的方法，其中提供該第二天線封裝進一步包括以下步驟：在該第二天線元件和該附加的第二天線元件之間提供至少一個介電層。

【請求項 22】如請求項 16 所述的方法，其中：

形成相互平行的該複數個金屬化層包括以下步驟：

形成設置在該封裝基板的一第一側上的一第一外部金屬化層；及

形成設置在該封裝基板的與該第一側相對的一第二側上的一第二外部金屬化層；

將該第一外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第一外部金屬互連耦合到該第一外部金屬化層；及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第二外部金屬互連耦合到該第二外部金屬化層。

【請求項 23】如請求項 16 所述的方法，其中：

形成相互平行的該複數個金屬化層包括以下步驟：

形成設置在該封裝基板的一第一側上的一第一外部金屬化層；及

形成設置在該封裝基板的與該第一側相對的一第二側上的一第二外部金屬化層；

將該第一外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第一外部金屬互連耦合到該第一外部金屬化層；及

將該第二外部金屬互連耦合到該至少一個第一金屬化層包括：將該第二外部金屬互連耦合到該第一外部金屬化層。

【請求項 24】一種電子設備，包括：

一電路板，其包括一第一側、與該第一側相對的一第二側、與該第一側和該第二側相鄰的一第三側以及與該第一側和該第二側相鄰且與該第三側相對的一第四側；及

一天線模組，包括：

一封裝基板，其在一水平方向上設置在一第一平面中；

一第一天線，其設置在與該第一平面平行的一第二平面中；及

一第二天線，其設置在與該第二平面正交的一第三平面中；及

一射頻積體電路（RFIC）封裝，其耦合到該封裝基板以將該 RFIC 電耦合到該第一天線和該第二天線；

其中：

該封裝基板進一步包括：

一第一區段，其耦合到該電路板的該第一側；及

一第二區段，其在該水平方向上延伸超過該電路板的該第三側的一垂直平面，該垂直平面在與該水平方向正交的一垂直方向上延伸；

該第一天線耦合到該封裝基板的該第一區段；及
該第二天線耦合到該封裝基板的該第二區段。

【請求項 25】如請求項 24 所述的電子設備，其中該第二天線被設置為鄰近該電路板的該第三側。

【請求項 26】如請求項 24 所述的電子設備，其中：

該封裝基板包括複數個金屬化層，每個金屬化層在該水平方向上延伸並且相互平行；

該第一天線包括一第一天線封裝，該第一天線封裝包括：

一第一天線元件，其設置在與該第一平面平行的該第二平面中；及

一第一外部金屬互連，其耦合到該第一天線元件；

該第二天線包括一第二天線封裝，該第二天線封裝包括：

一第二天線元件，其設置在與該第二平面正交的該第三平面中；及

一第二外部金屬互連，其耦合到該第二天線元件；

該第一天線藉由該第一外部金屬互連進一步耦合到該封裝基板的該第一區段中的該複數個金屬化層中的至少一個第一金屬化層來耦合到該封裝基板的該第一區段；

該第二天線藉由該第二外部金屬互連進一步耦合到該封裝基板的該第二區段中的該複數個金屬化層中的至少一個第二金屬化層來耦合到該封裝基板的該第二區段；

及

該 R F I C 封裝耦合到該至少一個第一金屬化層和該至少一個第二金屬化層以將該 R F I C 電耦合到該第一天線元件和該第二天線元件。

【請求項 27】如請求項 26 所述的電子設備，其中：

該複數個金屬化層包括：

一第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的該第一側上；及

一第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該第一側相對的該第二側上；

該第一外部金屬互連藉由在該封裝基板的該第一區段中耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由在該封裝基板的該第一區段中耦合到該第二外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

【請求項 28】如請求項 26 所述的電子設備，其中：

該複數個金屬化層包括：

一第一外部金屬化層，其設置在該封裝基板的該第一側上；及

一第二外部金屬化層，其設置在該封裝基板的與該第一側相對的該第二側上；

該第一外部金屬互連藉由在該封裝基板的該第一區段中耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第一金屬化層；及

該第二外部金屬互連藉由在該封裝基板的該第一區段中耦合到該第一外部金屬化層來耦合到該至少一個第二金屬化層。

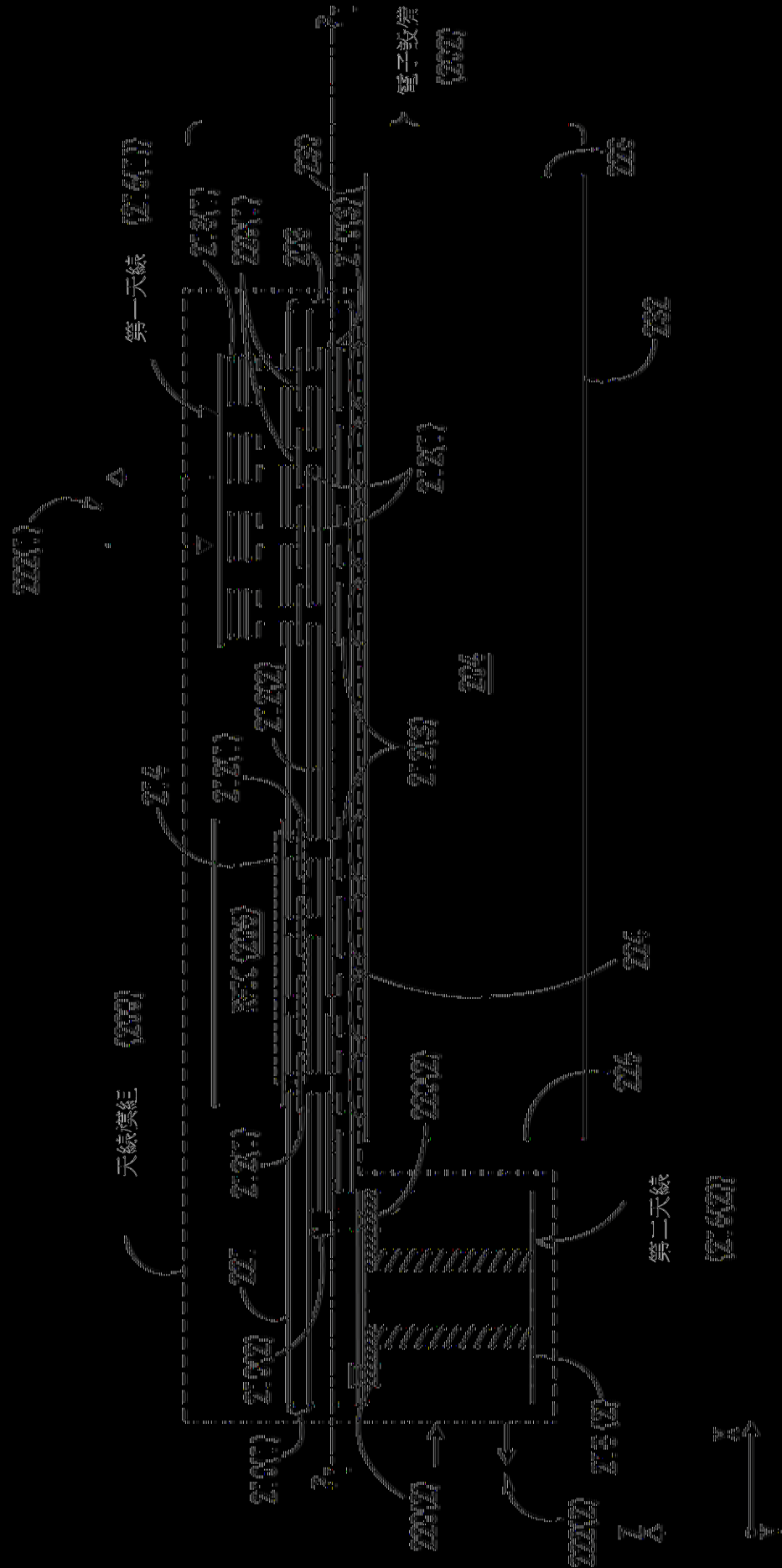


圖 2A

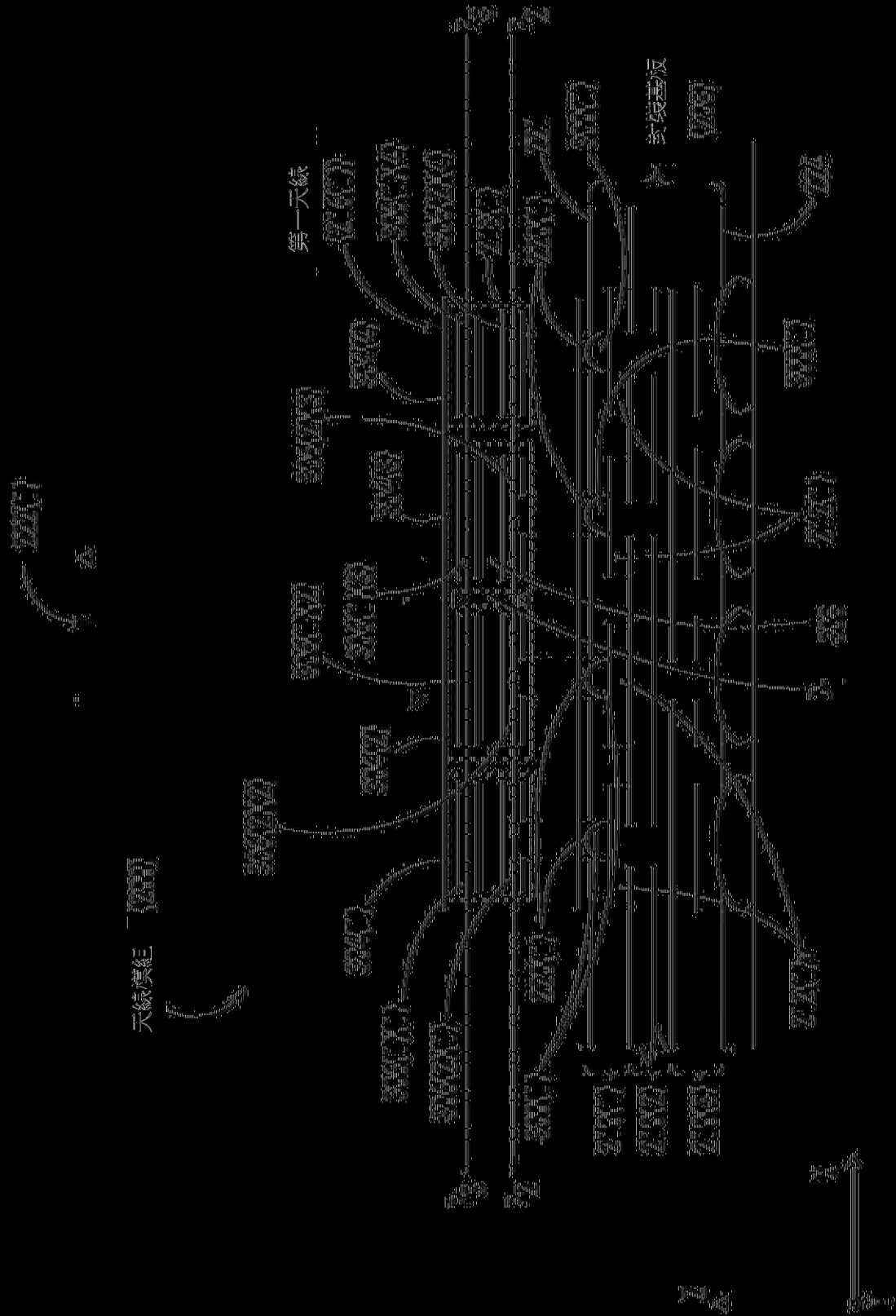


圖3A

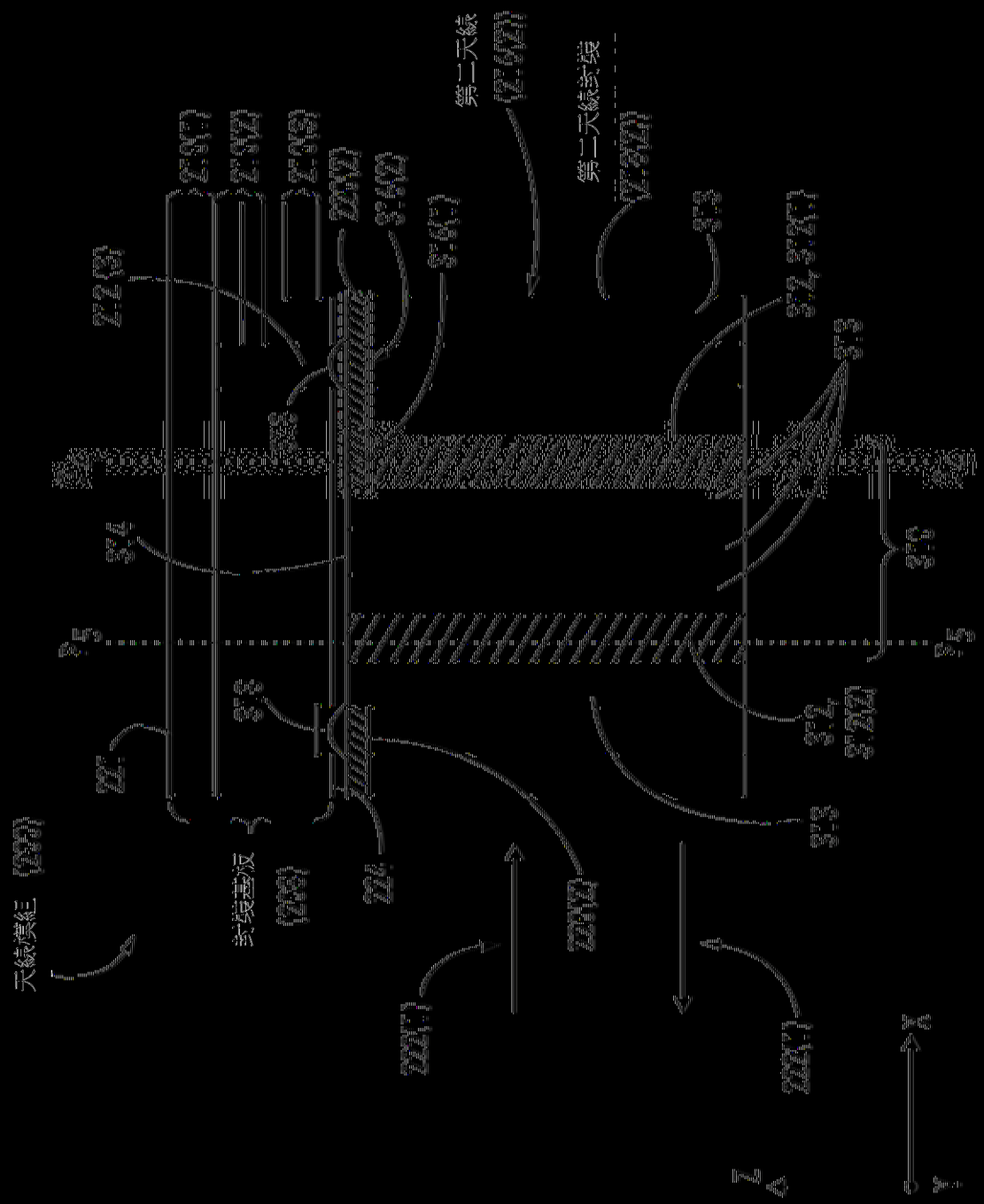


圖33

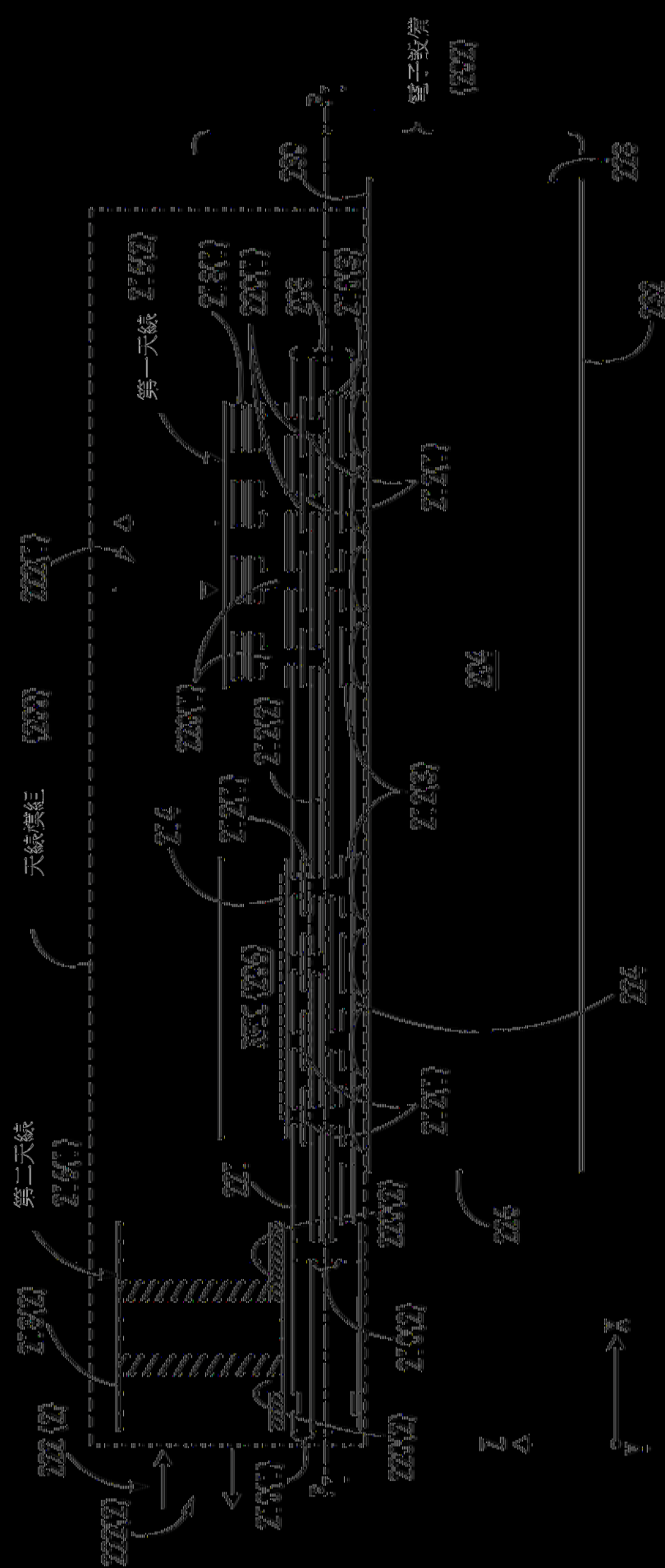


圖5



圖6

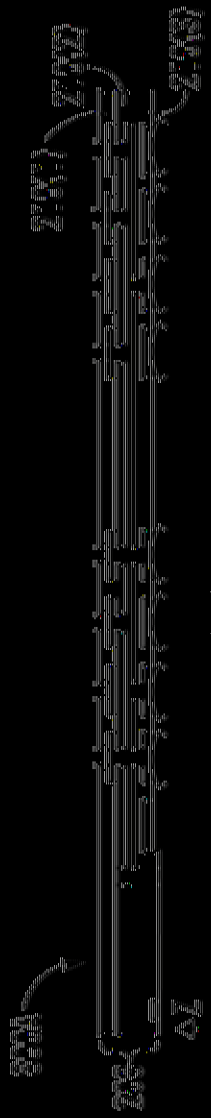


圖 8A

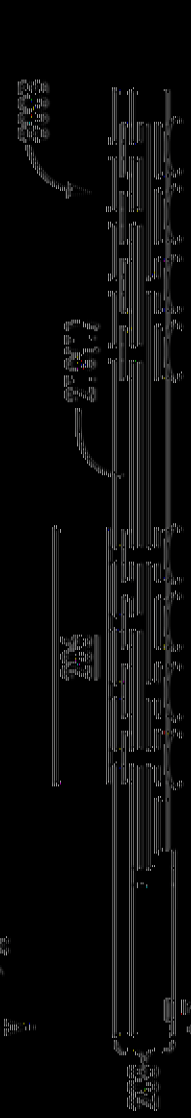


圖 8B



圖 8C

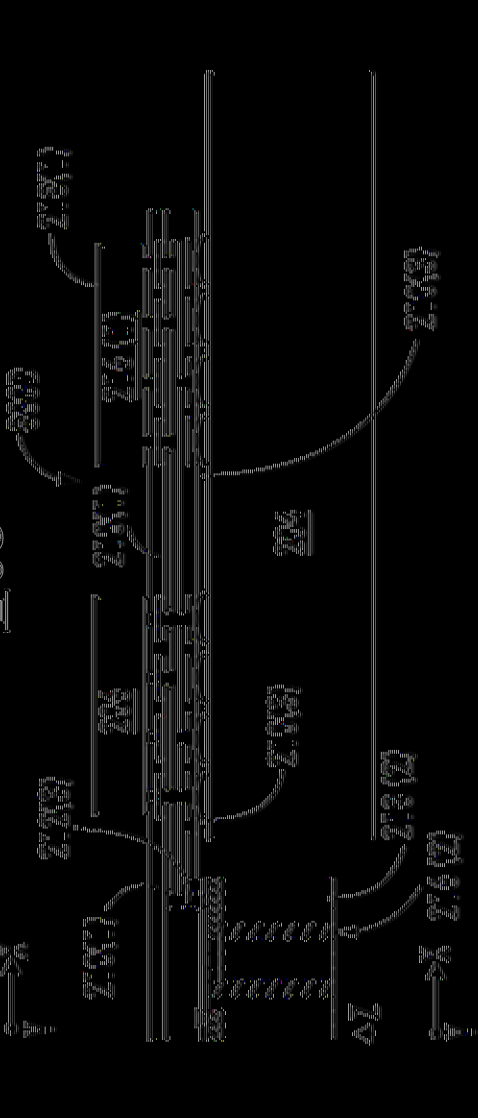


圖 8D

700

702

氮化矽裝璜板(208)

704

將SiC (206)黏合到裝璜板(208)

705

將第一氮化矽裝璜板(208)的金屬層置(20) (1)

706

將第二氮化矽裝璜板(208)的金屬層置(20) (3)

圖 7

