



(21)申請案號：111121639

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 10 日

(51)Int. Cl.：

*H01Q1/24 (2006.01)**H01Q9/04 (2006.01)**H01Q21/06 (2006.01)*

(30)優先權：2021/07/14

美國

17/375,289

(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：35 項 圖式數：8 共 70 頁

(54)名稱

採用 (諸) 整合槽形天線的封裝基板，以及相關的積體電路 (IC) 封裝和製造方法

(57)摘要

採用 (諸) 整合槽形天線的封裝基板，以及相關的積體電路 (IC) 封裝和製造方法。該封裝基板可以在射頻 (RF) IC (RFIC) 封裝中提供。該封裝基板包括一或多個槽形天線，每個槽形天線由佈置在可耦合到該 RFIC 晶粒的金屬化基板中的槽形成以接收和輻射 RF 訊號。該槽形天線包括佈置在該封裝基板中的至少一個金屬化層中的導電槽。該封裝基板中的金屬化層中的金屬互連耦合到該導電槽以向該槽形天線提供天線饋線。以此方式，被整合到該 IC 封裝的該金屬化基板中的該槽形天線可以減少該 IC 封裝中提供天線及/或提供天線輻射模式的其他方向以實現增強的定向 RF 效能所需的面積。

Package substrates employing integrated slot-shaped antenna(s), and related integrated circuit (IC) packages and fabrication methods. The package substrate can be provided in a radio-frequency (RF) IC (RFIC) package. The package substrate includes one or more slot-shaped antennas each formed from a slot disposed in the metallization substrate that can be coupled to the RFIC die for receiving and radiating RF signals. The slot-shaped antenna includes a conductive slot disposed in at least one metallization layer in the package substrate. A metal interconnect in a metallization layer in the package substrate is coupled to the conductive slot to provide an antenna feed line for the slot-shaped antenna. In this manner, the slot-shaped antenna being integrated into the metallization substrate of the IC package can reduce the area in the IC package needed to provide an antenna and/or provide other directions of antenna radiation patterns for enhanced directional RF performance.

指定代表圖：

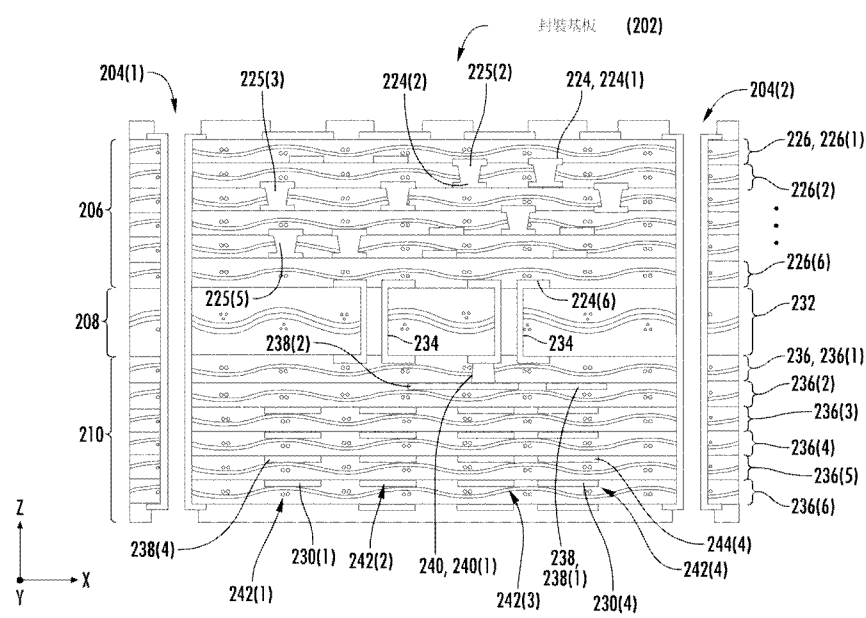


圖 2C

符號簡單說明：

- 202:封裝基板
- 204(1):槽形天線
- 204(2):槽形天線
- 206:金屬化基板
- 208:芯基板
- 210:天線基板
- 224:金屬互連
- 224(1):金屬互連
- 224(2):金屬互連
- 224(6):金屬互連
- 225(2):通孔
- 225(3):通孔
- 225(5):通孔
- 226:基板金屬化層
- 226(1):基板金屬化層
- 226(2):基板金屬化層
- 226(6):基板金屬化層
- 230(1):貼片天線
- 232:芯金屬化層
- 234:通孔
- 236:金屬化層
- 236(1):金屬化層
- 236(2):金屬化層
- 236(3):金屬化層
- 236(4):金屬化層
- 236(5):金屬化層
- 236(6):金屬化層
- 238:金屬互連
- 238(1):金屬互連
- 238(2):金屬互連
- 238(4):金屬互連
- 240:通孔
- 240(1):通孔
- 242(1):天線元件
- 242(2):天線元件
- 242(3):天線元件

242(4):天線元件

244(4):偶極天線

【發明摘要】

【中文發明名稱】採用（諸）整合槽形天線的封裝基板，以及相關的積體電路（IC）封裝和製造方法

【英文發明名稱】 PACKAGE SUBSTRATE EMPLOYING INTEGRATED SLOT-SHAPED ANTENNA(S), AND RELATED INTEGRATED CIRCUIT (IC) PACKAGES AND FABRICATION METHODS

【中文】

採用（諸）整合槽形天線的封裝基板，以及相關的積體電路（IC）封裝和製造方法。該封裝基板可以在射頻（RF）IC（RFIC）封裝中提供。該封裝基板包括一或多個槽形天線，每個槽形天線由佈置在可耦合到該RFIC晶粒的金屬化基板中的槽形成以接收和輻射RF訊號。該槽形天線包括佈置在該封裝基板中的至少一個金屬化層中的導電槽。該封裝基板中的金屬化層中的金屬互連耦合到該導電槽以向該槽形天線提供天線饋線。以此方式，被整合到該IC封裝的該金屬化基板中的該槽形天線可以減少該IC封裝中提供天線及/或提供天線輻射模式的其他方向以實現增強的定向RF效能所需的面積。

【英文】

Package substrates employing integrated slot-shaped antenna(s), and related integrated circuit (IC) packages and fabrication methods. The package substrate can be provided in a radio-frequency (RF) IC (RFIC) package. The package substrate includes one or more slot-shaped antennas each formed from a slot disposed in the metallization substrate that can be coupled to the RFIC die for receiving and radiating RF signals.

The slot-shaped antenna includes a conductive slot disposed in at least one metallization layer in the package substrate. A metal interconnect in a metallization layer in the package substrate is coupled to the conductive slot to provide an antenna feed line for the slot-shaped antenna. In this manner, the slot-shaped antenna being integrated into the metallization substrate of the IC package can reduce the area in the IC package needed to provide an antenna and/or provide other directions of antenna radiation patterns for enhanced directional RF performance.

【指定代表圖】第（ 2C ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2 0 2 : 封 裝 基 板

2 0 4 (1) : 槽 形 天 線

2 0 4 (2) : 槽 形 天 線

2 0 6 : 金 屬 化 基 板

2 0 8 : 芯 基 板

2 1 0 : 天 線 基 板

2 2 4 : 金 屬 互 連

2 2 4 (1) : 金 屬 互 連

2 2 4 (2) : 金 屬 互 連

2 2 4 (6) : 金 屬 互 連

2 2 5 (2) : 通 孔

2 2 5 (3) : 通 孔

2 2 5 (5) : 通 孔

2 2 6 : 基 板 金 屬 化 層

2 2 6 (1) : 基 板 金 屬 化 層

2 2 6 (2) : 基 板 金 屬 化 層

2 2 6 (6) : 基 板 金 屬 化 層

2 3 0 (1) : 貼 片 天 線

2 3 2 : 芯 金 屬 化 層

2 3 4 : 通 孔

2 3 6 : 金 屬 化 層

2 3 6 (1) : 金 屬 化 層

2 3 6 (2) : 金 屬 化 層

2 3 6 (3) : 金 屬 化 層

2 3 6 (4) : 金 屬 化 層

2 3 6 (5) : 金 屬 化 層

2 3 6 (6) : 金 屬 化 層

2 3 8 : 金 屬 互 連

2 3 8 (1) : 金 屬 互 連

2 3 8 (2) : 金 屬 互 連

2 3 8 (4) : 金 屬 互 連

2 4 0 : 通 孔

2 4 0 (1) : 通 孔

2 4 2 (1) : 天 線 元 件

2 4 2 (2) : 天 線 元 件

2 4 2 (3) : 天 線 元 件

2 4 2 (4) : 天 線 元 件

2 4 4 (4) : 偶 極 天 線

【 特 徵 化 學 式 】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】採用（諸）整合槽形天線的封裝基板，以及相關的積體電路（IC）封裝和製造方法

【英文發明名稱】 PACKAGE SUBSTRATE EMPLOYING INTEGRATED SLOT-SHAPED ANTENNA(S), AND RELATED INTEGRATED CIRCUIT (IC) PACKAGES AND FABRICATION METHODS

【技術領域】

【0001】 本案的領域係關於射頻（RF）積體電路（IC）（RFIC）封裝，其包括由封裝基板支撐的RF收發機和天線模組。

【先前技術】

【0002】 現代智慧型電話和其他可攜式設備已經使用不同射頻譜帶的各種技術擴展了對不同無線鏈路的使用。例如，第五代（5G）蜂巢網路（通常被稱為5G新無線電（NR））包括24.25至86千兆赫茲（GHz）範圍中的頻率，其中較低頻率19.25 GHz（24.25-43.5 GHz）更可能被用於行動設備。5G通訊的該頻譜在毫米波（mmWave）或毫米頻帶的範圍中。與較低頻率（諸如用於Wi-Fi和當前蜂巢網路的頻率）相比，毫米波可實現較高的資料率。支援毫米波頻譜的射頻（RF）收發機被整合到設計成支援毫米波通訊訊號的行動設備和其他可攜式設備中。為了支援將RF收發機整合在設備中，該RF收發機可被整合在作為RF積體電路（IC）（RFIC）封裝的一部分提供的RFIC收發機晶片（「RFIC晶片」）中。習知的RFIC封裝包括

一或多個 RFIC 晶片、電源管理 IC (PMIC) 和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)。封裝基板支援金屬化結構以向 (諸) RFIC 晶片提供晶片到晶片介面和外部訊號介面。RFIC 封裝亦可以包括作為封裝基板一部分的天線模組。天線模組可以包括一或多個天線, 該一或多個天線可以接收和輻射電 RF 訊號作為電磁 (EM) 訊號。天線模組可以包括複數個天線 (亦被稱為天線陣列) 以在 RFIC 封裝周圍的期望的較大區域中提供訊號覆蓋。天線模組的天線陣列中的天線元件經由封裝基板中的一或多個金屬化結構耦合到 (諸) RFIC 晶片。

【0004】 可能期望最小化由 RFIC 封裝的天線模組中的天線消耗的面積以減小 RFIC 封裝的整體大小。然而, 天線模組亦需要具有足夠的輻射模式來達成取決於期望應用的期望 RF 效能。例如, 貼片天線是可以在 RFIC 封裝的天線模組中採用的低剖面天線。然而, 貼片天線的輻射模式可能主要在其「貼片」平面的方向上。作為另一實例, 偶極天線是具有最大期望波長的半波長的兩條導線的天線, 其亦可在 RFIC 封裝的天線模組中被採用。然而, 偶極天線的輻射模式可能主要在與天線極性垂直的方向上。因此, 可能需要在 RFIC 封裝中且在不同區域中提供不同類型的天線以達成期望的定向 RF 效能, 但是以增大的 RFIC 封裝大小和複雜性為代價。而且, 若 RFIC 封裝被用於多輸入多輸出 (MIMO) 通訊應用, 則必須在 RFIC 封裝的天線模組中提

供進一步的額外天線以支援多個 MIMO 訊號串流，從而以不期望的方式進一步增大 RFIC 封裝大小。

【發明內容】

【0005】 詳細描述中所揭示的各態樣包括採用（諸）整合槽形天線的封裝基板。亦揭示相關積體電路（IC）封裝和製造方法。作為實例，封裝基板可以作為 IC 封裝的一部分提供，該 IC 封裝包括射頻（RF）IC（RFIC）晶片中的（諸）RFIC 晶粒以支援 RF 通訊。例如，RFIC 晶粒可以在耦合到封裝基板的 IC 晶粒層中被提供。封裝基板包括一或多個金屬化層，每個金屬化層包括金屬互連以與 RFIC 晶粒路由訊號。例如，封裝基板可以包括無芯金屬化基板，該無芯金屬化基板包括更多的金屬化層。在示例性態樣，封裝基板包括一或多個槽形天線，每個槽形天線由佈置在該封裝基板的一或多個金屬化層中的槽形成並且可耦合到 RFIC 晶粒以接收和輻射 RF 訊號。該槽形天線包括佈置在該封裝基板中的至少一個金屬化層中的導電槽。作為實例，導電槽可以完全穿過封裝基板並且在與封裝基板中的金屬化層的平面正交的方向上延伸。為了形成導電槽，可以在（諸）金屬化層中形成槽，從而在該槽內的（諸）金屬化層中形成一或多個內側壁。隨後，可以將金屬材料佈置在槽的（諸）內側壁上以在該槽中形成一或多個分開的天線元件，這些天線元件彼此未實體耦合。因此，在槽內形成的分開的天線元件在結構和設計上可類似於貼片天線。該封裝基板中的金屬化層中的金屬互連耦合到該導電槽以向該槽形天線

提供天線饋線。例如，佈置在封裝基板中的（諸）金屬化層中的槽可暴露金屬互連的側壁，由於金屬材料佈置在槽的內側壁上，該金屬互連的側壁將導電地耦合到導電槽以形成天線饋線。耦合到天線饋線的天線元件可被電磁地耦合到形成在導電槽中的其他天線元件以提供槽形天線。

【0006】 以此方式，將（諸）槽形天線整合到佈置在IC封裝的封裝基板中的（諸）槽中可以減小IC封裝中提供天線所需的面積。例如，將（諸）槽形天線整合在封裝基板中可以消除對於在IC封裝中提供包含用於提供天線的天線元件的分開的天線基板的需要。替換地，除了在IC封裝中的天線基板中提供的天線元件之外，可採用佈置在封裝基板中的（諸）槽形天線來提供額外天線元件。例如，將槽形天線整合在佈置在封裝基板中的槽中可以促成與包括在分開天線基板中的其他貼片天線的取向正交的取向，以支援不同期望方向上的輻射模式，以達成定向RF效能。

【0007】 就此而言，在一個示例性態樣，提供了一種封裝基板。封裝基板包括一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連。封裝基板亦包括槽形天線。槽形天線包括：導電槽，該導電槽佈置在一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中；及至少一個天線饋線，該至少一個天線饋線包括耦合到導電槽的一或多個金屬互連中的至少一個金屬互連。

【0008】 在另一示例性態樣，提供了一種在封裝基板中形成整合槽形天線的方法。該方法包括：形成一或多個金屬

化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連。該方法亦包括：形成被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中的導電槽以形成槽形天線。該方法包括：耦合至少一個天線饋線，該至少一個天線饋線包括耦合到該導電槽的該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連。

【0009】 在另一示例性態樣，提供了一種積體電路（IC）封裝。該IC封裝包括封裝基板。封裝基板包括一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連。封裝基板亦包括槽形天線。槽形天線包括：導電槽，該導電槽佈置在一或多個基板金屬化層之中的至少一個基板金屬化層中；及至少一個天線饋線，該至少一個天線饋線包括耦合到導電槽的一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連。IC封裝亦包括：耦合到該封裝基板的IC晶粒層，該IC晶粒層包括射頻（RF）IC（RFIC）晶粒，該RFIC晶粒包括複數個晶粒互連。該複數個晶粒互連之中的至少一個晶粒互連耦合到該槽形天線的該至少一個天線饋線。

【圖式簡單說明】

【0010】 圖1A和圖1B分別是射頻（RF）積體電路（IC）（RFIC）封裝的側視圖和底視圖，該RFIC封裝包括支撐貼片和偶極天線元件的天線基板；

【0011】 圖2A和2B分別是包括封裝基板的RFIC封裝的側視圖和底視圖，該封裝基板具有一或多個整合槽形天線以支援RF訊號通訊；

【0012】 圖 2 C 和 圖 2 D 是 圖 2 A 中 封 裝 基 板 的 特 寫 橫 截 面 側 視 圖，其 進 一 步 圖 示 了 由 穿 過 該 封 裝 基 板 佈 置 的 相 應 導 電 槽 形 成 的 槽 形 天 線；

【0013】 圖 3 是 圖 2 D 中 由 穿 過 封 裝 基 板 佈 置 的 導 電 槽 形 成 的 槽 形 天 線 的 側 視 圖；

【0014】 圖 4 是 圖 示 用 於 製 造 槽 形 天 線（諸 如 圖 2 A 至 2 D 中 的 槽 形 天 線）的 示 例 性 程 序 的 流 程 圖，該 槽 形 天 線 經 由 以 下 操 作 形 成：在 封 裝 基 板 中 佈 置 導 電 槽，以 及 將 該 導 電 槽 耦 合 到 金 屬 化 層 中 作 為 天 線 饋 線 的 相 應 金 屬 互 連；

【0015】 圖 5 A 至 圖 5 E 圖 示 了 在 製 造 具 有 整 合 槽 形 天 線 的 封 裝 基 板 期 間 的 示 例 性 製 造 階 段，包 括 但 不 限 於 圖 2 A 至 圖 2 D 中 的 封 裝 基 板；

【0016】 圖 6 A 和 圖 6 B 是 圖 示 用 於 製 造 具 有 整 合 槽 形 天 線 的 封 裝 基 板 的 示 例 性 程 序 的 流 程 圖，包 括 但 不 限 於 圖 2 A 至 圖 2 D 中 且 根 據 圖 5 A 至 5 E 中 的 製 造 階 段 的 封 裝 基 板；

【0017】 圖 7 是 包 括 在 一 或 多 個 R F I C 封 裝 中 提 供 的 R F 部 件 的 示 例 性 無 線 通 訊 設 備 的 方 塊 圖，該 R F I C 封 裝 採 用 具 有 整 合 槽 形 天 線 的 封 裝 基 板，包 括 但 不 限 於 圖 2 A 至 圖 2 D 中 且 根 據 圖 4 至 圖 6 B 中 的 任 何 製 造 程 序 的 封 裝 基 板；及

【0018】 圖 8 是 包 括 在 一 或 多 個 R F I C 封 裝 中 提 供 的 R F 部 件 的 示 例 性 基 於 處 理 器 的 系 統 的 方 塊 圖，該 R F I C 封 裝 採 用 具 有 整 合 槽 形 天 線 的 封 裝 基 板，包 括 但 不 限 於 圖 2 A 至 2 D 中 且 根 據 圖 4 至 圖 6 B 中 的 任 何 製 造 程 序 的 封 裝 基 板。

【實施方式】

【0019】 現在參照附圖，描述本案的若干示例性態樣。措辭「示例性」在本文中用於表示「用作實例、例子、或圖示」。本文中描述為「示例性」的任何態樣不必被解釋為優於或勝過其他態樣。

【0020】 詳細描述中所揭示的各態樣包括採用（諸）整合槽形天線的封裝基板。亦揭示相關積體電路（IC）封裝和製造方法。作為實例，封裝基板可以作為IC封裝的一部分提供，該IC封裝包括射頻（RF）IC（RFIC）晶片中的（諸）RFIC晶粒以支援RF通訊。例如，RFIC晶粒可以在耦合到封裝基板的IC晶粒層中被提供。封裝基板包括一或多個金屬化層，每個金屬化層包括金屬互連以與RFIC晶粒路由訊號。例如，封裝基板可以包括無芯金屬化基板，該無芯金屬化基板包括更多的金屬化層。在示例性態樣，封裝基板包括一或多個槽形天線，每個槽形天線由佈置在該封裝基板的一或多個金屬化層中的槽形成並且可耦合到RFIC晶粒以接收和輻射RF訊號。該槽形天線包括佈置在該封裝基板中的至少一個金屬化層中的導電槽。作為實例，導電槽可以完全穿過封裝基板並且在與封裝基板中的金屬化層的平面正交的方向上延伸。為了形成導電槽，可以在（諸）金屬化層中形成槽，從而在該槽內的（諸）金屬化層中形成一或多個內側壁。隨後，可以將金屬材料佈置在槽的（諸）內側壁上以在該槽中形成一或多個分開的天線元件，這些天線元件彼此未實體耦合。因此，在槽內形成的分開的天

線元件在結構和設計上可類似於貼片天線。該封裝基板中的金屬化層中的金屬互連耦合到該導電槽以向該槽形天線提供天線饋線。例如，佈置在封裝基板中的（諸）金屬化層中的槽可暴露金屬互連的側壁，由於金屬材料佈置在槽的內側壁上，該金屬互連的側壁將導電地耦合到導電槽以形成天線饋線。耦合到天線饋線的天線元件可被電磁地耦合到形成在導電槽中的其他天線元件以提供槽形天線。

【0021】 以此方式，將（諸）槽形天線整合到佈置在IC封裝的封裝基板中的（諸）槽中可以減小IC封裝中提供天線所需的面積。例如，將（諸）槽形天線整合在封裝基板中可以消除對於在IC封裝中提供包含用於提供天線的天線元件的分開的天線基板的需要。替換地，除了在IC封裝中的天線基板中提供的天線元件之外，可採用佈置在封裝基板中的（諸）槽形天線來提供額外天線元件。例如，將槽形天線整合在佈置在封裝基板中的槽中可以促成與包括在分開天線基板中的其他貼片天線的取向正交的取向，以支援不同期望方向上的輻射模式，以達成定向RF效能。

【0022】 在論述包括包含一或多個整合槽形天線（該整合槽形天線由佈置在封裝基板中的相應導電槽形成以支援RF通訊）的封裝基板的IC封裝之前，首先參照圖1A和1B描述在其封裝基板中不包括整合槽形天線的RFIC封裝100形式的IC封裝。下文從圖2A開始論述包括包含一或多個整合槽形天線的封裝基板的IC封裝的實例，該一或多個

整合槽形天線由佈置在封裝基板中的相應導電槽形成以支援RF通訊。

【0023】 就此而言，圖1A和1B分別是RFIC封裝100的側視圖和底視圖，該RFIC封裝100包括支撐用於支援RF通訊的貼片和偶極天線元件的天線基板102。如圖1A中所示，RFIC封裝100包括IC晶粒層106，該IC晶粒層106佈置在水平X-Y水平面中並且包括RFIC晶粒108，該RFIC晶粒108包括（諸）經封裝的RF收發機IC。RFIC晶粒108亦可以包括電源管理IC（PMIC）。IC晶粒層106被安裝到封裝基板110，以向IC晶粒層106提供支撐結構，並且亦提供互連結構以用於將RFIC晶粒108耦合到RFIC封裝100中的其他部件和電路。電磁干擾（EMI）遮罩件109佈置在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毗鄰的金屬化基板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、豎直互連通路（通孔）、跡線、線）以用於提供促成互連的互連結構，以在RFIC晶粒108和RFIC封裝100中的其他部件和電路之間提供電介面。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可形成為層疊在一起的分開的基板層以形成金屬化基板112。一或多個基板金屬化層114亦可形成為重分佈層（RDL）。在該實例中，金屬化基板112耦合到作為封

裝基板 110 的一部分的芯基板 120。芯基板（諸如芯基板 120）是通常較厚並且由堅硬的介電材料製成以防止或減少 RFIC 封裝 100 中的翹曲的基板。芯基板 120 亦包括一或多個金屬化層 122，該一或多個金屬化層 122 包括耦合到豎直互連通路（通孔）126（例如，金屬焊柱）的金屬互連 124，該通路 126 耦合到毗鄰金屬化基板 112 中的金屬互連 116 以提供金屬化基板 112 與芯基板 120 之間的電連通性。

【0024】 繼續參照圖 1A，RFIC 封裝 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 耦合到芯基板 120 以使得芯基板 120 在 Z 軸方向上佈置在天線基板 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，該一或多個金屬化層 128 包括耦合到通孔 132 的金屬互連 130，該通孔 132 耦合到芯基板 120 中的金屬互連 124。在該實例中，天線基板 102 包括四（4）個天線元件 134(1)-134(4)，這些天線元件經由天線元件 134(1)-134(4) 與相應金屬化基板 112、芯基板 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，每個天線元件 134(1)-134(4) 包括：與芯基板 120 毗鄰的偶極天線 136(1)-136(4) 和佈置在相應偶極天線 136(1)-136(4) 下方的貼片天線 138(1)-138(4)。這是為了提供不同的定向 RF 效能。例如，貼片天線 138(10)-138(4) 可以是低剖面結構，其具有主要在 RFIC 封裝 100 中的 X 軸方向上的相應輻射模式方向 140(1)-140(4)，如在圖 1B 中所示。偶

極天線 136(1)-136(4)的輻射模式方向 142(1)-142(4)可以主要在RFIC封裝100中的Y軸方向上，如圖1B中所示。然而，偶極天線 136(1)-136(4)和貼片天線 138(1)-138(4)皆不能提供取向在RFIC封裝100的Z軸方向上的輻射模式。因此，這可能要求在RFIC封裝100的未圖示的其他區域中佈置額外的天線元件以提供期望RF定向效能。然而，這可能以增大RFIC封裝100的大小和複雜性為代價，這對於某些應用來說可能是不期望或不可行的。

【0025】 圖2A和2B分別是包括封裝基板202的示例性IC封裝200的側視圖和底視圖，該封裝基板202具有一或多個整合槽形天線204以支援RF訊號通訊。在該實例中，如圖2A和2B中所示，四(4)個槽形天線204(1)-204(4)佈置並且整合在封裝基板202中。例如，槽形天線204(1)-204(4)可被設計成用於毫米波(mmWave)接收，包括第五代(5G)新無線電(NR)頻譜中的RF訊號。注意，IC封裝200不限於具有少於或多於四(4)個槽形天線204。在該實例中，槽形天線204(1)-204(4)佈置在封裝基板202的金屬化基板206、芯基板208和天線基板210中並且穿過金屬化基板206、芯基板208和天線基板210。在該實例中，槽形天線204(1)-204(4)由佈置在金屬化基板206、芯基板208和天線基板210中的相應導電槽212(1)-212(4)形成，該相應導電槽212(1)-212(4)經由相應天線饋線214(1)、214(2)(見圖2A)耦合到RFIC

晶粒 216 以支援 RF 通訊。在一實例中，導電槽是佈置在具有給定內部寬度（例如，內徑或內部距離）的（諸）基板中的實體槽（例如，孔），並且通常在與內部寬度或內徑正交的長度方向上伸長。金屬材料至少部分地佈置在該槽的一或多個內側壁或表面上以形成導電槽。例如，槽可以是具有內徑的圓柱形孔，其中金屬材料佈置在該孔的內壁的（諸）至少一部分上。在該實例中，由導電槽 212(1)、212(2) 形成的槽形天線 204(1)、204(2) 在與 X 軸方向相比較而言的 Y 軸方向上伸長，如在圖 2A 中所示。在該實例中，槽形天線 204(3)、204(3) 在與槽形天線 204(1)、204(2) 的伸長方向正交的 X 軸方向上伸長。RFIC 晶粒 216 可以經由天線饋線 214(1)-214(4) 將 RF 訊號輻射到相應導電槽 212(1)-212(4)，以從 IC 封裝 200 將 RF 訊號在空中輻射到外部。

【0026】 如圖 2A 中所示，RFIC 封裝 200 在該實例中包括 IC 晶粒層 218，該 IC 晶粒層 218 佈置在水平 X-Y 水平面上並且包括 IC 晶片中的 RFIC 晶粒 216，該 RFIC 晶粒 216 包括（諸）經封裝的 RF 收發機 IC。IC 晶粒層 218 亦可以包括 IC 晶片中的 PMIC 晶粒 220。IC 晶粒層 218 被安裝到或形成在封裝基板 202 上，以向 IC 晶粒層 218 提供支撐結構，並且亦提供互連結構以用於將 RFIC 晶粒 216 和 PMIC 晶粒 220 耦合到 IC 封裝 200 中的其他部件和電路。EMI 遮罩件 222 佈置在 IC 晶粒層 218 中的 RFIC 晶粒 216 和 PMIC 晶粒 220 周圍。

【0027】 在該實例中，圖2A中所示出的天線饋線214(1)、214(2)是形成在金屬化基板206中的基板金屬化層226（亦被稱為「金屬化層226」）中的金屬互連224（例如，焊盤、豎直互連通路（通孔）、跡線、金屬線）。在該實例中，導電槽212(1)-212(4)在示為Z軸方向的方向上完全穿過包括金屬化層226的封裝基板202延伸，該Z軸方向與金屬化基板206、芯基板208和天線基板210的X-Y軸平面正交。如將在下文更詳細論述的，並且如在圖2B中的IC封裝200的底視圖中所示，導電槽212(1)-212(4)是由彼此未實體耦合的分開的天線元件的槽228(1)-228(4)形成的。在槽內形成的分開的天線元件在結構和設計上可類似於貼片天線。作為圖2A中所示的相應天線饋線214(1)、214(2)的金屬互連224耦合到導電槽212(1)、212(2)的天線元件之一，該天線元件可電磁耦合到在其相應導電槽212(1)、212(2)中形成的其他天線元件以提供槽形天線204(1)、204(2)。

【0028】 以此方式，被整合到IC封裝200的封裝基板202（包括金屬化基板206）中的槽形天線204(1)-204(4)可以減小IC封裝200中提供天線所需的面積。例如，將槽形天線204(1)-204(4)整合在封裝基板202中可以消除對於在IC封裝200中提供分開的天線基板（如天線基板210）以提供天線的需要。替換地，如圖2A和2B中的IC封裝200所示，封裝基板202中的槽形天線204(1)-204(4)可被用來提供除了在IC封裝200中的天線基板210中提供的天線

元件之外的額外天線元件。例如，將槽形天線 204(1)-204(4)整合在封裝基板 202中可以促成與包括在天線基板 210中的其他貼片天線 230(1)-230(4)的取向（例如，X軸和Y軸取向）正交的取向（例如，Y軸和Z軸取向），以支援不同期望方向上的輻射模式，以達成定向RF效能。

【0029】 圖2C是圖2A中的封裝基板202的特寫橫截面側視圖，其圖示了封裝基板202和形成在該封裝基板202中的槽形天線204的進一步示例性細節。封裝基板202包括與圖2A中的IC晶粒層218毗鄰的金屬化基板206。金屬化基板206包括複數個基板金屬化層226，每個基板金屬化層226包括形成在其中的相應導電金屬互連224（例如，焊盤、豎直互連通路（通孔）、跡線、金屬線）以用於提供促成互連的導電互連結構，以在圖2A中的IC封裝200中的RFIC晶粒216與IC晶粒層218中的其他部件和電路之間提供電介面。通孔225(1)-225(6)形成在相應基板金屬化層226(1)-226(6)中以在它們的金屬互連224(1)-224(6)之間提供互連。在該實例中，金屬化基板206包括六（6）個基板金屬化層226(1)-226(6)，每個基板金屬化層包括相應金屬互連224(1)-224(6)以促成芯基板208與IC晶粒層218之間的電互連。金屬化基板206可以是無芯基板。基板金屬化層226(1)-226(6)可形成為層疊在一起的分開的基板層以形成金屬化基板206。基板金屬化層226(1)-226(6)中的一者或多者亦可形成

為 RDL。在該實例中，金屬化基板 206 耦合到芯基板 208。芯基板（諸如芯基板 208）是通常較厚並且由堅硬的介電材料製成以防止或減少翹曲的基板。芯基板 208 亦包括一或多個芯金屬化層 232（亦被稱為「金屬化層 232」），該一或多個芯金屬化層 232 亦可以包括耦合到通孔 234（例如，金屬焊柱）的金屬互連，該通孔 234 耦合到金屬化基板 206 中的毗鄰基板金屬化層 226(6)，以在金屬化基板 206 與芯基板 208 之間提供電連通性。

【0030】 繼續參照圖 2C，在該實例中，封裝基板 202 亦包括可任選的天線基板 210。在該實例中，天線基板 210 耦合到芯基板 208 以使得芯基板 208 在 Z 軸方向上佈置在天線基板 210 與金屬化基板 206 之間。天線基板 210 亦包括一或多個金屬化層 236，每個金屬化層 236 包括金屬互連 238（例如，焊盤、豎直互連通路（通孔）、跡線、金屬線），該金屬互連 238 可耦合到通孔 240、240(1) 並且耦合到芯基板 208 中的通孔 234。在該實例中，天線基板 210 包括六（6）個金屬化層 236(1)-236(6)。在該實例中，天線基板 210 包括四（4）個天線元件 242(1)-242(4)，這些天線元件經由天線元件 242(1)-242(4) 與金屬互連 238(1)-238(6)、芯基板 208 中的通孔 234 和金屬化基板 206 中的金屬互連 224(1)-224(6) 之間的互連電耦合到圖 2A 中的 RFIC 晶粒 216。在該實例中，每個天線元件 242(1)-242(4) 包括佈置在作為與芯基板 208 毗鄰的基板天線層的金屬化層 236(5) 中的偶極天線

244(1)-244(4)。天線元件242(1)-242(4)亦包括佈置在金屬化層236(6)中的貼片天線230(1)-230(4)，該金屬化層236(6)作為在Z軸方向上與相應偶極天線244(1)-244(4)毗鄰且在其下方佈置的基板天線層。這是為了提供不同的定向RF效能。例如，貼片天線230(1)-230(4)可以是低剖面結構，其具有主要在X軸方向上的相應輻射模式方向，如圖2C中所示。偶極天線244(1)-244(4)的輻射模式方向可以主要在Y軸方向上，如圖2C中所示。然而，偶極子天線244(1)-244(4)或貼片天線230(1)-230(4)皆不能提供如由槽形天線204(1)-204(4)提供的在封裝基板202的Z軸方向上取向的輻射模式。

【0031】 圖2D是圖2A和2C中的封裝基板202的另一特寫橫截面側視圖，以圖示和論述圖2A中的IC封裝200中的槽形天線204(1)-204(4)的進一步示例性細節。注意，在圖2D中，僅示出槽形天線204(1)。然而，以下關於槽形天線204(1)的示例性細節的論述亦同樣適用於圖2B中的槽形天線204(2)-204(4)。

【0032】 就此而言，在該實例中，參照圖2D並且使用槽形天線204(1)作為實例，該槽形天線204(1)包括由槽246(1)形成的穿過整個封裝基板202延伸的導電槽212(1)。這亦在圖3中的導電槽212(1)的頂視圖中示出。在該實例中，槽246(1)在Z軸方向上穿過金屬化基板206、芯基板208和天線基板210延伸。如圖2D中所示，

槽 246(1) 在與金屬化基板 206 中的金屬化層 226 的平面 (X-Y 平面) 正交的高度或 Z 軸方向上伸長。如圖 3 中所示, 槽 246(1) 亦在與金屬化基板 206 中的金屬化層 226 的平面 (X-Y 平面) 平行的深度或 Y 軸上伸長。因此, 槽 246(1) 在 Y-Z 平面上伸長, 如圖 2D 和 3 中所示。然而注意, 不需要槽 246(1) 穿過整個封裝基板 202 延伸, 該封裝基板 202 包括金屬化基板 206 的基板金屬化層 226(1)-226(6) 中的每一者、芯基板 208 的芯金屬化層 232、及 / 或天線基板 210 的金屬化層 236(1)-236(6) 中的每一者。例如, 穿過整個封裝基板 202 延伸的槽 246(1) 可以僅穿過金屬化基板 206、芯基板 208 及 / 或天線基板 210 的金屬化層 226、232、236 的一部分或全部。在該實例中, 在封裝基板 202 中形成的槽 246(1) 形成側壁 248(1)、248(2)。這是槽 246(1) 在 Z 軸方向上穿過整個封裝基板 202 延伸從而在封裝基板 202 中的彼此相對側形成第一和第二開口 250(1)、250(2) 的結果, 該第一和第二開口 250(1)、250(2) 位於槽 246(1) 的第一端 252(1) 和與第一端 252(1) 相對的第二端 252(2)。在該實例中, 開口 250(1) 形成在金屬化基板 206 中, 並且第二開口 250(2) 形成在天線基板 210 中作為穿過封裝基板 202 形成槽 246(1) 的結果。金屬材料 254(1)、254(2) 被佈置在相應側壁 248(1)、248(2) 上, 該側壁 248(1)、248(2) 由形成穿過封裝基板 202 的槽 246(1) 而形成, 以形成導電側壁 258(1)、258(2)。例如, 金屬材料 254(1)、254(2) 可

以是銅。此外，作為實例，亦可以在金屬材料 254(1)、254(2)上鍍覆金屬鍍層材料（諸如 NiAu（鎳金）），以保護金屬材料 254(1)、254(2)表面不被氧化。在該實例中，金屬材料 254(1)不接觸金屬材料 254(2)，並且是槽 246(1)成為具有將側壁 248(1)、248(2)分開的開口 250(1)、250(2)的開口槽的結果。在該實例中，導電側壁 258(1)、258(2)形成類貼片天線的相應天線元件 260(1)、260(2)。例如，當金屬材料 254(1)、254(2)佈置在相應側壁 248(1)、248(2)上時，彎曲的類金屬貼片天線元件 260(1)、260(2)（圖 3 中所示）在該實例中在槽 246(1)的在 Z 軸方向上穿過封裝基板 202 延伸的每一側上形成。

【0033】 當在封裝基板 202 中形成槽 246(1)時，可暴露（諸如在金屬化基板 206 中的）金屬互連 224。金屬化基板 206 可被設計成使得在形成槽 246(1)時金屬互連 224 鄰近且暴露於側壁 248(2)。以此方式，佈置在側壁 248(2)上的金屬材料 254(2)將導電地耦合到經暴露的金屬互連 224 以使得金屬互連 224 可以形成天線饋線 214。例如，金屬互連 224 作為天線饋線 214 可隨後導電地耦合經由金屬化基板層 226 並耦合到圖 2A 中的 RFIC 晶粒 216。以此方式，導電槽 212(1)形成了用於 RFIC 晶粒 216 的天線。在該實例中，天線元件 260(1)的金屬材料 254(1)不直接與作為天線饋線 214 的金屬互連 224 接觸。這亦在圖 3 中的導電槽 212(1)的頂視圖中示出。然而，與由導電槽 212(1)

形成的天線元件260(2)毗鄰的天線元件260(1)例如在天線元件260(2)被來自RFIC晶粒216的電流激勵時可電磁(EM)耦合到天線元件260(2)。以此方式，導電槽212(1)的天線元件260(1)、260(2)形成天線，該天線可經由金屬化基板206耦合到RFIC晶粒216，而無需在天線基板(如圖2D中的天線基板210)中佈置分開的天線元件。

【0034】 注意，儘管封裝基板202包括分開的天線基板210，但這不是所要求的。如前所論述的，在該實例中，提供了分開的天線基板210以支援其他天線。亦應注意，在該實例中，導電槽212(1)穿過金屬化基板206、芯基板208和天線基板210中的每一者延伸。這不是所要求的。導電槽212(1)可部分地佈置在封裝基板202中。例如，導電槽212(1)可以部分地或完全地佈置在金屬化基板206、芯基板208和天線基板210中的一者或多者中。此外，天線饋線214可被提供作為芯基板208中的金屬互連或天線基板210中的金屬互連234。此外，導電槽212(1)可以具有由金屬化基板206、芯基板208及/或天線基板210中的金屬互連224、234形成的多個天線饋線。

【0035】 存在將槽形天線整合到封裝基板中的各種方式，可以形成和製造諸如整合在圖2A至2D中的IC封裝200中的封裝基板202中的槽形天線204(1)-204(4)。圖4是圖示用於製造槽形天線(諸如槽形天線204(1)-204(4))的示例性程序400的流程圖，該槽形天線整合在封裝基板(諸如圖2A-2D中的IC封裝200中的封裝基板202)中。圖4

中的程序400關於圖2A至2D中的封裝基板202作為實例來論述。

【0036】 就此而言，程序400包括：形成一或多個金屬化層226(1)-226(6)、232、236(1)-236(6)，每個金屬化層包括一或多個相應金屬互連224、234、238（圖4中的方塊402）。注意，所形成的金屬化層可以包括來自相應金屬化基板206、芯基板208、和天線基板210中的金屬化層226(1)-226(6)、232、236(1)-236(6)中的任何或所有的金屬化層。隨後，程序400包括：形成佈置在一或多個基板金屬化層226(1)-226(6)、232、236(1)-236(6)之中的至少一個金屬化層226、232、236中的導電槽212，以形成槽形天線204（圖4中的方塊404）。隨後，程序400包括：將至少一個天線饋線214耦合到導電槽212，該天線饋線214包括在至少一個金屬化層226、232、236的一或多個金屬互連224之中的至少一個金屬互連224（圖4中的方塊406）。

【0037】 其他製造方法亦是有可能的。例如，圖5A至圖5E分別圖示了在製造具有整合槽形天線的封裝基板期間的示例性製造階段500A至500E，包括但不限於圖2A至圖2D中的封裝基板202中的槽形天線204(1)-204(4)。圖6A和圖6B是圖示用於根據圖5A至圖5E中的製造階段500A至500E來製造具有整合槽形天線的封裝基板的示例性程序600的流程圖。現在將關於圖2A至圖2D中的封裝基板

202 作為示例來論述根據圖 6 A 至圖 6 B 中的示例性製造程序 600 的圖 5 A 至圖 5 E 中的製造階段 500 A 至 500 E。

【0038】 就此而言，圖 6 A 中的程序 600 中的第一示例性步驟是要形成芯基板 208（圖 6 A 中的方塊 602）。這在圖 5 A 中的示例性製造階段 500 A 中示出。芯基板 208 可以由介電層 504 中的強介電材料 502 形成，該介電層 504 具有期望堅硬度以抵抗彎曲或翹曲。在介電層 504 中形成金屬互連 234 以支撐金屬互連以及與芯基板 208 接觸佈置的其他基板。

【0039】 在圖 6 A 中的程序 600 中的下一示例性步驟中，在芯基板 208 上形成相應金屬化基板 206 和天線基板 210 的基板金屬化層 226 和金屬化層 236，如圖 5 B 中的示例性製造階段 500 B 中所示（圖 6 A 中的方塊 604）。額外的基板金屬化層 226(2)、226(3) 和金屬化層 236(2)、236(3) 形成在芯基板 208 上的先前形成的基板金屬化層 226 和金屬化層 236 上，直到金屬化基板 206 和天線基板 210 由期望數目個基板金屬化層 226 和金屬化層 236 形成，如製造階段 500 C 中所示（圖 6 C 中的方塊 606）。可以依須求形成任意數目的基板金屬化層 226 和金屬化層 236，以形成金屬化基板 206 和天線基板 210。例如，金屬化基板 206 和天線基板 210 的金屬化層 226 和金屬化層 236 可被形成為分開的層，這些分開的層形成且層疊到芯基板 208 及 / 或相互形成且層壓。替換地，金屬化層 226 和金屬化層 236 中的一些或全部金屬化層可以經由形成 RDL 來形成。

【0040】 程序 600 中的下一示例性步驟涉及在經由圖 6 A 中的程序步驟 602 至 606（如在圖 5 A 至 5 C 中的製造階段 500 A 至 500 C 中所示）形成的封裝基板 202 中形成槽 246(1)-246(4)。如先前所論述的，在此實例中，在 Z 軸方向上在封裝基板 202 中及/或穿過封裝基板 202 形成槽 246(1)-246(4) 以形成導電槽 212(1)-212(4)，以形成整合天線元件以在 IC 封裝 200 中提供天線。如圖 5 D 中的製造階段 500 D 所示，槽 246(1)-246(4) 可以使用鑽子 506 在封裝基板 202 中鑽出開口來形成（圖 6 B 中的方塊 608）。鑽子 506 的鑽頭 508 可以與要在封裝基板 202 中形成的槽 246(1)-246(4) 的期望位置對準。隨後可以為鑽子 506 供電以使鑽頭 508 向下旋轉到封裝基板 202 中，以在封裝基板 202 中形成槽 246(1)-246(4)。

【0041】 隨後，如先前所論述的並且如圖 5 B 中的製造階段 500 E 中所示，在封裝基板中形成導電槽 212(1)、212(2)（圖 6 B 中的方塊 610）。在圖 2 A 至 2 D 的封裝基板 202 中，實際上有四（4）個導電槽 212(1)-212(4)。然而，在圖 5 E 中的製造階段 500 E 中僅圖示導電槽 212(1)、212(2)。金屬材料 254(1)-254(4) 佈置在導電槽 212(1)、212(2) 中以形成導電側壁 258(1)-258(4)。例如，金屬材料 254(1)-254(4) 可以是銅。此外，作為實例，金屬鍍層材料 510(1)-510(4)（諸如 NiAu），亦可被鍍敷在相應金屬材料 254(1)-254(4) 上以保護金屬材料 254(1)-254(4) 表面不被氧化。當在封裝基板 202 中形成

槽 246(1)、246(2)時，（諸如金屬化基板 206 中的）金屬互連 224 可被暴露。金屬化基板 206 可被設計成使得在形成槽 246(1)、246(2)時，金屬互連 224 鄰近且暴露於側壁 248(2)、248(3)。以此方式，佈置在側壁 248(2)、248(3)上的金屬材料 254(2)、254(3)將導電地耦合到經暴露的金屬互連 224，以使得金屬互連 224 可以形成天線饋線 214(1)、214(2)。以此方式，導電槽 212(1)、212(2)形成用於圖 2A 中的 RFIC 晶粒 216 的槽形天線 204(1)、204(2)。

【0042】 應注意，以上所論述的（諸）槽形天線可被形成且佈置在佈置在封裝基板（諸如圖 2A 中的封裝基板 202）的任何金屬化層中的槽中。（諸）槽形天線可被形成且佈置在與 IC 晶粒層（諸如 IC 晶粒層 218）、芯基板（諸如芯基板 208）和天線基板（諸如天線基板 210）毗鄰的金屬化基板中。

【0043】 可以在包括 RFIC 封裝的 IC 封裝中提供以支援 RF 訊號通訊的具有一或多個整合槽形天線的封裝基板（包括但不限於圖 2A 至 2D 中且根據圖 4 至 6B 中的任何製造程序的封裝基板）可以在任何無線通訊設備及/或基於處理器的設備中被提供或被整合到上述設備中。不作為限定的實例包括：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、對話啟動協定（SIP）電話、平板設備、平板手機、伺服器、電腦、可

攜式電腦、行動計算裝置、可穿戴計算設備（例如，智慧手錶、健康或健身追蹤器、眼鏡，等等）、桌上型電腦、個人數位助理（PDA）、監視器、電腦監視器、電視機、調諧器、無線電、衛星無線電、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、數位視訊碟（DVD）播放機、可攜式數位視訊播放機、汽車、車載部件、航空電子系統、無人機、以及多旋翼飛行器。

【0044】 圖7圖示了包括從一或多個IC 702形成的RF部件的示例性無線通訊設備700，其中任何IC 702可被包括在RFIC封裝703中，該RFIC封裝703採用具有一或多個整合槽形天線的封裝基板來支援RF訊號通訊，包括但不限於圖2A至2D中以及根據圖4至6B中的任何製造程序的封裝基板。作為實例，無線通訊設備700可以包括或設在任何上述設備中。如圖7中所示，無線通訊設備700包括收發機704和資料處理器706。資料處理器706可包括記憶體以儲存資料和程式碼。收發機704包括支援雙向通訊的發射器708和接收器710。一般而言，無線通訊設備700可包括用於任意數目的通訊系統和頻帶的任意數目的發射器708及/或接收器710。收發機704的全部或一部分可被實現在一或多個類比IC、RFIC、混合訊號IC等上。

【0045】 發射器708或接收器710可使用超外差式架構或直接變頻式架構來實現。在超外差式架構中，訊號在RF和基頻之間多級變頻，例如對於接收器710而言，在一級中

從 R F 到中頻 (I F)，隨後在另一級中從 I F 到基頻。在直接變頻式架構中，訊號在一級中在 R F 和基頻之間變頻。超外差式以及直接變頻式架構可以使用不同的電路塊及 / 或具有不同的要求。在圖 7 中的無線通訊設備 700 中，發射器 708 和接收器 710 用直接變頻式架構來實現。

【0046】 在發射路徑中，資料處理器 706 處理要被傳送的資料並且向發射器 708 提供 I 和 Q 類比輸出訊號。在示例性無線通訊設備 700 中，資料處理器 706 包括數位類比轉換器 (D A C) 712(1)、712(2) 以將由資料處理器 706 產生的數位訊號轉換成 I 和 Q 類比輸出訊號 (例如，I 和 Q 輸出電流) 以供進一步處理。

【0047】 在發射器 708 內，低通濾波器 714(1)、714(2) 分別對 I 和 Q 類比輸出訊號進行濾波以移除由在前的數位類比轉換引起的不期望訊號。放大器 (A M P) 716(1)、716(2) 分別放大來自低通濾波器 714(1)、714(2) 的訊號並且提供 I 和 Q 基頻訊號。升頻轉換器 718 經由混頻器 720(1)、720(2) 用來自發射 (T X) 本端振盪器 (L O) 訊號產生器 722 的 I 和 Q T X L O 訊號來升頻轉換 I 和 Q 基頻訊號，以提供經升頻轉換訊號 724。濾波器 726 對經升頻轉換訊號 724 進行濾波以移除由升頻轉換引起的不期望訊號以及接收頻帶中的雜訊。功率放大器 (P A) 728 放大來自濾波器 726 的經升頻轉換訊號 724，以獲得期望的輸出功率位準並提供發射 R F 訊號。該發射 R F 訊號被路由經過雙工器或開關 730 並經由天線 732 被發射。

【0048】 在接收路徑中，天線 732 接收由基地台傳送的訊號並提供收到 RF 訊號，該收到 RF 訊號被路由經過雙工器或開關 730 並被提供給低雜訊放大器（LNA）734。雙工器或開關 730 被設計成用特定的接收（RX）與 TX 雙工器頻率分隔來操作，使得 RX 訊號與 TX 訊號隔離。該收到 RF 訊號由 LNA 734 放大並且由濾波器 736 濾波，以獲得期望的 RF 輸入訊號。降頻轉換混頻器 738(1)、738(2) 將濾波器 736 的輸出與來自 RX LO 訊號產生器 740 的 I 和 Q RX LO 訊號（亦即，LO_I 和 LO_Q）進行混頻以產生 I 和 Q 基頻訊號。I 和 Q 基頻訊號由 AMP 742(1)、742(2) 放大並且進一步由低通濾波器 744(1)、744(2) 濾波以獲得 I 和 Q 類比輸入訊號，該 I 和 Q 類比輸入訊號被提供給資料處理器 706。在該實例中，資料處理器 706 包括類比數位轉換器（ADC）746(1)、746(2) 以將類比輸入訊號轉換成要進一步由資料處理器 706 處理的數位訊號。

【0049】 在圖 7 的無線通訊設備 700 中，TX LO 訊號產生器 722 產生用於升頻轉換的 I 和 Q TX LO 訊號，而 RX LO 訊號產生器 740 產生用於降頻轉換的 I 和 Q RX LO 訊號。每個 LO 訊號是具有特定基頻的週期性訊號。TX 鎖相迴路（PLL）電路 748 從資料處理器 706 接收定時資訊，並且產生用於調整來自 TX LO 訊號產生器 722 的 TX LO 訊號的頻率及 / 或相位的控制訊號。類似地，RX PLL 電路 750 從資料處理器 706 接收定時資訊，並且產生用於調整來自 RX

L O 訊號產生器 7 4 0 的 R X L O 訊號的頻率及 / 或相位的控制訊號。

【0050】 圖 8 圖示了基於處理器的系統 8 0 0 的實例。基於處理器的系統 8 0 0 的部件是 I C 8 0 2 。基於處理器的系統 8 0 0 中的一些或全部 I C 8 0 2 可被提供為 I C 封裝 8 0 4 ，該 I C 封裝 8 0 4 採用具有一或多個整合槽形天線以支援 R F 訊號通訊的封裝基板，包括但不限於圖 2 A 至 2 D 中以及根據圖 4 至 6 B 中的任何製造程序並且根據本文公開的任何態樣的封裝基板。在該實例中，基於處理器的系統 8 0 0 可被形成為 I C 封裝 8 0 4 ，作為片上系統（ S o C ） 8 0 6 。基於處理器的系統 8 0 0 包括 C P U 8 0 8 ， C P U 8 0 8 包括一或多個處理器 8 1 0 ，這些處理器 8 1 0 亦可被稱為 C P U 核或處理器核。 C P U 8 0 8 可具有被耦合到 C P U 8 0 8 以用於對臨時儲存的資料進行快速存取的快取緩衝記憶體 8 1 2 。 C P U 8 0 8 耦合到系統匯流排 8 1 4 ，且可相互耦合被包括在基於處理器的系統 8 0 0 中的主設備和從設備。如所熟知地， C P U 8 0 8 經由在系統匯流排 8 1 4 上交換位址、控制和資料資訊來與這些其他設備通訊。例如， C P U 8 0 8 可以向作為從設備的實例的記憶體控制器 8 1 6 傳達匯流排事務請求。儘管在圖 8 中未圖示，但可提供多個系統匯流排 8 1 4 ，其中每個系統匯流排 8 1 4 構成不同的結構。

【0051】 其他主設備和從設備可以連接到系統匯流排 8 1 4 。如圖 8 中所圖示的，作為實例，這些設備可以包括包含記憶體控制器 8 1 6 和（諸）記憶體陣列 8 1 8 的記憶體系統

820、一或多個輸入裝置822、一或多個輸出設備824、一或多個網路周邊設備826、以及一或多個顯示控制器828。記憶體系統820、該一或多個輸入裝置822、該一或多個輸出設備824、該一或多個網路周邊設備826、以及該一或多個顯示控制器828中的每一者可以在相同或不同的IC封裝中提供。(諸)輸入裝置822可以包括任何類型的輸入裝置,包括但不限於輸入鍵、開關、語音處理器等。(諸)輸出設備824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。(諸)網路周邊設備826可以是配置成允許往來於網路830的資料交換的任何設備。網路830可以是任何類型的網路,包括但不限於有線或無線網路、私有或公共網路、區域網路(LAN)、無線區域網路(WLAN)、廣域網(WAN)、藍芽™網路、以及網際網路。(諸)網路周邊設備826可被配置成支援所期望的任何類型的通訊協定。

【0052】 CPU 808亦可被配置成經由系統匯流排814存取(諸)顯示控制器828以控制發送給一或多個顯示器832的資訊。(諸)顯示控制器828經由一或多個視訊處理器834向(諸)顯示器832發送要顯示的資訊,視訊處理器834將要顯示的資訊處理成適於(諸)顯示器832的格式。作為實例,(諸)顯示控制器828和(諸)視訊處理器834可被包括作為IC封裝804和相同或不同IC封裝,並且在包含CPU 808的相同或不同IC封裝中。(諸)顯示器832可以包括任何類型的顯示器,包括但不限於陰極射線管

(C R T) 、 液 晶 顯 示 器 (L C D) 、 電 漿 顯 示 器 、 發 光 二 極 體 (L E D) 顯 示 器 等 。

【0053】 本發明所屬領域中具有通常知識者將進一步領會，結合本文所揭示的諸態樣描述的各種說明性邏輯區塊、模組、電路和演算法可被實現為電子硬體、儲存在記憶體中或另一電腦可讀取媒體中並由處理器或其他處理設備執行的指令、或這兩者的組合。本文所揭示的記憶體可以是任何類型和大小的記憶體，並且可被配置成儲存所期望的任何類型的資訊。為了清楚地圖示這種可互換性，各種說明性部件、方塊、模組、電路和步驟在上文已經以其功能性的形式一般性地作了描述。此類功能性如何被實現取決於具體應用、設計選擇、及/或加諸於整體系統上的設計約束。具有通常知識者可針對每種特定應用以不同方式來實現所描述的功能性，但此類實現決策不應被解讀為致使脫離本案的範疇。

【0054】 結合本文所揭示的各態樣描述的各種說明性邏輯區塊、模組、以及電路可用被設計成執行本文所描述的功能的處理器、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裝置、個別閘或電晶體邏輯、個別的硬體部件、或其任何組合來實現或執行。處理器可以是微處理器，但在替換方案中，處理器可以是任何習知處理器、控制器、微控制器或狀態機。處理器亦可以被實現為計算設備的組

合（例如 DSP 與微處理器的組合、複數個微處理器、與 DSP 核協調的一或多個微處理器、或任何其他此類配置）。

【0055】 本文所揭示的各態樣可被體現在硬體和儲存在硬體中的指令中，並且可常駐在例如隨機存取記憶體（RAM）、快閃記憶體、唯讀記憶體（ROM）、電可程式設計 ROM（EPROM）、電子可抹除可程式設計 ROM（EEPROM）、暫存器、硬碟、可移除磁碟、CD-ROM、或本發明所屬領域中所知的任何其他形式的電腦可讀取媒體中。示例性儲存媒體被耦合到處理器，以使得處理器能從/向該儲存媒體讀取和寫入資訊。在替換方案中，儲存媒體可被整合到處理器。處理器和儲存媒體可常駐在 ASIC 中。ASIC 可常駐在遠程站中。在替換方案中，處理器和儲存媒體可作為個別部件常駐在遠端站、基地台或伺服器中。

【0056】 亦注意到，本文任何示例性態樣中所描述的操作步驟是為了提供實例和論述而被描述的。所描述的操作可按除了所圖示的順序之外的眾多不同順序來執行。此外，在單個操作步驟中描述的操作實際上可在多個不同步驟中執行。另外，可組合示例性態樣中論述的一或多個操作步驟。應理解，如對本發明所屬領域中具有通常知識者顯而易見地，在流程圖中圖示的操作步驟可進行眾多不同的修改。本發明所屬領域中具有通常知識者亦將理解，可使用各種不同技術和技藝中的任何一種來表示資訊和訊號。例如，貫穿上面說明始終可能被述及的資料、指令、命令、

資訊、訊號、位元、符號和碼片可由電壓、電流、電磁波、磁場或磁粒子、光場或光粒子、或其任何組合來表示。

【0057】 提供對本案的先前描述是為使得本發明所屬領域中任何具有通常知識者皆能夠製作或使用本案。對本案的各種修改對於本發明所屬領域中具有通常知識者將是顯而易見的，並且本文中所定義的普適原理可被應用於其他變形。由此，本案並非意欲被限定於本文中所描述的實例和設計，而是應被授予與本文中所揭示的原理和新穎特徵一致的最廣義的範疇。

【0058】 在以下經編號態樣/條款中描述了各實現實例：

1. 一種封裝基板，其包括：

一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連；及

槽形天線，其包括：

導電槽，其被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中；及

至少一個天線饋線，其包括耦合到該導電槽的該一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連。

2. 如條款1的封裝基板，其中該導電槽被配置成輻射從該至少一個天線饋線接收到的射頻（RF）訊號。

3. 如條款1和2中任一項的封裝基板，其中：

該導電槽包括：

包括佈置在該至少一個金屬化層中的至少一個側壁的槽；及

佈置在該至少一個側壁上的金屬材料；並且
該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連中的該至少一個金屬互連被耦合到該金屬材料。

4. 如條款 3 的封裝基板，其中該槽沿與該至少一個金屬化層的平面平行的軸伸長；

該導電槽被配置成在與該槽的伸長方向正交的方向上輻射射頻（R F）訊號。

5. 如條款 1 至 4 中任一項的封裝基板，其中：

該導電槽包括槽，該槽包括：

第一導電側壁，其包括：

佈置在該至少一個金屬化層中的第一側壁；及

佈置在第一側壁上的第一金屬材料；及

第二導電側壁，其包括：

佈置在該至少一個金屬化層中的第二側壁，第二側壁與第一側壁毗鄰；及

佈置在第二側壁上的第二金屬材料；並且

該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連中的至少一個金屬互連被耦合到第一金屬材料。

6. 如條款 5 的封裝基板，其中第一金屬材料未實體耦合到第二金屬材料。

7. 如條款 5 和 6 中任一項的封裝基板，其中第二導電側壁被配置成回應於射頻（R F）訊號而電磁耦合到第一導電側壁。

8. 如條款 1 至 7 中任一項的封裝基板，其中該導電槽包括：

第一端，其與該一或多個金屬化層中的第一開口毗鄰佈置；及

與第一端相對的第二端，第二端與該一或多個金屬化層中的第二開口毗鄰。

9. 如條款 1 至 8 中任一項的封裝基板，其中：

該一或多個金屬化層各自在第一軸上伸長；及

該導電槽在與第一軸正交的方向上佈置在該至少一個金屬化層中。

10. 如條款 1 至 9 中任一項的封裝基板，其中：

該一或多個金屬化層包括複數個金屬化層；並且

該導電槽佈置在該複數個金屬化層中的至少兩（2）個金屬化層中。

11. 如條款 1 至 10 中任一項的封裝基板，其中：

該一或多個金屬化層包括複數個金屬化層；並且

該導電槽穿過該複數個金屬化層之之每一者金屬化層佈置。

12. 如條款 1 至 11 中任一項的封裝基板，進一步包括金屬化基板，該金屬化基板包括該一或多個金屬化層，每個金屬化層包括該一或多個金屬互連。

13. 如條款 12 的封裝基板，進一步包括與該金屬化基板毗鄰佈置的芯基板，

該芯基板包括芯金屬化層，該芯金屬化層包括與該金屬化基板中的該一或多個金屬互連耦合的一或多個金屬互連。

14. 如條款 12 和 13 中任一項的封裝基板，進一步包括天線基板，該天線基板包括一或多個天線元件，每個天線元件耦合到該金屬化基板中的該一或多個金屬互連之中的金屬互連。

15. 如條款 14 的封裝基板，其中該一或多個天線元件包括一或多個貼片天線。

16. 如條款 14 的封裝基板，其中該一或多個天線元件包括一或多個偶極天線。

17. 如條款 14 的封裝基板，其中該一或多個天線元件包括：佈置在該天線基板中的第一基板天線層中的一或多個貼片天線；及

佈置在該天線基板中的第二基板天線層中的一或多個偶極天線，第二基板天線層與第一基板天線層毗鄰。

18. 如條款 1 至 17 中任一項的封裝基板，進一步包括：

第二槽形天線，其包括：

第二導電槽，其被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中；及

至少一個第二天線饋線，其包括耦合到第二導電槽的該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連之中的至少一個第二金屬互連。

19. 如條款 18 的封裝基板，其中：

該導電槽在第一方向上伸長；並且

第二導電槽在與第一方向正交的第二方向上伸長。

20. 如條款 1 至 19 中任一項的封裝基板，其中該槽形天線包括 5 G 天線。

21. 如條款 1 至 20 中任一項的封裝基板，其中該封裝基板被整合到選自包括以下各項的組的設備中：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、智慧型電話、對話啟動協定（SIP）電話、平板設備、平板手機、伺服器、電腦、可攜式電腦、行動計算裝置、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、電視機、調諧器、無線電、衛星無線電、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、數位視訊碟（DVD）播放機，可攜式數位視訊播放機、汽車、車載部件、航空電子系統、無人機、以及多旋翼飛行器。

22. 一種在封裝基板中形成整合槽形天線的方法，包括：形成一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連；

形成被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中的導電槽以形成槽形天線；及

耦合至少一個天線饋線，該至少一個天線饋線包括耦合到該導電槽的該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連。

23. 如條款 22 的方法，其中：

形成該導電槽包括：

在開口中且在該至少一個金屬化層中形成槽以在該槽中形成至少一個側壁；及

在該開口中且在至少一個側壁上佈置金屬材料以在該槽中形成導電側壁；並且

耦合該至少一個天線饋線包括：

將該至少一個天線饋線耦合到佈置在該槽的該至少一個側壁上的該金屬材料。

24. 如條款23的方法，其中在該至少一個金屬化層中形成該槽包括：穿過該至少一個金屬化層之之每一者金屬化層形成該槽以在該槽中形成該至少一個側壁。

25. 如條款23和24中任一項的方法，其中形成該槽包括在該開口中且在該至少一個金屬化層中進行鑽孔。

26. 如條款22至25中任一項的方法，其中：

形成該導電槽包括：

在該至少一個金屬化層中形成開口；

穿過該開口並且穿過該至少一個金屬化層形成槽，以形成穿過該至少一個金屬化層的第一側壁和穿過該至少一個金屬化層與第一側壁毗鄰佈置的第二側壁；

在該開口中且在第一側壁上佈置第一金屬材料以在該槽中形成第一導電側壁；及

在該開口中且在第二側壁上佈置第二金屬材料以在該槽中形成第二導電側壁；並且

耦合該至少一個天線饋線包括：

將該至少一個天線饋線耦合到佈置在該槽的第一側壁上的第一金屬材料。

27. 如條款22至25中任一項的方法，其中：

形成該一或多個金屬化層包括在金屬化基板中形成該一或多個金屬化層；並且

進一步包括：

將芯基板耦合到該金屬化基板；及

將天線基板耦合到該芯基板；並且

其中：

形成該導電槽包括：

穿過該金屬化基板中的該一或多個金屬化層之中的該至少一個金屬化層、該芯基板和該天線基板形成槽以在該槽中形成至少一個側壁；及

在開口中且在該至少一個側壁上佈置金屬材料以在該槽中形成導電側壁。

28. 一種積體電路（IC）封裝，包括：

封裝基板，其包括：

金屬化基板，其包括一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連；及

槽形天線，其包括：

導電槽，其被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中；及

至少一個天線饋線，其包括耦合到該導電槽的該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連；及

耦合到該封裝基板的 IC 晶粒層，該 IC 晶粒層包括射頻（RF）IC（RFIC）晶粒，該 RFIC 晶粒包括多個晶粒互連；並且

該多個晶粒互連之中的至少一個晶粒互連被耦合到該槽形天線的該至少一個天線饋線。

29. 如條款 28 的 IC 封裝，其中該導電槽被配置成輻射從來自該 RFIC 晶粒的該至少一個天線饋線接收到的 RF 訊號。

30. 如條款 28 和 29 中任一項的 IC 封裝，其中：

該導電槽包括：

包括佈置在該至少一個金屬化層中的至少一個側壁的槽；及

佈置在該至少一個側壁上的金屬材料；並且

該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連中的該至少一個金屬互連被耦合到該金屬材料。

31. 如條款 28 至 30 中任一項的 IC 封裝，其中該封裝基板進一步包括金屬化基板，該金屬化基板包括該一或多個金屬化層，每個金屬化層包括該一或多個金屬線。

32. 如條款 31 的 IC 封裝，其中該封裝基板進一步包括與該金屬化基板毗鄰佈置的芯基板，

該芯基板包括芯金屬化層，該芯金屬化層包括與該金屬化基板中的該一或多個金屬互連耦合的一或多個金屬互連。

3 3 . 如 條 款 3 1 和 3 2 的 封 裝 基 板 ， 其 中 該 封 裝 基 板 進 一 步 包 括 天 線 基 板 ， 該 天 線 基 板 包 括 一 或 多 個 天 線 元 件 ， 每 個 天 線 元 件 耦 合 到 該 金 屬 化 基 板 中 的 該 一 或 多 個 金 屬 互 連 之 中 的 金 屬 互 連 。

3 4 . 如 條 款 3 3 的 I C 封 裝 ， 其 中 該 一 或 多 個 天 線 元 件 包 括 ： 佈 置 在 該 天 線 基 板 中 的 第 一 基 板 天 線 層 中 的 一 或 多 個 貼 片 天 線 ； 及

佈 置 在 該 天 線 基 板 中 的 第 二 基 板 天 線 層 中 的 一 或 多 個 偶 極 天 線 ， 第 二 基 板 天 線 層 與 第 一 基 板 天 線 層 毗 鄰 。

3 5 . 如 條 款 2 8 到 3 4 中 任 一 項 的 I C 封 裝 ， 該 I C 封 裝 被 整 合 到 選 自 包 括 以 下 各 項 的 群 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 、 移 動 位 置 資 料 單 元 、 全 球 定 位 系 統 (G P S) 設 備 、 行 動 電 話 、 蜂 巢 式 電 話 、 智 慧 型 電 話 、 對 話 啟 動 協 定 (S I P) 電 話 、 平 板 設 備 、 平 板 手 機 、 伺 服 器 、 電 腦 、 可 攜 式 電 腦 、 行 動 計 算 裝 置 、 可 穿 戴 計 算 設 備 、 桌 上 型 電 腦 、 個 人 數 位 助 理 (P D A) 、 監 視 器 、 電 腦 監 視 器 、 電 視 機 、 調 諧 器 、 無 線 電 、 衛 星 無 線 電 、 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 碟 (D V D) 播 放 機 ， 可 攜 式 數 位 視 訊 播 放 機 、 汽 車 、 車 載 部 件 、 航 空 電 子 系 統 、 無 人 機 、 以 及 多 旋 翼 飛 行 器 。

【符號說明】

【0059】

1 0 0 : R F I C 封 裝

1 0 2 : 天 線 基 板
 1 0 6 : I C 晶 粒 層
 1 0 9 : 電 磁 干 擾 (E M I) 遮 罩 件
 1 1 0 : 封 裝 基 板
 1 1 2 : 金 屬 化 基 板
 1 1 4 : 基 板 金 屬 化 層
 1 1 6 : 金 屬 互 連
 1 1 8 : 晶 粒 互 連
 1 2 0 : 芯 基 板
 1 2 2 : 金 屬 化 層
 1 2 4 : 金 屬 互 連
 1 2 6 : 豎 直 互 連 通 路 (通 孔)
 1 2 8 : 金 屬 化 層
 1 3 0 : 金 屬 互 連
 1 3 2 : 通 孔
 1 3 4 (1) : 天 線 元 件
 1 3 4 (2) : 天 線 元 件
 1 3 4 (3) : 天 線 元 件
 1 3 4 (4) : 天 線 元 件
 1 3 6 (1) : 偶 極 天 線
 1 3 6 (2) : 偶 極 天 線
 1 3 6 (3) : 偶 極 天 線
 1 3 6 (4) : 偶 極 天 線
 1 3 8 (1) : 貼 片 天 線

- 1 3 8 (2) : 貼 片 天 線
- 1 3 8 (3) : 貼 片 天 線
- 1 3 8 (4) : 貼 片 天 線
- 1 4 0 (1) : 輻 射 模 式 方 向
- 1 4 0 (4) : 輻 射 模 式 方 向
- 1 4 2 (1) : 輻 射 模 式 方 向
- 1 4 2 (2) : 輻 射 模 式 方 向
- 1 4 2 (3) : 輻 射 模 式 方 向
- 1 4 2 (4) : 輻 射 模 式 方 向
- 2 0 0 : I C 封 裝
- 2 0 2 : 封 裝 基 板
- 2 0 4 : 槽 形 天 線
- 2 0 4 (1) : 槽 形 天 線
- 2 0 4 (2) : 槽 形 天 線
- 2 0 6 : 金 屬 化 基 板
- 2 0 8 : 芯 基 板
- 2 1 0 : 天 線 基 板
- 2 1 2 (1) : 相 應 導 電 槽
- 2 1 2 (2) : 相 應 導 電 槽
- 2 1 2 (3) : 相 應 導 電 槽
- 2 1 2 (4) : 相 應 導 電 槽
- 2 1 4 : 天 線 饋 線
- 2 1 4 (1) : 天 線 饋 線
- 2 1 4 (2) : 天 線 饋 線

2 1 6 : R F I C 晶 粒

2 1 8 : I C 晶 粒 層

2 2 0 : P M I C 晶 粒

2 2 2 : E M I 遮 罩 件

2 2 4 : 金 屬 互 連

2 2 4 (1) : 金 屬 互 連

2 2 4 (2) : 金 屬 互 連

2 2 4 (6) : 金 屬 互 連

2 2 5 (1) : 通 孔

2 2 5 (2) : 通 孔

2 2 5 (3) : 通 孔

2 2 5 (5) : 通 孔

2 2 6 : 基 板 金 屬 化 層

2 2 6 (1) : 基 板 金 屬 化 層

2 2 6 (2) : 基 板 金 屬 化 層

2 2 6 (6) : 基 板 金 屬 化 層

2 2 8 (1) : 槽

2 2 8 (2) : 槽

2 2 8 (3) : 槽

2 2 8 (4) : 槽

2 3 0 (1) : 貼 片 天 線

2 3 0 (2) : 貼 片 天 線

2 3 0 (3) : 貼 片 天 線

2 3 0 (4) : 貼 片 天 線

2 3 2 : 芯 金 屬 化 層

2 3 4 : 通 孔

2 3 6 : 金 屬 化 層

2 3 6 (1) : 金 屬 化 層

2 3 6 (2) : 金 屬 化 層

2 3 6 (3) : 金 屬 化 層

2 3 6 (4) : 金 屬 化 層

2 3 6 (5) : 金 屬 化 層

2 3 6 (6) : 金 屬 化 層

2 3 8 : 金 屬 互 連

2 3 8 (1) : 金 屬 互 連

2 3 8 (2) : 金 屬 互 連

2 3 8 (4) : 金 屬 互 連

2 4 0 : 通 孔

2 4 0 (1) : 通 孔

2 4 2 (1) : 天 線 元 件

2 4 2 (2) : 天 線 元 件

2 4 2 (3) : 天 線 元 件

2 4 2 (4) : 天 線 元 件

2 4 4 (4) : 偶 極 天 線

2 4 6 (1) : 槽

2 4 8 (1) : 側 壁

2 4 8 (2) : 側 壁

2 4 8 (3) : 側 壁

2 4 8 (4) : 側 壁

2 5 0 (1) : 第 一 開 口

2 5 0 (2) : 第 二 開 口

2 5 2 (1) : 第 一 端

2 5 2 (2) : 第 二 端

2 5 4 (1) : 金 屬 材 料

2 5 4 (3) : 金 屬 材 料

2 5 4 (4) : 金 屬 材 料

2 5 8 (1) : 導 電 側 壁

2 5 8 (2) : 導 電 側 壁

2 5 8 (4) : 導 電 側 壁

4 0 0 : 程 序

4 0 2 : 方 塊

4 0 4 : 方 塊

4 0 6 : 方 塊

5 0 0 A : 製 造 階 段

5 0 0 B : 製 造 階 段

5 0 0 C : 製 造 階 段

5 0 0 D : 製 造 階 段

5 0 0 E : 製 造 階 段

5 0 2 : 強 介 電 材 料

5 0 4 : 介 電 層

5 0 6 : 鑽 子

5 0 8 : 鑽 頭

6 0 0 : 程 序

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

7 0 0 : 無 線 通 訊 設 備

7 0 2 : I C

7 0 3 : R F I C 封 裝

7 0 4 : 收 發 機

7 0 6 : 資 料 處 理 器

7 0 8 : 發 射 器

7 1 0 : 接 收 器

7 1 2 (1) : 數 位 類 比 轉 換 器 (D A C)

7 1 2 (2) : 數 位 類 比 轉 換 器 (D A C)

7 1 4 (1) : 低 通 濾 波 器

7 1 4 (2) : 低 通 濾 波 器

7 1 6 (1) : 放 大 器 (A M P)

7 1 6 (2) : 放 大 器 (A M P)

7 1 8 : 升 頻 轉 換 器

7 2 0 (1) : 混 頻 器

7 2 0 (2) : 混 頻 器

7 2 2 : 發 射 (T X) 本 端 振 盪 器 (L O) 訊 號 產 生 器

7 2 4 : 訊 號

7 2 6 : 濾 波 器
 7 2 8 : 功 率 放 大 器 (P A)
 7 3 0 : 雙 工 器 或 開 關
 7 3 2 : 天 線
 7 3 4 : 低 雜 訊 放 大 器 (L N A)
 7 3 6 : 濾 波 器
 7 3 8 (1) : 降 頻 轉 換 混 頻 器
 7 3 8 (2) : 降 頻 轉 換 混 頻 器
 7 4 0 : R X L O 訊 號 產 生 器
 7 4 2 (1) : A M P
 7 4 2 (2) : A M P
 7 4 4 (1) : 低 通 濾 波 器
 7 4 4 (2) : 低 通 濾 波 器
 7 4 6 (1) : 類 比 數 位 轉 換 器 (A D C)
 7 4 6 (2) : 類 比 數 位 轉 換 器 (A D C)
 7 4 8 : T X 鎖 相 迴 路 (P L L) 電 路
 7 5 0 : R X P L L 電 路
 8 0 0 : 系 統
 8 0 2 : I C
 8 0 4 : I C 封 裝
 8 0 6 : 片 上 系 統 (S o C)
 8 0 8 : C P U
 8 1 0 : 處 理 器
 8 1 2 : 快 取 緩 衝 記 憶 體

8 1 4 : 系 統 匯 流 排

8 1 6 : 記 憶 體 控 制 器

8 1 8 : 記 憶 體 陣 列

8 2 0 : 記 憶 體 系 統

8 2 2 : 輸 入 設 備

8 2 4 : 輸 出 設 備

8 2 6 : 網 路 周 邊 設 備

8 2 8 : 顯 示 控 制 器

8 3 0 : 網 路

8 3 2 : 顯 示 器

8 3 4 : 視 訊 處 理 器

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】 一種封裝基板，其包括：

一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連；及

一槽形天線，其包括：

一導電槽，其被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中；及

至少一個天線饋線，其包括耦合到該導電槽的該一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連。

【請求項 2】 如請求項 1 之封裝基板，其中該導電槽被配置成輻射從該至少一個天線饋線接收到的一射頻（RF）訊號。

【請求項 3】 如請求項 1 之封裝基板，其中該導電槽包括：

包括佈置在該至少一個金屬化層中的至少一個側壁的一槽；及

佈置在該至少一個側壁上的一金屬材料；並且

該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連中的該至少一個金屬互連被耦合到該金屬材料。

【請求項 4】 如請求項 3 之封裝基板，其中該槽沿與該至少一個金屬化層的一平面平行的一軸伸長；

該導電槽被配置成在與該槽的一伸長方向正交的一方向上輻射一射頻（RF）訊號。

【請求項 5】 如請求項 1 之封裝基板，其中

該導電槽包括一槽，該槽包括：

一第一導電側壁，其包括：

佈置在該至少一個金屬化層中的一第一側壁；及

佈置在該第一側壁上的一第一金屬材料；及

一第二導電側壁，其包括：

佈置在該至少一個金屬化層中的一第二側壁，該

第二側壁與該第一側壁毗鄰；及

佈置在該第二側壁上的一第二金屬材料；並且

該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連中的該至少一個金屬互連被耦合到該第一金屬材料。

【請求項 6】 如請求項 5 之封裝基板，其中該第一金屬材料未被實體耦合到該第二金屬材料。

【請求項 7】 如請求項 5 之封裝基板，其中該第二導電側壁被配置成回應於一射頻（RF）訊號而被電磁耦合到該第一導電側壁。

【請求項 8】 如請求項 1 之封裝基板，其中該導電槽包括：

一第一端，其與該一或多個金屬化層中的一第一開口毗鄰佈置；及

與該第一端相對的一第二端，該第二端與該一或多個金屬化層中的一第二開口毗鄰。

【請求項 9】 如請求項 1 之封裝基板，其中：

該一或多個金屬化層各自在一第一軸上伸長；並且

該導電槽在與該第一軸正交的一方向上被佈置在該至

少一個金屬化層中。

【請求項 10】如請求項 1 之封裝基板，其中

該一或多個金屬化層包括複數個金屬化層；並且

該導電槽被佈置在該複數個金屬化層之中的至少兩

(2) 個金屬化層中。

【請求項 11】如請求項 1 之封裝基板，其中

該一或多個金屬化層包括複數個金屬化層；並且

該導電槽穿過該複數個金屬化層之之每一者金屬化層被佈置。

【請求項 12】如請求項 1 之封裝基板，進一步包括一金屬

化基板，該金屬化基板包括該一或多個金屬化層，每個

金屬化層包括該一或多個金屬互連。

【請求項 13】如請求項 12 之封裝基板，進一步包括與該

金屬化基板毗鄰佈置的一芯基板，

該芯基板包括一芯金屬化層，該芯金屬化層包括與該金屬化基板中的該一或多個金屬互連耦合的一或多個金屬互連。

【請求項 14】如請求項 12 之封裝基板，進一步包括一天

線基板，該天線基板包括一或多個天線元件，每個天線

元件被耦合到該金屬化基板中的該一或多個金屬互連中的一金屬互連。

【請求項 15】如請求項 14 之封裝基板，其中該一或多個

天線元件包括一或多個貼片天線。

【請求項 16】如請求項 14 之封裝基板，其中該一或多個

天線元件包括一或多個偶極天線。

【請求項 17】如請求項 14 之封裝基板，其中該一或多個天線元件包括：

佈置在該天線基板中的一第一基板天線層中的一或多個貼片天線；及

佈置在該天線基板中的一第二基板天線層中的一或多個偶極天線，該第二基板天線層與該第一基板天線層毗鄰。

【請求項 18】如請求項 1 之基板封裝，進一步包括：

一第二槽形天線，其包括：

一第二導電槽，其被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個第二金屬化層中；及

至少一個第二天線饋線，其包括耦合到該第二導電槽的該至少一個第二金屬化層的該一或多個金屬互連之中的至少一個第二金屬互連。

【請求項 19】如請求項 18 之封裝基板，其中

該導電槽在一第一方向上伸長；並且

該第二導電槽在與該第一方向正交的一第二方向上伸長。

【請求項 20】如請求項 1 之封裝基板，其中該槽形天線包括一 5 G 天線。

【請求項 21】如請求項 1 之封裝基板，該封裝基板被整合到選自包括以下各項的群的設備中：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、一智慧型電話、一對話啟動協定（SIP）電話、一平板設備、一平板手機、一伺服器、一電腦、一可攜式電腦、一行動計算裝置、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、一電視機、一調諧器、一無線電、一衛星無線電、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、一數位視訊碟（DVD）播放機，一可攜式數位視訊播放機、一汽車、一車載部件、一航空電子系統、一無人機、以及一多旋翼飛行器。

【請求項 22】一種在一封裝基板中形成一整合槽形天線的方法，包括以下步驟：

形成一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連；

形成被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中的一導電槽以形成一槽形天線；及

耦合至少一個天線饋線，該至少一個天線饋線包括耦合到該導電槽的該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連。

【請求項 23】如請求項 22 之方法，其中：

形成該導電槽包括以下步驟：

在一開口中且在該至少一個金屬化層中形成一槽以

在該槽中形成至少一個側壁；及

在該開口中且在該至少一個側壁上佈置一金屬材料以在該槽中形成一導電側壁；並且

耦合該至少一個天線饋線包括以下步驟：

將該至少一個天線饋線耦合到佈置在該槽的該至少一個側壁上的該金屬材料。

【請求項 24】如請求項 23 之方法，其中在該至少一個金屬化層中形成該槽包括以下步驟：穿過該至少一個金屬化層之之每一者金屬化層形成該槽以在該槽中形成該至少一個側壁。

【請求項 25】如請求項 23 之方法，其中形成該槽包括在該開口中且在該至少一個金屬化層中進行鑽孔。

【請求項 26】如請求項 22 之方法，其中：

形成該導電槽包括以下步驟：

在該至少一個金屬化層中形成一開口；

穿過該開口並且穿過該至少一個金屬化層形成一槽，以形成穿過該至少一個金屬化層的一第一側壁和穿過該至少一個金屬化層與該第一側壁毗鄰佈置的一第二側壁；

在該開口中且在該第一側壁上佈置一第一金屬材料以在該槽中形成一第一導電側壁；及

在該開口中且在該第二側壁上佈置一第二金屬材料以在該槽中形成一第二導電側壁；並且

耦合該至少一個天線饋線包括以下步驟：

將該至少一個天線饋線耦合到佈置在該槽的該第一側

壁上的該第一金屬材料。

【請求項 27】如請求項 22 之方法，其中：

形成該一或多個金屬化層包括在一金屬化基板中形成該一或多個金屬化層；並且

進一步包括：

將一芯基板耦合到該金屬化基板；及

將一天線基板耦合到該芯基板；並且

其中：

形成該導電槽包括以下步驟：

穿過該金屬化基板中的該一或多個金屬化層之中的該至少一個金屬化層、該芯基板和該天線基板形成一槽以在該槽中形成至少一個側壁；及

在一開口中且在該至少一個側壁上佈置一金屬材料以在該槽中形成一導電側壁。

【請求項 28】一種積體電路（IC）封裝，其包括：

一封裝基板，其包括：

一金屬化基板，其包括一或多個金屬化層，每個金屬化層包括一或多個金屬互連；及

一槽形天線，其包括：

一導電槽，其被佈置在該一或多個金屬化層之中的至少一個金屬化層中；及

至少一個天線饋線，其包括耦合到該導電槽的該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連之中的至少一個金屬互連；及

耦合到該封裝基板的一 IC 晶粒層，該 IC 晶粒層包括一射頻（RF）IC（RFIC）晶粒，該 RFIC 晶粒包括複數個晶粒互連；並且

該複數個晶粒互連之中的至少一個晶粒互連被耦合到該槽形天線的該至少一個天線饋線。

【請求項 29】如請求項 28 之 IC 封裝，其中該導電槽被配置成輻射從來自該 RFIC 晶粒的該至少一個天線饋線接收到的一 RF 訊號。

【請求項 30】如請求項 28 之 IC 封裝，其中：

該導電槽包括：

包括佈置在該至少一個金屬化層中的至少一個側壁的一槽；及

一；並且

該至少一個金屬化層的該一或多個金屬互連中的該至少一個金屬互連被耦合到該金屬材料。

【請求項 31】如請求項 28 之 IC 封裝，其中該封裝基板進一步包括一金屬化基板，該金屬化基板包括該一或多個金屬化層，每個金屬化層包括該一或多個金屬互連。

【請求項 32】如請求項 31 之 IC 封裝，其中該封裝基板進一步包括與該金屬化基板毗鄰佈置的一芯基板，該芯基板包括一芯金屬化層，該芯金屬化層包括與該金屬化基板中的該一或多個金屬互連耦合的一或多個金屬互連。

【請求項 33】如請求項 31 之 IC 封裝，其中該封裝基板進

一步包括一天線基板，該天線基板包括一或多個天線元件，每個天線元件耦合到該金屬化基板中的該一或多個金屬互連之中的一金屬互連。

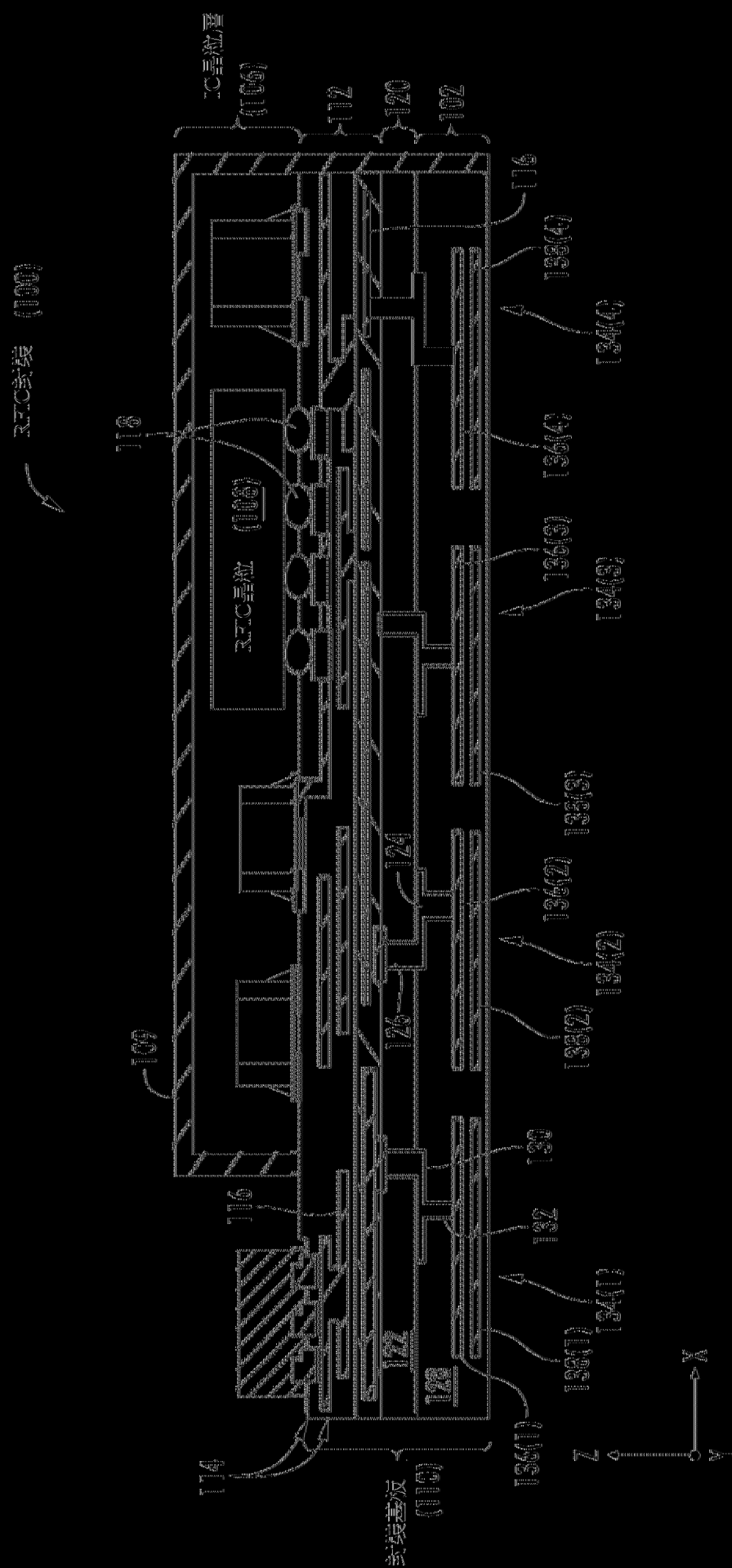
【請求項 34】如請求項 33 之 IC 封裝，其中該一或多個天線元件包括：

佈置在該天線基板中的一第一基板天線層中的一或多個貼片天線；及

佈置在該天線基板中的一第二基板天線層中的一或多個偶極天線，該第二基板天線層與該第一基板天線層毗鄰。

【請求項 35】如請求項 28 之 IC 封裝，該 IC 封裝被整合到選自包括以下各項的群的設備中：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、一智慧型電話、一對話啟動協定（SIP）電話、一平板設備、一平板手機、一伺服器、一電腦、一可攜式電腦、一行動計算裝置、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、一電視機、一調諧器、一無線電、一衛星無線電、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、一數位視訊碟（DVD）播放機，一可攜式數位視訊播放機、一汽車、一車載部件、一航空電子系統、一無人機、以及一多旋翼飛行器。

|(發明) 方式|

[illegible]

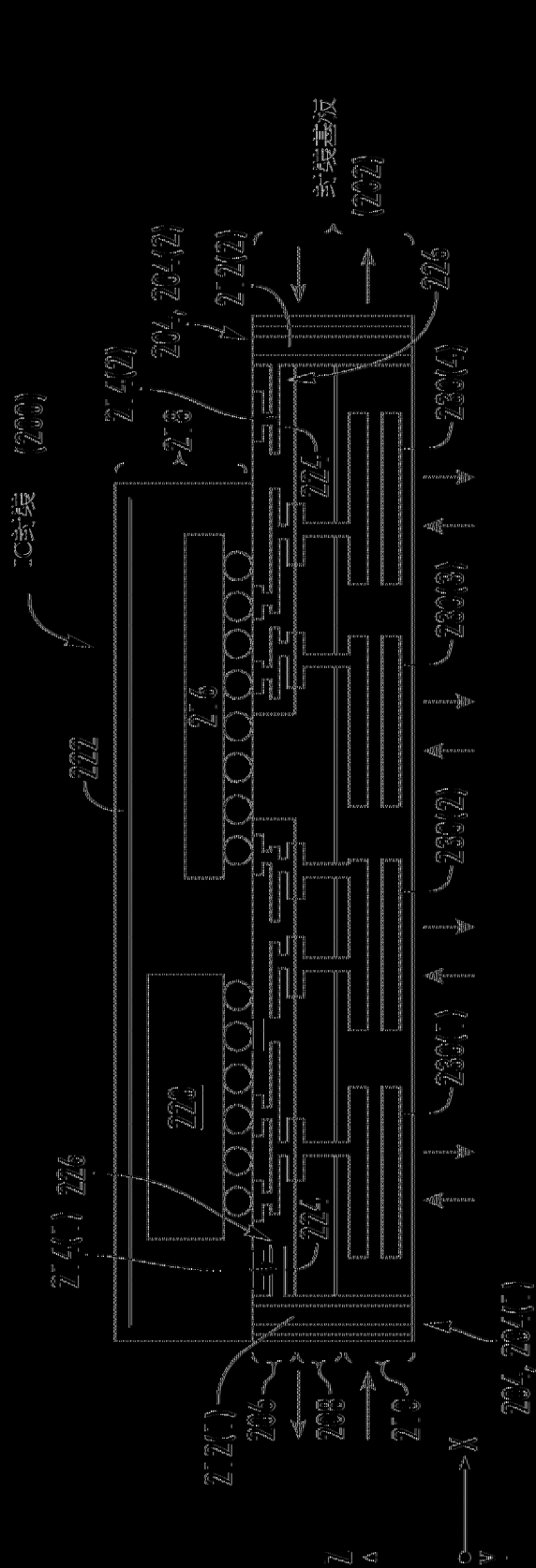


圖 2A

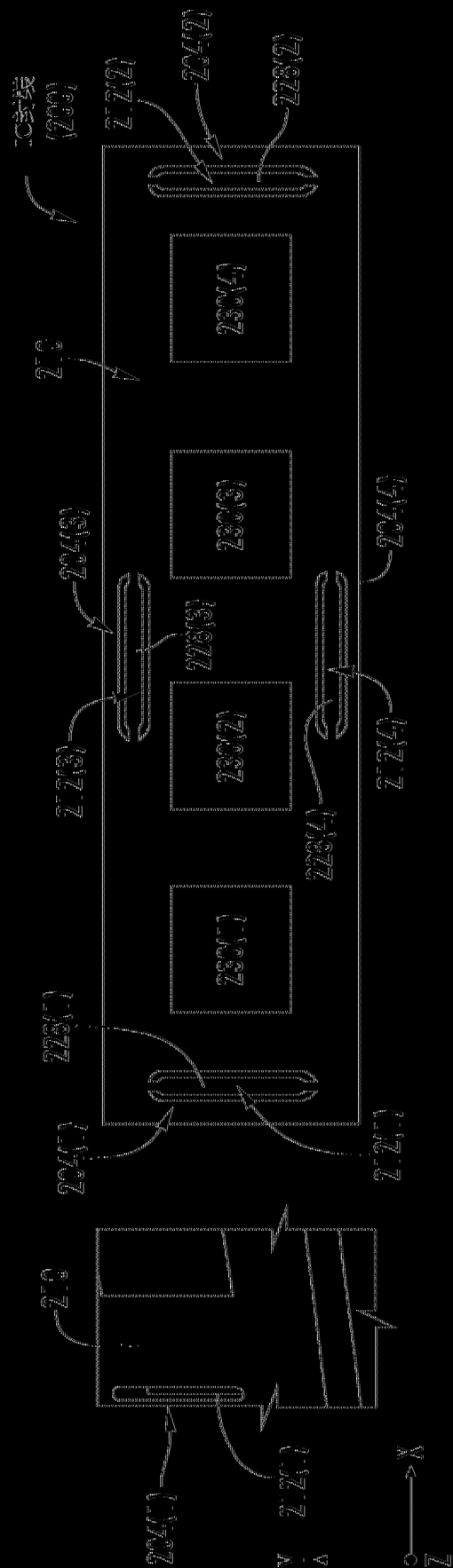
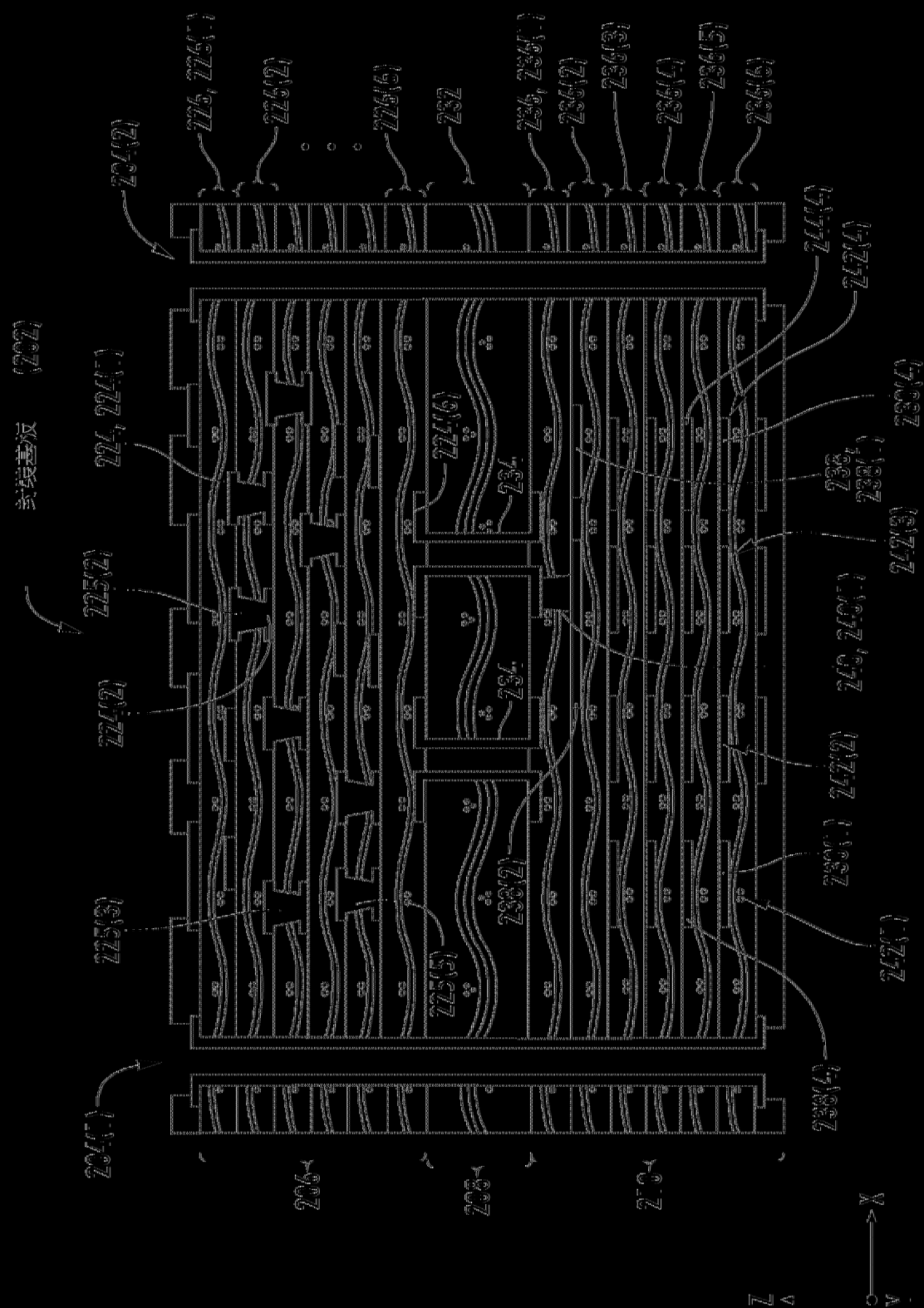


圖 2B



2021





圖 5A



圖 5B

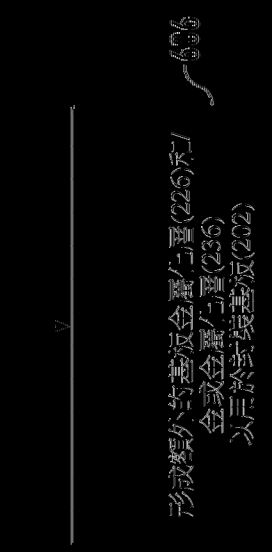


圖 5C

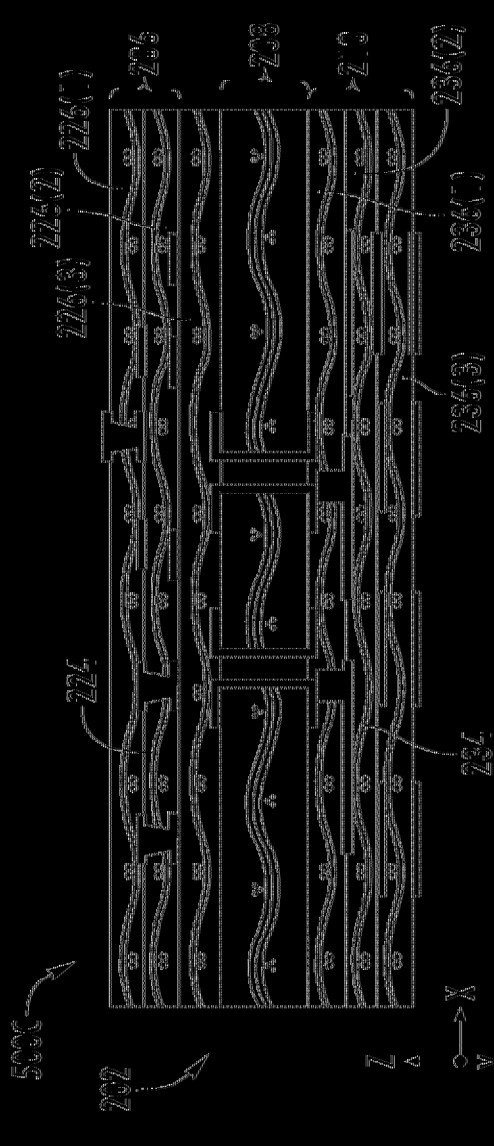
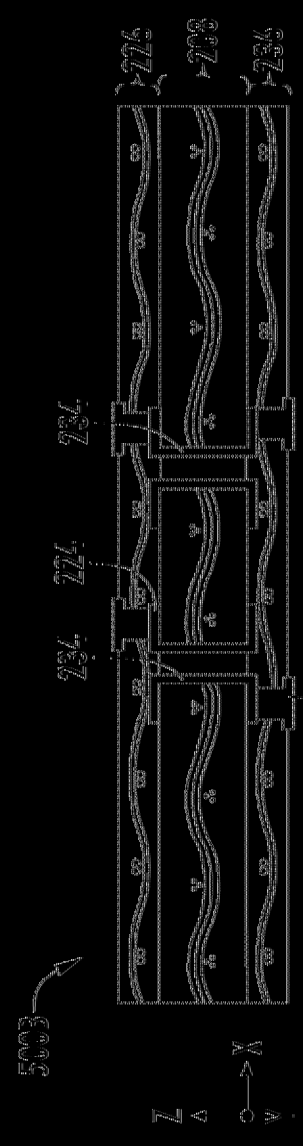
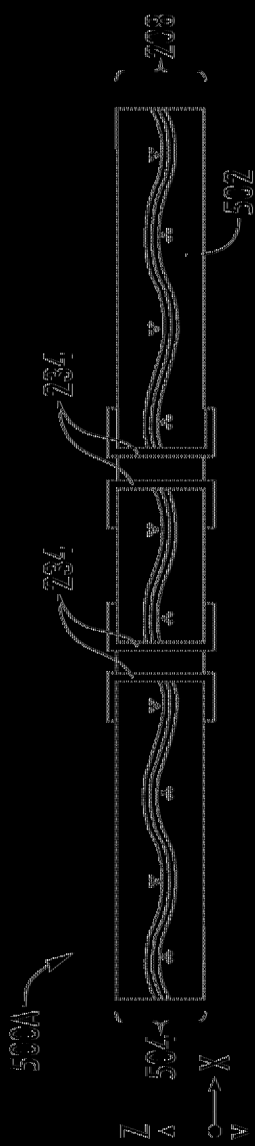


圖 6A

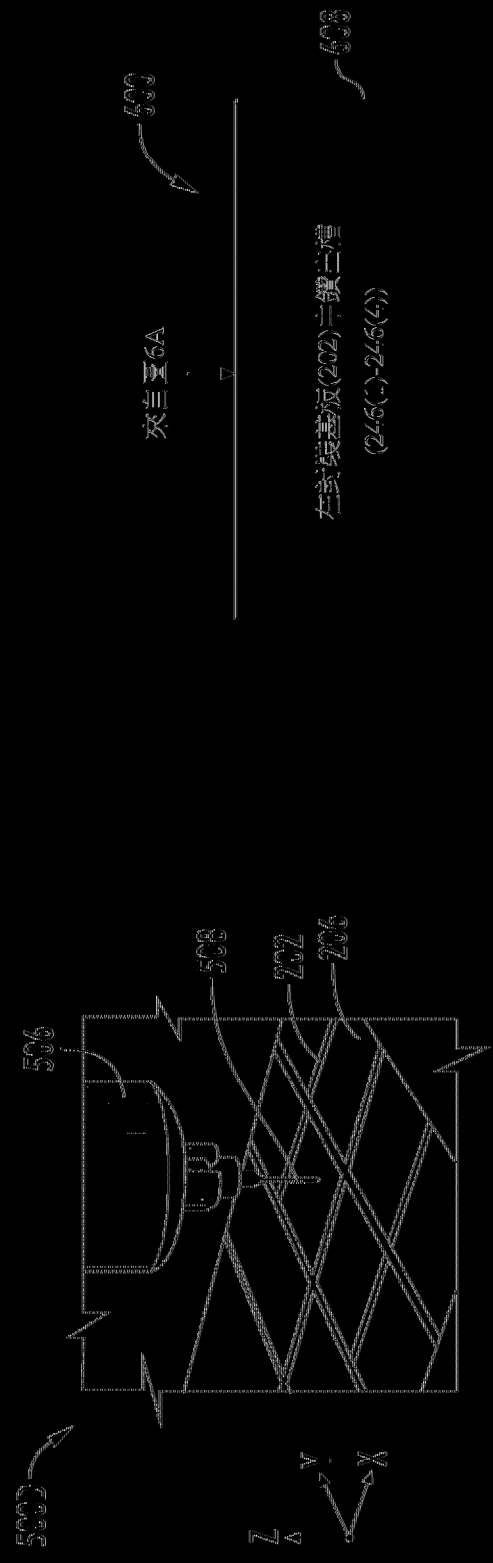


圖5C

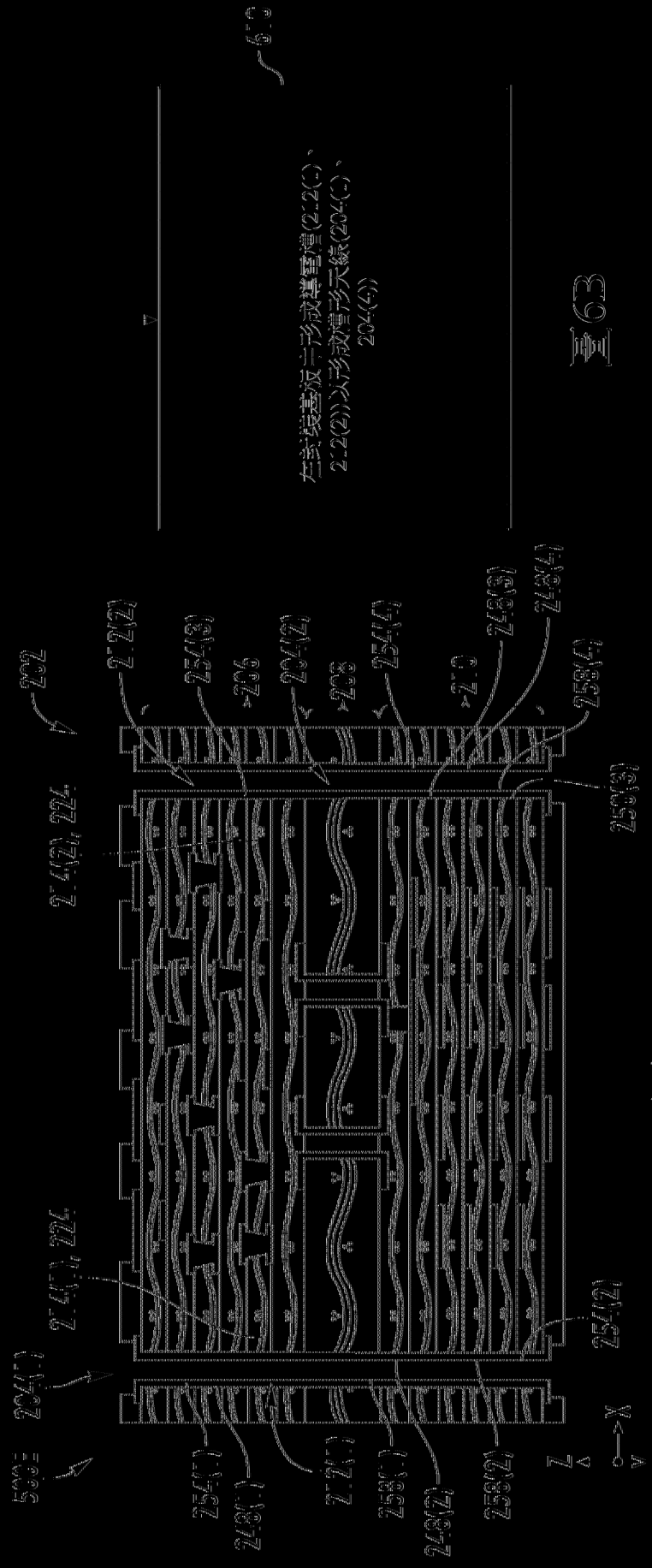


圖5E



