



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202315345 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：111126629

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 07 月 15 日

(51)Int. Cl. : *H04B1/40 (2015.01)* *H01P3/08 (2006.01)*  
*H03H7/38 (2006.01)* *H03H7/01 (2006.01)*

(30)優先權：2021/08/02 美國 17/392,005

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

(72)發明人：金 龍海 KIM, JONGHAE (US)；朴山俊 PARK, SANG-JUNE (KR)；奇丹巴蘭  
佩里安南 CHIDAMBARAM, PERIANNAN (US)

(74)代理人：林怡芳

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：30 項 圖式數：15 共 59 頁

(54)名稱

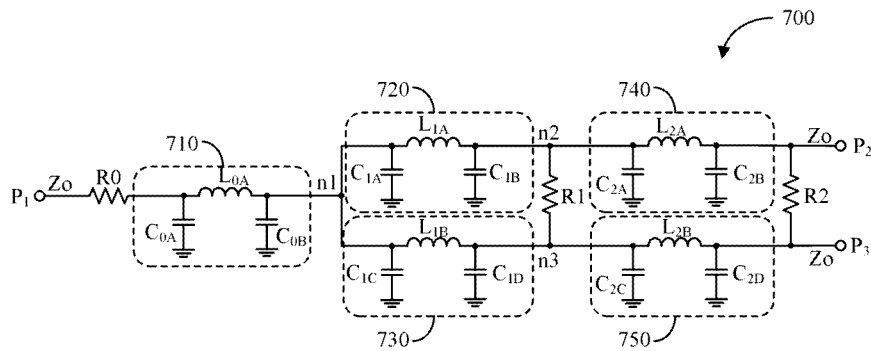
具有電阻和阻抗變換器負載的訊號功率分配器／組合器

(57)摘要

一個態樣涉及一種訊號功率分配器／組合器，包括：第一訊號埠；第一電阻器；第一阻抗變換器，在第一訊號埠和第一中間節點之間與該第一電阻器串聯耦合；第二阻抗變換器，耦合在該第一中間節點和第二訊號埠之間；第三阻抗變換器，耦合在該第一中間節點和第三訊號埠之間；以及第二電阻器，耦合在該第二訊號埠和第三訊號埠之間。該訊號功率分配器／組合器還可以包括：第四阻抗變換器，耦合在該第二阻抗變換器和該第二訊號埠之間；第五阻抗變換器，耦合在該第三阻抗變換器和該第三訊號埠之間；以及第三電阻器，耦合在第二中間節點和第三中間節點之間。

An aspect relates to a signal power splitter/combiner including a first signal port; a first resistor; a first impedance transformer coupled in series with the first resistor between the first signal port and a first intermediate node; a second impedance transformer coupled between the first intermediate node and a second signal port; a third impedance transformer coupled between the first intermediate node and a third signal port; and a second resistor coupled between the second and third signal ports. The signal power splitter/combiner may further include a fourth impedance transformer coupled between the second impedance transformer and the second signal port, a fifth impedance transformer coupled between the third impedance transformer and the third signal port; and a third resistor coupled between a third intermediate node and a fourth intermediate node.

指定代表圖：



【圖7】

符號簡單說明：

700:訊號功率分配器/  
組合器

710:串聯阻抗變換器

720:第一並聯阻抗變換  
器

730:第二並聯阻抗變換  
器

740:第三並聯阻抗變換  
器

750:第四並聯阻抗變換  
器

$C_{0A}$ 、 $C_{1A}$ 、 $C_{2A}$ 、  
 $C_{1C}$ 、 $C_{2C}$ :第一分路電  
容器

$C_{0B}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_{2B}$ 、  
 $C_{1D}$ 、 $C_{2D}$ :第二分路電  
容器

$L_{0A}$ 、 $L_{1A}$ 、 $L_{1B}$ 、  
 $L_{2A}$ 、 $L_{2B}$ :串聯電感器

n1:第一中間節點

n2:第二中間節點

n3:第三中間節點

$P_1$ :第一訊號埠

$P_2$ :第二訊號埠

$P_3$ :第三訊號埠

R0:負載電阻器

R1:第一電阻器

R2:第二電阻器



## 【發明摘要】

【中文發明名稱】具有電阻和阻抗變換器負載的訊號功率分配器/組合器

【英文發明名稱】 SIGNAL POWER SPLITTER/COMBINER WITH  
RESISTANCE AND IMPEDANCE TRANSFORMER LOADING

### 【中文】

一個態樣涉及一種訊號功率分配器/組合器，包括：第一訊號埠；第一電阻器；第一阻抗變換器，在第一訊號埠和第一中間節點之間與該第一電阻器串聯耦合；第二阻抗變換器，耦合在該第一中間節點和第二訊號埠之間；第三阻抗變換器，耦合在該第一中間節點和第三訊號埠之間；以及第二電阻器，耦合在該第二訊號埠和第三訊號埠之間。該訊號功率分配器/組合器還可以包括：第四阻抗變換器，耦合在該第二阻抗變換器和該第二訊號埠之間；第五阻抗變換器，耦合在該第三阻抗變換器和該第三訊號埠之間；以及第三電阻器，耦合在第二中間節點和第三中間節點之間。

### 【英文】

An aspect relates to a signal power splitter/combiner including a first signal port; a first resistor; a first impedance transformer coupled in series with the first resistor between the first signal port and a first intermediate node; a second impedance transformer coupled between the first intermediate node and a second signal port; a third impedance transformer coupled between the first intermediate node and a third signal port; and a second resistor coupled between the second and third signal ports. The signal power splitter/combiner may further include a fourth impedance transformer

coupled between the second impedance transformer and the second signal port, a fifth impedance transformer coupled between the third impedance transformer and the third signal port; and a third resistor coupled between a third intermediate nod.

【指定代表圖】圖7

【代表圖之符號簡單說明】

700：訊號功率分配器/組合器

710：串聯阻抗變換器

720：第一並聯阻抗變換器

730：第二並聯阻抗變換器

740：第三並聯阻抗變換器

750：第四並聯阻抗變換器

$C_{0A}$ 、 $C_{1A}$ 、 $C_{2A}$ 、 $C_{1C}$ 、 $C_{2C}$ ：第一分路電容器

$C_{0B}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_{2B}$ 、 $C_{1D}$ 、 $C_{2D}$ ：第二分路電容器

$L_{0A}$ 、 $L_{1A}$ 、 $L_{1B}$ 、 $L_{2A}$ 、 $L_{2B}$ ：串聯電感器

n1：第一中間節點

n2：第二中間節點

n3：第三中間節點

$P_1$ ：第一訊號埠

$P_2$ ：第二訊號埠

$P_3$ ：第三訊號埠

R0：負載電阻器

R1：第一電阻器

R2：第二電阻器

【特徵化學式】

無。

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】具有電阻和阻抗變換器負載的訊號功率分配器/組合器

【英文發明名稱】 SIGNAL POWER SPLITTER/COMBINER WITH  
RESISTANCE AND IMPEDANCE TRANSFORMER LOADING

【技術領域】

相關申請的交叉引用

【0001】本專利申請主張2021年8月2日提交的申請中的美國非臨時申請號17/392,005的優先權，並且該申請已轉讓給本申請的受讓人，並且在此明確通過引用併入本文，如同在下文中完全闡述並用於所有適用的目的。

【0002】本揭露的態樣總體上涉及訊號功率分配器/組合器，並且特別地，涉及具有電阻和阻抗變換器負載的訊號功率分配器/組合器，用於在更寬的頻寬之上改善性能。

【先前技術】

【0003】訊號功率分配器(power splitter)被配置為接收輸入訊號，並且對輸入訊號進行功率分配以生成一組輸出訊號。相反，訊號功率組合器被配置為接收一組輸入訊號，並且對輸入訊號進行功率組合以生成輸出訊號。通常，訊號功率分配器或組合器具有互易性特性，其中根據是在設備一側的單個埠處接收輸入訊號，或者是在設備另一個側的一組輸入口處接收一組輸入訊號，同一設備可以用作功率分配器或組合器。

【0004】訊號功率分配器/組合器感興趣的其他特性包括輸入埠和輸出埠之間的插入損耗、兩個或更多輸入埠或輸出埠之間的隔離度、以及任何埠處的阻抗匹配或回波損耗。

### 【發明內容】

【0005】以下呈現了一個或多個實施方式的簡化概述，以便提供對這些實施方式的基本理解。該發明內容不是所有設想的實施方式的廣泛概述，並且既不意圖識別所有實施方式的關鍵或重要元件，也不描繪任何或所有實施方式的範圍。其唯一目的是以簡化的形式呈現一個或多個實施方式的一些概念，作為稍後呈現的更詳細描述的序言。

【0006】本揭露的一個態樣涉及一種裝置。該裝置包括：第一訊號埠；第一電阻器；第一阻抗變換器，在第一訊號埠和第一中間節點之間、與第一電阻器串聯耦合；第二阻抗變換器，耦合在第一中間節點和第二訊號埠之間；第三阻抗變換器，耦合在第一中間節點和第三訊號埠之間；以及第二電阻器，耦合在第二訊號埠和第三訊號埠之間。

【0007】本揭露的另一個態樣涉及一種方法。該方法包括：在第一訊號埠處接收第一訊號；使第一訊號傳播通過第一電阻器和第一阻抗變換器以在第一中間節點處生成第二訊號；在第一中間節點處分配第二訊號以生成第三訊號和第四訊號；使第三訊號朝向第二訊號埠傳播通過第二阻抗變換器；使第四訊號朝向第三訊號埠傳播通過第三阻抗變換器；以及經由第二電阻器將第二訊號埠電耦合到第三訊號埠。

【0008】本揭露的另一個態樣涉及一種裝置。該裝置包括：用於在第一訊號埠處接收第一訊號的部件；用於使第一訊號傳播通過第一電阻器和第一變換器以在第一中間節點處生成第二訊號的部件；用於在第一中間節點處分配第二訊號以生成第三訊號和第四訊號的部件；用於使第三訊號朝向第二訊號埠傳播通過第二阻抗變換器的部件；用於使第四訊號朝向第三訊號埠傳播通過第三阻抗變換器的部件；以及用於經由第二電阻器將第二訊號埠電耦合到第三訊號埠的部件。

【0009】本揭露的另一個態樣涉及一種方法。該方法包括：在第一訊號埠處接收第一訊號；在第二訊號埠處接收第二訊號；經由第一電阻器將第一訊號埠電耦合到第二訊號埠；經由第一阻抗變換器使第一訊號從第一訊號埠傳播到第一中間節點；經由第二阻抗變換器使第二訊號從第二訊號埠傳播到第一中間節點；在第一中間節點處組合第一訊號和第二訊號以生成第三訊號；以及經由第三阻抗變換器和第二電阻器使第三訊號從第一中間節點傳播到第三訊號埠。

【0010】本揭露的另一個態樣涉及一種裝置。該裝置包括：用於在第一訊號埠處接收第一訊號的部件；用於在第二訊號埠處接收第二訊號的部件；用於經由第一電阻器將第一訊號埠電耦合到第二訊號埠的部件；用於經由第一阻抗變換器使第一訊號從第一訊號埠傳播到第一中間節點的部件；用於經由第二阻抗變換器使第二訊號從第二訊號埠傳播到第一中間節點的部件；用於在第一中間節點處組合第一訊號和第二訊號以生成第三訊號的部件；以及用於經由第三阻抗變換器和第二電阻器使第三訊號從第一中間節點傳播到第三訊號埠的部件。

【0011】本揭露的另一個態樣涉及一種無線通訊設備。該無線通訊設備包括：至少一個天線；一組收發器鏈，耦合到該至少一個天線；以及訊號功率分配

器或組合器，耦合到該一組收發器鏈，其中該訊號功率分配器或組合器包括：第一訊號埠；第一電阻器；第一阻抗變換器，在第一訊號埠和第一中間節點之間、與第一電阻器串聯耦合；第二阻抗變換器，耦合在第一中間節點和第二訊號埠之間；第三阻抗變換器，耦合在第一中間節點和第三訊號埠之間；以及第二電阻器，耦合在第二訊號埠和第三訊號埠之間。

【0012】為了實現前述和相關目的，一個或多個實施方式包括在下文中充分描述並且在請求項中特別指出的特徵。以下描述和圖式詳細闡述了一個或多個實施方式的某些說明性態樣。然而，這些態樣僅指示了可以採用各種實施方式的原理的各種方式中的一些，並且所描述的實施方式旨在包括所有這些態樣及其等效物。

#### 【圖式簡單說明】

【0013】圖1A圖示了根據本揭露的一個態樣的示例訊號功率分配器的示意圖。

【0014】圖1B圖示了根據本揭露的另一個態樣的示例訊號功率組合器的示意圖。

【0015】圖2A至圖2C圖示了根據本揭露的另一個態樣的與圖1A或圖1B的訊號功率分配器/組合器相關聯的示例規範和回應的曲線圖。

【0016】圖3圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器的示意圖。

【0017】圖4圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器的示意圖。

【0018】圖5A至圖5C圖示了根據本揭露的另一個態樣的與圖3或圖4的訊號功率分配器/組合器相關聯的示例規範和回應的曲線圖。

【0019】圖6圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器的示意圖。

【0020】圖7圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器的示意圖。

【0021】圖8圖示了根據本揭露的另一個態樣的圖3或圖4的訊號功率分配器/組合器的訊號埠處的阻抗的示例史密斯圖。

【0022】圖9圖示了根據本揭露的另一個態樣的圖6或圖7的訊號功率分配器/組合器的訊號埠處的阻抗的示例史密斯圖。

【0023】圖10A至圖10C圖示了根據本揭露的另一個態樣的與圖6或圖7的訊號功率分配器/組合器相關聯的示例規範和回應的曲線圖。

【0024】圖11圖示了根據本揭露的另一個態樣的示例訊號功率分配器/組合器的佈局圖。

【0025】圖12圖示了根據本揭露的另一個態樣的對訊號進行功率分配的示例方法的流程圖。

【0026】圖13圖示了根據本揭露的另一個態樣的功率組合訊號的示例方法的流程圖。

【0027】圖14圖示了根據本揭露的另一個態樣的示例無線通訊設備的方塊圖。

【0028】圖15圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器的方塊圖。

**【實施方式】**

**【0029】**下面結合圖式闡述的具體實施方式旨在作為對各種配置的描述，而非旨在表示可以實施本文描述的概念的唯一配置。具體實施方式包括具體細節，用於提供對各種概念的透徹理解的目的。然而，對於所屬技術領域具有通常知識者來說，顯而易見的是，可以在沒有這些具體細節的情況下實施這些概念。在一些情況下，眾所周知的結構和部件以方塊圖形式示出，以避免混淆此類概念。

**【0030】**圖1A圖示了根據本揭露的一個態樣的示例訊號功率分配器100的示意圖。訊號功率分配器100被配置為接收輸入訊號 $P_{in}$ ，並且對輸入訊號 $P_{in}$ 進行功率分配以生成第一輸出訊號 $P_{out1}$ 和第二輸出訊號 $P_{out2}$ 。在該示例中，功率分配是相等或平衡的，即意味著第一輸出訊號 $P_{out1}$ 的功率位準與第二輸出訊號 $P_{out2}$ 的功率位準實質相同。假設在訊號功率分配器100的輸入和輸出之間沒有插入損耗，第一輸出訊號 $P_{out1}$ 和第二輸出訊號 $P_{out2}$ 中的每一個的訊號功率實質比輸入訊號 $P_{in}$ 的訊號功率低三(3)分貝(dB)。

**【0031】**訊號功率分配器100包括：輸入訊號埠110；第一傳輸線112，耦合在輸入訊號埠110和第一輸出訊號埠116之間；第二傳輸線114，耦合在輸入訊號埠110和第二輸出訊號埠118之間；以及電阻器R，耦合在第一輸出訊號埠116和第二輸出訊號埠118之間。如所討論的，在輸入訊號埠110處接收輸入訊號 $P_{in}$ ，並且分別在第一輸出埠116和第二輸出埠118處產生第一輸出訊號 $P_{out1}$ 和第二輸出訊號 $P_{out2}$ 。

**【0032】**如果輸入訊號埠110和輸出訊號埠116和118在特定的波長 $\lambda$ 或頻率下具有特定的特性阻抗 $Z_0$ ，則傳輸線112和114各自具有實質相同的阻抗 $Z_1$ ，其可

以被設置為實質是 $\sqrt{2} \cdot Z_0$ 。此外，傳輸線112和114各自具有實質相同的長度 $L_1$ ，該長度 $L_1$ 可以被設置為特定頻率下的實質四分之一波長( $\lambda/4$ )。此外，電阻器R的電阻可以被設置為實質是 $2 \cdot Z_0$ 。

【0033】傳輸線112和114可以實施為微帶、帶狀線、共面微帶、懸置微帶等，其中傳輸線112和114各自實施為金屬化帶，該金屬化帶設置在介電質或半導體基板上。電阻器R也可以實施為適當尺寸的薄膜材料(諸如氮化鈦(TiN))，該適當尺寸的薄膜材料設置在介電質或半導體基板上。

【0034】圖1B圖示了根據本揭露的另一個態樣的示例訊號功率組合器150的示意圖。前面討論的訊號功率分配器100具有互易性特性。也就是說，通過在埠116和118接收相應的輸入訊號，並且在埠110生成組合訊號，訊號功率分配器100可以被配置為訊號功率組合器。訊號功率組合器150是用作功率組合器的訊號功率分配器100的示例。由於其互易性特性，訊號功率分配器100和組合器150在本文一般被稱為訊號功率分配器/組合器。

【0035】訊號功率組合器150被配置為接收第一輸入訊號 $P_{in1}$ 和第二輸入訊號 $P_{in2}$ ，並且對輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ 進行功率組合以生成輸出訊號 $P_{out}$ 。在該示例中，功率組合是相等或平衡的，即意味著輸出訊號 $P_{out}$ 的功率位準實質是輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ 的功率位準之和。假設在訊號功率組合器150的輸入和輸出之間沒有插入損耗，並且輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ 具有實質相同的功率，則輸出訊號 $P_{out}$ 的功率實質比輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ 中的每一個的訊號功率高3 dB。

【0036】訊號功率組合器150包括：第一輸入訊號埠162；第二輸入訊號埠164；電阻器R，耦合在第一輸入訊號埠162和第二輸入訊號埠164之間；第一傳輸線166，耦合在第一輸入訊號埠162和輸出訊號埠170之間；以及第二傳輸線168，

耦合在第二輸入訊號埠164和輸出訊號埠170之間。如所討論的，分別在第一輸入訊號埠162和第二輸入訊號埠164處接收第一輸入訊號 $P_{in1}$ 和第二輸入訊號 $P_{in2}$ ，並且在輸出訊號埠170處產生輸出訊號 $P_{out}$ 。

【0037】如果輸入訊號埠162和164以及輸出訊號埠170在特定的波長 $\lambda$ 或頻率下各自具有特定的特性阻抗 $Z_0$ ，則傳輸線166和168各自具有實質相同的阻抗 $Z_1$ ，該阻抗 $Z_1$ 可以被設置為實質是 $\sqrt{2} \cdot Z_0$ 。此外，傳輸線166和168各自具有實質相同的長度 $L_1$ ，該長度 $L_1$ 可以被設置為特定頻率下的實質四分之一波長( $\lambda/4$ )。此外，電阻器R的電阻可以被設置為實質是 $2 \cdot Z_0$ 。

【0038】類似地，傳輸線166和168可以實施為微帶、帶狀線、共面微帶、懸置微帶等，其中傳輸線166和168各自實施為設置在介電質或半導體基板上的金屬化帶。電阻器R也可以實施為適當尺寸的薄膜材料(諸如氮化鈦(TiN))，該適當尺寸的薄膜材料設置在介電質或半導體基板上。

【0039】圖2A至圖2C圖示了根據本揭露的另一個態樣的與訊號功率分配器/組合器100/150相關聯的示例規範和回應的曲線圖。在曲線圖的每一個中，x軸或水平軸表示從左端處的0赫茲到右端處的20十億赫茲(GHz)的頻率。圖2A中描繪的曲線圖的y軸或豎直軸表示埠110/170和埠116/162(或埠110/170和埠118/164)之間的插入損耗(以dB為單位)，從頂部的-2 dB到底部的-14 dB。圖2B中描繪的曲線圖的y軸線或垂直軸線表示埠116/162和118/164之間的隔離度(以dB為單位)，從頂部的0 dB到底部的-30 dB。圖2C中描繪的曲線圖的y軸或垂直軸表示埠110/170處的回波損耗dB，從頂部處的0 dB到底部處的-30 dB。

【0040】特別參考圖2A，該曲線圖包括指示針對特定應用的插入損耗的示例規範的陰影區域。特別地，該規範指出，在頻率0 GHz至15 GHz之間的插入損

耗為-5 dB或更低，但理想情況下，跨整個頻帶的插入損耗應當為-3 dB。此外，如所討論的，該曲線圖還示出了埠110/170和埠116/162(或埠110/170和埠118/164)之間的插入損耗(以dB為單位)。應注意的是，在0 GHz至15 GHz的頻率之間，插入損耗在-3 dB至-4 dB之間變化，這符合插入損耗的示例規範。

【0041】特別參考圖2B，該曲線圖包括陰影區域，指示針對特定應用的埠116/162和118/164之間的隔離度的示例規範。特別地，該規範指出在頻率7 GHz到15 GHz之間的隔離度為-15 dB或更高。此外，如所討論的，該曲線圖還示出了埠116/162和118/164之間的隔離度。應注意的是，在頻帶7 GHz至15 GHz內，隔離度在-13 dB至-29 dB之間變化。因此，在頻帶7 GHz到15 GHz的較低部分(例如，在7-8 GHz之間)，埠116/162和118/164之間的隔離度不符合規範。這是因為傳輸線112/166和114/168的長度 $L_1$ 各自是針對特定頻率(諸如在此示例中為13 GHz，其中隔離度峰值為-29 dB)設置的。對於遠離特定頻率的頻率，隔離度降低，在此示例中，隔離度不符合8.2 GHz以下的規範。

【0042】特別參考圖2C，該曲線圖包括陰影區域，指示針對特定應用的埠110/170處的回波損耗的示例規範。特別地，該規範指示在較低的頻帶0 GHz至1 GHz內和在較高的頻帶7 GHz至15 GHz內的回波損耗為-15 dB或更低。此外，如所討論的，該曲線圖還示出了在此類埠110/170處的回波損耗。應注意的是，在7 GHz至15 GHz的較高頻帶內，回波損耗在-12 dB和-27 dB之間變化。因此，特別是在較高頻帶7 GHz到15 GHz(例如，在7-9 GHz之間)的較低部分，回波損耗不符合規範。此外，對於0 GHz至1 GHz的整個較低頻帶，回波損耗大於-5 dB，明顯不符合規範。同樣，這是因為傳輸線112/166和114/168的長度 $L_1$ 各自是針對特定頻率設置的，諸如在此示例中為13 GHz，其中回波損耗最好為-29 dB。針對遠

離特定頻率的頻率，回波損耗增加，在該示例中，回波損耗不符合針對較高頻帶低於9 GHz的規範，並且不符合針對整個較低頻帶的規範。

【0043】圖3圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器300的示意圖。一種改善訊號功率分配器/組合器在插入損耗、隔離度和回波損耗方面能夠符合規範的頻寬的方法是向訊號功率分配器/組合器添加更多級。功率分配器/組合器300是多級訊號功率分配器/組合器的示例。

【0044】特別地，訊號功率分配器/組合器300包括：第一訊號埠 $P_1$ ；第一傳輸線312，其耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和第一中間節點 $n1$ 之間；第二傳輸線314，其耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和第二中間節點 $n2$ 之間；以及第一電阻器 $R1$ ，其耦合在第一中間節點 $n1$ 和第二中間節點 $n2$ 之間。訊號功率分配器/組合器300還包括：第三傳輸線316，其耦合在第一中間節點 $n1$ 和第二訊號埠 $P_2$ 之間；第四傳輸線318，其耦合在第二中間節點 $n2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 之間；以及第二電阻器 $R2$ ，其耦合在第二訊號埠 $P_2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 之間。

【0045】如果訊號功率分配器/組合器300用作功率分配器，則訊號功率分配器/組合器300在埠 $P_1$ 處接收輸入訊號 $P_{in}$ ，並且分別在埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處生成輸出訊號 $P_{out1}$ 和 $P_{out2}$ 。如果訊號功率分配器/組合器300用作功率組合器，則訊號功率分配器/組合器300分別在埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處接收輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ ，並且在埠 $P_1$ 處生成輸出訊號 $P_{out}$ 。

【0046】如果埠 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 在特定波長 $\lambda$ 或頻率下各自具有特徵阻抗 $Z_0$ ，則第一傳輸線312和第二傳輸線314可以各自具有實質相同的阻抗 $Z_1$ (例如， $Z_1=1.32 \cdot Z_0$ )和實質相同的長度 $L_1$ (例如，在特定頻率(例如，13 GHz)下的 $\lambda/4$ )。此外，第一電阻器 $R1$ 的電阻可以被設置為實質是 $1.87 \cdot Z_0$ 。此外，第三傳輸線316和第四傳

輸線318可以各自具有實質相同的阻抗 $Z_2$ (例如， $Z_2=1.13 \cdot Z_0$ )和實質相同的長度 $L_2$ (例如，在特定頻率(例如，13 GHz)下的 $\lambda/4$ )。此外，第二電阻器R2的電阻可以被設置為實質是 $3.11 \cdot Z_0$ 。

【0047】傳輸線312、314、316和318可以實施為微帶、帶狀線、共面微帶、懸置微帶等，其中傳輸線312、314、316和318各自實施為金屬化帶，該金屬化帶設置在介電質或半導體基板上。電阻器R1和R2也可以被實施為適當尺寸的薄膜材料(諸如氮化鈦(TiN))，該適當尺寸的薄膜材料設置在介電質或半導體基板上。

【0048】圖4圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器400的示意圖。訊號功率分配器/組合器400可以是前面討論的訊號功率分配器/組合器300的替代實施方式。也就是說，訊號功率分配器/組合器300的傳輸線312、314、316和318各自作為阻抗變換器操作。然而，實施等效阻抗變換器的另一個電路使用離散設備，諸如包括分別耦合到串聯電感器兩端的分路電容器的 $\pi$ 型網路。通過使用離散元件代替傳輸線，與訊號功率分配器/組合器300相比，訊號功率分配器/組合器400可以做得更小或更緊湊。

【0049】訊號功率分配器/組合器400包括第一訊號埠 $P_1$ 、第一阻抗變換器420、第二阻抗變換器430、第一電阻器R1、第三阻抗變換器440、第四阻抗變換器450、第二電阻器R2、第二訊號埠 $P_2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 。第一阻抗變換器420耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和第一中間節點n1之間。第一阻抗變換器420包括：第一分路電容器 $C_{1A}$ ，其耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和較低電壓軌(例如，地)之間；串聯電感器 $L_{1A}$ ，其耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和第一中間節點n1之間；以及第二分路電容器 $C_{1B}$ ，其耦合在第一中間節點n1和較低電壓軌(例如，接地)之間。

【0050】第二阻抗變換器430耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和第二中間節點 $n_2$ 之間。

第二阻抗變換器430包括：第一分路電容器 $C_{1C}$ ，其耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間；串聯電感器 $L_{1B}$ ，其耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和第二中間節點 $n_2$ 之間；以及第二分路電容器 $C_{1D}$ ，其耦合在第二中間節點 $n_2$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間。第一電阻器 $R_1$ 耦合在第一中間節點 $n_1$ 和第二中間節點 $n_2$ 之間。

【0051】第三阻抗變換器440耦合在第一中間節點 $n_1$ 和第二訊號埠 $P_2$ 之間。

第三阻抗變換器440包括：第一分路電容器 $C_{2A}$ ，其耦合在第一中間節點 $n_1$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間；串聯電感器 $L_{2A}$ ，其耦合在第一中間節點 $n_1$ 和第二訊號埠 $P_2$ 之間；以及第二分路電容器 $C_{2B}$ ，其耦合在第二訊號埠 $P_2$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間。

【0052】第四阻抗變換器450耦合在第二中間節點 $n_2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 之間。

第四阻抗變換器450包括：第一分路電容器 $C_{2C}$ ，其耦合在第二中間節點 $n_2$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間；串聯電感器 $L_{2B}$ ，其耦合在第二中間節點 $n_2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 之間；以及第二分路電容器 $C_{2D}$ ，其耦合在第三訊號埠 $P_3$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間。

【0053】如果訊號功率分配器/組合器400用作功率分配器，則訊號功率分配器/組合器400在埠 $P_1$ 處接收輸入訊號 $P_{in}$ ，並且分別在埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處生成輸出訊號 $P_{out1}$ 和 $P_{out2}$ 。如果訊號功率分配器/組合器400用作功率組合器，則訊號功率分配器/組合器400分別在埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處接收輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ ，並且在埠 $P_1$ 處生成輸出訊號 $P_{out}$ 。

【0054】如果埠 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 在特定波長 $\lambda$ 或頻率下各自具有特徵阻抗 $Z_0$ ，則第一阻抗變換器420和第二阻抗變換器430可以被配置為分別執行與第一傳輸線

312和第二傳輸線314實質相同的阻抗變換。這可以通過分別設置電容器 $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_{1C}$ 和 $C_{1D}$ 以及電感器 $L_{1A}$ 和 $L_{1B}$ 的電容和電感來實現。例如，電容器 $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_{1C}$ 和 $C_{1D}$ 的電容可以實質相同，電感器 $L_{1A}$ 和 $L_{1B}$ 的電感可以實質相同。

【0055】類似地，第三阻抗變換器440和第四阻抗變換器450可以被配置為分別執行與第三傳輸線316和第四傳輸線318實質相同的阻抗變換。這可以通過分別設置電容器 $C_{2A}$ 、 $C_{2B}$ 、 $C_{2C}$ 和 $C_{2D}$ 的電容以及電感器 $L_{2A}$ 和 $L_{2B}$ 和電感來實現。例如，電容器 $C_{2A}$ 、 $C_{2B}$ 、 $C_{2C}$ 和 $C_{2D}$ 的電容可以實質相同，電感器 $L_{2A}$ 和 $L_{2B}$ 的電感可以實質相同。

【0056】訊號功率分配器/組合器400的電阻器R1和R2可以被實施為分別具有與功率分配器/組合器300的電阻器R1和R2實質相同的電阻。

【0057】圖5A至圖5C圖示了根據本揭露的另一個態樣的與訊號功率分配器/組合器300或400相關聯的示例規範和回應的曲線圖。曲線圖的尺寸、單位和比例與前面討論的圖2A至圖2C中描繪的相同。該曲線圖還分別描繪了針對插入損耗、隔離度和回波損耗的相同規範陰影區域。

【0058】關於圖5A中描繪的插入損耗，該曲線圖示出埠 $P_1$ 和埠 $P_2$ (或 $P_1$ 和 $P_3$ )之間的插入損耗(dB)在頻率0 GHz至15 GHz之間仍在-3 dB和-4 dB範圍內，符合針對插入損耗的示例規範。然而，由於與功率分配器/組合器100或150中的一級相比，功率分配器/組合器300或400具有兩級，所以與和功率分配器/組合器100或150相關聯的滾降相比，功率分配器/組合器300或400具有更高頻率的滾降。例如，在一級功率分配器/組合器100或150中，滾降開始於約14 GHz，而在兩級功率分配器/組合器300或400中，滾降開始於15 GHz。

【0059】關於圖5B中描繪的隔離度，該曲線圖示出，在7 GHz至15 GHz的頻率之間，埠P<sub>2</sub>和埠P<sub>3</sub>之間的隔離度大於-17 dB，符合規範。因此，由於功率分配器/組合器300或400的兩級，對於隔離度符合規範的頻寬或頻率範圍被加寬，因為兩級在感興趣的頻率範圍(例如，7-15 GHz)內引入了另一個隔離度峰值。例如，隔離度在9.5 GHz和14 GHz處具有峰值。

【0060】關於圖5C中描繪的回波損耗，該曲線圖示出回波損耗在感興趣的頻率上限範圍(7-15 GHz)內更寬。然而，即使在此頻帶內，回波損耗也不符合針對7 GHz至9.5 GHz之間的頻率規範。對於感興趣的較低頻率範圍(例如，0-1 GHz)，回波損耗不符合規範。因此，兩級訊號功率分配器/組合器300或400能夠通過頻率加寬其中的回波損耗來改善較高頻帶內回波損耗。然而，針對較高頻帶的一部分和整個較低頻帶，訊號功率分配器/組合器300或400仍然不能符合規範。

【0061】圖6圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器600的示意圖。總之，為了改善較高頻帶(例如，7-15 GHz)的較低部分內和較低頻帶(例如，0-1 GHz)的回波損耗規範，訊號功率分配器/組合器600包括串聯耦合在訊號埠P<sub>1</sub>與第一阻抗變換器612和第二阻抗變換器614之間的負載電阻器R<sub>0</sub>和另外的阻抗變換器610。如本文更詳細討論的，負載電阻器R<sub>0</sub>改善了較低頻帶內回波損耗，使得它符合該頻帶內的規範。另外的阻抗變換器610改善了較高頻帶的較低部分內回波損耗，使得跨較高頻帶的回波損耗符合規範。

【0062】特別地，訊號功率分配器/組合器600包括第一訊號埠P<sub>1</sub>、負載電阻器R<sub>0</sub>、串聯傳輸線610、第一並聯傳輸線612和第二並聯傳輸線614、第一電阻器R<sub>1</sub>、第三並聯傳輸線616和第四並聯傳輸線618、第二電阻器R<sub>2</sub>以及第二訊號埠

$P_2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 。負載電阻器 $R_0$ 和串聯傳輸線610串聯耦合在第一訊號埠 $P_1$ 和第一中間節點 $n_1$ 之間。第一並聯傳輸線612耦合在第一中間節點 $n_1$ 和第二中間節點 $n_2$ 之間。第二並聯傳輸線614耦合在第一中間節點 $n_1$ 和第三中間節點 $n_3$ 之間。第一電阻器 $R_1$ 耦合在第二中間節點 $n_2$ 和第三中間節點 $n_3$ 之間。第三並聯傳輸線616耦合在第二中間節點 $n_2$ 和第二訊號埠 $P_2$ 之間。第四並聯傳輸線618耦合在第三中間節點 $n_3$ 和第三訊號埠 $P_3$ 之間。第二電阻器 $R_2$ 耦合在第二訊號埠 $P_2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 之間。

【0063】類似地，如果訊號功率分配器/組合器600用作功率分配器，則訊號功率分配器/組合器600在埠 $P_1$ 處接收輸入訊號 $P_{in}$ ，並且分別在埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處生成輸出訊號 $P_{out1}$ 和 $P_{out2}$ 。如果訊號功率分配器/組合器600用作功率組合器，則訊號功率分配器/組合器600分別在埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處接收輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ ，並且在埠 $P_1$ 處生成輸出訊號 $P_{out}$ 。電阻器 $R_0$ 、 $R_1$ 和 $R_2$ 的電阻，阻抗 $Z_0$ 、 $Z_1$ 和 $Z_2$ 以及傳輸線610、612/614和616/618的長度 $L_1$ 、 $L_2$ 和 $L_3$ 可以被優化，使得跨一個或多個感興趣的頻帶的插入損耗、隔離度和回波損耗符合規範，諸如參考圖2A至圖2C描述的那些規範。

【0064】類似地，傳輸線610、612、614、616和618可以實施為微帶、帶狀線、共面微帶、懸置微帶等，其中傳輸線610、612、614、616和618各自實施為金屬化帶，該金屬化帶設置在介電質或半導體基板上。電阻器 $R_0$ 、 $R_1$ 和 $R_2$ 也可以被實施為適當尺寸的薄膜材料(諸如氮化鈦(TiN))，該適當尺寸的薄膜材料設置在介電質或半導體基板上。

【0065】圖7圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器700的示意圖。訊號功率分配器/組合器700可以是前面討論的訊號功率分配器/組合器600的替代離散部件的實施方式。

【0066】訊號功率分配器/組合器700包括訊號埠 $P_1$ 、負載電阻器 $R_0$ 、串聯阻抗變換器710、第一並聯阻抗變換器720、第二並聯阻抗變換器730、第一電阻器 $R_1$ 、第三並聯阻抗變換器740、第四並聯阻抗變換器750、第二電阻器 $R_2$ 、第二訊號埠 $P_2$ 和第三訊號埠 $P_3$ 。負載電阻器 $R_0$ 和串聯阻抗變換器710串聯耦合在第一埠 $P_1$ 和第一中間節點 $n1$ 之間。串聯阻抗變換器710包括：第一分路電容器 $C_{0A}$ ，其耦合在第一埠 $P_1$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間；串聯電感器 $L_{0A}$ ，其耦合在第一埠 $P_1$ 和第一中間節點 $n1$ 之間；以及第二分路電容器 $C_{0B}$ ，其耦合在第一中間節點 $n1$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間。

【0067】第一並聯阻抗變換器720耦合在第一中間節點 $n1$ 和第二中間節點 $n2$ 之間。第一並聯阻抗變換器720包括：第一分路電容器 $C_{1A}$ ，其耦合在第一中間節點 $n1$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間；串聯電感器 $L_{1A}$ ，其耦合在第一中間節點 $n1$ 和第二中間節點 $n2$ 之間；以及第二分路電容器 $C_{1B}$ ，其耦合在第二中間節點 $n2$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間。

【0068】第二並聯阻抗變換器730耦合在第一中間節點 $n1$ 和第三中間節點 $n3$ 之間。第二並聯阻抗變換器730包括：第一分路電容器 $C_{1C}$ ，其耦合在第一中間節點 $n1$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間；串聯電感器 $L_{1B}$ ，其耦合在第一中間節點 $n1$ 和第三中間節點 $n3$ 之間；以及第二分路電容器 $C_{1D}$ ，其耦合在第三中間節點 $n3$ 和較低電壓軌(例如，接地)之間。第一電阻器 $R_1$ 耦合在第二中間節點 $n2$ 和第三中間節點 $n3$ 之間。

【0069】第三並聯阻抗變換器740耦合在第二中間節點n2和第二埠P<sub>2</sub>之間。

第三並聯阻抗變換器740包括：第一分路電容器C<sub>2A</sub>，其耦合在第二中間節點n2和較低電壓軌(例如，接地)之間；串聯電感器L<sub>2A</sub>，其耦合在第二中間節點n2和第二埠P<sub>2</sub>之間；以及第二分路電容器C<sub>2B</sub>，其耦合在第二埠P<sub>2</sub>和較低電壓軌(例如，接地)之間。

【0070】第四並聯阻抗變換器750耦合在第三中間節點n3和第三埠P<sub>3</sub>之間。

第四阻抗變換器750包括：第一分路電容器C<sub>2C</sub>，其耦合在第三中間節點n3和較低電壓軌(例如，地)之間；串聯電感器L<sub>2B</sub>，其耦合在第三中間節點n3和第三埠P<sub>3</sub>之間；以及第二分路電容器C<sub>2D</sub>，其耦合在第三埠P<sub>3</sub>和較低電壓軌(例如，接地)之間。

【0071】如果訊號功率分配器/組合器700用作功率分配器，則訊號功率分配器/組合器700在埠P<sub>1</sub>處接收輸入訊號P<sub>in</sub>，並且分別在埠P<sub>2</sub>和P<sub>3</sub>處生成輸出訊號P<sub>out1</sub>和P<sub>out2</sub>。如果訊號功率分配器/組合器700用作功率組合器，則訊號功率分配器/組合器700分別在埠P<sub>2</sub>和P<sub>3</sub>處接收輸入訊號P<sub>in1</sub>和P<sub>in2</sub>，並且在埠P<sub>1</sub>處生成輸出訊號P<sub>out</sub>。

【0072】如果埠P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>和P<sub>3</sub>各自在特定波長λ或頻率下具有特性阻抗Z<sub>0</sub>，則負載電阻器R0和串聯阻抗變換器710可以被配置為在一個或多個期望的頻帶處改善訊號功率分配器/組合器700的回波損耗(和/或(一個或多個)其他特性)，諸如前面討論的較低頻帶(例如，0 -1 GHz)和較高頻帶(例如，7-15 GHz)的一部分。這可以通過分別設置負載電阻器R0的電阻以及串聯阻抗變換器710的電容器C<sub>0A</sub>和C<sub>0B</sub>以及電感器L<sub>0A</sub>的電容和電感來實現。

【0073】類似於訊號功率分配器/組合器600，第一並聯阻抗變換器720和第二並聯阻抗變換器730可以被配置為分別執行與第一並聯傳輸線612和第二並聯

傳輸線614實質相同的阻抗變換。這可以通過分別設置電容器 $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_{1C}$ 和 $C_{1D}$ 以及電感器 $L_{1A}$ 和 $L_{1B}$ 的電容和電感來實現。類似地，第三並聯阻抗變換器740和第四並聯阻抗變換器750可以被配置為分別執行與第三並聯傳輸線616和第四並聯傳輸線618實質相同的阻抗變換。這可以通過分別設置電容器 $C_{2A}$ 、 $C_{2B}$ 、 $C_{2C}$ 和 $C_{2D}$ 以及電感器 $L_{2A}$ 和 $L_{2B}$ 的電容和電感來實現。功率分配器/組合器700的電阻器R1和R2可以被實施為分別具有與功率分配器/組合器600的電阻器R1和R2實質相同的電阻。

【0074】圖8圖示了根據本揭露的另一個態樣的訊號功率分配器/組合器300或400的埠處的阻抗的示例史密斯圖。在低頻，諸如在較低頻帶(例如，0-1 GHz)內，阻抗變換器312、314、316和318或420、430、440和450實質不影響低頻訊號。這是因為在低頻時，傳輸線312、314、316和318基本上起短路的作用。類似地，在低頻下，阻抗變換器420、430、440和450的電容器基本上起開路作用，而電感器基本上起短路作用。

【0075】因此，從埠 $P_1$ 的觀點來看，訊號功率分配器/組合器300或400的阻抗基本上是與R2並聯的R1。例如，如果R1是 $1.87 \cdot Z_0$ 並且R2是 $3.11 \cdot Z_0$ ，則考慮到埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處也存在阻抗，功率分配器/組合器300呈現給埠 $P_1$ 的阻抗是 $0.7 \cdot Z_0$ 。因此，如史密斯圖所示，在如此低的頻率下的阻抗實質是電阻性的，其電阻小於 $Z_0$ ，如史密斯圖上帶圈的數字“1”所示。這就是低頻下回波損耗差的原因。標有數字“2”的正方形內指示的區域是功率分配器/組合器300在較高頻率(諸如較高頻帶(例如，7-15 GHz))下呈現給埠 $P_1$ 的阻抗，其中回波損耗較好，但是可能不符合針對整個較高頻帶的規範，如前面討論的。

【0076】圖9圖示了根據本揭露的另一個態樣的訊號功率分配器/組合器600或700的埠處的阻抗的示例史密斯圖。在功率分配器/組合器600或700中添加負載電阻器R0具有添加由功率分配器/組合器600或700呈現給埠P<sub>1</sub>的電阻的效果。因此，由指示低頻阻抗的圓圈數字“3”指示的區域比與功率分配器/組合器300或400相關聯的史密斯圖的圓圈數位“1”區域更接近Z<sub>0</sub>。因此，串聯負載電阻器R0的添加改善了較低頻帶內的阻抗匹配或回波損耗。

【0077】串聯負載電阻器R0的添加不僅改善了較低頻率下的阻抗匹配或回波損耗，而且可能對較高頻帶內的阻抗匹配產生不利影響。因此，為了通過添加負載電阻器R0來補償對較高頻帶內的阻抗匹配或回波損耗的任何不利影響，串聯阻抗變換器610或710改善了較高頻帶內的阻抗匹配或回波損耗。史密斯圖示出了這一點，其中與屬於功率分配器/組合器300或400的史密斯圖的區域“2”相比，標有數字“4”的正方形區域在Z<sub>0</sub>周圍被壓縮。因此，串聯阻抗變換器610或710的添加改善了較高頻帶內的阻抗匹配或回波損耗。

【0078】圖10A至圖10C圖示了根據本揭露的另一個態樣的與訊號功率分配器/組合器600或700相關聯的示例規範和回應的曲線圖。曲線圖的尺寸、單位和比例與前面討論的圖2A至圖2C中描繪的相同。該曲線圖還分別描繪了針對插入損耗、隔離度和回波損耗的相同規範陰影區域。

【0079】關於圖10A中描繪的插入損耗，該曲線圖示出了埠P<sub>1</sub>和埠P<sub>2</sub>(或P<sub>1</sub>和P<sub>3</sub>)之間的插入損耗(以dB為單位)比功率分配器/組合器300或400的對應插入損耗大大約1 dB，但是仍然小於頻率0 GHz到15 GHz之間的-5 dB規範。因此，負載電阻器R0和串聯阻抗變換器610或710的添加對插入損耗具有較小的影響。

【0080】關於圖10B中描繪的隔離度，該曲線圖示出，在7 GHz至15 GHz的頻率之間，埠P<sub>2</sub>和埠P<sub>3</sub>之間的隔離度大於-15 dB，符合規範。因此，將負載電阻器R0和串聯阻抗變換器610或710添加到兩級訊號功率分配器/組合器300或400不會顯著影響較高頻帶(例如，7 -15 GHz)內的隔離度。

【0081】關於圖10C中描繪的回波損耗，該曲線圖示出了負載電阻器R0和串聯阻抗變換器610或710的添加顯著改善了較低頻帶和較高頻帶(例如，0-1 GHz和7 -15 GHz)內的阻抗匹配或回波損耗。因此，兩個頻帶內回波損耗均符合小於-15 dB的規範。

【0082】圖11圖示了根據本揭露的另一個態樣的示例訊號功率分配器/組合器1100的佈局圖。訊號功率分配器/組合器1100是訊號功率分配器/組合器700的示例佈局實施方式。

【0083】訊號功率分配器/組合器1100包括：訊號埠P<sub>1</sub>；負載電阻器1110；以及串聯阻抗變換器，其包括第一分路電容器和第二分路電容器1112和串聯電感器1114。訊號功率分配器/組合器1100還包括第一並聯阻抗變換器，該第一並聯阻抗變換器包括分路電容器1116和1124以及串聯電感器1118。應注意的是，分路電容器1116在串聯阻抗變換器和第一並聯阻抗變換器之間共用。類似地，訊號功率分配器/組合器1100進一步包括第二並聯阻抗變換器，該第二並聯阻抗變換器包括分路電容器1116和1126以及串聯電感器1120。還應注意的是，分路電容器1116在串聯阻抗變換器和第二並聯阻抗變換器之間共用。

【0084】訊號功率分配器/組合器1100進一步包括第三並聯阻抗變換器，該第三並聯阻抗變換器包括分路電容器1124和1136以及串聯電感器1130。應注意的是，分路電容器1124在第一並聯阻抗變換器和第三並聯阻抗變換器之間共用。

此外，訊號功率分配器/組合器1100還包括第四並聯阻抗變換器，該第四並聯阻抗變換器包括分路電容器1126和1138以及串聯電感器1132。注意到，分路電容器1126在第二並聯阻抗變換器和第四並聯阻抗變換器之間共用。訊號功率分配器/組合器1100還包括第一電阻器1128和第二電阻器1134，以及第二訊號埠P<sub>2</sub>和第三訊號埠P<sub>3</sub>。

【0085】負載電阻器1110和串聯阻抗變換器1112/1114/1116串聯耦合在第一埠P<sub>1</sub>和第一中間節點n<sub>1</sub>之間。第一並聯阻抗變換器1116/1118/1124耦合在第一中間節點n<sub>1</sub>和第二中間節點n<sub>2</sub>之間。第二並聯阻抗變換器1116/1120/1126耦合在第一中間節點n<sub>1</sub>和第三中間節點n<sub>3</sub>之間。第一電阻器1128耦合在第二中間節點n<sub>2</sub>和第三中間節點n<sub>3</sub>之間。

【0086】第三並聯阻抗變換器1124/1130/1136耦合在第二中間節點n<sub>2</sub>和第二埠P<sub>2</sub>之間。第四並聯阻抗變換器1126/1132/1138耦合在第三中間節點n<sub>3</sub>和第三埠P<sub>3</sub>之間。第二電阻器1134耦合在第二埠P<sub>2</sub>和第三埠P<sub>3</sub>之間。

【0087】如前所述，電阻器1110、1128和1134可以被實施為適當尺寸的電阻材料(諸如TiN)的片。電容器1112、1116、1124、1126、1136和1138可以被實施為金屬-絕緣體-金屬(metal-insulator-metal, MIM)電容器。電感器1114、1118、1120、1130和1132可以被實施為金屬化線圈帶，該金屬化線圈帶形成在一個或多個金屬化層上。

【0088】如果訊號功率分配器/組合器1100用作功率分配器，則訊號功率分配器/組合器1100在埠P<sub>1</sub>處接收輸入訊號P<sub>in</sub>，並且分別在埠P<sub>2</sub>和P<sub>3</sub>處生成輸出訊號P<sub>out1</sub>和P<sub>out2</sub>。如果訊號功率分配器/組合器1100用作功率組合器，則訊號功率分

配器/組合器1100分別在埠 $P_2$ 和 $P_3$ 處接收輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ ，並且在埠 $P_1$ 處生成輸出訊號 $P_{out}$ 。

【0089】圖12圖示了根據本揭露的另一個態樣的對訊號進行功率分配的示例方法1200的流程圖。方法1200包括在第一訊號埠處接收第一訊號(方塊1210)。用於在第一訊號埠處接收第一訊號的裝置的示例包括本文描述的訊號埠 $P_1$ 、 $P_{11}$ 、 $P_{21A}$ 和 $P_{21B}$ 中的任一個。

【0090】方法1200還包括使第一訊號傳播通過第一電阻器和第一阻抗變換器以在第一中間節點處生成第二訊號(方塊1220)。用於通過第一電阻器和第一變換器傳播第一訊號以在第一中間節點處生成第二訊號的部件的示例包括本文描述的負載電阻器 $R_0$ 和1110以及串聯阻抗變換器610、710和1112/1114/1116中的任一個。

【0091】方法1200還包括在第一中間節點處分配第二訊號以生成第三訊號和第四訊號(方塊1230)。用於在第一中間節點處分配第二訊號以生成第三訊號和第四訊號的部件的示例包括本文描述的任何中間節點 $n1$ 。

【0092】方法1200還包括使第三訊號朝向第二訊號埠傳播通過第二阻抗變換器(方塊1240)。用於通過第二阻抗變換器朝向第二訊號埠傳播第三訊號的部件的示例包括本文描述的阻抗變換器612、720和1116/1118/1124中的任一個。

【0093】此外，方法1200包括使第四訊號朝向第三訊號埠傳播通過第三阻抗變換器(方塊1250)。用於將第四訊號朝向第三訊號埠傳播通過第三阻抗變換器的部件的示例包括本文描述的阻抗變換器614、730和1116/1120/1126中的任一個。

【0094】此外，方法1200包括經由第二電阻器將第二訊號埠電耦合到第三訊號埠(方塊1260)。用於經由第二電阻器將第二訊號埠電耦合到第三訊號埠的裝置的示例包括在第二埠 $P_2$ 和第三埠 $P_3$ 之間耦合第二電阻器R2或1134。

【0095】方法1200還可以包括：使第三訊號從第二中間節點傳播通過第四阻抗變換器到第二訊號埠，其中第二阻抗變換器耦合在第一中間節點和第二中間節點之間；將使第四訊號從第三中間節點傳播通過第五阻抗變換器到第三訊號埠，其中第三阻抗變換器耦合在第一中間節點和第三中間節點之間；以及經由第三電阻器將第二中間節點電耦合到第三中間節點。

【0096】用於使第三訊號從第二中間節點傳播通過第四阻抗變換器到第二訊號埠的裝置的示例包括本文描述的阻抗變換器616、740和1124/1130/1136中的任一個。用於使第四訊號從第三中間節點傳播通過第五阻抗變換器到第三訊號埠的部件的示例包括本文描述的阻抗變換器618、750和1126/1132/1138中的任一個。用於經由第三電阻器將第二中間節點電耦合到第三中間節點的裝置的示例包括在第二中間節點n2和第三中間節點n3之間耦合第一電阻器R1或1128。

【0097】此外，方法1200可以包括在第二訊號埠處分配第三訊號以生成第五訊號和第六訊號。用於在第二訊號埠處分配第三訊號以生成第五訊號和第六訊號的裝置的示例包括本文描述的功率分配器1520和1530中的任一個。此外，方法1200可以包括在第一訊號埠處分配第五訊號以生成第一訊號和第六訊號。用於在第一訊號埠處分配第五訊號以生成第一訊號和第六訊號的裝置的示例包括如本文描述的功率分配器1520和1530中的任一個。

【0098】圖13圖示了根據本揭露的另一個態樣的功率組合訊號的示例方法1300的流程圖。方法1300包括在第一訊號埠處接收第一訊號(方塊1310)。用於在

第一訊號埠處接收第一訊號的部件的示例包括本文描述的任何訊號埠 $P_2$ 。方法1300還包括在第二訊號埠處接收第二訊號(方塊1320)。用於在第二訊號埠處接收第二訊號的部件的示例包括本文描述的任何訊號埠 $P_3$ 。

【0099】此外，方法1300包括經由第一電阻器將第一訊號埠電耦合到第二訊號埠(方塊1330)。用於經由第一電阻器將第一訊號埠電耦合到第二訊號埠的裝置的示例包括本文描述的第二埠 $P_2$ 和第三埠 $P_3$ 之間的第二電阻器 $R_2$ 或1134的耦合。

【0100】方法1300還包括經由第一阻抗變換器使第一訊號從第一訊號埠傳播到第一中間節點(方塊1340)。用於經由第一阻抗變換器使第一訊號從第一訊號埠傳播到第一中間節點的裝置的示例包括本文描述的阻抗變換器612、720和1124/1118/1116中的任一個。

【0101】此外，方法1300包括經由第二阻抗變換器使第二訊號從第二訊號埠傳播到第一中間節點(方塊1350)。用於經由第二阻抗變換器使第二訊號從第二訊號埠傳播到第一中間節點的裝置的示例包括本文描述的阻抗變換器614、730和1126/1120/1116中的任一個。

【0102】方法1300還包括在第一中間節點處組合第一訊號和第二訊號以生成第三訊號(方塊1360)。用於在第一中間節點處組合第一訊號和第二訊號以生成第三訊號的裝置的示例包括本文描述的任何中間節點 $n1$ 。

【0103】並且方法1300包括經由第三阻抗變換器和第二電阻器使第三訊號從第一中間節點傳播到第三訊號埠(方塊1370)。用於經由第三阻抗變換器和第二電阻器將第三訊號從第一中間節點傳播到第三訊號埠的裝置的示例包括本文描

述的串聯阻抗變換器610、710和1116/1114/1112中的任一個，以及負載電阻器R0和1110。

【0104】方法1300還可以包括經由第四阻抗變換器將第三訊號從第二訊號埠傳播到第二中間節點，其中第一阻抗變換器耦合在第一中間節點和第二中間節點之間；經由第五阻抗變換器將第四訊號從第三訊號埠傳播到第三中間節點，其中第二阻抗變換器耦合在第一中間節點和第三中間節點之間；以及經由第三電阻器將第二中間節點電耦合到第三中間節點。

【0105】用於經由第四阻抗變換器將第三訊號從第二訊號埠傳播到第二中間節點的裝置的示例包括本文描述的阻抗變換器616、740和1136/1130/1124中的任一個。經由第五阻抗變換器將第四訊號從第三訊號埠傳播到第三中間節點的示例包括本文描述的阻抗變換器618、750和1138/1132/1126中的任一個。並且用於經由第三電阻器將第二中間節點電耦合到第三中間節點的裝置的示例包括在第二中間節點n2和第三中間節點n3之間耦合第一電阻器R1或1128。

【0106】此外，方法1300可以包括在第三訊號埠將第三訊號與第四訊號組合以生成第五訊號。用於在第三訊號埠將第三訊號與第四訊號組合以生成第五訊號的裝置包括如本文描述的功率分配器1520和1530中的任一個。此外，方法1300可以包括在第一訊號埠處組合第四訊號和第五訊號以生成第一訊號。用於在第一訊號埠處組合第四訊號和第五訊號以生成第一訊號的裝置的示例包括如本文進一步描述的功率分配器1520和1530中的任一個。

【0107】圖14圖示了根據本揭露的另一個態樣的示例無線通訊設備1400的方塊圖。無線通訊設備1400可以被實施為智慧型電話、平板設備、膝上型電腦、

桌上型電腦、可穿戴設備(例如，智慧手錶、活動監測設備、健康監測設備等)、物聯網(Internet of Things, IoT)設備等。

【0108】無線通訊設備1400包括至少一個天線1410(例如，一組天線，或一個或多個相控陣天線等)、一組收發器鏈1420、訊號功率組合器1440、訊號功率分配器1450和訊號處理電路1460。這組收發器鏈1420中的每一個都可以包括：訊號路由電路1422，其被配置為向和從至少一個天線1410路由訊號；低雜訊放大器(low noise amplifier, LNA)1424；移相器1426、下變頻混頻器1428(其接收本地振盪器(local oscillator, LO)訊號)；以及中頻(intermediate frequency, IF)或基帶(baseband, BB)濾波器1430。這些設備共同被配置為將經由至少一個天線1410接收到的RF訊號轉換成接收到的IF或BB訊號。

【0109】訊號功率組合器1440包括輸入，該輸入分別耦合到該一組收發器鏈1420的輸出。例如，訊號功率組合器1140的輸入可以分別耦合到該一組收發器鏈1420的對應接收IF或BB濾波器1430的輸出。訊號功率組合器1140的輸入被配置為從該一組收發器鏈1420接收IF或BB訊號。考慮到前面的示例，該一組收發器鏈1420中的一個可以被配置為生成較高頻帶(例如，7-15 GHz)內的IF訊號，並且該一組收發器鏈1420中的另一個可以被配置為生成較低頻帶(例如，0-1 GHz)內的IF訊號。

【0110】訊號功率組合器1440被配置為組合接收到的IF或BB訊號以在其輸出生成組合的接收IF或BB訊號。訊號功率組合器1440可以按照本文描述的任何訊號功率組合器來實施。訊號功率組合器1440的輸出耦合到訊號處理電路1460的輸入。訊號處理電路1460被配置為處理組合的接收到的IF或BB訊號以從中恢復資料。

【0111】訊號處理電路1460被配置為生成包括資料的組合的發射IF或BB訊號。訊號處理電路1460包括輸出，該輸出耦合到訊號功率分配器1450的輸入，在該輸出處生成組合的發射IF或BB訊號。訊號功率分配器1450被配置為對組合的發射IF或BB訊號進行功率分配以生成一組發射IF或BB訊號。訊號功率分配器1450可以按照本文描述的任何訊號功率分配器來實施。訊號功率分配器1450包括一組輸出，在該一組輸出處生成該一組發射IF或BB訊號，該一組發射IF或BB訊號分別耦合到該組收發器鏈1420的輸入。

【0112】該組收發器鏈1420中的每一個還可以包括上變頻混頻器1432(其接收LO訊號)、射頻(radio frequency, RF)濾波器1434、移相器1436和一組一個或多個放大器1438(例如，前置放大器、功率放大器(power amplifier, PA)等)。這些設備被共同被配置為轉換從訊號功率分配器1450接收到的發射IF或BB訊號，以生成發射RF訊號，該發射RF訊號經由訊號路由電路1422被提供給至少一個天線1410用於無線傳輸。由訊號功率分配器1450生成的該組發射IF或BB訊號被分別提供給該一組收發器鏈1420的對應的上變頻混頻器1432。

【0113】圖15圖示了根據本揭露的另一個態樣的另一個示例訊號功率分配器/組合器1500的方塊圖。功率分配器/組合器1500可以包括一組分級訊號功率分配器/組合器，其中每個功率分配器/組合器可以按照前面討論的任何訊號功率分配器/組合器來配置。

【0114】特別地，訊號功率分配器/組合器1500包括第一分級級別的訊號功率分配器/組合器1510，包括訊號埠 $P_{11}$ 、 $P_{12}$ 和 $P_{13}$ 。第一分級級別訊號功率分配器/組合器1510可以按照前面討論的訊號功率分配器/組合器600、700和1100中的任

一個來實施，其中訊號埠 $P_{11}$ 、 $P_{12}$ 和 $P_{13}$ 分別對應於訊號功率分配器/組合器600、700和1100的訊號埠 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 。

【0115】訊號功率分配器/組合器1500包括第一、第二分級級別的訊號功率分配器/組合器1520，包括訊號埠 $P_{21A}$ 、 $P_{22A}$ 和 $P_{23A}$ 。第一、第二分級級別訊號功率分配器/組合器1520可以按照前面討論的訊號功率分配器/組合器600、700和1100中的任一個來實施，其中訊號埠 $P_{21A}$ 、 $P_{22A}$ 和 $P_{23A}$ 分別對應於訊號功率分配器/組合器600、700和1100的訊號埠 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 。

【0116】訊號功率分配器/組合器1500包括第二、第二分級級別訊號功率分配器/組合器1530，包括訊號埠 $P_{21B}$ 、 $P_{22B}$ 和 $P_{23B}$ 。第二、第二分級級別訊號功率分配器/組合器1530可以按照前面討論的訊號功率分配器/組合器600、700和1100中的任一個來實施，其中訊號埠 $P_{21B}$ 、 $P_{22B}$ 和 $P_{23B}$ 分別對應於訊號功率分配器/組合器600、700和1100的訊號埠 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 。

【0117】如果訊號功率分配器/組合器1500被用作功率分配器，則訊號功率分配器1500在埠 $P_{11}$ 處接收輸入訊號 $P_{in}$ ，並且第一分級級別分配器1510對輸入訊號 $P_{in}$ 進行功率分配，以分別在埠 $P_{12}$ 和 $P_{13}$ 處生成第一分級級別輸出訊號 $P_{out11}$ 和 $P_{out12}$ 。第一、第二分級級別訊號功率分配器1520在埠 $P_{21A}$ 處接收第一分級級別輸出訊號 $P_{out11}$ ，並且功率分配訊號 $P_{out11}$ 以分別在埠 $P_{22A}$ 和 $P_{23A}$ 處生成第二分級級別輸出訊號 $P_{out21}$ 和 $P_{out22}$ 。第二、第二分級級別訊號功率分配器1530在埠 $P_{21B}$ 處接收第二分級級別輸出訊號 $P_{out12}$ ，並且功率分配訊號 $P_{out12}$ 以分別在埠 $P_{22B}$ 和 $P_{23B}$ 處生成第二分級級別輸出訊號 $P_{out23}$ 和 $P_{out24}$ 。應理解的是，可以有兩個以上分級級別的訊號功率分配器。

【0118】如果訊號功率分配器/組合器1500被用作功率組合器，則訊號功率分配器1500分別在埠 $P_{22A}$ 、 $P_{23A}$ 、 $P_{22B}$ 和 $P_{23B}$ 處接收輸入訊號 $P_{in1}$ 、 $P_{in2}$ 、 $P_{in3}$ 和 $P_{in4}$ 。第一、第二分級級別訊號功率組合器1520對輸入訊號 $P_{in1}$ 和 $P_{in2}$ 進行功率組合，以在埠 $P_{21A}$ 處生成第一、第一分級級別輸入訊號 $P_{in11}$ 。類似地，第二、第二分級級別訊號功率組合器1530功率組合輸入訊號 $P_{in3}$ 和 $P_{in4}$ ，以在埠 $P_{21B}$ 處生成第二、第一分級級別輸入訊號 $P_{in12}$ 。第一分級級別訊號功率組合器1510分別在埠 $P_{12}$ 和 $P_{13}$ 處接收第一分級級別輸入訊號 $P_{in11}$ 和 $P_{in12}$ ，並且功率組合訊號 $P_{in11}$ 和 $P_{in12}$ 以在埠 $P_{11}$ 處生成輸出訊號 $P_{out}$ 。應當理解的，可以有兩個以上分級級別的訊號功率組合器。

【0119】圖15中示出的示例是1:4功率分配器或4:1功率組合器。最大訊號功率分配或組合是 $2n$ ，其中 $n$ 是分級級別的數量。例如，在此示例中， $n=2$ 。因此，訊號分配或組合的最大數量是2或4。除了最大 $2n$ 個訊號分配或組合之外的奇數個或偶數個訊號分配或組合可以通過在最高分級級別消除一個或多個功率分配器/組合器來實現。例如，通過消除功率分配器/組合器1530，可以利用功率分配器/組合器1500實現1:3功率分配器或3:1功率組合器。另一個示例是三個分級級別( $n=3$ )，其中最高分級級別具有6個功率分配器/組合器，而不是最多8個。

【0120】以下提供了本揭露的各態樣的概述：

【0121】態樣1：一種裝置，包括：第一訊號埠；第一電阻器；第一阻抗變換器，在第一訊號埠和第一中間節點之間、與第一電阻器串聯耦合；第二阻抗變換器，耦合在所述第一中間節點和所述第二訊號埠之間；第三阻抗變換器，耦合在所述第一中間節點和所述第三訊號埠之間；以及第二電阻器，耦合在所述第二訊號埠和所述第三訊號埠之間。

【0122】態樣2：根據態樣1所述的裝置，其中所述第一阻抗變換器包括具有第一阻抗和第一長度的第一傳輸線。

【0123】態樣3：根據態樣1或2所述的裝置，其中所述第二阻抗變換器包括具有第二阻抗和第二長度的第二傳輸線。

【0124】態樣4：根據態樣1至3中任一個態樣所述的裝置，其中所述第三阻抗變換器包括具有第三阻抗和第三長度的第三傳輸線。

【0125】態樣5：根據態樣4所述的裝置，其中所述第二阻抗與所述第三阻抗實質相同，並且其中所述第二長度與所述第三長度實質相同。

【0126】態樣6：根據態樣1至5中任一個態樣所述的裝置，其中第一阻抗變換器包括第一分路電容器、第一串聯電感器和第二分路電容器，其中所述第一分路電容器和所述第二分路電容器分別耦合到所述第一串聯電感器的兩端。

【0127】態樣7：根據態樣1至6中任一個態樣所述的裝置，其中所述第二阻抗變換器包括第三分路電容器、第二串聯電感器和第四分路電容器，其中所述第三分路電容器和所述第四分路電容器分別耦合到所述第二串聯電感器的兩端。

【0128】態樣8：根據態樣1至7中任一個態樣所述的裝置，其中所述第三阻抗變換器包括第五分路電容器、第三串聯電感器和第六分路電容器，其中所述第五分路電容器和所述第六分路電容器分別耦合到所述第三串聯電感器的兩端。

【0129】態樣9：根據態樣9所述的裝置，其中所述第三分路電容器、所述第四分路電容器、所述第五分路電容器和所述第六分路電容器具有實質相同的電容，並且其中所述第二串聯電感器和所述第三串聯電感器具有實質相同的電感。

【0130】態樣10：根據態樣6至9中任一個態樣所述的裝置，其中所述第二阻抗變換器包括第二串聯電感器和第三分路電容器，其中所述第二分路電容器在

所述第一阻抗變換器和所述第二阻抗變換器之間共用，並且其中所述第二分路電容器和第三分路電容器分別耦合到所述第二串聯電感器的兩端。

【0131】態樣11：根據態樣10所述的裝置，其中所述第三阻抗變換器包括第三串聯電感器和第四分路電容器，其中所述第二分路電容器在所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器之間共用，並且其中所述第二分路電容器和第四分路電容器分別耦合到所述第三串聯電感器的兩端。

【0132】態樣12：根據態樣1至11中任一個態樣所述的裝置，還包括：第四阻抗變換器，耦合在第二中間節點和所述第二訊號埠之間，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第二中間節點之間；第五阻抗變換器，耦合在第三中間節點和所述第三訊號埠之間，其中所述第三阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及第三電阻器，耦合在所述第二中間節點和第三中間節點之間。

【0133】態樣13：根據態樣12所述的裝置，其中所述第四阻抗變換器包括具有第一阻抗和第一長度的第一傳輸線，其中所述第五阻抗變換器包括具有第二阻抗和第二長度的第二傳輸線，其中所述第一阻抗與所述第二阻抗實質相同，並且其中所述第一長度與所述第二長度實質相同。

【0134】態樣14：根據態樣12所述的裝置，其中：所述第四阻抗變換器包括第一分路電容器、第一串聯電感器和第二分路電容器，其中所述第一分路電容器和所述第二分路電容器分別耦合到所述第一串聯電感器的兩端；所述第五阻抗變換器包括第三分路電容器、第二串聯電感器和第四分路電容器，其中所述第三分路電容器和所述第四分路電容器分別耦合到所述第二串聯電感器的兩端；以及所述第一分路電容器、所述第二分路電容器、所述第三分路電容器和所述第四

分路電容器具有實質相同的電容，並且其中所述第一串聯電感器和所述第二串聯電感器具有實質相同的電感。

【0135】態樣15：一種方法，包括：在第一訊號埠處接收第一訊號；使所述第一訊號傳播通過第一電阻器和第一阻抗變換器以在第一中間節點處生成第二訊號；在所述第一中間節點處分配所述第二訊號以生成第三訊號和第四訊號；使所述第三訊號朝向第二訊號埠傳播通過第二阻抗變換器；使所述第四訊號朝向第三訊號埠傳播通過第三阻抗變換器；以及經由第二電阻器將所述第二訊號埠電耦合到所述第三訊號埠。

【0136】態樣16：根據態樣15所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器各自包括傳輸線。

【0137】態樣17：根據態樣15所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器各自包括第一分路電容器、串聯電感器和 second 分路電容器，其中第一分路電容器和 second 分路電容器分別耦合到串聯電感器的兩端。

【0138】態樣18：根據態樣15至17中任一個態樣所述的方法，還包括：使所述第三訊號從第二中間節點傳播通過第四阻抗變換器到第二訊號埠，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第二中間節點之間；使所述第四訊號從第三中間節點傳播通過第五阻抗變換器到所述第三訊號埠，其中所述第三阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及經由第三電阻器將所述第二中間節點電耦合到所述第三中間節點。

【0139】態樣19：根據態樣15至18中任一個態樣所述的方法，還包括在所述第二訊號埠處分配所述第三訊號以生成第五訊號和第六訊號。

【0140】態樣20：根據態樣15至19中任一個態樣所述的方法，進一步分配第五訊號以生成所述第一訊號和第六訊號。

【0141】態樣21：一種方法，包括：在第一訊號埠處接收第一訊號；在第二訊號埠處接收第二訊號；經由第一電阻器將所述第一訊號埠電耦合到所述第二訊號埠；經由第一阻抗變換器將所述第一訊號從所述第一訊號埠傳播到第一中間節點；經由第二阻抗變換器使所述第二訊號從所述第二訊號埠傳播到所述第一中間節點；在所述第一中間節點處組合所述第一訊號和所述第二訊號以生成第三訊號；以及經由第三阻抗變換器和第二電阻器使所述第三訊號從所述第一中間節點傳播到第三訊號埠。

【0142】態樣22：根據態樣21所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器各自包括傳輸線。

【0143】態樣23：根據態樣21所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器各自包括第一分路電容器、串聯電感器和第二分路電容器，其中所述第一分路電容器和第二分路電容器分別耦合到所述串聯電感器的兩端。

【0144】態樣24：根據態樣21至23中任一個態樣所述的方法，還包括：經由第四阻抗變換器使第一訊號從所述第一訊號埠傳播到第二中間節點，其中所述第一阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第二中間節點之間；經由第五阻抗變換器使所述第二訊號從所述第二訊號埠傳播到第三中間節點，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及經由第三電阻器將所述第二中間節點電耦合到所述第三中間節點。

【0145】態樣25：根據態樣21至24中任一個態樣所述的方法，還包括組合所述第三訊號與第四訊號以生成第五訊號。

【0146】態樣26：根據態樣21至25中任一個態樣所述的方法，還包括組合第四訊號和第五訊號以生成第一訊號。

【0147】態樣27：一種無線通訊設備，包括：

至少一個天線；

一組收發器鏈，耦合到所述至少一個天線；以及

訊號功率分配器或組合器，耦合到所述一組收發器鏈組，其中所述訊號功率分配器或組合器包括：第一訊號埠；第一電阻器；第一阻抗變換器，在所述第一訊號埠和第一中間節點之間、與所述第一電阻器串聯耦合；第二阻抗變換器，耦合在所述第一中間節點和第二訊號埠之間；第三阻抗變換器，耦合在所述第一中間節點和第三訊號埠之間；以及第二電阻器，耦合在所述第二訊號埠和所述第三訊號埠之間。

【0148】態樣28：根據態樣27所述的無線通訊設備，其中所述第一訊號埠耦合到訊號處理電路的輸入，並且其中所述第二埠和所述第三埠分別耦合到所述組收發器鏈的輸入。

【0149】態樣29：根據態樣27所述的無線通訊設備，其中所述第二訊號埠和第三訊號埠分別耦合到所述一組收發器鏈的輸出，並且其中所述第一訊號埠耦合到訊號處理電路的輸入。

【0150】態樣30：根據態樣27至29中任一個態樣所述的無線通訊設備，其中訊號功率分配器或組合器還包括：第四阻抗變換器，耦合在第二中間節點和所述第二訊號埠之間，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第

二中間節點之間；第五阻抗變換器，耦合在第三中間節點和所述第三訊號埠之間，其中所述第三阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及第三電阻器，耦合在所述第二中間節點和所述第三中間節點之間。

【0151】提供本揭露的前述描述是以使所屬技術領域具有通常知識者能夠製造或使用本揭露。對本揭露的各種修改對於所屬技術領域具有通常知識者來說將是顯而易見的，並且在不脫離本揭露的精神或範圍的情況下，本文限定的一般原理可以應用於其他變型。因此，本揭露不旨在限於本文描述的示例，而是符合與本文揭露的原理和新穎特徵一致的最寬範圍。

#### 【符號說明】

100：訊號功率分配器

110：輸入訊號埠

112：第一傳輸線

114：第二傳輸線

116：第一輸出訊號埠

118：第二輸出訊號埠

$P_{in}$ ：輸入訊號

$P_{out1}$ ：第一輸出訊號

$P_{out2}$ ：第二輸出訊號

R：電阻器

150：訊號功率組器

162：第一輸入訊號埠

164：第二輸入訊號埠

166：第一傳輸線

168：第二傳輸線

170：輸出訊號埠

$P_{in1}$ ：第一輸入訊號

$P_{in2}$ ：第二輸入訊號

$P_{out}$ ：輸出訊號

300：訊號功率分配器

312：第一傳輸線

314：第二傳輸線

316：第三傳輸線

318：第四傳輸線

$n1$ ：第一中間節點

$n2$ ：第二中間節點

$P_1$ ：第一訊號埠

$P_2$ ：第二訊號埠

$P_3$ ：第三訊號埠

$R1$ ：第一電阻器

$R2$ ：第二電阻器

400：訊號功率組合器

420：第一阻抗變換器

430：第二阻抗變換器

440：第三阻抗變換器

450：第四阻抗變換器

$C_{1A}$ 、 $C_{2A}$ 、 $C_{1C}$ 、 $C_{2C}$ ：第一分路電容器

$C_{1B}$ 、 $C_{2B}$ 、 $C_{1D}$ 、 $C_{2D}$ ：第二分路電容器

$L_{1A}$ 、 $L_{1B}$ 、 $L_{2A}$ 、 $L_{2B}$ ：串聯電感器

600：訊號功率分配器/組合器

610：串聯阻抗變換器

612：第一並聯傳輸線

614：第二並聯傳輸線

616：第三並聯傳輸線

618：第四並聯傳輸線

$n_3$ ：第三中間節點

$R_0$ ：負載電阻器

700：訊號功率分配器/組合器

710：串聯阻抗變換器

720：第一並聯阻抗變換器

730：第二並聯阻抗變換器

740：第三並聯阻抗變換器

750：第四並聯阻抗變換器

$L_{0A}$ ：串聯電感器

$C_{0A}$ ：第一分路電容器

$C_{0B}$ ：第二分路電容器

1100：訊號功率分配器/組合器

1110：負載電阻器

1112：第二分路電容器

1114：串聯電感器

1116：分路電容器

1118：串聯電感器

1120：串聯電感器

1124：分路電容器

1126：分路電容器

1128：第一電阻器

1130：串聯電感器

1132：串聯電感器

1134：第二電阻器

1136：分路電容器

1138：分路電容器

1200：方法

1210：方塊

1220：方塊

1230：方塊

1240：方塊

1250：方塊

1260：方塊

1300：方法

1310：方塊

1320：方塊

1330：方塊

1340：方塊

1350：方塊

1360：方塊

1370：方塊

1400：無線通訊設備

1410：天線

1420：收發器鏈

1422：訊號路由電路

1424：低雜訊放大器

1426：移相器

1428：下變頻混頻器

1430：基帶濾波器

1432：上變頻混頻器

1434：射頻濾波器

1436：移相器

1438：放大器

1440：訊號功率組合器

1450：訊號功率分配器

1460：訊號處理電路

1500：訊號功率分配器/組合器

1510：第一分級級別訊號功率分配器/組合器

$P_{11}$ 、 $P_{12}$ 、 $P_{13}$ ：訊號埠

1520：訊號功率分配器/組合器

$P_{21A}$ 、 $P_{22A}$ 、 $P_{23A}$ ：訊號埠

1530：訊號功率分配器/組合器

$P_{21B}$ 、 $P_{22B}$ 、 $P_{23B}$ ：訊號埠

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種裝置，其包括：

第一訊號埠；

第一電阻器；

第一阻抗變換器，在所述第一訊號埠和第一中間節點之間，與所述第一電阻器串聯耦合；

第二阻抗變換器，耦合在所述第一中間節點和第二訊號埠之間；

第三阻抗變換器，耦合在所述第一中間節點和第三訊號埠之間；以及

第二電阻器，耦合在所述第二訊號埠和所述第三訊號埠之間。

【請求項2】如請求項 1 所述的裝置，其中所述第一阻抗變換器包括具有第一阻抗和第一長度的第一傳輸線。

【請求項3】如請求項 2 所述的裝置，其中所述第二阻抗變換器包括具有第二阻抗和第二長度的第二傳輸線。

【請求項4】如請求項 3 所述的裝置，其中所述第三阻抗變換器包括具有第三阻抗和第三長度的第三傳輸線。

【請求項5】如請求項 4 所述的裝置，其中所述第二阻抗與所述第三阻抗實質相同，並且其中所述第二長度與所述第三長度實質相同。

【請求項6】如請求項 1 所述的裝置，其中所述第一阻抗變換器包括第一分路電容器、第一串聯電感器和第二分路電容器，其中所述第一分路電容器和所述第二分路電容器分別耦合到所述第一串聯电感器的兩端。

【請求項7】如請求項 6 所述的裝置，其中所述第二阻抗變換器包括第三分路電容器、第二串聯電感器和第四分路電容器，其中所述第三分路電容器和所述第四分路電容器分別耦合到所述第二串聯电感器的兩端。

【請求項8】如請求項 7 所述的裝置，其中所述第三阻抗變換器包括第五分路電容器、第三串聯電感器和第六分路電容器，其中所述第五分路電容器和所述第六分路電容器分別耦合到所述第三串聯电感器的兩端。

【請求項9】如請求項 8 所述的裝置，其中所述第三分路電容器、所述第四分路電容器、所述第五分路電容器和所述第六分路電容器具有實質相同的電容，並且其中所述第二串聯電感器和所述第三串聯電感器具有實質相同的電感。

【請求項10】如請求項 6 所述的裝置，其中所述第二阻抗變換器包括第二串聯電感器和第三分路電容器，其中所述第二分路電容器在所述第一阻抗變換器和所述第二阻抗變換器之間共用，並且其中所述第二分路電容器和所述第三分路電容器分別耦合到所述第二串聯电感器的兩端。

【請求項11】如請求項 10 所述的裝置，其中所述第三阻抗變換器包括第三串聯電感器和第四分路電容器，其中所述第二分路電容器在所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器之間共用，並且其中所述第二分路電容器和所述第四分路電容器分別耦合到所述第三串聯电感器的兩端。

【請求項12】如請求項 1 所述的裝置，還包括：

第四阻抗變換器，耦合在第二中間節點和所述第二訊號埠之間，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第二中間節點之間；

第五阻抗變換器，耦合在第三中間節點和所述第三訊號埠之間，其中所述第三阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及

第三電阻器，耦合在所述第二中間節點和所述第三中間節點之間。

【請求項13】如請求項 12 所述的裝置，其中所述第四阻抗變換器包括具有第一阻抗和第一長度的第一傳輸線，其中所述第五阻抗變換器包括具有第二

阻抗和第二長度的第二傳輸線，其中所述第一阻抗與所述第二阻抗基本上相同，並且其中所述第一長度與所述第二長度基本上相同。

【請求項14】如請求項 12 所述的裝置，其中：

所述第四阻抗變換器包括第一分路電容器、第一串聯電感器和 second 分路電容器，其中所述第一分路電容器和所述 second 分路電容器分別耦合到所述第一串聯電感器的兩端；

所述第五阻抗變換器包括第三分路電容器、第二串聯電感器和第四分路電容器，其中所述第三分路電容器和所述第四分路電容器分別耦合到所述第二串聯電感器的兩端；以及

所述第一分路電容器、所述 second 分路電容器、所述第三分路電容器和所述第四分路電容器具有實質相同的電容，並且其中所述第一串聯電感器和所述 second 串聯電感器具有實質相同的電感。

【請求項15】一種方法，包括：

在第一訊號埠處接收第一訊號；

使所述第一訊號傳播通過第一電阻器和第一阻抗變換器，以在第一中間節點處生成第二訊號；

在所述第一中間節點處分配所述第二訊號，以生成第三訊號和第四訊號；

使所述第三訊號朝向第二訊號埠傳播，通過第二阻抗變換器；

使所述第四訊號朝向第三訊號埠傳播，通過第三阻抗變換器；以及

經由第二電阻器將所述第二訊號埠電耦合到所述第三訊號埠。

【請求項16】如請求項 15 所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述 second 阻抗變換器和所述 third 阻抗變換器各自包括傳輸線。

【請求項17】如請求項 15 所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述 second 阻抗變換器和所述 third 阻抗變換器各自包括第一分路電容器、串聯電感器

和 second 分路電容器，其中所述第一分路電容器和 second 分路電容器分別耦合到所述串聯電感器的兩端。

【請求項18】如請求項 15 所述的方法，還包括：

使所述第三訊號從第二中間節點傳播，通過第四阻抗變換器到所述第二訊號埠，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第二中間節點之間；

使所述第四訊號從第三中間節點傳播，通過第五阻抗變換器到所述第三訊號埠，其中所述第三阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及

經由第三電阻器，將所述第二中間節點電耦合到所述第三中間節點。

【請求項19】如請求項 15 所述的方法，還包括在所述第二訊號埠處分配所述第三訊號，以生成第五訊號和第六訊號。

【請求項20】如請求項 15 所述的方法，進一步分配第五訊號以生成所述第一訊號和第六訊號。

【請求項21】一種方法，包括：

在第一訊號埠處接收第一訊號；

在第二訊號埠處接收第二訊號；

經由第一電阻器，將所述第一訊號埠電耦合到所述第二訊號埠；

經由第一阻抗變換器，使所述第一訊號從所述第一訊號埠傳播到第一中間節點；

經由第二阻抗變換器，使所述第二訊號從所述第二訊號埠傳播到所述第一中間節點；

在所述第一中間節點處，組合所述第一訊號和所述第二訊號以生成第三訊號；以及

經由第三阻抗變換器和第二電阻器，使所述第三訊號從所述第一中間節點傳播到第三訊號埠。

【請求項22】如請求項 21 所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器各自包括傳輸線。

【請求項23】如請求項 21 所述的方法，其中所述第一阻抗變換器、所述第二阻抗變換器和所述第三阻抗變換器各自包括第一分路電容器、串聯電感器和第二分路電容器，其中所述第一分路電容器和第二分路電容器分別耦合到所述串聯電感器的兩端。

【請求項24】如請求項 21 所述的方法，還包括：

經由第四阻抗變換器，使第一訊號從所述第一訊號埠傳播到第二中間節點，其中所述第一阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第二中間節點之間；

經由第五阻抗變換器，使所述第二訊號從所述第二訊號埠傳播到第三中間節點，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及

經由第三電阻器，將所述第二中間節點電耦合到所述第三中間節點。

【請求項25】如請求項 21 所述的方法，還包括組合所述第三訊號與第四訊號以生成第五訊號。

【請求項26】如請求項 21 所述的方法，還包括組合第四訊號和第五訊號以生成所述第一訊號。

【請求項27】一種無線通訊設備，包括：

至少一個天線；

一組收發器鏈，耦合到所述至少一個天線；以及

訊號功率分配器或組合器，耦合到所述一組收發器鏈，其中所述訊號功率分配器或組合器包括：

第一訊號埠；

第一電阻器；

第一阻抗變換器，在所述第一訊號埠和第一中間節點之間，與所述第一電阻器串聯耦合；

第二阻抗變換器，耦合在所述第一中間節點和第二訊號埠之間；

第三阻抗變換器，其耦合在所述第一中間節點和第三訊號埠之間；以及

第二電阻器，其耦合在所述第二訊號埠和所述第三訊號埠之間。

【請求項28】如請求項 27 所述的無線通訊設備，其中所述第一訊號埠耦合到訊號處理電路的輸入，並且其中所述第二埠和所述第三埠分別耦合到所述一組收發器鏈的輸入。

【請求項29】如請求項 27 所述的無線通訊設備，其中所述第二訊號埠和所述第三訊號埠分別耦合到所述一組收發器鏈的輸出，並且其中所述第一訊號埠耦合到訊號處理電路的輸入。

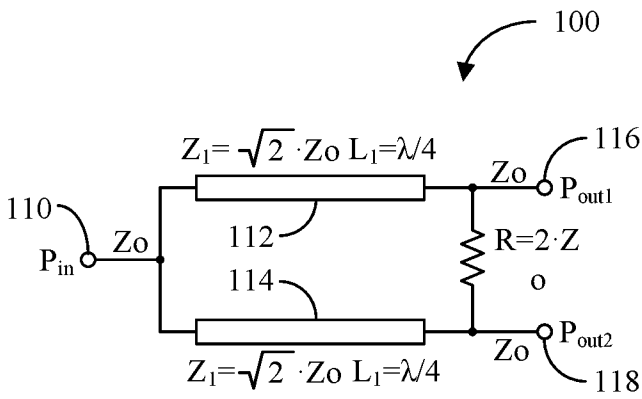
【請求項30】如請求項 27 所述的無線通訊設備，其中所述訊號功率分配器或組合器還包括：

第四阻抗變換器，耦合在第二中間節點和所述第二訊號埠之間，其中所述第二阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第二中間節點之間；

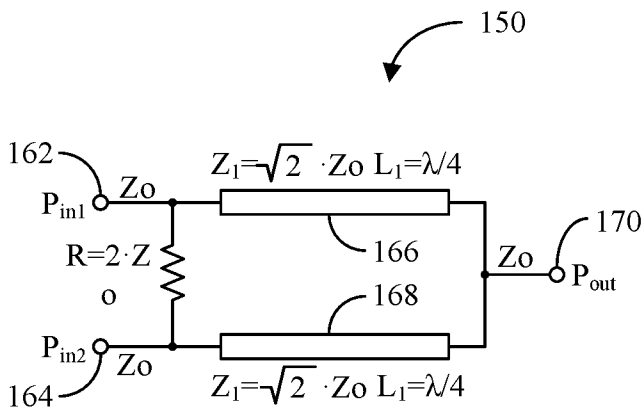
第五阻抗變換器，耦合在第三中間節點和所述第三訊號埠之間，其中所述第三阻抗變換器耦合在所述第一中間節點和所述第三中間節點之間；以及

第三電阻器，耦合在所述第二中間節點和所述第三中間節點之間。

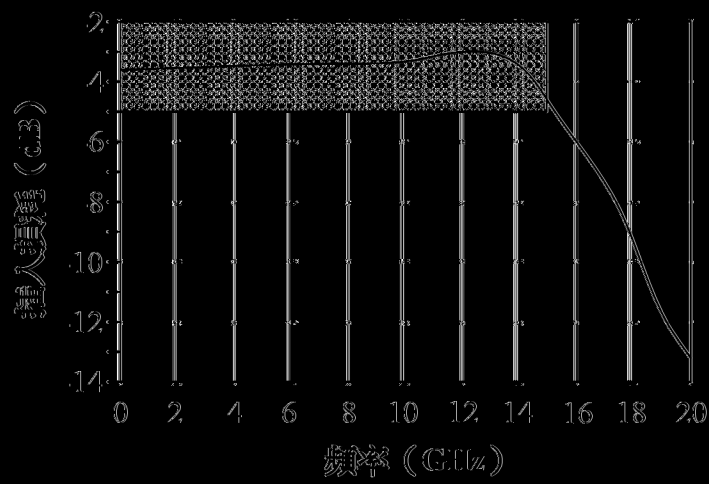
【發明圖式】



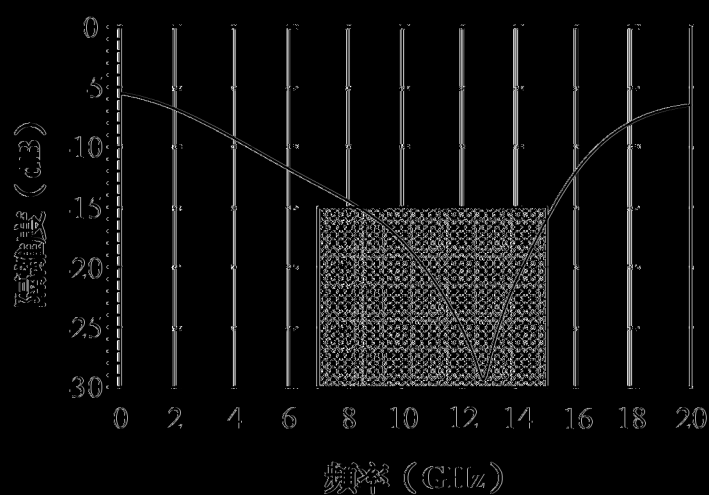
【圖 1A】



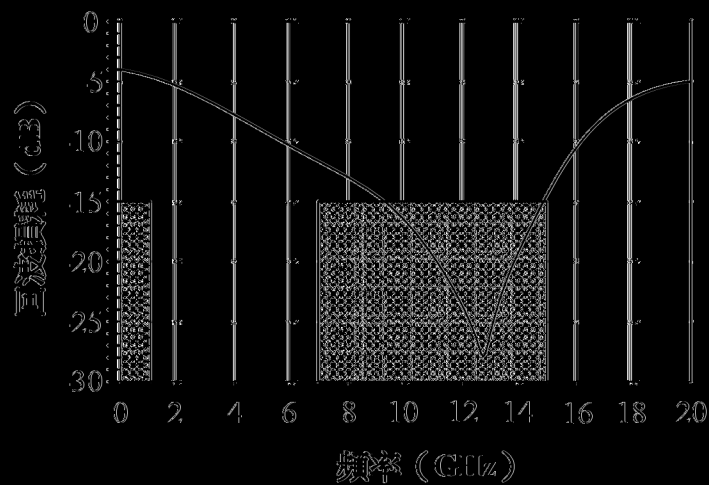
【圖 1B】



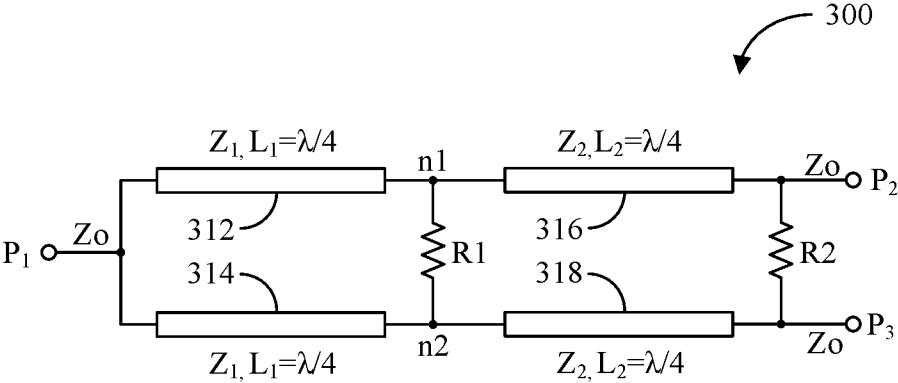
(圖2A)



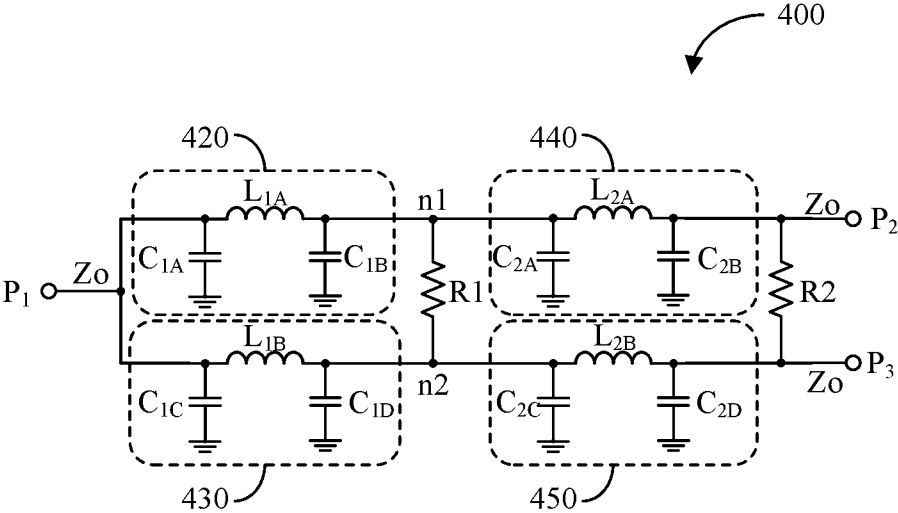
(圖2B)



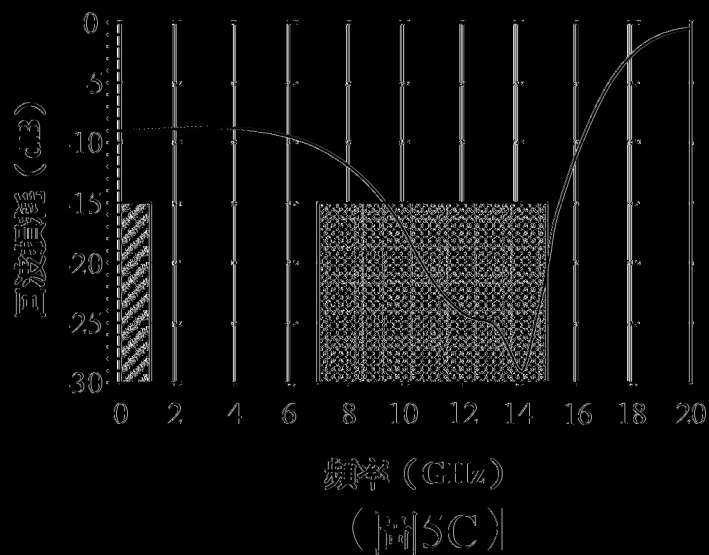
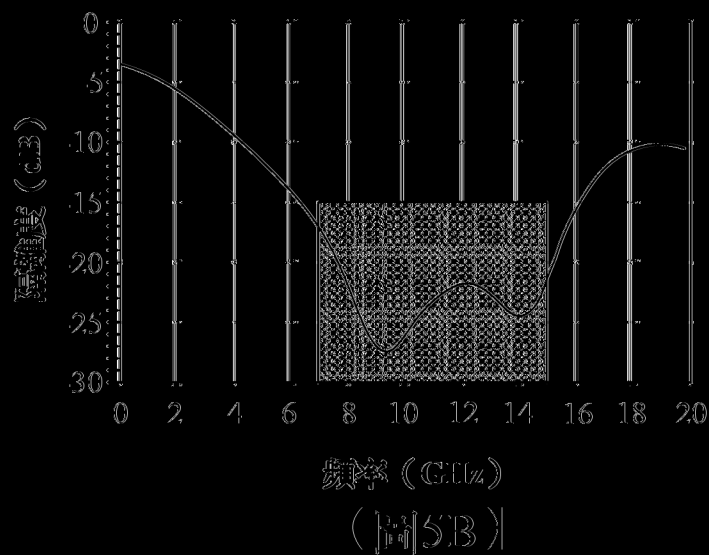
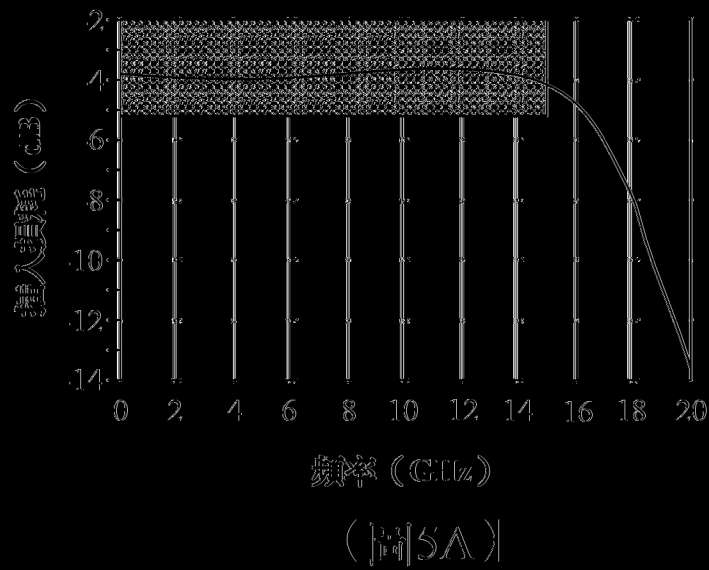
(圖2C)



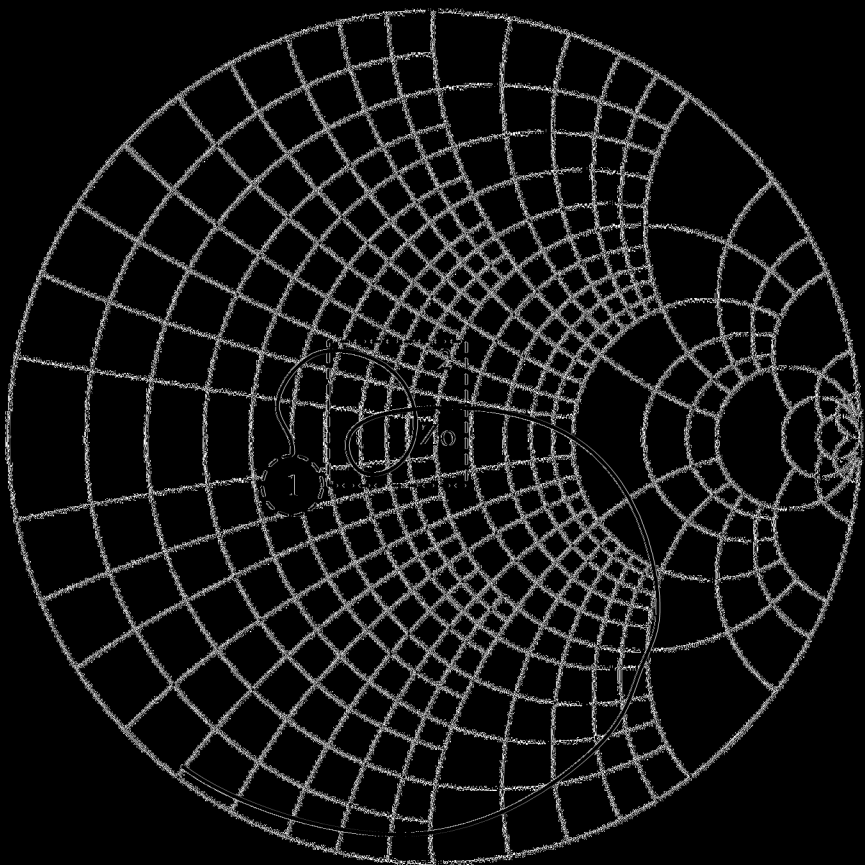
【圖3】



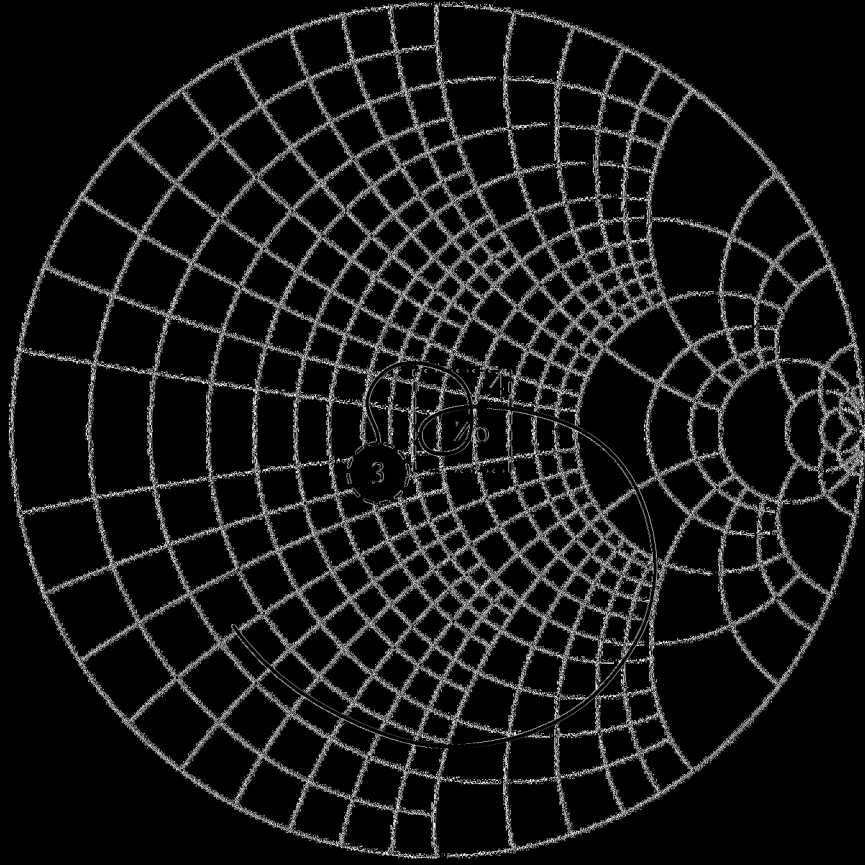
【圖4】



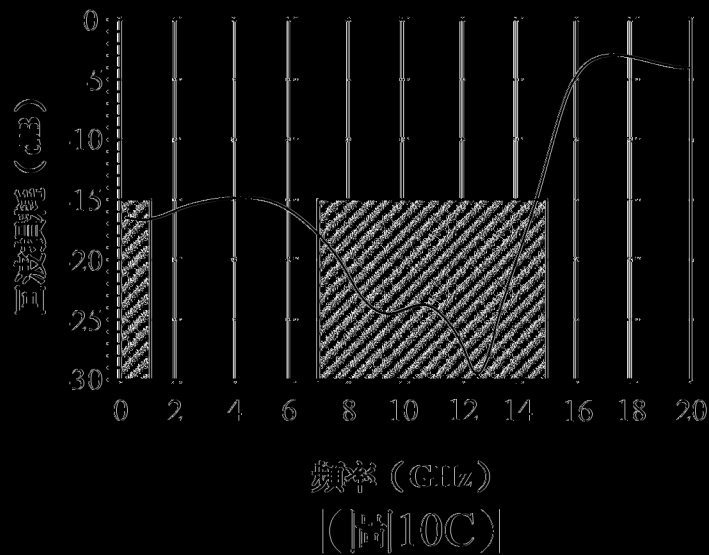
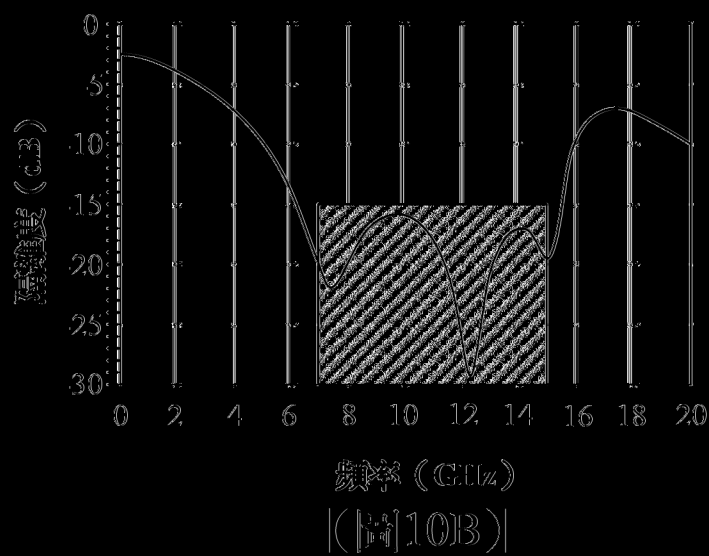
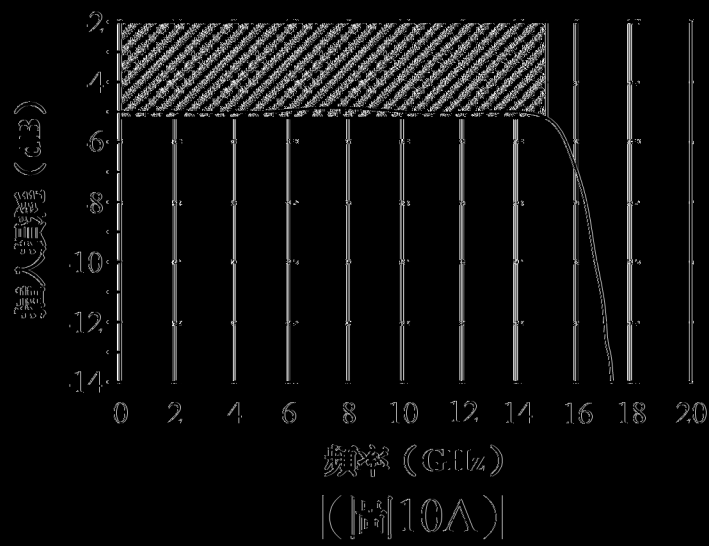


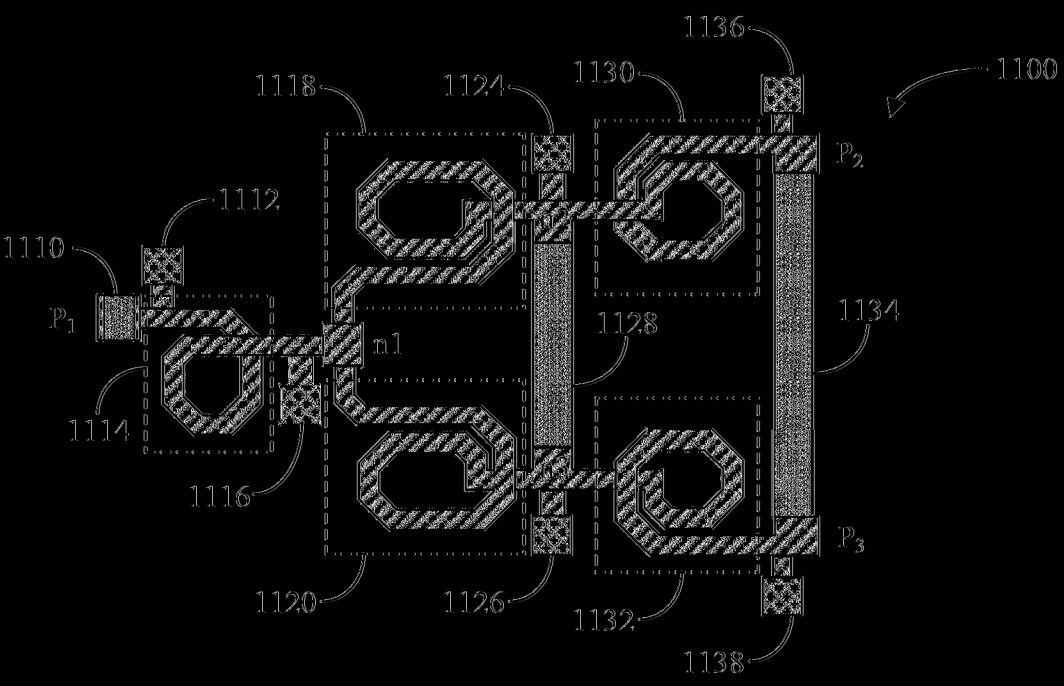


(圖8)

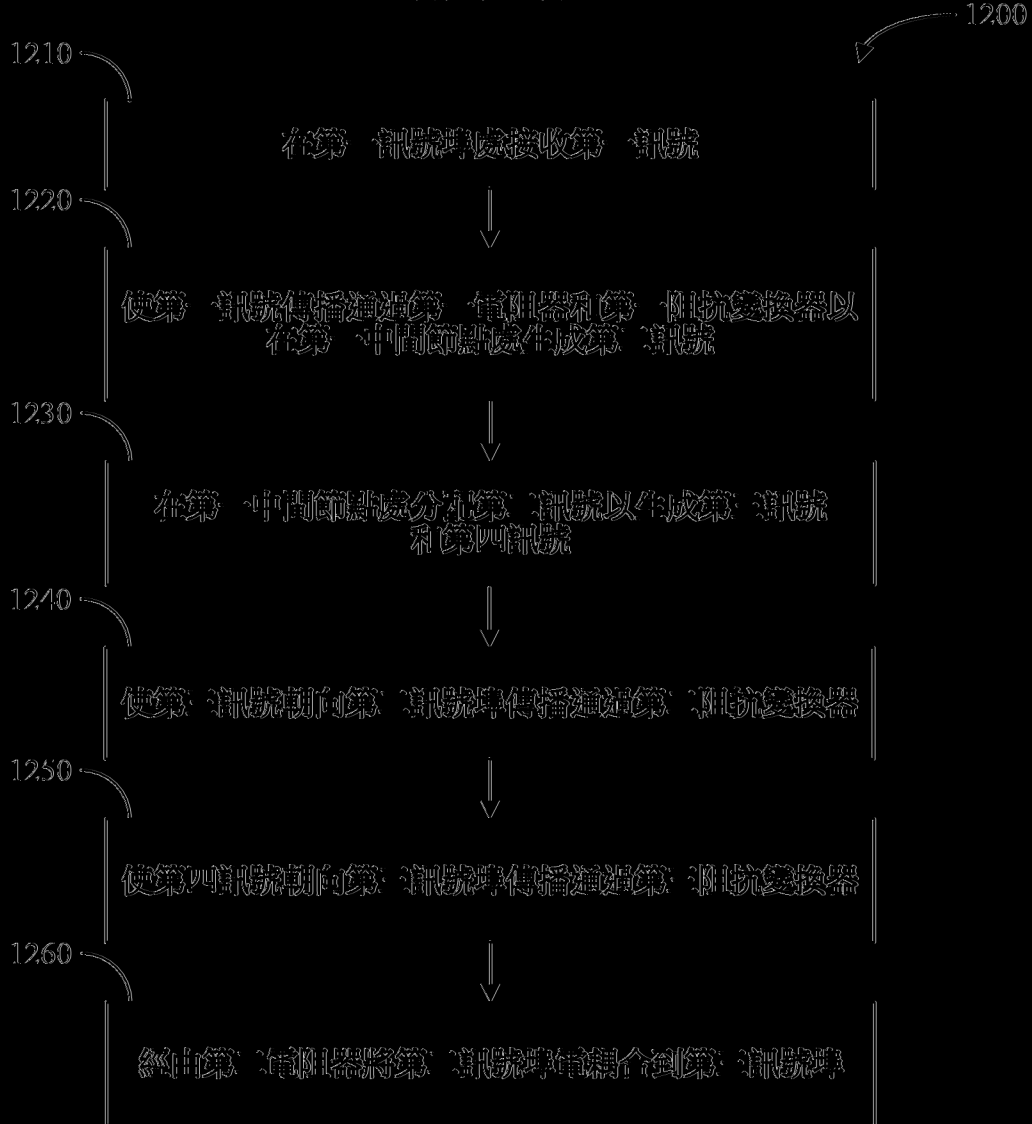


(圖9)





|(圖11)|



|(圖12)|



