



(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 201729534 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 16 日

(21) 申請案號：105137005

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 14 日

(51) Int. Cl. : *H03F3/20 (2006.01)* *H03H7/01 (2006.01)*

(30) 優先權：2015/12/14 美國 62/266,747

2016/05/12 美國 15/152,660

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

美國

(72) 發明人：麻由 加比爾伊薩克 MAYO, GABRIEL ISAAC (US) ; 惠特利 查爾斯愛德華

WHEATLEY, CHARLES EDWARD (US) ; 黃 芳 HUYNH, PHUONG (US)

(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：14 共 63 頁

(54) 名稱

E2 類放大器

CLASS E2 AMPLIFIER

(57) 摘要

一種放大器包括：包括開關的放大器電路，該開關被配置成回應於輸入信號來提供輸出信號，該輸出信號包括處於基頻的第一輸出信號和處於基頻的二次諧波的第二信號，該輸入信號被配置成根據標稱 25% 截止、75% 導通循環來控制該開關；濾波器電路，其被配置成控制呈現給該放大器電路的阻抗；及負載電路，該負載電路的至少一部分被配置成與該濾波器電路組合以形成配置成以基頻的二次諧波諧振的阻抗變換電路。

An amplifier includes an amplifier circuit comprising a switch, the switch configured to provide an output signal responsive to an input signal, the output signal comprising a first output signal at a fundamental frequency and a second signal at a second harmonic of the fundamental frequency, the input signal configured to control the switch according to a nominal 25% off, 75% on cycle, a filter circuit configured to control an impedance presented to the amplifier circuit and a load circuit, at least a part of which is configured to combine with the filter circuit to form an impedance transformation circuit configured to be resonant at the second harmonic of the fundamental frequency.

指定代表圖：

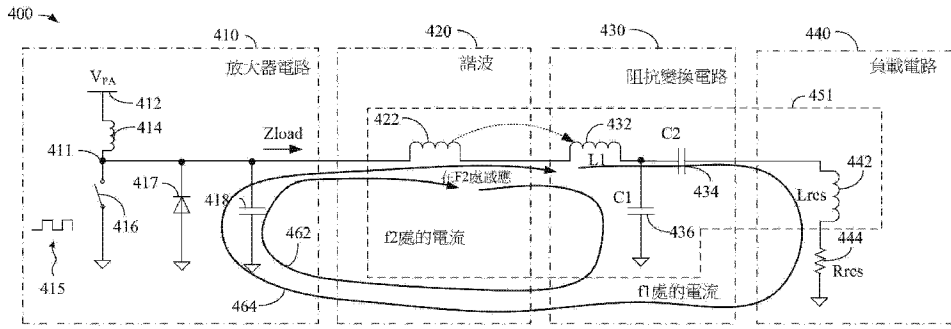


圖4

符號簡單說明：

- 400 . . . 電路系統
- 410 . . . 放大器電路
- 411 . . . 節點
- 412 . . . 電壓源
- VPA
- 414 . . . 電感器
- 415 . . . 輸入信號
- 416 . . . 開關
- 417 . . . 二極體
- 418 . . . 分路電容
- 420 . . . 諧波元件
- 422 . . . 電感器
- 430 . . . 阻抗變換電路
- 432 . . . 電感器
- 434 . . . 電容器
- 436 . . . 第一電容器
- C1
- 440 . . . 負載電路
- 442 . . . 電感器
- 444 . . . 電阻器
- 451 . . . 1/4波變換電路
- 462 . . . 電流迴路
- 464 . . . 電流迴路



201729534

申請

IPC: 申請日: 105/11/14

【發明摘要】

IPC分類: H03F 3/20 (2006.01)
H03H 7/01 (2006.01)

【中文發明名稱】 E2類放大器

【英文發明名稱】 CLASS E2 AMPLIFIER

【中文】

一種放大器包括：包括開關的放大器電路，該開關被配置成回應於輸入信號來提供輸出信號，該輸出信號包括處於基頻的第一輸出信號和處於基頻的二次諧波的第二信號，該輸入信號被配置成根據標稱 25% 截止、75% 導通循環來控制該開關；濾波器電路，其被配置成控制呈現給該放大器電路的阻抗；及負載電路，該負載電路的至少一部分被配置成與該濾波器電路組合以形成配置成以基頻的二次諧波諧振的阻抗變換電路。

【英文】

An amplifier includes an amplifier circuit comprising a switch, the switch configured to provide an output signal responsive to an input signal, the output signal comprising a first output signal at a fundamental frequency and a second signal at a second harmonic of the fundamental frequency, the input signal configured to control the switch according to a nominal 25% off, 75% on cycle, a filter circuit configured to control an impedance presented to the amplifier circuit and a load circuit, at least a part of which is configured to combine with the filter circuit to form an impedance transformation circuit configured to be resonant at the second harmonic of the fundamental frequency.

【指定代表圖】第 (4) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

400 電路系統

- 4 1 0 放大器 電路
- 4 1 1 節 點
- 4 1 2 電 壓 源 V P A
- 4 1 4 電 感 器
- 4 1 5 輸 入 信 號
- 4 1 6 開 關
- 4 1 7 二 極 體
- 4 1 8 分 路 電 容
- 4 2 0 諧 波 元 件
- 4 2 2 電 感 器
- 4 3 0 阻 抗 變 換 電 路
- 4 3 2 電 感 器
- 4 3 4 電 容 器
- 4 3 6 第 一 電 容 器 C 1
- 4 4 0 負 載 電 路
- 4 4 2 電 感 器
- 4 4 4 電 阻 器
- 4 5 1 $\frac{1}{4}$ 波 變 換 電 路
- 4 6 2 電 流 迴 路
- 4 6 4 電 流 迴 路

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】E2類放大器

【英文發明名稱】CLASS E2 AMPLIFIER

相關申請

【0001】 本專利申請案主張於2015年12月14日提出申請的題為「Class E2 Amplifier (E2類放大器)」的美國臨時專利申請案第62/266,747號的權益，該臨時專利申請的內容經由引用之方式全部併入於本文。

【技術領域】

【0002】 本案大體而言係關於功率放大。更特定言之，本案涉及可在各種應用（包括無線功率傳輸）中使用的E2類功率放大器。

【先前技術】

【0003】 放大器和放大器電路被用在許多不同的應用中。高效地操作且對負載變化不敏感的放大器和放大器電路是合乎期望的。

【發明內容】

【0004】 所附請求項的範圍內的系統、方法和設備的各種實施各自具有若干態樣，不是僅靠其中任何單一態樣來得到本文中所描述的期望屬性。本文中描述一些突出特徵，但其並不限定所附請求項的範圍。

【0005】 本說明書中所描述的標的的一或多個實施的細節在附圖及以下描述中闡述。其他特徵、態樣和優點將

從該描述、附圖和申請專利範圍中變得明瞭。注意，以下附圖的相對尺寸可能並非按比例繪製。

【0006】 本案的一個態樣提供了一種放大器，包括：包括開關的放大器電路，該開關被配置成回應於輸入信號來提供輸出信號，該輸出信號包括處於基頻的第一輸出信號和處於基頻的二次諧波的第二次輸出信號，該輸入信號被配置成根據標稱25%截止、75%導通循環來控制該開關；濾波器電路，其被配置成控制呈現給該放大器電路的阻抗；及負載電路，該負載電路的至少一部分被配置成與該濾波器電路組合以形成配置成以基頻的二次諧波諧振的阻抗變換電路。

【0007】 本案的另一態樣提供了一種用於經由無線場來無線地發射功率的裝置，該裝置包括：包括開關的放大器電路，該開關被配置成回應於輸入信號來提供輸出信號，該輸出信號包括處於基礎功率發射頻率的第一輸出信號和處於基礎功率發射頻率的二次諧波的第二次信號，該輸入信號被配置成根據標稱25%截止、75%導通循環來控制該開關；濾波器電路；及負載電路，其中該濾波器電路，或該負載電路的至少一部分與該濾波器電路相組合形成配置成以基礎功率發射頻率的二次諧波諧振的阻抗變換電路。

【0008】 本案的另一態樣提供了一種用於操作放大器的方法，該方法包括：回應於輸入信號來提供輸出信號，該輸出信號包括處於基頻的第一輸出信號和處於基頻的

二次諧波的第二信號，該輸入信號包括標稱 25% 截止、75% 導通循環；以基頻在該放大器中循環第一電流；及以基頻的二次諧波在該放大器中循環第二電流。

【0009】 本案的另一態樣提供了一種設備，包括：用於回應於輸入信號來提供輸出信號的構件，該輸出信號包括處於基頻的第一輸出信號和處於基頻的二次諧波的第二信號，該輸入信號包括標稱 25% 截止、75% 導通循環；用於以基頻來循環第一電流的構件；及用於以基頻的二次諧波來循環第二電流的構件。

【0010】 本案的另一態樣提供了一種用於驅動負載電路的放大器電路，該放大器電路包括：開關電路，其被配置成回應於輸入信號來在導電狀態與非導電狀態之間切換，該開關電路電連接在與電壓源串聯的扼流電感器與接地連接之間，該開關電路被配置成回應於輸入信號來提供輸出信號；輸入電路，該輸入電路電耦合至該開關電路並且被配置成產生該輸入信號，該輸入信號被產生為具有大致標稱 25% 截止、75% 導通循環的在基頻處的振盪信號；及阻抗變換電路，其電耦合在位於該開關電路和該扼流電感器之間的節點與該負載電路之間，該阻抗變換電路的至少一部分被配置成形成以基頻的二次諧波諧振的諧振電路。

【圖式簡單說明】

【0011】 在附圖中，除非另行指出，否則相似的元件符號貫穿各視圖指示相似的部分。對於帶有字母字元標號的

元件符號（諸如，「102a」或「102b」），該字母字元標號可區分同一附圖中存在的兩個相似部件或元素。在意圖使一元件符號涵蓋所有附圖中具有相同元件符號的所有部件時，可略去元件符號的字母符號標號。

【0012】圖1是可包括放大器電路的電路系統的一部分的示意圖。

【0013】圖2是圖示將E類放大器電路用於無線功率應用的發射電路系統的方塊圖。

【0014】圖3是圖示將F類放大器電路用於無線功率應用的發射電路系統的方塊圖。

【0015】圖4是圖示使用E2類放大器電路的電路系統的示例性實施例的方塊圖。

【0016】圖5A是圖示E類放大器電路的輸出波形的圖形示圖。

【0017】圖5B是圖示E2類放大器電路的輸出波形的圖形示圖。

【0018】圖6是將E類和E2類放大器電路的理論100%效率輪廓作比較的圖形示圖。

【0019】圖7是圖示圖4的E2類放大器電路的輸出波形的圖形示圖。

【0020】圖8是作為E類放大器的負載電阻和諧振器阻抗的函數圖示被呈現給放大器電路的阻抗 Z_{load} 的幅值的圖形示圖。

【0021】圖9是作為E2類放大器的負載電阻和諧振器阻抗的函數圖示被呈現給放大器電路的阻抗 Z_{load} 的幅值的圖形示圖。

【0022】圖10是圖示用於操作無線功率發射器中的E2類放大器電路的方法的示例性實施例的流程圖。

【0023】圖11是用於操作無線功率發射器中的E2類驅動器電路的裝置的功能方塊圖。

【0024】圖12是其中可實施各示例性實施例的示例性無線功率傳輸系統的功能方塊圖。

【0025】圖13是根據各種示例性實施例的可在圖12的無線功率傳輸系統中使用的無線功率傳輸系統中的示例性元件的功能方塊圖。

【0026】圖14是根據示例性實施例的圖13中包括發射或接收天線的發射電路系統或接收電路系統的一部分的示意圖。

【0027】各附圖中圖示的各種特徵可能並非按比例繪製。相應地，出於清晰起見，各個特徵的尺寸可能被任意放大或縮小。另外，一些繪圖可能並不圖示給定系統、方法或設備的所有元件。最後，類似元件符號可被用於貫穿說明書和附圖標示類似特徵。

【實施方式】

【0028】下文結合附圖闡述的詳細描述意欲作為對本發明的示例性實施例的描述，而非意欲代表可在其中實踐本發明的僅有實施例。貫穿本描述使用的術語「示例性」

意謂「用作示例、實例或圖示」，並且不應當一定要解釋成優於或勝過其他示例性實施例。本詳細描述包括特定細節以提供對本發明的示例性實施例的透徹理解。在一些實例中，一些設備以方塊圖形式圖示。

【0029】 在本描述中，術語「應用」亦可包括具有諸如物件代碼、腳本、位元組碼、標記語言檔案和補丁之類的可執行內容的檔案。此外，本文中引述的「應用」亦可包括本質上不可執行的檔案，諸如可能需要打開的文件或需要存取的其他資料檔案。

【0030】 如在本描述中所使用的，術語「元件」、「資料庫」、「模組」、「系統」和類似術語意欲代表電腦相關實體，任其是硬體、韌體、硬體與軟體的組合、軟體，還是執行中的軟體。例如，元件可以是但不限於在處理器上執行的程序、處理器、物件、可執行件、執行的執行緒、程式，及/或電腦。作為圖示，計算設備上執行的應用和計算設備兩者皆可以是元件。一或多個元件可常駐在程序及/或執行的執行緒內，並且元件可局部化在一台電腦上及/或分佈在兩台或兩台以上電腦之間。另外，該等元件可從其上儲存有各種資料結構的各種電腦可讀取媒體來執行。各元件可借助於本端及/或遠端程序來通訊，諸如根據具有一或多個資料封包的信號（例如，來自經由該信號與本端系統、分散式系統中的另一元件互動及/或跨諸如網際網路之類的網路與其他系統互動的一個元件的資料）。

【0031】 本案描述了可被實施為利用輸入信號的二次諧波而非輸入信號的基頻來滿足波形要求的新類別放大器（被稱為E2類放大器）。

【0032】 在某些應用中，放大器電路（被稱為「E類」放大器電路）被用於驅動負載。例如，某些無線功率/充電系統可使用E類放大器電路來驅動發射天線，該發射天線可以輸出能量以供一或多個接收器進行無線耦合（例如，經由用交流驅動發射天線（諸如線圈）以產生用於電感地耦合功率的磁場）。更特定言之，作為實例，無線充電系統藉由使用調諧在諧振處或附近的發射器和接收器線圈來達成相對較高的耦合。將發射和接收線圈調諧成諧振頻率允許相對較高的功率傳輸效率，而不犧牲設備放置自由度或設備尺寸自由度。此外，期望維持充足的接收器功率輸出且同時容適因可變定位或其他變化的環境狀況引起的耦合和失諧效應的較大變化。可變耦合和失諧效應導致發射天線處的阻抗和其他特性的改變。

【0033】 該等阻抗變化被反射/呈現給驅動發射天線的電路，諸如E類放大器電路。如此可能在用於在各種操作環境中高效地驅動此類負載或其他類似負載的E類放大器電路設計中造成困難。例如，E類放大器可具有使放大器在特定效率範圍內的有限電抗範圍。對電抗範圍的限制至少部分地是由於從負載反射的阻抗顯著地影響形成功率放大器的驅動器電路的電晶體處的發射波形。

【0034】 可以使用可切換或可調節串聯電抗移位網路藉由在較窄的電抗範圍上操作功率放大器來至少在一定程度上緩解有限的電抗範圍。然而，此種解決方案可能增加元件的數目，並且可能增加放大器的成本或者呈現用於配置放大器電路的其他折衷。

【0035】 在一示例性實施例中，新類別放大器（被稱為E2類放大器）可被實施為利用發射信號的二次諧波而非發射信號的基頻來滿足波形要求。滿足波形要求代表放大器的波形輸出返回到零以滿足零電壓切換（ZVS）條件。例如，與E類或F類放大器的其他配置相比，使用功率發射信號的二次諧波來滿足波形要求的一個優點在於能夠在寬得多的負載阻抗範圍上滿足ZVS條件。

【0036】 圖1是可包括放大器電路的電路系統100的一部分的示意圖。電路系統100可包括放大器電路124，其可以是可被配置成接收方波並輸出要提供給負載電路150的正弦波的開關放大器。放大器電路124被示為E類放大器，然而如以下將更詳細地描述的，可根據本文描述的示例性實施例將E類放大器的操作修改成本文所謂的E2類以改良放大器效能。放大器電路124可由來自振盪器（未圖示）的輸入信號102來驅動。亦可向放大器電路124提供驅動電壓VD，該驅動電壓被配置成控制可經由負載電路150遞送的最大功率。為消除或減少諧波，電路系統100可包括濾波器電路126。濾波器電路126可以是

三極（電容器 134、電感器 132 和電容器 136）低通濾波器電路 126，或任何其他濾波器電路。

【0037】由濾波器電路 126 輸出的信號可被提供給負載電路 150。在一無線功率傳輸實施例中，負載電路可包括天線 114。負載電路 150 可包括具有電容 120（例如，其可以是由於天線的電容或由於附加電容器元件引起的）和電感（例如，其可以是天線的電感）的串聯諧振電路，該串聯諧振電路可在由放大器電路 124 提供的經過濾信號的頻率處諧振。負載電路 150 的負載可由可變電阻器 122 來表示。然而，瞭解到，負載電路 150 可以是由放大器電路 124 驅動的各種電路中的任一者並且負載電路 150 中所示的元件是用於關於圖 1 的圖示目的。另外，在其中負載電路可以用於產生磁場的諧振器的無線功率應用中，由可變電阻器 122 表示的負載電路的負載可以是經由通過磁場來耦合功率並由此改變諧振器處的阻抗的一或多個接收器呈現給該負載電路的負載變化。

【0038】圖 2 是圖示將 E 類放大器電路用於無線功率應用的發射電路系統 200 的方塊圖。發射電路系統 200 包括放大器電路 210、阻抗變換電路 230 和負載電路 240。發射電路系統 200 亦包括諧波元件 220。在配置成以基頻 f_1 操作的 E 類放大器電路 210 中，諧波元件 220 可由在基頻（ f_1 ）的所有諧波處作為開路的功能 222 來通常表徵。作為實例，基頻（ f_1 ）可以是例如 6.78 MHz 的基礎功率傳輸頻率。

【0039】 放大器電路210包括耦合至節點211的開關216。節點211亦經由電感器214耦合至電壓源 V_{pa} （ V_{pa} 功率放大器）212。電感器214可被稱為 L_{choke} （ $L_{扼流}$ ）。開關216可包括半導體開關，並且可包括使用各種技術中的任一種技術製造的一或多個電晶體。在一示例性實施例中，二極體217可包括包含開關216的電晶體的體二極體。放大器電路210亦可包括分路電容218。電容218可包括開關216的電容，可包括比開關216的電容更大的電容，或者可包括可變電容。電容218可被稱為分路電容（ C_s ）。

【0040】 阻抗變換電路230包括電感器 L_{1-232} 、第一電容器 C_{1-236} 、第二電容器 C_{2-234} ，以及部分或整個電感器242。

【0041】 負載電路240包括電感器242的一部分或全部以及電阻器244。負載電路240可包括諧振電路的一些或全部，並且在被配置為諧振電路的情況下亦可被稱為諧振器。若負載電路240是諧振電路的一部分，則電感器242可被稱為 L_{res} ，而電阻器244可被稱為 R_{res} 。電阻器244可包括電感器242以及負載電路240中磁耦合的負載的電阻。

【0042】 輸入信號215可被提供給開關216。根據E類操作，輸入信號215可包括可以控制開關216截止（斷開，或非導電）達輸入信號215的循環的約50%並且可以控制開關216導通（封閉，或導電）達輸入信號215的循環

的約50%的信號。此導通/截止循環亦可被稱為標稱50%工作週期。E類放大器電路210可由具有在基頻(f_1)處感應並且在基頻(f_1)的所有諧波處向放大器電路210呈現高阻抗的最優負載(Z_{load})來表徵。一般在基頻(f_1)的諧波處斷開的功能222一般經由使用諧振網路來達成。放大器電路210的波形用50%導通/截止循環來近似半正弦波。

【0043】圖3是圖示將F類放大器電路用於無線功率應用的發射電路系統300的方塊圖。發射電路系統300包括放大器電路310、阻抗變換電路330和負載電路340。發射電路系統300亦包括諧波元件320。在配置成以基頻 f_1 操作的F類放大器電路310中，諧波元件320可由在基頻(f_1)的奇次諧波處作為開路的功能322和在基頻(f_1)的偶次諧波處作為短路從而將偶次諧波能量反射回開關的功能323來通常表徵。基頻(f_1)可以是例如6.78 MHz的基礎功率傳輸頻率。

【0044】放大器電路310包括耦合至節點311的開關316。節點311亦經由電感器314耦合至電壓源 V_{pa} ($V_{功率放大器}$)312。電感器314可被稱為 L_{choke} 。開關316可包括半導體開關，並且可包括使用各種技術中的任一種技術製造的一或多個電晶體。在一示例性實施例中，二極體317可包括包含開關316的電晶體的體二極體。放大器電路310亦可包括分路電容318。電容318可包括開關

3 1 6 的電容，可包括比開關 3 1 6 的電容更大的電容，或者可包括可變電容。電容 3 1 8 可被稱為分路電容（ C_s ）。

【0045】 阻抗變換電路 3 3 0 包括電感器 $L_{1\ 3\ 3\ 2}$ 、第一電容器 $C_{1\ 3\ 3\ 6}$ 、第二電容器 $C_{2\ 3\ 3\ 4}$ ，以及部分或整個電感器 3 4 2。

【0046】 負載電路 3 4 0 包括電感器 3 4 2 的一部分或全部以及電阻器 3 4 4。負載電路 3 4 0 可包括諧振電路的一些或全部，並且在被配置為諧振電路的情況下亦可被稱為諧振器。若負載電路 3 4 0 是諧振電路的一部分，則電感器 3 4 2 可被稱為 L_{res} ，而電阻器 3 4 4 可被稱為 R_{res} 。電阻器 3 4 4 可包括電感器 3 4 2 以及負載電路 3 4 0 中磁耦合的負載的電阻。

【0047】 輸入信號 3 1 5 可被提供給開關 3 1 6。根據 F 類操作，輸入信號 3 1 5 可包括可以控制開關 3 1 6 截止（斷開，或非導電）達輸入信號 3 1 5 的循環的約 50% 並且可以控制開關 3 1 6 導通（封閉，或導電）達輸入信號 3 1 5 的循環的約 50% 的信號。F 類放大器電路 3 1 0 可由具有在基頻（ f_1 ）處感應並且在基頻（ f_1 ）的奇次諧波處向放大器電路 3 1 0 呈現高阻抗而在基頻（ f_1 ）的偶次諧波處向放大器電路 3 1 0 呈現低阻抗的最優負載（ Z_{load} ）來表徵。在奇次諧波處一般為開路的功能 3 2 2 和在偶次諧波處一般為短路的功能 3 2 3 一般經由使用諧振網路來達成。放大器電路 3 1 0 的波形用 50% 導通 / 截止循環來近似矩形波。

【0048】圖4是圖示使用E2類放大器電路的電路系統400的示例性實施例的方塊圖。在一示例性實施例中，電路400可包括用於無線功率傳輸應用的發射電路系統的一部分；然而，圖4中描述的放大器電路適用於其中尋求使負載變化的影響最小化以及其中期望在二次諧波處主要為正的負載電抗的任何放大器應用。術語「E2類放大器電路」將與術語「E2類驅動器」或「E2類驅動器電路」可互換地使用。

【0049】發射電路系統400包括放大器電路410、阻抗變換電路430和負載電路440。發射電路系統400亦包括諧波元件420；然而，儘管被示為不同實體電感元件422，但是在實際實施中，諧波元件420亦可包括電感器422的電感，其可任選地與電感器432的電感串聯組合作為具有該兩個電感422和432之和的單個元件。在一示例性實施例中，例如對於無線功率應用，基頻($f1$)可以是例如6.78 MHz的基礎功率傳輸頻率，並且其二次諧波($f2$)可處於13.56 MHz的頻率。在一示例性實施例中，放大器電路410可被配置為E2類放大器，其配置成以基頻的二次諧波($f2$)操作。應瞭解，亦構想了其他基頻和二次諧波。

【0050】在一示例性實施例中，放大器電路410包括耦合至節點411的開關416。節點411亦經由電感器414耦合至電壓源 V_{PA} ($V_{\text{功率放大器}}$) 412。電感器414可被稱為Lchoke。在一示例性實施例中，開關416可包括半導體

開關，並且可包括使用各種技術中的任一種技術製造的一或多個電晶體。放大器電路 410 亦包括可任選的二極體 417 和分路電容 418。在一示例性實施例中，二極體 417 可包括包含開關 416 的電晶體的體二極體。電容 418 可包括開關 416 的電容，可包括比開關 416 的電容更大的電容，或者可包括可變電容。在一示例性實施例中，電容 418 可被稱為分路電容（ C_s ）。

【0051】 在一示例性實施例中，阻抗變換電路 430 可包括濾波器電路，其包括電感器 422、電感器 L_1 432、第一電容器 C_1 436、第二電容器 C_2 434，以及部分或整個電感器 442 的電感。

【0052】 在一示例性實施例中，負載電路 440 包括電感器 442 的一部分或全部以及電阻器 444。在一示例性實施例中，負載電路 440 可包括諧振電路的一些或全部，並且在一示例性實施例中亦可被稱為諧振器。在其中負載電路 440 是諧振電路的一部分的示例性實施例中，電感器 442 可被稱為 L_{res} ，而電阻器 444 可被稱為 R_{res} 。電阻器 444 可包括電感器 442 以及負載電路 440 中磁耦合的負載的電阻。

【0053】 在一示例性實施例中，輸入信號 415 可被提供給開關 416。在一示例性實施例中，輸入信號 415 可包括可以控制開關 416 截止（斷開，或非導電）達輸入信號 415 的循環的約 25% 並且可以控制開關 416 導通（封閉，或導電）達輸入信號 415 的循環的約 75% 的信號。此週期被稱

為標稱 25% 工作週期。標稱 25% 工作週期可包括其中開關 416 可截止（斷開，或非導電）達輸入信號 415 的循環的約 20% 或更少並且其中開關 416 可導通（封閉，或導電）達輸入信號 415 的循環的 70% 或更多的工作週期。在一示例性實施例中，輸入信號 415 可包括處於基礎功率發射頻率（ $f1$ ）的發射信號。

【0054】 在一示例性實施例中，在 Z_{load} 處呈現的阻抗（對接在電感器 422 處）表示可操作狀態，其中諧波元件 420 大致在基頻（ $f1$ ）的二次諧波（ $f2$ ）處與電容 418 諧振。在一示例性實施例中，基頻（ $f1$ ）可以是 6.78 MHz，並且其二次諧波可處於 13.56 MHz 的頻率。

【0055】 在一示例性實施例中，包括電感器 422、電感器 L1 432、第一電容器 C1 436、第二電容器 C2 434 的電路連同電感器 442 的至少一部分一起形成在基頻（ $f1$ ）處的 $\frac{1}{4}$ 波變換電路 451。另外， $\frac{1}{4}$ 波變換電路 451 連同放大器電路 410 中的電容 418 一起亦形成大致在基頻（ $f1$ ）的二次諧波（ $f2$ ）處的諧振電路。此二次諧波諧振對滿足標稱 25% 切換點處的零電壓切換（ZVS）條件作出極大貢獻。

【0056】 在一示例性實施例中，在基頻（ $f1$ ）的二次諧波（ $f2$ ）處，電感器 442 主要被表徵為正電抗。與基頻（ $f1$ ）處的阻抗相比，在二次諧波（ $f2$ ）處，電感器 L1 432 的電抗加倍，第一電容器 C1 436 的電抗減半，並且放大器電路 410 至負載電路 440 的耦合在呈現給放大器電路

410的阻抗變化方面被極大地削減。因此，在給定負載處，呈現給放大器電路410的阻抗由 $f2$ 處的阻抗主導且受 $\frac{1}{4}$ 波變換電路451處的負載變化的影響較小。阻抗變換電路430在基頻($f1$)處將諧振器阻抗強耦合至 Z_{LOAD} ，而在諧波處(諸如在 $f2$ 處)將諧振器阻抗弱耦合至 Z_{LOAD} 。如此使得二次諧波電流對諧振器阻抗相對不敏感，並由此使得開關處的波形在基頻($f1$)處對輸出負載變化較不敏感。

【0057】 代表性電感器422的電感可被組合作為 $\frac{1}{4}$ 波變換電路451在基頻($f1$)的二次諧波($f2$)處的總電感的一部分，以使得在大致標稱25%截止/75%導通循環的情況下電流以基頻($f1$)的二次諧波($f2$)循環通過發射電路系統400。以二次諧波($f2$)循環通過發射電路系統400的電流由電流迴路462表示，由此 $f2$ 處的電流基本上傳遞通過包括電容器418、電感器432和電容器436的電路系統。由電流迴路462圖示的 $f2$ 處的電流被大幅衰減到電阻器444，由此使基頻的二次諧波 $f2$ 處的輸出能量最小化。

【0058】 在一示例性實施例中，使用大致標稱25%截止/75%導通循環來控制開關416連同選取要在基頻($f1$)的二次諧波($f2$)處諧振的電容器418、電感器422、電感器L1 432和第一電容器C1 436的值允許由電流迴路462圖示的返回電流作為所儲存能量以二次諧波($f2$)循環通過發射電路系統400。與E類或F類放大器的某

些其他配置相比，使返回電流以二次諧波 ($f2$) 循環通過發射電路系統 400 顯著地提高了效率並且允許寬得多的電抗範圍。儘管二次諧波 ($f2$) 處的電流主要如電流迴路 462 所示的一般循環通過發射電路系統 400，但是電流亦以基頻 ($f1$) 循環通過發射電路系統 400。以基頻 ($f1$) 循環通過發射電路系統 400 的電流由電流迴路 464 表示，由此 $f1$ 處的電流基本上傳遞通過包括電容器 418、電感器 422、電感器 432、電容器 434、電感器 442 和電阻器 444 的電路系統。以此方式，在一示例性實施例中，由電流迴路 464 所示的在基頻 ($f1$) 處的功率發射信號經由電感器 442 和電阻器 444 被無線傳送。

【0059】 在一示例性實施例中，向開關 416 呈現二次諧波 $f2$ 處的諧振，其將放大器電路 410 最小程度地耦合至負載電路 440（由不在電感器 442 或電阻器 444 中循環電流的電流迴路 462 所示），由此用以將切換波形整形成具有所謂的「零電壓切換」品質。相反， $f1$ 電流分量強耦合至輸出以用於在 $f1$ 處遞送 RF 功率（由在電感器 442 和電阻器 444 中循環電流的電流迴路 464 所示）的目的。拓撲地， $f2$ 電流分量主要在電容器 436 處被反射回開關 416，由此在電流迴路 462 中形成朝向開關 416 的適度高 Q 諧振並且顯著地衰減朝向電感器 442 和電阻器 444 的 $f2$ 分量。

【0060】 E2 類放大器電路 410 可由具有在基頻 ($f1$) 處並且在基頻 ($f1$) 的二次諧波 ($f2$) 處感應的最優負

載 (Z_{load}) 來表徵。放大器電路 410 的波形用大致標稱 25% 截止 / 75% 導通循環來近似半正弦波。

【0061】 圖 5A 是圖示示例性 E 類放大器電路的輸出波形的圖形示圖 500。橫軸 502 圖示向右增大的時間，而縱軸 504 圖示節點 211 (圖 2) 處的電壓。波形 506 具有以實線圖示的第一部分 508，其圖示當開關 216 斷開或非導電時在節點 211 處的電壓，並且具有以虛線圖示的第二部分 509，其圖示在開關 216 保持斷開的情況下在節點 211 處的電壓。開關 216 的一個循環的切換週期用元件符號 511 圖示。時間 512 圖示開關 216 從斷開 (或非導電) 轉變成封閉 (或導電) 的切換時間。波形 506 的第二部分 509 圖示在開關 216 在時間 512 未被封閉的情況下波形 506 向電壓 V_{PA} 的自然衰退。波形 516 和切換週期 521 圖示針對後續循環在波形 516 的該部分按正常操作的情況下在節點 211 處的電壓。波形 506 的第二部分 509 可展現向 V_{PA} 的相對快速衰退，如此是因為在基頻處，來自放大器電路 210 的大量能量被負載電阻器 244 損耗。

【0062】 圖 5B 是圖示示例性 E2 類放大器電路的輸出波形的圖形示圖 550。橫軸 552 圖示向右增大的時間，而縱軸 554 圖示節點 411 (圖 4) 處的電壓。波形 556 具有第一部分 558，其圖示當開關 416 斷開 (或非導電) 時在節點 411 處的電壓，並且具有第二部分 559，其圖示在開關 416 保持斷開的情況下在節點 411 處的電壓。開關 416 的一個循環的切換週期用元件符號 561 圖示。時間 562 圖

示開關 4 1 6 從斷開（或非導電）轉變成封閉（或導電）的切換時間。波形 5 5 6 的第二部分 5 5 9 圖示在開關 4 1 6 在時間 5 6 2 未被封閉的情況下波形 5 5 6 向 $V_{P A}$ 的衰退，並且圖示與圖 5 A 的波形 5 0 6 的第二部分 5 0 9 相比相對較慢的時間常數。波形 5 6 6 和切換週期 5 7 2 圖示針對後續循環在波形 5 6 6 的該部分按正常操作的情況下在節點 4 1 1 處的電壓。波形部分 5 5 9 的較慢衰退圖示了二次諧波（ f_2 ）處的較慢損耗，如此是因為二次諧波（ f_2 ）處的電流被最小程度地耦合至負載電路 4 4 0 並且代替地基本上在放大器電路 4 1 0 中循環，如前述的。由於在基頻的二次諧波處很少功率被負載（由圖 4 的電感器 4 4 2 和電阻器 4 4 4 表示）損耗，因此使用基頻的二次諧波來滿足波形要求並且允許在與 E 或 F 類放大器的其他配置相比寬得多的負載阻抗範圍上滿足零電壓切換（ZVS）條件導致較低的損耗和向 $V_{P A}$ 的較慢電壓衰退，如前述。圖 5 A 的波形 5 0 6 和 5 1 6 以及圖 5 B 的波形 5 5 6 和 5 6 6 分別是 E 類和 E 2 類放大器電路在特定負載下的切換特性的說明性實力並且受制於基於數種因素（僅舉例而言，包括負載、電路系統中的損耗量，以及其他因素）的差異。

【0063】 圖 6 是將 E 類和 E 2 類放大器電路的理論 100% 效率輪廓作比較的圖形示圖 6 0 0。橫軸 6 0 2 圖示 Z_{load} 電抗（ jX_L ），而縱軸 6 0 4 圖示 Z_{load} 電阻（ RL ）。

【0064】 跡線 6 0 6 圖示當 X_L （負載電抗）= $j60$ 時 E 2 類放大器的 100% 效率輪廓；跡線 6 0 8 圖示當 $X_L = j72$ 時

E2類放大器的100%效率輪廓；跡線610圖示當 $X_L = j93$ 時E2類放大器的100%效率輪廓；並且跡線612圖示當 $X_L = j100$ 時E2類放大器的100%效率輪廓。

【0065】 跡線616圖示在基頻的諸諧波處具有零循環電流的E類放大器的100%效率輪廓以供參考。跡線616的右側部分618圖示在二次和更高次諧波處具有循環電流的E類放大器的實際效率。

【0066】 如圖所示，跡線606、608、610和612基本上全部以零(0)電抗點為中心，從而表明存在E2類放大器能夠在其內高效地操作的與E2類放大器相關聯的 $+/-$ 電抗範圍。在一示例性實施例中，E2類放大器以標稱25%工作週期操作，其中開關(416，圖4)導電達循環的約75%並且截止達循環的約25%，由此在負載處的阻抗(Z_{LOAD})居中於 $j0$ 時實現最優效能，從而支援主要以 $j0$ 點為中心的 $+/-$ 電抗範圍。如跡線616所示，E2類放大器將工作點移位，其中最大效率在電抗範圍的中心處(而非在電抗範圍的上端)達成。與E類和F類放大器相比，E2類放大器支援在比例上寬得多的電抗工作範圍並且亦以相對較低的輸入電阻操作，從而使其對於低電壓電源操作而言是理想的。E2類設計基於以下前提：基波和二次諧波電流按如前述的示例性實施例被有意地呈現在 Z_{LOAD} 處。

【0067】 圖7是圖示圖4的E2類放大器電路的輸出波形的圖形示圖700。橫軸702圖示向右增大的時間，而縱

軸 704 圖示節點 411 (圖 4) 處的電壓。脈衝 706 和 708 圖示開關 416 (圖 4) 斷開 (非導電) 的時間段。

【0068】 由 $\frac{1}{4}$ 波變換電路 451 (圖 4) 與電容 C_s 418 並聯地在基頻 ($f1$) 的二次諧波 ($f2$) 處形成的負載電感設置了形成接近於半正弦波的波形，該波形在標稱 25% 工作週期下 (開關 416 截止達約 25% 的時間) 截斷零電壓。以此方式，該波形基本上得到二次諧波的滿足，並且僅受基波處的負載阻抗的次要影響。相反，某些 E 類和 F 類放大器基本上滿足基頻處的波形要求，其中二次諧波電流使得波形的形狀降級遠離最優效能。

【0069】 圖 8 是作為 E 類放大器的負載電阻和諧振器阻抗的函數圖示被呈現給放大器電路 210 的阻抗 (Z_{load}) 的幅值的圖形示圖 800，其中負載幅值不居中並且在 Z_{load} 電抗的每個極值處提供不同的電壓和電流應力。

【0070】 橫軸 802 圖示負載電路 240 (圖 2) 中的諧振器的電抗，而縱軸 804 圖示負載阻抗 (Z_{load})。跡線 806 圖示當 R_L (負載電阻) = 50 歐姆時的負載阻抗；跡線 808 圖示當 $R_L = 32$ 歐姆時的負載阻抗；並且跡線 810 圖示當 $R_L = 20$ 歐姆時的負載阻抗。

【0071】 圖表 800 基於表示 E 類放大器操作的標稱 50% 工作週期設計針對三種不同負載電阻 (R_L) 作為範圍 $X_L = 58.5 j \Omega - 105.4 j \Omega$ 的諧振器電抗 (X_L) 的函數圖示了在基頻 (6.78 MHz) 處的幅值 $Z_{LOAD}(j\omega_0)$ 。圖表 800 圖示對於 R_L 的所有該三種情形，最高阻抗發生

在 X_L 的較高範圍處，而最低阻抗發生在 X_L 的較低範圍處。

【0072】 高負載阻抗意味著電晶體（開關 216）和 RF 電感器 214 處的低循環電流，而低負載阻抗意味著較高的循環電流。

【0073】 因此，如圖 8 所圖示的，循環電流在低諧振器電抗（ X_L ）處最高，從而導致電晶體（開關 416）中較高的損耗以及 RF 電感器 214 中較高的繞組損耗。

【0074】 圖 9 是作為 E2 類放大器的負載電阻和諧振器阻抗的函數圖示被呈現給放大器電路 410 的阻抗（ Z_{load} ）的幅值的圖形示圖 900。在此實例中，由於使用二次諧波電流來滿足零電壓切換（ZVS）條件，因此負載幅值居中並且允許在 Z_{load} 電抗的每個極值處相當的電壓和電流應力，從而與等效 E 類放大器相比有效地使可容忍負載阻抗範圍加倍。

【0075】 橫軸 902 圖示負載電路 440（圖 4）中的諧振器的電抗，而縱軸 904 圖示負載阻抗（ Z_{load} ）。跡線 906 圖示當 R_L （負載電阻）= 50 歐姆時的負載阻抗；跡線 908 圖示當 $R_L = 32$ 歐姆時的負載阻抗；並且跡線 910 圖示當 $R_L = 20$ 歐姆時的負載阻抗。

【0076】 圖表 900 基於標稱 25% 工作週期設計針對三種不同 R_L 作為範圍 $X_L = 58.5 j \Omega - 105.4 j \Omega$ 的諧振器電抗（ X_L ）的函數圖示在基頻（例如，6.78 MHz）處的幅值 $Z_{LOAD}(j\omega_0)$ 。

【0077】 注意，峰值阻抗發生在 X_L 的中段範圍（約 $80j\Omega$ ）處並且在跡線906、908和910的兩端處漸減至較低阻抗值。如此圖示經由電晶體（開關416，圖4）和RF電感器（電感器414，圖4）的最低循環電流在 X_L 的中段範圍處達成，而在高 X_L 和低 X_L 處的循環電流應當基本上相同。在 $R_L = 50\Omega$ 的負載電阻處，循環電流跨整個 X_L 範圍幾乎相同，如跡線806所示。

【0078】 與圖8所示的標稱50%工作週期設計相比， Z_{LOAD} 在標稱25%工作週期設計中較高，如此暗示在標稱25%工作週期時電晶體開關（開關416，圖4）和RF電感器（414，圖4）中的循環電流較低。因此，使用標稱25%工作週期時的損耗應當較低。

【0079】 示圖900圖示了當在E2類放大相對於E類中操作時大約2倍的諧振器電抗優點。E2類放大器呈現關於諧振器電抗範圍的中心幾乎對稱的開關負載。相反，E類放大器的負載阻抗隨著負載電抗而增大；由此，對於相同諧振器電抗範圍，向開關呈現了約兩倍的負載阻抗變化。

【0080】 E2類放大器勝於某些E類放大器配置的優點包括例如在複阻抗值範圍內超過閾值的經改良效率、擴展的電抗範圍、低電壓操作（與E類相比時，dc電壓為 $\frac{1}{2}$ 到 $\frac{1}{3}$ ），以及由於僅使用串聯電感所導致的降低的諧波濾波器複雜度。電路系統400（圖4）無需提供二次諧波處的全隔離。然而，其確實顯著地減小了二次諧波處的負載

變化，並且在二次諧波處向放大器電路 410 呈現主要為正的電抗。

【0081】 圖 10 是圖示用於操作無線功率發射器中的 E2 類放大器電路的方法 1000 的示例性實施例的流程圖。方法 1000 中的方塊可按所示次序或者非所示次序執行。對方法 1000 的描述將涉及本文描述的各种實施例。

【0082】 在方塊 1002 處，具有大致 25% 截止 / 75% 導通循環的控制信號被提供給放大器電路。在一示例性實施例中，該控制信號可被提供給半導體開關，諸如開關 416 (圖 4)。

【0083】 在方塊 1004 處，發射電路系統大致以作為基頻的二次諧波的頻率諧振，以使得電流以基頻的二次諧波在放大器中循環。在一示例性實施例中，發射電路系統的各元件的值被選擇成使得電容器 418、電感器 L1 432 和第一電容器 C1 436 以基頻 (f_1) 的二次諧波 (f_2) 諧振。

【0084】 圖 11 是用於操作無線功率發射器中的 E2 類驅動器電路的裝置 1100 的功能方塊圖。裝置 1100 包括用於向放大器電路提供具有大致 25% 截止 / 75% 導通循環的控制信號的構件 1102。在某些實施例中，用於向放大器電路提供具有大致 25% 截止 / 75% 導通循環的控制信號的構件 1102 可被配置成執行方法 1000 (圖 10) 的操作方塊 1002 中描述的一或多個功能。在一示例性實施例中，用於向放大器電路提供具有大致 25% 截止 / 75% 導通

循環的控制信號的構件 1102 可包括提供給本文描述的發射電路系統的輸入信號。

【0085】 裝置 1100 進一步包括用於使發射電路系統以作為基頻的二次諧波的頻率諧振的構件 1104。在某些實施例中，用於使發射電路系統以作為基頻的二次諧波的頻率諧振的構件 1104 可被配置成執行方法 1000（圖 10）的操作方塊 1004 中描述的一或多個功能，包括使電流以基頻的二次諧波在放大器中循環。在一示例性實施例中，用於使發射電路系統以作為基頻的二次諧波的頻率諧振的構件 1104 可包括本文描述的發射電路系統。

【0086】 圖 12 是其中可實施各示例性實施例的示例性無線功率傳輸系統 1200 的功能方塊圖。示例性無線功率傳輸系統 1200 被示為本文描述的 E2 類放大器電路的許多應用的一個實例，並且不意欲將 E2 類放大器電路的應用限制於數種應用中的任一種。

【0087】 無線地傳輸功率可以代表在不使用實體電導體的情況下將與電場、磁場、電磁場或其他場相關聯的任何形式的能量從發射器傳輸到接收器（例如，功率可以經由自由空間傳輸）。輸出到無線場（例如，磁場）中的功率可由「接收天線」接收、擷取或耦合以達成功率傳輸。

【0088】 輸入功率 1202 可從電源（未圖示）提供給發射器 1204 以產生用於提供能量傳輸的場 1205（例如，磁場或各類別的電磁場）。接收器 1208 可耦合至場 1205 並且產生輸出功率 1210 以供耦合至輸出功率 1210 的設

備（未圖示）儲存或消耗。發射器 1204 和接收器 1208 兩者分隔開一距離 1212。在一個示例性實施例中，發射器 1204 和接收器 1208 根據互諧振關係來配置。當接收器 1208 的諧振頻率與發射器 1204 的諧振頻率基本相同或非常接近時，發射器 1204 和接收器 1208 之間的傳輸損耗被減少。由此，與可能要求大線圈非常靠近（例如，以毫米計）的純電感解決方案形成對比，可以在更長的距離上提供無線功率傳輸。諧振電感耦合技術因此可允許在各種距離上以及在各種電感線圈配置下改良的效率及功率傳輸。

【0089】 在接收器 1208 位於由發射器 1204 產生的能量場 1205 中時，接收器 1208 可接收功率。場 1205 對應於其中由發射器 1204 輸出的能量可由接收器 1208 擷取的區域。發射器 1204 可包括用於輸出能量傳輸的發射天線 1214（在本文中亦可被稱為線圈）。接收器 1208 進一步包括用於從該能量傳輸中接收或擷取能量的接收天線 1218（在本文中亦可被稱為線圈）。在一些情形中，場 1205 可對應於發射器 1204 的「近場」。近場可對應於其中存在由發射天線 1214 中的電流和電荷產生的、最小程度地將功率從發射天線 1214 輻射開去的強反應場的區域。在一些情形中，近場可對應於在發射天線 1214 的大約一個波長（或其分數）內的區域。

【0090】 因此根據上文，根據更特定的實施例，發射器 1204 可被配置成輸出具有與發射天線 1214 的諧振頻率

相對應的頻率的時變磁場 1205。當接收器位於場 1205 內時，時變磁場 1205 可在接收天線 1218 中感應出使得電流流經接收天線 1218 的電壓。如前述，若接收天線 1218 被配置成以發射天線 1214 的頻率諧振，則可以更高效地傳輸能量。接收天線 1218 中感應出的 AC 信號可被整流以產生可被提供用於為負載充電或供電的 DC 信號。

【0091】 圖 13 是根據各種示例性實施例的可在圖 12 的無線功率傳輸系統 1200 中使用的無線功率傳輸系統 1300 的示例性元件的功能方塊圖。發射器 1304 可包括發射電路系統 1306，其可包括振盪器 1322、驅動器電路 1324，以及濾波器和匹配電路 1326。振盪器 1322 可被配置成以可回應於頻率控制信號 1323 來調整的期望頻率（諸如 468.75 KHz、6.78 MHz 或 13.56 MHz）產生信號。振盪器信號可被提供給驅動器電路 1324，驅動器電路 1324 被配置成以例如發射天線 1314 的諧振頻率來驅動發射天線 1314。驅動器電路 1324 可以是被配置成從振盪器 1322 接收方波並輸出正弦波的開關放大器。例如，驅動器電路 1324 可以是 E2 類放大器，如本文所描述的。亦可包括濾波器和匹配電路 1326 以濾除諧波或其他不想要的頻率，並且將發射器 1304 的阻抗匹配至發射天線 1314 的阻抗。作為驅動發射天線 1314 的結果，發射器 1304 可以按足夠為電子設備充電或供電的位準無線地輸出功率。作為一個實例，所提供的功率可以是例如 300 毫瓦到 5 瓦或者 5 瓦到 40 瓦的數量級，以便為具有不同功率

需求的不同設備供電或充電。亦可提供更高或更低的功率位準。

【0092】接收器1308可包括接收電路1310，其可包括匹配電路1332以及整流器和開關電路1334，以便從AC功率輸入產生DC功率輸出來為如圖13所示的電池1336充電或為耦合至接收器1308的設備（未圖示）供電。可包括匹配電路1332以將接收電路系統1310的阻抗匹配至接收天線1318的阻抗。接收器1308和發射器1304可以另外地在分開的通訊通道1319（例如，藍芽、zigbee、蜂巢等）上通訊。接收器1308和發射器1304可替換地使用無線場1305的特性經由帶內訊號傳遞來通訊。

【0093】接收器1308最初可具有可選擇性地去能的相關聯負載（例如，電池1336），並且可被配置成決定由發射器1304發射並由接收器1308接收的功率量是否適於為電池1336充電。此外，接收器1308可被配置成在決定功率量合適之後賦能負載（例如，電池1336）。

【0094】圖14是根據各示例性實施例的圖13中包括發射或接收天線1452的發射電路系統1306或接收電路系統1310的一部分的示意圖。如圖14所圖示的，示例性實施例（包括下文描述的彼等）中所使用的發射或接收電路系統1450可包括天線1452。天線1452亦可被稱為或配置為「環形」天線1452。天線1452在本文亦可被稱為或配置為「磁性」天線或電感線圈。術語「天線」一般代表可以無線地輸出或接收能量以耦合到另一「天線」的元件

。天線 1452 亦可被稱為配置成無線地輸出或接收功率的類型的線圈。如本文所使用的，天線 1452 是被配置成無線地輸出及 / 或接收功率的類型的「功率傳輸元件」的實例。天線 1452 可被配置成包括氣芯或實體芯，諸如鐵氧芯（未圖示）。

【0095】 天線 1452 可形成配置成以諧振頻率諧振的諧振電路的一部分。環形或磁性天線 1452 的諧振頻率基於電感和電容。電感可以簡單地是由天線 1452 建立的電感，而電容可被添加以建立期望諧振頻率處的諧振結構（例如，電容器可串聯或並聯地電連接至天線 1452）。作為非限制性實例，電容器 1454 和電容器 1456 可被添加到發射或接收電路系統 1450 以便建立以期望操作頻率諧振的諧振電路。對於直徑較大的天線，維持諧振所需的電容大小可隨著迴路直徑或迴路電感增大而減小。隨著天線直徑增大，近場的高效能量傳輸區域可以增大。使用其他元件來形成的其他諧振電路亦是可能的。作為另一非限制性實例，電容器（未圖示）可並聯地放置在天線 1452 的兩個端子之間。對於發射天線，具有基本上與天線 1452 的諧振頻率相對應的頻率的信號 1458 可以是天線 1452 的輸入。對於接收天線，信號 1458 可以是可被整流並用來為負載供電或充電的輸出。

【0096】 上文描述的方法的各種操作可由能夠執行該等操作的任何合適的構件來執行，諸如各種硬體及 / 或軟體元件、電路，及 / 或模組。一般而言，在附圖中所圖示

的任何操作可由能夠執行該等操作的相對應的功能性構件來執行。

【0097】 鑒於以上揭示內容，程式設計領域的一般技藝人士能夠例如基於本說明書中的流程圖和相關聯的描述來編寫電腦代碼或識別合適的硬體及/或電路來實施所揭示的發明而沒有困難。因此，並不認為對特定程式碼指令集或詳細硬體設備的揭示是充分理解如何作出並使用本發明所必需的。所主張的電腦實施的程序的創新功能性在以上描述中結合可圖示各種程序流的附圖更為詳細地進行了解釋。

【0098】 在一或多個示例性態樣中，所描述的功能可在硬體、軟體、韌體或其任何組合中實施。若在軟體中實施，則各功能可以作為一或多數指令或代碼儲存在電腦可讀取媒體上或藉其進行傳送。電腦可讀取媒體包括電腦儲存媒體和通訊媒體兩者，該等媒體包括促進電腦程式從一位置向另一位置轉移的任何媒體。儲存媒體可以是能被電腦存取的任何可用媒體。舉例而言（但並非限制），此類電腦可讀取媒體可以包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其他光碟儲存器、磁碟儲存器或其他磁性儲存設備，或者可用來攜帶或者儲存指令或資料結構形式的期望程式碼且可由電腦存取的任何其他媒體。

【0099】 任何連接亦被正當地稱為電腦可讀取媒體。例如，若軟體是使用同軸電纜、光纖電纜、雙絞線、數位用戶線（「DSL」），或諸如紅外線、無線電，以及微波

之類的無線技術從 web 網站、伺服器，或其他遠端源傳送而來，則該同軸電纜、光纖電纜、雙絞線、DSL，或諸如紅外線、無線電，以及微波之類的無線技術就被包括在媒體的定義之中。

【0100】如本文中所使用的磁碟(disk)和光碟(disc)包括壓縮光碟(「CD」)、雷射光碟、光碟、數位多功能光碟(「DVD」)、軟碟和藍光光碟，其中磁碟(disk)往往以磁性的方式再現資料而光碟(disc)用雷射以光學方式再現資料。上述的組合應當亦被包括在電腦可讀取媒體的範圍內。

【0101】儘管已詳細圖示和描述了精選的態樣，但是將可理解，可在其中作出各種替換和變更而不會脫離本發明如所附請求項所定義的精神和範圍。

【符號說明】

【0102】

100 電路系統

102 輸入信號

114 天線

120 電容

122 可變電阻器

124 放大器電路

126 濾波器電路

132 電感器

134 電容器

- 1 3 6 電 容 器
- 1 5 0 負 載 電 路
- 2 0 0 發 射 電 路 系 統
- 2 1 0 放 大 器 電 路
- 2 1 1 節 點
- 2 1 2 電 壓 源
- 2 1 4 電 感 器
- 2 1 5 輸 入 信 號
- 2 1 6 開 關
- 2 1 7 二 極 體
- 2 1 8 分 路 電 容
- 2 2 0 諧 波 元 件
- 2 2 2 功 能
- 2 3 0 阻 抗 變 換 電 路
- 2 3 2 電 感 器 L 1
- 2 3 4 第 二 電 容 器 C 2
- 2 3 6 第 一 電 容 器 C 1
- 2 4 0 負 載 電 路
- 2 4 2 電 感 器
- 2 4 4 電 阻 器
- 3 0 0 發 射 電 路 系 統
- 3 1 0 放 大 器 電 路
- 3 1 1 節 點
- 3 1 2 電 壓 源 V p a

- 3 1 4 電感器
- 3 1 5 輸入信號
- 3 1 6 開關
- 3 1 7 二極體
- 3 1 8 分路電容
- 3 2 0 諧波元件
- 3 2 2 功能
- 3 2 3 功能
- 3 3 0 阻抗變換電路
- 3 3 2 電感器 L 1
- 3 3 4 第二電容器 C 2
- 3 3 6 第一電容器 C 1
- 3 4 0 負載電路
- 3 4 2 電感器
- 3 4 4 電阻器
- 4 0 0 電路系統
- 4 1 0 放大器電路
- 4 1 1 節點
- 4 1 2 電壓源 V P A
- 4 1 4 電感器
- 4 1 5 輸入信號
- 4 1 6 開關
- 4 1 7 二極體
- 4 1 8 分路電容

- 4 2 0 諧波元件
- 4 2 2 電感器
- 4 3 0 阻抗變換電路
- 4 3 2 電感器
- 4 3 4 電容器
- 4 3 6 第一電容器 C 1
- 4 4 0 負載電路
- 4 4 2 電感器
- 4 4 4 電阻器
- 4 5 1 $\frac{1}{4}$ 波變換電路
- 4 6 2 電流迴路
- 4 6 4 電流迴路
- 5 0 0 輸出波形
- 5 0 2 橫軸
- 5 0 4 縱軸
- 5 0 6 波形
- 5 0 8 第一部分
- 5 0 9 第二部分
- 5 1 1 切換週期
- 5 1 2 時間
- 5 1 6 波形
- 5 2 1 切換週期
- 5 5 0 輸出波形
- 5 5 2 橫軸

- 5 5 4 縱 軸
- 5 5 6 波 形
- 5 5 8 第 一 部 分
- 5 5 9 第 二 部 分
- 5 6 1 切 換 週 期
- 5 6 2 時 間
- 5 6 6 波 形
- 5 7 2 切 換 週 期
- 6 0 0 圖 形 示 圖
- 6 0 2 橫 軸
- 6 0 4 縱 軸
- 6 0 6 跡 線
- 6 0 8 跡 線
- 6 1 0 跡 線
- 6 1 2 跡 線
- 6 1 6 跡 線
- 6 1 8 右 側 部 分
- 7 0 0 輸 出 波 形
- 7 0 2 橫 軸
- 7 0 4 縱 軸
- 7 0 6 脈 衝
- 7 0 8 脈 衝
- 8 0 0 圖 形 示 圖
- 8 0 2 橫 軸

- 8 0 4 縱 軸
- 8 0 6 跡 線
- 8 0 8 跡 線
- 8 1 0 跡 線
- 9 0 0 圖 形 示 圖
- 9 0 2 橫 軸
- 9 0 4 縱 軸
- 9 0 6 跡 線
- 9 0 8 跡 線
- 9 1 0 跡 線
- 1 0 0 0 方 法
- 1 0 0 2 步 驟
- 1 0 0 4 步 驟
- 1 1 0 0 裝 置
- 1 1 0 2 構 件
- 1 1 0 4 構 件
- 1 2 0 0 無 線 功 率 傳 輸 系 統
- 1 2 0 2 輸 入 功 率
- 1 2 0 4 發 射 器
- 1 2 0 5 能 量 場
- 1 2 0 8 接 收 器
- 1 2 1 0 輸 出 功 率
- 1 2 1 2 距 離
- 1 2 1 4 發 射 天 線

- 1 2 1 8 接收天線
- 1 3 0 0 無線功率傳輸系統
- 1 3 0 4 發射器
- 1 3 0 5 無線場
- 1 3 0 6 發射電路系統
- 1 3 0 8 接收器
- 1 3 1 0 接收電路系統
- 1 3 1 4 發射天線
- 1 3 1 8 接收天線
- 1 3 1 9 通訊通道
- 1 3 2 2 振盪器
- 1 3 2 3 頻率控制信號
- 1 3 2 4 驅動器電路
- 1 3 2 6 濾波器和匹配電路
- 1 3 3 2 匹配電路
- 1 3 3 4 整流器和開關電路
- 1 3 3 6 電池
- 1 4 5 0 發射或接收電路系統
- 1 4 5 2 天線
- 1 4 5 4 電容器
- 1 4 5 6 電容器
- 1 4 5 8 信號

【生物材料寄存】

【0103】 國內寄存資訊（請依寄存機構、日期、號碼順序註記）

無

【0104】 國外寄存資訊（請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記）

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種放大器，包括：

包括一開關的一放大器電路，該開關被配置成回應於一輸入信號來提供一輸出信號，該輸出信號包括處於一基頻的一第一輸出信號和處於該基頻的一二次諧波的一第二信號，該輸入信號被配置成根據一標稱25%截止、75%導通循環來控制該開關；

一濾波器電路，其被配置成控制呈現給該放大器電路的一阻抗；及

一負載電路，該負載電路的至少一部分被配置成與該濾波器電路相組合以形成配置成以該基頻的該二次諧波諧振的一阻抗變換電路。

【第2項】 如請求項1所述之放大器，其中該負載電路和該濾波器電路在該基頻的該二次諧波處向該放大器電路呈現一主要為正的電抗。

【第3項】 如請求項1所述之放大器，其中該放大器電路以該基頻的該二次諧波使一電流循環通過該濾波器電路的一部分。

【第4項】 如請求項1所述之放大器，其中該放大器電路以該基頻使一電流循環通過該負載電路。

【第5項】 如請求項1所述之放大器，其中在一給定負載處，該基頻的二次諧波阻抗被呈現給該放大器電

路。

【第6項】 如請求項 1 所述之放大器，其中該阻抗變換電路在該基頻處向該放大器電路呈現該負載電路的一阻抗，並在該基頻的該二次諧波處向該放大器電路呈現該負載電路的該阻抗，以使得處於該基頻的該二次諧波的一電流對該負載電路的該阻抗基本不敏感。

【第7項】 如請求項 1 所述之放大器，其中一電流在該基頻的一二次諧波處循環通過該放大器電路，以使得該放大器電路的一操作效率基本以一零阻抗點為中心。

【第8項】 如請求項 1 所述之放大器，其中該阻抗變換電路是一¼波變換電路。

【第9項】 如請求項 1 所述之放大器，其中該放大器電路的一效率在複阻抗值的一範圍內被維持在一閾值以上。

【第10項】 如請求項 1 所述之放大器，其中該放大器電路以該基頻使一電流循環通過該負載電路，並且該電流提供充電能量。

【第11項】 如請求項 1 所述之放大器，其中該放大器電路以該基頻使一電流循環通過該負載電路，並且其中該負載電路包括一線圈，該線圈被配置成回應於該輸入信號而產生一磁場以供向一或多個接收器設備無

線地傳輸功率。

【第12項】 如請求項1所述之放大器，其中該阻抗變換電路包括該濾波器電路和該負載電路的所選電感性和電容性元件。

【第13項】 如請求項12所述之放大器，其中該阻抗變換電路包括第一電感和第二電感、第一電容和第二電容，以及配置成以該基頻諧振的一負載電感。

【第14項】 如請求項12所述之放大器，其中該阻抗變換電路包括第一電感和第二電感，以及配置成以該基頻的該二次諧波諧振的一電容。

【第15項】 一種用於經由一無線場來無線地發射功率的裝置，該裝置包括：

包括一開關的一放大器電路，該開關被配置成回應於一輸入信號來提供一輸出信號，該輸出信號包括處於一基礎功率發射頻率的一第一輸出信號和處於該基礎功率發射頻率的一二次諧波的一第二信號，該輸入信號被配置成根據一標稱25%截止、75%導通循環來控制該開關；

一濾波器電路；及

一負載電路，其中該濾波器電路，或該負載電路的至少一部分與該濾波器電路相組合形成配置成以該基礎功率發射頻率的該二次諧波諧振的一阻抗變換電

路。

【第16項】 如請求項15所述之裝置，其中該負載電路和該濾波器電路在該基礎功率發射頻率的該二次諧波處向該放大器電路呈現一主要為正的電抗。

【第17項】 如請求項15所述之裝置，其中該放大器電路以該基礎功率發射頻率的該二次諧波使一電流循環通過該濾波器電路的一部分。

【第18項】 如請求項15所述之裝置，其中該放大器電路以該基礎功率傳輸頻率使一電流循環通過該負載電路。

【第19項】 如請求項15所述之裝置，其中在一給定負載處，該基礎功率傳輸頻率的二次諧波阻抗被呈現給該放大器電路。

【第20項】 一種用於操作一放大器的方法，該方法包括以下步驟：

回應於一輸入信號來提供一輸出信號，該輸出信號包括處於一基頻的一第一輸出信號和處於該基頻的一二次諧波的一第二信號，該輸入信號包括一標稱25%截止、75%導通循環；

以該基頻在該放大器中循環一第一電流；及

以該基頻的一二次諧波在該放大器中循環一第二電流。

【第21項】 如請求項20所述之方法，進一步包括以下步驟：在該基頻的該二次諧波處向該輸出信號呈現一主要為正的電抗。

【第22項】 如請求項20所述之方法，其中呈現給該輸出信號的一阻抗主要包括處於該基頻的該二次諧波的阻抗。

【第23項】 如請求項20所述之方法，進一步包括以下步驟：

在該基礎功率傳輸頻率處向該輸出信號呈現一阻抗；
及

在該基礎功率傳輸頻率的該二次諧波處向該輸出信號呈現該阻抗，以使得處於該基礎功率傳輸頻率的該二次諧波的一電流對該阻抗基本不敏感。

【第24項】 如請求項20所述之方法，其中以該基頻的該二次諧波來循環該第二電流之步驟使得一操作效率基本以一零阻抗點為中心。

【第25項】 如請求項20所述之方法，其中以該基頻來循環該第一電流之步驟提供充電能量。

【第26項】 一種設備，包括：

用於回應於一輸入信號來提供一輸出信號的構件，該輸出信號包括處於一基頻的一第一輸出信號和處於該基頻的一二次諧波的一第二信號，該輸入信號包括

一標稱 25% 截止、75% 導通循環；

用於以該基頻來循環一第一電流的構件；及

用於以該基頻的一二次諧波來循環一第二電流的構件。

【第 27 項】 一種用於驅動一負載電路的放大器電路，該放大器電路包括：

一開關電路，其被配置成回應於一輸入信號來在一導電狀態與一非導電狀態之間切換，該開關電路電連接在與一電壓源串聯的一扼流電感器與一接地連接之間，該開關電路被配置成回應於一輸入信號來提供一輸出信號；

一輸入電路，該輸入電路電耦合至該開關電路並且被配置成產生該輸入信號，該輸入信號被產生為具有一大致標稱 25% 截止、75% 導通循環的在一基頻處的一振盪信號；及

一阻抗變換電路，其電耦合在處於該開關電路和該扼流電感器之間的一節點與該負載電路之間，該阻抗變換電路的至少一部分被配置成形成以該基頻的該二次諧波諧振的一諧振電路。

【第 28 項】 如請求項 27 所述之放大器電路，其中該阻抗變換電路在該基頻的該二次諧波處向該開關電路呈現一主要為正的電抗。

- 【第29項】 如請求項27所述之放大器電路，其中在一給定負載處，該基頻的二次諧波阻抗被呈現給該開關電路。
- 【第30項】 如請求項27所述之放大器電路，其中一第一電流在該基頻處循環通過該負載電路。
- 【第31項】 如請求項30所述之放大器電路，其中該負載電路包括一線圈，該線圈被配置成回應於該輸入信號而產生一磁場以向一或多個接收器設備無線地傳輸功率。
- 【第32項】 如請求項27所述之放大器電路，其中一第二電流在該基頻的該二次諧波處循環通過該阻抗變換電路的一部分。
- 【第33項】 如請求項32所述之放大器電路，其中該阻抗變換電路在該基頻處向該開關電路呈現該負載電路的一阻抗，並在該基頻的該二次諧波處向該開關電路呈現該負載電路的該阻抗，以使得處於該基頻的該二次諧波的一電流對該負載電路的該阻抗基本不敏感。
- 【第34項】 如請求項27所述之放大器電路，其中該阻抗變換電路包括第一電感和第二電感、第一電容和第二電容，以及配置成以該基頻諧振的一負載電感。
- 【第35項】 如請求項27所述之放大器電路，其中該阻抗變換電路包括第一電感和第二電感，以及配置成以

該基頻的該二次諧波諧振的一電容。

【發明圖式】

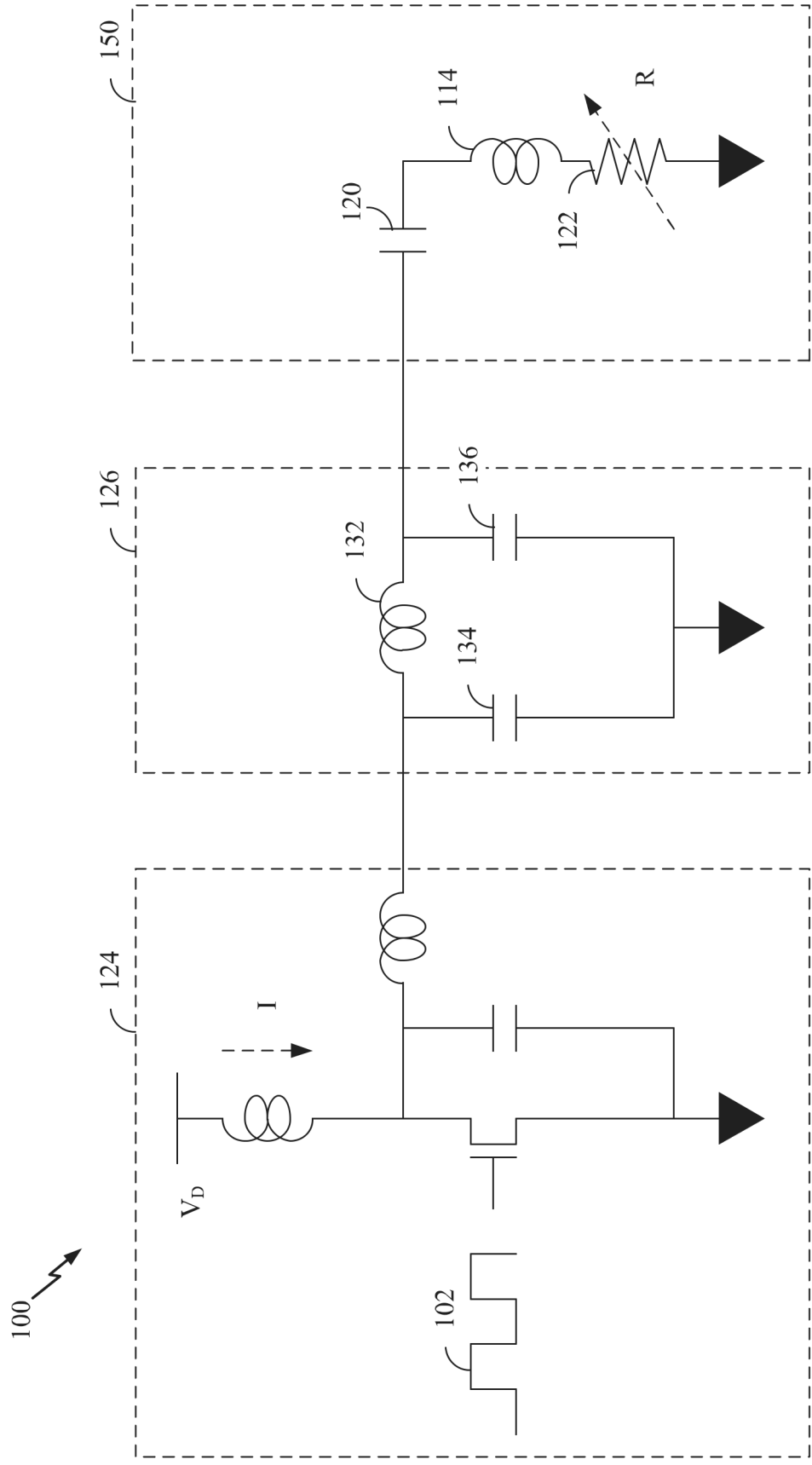


圖1

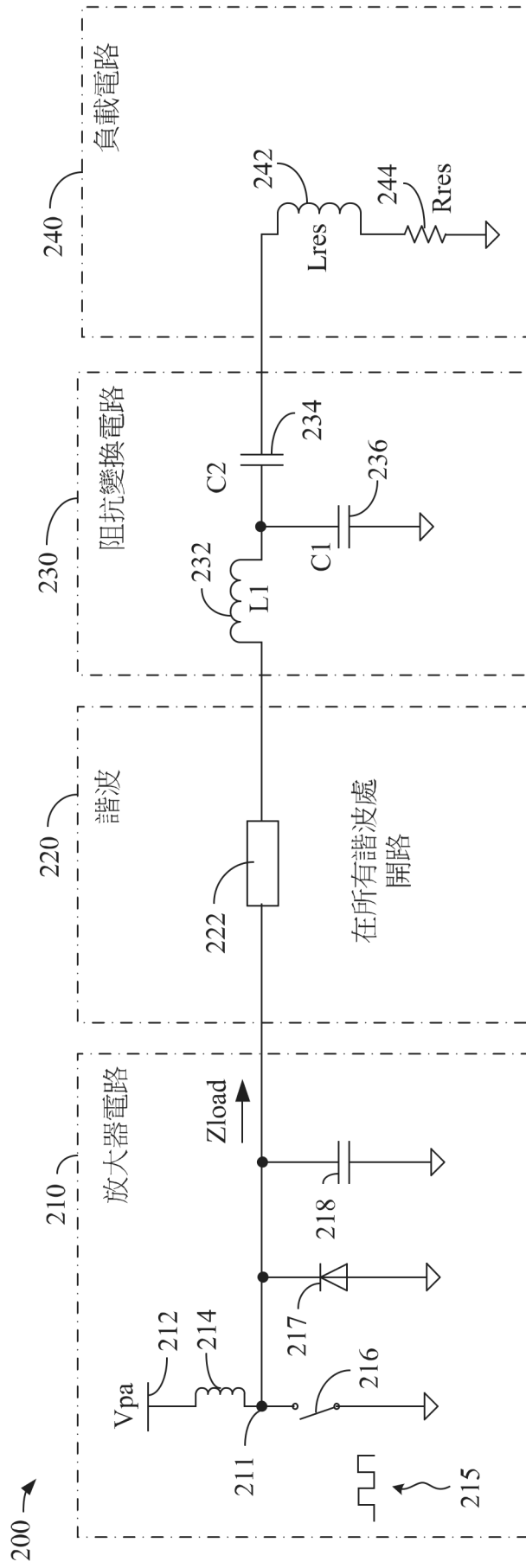


圖2

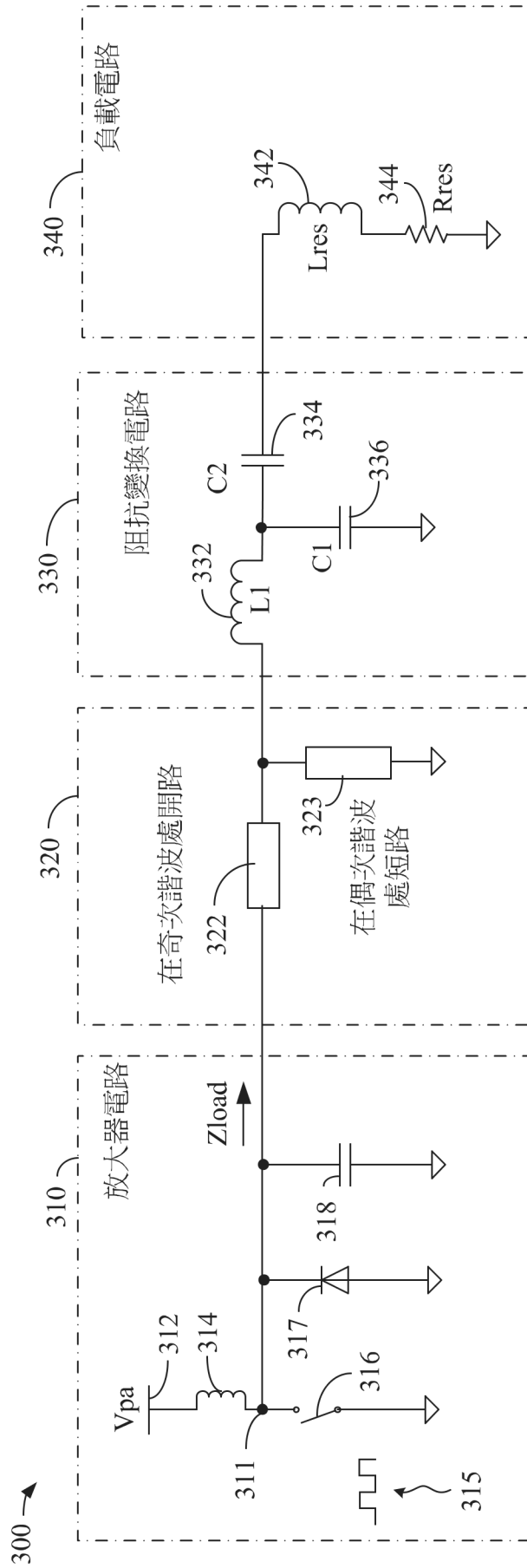


圖3

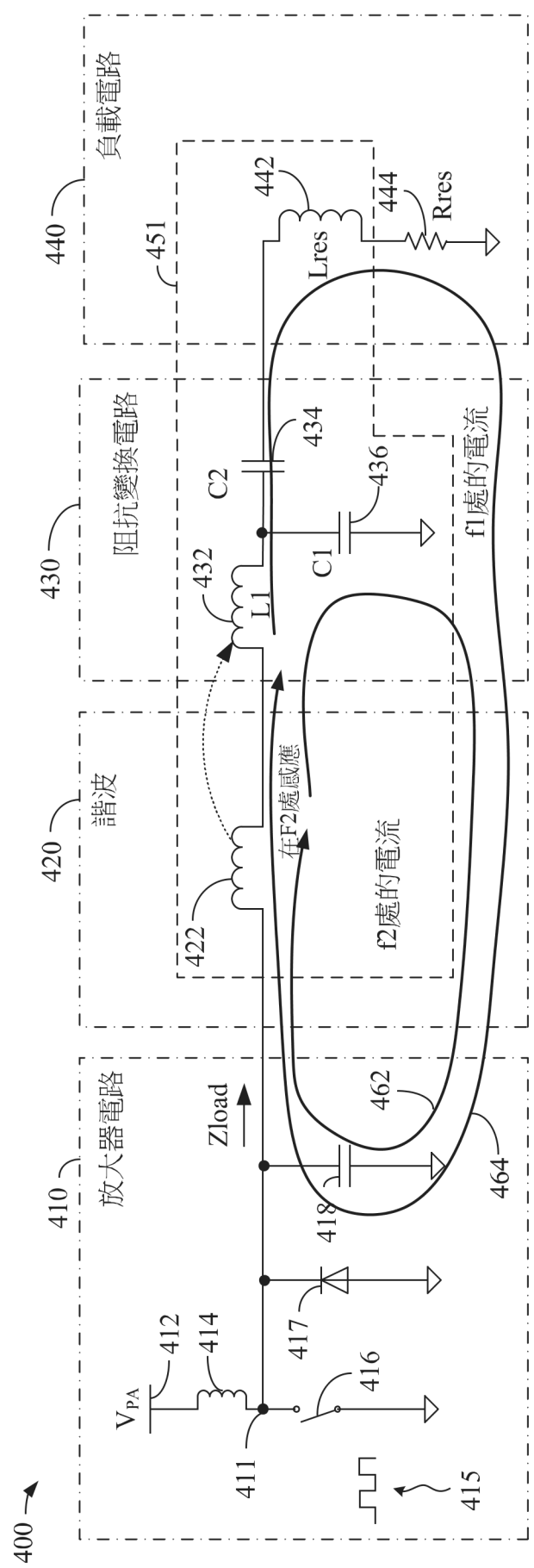


圖4

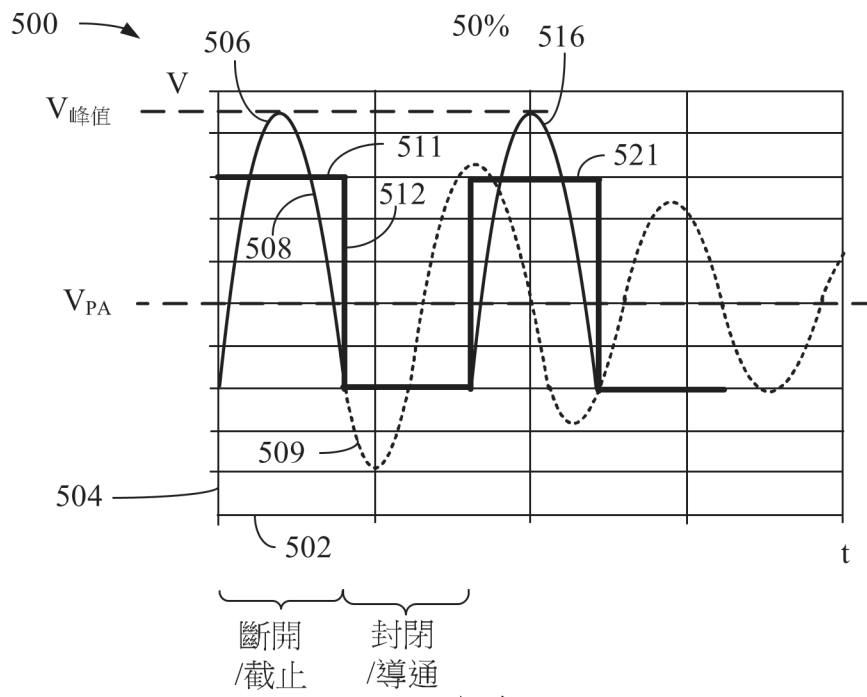


圖5A

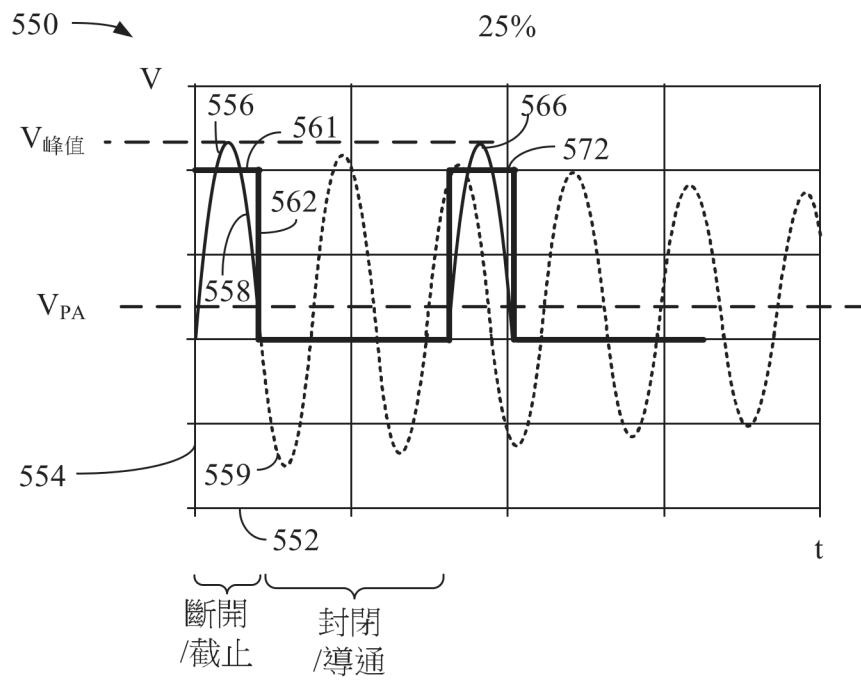


圖5B

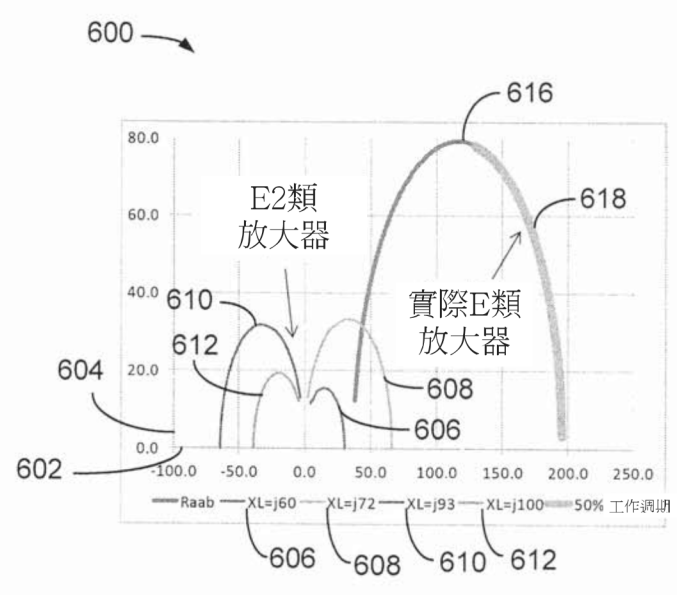


圖6

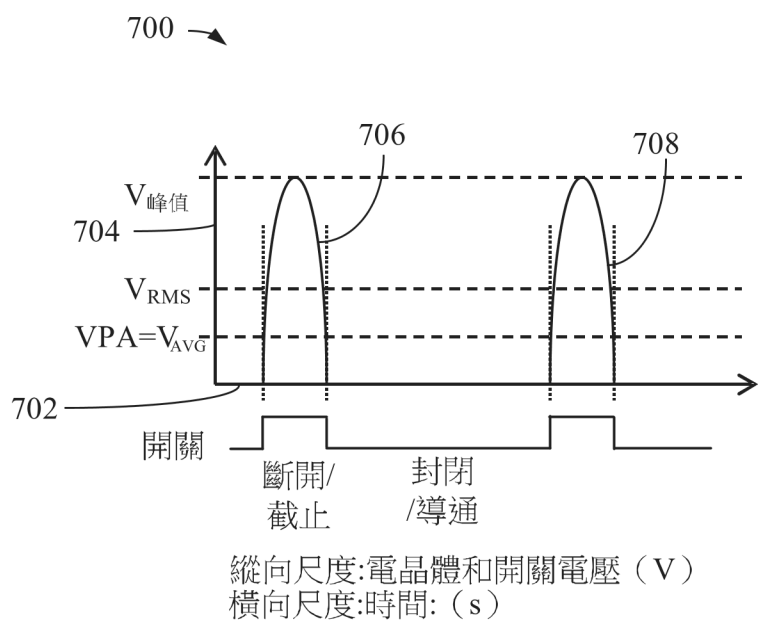
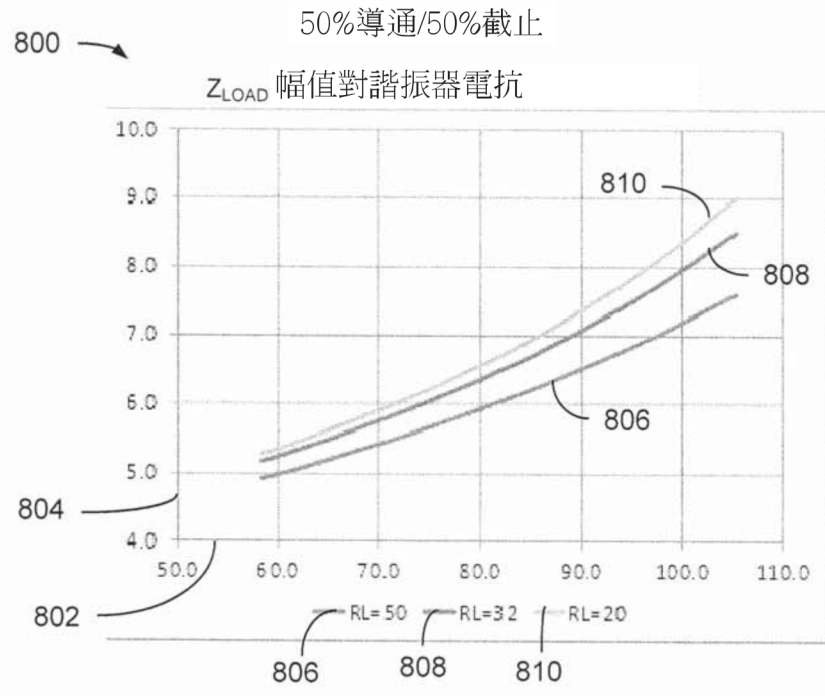
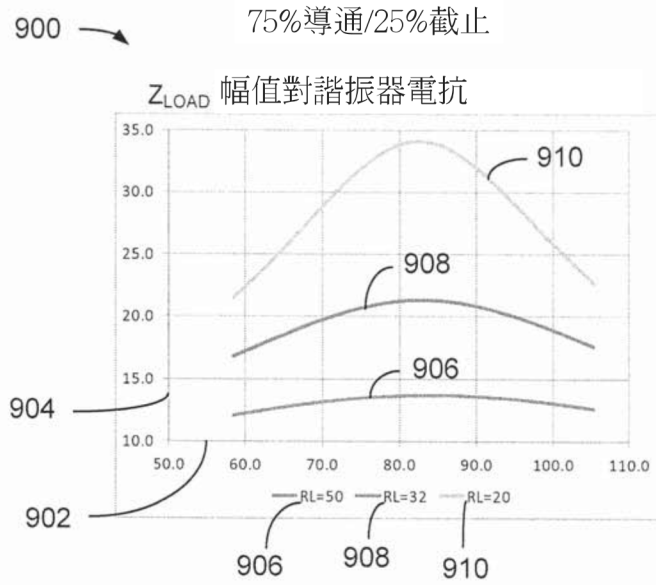


圖7



縱向尺度: 6.78MHz處的 Z_{LOAD} 幅值 [Ω]
橫向尺度: 諧振器電抗 [jΩ]

圖8



縱向尺度: 6.78MHz處的 Z_{LOAD} 幅值 [Ω]
橫向尺度: 諧振器電抗 [Ω]

圖9

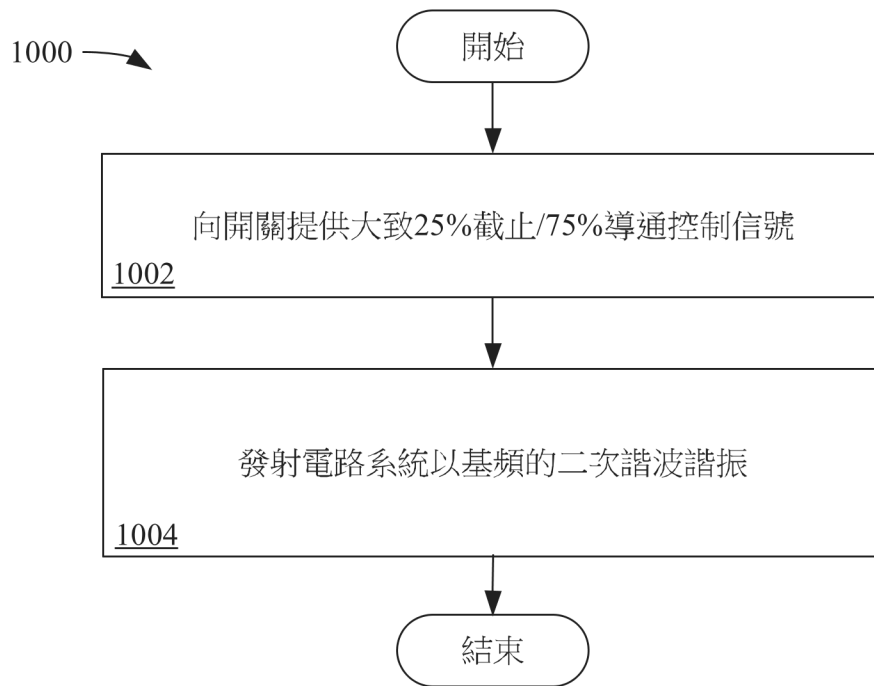


圖 10

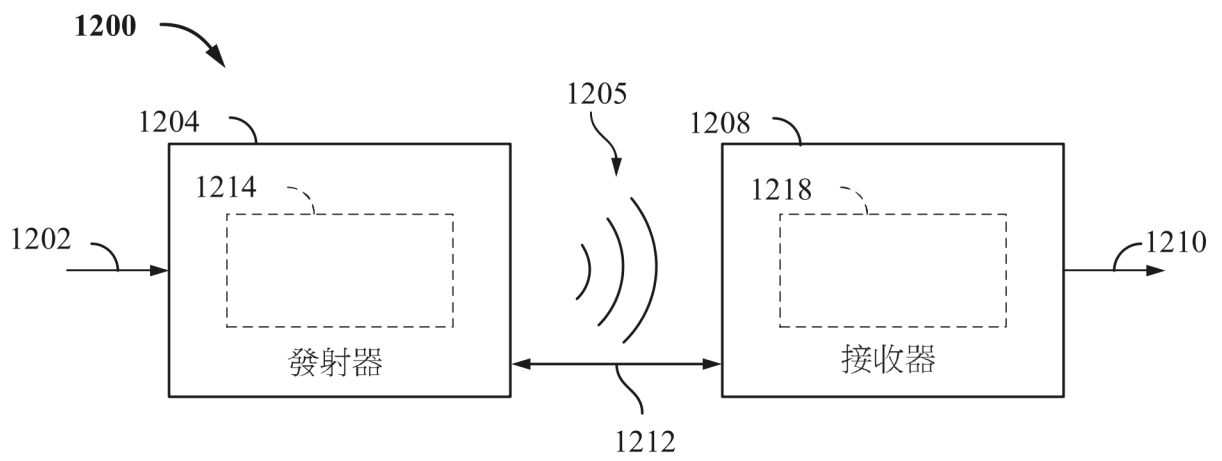


圖12

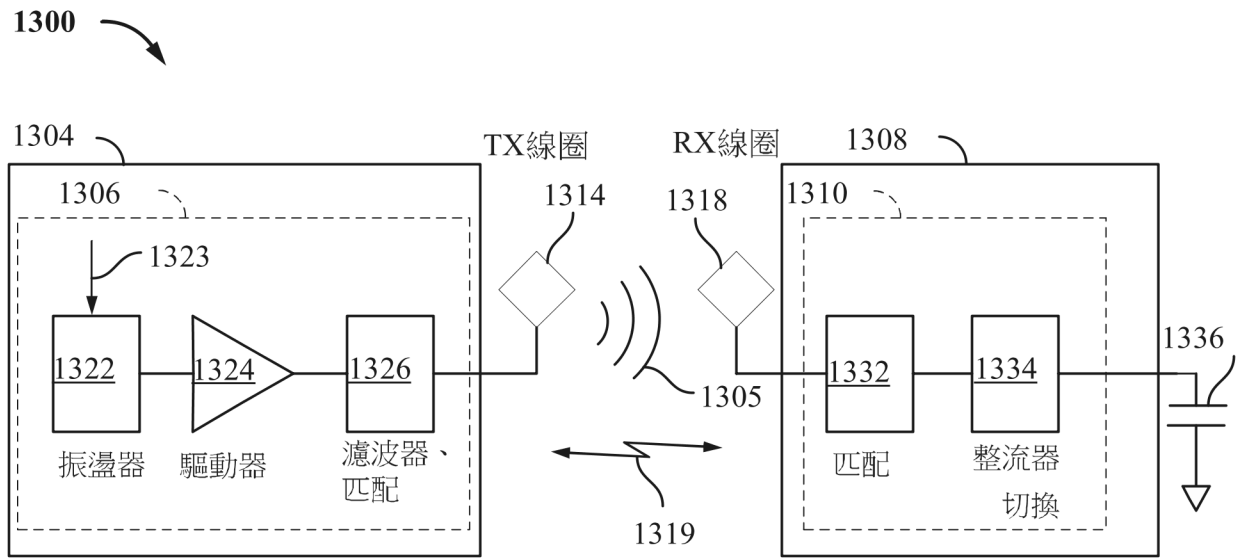


圖13

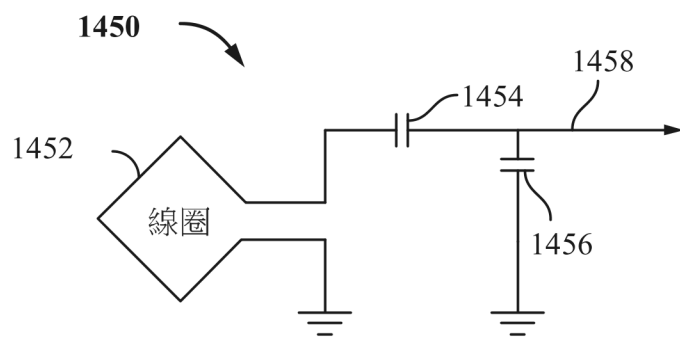


圖14