I870595

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 **(11)證書號數：TW I870595 B**

(45)公告日： 中華民國 114 (2025) 年 01 月 21 日

(21)申請案號：110119394 (22)申請日： 中華民國 110 (2021) 年 05 月 28 日

(51)Int. Cl.： ***H02J50/12 (2016.01)*** ***H02J7/02 (2016.01)***

H01F38/14 (2006.01) ***H02M1/08 (2006.01)***

(30)優先權：2020/06/04 美國 16/893,420

(71)申請人：美商艾樂有限公司 (美國) AIRA, INC. (US)

美國

(72)發明人：古德橋德 艾瑞克 韓戴爾 GOODCHILD, ERIC HEINDEL (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201347349A CN 107005091A

US 2019/0157914A1

審查人員：許文軒

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：14 共 52 頁

(54)名稱

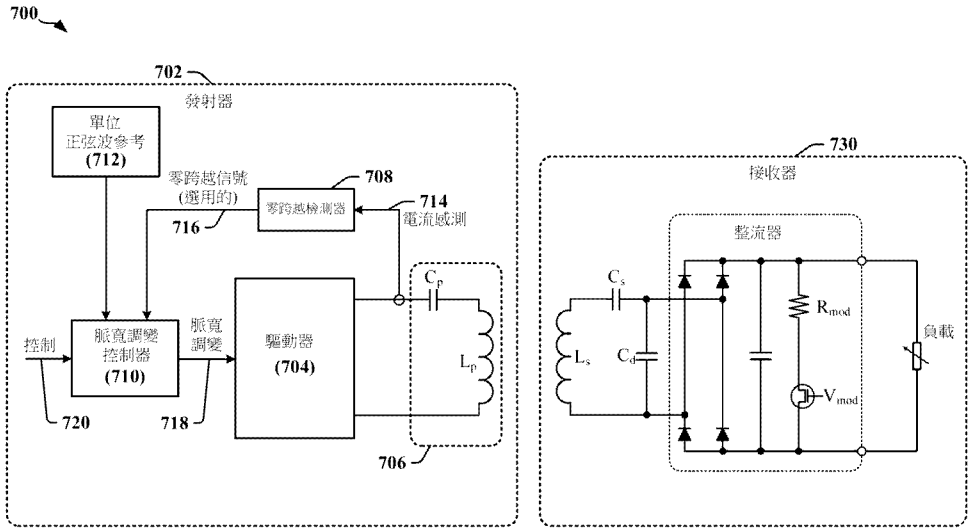
用於操作無線充電裝置之方法，充電裝置，以及非暫時性處理器可讀儲存媒體

(57)摘要

本發明揭示用於無線充電之系統、方法及設備。一充電裝置具有包含一發射線圈之一諧振電路。該充電裝置亦具有：一驅動器電路，其經組態以給該諧振電路供電；一脈寬調變器；及一控制器，其經組態以將一控制信號提供至該脈寬調變器，該控制信號組態脈寬以將一經調變驅動信號提供至該驅動器電路。該脈寬調變器經組態以將該經調變驅動信號提供至該諧振電路。該諧振電路經組態以操作為一低通濾波器，該低通濾波器阻擋對應於該參考信號的該經調變驅動信號之頻率分量。該驅動器電路經組態以使用該經調變驅動信號來在該諧振電路中產生一充電電流。該充電電流致使功率透過該發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置。

Systems, methods and apparatus for wireless charging are disclosed. A charging device has a resonant circuit that includes a transmitting coil. The charging device also has a driver circuit configured to power the resonant circuit, a pulse width modulator and a controller configured to provide a control signal to the pulse width modulator the control signal configuring the pulse width to provide a modulated drive signal to the driver circuit. The pulse width modulator is configured to provide the modulated drive signal to the resonant circuit. The resonant circuit is configured to operate as a low-pass filter that blocks frequency components of the modulated drive signal that correspond to the reference signal. The driver circuit is configured to use the modulated drive signal to produce a charging current in the resonant circuit. The charging current causes power to be wirelessly transferred to a receiving device through the transmitting coil.

指定代表圖：



【圖7】

符號簡單說明：

700:無線充電系統

702:D 類無線發射器

704:驅動器電路

706:諧振電路

708:零跨越檢測器

710:PWM 控制器

712:參考源

714:量測信號

716:零跨越信號

718:PWM 信號

720:控制信號

730:無線接收器

C_p:電容器

L_p:電感器

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於操作無線充電裝置之方法，充電裝置，以及非暫時性處理器可讀儲存媒體

【英文發明名稱】

METHOD FOR OPERATING WIRELESS CHARGING DEVICE, CHARGING DEVICE, AND NON-TRANSITORY PROCESSOR-READABLE STORAGE MEDIUM

【中文】

本發明揭示用於無線充電之系統、方法及設備。一充電裝置具有包含一發射線圈之一諧振電路。該充電裝置亦具有：一驅動器電路，其經組態以給該諧振電路供電；一脈寬調變器；及一控制器，其經組態以將一控制信號提供至該脈寬調變器，該控制信號組態脈寬以將一經調變驅動信號提供至該驅動器電路。該脈寬調變器經組態以將該經調變驅動信號提供至該諧振電路。該諧振電路經組態以操作為一低通濾波器，該低通濾波器阻擋對應於該參考信號的該經調變驅動信號之頻率分量。該驅動器電路經組態以使用該經調變驅動信號來在該諧振電路中產生一充電電流。該充電電流致使功率透過該發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置。

【英文】

Systems, methods and apparatus for wireless charging are disclosed. A charging device has a resonant circuit that includes a transmitting coil. The charging device also has a driver circuit configured to power the resonant circuit, a pulse width modulator and a controller configured to provide a control signal to the pulse width modulator the control signal configuring the pulse width to provide a

modulated drive signal to the driver circuit. The pulse width modulator is configured to provide the modulated drive signal to the resonant circuit. The resonant circuit is configured to operate as a low-pass filter that blocks frequency components of the modulated drive signal that correspond to the reference signal. The driver circuit is configured to use the modulated drive signal to produce a charging current in the resonant circuit. The charging current causes power to be wirelessly transferred to a receiving device through the transmitting coil.

【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

700:無線充電系統

702:D類無線發射器

704:驅動器電路

706:諧振電路

708:零跨越檢測器

710:PWM控制器

712:參考源

714:量測信號

716:零跨越信號

718:PWM信號

720:控制信號

730:無線接收器

C_p:電容器

L_p:電感器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於操作無線充電裝置之方法，充電裝置，以及非暫時性處理器可讀儲存媒體

【英文發明名稱】

METHOD FOR OPERATING WIRELESS CHARGING DEVICE, CHARGING DEVICE, AND NON-TRANSITORY PROCESSOR-READABLE STORAGE MEDIUM

【技術領域】

【0001】 本發明一般而言係關於電池(包含行動運算裝置中之電池)之無線充電，且更特定而言係關於驅動一無線充電裝置中之一發射線圈。

【先前技術】

【0002】 已部署無線充電系統以使得特定類型之裝置能夠在不使用一實體充電連接之情況下給內部電池充電。可利用無線充電之裝置包含行動處理及/或通信裝置。標準(諸如由無線電力聯盟定義之Qi標準)使得一第一供應商所製造之裝置能夠使用一第二供應商所製造之一充電器來以無線方式充電。用於無線充電之標準針對相對簡單裝置組態來最佳化且趨向於提供基本充電能力。

【0003】 需要改良無線充電能力以支援不斷地增加行動裝置複雜性及改變形式因子。舉例而言，需要改良無線發射功率控制。

【發明內容】

【圖式簡單說明】

【0004】 圖1圖解說明根據本文中所揭示之特定態樣之可用以提供一充電表面之一充電單元之一實例。

【0005】 圖2圖解說明由一充電表面提供之功率傳送區配置，該充

電表面採用根據本文中所揭示之特定態樣來組態之多個充電單元層。

【0006】 圖3圖解說明根據本文中所揭示之特定態樣之可設置於一充電器基地台中之一無線發射器。

【0007】 圖4圖解說明根據本發明之特定態樣來組態之一相位調變之無線充電器。

【0008】 圖5圖解說明根據本發明之特定態樣來組態之一脈寬調變充電器之一實例。

【0009】 圖6圖解說明圖5之脈寬調變充電器之操作。

【0010】 圖7圖解說明採用根據本文中所揭示之特定態樣來組態之一D類無線發射器之一無線充電系統之一實例。

【0011】 圖8圖解說明圖7之D類無線發射器之操作。

【0012】 圖9圖解說明根據本發明之特定態樣之零跨越之開縫的異物檢測。

【0013】 圖10圖解說明根據本發明之特定態樣之一無線充電系統，該無線充電系統採用零跨越檢測來獲得在一諧振電路中之每一電流或電壓循環中之一或多個點處之量測值。

【0014】 圖11及圖12圖解說明支援在根據本發明之特定態樣來組態之一無線充電系統中使用零跨越檢測的基於相位之ASK解調變。

【0015】 圖13圖解說明採用可根據本文中所揭示之特定態樣來調適之一處理電路之一設備之一項實例。

【0016】 圖14圖解說明根據本發明之特定態樣之用於操作一充電裝置之一方法。

【實施方式】

優先權主張

【0017】本申請案主張2020年6月4日在美國專利局提出申請之第16/893,420號專利申請案之優先權及權益，該專利申請案之全部內容以引用方式併入本文中，好似其全文且出於所有可適用目的而在下文充分地陳述。

【0018】下文結合附圖所陳述之詳細說明意欲作為對各種組態之一說明且不意欲表示其中可實踐本文中所闡述之概念之僅有組態。出於提供對各種概念之一透徹理解之目的，詳細說明包含具體細節。然而，熟習此項技術者將明瞭可在不具有此等具體細節之情況下實踐此等概念。在某些例項中，以方塊圖形式展示眾所周知之結構及組件以便避免使此等概念模糊。

【0019】現在將參考各種設備及方法呈現無線充電系統之數個態樣。將藉由各種區塊、模組、組件、電路、步驟、程序、演算法等(統稱為「元件」)在以下詳細說明中闡述且在附圖中圖解說明此等設備及方法。可使用電子硬體、電腦軟體或其任一組合實施此等元件。此等元件實施為硬體還是軟體取決於特定應用及強加於總體系統之設計約束。

【0020】以實例方式，可藉助包含一或多個處理器之一「處理系統」實施一元件或一元件之任一部分或任一元件組合。處理器之實例包含微處理器、微控制器、數位信號處理器(DSP)、場可程式化閘陣列(FPGA)、可程式化邏輯裝置(PLD)、狀態機、閘控邏輯、離散硬體電路及經組態以執行本發明通篇中所闡述之各種功能性之其他適合硬體。該處理系統中之一或多個處理器可執行軟體。軟體應廣泛地解釋為意指指令、指令集、代碼、碼段、程式碼、程式、子程式、軟體模組、應用程式、軟體

應用程式、軟體封裝、常式、子常式、物件、可執行檔、執行緒、過程、函數等，而不論是稱為軟體、韌體、中間軟體、微碼、硬體描述語言還是稱為其他。該軟體可駐存於一處理器可讀儲存媒體上。亦可在本文中稱為一電腦可讀媒體之一處理器可讀儲存媒體可以實例方式包含一磁性儲存裝置(*例如*，硬碟、軟碟、磁條)、一光碟(*例如*，高密度磁碟(CD)、數位功能磁碟(DVD))、一智慧卡、一快閃記憶體裝置(*例如*，卡、棒、鑰匙磁碟機)、近場通信(NFC)符記、隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、可程式化ROM (PROM)、可抹除PROM (EPROM)、電可抹除PROM (EEPROM)、一暫存器、一可抽換磁碟、一載波、一傳輸線及用於儲存或傳輸軟體之任何其他適合媒體。該電腦可讀媒體可駐存於該處理系統中、在該處理系統外部或跨越包含該處理系統之多個實體分佈。電腦可讀媒體可體現在一電腦程式產品中。以實例方式，一電腦程式產品可包含呈封裝材料之一電腦可讀媒體。熟習此項技術者將認識到如何取決於特定應用及對總體系統強加之總體設計約束而最佳地實施本發明通篇中所呈現之所闡述功能性。

概述

【0021】 本發明之特定態樣係關於可適用於無線充電裝置及技術之系統、設備及方法。在一無線充電裝置中，充電單元可組態有一或多個感應線圈以提供可以無線方式給一或多個裝置充電之一充電表面。待充電之一裝置之位置可透過使該裝置之位置與以充電表面上之一已知位置為中心之一實體特性之改變相關聯之感測技術來檢測。可使用電容、電阻、電感、觸控、壓力、負載、應變及/或另一適當類型之感測來實施位置感測。

【0022】在本發明之一項態樣中，一設備具有：一電池充電電源；複數個充電單元，其組態成一矩陣；第一複數個開關，其中每一開關經組態以將該矩陣中之一列線圈耦合至該電池充電電源之一第一端子；及第二複數個開關，其中每一開關經組態以將該矩陣中之一行線圈耦合至該電池充電電源之一第二端子。該複數個充電單元中之每一充電單元可包含環繞一功率傳送區之一或多個線圈。該複數個充電單元可在該複數個充電單元中之該等充電單元之功率傳送區不重疊之情況下毗鄰於該無線充電裝置之一充電表面而配置。放在該表面上之裝置可接收透過該等充電單元中之一或多者以無線方式發射之功率。

【0023】在某些例項中，該設備亦可稱為一充電表面。功率可以無線方式傳送至位於該設備之一表面上任一位置處之一接收裝置。該等裝置可具有一任意地界定之大小及/或形狀且可在不慮及經啟用以用於充電之任何離散放置位置之情況下經放置。可在一單個充電表面上同時給多個裝置充電。該設備可追蹤一或多個裝置跨越該充電表面之運動。

【0024】本文中所揭示之特定態樣與經改良無線充電技術有關。在本發明之各種態樣中，用於操作一充電裝置之一方法包含：使用一控制信號來對一參考信號進行脈寬調變以獲得一經調變驅動信號；及將該經調變驅動信號提供至經組態以操作為一低通濾波器之一諧振電路，該低通濾波器阻擋對應於該參考信號的該經調變驅動信號之頻率分量。該經調變驅動信號在該諧振電路中產生致使功率透過該諧振電路之一發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置的一充電電流。

充電單元

【0025】根據本文中所揭示之特定態樣，一充電裝置可使用充電單

元提供一充電表面，該等充電單元毗鄰於該充電表面而部署。在一項實例中，該等充電單元根據一蜂巢封裝組態部署於該充電表面之一或多個層中。可使用一或多個線圈實施一充電單元，該一或多個線圈可各自沿著實質上正交於毗鄰於該線圈之該充電表面之一軸線感應一磁場。在此說明中，一充電單元可係指具有一或多個線圈之一元件，其中每一線圈經組態以產生相對於由該充電單元中之其他線圈產生之場係加性之一電磁場，該電磁場產生沿著或接近於一共同軸線經引導之一磁通量。

【0026】 在某些實施方案中，一充電單元包含沿著一共同軸線堆疊及/或重疊使得其促成實質上正交於該充電表面之一經感應磁場的線圈。在某些實施方案中，一充電單元包含配置於該充電表面之一經界定部分內且促成在與該充電單元相關聯之該充電表面之該實質上正交部分內之一經感應磁場的線圈。在某些實施方案中，充電單元可係可藉由將一啟動電流提供至包含於一經動態地界定充電單元中之線圈而組態的。舉例而言，一充電裝置可包含跨越該充電表面部署之多個線圈堆疊，該充電裝置可檢測待充電之一裝置之位置且可選擇線圈堆疊之某一組合以毗鄰於待充電之該裝置提供一充電單元。在某些例項中，一充電單元可包含或表徵為一單個線圈。然而，應瞭解，一充電單元可包含多個經堆疊線圈及/或多個毗鄰線圈或線圈堆疊。該等線圈可在本文中稱為充電線圈、無線充電線圈、發射器線圈、發射線圈、功率發射線圈、功率發射器線圈或諸如此類。

【0027】 圖1圖解說明可經部署及/或經組態以提供一充電裝置之一充電表面之一充電單元100之一實例。如本文中所闡述，該充電表面可包含設置於一或多個基板106上之一充電單元100陣列。包括一或多個積體電路(IC)及/或離散電子組件之一電路可設置於基板106中之一或多者上。

該電路可包含驅動器及開關，該等驅動器及開關用於控制提供至用於將功率發射至一接收裝置之線圈的電流。該電路可組態為一處理電路，該處理電路包含可經組態以執行本文中所揭示之特定功能之一或多個處理器及/或一或多個控制器。在某些例項中，該處理電路之某些或全部可設置在該充電裝置外部。在某些例項中，一電源供應器或電池可耦合至該充電裝置。

【0028】 充電單元100可設置為緊密接近於該充電裝置之一外表面區，一或多個裝置可放在該外表面區上以用於充電。該充電裝置可包含充電單元100之多個例項。在一項實例中，充電單元100具有封圍一或多個線圈102之一實質上六邊形形狀，線圈102使用可接收足以在一功率傳送區104中產生一電磁場之一電流之導體、導線或電路板跡線來構造。在各種實施方案中，某些線圈102可具有係實質上多邊形之一形狀，包含圖1中所圖解說明之六邊形充電單元100。其他實施方案提供具有其他形狀之線圈102。線圈102之形狀可至少部分地由製作技術及/或最佳化充電單元在諸如一印刷電路板基板之一基板106上之佈局之能力或限制來判定。每一線圈102可使用呈一螺旋形組態之導線、印刷電路板跡線及/或其他連接器來實施。每一充電單元100可橫跨由一絕緣體或基板106分開之兩個或多於兩個層，使得不同層中之線圈102以一共同軸線108為中心。

【0029】 圖2圖解說明設置於一充電裝置之一充電表面200中之一功率傳送區配置，充電表面200採用根據本文中所揭示之特定態樣來組態之多個充電單元層。所圖解說明充電表面由四個充電單元層202、204、206、208構造。在圖2中，由第一充電單元層202中之一充電單元提供之每一功率傳送區標記為「L1」，由第二充電單元層204中之一充電單元提

供之每一功率傳送區標記為「L2」，由第三充電單元層206中之一充電單元提供之每一功率傳送區標記為「L3」，且由第四充電單元層208中之一充電單元提供之每一功率傳送區標記為「L4」。

【0030】 圖3圖解說明可設置於一充電器基地台中之一無線發射器300。一控制器302可接收由一濾波器電路308濾波或以其他方式處理之一回饋信號。該控制器可控制一驅動器電路304之操作，驅動器電路304將一交流電(AC)信號提供至包含一電容器312及電感器314之一諧振電路306。諧振電路306亦可在本文中稱為一槽電路、一LC槽電路及/或一LC槽，且在諧振電路306之一LC節點310處量測之電壓316可稱為槽電壓。

【0031】 無線發射器300可由一充電裝置用來判定一相容裝置是否已放在該充電裝置之一表面上。舉例而言，該充電裝置可藉由透過無線發射器300發送一間歇測試信號(主動ping)而判定一相容裝置已放在該充電裝置之該表面上，其中諧振電路306可在一相容裝置對該測試信號做出回應時接收經編碼信號。該充電裝置可經組態以在接收到由標準、慣例、製造商或應用程式定義之一回應信號之後啟動至少一個充電單元中之一或多個線圈。在某些實例中，該相容裝置可藉由傳遞所接收信號強度而對一ping做出回應，使得該充電裝置可找到待用於給該相容裝置充電之一最佳充電單元。

【0032】 被動ping技術可使用在LC節點310處量測或觀察之電壓及/或電流來識別一接收線圈接近於根據本文中所揭示之特定態樣來調適之一裝置之充電墊而存在。在諸多習用無線充電器發射器中，電路經提供以量測LC節點310處之電壓或網路中之電流。可監測此等電壓及電流以用於功率調節目的及/或支援裝置之間的通信。在圖3中所圖解說明之實例中，監

測LC節點310處之電壓，儘管預期可另外或替代地監測電流以支援被動ping。諧振電路306對一被動ping (初始電壓V_0)之一回應可由LC節點310處之電壓(V_{LC})表示，使得：

$$V_{LC} = V_0 e^{-\left(\frac{\omega}{2Q}\right)t} \quad \text{(方程式1)}$$

【0033】 根據本文中所揭示之特定態樣，可選擇性地啟動一或多個充電單元中之線圈以提供一最佳電磁場以用於給一相容裝置充電。在某些例項中，線圈可指派給充電單元，且某些充電單元可與其他充電單元重疊。在後一例項中，可在充電單元位準選擇最佳充電組態。在其他例項中，可基於將待充電之一裝置放在充電裝置之一表面上而界定充電單元。在此等其他例項中，針對每一充電事件而啟動之線圈組合可變化。在某些實施方案中，一充電裝置可包含可在一充電事件期間選擇一或多個單元及/或一或多個預界定充電單元進行啟動之一驅動器電路。

相位調變之充電

【0034】 本發明之一項態樣與使用一相位調變之無線充電器400 (在圖4中圖解說明其一實例)有關。一驅動器電路402將一充電電流410提供至包含一電容器(C_p)及一電感器(L_p)之一諧振電路404。充電電流410可與電感器中之電流(亦即，L_p電流)實質上相同，儘管充電電流410之某一部分可由於寄生電容或諸如此類而丟失。充電電流410以可與諧振電路404之諧振頻率緊密地匹配之一頻率交替以改良功率傳送效率。根據本發明之特定態樣，可透過對充電電流410之相位調變控制透過諧振電路404傳送至一接收裝置之功率位準。

【0035】 時序圖420圖解說明如在特定實施方案中施加至充電電流410之相位調變之特定態樣。相位調變達成對驅動器電路402之功率輸送

位準之精細控制。時序圖420繪示三個充電週期422、424及426，其中以不同位準輸送功率，如由充電電流410之變化振幅所指示。

【0036】 使用一零跨越檢測器406及一相位調變器408獲得相位控制，相位調變器408對一控制器或其他處理器所提供之一相位控制信號418做出回應。零跨越檢測器406用於提供由相位調變器408使用之定時資訊。在一項實例中，零跨越檢測器406可比較表示流動至諧振電路404之電流之一量測信號412之極性與量測信號412之一經延遲版本之極性，藉此在一零跨越出現在量測信號412中時檢測到一極性差。零跨越檢測器406提供一零跨越信號414 (ZC)，零跨越信號414包含識別量測信號412之零跨越之定時資訊。在一項實例中，零跨越信號414針對量測信號412之每一零跨越包含一邊緣。該邊緣之過渡方向可指示正向或負向零跨越。在另一實例中，零跨越信號414針對量測信號412之每一零跨越包含一脈衝。

【0037】 相位調變器408使用零跨越信號414來產生一相位調變信號416。相位調變信號416可改變對充電電流410有貢獻之一經調變電流之相位。該經調變電流之相位相對於諧振電路中之電流之相位可導致充電電流410之一增加或減小。在第一充電週期422中，相位調變信號416與零跨越信號414緊密地同步，且經調變電流之效應在充電電流410之每一循環內係加性的。在此實例中，驅動器電路402透過諧振電路404提供最大功率傳送。在第二充電週期424中，相位調變信號416相對於零跨越信號414具有90°之一相位偏移，且該經調變電流之效應在交替四分之一循環時係加性的及減性的。在此實例中，驅動器電路402透過諧振電路404提供最大可用功率之50%。在第三充電週期426中，相位調變信號416相對於零跨越

信號414具有在最後一所繪示循環428中自90°增加至180°之一相位偏移。該經調變電流之效應在充電電流410之每一循環之一遞增部分上係負的，且驅動器電路402透過諧振電路404提供自最大可用功率之50%減小至無功率傳送或最小功率傳送的功率。

【0038】 在特定實施方案中，提供零跨越信號414作為一數位信號，該數位信號提供相位調變器408所需要之定時以在由相位控制信號418指示時將一相位超前或相位滯後添加至傳入零跨越信號。在一項實例中，驅動器電路402包含一半橋電路。在一項實例中，相位控制信號418係一多位元數位信號，該多位元數位信號指示待添加至零跨越信號414以便直接影響在諧振電路404中流動之功率量(亦即，Lp及Cp)之相位偏移量。

諧振脈寬調變

【0039】 圖5圖解說明一PWM充電器500之一實例且圖6中之時序圖600、620圖解說明PWM充電器500之操作之特定態樣。本發明之一項態樣與使用一脈寬調變(PWM)充電系統來調變提供至一諧振電路504之一充電電流510有關。一驅動器電路502將一充電電流510提供至包含一電容器(C_p)及一電感器(L_p)之一諧振電路504。充電電流510可與電感器中之電流(亦即，L_p電流)實質上相同，儘管充電電流510之某一部分可由於寄生電容或諸如此類而丟失。充電電流510以可與諧振電路504之諧振頻率緊密地匹配之一頻率交替以改良功率傳送效率。根據本發明之特定態樣，可使用PWM調變來控制透過諧振電路504傳送至一接收裝置之功率位準以更改充電電流510。

【0040】 時序圖600、620圖解說明如在特定實施方案中施加至充電

電流510之PWM之特定態樣。PWM達成對驅動器電路502之功率輸送位準之精細控制，儘管時序圖600、620繪示有限數目個充電週期602、604、606、622、624及626，其中以不同位準輸送功率，如由充電電流510之變化振幅所指示。

【0041】 可使用一零跨越檢測器506及一PWM電路508控制充電電流510中提供之功率，PWM電路508對由一控制器或其他處理器提供之一控制信號518做出回應。零跨越檢測器506用於提供由PWM電路508使用之定時資訊。在一項實例中，零跨越檢測器506可比較表示流動至諧振電路504之電流之一量測信號512之極性與量測信號512之一經延遲版本之極性，藉此在一零跨越出現在量測信號512中時檢測到一極性差。零跨越檢測器506提供一零跨越信號514 (ZC)，零跨越信號514包含識別量測信號512之零跨越之定時資訊。在一項實例中，零跨越信號514針對量測信號512之每一零跨越包含一邊緣。該邊緣之過渡方向可指示正向或負向零跨越。在另一實例中，零跨越信號514針對量測信號512之每一零跨越包含一脈衝。

【0042】 PWM電路508使用零跨越信號514來產生一PWM信號516。PWM信號516可控制能量對充電電流510之貢獻。在一項實例中，PWM信號516中之脈衝用於閘控提供至一功率換流器電路之一電流，該功率換流器電路產生用於提供充電電流510之一交流輸出。

【0043】 在第一充電週期602、622中，PWM信號516包含匹配充電電流510之一半循環之持續時間的脈衝，且提供具有最大(100%)功率之一充電電流510。在此實例中，驅動器電路502透過諧振電路504提供最大功率傳送。在第二充電週期604、624中，PWM信號516包含具有充電電流

510之一半週期之持續時間之大致二分之一之一持續時間的脈衝，且所產生充電電流510在提供至諧振電路504時提供最大可用功率之50%。在第三充電週期606、626中，PWM信號516包含減小之脈衝，其最初具有充電電流510之一半循環之持續時間之大致二分之一之一持續時間，且減小至一脈衝之幾乎一不存在。驅動器電路502透過諧振電路504提供自最大可用功率之50%減小至無功率傳送或最小功率傳送的功率。

【0044】 可基於產生驅動器電路502中所使用之充電電流510之方法而選擇PWM信號516中之脈衝之定時。在由圖6之第一時序圖600圖解說明之實例中，每一脈衝在一零跨越處經起始且具有可由寬度控制信號518判定之一持續時間。可提供寬度控制信號518作為一多位元數位信號，該多位元數位信號組態一可程式化延遲電路或選擇一延遲線之一輸出來提供判定寬度控制信號518中之一脈衝之持續時間之一延遲。

【0045】 在由圖6之第二時序圖620圖解說明之實例中，PWM信號516中之每一脈衝以零跨越信號514中之一對應脈衝之中點為中心。換言之，每一脈衝之中心在量測信號512之零跨越中間。此等脈衝之持續時間可由寬度控制信號518判定。可提供寬度控制信號518作為一多位元數位信號，該多位元數位信號組態一可程式化延遲電路或選擇一延遲線之一輸出來提供判定寬度控制信號518中之一脈衝之持續時間之一延遲。可使用計數器、延遲線、查找表及/或其他電路來組態該等脈衝之位置。使PWM信號516中之脈衝定中心在量測信號512之零跨越之間可降低充電電流510中之AC信號之失真。

【0046】 在某些實施方案中，諧振脈寬調變可使用一所檢測零跨越作為起始一PWM驅動循環之一時間參考。在一項實例中，可起動一定時

器以控制脈衝之寬度。在另一實例中，一延遲電路可用於控制脈衝之寬度。在諧振電路504中流動之充電電流510由脈衝之寬度控制。

【0047】 在某些實施方案中，PWM可用於在不具有零跨越同步之情況下控制在諧振電路504中流動之充電電流510。因此，倘若包含值L_p及C_p (舉例而言)之其他資訊係已知的，一電流量測電路及一零跨越檢測器506可並非必要的。

諧振D類無線發射器

【0048】 圖7圖解說明採用根據本文中所揭示之特定態樣提供之一D類無線發射器702之一無線充電系統700之一實例。圖8中之時序圖800圖解說明D類無線發射器702之操作之特定態樣。D類無線發射器702包含操作為一切換放大器之一D類放大器。D類無線發射器702產生以一第一頻率在電壓軌之間切換之一第一信號。該第一信號由一第二較低頻率信號調變。在所圖解說明之實例中，該第一信號經脈寬調變以獲得一PWM信號718。

【0049】 將PWM信號718提供至產生一充電電流以驅動包含一LC槽電路(其包含一電容器(C_p)及一電感器(L_p))之一諧振電路706之一驅動器電路704。該充電電流可與電感器中之電流(亦即，L_p電流802)實質上相同。諧振電路706操作為一低通濾波器，該低通濾波器轉換高頻率PWM信號718以獲得調變信號之一放大版本(其可係一正弦波)。可操作PWM控制器710以使用累積比例縮放來控制L_p電流802之峰值振幅以便控制發射到一無線接收器730之功率。舉例而言，PWM信號718中之較寬脈衝可對應於L_p電流802振幅之峰值。

【0050】 可使用一零跨越檢測器708及PWM控制器710控制由驅動

器電路704提供之功率，PWM控制器710可對由一控制器或其他處理器提供之一控制信號720做出回應。PWM控制器710自提供可經PWM調變之一載波信號之一參考源712接收一正弦信號。零跨越檢測器708用於提供由PWM控制器710使用之定時資訊。在一項實例中，零跨越檢測器708可比較表示流動至諧振電路706之電流之一量測信號714之極性與量測信號714之一經延遲版本之極性，藉此在一零跨越出現在量測信號714中時檢測到一極性差。零跨越檢測器708提供一零跨越信號716 (ZCS)，零跨越信號716包含識別量測信號714之零跨越之定時資訊。在一項實例中，零跨越信號716針對量測信號714之每一零跨越包含一邊緣。該邊緣之過渡方向可指示正向或負向零跨越。在另一實例中，零跨越信號716針對量測信號714之每一零跨越包含一脈衝。PWM控制器710可使用零跨越信號716來產生一PWM信號718，其中PWM信號718與L_p電流802相位對準。

零跨越之開槽的異物檢測

【0051】 開槽的異物檢測可用於檢測一無線充電裝置之表面上之一異物(FO)。在可稱為一時槽之一短時間週期內週期性地關斷該無線充電裝置中之一驅動器電路，在該短時間週期期間允許由該驅動器電路驅動之一諧振電路中之能量衰減。可藉由量測衰減速率而判定該諧振電路之Q因子。通常需要一高取樣率來準確地量測槽電路中之AC波形而不具有可破壞Q因子之量測準確度之混疊或假影。該取樣率可係諧振電路中之電流之頻率之十至二十倍，且一般需要使用一快速且昂貴類比至數位轉換器(ADC)。

【0052】 在本發明之特定態樣中，一零跨越檢測器用於在針對異物檢測所提供之一時槽期間提供准許一低成本ADC可靠地獲得對諧振電路

中之AC波形之每一循環中之相同點處之電壓之一準確量測的定時資訊。零跨越之開槽的異物檢測可用於檢測諧振電路中之電壓及/或電流之零跨越。對零跨越之檢測起動觸發ADC中之一取樣與保持電路之一拖延定時器。在一項實例中，該拖延定時器在諧振電路中之AC波形之一四分之一循環之後觸發取樣與保持電路。在此實例中，ADC讀取在AC波之峰值處採取之一樣本。可使用小於AC波形之基本頻率之一取樣頻率。

【0053】 圖9包含圖解說明一零跨越之開縫的異物檢測之特定態樣之時序圖900、920。在正常充電操作之週期904、908或924、928之間提供一量測時槽906、926。第一時序圖900與表示在不存在異物時諧振電路中之能量、電壓或電流之一信號902之一實例有關，且信號902之緩慢衰減912對應於具有一高Q因子之一諧振電路。第二時序圖920與表示在存在一異物1030 (參見圖10)時諧振電路中之能量、電壓或電流之一信號922之一實例有關，且衰減932對應於具有一低Q因子之一諧振電路。根據本發明之特定態樣之一零跨越之開縫的異物檢測技術使用基於由一零跨越信號910、930識別之所檢測零跨越而識別之樣本點914、934。

【0054】 圖10圖解說明採用零跨越檢測來獲得在一諧振電路1004中之每一電流或電壓循環中之一或多個點處之量測值1028的一無線充電系統1000之一實例。在一項實例中，該等量測值可用於根據本文中所揭示之特定態樣之開槽的異物檢測。無線充電系統1000包含產生一充電電流以驅動包含一LC槽電路(其包含一電容器(C_p)及一電感器(L_p))之一諧振電路1004之一驅動器電路1002。該充電電流可與電感器中之電流實質上相同。在某些實施方案中，將表示跨越諧振電路1004之電壓之一電壓量測信號1006提供至一第一零跨越檢測器1012。第一零跨越檢測器1012產生

指示跨越諧振電路1004之電壓之零跨越之定時的一零電壓信號(ZVS 1016)作為一輸出。在某些實施方案中，將表示諧振電路1004中之電流之一電流量測信號1008提供至一第二零跨越檢測器1014。第二零跨越檢測器1014產生指示諧振電路1004中之電流之零跨越之定時的一零電流信號(ZCS 1018)作為一輸出。

【0055】 一擷取定時電路1020可用於追蹤零跨越且判定或管理取樣與保持電路1024。在一項實例中，擷取定時電路1020可包含或使用可定位跨越諧振電路1004之電壓或電流之峰值振幅(此發生在與諧振電路1004之一半循環對應之時間週期之後)之一拖延定時器1022。在其他實例中，擷取定時電路1020可包含或使用可定位跨越諧振電路1004之電壓或電流之一或多個點之一拖延定時器1022。取樣與保持電路1024提供由ADC 1026數位化之一輸出以獲得一量測值1028。量測值1028可用於追蹤諧振電路1004中之能量之衰減速率。

零跨越振幅偏移鍵控解調變

【0056】 圖10中所圖解說明之使用零跨越檢測技術獲得之量測可用於振幅偏移鍵控(ASK)解調變。ASK調變通常用於載送由Qi協定定義之訊息，該Qi協定用於將一功率發射器以無線方式互連至一功率接收器。該Qi協定准許該功率接收器以無線方式控制該功率發射器。在一諧振電路1004中之每一電流或電壓循環中之一或多個點處獲得之量測值1028可用於ASK解調變。一或多個零跨越檢測器1012、1014為與諧振電路1004相關聯之取樣電壓或電流提供參考定時。經取樣資料可用於提取由接收裝置在載波功率信號上調變之ASK資料。

【0057】 當使用零跨越檢測來為取樣提供定時時，可自具有比取樣

頻率高得多之頻率之信號提取資料。在某些例項中，可以與諧振電路1004相關聯之電流或電壓之基本頻率或以與諧振電路1004相關聯之電流或電壓之頻率之雙倍頻率執行取樣。習用取樣電路以與諧振電路1004相關聯之電流或電壓之基本頻率之十倍頻率或更多來操作以避免混疊及其他失真假影。

【0058】 在一項實例中，使用電壓量測值來執行ASK解調變，該等電壓量測值係使用ZVS 1016所提供之定時擷取的，ZVS 1016係由第一零跨越檢測器1012輸出以將一取樣與保持電路1024之觸發定時。在另一實例中，使用電流量測值來執行ASK解調變，該等電流量測值係使用ZCS 1018所提供之定時擷取的，ZCS 1018係由第二零跨越檢測器1014輸出以將一取樣與保持電路1024之觸發定時。可使用在一電壓或電流循環之峰值處採取之一單個樣本執行ASK解調變。倘若干擾載波之相位及/或頻率不同於目標載波，零跨越ASK解調變可拒斥可在同一域中之任何通信頻道。

【0059】 圖11及圖12圖解說明採用零跨越檢測來支援基於相位之ASK解調變之一無線充電系統1200之特定態樣。參考圖11之時序圖1100，零跨越相位解調變包含檢測諧振電路1204中之電壓1108及電流1106之零伏特跨越之間的相位差。當功率接收裝置1206使用ASK調變透過負載或諧振偏移來編碼資料時，電壓1108與電流1106之間的相位偏移可對應於不同調變位準1102。一數位相位檢測器1212可判定分別由對應零跨越檢測器電路1208、1210提供之一電流零跨越信號(ZCS 1220)與一電壓零跨越信號(ZVS 1222)之間的相位差。可在一諧振電路1204中之每一電流或電壓循環中之一或多個點處量測相位差。無線充電系統1200包

含產生一充電電流1104以驅動包含一電容器(C_p)及一電感器(L_p)之諧振電路1204之一驅動器電路1202。充電電流1104可與電感器中之電流實質上相同。在某些實施方案中，將表示跨越諧振電路1204之電壓之一電壓量測信號1218提供至一第一零跨越檢測器1210。第一零跨越檢測器1210在一輸出處產生指示跨越諧振電路1204之電壓之零跨越之定時的電流零跨越信號1220。將表示諧振電路1204中之電流之一電流量測信號1216提供至一第二零跨越檢測器1208。第二零跨越檢測器1208在一輸出處產生指示諧振電路1204中之電流之零跨越之定時的電流零跨越信號1220。

【0060】 相位檢測器電路1212將表示ZCS 1220與ZVS 1222之間的相位差之一信號提供至一ASK解調變器1214。

一處理電路之實例

【0061】 圖13圖解說明可併入於一充電裝置或一接收裝置中之使得一電池能夠以無線方式經充電之一設備1300之一硬體實施方案之一實例。在某些實例中，設備1300可執行本文中所揭示之一或多個功能。根據本發明之各種態樣，可使用一處理電路1302實施如本文中所揭示之一元件或一元件之任一部分或任一元件組合。處理電路1302可包含由硬體與軟體模組之某一組合控制之一或多個處理器1304。處理器1304之實例包含微處理器、微控制器、數位信號處理器(DSP)、SoC、ASIC、場可程式化閘陣列(FPGA)、可程式化邏輯裝置(PLD)、狀態機、定序器、閘控邏輯、離散硬體電路及經組態以執行本發明通篇中所闡述之各種功能性之其他適合硬體。一或多個處理器1304可包含執行具體功能且可由軟體模組1316中之一者組態、增大或控制之專業處理器。一或多個處理器1304可透過在初始化期間載入之軟體模組1316之一組合來組態，且進一步藉由

在操作期間載入或卸載一或多個軟體模組1316來組態。

【0062】 在所圖解說明之實例中，可藉助一般由匯流排1310表示之一匯流排架構實施處理電路1302。匯流排1310可取決於處理電路1302之具體應用及總體設計約束而包含任一數目個互連匯流排及橋接件。匯流排1310將包含一或多個處理器1304及儲存區1306之各種電路連結在一起。儲存區1306可包含記憶體裝置及大容量儲存裝置，且可在本文中稱為電腦可讀媒體及/或處理器可讀媒體。儲存區1306可包含暫時性儲存媒體及/或非暫時性儲存媒體。

【0063】 匯流排1310亦可連結諸如定時源、定時器、周邊裝置、電壓調節器及功率管理電路之各種其他電路。一匯流排介面1308可提供匯流排1310與一或多個收發器1312之間的一介面。在一項實例中，可提供一收發器1312以使得設備1300能夠根據一標準定義之協定與一充電或接收裝置通信。取決於設備1300之性質，亦可提供一使用者介面1318 (例如，小鍵盤、顯示器、揚聲器、麥克風、操縱桿)，且使用者介面1318可直接或透過匯流排介面1308以通信方式耦合至匯流排1310。

【0064】 一處理器1304可負責管理匯流排1310且負責可包含儲存於可包含儲存區1306之一電腦可讀媒體中之軟體執行的一般處理。在此方面，包含處理器1304之處理電路1302可用於實施本文中所揭示之方法、功能及技術中之任一者。儲存區1306可用於儲存在執行軟體時由處理器1304操縱之資料，且該軟體可經組態以實施本文中所揭示之方法中之任一者。

【0065】 處理電路1302中之一或多個處理器1304可執行軟體。軟體應廣泛地解釋為意指指令、指令集、代碼、碼段、程式碼、程式、子程

式、軟體模組、應用程式、軟體應用程式、軟體封裝、常式、子常式、物件、可執行檔、執行緒、過程、函數、演算法等，而不論是稱為軟體、韌體、中間軟體、微碼、硬體描述語言還是稱為其他。該軟體可以電腦可讀形式駐存於儲存區1306中或一外部電腦可讀媒體中。該外部電腦可讀媒體及/或儲存區1306可包含一非暫時性電腦可讀媒體。一非暫時性電腦可讀媒體以實例方式包含一磁性存儲裝置(例如，硬碟、軟碟、磁條)、一光碟(例如，一高密度磁碟(CD)、一數位多功能磁碟(DVD))、一智慧卡、一快閃記憶體裝置(例如，一「快閃磁碟機」、一卡、一棒或一鑰匙磁碟機)、RAM、ROM、一可程式化唯讀記憶體(PROM)、包含EEPROM之一可抹除PROM (EPROM)、一暫存器、一可拆卸磁碟及用於儲存可由一電腦存取及讀取之軟體及/或指令的任何其他適合媒體。電腦可讀媒體及/或儲存區1306亦可以實例方式包含一載波、一傳輸線及用於傳輸可由一電腦存取及讀取之軟體及/或指令之任何其他適合媒體。電腦可讀媒體及/或儲存區1306可駐存於處理電路1302中、處理器1304中、在處理電路1302外部或跨越包含處理電路1302之多個實體分佈。電腦可讀媒體及/或儲存區1306可體現在一電腦程式產品中。以實例方式，一電腦程式產品可包含呈封裝材料之一電腦可讀媒體。熟習此項技術者將認識到如何取決於特定應用及對總體系統強加之總體設計約束而最佳地實施本發明通篇中所呈現之所闡述功能性。

【0066】 儲存區1306可將軟體維持及/或組織在可在本文中稱為軟體模組1316之可載入碼段、模組、應用程式、程式等中。軟體模組1316中之每一者可包含指令及資料，該等指令及資料在安裝或載入於處理電路1302上且由一或多個處理器1304執行時促成控制一或多個處理器1304之

操作之一運行時影像1314。在執行時，特定指令可致使處理電路1302根據本文中所闡述之特定方法、演算法及程序執行功能。

【0067】 可在處理電路1302之初始化期間載入軟體模組1316中之某些，且此等軟體模組1316可組態處理電路1302以使得能夠執行本文中所揭示之各種功能。舉例而言，某些軟體模組1316可組態處理器1304之內部裝置及/或邏輯電路1322，且可管理對諸如一收發器1312、匯流排介面1308、使用者介面1318、定時器、數學共處理器等等之外部裝置之存取。軟體模組1316可包含與中斷處置器及裝置驅動器互動且控制對處理電路1302所提供之各種資源之存取的一控制程式及/或一作業系統。該等資源可包含記憶體、處理時間、對一收發器1312之存取、使用者介面1318等等。

【0068】 處理電路1302之一或多個處理器1304可係多功能的，藉此軟體模組1316中之某些經載入及組態以執行不同功能或同一功能之不同例項。一或多個處理器1304可另外經調適以管理回應於來自使用者介面1318、收發器1312及裝置驅動器(舉例而言)之輸入而起始之後台任務。為支援執行多個功能，一或多個處理器1304可經組態以提供一多任務環境，藉此複數個功能中之每一者視需要或要求實施為由一或多個處理器1304伺服之一組任務。在一項實例中，可使用在不同任務之間傳遞對一處理器1304之控制之一分時程式1320實施該多任務環境，藉此每一任務在完成任何出色操作之後及/或回應於諸如一中斷之一輸入而將對一或多個處理器1304之控制傳回至分時程式1320。當一任務控制一或多個處理器1304時，處理電路有效地專門用於藉由與控制任務相關聯之功能解決之目的。分時程式1320可包含一作業系統、在一循環基礎上傳送控制之

一主迴圈、根據功能之一優先次序分配對一或多個處理器1304之控制之一功能及/或藉由將對一或多個處理器1304之控制提供至一處置功能而對外部事件做出回應之一中斷驅動式主迴圈。

【0069】 在一項實施方案中，設備1300包含或操作為一無線充電設備，該無線充電設備具有：一電池充電電源，其耦合至一充電電路；複數個充電單元；及一控制器，其可包含於一或多個處理器1304中。該複數個充電單元可經組態以提供一充電表面。至少一個發射線圈可經組態以引導一電磁場穿過每一充電單元之一電荷轉移區。設備1300可包含：一諧振電路，其包括一發射線圈；一驅動器電路，其經組態以給該諧振電路供電；及一脈寬調變器，其經組態以調變一參考信號。該控制器可經組態以將一控制信號提供至該脈寬調變器，該控制信號組態脈寬以將一經調變驅動信號提供至該驅動器電路。該脈寬調變器可經組態以將該經調變驅動信號提供至該諧振電路。該諧振電路可經組態以操作為一低通濾波器，該低通濾波器阻擋對應於該參考信號的該經調變驅動信號之頻率分量。該驅動器電路可經組態以使用該經調變驅動信號來在該諧振電路中產生一充電電流。該充電電流可經組態以致使功率透過該發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置。

【0070】 在一項實例中，該控制信號經組態以選擇待傳送至該接收裝置之一功率位準。該控制信號可包括一調變信號，其中該低通濾波器使對應於該調變信號之頻率分量通過。

【0071】 在特定實例中，該低通濾波器可使與回應於該控制信號而產生之一調變信號對應之頻率分量通過。設備1300可包含一零跨越檢測器，該零跨越檢測器經組態以提供包含與跨越該諧振電路量測之一電壓穿

過一零伏位準之過渡對應或與該諧振電路中之一電流穿過一零安培位準之過渡對應之邊緣的一零跨越信號。該脈寬調變器可經組態以將該調變信號與該零跨越信號對準。該調變信號可與該零跨越信號相位對準。

【0072】 在某些實施方案中，儲存區1306維護指令及資訊，其中該等指令經組態以致使一或多個處理器1304提供或使用一控制信號來對一參考信號進行脈寬調變以獲得一經調變驅動信號。該經調變驅動信號可提供至經組態以操作為一低通濾波器之一諧振電路，該低通濾波器阻擋對應於該參考信號的該經調變驅動信號之頻率分量。該經調變驅動信號可在該諧振電路中產生致使功率透過該諧振電路之一發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置的一充電電流。

【0073】 在一項實例中，該控制信號經組態以選擇待傳送至該接收裝置之一功率位準。在另一實例中，該控制信號包括一調變信號。該低通濾波器可經組態以使對應於愛調變信號之頻率分量通過。

【0074】 在特定實例中，該低通濾波器使與回應於該控制信號而產生之一調變信號對應之頻率分量通過。可提供一零跨越信號。該零跨越信號可包含與跨越該諧振電路量測之一電壓穿過一零伏位準之過渡或與該諧振電路中之一電流穿過一零安培位準之過渡對應之邊緣。該調變信號可與該零跨越信號對準。該調變信號可與該零跨越信號相位對準。

【0075】 圖14係圖解說明根據本發明之特定態樣之用於操作一充電裝置之一方法之一流程圖1400。該方法可由該充電裝置中之一控制器執行。在方塊1402處，該控制器可使用一控制信號來對一參考信號進行脈寬調變以獲得一經調變驅動信號。在方塊1404處，可將該經調變驅動信號提供至經組態以操作為一低通濾波器之一諧振電路，該低通濾波器阻擋

對應於該參考信號的該經調變驅動信號之頻率分量。該經調變驅動信號可在該諧振電路中產生致使功率透過該諧振電路之一發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置的一充電電流。

【0076】 在一項實例中，該控制信號經組態以選擇待傳送至該接收裝置之一功率位準。在另一實例中，該控制信號包括一調變信號。該低通濾波器可經組態以使對應於該調變信號之頻率分量通過。

【0077】 在特定實例中，該低通濾波器使與回應於該控制信號而產生之一調變信號對應之頻率分量通過。可提供一零跨越信號。該零跨越信號可包含與跨越該諧振電路量測之一電壓穿過一零伏位準之過渡或與該諧振電路中之一電流穿過一零安培位準之過渡對應之邊緣。該調變信號可與該零跨越信號對準。該調變信號可與該零跨越信號相位對準。

【0078】 提供先前闡述以使得任何熟習此項技術者能夠實踐本文中所闡述之各種態樣。熟習此項技術者將容易明瞭對此等態樣之各種修改，且本文中所定義之通用原理可應用於其他態樣。因此，申請專利範圍並不意欲限制於本文中所展示之態樣，而是應被賦予與語言請求項相一致之全部範疇，其中以單數形式對一要素之提及並不意欲意指「一個且僅一個」(除非具體如此陳述)，而是意指「一或多個」。除非另有具體陳述，否則術語「某些」係指一或多個。熟習此項技術者已知之或後來知曉之在本發明通篇闡述之各種態樣之要素之所有結構及功能等效物明確地以引用方式併入本文中且意欲由申請專利範圍涵蓋。此外，本文中所揭示之任何內容皆不意欲致力於公共的，而不管此揭示內容是否明確地敘述於申請專利範圍中。任何請求項要素將不根據35 U.S.C. §112第6段落之規定來解釋，除非該要素使用片語「用於...之構件」來明確地敘述，或者在一方法請求

項之情形中，該要素使用片語「用於...之步驟」來敘述。

【符號說明】

【0079】

100:充電單元

102:線圈

104:功率傳送區

106:基板

108:共同軸線

200:充電表面

202:充電單元層/第一充電單元層

204:充電單元層/第二充電單元層

206:充電單元層/第三充電單元層

208:充電單元層/第四充電單元層

300:無線發射器

302:控制器

304:驅動器電路

306:諧振電路

308:濾波器電路

310:LC節點

312:電容器

314:電感器

316:電壓

400:無線充電器

402:驅動器電路

404:諧振電路

406:零跨越檢測器

408:相位調變器

410:充電電流

412:量測信號

414:零跨越信號

416:相位調變信號

418:相位控制信號

420:時序圖

422:充電週期/第一充電週期

424:充電週期/第二充電週期

426:充電週期/第三充電週期

428:循環

500:脈寬調變充電器

502:驅動器電路

504:諧振電路

506:零跨越檢測器

508:脈寬調變電路

510:充電電流

512:量測信號

514:零跨越信號

516:PWM信號

518:控制信號/寬度控制信號

600:時序圖/第一時序圖

602:充電週期/第一充電週期

604:充電週期/第二充電週期

606:充電週期/第三充電週期

620:時序圖/第二時序圖

622:充電週期/第一充電週期

624:充電週期/第二充電週期

626:充電週期/第三充電週期

700:無線充電系統

702:D類無線發射器

704:驅動器電路

706:諧振電路

708:零跨越檢測器

710:PWM控制器

712:參考源

714:量測信號

716:零跨越信號

718:PWM信號

720:控制信號

730:無線接收器

800:時序圖

802:L_p電流

900:時序圖/第一時序圖

902:信號

904:週期

906:量測時槽

908:週期

910:零跨越信號

912:緩慢衰減

914:樣本點

920:時序圖/第二時序圖

922:信號

924:週期

926:量測時槽

928:週期

930:零跨越信號

932:衰減

934:樣本點

1000:無線充電系統

1002:驅動器電路

1004:諧振電路

1006:電壓量測信號

1008:電流量測信號

1012:第一零跨越檢測器/零跨越檢測器

1014:第二零跨越檢測器/零跨越檢測器

1016:零電壓信號

1018:零電流信號

1020:擷取定時電路

1022:拖延定時器

1024:取樣與保持電路

1026:類比至數位轉換器

1028:量測值

1030:異物

1100:時序圖

1102:調變位準

1104:充電電流

1106:電流

1108:電壓

1200:無線充電系統

1202:驅動器電路

1204:諧振電路

1206:功率接收裝置

1208:零跨越檢測器電路/第二零跨越檢測器

1210:零跨越檢測器電路/第一零跨越檢測器

1212:數位相位檢測器/相位檢測器電路

1214:振幅偏移鍵控解調變器

1216:電流量測信號

1218:電壓量測信號

1220:電流零跨越信號

1222:電壓零跨越信號

1300:設備

1302:處理電路

1304:處理器

1306:儲存區

1308:匯流排介面

1310:匯流排

1312:收發器

1314:運行時影像

1316:軟體模組

1318:使用者介面

1320:分時程式

1322:內部裝置及/或邏輯電路

1400:流程圖

1402:方塊

1404:方塊

C_p:電容器

L1:功率傳送區

L2:功率傳送區

L3:功率傳送區

L4:功率傳送區

L_p:電感器

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於操作一無線充電裝置之方法，其包括：

致使一無線發射器之一切換放大器產生以一第一頻率在電壓軌之間切換之一驅動信號；

組態一調變信號以控制一諧振電路中之一充電電流之峰值振幅，該調變信號具有低於該第一頻率之一第二頻率；

使用該調變信號來對該驅動信號進行脈寬調變以獲得一經調變驅動信號；及

將該經調變驅動信號提供至該諧振電路，其中該諧振電路經組態以操作為一低通濾波器，該低通濾波器阻擋具有該第一頻率之信號，

其中該經調變驅動信號產生以該第二頻率之該充電電流，且其中該充電電流致使功率透過該諧振電路之一發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置。

【請求項2】

如請求項1之方法，其中該充電電流之振幅中之峰值對應於該調變信號中之較寬脈衝。

【請求項3】

如請求項1之方法，其中該諧振電路通過具有該第二頻率之信號。

【請求項4】

如請求項1之方法，其中該充電電流係該調變信號之一放大版本。

【請求項5】

如請求項4之方法，其進一步包括：

提供包含與跨越該諧振電路量測之一電壓穿過一零伏位準之過渡或與該諧振電路中之一電流穿過一零安培位準之過渡對應之邊緣的一零跨越信號；及

使用該零跨越信號以相位對準該調變信號及該充電電流。

【請求項6】

如請求項5之方法，其中該調變信號與該零跨越信號相位對準。

【請求項7】

一種充電裝置，其包括：

一諧振電路，其包括一發射線圈；

一驅動器電路，其經組態以給該諧振電路供電，該驅動器電路包含一切換放大器，該切換放大器經組態以產生以一第一頻率在電壓軌之間切換之一驅動信號；

一脈寬調變器，其經組態以產生具有一第二頻率之一調變信號，該第二頻率低於該第一頻率；

一控制器，其經組態以將該調變信號組態而控制該諧振電路中之一充電電流之峰值振幅，

其中該驅動器電路進一步經組態以使用該調變信號來對該驅動信號進行脈寬調變以獲得提供至該諧振電路之一經調變驅動信號，

其中該諧振電路經組態以操作為一低通濾波器，該低通濾波器阻擋具有該第一頻率之信號，

其中該經調變驅動信號產生以該第二頻率之該充電電流，且其中該充電電流致使功率透過該發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置。

【請求項8】

如請求項7之充電裝置，其中該充電電流之振幅中之峰值對應於該調變信號中之較寬脈衝。

【請求項9】

如請求項7之充電裝置，其中該諧振電路通過具有該第二頻率之信號。

【請求項10】

如請求項7之充電裝置，其中該充電電流係該調變信號之一放大版本。

【請求項11】

如請求項10之充電裝置，其進一步包括：

一零跨越檢測器，其經組態以提供包含與跨越該諧振電路量測之一電壓穿過一零伏位準之過渡對應或與該諧振電路中之一電流穿過一零安培位準之過渡對應之邊緣的一零跨越信號，

其中該脈寬調變器經組態以使用該零跨越信號以相位對準該調變信號及該充電電流。

【請求項12】

如請求項11之充電裝置，其中該調變信號與該零跨越信號相位對準。

【請求項13】

一種於其上儲存有指令之非暫時性處理器可讀儲存媒體，該等指令在由一處理電路之至少一個處理器執行時致使該處理電路：

致使一無線發射器之一切換放大器產生以一第一頻率在電壓軌之間切換之一驅動信號；

組態一調變信號以控制一諧振電路中之一充電電流之峰值振幅，該調

變信號具有低於該第一頻率之一第二頻率；

使用該調變信號來對該驅動信號進行脈寬調變以獲得一經調變驅動信號；且

將該經調變驅動信號提供至該諧振電路，其中該諧振電路經組態以操作為一低通濾波器，該低通濾波器阻擋具有該第一頻率之信號，

其中該經調變驅動信號產生以該第二頻率之該充電電流，且其中該充電電流致使功率透過該諧振電路之一發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置的一充電電流。

【請求項14】

如請求項13之非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中該充電電流之振幅中之峰值對應於該調變信號中之較寬脈衝。

【請求項15】

如請求項13之非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中該諧振電路通過具有該第二頻率之信號。

【請求項16】

如請求項13之非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中該充電電流係該調變信號之一放大版本。

【請求項17】

如請求項16之非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中該等指令進一步致使該處理電路：

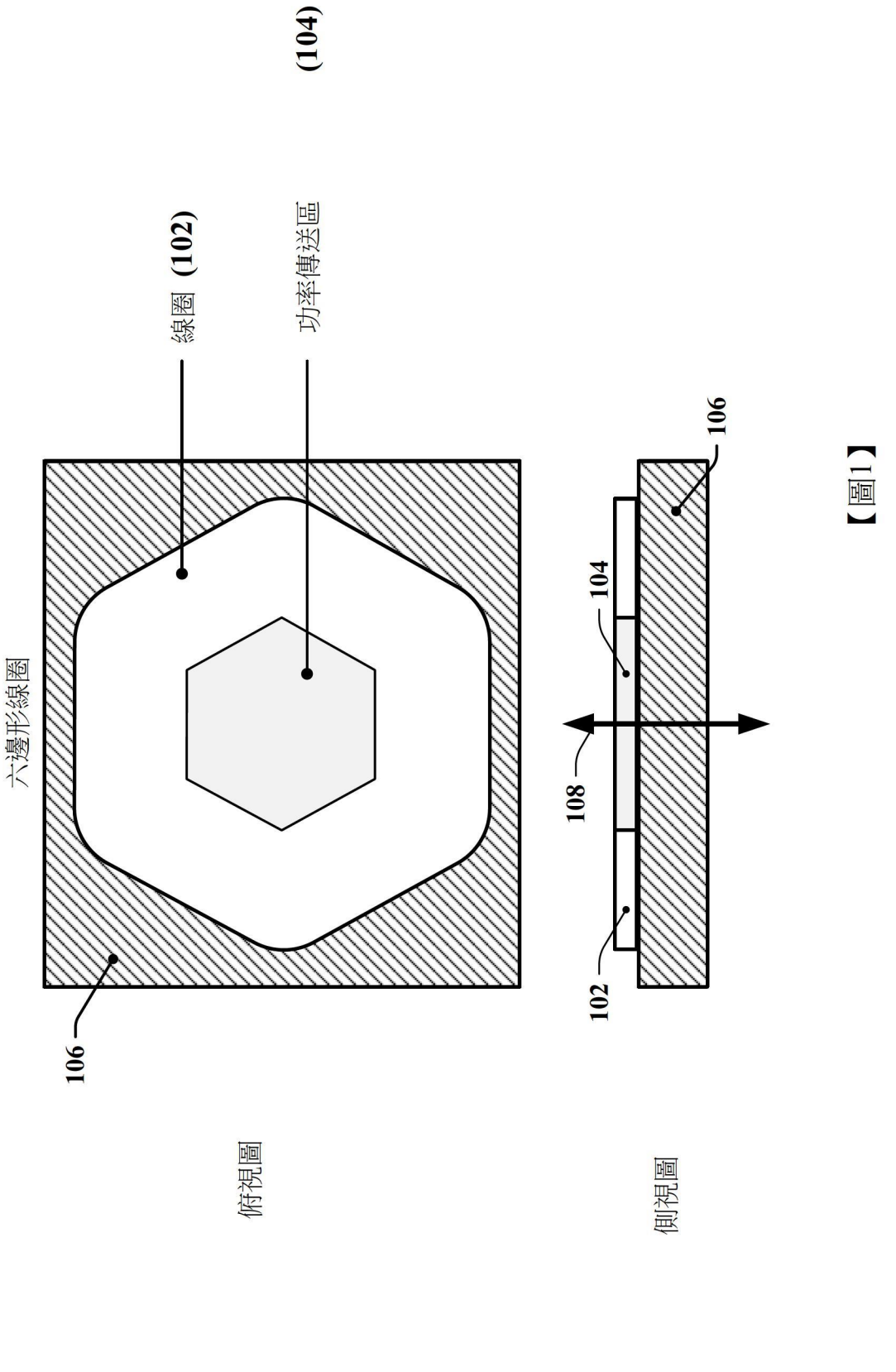
提供包含與跨越該諧振電路量測之一電壓穿過一零伏位準之過渡或與該諧振電路中之一電流穿過一零安培位準之過渡對應之邊緣的一零跨越信號；及

使用該零跨越信號以相位對準該調變信號及該充電電流。

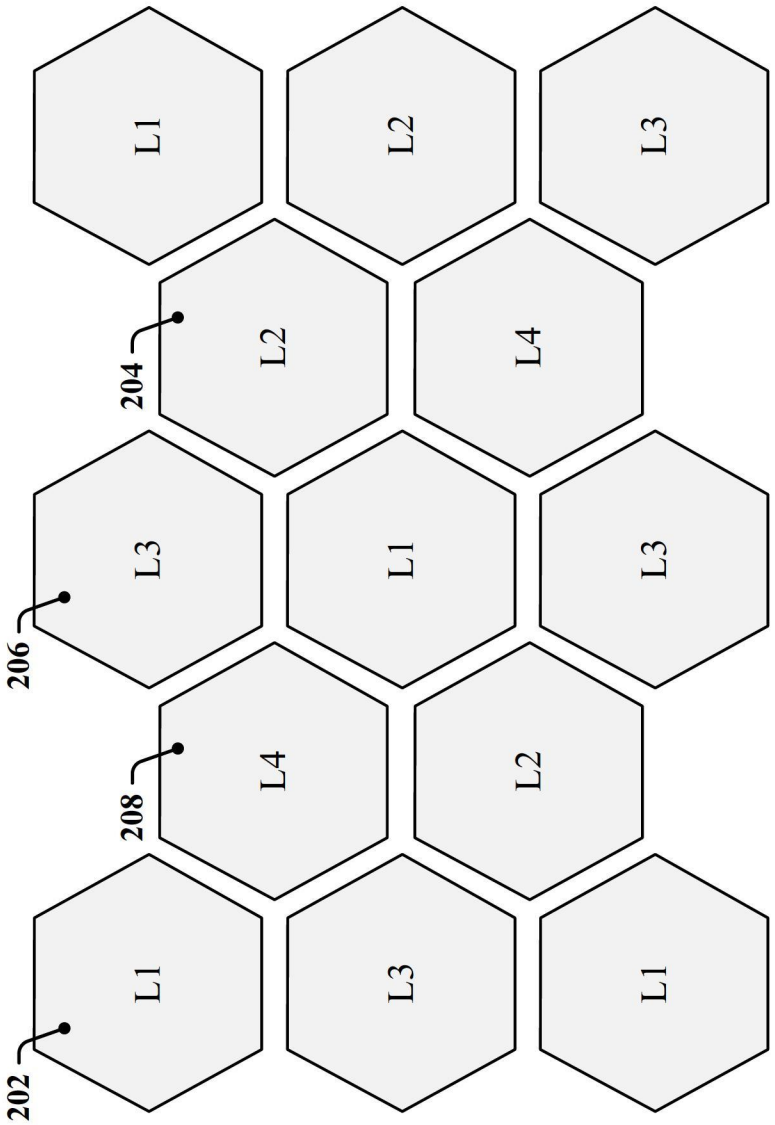
【請求項18】

如請求項17之非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中該調變信號與該零跨越信號相位對準。

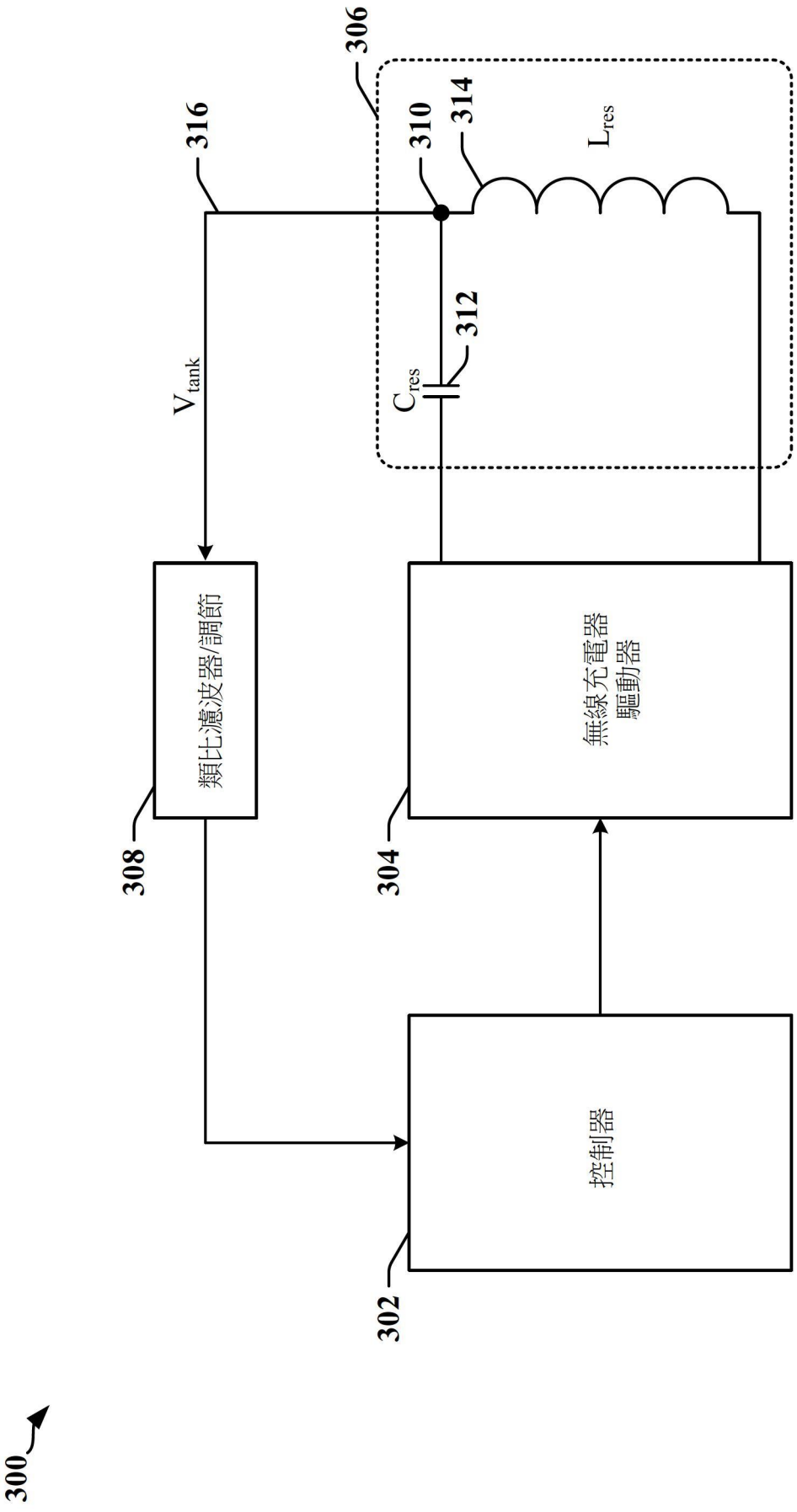
【發明圖式】



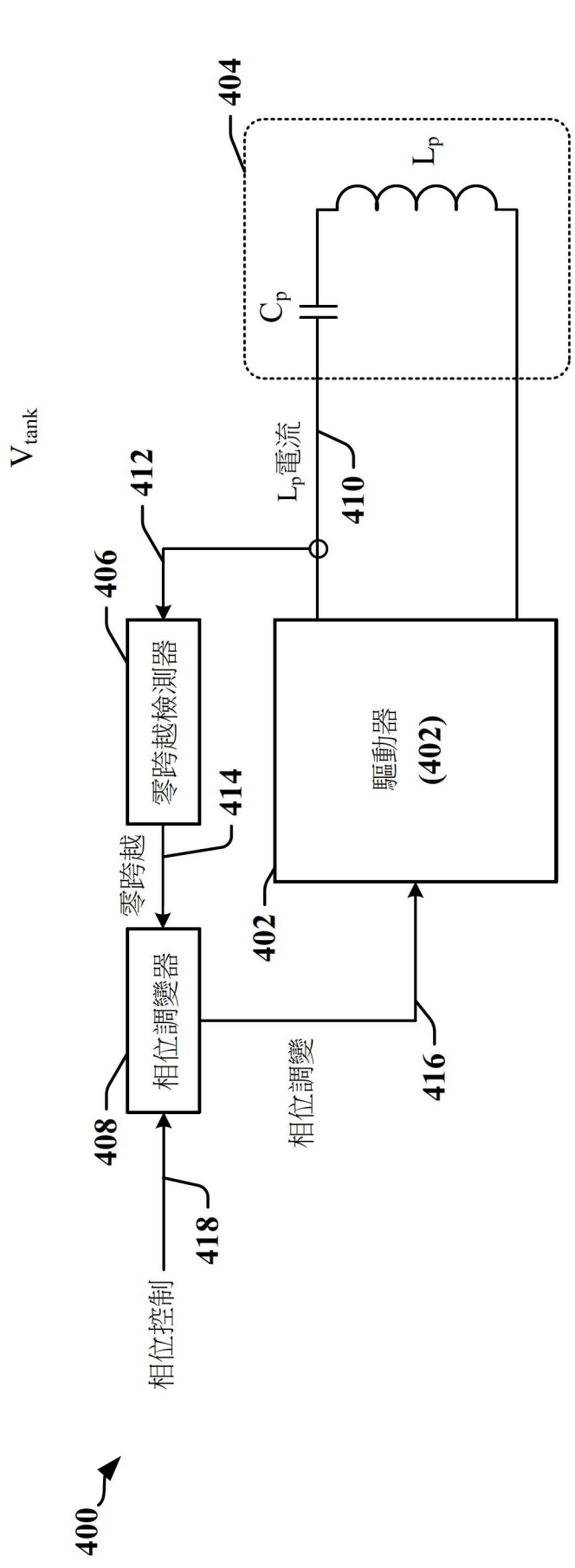
【圖1】

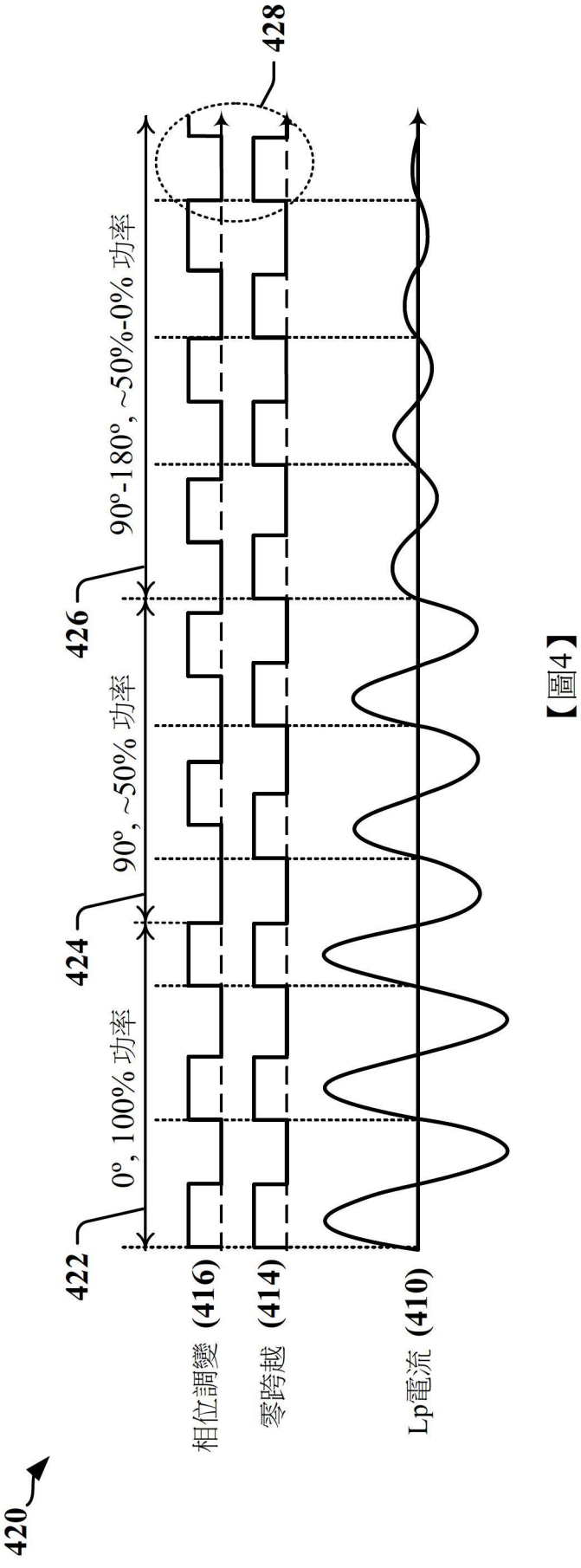


【圖2】

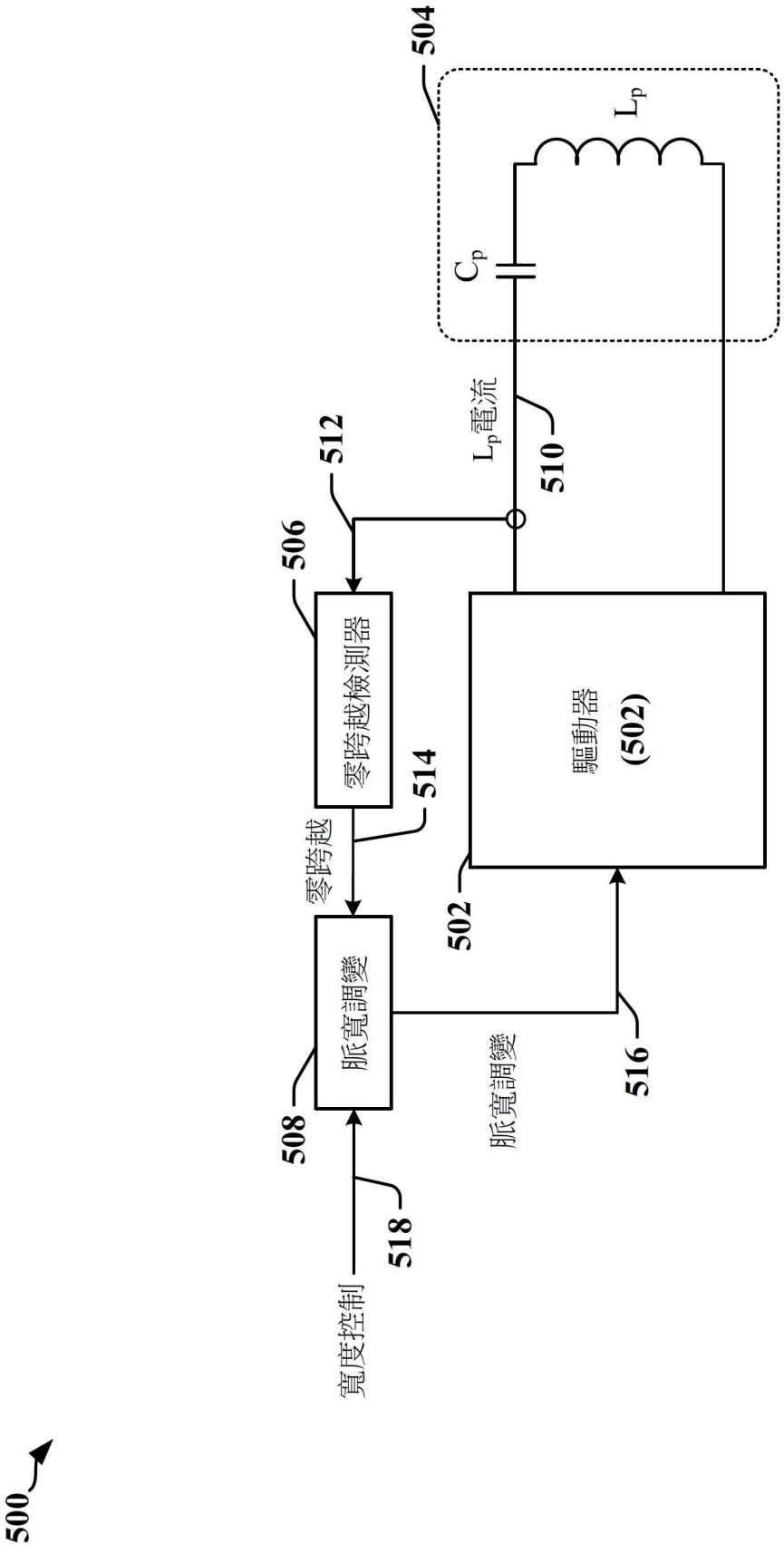

306
316
310
314
L_{res}
312
C_{res}
V_{tank}
類比濾波器/調節
無線充電器
驅動器
控制器
308
304
302
300

【圖3】

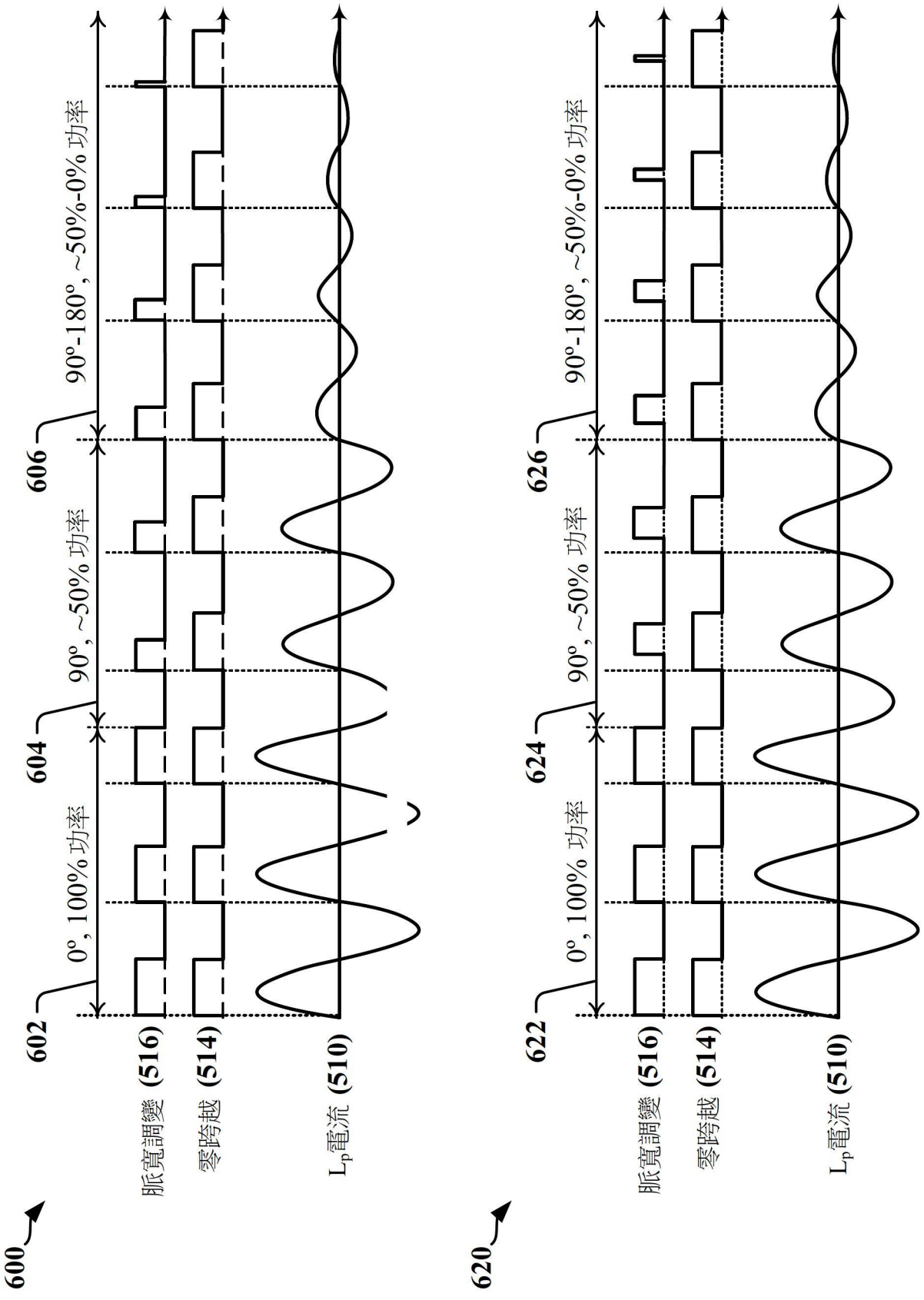

400
V_{tank}
404
L_p
C_p
412
406
L_p電流
410
零跨越檢測器
414
零跨越
402
驅動器
(402)
408
相位調變器
相位調變
416
418
相位控制


420
428
426
90°-180°, ~50%-0% 功率
424
90°, ~50% 功率
422
0°, 100% 功率
相位調變 (416)
零跨越 (414)
Lp電流 (410)

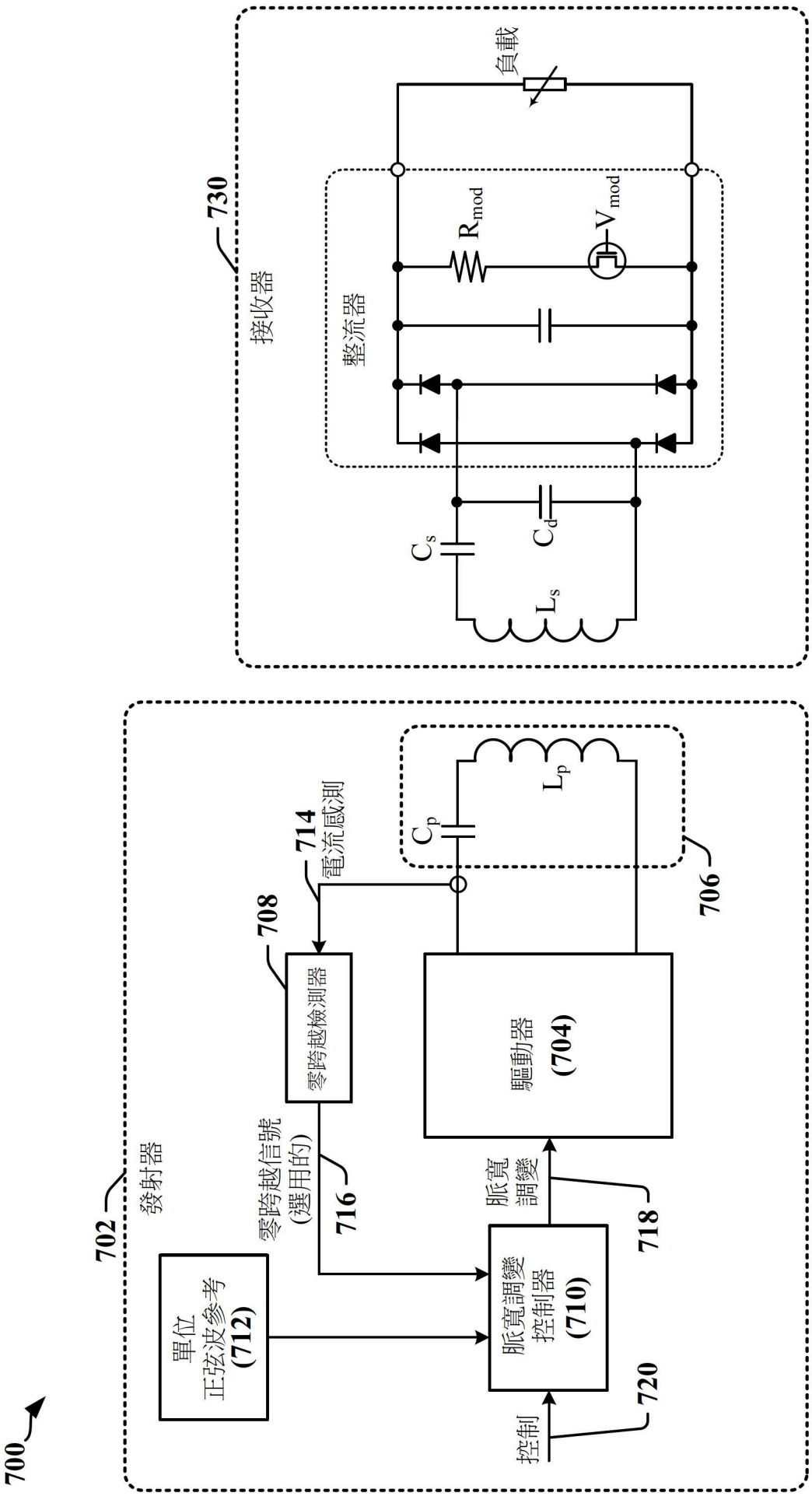
【圖4】


500
504
L_p
C_p
L_p電流
510
512
506
零跨越檢測器
514
零跨越
508
脈寬調變
518
寬度控制
502
驅動器
(502)
脈寬調變
516

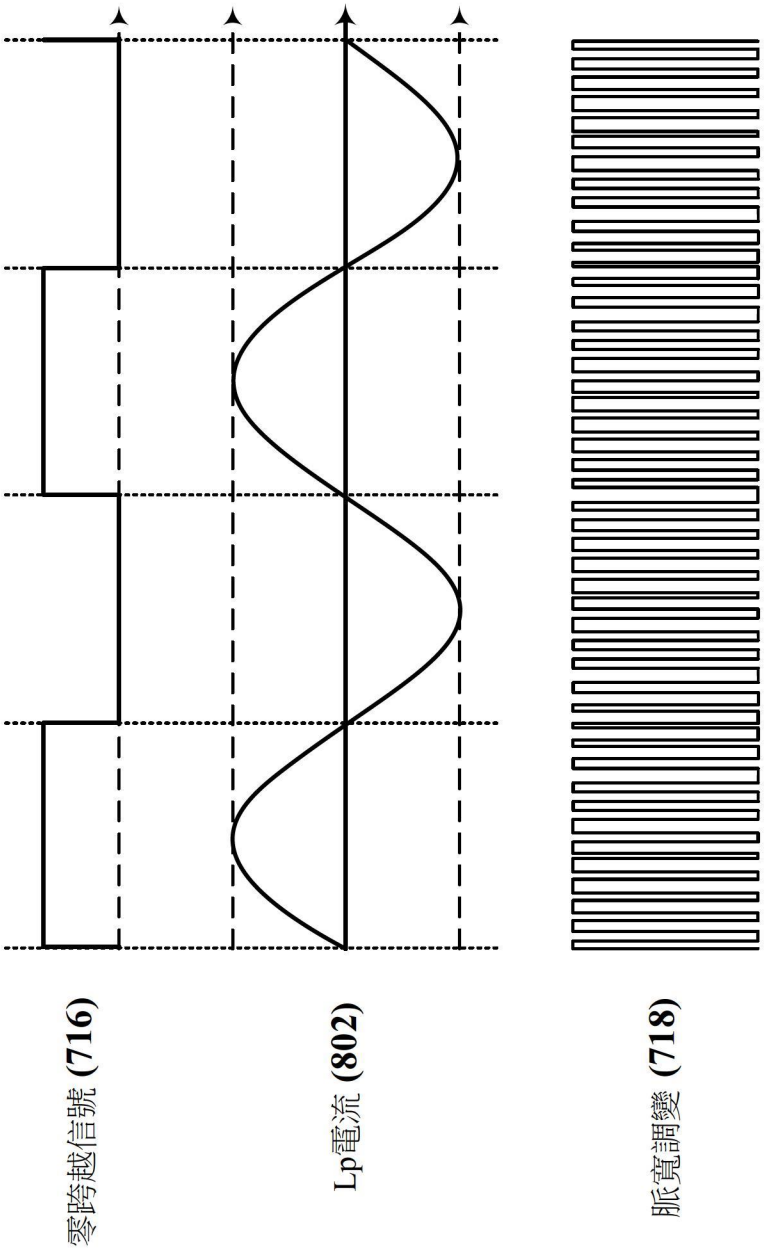
【圖5】


600
602
604
606
0°, 100% 功率
90°, ~50% 功率
90°-180°, ~50%-0% 功率
脈寬調變 (516)
零跨越 (514)
L_p電流 (510)
V
620
622
624
626
0°, 100% 功率
90°, ~50% 功率
90°-180°, ~50%-0% 功率
脈寬調變 (516)
零跨越 (514)
L_p電流 (510)

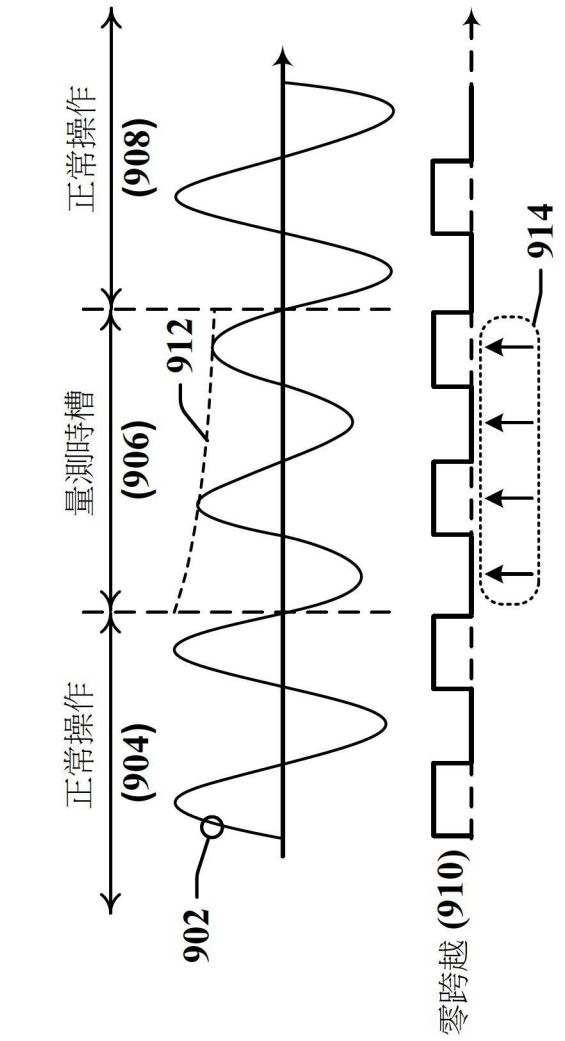
【圖6】

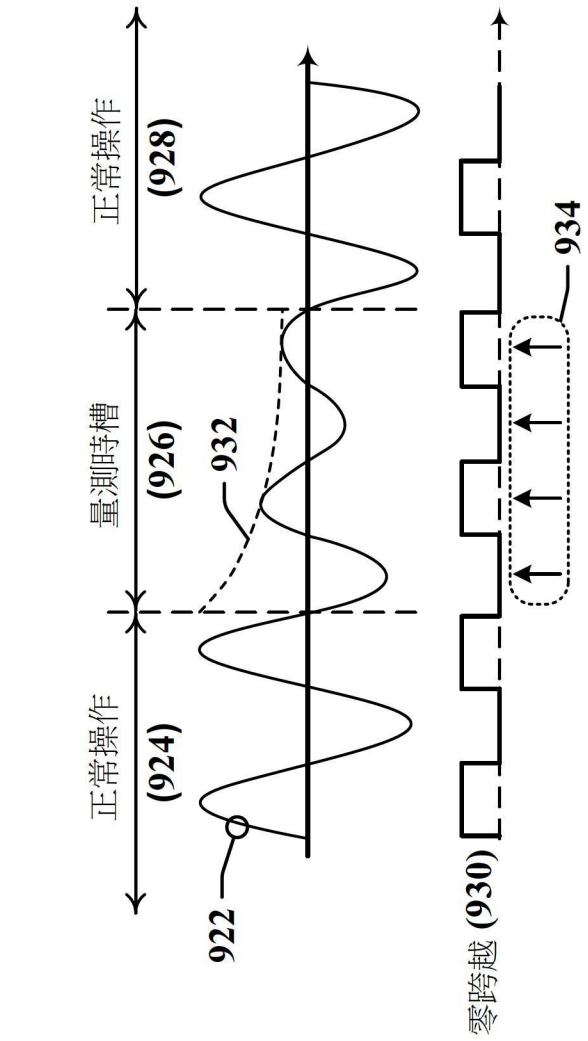

700
702
發射器
單位
正弦波參考
(712)
零跨越信號
(選用的)
716
708
零跨越檢測器
714
電流感測
706
C_p
L_p
驅動器
(704)
脈寬調變
718
脈寬調變
控制器
(710)
720
控制
730
接收器
整流器
R_{mod}
V_{mod}
負載
C_s
C_d
L_s

【圖7】

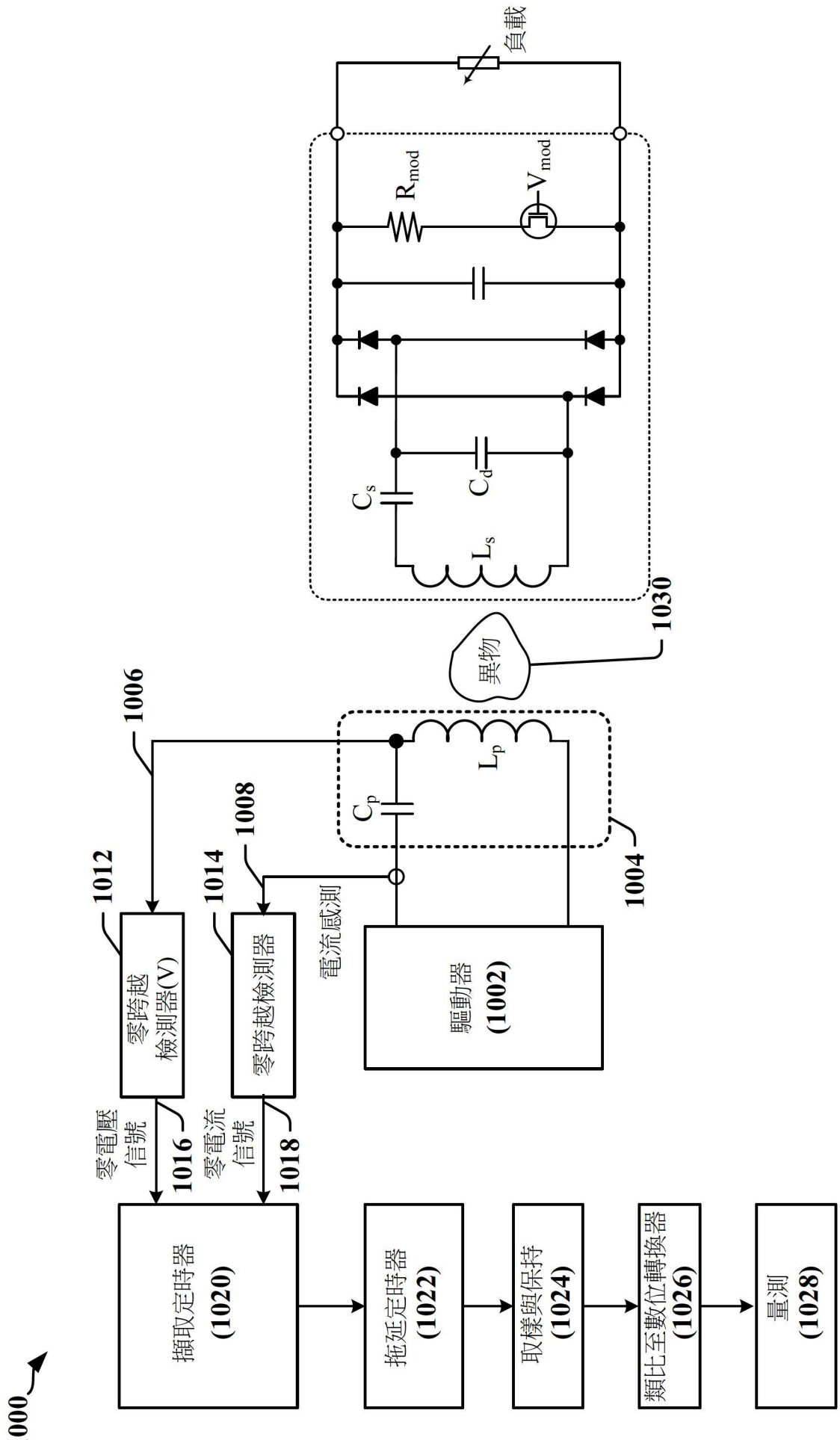


【圖8】

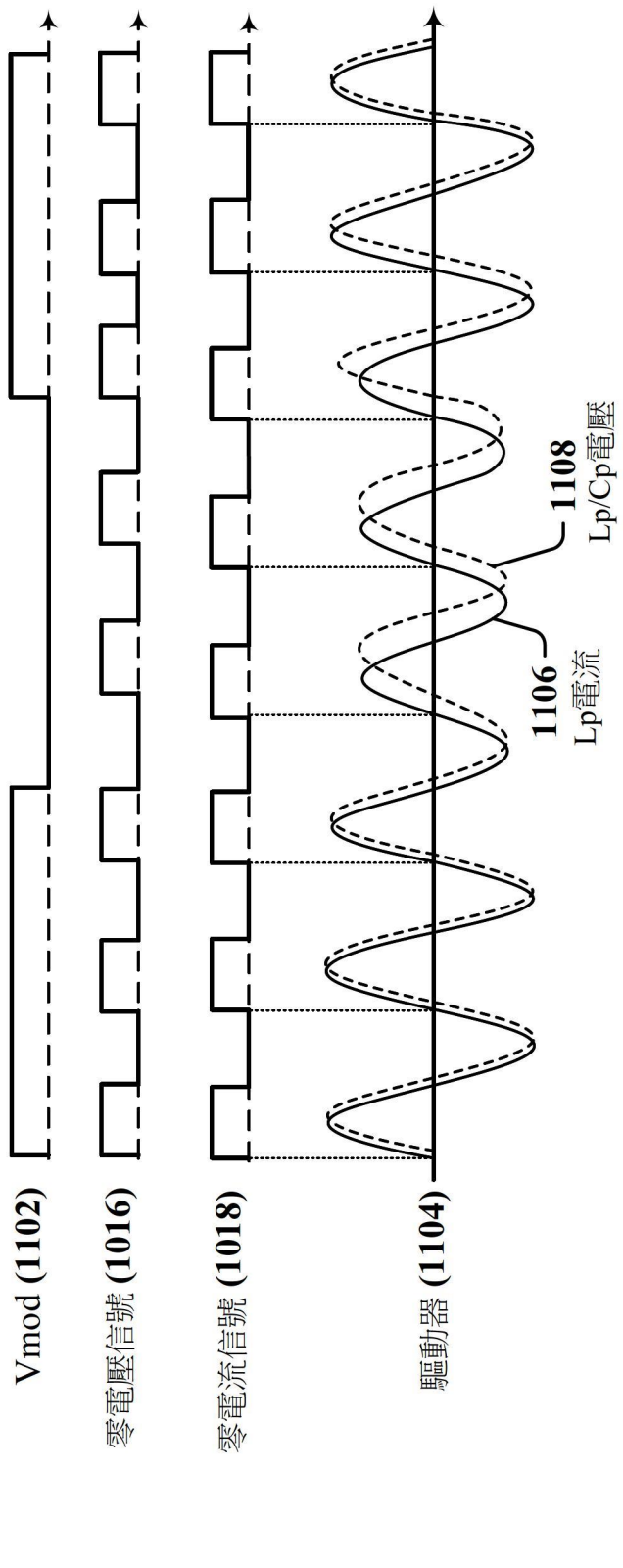

900
正常操作
(904)
量測時槽
(906)
正常操作
(908)
902
912
零跨越 (910)
914


920
正常操作
(924)
量測時槽
(926)
正常操作
(928)
922
932
零跨越 (930)
934

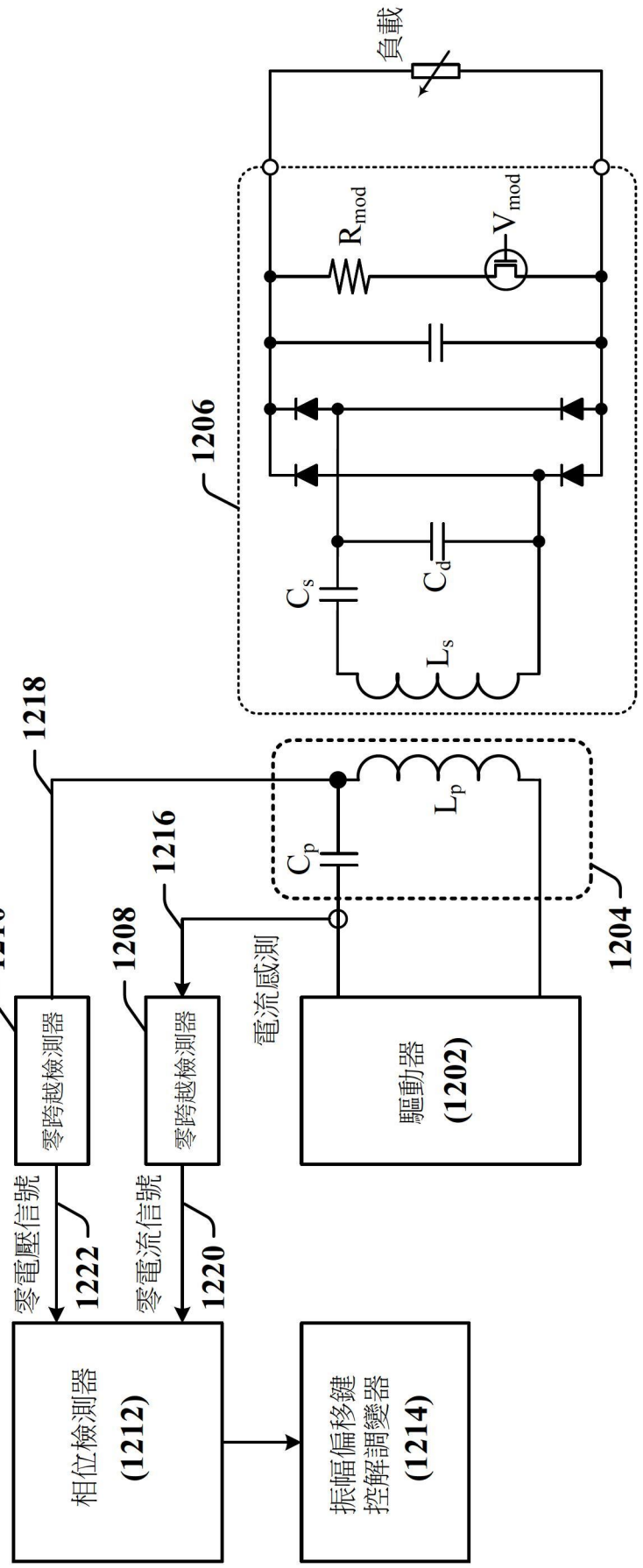
【圖9】


1000
擷取定時器 (1020)
拖延定時器 (1022)
取樣與保持 (1024)
類比至數位轉換器 (1026)
量測 (1028)
零電壓信號
1016
零電流信號
1018
零跨越檢測器(V)
1012
零跨越檢測器
1014
1008
1006
驅動器 (1002)
電流感測
C_p
L_p
1004
異物
1030
負載
R_{mod}
V_{mod}
C_s
C_d
L_s

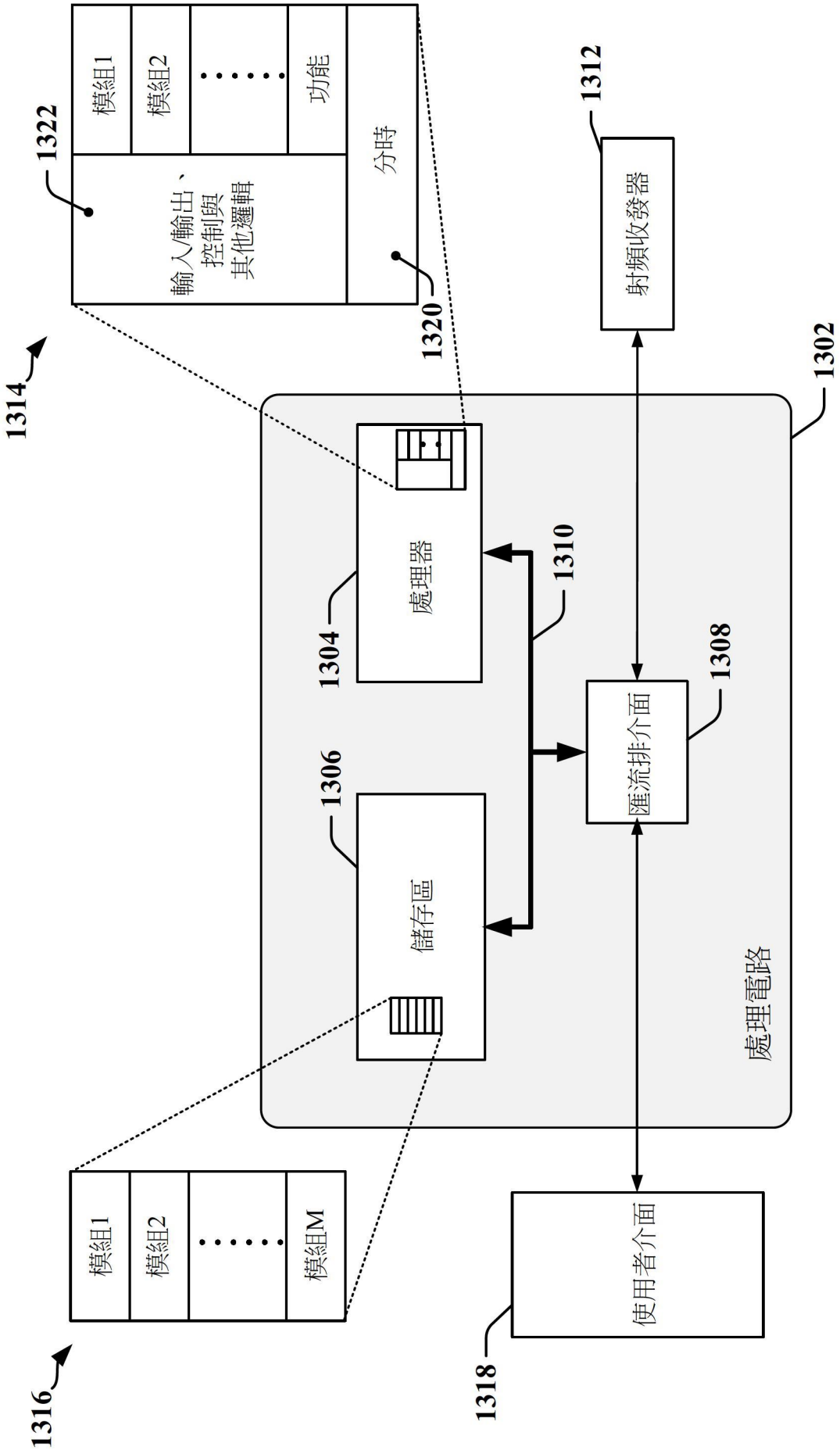
【圖10】


1100
Vmod (1102)
零電壓信號 (1016)
零電流信號 (1018)
驅動器 (1104)
1106
Lp電流
1108
Lp/Cp電壓

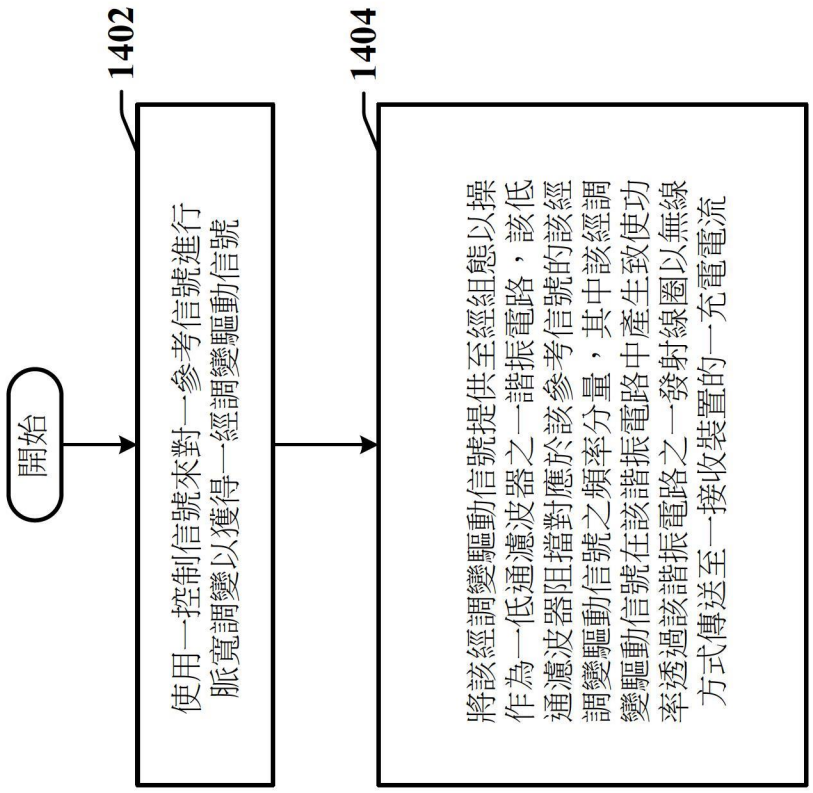
【圖11】


1200
相位檢測器
(1212)
振幅偏移鍵
控解調變器
(1214)
零電壓信號
1222
零電流信號
1220
零跨越檢測器
1210
零跨越檢測器
1208
1216
1218
電流感測
驅動器
(1202)
1204
C_p
L_p
1206
C_s
C_d
L_s
R_{mod}
V_{mod}
負載

【圖12】


1300
1302
1304
處理器
1306
儲存區
1308
匯流排介面
1310
1312
射頻收發器
1314
1316
1318
使用者介面
處理電路
1320
分時
1322
輸入/輸出、
控制與
其他邏輯
功能
模組1
模組2
模組M

【圖13】


1400
開始
1402
使用一控制信號來對一參考信號進行脈寬調變以獲得一經調變驅動信號
1404
將該經調變驅動信號提供至經組態以操作為一低通濾波器之一諧振電路，該低通濾波器阻擋對應於該參考信號的該經調變驅動信號之頻率分量，其中該經調變驅動信號在該諧振電路中產生致使功率透過該諧振電路之一發射線圈以無線方式傳送至一接收裝置的一充電電流

【圖14】