



(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 I498586 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 01 日

(21) 申請案號：102125282 (22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 15 日

(51) Int. Cl. : G01V3/08 (2006.01) H02J17/00 (2006.01)

(30) 優先權：2012/07/13 美國 61/671,498  
2013/03/08 美國 13/791,365

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

(72) 發明人：偉德默 漢斯彼得 WIDMER, HANSPETER (CH)；畢特訥 馬可斯 BITTNER, MARKUS (CH)；希爾伯 盧卡斯 SIEBER, LUKAS (CH)；費斯雀 馬歇爾 FISCHER, MARCEL (CH)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：  
CN 102548789A US 6914552B1

審查人員：蔡宏鑫

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：34 共 117 頁

## (54) 名稱

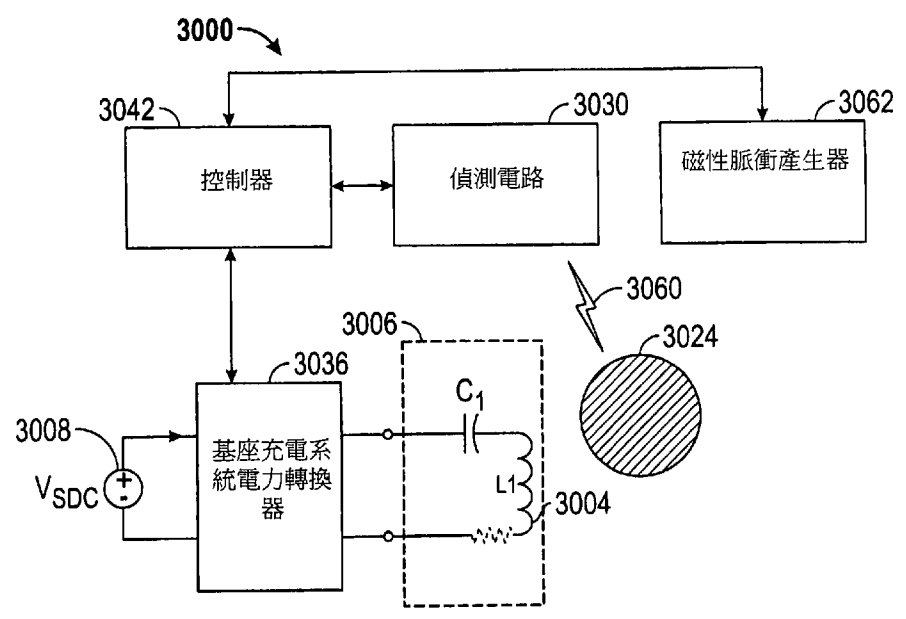
在預定的空間中偵測金屬物件之系統、方法及裝置

SYSTEMS, METHODS, AND APPARATUS FOR DETECTION OF METAL OBJECTS IN A  
PREDETERMINED SPACE

## (57) 摘要

本發明提供用於偵測外來物件之系統、方法及裝置。在一態樣中，提供一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之裝置。該裝置包括一電力電路，該電力電路經組態以產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力，該磁場造成該物件之一振動。該裝置進一步包括一偵測電路，該偵測電路經組態以傳輸信號且基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之該振動之一頻率。

This disclosure provides systems, methods and apparatus for detecting foreign objects. In one aspect an apparatus for detecting a presence of an object in a magnetic field is provided. The apparatus includes a power circuit configured to generate the magnetic field and transfer power wirelessly at a level sufficient to power or charge a load via the magnetic field, the magnetic field causing a vibration of the object. The apparatus further includes a detection circuit configured to transmit signals and detect, based on a reflection of the transmitted signals, a frequency of the vibration of the object caused by the magnetic field.



- 3000 . . . 系統
- 3004 . . . 基座系統感應線圈
- 3008 . . . 電源
- 3024 . . . 金屬物件
- 3030 . . . 偵測電路
- 3036 . . . 基座充電系統電力轉換器
- 3062 . . . 磁性脈衝產生器

圖30A

## 發明摘要

※ 申請案號：102125282

※ 申請日：102. 7. 15

※IPC 分類：G01V 3/08 (2006.01)

H02J 17/00 (2006.01)

## 【發明名稱】

在預定的空間中偵測金屬物件之系統、方法及裝置

SYSTEMS, METHODS, AND APPARATUS FOR DETECTION OF METAL OBJECTS IN A PREDETERMINED SPACE

## 【中文】

本發明提供用於偵測外來物件之系統、方法及裝置。在一態樣中，提供一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之裝置。該裝置包括一電力電路，該電力電路經組態以產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力，該磁場造成該物件之一振動。該裝置進一步包括一偵測電路，該偵測電路經組態以傳輸信號且基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之該振動之一頻率。

## 【英文】

This disclosure provides systems, methods and apparatus for detecting foreign objects. In one aspect an apparatus for detecting a presence of an object in a magnetic field is provided. The apparatus includes a power circuit configured to generate the magnetic field and transfer power wirelessly at a level sufficient to power or charge a load via the magnetic field, the magnetic field causing a vibration of the object. The apparatus further includes a detection circuit configured to transmit signals and detect, based on a reflection of the transmitted signals, a frequency of the vibration of the object caused by the magnetic field.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（30A）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

3000	系統
3004	基座系統感應線圈
3008	電源
3024	金屬物件
3030	偵測電路
3036	基座充電系統電力轉換器
3062	磁性脈衝產生器

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

（無）

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

在預定的空間中偵測金屬物件之系統、方法及裝置

SYSTEMS, METHODS, AND APPARATUS FOR DETECTION OF  
METAL OBJECTS IN A PREDETERMINED SPACE

## 【技術領域】

本發明大體上係關於無線電力傳送(wireless power transfer)，且更具體言之，係關於與至諸如包括蓄電池之車輛的遠端系統之無線電力傳送有關的器件、系統及方法。更具體言之，本發明係關於外來物件之偵測。

## 【先前技術】

已引入諸如車輛之遠端系統，其包括源於自諸如蓄電池之能量儲存器件接收之電的運轉電力(locomotion power)。舉例而言，混合式電動車輛包括使用來自車輛制動及傳統馬達之電力以對車輛進行充電的機載充電器。僅僅為電動之車輛通常自其他來源接收電以用於對蓄電池進行充電。常常提議經由某一類型之有線交流電(AC)(諸如，家用或商用AC電源)而對蓄電池電動車輛(電動車輛)進行充電。有線充電連接需要實體地連接至電力供應器之纜線或其他相似連接器。纜線及相似連接器有時可不方便或麻煩且具有其他缺點。能夠在自由空間中傳送電力(例如，經由無線場)以用以對電動車輛進行充電之無線充電系統可克服有線充電解決方案之缺陷中的一些。因而，有效率地且安全地傳送電力以用於對電動車輛進行充電之無線充電系統及方法係理想的。

## 【發明內容】

在附加申請專利範圍之範疇內的系統、方法及器件之各種實施各自具有若干態樣，該等態樣中無任何單一態樣僅僅負責本文所描述之理想屬性。在不限制附加申請專利範圍之範疇的情況下，本文描述一些顯著特徵。

隨附圖式及以下描述中闡述本說明書所描述之主題之一或多個實施的細節。其他特徵、態樣及優點將自描述、圖式及申請專利範圍變得顯而易見。應注意，以下諸圖之相對尺寸可未按比例繪製。

本發明之一態樣提供一種用於偵測一物件之一存在之裝置。該裝置包括一諧振電路，該諧振電路具有一諧振頻率。該諧振電路包括一感測電路，該感測電路包括一導電結構。該裝置進一步包括一耦合電路，該耦合電路耦合至該感測電路。該裝置進一步包括一偵測電路，該偵測電路係經由該耦合電路而耦合至該感測電路。該偵測電路經組態以回應於偵測取決於該諧振電路正在諧振之一頻率之一測定特性與取決於該諧振電路之該諧振頻率之一對應特性之間的一差而偵測該物件之該存在。該耦合電路經組態以縮減在不存在該物件的情況下由該偵測電路進行的該諧振頻率之一變化。

本發明之另一態樣提供一種用於偵測一物件之一存在之方法的一實施。該方法包括將一信號施加至一諧振電路，該諧振電路具有一諧振頻率。該諧振電路包括一感測電路，該感測電路包括一導電結構。一耦合電路耦合至該感測電路。該方法進一步包括經由一偵測電路回應於偵測取決於該諧振電路正在諧振之一頻率之一測定特性與取決於該諧振電路之該諧振頻率之一對應特性之間的一差而偵測該物件之該存在，該偵測電路係經由該耦合電路而耦合至該感測電路。該耦合電路經組態以縮減在不存在該物件的情況下由該偵測電路進行的該諧振頻率之一變化。

本發明之又一態樣提供一種用於偵測一物件之一存在之裝置。

該裝置包括用於在一諧振頻率下諧振的構件。該裝置進一步包括用於回應於偵測取決於該諧振構件正在諧振之一頻率之一測定特性與取決於該諧振構件之該諧振頻率之一對應特性之間的一差而偵測該物件之該存在的構件。該裝置進一步包括用於縮減在不存在該物件的情況下由該偵測構件進行的該諧振頻率之變化的構件。

本發明所描述之主題之另一態樣提供一種用於偵測一物件之一存在之裝置。該裝置包括一第一感測電路，該第一感測電路包括一第一導電結構。至少該第一感測電路形成一第一諧振電路，該第一諧振電路具有一第一諧振頻率。該裝置進一步包括一第二感測電路，該第二感測電路包括一第二導電結構。至少該第二感測電路形成一第二諧振電路，該第二諧振電路具有一第二諧振頻率。該第二諧振頻率不同於該第一諧振頻率。該裝置進一步包括一偵測電路，該偵測電路耦合至該第一感測電路及該第二感測電路。該偵測電路經組態以回應於偵測取決於該第一諧振電路正在諧振之一頻率之一第一測定特性與取決於該第一諧振頻率之一第一對應特性之間的一差或取決於該第二諧振電路正在諧振之一頻率之一第二測定特性與取決於該第二諧振頻率之一第二對應特性之間的一差而偵測該物件之該存在。

本發明所描述之主題之另一態樣提供一種用於偵測一物件之一存在之方法的一實施。該方法包括將一第一信號施加至一第一感測電路，該第一感測電路包括一第一導電結構。至少該第一感測電路形成一第一諧振電路，該第一諧振電路具有一第一諧振頻率。該方法進一步包括將一第二信號施加至一第二感測電路，該第二感測電路包括一第二導電結構。至少該第二感測電路形成一第二諧振電路，該第二諧振電路具有一第二諧振頻率。該第二諧振頻率不同於該第一諧振頻率。該方法進一步包括經由一偵測電路回應於偵測取決於該第一諧振電路正在諧振之一頻率之一第一測定特性與取決於該第一諧振頻率之

一第一對應特性之間的一差或取決於該第二諧振電路正在諧振之一頻率之一第二測定特性與取決於該第二諧振頻率之一第二對應特性之間的一差而偵測該物件之該存在。

本發明所描述之主題之另一態樣提供一種用於偵測一物件之一存在之裝置。該裝置包括用於在一第一諧振頻率下諧振之一第一構件。該裝置進一步包括用於在一第二諧振頻率下諧振之一第二構件。該第二諧振頻率不同於該第一諧振頻率。該裝置進一步包括用於回應於偵測取決於該第一諧振構件正在諧振之一頻率之一第一測定特性與取決於該第一諧振頻率之一第一對應特性之間的一差或取決於該第二諧振構件正在諧振之一頻率之一第二測定特性與取決於該第二諧振頻率之一第二對應特性之間的一差而偵測該物件之該存在的構件。

本發明所描述之主題之另一態樣提供一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之裝置。該裝置包括一電力電路，該電力電路經組態以產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力。該磁場造成該物件之一振動。該裝置進一步包括一偵測電路，該偵測電路經組態以傳輸信號且基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之該振動之一頻率。

本發明所描述之主題之另一態樣提供一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之方法的一實施。該方法包括產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力。該磁場造成該物件之一振動。該方法進一步包括傳輸信號且基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之該振動之一頻率。

本發明所描述之主題之另一態樣提供一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之裝置。該裝置包括用於產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力的構件。該磁場造成該物件之一振動。該裝置進一步包括用於傳輸信號的構

件，及用於基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之該振動之一頻率的構件。

### 【圖式簡單說明】

圖1為根據一例示性實施例的用於對電動車輛進行充電之例示性無線電力傳送系統的圖解。

圖2為圖1之無線電力傳送系統之例示性核心組件的示意圖。

圖3為展示圖1之無線電力傳送系統之例示性核心及輔助組件的另一功能方塊圖。

圖4為根據一例示性實施例的展示安置於電動車輛中之可更換非接觸式蓄電池的功能方塊圖。

圖5A、圖5B、圖5C及圖5D為根據例示性實施例的用於感應線圈及鐵氧體材料相對於蓄電池之置放之例示性組態的圖解。

圖6為根據一例示性實施例的展示可用於對電動車輛進行無線充電之例示性頻率之頻譜的圖表。

圖7為根據一例示性實施例的展示可有用於對電動車輛進行無線充電之例示性頻率及傳輸距離的圖表。

圖8A、圖8B及圖8C為根據例示性實施例的例示性物件偵測電路系統之部分的圖解。

圖9為根據一實施例的經組態以偵測嵌入於磁性墊內之物件之感測迴路的側視圖。

圖10為根據一例示性實施例的用於偵測相對於感測迴路位於不同位置處之物件之例示性物件偵測電路系統之部分的圖解。

圖11A、圖11B及圖11C為根據例示性實施例的用於經組態以偵測物件之感測迴路之不同例示性組態的圖解。

圖12為根據例示性實施例的經組態以基於磁場感測而偵測物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖 13 為根據例示性實施例的經組態以基於感測迴路阻抗量測而偵測物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖 14A 為根據例示性實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖 14B 為根據一實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖 15 為根據例示性實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件之例示性電路的另一功能方塊圖。

圖 16 為根據例示性實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件之例示性電路的另一功能方塊圖。

圖 17A、圖 17B 及圖 17C 為根據例示性實施例的例示性弱耦合諧振感測迴路組態之圖解。

圖 18A 及圖 18B 為根據一例示性實施例的等效電路及例示性電感耦合諧振感測迴路之示意圖。

圖 19 為根據一例示性實施例的經組態以使用偵測電路與感測電路之間的耦合電路來偵測物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖 20 為根據一例示性實施例的如圖 19 所展示之電路的功能方塊圖，其中偵測電路係經由耦合迴路而與感測電路進行電感耦合。

圖 21 為根據一例示性實施例的如圖 19 所展示之電路的功能方塊圖，其中偵測電路係與感測電路進行電容耦合。

圖 22 為根據一例示性實施例的經組態以使用偵測電路與複數個感測電路之間的複數個耦合電路來偵測物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖 23 為根據一例示性實施例的經組態以使用經組態成具有不同諧振頻率之複數個感測電路來偵測物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖 24 為根據一例示性實施例的如圖 23 所展示之電路的功能方塊

圖，其中偵測電路係與具有不同諧振頻率之感測電路進行電感耦合。

圖25A、圖25B、圖25C、圖25D、圖25E及圖25F為根據一例示性實施例的與偵測電路進行電感或電容耦合之例示性組態感測迴路陣列的圖解。

圖26A、圖26B、圖26C、圖26D、圖26E及圖26F為根據一例示性實施例的電感或電容耦合諧振迴路陣列之例示性等效電路的示意圖。

圖27為根據一例示性實施例的展示在補償耦合迴路之阻抗之前及之後的電感耦合諧振迴路陣列之相位回應的標繪圖。

圖28為根據一例示性實施例的用於偵測整合於經組態以無線地傳輸電力之電感性充電墊內之物件之例示性電路的功能方塊圖。

圖29為根據一例示性實施例的用於偵測物件之例示性電感耦合諧振濾波器的功能方塊圖。

圖30A為根據一例示性實施例的用於偵測物件之另一例示性系統的功能方塊圖。

圖30B為根據一例示性實施例的圖30A之系統之偵測電路的功能方塊圖。

圖31為根據一例示性實施例的用於偵測物件之存在之例示性方法的流程圖。

圖32為根據一例示性實施例的用於偵測物件之存在之裝置的功能方塊圖。

圖33為根據一例示性實施例的用於在磁場中偵測物件之存在之例示性方法的流程圖。

圖34為根據一例示性實施例的用於在磁場中偵測物件之存在之裝置的功能方塊圖。

圖式所說明之各種特徵可未按比例繪製。因此，出於清楚起見，可任意地擴大或縮減各種特徵之尺寸。另外，圖式中之一些可並

未描繪給定系統、方法或器件之所有組件。最後，類似參考數字可用以貫穿本說明書及諸圖而表示類似特徵。

### 【實施方式】

下文結合附加圖式而闡述之【實施方式】意欲作為例示性實施例之描述，且不意欲表示可實踐本發明之僅有實施例。貫穿此【實施方式】而使用之術語「例示性」意謂「充當實例、例子或說明」，且未必應被認作比其他例示性實施例較佳或有利。出於提供對例示性實施例之透徹理解之目的，【實施方式】包括特定細節。在一些例子中，以方塊圖形式展示一些器件。

無線地傳送電力可指代在不使用實體電導體的情況下將與電場、磁場、電磁場或其他者相關聯的任何形式之能量自傳輸器傳送至接收器(例如，可經由自由空間而傳送電力)。輸出至無線場(例如，磁場)中之電力可由「接收線圈」接收、俘獲或耦合以達成電力傳送。

本文使用電動車輛以描述遠端系統，其實例為包括(作為運轉能力之部分)源於可充電能量儲存器件(例如，一或多個可再充電電化電池或其他類型之蓄電池)之電力的車輛。作為非限制性實例，一些電動車輛可為混合式電動車輛，其除了包括電動馬達以外亦包括用於直接運轉或用以對車輛之蓄電池進行充電之傳統燃機。其他電動車輛可自電力汲取所有運轉能力。電動車輛不限於汽車且可包括摩托車、手推車、小輪機踏車及其類似者。作為實例而非限制，本文以電動車輛(EV)之形式來描述遠端系統。此外，亦預期可使用可充電能量儲存器件而被至少部分地供電之其他遠端系統(例如，諸如個人計算器件及其類似者之電子器件)。

圖1為根據一例示性實施例的用於對電動車輛112進行充電之例示性無線電力傳送系統100的圖解。無線電力傳送系統100使能夠在電動車輛112停放於基座無線充電系統(base wireless charging system)102a

附近時對電動車輛112進行充電。待遍及對應基座無線充電系統102a及102b而停放之停放區域中說明用於兩個電動車輛之空間。在一些實施例中，本端分配中心130可連接至電力骨幹132，且經組態以將交流電(AC)或直流電(DC)供應經由電力鏈路110而提供至基座無線充電系統102a。基座無線充電系統102a亦包括用於無線地傳送或接收電力之基座系統感應線圈104a。電動車輛112可包括蓄電池單元118、電動車輛感應線圈116，及電動車輛無線充電系統114。電動車輛感應線圈116可與基座系統感應線圈104a相互作用，例如，經由基座系統感應線圈104a所產生之電磁場之區。

在一些例示性實施例中，當電動車輛感應線圈116位於由基座系統感應線圈104a產生之能量場中時，電動車輛感應線圈116可接收電力。該場對應於由基座系統感應線圈104a輸出之能量可由電動車輛感應線圈116俘獲的區。舉例而言，由基座系統感應線圈104a輸出之能量可處於足以對電動車輛112進行充電或供電之位準。在一些狀況下，該場可對應於基座系統感應線圈104a之「近場(near field)」。該近場可對應於存在由基座系統感應線圈104a中之電流及電荷引起之強電抗場的區，該等強電抗場不會使電力輻射離開基座系統感應線圈104a。在一些狀況下，近場可對應於處於基座系統感應線圈104a之波長之約 $1/2\pi$ 內的區(且針對電動車輛感應線圈116反之亦然)，如下文將進一步所描述。

本端分配130可經組態以經由通信回程134而與外部來源(例如，電力柵格)通信，且經由通信鏈路108而與基座無線充電系統102a通信。

在一些實施例中，電動車輛感應線圈116可與基座系統感應線圈104a對準，且因此，簡單地由駕駛員使電動車輛112相對於基座系統感應線圈104a正確地定位而安置於近場區內。在其他實施例中，駕駛

員可被給出視覺回饋、聽覺回饋或其組合，以判定電動車輛112何時被適當地置放以用於無線電力傳送。在又其他實施例中，電動車輛112可由自動引示系統定位，該自動引示系統可使電動車輛112來回地移動(例如，以鋸齒形移動)直至對準誤差已達到容許值為止。此情形可由電動車輛112在無駕駛員干預或僅有最少駕駛員干預的情況下自動地且自主地執行，其限制條件為：電動車輛112經裝備有伺服方向盤、超音波感測器，及用以調整該車輛之智慧。在又其他實施例中，電動車輛感應線圈116、基座系統感應線圈104a或其組合可具有用於使感應線圈116及104a相對於彼此位移及移動以使該等感應線圈更準確地定向且在該等感應線圈之間顯現更有效率之耦合的功能性。

基座無線充電系統102a可位於多種部位中。作為非限制性實例，一些合適部位包括在電動車輛112之擁有人之住宅處的停放區域、在習知以石油為基礎之加油站之後模型化的為電動車輛無線充電而保留之停放區域，及在諸如購物中心及工作場所之其他部位處的停放坪。

無線地對電動車輛進行充電可提供眾多益處。舉例而言，充電可自動地執行，而實際上無駕駛員干預及操控，藉此改良對使用者之方便性。亦可不存在經曝露之電接點且不存在機械磨損，藉此改良無線電力傳送系統100之可靠性。可無需運用纜線及連接器之操控，且可不存在可在戶外環境中曝露至濕氣及水之纜線、插頭或插座，藉此改良安全性。亦可不存在可見或可接取之插座、纜線及插頭，藉此縮減電力充電器件之潛在破壞行為。另外，因為電動車輛112可作為分配式儲存器件而用以使電力柵格穩定，所以可使用銜接至柵格解決方案以增加車輛針對車輛至柵格(V2G)操作之可用性。

如參看圖1所描述之無線電力傳送系統100亦可提供美學及非妨礙優點。舉例而言，可不存在可有礙於車輛及/或行人之料柱(charge column)及纜線。

作為對車輛至柵格能力之進一步解釋，無線電力傳輸及接收能力可被組態為互逆，使得基座無線充電系統102a將電力傳送至電動車輛112且電動車輛112將電力傳送至基座無線充電系統102a，例如，在能量短缺時間內。此能力可有用於藉由允許電動車輛在由需求過度造成之能量短缺時間或再生性能源產生(例如，風或太陽能)之短缺時間內將電力貢獻給整體分配系統而使電力分配柵格穩定。

圖2為圖1之無線電力傳送系統100之例示性核心組件的示意圖。如圖2所展示，無線電力傳送系統200可包括基座系統傳輸電路206，基座系統傳輸電路206包括具有電感 $L_1$ 之基座系統感應線圈204。無線電力傳送系統200進一步包括電動車輛接收電路222，電動車輛接收電路222包括具有電感 $L_2$ 之電動車輛感應線圈216。本文所描述之實施例可使用形成諧振結構之電容性負載電線迴路(亦即，多匝線圈)，若初級及次級兩者被調諧至共同諧振頻率，則該諧振結構能夠經由磁性或電磁近場而將能量自初級結構(傳輸器)有效率地耦合至次級結構(接收器)。該等線圈可用於電動車輛感應線圈216及基座系統感應線圈204。使用諧振結構以用於耦合能量可被稱作「磁耦合諧振」、「電磁耦合諧振」及/或「諧振感應」。無線電力傳送系統200之操作將基於自基座無線電力充電系統202至電動車輛112之電力傳送予以描述，但不限於此情形。舉例而言，如上文所論述，電動車輛112可將電力傳送至基座無線充電系統102a。

參看圖2，電力供應器208(例如，AC或DC)將電力 $P_{SDC}$ 供應至基座無線電力充電系統202以將能量傳送至電動車輛112。基座無線電力充電系統202包括基座充電系統電力轉換器236。基座充電系統電力轉換器236可包括諸如以下各者之電路系統：AC/DC轉換器，其經組態以將電力自標準電源AC轉換至處於合適電壓位準之DC電力；及DC/低頻(LF)轉換器，其經組態以將DC電力轉換至處於適合於無線高電

力傳送之操作頻率之電力。基座充電系統電力轉換器236將電力 $P_1$ 供應至基座系統傳輸電路206，基座系統傳輸電路206包括與基座系統感應線圈204串聯以發射處於所要頻率之電磁場的電容器 $C_1$ 。電容器 $C_1$ 可並聯地抑或串聯地與基座系統感應線圈204耦合，或可由呈並聯或串聯拓撲之任何組合的若干電抗元件形成。可提供電容器 $C_1$ 以與基座系統感應線圈204形成在所要頻率下諧振之諧振電路。基座系統感應線圈204接收電力 $P_1$ 且在足以對電動車輛112進行充電或供電之位準下無線地傳輸電力。舉例而言，由基座系統感應線圈204無線地提供之功率位準可為大約數千瓦特(kW)(例如，自1 kW至110 kW之任何值或更高或更低)。

包括基座系統感應線圈204之基座系統傳輸電路206及包括電動車輛感應線圈216之電動車輛接收電路222可被調諧至實質上相同頻率，且可定位於由基座系統感應線圈204及電動車輛感應線圈216中之一者傳輸之電磁場的近場內。在此狀況下，基座系統感應線圈204及電動車輛感應線圈216可變得彼此耦合，使得電力可傳送至包括電容器 $C_2$ 及電動車輛感應線圈216之電動車輛接收電路222。可提供電容器 $C_2$ 以與電動車輛感應線圈216形成在所要頻率下諧振之諧振電路。電容器 $C_2$ 可並聯地抑或串聯地與電動車輛感應線圈216耦合，或可由呈並聯或串聯拓撲之任何組合的若干電抗元件形成。元素 $k(d)$ 表示在線圈分離下引起之互耦合係數。等效電阻 $R_{eq,1}$ 及 $R_{eq,2}$ 表示可為感應線圈204及216以及防電抗電容器 $C_1$ 及 $C_2$ 所固有之損耗。包括電動車輛感應線圈216及電容器 $C_2$ 之電動車輛接收電路222接收電力 $P_2$ 且將電力 $P_2$ 提供至電動車輛充電系統214之電動車輛電力轉換器238。

電動車輛電力轉換器238可尤其包括LF/DC轉換器，該LF/DC轉換器經組態以將處於操作頻率之電力轉換回至電壓位準匹配於電動車輛蓄電池單元218之電壓位準的DC電力。電動車輛電力轉換器238可

提供經轉換電力 $P_{LDC}$ 以對電動車輛蓄電池單元218進行充電。電力供應器208、基座充電系統電力轉換器236及基座系統感應線圈204可靜止且位於如上文所論述之多種部位處。蓄電池單元218、電動車輛電力轉換器238及電動車輛感應線圈216可包括於為電動車輛112之部分或蓄電池組(未圖示)之部分的電動車輛充電系統214中。電動車輛充電系統214亦可經組態以將電力經由電動車輛感應線圈216而無線地提供至基座無線電力充電系統202以將電力回饋至柵格。電動車輛感應線圈216及基座系統感應線圈204中每一者可基於操作模式而充當傳輸或接收感應線圈。

雖然未圖示，但無線電力傳送系統200可包括負載斷接單元(load disconnect unit, LDU)以使電動車輛蓄電池單元218或電力供應器208自無線電力傳送系統200安全地斷接。舉例而言，在緊急或系統失敗之狀況下，LDU可經觸發以使負載自無線電力傳送系統200斷接。除了用於管理對蓄電池之充電之蓄電池管理系統以外亦可提供LDU，或LDU可為蓄電池管理系統之部分。

另外，電動車輛充電系統214可包括用於將電動車輛感應線圈216選擇性地連接至電動車輛電力轉換器238且使電動車輛感應線圈216自電動車輛電力轉換器238斷接之切換電路系統(未圖示)。使電動車輛感應線圈216斷接可暫時中止充電且亦可調整如由基座無線充電系統102a(充當傳輸器)「看見」之「負載」，此情形可用以「隱匿」電動車輛充電系統114(充當接收器)以免為基座無線充電系統102a所見。若傳輸器包括負載感測電路，則可偵測負載改變。因此，諸如基座無線充電系統202之傳輸器可具有用於判定諸如電動車輛充電系統114之接收器何時存在於基座系統感應線圈204之近場中的機構。

如上文所描述，在操作中，在假定能量朝向車輛或蓄電池傳送的情況下，自電力供應器208提供輸入電力，使得基座系統感應線圈

204產生用於提供能量傳送之場。電動車輛感應線圈216耦合至輻射場且產生輸出電力以供電動車輛112儲存或消耗。如上文所描述，在一些實施例中，基座系統感應線圈204及電動車輛感應線圈216係根據相互諧振關係被組態，使得此時電動車輛感應線圈216之諧振頻率與基座系統感應線圈204之諧振頻率極接近或實質上相同。當電動車輛感應線圈216位於基座系統感應線圈204之近場中時，基座無線電力充電系統202與電動車輛充電系統214之間的傳輸損耗最小。

如所陳述，藉由將傳輸感應線圈之近場中之大部分能量耦合至接收感應線圈而非以電磁波將大多數能量傳播至遠場而發生有效率能量傳送。當在近場中時，可在傳輸感應線圈與接收感應線圈之間建立耦合模式。可發生此近場耦合的圍繞感應線圈之區域在本文中稱作近場耦合模式區。

雖然未圖示，但基座充電系統電力轉換器236及電動車輛電力轉換器238兩者皆可包括振盪器、諸如功率放大器之驅動器電路、濾波器，及用於與無線電力感應線圈進行有效率耦合之匹配電路。振盪器可經組態以產生所要頻率，該所要頻率可回應於調整信號予以調整。振盪器信號可由功率放大器以回應於控制信號之放大量而放大。可包括濾波器及匹配電路以濾除諧波或其他非想要頻率且使電力轉換模組之阻抗匹配於無線電力感應線圈。電力轉換器236及238亦可包括整流器及用以產生合適電力輸出以對蓄電池進行充電之切換電路系統。

如貫穿所揭示實施例而描述之電動車輛感應線圈216及基座系統感應線圈204可被稱作或被組態為「迴路」天線，且更具體言之，多匝迴路天線。感應線圈204及216亦可在本文中被稱作或被組態為「磁性」天線。術語「線圈」意欲指代可無線地輸出或接收能量以用於耦合至另一「線圈」之組件。線圈亦可被稱作經組態以無線地輸出或接收電力之類型之「天線」。如本文所使用，該等感應線圈204及216為經組態以

無線地輸出、無線地接收及/或無線地中繼電力之類型之「電力傳送組件」的實例。迴路(例如，多匝迴路)天線可經組態以包括空芯或實芯，諸如，鐵氧體芯。空芯迴路天線可允許將其他組件置放於芯區域內。包括鐵磁體或鐵磁性材料之實芯天線可允許顯現較強電磁場及改良型耦合。

如上文所論述，在傳輸器與接收器之間的匹配或幾乎匹配諧振期間發生傳輸器與接收器之間的有效率能量傳送。然而，即使當傳輸器與接收器之間的諧振不匹配時，亦可以較低效率來傳送能量。藉由將能量自傳輸感應線圈之近場耦合至駐留於此近場被建立之區內(例如，在諧振頻率之預定頻率範圍內，或在近場區之預定距離內)的接收感應線圈而非將能量自傳輸感應線圈傳播至自由空間中而發生能量傳送。

諧振頻率可基於包括如上文所描述之感應線圈(例如，基座系統感應線圈204)之傳輸電路的電感及電容。如圖2所展示，電感通常可為感應線圈之電感，而電容可添加至感應線圈以創製處於所要諧振頻率之諧振結構。作為一非限制性實例，如圖2所展示，電容器可與感應線圈串聯地被添加以創製產生電磁場之諧振電路(例如，基座系統傳輸電路206)。因此，對於較大直徑之感應線圈，誘發諧振所需要之電容之值可隨著線圈之直徑或電感增加而減低。電感亦可取決於感應線圈之匝數。此外，隨著感應線圈之直徑增加，近場之有效率能量傳送面積可增加。其他諧振電路係可能的。作為另一非限制性實例，電容器可並聯地置放於感應線圈之兩個端子之間(亦即，並聯諧振電路)。此外，感應線圈可經設計成具有高品質(Q)因數以改良感應線圈之諧振。舉例而言，Q因數可為300或更大。

如上文所描述，根據一些實施例，揭示處於彼此之近場中的兩個感應線圈之間的耦合電力。如上文所描述，近場可對應於圍繞感應

線圈之區，在該區中，存在電磁場，但電磁場可不傳播或輻射離開感應線圈。近場耦合模式區可對應於接近感應線圈之實體體積的體積，通常在波長之小分率內。根據一些實施例，諸如單匝及多匝迴路天線之電磁感應線圈用於傳輸及接收兩者，此係因為：相比於電性類型天線(例如，小偶極)之電近場，對於磁性類型線圈，實務實施例中之磁性近場振幅傾向於較高。此情形允許該對之間的潛在較高耦合。此外，可使用「電性」天線(例如，偶極及單極)或磁性天線與電性天線之組合。

圖3為展示圖1之無線電力傳送系統300之例示性核心及輔助組件的另一功能方塊圖。無線電力傳送系統300說明通信鏈路376、導引鏈路366，及用於基座系統感應線圈304及電動車輛感應線圈316之對準系統352、354。如上文參看圖2所描述，且在假定能量朝向電動車輛112流動的情況下，在圖3中，基座充電系統電力介面354可經組態以將電力自諸如AC或DC電力供應器126之電源提供至充電系統電力轉換器336。基座充電系統電力轉換器336可自基座充電系統電力介面354接收AC或DC電力以使基座系統感應線圈304在其諧振頻率下勵磁或接近其諧振頻率而勵磁。當在近場耦合模式區中時，電動車輛感應線圈316可自近場耦合模式區接收能量以在諧振頻率下振盪或接近諧振頻率而振盪。電動車輛電力轉換器338將來自電動車輛感應線圈316之振盪信號轉換至適合於經由電動車輛電力介面而對蓄電池進行充電之電力信號。

基座無線充電系統302包括基座充電系統控制器342，且電動車輛充電系統314包括電動車輛控制器344。基座充電系統控制器342可包括介接至諸如電腦及電力分配中心或智慧型電力柵格之其他系統(未圖示)的基座充電系統通信介面162。電動車輛控制器344可包括介接至諸如車輛上之機載電腦、其他蓄電池充電控制器、車輛內之其他

電子系統及遠端電子系統之其他系統(未圖示)的電動車輛通信介面。

基座充電系統控制器342及電動車輛控制器344可包括用於具有分離通信頻道之特定應用的子系統或模組。此等通信頻道可為分離實體頻道或分離邏輯頻道。作為非限制性實例，基座充電對準系統352可經由通信鏈路376而與電動車輛對準系統354通信，以提供用於自主地抑或在操作員輔助的情況下使基座系統感應線圈304及電動車輛感應線圈316更緊密地對準之回饋機制。相似地，基座充電導引系統362可經由導引鏈路而與電動車輛導引系統364通信，以提供用以導引操作員使基座系統感應線圈304及電動車輛感應線圈316對準之回饋機制。另外，可存在由基座充電通信系統372及電動車輛通信系統374支援之分離一般用途通信鏈路(例如，頻道)，以用於在基座無線電力充電系統302與電動車輛充電系統314之間傳達其他資訊。此資訊可包括關於電動車輛特性、蓄電池特性、充電狀態以及基座無線電力充電系統302及電動車輛充電系統314兩者之電力能力的資訊，以及用於電動車輛112之維護及診斷資料。此等通信頻道可為分離實體通信頻道，諸如，Bluetooth、zigbee、蜂巢式等等。

電動車輛控制器344亦可包括管理電動車輛主蓄電池之充電及放電之蓄電池管理系統(BMS)(未圖示)、基於微波或超音波雷達原理之停放輔助系統、經組態以執行半自動停放操作之制動系統，及方向盤伺服系統，方向盤伺服系統經組態以輔助很大程度上自動化停放「線控停放(park by wire)」，其可提供較高停放準確度，因此縮減針對基座無線充電系統102a及電動車輛充電系統114中任一者中之機械水平感應線圈對準的需要。另外，電動車輛控制器344可經組態以與電動車輛112之電子件通信。舉例而言，電動車輛控制器344可經組態以與視覺輸出器件(例如，儀錶板顯示器)、聲學/音訊輸出器件(例如，蜂鳴器、揚聲器)、機械輸入器件(例如，鍵盤、觸控螢幕，及諸如搖

桿、軌跡球等等之指標器件)及音訊輸入器件(例如，具有電子語音辨識之麥克風)通信。

此外，無線電力傳送系統300可包括偵測及感測器系統。舉例而言，無線電力傳送系統300可包括供用以將駕駛員或車輛適當地導引至充電地點之系統使用的感測器、用以使具有所需分離/耦合之感應線圈相互對準的感測器、用以偵測可妨礙電動車輛感應線圈316移動至特定高度及/或位置以達成耦合之物件的感測器，及供用以執行系統之可靠、無損壞且安全操作之系統使用的安全性感測器。舉例而言，安全性感測器可包括用於如下操作之感測器：偵測在安全半徑之外的接近無線電力感應線圈104a、116之動物或兒童之存在、偵測接近可被加熱(感應加熱)之基座系統感應線圈304之金屬物件、偵測基座系統感應線圈304上諸如白熾物件之危險事件，及對基座無線電力充電系統302及電動車輛充電系統314之組件進行溫度監視。

無線電力傳送系統300亦可支援經由有線連接之插入式充電。有線充電埠可整合兩個不同充電器之輸出，此後將電力傳送至電動車輛112或自電動車輛112傳送電力。切換電路可提供為支援無線充電及經由有線充電埠之充電兩者所需要的功能性。

爲了在基座無線充電系統302與電動車輛充電系統314之間通信，無線電力傳送系統300可使用頻帶內傳信及RF資料數據機(例如，在未授權頻帶中經由無線電之乙太網路)兩者。頻帶外通信可提供足夠頻寬以用於將增值服務分派給車輛使用者/擁有者。無線電力載波之低深度振幅或相位調變可充當具有最小干涉之頻帶內傳信系統。

另外，可在不使用特定通信天線的情況下經由無線電力鏈路而執行某一通信。舉例而言，無線電力感應線圈304及316亦可經組態以充當無線通信傳輸器。因此，基座無線電力充電系統302之一些實施例可包括用於在無線電力路徑上啓用鍵控型協定之控制器(未圖示)。

藉由在預定義時間間隔下以預定義協定來鍵控傳輸功率位準(幅移鍵控)，接收器可偵測來自傳輸器之串列通信。基座充電系統電力轉換器336可包括負載感測電路(未圖示)，該負載感測電路用於偵測在由基座系統感應線圈304產生之近場附近的主動式電動車輛接收器之存在或不存在。作為實例，負載感測電路監視流動至功率放大器之電流，該電流受到在由基座系統感應線圈104a產生之近場附近的主動式接收器之存在或不存在影響。對功率放大器上之負載之改變的偵測可由基座充電系統控制器342監視，以用來判定是否啓用振盪器以用於傳輸能量、與主動式接收器通信，或其組合。

為了啓用無線高電力傳送，一些實施例可經組態以傳送處於自10 kHz至60 kHz之範圍內之頻率的電力。此低頻耦合可允許可使用固態器件而達成之高度有效率電力轉換。另外，相比於其他頻帶，無線電系統可存在較少共存問題。

所描述之無線電力傳送系統100可與包括可再充電或可更換蓄電池之多種電動車輛102一起使用。圖4為根據一例示性實施例的展示安置於電動車輛412中之可更換非接觸式蓄電池的功能方塊圖。在此實施例中，低蓄電池位置可有用於電動車輛蓄電池單元，該電動車輛蓄電池單元整合無線電力介面(例如，充電器至蓄電池無線介面426)且可自嵌入於地面中之充電器(未圖示)接收電力。在圖4中，電動車輛蓄電池單元可為可再充電蓄電池單元，且可容納於蓄電池隔室424中。電動車輛蓄電池單元亦提供無線電力介面426，無線電力介面426可整合整個電動車輛無線電力子系統，該整個電動車輛無線電力子系統包括在以地面為基礎之無線充電單元與電動車輛蓄電池單元之間進行有效率且安全之無線能量傳送所需要的諧振感應線圈、電力轉換電路系統以及其他控制及通信功能。

可有用的是使電動車輛感應線圈與電動車輛蓄電池單元之底側

或車輛主體齊平地整合，使得不存在突起部分且使得可維持經指定地面至車輛本體間隙。此組態可需要電動車輛蓄電池單元中專用於電動車輛無線電力子系統之一些空間。電動車輛蓄電池單元422亦可包括蓄電池至EV無線介面422及充電器至蓄電池無線介面426，充電器至蓄電池無線介面426在電動車輛412與如圖1所展示之基座無線充電系統102a之間提供非接觸式電力及通信。

在一些實施例中且參看圖1，基座系統感應線圈104a及電動車輛感應線圈116可處於固定位置，且該等感應線圈係藉由電動車輛感應線圈116相對於基座無線充電系統102a之整體置放而被帶入於近場耦合區內。然而，為了快速地、有效率地且安全地執行能量傳送，可需要縮減基座系統感應線圈104a與電動車輛感應線圈116之間的距離以改良耦合。因此，在一些實施例中，基座系統感應線圈104a及/或電動車輛感應線圈116可為可部署及/或可移動的以使其進行較佳對準。

圖5A、圖5B、圖5C及圖5D為根據例示性實施例的用於感應線圈及鐵氧體材料相對於蓄電池之置放之例示性組態的圖解。圖5A展示完全鐵氧體嵌入式感應線圈536a。無線電力感應線圈可包括鐵氧體材料538a及圍繞鐵氧體材料538a而纏繞之線圈536a。線圈536a自身可由絞合漆包線(stranded Litz wire)製成。可提供導電屏蔽532a以保護車輛之乘客免於過度EMF傳輸。導電屏蔽可特別有用於由塑膠或複合物製成之車輛中。

圖5B展示用以增強耦合且縮減導電屏蔽532b中之渦電流(熱耗散)的經最佳定尺寸之鐵氧體板(亦即，鐵氧體背襯)。線圈536b可完全地嵌入於非導電非磁性(例如，塑膠)材料中。舉例而言，如圖5A至圖5D所說明，線圈536b可嵌入於保護性外殼534b中。由於磁耦合與鐵氧體磁滯損耗之間的取捨，在線圈536b與鐵氧體材料538b之間可存在分離。

圖 5C 說明線圈 536c(例如，銅絞合漆包線多匝線圈)可在橫向(「X」)方向上可移動的另一實施例。圖 5D 說明感應線圈模組在向下方向上部署的另一實施例。在一些實施例中，蓄電池單元包括可部署及非可部署電動車輛感應線圈模組或天線模組 542d 中之一者作為無線電力介面之部分。為了防止磁場穿透至蓄電池空間 530d 且穿透至車輛之內部中，在蓄電池空間 530d 與車輛之間可存在導電屏蔽 532d(例如，銅薄片)。此外，非導電(例如，塑膠)保護性層 534d 可用以保護導電屏蔽 532d、線圈 536d 及鐵氧體材料 538d 免於環境影響(例如，機械損壞、氧化等等)。此外，線圈 536d 可在橫向 X 及/或 Y 方向上可移動。圖 5D 說明電動車輛感應線圈模組或天線模組 542d 在向下 Z 方向上相對於蓄電池單元本體而部署的實施例。

此可部署電動車輛感應線圈模組 542d 之設計相似於圖 5B 之該線圈 536d，惟在電動車輛感應線圈模組 542d 處不存在導電屏蔽除外。導電屏蔽 532d 與蓄電池單元本體留在一起。當電動車輛感應線圈模組 542d 不處於部署狀態時，保護性層 534d(例如，塑膠層)提供於導電屏蔽 532d 與電動車輛感應線圈模組 542d 之間。電動車輛感應線圈模組 542d 自蓄電池單元本體之實體分離可對感應線圈之效能有正面影響。

如上文所論述，所部署之電動車輛感應線圈模組 542d 可僅含有線圈 536d(例如，絞合漆包線)及鐵氧體材料 538d。可提供鐵氧體背襯以增強耦合且防止車底中或導電屏蔽 532d 中之過度渦電流損耗。此外，電動車輛感應線圈模組 542d 可包括與電力轉換電子件及感測器電子件之可撓性電線連接。此電線束可整合至機械齒輪中以用於部署電動車輛感應線圈模組 542d。

參看圖 1，上文所描述之充電系統可在多種部位中用於對電動車輛 112 進行充電或將電力傳送回至電力柵格。舉例而言，可在停放坪環境中發生電力傳送。應注意，「停放區域」亦可在本文中被稱作

「停放空間」。爲了增強車輛無線電力傳送系統100之效率，可使電動車輛112沿著X方向及Y方向對準，以使電動車輛112內之電動車輛感應線圈116能夠與關聯停放區域內之基座無線充電系統102a適當地對準。

此外，所揭示實施例適用於具有一或多個停放空間或停放區域之停放坪，其中停放坪內之至少一停放空間可包含基座無線充電系統102a。可使用導引系統(未圖示)以輔助車輛操作員將電動車輛112定位於停放區域中，以使電動車輛112內之電動車輛感應線圈116與基座無線充電系統102a對準。導引系統可包括以電子爲基礎之途徑(例如，無線電定位、測向原理，及/或光學、準光學及/或超音波感測方法)或以機械爲基礎之途徑(例如，車輪導引、軌跡或停止)，或其任何組合，以用於輔助電動車輛操作員定位電動車輛112，以使電動車輛112內之感應線圈116能夠與充電基座(例如，基座無線充電系統102a)內之充電感應線圈適當地對準。

如上文所論述，電動車輛充電系統114可置放於電動車輛112之底面上以用於自基座無線充電系統102a傳輸及接收電力。舉例而言，電動車輛感應線圈116可整合至車底中，較佳地接近中心位置，從而提供關於EM曝露之最大安全距離且准許電動車輛之前向及反向停放。

圖6爲根據一例示性實施例的展示可用於對電動車輛進行無線充電之例示性頻率之頻譜的圖表。如圖6所展示，用於至電動車輛之無線高電力傳送的潛在頻率範圍可包括：在3 kHz至30 kHz頻帶中之VLF；在30 kHz至150 kHz頻帶中之較低LF(對於類ISM應用)，其中存在一些排除；HF 6.78 MHz(ITU-R ISM頻帶6.765 MHz至6.795 MHz)；HF 13.56 MHz(ITU-R ISM頻帶13.553至13.567)；及HF 27.12 MHz(ITU-R ISM頻帶26.957至27.283)。

圖7爲根據一例示性實施例的展示可有用於對電動車輛進行無線

充電之例示性頻率及傳輸距離的圖表。可有用於電動車輛無線充電之一些實例傳輸距離為約30 mm、約75 mm及約150 mm。一些例示性頻率可為在VLF頻帶中之約27 kHz，及在LF頻帶中之約135 kHz。

本文所描述之各種實施例之態樣係有關於物件(例如，經指定區內之金屬物件)之偵測。如本文所描述的用於金屬物件之偵測之系統及方法可併入至上文針對無線電力傳送所描述之系統中。舉例而言，如下文所描述的用於物件之偵測之實施例可被併入為系統(諸如，上文針對電能自初級結構橫越氣隙而至次級結構之電感性傳送所描述之系統)之部分。用於能量之電感性傳送的例示性頻率可在自20 kHz至150 kHz之範圍內，但不限於此頻率範圍。更具體言之，用於物件之偵測之實施例及本文所描述之方法的一個應用為靜止電動路行車輛之電感性充電，且特別為在地面上存在磁性結構(充電墊)且存在裝配於車輛之底側(車底)處之拾取墊的實施例。其他應用可為在移動中之電動車輛之電感性供電或充電(動態充電)、攜帶型電器件及電子器件之電感性充電、感應加熱，或產生強交變磁場之任何其他系統。

此外，雖然某些實施例可用於無線電力傳送系統中，但應瞭解，本文所描述之各種實施例可適用於在與產生交變磁場之系統無關之預定空間中偵測金屬物件的其他應用。舉例而言，本文所描述之實施例之態樣可用於偵測自預定空間移除之金屬物件之防盜偵測器、安全性系統、品質保證系統、電子物品監測、電子物品管理及其類似者中。

本文可使用以下縮寫：

EMF	電磁場
FOD	外來物件偵測
HF	高頻
IF	中頻

LF	低頻
LMS	最小均方
MTBF	失敗間平均時間
MUX	多工器
NCO	數值控制振盪器
PCB	印刷電路板
PSTN	公眾交換式電話網路
PWB	印刷線路板
SNR	信雜比

本文所描述之原理、方法及實施例之某些描述提及電動車輛 (EV) 或混合式電動車輛 (HEV) 之感應充電且在此上下文中必須被重視。基本原理中之一些亦可有用於如上文所提及之其他應用。然而，實施例可被修改且適應於此等應用之特定要求。

關於感應充電，取決於能量傳送速率(功率位準)、操作頻率、初級及次級磁性結構之大小及設計以及該等磁性結構之間的距離，一些部位處之氣隙中之通量密度可超過 0.5 mT 且可達到幾毫特斯拉 (Millitesla)。若將包括某一量之良好導電材料(例如，金屬)之物件插入至初級結構與次級結構之間的空間中，則在此物件中產生渦電流(楞次定律(Lenz's law))，其可導致電力耗散及後續加熱效應。此感應加熱效應取決於磁通量密度、交變磁場之頻率、物件之導電結構之大小、形狀、定向及電導率。當物件曝露至磁場歷時足夠長時間時，其可變熱至可被認為關於如下方面而危險之溫度：

- 自燃(若物件包括易燃材料，或若其直接地接觸此類材料，例如，包括薄金屬化箔之香菸封裝)；
- 可拾取此類熱物件(例如，錢幣或鑰匙)之個人之手的灼傷；或
- 初級或次級結構(例如，熔融成塑膠之物件)之塑膠圍封體之損

壞。

亦可在包括可實質上非導電但展現明顯磁滯效應之鐵磁性材料之物件中或在產生磁滯損耗及渦電流損耗兩者之材料中預期溫度增加。因而，偵測此類物件有益於避免對應有害結果。若物件偵測系統整合於用於提供無線電力之系統內，則回應於偵測有害物件，該系統可縮減功率位準或關斷直至可採取措施移除有害物件為止。

在家庭及公眾地區中之電動車輛之電感性電力傳送(諸如，充電)的某些應用中，出於個人及設備之安全性的原因，可強制性的是能夠偵測具有變熱至臨界溫度之可能性的外來物件。此情形可在臨界空間敞開且可被接取以使得外來物件可偶然地到達或可被有意地放至此空間中(例如，在惡意破壞之狀況下)的系統中特別成立。

舉例而言，用於電動路行車輛之電感性充電的德國VDE/DKE方針 (VDE-AR-E 2122-4-2 Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen - Induktive Ladung von Elektrofahrzeugen - Teil 4-2: Niedriger Leistungsbereich)(在下文中為「VDE-AR-E」)(例如)定義針對電感性充電系統之功能空間中之熱效應的保護極限。已遵循關於低電壓電安裝之國際標準(IEC 60364-4-42:2010-05之「Low-voltage electrical installations - Part 4-42: Protection for safety - Protection against thermal effects」)而選擇此等極限。德國方針VDE-AR-E亦定義待用於符合測試之參考物件，例如，€5分錢幣及鋁塗佈箔。

本文所描述之實施例係有關於在下文中自動地偵測可位於預定義空間中之危險外來物件(例如，「金屬物件」)。詳言之，某些實施例係有關於偵測經定位成鄰近於初級或次級磁性結構之表面(其中磁通量密度可超過特定值(例如，0.5 mT))之小金屬物件(例如，錢幣)。

金屬偵測在各種工業、軍事及安全性相關區域中具有許多應用。金屬偵測器用於(例如)：排雷(地雷偵測)；諸如刀及槍之武器之

偵測，例如，機場安檢；地球物理勘探；考古學；及尋寶。金屬偵測器亦用以偵測食品中之外來物件，且在建築工業中用以偵測混凝土中之鋼筋以及埋入於牆壁及地板中之管路及電線。

在許多應用中，金屬偵測器藉由頻繁地重新校準其感測器及電路而達成所需高敏感度。在此等應用中，在基於使用者輸入之重新校準程序期間可排除金屬物件之存在。與此對比，高電力感應充電應用可必須很大程度上自動地、自主地且無人式地操作。因而，各種實施例之某些態樣係有關於經組態以在無需實質重新校準的情況下提供固有偵測敏感度及穩定性達數年之物件偵測系統。

使用在可見光中及/或在短波紅外線中敏感之攝影機之被動式光學感測(Conductix-Wampfler、Abschlussbericht zum Verbundvorhaben之「Kabelloses Laden von Elektrofahrzeugen」、im Rahmen des FuE-Programms之「Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität」(Weil am Rhein, 2011年11月)(在下文中為「Conductix-Wampfler」))可用以偵測預定區域中之外來物件。因為「金屬物件」一般在此波長範圍內不具有特異特性，所以此方法可能無法提供足夠選擇性，使得將偵測任何外來物件，包括不表示危險物之外來物件。在一些狀況下，此情形對於系統之使用者可不良。此外，光學感測器可不特別適合於如在車輛下方預期之惡劣環境中，其中通常存在強污染及由機械影響引起之損壞風險。可需要諸如自動清潔等等之特殊保護性措施。

可提供藉由發射在可見或短波IR範圍內之光信號而對外來物件之主動式光學感測。此技術係結合基於Ringbeck, T、Hagebecker, B.之「A 3D time of flight camera for object detection」(Optical 3-D Measurement Techniques, ETH Zürich, Plenary Session 1: Range Imaging I, 2007年7月09至12日(在下文中為「Rinkbeck」))中描述之

飛行時間測距技術的3D攝影機而使用。在一些狀況下，使用主動式光學感測可不能夠解析處於能量傳送墊之表面上的小且薄之物件(例如，錢幣)。此外，如同被動式光學感測一樣，該方法可不能夠區分金屬物件與非金屬物件。可偵測在光學波長下顯得不透明之任何物件。

因為危險物件為具有變熱至臨界溫度之可能性的彼等物件，所以Conductix-Wampfler中描述之熱感測為忽視環境因素之另一途徑。可藉由將溫度感測器整合至能量傳送墊之圍封體中而達成一個解決方案。為了局域化小熱物件，可提供高感測器密度，例如，具有30 mm之光柵大小。因為感測器需要受到機械地保護，所以其可以足夠深度嵌入至塑膠圍封體中，此情形可減低其敏感度且歸因於熱傳播延遲而增加其偵測潛時。此類途徑可關於偵測具有高燃燒風險之物件(例如，薄金屬化紙箔)而緩慢且不可靠。

使用Conductix-Wampfler中描述且WO 2011/006876 A2(Wechlin M., Green, A.(Conductix-Wampfler AG)，「Device for the inductive transfer of electric energy」)中描述之熱電被動式紅外線(PIR)感測器可提供一替代熱感測解決方案。通常用於根據個人之運動而偵測個人的此等感測器在長波IR範圍內敏感，在長波IR範圍內，輻射譜密度針對處於低於100°C之溫度之物件變得最大(韋恩定律(Wien's law))。由於每單位面積的感測器之數目與成本之間的取捨，PIR感測器陣列可不提供適當空間解析度以用於偵測諸如電動車輛電感性充電墊之較大區域上的小至20 mm之物件。此情形可在外來物件與墊表面之間的溫度差變低(例如，在可在車輛被停放以供充電之前已發生的藉由太陽輻照而進行之墊加熱的狀況下)的情況下特別成立。除了有限敏感度以外，此解決方案亦可易受污染及機械影響。

基於輻射熱計焦點陣列的Conductix-Wampfler中描述之IR攝影機

可在最佳波長範圍內提供足夠解析度。然而，其成本可高。此情形可針對(例如)適合於安裝於車輛下方之高低不平設計特別成立。此類攝影機可需要特殊保護性措施，諸如，在不使用熱偵測且車輛在移動中的情況下閉合之機械擋板。另外，可需要使用很少雨刷之IR透鏡保護窗之自動清潔或相似概念。另外，若必須考慮最小地面間隙，則車輛底部裝配式攝影機可具有用於監視整個臨界空間之不利視角及用於監視該攝影機之有限空間。若攝影機經裝配成接近於磁性結構，則可需要自訂超廣角IR透鏡，或若攝影機裝配於某一距離內(其中風景顯得高度透視且未良好地匹配於商用現貨輻射熱計陣列)，則可需要高解析度(高數目個像素)。

Conductix-Wampfler中描述之聲學感測可為用於偵測外來物件之替代途徑。可使用雷達原理而藉由發射超音波信號且分析經接收回應來主動式地執行聲學感測。超音波頻率(例如，高於200 kHz)可提供足夠解析度以用於偵測處於能量傳送墊之表面上之小且薄之物件(例如，錢幣)之存在。然而，具有某一質量密度之所有物件可被偵測，因此傾向於假警報。

相對於超音波雷達，Conductix-Wampfler中描述之被動式聲學感測具有選擇性地偵測金屬物件之可能性。當曝露至強磁場時，導電物件歸因於在磁性結構之移動電荷(電流)與外來物件之移動電荷(渦電流)之間發生的力而開始振動。此等力可藉由楞次定律及勞侖茲力而解釋。此等力在交變磁場之第一諧波(雙重頻率)下交替。對於高於20 kHz之磁場頻率，此等聲學發射可在超音波範圍內高於40 kHz。因此，金屬物件可藉由其在雙重頻率下或甚至在其諧波下之聲學發射而偵測。因為整個磁性結構在彼頻率下振動，所以可提供高空間解析度，以便偵測小物件之存在。此情形可在超音波頻率下使用需要高數目個傳感器之相控陣列技術而達成。由於感應加熱及不可接受之渦電

流損耗，在一些狀況下可難以將感測器整合至墊表面中。可必須(例如)沿著車輛墊之周邊而配置感測器，如Conductix-Wampfler中所建議，其為很可能不提供用於可靠地偵測小物件之足夠解析度的解決方案。如同光學及IR感測器一樣，超音波傳感器可傾向於污染及由機械影響引起之損壞。

Conductix-Wampfler中描述之電容性感測為基於電場感測之途徑。電容性感測用於觸控螢幕中。可(例如)使用產生洩漏電場之薄敞開迴路電線結構來實現電容性感測器陣列。此電線結構可嵌入至墊之塑膠圍封體中。如同光學感測一樣，電容性感測不能提供金屬之選擇性偵測。電容性感測可感測改變電場而因此改變電容之任何物件。此物件包括導電材料及非導電介電材料，例如，小石頭、濕葉子等等。

根據某些實施例，可較佳地使用基於磁場之電感性感測，此係因為可經由磁場而感測之物件可為潛在地危險之物件。磁場感測可對導電及鐵磁性物件具高度選擇性。在(例如)低於20 MHz之頻率下(其中磁場可被認為準靜止)，實際上可不存在與非導電介電物件之相互作用，且幾乎不存在與諸如具有高鹽度之水或水浸潤之紙、濕木材及樹葉等等的不良導電材料之相互作用。

在一些狀況下，可歸因於有限範圍而稍微難以偵測小物件。在一些狀況下，若較小物件極近接於感測器，則可偵測較小物件。在空間中可存在物件需要被偵測之部位，其中較小物件不能被偵測。此情形在出於機械保護及穩固性之原因而將磁場感測器整合至能量傳送墊之圍封體中的情況下特別成立。

WO 2011/006758A2(Wechlin, M., Green, A.(Conductix-Wampfler AG)之「Device for the inductive transfer of electric energy」)(在下文中為「Wechlin」)揭示用於偵測位於初級電感與次級電感之間的預定空間內之金屬物件之存在的器件。此器件具有用於量測電感之至少一

單元、用於量測該量測電感之阻抗之量測單元，及連接至該量測單元之評估單元。

根據 Wechlin，量測電感可相似於初級電感，且初級電感用於偵測金屬物件。此情形可適用於需要(例如)針對較大物件之較小偵測敏感度之解決方案。爲了增加(例如)針對顯著地小於初級結構之物件之偵測敏感度，可縮減量測電感之大小。

Wechlin之感測器件可經裝備有複數個較小量測電感，該等量測電感形成大致在一個平面中延伸之規則二維配置。該平面垂直於由初級電感在操作期間產生之磁場之主方向。關於較低成本及較容易生產，此等量測電感可爲共同基板(例如，多層PCB)上之平面線圈。爲了達成增加之線圈封裝密度(線圈重疊)，Wechlin描述具有相等光柵大小但相對於第一陣列偏移達該光柵大小之一半的第二線圈陣列之整合。

Wechlin亦描述出量測電感連接在一起而形成群組，且每群組存在一阻抗量測單元。在另一實施例中，Wechlin描述用於整個陣列之共同阻抗量測單元。在此實施例中，阻抗量測單元可經由類比多工器(開關)而連接至單量測電感或量測電感群組。

如Wechlin中描述之評估單元比較測定阻抗值與經預儲存參考值且提供輸出以指示超過預定值之偏差。此等輸出可連接至控制單元及指示器器件以輸出光學或聲學提醒信號。控制單元亦可輸出命令以撤銷啓動電感性能量傳送。

在Conductix-Wampfler中，描述用於偵測導電或可磁化物件之替代方法。此方法使用置放於初級結構之頂部上之數個量測線圈。在此方法中，金屬物件或鐵磁性物件之偵測係基於其變更或擾動如存在於初級結構之表面處之磁場的效應。Conductix-Wampfler描述量測在電感性電力傳輸頻率下感應至線圈中每一者中的電壓。Conductix-

Wampfler亦指示出此方法很可能地對在x及y上之位移敏感，但未明確地提及次級結構相對於初級結構之位移(對準偏移)。

Conductix-Wampfler亦描述被稱為「trafo」之另一方法。該「trafo」方法使用經調諧至接近1 MHz之頻率的電容性負載線圈，從而形成諧振變壓器。置放於變壓器線圈上之金屬物件改變場且因此改變經傳輸電力。

圖8A為根據一實施例的例示性物件偵測電路系統之部分的圖解，該物件偵測電路系統經組態以經由量測感應至感測迴路822a中之電壓而偵測物件824a。根據各種實施例，感測迴路822a可為多匝迴路(線圈)，例如，以用於增加敏感度。經置放成近接於該迴路之金屬物件824a中的渦電流改變通過該迴路之磁通量且因此改變感應電壓。磁場 $B_{ex}$ 為經產生用於在操作頻率下之電感性能量傳送的外部場。舉例而言，基座系統感應線圈104a可產生磁場 $B_{ex}$ 。一般而言，感測迴路感應電壓取決於物件之電性質及磁性質而在振幅及相位兩者方面改變。

圖8B為根據一實施例的例示性物件偵測電路系統之部分的另一圖解，該物件偵測電路系統經組態以經由量測感測迴路阻抗而偵測物件824b。一般而言，感測迴路822b可為多匝迴路(線圈)。為了量測迴路阻抗，將小高頻感測電流 $I_{sense}$ 注入至感測迴路822b中。近接於該迴路之金屬物件824b修改如由感測迴路電流 $I_{sense}$ 產生之磁通量且因此修改該迴路之電感及電阻(阻抗之虛數及實數部分)。

與外部磁場不同之頻率(例如，經提供用於無線能量傳送之另一磁場)可用於阻抗量測，以便避免來自外部磁場之基波或諧波之干涉。

圖8C為根據一實施例的例示性物件偵測電路系統之部分的又一圖解，該物件偵測電路系統經組態以經由量測初級感測迴路結構822c

與次級感測迴路結構 822d 之間的耦合或互阻抗(互感)而偵測物件 824c。一般而言，感測迴路 822c 及 822d 可為多匝迴路(線圈)。可藉由將小高頻電流注入至初級迴路 822c 中且量測次級迴路處之開路電壓(振幅及相位)而感測互感或互阻抗改變。或者，次級迴路可為電阻性負載的，且量測至負載中之能量傳送。此處，金屬物件修改由初級迴路電流  $I_{sense}$  產生且正傳遞通過次級迴路之磁通量，因此修改一般具有虛數及實數部分之互阻抗。

互阻抗方法亦可被理解為迴路感應電壓方法，然而，其中差異為：外部磁場(例如，如用於無線電力傳送)係由特別出於由專用初級感測迴路 822c 在不同於如用於(例如)能量傳送之外部磁場之頻率的頻率下進行金屬偵測之目的而產生的磁場取代。初級迴路可覆蓋整個區域或該區域之實質待保護部分。

### 電感性感測

根據某些實施例之某些態樣，電感性感測或磁場感測可提供若干益處，例如：

- 電感性感測可對良好導電(金屬)物件具高度選擇性；
- 預期無由其他非金屬(介電)物件造成之減損；
- 電感性感測電路系統可整合至能量傳送墊之塑膠圍封體中以保護感測器免於環境影響(污染、機械)，其具有微小效能降級；及
- 電感性感測電路系統可併入至充電基座中，此係因為：在大多數狀況下，物件可位於基座墊表面上。此情形可允許車輛機載設備之成本節省。

### 用以增強電感性感測之方法及概念

如上文所陳述，大迴路可不提供如偵測可顯著地小於待保護區域之錢幣、鑰匙或飲料罐蓋子所需要的足夠高敏感度。根據各種實施例，為了偵測小物件，可根據各種實施例而使用複數個較小迴路。

圖9為根據一例示性實施例的嵌入於無線充電墊926內之感測迴路922的側視圖，感測迴路922經組態以偵測物件924。該墊具有塑膠圍封體928，且可經組態以固持平面感測迴路922且偵測置放於墊926之表面上之任何地方的物件。充電墊926可進一步包括基座系統感應線圈104a(圖1)及如上文參看圖1至圖3所描述之關聯電路系統，且可經組態以偵測墊926上之物件。圖5A至圖5D中展示墊組態之另外實例。

感測器之先天敏感度可被定義為如由最小物件(參考物件)之存在(若置放於最壞狀況位置處)造成的測量(例如，迴路感應電壓、迴路阻抗)之百分比改變。外來物件偵測器之總敏感度取決於感測器之先天敏感度且取決於可為(例如)評估單元之部分的額外後處理方法之效能。

對於小於迴路大小之物件，先天敏感度隨著迴路大小減低而增加。減低迴路大小隱含增加覆蓋給定區域所需要之迴路之數目，從而引起增加之複雜性及成本以及較高之假警報及失敗機率。

根據某些實施例，可在運用與最小待偵測物件之大小相等或為最小待偵測物件之大小之兩倍的迴路光柵大小的情況下達成先天敏感度與電路複雜性之間的適當取捨。舉例而言，若最小物件為具有20 mm直徑之錢幣，則適當迴路光柵大小可為30 mm。此情形可用於迴路感應電壓方法及迴路阻抗方法兩者。

圖10為根據一例示性實施例的用於偵測相對於感測迴路1022位於不同位置處之物件1024之例示性物件偵測電路系統之部分的圖解。作為一實例，圖10可說明在40 kHz下使用置放於矩形電線迴路1022上之不同位置處的錢幣1024(例如，直徑為25 mm且厚度為1.7 mm)進行的以百分比為單位之迴路感應電壓改變。該迴路可由3匝細盜漆銅線製成。關於迴路陣列至如圖9所展示之磁性墊926之塑膠圍封體928中

的可能未來整合，可將錢幣置放於迴路結構上方之高度處。舉例而言，當物件1024置放於感測迴路1022之左上角落時，迴路感應電壓之百分比改變可為大約(例如)負百分之六。當物件1024置放於感測迴路1022之中心時，迴路感應電壓之百分比改變可為大約(例如)負百分之二十二。當物件1024置放朝向感測迴路1022之右上角落時，迴路感應電壓之百分比改變可為大約(例如)負百分之十五。提供此等值以說明當物件1024位於不同位置中時迴路感應電壓之百分比改變之相對程度，且此等值僅僅為例示性的。

同樣地，亦可針對用於圖10所展示之組態之不同位置提供迴路阻抗改變。對於物件1024，測定阻抗改變為實質上歸因於其改變電感之改變。舉例而言，當物件1024置放於感測迴路1022之左上角落時，迴路阻抗之百分比改變可為大約(例如)負百分之二。當物件1024置放於感測迴路1022之中心時，迴路阻抗之百分比改變可為大約(例如)負百分之八。當物件1024置放朝向感測迴路1022之右上角落時，迴路阻抗之百分比改變可為大約(例如)負百分之五。提供此等值以說明當物件1024位於不同位置中時阻抗之百分比改變之相對程度，且此等值僅僅為例示性的。

儘管展示較高先天敏感度，但感應迴路方法可需要對付如由鄰近磁性墊、車底結構或導電地面之變化位置(偏移及距離)造成的磁場之顯著改變。可需要考量此等效應。

另一方面，迴路阻抗方法展現較低先天敏感度，但亦可對其金屬及鐵磁性環境之改變較不敏感。相對於感應迴路方法，若經由連接引線進行量測，則其敏感度可稍微降級。取決於迴路陣列之大小及阻抗分析器之部位，可能最壞狀況引線長度可為1 m，此係假定阻抗分析器整合至磁性墊926中。

對於兩種方法，物件924可在置放於迴路922之中心的情況下具

有最強影響且在置放於邊緣上且特別是置放於角落中時具有最弱影響。然而，應注意，對於「邊緣」及「角落」位置，阻抗/感應電壓在鄰近迴路中亦可改變，此係假定迴路陣列。根據各種實施例，可在後處理中採用鄰近迴路中之同步改變以改良總偵測敏感度。

### 感測迴路之形狀、定向及包裝

圖11A、圖11B及圖11C為根據例示性實施例的用於經組態以偵測物件之感測迴路之不同例示性組態的圖解。使用如圖11A所說明(例如，如圖11A所展示)的重疊迴路1122a及1122b之陣列1122可改良電感性感測器系統之先天敏感度。在此配置中，迴路1122a及1122b稍微大於該陣列之光柵大小。使如圖11A所展示之迴路重疊會改良最壞狀況敏感度，而以最佳狀況敏感度為代價(居中於迴路之錢幣)。重疊會縮減對感測迴路陣列1122之敏感度漣波。對於使用印刷電路板之實施例，列及行中之重疊可使用(例如)至少4個銅層。

可藉由將迴路之尺寸設定成在x方向及y方向兩者上同樣地稍微大於光柵大小而使先天敏感度變化相等。重疊面積對非重疊面積之比率可在自0.5至2之範圍內，其可提供各種益處。

根據各種實施例，代替使用正方形或矩形形狀，迴路1122a及1122b可為圓形、六邊形、三角形。在迴路陣列1122中，經緻密包裝之六邊形迴路可提供改良型敏感度，其中非重疊結構在實施於印刷電路板中時需要較低數目個銅層。

此外，迴路之大小、形狀或光柵大小可適應於局域敏感度要求。在具有(例如)磁通量密度之局域變化之表面上，可存在具有熱效應之較低可能性而因此具有放寬之敏感度要求的區域/地區。較大迴路可置放於此等較不關鍵區域中，從而對敏感度、佈線及電路複雜性進行取捨。

對於迴路阻抗量測方法，產生磁通量的諸如如圖11B所展示之雙

重迴路、三重迴路(三葉草)或甚至四重迴路之其他迴路拓撲在受到感測電流驅動時自一個極點區域至另一極點區域成拱形。圖11B展示用於雙重迴路1122c之拓撲，其展示感測電流方向。此等結構可用於最佳化偵測效能，例如，用於主要水平場分量有用於偵測金屬物件之應用中。

產生經不同定向之磁場的結構之組合(例如，雙重迴路加單迴路)在以 $90^\circ$ 相位偏移而受到驅動的情況下產生旋轉磁性向量場。使用此類圓形或橢圓形偏振場亦可在某些應用中導致改良型偵測效能。

根據一實施例，藉由在實質上平行於磁場線之平面中使用電線迴路922，使得實際上零通量傳遞通過該等迴路，可顯著地增加迴路感應電壓方法之先天敏感度。爲了將其整合至充電墊926之圍封體中，存在如圖11C所說明之低剖面螺線管線圈1122，在圖11C中，螺線管線圈1122可處於實質上平行於磁場之方向的平面中。

即使小金屬物件亦可急劇地提昇通過迴路之通量，此係因爲其改變磁場線之方向。在此狀況下之迴路感應電壓之相位通常相對於外部磁場而偏移。如上文已經陳述，此相位偏移取決於物件之電性質及磁性質。導電物件相比於鐵磁性物件產生不同相移。

然而，若磁性墊位移或墊電流改變，則亦可經歷增加之通量及相移。諧振電感性能量傳送之特徵爲初級電流與次級電流之間的 $90^\circ$ 相移。此情形亦可造成經感測電壓之相移。

根據一些實施例，使用正交迴路系統(實質上處於垂直平面中之迴路，例如，平面線圈及螺線管)亦可增強迴路感應電壓方法之敏感度。因爲金屬物件通常可改變其外界中之磁場之方向，所以由正交迴路配置感測通量分量可提供額外資訊以改良偵測器之效能。

此外，使用一對迴路(例如，呈雙重「D」配置)之感應平衡爲實施於金屬偵測器中之技術，例如，如用於地雷偵測。藉由連續地執行

校準程序而維持平衡。外來物件可稍微改變傳遞通過兩個線圈之通量。一般而言，此改變在兩個迴路中可不相等，因此暫時使橋接器不平衡。此方法可對磁場可歸因於其他因素而改變之情形敏感。

亦可基於圖8A之迴路阻抗而實現電感性平衡或基於使用圖8C之兩個耦合迴路之互阻抗方法而實現電感性平衡。對於後者，迴路822c及822d可經定位成使得由初級迴路822c產生之通量在次級迴路822d中實際上或實質上抵消(零耦合)。當將一物件置放於此等迴路822c及822d之敏感區域中時，其使通過次級之通量不平衡，因此急劇地增加耦合。墊之磁性結構亦可使系統不平衡。即使在印刷電路板佈局中考量此等效應，解決方案亦可對製造容許度極其敏感。

爲了在感測迴路中之短路的不太可能事件中避免PWB之過度加熱及連續損壞，可使迴路熔斷。可根據設計而使用細電線或細PWB跡線來實現熔斷，或若藉由在經界定部位處將尖頂插入於PWB跡線中而不准許電阻增加，則可實現熔斷。

#### 用於增強磁場感測之方法

圖12爲根據例示性實施例的經組態以基於磁場感測而偵測物件之例示性電路1200的功能方塊圖。此章節描述用於增強基於感測如由磁性結構(例如，遍及預定區域之充電墊926)產生之磁場(通量密度)之金屬物件偵測器之效能的實施例。充電墊926可對應於如上文參看圖1至圖3所描述之充電系統。電路1200可包括若干感測迴路1222a、1222b、1222c及1222d(在下文中被集體地稱作感測迴路1222)。感測迴路1222可形成覆蓋金屬物件可被偵測之待保護區域的經緻密包裝迴路陣列之部分。如上文所描述，可藉由量測感應至感測迴路1222中之電壓而實現物件924之偵測。電路1200包括偵測電路1230，偵測電路1230經由多工器1228而選擇性地耦合至感測迴路1222中每一者。偵測電路1230包括磁場量測單元1234，磁場量測單元1234經組態以量測感

測迴路1222中每一者之磁場強度。感測迴路之測定值 $B_k$ 提供至包括比較器1236及決定器1238之評估單元1232。比較器接收測定磁場值 $B_k$ 且比較值 $B_k$ 與參考磁場值 $B_{ref,k}$ 。參考磁場值可對應於在不存在任何待偵測物件之情況下用於感測迴路1222a之磁場之預期值。基於比較器1236之輸出，決定器1238經組態以判定是否存在物件。舉例而言，決定器1238可判定出測定值 $B_k$ 與參考值之間的差大於臨限值且作為回應而輸出物件被偵測之信號。決定器1238可基於可影響結果以使其增加之已知操作特性而進一步補償比較器之輸出。

或者，關於圖12中之電路，可使用霍耳效應感測器之陣列或基於巨磁電阻(GMR)效應或適合於感測磁場之任何其他方法之感測器。

亦可有用的是分離地感測磁場向量之x分量、y分量及z分量中至少一者。

根據圖12之電路之實施例可在如下使用狀況下有用：其中在基座墊表面上存在經受(例如)歸因於可處於不同垂直及水平位置(不同對準偏移)之車輛拾取墊及金屬車底結構之存在之暫時改變(擾動、失真)的磁場。評估可基於最小均方誤差準則且可實施至偵測器之評估單元1232中。亦可使用運用其他誤差度量及反覆程序之其他更複雜方法，例如，RANSAC(隨機樣本一致方法)。

可如下制訂用於偵測物件之例示性程序：

尋找摘錄對如存在於磁性充電墊之表面上之磁場型樣之很小影響(失真、擾動、干擾)的小金屬物件。此場型樣可展現歸因於非均質磁性結構(錢幣、鐵氧體)的流量密度之強變化，及歸因於車輛墊及金屬車底結構之不同位置的額外暫時變化(失真)。舉例而言，可存在顯著場失真及來自墊對準偏移之其他影響。

然而，相比於歸因於對準偏移之場失真，由小金屬物件(例如，錢幣，特別是在以四個鄰近迴路之次序進行置放的情況下，其中每迴

路之先天敏感度較低)施加的對墊926之表面上之磁場之影響可小。在此類狀況下，對磁通量密度型樣之影響可小。

然而，可藉由自在存在物件的情況下量測之場型樣減去如在不存在物件924的情況下量測之場型樣(參考場型樣)而使物件924之影響可見。

在一些狀況下，在必須在相對於參考型樣失真之磁場型樣中偵測物件924的情況下可困難。作為校準工序之部分，可在零偏移條件下且在經界定氣隙距離處採取參考型樣且將參考型樣儲存於系統中。然而，可必須在如在現實使用狀況下引起之不同條件下偵測物件。在一些狀況下，計算差異場型樣之方法可歸因於誤差而不足夠，該等誤差係歸因於在偏移條件下之場失真可遠大於物件之影響，從而需要更複雜方法。

因而，根據一實施例，改良型偵測方法可基於最小均方途徑，如下：

定義：

$B_{ref}(x_i, y_j)$ ：參考通量密度值(在x及y方向上延伸之參考場型樣)，例如，如儲存於外來物件偵測系統中且在工廠生產時在預定條件下藉由校準而獲得

$\tilde{B}(x_i, y_j)$ ：如在現實情境中(例如，在存在偏移及不同氣隙距離的情況下)量測之實際流量密度值(失真場型樣)

$\gamma(x_i, y_j; a_1, a_2, \dots, a_L)$ ：補償實際場型樣中之失真效應的具有多個參數之校正函數。在最簡單狀況下，此函數可為z偏移以及x斜率及y斜率可由參數  $a_1, a_2, a_3$  修改之平面。

該方法可包括在將校正函數施加至實際測定場值且減去參考通量密度值之後引起的差異場值之均方誤差

$$\overline{\epsilon^2}(a_1, a_2, \dots, a_L) = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M \left[ \tilde{B}(x_i, y_j) \gamma(x_i, y_j; a_1, a_2, \dots, a_L) - B_{ref}(x_i, y_j) \right]^2$$

另外，一方法可包括判定用於參數集  $a_1, a_2, \dots, a_L$  之最佳值，其最小化均方誤差

$$a_{1\_opt}, a_{2\_opt}, \dots, a_{L\_opt} \rightarrow \min_{a_1, a_2, \dots, a_L} \overline{\epsilon^2}$$

該方法進一步包括將具有最佳參數之校正函數施加至測定場型樣且對所得LMS差異型樣執行物件偵測

$$\Delta B(x_i, y_j) = \tilde{B}(x_i, y_j) \gamma(x_i, y_j; a_{1\_opt}, a_{2\_opt}, \dots, a_{L\_opt}) - B_{ref}(x_i, y_j)$$

以下決策規則可適用：

- 假設「物件存在」(若至少一差異通量密度值超過預定臨限值)。
- 假設：「無物件」(其他情況)。

可藉由使用參考型樣集合以代替單一參考型樣  $B_{ref}(x_i, y_j)$  而顯著地改良此方法。可已在不同偏移及氣隙條件下獲得此等參考型樣作為在工廠中執行之校準工序之部分。選擇引起最小均方誤差之參考型樣以計算差異場型樣。

最小均方方法在存在大金屬物件的情況下可不以預期方式執行。因為可容易地辨識此類大物件，所以可有條件地使用或相應地調適最小均方方法。

### 用於增強迴路阻抗感測方法之替代概念

本文進一步描述改良效能及/或縮減以迴路阻抗為基礎之金屬物件偵測器之佈線及電路複雜性的若干方法及實施例。此等方法及實施例尤其為：

- 使用諧振迴路陣列且量測其諧振頻率以感測金屬物件
- 使用弱耦合諧振迴路，例如，使用電感或電容耦合。
- 使用電感或電容耦合諧振迴路之正則結構，從而形成充當信號

## 傳播媒體之耦合諧振器濾波器

### 諧振迴路及量測其諧振頻率

圖 13 為根據例示性實施例的經組態以基於感測迴路阻抗量測而偵測物件之例示性電路 1300 的功能方塊圖。電路 1300 可包括若干感測迴路 1322a、1322b、1322c 及 1322d (在下文中被集體地稱作感測迴路 1322)。感測迴路 1322 可形成覆蓋金屬物件可被偵測之待保護區域的經緻密包裝電線迴路陣列之部分。電路 1300 包括偵測電路 1330，偵測電路 1330 經由多工器 1328 而選擇性地耦合至感測迴路 1322 中每一者。偵測電路 1330 包括阻抗量測單元 1334。針對由多工器 1328 選擇之每一迴路 1322 經由阻抗量測單元 1334 而循序地且週期性地量測多工器埠處之阻抗  $Z_k$ 。感測迴路之測定值  $B_k$  提供至包括比較器 1336 及決定器 1338 之評估單元 1332。基於藉由自測定阻抗值  $Z^k$  (針對  $k = 1..N$ ) 減去參考阻抗值  $Z_{ref,k}$  所得之差異阻抗 (如由比較器 1336 所展示) 而偵測物件 924。決定器單元 1338 自比較器 1336 接收輸入且判定是否偵測物件。舉例而言，測定值與參考值之間的差是否超過臨限值，且可併入如上文 (例如) 關於最小均方方法所描述之功能性中任一者。

圖 14A 為根據一實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件 924 之例示性電路 1400A 的功能方塊圖。電路 1400A 可經組態以基於量測迴路阻抗以判定諧振頻率而偵測物件 924。電路 1400A 包括感測迴路 1422A-a 及 1422A-b。該等感測迴路可具有電感  $L$ 。如本文所使用，感測迴路 1422A-a 可被稱作感測電路或被組態為感測電路。感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 係經由耦合電路 1426A 而耦合至偵測電路 1430A。耦合電路 1426A 以及感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 之某一組合形成諧振電路。舉例而言，在一實施例中，感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 包括電抗組件 (例如，電容器) 以形成經組態以在特定頻率下諧振之諧振電路。在另一實施例中，耦合電路 1426A 包括電耦合至感

測迴路 1422A-a 及 1422A-b 中每一者以形成經組態以在特定頻率下諧振之諧振電路的電抗組件。可使用串聯調諧抑或並聯調諧。下文描述用於諧振電路之組態之例示性實施例。在一些實施例中，至少由每一感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 形成之諧振電路之頻率可相同，而在一些實施例中，其可不同。耦合電路 1426A 可包括多工器以將感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 中每一者選擇性地耦合至偵測電路 1430A。耦合電路 1426 經組態以縮減由偵測電路 1430A 在不存在物件的情況下造成的感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 之諧振頻率之變化。

偵測電路 1430A 經組態以基於每一感測迴路 1422a 及 1422b 相對於(例如)儲存於作為系統之部分的查找表中之參考/校準值的改變而偵測物件。舉例而言，偵測電路 1430A 可經組態以量測分別取決於感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 之第一諧振頻率及第二諧振頻率的第一特性及第二特性。偵測電路 1430A 經組態以回應於偵測第一測定特性與取決於第一諧振頻率之對應特性之間的差或第二特性與取決於第二諧振頻率之對應特性之間的差而偵測物件之存在。該特性可為測定諧振頻率、品質因數，或供判定感測迴路 1422A-a 正在諧振之頻率的其他特性。此外，使用多個感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 可允許偵測電路偵測物件 924 相對於感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 中至少一者之位置。感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 可為以平面形式而配置以覆蓋(例如)待保護之無線充電墊 926 之區域的經緻密包裝感測迴路陣列之部分。包括感測迴路 1422A-a 及 1422A-b 之感測迴路中每一者可選擇性地耦合至偵測電路 1430A 且允許判定預定空間中之待偵測物件 924 之位置資訊。

圖 14B 為根據一實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件 924 之例示性電路 1400B 的功能方塊圖。電路 1400B 包括感測迴路 1422B-a 及 1422B-b。該等感測迴路可具有電感 L。相比於圖 14A，感測迴路 1422B-a 及 1422B-b 包括諸如電容器 C1 及 C2 之電抗組

件，使得每一感測迴路1422B-a及1422B-b形成一諧振電路。可使用串聯調諧抑或並聯調諧。感測迴路1422B-a及1422B-b係經由耦合電路1426B而耦合至偵測電路1430B。根據圖14B所展示之實施例，耦合電路1426B可不形成諧振電路之部分。在一些實施例中，至少由每一感測迴路1422B-a及1422B-b形成之諧振電路之頻率可相同，而在一些實施例中，其可不同。耦合電路1426B經組態以縮減由偵測電路1430B在不存在物件的情況下造成的感測迴路1422B-a及1422B-b之諧振頻率之變化。偵測電路1430B可與圖14A之偵測電路1430A相似地起作用。

爲了量測迴路阻抗且特別是量測諧振頻率，可使用顯著地高於用於無線地傳送電力之交變磁場之頻率的頻率，較佳地在兆赫茲範圍內。然而，若對介電物件之敏感度必須保持低，則感測頻率可不過高，例如， $< 20 \text{ MHz}$ 。

圖15爲根據一例示性實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件924之例示性電路1500的另一功能方塊圖。該電路包括可爲感測迴路陣列之部分的感測迴路1522a、1522b、1522c及1522d(在下文中被集體地稱作感測迴路1522)。在一些實施例中，感測迴路1522可實質上經組態以遍及待保護之預定區域而界定共同平面。感測迴路1522係經由多工器1528而耦合至偵測電路1530，多工器1528經組態以將感測迴路1522中每一者選擇性地耦合至包括諧振頻率量測單元1534及評估單元1532之偵測電路1530。諧振頻率量測單元1534包括電容器C，使得耦合至諧振頻率量測單元1534之感測迴路1522a形成經組態以在特定諧振頻率下諧振之諧振電路。應注意，參看圖14A，耦合電路1426A可包括多工器1528，及包括由所有感測迴路1522共用以形成每一諧振電路之電容器C的諧振頻率量測單元1534。諧振頻率量測單元1534包括振盪器1546，振盪器1546經組態以遍及頻率範圍而驅動耦合感測迴路1522a以使感測迴路1522a在特定頻

率下諧振。諧振頻率量測單元1534進一步包括相位比較器1548，相位比較器1548經組態以偵測測定電壓與電流之間的相位(例如，相位函數之零交叉)。另外，亦可包括增益/濾波器1550。

諧振頻率量測單元1534之輸出可對應於感測迴路1522a之測定諧振頻率，其提供至偵測電路1530之評估單元1532。評估單元1532包括比較器1536，比較器1536經組態以比較用於感測迴路1522a之經接收測定諧振頻率值與參考頻率值。比較器1536之輸出提供至決定器1538，決定器1538經組態以至少部分地基於測定值與參考值之間的差而判定是否偵測物件924。組合來自多個迴路1522之資訊可允許判定關於待偵測物件924之位置資訊。另外，如下文進一步所描述，評估單元1532可接收感測溫度輸入以補償可歸因於除了外來物件以外之條件而影響測定諧振頻率的條件。

在一些態樣中，如參看圖14及圖15且下文(例如，圖16)進一步所描述之諧振迴路方法可提供各種益處，至少包括：

- 量測諧振頻率相比於量測阻抗或電感可更簡單且更準確。偵測電路1430或1530可具有較少組件且在一些態樣中限於使用振盪器及偵測測定電壓與電流之間的相位(例如，相位函數之零交叉)之相位比較器。

- 亦可已經提供電容器以抑制由如存在於墊之表面上的用於無線電力傳送之強交變磁場感應的電壓及其諧波雜訊。因而，添加電容器不會增加額外複雜性。諧振可充當感測信號預調節(雜訊縮減)濾波器，其在迴路1522a係由金屬物件去諧的情況下亦相應地移動。

- 電容器之任何溫度漂移或老化可對所有諧振頻率有共同效應，因此可在評估單元中予以容易地估計及校正(參見以下章節)。

圖16為根據一例示性實施例的經組態以基於感測迴路諧振頻率量測而偵測物件之例示性電路1600的又一功能方塊圖。感測迴路

1622a、1622b、1622c及1622d中每一者電耦合至一諧振電容器。應注意，參看圖14A，耦合電路1426A可包括電容器 $C_N$ 。因而，每一諧振電路包括耦合電路1426A之電容器 $C_N$ 及對應感測迴路1622a。電容器 $C_N$ 經組態以縮減由多工器1628及偵測電路1630之另外電路造成的諧振頻率之變化。舉例而言，每一電容器 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_k$ 及 $C_N$ 經組態為經組態以衰減低於諧振頻率之頻率(例如，衰減對應於用於無線電力傳送之場之頻率的頻率)之低通濾波器。電容器進一步提供包括多工器1628及感測迴路之偵測電路1630之組件之間的隔離。圖16所展示之另外組件相似於上文參看圖15所描述之組件。應注意，參看圖15及圖16之偵測電路1530及1630以及如下文所描述之其他偵測電路，偵測電路1530及1630可經組態以量測取決於或依據包括感測迴路之諧振電路中每一者之諧振頻率的特性。舉例而言，除了量測每一諧振電路諧振之頻率以外，亦可量測Q因數或其他特性且比較Q因數或其他特性與原生諧振電路(亦即，未由外部項目改變)之經儲存對應Q因數或其他對應特性以判定物件之存在。

在一些態樣中，圖16所展示之實施例可提供額外益處。舉例而言，每一迴路1622之電容可在多工之前移除如由墊之表面上之強磁場誘發的低頻分量，因此放寬對較佳地使用半導體(FET)型開關之類比前端電路系統的要求。應瞭解，由於可達到幾伏特的所誘發之低頻，可在類比多工器1628中發生非線性失真效應。此情形針對提供較高先天偵測敏感度而又提供較高感應電壓之多匝線圈特別成立。每一電容器可縮減可由多工器1628造成的諧振頻率之變化。

在一態樣中，迴路之諧振頻率之溫度漂移可不相等且針對每一感測迴路係特定的，因此更難以在評估單元中進行評價及補償。在使用具有高溫度穩定性之電容器(例如，NP0型)的情況下，可最小化溫度漂移且溫度漂移很大程度上縮減至感測迴路之溫度漂移。

參看圖15(且另外適用於圖16)，用於量測諧振頻率之高頻振盪器1546可為數值控制振盪器(NCO)。可需要額外信號1550放大器以在迴路中產生足夠感測電流且將其作為緩衝器以提供低阻抗輸出(類電壓源輸出)。低阻抗輸出可有利於保留感測迴路電路之Q因數且因此保留在諧振下之相位函數之斜率(參見下文)。

分別使用至少一電壓感測器1544及至少一電流感測器1542以提供輸入以分析如在諧振頻率量測單元1534之輸入埠處所看見的感測迴路1522a之阻抗或相位函數。

在一實施例中，相位比較器1548可(例如)藉由將感測信號混合至窄頻低中頻(IF)放大器且在IF下執行相位比較而實施外差式接收器途徑。可選擇此途徑以增加信雜比且因此增加量測準確度。

諧振頻率搜尋可由使用振盪器1546之掃掠頻率產生器執行，例如，在稍微低於所關注感測迴路之預期諧振頻率的頻率下開始且在差異相位達到預定值時停止掃掠。為了加快偵測程序且最小化回應時間(特別是在大感測器陣列之狀況下)，可自如用於評估單元1532中之參考值導出開始頻率，從而最小化掃掠範圍，因此最小化每迴路之感測時間。

代替掃掠頻率產生器，可使用脈衝產生器(未圖示)或任何其他偽隨機雜訊產生器以分析阻抗函數且量測諧振頻率。可使用諸如傅立葉變換技術(DFT、FFT、Görtzel演算法)之頻譜分析技術及在數值域中操作之相似技術。此等技術可需要使用適當類比至數位轉換器來取樣及數位化感測信號(電壓及電流)。

為了抑制如可能地由能量傳送系統產生之感測迴路誘發性瞬間雜訊，可在低頻切換瞬間之間的時間間隔內執行掃掠或脈動。此方法可有效地縮減雜訊，而無需額外濾波要求。

可藉由將溫度感測器(未圖示)添加於不同地點處(例如，添加於

充電墊(在迴路感測器陣列下方)中及阻抗量測單元中)以便增加對周圍溫度改變之穩定性而增強如參看圖13至圖16及本文進一步所描述之實施例。應注意，環境要求(例如， $-30^{\circ}\text{C}$ 至 $+80^{\circ}\text{C}$ )可應用於整合至戶外充電墊中之金屬物件偵測解決方案。可使用如自不同感測器量測之溫度以使用溫度模型來預補償測定阻抗或諧振頻率值。或者或另外，可使用在經界定溫度範圍內適用之不同經儲存參考值。作為在不同墊處及周圍溫度位準下之校準工序之部分，可已在製造期間產生此等參考型樣。

可使用概念上相似於上文所描述之最小均方方法的方法以補償(例如)歸因於溫度漂移及電路老化的測定阻抗型樣之「全域」改變(參見以下章節)。

另外，可使用型樣辨識方法及人工智慧以增強偵測效能且縮減假警報機率，如下文進一步所描述。

### 諧振迴路及另外量測其Q因數

可藉由另外量測感測迴路1522a之Q因數而進一步增強上文參看描述基於諧振頻率量測之偵測的圖14至圖16所描述之實施例。在串聯調諧迴路之狀況下，諧振頻率及Q因數表示阻抗函數 $Z(f)$ 之複合「零」，其可被表達為

$$p = -\sigma_p \pm j\omega_p$$

其中 $\sigma_p$ 及 $\omega_p$ 分別表示阻尼係數及諧振頻率。

阻尼係數係與Q因數有關，如下：

$$\sigma_p = \frac{\omega_p}{2Q}$$

量測 $\omega_p$ 及 $\sigma_p$ 兩者可提供有用於增加偵測機率且縮減假警報機率之額外資訊。

存在用以使用如已經在以上章節中所提及之頻域及/或時域分析

技術來量測Q因數的許多方式。量測相位之斜率或量測在諧振下之電阻可為實例。

### 弱耦合諧振迴路

如上文所指示，在一些態樣中，感測迴路引線及類比多工器可摘錄對迴路阻抗方法之先天敏感度之負面影響。此情形可針對具有3至5匝之小迴路(例如，30×30 mm)及(例如)高於0.5 m之引線長度特別成立。應注意，迴路可由極細銅線/跡線製成以避免在曝露至用於無線電力傳送之強磁場時之實質渦電流損耗，該等損耗可關於先天敏感度而不利。

迴路阻抗方法之準確度係與阻抗函數中之相位之斜率有關，相位之斜率又係與迴路之Q因數有關。用以將迴路連接至中央阻抗量測單元之長引線可減低Q因數且因此在其添加電阻時減低相位之斜率。引線亦可增加顯著電感。因為物件通常僅改變迴路電感，所以總阻抗之相對改變可隨著引線長度增加而變得愈來愈小。此外，感測電路之溫度及老化穩定性針對長引線長度可惡化。

使溫度穩定性降級且因此使感測器之準確度及可靠性降級的相似減損可歸因於類比多工器增加開關電容及顯著電阻。

因此，如上文所描述之迴路阻抗方法及相關迴路諧振頻率方法可需要將類比多工器及阻抗量測單元定位成儘可能地接近於迴路陣列，此意謂主動式電路可必須整合至充電墊926中。此情形可導致在考慮惡劣環境、地面嵌入及基礎結構設備所需要之MTBF時有挑戰的設計問題。然而，如上文所指示，在一些實施中，電容器(例如，如參看圖16所展示)可作為耦合電路而足以縮減由偵測電路系統及多工器造成的諧振頻率之變化。

在感測頻率下誘發至感測迴路中之諧波雜訊通常亦可減損感測器之準確度。

根據另外實施例，可藉由使用如上文參看圖14A所描述之耦合電路或網路而補救此等缺陷中至少一些。耦合電路1426經組態以縮減由包括任何引線之偵測電路造成的至少由感測迴路形成之諧振電路之諧振頻率之變化。對於一實例，根據一實施例，可使用弱耦合諧振迴路陣列。弱耦合通常可指代以如下方式將感測迴路耦合至偵測電路：偵測電路或自偵測電路至感測迴路之任何引線縮減對感測迴路之諧振頻率及/或其他電特性的影響，或縮減變更感測迴路之諧振頻率及/或其他電特性。在此方法中，迴路可為電感耦合(例如，使用耦合迴路)，抑或電容耦合(例如，使用電容性分壓器)。圖17A、圖17B及圖17C為根據例示性實施例的例示性弱耦合諧振感測迴路組態之圖解。圖17A展示電感耦合至耦合迴路1726a之諧振感測迴路1722a。耦合迴路1726形成如參看圖14A所描述之耦合電路1426之至少一部分。耦合迴路1726接著耦合至偵測電路，如下文將進一步所描述。圖17B展示使用電容性分壓器而電容耦合之諧振感測迴路1722b。圖17C展示感測迴路1722c，感測迴路1722c自諧振(例如，感測迴路1722c之固有電容用以提供處於相異頻率之諧振)且電感耦合至耦合迴路1726c。

電感耦合主要可允許如圖17C所說明之自諧振迴路不具有或僅具有很小額外電容，此情形可顯著地簡化迴路陣列且縮減生產成本。此處，繞組電容用以產生需要高L-C比率設計或較高頻率(例如， $> 20$  MHz)之諧振。自諧振迴路可不再很大程度上為磁性。其可產生顯著E場，從而使感測器對介電物件敏感，此情形在一些狀況下可不良。

弱耦合可有效地縮減來自連接引線及多工器的對諧振頻率及Q因數之影響，因此增加溫度及老化穩定性。

在一些態樣中，基於弱耦合之實施例可提供各種益處。諧振頻率及Q因數可主要取決於感測迴路之電感L、損耗電阻R及調諧電容器C。因此，如由外來物件產生之小改變可變得完全地有效且不再受到

引線及類比多工器電路系統之寄生元件損害。在諧振下如由阻抗分析器看見之相位函數之斜率可單獨地為諧振迴路之斜率，因此陡得多。在存在雜訊的情況下的量測之準確度可能會顯著地改良(只要該雜訊比較小)，使得可在測定阻抗函數中可靠地識別諧振。

在經緻密包裝迴路陣列中，感測迴路之諧振頻率可受到其直接鄰居影響。若相鄰迴路在相等或相似頻率下諧振，則此類諧振去諧或甚至諧振分裂效應可特別明顯。然而，此等效應可不顯著地影響此方法之敏感度。可有用的是有意地使鄰近迴路之諧振頻率偏移，如下文將進一步所描述。可遵循頻率再使用型樣而指派諧振頻率。

可根據設計而將迴路調諧至所要諧振頻率，例如，藉由適當地選擇匝計數、繞組長度且自標準值系列(例如，E系列)選擇電容器。

在印刷電路板(PCB)實施中，電容器可嵌入至PCB之環氧樹脂中或裝配於小凹座中，使得其未突起且受到良好保護。

可使用如下文針對電感耦合之狀況所展示之等效電路來解釋弱耦合之效應。圖18A及圖18B為根據一例示性實施例的例示性電感耦合諧振感測迴路1822a之等效電路1800a及1800b的示意圖。電路1800a包含具有引線電感 $L_c$ 、耦合迴路/電線損耗電阻 $R_c$ 之耦合迴路1826a(例如，其可形成耦合電路1426A之部分)。電容器 $C_c$ 用來抑制低頻磁場感應電壓。然而，在感測頻率下，耦合迴路1826a可被認為非諧振。實際感測迴路1822a係由迴路電感 $L$ 、損耗電阻 $R$ 及調諧電容器 $C$ 構成。

藉由將頂部處之電路1800a縮減至耦合迴路1826中而獲得圖18B之電路1800b。此處，電路1800b被展示為經變換並聯調諧L-C拓撲( $L'$ 、 $C'$ 、 $R'$ )，從而在遍及諧振而掃掠頻率時產生阻抗 $Z$ 的明顯且快速之改變。自等效電路1800b，諧振及在諧振下之相位斜率主要係由感測迴路之元件判定。其很大程度上對耦合迴路及引線長度之參數不敏感。

圖19為根據一例示性實施例的經組態以使用偵測電路1930與感測電路1922之間的耦合電路1926來偵測物件之例示性電路1900的功能方塊圖。電路1900可包括感測電路1922，感測電路1922具有感測迴路及電容器C2(或在自諧振的情況下具有固有電容)，以便在相異頻率下諧振(亦即，電容器C2及感測迴路實質上判定諧振頻率)。電路1900進一步包括偵測電路1930，偵測電路1930經組態以量測取決於感測電路1922之當前諧振頻率的特性且經組態以回應於偵測測定特性與取決於諧振頻率之對應參考特性之間的差而偵測物件之存在。作為一實例，偵測電路1930可具有如上文關於圖15之偵測電路1530所描述之組件中的一或多者且可使用本文所描述之用於基於諧振頻率量測而偵測物件之方法及/或技術中任一者。此外，電路1900包括耦合電路1926，耦合電路1926經組態以縮減由偵測電路1930造成的感測電路1922之諧振頻率之變化。舉例而言，在一實施例中，耦合電路1926可提供感測電路1922與偵測電路1930之間的弱耦合。在圖19之實施例中，電容器C2(或自電容)及感測迴路單獨地形成可不包括耦合電路1926之諧振感測電路1922。

圖20為根據一例示性實施例的如圖19所展示之電路2000的功能方塊圖，其中偵測電路2030係經由耦合迴路2026而與感測電路2022進行電感耦合。因而，圖19之耦合電路1926可包括耦合迴路2026，耦合迴路2026視情況具有導電地連接至偵測電路2030之電容C1且電感耦合至包括感測迴路及電容C2之感測電路2022。換言之，感測電路2022係與偵測電路2030電流性地隔離。耦合迴路2026之操作可縮減由偵測電路2030(包括自偵測電路2030至耦合迴路2026之任何引線)造成的感測電路2022之諧振頻率之變化。

圖21為根據一例示性實施例的如圖19所展示之電路2100的功能方塊圖，其中偵測電路2130係與感測電路2122進行電容耦合。電路

2100包括電容性分壓器，電容性分壓器包括在感測電路2122之間以形成耦合電路2126之電容器C1及C2。可提供電容器C1與C2之大小差，使得感測電路2122(包括感測迴路)之諧振頻率主要係由較小電容器界定。電容器分壓器縮減由偵測電路2130或自偵測電路2130至感測電路2122之任何引線造成的感測電路2122之諧振頻率之變化。

使用如上文所描述之弱耦合之實施例主要可允許長得多的引線長度。此情形可實現如下實施例：其中在充電墊926中具有完全被動式感測器電路，且其中主動式電路(外來物件偵測電子件，諸如，如上文所描述之偵測電路)整合至遠端定位單元(例如，充電電力供應單元208(圖2))中。

根據一實施例，以下方法可由偵測電路1930使用及實施以用於量測在阻抗分析器單元之輸入(量測埠)處的第k感測迴路之諧振頻率。然而，如上文所提及，另外可量測取決於諧振頻率之其他特性。

1. 遍及足夠大頻率範圍而量測複合阻抗函數 $Z_k(f)$
2. 藉由分析複合阻抗函數而估計耦合迴路/引線阻抗
3. 自測定阻抗函數 $Z_k(f)$ 減去經估計耦合迴路/引線阻抗函數 $Z^{c,k}(f)$ 。

4. 在所得差異阻抗函數 $\Delta Z_k(f) = Z_k(f) - Z^{c,k}(f)$ 中識別感測迴路1922之諧振

5. 量測相位函數 $\arg\{\Delta Z_k(f)\}$ 之對應零交叉或阻抗函數 $\text{Im}\{\Delta Z_k(f)\}$ 之虛數部分的頻率，及/或量測在迴路之諧振下產生的差異阻抗函數 $\text{Re}\{\Delta Z_k(f)\}$ 之實數部分之局域最大值之頻率。

如上文已經描述，被定義為複合極點頻率之實數部分的Q因數或阻尼係數

$$p = -\sigma_p \pm j\omega_p$$

可另外被量測以基於弱耦合途徑而增強金屬物件偵測。

必須提供之類比開關之佈線複雜性及高數目為使用大數目個感測迴路之電感性感測的另一主要問題。因此，縮減佈線及電路複雜性之方法係理想的。此情形可在以在墊中具有純粹被動式感測器網路且具有遠端定位偵測電路之解決方案為目標的情況下特別成立。

事實上，弱耦合途徑可具有藉由將相鄰迴路組合至群組(叢集)而顯著地縮減佈線及電路複雜性之可能性，每一群組係關聯於單一/共同耦合網路。

被稱為多個耦合諧振迴路之此新組態通常可損害耦合，但仍可提供足夠耦合以明確地且準確地個別地判定若干迴路中每一者之諧振頻率。

圖22為根據一實施例的經組態以使用偵測電路2230與複數個感測迴路之間的耦合電路來偵測物件之例示性電路2200的功能方塊圖。電路2200包括若干耦合網路(例如，如上文參看圖19及圖20所描述之耦合電路)，每一耦合網路包括一耦合迴路2226a、2226b、2226c及2226d。耦合迴路2226a、2226b、2226c及2226d中每一者電感耦合至複數個感測電路，每一感測電路具有一感測迴路及電容(例如，自電容抑或附加電容器)。舉例而言，耦合迴路2226a可形成包括複數個感測電路之耦合網路，複數個感測電路包括感測電路2222a1及2222aN(在下文中被集體地稱作2222)。耦合迴路2226a、2226b、2226c及2226d耦合至多工器2228，使得耦合網路中每一者選擇性地耦合至一偵測電路2230，偵測電路2230經組態以量測耦合至特定耦合迴路2226a之每一感測電路2222之諧振頻率。耦合迴路2226a、2226b、2226c及2226d各自經組態以縮減由偵測電路2230造成的每一感測電路2222之諧振頻率之變化。偵測電路2230包括用於量測諧振頻率之阻抗分析器單元2234，及用於比較測定值與參考值且用以判定關於經由感測電路2222而感測之物件之資訊的評估單元2232。感測電路2222可在

經組態以偵測置放於經組態有感測電路2222之平面之表面上的物件之平面中形成經緻密包裝之多維迴路陣列。如上文所提及，偵測電路2230可量測依據感測電路2222中每一者之諧振頻率的其他特性。

根據圖22所展示之實施例，複數個感測迴路因此組合至關聯於單一/共同耦合網路之群組。此外，感測迴路2222調諧至不同諧振頻率，從而形成一阻抗，一個埠網路具有相異極點及零點，該等極點及零點之相關極點及/或零點頻率在操作條件下係可區分的且可量測的。

如由此類網路引起之極點及零點可為每一電感性及電容性元件之高度複合函數，其在可在經緻密包裝陣列中之相鄰迴路之間發生交叉耦合效應(互感)時包括該等所有交叉耦合效應(互感)。置放於此類迴路陣列之頂部上之金屬物件通常改變一些極點及零點，其可使用適當方法(例如，比較測定極點及零點與參考模板)予以偵測。應瞭解，雖然圖22展示感測電路2222係經由耦合迴路2226a至2226d而電感耦合至偵測電路，但根據另一實施例，感測電路2222可基於圖21所展示之概念而電容耦合。

如上文所描述，在一實施例中，感測電路2222中每一者可經固有地組態成在不存在任何物件的情況下具有不同諧振頻率。圖23為根據一例示性實施例的經組態以使用經組態成具有不同諧振頻率之複數個感測電路2322a及2322b(各自具有一感測迴路)來偵測物件之例示性電路2300的功能方塊圖。電路2300包括具有電容C1之感測電路2322a及具有可不同於C1之電容C2之感測電路2322b。因此，每一感測電路2322a及2322b可原生地具有供感測迴路2322a及2322b諧振之特定頻率。電路2300包括偵測電路2330，偵測電路2330經組態以量測依據感測電路2322a及2322b中每一者之諧振頻率之特性以判定物件之存在或不存在。偵測電路2330可實施及/或包括如上文(例如)參看圖13至圖22

所描述之技術及組件中之一或多者。電路2300包括耦合於偵測電路2330與感測電路2322a及2322b之間的耦合電路2326。在一些實施例中，耦合電路2326經組態以縮減由包括任何引線之偵測電路2330造成的感測電路2322a及2322b之諧振頻率之變化。藉由使用多個感測電路2322a及2322b，偵測系統之敏感度可增加，使得偵測電路2330經組態以相對於感測電路2322a及2322b之位置來量測物件之位置，使得該系統可偵測該系統內之物件之位置。

使用具有不同諧振頻率之感測電路2322a及2322b可允許改良敏感度且縮減複雜性。舉例而言，圖24為根據一例示性實施例的如圖23所展示之電路2400的功能方塊圖，其中偵測電路2430電感耦合至具有不同諧振頻率之感測電路2422a及2422b。偵測電路2430可經組態以量測在驅動耦合迴路2426時感測電路2422a及2422b兩者之當前諧振頻率。此情形可允許縮減複雜性且改良敏感度，此係因為可經由驅動單一耦合迴路2426而量測(例如)大數目個感測電路2422a及2422b之諧振頻率。

不管耦合類型，耦合網路皆可經組態以提供與群組之每一迴路的最佳且相似之耦合。

在一實施例中，群組之每一迴路2222可為在輪廓/周邊線上具有至少一側/邊緣的彼群組之外部輪廓/周邊之部分。該群組可由基本上沿著彼群組之輪廓/周邊之耦合迴路涵蓋。如下圖所展示之迴路之單行或雙重行為可能組態。對於在輪廓/周邊線上具有一個以上邊緣/側之彼等迴路，可有意地縮減耦合。可藉由裁切耦合迴路之角落而實現此縮減。

圖25A、圖25B、圖25C、圖25D、圖25E及圖25F為根據一例示性實施例的電感或電容耦合至偵測電路之例示性組態感測迴路陣列的圖解。對於一實例，可自如圖25A所展示之單一迴路耦合導出感測迴路

陣列之實施例。圖25A包括電感耦合至包括感測迴路2522a1及2522a2之多維感測迴路陣列之耦合迴路2526a。圖25B展示耦合迴路2526b電感耦合至包括感測迴路2522b1及感測迴路2522b2之單感測迴路之行的另一組態。圖25C展示電感耦合至包括感測迴路2522c1及感測迴路2522c2之感測迴路之列的耦合迴路2526之另一實施例。圖25C所描繪之組態亦可將實質上相等耦合因數提供至每一感測迴路2522c1及2522c2。迴路之線性列、曲折形或蜿蜒蛇形配置可連接至一群組。

其他配置(例如，迴路之三重行，其中耦合迴路不近接於所有感測迴路)展示與中心之迴路之較弱耦合。在一態樣中，若迴路陣列整合至磁性墊之圍封體中而另外衰減耦合迴路之中心之磁場，則可使用此技術。

多個電感耦合諧振迴路之概念可擴展至包含群組及子群組之階層式(串接式)結構。群組可藉由操作地耦合至耦合迴路之複數個諧振迴路而形成。此群組之諧振迴路又可充當屬於子群組(較低階層層級)之諧振迴路之耦合迴路，等等。

或者，多個迴路2522d1及2522d2可使用如圖25D所展示之電容性分壓器而電容性地耦合至單一饋入線2526d。圖25D所展示之所得拓撲可被認為多個電感耦合諧振迴路之電雙拓撲。圖25D中之每一感測迴路2522d1及2522d2係分別與電容器2525d1及2525d2串聯地耦合，以形成諧振電路(亦即，其被串聯地調諧)。感測迴路2522d1及電容器2525d1實質上判定諧振頻率。為所有感測迴路2522d1及2522d2所共有之耦合電容器2527d係與諧振電容器2525d1及2525d2並聯地耦合，以形成電容性分壓器。在一態樣中，耦合電容器2527d為「較大」電容器，而諧振電容器2525d1及2525d2中每一者為「較小」電容器。應注意，參看圖14A，耦合電路1426A可包括耦合電容器2527d，而每一感測電路可包括串聯調諧感測迴路2522d1與諧振電容器2525d1。

圖25E為根據一實施例的使用電容性分壓器以提供弱耦合之另一拓撲。在此狀況下，每一感測迴路2522e1及2522e2係分別使用諧振電容器2525e1及2525e2被並聯地調諧。感測迴路2522e1及諧振電容器2525e1實質上判定諧振頻率。為所有感測迴路2522e1及2522e2所共有之耦合電容器2527e係與諧振電容器2525e1及2525e2串聯地耦合。在一態樣中，耦合電容器2527e為「較大」電容器，而諧振電容器2525e1及2525e2中每一者為「較小」電容器。應注意，參看圖14A，耦合電路1426A可包括耦合電容器2527e，而每一感測電路可包括並聯調諧感測迴路2522e1與諧振電容器2525e1。

圖25F為根據一實施例的使用電容性分壓器以提供弱耦合之另一拓撲。在此狀況下，每一感測迴路2522f1及2522f2係分別使用諧振電容器2525f1及2525f2被並聯地調諧。感測迴路2522f1及諧振電容器2525f1實質上判定諧振頻率。針對每一感測迴路2522f1及2522f2包括耦合電容器2527f1及2527f2，使得每一耦合電容器2527f1及2527f2分別與諧振電容器2525f1及2525f2並聯地連接。在一態樣中，每一耦合電容器2527f1及2527f2為「較大」電容器，而諧振電容器2525f1及2525f2中每一者為「較小」電容器。應注意，參看圖14A，可存在多個耦合電路，每一耦合電路包括耦合電容器2527f1及2527f2，而每一感測電路可包括並聯調諧感測迴路2522e1與諧振電容器2525e1。

其他者(例如，混合耦合拓撲)亦係可能的。

圖26A、圖26B、圖26C、圖26D、圖26E及圖26F為根據一例示性實施例的電感及電容耦合諧振迴路陣列之例示性等效電路2600a及2600b的示意圖。電路2600a包括耦合迴路2626a，耦合迴路2626a包括低頻抑制電容器 $C_c$ 、耦合迴路之/引線之電感 $L_c$ 及損耗電阻 $R_c$ 。電路2600a包括多個感測迴路2622a1及2622a2，該等感測迴路包括L、C、R元件以及耦合迴路與每一諧振迴路之間的互感(耦合係數)。其他可

能交叉耦合被忽視。

如上文已經描述，諧振電路2622a1及2622a2可縮減至初級側(耦合迴路)，從而引起可大致如圖26B所展示而表示的等效電路2600b。此處，再次，每一諧振迴路2622a1及2622a2呈現為回應在阻抗函數 $Z(f)$ 中可見的並聯諧振電路。

圖26C為圖25D所展示之感測迴路組態的等效示意圖。如所展示，包含電感2522c1及電容2525c1之每一感測電路被串聯地調諧，且所有感測電路皆並聯地耦合至共同耦合電容器2527c。圖26D為圖25E所展示之感測迴路組態的等效示意圖，其中包含電感2522d1及電容2525d1之每一感測電路被並聯地調諧，且每一感測電路係與共同耦合電容器2527d串聯地耦合。圖26E為圖25F所展示之感測迴路組態的等效示意圖，其中包含電感2522e1及電容2525e1之每一感測電路被並聯地調諧且並聯地耦合至每一耦合電容器2527e1及2527e2。此外，圖26F為另一感測迴路組態之等效示意圖，其中包含電感2522f1及2522f2以及電容2525f1及2525f2之每一感測電路被串聯地調諧且串聯地耦合至每一耦合電容器2527f1及2527f2。應注意，在上述拓撲中任一者中，可使用具有固有諧振電容之自諧振迴路，抑或可添加附加諧振電容器。

根據一實施例，偵測電路可實施用於量測在阻抗分析器單元2234(圖22)之輸入(量測埠)處之電感耦合諧振感測迴路之第 $k$ 陣列/群組之諧振頻率的以下方法。然而，如上文所提及，另外可量測取決於諧振頻率之其他特性。

1. 遍及足夠大頻率範圍而量測複合阻抗函數 $Z_k(f)$
2. 藉由分析複合阻抗函數而估計耦合迴路/引線阻抗
3. 自測定阻抗函數 $Z_k(f)$ 減去阻抗函數 $Z_{c,k}^{\wedge}(f)$ 。阻抗函數 $Z_{c,k}^{\wedge}(f)$ 可包括經估計耦合迴路/引線阻抗函數及最佳地執行以下步驟所需要

之其他校正函數。

4. 在所得差異阻抗函數  $\Delta Z_k(f) = Z_k(f) - Z_{c,k}(f)$  中識別每一感測迴路之諧振

5. 量測相位函數  $\arg\{\Delta Z_k(f)\}$  之對應零交叉或阻抗函數  $\text{Im}\{\Delta Z_{k,n}(f)\}$  之虛數部分的所有頻率，及/或量測在迴路之諧振下產生的差異阻抗函數  $\text{Re}\{\Delta Z_k(f)\}$  之實數部分之局域最大值之所有頻率。

圖27為展示根據一例示性實施例的在補償耦合迴路之阻抗之前及之後的電感耦合諧振迴路陣列之相位回應的標繪圖2700。圖27說明減去經估計耦合迴路/引線阻抗且量測所得差異阻抗函數之相位函數中之諧振頻率的工序。

相似方法/工序可應用於電容耦合迴路陣列。代替搜尋  $Z_k(f)$  中之局域最大值，將項目5修改至差異阻抗函數  $\text{Re}\{\Delta Z_k(f)\}$  之實數部分之局域最小值且判定如由每一感測迴路之諧振產生之最小值。

計算及評估阻抗函數之第一導數、第二導數及第三導數中至少一者亦可用以識別阻抗函數  $Z_k(f)$  之極點/零點之位置。

如以上子章節已經描述，分別被定義為阻抗函數  $Z_k(f)$  之複合極點或零點之實數部分的Q因數或阻尼係數

$$p_{k,j} = -\sigma_{p,k,j} \pm j\omega_{p,k,j}, \text{ 或 } z_{k,j} = -\sigma_{z,k,j} \pm j\omega_{z,k,j}$$

可另外針對每一諧振  $\omega_{k,j}$  予以量測，以基於多重耦合諧振迴路途徑而增強金屬物件偵測。

如上文已經提及，切換雜訊可誘發至感測迴路中。為了最大化信雜比且因此最大化在諧振頻率下之量測準確度，可在電感耦合之狀況下使用類電流源高頻產生器以量測  $Z_k(f)$ ，而對於電容耦合，較佳地使用類電壓源產生器。此途徑避免在電流最小值時量測阻抗，因此避免在低信雜比時量測阻抗。耦合迴路/引線之電感可已經可足以模仿類電流源特性，其限制條件為：HF來源產生足夠高電壓。

如上文(例如)參看圖23及圖24所描述，亦可提供將諧振頻率指派給感測迴路。較佳地，屬於同一群組之感測迴路之諧振頻率(極點/零點)適當地且整齊地隔開，使得其可被容易地識別且被準確地量測。此指派可考量感測迴路之Q因數、阻抗分析器電路之設計約束、頻寬約束、雜訊及環境干擾效應，以及可在將感測迴路陣列整合至目標磁性墊中時發生之去諧效應。

舉例而言，對於35×35 mm之感測迴路大小，可達成對應於0.02至0.013之3 dB分率頻寬的在50至80之範圍內之Q因數。在假定針對(例如)在自5 MHz至15 MHz之範圍內操作之高頻感測系統之總分率頻寬為1的情況下，可分配(例如，等距地間隔)高達約40諧振頻率。可必須將此等諧振頻率選擇性地指派給迴路及迴路群組，以便最佳地使用及再使用不同迴路群組中之可用頻寬。每群組迴路之數目可為在複雜性與偵測敏感度之間進行取捨之結果。

根據一實施例，在給出可用頻寬之以上實例的情況下，每群組的迴路之數目可在20與30之間變化。因此，可預期佈線及多工之複雜性縮減直至為原來的1/30。

量測頻寬可擴展至甚至更高頻率。然而，應注意，對介電物件(例如，水、雪、冰、樹葉)之敏感度亦可增加。此不良效應可藉由針對調諧至上邊緣頻率之彼等感測迴路/線圈之較低匝計數予以減小。此情形可最終引起單匝迴路。若必須以最大Q因數為目標，則多匝迴路被認為在較低頻率(例如，< 10 MHz)下最適當。

圖28為根據一例示性實施例的用於偵測整合於經組態以無線地傳輸電力之電感性充電墊2802內之物件之例示性裝置2800的功能方塊圖。電感性充電墊2802包括導電結構2804(例如，如上文參看圖1所描述之感應線圈104a)，導電結構2804經組態以在足以對負載進行供電或充電之位準下經由磁場而無線地傳輸電力。裝置2800包括感測迴路

2822a、2822b(在下文中為2822)陣列以用於偵測可橫越墊2802之表面而提供之物件。感測迴路2822陣列可包括耦合迴路，諸如，經組態以經由以纜線2850所展示之引線而將多個感測迴路2822a及2822b電感耦合至偵測電路2830之迴路2826。偵測電路2830可整合於充電電力供應單元2836內。如圖28所展示，多重耦合諧振迴路途徑可提供在需要佈線複雜性之顯著縮減的情況下將完全被動式感測器網路整合至充電墊2802中之解決方案。可使用雙絞線束(例如，PSTN纜線)以將諧振感測迴路陣列連接至可為遠端定位偵測電路2830之部分的多工器(亦即，外來物件偵測電子件)。根據另一實施例，亦可提供在充電墊上具有多工器之非完全被動式解決方案。應注意，裝置2800可經調適以使用圖14至圖24之感測迴路/耦合電路組態中任一者。

### 耦合諧振器濾波器

使用耦合諧振迴路之正則結構來形成傳播媒體(傳輸線)可為用以進行金屬物件偵測之另一途徑。圖29為根據一例示性實施例的用於偵測物件之例示性電感耦合諧振濾波器2900的功能方塊圖。圖29展示使用電感耦合電線迴路2922a及2922b之實施例。電路2900亦可被認為具有電感耦合輸入及輸出端子2926之高階濾波器。諧振器可皆調諧至相同頻率或稍微不同頻率，如物件之最佳敏感度及可偵測性所需要。

此處，可藉由量測埠1及/或埠2處之反射特性及/或埠1與埠2之間的傳輸特性而偵測金屬物件，該等特性在存在金屬物件的情況下可改變。

亦可提供將多重耦合諧振迴路途徑與耦合諧振器濾波器途徑進行組合之其他結構，或使用電容耦合之拓撲。在二維或三維中延伸且界定多個量測埠之迴路結構亦係可能的。

### 評估(後處理)方法及工序

如以上概念圖所說明，可必須在偵測電路之評估單元(例如，圖

22之評估單元2232)中進一步處理磁場或阻抗分析器之輸出。參看(例如)圖22，除了減去參考值/校準值且作出決策以外，評估單元2232亦可對如由分析器單元遞送之量測樣本執行修改。此修改可為後處理方法之部分。上文針對磁場感測方法(最小均方方法)之狀況提供此類修改及方法之實例。

亦可使用相似方法以增強迴路阻抗或迴路諧振頻率感測途徑以補償(例如)來自車輛墊、車底結構、溫度漂移、介電物件(水、雪、冰、樹葉)、老化等等之殘餘效應。

可在測定值/樣本係根據迴路感測器陣列而映射至二維陣列上而引起由列及行組成之二維值矩陣的情況下產生的型樣中辨識此等殘餘效應。

藉由使用包括神經元網路、模糊邏輯等等之人工智慧，可有效地補償或抵消此類效應，從而增加偵測機率及/或縮減金屬物件偵測器之假警報機率。

此類方法可包括在金屬物件之上下文或背景型樣中偵測金屬物件，而非使用絕對偵測準則，例如，基於背景型樣而自動地評價偵測臨限值及偵測規則。

若型樣顯得有雜訊而意謂時間循序獲取型樣展示方差，則時間及/或空間平均化技術可應用(例如)移動平均值、遍及循序獲取型樣之指數衰減平均化(例如，1階無限回應濾波器)，及/或空間濾波/平滑化。

決策臨限值可被設定為較低，例如，用於偵測測定型樣之突然/意外及局域改變，此係因為不太可能自溫度漂移及老化或自充電墊上之車輛停放發生此類改變。此途徑可提供用於偵測在FOD為主動式時進入臨界空間之物件的增加敏感度。

遍及樣本陣列(例如，遍及列及行)之空間內插可增強特別用於置

放於感測迴路之角落或邊緣(其中先天敏感度可較低)上之小物件的偵測。在使用內插的情況下，定位於四個鄰近迴路之角落中之物件可提供與定位於迴路之中心之錢幣相似的回應。

此外，可在型樣辨識及決策程序中考量來自其他感測器、車輛定位系統、車輛偵測及識別系統、對能量傳送系統之功率及效率量測(功率預算)的資訊。

如上文所描述之不同偵測技術、方法、工序之聯合使用可提供對環境影響有增強型偵測敏感度、可靠性及/或回彈性之解決方案。舉例而言，迴路感應電壓可與迴路阻抗量測方法進行組合，或電感性感測方法中任一者可與光學、聲學或uW感測方法中至少一者進行組合。

#### 疑難排解及重新校準方法及工序

實施例可進一步提供物件偵測系統之疑難排解及重新校準。

多年來可發生的是，墊整合式迴路陣列之一或多個迴路可(例如)歸因於機械或環境影響(損壞)、機械應力、老化或由於其他原因而破壞或修改其阻抗。如在此類事件中在此等迴路埠處量測之阻抗可完全地超出範圍或可模仿實際上不存在之外來物件。

此類故障事件可被偵測，且報告給基礎結構操作員之中央管理系統或報告給該系統之使用者/擁有者之電子器件(若安裝於(例如)家用車庫中)。報告可經由標準通信鏈路而進行，此係因為標準通信鏈路可用以監視及管理充電基礎結構。

以下疑難排解及重新校準方法可適用：

1. 請求由服務人員/疑難排解員(在公眾基礎結構之狀況下)或由私有系統之使用者/擁有者對充電墊之視覺檢測
2. 檢查該墊是否被清潔以去掉任何金屬物件
3. 詢問系統以取得關於已失敗迴路感測器之誤差狀態資訊及多

## 少迴路超出規格

4. 若已失敗迴路之數目未超過所准許之數目且若已失敗迴路未形成不可接受之叢集，則重新校準FOD系統，否則起始墊之更換

未傳信故障的充電基礎結構之其他墊可無需週期性重新校準及維護。

對比於使用電感性感測之實施，可根據其他實施例而提供其他類型之系統。用於物件偵測之微波或毫米波雷達感測用於Li, Yong等人之「A microwave measurement system for metallic object detection using swept-frequency radar」(Millimetre Wave and Terahertz Sensors and Technology, Proc. of SPIE Vol. 7117 71170K-1, 2008年)中描述之安全性系統中。超高頻率(例如，在Terrahertz範圍內)及超寬處理頻寬可用以解析小且薄之物件，例如，置放於表面上之錢幣。然而，一般而言，微波雷達技術可有用於偵測不位於固體表面上而是在初級磁性結構(氣隙)與次級磁性結構(氣隙)之間的空間中之別處的小危險物件。相似於主動式聲學感測，電磁波係由外來物件反射或散射且可由整合於能量傳送墊之周邊區域中之微波感測器陣列偵測。傳播延遲可用作區分外來物件與地面、鄰近磁性墊或車底結構之反射的準則。然而，此方法可不能夠區分金屬物件與其他固體但非危險物件。

在另一實施例中，微波感測可使用金屬物件之振動作爲特異特性以區分金屬物件與非金屬物件。曝露至強交變磁場之金屬物件在爲該磁場之頻率之兩倍的頻率下振動。若由微波來源輻照，則此振動造成反射波或散射波中之微相位(頻率)調變。此微都卜勒效應(micro-Doppler effect)可作爲在如下頻率下之兩個弱回應而可見：

$$f_{1,2} = f_c \pm 2f_m$$

其中  $f_m$  表示磁場頻率且  $f_c$  表示微波載波頻率。換言之，金屬物件可由其在都卜勒頻域中之特性簽名偵測。

此以微波都卜勒為基礎之途徑可由磁性脈衝產生器補充。足夠強之磁性脈衝將使金屬物件搖動，從而造成較明顯之都卜勒回應。可藉由暫時將高電壓脈衝產生器連接至如用於電感性能量傳送之磁性結構而產生此類磁性脈衝。可藉由對大高電壓電容器進行充電且直接地經由墊之線圈而對大高電壓電容器進行放電而產生高電流脈衝。此方法可消耗顯著量之能量，且可在(例如)藉由週期脈動而連續地應用的情況下產生EMC問題。然而，其可暫時歷時相對短時段而充當用於使使用第一方法而獲得之正偵測假設具體化的第二(後偵測分析)方法。連續地執行之第一方法可使用上文所描述之方法中至少一者。用以進行外來物件偵測之此雙階段途徑可提供改良型可靠性(較高偵測機率及/或較低假警報機率)。

圖30A為根據一例示性實施例的用於偵測物件3024之另一例示性系統3000的功能方塊圖。該系統包括電源3008、基座充電系統電力轉換器3036，及如上文參看圖2所描述的包括基座系統感應線圈3004之傳輸電路2006。此等組件可至少部分地形成經組態以產生磁場且在足以對(例如)電動車輛進行供電或充電之位準下經由磁場而無線地傳送電力之電力電路。該系統進一步包括偵測電路3030，偵測電路3030經組態以傳輸信號且基於信號之反射而偵測物件3024之振動頻率。舉例而言，偵測電路3030可經組態以傳輸微波信號且經組態以基於如上文所描述之微都卜勒效應而偵測振動頻率。舉例而言，偵測電路3030可經組態以基於特定振動頻率(例如，用以在頻率下產生交變磁場之電源3008之交流電之頻率的兩倍)而偵測出物件3024為金屬。系統3000進一步包括磁性脈衝產生器3062，磁性脈衝產生器3062經組態以產生強於由電力電路產生之磁場的磁性脈衝。此情形可回應於最初偵測物件而進行。在產生脈衝之後，偵測電路3030可經組態以重新偵測物件3024之振動頻率以基於經偵測頻率而確認對金屬物件3024之正偵測。

根據此實施例，可充分利用所產生之磁場以進一步提供用於物件之偵測的磁場。在使用用於電力傳送之現有磁場的情況下，偵測電路3030可經組態以偵測物件之振動以識別金屬物件。

圖30B為根據一例示性實施例的圖30A之系統之偵測電路3030的功能方塊圖。如所展示，偵測電路3030包括若干感測器3064a及3064b，感測器3064a及3064b可形成覆蓋(例如)對應於充電墊上方之區域之一些區域的陣列。感測器3064a及3064b中每一者可經組態以傳輸信號且各自基於經反射信號連同其他資訊而判定物件之振動頻率。以此方式，可提供空間解析度，從而允許偵測電路3030能夠判定物件之類型、形狀或與該偵測電路相隔之距離。因而，提供感測器陣列以提供空間解析度以允許偵測待偵測物件之各種特性。在一種意義上，可使用感測器陣列來提供墊之「影像」。因為墊自身可自磁場振動，所以感測器陣列可允許區分墊與其他物件。換言之，可提供三維「微波」影像以貫穿墊與偵測用區域之間的空間而偵測物件。

另外，如上文所提及，上文所描述之實施例可用於多種不同應用中。舉例而言，根據上文所描述之實施例的實施例可經組態以針對(例如)防盜系統而偵測物件之不存在。舉例而言，偵測電路及感測迴路可經置放成緊接於一物件，且經組態以基於感測迴路之電特性之改變而偵測該物件是否已被移除。更特定言之，作為另一實例，偵測電路可經組態以偵測出感測迴路諧振之頻率在物件被移除時改變。在此狀況下，參考諧振頻率可為感測迴路在物件之存在的情況下諧振之頻率。

圖31為根據一例示性實施例的用於偵測物件之存在之例示性方法3100的流程圖。在區塊3102處，將信號施加至諧振電路，諧振電路具有諧振頻率。諧振電路包括感測電路，感測電路包括導電結構。耦合電路耦合至感測電路。在區塊3104處，經由偵測電路回應於偵測取

決於諧振電路正在諧振之頻率之測定特性與取決於諧振電路之諧振頻率之對應特性之間的差而偵測物件之存在，偵測電路係經由耦合電路而耦合至感測電路。耦合電路經組態以縮減在不存在物件的情況下由偵測電路進行的諧振頻率之變化。在一實施例中，方法3100可由電路1400A執行。

圖32為根據一例示性實施例的用於偵測物件之存在之裝置3200的功能方塊圖。裝置3200包括用於進行關於圖1至圖29所論述之各種動作的構件3202、3204及3206。

圖33為根據一例示性實施例的用於在磁場中偵測物件之存在之例示性方法3300的流程圖。在區塊3302處，產生磁場且在足以對負載進行供電或充電之位準下經由磁場而無線地傳送電力。磁場造成物件之振動。在區塊3304處，傳輸信號且基於經傳輸信號之反射而偵測由磁場造成的物件之振動頻率。

圖34為根據一例示性實施例的用於在磁場中偵測物件之存在之裝置的功能方塊圖。裝置3400包括用於進行關於圖30A、圖30B及圖33所論述之各種動作的構件3402及3404。

上文所描述之方法之各種操作可由能夠執行該等操作之任何合適構件(諸如，各種硬體及/或軟體組件、電路及/或模組)執行。通常，諸圖所說明之任何操作可由能夠執行該等操作之對應功能構件執行。舉例而言，用於產生磁場的構件可包含天線或其他導電結構。諧振構件可包含諧振電路。偵測構件可包含偵測電路或其他控制器。用於縮減諧振頻率之變化的構件可包含耦合電路。

可使用多種不同技術中任一者來表示資訊及信號。舉例而言，可貫穿以上描述而參考之資料、指令、命令、資訊、信號、位元、符號及碼片可由電壓、電流、電磁波、磁場或磁性粒子、光場或光學粒子或其任何組合表示。

結合本文所揭示之實施例而描述之各種說明性邏輯區塊、模組、電路及方法步驟可被實施為電子硬體、電腦軟體或此兩者之組合。爲了清楚地說明硬體與軟體之此可互換性，上文已大體上在功能性方面描述各種說明性組件、區塊、模組、電路及步驟。此類功能性被實施為硬體抑或軟體取決於特定應用及強加於整體系統上之設計約束。可針對每一特定應用而以變化之方式來實施所描述功能性，但此類實施決策不應被解譯爲造成脫離實施例之範疇。

可運用經設計以執行本文所描述之功能的一般用途處理器、數位信號處理器(DSP)、特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FPGA)或其他可程式化邏輯器件、離散閘或電晶體邏輯、離散硬體組件或其任何組合來實施或執行結合本文所揭示之實施例而描述之各種說明性區塊、模組及電路。一般用途處理器可爲微處理器，但在替代例中，該處理器可爲任何習知處理器、控制器、微控制器或狀態機。處理器亦可被實施爲計算器件之組合，例如，DSP與微處理器之組合、複數個微處理器、結合DSP核心之一或多個微處理器，或任何其他此類組態。

結合本文所揭示之實施例而描述之方法及功能的步驟可直接地以硬體、以由處理器執行之軟體模組或以此兩者之組合予以體現。若以軟體予以實施，則該等功能可作爲一或多個指令或程式碼而儲存於有形非暫時性電腦可讀媒體上或經由有形非暫時性電腦可讀媒體而傳輸。軟體模組可駐留於隨機存取記憶體(RAM)、快閃記憶體、唯讀記憶體(ROM)、電可程式化ROM(EPROM)、電可抹除可程式化ROM(EEPROM)、暫存器、硬碟、抽取式磁碟、CD ROM或此項技術中所知的任何其他形式之儲存媒體中。儲存媒體耦合至處理器，使得處理器可自儲存媒體讀取資訊及將資訊寫入至儲存媒體。在替代例中，儲存媒體可與處理器成一體式。如本文所使用，磁碟及光碟包括

緊密光碟(CD)、雷射光碟、光學光碟、數位影音光碟(DVD)、軟性磁碟及藍光光碟，其中磁碟通常以磁性方式再生資料，而光碟藉由雷射以光學方式再生資料。以上各者之組合亦應包括於電腦可讀媒體之範疇內。處理器及儲存媒體可駐留於ASIC中。ASIC可駐留於使用者終端機中。在替代例中，處理器及儲存媒體可作為離散組件而駐留於使用者終端機中。

出於概述本發明之目的，本文已描述某些態樣、優點及新穎特徵。應理解，根據任何特定實施例，可未必達成所有此類優點。因此，可以達成或最佳化如本文所教示之一個優點或優點群組而未必達成如本文可教示或建議之其他優點的方式來體現或進行本發明。

在不脫離本發明之精神或範疇的情況下，上述實施例之各種修改將易於顯而易見，且可將本文所定義之一般原理應用於其他實施例。因此，本發明不意欲限於本文所展示之實施例，而應符合與本文所揭示之原理及新穎特徵一致之最廣範疇。

#### 【符號說明】

100	車輛無線電力傳送系統
102a	基座無線充電系統
102b	基座無線充電系統
104a	基座系統感應線圈
108	通信鏈路
110	電力鏈路
112	電動車輛
114	電動車輛無線充電系統
116	電動車輛感應線圈
118	蓄電池單元
130	本端分配中心/本端分配

132	電力骨幹
134	通信回程
200	無線電力傳送系統
202	基座無線電力充電系統
204	基座系統感應線圈
206	基座系統傳輸電路
208	電力供應器
214	電動車輛充電系統
216	電動車輛感應線圈
218	電動車輛蓄電池單元
222	電動車輛接收電路
236	基座充電系統電力轉換器
238	電動車輛電力轉換器
300	無線電力傳送系統
302	基座無線電力充電系統
304	基座系統感應線圈
314	電動車輛充電系統
316	電動車輛感應線圈
336	基座充電系統電力轉換器
338	電動車輛電力轉換器
342	基座充電系統控制器
344	電動車輛控制器
352	基座充電對準系統
354	電動車輛對準系統/基座充電系統電力介面
362	基座充電導引系統
364	電動車輛導引系統

- 366 導引鏈路
- 372 基座充電通信系統
- 374 電動車輛通信系統
- 376 通信鏈路
- 412 電動車輛
- 422 蓄電池至電動車輛(EV)無線介面/電動車輛蓄電池單元
- 424 蓄電池隔室
- 426 充電器至蓄電池無線介面/無線電力介面
- 530d 蓄電池空間
- 532a 導電屏蔽
- 532b 導電屏蔽
- 532d 導電屏蔽
- 534b 保護性外殼
- 534d 非導電保護性層
- 536a 完全鐵氧體嵌入式感應線圈
- 536b 線圈
- 536c 線圈
- 536d 線圈
- 538a 鐵氧體材料
- 538b 鐵氧體材料
- 538d 鐵氧體材料
- 540d 可部署及非可部署電動車輛感應線圈模組
- 542d 可部署電動車輛感應線圈模組
- 822a 感測迴路
- 822b 感測迴路

- 822c 初級感測迴路結構
- 822d 次級感測迴路結構
- 824a 金屬物件
- 824b 金屬物件
- 824c 物件
- 922 感測迴路/電線迴路
- 924 物件
- 926 無線充電墊/磁性墊
- 928 塑膠圍封體
- 1022 感測迴路/矩形電線迴路
- 1024 物件/錢幣
- 1122 感測迴路陣列
- 1122a 迴路
- 1122b 迴路
- 1122c 雙重迴路
- 1122d 螺線管線圈
- 1200 電路
- 1222a 感測迴路
- 1222b 感測迴路
- 1222c 感測迴路
- 1222d 感測迴路
- 1228 多工器
- 1230 偵測電路
- 1232 評估單元
- 1234 磁場量測單元
- 1236 比較器

1238	決定器
1300	電路
1322a	感測迴路
1322b	感測迴路
1322c	感測迴路
1322d	感測迴路
1328	多工器
1330	偵測電路
1332	評估單元
1334	阻抗量測單元
1336	比較器
1338	決定器/決定器單元
1400A	電路
1400B	電路
1422A-a	感測迴路
1422A-b	感測迴路
1422B-a	感測迴路
1422B-b	感測迴路
1426A	耦合電路
1426B	耦合電路
1430A	偵測電路
1430B	偵測電路
1500	電路
1522a	耦合感測迴路
1522b	感測迴路
1522c	感測迴路

1522d	感測迴路
1528	多工器
1530	偵測電路
1532	評估單元
1534	諧振頻率量測單元
1536	比較器
1538	決定器
1542	電流感測器
1544	電壓感測器
1546	高頻振盪器
1548	相位比較器
1550	增益/濾波器
1600	電路
1622a	感測迴路
1622b	感測迴路
1622c	感測迴路
1622d	感測迴路
1628	類比多工器
1630	偵測電路
1722a	諧振感測迴路
1722b	諧振感測迴路
1722c	感測迴路
1726a	耦合迴路
1726c	耦合迴路
1800a	等效電路
1800b	等效電路

1822a	電感耦合諧振感測迴路
1826a	耦合迴路
1900	電路
1922	諧振感測電路
1926	耦合電路
1930	偵測電路
2000	電路
2022	感測電路
2026	耦合迴路
2030	偵測電路
2100	電路
2122	感測電路
2126	耦合電路
2130	偵測電路
2200	電路
2222a1	感測電路/感測迴路
2222aN	感測電路/感測迴路
2226a	耦合迴路
2226b	耦合迴路
2226c	耦合迴路
2226d	耦合迴路
2228	多工器
2230	偵測電路
2232	評估單元
2234	阻抗分析器單元
2300	電路

2322a	感測電路/感測迴路
2322b	感測電路/感測迴路
2326	耦合電路
2330	偵測電路
2400	電路
2422a	感測電路
2422b	感測電路
2426	耦合迴路
2430	偵測電路
2522a1	感測迴路
2522a2	感測迴路
2522b1	感測迴路
2522b2	感測迴路
2522c1	感測迴路/電感
2522c2	感測迴路
2522d1	感測迴路/電感
2522d2	感測迴路
2522e1	感測迴路/電感
2522e2	感測迴路
2522f1	感測迴路/電感
2522f2	感測迴路/電感
2525c1	電容
2525d1	諧振電容器/電容
2525d2	諧振電容器
2525e1	諧振電容器/電容
2525e2	諧振電容器

2525f1	諧振電容器/電容
2525f2	諧振電容器/電容
2526a	耦合迴路
2526b	耦合迴路
2526d	饋入線
2527c	共同耦合電容器
2527d	共同耦合電容器
2527e	耦合電容器
2527e1	耦合電容器
2527e2	耦合電容器
2527f1	耦合電容器
2527f2	耦合電容器
2600a	等效電路
2600b	等效電路
2622a1	感測迴路
2622a2	感測迴路
2626a	耦合迴路
2700	標繪圖
2800	裝置
2802	電感性充電墊
2804	導電結構
2822a	感測迴路
2822b	感測迴路
2826	迴路
2830	偵測電路
2836	充電電力供應單元

2850	纜線
2900	電感耦合諧振濾波器/電路
2922a	電感耦合電線迴路
2922b	電感耦合電線迴路
2926	電感耦合輸入及輸出端子
3000	系統
3004	基座系統感應線圈
3008	電源
3024	金屬物件
3030	偵測電路
3036	基座充電系統電力轉換器
3062	磁性脈衝產生器
3064a	感測器
3064b	感測器
3200	裝置
3202	構件
3204	構件
3206	構件
3400	裝置
3402	構件
3404	構件
$B_{ex}$	磁場
C	調諧電容器
$C_1$	防電抗電容器
C1	電容器/電容
$C_2$	防電抗電容器

$C_2$	電容器/電容
$C_c$	低頻抑制電容器
$C_k$	電容器
$C_N$	電容器
$I_{sense}$	感測迴路電流/初級迴路電流
$L$	迴路電感
$L_1$	電感
$L_2$	電感
$L_c$	耦合迴路之/引線之電感
$P_1$	電力
$P_2$	電力
$P_{LDC}$	經轉換電力
$P_{SDC}$	電力
$R$	損耗電阻
$R_c$	耦合迴路/電線損耗電阻
$R_{eq,1}$	電阻
$R_{eq,2}$	電阻

## 申請專利範圍

1. 一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之裝置，該裝置包含：
  - 一電力電路，其經組態以產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力；
  - 一第一偵測電路，其經組態以傳輸信號且基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之振動之一頻率；及
  - 一第二偵測電路，其經組態以使用回應於該第一偵測電路偵測到該物件之存在所產生之一暫時磁性脈衝來偵測該物件之存在。
2. 如請求項1之裝置，其中該電力電路包含一天線，該電力電路經組態以在一頻率下將一交流電施加至該天線以產生該磁場，且其中該第一偵測電路經組態以基於該振動之該頻率而偵測出該物件為一金屬物件。
3. 如請求項2之裝置，其中該第一偵測電路經組態以回應於該偵測出該振動之該頻率為該交流電之該頻率的實質上兩倍而偵測出該物件為一金屬物件。
4. 如請求項1之裝置，其中該信號包含一微波載波信號，且其中該第一偵測電路經組態以基於一微都卜勒效應而偵測該振動之該頻率。
5. 如請求項4之裝置，其中該第一偵測電路經組態以至少部分地基於偵測在自該微波載波信號之一頻率之一偏移下的該等信號之該反射中之一回應而偵測該振動之該頻率。
6. 如請求項1之裝置，其中該第一偵測電路經組態以判定該物件之一類型或該物件與該第一偵測電路相隔之一距離中至少一者。

7. 如請求項6之裝置，其中該第一偵測電路包含經組態以傳輸該等信號的處於不同位置之一元件陣列，該第一偵測電路經組態以基於由該陣列中之該等元件接收的該等信號之該反射而判定該物件之該類型或該物件之該距離中至少一者。
8. 如請求項1之裝置，其進一步包含一第二電路，該第二電路經組態以回應於基於該振動之該頻率而偵測出該物件為一金屬物件而產生一磁性脈衝，其中該磁性脈衝具有高於該磁場之磁場強度的一磁場強度。
9. 如請求項8之裝置，其中該第一偵測電路經組態以偵測取決於該物件回應於該磁性脈衝之移動之一特性以確認該物件之該存在。
10. 如請求項9之裝置，其中該特性包含在該物件回應於該磁性脈衝而移動時的該物件之一速度。
11. 如請求項1之裝置，其中該負載包含一電動車輛之一蓄電池。
12. 如請求項1之裝置，其中該第一偵測電路係進一步經組態以操作於一雷達感測系統或一電感感測系統中之至少一者中。
13. 一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之方法，該方法包含：
  - 產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力，該磁場造成該物件之一振動；
  - 傳輸信號且基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之該振動之一頻率；及
  - 使用回應於偵測到該物件之存在所產生之一暫時磁性脈衝來偵測該物件之存在。
14. 如請求項13之方法，其中產生該磁場包含在一頻率下將一交流電施加至一天線，且其中偵測包含基於該振動之該頻率而偵測

出該物件為一金屬物件。

15. 如請求項14之方法，其中偵測包含回應於該偵測出該振動之該頻率為該交流電之該頻率的實質上兩倍而偵測出該物件為一金屬物件。
16. 如請求項13之方法，其中該信號包含一微波載波信號，且其中偵測包含基於一微都卜勒效應而偵測該振動之該頻率。
17. 如請求項16之方法，其中偵測包含至少部分地基於偵測在自該微波載波信號之一頻率之一偏移下的該等信號之該反射中之一回應而偵測該振動之該頻率。
18. 如請求項13之方法，其中傳輸信號包含自處於不同位置之一元件陣列中之每一元件傳輸信號，其中該方法進一步包含基於由該陣列中之該等元件接收的該等信號之該反射而判定該物件之一類型或該物件之一距離中至少一者。
19. 如請求項13之方法，其進一步包含回應於基於該振動之該頻率而偵測出該物件為一金屬物件而產生一磁性脈衝，其中該磁性脈衝具有高於該磁場之磁場強度的一磁場強度。
20. 如請求項19之方法，其進一步包含偵測取決於該物件回應於該磁性脈衝之移動之一特性以確認該物件之該存在。
21. 如請求項20之方法，其中該特性包含在該物件回應於該磁性脈衝而移動時的該物件之一速度。
22. 一種用於在一磁場中偵測一物件之一存在之裝置，該裝置包含：

用於產生該磁場且在足以對一負載進行供電或充電之一位準下經由該磁場而無線地傳送電力的構件；

用於傳輸信號的構件，及用於基於該等經傳輸信號之一反射而偵測由該磁場造成的該物件之振動之一頻率的構件；及

用於使用回應於偵測到該物件之存在所產生之一暫時磁性脈衝來偵測該物件之存在的構件。

23. 如請求項22之裝置，其中用於產生該磁場的該構件包含用於在一頻率下產生該磁場的構件，且其中該偵測構件包含用於基於該振動之該頻率而偵測出該物件為一金屬物件的構件。
24. 如請求項23之裝置，其中該偵測構件包含用於回應於該偵測出該振動之該頻率為該磁場之該頻率的實質上兩倍而偵測出該物件為一金屬物件的構件。
25. 如請求項22之裝置，其中該信號包含一微波載波信號，且其中該偵測構件包含用於基於一微都卜勒效應而偵測該振動之該頻率的構件。
26. 如請求項25之裝置，其中該偵測構件包含用於至少部分地基於偵測在自該微波載波信號之一頻率之一偏移下的該等信號之該反射中之一回應而偵測該振動之該頻率的構件。
27. 如請求項22之裝置，其中用於傳輸信號之該構件包含用於自處於不同位置之一元件陣列中之每一元件傳輸信號的構件，其中該裝置進一步包含用於基於由該陣列中之該等元件接收的該等信號之該反射而判定該物件之一類型或該物件之一距離中至少一者的構件。
28. 如請求項22之裝置，其進一步包含用於回應於基於該振動之該頻率而偵測出該物件為一金屬物件而產生一磁性脈衝的構件，其中該磁性脈衝具有高於該磁場之磁場強度的一磁場強度。
29. 如請求項28之裝置，其進一步包含用於偵測取決於該物件回應於該磁性脈衝之移動之一特性以確認該物件之該存在的構件。
30. 如請求項29之裝置，其中該特性包含在該物件回應於該磁性脈衝而移動時的該物件之一速度。

圖式

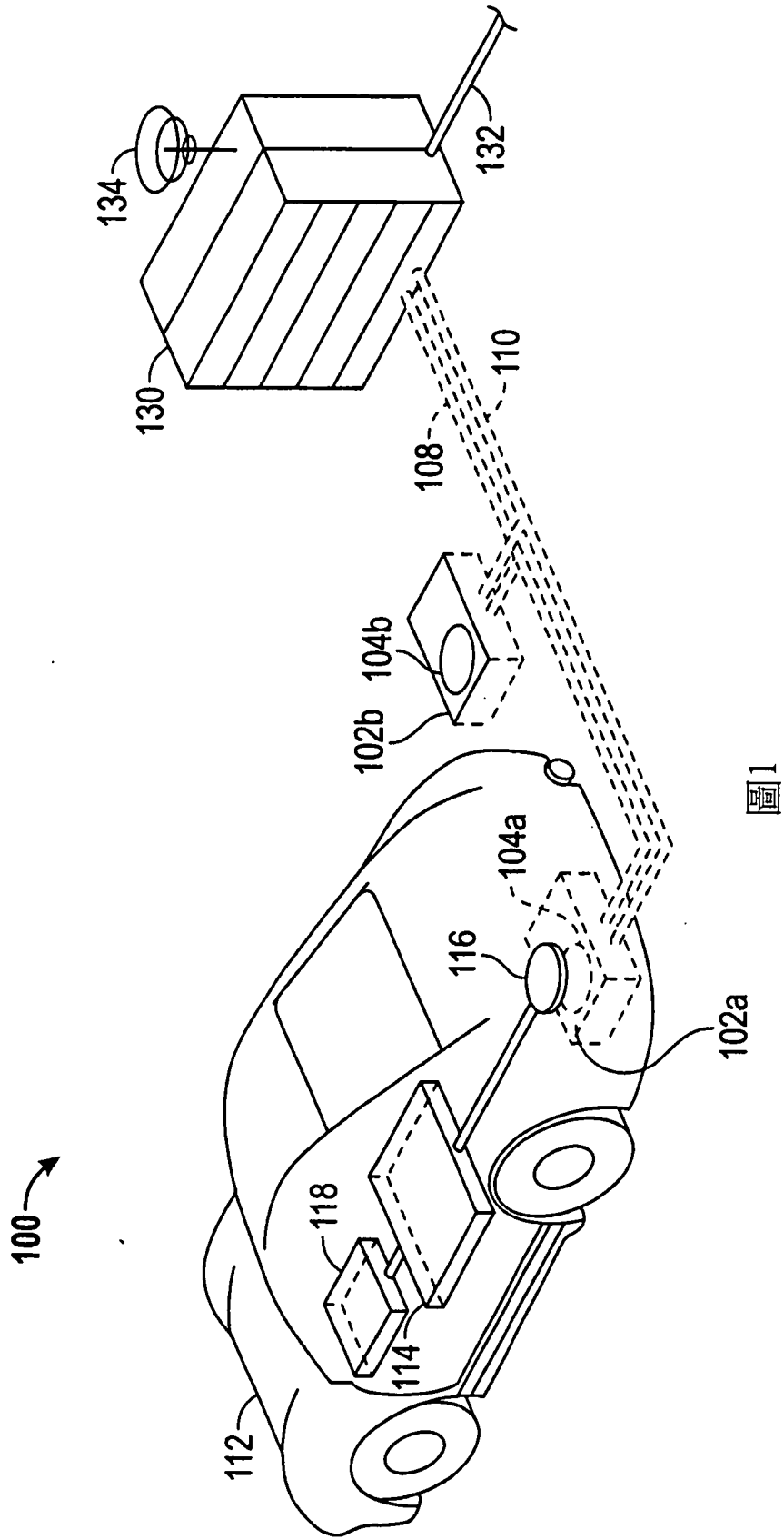


圖1

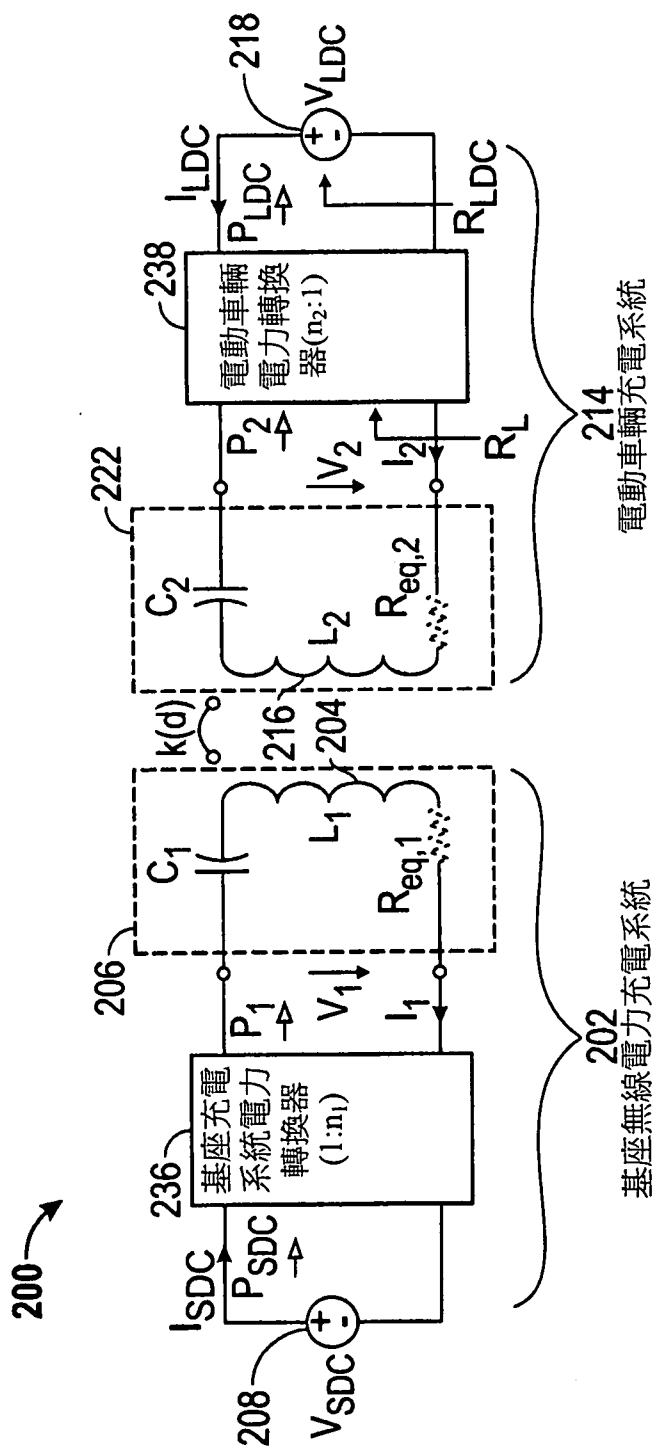


圖2



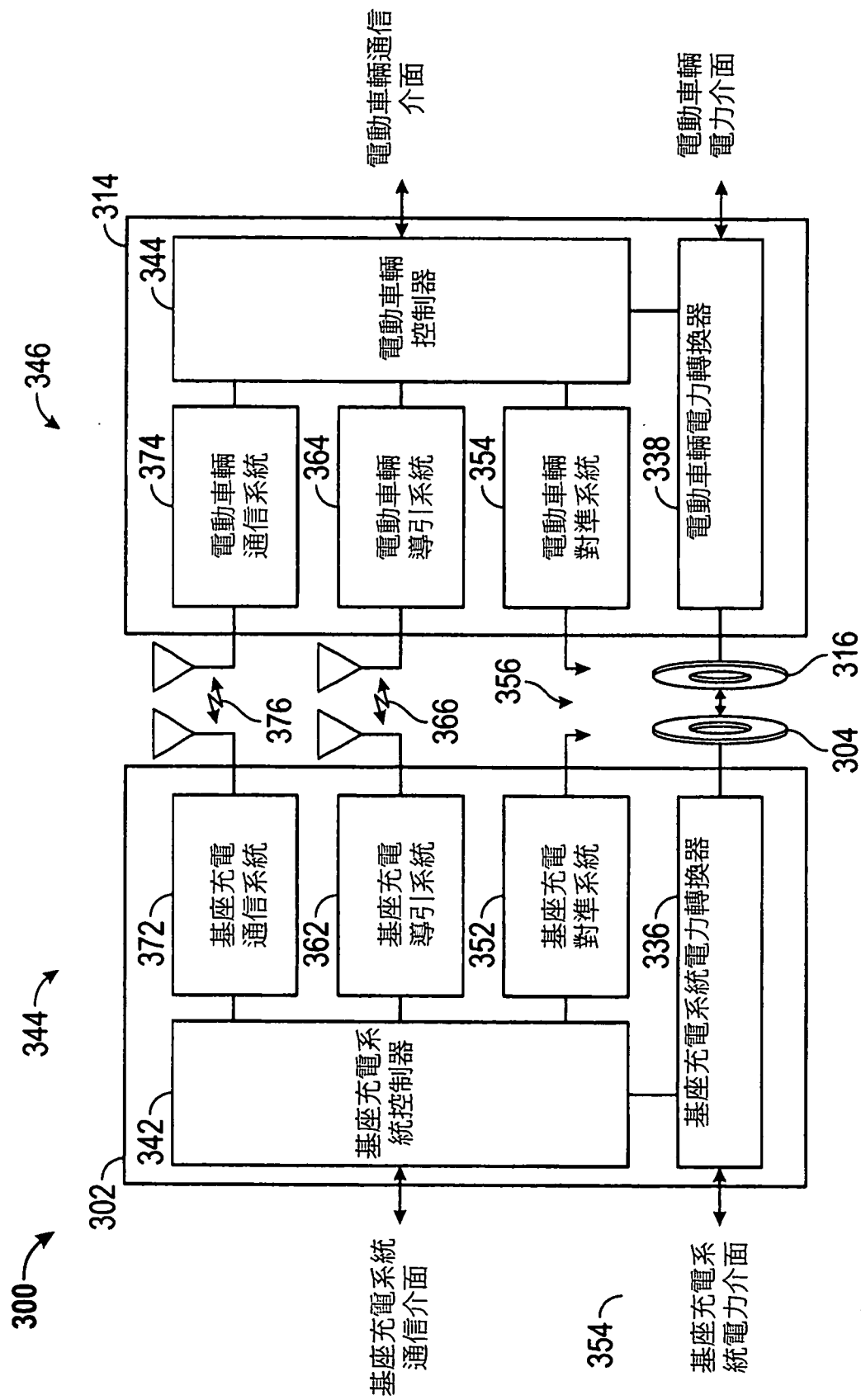


圖3

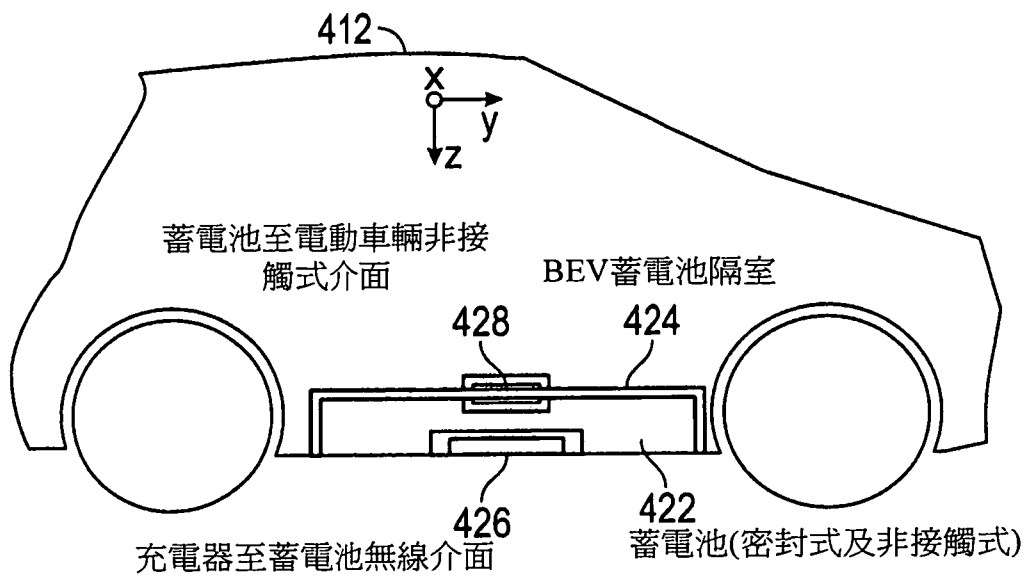


圖4

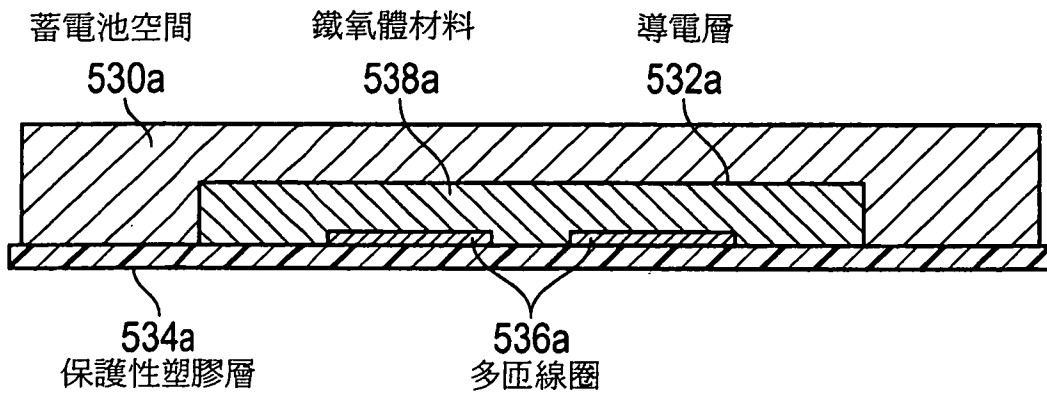


圖5A

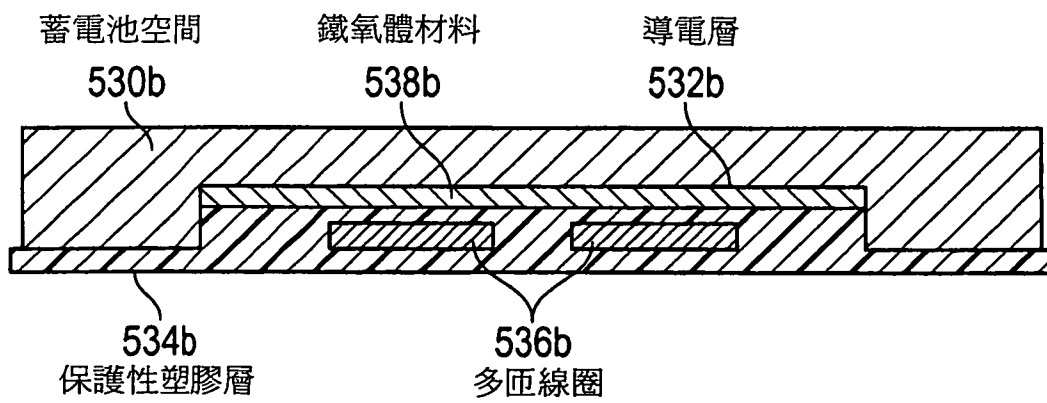


圖5B

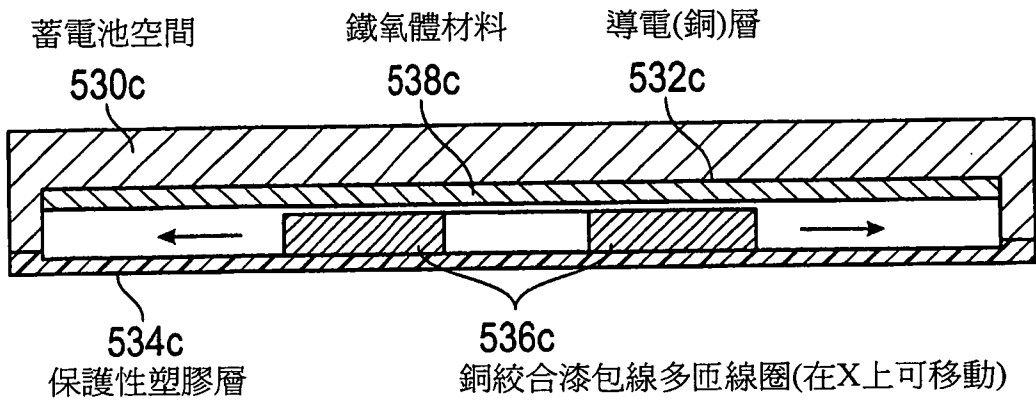


圖5C

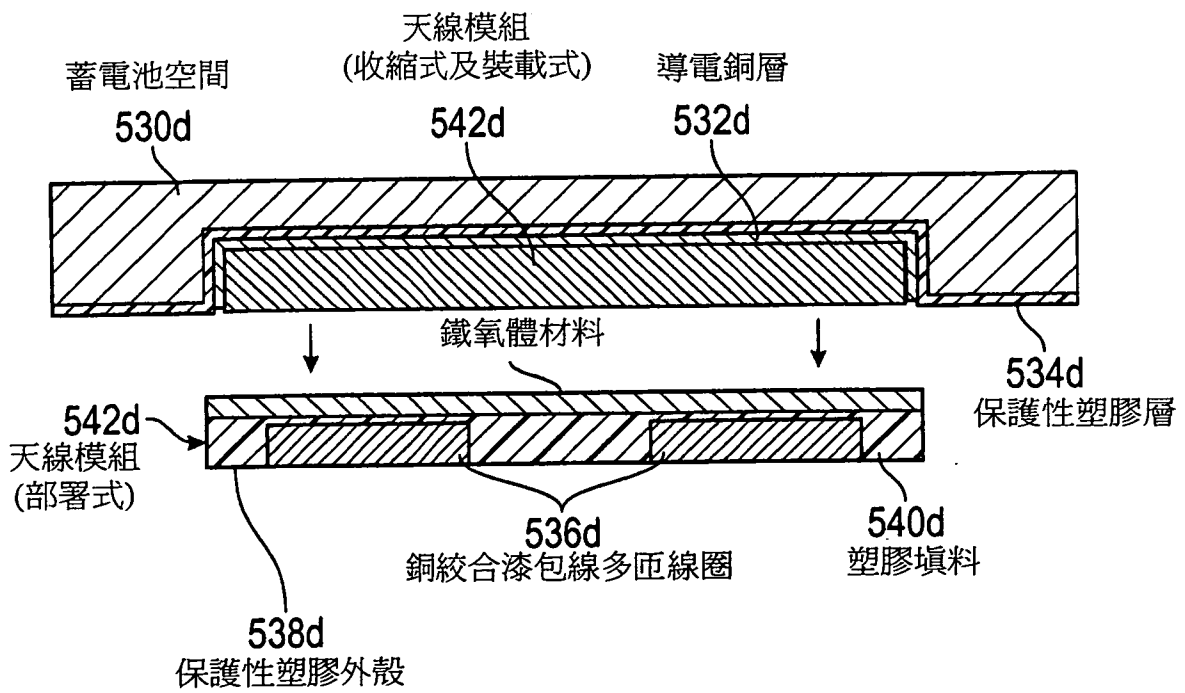


圖5D

用於無線高電力傳送之潛在頻率

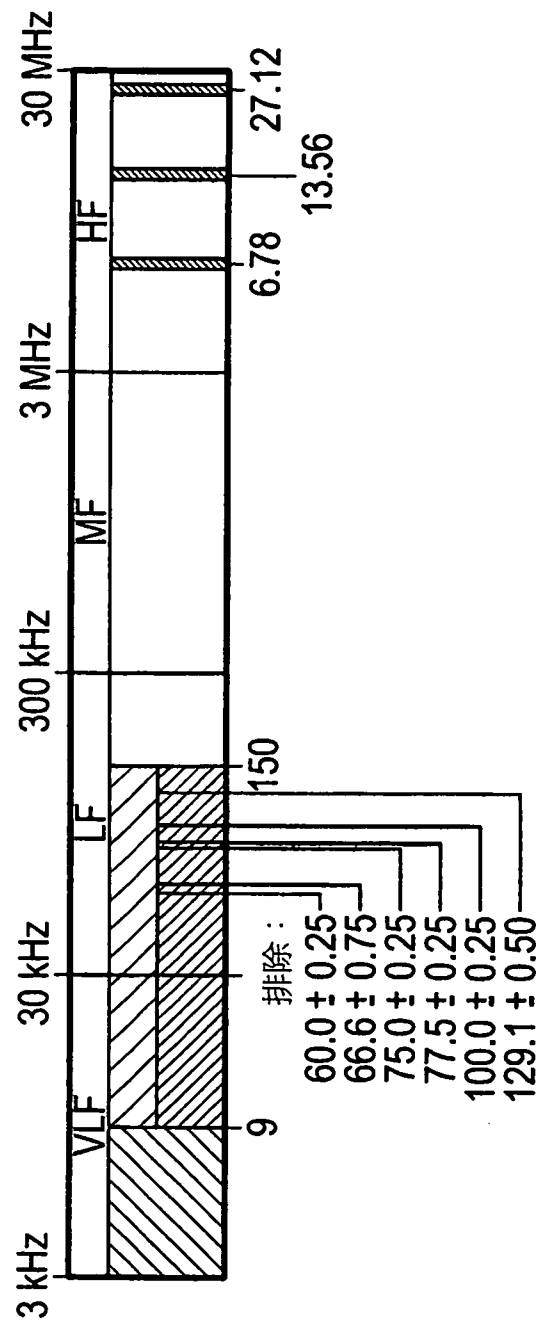
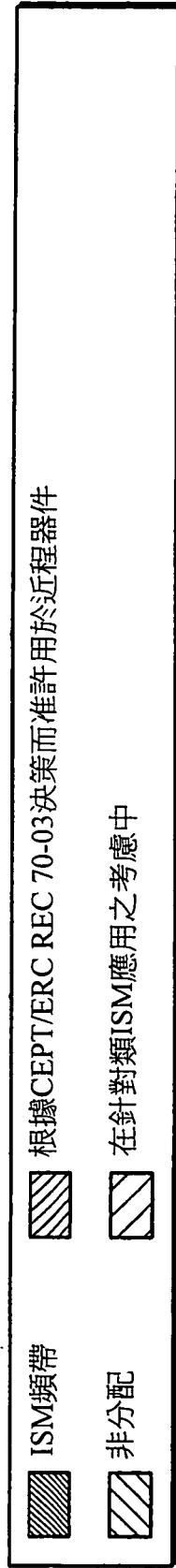


圖6

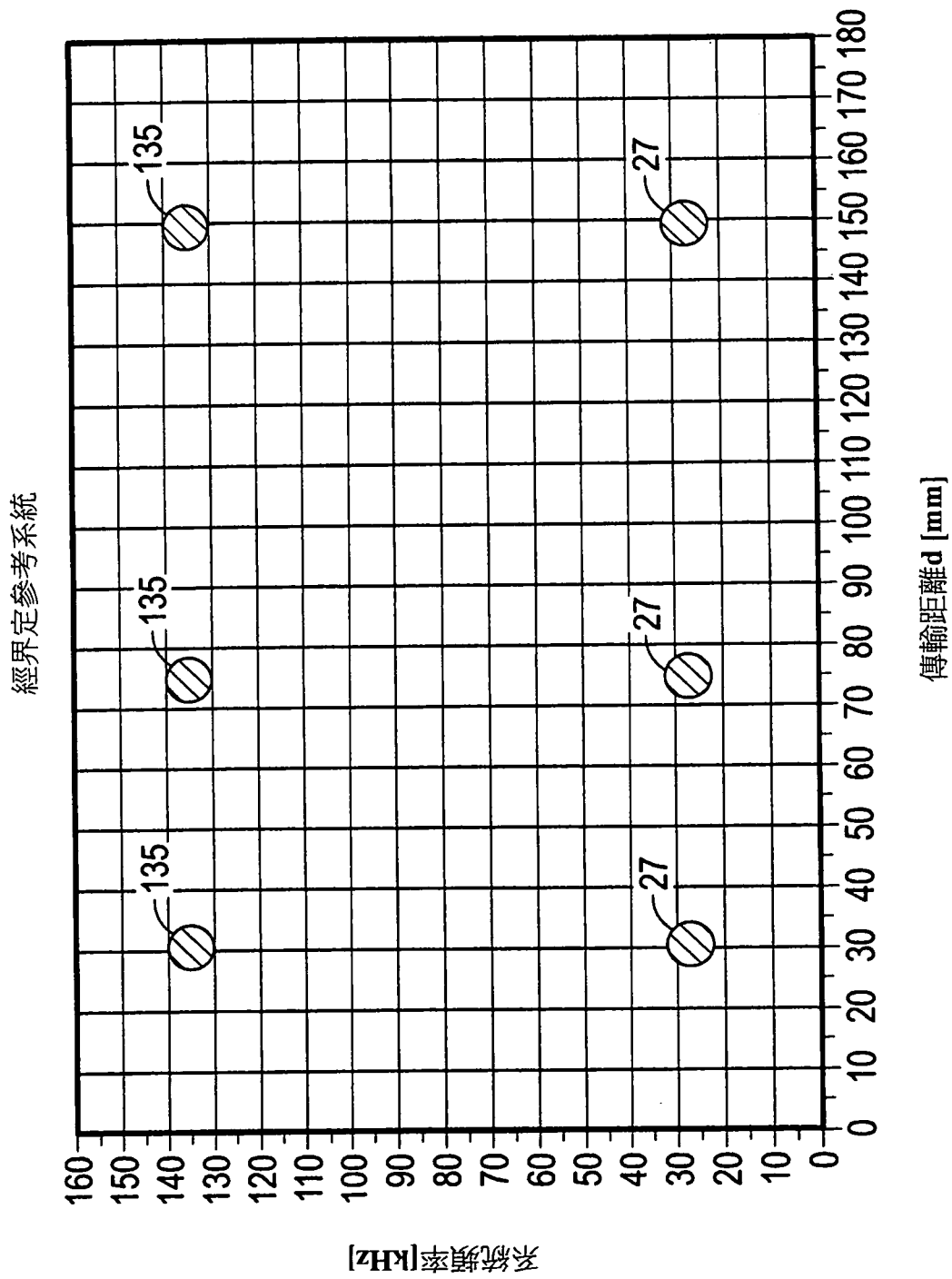


圖7



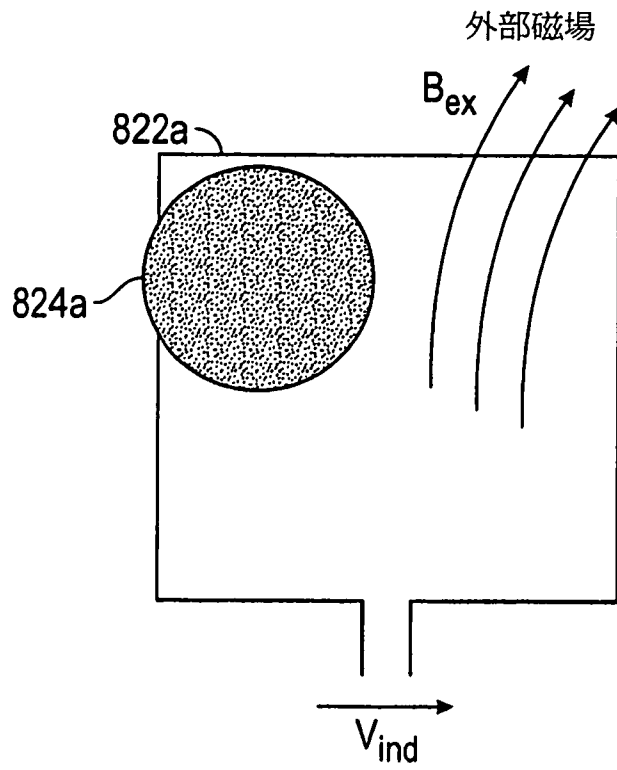


圖8A

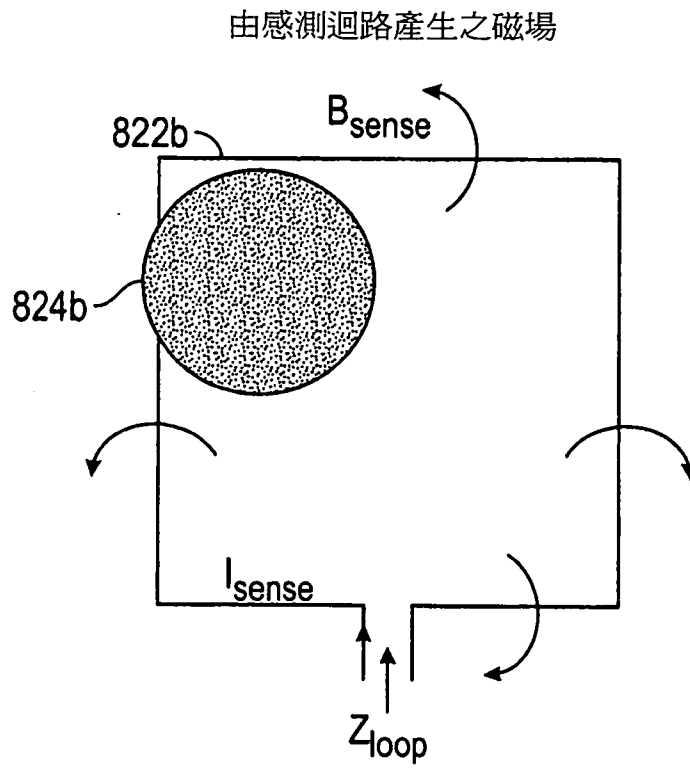


圖8B

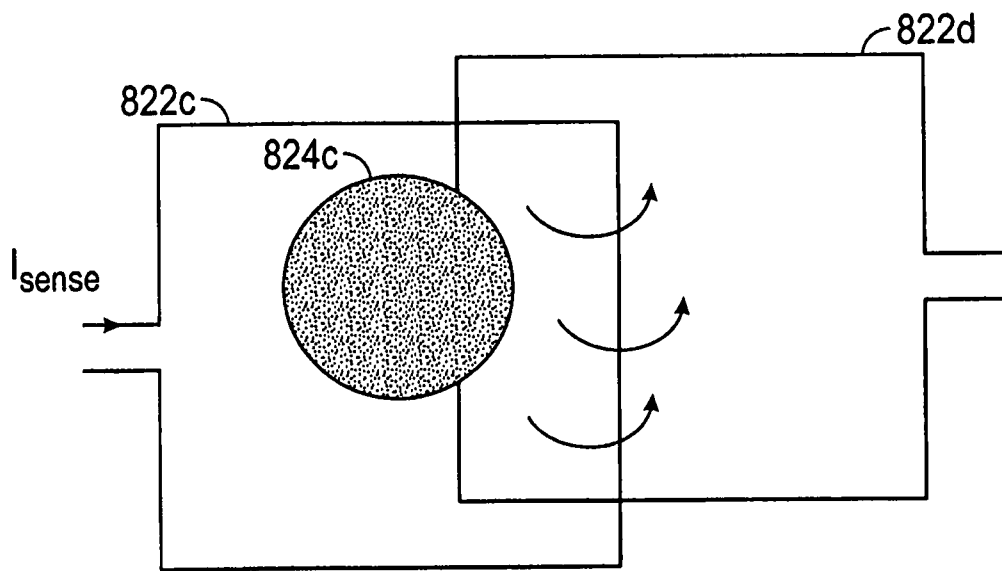


圖8C

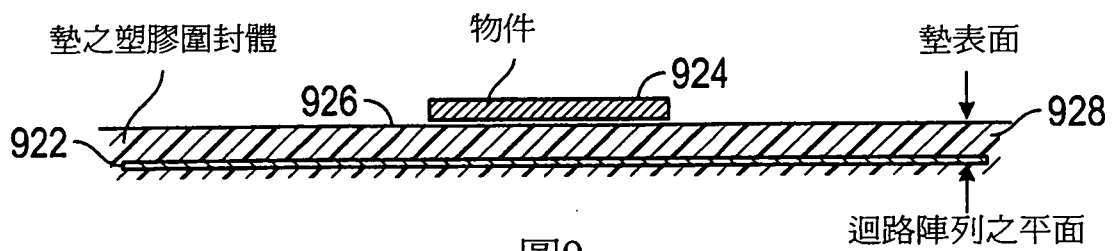


圖9

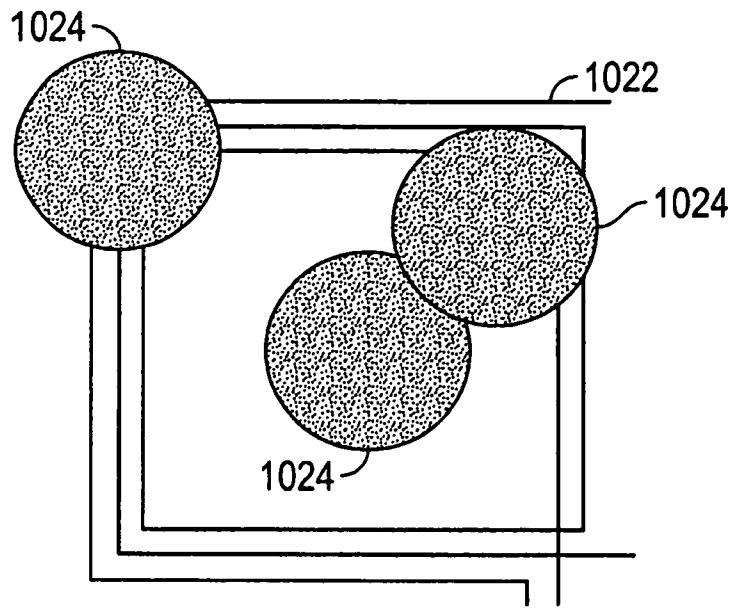


圖10

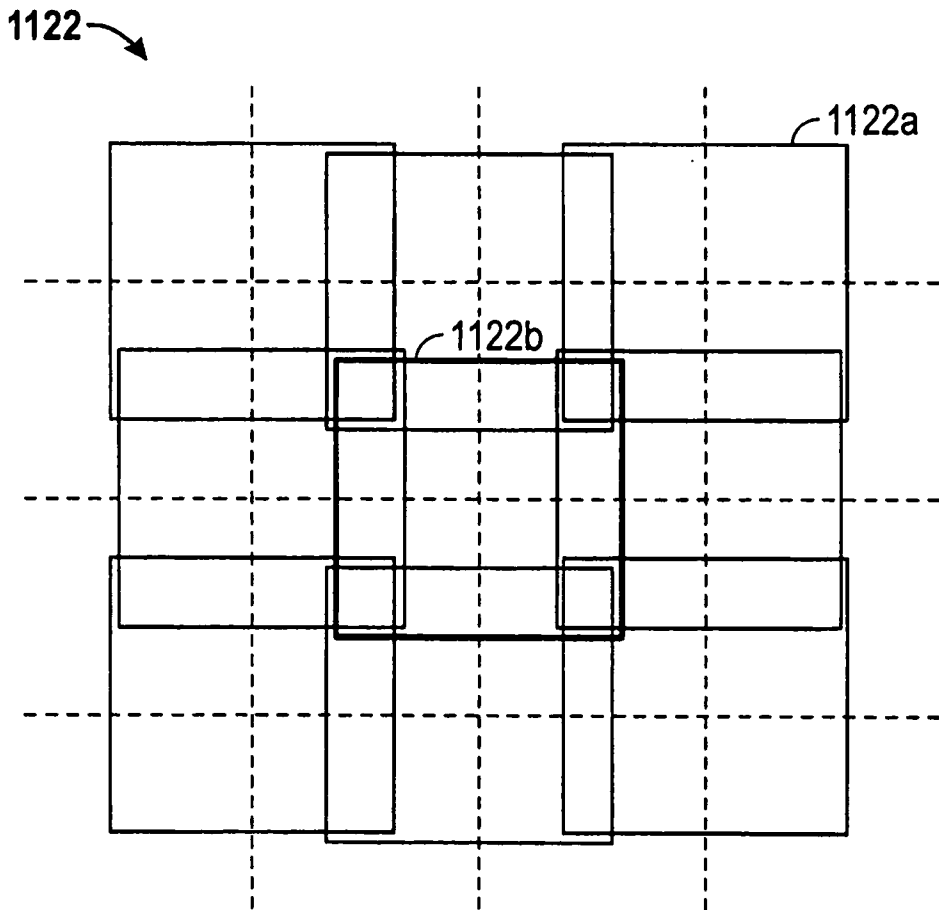


圖11A

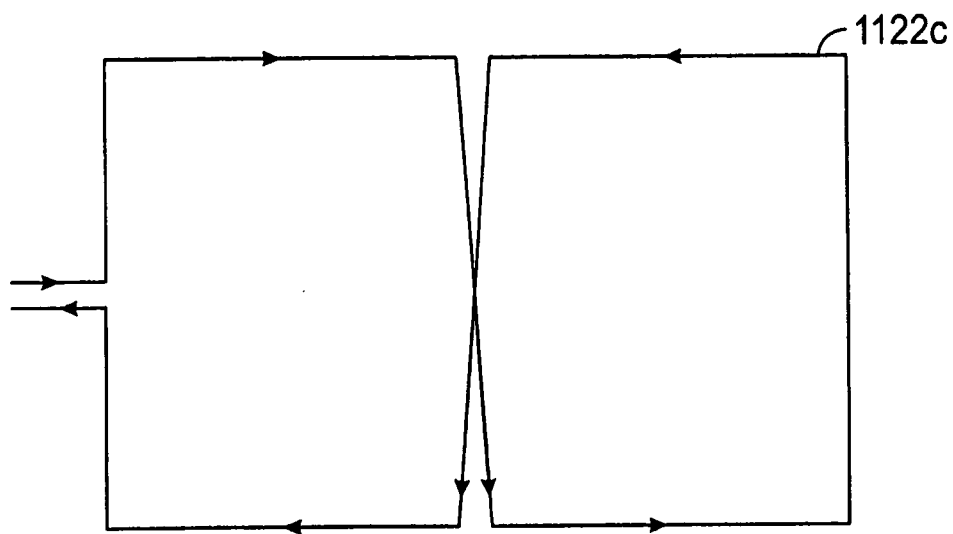


圖11B

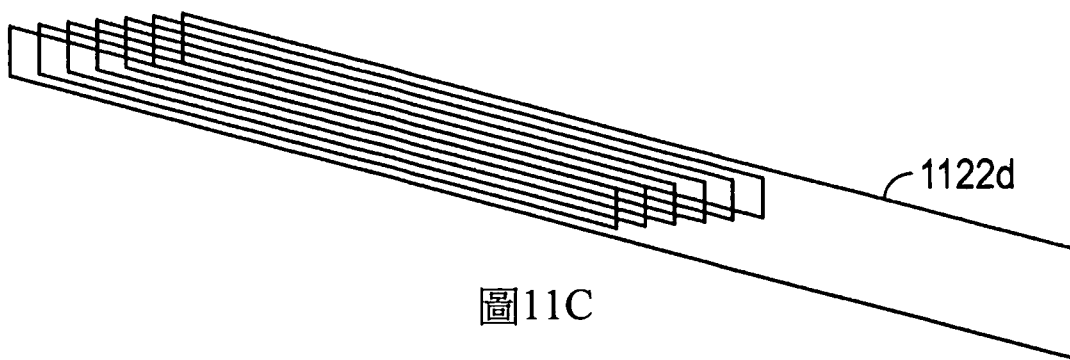


圖11C

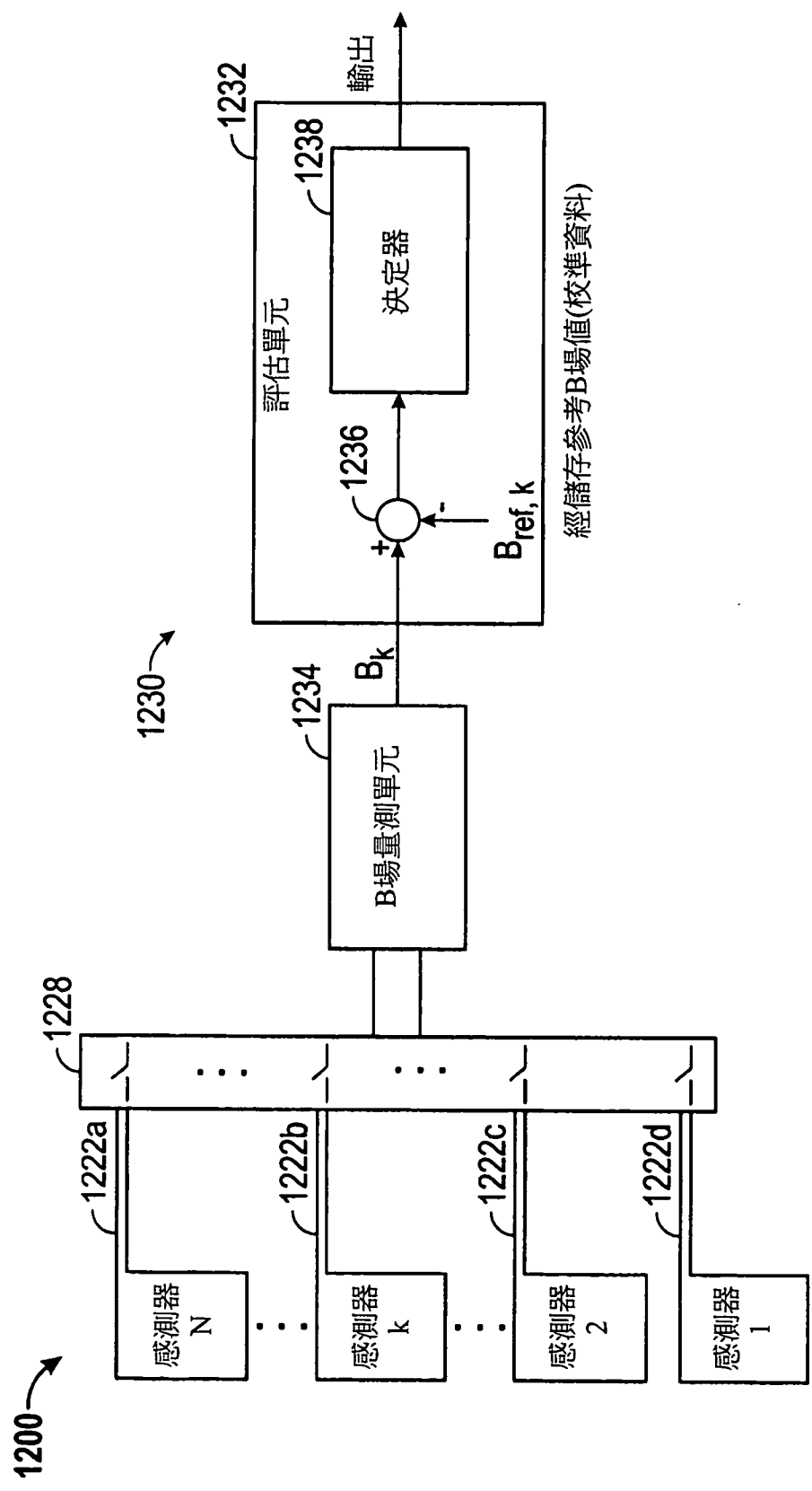


圖12





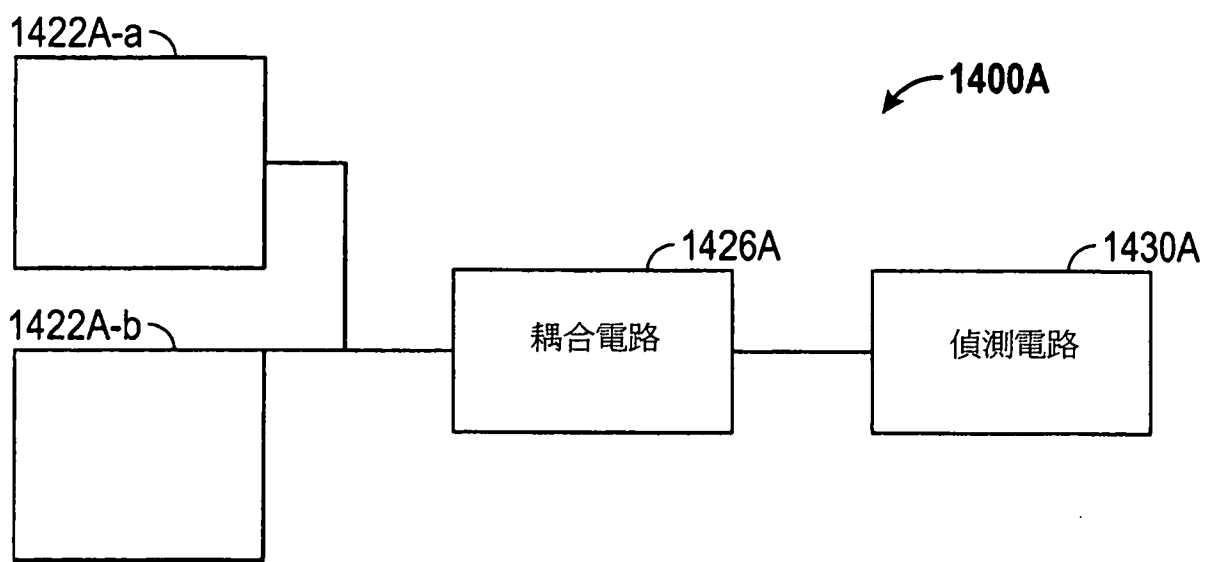


圖14A

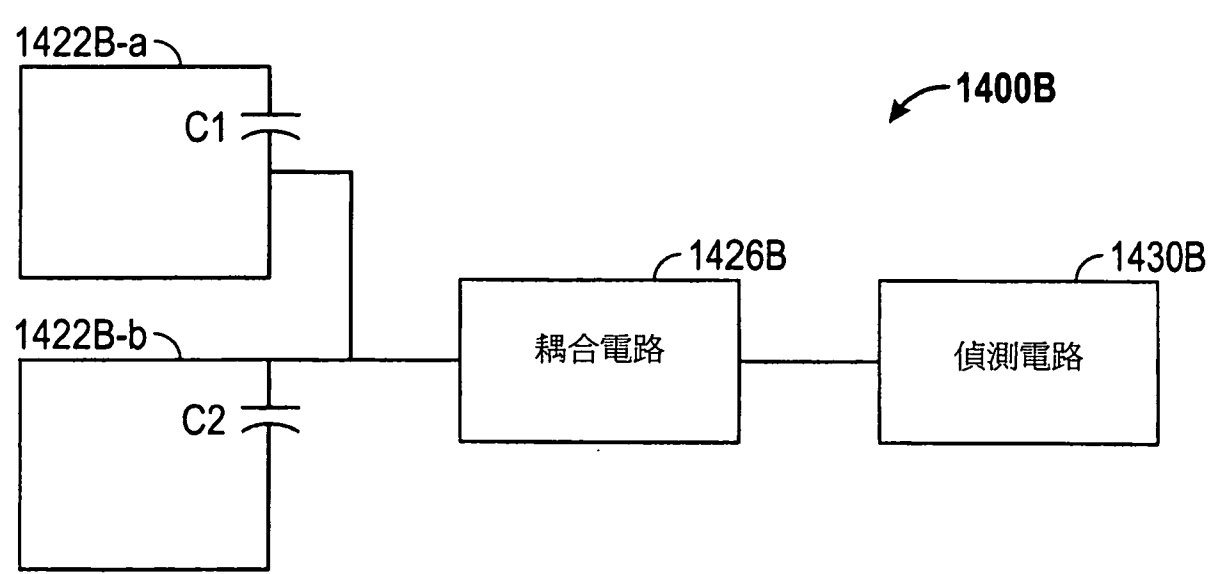


圖14B

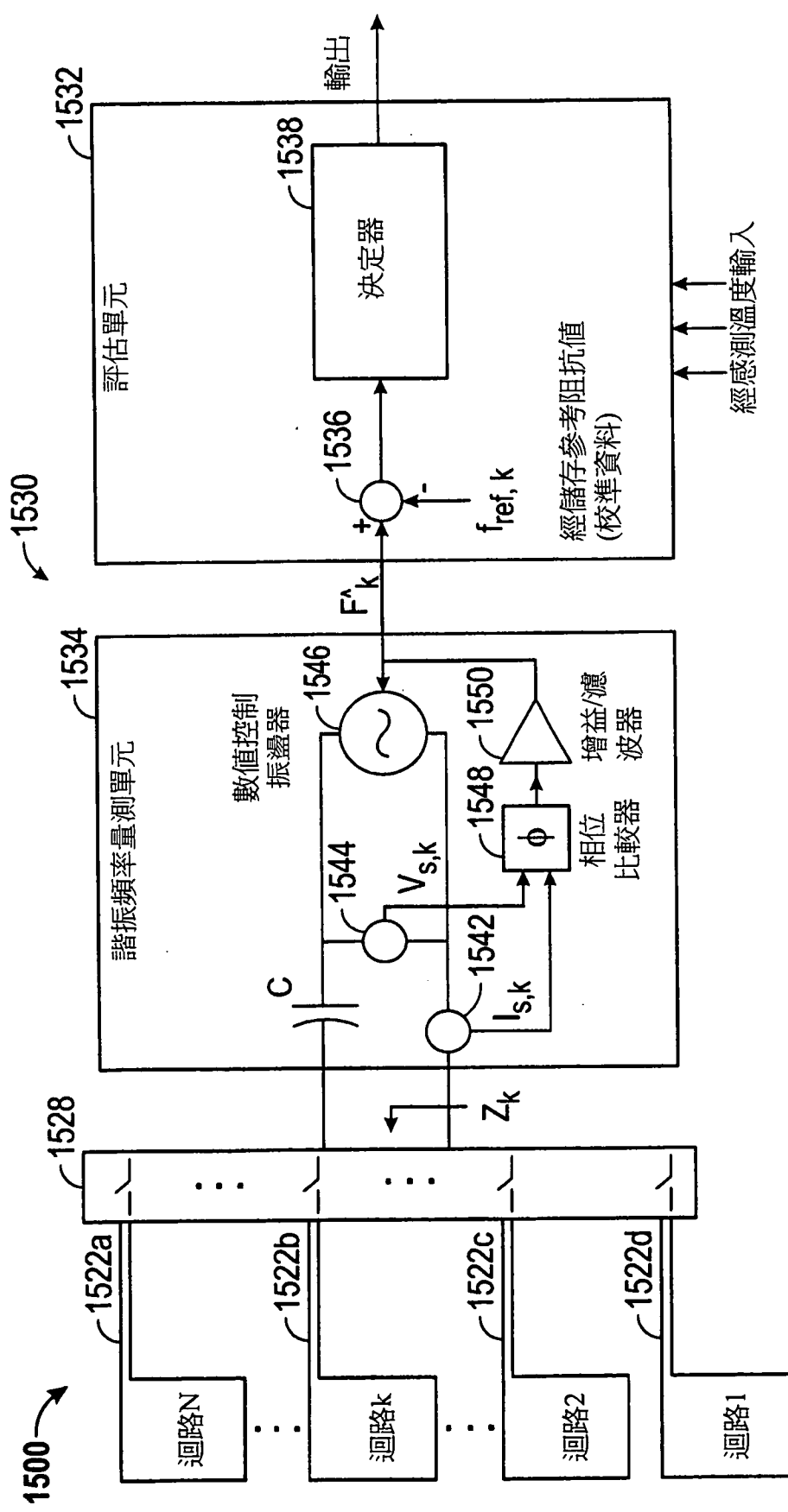


圖15



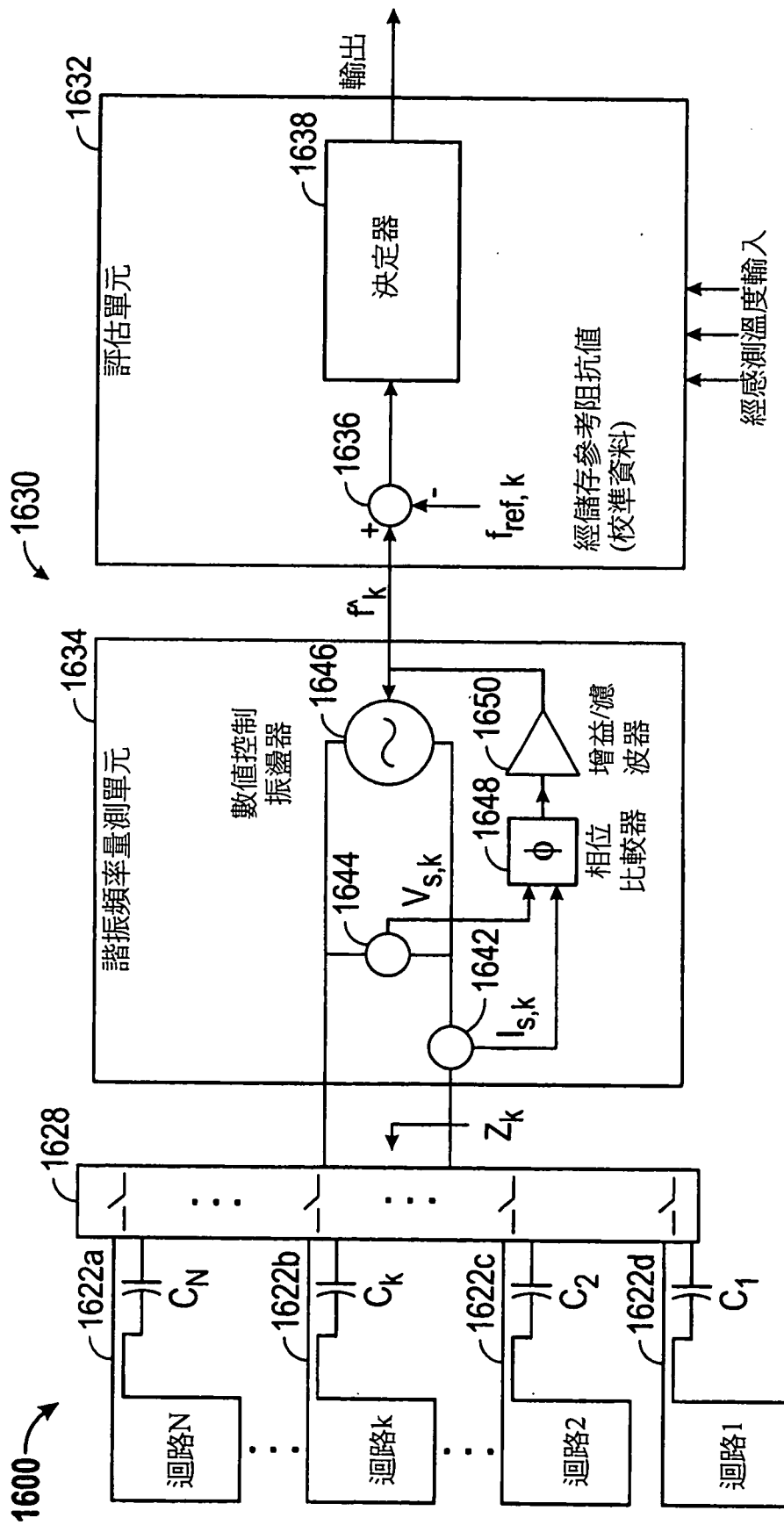


圖16

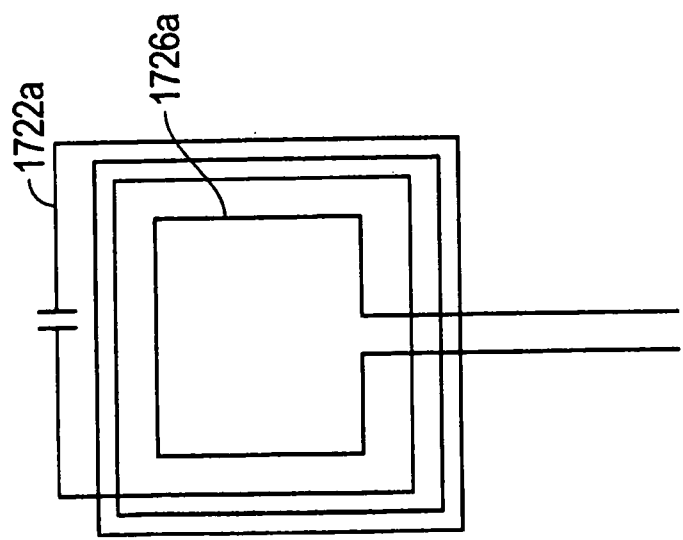


圖17A

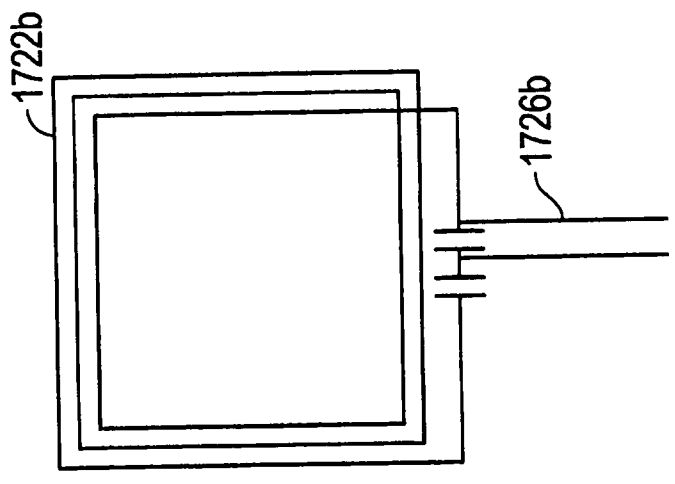


圖17B

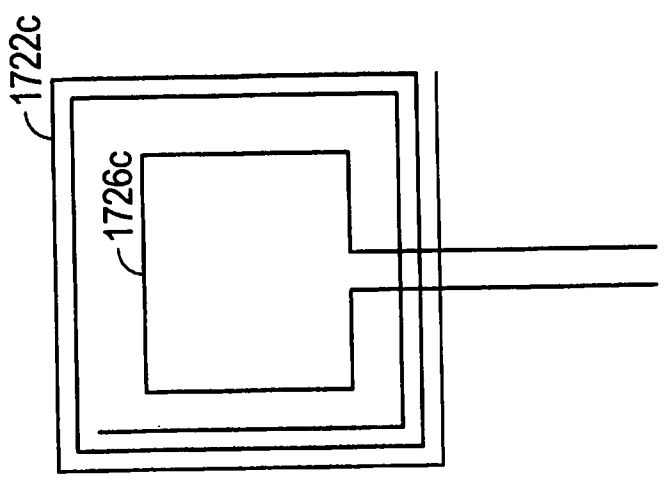


圖17C



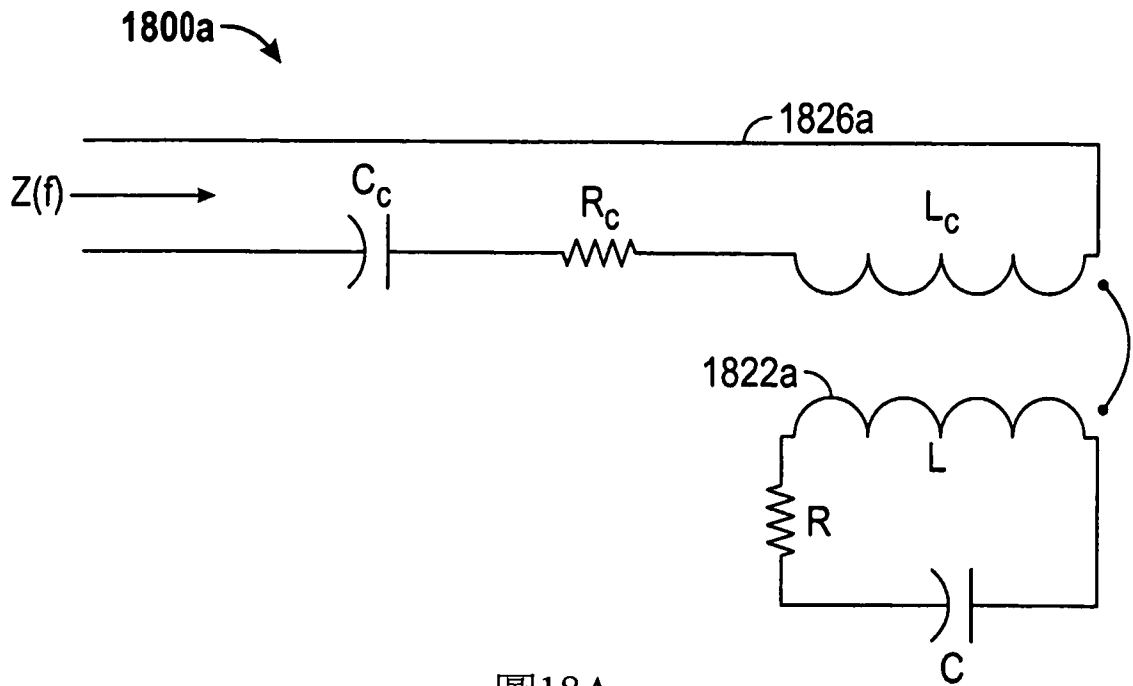


圖18A

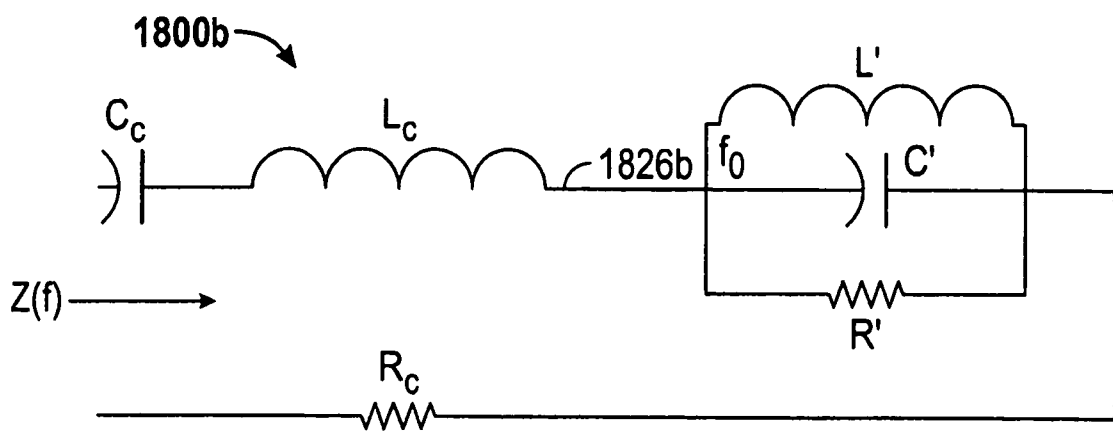


圖18B

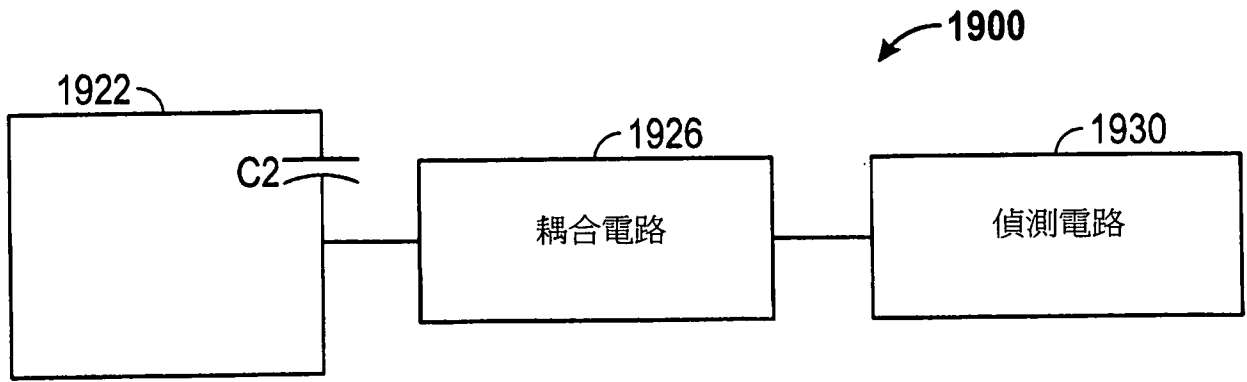


圖19

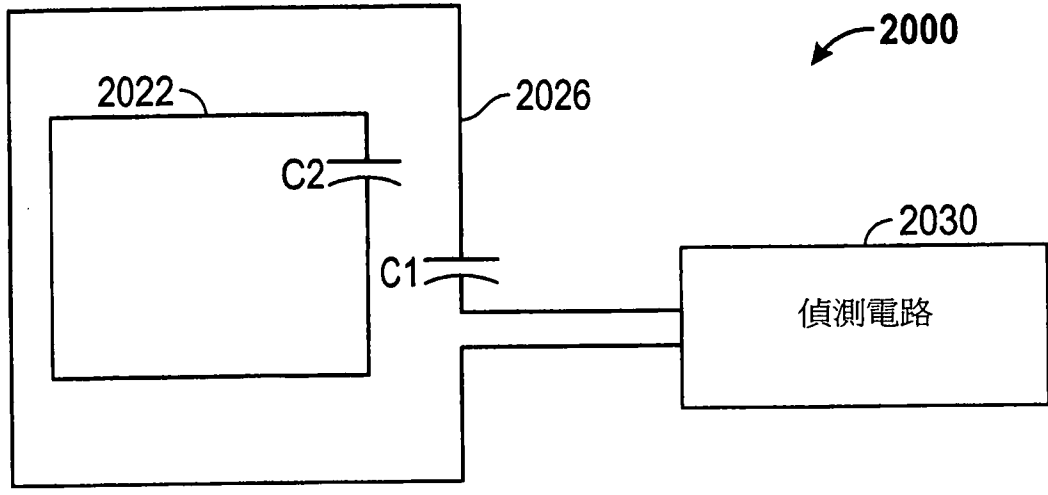


圖20

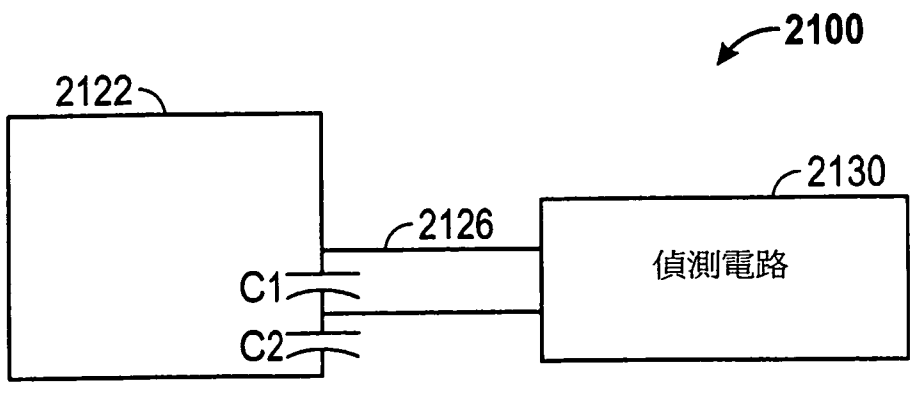


圖21

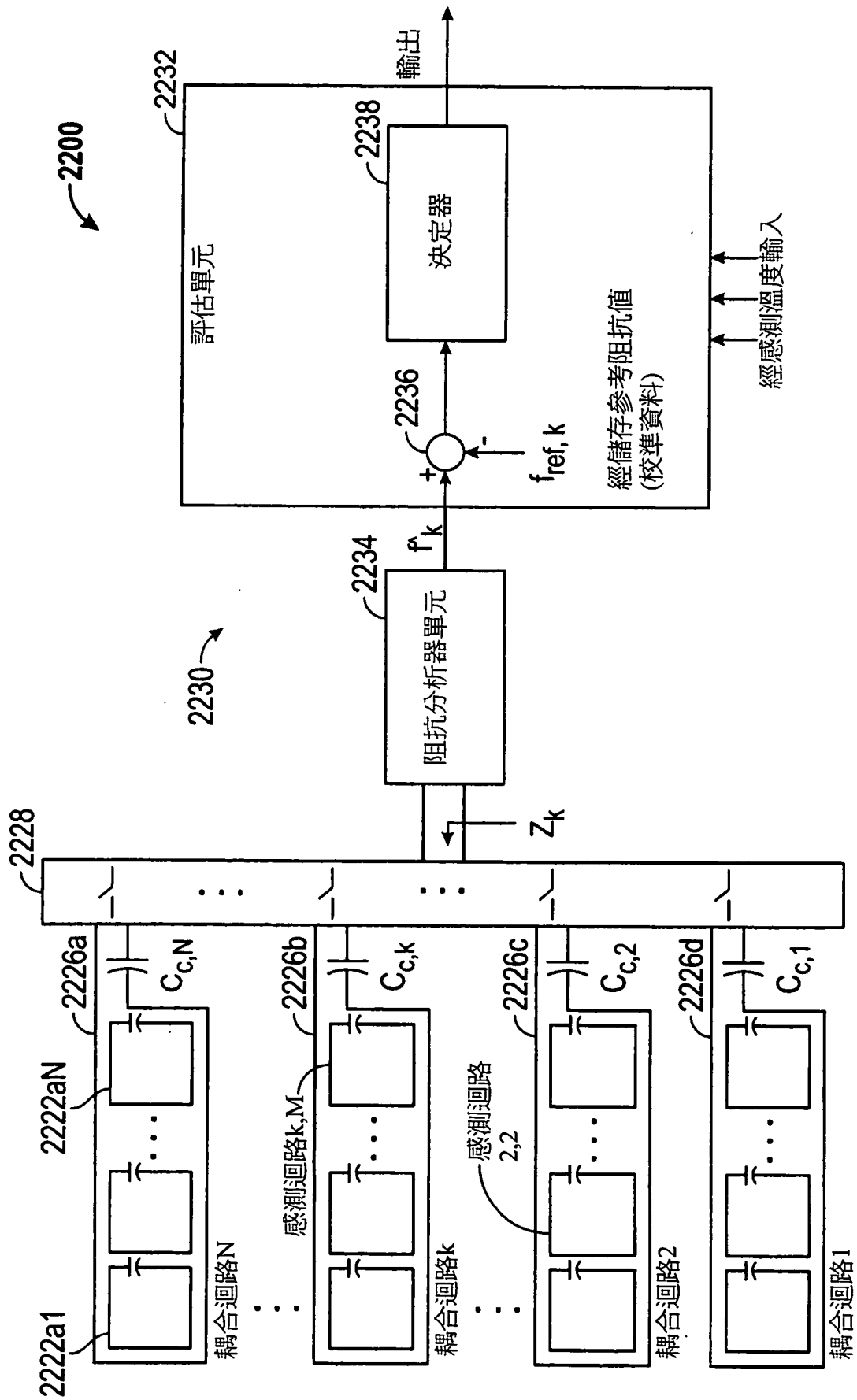


圖22

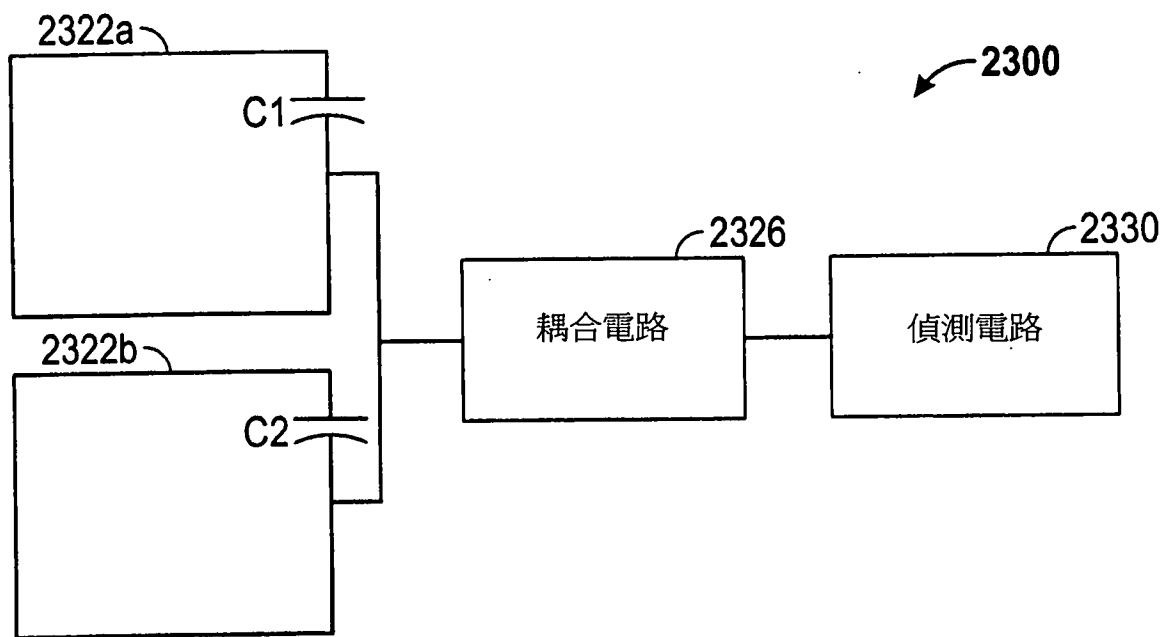


圖23

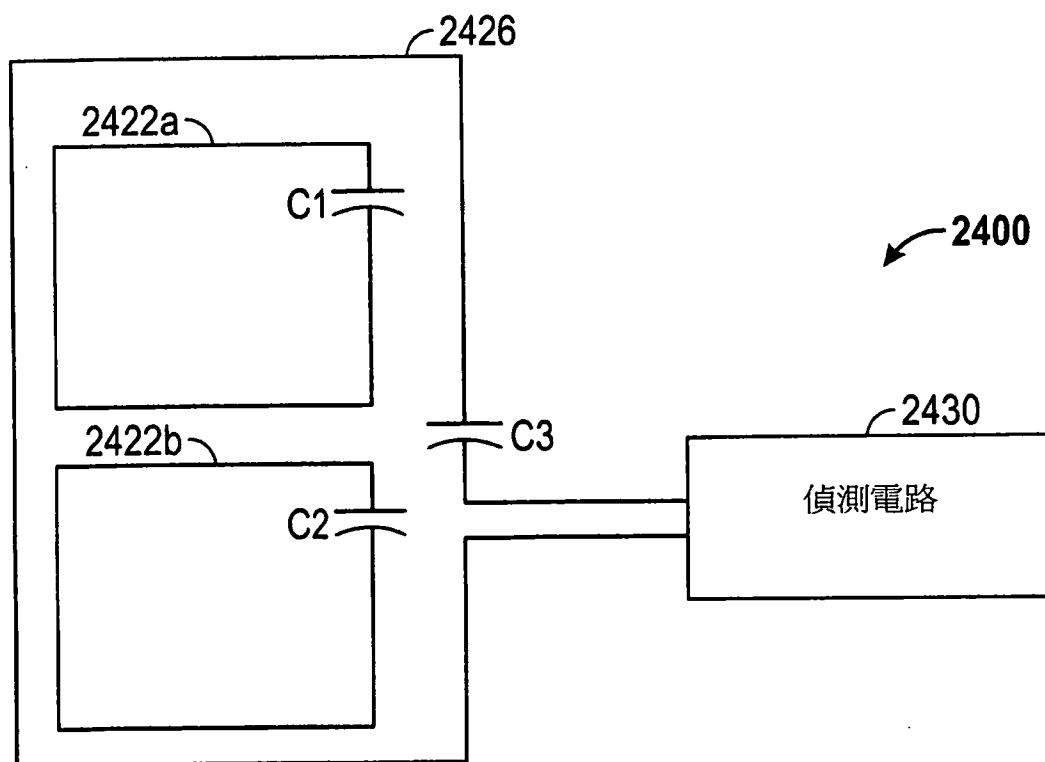
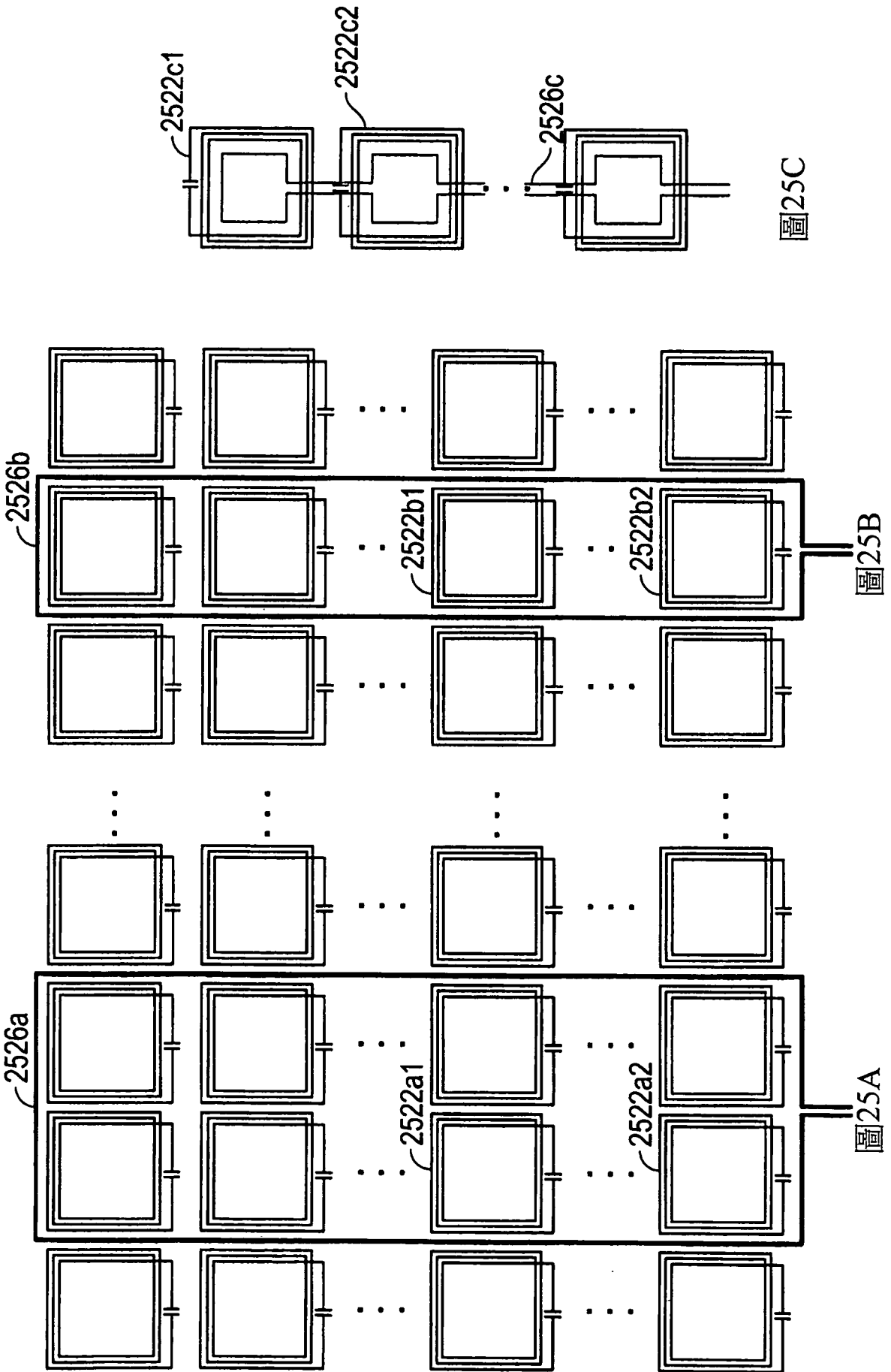


圖24



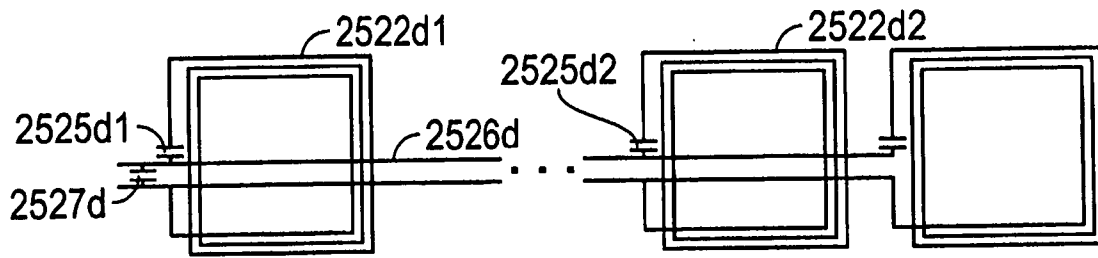


圖25D

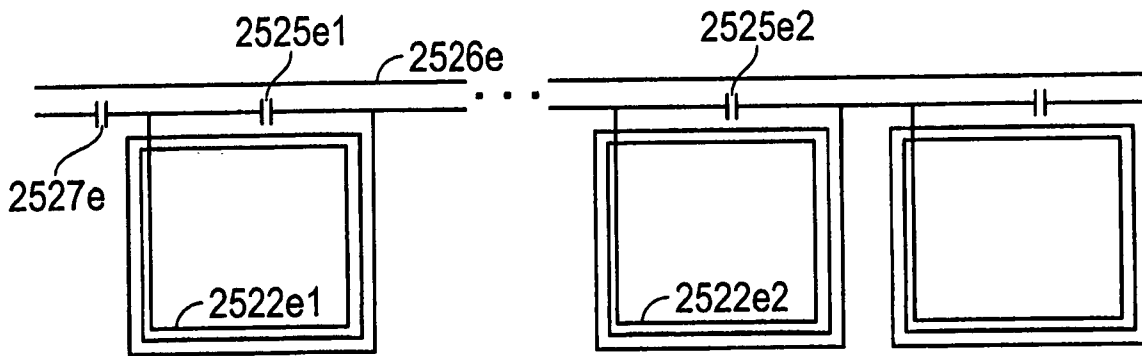


圖25E

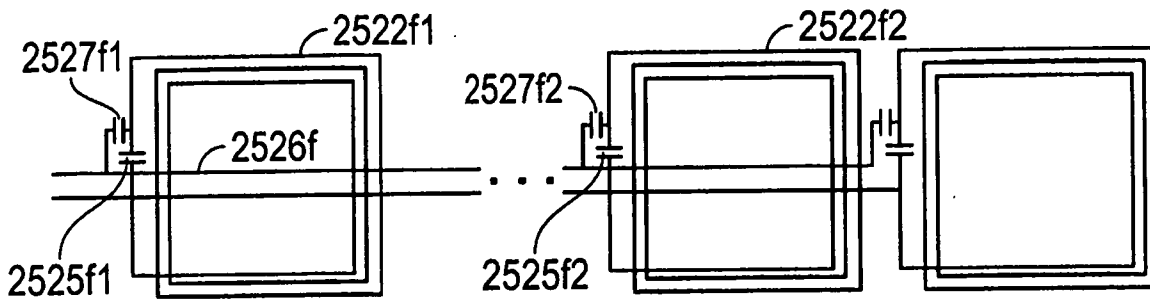
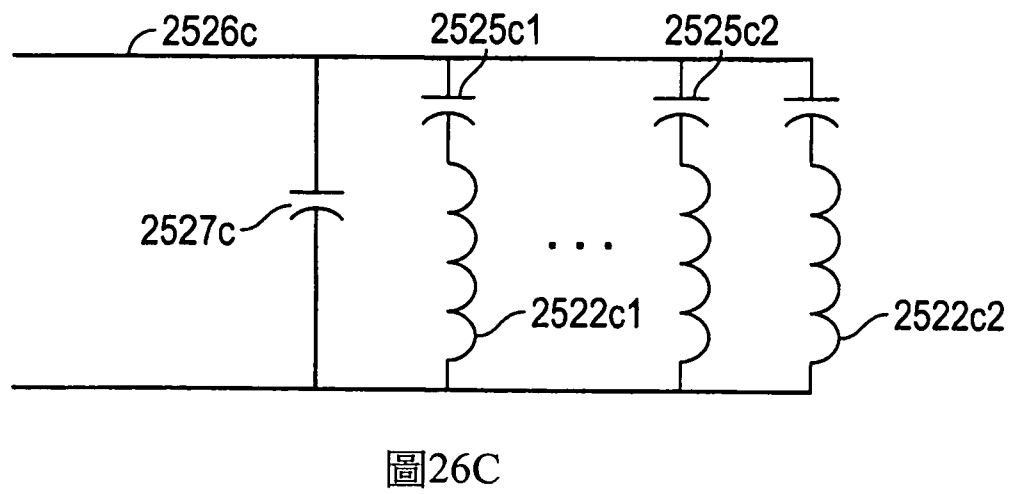
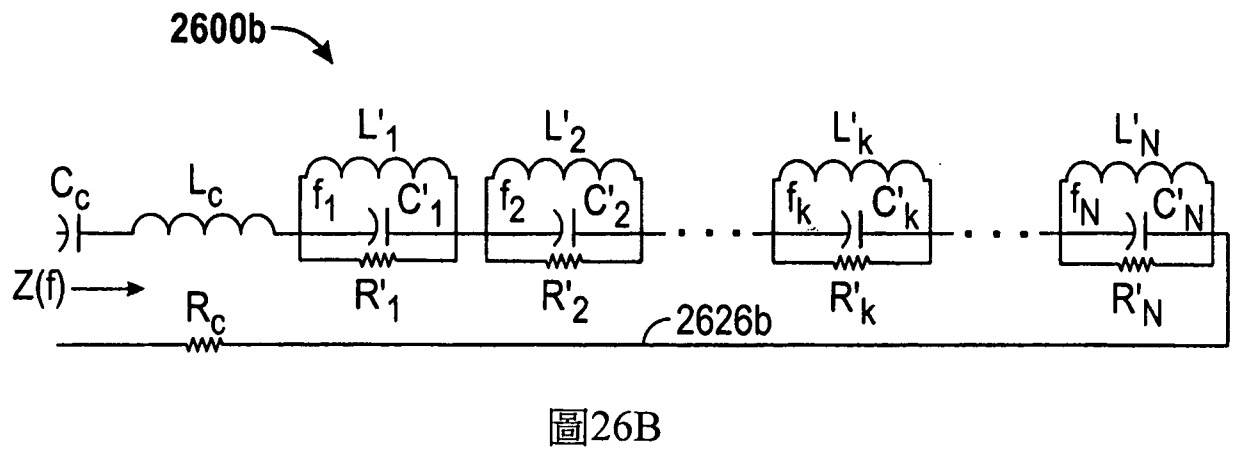
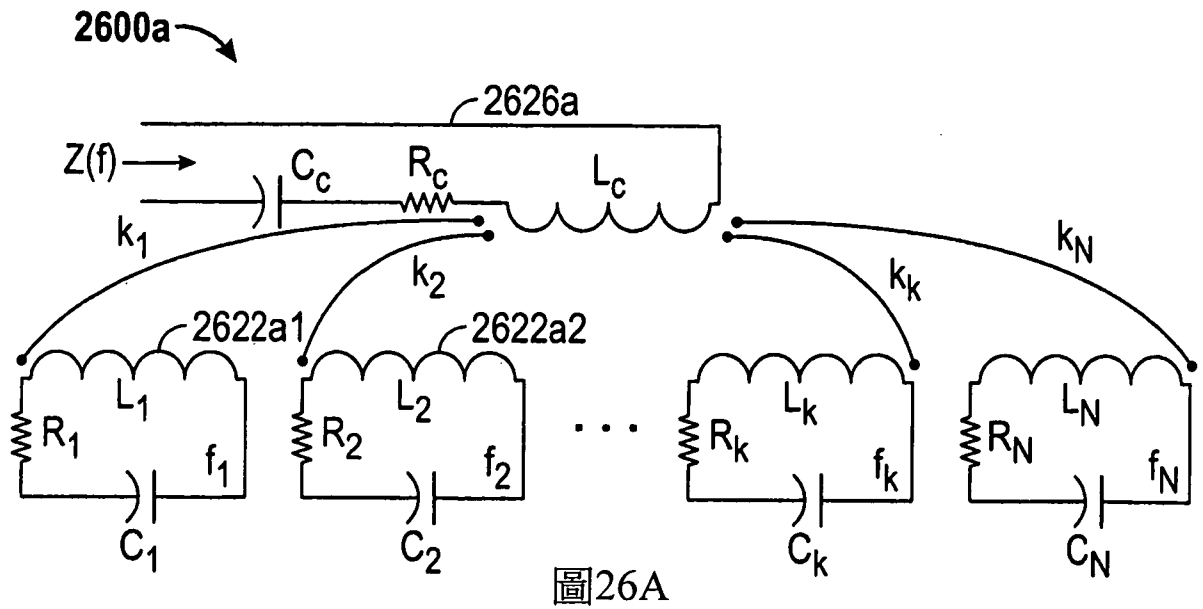


圖25F



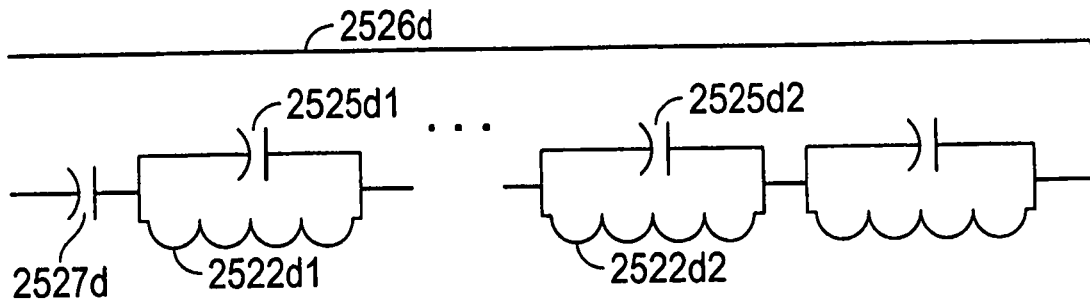


圖26D

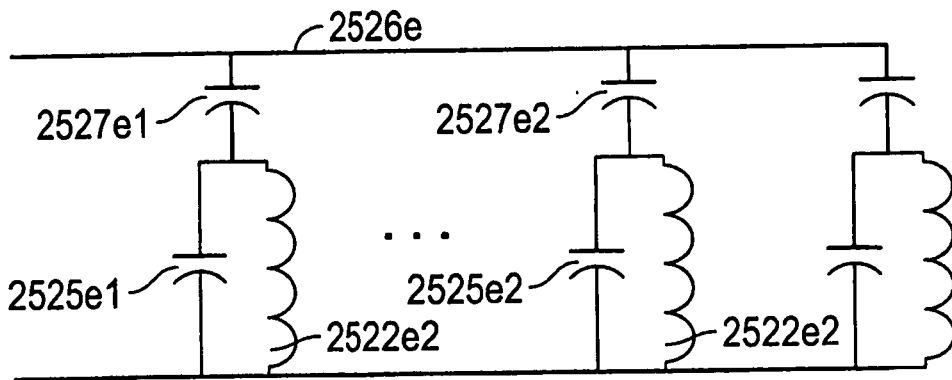


圖26E

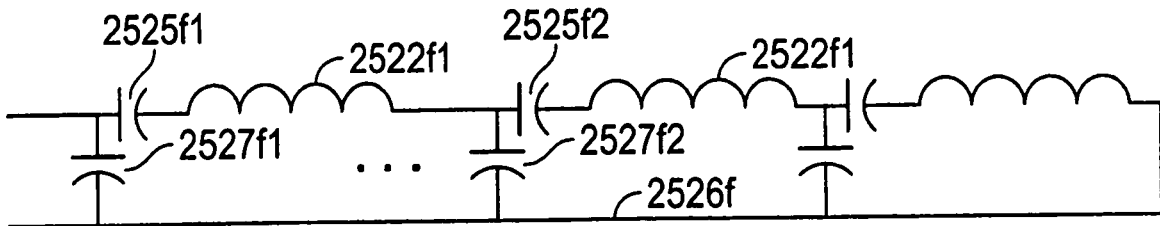


圖26F

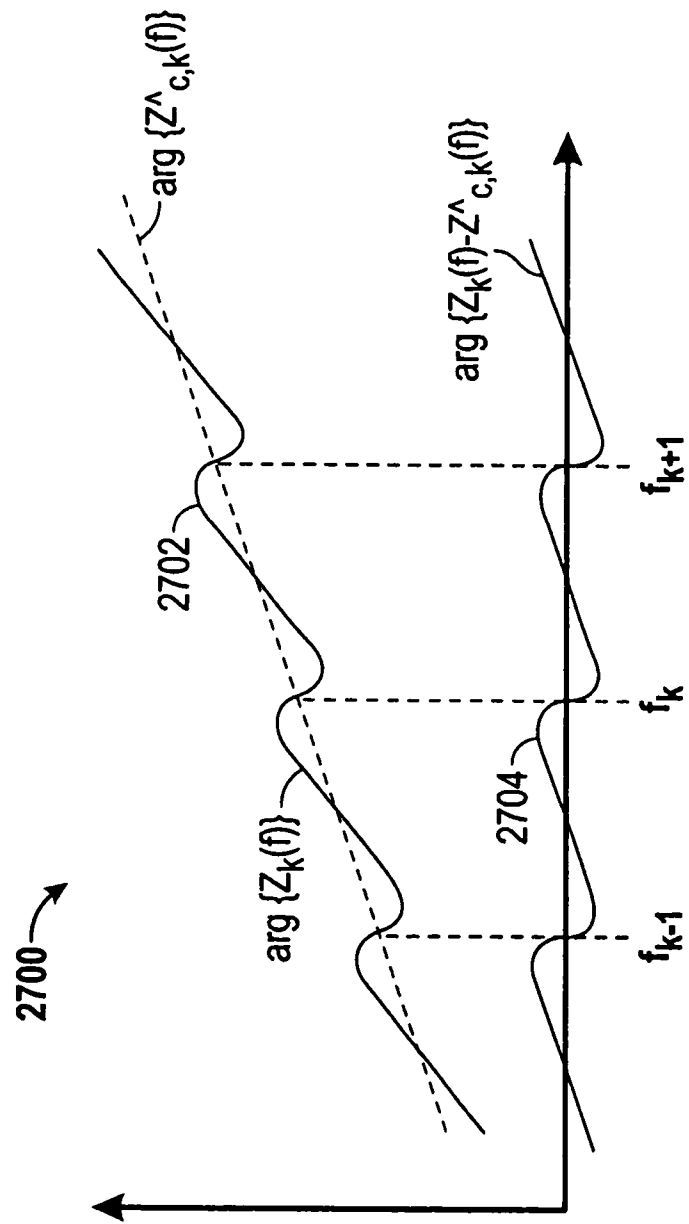
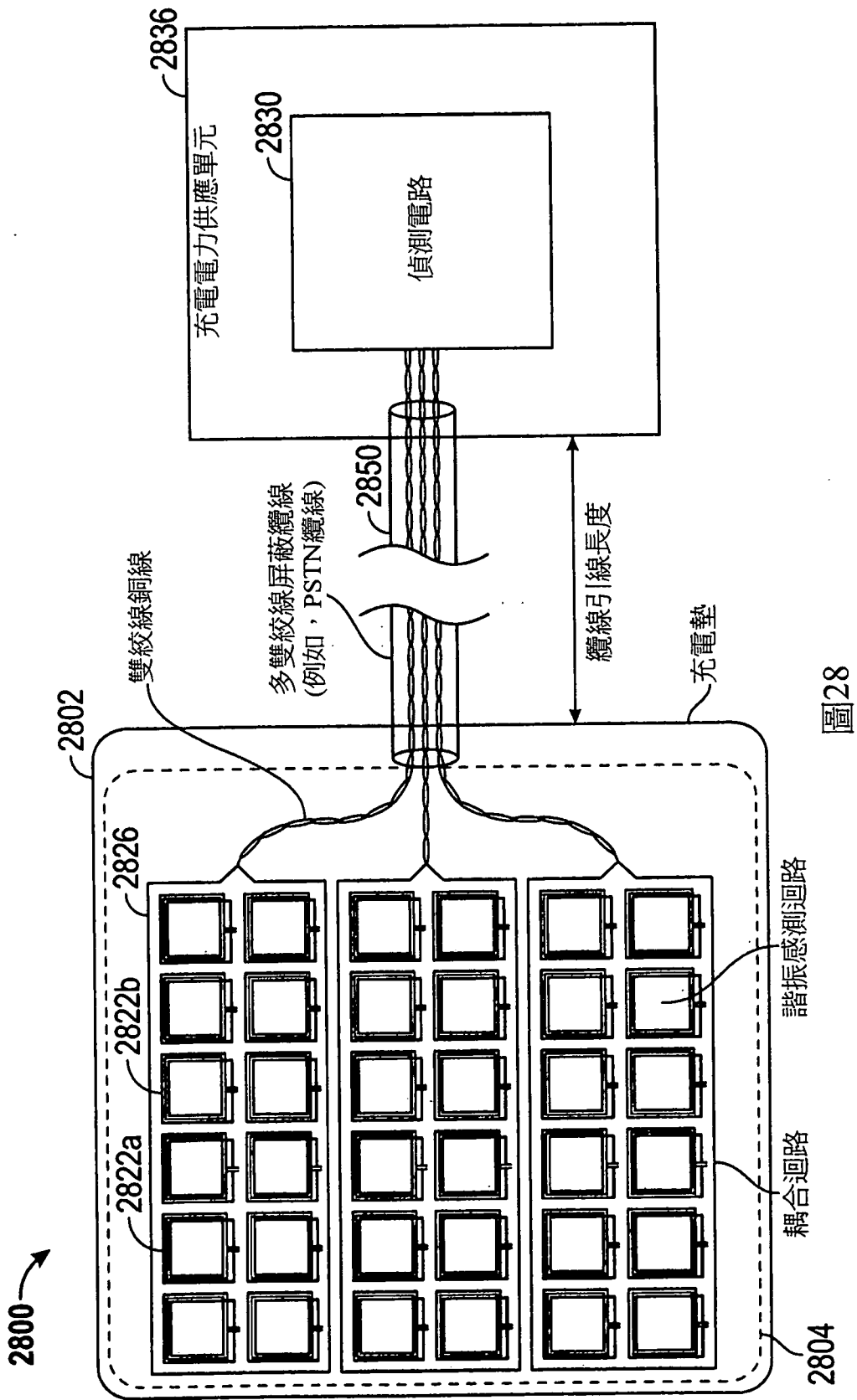


圖27



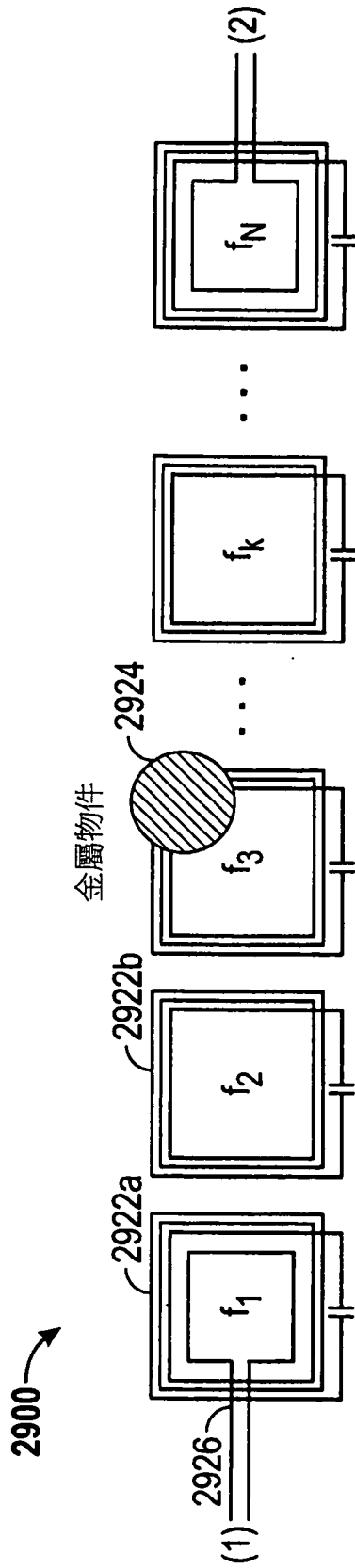


圖29

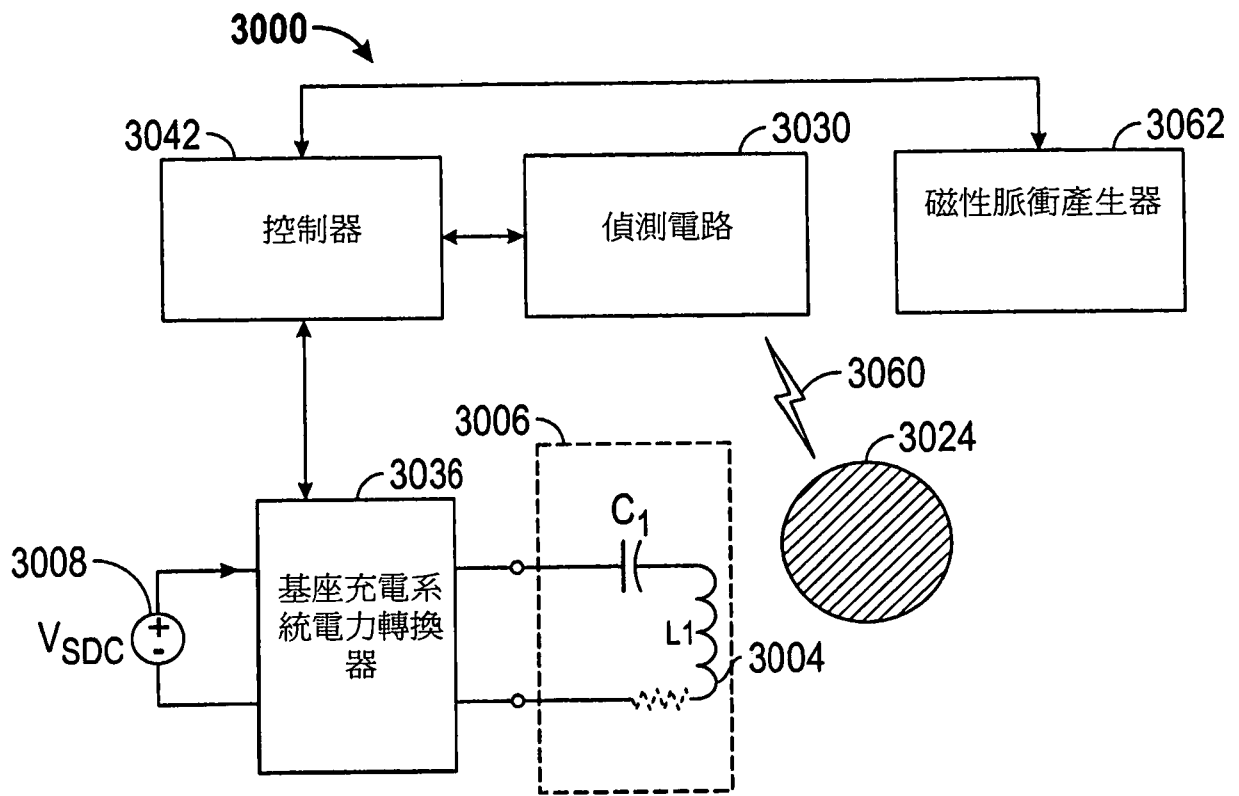


圖30A

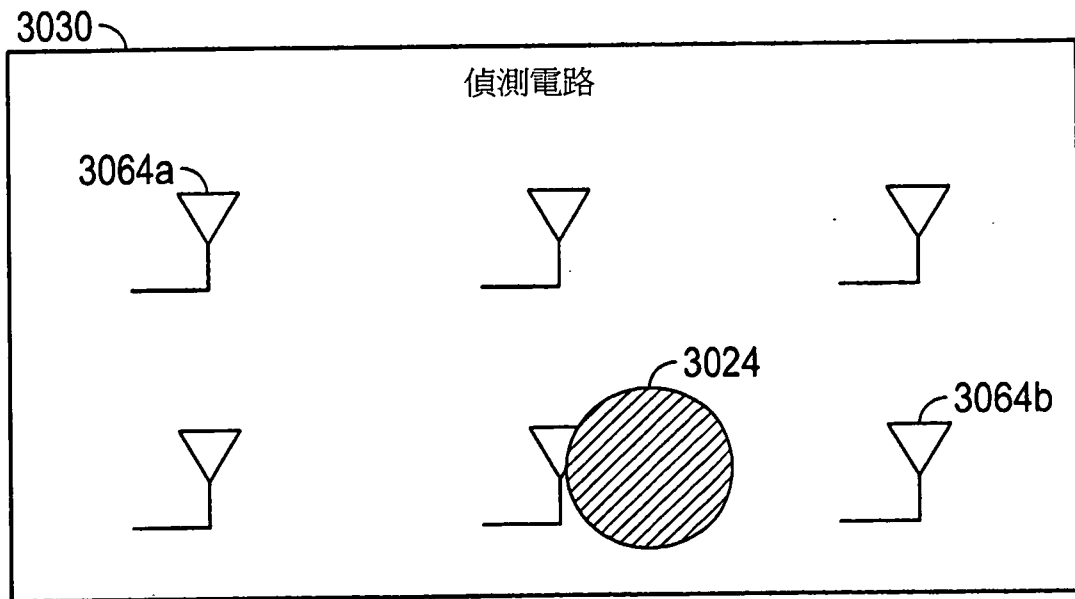


圖30B

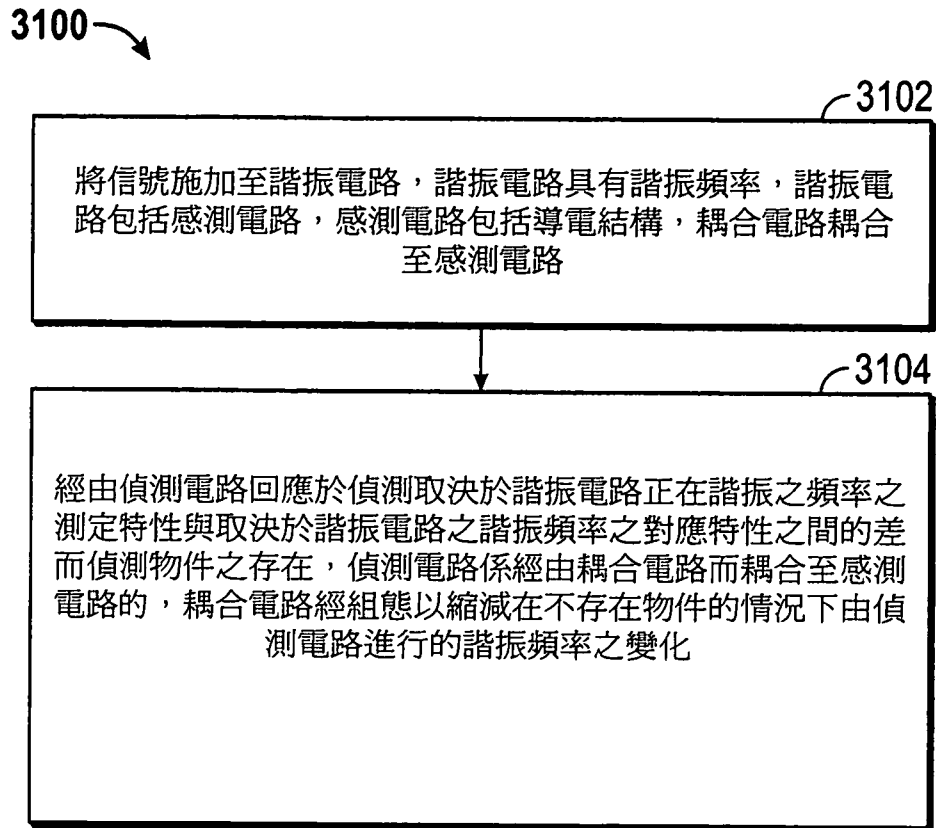


圖31

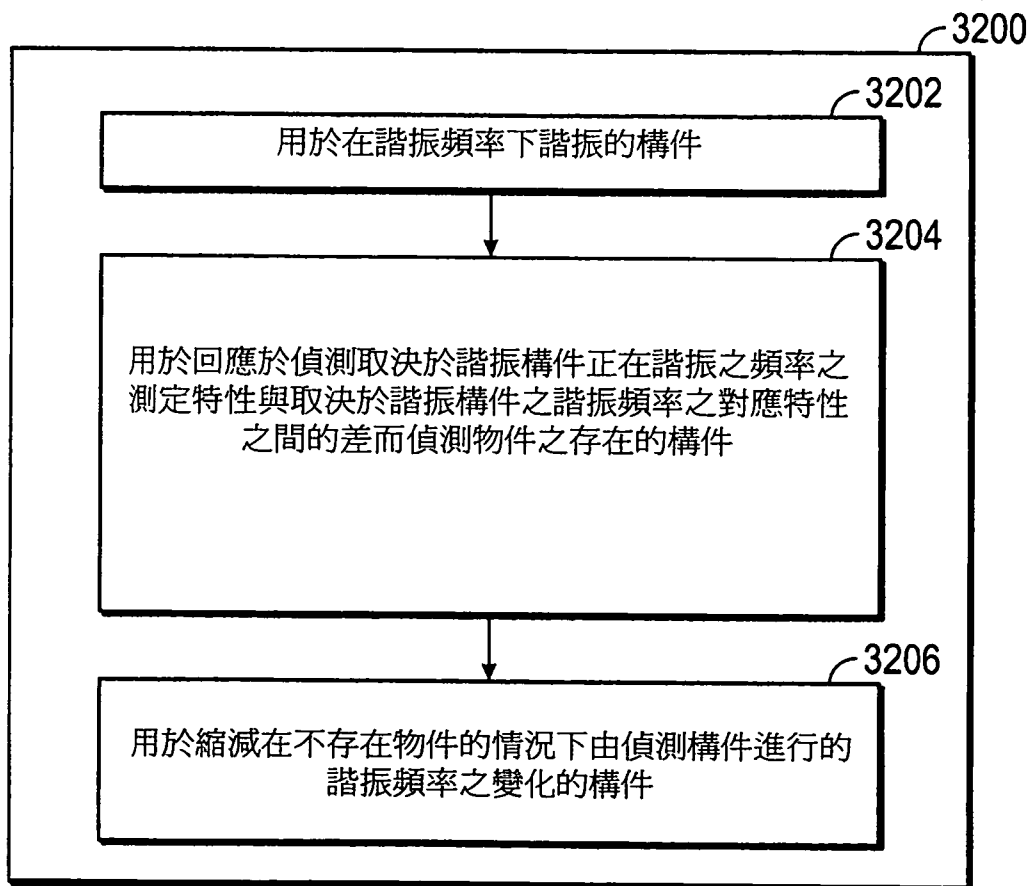


圖32

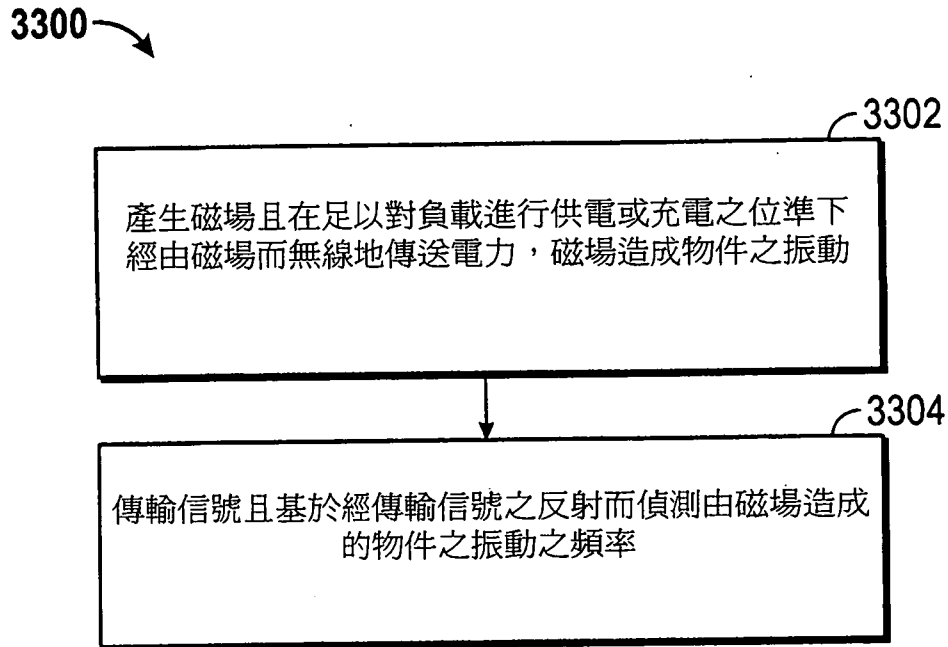


圖33

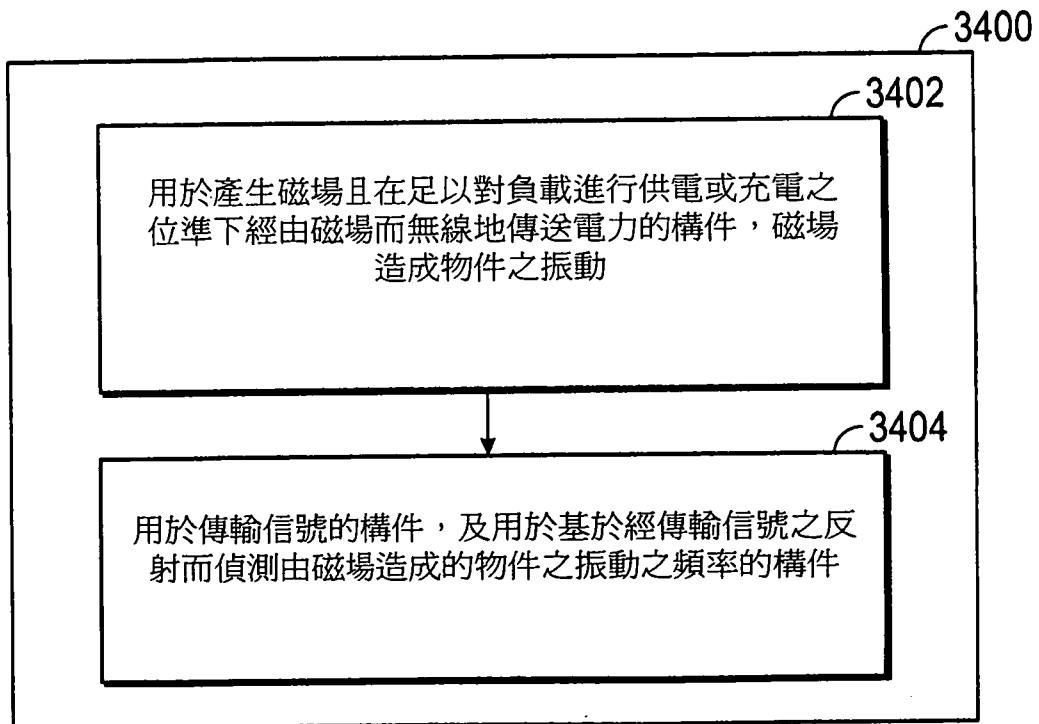


圖34