



(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 I775409 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 08 月 21 日

(21) 申請案號：110114973

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 24 日

(51) Int. Cl. : A61B5/00 (2006.01)

(30) 優先權：2016/07/22 美國 62/365,727

(71) 申請人：日商大塚製藥股份有限公司 (日本) OTSUKA PHARMACEUTICAL CO., LTD. (JP)
日本(72) 發明人：希爾瓦尼 阿里禮薩 SHIRVANI, ALIREZA (US)；茲德布里克 馬克 ZDEBLICK,
MARK (US)；威瑟林頓 強納森 WITHRINGTON, JONATHAN (US)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

US 2007/0025739A1

US 2009/0010321A1

US 2010/0019848A1

審查人員：吳丕鈞

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：111 共 246 頁

(54) 名稱

可攝食事件標示器之電磁感測及偵測

(57) 摘要

本發明提供一種電子裝置，其具有控制裝置和耦接到該控制裝置之驅動電路。該驅動電路係配置用以修改傳導性。部分電源係耦接到該控制裝置，由於該部分電源係與導電流體接觸，該部分電源係配置用以提供電壓位差到該控制裝置和該驅動電路。該部分電源包含電耦接到該控制電路之第一材料、及電耦接到該控制電路且與該第一材料電隔絕之第二材料。感應器係耦接到該驅動電路。該驅動電路係配置用以發展通過該感應器的電流。所發展通過該電感器之該電流的大小係變化以產生透過接收器可遠程偵測之編碼信號。本發明亦提供一種用以接收和解碼的接收器。

Provided is an electronic device having a control device, a driver circuit coupled to the control device. The driver circuit is configured to alter conductance. A partial power source is coupled to the control device and is configured to provide a voltage potential difference to the control device and the driver circuit as a result of the partial power source being in contact with a conductive fluid. The partial power source includes a first material electrically coupled to the control device and a second material electrically coupled to the control device and electrically isolated from the first material. An inductor is coupled to the driver circuit. The driver circuit is configured to develop a current through the inductor. The magnitude of the current developed through the inductor is varied to produce an encoded signal that is remotely detectable by a receiver. Receivers to receive and decode also are disclosed.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100:系統
- 102:個人
- 104:可攝食識別符
- 106:接收器
- 108:接收器
- 110:接收器
- 112:接收器
- 114:接收器
- 116:接收器
- 118:接收器
- 120:口袋
- 122:衣服
- 150:接收器
- 152:接收器

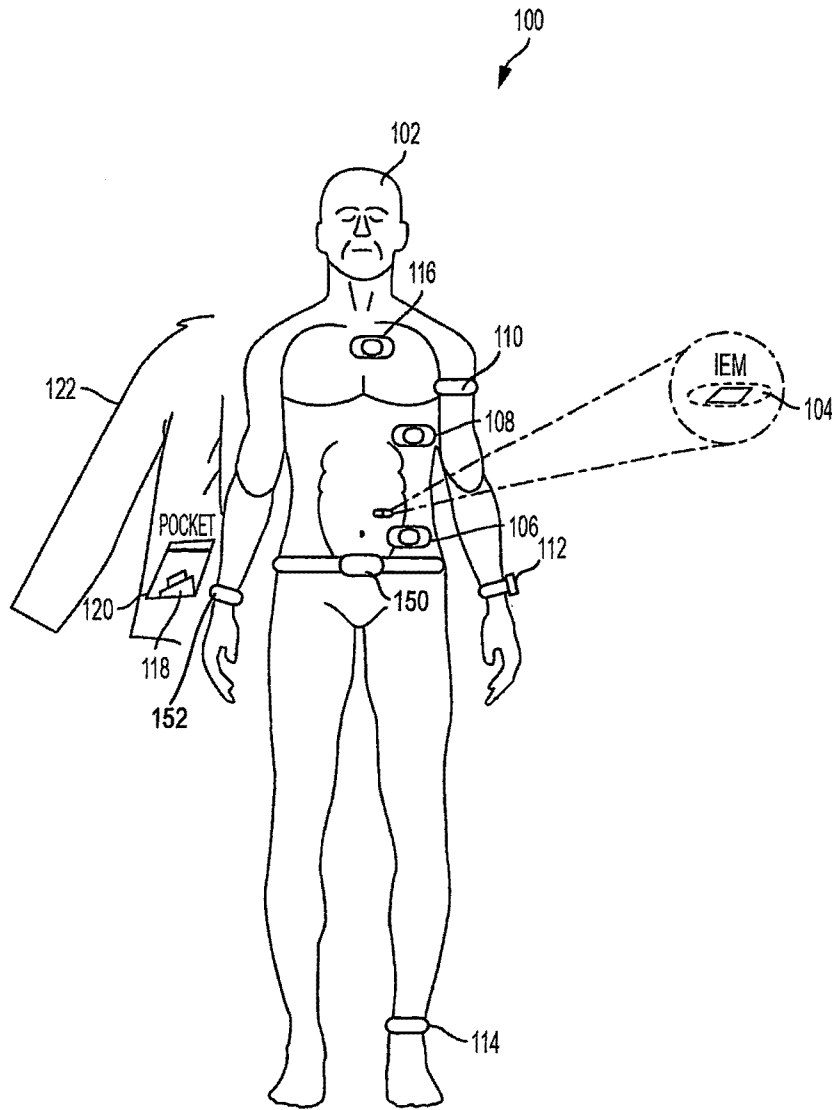


圖 1

I775409

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

可攝食事件標示器之電磁感測及偵測

【英文發明名稱】

ELECTROMAGNETIC SENSING AND DETECTION OF
INGESTIBLE EVENT MARKERS

【中文】

本發明提供一種電子裝置，其具有控制裝置和耦接到該控制裝置之驅動電路。該驅動電路係配置用以修改傳導性。部分電源係耦接到該控制裝置，由於該部分電源係與導電流體接觸，該部分電源係配置用以提供電壓位差到該控制裝置和該驅動電路。該部分電源包含電耦接到該控制電路之第一材料、及電耦接到該控制電路且與該第一材料電隔絕之第二材料。感應器係耦接到該驅動電路。該驅動電路係配置用以發展通過該感應器的電流。所發展通過該電感器之該電流的大小係變化以產生透過接收器可遠程偵測之編碼信號。本發明亦提供一種用以接收和解碼的接收器。

【 英文 】

Provided is an electronic device having a control device, a driver circuit coupled to the control device. The driver circuit is configured to alter conductance. A partial power source is coupled to the control device and is configured to provide a voltage potential difference to the control device and the driver circuit as a result of the partial power source being in contact with a conductive fluid. The partial power source includes a first material electrically coupled to the control device and a second material electrically coupled to the control device and electrically isolated from the first material. An inductor is coupled to the driver circuit. The driver circuit is configured to develop a current through the inductor. The magnitude of the current developed through the inductor is varied to produce an encoded signal that is remotely detectable by a receiver. Receivers to receive and decode also are disclosed.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100：系統

102：個人

104：可攝食識別符

106：接收器

108：接收器

110：接收器

112：接收器

114：接收器

116：接收器

118：接收器

120：口袋

122：衣服

150：接收器

152：接收器

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

可攝食事件標示器之電磁感測及偵測

【英文發明名稱】

ELECTROMAGNETIC SENSING AND DETECTION OF
INGESTIBLE EVENT MARKERS

[對於相關案的對照參考]

[0001] 本案主張2016年7月22日申請且案名為“可攝食事件標示器之電磁感測及偵測（ELECTROMAGNETIC SENSING AND DETECTION OF INGESTIBLE EVENT MARKERS）”之美國臨時申請案US62/365,727的利益，其公開內容的全部內容併入本文並用於所有目的

【技術領域】

[0002] 本公開通常係關於用於感測和偵測事件的各種裝置和技術。更具體地，本公開係關於採用電磁能量來發送表示感測或偵測事件的信號之可攝食識別符。

【先前技術】

[0003] 包括電子電路的可攝食事件識別已經被提出用於各種不同的醫學應用，包括診斷和治療應用。用於偵測可攝食識別符的目前最佳技術包括致使濕接觸皮膚上的

兩個點並測量由可攝食識別符激化所引起的電壓差。弱信號位準和強背景雜訊限制了這些常規技術，使得來自可攝食識別符的偵測和解碼信號困難且計算上密集。另外兩個限制使得可攝食傳感器和外部偵測器之間的通信異常。首先是由於可攝食傳感器上可用的功率非常小，且可攝食傳感器的尺寸較小，通訊只是獨特方式。因為幾乎所有在全世界普遍存在的雙工通信系統是典型的，沒有任何知識傳回給發送者。第二，是因為可被攝取之安全材料的小尺寸限量清單以及這種應用需要非常低的製造成本，這在商業上是不可行的，也許在技術上不可行，但至少將晶體振盪器添加到電路應是非常困難的。因此，這種通信狀況的固有識別特徵是傳輸頻率的不確定性。雖然大多數商業通信系統在頻率已知達到百萬分之幾的環境中運作，但由部分電源和胃液所驅動的攝取傳感器受到挑戰，以產生 $\pm 1\%$ 範圍的中心頻率。因此，本公開的態樣的重要貢獻是與偵測器的背景雜訊相比發射功率非常低之RF系統的通信協定，且與典型的現代系統相比傳輸頻率不確定性是大。與其它射頻系統相比，可攝食傳感器具有極有限的可用尺寸，可用於傳輸信號的線圈及可用於存儲通信間能量的任何電容器。此外，諸如FDA等法規機構的健康顧慮和意見限制了可能被患者消化的某些金屬的量，從而將用於感測和通信的總可用功率放在上限。這些通信可協定有效地提高了可用於外部偵測和解碼的信號為位準。有增加從可攝食識別符接收到的信號位準的動機，使得可以更容易地偵

測到可攝食識別符，以及透過放置在身體的各部分上或患者所佩戴的接收器。

【發明內容】

[0004] 於一態樣中，提供一種電子裝置。電子裝置包括控制裝置、耦接到該控制裝置之驅動電路、及耦接到該控制裝置之部分電源，部分電源係配置用以提供電壓電位差到該控制裝置和驅動電路，由於該部分電源係與導電流體接觸。該部分電源包括電耦接到該控制裝置的第一材料及電耦接到該控制裝置並與該第一材料電隔離的第二材料。電感器係耦接到該驅動電路，其中驅動電路係配用以發展通過該電感器的電流，及其中通過該電感器發展的電流的大小被改變以產生可由接收器遠程偵測之編碼信號。

[0005] 在另一態樣中，提供一種接收器電路。該接收器電路包括諧振電路、耦接到該諧振電路之低雜訊電壓放大器、及耦接到該低雜訊電壓放大器的輸出之接收器處理器電路，該接收器處理器係配置用以接收表示脈衝通信信號的類比信號，將該類比信號轉換為數位信號，以及解碼該數位信號以複製傳輸作為脈衝通信信號之數據。此外，該接收器旨在由患者每天於延長時間佩戴。因此，其尺寸和功耗均受到限制。

[0006] 在另一形態中，提供一種接收器電路。該接收器電路包括接收電感器、耦接到接收線圈之跨阻抗放大器，耦接到該跨阻抗放大器的輸出之放大器、及耦接到該

放大器的輸出之接收器處理器電路，該接收器處理器係配置用以接收表示脈衝通信信號之類比信號，將該類比信號轉換為數位信號，以及解碼該數位信號以複製傳輸作為脈衝通信信號之數據。

[0007] 以上內容是概述，且因此可包含細節的簡化、概化、內涵和/或細節的省略；因此，本領域技術人員將理解到，該概述僅為說明性而已，並未意指以任何方式限制。本文中所述的裝置和/或過程和/或其它標的物的其它態樣、特徵和優點將在本文所闡述的教導中變得顯而易見。

[0008] 於一或更多態樣中，相關系統包括但不限於用於實現本文引用的方法態樣之電路和/或編程；電路和/或編程實質上可以是硬體、軟體和/或如韌體的任何組合，其係配置用以依據系統設計者的設計選擇來實現本文引用的方法態樣。除了上述之外，在諸如本公開的文本（例如，權利要求和/或詳細說明）和/或附圖的教導中闡述和描述了各種其它方法和/或系統態樣。

[0009] 上述概述僅為說明性而已，並不意圖以任何方式對所附權利要求的範圍進行限制。除了上述的說明性態樣和特徵之外，透過參考附圖和以下詳述，其它態樣和特徵將變得顯而易見。

【圖式簡單說明】

[0010] 在所附權利要求中具體闡述了本文所述態樣

的嶄新特徵。然而，關於組織和操作方法之態樣可以透過參考附圖結合以下描述來更佳地理解如下。

[0011] 圖1顯示根據本公開的一態樣基於電磁場的感測和偵測系統。

[0012] 圖2顯示根據本公開的一態樣已吞嚥可攝食識別符的個體。

[0013] 圖3顯示根據本公開的一態樣用於偵測可攝食識別符所產生的電磁場的接收器。

[0014] 圖4A顯示根據本公開的一態樣包含電絕緣元件的可攝食識別符的側視圖。

[0015] 圖4B顯示根據本公開的一態樣包含電絕緣元件的可攝食識別符的俯視圖。

[0016] 圖5顯示根據本公開的一態樣具有位於相對端的不同金屬之可攝食識別符的一態樣的方塊圖。

[0017] 圖6顯示根據本公開的一態樣具有位於同一端且由非導電材料分開的不同金屬之可攝食識別符的另一態樣的方塊圖。

[0018] 圖7顯示根據本公開的一態樣，當圖9的可攝食識別符與導電液體接觸並處於活性狀態時，離子轉移或通過導電液體的電流路徑。

[0019] 圖7A顯示根據本發明的一態樣之圖7的不同材料的表面的分解圖。

[0020] 圖8顯示根據本公開的一態樣之圖5的可攝食識別符具有pH傳感器單元。

[0021] 圖9是根據本公開的一態樣使用於圖5和6的系統中的控制裝置的一態樣的方塊圖例示。

[0022] 圖10顯示根據本公開的一態樣之第一電感器組件。

[0023] 圖11顯示根據本公開的一態樣之第二電感器組件。

[0024] 圖12顯示根據本公開的一態樣包含導電通信組件和電感器組件的可攝食識別符。

[0025] 圖13顯示根據本公開的一態樣之圖12中所示的可攝食識別符的側剖面圖。

[0026] 圖14顯示根據本公開的一態樣之圖4A及4B所示的可攝食識別符的一態樣。

[0027] 圖15顯示根據本公開的一態樣之圖12-13所示的可攝食識別符的一態樣。

[0028] 圖16顯示根據本公開的一態樣包含積體電路和形成在分開基板上的分開電感器組件之可攝食識別符。

[0029] 圖17顯示根據本公開的一態樣包含形成在非導電膜上的電感器之可攝食識別符。

[0030] 圖18顯示根據本公開的一態樣在不同材料沉積在積體電路上之後包含形成在圖13所示的一或兩種不同材料上的電感器之可攝食識別符。

[0031] 圖19是一根據本公開的一態樣包含電感器和單端電感器驅動電路之可攝食識別符的示意圖。

[0032] 圖20是一根據本公開的一態樣包含電感器和

推拉式H電橋電感器驅動電路之可攝食識別符的示意圖。

[0033] 圖21是根據本公開的一態樣包括電感器和單端電感器驅動電路之可攝食識別符的示意圖，其中第一金屬層分成兩區域而第二金屬層設置於單一區域中。

[0034] 圖21A是根據本公開的一態樣包括電感器和單端電感器驅動電路之可攝食識別符的示意圖，其中第一金屬層分成兩區域且第二金屬層分成兩區域。

[0035] 圖22是根據本公開的一態樣包括電感器和推拉式H電橋電感器驅動電路之可攝食識別符的示意圖，其中第一金屬層分成兩個區域而第二金屬層設置於單一區域中。

[0036] 圖22A是根據本公開的一態樣包括電感器和推拉式H電橋電感器驅動電路之可攝食識別符的示意圖，其中第一金屬層分成兩區域且第二金屬層分成兩區域。

[0037] 圖23顯示根據本公開的一態樣形成在絕緣子結構上的感應元件或電感器結構，其可用作可攝食識別符積體電路中的感應元件。

[0038] 圖24顯示根據本公開的一態樣形成在絕緣子結構上的多層感應元件或電感器結構，其可用作可攝食識別符積體電路中的感應元件。

[0039] 圖25顯示根據本公開的一態樣的雙層雙埠電感器配置。

[0040] 圖26是根據本公開的一態樣之圖25所示的雙層雙埠電感器的示意圖。

[0041] 圖 27 是根據本公開的一態樣之圖 25 和 26 所示的雙層雙埠電感器的示意圖。

[0042] 圖 28 顯示根據本公開的一態樣的四層雙埠電感器配置。

[0043] 圖 29 是根據本公開的一態樣之圖 28 中顯示的四層雙埠電感器的示意圖。

[0044] 圖 30 是根據本公開的一態樣之圖 28 和 29 所示的四層雙埠電感器的示意圖。

[0045] 圖 31 顯示根據本公開的一態樣的 n 層 n 埠電感器配置。

[0046] 圖 32 是根據本公開的一態樣之圖 31 所示的 n 層 n 埠電感器的圖。

[0047] 圖 33 是根據本公開的一態樣之圖 31 和 30 所示的 n 層 n 埠電感器的示意圖。

[0048] 圖 34 顯示根據本公開的一態樣的具有中心分接頭連接配置的對稱雙層三埠電感器。

[0049] 圖 35 是根據本公開的一態樣之圖 34 具有中心分接頭連接的對稱雙層三埠電感器的圖。

[0050] 圖 36 是根據本公開的一態樣之圖 34 和 35 所示的電感器的示意圖。

[0051] 圖 37 是根據本公開的一態樣的諧振（振盪）電感器驅動電路的示意圖。

[0052] 圖 38 是根據本公開的一態樣的脈衝電感器驅動電路的方塊圖。

[0053] 圖 39 是根據本公開的一態樣之圖 38 所示的脈衝電感器驅動電路的示意圖。

[0054] 圖 40 是根據本公開的一態樣之圖 38 和 39 所示的電池倍壓器電路的方塊圖。

[0055] 圖 41 是根據本公開的一態樣之圖 40 所示的每一倍壓器電路階段的示意圖。

[0056] 圖 42 是根據本公開的一態樣之圖 38 和 39 所示的脈衝產生器電路的示意圖。

[0057] 圖 43 是根據本公開的一態樣之圖 38 和 39 所示的電感器放電電路 726 的簡化示意圖。

[0058] 圖 44 是根據本公開的一態樣可由圖 38-43 所示的脈衝電感器驅動電路產生的脈衝通信協定之時序和極性圖。

[0059] 圖 45 是根據本公開的一態樣之圖 44 所示的脈衝通信協定的稀疏脈衝樣板和自卷積圖剖。

[0060] 圖 46 是根據本公開的一態樣可用於識別圖 44 所示的脈衝函數的發射頻率的可變樣板圖。

[0061] 圖 47 顯示根據本公開的一態樣用於偵測由可攝食識別符產生的電磁場之電壓模式接收器。

[0062] 圖 48 是根據本公開的一態樣來自接收電感器之脈衝回應的圖示。

[0063] 圖 49 顯示根據本公開的一態樣用於偵測由可攝食識別符產生的電磁場之電壓模式接收器。

[0064] 圖 50 顯示根據本公開的一態樣的電流模式接

收器。

[0065] 圖 51 顯示根據本公開的一態樣的另一接收器電路。

[0066] 圖 52 顯示根據本公開的一態樣的接收器配置，其包括正交地相互間隔的接收電感器和對應的接收器。

[0067] 圖 53 顯示根據本公開的一態樣包括正交間隔的接收電感器和對應的接收器之接收器配置。

[0068] 圖 54 顯示根據本公開的一態樣包括多個接收器電感器 L_1-L_n 和多個接收器 RX_1-RX_n 之接收器配置。

[0069] 圖 55 顯示根據本公開的一態樣的接收器電路。

[0070] 圖 56 是根據本公開的一態樣的脈衝透射譜的曲線圖。

[0071] 圖 57 是根據本公開的一態樣可由圖 38-43 所示的脈衝感應驅動電路產生之脈衝通信協定的時序和極性圖。

[0072] 圖 58 是根據本公開的一態樣可由圖 47-53 所示的接收器電路接收之脈衝通信協定的時序和極性圖。

[0073] 圖 59 是根據本公開的一態樣可由圖 47-53 所示的接收器電路接收之脈衝通信協定的時序和極性圖剖。

[0074] 圖 60 是根據本公開的一態樣由圖 47-53 所示的接收器電路接收的 40 位元封包。

[0075] 圖 61 是根據本公開的一態樣由圖 47-53 所示的

接收器電路接收的封包的精細頻譜。

[0076] 圖 62 是表示脈衝的“零”片序列的例子的圖表，及表示“一”脈衝的片序列的例子的圖表。

[0077] 圖 63 顯示與樣板相關的組合 (0+1) 數據的圖表，該樣板說明如何尋找頻率和排列：最高頂點確定兩者。

[0078] 圖 64 顯示前一圖表中“A”子片和“B”子片的圖示。

[0079] 圖 65 是顯示根據上述說明如何組合子片 A 和 B 產生“零”片 = [A B] 及“一”片 = [B A] 之圖表。

[0080] 圖 66 是顯示組合切片如何看起來像 SNR = 5000 的圖表。

[0081] 圖 67 顯示一樣板圖表，其透過概括“A”子片和“B”子片而產生，且使用於解碼以尋找封包的正確頻率和起始點。

[0082] 圖 68 顯示最佳匹配組合切片的典型低雜訊卷積圖；樣板卷積總和對切片號。

[0083] 圖 69 顯示 SNR = 5000 的頻譜圖，其為每一假設頻率的最高卷積值對假設頻率的曲線圖。

[0084] 圖 70 顯示非常低雜訊情況下每一切片的“A”子片分數：(X軸：切片號，Y軸：相關值)。

[0085] 圖 71 顯示 A 片分數的封包開始時的放大圖：(X軸：切片號，Y軸：與“A樣板”值的相關性)。

[0086] 圖 72 顯示將 A 子片和 B 子片相關值一起繪製。

[0087] 圖 73 顯示 “零” 片值作為片數的函數的曲線圖。

[0088] 圖 74 顯示零和一片分數二者作為切片號的函數的圖表。

[0089] 圖 75 顯示位元長度分數對切片號的圖表。

[0090] 圖 76 以兩條線顯示低雜訊封包的圖表：較深的線是位元長度分數，較淺的線是如所解譯位元值。

[0091] 圖 77 顯示不同信號雜訊比下的最佳擬合組合切片的四幅圖。

[0092] 圖 78 顯示 “最佳總和” 的各種曲線圖，其係與各種 SNR 的 “樣板” 卷積的 “最佳擬合總和”。

[0093] 圖 79 顯示不同 SNR 的各種頻譜圖。

[0094] 圖 80 顯示用於在這些各種等級的 SNR 下成功解碼封包的位元長度分數。

[0095] 圖 81 顯示用於附加的尖峰信號協定的前四個 “A” 片。

[0096] 圖 82 顯示如所傳輸假設每一符號 240 片的信號的圖表。

[0097] 圖 83 顯示非常低雜訊情況下每一切片的 “A” 子片分數。

[0098] 圖 84 顯示非常低雜訊情況下每一切片的 F 片分數。

[0099] 圖 85 顯示所有 A 至 W 片分數對切片號的圖表。

[0100] 圖 86 顯示每一符號長度分數對切片號的圖

表。

[0101] 圖 87 是顯示低雜訊 (-5.5 dB) 封包的圖表。

[0102] 圖 88 顯示正確頻率的低雜訊示例，其顯示符號長度切片的第一組合片。

[0103] 圖 89 顯示符號長度切片的第二組合切片總和。

[0104] 圖 90 分別顯示兩個所示圖中存在雜訊下相同的第一切片和第二切片總和的兩個圖表。

[0105] 圖 91 顯示使用於符號長度切片的樣板。

[0106] 圖 92 以圖 91 所示的樣板顯示圖 2270 中所示的組合切片的卷積。

[0107] 圖 93 以圖 91 所示的樣板顯示圖 2280 中所示的組合切片的卷積。

[0108] 圖 94 顯示頻譜：每一符號長度切片的兩個峰值的大小的總和作為頻率的函數。圖 95 顯示訊框長度拉伸/擠壓分析和符號長度拉伸/擠壓分析二者的頻譜。

[0109] 圖 96 顯示雜訊運行的結果，其中曲線顯示訊框長度切片作為頻率的函數的頻譜，以及 $\text{SNR} = -13.5$ dB。

[0110] 圖 97 顯示訊框長度切片作為頻率的函數的頻譜，其中 $\text{SNR} = -17.5$ dB，但每一符號只有 120 片。

[0111] 圖 98 是相同的第二片，如圖 2280 中相同的數據集（參見圖 90），但在高 10 個單元的頻率。

[0112] 圖 99 以 $\text{SNR} = 7$ dB 顯示符號長度切片的第二

切片，但頻率是在551個單位，而不是501個。

[0113] 圖 100顯示距偵測器9英吋的傳感器仿真器的粗頻譜圖。

[0114] 圖 101顯示距偵測器9英吋的傳感器仿真器的精細頻譜圖。

[0115] 圖 102顯示來自距源頭9英吋處的偵測器之組合的訓框長度切片的圖表。

[0116] 圖 103是顯示使用在距源頭9英吋處收集的數據之最佳總和（BestSums）的圖表。

[0117] 圖 104是顯示使用在距源頭9英吋處收集的數據之封包符號和強度的圖表。

[0118] 圖 105是顯示傳感器仿真器在距偵測器24英吋處的粗頻譜圖。

[0119] 圖 106顯示距偵測器24英吋處的傳感器仿真器的精細頻譜P3SS2。

[0120] 圖 107顯示距偵測器24英吋處的傳感器仿真器的全訊框頻譜。

[0121] 圖 108顯示最佳組合的全訊框切片以及從距源頭24英吋處接收的信號的最佳擬合樣板的圖表。

[0122] 圖 109是顯示從距源頭24英吋處收集的數據的最佳總和（bestSums）結果（具有組合切片的樣板卷積結果）之圖表。

[0123] 圖 110是顯示從距源頭24英吋處收集的數據的符號值和封包結果之圖表。

[0124] 圖111是使用從距源頭24英吋處收集的數據的最佳總和 (bestSums) 的圖表。

【實施方式】

[0125] 在以下的詳細說明中，參考形成其一部分的附圖。在附圖中，類似的符號和參照字元代表性地在全部幾個視圖中辨別相似的組件，除非另有說明。在詳細說明、附圖和權利要求中所述的例示性態樣並不意味著限制。可使用其它態樣，且可以進行其它改變，而不會背離本文呈現的主題的精神或範圍。

[0126] 在詳細說明使用電磁信號來感測和偵測可攝食識別符的不同態樣之前，應當注意到，本文公開的各種態樣於應用或用途上不限於附圖和描述中所示的組件的構造和配置的細節。而是，所公開的態樣可定位或併入其它態樣、其變化和修改，且可以各種方式實踐或執行。因此，使用本文公開的電磁信號來感測和偵測可攝食識別符的態樣在本質上是例示性的，並不意味著限制其範圍或應用。此外，除非另有說明，本文中使用的術語和表達是為了方便讀者而描述態樣的目的，而不是限制其範圍。此外，應當理解到，所公開的態樣、態樣的表達和/或其示例中的任何一或多者可與其它公開的態樣、態樣的表達和/或示例組合中的任何一或多者組合而不限於此。

[0127] 而且，在以下的描述中，應當理解到，諸如前、後，內、外、頂、底等的術語是方便性的詞語，不應

被解釋為限制性術語。本文使用的術語並不意味著限制在文中所述的裝置，或者其部分可附接或使用於其它取向。各種態樣將參照附圖更詳細地予以描述。

[0128] 如先前所述，偵測可攝食識別符的常規手段包括對皮膚上的兩個點進行濕接觸並在啟動可攝食識別符之後測量流過患者身體的導電電流所感應的電壓差。弱信號位準和強背景雜訊可能會限制導電電流技術，並可能使偵測和解碼來自可攝食識別符的信號計算上難以密集。此外，在傳統的感測和偵測技術中，當接收器從腹部移動到例如頸部、胸部或胸部、手臂、腕部、大腿或腿部的時候，信號消失。

[0129]

一般性概述

[0130] 於各種態樣中，可使用呈導體形式的電磁線圈，例如線圈、渦旋或螺旋形狀的線，以產生電磁信號。電磁線圈中產生的電流與諸如電感器和傳感器線圈的裝置中的磁場相互作用。電流通過線圈的導線以產生磁場，或者相反地，通過線圈內部的外部時變磁場在導體中產生EMF（電壓）。如以下更詳細地描述，電磁信號可由形成在包括主動裝置區域的半導體基板上的電感器產生。电感器的導電元件例如可形成在覆蓋半導體基板或玻璃基板的介電層上。導電元件例如可圖案化並蝕刻成所需的形狀，諸如平面螺旋。電感器下面的基板的區域可移除以降低感應的Q因子。無線通信當前的改革以及對較小的無線通信

裝置的需求已經針對無線電通信電子裝置的優化和小型化產生顯著的努力。被動元件（例如電感器、電容器和變壓器）在這些裝置的操作中扮演必要的角色，因此致力針對減小這種被動元件的尺寸並改善其性能和製造效率。

[0131] 離散的電感器和電容器是使用於交流和射頻應用中的被動電磁元件，例如振盪器、放大器和信號濾波器，以提供頻率依賴效應。具體來說，跨過電感器的電壓是通過電感器的電流的電感和時間導數的乘積的函數。傳統電感器包括多個繞組，其纏繞由鐵磁或絕緣材料構成的芯。雖然不需要電感器核心，但是例如使用鐵磁核心增加了電感值。電感也是線圈匝數（具體來說，電感係與該匝數的平方成正比）和核心面積的函數。傳統的離散電感器係形成為螺旋線（也稱為螺線管形狀）或環形線圈。核心通常由包含多個磁域的鐵、鈷或鎳（或鐵磁合金）形成。供應給電感器的電流在核心材料中引起磁場，導致域對準並導致材料磁導率的增加，這依次增加了電感。

[0132] 半導體產業的發展多年來一直致力於製造尺寸越來越小的更高性能裝置。半導體電路設計和製造的一挑戰是將高性能電容器和電感器集成到半導體裝置中。理想地，這些組件係使用半導體製造技術中常規的方法和程序形成在半導體基板的相對小表面積上。然而，相較於主動裝置的特徵尺寸和線寬，電感器和電容器是大，且不容易集成到通常具有次微米範圍內的特徵尺寸的半導體裝置中。將理解的是，例如，電感器可形成在玻璃基板而不是

半導體基板上。

[0133] 形成在半導體或玻璃基板表面上的大多數電感器具有螺旋形狀，其中螺旋平面平行於基板表面。已知許多技術用於形成螺旋形電感器，例如掩蔽、圖案化和蝕刻形成在基板表面上的導電材料層。也可形成多個互連螺旋形電感器以提供期望的感應特性和/或簡化製造過程。參見例如美國專利第 6,429,504 號描述了多層螺旋電感器，及美國專利第 5,610,433 號揭示了具有由多層形成的高 Q 因子的高值電感器，其中每一層包括兩或更多個。各層中的線圈串聯互連，使得電流例如以相同的方向流過電感器。

[0134] 重要價值的電感器數值形象因子 Q（或品質因子）係定義為感抗與電阻的比值。高 Q 電感器（例如具有低電阻）呈現窄的 Q 峰值作為輸入信號頻率的函數，其中峰值出現在電感器諧振頻率。高 Q 電感器對於使用窄頻寬操作的頻率依賴電路尤為重要。例如，增加操作於振盪器中的電感器的 Q 會降低振盪器相位雜訊，並將振盪器頻率限制在更窄的頻帶上。因為 Q 值是電感器電阻的反函數，所以最小化電阻會增加 Q。用於最小化電阻的一種已知技術增加了形成電感器的導電材料的截面積。

[0135] 本公開的各種態樣使傳統的替代物理現象對基於導電電流的可攝食識別符偵測技術起動槓桿作用。於一態樣中，例如，本公開提供用於感測和偵測可攝食識別符的技術，其利用透過可攝食識別符在胃液中誘導的電流

產生電磁場，該可攝食識別符更容易地在體內和表面上行進。可使用接收設備，即諸如電感器的天線，來接收電磁場並將其轉換成電壓。這樣的電壓然後可以透過任何合適的手段接收，諸如離散或集成的電子設備。參見 Wang, Jianqing 和 Qiong Wang 所作的身體區域通信：通道建模，通信系統和 EMC。新加坡：John Wiley & Sons Singapore Pte 有限公司，2013 年，例如，關於身體區域通信技術的討論。

[0136] 為了方向性，使得電磁場接收器不會從相鄰患者拾取信號，磁屏可放置在接收天線（例如電感器）的頂部。透過將天線限制在屏蔽和身體之間，接收器將僅接收在體內行進的場。作為增強，屏蔽可製成拋物面，天線（電感器）放置在焦點上，用以增強信號強度，如衛星碟形天線中所作的。

[0137] 圖 1 顯示根據本公開的一態樣基於電磁場的感測和偵測系統 100。圖 1 顯示最近吞嚥了可攝食識別符 104 的個人 102。如下文更詳細地描述的可攝食識別符 104，當其與個人 102 的胃中的胃腸液體接觸時，產生編碼的電磁信號。雖然編碼的電磁信號可配置用以表示許多變數，但是於一態樣中，編碼的電磁信號表示可攝食事件。於一態樣中，可攝食事件可能與個人 102 服用藥物劑量、藥物類型、或劑量或其組合於其它變數中相關聯。

[0138] 系統 100 實施可能包括許多變化。例如，於一態樣中，可使用如關於圖 4-9 所述的可攝食識別符。在這

實現中，可攝食識別符在與導電流體接觸時被供電，例如，然後產生可由電感器天線偵測到的電磁場。該技術是有利的，因為相較於皮膚表面上的電流傳導，電磁場傾向在患者皮膚表面上更佳地傳播。皮膚表面上的電磁場可與具有N個繞組的電感器天線接通，其中N是整數，且可選地鐵心提高靈敏度。由於個人102的身體有助於電磁場的傳播，例如系統100在可攝食識別器104和/或接收器106、108、110、112、114、116、118、150、152的電感器天線的位置和布局中提供附加的靈活性。

[0139] 於另一態樣中，可攝食識別符可包括用於放大可攝食識別符電路所產生的信號之放大器。電感器繞組可設置在可攝食識別符的相同積體電路上。於另一態樣中，電感器繞組可以印刷在介於由位於可攝食識別符（例如，邊緣）上的不同材料製成的電極之間的非導電膜上。於其它態樣中，電感器天線可使用導電可消化材料印刷在非導電膜或積體電路上。於另一態樣中，電感器繞組可附加作為單獨的積體電路且耦接到可攝食識別符電路。此外，系統100可以在例如100kHz至1MHz的各種頻率下操作，這可提供用於減小發射器電感器和接收器電感天線的尺寸之機會。上限頻率可用臨界值來偵測，在該臨界值個人102的身體開始吸收電磁能量。這種上限頻率臨界值可以是大約400MHz，但不限於此。在其它實施例中，例如，操作頻率可選自10MHz至1GHz。

[0140] 於各種態樣中，具有N匝的電感器可位於可攝

食識別符積體電路的兩側。激化在一側是正的，在另一側是負的，以加強或加倍信號強度。可攝食識別符可配置用以在多個頻率而不是單一頻率發射，其透過添加多個發射器和多個電感器，或者經由多工器耦接到多個电感器的單一發射器，或者經由多工器耦接到多個調諧元件的單一發射器和單一電感器，諸如二或更多個電容器。於其它態樣中，例如可以將諸如鐵氧體电感器的磁性材料沉積或添加到可攝食識別器積體電路中，以增加傳輸电感器的電感。於其它態樣中，可攝食識別符電極可形成為电感器的形狀。

[0141] 於其它態樣中，可攝食的識別符可配置用以直接與諸如行動電話、蜂巢式電話或智慧型電話之類的行動電信裝置進行通信，從而提供增強的信號強度和數據安全考慮的可用性。

[0142] 可攝食識別符104所發射的電磁信號可透過與個人102相關聯的接收器來偵測。於各種態樣中，可攝食識別符104和接收器106、108、110、112、114、116、118、150、152中的任一者可配置為單向，而在一些情況下配置為雙向通信。接收器106、108、110、112、114、116、118、150、152可配置用以感測和偵測可攝食識別符104，並且可位於個人102的身體上或身體外。因此，接收器106、108、110、112、114、116、118、150、152可位於個人102的身體上，部分或全部地植入在個人102中，或者可位於個人102之外但接近個人102，使得接收器可隨時

地偵測相對較弱的電磁信號。

[0143] 於一態樣中，接收器106可位於貼片中且粘附到個人102的腹部或個人102的下體上的任何位置，以在可攝食識別符被個人102攝取之後感測和偵測可攝食識別符104。於另一態樣中，接收器108可位於貼片中且粘附到個人102的胸部、乳房或上身部分。於另一態樣中，接收器116可位於貼片或項鍊上且在個人102的頸部或喉部周圍或頭部上或附近。於另一態樣中，例如，接收器110可位於臂帶中且圍繞個人102的上臂周圍佩戴在肩部附近。於另一態樣中，接收器112可位於手錶中且佩戴在個人102的手腕周圍。於另一態樣中，接收器152可位於腕帶中且佩戴在個人102的手腕周圍。於另一態樣中，接收器150可位於皮帶中且配戴在個人102的腰部周圍。於另一態樣中，接收器114可位於踝帶中且配戴在個人102的腳踝周圍或個人102的腿上的其它位置。於其它態樣中，接收器可位於個人102上或附近的任何位置。於另一態樣中，接收器118可位於身體外但接近個人102。例如，接收器118可位於個人102所穿戴的衣服122的口袋120內。

[0144] 直接耦接到個人102的身體的接收器106、108、116可透過施加到接收器106、108、116的皮膚接觸表面的粘合劑來附接。放置在個人的臂或手腕周圍的接收器110、112、152可包括用以將接收器110、112、152保持在適當位置的帶或布條。於一態樣中，接收器112可以具有類似於手錶的外形尺寸。接收器118可以鬆弛地定位在

個人102所穿戴的衣服122的口袋120內。接收器150可以像腰帶一樣配戴在腰部周圍。

[0145] 在用於感測和偵測可攝食識別符的系統的當前實施例中，可能需要低能量電磁信號來限制場域超出個人102的身體的傳播，以維持電磁信號所攜帶的信息的隱私。

[0146] 於各種態樣中，可以將電磁屏蔽或“罐”定位在接收器電感器天線上，以接收器屏蔽到來自個人102的身體外部的源的電磁波。於一些態樣中，屏蔽可形成為拋物面反射器，以將來自個人102的身體的電磁場聚焦到接收器電感器天線中。於其它態樣中，兩個電感器可在可攝食識別符上相互垂直或正交取向定位，以提供更非均勻的電磁信號接收。除了電感器天線之外，在接收器技術中可以採用諸如偶極或貼片天線之其它形式的天線。

[0147] 圖2顯示根據本公開的一態樣吞嚥可攝食識別符104的個人102。當可攝食識別符104浸入通常存在於胃132中的電解液中時，內部部分電池被致動以使可攝食識別符104的電路通電。如圖所示，可攝食識別符104在個人102的身體130中傳送電磁場136。可攝食識別符104包括在諧振電路中設定電磁場136的頻率之電感器。電磁場136傳播遍及身體134並在身體130的表面上傳播，在該表面上可透過位於身體130的腹部附近的接收器106進行偵測。接收器106包含用以偵測電磁場134的電感天線。可攝食識別符104包括用可攝食識別符104中所編程的信息對電磁場134

進行編碼之電路。

[0148] 圖3顯示根據本公開的一態樣的用於偵測可攝食識別符所產生的電磁場之接收器106，例如關於圖1和圖2討論的可攝食識別符104。接收器106包括諧振電路140和接收器電子設備142，以處理從可攝食識別符接收的編碼電磁信號。諧振電路140可包含電感器天線144和調諧電容器146，以在操作頻率下共振。

[0149]

透過可攝食識別符的傳輸

[0150] 圖4A及4B顯示根據本公開的一態樣包含電絕緣元件208之可攝食識別符200的各種視圖。電絕緣元件208延伸超出積體電路202的外緣。圖4B是圖4A所示的識別符200的平面圖。如圖4A所示，積體電路202包括由第一材料構成的上電極204和由第二材料構成的下電極206，其中第一和第二材料不相似且具有不同的電化學電位。如圖4B所示，電絕緣元件208具有盤形狀。參照圖4A及4B，上電極204和下電極206以及積體電路202位於或接近盤形電絕緣元件208的中心。從電絕緣元件208的邊緣到積體電路202和電極204、206的周邊的距離可以變化，且在某些態樣為 $\sim 0.05\text{mm}$ 以上，例如 $\sim 0.1\text{mm}$ 以上，包括 $\sim 1.0\text{mm}$ 以上，例如 $\sim 5.0\text{mm}$ 以上，包括 $\sim 10\text{mm}$ 以上，在某些態樣，距離不能超過 $\sim 100\text{mm}$ 。電感器或感應元件可利用相對於積體電路202上可用的表面積更大的可用表面積來設置在電絕緣元件208上。

[0151] 於圖4A至4B所示的實例中，上電極204和下電極206具有平面配置。於其它態樣中，然而，電極204、206可具有任何方便形狀，例如方形、圓盤等、平面或其它。盤形電絕緣元件208具有平面盤形結構，其中電絕緣元件208的邊緣延伸超過平面的上電極204和下電極206以及積體電路202的邊緣。在所示的示例中，電絕緣元件208的半徑大於上電極204和下電極206的半徑，例如等於1mm或更大，諸如大約10mm或更大。

[0152] 應注意的是，在任何給定的示例中，電絕緣元件208可以延伸超過電極204、206或積體電路202的邊緣。例如，如圖4A至4B所示，電絕緣元件208延伸超過上電極204和下電極206的邊緣以及積體電路。然而，在其它示例中，電絕緣元件208可以限定與一電極（例如底部電極206）的邊緣相當之邊緣，使得其不延伸超過兩個電極204、206的邊緣或集成電路202，其中電絕緣元件208可包含延伸超過頂部電極204的邊緣但不超過底部電極206的邊緣之邊緣。

[0153] 圖5-9顯示根據本公開的各種態樣的可攝食識別符系統210、220、260的各種態樣。圖5-9中所示的可攝食識別符系統210、220、260包括耦接到電感器401的固態半導體開關400。固態半導體開關400在電子控制裝置218（圖5、圖7、圖8）、228（圖6）的控制下將電力（AC或DC電流）切換到電感器401。將理解的是，圖5-8是簡化的方塊圖電路，僅用於說明目的而已。因此，固態半導體開

關 400 和 / 或電感器 401 可包括附加電路或子電路。

[0154] 參照圖 5 和 7，可攝食識別符系統 210 包括施加到控制裝置 218 的框架 212 的第一材料 214（金屬 1）和第二材料 216（金屬 2）。控制裝置 218 的輸出係耦接到固態半導體開關 400，固態半導體開關 400 控制通過電感器 401 的電流以產生電磁場。該配置提供了當暴露於離子溶液時第一材料 214（金屬 1）和第二材料 216（金屬 2）所產生的電池。因此，當系統 210 與導電液體接觸和 / 或部分地接觸時，如圖 7 所示，電流路徑 230、250，經由示例，通過第一和第二不同材料 214、216 之間的導電液體而形成。電池驅動控制裝置 218，其透過控制切換到電感器 401 的電流來產生振盪頻率。當開關 400 閉合時，振盪電流流過電感器 401，並產生 RF 電磁信號。RF 電磁信號傳播通過個人身體，並可透過具有電磁信號偵測機構的外部或內部接收裝置來偵測。如果在足夠高的能量提供廣播，則每當攝取藥物時患者佩戴的呼叫器狀裝置將偵測到。

[0155] 參照圖 5，第一和第二不同材料 214、216（金屬 1 和金屬 2）位於其相對端。如上所述，可攝食識別符系統 210 可與任何藥物產品聯合使用以確定患者何時服用藥物產品。如上所述，本公開的範圍不受環境和與系統 210 一起使用的產品所限制。例如，系統 210 可放置在膠囊內，而膠囊放置在導電液體內。然後膠囊將在一段時間內溶解並將系統 210 釋放到導電液體中。因此，於一態樣中，膠囊將包含系統 210 而不包含產品。這種膠囊然後可

使用於存在有導電液體和任何產品之任何環境中。例如，膠囊可以落入裝有噴射燃料、鹽水、番茄醬、機油或任何類似產品的容器中。另外，含有系統210的膠囊可在攝取任何藥物的同時進行攝取以便記錄事件發生的時間，諸如當產品被攝取時。

[0156] 在圖5所示的系統210結合藥物產品的具體示例中，當產品或藥丸被攝取時，系統210被致動。於一態樣中，系統210透過控制裝置400所驅入電感器401中的電流來產生電磁信號，以產生用本文所述的接收器可偵測到的獨特電磁信號，從而表示已經取得藥物產品。框架212是用於系統210的架框，且有多個組件附接、沉積或固定到框架212上。在系統210的這個態樣中，第一可消化材料214係與框架212物理上相關聯。第一材料214可化學沉積、蒸發，固定或構建在框架上，所有這些可在本文中稱為相對於框架212的“沉積”。第一材料214係沉積在框架212的一側上。可使用作第一材料214的感興趣材料包括但不限於： Cu 或 CuCl 。第一材料214係透過其它協定中的物理氣相沉積、電沉積或電漿沉積等進行沉積。第一材料214可以是約 ~ 0.05 至約 $\sim 500\mu\text{m}$ 厚，諸如約 ~ 5 至約 $\sim 100\mu\text{m}$ 厚。形狀係透過陰影遮罩沉積或光刻和蝕刻來控制。另外，即使僅顯示一個用於沉積材料的區域，每一系統210可包含二或更多個電獨特的區域，其中材料214可視需要予以沉積。

[0157] 在如圖5所示的相反側之不同側，沉積另一第

二可消化材料216，使得第一和第二材料214、216不相似。雖然未顯示，所選擇的不同側可以是選擇緊鄰用於第一材料214的側之側。本公開的範圍不受所選擇側的限制，且術語“不同側”可意指與第一選擇側不同的多側中的任一側。此外，即使系統的形狀顯示為正方形，該形狀也可以是任何幾何上適合的形狀。選擇第一和第二不同材料214、216，使得當系統210與諸如體液的導電液體接觸時該等材料產生電壓電位差。用於材料216的感興趣材料包括但不限於：Mg、Zn或其它負電性金屬。如上文關於第一材料214所示，第二材料216可以化學沉積、蒸發、固定到或構建在框架上。此外，粘合層可能需要幫助第二材料216（以及需要時第一材料214）粘附到框架212。用於材料216的典型粘合層是Ti、TiW、Cr或類似材料。陽極材料和粘附層可透過物理氣相沉積、電沉積或電漿沉積來沉積。第二材料216可以是約~0.05至約~500 μm 厚，例如約~5至約~100 μm 厚。然而，本公開的範圍不受限於任何材料的厚度以及使用於將材料沉積或固定到框架212之方法的類型。

[0158] 因此，當系統210與導電液體接觸時，如圖7中顯示的例子，電流路徑係通過第一和第二材料214、216之間的導電液體形成。控制裝置218係固定到框架212且電耦接到第一和第二材料214、216。控制裝置218包括電子電路，例如能夠控制和改變第一和第二材料214、216之間的導電性之控制邏輯，以及用於驅動通過電感器401的電

流以產生獨特的電磁信號的電子電路，該電磁信號被編碼以提供對應於系統210的獨特識別符和/或附接系統210或與其組合的產品。

[0159] 第一和第二材料214、216之間所產生的電壓電位提供用於操作包括控制裝置218和電感器401的系統210之電力。於一態樣中，系統210以直流（DC）模式操作。於替代態樣中，系統210控制電流的方向，使得電流方向以循環方式反轉，類似於交流（AC）模式。當系統到達導電液體或電解質時，其中液體或電解質成分係由生理液體（例如胃酸）提供，在第一和第二材料214、216之間的電流流動路徑在系統210外部完成；通過系統210的電流路徑係由控制裝置218控制。電流路徑的完成允許電流流動，且依序，接收器（未顯示）可以偵測電流的存在並識別出系統210已被致動且期望的事件正在發生或已發生。

[0160] 於一態樣中，該兩種材料214、216在功能上類似於直流（DC）電源（諸如電池）所需的兩個電極。導電液體充當完成電源所需的電解質。所述完成的電源係由系統210的第一和第二材料214、216之間的物理化學反應以及身體的周圍液體所界定。完成的電源可視為利用離子或導電溶液諸如胃液、血液或其它體液和一些組織中的反向電解之電源。此外，環境可以是身體以外的東西，且液體可以是任何導電液體。例如，導電液體可以是鹽水或金屬基塗料。

[0161] 於某些態樣中，該兩種材料214、216可以透過附加的材料層而與周圍環境隔離。因此，當屏蔽被溶解且該兩個不同材料暴露於目標位置時，產生電壓電位。

[0162] 仍參照圖5，第一和第二材料214、216提供電壓電位以致動控制裝置218。一旦控制裝置218被致動或供電，控制裝置218可以獨特的方式改變通過電感器401的電流，以產生獨特的電磁信號。透過改變通過電感器401的電流，控制裝置218係配置用以控制通過電感器401之電流的大小、相位或方向。這產生可由接收器（未顯示）偵測和測量的獨特電磁特性，接收器可定位在患者身體的內部、外部、部分內部或部分外部。

[0163] 再者，電絕緣元件215、217可配置在第一和第二材料214、216之間，並可與框架212相關聯，例如固定到框架212。電絕緣元件215、217的各種形狀和構造被考慮在本公開的範圍內。例如，系統210可由電絕緣元件215、217全部或部分地包圍，而電絕緣元件215、217可以沿著系統210的中心軸線定位或相對於中心軸線偏心定位。因此，本文所要求保護的本公開的範圍不受限於非導電膜215、217的形狀或尺寸。此外，於其它態樣中，第一和第二不同材料214、216可由定位在第一和第二材料214、216之間的任何限定區域中的一薄膜所分開。

[0164] 於各種態樣中，電感器401可包括預定數量的繞組，且可以是具有框架212或控制裝置218的積體電路。電感器401的繞組可形成在框架212或控制裝置218的基板

上，或者可印刷在插入在可攝食識別符210上的第一和第二材料214、216之間的電絕緣元件215、217上。於其它態樣中，印刷電感器401可使用導電可消化材料以印刷在電絕緣元件215、217或集成控制裝置218上。於另一態樣中，電感器繞組可相加作為耦接到可攝食識別器控制裝置218的單獨積體電路。

[0165] 例如，可攝食識別符210所產生的導電電流可經由開關或切換矩陣透過開關400循線通過電感器401，如圖21、21A所示，顯示單端電感器420和驅動電路500，以及如圖22、22A所示，顯示推拉式H電橋電感器504和驅動電路裝置502。回來參照圖5，系統210可配置用以操作在例如約100kHz至約1MHz的各種頻率，這可提供用於減小發射器電感器和接收器電感器天線的尺寸之機會。上限頻率可透過個人102（圖1）的身體開始吸收電磁能量之臨界值來偵測。這種上限頻率臨界值可以是大約400MHz，但不限於此。

[0166] 圖6描繪了一種可攝食識別符220，其包括施加上到電子控制裝置228的框架222的第一材料224（金屬1）和第二材料226（金屬2）。控制裝置228的輸出係耦接到固態半導體開關400，固態半導體開關400控制電流通過電感器401的電流以產生電磁場。該配置提供第一材料224（金屬1）和第二材料226（金屬2）當暴露於離子溶液時所產生的電池。電池驅動控制裝置228，其透過控制切換到電感器401中的電流來產生振盪頻率。當開關400閉合

時，振盪電流流過電感器401，並產生RF電磁信號。RF電磁信號傳播通過個人的身體，並可透過具有電磁信號偵測機構的外部或內部接收裝置來偵測。如果在足夠高能量提供廣播，則患者所佩戴的呼叫器狀裝置將偵測到每當攝取藥物時。

[0167] 圖6所示的系統220的框架222係類似於圖5所示的系統210的框架212。於系統220的該態樣，可消化或可溶解材料224係沉積在框架222的一側的一部分上。在框架222的同一側的不同部分，沉積另一可消化或可溶解材料226，使得兩種材料224、226不相似。更具體地說，選擇第一和第二材料224、226，使得它們在與導電液體（諸如體液）接觸時產生電壓電位差。

[0168] 控制裝置228係固定到框架222並電耦接到不同材料224、226。控制裝置228包括能夠控制材料224、226之間的導電路徑的一部分之電子電路。不相似材料224、226係由非導電（電絕緣）元件229隔開。電絕緣元件229的各種實例係揭示於2010年4月27日申請且案名為“高度可靠的可攝食事件標示器及其使用方法（HIGHLY RELIABLE INGESTIBLE EVENT MARKERS AND METHODS OF USING SAME）”的美國專利第8,545,402號及2008年9月25日申請且案名為“具有虛擬偶極信號放大的體內裝置（IN-BODY DEVICE WITH VIRTUAL DIPOLE SIGNAL AMPLIFICATION）”美國專利第8,961,412號中；其全部公開內容併入本文中作為參考。

[0169] 一旦控制裝置228被致動或供電，控制裝置228可改變不同材料224、226之間的電導性。因此，控制裝置228能夠控制通過圍繞系統220的導電液體之電流的大小。如上文關於系統210所示，與系統220相關聯的獨特電流特性可由接收器（未顯示）偵測以標示系統220的致動。為了增加電流路徑的“長度”，改變電絕緣膜229的尺寸。電流路徑越長，接收器越容易偵測到電流。

[0170] 於各種態樣中，如下文更加詳述，系統220可包含用於產生電磁場的傳輸電感器401。電感器401可包括預定數量的繞組，並可與可攝食識別符210的控制裝置228集成。於另一態樣中，電感器繞組可印刷在插入電極224、226之間的電絕緣膜229上。電感器401可使用導電消化材料印刷在電絕緣膜229上，或者可與控制裝置228集成。於另一態樣中，電感器繞組可添加作為耦接到可攝食識別符控制裝置228的單獨積體電路。可攝食識別符220所產生的導電電流可在電流循線到系統220的電池電路之前透過開關400循線通過電感器401。系統220可配置用以操作在例如約100kHz至約1MHz的各種頻率，這可提供用於減小發射機電感器401和接收器電感天線的尺寸之機會。上限頻率可透過個人102（圖1）的身體開始吸收電磁能量之臨界值來偵測。這種上限頻率臨界值可以是大約400MHz，但不限於此。

[0171] 圖7顯示根據本公開的一態樣之圖5所示處於活化狀態且與導電液體接觸之系統210。系統210係通過接

地觸點232而接地。系統210亦包括傳感器組件254，其關於圖9更加詳述。透過與系統210接觸的導電流體，在第一材料214和第二材料216之間建立離子或電流路徑230。第一和第二不同材料214、216之間產生的電壓電位是透過不同的第一和第二材料214、216之間的化學反應和導電流體而產生。

[0172] 圖7A顯示根據本公開的一態樣之第一材料214的表面的分解圖。第一材料214的表面不是平面的，而是具有如圖所示的不規則表面234。不規則表面234增加材料的表面積，從而增加與導電流體接觸的面積。將理解的是，圖7所示的第二材料216也可能有不規則的表面。

[0173] 於一態樣中，在第一材料214的表面，在第一材料214和周圍的導電流體之間存在有化學反應，使得質量被釋放到導電流體。本文所用的術語“質量”是指形成物質的質子和中子。一例子包括材料是CuCl的瞬間，當與導電流體接觸時，CuCl變成Cu（固體）和Cl-溶液。離子路徑230描述離子進入導電流體中的流動。以類似的方式，第二材料216和周圍的導電流體之間存在有化學反應，而離子被第二材料216捕獲。在第二材料214處釋放離子以及透過第二材料216捕獲離子係統稱為離子交換。離子交換速率，且因此離子發射速率或流量係由控制裝置218控制。控制裝置218可透過改變在第一和第二不同材料214、216之間改變阻抗的電導來增加或減少離子流的速率。透過控制離子交換，系統210可以在離子交換過程中

編碼信息。因此，系統210使用離子發射來編碼離子交換中的信息。

[0174] 控制裝置218可改變固定的離子交換速率或電流流動大小的持續時間，同時保持該速率或大小接近恆定，類似於當頻率調變且大小恆定時。此外，控制裝置218可在保持持續時間接近恆定的同時改變離子交換速率的水平或電流的大小。因此，使用持續時間的變化和改變速率或大小的各種組合，控制裝置218編碼電流或離子交換中的信息。例如，控制裝置218可使用但不限於以下任何技術，即二進制相移鍵控（PSK）、頻率調變、振幅調變、開關鍵控和具有開關鍵控的PSK。

[0175] 如上所示，本文所公開的各種態樣，諸如圖5和圖6的系統210、220，分別包括作為系統210的控制裝置218或系統220的控制裝置228的一部分之電子組件。可能存在的組件包括但不限於：邏輯和/或記憶體元件、積體電路、電感器、電阻器、用於測量各種參數的傳感器、電感器400、諧振電路及用於驅動電感器和/或諧振電路的驅動電路。每一組件可固定到框架和/或固定到另一組件。撐體表面上的組件可以任何方便的外形佈置。在固態撐體的表面上存在有二或更多個組件之處，可提供互連。

[0176] 現參照圖8，根據本公開的一態樣，系統260包括連接到第三材料219的pH傳感器組件256，其係根據正在執行的感測功能的特定類型來選擇。pH傳感器組件256亦連接到控制裝置218。第三材料219透過非導電屏障235

而與第一材料214電隔離。於一態樣中，第三材料219是鉑。於操作中，pH傳感器組件256使用第一和第二不同材料214、216之間的電壓電位差。pH傳感器組件256測量第一材料214和第三材料219之間的電壓電位差，並記錄該值用於稍後的比較。pH傳感器組件256亦測量第三材料219和第二材料216之間的電壓電位差，並記錄該值用於稍後的比較。pH傳感器組件256使用該等電壓電位值來計算周圍環境的pH水平。pH傳感器組件256提供該信息給控制裝置218。控制裝置218係耦接到開關400並控制通過電感器401的電流以產生電磁場。於一態樣中，電磁場可編碼與離子轉移中的pH水平有關的信息，其可由接收器（未顯示）偵測剖。因此，系統260可確定並提供關於pH水平的信息給環境外的源。

[0177] 圖9顯示根據本公開的一態樣的控制設備218的方塊圖表示。控制裝置218包括控制組件242，計數器或時鐘244、及記憶體246。此外，控制裝置218係顯示為包括傳感器組件252以及傳感器組件254，其在圖7中最先引用。控制組件242具有電耦接到第一材料214的輸入248和電耦接到第二材料216的輸出250。控制組件242、時鐘244、記憶體246和傳感器組件252/254亦具有電源輸入（一些未顯示）。當系統210（圖1和7）與電氣接觸時，透過由第一和第二材料214、216與導電流體之間的化學反應所產生的電壓電位來供應這些組件中的每一者的電源。控制組件242透過改變系統210的總體阻抗的邏輯來控制傳

導性。控制組件 242 係電連接到時鐘 244。時鐘 244 提供時鐘週期給控制組件 242。基於控制組件 242 的編程特性，當設定數量的時鐘週期已經過時，控制組件 242 改變開關 400（圖 5、7、8）的傳導性，以控制通過電感器 401 的電流（圖 5、7、8）來編碼電磁場中的信息。重複該循環，藉此控制裝置 218 產生獨特的電流特徵。控制組件 242 亦電耦接到記憶體 246。時鐘 244 和記憶體 246 二者係由第一和第二材料 214、216 之間所產生的電壓電位供電。

[0178] 控制組件 242 亦電耦接到第一和第二傳感器組件 252、254 且與其進行通信。於所示的態樣中，第一傳感器組件 252 是控制裝置 218 的一部分，而第二傳感器組件 254 是單獨組件。於替代態樣中，第一傳感器組件 252 和第二傳感器組件 254 中的任一者可以不與其它者使用而使用，且本公開的範圍不受傳感器組件 252 或 254 的結構或功能位置的限制。另外，系統 210 的任何組件可在功能上或結構上移動、組合或重新定位，而不限制所主張的本公開的範圍。因此，可能具有一單一結構，例如處理器，其設計用以執行以下所有組件的功能：控制組件 242、時鐘 244、記憶體 246 和傳感器組件 252 或 254。另一方面，亦在本公開的範圍內，使這些功能組件中的每一者都位於電連接並能夠通信的獨立結構中。

[0179] 再次參照圖 9，傳感器組件 252、254 可包含以下任何傳感器：溫度、壓力，pH 水平和導電率。附加節點可配置做為參考電極，以允許獨立地測量陽極和陰極。於

一態樣中，傳感器組件252、254從環境收集信息並將類比信息傳送到控制組件242。然後，控制組件將類比信息轉換成數位信息，而數字信息被編碼於電磁場中。於另一態樣中，傳感器組件252、254從環境中收集信息並將類比信息轉換成數位信息，然後將數位信息傳送到控制組件242。於圖9所示的態樣中，傳感器組件254顯示為電耦接到第一和第二不同材料214、216及控制裝置218。於另一態樣中，如圖9所示，傳感器組件254在作為用於供電給傳感器組件254的源及傳感器組件254與控制裝置218之間的通信通道二者之不同連接點處電耦接到控制裝置218。

[0180] 如上所述，控制裝置218可編程以輸出預定義的電磁編碼信號。於另一態樣中，系統可包含當系統致動時可接收程式信息之接收器系統。於另一態樣中，未顯示，開關244和記憶體246可組合成一裝置。

[0181] 除了上述組件之外，系統210（圖5和圖7）亦可包括一或其它電氣或電子組件。感興趣的電氣或電子組件包括但不限於：附加的邏輯和/或記憶體元件，例如以積體電路的形式；功率調節裝置，例如電池、燃料電池或電容器；傳感器、激勵器等；信號傳輸元件，例如天線、電極、電感器等的形式；被動元件，例如電感器、電阻器等。

[0182] 圖10顯示根據本公開的一態樣包括電感器402的第一組件403。第一組件403係與具有積體電路404的頂部上的陰極層（未顯示）之積體電路404相關聯地配置。

例如，積體電路404組件係與圖12和13所示的可攝食識別符270相關聯。回到圖10，積體電路404組件例如在一側為10微米至10毫米之間，例如100微米至5毫米，例如100微米至5毫米，在一側為一毫米，在第一側（未顯示）上具有陰極，在第二側（未顯示）上具有陽極。電感器402可透過沉積、蝕刻或印刷圖案化的金屬層在積體電路404上而形成。電感器402可包括限定多匝螺旋圖案設計的金屬緻密圖案。金屬層在其中有切割的狹縫，例如單螺旋狹縫切割。於其它態樣中，電感器402可以是螺線管或具有鐵氧體的螺線管，但不限於此。電感器402是耦接到驅動電路之諧振電路的組件，以產生在電感器402內部振盪的電信號。

[0183] 圖11顯示根據本公開的一態樣包括電感器408的第二組件406。第二組件406係配置成與積體電路410（積體電路或可撓曲式電極）結合一起。積體電路410組件例如在一側為10微米至10毫米之間，諸如100微米至5毫米，例如在一側為一毫米，在第一側（未顯示）上具有陰極，在第二側（未顯示）上具有陽極。積體電路410係嵌入非導電膜412中，由此透過調變電流而產生導電透射。電感器408沿著，亦即與其結合一起，積體電路410的周圍流動。電感器408包括例如多匝/多層大腸桿菌。於一態樣中，電感器408相對較小。於各種態樣中，絕緣層（未顯示）係引導在電感器408上以延伸範圍。例如，絕緣層在電感器408上包括幾百微米的塑料。

[0184] 參照圖 10 及 11，於各種態樣中，電感器 4502,408 可根據與生命週期藥物信息系統相關的任何模式和 / 或位置進行配置。模式包括例如螺旋、波樣線、曲線、多轉、直線、彎曲、單層、多層和其它設計以及設計組合。

[0185] 圖 12 顯示根據本公開的一態樣包括電感器 420 的可攝食識別符 270。於圖 12 中，可攝食識別符 270 包括積體電路 272 和非導電膜 274（例如邊緣、電絕緣元件）。積體電路 272 包括導電通信組件和電感器 420 二者。

[0186] 圖 13 是圖 12 中所示的可攝食識別符 270 的側剖面圖。可攝食識別符 270、積體電路 272（本文中亦稱為識別符）以及上電極 276 和下電極 278，其中上電極 276 和下電極 278 由不同的材料製成，且係配置使得在與胃流體接觸後，電流立即流過積體電路 272 以使電路中的一或多個功能塊發出可偵測的信號。可攝食識別符 270 包括非導電膜 274（有時在本文中稱為“邊緣”或電絕緣元件），如前所述。可攝食識別符 270 包括形成在一電極 276 上的電感器 420 元件，如圖所示。

[0187] 可攝食識別符 270 可與接收器一起使用，該接收器係配置用以接收電感器 420 組件所產生的電磁場。可附接的醫療裝置的一例子是與身體永久相關聯的發射器 / 接收器（例如植入體內）或可移除地附接到身體的外部部分。可攝食識別符 270 可與發送和 / 或接收裝置可通信地相關聯。發送 / 接收裝置包括體內裝置、可移除地或永久地

附接到身體的外部裝置、及遠程裝置，亦即，與身體不是實體上相關聯但能夠與可攝食事件標示器通信之裝置。例如，感興趣的接收器在以下關於圖3、47、49和50-55更詳細地討論。

[0188] 包括通信使能的藥丸和包裝的裝置和系統各種態樣能夠使識別可攝食識別符270及其任何藥物（如果存在）。以下使用的“藥丸”代表任何通信使能藥物。可攝食識別符270包裝包括例如能夠容納個人可攝食識別符（諸如藥丸或限量的藥丸或膠囊）的“水泡”包裝。可攝食識別符270的包裝進一步包括與藥物相關聯的容器、盒、包裝、IV袋等。

[0189] 於各種態樣中，通訊組件可以是對藥丸有權。於其它態樣中，通信組件可以分佈，例如與包裝以及與可攝食組件物理上相關聯，諸如藥丸或膠囊。

[0190] 一旦可攝食識別符270到達患者環境，與可攝食識別符270相關聯的信息可使用於各種目的。例如，可攝食識別符270可與可攝食識別符270的容器和接收器互操作以確保試圖打開可攝食識別符容器的人實際上是其指定的人。進一步的溝通活動包括信息控制系統，其中與可攝食識別符270相關聯的藥物信息與從一或多個源接收的患者數據進行比較，以確定例如，如果藥物是禁忌的，致使依照適當的劑量和時間、或其它事件和/或條件。

[0191] 在患者攝取後，可攝食識別符270所存儲的信息可從一或多個通信組件收回。例如，通信能力可在攝取

後透過電磁場通信組件來執行，例如使用接收器。數據可存儲在可攝食識別符270中，並在每次交易時以安全的數位簽章重新編程。

[0192] 當可攝食識別符270的患者排出已經發生時，各種態樣允許與諸如傳感器的裝置通信以確定例如與患者或藥物或通過身體的傳播時間有關的數據。或者，於各種態樣中，數據被抹除（或與數據相關聯的各種組件/子組件被破壞或與系統分離），以在排出後保護隱私問題。

[0193] 在關於圖1-13的一般水準，已經描述了電磁可攝食識別符感測和偵測系統，現在本公開回到電磁可攝食識別符感測和偵測系統的具體實施，包括：（1）可攝食識別符脈衝電路和驅動電路包括低阻抗電感器，（2）組合的可攝食識別符和電感器諧振電路，（3）脈衝通信系統和協定，及（4）各種接收器配置，用於接收可攝食識別符所發送的電磁信號。

[0194] 圖14-18顯示根據本公開的各種態樣的電磁可攝食識別符感測和偵測系統的各種配置。圖14-18中所示的每一可攝食識別符可根據本公開的各種態樣，使用作為電磁可攝食識別符感測和偵測系統的傳輸組件。

[0195] 圖14顯示根據本公開的一態樣的圖4A和4B所示的可攝食識別符200。可攝食識別符200包括積體電路202和非導電膜208，非導電膜208位於設在積體電路202上的不同材料204、206（圖4A）之間。如文中所述，當可攝食識別符200浸入導電流體中時，不同材料204、206產生

電壓電位以供電。於一態樣中，圖14所示的可攝食識別符200可以關於圖5-9所述的方式來配置。換句話說，透過產生圖1及2所示的個人的身體內的編碼信號，可攝食識別符200可使用於如本文所述的基於電磁場的感測和偵測系統中。

[0196] 圖15顯示根據本公開的一態樣之圖12-13所示的可攝食識別符270的一態樣。可攝食識別符270包含積體電路272、非導電膜274、和設在積體電路272上的電感器420。如本文所述，當可攝食識別符270浸入導電流體中時，不同的材料274、276（圖13）產生電壓電位以供電給積體電路272。於一態樣中，可攝食識別符272可以關於圖12-13所述的方式來配置。

[0197] 回到參照圖15，例如，電感器420可圖案化，如圖10和11所示，但不限於此。電感器420是諧振電路的組件，且係由積體電路272的驅動電路組件所驅動。驅動的諧振電路產生可由個人外部的接收器偵測到之電磁信號。

[0198] 於一態樣中，可攝食識別符270通常係由在單半導體製造過程中形成的單片Si材料所構成。因此，用於製造積體電路272的半導體製造過程中所使用的金屬可用於製造可攝食識別符270和電感器420。因此，在半導體製造過程期間，可在積體電路272上形成包括電感器420和電容器的諧振電路。

[0199] 電感器420可使用各種技術來形成在可攝食識

別符270的積體電路272上。於一態樣中，電感器420可形成為（1）從積體電路272的底部到積體電路272的頂部之螺旋，其中不同的層透過通孔互連。於另一態樣中，電感器420可形成為（2）積體電路272從外部到內部的一側上的第一金屬層及形成在第一金屬層的頂部上的第二金屬層。電感器420可包括四個堆層疊的電感器及用於驅動電感器420的八個不同的節點。於另一態樣中，電感器420可形成為（3）具有中心分接頭的兩個分開的電感器，用以匹配信號中的任何寄生劣化。

[0200] 圖16顯示根據本公開的一態樣的可攝食識別符280，其包含積體電路282和形成在分開基板440上的分開電感器430組件。因此，可攝食識別符280可於兩個分開的過程中進行製造作為而後相連的兩個分開基板。於一態樣中，可攝食識別符280包括積體電路282、集成被動裝置（IPD）組件450及可選擇的非導電膜288。IPD組件450是與積體電路282集成之被動裝置。積體電路282包含設在其上的不同材料，用以在與導電流體接觸時產生電壓電位，其中電壓電位通電積體電路282，如關於圖4A-4B及5-9所述。非導電膜288可插入在不同材料之間以延伸不同材料之間的電流流動的路徑。IPD組件450上的電感器430係形成在分開的基板440上，且電耦接到積體電路282的輸出。

[0201] 積體電路282可在單一矽晶圓基板284上使用第一互補金氧半導體（CMOS）方法來製造。電感器430和電容器可在第二晶圓基板440上使用第二方法來製造以產

生IPD組件450。IPD組件450可使用高質量的金屬來構建二次積體電路（IC）晶片基板440上的電感器430。然後，若需要，可攝食識別符280和IPD組件450的積體電路282部分可用諸如沉積、鑽孔等附加處理堆疊在一起。該方法將從兩個分開的晶圓基板284、440產生單一半導體（例如，Si）。兩個分開的半導體基板284、440可使用例如分子焊接的各種技術來組合或結合。如果使用可選的非導電膜288，則積體電路282可位於非導電膜288（例如，邊緣）上。於另一態樣中，重分佈層（RDL）可採用來實現電感器430。於另一態樣中，電感器可形成在玻璃基板上而不是半導體基板上。

[0202] 圖17顯示根據本公開的一態樣包含形成在非導電膜294上的電感器460之可攝食識別符290。可攝食識別符290包含積體電路292、非導電膜294、及形成在非導電膜294上的電感器460。積體電路292包含形成在其上的不同材料，以在與導電流體接觸時產生電壓電位且在流體中產生導電電流，如關於圖4A-4B和5-9所述。非導電膜294插入在不同材料之間以延伸電流流動的路徑。電感器460可在非導電膜294上使用諸如沉積、印刷等的各種方法來製造。電感器460係電耦接到積體電路292。

[0203] 圖18顯示根據本公開的一態樣在不同材料274、276沉積在積體電路272上之後包含形成在不同材料274、276（圖13）的一或兩者上的電感器470之可攝食識別符295。諧振電路的電容器部分可在半導體製造過程期

間或之後形成。於一態樣中，分開的半導體晶圓可透過Si通孔方法粘合一起並連接到可攝食識別符（例如，Mg和CuCl）的不同材料，並填充有銅（Cu）金屬。該方法可在晶片的一側或兩側進行，然後分割以產生分開的組件。

[0204] 圖19是根據本公開的一態樣包括電感器420和單端電感器驅動電路500之可攝食識別符270的示意圖。單端驅動電路500係配置用以驅動電感器420。驅動電路500係透過不同材料274、276浸入導電液體中而形成的部分電池501來供電，如本文關於圖12-13所述。控制裝置422控制與電感器420串聯連接的開關SW。開關SW包括輸入端子424、輸出端子426和控制端子428。控制裝置422係耦接到開關SW的控制端子428以控制開關SW的操作。例如，控制裝置422可配置用以打開和關閉開關SW以產生通過電感器420的RF振盪電流，其產生RF電磁信號。開關SW可以預定的方式打開和關閉以產生編碼的RF電磁信號。RF電磁信號可以通過身體組織傳播。RF電磁信號可透過具有磁性信號偵測機構的外部或內部接收器裝置來偵測。

[0205] 圖20是根據本公開的一態樣包括電感器420和推拉式H電橋504型電感器驅動電路502之可攝食識別符271的示意圖。推拉式H電橋504型電感器驅動電路502係配置用以驅動電感器420。驅動電路502係透過不同材料274、276浸入導電液體中而形成的部分電池501供電，如先前關於圖12-13所述。電感器420係連接在包括浮動配置的至少四個開關SW1、SW2、SW3、SW4的H電橋504的兩個節點

之間。每一開關SW1、SW2、SW3、SW4包括輸入端子、輸出端子和控制端子。控制裝置430係耦接到每一開關SW1、SW2、SW3、SW4的控制端子以控制開關SW1、SW2、SW3、SW4的電導。例如，控制裝置係配置以預定方式打開和閉合開關SW1、SW2、SW3、SW4以產生通過電感器420的振盪電流，其產生編碼的RF磁性信號。於一態樣中，H電橋504中的兩個開關SW1、SW2一次閉合，以傳導通過電感器420的電流 $(i)_1$ ，而另外兩個開關SW3、SW4保持打開。然後，H電橋504中的開關SW3、SW4中一次閉合，以傳導通過電感器420的電流 $(i)_2$ ，而另外兩個開關SW1、SW2保持打開。該對開關(SW1、SW2)和(SW3、SW4)交替地連接部分電池501的正極端子和返回端子之間的電感器420，以交替地傳導通過電感器420電流 $(i)_1$ 和 i_2 。

[0206] 控制裝置430操作開關SW1、SW2、SW3、SW4，用以將兩個開關與電感器420串聯連接半個週期。因此，控制裝置430每一週期驅動電感器420兩次，以使信號加倍同時在電池501上施加恆定的負載。例如，於一態樣中，於控制裝置在第一相位 ϕ_1 操作兩個開關SW1、SW2，而在第二相位 ϕ_2 操作其它兩個開關SW3、SW4，其中第一相位 ϕ_1 係與第二相位 ϕ_2 180°異相。因此，在前半週期期間，開關SW1和SW2閉合，而開關SW3和SW4打開，以產生通過電感器420的第一電流 $(i)_1$ 。在後半週期期間，開關SW3和SW4閉合，而開關SW1和SW2打開，以在

第一電流 (i)₁ 的相反方向產生通過電感器 420 的第二電流 (i)₂。在一週期中，電感器 420 係由 i ₁ 和 i ₂ 驅動以加倍輸出信號。因此，由於該對開關 SW1、SW4 和 SW2、SW3 係透過控制裝置進行循環接通和打開，所以產生通過電感器 420 的編碼振盪電流，該電感器 420 依序產生可傳輸通過身體組織之 RF 電磁信號。RF 電磁信號可透過具有磁性信號偵測機構之外部或內部接收器裝置來偵測。

[0207] 圖 21 是根據本公開的一態樣包括電感器 420 和單端電感器驅動電路 422 之可攝食識別符 270 的示意圖。單端驅動電路 422 係配置用以驅動電感器 420。驅動電路 422 係由透過電耦接浸入導電流體中的不同材料 274、276 所形成的部分電池來供電，如先前關於圖 12-13 所述。如圖 21 所示，可攝像識別器 270 的電池部分被分開，使得施加到控制裝置 506 的電源與施加到電感器 420 的電源隔離。開關 SW 包括輸入端子 507、輸出端子 509 和控制端子 511。控制裝置 506 係耦接到單端驅動電路 422，其耦接到開關 SW 的控制端子 511 以控制開關 SW 的導電。在控制裝置 506 的控制下，單端驅動電路 422 操作與電感器 420 串聯連接的開關 SW。開關 SW 由控制裝置 506 打開和閉合，以產生通過電感器 420 的編碼振盪電流，該電感器 420 產生 RF 電磁信號。RF 電磁信號可極少或無衰減地傳輸通過身體組織。RF 磁信號可由具有磁信號偵測機構的外部或內部接收器裝置來偵測。

[0208] 圖 21A 是根據本公開的一態樣包含電感器 420

和單端電感器驅動電路422之可攝食識別符270A的示意圖，其中第一金屬層274分成兩個區域，第二金屬層276分成兩個區域。

[0209] 圖22是根據本公開的一態樣包括電感器420和推拉式H電橋504型電感器驅動電路502之可攝食識別符271的示意圖。推拉橋504型電感器驅動電路430係配置用以驅動電感器420。驅動電路430係透過不同材料274、276浸入導電流體中所形成的部分電池來供電，如先前關於圖12-13所述。如圖22所示，可攝食識別符270的電池部分係劃分使得施加到控制裝置506的電源與施加到電感器420的電源隔離。電感器420係以浮動配置連接在包含至少四個開關SW1、SW2、SW3、SW4的H電橋504的兩個節點之間。於一態樣中，H電橋504中的兩個開關一次閉合以使電流流過電感器420而另外兩個開關保持打開，交替地將電感器420連接在電池的正端子和返回端子之間。每一開關SW1、SW2、SW3、SW4包括輸入端子、輸出端子和控制端子。控制裝置506係耦接到推拉電橋504型電感器驅動電路502，其係耦接到開關SW1、SW2、SW3、SW4的控制端子，以控制開關SW1、SW2、SW3、SW4的導電。

[0210] 在控制裝置506的控制下，推拉橋504型電感器驅動電路430操作開關SW1、SW2、SW3、SW4，以使兩個開關與電感器420串聯連接半個週期。因此電感器420每週期驅動兩次以使信號加倍，同時在電池501上佈置恆定的負載。例如，在一態樣中，驅動電路430在第一相位 ϕ_1

操作操作兩個開關 SW1、SW2而在第二相位 ϕ_2 其它兩個開關 SW3、SW4，其中第一相位 ϕ_1 係與第二相位 ϕ_2 相差 180° 。因此，在前半週期期間，開關 SW1和 SW2閉合而開關 SW3和 SW4打開，以產生通過電感器 420的第一電流 $(i)_1$ 。在後半週期期間，開關 SW3和 SW4閉合而開關 SW1和 SW2打開，以在第一電流 $(i)_1$ 的相反方向產生通過電感器 420的第二電流 $(i)_2$ 。因此在一週期中，電感器 420由 i_1 和 i_2 驅動以使輸出信號加倍。因此，因為該對開關 (SW1、SW2) 和 (SW3、SW4) 係透過控制裝置 430進行開和關循環，產生通過電感器 420的編碼振盪電流，該電感器 420依序產生 RF 電磁信號，其可極少或無衰減地傳輸通過身體組織。RF 電磁信號可透過具有磁性信號偵測機構的外部或內部接收器裝置來偵測。

[0211] 開關 SW、SW1、SW2、SW3、SW4關於圖 19-22所述可實現為諸如半導體切換元件的固態電子切換元件，其包括例如電晶體、場效應電晶體 (FET)、金屬氧化物半導體 FET (MOSFET)、雙極性接面電晶體及其任何合適的等效物。

[0212] 圖 22A 是根據本公開的一態樣包含電感器 420 和推拉式 H 電橋型電感器驅動電路 430 之可攝食識別符 271A 的示意圖，其中第一金屬層 274 分成兩個區域且第二金屬層 276 分成兩個區域。

[0213] 圖 23 顯示根據本公開的一態樣，形成在絕緣子結構 514 上的電感性元件 508 或電感器結構，其可用作可

攝取識別符積體電路中的電感性元件。例如，形成在半導體基板 512 上的平面型電感器 508。如圖 23 所示，這種平面型電感器結構 508 通常具有螺旋構造，其包括通過基板上的絕緣層 514 形成在半導體基板 512 上的導電金屬 510 的帶狀或螺旋狀。圖 23 中所示的傳統方形電感器的電感值可表示為以下方程式 (1)：

[0214]

$$L = \frac{0.27(d)^{\frac{8}{5}}}{p^{\frac{5}{3}}(1+\frac{1}{r})^{\frac{8}{5}}}$$

[0215] 其中 L 是電感 (nH)，d 是螺旋形電感器金屬化層 510 的最外層尺寸的長度 (mm)，p 是螺旋形電感器金屬化層 510 的寬度 (mm)，q 是螺旋形電感器金屬化層 510 的兩個相鄰區域的間隔 (mm)，以及 r 是 p / q 的比率 (即 (p / q))。當 p=q 時，以上方程式係簡化為以下方程式 (2)：

[0216]

$$L = \frac{0.085(d)^{\frac{8}{5}}}{p^{\frac{5}{3}}}$$

[0217] 例如，如果 p = q = 0.05mm，d = 0.5mm，則電感 L 從上述方程式 (1) 或 (2) 計算為大約 2 nH。

[0218] 上述平面電感器 508 結構透過減少位於晶片外部的電路元件的數量以及複雜互連的伴隨需要來增加電路的集成水平。然而，近來為了減小半導體積體電路器件的尺寸和製造成本，已經使不僅主動元件 (例如，電晶體) 還有被動元件 (例如，電感器和電容器) 越來越小型化。

因此，對於上述平面型電感器，已經嘗試透過減小螺旋形導體層510的尺寸來滿足小型化要求。也就是說，透過減小寬度 p 和間隔 q 的大小。

[0219] 例如，如果 $p = 0.006\text{mm}$ 、 $q = 0.006\text{mm}$ 及 $d = 0.15\text{mm}$ ，則從以上式(1)計算電感 L 大約為 2.5 nH 。如果具有該尺寸的螺旋形金屬化層或導體層510係形成在GaAs基板上，則導體層510的線間電容 C 為等於大約 0.06 pF 。該值係透過螺旋形導體層510的兩個相鄰區域的近似法作為共面帶狀線而獲得。諧振頻率 f_0 在這種情形下大約為 12.5 GHz ，其中 f_0 係界定為以下方程式(3)：

[0220]

$$f_0 = \frac{1}{\sqrt{2\pi(LC)^2}}$$

[0221] 為了將螺旋形電感器金屬化或導體層510的平面尺寸減小到例如其原始尺寸的70%，如果上述參數設計為 $p = 0.0024\text{mm}$ 和 $q = 0.001\text{mm}$ ，則電感 L 可維持在約 2.5 nH 。然而，導體510的線間電容 C 增加到大約 0.28pF ，且因此，諧振頻率 f_0 將降低到大約 6.0GHz ，其係低於原始尺寸的情況約 6.5GHz 。因此，用圖23所示的電感器508，當螺旋形導體層510的相鄰區域的間隔 q 為了小型化減小時，線間電容 C 將增加而諧振頻率 f_0 將降低，因此最大可操作頻率降低。

[0222] 圖24顯示根據本公開的一態樣形成在絕緣子結構526、528上的多層電感元件520或電感器結構，其可

用作可攝食識別符積體電路中的電感元件。圖24中顯示多層電感器構造的一示例。如圖24中所見，多層電感器結構520係以構成各別螺旋電感器區段522、524的第一和第二級金屬化製造成。每一電感器區段522、524係形成在對應的絕緣層526、528上，且係透過中心定位的導電通孔530作端對端互連。相較於圖23所示的平面結構508，圖24所示的多層配置確實提供了每單位面積中的電感的顯著增加，以及尺寸d的減小。

[0223] 圖25-27顯示根據本公開的一態樣的雙層雙埠電感器600配置。圖25中所示的雙層雙埠電感器600配置包含形成在半導體積體電路601的兩個對應的絕緣層608、610上的兩個電感器區段602、604，且透過第一中心定位的導電通孔606作端對端互連。用於將電感器600連接到其它電路元件的兩個埠A1（埠1）、A2（埠2）位於半導體積體電路601之頂層603上。第二電感器區段604的第二埠A2係透過第二偏心位置的導電通孔607連接到半導體積體電路601的頂層603。雖然圖25-27顯示雙層雙埠電感器600，本公開預期一種n層n埠電感器，其包含形成在透過一或多個導電通孔以串聯、並聯或其任何合適組合連接到半導體積體電路的對應n個絕緣層上之複數n個電感器區段，其中n是大於2的任何整數。具有多於兩層的多層電感器的示例在圖28-30中顯示，其揭示包含電感器區段614、616、618、620的四層雙埠電感器，電感器區段614、616、618、620係形成在半導體積體電路的對應絕緣層

622、624、626、628上，且透過中心定位導電通孔作端對端互連。

[0224] 圖26是根據本公開的一態樣之圖25所示的雙層雙埠電感器600的示意圖。為了清楚說明，雙層雙埠電感器600顯示為兩個分開的電感器區段602、604。第一電感器區段602係形成在第一絕緣層608上，而第二電感器區段604係形成在半導體積體電路601的第二絕緣層610上。第一和第二電感器區段602、604係透過虛線所示的導電通孔606串聯連接。對兩個埠A1（埠1）、A2（埠2）的連接係設置在半導體積體電路601的頂層603上。透過導電通孔607提供與第二埠A2的連接。

[0225] 圖27是根據本公開的一態樣之圖25和26所示的雙層雙埠電感器600的示意圖。第一電感器區段602係指定為L1，而第二電感器區段604係指定為L2。電感器區段L1、L2的端B1、B2係透過導電通孔606串聯連接。電感器600可透過兩個埠A1（埠1）、A2（埠2）耦接到電路元件。因為電感器區段602、604（L1、L2）係形成為線圈在半導體積體電路601的相鄰絕緣層608、610上，在一電感器區段602中流動的電流（ i ）經由互感而誘發出相鄰電感器區段604中的電壓。如圖27所示，電流（ i ）於相同方向流過第一和第二電感器區段602、604。

[0226] 圖28-30顯示根據本公開的一態樣的四層雙埠電感器612配置。根據本公開的一態樣之圖28中所示的四層雙埠電感612配置包含四個電感器區段614、616、618、

620，其形成在半導體積體電路611的四個對應的絕緣層622、624、626、628上，且透過導電孔630、632、634、635以端對端的方式連接。雙埠A1（埠1）、A4（埠2）係設在半導體積體電路611的頂層613上，用於將電感器612連接到其它電路元件。第二埠A4係耦接到第四電感器區段620，且透過導電通孔634連接到半導體積體電路611的頂層613。

[0227] 圖29是根據本公開的一態樣之圖28所示的四層雙埠電感器612的示意圖。為了清楚說明，四層雙埠電感器612係顯示為四個分開的電感器區段614、616、618、620。每一電感器區段614、616、618、620係形成在分開的絕緣層622、624、626、628上，並透過導電通孔630、632、634、635串聯連接。透過導電通孔635提供A4（埠2）與半導體積體電路611的頂層613之間的連接。與埠A1（埠1）和A4（埠2）的連接係設在半導體積體電路611的頂層613上。

[0228] 圖30是根據本公開的一態樣之圖28和29所示的四層雙埠電感器612的示意圖。第一電感器區段614係指定為L1，第二電感器區段616係指定為L2，第三電感器區段618係指定為L3，且第四電感器區段620係指定為L4。電感器區段L1-L4係透過導電通孔630、632、634以端對端方式串聯連接。電感器612可透過兩個埠A1（埠1）、A4（埠2）耦接到電路元件。因為電感器區段614、616、618、620（L1-L4）係形成為線圈在半導體積體電路611的

相鄰層 622、624、626、628 上，流動在一電感器區段 614 中的電流 (i) 透過互感在相鄰的電感器區段 616 中誘導出電壓。如圖 30 中所示，電流 (i) 於相同的方向流過第一、第二、第三和第四電感器區段 614、616、618、620 (L1-L4)。

[0229] 圖 31-33 顯示根據本公開的一態樣之 n 層 n 埠電感器 630 配置。根據本公開的一態樣之圖 31 所示的 n 層 n 埠電感器 630 配置包含形成在半導體積體電路 631 的 n 個對應的絕緣層 640、642、644、646 上的 n 個電感器區段 633、636、637、638。形成在 n 個對應的絕緣層 640、642、644、646 上的 n 個電感器區段 633、636、637、638 中的每一者是其上方一者的一鏡像。如圖 31 所示，該 n 個電感器區段 633、636、637、638 不互連，而係佈置為 n 個單獨的電感器區段 633、636、637、638。該 n 個電感器區段 633、636、637、638 可透過 $2n$ 個埠 A1 (埠 1)、B1 (埠 2)、A2 (埠 3)、B2 (埠 4)、A3 (埠 5)、B3 (埠 6)、An (埠 $(2n-1)$)、Bn (埠 $2n$) 以任何方式相互連結且連接到其它電路。

[0230] 圖 32 是根據本公開的一態樣之圖 31 所示的 n 層 n 埠電感器 630 的示意圖。為清楚說明起見， n 層 n 埠電感器 630 係顯示為 n 個分開的電感器區段 633、636、637、638。第一電感器區段 633 係形成在第一絕緣層 640 上，第二電感器區段 636 係形成在第二絕緣層 642 上，第三電感器區段 637 係形成在第三絕緣層 644 上，第 n 電感器區段 638 係形成

在第 n 絕緣層646上。每一電感器區段界定一線圈，該線圈是其上方線圈的鏡像。該 n 個電感器區段633、636、637、638不連接，而是單獨形成。該 n 個埠對（A1（埠1）、B1（埠2））、（A2（埠3）、B2（埠4））、（A3（埠5）、B3（埠6））、（An埠（ $2n-1$ ））、Bn（埠 $2n$ ））可設在 n 個分開的絕緣層上，用於以任何預定配置將各個電感器區段630連接到電路。

[0231] 圖33是根據本公開的一態樣之圖30和31所示的 n 層 n 埠電感器630的示意圖。第一電感器區段633係指定為L1，第二電感器區段636係指定為L2，第三電感器區段637係指定為L3，且第 n 電感器區段638係指定為Ln。如圖33中所示，該等電感器區段L1-Ln不互連，而可透過 n 埠對（A1（埠1）、B1（埠2））、（A2（埠3）、B2（埠4））、（A3（埠5）、B3（埠6））、（An埠（ $2n-1$ ））、Bn（埠 $2n$ ））個別耦接到電路元件。因為電感器區段633、636、637、638（L1-Ln）係形成為單獨線圈在半導體積體電路631的相鄰絕緣層640、642、644、646上，流動於一電感器區段633中的電流透過互感誘導出在相鄰電感器區段636等等中的電壓。

[0232] 圖34-36顯示根據本公開的一態樣具有中心分接頭連接653配置的雙層三埠電感器650。具有圖34所示的中心分接頭連接653配置的雙層三埠電感器650包含四個電感器區段652、662、664、654，其形成在半導體積體電路651的兩個對應的絕緣層658、660上，且透過導電通孔

653、656、657、668作端對端連接。用於將電感器650連接到其它電路元件的三埠A1（埠1）、A4（埠2）、A2 / A3（埠3）位於半導體積體電路651的頂層655上。這種幾何形狀能夠構造具有兩層金屬的兩層對稱線圈，而傳統的對稱中心分接頭線圈每線圈需要兩層。因此，該幾何形狀在相同的模具區域中提供更多的匝數。

[0233] 圖35是根據本公開的一態樣，具有圖34所示的中心分接頭連接653的雙層三埠電感器650的示意圖。具有中心分接頭連接653的雙層三埠電感器650係顯示為四個分開的電感器區段652、662、664、654，以便清楚顯示。第一和第二電感器區段652、662係形成在第一絕緣層658上，而第三和第四電感器區段664、654係形成在第二絕緣層660上。第二電感器區段654是第一電感器區段652的鏡像。第一、第二、第三和第四電感器區段652、662、664、654係透過虛線所示的導電通孔653、656、657、668串聯連接。對三埠A1（埠1）、A4（埠2）、A2 / A3（埠3）的連接可設置在半導體積體電路651的頂層655上。

[0234] 圖36是根據本公開的一態樣之圖34和35所示的電感器650的示意圖。於該示意圖中，雙層雙埠電感器650的第一電感器區段652稱為L1，第二電感器區段662稱為L2，第三電感器區段664稱為L3，以及第四電感器區段654稱為L4。電感器L1、L2、L3、L4係透過連接656、657、668串聯連接。因為電感器L1、L2、L3、L4係形成為線圈652、654在半導體積體電路651的相鄰層658、660

上，流動於一線圈 652 中的電流透過互感來誘導出相鄰線圈 654 中的電壓。如圖所示，電流 (i) 於同一方向流過每一電感器 L1、L2、L3、L4。

[0235] 圖 37 是根據本公開的一態樣的諧振 (振盪) 電感器驅動電路 700 的示意圖。電感器驅動電路 700 使用交叉耦接的 MOSFET 電晶體 702、704 來增加負電阻 ($-R$)，其表現為提供自振盪行為之負電阻 ($-R$)。第一 MOSFET 電晶體 706 的閘極係耦接到第二 MOSFET 電晶體 704 的汲極 708。同樣地，第二 MOSFET 電晶體 704 的閘極 710 係耦接到第一 MOSFET 電晶體 702 的汲極 712。電感器 L 包含類似於本文所述的電感器區段之電感器區段 714。電源電壓 V_{DD} 係耦接到電感器 L，而基板 716 係耦接到 V_{SS} 。電感器 L 包括兩個埠 P1 和 P2，以將電感器 L 連接到諸如交叉耦接的 MOSFET 電晶體 702、704 之其它電路元件。於圖 37 的實例中，電感器 L 係耦接跨過第一和第二 MOSFET 電晶體 702、704 的汲極 712、712，其中電感器 L 的埠 1 (P1) 係耦接到第一 MOSFET 電晶體 702 的汲極 712 而電感器 L 的埠 2 (P2) 係耦接到第二 MOSFET 電晶體 704 的汲極 708。電容器 C 係耦接跨過第一和第二 MOSFET 電晶體 702、704 的汲極 712、712，以設定電感器驅動電路 700 的振盪頻率。或者，可使用電感器 L 的寄生電容來設定振盪頻率。交叉耦接的 MOSFET 電晶體 702、704 提供在電感器 L 內部振盪的電流。這提供了合理的 Q，其界定為相較於循環中的電感器 L 中產生的能量之電力循環中的功率損耗。足夠高的 Q

提供存儲在電感器L中適當的能量並提供更高的電流以製作更有效的系統。將理解的是，除了圖37所示的之外，可以採用其它類型的負電阻電路。

[0236] 圖38是根據本公開的一態樣的脈衝電感器驅動電路720的方塊圖。電感器驅動電路720係使用來將信號推送通過設在半導體積體電路的各別層上的電感器區段L1、L2、L3、L4。不是將電感器區段L1、L2、L3、L4耦接到振盪器，而是產生隨時間指數衰減的電流脈衝。電荷可存儲在電容器中且可放電。如圖38所示，脈衝電感器驅動電路720包括耦接到脈衝產生器電路724的電池倍壓器區段722，脈衝產生器電路724係耦接到線圈放電電路726。在圖38所示的例子中，脈衝產生器電路724係耦接到四個電感器放電電路726、728、730、732。然而，將理解到，直到n個電感器放電電路可耦接到脈衝產生器電路724而不會背離本公開的範圍。如文中所討論的，電感器驅動電路720將電荷泵送到電容器中，然後在相對於工作週期的非常短的放電週期的期間將電容器放電到電感器區段L1、L2、L3、L4中。

[0237] 電感器放電電路726、728、730、732係並耦連接到脈衝產生器電路724。在這種“電荷泵”配置中，電感器放電電路726、728、730、732結構設置在並聯支路734、736、738、740中，以提供四倍電流，而不是堆疊它們以提供四倍電壓。N層電感器可配置用以提供N個電容器。電感器區段L1、L2、L3、L4可連接成單相而不是交

流電（AC）。如文中所述，每一電感器區段L1、L2、L3、L4包括兩個埠P1和P2、以將電感器區段L1、L2、L3、L4耦接到對應的電感器放電電路726、728、730、732。

[0238] 圖39是根據本公開的一態樣之圖38所示的脈衝電感器驅動電路720的示意圖。電感器驅動電路720係使用來將信號推送通過設在半導體積體電路的個別層上的電感器區段L1、L2、L3、L4。電池倍壓器電路722使施加到每一電感器放電電路726、728、730、732的電池電壓 V_{BAT} 成為四倍。脈衝產生器電路724施加脈衝到每一電感器放電電路726、728、730、732，其驅動對應的電感器區段L1、L2、L3、L4。電池倍壓器電路722，脈衝產生器電路724和電感器放電電路726、728、730、732的詳細描述係與圖40-43有關地提供。

[0239] 圖40是根據本公開的一態樣之圖38和39所示的電池倍壓器電路722的方塊圖。電池倍壓器電路722包括耦接到第一倍壓電路744的輸入之電池電壓 V_{BAT} ，以及第一倍壓電路744 $2*V_{BAT}$ 的輸出係耦接到第二倍壓電路746的輸入。第二倍壓電路746 $4*V_{BAT}$ 的輸出係施加到脈衝產生器電路724和電感器放電電路726、728、730、732。

[0240] 可使用電源電壓（例如，來自電池）低於電路所需的電壓之乘法器744、746。MOSFET電路通常是許多積體電路中的標準邏輯塊。由於這個原因，二極管通常

為這種類型的電晶體所代替，但接線以作用如二極管 - 一種稱為二極管接線 MOSFET 的配置。電容器 C1、C2、C3 穩定化了電池 V_{BAT} 、第一倍壓器電路 744 $2 * V_{BAT}$ 和第二倍壓器電路 746 $4V_{BAT}$ 的輸出電壓。

[0241] 於一態樣中，每一倍壓器電路 744、746 可包含電荷泵或乘法器，其包括一系列的二極管/電容器單元，每一電容器的底板係由時鐘振盪器電路 748、750 提供的時鐘脈衝列所驅動。該電路從具有提供切換信號的時鐘列之系統電池 742 取得直流輸入 V_{BAT} 。乘法器通常要求交替單元從相反相位的時鐘脈衝所驅動。

[0242] 圖 41 是根據本公開的一態樣之圖 40 所示的倍壓器電路 744 (746) 階段的示意圖。當交叉耦接的切換電容器已放電到一伏特以下時繼續供電。倍壓器電路 744 (746) 包括切換電容器階段 752 和時鐘階段 754。時鐘階段 754 從時鐘振盪器電路 748 (750) 在時鐘輸入 CLK 處接收脈衝列，並產生相反相位 $\phi 1$ 及 $\phi 2$ 的時鐘脈衝。當時鐘 $\phi 1$ 為低時，電晶體 Q1 和 Q4 接通，電晶體 Q2 和 Q3 斷開，以及電容器 C4 上的電壓施加到輸出 V_{out} 。同時時鐘 $\phi 2$ 為高，斷開電晶體 Q6 和 Q7 並接通電晶體 Q5 和 Q8，導致電容器 C5 充電到 V_{in} 。當時鐘 $\phi 2$ 變低時，跨過電容器 C5 的電壓兩次推到 $V_{in} (2V_{in})$ ，電晶體 Q6 和 Q7 接通，電晶體 Q5 和 Q8 斷開，且 $2V_{in}$ 施加到輸出使得 $V_{out} = 2V_{in}$ 。在下半週期，角色被反轉，使得時鐘 $\phi 1$ 為高而時鐘 $\phi 2$ 為低，電晶體 Q1 和 Q4 斷開，而電晶體 Q2 和 Q3 接通以使電容器 C4 充電至 V_{in} 。

同時，電晶體 Q6 和 Q7 斷開而電晶體 Q5 和 Q8 接通，使得 C5、 $2V_{in}$ 上的電壓施加到輸出端。當時鐘 $\phi 1$ 變低時，跨過電容器 C4 的電壓兩次推到 V_{in} ($2V_{in}$)，電晶體 Q1 和 Q4 接通，電晶體 Q2 和 Q3 斷開，且 $2V_{in}$ 施加到輸出使得 $V_{out} = 2V_{in}$ 。因此，輸出 V_{out} 從電路的每一側交替地供應 $2V_{in}$ 。

[0243] 圖 41 中所述的倍壓器電路 744 (746) 階段的實現提供了低損耗，因為沒有二極體接線的 MOSFET 及其相關的臨界值電壓問題。電路 744 (746) 亦具有紋波頻率加倍的優點，因為有效的兩個倍壓電路都提供來自異相時鐘 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 的輸出。

[0244] 圖 42 是根據本公開的一態樣之圖 38 和 39 所示的脈衝產生器電路 724 的示意圖。脈衝產生器電路 724 包括第一斯密特觸發器 758 和第二斯密特觸發器 760，包括 R1 和 C6 的 RC 電路用以在第二“延遲”斯密特觸發器 760 的輸入端設定時間延遲常數 τ 、反相器 762 及 NOR 邏輯閘極 764。在電子設備中，斯密特觸發器 758、760 是具有遲滯的比較器電路，其透過將正反饋應用於比較器或差動放大器的非反相輸入而實施。它是將類比輸入信號轉換為數位輸出信號的主動電路。該電路命名為“觸發器”，因為輸出保持其值，直到輸入改變到足以觸發改變。在正相配置中，當輸入高於所選臨界值時，輸出為高。當輸入在不同（較低）的所選臨界值以下時，輸出為低，而當輸入處於兩個位準之間時，輸出保持其值。這種雙臨界值動作稱為滯後，且意味著斯密特觸發器 758,760 具有記憶體並可充當

雙穩態多諧振盪器（鎖存器或正反器）。該兩種電路之間有密切關係：斯密特觸發器可以轉換成鎖存器，而鎖存器可轉換成斯密特觸發器。

[0245] 第一振盪器 756 提供時鐘列到第一斯密特觸發器 758 的輸入 766，同時提供時鐘列到 R1、C6 電路的電阻器 R1 的輸入。因此，出現在第二斯密特觸發器 760 的輸入 770 之時鐘信號係延遲達 R1、C6 電路所設定的 τ 。因此，假設第一斯密特觸發器 758 和第二斯密特觸發器 760 具有相似的內部傳播延遲特性，第二“延遲”斯密特觸發器 760 的輸出 774 從第一斯密特觸發器 758 的輸出 772 延遲達時間常數 $\tau = R1 * C6$ 秒。第一“未延遲”斯密特觸發器 758 的輸出 772 係透過反相器 762 反相，而反相器 762 的輸出 776 係施加到 NOR 閘極 764 的輸入端 A。第二“延遲”斯密特觸發器 760 的輸出 774 係施加到 NOR 閘極 764 的輸入 B。NOR 閘極 764 的輸出 778 是施加到電感器放電電路 726、728、730、732（圖 38、39）的一輸入之一系列脈衝。第二振盪器 780 提供施加到電感器放電電路 726、728、730、732（圖 38、39）的另一輸入之時鐘列 782。

[0246] 圖 43 是根據本公開的一態樣之圖 38 和 39 所示的電感器放電電路 726 的簡化示意圖。如文中所述，電感器放電電路 726 係耦接到脈衝產生器電路 724（圖 42）。在“電荷泵”配置中，電感器放電電路 726 係施加到 N 層電感器的一者。電感器區段 L1 以單相模式連接。如文中所述，電感器區段 L1 包括兩個埠 P1 和 P2，用以將電感器區段 L1

耦接到電感器放電電路726的對應電路結構。

[0247] 電感器放電電路726包括電容器充電電路790，耦合電路792、及電感器區段L1充電和放電電路794、796。電感器放電電路726從NOR閘極764（圖42）的輸出778接收一系列脈衝。該系列脈衝係施加到第一反相器784。第一反相器784的輸出798係施加到電容器充電電路790的電晶體Q10的閘極，施加到耦合電路792的電晶體Q12的閘極，且施加到第二反相器786的輸入。第二反相器786的輸出791係施加到電容器充電電路790的電晶體Q9的閘極和耦合電路792的電晶體Q11的閘極。當第一反相器的輸入為低時，電晶體Q9和Q10接通而電晶體Q11和Q12斷開以使電容器C6充電。當第一反相器的輸入為高時，電晶體Q9和Q10斷開而電晶體Q11和Q12接通，電容器C6上的電壓施加到放電電路794、796的輸入797。

[0248] 第二振盪器780提供施加到第三反相器788的時鐘列782。第三反相器788的輸出793係施加到電晶體Q13和Q14的閘極以及第四反相器790的輸入。第四反相器790的輸出795係施加到電晶體Q15和Q16的閘極，使得電晶體Q13，Q16和電晶體Q14，Q15交替地接通和斷開。例如，當第三反相器788的輸入為高時，電晶體Q13和Q16接通而電晶體Q14和Q15斷開。因此，埠P1電感器區段L1的埠P1係透過電晶體Q13耦接到在輸入797的電容器電壓，且電感器區段L1的埠P2係透過電晶體Q16耦接到 V_{SS} 。當對第三反相器788的輸入變低時，角色反相使得電晶體Q14和Q15

接通而電晶體 Q13 和 Q16 斷開。因此，電感器區段 L1 的埠 P2 係透過電晶體 Q15 耦接到在輸入 797 處電容器電壓，且電感器區段 L1 的埠 P2 係透過電晶體 Q14 耦接到 V_{SS} 。當該系列脈衝從 NOR 閘極 764（圖 42）的輸出 778 和來自第二振盪器 780（圖 42）的時鐘列 782 到達時，電容器區段 L1 係交替地充電和放電以產生電磁信號。

[0249] 因此，電感器放電電路 726 將電荷泵送入電容器 C6 中，然後在相對於工作週期的非常短放電週期之期間將電容器 C6 放電到電感器區段 L1 中，用以提供傳輸協定。其它電感器放電電路 728、730、732 的操作係類似於電感器放電電路 726，為了公開的簡潔和清楚這裡不再重複。

[0250]

脈衝通信協定

[0251] 於某些態樣中，脈衝通信協定係定義為用於傳輸來自可攝食識別符（例如，可攝食識別符 104）之信號，且透過接收器（例如，接收器 106、108、110、112、114、116、118、150、152 中的任一者）接收、偵測和解碼。通常，本公開的可攝食識別符是非常小且廉價的系統。它們的成本和/或尺寸限制了通常使用的組件的內含用以產生更好的信號品質，諸如添加晶體到電路以將振盪器精確地調諧到已知頻率。這傾向於使接收器能夠知道可攝食接收器的實際頻率在最初的 $\pm 5-10\%$ 內。此外，在整個傳輸序列中，可攝食識別符的生物電池電壓和電流輸

出傾向於變化。因為有限的尺寸，相較於任何雜訊，信號的振幅傾向於非常弱。由於發射器（可攝食識別符）側的資源非常有限，可能需要訴求於單向通信協定，這必然防止任何確認、同步的確認或任何回應消息從接收器發送且在可攝食識別符接收。此外，多個可攝食識別符可於使用者處同時活動，每一者在各自的電池壽命耗盡之前發送單一接收器所需要接收的相似（且可能改變）信號。該系統約束在文中強烈地建議，在於接收器必須配置用以解釋最初不精確的信號頻率、可能改變的電壓和電流輸出、具有本來就低的信號對雜訊比、無任何協定通信的識別、及這些傳輸序列的倍數。

[0252] 本公開的態樣透過揭示脈衝通信協定來提出這些議題中的至少一些，該脈衝通信協定利用可攝食識別符中的電感器所產生的一系列電磁脈衝。這些電磁脈衝可根據文中以下所定義的協定的一變化例來發送，並且可根據相同的協定由接收器對應地接收、偵測和解碼。這種脈衝通信協定的各種示例在本文中也可稱為“尖峰脈衝”協定。

[0253] 一般而言，尖峰脈衝協定可透過可攝食識別符的脈衝系統予以啟動，該可攝食識別符從電池中積累電荷並在非常短的期間內將其釋放通過電感器，從而產生比從連續波所獲得的更短持續期間之較高振幅信號。為產生這點，控制電路限定了脈衝間間隙。相應地，接收器透過只尋找應有尖峰脈衝之信號而取得這點的優點，忽略了

尖峰脈衝間的時間。例如，如果 $1000\mu\text{s}$ 週期內每一 $1\mu\text{s}$ 持續時間有10個尖峰脈衝，則所有的信號能量壓縮成1%的時間。如果偵測器（例如，接收器）忽略脈衝間的數據，則於該期間內存在的僅有1%的雜訊實際上與信號能量競爭。透過比較，在典型的“諧振系統”中，信號能量將在整個 $1000\mu\text{s}$ 內均勻分佈，且該週期內的所有雜訊將與信號能量競爭。因此，尖峰脈衝協定可改善信號對雜訊比於本示例中達 $100\times$ 。SNR改善相反地與工作週期有關。

[0254] 再者，尖峰脈衝協定可允許偵測同時攝取的多個可攝食識別符而不會有信號間的干擾。這是完成的，因為除非兩個信號具有完全相同的傳輸頻率和相位，否則符合信號的脈衝將出現在脈衝之間間隙中，且因此被忽略。

[0255] 圖44是由根據本公開的一態樣之圖38-43所示的脈衝電感器驅動電路720產生的尖峰脈衝協定的一個示例之時序和極性圖800。縱軸表示電壓（V），而橫軸表示“脈衝時序”時間（ μs ）。脈衝函數802包括在預定期間（ $\sim 130\mu\text{s}$ ）或時段內不同極性的一系列脈衝804、806。脈衝函數802對與文中所述的可攝食識別符相關聯的信息進行編碼。正脈衝804具有正極性（+1V）或振幅，而負脈衝806具有負極性（-1V）或振幅。脈衝函數802係由脈衝電感器電路720產生且係由作為傳輸天線的電感器傳輸。脈衝或尖峰脈衝協定可以是雙相或單相的。

[0256] 如文中所述，傳輸協定係透過對電容器C（例

如，圖43中的C6) 進行充電然後在相對於工作週期的非常短的放電週期期間將電容器放電到電感器區段L (例如，圖43中的L1) 來實現，如關於圖38-43中的脈衝電感器驅動電路720所討論的。例如，脈衝協定是在128個位置處的一系列 +/- 或關/開序列。所有能量被放入~13個脈衝中，且雜訊係分佈在128個脈衝上，這在該例中改善了每位元形式的雜訊。因此，尖峰脈衝協定在本文中也可稱為“稀疏脈衝”碼。以下說明脈衝協定的一示例。

[0257] 因此，於一態樣中，“稀疏脈衝”碼可實現如下：

[0258] 間隙 = [3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 79];

[0259] 脈衝無間隙罩 = [1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1];

[0260] 脈衝 = []; 脈衝模型中的%負載

[0261] 至於 $i=1:13$

[0262] a = 脈衝無間隙罩 (i) ;

[0263] g = 零 (1, 間隙 (i)) ;

[0264] 脈衝 = [脈衝 g a]; %可變工作週期

[0265] 結束

[0266] 碼 = [0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0

1 1 1 1 0 0 1 1];

[0267] 碼是封包，它之前是12個零 (同步) 和一 [1 0 1 0] (前導碼)。符號定義操作這種方式：“脈衝” (通過線圈的電容器放電，極性由 (脈衝無間隙罩 impulseNoGapsMask) 確定) 之前有一些無脈衝 (零) ，

數字來自“間隙”。

[0268] 所以“脈衝”“一”最終為128個零而後續是以下128個片序列：

```

0 0 0 1 0 0 0 -1 0 0 0 1 0 0 0 -1
0 0 0 -1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 -1
0 0 0 -1 0 0 0 -1 0 0 0 -1 0 0 0 -1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1

```

[0269] 於這定義中，128個“子片”，其中子片係定義為+1尖峰脈衝、-1尖峰脈衝、或無尖峰脈衝，構成單一片。64片構成了符號。於這定義中，符號和位元之間有1:1的對應性。在這種情況下，零是下面的序列，後面是128個零：

```

0 0 0 -1 0 0 0 1 0 0 0 -1 0 0 0 1
0 0 0 1 0 0 0 -1 0 0 0 -1 0 0 0 1
0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

```

[0270] 於這序列中，每一片為1 μs ，每一符號因此為128 μs ，每一位元為64 * 128 = 8192 μs 。

[0271] 於一態樣中，可採用“非常稀疏脈衝”碼。“非常稀疏脈衝”碼是脈衝之間間隙為脈衝寬度的~998倍。這將使得可攝食識別符更多的時間使電荷泵在放

電之前在電容器上產生最大電壓。這態樣很可能不會改變脈衝之間間隙長度，除了位元間的轉變。

[0272] 於一態樣中，脈衝可能非常短。例如，傳輸頻率可發生在 ~ 12.5 kHz到 ~ 20 kHz或大於 ~ 24 kHz的範圍內以及高達 ~ 10 MHz之頻率。脈衝不是確定性的，而它們是在 ~ 6 kHz的重複率重複超過128個脈衝。電池準備度是隨機的，而電池阻抗 (Z) 和電壓 (V_{BAT}) 可能波動。脈衝寬度和重複率可根據電池的電流狀況進行調整。這些類型的協定可在物聯網電路中進行修改。

[0273] 圖45是根據本公開的一態樣之圖44所示的脈衝通信協定的稀疏脈衝樣板和自卷積圖808。縱軸表示電壓 (V) 而橫軸表示“脈衝時序”時間 (μs)。樣板脈衝函數810 (實線所示) 表示圖44所示的脈衝函數802。樣板脈衝函數810的自卷積產生自卷積函數812 (虛線所示)。自卷積函數812是脈衝函數802的自相關性。脈衝函數802的自相關或自卷積是脈衝函數802與其自身在不同時間點的互相關。一般來說，這是觀測間的相似度作為它們之間的時間延遲的函數。自卷積函數812是用於尋找重複圖案的數學工具，諸如被雜訊混淆的周期性信號的存在，或識別透過其諧波頻率所意指的信號中遺漏的基頻。透過接收器可使用它來識別發射或廣播頻率。因此，通過空間傳輸的脈衝函數802係透過接收器的接收天線予以偵測。接收器包括信號處理電路用於實現用以識別脈衝函數802的傳輸頻率之函數。接收器係配置用以透過採用樣板脈衝函數

810以及樣板脈衝函數810的自卷積函數812（或自相關）來確定發射頻率。

[0274] 圖46是根據本公開的一態樣可用於識別圖44所示的脈衝函數802的發射頻率之可變樣板圖814。縱軸表示電壓（V）而橫軸表示“脈衝時序”時間（ μs ）。樣板圖814顯示使用來發送脈衝函數802的最低（樣板816）到最高（樣板822）廣播頻率的可變樣板816、818、820、822。

[0275] 依據某些態樣，尖峰脈衝協定的一定義使用兩序列的稀疏脈衝，這裡稱為“零”片和“一”片。參照圖62，曲線圖1800顯示“零”片序列的脈衝的示例，而曲線圖1810顯示“一”片序列的脈衝的示例。要注意的是，該零是不同於該一，且從一者到另一者的相位有位移。至於所示的片定義，可用的運算包括計算數片的自相關性和互相關性： 0×0 、 1×1 、 0×1 、 1×0 、 $(0+1) \times (0+1)$ 。注意在該方案中， (0×1) 和 (1×0) 相關性不如在其它協定中那樣重要，該等協定不組合所有片來確定起始訊框的對齊。由於該協定使用所有可用數據來確定起始點，所以只有組合卷積 $(0+1) \times (0+1)$ 是重要的。理想情況下，這種卷積將具有精確對齊的最大值，而在其它地方則為零。這種特定的片定義集不能完成，而是提供卷積，其中“旁瓣”相對地小，且最大的旁瓣具有相反極性並方便地位於尖峰附近。這些旁瓣也可幫助建立“最佳推測的”對齊。

[0276] 圖63顯示與樣板相關的組合 $(0+1)$ 數據的曲

線圖 1820，說明如何尋找頻率和對齊方式：最高尖峰脈衝確定兩者。還應注意的是，這兩個片定義只有在封包中有相等數量的零和一時才產生組合卷積。這是因為片定義在其中沒有相同數量的上下尖峰脈衝。

[0277] 為了對這尖峰脈衝協定進行解碼，解碼器模組（例如，接收器中的處理）尋找要解碼的單一封包。兩個封包的頻率和起始時間都是未知的。其中藉由在最大封包尺寸 $1.5x$ 的視窗中觀看這樣做（由於註冊封包在訊框內何處是未知的，因此這樣確保獲得完整的封包），然後將視窗增加 $0.5x$ 封包距離。來自這些三分之一的數據可重複使用，因此每一訊框實際上分析了三分之一的數據，保留之前分析數據的 $2/3$ 。

[0278] 於某些態樣中，來自可攝食識別符的類比數據係數位化並存儲到等於最大封包長度（最低傳輸頻率）的數據訊框中。每次分析這些訊框中的兩者，且當添加下一訊框時，來自每一訊框的分析信息被存儲和重新使用。

[0279] 為解碼封包，需要尋找這些脈衝之間的精確時序，以及尋找通信的起點。因此，脈衝模式係設計成使得如果假定的脈衝之間的時序是正確的且假定的起始點是正確的，則對應的相關乘積相較於如果任一者是斷開的，甚至是少量將是非常大。因此，回到圖 56，曲線 1200 顯示針對各種脈衝時序變化的最佳推測起點的相關乘積（自相關）。注意脈衝時序變化的寬廣範圍（ $0 - 1000 \mu s$ 是從標稱值的變化，實際為 $\pm 500 \mu s$ ）。

[0280] 自此處，為了以計算上有效的方式尋找這些脈衝時序變化中每一者的“最佳推測起點”，對於每一脈衝時序假設，第一步是執行採樣點的“拉伸或擠壓”過程為採樣點的標稱數量標稱（即，預先定義的參考量）訊框。因此，如果脈衝之間的時間小於標稱值，則每組（例如13個尖峰脈衝）的採樣點必須“拉伸”為表示尖峰脈衝之間標稱時序之採樣點數。另一方面，如果尖峰脈衝之間的時間大於標稱值，則收集所有13個尖峰脈衝所需的採樣數量是大於標稱值，且該數據需要“擠壓”到標稱採樣點數。這種“拉伸和擠壓”應該是以通信包的起始點仍是未知的方式來進行，但是保留在“拉伸/擠壓”的數據中。執行此拉伸和擠壓操作的更詳細的示例是在以下第二示例尖峰脈衝協定定義中予以定義。

[0281] 接著：通信封包可以是例如40位元長度，且每一位元可以由例如每一符號64個相同片來表示，以及每一片可以例如13個尖峰脈衝來表示。因此，這個定義將需要些微超過 $40 * 64 = 2560$ “訊框”，其中每一訊框表示13個尖峰脈衝（和它們之間間隙）。將獲得多於訊框的數量，因為不知道封包在這一點開始。多少更依賴於較高級別的協定：封包之間有多少時間？通常，期望封包之間間隙至少是雙位位的寬度，使得當解碼過程開始尋找封包的開始時，這些間隙顯示為空白。

[0282] 這個過程的下一步是將所有的2560個（在這例子中）訊框，堆疊起來，並將它們加在一起（2560個訊

框的每一者的第一數據點加在一起，以製成第一數據點的總和訊框，將每一者的第二數據點加在一起，以製成第二數據點的總和訊框，等等）。這是先前簡要提到的“堆疊和總和”操作的一例子。這種堆疊和總和操作加強了尖峰脈衝並平均了雜訊。

[0283] 因此，所有 $2560 \times 13 = 33,280$ 個尖峰脈衝係由標稱尺寸的數據訊框表示。以這個訊框，起點現在需要在該訊框內確定每一符號的開始，同時也是符號間的時間的最佳推測。因此，“零”和“一”的符號選擇有兩個重要的作用：至於在對信號進行解碼時，有用的是最佳地能夠區分於“一”和“零”之間。這是類似於預先存在的協定。這裡的新特點是，當表示整個傳輸的所有一和零的26個尖峰脈衝組合成單一訊框時，它們應該產生一樣板，其允許最佳地識別該訊框內的起點和尖峰脈衝間的實際時間（即傳輸的頻率）。圖57顯示用於“一”和“零”的這種符號區段的示例。縱軸表示電壓（V）而橫軸表示“脈衝時序”時間（ μs ）。脈衝函數1302包括在預定期間或時間訊框內不同極性的一系列脈衝1304、1306。脈衝函數1302對與本文所討論的可攝食識別符相關聯的信息進行編碼。正脈衝1304具有正極性（+0.5V）或振幅，而負脈衝1306具有負極性（-0.5V）或振幅。脈衝函數1302係由脈衝電感器電路720所產生，且係由作為發射天線的電感器所傳輸。脈衝協定可以是雙相或單相。

[0284] 脈衝函數1302的第一模式或系列的脈衝表示

邏輯 0，而第二模式或系列的脈衝表示邏輯 1。兩個脈衝 1308、1310 是其它脈衝 1304、1306 的振幅的兩倍，因為它們對於邏輯 0 和邏輯 1 是共同的。在接收器側，廣播頻率是未知的，而脈衝之間的時間也是未知的。接收器首先識別廣播頻率，然後透過相關交叉 1000 點來識別位元（邏輯 1 和 0）。然後，接收器比較所接收系列的脈衝諸如脈衝函數 1302，並延伸且擠壓樣板，直到有頻率與封包的起始點相匹配。因此，接收器尋找特定的脈衝函數 1302 或系列脈衝，且在正確偏位處相關交叉許多點（例如，1000 個點）。邏輯 1 和 0 是正交且輕微地重疊，這允許接收器識別脈衝的頻率和極性。

[0285] 要注意到，由於“一”符號和“零”符號每一者都在第四和第五時間曲線中具有尖峰脈衝，那些尖峰脈衝的振幅是僅存在於其中的一或另一者中的剩餘部分的兩倍。因此，這些“雙尖峰脈衝”允許建立所接收信號的對等性。

[0286] 下一步是執行卷積運算以基於數據的變換而產生另一曲線。如圖 59 所示，當將總和訊框數據卷積到組合的尖峰脈衝樣板時，在有完美對準時，尋找最高峰，且“旁瓣”的振幅是更低很多。圖 59 是總和訊框樣板的無雜訊自卷積的圖形表示，以說明旁瓣對主瓣的相對振幅。縱軸表示電壓（V）而橫軸表示“脈衝時序”時間（ μs ）。接收器所接收的脈衝函數 1502 包括在預定期間或時間訊框內不同極性的一系列脈衝 1502。脈衝函數 1502 對與文中所

述的可攝食識別符相關聯的信息進行編碼。正脈衝1404具有正極性 (+0.5V) 或振幅而負脈衝1406具有負極性 (-0.5V) 或振幅。脈衝函數1502係由脈衝電感器電路720所產生，且係由作為發射天線的電感器所傳輸。脈衝協定可以是雙相或單相。參考脈衝1504具有比脈衝函數1502的系列脈衝高很多之振幅。圖58是在存在雜訊的情況下用於最佳推測頻率的總和訊框的圖形表示，其雜訊最大振幅係比每一尖峰脈衝的最大振幅高1000 x。根據本公開的一態樣，這可由接收器電路900 (圖47)、930 (圖49)、950 (圖50)、960 (圖51)、970 (圖52)、990 (圖53)、1010 (圖54)、1100 (圖55) 所產生。縱軸表示電壓 (V) 而橫軸表示“脈衝時序”時間 (μs)。接收器所接收的脈衝函數1402包括在預定期間或時間訊框內不同極性的系列脈衝1404、1406。脈衝函數1402對與文中所述的可攝食識別符相關聯的信息進行編碼。正脈衝1404具有正極性 (+0.5V) 或振幅，負脈衝1406具有負極性 (-0.5V) 或振幅。脈衝函數1402係由脈衝電感器電路720所產生，且係由作為發射天線的電感器所傳輸。脈衝協定可以是雙相或單相。

[0287] 脈衝函數1402的第一模式或系列脈衝表示邏輯0，而第二模式或系列脈衝表示邏輯1。脈衝1410是其它脈衝1404、1406的振幅的兩倍，因為它是邏輯0和邏輯1的共同點且是新封包的參考脈衝。在接收器側，廣播頻率是未知的而脈衝之間的時間也是未知的。接收器首先識別廣

播頻率，然後透過相關交叉1000點來識別位元（邏輯1和0）。然後，接收器比較所接收的系列脈衝例如脈衝函數1402，以及拉伸和擠壓樣板，直到有封包的頻率和起始點的匹配。因此，接收器尋找特定的脈衝函數1402或系列脈衝，且在正確的偏移處相關交叉許多點（例如，1000點）。邏輯1和0是正交且些微地重疊，這允許接收器識別脈衝的頻率和極性。

[0288] 當該總和訊框以總和訊框樣板進行卷積時，結果為圖56所示的最大峰值。縱軸表示電壓（mV）而橫軸表示“脈衝時序”時間（ μs ）。如文中所述，傳輸協定係透過對電容器C（例如，圖43中的C6）充電然後在相對於工作週期非常短的放電週期內將電容器放電到電感器區段L（例如，圖43中的L1）來實現，如關於圖38-43中的脈衝電感器驅動電路720所述的。脈衝協定是例如在128個位置的一系列+/-或關/開序列。所有能量係放入多個脈衝中，以及雜訊係分佈在更大數量的脈衝上，這改善了每一數位形式的雜訊。因此，脈衝協定在文中稱為“稀疏脈衝”碼。

[0289] 回到圖56，明顯的是，頻率已在這搜尋的解析度內被發現。為了更佳地分辨訊框內的頻率和起點以及數據流內的封包的頻率和起點，搜尋過程可以所發現的峰值周圍更細的粒度予以重複，始終保持與最高相關乘積的組合。圖61中顯示了這用於具雜訊示例的結果。

[0290] 一旦（封包和訊框內的）頻率和起始點是已

知，則在該示例中，每一位元的64切片首先相加，然後每一位元長度訊框係以“零”樣板和“一”樣板在合適的起點進行卷積。（再次注意，這些樣板為 $>75\%$ 零，因為對於該協定，於組合的切片中，每 $4\ \mu\text{s}$ 的約 $1\ \mu\text{s}$ 寬度會有尖峰脈衝 - 這消除了尖峰脈衝之間的雜訊免於妨礙解釋。）兩者的較高值表示該位元。

[0291] 圖60使用如圖56、58及61所示的相同數據來顯示每一位元長度訊框的輸出和封包的對應位元模式。根據本公開的一態樣，顯示由接收器電路900（圖47）、930（圖49）、950（圖50）、960（圖51）、970（圖52）、990（圖53）、1010（圖54）、1100（圖55）所接收之40位元封包1600。縱軸表示電壓（V）而橫軸表示“脈衝時序”時間（ μs ）。儘管雜訊相較於信號振幅是高位準，但數據清晰且易讀。

[0292] 圖61是根據本公開的一態樣由接收器電路900（圖47）、930（圖49）、950（圖50）、960（圖51）、970（圖52）、990（圖53）、1010（圖54）、1100（圖55）所接收之封包1700的精細頻譜。縱軸表示電壓（mV）而橫軸表示“脈衝時序”時間（ μs ）。

[0293] 於另一態樣中，本文提出第二尖峰脈衝協定定義。相較於先前的協定，該第二協定定義加倍了用以充電電容器的發射器可用的時間量，實質上使傳輸的尖峰脈衝的振幅加倍。第二，該第二協定改善了用於尋找頻率之虛擬隨機碼，使得“旁瓣”都是零或負一。第三，如果封

包全部為零、全部為一、或為其間的任何位置，則該碼的設計同樣適當地作用。否則，該第二協定定義以如先前版本相似之方式作用。

[0294] 於該第二示例尖峰脈衝協定定義中，兩個“子片”“A”和“B”係定義為可以某些方式組合以形成“零”和“一”片。這是示例定義：

[0295] 子片定義：

“A”子片是 $\{1\ 0\ -1\ 0\ -1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ -1\ 0\ 1\ 0\ -1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\}$

“B”子片是 $\{0\ -1\ 0\ -1\ 0\ -1\ 0\ -1\ 0\ -1\ 0\ 1\ 0\ -1\ 0\ 1\ 0\ -1\ 0\ -1\ 0\ 1\ 0\}$

“零”子片是 $\{A\ B\}$

“一”子片是 $\{B\ A\}$

當解碼時，“堆疊”長度為 $\text{len}(A) = \text{len}(B)$

[0296] 選擇上述序列，使得當它們組合時，亦即，

$A+B=\{1\ -1\ -1\ -1\ -1\ -1\ 1\ -1\ 1\ -1\ -1\ 1\ 1\ -1\ -1\ 1\ 1\ 1\ 1\}$

[0297] $\{A+B\} \times \{A+B\}$ 產生（自相關）模式，其具有23個單位高的中央峰值，以及所有其它旁瓣 = -1（見圖68）。同樣地可使用不同長度的其它碼，且態樣不受如此限制。例如，在19個單位長的碼是 $\{1\ -1\ -1\ -1\ -1\ 1\ -1\ 1\ -1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ -1\ -1\ 1\ -1\ -1\ 1\}$ 。通常，該兩個子片定義可具有不同的模式，只要它們的總和的自相關產生具有等於子片長度的中央峰值之模式，且旁瓣不等於1。

[0298] 此外在該定義中：

40位元封包 = 前面有 16位元前導碼的 24位數據：
前導碼 = [1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1]；

[0299] 再者，連續的70個片組成一符號，其相同於該位元。（在其它協定中，符號相對於位元不具有一對一關係）。增加每一符號的片數會消耗更多的時間（封包更長），但是如果發送時鐘是穩定的，則有更多的電源進入每一符號，且因此降低誤碼率。

[0300] 此外於該定義中：

每片 $12 + 11 = 23$ 個尖峰脈衝

尖峰脈衝之間的 $2 \times 4 = 8 \mu\text{s}$ （從位元 = 1 轉移到位元 = 0 時除外）。當子片訊框堆疊時，23個尖峰脈衝之間將有 $4 \mu\text{s}$ 。

$23 \times 2 \times 4 = 184 \mu\text{s} / \text{片}$

70 片 / 位元

“A”子片尖峰脈衝為開始在 $t = 0$ 時的 $8 \mu\text{s}$ 間隔；

“B”子片尖峰脈衝為開始在 $t = 4 \mu\text{s}$ 時的 $8 \mu\text{s}$ 間隔；

$12.88 \text{ ms} / \text{位元}$

40 位元 / 封包，數據有效載荷 = 24 位元

$515.2 \text{ ms} / \text{封包}$

[0301] 圖 64 顯示曲線 1830 中的 “A” 子片以及曲線 1840 中的 “B” 子片的圖形表示。x 軸為樣本數，假設尖峰脈衝之間為 $8 \mu\text{s}$ 及採樣率 = 10 MSPS ）。

[0302] 參照圖 65，基於上述第二尖峰脈衝協定的示例定義，依據上述描述組合 A 和 B 產生 “零” 片 = [A B]，

如曲線 1850 中所示，以及“一”片 = [B A]，如曲線 1860 中所示。

[0303] 為了製作“零”位元，依序廣播 70 個“零”片；為了製作“一”位元，依序廣播 70 個“一”片。以這種方式，廣播整個封包。根據可攝食識別符的一些當前規範，名義上，傳輸每一位元需要 12.88ms，以及 515.2ms 來傳輸封包。在較低的發射頻率，例如較低 5%，傳輸封包可能需要 541 ms，但是在較高的頻率，例如較高 5%，只要 489 ms。

[0304] 當對信號進行解碼時，足夠的數據存儲在訊框中以確保捕獲一封包，但不是太多，使得封包之間的雜訊壓倒該信號。封包之間的幾個空位元可能是足夠的，特別是如果該等封包彼此同步的話。

[0305] 然後數據係“切片”成長度等於子片的段。然而，由於傳輸頻率不是精確地知道的，所以子片的精確長度也是未知的。確定每切片的樣本或子樣本的數量之頻率範圍取決於假定的傳輸頻率。因此，在標稱頻率，每子片可能有 1840 個樣本 = 每切片 1840 個樣本。在稍低的頻率，每切片可能有 1840.1 個樣本，這意味著每十個切片一額外樣本已被“擠壓”到切片中。在稍高的頻率，每切片可能有 1839.99 個樣本，這意味著每 100 個切片，樣本已被“拉伸”。透過適當的拉伸和擠壓，獲得所有頻率之相等長度的切片。然後可平等地對待這些切片，而不必擔心使用多少樣本和子樣本來創造每一切片。這個動作是拉伸擠

壓切片過程。為了有效地進行拉伸擠壓，製作存儲指標陣列之樣板，該指標陣列描述了每一頻率的訊框中每一切片的起始點。術語樣板是指作為與之比較的參考之脈衝（或指標、切片等）的特定和預定模式。替代的是，依據實施約束，可使用算法來連續地產生每一樣板。

[0306] 然後堆疊並相加切片。由於本例中的每一切片為1840個樣本，所以第一切片的第一樣本添加到第二切片的第一樣本，然後將第三切片的第一樣本加到總和中，依此類推，直到所有切片的第一樣本加入到組合切片的第一樣本中。以這種方式，產生組合切片的所有1840個樣本，每一樣本在所有切片中的每一者中都是相同數量的樣本的總和。

[0307] 由於沒有雜訊，該組合切片可看起來像圖66中所示的曲線。該組合切片可以具有 $SNR = 5000$ 。

[0308] 總和“A”子片和“B”子片產生“樣板”，其用於解碼以尋找封包的正確頻率和起始點。樣板係如圖67中所示。注意的是，23個尖峰脈衝之間間距為40個樣本或 $4 \mu s$ 。由於總是有相等數量的A和B片，總和的幅度表面上總是相等（雜訊會導致這些幅度實際變化）。

[0309] 下一步是用組合切片的樣板將組合切片進行卷積，以尋找每一假定頻率的最佳匹配起始點。用於最佳匹配組合切片（匹配以上所示的組合切片）的典型低雜訊卷積係如圖68中所示。該曲線顯示樣板卷積總和 v 切片號。

[0310] 注意的是，當樣板與最佳擬合組合切片排成列時，幅度為23。當切片未對準達4 us的等值時，幅度為-1。在所有其它失準，幅度為零。對於每一假定的頻率，保留兩個值：峰值和樣本數的幅度。注意的是，該相關性分數的絕對值係與其它進行比較。如果最佳擬合分數為負，則數據集中的每一數據點在連續計算中乘以-1。

[0311] 計算並存儲每一假設頻率的 v 最大卷積值。這些值對假設頻率的曲線是“頻譜”。圖69中顯示該SNR = 5000示例的頻譜：（最佳卷積總和 v “頻率”）

[0312] 此示例顯示頻率接近標稱值，該值將是501。如果峰值較接近於1，則頻率低於標稱值（例如，標稱長度-1）；如果較接近1000，則頻率高於標稱值（例如，標稱長度+1）。從最高峰我們學習了兩件事情：實際的廣播頻率和（從圖68中的先前圖形）組合切片內的起始索引。

[0313] 下一步是產生（或從記憶體中拉出）這個頻率的指標和這個起始索引。指標是一系列的數字，每一數字表示每一切片的起點和樣板。

[0314] 然後使用指標和樣板來產生每一切片的兩個子片分數：“A”子片分數和“B”子片分數。

[0315] 圖70中所示是非常低雜訊情況下每一切片的“A”子片分數：（X軸：切片號，Y軸：相關值）。注意的是，由於在該示例中雜訊非常小，封包的開始和結束非常容易看出。在封包開始時放大，A片分數如圖71所示：

(X軸：切片號， Y軸：與 “A 樣板” 相關的值) 。

[0316] 圖 72 中顯示 A 子片和 B 子片相關值兩者繪製一起。容易看出的是，當 A 子片分數高時，B 子片分數低，反之亦然。注意的是，在該示例中 A 子片分數大於 B 子片分數。這是因為在 A 子片中比 B 子片有多一個尖峰脈衝，產生奇數的 “組合” 片（當堆疊一起時），從而允許所有 -1 旁瓣，如以上圖 68 中的最佳擬合組合切片所示的。

[0317] 下一步是使用子片分數，產生每一切片的 “零” 和 “一” 片分數。這是根據一態樣的公式：

```

for subChipNum = 1:chipsPerFrame
    chipScores(subChipNum,1) =
subChipScores(subChipNum,1)+subChipScores(subChipNum+1,2);
    chipScores(subChipNum,2) =
subChipScores(subChipNum,2)+subChipScores(subChipNum+1,1);
end
chipScores(:,3) = chipScores(:,2)-chipScores(:,1); % Use for decoding
chipScores(:,4) = chipScores(:,2)+chipScores(:,1); % Use for finding the packet
start & finish

```

[0318] 因此，“零”片是 $A(n)$ 子片 + $B(n+1)$ 子片的總和，而“一”片是 $B(n)$ 子片 + $A(n+1)$ 子片的總和。注意的是，零片和一片分數之間的差異係使用於解碼，而兩者的總和係使用於尋找封包起始點。

[0319] 圖 73 顯示 “零” 片值作為切片號的函數的曲線圖。

[0320] 圖 74 顯示零和一片分數作為切片號的函數的曲線圖。再次注意的是，當一片分數高時，另一者是低的。定位，即確定封包的精確起點在這裡是極重要的：如

果一片被一切片切斷，則所有零片都成為一片，反之亦然。透過用已知的位元序列“前導碼”啟動封包來解決此問題。

[0321] 解碼的下一步是計算每一切片號的兩個“位元分數”，一者總和子片的每一位元長度的所有零子片，另一者總和一子片的每一位元長度的所有一子片。下面以MATLAB碼為例顯示如何實現此步驟：

```
bitLengthScores(1:chipsPerFrame-subChipsPerBit,1:2) = 0.0;
for chipNum = 1:chipsPerFrame - subChipsPerBit
    for thisChipNum = chipNum:2:chipNum+subChipsPerBit-1

bitLengthScores(chipNum,1)=bitLengthScores(chipNum,1)+chipScores(thisChip
Num,3);

bitLengthScores(chipNum,2)=bitLengthScores(chipNum,2)+chipScores(thisChip
Num,4);
    end
end
```

[0322] 注意的是，產生兩位元長度分數：一者使用片分數的差異，另一者基於片分數的總和。後者成為封包封。可以肯定的是，文中使用的訊框表示正被分析的數據段，其應包含封包。因此，在訊框中，封包將被雜訊包圍。

[0323] 圖 75 顯示位元長度分數對切片號的曲線圖。注意的是，即使第二位元長度分數表示用於解碼封包的位元長度分數的包封，位元長度分數隨著每一切片號取向改變。使用一種演算法來尋找確切的起點，該演算法會回饋產生正確前導碼的起始點，同時給予具有有效位元的切片

的信用。因此，使用第一位元長度分數（用於前導碼位元）和第二位元長度分數（對於封包位元）的組合來尋找該封包的最佳估計。

[0324] 以下顯示用於透過切片搜尋以進行此計算的示例MATLAB碼：

```

preamble = params.preamble*2-1;
bestSC(1:2) = 0.0;
thisPacket(1:40,1:3) = 0.0;
bestPacket(1:40,1:2) = 0.0;
for chipNum = 1:chipsPerFrame - subChipsPerPacket
    for i = 1:40
        thisPacket(i,1) = bitLengthScores(chipNum+(i-1)*subChipsPerBit,1);
        thisPacket(i,3) = bitLengthScores(chipNum+(i-1)*subChipsPerBit,2);
        if thisPacket(i,1)>0
            thisPacket(i,2)=1;
        else
            thisPacket(i,2)=0;
        end
    end
    thisPreamble = thisPacket(1:16,1).*preamble';
    thisScore = 0.0;
    factor = 1.0;
    for preambleNum = 1:16
        if thisPreamble(preambleNum) > 0
            factor = factor*1.01;
        else
            factor = 1.0;
        end
        thisScore = thisScore+factor*thisPreamble(preambleNum);
    end
    thisScore = thisScore+sum(thisPacket(17:40,3));
    if thisScore > bestSC(2)
        bestSC(1:2) = [chipNum thisScore];
        bestPacket(:,1:2) = thisPacket(:,1:2);
    end
end
bestPacket(:,1) = bestPacket(:,1)/max(bestPacket(:,1));

```

[0325] 在這一點，已經確定封包的最佳估計。檢查

前導碼以查看是否正確。如果它是正確的，則數據載荷被記錄，且假設是正確的。依據信號的SNR（見下文），確定在相同或相似頻率的一定數量的封包，如果它們匹配，則封包假設是正確的。或者，如果SNR低於一定數，則可組合若干這些位元長度分數用以產生組合相鄰封包以產生單一封包的較佳估計之間位元長度分數。

[0326] 圖 76 顯示低雜訊包的曲線圖。顯示兩條線：較深的線是位元長度分數，而較淺的線是所解釋位元值。現在，可看出這些相同的參數如何看出各種雜訊量的存在。在所有以下示例中，SNR係測量為 $V_{\max} / V_{\text{雜訊}}$ 均方根，其中 V_{\max} 是尖峰脈衝幅度， $V_{\text{雜訊}}$ 均方根 = 平方根（（雜訊.* 雜訊））（MATLAB符號）。這是說明這一點的相關MATLAB碼：

```
noise = 2.0*rand(1,length(signal))-1.0;
noiseRMS = sqrt(mean(noise.*noise));
vMax = 000.0192;
inData = 1.0*signal*vMax/max(signal);
log_vMaxOverVn = 10.0*log(vMax/noiseRMS)
simData = inData + noise;
```

[0327] 圖 77 顯示在不同信號雜訊比的最佳擬合組合切片的四曲線圖。曲線 1900 顯示 SNR = 5 dB 的最佳擬合組合切片。曲線 1910 顯示 SNR = -15 dB 的最佳擬合組合切片。圖 1920 顯示 SNR = -24 dB 的最佳擬合組合切片。曲線 1930 顯示 SNR = -34 dB 的最佳擬合組合切片。

[0328] 下一個臨界參數是透過將“最佳擬合總和”卷積到樣板以確定合併總和中的最佳推測起始點。

[0329] 圖 78 顯示了“最佳此總和”的各種曲線，這是隨著各種 SNR 的“樣板”卷積的“最佳擬合總和”。在每一情況下，曲線是“最佳推測”的，即產生最大峰值的頻率。曲線 2000 顯示 SNR = 5 dB 的“最佳此總和”卷積。每一頻率將產生峰值：最高峰值是正確的頻率（參見用於每一頻率的峰值的曲線的“頻譜”）。峰值位置（最高全部峰值）表示起始指數。因此，當訊框拆開為片時，該起始索引係使用於使 A 子片和 B 子片樣板相關聯以產生每一切片的子片分數。也可以說，峰值的位置決定每一切片內每一子片的起始點的定位。

[0330] 曲線 2010 顯示 SNR = -15 dB 的“最佳此總和”。曲線 2020 顯示 SNR = -24 dB 的“最佳此總和”。曲線 2030 顯示 SNR = -34 dB 的“最佳此總和”。注意的是，即使在 -34 dB 的情況下（其表示尖峰脈衝的峰值振幅為背景雜訊的峰值幅度約 2% 的數據集），相關值仍然容易尋找。在這種情況下，正確的峰值（ ~ 3000 ）約為下一個最接近的峰值（ ~ -1000 ）的三倍。

[0331] 為每一頻率繪製最好的最佳此總和值產生類似於“頻譜”的某些東西，即最佳擬合相關對頻數，圖 79 顯示在不同 SNR 的各種譜曲線。曲線 2110 顯示 SNR = 5 dB 的頻譜。曲線 2110 顯示 SNR = -15 dB 的頻譜。曲線 2120 顯示 SNR = -24 dB 的頻譜。在 -24 dB，尖峰脈衝振幅為峰值雜訊幅度的 $\sim 5\%$ 。最佳相關峰值對下一個最佳峰值的比值為 ~ 7 。曲線 2130 顯示 SNR = -34 dB 的頻譜。甚至在這種雜

訊水平下，該信號也以非常高的精確度解碼。

[0332] 再者，在單一封包的偵測精確度開始顯著下降的點，峰值為下一個最大峰值的峰值的約3倍。一旦這比率下降到4或5以下，可能有助於在頻譜位準（看峰值雜訊比是否好於 ~ 5 ）和位元長度分數位準開始組合封包，以提高解碼精確度。

[0333] 圖80中顯示使用在這些不同SNR位準下成功地解碼封包之位元長度分數。曲線2200顯示SNR= 5 dB的位元分數。曲線2210顯示SNR= -15 dB的位元分數。曲線2220顯示SNR= -24 dB的位元分數。曲線2230顯示SNR= -34 dB的位元分數。曲線2230，其中SNR = -33.9dB，對應於尖峰脈衝幅度 = 1.95%的最大雜訊幅度，係成功地解碼。透過組合封包或每片使用更多的子片，可以尋找並解碼由相對於背景雜訊的較小振幅尖峰脈衝組成之信號。

[0334] 在尖峰協定的第三示例定義中，而不是僅使用2個子片，N個正交片（其中N是每一片本身中預定義的單元的數量）可使用於以非常大數量的方式予以組合。於此例中，N=23，但可使用其它尺寸（例如，N = 19或17）。在這示例中，相較於第一個先前描述的協定，這個第三定義增加可用於發射器在放電之間對電容器充電的時間量的23倍，極大地增加所發射尖峰脈衝的振幅（給定電流有限的充電系統，諸如攝取傳感器）。第二，該協定定義改進使用於尋找頻率的虛擬隨機碼，使得“旁瓣”全部為零或 -1（相同如第二協定）。第三，每一封包由相同

的23個獨特符號組成，但這23個符號的出現順序決定該信息。（第一個尖峰脈衝協定需要相同數量的零和一於封包中才能正常運工。）否則該協定以如上一版本的相似方式運作。

[0335] 這裡定義第三示例協定定義的片定義：

% "A"子片尖峰脈衝係在開始於 $t=0$ 的 $92\mu\text{s}$ 間距上；

% "B"子片尖峰脈衝係在開始於 $t=4\mu\text{s}$ 的 $92\mu\text{s}$ 間距上；

% "C"子片尖峰脈衝係在開始於 $t=8\mu\text{s}$ 的 $92\mu\text{s}$ 間距上；

%...

% "W"子片尖峰脈衝係在開始於 $t=88\mu\text{s}$ 的 $92\mu\text{s}$ 間距上；

%240片/符號（例如，列中240“A”片成為“A”符號）

%44.16ms/符號

%23符號/封包，數據酬載=2

%270.5ms/封包

"A"片是{100000000000000000000000}

"B"片是{0-100000000000000000000000}

"C"片是{00-100000000000000000000000}

"D"片是{000-100000000000000000000000}

"E"片是{0000-100000000000000000000000}

"F"片是{00000-100000000000000000000000}

"G"片是{00000010000000000000000000}

"H"片是{0000000-10000000000000000000}

"I"片是{00000000100000000000000000}

"J"片是{000000000-100000000000000000}

"K"片是{0000000000-1000000000000000}

"L"片是{000000000000100000000000}
 "M"片是{000000000000100000000000}
 "N"片是{000000000000-100000000000}
 "O"片是{0000000000000-100000000000}
 "P"片是{00000000000000000100000000}
 "Q"片是{00000000000000000010000000}
 "R"片是{0000000000000000000-10000000}
 "S"片是{00000000000000000000-1000000}
 "T"片是{00000000000000000000010000}
 "U"片是{00000000000000000000000100}
 "V"片是{000000000000000000000000-10}
 "W"片是{00000000000000000000000001}

當解碼時，“堆疊”長度為長度（A）=長度（B）
 = ... =長度（W）

[0336] 選擇上述序列，使得當組合23個符號時（240個A片形成A符號，240個B片形成B符號等），亦即，

$$\{A+B+C+\dots+W\}=\{1-1\}$$

{sum (A:W) } × {sum (A:W) } 產生（自相關）模式，其具有23個單位高的中央峰，而所有其它旁瓣 = -1（見圖68）。同樣可使用不同長度的其它碼。例如，在19個單位長的碼是{1 -1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1}

[0337] 該協定的獨特特徵的一者是該封包由正好23個符號A-W組成。每一符號係由一些連續數量的相關片組成。在這種情況下，每一符號的240個片產生其持續時間與先前協定相似之封包。每一符號使用更多的片會增加每一符號的幅度，當片相加時，平均更多的雜訊，降低其平

均幅度。信息包含於符號出項的順序中。因此有 $23!$ （23階乘）等於 $\sim 10^{21}$ 獨特碼，大約70位元的信息。這些“位元”係使用於封包前導碼、位址和數據、或其它目的。例如：

前導碼 = A F K P T
 ID: 000 = BC DE GH IJ LM NO QR SU VW
 ID: 001 = BC DE GH IJ LM NO QR SU WV
 ID: 010 = BC DE GH IJ LM NO QR SV UW
 ID: 011 = BC DE GH IJ LM NO QR SV WU
 ID: 100 = BC DE GH IJ LM NO QR SW UV
 ID: 101 = BC DE GH IJ LM NO QR SW VU

[0338] 以下是這協定的子片、片、符號和位元的定義：

[0339] 每片有23個子片（相同如樣板中的尖峰脈衝數）。每一子片在時間上係處於相等間距的位置，以使尖峰脈衝發生；尖峰脈衝可能是+1或-1。

[0340] 每一符號有240個片（同樣可能或多或少）。

[0341] 每一封包有23個獨特符號。

[0342] 符號和位元之間的關係有點複雜，且取決於在每種情況下如何使用多少符號於前導碼、位址和數據字段。

[0343] 例如，為了傳送上述前導碼和位址 = 二進制（101），該封包將是簡單的：

封包 = {AFKPTBCDEGHIJLMNOQRSWVU}

[0344] 增加每一符號的片數消耗更多的時間（封包更長），但是如果發送時鐘是穩定的，則有更多的電力進

入每一符號中，且因此降低位元誤差率。而後將討論到尖峰脈衝切片演算法如何可解決封包內的頻率變化。

[0345] 圖81顯示最前四個“A”片。x軸是樣本#，假設尖峰脈衝和取樣率之間的 $92 \mu\text{s} = 10 \text{ MSPS}$ 。

[0346] 圖82顯示如所傳輸的信號的曲線圖，假設每符號240個片。注意在圖82中，該信號看起來類似於23位元樣板模式，只有尖峰脈衝較寬很多。這是因為23位元樣板模式的每一“位元”是240個相同的尖峰脈衝：全部 +1 或全部 -1。

[0347] 為了製作“A”符號，依次廣播240“A”個片；為了製作“B”符號，依次廣播240個“B”片。以這種方式，廣播整個封包。名義上，傳輸每一符號需要44.16 ms，傳輸封包需要541 ms。在較低的發射頻率，例如低5%，傳輸封包可能需要568 ms，但是在較高的頻率，例如高5%，只要514 ms。

[0348] 當對該信號進行解碼時，足夠的數據被存儲在訊框中以確保捕獲一封包，但不是太多，使得封包之間的雜訊壓倒信號。封包之間間隙的幾個空位元可能是足夠的，特別地如果該等封包彼此同步。

[0349] 然後將數據“切片”成長度等於子片的段。然而，由於傳輸頻率不是確切已知的，所以子片的精確長度也不是已知的。確定每一切片的樣本數或子樣本數之頻率範圍取決於假設的傳輸頻率。因此，在標稱頻率下，可能有每一片920個樣本 = 每一切片920個樣本。在稍低的

頻率，可能有每一切片 920.1 個樣本，這意味著每十個切片一額外樣本已被“擠壓”到切片中。在稍高的頻率，可能有每一切片 919.99 個樣本，這意味著每 100 個切片，樣本已被“拉伸”。透過適當的拉伸和擠壓，獲得所有頻率之相等長度的切片。然後可平等對待這些切片，而不必擔心使用多少樣本和子樣本來創建每一切片。這動作是拉伸擠壓切片過程。為了有效地進行拉伸擠壓，製作了一樣板，該樣板存儲一指標陣列，該陣列描述每一頻率的訊框中每一切片的起始點。

[0350] 然後疊加並總計切片。由於每一切片在本示例中為 920 個樣本，所以將第一切片的第一樣本加到第二切片的第一樣本，然後將第三個切片的第一個樣本加到該總和，直到所有切片的所有第一樣本總計入組合切片的第一樣本中。以此方式，產生該組合切片的所有 920 個樣本，每一樣本在所有切片中的每一者中都是相同數量的樣本總和。

[0351] 在無雜訊的情況下，該組合切片可看起來像圖 66 中所示具有 $SNR = 5000$ 的組合切片。注意的是，協定 3 中的組合切片看起來與協定 2 中的組合切片完全相同。事實上，如果封包的持續時間相同，並且封包傳輸的能量是相同，則兩個組合切片將確實是相同的。不同之處在於，在協定 3 中，每一尖峰脈衝之間發生 $23 * 4\mu s = 92\mu s$ 的電荷泵送，而在協定 2 中，每一尖峰脈衝之間發生 $2 * 4\mu s = 8\mu s$ 的電荷泵送。因此，協定 3 中每一峰值脈衝的幅度大約是

協定2中每一尖峰脈衝的幅度的十倍。現在，如果每一系統中的類比前端是“理想的”，且每一系統中的類比對數位轉換器也是“理想的”，則在組合切片的總可用能量和尖峰脈衝數量固定的情況下，在協定2和協定3的組合切片中應沒有差別。但世界並不理想，且有可能的情況是尖峰脈衝幅度的10倍的增加意味著ADC的極小意義的位元通常足夠在尖峰脈衝期間翻轉，以使當時間上在23個位置中的每一位置總計240個尖峰脈衝時，然後觀察到可偵測的尖峰脈衝集。此外，在尖峰脈衝之間具有 $92\mu\text{s}$ 可以促進使用尖峰脈衝切片演算法，利用這一事實，消除這些 $92\mu\text{s}$ 尖峰脈衝之間的雜訊。相較於前述的協定2可能減少75%，這使得雜訊貢獻增加將近99%。我們稍後會探討這種變化。

[0352] 總計所有“A”至“W”片產生“樣板”，其使用於解碼以尋找封包的正確頻率和起始點。這是如協定2中所使用的相同樣板（見圖67）。

[0353] 注意的是，23個尖峰脈衝之間間距為40個樣本或 $4\mu\text{s}$ 。由於總是有相等數量的A和B片，總和的幅度名義上總是相等（雜訊會導致這些幅度在實際中變化）。

[0354] 下一步是以組合切片的樣板對組合切片進行卷積，以尋找每一假設頻率的最佳匹配起始點。圖68中再次顯示用於最佳匹配組合切片（匹配以上所示的組合切片）的典型低雜訊卷積。

[0355] 注意的是，當樣板與最佳擬合組合切片排列時，幅度為23。當該切片失準 $4\mu\text{s}$ 的等量時，振幅為-1。

在所有其它失準中，振幅為零。對於每一假設頻率，保留兩個值：峰值和樣本數的幅度。注意的是，該相關性分數的絕對值係與其它進行比較。如果最佳擬合分數為負，則數據集中的每一數據點在連續計算中乘以-1。這過程係相同於協定2。

[0356] 計算每一假設頻率的 最大卷積值 。這些值對假設頻率的曲線是“頻譜”。見圖69，再次顯示示例中 $\text{SNR} = 5000$ 的頻譜曲線圖。

[0357] 該示例顯示頻率接近標稱值，其將為501。如果峰值接近1，則頻率低於標稱值；如果峰值接近1000，則頻率高於標稱值。從最高峰值，我們學習到兩件事情：實際的廣播頻率和（從上一圖）組合切片內的起始索引。

[0358] 下一步是產生（或從記憶體中拉出）這頻率和這起始索引的指標。指標是一列表的數字，每一數字表示每一切片的起始點和樣板。

[0359] 然後使用指標和樣板為每一切片產生23個片：“A”片分數到“W”片分數。每一片分數是以該片的樣板卷積的切片的相關總和。因此，“A”片的樣板是在時間樣本號1（例如...）的單一尖峰脈衝。B片的樣板將是在樣本號41的單一尖峰脈衝（即，從放電電容器通過線圈的低雜訊系統中接收的預期信號）（即，在 $t = 4\mu\text{s}$ ，假設每秒 10^6 個樣本）。

[0360] 圖83中所示的是非常低雜訊情況的每一切片的“A”子片分數。X軸表示切片號，而Y軸表示相關值。

注意的是，由於此示例中雜訊非常小，很容易看出，A片全部發生在封包的開始。

[0361] 圖84顯示非常低雜訊情況下每一切片的F切片分數。同樣地，作為封包中的第二符號，當預期封包中的第二符號發生時，每一切片的F片分數很高。

[0362] 圖85顯示所有A至W片分數對切片號的曲線圖。在低雜訊的情況下，很容易看出，每當不存在時，每一符號的值約為零。這是因為所有的片共用相同的定位或起始點，因此每一符號係與每一其它符號正交，如果有定位。因此，與其它協定的關鍵差別在於，使用所有封包能量來尋找頻率和切片中定位點。至於任何給定的切片中定位點，所有符號彼此正交。雖然這可能是有意義的，但是如果需要，例如140位元的信息，以簡單地重複不同排列中的23個符號封包。當然，這將起作用，且再次使用所有的封包能量來尋找頻率，但是現在相對於該封包能量的數量，每一符號的能量將是一半。完成相同目標的更佳方法是尋找具有相似的自相關模式之25符號系統。該25符號封包可以產生84位元。在這種情況下，符號能量/封包能量將僅減少8%。因此，每一片分數具有23個數字，每一數字是與單一切片的符號的相關總和。

[0363] 最後，每一切片的這些片分數中只有一者將使用於最佳推測封包的計算。這意味著 $\sim 1\mu\text{s}$ 週期內的信號係與該 $1\mu\text{s}$ 期間內發生的雜訊一起收集。然而，每一切片的其它 $91\mu\text{s}$ 中發生的雜訊係完全被忽略。然而，替代實

施例可以是平均每一切片的所有23個片分數，且從每一切片分數中減去其它片分數的平均。然而，這個替代實施例將會以每切片多22微秒收集和使用雜訊。也許在某些情況下這可能是優勢。

[0364] 總之，下一步是使用片分數來產生每一切片的符號長度分數。再次，每一切片有23個符號分數，每一切片表示該切片和緊接在後的239切片的切片分數的總和。這是公式：

```

for chipNum = 1:symbolsPerFrame - chipsPerSymbol
    for thisChipNum = chipNum:chipNum+chipsPerSymbol
        for symbolNum = 1:23
            symbolLengthScores(chipNum,symbolNum) =
symbolLengthScores(chipNum,symbolNum)...
            +chipScores(thisChipNum,symbolNum);
        end
    end
end
end

```

[0365] 圖86顯示每一符號長度分數對切片號的曲線圖。此時，下一步是確定每一切片的封包長度分數。為此，首先透過聲明每一切片的最大符號長度分數為該符號。當雜訊很小時，這很容易：該等符號的一者有很大的分數，其它的都有很小的分數。然後，從定義封包之適當的23個時間點加上這些最大符號長度分數，且確定每一切片的“封包分數”。一個人通過所有候選切片進行最大的封包分數，還必須檢查23個選擇的符號是否為獨特的，即每一符號“最大”一次且只有一次。因為一者透過切片搜尋最大封包分數，可忽略大多數在第一切中不是最大的那

些分數。如果具有最大封包分數的切片不識別23個獨特符號（由於雜訊），則使用誤差校正演算法來尋找具有23個獨特符號的最佳推測封包。

[0366] 進行這種算法的一方法係顯示於以下的示例 MATLAB碼中：

```

symbolLen = length(allSymbolScores);
packetSums(1:symbolLen,1:2) = 0.0;
[convolutionSums, symbolNums] = sort(allSymbolScores,1,'descend');
[thisBestSum, thisBestSymbol] = max(convolutionSums(1,1:23)); %Find the
highest correlation value and locationamong all 23 x 23
while thisBestSum > 0.0
    thisLocation = round(symbolNums(1,thisBestSymbol));
    if packetSums(thisLocation,1) < 1
        packetSums(thisLocation,1:2) = [thisBestSymbol thisBestSum]; % Store
thisBestSymbol in the thisLocation symbol location and its correlation score
        convolutionSums(1:symbolLen,thisBestSymbol) = 0.0; % Zero out the rest o
fthe thisBestSymbol correlation scores
    else
        % IN this case, the packet location is already filled, but this symbol has not
been declared.
        % Eliminate the found location for this symbol and shift the
        % values for the other locations for this symbol up.
        convolutionSums(1:symbolLen-1,thisBestSymbol) =
convolutionSums(2:symbolLen,thisBestSymbol);
        symbolNums(1:symbolLen-1,thisBestSymbol) =
symbolNums(2:symbolLen,thisBestSymbol);
    end
    [thisBestSum, thisBestSymbol] = max(convolutionSums(1,1:23)); %Find the
highest correlation value and locationamong all 23 x 23
End

```

[0367] 首先，23個封包位置中的每一者的23個符號分數存儲在矩陣中。然後對該矩陣進行排序，以便尋找每一位置的最高符號長度分數。尋找所有位置的高符號長度

分數，且為該位置表明該符號。然後，該符號從其它22個地點的競爭中除去。然後尋找剩餘22個位置中的下一個最高符號長度分數，且表明該位置的符號，並將該符號從所有其它位置的競爭中移除。上述演算法是完成此過程的一種方式，但是可能還有其它更有效的方式來校正誤差。例如，如果存在前導碼，則可以使用該信息來尋找最佳推測封包和推測精度的估計。最後，如果需要校正誤差，則該切片號的封包分數將較低。然而，它可能仍然是最佳的整體封包分數。

[0368] 因此，已經確定封包的最佳估計。依據信號的SNR，確定在相同或相似頻率的一定數量的封包，且如果它們相匹配，則假設該封包是正確的。替代的是，如果SNR低於一定數量，則可以組合一些位元長度分數以產生組合相鄰封包以產生更好估計的單一封包之位元符號長度分數。

[0369] 圖87是顯示低雜訊（-5.5 dB）封包的曲線。顯示兩條線：逐漸變化的橙色線2270的值剛好在十以下是該位置處的正規化位元長度分數，值範圍從1到23的快速變化藍色線2280是解釋符號值。

[0370] 現在，可以確定這些相同參數如何看到各種量的雜訊的存在。在所有以下示例中，SNR係測量為 $V_{\max} / V_{\text{雜訊均方根}}$ ，其中 V_{\max} 是尖峰脈衝幅度， $V_{\text{雜訊均方根}} = \sqrt{\text{平均}(\text{雜訊} * \text{雜訊})}$ （MATLAB符號）。這是相關的 MATLAB 碼：

```
noise = 2.0*rand(1,length(signal))-1.0;  
noiseRMS = sqrt(mean(noise.*noise));  
vMax = 000.0192;  
inData = 1.0*signal*vMax/max(signal);  
log_vMaxOverVn = 10.0*log(vMax/noiseRMS)  
simData = inData + noise;
```

[0371] 於某些態樣中，（且先前提到的）利用符號長度拉伸/擠壓過程之重要變化。在這過程中，數據訊框係分解成重疊的符號長度切片。替代的是，數據訊框被分解成長度等於符號長度的1.5倍的切片，且這些切片以符號長度的0.5倍遞增。在這情況下，子片可使用於連續切片計算上以減少計算。該變化保證單一符號的所有能量將包含在單一切片中。雖然這過程在尋找正確的頻率時可能沒有多大的影響，但在解碼信號時可能會有所幫助。無論哪種方式，這些切片中的每一者然後被拉伸或擠壓成標稱長度的組合切片（在該示例中，920個樣本長）。圖88中顯示正確頻率的低雜訊示例。這裡，顯示符號長度切片的第一組合切片。

[0372] 注意的是，只有一峰值出現。這是因為第一切片僅捕獲第一符號的一部分，而沒有第二符號。第二切片與第一切片重疊某些百分比。在這情況下，該百分比是50%。這樣做的目的是用以確保這些切片的一者捕獲大部分的符號信息，並且可以尋找峰值。

[0373] 圖89顯示符號長度切片的第二組合片總和。注意的是，在第一切片中出現的相同峰值（接近指數=400）也顯示在第二切片中。此外，亦可看到下一符號的

一部分（接近指數 = 200）。

[0374] 圖 90 分別顯示曲線 2270 和 2280 中雜訊的存在下之相同的第一切片和第二切片和的兩個曲線圖。曲線 2270 顯示 SNR = 7dB 的符號長度切片的第一切片。注意的是，這是一不同組的數據，峰值出現在該組合切片的不同指數上。同樣的是，曲線 2280 顯示 SNR = 7 dB 的符號長度切片的第二切片。注意的是，在該組合切片中，可看到兩個峰值在背景雜訊之上。

[0375] 由於這些符號長度訊框的每一者中只有一個或最多兩個峰值預期被顯示，所以樣板是單一峰值的樣板，如圖 91 中所示。圖 91 顯示使用於符號長度切片的樣板。當該樣板與圖 90 的兩個曲線中所示的組合切片進行卷積時，結果係如圖 92 中所示。圖 92 顯示曲線 2270 中所示的組合切片與圖 91 中所示的樣板之卷積。它是類似於圖 68 中的結果。

[0376] 圖 93 顯示曲線 2280 中所示的組合切片與圖 91 所示的樣板之卷積。它是類似於圖 68 中的結果。

[0377] 於這種擠壓/拉伸切片變化中，預期看到兩個峰值。這兩個峰值是理想上收集的唯一信息，其餘的可忽略，其只是雜訊。以這種方式 - 透過消除沒有信號的雜訊，可以提高系統的整體信號雜訊比。事實上，透過在後面的計算中僅使用這些峰值中的一者，傳輸過程中約 98% 的雜訊從分析中消除。所以用於每一符號長度切片：

[0378] 1.5x 符號長度的數據係擠壓/拉伸成標稱長度切

片（在這種情況下為920個數據點）（1.5x係使用於確保每一峰值全部在一組合切片中）；

[0379] 該組合切片係與由單一尖峰脈衝組成的樣板進行卷積。

[0380] 起因於卷積相距至少 $35\mu\text{s}$ 的頂部兩個峰值與其指數一起存儲在記憶體中（指數和幅度都保持）。兩個峰值中的每一者的絕對值的總和係加到稱為頻譜（頻率）的變數中。因此，每一符號長度切片中的頂部兩個峰值的每一幅度（絕對值）係相加在一起以使該值與所有其它頻率的值進行比較以尋找正確的頻率。這些頻譜值可繪製為頻率的函數，如圖94中所示用於相同的雜訊情況。圖94顯示頻譜：作為頻率的函數的每一符號長度片的該兩個峰值的幅度總和。它是類似於圖69。

[0381] 注意的是，與圖69相比，這個頻譜峰值係更廣泛和更平滑。這是因為由於一次只分析一個符號，所以濾波具有更寬的頻寬。（平滑度的一部分是由於在這裡只畫出幅度的事實；較早的頻譜圖包括數據集的對等性。）它缺乏使用23個尖峰脈衝樣板進行全訊框拉伸/擠壓分析的特異性。另一方面，從分析中已消除了大量的雜訊。在23個尖峰脈衝樣板中，每一尖峰脈衝的寬度大約為 $1\mu\text{s}$ ，間距為 $4\mu\text{s}$ 。在尖峰脈衝之間，樣板值為零。因此，在每一卷積中，75%的雜訊被消除 - 樣板中尖峰脈衝之間的空間。然而，在符號長度拉伸/擠壓方法中，樣板是 $1\mu\text{s}$ 寬的單一尖峰脈衝，且使用兩次。在這情況下，包含 $2\mu\text{s}$ 的

雜訊，消除了 $90\mu\text{s}$ 或98%的雜訊。

[0382] 為了看到當雜訊水平甚至更高時，如何有益於頻率的尋找，圖95中顯示訊框長度拉伸/擠壓分析和符號長度拉伸/擠壓分析兩者的頻譜。

[0383] 圖95的曲線2300顯示作為頻率的函數之訊框長度切片的頻譜。SNR = -10.6 dB。它是使用用於產生圖69中的曲線之相同演算法來計算。

[0384] 圖95的曲線2310顯示作為頻率的函數之符號長度切片的頻譜。SNR = -10.6 dB。它是使用用於產生圖94中的曲線之相同演算法來計算。

[0385] 注意的是，在上述比較中，產生正確答案（指數 = 501）。然而，清楚的是，曲線2330中的峰值是更平滑的曲線，且有信號存在的更大確定性。

[0386] 圖96中顯示是更嘈雜的運行的結果。曲線2320顯示作為頻率的函數之訊框長度切片的頻譜。SNR = -13.5 dB。它是使用用於產生圖69中的曲線之相同演算法來計算。

[0387] 曲線2330顯示作為頻率的函數之符號長度切片的頻譜。SNR = -13.5 dB，但每一符號只有120個片。它是使用用於產生圖94中的曲線之相同演算法來計算。

[0388] 注意的是，在訊框長度的情況下，正確答案（501）在指數600及520附近的峰值之後顯示於第三位。因此，此封包未成功解碼。然而，基於曲線2330中的符號長度符號長度切片之頻譜精確地尋找正確頻率。

[0389] 參照圖 97，曲線 2340 中顯示作為頻率的函數之訊框長度切片的頻譜。SNR = -17.5 dB，但每一符號只有 120 個片。它是使用用於產生圖 69 中的曲線之相同演算法來計算。

[0390] 曲線 2350 顯示作為頻率的函數之符號長度切片的頻譜。SNR = -17.5 dB，但每一符號有 120 個片。它是使用用於產生圖 94 中的曲線之相同演算法來計算。

[0391] 當 SNR 進一步降低時，基於曲線 2340 中的訊框長度切片之頻譜並未接近於識別正確的頻率。另一方面，在曲線 2350 中，基於符號長度切片的頻譜，估計頻率為 505 個單位而不是目標 501，足夠接近以成功解碼封包。

[0392] 為了看到它如何在更小粒度的位準上作用，圖 98 的曲線 2360 顯示相同的第二切片，如曲線 2280 中（參見圖 90）的相同數據集，而是在高 10 個單位的頻率。在曲線 2360 中，顯示第二切片的符號長度切片，SNR = 7 dB，但頻率為 511 單位而不是 501。注意的是，尖峰脈衝中包含的大部分信息都會保留。峰值只是稍低。

[0393] 曲線 2370 中顯示第二切片的符號長度切片，SNR = 7 dB，但頻率為 521 個單位，而不是 501。基於此，可以很容易地看出如何透過在更多的指數上傳播尖峰脈衝，峰值的幅度減小。當搜尋頻率切斷 10 個單位時，這是幾乎不顯著的，但是當切斷 20 個單位時，更為明顯。

[0394] 參照圖 99，曲線 2380 中顯示第二切片的符號長度切片，SNR = 7 dB，但頻率為 551 個單位而不是 501。

[0395] 曲線 2390 中顯示第二切片的符號長度切片， $SNR = 7\text{dB}$ ，但頻率為 571 個單位而不是 501。注意的是，當頻率切斷 70 個單位時，峰值的幅度大約是頻率正確時的一半。

[0396] 在這裡應注意的是，如果取代允許所有 23 個符號隨機放置在封包內來產生 23! 碼，它反而堅持認為前三個符號是固定的，而其它的符號都是成對的，以便兩個有效符號之間間距總是相同的，然後兩個符號寬的切片將會更加明確，同時保留單一符號寬的切片，如上圖所示。

[0397] 對於這種變化有幾個好處。例如，符號長度切片的想法使其本身適應即實時執行：大量的數據點被消耗並轉換成較小量的點，這些點可能稍後使用於尋找封包，尋找其頻率並對其信息進行解碼 - 其起初是切片的主要目的。

[0398] 於此例中，封包長度為 250ms（與協定 2 相反，約為 500ms）。更長的封包意味著更長的符號，其將更多的能量放入每一符號，因此更容易解碼。在 250 ms，每一符號為 120 （每符號的片） $\times 920$ （每片的樣本）= 每符號 110,400 個樣本。在協定 2 中，每符號數量為 220,800 個樣本（在這兩種情況下，標稱數量的樣本，所傳送的樣本的確切數量可能為 1%、5% 甚至高於或低於標稱的 10%）。如果假設可使用標稱頻率範圍的 $\pm 1\%$ ，例如 1000 個頻率桶。至於每一切片，220,800 個樣本可轉換為具有

1000×4個數據點之切片。為了更準確，可從每一切片中保存頂3個或頂4個峰值，將從4000個點保存的信息增加到例如8000點。然而，220,000個樣本係轉換為8000點左右，相當顯著的壓縮比。

[0399] 第二，當然是從最終分析中消除了98%的雜訊，信號和頻率偵測可提高~6 dB，這是一個顯著的好處。其它變化 - 諸如在兩個符號之間具有已知分離的雙符號寬切片，可能會產生進一步的好處。

[0400] 第三，這種變化是產生清楚地表明存在人造信號而不是隨機雜訊之頻譜模型。這將允許當單一封包產生足夠的信息時，可確定是否有信號，但是不足以準確地對其進行解碼，以便尋找且然後組合攜帶相同信息的連續封包，並在切片位準組合這些封包。從實際的角度來看，組合兩個封包，每一封包表示使用兩個數據集之間的相關性之五百萬個樣本將需要非常大數量的乘法和加法，且可能不起作用，因為一者將比較各被雜訊控制的兩個信號。另一方面，切片過程消除了每一切片中的98%的雜訊，並且來自一封包的50個切片與來自另一封包的50個切片進行比較將產生非常好的機會將它們以所需的最小計算適當地對準。

[0401] 第四，符號長度切片可使用於調整在封包廣播（漂移）期間發生的傳輸時鐘的變化。當調整漂移時，符號長度片需要在調整符號長度時間期間內穩定的時鐘。只要整個封包上的漂移不超過2 μ s（在本例中），符號保

持其正交性。

[0402]

出自第三尖峰脈衝協定定義的示例數據結果

[0403] 使用於分析協定3中的數據之演算法是前述的變化。最大的不同在於沉重依賴1.5 *符號長度切片來尋找頻率。在所示的這種解決方案中，為了產生強大的結果，該演算法（在此稱為協定3符號切片器或P3SS）係使用以粗略頻率模式，以利用其寬廣良好的頻譜來快速掃描信號的頻率。然後，使用P3SS來進行精細搜尋以尋找最佳推測頻率。在高雜訊環境中，由於額外的雜訊消除（從75%的雜訊消除到98%的雜訊消除），該方法優於使用訊框長度組合切片方法。

[0404] 注意的是，在創建符號切片後（從240個切片組合），僅保留頂部兩個峰值的指數和峰值（間隔至少35 μ s）。這些係加到另外的頂部兩個幅度用於該頻率的每一符號長度（或1.5 *符號長度）切片。每一切片的這些頂部兩個幅度的總和成為該頻率對“頻譜”的貢獻。所有其它信息 - 所有出現在其它90 μ s取樣和卷積數據中的雜訊都被拋出。圖100中顯示在距離偵測器9英吋的距離處的粗頻率搜尋之結果頻譜。

[0405] 圖100顯示距偵測器9英吋的傳感器仿真器的粗頻譜曲線。該曲線上的x軸在中心表示每切片樣本的標稱數量為920。在X = 0時，每一切片有919個樣本；在X = 200時，每一切片有921個樣本。所示的解析度為每片

0.01個樣本。因此，較高的傳輸頻率在左側。峰值係清楚地位於112處，其轉化為 $919 + (112-1) * 0.01 =$ 每一切片的920.11個樣本。

[0406] 在此點，數據訊框係修整為僅包括封包和3個附加符號，一個半在假設封包位置的任一側上。這消除了後續分析中的更多雜訊。

[0407] 使用這新值作為每一切片0.002個樣本的中心頻率和解析度，再次進行P3SS分析。圖101中顯示所產生的精細頻譜。

[0408] 圖101顯示距離偵測器9英吋之傳感器仿真器的精細頻譜圖。從細光譜可看出，峰值達到6個單位，且最終長度為每一切片920.106個樣本。注意的是，更精細的解析度擴展到中心頻率任一側的兩個粗點。

[0409] 使用它作為最終頻率，使用全封包長度的組合切片來尋找精確的定位。圖102顯示使用P3SS尋找的中心頻率之組合切片。例如，圖102中顯示距離接收器9英吋處之攝食傳感器的關鍵輸出。圖102顯示出自距來源9英吋處之偵測器的組合訊框長度切片的曲線圖。於圖102中，匹配的樣板係顯示在較高的尖峰脈衝（藍線）2400中，而組合切片數據係顯示在略短的尖峰脈衝（紅線）2410。注意的是，它們具有相反的奇偶性：這信息使用於調整輸入數據的奇偶性以符合於樣板。

[0410] 該樣板係與組合切片相關，導致圖103中所示的“最佳總和”曲線。圖103是使用距來源9英吋處收集的

數據之最佳總和的曲線。

[0411] 使用該定位指數和來自第二 P3SS 的精細頻率，計算符號，且圖 104 中所示的最終封包。圖 104 是使用從源頭 9 英吋處收集的數據顯示封包符號和強度的曲線圖。

[0412] 在 24 英吋處使用相同的過程，具有以下結果：

[0413] 圖 105 是顯示傳感器仿真器在距偵測器 24 英吋處的粗頻譜之曲線圖。

[0414] 使用 920.11 的粗略頻率作為中心頻率，進行 P3SS2（具有調整的粗頻率的 P3SS 的第二變化），且發現如圖 106 中所示的更精細的頻譜。圖 106 顯示距離偵測器 24 英吋處之傳感器仿真器的精細頻譜 P3SS2。

[0415] 此時 P3SS2 係透過每切片 0.004 個取樣點的切片長度而切斷，且解碼不準確。用全訊框切片技術重複精細搜尋產生如圖 107 中所示的以下頻譜。圖 107 顯示距偵測器 24 英吋處的傳感器仿真器之精細全訊框頻譜。

[0416] 全訊框頻譜給予最佳切片長度的更好估計值，即 920.104，這導致封包的成功解碼。中間組係如圖 108 中所示。圖 108 顯示最佳組合全訊框切片以及距源頭 24 英吋所接收信號的最佳擬合樣板。再次，較高的尖峰脈衝表示樣板，而較短的尖峰脈衝來自全訊框切片。

[0417] 圖 109 是顯示距源頭 24 英吋所收集的數據結果的最佳總和（具有組合切片的樣板卷積結果）之曲線。使

用來自圖 109 的指數，成功地解碼符號。結果的符號和卷積總和一起顯示於圖 110 中。

[0418] 圖 110 是顯示距源頭 24 英吋所收集的數據的符號值和封包結果之曲線。這些結果表明用於攝食傳感器通信的尖峰脈衝扭曲通信協定的效用。

[0419] 圖 111 是使用在距源頭 24 英吋處所收集的數據的最佳總和的曲線。

[0420]

使用脈衝協定的示例接收器

[0421] 已經描述了脈衝“稀疏脈衝”功能的產生和傳輸，現在描述回到各種接收器電路，用於接收和解碼由脈衝電感器驅動電路 720 發送的信號。因此，圖 47 顯示根據本公開的一態樣之用於偵測由可攝食識別符所產生的電磁場之電壓模式接收器 900。電壓模式接收器 900 包括諧振電路 902、低雜訊放大器 908 (LNA) 和接收器處理器 910，其包括用於處理從可攝食識別符發送的所接收的編碼電磁信號的電路和組件。諧振電路 902 包含接收電感器天線 904 和調諧電容器 906 以在操作頻率 f_0 諧振。接收電感器 904 接收與電感器 904 一起的路徑的形狀因子之電磁信號。

[0422] 將理解的是，在圖 44-46 中，水平軸可不必要表示時間，因為信號係拉伸或擠壓成固定數量的數據點。如果信號是在標稱頻率，則對應的數據點將符合於時間，但是單位不可能在微秒內，而是單位將按比例調整到

片的任何持續時間，這可依根據實施而變化。

[0423] 來自接收電感器904的脈衝回應係以圖表顯示於圖48中。頻率(f)上所接收的信號以電壓形式出現在電容器906對面。回應曲線922在操作頻率 f_0 處具有最高的振幅或能量。回到圖47，穿過調諧電容器906的電壓 v 信號係應用於LNA908的輸入端。LNA 908的輸出係應用於接收器處理器910，其處理和解碼所接收的信號以複製由可攝食識別符發送的数据912。

[0424] 圖49解說根據本公開的一態樣之用於偵測由可攝食識別符產生的電磁場之電壓模式接收器930。接收器930包括諧振電路932、低雜訊放大器938(LNA)、窄頻諧振器或晶體濾波器944、及接收器處理器940，其包括用於處理由可攝食識別符發送的所接收編碼電磁信號的組件。諧振電路932包括電感器天線934和調諧電容器936以在操作頻率 f_0 諧振。電感器934接收與電感器934一起的路徑形狀因子的電磁信號。

[0425] 來自接收電感器934的脈衝回應係以圖表顯示於圖49中。頻率(f)上所接收的信號以電壓形式出現在電容器936對面。回應曲線在操作頻率 f_0 處具有最高的振幅或能量。調諧電容器936上的電壓 v 信號係應用於LNA938。LNA 938的輸出係應用於耦接到接收器處理器940的諧振器或晶體濾波器944。接收器處理器940處理和解碼接收的信號以複製由可攝食識別符發送的数据942。

[0426] 諧振器或晶體濾波器944可包含一或多個耦接

的諧振器或晶體以設定濾波器944的選擇性。可採用的其它類型的濾波器包括但不限於集總電感器/電容器（LC）濾波器、平面濾波器、同軸濾波器、空腔濾波器、介電濾波器、電聲濾波器和/或波導濾波器。

[0427] 接收器處理器910、940可包含用以對輸入脈衝進行濾波的類比或數位帶通濾波器。在脈衝非常短的情況下，每一脈衝的電壓可隨時間整合。例如，傳輸頻率可發生在 $\sim 12.5\text{kHz}$ 至 $\sim 20\text{kHz}$ 或大於 $\sim 24\text{kHz}$ 的範圍內，且高達 $\sim 10\text{MHz}$ 的頻率。雖然脈衝不是確定性的，但它們以 $\sim 6\text{kHz}$ 的重複頻率重複超過128個脈衝。電池準備度是隨機的，而電池阻抗（ Z ）和電壓（ V_{BAT} ）可能會波動。脈衝寬度和重複率可依據電池的當前狀況進行調整。這些類型的協定可適用於物聯網型電路中。

[0428] 針對圖47和49所討論的接收器處理器910、940係配置為使用稀疏脈衝樣板和卷積技術來處理由可攝食識別符發送的所接收的編碼電磁類比信號，以識別發射頻率。在一態樣中，接收器處理器910、940可包含在前端的類比數位轉換器（ADC），以從放大器電路908、938接收類比稀疏脈衝。ADC以類比電壓的形式對接收系列的稀疏脈衝進行數位化，並輸出表示電壓幅度的數位數字。ADC的數位數字輸出然後係應用於處理器，諸如例如為了確定稀疏脈衝信號的發射頻率而最佳化的數位信號處理器（DSP），並解碼編碼的稀疏脈衝信號以提取或複製由可攝食識別符發送的數據912、942。DSP非常適合於測量，

濾波和/或壓縮連續的稀疏脈衝類比信號以及執行演算法。替代的是，通用微處理器亦可配置用以成功地執行數位信號處理演算法。然而，專用DSP通常具有更好的功率效率，因此由於功率消耗限制，它們更適用於行動電話等可攜式裝置。DSP通常使用能夠同時獲取多個數據和/或指令的特殊記憶體結構。雖然可採用DSP和通用微處理器，但是可以單獨地或與DSP和通用微處理器結合使用專用電路或可重構型電路諸如PLD、PGA、FPGA、ASIC和其它電路來執行接收器功能。

[0429] 除了有關圖47-49所述的電壓模式接收器電路900、930以外，可以使用多個其它接收器電路來接收和解碼由可攝食識別符發送的電磁類比信號。圖50顯示根據本公開的一態樣之電流模式接收器950。電流模式接收器950包括耦接到提供低輸出阻抗的跨阻抗放大器954（TIA）之接收電感器952。TIA 954係耦接到放大器956且其輸出係耦接到接收器處理器958，非常類似於接收器處理器910、940（圖47、49）。TIA 954係有利於保持接收的脈衝的形狀以致電感器的阻抗浮動或耦接通過TIA 954，以及出自其上的脈衝可從TIA 954的輸出進行重構並獨立於TIA 954的任何寄生電容。

[0430] 圖51顯示根據本公開的一態樣之另一接收器電路960。接收器960包含耦接到第一放大器964的接收電感器962。第一放大器964的輸出係耦接到第二放大器966。第二放大器966的輸出係耦接到接收器處理器967。

在圖 51 所示的例子中，接收器處理器 967 包含 ADC 968 和 DSP 969，用於確定稀疏脈衝信號的發射頻率，並對編碼的稀疏脈衝信號進行解碼以提取或複製由可攝食識別符發送的數據。亦可實施 DSP 以對稀疏脈衝類比信號進行濾波並執行各種演算法。

[0431] 圖 52 顯示根據本公開的一態樣之接收器配置 970，其包含相對於彼此正交間隔的接收電感器 972、974、976 及對應的接收器 978、980、982。接收電感器 972、974、976 具有整體細長形狀因子。接收電感器 972、974、976 和對應的接收器 978、980、982 係沿 X、Y、Z 軸設置以減輕對發射器的取向的依賴性。接收器 978、980、982 的輸出係耦接到多工器 984。多工器 984 的輸出係耦接到包含 ADC 988 和 DSP 989 的接收器處理器 986。

[0432] 圖 53 顯示根據本公開的一態樣之接收器配置 990，其包含正交間隔的接收電感器 992、994、996 和對應的接收器 998、1000、1002。接收電感器 992、994 的二者具有整體細長形狀因子，而接收電感器 996 的一者具有整體平坦形狀因子。接收電感器 992、994、996 和對應的接收器 998、1000、1002 係沿著 X、Y、Z 軸設置以減輕對發射器的取向的依賴性。接收器 998、1000、1002 的輸出係耦接到多工器 1004。多工器 1004 的輸出係耦接到包含 ADC 1008 和 DSP 1009 的接收器處理器 1006。

[0433] 圖 54 顯示根據本公開的一態樣之接收器配置 1010，其包含多個接收器電感器 L1-Ln 和多個接收器放大

器 RX_1-RX_n 。接收器電感 L_1-L_n 係耦接到對應的接收器 RX_1-RX_n 的輸入端。接收器放大器 RX_1-RX_n 的輸出係耦接到多工器 1012。多工器 1012 的輸出係耦接到接收器處理器 1014。如前所述，接收器處理器 1014 包含 ADC 1016 和耦接到 ADC 1016 的 DSP 1018。多個接收器電感器 L_1-L_n 和相應的多個接收器放大器 RX_1-RX_n 提高其它者中的信號雜訊比 (SNR)、取向和依賴性。

[0434] 圖 55 顯示根據本公開的一態樣之接收器電路 1100。圖 55 中所示的接收器電路 1100 包含耦接到接收器處理器電路 1103 的前端類比電路 1101。前端類比電路 1101 包含耦接到接收器放大器 1102、1104、1106 的接收器電感器 1108、1110、1112。諸如圖 38 和圖 39 中所示的脈衝驅動電路 720 或圖 43 中所示的脈衝驅動電路 726 之脈衝驅動電路所傳輸的信號係由沿著 X、Y、Z 軸設置的接收器電感器 1108、1110、1112 接收，以減輕對發射器取向的依賴性並由對應的接收器放大器 1102、1104、1106 放大。如圖 55 中所示，三個接收器電感器 1108、1110、1112 係耦接到三個對應的接收器放大器 1102、1104、1106。三個接收放大器 1102、1104、1106 的輸出係由多工器 1120 多工化。於各種態樣中，接收器處理器 1100 可依據系統實施細節從一個接收器電感器 1108、兩個接收器電感器 1108、1110 或超過三個接收器電感器 1108、1110、1112 接收信號。

[0435] 多工器 1120 係電耦接到一或多個帶通濾波器，如圖 55 中所示，多工器 1120 係電耦接到高帶通濾波器

1130和低帶通濾波器1140，以過濾使用於發送脈衝函數的廣播頻率。附加的帶通濾波器和放大器可耦接到多工器1120以覆蓋文中所述那些之間的頻帶。高頻和低頻信號鏈提供可程式增益以覆蓋所需的位準或範圍。於此特定態樣中，高頻帶通濾波器1130傳遞~500 KHz 至 ~1500 KHz的頻帶中的頻率，同時濾除來自頻帶外頻率的雜訊。這高頻帶可以變化，且可包含例如~800 KHz 至 ~1200 KHz的範圍，以及在某些態樣可包含~1000KHz的頻率。在透過類比數位轉換器1134（ADC）轉換成數位信號之前，傳遞頻率然後透過放大器1132放大，用於輸入到高功率處理器1180（顯示為DSP），該高功率處理器1180係電耦接到高頻率信號鏈。

[0436] 低頻帶通濾波器1140係顯示為傳遞~50 KHz至~150KHz的範圍內的較低頻率，同時過濾帶外頻率。頻帶可以變化，且可包含例如在~80 KHz 至 ~120 KHz的範圍內的頻率，以及在某些態樣可包含~100 KHz的頻率。傳遞頻率信號係由放大器1142放大。亦顯示電耦接到第二多工器1160的加速器1150。多工器1160以來自放大器1142的放大信號多工化來自加速器的信號。然後，多工化的信號係透過亦電耦接到低功率處理器1170之ADC 1164轉換成數位信號。

[0437] 於一態樣中，可選地，加速器1150可透過多工器1160而與放大器1142的輸出多工化。數位加速器（例如由Analog Devices公司製造的）可被實施來代替加速器

1150。透過使用數位加速器可實現各種優點。例如，因為數位加速器將產生已經是數位格式的信號，所以數位加速器 1150 可繞過 ADC 1164 且電耦接到低功率微控制器 1170，在這種情況將不再需要多工器 1160。此外，數位信號可配置用以在偵測到運動時自動開啟，從而進一步節省電源。此外，可以實現連續的步數計數。數位加速器可包括 FIFO 緩衝器，用以幫助控制發送到低功率處理器 1170 的數據流。例如，數據可在 FIFO 中緩衝一直到完全，此時可觸發處理器以從空載狀態喚醒並接收數據。

[0438] 低功率處理器 1170 可以是例如德州儀器公司的 MSP430 微控制器。接收器 1100 的低功率處理器 1170 保持空載狀態，如前所述，其需要最小電流拉取，例如 $\sim 10\mu\text{A}$ 或更小，或 $\sim 1\mu\text{A}$ 或更小。

[0439] 高功率處理器 1180 可以是例如來自德州儀器公司的 VC5509 數位信號處理。高功率處理器 1180 在活動狀態期間執行信號處理動作。如前所述，這些動作需要比空載狀態更大量的電流，例如 $30\mu\text{A}$ 或更大的電流，諸如 $50\mu\text{A}$ 或更大的電流，且可包括例如，諸如掃描傳導的信號、處理接收時傳導的信號、獲取和/或處理生理數據等之動作。

[0440] 接收器 1100 可包括用以處理數據信號之硬體加速器組件。可實施硬體加速器組件來代替例如 DSP。作為一個更專業的計算單元，相較於更通用的 DSP，它用更少的電晶體（更低的成本和電源）來執行信號處理演算法

的態樣。可使用硬體的方塊來“加速”重要特定函數的效能。用於硬體加速器的一些框架可以是“可程式化”通過微碼或非常長的指令字（VLIW）組合語言。在使用過程中，它們的函數可透過呼叫來進入函數查詢系統。

[0441] 硬體加速器（HWA）組件包含HWA輸入塊用以接收要處理的輸入信號和用於處理輸入信號的指令；以及HWA處理塊用以依據所收到的指令來處理輸入信號並產生結果的輸出信號。結果的輸出信號可透過HWA輸出塊視需要傳輸。

[0442] 亦如圖55中所示，快閃記憶體1190係電耦接到高功率處理器1180。於一態樣中，快閃記憶體1190可電耦接到低功率處理器1170，這可提供更好的功率效率。

[0443] 無線通信元件1195係顯示為電耦接到高功率處理器1180，且可包含例如BLUETOOTH™的無線通信收發器。於一態樣中，他的無線通信元件1195係電耦接到高功率處理器1180。於另一態樣中，無線通信元件1195係電耦接到大功率處理器1180和低功率處理器1170。此外，可實施無線通信元件1195為具有其本身的電源，使得它可獨立於接收器的其它組件例如透過微處理器而接通和斷開。

[0444] 應領會到的是，全部或部分地透過引用併入本文的任何專利、出版物或其它公開材料僅達到合併入的材料不會與現有定義、陳述或本公開中所提出的其它公開材料集衝突之程度下併入本文中。確切而言，且達到必要的程度，文中明確闡述的公開內容取代透過引用併入本文

的任何衝突的材料。說是透過引用併入本文但與本文中闡述的現有定義、陳述或其它公開材料相衝突之任何材料或其部分將僅在所併入的材料和現有公開材料之間沒有衝突之程度下併入。

[0445] 雖然在前面的描述中已經提出各種細節，應當理解的是，可以在沒有這些具體細節的情況下實施可攝食事件標示器的電磁感測和偵測的各種態樣。例如，為了簡潔和清晰，選擇的態樣已經以方塊圖形式顯示而不是細節。文中提供的詳細說明的一些部分可以操作在存儲於計算機記憶體中的數據上的指令而言來呈現。本領域技術人員使用這樣的描述和表示來向本領域其它技術人員描述和傳達其作品的實質。通常，演算法指的是導致期望結果的步驟的自相容序列，其中“步驟”是指物理量的操縱，其儘管不一定，可採取能夠存儲、傳輸、組合、比較和以其它方式操縱的電或磁信號的形式。這些信號稱為位元、值、元素、符號、字元、術語，數字等是一般的用途。這些和類似術語可能與適當的物理量相關聯，且僅僅是應用於這些量的方便標籤。

[0446] 除非另有明確說明，否則從上述討論中顯而易見，理解到，在上述說明中，使用諸如“處理”或“計算 (computing)”或“計算 (calculating)”或“確定”或“顯示”等術語的討論涉及計算機系統或類似的電子計算裝置的動作和過程，其將計算機系統的暫存器和記憶體內表示為物理 (電子) 量的數據操作和變換為同樣地表示

為計算機系統暫存器或記憶體內的物理量的其它數據或其它這樣的信息存儲、傳輸或顯示裝置。

[0447] 值得注意的是，對於“一態樣”、“態樣”、“一態樣”或“態樣”的任何引用意味著與該態樣相關描述的特定特徵、結構或特性包括在至少一態樣中。因此，在整個說明書中的各個地方的片語“於一態樣中”、“於態樣中”、“於一態樣中”或“於態樣中”的出現不一定都是指相同的態樣。此外，特定的特徵、結構或特性可以任何合適的方式組合於一或多個態樣中。

[0448] 雖然文中已描述各種態樣，可以實現這些態樣的許多修改、變化、替代、改變和等效物，且本領域技術人員將會想到。此外，在揭示用於某些組件的材料之處，可使用其它材料。因此，應當理解的是，前述說明和所附權利要求旨在涵蓋落入所公開態樣的範圍內的所有這些修改和變化。以下權利要求旨在涵蓋所有這些修改和變化。

[0449] 文中描述的各種態樣的一些或全部通常可包含依據文中所述技術的用於電磁感測和偵測可攝食識別符之技術。在一般意義上，本領域技術人員將認知到，可透過寬廣範圍的硬體、軟體、韌體來單獨和/或共同地實現的文中所述的各種態樣或其任何組合可被視為組成各種類型的“電路”。因此，如文中所使用的，“電路”包括但不限於具有至少一離散電路的電路、具有至少一積體電路的電路、具有至少一特殊應用積體電路的電路、形成由計

算機程式（例如，由電腦程式配置的通用型電腦，該程式至少部分地實現文中所述的過程和/或裝置，或者由電腦程式配置的微處理器，該程式至少部分地實現文中所述的過程和/或裝置）配置的通用型計算裝置之電路、形成記憶體裝置的電路（例如，隨機存取記憶體的形式）和/或形成通信裝置（例如，調製解調器、通信交換機或光電設備）的電路。本領域技術人員將認知到，文中所述的主題可以類比或數位方式或其某種組合來實現。

[0450] 前面的詳細說明已經透過使用方塊圖、流程圖和/或示例提出各種態樣的裝置和/或過程。只要這些方塊圖、流程圖和/或示例包含一或多個功能和/或操作，本領域技術人員將會理解到，透過寬廣範圍的硬體、軟體、韌體或其實質的任何組合可單獨和/或共同地實現這些方塊圖、流程圖或示例中的每一功能和/或操作。於一態樣中，文中所述的主題的幾個部分可透過特殊應用積體電路（ASIC）、現場可程式化閘陣列（FPGA）、數位信號處理器（DSP）或其它集成格式予以實現。

[0451] 然而，本領域技術人員將認知到，文中所述的態樣的某些態樣可全部或部分地在積體電路中等效地實現，作為執行在一或多個電腦上的一或多個電腦程式（例如，作為執行在一或多個電腦系統上的一或多個程式），作為執行在一或多個處理器上運行的一或多個程式（例如，作為執行在一或多個微處理器上的一或多個程式），作為韌體，或其實值得任何組合，以及設計電路和/或寫

入軟體和/或韌體的代碼將依據本公開而適當的在本領域技術人員的技術範圍內。此外，本領域技術人員將理解到，文中所述主題的機制能夠分配作為各種形式的程式產品，且文中所述主題的解說性態樣無論所使用的信號承載媒體的類型為何而實際地執行該分配。信號承載媒體的示例包括但不限於以下：諸如軟碟、硬碟驅動器、光碟（CD）、數位光碟（DVD）、數位帶、電腦記憶體等地可記錄型媒體；及諸如數位和/或類比通信媒體（例如，光纖電纜、波導、有線通信鏈路、無線通信鏈路（例如，發射器、接收器、傳輸邏輯、受容邏輯等）等）的傳輸類型媒體。

[0452] 本領域技術人員將認知到，為了概念上的清楚起見，文中所述的組件（例如，操作）裝置、物件及其所附的討論係使用作示例，且考慮各種配置修改。因此，如文中所使用的，所提出的具體示例和所附討論旨在表示其更一般的級別。一般來說，使用任何特定的範例旨在表示其級別，不應限制不包括特定組件（例如操作），設備和對象、裝置和物件。

[0453] 關於文中使用實質上任何複數和/或單數術語，本領域技術人員可以從複數形式轉換為單數形式和/或從單數形式轉換為複數形式，如適用於上下文和/或應用。為了清楚起見，文中沒有明確提出各種單數/複數排列。

[0454] 文中所述的標的有時解說含於其中的不同組

件或與其連接的不同其它組件。應理解到，這樣描繪的框架僅僅是例示性而已，而實際上可以實現許多其它框架，其達到相同的功能性。在概念意義上，達到相同功能性的組件的任何佈置係有效地“關聯”，使得實現期望的功能性。因此，文中組合以實現特定功能性的任何兩個組件可視為彼此“相關聯”，以便實現期望的功能性而不管框架或中間組件如何。同樣地，如此相關聯的任何兩個組件也可看作是彼此“可操作地連接”或“可操作地耦接”，以實現期望的功能性，且能夠如此相關聯的任何兩個組件也可以被看作是“可操作地耦接”，以實現所需的功能性。可操作耦接的具體實例包括但不限於物理上可擬合和/或物理上互動的組分、和/或可無線互動、和/或無線互動組件、和/或邏輯上互動、和/或邏輯上可互動組件。

[0455] 一些態樣可使用詞句“耦接”和“連接”以及它們的衍生詞予以說明。應理解到，這些術語不是意指彼此的同義詞。例如，可以使用術語“連接”來描述一些態樣，以指示兩個或更多個元件彼此直接物理或電接觸。於另一示例中，可以使用術語“耦接”來描述一些態樣以指示兩個或更多個元件處於直接的物理或電接觸。然而，術語“耦接”也可能意指兩個或更多個元件彼此不直接接觸，但仍協作或互動。

[0456] 於某些例子中，文中一或多個組件可稱為“被配置為”、“可配置”、“可操作/可操作地”、“適應/可適應”、“能夠”、“可符合/符合”等。本領

域技術人員將認知到，“配置為”通常可包含活動狀態組件和/或非活動狀態組件和/或備用狀態組件，除非上下文另有要求。

[0457] 儘管已經顯示和描述了文中所述的本主題的特定態樣，對於本領域技術人員而言，顯而易見的是，基於本文的教導，可以在不背離文中所述的主題及其更廣泛的態樣的情況下進行改變和修改，因此所附權利要求將在其範圍內包括所有這些改變和修改如文中所述主題的真實精神和範圍內。本領域技術人員將理解到，一般來說，文中使用的術語，特別是所附權利要求（例如，所附權利請求項的主體）中的術語通常旨在作為“開放”術語（例如，術語“包括”應解釋為“包括但不限於”，術語“具有”應解釋為“至少具有”，術語“包括”應解釋為“包括但不限於”等）。本領域技術人員將進一步理解到，如果要引用權利要求敘述的具體數目，這種意圖將在權利要求中被地敘述，且在沒有這種說明的情況下，不存在這樣的意圖。例如，作為對理解的幫助，以下所附權利要求可包含介紹性片語“至少一個”和“一或多個”的用法來引入權利要求的敘述。然而，這些片語的用法不應解釋為意味著透過引入不定冠詞“a”或“an”的權利要求敘述限制包含這種引入的權利要求來主張僅包含一個這種敘述的權利要求，即使當相同的要求包括介紹性片語“一或多個”或“至少一個”及諸如“a”或“an”的不定冠詞（例如，“a”和/或“an”通常應解釋為“至少一個”或“一

或多個“）；同樣地適用於使用來引入權利要求敘述的用法。

[0458] 此外，即使明確地敘述所引入的權利要求列舉的特定數量，本領域技術人員將會認知到，這種敘述通常應解釋為意指至少所列舉的數字（例如，“兩個敘述”的裸露，而沒有其它修飾符，通常意味著至少兩個敘述、或兩個或更多個敘述）。再者，在使用類似於“A，B和C中的至少一者”等的慣例的那些例子中，一般來說，這種框架意圖在本領域技術人員將理解該慣例（例如，“具有A，B和C中的至少一者的系統”包括但不限於僅具有單獨A、單獨B、單獨C、A和B一起、A和C一起、B和C一起、及/或A、B和C一起等之系統）。在使用類似於“A，B或C”中的至少一者等的慣例的那些情況下，通常這種構造意圖在本領域技術人員將理解慣例（例如“具有A，B或C中的至少一個的體係將包括但不限於具有單獨A，單獨B，單獨C，A和B在一起的A，C共同組合在一起的B和C的系統和/或A，B和C一起等）。本領域技術人員將進一步理解到，通常，表示兩個或多個替代術語的分離字和/或片語不論是在說明書、權利要求或附圖中都應被理解為考慮到包括術語的醫者、任何一術語、或兩個術語，除非另有說明。例如，片語“A或B”通常理解為包括“A”或“B”或“A和B”的可能性。

[0459] 關於所附權利要求，本領域技術人員將理解到，文中所述的操作通常可以任何順序執行。另外，雖然

按序呈現各種操作流程，應理解到，各種操作可以不同於所示的順序之順序執行，或者可同時執行。這種替代排序的示例可包含重疊、交錯、中斷、重新排序、增量、準備、補充、同時、反向或其它變體排序，除非上下文另有規定。此外，除非上下文另有規定，否則像“回應於”、“相關於”或其它過去形容詞等的術語通常不旨在排除這種變體。

[0460] 於某些例子中，即使組件位於領域外，使用系統或方法可能發生在領域內。例如，在分佈式計算環境中，分佈式計算系統的使用可能發生在領域內，即使系統的一部分可能位於領域外（例如，位於領域外的中繼台、伺服器、處理器、信號承載媒體、傳輸電腦、接收電腦等）。

[0461] 系統或方法的銷售同樣可能發生於領域內，即使該系統或方法的組件係定位和/或使用在領域外。此外，用於在一領土內執行方法的系統的至少一部分的實施並不排除在另一領域內使用該系統。

[0462] 雖然文中已經描述了各種態樣，對於這些態樣的許多修改、變化、替代、改變和等效物可能被實施，且本領域技術人員將會想到。此外，在某些組件的材料被公開的情況下，可使用其它材料。所以，應理解到，前述描述和所附權利要求旨在涵蓋屬於所公開態樣的範圍內的所有這些修改和變化。以下的權利要求旨在涵蓋所有這些修改和變化。

[0463] 於概要中，已經描述了起因於利用文中所述的概念而產生的許多益處。為了圖示和說明的目的，已呈現了上述一或多個態樣的描述。它不是意圖窮舉或限制於所公開的精確形式。依據以上教導，修改或變化是可能的。選擇和描述該一或多個態樣以便說明原理和實際應用，從而使得本領域普通技術人員能夠利用各種態樣且進行各種修改以適合於預期的特定用途。預期的是，所提交的權利要求界定整體範圍。

[0464] 文中所述標的的各種態樣在以下編號的子句中闡述：

[0465] 1. 一種電子裝置，包含：控制裝置；驅動電路，其耦接到該控制裝置，該驅動電路係配置用以修改傳導性；部分電源，其耦接到該控制裝置，由於該部分電源係與導電流體接觸，該部分電源係配置用以提供電壓位差到該控制裝置和該驅動電路，該部分電源包含：第一材料，其電耦接到該控制電路；及第二材料，其電耦接到該控制電路且與該第一材料電隔絕；電感器，其耦接到該驅動電路，其中該驅動電路係配置用以發展通過該电感器的電流，以及其中所發展通過該電感器之該電流的大小係變化以產生透過接收器可遠程偵測之編碼信號。

[0466] 2. 條項1的電子裝置，其中該驅動電路包含單端驅動電路。

[0467] 3. 條項1的電子裝置，其中該驅動電路包含推拉式H電橋驅動電路。

[0468] 4. 條項1的電子裝置，其中該驅動電路包含：交叉耦接電晶體；及電容器，其耦接於該等交叉耦接電晶體的汲極之間；其中該電感器係耦接於該等交叉耦接電晶體的該等汲極之間。

[0469] 5. 條項1的電子裝置，進一步包含：電池倍壓電路；脈衝產生器電路，其耦接到該電池倍壓電路；及電感器放電電路，其耦接到該脈衝產生器電路。

[0470] 6. 條項5的電子裝置，其中該電池倍壓電路包含：切換式電容器台，其包含第一和第二切換式電容器，其中該切換式電容器台接收輸入電壓且輸出具有該輸入電壓兩倍大小之輸出電壓；及時鐘台；其中該時鐘台接收脈衝列且產生反相的時鐘脈衝，其中該等反相的時鐘脈衝致使該等第一和第二電容器輪流地充電達等於該輸入電壓兩倍的電壓。

[0471] 7. 條項5的電子裝置，其中該脈衝產生器電路包含：第一和第二觸發電路；RC計時電路，其包含電阻器R和電容器C用以在該第二延遲觸發電路的輸入設定時間延遲常數 τ ；反相器，其耦接到延遲的該第一觸發電路的輸出；及邏輯閘極，其具有耦接到該反相器的輸出之第一輸入、耦接到延遲的該第二電路的輸出之第二輸入、和耦接到該電感器觸發電路之輸出；第一振盪器，其耦接到該第一觸發電路的輸入且耦接到該RC計時電路；及第二振盪器，其耦接到該電感器觸發電路。

[0472] 8. 條項5的電子裝置，其中該電感器放電電路

包含：電容器充電電路；耦合電路；及充電和放電電路，用於使該電感器充電和放電。

[0473] 9. 條項1的電子裝置，其中該驅動電路係配置用以執行脈衝通信協定。

[0474] 10. 條項1的電子裝置，其中由於該等第一和第二材料係與導電流體接觸，該等第一和第二材料係選擇用以提供該電壓位差。

[0475] 11. 條項1的電子裝置，包含電子開關，其中該電子開關包含第一和第二終端及控制終端，且其中該控制終端係操作地耦接到該驅動電路，該第一終端係耦接到該電感器，而該第二終端係耦接到該第二材料，其中該電感器係耦接於該第一材料和該電子開關的該第一終端之間，其中該驅動電路係配置用以修改該等第一和第二材料之間的該電子開關的導電性以使發展通過該電感器之電流。

[0476] 12. 條項1的電子裝置，其中該電感器包含至少兩個電感性元件，其形成在半導體積體電路的分開絕緣子結構上。

[0477] 13. 條項12的電子裝置，其中該至少兩個電感性元件係耦接穿過形成於該等分開絕緣子結構之間的通孔。

[0478] 14. 一種接收器電路，包含：諧振電路；低雜訊電壓放大器，其耦接到該諧振電路；及接收器處理器電路，其耦接到該低雜訊電壓放大器的輸出，該接收器處理

器係配置用以接收表示脈衝通信信號之類比信號，將該類比信號轉換為數位信號，且對該數位信號進行解碼以複製傳輸作為該脈衝通信信號之數據。

[0479] 15. 條項14的接收器，進一步包含窄頻諧振器，其耦接於該低雜訊電壓放大器和該接收器處理器電路之間。

[0480] 16. 一種接收器電路，包含：接收電感器；跨阻抗放大器，其耦接到接收線圈；放大器，其耦接到該跨阻抗放大器的輸出；及接收器處理器電路，其耦接到該放大器的輸出，該接收器處理器係配置用以接收表示脈衝通信信號之類比信號，將該類比信號轉換為數位信號，且對該數位信號進行解碼以複製傳輸作為該脈衝通信信號之數據。

[0481] 17. 條項16的接收器電路，其中該接收器處理器包含：類比數位轉換器（ADC）；及數位信號處理器，其耦接到該ADC的輸出。

[0482] 18. 條項16的接收器，包含：至少三個接收電感器，其彼此正交地間隔；至少三個放大器，其耦接到對應的正交間隔的電感器；多工器，用以接收該至少三個放大器的輸出；類比數位轉換器（ADC），其耦接到該多工器的輸出；及數位信號處理器，其耦接到該ADC的輸出。

[0483] 19. 條項18的接收器，其中該三個电感器的至少一者具有整體拉長形狀因子。

[0484] 20. 條項18的接收器，其中該三個电感器的至

少一者具有整體拉長形狀因子。

[0485] 21. 條項16的接收器，包含：複數帶通濾波器，其耦接到該多工器的輸出，其中每一帶通濾波器係調諧到不同頻帶；複數放大器，其耦接到該對應的複數帶通濾波器；複數類比數位轉換器（ADC），其具有耦接到該等帶通濾波器的輸出之輸入且具有耦接到該數位信號處理器之輸出。

[0486] 22. 條項21的接收器，進一步包含無線通信元件。

[0487] 23. 條項16的接收器，包含：複數接收電感器；複數對應的放大器，其耦接到複數電感器；多工器，用以接收該複數放大器的輸出；類比數位轉換器（ADC），其耦接到該多工器的輸出；及數位信號處理器，其耦接到該ADC的輸出。

[0488] 24. 條項23的接收器，其中該複數接收電感器係以圓形模式配置。

【符號說明】

[0489]

SW1：開關

SW2：開關

SW3：開關

SW4：開關

ϕ_1 ：第一相位

ϕ_2 : 第二相位

d : 尺寸

C : 線間電容

f_0 : 諧振頻率

q : 間隔

A1 : 埠

A2 : 埠

B1 : 端

L1 : 電感器區段

L2 : 電感器區段

B2 : 端

A4 : 第二埠

Q1 : 電晶體

Q4 : 電晶體

Q2 : 電晶體

Q3 : 電晶體

C5 : 電容器

Q6 : 電晶體

Q7 : 電晶體

Q5 : 電晶體

Q8 : 電晶體

C1 : 電容器

C2 : 電容器

C3 : 電容器

C4：電容器

R1：電阻器

Q10：電晶體

Q12：電晶體

Q9：電晶體

C6：電容器

Q11：電晶體

(i)₁：第一電流

(i)₂：第二電流

100：系統

102：個人

104：可攝食識別符

106：接收器

108：接收器

110：接收器

112：接收器

114：接收器

116：接收器

118：接收器

120：口袋

122：衣服

130：身體

132：胃

134：身體

- 136：電磁場
- 140：諧振電路
- 142：接收器電子設備
- 144：電感器天線
- 146：調諧電容器
- 150：接收器
- 152：接收器
- 200：可攝食識別符
- 202：積體電路
- 204：上電極
- 206：下電極
- 208：電絕緣元件
- 210：可攝食識別符系統
- 212：框架
- 214：第一材料
- 215：電絕緣元件
- 216：第二材料
- 217：電絕緣元件
- 218：電子控制裝置
- 219：第三材料
- 220：可攝食識別符系統
- 222：框架
- 224：第一材料
- 226：第二材料

- 228：控制裝置
- 229：非導電（電絕緣）元件
- 230：電流路徑
- 232：接地觸點
- 234：不規則表面
- 235：非導電屏障
- 242：控制組件
- 244：時鐘
- 246：記憶體
- 248：輸入
- 250：電流路徑
- 252：傳感器組件
- 254：傳感器組件
- 256：pH傳感器組件
- 260：可攝食識別符系統
- 270：可攝食識別符
- 270A：可攝食識別符
- 271：可攝食識別符
- 272：積體電路
- 274：非導電膜
- 276：上電極
- 278：下電極
- 280：可攝食識別符
- 282：積體電路

- 284：單一Si晶圓基板
- 288：非導電膜
- 290：可攝食識別符
- 292：積體電路
- 294：非導電膜
- 295：可攝食識別符
- 400：固態半導體開關
- 401：電感器
- 402：電感器
- 403：第一組件
- 404：積體電路
- 406：第二組件
- 408：電感器
- 410：積體電路
- 412：非導電膜
- 420：單端電感器
- 422：控制裝置
- 424：輸入端子
- 426：輸出端子
- 428：控制端子
- 430：控制裝置
- 440：分開基板
- 450：集成被動裝置（IPD）組件
- 460：電感器

- 470：電感器
- 500：單端電感器驅動電路
- 501：部分電池
- 502：驅動電路裝置
- 502：電感器驅動電路
- 504：推拉式H電橋電感器
- 504：推拉式H電橋
- 506：控制裝置
- 507：輸入端子
- 508：電感性元件
- 509：輸出端子
- 510：導電金屬
- 511：控制端子
- 512：半導體基板
- 514：絕緣子結構
- 520：多層電感元件
- 522：螺旋電感器區段
- 524：螺旋電感器區段
- 526：絕緣子結構
- 528：絕緣子結構
- 530：導電通孔
- 600：雙層雙埠電感器
- 601：半導體積體電路
- 602：電感器區段

- 603：頂層
- 604：電感器區段
- 604：第二電感器區段
- 606：導電通孔
- 607：導電通孔
- 608：絕緣層
- 610：絕緣層
- 611：半導體積體電路
- 612：四層雙埠電感
- 613：頂層
- 614：電感器區段
- 616：電感器區段
- 618：電感器區段
- 620：電感器區段
- 622：絕緣層
- 624：絕緣層
- 626：絕緣層
- 628：絕緣層
- 630：導電孔
- 631：半導體積體電路
- 632：導電孔
- 633：電感器區段
- 634：導電孔
- 635：導電孔

- 636 : 電感器區段
- 637 : 電感器區段
- 638 : 電感器區段
- 640 : 絕緣層
- 642 : 絕緣層
- 644 : 絕緣層
- 646 : 絕緣層
- 650 : 雙層三埠電感器
- 651 : 半導體積體電路
- 652 : 電感器區段
- 653 : 中心分接頭連接
- 654 : 電感器區段
- 655 : 頂層
- 656 : 導電通孔
- 657 : 導電通孔
- 658 : 絕緣層
- 660 : 絕緣層
- 662 : 電感器區段
- 664 : 電感器區段
- 668 : 導電通孔
- 700 : 電感器驅動電路
- 702 : MOSFET電晶體
- 704 : MOSFET電晶體
- 706 : 第一MOSFET電晶體

- 708 : 汲極
- 710 : 閘極
- 712 : 汲極
- 714 : 電感器區段
- 716 : 基板
- 720 : 脈衝電感器驅動電路
- 722 : 電池倍壓器區段
- 724 : 脈衝產生器電路
- 726 : 線圈放電電路
- 728 : 電感器放電電路
- 730 : 電感器放電電路
- 732 : 電感器放電電路
- 734 : 並聯支路
- 736 : 並聯支路
- 738 : 並聯支路
- 740 : 並聯支路
- 742 : 電池電壓
- 744 : 第一倍壓電路
- 746 : 第二倍壓電路
- 748 : 時鐘振盪器電路
- 750 : 時鐘振盪器電路
- 752 : 電容器階段
- 754 : 時鐘階段
- 756 : 第一振盪器

- 758：第一斯密特觸發器
- 760：第二斯密特觸發器
- 762：反相器
- 764：NOR邏輯閘極
- 766：輸入
- 770：輸入
- 772：輸出
- 774：輸出
- 776：輸出
- 778：輸出
- 780：第二振盪器
- 782：時鐘列
- 784：第一反相器
- 786：第二反相器
- 788：第三反相器
- 790：電容器充電電路
- 791：輸出
- 792：耦接電路
- 793：輸出
- 794：放電電路
- 795：輸出
- 796：放電電路
- 797：輸入
- 798：輸出

- 800：時序和極性圖
- 802：脈衝函數
- 804：正脈衝
- 806：負脈衝
- 808：自卷積圖
- 810：樣板脈衝函數
- 812：自卷積函數
- 814：可變樣板圖
- 816：可變樣板
- 818：可變樣板
- 820：可變樣板
- 822：可變樣板
- 900：接收器電路
- 902：諧振電路
- 904：電感器天線
- 906：調諧電容器
- 908：低雜訊放大器
- 910：接收器處理器
- 912：數據
- 922：回應曲線
- 930：接收器電路
- 930：電壓模式接收器
- 932：諧振電路
- 934：電感器天線

- 936 : 調諧電容器
- 938 : 低雜訊放大器
- 940 : 接收器處理器
- 942 : 數據
- 944 : 窄頻諧振器/晶體濾波器
- 950 : 接收器電路
- 952 : 接收電感器
- 954 : 跨阻抗放大器 (TIA)
- 956 : 放大器
- 958 : 接收器處理器
- 960 : 接收器電路
- 962 : 接收電感器
- 964 : 第一放大器
- 966 : 第二放大器
- 967 : 接收器處理器
- 968 : ADC
- 969 : DSP
- 970 : 接收器電路
- 972 : 接收電感器
- 974 : 接收電感器
- 976 : 接收電感器
- 978 : 接收器
- 980 : 接收器
- 982 : 接收器

984 : 多工器
986 : 接收器處理器
988 : ADC
989 : DSP
990 : 接收器電路
992 : 接收電感器
994 : 接收電感器
996 : 接收電感器
998 : 接收器
1000 : 接收器
1002 : 接收器
1004 : 多工器
1006 : 接收器處理器
1008 : ADC
1009 : DSP
1010 : 接收器電路
1010 : 接收器配置
1012 : 多工器
1014 : 接收器處理器
1016 : ADC
1018 : DSP
1100 : 接收器電路
1100 : 接收器電路
1101 : 前端類比電路

- 1102：接收器放大器
- 1103：接收器處理器電路
- 1104：接收器放大器
- 1106：接收器放大器
- 1108：接收器電感器
- 1110：接收器電感器
- 1112：接收器電感器
- 1120：多工器
- 1130：高帶通濾波器
- 1132：放大器
- 1134：類比數位轉換器（ADC）
- 1140：低帶通濾波器
- 1142：放大器
- 1150：加速器
- 1160：第二多工器
- 1164：ADC
- 1170：低功率處理器
- 1180：高功率處理器
- 1190：快閃記憶體
- 1195：無線通信元件
- 1200：曲線
- 1302：脈衝函數
- 1304：脈衝
- 1306：脈衝

- 1308 : 脈衝
- 1310 : 脈衝
- 1404 : 正脈衝
- 1406 : 負脈衝
- 1410 : 脈衝
- 1502 : 脈衝函數
- 1504 : 參考脈衝
- 1600 : 40位元封包
- 1700 : 封包
- 1800 : 曲線
- 1810 : 曲線
- 1820 : 曲線
- 1830 : 曲線
- 1840 : 曲線
- 1860 : 曲線
- 1900 : 曲線
- 1910 : 曲線
- 1920 : 曲線
- 1930 : 曲線
- 2000 : 曲線
- 2010 : 曲線
- 2020 : 曲線
- 2100 : 曲線
- 2110 : 曲線

2120 : 曲線

2130 : 曲線

2200 : 曲線

2210 : 曲線

2220 : 曲線

2230 : 曲線

2270 : 曲線

2280 : 曲線

2300 : 曲線

2310 : 曲線

2320 : 曲線

2330 : 曲線

2340 : 曲線

2350 : 曲線

2360 : 曲線

2370 : 曲線

2380 : 曲線

2390 : 曲線

2400 : 較高尖峰脈衝 (藍線)

2410 : 較低尖峰脈衝 (紅線)

4502 : 電感器

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種接收器電路，包含：

接收電感器；

耦接至該接收電感器的跨阻抗放大器；

耦接至該跨阻抗放大器之輸出的放大器；以及

耦接至該放大器之輸出的接收器處理器，該接收器處理器組態以：

接收代表脈衝通訊信號的類比信號，該脈衝通訊信號包含具有預定脈衝時序的脈衝圖案，該脈衝時序包含在一連串脈衝之間的預定間隙；

將該類比信號轉換成數位信號；

解碼該數位信號以將傳送作為該脈衝通訊信號的資料再生；以及

藉由識別該脈衝通訊信號之該脈衝時序來解碼該脈衝通訊信號，其中識別該脈衝時序的步驟包含：

接收該脈衝通訊信號的樣本；

將該脈衝通訊信號伸展或壓縮到訊框中，其中各個訊框係由預定數目的有效樣本組成；

將該訊框堆疊及總和以形成總訊框資料；

將該總訊框資料卷積成樣板；以及

基於將該總訊框資料卷積成該樣板來決定該脈衝時序。

【請求項2】如請求項1所述的接收器電路，其中該接收器處理器包含：

類比數位轉換器(ADC)；以及

耦接至該ADC之輸出的數位信號處理器。

【請求項3】如請求項1所述的接收器電路，更包含：
相對於彼此正交間隔的至少三個接收電感器；

至少三個放大器，耦接至對應的該正交間隔的電感器；

多工器，用以接收該至少三個放大器的輸出；

耦接至該多工器之輸出的類比數位轉換器(ADC)；以及

耦接至該ADC之輸出的數位信號處理器。

【請求項4】如請求項3所述的接收器電路，其中該三個電感器之至少一者具有總延伸形式因子。

【請求項5】如請求項3所述的接收器電路，其中該三個電感器之至少一者具有總平坦形式因子。

【請求項6】如請求項3所述的接收器電路，更包含：
耦接至該多工器之該輸出的複數個帶通濾波器，其中在該複數個帶通濾波器之間各個帶通濾波器被調諧至不同的頻率帶；

耦接至在該複數個帶通濾波器之間對應的該帶通濾波器之各者的複數個放大器；

複數個類比數位轉換器(ADC)，各者具有耦接至對應的該帶通濾波器之各者之輸出的輸入，並且各者具有耦接至該數位信號處理器的輸出。

【請求項7】如請求項6所述的接收器電路，更包含無

線通訊元件。

【請求項8】如請求項1所述的接收器電路，更包含：
複數個接收電感器；

複數個對應的放大器，各者耦接至該複數個電感器之
各者；

多工器，用以接收該複數個放大器的輸出；

耦接至該多工器之輸出的類比數位轉換器(ADC)；以
及

耦接至該ADC之輸出的數位信號處理器。

【請求項9】如請求項8所述的接收器電路，其中該複
數個接收電感器係以圓形圖案來佈設。

【請求項10】如請求項1所述的接收器電路，其中藉
由改變子片之次序來創建符號，並且當該訊框被堆疊及總
和時，各個符號生成相同的樣板。

【請求項11】如請求項10所述的接收器電路，其中資
料之封包被創建具有依序通訊的若干個符號。

【請求項12】如請求項10所述的接收器電路，其中各
個符號具有與訊框相同的有效長度。

【請求項13】如請求項10所述的接收器電路，其中該
樣板之自相關具有等於在該樣板中尖峰之數目的峰值並且
所有其它旁瓣為零或-1其一者。

【請求項14】如請求項13所述的接收器電路，其中該
子片之數目等於在樣板中尖峰之數目。

【請求項15】如請求項11所述的接收器電路，其中由

子片出現在該封包中的次序來編碼資料。

【請求項16】如請求項13所述的接收器電路，其中所有子片被使用在封包中。

【請求項17】如請求項13所述的接收器電路，其中每個子片有切確一個尖峰。

【發明圖式】

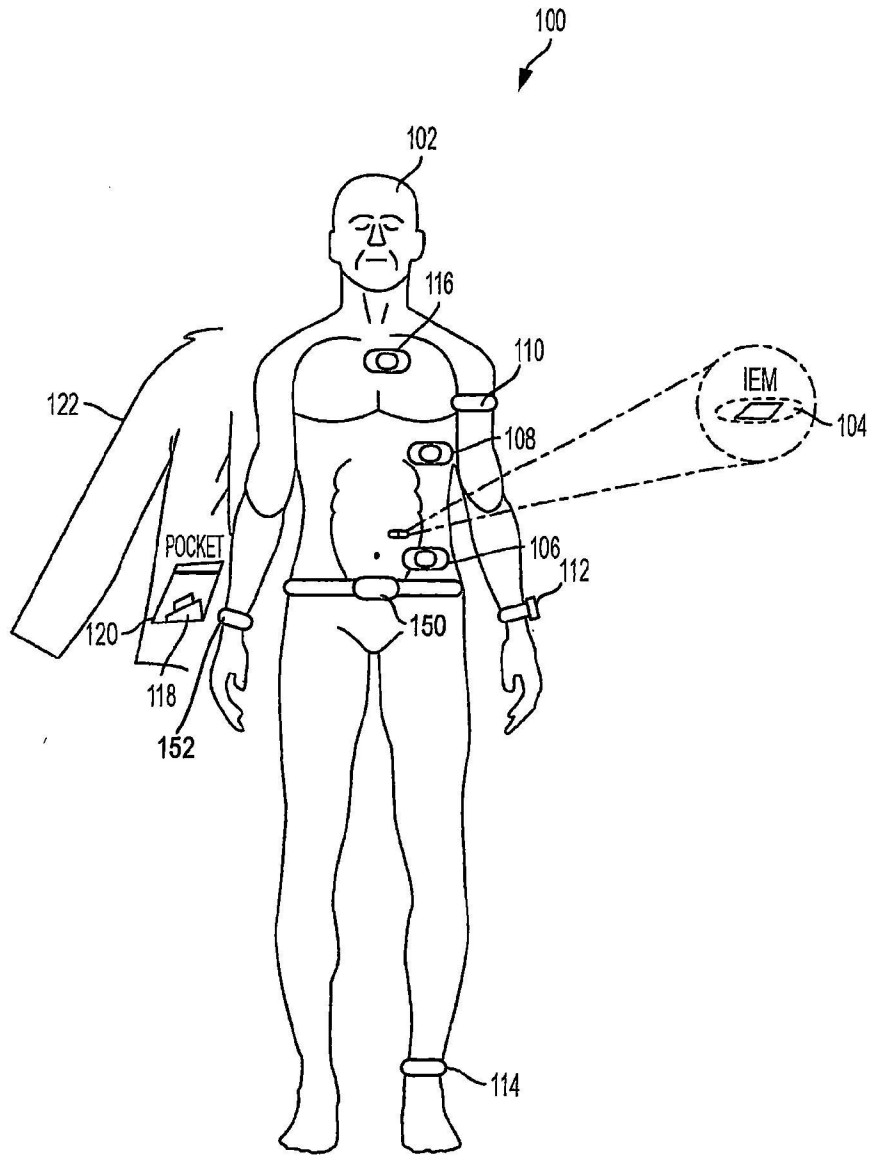


圖 1

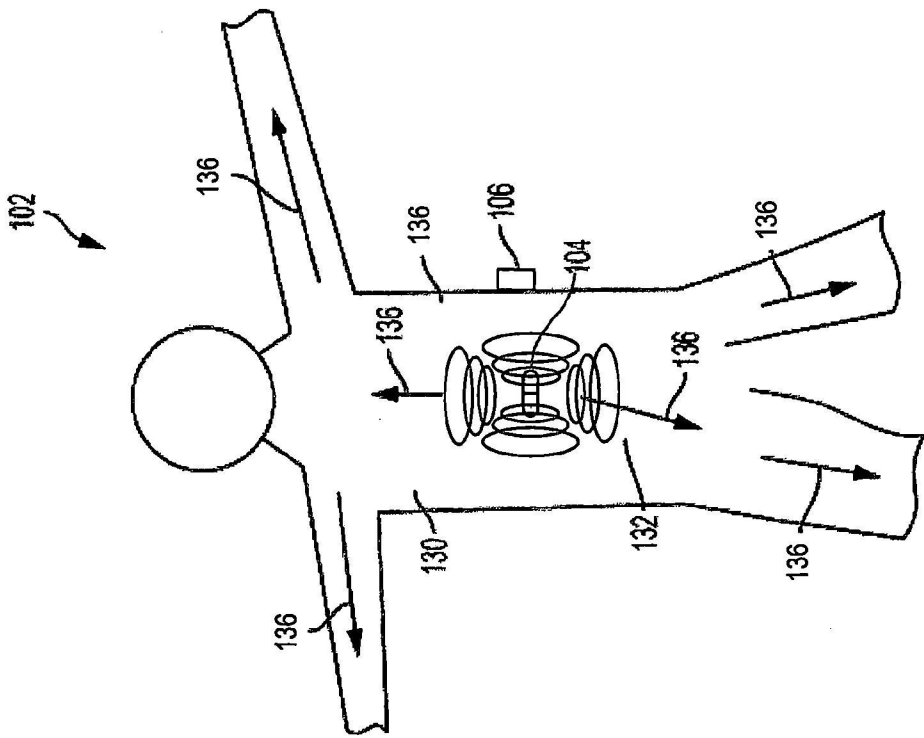


圖 2

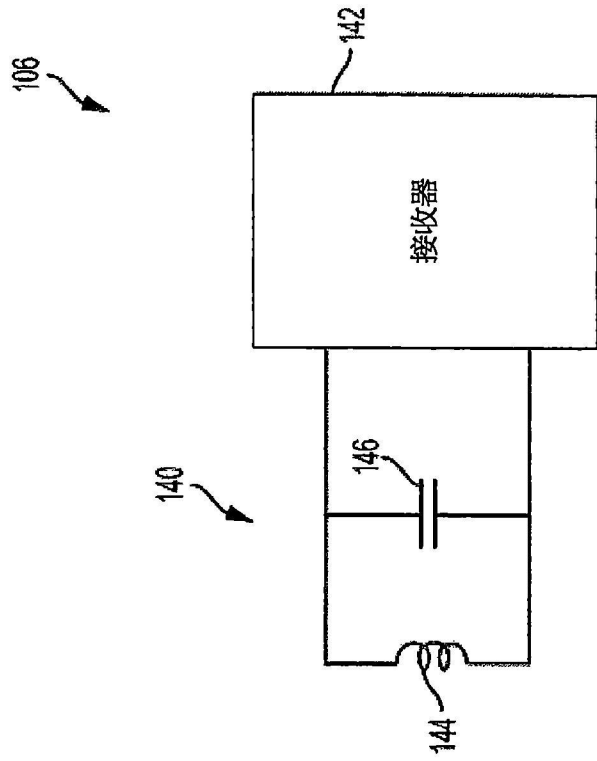


圖 3

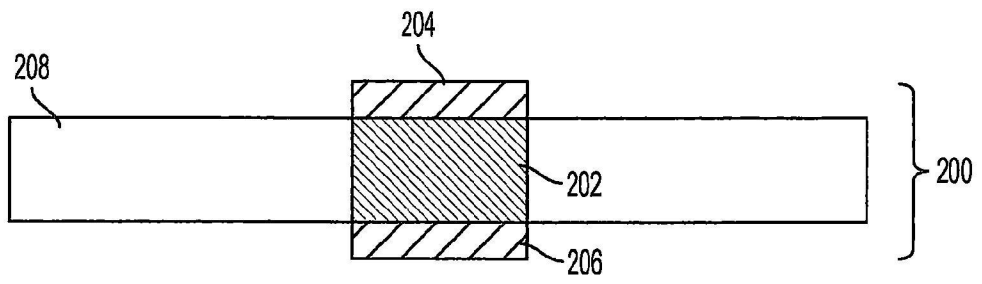


圖 4A

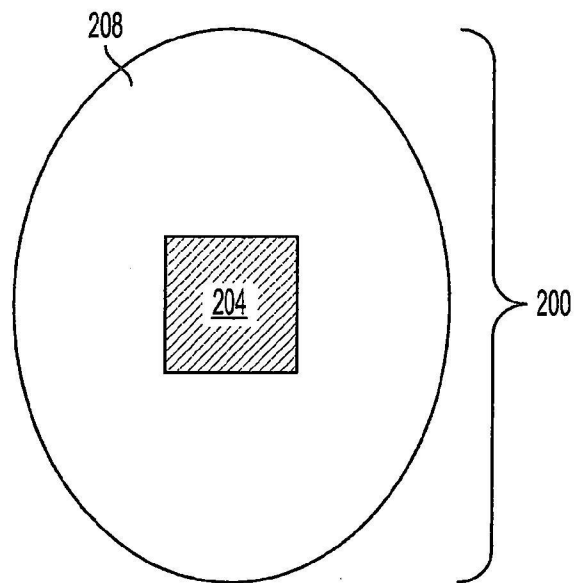


圖 4B

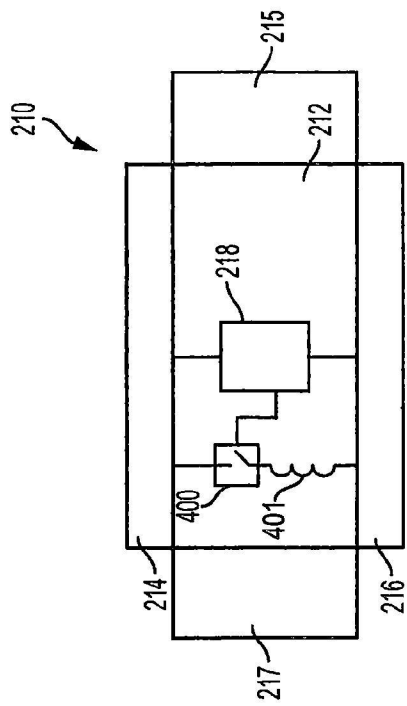


圖 5

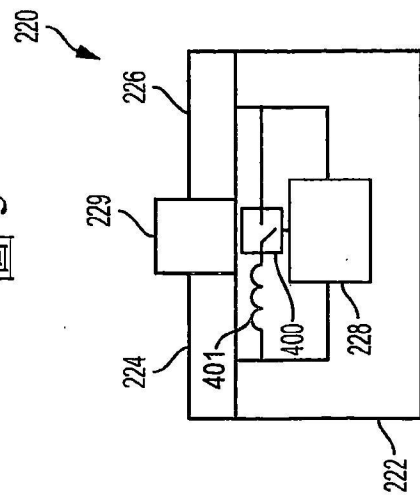


圖 6

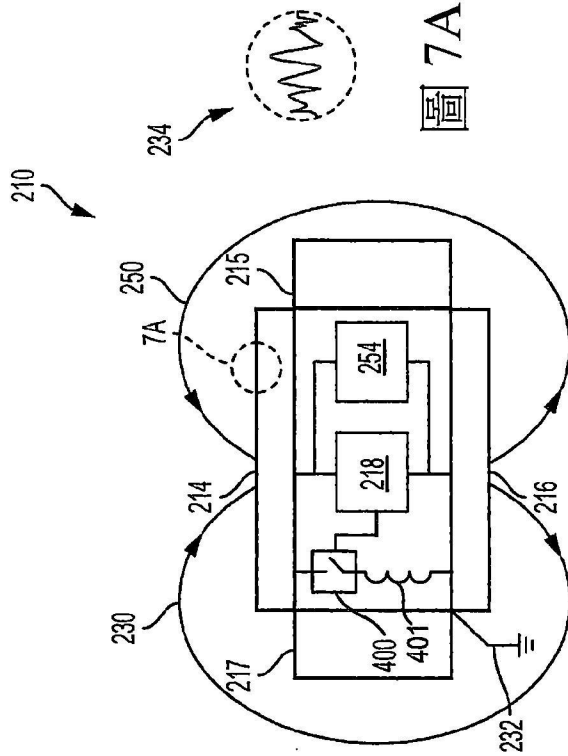


圖 7A

圖 7

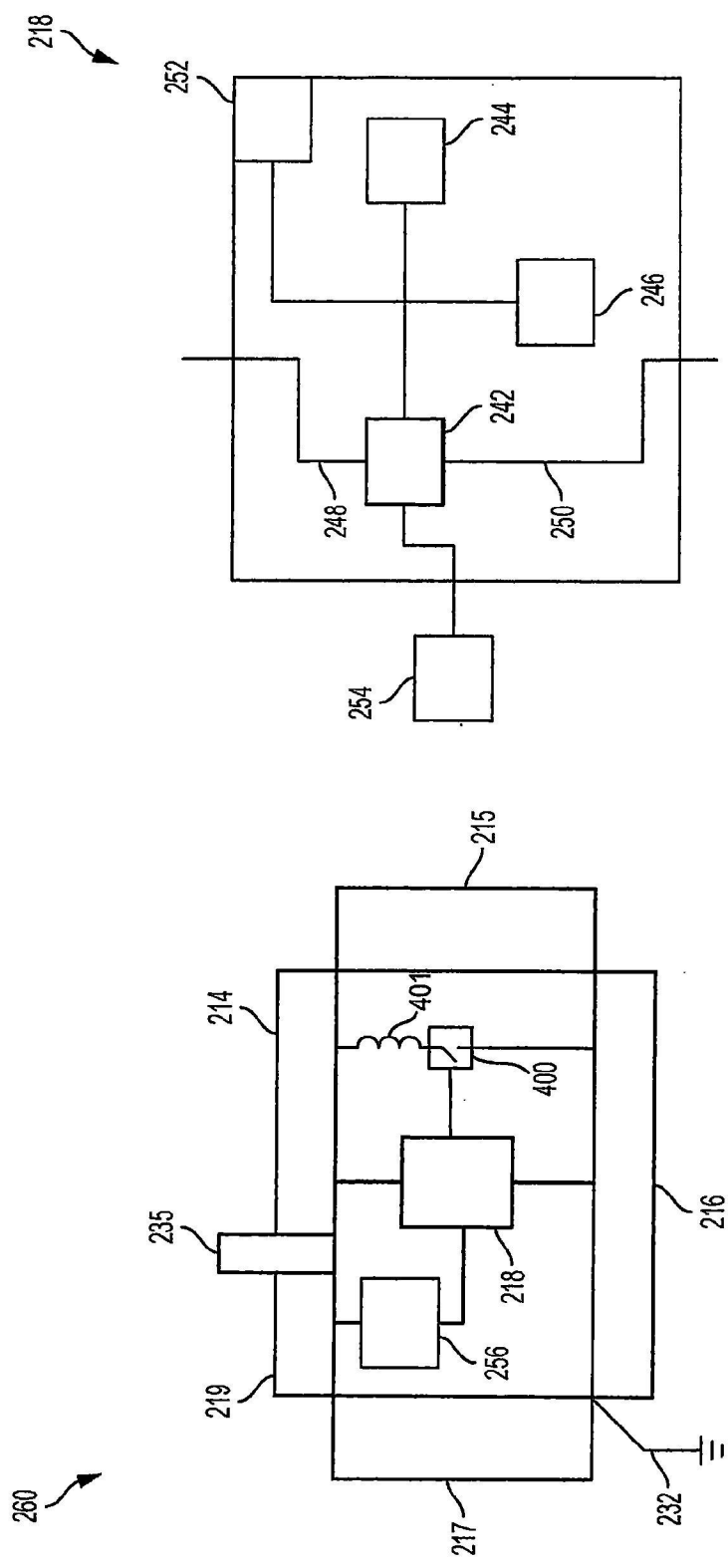


圖 9

圖 8

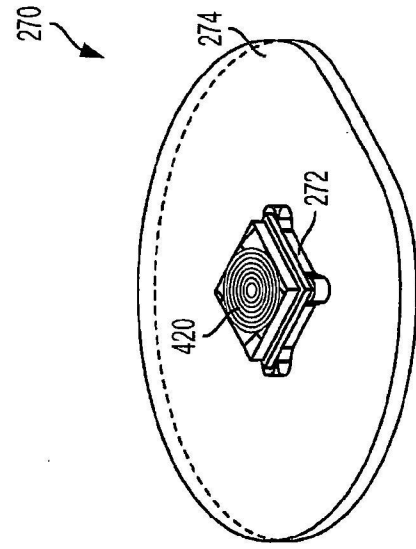


圖 10

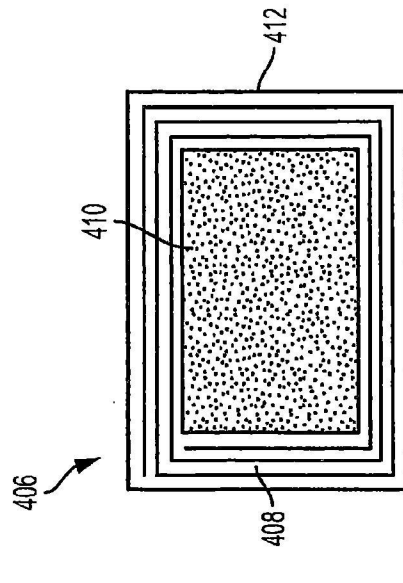


圖 11

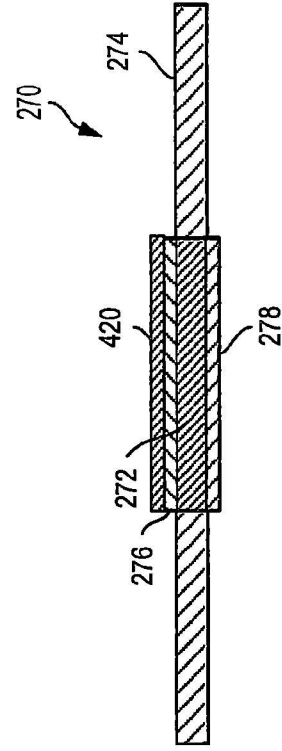


圖 12

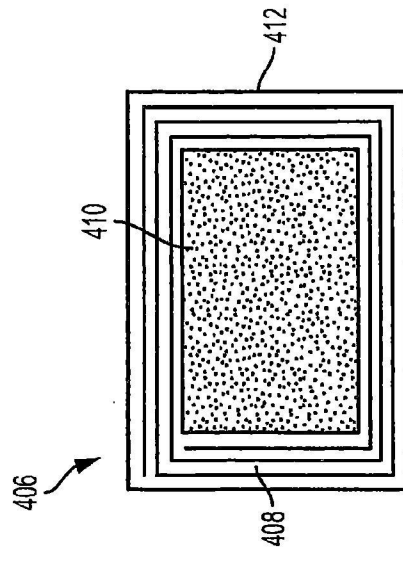


圖 13

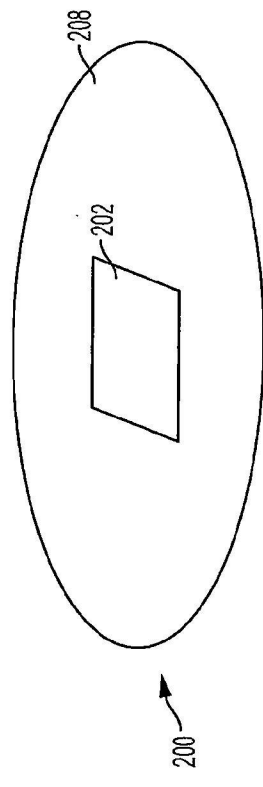


圖 14

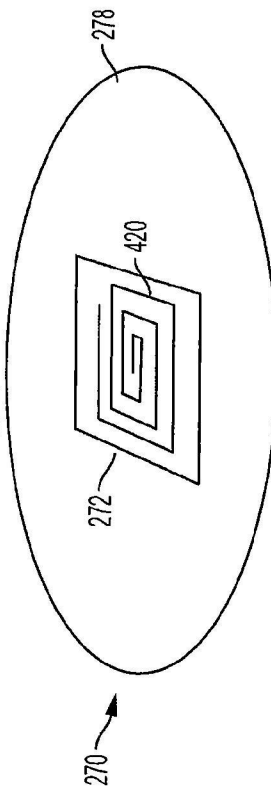


圖 15

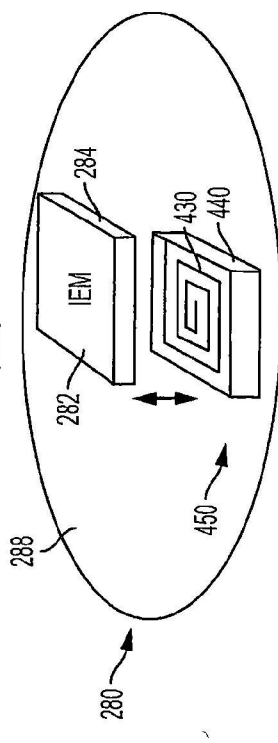


圖 16

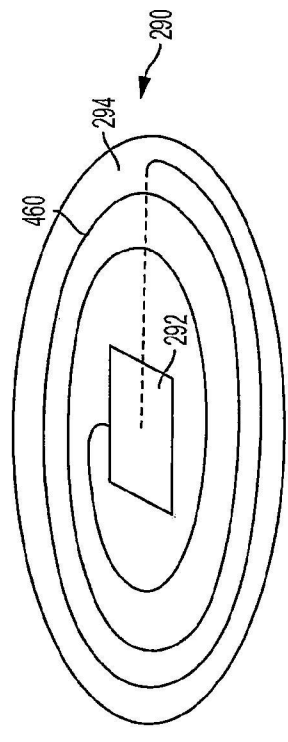


圖 17

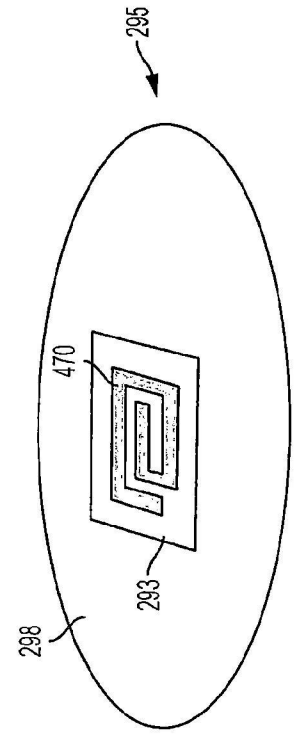


圖 18

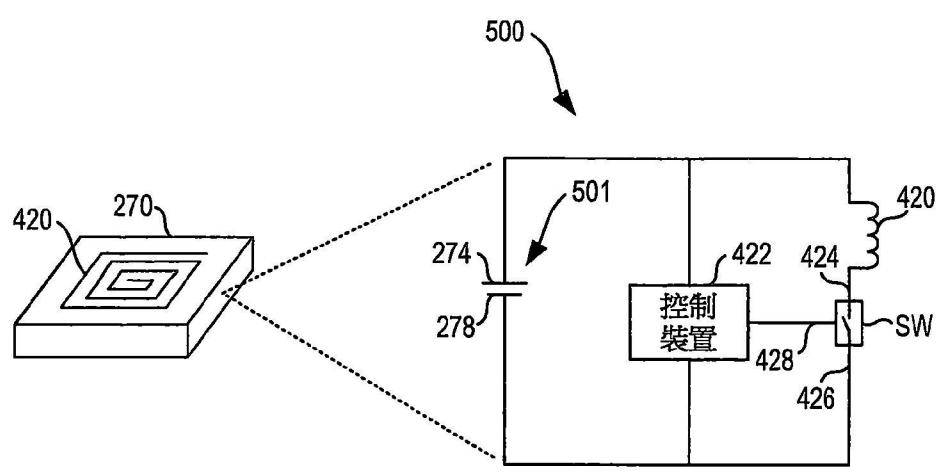


圖 19

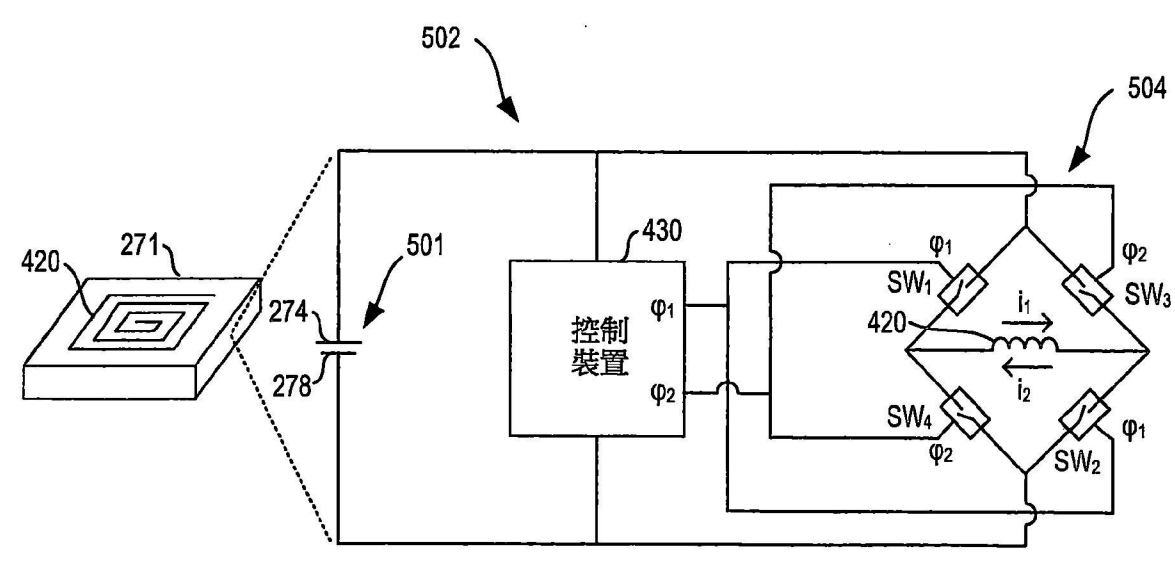


圖 20

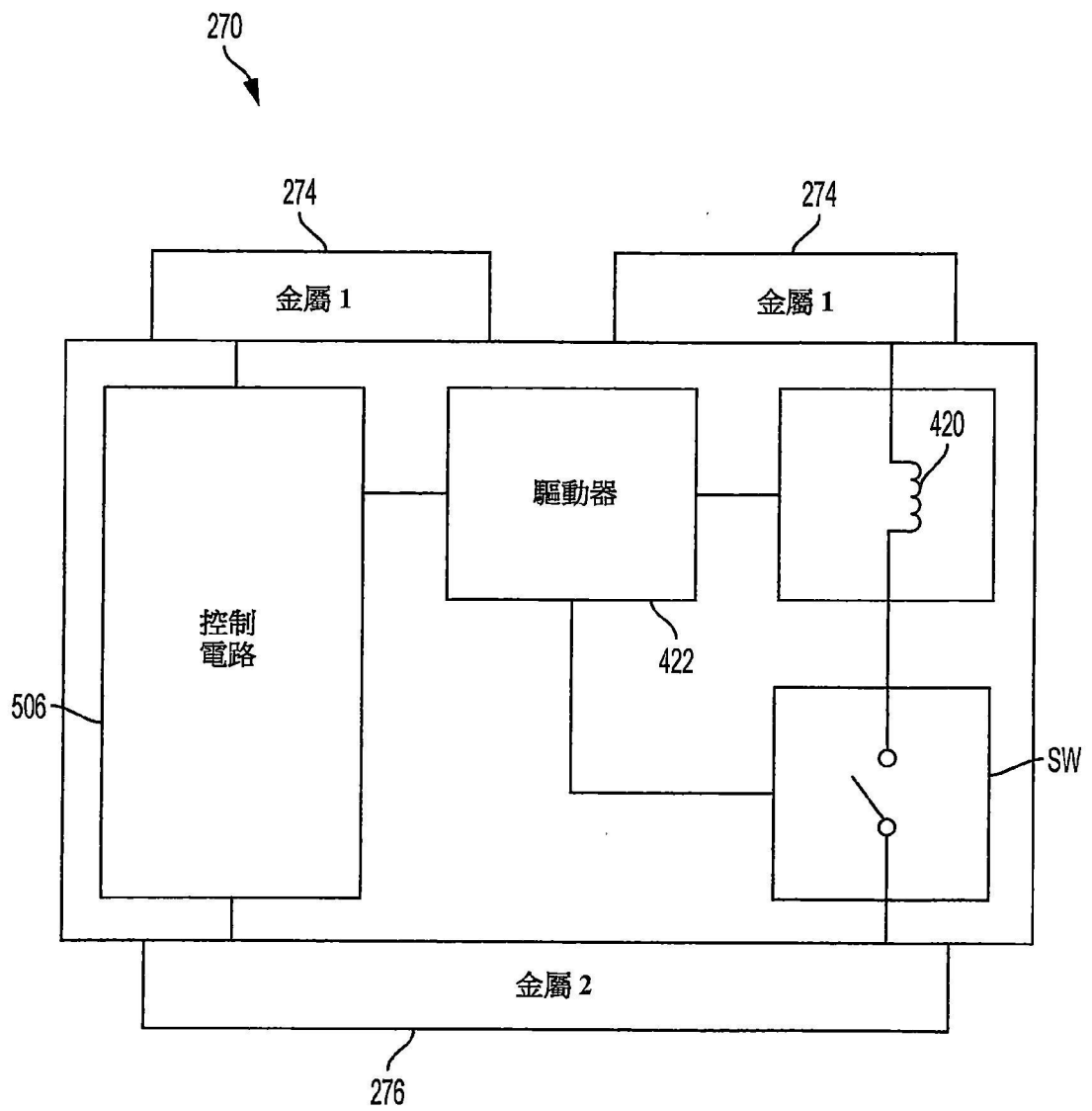


圖 21

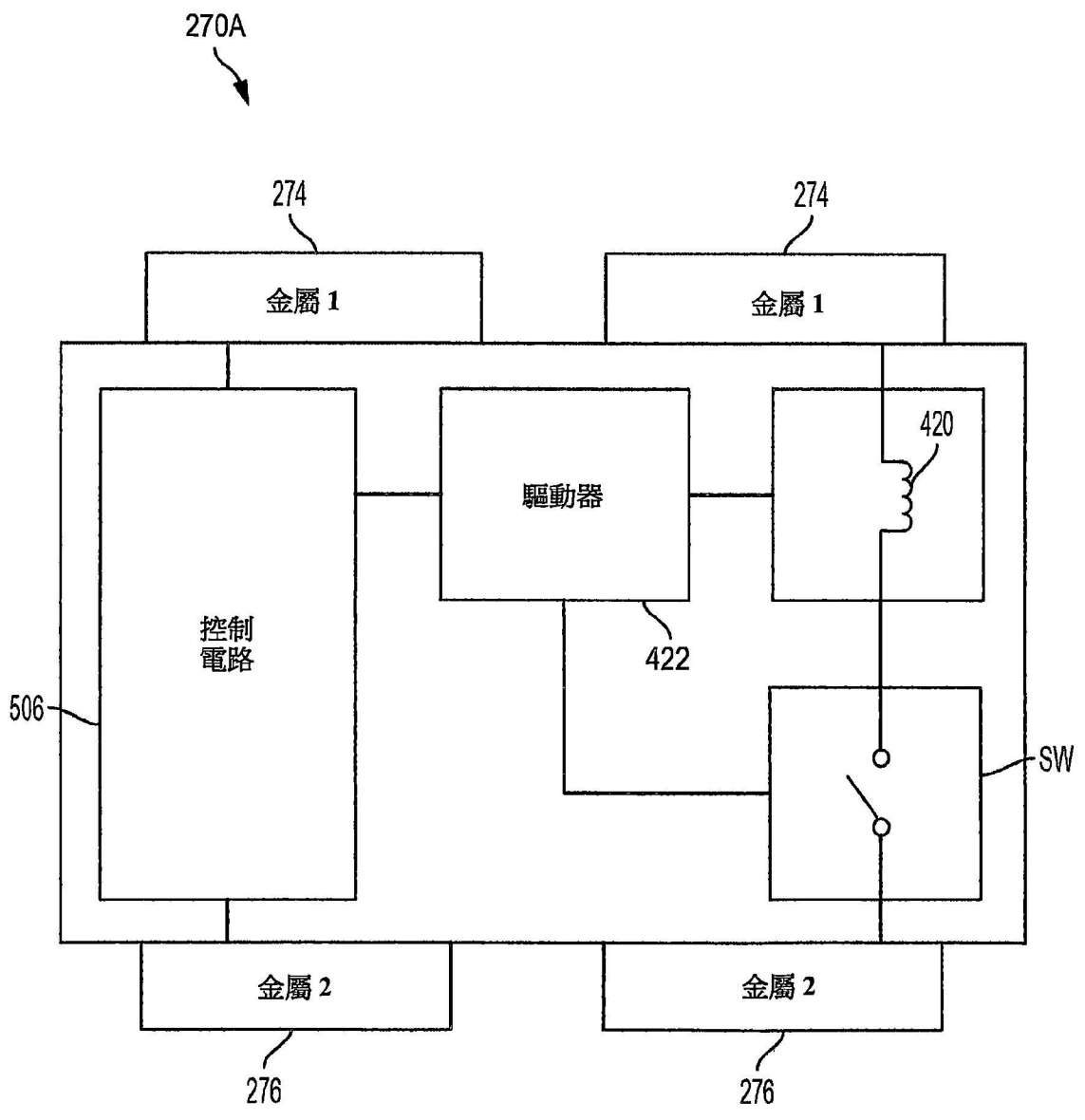


圖 21A

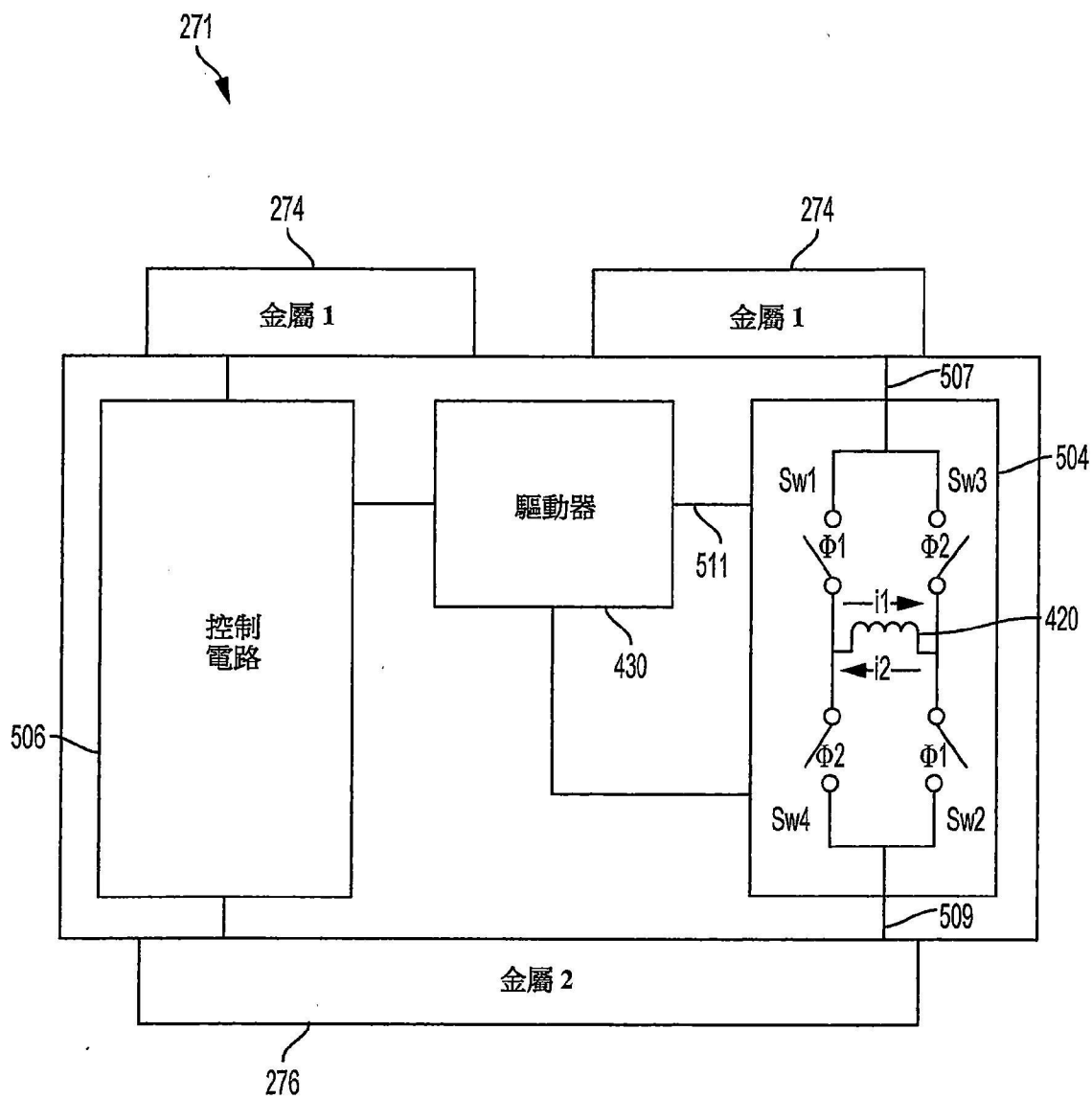


圖 22

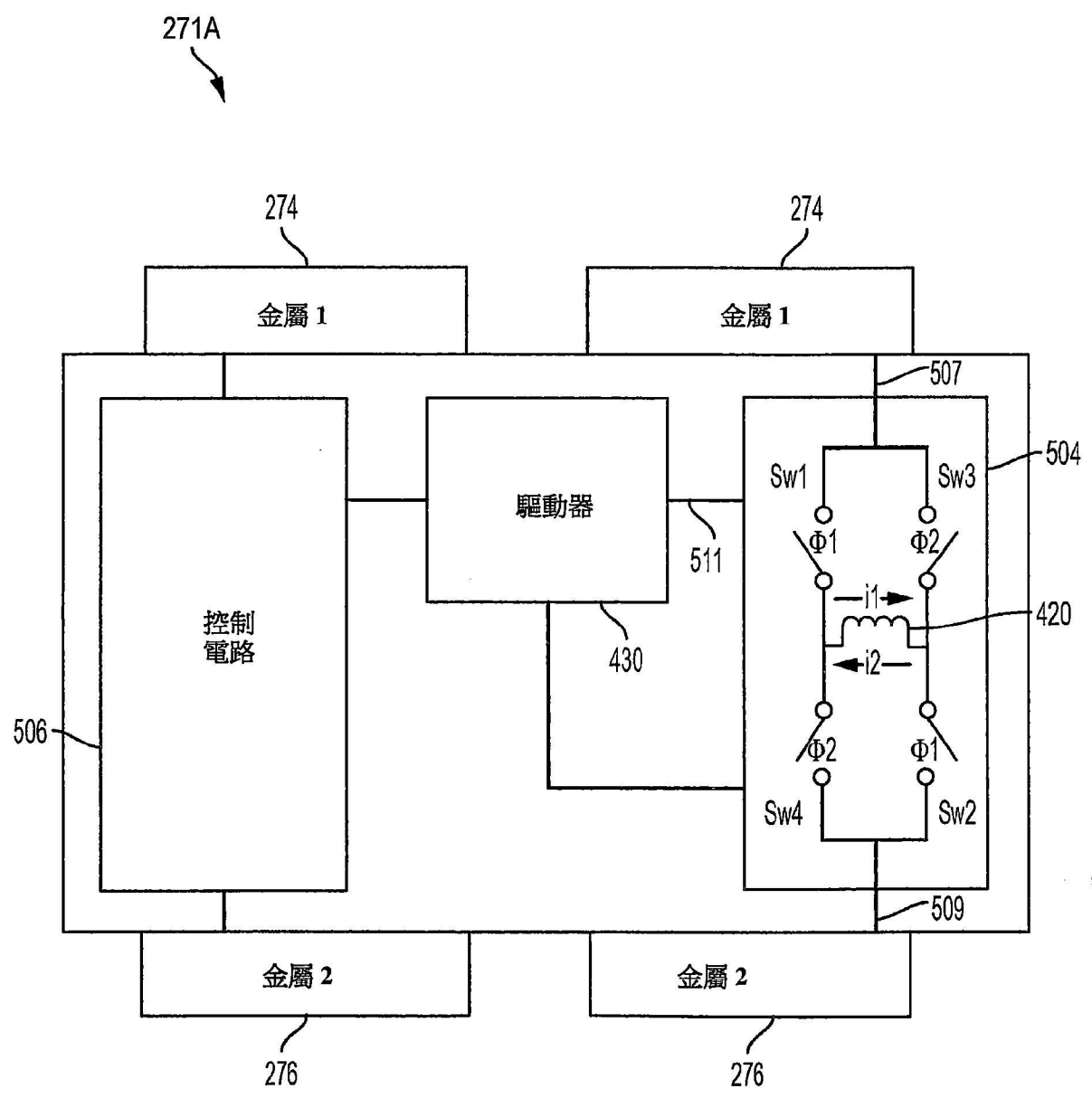


圖 22A

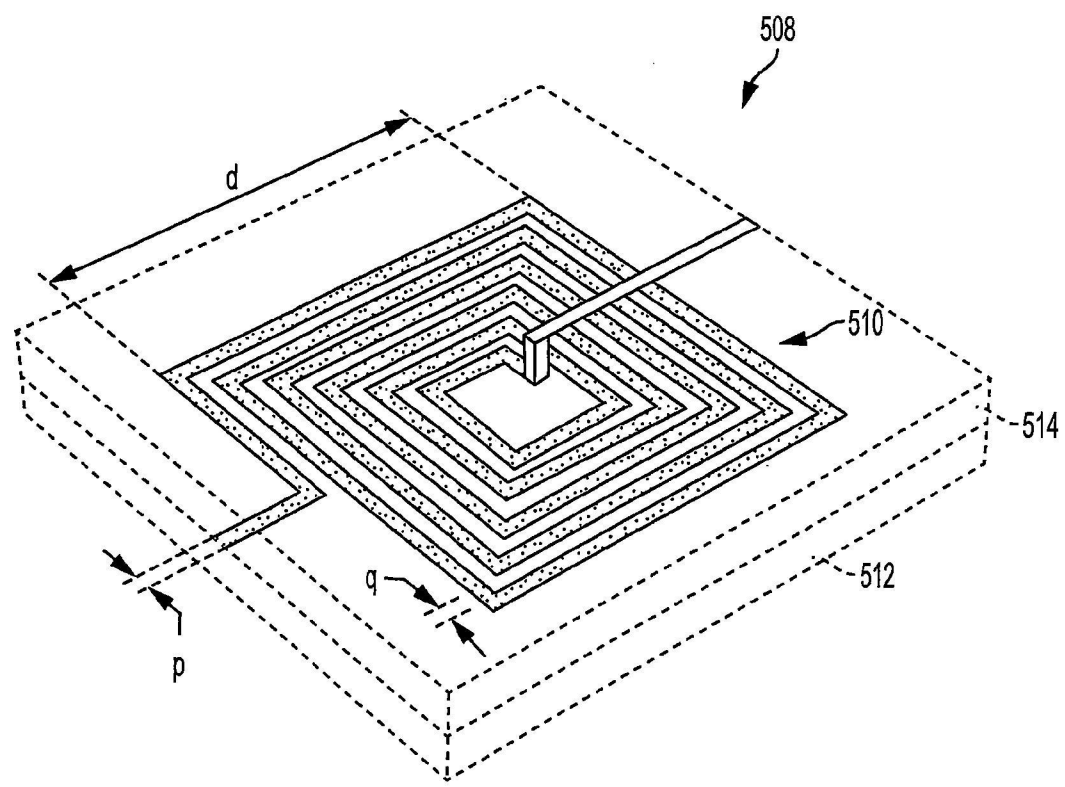


圖 23

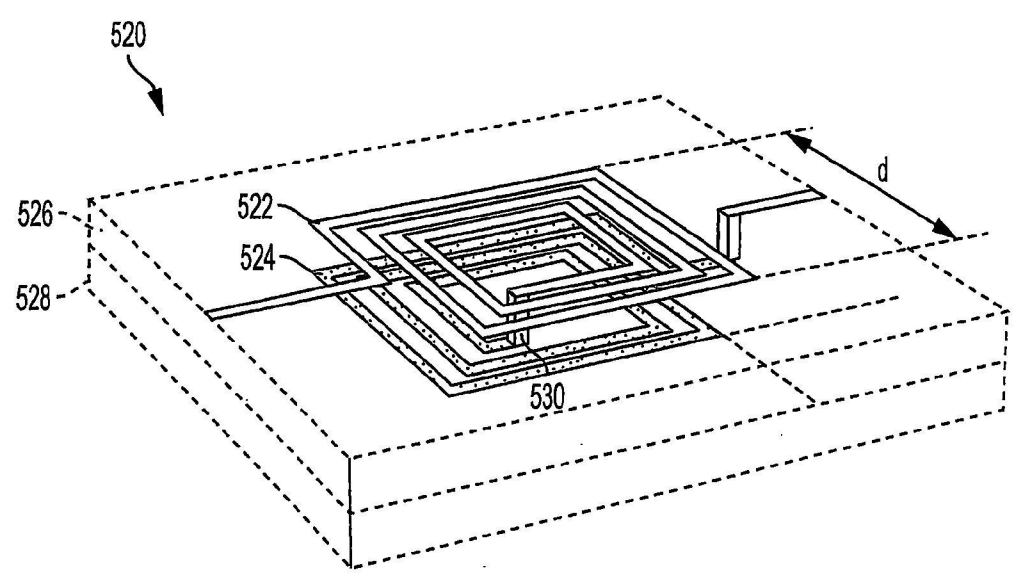


圖 24

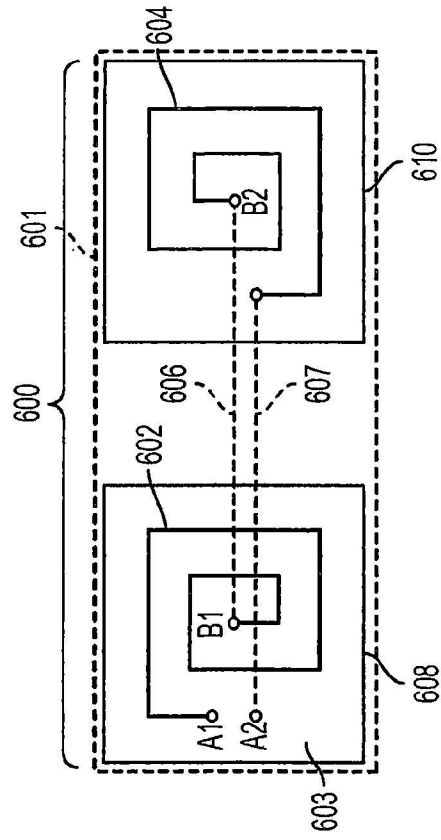


圖 25

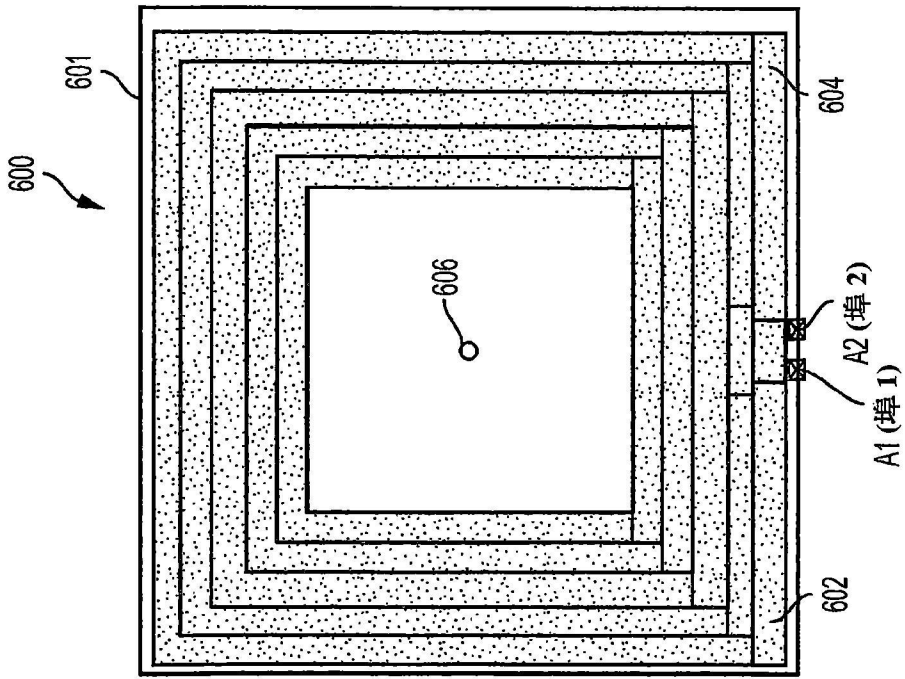


圖 26

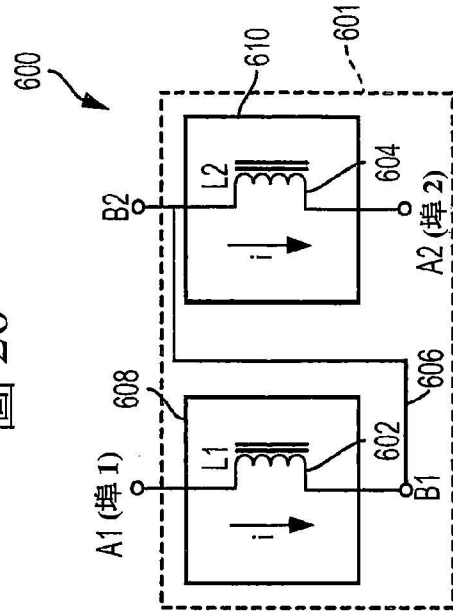


圖 27

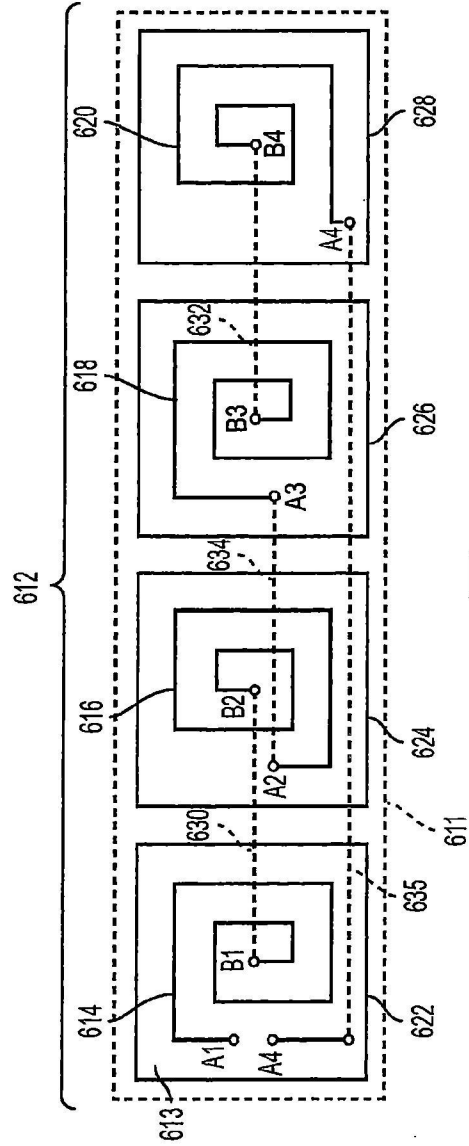


圖 29

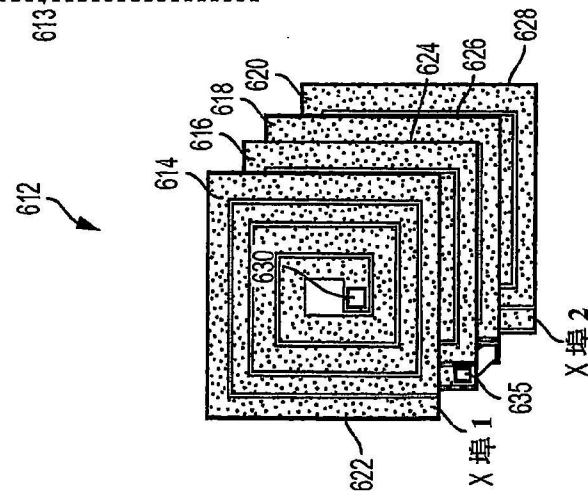


圖 28

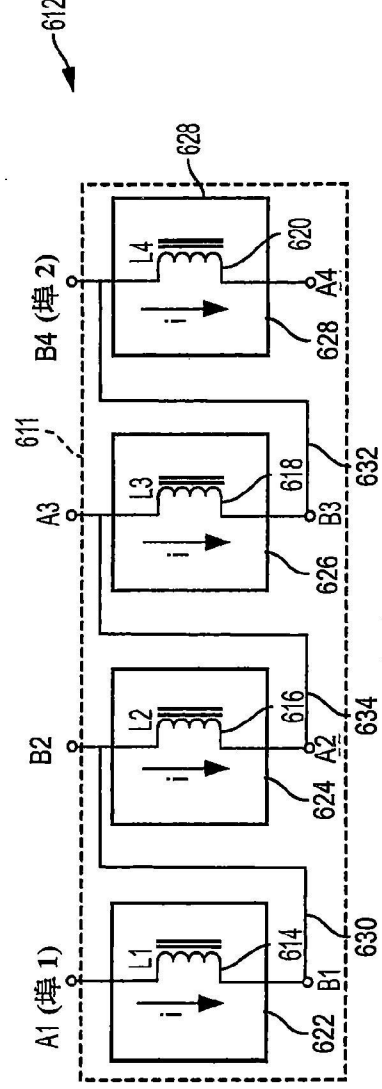


圖 30

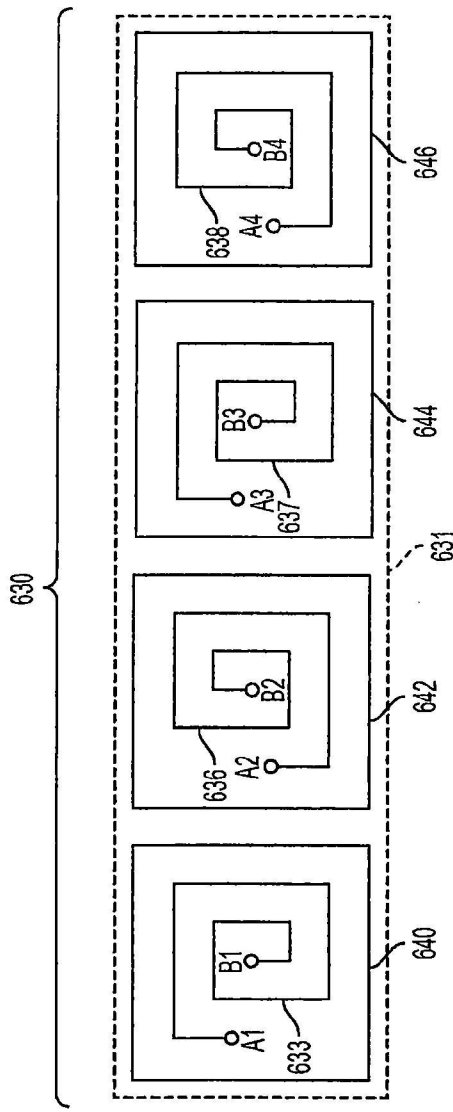


圖 32

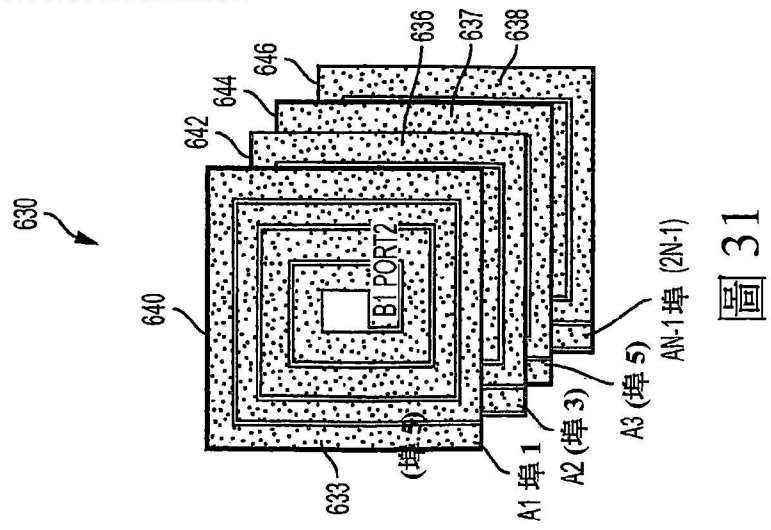


圖 31

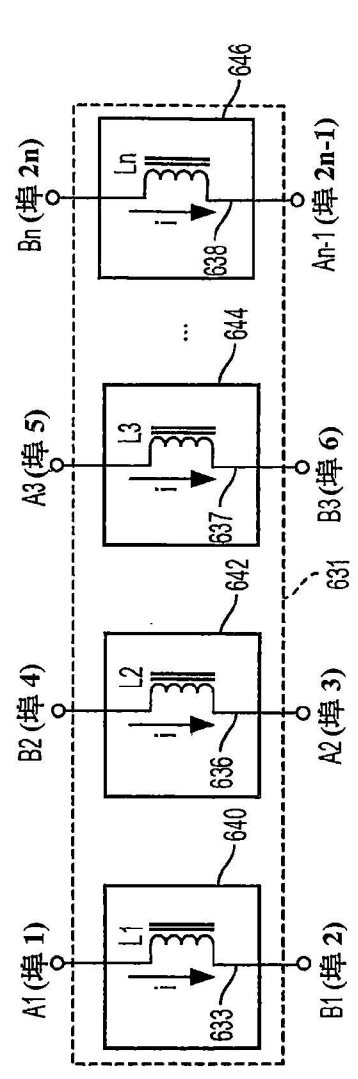


圖 33

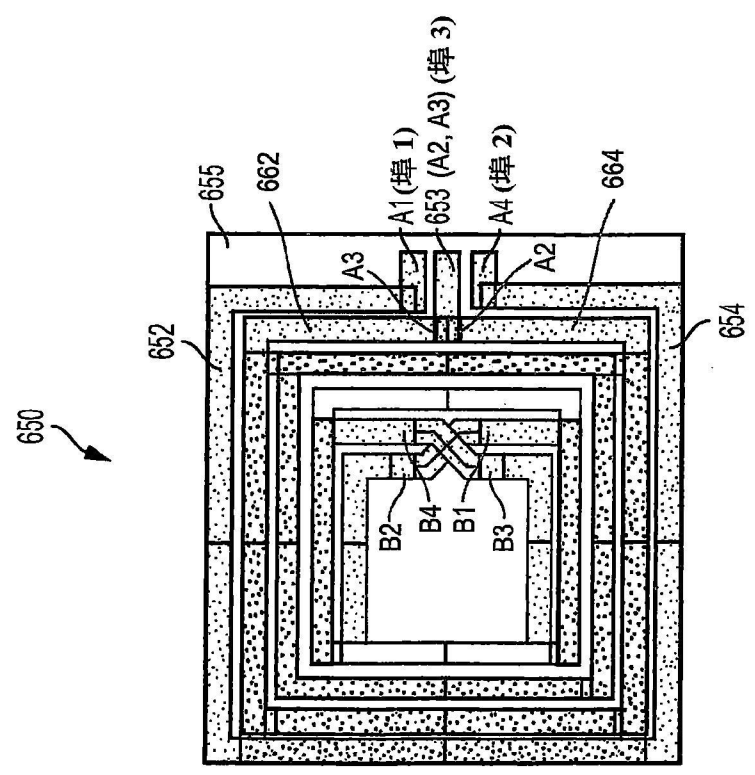


圖 34

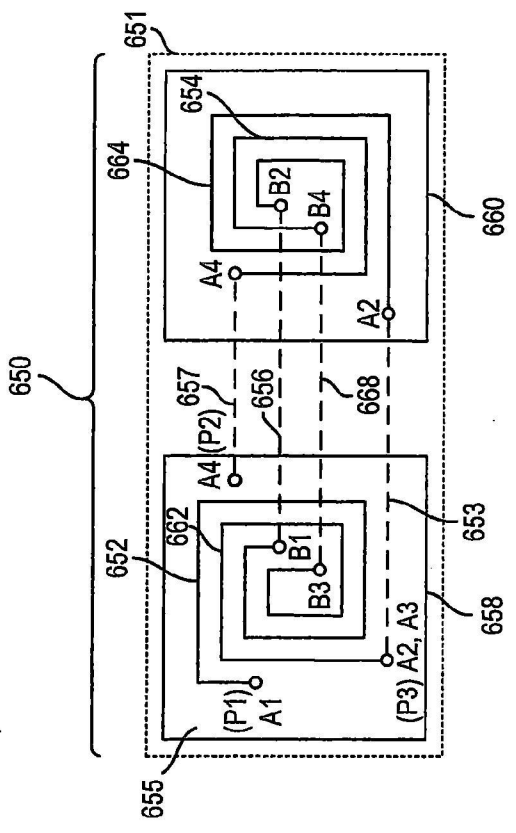


圖 35

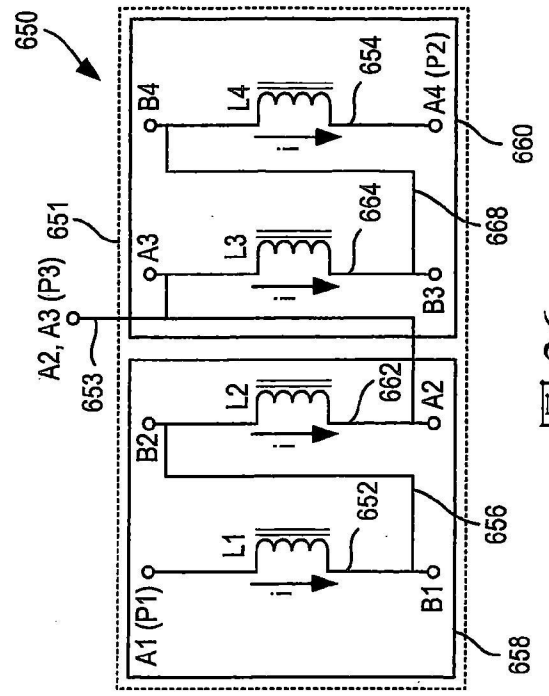


圖 36

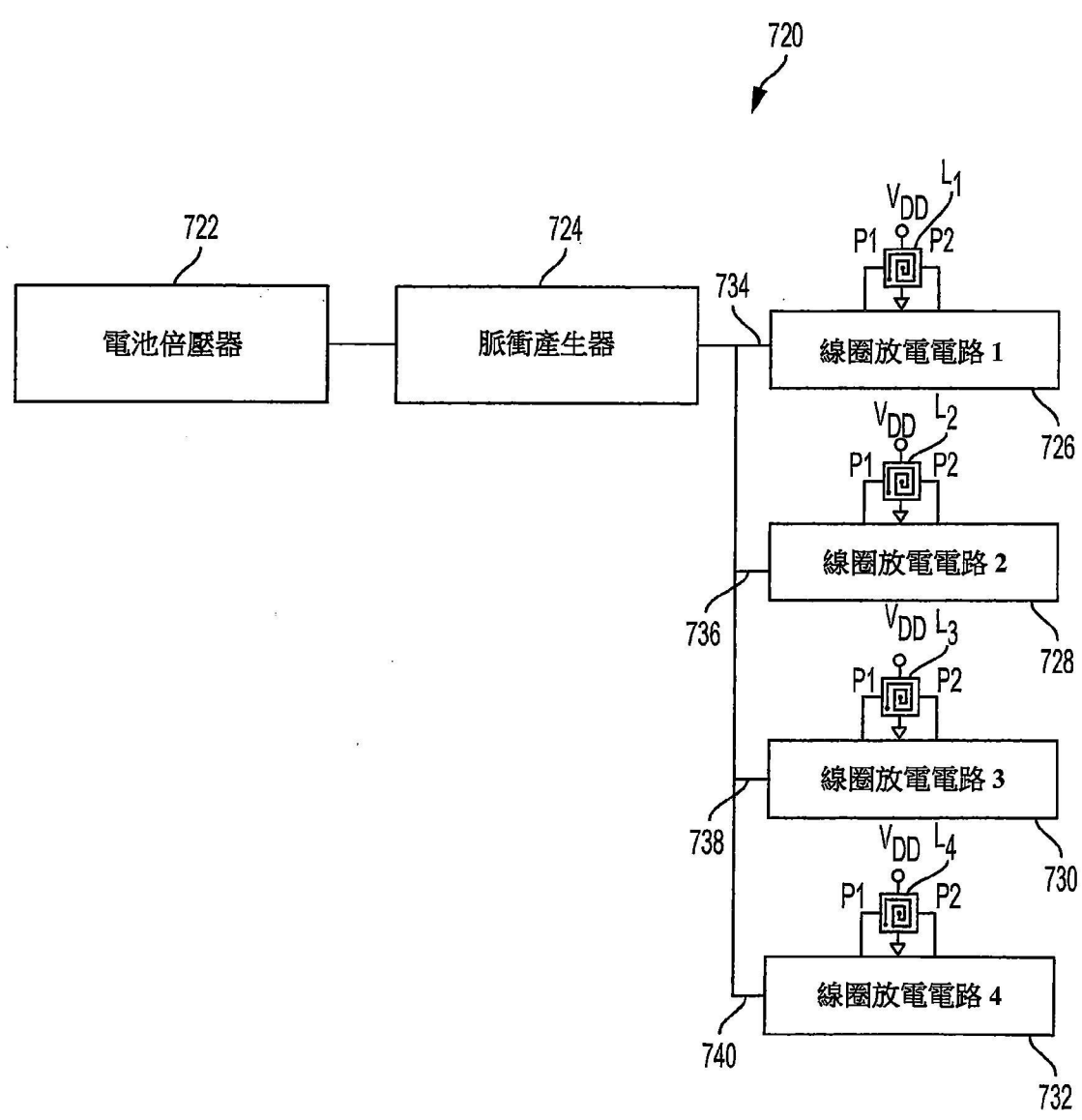


圖 38

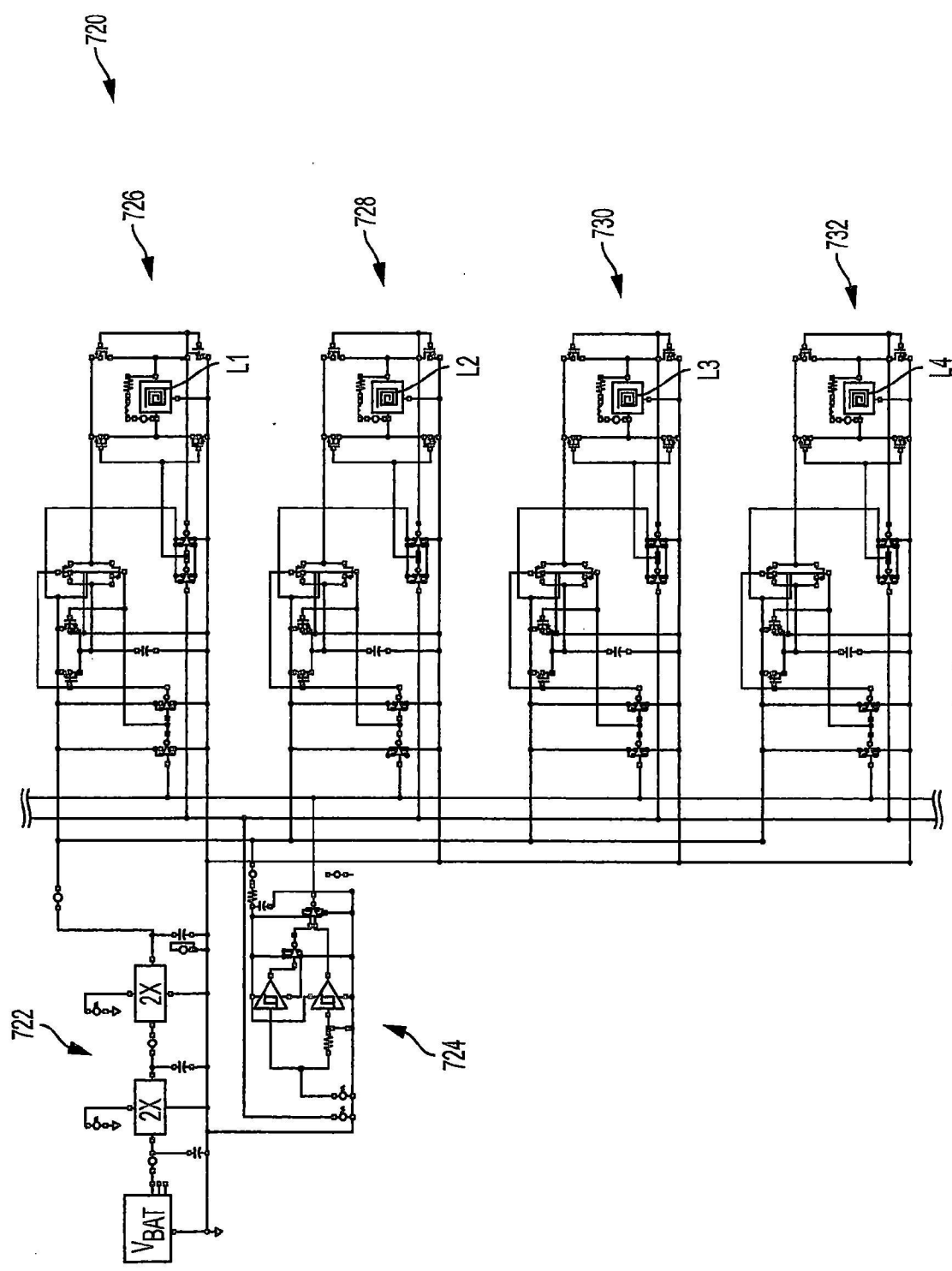


圖 39

722

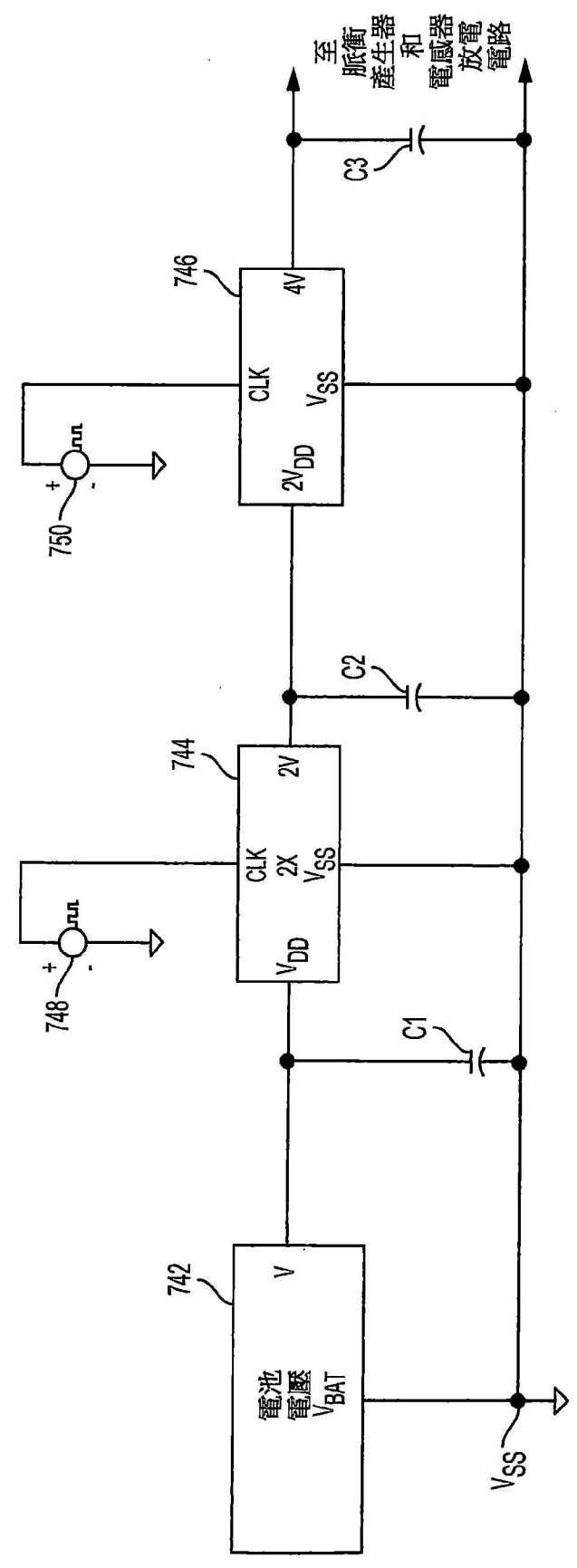


圖 40

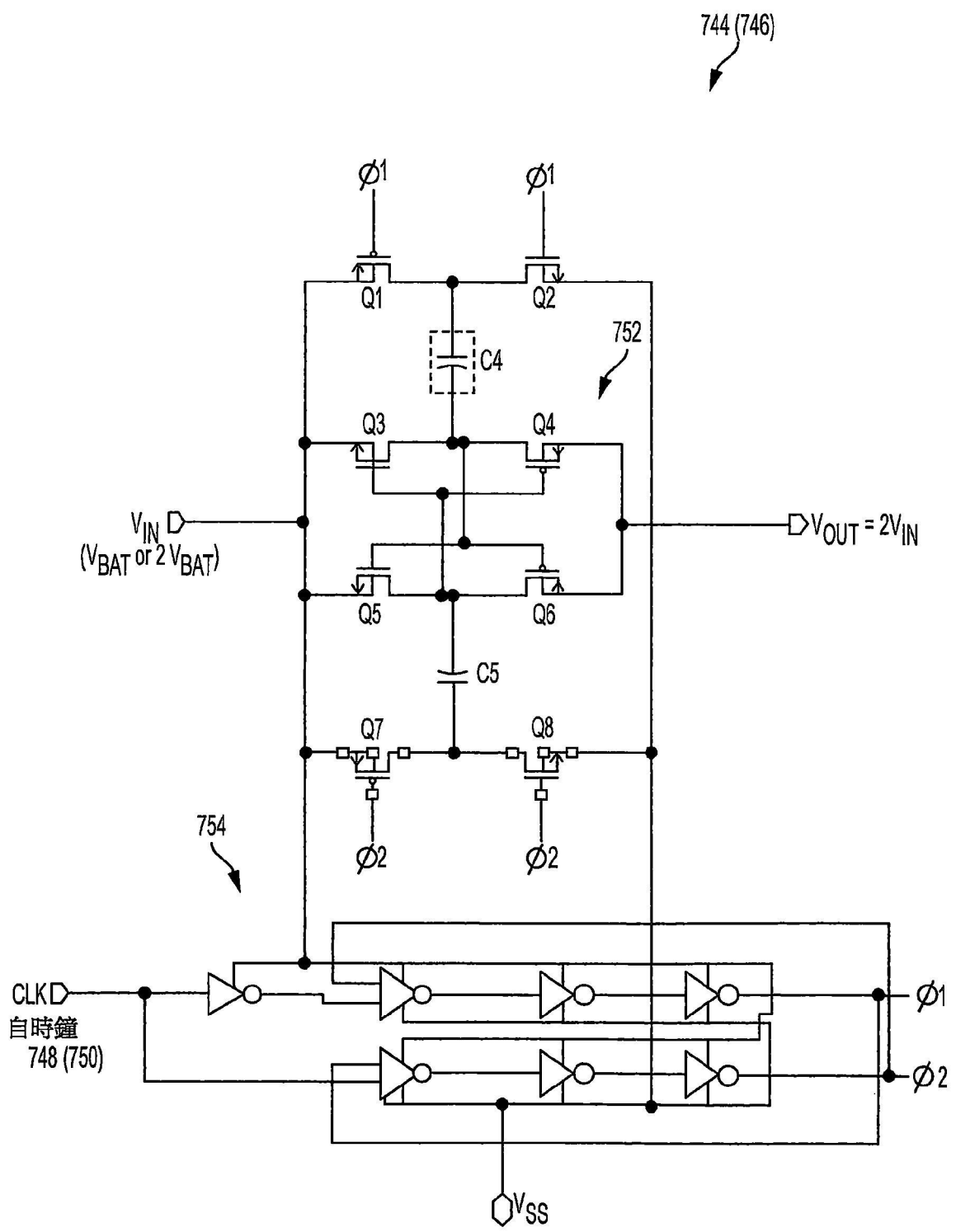


圖 41

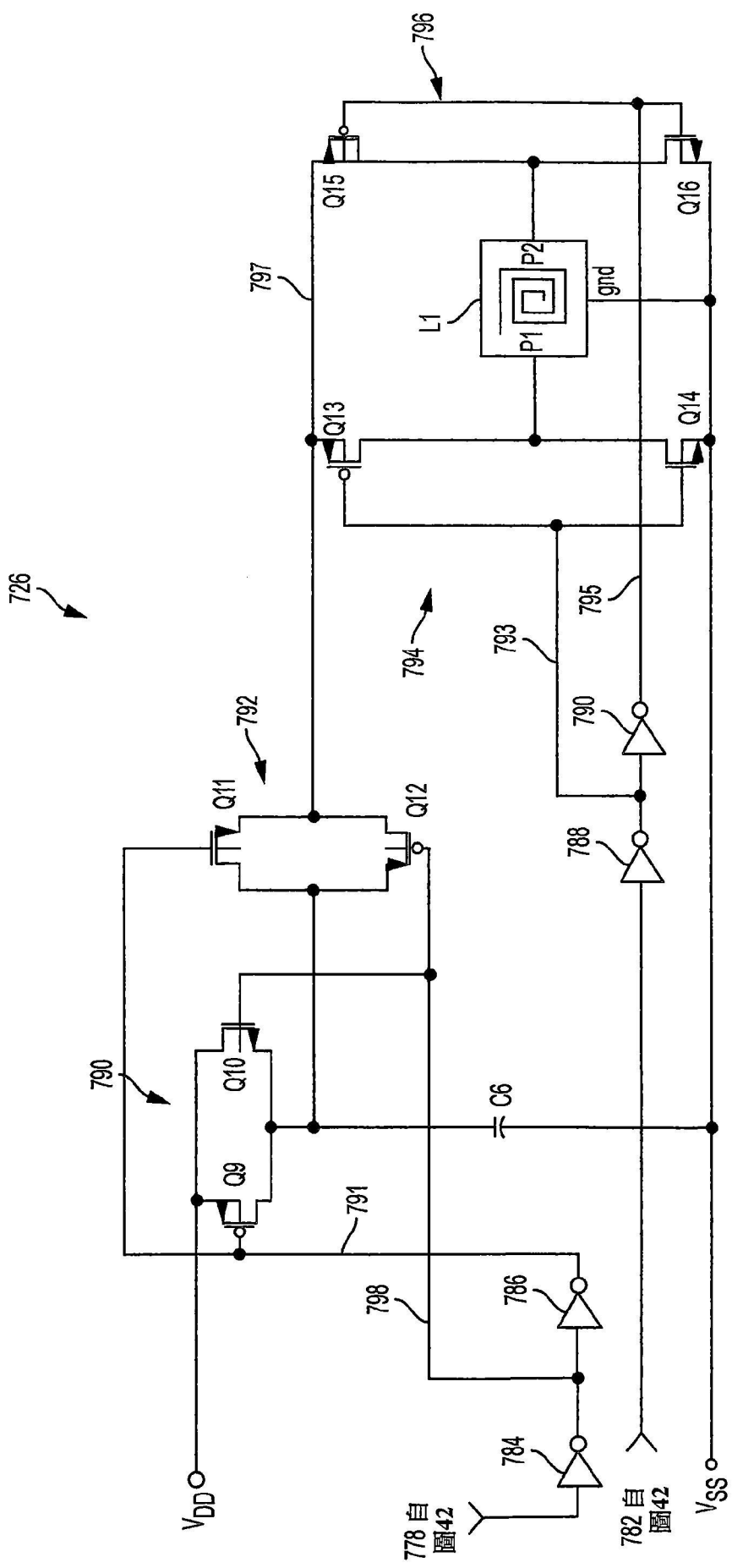


圖 43

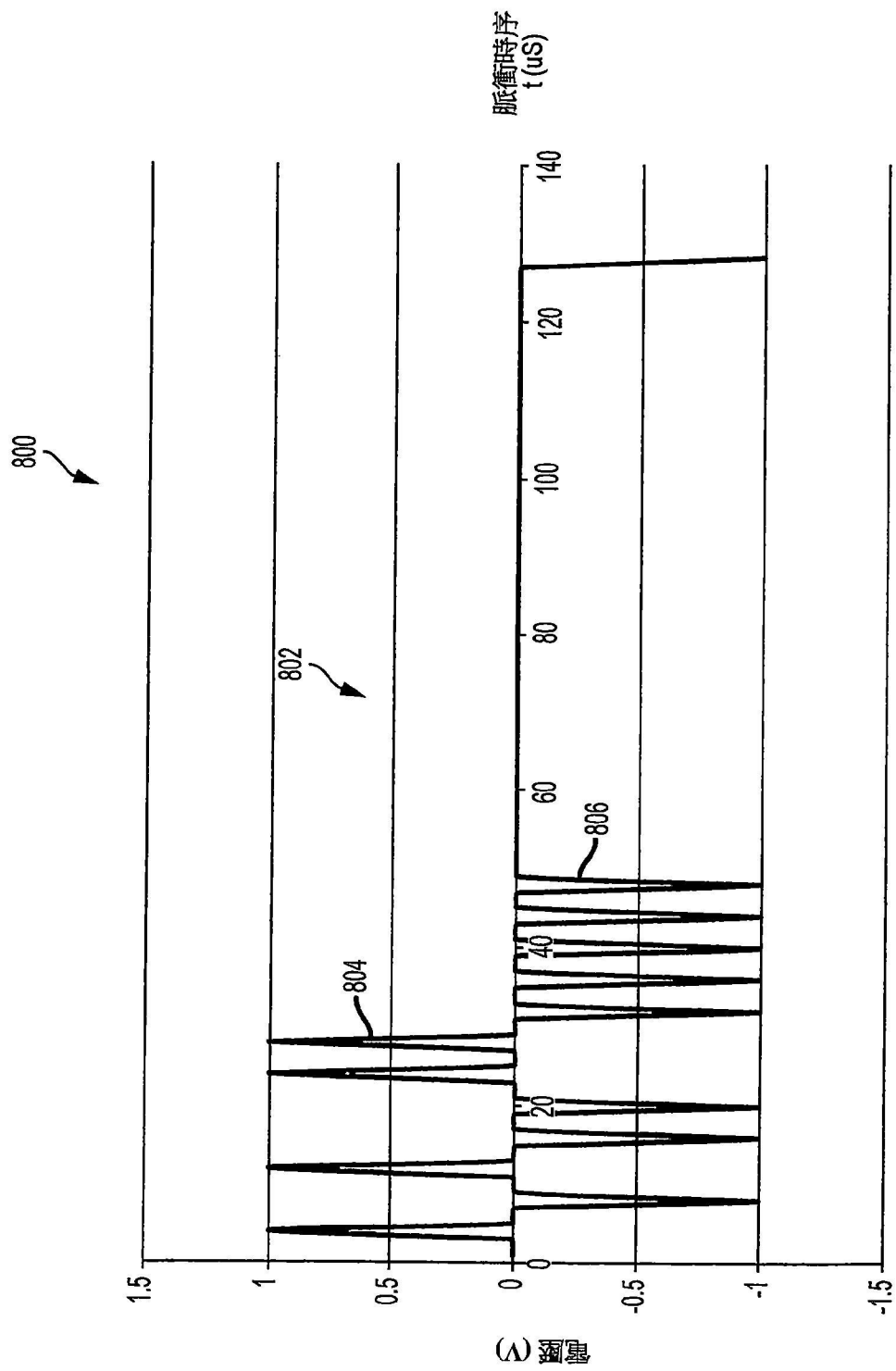


圖 44

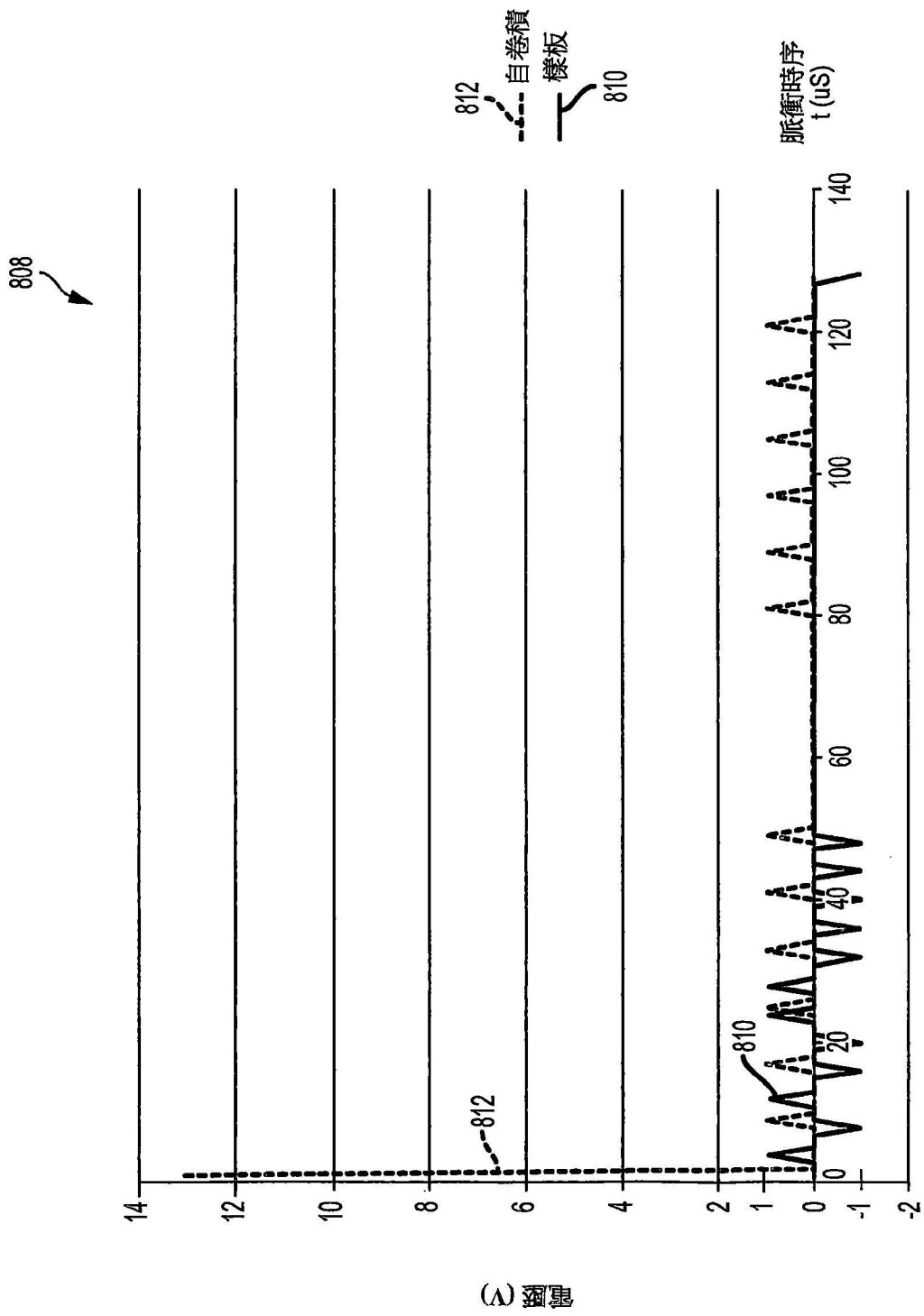


圖 45

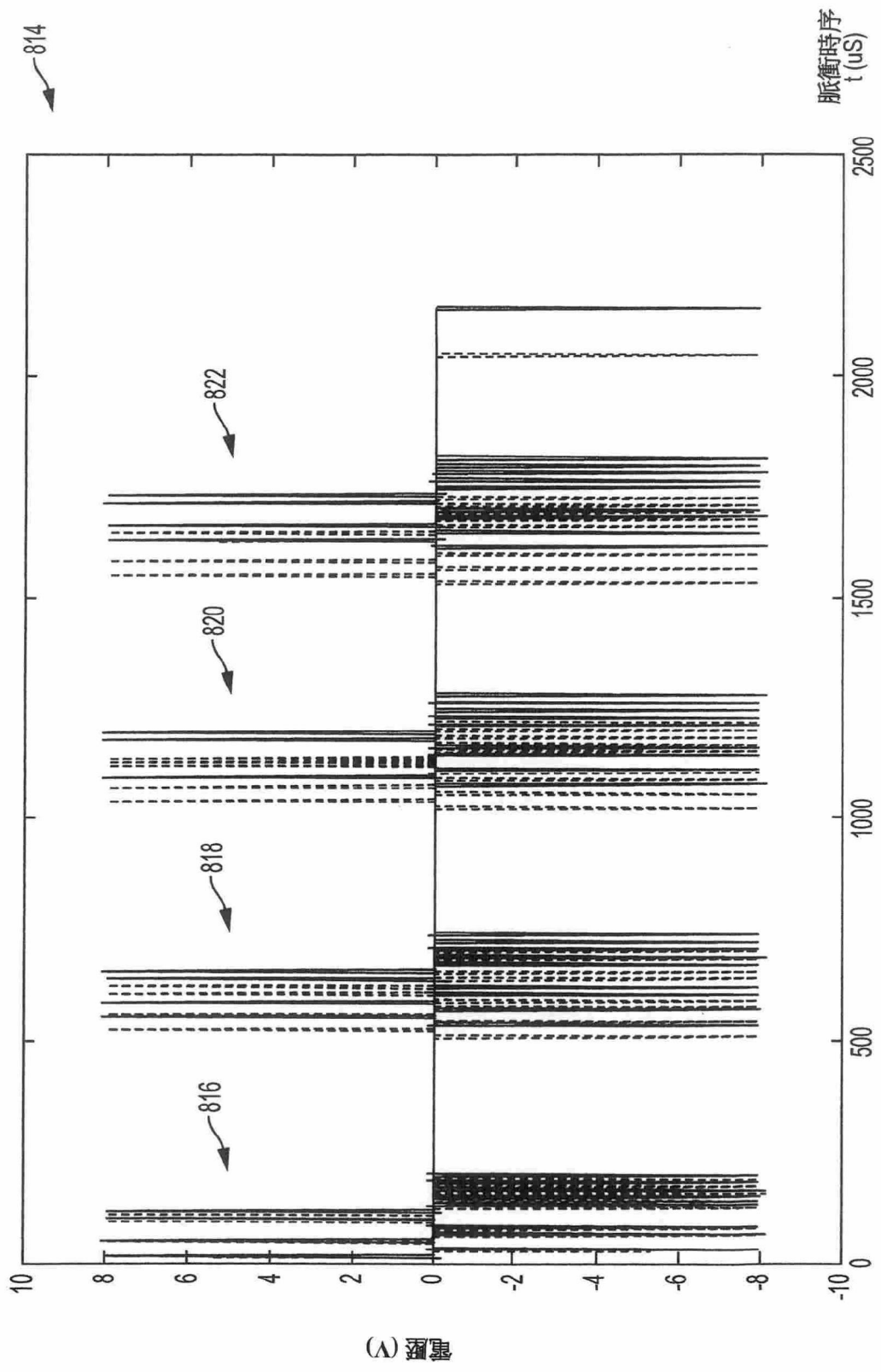


圖 46

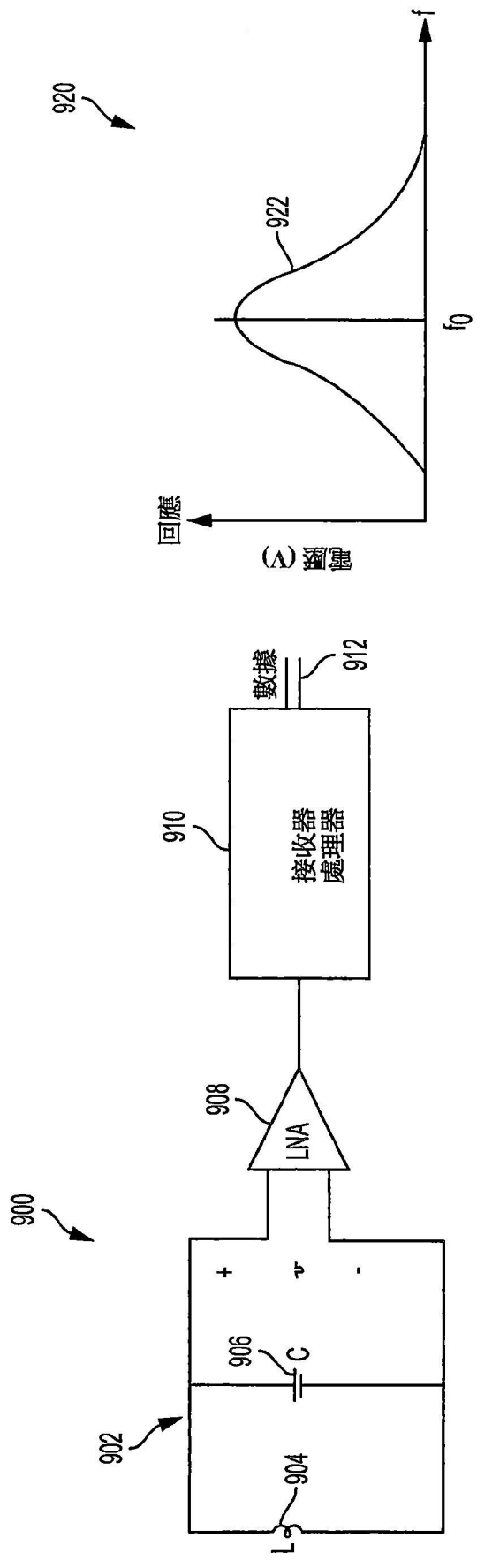


圖 47

圖 48

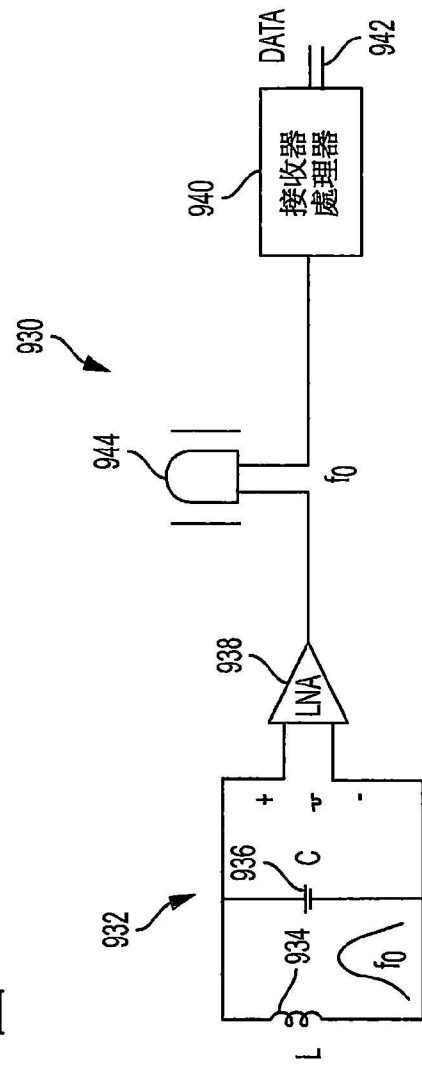


圖 49



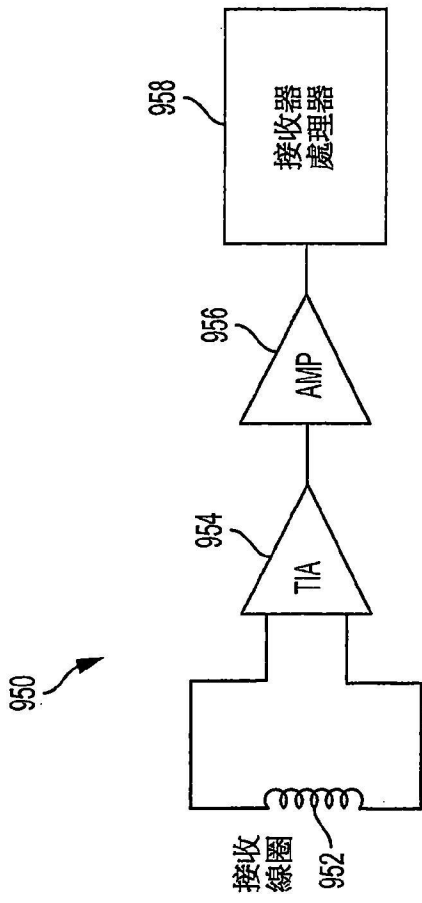


圖 50

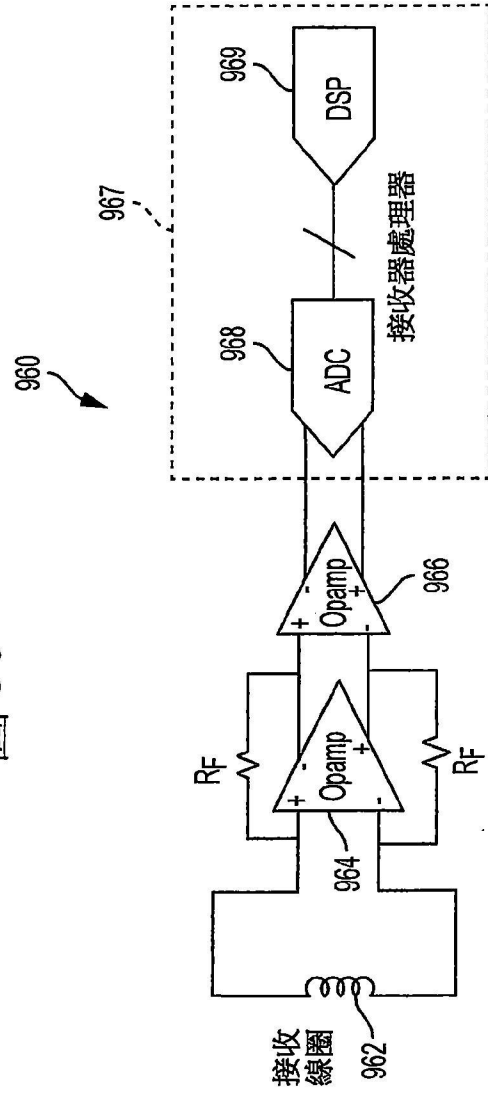


圖 51

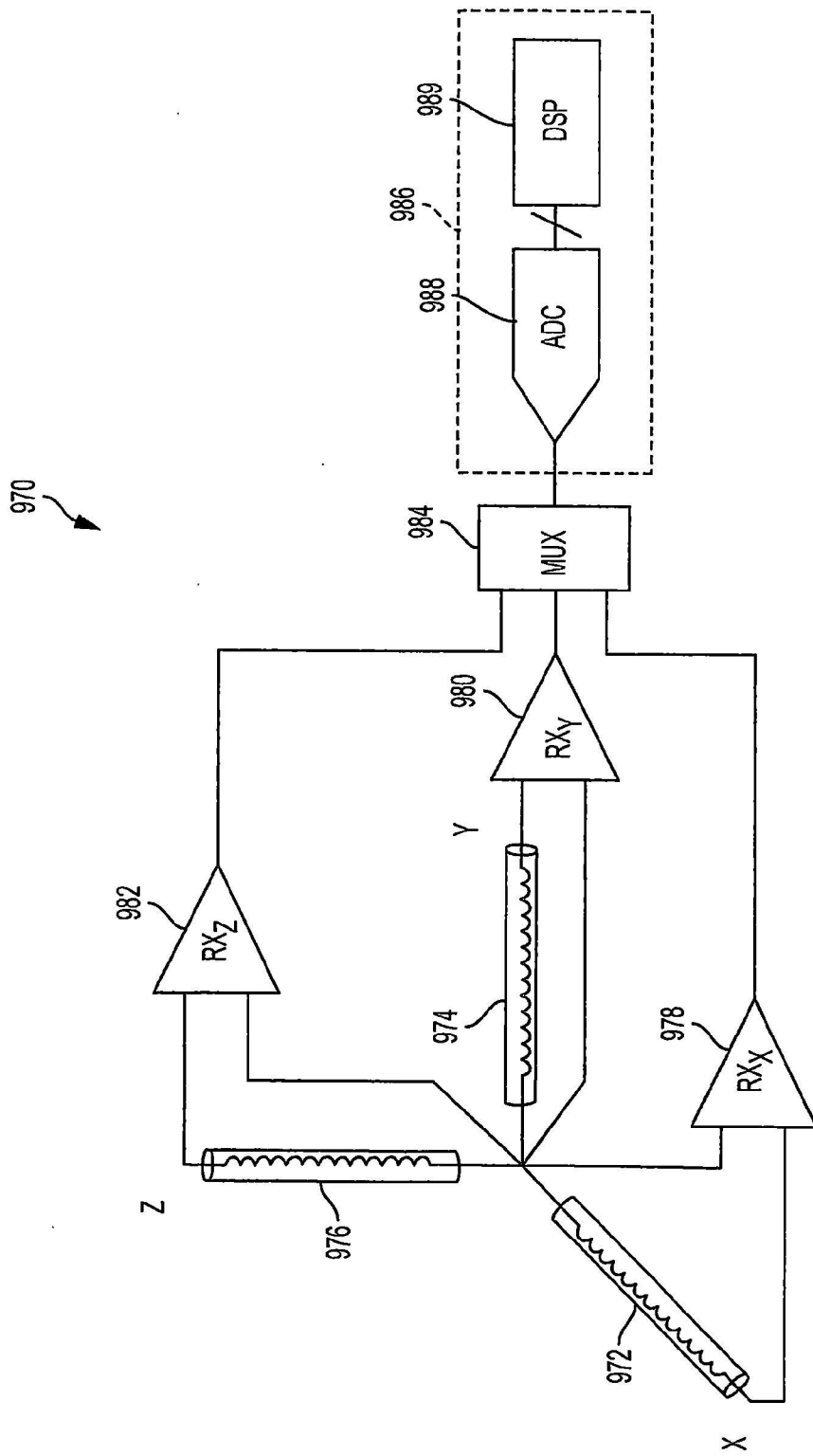


圖 52

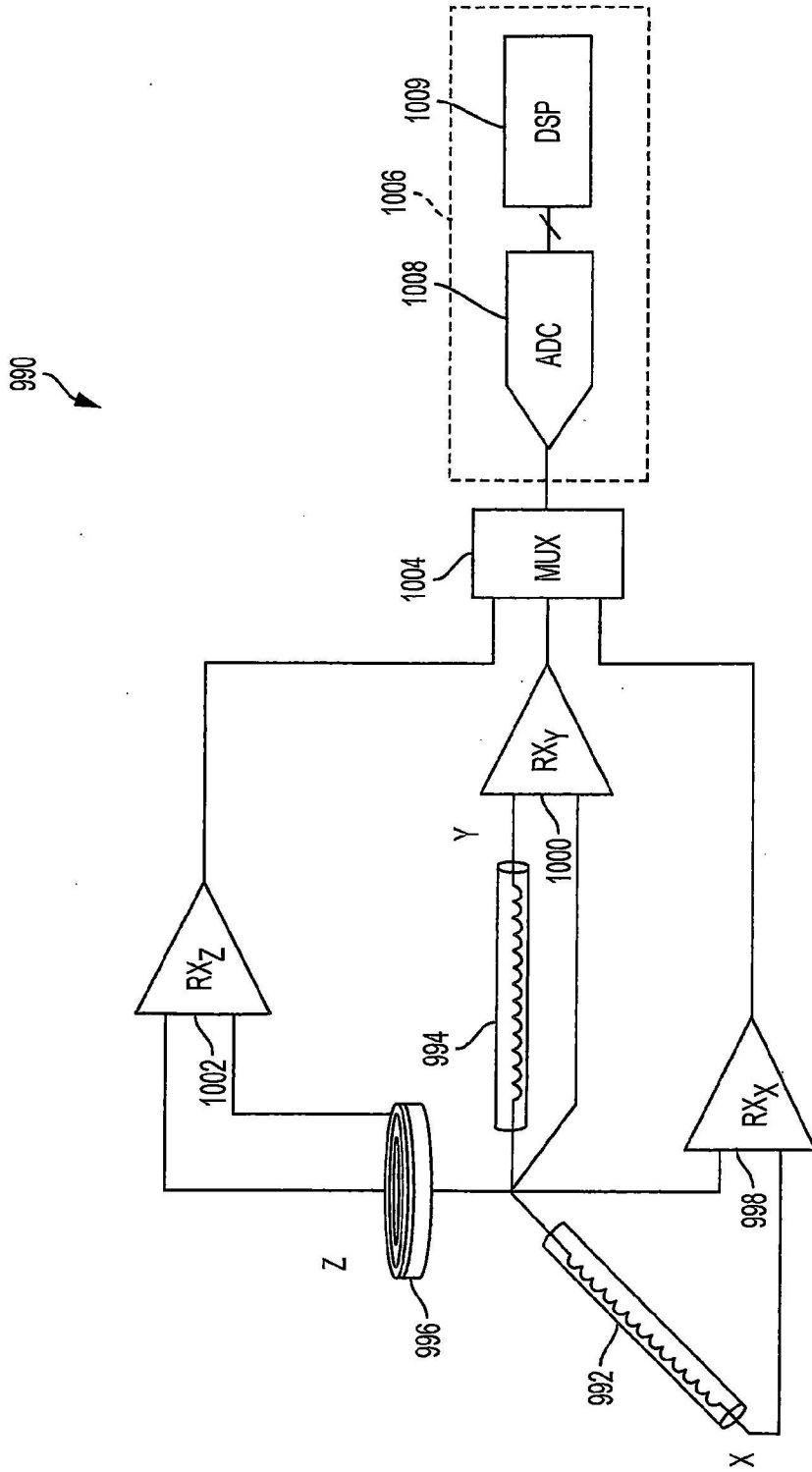


圖 53

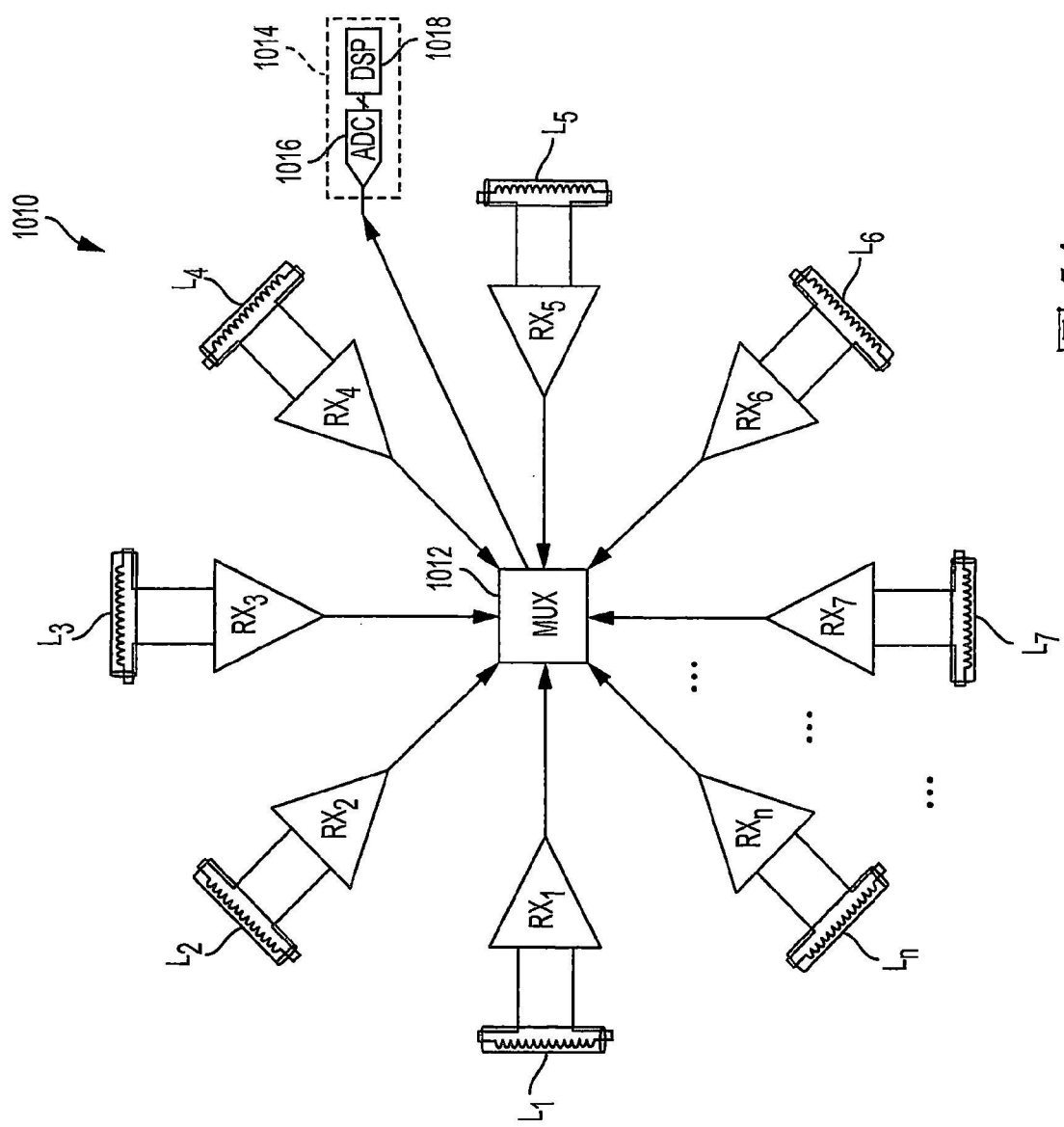


圖 54

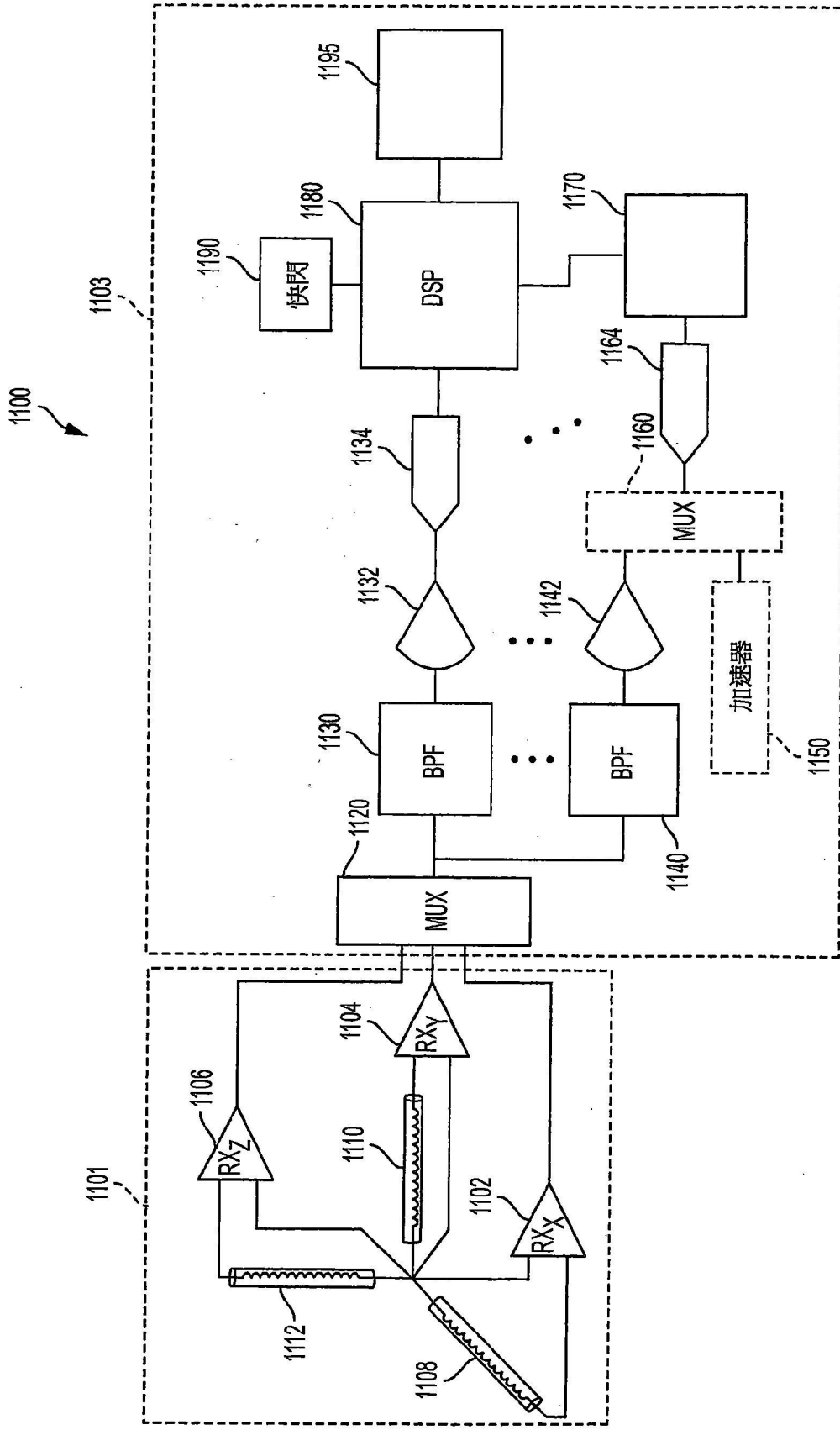


圖 55

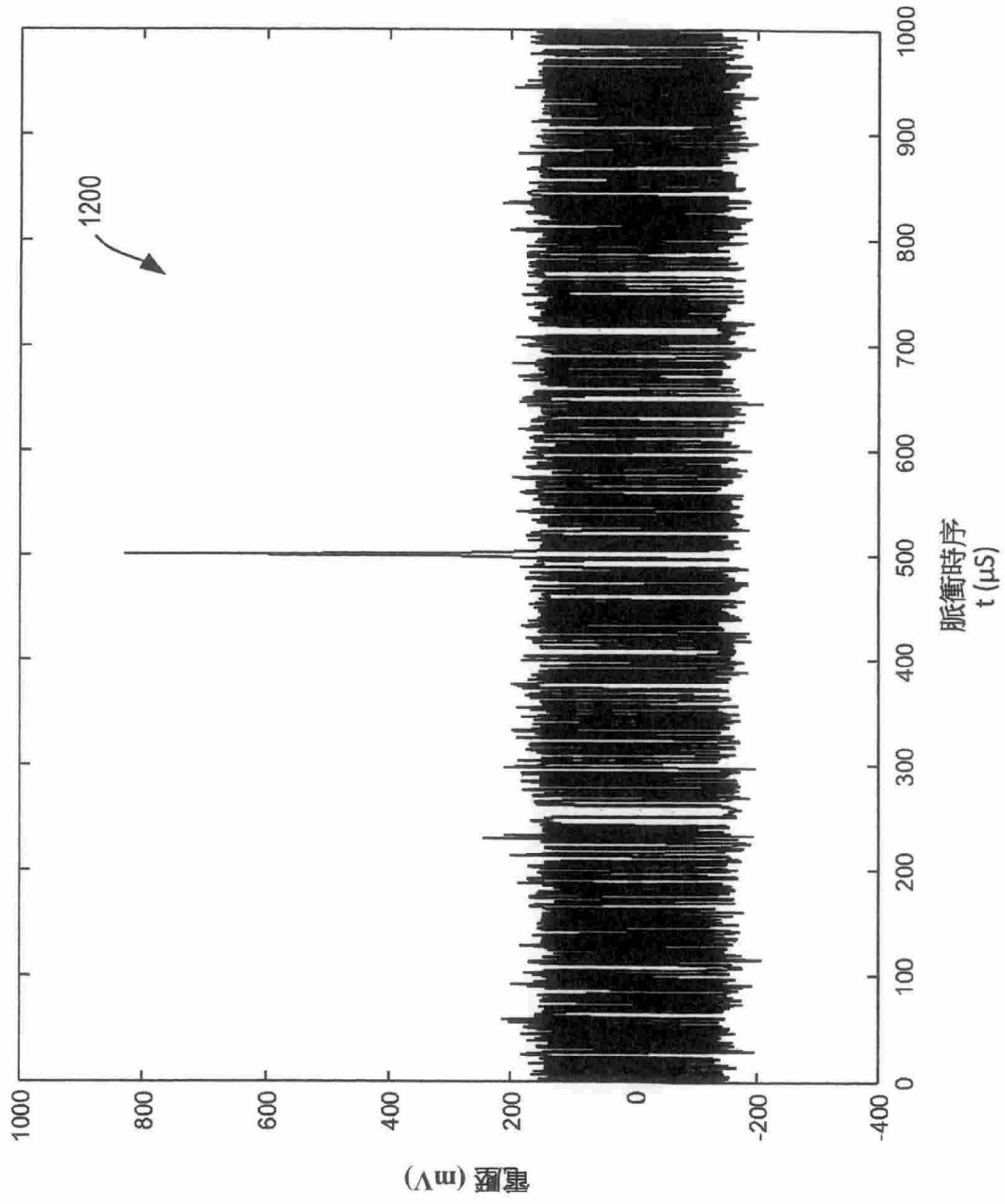
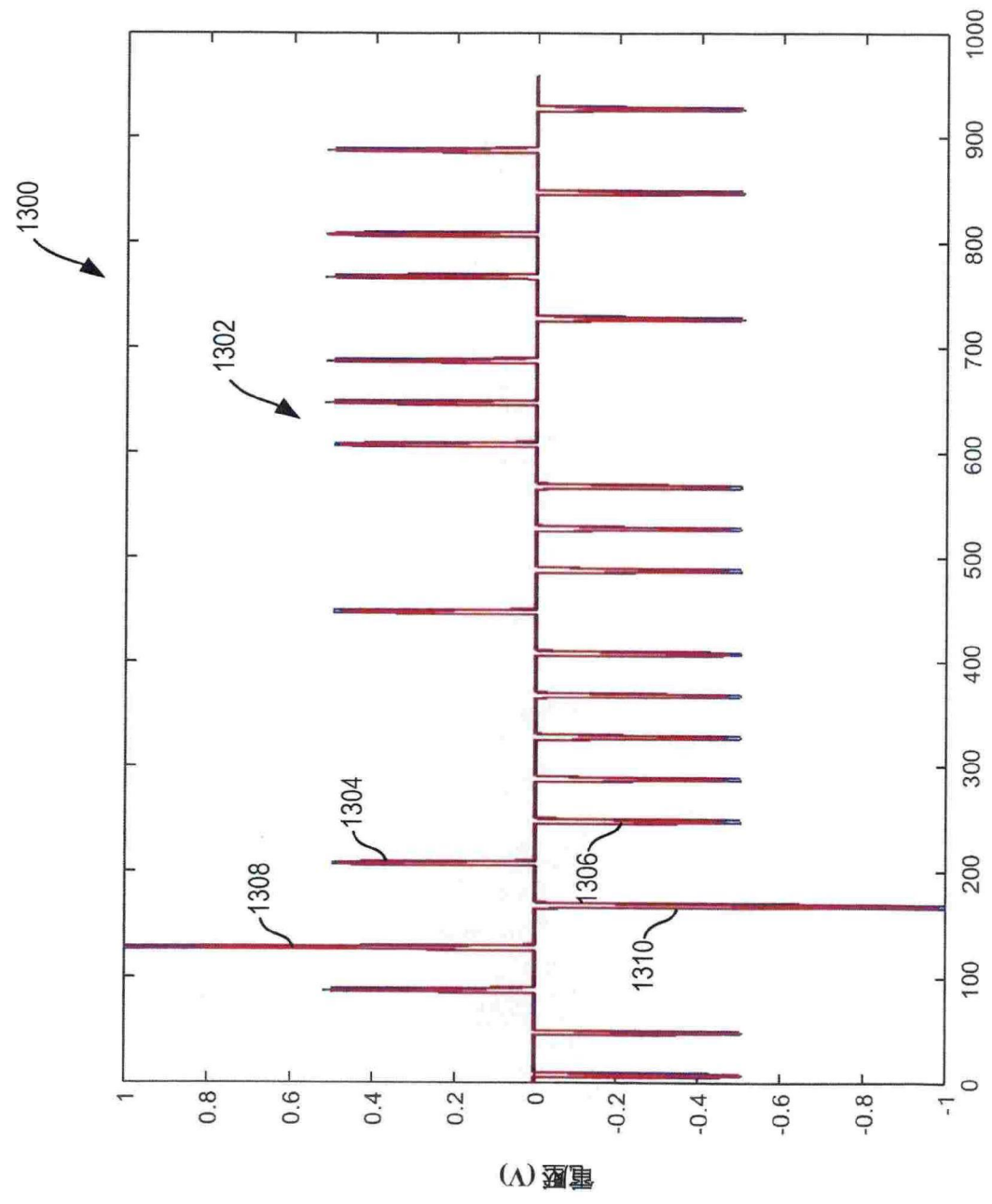
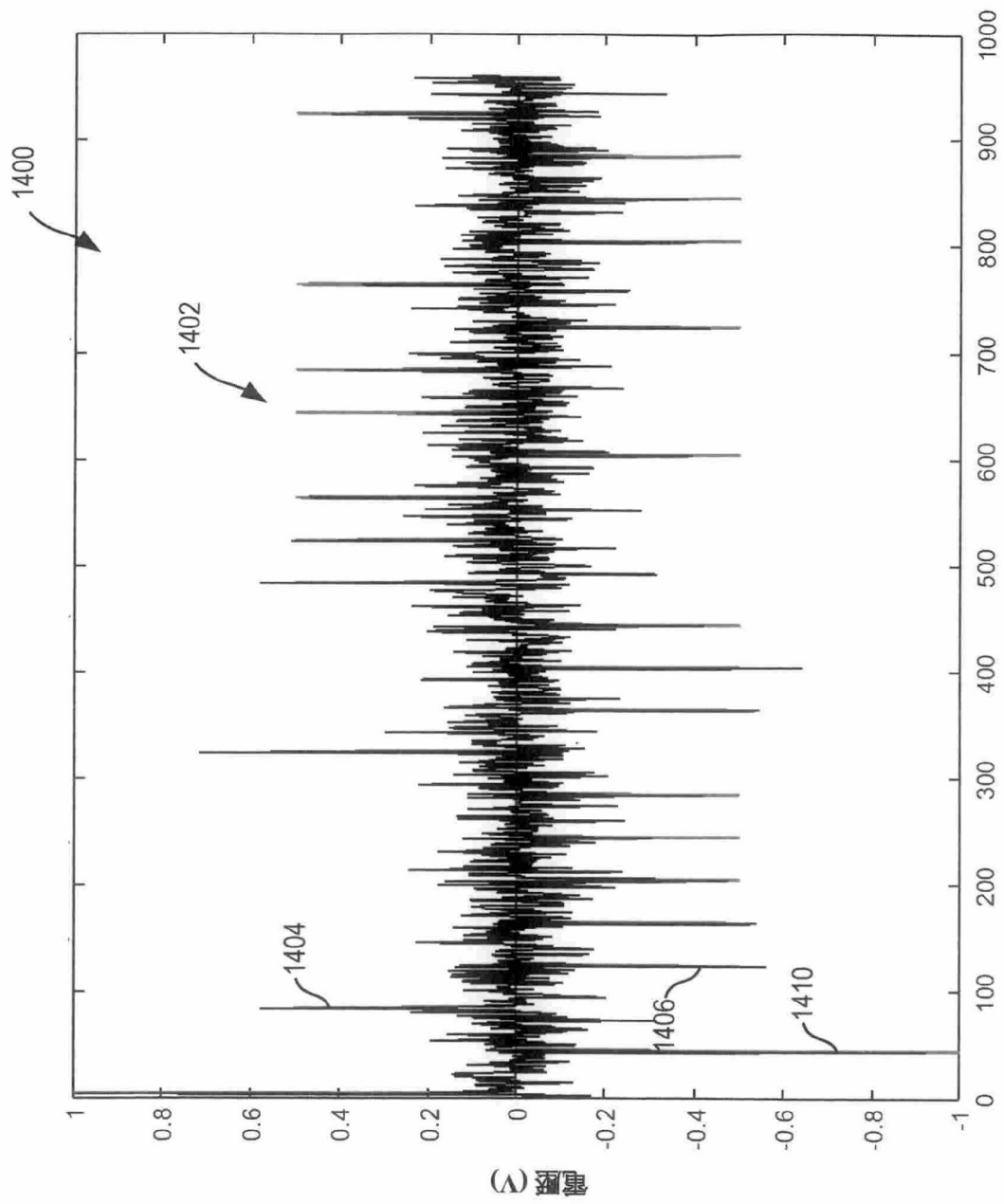


圖 56



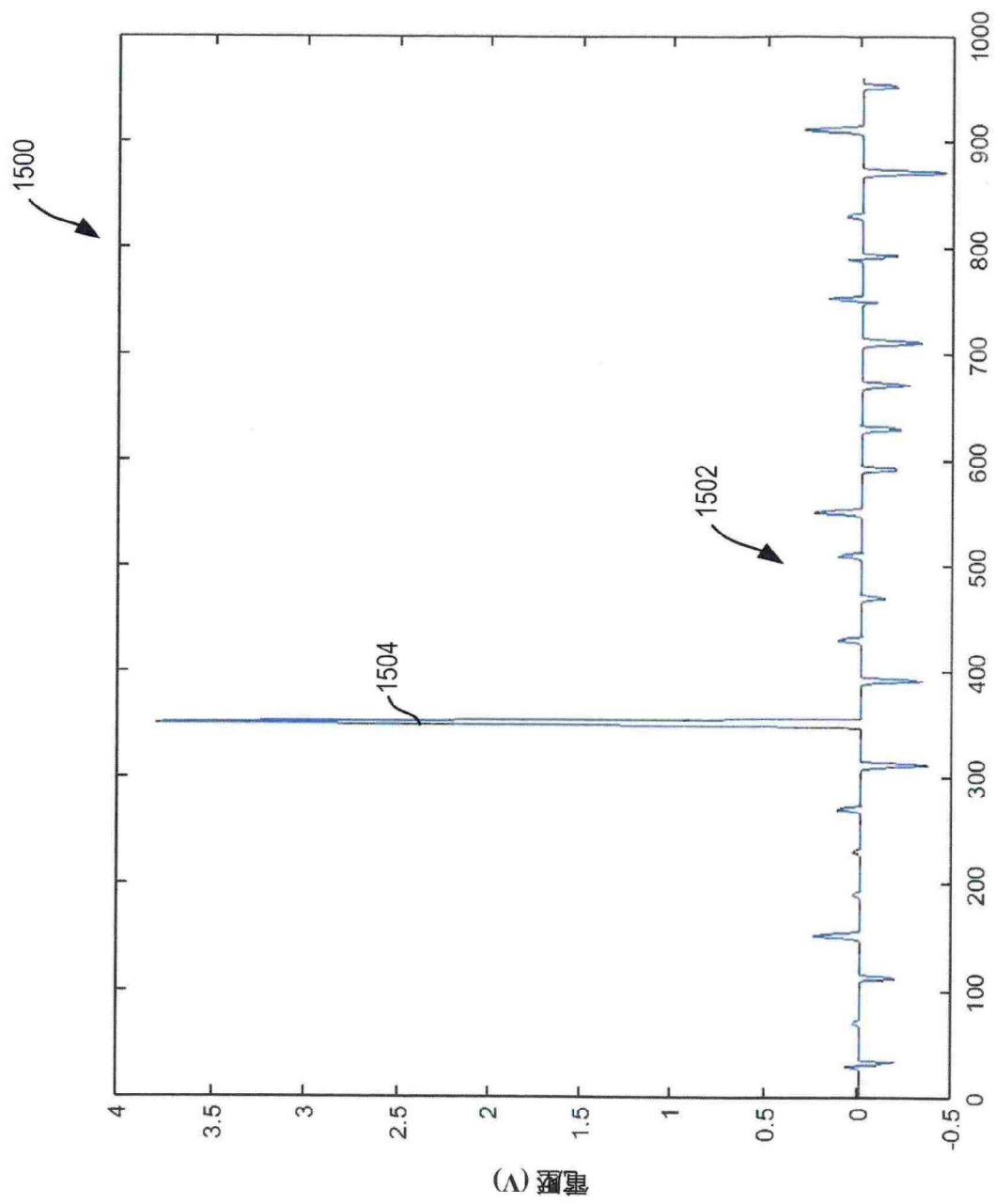
脈衝時序
t (μs)

圖 57



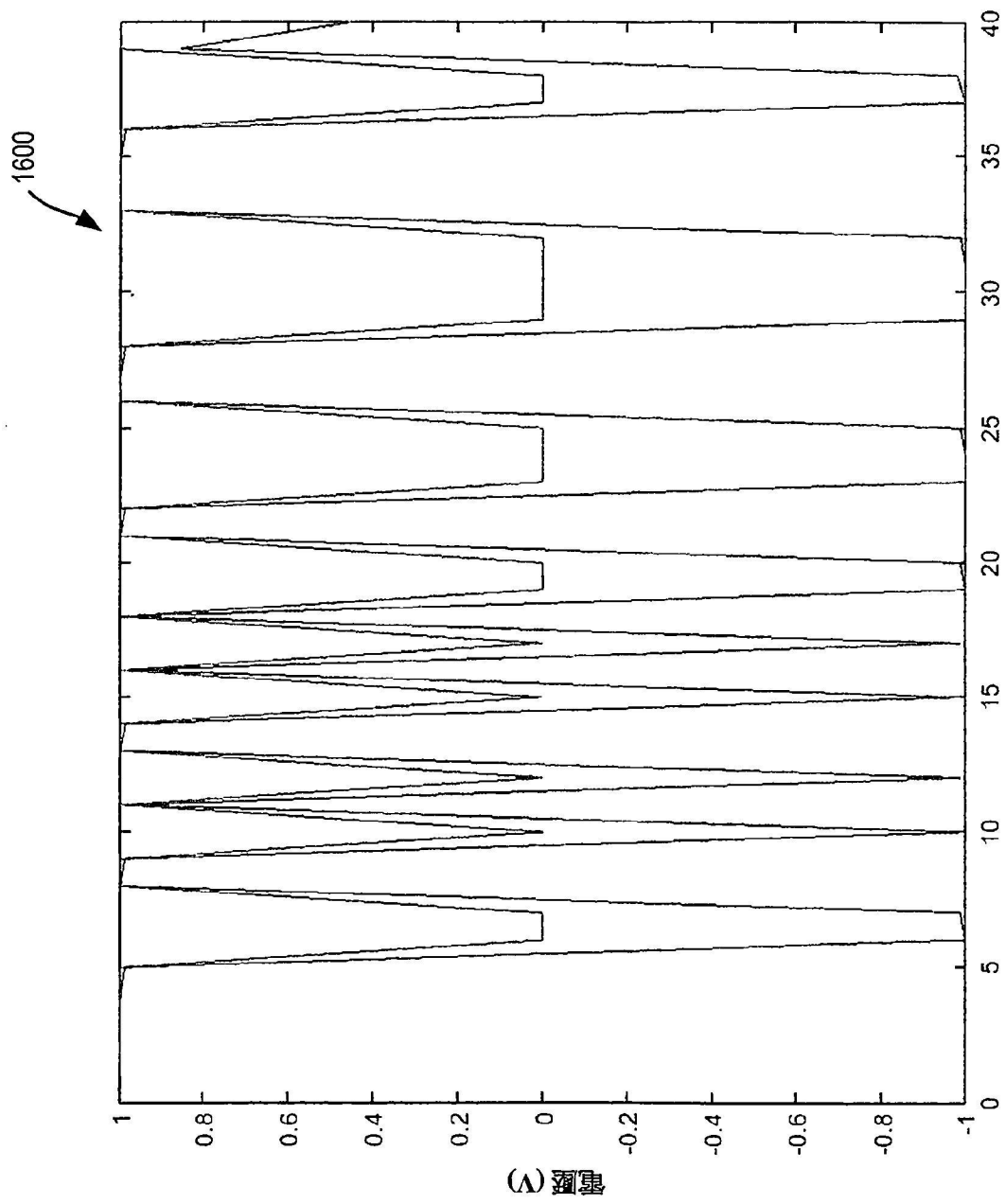
脈衝時序
t (μs)

圖 58



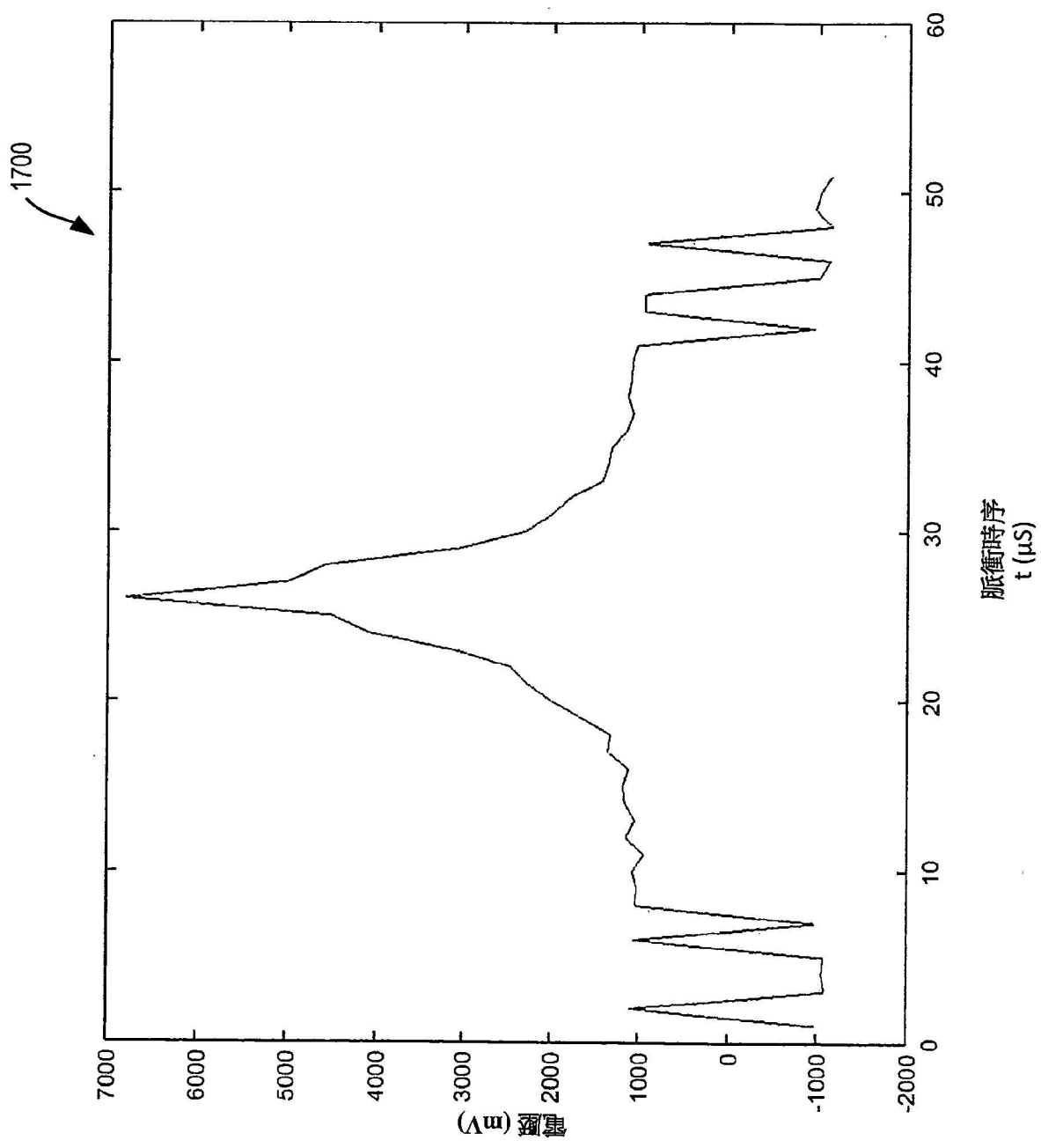
脈衝時序
 t (μs)

圖 59



脈衝時序
 t (μs)

圖 60

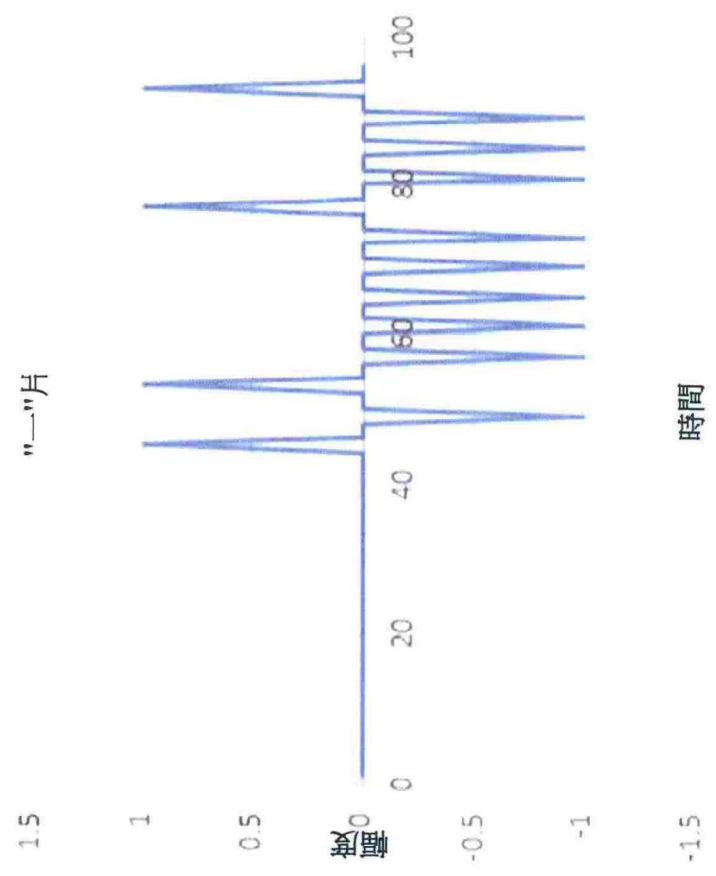


脈衝時序
 t (μs)

圖 61

1810

"一"片



1800

"零"片

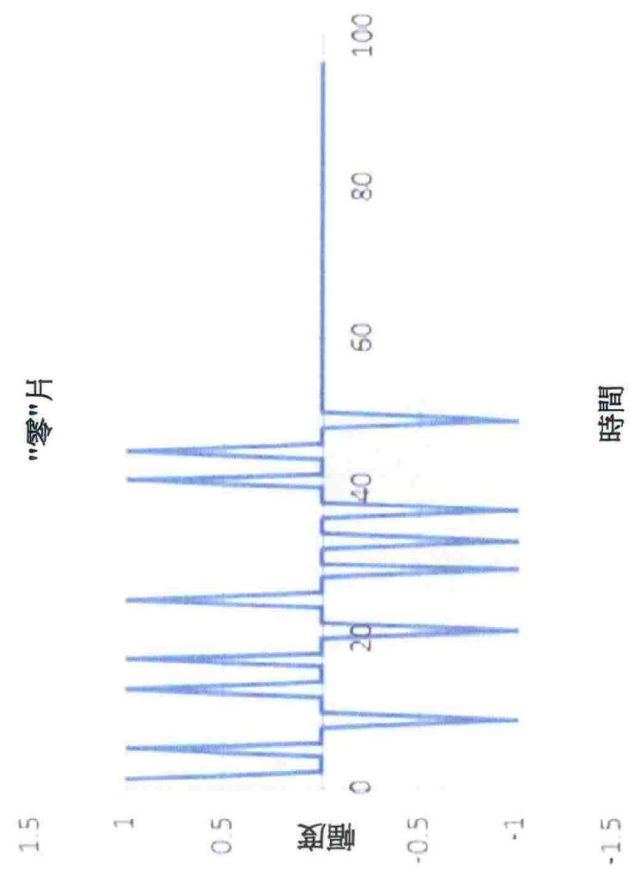


圖 62

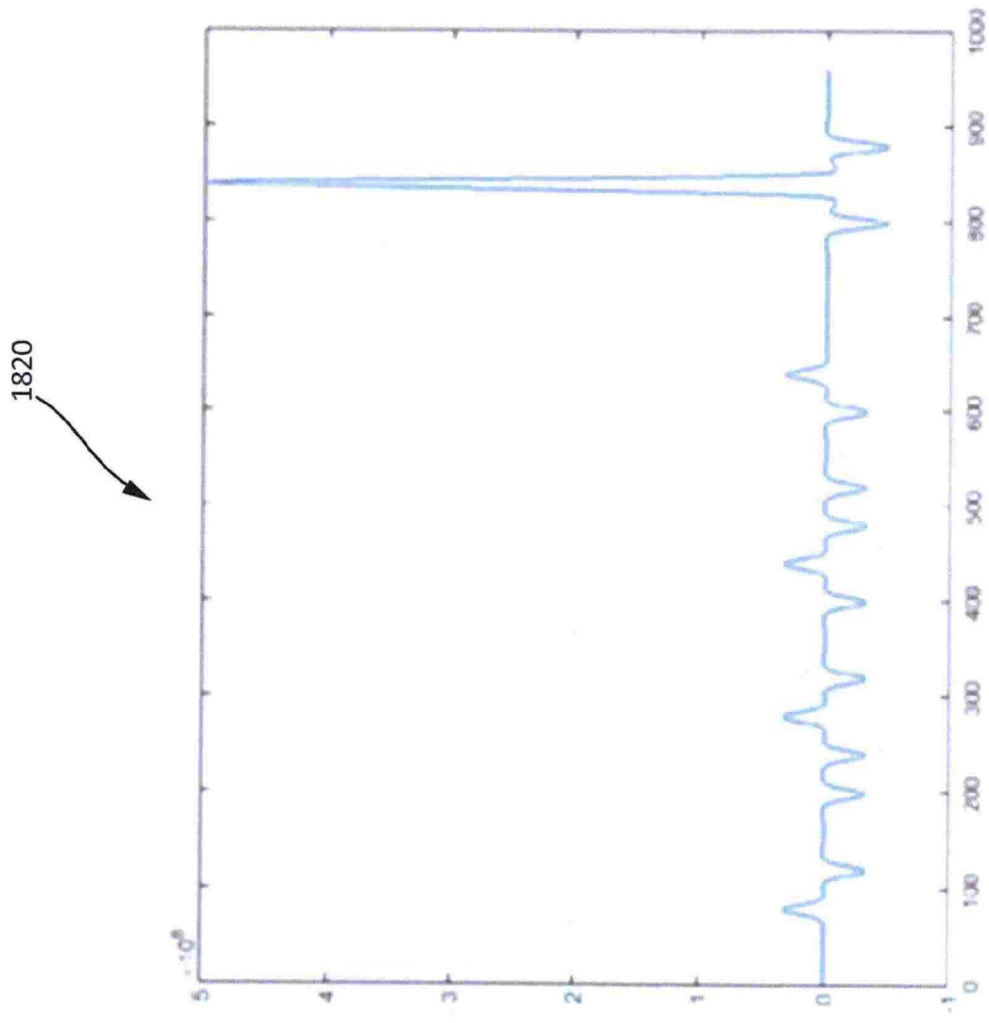


圖 63

1830

1840

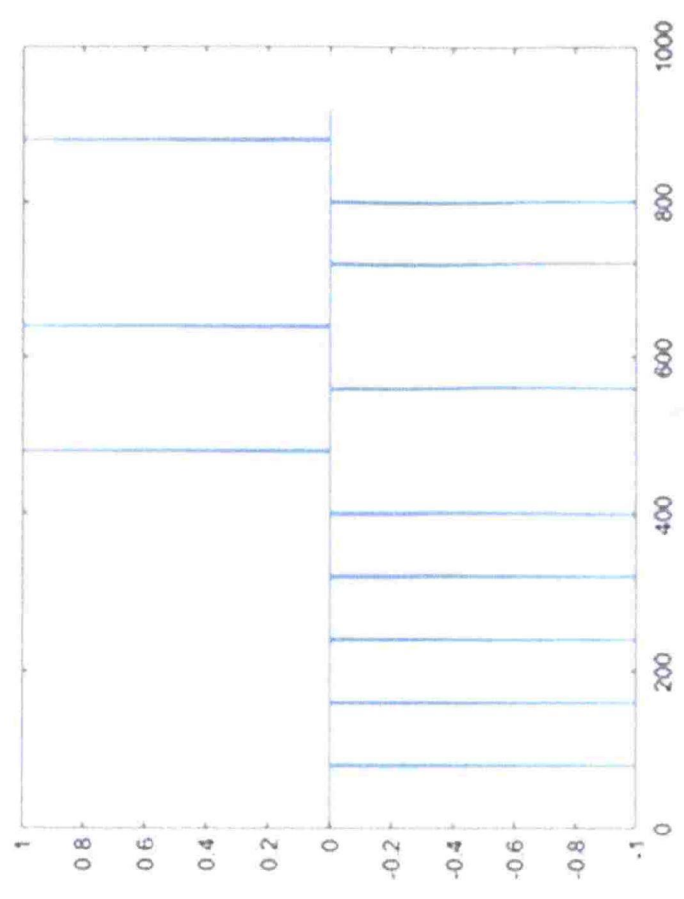
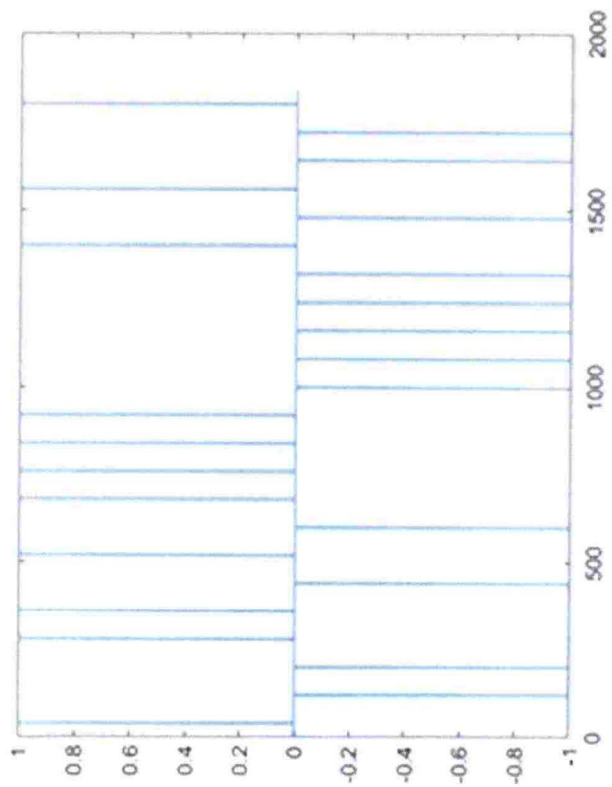


圖 64

1850



1860

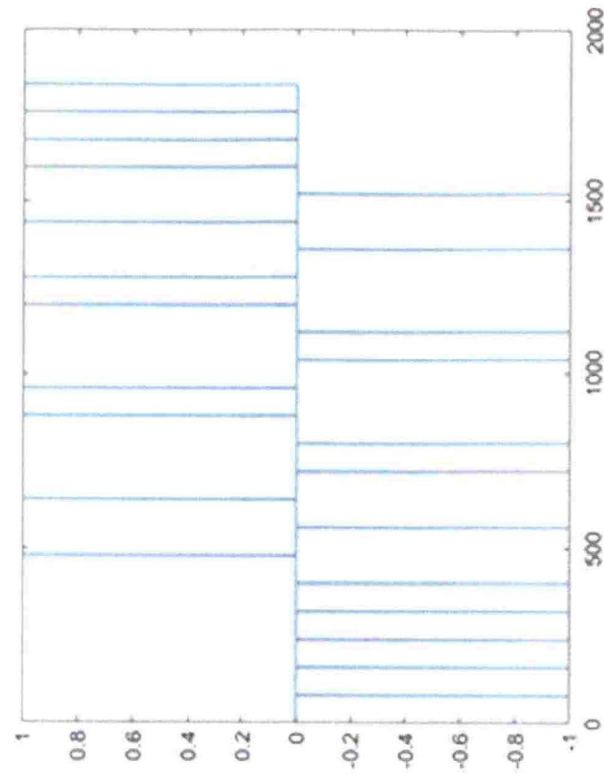


圖 65

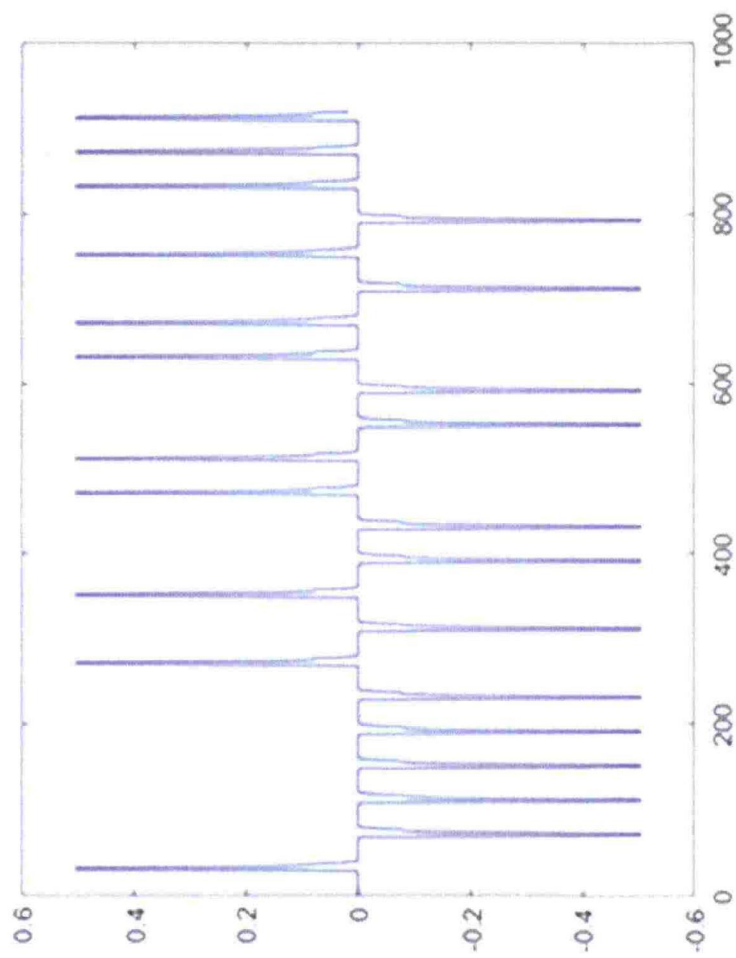


圖 66

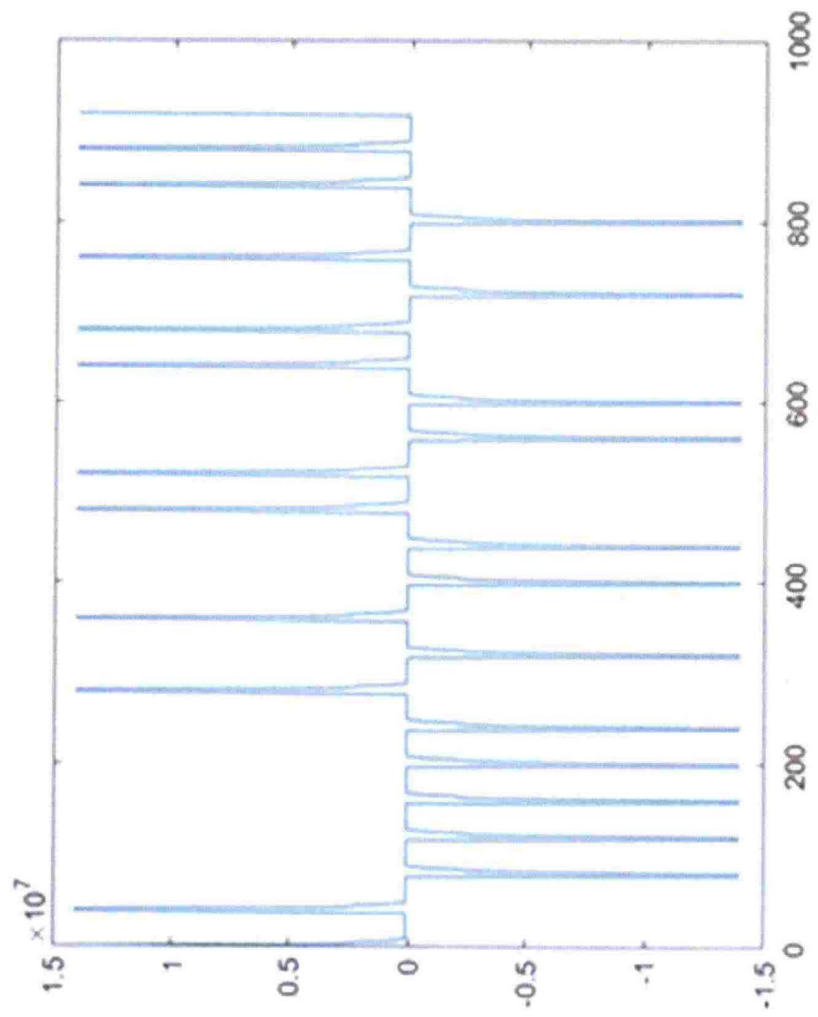


圖 67

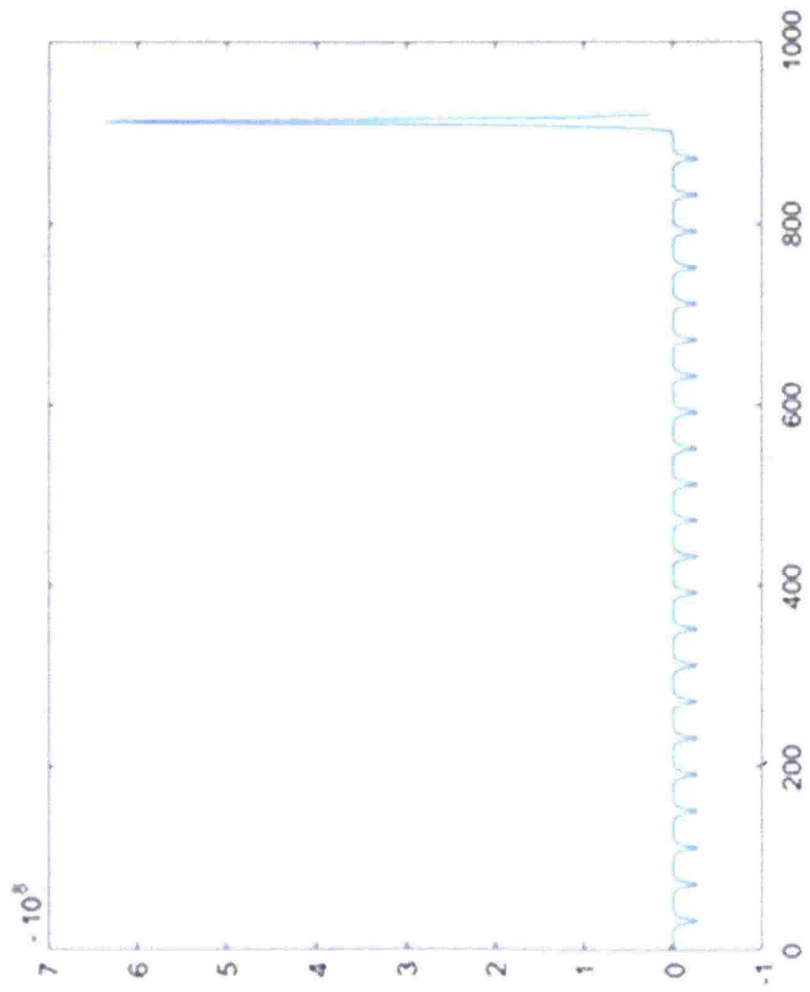


圖 68

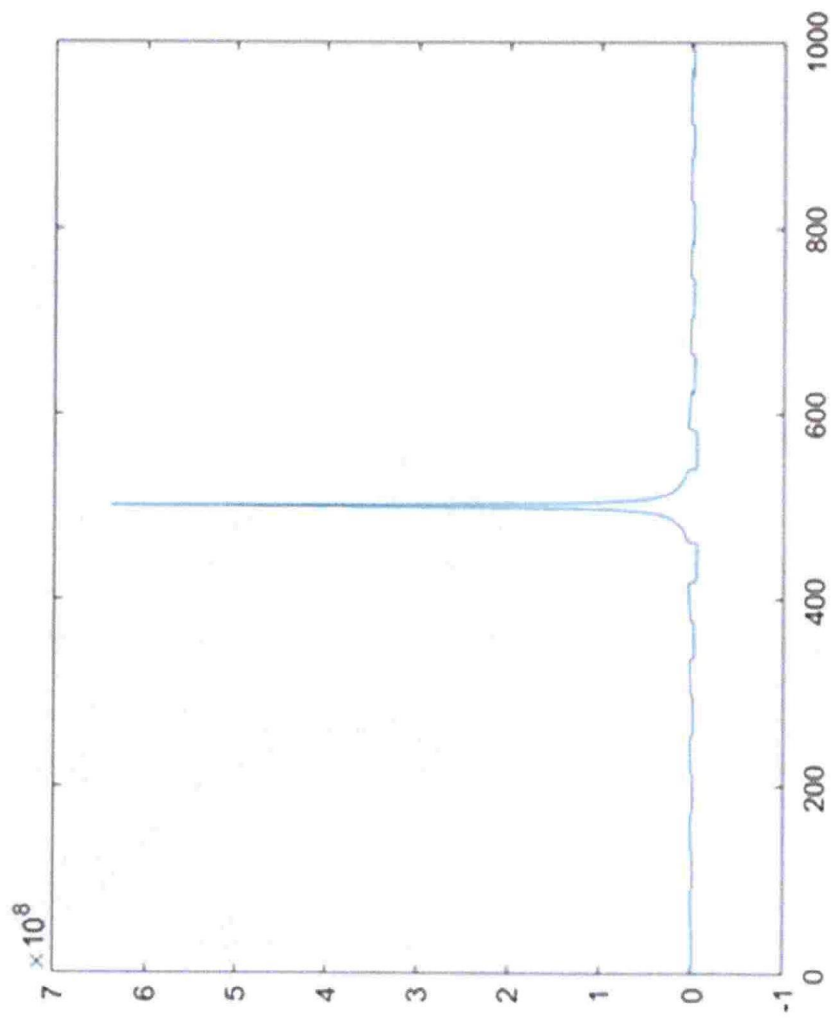


圖 69

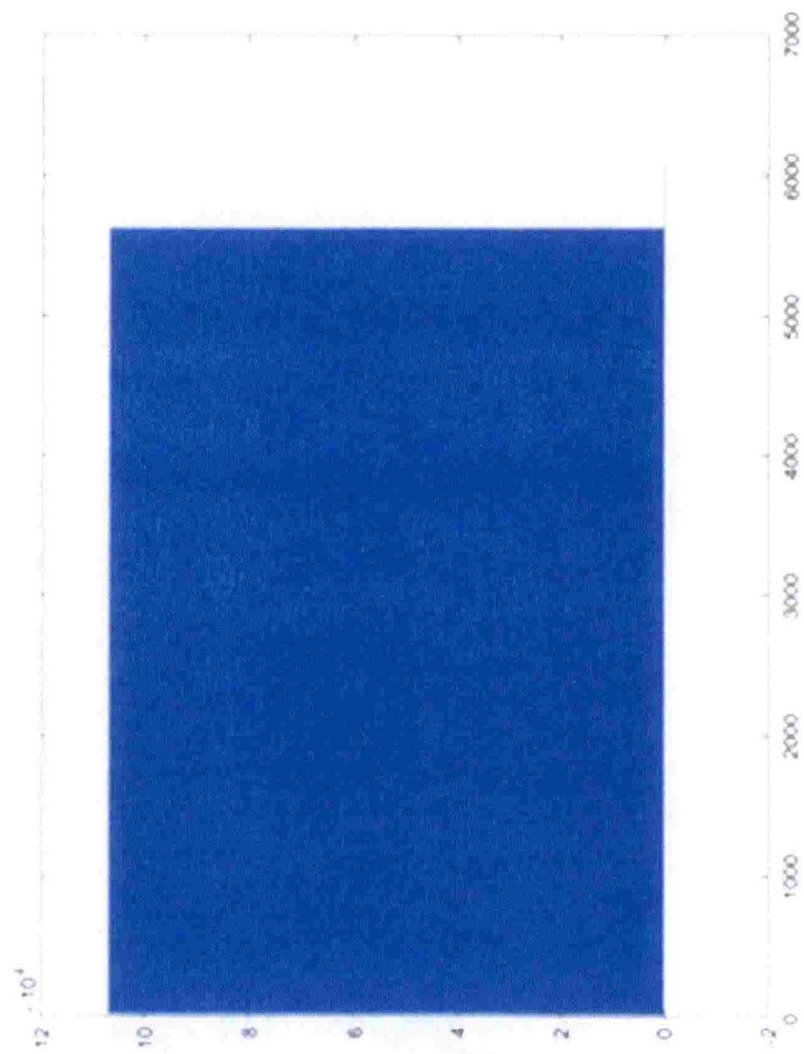


圖 70

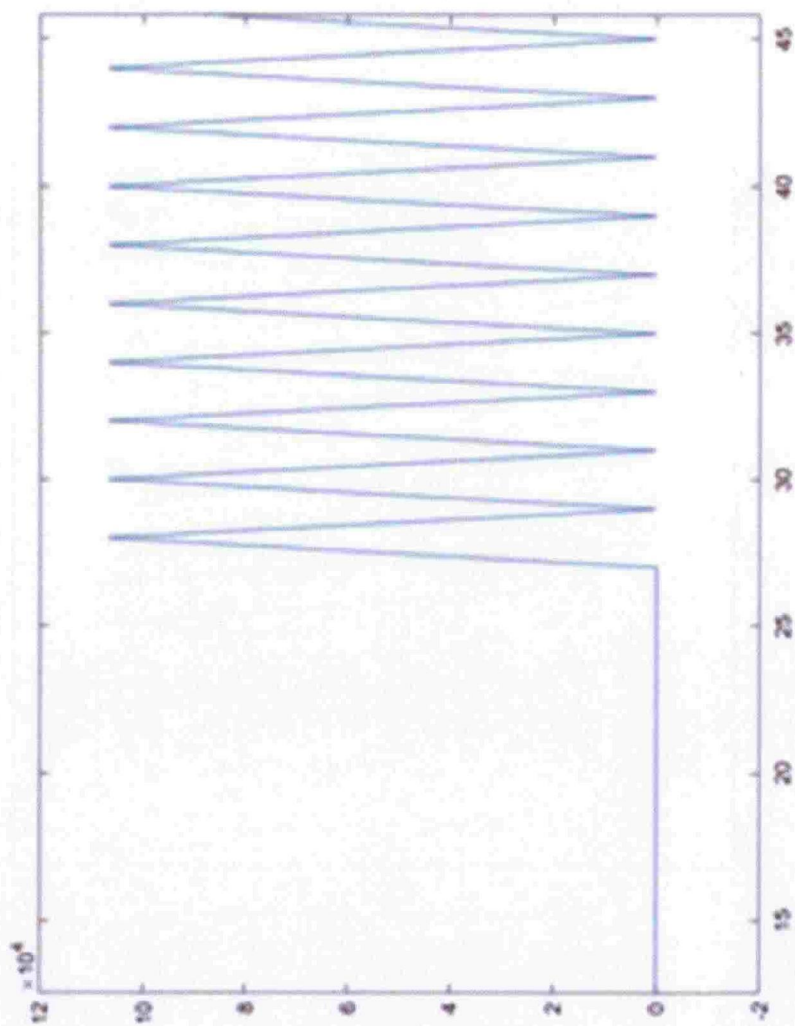


圖 71

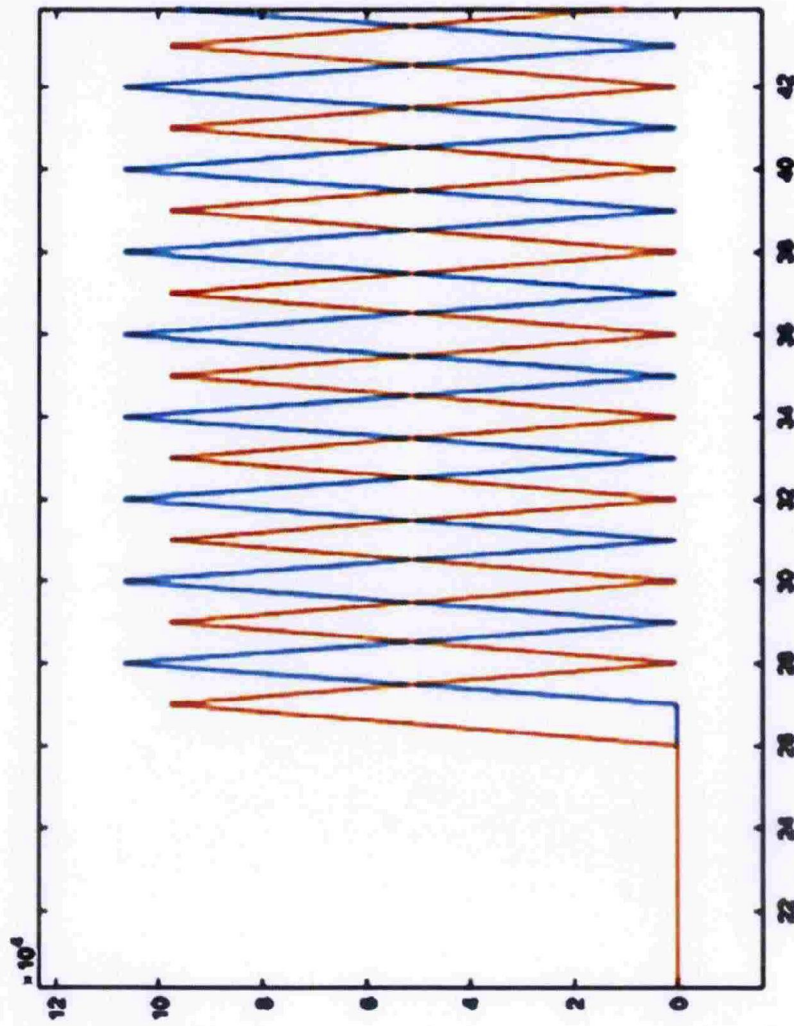


圖 72

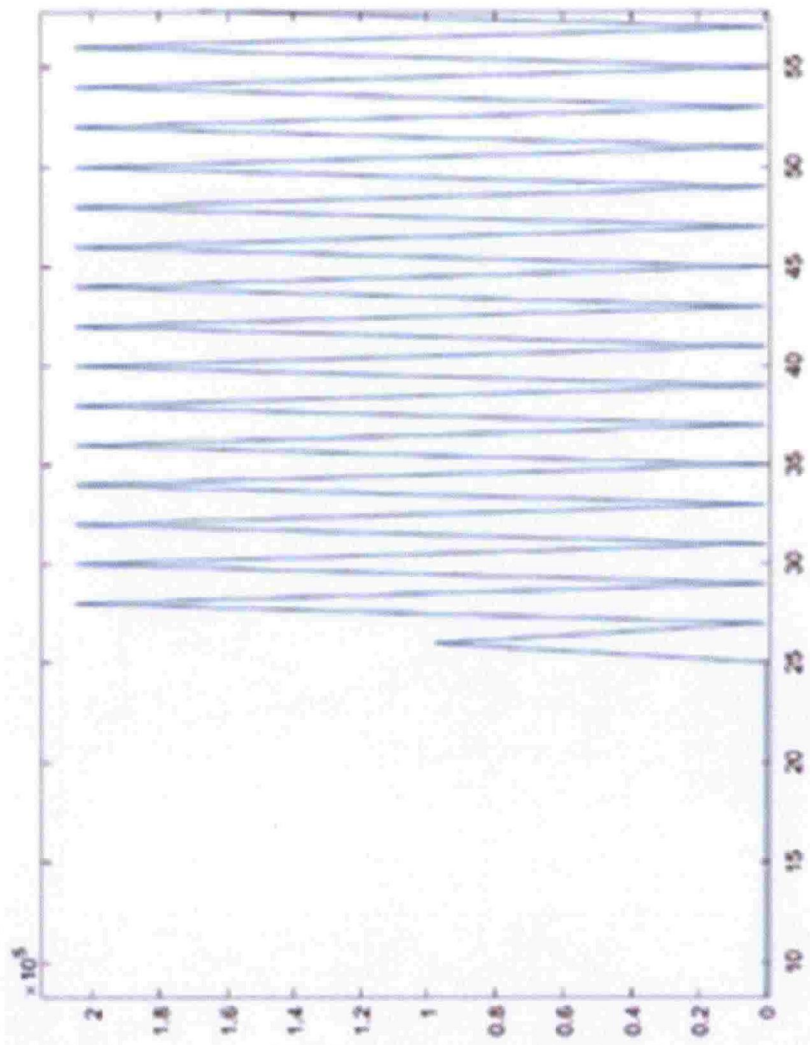


圖 73

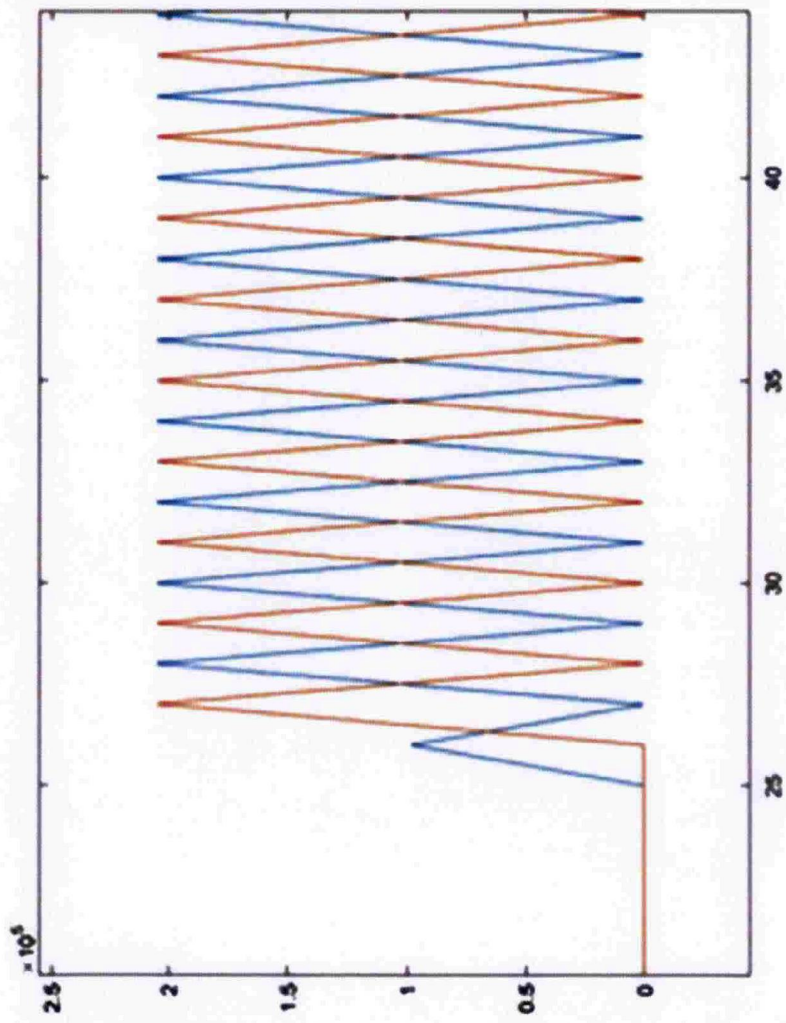


圖 74

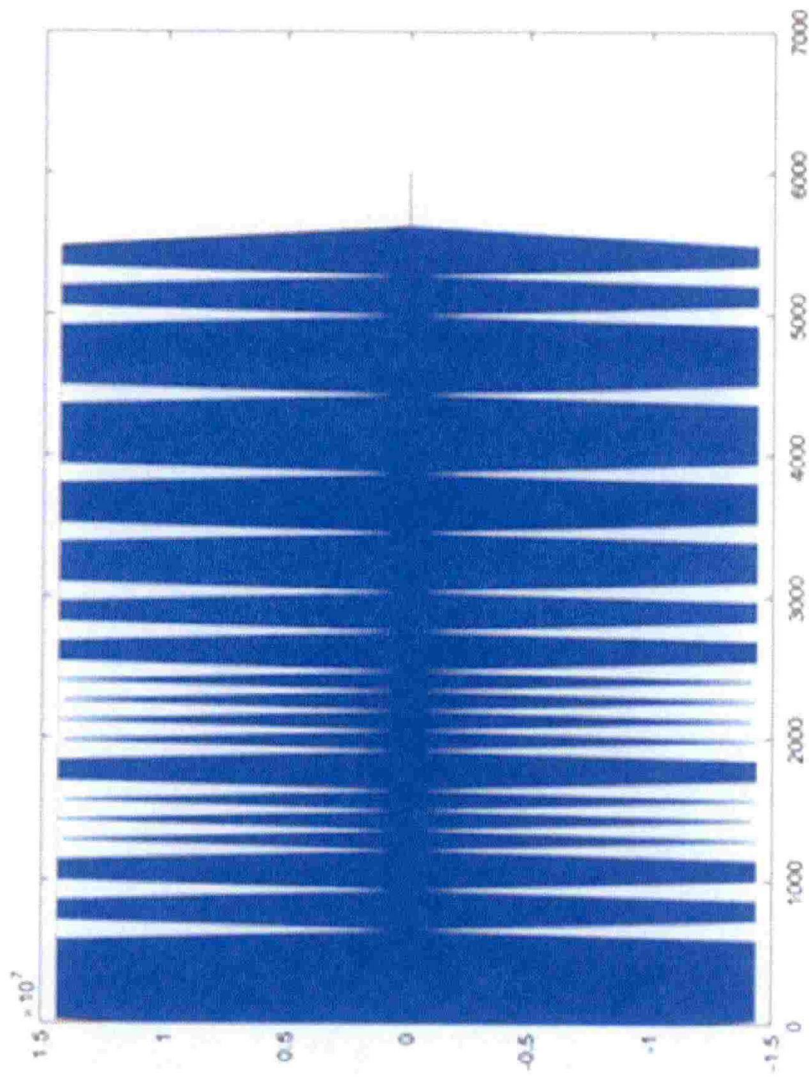


圖 75

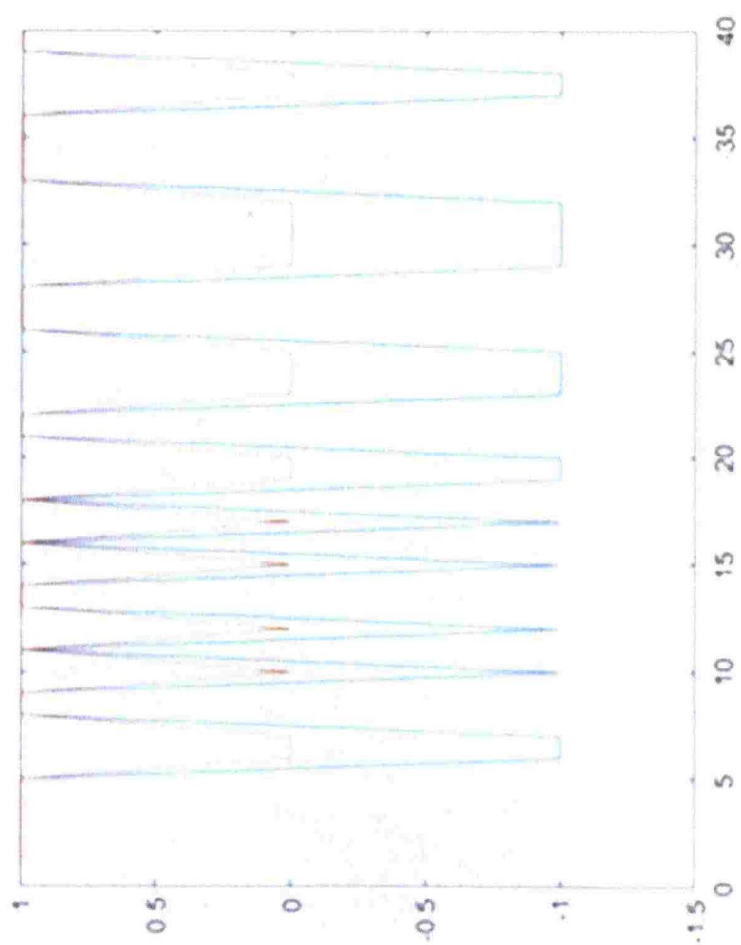


圖 76

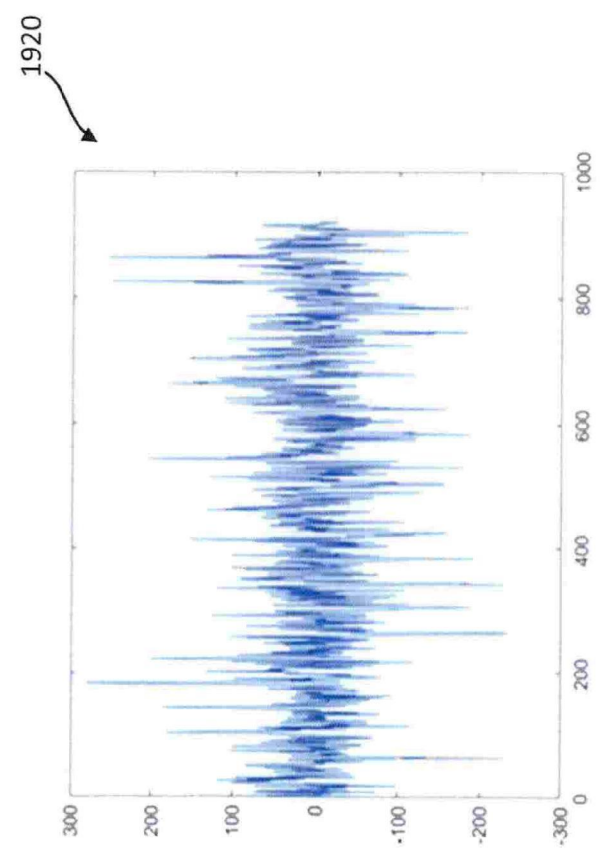
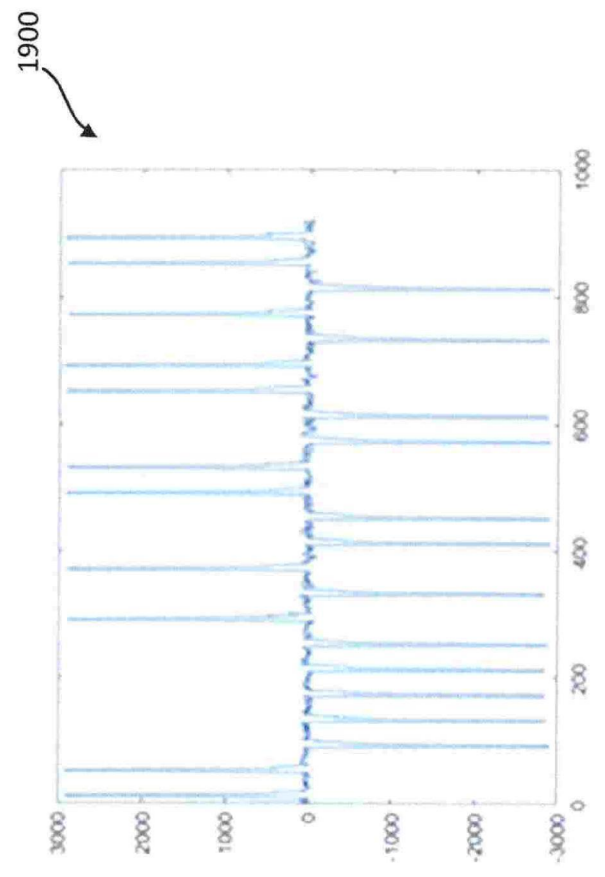
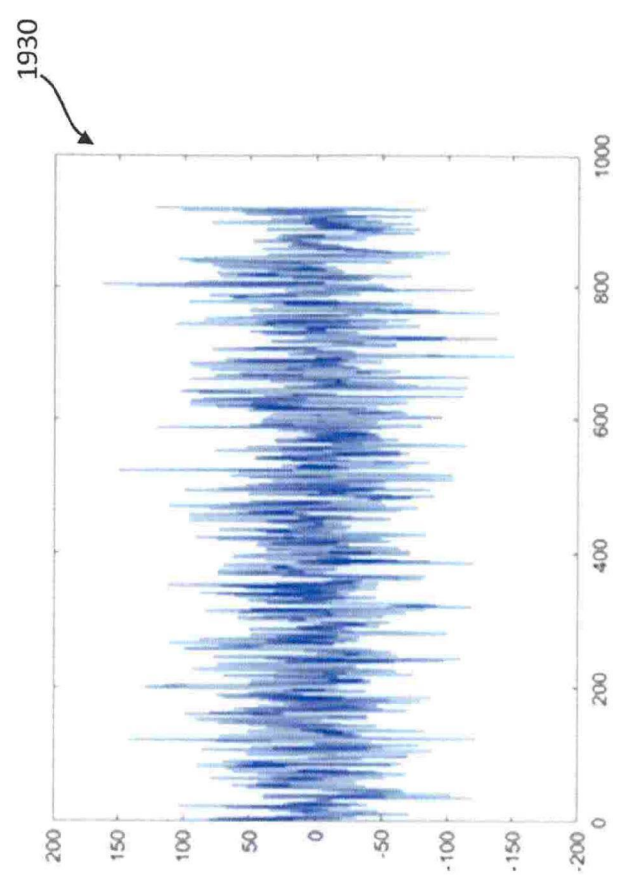
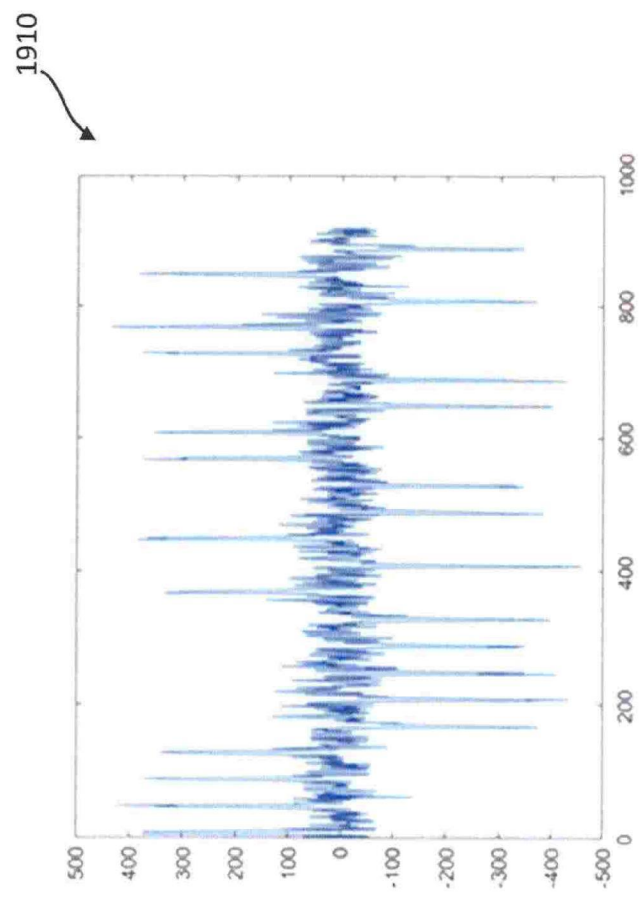


圖 77

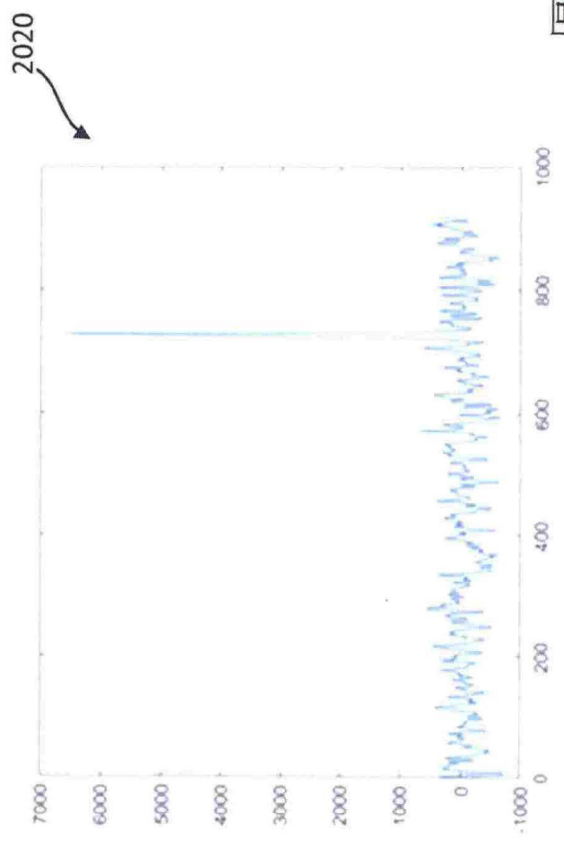
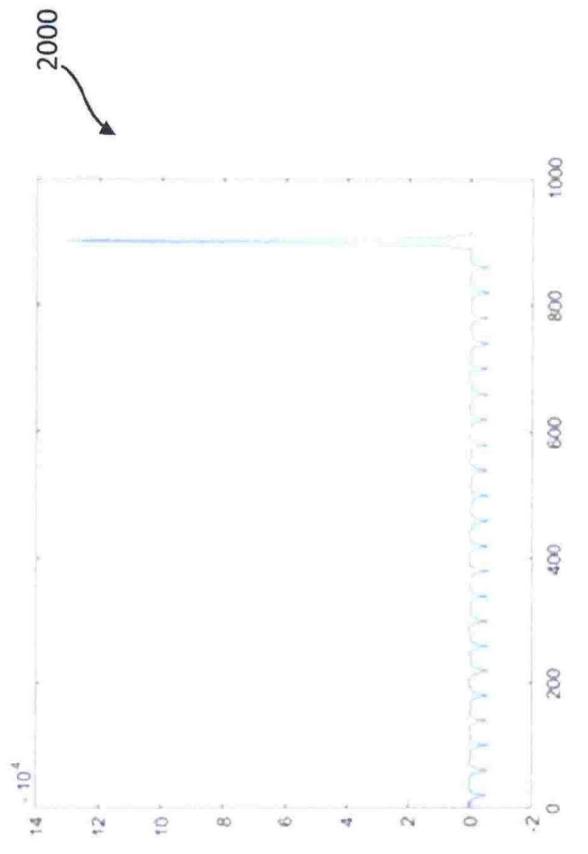
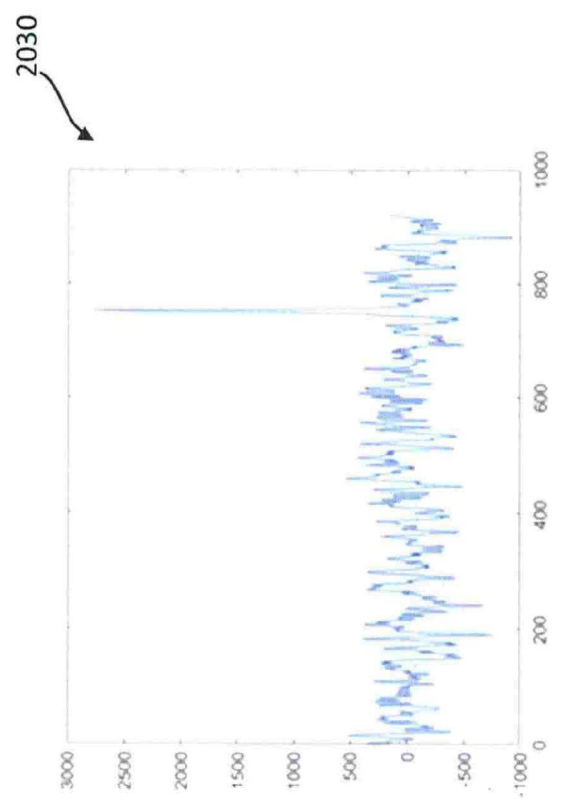
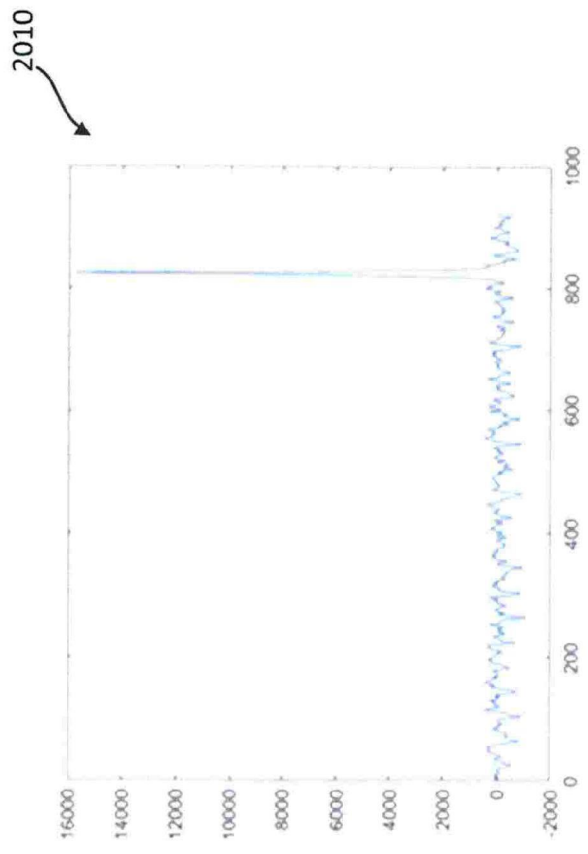


圖 78

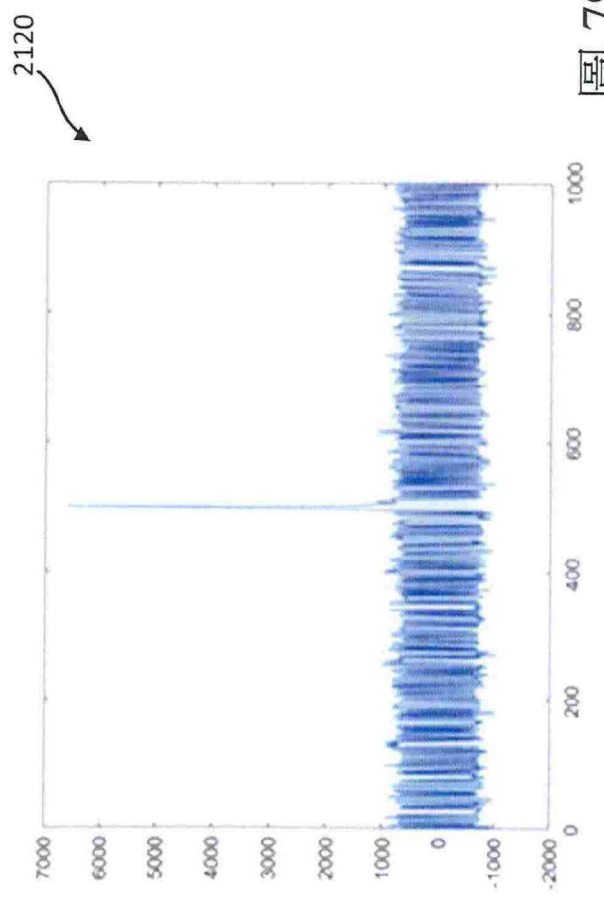
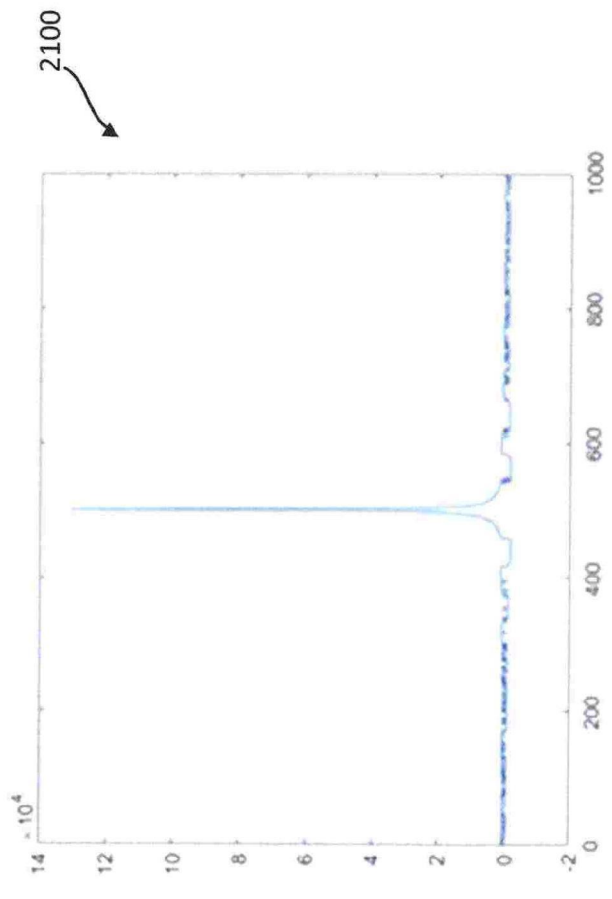
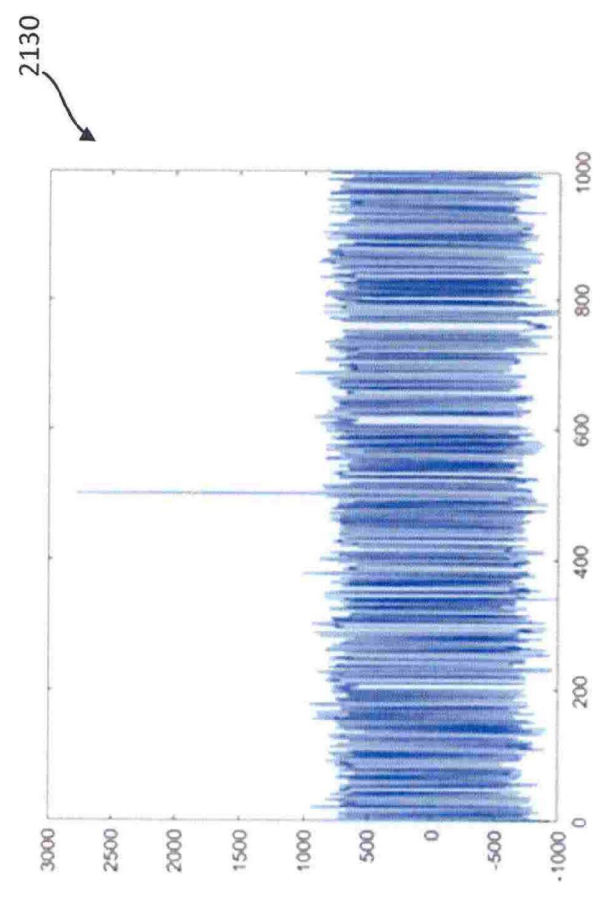
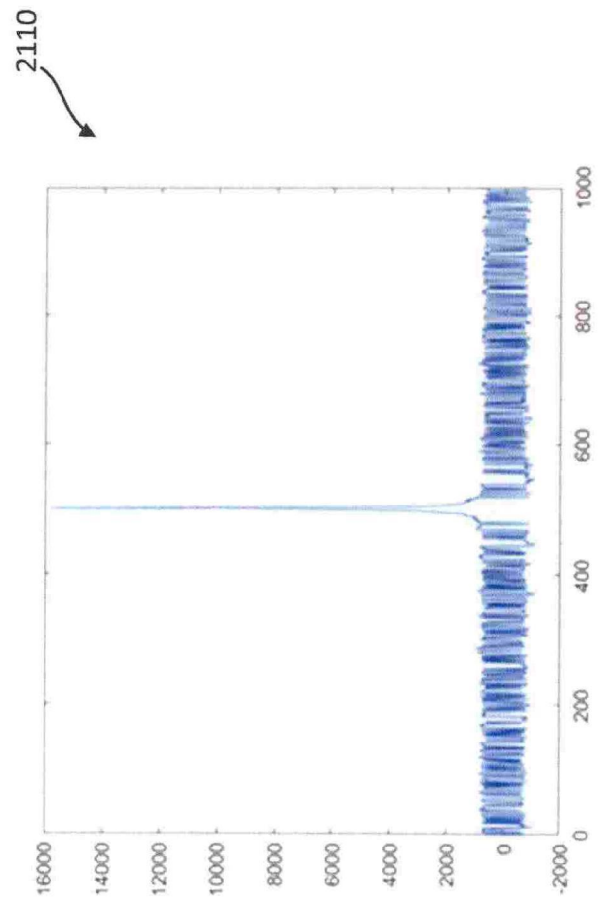


圖 79

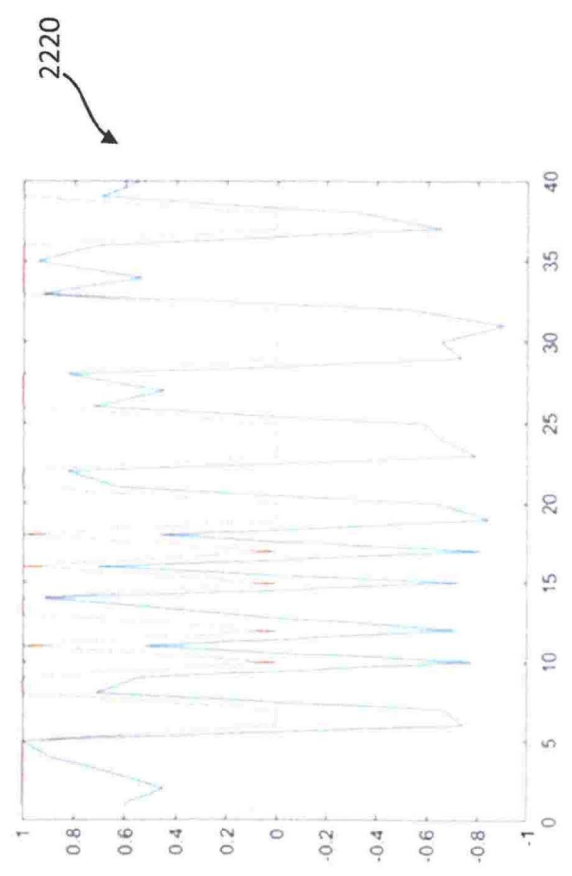
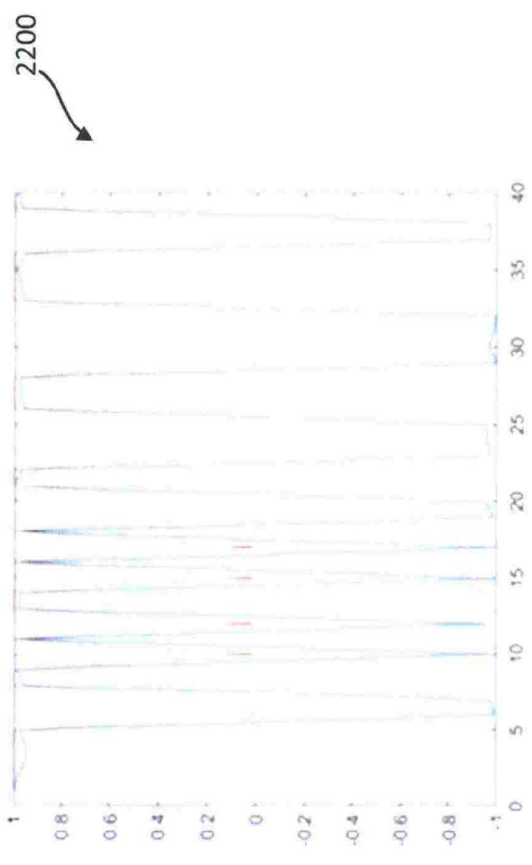
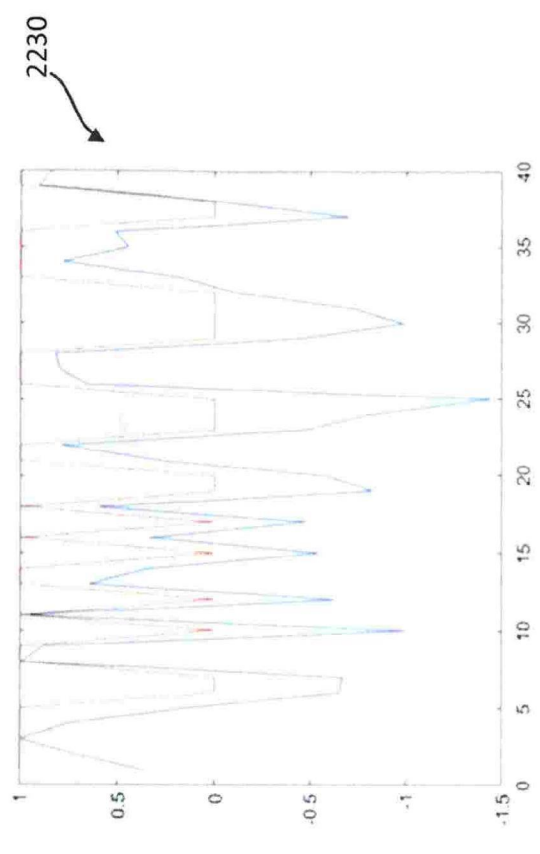
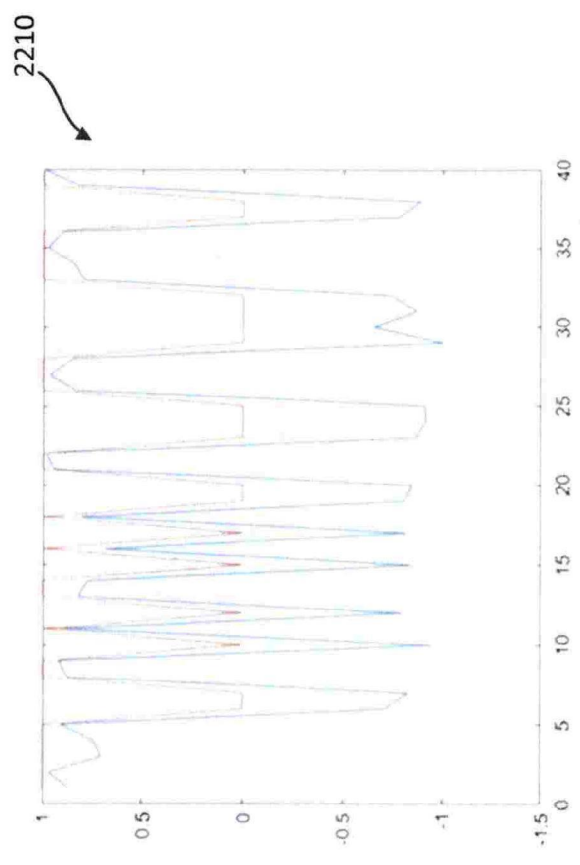


圖 80



圖 81

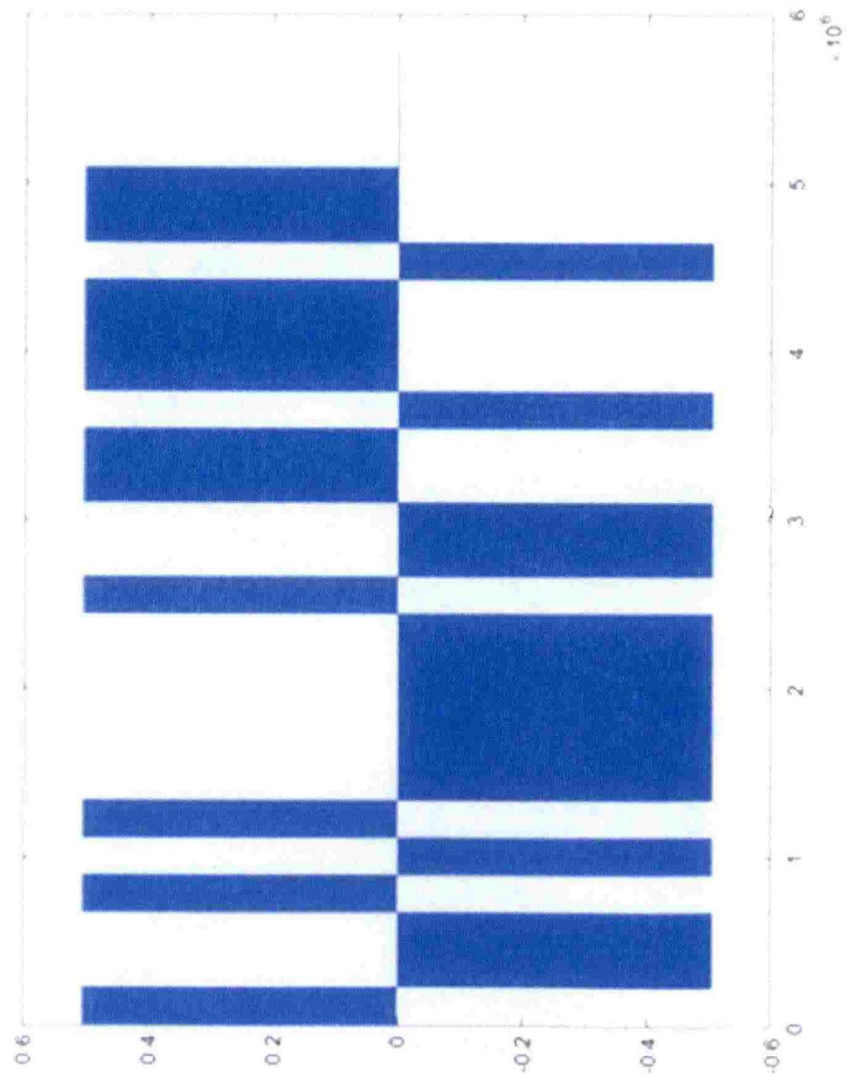


圖 82

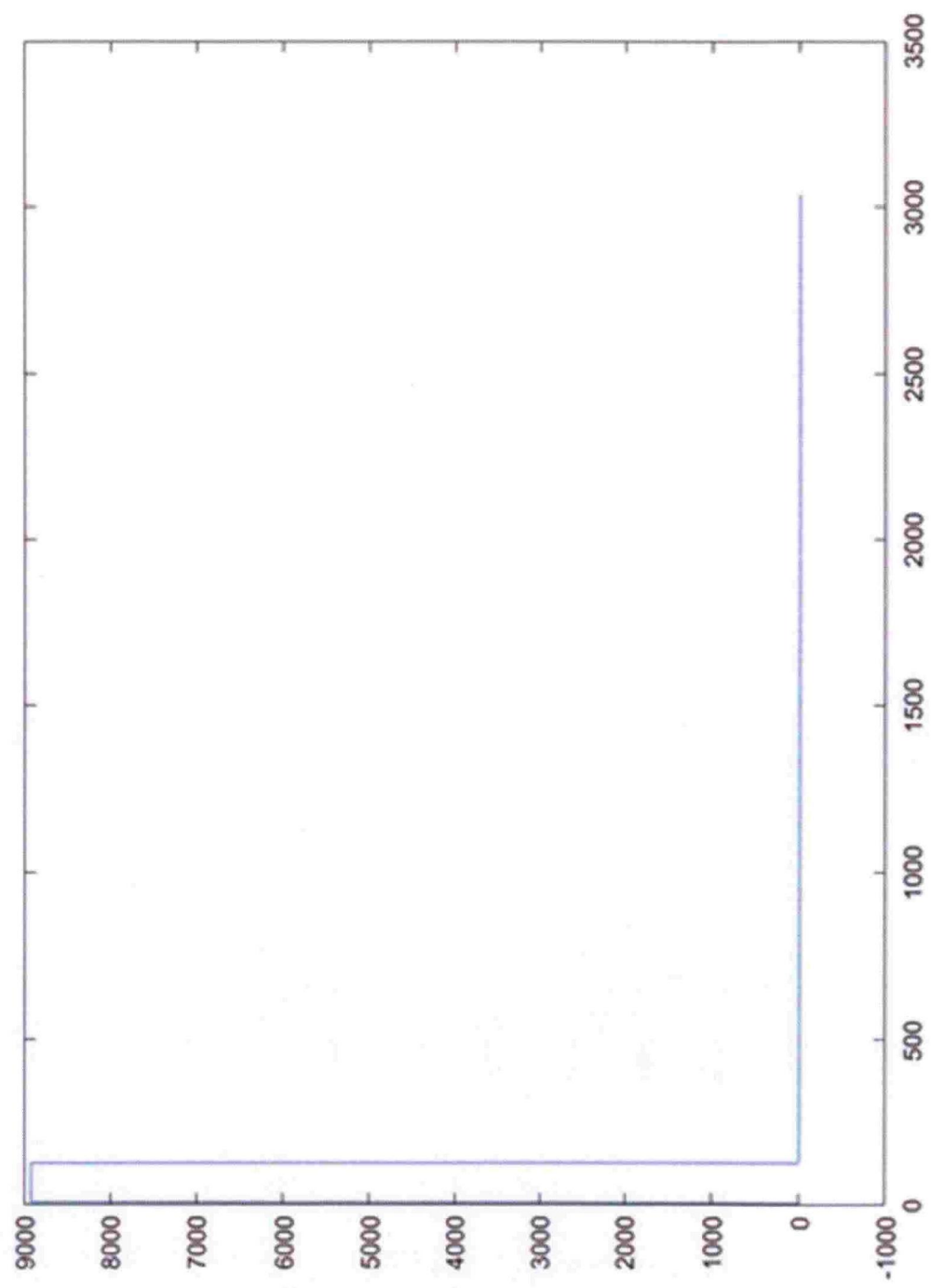


圖 83

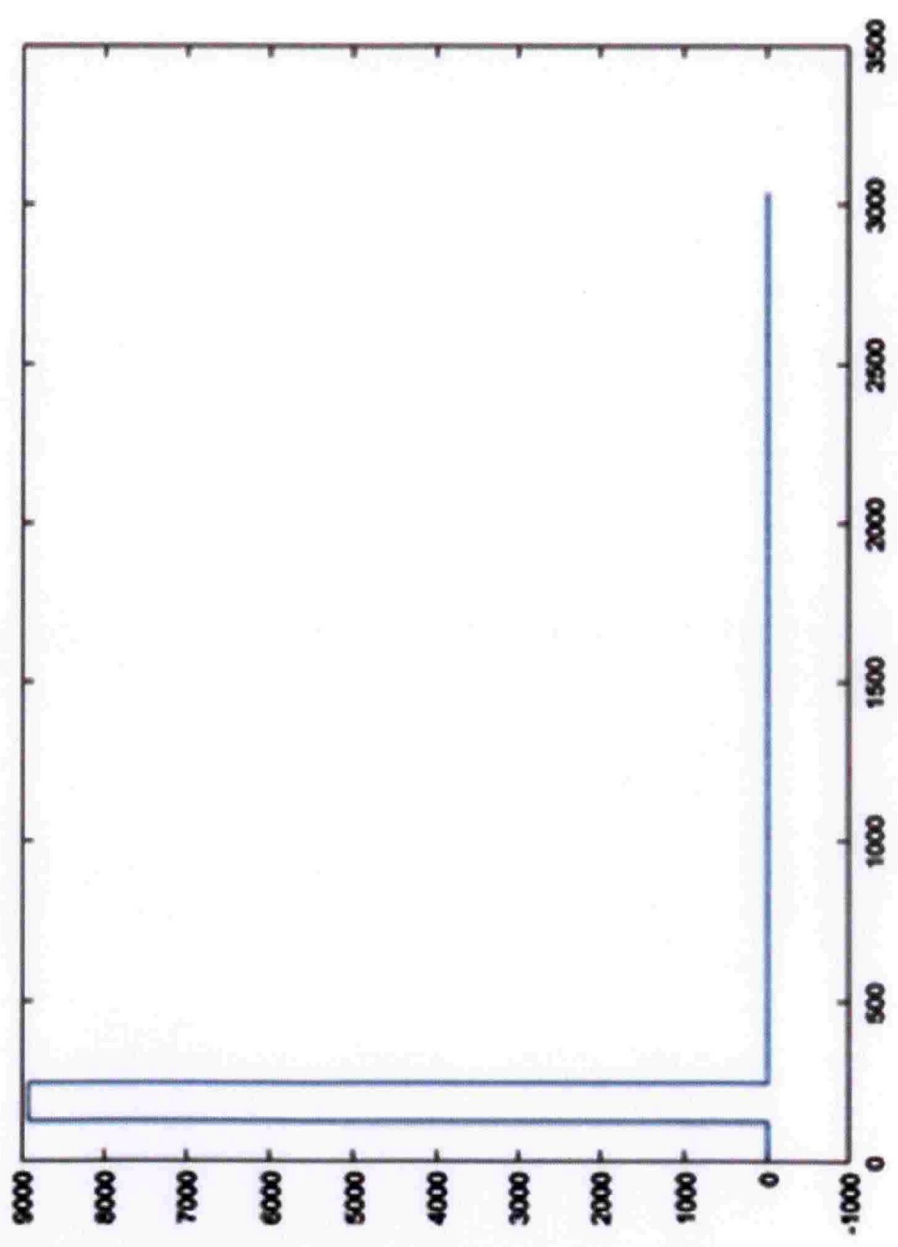


圖 84

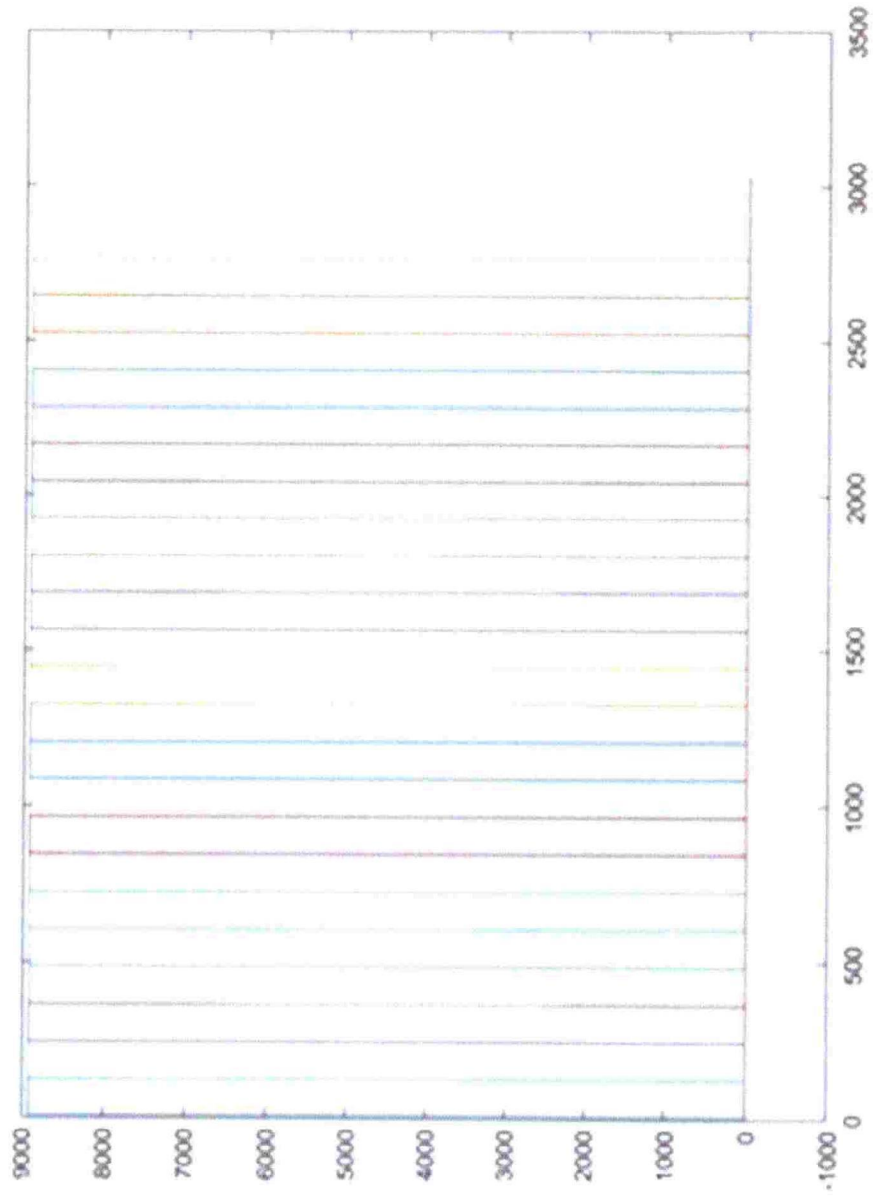


圖 85

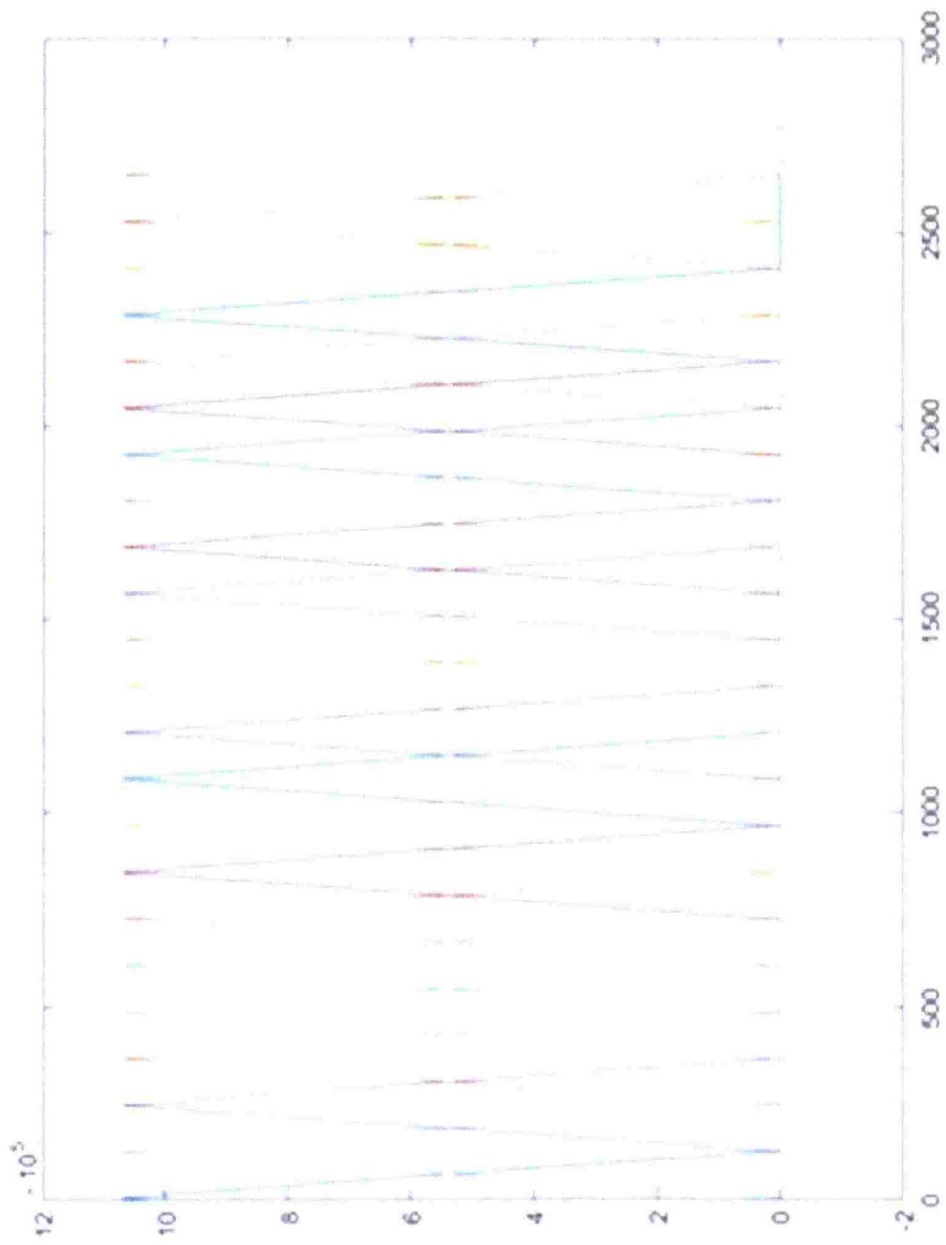


圖 86

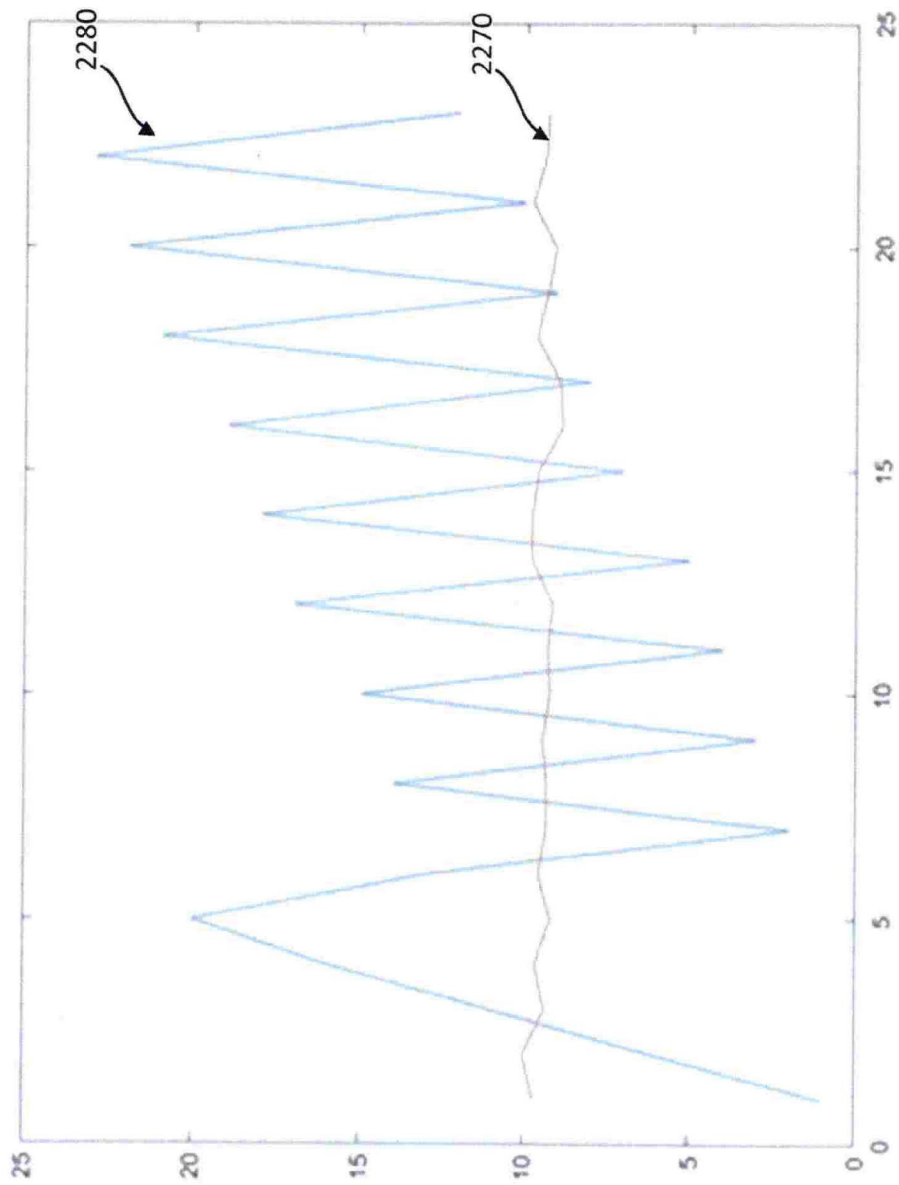


圖 87

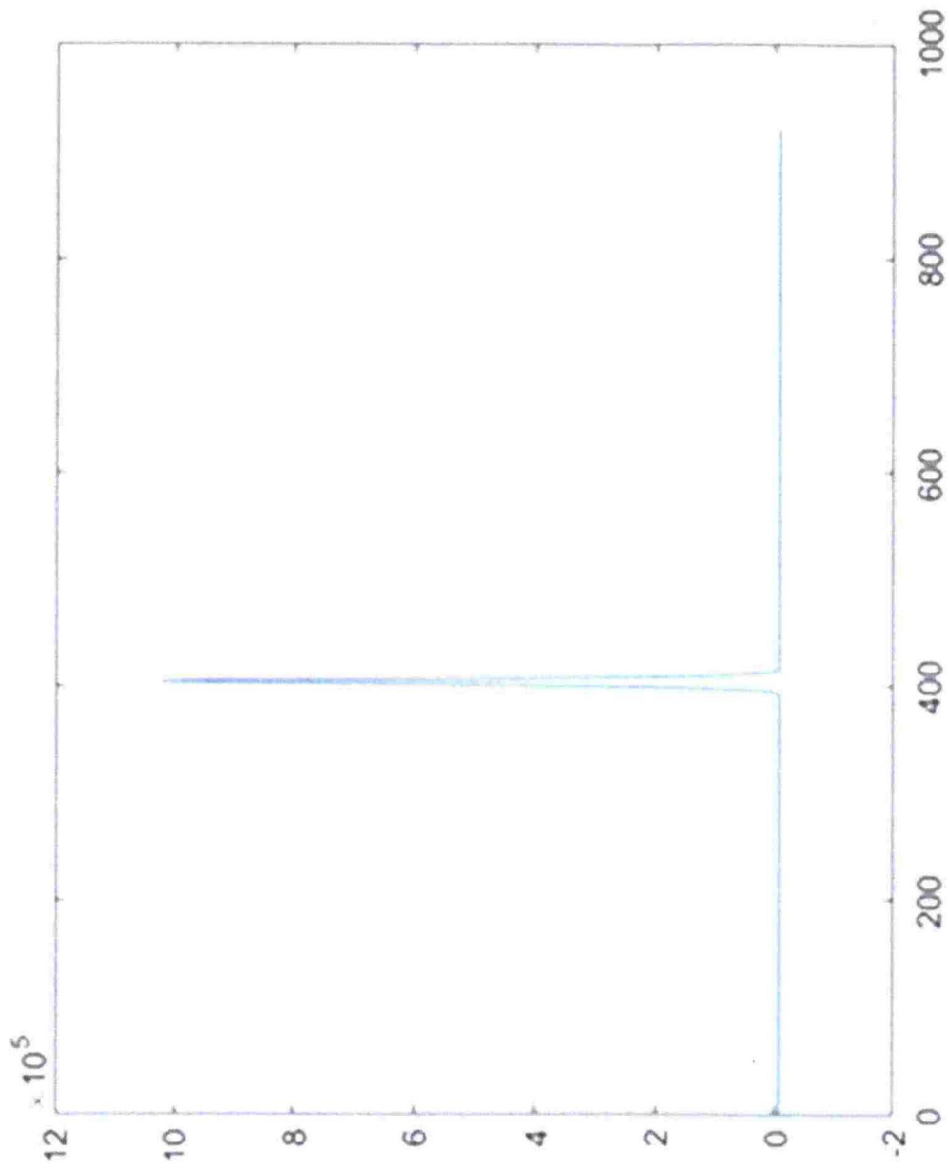


圖 88

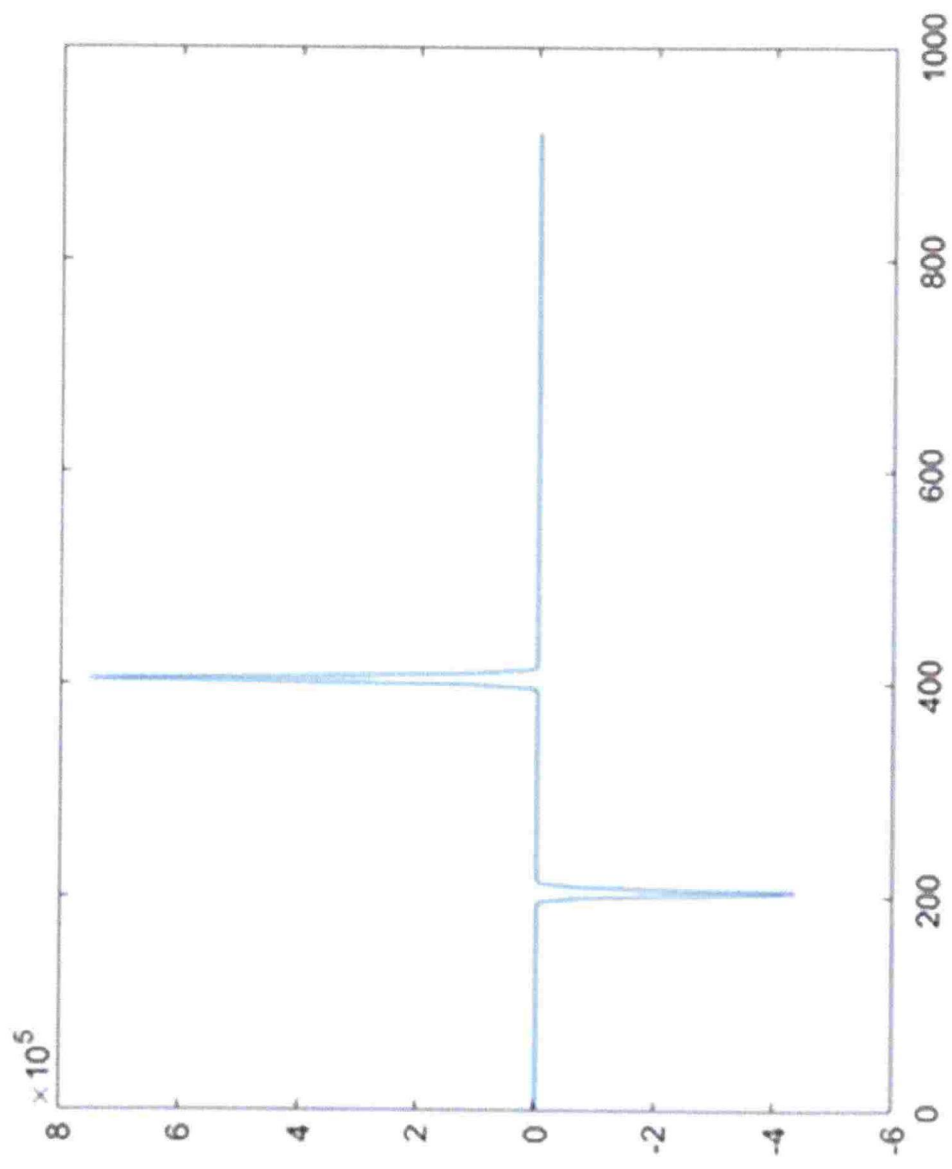


圖 89

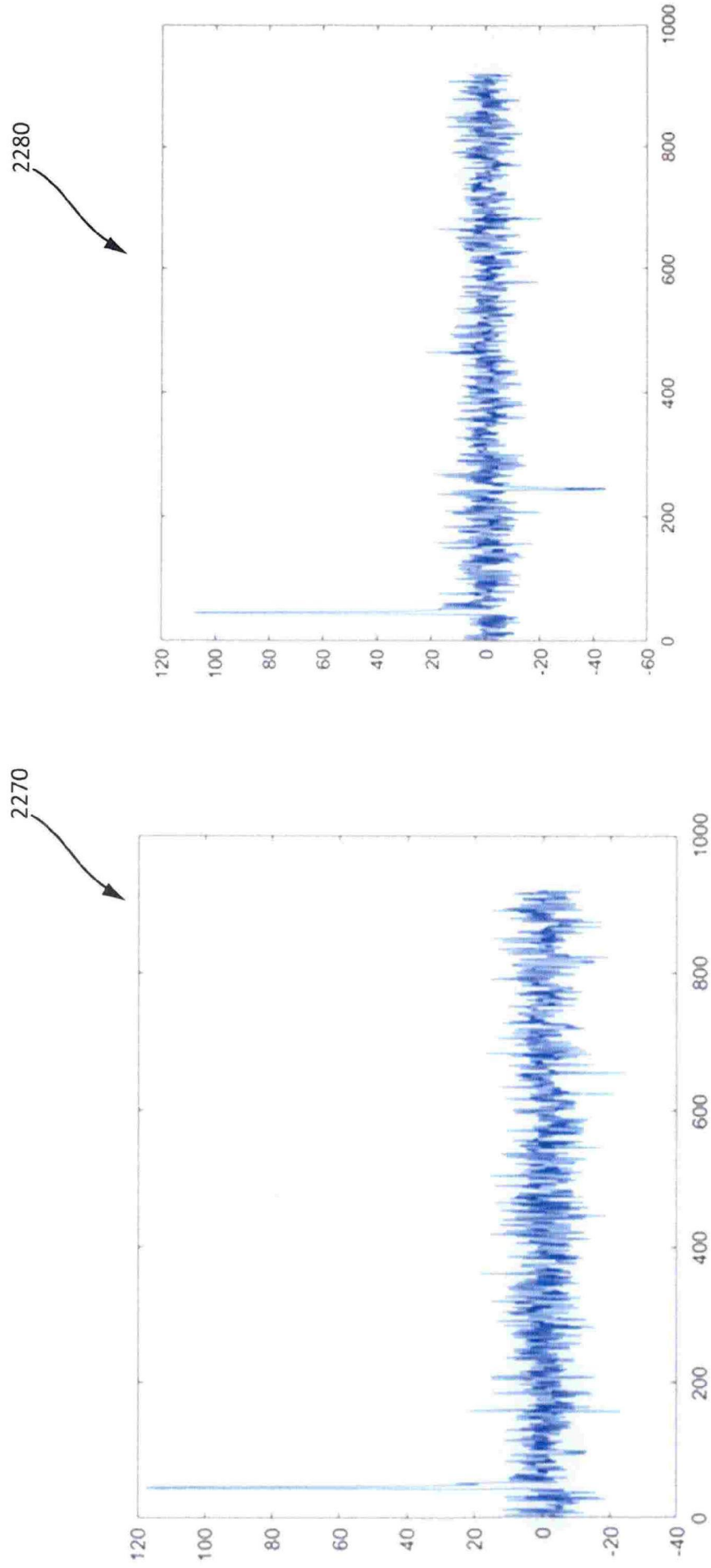


圖 90

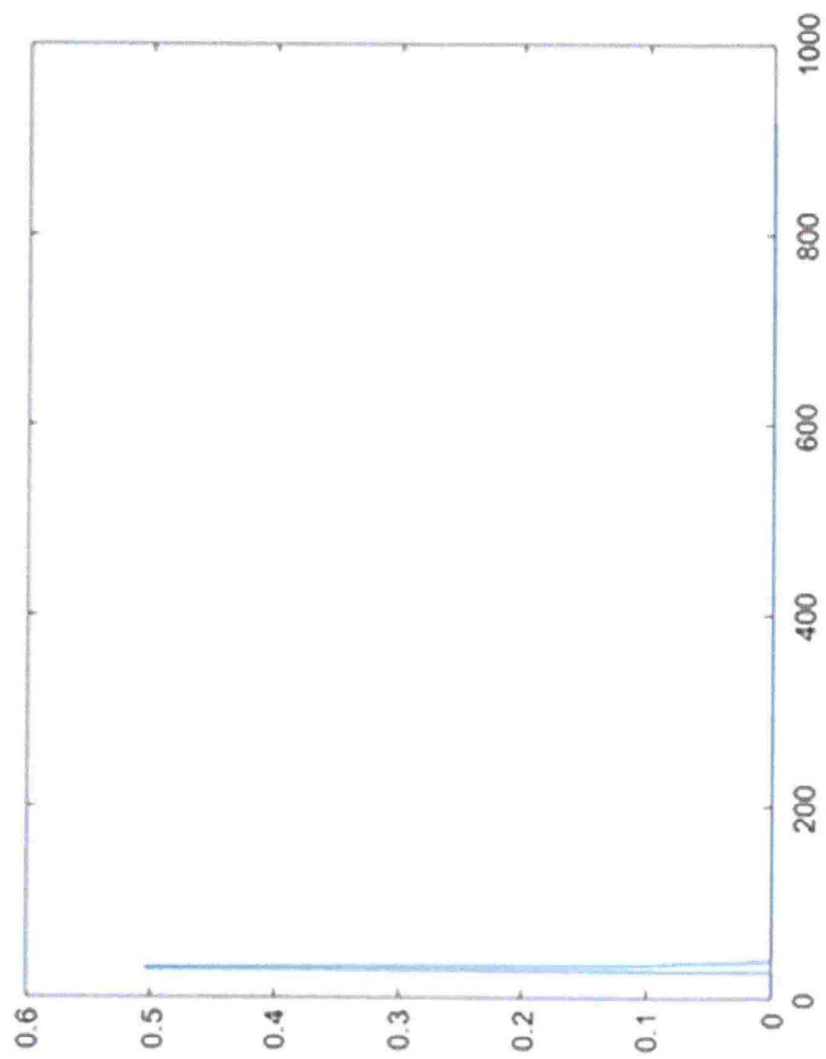


圖 91

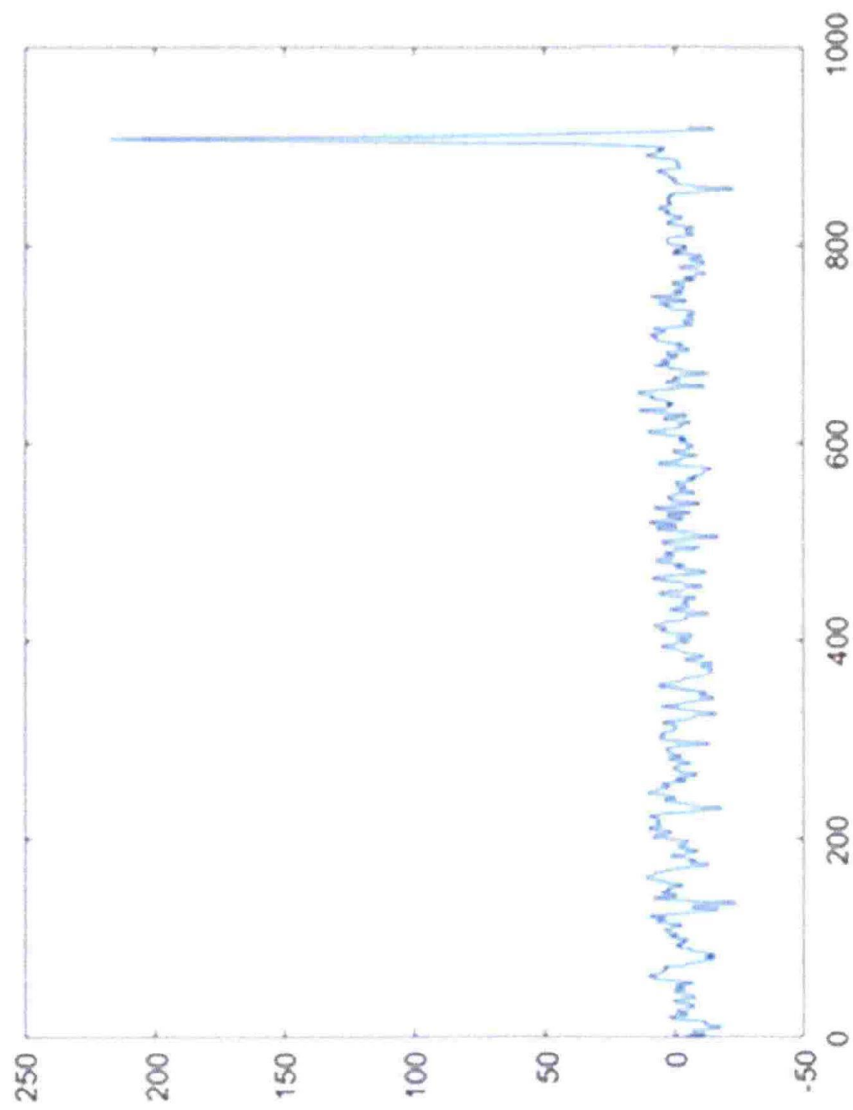


圖 92

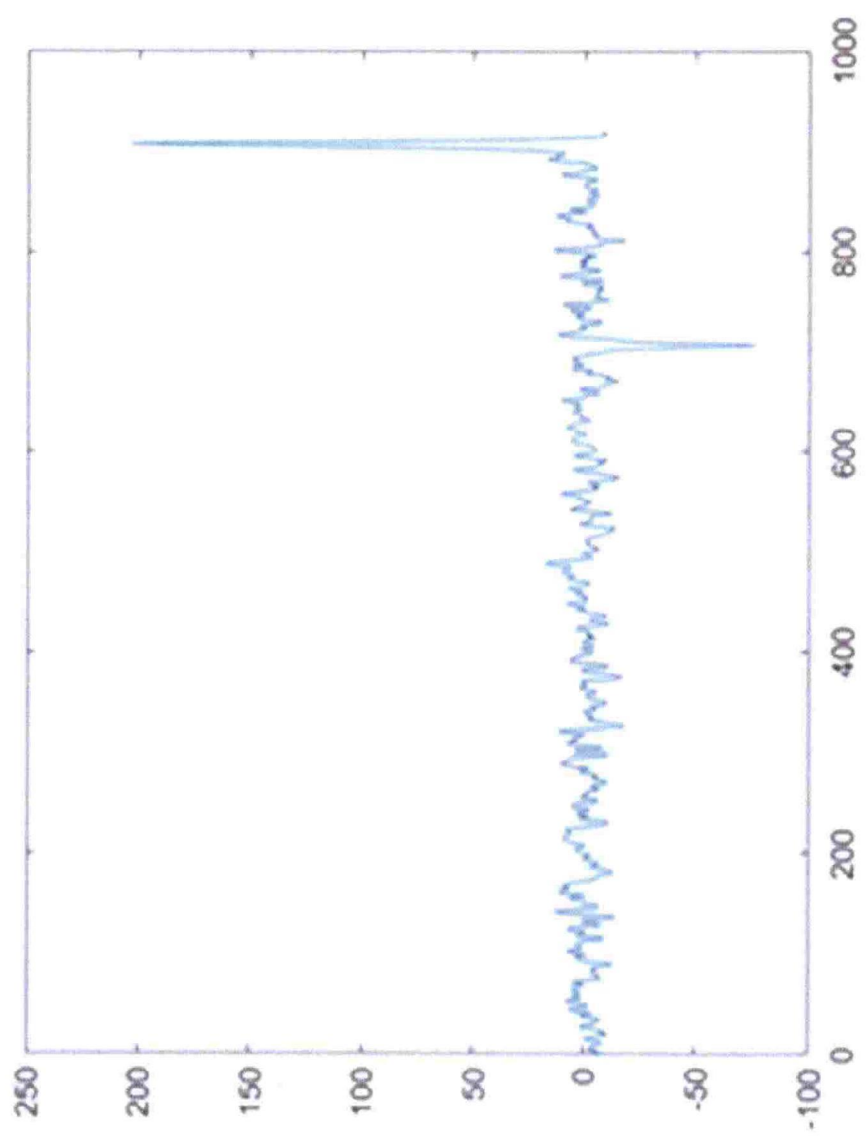


圖 93

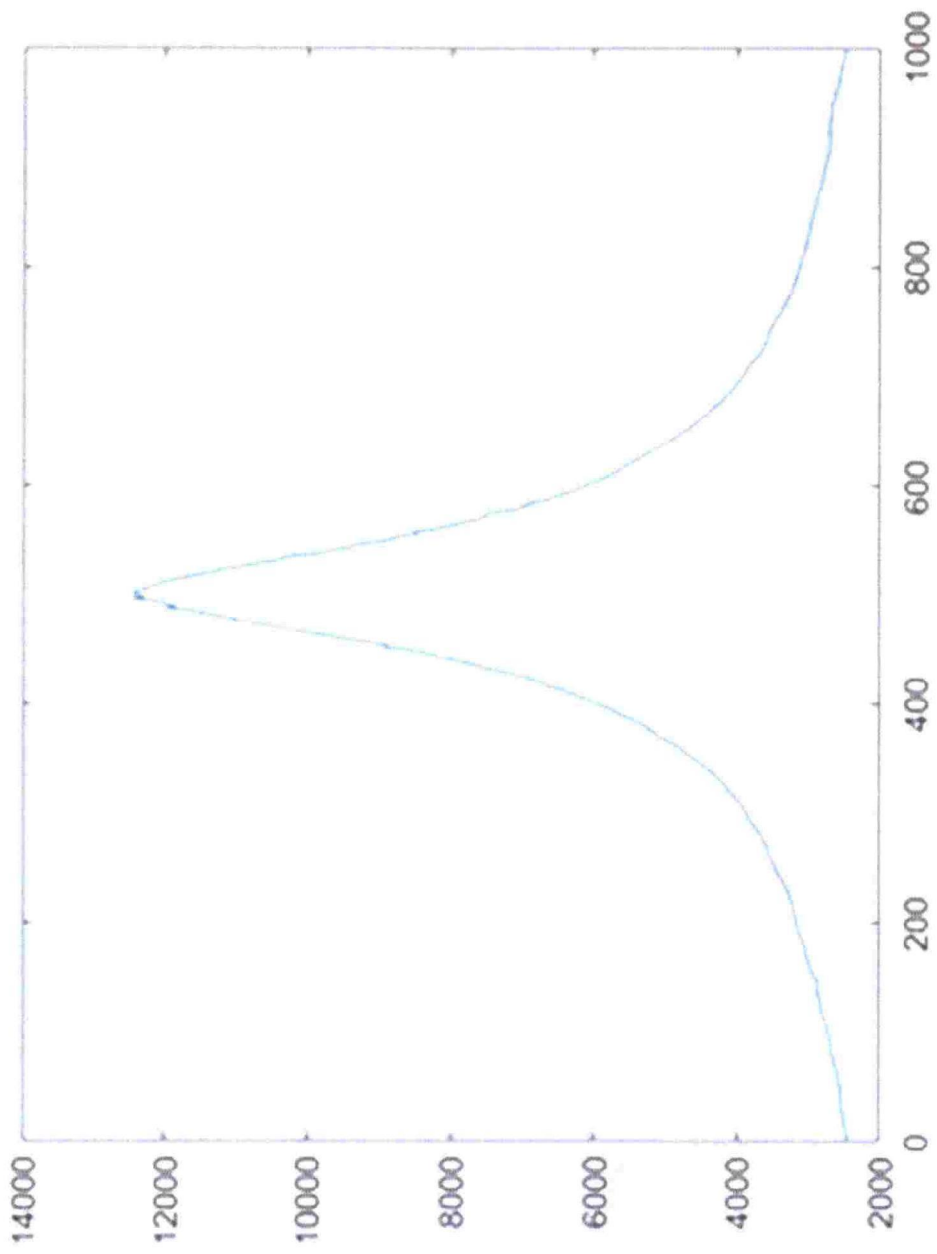


圖 94

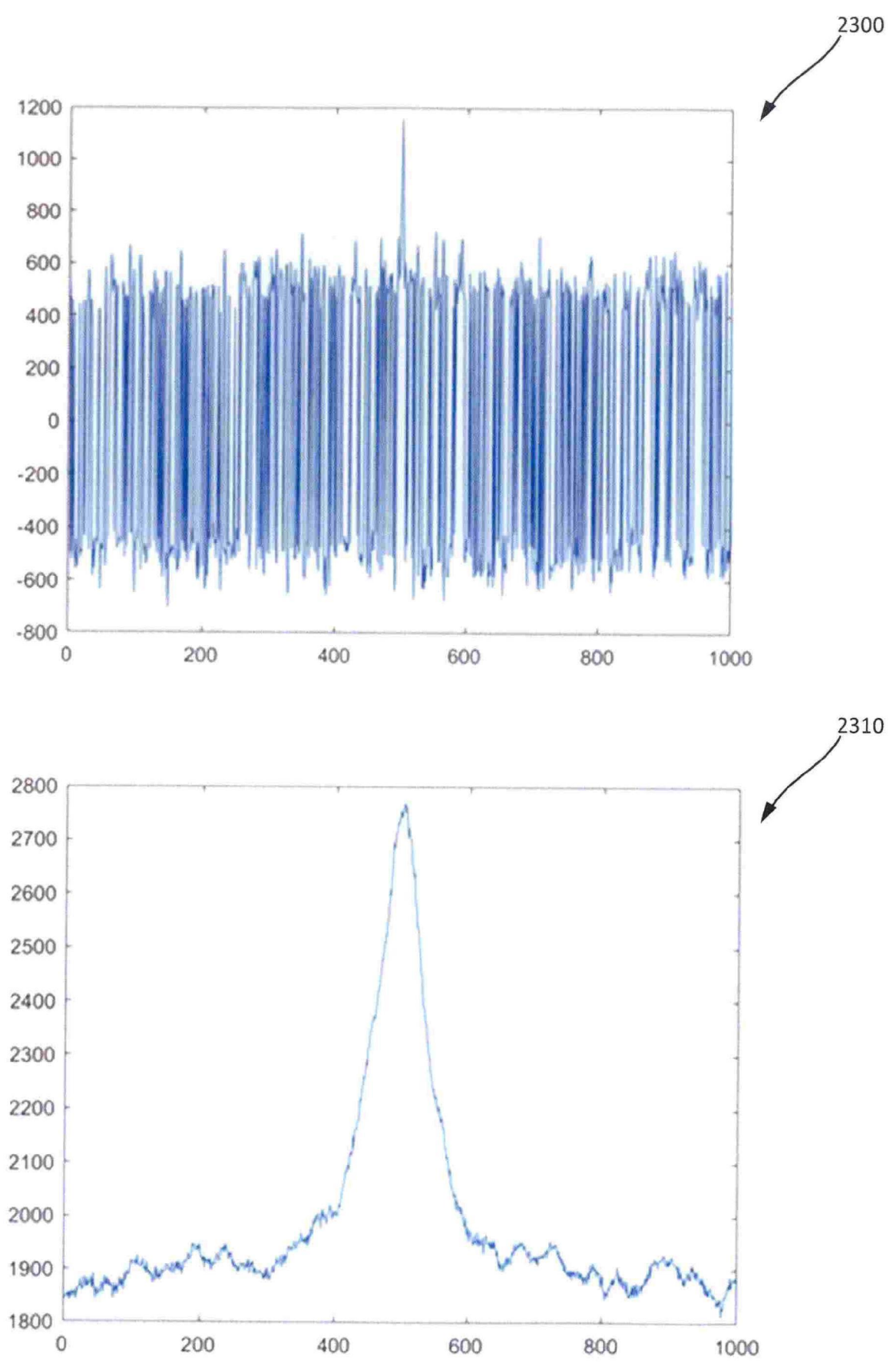


圖 95

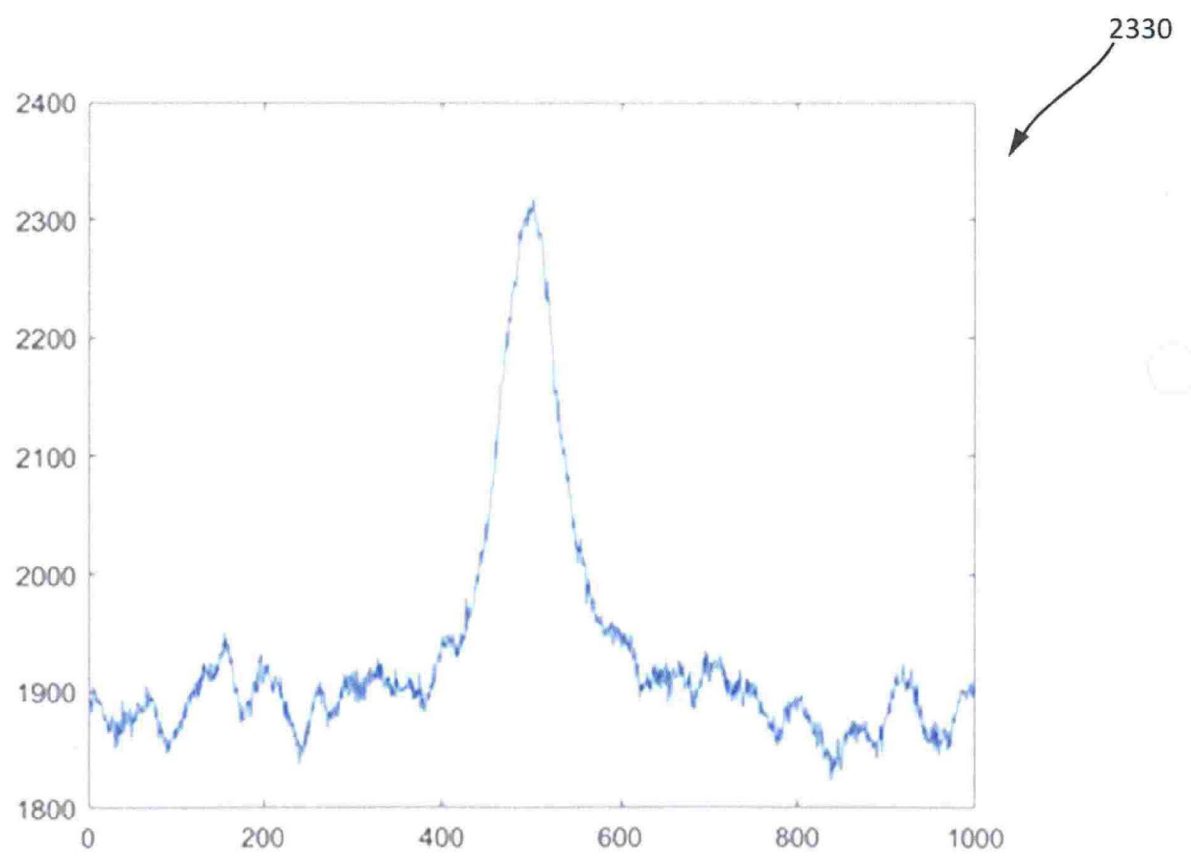
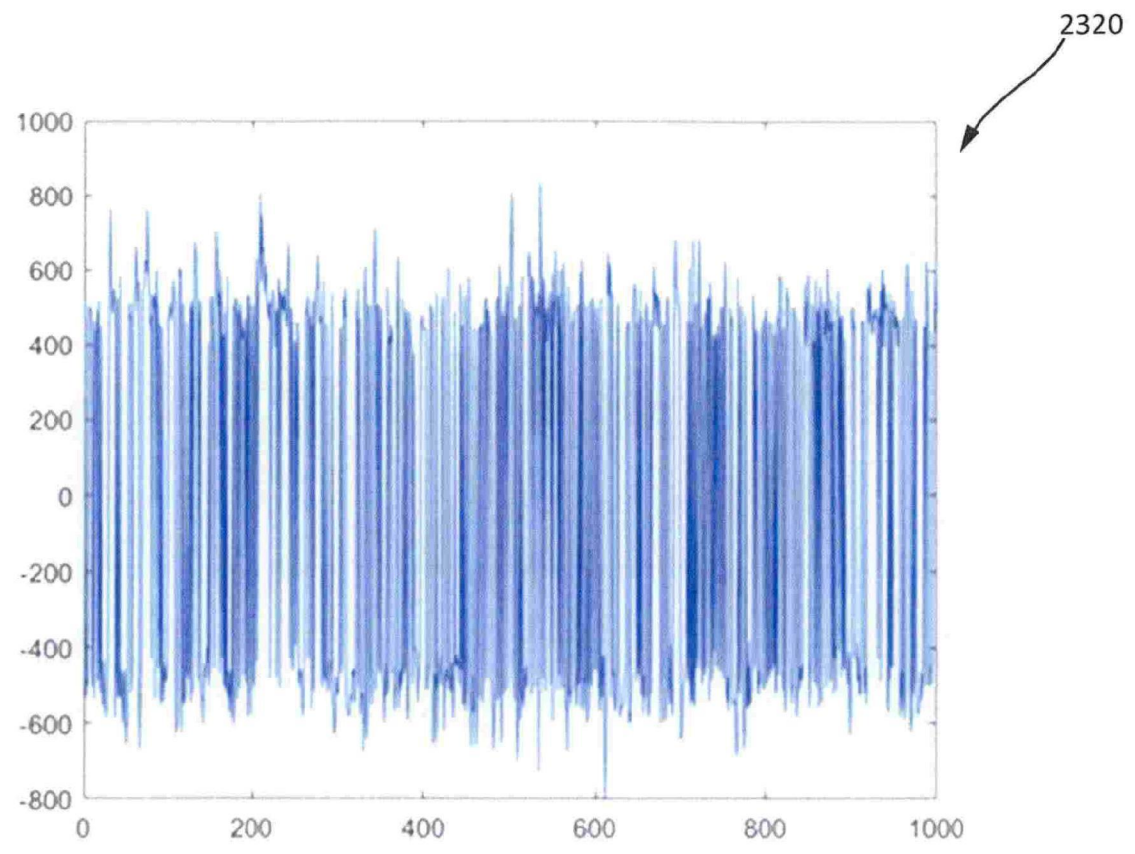


圖 96

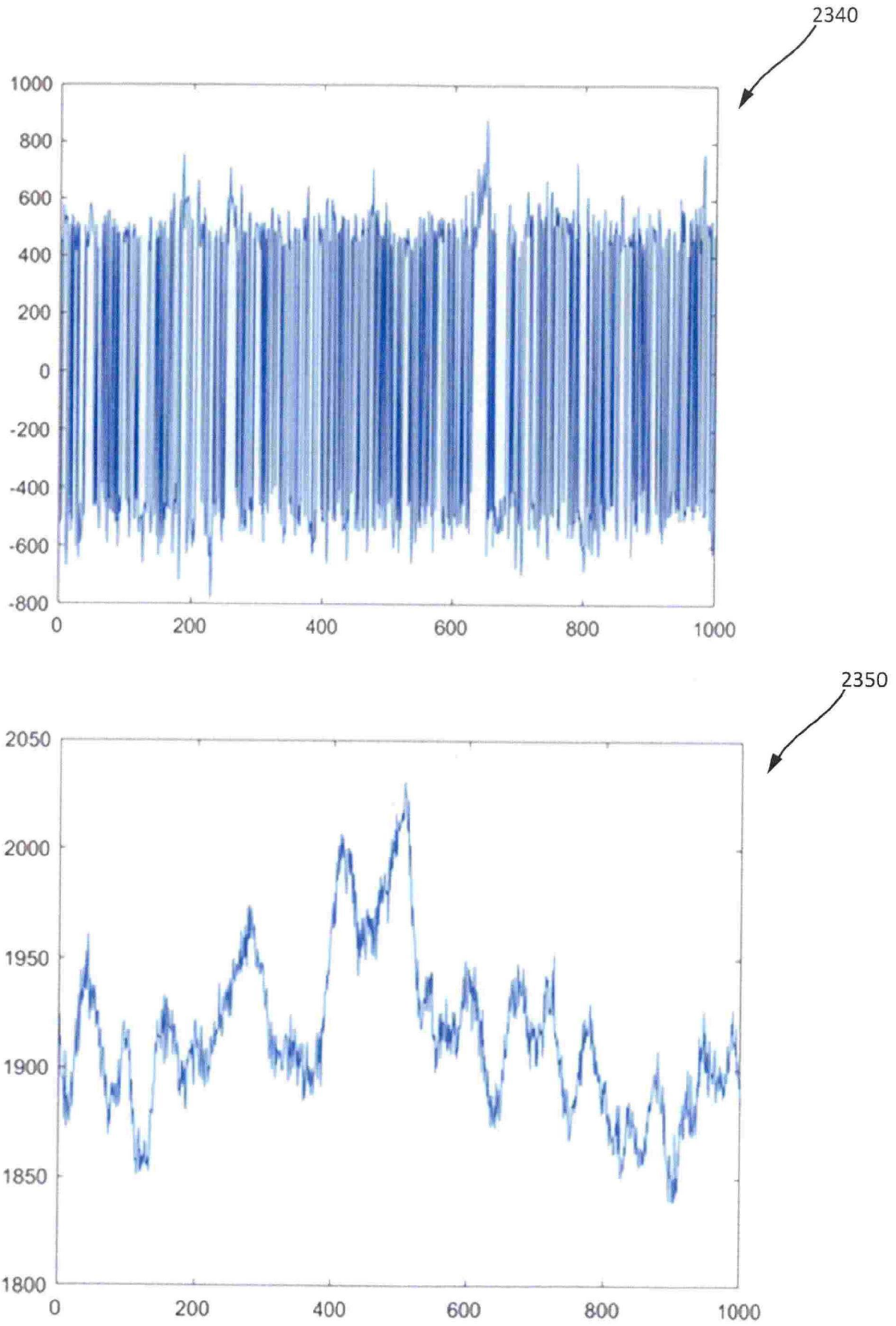


圖 97

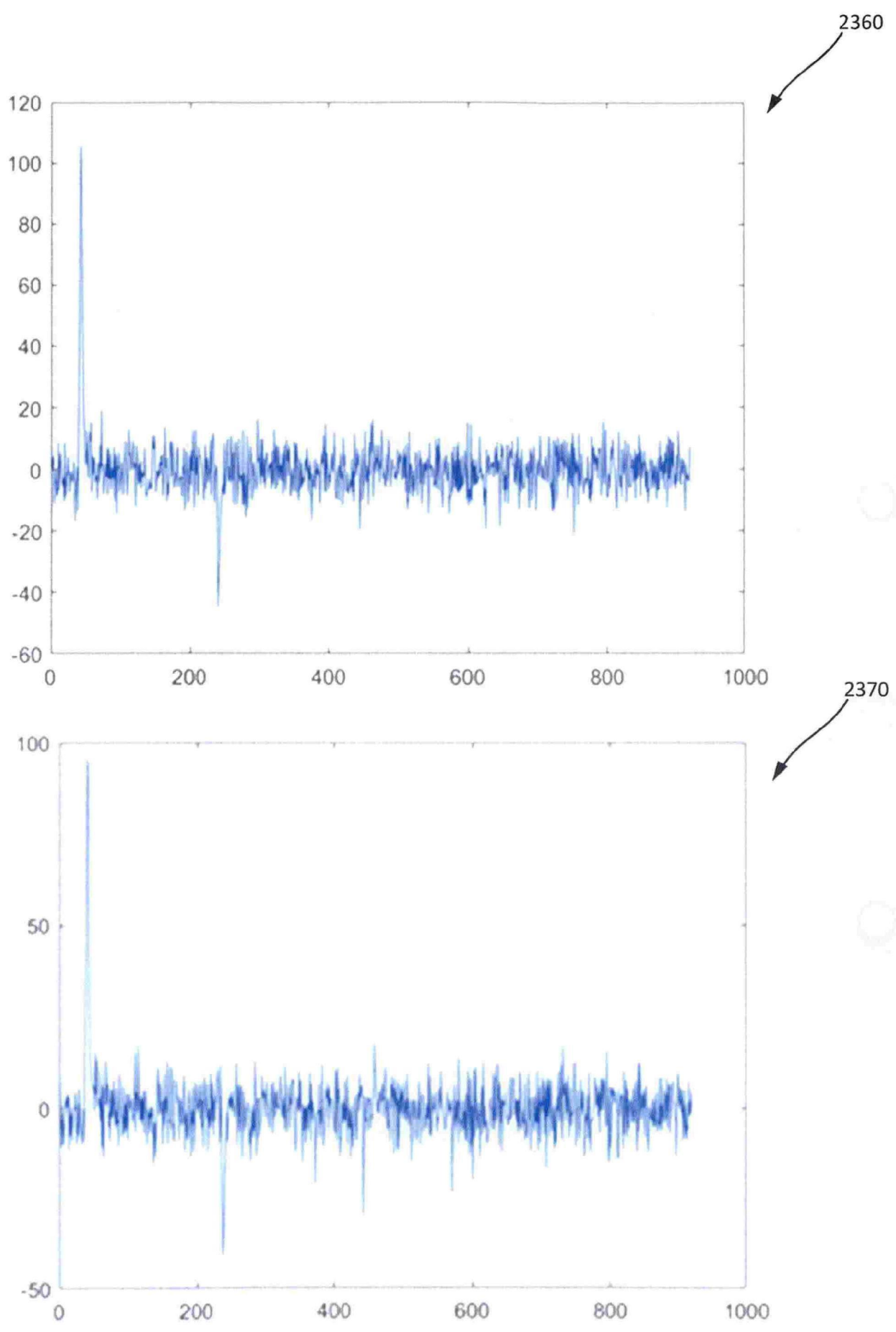


圖 98

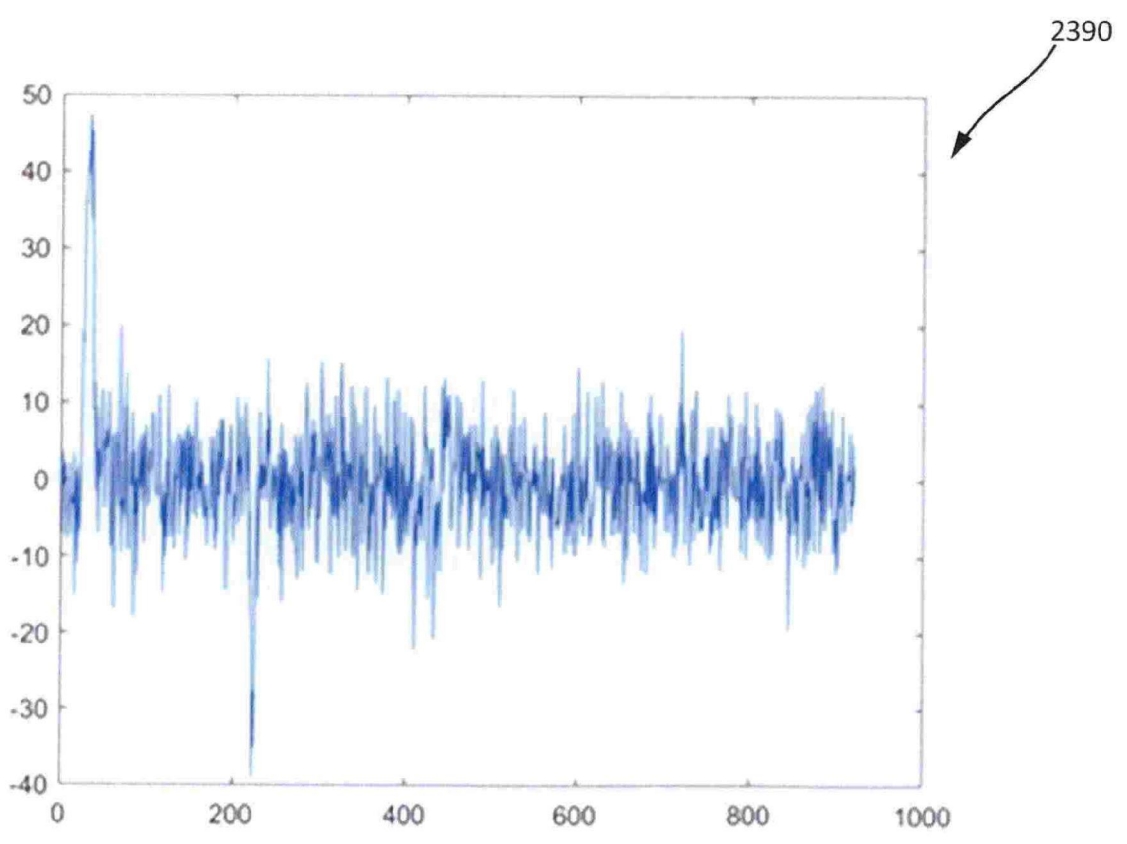
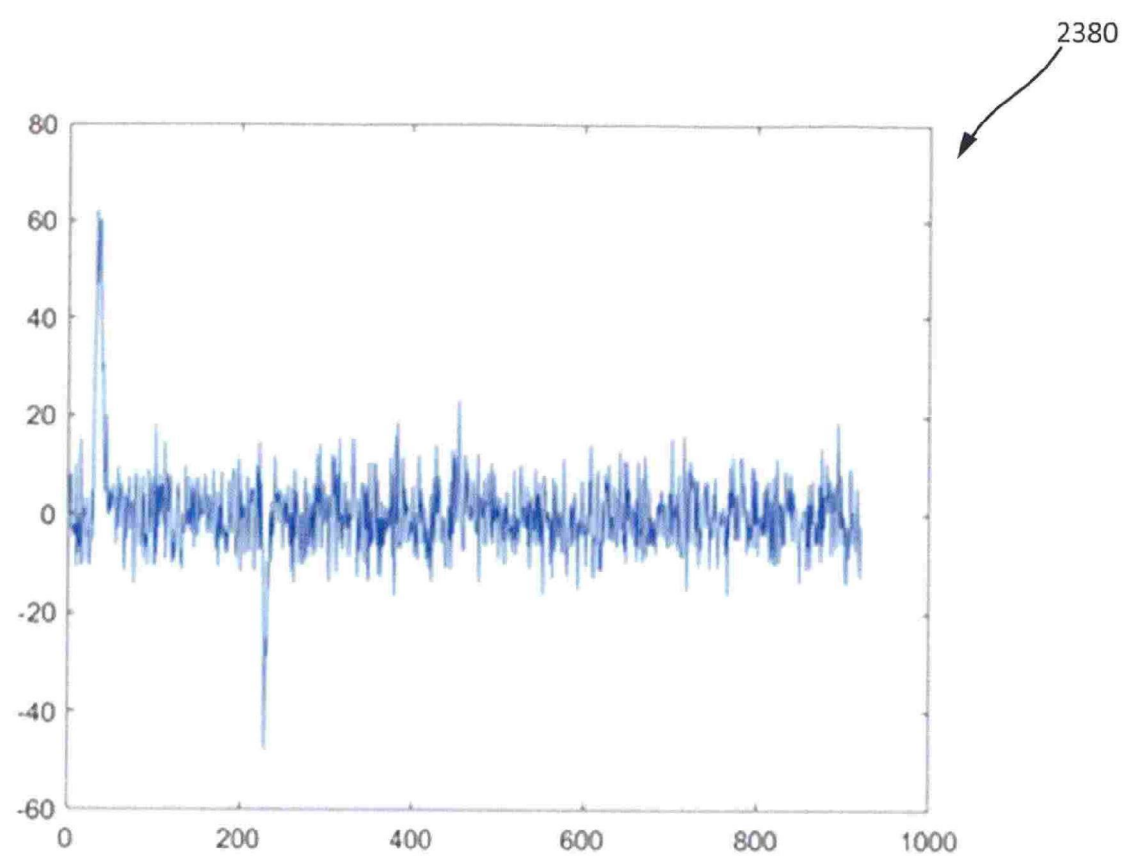


圖 99

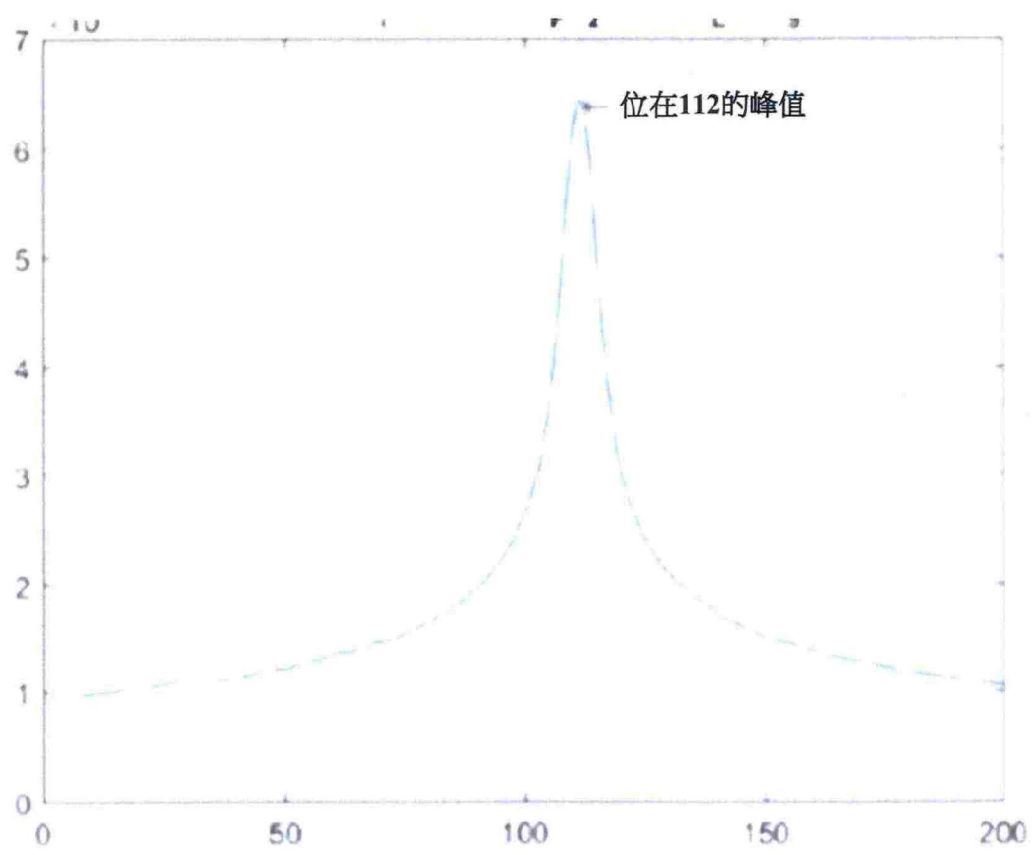


圖 100

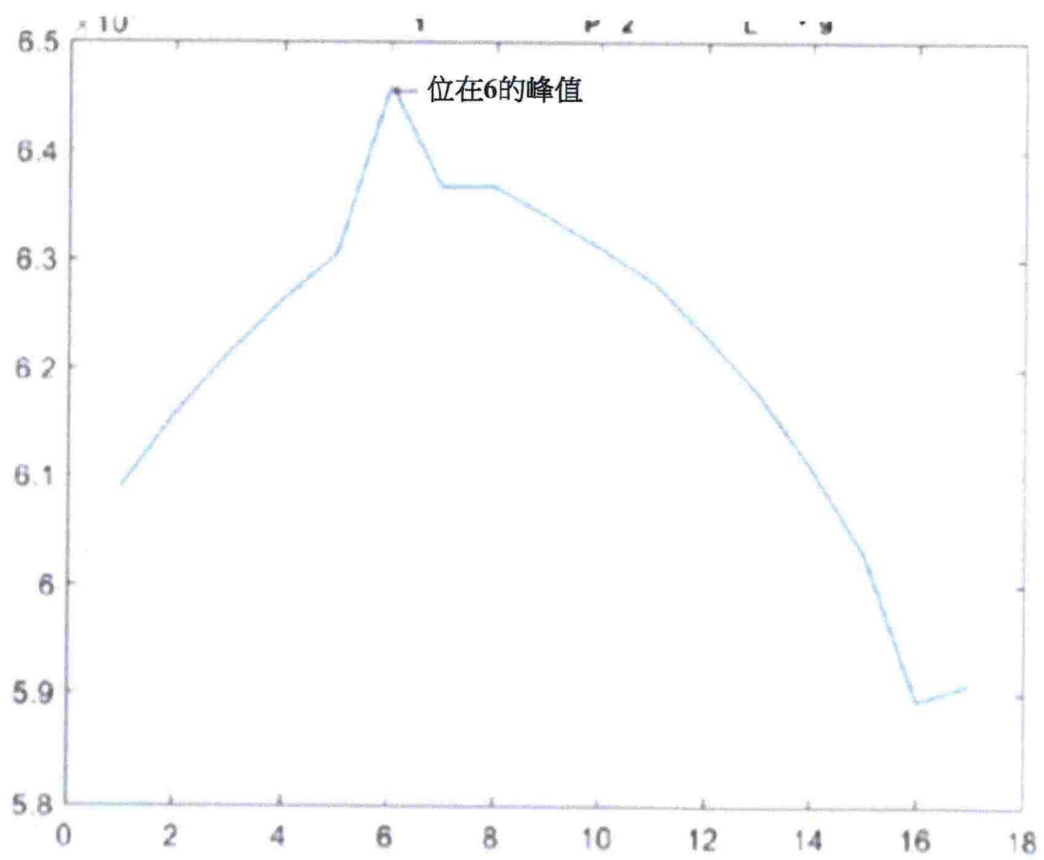


圖 101

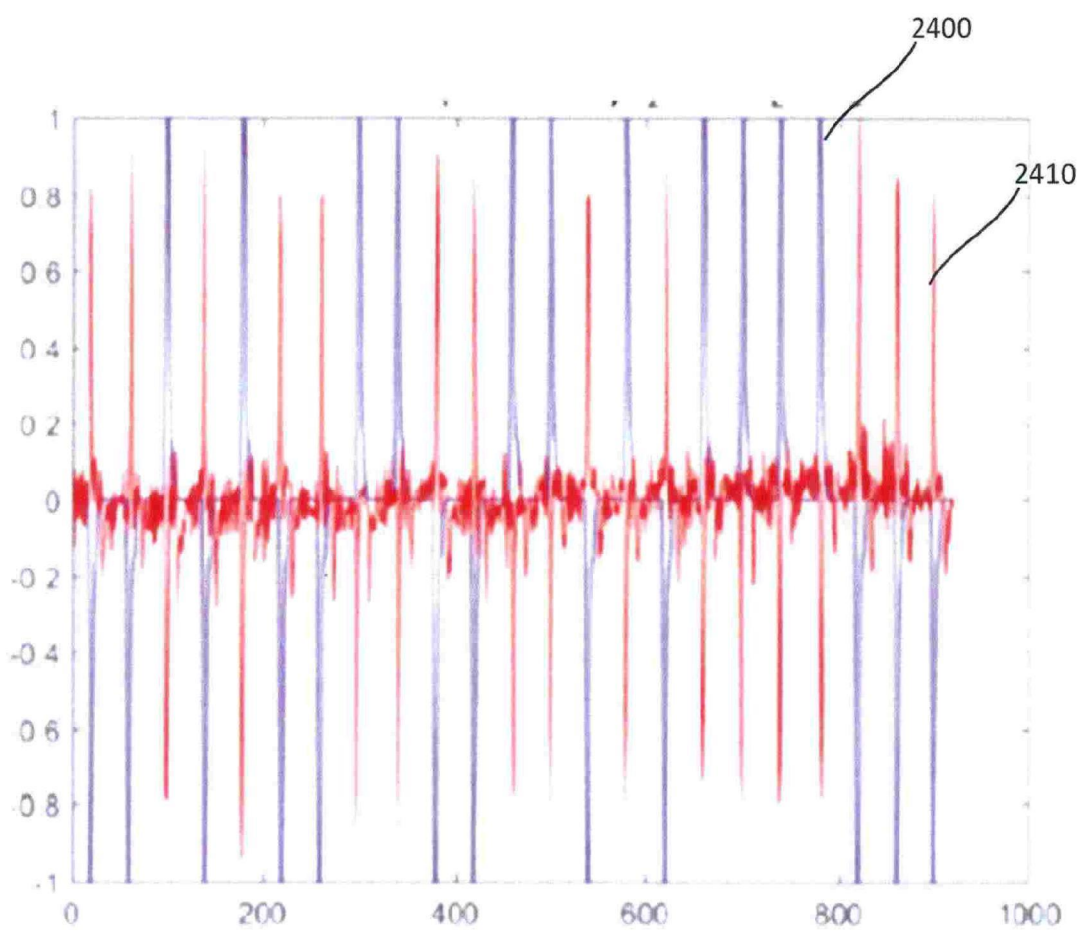


圖 102

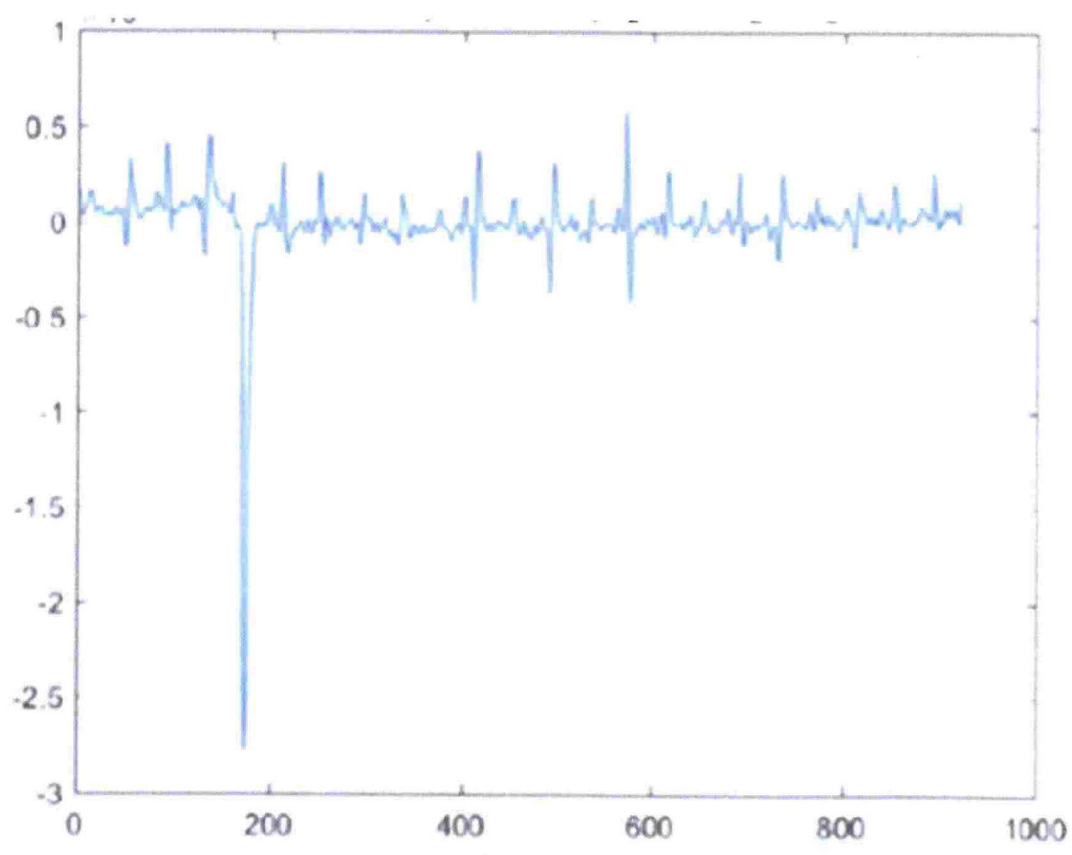


圖 103

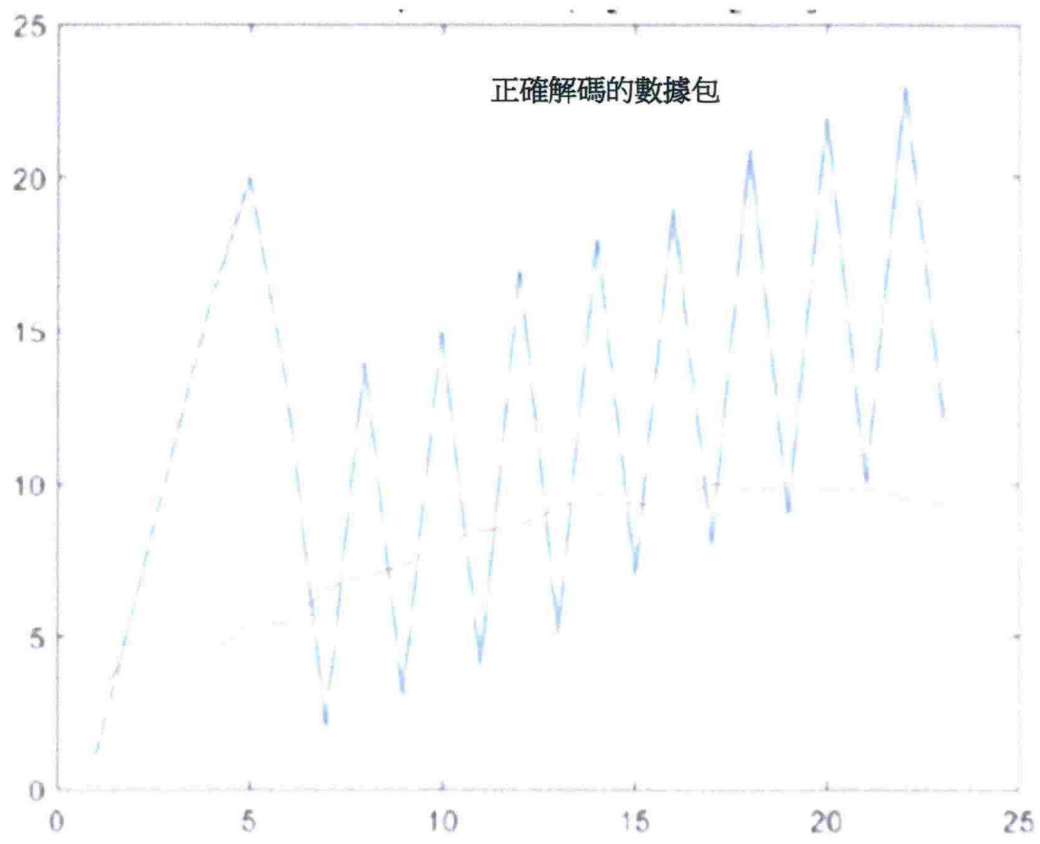


圖 104

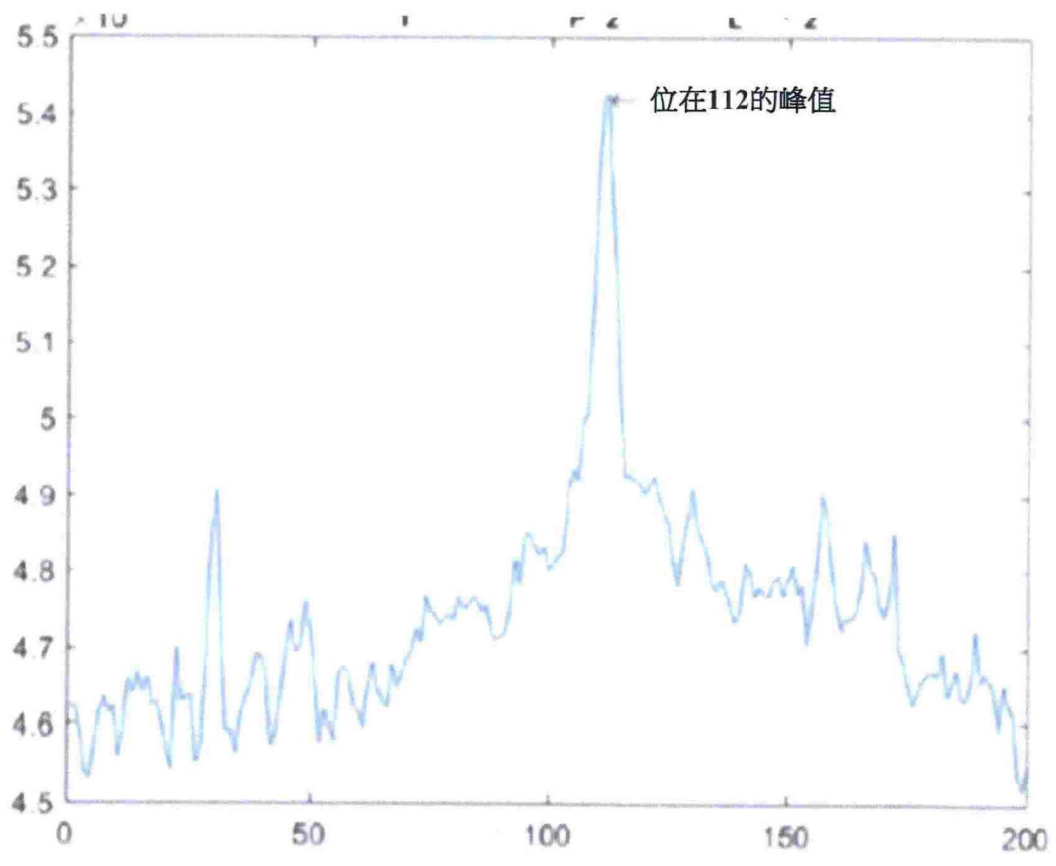


圖 105

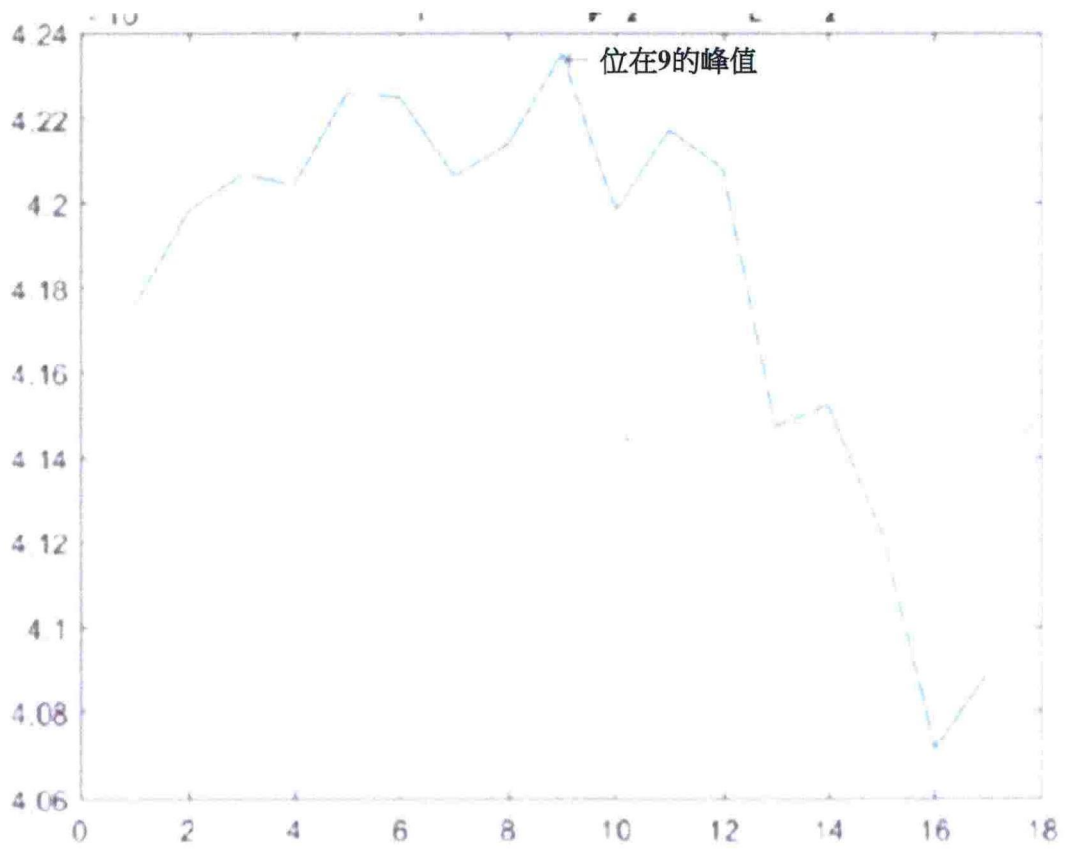


圖 106

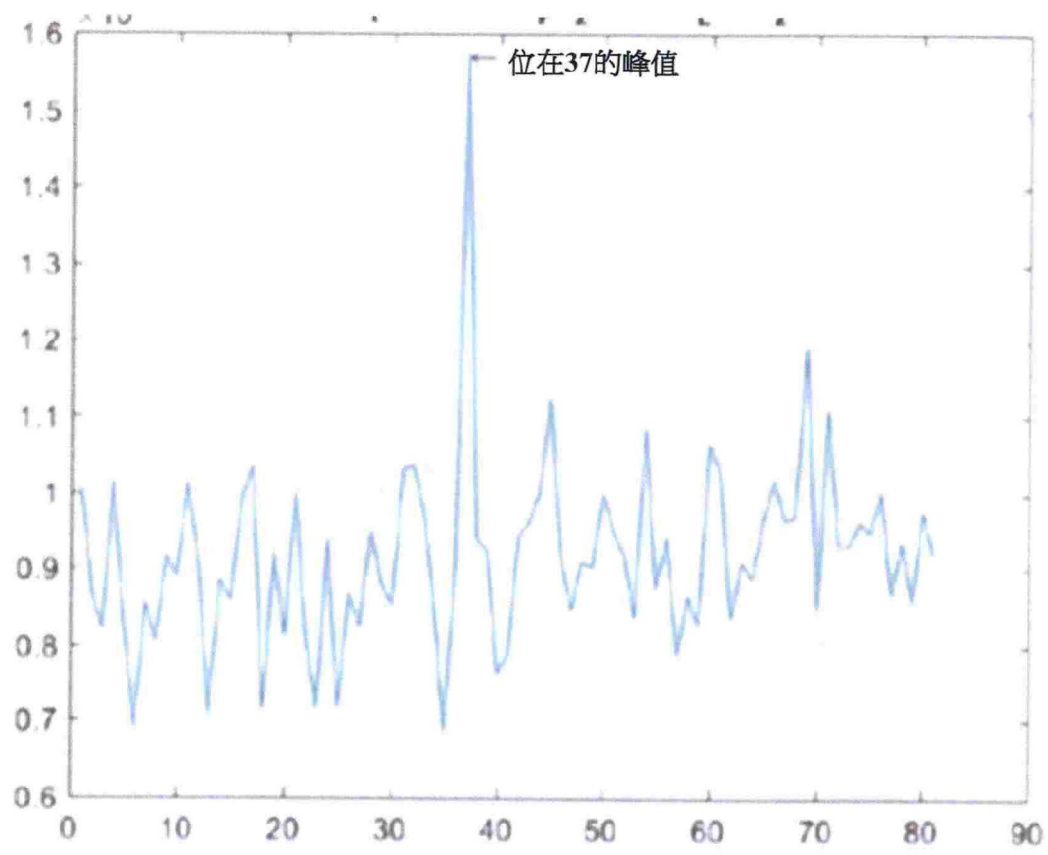


圖 107

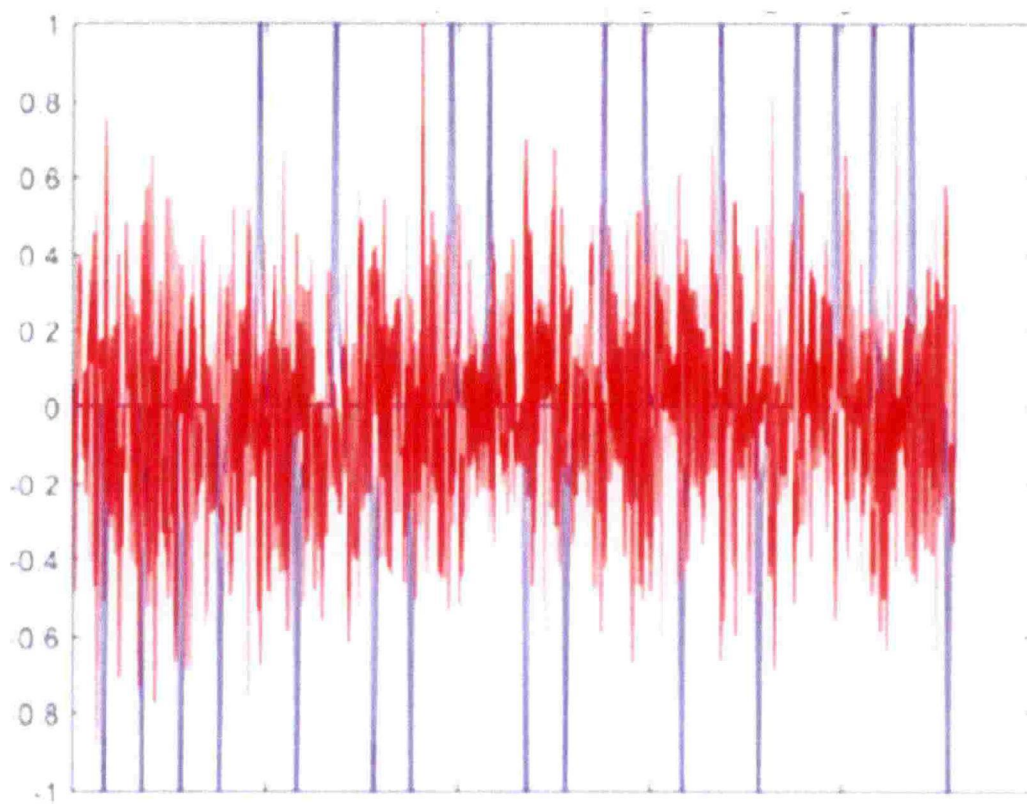


圖 108

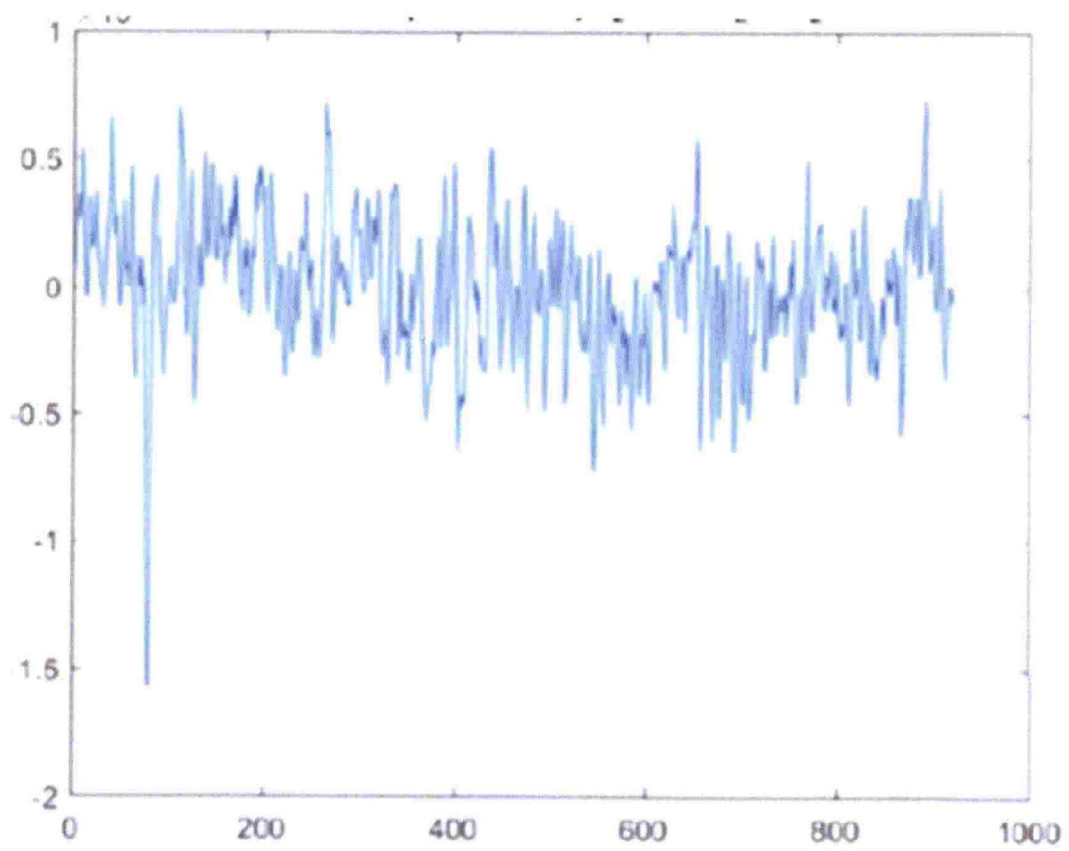


圖 109

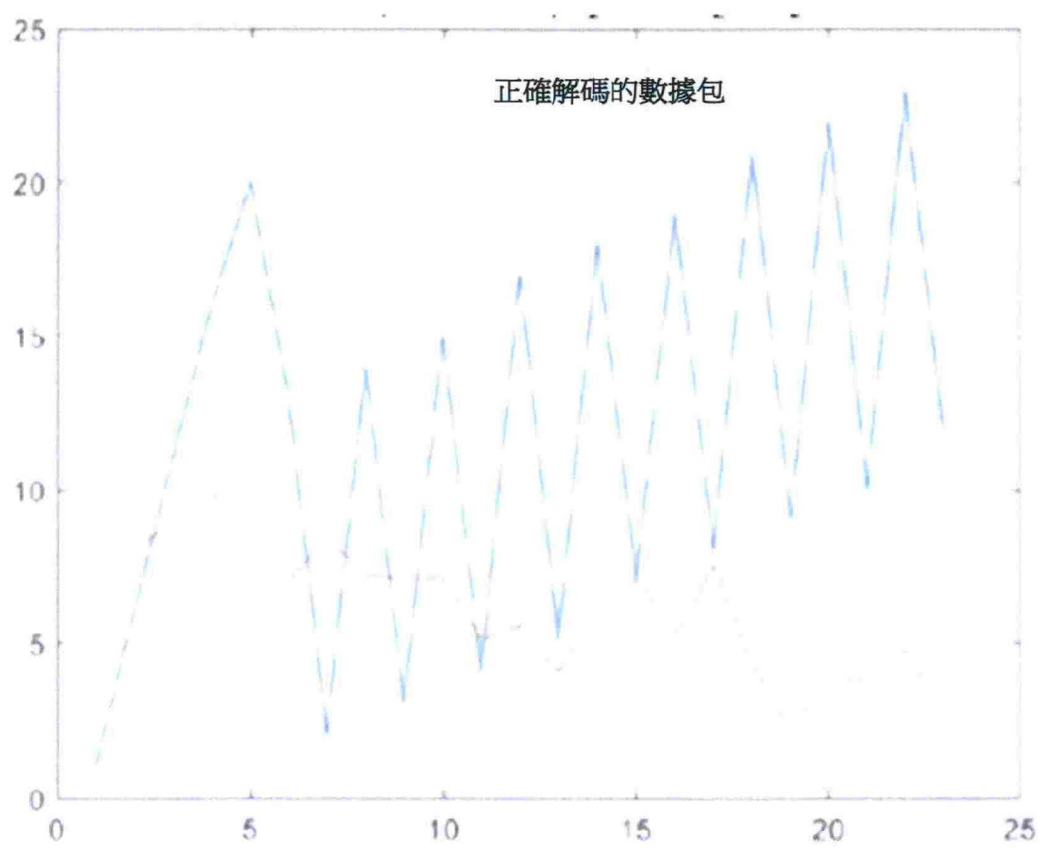


圖 110

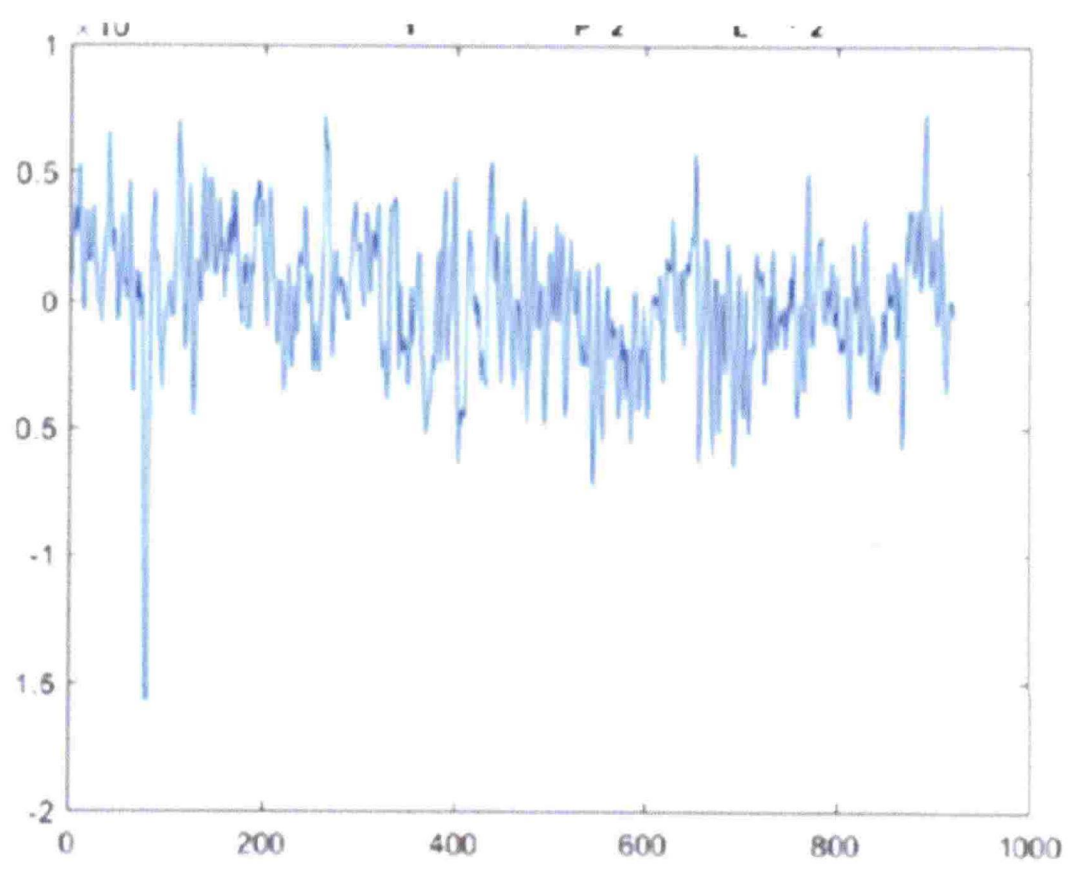


圖 111