



(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 I442903 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：100114832

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 28 日

(51)Int. Cl. : A61B3/16 (2006.01)

G02C7/04 (2006.01)

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：邱俊誠 CHIOU, JIN CHERN (TW)；曾建凱 TSENG, CHIEN KAI (TW)

(74)代理人：高玉駿；楊祺雄

(56)參考文獻：

US 6579235B1

審查人員：蔡季霖

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 0 頁

(54)名稱

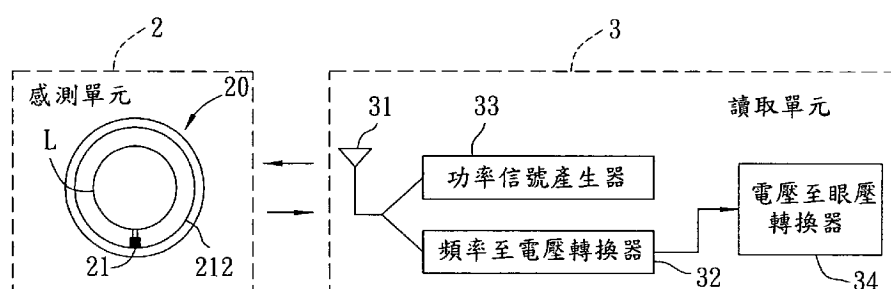
無線眼壓監控裝置、感測單元及讀取單元

WIRELESS INTRAOCULAR PRESSURE MONITORING APPARATUS, SENSING UNIT AND READING UNIT

(57)摘要

一種無線眼壓監控裝置，適用於監控一眼球的眼壓變化，且該無線眼壓監控裝置包含：一感測單元，包括：一電感，用以感測該眼球的眼壓而得到一追隨眼壓變化的電感值；及一頻率產生模組，電連接於該電感以根據該電感的電感值變化進行頻率共振以產生一頻率追隨該眼壓變化的振盪信號；及一讀取單元，從該感測單元無線接收該振盪信號，並據以進行頻率至眼壓轉換以得到一量測眼壓值。

A wireless intraocular pressure monitoring apparatus is adapted for monitoring intraocular pressure variation of an eye, and includes: a sensing unit which includes an inductor for sensing an intraocular pressure of the eye to obtain an inductance changing with the intraocular pressure, and a frequency generating module coupled electrically to the inductor and oscillating based on the inductance to generate an oscillation signal with a frequency changing with the intraocular pressure; and a reading unit which wirelessly receives the oscillation signal and converts the oscillation signal into a measured intraocular pressure value in a frequency-to-intraocular-pressure conversion manner.



2 . . . 感測單元

20 . . . 軟式隱形眼鏡

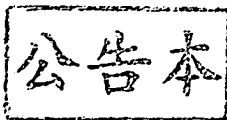
21 . . . 頻率產生模組

212 . . . 收發信號埠

L . . . 電感

3 . . . 讀取單元

圖2



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100114832

※ 申請日：100. 4. 28

※IPC 分類：A6(B 3/16 (2006.01)

G02C 9/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

無線眼壓監控裝置、感測單元及讀取單元/ wireless intraocular pressure monitoring apparatus, sensing unit and reading unit

二、中文發明摘要：

一種無線眼壓監控裝置，適用於監控一眼球的眼壓變化，且該無線眼壓監控裝置包含：一感測單元，包括：一電感，用以感測該眼球的眼壓而得到一追隨眼壓變化的電感值；及一頻率產生模組，電連接於該電感以根據該電感的電感值變化進行頻率共振以產生一頻率追隨該眼壓變化的振盪信號；及一讀取單元，從該感測單元無線接收該振盪信號，並據以進行頻率至眼壓轉換以得到一量測眼壓值。

三、英文發明摘要：

A wireless intraocular pressure monitoring apparatus is adapted for monitoring intraocular pressure variation of an eye, and includes: a sensing unit which includes an inductor for sensing an intraocular pressure of the eye to obtain an inductance changing with the intraocular pressure, and a frequency generating module coupled electrically to the inductor and oscillating based on the inductance to generate an oscillation signal with a frequency changing with the intraocular pressure; and a

reading unit which wirelessly receives the oscillation signal and converts the oscillation signal into a measured intraocular pressure value in a frequency-to-intraocular-pressure conversion manner.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 (2)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2.....感測單元

3.....讀取單元

20.....軟式隱形眼鏡

21.....頻率產生模組

212.....收發信號埠

L.....電感

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種裝置及單元，特別是指一種無線眼壓監控裝置、感測單元及讀取單元。

【先前技術】

青光眼是世界各地成人最主要導致失明的眼疾之一，可分類為一慢性單純性青光眼(chronic simple glaucoma)及一急性充血性青光眼(acute congestive glaucoma)，該慢性單純性青光眼，又稱為開角型青光眼(open-angle glaucoma)，約佔 90%的病例，眼內壓力是逐漸的上升，通常沒有疼痛現象，視力的喪失也是漸進的，而該急性充血性青光眼又稱閉角型青光眼(closed-angle glaucoma)或狹角型青光眼(narrow-angle glaucoma)，此類比較少見，眼內壓力是突然上升，造成原因是眼球房水的出口發生阻塞，治療目標是降低眼內壓力，使用眼藥水改善眼內房水的外流，或加用口服藥物(例如是利尿劑)，以減少眼內房水的產生。

根據世界衛生組織的統計，全球估計大約有六千七百萬人口罹患青光眼的眼疾，約有六百四十萬人因青光眼而失明，其中六十五歲以上老人佔了 75%。另外，美國在年紀四十歲以上的三百萬人口中，統計約有十二萬人因青光眼而導致失明。隨著人類壽命的提升，高齡化社會的來臨，除慢性疾病增加之外，視力障礙所造成的日常生活不便與導致老年人骨折等，都將是社會醫療成本的一大隱憂。

青光眼並無法治癒，只能以藥物或外科手術控制病情

使其不再惡化，其治療目標是使眼壓降低，防止視神經的進一步惡化。而研究指出導致青光眼最主要的原因就是眼內壓力的變化，其中糖尿病或高血壓患者，高度近視者，家族中有青光眼病患者等皆為青光眼高危險群。

若是以治療青光眼為目的，則眼壓控制將是最重要的一部分。醫療儀器通常受限於體積與價格，所以病患並無法隨時檢查出自己的生理狀況，通常在就診時的眼壓量測，也只能在固定的醫療院所配合醫事人員進行。而眼壓控制最重要的就是要在日常生活中隨時監控自己當前的眼壓值，記錄下眼壓升高之原因，再配合藥物治療來降低眼壓，這是防止青光眼惡化必要的機制。但目前醫療院所的接觸式眼壓計，受限於體積與測量方式，並不適用於長時監控。

如圖 1 所示，於美國專利 US7137952 B2 提出一種非侵入式的習知無線眼壓監控裝置，適用於監控一眼球的眼壓，且包含：一感測單元 1、一移動式詢答單元（mobile interrogation unit）14、一資料接收單元 15，和一電腦 16。

該感測單元 1 包括一軟式隱形眼鏡 101、一主動式電阻性應變計 10、一被動式電阻性應變計 11、一低功率應答機（low power transponder）12，及一天線 13。

軟式隱形眼鏡 101 配載於該眼球上，且材質為矽膠（Silicone）。

該主動式電阻性應變計 10 和該被動式電阻性應變計 11 形成一惠斯登電橋架構且嵌入於該軟式隱形眼鏡 101 中，

當該眼球之眼壓導致眼球角膜曲率改變，進而促使軟式隱形眼鏡 101 之曲率變化，將使該主動式電阻性應變計 10 對應地產生電阻值變化，而該被動式電阻性應變計 11 則提供溫度補償以修正該電阻值變化的誤差，進而利用該惠斯登電橋架構將該電阻值變化轉換成一追隨該眼壓變化的感測電壓。

低功率應答機 12 電連接於該惠斯登電橋架構以接收該感測電壓並進行調變轉換以將該感測電壓載於一載波上以得到一頻率信號，並將該頻率信號經由該天線 13 傳送。

該移動式詢答單元 14 以無線方式提供該低功率應答機所需的供應電力，並從該天線 13 無線接收該頻率信號，並將該頻率信號進行解調變以得到該感測電壓，進而將該感測電壓進行類比至數位轉換以得到一相關於該感測電壓值的數位資料，再將該數位資料進行調變轉換載於一載波上以得到一射頻信號。

該資料接收單元 15 從該移動式詢答單元 14 無線接收該射頻信號，並將該射頻信號進行解調變以得到該相關於該感測電壓值的數位資料。

電腦 16 內存一電壓值與眼壓對應表，且電連接於該資料接收單元 15 以接收該數位資料，並據以查表以得到一量測眼壓值，並予以顯示和儲存。

但是習知的無線眼壓監控裝置具有以下缺點：

1. 靈敏度差，因為該主動式電阻性應變計 10 的電阻值可變動幅度太小，造成所對應的感測電壓可變動幅度也過

小，其靈敏度約只有微伏特（ μV ）等級。

2.所量測到的眼壓值不精準，由於感測電壓可變動幅度過小使訊號雜訊比率也太小，且從感測單元 1 到該電腦 16 的傳輸過程又經過類比至數位轉換及二次的調變及解調變轉換，信號轉換次數太多使得雜訊增加，因此導致量測眼壓值產生誤差。

3.無法長期監控，因為隱形眼鏡材質為矽膠(Silicone)，此材質具有疏水性，若長時間配戴將引起人眼不舒服，故不適合人眼長時間配戴，所以無法達到長時間眼壓量測的目標。

4.成本高，低功率應答機 12 必須利用載波來傳送該感測電壓值，硬體上需要較複雜的調變元件，且利用該移動式詢答單元 14、該資料接收單元 15 來進行二次無線傳輸，導致增加硬體成本。

【發明內容】

因此，本發明之第一目的，即在提供一種靈敏度高及精準度高的無線眼壓監控裝置。

該無線眼壓監控裝置，適用於監控一眼球的眼壓變化，且該無線眼壓監控裝置包含：

一感測單元，包括：

一電感，用以感測該眼球的眼壓而得到一追隨眼壓變化的電感值；及

一頻率產生模組，電連接於該電感以根據該電感的電感值變化進行頻率共振以產生一頻率追隨該眼壓變化的振

盪信號；

及

一讀取單元，從該感測單元無線接收該振盪信號，並據以進行頻率至眼壓轉換以得到一量測眼壓值。

本發明之第二目的，即在提供一種感測單元。

該感測單元，包含：

一軟式隱形眼鏡，可配戴於一眼球上；

一電感，嵌入於該軟式隱形眼鏡中，以感測該眼球的眼壓而得到一追隨眼壓變化的電感值；及

一頻率產生模組，電連接於該電感以根據該電感的電感值變化進行頻率共振以產生一頻率追隨該眼壓變化的振盪信號。

本發明之第三目的，即在提供一種讀取單元。

該讀取單元，適用於無線接收來自一感測單元所產生的一頻率追隨一眼球之眼壓變化的振盪信號，且該讀取單元包含：

一收發信號埠，從該感測單元無線接收該振盪信號；

一頻率至電壓轉換器，電連接於該讀取單元的收發信號埠以接收該振盪信號，並據以進行頻率至電壓轉換以得到一追隨該眼壓變化的感測電壓；及

一電壓至眼壓轉換器，電連接於該頻率至電壓轉換器以接收該感測電壓，並將該感測電壓進行轉換以得到一量測眼壓值。

【實施方式】

有關本發明之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式之一個較佳實施例的詳細說明中，將可清楚的呈現。

如圖 2 所示，本發明無線眼壓監控裝置之較佳實施例，適用於監控一眼球的眼壓，且包含：一感測單元 2，及一讀取單元 3。

<感測單元>

感測單元 2 包括：一軟式隱形眼鏡 20、一電感 L，及一頻率產生模組 21。

軟式隱形眼鏡 20 可配戴於該眼球上，且材質為水膠 (HEMA)，因此具有高透氧率與親水性等優點，能提高配戴者的舒適性，故適合長時間配戴。

電感 L 嵌入於該軟式隱形眼鏡 20 中，以感測該眼球的眼壓而得到一追隨眼壓變化的電感值，其原理為：因為隱形眼鏡 20 與眼球角膜輪廓貼近，眼壓變化將導致該眼球的角膜曲率變化，而眼球的角膜曲率變化將導致該隱形眼鏡 20 之曲率變化，該隱形眼鏡 20 之曲率變化將導致該電感 L 環半徑變化，而該電感 L 環半徑變化將導致該電感值變化，因此不需要侵入式的感測裝置便可以達到眼壓監控之效果。

如圖 3 所示，頻率產生模組 21 嵌入於該軟式隱形眼鏡 20 中，且電連接於該電感 L 以根據該電感 L 的電感值變化進行頻率共振以產生一頻率追隨該眼壓變化的振盪信號，且該頻率產生模組 21 具有一頻率振盪器 210、一整流器 211

，及一收發信號埠 212，且在本實施例中，該頻率產生模組 21 是以射頻積體電路（RFIC）方式實現。

頻率振盪器 210 電連接於該電感 L，並提供一具有固定電容值的電容來配合該電感 L，將該隨著眼壓變化的電感值轉換成該振盪信號，因為該頻率振盪器 210 與該電感 L 具有 LC 振盪的功能來得到高頻的振盪信號，因此並不需要再額外利用載波將該振盪信號發送出去。

收發信號埠 212 電連接於該頻率振盪器 210，並將來自該頻率振盪器 210 的振盪信號無線發送，且無線接收一功率信號，在本實施例中，該收發信號埠 212 是一天線。

整流器 211 電連接於該頻率振盪器 210 及該收發信號埠 212，並將該收發信號埠 212 所接收到的功率信號進行交直流轉換，以產生該頻率振盪器 210 所需的一供應電力。

<讀取單元>

參閱圖 2，讀取單元 3 從該感測單元 2 無線接收該振盪信號，並據以進行頻率至眼壓轉換以得到一量測眼壓值，且該讀取單元 3 包括一收發信號埠 31、一頻率至電壓轉換器 32、一功率信號產生器 33，及一電壓至眼壓轉換器 34。

讀取單元 3 的收發信號埠 31 從該感測單元 2 的收發信號埠 212 無線接收該振盪信號，且在本實施例中，該收發信號埠 31 是一天線。

頻率至電壓轉換器 32 電連接於該讀取單元 3 的收發信號埠 31 以接收該振盪信號，並據以進行頻率至電壓轉換以得到一追隨該眼壓變化的感測電壓，且在本實施例中，該

頻率至電壓轉換器 32 是根據鎖相迴路的原理來進行頻率至電壓的轉換，如圖 4 所示，該頻率至電壓轉換器 32 包括：一相位偵測單元（Phase Detector）PD、一迴路濾波單元（Loop Filter）LF，及一電壓控制振盪單元（Voltage Controlled Oscillator）VCO。

該相位偵測單元 PD 接收該振盪信號及一迴授信號，並比較該振盪信號及該回授信號之頻率及相位差以得到一誤差信號。

迴路濾波單元 LF 電連接於該相位偵測單元 PD 以接收該誤差信號，並據以濾除其高頻成分及雜訊後，輸出一大小隨誤差信號變化的控制電壓。

該電壓控制振盪單元 VCO 電連接於該迴路濾波單元 LF 以接收該控制電壓，並據以轉換以得到一頻率及相位隨控制電壓變化的回授信號。

當振盪信號的頻率與相位和迴授信號的頻率與相位一樣時，則該頻率至電壓轉換器 32 處於鎖定狀態，此時控制電壓就不會變化，則迴授信號的頻率就會保持穩定的狀態也不會再有頻率漂移的現象，而處於鎖定狀態時的該控制電壓就作為該感測電壓。

又鎖相迴路做法不限於上述，也可以參閱現有其他文獻來據以實施。

電壓至眼壓轉換器 34 電連接於該頻率至電壓轉換器 32 以接收該感測電壓，並將該感測電壓進行轉換以得到該量測眼壓值，其中，將該感測電壓進行轉換的詳細做法有二

種。

第一種為該電壓至眼壓轉換器 32 預存一感測電壓值與眼壓值對應表，且將該感測電壓進行類比至數位轉換以得到一呈數位格式的感測電壓值，並根據該呈數位格式的感測電壓值進行查表以得到該量測眼壓值。

第二種為該電壓至眼壓轉換器 32 根據預先建立的一感測電壓值與眼壓值的數學方程式，且將該感測電壓進行類比至數位轉換以得到一呈數位格式的感測電壓值，並將該呈數位格式的感測電壓值代入該數學方程式進行推算以得到該量測眼壓值。

該功率信號產生器 33 電連接於該讀取單元 3 的收發信號埠 31，並用於產生該功率信號，且經由該讀取單元 3 的收發信號埠 31 無線發送。

綜上所述，上述實施例具有以下優點：

1.靈敏度高，本實施例將電感值轉換成振盪訊號，即使電感值的變動微小，但轉換成振盪訊號後將會得到大幅度的頻率變動，相較於先前技術電阻值可變動幅度太小連帶所對應的感測電壓可變動幅度也過小，故本實施例對於微小的眼壓變動將會有比先前技術有更高的靈敏度。

2.精準度高，本實施例對於微小的眼壓變動可轉換成大幅度的頻率變動，使信號雜訊比也高於先前技術，又信號轉換次數少於先前技術以減少雜訊，因此最後得到的該量測眼壓值精準度較高。

3.可長期監控，本實施例使用水膠(HEMA)為隱形眼鏡

20 的材質，具有高透氧率與親水性優點，故能長時間配戴，可達到長時間眼壓量測的目標。

4.低成本，振盪信號可直接由天線 212 發送出，並不需要載波來傳送，所以也不需要複雜的調變元件，且從該感測單元 2 到該讀取單元 3 只需一次無線傳輸，因此，相較於先前技術可降低硬體成本。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 是一種習知無線眼壓監控裝置的電路圖；

圖 2 是本發明無線眼壓監控裝置之較佳實施例的一電路圖；

圖 3 是該較佳實施例的一頻率產生模組的一電路圖；
及

圖 4 是該較佳實施例的頻率至電壓轉換器的一電路圖。

【主要元件符號說明】

2	感測單元	器	
20	軟式隱形眼鏡	PD	相位偵測單元
21	頻率產生模組	LF	迴路濾波單元
210	頻率振盪器	VCO	電壓控制振盪單 元
211	整流器	33	功率信號產生器
212	收發信號埠	34	電壓至眼壓轉換 器
L	電感		
3	讀取單元		
31	收發信號埠		
32	頻率至電壓轉換		

七、申請專利範圍：

1. 一種無線眼壓監控裝置，適用於監控一眼球的眼壓變化，且該無線眼壓監控裝置包含：

一感測單元，包括：

一電感，用以感測該眼球的眼壓而得到一追隨眼壓變化的電感值；

一頻率產生模組，電連接於該電感以根據該電感的電感值變化進行頻率共振以產生一頻率追隨該眼壓變化的振盪信號；及

一軟式隱形眼鏡，可配戴於該眼球上，該電感及該頻率產生模組是嵌入於該軟式隱形眼鏡中。

及

一讀取單元，從該感測單元無線接收該振盪信號，並據以進行頻率至眼壓轉換以得到一量測眼壓值。

2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該頻率產生模組具有：

一頻率振盪器，電連接於該電感，並提供一具有固定電容值的電容來配合該電感，將該隨著眼壓變化的電感值轉換成該振盪信號；

一收發信號埠，電連接於該頻率振盪器，並將來自該頻率振盪器的振盪信號無線發送，且無線接收一功率信號；及

一整流器，電連接於該頻率振盪器及該收發信號埠，並將該收發信號埠所接收到的功率信號進行交直流轉

換，以產生該頻率振盪器所需的一供應電力。

3. 依據申請專利範圍第 2 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該收發信號埠是一天線。
4. 依據申請專利範圍第 2 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該讀取單元包括：
 - 一收發信號埠，從該感測單元的收發信號埠無線接收該振盪信號；
 - 一頻率至電壓轉換器，電連接於該讀取單元的收發信號埠以接收該振盪信號，並據以進行頻率至電壓轉換以得到一追隨該眼壓變化的感測電壓；及
 - 一電壓至眼壓轉換器，電連接於該頻率至電壓轉換器以接收該感測電壓，並將該感測電壓進行轉換以得到該量測眼壓值；及
 - 一功率信號產生器，電連接於該讀取單元的收發信號埠，並用於產生該功率信號，且經由該讀取單元的收發信號埠無線發送。
5. 依據申請專利範圍第 4 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該電壓至眼壓轉換器預存一感測電壓值與眼壓值對應表，且將該感測電壓進行類比至數位轉換以得到一呈數位格式的感測電壓值，並根據該呈數位格式的感測電壓值進行查表以得到該量測眼壓值。
6. 依據申請專利範圍第 4 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該電壓至眼壓轉換器根據預先建立的一感測電壓值與眼壓值的數學方程式，且將該感測電壓進行類比至數

位轉換以得到一呈數位格式的感測電壓值，並將該呈數位格式的感測電壓值代入該數學方程式進行推算以得到該量測眼壓值。

7. 依據申請專利範圍第 4 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該讀取單元的收發信號埠是一天線。
8. 依據申請專利範圍第 1 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該電感是金材質單層線圈。
9. 依據申請專利範圍第 1 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該軟式隱形眼鏡的材質為水膠。
10. 依據申請專利範圍第 8 項所述之無線眼壓監控裝置，其中，該感測單元與該讀取單元間的通訊包含遠場與近場訊號傳輸方式。
11. 一種適用於一無線眼壓監控裝置的感測單元，包含：
 - 一軟式隱形眼鏡，可配戴於一眼球上；
 - 一電感，嵌入於該軟式隱形眼鏡中，以感測該眼球的眼壓而得到一追隨眼壓變化的電感值；及
 - 一頻率產生模組，電連接於該電感以根據該電感的電感值變化進行頻率共振以產生一頻率追隨該眼壓變化的振盪信號。
12. 依據申請專利範圍第 11 項所述之感測單元，其中，該頻率產生模組具有：
 - 一頻率振盪器，電連接於該電感，並提供一具有固定電容值的電容來配合該電感，將該隨著眼壓變化的電感值轉換成該振盪信號；

一收發信號埠，電連接於該頻率振盪器，並將來自該頻率振盪器的振盪信號無線發送，且無線接收一功率信號；及

一整流器，電連接於該頻率振盪器及該收發信號埠，並將該收發信號埠所接收到的功率信號進行交直流轉換，以產生該頻率振盪器所需的一供應電力。

13. 依據申請專利範圍第 12 項所述之感測單元，其中，該收發信號埠是一天線。

14. 依據申請專利範圍第 11 項所述之感測單元，其中，該軟式隱形眼鏡的材質為水膠。

15. 一種適用於一無線眼壓監控裝置的讀取單元，接收來自一感測單元所產生的一頻率追隨一眼球之眼壓變化的振盪信號，且該讀取單元包含：

一收發信號埠，從該感測單元無線接收該振盪信號；

一頻率至電壓轉換器，電連接於該讀取單元的收發信號埠以接收該振盪信號，並據以進行頻率至電壓轉換以得到一追隨該眼壓變化的感測電壓；及

一電壓至眼壓轉換器，電連接於該頻率至電壓轉換器以接收該感測電壓，並將該感測電壓進行轉換以得到一量測眼壓值。

16. 依據申請專利範圍第 15 項所述之讀取單元，更包括：

一功率信號產生器，電連接於該讀取單元的收發信號埠，並用於產生該功率信號，且經由該讀取單元的收

發信號埠無線發送出。

17. 依據申請專利範圍第 15 項所述之讀取單元，其中，該電壓至眼壓轉換器預存一感測電壓值與眼壓值對應表，且將該感測電壓進行類比至數位轉換以得到一呈數位格式的感測電壓值，並根據該呈數位格式的感測電壓值進行查表以得到該量測眼壓值。
18. 依據申請專利範圍第 15 項所述之讀取單元，其中，該電壓至眼壓轉換器根據預先建立的一感測電壓值與眼壓值的數學方程式，且將該感測電壓進行類比至數位轉換以得到一呈數位格式的感測電壓值，並將該呈數位格式的感測電壓值代入該數學方程式進行推算以得到該量測眼壓值。
19. 依據申請專利範圍第 15 項所述之讀取單元，其中，該收發信號埠是一天線。
20. 依據申請專利範圍第 15 項所述之讀取單元，其中，該頻率至電壓轉換器包括：
 - 一相位偵測單元，接收該振盪信號及一回授信號，並比較該振盪信號及該回授信號之頻率及相位差以得到一誤差信號；
 - 一迴路濾波單元，電連接於該相位偵測單元以接收該誤差信號，並據以濾除其高頻成分及雜訊後，輸出一大小隨誤差信號變化的控制電壓；及
 - 一電壓控制振盪單元，電連接於該迴路濾波單元以接收該控制電壓，並據以轉換以得到一頻率及相位隨控

制電壓變化的迴授信號；

當該振盪信號的頻率與相位和該迴授信號的頻率與相位一樣時，則該頻率至電壓轉換器處於鎖定狀態，而處於鎖定狀態時的該控制電壓就作為該感測電壓。

八、圖式：

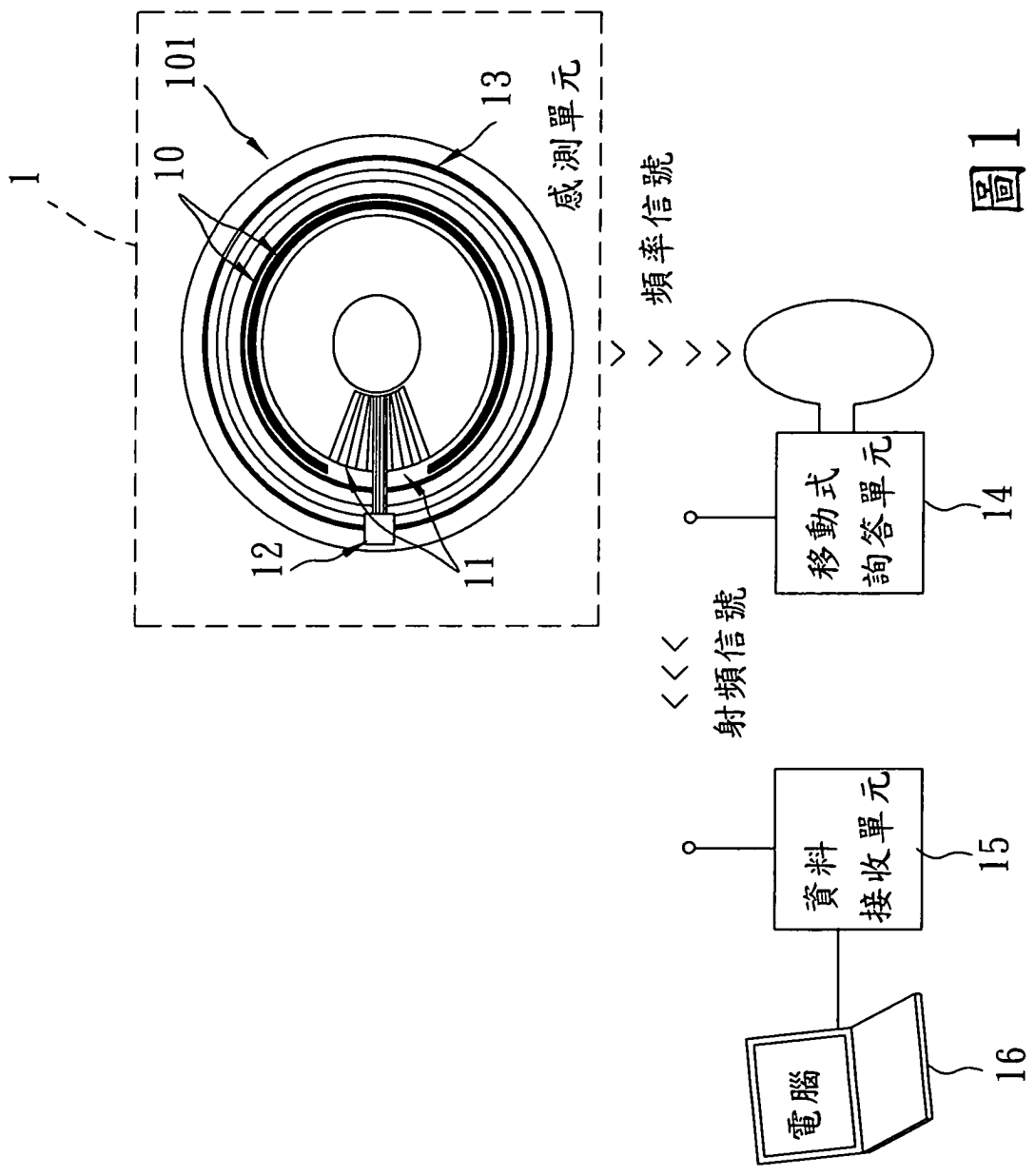


圖1

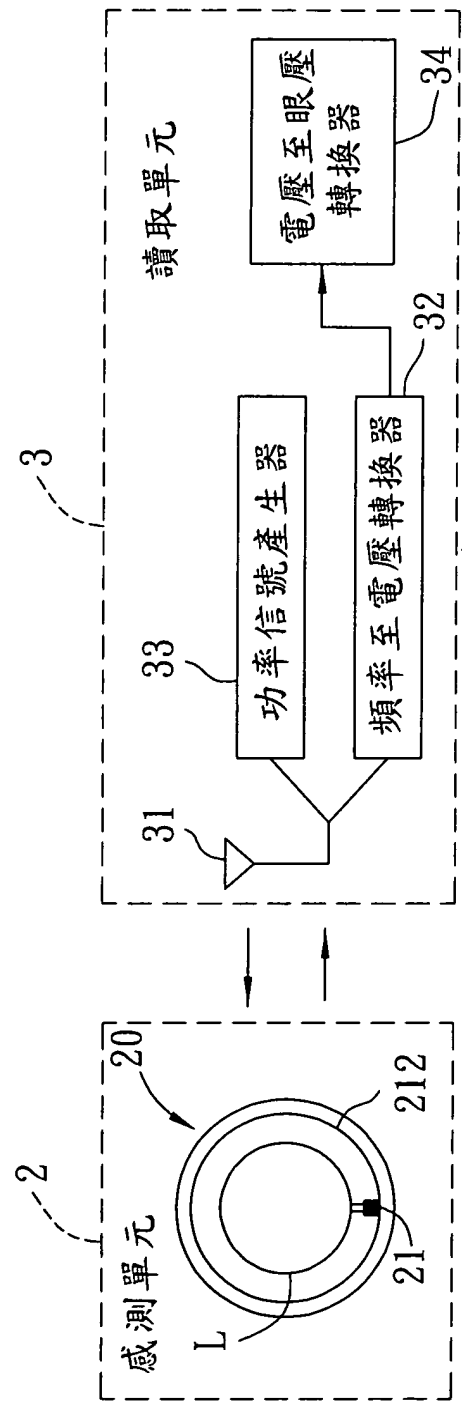


圖2

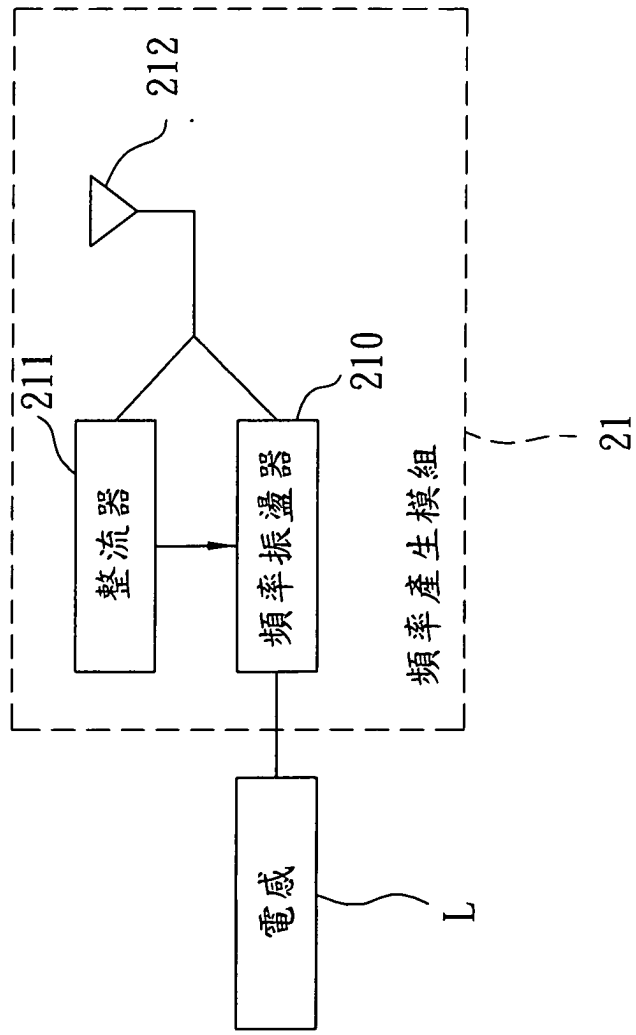


圖3

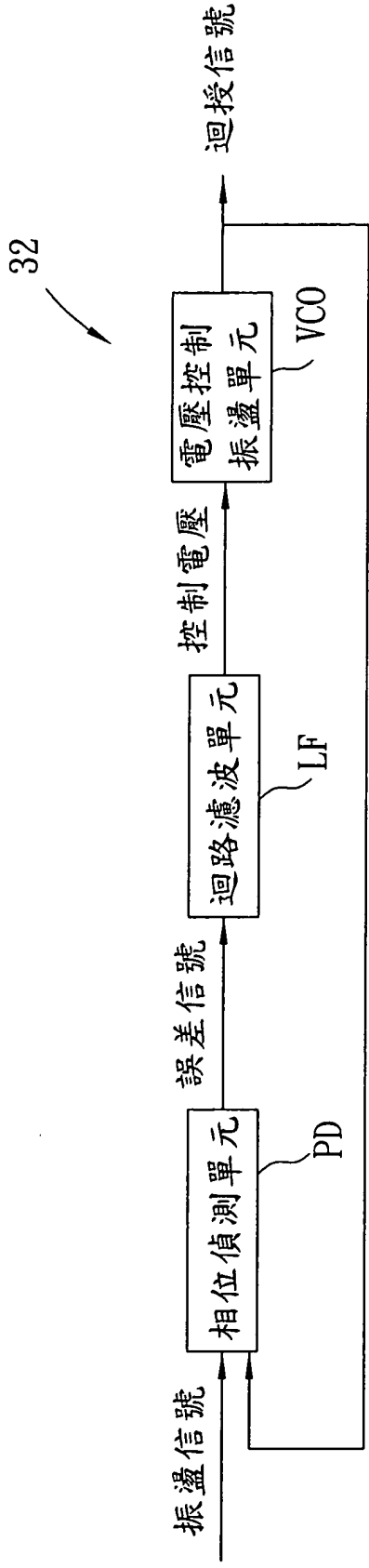


圖4