



(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 I860108 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：112137298

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 05 月 03 日

(51)Int. Cl. : G01R1/07 (2006.01)

G01R15/20 (2006.01)

G01R19/145 (2006.01)

(30)優先權：2018/05/09 美國

15/975,187

(71)申請人：美商富克有限公司(美國) FLUKE CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：瓦容斯 傑佛瑞 WORONES, JEFFREY EDWARD (US) ; 史都爾 朗諾 STEUER, RONALD (AT) ; 羅椎庫 雷卡多 RODRIGUEZ, RICARDO (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201435355A

TW 201534932A

US 2013/0076343A1

US 2016/0091535A1

審查人員：張耕誌

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 40 頁

(54)名稱

電參數感測器探針及偵測電參數之方法

(57)摘要

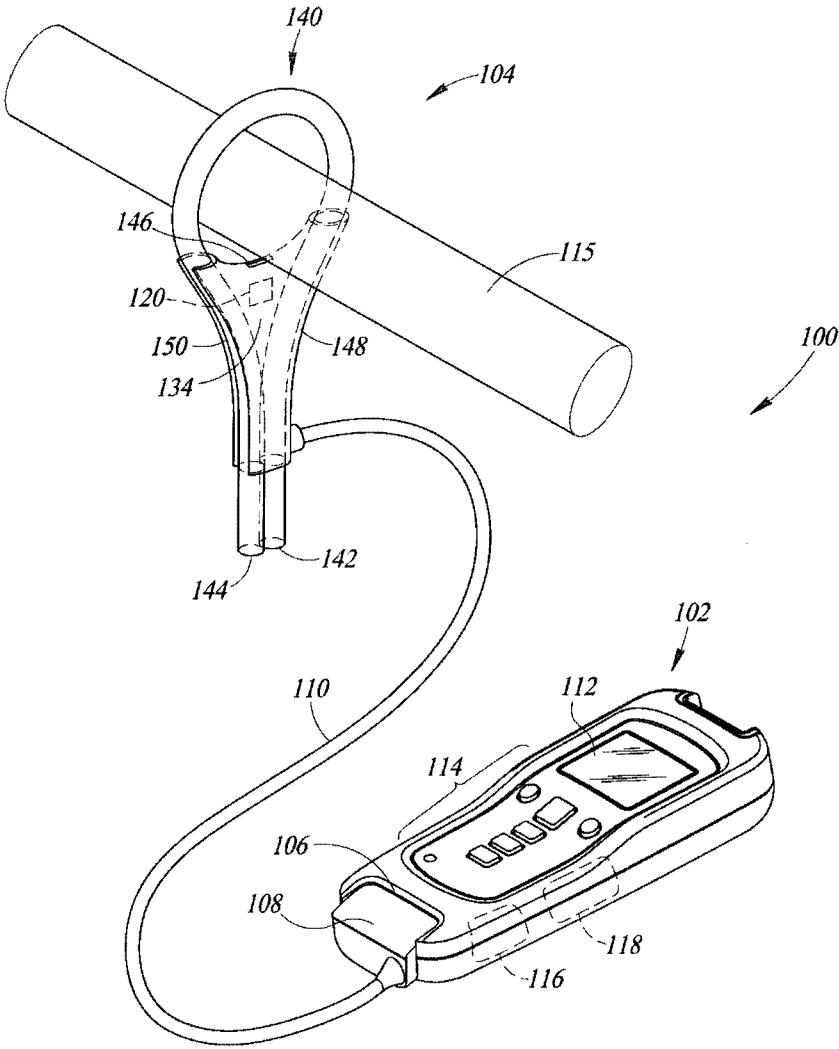
提供用於測量絕緣導體中之電參數而不需要電流連接(galvanic connection)的系統及方法。一種非接觸式、電參數感測器探針可係可操作以測量一絕緣導體中的電流及電壓兩者。該感測器探針包括一本體、一羅哥斯基線圈，其耦合至該本體、及一非接觸式電壓感測器，其耦合至該本體或該羅哥斯基線圈。該羅哥斯基線圈之環的大小係可選擇性地調整，使得該環可於受測試之導體周圍收緊，直到該導體係定位成相鄰於包括該非接觸式電壓感測器之該本體或該羅哥斯基線圈的一部分。所測得之電參數可例如經由顯示器而提供給使用者，或可經由合適的有線或無線連接而傳輸至一或多個外部系統。

Systems and methods are provided for measuring electrical parameters in an insulated conductor without requiring a galvanic connection. A non-contact, electrical parameter sensor probe may be operative to measure both current and voltage in an insulated conductor. The sensor probe includes a body, a Rogowski coil coupled to the body, and a non-contact voltage sensor coupled to the body or the Rogowski coil. The size of the loop of the Rogowski coil is selectively adjustable, such that the loop may be tightened around the conductor under test until the conductor is positioned adjacent a portion of the body or Rogowski coil that includes the non-contact voltage sensor. Measured electrical parameters may be provided to a user, e.g., via a display, or may be transmitted to one or more external systems via a suitable wired or wireless connection.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100:電參數測量裝置
- 102:主體
- 104:電參數感測器探針
- 106:介面連接器
- 108:介面連接器
- 110:纜線
- 112:顯示器
- 114:輸入使用者介面
- 115:絕緣導體；導體
- 116:控制電路系統；處理或控制電路系統
- 118:無線通訊子系統
- 120:控制電路系統
- 134:本體
- 140:羅哥斯基線圈
- 142:第一端
- 144:第二端
- 146:非接觸式感測器
- 148:第一通道
- 150:第二通道



【圖 2】



I860108

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

電參數感測器探針及偵測電參數之方法

【英文發明名稱】ELECTRICAL PARAMETER SENSOR PROBE AND METHOD OF
DETECTING ELECTRICAL PARAMETER**【中文】**

提供用於測量絕緣導體中之電參數而不需要電流連接 (galvanic connection) 的系統及方法。一種非接觸式、電參數感測器探針可係可操作以測量一絕緣導體中的電流及電壓兩者。該感測器探針包括一本體、一羅哥斯基線圈，其耦合至該本體、及一非接觸式電壓感測器，其耦合至該本體或該羅哥斯基線圈。該羅哥斯基線圈之環的大小係可選擇性地調整，使得該環可於受測試之導體周圍收緊，直到該導體係定位成相鄰於包括該非接觸式電壓感測器之該本體或該羅哥斯基線圈的一部分。所測得之電參數可例如經由顯示器而提供給使用者，或可經由合適的有線或無線連接而傳輸至一或多個外部系統。

【 英文 】

Systems and methods are provided for measuring electrical parameters in an insulated conductor without requiring a galvanic connection. A non-contact, electrical parameter sensor probe may be operative to measure both current and voltage in an insulated conductor. The sensor probe includes a body, a Rogowski coil coupled to the body, and a non-contact voltage sensor coupled to the body or the Rogowski coil. The size of the loop of the Rogowski coil is selectively adjustable, such that the loop may be tightened around the conductor under test until the conductor is positioned adjacent a portion of the body or Rogowski coil that includes the non-contact voltage sensor. Measured electrical parameters may be provided to a user, e.g., via a display, or may be transmitted to one or more external systems via a suitable wired or wireless connection.

【指定代表圖】圖 2

【代表圖之符號簡單說明】

- 100：電參數測量裝置
- 102：主體
- 104：電參數感測器探針
- 106：介面連接器
- 108：介面連接器
- 110：纜線
- 112：顯示器
- 114：輸入使用者介面
- 115：絕緣導體；導體
- 116：控制電路系統；處理或控制電路系統
- 118：無線通訊子系統
- 120：控制電路系統
- 134：本體
- 140：羅哥斯基線圈
- 142：第一端
- 144：第二端
- 146：非接觸式感測器
- 148：第一通道
- 150：第二通道

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電參數感測器探針及偵測電參數之方法

【英文發明名稱】

ELECTRICAL PARAMETER SENSOR PROBE AND METHOD OF
DETECTING ELECTRICAL PARAMETER

【技術領域】

【0001】本揭露大致上係關於電參數測量裝置，並且更具體地係關於用於電參數測量裝置之感測器探針。

【先前技術】

【0002】伏特計係用於測量電路中電壓的儀器。測量超過一個電特性的儀器稱為萬用表或數位萬用表(digital multimeter, DMM)，並且操作以測量大致上用於維修、故障排除及維護應用所需要的數個參數。此類參數一般包括交流(alternating current, AC)電壓及電流、直流((direct current, DC)電壓及電流、以及電阻或導通性(continuity)。亦可測量其他參數，諸如功率特性、頻率、電容及溫度以滿足特定應用的要求。

【0003】運用測量AC電壓的習知伏特計或萬用表，需要使至少兩個測量電極或探針與導體電流接觸(galvanic contact)，這通常需要切斷絕緣導線之絕緣部分，或預先

提供用於測量之終端。除了需要用於電流接觸的暴露導線或終端之外，使伏特計探針觸碰裸導線或終端的步驟亦會因為電擊或觸電風險而相對危險。「非接觸」電壓測量裝置可用於偵測交流(AC)電壓之存在，而不需要與電路電流接觸。當偵測到電壓時，藉由指示(諸如光、蜂鳴器、或振動馬達)來警示使用者。然而，此等非接觸式電壓偵測器僅提供 AC 電壓之存在或不存在的指示，且不提供 AC 電壓之實際量值(例如，RMS 值)的指示。

【0004】採用內部電流分流的通用萬用表可大致上受限於最大十安培，例如，由於萬用表測試引線之容量及用以攜載電流之電路系統。此外，萬用表通常必須以內部熔絲保護來預防過量的電流位準流經萬用表，既為了安全性理由且為了預防對萬用表的損害。移除已燒斷的熔絲之困難、加上為了完成替換熔絲所需的時間及成本，使得希望獲得一種不需要內部熔絲的非接觸式電流測量儀器。

【0005】箝置萬用表(clamp-on multimeter)藉由採用整合的電流夾鉗以提供超越通用萬用表之用以測量電流的增進能力，該電流夾鉗係感測電流攜載導體中之電流而無須切斷電流攜載導體或破壞其包括電流攜載導體之電路。電流夾鉗一般係提供在與萬用表相同的殼體中，該萬用表係使用分離的測試探針而以習知方式來測量其他參數(諸如電壓及電阻)。該電流夾鉗在該電流攜載導體周圍閉合，該電流攜載導體可包括銅線或匯流排，例如，以感測由電流流動所產生之磁場。電流夾鉗提供藉由萬用表測量

的電壓信號，該萬用表係計算並顯示所測量之電流位準。因為沒有從電流攜載導體所分流的電流通過箝置萬用表，所以已大量地消除對於其可被測量之最大電流的限制。同樣地，箝置萬用表中已消除了內部熔絲。

【0006】為了獲得有效的電流測量，在電流夾鉗中之磁心必須圍繞電流攜載導體以使得該電流夾鉗閉合。電流夾鉗必須被機械地致動以打開鉗口(jaws)，電流攜載導體被插入，且該等鉗口接著在電流攜載導體周圍閉合。在緊密的實體空間(諸如電氣機櫃)中，插入箝置萬用表並使用此技術來進行電流測量可能是不方便且困難的。此外，該等鉗口必須對準來完成磁心以獲得有效的電流測量。箝置萬用表因此難以用於侷限空間中並且需要其中用以打開電流夾鉗之鉗口的大實體空間。箝置萬用表亦實體上傾向於厚重的，由於在磁心上使用之大量的鐵。再者，高位準的電流可能使磁心飽和。箝置萬用表之電流測量能力因此受限於其不會使磁心飽和的電流位準。

【0007】羅哥斯基線圈(Rogowski coil)能夠感測其流經由羅哥斯基線圈所環繞之導體的交流電流。羅哥斯基線圈與夾鉗之間有許多差異。例如，羅哥斯基線圈是更具可撓性的且具有比萬用表之實質上堅硬夾鉗更小的剖面。羅哥斯基線圈可因此用於侷限空間中，該等侷限空間對於夾鉗型萬用表太緊密及/或太小。此外，可將羅哥斯基線圈之環重新塑形以圍繞具有該夾鉗無法在其周圍閉合之剖面的導體。另一差異係相較於夾鉗之羅哥斯基線圈的更大的

電流測量能力。具體而言，羅哥斯基線圈之空氣核心在其使得該夾鉗之核心的磁性材料飽和之電流位準下不會變成飽和。

【發明內容】

【0008】一種電參數感測器探針可概述為包括一羅哥斯基線圈，該電參數感測器探針係可操作以偵測一絕緣導體中之一電參數而不需要與該絕緣導體電流接觸；一本體，其包含一第一通道及一第二通道，該第一通道及該第二通道具有各別第一開放端及第二開放端，該第一通道及該第二通道之該等各別第一端係彼此間隔開，且該第一通道及該第二通道之該等各別第二端係彼此相鄰，該第一通道及該第二通道之各者經定大小及定尺寸以可滑動地含有該羅哥斯基線圈之各別長度於其中，使得該羅哥斯基線圈之環係形成於該第一通道與該第二通道的該等各別第一開放端之間，且該環之大小係藉由該羅哥斯基線圈在該第一通道及該第二通道中之至少一者內的移動而可選擇性地調整；及一非接觸式感測器，其耦合至該本體且定位於該第一通道與該第二通道的該等各別第一端之間，當該絕緣導體在由該羅哥斯基線圈所形成之該環內時該非接觸式感測器係可操作以感測該絕緣導體中之至少一個電參數。該本體之該第二通道可包括一橫向開口，其係延伸於該第一開放端與該第二開放端之間，該橫向開口經定大小及定尺寸以允許將該羅哥斯基線圈之一長度選擇性地插入該第二通

道中且自該第二通道移除。該橫向開口可具有小於該羅哥斯基線圈之一直徑的一寬度，且相鄰於該橫向開口之該第二通道的至少一部分可由一可撓性材料所形成，該可撓性材料係彈性地變形以允許將該羅哥斯基線圈之該長度選擇性地插入該第二通道中且自該第二通道移除。該本體之該第二通道可包括一緊固件，該緊固件係可操作以允許將該羅哥斯基線圈之一長度選擇性地插入該第二通道中且自該第二通道移除。在該電參數感測器探針之正常使用期間，該羅哥斯基線圈可不從該第一通道移除。該非接觸式感測器可包括一非接觸式電壓感測器或一非接觸式電流感測器中之至少一者。

【0009】該電參數感測器探針可進一步包括耦合至該羅哥斯基線圈之一非接觸式電壓感測器，當該絕緣導體在由該羅哥斯基線圈所形成之該環內時該非接觸式電壓感測器係可操作以感測該絕緣導體中之一電壓。

【0010】該電參數感測器探針可進一步包括一介面連接器，該介面連接器係可操作地耦合至該非接觸式感測器及該羅哥斯基線圈，該介面連接器係可拆卸地耦合至一非接觸式電參數測量裝置之一主體的一對應介面連接器。該非接觸式感測器可包括一非接觸式電壓感測器、一霍爾效應(Hall Effect)感測器、一通量閘(fluxgate)感測器、一異向性磁電阻(anisotropic magnetoresistance, AMR)感測器、或一巨磁電阻(giant magnetoresistance, GMR)感測器中之至少一者。

【0011】一種用於測量一絕緣導體中之一氣參數的裝置可概述為包括一電參數感測器探針，該電參數感測器探針包括一羅哥斯基線圈；一本體，其包含一第一通道及一第二通道，該第一通道及該第二通道具有各別第一開放端及第二開放端，該第一通道及該第二通道之該等各別第一端係彼此間隔開，且該第一通道及該第二通道之該等各別第二端係彼此相鄰，該第一通道及該二通道之各者經定大小及定尺寸以可滑動地含有該羅哥斯基線圈之各別長度於其中，使得該羅哥斯基線圈之環係形成於該第一通道與該第二通道的該等各別第一開放端之間，且該環之大小係藉由該羅哥斯基線圈在該第一通道及該第二通道中之至少一者內的移動而可選擇性地調整；及一非接觸式感測器，其耦合至該本體且定位於該第一通道與該第二通道的該等各別第一端之間，當該絕緣導體在由該羅哥斯基線圈所形成之該環內時該非接觸式感測器係可操作以感測該絕緣導體中之至少一個電參數；及控制電路系統，其係可通訊地耦合至該非接觸式感測器及該羅哥斯基線圈，在操作時，該控制電路系統：接收指示由該非接觸式感測器或該羅哥斯基線圈中之至少一者偵測的信號之感測器資料；及處理接收的該感測器資料以判定該絕緣導體之至少一個電參數。

【0012】該裝置可進一步包括一主體，其含有該控制電路系統。該主體可包括至少一個介面連接器，且該電參數感測器探針可為可拆卸地可連接至該主體之該至少一個介面連接器。該裝置可進一步包括一主體，該主體包括該

電參數感測器探針及該控制電路系統。在操作時，該控制電路系統可處理接收的該感測器資料以判定該絕緣導體中之一電壓。在操作時，該控制電路系統可處理接收的該感測器資料以判定該絕緣導體中之一電壓及一電流。

【0013】該裝置可進一步包括一無線通訊子系統，其係可操作地耦合至該控制電路系統，在操作時，該無線通訊子系統係無線地傳輸判定的該電參數至一外部系統。

【0014】該裝置可進一步包括一顯示器，在操作時，該顯示器以視覺方式呈現判定的該電參數給該裝置之一使用者。該非接觸式感測器可包括一非接觸式電壓感測器、一霍爾效應感測器、一通量閘感測器、一異向性磁電阻 (AMR) 感測器、或一巨磁電阻 (GMR) 感測器中之至少一者。

【0015】一種電參數感測器探針可概述為包括一羅哥斯基線圈，該電參數感測器探針係可操作以偵測一絕緣導體中之一電參數而不需要與該絕緣導體電流接觸，該羅哥斯基線圈具有一第一端及一第二端；一本體，其永久地耦合至該羅哥斯基線圈之該第二端，該本體包含一緊固件，該緊固件選擇性地與該羅哥斯基線圈之該第一端耦合，該本體經定大小及定尺寸以允許經由該羅哥斯基線圈相對於該本體之移動來選擇性地調整該羅哥斯基線圈之一大小；及一非接觸式感測器，其耦合至該本體，當該絕緣導體在由該羅哥斯基線圈所形成之該環內時該非接觸式感測器係可操作以感測該絕緣導體中之至少一個電參數。

【0016】一種電參數感測器探針可概述為包括一羅哥斯基線圈，該電參數感測器探針係可操作以偵測一絕緣導體中之一電參數而不需要與該絕緣導體電流接觸，該羅哥斯基線圈接收該絕緣導體於其中；至少一個非接觸式電壓感測器，其耦合至該羅哥斯基線圈；及一夾鉗，其係可操作地耦合至該羅哥斯基線圈，該夾鉗係可操作以經致動來致使該羅哥斯基線圈變形，使得該至少一個非接觸式電壓感測器係定位成相鄰於受測試之該絕緣導體。

【圖式簡單說明】

【0017】在附圖中，相同參考標號標識類似元件或動作。附圖中元件之尺寸及相對位置未必按比例繪製。例如，各種元件之形狀及角度未必按比例繪製，並且這些元件中的一些可被任意放大及定位以改善圖式易讀性。此外，所繪製之元件之特定形狀不一定意欲傳達關於特定元件之實際形狀的任何資訊，並且可僅是為了便於在附圖中辨識而選擇。

圖1係根據一個非限制性繪示之實施方案之包括一電參數感測器探針之一電參數測量裝置的一繪圖，該電參數感測器探針包括一羅哥斯基線圈及一非接觸式電壓感測器，其中該羅哥斯基線圈係可形成為具有一可調整大小之一環，顯示成該環經開啟以允許被接收以供測量之一絕緣導體。

圖2係根據一個非限制性繪示之實施方案之圖1之該電

參數測量裝置的一繪圖，其顯示成該羅哥斯基線圈之該環於受測試之一絕緣導體周圍閉合且收緊，以定位該導體成相鄰於該非接觸式電壓感測器。

圖 3 係根據一個非限制性繪示之實施方案之該電參數感測器探針的一繪圖，其顯示成該羅哥斯基線圈之該環於受測試之該絕緣導體周圍鬆開。

圖 4 係根據一個非限制性繪示之實施方案之該電參數感測器探針的一繪圖，其顯示成該羅哥斯基線圈之該環於受測試之該絕緣導體周圍收緊，其中該絕緣導體係定位成相鄰於該非接觸式電壓感測器。

圖 5 係根據一個非限制性繪示之實施方案之該電參數感測器探針之一本體的一繪圖，其顯示該本體之一通道中的橫向開口，其允許該羅哥斯基線圈之一長度係可移除地耦合至該本體，使得可將受測試之一導體定位於該羅哥斯基線圈之該環內部。

圖 6A 係根據一個非限制性繪示之實施方案之一電參數感測器探針的一繪圖，顯示有一羅哥斯基線圈，其包括彼此毗連之第一端及第二端。

圖 6B 係根據一個非限制性繪示之實施方案之圖 6A 之該電參數感測器探針的一繪圖，顯示在該第一端及該第二端上之該羅哥斯基線圈的該線圈。

圖 7A 係根據一個非限制性繪示之實施方案之一電參數夾鉗探針的一繪圖，該夾鉗探針包括一羅哥斯基線圈，該夾鉗探針係顯示於一未鉗緊狀態。

圖 7B 係根據一個非限制性繪示之實施方案之圖 7A 之該電參數夾鉗感測器夾鉗探針的一繪圖，該夾鉗探針係顯示於一已鉗緊狀態，其中該羅哥斯基線圈係於受測試之一絕緣導體周圍變形，且定位於該羅哥斯基線圈上之至少一個非接觸式感測器係定位成相鄰於該絕緣導體以獲得一電參數測量。

【實施方式】

【0018】本揭露之一或多個實施方案係有關用於測量一絕緣或裸未絕緣導體(例如，絕緣導線)中之電參數(例如，電壓、電流、功率)而不需要介於導體與電參數感測器探針之間的電流連接之系統及方法。大致上來說，提供測量一絕緣導體中之一或多個電參數之非電流接觸(或「非接觸」)之電參數測量系統或裝置。在本文中，不需要電流連接之此類系統稱為「非接觸式」。如本文所用，除非另外指明，「電耦合」包括直接及間接電耦合。

【0019】在至少一些實施方案中，提供一種非接觸式、電參數感測器探針，其係可操作以準確地測量受測試之一絕緣導體中的電流及電壓兩者。該感測器探針包括一本體、一羅哥斯基線圈，其耦合至該本體、及一非接觸式電壓感測器，其耦合至該本體或該羅哥斯基線圈中之至少一者。該羅哥斯基線圈之該環的大小係可選擇性地調整，使得該環可於受測試之一絕緣導體周圍收緊，直到該導體係定位成相鄰於包括該非接觸式電壓感測器之該本體或羅

哥斯基線圈的一部分。因此，一旦該環收緊以維持該絕緣導體之位置，則相鄰於該導體之非接觸式電壓感測器可獲得準確的電壓測量，而羅哥斯基線圈係獲得準確的電流測量。可使用所獲得之電壓測量及電流測量來導出一或多個電參數(諸如功率或相位角)。所測得之電參數可例如經由顯示器而提供給使用者，或可經由合適的有線或無線連接而傳輸至一或多個外部系統。

【0020】在下文描述中，提出某些具體細節以提供對各種所揭露實施方案的透徹理解。然而，所屬技術領域中具通常知識者將瞭解，可在沒有這些具體細節之一或多者的情況中實踐實施方案，或運用其他方法、組件、材料等實踐實施方案。在其他情況中，未展示或詳細描述與電腦系統、伺服器電腦及/或通訊網路相關聯之熟知結構，以避免不必要地模糊實施方案之說明。

【0021】除非上下文另外要求，否則在整個說明書及申請專利範圍中，用詞「包含(comprising)」與「包括(including)」同義，並且係內含或係開放式的(即，不排除額外、未列舉之元件或方法動作)。

【0022】在本說明書通篇中提及「一個實施方案(one implementation)」或「一實施方案(an implementation)」意指關聯於該實施方案描述之一特定特徵、結構或特性被包括在至少一個實施方案中。因此，在本說明書通篇各處，出現的片語「在一個實施方案中」或「在一實施方案中」不一定都是指相同實施方案。此外，可在一或多個實施方

案中以任何合適方式來組合特定特徵、結構或特性。

【0023】如本說明書與隨附之申請專利範圍中所使用者，單數形式「一(a/an)」與「該(the)」皆包括複數的指涉，除非上下文另有明確指定。亦應注意，除非上下文明確另有所指定，否則用語「或(or)」在使用時通常包括「及/或(and/or)」之意涵。

【0024】在此提供的本揭露之標題及摘要僅為方便起見，並且不應解讀為實施方案之範疇或含義。

【0025】圖1顯示根據一個非限制性繪示之實施方案之一電參數測量裝置100之繪圖。電參數測量裝置100包括主體或殼體102及電參數感測器探針104。感測器探針104包含經由纜線110而耦合至介面連接器108的本體134。主體102包括介面連接器106，其係可拆卸地與感測器探針104之對應介面連接器108耦合。

【0026】主體102進一步包括顯示器112，其呈現測量結果及其他資訊、及輸入使用者介面114，用於輸入諸如測量指令之資訊或其他資訊。顯示器112可為任何合適類型的顯示器，諸如液晶顯示器(liquid crystal display, LCD)、發光二極體(light-emitting diode, LED)顯示器、有機LED顯示器、電漿顯示器、或電子墨水顯示器。主體102可包括一或多個音訊或觸覺輸出(未顯示)，諸如一或多個揚聲器、蜂鳴器、振動裝置等。在所繪示之實施方案中，輸入使用者介面114包含複數個按鈕，但是在其他實施方案中，使用者介面可額外地或替代地包括一或多個其

他類型輸入裝置，諸如觸控墊、觸控螢幕、滾輪、旋鈕、撥號盤、麥克風等。

【0027】主體 102 亦可包括電力供應，諸如電池或電池組，用於供應電力至主體之各種組件及感測器探針 104。主體 102 亦包括控制電路系統 116，其係控制電參數測量裝置 100 之各種操作，諸如接收來自感測器探針 104 之信號、判定受測量之絕緣導體 115 之一或多個電參數、及輸出測量資料(例如，至顯示器 112)。控制電路系統 116 可包括一或多個處理器(例如，微控制器、DSP、ASIC、FPGA)、一或多個類型的記憶體(例如，ROM、RAM、快閃記憶體、其他非暫態儲存媒體)、及/或一或多個其他類型的處理或控制相關組件。

【0028】在至少一些實施方案中，主體 102 可包括無線通訊子系統 118，其可包括藍牙®模組、Wi-Fi®模組、ZIGBEE®模組、近場通訊(near field communication, NFC)模組等之一或多者。主體 102 可操作以經由無線通訊子系統 118 而與一外部接收系統(諸如電腦、智慧型手機、平板電腦，個人數位助理等)無線通訊，以傳輸測量結果至外部系統或接收來自外部系統的指令信號或輸入資訊。主體 102 可額外或替代地包括有線通訊子系統，諸如 USB 介面等。

【0029】雖然僅顯示一個感測器探針 104 以利解釋之目的，但是在至少一些實施方案中，複數個不同感測器探針可為可拆卸地耦合至電參數測量裝置 100 之主體 102。複

數個感測器探針之形狀、結構、或功能中之至少一者可不同，以提供各種功能性給電參數測量裝置 100。

【0030】感測器探針 104 包括可撓性羅哥斯基線圈 140，其具有延伸於第一端 142 與第二端 144 之間的長度。如同習知的羅哥斯基線圈，羅哥斯基線圈 140 可包括環形線圈，該環形線圈具有由以螺旋纏繞於一可撓性、非磁性核心周圍之相同導線所圍繞的且以一可撓性覆蓋物所覆蓋的一中心導線。結果，線圈之一個端係穿過線圈本身並帶出另一側，使得線圈的兩端均位於相同側(例如，第一端 142、第二端 144)上。線圈之端可電連接至信號纜線 110，使得來自羅哥斯基線圈 140 之信號被傳送至主體 102 以供處理。非磁性核心可包括例如空氣。羅哥斯基線圈 140 之覆蓋物可足夠堅硬以保護環形線圈的外形，並且仍有足夠可撓性以允許羅哥斯基線圈形成於一大小及形狀可調整的環中，如下文進一步討論。

【0031】感測器探針 104 之本體 134 包括耦合至該本體之一或多個非接觸式感測器 146(例如，非接觸式電壓感測器)，該等感測器係可操作以感測受測試之絕緣導體 115 中的一或多個電參數。額外地或替代地，一或多個非接觸式感測器 146 可耦合至羅哥斯基線圈，而非感測器探針 104 之本體 134。非接觸式感測器 146 可電連接至信號纜線 110，使得來自感測器的信號傳送至主體 102 以供處理。非接觸式感測器可包括一非接觸式電壓感測器、一霍爾效應元件，一變流器、一通量閘感測器、一異向性磁電阻(AMR)

感測器、一巨磁電阻(GMR)感測器、或其他類型的感測器，其係可操作以感測導體 115 之電參數而不需要電流接觸。非接觸式感測器的各種非限制性實例揭露於 2016 年 11 月 11 日申請之美國臨時專利申請案第 62/421,124 號；2016 年 11 月 7 日申請之美國專利申請案第 15/345,256 號；2017 年 1 月 23 日申請之美國專利申請案第 15/413,025 號；2017 年 1 月 23 日申請之美國專利申請案第 15/412,891 號；2017 年 5 月 24 日申請之美國專利申請案第 15/604,320 號，及 2017 年 6 月 16 日申請之美國專利申請案第 15/625,745 號，該等案內容全文以引用方式併入本文中。

【0032】感測器探針 104 亦可包括可操作地耦合至一或多個感測器 146 的處理或控制電路系統 120，該處理或控制電路系統係可操作以處理接收自一或多個感測器 146 或羅哥斯基線圈 140 之感測器信號、且係可操作以將其指示此類感測器信號之感測器資料傳送至主體 102 之控制電路系統 116 以供處理。控制電路系統 120 可額外地或替代地包括調節或轉換電路系統，其係可操作以將該等信號調整或轉換成一可由主體 102 所接收的形式，諸如類比形式(例如，0 至 1 V)或數位形式(例如，8 位元、16 位元、64 位元)。

【0033】為了使用非接觸式電壓感測器 146 來獲得測量，可能有利的是該感測器盡可能接近於受測試之導體 115。在至少一些實施方案中，亦可能有利的是將導體 115 定位在相對於非接觸式感測器 146 之特定定向(例如，垂

直)。運用具有相對大的、非可調整的環(例如，10吋、18吋)之習知羅哥斯基線圈，該羅哥斯基線圈係懸吊自受測試之電感器，在與感測器探針 104 之本體 134 隔開的一點處。從此位置，非接觸式電壓感測器可能難以或者不可能獲得受測試之導體中的準確電壓測量。如下文進一步討論，在本揭露之一或多個實施方案中，羅哥斯基線圈 140 之環係可選擇性地調整，使得(如圖 2 及圖 4 所示)環可於導體 115 周圍收緊以定位該導體相鄰於非接觸式感測器 146，使得可獲得準確測量。

【0034】如圖 3 中所最佳地顯示，感測器探針 104 之本體 134 包括第一通道 148 及第二通道 150，該第一通道及該第二通道各可滑動地接收羅哥斯基線圈 140 之一部分。第一通道 148 及第二通道 150 各別地具有各別開放的第一端 148a 及 150a 以及各別開放的第二端 148b 及 150b。第一通道 148 及第二通道 150 之第一端 148a 及 150a 係各別地彼此隔開，而第一通道及第二通道之第二端 148b 及 150b 係各別地彼此相鄰。第一通道 148 及第二通道 150 之各者經定大小及定尺寸以可滑動地含有羅哥斯基線圈 140 之各別長度於其中，使得羅哥斯基線圈之環係各別地形成於第一通道 148 及第二通道 150 的各別第一開放端 148a 及 150a 之間，且該環之大小係藉由羅哥斯基線圈在第一通道及第二通道中之至少一者內的移動而可選擇性地調整。進一步地，這兩個通道 148 及 150 係會聚在第二端 148b 及 150b 處以彼此相鄰，其係提供產生準確測量之整體形狀給羅哥斯基線圈 140。

【0035】如圖 1 所示，羅哥斯基線圈 140 之第一端 142 可維持(例如，永久地)於第一通道 148 內，且第二端 144 可經由橫向開口 152(參見圖 5)而可選擇性地移除自第二通道 150，該橫向開口係延伸於第一端 150a 與第二端 150b 之間。作為一實例，羅哥斯基線圈 140 之第一端 142 的一部分可大於第一通道 148 之第二端 148b 中的開口以預防羅哥斯基線圈從第一通道移除。

【0036】當羅哥斯基線圈 140 之第二端 144 與本體 134 分離時，如圖 1 所示，導體 115 可接著定位於鄰近感測器探針 104 之本體 134 的環開口 160(圖 3)內。第二端 144 可接著經由橫向開口 152 而耦合至本體 134，以將導體 115 固定於環開口 160 內。橫向開口 152 可經定大小及定尺寸以允許將該羅哥斯基線圈 140 之一長度選擇性地插入第二通道 150 中且自該第二通道移除。在至少一些實施方案中，橫向開口 152 具有一寬度(W)(圖 5)，其係稍微小於羅哥斯基線圈 140 之直徑。在此類實施方案中，相鄰於橫向開口 152 之第二通道 150 的至少一部分 154(圖 5)可由一可撓性材料(例如，彈性體)所形成，該可撓性材料係彈性地變形以允許將羅哥斯基線圈 140 之該長度選擇性地插入該第二通道中且自該第二通道移除(例如，「卡」入及出該通道)。

【0037】一旦導體 115 經定位於環開口 160 內部，如圖 3 所示，使用者可抓住羅哥斯基線圈 140 之第一端 142 及第二端 144 並相對於感測器探針 104 之本體 134 而將其向下拉(如圖所示)，其致使環之大小減小，使得該環於導體周圍

收緊，如圖4所示。一旦已將羅哥斯基線圈140之環收緊，如圖4所示，導體115係牢固地定位相鄰於其包括非接觸式電壓感測器146之本體134的位置155。接著，感測器探針104可接著使用非接觸式電壓感測器146來用以偵測導體115中之電壓，並使用定位於該導體周圍之羅哥斯基線圈140來偵測該導體中之電流。在至少一些實施方案中，可指示使用者保持第一端142及第二端144彼此對準，如圖3及圖4所示。在其他實施方案中，可提供一耦合器以將第一端142及第二端144耦合在一起來維持該等端處於對準關係。

【0038】為了自環開口160移除導體115，使用者可抓住導體115上方(如圖所示)之羅哥斯基線圈140並向上拉動該線圈以鬆開羅哥斯基線圈之環。羅哥斯基線圈140之第二端144可接著經由第二通道150中之橫向開口152而自本體134解除耦合，如上文所討論。一旦羅哥斯基線圈140之第二端144自本體134解除耦合，如圖1所示，導體115可與感測器探針104分離。

【0039】應理解的是，第二通道150中之橫向開口152僅提供緊固件之一個實例，其允許羅哥斯基線圈140之第二端144選擇性地耦合至本體134。在其他實施方案中，可使用不同類型的緊固件，其容許羅哥斯基線圈之至少一個部分的選擇性耦合，而同時允許羅哥斯基線圈之環之大小的調整。

【0040】在至少一些實施方案中，在操作時，感測器

探針 104 之控制電路系統 120 將來自 (多個) 感測器 146 或羅哥斯基線圈 140 之測量資料傳輸至電參數測量裝置 100 之主體 102，且控制電路系統 116 基於所接收的測量資料以判定導體 115 中之一或多個電參數。例如，控制電路系統 116 可利用一或多個數學式、查找表、校準因數等，以判定一或多個電參數。進一步地，一些電參數 (諸如功率或相位角) 可自其他經判定的電參數 (諸如電流及電壓) 導出。

【0041】如上文所提及，介面連接器 108 可係可拆卸地與電參數測量裝置 100 之主體 102 上的對應介面連接器 106 耦合，例如，使得不同感測器探針可耦合至主體 102。在至少一些實施方案中，感測器探針 104 之介面連接器 108 可經組態為插頭及插座中之一者，且主體 102 之介面連接器 106 可經組態為插頭及插座之另一者。在其他實施方案中，介面連接器 106 及 108 可經組態為不同類型的連接器，其係可操作以可拆卸地彼此耦合。

【0042】進一步地，在一些實施方案中，感測器探針 104 可藉由纜線 110 而固定地連接至主體 102。在其他實施方案中，感測器探針 104 及主體 102 可一起形成在單一殼體中，使得不需要纜線 110。

【0043】圖 6A 係亦顯示於圖 3 中之電參數感測器探針 104 之經修改版本的繪圖。圖 6B 顯示在羅哥斯基線圈 140 之護套內部的導電線圈繞組之第一端 143 及第二端 145。在此實施方案中，羅哥斯基線圈 140 之第一端 142 係彎曲成 U 形狀，使得第一端 142 及第二端 144 彼此毗連。此確認可提供

準確度的進一步改善，因為線圈繞組的端 143 及 145 係彼此毗連以利較佳的耦合。此特徵使氣隙最小化，且因此藉由附近外部導線之影響的較佳抑制來改善準確度。

【0044】圖 7A 及圖 7B 根據一個非限制性繪示之實施方案繪示電參數測量裝置 200 之另一實施方案。電參數測量裝置 200 之許多特徵及組件可類似或相同於上文討論之電參數測量裝置 100。因此，關於電參數測量裝置 100 的上文討論亦可適用於電參數測量裝置 200。

【0045】電參數測量裝置 200 包括本體部分 202、夾鉗部分 204、及握持部分 206。夾鉗部分 204 可包括兩個夾鉗臂 208a 及 208b，其可在圖 7A 中所示的未鉗緊或放開位置與圖 7B 中所示的已鉗緊或閉合位置之間相對於彼此而移動。握持部分 206 可包括兩個握持臂 210a 及 210b，其可相對於彼此而移動以將該夾鉗部分從未鉗緊位置致動入已鉗緊位置。作為一實例，本體部分 202 可包括偏置元件 218 (例如，彈簧、銷)，其係偏置圖 7A 所示之未鉗緊位置中的夾鉗臂 208a 及 208b。在操作時，使用者可將握持臂 210a 及 210b 緊握在一起以致使夾鉗臂 208a 及 208b 移入已鉗緊位置來抵抗偏置元件 218 之力。

【0046】電參數測量裝置 200 包括經定位於夾鉗臂 208a 與 208b 之間的羅哥斯基線圈 212。一或多個非接觸式電壓感測器 214 (圖中顯示兩個) 耦合至羅哥斯基線圈 212。作為一實例，羅哥斯基線圈 212 可包括連接器 216，其允許該羅哥斯基線圈之環選擇性地打開以將受測試之絕緣導體

115 定位入該線圈，並接著再連接以關閉該環。

【0047】一旦絕緣導體 115 經定位於羅哥斯基線圈 212 之環內，使用者可握緊握持部分 206 之握持臂 210a 及 210b 以致使夾鉗臂 208a 及 208b 將羅哥斯基線圈 212 變形，使得非接觸式感測器 214 係定位成相鄰於受測試之絕緣導體 115。接著，可接著使用電參數測量裝置 200 使用非接觸式電壓感測器 214 以偵測導體 115 中之電壓，並使用定位於該導體周圍之羅哥斯基線圈 212 來偵測該導體中之電流。如上文所討論，所測得之電參數可例如經由顯示器而提供給使用者，或可經由合適的有線或無線連接而傳輸至一或多個外部系統。

【0048】前述實施方式已經由使用方塊圖、示意圖及實例來闡述裝置及/或程序的各種實施方案。在此類方塊圖、示意圖及實例含有一或多個功能及/或操作的情況下，所屬技術領域中具有通常知識者將理解，可藉由多種硬體、軟體、韌體或其等之幾乎任何組合來個別地或統合地實施在此類方塊圖、流程圖或實例中之各功能及/或操作。在一實施方案中，本發明標的可經由特殊應用積體電路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC) 來實施。然而，所屬技術領域中具通常知識者將瞭解，本文所揭露之實施方案可整體地或部分地等效地在標準積體電路中實施為：在一或多個電腦上執行的一或多個電腦程式 (例如，在一或多個電腦系統上執行的一或多個程式)；在一或多個控制器 (例如，微控制器) 上執行的一或多個程式；

在一或多個處理器(例如，微處理器)上執行的一或多個程式；韌體；或其等之幾乎任何組合，並且將瞭解，設計電路系統及/或撰寫用於軟體及/或韌體之程式碼是在參酌本揭露的所屬技術領域中具有通常知識者的技術內。

【0049】所屬技術領域中具通常知識者將瞭解，本文所述之許多方法或演算法可採用額外動作、可省略某些動作、及/或可依不同於指定之順序來執行動作。

【0050】此外，所屬技術領域中具通常知識者將明白，本文所教導之機制能夠以多種形式散佈為程式產品，並且將明白，實例性實施方案同等地適用，無論用於實際執行散佈的特定類型之信號承載媒體為何。信號承載媒體之實例包括但不限於可記錄類型媒體，例如軟碟、硬碟機、CD ROM、數位磁帶及電腦記憶體。

【0051】可組合上述各種實施方案以提供進一步實施方案。在與本文之具體教示內容及定義一致的程度，2016年11月11日申請之美國專利申請案第62/421,124號；2016年11月7日申請之美國專利申請案第15/345,256號；2017年1月23日申請之美國專利申請案第15/413,025號；2017年1月23日申請之美國專利申請案第15/412,891號；2017年5月24日申請之美國專利申請案第15/604,320號；及2017年6月16日申請之美國專利申請案第15/625,745號之內容全文以引用方式併入本文中。若需要，可修改實施方案之態樣，以採用各種專利、申請案及公開案之系統，電路及概念來提供更進一步之實施方案。

【0052】參酌上文實施方式，可對實施方案進行這些及其他變化。一般而言，在下文申請專利範圍中，所用術語不應被解釋為將申請專利範圍受限於本說明書及申請專利範圍中揭露的具體實施方案，而是應理解為包括所有可能的實施方案連同此申請專利範圍享有的均等物之全部範疇。因此，申請專利範圍不受限於本揭露。

【符號說明】

【0053】

- 100：電參數測量裝置
- 102：主體
- 104：電參數感測器探針
- 106：介面連接器
- 108：介面連接器
- 110：纜線
- 112：顯示器
- 114：輸入使用者介面
- 115：絕緣導體；導體
- 116：控制電路系統；處理或控制電路系統
- 118：無線通訊子系統
- 120：控制電路系統
- 134：本體
- 140：羅哥斯基線圈
- 142：第一端

- 143：第一端
- 144：第二端
- 145：第二端
- 146：非接觸式感測器
- 148：第一通道
- 148a、150a：第一端
- 148b、150b：第二端
- 150：第二通道
- 152：橫向開口
- 154：部分
- 155：位置
- 160：環開口
- 200：電參數測量裝置
- 202：本體部分
- 204：夾鉗部分
- 206：握持部分
- 208a、208b：夾鉗臂
- 210a、210b：握持臂
- 212：羅哥斯基線圈
- 214：非接觸式電壓感測器；非接觸式感測器
- 216：連接器
- 218：偏置元件

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種電參數感測器探針，其係可操作以偵測一絕緣導體中之一電參數而不需要與該絕緣導體電流接觸(galvanic contact)，該電參數感測器探針包含：

一羅哥斯基線圈，其將該絕緣導體容納在其中；

至少一個非接觸式電壓感測器，其定位在該羅哥斯基線圈的一部分附近；及

可操作地耦合至該羅哥斯基線圈的夾鉗，該夾鉗可操作以經致動來致使該羅哥斯基線圈變形，以將該羅哥斯基線圈的該部分定位成相鄰於該絕緣導體。

【請求項2】如請求項1之電參數感測器探針，其進一步包含可由使用者握持以致動該夾鉗的握持部分。

【請求項3】如請求項2之電參數感測器探針，其中該握持部分包括第一握持臂和第二握持臂，該第一握持臂和該第二握持臂可相對於彼此移動以致動該夾鉗，以使該羅哥斯基線圈變形，以將該羅哥斯基線圈的該部分定位成相鄰於該絕緣導體。

【請求項4】如請求項1之電參數感測器探針，其中該夾鉗包括第一夾鉗臂和第二夾鉗臂，該第一夾鉗臂和該第二夾鉗臂可在該羅哥斯基線圈與受測試之該絕緣導體間隔開的未鉗緊位置和該羅哥斯基線圈變形的鉗緊位置之間相對於彼此移動，使得該羅哥斯基線圈的該部分定位成相鄰於該絕緣導體。

【請求項5】如請求項4之電參數感測器探針，其進一

步包含將該第一夾鉗臂和該第二夾鉗臂偏置在該未鉗緊位置的偏置元件。

【請求項6】如請求項1至5中任何一項之電參數感測器探針，其中該至少一個非接觸式電壓感測器物理耦合至該羅哥斯基線圈。

【請求項7】如請求項1至5中任何一項之電參數感測器探針，其進一步包含一介面連接器，其係可操作地耦合至該至少一個非接觸式電壓感測器及該羅哥斯基線圈，該介面連接器係可拆卸地耦合至一非接觸式電參數測量裝置之一主體的一對應介面連接器。

【請求項8】如請求項1至5中任何一項之電參數感測器探針，其進一步包含可通訊地耦合至該至少一個非接觸式電壓感測器及該羅哥斯基線圈的控制電路系統，該控制電路系統係配置為：

從該至少一個非接觸式電壓感測器或該羅哥斯基線圈中之至少一者接收感測器資料；及

處理該感測器資料以確定該絕緣導體中的至少一個電參數。

【請求項9】如請求項8之電參數感測器探針，其中該控制電路系統係配置為處理該感測器資料以確定該絕緣導體中的電壓或電流。

【請求項10】如請求項8之電參數感測器探針，其進一步包含：

無線通訊子系統，其係可操作地耦合至該控制電路系

統，該無線通訊子系統係配置為無線地傳輸該至少一個電參數至一外部系統。

【請求項 11】如請求項 8 之電參數感測器探針，其進一步包含：

顯示器，其係配置為以視覺方式向使用者呈現該電參數。

【請求項 12】一種偵測一絕緣導體中之一電參數而不需要與該絕緣導體電流接觸之方法，該方法包含：

接收電參數感測器探針的羅哥斯基線圈內的該絕緣導體；

使該羅哥斯基線圈變形以將該電參數感測器探針的非接觸式電壓感測器定位成相鄰於該絕緣導體；

透過電路系統從該非接觸式電壓感測器或該羅哥斯基線圈中之至少一者接收感測器資料；及

基於從該非接觸式電壓感測器或該羅哥斯基線圈中之至少一者接收的該感測器資料來確定該絕緣導體中的該電參數。

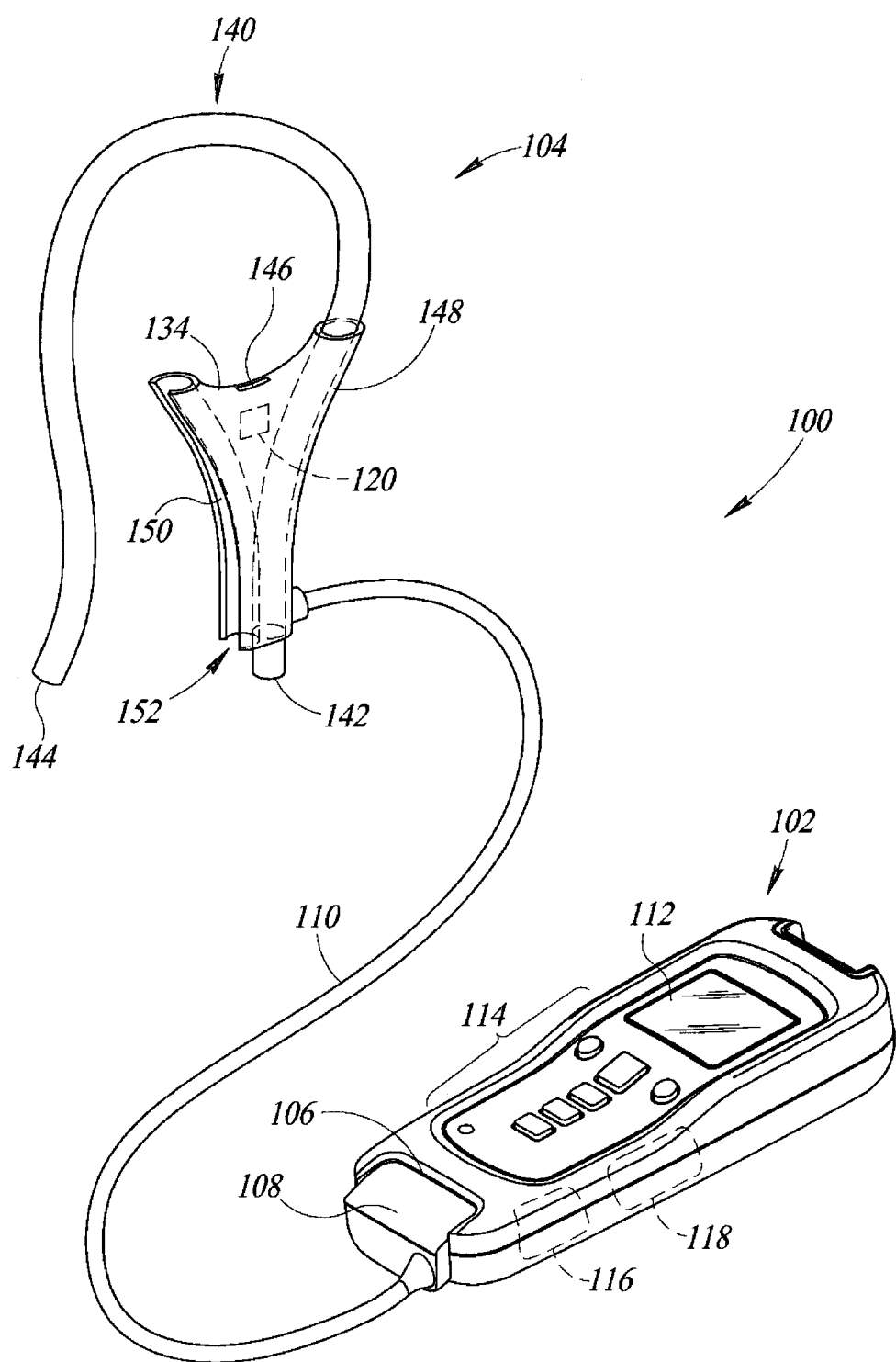
【請求項 13】如請求項 12 之方法，其中該電參數感測器探針包含可操作地耦合至該羅哥斯基線圈的夾鉗，而使該羅哥斯基線圈變形包含致動該夾鉗。

【請求項 14】如請求項 13 之方法，其進一步包含：

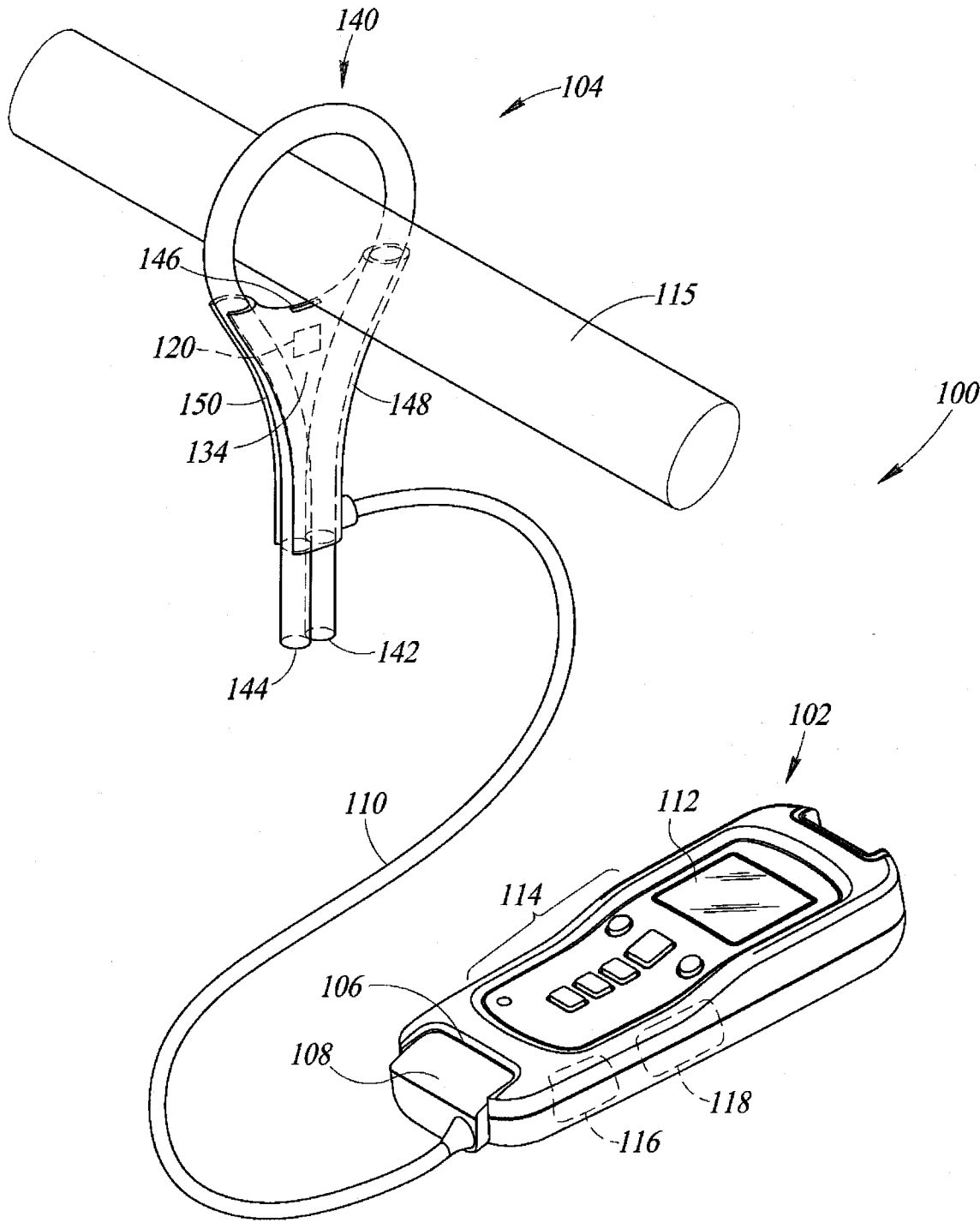
經由該電參數感測器探針的偏置元件將該夾鉗偏置在該羅哥斯基線圈與受測試之該絕緣導體間隔開的未鉗緊位置。

【請求項 15】如請求項 12 之方法，其中該電參數感測器探針包括兩個或更多個非接觸式電壓感測器，而使該羅哥斯基線圈變形包含使該羅哥斯基線圈變形以將該電參數感測器探針的該等兩個或更多個非接觸式電壓感測器定位成相鄰於該絕緣導體。

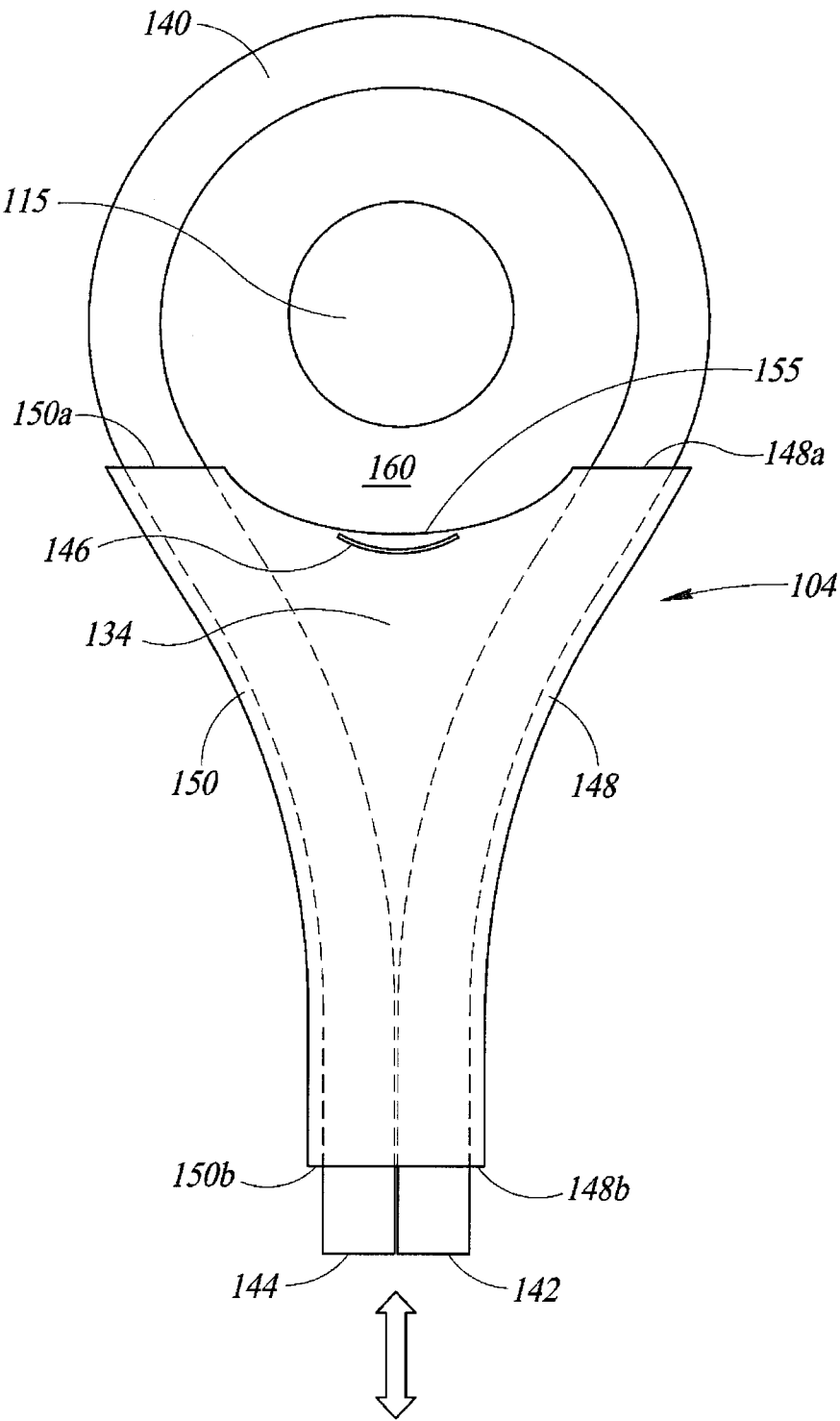
【發明圖式】



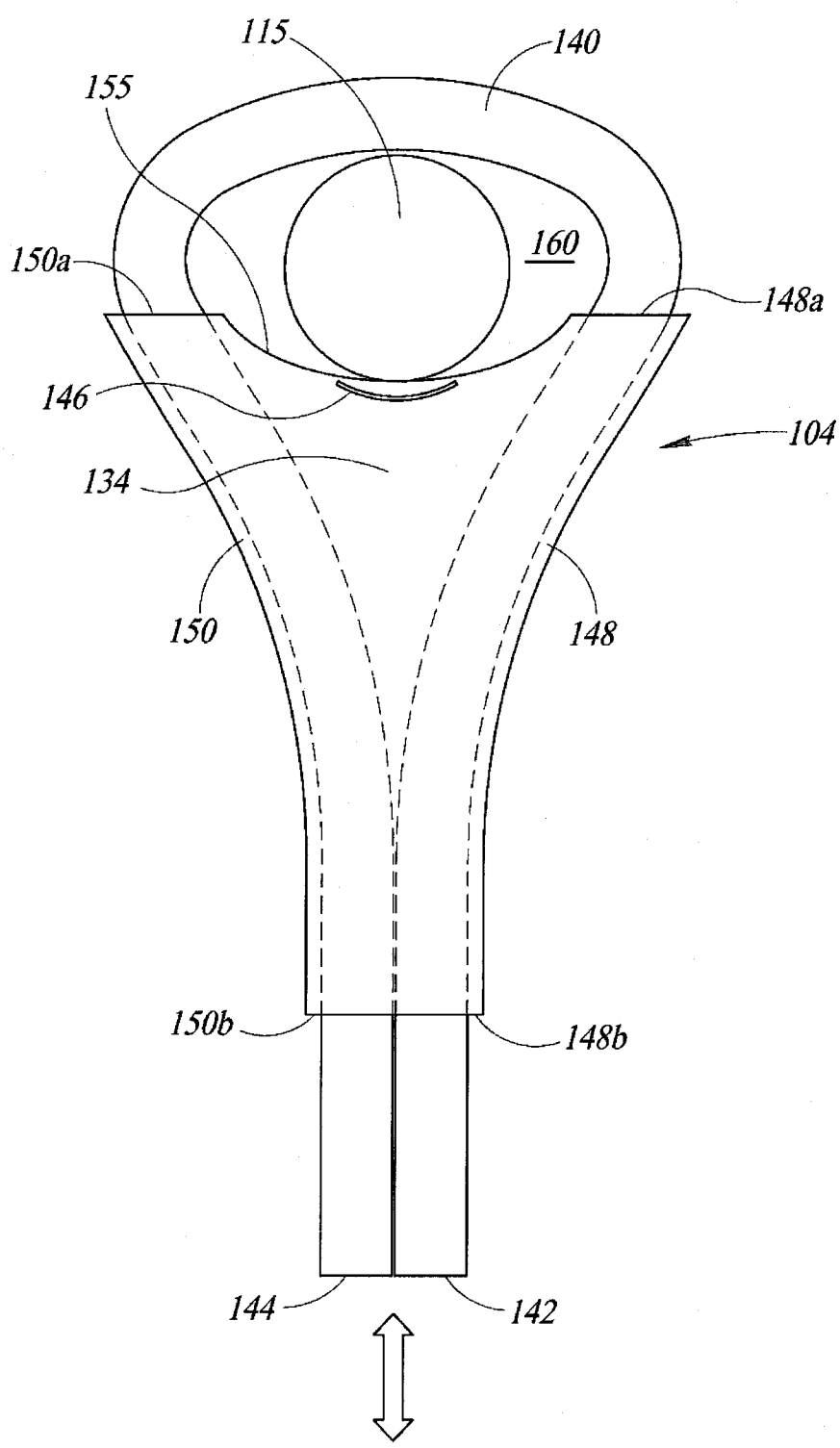
【圖 1】



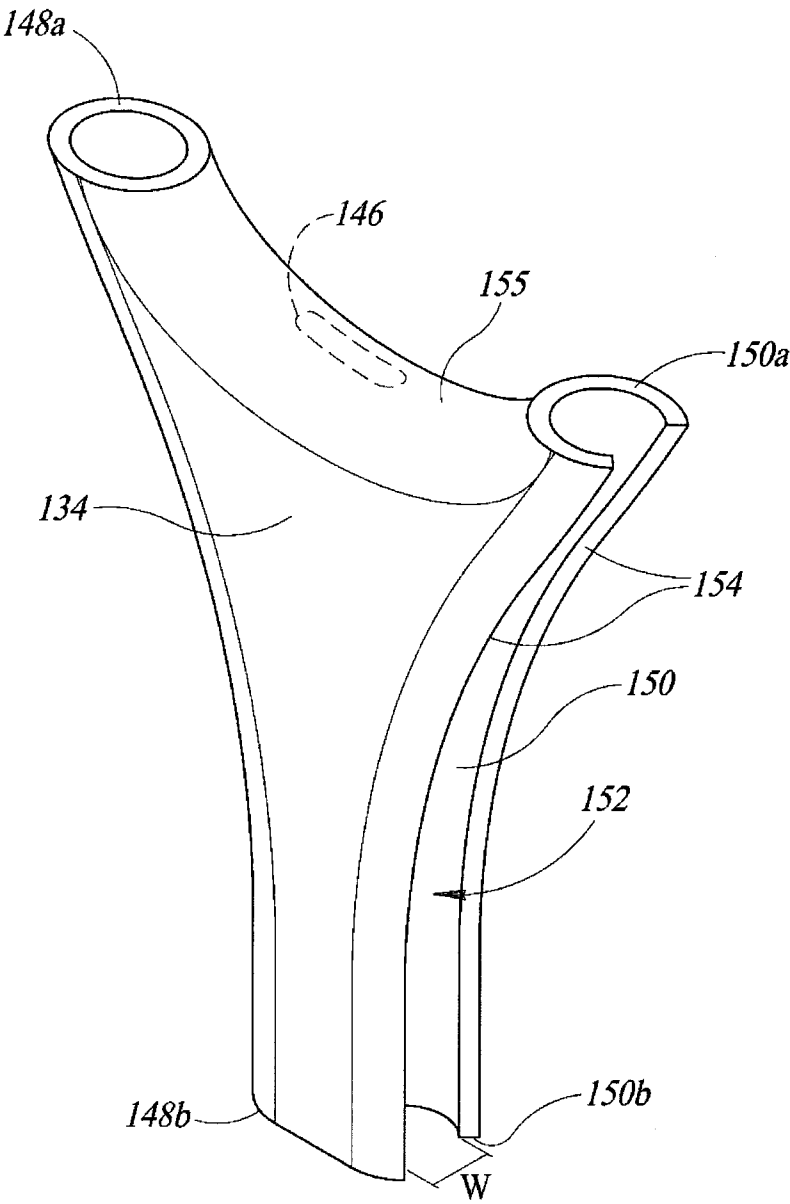
【圖 2】



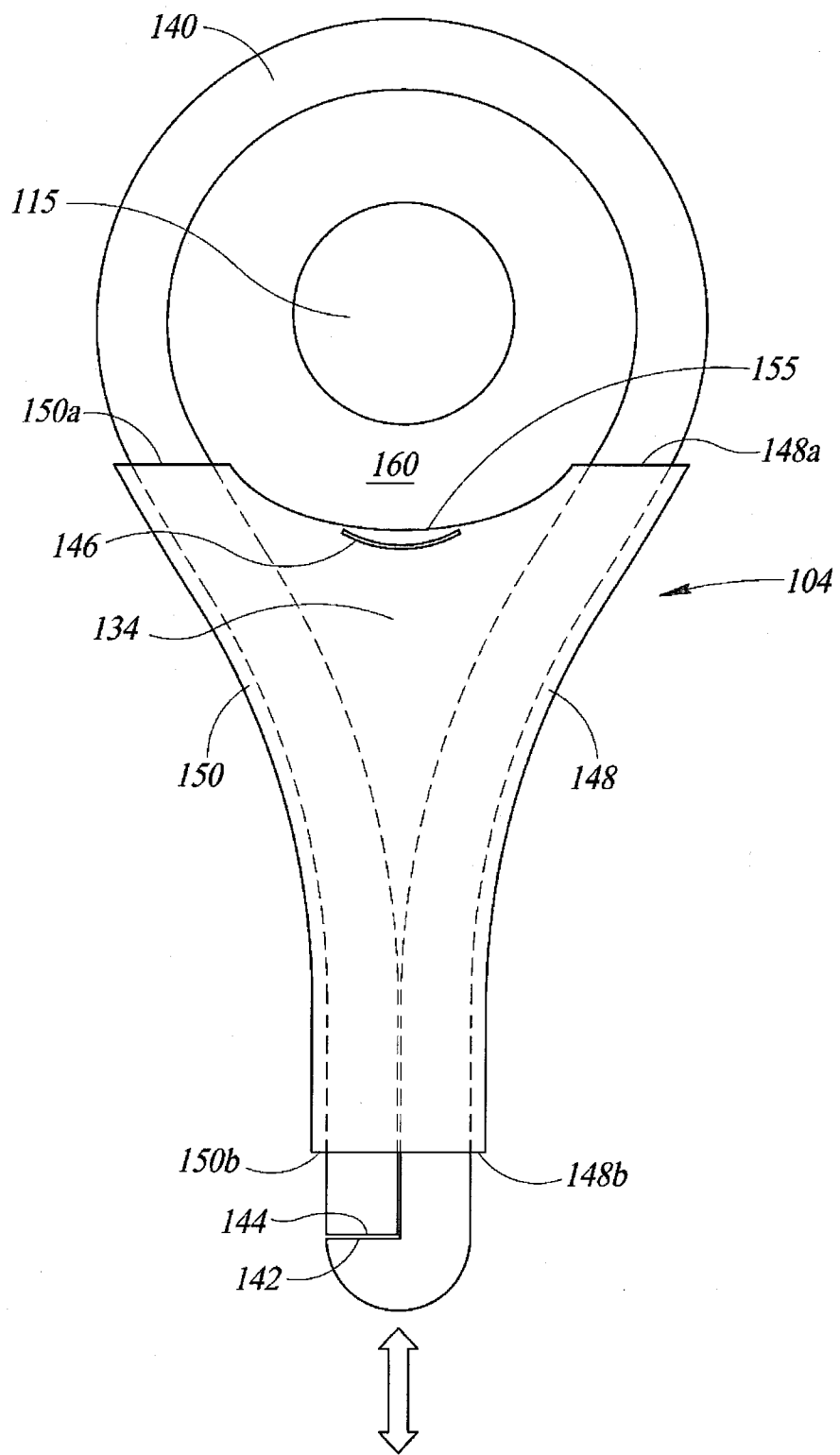
【圖 3】



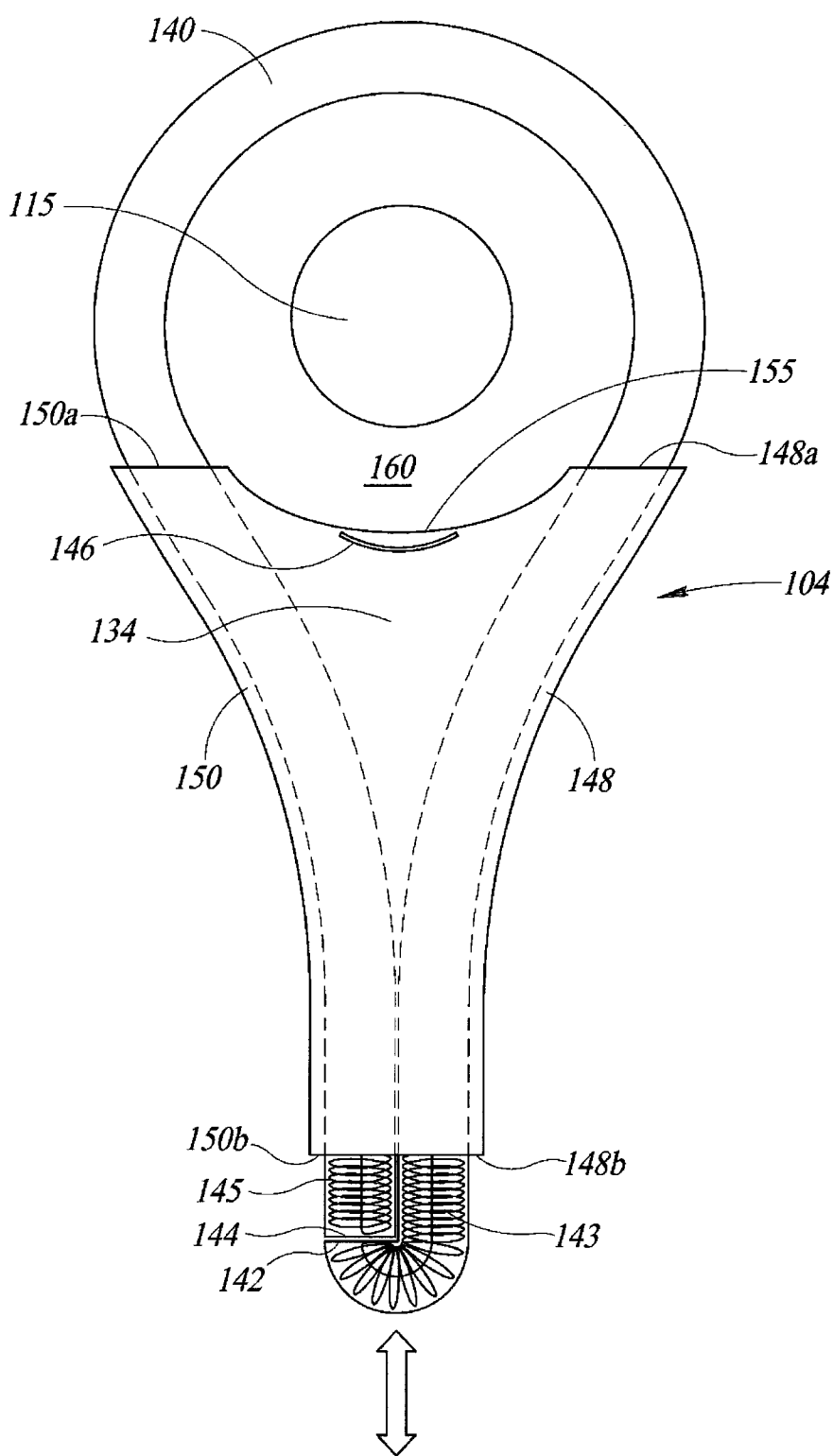
【圖 4】



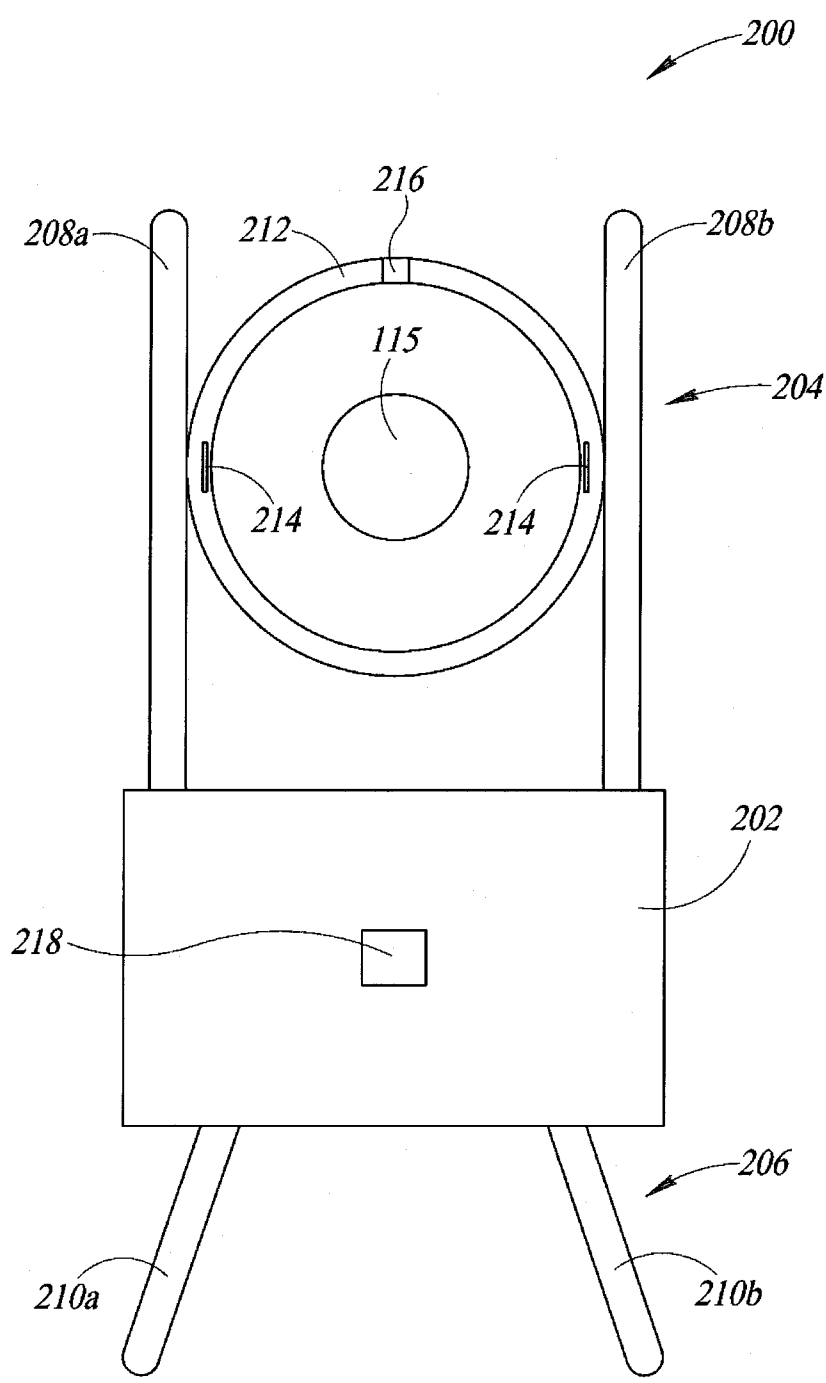
【圖 5】



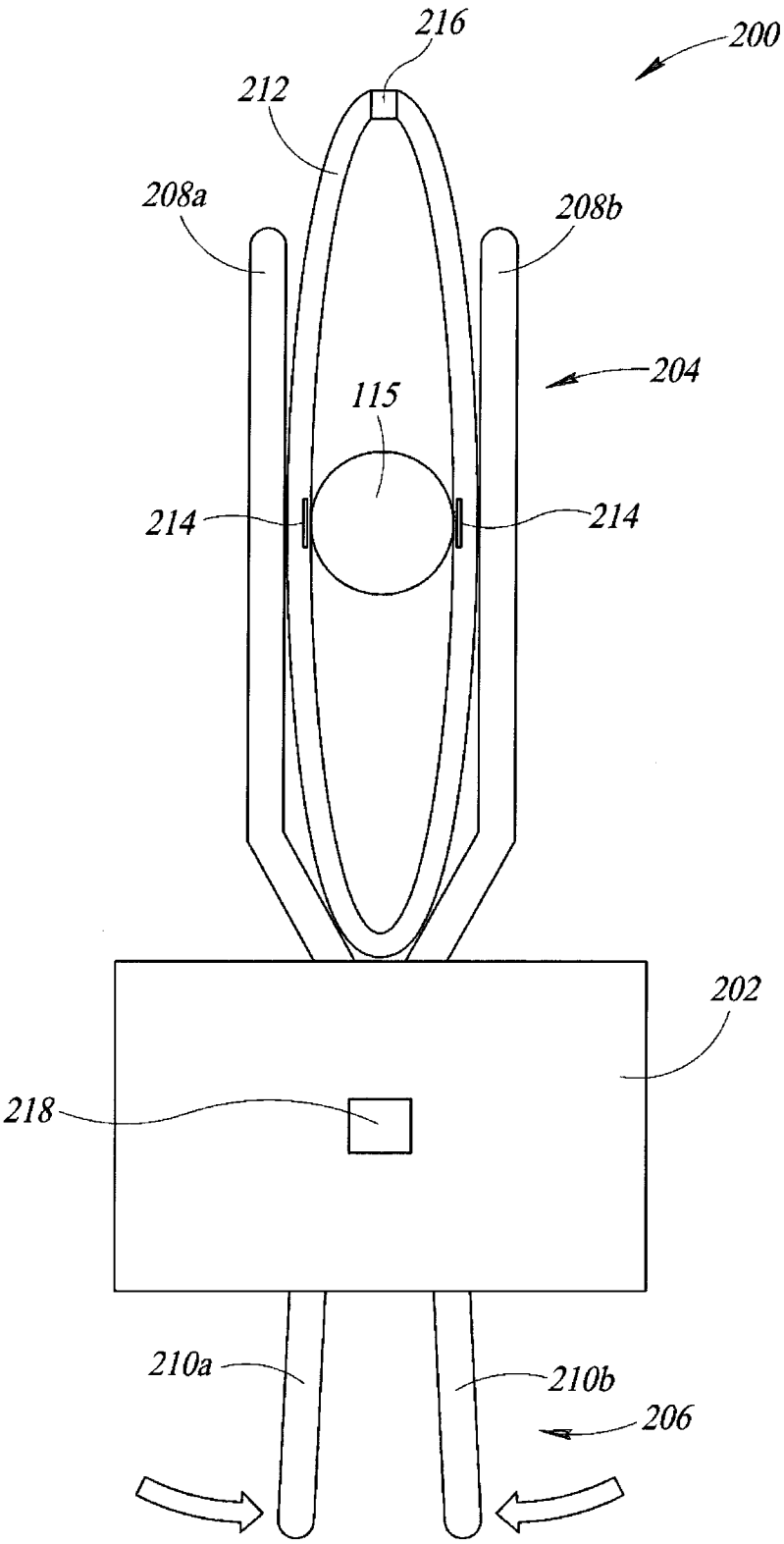
【圖 6A】



【圖 6B】



【圖 7A】



【圖 7B】