



(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 I805563 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：106141960

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 30 日

(51)Int. Cl. : G06Q50/02 (2012.01)

H02J3/24 (2006.01)

H02J3/00 (2006.01)

(30)優先權：2016/11/30 英國

1620329.1

(71)申請人：英商迅應科技有限公司 (英國) REACTIVE TECHNOLOGIES LIMITED (GB)
英國

(72)發明人：阿拉卡提歐拉 優卡 ALAKONTIOLA, JUKKA (FI) ; 傑恩 艾柏希斯科 JAIN, ABHISHEK (IN) ; 佩托拉 蒂摩 PELTOLA, TIMO (FI) ; 柏瑞特 馬克 BORRETT, MARC (GB) ; 凡拓拉 米卡 VENTOLA, MIKA (FI)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201448500A

CN 105706325A

US 2005/0033481A1

審查人員：許人偉

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：8 共 33 頁

(54)名稱

用於電力網中之監測系統、電腦軟體、及方法

(57)摘要

本發明描述用於一電力網中之方法、電腦軟體及裝置。自複數個量測單元間歇或連續地接收量測資料，該量測資料指示一各自量測位置處之至少一個經量測特性之值。監測該至少一個特性，且基於該監測判定該電力網中之電力流已存在一改變。回應於該判定，存取與電力之供應及/或消耗中涉及之該電力網之組件之特性相關之組件資料。基於與該改變及該所存取組件資料相關之所接收量測資料，判定一給定時段中之該電網之一電力流特性。

Methods, computer software and apparatus for use in an electric power grid are described. Measurement data is received intermittently or continuously from a plurality of measurement units, indicating values of at least one measured characteristic at a respective measurement locations. The at least one characteristic is monitored, and it is determined, based on the monitoring, that there has been a change in electric power flow in the electric power grid. Responsive to the determination, component data is accessed relating to characteristics of components of the electric power grid involved in provision and/or consumption of electric power. Based on received measurement data relating to the change and the accessed component data, a power flow characteristic of the grid in a given time period is determined.

指定代表圖：

符號簡單說明：

300:方法

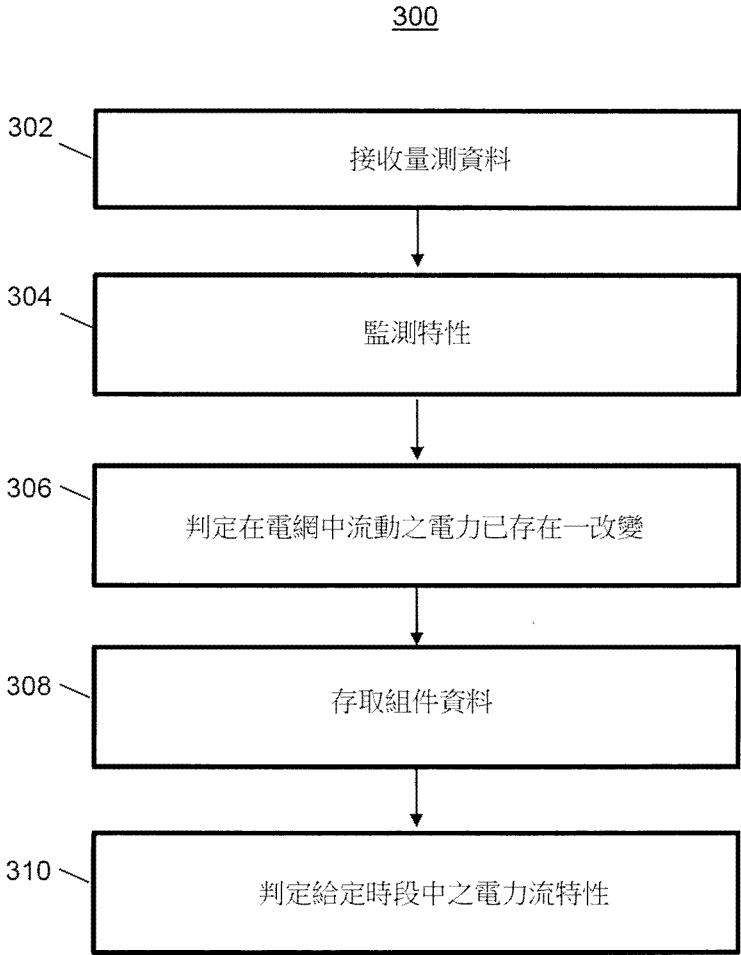
302:方塊

304:方塊

306:方塊

308:方塊

310:方塊



【圖3】



I805563

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於電力網中之監測系統、電腦軟體、及方法

【英文發明名稱】

MONITORING SYSTEM, COMPUTER SOFTWARE, AND
METHOD FOR USE IN AN ELECTRIC POWER GRID

【中文】

本發明描述用於一電力網中之方法、電腦軟體及裝置。自複數個量測單元間歇或連續地接收量測資料，該量測資料指示一各自量測位置處之至少一個經量測特性之值。監測該至少一個特性，且基於該監測判定該電力網中之電力流已存在一改變。回應於該判定，存取與電力之供應及/或消耗中涉及之該電力網之組件之特性相關之組件資料。基於與該改變及該所存取組件資料相關之所接收量測資料，判定一給定時段中之該電網之一電力流特性。

【英文】

Methods, computer software and apparatus for use in an electric power grid are described. Measurement data is received intermittently or continuously from a plurality of measurement units, indicating values of at least one measured characteristic at a respective measurement locations. The at least one characteristic is monitored, and it is determined, based on the monitoring, that there has been a change in electric power flow in the electric power grid. Responsive to the determination, component data is accessed relating to characteristics of components of the electric power grid involved in provision and/or

consumption of electric power. Based on received measurement data relating to the change and the accessed component data, a power flow characteristic of the grid in a given time period is determined.

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

300	方法
302	方塊
304	方塊
306	方塊
308	方塊
310	方塊

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於電力網中之監測系統、電腦軟體、及方法

【英文發明名稱】

MONITORING SYSTEM, COMPUTER SOFTWARE, AND
METHOD FOR USE IN AN ELECTRIC POWER GRID

【技術領域】

本發明係關於用於判定一電力網之電力流特性之方法、系統及電腦軟體。

【先前技術】

提供者與消費者之間的電力交換經由一電力網而發生。在此一電力網中，例如，可藉由相對大容量發電站與相對小容量可再生能源之一組合供應電力。亦可經由各自電網之間的互連件在電力網之間共用電力。電力之消費者包含家庭住戶及企業(包含工廠及類似物)。

可期望電力提供至電力網之速率與其消耗之速率平衡，以便避免例如電力不足以滿足消費者需求。此外，當發生失衡時，此可導致對在電力網中流動之電力之特性之一不利影響。在此等情況中，可花費時間進行必要調整以減少或消除失衡。

現有方法通常涉及一系統操作者基於例如消耗型樣之預期改變及/或條件(諸如天氣條件)之預期改變(其等可影響再生能源提供者(例如，諸如一風力發電機)之效能)而提供電力平衡在未來可如何變化之預測。

然而，此等方法可為不精確的。其等亦不考慮可發生之非預期失衡。可歸因於例如諸如一電力提供者(諸如一發電站)之一故障或自一相鄰電力網之一連接之一故障之事件發生非預期失衡。

在US8972273B1中描述一種使用熱成像技術估計發電廠之電力輸出之方法。然而，實施此等方法係昂貴的。

【發明內容】

根據本發明之一第一態樣，提供一種用於一電力網中之方法，電力在該電力網中流動，該方法包括：

自複數個量測單元間歇或連續地接收量測資料，該等量測單元經配置以量測該電力網中之各自量測位置處之該電力之至少一個特性，該量測資料指示該等各自量測位置處之該至少一個經量測特性之值；

基於該所接收資料監測該複數個量測位置處之該至少一個特性；

基於該監測判定該電力網中之電力流已存在一改變；

回應於該判定，存取與電力之供應及/或消耗中涉及之該電力網之組件之特性相關之組件資料；及

基於與該改變及該所存取組件資料相關之所接收量測資料，判定一給定時段中之該電網之一電力流特性，該電力流特性與至及/或來自該等組件之至少一者之電力流之一量相關。

根據本發明之一第二態樣，提供一種用於一電力網中之監測系統，電力在該電力網中流動，該監測系統包括一通信介面及一處理器，其中：

該通信介面經配置以自複數個量測單元間歇或連續地接收量測資料，該等量測單元經配置以量測該電力網中之各自量測位置處之該電力之至少一個特性，該量測資料指示該等各自量測位置處之該至少一個經量測特性之值；及

該處理器經配置以：

基於該所接收資料監測該複數個量測位置處之該至少一個特性；

基於該監測判定該電力網中之電力流已存在一改變；

回應於該判定，存取與電力之供應及/或消耗中涉及之該電力網之組件之特性相關之組件資料；及

基於與該改變及該所存取組件資料相關之所接收量測資料，判定一給定時段中之該電網之一電力流特性，該電力流特性與至及/或來自該等組件之至少一者之電力流之一量相關。

自參考隨附圖式僅藉由實例給出的本發明之較佳實施例之以下描述將變得明白本發明之進一步特徵及優點。

【圖式簡單說明】

圖1係繪示其中可實施本發明之一電力網之一示意圖；

圖2係根據一實例之一監測系統之一示意圖；

圖3係展示根據一實例之一第一方法之一流程圖；

圖4a係繪示用於一實例中之一組件資料庫之一示意圖；

圖4b係繪示用於一實例中之一位置資料庫之一示意圖；

圖5係展示根據一實例之一第二方法之一流程圖；

圖6係繪示其中可實施本發明之一電力網之一簡化示意圖；

圖7a係一經監測頻率對時間之一第一圖表；及

圖7b係一經監測頻率對時間之一第二圖表；

圖8係展示根據一實例之一第三方法之一流程圖。

【實施方式】

自提供者(諸如發電站)供應電給消費者(諸如家庭住戶及企業)通常經由一電力網而發生。圖1展示其中可實施本發明之實施例之一例示性電力網100，其包括一傳輸電網102及一分配電網104。

傳輸電網102經連接至發電機106，該等發電機106可為核電廠或燃氣電廠，例如，透過電力線(諸如架空電力線)自其依極高電壓(通常約幾百kV)傳輸大量電能至分配電網104。

傳輸電網102經由一變壓器108連結至分配電網104，該變壓器108將電供應轉換成一較低電壓(通常約50 kV)以分配於分配電網104中。

經由進一步包括用於轉換成仍較低電壓之變壓器之變電站110將分配電網104連接至區域網路，該等區域網路將電力提供至連接至電力網100之電力消耗器件。區域網路可包含家庭消費者之網路(諸如一城區網路112)，其將電力供應至汲取約幾kW之相對少量電力之私人住所113內之家用器具。私人住所113亦可使用光伏打器件117以提供相對少量電力以被住所處之器具消耗或提供電力至電力網100。區域網路亦可包含工業處所(諸如一工廠114)，其中在工業處所中操作之較大器具汲取約若干kW至MW之較大量電力。區域網路亦可包含較小發電機之網路，諸如提供電力至電力網100之風力場116。

儘管為簡潔起見，僅在圖1中展示一個傳輸電網102及一個分配電網104，但實際上，一典型傳輸電網102供應電力至多個分配電網104且一個傳輸電網102亦可經互連至一或多個其他傳輸電網102。

電力作為交流電(AC)在電力網100中流動，交流電依一系統頻率流動，該系統頻率可被稱為一電網頻率(通常50 Hz或60 Hz，取決於國家)。電力網100依一同步頻率操作，使得頻率在電網之各點處實質上相同。

電力網100可包含一或多個直流電(DC)互連件119，該一或多個直流電(DC)互連件119提供電力網100與其他電力網之間的一DC連接。通常，DC互連件119連接至電力網100之高電壓傳輸電網102。DC互連件119提

供各種電力網之間的一DC鏈路，使得電力網100界定依未受到其他電力網之電網頻率之改變影響之一給定同步電網頻率操作之一區域。例如，UK傳輸電網經由DC互連件連接至歐洲大陸之同步電網。

此處，術語「電網組件」用於指電力之供應及/或消耗中涉及之電力網100之一組件，諸如發電機、電力消費者及電力之傳輸及/或分配中涉及之器件(諸如上文提及之互連件、變壓器及類似物)。

在實施例中，電力網100亦包含量測單元118，其等經配置以量測電力網之各自量測位置處之電力之至少一個特性。量測單元118可經定位於分配電網104中或傳輸電網102中或處於電力網100之任何其他位置。儘管為簡明起見，僅在圖1中展示七個量測單元118，但將理解，實際上，電力網100可包括幾百個或幾千個此等器件。

例如，量測單元118可經配置以量測以下之一或多者：在電力網100中流動之電力之頻率、惰性、電壓、無功功率及電流(及/或其衍生物)。量測單元118各包含用於與一監測系統(在下文描述)通信之一通信介面，可經由該通信介面發送量測資料。量測單元118亦可包含用於記錄及儲存量測資料之資料儲存器。

在實施例中，一監測系統120可基於自量測單元118之一或多者接收之量測資料監測經量測至少一個特性。監測系統120可經定位於如在圖1中展示之電力網100之地理區域內，或可經定位於電力網100之地理區域外部。

監測系統120可包括例如一計算器件。圖2展示一例示性監測系統120，其經配置以判定一給定時段中之電力網之一電力流特性。監測系統120包括一處理器200、一資料儲存器202及一通信介面204。處理器200可

包括一或多個處理單元，諸如一或多個中央處理單元(CPU)。資料儲存器202可為例如一非暫時性電腦可讀儲存媒體，諸如一唯讀記憶體(ROM)及/或隨機存取記憶體(RAM)、一硬碟機、固態磁碟或快閃記憶體或類似物。在一些實施例中，資料儲存器202保持與電力網100中之電力之供應及/或消耗中涉及之電力網之組件之特性相關之組件資料。通信介面204可實現與量測單元之通信。監測系統120與量測單元118之間的通信可包括有線及/或無線通信。

資料儲存器202可儲存可由處理器200執行以執行本文中描述之方法之任一者之電腦軟體。

圖3係展示根據一實施例之可由監測系統120執行之一方法300之一流程圖。

在方塊302，監測系統120自量測單元118接收量測資料。例如，可經由通信介面204連續或間歇地接收經量測資料。

在方塊304，監測系統120監測量測單元118之各自量測位置處之電力之至少一個特性。

在方塊306，監測系統120基於監測判定電力網中之電力流已存在一改變。例如，監測系統120可判定量測位置之一或多者處之經監測特性已存在一改變且根據此判定已存在一改變。例如，可基於經監測特性之一經監測值之一突然改變或經監測特性之一值超過一臨限值而進行判定。可由例如諸如一電力供應組件(組如一發電站)或一電力消耗組件(諸如一工廠)變得與電網斷開連接或與另一電網之一互連件「跳閘」(即，停止傳輸電力)之一事件或出於另一原因而導致改變。

在方塊308，監測系統120存取與電力之供應及/或消耗中涉及之電力

網之組件之特性相關之組件資料。組件資料可經儲存於資料儲存器202中或可遠端地儲存於例如一伺服器中且藉由監測系統120經由通信介面204存取。

圖4繪示呈一組件資料庫400之形式之組件資料之一實例。在此實例中，組件資料庫400包含用於各電網組件之複數個項目，包含一組件ID項目402、一組件類型項目404、一位置項目406及一操作特性項目408。其他實例可包含更少或更多項目。組件類型項目404可指示例如對應電網組件是否為電力之一提供者或一消費者(或兩者)或電網組件是否為提供一連接至另一電力網之一互連件119。位置項目406可提供對應電網組件之一位置之一指示。位置可為電力網100內之電網組件之一電網位置或其可為一地理位置。

操作特性項目408可指示對應電網組件提供或消耗之電力之一量。例如，可指示消耗/供應之一平均量。在一些情況中，例如若電網組件係用於至/自其他電力網、一再生能源供應者或具有可變消耗需求之一電力消費者傳送不同電力量之一互連件，則電力消耗/供應之量可隨著時間顯著變化。在此情況中，可不提供對應電力量，或可使用即時或近即時資料動態地更新項目。即時或近即時資料可係基於例如由電網組件之一管理員或由例如一系統操作者供應之局部量測及/或資料。操作特性項目408可另外或替代地指示其他資料，諸如一「解決週期(settlement period)」，即，在一故障事件中重啟電網組件之一典型時段及/或與電網組件相關聯之一惰性值。

在方塊310，監測系統120基於與改變及所存取組件資料相關之所接收量測資料判定一給定時段中之一電力流特性。例如，判定可包括預測一

當前或未來時段中之一電力流特性。電力流特性可與至及/或來自電網組件之至少一者之電力流之一量相關。例如，可基於經監測特性及組件資料判定一電力供應組件已停止供應電力至電力網100。可基於與改變及/或所存取組件資料相關之經量測資料判定改變之大小。基於所判定改變及其大小，可判定或估計一給定時段之一電力流特性。例如，可判定針對一給定時段(例如所偵測改變之後的1小時)將存在至電力網之電力供應量之一不足。

在一些實施例中，判定改變之一來源之一位置且基於所判定位置執行電力流特性之判定。在此情況中，監測系統120可存取指示各自量測單元118之量測位置之位置資料。正如上文描述之組件資料400，位置資料可經儲存於資料儲存器202中或可遠端地儲存於例如一伺服器中。圖4b展示呈一位置資料庫450之形式之位置資料之一實例，其包含各量測單元118之一單元ID項目452及一量測位置項目454。

圖5係繪示一例示性方法500之一流程圖，監測系統120可藉由該方法使用電力網組件之位置來預測電力網100中之一電力流特性。在圖5之實例中，經監測特性係惰性。

在方塊502，判定電力網100之一或多個已知區域中之一惰性改變。例如，監測系統120可根據識別一量測單元118之位置之位置資料庫450中之位置資料判定電力網100之一特定區域中之一惰性改變。例如，量測單元118可傳輸具有量測單元ID 452之量測資料，以便促進位置之判定。

在方塊504，可使一或多個電網組件之一位置與電力網100之一或多個區域中之惰性改變相互關聯。例如，基於組件資料庫400中之位置項目406，監測系統120可判定一特定電網組件(或電網組件群組)經定位於一特

定區域中。

在方塊506，基於電力生產設施與其中識別惰性改變之區域之位置之間的相關性判定一特定電網組件係惰性改變之來源。例如，監測系統120可基於(例如，如基於組件資料庫400判定之)其中偵測到惰性改變之區域中之生產設施之已知操作特性使惰性改變與歸因於一電網組件(定位於該區域中之一生產設施)之一已知惰性相互關聯。

在一些實例中，監測系統120可利用指定相同區域中之生產設施之位置之位置項目406中之位置資料及/或指定該等生產設施之操作特性之資料，且可藉此判定區域中可對所判定惰性改變負責之一電網組件。以此方式，可將一特定電網組件識別為經監測特性改變之來源。

在一些實例中，基於量測單元118之不同者處之改變之偵測時間判定改變來源之一位置。當在一電力網100中發生一事件(諸如一互連件119與另一電網斷開連接，例如一發電站106突然停止)時，所得之電力改變傳播通過電力網100之部分或全部。藉由使不同量測單元118處之偵測時間與量測單元118之各自位置相互關聯，可判定一事件之一位置。

現在參考圖6描述又一實例。圖6係一電力網100a、電網組件600a至600e及標記為1至10之十個量測單元之簡化示意圖。

吾人假定電網組件600e係與另一電網之一互連件，且進一步假定互連件600e「跳閘」，即，停止在電網之間傳輸電力。跳閘導致一電力流特性(在此實例中，吾人應係指頻率)之一改變傳播通過電力網100a。

在此情況中，可按1、2、3、4、5、6之順序偵測歸因於量測單元處之互連件600e跳閘之改變之偵測順序(出於此實例之目的，吾人忽略其餘量測單元處之任何偵測)。基於偵測時間之間的差異及改變之一已知傳播

速度，可基於電力網100a圖且使用例如三角量測技術判定事件之來源之一位置。

傳播速度可根據例如諸如事件量值、電線數目及其等阻抗及局部惰性值之因素而變化。出於當前目的，例如，可使用基於所觀察先前事件估計之一值。

如提及，針對事件來源獲得之位置可為一電網位置。位置之判定(使用例如三角量測技術，如提及)可係基於電力網100a內之「邏輯距離」。邏輯距離可包括例如如沿著電力線量測之距離(不同於地理距離)。在一些實例中，邏輯距離考量一電網內之不同條件，例如最大電力流、變壓器及其他組件等之存在及/或電力流之一方向，其等可影響事件之傳播速度。另外或替代地，邏輯距離可考量改變是否已經由多個路徑傳播至一特定量測單元。

在一些實施例中，一個以上量測單元可經定位於一電力線上，電網組件之至少一者經定位至該電力線。此可使得能夠例如判定一傳播方法，藉此協助位置判定。

位置之判定可涉及多個步驟。例如，可基於首先偵測事件之量測單元(在上文實例中，此將為例如量測單元1)進行一初始估計。可接著計算自量測單元1至已偵測改變之其他量測單元之邏輯距離。

在一些實施例中，監測系統120可首先偵測到已發生一事件，且回應於偵測執行一進一步分析程序以判定事件來源(即，電力特性之一所偵測改變之來源)。圖7a及圖7b繪示其中由監測系統120監測之特性係頻率之一實例。在此實例中，監測係基於來自十一個監測單元118之量測。在圖7a中展示之圖表700中，頻率及時間標度使得經監測頻率作為一單一線702

出現。監測系統120可因此監測來自不同量測單元118之頻率量測之一彙總。

如在圖7a中繪示，在約時間T1，在約T1發生經監測頻率之一改變，此可由監測系統120偵測到。可基於例如頻率已移出一預定範圍或已超過一臨限值之一判定偵測改變。另外或替代地，可監測頻率改變速率(RoCoF)且偵測可係基於例如其中之一改變。

回應於偵測到改變，監測系統120在約所偵測改變之時間T1之一時段對自量測單元118接收之量測資料執行更詳細分析。圖7b係圖7a之圖表700之區域704之一「放大」圖表750。按在圖表750中使用之頻率及時間標度，可辨別來自個別量測單元118之量測。例如，可見，對應於線752及754之監測單元比對應於由756指示之線之監測單元更早地偵測到改變(即，頻率改變比後者更早地傳播至前者)。

基於分析由圖7b繪示之資料，可判定改變傳播至不同量測單元118之順序。可計算改變傳播至不同量測單元118之時間之間的一或多個時差。例如，可自不同單元處之經量測頻率超過一預定臨限值之時間計算時差。可接著如上文描述般判定改變來源之一位置。

在上文關於圖7a及圖7b陳述之判定改變來源之位置之方法使得能有效地監測及分析改變，從而使監測系統120免於在來自例如量測單元118之連續詳細資料分析中使用處理資源。在一些實施例中，量測單元118可預設地提供第一資料以使監測系統120能夠監測一改變，且接著(例如由來自監測系統120之一信號)觸發以將比第一資料更詳細之第二資料提供至監測系統120，以便實現更詳細分析(例如，如關於圖7b描述)。例如，量測單元118可根據一第一時段週期性地進行及記錄量測，但預設地僅將量測

之特定者(例如每隔三個、每隔十個等)發送至監測系統120。在自監測系統120接收一信號之後，針對(例如在來自監測系統120之信號中)指定之一時段之先前未發送資料之一些或全部可經發送至監測系統120，以使監測系統120能夠執行討論時段之更詳細分析。

在一些實例中，改變來源之一位置之判定可為概率性的。例如，基於量測單元之各者之偵測時間，可計算各量測單元係改變來源的最接近者之概率的計算。

在一些實例中，位置之判定可足以使能夠識別改變來源。然而，在一些實例中，可使用進一步資料來判定改變來源。例如，可判定事件之量值之一量測(例如電力流之一改變之一量值(本文中稱為一「電力失衡」))，且將此與包含於組件資料庫400之操作特性項目408中之資料比較。在一個實例中，如上文描述之位置判定可用於判定改變來源定位於其中之一區域(邏輯電網區域或地理區域)。基於組件資料庫400之位置欄位406中之資料，可識別改變來源之複數個候選者(即，判定為定位於所判定區域內之該等電網組件)。例如可接著將基於如在上文關於圖7a及圖7b描述之資料分析判定之所偵測改變之其他特性與操作特性項目408中之資料比較以判定哪些候選組件可為改變來源。例如，若判定改變係(或可能)歸因於某一區域內至電網之電力供應突然下降大於10 MW，且基於位置項目406及操作特性項目408中之資料，所判定區域內僅存在一個電網組件可導致此一電力供應下降，則將此電網組件被識別為改變來源。在一些實例中，此識別係基於偵測到改變之一時間。例如，操作特性欄位408可包含關於電力網100之組件之操作排程之資訊。例如，若一互連件之操作特性資料指示其將在一天之某一時段期間自另一電力網匯入電力，則其可為

此時段期間而非其他時段期間的一改變來源之一候選者。

另外或替代地，可基於所接收資料分析改變之一或多個特性以判定一事件來源之一特性。例如，某些類型之發電機(諸如核能發電機)可在一故障事件之後相對慢地減少發電。若一經量測RoCoF保持低於某一臨限值達某一時段，則此可指示此類型之一發電機係改變來源。相反地，頻率之一突然改變(RoCoF相對穩定)可指示電力供應或消耗之一突然減少或增大，從而指示相對突然地改變其電力供應及/或消耗之一組件中之一故障事件。在另一實例中，一傳輸組件(諸如一變壓器)之一故障可導致一電力供應或消耗之一路徑重新安排(re-routing)，此可歸因於一相位改變而被偵測到。

上文提及之電力流之改變之量值之判定可係根據與電力網100中之電力流相關之一惰性值(一系統惰性)。例如，可使用如發表為公開號GB2515358之申請人之同在申請中專利申請案中陳述之一技術判定惰性。一旦已知系統惰性，即可使用以下方程式計算電力失衡之量值：

$$\frac{2H}{f_0} \cdot RoCoF = \Delta P \dots (\text{方程式1}),$$

其中H係系統惰性， f_0 係標稱頻率(例如英國係50 Hz)，RoCoF係如在上文關於圖7a及圖7b描述般量測之頻率改變速率且 ΔP 係電力失衡。

可使用計算電力失衡之其他方法。例如，可使用以電力傳輸位置、局部惰性值、來自發電站之頻率回應及/或來自不同位置之多個RoCoF值為特徵之一詳細電網模型替代方程式1。另外或替代地，一迴歸及/或機器學習模型可用於校準系統干擾及其成因之先前觀察。

在一些實施例中，一旦已判定電力失衡或其他電力流量，即可採取行動補償其等。例如，若基於上文程序判定電力供應之一不足(或等效

地，電力消耗之一過量)，則可採取行動增大電力供應及/或減少電力消耗。例如，可經由一互連件119採取行動以自另一電力網匯入電力，及/或電力消費者可與電力網100斷開連接。相反地，若基於上文程序判定電力供應之一過量(或等效地，電力消耗之一不足)，則可採取行動減少電力供應及/或增大電力消耗。例如，一電源(諸如一發電站106)可與電網斷開連接及/或可連接一或多個電力消費者。例如，可提出要求電力消耗之一排程行動。例如，此可經由一方案來完成，根據該方案在可獲得過量功率容量之時段期間請求電力消費者增大電力消耗。上文提及之不足/過量可為關於整個電力網100之一不足或過量或僅關於其之部分之一不足或過量。後者可例如在其中一變壓器或電力網100之部分之間的電力傳輸中涉及之其他元件中發生一錯誤或故障之情況中發生。

為判定此補償行動之要求，判定所偵測改變表示之電能總量(本文中稱為淨失衡體積(NIV))可為有用的。可根據以下方程式計算NIV：

$$\Delta NIV = \Delta P \cdot t_{sp} \dots (\text{方程式2}),$$

其中 ΔP 係電力失衡，其可根據例如上文之方程式1來計算，且 t_{sp} 係如上文描述之一解決週期之一長度(即，此改變來源之組件恢復其預期操作(例如按預期速率(諸如改變前的速率)提供或消耗電能)之一典型時間)。如上文提及，例如，可基於組件資料庫400之操作特性項目408中之資料判定解決週期。在一些情況中，電網組件可在解決週期期間逐漸或按階段恢復電力之消耗/供應，在此情況中， ΔP 係一時間函數，且因此修改方程式2。

可由系統操作者或由另一方採取上文提及之補償行動。在一些情況中，不同方可實質上彼此獨立地操作，且一特定方考量其他方之行動來判

定所採取之任何補償行動可為有利的。

圖8係展示根據一實施例之一方法800之一流程圖。在方塊802，監測系統120在一給定時段期間判定至電力網100之電力供應之一第一預期不足或過量。例如，預期不足或過量可為上文提及之電力失衡且給定時段可為解決週期或另一時段。

在方塊804，監測系統120判定對補償預期不足之一預期系統回應。此處所提及之系統回應係可經執行以補償電力流特性改變之預期補償行動之一量度。可基於例如與類似過去事件及回應於類似過去事件而發生之回應相關之資料及/或例如與電力供應或消耗之容量相關之資料(諸如市場資料)判定此系統回應。

在方塊806，監測系統120基於在方塊804判定之預期系統回應而在給定時段期間判定至電力網100之電力供應之一第二預期不足或過量。例如，可自第一預期不足或過量減去預期系統回應之一量值以提供第二預期不足或過量。

例如，第二預期不足或過量之一值可接著形成由具備電力網之電網組件之此資料之實體(例如負責指派能量供應及/或消耗之一管理員)執行之補償行動之基礎。換言之，可考量其他方之預期行動且例如因此調整能量供應。

雖然在方法800之實例中，預期系統回應被用作判定第二預期不足或過量之基礎，但可另外或替代地考量關於電力消耗及/或供應之其他資料。此其他資料之實例包含定價/成本資料及可對能量消耗具有影響之事件排程、關於公共事件(諸如國定假日、體育賽事及音樂會)之資料及旅行行程(諸如列車時刻表)，其等可指示可預期惰性貢獻負載增大之時間。

上文方法提供判定一電力網之電力流特性之一簡便方法。此可例如使能夠採取如上文陳述之補償行動。

上述實施例應被理解為本發明之闡釋性實例。設想其他實施例。例如，雖然在一些上文實例中提及特定經量測特性(諸如惰性及頻率)，但可使用其他特性替代所提及之特性。例如，可使用電壓及/或相位，連同例如與電力線阻抗相關之資料。

雖然在上文描述之一些實施例中，識別一事件之來源之一位置，但在一些實施例中，此可為不必要的。例如，在一些情況中，僅基於電力流之惰性或特性之一改變或如上文描述之其他分析判定一事件之來源可為可行的。在一些實施例中，高精度頻率或其他特性資料可使能夠在不判定一特定位置之情況下判定電力失衡。

雖然在上文實例中，參考在一未來時段期間之一電力失衡或其他電力流特性之判定，但在一些實例中，可針對一過去時段進行判定。例如，此可用於建立如上文描述之電網模型。例如，可以此方式篩選及分析再發事件。

應理解，關於任一實施例描述之任何特徵可單獨使用，或與所描述之其他特徵組合使用，且亦可與任何其他實施例之一或多個特徵或任何其他實施例之任何組合組合使用。此外，亦可在不脫離隨附發明申請專利範圍中界定之本發明之範疇之情況下採用未在上文描述之等效物及修改。

【符號說明】

100	電力網
100a	電力網
102	傳輸電網

104	分配電網
106	發電機
108	電壓器
110	變電站
112	城區網路
113	私人住所
114	工廠
116	風力場
117	光伏打器件
118	量測單元
119	直流電(DC)互連件
120	監測系統
200	處理器
202	資料儲存器
204	通信介面
300	方法
302	方塊
304	方塊
306	方塊
308	方塊
310	方塊
400	組件資料庫
402	組件ID項目

404	組件類型項目
406	位置項目
408	操作特性項目
450	位置資料庫
452	單元ID項目
454	量測位置項目
500	方法
502	方塊
504	方塊
506	方塊
600a至600e	電網組件
700	圖表
702	單一線
704	區域
750	放大圖表
752	線
754	線
756	線
800	方法
802	方塊
804	方塊
806	方塊

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於一電力網中之方法，電力在該電力網中流動，該方法包括：

自複數個量測單元間歇或連續地接收量測資料，該等量測單元經配置以量測該電力網中之各自量測位置處之該電力之至少一個特性，該量測資料指示該等各自量測位置處之該至少一個經量測特性之值；

基於該所接收資料監測該複數個量測位置處之該至少一個特性，所監測之至少一個特性包含一惰性(inertia)特性；

基於該監測判定該電力網中之電力流已存在一改變；

回應於該判定，存取與電力之供應及/或消耗中涉及之該電力網之複數個組件之特性相關之組件資料且該組件資料包含關於與個別組件相關聯之惰性值之資料；

至少部分地基於該所監測之惰性特性及該等惰性值而將該複數個組件中一第一組件識別為該改變之一來源；及

基於與該改變、該所存取組件資料、及該識別相關之所接收量測資料，判定一給定時段中之該電力網之一電力流特性，該電力流特性與至及/或來自該等組件之至少一者之電力流之一量相關。

【第2項】

如請求項1之方法，其包括基於該所判定電力流特性判定在該給定時段中至該電力網之至少部分之電力供應之一第一預期不足或過量。

【第3項】

如請求項2之方法，其包括基於對補償該第一預期不足或過量之一預

期系統回應判定一第二預期不足或過量。

【第4項】

如請求項1之方法，其中該組件資料包含與該等組件之位置相關之位置資料，且基於該位置資料及該等量測位置識別該第一組件。

【第5項】

如請求項1之方法，其中該組件資料包含與至及/或來自該等組件之電力流之一量值相關之電力流資料，且基於該電力流資料識別該第一組件。

【第6項】

如請求項5之方法，其中該經監測之至少一個特性包括該電力網中之該電力流之一頻率特性，且該方法包括：

基於該頻率特性之所判定改變及與該電力網中之電力流相關之一惰性值判定歸因於該所判定改變之一電力流改變之一量值；及

基於該所判定量值識別該第一組件。

【第7項】

如請求項4之方法，其中方法包括基於該改變傳播至該等量測單元之不同者之時間判定該電力網中之該改變之一來源之一位置。

【第8項】

如請求項1之方法，其包括執行一分析程序以將該複數個組件之該第一組件識別為該改變之一來源，該分析程序包括與該改變相關之該所接收量測資料之一分析，回應於在該電力網中流動之電力已存在一改變之該判定而執行該分析程序。

【第9項】

如請求項8之方法，其中與該改變相關之該所接收量測資料包括與該

改變相關之比對其執行該監測之該資料更高階之細節。

【第10項】

如請求項1之方法，其包括：

基於該所接收資料分析該改變之一或多個特性以判定該改變之該來源之一特性；及

至少部分根據該分析識別該第一組件。

【第11項】

一種電腦軟體，其包括用於執行如請求項1至10中任一項之方法之電腦可執行指令。

【第12項】

一種用於一電力網中之監測系統，電力在該電力網中流動，該監測系統包括一通信介面及一處理器，其中：

該通信介面經配置以自複數個量測單元間歇或連續地接收量測資料，該等量測單元經配置以量測該電力網中之各自量測位置處之該電力之至少一個特性，該量測資料指示該等各自量測位置處之該至少一個經量測特性之值；及

該處理器經配置以：

基於該所接收資料監測該複數個量測位置處之該至少一個特性，所監測之至少一個特性包含一惰性(inertia)特性；

基於該監測判定該電力網中之電力流已存在一改變；

回應於該判定，存取與電力之供應及/或消耗中涉及之該電力網之複數個組件之特性相關之組件資料且該組件資料包含關於與個別組件相關聯之惰性值之資料；

至少部分地基於該所監測之惰性特性及該等惰性值而將該複數個組件中一第一組件識別為該改變之一來源；及

基於與該改變、該所存取組件資料、及該識別相關之所接收量測資料，判定一給定時段中之該電力網之一電力流特性，該電力流特性與至及/或來自該等組件之至少一者之電力流之一量相關。

【第13項】

如請求項12之監測系統，其包括該複數個量測單元。

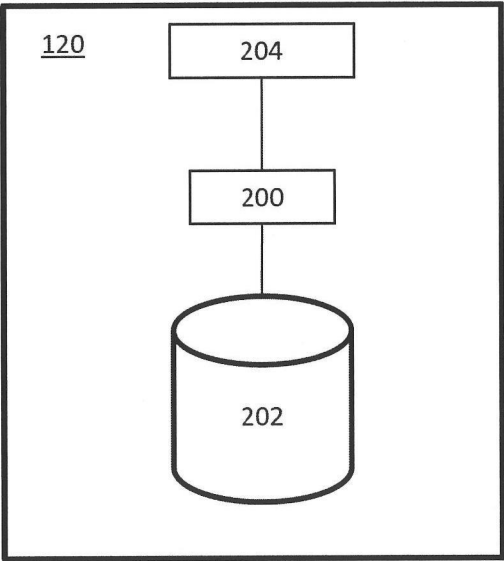
【第14項】

如請求項13之監測系統，其中該等量測單元之至少兩者經配置以量測該電力網之該等組件之一者連接至其之一電力線上之不同各自位置處之該至少一個特性。

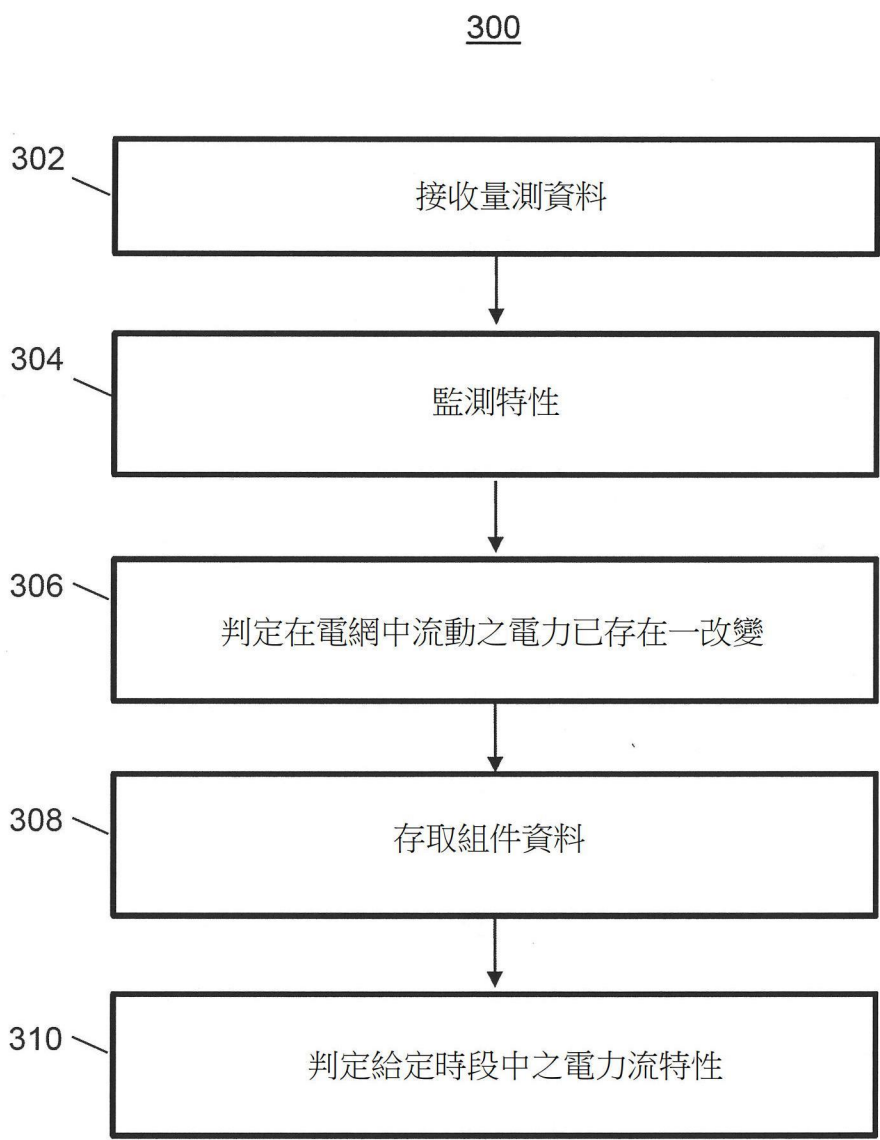
【第15項】

一種監測系統，其經配置以執行如請求項1至10中任一項之方法。





【圖2】



【圖3】

400
↓

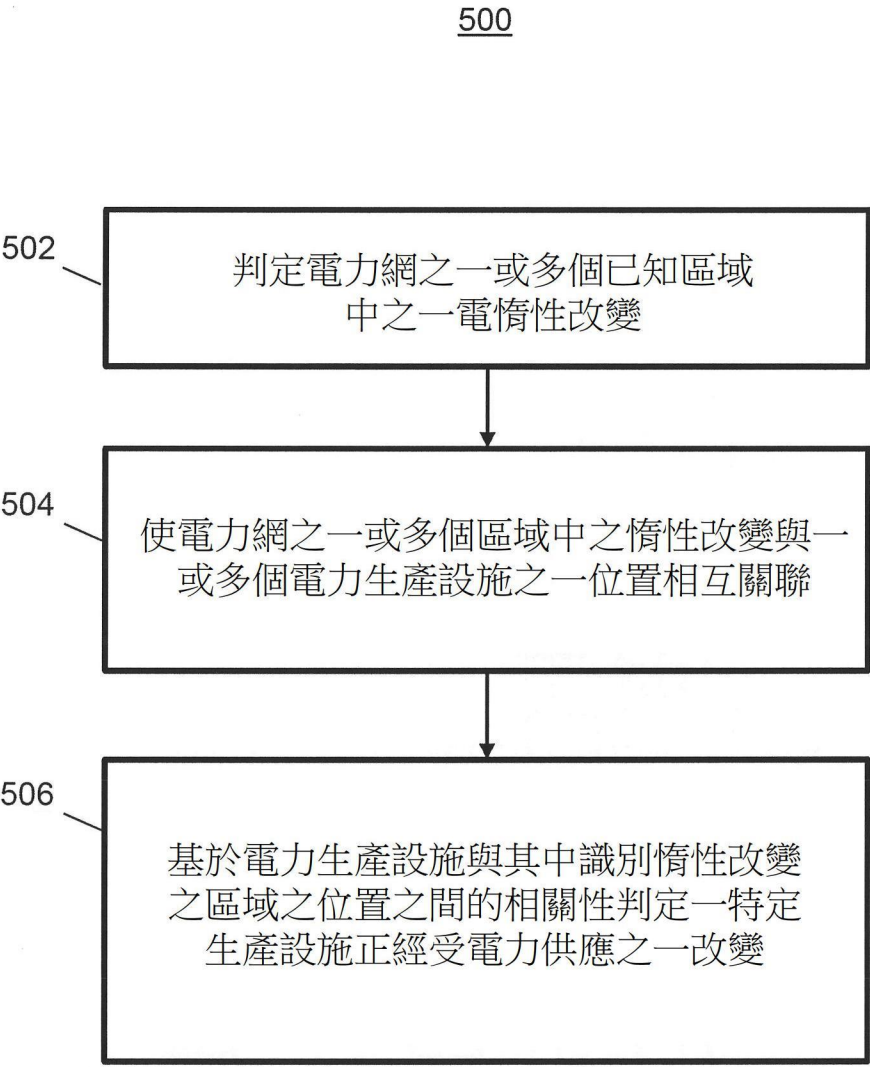
402 組件ID	404 類型	406 位置	408 操作特性
ID1	提供者	位置#1	0#1
ID2	消費者	位置#2	0#2
ID3	互連件	位置#3	0#3
...	...	...	...

【圖4a】

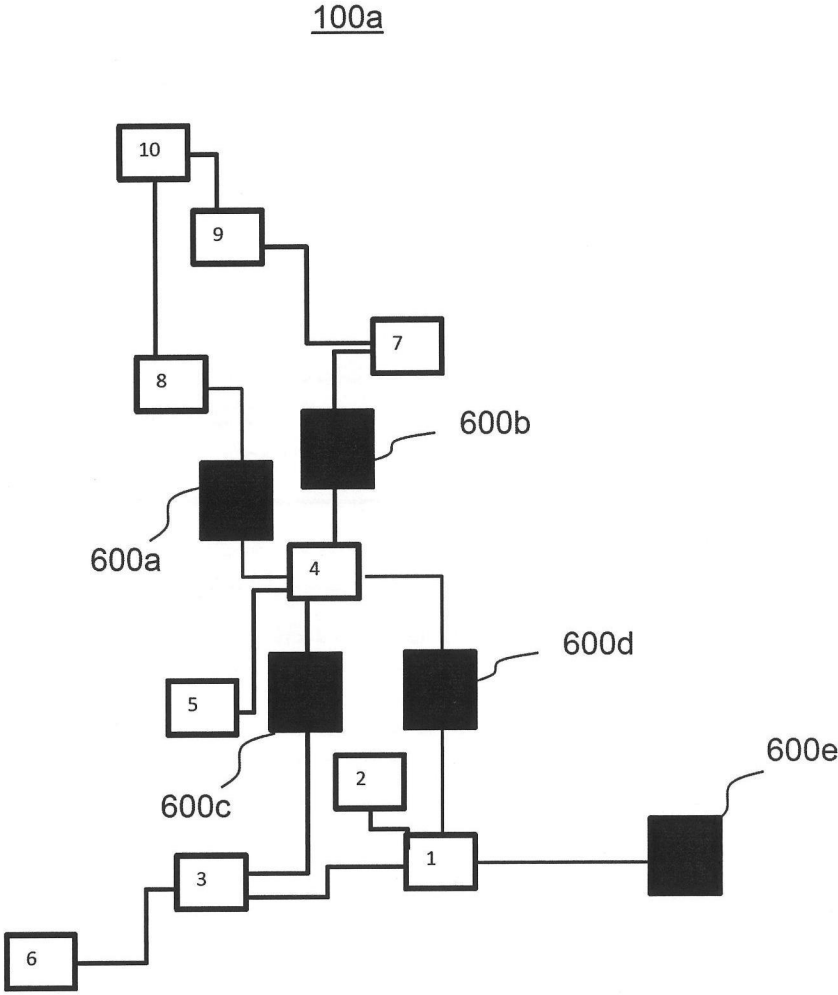
450
↓

452 單元ID	454 量測位置
ID1a	位置#1a
ID2a	位置#2a
ID3a	位置#3a
...	...

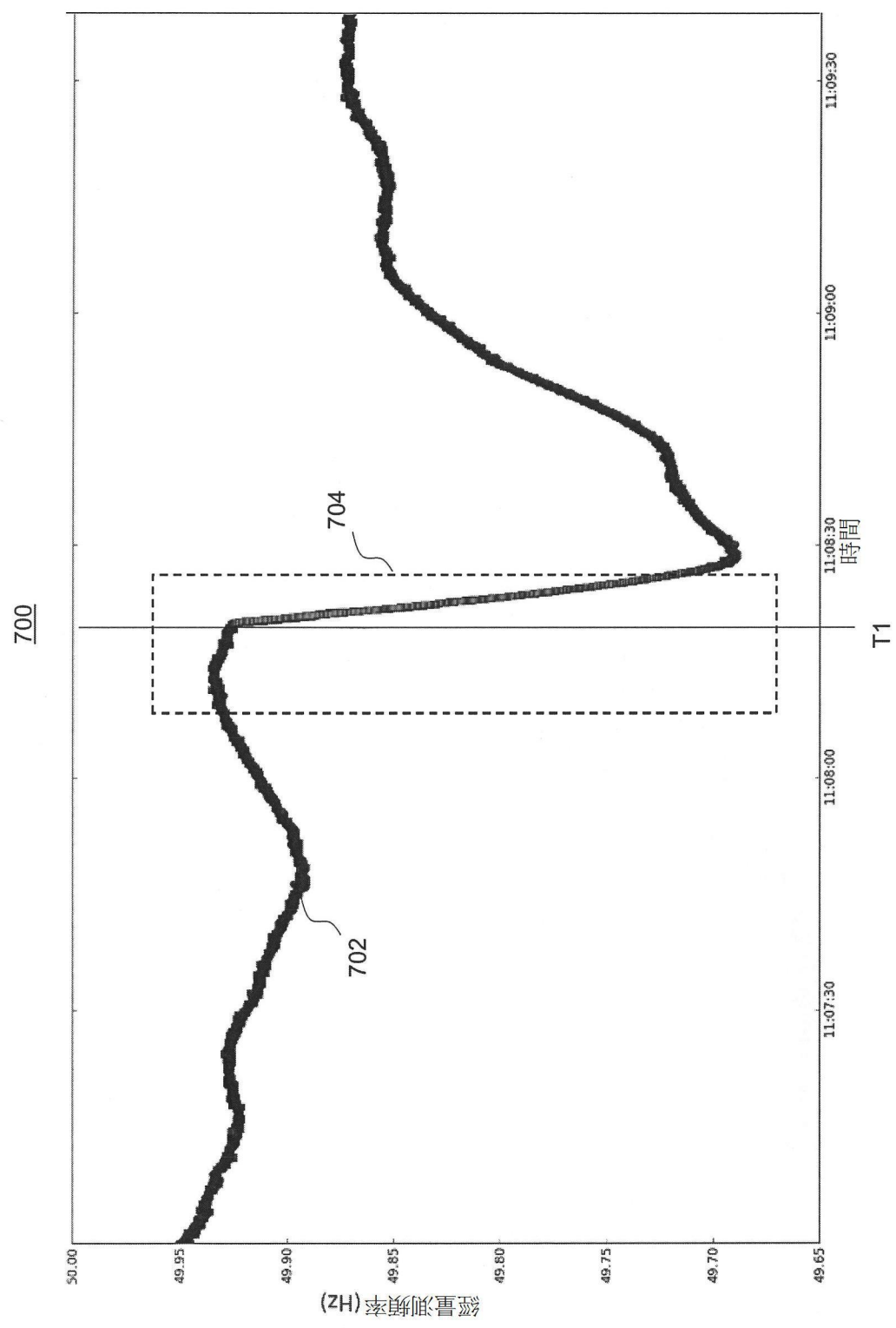
【圖4b】



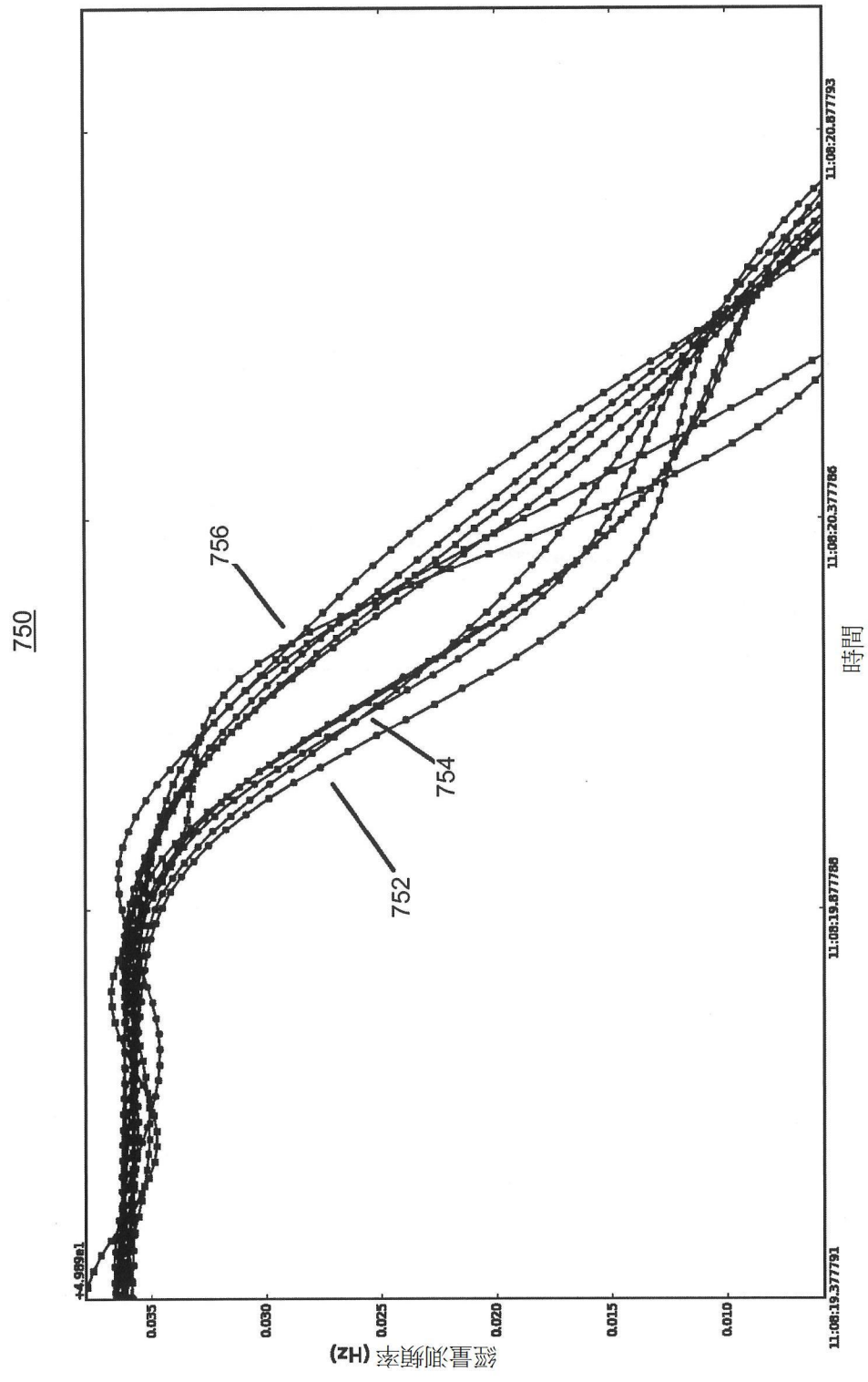
【圖5】



【圖6】

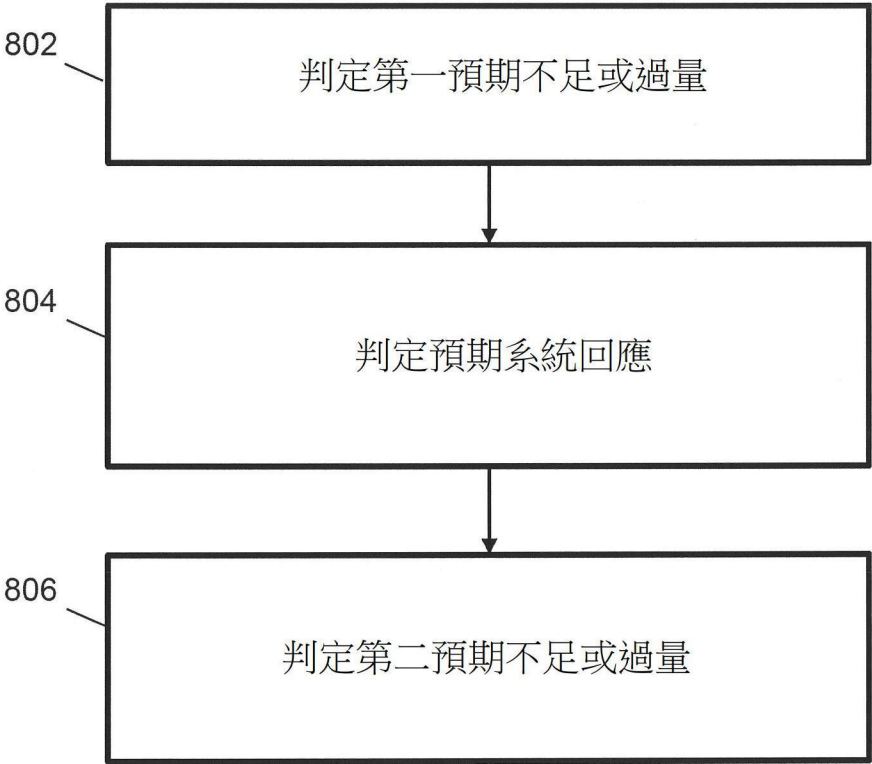


【圖 7a】



【圖7b】

800



【圖8】