



(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 I848660 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：112113821

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 13 日

(51)Int. Cl. : H02J3/38 (2006.01)

G06F1/28 (2006.01)

(30)優先權：2022/04/19 世界智慧財產權組織 PCT/JP2022/018187

(71)申請人：日商三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：松本航輝 MATSUMOTO, KOKI (JP)；井上禎之 INOUE, SADAYUKI (JP)；寺園
大祐 TERAZONO, DAISUKE (JP)；瑪諾哈 魯特卡南丹 MANOHAR,
RUTVIKANANDAN (IN)；小島康弘 KOJIMA, YASUHIRO (JP)；松田啓史
MATSUDA, KEISHI (JP)

(74)代理人：洪澄文；洪茂

(56)參考文獻：

TW 202207571A

CN 108964067A

CN 109217368A

CN 109245115A

CN 110445130A

CN 113328427A

JP 2016-220352A

JP 6591133B1

US 2020/0389024A1

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：14 共 47 頁

(54)名稱

分散電源統合管理裝置以及電力系統

(57)摘要

分散電源統合管理裝置(101)，管理與複數台分散電源(102)連接的電力系統的運用狀態，分散電源由虛擬同步發電機控制功能控制輸出電壓，虛擬同步發電機控制功能將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源。接收部(301)接收有關各分散電源(102)的運轉狀態的資訊(311)。動作決定部(303)依據接收部(301)取得的資訊(311)，決定複數台分散電源(102)的動作型式。控制參數決定部(304)，在決定的動作型式中，決定虛擬同步發電機控制的控制參數值，從而可以避免複數台分散電源(102)的虛擬同步發電機控制引起的相互干擾以使電力系統穩定地動作。

指定代表圖：

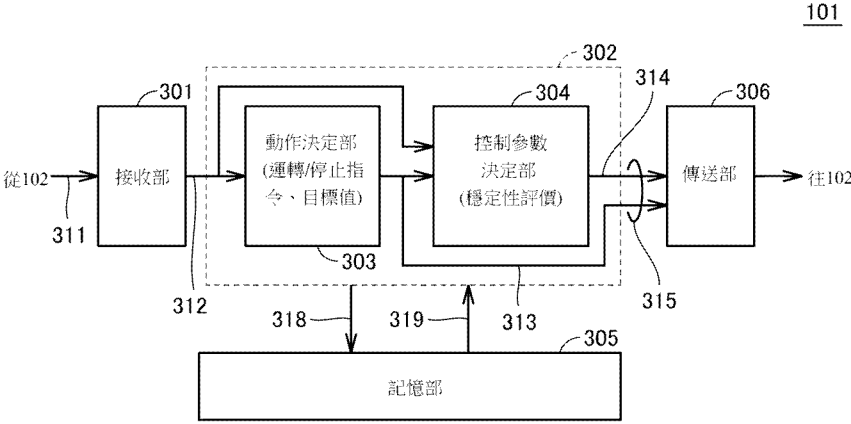


圖 4

- 符號簡單說明：
- 101:分散電源統合管理裝置
 - 102:分散電源
 - 301:接收部
 - 302:演算部
 - 303:動作決定部
 - 304:控制參數決定部
 - 305:記憶部
 - 306:傳送部
 - 311,312:分散電源資訊
 - 313:動作指令資訊
 - 314,318,319:資訊
 - 315:設定資訊



I848660

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 分散電源統合管理裝置以及電力系統

【中文】

分散電源統合管理裝置(101)，管理與複數台分散電源(102)連接的電力系統的運用狀態，分散電源由虛擬同步發電機控制功能控制輸出電壓，虛擬同步發電機控制功能將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源。接收部(301)接收有關各分散電源(102)的運轉狀態的資訊(311)。動作決定部(303)依據接收部(301)取得的資訊(311)，決定複數台分散電源(102)的動作型式。控制參數決定部(304)，在決定的動作型式中，決定虛擬同步發電機控制的控制參數值，從而可以避免複數台分散電源(102)的虛擬同步發電機控制引起的相互干擾以使電力系統穩定地動作。

【指定代表圖】 圖4

【代表圖之符號簡單說明】

101:分散電源統合管理裝置

102:分散電源

301:接收部

302:演算部

303動作決定部

304:控制參數決定部

305:記憶部

306:傳送部

311,312:分散電源資訊

313:動作指令資訊

314,318,319:資訊

315:設定資訊

【發明說明書】

【中文發明名稱】 分散電源統合管理裝置以及電力系統

【技術領域】

【0001】 本揭露是關於分散電源統合管理裝置以及電力系統。

【先前技術】

【0002】 由於脫碳需求，利用可再生能源的分散電源正在加速導入電力系統。這些分散電源 使用不伴有旋轉運動的靜止型電力轉換裝置連接至系統。因此，與傳統上作為電力系統的主電源的同步發電機等的旋轉機械電源相比，分散電源的特徵為不具有源自旋轉運動的慣性而得之系統電壓維持效果(所謂的慣性力)。所以，隨著使用靜止型電力轉換裝置的電源(以下亦稱為「靜止型電源」)之比例增加，有電力系統的穩定性會惡化之顧慮。

【0003】 虛擬同步發電機控制技術已被提出作為解決對策，其通過執行在靜止型電源上模擬與旋轉機械電源相同動作特性之控制，對靜止型電源賦與慣性力。例如，日本專利6084863號公報(專利文獻1)有說明虛擬同步發電機控制之具體控制方法。尤其，在專利文獻1中，記載了沒有使用PLL(相鎖迴路)來偵測系統頻率、且對於系統電壓或系統頻率的變動可以繼續運轉的電力轉換裝置。

[先前技術文獻]

[專利文獻1]

【0004】

[專利文獻1] 日本專利6084863號公報

【發明內容】

第 1 頁，共 31 頁(發明說明書)

P230057700TWF2

[發明所欲解決的課題]

【0005】 通過導入如專利文獻1的虛擬同步發電機控制技術，可以在靜止型電源賦予電力系統的穩定性。因此，去除對於穩定性的擔憂，藉由提高靜止型電源的導入比率，期能對脫炭有所貢獻。

【0006】 但是，在電力系統或獨立動作的微電網中，當配備虛擬同步發電機控制的靜止型電源複數台連接且同時動作時，由於控制參數的值引起的不同分散電源的控制系统相互干擾，有導致發散動作的疑慮，因此，在上述的電力系統或微電網中，會擔心發生不穩定現象。

【0007】 為此原因，在複數台分散電源共存的系統中，當各個分散電源因各自的情況而決定或改變控制參數時，有可能會導致系統整體不一致，落入上述不穩定現象，無法提供穩定的供電。

【0008】 本揭露是為了解決這樣的問題而提出的，本揭露之目的為提出分散電源統合管理裝置，以避免由於連接電力系統的複數台分散電源之間的控制引起的相互干擾造成的不穩定現象，進而穩定電力供給。

[用以解決課題的手段]

【0009】 本揭露的某些方面，提供分散電源統合管理裝置。分散電源統合管理裝置，管理與複數台分散電源連接的電力系統的運用狀態，分散電源由虛擬同步發電機控制進行輸出電壓之控制，虛擬同步發電機控制將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源。分散電源統合管理裝置，包括接收部、動作決定部、控制參數決定部、以及傳送部。接收部，接收有關複數台分散電源的運轉狀態的資訊。動作決定部，依據接收部取得的資訊，決定複數台分散電源的動作型式。控制參數決定部，在由動作決定部決定的動作型式中，決定複數台分散電源之每一個的虛擬同步發電機控制的控制參數值，從而可以避免複數台分散電源的虛擬同步發電機控制引起的相互干擾以使電力系統穩定地動

作。傳送部，對複數台分散電源的每一個，傳送依循由動作決定部決定的動作型式的動作指令、和由控制參數決定部決定的控制參數值。

【0010】 本揭露的其他方面，提供電力體系。電力體系，包括電力系統、上述分散電源統合管理裝置、以及通信路徑，形成在分散電源統合管理裝置與複數台分散電源之間。在電力系統中，連接複數台分散電源，分散電源通過虛擬同步發電機控制進行輸出電壓之控制，虛擬同步發電機控制將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源。

[發明的效果]

【0011】 依據本揭露，可避免由連接於電力系統的複數台分散電源間的控制相互干擾所引起之不穩定現象發生，以實現向電力系統提供穩定的電力。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖1為說明實施例1的分散電源統合管理裝置所管理的電力系統的概要結構之方塊圖。

圖2為說明分散電源的結構之方塊圖。

圖3為說明適用於各分散電源之虛擬同步發電機控制之控制結構例之方塊圖。

圖4為說明實施例1的分散電源統合管理裝置的內部結構之方塊圖。

圖5顯示具有虛擬同步發電機控制之比較例之分散電源與複數台電力系統連接的電力系統之一例的方塊圖。

圖6為圖5所示電源系統的各分散電源所輸出的第1模擬波形圖。

圖7為圖5所示電源系統的各分散電源所輸出的第2模擬波形圖。

圖8為說明為導入狀態方程式之分散電源的輸出電力特性的線性逼近的概念圖。

圖9為說明狀態方程式的係數矩陣A的尺寸的概念圖。

圖10為流程圖，說明由實施例1的分散電源統合管理裝置決定控制參數值的處理程序之一例。

圖11為顯示電力系統的控制轉移特性的方塊圖之一例，電力系統包含實施例2的分散電源統合管理裝置所使用的轉移參數。

圖12為說明開路轉移參數的增益餘裕及相位餘裕的概念圖。

圖13為說明實施例3的分散電源統合管理裝置的內部結構的方塊圖。

圖14為說明實施例4的分散電源統合管理裝置的內部結構的方塊圖。

【實施方式】

【0013】 以下針對本揭露的實施例，參照圖式作詳細說明。此外，以下在圖中相同或相當部分以相同符號標註，原則上不再重複說明。

【0014】 [實施例1]

圖1為說明電力體系10的概要結構之方塊圖，電力體系10由實施例1的分散電源統合管理裝置101管理，且包含複數分散電源。

【0015】 如圖1所示，電力體系10包括分散電源統合管理裝置101、複數台分散電源102a~102f、形成在分散電源統合管理裝置101和各分散電源102a~102f之間的通信路徑109、以及連接複數台分散電源102a~102f的電力系統104。

【0016】 電力系統104為包含未圖示的電源和消費者、以及電性連接電源和消費者的配線網路(未圖示)。該配線網路的規模可以是一般送配電業者管理的整個管轄區域，可以是特定的市、鎮、村規模中獨立運用的獨立微電網，也可以是特定建築物內部的配電網。此外，電力系統104可以為使用三相交流及單相交流其中任一者的系統。

【0017】 分散電源102a~102f表示在連接電力系統104的分散電源之中，由後述的虛擬同步發電機控制來控制輸出電壓、而且由分散電源統合管理裝置101

進行管理的分散電源。在以下，在全面地標記分散電源102a~102f的情形下，簡單地稱為102。分散電源102可由太陽能發電系統、風力發電系統、或蓄電池系統等構成。

【0018】 圖2顯示說明分散電源102的結構(配置)例的方塊圖。參照圖2，分散電源102具有控制裝置103、電源105、以及電力轉換裝置106。

【0019】 電源105可由太陽能電池、風力發電機等發電單元、或電池、電容器等的蓄電單元構成。電力轉換裝置106為「靜止型電源」，將來自電源105的電力轉換為用以與電力系統104連繫的交流電力。亦即，電力轉換裝置106具有通過半導體切換單元(未圖示)的開/關(on/off)控制而執行電力轉換的主電路107、以及產生主電路107內的半導體切換單元的開/關控制信號的切換控制電路108。

【0020】 控制裝置103依據圖1所示的分散電源統合管理裝置101的資訊，產生電力轉換裝置106的動作指令。如後所述，本實施例中，控制裝置103通過使用來自分散電源統合管理裝置101的控制參數值之虛擬同步發電機控制，以控制分散電源102的輸出電壓。亦即，在控制裝置103中，用以控制主電路107的電力轉換之動作指令，為依據該虛擬同步發電機控制而產生。控制裝置103，例如，可由(未圖示)包含CPU(中央處理單元)等的處理器以及記憶體等的微電腦所構成。

【0021】 切換控制電路108依據來自控制裝置103的動作指控制主電路107內的半導體切換單元的開/關(on/off)，從而在主電路107執行電力轉換。

【0022】 此外，分散電源102並非限定為內藏於發電裝置或蓄電裝置，如同圖2以虛線的例示，也可以為將來自其他的直流系統等的電源(105)之電力轉換為交流電力之結構。

【0023】 再參照圖1，於電力體系10中，分散電源102的台數N(N:自然數)

為大於或等於2的任意數。在圖1中，雖以 $N=6$ 為例示，但是當然可以為 $N>6$ 或 $2\leq N<6$ 。

【0024】 在分散電源統合管理裝置101和各分散電源102之間形成有通信路徑109。通信路徑109可由有線連接及無線連接其中的任一者形成。分散電源統合管理裝置101通過通信路徑109在分散電源102a~102f的每一個之間傳送及接收資訊，且同時管理分散電源102a~102f之每一個的運轉狀態。

【0025】 接著，說明適用於分散電源的虛擬同步發電機控制。圖3為說明適用於各分散電源102的虛擬同步發電機控制的控制結構/配置的方塊圖。如上所述，虛擬同步發電機控制為使靜止型電源(主電路107)模擬地具有與旋轉機械電源同等動作之控制。

【0026】 舉例而言，圖3所示的分散電源控制部200的功能，可以通過軟體處理來實現，前述軟體處理為由構成控制裝置103的微電腦來執行預先儲存的程式。或者，圖3中各方塊的至少一部分的功能可通過硬體電路實現。

【0027】 參照圖3，分散電源控制部200包括虛擬同步發電機控制部201、以及動作指令值產生部202。舉例而言，動作指令值產生部202依據虛擬同步發電機控制部201的演算結果，計算該分散電源102輸出的交流電壓的頻率 f 及相位 θ 。而且，圖2所示的切換控制電路108控制構成主電路107的半導體切換單元的開/關，從而使主電路107輸出依據計算得的頻率 f 以及相位 θ 的交流電壓。

【0028】 首先，說明通過虛擬同步發電機控制所模擬之普通旋轉機械電源具有的動作特性。通常，旋轉機械電源具有的特性為，因應於從外部對轉子的機械輸入能量 P_m 以及向系統輸出的電性輸出能量 P_e ，轉子的旋轉速度為依據算式(1)所示的振盪方程式而變動。

【0029】

$$P_m - P_e = M \frac{d}{dt} \omega - D(\omega_0 - \omega) \quad (1)$$

【0030】 算式(1)中， ω 為轉子的旋轉速度， ω_0 為轉子的額定旋轉速度， M 為轉子的慣性常數， D 為轉子的阻尼係數。依據算式(1)，當機械輸出能量 P_m 和電性輸出能量 P_e 相等時($P_m=P_e$)，轉子的旋轉速度 ω 維持一定。相對於此，當 $P_m>P_e$ 時轉子加速，當 $P_e>P_m$ 時轉子減速。此外，轉子的旋轉速度 ω 與旋轉機械電源輸出的交流電壓的頻率有常數倍數的關係(例如， $\omega=2\pi \times f$)。

【0031】 接著，說明由於此特點而旋轉機械電源所具有的優勢。非限定於旋轉機械電源，當使用電力系統連接之電源的輸出電壓的相位和電力系統側的電壓相位之相位差 δ 時，電性輸出能量 P_e 可由算式(2)表示。

【0032】

$$P_e = P_o \sin \delta \quad (2)$$

【0033】 算式(2)中， P_o 為依據發電機的內部阻抗及電壓振幅而決定的正常數。通常，相位差 δ 為運用於 $0<\delta<90$ [度]之範圍，在此範圍內 P_e 及相位差 δ 之間為正相關。

【0034】 由於具兼算式(1)和算式(2)的特性，可得到如下的優點。例如，從旋轉機械電源為 $P_m=P_e$ 且在以一定的旋轉速度 ω 穩定運轉的狀態，由於外部干擾等的影響而突然相位差 δ 增加的情形， P_e 依據算式(2)增加。因此，由於變成 $P_m<P_e$ ，所以依據算式(1)轉子將減速。因此，由於相位差 δ 逐步地減少，所以旋轉機械電源可以回歸至原本的穩定運轉狀態。反之，在從上述穩定運轉狀態至突然相位差 δ 減少的情形下，由於 P_e 依據算式(2)而減少，所以由於變成 $P_m>P_e$ ，所以依據算式(1)轉子將加速。因此，由相位差 δ 的增減，旋轉機械電源可以回歸原本的穩定運轉狀態。

【0035】 如此，旋轉機械電源由具有算式(1)所示特性而推導出，具有可

以自我恢復穩定運轉狀態的優點。此外，以相同原理，在不同的旋轉機械電源有複數台並行運轉時，有可以消除旋轉機械電源間發生的橫流，而同步旋轉速度及電壓相位的優點。

【0036】 相對於此，靜止型電源由於不具有上述算式(1)所示特性，所以無法獲得如上述的補償相位差 δ 的變動從而自我恢復到穩定運轉狀態的優點。因此，為了模擬地使其具有相當於算式(1)的補償特性，而導入虛擬同步發電機控制。

【0037】 如圖3所示，虛擬同步發電機控制部201具有減法器211~213、積分器203、回授路徑204、以及調速器控制部205。

【0038】 減法器211從分散電源102(電力轉換裝置106)輸出的有效電力的指令值(以下稱：輸出有效電力指令值 P_{ref})中，減去輸出有效電力測量值 P_{out} ，計算得到有效電力偏差 ΔP_{out} 。有效電力偏差 ΔP_{out} ，通過將算式(1)中的慣性常數 M 的倒數($1/M$)作為積分常數的積分器203、並且通過將積分器203的輸出值乘以算式(1)中的阻尼係數 D 的回授路徑204，而負回饋至減法器213。

【0039】 此外，積分器203b的輸出值，經由具有增益 K 以及時間常數 T 的一階延遲單元($K/(1+T \cdot s)$)的調速器控制部205負回饋至減法器212。

【0040】 積分器203及回授路徑204進行的演算處理，相當於算式(1)所示的旋轉機械的振盪方程式的運算。此外，調速器控制部205為回授路徑，用以附加相當於設在旋轉機械電源中的調速機的特性。虛擬同步發電機控制部201通過對有效偏差電力 ΔP_{out} 執行這些控制運算，計算得出分散電源102(電力轉換裝置106)的輸出電壓的頻率變化量 Δf 。

【0041】 動作指令值產生部202具有加法器214、乘法器206、以及積分器208。加法器214將上述輸出電壓的基準頻率 f_n 和由虛擬同步發電機控制部201算出的頻率變化量 Δf 相加，以計算出輸出電壓的頻率指令值 f 。乘法器206將加法

器214輸出的頻率指令值 f 乘以 2π ，計算出相當於旋轉速度的角頻率 ω 。積分器208將乘法器206輸出的角頻率 ω 積分，計算出輸出電壓的相位指令值 θ 。

【0042】 分散電源102，在圖2的結構中，電力轉換裝置106的輸出電壓(交流電壓)的頻率及相位被控制成為上述頻率指令值 f 與相位指令值 θ 相等。因此，虛擬同步發電機控制所適用的分散電源102可以獲得與旋轉機械電源等同的動作特性從而自我恢復至穩定運轉狀態之能力、以及消除不同電源之間的橫流從而取得頻率及相位之同步的能力。

【0043】 如圖3所示的結構中，積分器203中的慣性常數 M 、回授路徑204中的阻尼係數 D 、以及調速器控制部205的一階延遲單元中的增益 K 和時間常數 T ，為可由設計者或管理者改變的控制參數。通過改變這些控制參數值，可改變虛擬同步發電控制的動作特性。

【0044】 圖4為說明分散電源統合管理裝置101之內部配置例的方塊圖。參照圖4，分散電源統合管理裝置101包括接收部301、演算部302、記憶部305、以及傳送部306。分散電源統合管理裝置101使用接收部301及傳送部306，形成用以與連接電力系統104的各分散電源102之間的通信路徑109(圖1)。

【0045】 接收部301接收從各分散電源102傳送的分散電源資訊311。例如，分散電源資訊311中包含與該分散電源102的過去及現在的運轉狀態相關的資訊、以及該分散電源102具有的控制配置或關於控制的常數的資訊。

【0046】 接收部301將接收的分散電源資訊作為分散電源資訊312並交給演算部302。此外，接收部301可進行預處理，將接收的分散電源資訊311加工成為在演算部302中的演算可使用的形式，而產生分散電源資訊312。

【0047】 例如，接收部301的預處理可包括，將依據通信協定傳送信號轉換為演算部302可處理的信號形態之處理，從接收的時序信號中除去或擷取指定的頻帶之濾波處理，以及依據分散電源的輸出電壓及輸出電流的資訊計算有效

電力之處理等。此外，於實施例1，接收部301接收的分散電源資訊311中至少包含各分散電源102的現在輸出電壓的振幅和相位、以及輸出有效電力的資訊。

【0048】 記憶部305預先儲存關於分散電源統合管理裝置101管理的分散電源102及電力系統104的配置及連接狀態的資訊。此外，記憶部305將演算部302處理時所需的資訊319適當地交給演算部302。此外，記憶部305可以依據來自演算部302的資訊318，更新、追加或刪除儲存的資訊。

【0049】 於實施例1，記憶部305儲存的資訊至少包含各分散電源102的連接位置、以及連接各分散電源102的電性路徑的阻抗。例如，和阻抗相關的資訊包含該路徑的電抗。此外，記憶部305並非受限於分散電源統合管理裝置101所組成的配置，也可以配置為通過無線通信或有線通信與分散電源統合管理裝置101連接。例如，也可以使用網路上的雲端來配置記憶部305。

【0050】 演算部302，例如與圖2的控制裝置103相同地，可由包含未圖示的CPU以及記憶體微電腦構成。演算部302，依據來自接收部301的分散電源資訊311和從記憶部305取得的資訊319，通過執行預先儲存的程式等，可以實現用以管理各分散電源102的後述諸多功能。

【0051】 尤其，於本實施例中，對於提供給複數台分散電源102之每一個的虛擬同步發電機控制，考慮到通過電力系統104的相互干擾，演算部302決定在各分散電源102的控制內容，例如控制系統之配置、以及控制參數值，從而確保所管理的電力系統104的動作穩定性。然而，為了簡單起見以下敘述中，假設控制系統的配置固定為圖3所示的配置。亦即，為了確保複數台分散電源102所連接的系統(電力系統104)的動作穩定性，演算部302適當地設定圖3所例示的虛擬同步發電機控制使用的控制參數(阻尼係數D、慣性參數M、一階延遲系統的時間常數T和增益K等)的值。

【0052】 以下詳細說明，用於確保系統動作穩定性的管理方法。首先，使

用圖5~圖7說明在備有虛擬同步發電機控制的分散電源於電力系統104上共存複數台之情形下的問題。圖5為方塊圖，用以說明，在管理對象的電力系統中共存有虛擬同步發電機控制之3台比較例的分散電源102(1)~102(3)的電力體系的結構。

【0053】 比較例的3台分散電源102(1)~102(3)通過共同母線407而互相連接。分散電源102(1)~102(3)的每一個，假設具有圖2所示的虛擬同步發電機控制。分散電源102(1)~102(3)和共同母線407之間，存在各別對應於配線距離的電抗404~406。以下，將電抗404~406各別的電抗值標記為 X_1 ~ X_3 。此外，管理對象以外的電源及消費者408也連接至共同母線407。

【0054】 圖6為圖5所示的電力體系中各分散電源102(1)~102(3)之輸出的第1模擬波形圖。在圖6中顯示當各分散電源的輸出是穩定收斂時的模擬波形。

【0055】 於圖6的模擬，對於分散電源102(1)~102(3)，虛擬同步發電機控制的參數設定為 $M=8$ 、 $D=100$ 、 $K=20$ 、 $T=0.1$ 。此外，電抗值 X_1 ~ X_3 為以分散電源的額定值為基準的%(百分比)阻抗，設定為 $X_1=10(\%)$ 、 $X_2=20(\%)$ 、 $X_3=40(\%)$ 。

【0056】 在圖6中，顯示分散電源102(1)~102(3)的輸出有效電力 P_{out1} ~ P_{out3} 、以及輸出電壓的頻率 $f1$ ~ $f3$ 的模擬結果。

【0057】 如圖6所示，即使因外部干擾造成輸出有效電力 P_{out1} ~ P_{out3} 以及頻率 $f1$ ~ $f3$ 改變，之後通過虛擬同步發電機控制的自我恢復效果而收斂到一定值，分散電源102(1)~102(3)理解為穩定地運轉。

【0058】 相對於此，在圖7中，由於控制參數值不適當，顯示在各分散電源的輸出為不穩定發散動作之情形下的模擬波形。

【0059】 圖7的模擬中，分散電源102(1)~102(3)之每一個，虛擬同步發電機控制的參數設定為 $M=8$ 、 $D=20$ 、 $K=20$ 、 $T=0.1$ 。此外，電抗值 X_1 ~ X_3 設為 $X_1=10(\%)$ 、 $X_2=20(\%)$ 、 $X_3=40\%$ 。亦即，相較於圖6的模擬，在圖7的模擬中，各

分散電源 102(1)~102(3)的虛擬同步發電機控制中的阻尼係數 D 的值被設為小值。其他的模擬條件，則圖 6 和圖 7 相同。

【0060】 如圖 7 所示， $P_{out1} + P_{out2} + P_{out3}$ 為一定之情形下，由於外部干擾的影響導致分散電源 102(1)~102(3)之間發生來回橫流，輸出有效電力 $P_{out1} \sim P_{out3}$ 及頻率 $f1 \sim f3$ 會發散地變遷而擴大其振盪。在此種情況下，通常，分散電源 102(1)~102(3)的每一個，由於脫離其各別的輸出可能限制而自動停止。

【0061】 如圖 6 及圖 7 所示，可知取決於複數台的分散電源的控制參數的設定，電力系統整體的動作穩定性會有所不同。亦即，若沒有適當地設定各分散電源中虛擬同步發電機控制的控制參數，恐怕無法穩定地維持電力系統。

【0062】 此外，圖 7 所示的不穩定現象，導因於複數台分散電源間的相互干擾而發生，控制參數值的設定並非應該對各個分散電源實施各別完成的設計，而是有必要將相互干擾考慮進來。此外，為使動作穩定所需要的控制參數值之範圍，可因應於分散電源及電力系統所連接的其他電源或消費者 408 之狀態而改變。

【0063】 為處理具有此類虛擬同步發電機控制的分散電源在電力系統 104 共存的問題，將詳細說明實施例 1 的分散電源統合管理裝置 101 的演算部 302 的處理內容。

【0064】 再次參照圖 4，演算部 302 包括各分散電源 102 的動作決定部 303、以及控制參數決定部 304。動作決定部 303 依據各分散電源 102 現在的輸出有效電力(圖 3 的 P_{out})的資訊，決定在供給消費者電力上必要充分的分散電源的運轉台數。此外，動作決定部 303 依據該決定，產生各分散電源 102 的運轉/停止指令，而且對於產生運轉指令的分散電源 102，決定輸出有效電力的指令值(圖 3 的 P_{ref})。此外，在由電力系統 104 充電的分散電源 102 中，輸出有效電力指令值 P_{ref} 設定為負值($P_{ref} < 0$)。此外，在產生運轉指令的分散電源 102 中，也有將輸出有效

電力指令值設定為 $P_{ref}=0$ 之情形。

【0065】 以下，將連接電力系統104的複數台分散電源102的運轉/停止狀態的組合(運轉型式)之每一個，以運轉狀態的分散電源102的輸出有效電力指令值 P_{ref} 的組合進行細分，且將細分後的各個型式稱為動作型式。亦即，通過動作決定部303，當複數台分散電源的運轉型式(運轉/停止狀態)被變更時、或者當即使運轉型式相同而輸出有效電力指令值 P_{ref} 被變更時，則動作型式被改變。

【0066】 在決定分散電源102的運轉台數時，可從各分散電源102現在的輸出有效電力(P_{out})的合計值粗略地掌握現在的需求量。然後，可以決定運轉台數，使得至少運轉之分散電源102的額定容量的合計超過該需求量，從而可充分地供給所掌握的需求量電力。

【0067】 在此之際，動作決定部303可依據運轉各分散電源102時的經濟成本和環境成本、以及運轉效率，考慮分散電源102間的運轉優先度，決定運轉的分散電源102。此外，在產生運轉指令的分散電源102包含蓄電池的情形下，動作決定部303可考慮該蓄電池的SOC(State of Charge，充電狀態)以決定輸出有效電力指令值(P_{ref})。

【0068】 如此，動作決定部303產生包含分散電源102之每一個的運轉/停止指令、以及輸出有效電力指令值(P_{ref})的動作指令資訊313。此外，動作決定部303，以一定時間之經過作為觸發、或者回應分散電源資訊312的預定觸發條件之成立，產生最新的動作指令資訊313。因此，依據最新的分散電源資訊312而逐次更新動作指令資訊313。例如，上述觸發條件，為當構成分散電源資訊312的複數項目中的任何項目改變時成立。

【0069】 在實施例1中，在各分散電源102的用於虛擬同步發電機控制的控制配置決定為如圖3的內容後，控制參數決定部304決定圖3的控制系統中控制參數值，在實施例1中，控制參數決定部304，在由動作決定部303決定的動作型式

下，依據從接收部接收的分散電源資訊312、及從記憶部接收的資訊319，伴隨電力系統整體的安全性評價而決定控制參數值。

【0070】 以下，說明評價安全性方法的具體示例。

在實施例1中，將設為管理對象的電力系統的動作特性以狀態方程式表示，而且從該狀態方程式的係數矩陣的特徵值評價安全性，在此，如圖5所例示者，以包含有虛擬同步發電機控制之分散電源3台的電力系統為對象，說明具體的安全性評價方法。

【0071】 首先，關於第1台分散電源102(1)的輸出有效電力 P_{out1} 和電抗值 X_1 、以及電抗兩端的電壓，成立下述算式(3)的關係。算式(3)中， V_L 及 θ_L 為分散電源102(1)的接點中共同母線407的電壓振幅及相位， V_1 及 θ_1 為分散電源102(1)的輸出電壓振幅及相位。此外， Δ 為表示在電力系統規律地穩定運轉狀態中與各變數標準值偏離的微小變化量。

【0072】

$$\Delta P_{out1} = \frac{|V_1||V_L|}{X_1} \sin(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_L) \quad (3)$$

【0073】 由於算式(3)包含非線性特性，為將算式(3)導入狀態方程式，對分散電源的輸出電力特性進行如圖8所示的線性近似。

【0074】 參照圖8，若將算式(3)的相位表示為 $(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_L) = \delta_1$ ，分散電源102(1)的輸出有效電力 P_{out1} 由將算式(3)中的 $|V_1||V_L|/X_1$ 作為最大值 P_{max} (振幅)之相位差 δ_1 的 $\sin$ 函數(特性線111)來表示。

【0075】 假設在電力系統穩定運轉狀態下，特性線111上的工作點112處的相位差為 δ_{10} ，則特性線110在工作點112處的切線的斜率由 $\cos \delta_{10}$ 得出。因此，可以得到在工作點112附近線性近似的距離工作點112的變化量 Δ 有關的特性線111(線性函數)。特性線111以下述的算式(4)表示。此外，第2台分散電源102(2)

及第3台分散電源102(3)的輸出有效電力 P_{out2} 和 P_{out3} ，對在穩定運轉狀態下距離工作點的變化量進行相同的線性近似，可得到算式(5)及算式(6)。

【0076】

$$\Delta P_{out1} = \frac{|V_1||V_L|}{X_1} \sin(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_L) \approx \left(\frac{|V_1||V_L|}{X_1} \cos \delta_{10} \right) (\Delta\theta_1 - \Delta\theta_L) = P_{1m}(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_L) \quad (4)$$

$$\Delta P_{out2} = \frac{|V_2||V_L|}{X_2} \sin(\Delta\theta_2 - \Delta\theta_L) \approx \left(\frac{|V_2||V_L|}{X_2} \cos \delta_{20} \right) (\Delta\theta_2 - \Delta\theta_L) = P_{2m}(\Delta\theta_2 - \Delta\theta_L) \quad (5)$$

$$\Delta P_{out3} = \frac{|V_3||V_L|}{X_3} \sin(\Delta\theta_3 - \Delta\theta_L) \approx \left(\frac{|V_3||V_L|}{X_3} \cos \delta_{30} \right) (\Delta\theta_3 - \Delta\theta_L) = P_{3m}(\Delta\theta_3 - \Delta\theta_L) \quad (6)$$

【0077】 此外，算式(5)中的相位差 δ_{20} ，表示在穩定運轉狀態下分散電源102(2)及共同母線407的連接點中，共同母線407的電壓與分散電源102(2)的輸出電壓的相位差。相同地，算式(6)中的相位差 δ_{30} ，表示在穩定運轉狀態下分散電源102(3)及共同母線407的連接點中，共同母線407的電壓與分散電源102(3)的輸出電壓的相位差。

【0078】 在算式(4)~算式(6)中， $P_{1m}=(|V_1||V_L|/X_1) \cdot \cos \delta_{10}$ ， $P_{2m}=(|V_2||V_L|/X_2) \cdot \cos \delta_{20}$ ， $P_{3m}=(|V_3||V_L|/X_3) \cdot \cos \delta_{30}$ 。 $P_{1m} \sim P_{3m}$ 為分別與電抗 $X_1 \sim X_3$ 成反比的係數。

【0079】 此外，分散電源102(1)~102(3)的輸出有效電力 $P_{out1} \sim P_{out3}$ 的總和，由於等於流入至對象以外的電源及消費者408的電力 P_L ，與穩定狀態偏離的變動量 Δ ，會成立下述算式(7)。

【0080】

$$\Delta P_{out1} + \Delta P_{out2} + \Delta P_{out3} = \Delta P_L \quad (7)$$

【0081】 從算式(4)~算式(7)將 $\Delta\theta_L$ 消去，且整理成矩陣形式，可得到算式(8)。

【0082】

$$\begin{bmatrix} \Delta P_{out1} \\ \Delta P_{out2} \\ \Delta P_{out3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{P_{1m}(P_{2m} + P_{3m})}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} & -\frac{P_{1m}P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} & -\frac{P_{1m}P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} \\ -\frac{P_{1m}P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} & \frac{P_{2m}(P_{1m} + P_{3m})}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} & -\frac{P_{2m}P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} \\ -\frac{P_{1m}P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} & -\frac{P_{2m}P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} & \frac{P_{3m}(P_{1m} + P_{2m})}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta_1 \\ \Delta \theta_2 \\ \Delta \theta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{P_{1m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} \\ \frac{P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} \\ \frac{P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{jm}} \end{bmatrix} \Delta P_L \quad (8)$$

【0083】 另一方面，將配備於各分散電源102(1)~102(3)的虛擬同步發電機控制的特性作為方程式表現。在各分散電源102(1)~102(3)備有圖3所示配置的虛擬同步發電機控制的情形下，轉移函數以算式(9)表示。此外，若重新將算式(9)的轉移函數作為狀態方程式表達，通過設定內部狀態變數 $x_1 \sim x_3$ ，可得到算式(10)以及算式(11)。另外，內部狀態變數 x_2 為將內部狀態變數 x_1 微分後而得，內部狀態變數 x_3 為將內部狀態變數 x_2 微分後而得。算式(10)及算式(11)相當於表達1台分散電源102的虛擬同步發電機控制的狀態方程式。

【0084】

$$G_{VSG}(s) = \frac{\Delta \theta}{\Delta dP} = \frac{\Delta \theta}{\Delta P_{ref} - \Delta P_{out}} = \frac{Ts + 1}{MTs^3 + (M + DT)s^2 + (D + K)s} = \frac{\frac{1}{M}s + \frac{1}{MT}}{s^3 + \left(\frac{1}{T} + \frac{D}{M}\right)s^2 + \frac{D + K}{MT}s} \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -\frac{D + K}{MT} & -\left(\frac{1}{T} + \frac{D}{M}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \Delta P_{ref} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \Delta P_{out} \quad (10)$$

$\Delta \theta$

$$= \begin{bmatrix} \frac{1}{MT} & \frac{1}{M} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \quad (11)$$

【0085】 對於圖5的分散電源102(1)~102(3)的每一個成立的算式(10)及算式(11)的虛擬同步發電機控制的狀態方程式進行3台的整合，總結為1個狀態方程式，得到算式(12)及算式(13)。此外，於算式(12)及算式(13)中，狀態變數 x_{ij} 表示第i分散電源的j狀態變數。

【0086】

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{D_1 + K_1}{M_1 T_1} & -\left(\frac{1}{T_1} + \frac{D_1}{M_1}\right) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{D_2 + K_2}{M_2 T_2} & -\left(\frac{1}{T_2} + \frac{D_2}{M_2}\right) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{D_3 + K_3}{M_3 T_3} & -\left(\frac{1}{T_3} + \frac{D_3}{M_3}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_{ref1} \\ \Delta P_{ref2} \\ \Delta P_{ref3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_{out1} \\ \Delta P_{out2} \\ \Delta P_{out3} \end{bmatrix} \tag{12}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta \theta_1 \\ \Delta \theta_2 \\ \Delta \theta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{M_1 T_1} & \frac{1}{M_1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{M_2 T_2} & \frac{1}{M_2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{M_3 T_3} & \frac{1}{M_3} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \end{bmatrix} \tag{13}$$

【0087】 最後，如果將算式(12)及算式(13)整合且消去 $\Delta P_{out1} \sim \Delta P_{out3}$ 及 $\Delta \theta_1 \sim \Delta \theta_3$ ，可得到算式(14)。

【0088】

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ x_{13} \\ x_{21} \\ x_{22} \\ x_{23} \\ x_{31} \\ x_{32} \\ x_{33} \end{bmatrix} + B \begin{bmatrix} \Delta P_{ref1} \\ \Delta P_{ref2} \\ \Delta P_{ref3} \\ \Delta P_L \end{bmatrix} \tag{14}$$

【0089】 在此，對於3台分散電源102(1)~102(3)，算式(14)中的係數矩陣

A(9列×9行)以下述算式(15)表示。

【0090】

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{D_1 + K_1}{M_1 T_1} & -\left(\frac{1}{T_1} + \frac{D_1}{M_1}\right) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{D_2 + K_2}{M_2 T_2} & -\left(\frac{1}{T_2} + \frac{D_2}{M_2}\right) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{D_3 + K_3}{M_3 T_3} & -\left(\frac{1}{T_3} + \frac{D_3}{M_3}\right) \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{P_{1m}(P_{2m} + P_{3m})}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_1 T_1} & \frac{P_{1m}(P_{2m} + P_{3m})}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_1} & 0 & \frac{P_{1m} P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_2 T_2} & \frac{P_{1m} P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_2} & 0 & \frac{P_{1m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_3 T_3} & \frac{P_{1m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{P_{1m} P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_1 T_1} & \frac{P_{1m} P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_1} & 0 & \frac{P_{2m}(P_{1m} + P_{3m})}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_2 T_2} & \frac{P_{2m}(P_{1m} + P_{3m})}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_2} & 0 & \frac{P_{2m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_3 T_3} & \frac{P_{2m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_3} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{P_{1m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_1 T_1} & \frac{P_{1m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_1} & 0 & \frac{P_{2m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_2 T_2} & \frac{P_{2m} P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_2} & 0 & \frac{P_{3m}(P_{1m} + P_{2m})}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_3 T_3} & \frac{P_{3m}(P_{1m} + P_{2m})}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \frac{1}{M_3} & 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

【0091】 相同地，算式(14)中的矩陣B(9列×4行)以下述算式(16)表示。

【0092】

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{1m} \\ 1 & 0 & 0 & -\frac{\sum_{j=1}^3 P_{j m}}{P_{1m}} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -\frac{P_{2m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -\frac{P_{3m}}{\sum_{j=1}^3 P_{j m}} \end{bmatrix} \quad (16)$$

【0093】 算式(14)為狀態方程式，表達作為管理對象的電力系統的全部動作特性。而且，通過求得算式(14)的係數矩陣A(算式(15))的特徵值，可掌握系統的振盪模式。

【0094】 通常，係數矩陣A的特徵值的實部，當其為負時，表示系統具有振盪衰減率，當其為正時，表示該振盪的發散率。此外，特徵值的虛部表示振盪的頻率。

【0095】 因此，求取算式(14)的係數矩陣的特徵值，如果取得的所有特徵

值的實部為負，在此系統內發生的振盪成為衰減方向，可確認為穩定。亦即，為負值之特徵值的實部的絕對值，可設為評價電力系統安全性的穩定性指標。

【0096】 如上所述，在本實施例中，實際上，在導出過程使用線性近似從上述狀態方程式得出的特性、與實際的電力系統的動作特性之間會產生誤差。因此，為了穩定電力系統的動作，希望確保係數矩陣A的所有特徵值的實部為負、且實部的絕對值為既定臨限值以上。

【0097】 作為一示例，對於如圖5所示之包含3台分散電源102(1)~102(3)的系統，在導出上述係數矩陣A的主要特徵值時，在圖6的模擬結果(穩定動作)的設定條件的情形下，為「 $-11.21523 \pm 4.86337i$ 」、「 $-11.221523 \pm 4.8632377i$ 」、「 $-11.237589 \pm 4.8508335i$ 」、以及「 $-11.25 \pm 4.8412292i$ 」。

【0098】 此外，在圖7的模擬結果(不穩定動作)的設定條件的情形下，主要特徵值為「 $-6.1625308 \pm 3.2739828i$ 」、「 $-6.2123889 \pm 3.2929444i$ 」、以及「 $-6.25 \pm 3.3071891i$ 」。

【0099】 比較此等，在圖6和圖7的兩種情形下，雖然主要特徵值的所有實部為負值，在圖6的情形下實部(負值)的絕對值可確認為較大。例如，為了區分圖6的穩定動作和圖7的不穩定動作，通過設定控制參數值使得特徵值的實部(負值)的絕對值大於或等於11，從而可保證電力系統的穩定動作。此外，該臨限值的適當值，由於可能依據系統配置而改變，所以期望依據瞬時值模擬等進行預先定義。

【0100】 如此，通過計算出狀態方程式的係數矩陣A的特徵值，可以評價電力系統的穩定性。在此，算式(15)所示的係數矩陣A，為3台分散電源102(1)~102(3)依循虛擬同步發電機控制動作時的示例，尺寸雖為(3×3)列×(3×3)行，但係數矩陣A的尺寸會因應連接電力系統而動作的分散電源的台數(N:自然數)而改變。具體而言，相對於產生運轉指令的分散電源的台數N，係數矩陣A的

尺寸為 $(N \times 3)$ 列 $\times (N \times 3)$ 行。

【0101】 如圖9所示，當 $N=2$ 時，由於 $3 \times 2=6$ ，係數矩陣 $A(2)$ 為6列 $\times$ 6行的尺寸。當 $N=3$ 時的係數矩陣 $A(3)$ 如算式(15)所示為9列 $\times$ 9行，當 $N=4$ 時的係數矩陣 $A(4)$ ，由於 $4 \times 3=12$ ，為12列 $\times$ 12行的尺寸。

【0102】 此外，即使依據虛擬同步發電機控制而動作的分散電源的運轉台數 (N) 相同，在主要由於電抗 $X_1 \sim X_3$ 不同而導致的運轉的分散電源的組合不同的情形下，係數矩陣 A 也會改變。此外，當運轉的分散電源的輸出有效電力指令值改變時，由於圖8的工作點112(穩定運轉狀態)改變，係數矩陣 A 也可能改變。

【0103】 因此，通過圖3的動作決定部303，各分散電源102的運轉/停止指令、以及各分散電源102的輸出有效電力指令值 P_{ref} ，亦即動作型式每次改變時，用於穩定性評價的係數矩陣 A 可能會發生改變。相應於此，穩定性評價也應優先地重新執行。

【0104】 在圖10中顯示流程圖，說明實施例1的分散電源統合管理裝置的控制參數的決定處理程序之一例。通過動作決部303，當至少複數台的分散電源的運轉型式(運轉/停止的組合)被改變時，圖10所示的處理，例如通過執行構成演算部302的微電腦預先儲存的程式而實施。因此，實現圖4的控制參數決定部304的功能。

【0105】 或者，如圖10所示的處理，即使複數台分散電源的運轉型式為固定，當複數台分散電源的輸出有效電力指令值 P_{ref} 被改變時，也可以被實施。亦即，以動作決定部303的複數台分散電源102的動作型式之變動作為觸發，可以實施圖10所示的處理。

【0106】 演算部302(控制參數決定部304)，在步驟110(以下將步驟標記為「S」)暫時決定各分散電源的控制參數值。例如，對於運轉的分散電源的每一個，決定如圖3示例中的虛擬同步發電機控制部201內的慣性常數 M 、阻尼係數 D 、以

及構成調速器控制部205的一階延遲單元的增益 K 和時間常數 T 的值。此外，暫定的控制參數值的初始值可以為預定的標準值，也可以為隨機設定的值。此外，在S110，使用暫定的控制參數值，以暫定算式(15)的係數矩陣。

【0107】 演算部302在S120使用在S110中暫定的(暫時決定的)係數矩陣 A ，計算出系統的穩定性指標。例如，如上所述，算出係數矩陣 A 的特徵值。而且，在S130中判斷在S120算出的穩定指標(係數矩陣 A 的特徵值)是否被含括於預定的安全範圍內。例如，如上所述，當所有的特徵值的實部為負值、且該實部的絕對值大於預定的臨限值時，在S130之判定為YES。另一方面，當如果不是時，在S130之判定為NO。

【0108】 另一方面，當S130判定為NO時，演算部302通過S140改變控制參數值的至少一部分。在S140中，為提高系統的穩定性，在至少一部分的分散電源中，將例如阻尼係數 D 及/或慣性常數 M 增加恒定增量(一定量或一定比率)。此外，當即使增加阻尼係數 D 及慣性常數 M 但無法充分改善穩定性指標時，可以更增加增益 K 。

【0109】 此外，演算部302回到在S110的處理，以暫時決定使用在S140改變的控制參數值而被修正的係數矩陣 A 。然後，在S120中，使用被修正的係數矩陣 A 算出系統的穩定性指標；在S130中，判斷在S120算出的穩定性指標(修正後的係數矩陣 A 的特徵值)是否含括在保證穩定性的範圍內。

【0110】 S130判斷為NO的期間，S140、S110、S120、及S130的處理被重複執行。亦即，直到S130判斷為YES的控制參數值被設定，控制參數值為通過S140逐步地被改變。

【0111】 演算部302，在S130判斷YES時，通過S150使用在S110暫定的值，以確定產生運轉指令的分散電源的虛擬同步發電機控制部201的控制參數值。

【0112】 因此，對應於動作決定部303的動作指令資訊313、具體而言分散

電源102之每一個的運轉/停止指令以及輸出有效電力指令值 P_{ref} ，可以決定系統可穩定動作的控制參數值。

【0113】 再次參照圖4，演算部302將動作決定部303決定的動作指令資訊313(分散電源102之每一個的運轉/停止指令、以及輸出有效電力指令值 P_{ref})、與對應於該動作指令資訊313在控制參數決定部304決定的資訊314(使系統穩定動作的控制參數值)，作為設定資訊315且輸出至傳送部306。此時，可以將資訊318交給記憶部305並且儲存於其中。此資訊318可包含對傳送部306輸出的資訊的至少一部分。

【0114】 傳送部306，當接收來自演算部302的設定資訊315時，對各分散電源102傳送該分散電源102的動作指令值以及控制數值。如上所述，在實施例1中，設定資訊315至少包含分散電源102的運轉/停止指令以及輸出有效電力指令值(動作指令資訊313)、以及產生運轉指令的各分散電源102備有的虛擬同步發電機控制的控制參數值。

【0115】 如以上的說明，依據實施例1的分散電源統合管理裝置，即使在連接複數台分散電源(通過虛擬同步發電機控制而控制輸出電壓)的電力系統中，當分散電源的動作型式改變時，適當地設定各分散電源的虛擬同步發電機控制的控制參數值，使得分散電源間相互干擾的不穩定現象不會發生。因此，可以實現保證穩定的運轉以避免複數台分散電源的控制相互干擾的不穩定現象發生的穩定電力供給。

【0116】 [實施例2]

在實施例1中為通過求出狀態方程式的係數矩陣A的特徵值而算出穩定性指標，在實施例2中說明算出穩定性指標的不同算出方法。亦即，實施例2的分散電源統合管理裝置，相較於實施例1的分散電源統合管理裝置101，僅只控制參數決定部304的功能不同。實施例2的分散電源統合管理裝置的其他部分的配置

及動作與實施例1的分散電源統合管理裝置101相同，所以不再重複說明。

【0117】 實施例2中，控制參數決定部304，當評價電力系統的穩定性時，導出表示系統的頻率響應的開路轉移函數。然後，將該開路轉移函數的相位餘裕以及增益餘裕作為穩定性指標(圖9的S120)使用，可以在S130(圖9)中評價系統的穩定性。

【0118】 實施例2中在圖5的示例，以透過虛擬同步發電機控制而控制輸出電壓的分散電源3台所連接的電力系統為對象，說明使用開路轉移函數的穩定性評價技術。

【0119】 圖11顯示電力系統的控制轉移特性的方塊圖之一例，電力系統包括在實施例2的分散電源統合管理裝置使用的轉移函數。圖11中顯示，已將圖5所示的電力系統中3台分散電源102(1)~102(3)備有的虛擬同步發電機控制的干擾列入考慮的控制轉移方塊圖。

【0120】 圖 11 中，對共同母線 407 上的有效電力 P_L 、和分散電源 102(1)~102(3)的輸出電力指令值 $P_{ref1} \sim P_{ref3}$ 、輸出有效電力(測量值) $P_{out1} \sim P_{out3}$ 、以及輸出電壓的相位 $\theta_1 \sim \theta_3$ 的每一個，導入上述的微小變動量 Δ 。

【0121】 在此，相對於圖5所示的電力系統，通過在實施例1說明的線性近似而成立算式(8)。此外，分散電源102(1)~102(3)，通過圖3所示的配置的虛擬同步發電機控制而控制輸出電壓。因此，當使用分散電源102(1)~102(3)的每一個的該虛擬同步發電機控制的轉移函數 $G_{VSG1}(s) \sim G_{VSG3}(s)$ 時，反映分散電源102(1)~102(3)之間發生的橫流(相互干擾)，連接分散電源102(1)~102(3)的電力系統的轉移特性以圖11的方塊圖顯示。分散電源102(1)~102(3)的轉移函數 $G_{VSG1}(s) \sim G_{VSG3}(s)$ ，可通過對算式(9)將控制參數值 D 、 M 、 T 、 K 代入而求得。

【0122】 圖11中，通過將從分散電源102(1)往分散電源102(2)的橫流 ΔP_{crs12} 、從分散電源102(2)往分散電源102(3)的橫流 ΔP_{crs23} 、以及從分散電源102(1)

往分散電源102(3)的橫流 ΔP_{crsl3} 輸入至用於進行加減法的運算器841~843，可以求得分散電源102(1)~102(3)的每一個的橫流合計值 $\Delta P_{\text{crsl}} \sim \Delta P_{\text{crs3}}$ 。

【0123】 此外，共同母線407的有效電力變動量 ΔP_L ，通過基於算式(4)~(6)中的常數 $P_{1m} \sim P_{3m}$ 的乘法器811~813的運算，分散電源102(1)~102(3)之間的 $\Delta P_{L1} \sim \Delta P_{L3}$ 按比例分配($\Delta P_{L1} + \Delta P_{L2} + \Delta P_{L3} = \Delta P_L$)。加法器834~836將來自乘法器811~813的 $\Delta P_{L1} \sim \Delta P_{L3}$ 和來自運算器841~843的 $\Delta P_{\text{crsl}} \sim \Delta P_{\text{crs3}}$ 分別相加，以各別算出分散電源102(1)~102(3)的輸出有效電力變動量 $\Delta P_{\text{out1}} \sim \Delta P_{\text{out3}}$ 。

【0124】 減法器831~833從輸出有效電力指令值的變動量 $\Delta P_{\text{ref1}} \sim \Delta P_{\text{ref3}}$ 減去來自加法器834~836的 $\Delta P_{\text{out1}} \sim \Delta P_{\text{out3}}$ ，以算出分散電源102(1)~102(3)的每一個的電力偏差 ΔP_{out} (圖3)的變動量 $\Delta dP_1 \sim \Delta dP_3$ 。

【0125】 依照圖11所示的控制轉移特性，通過求取以 ΔdP_1 為起點的開路轉移函數 $G(1)$ ，可以掌握考慮到分散電源102(1)的虛擬同步發電機控制與其他的分散電源102(2)、102(3)的虛擬同步發電機控制的干擾之頻率響應。

【0126】 相同地，通過求取以 ΔdP_2 為起點的開路轉移函數 $G(2)$ 、以及以 ΔdP_3 為起點的開路轉移函數 $G(3)$ ，可以掌握考慮到分散電源102(2)及102(3)的虛擬同步發電機控制與其他的分散電源的虛擬同步發電機控制的干擾之頻率響應。

【0127】 這樣的開路轉移函數的導出為通常的技術，通過習知的技術可求得這些開路轉移函數。這些開路轉移函數的形式，優選為基於分散電源的運轉台數、和虛擬同步發電機控制部的配置資訊預先推導出。

【0128】 此外，依據習知技術，從求出的開路轉移函數的波德圖，顯示於圖12，可進一步求得增益餘裕GM及相位餘裕PM。

【0129】 如圖12所示，對於增益[dB]及相位[度]可得到表示開路轉移函數的頻率特性的波德圖。相位餘裕PM由增益為 0[dB]的頻率 ω_c 處的相位[度]定

義，增益餘裕GM定義為 (-1) 乘以相位為 -180 [度] 的頻率 ω_p 處的增益。此外，通常將增益餘裕GM及相位餘裕PM設定為設計控制系統時的穩定性指標，增益餘裕GM及相位餘裕PM愈大則系統愈穩定。

【0130】 所以，實施例2的分散電源統合管理裝置中，當複數台分散電源102的動作型式被改變而演算部302(控制參數決定部304)執行如圖9的處理時，在S110，使用已代入暫定的控制參數值的轉移函數 $G_{VSG1}(s) \sim G_{VSG3}(s)$ ，可求取上述的開路轉移函數 $G(1) \sim G(3)$ 。

【0131】 此外，在圖10的S120，通過在S110決定的開路轉移函數 $G(1) \sim G(3)$ ，算出增益餘裕GM和相位餘裕PM作為穩定性指標。此外，在圖10的130，當在S120算出的增益餘裕GM和相位餘裕PM分別大於預定的判斷臨限值 TH_{GM} 及 TH_{PM} 時，可判斷為穩定性指標在穩定範圍內(判斷為YES)。

【0132】 在S130判斷為NO時，通過由S140改變虛擬同步發電機控制的控制參數值，將轉移函數 $G_{VSG1}(s) \sim G_{VSG3}(s)$ 以及開路轉移函數 $G(1) \sim G(3)$ 改變以執行S120及S130。通過將此S140及S110~S130重複執行直到S130判斷為YES，與實施例1相同地，可使之對應於由動作決定部303決定的複數台分散電源102的動作型式，以決定系統可穩定動作的控制參數值。

【0133】 此外，對於上述的增益餘裕GM及相位餘裕PM的判斷臨限值 TH_{GM} 及 TH_{PM} ，可以將電路模擬的結果和依據波德圖的穩定判別結果互相對照而預先地設定。

【0134】 如以上的說明，依據實施例2的分散電源統合管理裝置，由於使用從控制參數值(虛擬同步發電機控制)求出的轉移函數的頻率響應特性作為穩定性指標，而可以享受與實施例1相同的效果。亦即，在由虛擬同步發電機控制進行輸出電壓控制的分散電源複數台所連接的電力系統中，在分散電源的運轉型式改變的情形下，可以適當地設定虛擬同步發電機控制的控制參數，使得分

散電源間的相互干擾所引起的的不穩定現象不會發生。因此，可以實現避免複數台分散電源的控制相互干擾導致的不穩定現象發生的穩定電力提供。

【0135】 [實施例3]

於實施例3及4說明分散電源統合管理裝置的進一步變化例。

【0136】 圖13為說明實施例3的分散電源統合管理裝置之內部配置的方塊圖。

【0137】 參照圖13，實施例3的分散電源統合管理裝置101X，相較於圖4所示的分散電源統合管理裝置101，差異在於配備有演算部302X以取代演算部302。分散電源統合管理裝置101X的其他結構和分散電源統合管理裝置101相同，故不再重複說明。

【0138】 演算部302X更包括動作決定部303、控制參數決定部304X、查找表307。與在圖4的說明相同，動作決定部303依據各分散電源102現在的輸出有效電力(圖3的 P_{out})等的分散電源資訊312，產生動作指令資訊313。如上所述，動作指令資訊313包含分散電源102之每一個的運轉/停止指令、以及輸出有效電力指令值 P_{ref} 。

【0139】 控制參數決定部304X與使用暫定的控制參數值以評價算出的穩定性指標之實施例1和2不同，通過參照預先作成的查找表307，決定控制參數值(阻尼係數 D 、慣性常數 M 、一階延遲系統的時間常數 T 和增益 K 等)，該控制參數值為使用於產生運轉指令的分散電源102的虛擬同步發電機控制中。

【0140】 查找表307預先儲存使系統可以穩定地動作的控制參數值(上述的 D 、 M 、 T 、 K 的值的組合)，此等控制參數值為依據與電力系統104連接的複數台分散電源102的動作型式的每個模擬結果等而預先得到。例如，查找表307儲存控制參數值，此等參數值為依據實施例1或2，已預先分析過複數台分散電源102的動作型式的每一個的穩定性指標係已含括於穩定範圍內。

【0141】 控制參數決定部304X依據來自動作決定部303的動作指令資訊313選擇預先定義的複數動作型式其中之一，並參照查找表307。因此，可以因應於依據動作指令資訊313而決定的動作型式，將預先儲存的使系統穩定動作的控制參數，從查找表307讀出。該控制參數值作為來自控制參數決定部304X的資訊314的一部分，與動作指令資訊313一同輸出至傳送部306，再傳送至各分散電源102。

【0142】 如此，依據實施例3的分散電源統合管理裝置，在分散電源的動作型式改變的情形下，可以適當地設定虛擬同步發電機控制的控制參數值，使得分散電源間的相互干擾所引起的不穩定現象不會發生。因此，得以實現避免因複數台分散電源之控制的相互干擾所引起不穩定現象的穩定電力供給。

【0143】 此外，於實施例1和2中，使用暫定的控制參數值以算出和評價穩定性指標由於是在線執行所以運算負擔變得較高，而於實施例3中，可以避免這種在線的運算負擔變大。另一方面，在實施例3中，由於必需預先決定複數台分散電源102的動作型式之每一個的適當控制參數值，則擔心查找表307的記憶容量以及準備的作業量會增加。

【0144】 [實施例4]

圖14為說明實施例4的分散電源統合管理裝置內部配置的方塊圖。

【0145】 參照圖14，實施例4的分散電源統合管理裝置101Y，相較於圖4所示的分散電源統合管理裝置101，差異在於具有演算部302Y以取代演算部302。分散電源統合管理裝置101Y的其他結構與分散電源統合管理裝置101相同，所以不再重複地詳細說明。

【0146】 演算部302Y的差異處為包括動作決定部303、控制參數決定部304Y、以及學習部308。動作決定部303與圖4的說明相同地，依據各分散電源102現在的輸出有效電力(圖3的 P_{out})等的分散電源資訊312，產生動作指令資訊313。

如上所述，動作指令資訊313包含分散電源102每一個的運轉/停止指令、以及輸出有效電力指令值 P_{ref} 。

【0147】 控制參數決定部304Y，與使用暫定的控制參數值評價穩定性指標的實施例1和2不同，其反映學習部308的學習結果，決定產生運轉指令的分散電源102的同步發電機控制所使用的控制參數值(阻尼係數 D 、慣性常性 M 、一階延遲系統的時間常數 T 和增益 K 等)。

【0148】 學習部308包含學習模型，配置為在每個動作型式輸入控制參數值的組合，且將在該控制參數值的組合下的穩定性評價(穩定/不穩定之任一者的資訊、或者在實施例1、2的穩定性指標)輸出。例如，該學習模型可以由AI(人工智慧)學習模型所構成。

【0149】 作為一示例，該學習模型為，可通過將對每個動作型式的控制參數值的組合、與當使用該控制參數值的組合的穩定性評價結果的對應關係，作為學習(訓練)資料而輸入的機器學習來作成。在作成學習模型時(學習/訓練階段)，穩定性評價結果，可包含實際上使電力系統動作時的結果、以及模擬結果之兩者。

【0150】 在推理階段，學習模型被設置為接收動作型式作為輸入，並輸出適當的控制參數值的組合(D 、 M 、 T 、 K)。作為適當的控制參數值的組合，在該動作型式中，可以使用穩定性評價為肯定的、或穩定性指標比預定的臨限值大的組合。

【0151】 該控制參數決定部304Y，將通過來自動作決定部303的動作指令資訊313所表示的動作型式輸入至構成學習部308的學習模型。因此，可取得在該動作型式的適當控制參數值的組合，作為該學習模型的輸出。

【0152】 該控制參數值作為來自控制參數決定部304Y的資訊314之一部分，與動作指令資訊313一同輸出至傳送部306，且向各分散電源102傳送。

【0153】 此外，控制參數決定部304Y，對於學習部308追加輸入實際上使電力系統動作時得到的新結果作為學習資料，藉此可以逐步地更新學習部308內的學習模型。

【0154】 如此，依據實施例4的分散電源統合管理裝置，在分散電源的動作型式改變的情形下，可以適當地設定虛擬同步發電機控制的控制參數值，使得分散電源間的相互干擾引起的不穩定現象不會發生。因此，可以實現避免複數台分散電源的相互干擾引起的不穩定現象發生之穩定電力供給。於實施例4中，由於不需要準備在實施例3說明的查找表307，可以抑制作工作負荷及記憶容量。

【0155】 此外，如上所述，在實施例1~4中，雖然設定各分散電源102的虛擬同步發電機控制的控制系統的配置為固定成圖3的內容，控制參數決定部304(304X、304Y)設定為決定圖3內的控制參數值，但也可以因應於動作設定事項而切換虛擬同步發電機控制之控制系統的配置。例如，於圖3中，省略調速器控制部205(一階延遲系統)的回授環路之配置(變化例)，可適用於一部分的動作型式。例如，通過設定一階延遲系統的增益 $K=0$ ，可實現上述配置(變化例)。亦即，控制參數決定部304(304X、304Y)的功能實質上包括決定虛擬同步發電機控制的控制系統的配置。

【0156】 本次揭露的實施例的所有方面應當認為均是示例，且非用於限制本發明。本揭露的範圍由申請專利範圍而非由上述說明來界定，並且實質包括與申請專利範圍等同的含義和範圍內的所有變化。

【符號說明】

【0157】

10:電力系統

101,101X,101Y:分散電源統合管理裝置

102,102a~102f:分散電源

103:控制裝置

104:電力系統

105:電源

106:電力轉換裝置

107:主電路

108:切換控制電路

109:通信路徑

110,111:特性線

112:工作點

200:分散電源控制部

201:虛擬同步發電機控制部

202:動作指令值產生部

203,203b,208:積分器

204:回授路徑

205:調速器控制部

206,811,813:乘法器

211~213,831,833:減法器

214,834,836:加法器

301:接收部

302,302X,302Y:演算部

303動作決定部

304,304X,304Y:控制參數決定部

305:記憶部

306:傳送部

307:查找表

308:學習部

311,312:分散電源資訊

313:動作指令資訊

314,318,319:資訊

315:設定資訊

404~406:電抗

407:共同母線

841,843:運算器

D,K,M,T:控制參數

GM:增益餘裕

$G_{VSG1} \sim G_{VSG3}$:轉移函數

PM:相位餘裕

P_{out} , $P_{out1} \sim P_{out3}$:輸出有效電力(測量值)

P_{ref} , $P_{ref1} \sim P_{ref3}$:輸出有效電力指令值

$X_1 \sim X_3$:電抗值

Δf :頻率變化量

f:頻率指令值

f_n :基準頻率

θ :電壓相位

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種分散電源統合管理裝置，管理與複數台分散電源連接的電力系統的運用狀態，前述分散電源由虛擬同步發電機控制進行輸出電壓之控制，前述虛擬同步發電機控制將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源；

前述分散電源統合管理裝置，包括：

接收部，接收有關前述複數台分散電源的運轉狀態的資訊；

動作決定部，依據前述接收部取得的資訊，決定前述複數台分散電源的動作型式；

控制參數決定部，在由前述動作決定部決定的前述動作型式中，決定前述複數台分散電源之每一個的前述虛擬同步發電機控制的控制參數值，從而可以避免前述複數台分散電源的前述虛擬同步發電機控制引起的相互干擾以使前述電力系統穩定地動作；以及

傳送部，對前述複數台分散電源的每一個，傳送依循由前述動作決定部決定的前述動作型式的動作指令、和由前述控制參數決定部決定的前述控制參數值；

其中，前述控制參數決定部，配置為

當使用暫定的前述控制參數值的前述同步發電機控制在執行中時，算出穩定性指標，定量地表示前述電力系統的動作穩定性，

判斷算出的前述穩定性指標的值是否被含括於預定的穩定範圍內，以及

當前述穩定性指標的值被含括於預定的穩定範圍內時，使用前述暫定的前述控制參數值，決定會被傳送至前述複數台分散電源的前述控制參數值。

【請求項2】如請求項1之分散電源統合管理裝置，其中

前述控制參數決定部，更配置為

當使用前述暫定的控制參數值算出的前述穩定性指標的值沒有含括於前述預定的穩定範圍內時，重複執行改變前述控制參數值以算出前述穩定性指標之處理。

【請求項3】如請求項1之分散電源統合管理裝置，其中

前述穩定性指標，為表示前述電力系統的動作特性的狀態方程式之係數矩陣的特徵值之實部的值，前述電力系統係適用前述複數台分散電源的前述虛擬發電機控制的動作特性。

【請求項4】如請求項1之分散電源統合管理裝置，其中

前述穩定性指標，為在前述電力系統中開路轉移函數的相位餘裕及增益餘裕的至少之一者；前述開路轉移函數，係使用表示前述電力系統的動作特性、以及前述複數台分散電源的每一個具有的前述虛擬同步發電機控制的動作特性的轉移函數而導出；

前述開路轉移函數，為將前述複數台分散電源中的任何一台的前述分散電源備有的前述虛擬同步發電機控制作為控制器，且將前述電力系統中的該分散電源以外的元件作為控制對象而被導出。

【請求項5】一種分散電源統合管理裝置，管理與複數台分散電源連接的電力系統的運用狀態，前述分散電源由虛擬同步發電機控制進行輸出電壓之控制，前述虛擬同步發電機控制將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源；

前述分散電源統合管理裝置，包括：

接收部，接收有關前述複數台分散電源的運轉狀態的資訊；

動作決定部，依據前述接收部取得的資訊，決定前述複數台分散電源的動作型式；

控制參數決定部，在由前述動作決定部決定的前述動作型式中，決定前述

複數台分散電源之每一個的前述虛擬同步發電機控制的控制參數值，從而可以避免前述複數台分散電源的前述虛擬同步發電機控制引起的相互干擾以使前述電力系統穩定地動作；以及

傳送部，對前述複數台分散電源的每一個，傳送依循由前述動作決定部決定的前述動作型式的動作指令、和由前述控制參數決定部決定的前述控制參數值；

其中，前述控制參數決定部，為

通過參照查找表，以決定前述複數台分散電源的每一個的前述控制參數值，前述查找表係使用依前述動作決定部決定的前述動作型式而預先作成；

前述查找表，對預定的複數個前述動作型式的每一個，預先儲存使得前述電力系統穩定動作的前述複數台分散電源的每一個的前述控制參數值。

【請求項6】一種分散電源統合管理裝置，管理與複數台分散電源連接的電力系統的運用狀態，前述分散電源由虛擬同步發電機控制進行輸出電壓之控制，前述虛擬同步發電機控制將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源；

前述分散電源統合管理裝置，包括：

接收部，接收有關前述複數台分散電源的運轉狀態的資訊；

動作決定部，依據前述接收部取得的資訊，決定前述複數台分散電源的動作型式；

控制參數決定部，在由前述動作決定部決定的前述動作型式中，決定前述複數台分散電源之每一個的前述虛擬同步發電機控制的控制參數值，從而可以避免前述複數台分散電源的前述虛擬同步發電機控制引起的相互干擾以使前述電力系統穩定地動作；

傳送部，對前述複數台分散電源的每一個，傳送依循由前述動作決定部決

定的前述動作型式的動作指令、和由前述控制參數決定部決定的前述控制參數值；以及

學習部，用於學習前述複數台分散電源的前述控制參數值與前述電力系統的動作穩定性相關資訊的關聯性；

其中，前述控制參數決定部，使用當用前述動作決定部決定的前述動作型式為前述學習部的輸入時之由前述學習部送出的輸出，以決定前述複數台分散電源的每一個的前述控制參數值。

【請求項7】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，其中，前述動作型式包含前述複數台分散電源的每一個的運轉指令或停止指令的組合。

【請求項8】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，其中，前述動作型式包含前述複數台分散電源的每一個的輸出有效電力指令值的組合。

【請求項9】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，更包括記憶部，儲存前述電力系統的設備配置相關的資訊；

其中，前述控制參數決定部，依據從前述接收部得到的資訊和儲存於前述記憶部的資訊，決定前述複數台分散電源的每一個的前述控制參數值。

【請求項10】 如請求項9之分散電源統合管理裝置，其中
前述複數台分散電源電性連接前述電力系統的共同母線；

前述記憶部儲存的前述資訊，包含前述複數台分散電源的每一個與前述共同母線之間的阻抗相關的資訊。

【請求項11】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，其中，前述接收部接收的資訊，包含前述複數台分散電源的每一個的輸出有效電力的測量值。

【請求項12】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，其中，前述接收部接收的資訊，包含前述複數台分散電源的每一個的輸出電壓的振幅及相

位的資訊。

【請求項13】 如請求項12之分散電源統合管理裝置，其中

前述接收部接收的資訊，包含前述複數台分散電源的每一個的輸出電壓以及輸出電流的測量值；

前述接收部，依據前述測量值算出前述複數分散電源的每一個的輸出有效電力。

【請求項14】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，其中，由前述傳送部傳送的前述動作指令，包含前述複數台分散電源的每一個的運轉指令或停止指令。

【請求項15】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，其中，由前述傳送部傳送的前述動作指令，包含前述複數台分散電源的每一個的輸出有效電力的指令值。

【請求項16】 如請求項1~6中任一項之分散電源統合管理裝置，其中，前述動作決定部，回應預定的一定時間之經過、或構成在前述接收部接收到的前述資訊的複數項目之變化，依據在該時間點的前述資訊重新產生前述動作型式。

【請求項17】 一種電力系統，包括：

電力系統，連接複數台分散電源，前述分散電源通過虛擬同步發電機控制進行輸出電壓之控制，前述虛擬同步發電機控制將同步發電機的動作特性模擬地安裝於靜止型電源；

如請求項1~6中任一項的分散電源統合管理裝置；以及
通信路徑，形成在前述分散電源統合管理裝置與前述複數台分散電源之間。

【請求項18】 如請求項17之電力系統，其中

前述複數台分散電源的每一個，包括

電力轉換裝置，將來自電源的電力轉換為對前述電力系統輸出的交流電

力，作為前述靜止型電源而動作；以及

控制裝置，控制前述電力轉換裝置，從而輸出依據前述虛擬發電機控制的交流電壓。

【發明圖式】

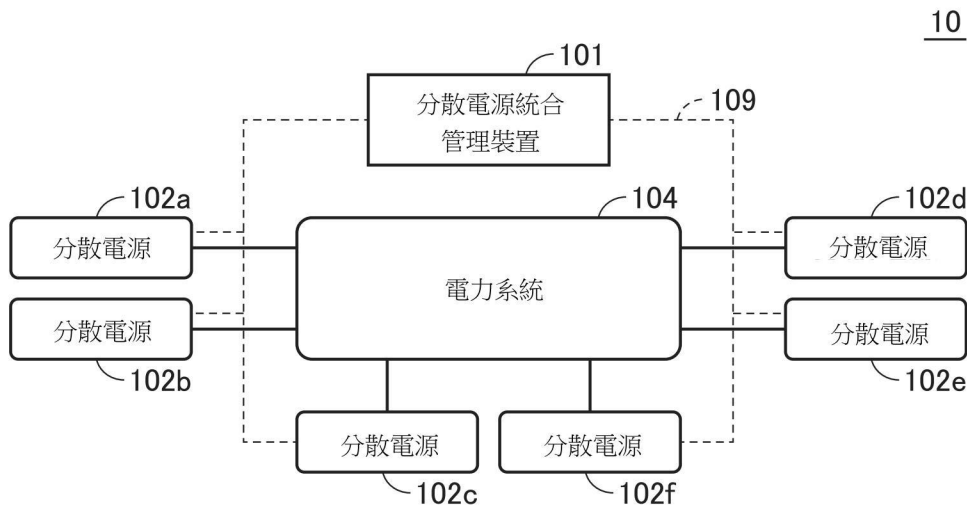


圖 1

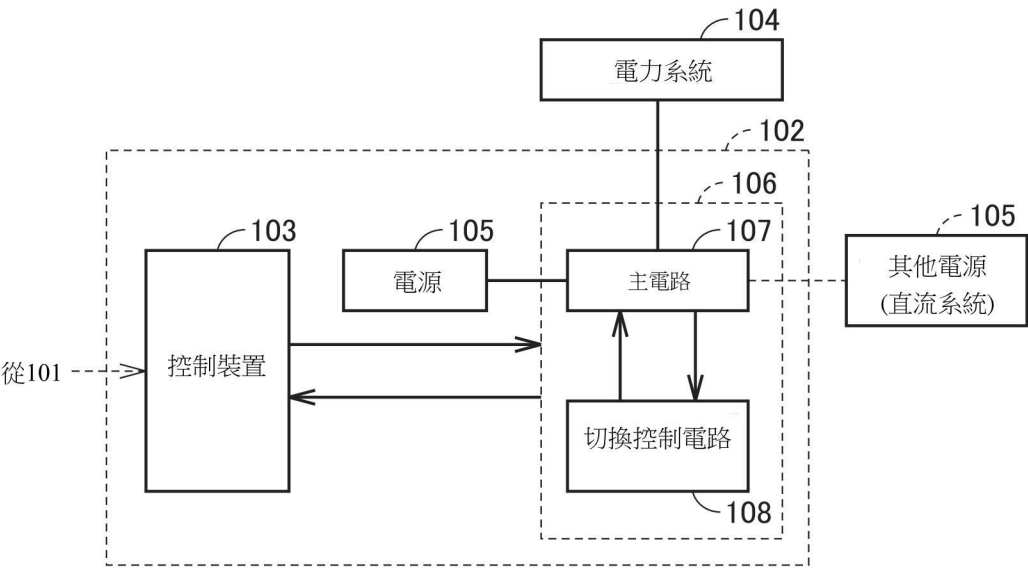


圖 2

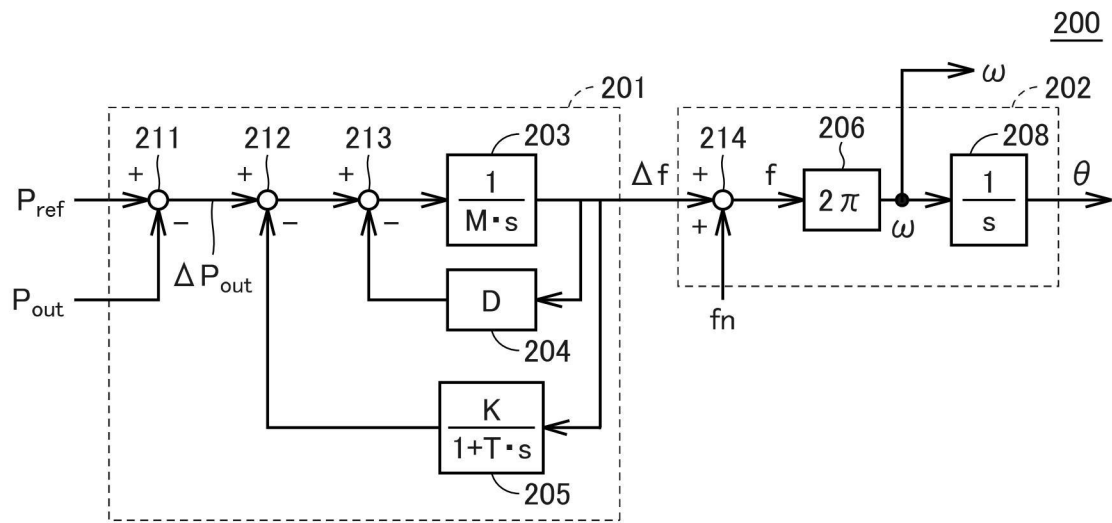


圖 3

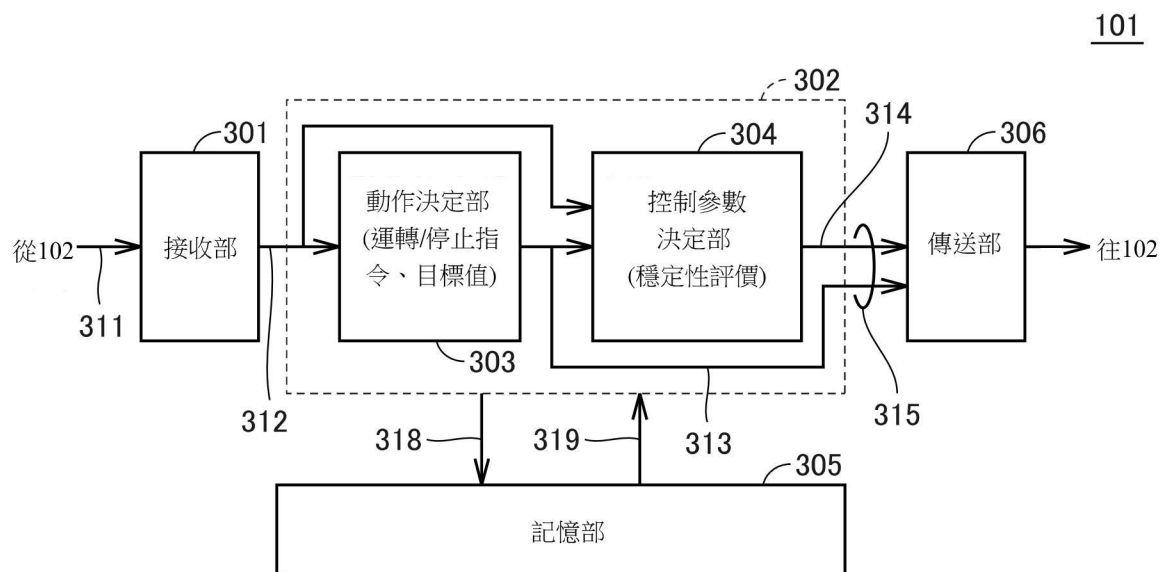


圖 4

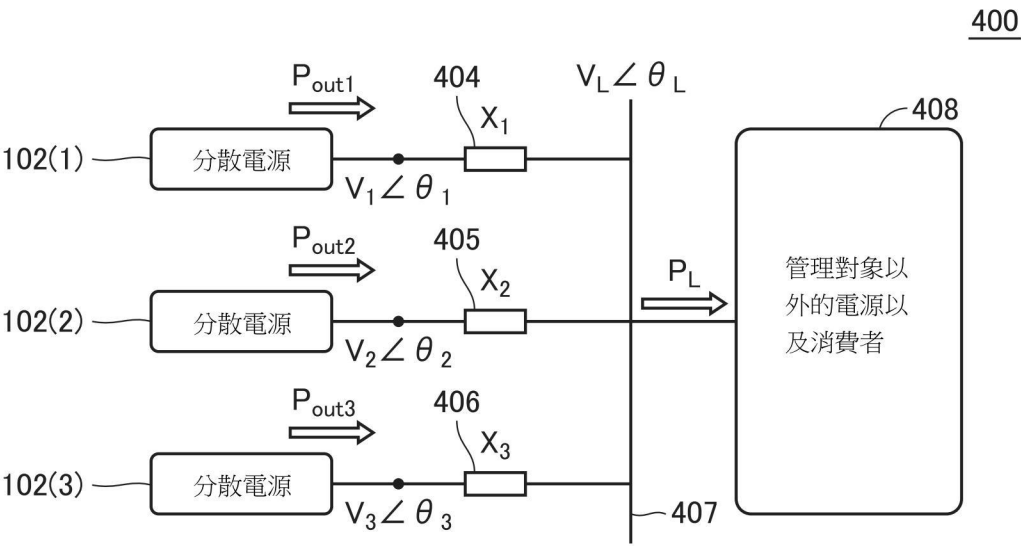


圖 5

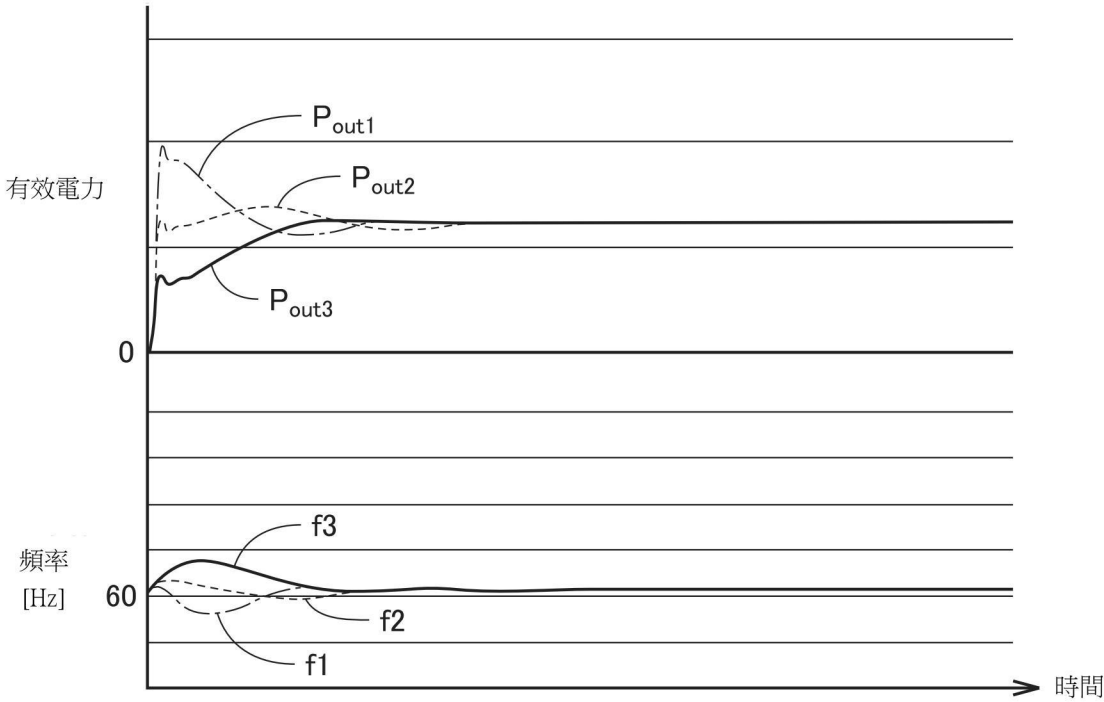


圖 6

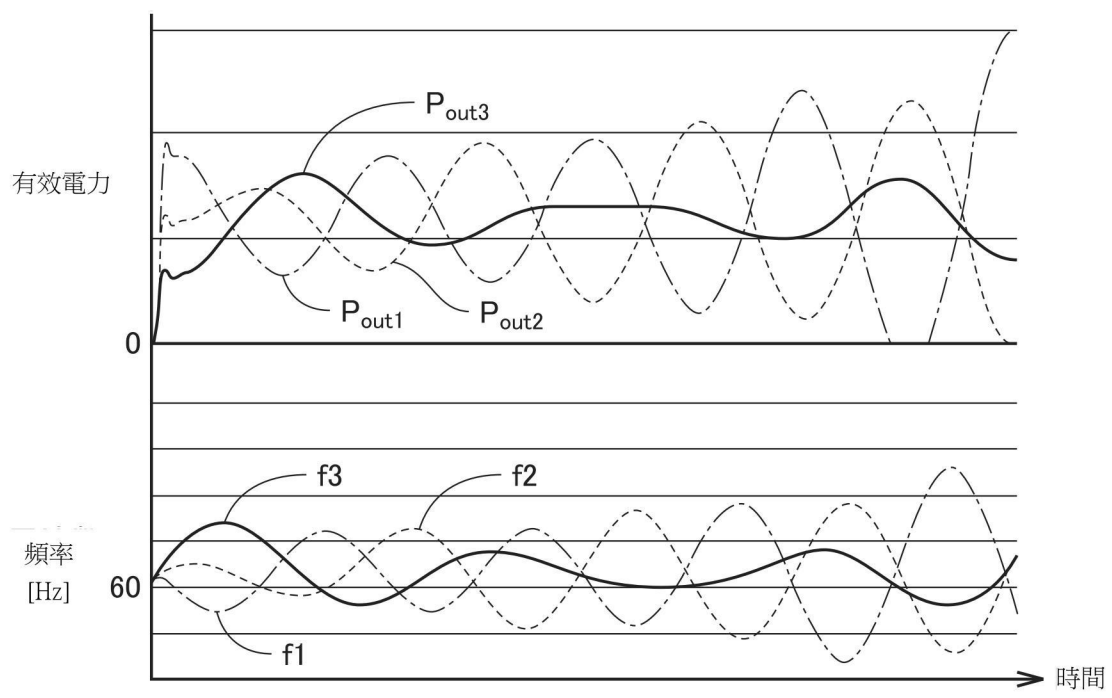


圖 7

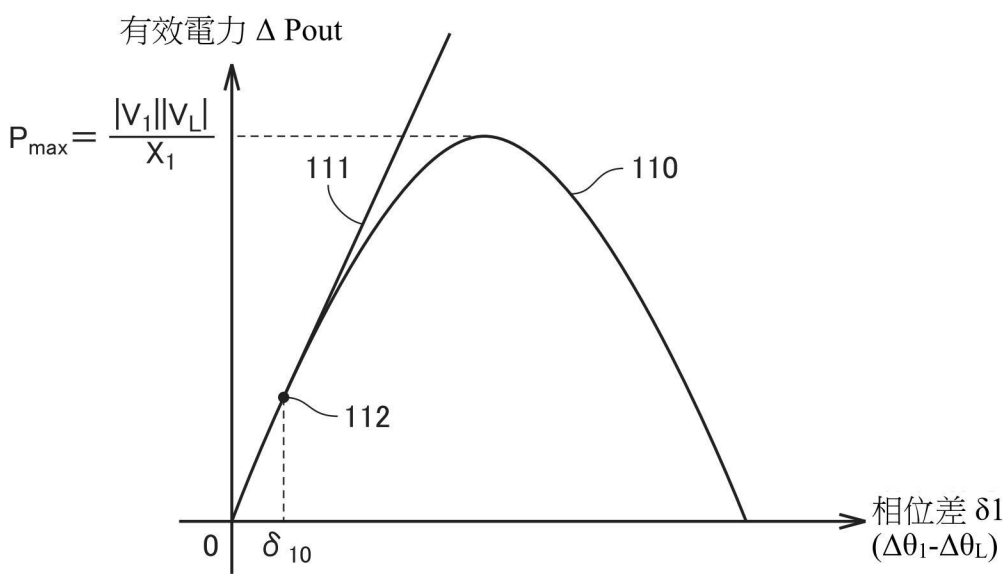


圖 8

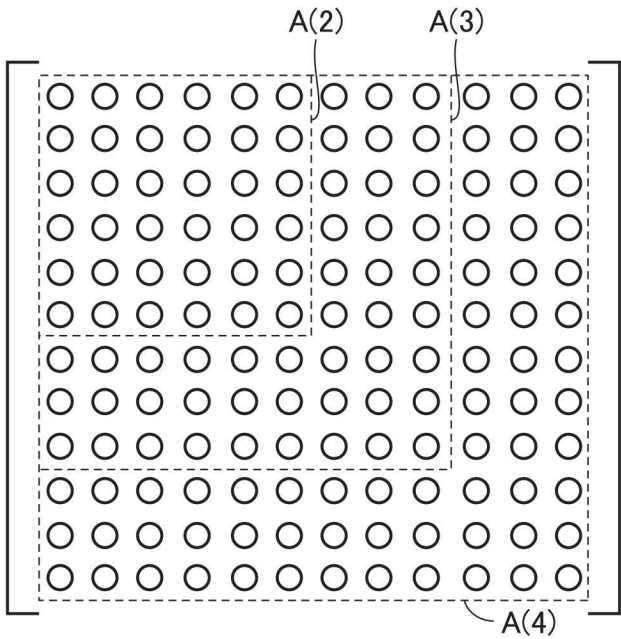


圖 9

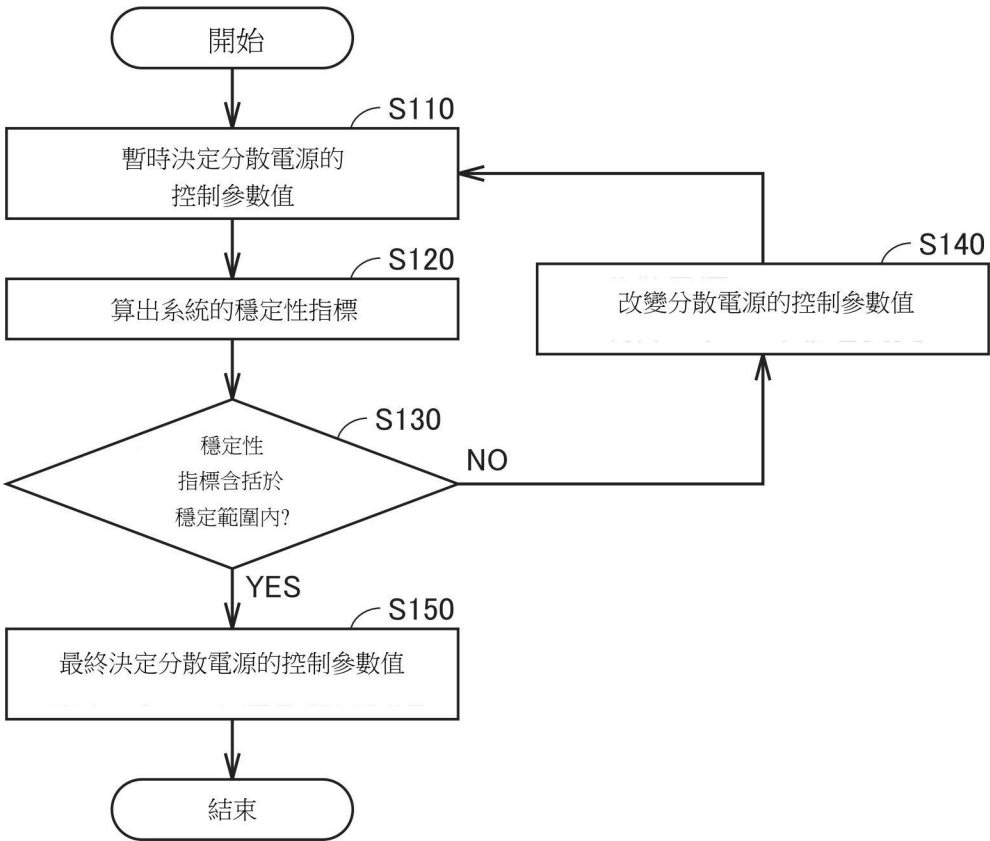


圖 10

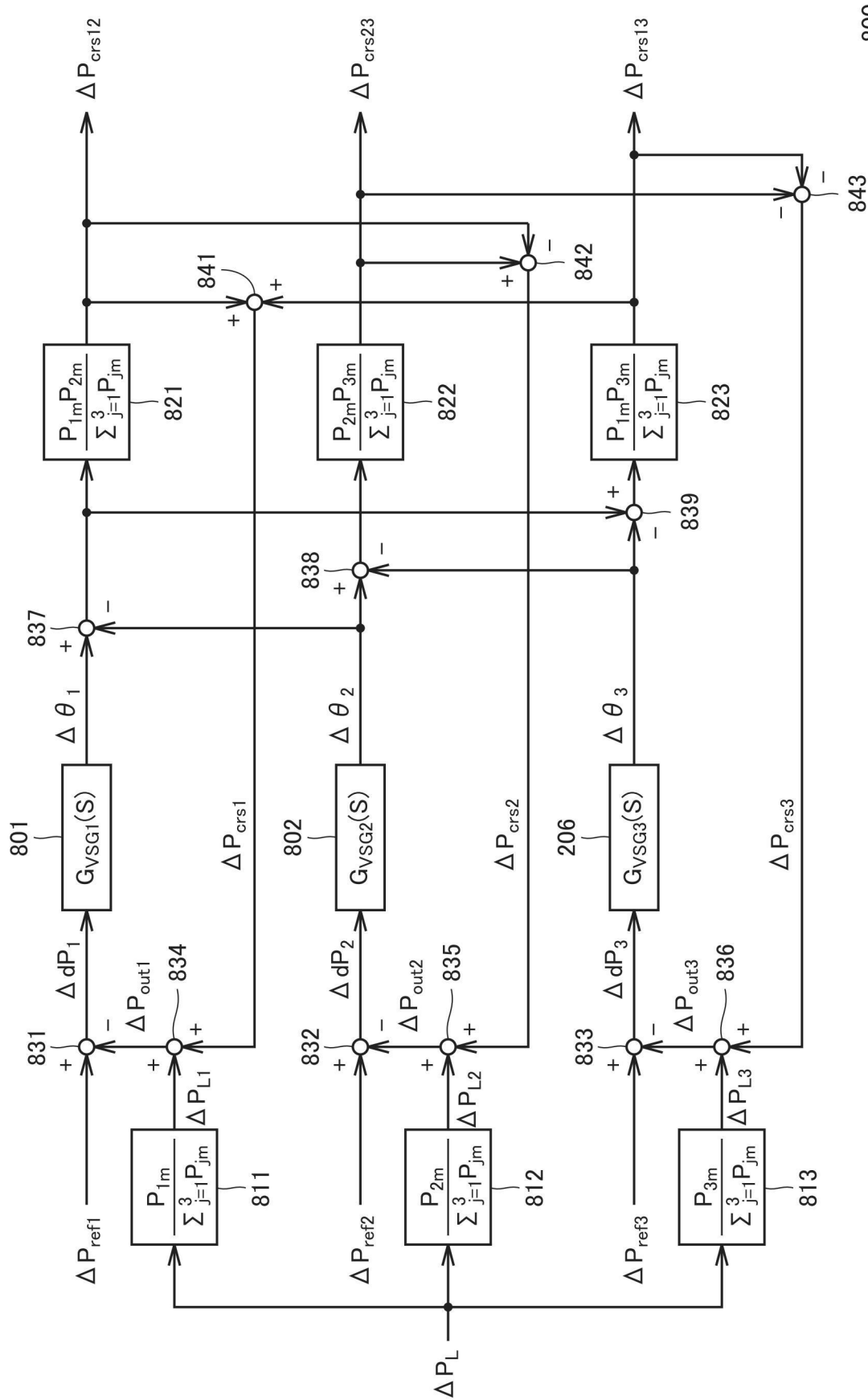


圖 11

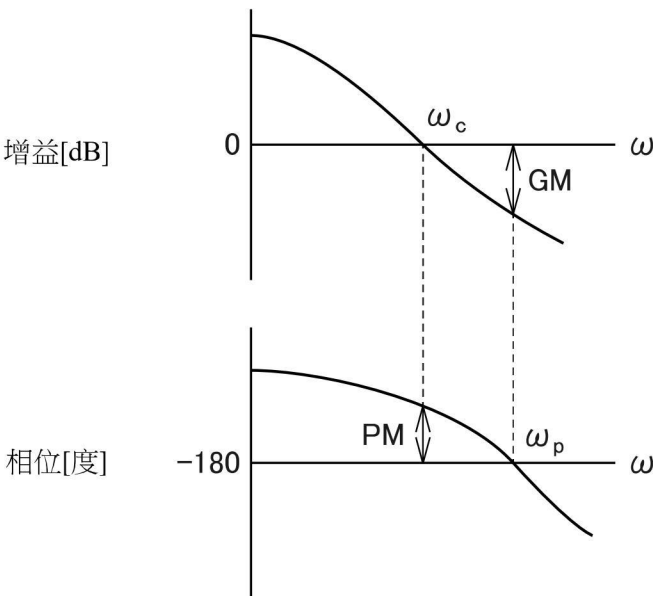


圖 12

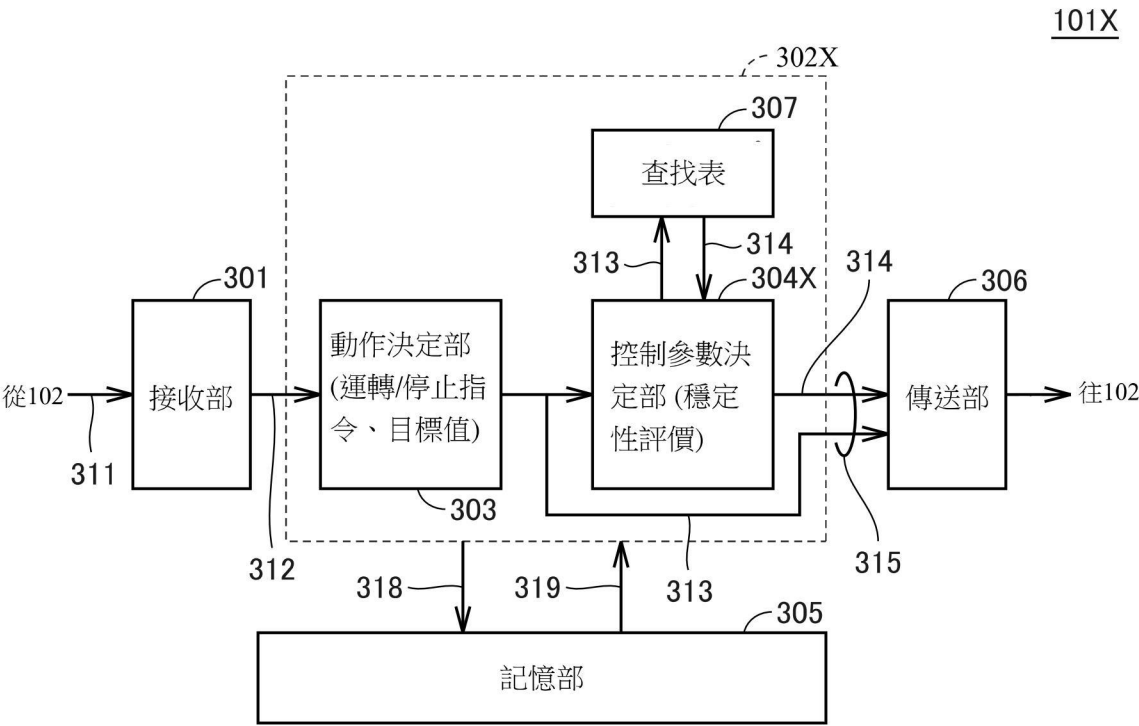


圖 13

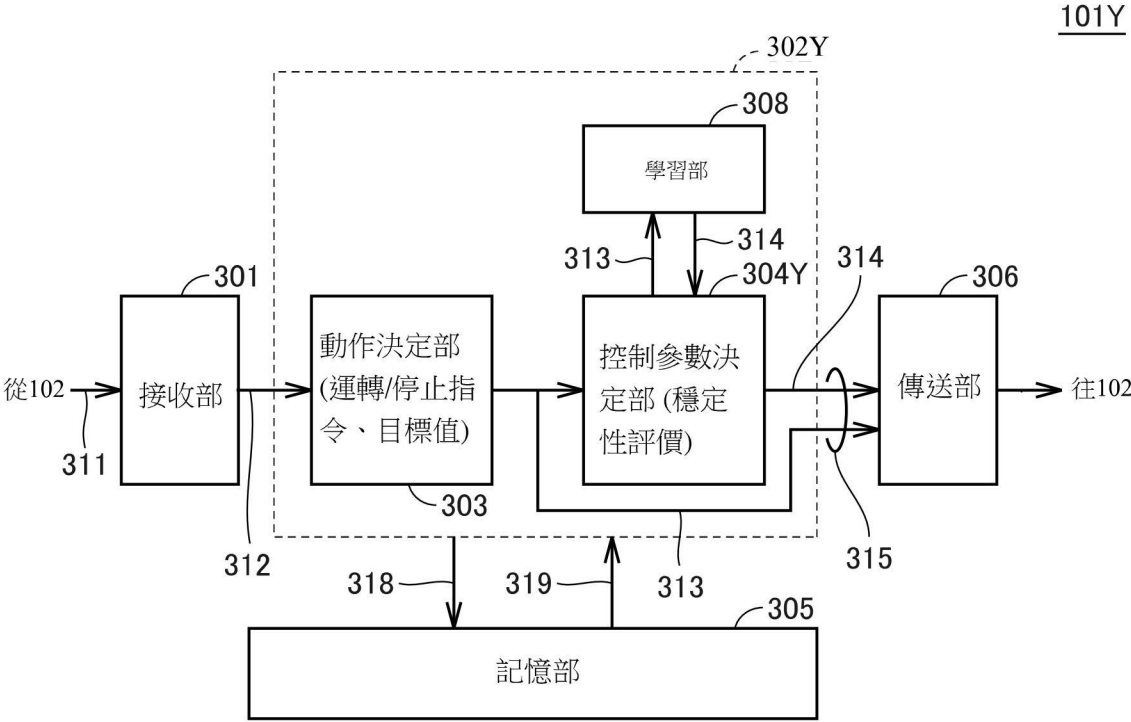


圖 14