



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201031817 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：098106043

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 25 日

(51)Int. Cl. : *F03D1/00 (2006.01)* *H02H7/06 (2006.01)*

(71)申請人：三菱重工業股份有限公司 (日本) MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (JP)
日本

(72)發明人：有永真司 ARINAGA, SHINJI (JP)；若狹強志 WAKASA, TSUYOSHI (JP)；松下崇
俊 MATSUSHITA, TAKATOSHI (JP)；柴田昌明 SHIBATA, MASA AKI (JP)

(74)代理人：陳長文

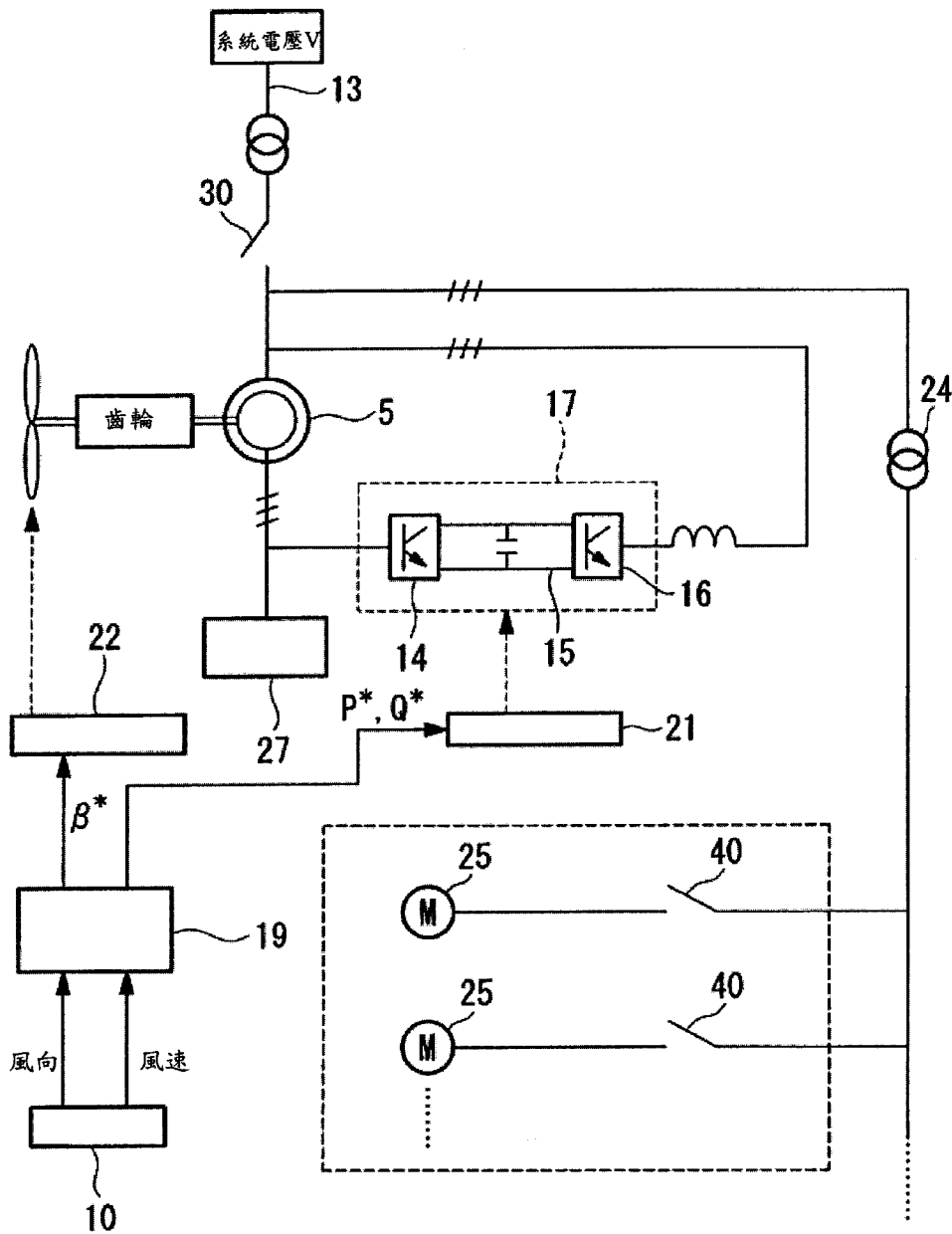
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：3 項 圖式數：7 共 24 頁

(54)名稱

風力發電裝置

(57)摘要

本發明之目的在於提供一種即使系統事故發生時亦可繼續進行輔助機之運轉的風力發電裝置。該風力發電裝置具備輔助機斷路器 40，其係設於連接輔助機 25 與電力系統 13 之電力線上；且，輔助機斷路器 40 容許低電壓現象流動之電流，並具有不超過輔助機 25 所具備之電動機之容許電流的範圍的耐電流性能。



- 5：發電機
- 10：風速風向計
- 13：電力系統
- 14：主動整流器
- 15：DC 匯流排
- 16：換流器
- 17：AC-DC-AC 轉換器
- 19：主控制部
- 21：轉換器驅動控制部
- 22：葉片控制部
- 24：變壓器
- 25：輔助機
- 27：撓棍電路
- 30：主斷路器
- 40：輔助機斷路器

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於風力發電裝置。

【先前技術】

風車所互連之電力系統發生事故時，系統電壓將瞬間降低。該情形下，電力系統側將會切斷事故發生之系統，再度僅使健全的系統復原。此期間最多需要3秒左右。

系統電壓降低時風車會發生以下之現象。

- 1)由於發電機輸出瞬間降低，故產生超速。
- 2)發電機過渡性流過大電流。
- 3)輔助機之電動機亦過渡性流過大電流。

為針對如此之現象能安全運轉風車，例如有人提案有非專利文獻1、非專利文獻2所揭示之技術。

例如，非專利文獻1中，為抑制超速之產生，揭示了利用葉片之螺距控制之方法(參照非專利文獻1之180頁之第6行、及181頁之第14行)。

又，非專利文獻1中揭示了為避免大電流過渡性流過發電機轉子繞線而使控制轉子電流之轉換器損傷之可能性，而暫時停止轉換器之技術。具體言之，係揭示當於發電機轉子繞線流過特定值以上之電流時，關閉轉換器之開關的技術。且，非專利文獻1中揭示了當上述現象發生之情形，藉由使轉子繞線短路，使其作與通常之感應發電機相同的動作，使轉換器之控制能力喪失的技術。

又，非專利文獻2中揭示了於電壓降低時，自不斷電電

源裝置(UPS：Uninterruptible Power Supply)對驅動電路等供給電源的技術。

[非專利文獻1]

Vladislav Akhmatov, 「Variable-speed Wind Turbines with Doubly-fed Induction Generators Part II : Power system Stability」, Wind Engineering Vol.26, No.3, 2002, pp. 171-188

[非專利文獻2]

Eric M. Sisa, 「Power Outages And Power Dip Ride-Through」, IEEE Annual Textile, Fiber and Film Industry Conference, 1995, pp. 37-43

【發明內容】

然而，上述非專利文獻1及2中皆未提到系統電壓降低時之具體的對應方法，且，亦未考慮關於輔助機之處理。

本發明之目的在於提供一種即使系統事故發生時亦可繼續進行輔助機之運轉的風力發電裝置。

本發明之風力發電裝置，具備：發電機；主斷路器，係設於連接上述發電機與電力系統之電力線上；及輔助機斷路器，係設於連接輔助機與上述電力系統之電力線上；且，上述輔助機斷路器係容許低電壓現象下流動之電流，並具有不超過上述輔助機所具有之電動機之容許電流的範圍的耐電流性能；上述主斷路器之耐電流性能優於上述輔助機斷路器，並具有不超過上述發電機之容許電流之範圍的耐電流性能。

根據本發明，輔助機斷路器具有能承受因低電壓現象之電壓急劇降低所產生之過電流的耐電流性能；且，主斷路器具有優於輔助機斷路器之耐電流性能。因此，即使發生低電壓現象，亦無需將任何斷路器停機，可維持電力系統與輔助機斷路器之連接狀態、及電力系統與發電機之連接狀態。藉此，即使低電壓現象發生，亦可維持輔助機之運轉。

主斷路器之耐電流性能優於輔助機斷路器之耐電流性能，係指例如主斷路器之電流容許值被設定為大於輔助機斷路器之電流容許值。

上述風力發電裝置亦可具備複數之葉片、及控制上述複數之葉片之俯仰角(pitch angle)的葉片控制部，且，上述葉片控制部於供給有可動作之驅動電力之期間，亦可進行上述葉片之俯仰角控制。

根據如此構成，只要對葉片控制部供給可動作之驅動電力，便可藉由葉片控制部進行葉片之俯仰角控制，故無關低電壓現象發生與否，皆可繼續進行根據同一控制邏輯之葉片的俯仰角控制。藉此，低電壓現象發生時與不發生時，均無需轉換控制內容，可謀求控制的簡化。

上述風力發電裝置亦可具備：轉換器，係將上述發電機轉子之輸出由三相交流電力轉換為直流電力；換流器，係將由上述轉換器輸出之直流電力轉換為3相交流電力；及控制部，係控制上述轉換器及上述換流器；且，上述控制部係監視上述發電機之轉子電流或由上述轉換器所轉換之

直流電壓，當該轉子電流或上述直流電壓超出既定之電流臨限值或電壓臨限值時，使上述轉換器及上述換流器之動作停止。

如此，轉換器及換流器，無關輔助機或電力系統之狀態，可根據發電機之轉子電流或由上述轉換器所轉換之直流電壓的狀態決定停止動作。該控制為先前以來一般進行的控制。因此，對於低電壓現象，無必要追加新的機能、或設定新的判斷基準，可直接利用通常之控制。

根據本發明，能獲得即使系統事故發生時亦可繼續進行輔助機之運轉的效果。

【實施方式】

以下，茲參照圖式說明本發明之風力發電裝置的一實施形態。

圖1係顯示本實施形態之風力發電裝置之整體構成的方塊圖。風力發電裝置1，如圖1所示，具備塔柱2、及設於塔柱2上端之機艙3。機艙3可於搖動方向旋轉，藉由機艙旋轉機構4朝向所期望之方向。於機艙3搭載有發電機5與齒輪6。發電機5之轉子經由齒輪6接合於風車轉子7。

風車轉子7具備葉片8、及支撐葉片8之軸轂9。葉片8係以其螺距角為可變之方式設置。於軸轂9收納有驅動葉片8之油壓缸，及對於油壓缸供給油壓之伺服閥。根據伺服閥之開度，控制供給於油壓缸之油壓，藉此，葉片8控制為所期望之俯仰角。

於機艙3進而設有風速風向計10。該風速風向計10係測

定風速與風向。機艙3應答於由風速風向計10測定之風速與風向而被旋轉。

圖2係顯示發電機5及其周邊之構成之一例的方塊圖。本實施形態之發電機5，係以發電機5產生之電力可由定子繞線及轉子繞線之兩方輸出至電力系統13而構成。具體而言，發電機5之定子繞線連接於電力系統13，轉子繞線係經由AC-DC-AC轉換器17連接於電力系統13。

AC-DC-AC轉換器17係由主動整流器(轉換器)14、DC匯流排15、及換流器16構成，且將由轉子繞線接受之交流電力轉換為適於電力系統13之頻率的交流電力。主動整流器14係將轉子繞線產生之交流電力轉換為直流電力，並將該直流電力輸出於DC匯流排15。換流器16係將由DC匯流排15接受之直流電力轉換為與電力系統13相同頻率的交流電力，並輸出該交流電力。

AC-DC-AC轉換器17亦具有將由電力系統13接受之交流電力轉換為適於轉子繞線之頻率的交流電力的機能，且亦使用於根據風力發電裝置1之運轉狀況將轉子繞線激磁。該情形下，換流器16將交流電力轉換為直流電力，並將該直流電力輸出於DC匯流排15。主動整流器14將由DC匯流排15接受之直流電力轉換為適於轉子繞線之頻率的交流電力，並將該交流電力供給於發電機5之轉子繞線。

又，於轉子繞線連接有用以進行主動整流器14之過電流保護的撬棍電路27。該撬棍電路27，係於流過轉子繞線之電流或DC匯流排15之電壓超過既定之臨限值時動作，且

經由電阻使轉子繞線短路。又，亦可不經由電阻而使之直接短路。藉此使轉子繞線之電流減弱，而無過電流流至主動整流器14。

又，將發電機5連接於電力系統13之電力線上，設有測量發電機5之輸出電壓 V 與輸出電流 I 的電壓/電流感測器(圖示省略)。該電壓/電流感測器之測量值係給與至轉換器驅動控制部(控制部)21。

轉換器驅動控制部21，為控制應答於有效電力指令 P^* 、無效電力指令 Q^* 而輸出之有效電力 P 與無效電力 Q ，而控制主動整流器14之功率電晶體之開關。具體而言，轉換器驅動控制部21，係由藉由電壓/電流感測器測定之輸出電壓 V 及輸出電流 I ，算出有效電力 P 與無效電力 Q 。且轉換器驅動控制部21，係應答於有效電力 P 與有效電力指令 P^* 之差、及無效電力 Q 與無效電力指令 Q^* 之差進行PWM控制而生成PWM信號，並將生成之PWM信號供給於主動整流器14。藉此，控制有效電力 P 與無效電力 Q 。

轉換器驅動控制部21係監控發電機轉子電流及DC鏈電壓，於當該等值超過預先設定之臨限值時，使撬棍電路27動作，並關閉主動整流器14及換流器16的開關。該控制為一般進行之控制。如此，根據系統電壓之情況，無須使撬棍電路27等動作，而係藉由上述發電機轉子電流及DC鏈電壓之情況切換控制內容，故對於低電壓現象，無必要追加新的機能，或設定新的判斷基準。

葉片控制部22，係應答於由主控制部19傳送之螺距指令

β^* ，控制葉片8之俯仰角 β 。葉片8之俯仰角 β 被控制為與螺距指令 β^* 一致。

葉片控制部22，於被供給可動作之驅動電力之期間，係進行控制以使葉片8之俯仰角 β 與螺距指令 β^* 一致。因此，即使發生後述之低電壓現象之情形，仍可繼續進行俯仰角控制。藉此，無須於低電壓現象發生時與不發生時切換控制內容，可謀求控制的簡化。又，即使低電壓現象發生之期間，亦可藉由繼續進行通常之俯仰角控制，而避免超速發生。

又，電力線之上述電壓/電流感測器之下游側連接有變壓器24。該變壓器24係將經由電力線由電力系統13接受之交流電力降壓，並供給於風力發電裝置1所具備之複數之輔助機25。作為輔助機25，例如有用以控制葉片8之俯仰角 β 所使用之泵電動機、風扇電動機等。又，亦可進一步使用AC/DC轉換器(圖示省略)將由變壓器24生成之交流電力轉換為直流電力，並作為主控制部19、轉換器驅動控制部21、葉片控制部22之驅動電力而供給。

本實施形態中，連接各輔助機25與電力系統13之電力線上分別設有輔助機斷路器40。另，取代該構成，例如亦可對於複數之輔助機25設置1個輔助機斷路器40，又可對於所有輔助機25設置1個輔助機斷路器40。

又，於連接發電機5與電力系統13之電力線上設有主斷路器30。具體而言，主斷路器30在風車所具備之所有的構成要件中，被設於最靠近電力系統13之位置。

上述主斷路器30、輔助機斷路器40，例如係被配置於塔柱2之下方所配置的互連盤(圖示省略)中。

其次，參照圖式說明本發明之特徵部分之上述主斷路器30及輔助機斷路器40的耐電流性能。

輔助機斷路器40容許於低電壓現象流動之電流，且具有不超過輔助機25所具備之電動機之容許電流的範圍的耐電流性能。

主斷路器30之耐電流性能優於輔助機斷路器40，且，具有不超過發電機5之容許電流之範圍的耐電流性能。

低電壓現象為例如跨百ms以上而未達數百ms之範圍，電壓為0V，且，電壓下降至恢復需要數秒之現象。作為該低電壓現象，例如可列舉有於LVRT所要求之電壓降低模式之一例。

圖3顯示於LVRT所要求之電壓降低模式之一例。圖3所示之電壓降低模式中，首先，系統電壓 V_{grid} 瞬間降低至0V，該狀態維持150 ms，其後電壓緩慢恢復，由電壓瞬間降低之時點經約4 s系統電壓 V_{grid} 恢復。如此，系統電壓 V_{grid} 變化時，針對發電機5之輸出電壓 V 及輸出電流 I 如何變化而進行模擬解析。

圖4及圖5顯示其結果。圖4顯示發電機5之輸出電壓 V 的變化，圖5顯示發電機5之輸出電流 I 的變化。圖4所示之發電機5之輸出電壓 V 顯現與圖3所示之系統電壓 V_{grid} 有大致相同的變化。圖5所示之發電機5之輸出電流 I ，伴隨著系統電壓 V_{grid} 之瞬間降低，過電流瞬間流動，其後，以跨

額定電流之方式變動，系統電壓 V_{grid} 恢復後約數百 ms 後安定。

圖 6 係以與額定電流之比表示圖 5 所示之發電機 5 之輸出電流 I ，且將時間軸(橫軸)放大顯示。圖 6 中，由於係以每 $1/60$ s 計算發電機 5 之輸出電流 I 的實效值，故電流值以階梯狀表示。如圖 6 所示，發生圖 3 所示之電壓降低模式之低電壓現象時，可知最大有 5.5 倍左右之電流於 $1/60$ 秒間流動。

因此，為對應圖 3 所示之電壓降低模式，輔助機斷路器 40 有必要至少具有即使相對於額定有 5.5 倍之過電流流過，仍未停機程度的耐電流性能。

另，圖 3 所示之低電壓現象之電壓降低模式僅為一例，輔助機斷路器 40，例如有必要具有完全克服基於 LVRT 之要求之電壓降低模式的耐電壓性能。

其後，圖 7 顯示輔助機斷路器及輔助機之電動機之容許電流的關係的一例。圖 7 中，橫軸表示相對於輔助機之電動機電流之額定電流的倍率，縱軸表示容許時間(秒)。

如圖 7 所示，輔助機斷路器 40 之最大容許電流係設定為低於電動機之容許電流，且設定為高於低電壓發生時之電動機過渡電流。

又，雖未圖示，但主斷路器之耐電流特性係設定為小於發電機之容許電流，而高於輔助機斷路器 40。

圖 7 之低電壓發生時之電動機過渡電流，例如，可為表示進行上述過渡解析後之結果者，且，亦可為不進行上述過渡解析而藉由計算發電機電動機之 3 相短路時之電流而

求得。

如上說明，根據本實施形態之風力發電裝置1，由於輔助機斷路器40及主斷路器30具有可承受因低電壓現象所致之電壓降低所產生之過電流的耐電流性能，故即使發生低電壓現象亦無需停機，可維持電力系統13與各輔助機25之連接狀態，及電力系統13與發電機5之連接狀態。藉此，即使於低電壓現象發生之期間，亦可如通常般運轉輔助機25。即，具有無必要於低電壓現象發生之期間開關輔助機類的優點。

再者，由於轉換器驅動控制部21及葉片控制部22於低電壓現象發生之期間亦可繼續進行通常之控制，故無需為低電壓現象準備新的控制邏輯，藉由與先前相同之構成便可進行葉片8之俯仰角控制、及AC-DC-AC轉換器17之控制。

【圖式簡單說明】

圖1係顯示本發明之一實施形態之風力發電裝置之整體構成的方塊圖。

圖2係顯示發電機及其周邊之構成之一例的方塊圖。

圖3係顯示於LVRT所要求之電壓降低模式之一例的圖。

圖4係顯示將圖3所示之電壓下降模式發生時之發電機的輸出電壓以模擬解析所得之解析結果的圖。

圖5係顯示將圖3所示之電壓下降模式發生時之發電機的輸出電流以模擬解析所得之解析結果的圖。

圖6係利用與額定電流之比表示圖3所示之發電機之輸出電流，並將時間軸放大顯示的圖。

圖7係顯示本發明之一實施形態之輔助機斷路器及發電機之電動機的容許電流之關係之一例的圖。

【主要元件符號說明】

1	風力發電裝置
5	發電機
13	電力系統
14	主動整流器
15	DC匯流排
16	換流器
17	AC-DC-AC轉換器
19	主控制部
21	轉換器驅動控制部
22	葉片控制部
24	變壓器
25	輔助機
27	撬棍電路
30	主斷路器
40	輔助機斷路器

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 98106043

※申請日： 98.2.25

※IPC 分類：~~F03D~~

一、發明名稱：(中文/英文)

F03D1/00
H02H7/06

風力發電裝置

二、中文發明摘要：

本發明之目的在於提供一種即使系統事故發生時亦可繼續進行輔助機之運轉的風力發電裝置。該風力發電裝置具備輔助機斷路器40，其係設於連接輔助機25與電力系統13之電力線上；且，輔助機斷路器40容許低電壓現象流動之電流，並具有不超過輔助機25所具備之電動機之容許電流的範圍的耐電流性能。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種風力發電裝置，其具備：

發電機；

主斷路器，其係設於連接上述發電機與電力系統之電力線上；及

輔助機斷路器，其係設於連接輔助機與上述電力系統之電力線上；且

上述輔助機斷路器係容許低電壓現象下流動之電流，且具有不超過上述輔助機所具備之電動機之容許電流的範圍之耐電流性能；

上述主斷路器之耐電流性能優於上述輔助機斷路器，並具有不超過上述發電機之容許電流之範圍的耐電流性能。

2. 如請求項1之風力發電裝置，其係具備：

複數之葉片；及

控制上述複數之葉片之俯仰角的葉片控制部；且

上述葉片控制部係於供給有可動作之驅動電力之期間，進行上述葉片之俯仰角控制。

3. 如請求項1或2之風力發電裝置，其係具備：

轉換器，係將上述發電機轉子之輸出由三相交流電力轉換為直流電力；

換流器，係將由上述轉換器輸出之直流電力轉換為3相交流電力；及

控制部，係控制上述轉換器及上述換流器；且

上述控制部係監視上述發電機之轉子電流或由上述轉換器轉換之直流電壓，當該轉子電流或上述直流電壓超出預先設定之電流臨限值或電壓臨限值時，使上述轉換器及上述換流器之動作停止。

八、圖式：

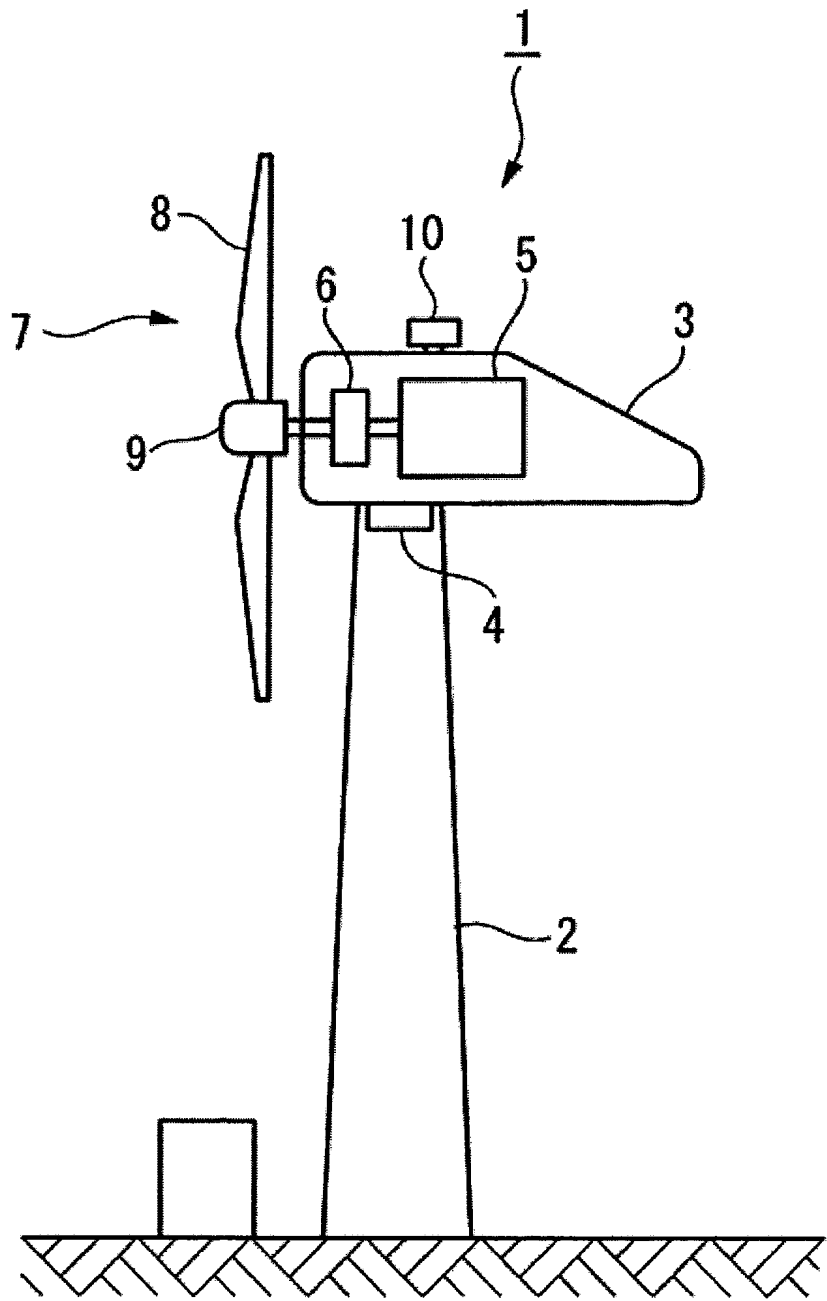


圖 1

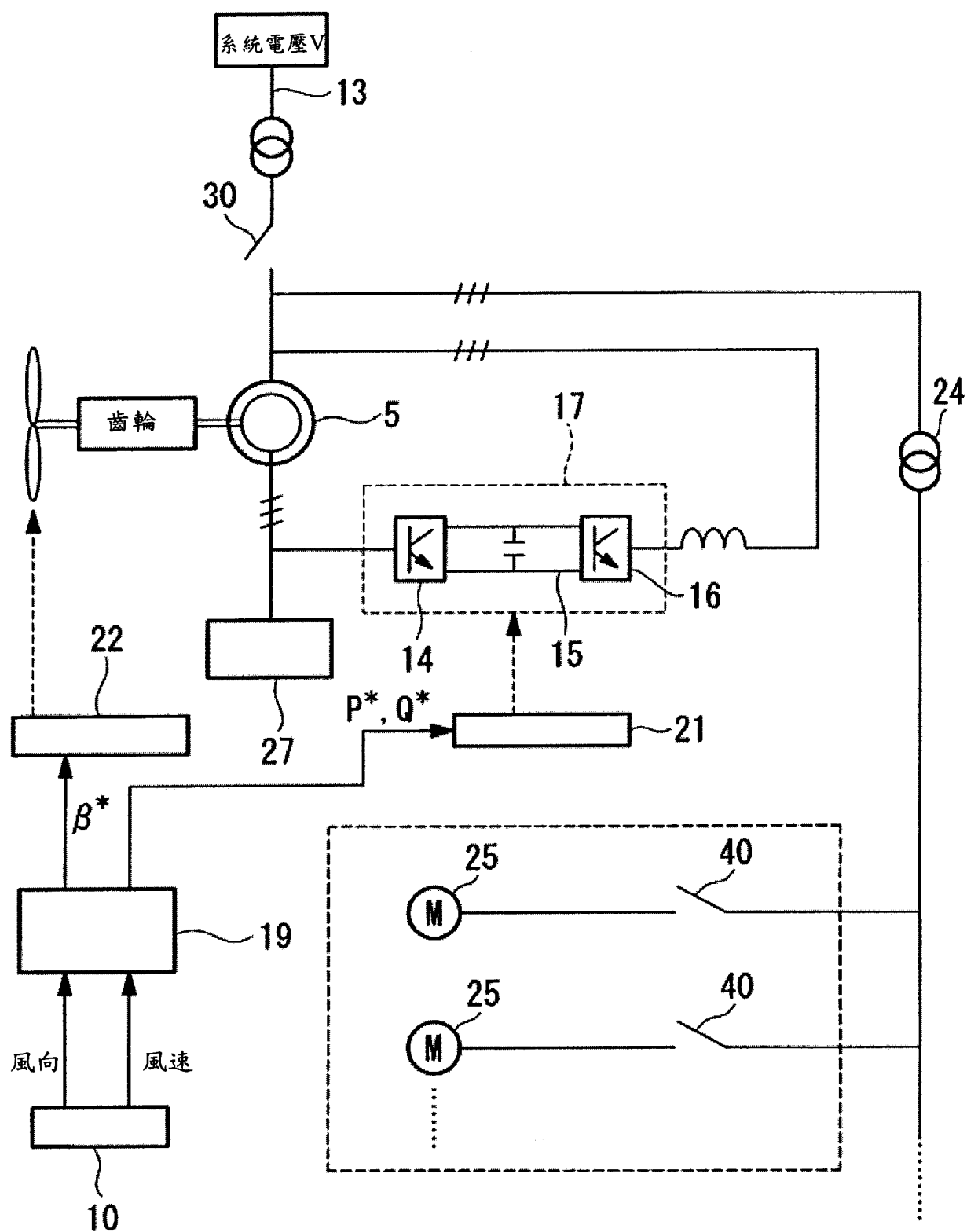


圖 2

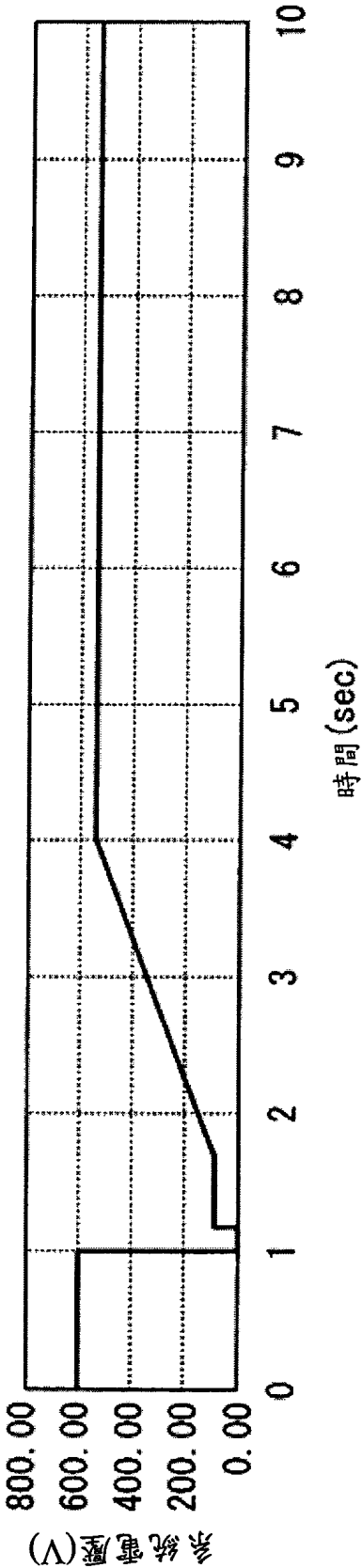


圖 3

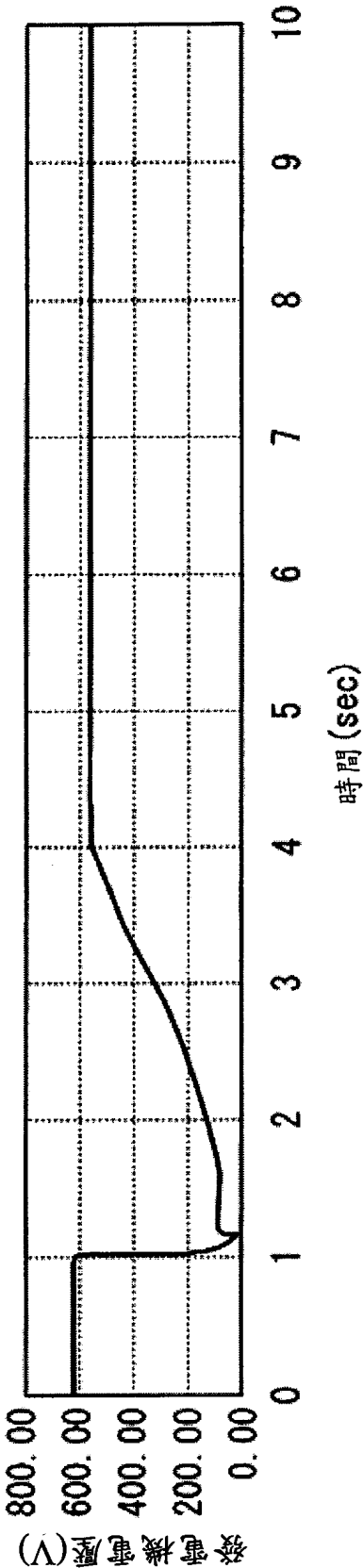


圖 4

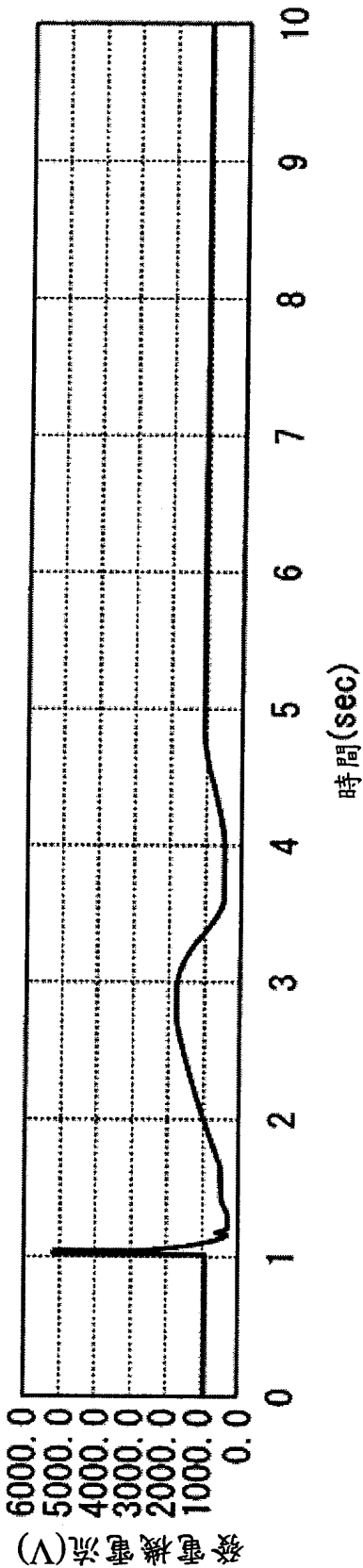


圖 5

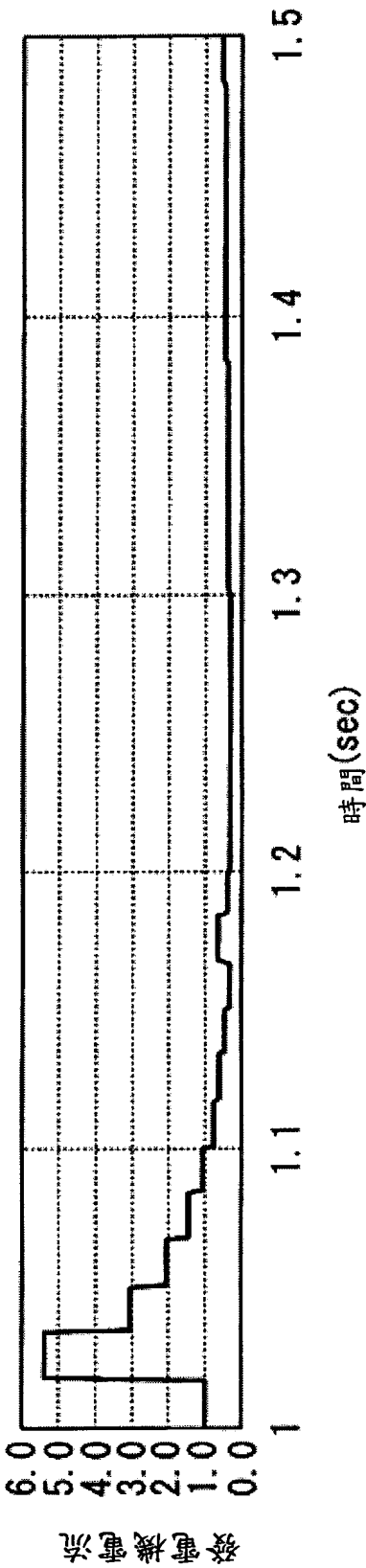


圖 6

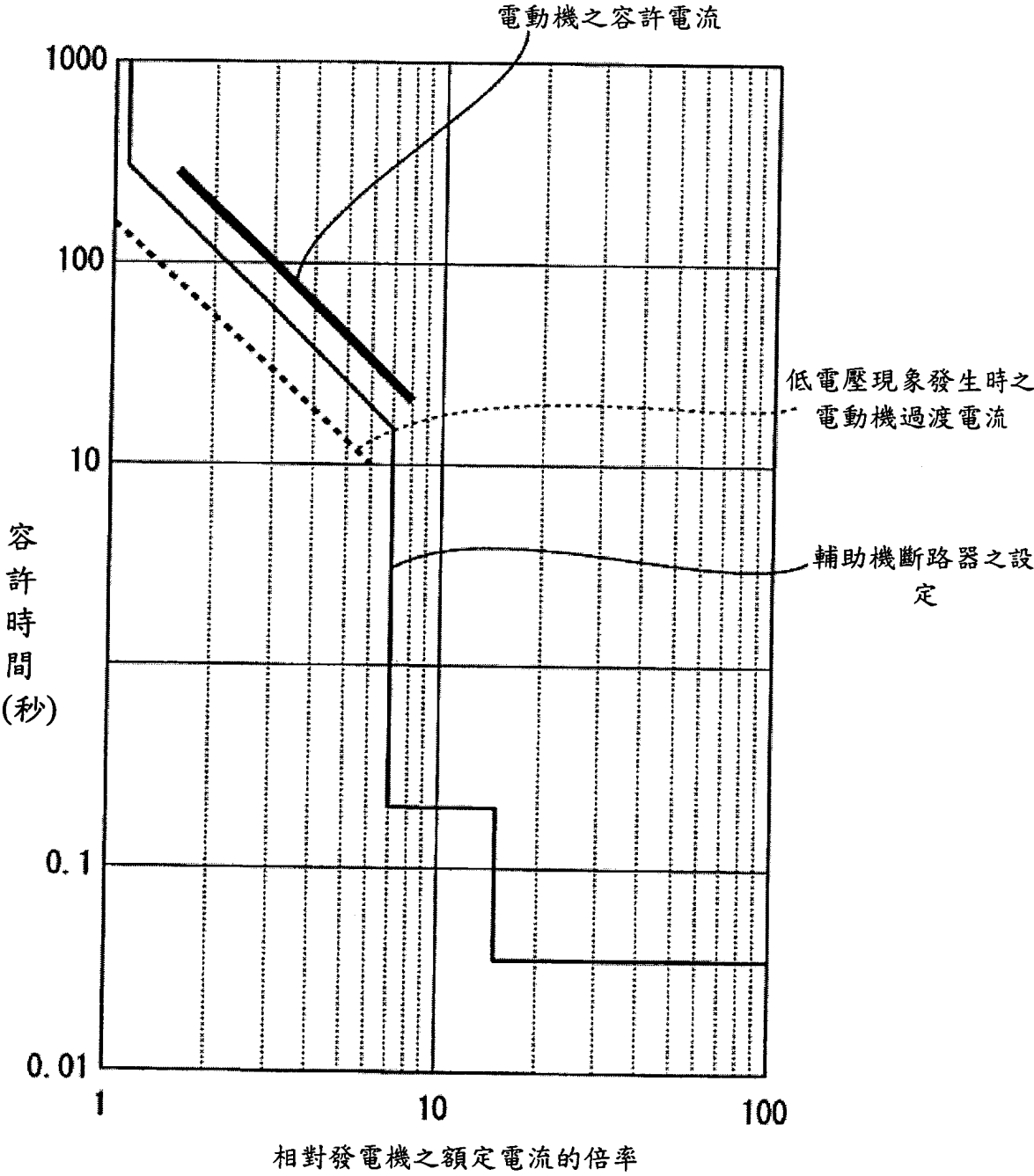


圖 7

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

5	發電機
10	風速風向計
13	電力系統
14	主動整流器
15	DC匯流排
16	換流器
17	AC-DC-AC轉換器
19	主控制部
21	轉換器驅動控制部
22	葉片控制部
24	變壓器
25	輔助機
27	撬棍電路
30	主斷路器
40	輔助機斷路器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)