



(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 I394891B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：098115876

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 13 日

(51)Int. Cl. : F03D7/04 (2006.01) F03D1/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/10/29 日本 2008-278643

(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：深見浩司 FUKAMI, KOJI (JP)；松尾淳 MATSUO, ATSUSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

WO 2008/126659A1

審查人員：周修平

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：19 共 0 頁

(54)名稱

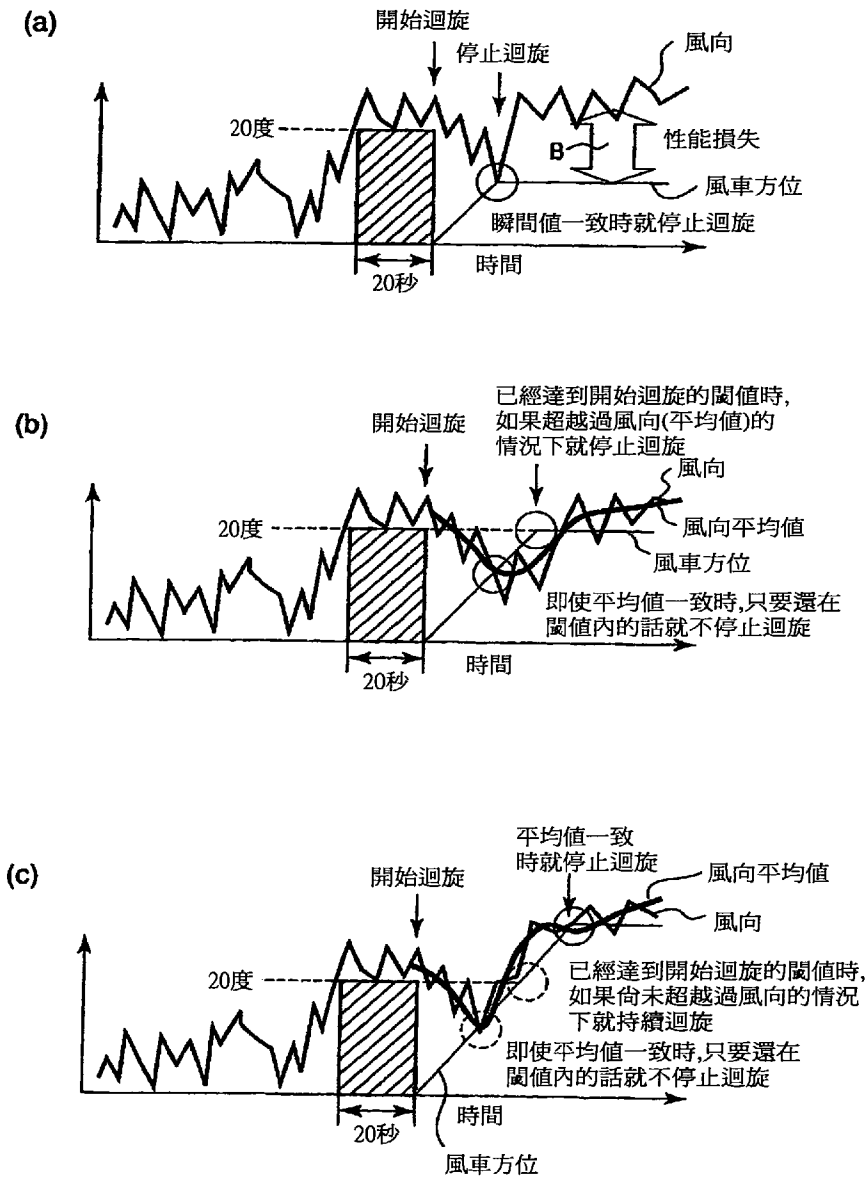
風力發電裝置及其控制方法

(57)摘要

本發明係提供：一種風力發電裝置的轉向控制(yawing control)技術，係既可抑制轉向迴旋的次數的增大，而且即使風向是在跨長時間緩慢變化的情況下，亦可將風向偏差的大小予以控制得很小。此外，本發明係提供：一種風力發電裝置的轉向控制技術，係藉由及早掌握風向的過渡性變化以在適當的時機進行轉向迴旋，因而能夠提高風力發電裝置的效率。

係具備：搭載有風車轉子的機艙、用來使機艙轉向迴旋的迴旋機構、用來測定風向的風向測定手段、用來控制前述迴旋機構的控制裝置，前述控制裝置係從以前述風向測定手段所測定的風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差，而且在下列條件(1)、(2)的任何一種條件成立的情況下，(1)前述風向偏差的絕對值為第 1 閾值以上的狀態(或者超過第 1 閾值的狀態)在預定的第 1 持續時間的期間持續保持；(2)前述風向偏差的絕對值為較之前述第 1 閾值更大的第 2 閾值以上的狀態(或者超過第 2 閾值的狀態)在較之前述第 1 持續時間更短的第 2 持續時間的期間持續保持；就利用前述迴旋機構使前述機艙進行轉向迴旋，並且假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，從時刻 $t_0 - T$ 至時刻 t_0 的期間中的風向的平均值係與風車轉子的方向一致時，就令前述機艙停止轉向迴旋。

第6圖



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98115876

※申請日：98 年 05 月 13 日

※IPC 分類：

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

風力發電裝置及其控制方法

二、中文發明摘要：

本發明係提供：一種風力發電裝置的轉向控制(yawing control)技術，係既可抑制轉向迴旋的次數的增大，而且即使風向是在跨長時間緩慢變化的情況下，亦可將風向偏差的大小予以控制得很小。此外，本發明係提供：一種風力發電裝置的轉向控制技術，係藉由及早掌握風向的過渡性變化以在適當的時機進行轉向迴旋，因而能夠提高風力發電裝置的效率。

係具備：搭載有風車轉子的機艙、用來使機艙轉向迴旋的迴旋機構、用來測定風向的風向測定手段、用來控制前述迴旋機構的控制裝置，前述控制裝置係從以前述風向測定手段所測定的風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差，而且在下列條件(1)、(2)的任何一種條件成立的情況下，

(1)前述風向偏差的絕對值為第 1 閾值以上的狀態(或者超過第 1 閾值的狀態)在預定的第 1 持續時間的期間持續保持；

(2)前述風向偏差的絕對值為較之前述第 1 閾值更大的第 2 閾值以上的狀態(或者超過第 2 閾值的狀態)在較之前述第 1 持續時間更短的第 2 持續時間的期間持續保持；

就利用前述迴旋機構使前述機艙進行轉向迴旋，並且假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，從時刻 $t_0 - T$ 至時刻 t_0 的期間中的風向的平均值係與風車轉子的方向一致時，就令前述機艙停止轉向迴旋。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：無

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

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及其控制方法，尤其是關於風力發電裝置的轉向控制（yawing control）技術。

【先前技術】

用來提高風力發電裝置的效率的重要的控制項目之中，有一項係配合風向來將風車轉子的方向進行控制的轉向控制。風力發電裝置是當風車轉子正面面向風時，效率變得最好，所以有必要配合風向來促使搭載有風車轉子的機艙進行轉向迴旋，以控制風車轉子的方向。關於轉向迴旋機構、轉向控制技術，已經有各種前例，例如：日本特開 2004-285858 號公報所揭露的技術，係利用雷射式風向風力計來偵知風向以及風力，然後依據所偵知的風向以及風速來進行轉向控制的技術。此外，日本特開 2005-113899 號公報則是揭露出用來使機艙進行轉向迴旋的驅動機構的構造。

在風力發電裝置的轉向控制中，有一個很重要的點，就是要儘量地降低機艙的轉向迴旋的次數。因為機艙的重量很大，如果令機艙進行轉向迴旋的次數很多的話，將會讓促使機艙進行迴旋的迴旋機構、促使機艙停止迴旋的煞車機構的機械性負荷增大，這些機構的機械性消耗將會變大。想要降低迴旋機構、煞車機構的消耗，最好的方法就是減少轉向迴旋的次數。

爲了符合這種要求所使用的最爲一般性的轉向控制的控制邏輯，係如第 18 圖所示的控制邏輯，係當風車方位（亦即，風車轉子的方向）與實際的風向的偏差（風向偏差）的絕對值大於預定的閾值的狀態，持續達到預定的持續時間（例如 20 秒鐘）的情況下，就以使得風向偏差趨於零的方式（亦即，使得風車方位與最新的風向趨於一致的方式）令機艙進行轉向迴旋的控制邏輯。根據這種控制邏輯，只要風向偏差的絕對值不超過閾值的話，就不會進行轉向迴旋，因此可藉由適切地設定閾值的作法，來讓轉向迴旋的次數變少。

這種控制邏輯的一個問題係如第 19 圖所示，當風向係在跨長時間緩慢地（典型的例子是在跨數個小時的期間）進行變化的狀況下，風向偏差的大小，平均而言是不會變小。一般而言，在某一地點的風況大多是在晝間時的變化度較高，風向係隨機性地發生變化，相對地，在夜間時的風向則比較不發生隨機性的變化。換言之，夜間時的風況經常是顯示出：風向係在跨長時間發生變化的變化狀況。根據上述的控制邏輯，當變化度很高且風向係隨機性地發生變化的狀況下，風向偏差的大小的平均值係趨於零。然而，第 19 圖所示的這種風向係在跨長時間（典型的例子是在跨數個小時的期間）緩慢地發生變化的情況下（第 19 圖中的 A），如果根據上述的控制邏輯的話，即使反覆地進行轉向迴旋（第 19 圖中的 B），風向偏差也只有在一瞬間會趨於零（第 19 圖中的 C）。因此，風向偏差的

平均大小並不會變小。這種現象對於提高風力發電裝置的效率而言並不適合。

【發明內容】

因此本發明的整體目的係在於提高風力發電裝置的效率，具體而言，本發明之目的係在於達成下列兩種課題的至少其中一種。

第一課題：係要提供一種風力發電裝置的轉向控制技術，係既可抑制轉向迴旋的次數的增大，而且即使風向是在跨長時間緩慢變化的情況下，亦可將風向偏差的大小予以控制得很小。

第二課題：係要提供一種風力發電裝置的轉向控制技術，係藉由及早掌握風向的過渡性變化以在適當的時機進行轉向迴旋，因而能夠提高風力發電裝置的效率。

爲了達成上述目的，本發明係採用以下所述的手段。在對於這些手段的下列記述當中，爲了使【申請專利範圍】的記載與【發明的最佳實施方式】的記載的對應關係更爲明確，將會附加標示在【發明的最佳實施方式】所使用的元件編號和符號。但是所附加標示的元件標號和符號不可用來將【申請專利範圍】所記載的發明的技術性範圍予以縮小限定地解釋。

本發明之一的風力發電裝置，其特徵爲：

係具備：用來搭載風車轉子（7）的機艙（3）、用來使機艙（3）轉向迴旋的迴旋機構（4）、用來測定風向的

風向測定手段（10）、用來控制前述迴旋機構（4）的控制裝置（21），前述控制裝置（21）係從以前述風向測定手段（10）所測定出來的風向與前述風車轉子（7）的方向來計算出風向偏差，而且在下列條件（1）、（2）的其中任何一個條件成立的情況下：

（1） 前述風向偏差的絕對值為第1閾值以上的狀態（或者超過第1閾值的狀態）在預定的第1持續時間的期間持續保持；

（2） 前述風向偏差的絕對值為較之前述第1閾值更大的第2閾值以上的狀態（或者超過第2閾值的狀態）在較之前述第1持續時間更短的第2持續時間的期間持續保持；

就利用前述迴旋機構使前述機艙進行轉向迴旋，並且假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值的情況下，從時刻 t_0-T 起至時刻 t_0 的期間的風向的平均值與風車轉子（7）的方向一致時，就令前述機艙（3）的轉向迴旋停止。

以這種方式，藉由根據在預定時間 T 時的風向的平均值來判定轉向迴旋停止位置，就不再會根據風向的瞬間變化來使轉向迴旋停止，而得以讓機艙（3）在適切的位置停止轉向迴旋，因此，與傳統方式比較之下，可更為降低轉向迴旋停止後的風向偏差。再者，藉由降低轉向迴旋停止以後的風向偏差，可讓直到下一次開始進行轉向迴旋為止的時間變長，因而能夠抑制轉向迴旋的次數。此外，既可一方面抑制轉向迴旋的次數，又可達成提昇控制性能。

又，本發明之一的風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子（7）的機艙（3）、用來使機艙（3）轉向迴旋的迴旋機構（4）、用來測定風向的風向測定手段（10）、用來控制前述迴旋機構（4）的控制裝置（21），前述控制裝置（21）係從以前述風向測定手段（10）所測定出來的風向與前述風車轉子（7）的方向來計算出風向偏差，而且在下列條件（1）、（2）的其中任何一個條件成立的情況下：

（1） 前述風向偏差的絕對值為第1閾值以上的狀態（或者超過第1閾值的狀態）在預定的第1持續時間的期間持續保持；

（2） 前述風向偏差的絕對值為較之前述第1閾值更大的第2閾值以上的狀態（或者超過第2閾值的狀態）在較之前述第1持續時間更短的第2持續時間的期間持續保持；

就利用前述迴旋機構使前述機艙開始進行轉向迴旋，並且使前述機艙（3）進行轉向迴旋的角度至少係相當於：與在前述轉向迴旋時成立的前述條件（1）以及（2）的其中任何一個條件相應的第1或第2閾值的角度量。

以這種方式，藉由令前述機艙（3）進行轉向迴旋的角度至少係相當於：與在前述轉向迴旋時成立的前述條件（1）以及（2）的其中任何一個條件相應的第1或第2閾值的角度量，如此一來，就不會再根據風向的瞬間變化來使轉向迴旋停止，而得以讓機艙（3）在適切的位置停止

轉向迴旋，因此，可降低轉向迴旋停止以後的風向偏差，可讓直到下一次開始進行轉向迴旋為止的時間變長，因而能夠抑制轉向迴旋的次數。這種控制方式，針對於風的變化程度較小的情況，特別有效。

又，本發明之一的風力發電裝置，其特徵為：

前述控制裝置（21）係使前述機艙（3）的迴旋剛好達到相當於前述第1或第2閾值的量，隨即進行判斷前述風向偏差的符號是否與轉向迴旋前係呈現逆轉狀態，如果前述風向偏差的符號係呈現逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋直到風向偏差變成零為止。

又，本發明之一的風力發電裝置，其特徵為：

前述控制裝置係使前述機艙的迴旋剛好達到相當於前述第1或第2閾值的量，假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，進行判斷從時刻 t_0-T 起至時刻 t_0 為止的期間的風向的平均值與風車轉子的方向之差值的符號，是否與轉向迴旋前呈現出逆轉狀態，如果前述符號呈現出逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現出逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋，直到前述風向的平均值與風車轉子的方向之差值變成零為止。

根據這種控制方式，可以在更適切的位置停止轉向迴旋。

又，本發明之一的風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子（7）的機艙（3）、用來

使機艙（3）轉向迴旋的迴旋機構（4）、用來測定風向的風向測定手段（10）、用來控制前述迴旋機構（4）的控制裝置（21），

前述控制裝置係：

（a）從以前述風向測定手段（10）所測定的風向與前述風車轉子（7）的方向來計算出風向偏差；

（b）進行判斷現在的風況係處於：風向係呈隨機變化的第1狀況或者是風向係呈緩慢變化的第2狀況；

（c）當判斷出前述現在的風況係符合前述第2狀況，而且前述風向偏差的絕對值為預定的第1閾值以上的狀態（或者超過第1閾值的狀態）持續維持預定的第1持續時間的情況下，就令前述機艙（3）進行迴旋達到與前述第1閾值相當的量，然後進行判斷前述風向偏差的符號是否與轉向迴旋前呈現逆轉狀態，如果前述風向偏差的符號係呈現逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現出逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋直到風向偏差變成零為止，並且

（d）當判斷出前述現在的風況係符合前述第1狀況，而且前述風向偏差的絕對值為較之前述第1閾值更大的第2閾值以上的狀態（或者超過第2閾值的狀態）持續維持較之前述第1持續時間更短的第2持續時間的情況下，假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，係以從時刻 t_0-T 起至時刻 t_0 的期間的風向的平均值與風車轉子（7）的方向趨於一致的方式，來令前述機艙（3）進行轉向迴旋。

如此一來，係可配合現在的風況來控制轉向迴旋的停止，因此可達成控制性能的提昇。

又，本發明之一的風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子（7）的機艙（3）、用來使機艙（3）轉向迴旋的迴旋機構（4）、用來測定風向的風向測定手段（10）、用來控制前述迴旋機構（4）的控制裝置（21），

前述控制裝置（21）係被製作成：從以前述風向測定手段（10）所測定的風向與前述風車轉子（7）的方向來計算出風向偏差，而且假設現在時刻為 t_0 、 T_1 為預定值、時刻 t_s 為 $t_0 - T_1 \leq t_s \leq t_0$ 的情況下，在符合 $t_s \leq t \leq t_0$ 的所有時刻 t 時，如果前述風向偏差符合了預定條件的情況下，就令前述機艙（3）進行轉向迴旋，

前述的預定條件是：

$$|\Delta\theta(t)| \geq \theta_{TH}(t_s)$$

此處的 $|\Delta\theta(t)|$ 是在各個時刻 t 時的前述風向偏差的絕對值、 $\theta_{TH}(t)$ 是在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間內之廣義地單調增加之函數、此外，對於前述 $\theta_{TH}(t)$ 的時間之導函數 $d\theta_{TH}(t)/dt$ ，係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，係在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間內廣義地單調增加。

以這種方式預先備妥函數 $\theta_{TH}(t)$ ，在符合了前述預定條件的情況下，令機艙（3）進行轉向迴旋，藉此可將轉向迴旋條件設定成更為柔軟，而得以及早掌握風向的過渡性變化，可更為提昇控制性能。

又，本發明之一的風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子（7）的機艙（3）、用來使機艙（3）轉向迴旋的迴旋機構（4）、用來測定風向的風向測定手段（10）、用來控制前述迴旋機構（4）的控制裝置（21），

前述控制裝置（21）係被製作成：

（a）從以前述風向測定手段（10）所測定的風向與前述風車轉子（7）的方向來計算出風向偏差，

（b）進行判斷現在的風況係處於：風向係呈隨機變化的第1狀況或者是風向係呈緩慢變化的第2狀況；

（c）假設現在時刻為 t_0 、 T_1 為預定值、時刻 t_s 為 $t_0 - T_1 \leq t_s \leq t_0$ 的情況下，在符合 $t_s \leq t \leq t_0$ 的所有時刻 t 時，如果前述風向偏差符合了預定條件的情況下，就令前述機艙（3）進行轉向迴旋，

前述的預定條件為：

當前述現在的風況符合前述第1狀況的情況下，

係 $|\Delta\theta(t)| \geq \theta_{TH1}(t_s)$ ；

當前述現在的風況符合前述第2狀況的情況下，

係 $|\Delta\theta(t)| \geq \theta_{TH2}(t_s)$ ；

此處的 $|\Delta\theta(t)|$ 是在各個時刻 t 的前述風向偏差的絕對值、 $\theta_{TH1}(t)$ 是在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間之廣義地單調增加的函數、此外，對於前述 $\theta_{TH1}(t)$ 的時間之導函數 $d\theta_{TH1}(t)/dt$ ，係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間是廣義地單調減少；而 $\theta_{TH2}(t)$ 是在 $t_0 -$

$T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間之廣義地單調增加的函數、此外，對於前述 $\theta_{TH2}(t)$ 的時間之導函數 $d\theta_{TH2}(t)/dt$ ，係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間內，是廣義地單調增加。

如此一來，係可配合現在的風況來進行控制轉向迴旋的開始時機，因而可達成提昇控制性能。

此外，前述控制裝置的特徵為：假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值的時候，從時刻 $t_0 - T$ 起至時刻 t_0 的期間之風向的平均值與風車轉子的方向一致時，就使前述機艙停止轉向迴旋。

此外，前述控制裝置的特徵為：先令前述機艙進行迴旋達到相當於前述 $\theta_{TH1}(t_s)$ 或 $\theta_{TH2}(t_s)$ 的量，然後進行判斷前述風向偏差的符號是否為與轉向迴旋前呈現出逆轉的狀態，如果前述風向偏差的符號呈現出逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現出逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋，直到風向偏差變成零為止。

此外，前述控制裝置的特徵為：先計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化。

如此一來，可維持某一預定的轉向迴旋頻度的上限，

且減少風向偏差，因而達成提昇控制的性能。

根據本發明，係可提高風力發電裝置的效率。

更具體地說，根據本發明係可提供：即使風向是跨長時間緩慢地變化的情況下，亦可將風向偏差的大小予以變小，而且可抑制轉向迴旋的次數之增大之風力發電裝置的轉向控制技術。

此外，根據本發明的其他的實施方式，係可藉由及早掌握風向的過渡性變化，並以適切的時機來執行轉向迴旋，而能夠提高風力發電裝置的效率。

【實施方式】

[發明的最佳實施方式]

以下將佐以圖面並舉例來詳細說明本發明的較佳實施例。但是在這個實施例中所記載的構成零件的尺寸、材質、形狀、其相對的配置等，如果沒有特別予以敘明其為限定性的記載的話，就不是用來限定本發明的範圍，單純是屬於說明例而已。

第 9 圖是顯示本發明的風力發電裝置 1 的結構之側面圖。風力發電裝置 1 是具備：塔架 2、設在塔架 2 的上端的機艙 3。機艙 3 是可朝轉向（yawing）方向迴旋，是受到機艙迴旋機構 4 所驅動而朝向想要的方向。在機艙 3 中係搭載著：線圈感應式發電機 5 與齒輪 6。線圈感應式發電機 5 的轉子是中介著齒輪 6 而接合到風車轉子 7 的旋轉軸 7a。風車轉子 7 係具備：與旋轉軸 7a 相連接的筒殼 8

、安裝在筒轂 8 上的風車葉片 9。在機艙 3 上也設置了用來測定風速與風向的風向風力計 10。

第 10 圖是顯示出機艙迴旋機構 4 的構造例的剖面圖。機艙迴旋機構 4 係具備：轉向用馬達 11、減速機 12、小齒輪 13、內齒輪 14、轉向煞車機構 15、煞車碟盤 16。轉向用馬達 11 和減速機 12 和小齒輪 13 和轉向煞車機構 15 係搭載於機艙 3 內，與機艙 3 一起移動。另外，內齒輪 14 和煞車碟盤 16 則是被固定在塔架 2 上。轉向用馬達 11 的轉子是中介著減速機 12 而與小齒輪 13 構成機械性的連接，此外，小齒輪 13 與內齒輪 14 則是嚙合在一起。轉向用馬達 11 被通電的話，小齒輪 13 就會旋轉而機艙 3 則是進行轉向迴旋。機艙 3 的轉向迴旋是受到煞車機構 15 所制動。轉向煞車機構 15 的煞車來令片 17 將煞車碟盤 16 夾住的話，機艙 3 的轉向迴旋將會受到制動或停止。

第 11 圖是顯示轉向控制的控制系的構成要件的例子之方塊圖。在本實施方式中，轉向控制系是具備：控制裝置 21、馬達驅動裝置 22、煞車機構驅動裝置 23。馬達驅動裝置 22 是因應來自於控制裝置 21 的控制訊號而將驅動電力供給到轉向用馬達 11。煞車機構驅動裝置 23 是因應來自於控制裝置 21 的控制訊號，以煞車機構 15 的煞車來令片 17 將煞車碟盤 16 予以夾住。控制裝置 21 是從風向風力計 10 所測定到的風速和風向來決定出風車轉子 7 之想要的方向，再令轉向用馬達 11 作動來促使機艙 3 進行轉向迴旋，以使得風車轉子 7 朝向想要的方向。此外，因

進行轉向迴旋而使風車轉子 7 朝向想要的方向之後，控制裝置 21 將使煞車機構 15 作動以使得轉向迴旋停止。

(中間形態 1)

接下來，將說明根據中間形態 1 所執行的轉向控制，這種中間形態 1 係就使用第 18 圖來說明過的傳統的風力發電裝置的轉向控制方式加以改良後的。這種中間形態 1 係回應由風向風力計 10 所測定到的風向來執行轉向控制。更具體地說，控制裝置 21 係以下列的方式來執行轉向控制。

風向風力計 10 是以預定的取樣間隔，來測定在各個時刻的風向，並將顯示各個時刻的風向的風向數據（即，風向資料）供給到控制裝置 21。風向數據被定義成：係由風向與預定的基準方向所形成的角度。

控制裝置 21 係針對於所測定到的風向數據進行低通濾波處理（最簡單的方法是將在時間上很接近的複數個風向數據予以平均），藉此而產生：在轉向控制上，實際所使用的控制用風向數據，再計算出該控制用風向數據所顯示的風向與風車方位的差值來作為風向偏差。在本中間形態 1 中，風車方位係以：風車轉子 7 的旋轉軸 7a 的方向與預定的基準方向所形成的角度來表現。風向偏差係取：正、負、或零的其中任一個值的數據，在這個中間形態 1 以及後述的實施方式中，從控制用風向數據所顯示的風向減掉風車方位的角度之後的數值，係被定義作為風向偏差

此外，控制裝置 21 將會回應所計算出來的風向偏差，來控制馬達驅動裝置 22 以及煞車機構驅動裝置 23，來進行機艙 3 的轉向迴旋。在本中間形態 1 中，控制裝置 21 係在下列 2 種條件的至少其中一方符合的情況下，就會執行風向轉向迴旋，以使得偏差變成零（亦即，朝向最新的控制用風向數據所顯示的風向）：

（1）風向偏差的絕對值為閾值 θ_{TH1} 以上（或者超過 θ_{TH1} ）的狀態持續 T_1 秒鐘。

（2）風向偏差的絕對值為閾值 θ_{TH2} （ $> \theta_{TH1}$ ）以上（或者超過 θ_{TH2} ）的狀態持續 T_2 （ $< T_1$ ）秒鐘。

請特別注意的是：條件（1）主要是針對在變動大且風向呈隨機變化的狀況下的轉向控制有所助益，條件（2）主要是針對在風向係跨長時間緩慢地變化的狀況下的轉向控制有所助益。如以下所說明，這種控制邏輯係對於：不必增大轉向迴旋的次數地來使平均的風向偏差的大小變小的狀況很有效。

第 12 圖係將根據第 18 圖所示的傳統的控制邏輯、以及根據本中間形態 1 的控制邏輯所執行的轉向控制加以比較的圖。更詳細地說，第 12 圖（a）係顯示根據傳統的控制邏輯所獲得的風向偏差的變化的圖表，具體而言，係顯示出採用了：當風向偏差的絕對值在過去的 20 秒鐘係顯示出 20 度以上的值的情況下，以令風向偏差變成零的方式來使機艙 3 進行轉向迴旋的這種控制邏輯的情況下的風

向偏差的變化。

另外，第 12 圖（b）係顯示出在風向係跨長時間緩慢地變化的狀況下之根據本實施方式的控制邏輯所獲得的風向偏差的變化之圖表、第 12 圖（c）係顯示出在變動大且風向呈隨機變化的狀況下之根據本實施方式的控制邏輯所獲得的風向偏差的變化之圖表。此處，條件（1）的閾值 θ_{TH1} 係被設定為 20 度，持續時間 T_1 係被設定為 20 秒，條件（2）的閾值 θ_{TH2} 係被設定為 5 度，持續時間 T_2 係被設定為 100 秒。

根據第 12 圖（a）所示的傳統的控制邏輯，即使是在風向係跨長時間緩慢地變化的情況下，如果風向偏差的絕對值沒有超過閾值 20 度的話就不會執行轉向迴旋，因此平均的風向偏差將會變大。即使是根據傳統的控制邏輯，只要將開始進行轉向迴旋的閾值設定的較小的話（例如：設定為 5 度的話），或許確實也是可以降低平均的風向偏差，但是這種作法將會導致轉向迴旋次數的增大。

另外，根據第 12 圖（b）、（c）所示的本中間形態 1 的控制邏輯，則是可同時達成：降低平均的風向偏差、以及抑制轉向迴旋次數的增大之兩種效果。在風向係跨長時間緩慢地變化的狀況下，只要符合條件（2）的話，就會執行轉向迴旋。在條件（2）中，因為閾值 θ_{TH2} 係被設定的較小（第 12 圖（b）的例中係被設定為 5 度），所以可使平均的風向偏差變小。除此之外，條件（2）的持續時間 T_2 係被設定成較長，所以可抑制轉向迴旋次數的增大。

。另外，在變動大且風向呈隨機變化的狀況下，只要符合條件（1）的話就會執行轉向迴旋。在條件（1）中，因為閾值 θ_{TH1} 係被設定的較大，所以只有在真正必要的情況下才會執行轉向迴旋。因此，可抑制轉向迴旋次數的增大。

是以，中間形態 1 與傳統方式比較之下，係可同時達成：降低平均的風向偏差、以及抑制轉向迴旋次數的增大之效果。然而，在轉向迴旋的停止條件上、風向係呈過渡性的變化之情況下的轉向迴旋條件上，仍然存有改良的餘地，因此被認為是還有：達成更進一步降低平均的風向偏差、以及抑制轉向迴旋次數的增大之可能性。

（中間形態 2）

中間形態 2 的作法是先進行判斷現在的風況是符合「變動大且風向呈隨機變化的狀況」（第 1 狀況）或是符合「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」（第 2 狀況）的其中一種狀況，然後因應其判斷結果來使用別種控制邏輯。風力發電裝置 1 的結構係與中間形態 1 相同。

在中間形態 2 中，控制裝置 21 係從風向風力計 10 所測得的風向數據，依據下列的控制邏輯來判斷其係屬於上述兩種狀況的哪一種。控制裝置 21 係逐次地計算出與過去最接近的預定時間（例如：與過去最接近的 1 分鐘）的期間的平均風向。然後，控制裝置 21 將其所計算出來之與過去最接近的預定時間的期間的平均風向，再與該最接

近的預定時間（例如：與過去最接近的 1 分鐘）前所計算出來的平均風向進行比較，如果兩者的差值落在預定角度以內的期間持續了預定時間的話，就判斷現在的風況係處於：風向跨長時間緩慢變化的第 2 狀況。如果不是這種狀況的話，控制裝置 21 就判斷現在的風況係處於：變動大且風向呈隨機變化的第 1 狀況。如第 13 圖所示般地，藉由使用這種控制邏輯，能夠以某種程度的正確性來進行兩種狀況的判別。

此外，也可以使用：判斷出在一日當中（或者在一年當中）的某一特定期間，風況係處於「變動大且風向呈隨機變化的狀況」，且判斷出在其他的特定期間，風況係處於「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」的控制邏輯。被認為是處於「變動大且風向呈隨機變化的狀況」的期間以及被認為是處於「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」的期間，係可以從過去的觀測數據來作適切的決定。根據這種控制邏輯，可以很簡易地就判斷出到底是處於上述狀況的哪一種狀況。

如果是判斷出現現在的風況是處於「變動大且風向呈隨機變化的狀況」的情況下，風向偏差的絕對值為預定的閾值 θ_{TH1} 以上的值（或者為超過閾值 θ_{TH1} 的值）的狀態持續了預定的持續時間 T_1 （例如：20 秒鐘）的話，控制裝置 21 就以促使風向偏差變成零的方式來執行轉向迴旋。

另外，如果是判斷出現現在的風況係處於「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」的情況下，當風向偏差的絕對值

為預定的閾值 θ_{TH2} 以上之值（或者為超過閾值 θ_{TH2} 的值）的狀態持續了預定的持續時間 T_2 （例如：20 秒鐘）時，控制裝置 21 則是以：在轉向迴旋之前後，風向偏差的符號是呈相反，而且轉向迴旋後的風向偏差的絕對值係與閾值 θ_{TH2} 趨於相等的方式來執行轉向迴旋。例如：以閾值 θ_{TH2} 係被設定為 10 度的情況為例，如果風向偏差超過 +10 度的狀態持續了預定的持續時間 T （例如：20 秒鐘）的話，就以讓風向偏差變成 -10 度的方式來執行轉向迴旋。

第 14 圖（a）係顯示出：在風向係跨長時間緩慢地變化的狀況下，採用本中間形態 2 的控制邏輯來執行轉向控制後的風向與風車方位的關係之圖表。第 14 圖（a）的圖表中，係假定風向的變化係一定。從第 14 圖（a）的圖表可看出，根據本實施方式的控制邏輯，即使風向的變化為一定的狀況下，風向偏差（亦即，風向與風車方位的差值）也是交替地選取正值以及負值。因此風向偏差的平均就會趨近於零。除此之外，根據本實施方式的控制邏輯，即使是將在風向係跨長時間緩慢地變化的狀況下所使用的閾值 θ_{TH2} 予以設定的很小，也不會大幅度地增大轉向迴旋的次數。其理由是因為在本實施方式中，當風向係跨長時間緩慢地變化的狀況下，風向偏差 $\Delta\theta(t)$ 並不是在（零與 $+\theta_{TH2}$ 之間、或者零與 $-\theta_{TH2}$ 之間）而是在包含 $-\theta_{TH2} \leq \Delta\theta(t) \leq +\theta_{TH2}$ 的範圍內變化的緣故。將閾值 θ_{TH2} 設定的較小的作法，可有效地將風向偏差的平均予以趨近於零。

另外，傳統的控制邏輯係使轉向迴旋後的風向偏差為零，這種傳統的控制邏輯係如第 14 圖 (b) 所示般，當風向係跨長時間緩慢地變化的狀況下，風向偏差係一直保持在正值或是一直保持在負值。這個結果將會使風向偏差的大小的平均值增大。請注意在第 14 圖 (b) 中係顯示出：風向偏差一直保持在負值的情況。

第 15 圖的圖表係用來更明確地說明本中間形態 2 的控制邏輯比傳統的控制邏輯更優異，更詳細地說，係顯示出：風向的變化速度為一定，且風向偏差的變化幅度在本中間形態的控制邏輯與傳統的控制邏輯中皆為相同的情況下之風力發電裝置 1 的效率。請注意，所謂：「風向的變化速度為一定，且風向偏差的變化幅度為相同」的這種條件，係根據：本中間形態的控制邏輯與傳統的控制邏輯，在轉向迴旋的次數上係相同的這種觀點而決定的。更具體地說，第 15 圖所顯示出的係：針對於本中間形態的控制邏輯係將閾值 θ_{TH2} 設定為 10 度，針對於傳統的控制邏輯係將開始執行轉向迴旋的閾值 θ_{TH} 設定為 20 度的情況。無論是哪一種情況，因為風向偏差的變化幅度相同，所以轉向迴旋的次數也都相同。

如第 15 圖所示，根據傳統的控制邏輯，風向偏差是在 -20 度與零之間變化，相對地，根據本中間形態的控制邏輯，風向偏差係在包含有 -10 度以上、+10 度以下的範圍內變化。風力發電裝置 1 的效率係隨著風向偏差的絕對值的變大而急速地降低，因此根據傳統的控制邏輯的話，

特別是在風向偏差為 -20 度與 -10 度的情況下，風力發電裝置 1 的效率會降低。相對地，根據本中間形態的控制邏輯，則是因為風向偏差係在包含 -10 度以上、+10 度以下的範圍內變化，所以風力發電裝置 1 的效率降低很小。

即使是依據傳統的控制邏輯，只要是將開始執行轉向迴旋的閾值 θ_{TH} 予以設定的較小（例如：設定為 10 度）的話，風向偏差的大小的平均也會變小。然而，如果將閾值 θ_{TH} 設定的較小的話，轉向迴旋的次數將會增加。是以，根據傳統的控制邏輯並無法兼具有：抑制轉向迴旋次數的增加、以及減少風向偏差的絕對值得平均值之兩種效果。

經由以上的說明可知，本中間形態 2 的風力發電裝置 1，當處於風向係跨長時間緩慢地變化的狀況時，係以：在轉向迴旋之前後，風向偏差的符號係相反，且轉向迴旋後的風向偏差的絕對值係與閾值 θ_{TH2} 趨於相等的方式來執行轉向迴旋。如此一來，既可抑制轉向迴旋次數的增加，又可減少風向偏差的絕對值的平均值。

本中間形態 2 中，也可以採用：讓轉向迴旋後的風向偏差的絕對值係介於閾值 θ_{TH2} 與零之間的數值的方式來執行轉向迴旋。例如：閾值 θ_{TH2} 為 7.5 度的情況下，風向偏差為超過 +7.5 度的狀態持續預定的持續時間（例如：20 秒鐘）的話，也可以採用讓風向偏差變成 -4 度的方式來執行轉向迴旋。想要降低風向偏差的絕對值的平均值，較佳的作法係以：讓轉向迴旋後的風向偏差的絕對值變成

與閾值 θ_{TH2} 相等的方式來執行轉向迴旋為宜。

此外，也可以將中間形態 1 的轉向控制與中間形態 2 的轉向控制組合在一起執行。更具體地說，當中間形態 1 的轉向控制的條件（2）成立的情況下，係以：在轉向迴旋之前後，風向偏差的符號變成相反，且轉向迴旋後的風向偏差的絕對值變成與閾值 θ_{TH2} 相等的方式（或者是以風向偏差的絕對值變成介於零與閾值 θ_{TH2} 之間的數值的方式）來執行轉向迴旋。當條件（1）成立的情況下，係以：讓風向偏差變成零的方式來執行轉向迴旋。

中間形態 1 的條件（2）係被認為符合處於「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」的情況。因此，當條件（2）成立的情況下，係以：在轉向迴旋之前後，風向偏差的符號變成相反，且轉向迴旋後的風向偏差的絕對值係變成與閾值 θ_{TH2} 相等的方式來執行轉向迴旋為宜。

如此一來，利用中間形態 2 係可更為達成降低風向偏差的平均值，因而提昇風力發電機 1 的效率。然而，在轉向迴旋的停止條件上、風向係呈過渡性的變化之情況下的轉向迴旋條件上，仍然存有改良的餘地，因此被認為是還有：達成更進一步降低平均的風向偏差、以及抑制轉向迴旋次數的增大之可能性。

（中間形態 3）

傳統的控制邏輯，也就是：當風向偏差的絕對值大於預定的閾值的狀態持續預定的持續時間的情況下，就執行

轉向迴旋的這種傳統的控制邏輯的另一個問題是無法偵知風向的過渡性變化。第 16 圖 (a) 是用來顯示第 18 圖所示的傳統的控制邏輯的問題之圖表。根據傳統的控制邏輯，只要風向偏差未超過閾值的話，就無視於風向偏差的變化，因此也就無法偵知風向偏差的過渡性變化。因此係如第 16 圖 (a) 所示般地，在傳統的控制邏輯中，從風向開始變化起至實際執行轉向迴旋為止的時間變的很長，風向偏差很大的狀態也就是風力發電裝置 1 的效率降低的狀態將會長時間地持續下去。

中間形態 3 則是採用：預先偵知風向的過渡性變化，再於確切的時機執行轉向迴旋的這種控制邏輯。更具體地說，中間形態 3 所採用的控制邏輯是：假設現在時刻為 t_0 的情況下，就 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的期間內之所有的時刻 t ，當下列的條件：

$$| \Delta \theta (t) | \geq \theta_{TH}(t) \cdots (1a)$$

或者

$$| \Delta \theta (t) | > \theta_{TH}(t) \cdots (1b)$$

成立的情況下，是以讓風向偏差變成零的方式來執行轉向迴旋。

此處， $| \Delta \theta (t) |$ 是在時刻 t 時的風向偏差的絕對值、 T 是預定值、 $\theta_{TH}(t)$ 是供判斷何時要開始執行轉向迴旋所使用的閾值，是在 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的條件中，廣義地單調增加的函數。請注意：在中間形態 3 中，閾值係與時間一起增加的。 T 係相當於：判斷轉向迴旋所使用的期間的長度

。此處，所謂的「廣義地」係指：在 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的期間中，也可以存在著 $\theta_{TH}(t)$ 係保持一定的期間之意。但是不可以將 $\theta_{TH}(t)$ 設定為：在 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的整個期間都保持一定。

這種控制邏輯係如第 16 圖 (B) 所示般地，係可預先偵知風向的過渡性變化，然後以儘早的時機來執行轉向迴旋。詳細地說，在中間形態 3 的控制邏輯中，開始執行轉向迴旋的閾值係與時間一起被增加，因此，可將風向偏差的絕對值尚小的初期期間的風向偏差的變化，在進行判斷何時才開始執行轉向迴旋的過程中予以考慮。因此，根據中間形態 3 的控制邏輯，係可預先偵知風向的過渡性變化，並且在切確的時機執行轉向迴旋。這樣的做法係可有效地提高風力發電裝置 1 的效率。

在中間形態 3 中，函數 $\theta_{TH}(t)$ 係被設定成如下：

[數式 1]

$$\theta_{TH}(t) = \theta_{TH} \sqrt{1 - \frac{(t - t_0)^2}{T^2}}$$

此處， θ_{TH} 係預定的定數。這種情況下，函數 $\theta_{TH}(t)$ 的圖表係如第 16 圖 (b) 所示般地，係形成宛如局部圓或局部橢圓的形狀。由數式 (2) 所界定的函數 $\theta_{TH}(t)$ 係在 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的整個期間中 (狹義地) 單調增加的函數，而且其導函數 $d\theta_{TH}(t)/dt$ 係在 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的整個期間中 (狹義地) 單調減少的函數，這種函數對於本行業者而言，係

屬於眾所週知的事情。

在其他的實施方式中，係可如第 17 圖所示般地，將函數 $\theta_{TH}(t)$ 設定成：

$$\theta_{TH}(t) = \theta_{TH}(T_1 \leq t \leq t_0) \quad \cdots (3a)$$

$$\theta_{TH}(t) = a(t - T_1) + \theta_{TH}(T \leq t \leq T_1) \quad \cdots (3b)$$

此處， a 係正的定數。由數式 (2) 所界定的函數 $\theta_{TH}(t)$ 在 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的整個期間係廣義地單調的函數，而且其導函數 $d\theta_{TH}(t)/dt$ 在 $t_0 - T \leq t \leq t_0$ 的整個期間係廣義地單調減少的函數，這種函數對於本行業者而言，係屬於眾所週知的事情。

是以，雖然根據中間形態 3 係可對應於風向的過渡性變化，但是在轉向迴旋的停止條件上仍然存有改良的餘地，並且在中間形態 3 中，如果不是「變動大且風向呈隨機變化的狀況」的話，就難以對應於風向的過渡性變化，因此有必要將其改良成亦可對應於「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」。

[實施例 1]

本實施例 1 所採用的技術，係改良了在前述的中間形態 1~3 中所存在的課題也就是「在轉向迴旋的停止條件上的課題」之後的技術。至於風力發電裝置 1 的結構則係與中間形態 1~3 的風力發電裝置 1 的結構相同。

第 1 圖係顯示出根據實施例 1 中的控制裝置 21 來執行的轉向迴旋控制的步驟之流程圖。茲佐以第 1 圖來說明

實施例 1 中的轉向迴旋控制。

在步驟 S1，如果符合特定條件的話，就開始執行轉向迴旋。

此處，將就步驟 S1 中的特定條件加以說明。

風向風力計 10 係將各個時刻的風向以預定的取樣間隔來加以測定，並將代表各個時刻的風向的風向數據供給到控制裝置 21。風向數據係以風向與預定的基準方向所形成的角度來予以定義。

然後，控制裝置 21 將會回應於所計算出來的風向偏差，控制馬達驅動裝置 22 以及煞車機構驅動裝置 23 來進行機艙 3 的轉向迴旋。在本實施例 1 中，當下列的兩種條件的至少其中一方符合的情況下，控制裝置 21 就以讓風向偏差變成零的方式（亦即，朝向最新的控制用風向數據所代表的風向）來進行轉向迴旋：

（1）風向偏差的絕對值為閾值 θ_{TH1} （例如：5 度）以上（或超過 θ_{TH1} ）的狀態持續 T_1 （例如：100 秒）秒鐘。

（2）風向偏差的絕對值為閾值 θ_{TH2} （例如：20 度）（ $> \theta_{TH1}$ ）以上（或超過 θ_{TH2} ）的狀態持續 T_2 （例如：20 秒）（ $< T_1$ ）秒鐘。

在這個步驟 S1 之開始執行轉向迴旋的條件係與前述的中間形態 1 相同的條件。

在步驟 S1 中，如果開始進行轉向迴旋的話，就會依據第 1 圖中的虛線所示的「停止邏輯」來執行判斷轉向迴

旋是否要停止。

在「停止邏輯」中，首先係在步驟 S2 中，讓持續轉向迴旋達到一定的時間 Δt 。

在步驟 S2 中，如果持續轉向迴旋達到一定的時間 Δt 的話，就在步驟 S3 中執行風向平均值的計算。此處所指的「風向平均值」係：假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值的時候，從時刻 $t_0 - T$ 起至時刻 t_0 的期間的風向的平均值，前述風向風力計 10 係以預定的取樣間隔來測定在各個時刻的風向，控制裝置 21 將利用被供給到控制裝置 21 之表示各時刻的風向的風向數據來計算出風向平均值。

在步驟 S3 中計算出風向平均值之後，就在步驟 S4 中進行判斷風車方位（風車轉子 7 的方向）是否已經達到前述風向平均值。

在步驟 S4 中，若判定為否（No）的話，就不斷重複執行步驟 S2 起至步驟 S4 的工作，直到風車方位達到風向平均值為止。

在步驟 S4 中，若判定為是（Yes）的話，就在步驟 S5 中將轉向迴旋予以停止。

第 2 圖是用來比較：根據傳統以及中間形態 1~3 中的轉向迴旋停止時的控制邏輯、以及根據本實施例 1 的控制邏輯所執行的轉向控制之圖。詳細地說，第 2 圖（a）係顯示：根據傳統以及中間形態的控制邏輯所獲得的風向以及風車方位的變化之圖表，具體而言，係顯示出採用了：當過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數

值的情況下，以令風向偏差變成零的方式來促使機艙 3 進行轉向迴旋的控制邏輯的情況下的風向平均值和風車方位的變化。

另外，第 2 圖（b）則是顯示出：根據本實施例 1 的控制邏輯所獲得的風向以及風車方位的變化之圖表，具體而言，係顯示出採用了：當過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數值的情況下，以令前述風向平均值與風車方位的差值變成零的方式，來促使機艙 3 進行轉向迴旋的控制邏輯的情況下的風向平均值和風車方位的變化。

第 2 圖（a）所示的傳統或者中間形態的控制邏輯，當轉向迴旋開始後，即使是因為風向的瞬間性的變化而讓風向與風車方位只有在瞬間係一致的情況下，也會將轉向迴旋予以停止，因此，將會發生第 2 圖（a）中以箭頭 B 所表示的份量的性能損失，風向偏差的平均值會變大。雖然在傳統或者中間形態的控制邏輯中，只要風向沒有瞬間性的變化的話，風向偏差的平均值就不會變大，但是自然風的瞬間性的變化是無法防止的。

另外，第 2 圖（b）所示的本實施例 1 的控制邏輯的控制方式，係在風向平均值與風車方位的差值變成 0 的時候才將轉向迴旋予以停止，因此，即使是因為風向的瞬間性的變化而讓風向與風車方位只有在瞬間係一致的情況下，也不會將轉向迴旋予以停止，所以能夠在適切的位置來將轉向迴旋予以停止。

此外，在第 2 圖中，雖然所舉出的例子是：在過去的 20 秒鐘的風向偏差的絕對值係顯示出 20 度以上的數值的情況，也就是以前述（2）的條件來開始進行轉向迴旋的例子，但是，即使是以前述（1）的條件來開始進行轉向迴旋的情況下，令轉向迴旋停止的控制方式也是同樣的。

[實施例 2]

本實施例 2 係採用：針對於前述中間形態 1~3 中所存在的技術課題也就是「轉向迴旋的停止條件的課題」予以改良後的技術。至於風力發電裝置 1 的結構則是與實施例 1 的相同。

第 3 圖係顯示出根據實施例 2 的控制裝置 21 來執行的轉向迴旋控制的步驟之流程圖。因此，將佐以第 3 圖來說明實施例 2 的轉向迴旋控制方式。

在步驟 S11 中，如果符合了特定條件的話，就開始進行轉向迴旋。因為在步驟 S11 中的特定條件係與實施例 1 的步驟 S1 中的特定條件相同，因此省略其說明。

在步驟 S11 中，開始進行轉向迴旋的話，將會依據第 3 圖中的虛線所示的「停止邏輯」來執行判斷是否要停止轉向迴旋。

在「停止邏輯」中，首先是在步驟 S12 中，讓轉向迴旋持續達一定的時間 Δt 。

在步驟 S12 中，如果轉向迴旋持續達到一定的時間 Δt 的話，就在步驟 S13 中進行判斷風車方位（風車轉子 7 的

方向) 是否已經到達與風向一致。

在步驟 S13 中，如果判定為否 (No) 的話，就反覆執行步驟 S12、步驟 S13 的工作，直到風車方位達到風向瞬時值為止。

在步驟 S13 中，如果判定為是 (Yes) 的話，就在步驟 S14 中進行判斷轉向迴旋角度是否已經達到迴旋閾值。

此處所指的「迴旋閾值」係指：表示於前述條件 (1) (2) 中的 θ_{TH1} 以及 θ_{TH2} ，如果是符合條件 (1) 而開始進行轉向迴旋的情況，在步驟 S14 中的迴旋閾值係採用 θ_{TH1} 來進行判斷，如果是符合條件 (2) 而開始進行轉向迴旋的情況，步驟 S14 中的迴旋閾值就採用 θ_{TH2} 來進行判斷。

在步驟 S14 中，如果判定為否 (No) 的話，就反覆執行步驟 S12 至步驟 S14 的工作，直到在步驟 S14 中被判定為是 (Yes) 為止。

在步驟 S14 中，如果判定為是 (Yes) 的話，在步驟 S15 中，就將轉向迴旋予以停止。

第 4 圖係用來比較：根據傳統以及中間形態 1~3 的轉向迴旋停止時的控制邏輯、以及根據本實施例 2 的控制邏輯所執行的轉向控制之圖。詳細地說，第 4 圖 (a) 係顯示出：根據傳統以及中間形態的控制邏輯所獲得的風向以及風車方位的變化之圖表，具體而言，係顯示出採用了：在過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數值的情況下，以令風向偏差變成零的方式來促使機艙 3 進

行轉向迴旋的控制邏輯的情況的風向與風車方位的變化。

第 4 圖 (b) 以及第 4 圖 (c) 係顯示根據本實施例 2 的控制邏輯所獲得的風向以及風車方位的變化之圖表，具體而言，第 4 圖 (b) 係顯示：當過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數值的情況下，開始進行轉向迴旋，在做完 20 度轉向迴旋的時點，風車方位係朝風向逆轉且在做完 20 度轉向迴旋的時點，停止轉向迴旋的情況下的風向與風車方位的變化之圖；第 4 圖 (c) 係顯示：當過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數值的情況下，開始進行轉向迴旋，在做完 20 度轉向迴旋的時點，因為風車方位並未朝風向逆轉，所以維持原樣地持續進行轉向迴旋，在風向與風車方位的差值變成零的時點還是進行轉向迴旋的情況下的風向與風車方位的變化。

第 4 圖 (a) 所示的傳統或者中間形態的控制邏輯，轉向迴旋開始之後，即使因為風向的瞬間性變化而導致風向與風車方位在瞬間變成一致的情況下，也會將轉向迴旋予以停止，因此，將會產生如第 4 圖 (a) 中的箭頭 B 所表示的份量的性能損失，風向偏差的平均值會變大。即使是在傳統或者中間形態的控制邏輯中，只要沒有風向的瞬間性的變化的話，風向偏差平均值就不會變大，雖然如此，但是自然風的瞬間性的變化是無法防止的。

另外，第 4 圖 (b) 及第 4 圖 (c) 所示的本實施例 2 的控制邏輯，因為是至少要進行與前述迴旋閾值相當的份量的轉向迴旋，因此，在轉向迴旋到達迴旋閾值之前，即

使因爲風向的瞬間性的變化而導致風向與風車方位瞬間變成一致的情況下，也不會讓轉向迴旋停止，因而可在適切的位置將轉向迴旋予以停止。

此外，實施例 2 的控制方式應用在「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」是特別地有效。

[實施例 3]

本實施例 3 係將實施例 1 及實施例 2 所說明過的技術予以組合在一起，可在更爲適切的位置將轉向迴旋予以停止。至於風力發電裝置 1 的結構係與實施例 1、2 的相同。

第 5 圖係顯示實施例 3 的控制裝置 21 所執行的轉向迴旋控制的步驟之流程圖。茲佐以第 5 圖來說明實施例 3 的轉向迴旋控制。

在步驟 S21 中，如果特定條件符合的話，就開始進行轉向迴旋。

因爲步驟 S21 中的特定條件係與實施例 1 的步驟 S1 中的特定條件相同，因此將其說明予以省略。

在步驟 S21 中，轉向迴旋開始之後，就會依據第 3 圖中的虛線所示的「停止邏輯」來判斷是否要停止轉向迴旋。

在「停止邏輯」中，首先係在步驟 S22 中，將轉向迴旋持續一定的時間 Δt 。

在步驟 S22 中，將轉向迴旋持續一定的時間 Δt 之後

，就在步驟 S23 中計算風向平均值。關於風向平均值，已經在實施例 1 中已經說明過了，此處將其說明予以省略。

在步驟 S23 中計算出風向平均值之後，就在步驟 S24 中判斷風車方位（風車轉子 7 的方向）是否已經到達了前述風向平均值。

在步驟 S24 中，如果判定為否（No）的話，就反覆執行步驟 S22 至步驟 S24 的工作，直到風車方位到達風向平均值為止。

在步驟 S24 中，如果判定為是（Yes）的話，就在步驟 S25 中判斷轉向迴旋角度是否已經到達迴旋閾值。

在步驟 S25 中，如果判定為否（No）的話，就反覆執行步驟 S22 至步驟 S25 的工作，直到在步驟 S25 中被判定為是（Yes）為止。

步驟 S25 中判定為是（Yes）的話，就在步驟 S26 中將轉向迴旋予以停止。

第 6 圖係用來比較：根據傳統以及中間形態 1~3 的轉向迴旋停止時的控制邏輯、以及根據本實施例 3 的控制邏輯所執行的轉向控制之圖。詳細地說，第 6 圖（a）係顯示出：根據傳統以及中間形態的控制邏輯所獲得的風向以及風車方位的變化之圖表，具體而言，係顯示出採用了：在過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數值的情況下，以令風向偏差變成零的方式來促使機艙 3 轉向迴旋的控制邏輯的情況下的風向與風車方位的變化。

第 6 圖（b）以及第 6 圖（c）係顯示出根據本實施例

3 的控制邏輯所獲得的風向以及風車方位的變化之圖表。具體而言，第 6 圖（b）係顯示出：在過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數值的情況下，開始進行轉向迴旋，在做完 20 度轉向迴旋的時點，風車方位將風向平均值逆轉，在做完 20 度轉向迴旋後的時點將轉向迴旋予以停止的場合下的風向平均值與風車方位的變化之圖。又，第 6 圖（c）係顯示出：在過去的 20 秒鐘，風向偏差的絕對值為 20 度以上的數值的情況下，開始進行轉向迴旋，在做完 20 度轉向迴旋後的時點，風車方位並未將風向平均值逆轉，因此維持原樣地持續進行轉向迴旋，在風向平均值與風車方位的差值變成零的時點也進行轉向迴旋的情況下的風向平均值與風車方位的變化。

第 6 圖（a）所示的傳統或者中間形態的控制邏輯，轉向迴旋開始之後，即使因為風向瞬間性的變化導致風向與風車方位在瞬間變成一致的時候，也會將轉向迴旋予以停止，因此，將會產生如第 6 圖（a）中的箭頭 B 所表示的份量的性能損失，風向偏差的平均值會變大。即使是在傳統或者中間形態的控制邏輯中，只要沒有風向的瞬間性的變化的話，風向偏差平均值就不會變大，雖然如此，但是自然風的瞬間性的變化是無法防止的。

另外，第 6 圖（b）以及第 6 圖（c）所示的本實施例 3 的控制邏輯，至少要進行與前述迴旋閾值相當的份量的轉向迴旋，因此，在轉向迴旋到達迴旋閾值之前，即使因為風向的瞬間性的變化而導致風向與風車方位在瞬間變成

一致的時候，轉向迴旋也不會停止，而且因為是採用了風向平均值，所以係如第 6 圖（c）所示般地，在轉向迴旋持續達到迴旋閾值以上的情況下，在超過了迴旋閾值而持續進行轉向迴旋的時候，即使因為風向的瞬間性的變化而導致風向與風車方位在瞬間發生了變化的情況下，轉向迴旋也不停止，因而能夠在適切的位置將轉向迴旋予以停止。

此外，實施例 3 的控制方式，應用在「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」係特別有效。

在實施例 1～3 的控制方式中，實施例 1 的控制方式係對於常時性的性能提昇、以及降低轉向迴旋的頻度是有效的，而實施例 2 及 3 的控制方式則是對「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」特別有效。因此，如果係使用預先判斷：在中間形態 2 所說明過的現在的風況係符合「變動大且風向呈隨機變化的狀況」（第 1 狀況）或「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」（第 2 狀況）的哪一種狀況的控制邏輯，如果現在的風況是第 1 狀況的話，就以實施例 1 所說明过的控制方式來將轉向迴旋予以停止，如果現在的風況是第 2 狀況的話，就以實施例 2 或 3 所說明过的控制方式來將轉向迴旋予以停止的話，則對於提昇性能、降低轉向迴旋頻度的方面，具有更進一步的效果。

[實施例 4]

本實施例 4 所利用的技術係：為了對應在前述中間形

態 1 ~ 3 中成為技術課題的風向的過渡性變化，因而將轉向迴旋的開始條件予以改良後的技術。至於風力發電裝置 1 的結構則與中間形態 1 ~ 3 的相同。

第 7 圖 (a) 係顯示：實施例 1 ~ 3 中所採用的控制邏輯之圖表，第 7 圖 (b) 以及第 7 圖 (c) 係顯示：實施例 4 的控制邏輯之圖表。

實施例 4 所採用的這種控制邏輯，係預先偵知風向的過渡性變化，然後在切確的時機點執行轉向迴旋。

更具體地說，係利用：可判斷出在中間形態 2 中所說明過的現在的風況係符合「變動大且風向呈隨機變化的狀況」（第 1 狀況）或「風向係跨長時間緩慢地變化的狀況」（第 2 狀況）的哪一種狀況的控制邏輯，來判斷現在的風況，假設現在時刻為 t_0 ， T_1 為預定值，在 $t_0 - T_1 \leq t_s \leq t_0$ 的期間內的時刻為 t_s 的話，在 $t_s \leq t \leq t_0$ 的期間內的所又的時刻 t 中，前述風向偏差都符合預定的條件的情況下，就令前述機艙執行轉向迴旋。

前述預定的條件：當前述現在的風況符合前述第 1 狀況時，係為 $|\Delta \theta(t)| \geq \theta_{TH1}(t_s)$ ；當前述現在的風況符合前述第 2 狀況時，係為 $|\Delta \theta(t)| \geq \theta_{TH2}(t_s)$ 。

此處的 $|\Delta \theta(t)|$ 係在各個時刻 t 的前述風向偏差的絕對值、 $\theta_{TH1}(t)$ 是在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間廣義地單調增加的函數、此外，對於前述 $\theta_{TH1}(t)$ 的時間的導函數 $d\theta_{TH1}(t)/dt$ 係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間係廣義地單調減少。又， $\theta_{TH2}(t)$ 在 $t_0 -$

$T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間係廣義地單調增加的函數、此外，對於前述 $\theta_{TH2}(t)$ 的時間的導函數 $d\theta_{TH2}(t)/dt$ 係除了定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間係廣義地單調增加。

此外，第 7 圖中的 t_B 係相當於前述的 $t_0 - T_1$ 。

又，在第 7 圖 (b1) 中，連結 A 點與 B 點的曲線以及從 A 點至時刻 t_0 之風向偏差保持一定的直線係相當於 $\theta_{TH1}(t_s)$ ；在第 7 圖 (c1) 中，連結 A 點與 B 點的曲線以及從 A 點至時刻 t_0 之風向偏差保持一定的直線係相當於 $\theta_{TH2}(t_s)$ 。

這種控制邏輯係如第 7 圖 (b2)、第 7 圖 (c2) 所示般地，可以預先偵知風向的過渡性變化之後，在儘早的時機點執行轉向迴旋。

又，因為是依據現在的風況到底是符合前述第 1 狀況，或是符合第 2 狀況，來分別以第 7 圖 (b1)、第 7 圖 (b2) 所示的圖表的其中一種條件來當作迴旋條件，所以可有效地將風向偏差的大小予以縮小，而且可抑制轉向迴旋次數的增大。

[實施例 5]

本實施例 5，係先行計測從現在至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數，然後因應其次數來改變迴旋條件。具體而言，當轉向迴旋開始時，過去一定時間（例如：1 小時）的迴旋次數較之規定的次數（例如：3 次）更少的話，或者當轉向迴旋開始時，從前一次轉向迴

旋起算的經過時間係較之規定的時間（例如：20 分鐘）更長的話，就將迴旋條件予以緩和。另外，當轉向迴旋開始時，過去一定時間（例如：1 小時）的迴旋次數較之規定的次數（例如：3 次）更多的話，或者當轉向迴旋開始時，從前一次轉向迴旋起算的經過時間較之規定的時間（例如：20 分鐘）更短的話，就將迴旋條件予以嚴格化。

此處，所稱的「將迴旋條件予以緩和」係指：將迴旋開始條件的時間閾值予以縮短，或者將角度閾值予以變小，所稱的「將迴旋條件予以嚴格化」係指：將前述時間閾值予以延長，或者將角度閾值予以變大。

第 8 圖係顯示：將實施例 1～5 予以彙整後的本發明的轉向迴旋的控制步驟之流程圖。

茲佐以第 8 圖來說明本發明的轉向迴旋的控制方式。

與轉向迴旋相關的控制開始的話，在步驟 S51 中就依據迴旋條件 X 來開始進行轉向迴旋。此處所稱的「迴旋條件 X」係指：用來開始進行轉向迴旋的條件，係可使用在中間形態 1～3 已經說明過的條件、或是在實施例 4 已經說明過的條件。

在步驟 S51 中，開始進行轉向迴旋的話，在步驟 S52 中，就依據迴旋停止邏輯來判斷是否要停止轉向迴旋，而在步驟 S53 中，將轉向迴旋予以停止。在步驟 S52 中所使用的迴旋停止邏輯係可採用：在第 1 圖、第 3 圖、第 5 圖已經說明過的實施例 1、2、3 的迴旋停止邏輯的任何一種。

在步驟 S51 中，開始進行轉向迴旋的話，就在步驟 S55 中，進行判斷：從前一次轉向迴旋停止的時間起至開始進行本次轉向迴旋為止的經過時間是否為規定時間 M 以上。此外，前述的規定時間 M 係就每一種迴旋條件來分別設定的。

在步驟 S55 中，如果判定為是 (Yes) 的話，就進到步驟 S56 中，將迴旋條件 X 的時間閾值或者角度閾值予以變小，也就是將迴旋條件予以緩和。

在步驟 S55 中，如果判定為否 (No) 的話，就進到步驟 S57 中，將迴旋條件 X 的時間閾值或角度閾值予以加大，亦即，將迴旋條件予以嚴格化。

在步驟 S53 中，轉向迴旋被停止，在步驟 S56 或步驟 S57 中，如果迴旋條件被緩和化或嚴格化的話，就以該被緩和化或嚴格化後的迴旋條件 X' 當作新的迴旋條件 X，在步驟 S54 中，判斷是否要開始迴旋，如果符合開始迴旋的條件的話，就回到步驟 S51，再度開始進行轉向迴旋。

如此一來，就可以因應風況來改變迴旋條件，因此可維持一定以上的迴旋頻度，可將風力發電裝置的性能最佳化。

[產業上的利用性]

本發明係可作為：即使風向係跨長時間緩慢地變化的情況下，亦可將風向偏差的大小予以縮小，而且可抑制轉向迴旋次數的增大之風力發電裝置的轉向控制技術來加以

利用。此外，亦可作為：藉由及早掌握風向的過渡性變化而在適切的時機執行轉向迴旋，以提昇風力發電裝置的效率之轉向控制技術來加以利用。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是顯示出實施例 1 中的控制裝置所執行的轉向迴旋控制的步驟的流程圖。

第 2 圖是將根據傳統以及中間形態的轉向迴旋停止時的控制邏輯與根據實施例 1 的控制邏輯所執行的轉向控制加以比較的圖。

第 3 圖是顯示出實施例 2 中的控制裝置所執行的轉向迴旋控制的步驟的流程圖。

第 4 圖是將根據傳統以及中間形態的轉向迴旋停止時的控制邏輯與根據實施例 2 的控制邏輯所執行的轉向控制加以比較的圖。

第 5 圖是顯示出實施例 3 中的控制裝置所執行的轉向迴旋控制的步驟的流程圖。

第 6 圖是將根據傳統以及中間形態的轉向迴旋停止時的控制邏輯與根據實施例 3 的控制邏輯所執行的轉向控制加以比較的圖。

第 7 圖是顯示出實施例 1~4 中的控制邏輯的圖表，第 7 圖（a）是顯示出實施例 1~3 中所採用的控制邏輯的圖表；第 7 圖（b）以及第 7 圖（c）是顯示出實施例 4 的控制邏輯的圖表。

第 8 圖是顯示出本發明中的轉向迴旋的控制步驟的流程圖。

第 9 圖是顯示出本發明的實施方式的風力發電裝置的結構的圖。

第 10 圖是顯示出本發明的實施方式的機艙迴旋機構的結構的剖面圖。

第 11 圖是顯示出本發明的第 1 實施方式的轉向控制系的構成要素之方塊圖。

第 12 圖是顯示出根據傳統的控制邏輯所獲得的風向偏差的變化、以及根據中間形態 1 的控制邏輯所獲得的風向偏差的變化之圖表。

第 13 圖是顯示出「變動大且風向呈隨機變化的狀況」與「風向係跨長時間緩慢變化的狀況」之判別例的圖表。

第 14 圖是顯示出根據中間形態 2 的控制邏輯所獲得的風車方位的變化、以及根據傳統的控制邏輯所獲得的風車方位的變化之圖表。

第 15 圖是顯示出：在風向的變化速度保持一定，且風向偏差的變化幅度相同的情況下，根據中間形態的控制邏輯與根據傳統的控制邏輯所獲得的風力發電裝置的效率之圖表。

第 16 圖是顯示出：傳統的控制邏輯中的轉向迴旋的開始時機、以及中間形態 3 的控制邏輯中的轉向迴旋的開始時機的圖表。

第 17 圖是顯示出函數 $\theta_{TH}(t)$ 的例子之圖表。

第 18 圖是顯示出傳統的控制邏輯之圖表。

第 19 圖是用來說明傳統的控制邏輯的問題之圖表。

【主要元件符號說明】

1：風力發電裝置

2：塔架

3：機艙

4：機艙迴旋機構

5：線圈感應式發電機

6：齒輪

7：風車轉子

7a：旋轉軸

8：筒轂

9：風車葉片

10：風向風力計

11：轉向用馬達

12：減速機

13：小齒輪

14：內齒輪

15：轉向煞車機構

16：煞車碟盤

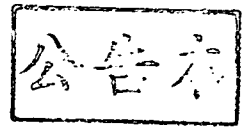
17：煞車來令片

21：控制裝置

22：馬達驅動裝置

23：煞車機構驅動裝置

七、申請專利範圍：



1. 一種風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子的機艙、用來使機艙轉向迴旋的迴旋機構、用來測定風向的風向測定手段、用來控制前述迴旋機構的控制裝置，

前述控制裝置係從以前述風向測定手段所測定出來的風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差，而且在下列條件（1）、（2）的其中任何一個條件成立的情況下：

（1）前述風向偏差的絕對值為第 1 閾值以上的狀態（或者超過第 1 閾值的狀態）在預定的第 1 持續時間的期間持續保持；

（2）前述風向偏差的絕對值為較之前述第 1 閾值更大的第 2 閾值以上的狀態（或者超過第 2 閾值的狀態）在較之前述第 1 持續時間更短的第 2 持續時間的期間持續保持；

就利用前述迴旋機構使前述機艙進行轉向迴旋，並且假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值的情況下，從時刻 $t_0 - T$ 起至時刻 t_0 的期間的風向的平均值與風車轉子的方向一致時，令前述機艙的轉向迴旋停止，

前述控制裝置係先計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化。

2. 一種風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子的機艙、用來使機艙轉向迴旋的迴旋機構、用來測定風向的風向測定手段、用來控制前述迴旋機構的控制裝置，

前述控制裝置係從以前述風向測定手段所測定出來的風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差，而且在下列條件（1）、（2）的其中任何一個條件成立的情況下：

（1）前述風向偏差的絕對值為第 1 閾值以上的狀態（或者超過第 1 閾值的狀態）在預定的第 1 持續時間的期間持續保持；

（2）前述風向偏差的絕對值為較之前述第 1 閾值更大的第 2 閾值以上的狀態（或者超過第 2 閾值的狀態）在較之前述第 1 持續時間更短的第 2 持續時間的期間持續保持；

就利用前述迴旋機構使前述機艙開始進行轉向迴旋，並且使前述機艙進行轉向迴旋的角度至少係相當於：與在前述轉向迴旋時成立的前述條件（1）以及（2）的其中任何一個條件相應的第 1 或第 2 閾值的角度量，

前述控制裝置係先計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的風力發電裝置，其

中，前述控制裝置，係使前述機艙的迴旋剛好達到相當於前述第 1 或第 2 閾值的量，隨即進行判斷前述風向偏差的符號是否與轉向迴旋前係呈現逆轉狀態，如果前述風向偏差的符號係呈現逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋直到風向偏差變成零為止。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述的風力發電裝置，其中，前述控制裝置，係使前述機艙的迴旋剛好達到相當於前述第 1 或第 2 閾值的量，假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，進行判斷從時刻 $t_0 - T$ 起至時刻 t_0 為止的期間的風向的平均值與風車轉子的方向之差值的符號，是否與轉向迴旋前呈現出逆轉狀態，如果前述符號呈現出逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現出逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋，直到前述風向的平均值與風車轉子的方向之差值變成零為止。

5. 一種風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子的機艙、用來使機艙轉向迴旋的迴旋機構、用來測定風向的風向測定手段、用來控制前述迴旋機構的控制裝置，

前述控制裝置係：

(a) 從以前述風向測定手段所測定的風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差；

(b) 進行判斷現在的風況係處於：風向係呈隨機變化的第 1 狀況或者是風向係呈緩慢變化的第 2 狀況；

(c) 當判斷出前述現在的風況係符合前述第 2 狀況，而且前述風向偏差的絕對值為預定的第 1 閾值以上的狀態（或者超過第 1 閾值的狀態）持續維持預定的第 1 持續時間的情況下，就令前述機艙進行迴旋達到與前述第 1 閾值相當的量，然後進行判斷前述風向偏差的符號是否與轉向迴旋前呈現逆轉狀態，如果前述風向偏差的符號係呈現逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現出逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋直到風向偏差變成零為止，並且

(d) 當判斷出前述現在的風況係符合前述第 1 狀況，而且前述風向偏差的絕對值為較之前述第 1 閾值更大的第 2 閾值以上的狀態（或者超過第 2 閾值的狀態）持續維持較之前述第 1 持續時間更短的第 2 持續時間的情況下，假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，係以從時刻 $t_0 - T$ 起至時刻 t_0 的期間的風向的平均值與風車轉子的方向趨於一致的方式，來令前述機艙進行轉向迴旋，

前述控制裝置係先計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化。

6. 一種風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子的機艙、用來使機艙轉向迴旋的迴旋機構、用來測定風向的風向測定手段、用來控

制前述迴旋機構的控制裝置，

前述控制裝置係被製作成：從以前述風向測定手段所測定的風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差，且假設現在時刻為 t_0 、 T_1 為預定值、時刻 t_s 為 $t_0 - T_1 \leq t_s \leq t_0$ 的情況下，在符合 $t_s \leq t \leq t_0$ 的所有時刻 t 時，如果前述風向偏差符合了預定條件的情況下，就令前述機艙進行轉向迴旋，

前述的預定條件是：

$$|\Delta\theta(t)| \geq \theta_{TH}(t_s)$$

此處的 $|\Delta\theta(t)|$ 是在各個時刻 t 時的前述風向偏差的絕對值、 $\theta_{TH}(t)$ 是在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間之廣義地單調增加之函數、此外，對於前述 $\theta_{TH}(t)$ 的時間之導函數 $d\theta_{TH}(t)/dt$ ，係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間係廣義地單調增加，

前述控制裝置係先計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化。

7. 一種風力發電裝置，其特徵為：

係具備：用來搭載風車轉子的機艙、用來使機艙轉向迴旋的迴旋機構、用來測定風向的風向測定手段、用來控制前述迴旋機構的控制裝置，

前述控制裝置係被製作成：

(a) 從以前述風向測定手段所測定的風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差，

(b) 進行判斷現在的風況係處於：風向係呈隨機變化的第 1 狀況或者是風向係呈緩慢變化的第 2 狀況；

(c) 假設現在時刻為 t_0 、 T_1 為預定值、時刻 t_s 為 $t_0 - T_1 \leq t_s \leq t_0$ 的情況下，在符合 $t_s \leq t \leq t_0$ 的所有時刻 t 時，如果前述風向偏差符合了預定條件的情況下，就令前述機艙進行轉向迴旋，

前述的預定條件為：

當前述現在的風況符合前述第 1 狀況的情況下，

係 $|\Delta\theta(t)| \geq \theta_{TH1}(t_s)$ ；

當前述現在的風況符合前述第 2 狀況的情況下，

係 $|\Delta\theta(t)| \geq \theta_{TH2}(t_s)$ ；

此處的 $|\Delta\theta(t)|$ 是在各個時刻 t 時的前述風向偏差的絕對值、 $\theta_{TH1}(t)$ 是在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間之廣義地單調增加的函數、此外，對於前述 $\theta_{TH1}(t)$ 的時間之導函數 $d\theta_{TH1}(t)/dt$ ，係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間是廣義地單調增加，並且 $\theta_{TH2}(t)$ 是在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間廣義地單調減少的函數、此外，對於前述 $\theta_{TH2}(t)$ 的時間之導函數 $d\theta_{TH2}(t)/dt$ ，係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間是廣義地單調增加，

前述控制裝置係先計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數，如果所執行過的前述

轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化，如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化。

8. 如申請專利範圍第 6 或 7 項所述的風力發電裝置，其中，假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，當從時刻 $t_0 - T$ 起至時刻 t_0 的期間的風向的平均值係與風車轉子的方向一致的時候，前述控制裝置將停止前述機艙的轉向迴旋。

9. 如申請專利範圍第 6 或 7 項所述的風力發電裝置，其中，前述控制裝置先令前述機艙進行迴旋達到相當於前述 $\theta_{TH1}(t_s)$ 或 $\theta_{TH2}(t_s)$ 的量，然後進行判斷前述風向偏差的符號是否為與轉向迴旋前呈現出逆轉的狀態，如果前述風向偏差的符號呈現出逆轉狀態的話，就停止轉向迴旋，如果前述風向偏差的符號並未呈現出逆轉狀態的話，就持續進行轉向迴旋，直到風向偏差變成零為止。

10. 一種風力發電裝置的控制方法，該風力發電裝置係具有搭載了風車轉子的機艙，其特徵為：

具備：

用來測定風向的步驟、

從所測定的前述風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差的步驟、

當下列條件（1）、（2）的其中一個成立的情況下，就令前述機艙進行轉向迴旋的步驟：

（1）前述風向偏差的絕對值為第 1 閾值以上的狀態

（或者超過第 1 閾值的狀態）在預定的第 1 持續時間的期間持續保持；

（2）前述風向偏差的絕對值為較之前述第 1 閾值更大的第 2 閾值以上的狀態（或者超過第 2 閾值的狀態）在較之前述第 1 持續時間更短的第 2 持續時間的期間持續保持；

假設現在時刻為 t_0 、 T 為預定值時，當從時刻 $t_0 - T$ 起至時刻 t_0 的期間的風向的平均值與風車轉子的方向一致時，將前述機艙的轉向迴旋予以停止的步驟、

計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數的步驟、

如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化的步驟、以及

如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化的步驟。

11. 一種風力發電裝置的控制方法，該風力發電裝置係具有搭載了風車轉子的機艙，其特徵為：

具備：

用來測定風向的步驟、

從所測定的前述風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差的步驟、

當下列條件（1）、（2）的其中一個成立的情況下：

（1）前述風向偏差的絕對值為第 1 閾值以上的狀態（或者超過第 1 閾值的狀態）在預定的第 1 持續時間的期

間持續保持；

(2) 前述風向偏差的絕對值為較之前述第 1 閾值更大的第 2 閾值以上的狀態（或者超過第 2 閾值的狀態）在較之前述第 1 持續時間更短的第 2 持續時間的期間持續保持；

令前述機艙進行轉向迴旋的步驟，而且其轉向迴旋的量至少係與符合前述條件（1）或（2）的任何一個成立條件的第 1 或第 2 閾值相當的角度量、

計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數的步驟、

如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化的步驟、以及

如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化的步驟。

12. 一種風力發電裝置的控制方法，該風力發電裝置係具有搭載了風車轉子的機艙，其特徵為：

具備：

用來測定風向的步驟、

從所測定的前述風向與前述風車轉子的方向來計算出風向偏差的步驟、

假設現在時刻為 t_0 、 T_1 為預定值、時刻 t_s 為 $t_0 - T_1 \leq t_s \leq t_0$ 的情況下，在 $t_s \leq t \leq t_0$ 的期間的所有的時刻 t 中，如果前述風向偏差符合預定條件的話，就令前述機艙進行轉向迴旋的步驟、

計測從現在起至預定時間前為止的期間內所執行過的轉向迴旋的次數的步驟、

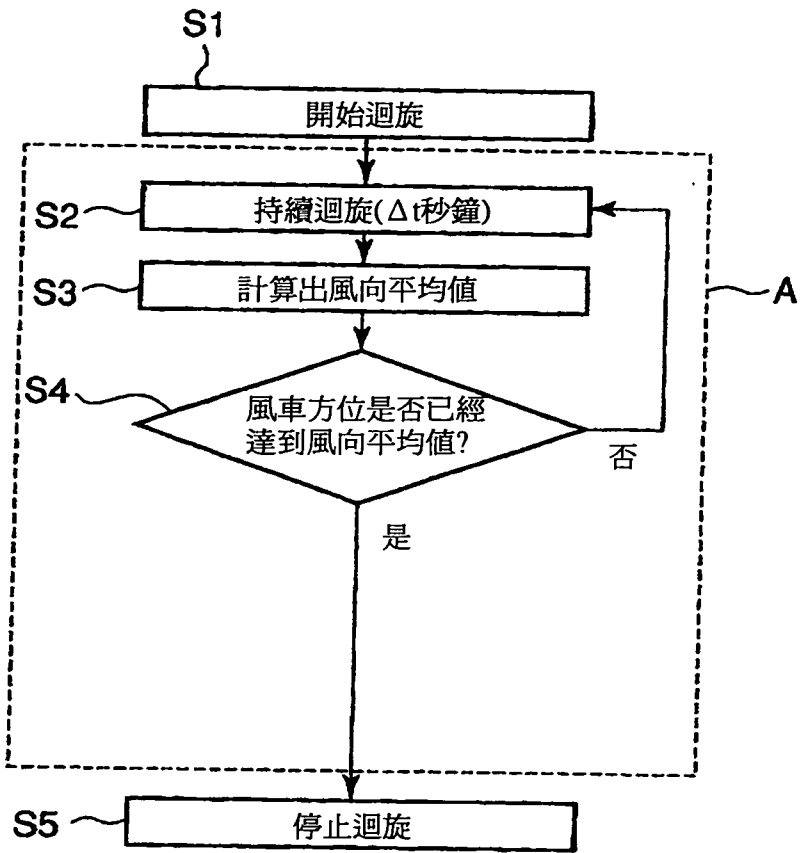
如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更少的情況下，就將迴旋條件予以緩和化的步驟、以及
如果所執行過的前述轉向迴旋的次數較之預定次數更多的情況下，就將迴旋條件予以嚴格化的步驟，

而前述預定條件係：

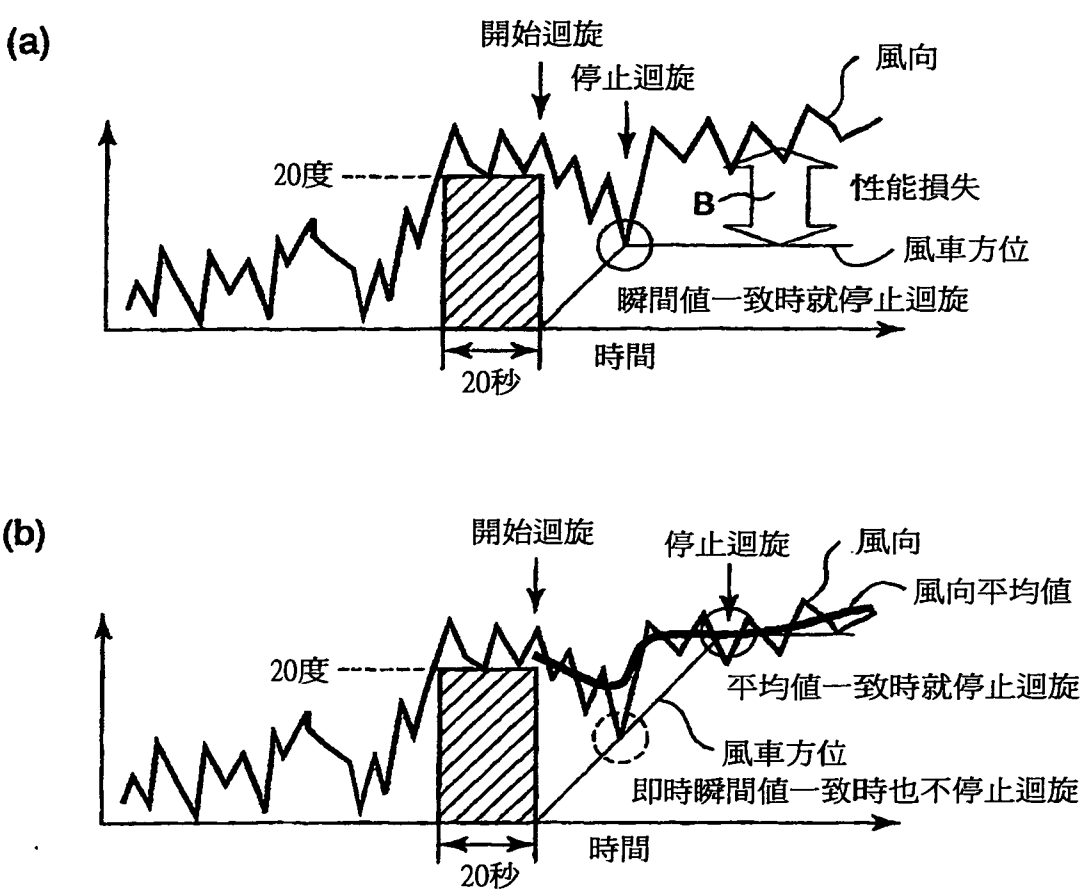
$$|\Delta\theta(t)| \geq \theta_{TH}(t_s)$$

此處， $|\Delta\theta(t)|$ 係各個時刻 t 的前述風向偏差的絕對值、 $\theta_{TH}(t)$ 是在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間廣義地單調增加的函數、此外，對於前述 $\theta_{TH}(t)$ 的時間的導函數 $d\theta_{TH}(t)/dt$ 係除了無法定義導函數的時刻 t 以外，在 $t_0 - T_1 \leq t \leq t_0$ 的期間是廣義地單調增加。

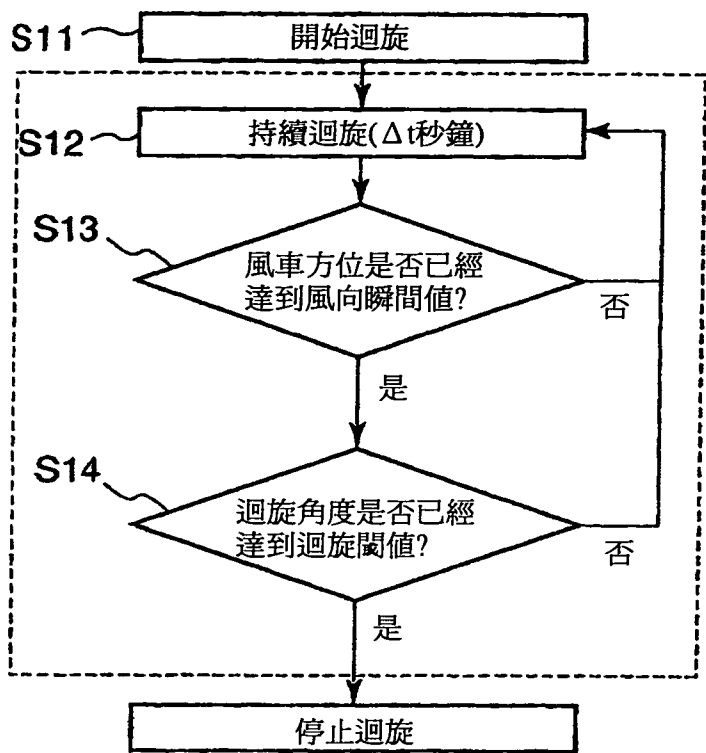
第1圖



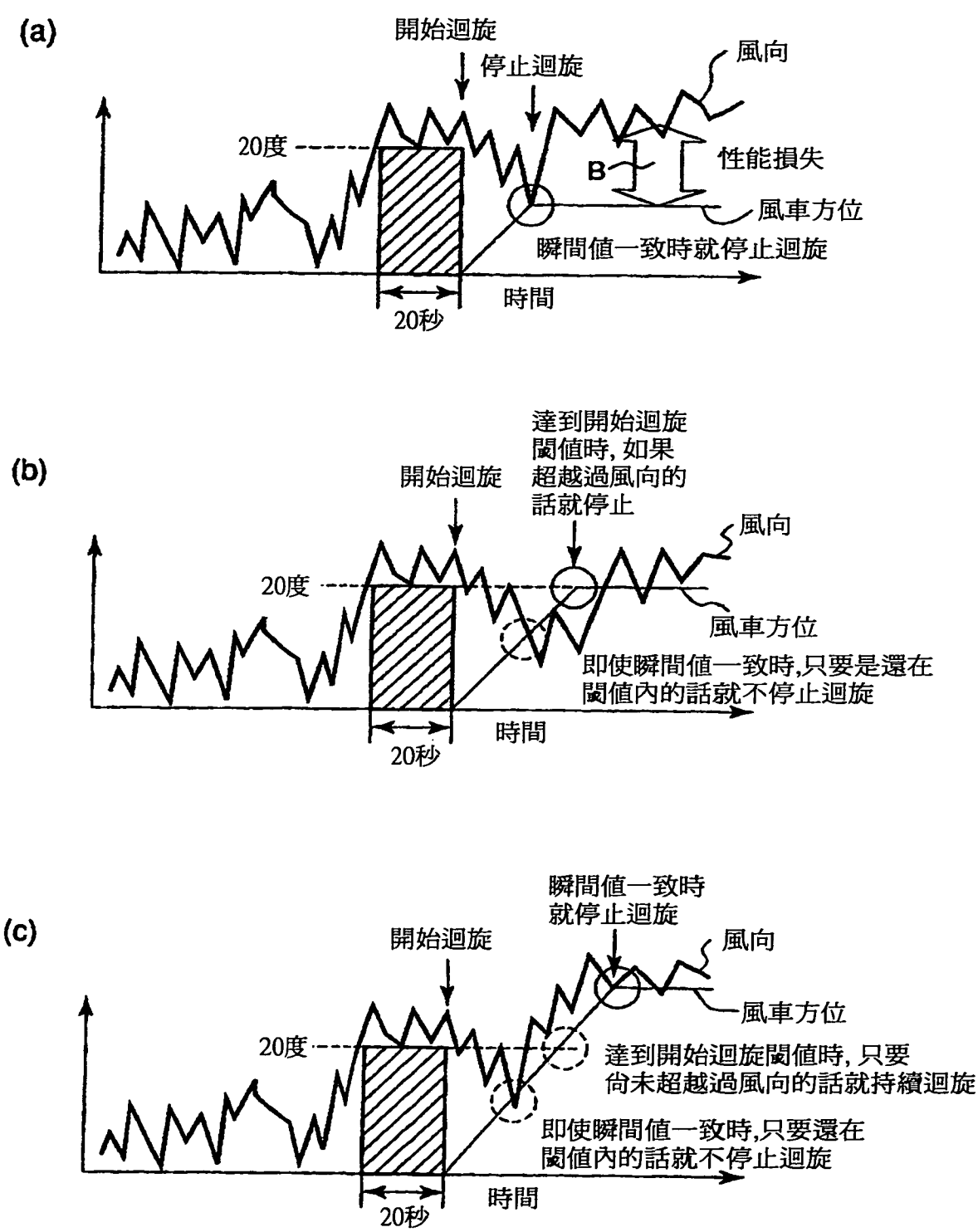
第2圖



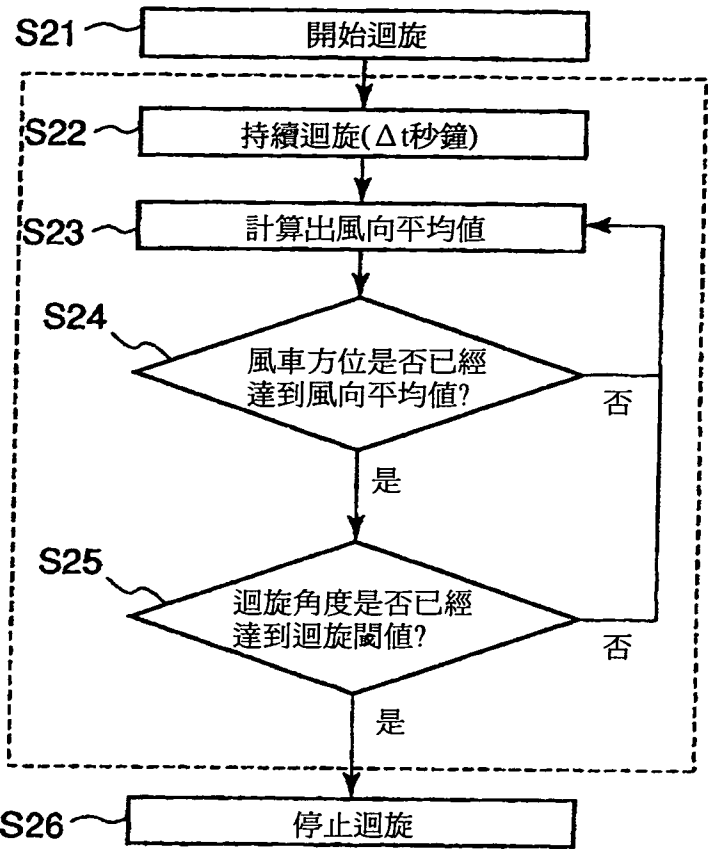
第3圖



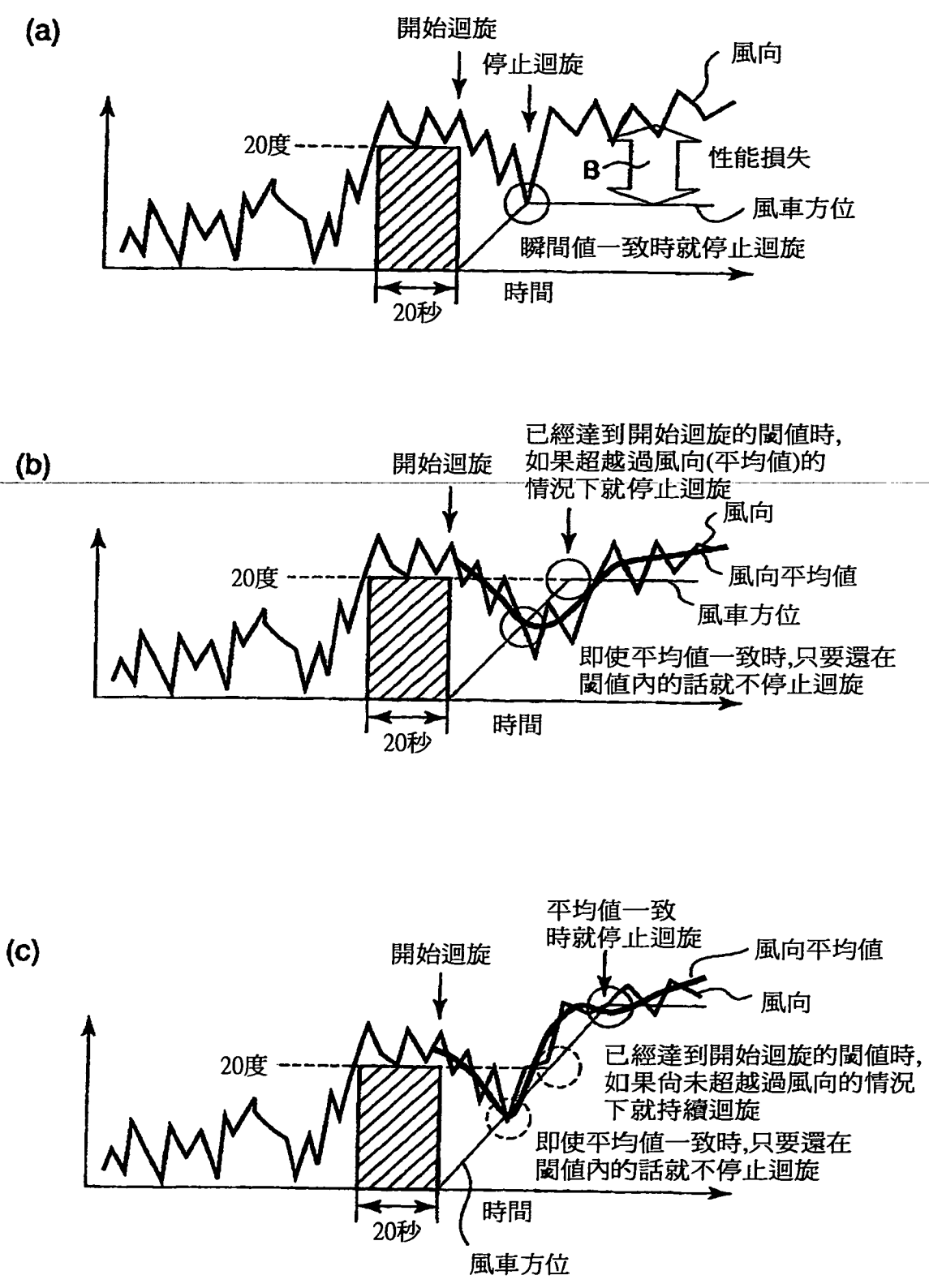
第4圖



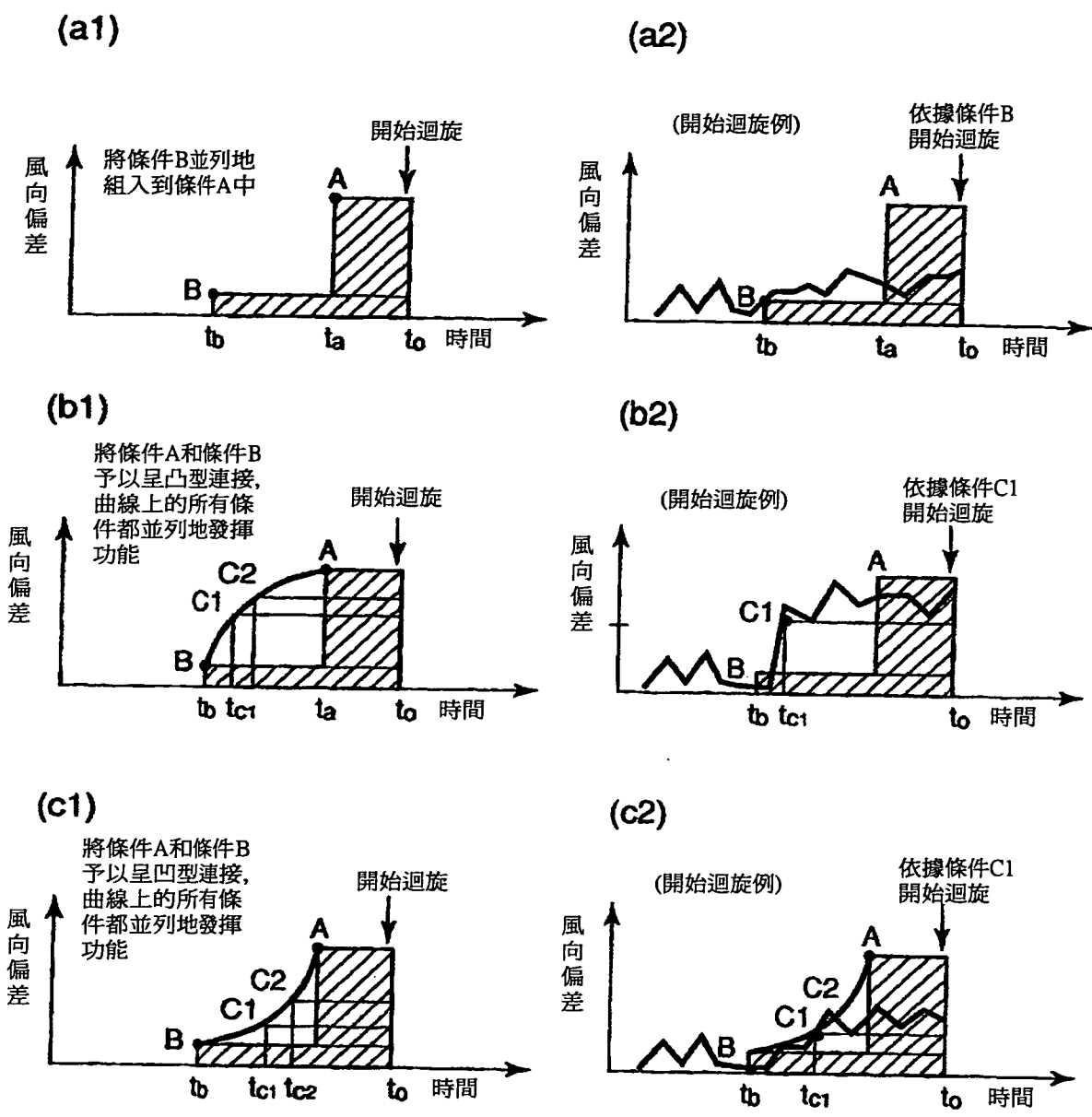
第5圖



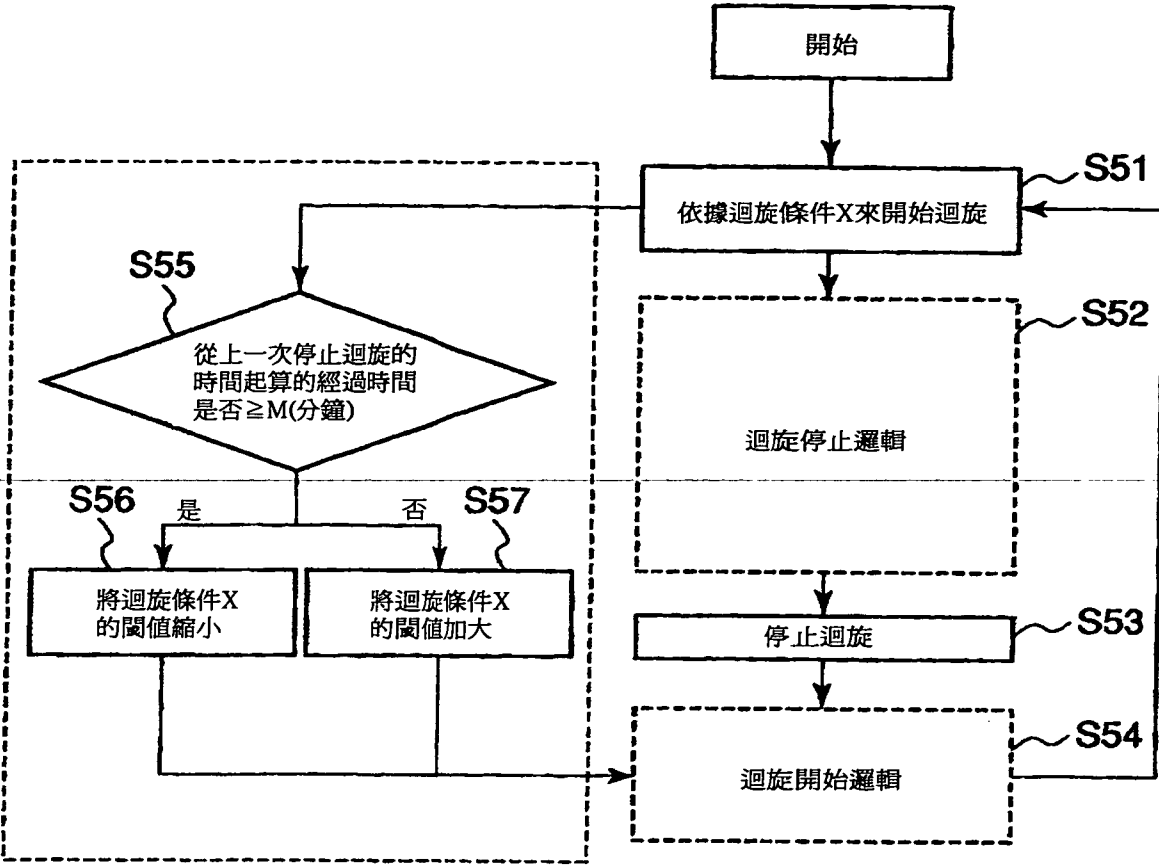
第6圖



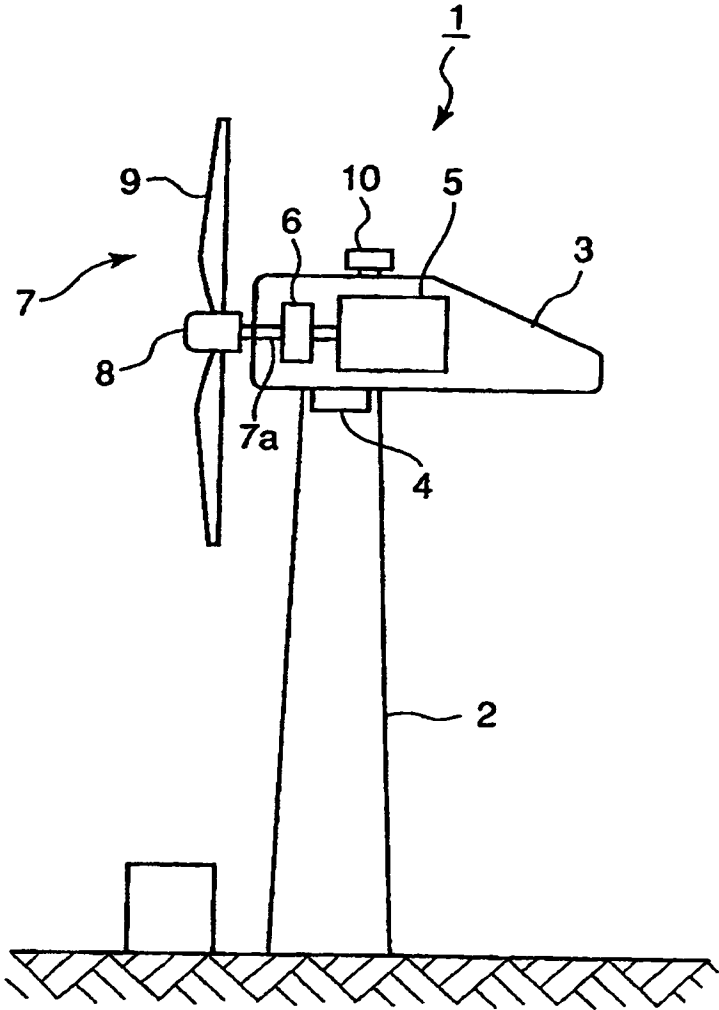
第7圖



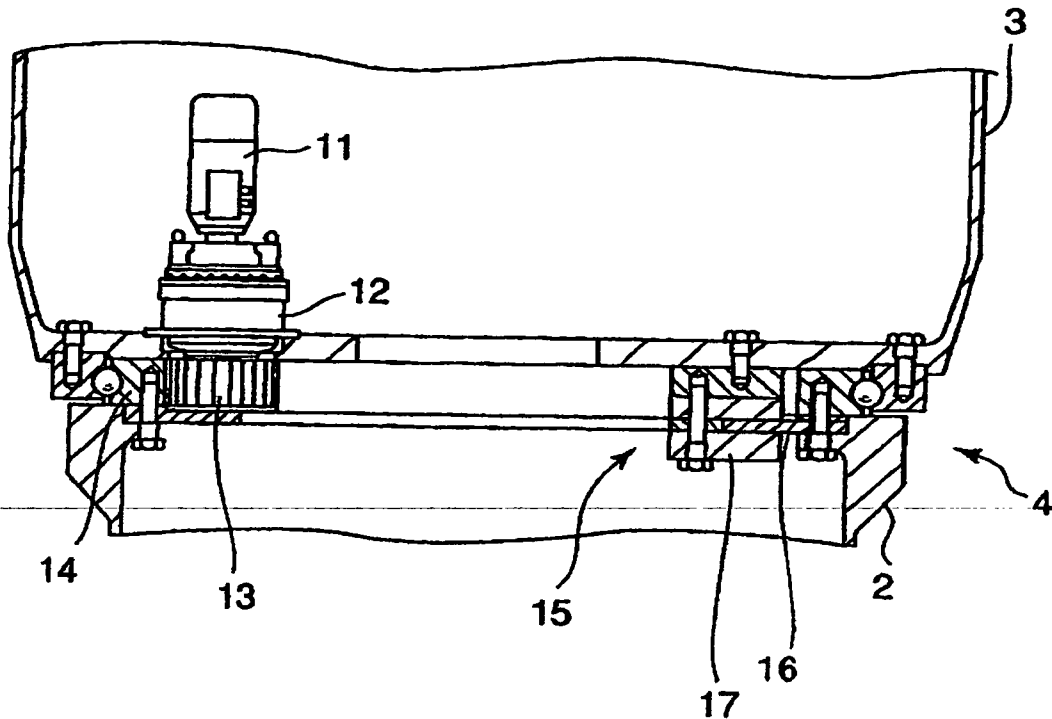
第8圖



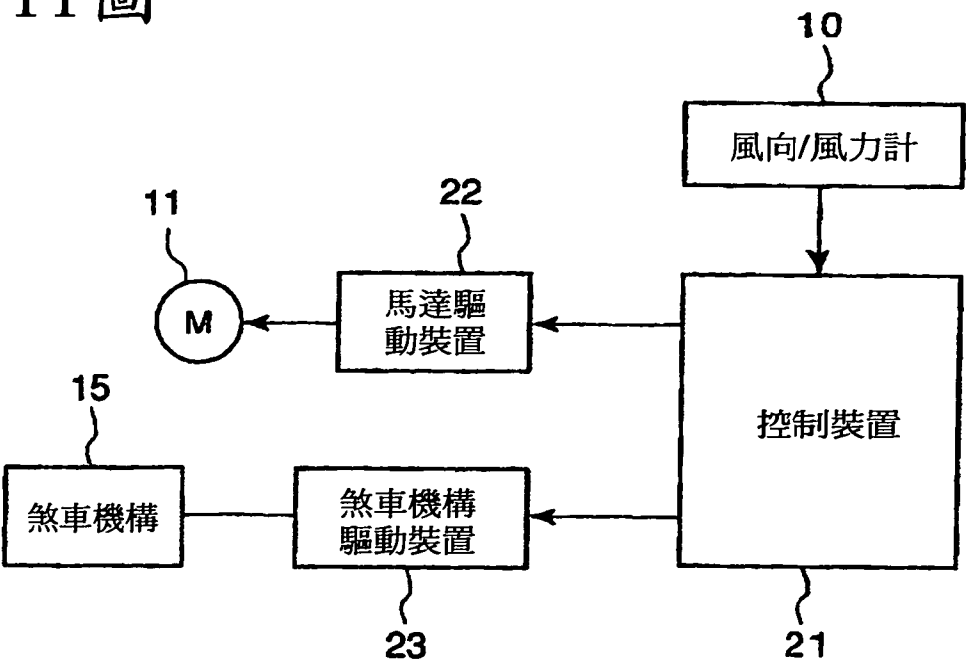
第9圖



第10圖

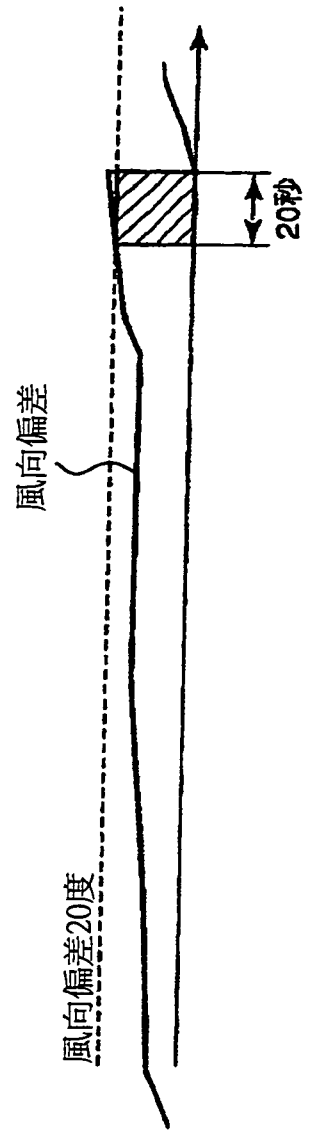


第11圖

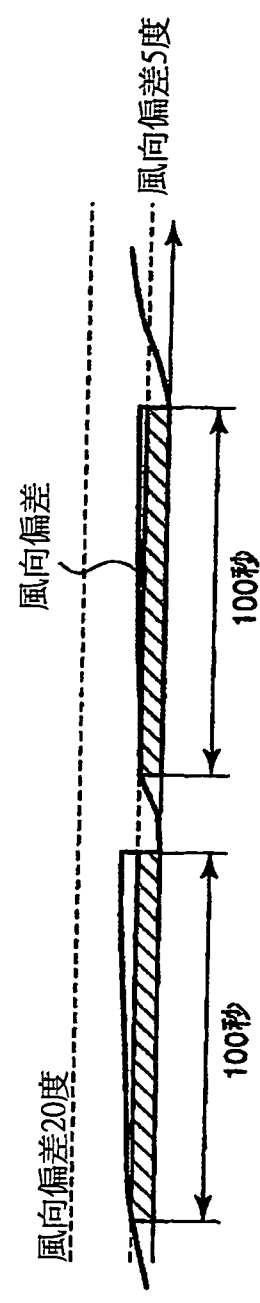


第12圖

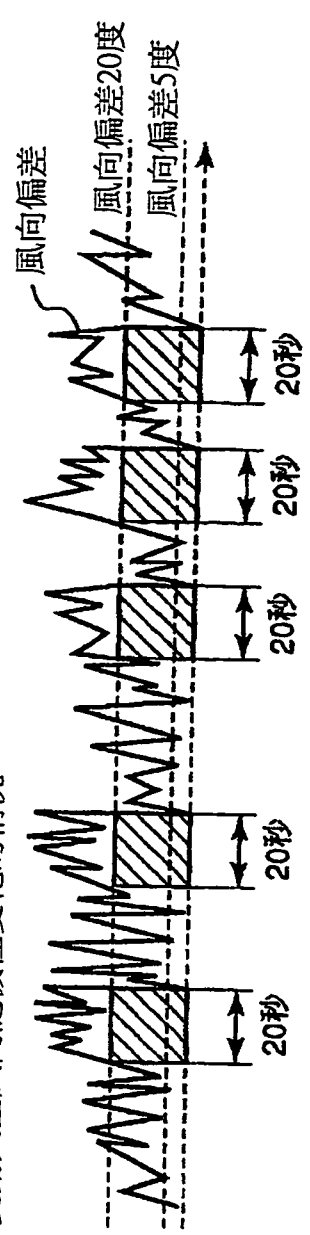
(a) 傳統方式



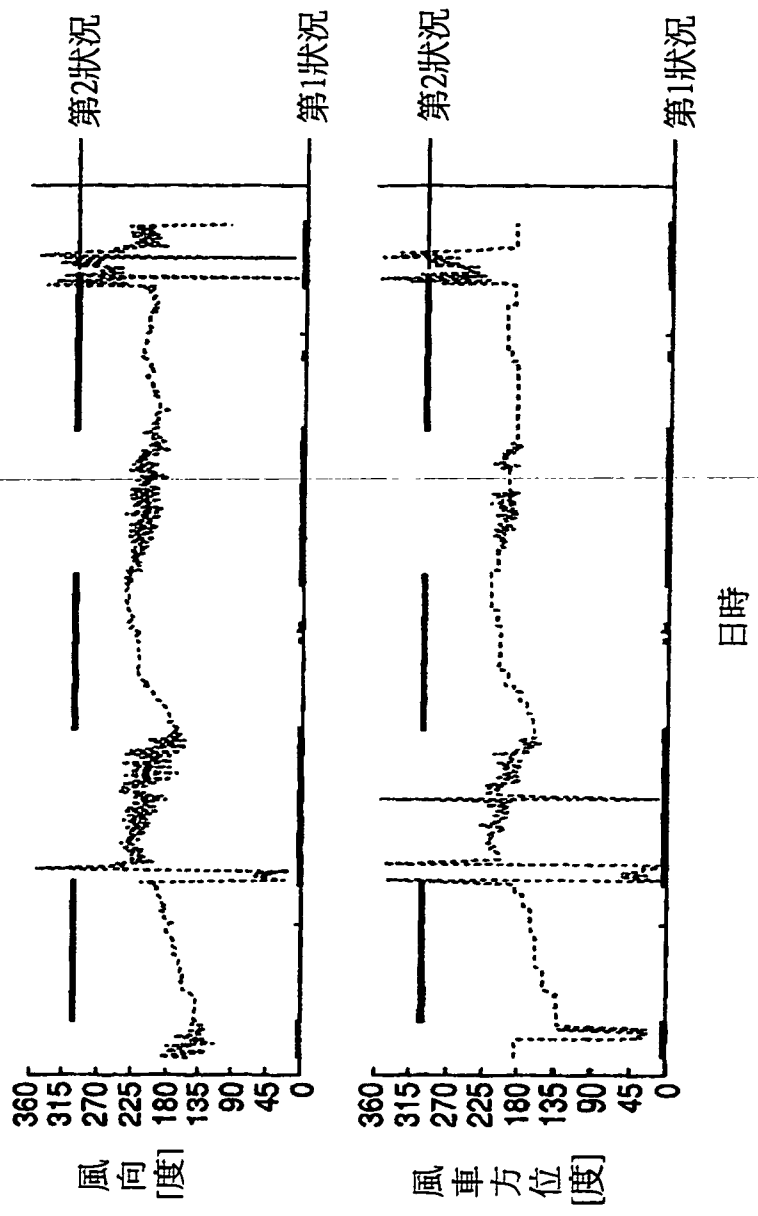
(b) 變動小且風向朝一定方向變化的情況



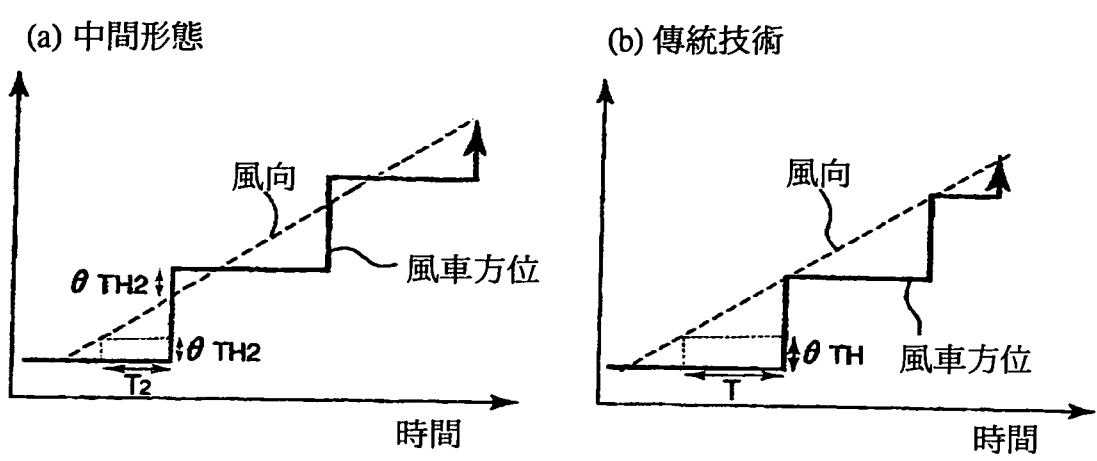
(c) 變動大且風向隨機性變化的情況



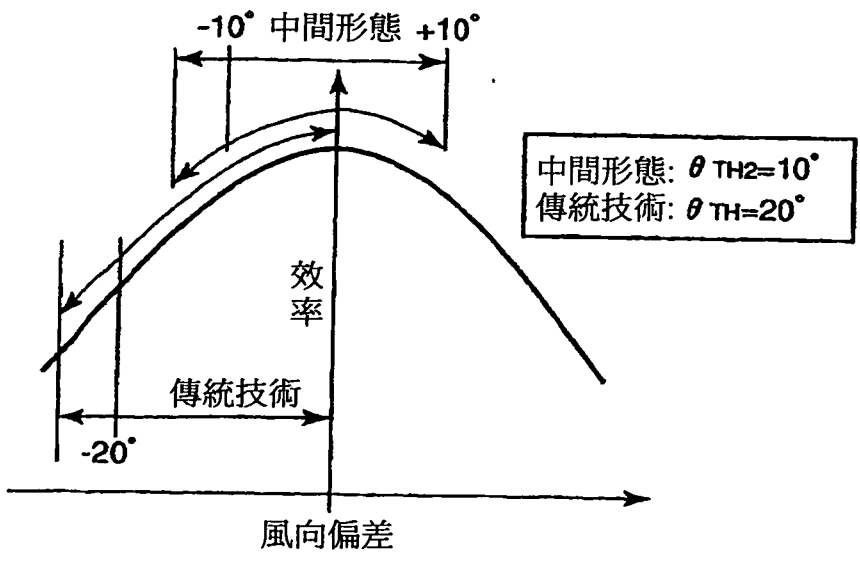
第13圖



第14圖

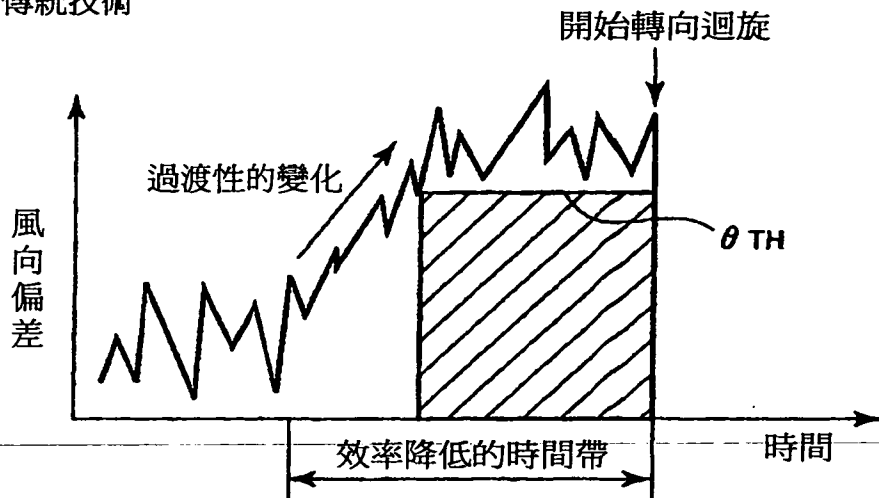


第15圖

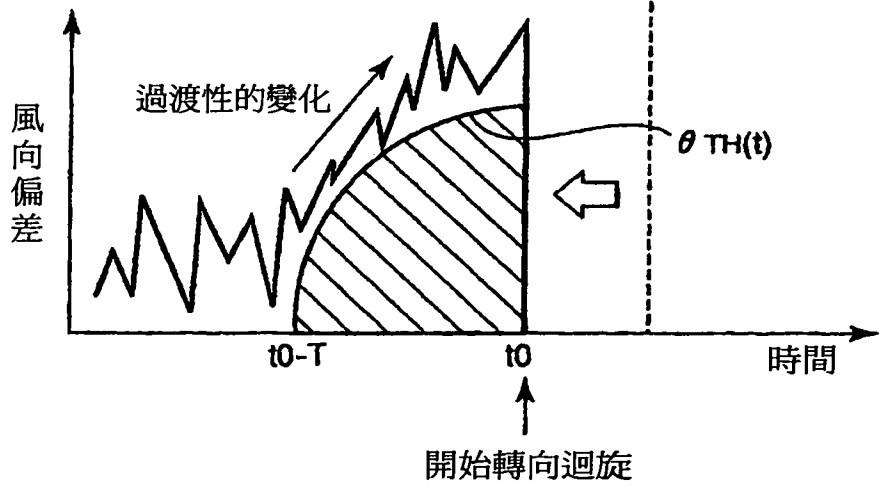


第16圖

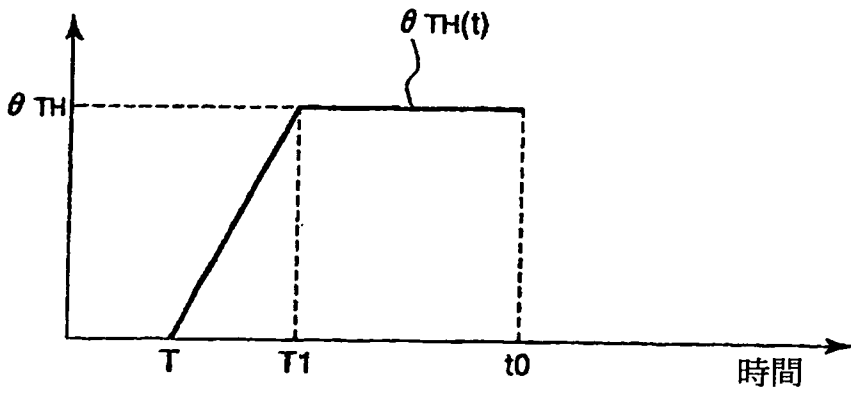
(a) 傳統技術



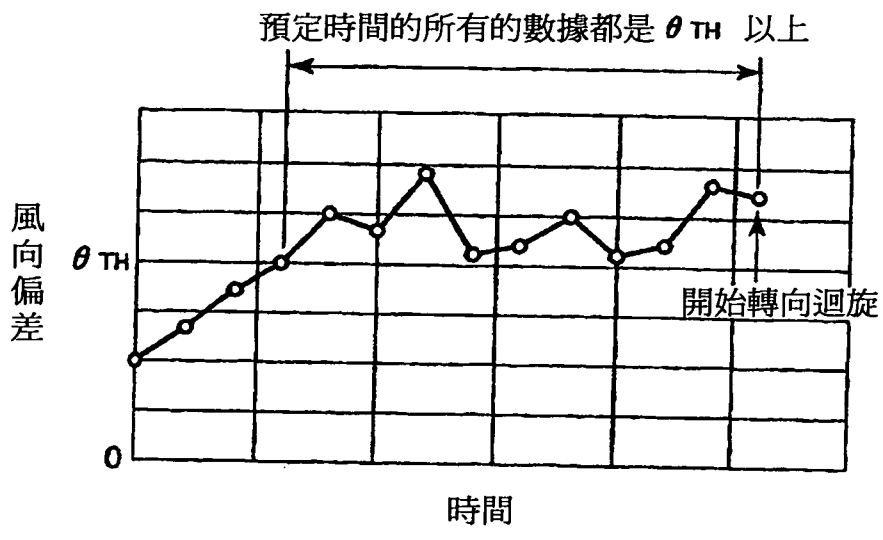
(b) 中間形態



第17圖



第18圖



第19圖

