



(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 I470151 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 21 日

(21)申請案號：100149274

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 28 日

(51)Int. Cl. : **F03D7/04 (2006.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：桂人傑 GUEY, ZEN JEY (TW) ; 張永源 CHANG, YUN YUAN (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

(56)參考文獻：

TW 200827548A

TW 200925414A

US 4193005

審查人員：周修平

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：12 共 31 頁

(54)名稱

風力發電系統

WIND TURBINE SYSTEM

(57)摘要

一種風力發電系統，包括機艙、發電機、中央控制模組、葉輪、傳動模組、轉速感測模組、旋角驅動模組、輪轂控制器以及滑環裝置。輪轂控制器可接收來自中央控制模組的第一旋角命令，亦可藉由轉速感測模組感測輪轂轉速以產生第二旋角命令。若第一旋角命令正常，則輪轂控制器傳遞第一旋角命令至旋角驅動模組。若第一旋角命令不正常，則輪轂控制器傳遞第二旋角命令至旋角驅動模組。旋角驅動模組接收旋角命令後，可控制至少一葉片的旋角，使風力發電系統得以運作。據此，風力發電系統具有分散式控制功能與備援能力。

A wind turbine system including a nacelle, a generator, a central control module, an impeller, a transmission module, a speed sensor module, a pitch angle driving module, a hub controller and a slip-ring apparatus is provided. The hub controller can receive a first pitch command from the central control module and generate a second pitch command with a speed of the hub which is sensed by the speed sensor module. If the first pitch command is correct, the hub controller transmits the first pitch command to the pitch angle driving module. If not, the hub controller transmits the second pitch command to the pitch angle driving module. When the pitch angle driving module receives the pitch command, the pitch angle driving module can control at least one blade so that the wind turbine system can work. Therefore, the wind turbine system has an ability of distribution control and redundancy.

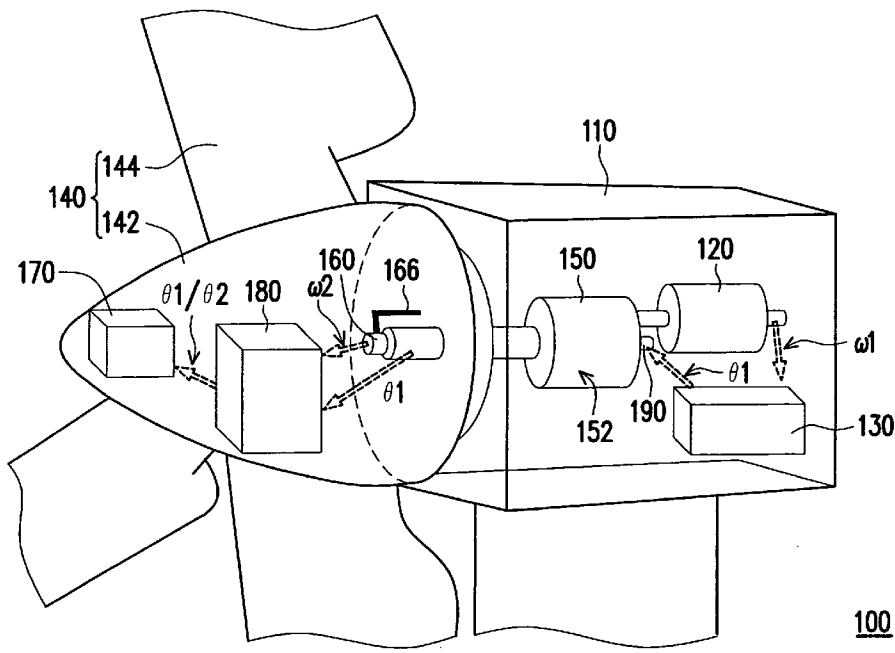
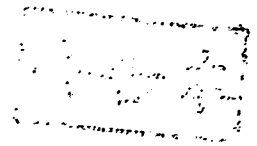


圖 1

- 100 . . . 風力發電系統
- 110 . . . 機艙
- 120 . . . 發電機
- 130 . . . 中央控制模組
- 140 . . . 葉輪
- 142 . . . 輪轂
- 144 . . . 葉片
- 150 . . . 傳動模組
- 152 . . . 齒輪箱
- 160 . . . 轉速感測模組
- 166 . . . 固定架
- 170 . . . 旋角驅動模組
- 180 . . . 輪轂控制器
- 190 . . . 滑環裝置
- $\omega 1$. . . 第一轉速信號
- $\omega 2$. . . 第二轉速信號
- $\theta 1$. . . 第一旋角命令
- $\theta 2$. . . 第二旋角命令



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100149274

※申請日：100.12.29. ※IPC分類：F03D7/04 (2006.01)

一、發明名稱：

風力發電系統/WIND TURBINE SYSTEM

二、中文發明摘要：

一種風力發電系統，包括機艙、發電機、中央控制模組、葉輪、傳動模組、轉速感測模組、旋角驅動模組、輪轂控制器以及滑環裝置。輪轂控制器可接收來自中央控制模組的第一旋角命令，亦可藉由轉速感測模組感測輪轂轉速以產生第二旋角命令。若第一旋角命令正常，則輪轂控制器傳遞第一旋角命令至旋角驅動模組。若第一旋角命令不正常，則輪轂控制器傳遞第二旋角命令至旋角驅動模組。旋角驅動模組接收旋角命令後，可控制至少一葉片的旋角，使風力發電系統得以運作。據此，風力發電系統具有分散式控制功能與備援能力。

三、英文發明摘要：

A wind turbine system including a nacelle, a generator, a central control module, an impeller, a transmission module, a speed sensor module, a pitch angle driving module, a hub controller and a slip-ring apparatus is provided. The hub

controller can receive a first pitch command from the central control module and generate a second pitch command with a speed of the hub which is sensed by the speed sensor module. If the first pitch command is correct, the hub controller transmits the first pitch command to the pitch angle driving module. If not, the hub controller transmits the second pitch command to the pitch angle driving module. When the pitch angle driving module receives the pitch command, the pitch angle driving module can control at least one blade so that the wind turbine system can work. Therefore, the wind turbine system has an ability of distribution control and redundancy.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：風力發電系統

110：機艙

120：發電機

130：中央控制模組

140：葉輪

142：輪轂

144：葉片

150：傳動模組

- 152：齒輪箱
- 160：轉速感測模組
- 166：固定架
- 170：旋角驅動模組
- 180：輪轂控制器
- 190：滑環裝置
- $\omega 1$ ：第一轉速信號
- $\omega 2$ ：第二轉速信號
- $\theta 1$ ：第一旋角命令
- $\theta 2$ ：第二旋角命令

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】

本發明是有關於一種風力發電系統，且特別是有關於一種具有分散式控制功能與備援能力的風力發電系統。

【先前技術】

近年來，為了達到節能減碳與能源自主的目標，再生能源的運用已成為備受關注的焦點，而風力發電亦是其中之一。以風力資源的含量進行比較，海上風力資源較豐富，反之陸域風力資源較少，且使用限制條件較多，因此許多擁有海岸線的工業化國家已大力投入離岸風能的開發，除了在離岸建造大型風力發電機之外，也持續針對大型風力發電機進行改良研究。

大型風力發電機之運轉有兩種主要的控制手段，分別為調整發電機之轉速以及調整葉片角度。前者用以在額定風速以下對風能進行最佳功率追蹤，後者用以在額定風速以上對風能進行功率限制。另外，葉片角度的調節方式包括被動失速(passive stall)、主動失速(active stall)以及旋角調節(pitch regulation)等方式，其中旋角調節之控制方式可依據風速來調整葉片旋角(pitch angle)，且搭配變速發電機所組合而成的風力控制系統具有最高的可控性，因此已普遍應用在大型風力發電機中，而此類風力發電機又可稱為可變速可變旋角(Variable-Speed Pitch-Regulated, VSPR)風力發電機。

當大型風力發電機運作時，葉片(blade)與輪轂(hub)均會產生轉動。當風力發電機運轉時，中央控制器(central controller)執行速度控制與旋角控制的計算後，產生轉換器命令(converter command)與旋角命令(pitch command)，並分別輸出給電力轉換器(power converter)以及輪轂控制器(hub controller)，以達成變速與調節旋角的目的。由於中央控制器與轉換器可設置在機艙(nacelle)，兩者之間的信號傳遞並無太大困難。相對地，輪轂控制器設置在輪轂內，且輪轂與機艙以直接或間接的方式耦合。當風力發電機運作時，產生轉動的輪轂無法以固定的導線連接至機艙。據此，機艙與輪轂之間可設置滑環(slip-ring)裝置，用以在轉動的輪轂與固定的機艙之間進行旋角命令的信號傳輸。待輪轂控制器接收到旋角命令並傳遞至旋角控制系統，旋角控制系統可控制葉片旋轉至指定角度。

由此可知，輪轂控制器傳遞至旋角控制系統的旋角命令僅來自中央控制器，亦即輪轂控制器只能傳遞旋角命令，不能自行產生旋角命令。此外，在中央控制器與輪轂控制器的連結中扮演重要角色的滑環裝置，容易因磨耗或物理環境的污染等問題而產生損毀，此時輪轂控制器將因為無法接收來自中央控制器的旋角命令而失去運作能力。再者，此類大型風力發電機多設置於離岸地區，一旦發生故障，可能面臨維修所需之人力物力運輸不易或成本較高等問題，延遲搶修的機會。

【發明內容】

本發明提供一種風力發電系統，用以提供風力發電機獨立運作與備援的功能。

為具體描述本發明之內容，在此提出一種風力發電系統，包括一機艙、一發電機、一中央控制模組、一葉輪、一傳動模組、一轉速感測模組、至少一旋角驅動模組以及一輪轂控制器。發電機設置於機艙內。中央控制模組亦設置於機艙內，用以接收發電機之一第一轉速信號，並且輸出相應的一第一旋角命令。葉輪具有一輪轂以及連接輪轂的至少一葉片。每一葉片各別連接至少一旋角驅動模組中的一或多個。傳動模組連接於發電機與葉輪之間。轉速感測模組設置於輪轂內，用以感測輪轂的轉速，並輸出相應的一第二轉速信號。輪轂控制器設置於輪轂內，並耦接至轉速感測模組以及旋角驅動模組。輪轂控制器適於接收第一旋角命令，並且判斷第一旋角命令是否正常，其中若第一旋角命令正常，則輪轂控制器傳遞第一旋角命令至旋角驅動模組，以供旋角驅動模組控制至少一葉片的旋角，而若第一旋角命令不正常，則輪轂控制器依據第二轉速信號計算出相應的一第二旋角命令，並將第二旋角命令輸出至旋角驅動模組，以供旋角驅動模組控制至少一葉片的旋角。

在本發明之一實施例中，上述之中央控制模組包括一中央控制器以及一電力轉換器，且電力轉換器耦接於發電機與中央控制器之間。

在本發明之一實施例中，上述之傳動模組包括一齒輪

箱。

在本發明之一實施例中，上述之風力發電系統更包括一滑環裝置，連接於中央控制模組與輪轂控制器，用以傳遞第一旋角命令至輪轂控制器。

在本發明之一實施例中，上述之旋角驅動模組包括一電動機、一齒輪箱以及一驅動器，其中齒輪箱耦合於電動機與至少一葉片之間，驅動器適於接收第一旋角命令或第二旋角命令，用以驅動電動機並經由齒輪箱來控制至少一葉片的旋角。

在本發明之一實施例中，上述之轉速感測模組包括一轉速感測器。

在本發明之一實施例中，上述之轉速感測器包括一轉速發電機(tacho-generator)。

在本發明之一實施例中，上述之轉速感測模組包括一轉角感測器以及一韌體，其中韌體搭配轉角感測器以輸出第二轉速信號。

在本發明之一實施例中，上述之轉角感測器包括一解角器(resolver)或一編碼器(encoder)。

基於上述，本發明提出一種風力發電系統，藉由輪轂控制器判斷所接收的第一旋角命令是否正常，並利用轉速感測模組感測輪轂轉速，輸出相應的第二轉速信號。當輪轂控制器判斷第一旋角命令正常時，輪轂控制器可將第一旋角命令傳遞至旋角驅動模組。當輪轂控制器判斷第一旋角命令不正常時，輪轂控制器可依據第二轉速信號計算出

第二旋角命令並傳遞至旋角驅動模組。據此，無論中央控制模組所輸出的第一旋角命令是否能透過滑環裝置傳遞至輪轂控制器，輪轂控制器都可傳遞一旋角命令至旋角驅動模組，使旋角驅動模組得以控制至少一葉片的旋角，亦即輪轂控制器可獨立運作並產生旋角命令，使風力發電系統具有分散式控制功能與備援能力。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1 是依照本發明一實施例之一種風力發電系統的示意圖。本實施例之風力發電系統 100 包括機艙 110、發電機 120、中央控制模組 130、葉輪 140、傳動模組 150、轉速感測模組 160、至少一旋角驅動模組 170、輪轂控制器 180 以及滑環裝置 190。發電機 120、中央控制模組 130 以及傳動模組 150 設置於機艙 110 內。葉輪 140 具有一輪轂 142 以及連接輪轂 142 的多個葉片 144。本實施例的葉片數量為三個，包括葉片 144a、144b、144c。傳動模組 150 包括一齒輪箱 152，以直接或間接方式耦合於發電機 120 與葉輪 140 之間。在本實施例中，齒輪箱 152 可為一變速齒輪箱，具有一轉速比，使得發電機 120 之轉速與葉輪 140 之轉速存在特定的比值。當風力發電系統 100 運作時，葉輪 140 呈現轉動狀態，以藉由傳動模組 150 帶動發電機 120 發電。

此外，圖 2 繪示本實施例之滑環裝置 190 的示意圖。為了在葉輪 140 處於轉動的狀態下，使得設置在轉動的輪殼 142 內的輪殼控制器 180 與設置在機艙 110 內的中央控制模組 130 得以進行資料與電源信號的傳遞，本實施例藉由滑環裝置 190 來耦接葉輪 140 的輪殼 142 與機艙 110。滑環裝置 190 的轉動端 192 連接輪殼 142，且轉動端 192 上設有連接器 192a，用以電連接輪殼控制器 180。此外，滑環裝置 190 的固定端 194 固定於機艙 110，且固定端 194 上設有連接器 194a，用以電連接中央控制模組 130。轉動端 192 連接的轉軸 196 設置於固定端 194 內，可相對於固定端 194 轉動，且固定端 194 具有電刷(brushes)194b，用以與轉軸 196 上的導電環 196a 接觸，並傳遞資料與電源信號。轉動端 192 的連接器 192a 電連接至導電環 196a，而固定端 194 的連接器 194a 電連接至電刷(brushes)194b。如此，便可在葉輪 140 轉動的狀態下藉由滑環裝置 190 來傳遞輪殼控制器 180 與中央控制模組 130 之間的資料與電源信號。

當風力發電機運轉時，中央控制模組 130 執行速度控制與旋角控制的計算，並且經由輪殼控制器 180 來驅動旋角驅動模組 170，以調節葉片 144a~144c 的旋角。

圖 3 是圖 1 之葉輪的分解示意圖。如圖 3 所示，本實施例對應於葉片的數量可以設置多個旋角驅動模組，例如包括分別連接至葉片 144a~144c 的旋角驅動模組 170a~170c，以接受來自輪殼控制器 180 的旋角命令並分別

驅動相應的葉片 144a~144c。雖然本實施例是以各自對應的三組葉片 144a~144c 與旋角驅動模組 170a~170c 為例進行說明，但實際上本發明並不限制葉片 144 與旋角驅動模組 170 的數量與配置。在本發明的其他實施例中，風力發電系統可採用一或多個旋角驅動模組來驅動一個葉片。

圖 4 是圖 1 之風力發電系統的方塊圖。圖 5 是圖 1 之風力發電系統在中央控制模組處的示意圖。請同時參考圖 1、圖 4 及圖 5，在本實施例中，當風力發電系統 100 正常運作時，設置在機艙 110 內的中央控制模組 130 接收來自發電機 120 的一第一轉速信號 ω_1 。風力發電系統 100 可藉由調整葉片 144 之旋角進行風能的功率限制。具體的旋角調節方法為在中央控制模組 130 中內建一旋角控制(pitch control)機制 136，以接收轉速信號並計算相應之旋角命令。中央控制模組 130 設置於機艙 110 內，包括一中央控制器 132 以及一電力轉換器 134，且電力轉換器 134 耦接於發電機 120 與中央控制器 132 之間。請參考圖 4 及圖 5，中央控制器 132 接收第一轉速信號 ω_1 後，經由中央控制器 132 內的旋角控制機制 136 計算出相應的一第一旋角命令 θ_1 ，並藉由滑環裝置 190 傳遞至設置在旋轉的葉輪 140 中的輪轂控制器 180。此外，中央控制器 132 亦會傳遞一轉換器命令至電力轉換器 134。

圖 6 是圖 1 之風力發電系統的第一旋角命令傳遞方式的示意圖。承上所述，中央控制器 132 經由滑環裝置 190 傳遞第一旋角命令 θ_1 至輪轂控制器 180 後，輪轂控制器

180 可判斷第一旋角命令 θ_1 的傳遞是否正常。若第一旋角命令 θ_1 正常，則輪轂控制器 180 傳遞第一旋角命令 θ_1 至各旋角驅動模組 170a~170c 以分別控制相應之葉片 144a~144c 的旋角。

然而，當第一旋角命令 θ_1 不正常時，即表示輸出旋角命令的中央控制模組 130 或者傳遞旋角命令的滑環裝置 190 產生問題。因此，本實施例將轉速感測模組 160 設置於輪轂 142 內，並以固定架 166 固定於輪轂 142 的機構上，如圖 1 所示，可感測輪轂 142 的轉速，並輸出相應的一第二轉速信號 ω_2 至輪轂控制器 180。轉速感測模組 160 感測輪轂 142 的轉速並輸出第二轉速信號 ω_2 ，而第二轉速信號 ω_2 與第一轉速信號 ω_1 具有一比例關係。如前所述，齒輪箱 152 的設置使得發電機 120 之轉速與葉輪 140 之轉速存在特定的比值。由於輪轂 142 設置在葉輪 140 側，可將輪轂 142 的轉速與葉輪 140 的轉速視為等效。據此，轉速感測模組 160 感測輪轂 142 的轉速所得之第二轉速信號 ω_2 與發電機 120 所傳遞之第一轉速信號 ω_1 之間也存在一比例關係。

當輪轂控制器 180 接收到來自轉速感測模組 160 的第二轉速信號 ω_2 後，可經由計算後輸出一相應之旋角命令來取代第一旋角命令 θ_1 ，而使輪轂控制器 180 可獨立運作與並具有備援能力。詳細實施方法將在以下依序描述。

詳細而言，請參考圖 4，當輪轂控制器 180 接收第二轉速信號 ω_2 後，可經由內建於輪轂控制器 180 中的旋角

控制機制 182，計算出與第二轉速信號 ω_2 相應的一第二旋角命令 θ_2 。此旋角控制機制 182 可由現有之中央控制模組 130 內的旋角控制機制 136 直接嵌入。將第二轉速信號 ω_2 以一比例關係輸入旋角控制機制 182 後，計算而得的第二旋角命令 θ_2 可視為與第一旋角命令 θ_1 相等。據此，當第一旋角命令 θ_1 不正常時，第二旋角命令 θ_2 可取代第一旋角命令 θ_1 ，由輪轂控制器 180 傳遞至各旋角驅動模組 170，使各旋角驅動模組 170 控制相應之葉片 144 的旋角。據此，輪轂控制器 180 可獨立運作與並具有備援能力。

關於旋角控制機制 136、182 傳遞訊號的方式，請參考圖 7。圖 7 是圖 1 之風力發電系統在旋角控制機制處的示意圖。旋角控制機制 136、182 可依一額定轉速 (rated speed) 信號與一測量轉速 (measured speed) 信號，其中額定轉速信號為一固定設定值，而測量轉速信號是測量實際轉速而得。旋角控制機制 136、182 將額定轉速信號與測量轉速信號之間的誤差傳遞至一比例-積分控制器 (PI controller)，並藉由比例-積分控制器輸出參考旋角 (reference pitch angle) 至各旋角驅動模組 170。

更具體的說，當旋角控制機制 136 內建於中央控制模組 130 時，旋角控制機制 136 處理一固定設定值的額定轉速信號與經由測量發電機 120 實際轉速所得的測量轉速信號，此測量轉速信號即為第一轉速信號 ω_1 。旋角控制機制 136 將額定轉速信號與第一轉速信號 ω_1 之間的誤差傳遞至比例-積分控制器，並藉由比例-積分控制器輸出第一

旋角命令 θ_1 至各旋角驅動模組 170。

反之，當旋角控制機制 182 內建於輪轂控制器 180 時，旋角控制機制 182 處理一固定設定值的額定轉速信號與經由轉速感測模組 160 測量輪轂 142 實際轉速所得的測量轉速信號，此測量轉速信號即為第二轉速信號 ω_2 。旋角控制機制 182 將額定轉速信號與第二轉速信號 ω_2 之間的誤差傳遞至比例—積分控制器，並藉由比例—積分控制器輸出第二旋角命令 θ_2 至各旋角驅動模組 170。

由此可知，將旋角控制機制 136、182 分別內建於中央控制模組 130 與輪轂控制器 180，可使中央控制模組 130 與輪轂控制器 180 都可依據額定轉速信號與測量轉速信號計算出相應的旋角命令，並傳遞至各旋角驅動模組 170，因此風力發電系統 100 具有分散控制的能力。

圖 8 是圖 1 之風力發電系統的第二旋角命令傳遞方式的示意圖。承上所述，當輪轂控制器 180 判斷第一旋角命令 θ_1 不正常，輪轂控制器 180 接收來自轉速感測模組 160 的第二轉速信號 ω_2 ，並藉由內建的旋角控制機制 182 計算出相應之第二旋角命令 θ_2 。輪轂控制器 180 傳遞第二旋角命令 θ_2 至各旋角驅動模組 170，以分別控制相應之葉片 144 的旋角。在本實施例中，旋角驅動模組 170a~170c 接受來自輪轂控制器 180 的第二旋角命令 θ_2 並分別控制相應之葉片 144a~144c 的旋角。

關於轉速感測模組 160 感測輪轂 142 轉速的方式，可參考圖 9。圖 9 是圖 1 之風力發電系統在轉速感測模組處

的示意圖。在本實施例中，轉速感測模組 160 可包括一轉速感測器 162，用以量測輪殼 142 的轉速並輸出第二轉速信號 ω_2 至輪殼控制器 180 以驅動旋角驅動模組 170，其中轉速感測器 162 可為一轉速發電機。

然而，轉速感測模組 160 亦可藉由其它方式感測輪殼 142 的轉速，如圖 10 所示。圖 10 是本發明另一實施例之風力發電系統在轉速感測模組處的示意圖。在另一實施例中，轉速感測模組 160 可包括一轉角感測器 164a 以及一韌體 164b，其中轉角感測器 164a 可為一解角器或一編碼器，可量測輪殼 142 的轉角變動量與計算相對轉速，並由韌體 164b 輸出第二轉速信號 ω_2 至輪殼控制器 180 以驅動旋角驅動模組 170。

當輪殼控制器 180 傳遞第一旋角命令 θ_1 ，或者接收第二轉速信號 ω_2 後再輸出第二旋角命令 θ_2 ，輪殼控制器 180 可將旋角命令傳送至各旋角驅動模組 170。圖 11 是圖 1 之風力發電系統在旋角驅動模組處的示意圖。請參考圖 1 及圖 11，每一旋角驅動模組 170 分別包括一電動機 172、一齒輪箱 174 以及一驅動器 176。承上所述，輪殼控制器 180 傳遞旋角命令至各旋角驅動模組 170。當第一旋角命令 θ_1 正常時，輪殼控制器 180 傳遞第一旋角命令 θ_1 。反之，當第一旋角命令 θ_1 異常時，輪殼控制器 180 傳遞第二旋角命令 θ_2 。總而言之，輪殼控制器 180 傳遞出第一旋角命令 θ_1 或第二旋角命令 θ_2 至各旋角驅動模組 170，而各旋角驅動模組 170 中的驅動器 176 可接收來自輪殼控制器 180 的旋

角命令，並驅動電動機 172，而齒輪箱 174 耦合於電動機 172 與葉片 144 之間。在本實施例中，齒輪箱 174 可為一減速齒輪箱，用以將葉片 144 旋轉至預定角度。

詳細而言，旋角驅動模組 170 藉由信號傳遞而驅動旋角的流程可參考圖 7。當第一旋角命令 θ_1 或第二旋角命令 θ_2 傳送至各旋角驅動模組 170 後，在旋角驅動模組 170 內，由一伺服機構(servomechanism)來執行第一旋角命令 θ_1 或第二旋角命令 θ_2 ，使實際的葉片旋角能追隨旋角命令，且其誤差可藉由此伺服機構進行快速之修正。

每一葉片 144a~144c 可分別被相應之旋角驅動模組 170a~170c 驅動並調節其旋角。當葉片 144 被驅動並調整旋角後，旋角驅動模組 170 回傳旋角之量測值至一增益排程控制(gain scheduling control)機制，並回傳一比例增益(proportional gain)至旋角控制機制 182 內的比例-積分控制器，以補償既存的非線性空氣動力(aerodynamic)特性。據此，各旋角驅動模組 170 可分別控制相應之葉片 144 的旋角。

圖 12 是圖 1 之風力發電系統的轉速信號與旋角命令的傳遞流程圖。請參考圖 12，總的來說，在步驟 S1212 中，發電機 120 傳送第一轉速信號 ω_1 。接著如步驟 S1214 至 S1216 所示，當中央控制模組 130 接收第一轉速信號 ω_1 後，可計算出第一旋角命令 θ_1 ，並經由滑環裝置 190 傳送至輪轂控制器 180。然後，在步驟 S1218 中，輪轂控制器 180 接收第一旋角命令 θ_1 ，且進入一判斷步驟 S1220，以

判斷第一旋角命令 θ_1 是否正常。在步驟 S1220 中，若第一旋角命令 θ_1 正常，則如步驟 S1222 所示，輪轂控制器 180 傳送第一旋角命令 θ_1 至各旋角驅動模組 170。然後，如步驟 1230 所示，旋角驅動模組 170 接收第一旋角命令 θ_1 並分別驅動相應之葉片 144 的旋角。

另一方面，倘若步驟 S1220 中判斷的第一旋角命令 θ_1 異常，則進入步驟 S1224，藉由轉速感測模組 160 感測輪轂 142 的轉速，並傳送相應的第二轉速信號 ω_2 至輪轂控制器 180。接著，如步驟 S1226 所示，輪轂控制器 180 依據接收到的第二轉速信號 ω_2 ，計算出相應的第二旋角命令 θ_2 ，並如步驟 S1228 所示傳遞第二旋角命令 θ_2 至各旋角驅動模組 170。最後再如步驟 1230 所示，旋角驅動模組 170 接收第二旋角命令 θ_2 並分別驅動相應之葉片 144 的旋角。

由此可知，在一般狀態下，風力發電系統 100 藉由中央控制模組 130 接收來自發電機 120 的第一轉速信號 ω_1 ，並輸出相應的第一旋角命令 θ_1 至輪轂控制器 180，並經由輪轂控制器 180 傳遞至各旋角驅動模組 170，以驅動相應之葉片 144 的旋角，使得風力發電系統 100 可正常運作。

反之，當第一旋角命令 θ_1 無法傳遞至輪轂控制器 180 時，風力發電系統 100 可能無法正常運作。據此，轉速感測模組 160 感測輪轂 142 的轉速，並傳送相應的第二轉速信號 ω_2 至輪轂控制器 180，而輪轂控制器 180 依據接收到的第二轉速信號 ω_2 ，計算出相應的第二旋角命令 θ_2 ，並傳遞至各旋角驅動模組 170，以驅動相應之葉片 144 的旋

角，使得風力發電系統 100 可正常運作。

因此，輪轂控制器 180 具有獨立運作的能力，而風力發電系統 100 也具有備援的能力，亦即在一般情況下，風力發電系統 100 藉由第一旋角命令 θ_1 驅動各旋角驅動模組 170 以控制相應之葉片 144 的旋角，而在第一旋角命令 θ_1 異常的情況下，風力發電系統 100 亦可藉由第二旋角命令 θ_2 驅動各旋角驅動模組 170 以控制相應之葉片 144 的旋角，使得風力發電系統 100 可正常運作。

綜上所述，本發明提出一種風力發電系統，藉由在輪轂上設置轉速感測模組，用以感測輪轂轉速，並在輪轂控制器內嵌入旋角控制機制，用以在轉速感測模組傳遞轉速信號至輪轂控制器時，計算出相應的旋角命令。由此可知，本發明提出之風力發電系統，其輪轂控制器具有獨立運作的能力，可在轉速感測模組的協助下自行產生旋角命令，不因中央控制模組輸出的旋角命令無法傳遞而使葉片旋角失去控制，進而造成風力發電系統停止運行。此外，無論是接收中央控制模組的旋角命令，或是輪轂控制器自行產生旋角命令，輪轂控制器都可傳遞一旋角命令至各旋角驅動模組，並控制葉片的旋角，因此，風力發電系統具有分散式控制功能與備援能力。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 是依照本發明一實施例之一種風力發電系統的示意圖。

圖 2 是圖 1 之風力發電系統在滑環裝置處的示意圖。

圖 3 是圖 1 之葉輪的分解示意圖。

圖 4 是圖 1 之風力發電系統的方塊圖。

圖 5 是圖 1 之風力發電系統在中央控制模組處的示意圖。

圖 6 是圖 1 之風力發電系統的第一旋角命令傳遞方式的示意圖。

圖 7 是圖 1 之風力發電系統在旋角控制機制處的示意圖。

圖 8 是圖 1 之風力發電系統的第二旋角命令傳遞方式的示意圖。

圖 9 是圖 1 之風力發電系統在轉速感測模組處的示意圖。

圖 10 是本發明另一實施例之風力發電系統在轉速感測模組處的示意圖。

圖 11 是圖 1 之風力發電系統在旋角驅動模組處的示意圖。

圖 12 是圖 1 之風力發電系統的轉速信號與旋角命令的傳遞流程圖。

【主要元件符號說明】

- 100：風力發電系統
- 110：機艙
- 120：發電機
- 130：中央控制模組
- 132：中央控制器
- 134：電力轉換器
- 136、182：旋角控制機制
- 140：葉輪
- 142：輪轂
- 144、144a、144b、144c：葉片
- 150：傳動模組
- 152：齒輪箱
- 160：轉速感測模組
- 162：轉速感測器
- 164a：轉角感測器
- 164b：韌體
- 166：固定架
- 170、170a、170b、170c：旋角驅動模組
- 172：電動機
- 174：齒輪箱
- 176：驅動器
- 180：輪轂控制器
- 190：滑環裝置
- 192：轉動端

192a、194a：連接器

194：固定端

194b：電刷

196：轉軸

196a：導電環

$\omega 1$ ：第一轉速信號

$\omega 2$ ：第二轉速信號

$\theta 1$ ：第一旋角命令

$\theta 2$ ：第二旋角命令

七、申請專利範圍：

1. 一種風力發電系統，包括：

一機艙；

一發電機，設置於該機艙內；

一中央控制模組，設置於該機艙內，用以接收該發電機之一第一轉速信號，並且輸出相應的一第一旋角命令；

一葉輪，具有一輪轂以及連接該輪轂的至少一葉片；

一傳動模組，連接於該發電機與該葉輪之間；

一轉速感測模組，設置於該輪轂內，用以感測該輪轂的轉速，並輸出相應的一第二轉速信號；

至少一旋角驅動模組，其中每一葉片各別連接該至少一旋角驅動模組中的一或多個；以及

一輪轂控制器，設置於該輪轂內，並耦接至該轉速感測模組以及該旋角驅動模組，該輪轂控制器適於接收該第一旋角命令，及依據該第二轉速信號計算出相應的一第二旋角命令，並將該第一旋角命令與該第二旋角命令之一輸出至該旋角驅動模組，以供該旋角驅動模組控制該至少一葉片的旋角。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之風力發電系統，其中該中央控制模組包括：

一中央控制器；以及

一電力轉換器，耦接於該發電機與該中央控制器之間。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之風力發電系統，其中該傳動模組包括一齒輪箱。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之風力發電系統，更包括一滑環裝置，連接於該中央控制模組與該輪轂控制器，用以傳遞該第一旋角命令至該輪轂控制器。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之風力發電系統，其中該旋角驅動模組包括：

一電動機；

一齒輪箱，耦合於該電動機與該至少一葉片之間；以及

一驅動器，適於接收該第一旋角命令或該第二旋角命令，用以驅動該電動機並經由該齒輪箱來控制該至少一葉片的旋角。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之風力發電系統，其中該轉速感測模組包括一轉速感測器。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之風力發電系統，其中該轉速感測器包括一轉速發電機。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之風力發電系統，其中該轉速感測模組包括：

一轉角感測器；以及

一韌體，搭配該轉角感測器以輸出該第二轉速信號。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之風力發電系統，其中該轉角感測器包括一解角器或一編碼器。

八、圖式：

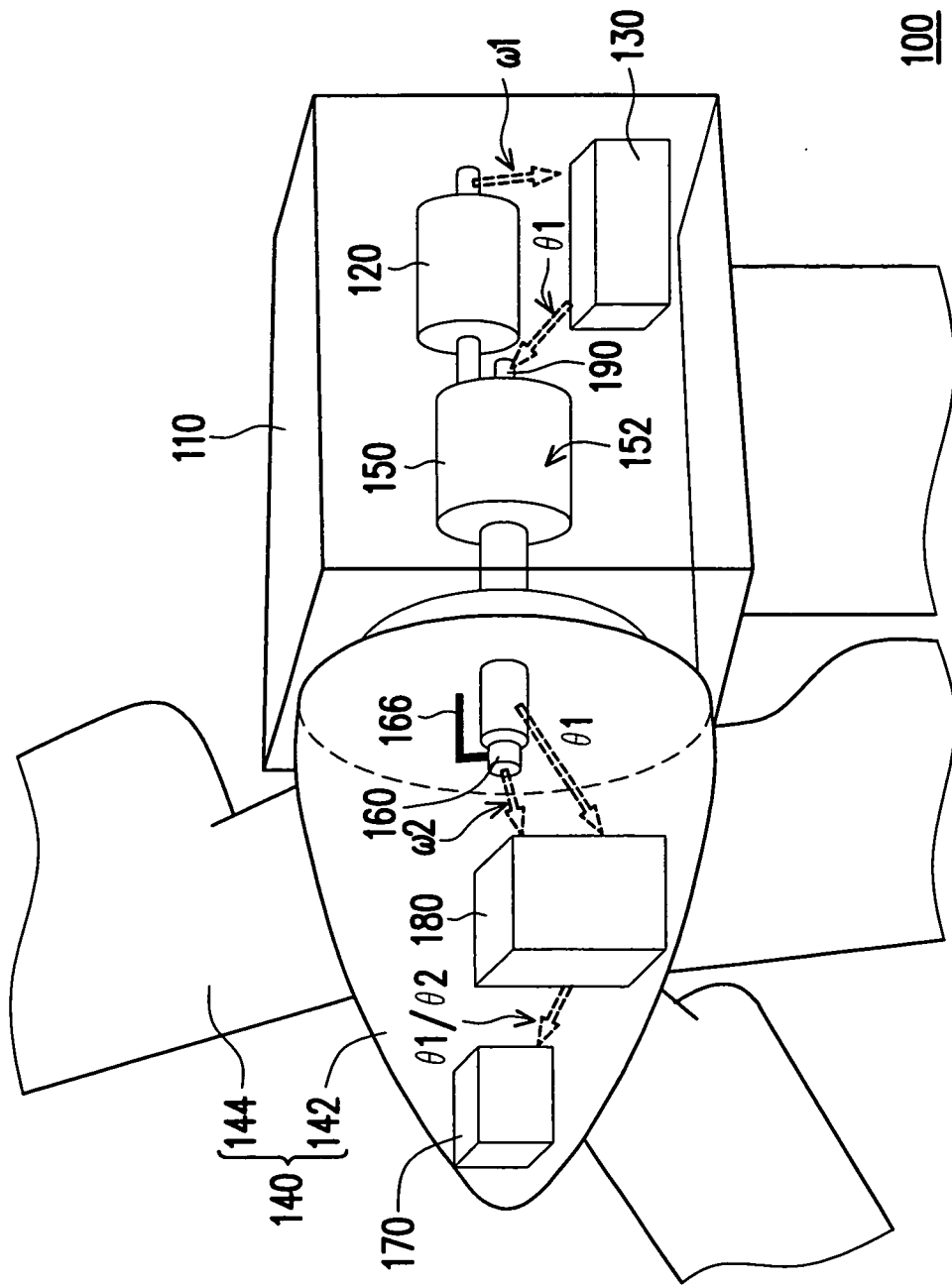


圖 1

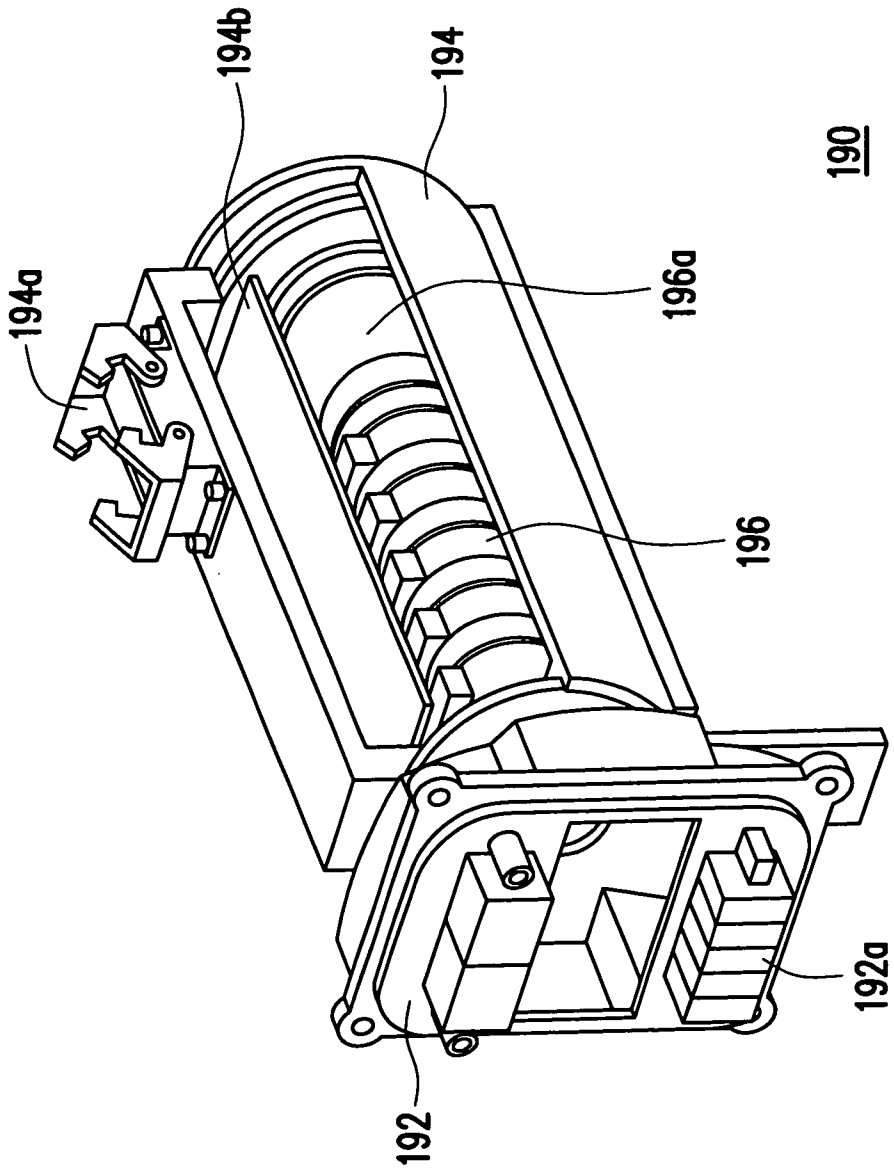


圖 2

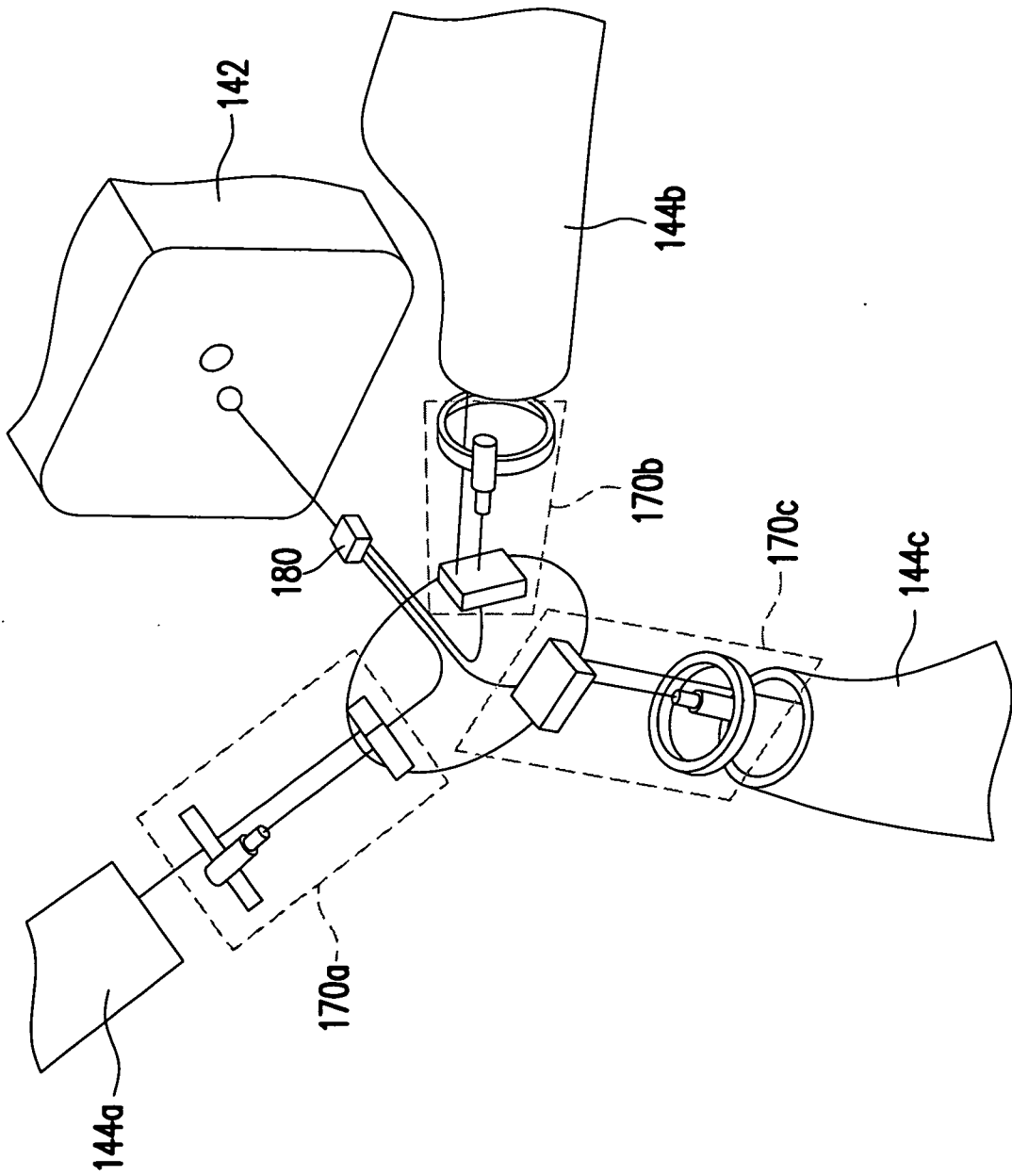


圖 3

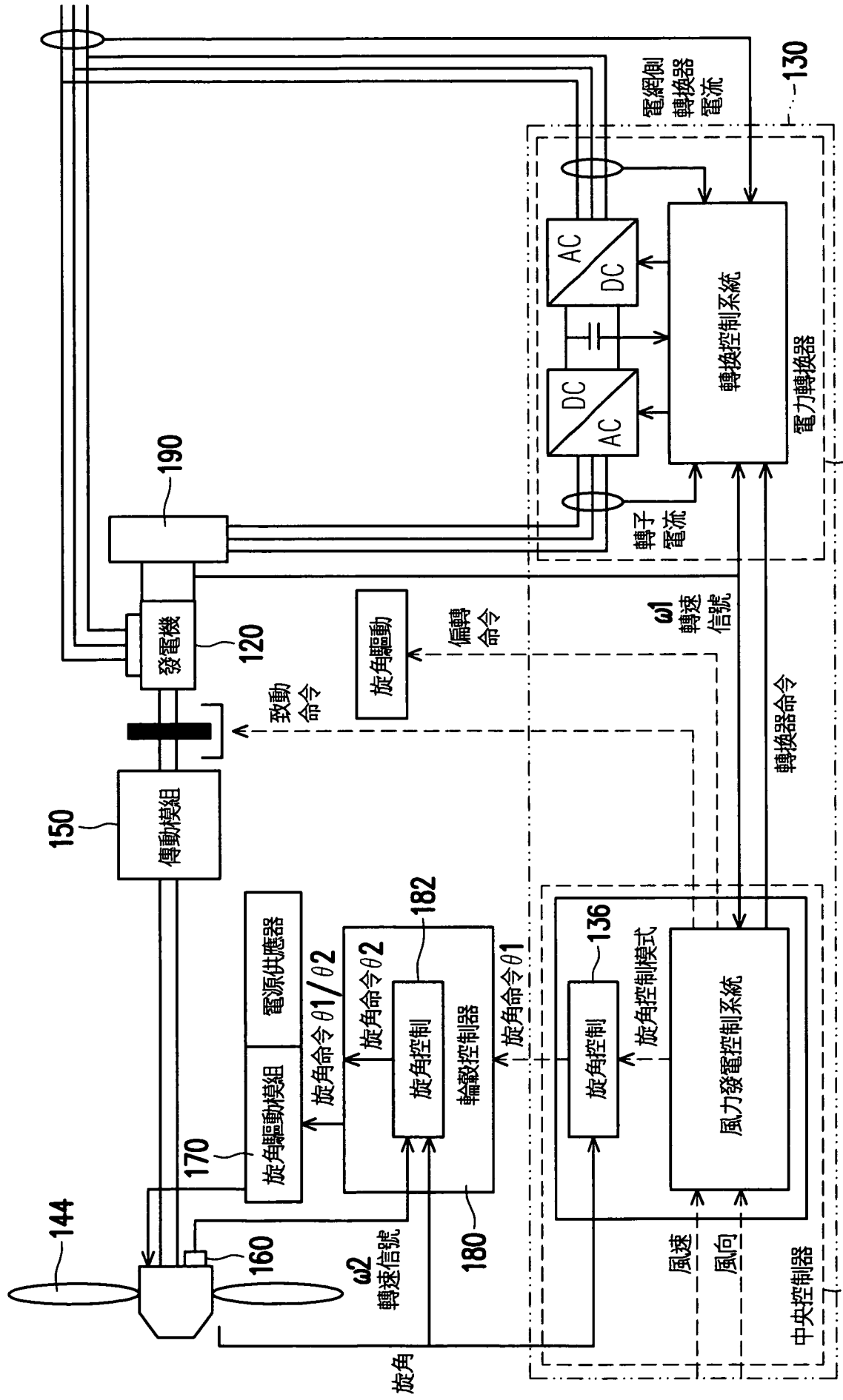


圖 4

132

134

130

190

150

144

160

170

180

182

120

AC

DC

DC

AC

轉子電流

轉速信號

電網側轉換器

電力轉換器

風速

風向

電網側轉換器

轉子電流

轉速信號

電網側轉換器

電力轉換器

風速

風向

電網側轉換器

轉子電流

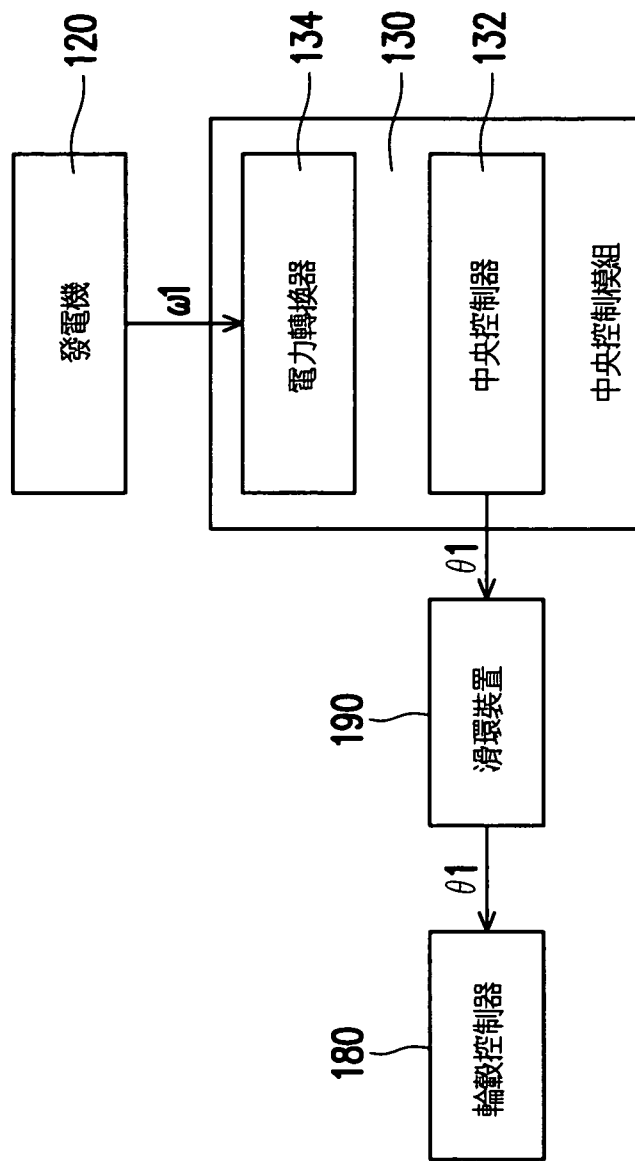


圖 5

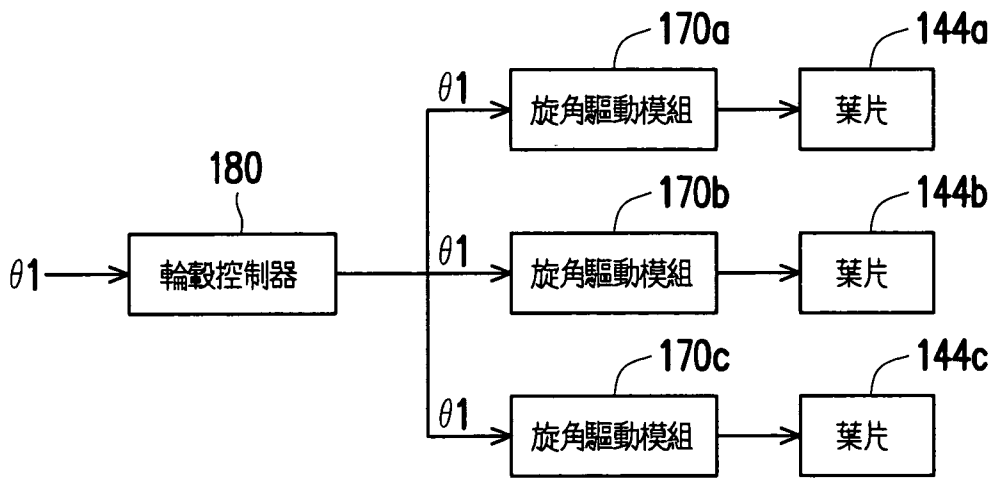


圖 6

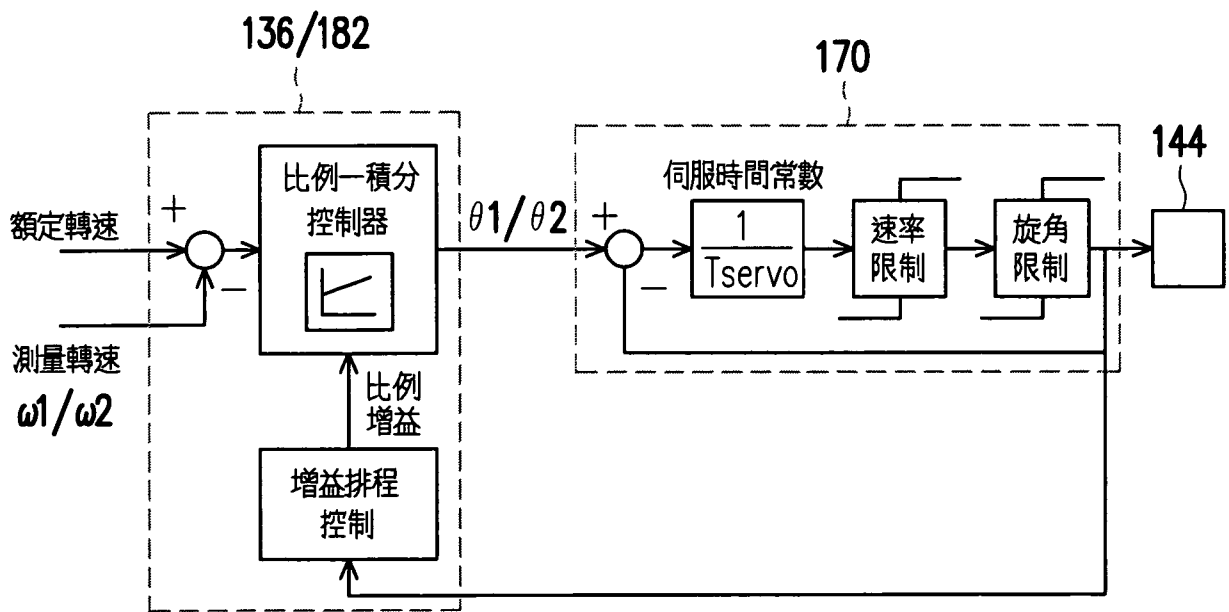


圖 7

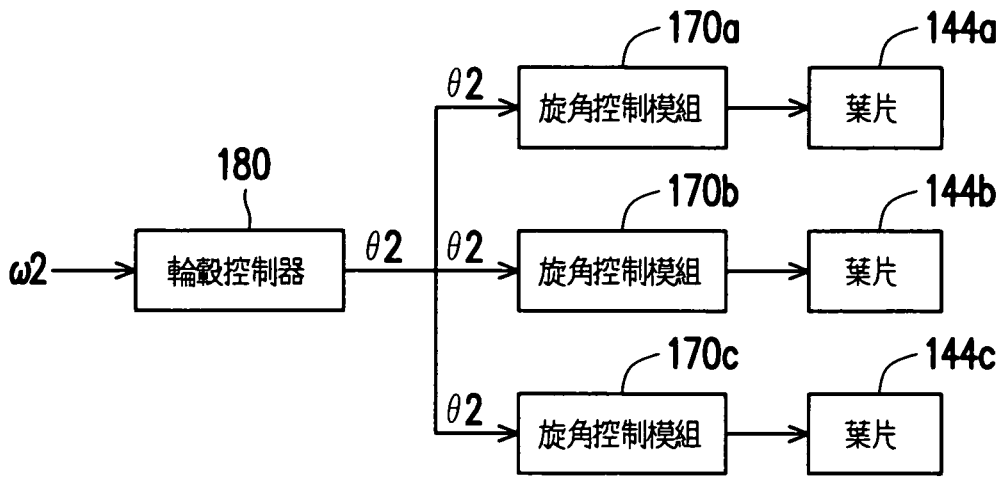


圖 8

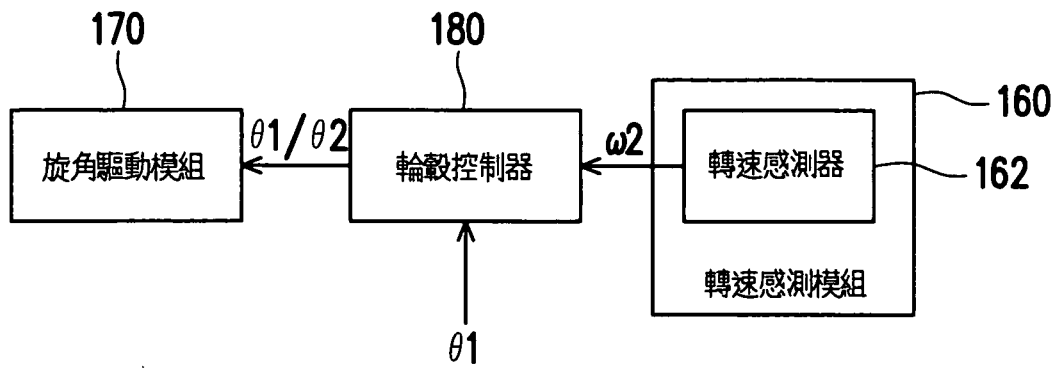


圖 9

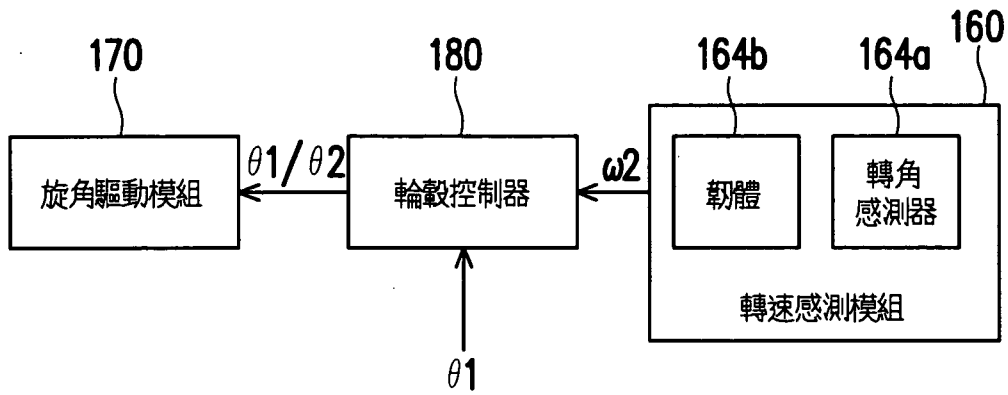


圖 10

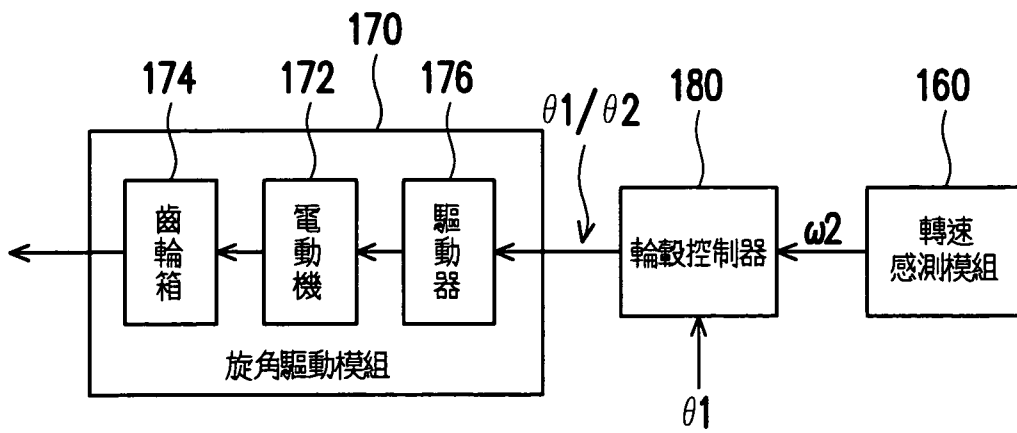


圖 11

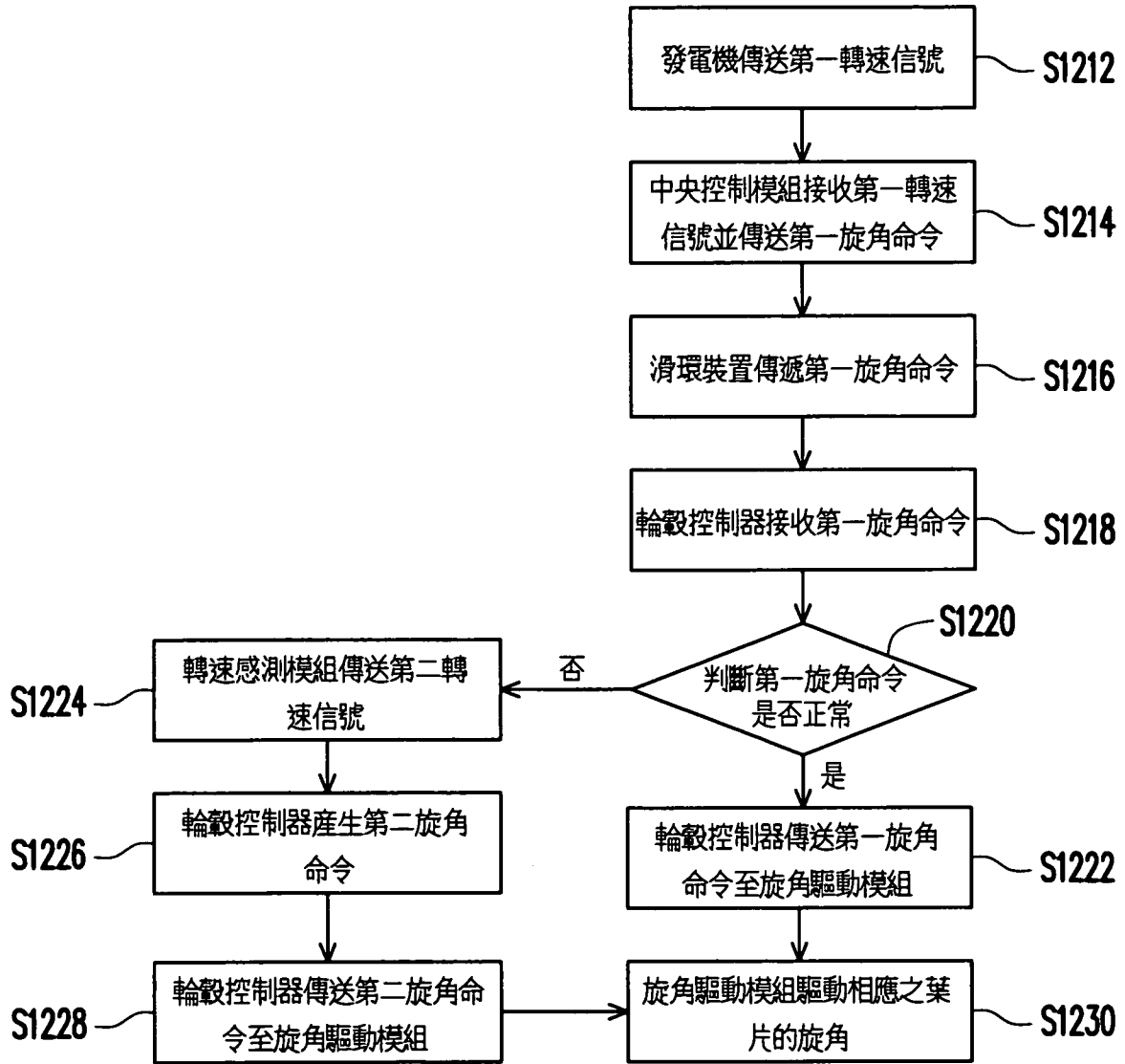


圖 12