



(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 201433691 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：102136621

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 09 日

(51)Int. Cl. : **F03D7/00 (2006.01)**

(30)優先權：2012/10/10 德國 102012218484.8

(71)申請人：渥班資產公司(德國) WOB BEN PROPERTIES GMBH (DE)
德國

(72)發明人：德波爾 沃夫甘 DE BOER, WOLFGANG (DE)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：3 共 25 頁

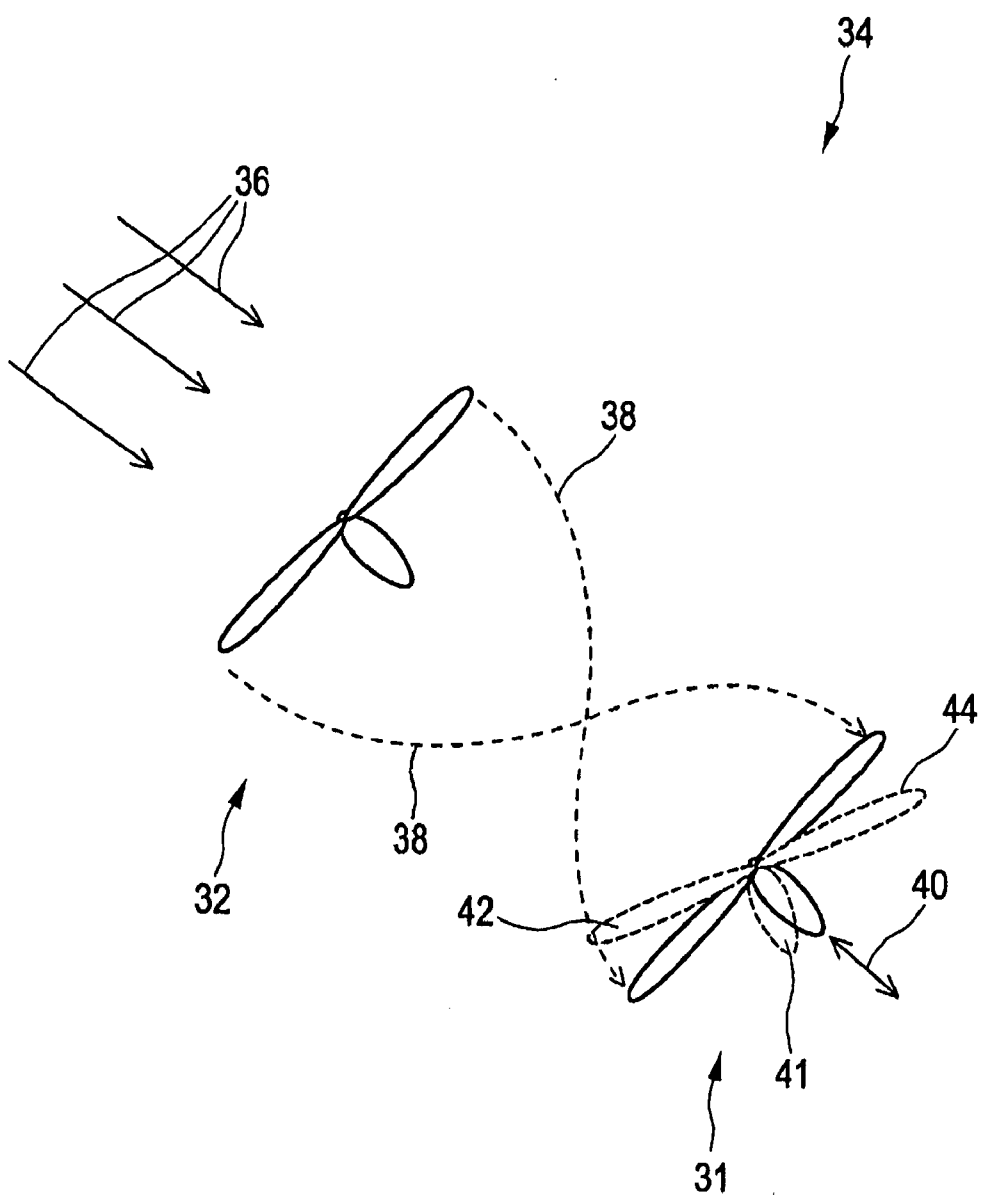
(54)名稱

用以操作一風力渦輪機之方法

METHOD FOR OPERATING A WIND TURBINE

(57)摘要

本發明係關於一種用於操作至少一第一風力渦輪機(31)之方法，其包含以下步驟：- 記錄一塔振盪，- 若該塔振盪係一縱向振盪(40)或含有一縱向振盪(40)，且若該縱向振盪(40)之振幅超過一預定義臨限值，則起始用以減小振盪之一措施，且用於減小該振盪之該措施包括- 將當前縱傾角凍結在當前值處達一預定義凍結週期，- 特定而言，以使得控制速度減小之一方式切換所使用之縱傾控制演算法，- 調整側傾位置達一預定義側傾角，- 將該第一風力渦輪機(31)之該操作自基於一第一電力曲線之一第一操作模式切換至基於一第二電力曲線之一第二操作模式，及/或- 就當前風向而言，若一風力發電廠(34)中之該第一風力渦輪機(31)位於一第二風力渦輪機(32)後面，則以一方式將該第一風力渦輪機(31)之旋轉速度調整為該第二風力渦輪機(32)之旋轉速度，使得該第一風力渦輪機(31)之該旋轉速度與該第二風力渦輪機(32)之該旋轉速度相差至少一預定義差動旋轉速度。



- 31：第一風力渦輪機/
風力渦輪機
- 32：第二風力渦輪機
- 34：風力發電廠
- 36：風力/風向
- 38：螺旋槳線
- 40：縱向振盪
- 41：第一風力渦輪機/
風力渦輪機
- 42：第一轉子葉片
- 44：第二轉子葉片

圖 3



(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 201433691 A

(43) 公開日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 01 日

(21) 申請案號：102136621

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 09 日

(51) Int. Cl. : **F03D7/00 (2006.01)**

(30) 優先權：2012/10/10 德國 102012218484.8

(71) 申請人：渥班資產公司 (德國) WOBLEN PROPERTIES GMBH (DE)
德國

(72) 發明人：德波爾 沃夫甘 DE BOER, WOLFGANG (DE)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：3 共 25 頁

(54) 名稱

用以操作一風力渦輪機之方法

METHOD FOR OPERATING A WIND TURBINE

(57) 摘要

本發明係關於一種用於操作至少一第一風力渦輪機(31)之方法，其包含以下步驟：- 記錄一塔振盪，- 若該塔振盪係一縱向振盪(40)或含有一縱向振盪(40)，且若該縱向振盪(40)之振幅超過一預定義臨限值，則起始用以減小振盪之一措施，且用於減小該振盪之該措施包括- 將當前縱傾角凍結在當前值處達一預定義凍結週期，- 特定而言，以使得控制速度減小之一方式切換所使用之縱傾控制演算法，- 調整側傾位置達一預定義側傾角，- 將該第一風力渦輪機(31)之該操作自基於一第一電力曲線之一第一操作模式切換至基於一第二電力曲線之一第二操作模式，及/或- 就當前風向而言，若一風力發電廠(34)中之該第一風力渦輪機(31)位於一第二風力渦輪機(32)後面，則以一方式將該第一風力渦輪機(31)之旋轉速度調整為該第二風力渦輪機(32)之旋轉速度，使得該第一風力渦輪機(31)之該旋轉速度與該第二風力渦輪機(32)之該旋轉速度相差至少一預定義差動旋轉速度。

發明摘要

※ 申請案號：102136621

F03D7/00

(2006.01)

※ 申請日：102.10.9

※IPC 分類：F03D

【發明名稱】

用以操作一風力渦輪機之方法

METHOD FOR OPERATING A WIND TURBINE

【中文】

○ 本發明係關於一種用於操作至少一第一風力渦輪機(31)之方法，其包含以下步驟：

- 記錄一塔振盪，
- 若該塔振盪係一縱向振盪(40)或含有一縱向振盪(40)，且若該縱向振盪(40)之振幅超過一預定義臨限值，則起始用以減小振盪之一措施，且

用於減小該振盪之該措施包括

- 將當前縱傾角凍結在當前值處達一預定義凍結週期，
- 特定而言，以使得控制速度減小之一方式切換所使用之縱傾控制演算法，
 - 調整側傾位置達一預定義側傾角，
 - 將該第一風力渦輪機(31)之該操作自基於一第一電力曲線之一第一操作模式切換至基於一第二電力曲線之一第二操作模式，及/或
 - 就當前風向而言，若一風力發電廠(34)中之該第一風力渦輪機(31)位於一第二風力渦輪機(32)後面，則以一方式將該第一風力渦輪機(31)之旋轉速度調整為該第二風力渦輪機(32)之旋轉速度，使得該第一風力渦輪機(31)之該旋轉速度與該第二風力渦輪機(32)之該旋轉

速度相差至少一預定義差動旋轉速度。

【英文】

The invention relates to a method for operating at least a first wind turbine (31) including the steps of:

- recording a tower oscillation,
- initiating a measure to reduce oscillation if the tower oscillation is or contains a longitudinal oscillation (40), and if the amplitude of the longitudinal oscillation (40) exceeds a predefined threshold value, and
the measure for reducing the oscillation comprises
- freezing the current pitch angle at the current value for a predefined freezing period,
- switching the pitch control algorithm used, in particular in such a way that the control speed is reduced,
- adjusting the yaw position by a predefined yaw angle,
- switching the operation of the first wind turbine (31) from a first operating mode based on a first power curve to a second operating mode based on a second power curve, and/or
- if, with regard to the current wind direction, the first wind turbine (31) in a wind park (34) is located behind a second wind turbine (32), adjusting the rotational speed of the first wind turbine (31) to the rotational speed of the second wind turbine (32) in such a way that the rotational speed of the first wind turbine (31) differs from the rotational speed of the second wind turbine (32) by at least a predefined differential rotational speed.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（3）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 31 第一風力渦輪機/風力渦輪機
- 32 第二風力渦輪機
- 34 風力發電廠
- 36 風力/風向
- 38 螺旋槳線
- 40 縱向振盪
- 41 第一風力渦輪機/風力渦輪機
- 42 第一轉子葉片
- 44 第二轉子葉片

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

用以操作一風力渦輪機之方法

METHOD FOR OPERATING A WIND TURBINE

本發明係關於一種用於操作至少一個風力渦輪機之方法。本發明進一步係關於一種風力渦輪機且本發明係關於一種風力發電廠。另外，本發明係關於一種用於操作一風力發電廠之方法。

通常已知風力渦輪機，風力渦輪機(特定而言)藉助於圍繞一基本上水平配置之軸旋轉之一轉子將機械風力發電轉化為電能，針對此轉化另外使用一發電機。圖1中展示此一風力渦輪機之一實例之一示意圖。

可出現此一風力渦輪機開始振盪且此等振盪甚至影響支撐風力渦輪機之空氣動力轉子之塔。通常，在兩種類型之振盪(亦即，縱向振盪與橫向振盪)之間做出一區分，原則上該等振盪亦可彼此抵消。

基本上，橫向振盪係橫向於轉子軸之定向發生之振盪。通常，此橫向振盪由轉子之一不平衡引起且因此隨著轉子之旋轉速度而對應地振盪。由於在旋轉期間此旋轉不平衡直接引起此等振盪，因此該等振盪亦可稱為受迫振盪。

基本上，縱向振盪在轉子之旋轉軸之縱向方向上發生。因此可以說，風力渦輪機前後振盪。在大多數情形中，此等縱向振盪由風力引起且通常與風力渦輪機之性能相互作用。特定而言，此縱向振盪之振盪頻率將自身標定為一自然頻率或一共振頻率-其通常極類似於彼此-或為諸多此等頻率。尤其若風力自身係不穩定的，則其可起始此一縱向振盪。縱向振盪亦可由以下事實引起或增大：風力渦輪機透過

其控制系統對風力(包含陣風風力)之一增大做出反應，且因此影響風力渦輪機之運動，其中，回應於此調節動作，風力渦輪機之反應導致另一改變，該改變在最糟情形中可導致振盪。

可引起或增大此振盪之一可能調節動作係所謂的縱傾控制，其中由一各別調整驅動器調整轉子葉片角度。因此，舉例而言，可藉由轉子葉片之各別調整減小所增大之風力壓力，透過該調整，風力壓力繼而可變為過弱以使得必須將轉子葉片調整回直至風力壓力可能地再次變為過高(此致使縱傾控制再次做出反應，藉此可能致使振盪行為)為止。

就控制系統而言，當然可(舉例而言)藉由設置適當阻尼或藉由使用包含(舉例而言)具用以慮及干擾之一經改良能力之一干擾觀測器的更複雜調節器來慮及此一問題。然而，在此上下文中存在調節結構之此一改變可通常具有不可預料結果之問題。另外，每一風力渦輪機係個別的且個別地做出反應。自然地，此情形之原因之一係每一風力渦輪機安裝於一不同位置處且因此條件絕不相同。

本發明亦基於且先前技術中可能尚未注意到之另一問題可在數個風力渦輪機彼此影響之情形中發生。特定而言，在此一情形中，可觀測到其中一特定操作狀態中之一第一風力渦輪機(特定而言)在一特定風向之情形中位於一第二風力渦輪機後面之風幕中之一現象。除已知風幕中之風力渦輪機之能量缺乏之外，振盪亦可自前面之風力渦輪機(亦即，第二風力渦輪機)轉移至後面之風力渦輪機(亦即，第一風力渦輪機)或可僅在後面之風力渦輪機中觸發。

此等影響之問題係(特定而言)該等影響極少發生且因此研究該等影響係難的或甚至不可能的。最後，所闡述類型之現象可僅在風向係如此以使第一風力渦輪機位於第二風力渦輪機後面之情況下發生。然而，原則上此等影響甚至在彼情況下並不發生，而是替代地取決於其

他條件(諸如盛行風速或可能地盛行風之陣風性)。

德國專利及商標局在以下項之優先申請案中調查過以下先前技術：DE 10 2006 001 613 A1、DE 10 2008 009 740 A1、DE 10 2009 039 340 A1、DE 699 01 876 T2、US 2009/0200804 A1、WO 2007/089136 A2及WO 2012/125842 A2。

因此，本發明之目的係解決上文提及之問題中之至少一者。特定而言，應提出一種方案，該方案以儘可能簡單且不複雜之一方式且(若可能)在不影響現有調節器之情況下抵消所闡述縱向振盪。應提出至少一項替代方案。

根據本發明，提出一種根據技術方案1之方法。此一方法係關於至少地至少一個第一風力渦輪機之操作。慮及一第二風力渦輪機或甚至更多風力渦輪機可有意義，但甚至在一特定情形中在振盪發生之後該方法亦不必必須取決於一第二風力渦輪機。最後，至少根據一項實施例，即使所解決之問題可能僅由另一風力渦輪機引起或增大，該方法亦可在一個單個風力渦輪機上實施。較佳地，所提出之方法不需要識別待消除之振盪之特定原因。

因此，首先，根據本發明之方法識別塔之振盪。若塔之此振盪係一縱向振盪或包含縱向振盪，則一旦縱向振盪之振幅超過一預定義臨限值，便將起始用以減小振盪之一措施。根據一項替代方案，僅檢測一個縱向振盪之振幅且因此引入一措施。在此上下文中，無需考量此縱向振盪及其所記錄縱向振盪振幅是否由一橫向振盪疊加。但另外或另一選擇係，亦可慮及橫向振盪，該橫向振盪(若適用)可影響觸發措施之臨限值。較佳地，臨限值以一方式經判定以使得風力渦輪機將不由於一振盪而過負載。

現在提出在原則上亦可組合之數個版本作為用以減小振盪之措施。用以減小振盪之措施亦可簡稱為振盪減小。關於各別措施之決定

性因素係，該等措施必須被起始。在風力渦輪機操作期間在個別情形中不需要現場檢查振盪減小是否實際上達成及振盪減小實際上達成至何種程度。因此，措施較佳地(但非排他地)係關於控制措施。

根據用於減小振盪之一個措施，將當前縱傾角凍結在當前值處達一預定義凍結週期。因此，此措施之事先具備條件係，風力渦輪機係經縱傾控制的。此一風力渦輪機具有一控制演算法，該控制演算法取決於各種各樣之不同預定義設定來調整縱傾角。基本上，可期望此控制演算法在風力渦輪機操作期間恆定運行且可導致縱傾角之恆定更新。舉例而言，控制演算法恆定設定一期望縱傾值，針對每一個別轉子葉片或(若適用)針對所有轉子葉片藉由一個或數個縱傾驅動實施該所期望縱傾值。當凍結當前縱傾角時，將此所期望值(特定而言)設定為一固定值。縱傾控制演算法在不發生改變之情況下繼續運行且(若需要)繼續計算一新所期望縱傾值。然而，在此凍結週期內新計算之縱傾值未經傳遞。當然，亦可以一不同方式執行內部實現。

在任何情形中，此意指在短時間內停止一縱傾移動。因此，可中斷已開始之一潛在振盪節律。在大多數情形中，此一短中斷係足夠的且用於縱傾角之控制演算法可然後繼續正常操作。此措施停止振盪且縱傾控制演算法自身-以及渦輪機中之其他控制演算法-不必被改變或調整。特定而言，此意指對整體控制概念之穩定性無持續干擾。

此所提出之措施亦係基於以下發現：此等縱向振盪相對少地發生；且-至少大概地-在大多情形中，大量情況必須在與引起該等振盪之相同時間發生。一旦已經過預定義凍結週期，便不再存在其中此縱向振盪發生或被引起之一情形。在大多數情形中，此短期凍結措施可保持為一個一次性措施且可不必很快重複。此措施可甚至係在風力渦輪機之使用壽命內之一個一次性措施。

所選擇凍結週期可係相當短的且較佳地歸屬於介於5秒至1分鐘

之範圍內，特定而言，介於10秒至20秒之範圍內。用於藉由凍結縱傾角而減小振盪之此措施旨在一次性地中斷振盪，且因此產生其中縱向振盪不再定期發生且因此不再超過預定義臨限值之新條件。

此外，預定義臨限值可係(舉例而言)在塔之頂部之區域中之塔振盪路徑之一位移振幅或甚至一最大加速度。

另外或另一選擇係，提出改變所使用之縱傾演算法。一般而言，藉由一基礎縱傾控制演算法或一標準縱傾控制演算法特定執行縱傾控制。僅在縱向振盪發生且振幅超過預定義臨限值之情況下，才將改變縱傾控制演算法。為此，可儲存一第二替代縱傾控制演算法或僅改變調節演算法中之一次性參數。在兩種情形中，可以一方式執行改變縱傾控制演算法以使得控制速度減小。舉例而言，一控制時間常數可增加10%或20%。一旦縱向振盪之振幅已減小及/或在一預定義週期結束時，其便改變回至原始縱傾控制演算法。

另一選擇係或另外，提出改變側傾位置達一預定義側傾角。提出用於減小(特定而言，但非排他地)一風力發電廠中之一風力渦輪機之振盪之此一措施。在此一情形中，就風力而言位於第一風力渦輪機之前面之一第二風力渦輪機可能以一方式影響風力使得其引起位於第二風力渦輪機後面之第一風力渦輪機之振盪。藉由稍微調整側傾角(亦即，轉子軸之方向)，可至少改變位於第一風力渦輪機之前面之此一第二風力渦輪機之影響。

亦在一個別風力渦輪機之情形中，改變側傾位置達一小值可減小已由於(舉例而言)風力渦輪機之區域中之特定障礙物(可能甚至位於數百米遠)致使一特定不利風力流(其可藉由甚至一最小側傾調整減輕)而發生之任何高縱向振盪。

較佳地，側傾角在介於 2° 與 8° 之間的範圍內(特定而言，在介於 4° 與 5° 之間的範圍內)改變。可甚至藉由此一小值防止此振盪且同時

因不再將側傾角設定為最佳值所致之效能之一潛在損失保持為小。可假設，因不將一側傾角設定為最佳值所致之減少之輸出減小達此側傾角偏離最佳側傾角之餘弦。由於在 0° 周圍(亦即，甚至高達 8°)之區域中，餘弦幾乎不改變，因此將幾乎不存在效能之任何損失。可能甚至不能夠證明該效能之損失。

一旦縱向振盪已減小且其振幅顯著低於預定義值或(作為一額外或替代準則)可在重設側傾位置之前遵守(舉例而言)一分鐘或五分鐘之一預定義等待週期，便可將側傾角設定回至一最佳值。另外或另一選擇係，若風向已改變或至少稍微改變，則可將側傾位置設定為標稱值。由於在此情形中必須預期不再引發風向相依之振盪，且因此就其側傾角而言，風力渦輪機可再次正常操作。在任何情形中，此新側傾角不再係自其做出用以減小振盪之風力渦輪機調整之原始側傾角。特定而言，若一第一風力渦輪機精確地位於另一風力渦輪機之風幕中，則提出側傾角之此一調整。

另外或另一選擇係，提出將第一風力渦輪機之操作自一第一操作模式切換至一第二操作模式。第一操作模式係基於一第一電力曲線，且因此，第二操作模式係基於一第二電力曲線。在此上下文中，電力曲線指示效能與旋轉速度之間的聯繫，且特定而言，效能取決於旋轉速度而設定。因此，將效能設定為特性曲線之分別適用值直至旋轉速度維持此值為止。藉由切換操作模式之此一調整可係小的，但以一方式改變風力渦輪機之一個參數，使得改變最終亦必須已導致縱向振盪之初始位置。在一預定義時間之結束之後，改變回至第一(特定而言，標準)電力曲線係可能的。無論如何，改變電力曲線可(舉例而言)導致旋轉速度與先前值相比之一小改變。此可足以中斷縱向振盪。

根據另一實施例或一替代實施例，提出使彼此影響(亦即，透過

風力)之兩個風力渦輪機同步。在此上下文中，提出(特定而言)以一方式使第一風力渦輪機(亦即，位於第二風力渦輪機之風幕中之一個風力渦輪機)與第二風力渦輪機之旋轉速度同步，使得第一風力渦輪機之旋轉速度與第二風力渦輪機之旋轉速度相差一最小預定義差動旋轉速度。

第一風力渦輪機之旋轉速度較佳地比第二風力渦輪機之旋轉速度高或低至少0.2 rpm。較佳地，其係比第二風力渦輪機之旋轉速度高或低至少0.5 rpm。具體而言，此允許兩個風力渦輪機之非同步。此意指第一及第二風力渦輪機之轉子至少以稍微不同旋轉速度旋轉且可因此防止或中斷第一風力渦輪機之由第二風力渦輪機(亦即，前面之風力渦輪機)引起或支援之振盪。

可針對具有基本上相同設計之兩個風力渦輪機使用兩個旋轉速度之間的特定同步之此措施，但亦可針對彼此不同之風力渦輪機提出此非同步。然而，在兩個相同風力渦輪機之情形中將更經常地預期此一措施，此乃因在大多數情形中，不同風力渦輪機亦固有地具有不同旋轉速度。

因此，提出一種在針對此措施但較佳地亦針對其他措施之任何情形中使用具有一可變旋轉速度之風力渦輪機。具有一可變旋轉速度之此一風力渦輪機可(特定而言)使用一同步發電機，該同步發電機產生經整流且接著透過一反相器饋送至柵格中之一交流電流。換言之，具有可變旋轉速度及一所謂的全電力轉換概念之一風力渦輪機之使用係一有利實施例。

較佳地，當使用提出切換操作模式(亦即，在兩個電力曲線之間切換)之用於減小振盪之措施時，確保一相鄰風力渦輪機(尤其若其具有相同設計)之電力曲線未經切換。因此，在兩個風力渦輪機彼此影響之情形中以一目標方式防止在兩個風力渦輪機處相同地執行導致振

盪減小措施為無效或不充分有效的用於減小縱向振盪之所提出措施。較佳方法係使得後面之風力渦輪機(亦即，第一風力渦輪機)以一較低之(特定而言，一減小之)旋轉速度運行。此意指，在此情形中，使經受縱向振盪問題之風力渦輪機之電力曲線或旋轉速度改變。

較佳地，在全負載操作中凍結當前縱傾角及/或縱傾控制演算法之切換。全負載操作係其中盛行風速係標稱速度之情形，所產生輸出係標稱輸出及/或旋轉速度係大致標稱旋轉。在此全負載操作中，通常使用縱傾角來保持旋轉速度恆定。因此，若實際旋轉速度不同於所要旋轉速度(亦即，標稱速度)達一最小值，則將嘗試藉由調整縱傾角抵消或補償此不同。直接自此一偏差產生之縱向振盪將被減小或藉由凍結縱傾角及/或切換所改變縱傾演算法而被消除，此係提出在全負載操作中執行此等措施之原因。

另外或另一選擇係，在部分負載操作中執行調整側傾位置、切換第一風力渦輪機之操作及/或改變第一風力渦輪機之旋轉速度之措施。當盛行風速低於標稱風速時，部分負載操作存在。在此一部分負載操作中，可將縱傾角設定為一恆定值。因此，在此等情形中無效的凍結縱傾角或切換縱傾演算法意義不大，而可在此情形中設定一不同旋轉速度及/或可選擇一不同電力曲線。在此部分負載操作中，特定旋轉速度以及特定效能分別取決於盛行風力且與該風力一起恆定地改變。慮及旋轉速度及/或效能之此恆定改變，此係提出切換操作及/或改變旋轉速度之原因。

在此情形中調整側傾位置亦可係有用的(尤其若較弱風盛行時)。然而，亦可在全負載操作中調整側傾位置。

較佳地，提出電力曲線(特定而言，第二電力曲線)在部分負載操作與全負載操作之間的轉變區域中之一移位。因此，尤其在若所提出措施中之某些措施不奏效或幾乎不奏效之轉變區域中，可藉由使特性

曲線移位產生一經改良或額外介入選項。

此外，提出一種使用根據上文所提及之實施例中之至少一者之一方法之用於自風力產生電能之風力渦輪機。

較佳地，此一風力渦輪機包含一同步發電機，該同步發電機由一直流激發且爲了減小振盪使該直流改變達一預定義值(亦即，達一預定義激發電流值)。藉由改變激發電流及因此同步發電機之激發，該同步發電機可分別在相同旋轉速度下產生更多或更少輸出。然而，此亦涉及增加一扭力，該扭力抵消轉子之旋轉。透過此，轉子之旋轉速度可減小或(若激發減小，則)增加。經由激發之此介入係一較佳實施例，該實施例在其他類型之渦輪機之情形中根本不能被實施或不能如此良好地實施。因此，較佳地，提出具有藉助直流激發之一同步發電機之此一風力渦輪機。

此外，提出一種包括至少一個風力渦輪機(特定而言，根據上文所提及之實施例中之一者之一個風力渦輪機)及/或藉由根據上文所闡述實施例中之至少一者之一方法操作之至少一個(較佳地，至少兩個)風力渦輪機之風力發電廠。

下文藉由作爲實例之實施例參考隨附圖式更詳細地闡述本發明。

圖1展示具有一塔102及吊艙104之一風力渦輪機100。具有三個轉子葉片108及一旋轉器110之一轉子106位於吊艙104上。在操作中轉子106藉由風力設定於一旋轉移動中且藉此驅動吊艙104中之一發電機。

圖2展示以一量測方塊4開始之一簡化流程圖2。在量測方塊4中，(舉例而言)藉助於可由在塔之頂部處之各別加速度感測器量測之一加速度振幅記錄一縱向振盪。在量測方塊4中以字母S標記所記錄縱向振盪。

在亦可稱為超值測試方塊6之第一測試方塊6中，連續地比較S之所記錄值與在此上下文中稱為 S_{max} 之一預定義臨限值。圖2中所展示之實施例不計及一橫向振盪之一潛在記錄。

若在第一測試方塊6中發現，所記錄縱向振盪S不超過預定義臨限值 S_{max} ，則將不採取其他步驟且方法將邏輯上返回於量測方塊4中量測縱向振盪S。

然而，應注意，若在第一量測方塊6中，縱向振盪S超過預定義臨限值 S_{max} ，則將在振盪減小方塊8中執行以符號標記為S-Red之振盪減小。彼處所執行之振盪減小措施可係指一個或數個措施。其可係指凍結縱傾角、切換縱傾控制演算法、調整側傾位置、將第一風力渦輪機之操作自一第一操作模式切換至一第二操作模式及/或使兩個相鄰風力渦輪機之旋轉速度同步。

一旦已執行或起始此等振盪減小措施中之至少一者，便在亦可稱為一等待方塊之停留方塊10中等待一預定義等待時間T之到期。接著在亦可稱為正規化測試方塊12之第二測試方塊12中測試所記錄之縱向振盪S現在是否低於預定義臨限值 S_{max} 。可在此方塊中代替第一測試方塊6亦基於之預定義臨限值 S_{max} 而使用另一較小值，例如一正規化臨限值 S_N 。儘管流程圖2展示標記所闡述程序之開始之一量測方塊4，但振盪振幅不斷地被記錄且因此亦甚至在按照以符號圖解說明之等待方塊10之等待時間期間繼續被記錄。因此，針對第二測試方塊12中之評估，縱向振盪S之一更新值可用。此藉由自量測方塊4至第二測試方塊12之帶箭頭之虛線圖解說明。

若第二測試方塊12發現，縱向振盪S及其振幅尚未下降至低於正規化臨限值 S_N ，則根據方塊8之振盪減小措施將暫時繼續。因此，程序將自第二測試方塊12返回至振盪減小方塊8。

然而，若振盪振幅小於正規化臨限值 S_N ，則程序將以正規化方

塊14繼續。出於圖解說明之目的標記為「Norm」之正規化方塊14停止起始於振盪減小方塊8中之一或多個措施。由量測方塊4表示之程序再次開始。

圖3展示一第一風力渦輪機31及一第二風力渦輪機32之一示意性俯視圖。因此，此等兩個風力渦輪機可形成一風力發電廠34或至少係一風力發電廠34之諸多風力渦輪機中之兩個風力渦輪機。

圖3展示一極特定情形，其中風力36 (或風向36)以一方式在第二風力渦輪機32處經導引使得就風向36而言第一風力渦輪機31在第二風力渦輪機32後面精確地操作。

出於圖解說明之目的且僅示意性地，兩個螺旋槳線38由虛線指示，其意欲圖解說明到達第二風力渦輪機32之風力36如何由此第二風力渦輪機32改變且行進至第一風力渦輪機31。事實上，大量紊流將發生且基本上螺旋槳線38係為圖解說明第一風力渦輪機31不僅在第二風力渦輪機32之風幕中，而且風力流之品質或類型亦由第二風力渦輪機32改變且在一分別經改變之條件下到達第一風力渦輪機31。

此可觸發或增大第一風力渦輪機31處之振盪。藉由在第一風力渦輪機31處之雙箭頭圖解說明一縱向振盪40。

另外，第一風力渦輪機31在圖3中由虛線展示為經轉動第一風力渦輪機41。此轉動(亦即，側傾位置或側傾定向之轉動或調整)僅用於圖解說明之目的。實際所展示之角度係相當大的且在實務上大多設定為較小值。尤其在出於圖解說明之目的展示螺旋槳線38之情況下，由虛線指示之經轉動風力渦輪機41係為圖解說明由第二風力渦輪機32改變之風力在經調整側傾位置整體上為不同的之情況下到達風力渦輪機41。特定而言，潛在紊流在不同時間到達風力渦輪機。此將藉由以下事實圖解說明：螺旋槳線中之一者現在到達由一虛線圖解說明之一第一轉子葉片42，而很快亦由一虛線圖解說明之第二轉子葉片44由於所

改變之風力稍後到達，此將由至各別螺旋槳線38之距離圖解說明。僅以預防之方式指出，圖3僅分別針對第一風力渦輪機31及第二風力渦輪機32中之每一者展示兩個轉子葉片，而根據一較佳實施例，風力渦輪機包括三個轉子葉片，如圖1中所展示。

因此，根據本發明，提出一種用於減小、防止或中斷或停止一風力渦輪機之一過大縱向振盪之措施，該措施基本上係基於提出風力渦輪機之操作行為之一短期改變之方法，其中，在此一措施之成功終止之後，各別風力渦輪機可返回至其先前操作模式或可繼續正常操作。為此，可能針對一鋼塔之頂部之振盪位移為在(舉例而言) 400 mm與500 mm之區域中或針對一混凝土塔之頂部處之振盪位移為在40 mm至50 mm之區域中的縱向振盪之臨限值可用作一基礎。當就盛行風力而言風力渦輪機精確地位於彼此後時，識別出一特定問題。增加風力渦輪機中所使用之一同步發電機之激發亦係一選項。此可藉由增加激發電流或藉由將一反應電力份額饋送至發電機中達成，此乃因此亦可導致增大之激發。

【圖式簡單說明】

圖1以一透視圖展示一風力渦輪機。

圖2展示根據本發明之闡釋振盪減小之一簡化流程圖。

圖3展示圖解說明其相互影響之兩個風力渦輪機之一示意性俯視圖。

【符號說明】

- | | |
|----|---------------|
| 31 | 第一風力渦輪機/風力渦輪機 |
| 32 | 第二風力渦輪機 |
| 34 | 風力發電廠 |
| 36 | 風力/風向 |
| 38 | 螺旋槳線 |

| | |
|-----|---------------|
| 40 | 縱向振盪 |
| 41 | 第一風力渦輪機/風力渦輪機 |
| 42 | 第一轉子葉片 |
| 44 | 第二轉子葉片 |
| 100 | 風力渦輪機 |
| 102 | 塔 |
| 104 | 吊艙 |
| 106 | 轉子 |
| 108 | 轉子葉片 |
| 110 | 旋轉器 |

申請專利範圍

1. 一種用於操作至少一第一風力渦輪機(31)之方法，其包含以下步驟：

偵測一塔振盪，

若該塔振盪係一縱向振盪(40)或含有一縱向振盪(40)，且若該縱向振盪(40)之振幅超過一預定義臨限值，則起始用以減小振盪之一措施，且

用於減小該振盪之該措施包括

將當前縱傾角凍結在當前值處達一預定義凍結週期，

特定而言，以使得控制速度減小之一方式切換所使用之縱傾控制演算法，

調整側傾位置達一預定義側傾角，

將該第一風力渦輪機(31)之該操作自基於一第一電力曲線之一第一操作模式切換至基於一第二電力曲線之一第二操作模式，及/或

就當前風向而言，若一風力發電廠(34)中之該第一風力渦輪機(31)位於一第二風力渦輪機(32)後面，則以一方式將該第一風力渦輪機(31)之旋轉速度同步化為該第二風力渦輪機(32)之旋轉速度，使得該第一風力渦輪機(31)之該旋轉速度與該第二風力渦輪機(32)之該旋轉速度相差至少一預定義差動旋轉速度。

2. 如請求項1之方法，

其中該預定義凍結週期歸屬於介於5秒與1分鐘之間的範圍內，特定而言在介於10秒至20秒之間的範圍內。

3. 如請求項1或2之方法，

其中該預定義側傾角在介於 2° 與 8° 之間的範圍內，特定而言在介於 4° 與 5° 之間的範圍內。

4. 如請求項1或2之方法，

其中該差動旋轉速度係至少0.2 rpm，較佳地係0.5 rpm。

5. 如請求項1或2之方法，

其中至少一個第一風力渦輪機(31)係經縱傾控制的及/或具有一可變旋轉速度。

6. 如請求項1或2之方法，

其中該第一電力曲線及該第二電力曲線分別提供取決於一旋轉速度之一所規定輸出效能，且其中，在分別具相同旋轉速度值之情況下，該第二電力曲線之效能值低於該第一電力曲線之效能值。

7. 如請求項1或2之方法，

其中，當就該當前風向而言若一風力發電廠(34)中之該第一風力渦輪機(31)位於該第二風力渦輪機(32)後面則將該第一風力渦輪機(31)之該操作自一第一操作模式切換至一第二操作模式時，不改變該第二風力渦輪機(32)之該操作模式，且特定而言，其中該第一風力渦輪機(31)之該第一電力曲線對應於一標稱電力曲線及/或一最佳電力曲線且該第二風力渦輪機(32)以具有一標稱及/或最佳電力曲線之一操作模式操作。

8. 如請求項1或2之方法，

其中

在全負載操作中，亦即當盛行風速對應於或超過標稱風速時，執行凍結該縱傾角及/或切換所使用之該縱傾控制演算法，及/或

在部分負載操作中，亦即當該盛行風速低於該標稱風速時，

執行調整該側傾位置、切換該第一風力渦輪機(31)之該操作及/或改變該第一風力渦輪機(31)之該旋轉速度。

9. 如請求項1或2之方法，

其中在部分負載操作與全負載操作之間的一轉變區域中使該第二電力曲線移位。

10. 一種用於自風力產生電能之風力渦輪機(31)，

其特徵在於，其藉助於如以上請求項中任一項之一方法操作。

11. 如請求項10之風力渦輪機(31)，

其中第一風力渦輪機(31)使用由一直流激發之一同步發電機且該第一風力渦輪機(31)之該激發電流改變達一預定義值，較佳地增加或減小2%至8%，特定而言增加或減小4%至5%。

12. 一種具有如請求項10或11之至少一個風力渦輪機(31)之風力發電廠。

圖式

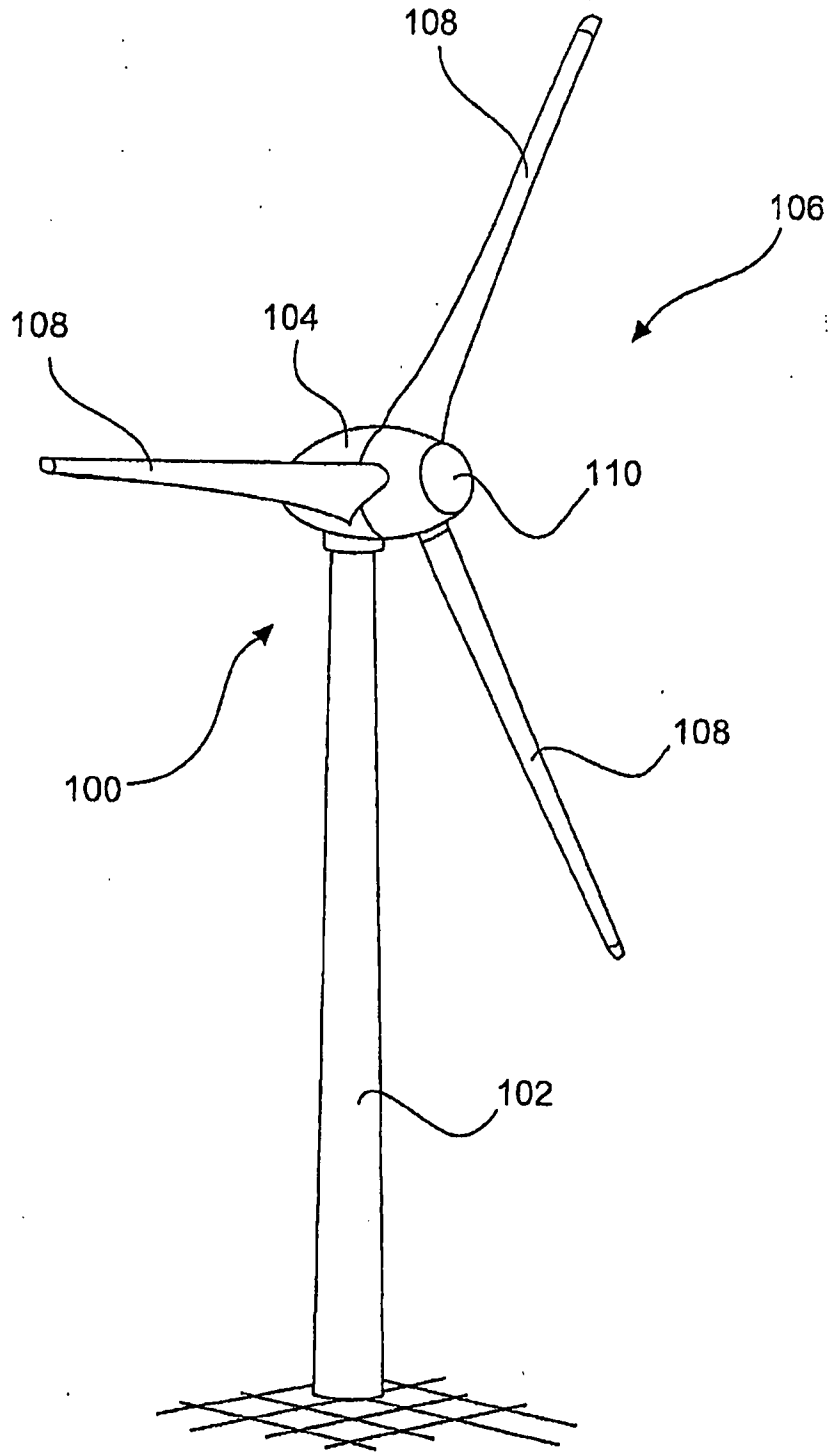


圖 1

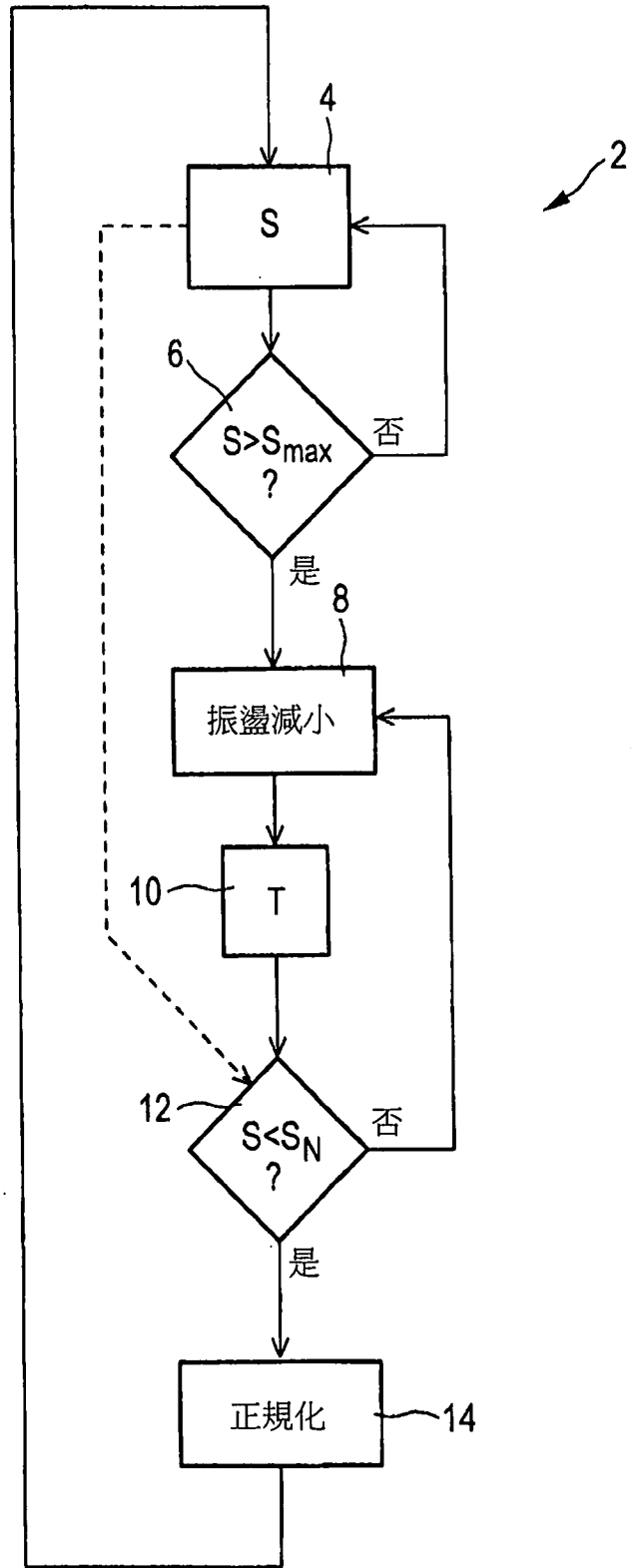


圖 2

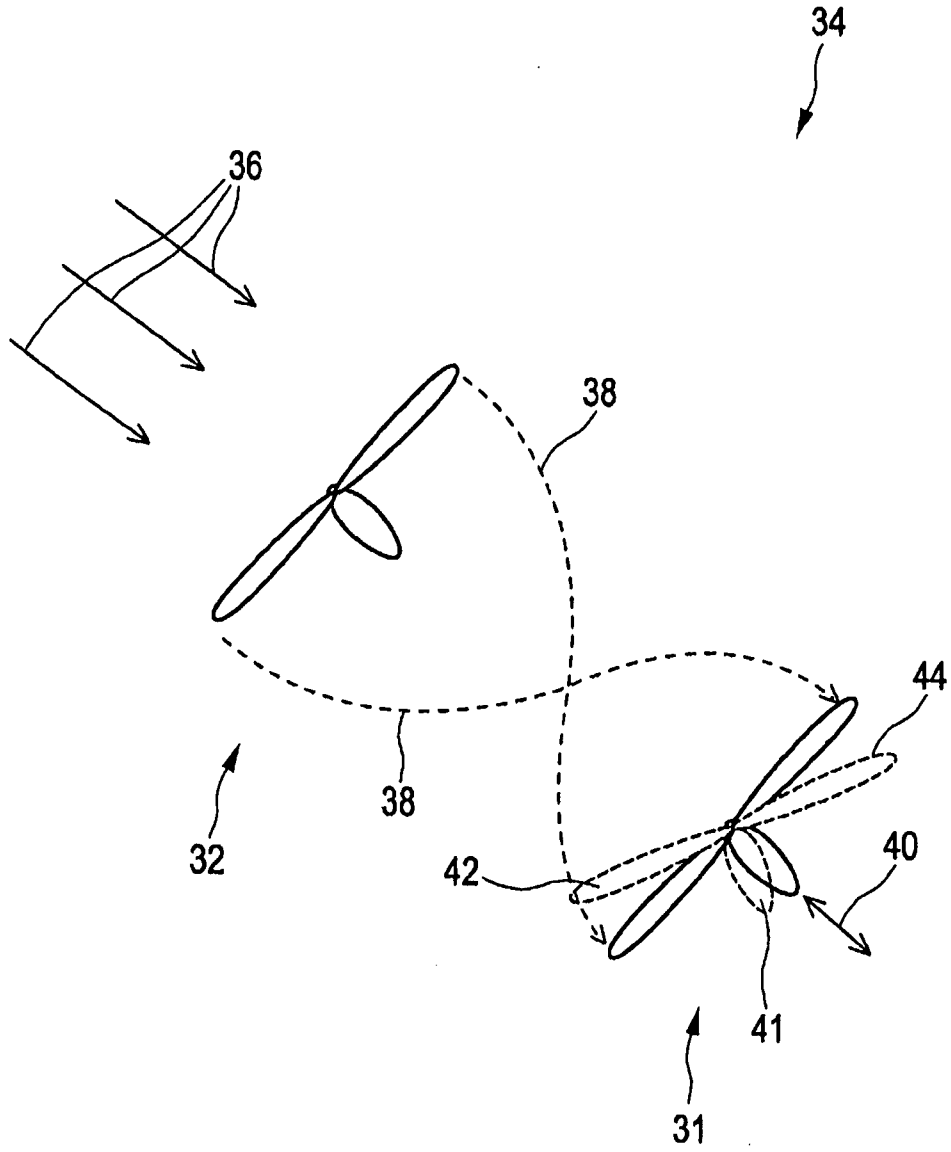


圖 3