



(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 I656281 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：105119336 (22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 20 日
 (51)Int. Cl. : **F03D13/20 (2016.01)** **F03D9/34 (2016.01)**
 (30)優先權：2015/06/19 美國 62/182,245
 (71)申請人：美商原理動力有限公司(美國) PRINCIPLE POWER, INC. (US)
 美國
 (72)發明人：安柏特 亞克斯 AUBAULT, ALEXIA (FR)；卡蜜莉 克里斯汀 CERMELLI,
 CHRISTIAN (US)；羅迪爾 多瑪尼克 RODDIER, DOMINIQUE (US)；于冰玢 YU,
 BING BIN (CN)；挪亞南 斯瑪 NARAYANAN, SRIRAM (IN)；奈加南 艾里莎
 LAHIJANIAN, ALIREZA (US)
 (74)代理人：陳長文
 (56)參考文獻：
 TW M436093 TW 200827546A
 US 8471396B2 WO 2015/63215A1
 審查人員：周修平
 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：6 共 37 頁

(54)名稱

具有波浪及風力負載之最佳化轉移之浮動風力渦輪機平台結構

FLOATING WIND TURBINE PLATFORM STRUCTURE WITH OPTIMIZED TRANSFER OF WAVE AND WIND LOADS

(57)摘要

提供一種具有一浮動半潛水風力渦輪機平台之結構。該浮動風力渦輪機平台包含三個細長穩定柱，其各具有一頂端、一龍骨端及含有一內軸件之一外殼。各穩定柱進一步包含在其龍骨處懸臂於垂直於該穩定柱之一縱向軸之一平面中之一水截留板。該浮動風力渦輪機平台亦包含三個桁架部件，各桁架部件包含兩個水平主管部件及兩個對角管部件。該等桁架部件連接該等穩定柱以形成一三角形橫截面。一細長風力渦輪機塔安置於該三個穩定柱之一者之該頂端上方，使得該塔之該縱向軸實質上平行於該穩定柱之該縱向軸。

A structure of a floating, semi-submersible wind turbine platform is provided. The floating wind turbine platform includes three elongate stabilizing columns, each having a top end, a keel end, and an outer shell containing an inner shaft. Each stabilizing column further includes a water entrapment plates at its keel cantilevered in a plane perpendicular to a longitudinal axis of the stabilizing column. The floating wind turbine platform also includes three truss members, each truss member including two horizontal main tubular members and two diagonal tubular members. The truss members connect the stabilizing columns to form a triangular cross-section. An elongate wind turbine tower is disposed over the top end of one of the three stabilizing columns such that the longitudinal axis of the tower is substantially parallel to the longitudinal axis of the stabilizing column.

指定代表圖：

符號簡單說明：

305 . . . 水平主管部
件

310 . . . 對角管部
件

315 . . . 內軸
件

320 . . . 內軸
件

325 . . . 內軸
件

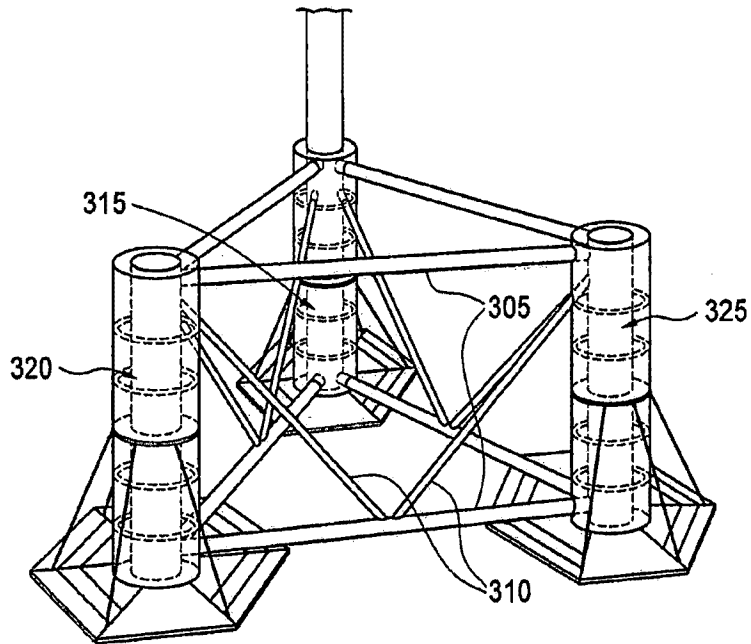


圖 3

I656281

發明摘要

※ 申請案號： 105119336

※ 申請日： 105/06/20

※IPC 分類： **F03D 13/20** (2016.01)
F03D 9/34 (2016.01)

【發明名稱】

具有波浪及風力負載之最佳化轉移之浮動風力渦輪機平台結構

FLOATING WIND TURBINE PLATFORM STRUCTURE WITH

OPTIMIZED TRANSFER OF WAVE AND WIND LOADS

【中文】

提供一種具有一浮動半潛水風力渦輪機平台之結構。該浮動風力渦輪機平台包含三個細長穩定柱，其各具有一頂端、一龍骨端及含有一內軸件之一外殼。各穩定柱進一步包含在其龍骨處懸臂於垂直於該穩定柱之一縱向軸之一平面中之一水截留板。該浮動風力渦輪機平台亦包含三個桁架部件，各桁架部件包含兩個水平主管部件及兩個對角管部件。該等桁架部件連接該等穩定柱以形成一三角形橫截面。一細長風力渦輪機塔安置於該三個穩定柱之一者之該頂端上方，使得該塔之該縱向軸實質上平行於該穩定柱之該縱向軸。

【英文】

A structure of a floating, semi-submersible wind turbine platform is provided. The floating wind turbine platform includes three elongate stabilizing columns, each having a top end, a keel end, and an outer shell containing an inner shaft. Each stabilizing column further includes a water entrapment plates at its keel cantilevered in a plane perpendicular to a longitudinal axis of the stabilizing column. The floating wind turbine platform also includes three truss members, each truss member including two horizontal main tubular members and two diagonal tubular members. The truss members connect the stabilizing columns to form a triangular cross-section. An elongate wind turbine tower is disposed over the top end of one of the three stabilizing columns such that the longitudinal axis of the tower is substantially parallel to the longitudinal axis of the stabilizing column.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（3）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

305 水平主管部件

310 對角管部件

315 內軸件

320 內軸件

325 內軸件

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

圖式

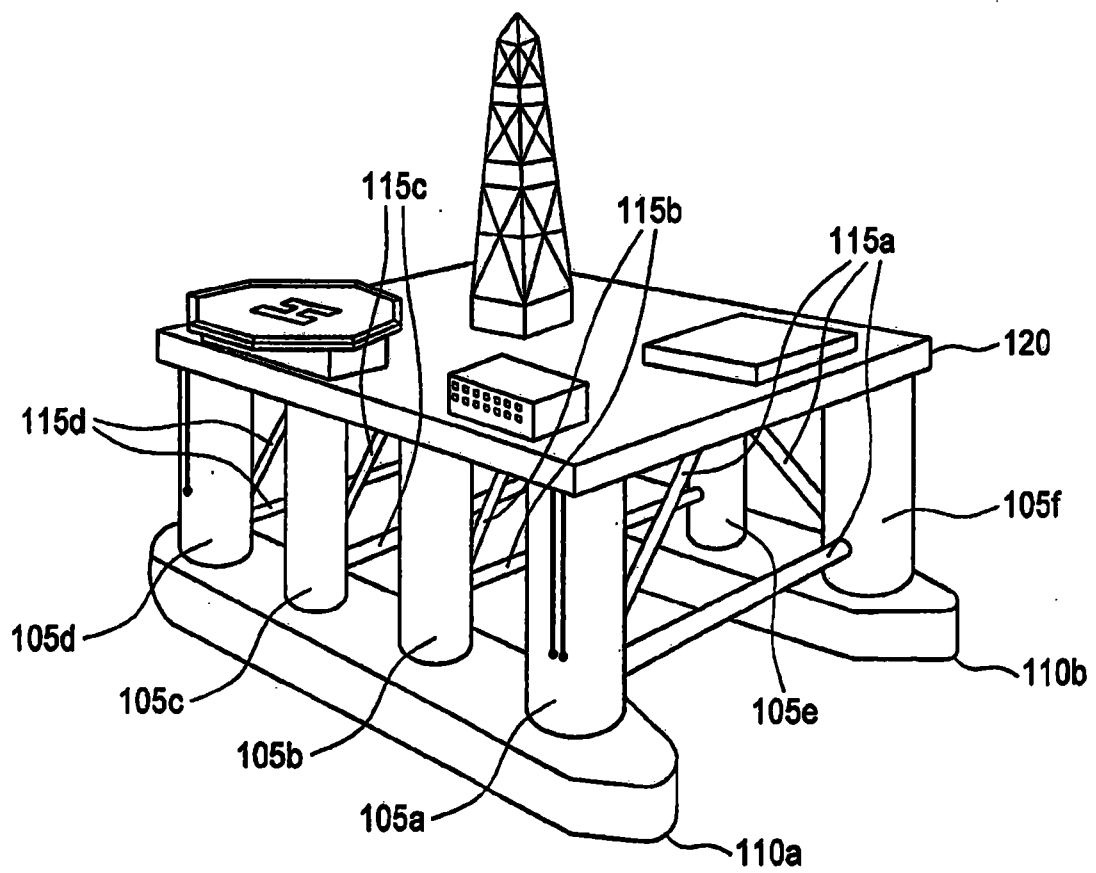


圖 1(先前技術)

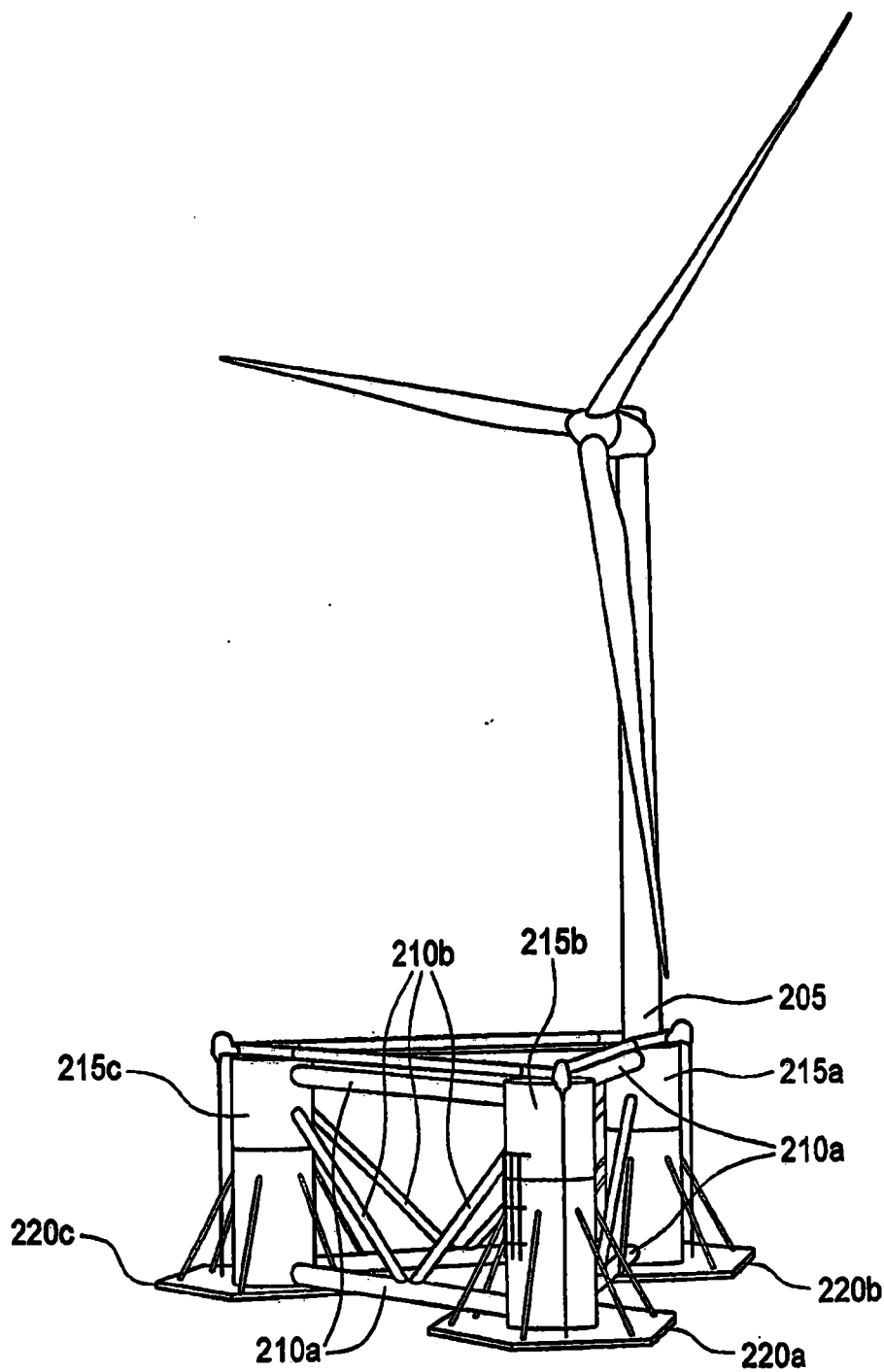


圖 2

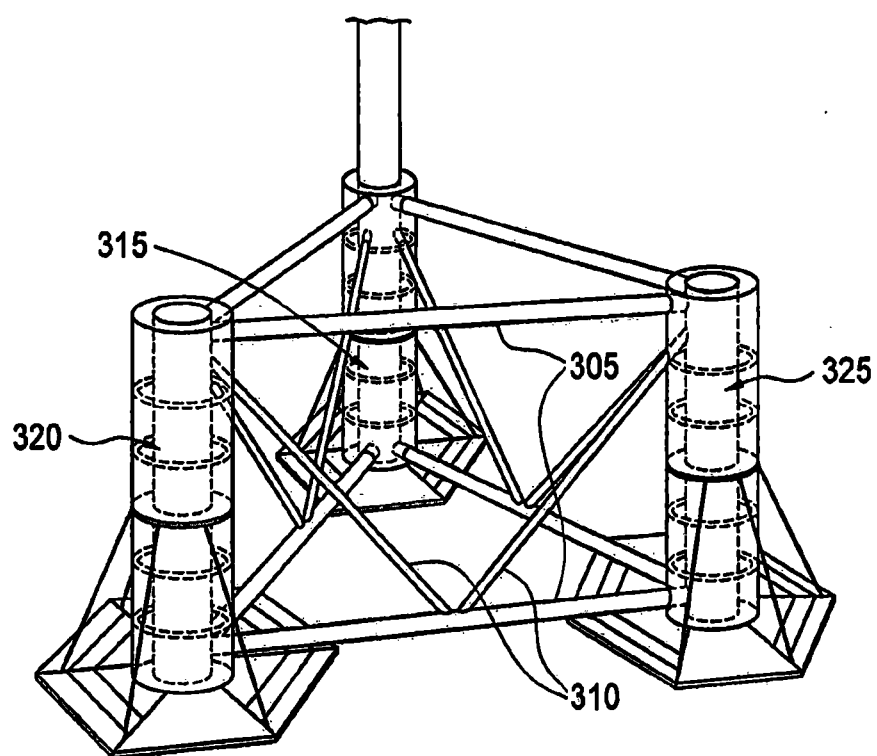


圖 3

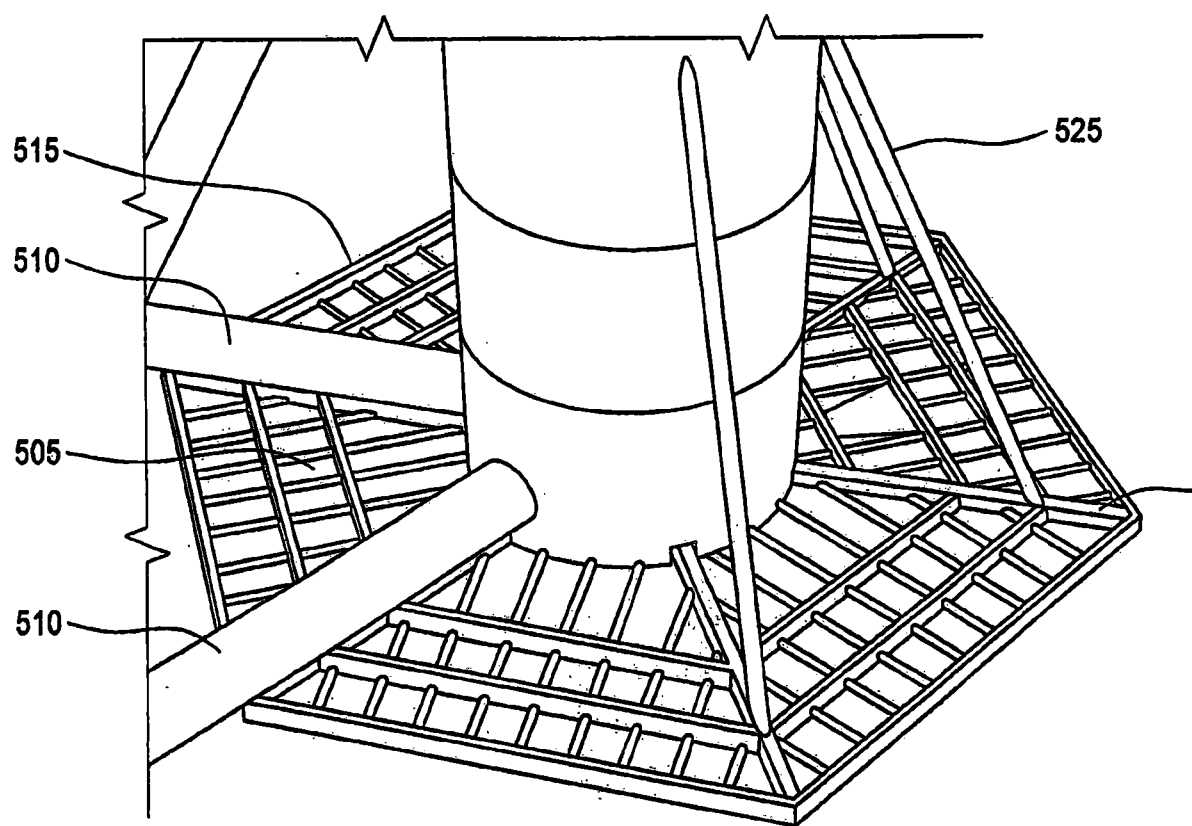


圖 5a

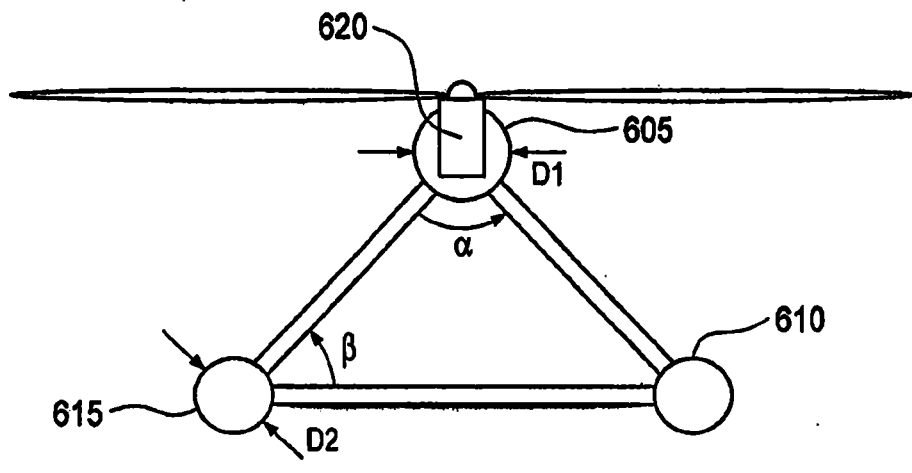


圖 6

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】

具有波浪及風力負載之最佳化轉移之浮動風力渦輪機平台結構
FLOATING WIND TURBINE PLATFORM STRUCTURE WITH
OPTIMIZED TRANSFER OF WAVE AND WIND LOADS

[交叉參考]

本申請案主張2015年6月19日申請之題為「Floating Wind Turbine Platform Structure with Optimized Transfer of Wave and Wind Loads」之美國臨時專利申請案第62/182,245號之優先權，該案之全部內容以引用的方式併入本文中。

本申請案亦係關於2014年3月18日申請之題為「Asymmetric Mooring System for Support of Offshore Wind Turbines」之美國專利申請案第14/218,805號，該申請案係2013年6月24日申請之美國專利申請案第13/925,442號(現頒布為2014年4月8日之美國專利案第8,692,401號)之一接續案，該申請案係2010年10月15日申請之美國專利申請案第12/988,121號(現頒布為2013年6月25日之美國專利案第8,471,396號)之一接續案，該申請案係2009年4月6日申請之PCT專利申請案第PCT/US2009/039692號之一國家級申請案，該申請案主張2008年4月23日申請之題為「Column-Stabilized Offshore Platform With Water-Entrapment Plates And Asymmetric Mooring System For Support Of Offshore Wind Turbines」之美國臨時專利申請案第61/125,241號之優先權，該申請案之全部內容以引用的方式併入本文中。

本申請案進一步係關於2014年3月20日申請之題為「System and Method for Controlling Offshore Floating Wind Turbine Platforms」之

美國專利申請案第14/283,051號，該申請案主張2013年5月20日申請之題為「Fully-Integrated Control System for Offshore Floating Wind Turbine Platforms」之美國臨時專利申請案第61/825,412號之優先權，該申請案之全部內容以引用的方式併入本文中。

本申請案亦係關於2015年10月27日申請之題為「Connection System for Array Cables of Disconnectable Offshore Energy Devices」之美國專利申請案第14/927,448號，該申請案主張2014年10月27日申請之題為「Connection System for Array Cables of Disconnectable Offshore Energy Devices」之美國臨時專利申請案第62/069,235號之優先權，該申請案之全部內容以引用的方式併入本文中。

【先前技術】

離岸風能係一種非常具有前景之可再生能源，因為離岸風比陸地上的風更強烈且更均勻。為利用在更遠離岸更深水中之風能，一個解決方案係建立浮動風力渦輪機。浮動風力渦輪機面臨不同於陸地上的風力渦輪機及浮動石油及天然氣平台兩者之技術挑戰。

不同於近岸風力渦輪機，一浮動風力渦輪機需要一平台，其提供浮力以支撐整個結構之重量。平台之結構可具有具有大直徑之若干圓柱體狀柱。除提供浮力外，與風力渦輪機發電機組合之平台亦應能夠抵抗動態風力、波浪及氣流負載且提供一穩定支撐用於電力生產。另一挑戰係來自波浪負載之添加疲勞損壞，其可相當於歸因於風力負載之損壞。此需要一穩健結構設計以達成更佳可靠性。

設計浮動風力渦輪機在相較於浮動石油及天然氣平台時之一獨特挑戰係一大負載自風力渦輪機發電機之塔透過在塔底座連接處之一非常集中位置而轉移至平台。平台之柱通常具有比風力渦輪機發電機之塔大的多的直徑以提供浮力。加強與浮子之甲板之塔底座連接之傳統方式係使用大量焊接加固條加強，其可不具成本效益。相較於石油

及天然氣工業，離岸風能生產具有一小的多的利潤率。結構設計之一個目標係最小化該結構之重量及成本。因此，對平坦柱之簡化加強係較佳的。

因此，需要離岸風力渦輪機以使提供負荷能力、流體動力穩定性及良好可靠性之一結構平台設計具有最小化成本。

【發明內容】

本發明係關於離岸浮動風力渦輪機，且特定言之，係關於最佳化該浮動結構內之渦輪機之負載轉移及海洋產生負載之結構組件之一配置。本發明進一步促進船體之設計及製造。

【圖式簡單說明】

圖1描繪用於鑽探石油及天然氣工業中之一先前技術半潛水平台之一實例。

圖2描繪一浮動風力渦輪機平台之結構組件。

圖3提供一桁架結構之一詳細圖解說明。

圖4a及圖4b提供一穩定柱之實施例之一詳細圖解說明。

圖5a及圖5b提供水截留板及對應組件之詳細圖解說明。

圖6提供一浮動風力渦輪機平台之穩定柱及桁架結構幾何形狀之一俯視圖之一圖解說明。

【實施方式】

在【先前技術】章節中所討論之標的物不應僅因其在【先前技術】章節中之提及而被假定為先前技術。類似地，【先前技術】章節中所提及或與【先前技術】章節之標的物相關聯之一問題不應被假定為已先前在先前技術中經識別。【先前技術】章節中之標的物僅表示不同方法，其等自身中及其等自身亦可對應於所主張之本發明之實施方案。

下列【實施方式】參考所揭示之技術。較佳實施方案經描述以

闡釋所揭示之技術，不受限於其由申請專利範圍界定之範疇。一般技術者將識別對本描述之各種等效變動。

本文中所揭示之浮動風力渦輪機平台引入一新穎結構設計用於一浮動基座。在一實施例中，該浮動風力渦輪機平台係一三柱半潛水平平台，其中管桁架部件連接全部該等柱。當大板在該等柱之底座處水平地(即懸臂式的)延伸時，水截留板可附接至一些或全部該等柱之底部部分(即，該龍骨端)。該風力渦輪機發電機塔經受在該結構上非常高的相當大風力負載，且柱之間的時間隔幫助達成穩定性。

包含於本文中所描述之該等平台中之該等柱可使用包含水平及對角管部件之管桁架部件而彼此耦合。各柱由兩個同心圓柱體組成：一外殼，其用作浮子來提供浮力；及具有小於該外殼之一直徑之一內軸件，其用作垂直管部件用於承載風力渦輪機負載。該等內軸件亦在該等柱之間轉移全域流體動力及流體靜力負載，其中該等流體動力及流體靜力負載由該外殼攜載。另外，該等內軸件透過其等之全部連接至該等內軸件之該等水平主管部件及該等對角管部件而將渦輪機負載(即，在塔底座處之彎矩及相關聯剪切力)轉移至其他柱。該風力渦輪機塔引發力矩可因此藉由該等個別柱之浮力之相對改變補償。

本文中所描述之該等浮動風力渦輪機平台亦可包含超過該桁架結構之額外特徵，其等改良該風力渦輪機平台之效能。在一些實施例中，該浮動風力渦輪機平台可包含一主動壓載系統，其在該等穩定柱之間移動液體壓載(參見美國專利案第8,471,396號)，其允許該風力引發力矩藉由透過泵抽柱之間的液體之個別柱之重量之一改變而補償。該等柱可容置一主動壓載系統，其經由泵轉移該等柱內之艙之間的液體以保持該浮動平台在一垂直向上對準中用於最佳電力轉換效率。例如，當風朝該塔吹時，一感測器可偵測該風力渦輪機發電機之旋轉。該感測器可耦合至一控制器，該控制器控制該等泵自一柱移除液體以

增加浮力且添加液體至另一柱中以增加該柱中之重量。在一實施例中，可存在多個泵於各柱中，控制至及自其他柱之獨立液體路徑。

該壓載控制器亦可調整該等柱中之液體體積以調整該風力渦輪機發電機之側至側角度。在一些實施例中，該等柱具有感測器，其等藉由該等柱之各者中之不同水深度偵測液體之體積。該液體壓載在柱之間的主動移動可補償所引發風力以保持該平台水平。在一些實施例中，該主動壓載系統可為一閉合迴路系統，其經組態以藉由完全使該壓載系統中之液體與周圍海水隔離而防止該浮動風力渦輪機平台之泛溢及下沉。該等壓載泵可致使液體流動透過與連接於該等柱之各者之間的該等桁架部件相關聯之管道。在此一實施例中，周圍海水絕不允許進入該主動壓載系統。該主動壓載系統中使用之液體可為淡水以減緩腐蝕問題及其他海水相關問題。該水可在拖出至海之前在碼頭區域添加或由一供應船添加。

在該液體壓載系統之一實施例中，包含沿X軸及Y軸安裝之陀螺儀之對準感測器可用以控制在該等柱中之壓載液體之分佈。該等陀螺儀輸出表示旋轉之角速率之一信號，其可以每秒之角度為單位。該旋轉角速率之一積分將產生一角坐標。因此，在該對準感測器中之該等陀螺儀可用以量測該平台及塔之對準之變化。該X軸陀螺儀係在水平平面中且可與該浮動風力渦輪機平台之中心線對準。該Y軸加速度計亦係在該水平平面中但垂直於該X軸陀螺儀。縱傾角 α 係該結構繞Y軸之角度且橫傾角 γ 係該結構繞X軸之角度。

當該結構經完美對準時，X軸陀螺儀及Y軸陀螺儀將不偵測任何加速度。然而，若該結構在任何方向上傾斜，則X軸陀螺儀將偵測縱傾旋轉且Y軸陀螺儀將偵測橫傾旋轉。基於此資訊，旋轉之該角度可使用已知數學公式計算。例如，平台縱傾角度 α 及平台橫傾角度 γ 係由該等陀螺儀提供至該壓載控制系統之輸入信號。首先，該等經量測信

號可經低通濾波以取消由波浪及風力動力及隨機效應導致之全部高頻率干擾。該等平台縱傾及橫傾角度使用標準低通濾波策略(諸如高階 Butterworth 濾波器)低通濾波。基於該等經濾波平台縱傾及橫傾角度 $\bar{\alpha}$ 及 $\bar{\gamma}$ ，柱頂部中心 i 及 j 之間的相對角度 θ_{i-j} 使用下列公式導出：

$$\begin{cases} \theta_{1-2} = -\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\bar{\gamma} + \frac{1}{2}\bar{\alpha}\right) \\ \theta_{1-3} = -\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\bar{\gamma} + \frac{1}{2}\bar{\alpha}\right) \\ \theta_{2-3} = \alpha \end{cases} \quad (1)$$

使用下列常規。若 θ_{i-j} 係正的，則其意謂柱 i 高於柱 j。誤差 $e_{i-j} = |\theta_{set} - \theta_{i-j}|$ 係用作至該控制器之一輸入之誤差。通常， $\theta_{set} = 0^\circ$ 。基於 θ_{i-j} 之符號，正確泵 P_{i-j} 將被打開，只要 e_{i-j} 大於界定失效帶用於 ON 之某一值即可。泵 P_{i-j} 或 P_{j-i} 將被切換，只要 e_{i-j} 小於界定失效帶用於 OFF 之某一值即可。取決於相對角度 θ_{i-j} ，一個、兩個或三個壓載泵將打開。使用基於穩定柱頂部中心之間的相對角度之此演算法，總是考量最快液體轉移路徑，因此該平台總是非常快速地或在每一情境下盡可能快的回到偶數龍骨。若一泵突然變得有缺陷，則自動旁通亦使用該方法起作用。該等平台動力學經量測(包含其縱傾角度 α 及橫傾角度 γ)，且用以提供反饋至該反饋迴路之一後跟角量測。因此，基於該等對準感測器信號，該壓載控制器可控制該等泵調整該等柱之各者內之液體體積以校正垂直對準角度偏移。當該平台係在該可接受水平角度內時，該壓載系統將在該等穩定柱之間停止移動液體。

在一實施例中，該風力渦輪機發電機塔附接至該等穩定柱之一者之內軸件之頂部，該穩定柱自身由桁架部件耦合至其他柱之內軸件。在一些實施例中，該等桁架部件亦可同樣牢固至該穩定柱外殼。例如，該等桁架部件可焊接至各柱之外殼。此建構改良該浮動風力渦輪機平台之整體結構效率且允許該結構具有一相對較輕重量。該風力

渦輪機塔可直接耦合於一穩定柱上方，該穩定柱支撐該塔及風力渦輪機組件之重量，同時其他穩定柱主要作為一整體用以穩定該平台且保持該塔在一實質上垂直對準中。如上文所討論，在一實施例中，該主動壓載控制系統可用以移動壓載液體於該等穩定柱之間以幫助增強該平台之穩定性。

在一些實施例中，攜載該風力渦輪機發電機塔之該穩定柱之直徑可大於其他兩個穩定柱之直徑以提供額外浮力以補償該塔及渦輪機之重量。在另一實施例中，不攜載該風力渦輪機發電機之該兩個穩定柱之中心之間的距離可不同於不攜載該風力渦輪機發電機之該兩個柱之中心與攜載該風力渦輪機發電機之該柱之中心之間的距離。在此特定三個穩定柱實施例中，該三角形橫截面呈現為一等腰三角形，不同於其中該等穩定柱中心之間的距離係均勻的且呈現為一等邊三角形橫截面之另一實施例。在另一實施例中，該等穩定柱之間的距離可全部不同，藉此導致顯示為一不等邊三角形之一三角形橫截面。

一短艙(其可容置(例如)用於該等渦輪機葉片之一節距控制系統、齒輪箱、偏轉控制器及發電機之一或多者)可安裝於該塔之頂部上且可提供支撐至該輪轂及自該輪轂延伸之渦輪機葉片。該輪轂可包含一機構，其允許該等渦輪機葉片之節距經調整使得該等渦輪機葉片之旋轉速度恆定在一正常風速範圍內。該短艙可耦合至一偏轉控制系統，其使該等渦輪機葉片直接指至風中用於最佳效率。風力渦輪機設備(諸如，該齒輪箱及發電機，其等通常定位於該短艙內)可常駐於其中，或在另一實施例中，其等可定位於該塔下方或一穩定柱之頂部上。

在另一實施例中，直接驅動渦輪機(其等不具有齒輪箱)亦可與本文中所描述之半潛水風力渦輪機平台一起使用。由該發電機產生之電力可歸因於可變風速而在一隨機頻率及振幅中。該電力可使用一變壓

器、反相器及一整流器變更以產生一均勻輸出電壓及電流。在各種實施例中，此等電組件可定位於該短艙中、在該塔之底部處或另一穩定柱之頂側上。

自該風力渦輪機之電輸出可透過一電纜傳輸，該電纜達到海床及一發電站。該電纜之一部分可耦合至提起該電纜之該部分之浮力機構，而非筆直達到海床。該電纜可接著具有一彎曲路徑，其允許浮動風力渦輪機平台伴隨波浪、氣流及潮汐垂直或水平移動，而不放置任何顯著額外張力於該電纜上。(參見先前以引用的方式併入之共同擁有專利案第62/069,235號及第14/924,448號。)

在一實施例中，該浮動風力渦輪機平台具有一特殊組態，其提供一高強度結構。雖然本文中之描述大體上係關於桁架部件安裝於該三個柱之間，其中該等桁架部件在長度上相等且所得三角形橫截面形成實質上一等邊三角形，但一般技術者可瞭解，該平台可由三個以上穩定柱形成，且可由三個以上桁架部件及由具有不相等長度之桁架部件形成。

明確言之，在一實施例中，至少三個穩定柱之各者可安置於由該至少三個穩定柱及連接至該等穩定柱之該至少三個桁架部件形成之一凸面多邊形之一頂點處。該凸面多邊形橫截面(例如，在一實施例中，三角形橫截面)由該等穩定柱及在垂直於該至少三個穩定柱之縱向軸之一平面中之桁架部件形成。

在另一實施例中，安裝於該三個柱之間的該等桁架部件可具有不同長度，藉此在一些例項中形成一等腰三角形，其中該柱在該兩個相等長度桁架部件在其處相遇之頂點處支撐該風力渦輪機發電機塔。在其他實施例中，安裝於該三個柱之間的不相等長度桁架部件可形成一不等邊三角形橫截面。

在一些實施例中，高強度船舶級結構鋼(例如，達420MPa屈服強

度)可用於該桁架部件水平主管部件及對角管部件中。另外，可以一工廠設置預製造之零件(例如，直管部件)可由達690MPa屈服強度之鋼製成以最小化重量及建構成本。

現參考圖式，一船體狀半潛水通常使用於石油及天然氣工業中，如圖1中所展示。該船體狀半潛水設計係一柱穩定設計，其穩定性源自柱105a、105b、105c、105d、105e及105f之間的距離而非源自船狀結構將採用之水平面區域之大小。額外浮力由連接柱105a、105b、105c及105d及105e、105f及在圖1中被遮住之兩個額外柱之大浮船110a及110b提供。在一些實施例中，柱105a、105b、105c、105d、105e及105f可為圓形或方形且通常正交加固；然而，該等柱可為各種形狀之任何者。在半潛水中，由該等柱遇到之波浪負載橫向地在柱之間轉移透過浮船110a及110b及(偶然地)管桁架部件115a、115b、115c及115d，其等製造於該等柱外殼中。該等柱亦支撐一頂側平台120，其產生垂直重力負載至該等柱之頂部。

相對而言，在用於風力渦輪機之浮動基座上之負載係不同的。其等係兩個類型之負載之一組合。該平台上之該第一類型之負載係渦輪機負載。其等由在該塔頂部處連接至該短艙之轉子產生且接著在該塔之底座處透過彎矩以及軸向力及剪切力而轉移。當該渦輪機正旋轉且正發電時，此等負載在正常操作中具有相對較高之特殊性。其等包含空氣動力風力負載，以及慣性及重力負載於該轉子短艙總成(RNA)及塔上。此等負載係非線性的且在該塔之底座處導致一高彎矩，且亦導致相關聯水平剪切。

剪切負載可取決於渦輪機功率而改變，其與轉子直徑粗略地成比例而改變。一數百萬瓦特渦輪機將通常導致數百至數千kN之正常負載，且彎矩取決於塔高度具有近似10倍至100倍基本剪切負載。塔高度進一步取決於該等渦輪機葉片之長度。例如，該塔通常在一高度

處使得該等渦輪機葉片之尖端在其等最低位置處係近似高於海平面15米至20米。因此，該浮動平台之結構需要經設計為處理此等剪切負載及彎矩負載。

重力負載亦在塔之底座處產生一垂直負載。此等負載在規則操作條件中之優勢係疲勞負載在該整體結構上之重要性。頻繁發生之負載產生疲勞損壞，且該結構之各種零件之間的連接必須經設計以提供充分疲勞壽命至該平台。在該RNA及塔上之極端負載(無論歸因於極端運動或極端轉子風力負載)亦在該浮動平台之設計中扮演一重要角色。

在該浮動風力平台上之第二及第三類型之負載係流體動力及流體靜力負載。流體動力負載包含自波浪在船體上之繞射及輻射及自粘度之波浪負載及氣流負載。流體靜力負載亦包含浮力。此等類型之流體動力負載在所有類型之半潛水之設計中係重要的。

在一實施例中，浮動風力渦輪機平台之結構經設計以盡可能最佳地承受並轉移此複雜負載組合，同時確保製造成本效益。此透過在浮動風力渦輪機平台之不同零件中之若干結構創新而達成，其突顯於圖2至圖6中。

圖2描繪一浮動風力渦輪機平台之結構組件。在柱215a之一者之頂部處之塔至基座連接205係透過一凸緣連接完成，以方便該渦輪機及RNA之安裝。此凸緣連接通常具有近岸渦輪機及具有離岸單極。在浮動結構之情況下，其中該結構之浮動部分通常經設計用於可浮動性且用於波浪負載承載，該等負載需要穿透至該基座。在該浮動風力渦輪機平台之一實施例中，至該基座之負載之轉移藉由該等凸緣與具有相同於支撐該塔之穩定柱215a內之直徑之一內軸件之間的一直接連接達成。用於數百萬瓦特離岸渦輪機之塔底座直徑改變(大多數通常在3米與7米之間)，但通常小於該穩定柱提供浮力所需之直徑，使得該塔

至穩定柱連接可並非為一簡單凸緣。代替地，一內軸件提供於該穩定柱之該外殼內。該外殼內部之該內軸件之提供最小化該塔與該柱之連接處所需之細節設計量。此組態亦最小化所需之額外結構量。該連接局部最佳化用於疲勞負載承載。該內軸件或該凸緣亦可與該柱之剩餘頂部部分連接以提供完整性至該柱。柱之頂部可經歷局部負載且需要局部加強；然而，其不經設計以使全域渦輪機負載轉移至該整體基座中。來自該風力渦輪機塔之大部分負載藉由使用一凸緣連接至該內軸件而傳遞至該內軸件中。

另外，水截留板(「WEP」) 220a、220b及220c可作為平坦加固板在其等龍骨端處直接連接至該等柱。WEP 220a、220b及220c攜載來自歸因於該WEP之邊緣處之渦流排出之波浪負載及黏度負載之重要垂直壓力負載。此等負載被轉移至該等穩定柱。此等負載一般小於附近柱上之流體靜力壓力。因此，該WEP板厚度相較於該等穩定柱外殼通常較小。

此外，WEP 220a、220b及220c懸臂離開該等主結構(例如，柱及/或桁架部件，如將進一步在下文中詳細討論)以將負載轉移回至該結構。針對整體平台行為，根據需要此組態提供許多自由以調整該等WEP之形狀，同時針對該等柱及桁架部件依賴相同整體設計。該等WEP增加風力及波浪引發運動之阻力，且提供相對於波浪週期之平台諧振週期之調諧。該等WEP至該等穩定柱之連接需要在該平台之壽命內承受在該等WEP上之由流體動力波浪壓力產生之循環疲勞負載以及在大海洋狀態中之極端流體動力負載。該等穩定柱之外殼承載大部分此等流體靜力負載於船體上。

穩定柱215a、215b及215c之各者內之該等內軸件係一整體桁架結構之部分，該整體桁架結構包含水平主管部件210a及對角管部件210b且其將穩定柱215a、215b及215c連接在一起。

如圖3中更加詳細展示，各柱內之內軸件315、320及325由細長未加固管部件製成，且用作該整體桁架結構之部分。該整體桁架結構經設計不僅承受該結構上之全域負載轉移，尤其是在塔底座處之渦輪機負載，而且承受全域流體動力及流體靜力負載。在一實施例中，存在三個桁架部件。各桁架部件具有兩個水平主管部件305及兩個對角管部件310。圖3中所展示之如延伸於含有內軸件320及325之柱之間的兩個水平主管部件305因為其等橫向地轉移負載於該等柱之間的能力，在本文中亦可指稱橫向桁架部件，其等經暴露至海洋環境負載。除兩個水平主管部件305外，該桁架部件可進一步包含兩個對角管部件310。兩個對角管部件310用以藉由使該等柱之一者連接至兩個水平主管部件305之一者而提供額外結構支撐至該橫向桁架。

該等桁架部件上之壓力負載(即，流體靜力及流體動力負載)可藉由保持水平主管部件305之直徑及對角管部件310之直徑足夠小使得該等壓力負載不影響該等桁架部件之壁厚度(即，大於7之一長度與直徑比，其通常導致直徑在1米至2.5米之範圍中)而經最小化。局部壓曲可由於壓力施加至一WEP或該等外殼之一者而發生。就較小直徑而言，局部壓曲阻力經改良，即一板在抵靠所施加壓力而彎曲時比在其係平坦時較不容易屈服。該等桁架部件之該等水平主管部件及該等對角管部件之圓形橫截面自流體動力負載之觀點係有利的，因為當相較於類似矩形截面時其最小化拖曳阻力。該圓形橫截面亦可有效地將來自來自所有方向之波浪之負載轉移。另外，該圓形橫截面可使用用以製造風力渦輪機塔之相同組裝線而有效地製造。

圖4a及圖4b提供在一實施例中之一穩定柱之一詳細圖解說明。該等若干穩定柱之各者包含一內軸件，其經保護免受外部天氣影響，因為其包含於該穩定柱之該外殼內。如圖4a中所展示，內軸件405經設計為主要承載由該塔及桁架部件轉移之全域負載。該內軸件亦可承受

來自壓載分隔間或加壓分隔間之一些外部靜態壓力。為防止所得壓曲強度關注點變成在選擇該內軸件之壁厚度時之一不利因數且為滿足製造需求(例如運輸可攜帶性)，內軸件405之直徑經最小化，且一內環主樑410可局部用作一重量管理策略。環主樑410沿該內軸件之內部上之一橫截面而直接附接至該內軸件壁，且其等垂直位置可取決於其中該支撐需要承受來自壓載之外部壓力或來自該等桁架部件之沖孔負載而調整。不在該風力渦輪機塔下方之該等穩定柱中之該等內軸件之直徑將通常小於承載內軸件之該風力渦輪機塔(例如，針對大多數渦輪機，在3米至6米之範圍中)。

該內軸件亦可含有垂直進入軸件以允許個人在該等穩定柱內為設備之檢查或修理而有效地向上及向下移動。

柱外殼415主要經定大小以提供充分浮力及足夠運動行為至該浮動平台。該柱外殼係具有自龍骨端465至該等柱之頂部之筆直垂直壁之一結構。在一些實施例中，該外殼可經中空且經焊接至該等通過桁架部件以提供該全部柱浮力之完整性。在其他實施例中，該外殼之形狀可經建構以提供該等桁架部件之直接連接至該內軸件。外殼415可經定形為在內軸件405周圍之一圓柱形殼。在一些實施例中，該內軸件可延伸於外殼415上方及/或下方。在另一實施例中，外殼415可具有具有出自該外殼之該等表面之餅狀件之一整體圓柱形形狀，使得對角管部件420及/或水平主管部件425可進入，使得外殼415不與對角管部件420及/或水平主管部件425之通路接觸或阻塞該通路。

針對大多數數百萬瓦特離岸風力渦輪機，該穩定柱直徑需要大於約4米，且可達至約15米。該等穩定柱之該外殼上之負載由來自流體靜力波浪負載及來自流體動力波浪負載之局部壓力及藉由該等穩定柱上之波浪及氣流負載主導。自對角管部件420及/或水平主管部件425轉移之全域負載(其可穿透外殼415)僅局部影響該外殼且使用該板

之局部加強解決。在一實施例中，外殼415因此經設計以承受殼或該外殼上之板之壓曲。該設計可包含環形加固圓柱形殼或平坦部430a及430b，如圖4b中所展示。具有環形主樑435之環形加固圓柱形殼因為其等成本效益而比正交加固圓柱形殼更佳。

在一實施例中，該等穩定柱經設計用於承載相對較小垂直負載，因為垂直(即軸向)應力歸因於頂側重量及渦輪機負載而大部分由該對應穩定柱之該內軸件而非由該外殼及垂直加固條(例如隔板)攜載。該垂直負載施加至該穩定柱之底部或龍骨端，其直接連接至該內軸件及該外殼兩者，且因此該垂直負載在該兩個結構部件之間分離。因此，該外殼攜載施加於該柱之該龍骨端處之一些浮力垂直負載，但此等亦部分轉移至該內軸件中。因此，該外殼上之垂直負載可經最小化。

在一實施例中，該等穩定柱亦可使用平坦部430a及430b及隔板440分隔開以在可經加壓之該穩定柱內產生一空隙分隔間455。此等平坦部430a及430b及隔板440及水平加固條445一起提供該浮動風力渦輪機平台之分隔功能性及存活性，以防一個分隔間被淹沒。而且，其等亦可用以最小化由該外殼攜載之全域負載且轉移此等負載回至該內軸件中。例如，隔板440可負載有由於波浪及氣流之剪切力。

在一實施例中，該等柱之外殼415可充當一壓力容器。其草圖(壁厚度及加固)可藉由最小化用以形成該外殼之該板上之局部壓力之效應而最小化。此局部壓力之降低可藉由使來自流體靜力水位準之外部壓力及藉由提供一內部靜態壓力之海洋波浪平衡而達成。針對(例如)由鋼製成之一圓柱形外殼415，最佳組態在該內部壓力總是超過外部壓力時經獲得：外部壓力導致壓曲低於壓縮環向應力同時內部壓力產生拉伸應力於該殼中。歸因於壓曲中之較高不穩定性，可允許應力在拉伸下高於鋼中之壓縮應力。

使用一鋼圓柱體用於該外殼之該等優點之一者係環形永久壓載分隔間450可內部加壓。該內部靜態壓力可由該內軸件與該外殼之間的環形永久性壓載分隔間450中之一液體或一氣體壓載器產生。在液體壓載器之情況下，該壓載器之高度判定可自外部壓力減去多少壓力。例如，若一分隔間定位於該平均吃水線下10米且來自極端波浪之壓力期望為達到一額外10米上端，則應提供一20米高水柱(或0.2MPa或2巴(bar))於該分隔間內以補償該外部壓力。此藉由使該分隔間完全填充水達通風孔而達成，該等通風孔定位於該等柱之頂端處且在甲板上浪之到達上方，藉此防止意外淹沒。

在一實施例中，該等通風孔可包含在一壓載分隔間上之氣體進入及出口閥。該氣體進入及出口閥可在正常操作期間經密封。該氣體進入及出口閥可進一步確保大氣壓在填充時藉由在該壓載分隔間之填充期間讓氣體出去，且相反地，當該壓載分隔間耗盡時，讓空氣進來而維持在該壓載水之頂部處。在此情況下，若該柱延伸至11米高於該平均吃水線，則該通風孔將定位於約11.75米高於該水平吃水線，提供20米以上之一水柱用於該壓載分隔間之加壓，其足以取消外部壓力。柱通常站立高於該平均吃水線約10米，使得極端波浪不損壞該柱之頂部上之設備且使得水不進入透過該等通風孔。

在一些實施例中，在該穩定柱中之該內軸件與該外殼之間的該內部靜態壓力可藉由使用一均勻加壓氣體而獲得。在此等情況下，該壓載分隔間透過在安裝時該壓載分隔間之頂部處之該進入及出口閥而加壓且因此具有該進入及出口閥之一通風孔可並非為必要的。該壓力可透過一壓力感測器監測。由於該壓載分隔間內之壓力之變化不跟隨相同於該壓載分隔間外部之流體靜力壓力(與水深度成線性比例)之趨勢，而代替地係均勻的，所以該壓載分隔間內之壓力可經設定為該壓載分隔間之全部位準之一最佳化值。不同於液體壓載器之情況，其亦

可根據需要經設定為稍微大於該柱之高度之壓力(例如高數巴)。

在一些實施例中，一主動壓載分隔間460中之壓力可經由至大氣壓之通風孔而動態地受控。此等大氣通風孔可含有允許待耗盡之空氣進入至該主動壓載系統之結構。然而，該等通風孔必須經遮罩以便在日常海洋操作期間排除海水之非所要進入。在一實施例中，一進入及出口閥可據此用以提升或降低一分隔間中之壓力。例如，一壓力監測系統可使用壓力感測器監測主動壓載分隔間460。若壓力損失，則一警告可發出，且該壓力可自動地或經由一使用者輸入調整。若液體壓載器延伸至該等通風孔中至柱之頂部，則調整亦可考量蒸發。該內部壓力可經維持為近似等於來自一給定分隔間與該通風孔之頂部之間的一水柱之壓力。針對在20米與40米之間改變之典型行高度，內部壓力將達到4巴。

圖5a提供WEP 220a、220b及220c之細節之一圖解說明。WEP 220a、220b及220c係平坦加固板505，其等直接連接至該等穩定柱之龍骨端。該等WEP自該柱之底部平坦龍骨465向外懸臂且使用現有結構組件用於支撐。例如，該WEP可連接至一對下水平主管部件510，其中其等跨越在該穩定柱處交叉。該等WEP亦可連接返回至該柱之龍骨465。該等WEP由圓周主樑515及徑向主樑520支撐。徑向主樑520歸因於流體動力負載而轉移該等彎曲負載回至該柱中。該等平坦部係加固的，使得徑向主樑520與一配合平坦主樑匹配，其繼而轉移該負載回至該內軸件中。針對額外加固，可使用膝形拉條525。膝形拉條525係管部件，其等之直徑可為小的(例如，小於1.5米)且可攜載自該WEP之主要作為軸向負載之垂直流體動力負載，且轉移此等負載回至該柱外殼中。該柱外殼經局部加強以承載該等負載。該WEP與該等柱之間的此等連接係疲勞分析以及強度分析之目標。

圖5b提供WEP 220a、220b及220c之另一實施例。在此實施例

中，平坦加固板530自該穩定柱龍骨端之該圓周之至少一部分徑向延伸。平坦加固板530亦在連接至穩定柱535之兩個下水平主管部件510之方向上徑向延伸。類似於圖5a中所展示之WEP，圖5b中之WEP自柱535之龍骨端465向外懸臂且可使用兩個下水平主管部件540a及540b用於支撐。在此實施例中之WEP由圓周主樑545及徑向主樑550支撐。徑向主樑550轉移該等彎曲負載回至柱535中。管部件膝形拉條555可攜載來自該WEP之垂直流體動力負載，且轉移此等負載回至柱535。如圖5b中所展示，在兩個下水平主管部件540a及540b之方向上徑向延伸之該WEP之部分自柱535之至少一部分徑向延伸之該WEP部分產生一三角形狀WEP延伸部。

此外，在一些實施例中，自柱535徑向延伸之該WEP部分不自柱535之整體圓周延伸。例如，可存在一或多個間隙區域560，其中該加固板係不存在的(亦在圖4b中所展示之在龍骨465旁邊)。該WEP之經組合結構(即，平坦加固板自該穩定柱龍骨端徑向延伸及在連接至該穩定柱之該兩個下水平主管部件之方向上徑向延伸)因此係在在頂部處具有一間隙之一鍵孔之形狀中，如圖4b及圖5b中所展示。該WEP之形狀及大小可進一步經修改以當該平台結構在海中使用時容納各種設計約束及期望環境條件。

包含柱直徑及其等位置之平台佈局可取決於項目特性而經調整以導致一最佳結構組態。圖6提供柱及桁架部件尺寸之一詳細圖解說明。柱605之直徑D1 (該柱攜載風力渦輪機發電機塔620)可大於柱610及柱615之直徑D2。此外，柱610之中心至柱615之中心之間的距離可小於或大於柱605之中心至柱610或柱615之中心之間的距離。在此結構組態中，連接柱605至柱610及柱605至柱615之該等軸之間的角度可在45度與60度或60度與90度之間改變。水上(出水高度)及水下(氣流)之三個柱之高度取決於該海洋氣象(metoccean)環境、製造及安裝約束

及取決於管效能而調整。

上文浮動風力渦輪機平台之描述不代表特性之一窮盡列表，因為可併入其他結構。另外，該等結構可個別地使用或彼此組合使用。因此，闡釋本文中所揭示之技術之實例不應視作限制性或較佳的。上文所提供之實例僅用以闡釋所揭示之技術而不過度複雜化。不意欲闡釋所揭示之全部技術。

本技術根據下文所描述之各種態樣闡釋。提供包含三個細長穩定柱之一浮動半潛水風力渦輪機平台。該三個穩定柱之各者具有一頂端、一龍骨端及含有一內軸件之一外殼。該三個穩定柱之各者亦具有在其龍骨端處之一水截留板。此外，各水截留板懸臂於垂直於該穩定柱之一縱向軸之一平面中。

另外，該浮動半潛水風力渦輪機平台包含三個桁架部件，其中各桁架部件包含兩個水平主管部件及兩個對角管部件。該等水平主管部件之各者具有用於連接至該三個穩定柱之一者之該內軸件之一第一端及用於連接至該三個穩定柱之一不同者之該內軸件之一第二端。該互連三個穩定柱及三個桁架部件形成一三角形橫截面於垂直於該三個穩定柱之該等縱向軸之一平面中，其中該三角形橫截面之該三個側係該三個桁架部件且該三角形橫截面之該三個頂點係該三個穩定柱。針對各桁架部件，該兩個對角管部件之各者亦具有一第一端及一第二端，其中各對角管部件之該第一端連接至一穩定柱之該內軸件且各對角管部件之該第二端連接至在該相同桁架部件中之該等水平管部件之一者。該浮動半潛水風力渦輪機平台進一步包含一細長風力渦輪機塔，其安置於該三個穩定柱之一者之該頂端上方，使得該塔之該縱向軸實質上平行於該穩定柱之該縱向軸。

在一實施例中，餅狀切口安置於該等柱外殼之各者之一側上以提供一間隙給該三個桁架部件之兩個對應桁架部件以連接至該內軸

件。在一些實施例中，該三個桁架部件亦連接至該三個穩定柱之該等柱外殼。該三個桁架部件穿過並連接至該等柱外殼以及連接至該等內軸件。

在一些實施例中，該三個桁架部件之一者具有不同於該其他兩個桁架部件之一長度，因此形成一三角形橫截面，其係一等腰三角形。在此實施例中，該風力渦輪機塔安置於連接至具有相同長度之該其他兩個桁架部件之該穩定柱之該頂端上方。

在一實施例中，該三個桁架部件具有相等長度，其中所形成之該三角形橫截面係一等邊三角形。

在一些實施例中，一環形分隔間形成於柱外殼之各者與對應內軸件之間。該等環形分隔間提供可使用一液體及一氣體之至少一者加壓之一體積。

在一實施例中，該三個穩定柱之一者具有大於該其他兩個穩定柱之一直徑，且該風力渦輪機塔安置於具有該較大直徑之該一穩定柱之該頂端上方。

在一實施例中，該三個穩定柱之各者內各安置有一壓載艙。該等壓載艙用以含有壓載器，其可在該三個穩定柱之間由一壓載控制系統轉移。

在一些實施例中，該三個穩定柱之各者之該柱外殼結構上由隔板、環形主樑及環形加固圓柱形平坦部之至少一者支撐。在一些實施例中，該三個穩定柱之各者之該內軸件結構上由環形主樑支撐。且在一些實施例中，該三個穩定柱之各者之該柱外殼結構上由隔板、環形主樑及環形加固圓柱形平坦部之至少一者支撐，且該三個穩定柱之各者之該內軸件結構上由環形主樑支撐。

在一實施例中，各水截留板 i) 自該穩定柱龍骨端之該圓周之至少一部分處徑向延伸及 ii) 在連接至該穩定柱之該等桁架部件之兩者之該

方向上徑向延伸。在一實施例中，作為該等徑向延伸之一結果，各水截留板在該板之該平面中粗略地形成一鍵孔形狀。

亦提供一種浮動半潛水風力渦輪機平台，其包含三個細長穩定柱，其中該三個穩定柱之各者具有一頂端、一龍骨端及在一外殼與由該柱外殼含有之一內軸件之間的環形分隔間。該三個穩定柱之各者在其龍骨端處具有一水截留板。該水截留板懸臂於垂直於該穩定柱之一縱向軸之一平面中。

該浮動半潛水風力渦輪機平台包含三個桁架部件，其中各桁架部件包含兩個水平主管部件及兩個對角管部件。該等水平主管部件之各者具有用於連接至該三個穩定柱之一者之該內軸件之一第一端及用於連接至該三個穩定柱之一不同者之該內軸件之一第二端。該互連三個穩定柱及三個桁架部件形成一三角形橫截面於垂直於該三個穩定柱之該等縱向軸之一平面中，其中該三角形橫截面之該三個側係該三個桁架部件且該三角形橫截面之該三個頂點係該三個穩定柱。針對各桁架部件，該兩個對角管部件之各者亦具有一第一端及一第二端，其中各對角管部件之該第一端連接至一穩定柱之該內軸件且各對角管部件之該第二端連接至在該相同桁架部件中之該等水平管部件之一者。該浮動半潛水風力渦輪機平台進一步包含一細長風力渦輪機塔，其安置於該三個穩定柱之一者之該頂端上方，使得該塔之該縱向軸實質上平行於該穩定柱之該縱向軸。

在一些實施例中，該等環形分隔間由隔板及環形加固圓柱形平坦部之至少一者分離。在一實施例中，該三個穩定柱之各者之該柱外殼結構上由該等隔板、該等環形加固圓柱形平坦部及環形主樑之至少一者支撐。

在一些實施例中，該三個桁架部件之一者具有不同於該其他兩個桁架部件之一長度，因此形成一三角形橫截面，其係一等腰三角

形。該風力渦輪機塔安置於連接至具有相同長度之該其他兩個桁架部件之該穩定柱之該頂端上方。

在一實施例中，該三個桁架部件具有相等長度，其中所形成之該三角形橫截面係一等邊三角形。

在一些實施例中，該等環形分隔間提供可使用一液體及一氣體之至少一者加壓之一體積。

在一實施例中，該三個穩定柱之一者具有大於該其他兩個穩定柱之一直徑，且該風力渦輪機塔安置於具有該較大直徑之該一穩定柱之該頂端上方。

先前描述經提供以使得熟習此項技術者能夠實踐本文中所描述之各種態樣。熟習技術者將易於明白對此等態樣之各種修改，且可將本文中所定義之一般原理應用於其他態樣。因此，申請專利範圍不意欲限制於本文中所展示之態樣，但根據與語言申請專利範圍一致之完整範疇，其中對一單數元件之參考不意欲意謂「一個及僅一個」，除非另有指示，否則為「一或多者」。

諸如一「態樣」之一片語不暗指此態樣對本技術係必要的或此態樣應用於本技術之全部組態。關於一態樣之一揭示內容可應用於全部組態或一或多個組態。諸如一態樣之一片語可係指一或多個態樣且反之亦然。諸如一「組態」之一片語不暗指此組態對本技術係必要的或此組態應用於本技術之全部組態。關於一組態之一揭示內容可應用於全部組態或一或多個組態。諸如一組態之一片語可係指一或多個組態且反之亦然。

字「例示性的」在本文中用以意謂「用作一實例或圖解說明」。如「例示性的」之本文中所描述之任何態樣或設計並不一定解釋為優於其他態樣或設計。對貫穿本發明所描述之各種態樣之元件之全部結構及功能等效物(一般技術者已知或隨後知道)以引用的方式明確併入

本文中且意欲由申請專利範圍涵蓋。

【符號說明】

105a	柱
105b	柱
105c	柱
105d	柱
105e	柱
105f	柱
110a	大浮船
110b	大浮船
115a	管桁架部件
115b	管桁架部件
115c	管桁架部件
115d	管桁架部件
120	頂側平台
205	塔至基座連接
210a	水平主管部件
210b	對角管部件
215a	穩定柱
215b	穩定柱
215c	穩定柱
220a	水截留板
220b	水截留板
220c	水截留板
305	水平主管部件
310	對角管部件

315	內軸件
320	內軸件
325	內軸件
405	內軸件
410	內環主樑
415	柱外殼
420	對角管部件
425	水平主管部件
430a	環形加固圓柱形殼或平坦部
430b	環形加固圓柱形殼或平坦部
435	環形主樑
440	隔板
445	水平加固條
450	環形永久壓載分隔間
455	空隙分隔間
460	主動壓載分隔間
465	龍骨端
505	平坦加固板
510	下水平主管部件
515	圓周主樑
520	徑向主樑
525	膝形拉條
530	平坦加固板
535	穩定柱
540a	下水平主管部件
540b	下水平主管部件

545	圓周主樑
550	徑向主樑
555	管部件膝形拉條
560	間隙區域
605	柱
610	柱
615	柱
620	風力渦輪機發電機塔

申請專利範圍

1. 一種浮動半潛水風力渦輪機平台，其包括：

三個細長穩定柱，該三個細長穩定柱之各者具有一頂端、一龍骨端及含有一內軸件之一外殼，該三個細長穩定柱之各者在其龍骨端處具有一水截留板，各水截留板懸臂於垂直於該細長穩定柱之一縱向軸之一平面中；

三個桁架部件，各桁架部件包含兩個水平主管部件及兩個對角管部件，該等水平主管部件之各者具有用於連接至該三個細長穩定柱之一者之該內軸件之一第一端及用於連接至該三個細長穩定柱之一不同者之該內軸件之一第二端，使得該互連三個細長穩定柱及三個桁架部件形成一三角形橫截面於垂直於該三個細長穩定柱之該等縱向軸之一平面中，其中該三角形橫截面之該三個側係該三個桁架部件且該三角形橫截面之該三個頂點係該三個細長穩定柱，且對於各桁架部件而言，該兩個對角管部件各具有一第一端及一第二端，其中各對角管部件之該第一端連接至一穩定柱之該內軸件且各對角管部件之該第二端連接至在該相同桁架部件中之該等水平管部件之一者；及

一細長風力渦輪機塔，其安置於該三個細長穩定柱之一者之該頂端上方，使得該細長風力渦輪機塔之一縱向軸實質上平行於該穩定柱之該縱向軸。

2. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中多個切口安置於該等柱外殼之各者之一側上以提供一間隙給該三個桁架部件之兩個對應桁架部件以連接至該內軸件。
3. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個桁架部件亦連接至該三個細長穩定柱之該等柱外殼，該三個桁架部件穿過並連

接至該等柱外殼以及連接至該等內軸件。

4. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個桁架部件之一者具有不同於該其他兩個桁架部件之一長度，且其中該三角形橫截面係一等腰三角形。
5. 如請求項4之浮動風力渦輪機平台，其中該細長風力渦輪機塔安置於連接至具有相同長度之該其他兩個桁架部件之該穩定柱之該頂端上方。
6. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個桁架部件具有相等長度，且其中該三角形橫截面係一等邊三角形。
7. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中一環形分隔間形成於柱外殼之各者與對應內軸件之間，該環形分隔間提供可使用一液體及一氣體之至少一者加壓之一體積。
8. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個細長穩定柱之一者具有大於該其他兩個細長穩定柱之一直徑，該細長風力渦輪機塔安置於具有該較大直徑之該一穩定柱之該頂端上方。
9. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個細長穩定柱之各者內各安置有一壓載艙，該等壓載艙用以含有壓載器，其可在該三個細長穩定柱之間由一壓載控制系統轉移。
10. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個細長穩定柱之各者之該柱外殼結構上由隔板、環形主樑及環形加固圓柱形平坦部之至少一者支撐。
11. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個細長穩定柱之各者之該內軸件結構上由環形主樑支撐。
12. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中該三個細長穩定柱之各者之該柱外殼結構上由隔板、環形主樑及環形加固圓柱形平坦部之至少一者支撐，且其中該三個細長穩定柱之各者之該內軸

件結構上由環形主樑支撐。

13. 如請求項1之浮動風力渦輪機平台，其中各水截留板i)自該穩定柱龍骨端之圓周之至少一部分處徑向延伸及ii)在連接至該穩定柱之該等桁架部件之兩者之方向上徑向延伸，各水截留板形成一鍵孔形狀。

14. 一種浮動半潛水風力渦輪機平台，其包括：

三個細長穩定柱，該三個細長穩定柱之各者具有一頂端、一龍骨端及在一外殼與由該柱外殼含有之一內軸件之間的環形分隔間，該三個細長穩定柱之各者在其龍骨端處具有一水截留板，各水截留板懸臂於垂直於該穩定柱之一縱向軸之一平面中；

三個桁架部件，各桁架部件包含兩個水平主管部件及兩個對角管部件，該等水平主管部件之各者具有用於連接至該三個細長穩定柱之一者之該內軸件之一第一端及用於連接至該三個細長穩定柱之一不同者之該內軸件之一第二端，使得該互連三個細長穩定柱及三個桁架部件形成一三角形橫截面於垂直於該三個細長穩定柱之該等縱向軸之一平面中，其中該三角形橫截面之該三個側係該三個桁架部件且該三角形橫截面之該三個頂點係該三個細長穩定柱，且對於各桁架部件而言，該兩個對角管部件各具有一第一端及一第二端，其中各對角管部件之該第一端連接至一穩定柱之該內軸件且各對角管部件之該第二端連接至在該相同桁架部件中之該等水平管部件之一者；及

一細長風力渦輪機塔，其安置於該三個細長穩定柱之一者之該頂端上方，使得該細長風力渦輪機塔之一縱向軸實質上平行於該穩定柱之該縱向軸。

15. 如請求項14之浮動半潛水風力渦輪機平台，其中該等環形分隔

間由隔板及環形加固圓柱形平坦部之至少一者分離。

16. 如請求項15之浮動半潛水風力渦輪機平台，其中該三個細長穩定柱之各者之該柱外殼結構上由該等隔板、該等環形加固圓柱形平坦部及環形主樑之至少一者支撐。
17. 如請求項14之浮動半潛水風力渦輪機平台，其中該三個桁架部件之一者具有不同於該其他兩個桁架部件之一長度，該三角形橫截面係一等腰三角形，且其中該細長風力渦輪機塔安置於連接至具有相同長度之該其他兩個桁架部件之該穩定柱之該頂端上方。
18. 如請求項14之浮動半潛水風力渦輪機平台，其中該三個桁架部件具有相等長度，且其中該三角形橫截面係一等邊三角形。
19. 如請求項14之浮動半潛水風力渦輪機平台，其中該等環形分隔間提供可使用一液體及一氣體之至少一者加壓之一體積。
20. 如請求項14之浮動半潛水風力渦輪機平台，其中該三個細長穩定柱之一者具有大於該其他兩個細長穩定柱之一直徑，該細長風力渦輪機塔安置於具有該較大直徑之該一穩定柱之該頂端上方。