



(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 I682099 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：106116453

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 18 日

(51)Int. Cl. : **F03D13/25 (2016.01)**

(30)優先權：2016/06/03 德國

10 2016 110 290.3

(71)申請人：新加坡商艾諾丹新加坡顧問有限公司 (新加坡) AERODYN CONSULTING
SINGAPORE PTE LTD (SG)

新加坡

(72)發明人：史梵文森 崧柯 SIEGFRIEDSEN, SOENKE (DE)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW M410105

JP 2001-509565A

JP 2005-264865A

JP 2006-513344A

JP 2009-30586A

JP 2010-539378A

審查人員：謝宏榮

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：15 共 31 頁

(54)名稱

具有多重能量轉換單元之浮動風力發電站

(57)摘要

風力發電站(10)，其具有被設計成半潛式之浮動基礎(20)、配置在浮動基礎(20)上之塔架(30)、從塔架(30)延伸之至少兩個吊桿(40)、分別配置在吊桿(40)之自由端處之能量轉換單元(50)，並且提供將浮動基礎(20)與能量轉換單元(50)連接並且將所有能量轉換單元(50)彼此連接之纜索系統(60)以引入作用於塔架(30)、吊桿(40)及能量轉換單元(50)上之推力，其中纜索系統(60)具有預應力，在對抗預應力之操作中，該預應力具有大於發電站(10)中之預期負載的負載。

Wind power station (10) with a floating base(20) that is designed as semi-submersible, a tower (30) arranged on the floating foundation (20), at least two booms (40) extending from the tower (30), the energy conversion units (50) arranged at the free end of the booms (40) each, and a cable system (60) connecting the base (20) with the energy conversion units (50) as well as all the energy conversion units (50) with each other is provided for introducing the thrusts acting on the tower (30), the booms (40) and the energy conversion units (50), wherein the cable system (60) has a pre-stress, which has load greater than the load to be expected in the power station (10) in operation acting against the pre-stress.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10 . . . 風力發電站

20 . . . 浮動基礎

22 . . . 長臂

24 . . . 短臂

26 . . . 短臂

28 . . . 易浮主體

30 . . . 塔架

40 . . . 吊桿

50 . . . 能量轉換單元

60 . . . 纜索系統

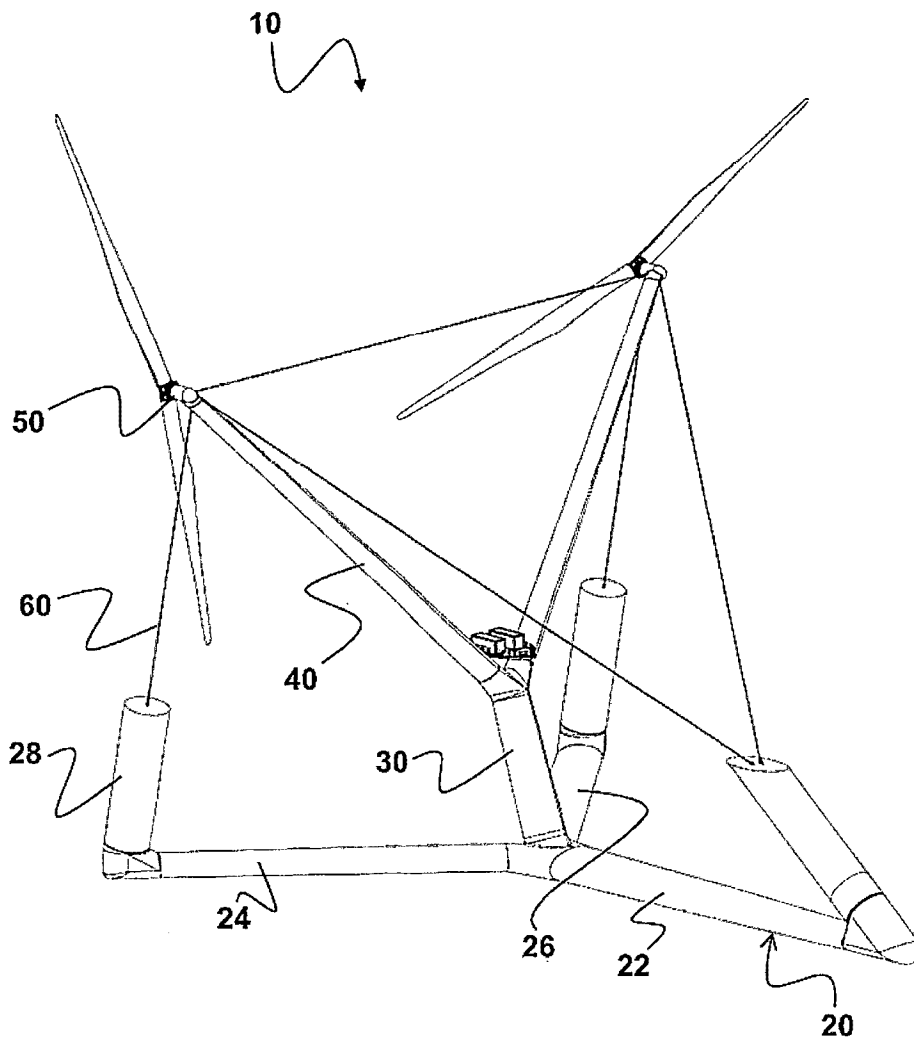


圖 1

圖式

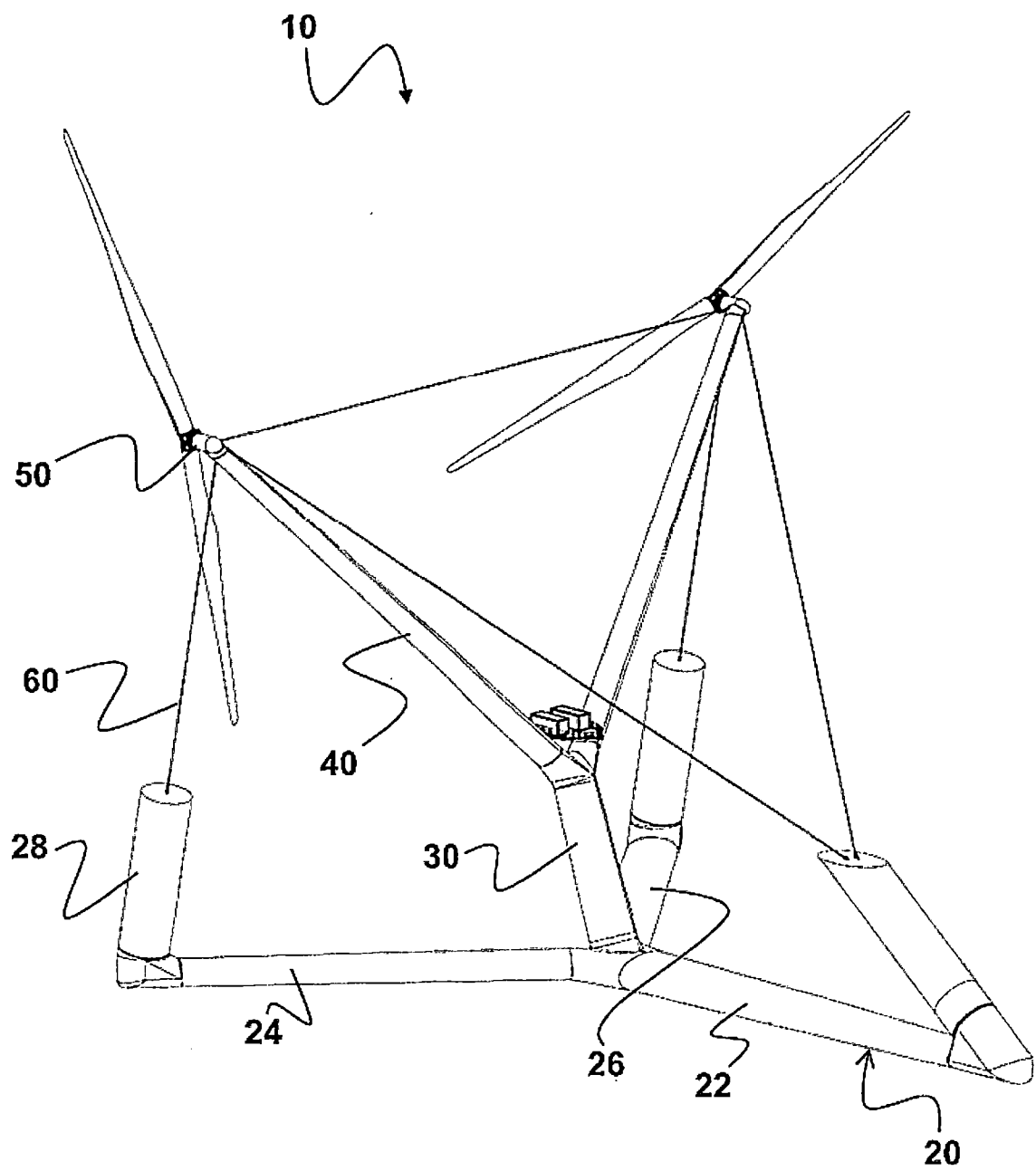


圖 1

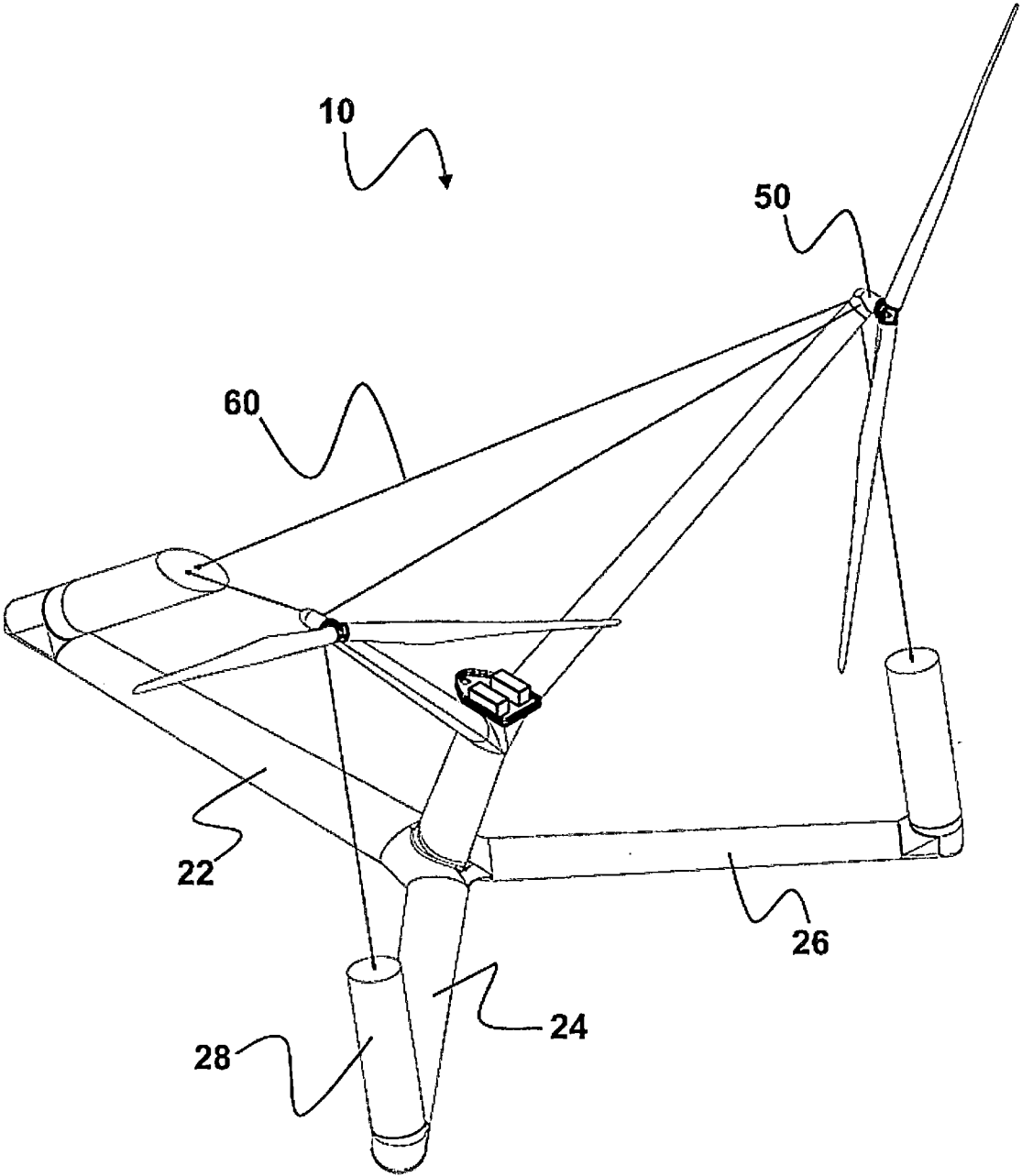


圖 2

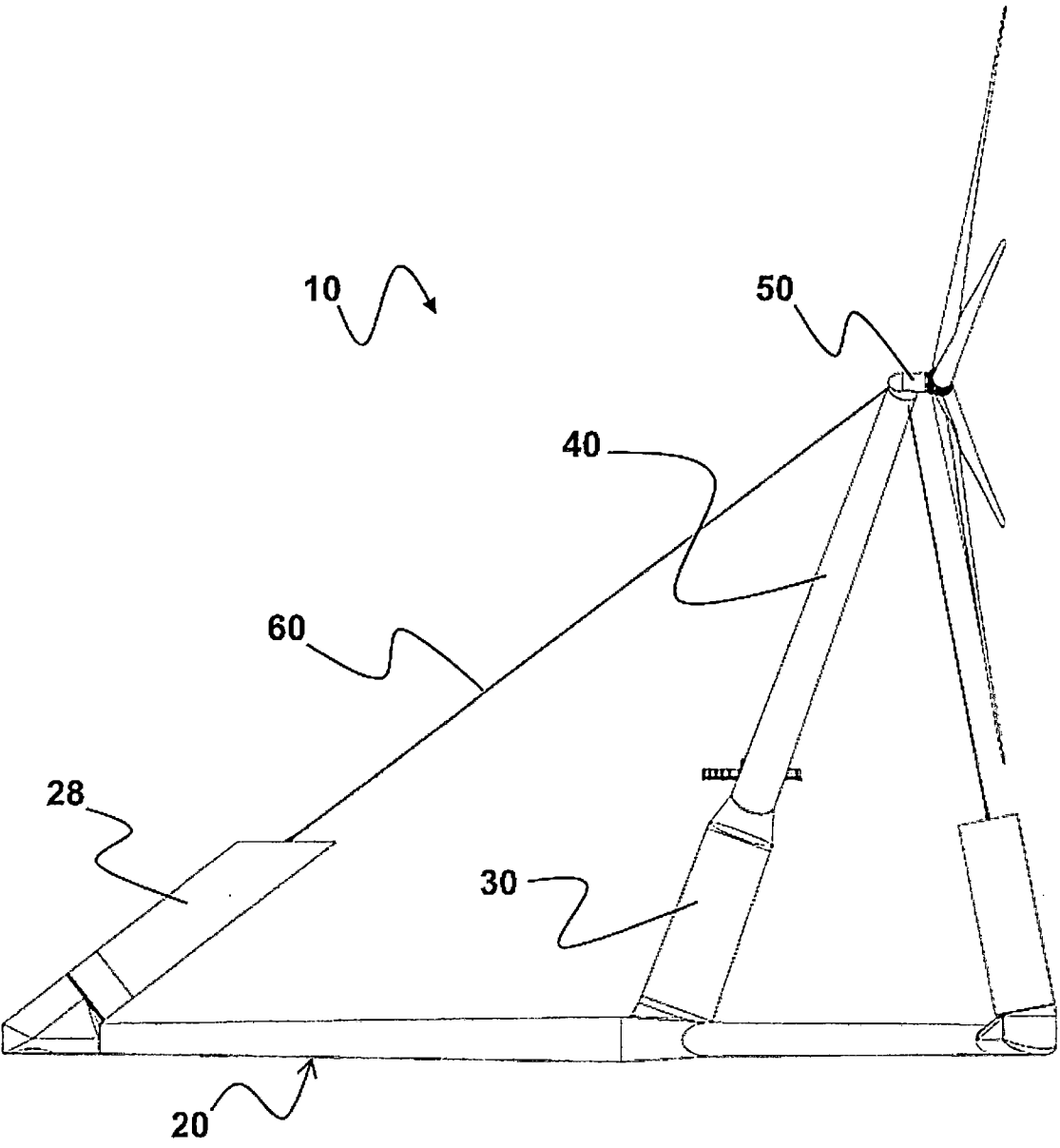


圖 3

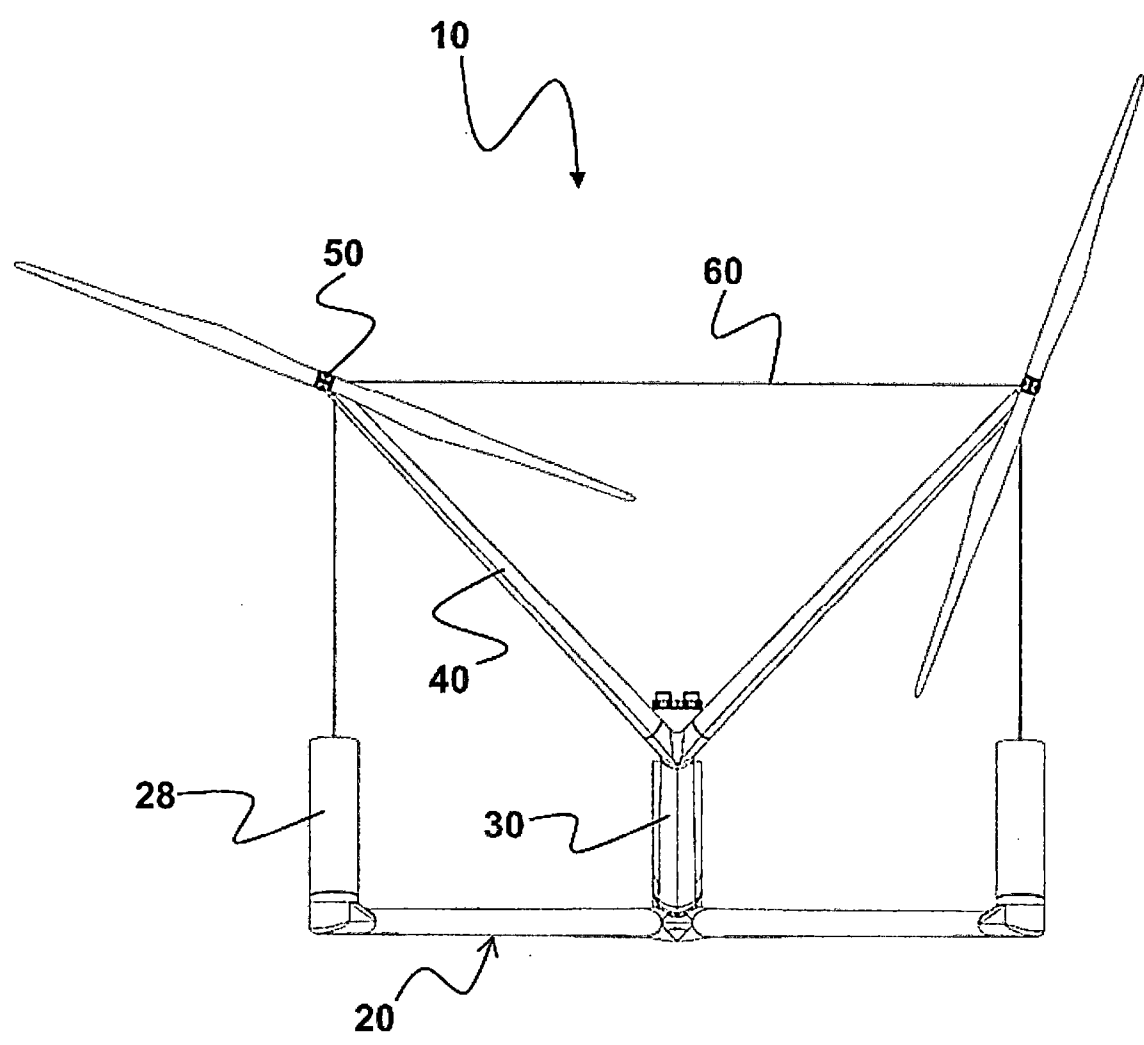


圖 4

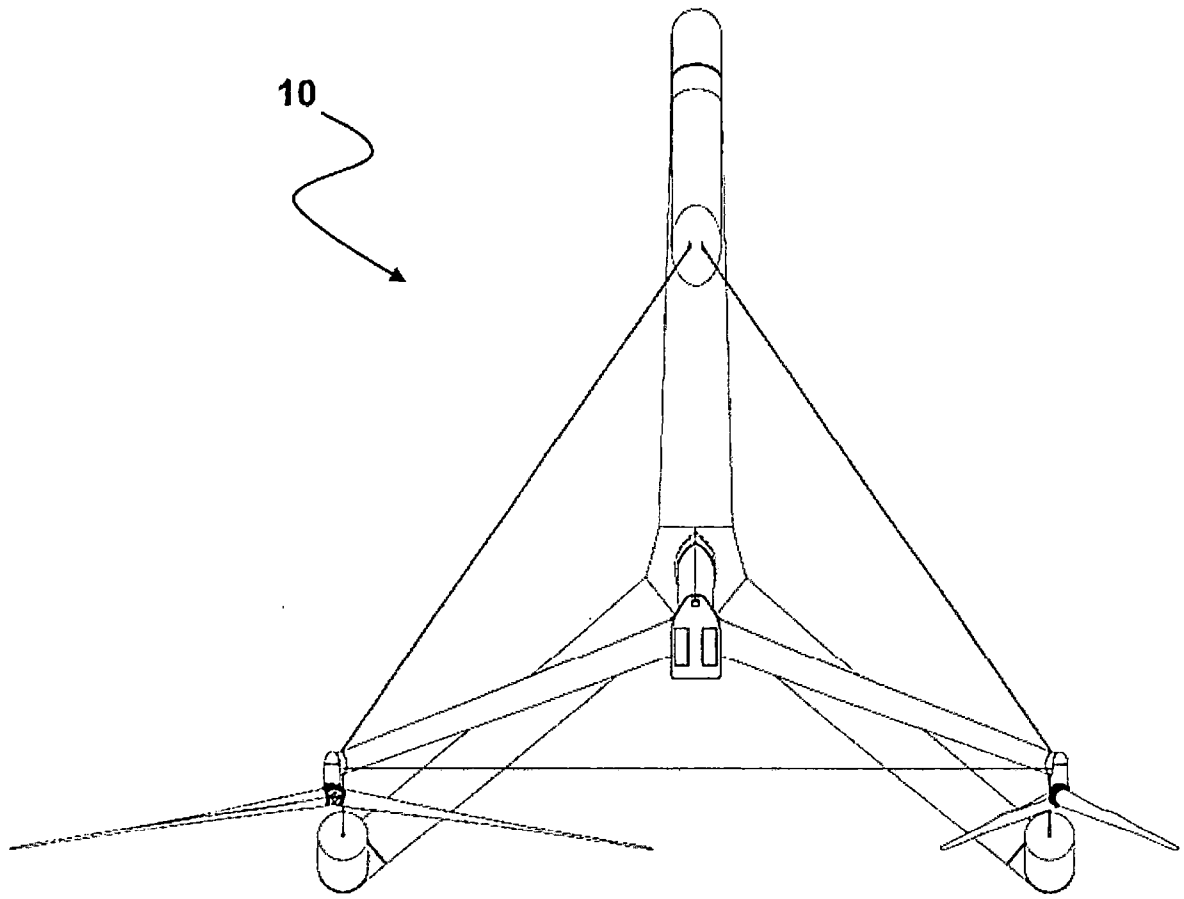


圖 5

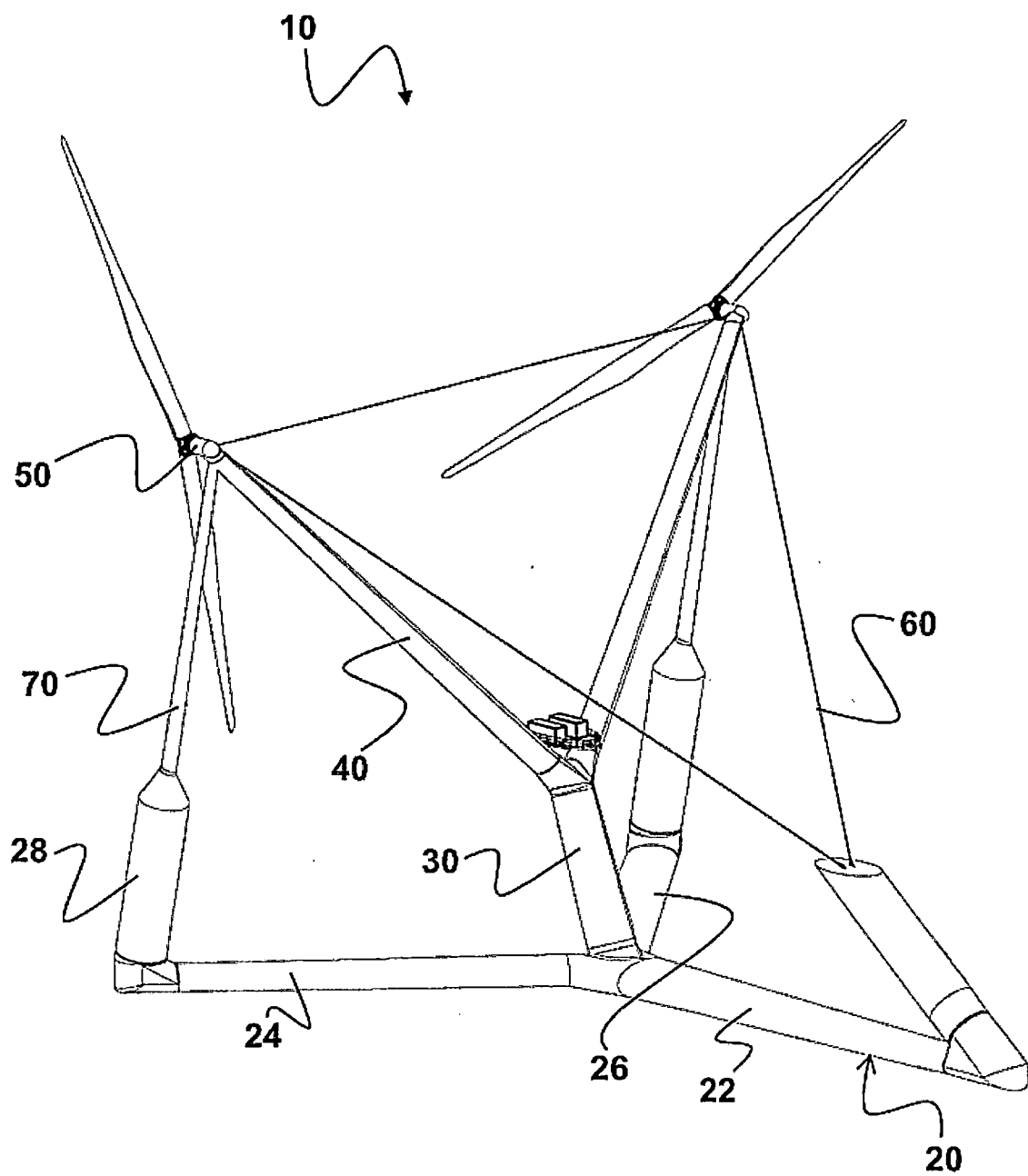


圖 6

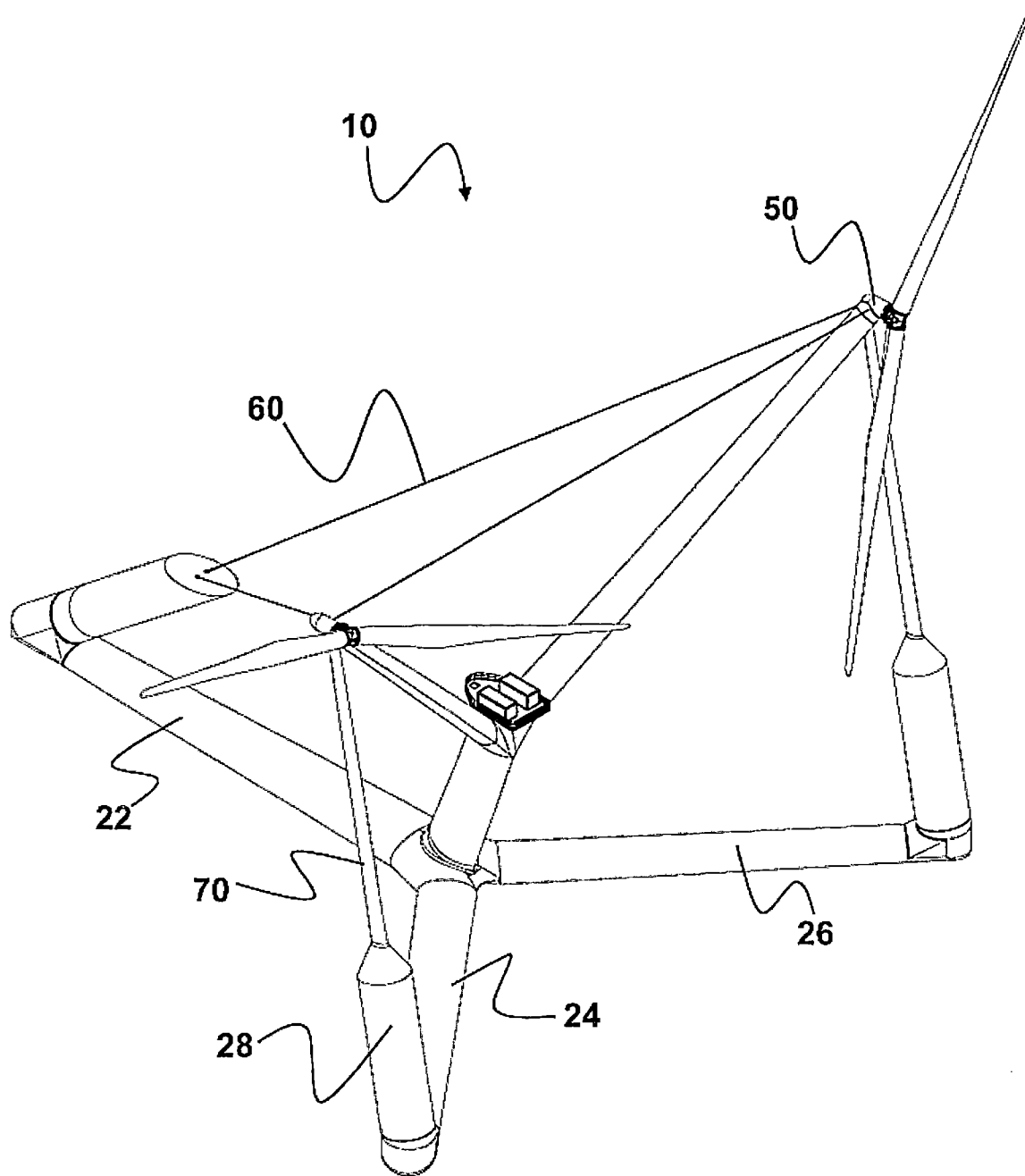


圖 7

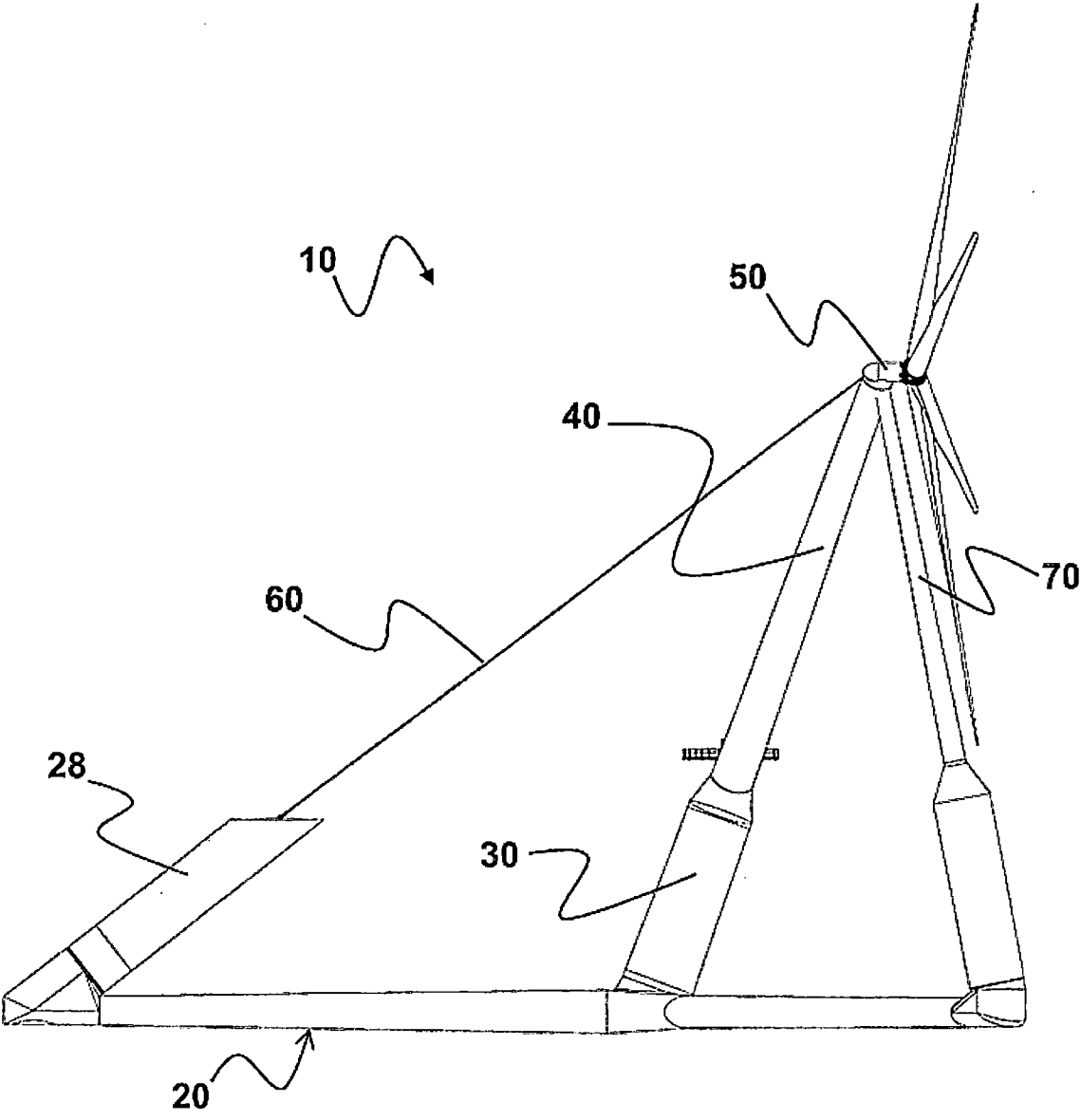


圖 8

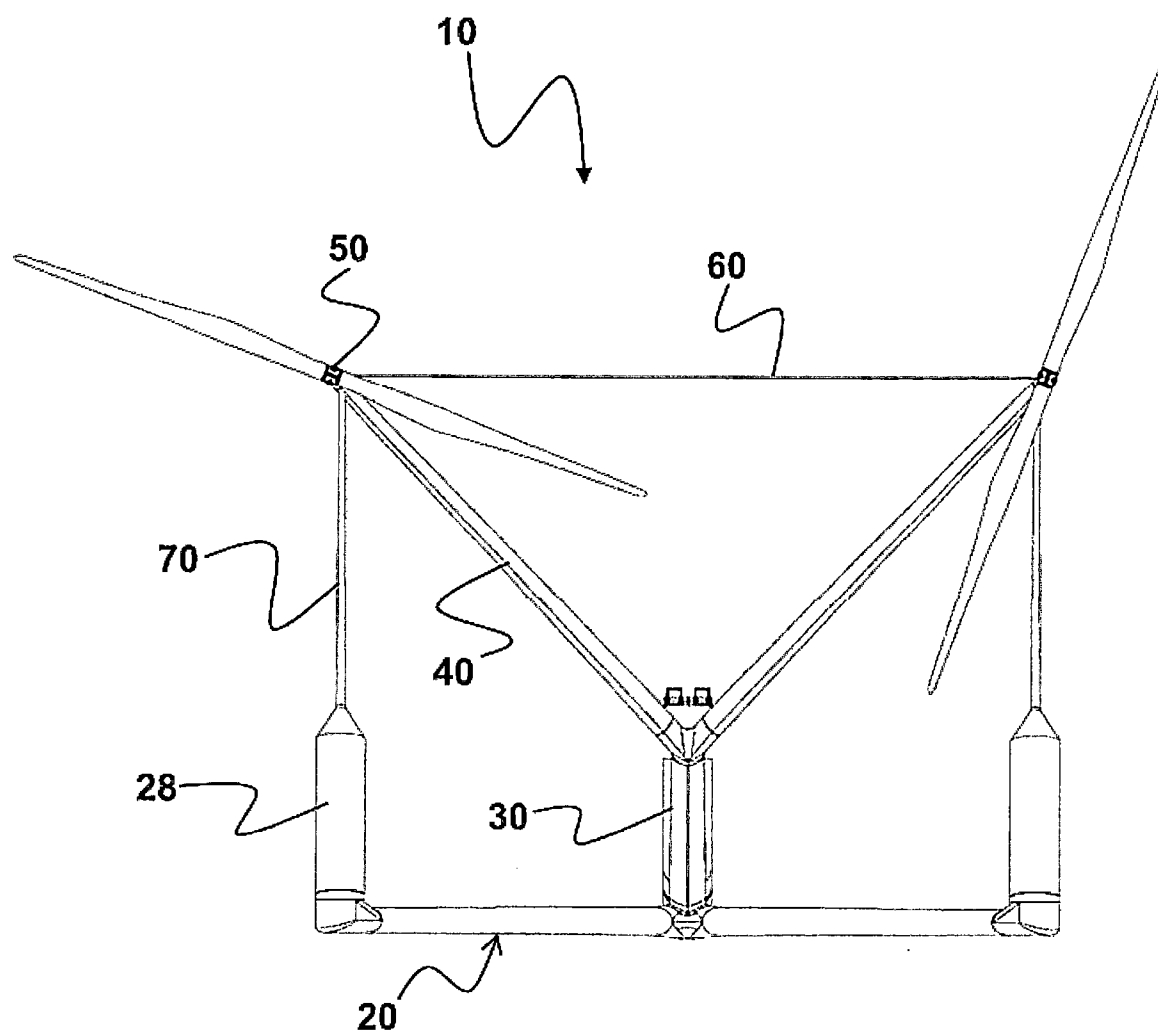


圖 9

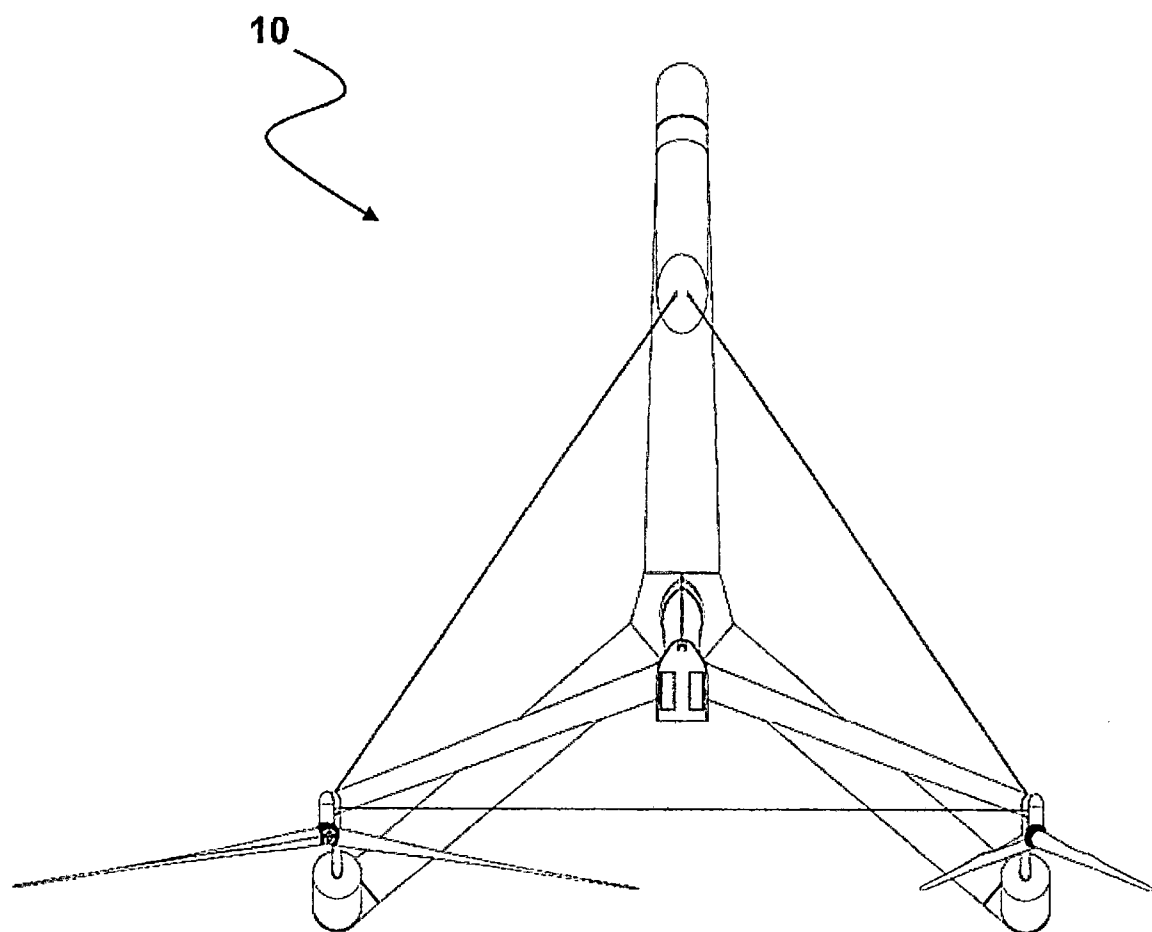


圖 10

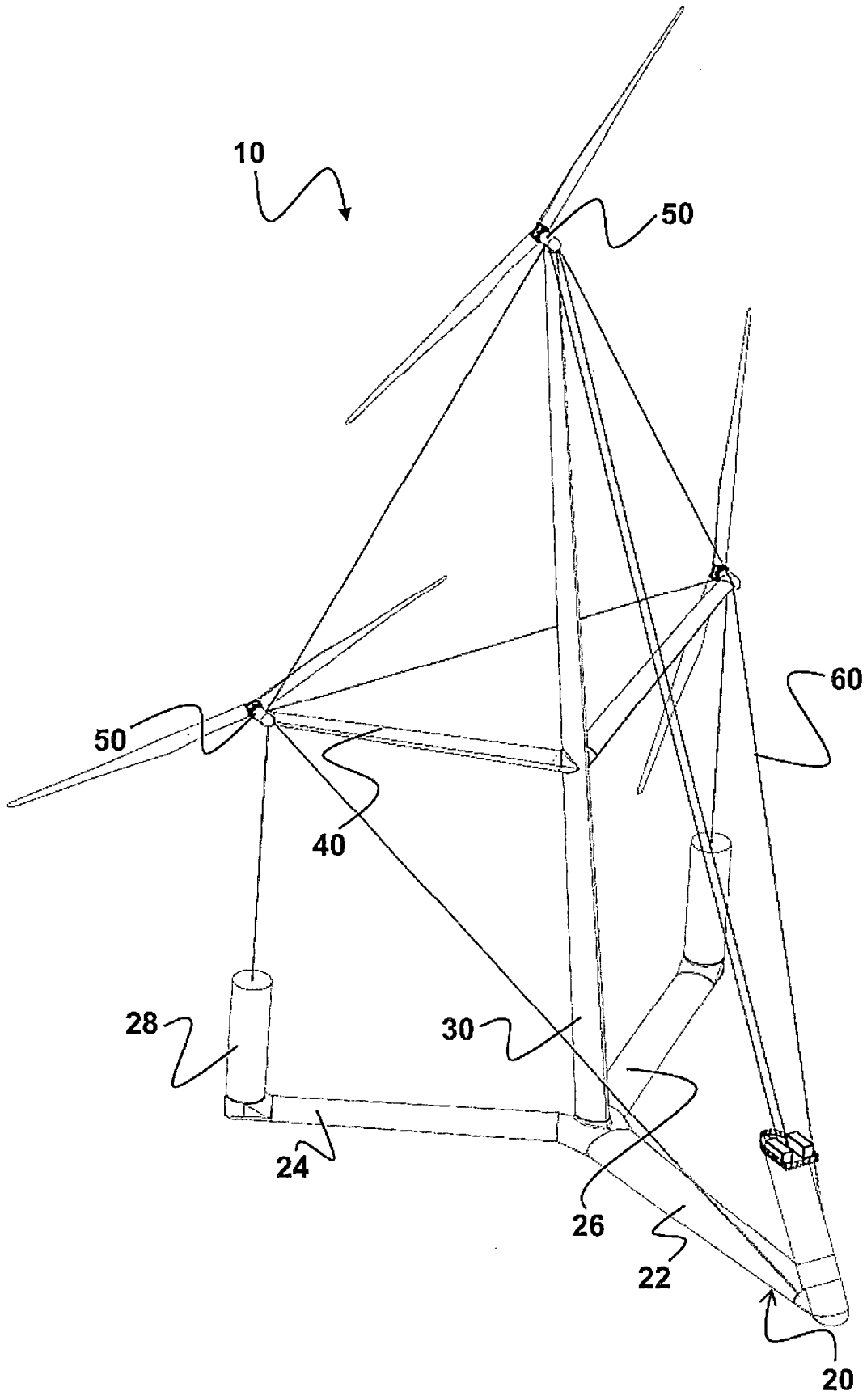


圖 11

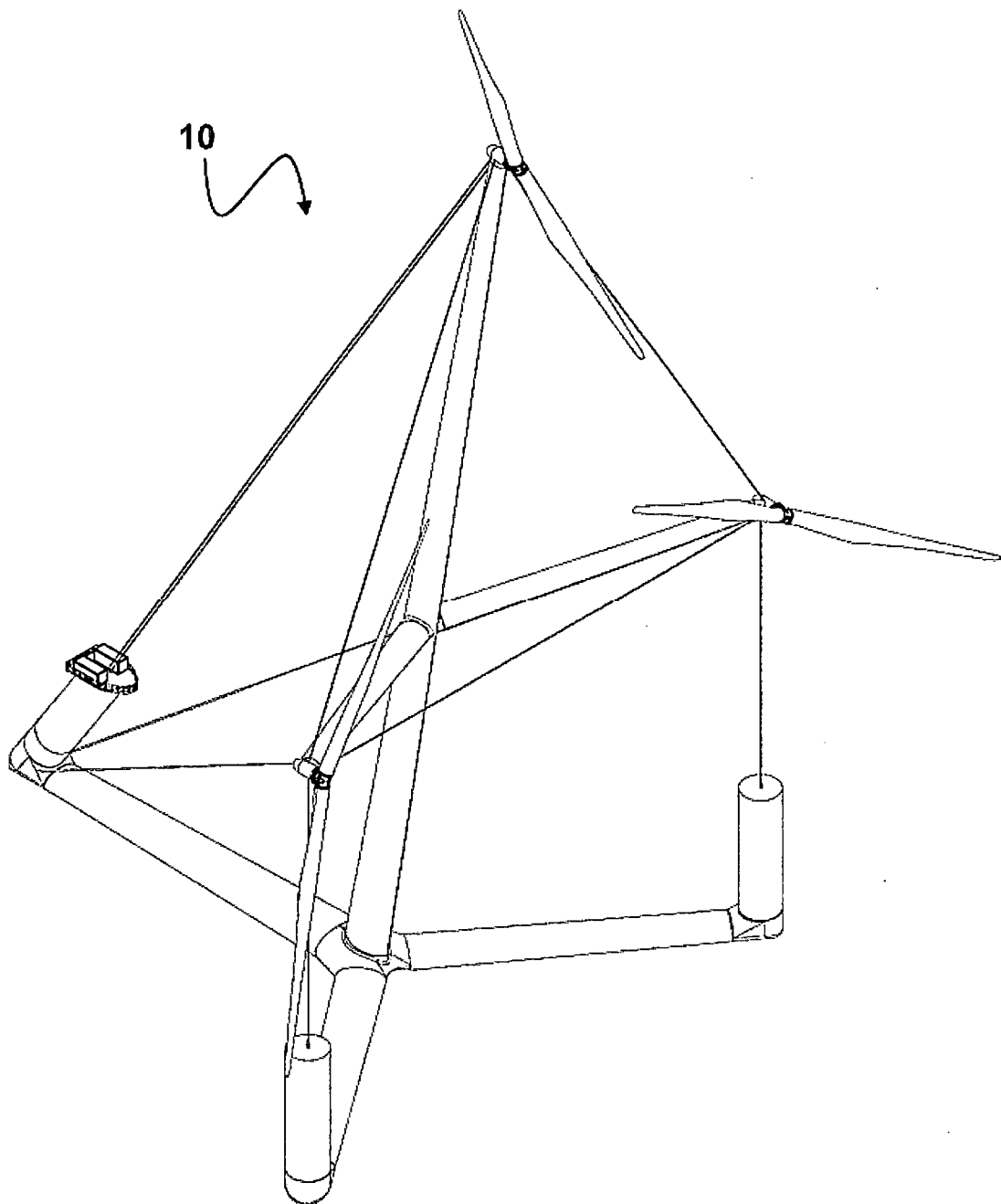


圖 12

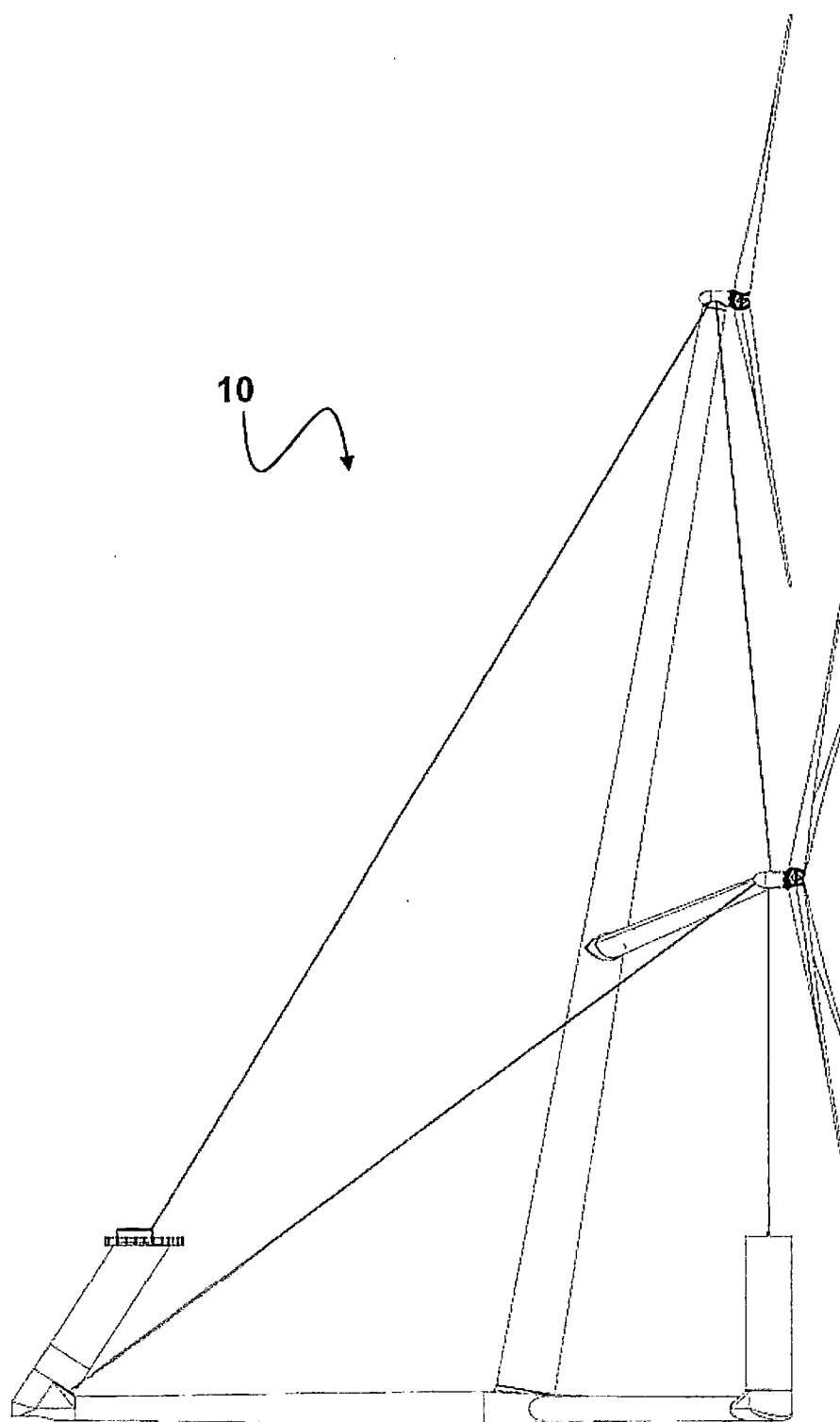


圖 13

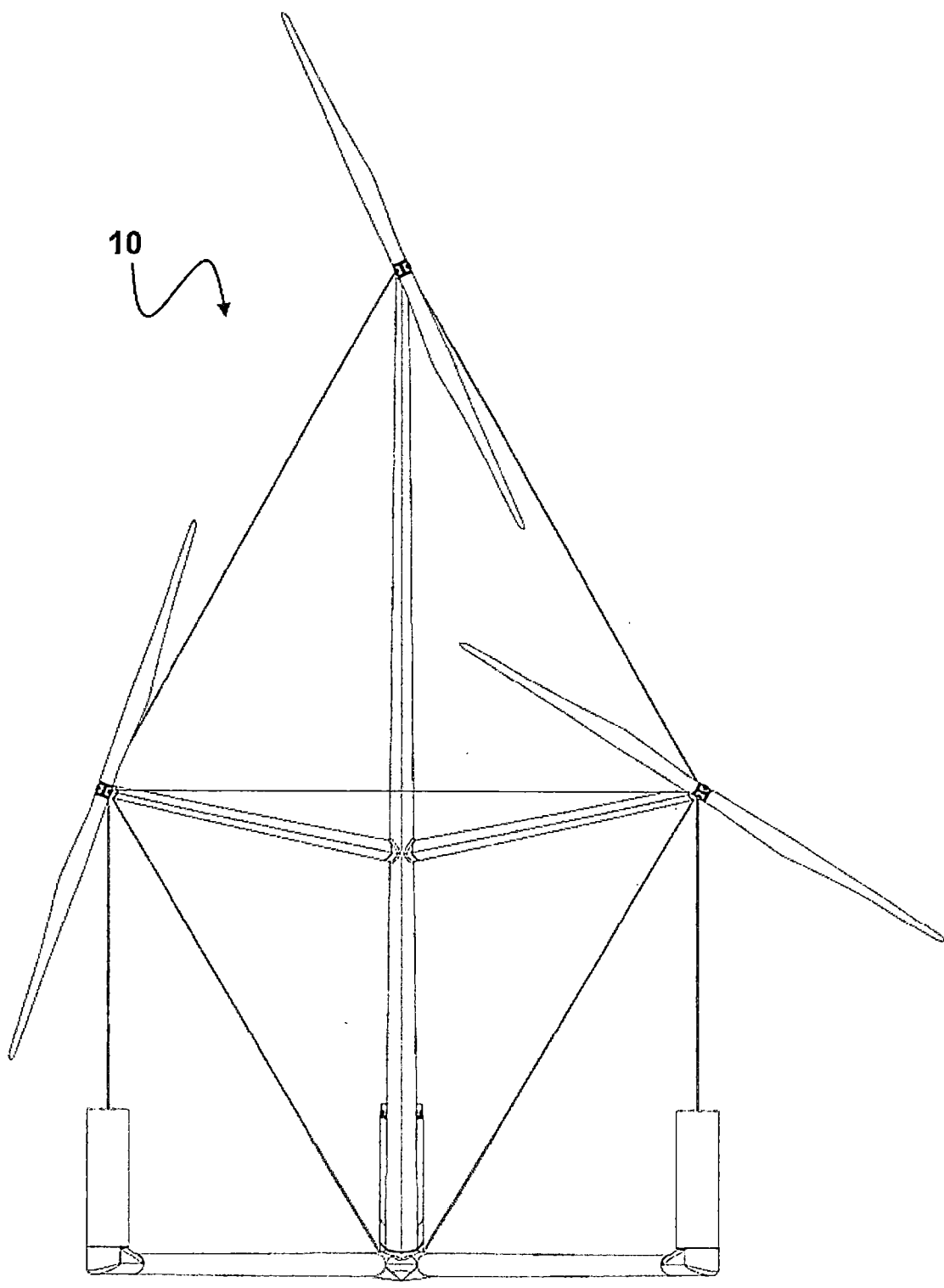


圖 14

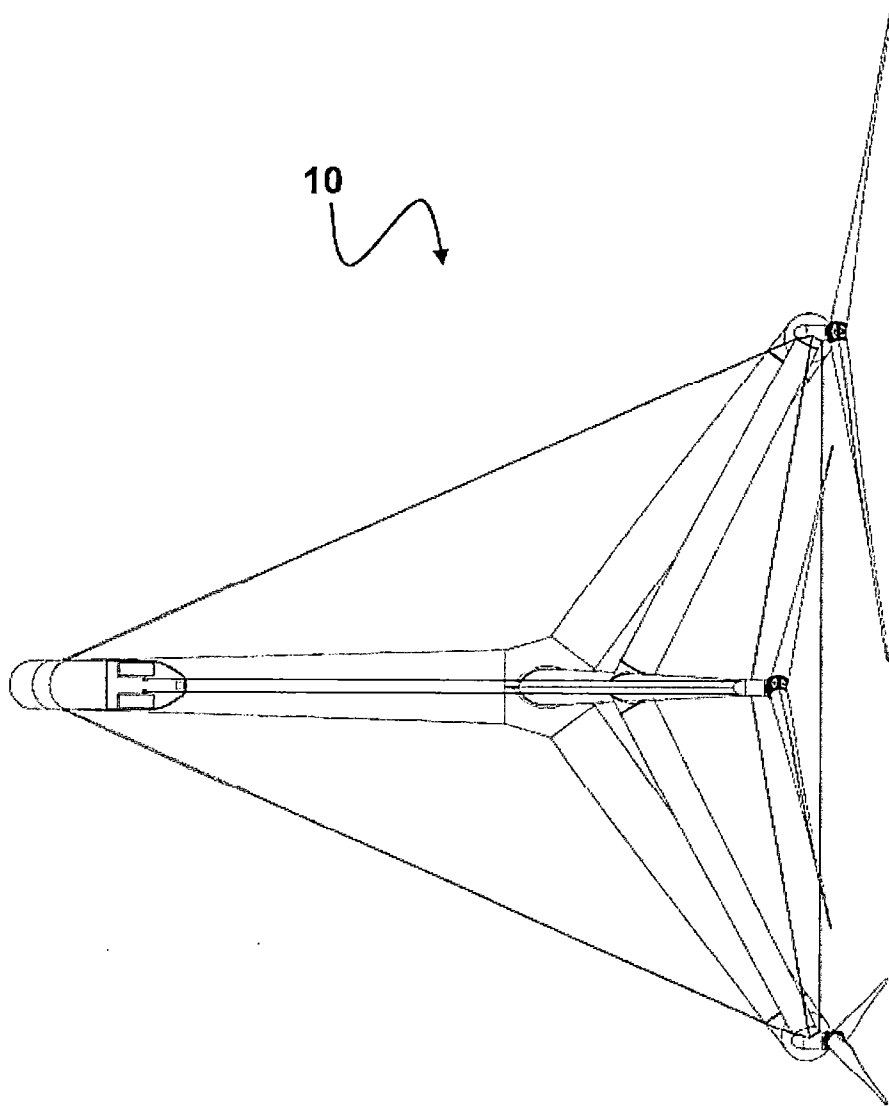


圖 15

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】(中文/英文)

具有多重能量轉換單元之浮動風力發電站

Floating wind power station with multiple energy conversion units

【技術領域】

【0001】 本發明係關於具有多重能量轉換單元之浮動風力發電站。具體而言，本發明係關於浮動風力發電站，其具有浮動基礎、配置在浮動基礎上之塔架、從塔架延伸之至少兩個吊桿、各自設置在吊桿之自由端處之一個能量轉換單元，及纜索系統，該纜索系統連接將浮動基礎與能量轉換單元連接，並且將所有能量轉換單元彼此連接。

【先前技術】

【0002】 具有錨定在水中之底座的離岸風力發電站長期以來係已知的，其中甚至已經提出具有多重能量轉換單元之結構；參見 GB 2 443 886 A、DE 10 2012 020 052 B3。

【0003】 具有浮動底座，亦即浮動基礎之浮動風力發電站通常具有具備配置在浮動基礎上之塔架的結構，其具有例如由轉子、轉子軸承、齒輪箱及發電機組成之能量轉換單元。參見 GB 2 489 158 A、DE 10 2014 109 212 A1。

【0004】 在罕見情況中，具有安裝在設計為「配重 SPAR」之浮動基礎上之兩個轉子的浮動風力發電站亦從 WO 2014/060 420 A1 係已知的。兩個能量轉換單元各自連接至吊桿之自由端，其安裝在 SPAR 上並且經由拉索來彼此連接。該設備被設計成順風風力發電站並且必須獨立地迎風將自身

對齊。為此目的，建設水下承座，其考慮到設備之大小必須具有 8-10 m 範圍內之直徑。

【0005】 此類型之承座當前係不可獲得的，並且即使存在，它們亦需要極大的努力及成本。

【0006】 此外，可能已經發現由 SPAR 浮筒及配置在其上之風力發電站組成之整個結構系統傾向於導致劇烈的及衰減的扭轉振動，因為抗扭勁度幾乎不存在。

【0007】 最後，在吊桿的末端安裝有兩個渦輪機，該等吊桿必須將轉子之高負載以彎曲力矩形式傳輸至 SPAR 結構。此情況進而增加使用較重結構之需要。

【0008】 因此，本發明之任務係建立浮動風力發電站，其可以較小成本及努力來產生，並且可抵擋住由風及波浪施加在浮動風力發電站上之負載。

【發明內容】

【0009】 此目標藉由具有根據本發明之申請專利範圍第 1 項之特徵之浮動風力發電站來達成。子申請專利範圍展示本發明之有利實施例。

【0010】 不同於從 WO 2014/060 420 A1 已知之設備，關於本發明之浮動風力發電站具有被設計成半潛式單元之浮動結構，其不僅在一點處而且在平面上空間分佈之多個點處浸沒在水中。此產生顯著更好浮動穩定性及實質上較低吃水，並且整個結構由於其水平空間擴展而具有抗扭勁度，因此可根據風向變化而在水中穩定地重新定位。

【0011】 具體而言，根據按照本發明之風力發電站之較佳實施例，

Y-結構係安置在水下的。三個浮筒安置在此 Y-結構之每一端。在水面以外之此等浮筒之上端，纜索系統之拉索連接至能量轉換單元。在兩個能量轉換單元之間存在額外拉索，其吸收兩個能量轉換單元之重量。逆風配置的兩個系統之兩個拉條用於吸收由轉子產生之負載並且將其傳輸至浮筒-及 Y-結構。在相應末端處承載能量轉換單元之兩個吊桿僅藉由彎曲力矩來施加輕微應力。

【0012】 配置在兩個能量轉換單元下方之拉條具有以下任務：在發電站減速時吸收逆推力並且將其傳輸至配置在順風側之浮筒。因此，纜索系統係高度預加應力的，以使得牽索並非沒有任何數量之估計負載的應力，並且沒有預應力。

【0013】 浮筒較佳朝向個別拉條傾斜地來配置。因此，從一側觀察，逆風浮筒在逆風拉索之角度下係朝向塔架傾斜的。

【0014】 順風浮筒亦在順風拉索之角度下朝向塔架傾斜。在能量轉換單元處鉸接的拉條上之預應力以一定方式來設定，該方式使得從所有預應力產生之力精確地沿著吊桿之軸線來起作用。此實施例導致以下事實：沒有彎曲力矩被傳輸至吊桿結構，而是僅僅壓縮力被傳輸至吊桿結構。

【0015】 會聚拉條在發電站處之鉸接點之位置必須以一定方式來選擇，該方式使得在最小可能間隔下產生最小結構負載。此處，使牽索在一點處會聚係有利的。

【0016】 由於浮筒之傾斜位置，亦存在有利的負載轉移模式。在一方面，波浪負載與拉索之負載一起藉由浮筒上之舉升力來(部分地)補償以使得 Y-基礎得以施加更少應力，並且必須按比例縮小。此外，Y-基礎腔室之審

慎注水可進一步減少 Y-基礎中之彎曲力矩。

【0017】 因此，按照本發明預定之風力發電站係由以下各項組成之風力發電站：建造成半潛式之浮動基礎、配置在浮動基礎上之塔架、從塔架延伸之至少兩個吊桿、配置在每個吊桿之自由端之功率轉換單元，及將浮動基礎與能量轉換單元連接並且將所有能量轉換單元彼此連接之纜索系統，其中纜索系統具有預應力，在對抗預應力及沿著吊桿之軸線作用之合力之操作中，該預應力具有大於發電站中之預期負載的負載。

【0018】 纜索系統被特別設計成使得作用於塔架、吊桿及能量轉換單元之推力經由拉緊纜索來傳導至基礎。因此，張力必須如此大以致於在任何時間點，沒有纜索可能鬆弛。

【0019】 纜索系統可基本上由單一纜索組成。然而，較佳地系統由多個纜索組成。

【0020】 根據較佳設計，在使用風力發電站時由纜索系統之拉緊所導致的力向量平均位於吊桿之軸線上。

【0021】 若浮動基礎係具有一個長臂及兩個短臂之 Y 形平臺，則係較佳的，其中塔架安裝在三個臂之連接點處。

【0022】 風力發電站較佳被建造成順風轉子並且塔架應理想地朝向順風方向傾斜。

【0023】 若至少兩個能量轉換單元配置在較短臂之自由端上方，則達成另一個有利實施例。

【0024】 纜索系統被特別建造成使得其在長臂之自由端及/或短臂之自由端處鉸接。

【0025】 纜索系統替代地僅在長臂之自由端處鉸接，其中能量轉換單元另外藉由支撐物來與短臂連接。

【0026】 具體而言，浮動基礎在其面對塔架之一側、在其臂之自由端處具有穩固地連接至基礎之易浮主體。此等易浮元件較佳被配置成使得每個易浮主體之縱向軸線在至少一個平面中與能量轉換單元對齊。

【0027】 按照尤其較佳實施例，規定浮動風力發電站裝配有兩個能量轉換單元，每個能量轉換單元具有雙葉片轉子，其中兩個能量轉換單元之轉子葉片之縱向軸線相對於彼此以 90° 之相移來偏置。

【0028】 尤其，在兩個能量轉換單元各自具有具備至少一個轉子葉片之一個轉子的設計的情況下，兩個轉子之旋轉方向被設計成係相反的，以使得總體結構之回轉力得到平衡。

【0029】 然而，若將系統制動並且轉子到達停放位置，則轉子葉片在停放位置中係相同的，尤其在水平方向上係對齊的。

【0030】 本發明之優勢亦尤其在於已經可提供海上風力發電站，其總輸出由多個個別設備組成。尤其對於本發明相關之風力發電站之技術實現而言，使用具有平均輸出之常見系統，該等系統已經得到測試並且可成本有效地以串聯方式建造，以使得可依賴具有較低輸出之個別設備，該等設備亦已經獲得適當批准。此有助於大大減少建置本發明相關風力發電站所牽涉到的工作量及時間。

【0031】 本發明參照在如下隨附圖式中示出之示範性實施例來更詳細地解釋。

【圖式簡單說明】

【0032】

圖 1 示出逆風視角下之基於本發明之尤其較佳風力發電站之第一示範性實施例；

圖 2 示出順風視角下之按照第一示範性實施例之風力發電站；

圖 3 示出側視圖中之按照第一示範性實施例之風力發電站；

圖 4 示出順風方向下之前視圖中之按照第一示範性實施例之風力發電站；

圖 5 示出頂視圖中之按照第一示範性實施例之風力發電站；

圖 6 示出逆風視角下之基於本發明之尤其較佳風力發電站之第二示範性實施例；

圖 7 示出順風視角下之按照第二示範性實施例之風力發電站；

圖 8 示出側視圖中之按照第二示範性實施例之風力發電站；

圖 9 示出順風方向下之前視圖中之按照第二示範性實施例之風力發電站；

圖 10 示出頂視圖中之按照第二示範性實施例之風力發電站；

圖 11 示出逆風視角下之基於本發明之尤其較佳風力發電站之第三示範性實施例；

圖 12 示出順風視角下之按照第三示範性實施例之風力發電站；

圖 13 示出側視圖中之按照第三示範性實施例之風力發電站；

圖 14 示出順風方向下之前視圖中之按照第三示範性實施例之風力發電站；及

圖 15 示出頂視圖中之按照第三示範性實施例之風力發電站。

【實施方式】

【0033】 圖 1 示出逆風視角下之基於本發明之尤其較佳風力發電站之第一示範性實施例。後續影像圖 2 至 5 示出其他前述視圖中之相同風力發電站。

【0034】 所展示的風力發電站 10 示出被製成半潛式之浮動基礎 20，該浮動基礎具有配置在浮動基礎 20 上之塔架 30 及從塔架 30 延伸之兩個吊桿 40。能量轉換單元 50 配置在吊桿 40 之自由端，其中提供由將浮動基礎 20 與能量轉換單元 50 連接並且將所有能量轉換單元 50 彼此連接之多個纜索形成的纜索系統 60 以引入作用於塔架 30、吊桿 40 及能量轉換單元 50 的推力，其中纜索系統 60 具有預應力，在對抗預應力之操作中，該預應力具有大於發電站 10 中之預期負載的負載。

【0035】 具體而言，纜索系統 60 被設計成使得在使用風力發電站 10 時，由纜索系統 60 之拉緊所導致的力向量平均位於吊桿 40 之軸線上。

【0036】 浮動基礎 20 被建造成具有長臂 22 及兩個短臂 24、26 之 Y 形平臺，其中塔架 30 配置在三個臂 22、24、26 之連接點處。

【0037】 塔架 30 可被建造成易浮主體 28(「浮筒」)。

【0038】 纜索系統 60 可直接緊固在浮動基礎 20 上或可以一定方式與浮動基礎 20 間接地連接，該方式使得纜索系統 60 與配置在浮動基礎 20 之自由端之易浮主體 28 連接。

【0039】 圖式示出風力發電站 10 被建造成順風轉子並且塔架 30 朝向順風傾斜地建造。此導致以下選項：將能量轉換單元 50 配置成使得能量轉換單元 50 總是配置在短臂 24、26 之自由端上方。

【0040】 如視圖明確示出，每個易浮主體 28 之縱向軸線在至少一個平面中與能量轉換單元 50 對齊，以使得在風力發電站 10 之結構中產生最佳力傳輸。

【0041】 風力發電站 10 被建造成使得能量轉換單元 50 之兩個轉子之旋轉方向係反向的。此配置對於浮動風力發電站 10 之動態行為具有總體正效應，因為回轉力得到補償。

【0042】 尤其在操作中，轉子葉片彼此異相地對齊，在設計實例中，能量轉換單元 50 之葉片以一異相方式彼此成 90° 來配置。

【0043】 圖 6 示出逆風視角下之基於本發明之尤其較佳風力發電站之第二示範性實施例。後續影像圖 7 至 10 示出其他前述視圖中之相同風力發電站。

【0044】 第二設計實例與圖 1 至 5 示出之設計實例的不同之處在於纜索系統在浮動基礎 20 之長臂 22 之自由端處鉸接並且能量轉換單元 50 藉助於支撐物 70 與短臂 24、26 之自由端連接。

【0045】 在第二設計實例中，將能量轉換單元 50 與短臂 24、26 之自由端結合的纜索 60 被置換成支撐物 70，該等支撐物尤其關於其縱向軸線係不可壓縮的並且抵抗扭轉的。

【0046】 此配置有助於將作用於能量轉換單元 50 之推力引入浮動基礎 20 中，然而，其意味著相對於第一設計實例，材料需求增加。但是，取決於在特定區域發生之風壓力，此增加之材料需求係相當合理的，其中將浮動基礎 20 之長臂 22 與能量轉換單元 50 連接並且將能量轉換單元 50 彼此連接的纜索系統 60 進一步示出本發明相關優勢。

【0047】 圖 11 最後示出逆風視角下之基於本發明之尤其較佳風力發電站之第三示範性實施例。後續影像圖 12 至 15 示出其他前述視圖中之相同風力發電站。

【0048】 如與圖 1 至 5 示出之設計實例形成對照，不僅僅提供兩個能量轉換單元 50，而是提供三個能量轉換單元。其中，塔架 30 進一步延長超過兩個吊桿 40 之起始點並且其一端承載另一個能量轉換單元 50。

【0049】 配置在塔架 30 上之此第三能量轉換單元 50 較佳與兩個其他能量轉換單元 50 以相同方式來建造。或者，第三能量轉換單元 50 亦可被設計成例如具有 3 刀片轉子，其中配置在吊桿 40 處之能量轉換單元裝配有 2 刀片轉子。

【0050】 此設計實例之纜索系統 60 在任何情況下以複雜方式來建造以使得藉由纜索 60 來將浮動基礎 20 與每個能量轉換單元 50 拉緊，並且將能量轉換單元 50 彼此拉緊。

【符號說明】

【0051】

- 10 風力發電站
- 20 浮動基礎
- 22 長臂
- 24 短臂
- 26 短臂
- 28 易浮主體
- 30 塔架

- 40 吊桿
- 50 能量轉換單元
- 60 纜索系統
- 70 支撐物

I682099

107 年 4 月 23 日修正替換頁

發明摘要

※ 申請案號： 106116453

※ 申請日： 106年5月18日 ※IPC 分類： F03D 13/25 (2016.01)

【發明名稱】(中文/英文)

具有多重能量轉換單元之浮動風力發電站

Floating wind power station with multiple energy conversion units

【中文】

風力發電站(10)，其具有被設計成半潛式之浮動基礎(20)、配置在浮動基礎(20)上之塔架(30)、從塔架(30)延伸之至少兩個吊桿(40)、分別配置在吊桿(40)之自由端處之能量轉換單元(50)，並且提供將浮動基礎(20)與能量轉換單元(50)連接並且將所有能量轉換單元(50)彼此連接之纜索系統(60)以引入作用於塔架(30)、吊桿(40)及能量轉換單元(50)上之推力，其中纜索系統(60)具有預應力，在對抗預應力之操作中，該預應力具有大於發電站(10)中之預期負載的負載。

【英文】

Wind power station (10) with a floating base(20) that is designed as semi-submersible, a tower (30) arranged on the floating foundation (20), at least two booms (40) extending from the tower (30), the energy conversion units (50) arranged at the free end of the booms (40) each, and a cable system (60) connecting the base (20) with the energy conversion units (50) as well as all the energy conversion units (50) with each other is provided for introducing the thrusts acting on the tower (30),

the booms (40) and the energy conversion units (50), wherein the cable system (60) has a pre-stress, which has load greater than the load to be expected in the power station (10) in operation acting against the pre-stress.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|--------|
| 10 | 風力發電站 |
| 20 | 浮動基礎 |
| 22 | 長臂 |
| 24 | 短臂 |
| 26 | 短臂 |
| 28 | 易浮主體 |
| 30 | 塔架 |
| 40 | 吊桿 |
| 50 | 能量轉換單元 |
| 60 | 纜索系統 |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種風力發電站(10)，其具有
一浮動基礎(20)，該浮動基礎(20)係半潛式，
一塔架(30)，該塔架配置在該浮動基礎(20)上，
至少兩個吊桿(40)，該等吊桿(40)係從該塔架(30)延伸，
能量轉換單元(50)，該等能量轉換單元(50)配置在該等吊桿(40)之自由端，及
提供一纜索系統(60)，該纜索系統(60)將該浮動基礎(20)與該等能量轉換單元(50)連接並且將該等能量轉換單元(50)彼此連接以引入作用於該塔架(30)、該等吊桿(40)及該等能量轉換單元(50)上之推力，其中該纜索系統(60)具有一預應力，在對抗該預應力之操作中，該預應力具有大於該風力發電站(10)中之預期負載的負載。
2. 如申請專利範圍第 1 項之風力發電站(10)，其中在使用該風力發電站(10)時，由該纜索系統(60)之拉緊所導致的力向量平均位於該等吊桿(40)之軸線上。
3. 如申請專利範圍第 1 項之風力發電站(10)，其中該浮動基礎(20)被建造成具有一長臂(22)及兩個短臂(24、26)之一 Y 形平臺，其中該塔架(30)配置在該三個臂(22、24、26)之連接點處。
4. 如申請專利範圍第 2 項之風力發電站(10)，其中該浮動基礎(20)被建造成具有一長臂(22)及兩個短臂(24、26)之一 Y 形平臺，其中該塔架(30)配置在該三個臂(22、24、26)之連接點處。
5. 如申請專利範圍第 3 項之風力發電站(10)，其中該風力發電站(10)係

一順風轉子並且該塔架(30)朝向順風傾斜地建造。

6. 如申請專利範圍第 4 項之風力發電站(10)，其中該風力發電站(10)係一順風轉子並且該塔架(30)朝向順風傾斜地建造。

7. 如申請專利範圍第 3 至 6 項中任一項之風力發電站(10)，其中該等能量轉換單元(50)中之至少兩個係配置在該等短臂(24、26)之自由端之上方。

8. 如申請專利範圍第 3 至 6 項中任一項之風力發電站(10)，其中該纜索系統(60)係鉸接於該長臂(22)之該等自由端處或該等短臂(24、26)之該等自由端處或該三個臂(22、24、26)之該等自由端處。

9. 如申請專利範圍第 3 至 6 項中任一項之風力發電站(10)，其中該纜索系統(60)在該長臂(22)之該等自由端處鉸接並且該等能量轉換單元(50)藉由支撐物(70)與該等短臂(24、26)之該等自由端鉸接。

10. 如申請專利範圍第 3 至 6 項中任一項之風力發電站(10)，其中該浮動基礎(20)在其面對該塔架(30)之一側、在該三個臂(22、24、26)之該等自由端處具有穩固地連接至該浮動基礎(20)之易浮主體(28)。

11. 如申請專利範圍第 10 項之風力發電站(10)，其中該等易浮主體(28)之縱向軸線係至少沿著一個平面與該等能量轉換單元(50)對齊。

12. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之風力發電站(10)，其中兩個能量轉換單元(50)各自具有一個轉子，該轉子具有至少一個轉子葉片，藉此該兩個轉子之旋轉方向係反向的。

13. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之風力發電站(10)，其中兩個能量轉換單元(50)各自具有一個轉子，該轉子具有至少一個轉子葉片，藉此該等轉子葉片在操作中被調控成彼此異相的。

14. 如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之風力發電站(10)，其中兩個能量轉換單元(50)各自具有一個轉子，該轉子具有至少一個轉子葉片，藉此該等轉子葉片在停放位置中完全對齊。