



(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 201629338 A

(43)公開日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：104133571

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 13 日

(51)Int. Cl.：

*F03D9/00 (2006.01)**F03D11/04 (2006.01)**B64C39/02 (2006.01)**B64F1/36 (2006.01)*

(30)優先權：2014/10/13

美國

14/513,119

(71)申請人：咕果公司(美國) GOOGLE INC. (US)

美國

(72)發明人：吉兒羅伊史密斯 布萊恩 克里斯多福 GILROYSMITH, BRYAN CHRISTOPHER

(US)；派特恩 愛利亞斯 沃夫剛 PATTEN, ELIAS WOLFGANG (US)；哈特曼

布萊恩 HACHTMANN, BRIAN (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 36 頁

(54)名稱

繫繩終止系統與方法

TETHER TERMINATION SYSTEMS AND METHODS

(57)摘要

本發明揭示一種空中風力發電機(「AWT」)，其可用以促進動能轉換成電能。一 AWT 可包含一飛行器，其在一路徑中飛行以將動力風能轉換成電能。可使用在一繫繩終止架座處終止之一繫繩將該飛行器拴繫至一地面站。在一態樣中，該繫繩具有一芯及至少一個電導體。該繫繩芯可沿一繫繩終止架座之一軸在該終止架座中之一第一位置處終止，且該至少一個電導體可沿該芯終止之相同軸在該繫繩終止架座中之一第二位置處終止。此終止構形可將該繫繩上之抗拉應力聚焦至該繫繩芯，且在飛行器飛行期間將該至少一個電導體上之此應力最小化。

An Airborne Wind Turbine (“AWT”) may be used to facilitate conversion of kinetic energy to electrical energy. An AWT may include an aerial vehicle that flies in a path to convert kinetic wind energy to electrical energy. The aerial vehicle may be tethered to a ground station with a tether that terminates at a tether termination mount. In one aspect, the tether has a core and at least one electrical conductor. The tether core may be terminated at a first location in a tether termination mount along an axis of the termination mount, and the at least one electrical conductor may be terminated at a second location in the tether termination mount along the same axis that the core is terminated. This termination configuration may focus tensile stress on the tether to the tether core, and minimize such stress on the at least one electrical conductor during aerial vehicle flight.

指定代表圖：

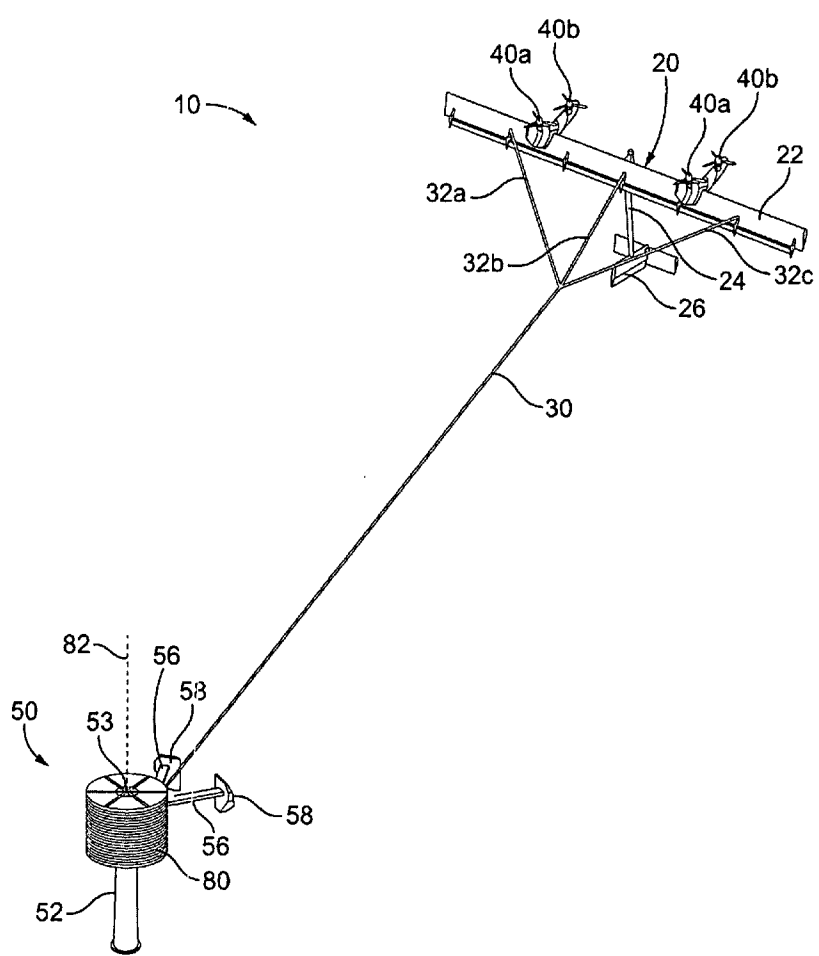


圖 1

符號簡單說明：

- 10 . . . 空中風力發電機
- 20 . . . 飛行器
- 22 . . . 刚性翼/主翼
- 24 . . . 機身
- 26 . . . 尾翼
- 30 . . . 導電繫繩
- 32a . . . 橋接件
- 32b . . . 橋接件
- 32c . . . 橋接件
- 40a . . . 轉子
- 40b . . . 轉子
- 50 . . . 地面站
- 52 . . . 塔台
- 56 . . . 支撐部件
- 58 . . . 棲止板
- 80 . . . 捲筒
- 82 . . . 捲筒軸

## 發明摘要

※ 申請案號：104133571

※ 申請日：104.10.13

※IPC 分類：

F03D9/00 (2006.01)

F03D11/04 (2006.01)

B64C39/42 (2006.01)

B64F1/36 (2006.01)

## 【發明名稱】

繫繩終止系統與方法

TETHER TERMINATION SYSTEMS AND METHODS

## 【中文】

● 本發明揭示一種空中風力發電機(「AWT」)，其可用以促進動能轉換成電能。一AWT可包含一飛行器，其在一路徑中飛行以將動力風能轉換成電能。可使用在一繫繩終止架座處終止之一繫繩將該飛行器拴繫至一地面站。在一態樣中，該繫繩具有一芯及至少一個電導體。該繫繩芯可沿一繫繩終止架座之一軸在該終止架座中之一第一位置處終止，且該至少一個電導體可沿該芯終止之相同軸在該繫繩終止架座中之一第二位置處終止。此終止構形可將該繫繩上之抗拉應力聚焦至該繫繩芯，且在飛行器飛行期間將該至少一個電導體上之此應力最小化。

●

## 【英文】

An Airborne Wind Turbine ("AWT") may be used to facilitate conversion of kinetic energy to electrical energy. An AWT may include an aerial vehicle that flies in a path to convert kinetic wind energy to electrical energy. The aerial vehicle may be tethered to a ground station with a tether that terminates at a tether termination mount. In one aspect, the tether has a core and at least one electrical conductor. The tether core may be terminated at a first location in a tether termination mount along an axis of the termination mount, and the at least one electrical conductor may be terminated at a second location in the tether termination mount along the same axis that the core is terminated. This termination configuration may focus tensile stress on the tether to the tether core, and minimize such stress on the at least one electrical conductor during aerial vehicle flight.

【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  | 空中風力發電機 |
| 20  | 飛行器     |
| 22  | 剛性翼/主翼  |
| 24  | 機身      |
| 26  | 尾翼      |
| 30  | 導電繫繩    |
| 32a | 橋接件     |
| 32b | 橋接件     |
| 32c | 橋接件     |
| 40a | 轉子      |
| 40b | 轉子      |
| 50  | 地面站     |
| 52  | 塔台      |
| 56  | 支撐部件    |
| 58  | 棲止板     |
| 80  | 捲筒      |
| 82  | 捲筒軸     |

【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】

繫繩終止系統與方法

TETHER TERMINATION SYSTEMS AND METHODS

## 【先前技術】

除非本文中另有指示，否則[先前技術]中所描述之材料不係對於此申請案中之申請專利範圍之先前技術且不藉由包含在此部分中而認定為先前技術。

發電系統可針對各種應用(諸如，公用事業系統)將化學及/或機械能(例如，動能)轉換成電能。作為一實例，一風能系統可將動力風能轉換成電能。

用作為一種用於利用能量之構件之風力發電機已使用若干年。習知風力發電機通常包含定位於一塔台頂上之大型渦輪機葉片。製造、架設、維修及維護此風力發電機塔台之成本係顯著的。

可用以利用風能之昂貴風力發電機塔台之一替代物係使用附接至具有一導電繫繩之一地面站之一飛行器。此一替代物可稱為一空中風力發電機(Airborne Wind Turbine (AWT))。

## 【發明內容】

本發明係大體上關於可在一空中風力發電機(AWT) (其包含藉由一導電繫繩附接至一地面站之一飛行器)中使用之繫繩終止系統及方法。特定言之，本發明係關於可在一AWT中使用以促進一導電繫繩終止在一地面站處及/或該飛行器處之繫繩終止系統及方法。本文中所揭示之系統及方法可幫助避免使得繫繩之電導體在(例如)該飛行器之飛行期間經受損壞應力。

在一態樣中，提供一種繫繩終止系統，其包含：(i)一繫繩，其具有一芯及至少一電導體；及(ii)一繫繩終止架座，其具有一可旋轉終止錨，其中該終止錨耦合至該繫繩，其中該繫繩之該芯在一第一位置處緊固在該終止錨之一腔中，其中該繫繩之該至少一電導體在一第二位置處緊固在該終止錨之該腔中，且其中該繫繩之該芯及該繫繩之該至少一電導體可圍繞該終止錨之一軸在該終止錨之該腔內旋轉。該第一位置可接近該第二位置。該繫繩之該芯可在該終止錨之一近端處進入該終止錨之該腔，且該繫繩之該至少一電導體可在該終止錨之一側向表面上進入該終止錨之該腔。當該繫繩在張力作用下時，該繫繩之該芯可承受比該至少一電導體更大之一抗拉應力。該繫繩終止架座可係一空中風力發電機之一地面站之部分，其中該繫繩經由該繫繩終止架座將一飛行器連接至該地面站。該繫繩可具有至少兩個電導體，且該至少兩個電導體可在該終止錨之該腔內部接合在一起。該繫繩之該芯及該至少一電導體均可沿該終止錨之該軸緊固在該終止錨之該腔中。

在另一態樣中，提供一種繫繩終止系統，其包含：(i)一繫繩，其具有一芯及至少一電導體，其中該芯與該至少一電導體在該繫繩之一第一近端部分接觸，且不在該繫繩之一第二末梢端部分接觸；及(ii)一繫繩終止架座，其具有一可旋轉終止錨，其中該終止錨耦合至該繫繩之該第二末梢端部分，其中該繫繩之該第二末梢端部分之該芯在一第一位置處緊固在該終止錨之一腔中，其中該繫繩之該第二末梢端部分之該至少一電導體在一第二位置處緊固在該終止錨之該腔中，且其中該繫繩之該第二末梢端部分之該芯及該至少一電導體可圍繞該繫繩終止架座之一軸在該終止錨之該腔內旋轉。該第一位置可接近該第二位置。該繫繩之該第二末梢端部分之該芯可在該終止錨之一近端處進入該終止錨之該腔，且該繫繩之該第二末梢端部分之該至少一電

導體可在該終止錨之一側向表面上進入該終止錨之該腔。當該繫繩在張力作用下時，該繫繩之該芯可承受比該至少一電導體更大之一抗拉應力。該繫繩終止架座可係一空中風力發電機之一地面站之部分，其中該繫繩經由該繫繩終止架座將一飛行器連接至該地面站。該繫繩可具有至少兩個電導體，且該至少兩個電導體可在該終止錨之該腔內部接合在一起。該繫繩之該芯及該至少一電導體均可沿該終止錨之該軸緊固在該終止錨之該腔中。

在另一態樣中，提供一種空中風力發電機，其包含：(i)一飛行器；(ii)一繫繩，其具有一芯及至少一電導體，其中該繫繩耦合至該飛行器；及(iii)一地面站，其包括一繫繩終止架座，該繫繩終止架座包括一可旋轉終止錨，其中該繫繩經由該終止錨耦合至該地面站，其中該繫繩之該芯沿該終止錨之一軸緊固在一第一位置處，且其中該繫繩之該至少一電導體沿該終止錨之該軸緊固在一第二位置處。該第一位置可接近該第二位置。該第一位置及該第二位置可在該終止錨之一腔內部。該繫繩之該芯可在該終止錨之一近端處進入該終止錨之該腔，且該繫繩之該至少一電導體可在該終止錨之一側向表面上進入該終止錨之該腔。當該繫繩在張力作用下時，該繫繩之該芯承受比該至少一電導體更大之一抗拉應力。

藉由閱讀以下詳細描述(參考(適當處)附圖)，熟習技術者當明白此等與其他態樣、優點及替代物。

### 【圖式簡單說明】

圖1係一飛行模式中之一例示性空中風力發電機10之一透視圖，其包含藉由一繫繩30附接至一地面站50之一飛行器20。

圖2係圖1中展示之飛行器20之一特寫透視圖。

圖3係一非飛行棲止模式中之一例示性空中風力發電機100之一側視圖，其包含藉由一繫繩130附接至一地面站150之一飛行器120，

其中飛行器120棲止在地面站150之一棲止板160上。

圖4係圖3中展示之空中風力發電機100之一俯視圖。

圖5係一例示性繫繩230之一橫截面圖，其包含圍繞一芯290之一電導體292。

圖6係用於在一地面站處終止一繫繩330之一例示性繫繩終止架座354之一橫截面圖。

圖7係圖6中展示之繫繩終止架座354之一特寫橫截面圖。

圖8係可在用於在一地面站處終止一繫繩之一繫繩終止架座中使用之一例示性繫繩終止錨400之一透視圖。

圖9係用於通過一繫繩終止架座之一繫繩終止錨500終止一繫繩之電導體592之一例示性構形之一特寫橫截面圖。

## 【實施方式】

本文中描述實例方法及系統。本文中所描述之任何實例實施例或特徵不一定視為比其他實施例或特徵較佳或有利。本文中所描述之實例實施例不意欲係限制的。應易於明白，所揭示之方法及系統之特定態樣可依多種不同構形(所有該等構形在本文中考量)予以配置及組合。

此外，本文中所描述之所有圖僅係代表的且圖中展示之特定配置不應該視為限制的。應瞭解其他實施例可包含或多或少一給定圖中展示之每個元件。此外，所繪示之元件之一些元件可組合或省略。又，一實例實施例可包含未在圖中繪示之元件。

### I. 概述

風能系統(諸如一空中風力發電機(AWT))可用以將風能轉換成電能。一AWT係一基於風力之能量產生裝置，其可包含藉由一導電繫繩附接至一地面站之一飛行器。該飛行器可由具有複數個架裝式渦輪機之一剛性翼構成。該飛行器可操作以在一之路徑(諸如一地面(或水)上

之大體上圓形路徑)中跨越風飛行以將動力風能轉換成電能。在此一側風飛行中，該飛行器可依類似於一風力發電機葉片之尖端之一圓形圖案跨越風飛行。附接至該剛性翼之渦輪機可用以藉由使風減速而發電。特定言之，跨越該等渦輪機葉片移動之空氣可迫使該等葉片旋轉，驅動一發電機產生電。該飛行器亦可經由一導電繫繩連接至該地面站，該導電繫繩將藉由該飛行器產生之電力傳輸至一地面站，而且至一電網上。

當期望使得該飛行器著陸時，該導電繫繩可纏繞於該地面站上之一捲軸或捲筒上且該飛行器可捲繞於該地面站上之一桿中。在降落在該桿上之前，該飛行器自一飛行模式轉變成一懸停模式。該捲筒可進一步旋轉以進一步將該繫繩纏繞於該捲筒上直至該飛行器擱置於該桿上。

該導電繫繩可經構形以當該飛行器在飛行模式(例如，起飛、著陸、懸停飛行、前向飛行及/或側風飛行)中時承受該飛行器之一或多個力。因此，該繫繩可包含由高強度纖維構成之一芯。如上所述，除將藉由該飛行器產生之電能傳輸至該地面站外，該繫繩亦可用以將電自該地面站傳輸至該飛行器以在操作期間供電給該飛行器。相應地，該繫繩亦可包含用於傳輸藉由該飛行器產生之電能及/或將電傳輸至該飛行器之一或多個電導體。在一些實施例中，該繫繩可包含圍繞該繫繩芯之複數個絕緣電導體。在一些實施例中，該繫繩亦可包含用於將資料傳輸至該飛行器及自該飛行器傳輸之一或多個光學導體。

當該飛行器在一大體上圓形路徑中跨越風飛行時，該繫繩可在繞一中心繫繩軸之一方向上連續旋轉。相應地，可在地面站處提供容許繫繩旋轉之一繫繩終止系統。此一繫繩終止系統可避免繫繩之扭轉(其尤其會損壞繫繩之電導體)。在本文中所揭示之一實施例中，提供一繫繩終止系統，其包含接納該繫繩之一終止錨且其經構形以在繫繩

旋轉期間旋轉。該繫繩終止系統亦可包含連接至該終止錨之一可旋轉軸。

當該飛行器處於飛行中時，該繫繩亦可在張力作用下(其亦會損壞繫繩之電導體)。相應地，如上文所描述，不僅希望以在繫繩旋轉期間防止扭轉該繫繩的方式終止該繫繩，而且希望將該繫繩上之任何抗拉應力聚焦至該繫繩芯，且將該等電導體上之此應力最小化。如在下文中將更詳細描述，在本文中所揭示之一實施例中，此可藉由沿一繫繩終止架座之一軸終止該終止架座中之一第一位置處置繫繩且沿終止該芯之相同軸在該繫繩終止架座中之一第二位置處終止該等電導體實現。

如本文中所使用，術語「近端」及「末梢端」係指相對於繫繩長度之中心(即，該地面站與飛行器之間的繫繩之中點)之元件之位置；「近端」更接近該繫繩之中心且「末梢端」離該繫繩之中心更遠。

## II. 繪示性空中風力發電機

如圖1至圖2中所揭示，根據一實例實施例，揭示一空中風力發電機(AWT) 10。AWT 10係一基於風力之能量產生裝置，其包含由具有架裝式渦輪機(或轉子) 40a及40b之一剛性翼22構成之一飛行器20(其在一路徑(諸如一大體上圓形路徑)中跨越風飛行)。在一實例實施例中，飛行器20可在地面(或水)上250米至600米之間飛行以將動力風能轉換成電能。然而，一飛行器20可以其他高度飛行而不會背離本發明之範疇。在側風飛行中，飛行器20依類似於一風力發電機之尖端之一圓形圖案跨越風飛行。附接至剛性翼22之轉子40a及40b用以藉由使得翼22減速而發電。跨越渦輪機葉片45移動之空氣迫使其旋轉，驅動一發電機(未展示)產生電。飛行器20經由一導電繫繩30連接至一地面站50，該導電繫繩30將藉由飛行器20產生之電力傳輸至地面站50，而

且至該電網上。

如圖1中所示，飛行器20可連接至繫繩30且繫繩30可連接至地面站50。在此實例中，繫繩30可在地面站50之一位置處(例如，在一繫繩終止架座(未展示)處)附接至地面站50。繫繩30可使用橋接件32a、32b及32c在飛行器20上之三個位置處附接至飛行器20。然而，在其他實例中，繫繩30可在一單一位置或多個位置處附接至地面站50及/或飛行器20之任何部分。

地面站50可用以固持及/或支撐飛行器20直至其在一操作模式中。該地面站可包含一塔台52 (其可係大約15米高)。該地面站亦可包含可圍繞捲筒軸82旋轉之一捲筒80，用以藉由將繫繩30纏繞於可旋轉捲筒80上而捲繞在飛行器20上。在此實例中，捲筒80定向為垂直，然而該捲筒亦可定向為水平(或以一角度)。此外，地面站50可經進一步構形以在一著落期間接納飛行器20。例如，支撐部件56附接至自地面站50延伸之棲止板58。當繫繩30纏繞於捲筒80上，且飛行器20被捲回朝向地面站50中時，飛行器20可擱置於棲止板58上。地面站50可由任何材料(當在懸停飛行、前向飛行及/或側風飛行時，其可適當地保持飛行器20附接及/或錨定至地面)形成。在一些實施方案中，地面站50可經構形用於在陸地上使用。然而，地面站50亦可實作在水之一本體(諸如一湖、河、海或洋)上。例如，在除其他可能性外，一地面站可包含或配置一浮動離岸平台或一船上。此外，地面站50可經構形以保持靜止或相對於地面或水之一本體之表面移動。

繫繩30可將藉由飛行器20產生之電能傳輸至地面站50。此外，繫繩30可將電傳輸至飛行器20以在起飛、著陸、懸停飛行及/或前向飛行期間供電給飛行器20。此外，繫繩30可在飛行器20與地面站50之間傳輸資料。繫繩30可以任何形式構造且使用可容許傳輸、輸送及/或利用由飛行器20產生之電能及/或傳輸電至飛行器20之任何材料。

例如，繫繩30可包含一或多個電導體。繫繩30亦可由容許將資料傳輸至飛行器20或自飛行器20傳輸之一材料構成。例如，該繫繩亦可包含一或多個光學導體。

當飛行器20在一操作模式中時，繫繩30亦可經構形以承受飛行器20之一或多個力。例如，繫繩30可包含一經構形以當飛行器20在懸停飛行、前向飛行及/或側風飛行時承受飛行器20之一或多個力之芯。該芯可由任何高強度纖維或一碳纖維桿構成。在一些實例中，繫繩30可具有一緊固長度及/或一可變長度。例如，在一實例中，該繫繩具有500米之一緊固長度。

如圖5之橫截面圖中所示，在該繫繩之一實施例中，繫繩230可包含藉由複數個電導體292圍繞之一中心高強度芯290。芯290可包括沿芯290之長度成螺旋形纏繞之一單一股或多股。在一實施例中，高強度芯290包含具有纖維質元件(諸如纖維、碳纖維或玻璃纖維)及一限制矩陣元件(諸如一環氧樹脂矩陣或一乙烯酯矩陣)之多個複合桿組成。在另一實施例中，高強度芯290包含乾纖維、金屬線或金屬電纜，而非包含複合桿。繫繩芯290可塗佈有一黏合層294且可具備一絕緣套296之電導體292之各者。亦可提供一外護套298。相對於導體穿過芯之中心，使用電導體292圍繞繫繩芯290可為所欲的，此係因為其尤其可增加該等電導體之冷卻能力。在一些實施例中，可使用一或多個光學導體代替該等電導體之一或多者。

飛行器20可包含或採取各種類型之裝置(除其他可能性外，諸如風箏、直升機、翼及/或飛機)之形式。飛行器20可由金屬、塑膠及/或其他聚合物形成。飛行器20可由容許一高推力重量比及可在公用事業應用中使用之電能之產生之任何材料形成。另外，材料可經選擇以容許一快速硬化、冗餘及/或容錯設計(其可能夠處置風速及風向之大及/或突然偏移。其他材料亦係可行的。

如圖1中所示、且在圖2中更詳細所示，飛行器20可包含一主翼22、轉子40a及40b、尾桁架或機身24及尾翼26。此等組件之任一者可以容許使用升高以抵抗重力及/或將飛行器20向前移動之組件之任何形式塑形。

主翼22可針對飛行器20提供一主要升力。主翼22可係一或多個剛性或撓性機翼，且可包含各種控制表面(諸如翼翹、襟翼、舵、升降機等等)。該等控制表面可用以在懸停飛行、前向飛行及/或側風飛行期間穩定飛行器20及/或減少飛行器20上之阻力。主翼22可係用於飛行器20從事懸停飛行、前向飛行及/或側風飛行之任何合適材料。例如，主翼22可包含碳纖維及/或e級玻璃纖維。

轉子連接器43可用以將下轉子40a連接至主翼22，且轉子連接器41可用以將上轉子40b連接至主翼22。在一些實例中，轉子連接器43及41可採取或類似於一或多個塔柱之形式。在此實例中，轉子連接器43及41經配置使得下轉子40a定位於翼22下方且上轉子40b定位於翼22上方。在圖3至圖4中繪示之另一實例中，轉子連接器141及143可形成可附接至主翼122之底側之一單一塔柱。在此一實施例中，轉子連接器143及141仍可經配置使得下轉子140a定位於翼122下方且上轉子140b定位於翼122上方。

為產生電能之目的，轉子40a及40b可經構形以驅動一或多個發電機。在此實例中，轉子40a及40b可各自包含一或多個葉片(諸如三個葉片)。該一或多個轉子葉片45可經由與風互動而旋轉且可用以驅動該一或多個發電機。此外，轉子40a及40b亦可經構形以在飛行期間提供一推力至飛行器20。運用此配置，轉子40a及40b可作為一或多個推進單元(諸如一推進器)。儘管在此實例中，轉子40a及40b描繪為四個轉子，但在其他實例中，飛行器20可包含任何數量之轉子(諸如小於四個轉子或大於四個轉子，例如，六個或八個轉子)。

返回參考圖1，當期望使飛行器20著陸時，捲筒80旋轉以將飛行器20捲繞於地面站50上之棲止板58，且導電繫繩30纏繞於捲筒80上。在降落在棲止板58上之前，飛行器20自一飛行模式轉變成一懸停模式。捲筒80進一步旋轉以進一步將繫繩30纏繞於捲筒80上直至飛行器20擱置於棲止板58上。儘管在此實例中展示為兩個分離棲止板58，但其他實例可包含一單一棲止板或兩個以上棲止板。

圖3係根據一實例實施例之一空中風力發電機100之一側視圖。如所示，空中風力發電機100包含棲止在地面站150之棲止板160上之飛行器120。圖4係根據一實例實施例之圖3中展示之飛行器120及地面站150之一俯視圖。在圖3及圖4中，地面站150包含一塔台152（其上定位可旋轉捲筒180及水平捲線器(levelwind) 184）。在一實施例中，塔台152可係15米高。在此棲止模式中，導電繫繩130圍繞捲筒180纏繞且自水平捲線器184延伸且使用纜繩線132a、132b及132c附接至飛行器120之翼122。在一實施例中，纜繩線132a、132b及132c可附接在沿翼122之跨度之不對稱位置處，使得翼122之內側具有附接於離翼尖更遠之纜繩，且翼122之外側具有附接於更接近外側翼尖之纜繩。此一不對稱構形允許纜繩線132a及132c更佳地清除一更大尺寸之棲止板。

當地面站150部署(或啟動)飛行器120用於經由側風飛行發電時，繫繩130可自捲筒180解繞。在一實例中，地面站150之一或多個組件可經構形以放出繫繩130直至繫繩130自捲筒180完全解繞且該飛行器處於側風飛行中。

棲止板160藉由棲止板支撐部件162（其自地面站150之一棲止平台172水平延伸）支撐。棲止平台172可圍繞塔台152之頂部旋轉，使得當飛行器120著陸時棲止板160處於適當位置中。飛行器120包含架裝在附接至翼122之底側之塔柱143上之下轉子140a及架裝在附接至塔柱

143之塔柱141上之上轉子140b。轉子140a及140b可充當發電渦輪機。在一實施例中，翼122係4米長。飛行器120包含一機身124及尾翼126。如圖3中所示，機身124具有一彎曲部分128（一樁129自該彎曲部分延伸）。如圖3及圖4中所示，在一棲止條件下，樁129與棲止板160接觸且擱置於棲止板160上。

此外，當飛行器120在著陸期間處於懸停模式時，樁129自機身124朝向棲止板160向下及向外延伸。如圖4中所示，棲止板160可與經引導通過水平捲線器184且位於圍繞一軸182旋轉之一可旋轉捲筒180上之繫繩130對準。依此方式，當飛行器120著陸時，棲止板160面向飛行器120之機身124。圖3及圖4中展示之捲筒180具有一垂直旋轉軸182。然而，亦可使用一水平捲筒或一成角度捲筒。例如，如果使用可圍繞一水平軸旋轉之一捲筒，則棲止板支撐部件162可耦合至該捲筒，使得棲止板支撐部件162自該捲筒之軸垂直延伸且繫繩130跨越棲止板160纏繞於該捲筒上。依此如繫繩130纏繞於該捲筒上之方式，棲止板160將總是面向飛行器120且能夠接納飛行器120之機身124上之樁129。

### III. 用於在一終止架座處終止一繫繩之繪示性系統及方法

圖6及圖7繪示可用以將一繫繩330（僅在圖6中展示）連接至一AWT（諸如圖1至圖4中繪示之例示性AWT）之一地面站之一繫繩終止架座354之一實施例之橫截面圖。如所示，繫繩終止架座354通常包含一終止錨300、一心軸304、一環架總成306及一軸承外殼308。

在此實施例中，終止錨300之近端部分通常採取具有一近端336及一側向表面340之一空心圓錐體之形式。終止錨300之近端336可具備至一腔302之一開口338，腔302亦通常採取一圓錐體之形式。在其他實施例中，終止錨300及腔302可採取一不同形式。此外，應注意，終止錨300之腔302不一定必須追蹤錨300之幾何。然而，無論錨300及

腔302之一般幾何如何，腔302朝向終止錨300之近端336漸縮可為所欲的。腔302之橫截面可係圓形(如圖6中所示)、矩形、梯形、橢圓形等等。近端開口338可設定尺寸且經塑形以接納繫繩330之芯390。終止錨300之側向表面340可具備複數個開口342 (其亦提供對腔302之接取)。此等開口342經定尺寸及塑形以接納繫繩330之電導體392。如上所述，可使用用於資料之傳輸之一或多個光學導體代替電導體392之一或多者。所展示之實施例具有四個開口342，但任何數量之開口342係可行的。在一實施例中，開口342之數量可對應於繫繩330之電導體392之數量。然而，在其他實施例中，電導體392之數量可大於開口342之數量且多個導體392可經路由通過一單一開口342。終止錨300之末梢端部分可係大體上圓柱形且經構形以連接至心軸304。終止錨300及心軸304可使用防止其間相對旋轉的所屬技術中之任何已知技術連接，包含(例如)鉚釘、螺絲、黏著劑、熔接、摩擦配合、卡扣配合等等。儘管在圖6中展示之實施例中，終止錨300及心軸304係兩個分離組件，但在其他實施例中，終止錨300及心軸304可係一單一部件。如下文所更詳細解釋，終止錨300可經構形以圍繞其軸350旋轉。

圖8繪示一例示性終止錨400之一等角視圖。終止錨400之近端436可具備至一腔402之一開口438。終止錨400之側向表面440可具備複數個開口442 (其亦提供對腔402之接取)。在此實施例中，該複數個開口442圍繞終止錨400之軸450等距隔開。然而，在其他實施例中，該複數個開口442不需要圍繞終止錨400之軸450等距隔開。終止錨400之末梢端可經構形以接合一心軸(諸如圖6至圖7展示之心軸304)之一近端。如所示，該終止錨之該末梢端包含複數個用於接納用以將終止錨400緊固至一心軸之緊固件之孔448。

返回圖6至圖7，心軸304通常採取一空心圓柱形之形式。如同終止錨300，在其他實施例中，該心軸亦可採取一不同形式。心軸304之

近端部分可經定尺寸且經塑形以裝配於終止錨300之末梢端部分內且連接至終止錨300之末梢端部分。在其他實施例中，心軸304之近端部分可經定尺寸且經塑形以裝配於終止錨300之末梢端部分上。心軸304之末梢端部分可耦合至軸承總成322，使得心軸304可在軸承總成322內旋轉。因為心軸304可以一防止其間的相對旋轉的方式連接至終止錨300，所以終止錨300及心軸304可一起圍繞其共同軸350旋轉。

如所示，此實施例之軸承總成322包含一軸承外殼308、一前軸承310、一後軸承總成312及一後軸承314。前軸承310可定位成朝向軸承外殼308之近端且可在心軸/錨旋轉期間幫助減少軸承外殼308之內表面與心軸304之外表面之間的摩擦。如所示，前軸承310可定位成相鄰於終止錨300之末梢端。在其他實施例中，終止錨300可在末梢端方向上延伸更遠且前軸承310可用以在旋轉期間減少軸承外殼308之內表面與錨300之外表面之間的摩擦。後軸承314亦幫助促進心軸/錨旋轉。後軸承314可定位成朝向軸承外殼308之末梢端。如所示，後軸承314可不與心軸304直接接觸。而是，後軸承總成312可定位在心軸304與後軸承314之間。在此實施例中，後軸承總成312可以一不允許其間相對旋轉的方式連接至心軸304。相應地，後軸承總成312可與心軸304及終止錨300旋轉。在其他實施例中，後軸承314可與心軸304直接接觸。除減少摩擦外，前軸承310及後軸承314之組合幫助確保心軸304及終止錨300相對於軸承外殼308適當對準。繫繩終止架座354亦可具備一鏈輪316 (其外接心軸304之一中心部分)。

軸承外殼308之末梢端可耦合至環架總成306，其繼而可耦合至一地面站(諸如圖1至圖4中展示之地面站50或150)。環架總成306可包含一或多個環架。每個環架可提供允許繫繩終止架座354圍繞一軸旋轉之結構化支撐。環架總成306可採取所屬技術中已知任何環架總成之形式。

現在將參考圖6描述繫繩330可在繫繩終止架座354處終止之方式。如所示，繫繩330具有一第一近端部分324（在此處電導體392圍繞且與繫繩芯390接觸）。此繫繩配置之一例示性橫截面圖藉由圖5中展示之繫繩230繪示。就「接觸」而言，其意謂電導體292與芯290之間存在接觸，直接或間接地經由電導體292之絕緣套296及/或芯290之黏合層294接觸。在其他實施例中，該等電導體與該芯之間可存在額外層。繫繩330亦具有一第二末梢端部分326（在此處電導體392及芯390分離/不接觸）。如所示，電導體392於即將到達終止錨300之近端336之前才自芯390分離。在其他實施例中，電導體392可在一更近端位置自芯390分離。可在分離點處提供一夾箝特徵以防止近端方向上之電導體392與芯390之間非所要的分離。

接著，芯390可經路由通過終止錨300之近端開口338且至其終止之腔302。更具體而言，芯390可使用一高強度環氧樹脂344（其接合至芯390之外表面與終止錨300之內表面兩者）固持在腔302中。在製造期間，芯390可通過近端開口338插入於腔302中，且接著環氧樹脂344可注入於腔302中。當環氧樹脂344固化時，其呈現腔302之近端部分之圓錐體形狀。此圓錐體形狀充當一楔形，其幫助確保當該繫繩在張力作用下時（例如，當該飛行器處於飛行中時），無法自終止錨300拉出芯390。亦可使用用於在終止錨300之腔302中終止芯390之其他方法。如所示，芯390可在沿該終止錨/心軸350之腔302內終止。儘管未在圖6中展示，但緊固在終止錨300之腔302內之芯390之部分可分成多股。此一構形可增加芯90之表面面積（環氧樹脂可黏合至該表面）。

與芯390不同，電導體392非路由通過終止錨300之近端開口338且至腔302中。而是，電導體392經路由穿過開口338且沿終止錨300之側向表面340。接著，電導體392經路由通過終止錨300之側向表面340且至腔302中。側向開口342定位於近端開口238之末梢端。另外，在

此實施例中，電導體392在環氧樹脂344（其囊封芯390之末梢端）之末梢端之一位置處進入腔302。

一旦位於腔302內部，電導體392即可使用所屬技術中之任何已知方法一起結合回。電導體392亦可經路由通過心軸304且至或通過環架總成306直至其等在(例如)一滑動環(未展示)處連接，該滑動環提供介於電導體392與一地面站(諸如圖1至圖4中展示之例示性地面站)之一或多個靜止組件之間之一電連接。該滑動環可採取所屬技術中已知之任何滑動環之形式。

為促進電導體392經路由通過心軸304且至或通過環架總成306至一滑動環，可提供一扭轉耦合/電纜總成346。下文參考圖9描述一例示性扭轉耦合/電纜總成。如圖6中所示，一旦位於腔302之內部，2即沿該終止錨/心軸350路由且終止電導體39。相應地，芯390及電導體392均沿相同共同軸終止。

圖9中展示用於終止該繫繩終止架座中之該等電導體之一實施例。如所示，電導體592經路由通過終止錨500之側向表面540之開口542。一旦位於錨500之腔502內部，導體592可終止於包含一撓性驅動軸518及保護覆蓋物546之一電纜總成。更具體而言，電導體592可藉由成螺旋形包覆驅動軸518而終止於撓性驅動軸518。如所示，撓性驅動軸518之近端部分與心軸/終止錨軸550對準。撓性驅動軸518可緊固至終止錨500及/或心軸504，使得該錨/心軸之旋轉導致驅動軸518之旋轉，其繼而導致電導體592及覆蓋物546之旋轉。在此實施例中，撓性驅動軸518可包含經構形以接合終止錨500上之對應螺紋(未展示)之螺紋552。在其他實施例中，驅動軸518可以所屬技術中已知之一不同方式緊固至錨500。例如，可在撓性驅動軸518（及/或覆蓋物546）與心軸504之內表面(及/或終止錨500之內表面)之間使用一徑向夾箝。

現在將描述在一AWT之操作期間用於終止一繫繩之上文所描述

之系統。如上所述，一AWT之一飛行器可在一大體上圓形路徑中跨越風飛行，因此引起該繫繩在一圍繞中心繫繩軸之方向上連續旋轉。當該飛行器處於飛行中時，該繫繩亦可在張力作用下。在無用於終止繫繩之一適當系統及方法情況中，繫繩旋轉可引起繫繩之扭轉，其可尤其損壞該繫繩之電導體。同樣地，該繫繩中之張力亦可損壞該等電導體。上文所描述之系統及方法可幫助防止損壞該繫繩之電導體。

參考圖6，當一飛行器(例如，圖1至圖4中展示之飛行器20或120)在一大體上圓形路徑中跨越風飛行時，繫繩330圍繞藉由繫繩芯390之中心界定之中心繫繩軸356連續旋轉。此繫繩旋轉可引起當繫繩330之旋轉能經由繫繩芯390與終止錨300之間的環氧樹脂344連接轉移至終止錨300時，終止錨300及心軸304圍繞其共同軸350旋轉。如所示，在繫繩終止架座354內，因為芯390可沿終止錨300之腔302內之錨/心軸350終止，所以錨/心軸350可與繫繩軸356重合。在此旋轉期間，電導體392 (其經路由成沿終止錨300之側向表面340且通過側向表面340之開口342至腔302中)亦可圍繞錨/心軸350旋轉。繫繩330 (芯390及電導體392)、終止錨300及心軸304之此配位旋轉可減少對藉由扭轉引起之電導體392之損壞之風險。

藉由依此方式終止繫繩芯390及電導體392，藉由該飛行器引起之張力可聚焦於繫繩芯390。具體而言，當一飛行器處於飛行中時，此構形允許繫繩芯390繃緊且比電導體392 (其可不如芯390繃緊或可具有一些鬆弛)承受更多之抗拉應力。此聚焦抗拉應力於繫繩芯390可避免使得該等電導體經受損壞應力。

儘管上文描述聚焦於一AWT之一地面站上之一終止架座處之一繫繩之終止，但相同特徵之諸多特徵可適用該繫繩之對置端(其連接至一飛行器)。更具體而言，該繫繩之芯及電導體可終止於不同位置處使得在該飛行器之飛行期間，該芯比該等電導體承受更多抗拉應

力。與相對於該地面站之上文所描述之終止系統及方法不同，該飛行器側之終止系統及方法可不需要適應繫繩旋轉。係尤其如果在該地面站使用之終止系統已適應繫繩旋轉情況中成立。相應地，該飛行器處之終止系統可不包含一可旋轉終止錨或心軸。

更具體而言，參考圖2，可在剛好接近點34（在此處繫繩30接合纜繩32a、32b及32c）的繫繩30之飛行器20側提供一類似於圖6之終止錨300之終止錨。在此一實施例中，繫繩芯390可經路由至終止錨300之腔302中且使用環氧樹脂344沿終止錨300之軸350緊固。接著，電導體392可經路由成沿終止錨300之側向表面340且通過開口342，使得電導體392可終止於沿相同終止錨軸350之錨300之腔302內部，如圖6中所示。接著，電導體392可經路由成沿纜繩32a、32b及32c且位於飛行器20上。在另一實施例中，電導體392可經路由成沿終止錨300之側向表面340且終止於沿纜繩32a、32b及32c（相對於在終止錨300之腔302內部），而無需進入終止錨300之腔302。

IV. 結論

以上詳細描述參考附圖描述所揭示之系統、裝置及方法之各種特徵及功能。儘管已在本文中揭示各種態樣及實施例，但熟習技術者當明白其他態樣及實施例。本文中所揭示之各種態樣及實施例係為繪示之目的且不意欲為限制的，本發明之確實範疇及精神將藉由以下申請專利範圍指示。

【符號說明】

- 10 空中風力發電機
- 20 飛行器
- 22 剛性翼/主翼
- 24 機身
- 26 尾翼

|      |             |
|------|-------------|
| 30   | 導電繫繩        |
| 32a  | 橋接件/纜繩      |
| 32b  | 橋接件/纜繩      |
| 32c  | 橋接件/纜繩      |
| 34   | 點           |
| 40a  | 轉子/下轉子      |
| 40b  | 轉子/上轉子      |
| 41   | 轉子連接器       |
| 43   | 轉子連接器       |
| 45   | 葉片/轉子葉片     |
| 50   | 地面站         |
| 52   | 塔台          |
| 56   | 支撐部件        |
| 58   | 棲止板         |
| 80   | 捲筒          |
| 82   | 捲筒軸/旋轉之一垂直軸 |
| 100  | 空中風力發電機     |
| 120  | 飛行器         |
| 122  | 主翼          |
| 124  | 機身          |
| 126  | 尾翼          |
| 128  | 彎曲部分        |
| 129  | 樁           |
| 130  | 導電繫繩        |
| 132a | 纜繩線         |
| 132b | 纜繩線         |

|      |            |
|------|------------|
| 132c | 繩繩線        |
| 140a | 轉子/下轉子     |
| 140b | 轉子/上轉子     |
| 141  | 轉子連接器/塔柱   |
| 143  | 轉子連接器/塔柱   |
| 150  | 地面站        |
| 152  | 塔台         |
| 160  | 棲止板        |
| 162  | 棲止板支撐部件    |
| 172  | 棲止平台       |
| 180  | 可旋轉捲筒      |
| 182  | 軸          |
| 184  | 水平捲線器      |
| 230  | 繫繩         |
| 238  | 近端開口       |
| 290  | 中心高強度芯/繫繩芯 |
| 292  | 電導體        |
| 294  | 黏合層        |
| 296  | 絕緣套        |
| 298  | 外護套        |
| 300  | 終止錨        |
| 302  | 腔          |
| 304  | 心軸         |
| 306  | 環架總成       |
| 308  | 軸承外殼       |
| 310  | 前軸承        |

|     |                 |
|-----|-----------------|
| 312 | 後軸承總成           |
| 314 | 後軸承             |
| 316 | 鏈輪              |
| 322 | 軸承總成            |
| 324 | 第一近端部分          |
| 326 | 第二末梢端部分         |
| 330 | 繫繩              |
| 336 | 近端              |
| 338 | 近端開口            |
| 340 | 側向表面            |
| 342 | 開口              |
| 344 | 高強度環氧樹脂         |
| 346 | 扭轉耦合/電纜總成       |
| 350 | 軸/共同軸/錨/心軸/終止錨軸 |
| 354 | 繫繩終止架座          |
| 356 | 中心繫繩軸           |
| 390 | 繫繩芯             |
| 392 | 電導體             |
| 400 | 繫繩終止錨           |
| 402 | 腔               |
| 436 | 近端              |
| 438 | 開口              |
| 440 | 側向表面            |
| 442 | 開口              |
| 448 | 孔               |
| 450 | 軸               |

|     |         |
|-----|---------|
| 500 | 繫繩終止錨   |
| 502 | 腔       |
| 504 | 心軸      |
| 518 | 撓性驅動軸   |
| 540 | 側向表面    |
| 542 | 開口      |
| 546 | 保護覆蓋物   |
| 550 | 心軸/終止錨軸 |
| 552 | 螺紋      |
| 592 | 電導體     |

## 申請專利範圍

1. 一種繫繩終止系統，其包括：
  - 一繫繩，其包括：
    - 一芯，及
    - 至少一電導體；及
  - 一繫繩終止架座，其包括一可旋轉終止錨，其中該終止錨耦合至該繫繩，
    - 其中該繫繩之該芯在一第一位置處緊固在該終止錨之一腔中，
    - 其中該繫繩之該至少一電導體在一第二位置處緊固在該終止錨之該腔中，且
    - 其中該繫繩之該芯及該繫繩之該至少一電導體可圍繞該終止錨之一軸在該終止錨之該腔內旋轉。
2. 如請求項1之繫繩終止系統，其中該第一位置接近該第二位置。
3. 如請求項2之繫繩終止系統，其中該繫繩之該芯在該終止錨之一近端處進入該終止錨之該腔，且其中該繫繩之該至少一電導體在該終止錨之一側向表面上進入該終止錨之該腔。
4. 如請求項1之繫繩終止系統，其中，當該繫繩在張力作用下時，該繫繩之該芯承受比該至少一電導體更大之一抗拉應力。
5. 如請求項1之繫繩終止系統，其中該繫繩終止架座係一空中風力發電機之一地面站之部分，且其中該繫繩經由該繫繩終止架座將一飛行器連接至該地面站。
6. 如請求項1之繫繩終止系統，其中該至少一電導體包括至少兩個電導體。
7. 如請求項1之繫繩終止系統，其中該至少兩個電導體在該終止錨

之該腔內部接合在一起。

8. 如請求項1之繫繩終止系統，其中該繫繩之該芯及該至少一電導體均沿該終止錨之該軸緊固在該終止錨之該腔中。

9. 一種繫繩終止系統，其包括：

一繫繩，其包括一芯及至少一電導體，其中該芯與該至少一電導體在該繫繩之一第一近端部分接觸，且不在該繫繩之一第二末梢端部分接觸；及

一繫繩終止架座，其包括一可旋轉終止錨，其中該終止錨耦合至該繫繩之該第二末梢端部分，

其中該繫繩之該第二末梢端部分之該芯在一第一位置處緊固在該終止錨之一腔中，

其中該繫繩之該第二末梢端部分之該至少一電導體在一第二位置處緊固在該終止錨之該腔中，且

其中該繫繩之該第二末梢端部分之該芯及該至少一電導體可圍繞該繫繩終止架座之一軸在該終止錨之該腔內旋轉。

10. 如請求項9之繫繩終止系統，其中該第一位置接近該第二位置。

11. 如請求項10之繫繩終止系統，其中該繫繩之該第二末梢端部分之該芯在該終止錨之一近端處進入該終止錨之該腔，且其中該繫繩之該第二末梢端部分之該至少一電導體在該終止錨之一側向表面上進入該終止錨之該腔。

12. 如請求項9之繫繩終止系統，其中，當該繫繩在張力作用下時，該繫繩之該芯承受比該至少一電導體更大之一抗拉應力。

13. 如請求項9之繫繩終止系統，其中該繫繩終止架座係一空中風力發電機之一地面站之部分，且其中該繫繩經由該繫繩終止架座將一飛行器連接至該地面站。

14. 如請求項9之繫繩終止系統，其中該至少一電導體包括至少兩個

電導體，其中該至少兩個電導體在該終止錨之該腔內部接合在一起。

15. 如請求項9之繫繩終止系統，其中該繫繩之該芯及該至少一電導體均沿該終止錨之該軸緊固在該終止錨之該腔中。

16. 一種空中風力發電機，其包括：

一飛行器；

一繫繩，其包括一芯及至少一電導體，其中該繫繩耦合至該飛行器；及

一地面站，其包括一繫繩終止架座，該繫繩終止架座包括一可旋轉終止錨，其中該繫繩經由該終止錨耦合至該地面站，

其中該繫繩之該芯沿該終止錨之一軸緊固在一第一位置處，且

其中該繫繩之該至少一電導體沿該終止錨之該軸緊固在一第二位置處。

17. 如請求項16之空中風力發電機，其中該第一位置接近該第二位置。

18. 如請求項16之空中風力發電機，其中該第一位置及該第二位置係在該終止錨之一腔內部。

19. 如請求項18之空中風力發電機，其中該繫繩之該芯在該終止錨之一近端處進入該終止錨之該腔，且其中該繫繩之該至少一電導體在該終止錨之一側向表面上進入該終止錨之該腔。

20. 如請求項16之空中風力發電機，其中，當該繫繩在張力作用下時，該繫繩之該芯承受比該至少一電導體更大之一抗拉應力。

圖式

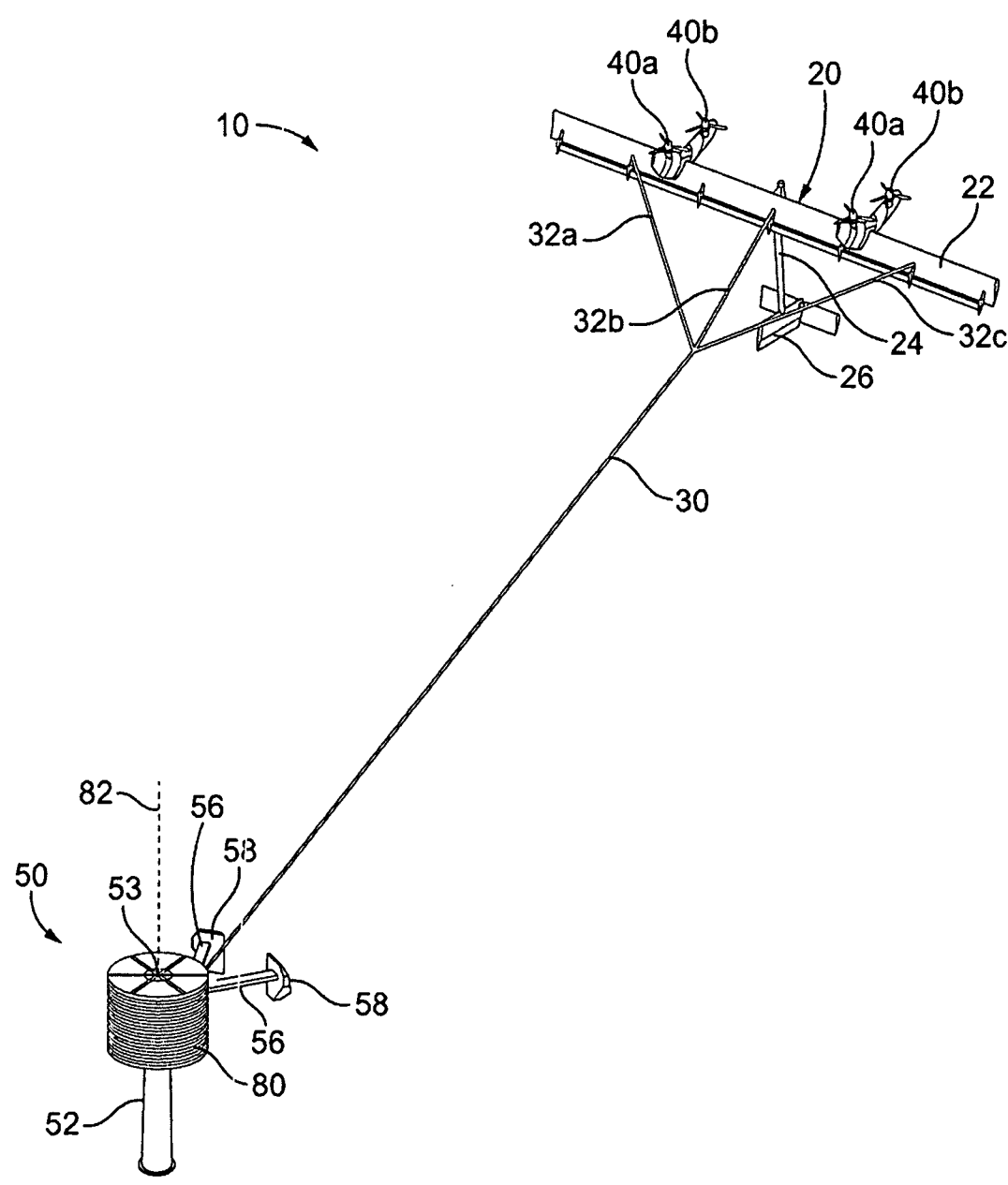


圖 1

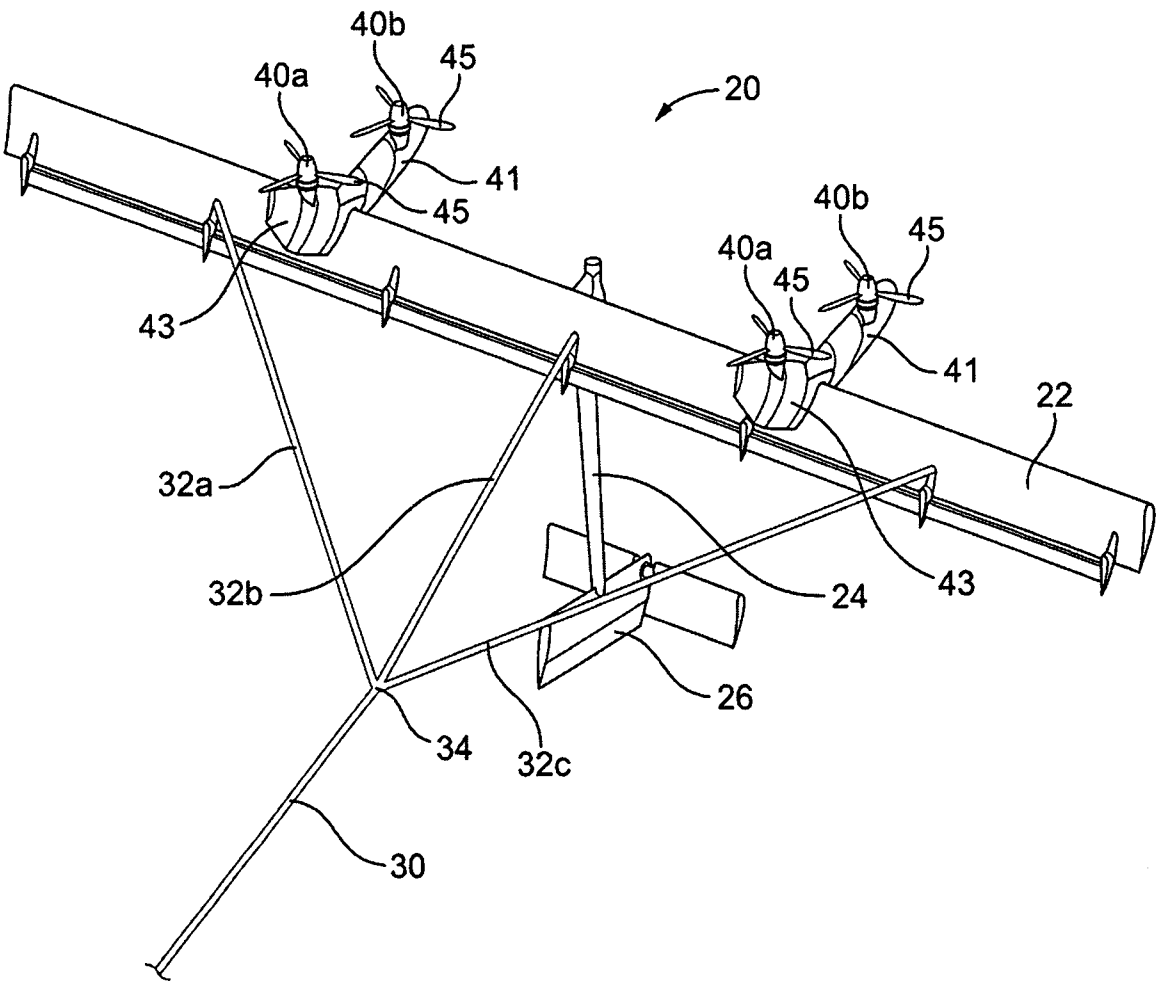


圖 2

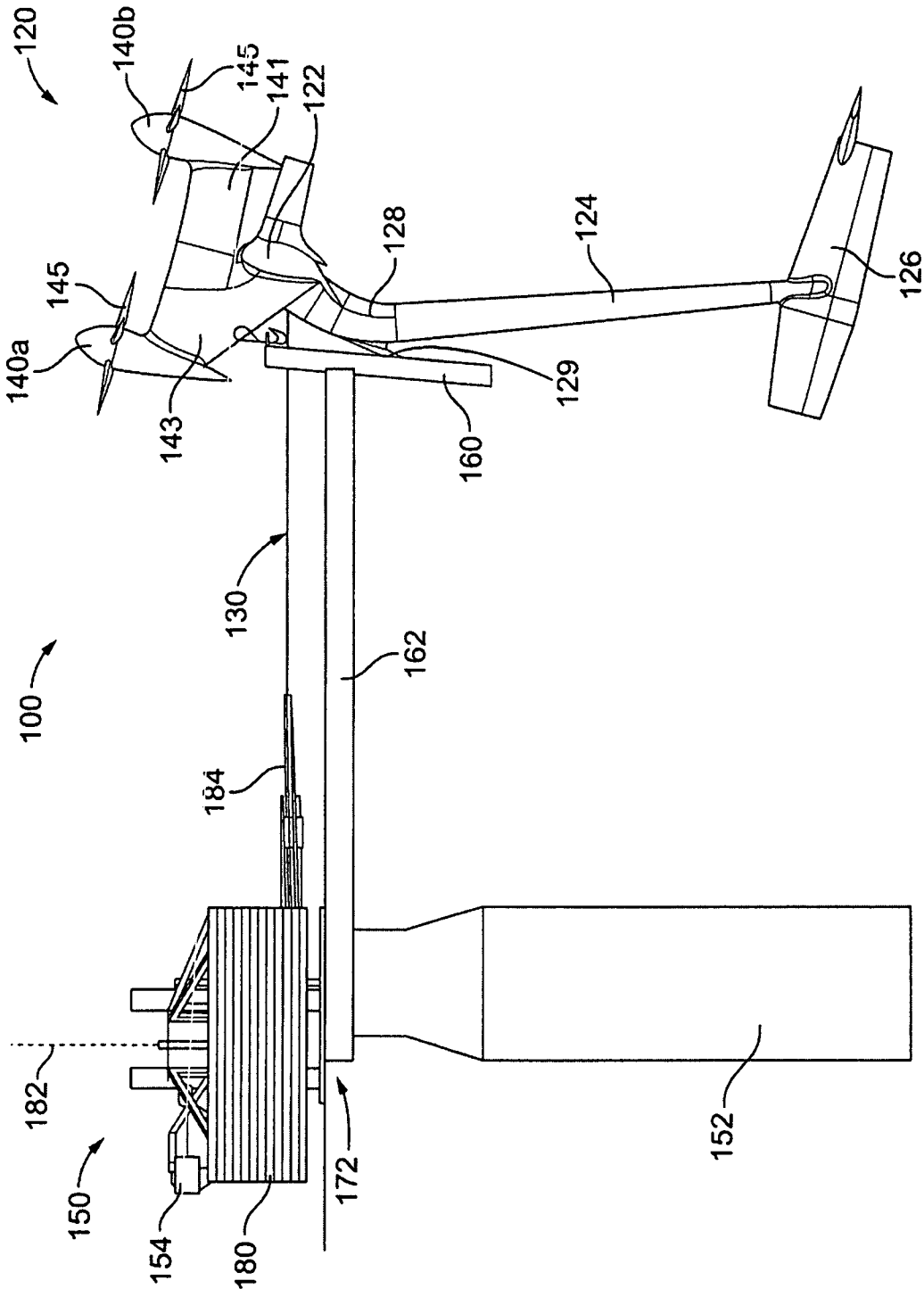


圖 3

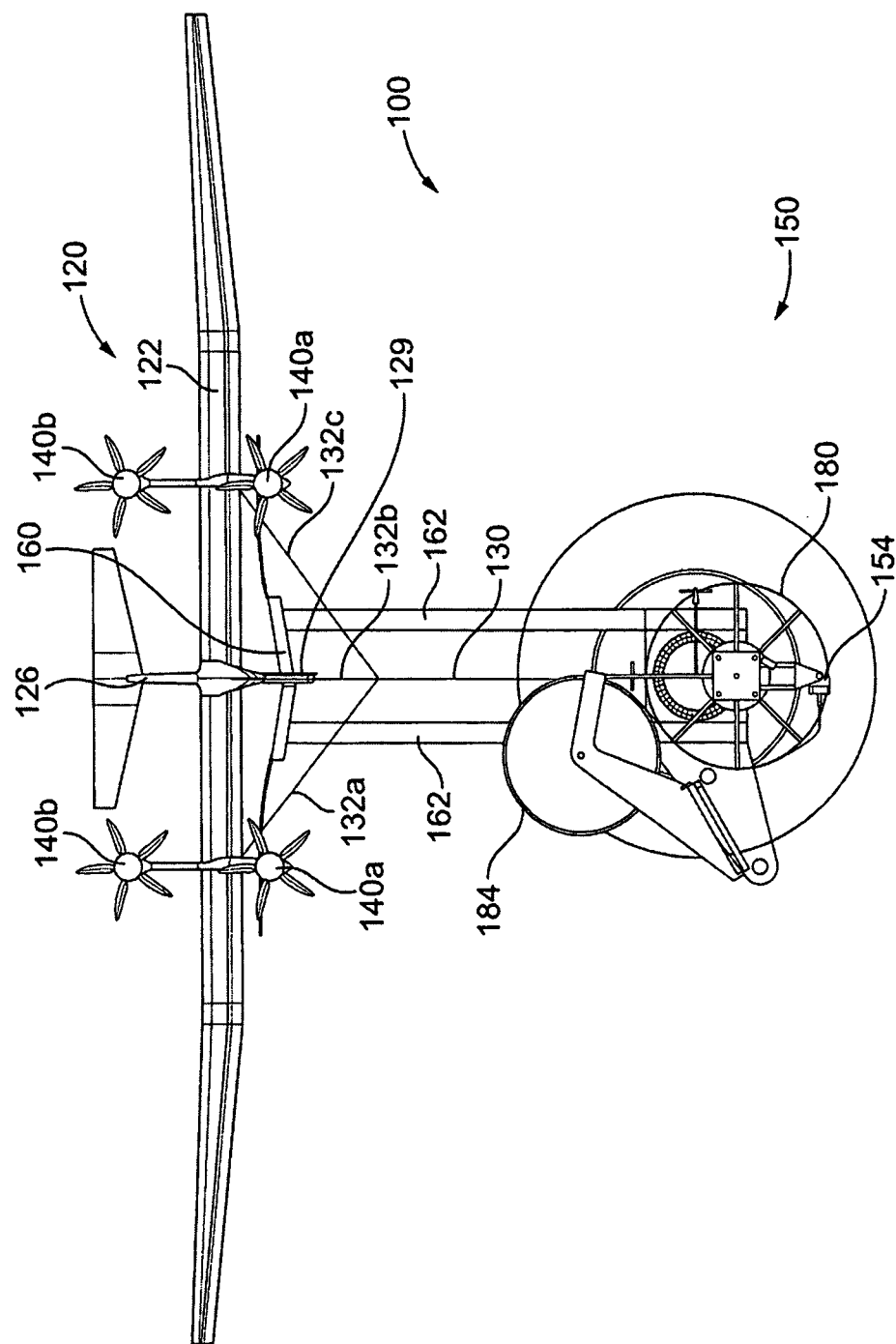


圖 4

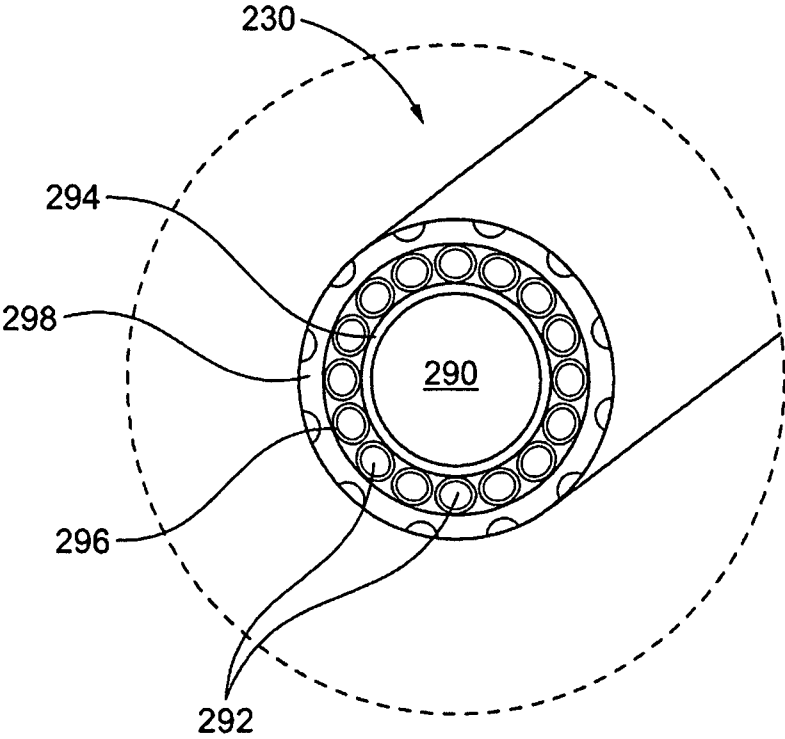


圖 5

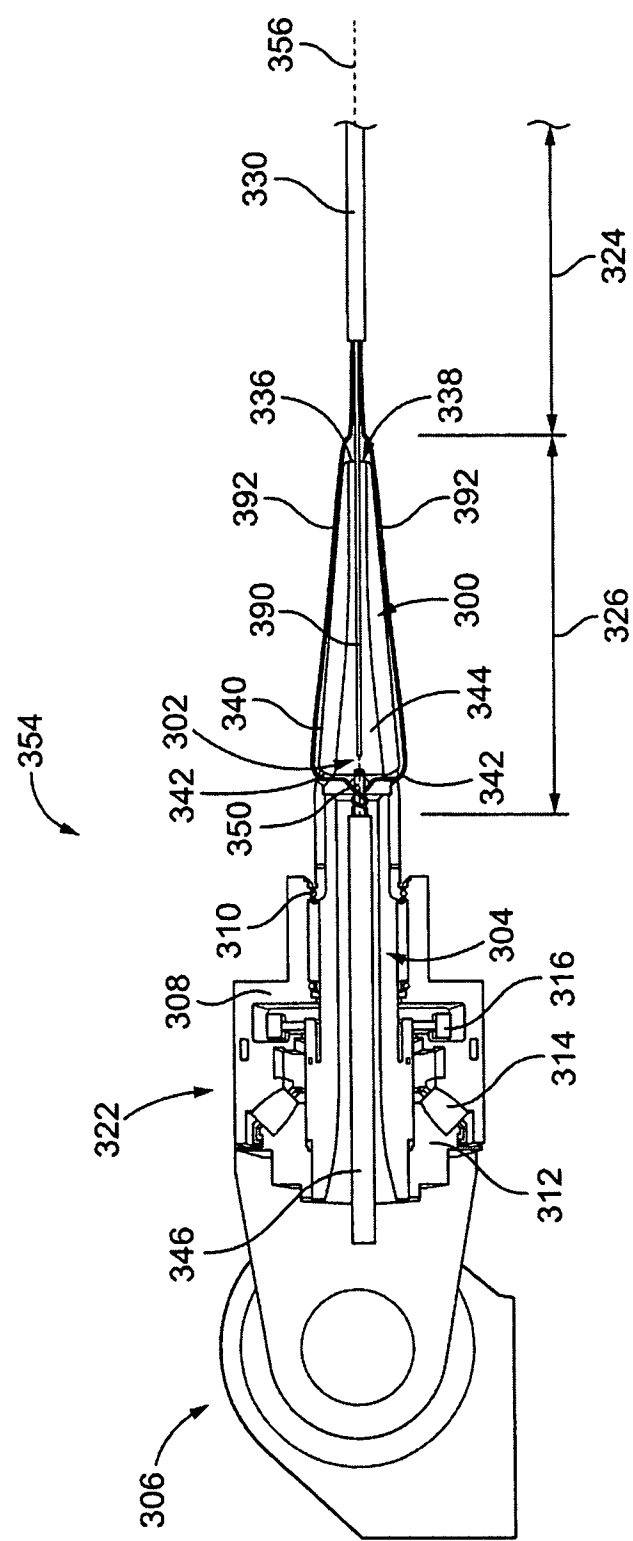


圖 6

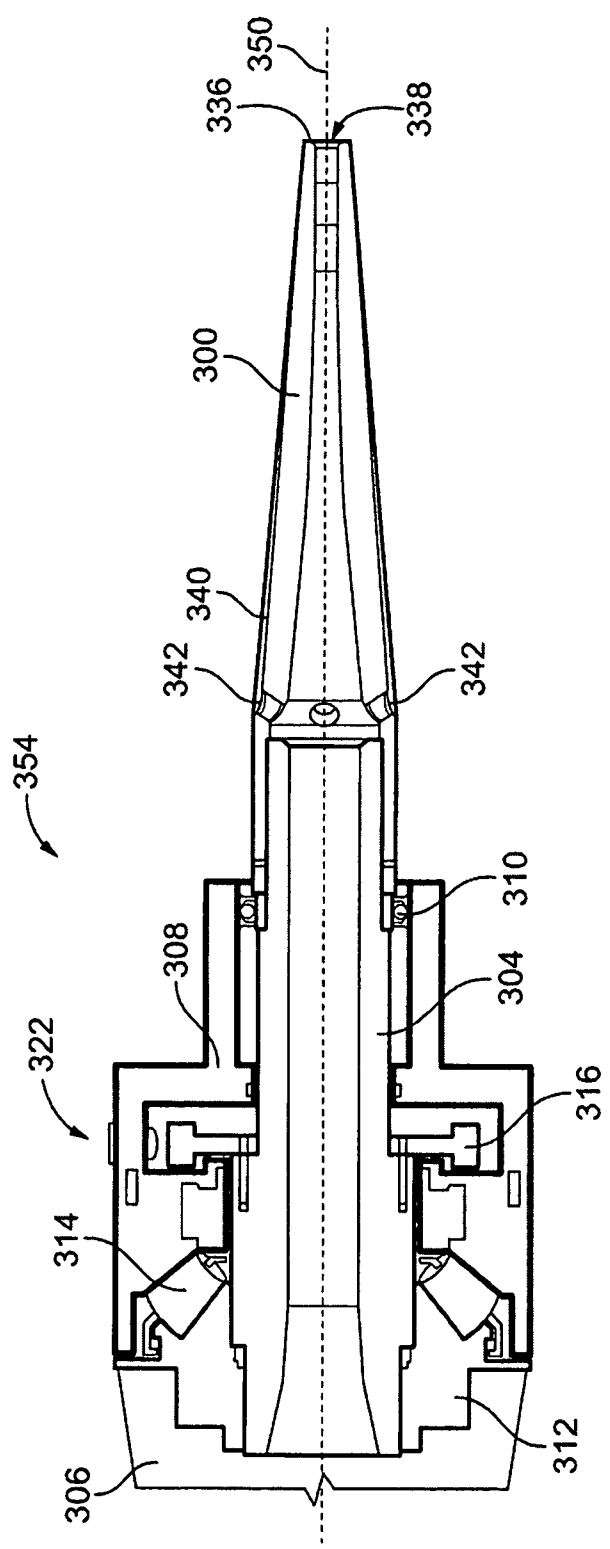


圖 7



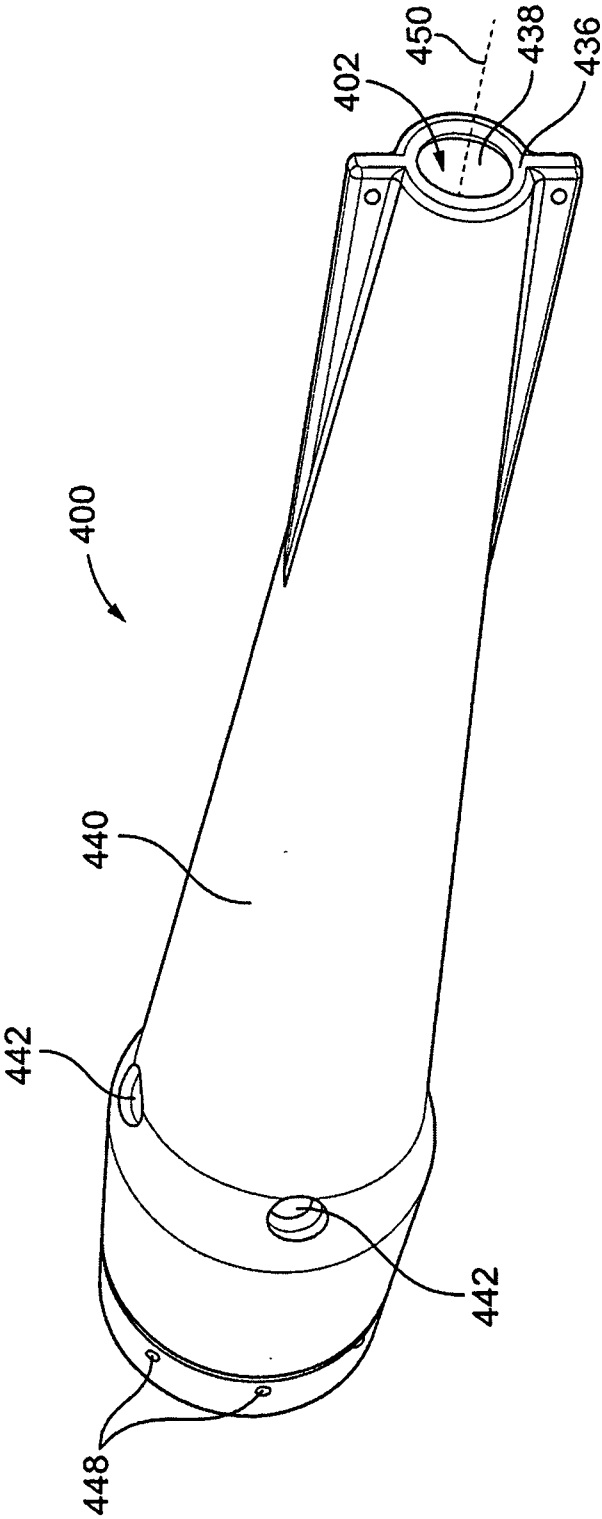


圖 8

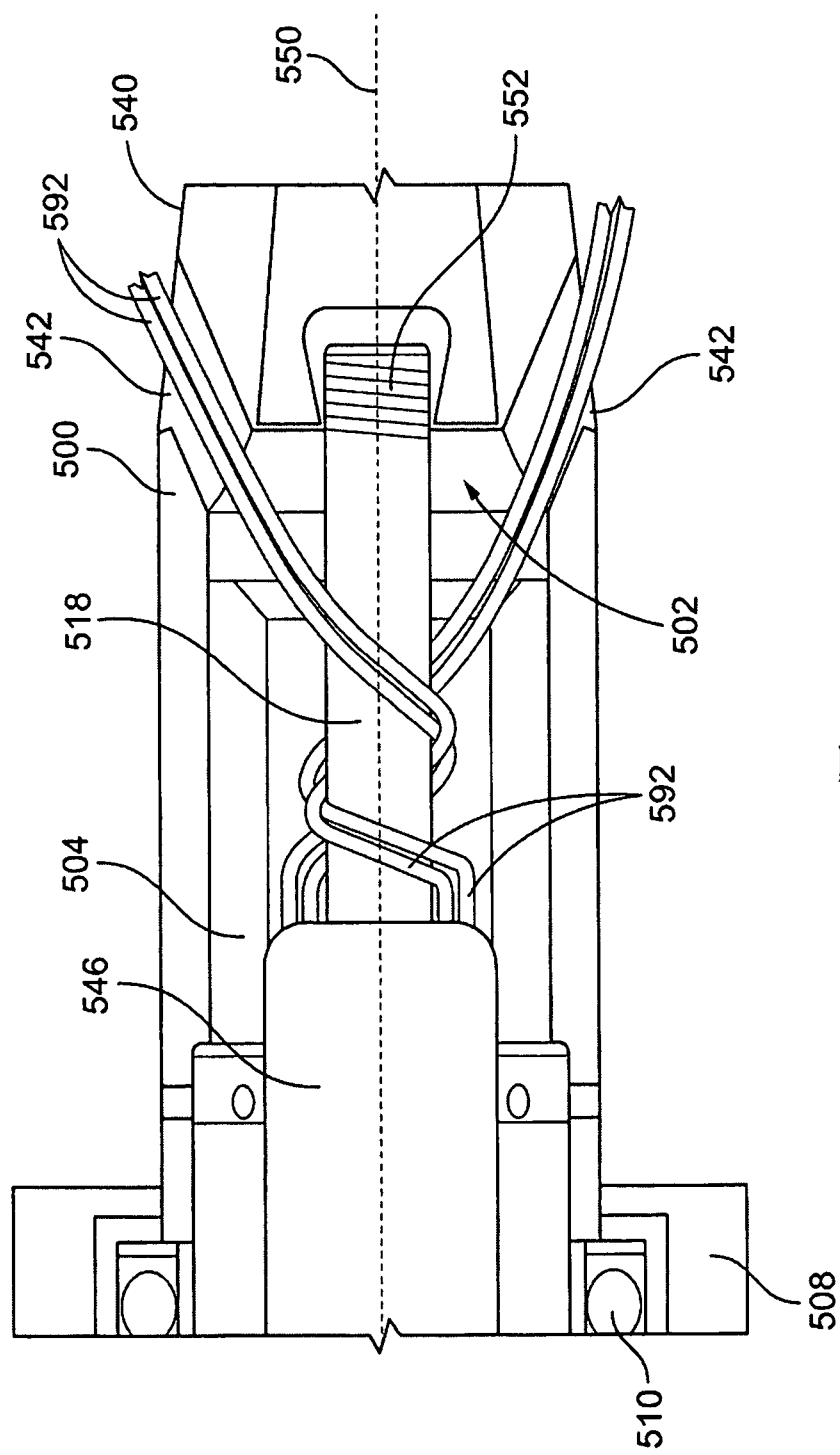


圖 9