



(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 I557024 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：101109396

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 19 日

(51)Int. Cl. : **B63H19/02 (2006.01)****B63H1/36 (2006.01)**

(30)優先權：2011/03/17 美國

61/453,871

2011/09/15 美國

61/535,116

(71)申請人：液體機器學股份有限公司(美國) LIQUID ROBOTICS INC. (US)

美國

(72)發明人：海因 羅傑 HINE, ROGER G. (US)

(74)代理人：李文賢

(56)參考文獻：

TW 256811

TW 200734243A

CN 1132757C

CN 102292538A

US 4332571

US 4389843

US 4598547

US 7641524B2

審查人員：葉大功

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：10 共 39 頁

(54)名稱

航海設備、其放置於水中的方法、其從水中移去的方法、其總成、其適用的浮體、其功能控制方法及獲取資訊的方法

NAUTICAL DEVICE, PLACING METHOD THEREOF, REMOVING METHOD THEREOF, ASSEMBLY THEREOF, SUITABLE FLOAT THEREOF, CONTROLLING METHOD THEREOF AND METHOD OF OBTAINING INFORMATION

(57)摘要

一種波動力設備(WPD)包括(1)浮體、(2)遊體以及(3)連接浮體和遊體的繫鏈。當浮體因表面波而上下移動時，遊體產生推力。WPD 具有剛性繫鏈，繫鏈可從(a)第一位置(“相鄰位置”)移動到(b)第二位置(“伸展位置”)，在第一位置，繫鏈的至少一部分鄰近浮體，在第二位置，繫鏈(i)在浮體下面伸展並且(ii)至少部分是大體上剛性的。如果需要，WPD 可在繫鏈處於相鄰位置時被運輸、儲存或者投放，且繫鏈可在此設備被投放之後移動到伸展位置並在此設備運轉時保持在伸展位置。

A wave-powered device (“WPD”) comprises (1) a float, (2) a swimmer, and (3) a tether connecting the float and the swimmer. The swimmer generates thrust as the float moves up and down due to surface waves. A WPD is provided with a rigid tether that can be moved from (a) a first position (“adjacent position”) in which at least a part of the tether is adjacent to the float to (b) a second position (“extended position”) in which the tether (i) is extended below the float and (ii) is at least in part substantially rigid. The WPD can if desired be transported, stored, or launched while the tether is in the adjacent position, and the tether can be moved into the extended position after the device has been launched and remain in the extended position while the device is being operated.

指定代表圖：

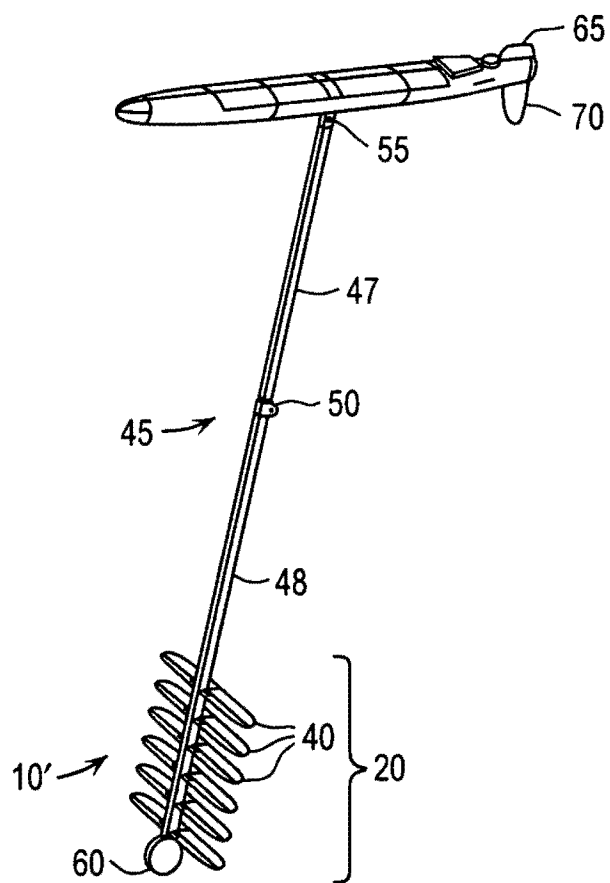


圖 2A

符號簡單說明：

10' . . . WPD

20 . . . 水下遊體

40 . . . 鰭狀物

45 . . . 繫鏈

47 . . . 剛性區段

48 . . . 剛性區段

50 . . . 接頭

55 . . . 上接頭

60 . . . 平衡塊

65 . . . 牽索眼

70 . . . 舵

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：101109396

※申請日：101.3.19

※IPC 分類：B63H 19/02 (2006.01)
B63H 1/36 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

航海設備、其放置於水中的方法、其從水中移去的方法、其總成、其適用的浮體、其功能控制方法及獲取資訊的方法/NAUTICAL DEVICE, PLACING METHOD THEREOF, REMOVING METHOD THEREOF, ASSEMBLY THEREOF, SUITABLE FLOAT THEREOF, CONTROLLING METHOD THEREOF AND METHOD OF OBTAINING INFORMATION

二、中文發明摘要：

一種波動力設備(WPD)包括(1)浮體、(2)遊體以及(3)連接浮體和遊體的繫鏈。當浮體因表面波而上下移動時，遊體產生推力。WPD具有剛性繫鏈，繫鏈可從(a)第一位置(“相鄰位置”)移動到(b)第二位置(“伸展位置”)，在第一位置，繫鏈的至少一部分鄰近浮體，在第二位置，繫鏈(i)在浮體下面伸展並且(ii)至少部分是大體上剛性的。如果需要，WPD可在繫鏈處於相鄰位置時被運輸、儲存或者投放，且繫鏈可在此設備被投放之後移動到伸展位置並在此設備運轉時保持在伸展位置。

三、英文發明摘要：

A wave-powered device (“WPD”) comprises (1) a float, (2) a swimmer, and (3) a tether connecting the float and the swimmer. The swimmer generates thrust as the float moves up and down due to surface waves. A WPD is provided with a rigid tether that can be moved from (a) a first position (“adjacent position”) in which at least a part of the tether is adjacent to the float

to (b) a second position (“extended position”) in which the tether (i) is extended below the float and (ii) is at least in part substantially rigid. The WPD can if desired be transported, stored, or launched while the tether is in the adjacent position, and the tether can be moved into the extended position after the device has been launched and remain in the extended position while the device is being operated.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10'	WPD
20	水下遊體
40	鰭狀物
45	繫鏈
47	剛性區段
48	剛性區段
50	接頭
55	上接頭
60	平衡塊
65	牽索眼
70	舵

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】

本發明涉及在水中受到波作用的設備，以及在某些情況下在水中利用波動力的設備。

【先前技術】

當波沿著水面傳送時，產生水的垂直運動，而不是水的純粹的水平運動。垂直運動的振幅隨深度增加而遞減；在大約波長一半的深度，幾乎沒有垂直運動。由風引起的流速也隨深度增加而急劇減小。許多建議已提出以利用波動力（wave power）來做些有益的事。可參考例如美國專利號 986,627、1,315,267、2,520,804、3,312,186、3,453,981、3,508,516、3,845,733、3,872,819、3,928,967、4,332,571、4,371,347、4,389,843、4,598,547、4,684,350、4,842,560、4,968,273、5,084,630、5,577,942、6,099,368 和 6,561,856、美國公開文本 No. 2003/0220027 和 No. 2004/0102107、以及國際公開文本 WO 1987/04401 和 WO 1994/10029。這些專利和公開文本中的每一項的整體披露出於任何目的而併入此處作為參考。

許多已知的波動力設備（wave-powered device；WPD）包括（1）浮體（float）、（2）遊體（swimmer）以及（3）與浮體和游體相連的繫鏈；當運載工具在靜水中時，（i）浮體在水面上或水面附近，（ii）遊體浸沒於浮體下面的水中，以及（iii）繫鏈處於拉緊狀態；遊體包括鰭狀物或其他波驅動部件（wave-actuated component），當波動力設備在有波動的水（wave-bearing water）中時，鰭狀物或其他波驅動部件與水相互作用以產生可用於有益目的的力，例如：以具有水平分量的方向（下文中簡稱為“水平地”或“水平方向”）移動遊體。在本技術領域中以及在本申請中，術語“翼（wing）”和“鰭狀物（fin）”可交換使用。

期望的是將感測器和設備長時間置於海洋中或湖中而不需要使用燃料或依賴可能非常大且難於維持的錨線（anchor line）。近年來，由 Liquid Robotics, Inc.（液體機器人有限公司）所開發並且以註冊商標 Wave Glider® 推向市場的 WPD 已經展示突出的價值，尤其是因其自主操作的能力。值得注意的是 Wave Glider® 的 WPD 常稱為 Wave Gliders 以作速記術語。還需要注意的是 WPD 常稱為波動力運載工具（wave-powered vehicle；WPV）。

【發明內容】

實施例較佳地發明內容和下面的詳細描述以及附圖公開了許多新穎的特徵，其中每個特徵憑其自身就是有創造性的，且一或更多個這些特徵可以組合使用（在實際上可行時）。下面所描述的本發明的不同方面僅僅是此處所公開的發明的廣大範圍的實施例。

在本發明的第一方面中，一種波動力設備包括：（1）浮體；（2）繫鏈，其固定於浮體且可呈現在多個位置，此些位置至少包括（a）相鄰位置，此時，繫鏈的至少一部分相對靠近浮體，以及（b）伸展位置，此時，繫鏈（i）在浮體下面伸展並且（ii）至少部分是大體上剛性的，其中繫鏈可從相鄰位置移動到伸展位置；以及（3）波驅動部件，其固定於繫鏈。浮體、繫鏈和波驅動部件是致使下列動作：（A）當此設備在靜水中且繫鏈處於伸展位置時，（i）浮體在水面上或接近水面，且（ii）繫鏈浸沒於水中在浮體下面，以及（B）當此設備在有波動的水中且繫鏈處於伸展位置時，（i）浮體在水面上或接近水面，（ii）繫鏈浸沒於水中在浮體下面，以及（iii）波驅動部件與水相互作用以產生傳送給繫鏈的力。

於此，術語“大體上剛性的”是用來表示這樣的部件：當繫鏈處於伸展位置且 WPD 在有波動的水中時，此部件只經受彈性變形，且較佳地大體上不經受任何變形。本發明主要參考下述這樣的設備進行描述：當繫鏈處於

伸展位置時，整條繫鏈是大體上剛性的。然而，本發明包括下述可能性：當繫鏈處於伸展位置時，繫鏈包括不是大體上剛性的一或更多部分。

較佳地，繫鏈還可從伸展位置移動到相鄰位置。較佳地，當各繫鏈處於相鄰位置時，繫鏈是大體上剛性的；然而，本發明包括下述可能性：當繫鏈從相鄰位置移動到伸展位置時，繫鏈變成是大體上剛性的。

波驅動部件在此有時稱為“遊體”。其可包括如併入此處作為參考的任何文檔中所公開的鰭狀物系統或與水相互作用而產生傳送給繫鏈的力的任何其他機械裝置，其包括本申請中所公開的新穎的機械裝置。

在本發明的第一方面的設備的第一實施例中，繫鏈處於伸展位置，並且此設備是波動力設備（下文縮寫為 WPD）。本發明的實施例主要參考下述形式的 WPD 進行描述：其中，由水和波驅動部件之間的相互作用而產生的力透過繫鏈傳送給浮體使得浮體趨向於在水平方向上移動；這樣的設備在此有時稱為波動力運載工具或 WPV。然而，替代地或另外地，此力可在繫鏈和/或浮體上或在繫鏈和/或浮體中產生一些其他效果，例如：電力的產生。

當繫鏈處於伸展位置時，此設備可成為自主波動力設備（下文縮寫為 WPD）並作為自主 WPD 運轉。

繫鏈可包括多個可伸縮區段或多個鉸鏈區段。波驅動部件可從下面兩種構造中選擇一種：(A) 波驅動部件具有單一的大體上剛性脊樑（spine），鰭狀物在剛性脊樑和剛性脊樑的每一側上延伸，當 WPD 在靜水中且繫鏈處於伸展位置時，剛性脊樑與水平位置（例如，大體上水平）成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度，並且位於經過浮體的縱軸的垂直平面中；或者 (B) 波驅動部件具有兩條大體上剛性脊樑，鰭狀物在剛性脊樑之間延伸，且當 WPD 在靜水中且繫鏈處於伸展位置時，兩條剛性脊樑位於與水平位置（例如，大體上水平）成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度的平面中，並且剛性脊樑自經過浮體的縱軸的垂直平面是等間距間隔的。

在至少一些實施例中，波驅動部件包括彈簧或其他彈性部件，使鰭狀物恢復到空檔位置。在特定的裝置中，當 WPD 在有波動的水中時，鰭狀物的旋轉在鰭狀物的旋轉在空檔位置附近的第一範圍內時主要由第一彈簧控制而在鰭狀物的旋轉在第一範圍之外時主要由第二彈簧控制，第二彈簧比第一彈簧更硬。

在至少一些實施例中，有至少兩條繫鏈固定於浮體上的相同位置或不同位置，例如：一條固定於浮體的頭部（fore section）而另一條固定於浮體的尾部（aft section）或者兩條均在與浮體的縱軸成直角的相同平面中固定於浮體，繫鏈中的至少一條在第一位置（在第一位置的繫鏈的遠端相對靠近浮體）和第二位置（在第二位置的繫鏈的遠端相對遠離浮體）之間是可移動的。

在本發明的設備的第一方面的第二實施例中，繫鏈處於相鄰位置，且此設備是可透過將繫鏈從相鄰位置移動到伸展位置而轉變為波動力設備的總成。在第二實施例中，此總成可例如具有下面特徵中的一者或兩者，（1）繫鏈大體上平行於浮體的底部和/或在繫鏈的大部分長度上與浮體接觸，以及（2）波驅動部件具有大體上平行於浮體的底部和/或大體上平行於繫鏈、和/或在繫鏈的大部分長度上與繫鏈接觸的部件。較佳地，設計浮體、繫鏈以及波驅動部件使得在此實施例中繫鏈和波驅動部件緊密地嵌套於且固定於浮體，從而使得總成保持為單一單元直至將此設備投放於水上的時候。

此類型的總成（當設備在使用時，其中的繫鏈可以是柔性的或剛性的）在 2011 年 9 月 15 日提交的美國臨時申請案號 No. 61/453,871 和 No. 61/535,116 的申請中有詳細的描述並要求保護。此類型的總成提供運輸、儲存或投放 WPD 的便利方式。在一些實施例中，浮體包括向下延伸的一或更多防護元件，例如：護欄（side rail），以致於當繫鏈處於相鄰位置時，繫鏈和任何波驅動部件在防護元件的上方，因此使得能將總成置於表面上且繫鏈和波驅動部件與此表面分離。在其他實施例中，波驅動部件包括向下延伸的一或更多防護元件，例如：護欄，以致於當繫鏈處於相鄰位置時，

繫鏈和波驅動部件在防護元件的上方，因此使得能將總成置於表面上且繫鏈和波驅動部件與此表面分離。

在本發明的第二方面中，將如上所述的 WPD 放置於水上的方法包括 (A) 將 WPD 的浮體放置於水上或水的上方，以及 (B) 在浮體放置於水上之前或之後，將繫鏈從相鄰位置移動到伸展位置。

在本發明的第三方面中，從如上所述的 WPD 漂浮的水中移去此 WPD 的方法，WPD 是可將繫鏈從伸展位置移動到相鄰位置的 WPD，此方法包括 (A) 將繫鏈從伸展位置移動到相鄰位置，從而產生如上所述的總成，以及 (B) 從水中移去總成。

在本發明的第四方面中，總成包括浮體和繫鏈，至少一部分繫鏈是大體上剛性的並且透過連接件固定於浮體使得能夠將繫鏈從 (a) 第一相鄰位置 (在此位置，繫鏈的至少一部分相對靠近浮體) 移動到 (b) 第二伸展位置 (在此位置，繫鏈在浮體下面伸展)。

在本發明的第五方面中，適合用於如上所述的 WPD 中的浮體包括連接件，大體上剛性的繫鏈可固定於連接件，並且連接件使得固定於連接件的大體上剛性的繫鏈能夠在相鄰位置和伸展位置之間移動。

在本發明的第六方面中，總成包括大體上剛性的繫鏈和固定於繫鏈的一端的波驅動部件，波驅動部件包括具有鰭狀物的剛性脊樑，鰭狀物沿著脊樑有間距地間隔安裝。

在本發明的第七方面中，波動力設備包括 (1) 浮體，以及 (2) 波驅動部件，其中浮體和波驅動部件是這樣的：當此設備在靜水中時，(i) 浮體在水面上或接近水面，以及 (ii) 波驅動部件浸沒於水中在浮體下面，其中波驅動部件包括直接連接到浮體並從浮體向下伸展的伸長剛性構件。

在本發明的第八方面中，獲取資訊的方法包括接收來自如上所述的 WPD 的或者由如上所述的 WPD 記錄的信號。

在本發明的第九方面中，用於控制如上所述的 WPD 的功能的方法包括發送信號給 WPD。

波驅動部件的實施例可使用鰭狀物控制系統，其中至少一個鰭狀物的角度運動在此鰭狀物的運動在空檔（neutral）位置附近的第一範圍內時主要由第一彈簧或其他裝置控制而當鰭狀物的運動在第一範圍之外的第二範圍內時主要由第二彈簧或其他裝置控制。第二彈簧比第一彈簧更硬，因此使得鰭狀物更難以在第一範圍內運動，並且此運動可由第一彈簧單獨控制或者由第一彈簧和第二彈簧的組合控制。在第二範圍內，此運動可由第二彈簧單獨控制或者由第一彈簧和第二彈簧的組合控制。

此系統可包括防止第一彈簧移動超出第一限度的停止件。此系統可包括防止第二彈簧移動超出第二限度從而防止鰭狀物運動到第二範圍之外的停止件。彈簧中的任一個或者兩個均可等效裝置替代，等效裝置可以是機械的或機電的。當使用這樣的系統時，在有波動的水中的波微弱的時候，鰭狀物的旋轉由第一彈簧控制並且只需要少量的流體力來將鰭狀物旋轉到有效範圍內的角度。隨著波變得更大，第二彈簧開始起作用且透過防止鰭狀物過度旋轉而將鰭狀物保持於有效範圍內的角度。過多的水力會旋轉鰭狀物使其傾倒負載，從而保護系統以免超載。

在鰭狀物控制系統的具體實施例中，第一彈簧在一端上安裝於鰭狀物且在另一端上透過第一彈簧停止件安裝於側梁（剛性脊樑）。隨著鰭狀物圍繞杆旋轉，第一彈簧轉矩使鰭狀物回到空檔位置，與側梁同水平。第二彈簧在一端上安裝於翼上且在另一端上在上停止件和下停止件之間自由旋轉。只有超出停止件的運動是由第二彈簧所抵制的。綜合的結果是軟彈簧用於圍繞空檔、水平位置的運動，而硬彈簧則用於超出停止件的運動。在輕微的波中，只要少量的流體力施加於鰭狀物便可將翼旋轉到衝擊（attack）的有效角度。隨著流體力在較強勁的波的環境中的增強，衝擊的有效角度被維持。很高的流體力可旋轉鰭狀物使其傾倒負載從而保護系統以免超載。

許多實施例具有船載（on-board）電子器件，包括（1）無線通信設備，（2）電腦系統，（3）衛星參考位置感測器，（4）感測水平面中的方向的感測器，以及（5）轉向致動器。電腦系統（a）鏈結到通信設備、位置感

測器、水平感測器以及轉向致動器，並且 (b) 包含或可編程為包含回應於從通信設備或從位置感測器和水平感測器或從運載工具上的另一感測器接收的信號控制轉向致動器的指令。

本發明的本質和優點的進一步理解可透過參考說明書和附圖的其餘部分（其旨在示範而非限制）而實現。

【實施方式】

下述專利、申請和公開文本中的每一項的整體披露出於任何目的而併入此處作為參考：

美國申請案號 No. 61/453,871，2011 年 3 月 17 日提交，題為《Wave-Powered Vehicles (JUP 012)》（Roger G. Hine）；

美國申請案號 No. 61/535,116，2011 年 9 月 15 日提交，題為《Wave-Powered Vehicles (JUP 012-1)》（Roger G. Hine）；

美國申請案號 No. 13/424,156，2012 年 3 月 19 日提交，題為《Wave-Powered Device with One or More Tethers Having One or More Rigid Sections》（Roger G. Hine）；

美國申請案號 No. 13/424,170，2012 年 3 月 19 日提交，題為《Wave-Powered Devices Configured for Nesting》（Roger G. Hine and Derek L. Hine）；

美國申請案號 No. 13/424,239，2012 年 3 月 19 日提交，題為《Autonomous Wave Powered Substance Distribution Vessels for Fertilizing Plankton, Feeding Fish, and Sequestering Carbon From The Atmosphere》（Roger G. Hine）；

美國申請案號 No. 11/436,447，2006 年 5 月 18 日提交，現為美國專利 7,371,136；

美國申請案號 No. 12/082,513，2008 年 4 月 11 日提交，現為美國專利 7,641,524；

美國申請案號 No. 12/087,961，基於 PCT/US 2007/001139，2007 年 1 月 18 日提交，現為美國專利 8,043,133；

國際專利申請 PCT/US 2007/001139，2007 年 1 月 18 日提交，2007 年 8 月 2 日公佈為 WO 2007/087197；

國際專利申請 PCT/US 2008/002743，2008 年 2 月 29 日提交，2008 年 9 月 12 日公佈為 WO 2008/109002；

美國申請案號 No. 61/453,862，2011 年 3 月 17 日提交，題為《Distribution of Substances and/or Articles into Wave-Bearing Water (JUP 13)》（Roger G. Hine）；

美國申請案號 No. 61/502,279，2011 年 6 月 28 日提交，題為《Energy-Harvesting Water Vehicle》（Roger G. Hine）；

美國申請案號 No. 61/585,229，2012 年 1 月 10 日提交，題為《Retractable Nesting Wing Racks for Wave Powered Vehicle》（Roger G. Hine and Derek L. Hine）；以及

與本申請相同或大致相同的日期提交並請求由美國臨時申請 No. 61/453,871 和 No. 61/535,116 中的一或多個申請而來的優先權的美國申請和 PCT 申請。

迄今，實踐中的波動力設備是使用柔性繫鏈。雖然已經由提出使用剛性繫鏈的可能性，但在實踐中還未使用。當使用剛性繫鏈時，產生的問題是具有剛性繫鏈的波動力設備難以運輸、儲存、投放（launch）或者回收（recover）。本發明的實施例透過使用可從（a）第一位置（“相鄰位置”）移動到（b）第二位置（“伸展位置”）的繫鏈提供此問題的解決方案。其中，在第一位置的繫鏈是至少一部分鄰近浮體，在第二位置的繫鏈是（i）在浮體下面伸展並且（ii）至少部分是大體上剛性的。如果需要，波動力設備可在繫鏈處於相鄰位置時運輸、儲存或者投放，且繫鏈可在波動力設備投放之後移動到伸展位置並在波動力設備運轉時保持在伸展位置。較佳

地，繫鏈還可從伸展位置移動到相鄰位置，在這種情況中，可在一段時間的運轉之後，在將繫鏈移動到相鄰位置之後，回收波動力設備。

概述

圖 1 顯示波動力設備（WPD）10 的操作的示意圖。這是由 Liquid Robotics, Inc.（液體機器人有限公司）所開發並且以註冊商標 Wave Glider[®] 推向市場的現有技術 WPD 的示例。簡言之，作為附加實施例在下面描述的 WPD 10 將波動轉化為向前推力，並使用衛星定位系統和無線電以將數據傳回給操作者以及接收導航和其他命令。它具有船載電腦和感測器使得其能夠自主航行或原地等待，而無需常規的人機交互或控制。

WPD 10 包括浮體 15、水下游體 20 以及柔性繫鏈 25。遊體包括具有中心剛性脊樑 35 的框架 30，許多翼或鰭狀物 40 可樞轉地（pivotally）安裝於剛性脊樑 35 以便繞各自的垂直的水平軸旋轉。隨著波將 WPD 的浮體 15 抬高和降低，水下部件（水下遊體 20）上的鰭狀物 40 被動地旋轉以使周圍的水的相對運動轉化為向前推力。透過滑翔器（glider）背部的舵，推力向量的方位可完全獨立於波的方向被定向。

圖 1 包括三個部分，從左到右顯示為在靜水中（鰭狀物/翼在空檔位置）的 WPD、在波抬高浮體時（上衝程）的 WPD、以及在 WPD 沉入波谷時（下衝程）的 WPD。在靜水中（圖 1 的左手邊部分），水下游體水平地懸掛在浮體的正下方。隨著波抬高浮體（圖 1 的中間部分），浮體將游體向上拖拉穿過水。旋轉每個鰭狀物，使得在滑翔器向上移動時，鰭狀物產生推力。隨著浮體沉入波谷（圖 1 的右手邊部分），遊體也下降。翼旋轉使得游體又向前俯衝。上下衝程都產生向前推力。

遊體是在鰭狀物被波作用上下拖拉時產生向前推力的部件。雖然鰭狀物是水驅動的實際元件，但是可以將遊體視為 WPD 的波驅動部件。WPD 的重要用途是作為運載工具，其中透過鰭狀物與有波動的水的相互作用而

產生的力用於在具有水平分量的方向上（下文中簡稱為“水平地”或“在水平方向上”）移動遊體。但是，這些力也可用於其他目的（例如，發電）。

單一剛性繫鏈的實施例

圖 2A、2B 和 2C 顯示不同於上述 WPD 10 的 WPD 10'，其中由參考編號 45 所代表的繫鏈是剛性的而不是柔性的。儘管因剛性繫鏈會帶來上面所討論的問題，但是剛性繫鏈可提供優勢。舉例來說，當浮體下降時，剛性繫鏈可推動遊體，而不用依賴於遊體的重量來使其下降以提供推力（因而使得浮體的重量能做有用功）。而且，這消除了繫鏈的鬆弛的發生，在移除鬆弛時會導致大的急拉（snap）負荷。此外，根據連接，剛性繫鏈可允許轉矩在浮體和遊體之間傳輸使得轉向對齊（steering alignment）得以維持，且繫鏈盤繞（twist）是不可能的。

雖然一些剛性繫鏈的實施例由沒有中間接頭的單一剛性區段組成，但在所示的實施例中，繫鏈 45 具有兩段剛性區段，其分別為以中間接頭 50 處連接的上部剛性區段 47 和下部剛性區段 48。上部剛性區段 47 透過上接頭 55 固定於浮體，以致使上部剛性區段 47 可處於第一工作位置（“伸展位置”）或第二折疊位置（“相鄰位置”）。在第一工作位置的上部剛性區段 47 遠離浮體延伸，而在第二折疊位置的上部剛性區段 47 相對靠近浮體，例如，鄰近浮體的底部。

圖 2A 顯示完全伸展到游泳位置（swimming position）的繫鏈。在此實施例中，水下遊體 20 剛性地附著於下部剛性區段 48，以致使遊體的剛性脊樑 35 通常保持垂直並且鰭狀物 40 排列在垂直陣列中。這不同於圖 1 中所示的實施例，圖 1 中剛性脊樑通常是水平的且鰭狀物排列在水平陣列中。位於繫鏈/遊體底部的平衡塊（weight）60 幫助繫鏈以及整個 WPD 在垂直方向上穩定。

當 WPD 漂浮在靜水中且剛性區段處於第一工作位置時，上部剛性區段較佳地位於（i）包括浮體的縱軸且大體上垂直的第一平面中，以及（ii）

與第一平面正交且到垂直位置成最大 30° ，或者最大 15° ，尤其是最大 5° ，例如，大體上為 0° ，的角度的第二平面中。在一實施例中，在上部剛性區段連接到浮體的點處或靠近此點處給上部剛性區段安裝鉸鏈，使得當 WPD 在有波動的水中，上部剛性區段在處於工作位置時，上部剛性區段可在軸上相對於浮體前後轉動，和/或使得其可在伸展位置和相鄰位置之間移動。大體上位於剛性區段 47 和浮體之間的上接頭 55 可以是可控的部件，舉例來說，例如手動地或透過控制機械裝置鎖定在工作位置和/或折疊位置處，控制機械裝置舉例來說，例如透過安裝在浮體上的絞盤或者其他機械的或機電的裝置來遠端操作的傳動裝置。

中間接頭 50 較佳地設置，以致使此些剛性區段有可能在第一工作位置處或者在第二折疊位置處。在第一工作位置的兩剛性區段大體上對齊，較佳地，兩個剛性區段是位於如上所述的第一平面和第二平面中，而在第二折疊位置的兩個剛性區段相對靠近浮體，例如，鄰近浮體的底部。兩個剛性區段之間的中間接頭 50 可以是可控的部件，舉例來說，例如手動地或透過控制機械裝置鎖定在工作位置和/或折疊位置處，控制機械裝置舉例來說，例如透過安裝在浮體上的絞盤或其他機械的或機電的裝置來遠端操作的傳動裝置。

圖 2B 顯示部分收起的剛性繫鏈 45，兩個剛性區段 47 和 48 在接頭 50 處彼此相對地部分折疊。圖 2C 顯示完全收起的剛性繫鏈，繫鏈的兩剛性區段 47 和 48 彼此相對地完全折疊且上部剛性區段完全合攏，以致使 WPD 處於適合投放或回收的捆束形態。在浮體的頂部的尾端上設置有一牽索眼 65 (lift eye) 以便於回收。雖然未圖示，但是遊體也可以有牽索部件或起吊點 (pickup point)，可將繩固定於牽索部件或起吊點以使遊體能夠向上拖拉，使得剛性區段可從工作位置移動到折疊位置。浮體和/或遊體還可配置具有浮體的繩以使回收更加容易。在回收船上的人可拋出抓鉤越過繩和浮體，然後將捆束物拖拉靠邊。

圖 3 包括圖 2A、2B 和 2C 的 WPD 在捆束形態時的透視圖、頂視圖、前視圖和側視圖。

浮體可具有太陽能板及天線（未明確圖示），以及主動轉向的在尾端的舵 70。用於剛性繫鏈的折疊機械裝置可透過浮體中的纜繩和絞盤、或渦輪傳動裝置、或多種其他機械裝置來驅動。當在捆束位置時，平衡塊或剛性杆可閉上浮體，以在運輸或裝卸過程中減輕折疊機械裝置上的壓力。這門可自動釋放以用於調度。

圖 4A、4B 和 4C 分別顯示處於三個不同角度（在上衝程位置、在空檔位置和在下降位置）的 WPD 的鰭狀物。鰭狀物沿著縱搖軸（垂直於垂直軸且垂直於向前運動軸的軸）轉動。彈簧彈力可使鰭狀物恢復到空檔位置，在空檔位置的鰭狀物大致是水平的。替代地，鰭狀物可以是均衡的從而重力可將其恢復到此位置。當相對於周圍的水向上移動時，鰭狀物旋轉到圖 4A 的形態並產生推力。當相對於周圍的水向下移動時，鰭狀物旋轉到圖 4C 的形態並產生推力。位於繫鏈底部的平衡塊 60 幫助杆以及整個運載工具在垂直方向上穩定。

具有上述可折疊剛性區段的繫鏈的替代方式是具有可伸縮剛性區段。兩個或更多大體上剛性區段是彼此可套疊的（telescoped），使得此些區段可處於彼此伸展的第一工作位置或處於套在一起的第二套疊位置。較佳地，會有控制機械裝置使得此些區段可手動地或透過遠端控制鎖定在工作位置或套疊位置。舉例來說，此些區段的伸縮可透過傳動裝置控制，傳動裝置可透過安裝在浮體上的絞盤或其他控制機械裝置來操作。預期的是此些區段會在可伸縮繫鏈向浮體的底部折疊之前套疊在一起。

WPD 10' 的上述遊體（波驅動部件）實施例將大體上剛性脊樑 35 剛性地安裝於繫鏈的下部剛性區段 48 並且通常與之對齊。在此實施例中，大體上剛性脊樑到垂直位置（例如，大體上垂直）可以成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度；在這種情況下，舉例來說，鰭狀物可安裝在此脊樑上

並且在大體上垂直的平面中上下排列，鰭狀物圍繞縱搖軸（垂直於縱軸且垂直於向前運動軸的軸）轉動。

替代地，大體上剛性脊樑可透過連接件連接到繫鏈的大體上剛性區段，當 WPD 在有波動的水中運轉時，連接件是大體上剛性的，但通常遠離繫鏈的軸而伸展。當 WPD 在有波動的水中運轉時，遊體的大體上剛性脊樑與水平位置（例如，大體上水平）可以成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度；在這種情況下，舉例來說，鰭狀物可安裝在此脊樑上並且在大體上水平的平面中並行排列。在這些替代方式的任意一種中，繫鏈和遊體之間的接頭可以是固定接頭以便固定繫鏈和遊體之間的空間關係或者也可以是允許游體相對於繫鏈移動的接頭。

多剛性繫鏈（例如，雙剛性繫鏈）的實施例

圖 5A 是具有耦合在浮體 15 和水下遊體 20 之間的頭部剛性繫鏈 45a 和尾部剛性繫鏈 45b 的 WPD 10' 的透視圖。兩條剛性繫鏈有類似於圖 2A、2B、2C 和圖 3 中所示單一繫鏈的 WPD 10' 的上述那些機械裝置的可折疊機械裝置或可伸縮機械裝置。在此透視圖中，繫鏈各自處於其伸展位置。

在此實施例中，遊體具有兩條剛性脊樑 35a 和 35b，限定了具有頭部橫門 80a 和尾部橫門 80b 的矩形框架的側梁。鰭狀物 40 安裝在側梁之間，並且頭部繫鏈和尾部繫鏈的下端透過縱長連接頭 85a 和 85b 連接到橫門。繫鏈的上端透過各自的連接頭（圖中隱藏）在浮體的底部的的頭部和尾部位置附著到浮體 15。框架還包括延伸於鰭狀物和側梁下面的底部滑行裝置 90a 和 90b。這樣，當遊體處於水平面上時，滑行裝置將水平面從游體的任一部分隔開，否則遊體與水平面的接觸可能損傷遊體。此圖示出了浮體 15 具有太陽能板 95 以及太陽能板之間的天線 100。上述其他 WPD 的浮體通常也包括太陽能板以及一或更多天線，但是為了清楚描述，於此省略那些組件。

圖 5B 是圖 5A 的 WPD 在剛性繫鏈處於其收起（相鄰）位置使得 WPD 處於捆束形態時的透視圖，其中，浮體安放於遊體的頂上。而且，能夠折疊或伸縮繫鏈並且抵靠浮體底部折疊收起的繫鏈的能力可處理並解決前面所提到的因剛性繫鏈而來的問題。多繫鏈的使用可提供其他的優點。

雙繫鏈的使用可降低繫鏈盤繞的可能性；可使能更長、更窄的浮體形狀（其減少了阻力並提高了速度）；並且透過將與繫鏈有關的連接件和機械裝置移動到浮體的頭部和尾部，使得提供浮體的用於各種有效載荷（例如通訊設備和感測器以及其他科學儀錶）的更大中間區域成為可能。此外，兩條繫鏈的使用可簡化 WPD 的回收。回收只有單一繫鏈的 WPD 會困難，因為在將浮體提升出水之後在單一繫鏈上的拉升需要對抗鰭狀物對水的阻力來提升遊體。當有兩條繫鏈時，只提升繫鏈中的一條使遊體和附著其上的鰭狀物傾斜從而減少鰭狀物的阻力。這可透過使浮體傾斜來完成，或者有差別地收起剛性繫鏈使得游體不再平行於浮體。

具有單一繫鏈的 WPD 通常在浮體的中心具有繫鏈終止元件和負載分配結構，從而佔用了浮體的中心。兩條間隔開的繫鏈的使用釋放了浮體的中心，對所需的部件來說，針對多種用途，浮體的中心是浮體最有價值的部分。例如，對於高的天線來說，浮體的最佳部分是中心，在那它們可以投影到安裝在浮體的上表面上的太陽能板的最多一半（通常情況是，如果電池是串聯連接的且在黑暗中同電晶體一樣被切斷，則遮蔽太陽能板的小部分可使其完全失效）。而且，如果高的天線位於中心，它們不會由於風而具有浮體上的轉向效應。當 WPD 有兩條繫鏈時，浮體的中心區域可釋放用於具有集成天線（即，與乾燥箱集成或整體保持在乾燥區域內的天線）的有效載荷，從而降低連接至天線的電線被濕氣所損的風險。此外，將大部分或全部有效載荷放置在浮體的中心處使得更易於平衡頭部和尾部，從而降低浮體向前靠近（nose in）或頭部上仰（nose up）的風險。

當 WPD 具有兩條繫鏈時，浮體較佳地包括操縱（steer）浮體的裝置，比如位於浮體尾端的舵 70。在由於波作用而抬升和降低時，波驅動部件（遊

體) 提供推力。來自浮體的轉矩透過兩條繫鏈的分開被傳送到波驅動部件。這樣，在由波驅動部件的旋轉的慣性和流體阻力引起的轉向遲延 (steering lag) 之後，波驅動部件指向與浮體相同的位置。在一些應用中，這可以消除對遊體上的舵的需要，還可能消除將電線向下排布到繫鏈的內部的需要。

剛性繫鏈使遊體保持與浮體平行。尤其是當遊體保持在相對水平位置時，彈簧和停止件系統可很好地控制鰭狀物的角度，使得鰭狀物在各種速度和振幅的上下運動過程中以有利的衝擊角度運轉。具有像梯蹬一樣的橫跨在杆之間的鰭狀物支撐軸的上述平行杆結構有助於這種運轉。舉例來說，鰭狀物的位置可受彈簧組件控制，彈簧組件在彈簧沒有移動時將鰭狀物維持在期望的空檔位置 (例如，水平位置) 並且會抵制向上向下運動。彈簧配置可以調整使得翼趨向於停止在為最大升力而優化的角度。

雖然不需要具體的尺寸來實施本發明，但為求完整會給出示例。例如：

- 浮體的正面和浮體上的前繫鏈連接位置之間的水平距離可以是浮體的水平長度的最多 0.3 倍，較佳地最多 0.2 倍，例如 0.05-0.15 倍。
- 浮體的後面和浮體上的後繫鏈連接位置之間的水平距離可以是浮體的水平長度的最多 0.3 倍，較佳地最多 0.2 倍，例如 0.05-0.15 倍。
- 游體的前面和遊體上的前繫鏈連接位置之間的水平距離可以是游體的水平長度的最多 0.3 倍，較佳地最多 0.2 倍，例如 0.05-0.15 倍。
- 游體的後面和遊體上的後繫鏈連接位置之間的水平距離可以是游體的水平長度的最多 0.3 倍，較佳地最多 0.2 倍，例如 0.05-0.15 倍。

用於利用轉矩的梯變來控制翼旋轉的彈簧裝置

圖 6 顯示從脊樑 (側梁) 之間來看的，用於控制鰭狀物 (未圖示) 的運動的兩彈簧裝置 (two-spring arrangement) 的透視圖，此裝置是波驅動部件的一部分，波驅動部件比如圖 5A 和 5B 的 WPD 的波驅動部件。圖 7 顯示從脊樑 (側梁) 外面來看的，各彈簧的一端嵌入鰭狀物中的兩彈簧裝置的部分剖面透視圖。

彈簧裝置將鰭狀物的向上和向下旋轉約束在要求增加轉矩的兩個範圍內。圖 6 是在內部從後面看的相對於右側梁（剛性脊樑 35b）最前面的鰭狀物上的彈簧裝置的上視圖（去掉了鰭狀物）。圖 7 是在外部從後面看的同一彈簧裝置的上視圖（側梁畫為透明的並顯示了鰭狀物的一部分）。

鰭狀物透過輪軸 130 旋轉地安裝於側梁（剛性脊樑 35b），輪軸 130 剛好在前緣 135 的後面橫貫鰭狀物 40，鰭狀物的升降部分 140 在後面延伸。彈簧裝置包括第一彈簧 145 和第二彈簧 150。第一彈簧繞在輪軸 130（在此實施例中顯示於側梁（剛性脊樑 35b）的裏面）上。第一彈簧 145 在一端 155 從輪軸延伸以形成鉤部分，此鉤部分設置來為鰭狀物提供附著點。在此實施例中，第一彈簧的另一端（未圖示）固定於側梁。

第二彈簧 150 也以與第一彈簧 145 相同的方向繞在輪軸 130 上。在此實施例中，第二彈簧比第一彈簧更粗，因而比第一彈簧更硬。第二彈簧 150 在一端 160 從輪軸延伸以形成鉤部分，此鉤部分設置來為鰭狀物提供附著點。第二彈簧 150 在另一端 165 從輪軸延伸以形成鉤部分，此鉤部分設置為在安裝於側梁（剛性脊樑 35b）上的上停止件 170 和下停止件 175 之間移動。

透過此構造，第一彈簧 145 用來控制鰭狀物的向上和向下旋轉運動而第二彈簧則不是——只要此運動在由用於第二彈簧的停止件所限定的範圍內。當鰭狀物的旋轉超過停止件的允許範圍時，第二彈簧 150 由於遇到上停止件或下停止件（取決於旋轉的方向）而變成使用中的。因此，這時旋轉鰭狀物所要求的轉矩由第一彈簧以及第二彈簧中所佔用的線圈這兩者來確定。從而，需要更多轉矩來在相同方向上進一步旋轉鰭狀物。

圖 8 是彈簧轉矩作為鰭狀物（翼）角的函數的曲線圖。這是在任一方向上自空檔位置處改變運載工具的鰭狀物的角度所需的轉矩。在內部範圍（inner range）中運轉鰭狀物所需的轉矩由第一彈簧單獨確定，超出此範圍，在任一方向上改變角度所需的轉矩由兩個彈簧的結合轉矩來確定。

具體實施例和配置

在一實施例中，本發明提供了 WPD，WPD 包括抵抗壓縮的繫鏈，並且還具有下述特徵中的至少一者（即，其具有下述特徵中的一者或下述特徵中的任何兩或更多特徵的組合）：

當大體上剛性脊樑到垂直位置（例如，大體上垂直）成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度時，遊體的大體上剛性脊樑和繫鏈的大體上剛性區段可選擇地可以是單一整體部件，其中，大體上剛性脊樑和大體上剛性區段可選擇地大體上對齊。在這種情況下，遊體可包括有助於將遊體維持在期望的（例如，大體上垂直）方向的附加平衡塊。

在一實施例中，舉例來說，繫鏈可基本上由單一的大體上剛性區段組成，例如透過在前面（1）中所述的接頭，此大體上剛性區段一端固定於遊體的大體上剛性脊樑且另一端固定於浮體。在另一實施例中，舉例來說，繫鏈可基本上由第一和第二大體上剛性區段組成；例如透過在前面（1）中所述的接頭，第一大體上剛性區段的一端固定於遊體的大體上剛性脊樑且另一端固定於第二大體上剛性區段；例如透過在前面（1）中所述的接頭，第二大體上剛性區段的一端固定於第一大體上剛性區段且另一端固定於浮體。

波驅動部件（遊體）包括其上固定有鰭狀物的大體上剛性脊樑，且大體上剛性脊樑透過連接件連接到繫鏈的大體上剛性區段，當 WPD 在有波動的水中運轉時，連接件是大體上剛性的。當 WPD 在有波動的水中運轉時，遊體的大體上剛性脊樑與水平位置（例如，大體上水平）可以成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度；在這種情況下，舉例來說，鰭狀物可安裝在脊樑上並且在大體上水平的平面中並行排列。替代地，大體上剛性脊樑與垂直（例如，大體上垂直）位置可以成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度；在這種情況下，舉例來說，鰭狀物可安裝在脊樑上並且在大體上垂直的平面中上下排列，鰭狀物圍繞縱搖軸（垂直於縱軸且垂直於向前

運動軸的軸) 轉動。遊體可包括彈簧或其他彈性部件，以使鰭狀物恢復到期望的空檔位置。

當大體上剛性脊樑到垂直(例如，大體上垂直)位置成最大 40° 或者最大 30° 或者最大 15° 的角度時，遊體的大體上剛性脊樑和繫鏈的大體上剛性區段可選擇地可以是單一整體部件，其中，大體上剛性脊樑和大體上剛性區段可選擇地大體上對齊。在這種情況下，遊體可包括有助於將遊體維持在期望的(例如，大體上垂直)方向的附加平衡塊。

在一實施例中，舉例來說，繫鏈可基本上由單一的大體上剛性區段組成，例如透過在前面(1)中所述的接頭，一端固定於遊體的大體上剛性脊樑且另一端固定於浮體。在另一實施例中，舉例來說，繫鏈可基本上由第一和第二大體上剛性區段組成；例如透過在前面(1)中所述的接頭，第一大體上剛性區段的一端固定於遊體的大體上剛性脊樑且另一端固定於第二大體上剛性區段；例如透過在前面(1)中所述的接頭，第二大體上剛性區段的一端固定於第一大體上剛性區段且另一端固定於浮體。

遊體可包括其上固定有鰭狀物的大體上剛性脊樑，且大體上剛性脊樑透過接頭連接到繫鏈的大體上剛性區段，接頭是例如使大體上剛性脊樑和繫鏈的大體上剛性區段可能是如下情況的接頭：(i) 處於第一工作位置，在此位置，當 WPD 在有波動的水中運轉時，固定於脊樑的鰭狀物產生期望的力，或者(ii) 處於第二折疊位置。工作位置和折疊位置以及剛性區段和剛性脊樑之間的接頭可以是例如如上面所描述的。

通訊和控制

圖 9 是可用在此處所討論的任一 WPD 中用於指引 WPD 沿著所期望的路徑的控制系統類型的框圖。此圖複製了前述美國專利 7,371,136 中的圖 5。

圖 10 是圖示典型 WPD 的船載電子器件以及此典型 WPD 與外部實體通訊的一些方式的框圖。如前所述，WPD 使用衛星定位系統和無線電以將

數據傳回給操作者以及接收導航和其他命令，並且具有船載電腦和感測器使得其能夠自主航行或保持原位，而無需常規的人為配合或控制。

浮體包括核心電子器件，包括：衛星位置感測器（GPS），無線電通信設備（較佳諸如鈹星計畫的衛星通信系統），諸如磁羅盤、電池、導航控制器之類的定位傳感裝置，所述導航控制器使用來自 GPS 和羅盤的資訊來控制舵以及操縱運載工具。浮體還可包括太陽能板和諸如無線電監控器、照相機、水聽器（hydrophone）之類的环境感測器或觀測設備等各種有效載荷電子器件。所有核心電子器件可封裝在相同的外殼中，較佳地位於浮體的尾端。透過使所有核心電子器件保持在一起，核心系統中不再需要濕式連接器或電纜。這非常有利於可靠性。（太陽能板和絞盤會與濕式連接器連接——太陽能可以冗餘以便一連接器可以失效卻無需關閉系統，且對於基本功能來說絞盤不是必要的。）由於 GPS 和衛星通信系統的天線是短的，所以它們不會遮蔽太陽能板。另外尾端是浮體最不經常浸沒於水中的部分。（浸沒隱藏天線）。然而，如上面所討論的，在雙繫鏈的實施例中，因為繫鏈連接件在端點附近，所以可將電子器件等封裝在浮體的中心。

術語

此處所使用的術語“包括”及其語法上的等同用語（例如，“包含”或“具有”）意味著其他元件（即，部件、成分、步驟等）是可選擇地存在的。例如，“包括”（或“其包括”）部件 A、B 和 C 的水運載工具可以只包含部件 A、B 和 C，或者可以不僅包含部件 A、B 和 C 還包含一或更多其他部件。此處所使用的術語“基本上由……組成”及其語法上的等同用語意味著其他元件可以存在卻不會在實質上改變要求保護的本發明。此處所使用的其後跟有數字的術語“至少”表示以此數位開始的範圍（根據定義的變數，其可以是具有上限或沒有上限的範圍）的起點。例如，“至少 1”表示 1 或大於 1，“至少 80%”表示 80% 或大於 80%。此處所使用的其後跟有數字的術語“最多/最大”表示以此數位結尾的範圍（根據定義的變數，其可以是以 1 或 0 為其下限

的範圍，或沒有下限範圍）的終點。例如，“最多/最大 4”表示 4 或者小於 4，“最多/最大 40%”表示 40%或者小於 40%。在本說明書中，當範圍給定為“（第一數位）到（第二數位）”或者“（第一數位）-（第二數位）”時，這表示下限為此第一數字且上限為此第二數字的範圍。例如，“從 5 到 15 英尺”或“5-15 英尺”表示下限為 5 英尺且上限為 15 英尺的範圍。此處所使用的術語“複數的”、“多”、“多個”和“多重的”表示兩個或多於兩個的事項（item）。

此處在提及包括兩或更多定義步驟的方法時，所定義步驟可以以任何順序或者同時實施（除非上下文排除了這種可能性），且此方法可選擇地可包括一或更多其他步驟，其他步驟在任何所定義步驟之前、在兩個所定義步驟之間或在所有所定義步驟之後實施（除非上下文排除了這種可能性）。此處在提及“第一”和“第二”元件時，通常是出於識別目的；除非上下文另有要求，第一和第二元件可以是相同的或是不同的，且提及第一元件並不意味著第二元件是必然存在的（雖然其可能存在）。此處在提及“一”或“一個”元件時，不排除有兩或更多個這樣的元件的可能性（除非上下文排除了這種可能性）。此處在提及兩或更多個元件時，不排除兩或更多個元件提供相同功能的較少數量或較多數量的元件所替代（除非上下文排除了這種可能性）。此處所給出的數位應當利用適合其上下文以及表達的範圍進行解釋；舉例來說，每個數字受取決於精確度的變化的支配，利用精確度，數位可透過本領域技術人員慣常使用的方法進行測量。

除非另有說明，提及運載工具的部件的定位和形狀指的是當運載工具在靜水中時的定位和形狀。下列術語依據下面所給出的定義使用於本說明書中。

“前緣”（或前端）和“後緣”（或後端）分別表示在波動力引起運載工具向前移動時鰭狀物或其他部件的前表面和後表面。

“頭（fore）”和“尾（aft）”分別表示相對靠近前、後緣（或端）的位置。

“對齊的”表示通常位於平行於包括遊體的軸中心線的垂直平面的垂直平面中的方向。“軸向對齊的”表示通常位於包括遊體的軸中心線的垂直平面中的方向。

“橫向的”表示通常位於與包括遊體的軸中心線的垂直平面正交的垂直平面中的方向。

此處在提及“通常”遵循特定定義的特徵時，例如“通常在垂直平面中”、“通常為層狀”或者“通常為水平”，應當理解為此特徵不需要嚴格遵循所述特定定義，而是可以根據本發明的原則以可以有效運轉的量偏離嚴格的定義。

本發明的不同方面的可選特徵在下面的描述中、在下面的附圖和聲明中進行陳述。

結論

總之，可以看出剛性繫鏈在本發明的實施例中的使用可處理並克服所述問題並可提供優點。

在上面的發明內容中、在下面的具體實施例中以及在附圖中，提到了本發明的特定特徵。應當理解，本發明在本說明書中的公開包括了這些特定特徵的所有可能的組合。例如，當特定特徵公開於特定方面、特定實施例或特定附圖的語境中時，所述特徵在適當程度上也可用在其他特定方面、實施例和附圖的語境中以及通常用於本發明。還應當理解，本發明包括此處所公開的所有新穎的特徵並且不限於本發明上面所陳述的具體方面或實施例。

雖然上述是本發明的具體實施例的完整描述，但是以上描述不應當被認為是限制由請求項書所限定的本發明的範圍。

【圖式簡單說明】

圖 1 顯示波動力設備 (WPD) 在靜水中 (鰭狀物/翼在空檔位置) 的、在波抬高浮體時 (上衝程) 的、以及在 WPD 沉入波谷時 (下衝程) 的操作的示意圖；

圖 2A 顯示完全伸展到游泳位置 (swimming position) 的繫鏈；

圖 2B 顯示部分收起 (retract) 的剛性繫鏈；

圖 2C 顯示完全收起以使 WPD 處於適合投放或回收的捆束形態的剛性繫鏈；

圖 3 包括圖 2A、2B 和 2C 的 WPD 在捆束形態時的透視圖、頂視圖、前視圖和側視圖；

圖 4A、4B 和 4C 分別顯示當 WPD 在有波動的水中上下移動時，在上衝程位置 (up-stroke position)、空檔位置 (neutral position) 和下衝程位置 (down-stroke position) 處的圖 2A、2B 和 2C 的 WPD 的翼；

圖 5A 是具有兩條剛性繫鏈以及波驅動部件的 WPD 的透視圖，波驅動部件具有兩條水平的剛性脊樑 (側梁) 以及在剛性脊樑之間的鰭狀物系統，繫鏈在其伸展位置；

圖 5B 是圖 5A 的 WPD 在剛性繫鏈處於其收起位置使得 WPD 處於捆束形態時的透視圖，其中，浮體安放於波驅動部件的頂上；

圖 6 是顯示從脊樑 (側梁) 之間來看的，用於控制鰭狀物 (未圖示) 的運動的兩彈簧裝置 (two-spring arrangement) 的透視圖，此些裝置是波驅動部件的一部分，波驅動部件比如圖 5A 和 5B 的 WPD 的波驅動部件；

圖 7 是顯示從脊樑 (側梁) 外面來看的，各彈簧的一端嵌入鰭狀物中的兩彈簧裝置 (two-spring arrangement) 的部分剖面透視圖；

圖 8 是彈簧轉矩作為鰭狀物 (翼) 角的函數的曲線圖；

圖 9 是可用在此處所討論的任一 WPD 中以指引 WPD 沿著所期望的路徑的類型的控制系統的框圖；以及

圖 10 是圖示典型 WPD 與外部實體通訊的一些方式的框圖。

【主要元件符號說明】

10	WPD
10'	WPD
10''	WPD
15	浮體
20	水下遊體
25	柔性繫鏈
30	框架
35	剛性脊樑
35a	剛性脊樑
35b	剛性脊樑
40	鰭狀物
45	繫鏈
45a	剛性繫鏈
45b	剛性繫鏈
47	剛性區段
48	剛性區段
50	接頭
55	上接頭
60	平衡塊
65	牽索眼
70	舵
80a	頭部橫門
80b	頭部橫門
85a	縱長連接頭
85b	縱長連接頭
90a	滑行裝置

90b	滑行裝置
95	太陽能板
100	天線
130	輪軸
135	前緣
140	升降部分
145	第一彈簧
150	第二彈簧
155	一端
160	一端
165	另一端
170	停止件
175	停止件

七、申請專利範圍：

1.一種航海設備，包括：

- (1) 一浮體；
- (2) 一波驅動部件；以及
- (3) 將該浮體連接至該波驅動部件的一繫鏈，其中該繫鏈包括被構造為相對彼此移動的一第一剛性區段和一第二剛性區段以便在下列位置之間轉換

- (a) 一相鄰位置，在該相鄰位置的該繫鏈的至少一部分靠近該浮體；以及

- (b) 一伸展位置，在該伸展位置的該繫鏈是在該浮體下面伸展，其中該浮體、該繫鏈和該波驅動部件被構造為致使當該航海設備在有波動的水中而該浮體在該水的表面上或接近該表面且該繫鏈在該伸展位置浸沒於該浮體的下面時，該波驅動部件與該水相互作用以產生傳送給該繫鏈以便水平推進該航海設備穿過該水的力。

2.如請求項 1 所述的航海設備，其中：

該繫鏈是位於該伸展位置；且

該航海設備是自主波動力設備。

3.如請求項 1 所述的航海設備，其中該第一剛性區段被鉸接到該第二剛性區段。

4.如請求項 1 所述的航海設備，其中該繫鏈包括被構造為相對彼此滑動的複數個區段致使該繫鏈能從該相鄰位置移動到該伸展位置。

5.如請求項 1 所述的航海設備，其中該波驅動部件包括從該繫鏈延伸的多個鰭狀物。

6.如請求項 1 所述的航海設備，其中該波驅動部件包括其上固定有鰭狀物的至少一條大體上剛性脊樑，且該大體上剛性脊樑是直接或間接地連接到該繫鏈。

- 7.如請求項 6 所述的航海設備，其中該波驅動部件具有單一的大體上剛性脊樑，而鰭狀物延伸在該剛性脊樑的每一側以及該剛性脊樑上，且當該航海設備在靜水中且該繫鏈處於該伸展位置時，該剛性脊樑與水平位置成最大 40° 的角度，且位於經過該浮體的該縱軸的垂直平面中。
- 8.如請求項 7 所述的航海設備，其被構造為致使當該航海設備在靜水中時，該些鰭狀物在與水平位置成最大 30° 的角度的平面中並行排列。
- 9.如請求項 6 所述的航海設備，其被構造為致使當該航海設備在靜水中時，該大體上剛性脊樑與垂直位置成最大 40° 的角度。
- 10.如請求項 9 所述的航海設備，其中該些鰭狀物被安裝在該脊樑上，並且被構造為當該航海設備在靜水中且該繫鏈處於該伸展位置時，該些鰭狀物上下排列，而每一個該鰭狀物位於與水平位置成最大 60° 的角度的平面中。
- 11.如請求項 6 所述的航海設備，其中該波驅動部件具有兩條大體上剛性脊樑，而鰭狀物在該些剛性脊樑之間延伸，且當該航海設備在靜水中且該繫鏈處於該伸展位置時，該兩條剛性脊樑均位於與水平位置成最大 40° 的角度的平面中，並且該些剛性脊樑與經過該浮體的該縱軸的垂直平面是等間距的。
- 12.如請求項 11 所述的航海設備，其被構造為致使當該航海設備在靜水中時，該些鰭狀物在與水平位置成最大 30° 的角度的平面中並行排列。
- 13.如請求項 1 所述的航海設備，包括兩條繫鏈，該些繫鏈每一條在其近端固定於該浮體上的相同位置或不同位置，該些繫鏈中的至少一條在第一位置和一第二位置之間是可移動的，在該第一位置的該繫鏈的遠端靠近該浮體，而在該第二位置的該繫鏈的該遠端在該浮體下面且遠離該浮體。
- 14.如請求項 13 所述的航海設備，其中：
- (a) 該兩條繫鏈中的一條固定於該浮體的頭部而另一條固定於該浮體的尾部；

- (b) 該波驅動部件包括其上附著有鰭狀物的大體上剛性脊樑；
- (c) 該些繫鏈中的一條靠近該波驅動部件的正面固定到該波驅動部件，而另一條該繫鏈則靠近該波驅動部件的背面固定到該波驅動部件；以及
- (d) 當該兩條繫鏈均處於該伸展位置且該航海設備在靜水中時，該大體上剛性脊樑 (i) 位於包括該浮體的縱軸的垂直平面中，以及 (ii) 與水平位置成最大 40° 的角度。

15. 如請求項 1 所述的航海設備，其中該繫鏈，或者當有多條繫鏈時該些繫鏈中的至少一條，具有下面的特徵中的一或多個：

- (1) 其具有流線型的橫截面；
- (2) 其是由選自碳纖維增強高分子複合材料、玻璃纖維增強高分子複合材料、鈦、鋁、不銹鋼或者經阻蝕劑處理的鋼中之一或多種材料所構成；
- (3) 其包括一通道，該通道從該繫鏈的一端延伸到另一端，且包括操作性地連接該浮體中的多個部件和該波驅動部件的多個電力和/或通信電纜；
- (4) 其包括具有 3-30 英尺 (1-10 米) 長度的單一剛性區段，或者能折疊在一起且連起來具有 3-30 英尺 (1-10 米) 長度的兩或更多剛性區段。

16. 如請求項 1 所述的航海設備，更包括：

- (1) 一無線通信設備；
- (2) 一電腦系統；
- (3) 一衛星參考位置感測器
- (4) 一水平方向感測器，該水平方向感測器感測水平面中的方向；以及
- (5) 一轉向致動器；

其中，該電腦系統

- (a) 鏈結到該通信設備、該位置感測器、該水平感測器和該轉向致動器，以及

- (b) 被編程為響應於從該通信設備或從該位置感測器和該水平方向感測器或從接收自運載工具上的另一感測器的信號所接收的信號來控制該轉向致動器。
- 17.一種發動如請求項 1 所述的航海設備的方法，該方法包括：
- (A) 將該浮體放置於水中，其中該繫鏈處於該相鄰位置，以及
- (B) 在該浮體位於水的上方的同時或在該浮體已被放置於水中之後，將該繫鏈從該相鄰位置移動到該伸展位置。
- 18.一種從水中回收如請求項 1 所述的航海設備的方法，該設備漂浮於該水中，其中該繫鏈處於該伸展位置，該方法包括
- (A) 將該繫鏈從該伸展位置移動到該相鄰位置，以及
- (B) 從該水中移去該航海設備。
- 19.一種獲取資訊的方法，該方法包括接收包含來自如請求項 1 所述的航海設備或由該航海設備記錄的資訊的信號。
- 20.一種用於控制如請求項 1 所述的航海設備的操作的方法，該方法包括發送指令該航海設備進行它的操作的信號給該航海設備。
- 21.一種航海設備，包括：
- 一浮體；
- 一波驅動部件；以及
- 固定到該浮體的一繫鏈；
- 其中：
- (1) 該繫鏈包括具有一第一端和一第二端的一第一剛性區段以及具有一第一端和一第二端的一第二剛性區段；
- (2) 該第一剛性區段和該第二剛性區段透過位於它們各自的第一端的一接頭互相固定；以及
- (3) 該第一剛性區段在其第二端被固定於該浮體；
- (4) 該第二剛性區段在其第二端被固定於該波驅動部件；

其中該繫鏈被構造為在下列位置之間轉換：

一相鄰位置，在該相鄰位置，該繫鏈的該第一剛性區段和第二剛性區段在

該接頭被折疊在一起且被設置為靠近該浮體，以及

一伸展位置，在該伸展位置，該繫鏈的該第一剛性區段和第二剛性區段在

該接頭遠離彼此地伸展且在該浮體下面伸展離開該浮體；

其中該波致動部件包括：

一伸長剛性構件，該伸長剛性構件被連接到該繫鏈的該第二剛性區段的該

第二段致使該伸長剛性構件和該第二剛性區段能被設置為大體上是

在同一直線；以及

沿著該伸長剛性構件設置的多個鰭狀物；

其中該浮體、該繫鏈和該波驅動部件被構造為致使當該航海設備在有波動

的水中而該浮體在該水的表面上或接近該表面且該繫鏈在該伸展位

置浸沒於該浮體的下面時，該波驅動部件與該水相互作用以產生傳送

給該繫鏈以便水平推進該航海設備穿過該水的力。

22.一種航海設備，包括：

(1) 一浮體；

(2) 固定到該浮體的一繫鏈；以及

(3) 固定到該繫鏈的一波驅動部件；

其中：

該繫鏈包括透過一接頭彼此固定的兩個大體上剛性區段致使該些區段能在

下列位置之間轉換：

(a) 一伸展位置，在該伸展位置，該兩個區段被大體上

對齊，且兩個區段均位於第一平面和第二平面中，該第一平面大體上

是垂直的且包括該浮體的縱軸，該第二平面與該第一平面正交且與垂

直位置成最大 30° 的角度；以及

(b) 一折疊位置，在該折疊位置，兩個區段均靠近該浮體；其中該浮體、該繫鏈和該波驅動部件被構造為致使當該航海設備在有波動的水中而該浮體在該水的表面上或接近該表面且該繫鏈在該伸展位置浸沒於該浮體的下面時，該波驅動部件與該水相互作用以產生傳送給該繫鏈以便水平推進該航海設備穿過該水的力。

23. 一種鰭狀物系統，其被構造為用於繫於一航海設備中的一浮體下面以便以推進該航海設備穿過水的方式採集波動力，該鰭狀物系統包括：

(a) 多個鰭狀物，其被構造為圍繞自空檔位置的軸旋轉，以及

(b) 一控制系統，其被構造為控制該鰭狀物圍繞該軸的旋轉，該控制系統包括：

一第一機械的或機電的裝置，其在該空檔位置附近的位置限定範圍內控制該鰭狀物圍繞該軸的旋轉；以及

一第二機械的或機電的裝置，其在該限定範圍外控制該鰭狀物圍繞該軸的旋轉，其中該第二機械的或機電的裝置使該鰭狀物在該範圍外旋轉比在該範圍內旋轉更難。

24. 如請求項 23 所述的鰭狀物系統，其中在該範圍內的旋轉由該第一機械的或機電的裝置單獨控制。

25. 如請求項 23 所述的鰭狀物系統，其中在該範圍內的旋轉由該第一機械的或機電的裝置和由該第二機械的或機電的裝置二者控制。

26. 如請求項 23 所述的鰭狀物系統，其中在該範圍外的旋轉由該第二機械的或機電的裝置單獨控制。

27. 如請求項 23 所述的鰭狀物系統，其中在該範圍外的旋轉由該第一機械的或機電的裝置和由該第二機械的或機電的裝置二者控制。

28. 如請求項 23 所述的鰭狀物系統，其中：

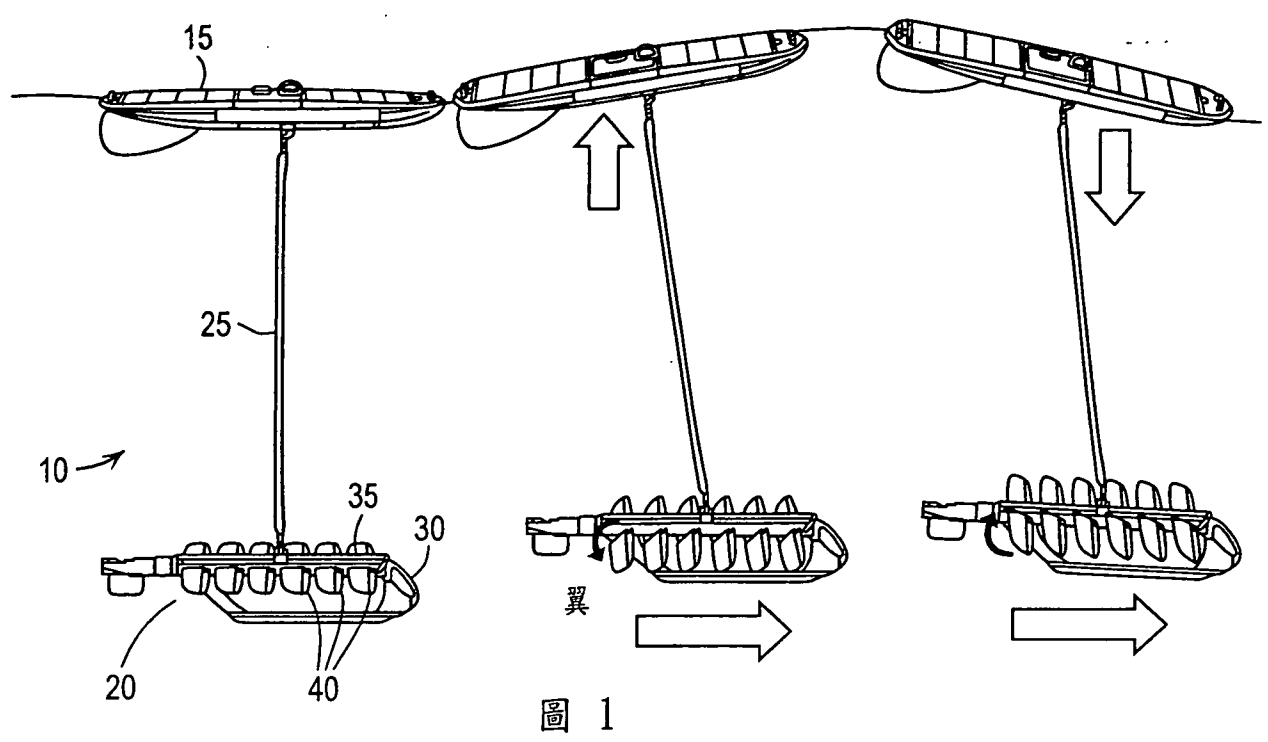
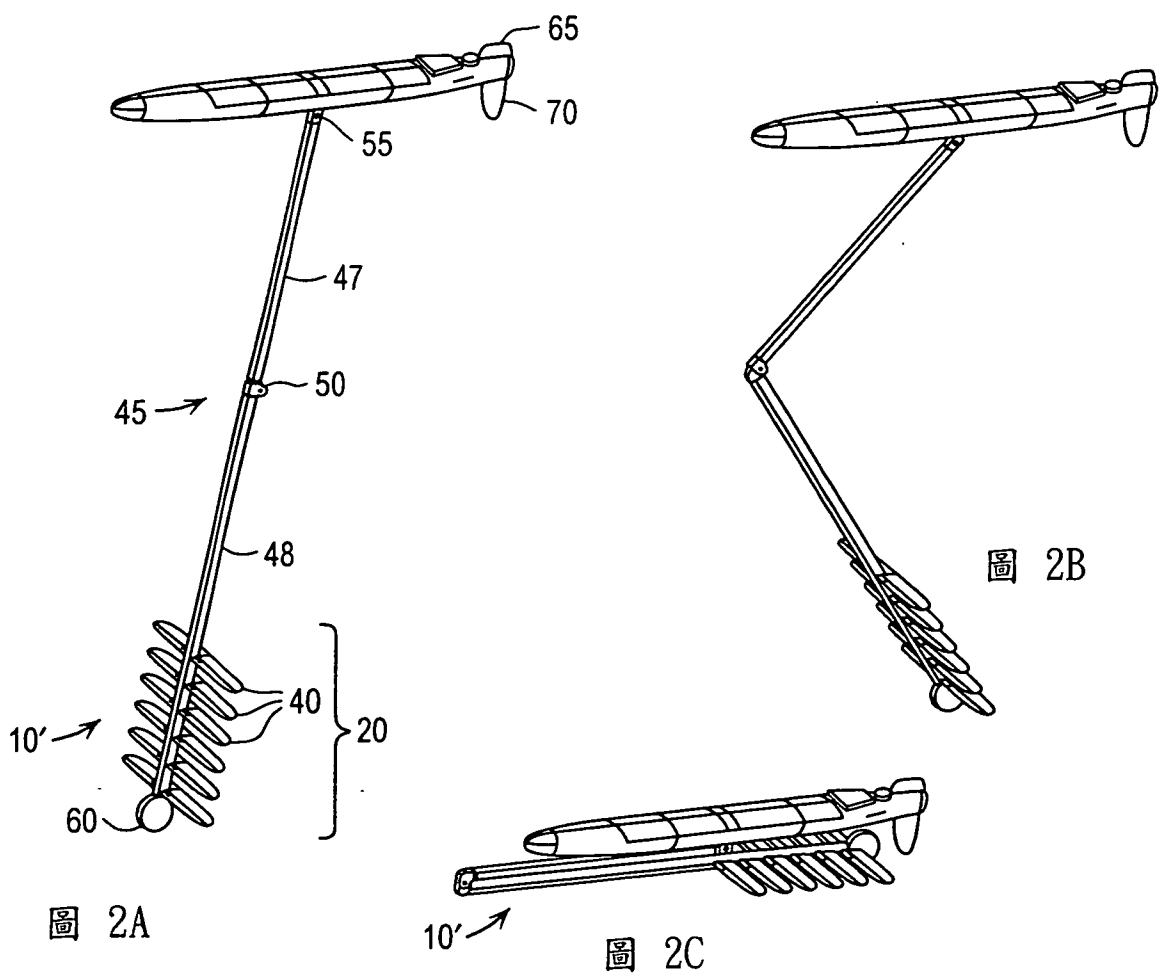
該第一機械的或機電的裝置包括第一彈簧；

該第二機械的或機電的裝置包括第二彈簧；

當該鰭狀物的運動在該限定範圍內時，該鰭狀物圍繞該軸的旋轉主要由該第一彈簧控制；以及

當該鰭狀物圍繞該軸的旋轉在該範圍外時，旋轉主要由該第二彈簧控制，該第二彈簧比該第一彈簧硬，因此使得該鰭狀物在該範圍外更難旋轉。

八、圖式



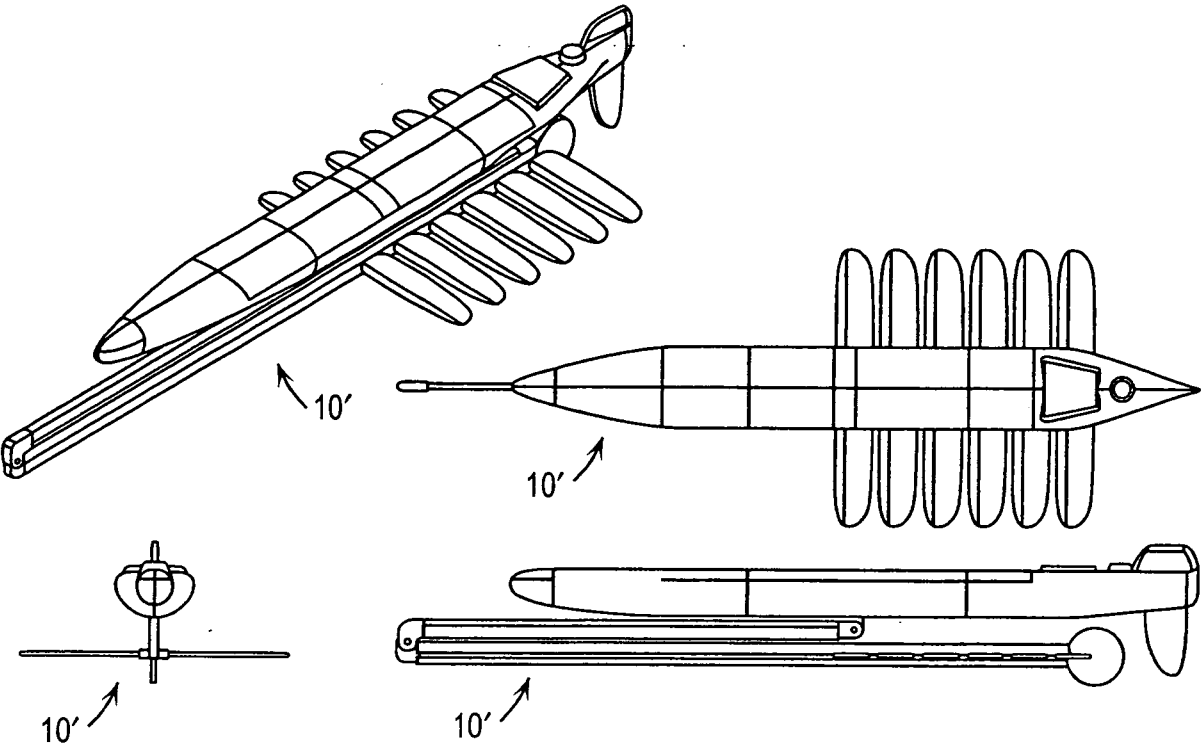


圖 3

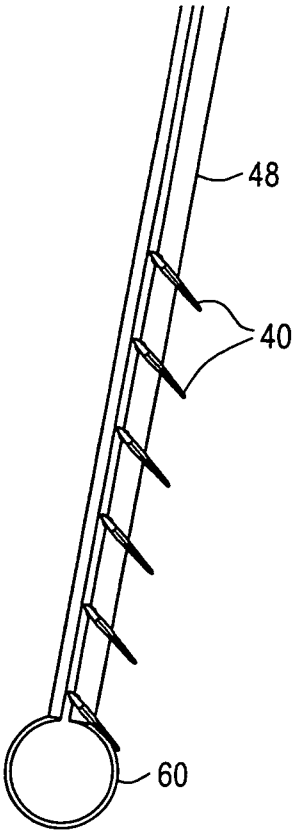


圖 4A

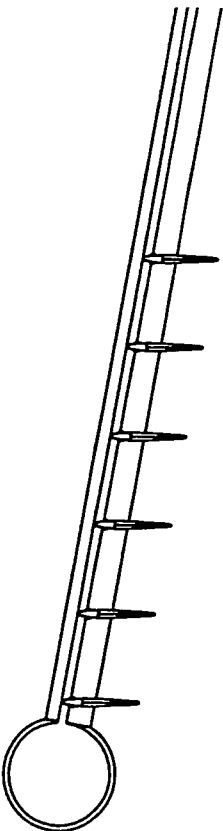


圖 4B

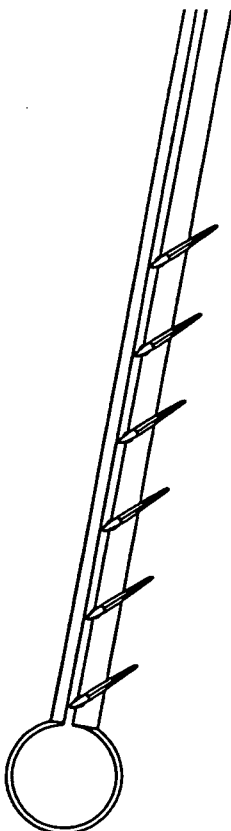


圖 4C

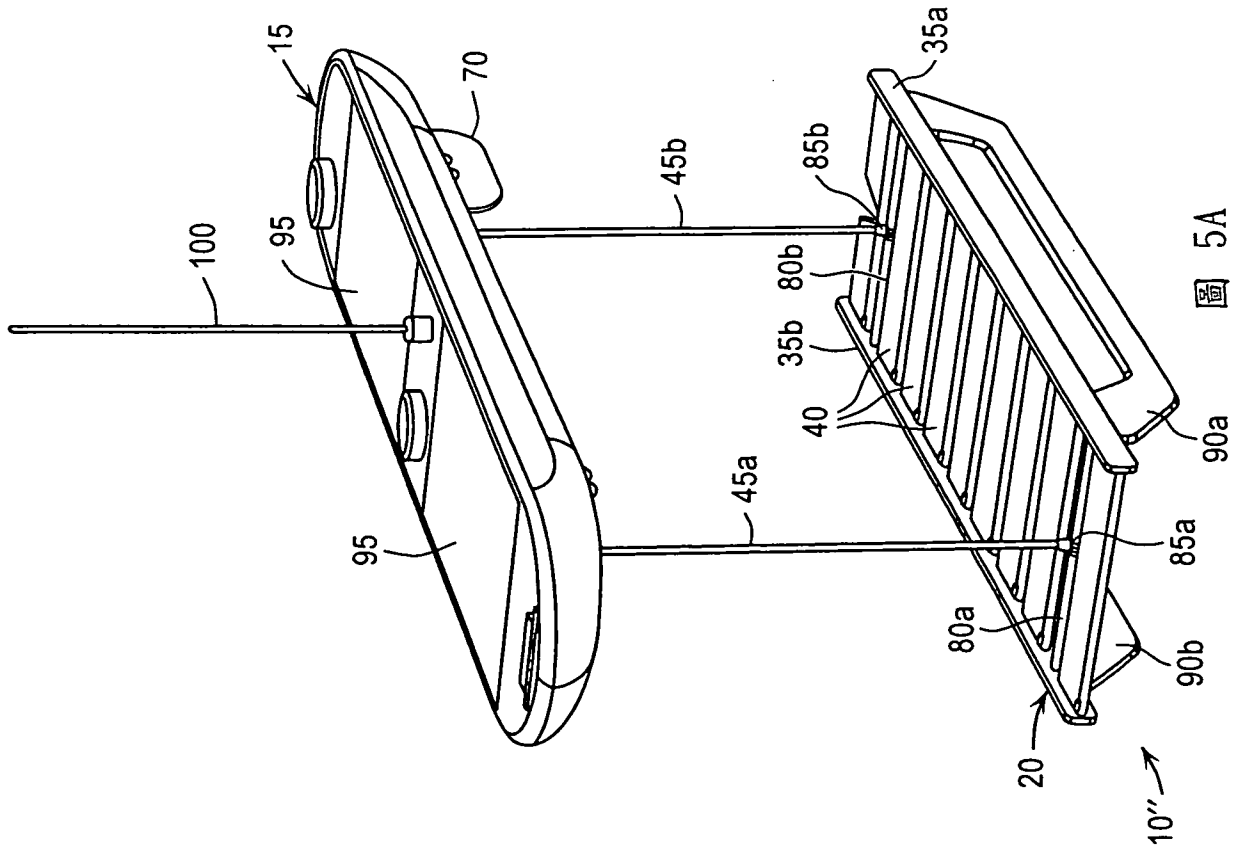


圖 5A

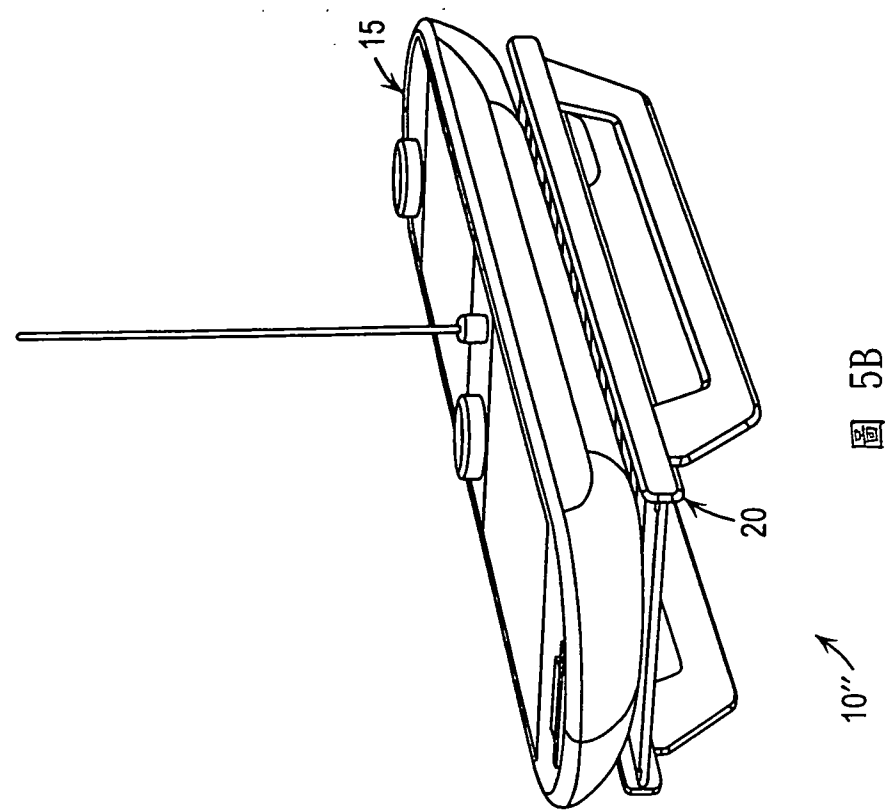


圖 5B

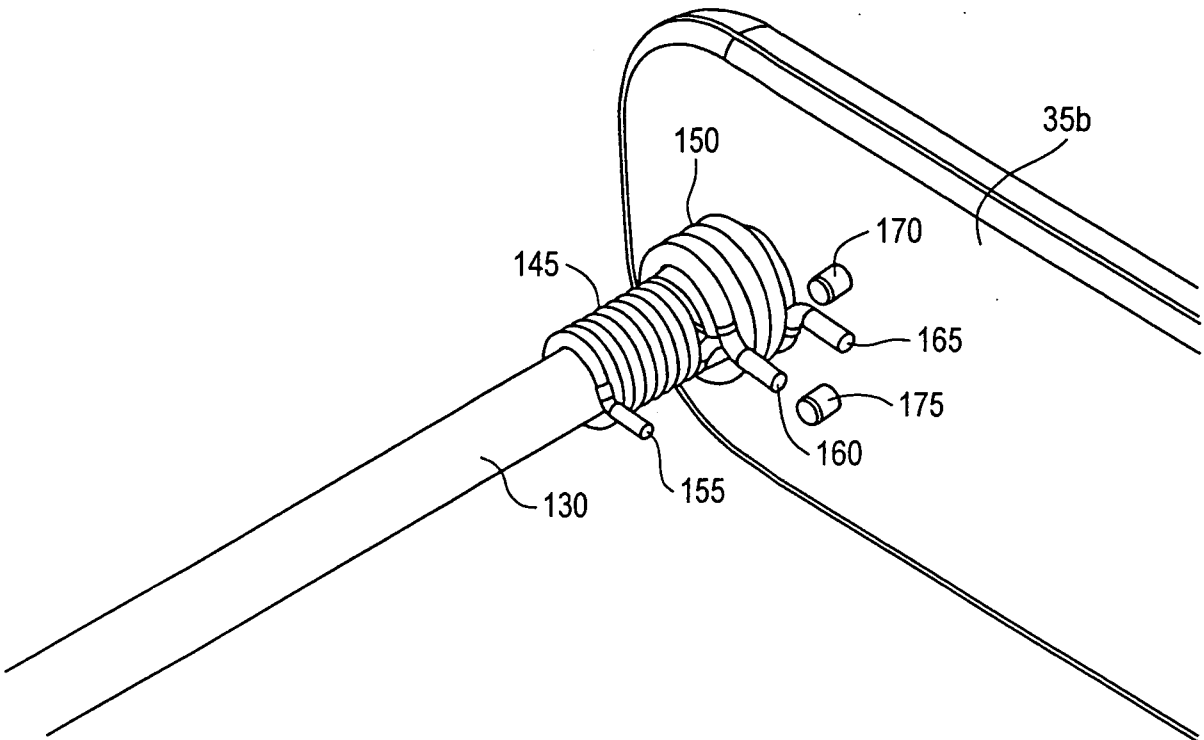


圖 6

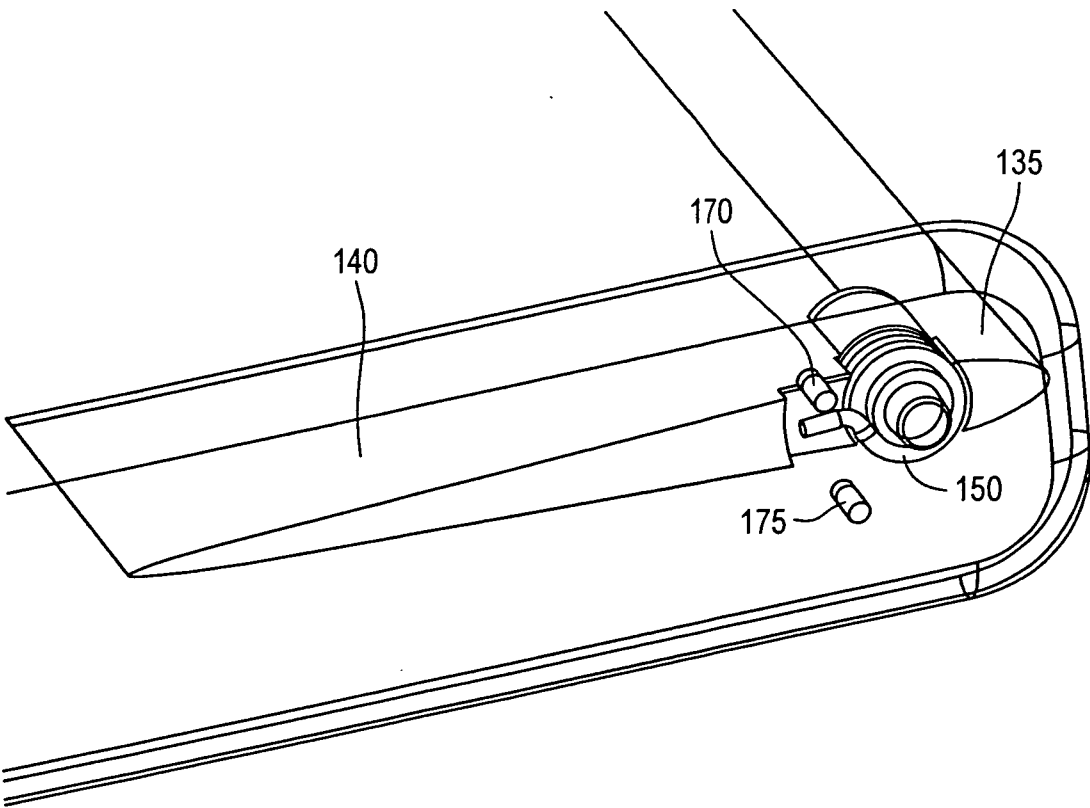


圖 7

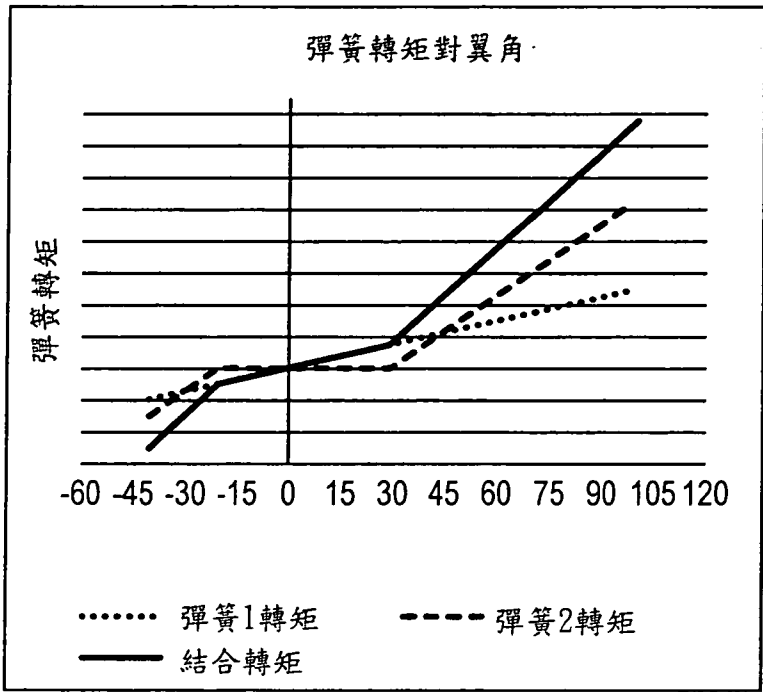


圖 8

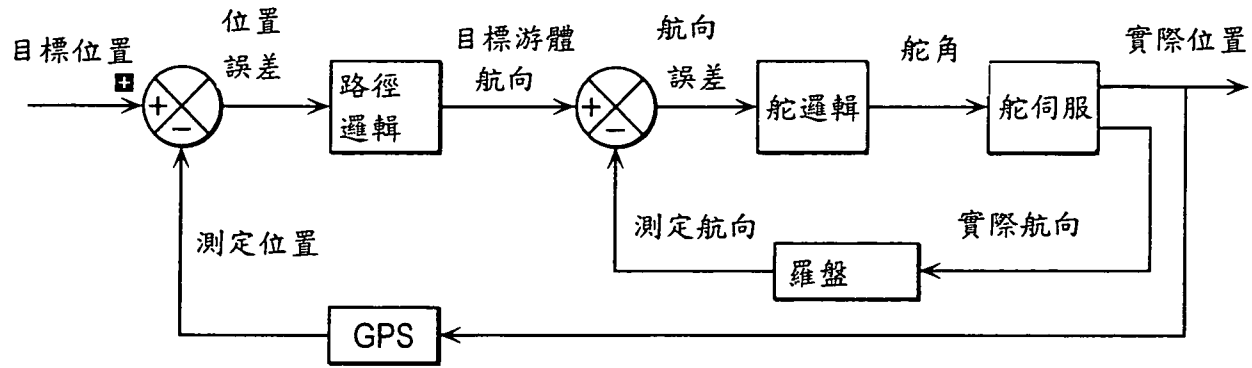


圖 9

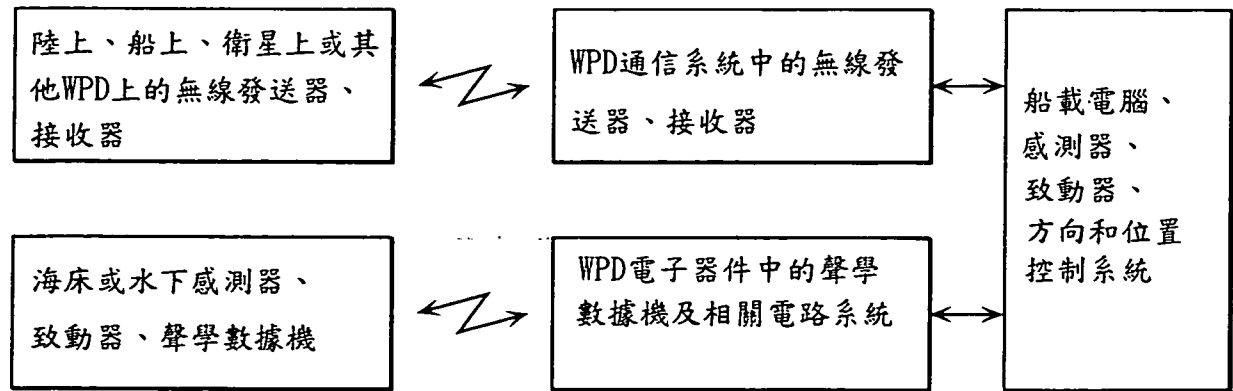


圖 10