



(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 I758338 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：106135209

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 13 日

(51)Int. Cl. : A62B1/00 (2006.01)

A62B35/04 (2006.01)

(30)優先權：2016/10/14 美國

62/408,194

(71)申請人：美商 3 M 新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：布萊克福德 馬修 詹姆士 BLACKFORD, MATTHEW JAMES (US)；奴森 歐林
布魯斯 KNUDSON, ORLIN BRUCE (US)；胡 佳 HU, JIA (US)；瑞納柏格 強
納森 厄爾 RENEBERG, JONATHAN EARL (US)；伊斯奇 傑 亞瑟 ESCH, JAY
ARTHUR (US)；費瑞羅 傑瑞德 克雷 FERRARO, JARED CLAYE (US)；傑斯
米 羅納德 大衛 JESME, RONALD DAVID (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 201768282U

US 6925967B1

US 2008/0157531A1

US 2010/0231402A1

1、Wearable Fall Detector using Integrated Sensors and Energy
Devices. Scientific Reports 5, Article number:17081, 2015-11-24,
網址：<https://www.nature.com/articles/srep17081.pdf>

審查人員：張志強

申請專利範圍項數：44 項 圖式數：24 共 83 頁

(54)名稱

防墜裝置

(57)摘要

一種防墜裝置包含一能量採集器，其用以回應於一細長構件之移動而產生電力；及一電路，其藉由該所產生的電力供電；一衝擊指示器，其連接至一細長構件；一控制器，其連接至該細長構件及/或該衝擊指示器以回應於衝擊而產生一訊息；及一發射器，其連接至該控制器以傳送該訊息；及/或一感測器，其連接至一細長構件；及一控制器，其連接至該感測器以回應於該細長構件之移動而產生一訊息。該防墜裝置可包括一發電機，其產生電力；一能量儲存電容器，其儲存該所產生的電力；一控制器，其藉由該能量儲存電容器供電以回應於動作而產生一訊息；及一無線發射器，其藉由該能量儲存電容器供電以傳送該訊息。

A fall protection device comprises an energy harvester to generate electrical power in response to movement of an elongate member and a circuit powered by the generated electrical power; an impact indicator connected to an elongate member, a controller connected to the elongate member and / or the impact indicator to generate a message in response to impact, and a transmitter connected to the controller to transmit the message; and / or a sensor connected to an elongate member and a controller connected to the sensor to generate a message in response to movement of the elongate member. The fall protection device could include a generator to generate electrical power, an energy storage capacitor to store the generated

electrical power, a controller powered by the energy storage capacitor to generate a message in response to action, and a wireless transmitter powered by the energy storage capacitor to transmit the message.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 正規使用
- 102 . . . 墜落停止
- 103 . . . 行動電話
- 105 . . . 能量採集器
- 107 . . . 控制中心
- 109 . . . 細長構件

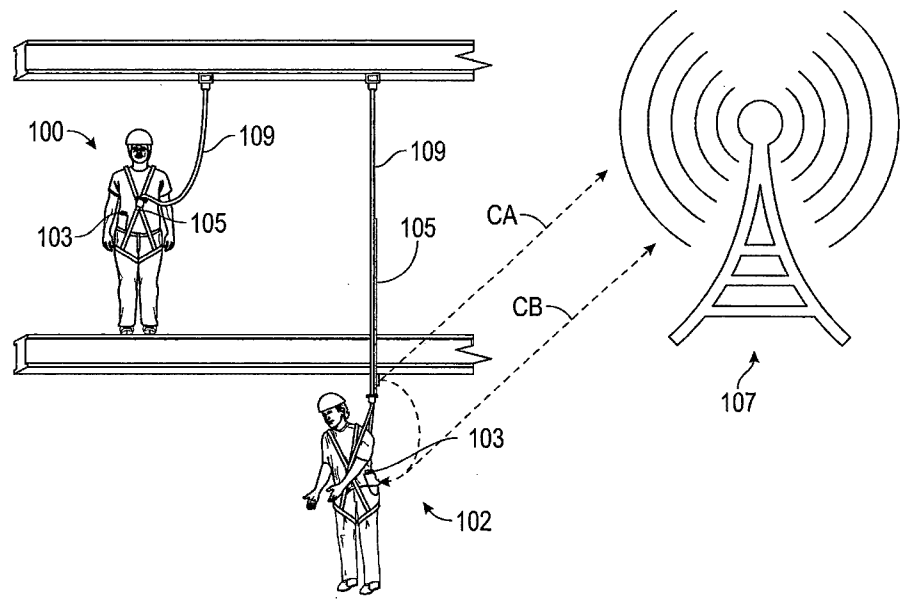


圖1

I758338

發明摘要

※ 申請案號：106135209

※ 申請日：106年10月13日

IPC分類號：**A62B 1/00** (2006.01)
A62B 35/04 (2006.01)

【發明名稱】 防墜裝置

FALL PROTECTION DEVICE

【中文】

一種防墜裝置包含一能量採集器，其用以回應於一細長構件之移動而產生電力；及一電路，其藉由該所產生的電力供電；一衝擊指示器，其連接至一細長構件；一控制器，其連接至該細長構件及/或該衝擊指示器以回應於衝擊而產生一訊息；及一發射器，其連接至該控制器以傳送該訊息；及/或一感測器，其連接至一細長構件；及一控制器，其連接至該感測器以回應於該細長構件之移動而產生一訊息。該防墜裝置可包括一發電機，其產生電力；一能量儲存電容器，其儲存該所產生的電力；一控制器，其藉由該能量儲存電容器供電以回應於動作而產生一訊息；及一無線發射器，其藉由該能量儲存電容器供電以傳送該訊息。

【英文】

A fall protection device comprises an energy harvester to generate electrical power in response to movement of an elongate member and

a circuit powered by the generated electrical power; an impact indicator connected to an elongate member, a controller connected to the elongate member and / or the impact indicator to generate a message in response to impact, and a transmitter connected to the controller to transmit the message; and / or a sensor connected to an elongate member and a controller connected to the sensor to generate a message in response to movement of the elongate member. The fall protection device could include a generator to generate electrical power, an energy storage capacitor to store the generated electrical power, a controller powered by the energy storage capacitor to generate a message in response to action, and a wireless transmitter powered by the energy storage capacitor to transmit the message.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1

【本代表圖之符號簡單說明】：

100...正規使用

102...墜落停止

103...行動電話

105...能量採集器

107...控制中心

109...細長構件

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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】 防墜裝置

FALL PROTECTION DEVICE

【技術領域】

【先前技術】

【0001】 在高處執行任務的工人一般使用各種防墜裝置。

【0002】 舉例而言，工人穿著全身式安全背帶，該等全身式安全背帶係連接至具有例如收緊索、能量吸收器、自縮回救生索、降運機、及類似者之裝置的支撐結構。

【0003】 萬一發生墜落，必須盡快援救工人以免工人受傷並防止任何例如懸吊創傷之傷害發生。當前，工人重度依靠其共事者對其他人警示其墜落。若工人處於一偏遠位置或無法進行通訊則迅速提供警示可係具挑戰性的。

【0004】 因此，對自動、可靠的警示存在需求。將電池組用於警示存在缺點。舉例而言，在每次使用前必須檢查電池組的電量是否足夠。考慮到防墜裝備的使用頻率，此可係相當繁重的。因此，為了增進可靠度，警示不應僅依靠電池組或需要電池組。

【0005】 除了指示已發生墜落以外，警示可用於指示危險的工作狀態以及指示何時應修繕或更換裝置。防墜裝置亦可針對使用資訊進行監測。

【0006】 為了上述原因及為了下述其他原因（所屬技術領域中具有通常知識者一經閱讀及了解本說明書將明白者），在所屬技術領域中對用於使用防墜裝置產生能量之方法及設備存在需求。

【發明內容】

【0007】 上述與先前裝置相關聯之問題係藉由本發明之實施例來解決，且將藉由閱讀及了解本說明書而了解。經由實例而非經由限制作出下列總結。其僅提供以協助讀者了解本發明之態樣的一些。

【0008】 在一實施例中，一防墜裝置包含一細長構件，其用於使一使用者及一支撐結構互相連接；一能量採集器，其用以回應於該細長構件之移動而產生電力；及一電路，其係由該所產生的電力供電。

【0009】 在一實施例中，一防墜裝置包含一發電機，其用以回應於該防墜裝置之位能經轉換成動能而產生電力；一能量儲存電容器，其用以儲存該所產生的電力；一控制器，其係由該能量儲存電容器供電，該控制器用以回應於來自該防墜裝置之使用的一動作而產生一訊息；及一無線發射器，其係由該能量儲存電容器供電，該無線發射器用以傳送該訊息。

【0010】 在一實施例中，一防墜裝置包含一細長構件，其用於使一使用者及一支撐結構互相連接；一衝擊指示器，其係連接至該細長構件；一控制器，其係連接至該細長構件及該衝擊指示器之至少一者，以回應於一衝擊而產生一訊息；及一發射器，其係連接至該控制器以傳送該訊息。

【0011】 在一實施例中，一防墜裝置包含一細長構件，其用於使一使用者及一支撐結構互相連接；一感測器，其係連接至該細長構件；及一控制器，其係連接至該感測器，以回應於該細長構件之移動而產生一訊息。

【圖式簡單說明】

【0012】 當鑒於詳細描述及下列圖式而考量時，本發明可更容易了解，且其進一步的優點及使用可更容易明白，其中：

圖 1 繪示使用一細長構件的工人在使用期間及墜落之後；

圖 2 係自使用期間之一組態變換至墜落期間之一組態再至墜落後之一組態之一細長構件的示意圖；

圖 3A 係一捲繩發電機的前視圖；

圖 3B 係另一實施例捲繩發電機的前視圖；

圖 3C 係圖 3B 所示之捲繩發電機的後視圖；

圖 4 係包括一復位彈簧之一收緊索的透視圖；

圖 5A 繪示處於連接位置之一復位彈簧；

圖 5B 繪示處於釋放位置之圖 5A 所示之復位彈簧；

圖 6 係包括具有一單向離合器軸承之一飛輪總成的一自縮回救生索的部分分解透視圖；

圖 6A 繪示可與具有一單向離合器之一飛輪總成併用的彈簧線；

圖 6B 係包括具有一單向離合器及彈簧線之一飛輪總成的一自縮回救生索的部分分解透視圖；

圖 6C 係圖 6B 所示之自縮回救生索之一彈簧線總成的分解透視圖；

圖 6D 係包括具有一單向離合器及彈簧線之一飛輪總成的另一實施例自縮回救生索的部分分解透視圖；

圖 6E 係圖 6D 所示之自縮回救生索之一彈簧線總成的分解透視圖；

圖 7 係具有一單向離合器及接觸電刷之另一實施例飛輪總成的截面圖；

圖 8 係經移除一蓋體之一自縮回救生索的側視透視圖；

圖 9 係圖 8 所示之自縮回救生索的部分分解側視透視圖；

圖 9A 係圖 9 所示之自縮回救生索之一軸的透視圖；

圖 10 係經移除一蓋體並包括一行星齒輪總成之一自縮回救生索的前視透視圖；

圖 11 係一行星齒輪總成的透視圖；

圖 12 係圖 11 所示之行星齒輪總成的截面圖；

圖 13 係包括一編碼器總成之一自縮回救生索的透視圖；

圖 14 係包括偏心轉向器或棘爪之一自縮回救生索的透視圖；

圖 15 係包括一視覺警示之一自縮回救生索的前視圖；

圖 16 係包括一聽覺警示之一自縮回救生索的前視圖；

圖 17 係包括一斷裂元件之一收緊索的前視透視圖；

圖 18 係包括一斷裂元件之一自縮回救生索的前視透視圖；

圖 19A 係包括處於閉合位置之一衝擊指示器之一自縮回救生索的一連接器及一安全鉤的截面圖；

圖 19B 係具有處於開啟位置之衝擊指示器之圖 19A 所示之連接器及安全鉤的截面圖；

圖 20 係包括一光學感測器之經移除一蓋體之一自縮回救生索的透視圖；

圖 21 係包括一霍爾效應(Hall Effect)感測器之經移除一蓋體之一自縮回救生索的透視圖；

圖 22A 係包括具有一力轉換器之一連接器之經移除一蓋體之一自縮回救生索的前視圖；

圖 22B 係圖 22A 所示之力轉換器及一安全鉤的截面圖；

圖 23 係繪示一通訊系統的方塊圖；以及

圖 24 係繪示一替代實施例通訊系統的方塊圖。

【0013】 根據常見慣例，所述之各種特徵均未按比例繪製，而係經繪製以強調相關於本發明的特定特徵。在圖式及正文各處，參考字符表示相似元件。

【實施方式】

【0014】 在下列詳細描述中參照附圖，該等附圖構成本文的一部分，並於其中以圖解說明之方式顯示可實行本發明的實施例。此等實施例有足夠詳細的敘述，以使所屬技術領域中具有通常知識者能夠實現本發明，且應當理解到，可利用其他實施例，且可在不偏離本發明之精神及範疇的情況下作出機械變化或電氣變化。因此，下列詳細描述並不應被用以限制，且本發明之範疇係僅由申請專利範圍及其同等物所界定。

【0015】 大致上，此發明係關於用於使用防墜裝置產生能量之方法及設備。各種類型之能量產生裝置可與各種類型之防墜裝置併用以

產生或採集能量。該能量亦可被儲存。取決於所使用之防墜裝置的類型，可在防墜裝備之正規使用期間及/或在一墜落事件期間產生能量。能量可經轉換成電力並用於供電一通訊系統，以用於指示已發生墜落、指示危險的工作狀態、及指示何時應修繕或更換裝置。亦可監測使用資訊。

【0016】 可與本發明併用之一防墜裝置的一實例包括具有用於使一工人及一支撐結構互相連接之一細長構件的一者。包括細長構件之防墜裝置的實例係收緊索、能量吸收器、自縮回救生索、及降運機。在諸如一能量吸收收緊索之一收緊索中以及在一能量吸收器中，大致上至少兩部分分開以在工人墜落時吸收能量。該至少兩部分可係分開或整體部分。該兩部分可係以在分開期間撕裂之針縫連接的帶子、經弱化（例如穿孔或劃痕線）且在分開期間脫離的（多個）金屬件、或其他合適類型的能量吸收裝置。該兩部分的分開導致移動或伸長，其可用於產生可經轉換成電力的能量。可使用之另一類型的收緊索係一彈性類型的收緊索，其具有在墜落期間伸長之經部分定向的纖維，因此介於最接近收緊索末端之連接之間的長度包含能量吸收組件。收緊索的實例包括可以商標名稱「EZ-STOP」衝擊吸收收緊索及「SHOCKWAVE 2」衝擊吸收收緊索購自 3M Company, St. Paul, MN 者。能量吸收器的實例包括可以商標名稱「ZORBIT」能量吸收器商購自 3M Company 者。在一自縮回救生索中，細長構件包括纏繞於以可旋轉方式連接至一殼體之一偏置鼓輪的一救生索，且隨著救生索自殼體放出及縮回至殼體中，救生索的移動導致鼓輪旋轉。鼓輪相對於

殼體之旋轉或移動可用於產生可經轉換成電力的能量。自縮回救生索的實例包括可以商標名稱「ULTRA-LOK」自縮回救生索、「NANO-LOK」自縮回救生索、及「REBEL」自縮回救生索商購自 3M Company 者。具有纏繞於在下降期間旋轉之一鼓輪或一滑輪之一救生索的一降運機亦可用於產生可經轉換成電力的能量。降運機的實例包括可以商標名稱「ROLLGLISS」降運機商購自由 3M Company 所製造者。此等類型之防墜裝置在所屬技術領域中係已知，且應瞭解可使用其他合適類型的防墜裝置。

【0017】 在人自由墜落的過程中，充裕的位能變成動能。表 1 係體重 80 公斤的人自由墜落 2 米時之位能及動能的計算，其持續 0.32 秒得出 1600 焦耳或 5000 瓦的一平均。此係在墜落的初始速度為零時。

表 1

工人墜落中可得之位能及動能

自由墜落中的位能			$\Delta E = m * g * \Delta h$						
			$\Delta h = 1/2 * g * \Delta t^2$						
		質量	重力	Δh	Δt		ΔE	功率	功率
		(kg)	(m/s^2)	(m)	(s)		(焦耳)	(w)	(mw)
		80	10	2	0.32		1600	5060	

【0018】 藍牙低功耗（「BLE」）協定在 1.15 秒中僅需 17 mJ（3.3 V 及 4.5 mA）。天線通訊協定在 0.5 至數秒中需要 30 mJ 至 100 mJ（3 V 及 20 mA）。與墜落中可得之能量的量相比，彼等係非常小量的能量。因此，一通訊系統可由工人墜落期間所採集的能量供電。

【0019】 可透過工人所用的行動電話、一控制中心、或其一組合來完成通訊。如圖 1 所大致繪示者，其顯示帶著行動電話 103 的工人使用一細長構件 109 在正規使用 100 期間以及在墜落停止 102 之後。細長構件 109 係連接至一能量採集器 105 及電路，其中該能量採集器在細長構件 109 於墜落期間的伸長期間產生電力。該電路係由所產生的電力供電，且直接與控制中心 107 通訊（由線 CA 所繪示者）及/或與之後與控制中心 107 通訊之行動電話 103（由線 CB 所繪示者）通訊。通訊可透過藍牙技術而指向至一行動電話以及透過一天線指向至一控制中心。行動電話可利用可撥打控制中心的一行動應用程式（「App」）。

收緊索及能量吸收器

【0020】 與收緊索及能量吸收器併用的一能量採集器可係逆向運轉的電馬達以提供發電機。其等可替代地或亦係專門馬達或經特殊設計的發電機。用語收緊索、能量吸收收緊索、及能量吸收器在本文中可互換地使用。因此，此等用語之一者的使用不應排除其他用語之任一者。

【0021】 如於圖 2 中所示意繪示者，且如圖 3A 中所繪示者，在一些實施例中，一能量採集器係一捲繩發電機 120，其包括一捲繩 122，該捲繩隨著細長構件之移動而展開並使一飛輪 124 旋轉。包括經摺疊至其自身上且經固定之一能量吸收器之一細長構件係連接至包括一捲繩發電機 120（圖 3A）之一能量採集器，該捲繩發電機包括一捲

繩 122，該捲繩纏繞於一飛輪 124 且係可操作地連接至能量採集器 105。捲繩發電機 120 及捲繩 122 連接細長構件 109 將於墜落 101 期間分開的部分。在正規使用 100 期間，捲繩 122 並未受拉動。由於細長構件 109 之能量吸收器在墜落 101 期間分開且長度伸長，捲繩 122 受拉動，其使得飛輪 124 轉動並逆向運轉一馬達 126 以產生電流 128。拉動捲繩 122 直到墜落停止 102。飛輪 124 可繼續旋轉使得逆向運轉馬達 126 在墜落停止之後繼續產生電流 128 達一段時間。

【0022】 作為捲繩發電機 120 之替代，一捲繩發電機 130（一第一側係繪示於圖 3B 中且相對於該第一側之一第二側係繪示於圖 3C 中）包括一飛輪 134，一捲繩 132 纏繞於該飛輪且該飛輪包括磁鐵 N 及 S 且係可操作地連接至欲使用的能量採集器 105，以在一能量吸收收緊索 109（未圖示）之伸長期間產生能量。舉例而言，磁鐵 N 及 S 可安裝於飛輪 134 上作為一轉子，且線圈 136 之圓盤可安裝於飛輪 134 之兩側上作為一定子，以產生電流 138。

【0023】 一能量採集器 206 的另一實例包括一復位彈簧 208，其隨著一能量吸收收緊索 200 之移動或伸長旋轉一發電機 207 以產生電流。此係繪示於圖 4、圖 5A、及圖 5B。復位彈簧 208 包括一第一固定端 209 及一第二端 210，該第一固定端可固定至能量吸收收緊索 200，該第二端係連接至一連接構件 211。連接構件 211 使第二端 210 及一門鎖構件 212 互相連接。門鎖構件 212 協助在正規使用期間維持復位彈簧的大致形狀，並回應於一墜落而釋放復位彈簧 208 以釋放復位彈簧 208 中的儲存能量。能量吸收收緊索 200 在部分分開或收緊索

於墜落期間拉伸時移動或伸長，且一斷裂元件 213 將門鎖構件 212 拉離連接構件 211。當門鎖構件 212 釋放連接構件 211 時，儲存於復位彈簧 208 中的位能係經釋放以旋轉發電機 207 並產生電流。

【0024】 須瞭解可使用任何合適類型的收緊索或能量吸收器，且本發明並未受限於與本文所示及所述之收緊索及能量吸收器的類型併用。

自縮回救生索及降運機

【0025】 可使用不同類型的自縮回救生索及降運機。舉例而言，可使用機械制動系統及渦流制動系統。自縮回救生索及降運機的類似之處在於其兩者可包括救生索所纏繞之一可旋轉構件（諸如一鼓輪或一滑輪）。因此，此等用語可互換地使用，且此等用語之一者的使用不應排除另一用語。

【0026】 類似於與能量吸收收緊索 200 併用之復位彈簧 208 的一復位彈簧可與一自縮回救生索併用。舉例而言，許多自縮回救生索採用一馬達彈簧以將一偏置力置於鼓輪上，以在救生索上的張力已經釋放時自動縮回所放出的任何救生索。馬達彈簧可用作一復位彈簧，且一發電機可連接至復位彈簧，藉此復位彈簧之移動產生電。

【0027】 使鼓輪移動或旋轉之救生索的移動（放出及縮回）亦可用於產生電。大致上，在一自縮回救生索之正規使用期間用以放出一救生索的力之範圍自 2 至 10 磅，且線速度範圍自每秒 4 至 5 呎。在一

墜落事件期間，線受拉動以鎖定鼓輪從而防止進一步放出救生索的速度一般係約每秒 7 呎。

【0028】 用於拉動一救生索的能量可計算為力乘以長度。若使用 3 吋（0.08 米）直徑的鼓輪之一實例（其中一呎（0.3 米）的線係於 0.25 秒中受拉動（每秒 4 呎）），表 2 中的計算顯示其在 0.25 秒期間消耗 12 焦耳的能量或約 48 瓦。由於各無線通訊需要 10 至 30 mJ，供電一無線通訊一次僅需要用以拉動線達 1 呎之能量的 0.1%至 0.3%。

表 2

拉動一細繩中的能量

拉動一細繩中的能量				$\Delta E = F \cdot \Delta L$						
		力	重力	ΔL	Δt	鼓輪 D	ΔE	平均功率	速度 S	RPM
		(N)	(m/s^2)	(m)	(s)	(m)	(焦耳)	(W)	m/s	
	一拉動	40	10	0.3	0.25	0.08	12	48	1.20	4.8

【0029】 在正規使用而非在一墜落事件期間，拉動及縮回一救生索的速度係隨機的，不快。如表 2 所示，線速度係每秒 1.2 米，等同於 4.8 rpm。一異常情況係在墜落發生時。在 6 呎的自由墜落期間（其係一異常距離），最終速度達到約每秒 6 米。在此異常實例中，在無諸如飛輪或齒輪之一輔助物的情況下，rpm 並非用於電磁感應之最佳者。旋轉速度仍小於 24 rpm。彼等並非電磁發電機一般最佳運轉的速度。因此，可選地，亦可使用動能儲存及轉換成電。此可藉由使用一機械縮回系統來完成，該機械縮回系統使用驅動一飛輪以儲存動能之一單

向離合器或磁鐵、旋轉導體、及星形齒輪在其中使旋轉加速的渦流制動系統。

【0030】 具有一單向離合器之一飛輪轉子可使用以回應於救生索之拉動而儲存動能，以在飛輪轉子旋轉時產生電力。一單向離合器允許在延伸或放出一救生索時將動能儲存於一飛輪中，以能夠在延伸結束時以及在縮回救生索時將其轉換成電力。單向離合器可係市面上可輕易購得之一單向軸承型離合器。此之一實例係顯示於圖 6，其更詳細地於下文描述。為了最小化歸因於離合器中之摩擦的動能損耗，離合器可包含線彈簧，該等線彈簧係以允許一飛輪僅在延伸方向上持續旋轉的此一方式配置。當一救生索經延伸且導致一收緊索鼓輪在一方向上旋轉時，彈簧線可在無彎曲的情況下將旋轉運動自一鼓輪轉移至一飛輪，因為該等彈簧線係藉由在其中放置其等之狹槽壁來支撐。當延伸停止或救生索縮回時，線將彎曲以允許飛輪持續在相同方向上旋轉。當下一次延伸開始時，將為旋轉的飛輪添加機械能。此之一實例係顯示於圖 6A、圖 6B、及圖 6C，其更詳細地於下文描述。此外，彈簧線可作用如用於安裝在飛輪上之電線圈的電氣接觸電刷。電氣接觸電刷將安裝於一旋轉飛輪上之電線圈中所產生的電連接至收緊索的固定組件。此之實例係顯示於圖 6D、圖 6E、及圖 7，其等更詳細地於下文描述。

【0031】 一自縮回救生索 600 係繪示於圖 6。由於自縮回救生索在所屬技術領域中已為人所熟知，本文中僅描述相關特徵。自縮回救生索 600 包括一軸 601，一飛輪總成 605 係以可旋轉方式繞著該軸連

接。飛輪總成 605 包括一第一殼體盤 606 及一第二殼體盤 626，其他組件係容置於該兩殼體盤之間。第一殼體盤 606 包括一中央孔 607；複數個凹陷部分 608，其等係繞著中央孔 607 徑向地定位於第一殼體盤 606 的內側表面上；突起部 609，其等自第一殼體盤 606 之內側表面面向外延伸；及孔 610。凹陷部分 608 之各者收納一定子磁鐵 612。類似地，第二殼體盤 626 包括一中央孔 627；複數個凹陷部分（未圖示），其等係繞著中央孔 627 徑向地定位於第二殼體盤 626 的內側表面上；突起部（未圖示），其等自第二殼體盤 626 之內側表面面向外延伸；及孔 630。凹陷部分之各者收納一定子磁鐵。

【0032】 一飛輪轉子 614 包括一圓筒部分 615，形成自一側向外延伸的一凸緣且形成延伸通過其中的一鑽孔 616。複數個凹陷部分 617 係繞著圓筒部分 615 徑向地定位並收納線圈 621。一軸承 620 延伸通過圓筒部分 615 且係連接至軸 601。自第一殼體盤 606 及第二殼體盤 626 向外延伸的突起部係由另一殼體盤中的孔收納以將殼體盤連接在一起並將其他組件夾入其等之間。

【0033】 在操作中，救生索的延伸導致飛輪轉子 614 與線圈 621 相對於飛輪總成 605 之固定組件(606、612、622、626)的逆時針旋轉（歸因於單向離合器軸承 620），該單向離合器軸承在逆時針方向上鎖定，但允許在順時針方向上自由旋轉。因此，旋轉線圈 621 及固定磁鐵 612 的相對運動在線圈 621 中產生電流。救生索的縮回引起單向離合器軸承 620 的解鎖，以致飛輪轉子 617 的運動由於其旋轉質量的慣性而維持在逆時針方向上。

【0034】 圖 6A、圖 6B、及圖 6C 中所示之實例類似於圖 6 中所示者，但軸承 620 係以一彈簧線總成 650 及一軸承 620a 取代。因此，將僅描述實質差異。

【0035】彈簧線總成 650 包括一離合器座 651 及一離合器蓋 661。離合器座 651 大致上係圓筒，其具有一鑽孔 655 及鑽孔 655 之相對側上的兩個彈簧線收納部分。孔 654 係經定位於彈簧線收納部分之間。各彈簧線收納部分包括一狹槽 652，其與一凹口部分 653 流體連通。狹槽 652 及凹口部分 653 收納彈簧線 658。各彈簧線 658 包括一第一端及一第二端。彈簧線 658 之第一端係經定位於各別的狹槽 652 內，且彈簧線 658 之第二端延伸進入各別的凹口部分 653 中。由於狹槽 652 僅稍寬於彈簧線 658，彈簧線 658 之第一端保持相對靜止，且由於凹口部分 653 寬於彈簧線 658，彈簧線 658 之第二端可在彈簧線總成 650 旋轉時相對於第一端移動或樞轉。

【0036】 離合器蓋 661 包括一中央孔 662 及孔 663，該中央孔與離合器座 651 之鑽孔 655 對準，且該等孔與離合器座 651 中之孔 654 對準。緊固件延伸通過孔 663 及 654 以將離合器蓋 661 連接至離合器座 651。彈簧線總成 650 係插入至飛輪轉子 614 之鑽孔 616 中，該飛輪轉子在圓筒部分 615 中包括凹口 618 以收納彈簧線 658 之第二端。一軸承 620a 裝配於離合器座 651 的鑽孔 655 內。

【0037】 在操作中，救生索的延伸導致飛輪轉子 614 與線圈 621 相對於飛輪總成 605 之固定組件的逆時針旋轉（歸因於彈簧線總成 650），該彈簧總成在逆時針方向上鎖定，但允許在順時針方向上自由

旋轉。因此，旋轉線圈 621 及固定磁鐵 612 的相對運動在線圈 621 中產生電流。救生索的縮回引起彈簧線總成 650 的解鎖，以致飛輪轉子 617 的運動由於其旋轉質量的慣性而維持在逆時針方向上。

【0038】 圖 6D 及圖 6E 中所示之實例類似於圖 6 中所示者，但軸承 620 係以一彈簧線總成 670 及一軸承 620b 取代。因此，將僅描述實質差異。

【0039】 彈簧線總成 670 包括一離合器座 671 及一離合器蓋 681。離合器座 671 大致上係圓筒，其具有一鑽孔 675 及鑽孔 675 之相對側上的兩個彈簧線收納部分。各彈簧線收納部分包括一狹槽 672，其收納一彈簧線 678。各彈簧線 678 包括一第一端（未圖示）及一第二端 678a。彈簧線 678 之第一端係經定位於各別的狹槽 652 內，且彈簧線 678 之第二端 678a 自狹槽 652 向外延伸。

【0040】 離合器蓋 681 包括一中央孔 682，其與離合器座 671 之鑽孔 675 對準；狹槽 683，其等與彈簧線 678 之第二端 678a 對準；及凸緣 684，其等與離合器座 671 之狹槽 672 對準。凸緣 684 延伸進入狹槽 672 中，且彈簧線 678 之第二端 678a 延伸通過狹槽 683，從而連接離合器座 671 及離合器蓋 681。彈簧線總成 670 係插入至飛輪轉子 614 之鑽孔 616 中，該飛輪轉子在圓筒部分 615 中包括凹口 618 以收納彈簧線 678 之第二端 678a。一軸承 620a 裝配於離合器座 651 的鑽孔 655 內。

【0041】 在操作中，救生索的延伸導致飛輪轉子 614 與線圈 621 相對於飛輪總成 605 之固定組件的逆時針旋轉（歸因於彈簧線總成

650)，該彈簧總成在逆時針方向上鎖定，但允許在順時針方向上自由旋轉。因此，旋轉線圈 621 及固定磁鐵 612 的相對運動在線圈 621 中產生電流。救生索的縮回引起彈簧線總成 650 的解鎖，以致飛輪轉子 617 的運動由於其旋轉質量的慣性而維持在逆時針方向上。

【0042】 圖 7 繪示一替代實施例，其類似於圖 6 所示者，但飛輪總成 605 係以一飛輪總成 705 取代。

【0043】 飛輪總成 705 包括一第一殼體盤 706 及一第二殼體盤 726，其他組件係容置於該兩殼體盤之間。第一殼體盤 706 包括一中央孔 707；複數個凹陷部分 708，其等係繞著中央孔 707 徑向地定位於第一殼體盤 706 的內側表面上；突起部（未圖示），其等自第一殼體盤 706 之內側表面向外延伸；及孔（未圖示）。凹陷部分 708 之各者收納一定子磁鐵 712。類似地，第二殼體盤 726 包括一中央孔 727；複數個凹陷部分 728，其等係繞著中央孔 727 徑向地定位於第二殼體盤 726 的內側表面上；突起部（未圖示），其等自第二殼體盤 726 之內側表面向外延伸；及孔（未圖示）。凹陷部分之各者收納一定子磁鐵 732。

【0044】 一飛輪轉子 714 包括一圓筒部分 715，形成自一側向外延伸的一凸緣且形成延伸通過其中的一鑽孔 716。複數個凹陷部分 717 係繞著圓筒部分 715 徑向地定位並收納線圈 721。一軸承 720 延伸通過圓筒部分 715 且係連接至自縮回救生索的軸。自第一殼體盤 706 及第二殼體盤 726 向外延伸的突起部係由另一殼體盤中的孔收納以將殼體盤連接在一起並將其他組件夾入其等之間。

【0045】 在操作中，救生索的延伸導致飛輪轉子 714 與線圈 721 相對於飛輪總成 705 之固定組件的逆時針旋轉（歸因於單向離合器 719），該單向離合器在逆時針方向上鎖定，但允許在順時針方向上自由旋轉。因此，旋轉線圈 621 及固定磁鐵 612 的相對運動在線圈 621 中產生電流。救生索的縮回引起單向離合器 719 的解鎖，以致飛輪轉子 717 的運動由於其旋轉質量的慣性而維持在逆時針方向上。

【0046】 亦可使用一渦流制動系統產生電力，從而所產生之渦流的一部分經轉換成能量。可採用一渦流制動系統之一裝置的一實例係一自縮回救生索、一降運機、或一受控的下降裝置。大致上，一電磁場（「EMF」）力可使用以至少增強制動機構或作為自縮回救生索、降運機、及受控的下降裝置之制動機構，且 EMF 亦可用於產生電力。

【0047】 自縮回救生索及降運機之殼體較佳地係至少部分以一非鐵磁性導電材料（諸如，但不限於鋁）製成，且磁鐵係安裝於圓筒或其他軸對稱形狀上，其等相對於殼體自旋。磁鐵由於係透過傳動裝置及鼓輪以機械方式連接至救生索而自旋。磁鐵自旋得越快，在與磁鐵自旋相對的方向上施加於磁鐵之上的 EMF 力越大。由於力處於與磁鐵移動相對的方向上，一制動力係施加至磁鐵。此制動力係透過傳動裝置及鼓輪傳送至救生索，且係作為熱而消散。磁鐵不接觸殼體，且因此不會像習知的制動機構一樣地磨損。

【0048】 根據本發明之原理構成之一實施例自縮回救生索係在圖 8 及圖 9 中由數字 1200 所標定。雖然本文所示及所描述之用於與本發明併用的係一個類型的自縮回救生索，須瞭解可使用任何合適的自縮

回救生索。由於適於與本發明併用之自縮回救生索係為人所熟知，本文中僅描述與本發明之描述相關之自縮回救生索 1200 的組件。

【0049】 自縮回救生索 1200 包括一殼體 1201，其界定一腔室 1202，其具有一第一隔室 1203、一第二隔室 1204、及一第三隔室 1206。一鑽孔 1205 於最接近第二隔室 1204 之一中間部分處至少部分地延伸通過殼體 1201。殼體 1201 亦包括一纜線出口 1207。

【0050】 纏繞一救生索 1245 之一鼓輪 1210 係可旋轉地連接至殼體 1201 且裝配於第一隔室 1203 內。救生索 1245 包括一第一端（未圖示），其操作地連接至鼓輪 1210；一居中部分（未圖示），其纏繞鼓輪 1210；及一第二端 1248，其延伸通過殼體 1201 之纜線出口 1207。一制動機構 1211 操作地連接至鼓輪 1210。

【0051】 制動機構 1211 在三個隔室之各者中包括若干組件。在第一隔室 1203 中，一基板盤 1212 操作地連接至鼓輪 1210，而使用彈簧 1215 偏置之制動盤 1213 與棘爪 1214 操作地連接至基板盤 1212。一齒輪 1218 於最接近基板盤 1212 處裝配於第一隔室 1203 內，並包括內部齒 1219 及外部齒 1220。一軸襯 1223 裝配於鼓輪 1210 之一鑽孔內（未圖示），以協助鼓輪 1210 繞一軸（未圖示）之旋轉。一蓋體 1224 操作地以緊固件 1225 連接至齒輪 1218。一隔離盤 1222 減少棘爪 1214 與蓋體 1224 之間的摩擦。

【0052】 在第二隔室 1204 中，一軸襯 1226 裝配於鑽孔 1205 內，且一間隔物 1227 及一齒輪 1228 繞著鑽孔 1205 裝配。齒輪 1228 包括內部齒 1229 及外部齒 1230。一軸 1231 包括齒 1232a、齒 1232b、及

在最接近軸 1231 之一居中部分處自該處向外延伸的齒 1233。齒係示於圖 9A 中。軸 1231 的一端延伸進入鑽孔 1205 內之軸襯 1226 中，齒 1232a 緊密配合齒輪 1218 之外部齒 1220，齒 1232b 緊密配合齒輪 1228 之內部齒 1229，且齒 1233 選擇性地緊密配合一模式控制總成（未圖示）（諸如美國專利申請公開案第 2010/0226748A1 號及第 2010/0224448A1 號中所揭示者）。

【0053】在第三隔室 1206 中，一盤 1235 係經定位為最接近殼體，且一圓筒 1236 係經定位於第三隔室 1206 內。圓筒 1236 包括一鑽孔 1237 及繞著鑽孔 1237 定位之齒 1238。齒 1238 緊密配合齒輪 1228 之外部齒 1230。磁鐵 1239 操作地連接至圓筒 1236，較佳地最接近圓筒的周緣。一緊固件 1240 延伸通過鑽孔 1237 並通過殼體中之一鑽孔（未圖示），以可旋轉地連接圓筒 1236 至殼體 1201。盤 1235 係使用以在圓筒 1236 旋轉時減少摩擦。

【0054】如圖 10 所示，一行星齒輪總成 330 可與自縮回救生索 300 整合，使得鼓輪 305 係連接至回應於救生索 306 之拉動及縮回而旋轉之一定子齒輪 331，定子齒輪 331 使一星形齒輪 335 旋轉，且星形齒輪 335 使一轉子齒輪 338 在一相對方向上以較鼓輪 305 快的一速度旋轉以產生電力。定子齒輪 331 係連接至鼓輪 305 且隨鼓輪 305 一起旋轉。定子齒輪 331 大致上係盤狀，並在最接近其中心處包括一開口 332。定子齒輪 331 在最接近開口 332 處包括齒 333。星形齒輪 335 及轉子齒輪 338 延伸進入開口 332 中。定子齒輪的齒 333 與星形齒輪 335 的齒 336 緊密配合，且星形齒輪的齒 336 與轉子齒輪 338 的齒

339 緊密配合。救生索 306 纏繞鼓輪 305。隨著救生索 306 自鼓輪 305 放出，鼓輪 305 及定子齒輪 331 以方向 D1 旋轉，其最後導致轉子齒輪 338 以方向 D2 旋轉。

【0055】 如圖 11 及圖 12 所繪示，鼓輪 1100 包括一機械縮回線圈及線軸，如在自縮回救生索之所屬技術領域中已為人所熟知者，且兩組定子磁鐵 1112 及 1132 係在一轉子盤 1150 之一轉子齒輪 1151 大致上相對的側上安裝於定子盤 1106 及 1126 上。定子盤 1106 具有內側齒輪齒 1106a。一星形齒輪 1170 將定子盤之內側齒輪齒 1106a 連接至安裝電線圈 1155 之轉子齒輪 1150 上的齒。隨著救生索被拉動或被縮回，鼓輪 1100 旋轉。透過星形齒輪 1170，轉子齒輪 1151 以遠高於鼓輪 1100 的一速度旋轉，且轉子齒輪 1151 及鼓輪 1100 之旋轉係處於相對的方向上。因此，電流係藉由安裝於轉子盤 1150 上的電線圈 1155 而產生。隨著電在電線圈 1155 中產生，磁場圍繞電線圈 1155 產生。當彼等磁場相對於由定子盤 1106 及 1126 上之定子磁鐵 1112 及 1132 所創造的磁場移動時，在轉子盤 1150 與定子盤 1106 及 1126 之間創造力。須注意定子盤 1126 隨著機械縮回系統之鼓輪 1100 旋轉，當墜落發生時，力將吸收能量（亦即使鼓輪的旋轉速率慢下來，且從而使救生索放出的速率慢下來）。救生索放出的速率越快，定子盤 1106 與轉子齒輪 1151 之間的速度差越大，其在線圈 1155 中產生較高電流及較強磁場，導致較強的力及能量吸收。

【0056】 由於電線圈係誘發用於能量吸收之拖曳（制動）力的導體，可僅為了產生渦流以增加拖曳力的目的而添加所欲的「導體」量。

可達成經平衡之電線圈及渦流導體的量，以便產生所欲的經採集能量的量以及所欲的經吸收能量的量。

【0057】 行星齒輪總成係小型的，且若為所欲，存在一些方法，若欲採集更多能量及/或達成用於消散/吸收來自一墜落的能量之足夠的力，該等方法使用各種齒輪系組態以增加轉子齒輪之旋轉速度。若所欲的是採集更多能量及/或達成用以消散/吸收來自一墜落的能量之足夠的力，亦係可行的是透過一行星齒輪總成以單向離合器驅動一飛輪以增加速度。

【0058】 一行星齒輪總成亦可與包括機械制動或渦流制動之自縮回救生索併用，如先前所述者。

【0059】 在採用渦流制動之一自縮回救生索中，在一組導體的兩側上可存在兩組固定磁鐵。藉由一組星形齒輪以 1:6 至 1:10 的一比率驅動，導體隨著救生索被拉動及縮回而快速旋轉，並在其等之中誘發渦流。導體上可使用多個線圈，且電流可在線圈中產生同時仍維持用於制動之渦流效應。此採用已存在於渦流制動中的磁鐵及導體中所創造的動能。在其他工作中，將小量的渦流轉換成電流以供電無線發送及通訊。

【0060】 與僅具有一組固定磁鐵的一設計相比，第二組磁鐵可係固定的或者可安裝於鼓輪上。若兩組磁鐵均旋轉，可由於兩組磁鐵的相對移動而需要額外的力來拉動救生索，其可係所欲者或可係非所欲者。額外的力可用作磁性制動或能量吸收。

【0061】 使用表 2 中的實例，0.25 kgm 的一飛輪將儲存 0.18 焦耳的動能，其係用以將救生索拉動 1 呎之能量的約 1.5%，但係達成一無線通訊所需能量的 6 至 18 倍。此係顯示於表 3。

表 3

飛輪

距離 (米)	質量 (kg)	結束時的 S (m/s)	動能之變化 (焦耳)
0.080	0.250	1.200	0.180

【0062】 如先前所述之一自縮回救生索或一單向離合器展現最小摩擦，從而在未拉動或縮回救生索時最小化透過一離合器之動能損耗。藉由使用金屬彈簧線來建立此一單向離合器，其等亦作為電接觸電刷以自旋轉線圈傳導電流，從而透過分開的電接觸電刷消除至摩擦的額外動能損耗。在強制旋轉及自由旋轉之兩狀態下之一彈簧線上的力及其有效長度係繪示於圖 6D、圖 6E、圖 7A、及圖 7B。線上的力達其有效長度的三次方，同時與其撓曲成正比。舉例而言，若 L 係 10 倍的 1，欲產生相同的撓曲量，在自由旋轉方向上用以使線彎曲的力係在強制旋轉之方向上者的 1/1000。即使在自由旋轉中所需的撓曲係 10 倍大時，力仍是強制旋轉中的力的 1/100。

【0063】 須瞭解可使用任何合適類型的自縮回救生索或降運機，且本發明並未受限於與本文所示及所述之自縮回救生索及降運機的類型併用。

感測器

【0064】 一旋轉感測器可用於記錄細長構件之一延伸長度及細長構件之一縮回長度的至少一者。

【0065】 在完全縮回細長構件時所啟動的一開關可用作一感測器。

【0066】 在細長構件的長度延伸時所啟動的一開關可用作一感測器。

【0067】 編碼器可用作感測器。包括一編碼器總成之一自縮回救生索的一實例係顯示於圖 13。一編碼器 1300 係同心地附接至延伸自一殼體 1301 的一旋轉軸 1302。旋轉軸 1302 係同心地附接至可由一殼體 1304 圍封之一旋轉軸環 1303，其旋轉係藉由感測器（包括，但不限於光學感測器、霍爾效應感測器、及類似者）偵測。

【0068】 先前的實施例描述使用馬達及具有齒輪系的馬達以及轉動線圈與固定磁鐵之總成，以藉由從自縮回救生索的長度變化採集能量來產生電。由於如此產生的電流或電壓係正弦波，正弦波的數量相當於自縮回救生索中之旋轉組件的旋轉角度。藉由將正弦波轉換成電脈衝或方波，可藉由計數正弦波的數量而將馬達用作一編碼器。舉例而言，若一馬達具有四對磁極，馬達的一個旋轉產生四個正弦波，其可輕易地轉換成八個方波或脈衝，各自代表 $1/8$ 旋轉或 45 度旋轉。一齒輪或齒輪系將大幅地改善能量產生的效率或功率，以供馬達以高速旋轉。齒輪或齒輪系亦將大幅地改善作為一編碼器之馬達的分辨率或精度。舉例而言，若使用 10:1 的一齒輪比率，馬達將以一自縮回救生

索之鼓輪的驅動軸之 rpm 的 20 倍轉動。因此，驅動軸的一個轉動得出 $10 \times 8 = 160$ 個方波或脈衝，各自代表軸之 $360/80 = 4.5$ 度的轉動。同時，以 10 倍速旋轉的一馬達在產生電的過程中更加有效率。圖 24 繪示此一能量採集器 702 作為系統中之一感測器以及一電力供應之雙重功能。

【0069】 圖 24 係繪示用於在一防墜裝置中使用之一通訊系統 700 之一實例的方塊圖。通訊系統 700 包括一能量採集器 702、一電壓整流器 706、一能量儲存裝置 710、一穩壓器 714、一控制器 720、一無線發射器 724、一天線 728、及一遠端裝置 732。能量採集器 702 係透過一電力路徑 704 電耦合至電壓整流器 706。電壓整流器 706 係透過一電力路徑 708 電耦合至能量儲存裝置 710。能量儲存裝置 710 係透過一電力路徑 712 電耦合至穩壓器 714。穩壓器 714 係透過一電力路徑 716 電耦合至控制器 720，且透過一電力路徑 718 電耦合至無線發射器 724。控制器 720 係透過一通訊路徑 722 通訊地耦合至無線發射器 724。無線發射器 724 係透過一信號路徑 726 電耦合至天線 728。作為一感測器之能量採集器 702 亦電耦合至信號處理器 729。信號處理器 729 接收來自能量儲存裝置 710 的電力，並自能量採集器 702 發送輸出信號至控制器 720。

【0070】 偏心轉向器或棘爪的位移可用作一感測器。包括偏心轉向器或棘爪之一自縮回救生索 1400 的一實例係顯示於圖 14。當自縮回救生索 1400 之鼓輪 1401 以角速度及/或加速度旋轉時，轉向器或棘爪 1405 移動。所屬技術領域中具有通常知識者可判定使用一或多個感

測器（圖 14 中未圖示）偵測運動的許多方式。該等方式包括，但不限於光學感測器、霍爾效應感測器、應變規感測器、及類似者。

【0071】 感測器亦可用作環境監測器，其等提供與周圍狀態、聽覺狀態、及空氣品質狀態相關的資訊。

【0072】 感測器亦可用於提供使用模式資訊。

【0073】 一衝擊指示器及一感測器可使用以提供與一衝擊相關的資訊。舉例而言，可感測加速度等於重力、其次是持續時間短的一高負載、其次是持續時間較長之等同於使用者體重的一負載連同防墜裝置無進一步的移動，以提供指示墜落已發生的資訊。

電容器

【0074】 電力可儲存於一電容器中，並經調節以供電用於通訊之電子設備。儲存電力允許無線通訊發生以持續時間長於採集能量期間的持續時間、以一較高功率持續較短的時間、或者在收集能量後的某個時間點供使用。

墜落警示指示器

【0075】 墜落警示指示器可提供視覺指示（例如光）、聽覺指示（例如聲音警報）、觸覺指示（例如振動）、或防墜裝置已承受一衝擊的其他可察覺提示。可使用機載或遠端指示器。遠端指示器的實例包括可穿戴指示器（例如，眼鏡或帽子上的一視覺指示器；耳機或頭戴耳機上的一聽覺指示器；手環、頭盔、或耳機上的一觸覺指示器）。

【0076】 圖 15 顯示具有一視覺警示、一光 192 之一自縮回救生索。

【0077】 圖 16 顯示具有一聽覺警示、一揚聲器 194 之一自縮回救生索。

【0078】 圖 17 顯示具有一斷裂元件 196 之一能量吸收收緊索。

【0079】 圖 18 顯示具有一斷裂元件 196 之一自縮回救生索。

衝擊指示器

【0080】 衝擊指示器通常與防墜裝置併用，以提供裝置已受到墜落或其他原因之任一者的衝擊之指示。受衝擊的裝置大致上應除役以確保可靠度。

【0081】 一衝擊指示器可連接至細長構件，且一控制器可連接至衝擊指示器及細長構件之至少一者以回應於一衝擊而產生一訊息。

【0082】 衝擊指示器可係一機械開關（諸如一偏置構件），以達成或切斷對應於施加至救生索之預定張力的電氣接觸。當自縮回救生索上的張力超過至少一臨限（例如自縮回救生索之制動力）時，達成電氣接觸。此可藉由下列來實現：在用於將自縮回救生索懸吊至一錨固（例如轉環）的元件與殼體之間引入一壓縮元件（例如一彈簧），使得當跨自縮回救生索放置一負載時，壓縮元件經壓縮，允許在一預定的壓縮距離處達成電氣接觸。電氣接觸件係連接至用於懸吊自縮回救生索之元件及自縮回救生索之殼體。接觸件之一者係固定的，另一者

能夠線性位移等於壓縮元件之壓縮。使用一延伸元件代替壓縮元件亦可想像出此配置。

【0083】 更具體地，如圖 19A 及圖 19B 所示，一轉環總成包含一第一部件 801 及一第二部件 802。一壓縮彈簧 803 係經定位於轉環總成之第一部件 801 與一殼體 800 之間。殼體內係一電氣開關 810，其包含一第一電氣接觸件 804 及一第二電氣接觸件 805。施加張力至細長構件並壓縮壓縮彈簧 803。當壓縮彈簧 803 經壓縮至一預定高度，第一電氣接觸件 804 及第二電氣接觸件 805 達成接觸完成一電路。須瞭解反之亦可實現，因為若彈簧係經定位於第二部件 802 與殼體 800 之間而非第一部件 801 與殼體 800 之間，則張力可使接觸斷開。此達成一常閉(NC)開關而非一常開(NO)開關。

【0084】 一感測器可用於感測一細長構件之第一部分與第二部分之間的相對運動。對一自縮回救生索而言，第一部分與第二部分可係鼓輪與殼體、鼓輪與棘爪、或一摩擦板的旋轉。對一收緊索而言，第一部分與第二部分可係分開部分或伸長部分。感測器可係光學的（如圖 20 所示）或者一霍爾效應感測器（如圖 21 所示）。

【0085】 光學感測器透過最接近光學感測器之一旋轉構件中的至少一孔偵測入射光之一變化。圖 20 顯示兩光學感測器 2005，其等係經定位為最接近鼓輪 2001 中之孔 2001a 及制動盤 2003 中之孔 2003a，其等之兩者在救生索經延伸或縮回時旋轉。在感測器 2005 偵測自實心材料變化至鼓輪 2001 中及制動盤 2003 中之實心材料中的許多孔 2001a 及 2003a 之一者時偵測到入射光的變化。在墜落期間，棘爪

2007 嚙合一棘輪（未圖示）上之一固定齒，其防止制動盤 2003 在鼓輪 2001 持續旋轉的同時進一步旋轉。相較於藉由入射光之持續變化所偵測之鼓輪 2001 的持續旋轉，制動盤 2003 的不旋轉係藉由入射光的無變化來偵測。

【0086】 霍爾效應感測器偵測由附接至一旋轉構件之至少一磁鐵在最接近霍爾效應感測器所創造的一磁場中之一臨限。圖 21 顯示兩霍爾效應感測器 2105，其等係經定位為最接近附接至鼓輪 2101 之磁鐵 2101a 及附接至制動盤 2103 之磁鐵 2103a，其等之兩者在救生索經延伸或縮回時旋轉。在感測器 2105 偵測自非磁性材料變化為許多磁鐵之一者的存在時偵測到磁場的變化。在墜落期間，棘爪 2107 嚙合一棘輪（未圖示）上之一固定齒，其防止制動盤 2103 在鼓輪 2101 持續旋轉的同時進一步旋轉。相較於藉由磁場之持續變化所偵測之鼓輪 2101 的持續旋轉，制動盤 2103 的不旋轉係藉由磁場的無變化來偵測。

【0087】 一力轉換器可經定位與一細長構件的操作成一直線，以測量施加至細長構件的張力。力轉換器亦可感測及傳達衝擊的量值。可偵測自縮回救生索上的張力，以便與至少一臨限（例如，自縮回救生索之制動力）比較。此可藉由在用於將自縮回救生索懸吊至一錨固（例如轉環）的元件與殼體之間引入一彎曲元件（例如樑）來實現。彎曲元件可含有一導電元件，其具有與導電元件（例如，應變規）之撓曲成比例的一電阻。彎曲元件與導電元件之組合創造一轉換器（例如一荷重元），其具有與施加至自縮回救生索之張力或壓縮成比例的一輸出。使用一延伸或壓縮元件代替彎曲元件亦可想像出此配置。

【0088】 此之一實例係顯示於圖 22A 及圖 22B。一總成 920 使一自縮回救生索 930 互相連接至一安全鉤或其他合適的錨固連接器 925。總成 920 包括一力轉換器 910，其包括一彎曲部分 903、一第一端 901、及一第二端 902。彎曲部分 903 包含一第一部件 908 及一第二部件 909，其等係藉由含有一應變規 911 之一空隙 907 所分隔。力轉換器 910 之第一端 901 係使用一螺紋式連接連接至一轉環構件 904 的第一端 906。安全鉤或其他合適的錨固連接器 925 將轉環構件 904 連接至一適當錨固。力轉換器 910 之第二端 902 係使用一螺紋式連接連接至一轉環構件 904 的一第二端 905。轉環構件 904 的第二端 905 係可旋轉地連接至一殼體 900。施加至細長構件 935 的張力係自殼體 900 傳遞至轉環構件 904 的第一端 906，其中轉換器 910 的彎曲部分 903 係遭受張力。張力導致彎曲部分 903 的第一部件 908 及彎曲部分 903 的第二部件 909 之撓曲，致使環繞含有一導電元件之空隙 907 的材料增加。

【0089】 一衝擊指示器可包括一警示指示器（諸如一光指示器、一聽覺指示器、及一觸覺回饋指示器）。

使用資訊

【0090】 當前用於判定防墜裝置何時需要保養的方法包括人工檢測及使用時間。一般不考慮實際使用的衡量指標或狀態。監測工人目前的情況亦可係所欲的。

【0091】 本發明可用於記錄一自縮回救生索之延伸/縮回的總長度，其可藉由旋轉感測器（諸如旋轉編碼器、光學感測器、及霍爾效應感測器）測量。

【0092】 可藉由測量旋轉（例如，旋轉編碼器、光學感測器、及霍爾效應感測器）或在一自縮回救生索已完全縮回時之一零開關來記錄組件之總循環、旋轉運動之反轉。

【0093】 可監測周圍狀態（例如溫度、濕度、微粒含量）。亦可監測噪音位準及空氣品質。

【0094】 此類型的資訊對建立使用模式及競爭標竿而言可係非常有用的。了解產品如何被使用連同人為表現可改善產品開發（諸如設計及效能）。了解產品如何比對可改善生產力及安全合規。使用模式資訊可用於協助偵測不安全的狀態、不安全的工作區域、墜落、100%打結、使用者的工作狀態、使用者的工作強度、魯莽使用、及裝置使用。

【0095】 圖 23 係繪示用於在一防墜裝置中使用之一通訊系統 700 之一實例的方塊圖。通訊系統 700 包括一能量採集器 702、一電壓整流器 706、一能量儲存裝置 710、一穩壓器 714、一控制器 720、一無線發射器 724、一天線 728、及一遠端裝置 732。能量採集器 702 係透過一電力路徑 704 電耦合至電壓整流器 706。電壓整流器 706 係透過一電力路徑 708 電耦合至能量儲存裝置 710。能量儲存裝置 710 係透過一電力路徑 712 電耦合至穩壓器 714。穩壓器 714 係透過一電力路徑 716 電耦合至控制器 720，且透過一電力路徑 718 電耦合至無線發射器 724。控制器 720 係透過一通訊路徑 722 通訊地耦合至無線

發射器 724。無線發射器 724 係透過一信號路徑 726 電耦合至天線 728。

【0096】 能量採集器 702 可包括如先前參照圖 3A 及圖 3B 所述及繪示之一捲繩發電機、如先前參照圖 5A 及圖 5B 所述及繪示之一復位彈簧及發電機、具有提供如先前參照圖 11 所述及繪示之一發電機的一齒輪系之一馬達、或者如先前參照圖 6、圖 6A、圖 6B、圖 6C、圖 6D、圖 6E、圖 7A、及圖 7B 所述及繪示之具有一單向離合器的一飛輪轉子。或者，能量採集器 702 可與如先前參照圖 8、圖 9、及圖 9A 所述及繪示之一渦流制動總成或者如先前參照圖 10、圖 11、及圖 12 所述及繪示之一自縮回救生索整合之行星齒輪整合。在任何情況下，能量採集器 702 回應於一細長構件（例如收緊索、自縮回救生索）之移動或回應於來自衝擊或一防墜裝置之一裝置（例如一彈簧）之一動作而產生電力，並提供電力至電壓整流器 706。

【0097】 電壓整流器 706 整流能量採集器 702 所產生之電力的電壓，以提供適於能量儲存裝置 710 的一電壓（例如 3 至 5 V）。電壓整流器 706 提供經整流的電壓至能量儲存裝置 710 以充電能量儲存裝置 710。能量儲存裝置 710 可包括一電容器、一超級電容器、一電池組、一可充電電池、或用於儲存所產生之電力的另一合適裝置。能量儲存裝置 710 提供電力至穩壓器 714。穩壓器 714 調節來自能量儲存裝置 710 之電力的電壓以提供一經調節電壓至控制器 720 及無線發射器 724，以供電控制器 720 及無線發射器 724。

【0098】 控制器 720 包括一微控制器、一特殊應用積體電路 (ASIC)、或用於監測一防墜裝置之狀態及回應於偵測使用者之墜落而產生一訊息的另一合適電路。控制器 720 可自開關、編碼器、或指示使用者墜落之其他合適裝置接收感測器資料。回應於偵測使用者之墜落，控制器 720 產生一指示墜落的訊息，並將訊息傳送至無線發射器 724。控制器 720 亦可回應於使用者之墜落而啟動防墜裝置之一區域指示器（例如視覺指示器、聽覺指示器、觸覺指示器）。在一些實施例中，控制器 720 係稱為 Arduino 之一微處理器平台，其具有一經整合的 GSM 行動電話晶片。微處理器監測導線之一閉迴路，導線可諸如例如藉由包藏於一細長構件中而併入前述能量採集器之任一者中。一旦細長構件被拉緊，其展開導致導線斷裂。一旦線斷裂，微處理器注意到迴路現係「開路(open)」，且其發送含有關於墜落事件之資訊的一文本或資料訊息。

【0099】無線發射器 724 包括一藍牙低功耗(BLE)無線電發射器、一 Wi-Fi 發射器、或用於經由天線 728 無線地將訊息傳送至一遠端裝置 732 之另一合適的發射器，如無線信號 730 所指示者。無線發射器 724 傳送指示使用者墜落的訊息至遠端裝置 732。遠端裝置 732 可包括一行動裝置（例如，行動電話）、一控制中心、一可穿戴指示器（例如，視覺指示器、聽覺指示器、觸覺裝置）、或另一合適裝置，以回應於接收自無線發射器 724 之訊息而提供墜落已發生之一指示。

【0100】 在顯示於圖 24 之一替代實施例中，可藉由一信號處理器 729 處理能量採集器 702 回應於一細長構件之移動而產生的電流或

電壓。因此，能量採集器 702 亦作用如一感測器，類似於一旋轉編碼器作用的方式。信號處理器 729 係藉由能量儲存裝置 710 供電。信號記錄細長構件之角度及旋轉，其等可經轉換成一收緊索或一自縮回救生索之延伸/縮回長度。使用控制器 720 中的一時鐘，可由信號計算出一收緊索或一自縮回救生索之延伸/縮回的速度及加速度。亦可藉由測量能量採集器 702 之旋轉來記錄組件之總循環、旋轉運動之反轉。

【0101】 在一些實施例中，無線發射器 724 經組態以包括遠端裝置 732，使得通訊（例如一文本訊息）可傳送自包括於一防墜裝置中之通訊系統 700。一旦接收文本訊息，使用者能夠點選號碼並起始與穿戴防墜裝置之墜落工人的一通訊。此類通訊系統 700 可包括一麥克風及揚聲器以促成此通訊。通訊系統經組態以自動接聽電話，使墜落的人免除接聽的要求。

【0102】 在一些實施例中，通訊系統 700 可提供立即且自動的警示，包括但不限於下列：

- 911/緊急應變；
- 監工人員或承包商；
- 工地環安衛管理系統(EHS)/救助隊；
- 客戶現場調度員；
- 客戶異常事件通報系統；
- 客戶資訊收集系統；
- 雇主、匿名、或受限的資訊收集系統；
- 救助隊與救助之間的通訊直達線；以及

降低歸因於超時等待救助之醫療併發症風險。

【0103】 在一些實施例中，通訊系統 700 可提供下列例示性類型之資訊的資料收集，包括但不限於下列：

作為選擇加入之匿名使用統計報告至客戶及/或雇主系統中；
 裝備使用頻率；
 使用時數（使用 3 軸陀螺儀/加速計進行運動感測）；
 透過一經電子式連接之安全管理系統之檢測頻率及電子文件；
 使用者分享資訊；以及
 裝置健康與電力狀態。

【0104】 在一些實施例中，通訊系統 700 可傳送資訊至一經電子式連接的安全管理系統，包括但不限於下列：

使用者可組態資訊；
 檢測之登錄；
 使用期滿的可能時數；以及
 區域及工廠裝置預防保養通知。

【0105】 在一些實施例中，通訊系統 700 可提供一墜落事件之匿名資料採礦，包括但不限於下列：

感測器可能性；
 標準匿名資料收集；
 G 力；
 （多個）裝備型號-背帶、收緊索、墜落制動器；
 選擇加入之每一使用者；

時間/日期；

使用者資訊；

產業類型；

回應/救助時間；

墜落後之「不要使用」的指示；

GPS 位置；

（多個）裝備序號；以及

其他客戶可組態資料。

【0106】 在一些實施例中，通訊系統 700 可使用所提供者來執行各種任務，包括但不限於下列：

透過一經電子式連接之安全管理系統的使用細節；

事件調查；

裝備再訂購；

正確裝備使用之驗證；

日常檢測之驗證；

任務相依之裝備配對需求；

使用者責任保護；

使用者配對、登入至裝備中；

使用時警示-在未登錄一檢測的情況下之非墜落（加速計）；

裝備檢索-找回遺失或缺少的裝備；

更換之立即接觸的可能性；

透過一經電子式連接之安全管理系統自動再訂購的可能性；

基於所使用時數之訂購建議；

使用統計（諸如 G 力、時間/日期、客戶、頻率、檢測、地理 (GPS)）；

環境狀態資訊；

生命週期使用統計；

使用者一致性/使用者裝備分享；以及

使用者所實施之適當預防保養的驗證。

【0107】 上述之說明書、實例、及資料提供本發明之實施例之組成物之製造及使用的一完整描述。雖然已在本文中說明及描述特定實施例，所屬技術領域中具有通常知識者將瞭解經計算以達成相同目的之任何配置可取代所示之特定實施例。本申請案意欲涵括本發明的任何調適形式或變化形式。因此，本發明意圖僅受限於申請專利範圍及其均等者。

【符號說明】

【0108】

D1...方向

D2...方向

100...正規使用

101...墜落

102...墜落停止

103...行動電話

105...能量採集器

- 107...控制中心
- 109...細長構件
- 120...捲繩發電機
- 122...捲繩
- 124...飛輪
- 126...馬達
- 128...電流
- 130...捲繩發電機
- 132...捲繩
- 134...飛輪
- 136...線圈
- 138...電流
- 192...光
- 194...揚聲器
- 196...斷裂元件
- 200...能量吸收收緊索
- 206...能量採集器
- 207...發電機
- 208...復位彈簧
- 209...第一固定端
- 210...第二端
- 211...連接構件

212...門鎖構件

213...斷裂元件

300...自縮回救生索

305...鼓輪

306...救生索

330...行星齒輪總成

331...定子齒輪

332...開口

333...齒

335...星形齒輪

336...齒

338...轉子齒輪

339...齒

600...自縮回救生索

601...軸

605...飛輪總成

606...第一殼體盤

607...中央孔

608...凹陷部分

609...突起部

610...孔

612...定子磁鐵

614...飛輪轉子

615...圓筒部分

616...鑽孔

617...凹陷部分

618...凹口

620...軸承

620a...軸承

620b...軸承

621...線圈

622...固定組件

626...第二殼體盤

627...中央孔

630...孔

650...彈簧線總成

651...離合器座

652...狹槽

653...凹口部分

654...孔

655...鑽孔

658...彈簧線

661...離合器蓋

662...中央孔

663...孔

670...彈簧線總成

671...離合器座

672...狹槽

675...鑽孔

678a...第二端

678...彈簧線

681...離合器蓋

682...中央孔

683...狹槽

684...凸緣

700...通訊系統

702...能量採集器

704...電力路徑

705...飛輪總成

706...第一殼體盤/電壓整流器

707...中央孔

708...凹陷部分/電力路徑

710...能量儲存裝置

712...定子磁鐵/電力路徑

714...飛輪轉子/穩壓器

715...圓筒部分

- 716...鑽孔/電力路徑
- 717...凹陷部分
- 718...電力路徑
- 719...單向離合器
- 720...軸承/控制器
- 721...線圈
- 722...通訊路徑
- 724...無線發射器
- 726...第二殼體盤/信號路徑
- 727...中央孔
- 728...凹陷部分/天線
- 729...信號處理器
- 730...無線信號
- 732...定子磁鐵/遠端裝置
- 800...殼體
- 801...第一部件
- 802...第二部件
- 803...壓縮彈簧
- 804...第一電氣接觸件
- 805...第二電氣接觸件
- 810...電氣開關
- 900...殼體

- 901...第一端
- 902...第二端
- 903...彎曲部分
- 904...轉環構件
- 905...第二端
- 906...第一端
- 907...空隙
- 908...第一部件
- 909...第二部件
- 910...力轉換器
- 911...應變規
- 920...總成
- 925...錨固連接器
- 930...自縮回救生索
- 935...細長構件
- 1100...鼓輪
- 1106...定子盤
- 1106a...內側齒輪齒
- 1112...定子磁鐵
- 1126...定子盤
- 1132...定子磁鐵
- 1150...轉子盤

1151...轉子齒輪

1155...電線圈

1170...星形齒輪

1200...自縮回救生索

1201...殼體

1202...腔室

1203...第一隔室

1204...第二隔室

1205...鑽孔

1206...第三隔室

1207...纜線出口

1210...鼓輪

1211...制動機構

1212...基板盤

1213...制動盤

1214...棘爪

1215...彈簧

1218...齒輪

1219...內部齒

1220...外部齒

1222...隔離盤

1223...軸襯

1224...蓋體

1225...緊固件

1226...軸襯

1227...間隔物

1228...齒輪

1229...內部齒

1230...外部齒

1231...軸

1232a...齒

1232b...齒

1233...齒

1235...盤

1236...圓筒

1237...鑽孔

1238...齒

1239...磁鐵

1240...緊固件

1245...救生索

1248...第二端

1300...編碼器

1301...殼體

1302...旋轉軸

1303...旋轉軸環

1304...殼體

1400...自縮回救生索

1401...鼓輪

1405...轉向器或棘爪

2001...鼓輪

2001a...孔

2003...制動盤

2003a...孔

2005...感測器

2007...棘爪

2101...鼓輪

2101a...磁鐵

2103...制動盤

2103a...磁鐵

2105...霍爾效應感測器

2107...棘爪

申請專利範圍

1. 一種防墜裝置，其包含：
 - 一細長構件，其用於使一使用者及一支撐結構互相連接；
 - 一能量採集器，其在墜落期間回應於該細長構件之伸長而產生電力；以及
 - 一電路，其藉由所產生的該電力供電。
2. 如請求項1之裝置，其中該細長構件係一收緊索，且該能量採集器包含一捲繩發電機，該捲繩發電機具有一捲繩，該捲繩回應於該細長構件之該移動而展開，該捲繩發電機回應於該捲繩之展開而旋轉。
3. 如請求項1之裝置，其中該細長構件係一收緊索，且該能量採集器包含一復位彈簧及一發電機，該發電機回應於該細長構件之該移動而藉由該復位彈簧旋轉。
4. 如請求項3之裝置，其中該能量採集器包含一斷開閂鎖，該斷開閂鎖將該復位彈簧維持在一纏繞狀態，並回應於該使用者之一墜落而釋放該復位彈簧所儲存之能量。
5. 如請求項1之裝置，其中該能量採集器包含一能量儲存裝置以儲存所產生的該電力，該能量儲存裝置選自由下列所組成之群組：一電容器、一超級電容器、一電池組、及一可充電電池。
6. 如請求項5之裝置，其中該能量採集器包含一穩壓器，該穩壓器耦合至該能量儲存裝置以提供經調節的電力至該電路。
7. 如請求項1之裝置，其中該電路包含一無線發射器，該無線發射器回應於該使用者之一墜落而傳送一訊息。
8. 如請求項7之裝置，其中該無線發射器包含一藍牙發射器。
9. 如請求項7之裝置，其中該無線發射器係用以回應於該使用者之一墜落而傳送該訊息至一行動電話或一控制中心。

10. 如請求項1之裝置，其中該細長構件係一能量吸收收緊索，該能量吸收收緊索具有一第一部分及一第二部分，該等部分回應於該使用者之一墜落而至少部分地分開，該細長構件之該移動係該第一部分及該第二部分的分開。
11. 如請求項1之裝置，其中該細長構件係一救生索，該救生索至少部分地纏繞一可旋轉構件，該細長構件之該移動係該救生索相對於該可旋轉構件之拉動及縮回的至少一者。
12. 如請求項11之裝置，其中該救生索及該可旋轉構件係一自縮回救生索的部件，該能量採集器係與該自縮回救生索整合並包含具有一齒輪系之一馬達，該馬達提供用以產生電力之一發電機及用以數位化該救生索之該拉動及縮回之一編碼器兩者。
13. 如請求項11之裝置，其中該救生索及該可旋轉構件係一自縮回救生索之部件，該自縮回救生索包含一渦流制動總成，且其中該能量採集器係與該渦流制動總成整合且渦流之一部分經轉換以產生電力。
14. 如請求項11之裝置，其中該救生索及該可旋轉構件係一自縮回救生索之部件，該自縮回救生索包含一機械縮回救生索收緊索，且其中該能量採集器包含具有一單向離合器之一飛輪轉子，以回應於該救生索之拉動而儲存動能以及在該飛輪轉子旋轉時產生電力。
15. 如請求項11之裝置，其中該救生索及該可旋轉構件係一自縮回救生索之部件，該能量採集器包含行星齒輪、至少一轉子、及至少一定子，其等係與該自縮回救生索整合，使得該至少一轉子回應於該救生索之拉動及縮回而在該定子之相對方向上以一快於該可旋轉構件的速度旋轉以產生電力。
16. 如請求項11之裝置，其中該救生索及該可旋轉構件係一自縮回救生索之部件，其進一步包含：

一螺旋線圈彈簧，其在該可旋轉構件上施加一偏置力；以及
一發電機，其連接至該螺旋線圈彈簧，其中該螺旋線圈彈簧之移動產生電。

17. 一種防墜裝置，其包含：

一發電機，其在墜落期間回應於該防墜裝置之位能經轉換成動能而產生電力；

一能量儲存電容器，其儲存所產生的該電力；

一控制器，其藉由該能量儲存電容器供電，該控制器回應於來自該防墜裝置之使用的一動作而產生一訊息；以及

一無線發射器，其藉由該能量儲存電容器供電，該無線發射器傳送該訊息。

18. 如請求項17之裝置，其進一步包含：

一電壓整流器，其整流所產生之該電力的電壓；以及

一穩壓器，其調節來自供電給該控制器及該無線發射器之該能量儲存電容器的電壓。

19. 如請求項17之裝置，其進一步包含：

一感測器，其藉由該能量儲存電容器供電以偵測工人之一墜落。

20. 如請求項17之裝置，其中該無線發射器包含一藍牙發射器。

21. 如請求項17之裝置，其中該無線發射器係用以回應於工人之一墜落而傳送該訊息至一行動電話或一控制中心。

22. 一種防墜裝置，其包含：

一細長構件，其用於使一使用者及一支撐結構互相連接；

一衝擊指示器，其連接至該細長構件；

一控制器，其連接至該細長構件及該衝擊指示器之至少一者，以回應於一衝擊而產生一訊息，

一能量採集器，其在墜落期間回應於該細長構件之伸長而產生電力；以及

一發射器，其連接至該控制器以傳送該訊息。

23. 如請求項22之裝置，其中該細長構件係選自由一收緊索及一自縮回救生索所組成之群組的一構件。
24. 如請求項22之裝置，其中該衝擊指示器係一偏置構件，其與電接觸件併用且符合施加至該細長構件的一預定張力。
25. 如請求項22之裝置，其進一步包含該細長構件之一第一部分及一第二部分，其中該衝擊指示器係一感測器，該感測器感測該第一部分與該第二部分之間的相對運動。
26. 如請求項25之裝置，其中該第一部分係一可旋轉構件，該細長構件至少部分地纏繞於該第一部分，且該第二部分係一棘爪。
27. 如請求項25之裝置，其中該第一部分及該第二部分係經連接，且在遭受該衝擊時部分地分開。
28. 如請求項22之裝置，其中該衝擊指示器係一力轉換器，該力轉換器經定位與該細長構件成一直線以測量施加至該細長構件的張力。
29. 如請求項22之裝置，其中該衝擊指示器包括至少一警示指示器，該警示指示器選自由一光指示器、一聽覺指示器、及一觸覺回饋指示器所組成之群組。
30. 如請求項22之裝置，其中該衝擊指示器感測該衝擊之一量值。
31. 如請求項22之裝置，其進一步包含一感測器，該感測器連接至該細長構件，該衝擊指示器及該感測器提供與該衝擊相關的資訊。
32. 一種防墜裝置，其包含：
 - 一細長構件，其用於使一使用者及一支撐結構互相連接；
 - 一感測器，其連接至該細長構件，

一能量採集器，其在墜落期間回應於該細長構件之伸長而產生電力；以及

一控制器，其連接至該感測器以回應於該細長構件之移動而產生一訊息。

33. 如請求項32之裝置，其中該感測器係一旋轉感測器，並記錄旋轉角度及轉數之至少一者，其經轉換成該細長構件之一延伸長度及該細長構件之一縮回長度之至少一者。
34. 如請求項32之裝置，其中該感測器係一旋轉感測器，該旋轉感測器係一馬達以自該防墜裝置之旋轉產生電力，該馬達與齒輪及齒輪系之一者整合以改善自該旋轉採集能量的效率以及增強該感測器作為一編碼器的準確度。
35. 如請求項32之裝置，其中該感測器係一開關，該開關在該細長構件完全縮回時啟動。
36. 如請求項32之裝置，其中該感測器係一開關，該開關在該細長構件長度延伸時啟動。
37. 如請求項32之裝置，其中該感測器係一環境監測器，該環境監測器提供與一周圍狀態、一聽覺狀態、及一空氣品質狀態相關的資訊。
38. 如請求項32之裝置，其中該感測器提供使用模式資訊。
39. 如請求項38之裝置，其中該感測器記錄時間、旋轉角度、轉數、速度、及加速度之至少一者，以協助提供使用模式資訊。
40. 如請求項39之裝置，其中該感測器記錄旋轉角度及轉數相對於時間之至少一者，從而允許藉由計算該細長構件之一變化率來判定速度以及藉由計算該速度之一變化率來判定加速度，以協助判定該使用模式資訊。
41. 如請求項39之裝置，其中該使用模式資訊協助偵測不安全的狀態、

不安全的工作區域、墜落、100%打結、使用者的工作狀態、使用者
的工作強度、魯莽使用、及裝置使用。

42. 如請求項32之裝置，其進一步包含一衝擊指示器，該衝擊指示器連接至該細長構件，該衝擊指示器及該感測器提供與該衝擊相關的資訊。
43. 如請求項32之裝置，其中該訊息係藉由該控制器儲存。
44. 如請求項32之裝置，其進一步包含一發射器，該發射器連接至該控制器以傳送該訊息。

圖式

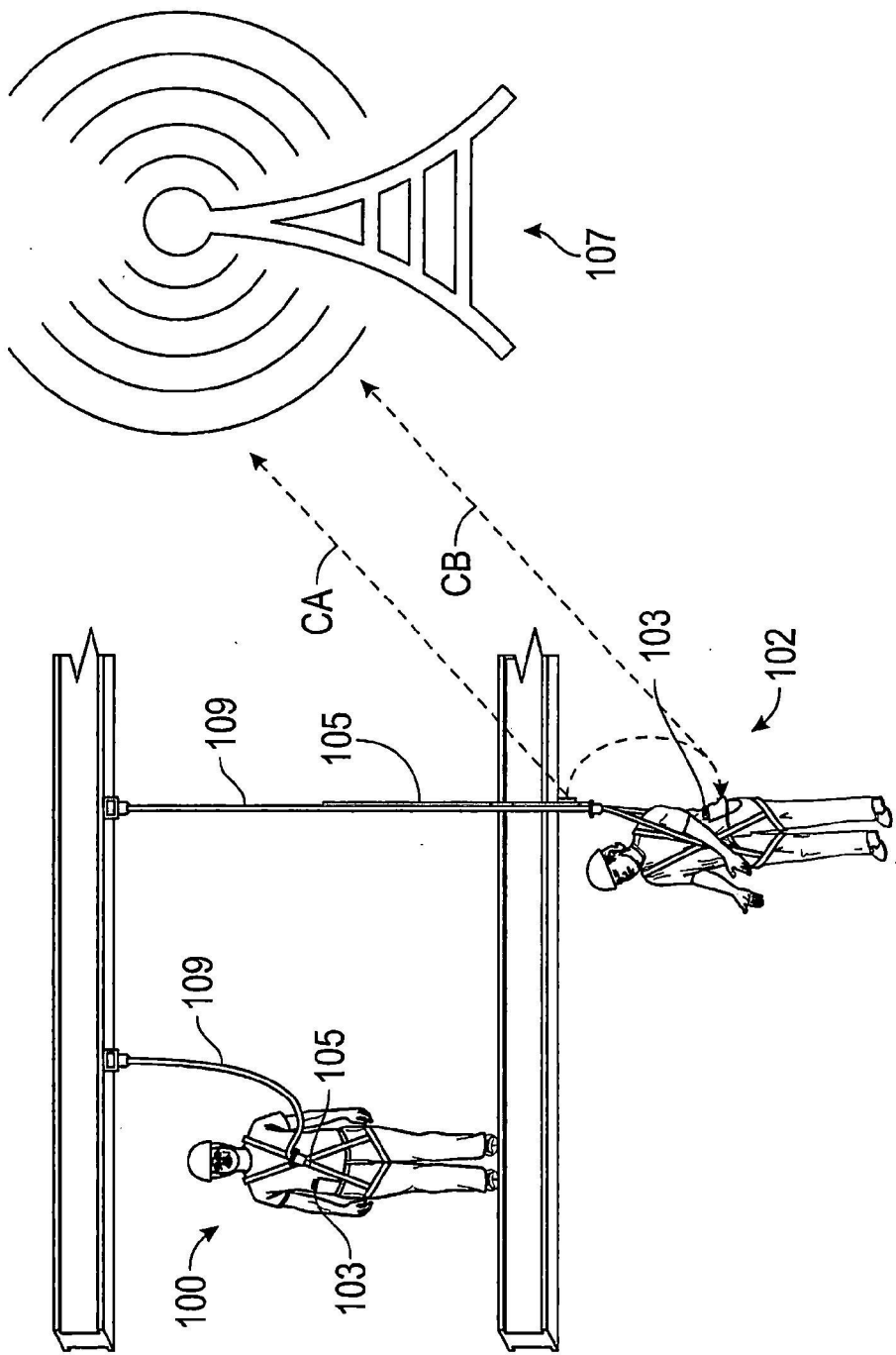


圖1

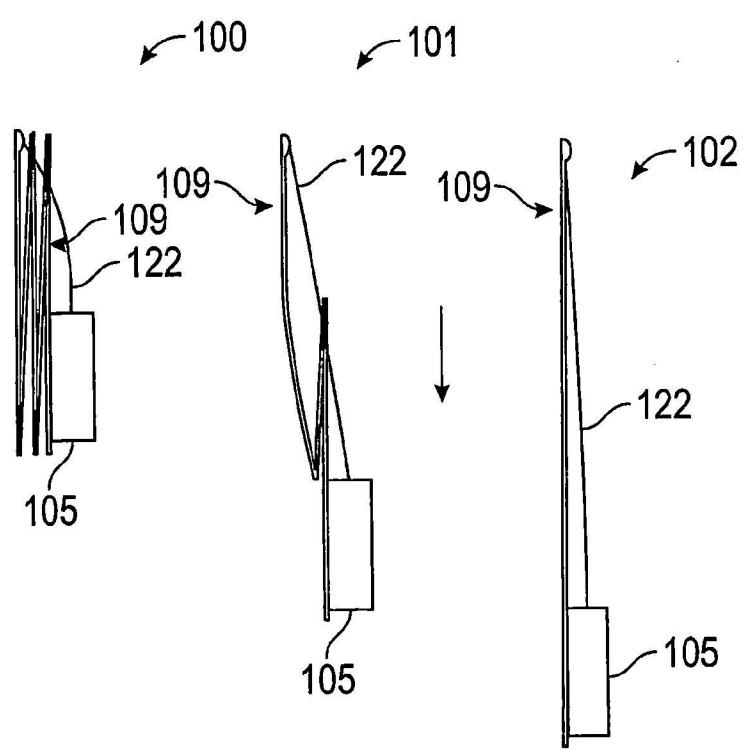


圖2

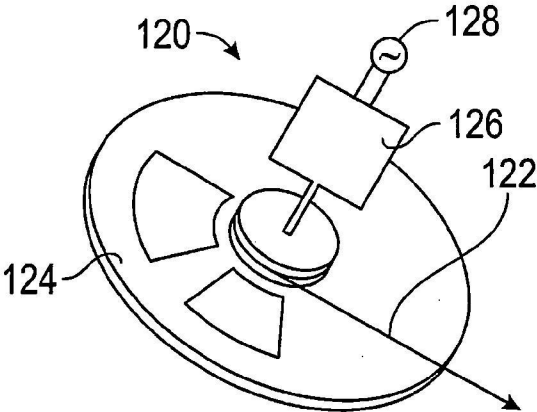


圖3A

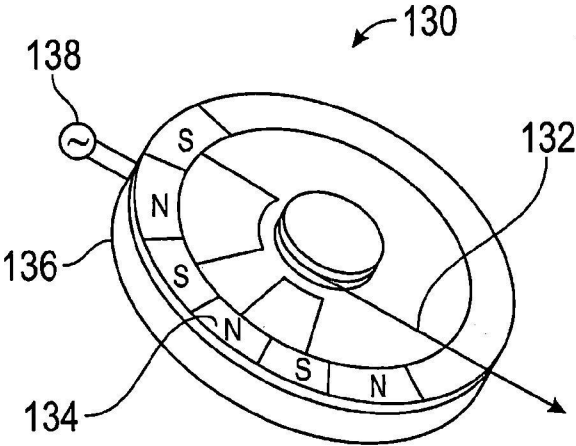


圖3B

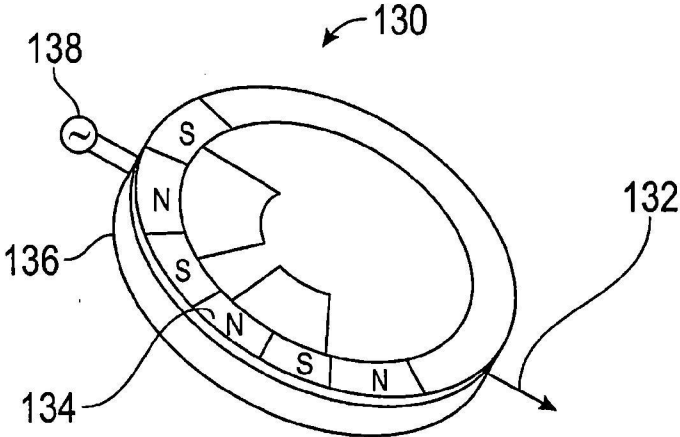


圖3C

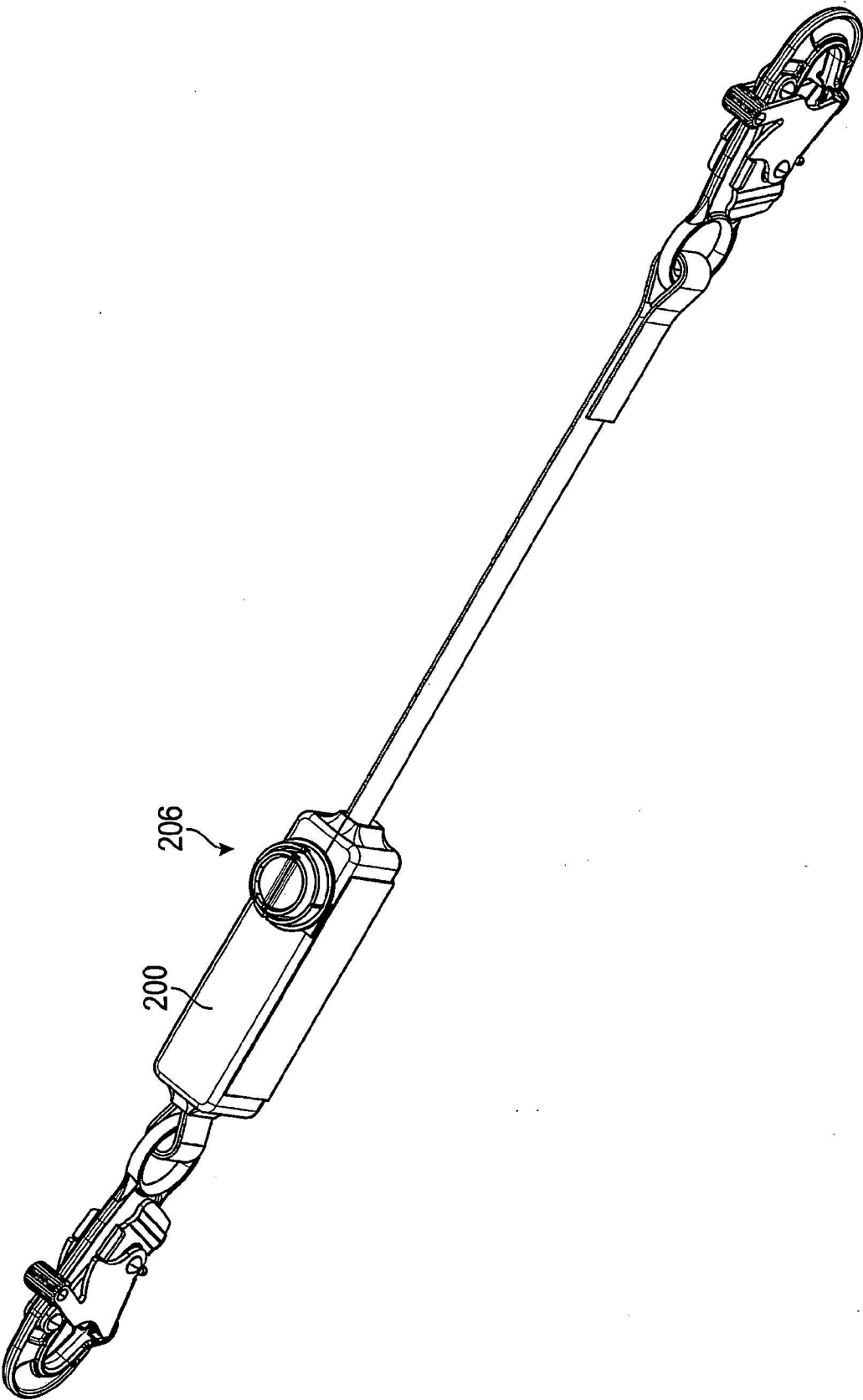


圖4

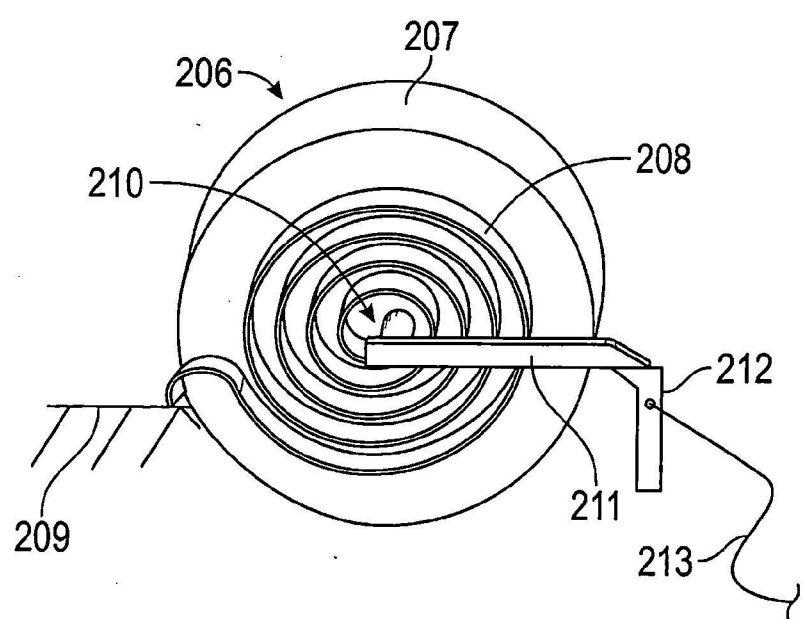


圖5A

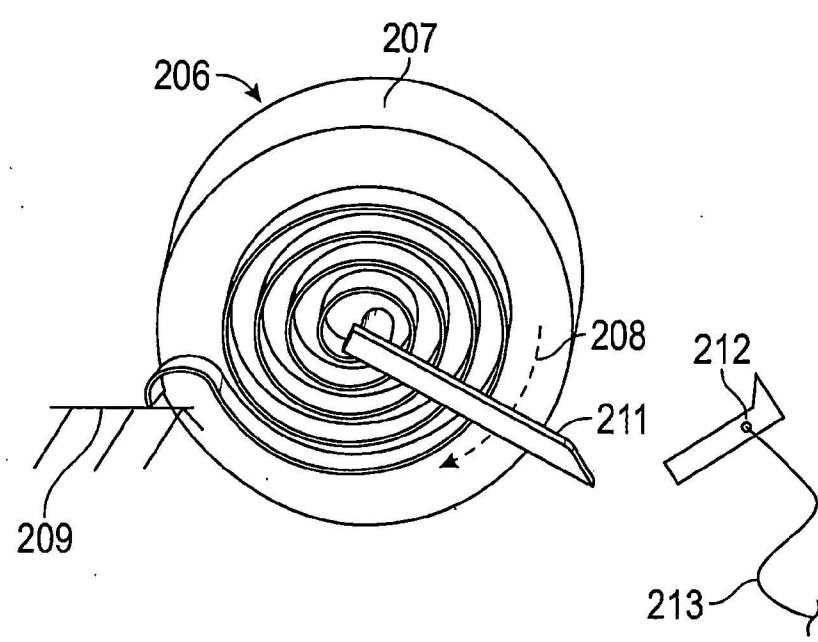


圖5B

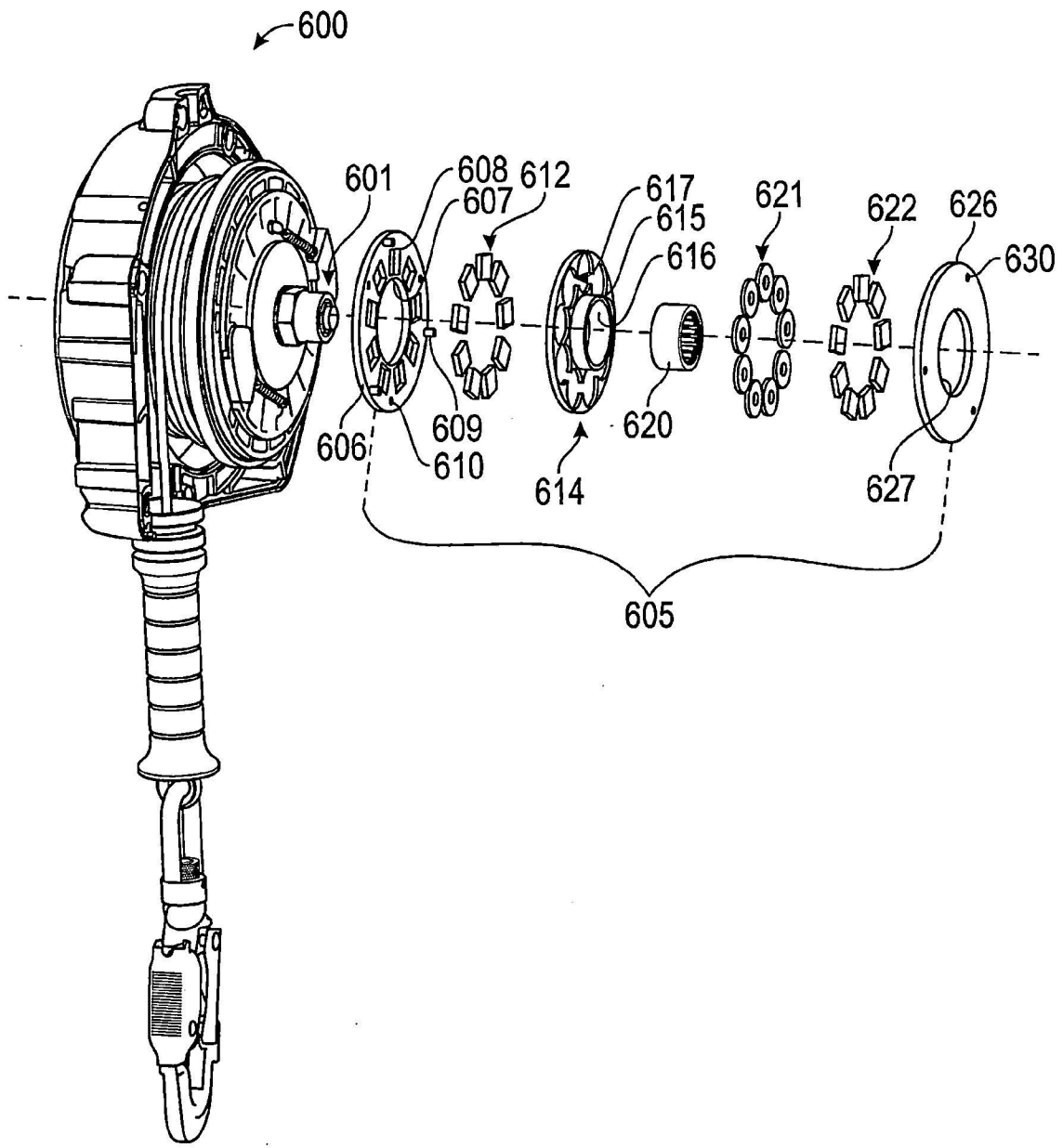


圖6

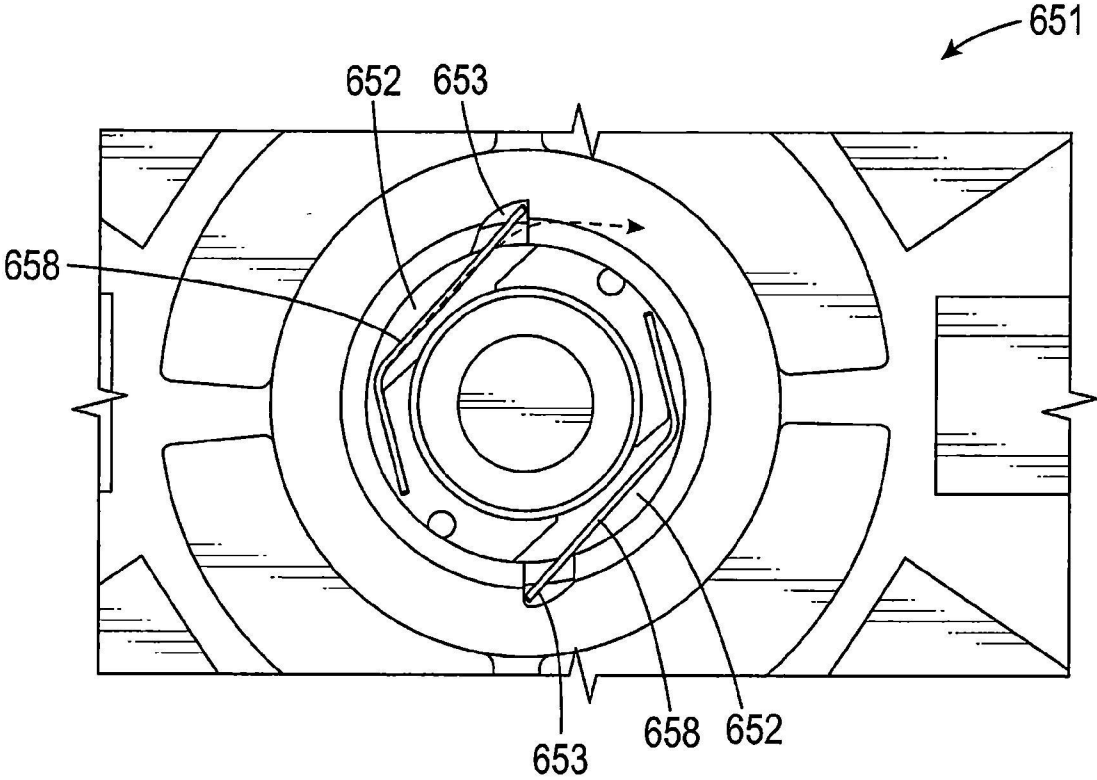


圖6A

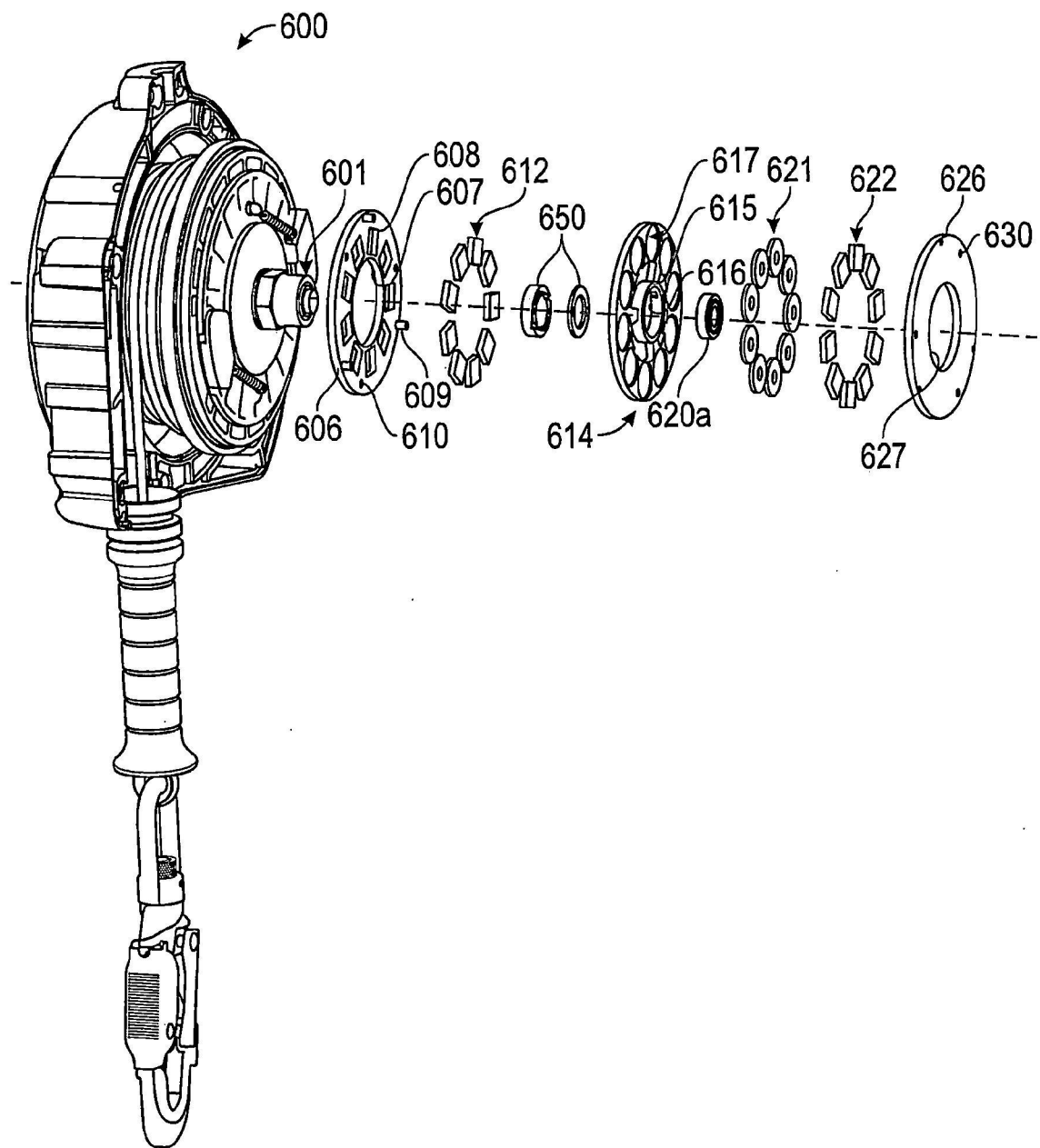


圖6B

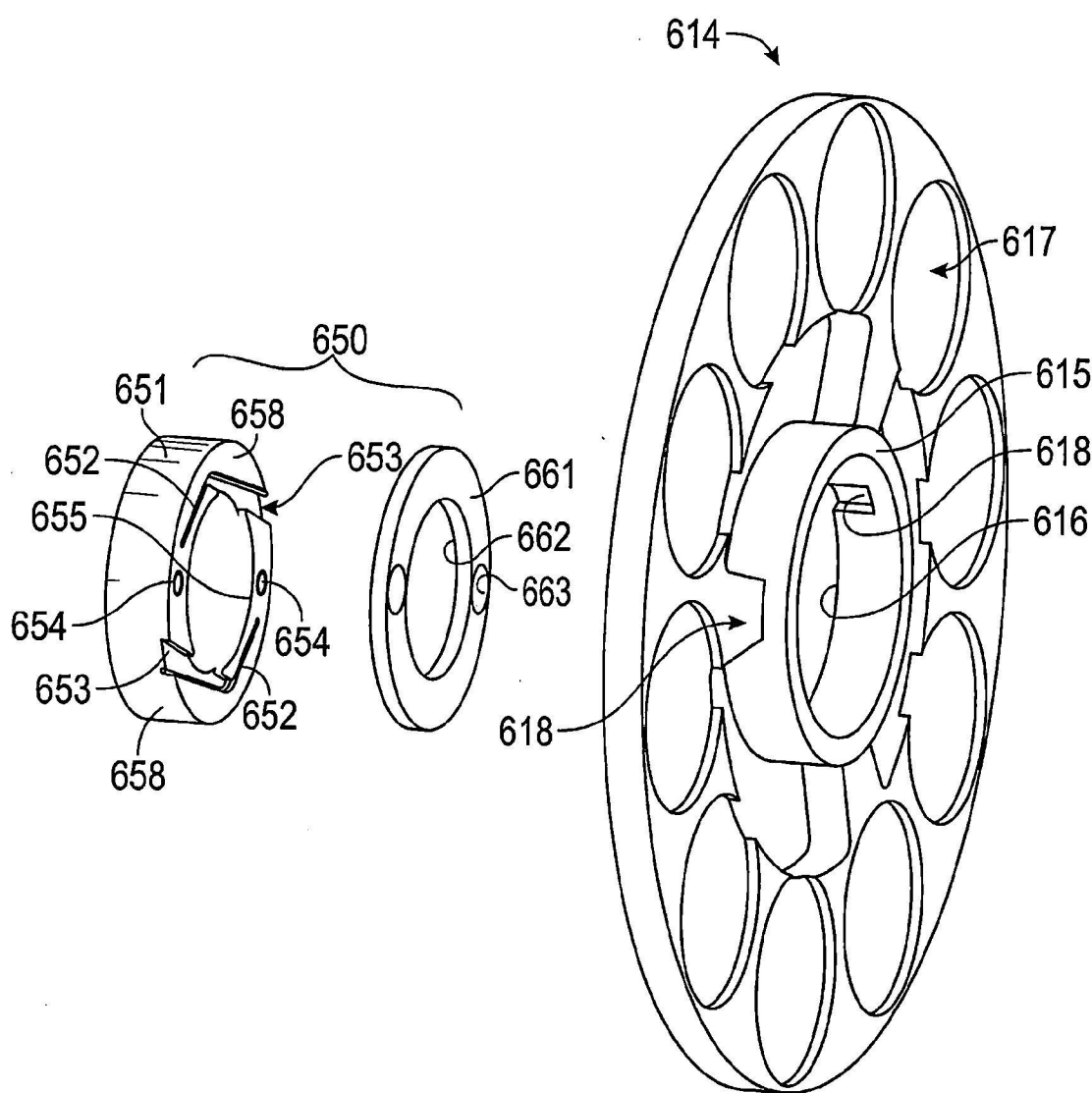


圖6C

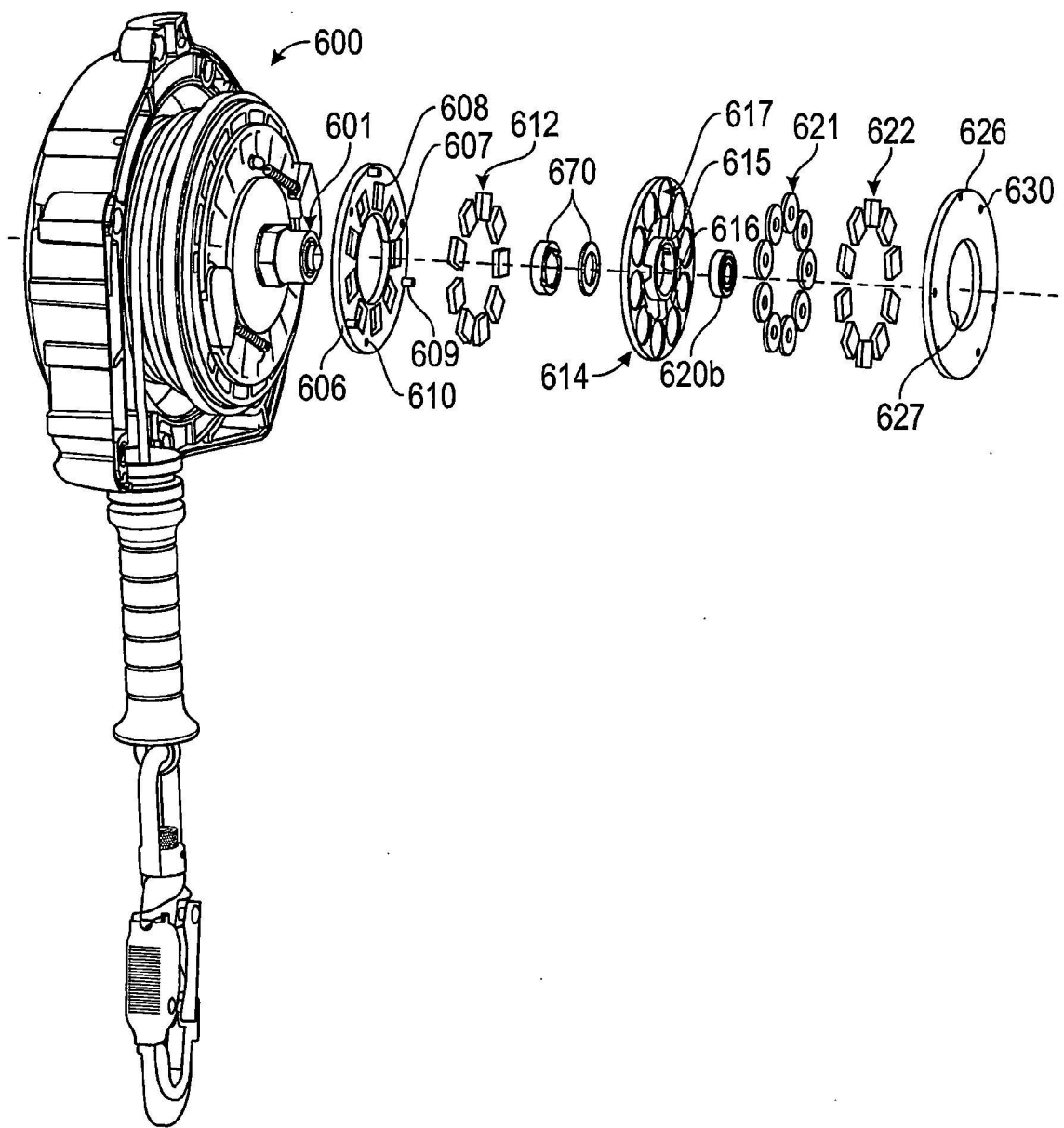


圖6D

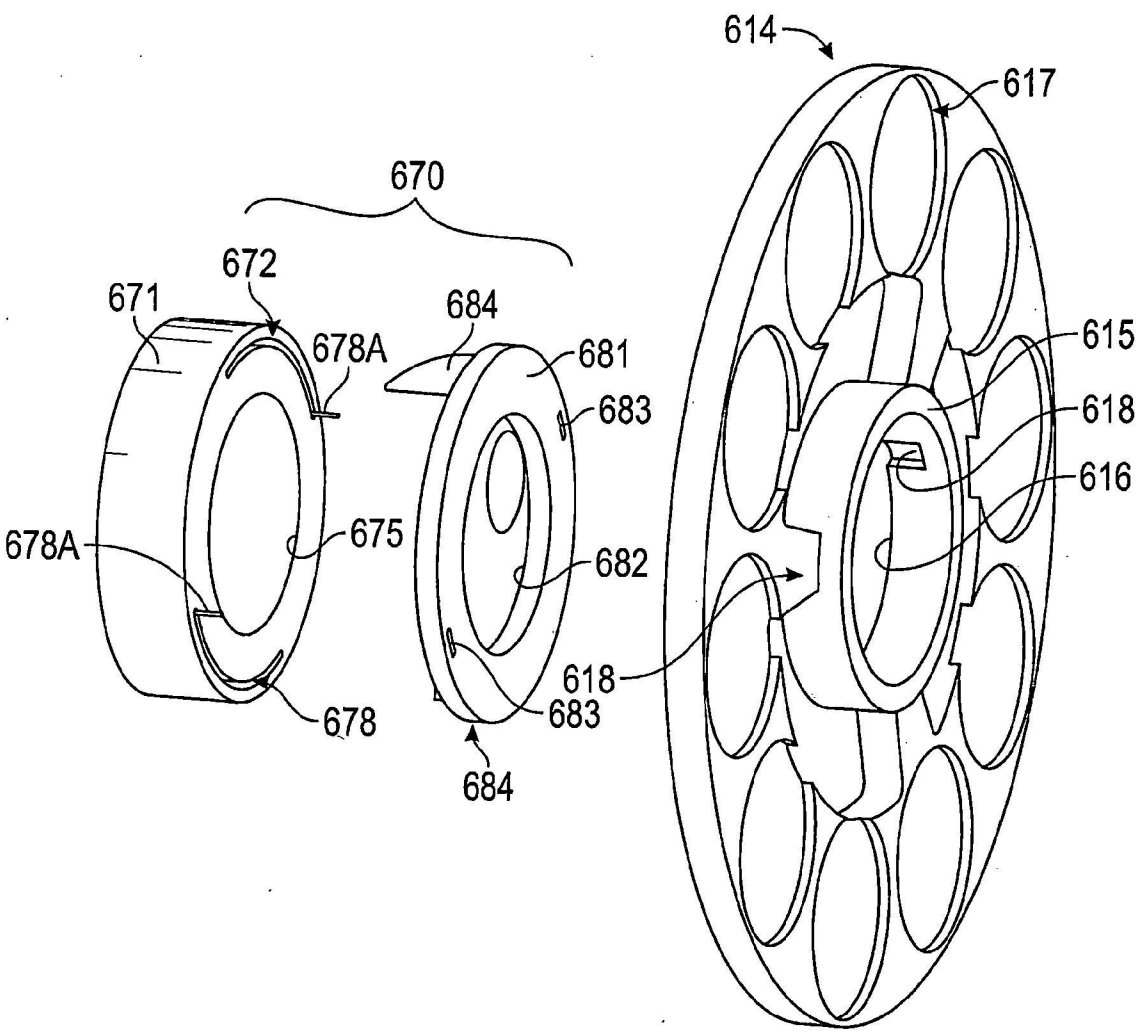
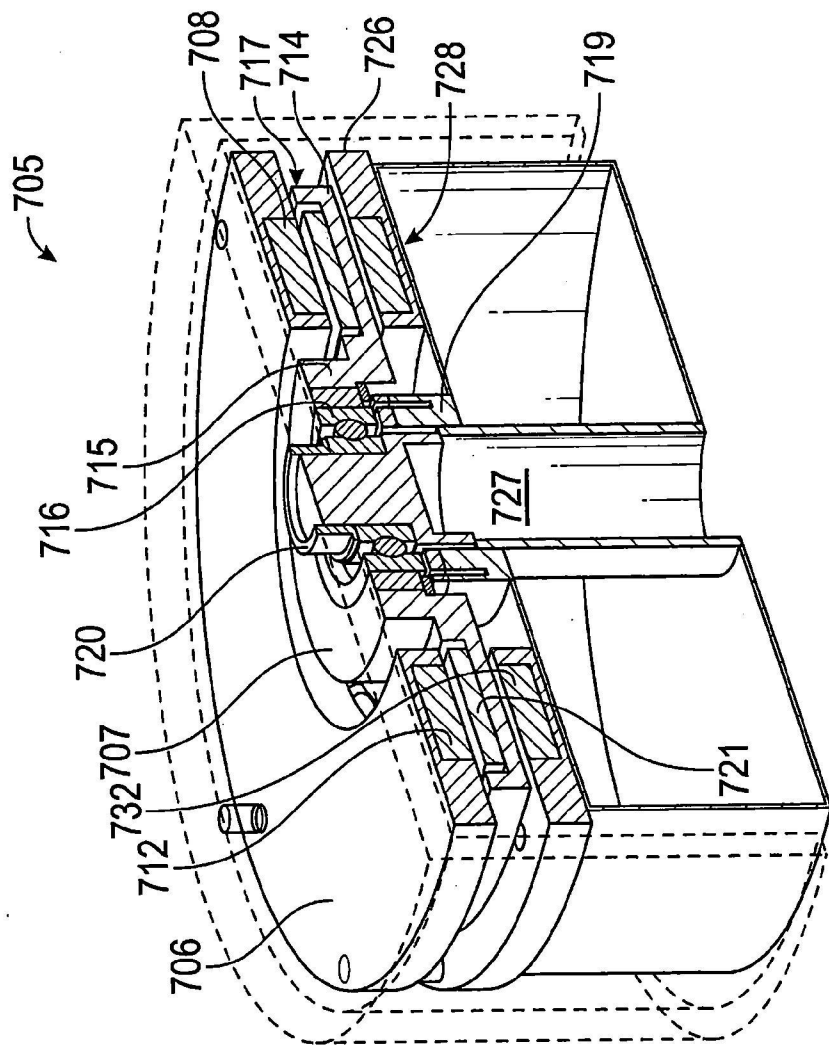


圖6E



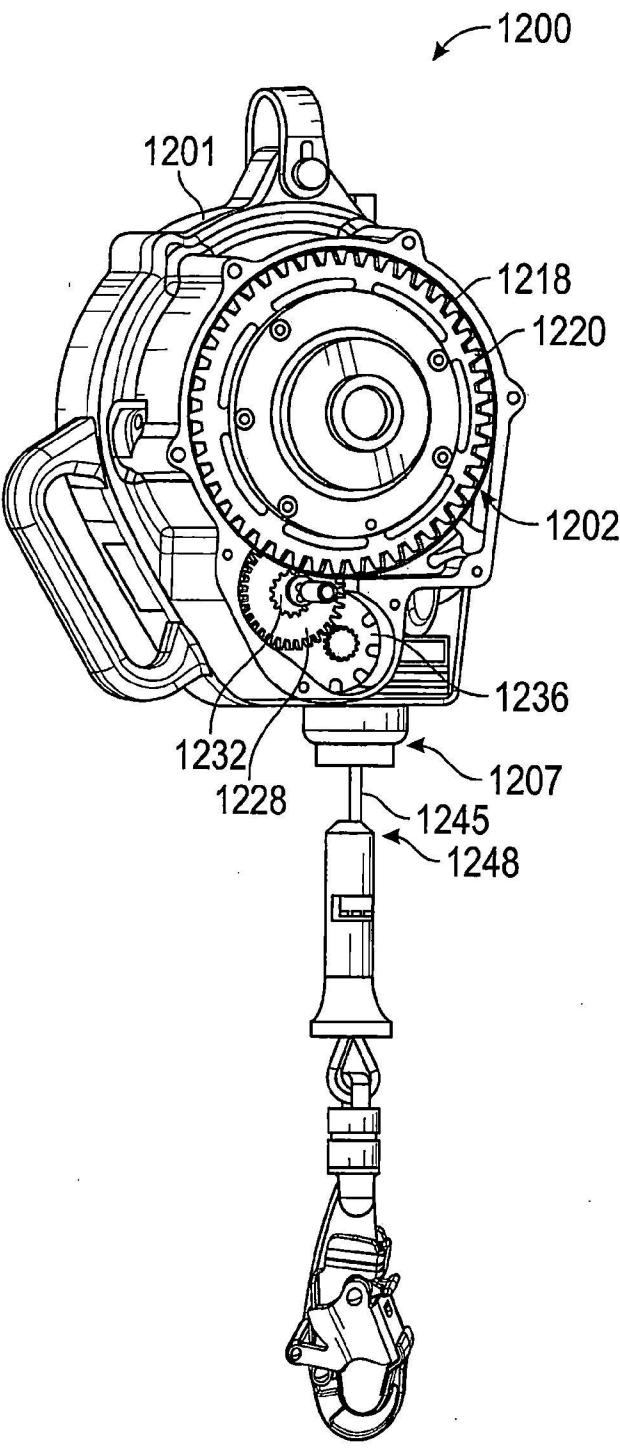


圖8

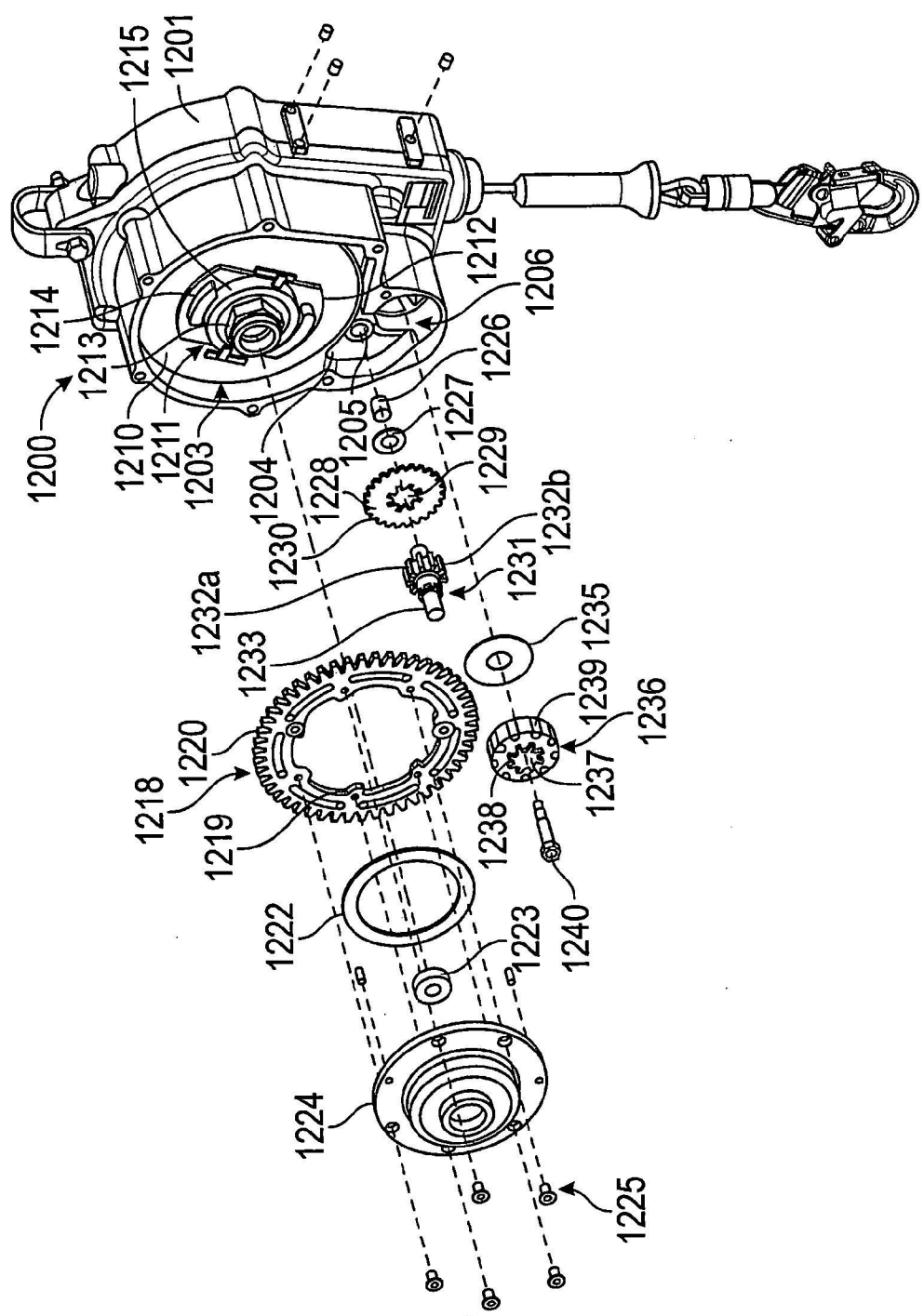


圖9

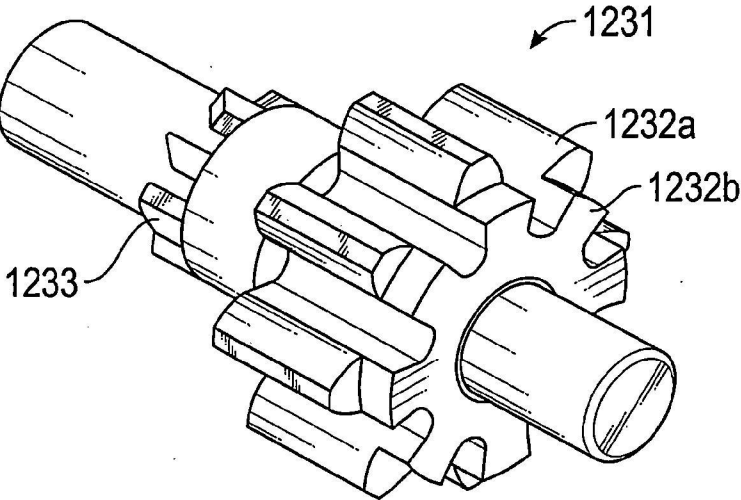


圖9A

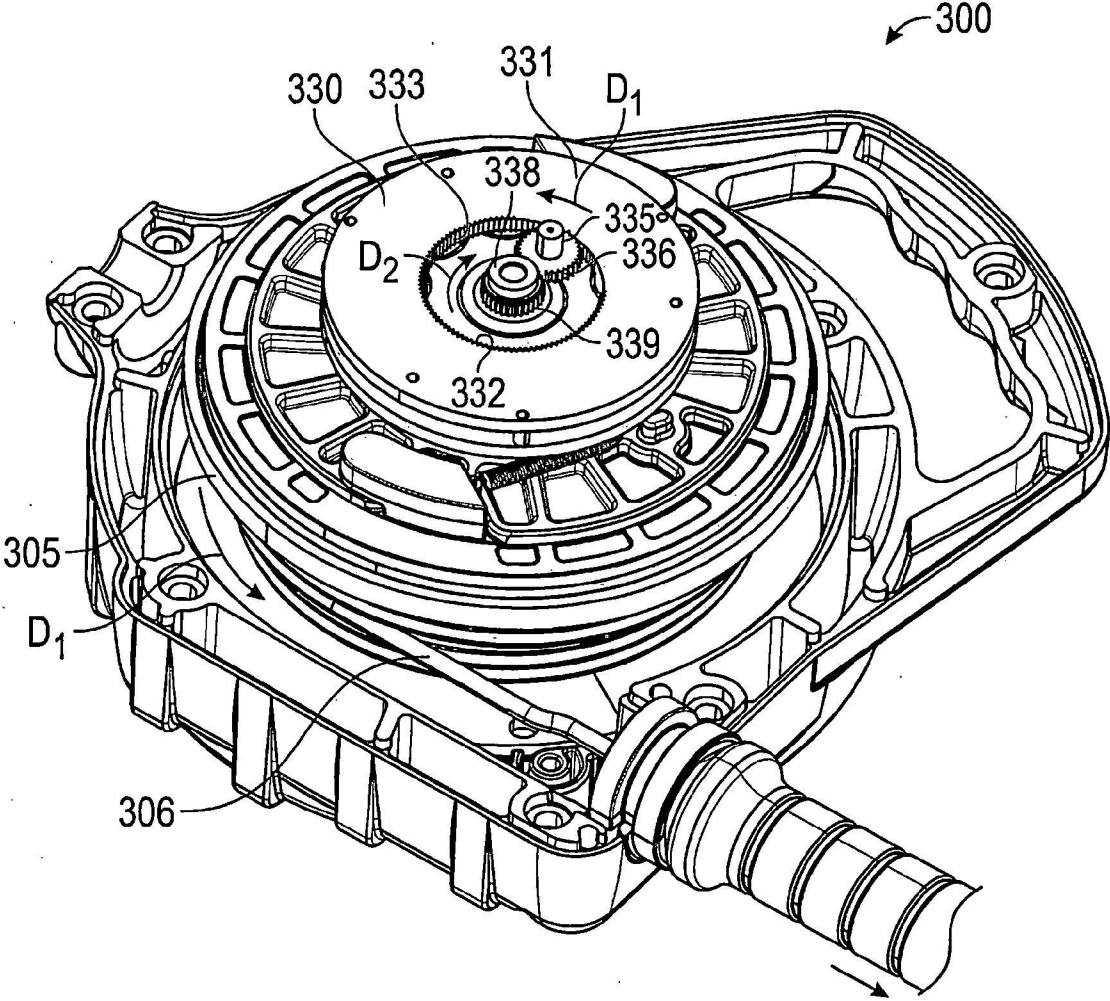


圖10

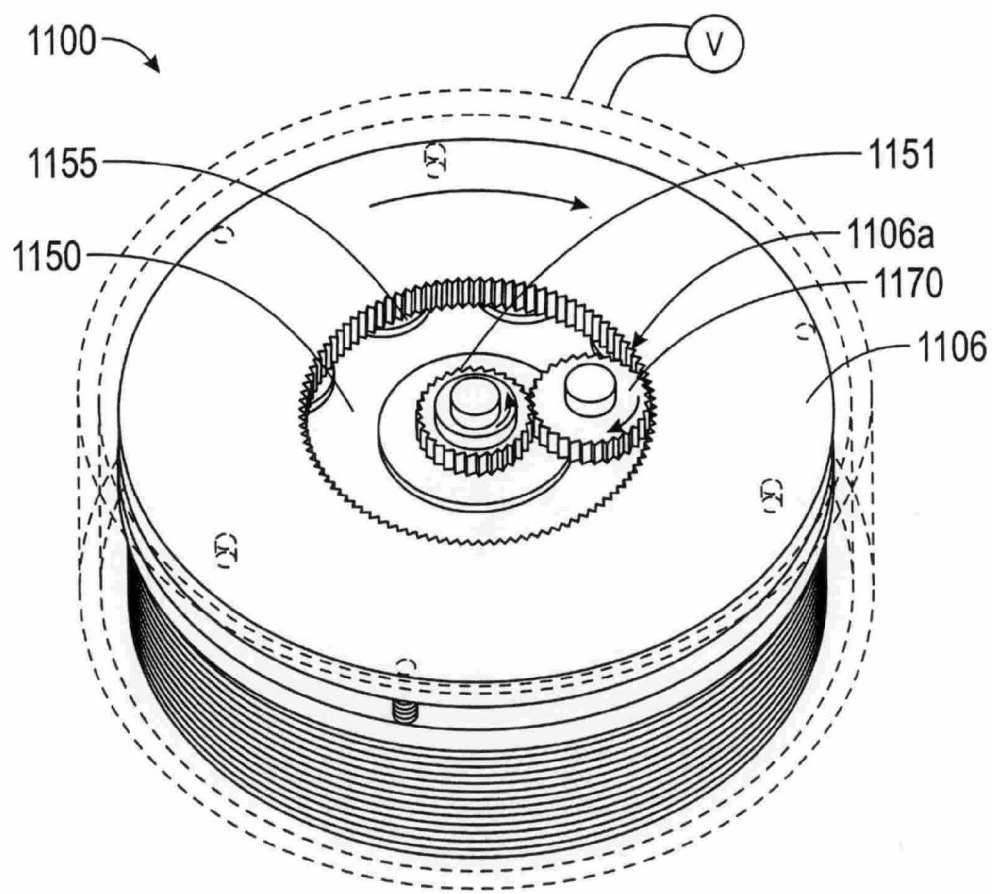


圖11

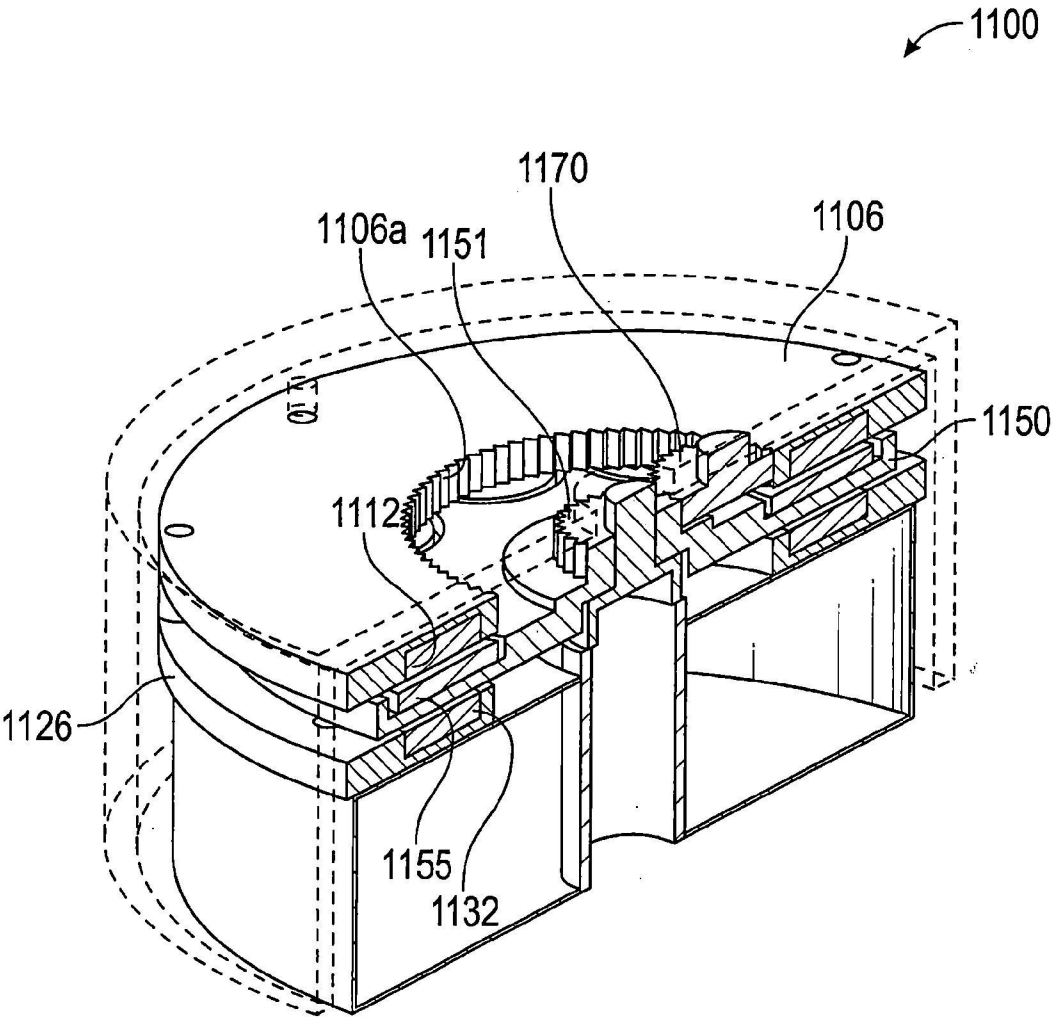


圖12

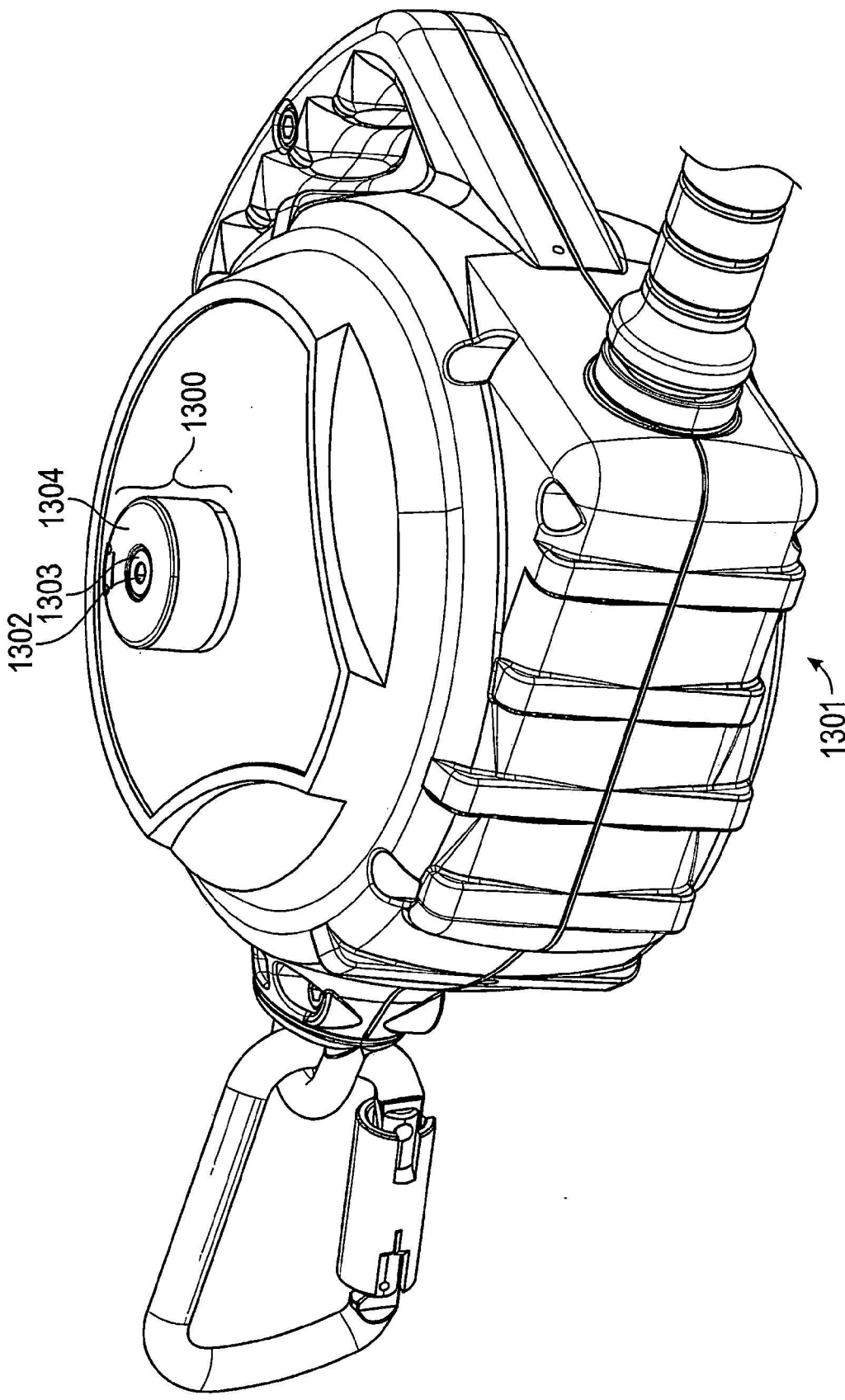


圖13

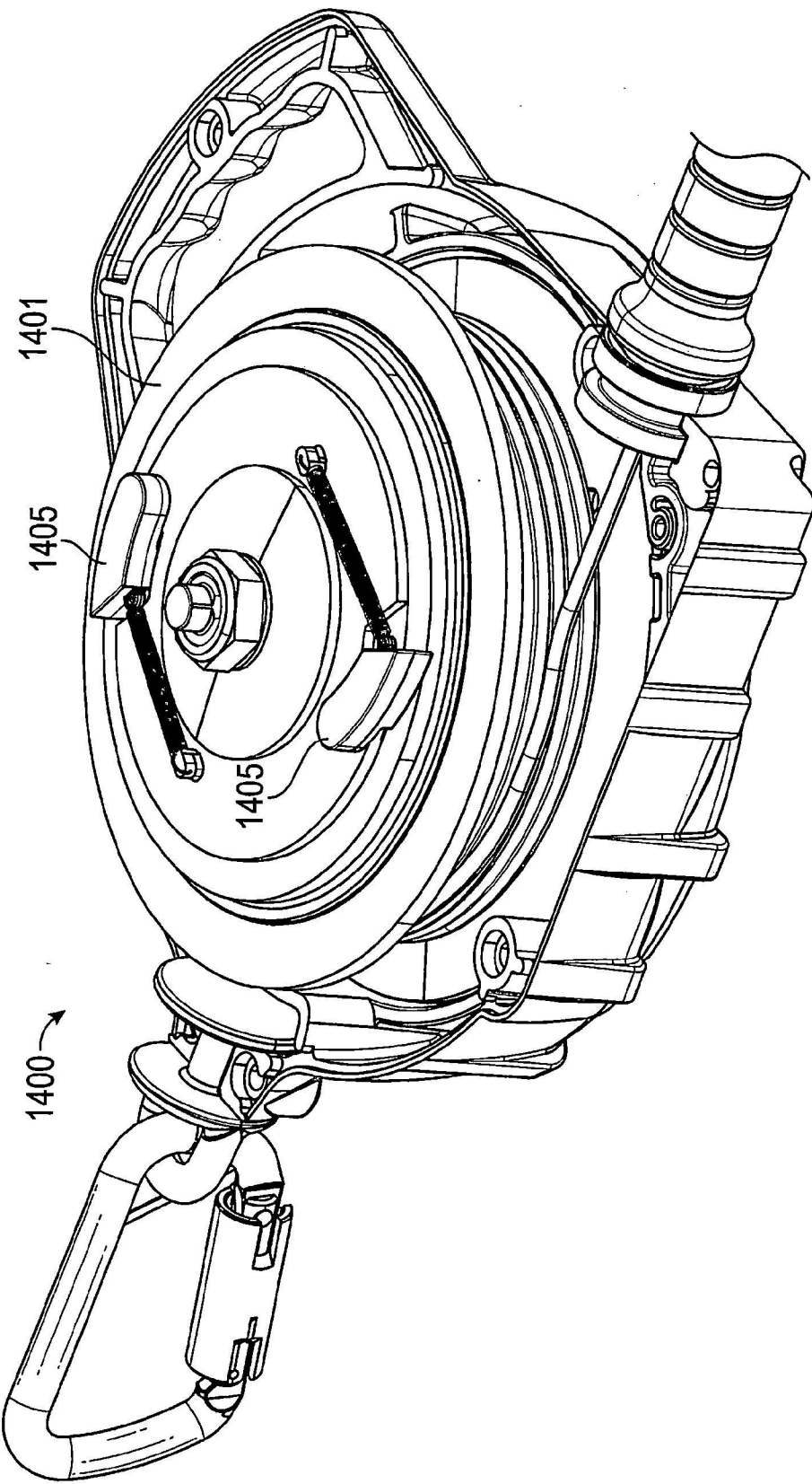


圖14

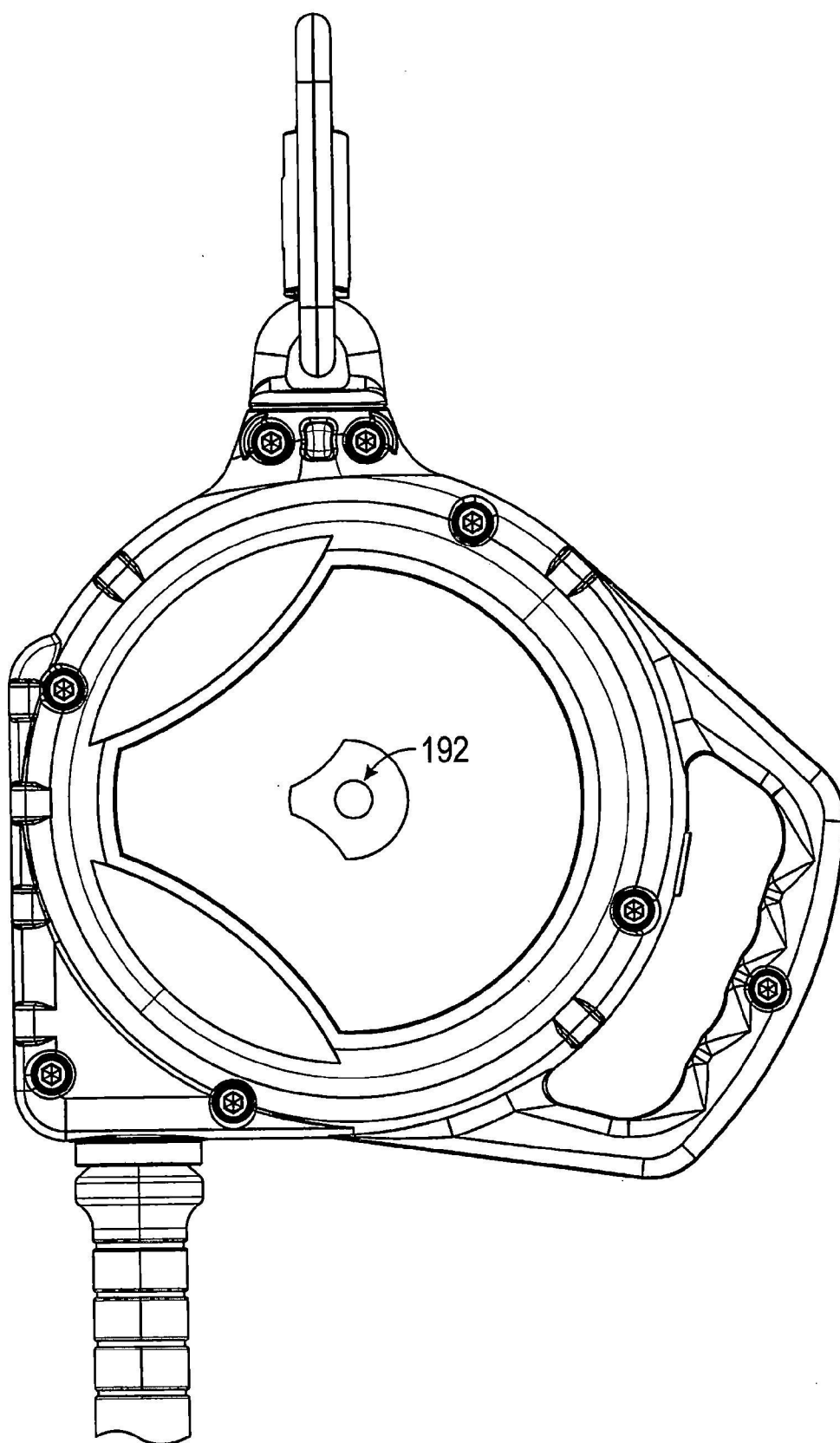


圖15

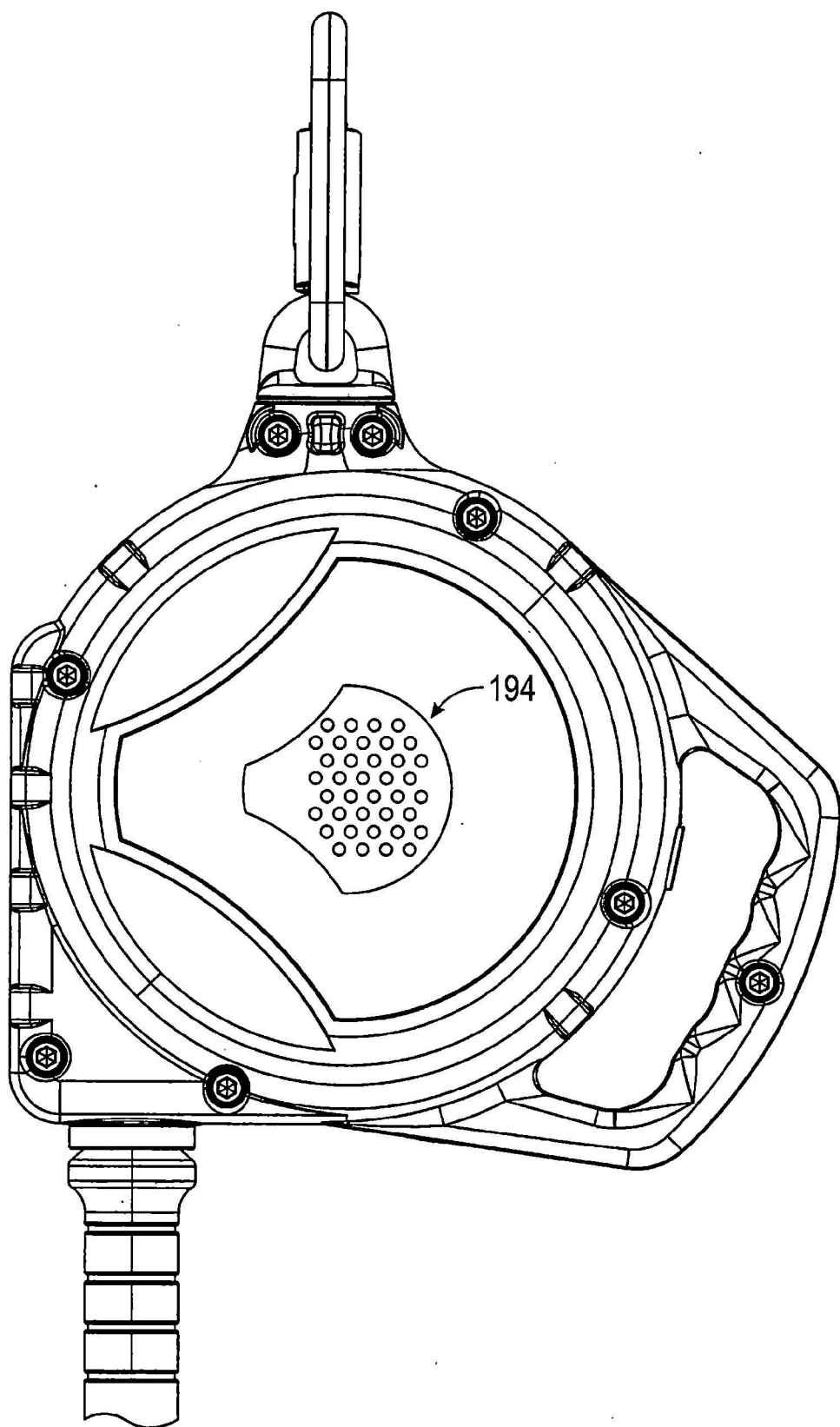


圖16

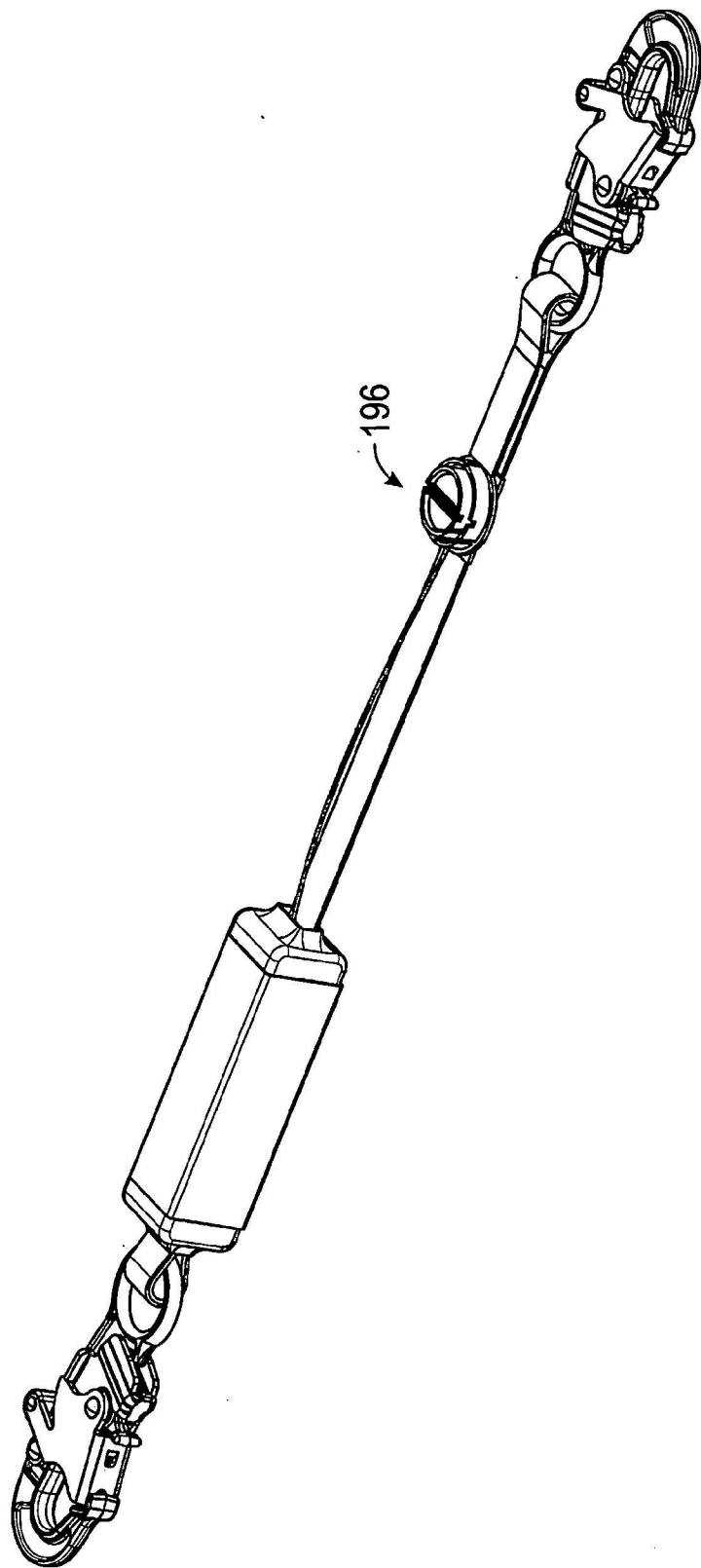


圖17

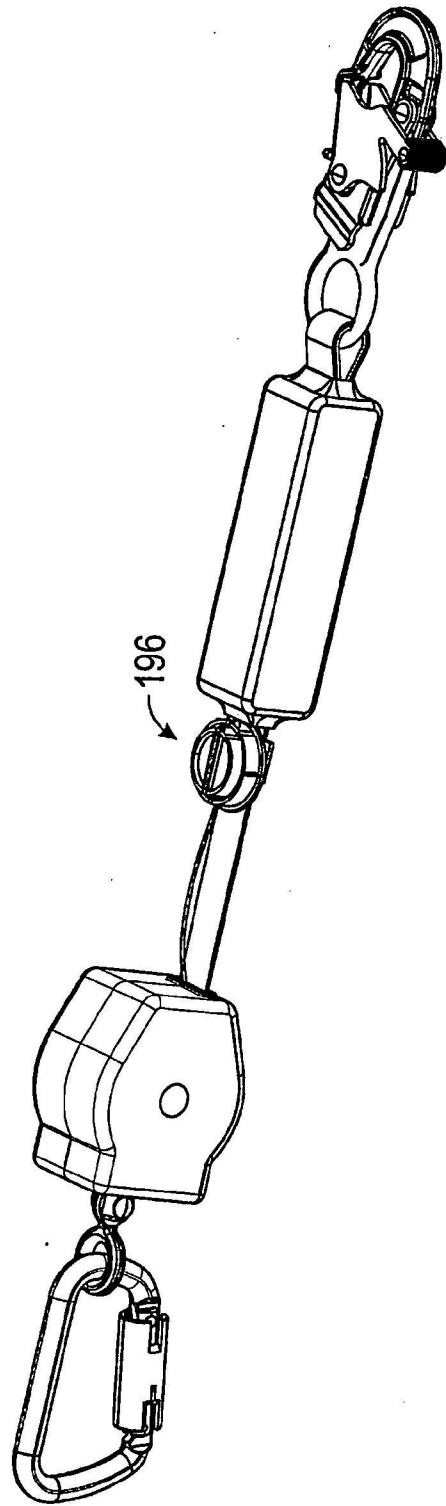


圖18

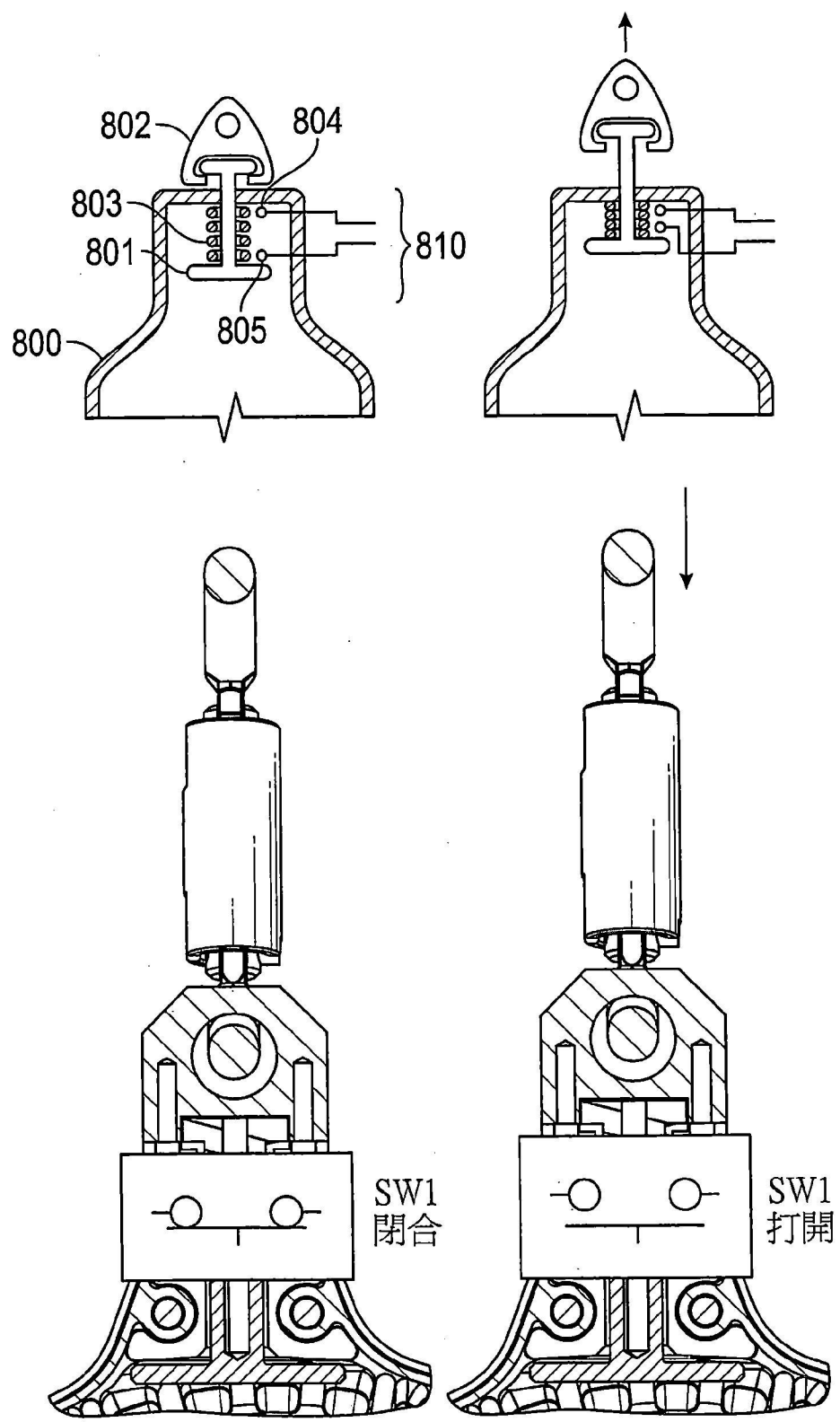


圖19A

圖19B

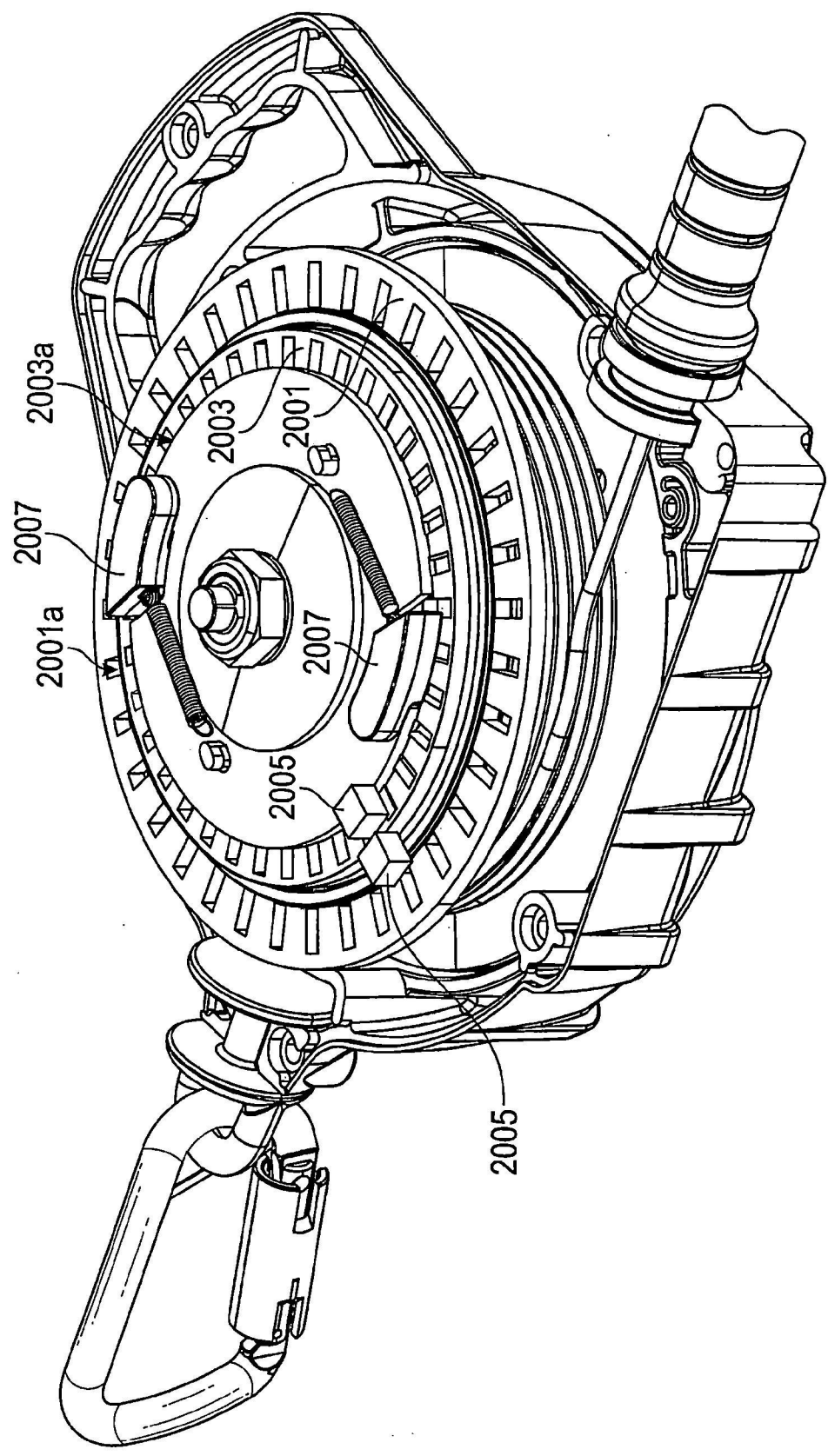


圖20

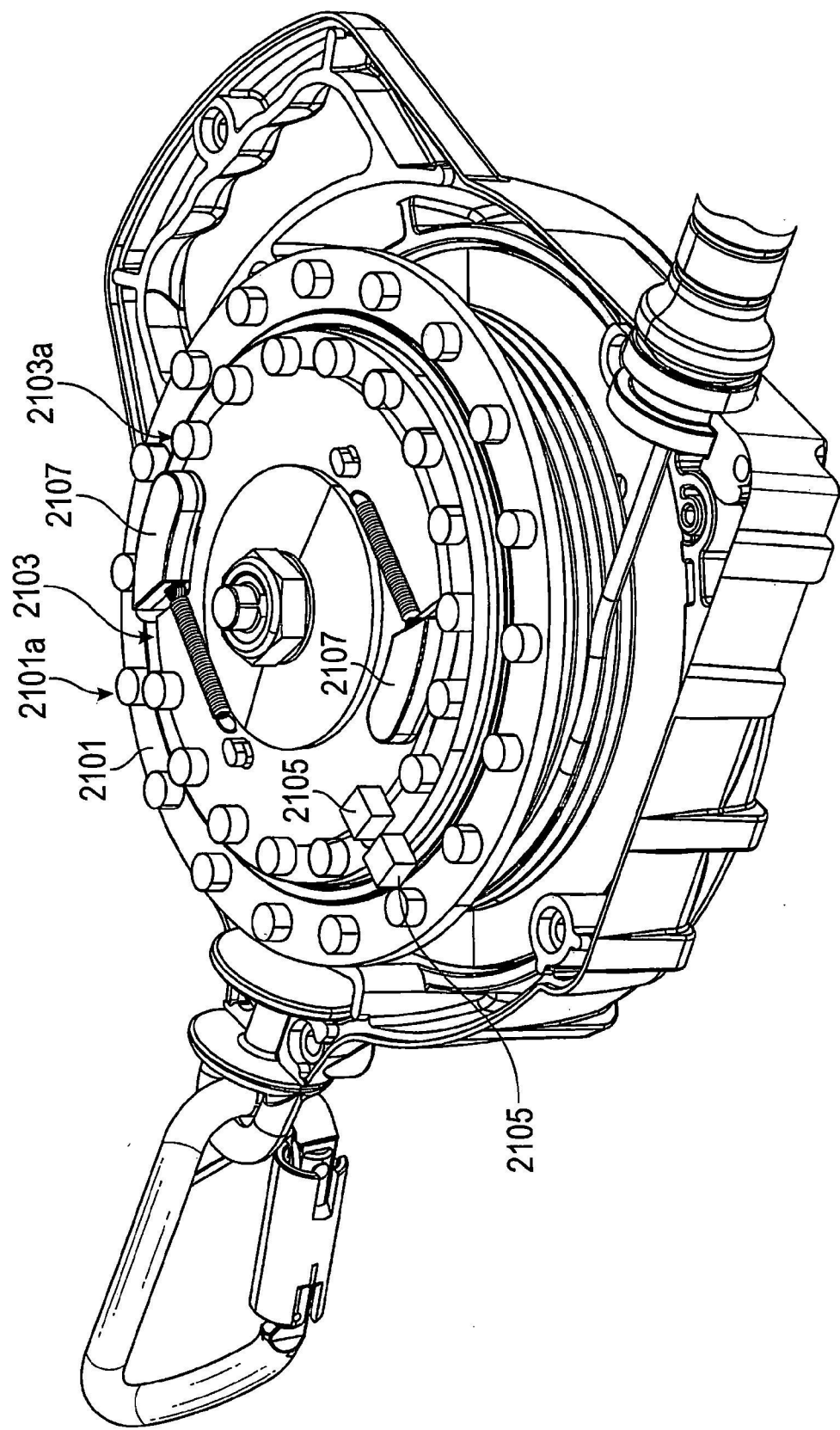


圖21

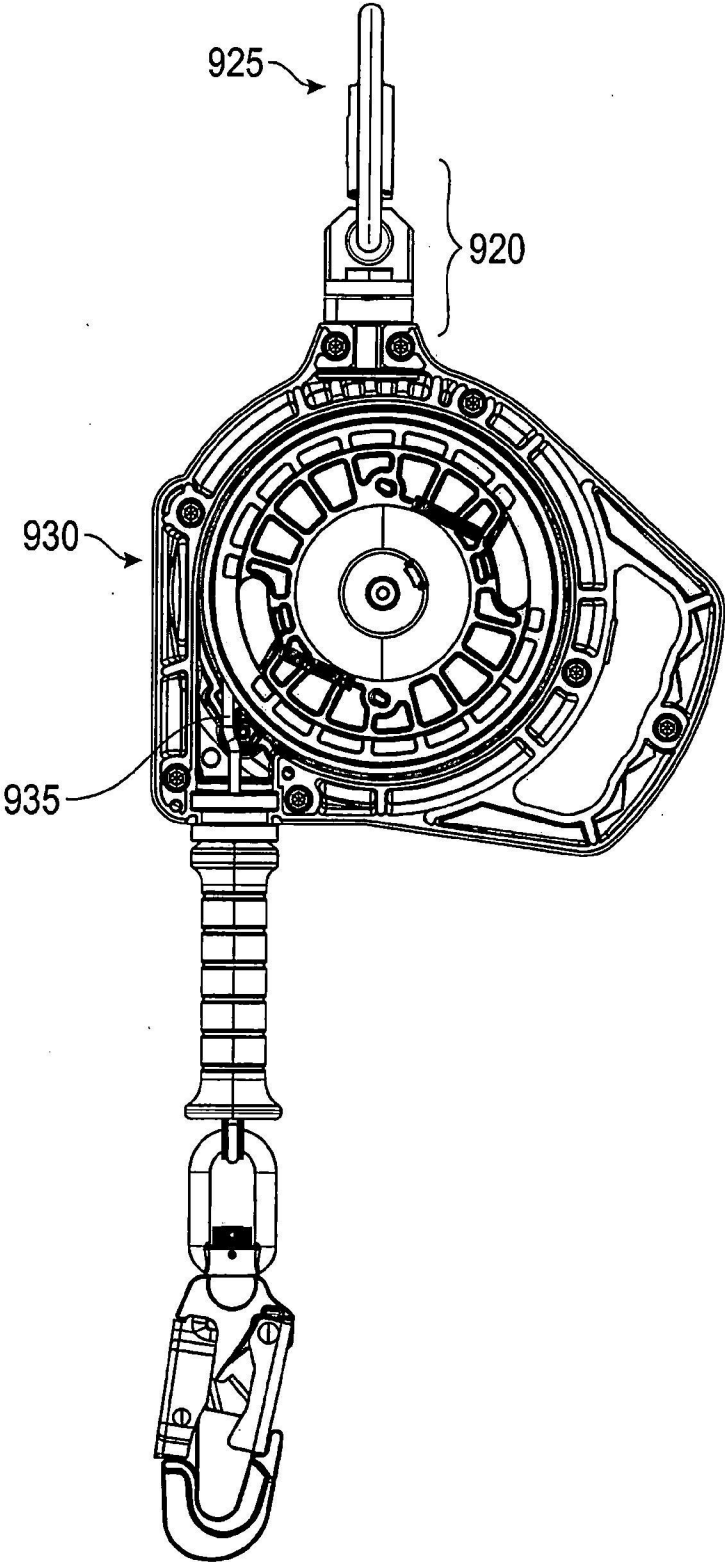


圖22A

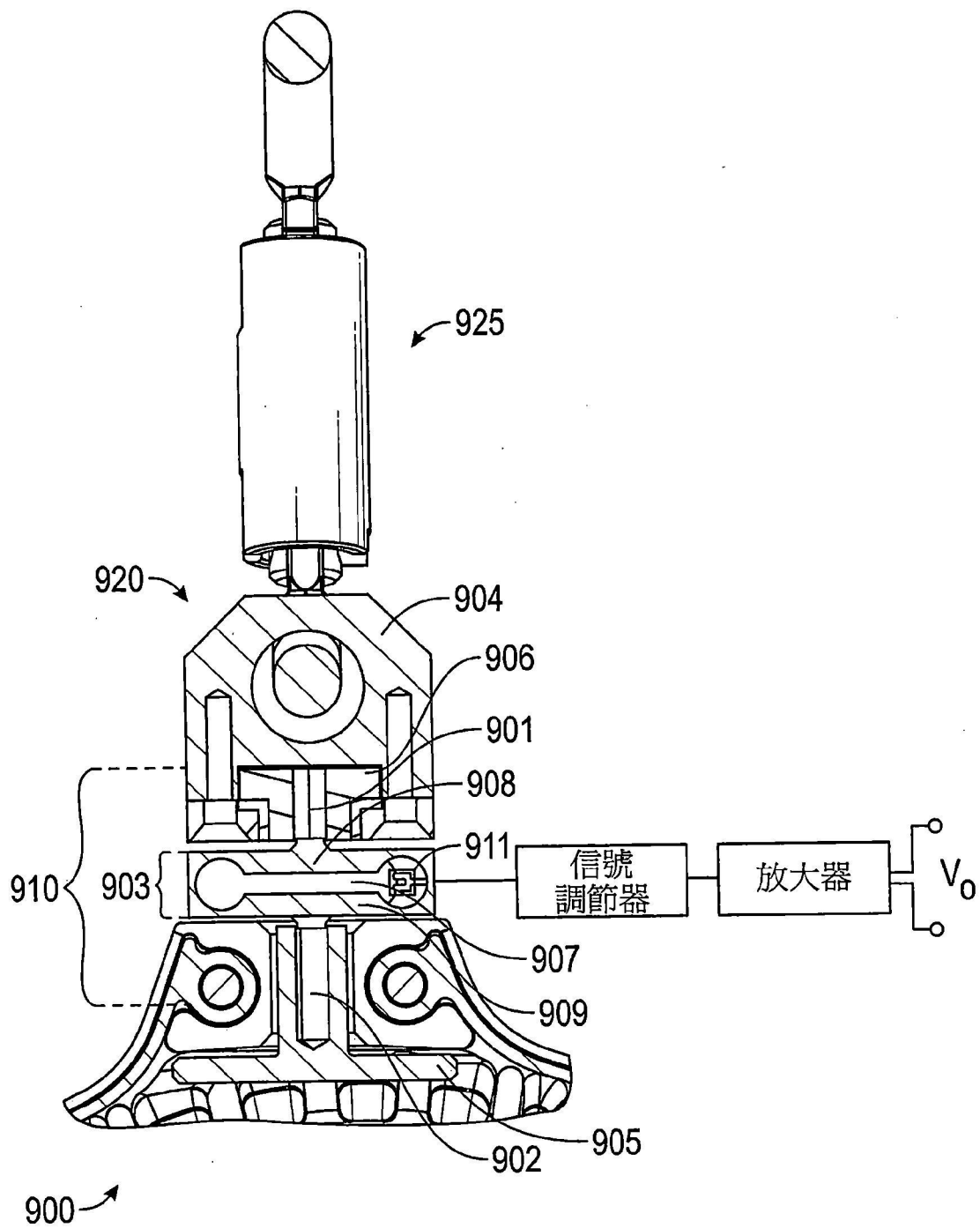


圖22B

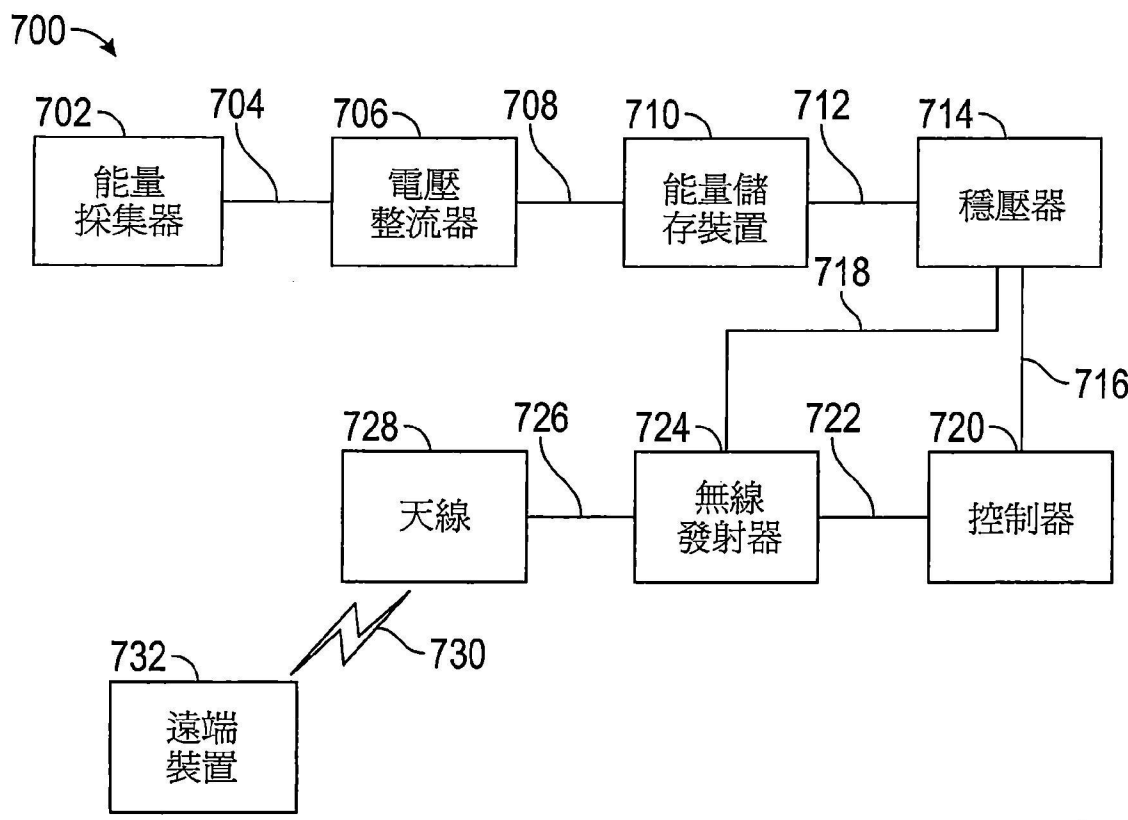


圖23

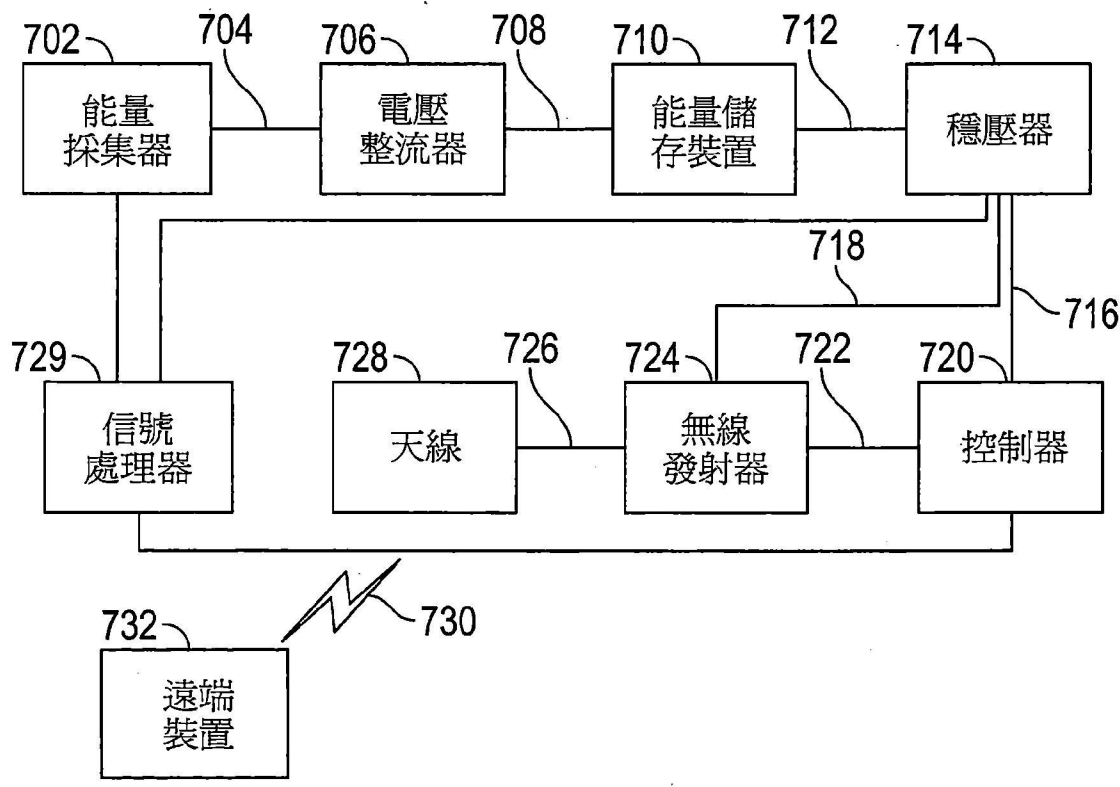


圖24