

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書

855262

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97121410

G21C 17/00 (2006.01)

※申請日期：97 年 06 月 09 日

※IPC 分類：G21C 17/00 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 用於核子反應爐之檢查，保養，修理設備及方法

(英) Inspection, maintenance, and repair apparatuses and methods for nuclear reactors

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 奇異一日立核能美國有限責任公司

(英) GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC

代表人：(中) 1. 芭芭拉 托普

(英) 1. TOOP, BARBARA

地 址：(中) 美國北卡羅萊納州威明頓海尼城堡路 3 9 0 1 號

(英) 3901 Castle Hayne Road, Wilmington, NC 28401, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 傑森 羅威爾

(英) ROWELL, JASON MAXEY

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

2. 姓 名：(中) 凱文 佛里

(英) FOLEY, KEVIN JAMES

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2007/06/20 ; 11/812,576 ☒ 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：用於核子反應爐之檢查，保養，修理設備及方法

一種用於檢查核子反應爐的設備(200)包括一軌道(204)，一臂(202)，一固定裝置(206)及一施作器(208)。該臂(202)被可操作地連接至該軌道(204)，該固定裝置(206)被可操作地連接至該軌道(204)，及該施作器(208)被可操作地連接至該臂(202)。該臂(202)具有收縮的長度及伸展的長度。該伸展的長度大於該收縮的長度的兩倍。該軌道(204)可包括一或多個馬達(1200, 1202, 1204)其被設計來將該臂(202)相對於該軌道(206)移動。一種檢查，實施保養或修理一反應爐的方法包括：可操作地連接一固定裝置(206)，一軌道(204)，一臂(202)，及一施作器(208)用以形成一設備(200)；將該設備(200)插入到該反應爐內；將該設備(200)固定在該反應爐內；及操作該設備(200)。一種操作一反應爐的方法包括停機；檢查，實施保養或修理該反應爐；及啟動該反應爐。

六、英文發明摘要

發明之名稱：**INSPECTION, MAINTENANCE, AND REPAIR APPARATUSES AND METHODS FOR NUCLEAR REACTORS**

An apparatus (200) for inspecting a nuclear reactor may include a track (204), arm (202), fixing device (206), and effector (208). The arm (202) may be operatively connected to the track (204), the fixing device (206) may be operatively connected to the track (204), and the effector (208) may be operatively connected to the arm (202). The arm (202) may have contracted and expanded lengths. The expanded length may be greater than two times the contracted length. The track (204) may include one or more motors (1200, 1202, 1204) adapted to move the arm (202) relative to the track (204). A method of inspecting, performing maintenance on, or repairing a reactor may include: operatively connecting a fixing device (206), track (204), arm (202), and effector (208) to form an apparatus (200); inserting the apparatus (200) into the reactor; fixing the apparatus (200) within the reactor; and operating the apparatus (200). A method of operating a reactor may include shutting down; inspecting, performing maintenance on, or repairing the reactor; and starting up the reactor.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

200：設備

202：臂

204：第一軌道

206：固定裝置

208：施作器

210：操作性連接

212：配接器組件

214：可調整的腳

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明的示範實施例係有關於核子反應爐的檢查，保養，及修理設備與方法。此外，本發明的示範實施例係有關於在核子反應爐的狹小空間內，譬如在介於反應爐壓力槽與爐心側板之間的降流環內，檢查，保養，及修理設備與方法。

【先前技術】

圖 1 為在沸水式核子反應爐（“BWR”）內一典型的反應爐壓力槽（“RPV”）100 的剖面圖，其中有部分被切除。在 BWR 的操作期間，循環於 RPV 100 內的冷卻水被爐心 102 所產生的核融合所加熱。進給水經由給水入口 104 及給水噴口 106（其為一環形管且包括用來將進給水周圍地散布至 RPV 100 內的孔洞）被容許進入 RPV。來自該給水噴口 106 的進給水向下流經降流環 108（其為一介於 RPV 100 與爐心側板 110 之間的環形區域）。

爐心側板 110 為一包圍住爐心 102 之不銹鋼圓筒。爐心 102 包括多個燃料束組件 112（例如，圖 1 中顯示出 2 個 2×2 的陣列）。每一燃料束組件 112 的陣列都在其頂端被上引導件 114 及在其底部被爐心板 116 所支撐。上引導件 114 提供燃料束組件 112 的頂端側向的支撐並保持燃料通道間距以容許控制棒插入。

冷卻水向下流經降流環 108 並進入到爐心下充氣室

118。在該爐心下充氣室 118 中的冷卻水向上流經爐心 102。該冷卻水進入燃料束組件 112，一沸騰邊界層被建立於其內。一水與蒸汽的混合物離開爐心 102 並進入在側板頭 122 底下的爐心上充氣室 120。爐心上充氣室 120 提供介於離開爐心 102 與進入豎管 124 之間的汽－水混合物的平衡。豎管 124 被設置在側板頭 122 的上方且與爐心上充氣室 120 流體聯通。

該汽－水混合物流經豎管 124 並進入汽水分離器 126（其可以例如是軸向流離心式）。汽水分離器 126 實質地將該汽－水混合物分離成為液體水與蒸汽。被分離出來的液體水與進給水在混合室 128 中相混。此混合物然後經由降流環 108 回到爐心 102。被分離出來的蒸汽通過蒸汽乾燥器 130 並進入蒸汽圓頂室 132。經過乾燥的蒸汽經由蒸汽出口 134 從 PRV 100 中被抽出以使用於渦輪機或其它設備（未示出）中。該 BWR 亦包括一冷卻循環系統其提供強迫的對流流經爐心 102 以獲得所想要的電力密度。該水的一部分從該降流環 108 的下端經由再循環水出口 136 被抽吸且經由再循環數入口 140 被一離心式再循環泵（未示出）強迫進入到多個噴射泵組件 138（在圖中只有一個被示出）中。該等噴射泵組件 138 被周邊地分佈在爐心側板 110 的周圍並提供所需要的反應爐心流。一典型的 BWR 包括 16 至 24 個入口混合器。

如圖 1 所示，習知的噴射泵組件 138 典型地包括一對入口混合器 142。每一入口混合器 142 都具有一肘管 144

焊接於其上，其經由入口進水升管 146 從一再循環泵（未示出）接受經過加壓的驅動水。一示範性的入口混合器 142 包括以等角度被圓周地設置在一入口混合器軸周圍之五個為一組的噴嘴。每一噴嘴在其出口端都被徑向朝內地變窄。該噴射泵被這些收斂的噴嘴充能。五個次級入口開口被設置在該噴吹口的徑向外側。因此，當水注離開該等噴嘴時，來自降流環 108 的水經由該等次級入口開口被吸入到入口混合器 142 中，水在該處與來自再循環泵的冷卻水混合。該冷卻水然後流入擴散器 148。

爐心側板 110 可包括例如，一側板頭凸緣（未示出）用來支撐側板頭 122，一上側板壁（未示出）其具有焊接至該側板頭凸緣的頂端，一上引導支撐環（未示出）其被焊接至該上側板壁的底端，一中間側板壁（未示出）其具有焊接至該上引導支撐環的頂端且包括兩個或三個垂直地疊置的殼段（未示出）其藉由中間側板附裝焊接而結合在一起，及一環形爐心板支撐環（未示出）其被焊接至該中間側板壁的底端及一下側板壁（未示出）的頂端。整個側板被一側板支撐件（未示出）支撐，該側板支撐件被焊接至該下側板壁的底部，且被一環形噴射泵支撐板（未示出）支撐，該噴射泵支撐板的內徑被焊接至該側板支撐件且其外徑被焊接至 PRV 100。

典型地，該爐心側板 110 及相關連的焊接的材料為碳含量少的沃斯田鐵不銹鋼。該等側板周圍焊接之熱影響區域，包括中間側板附裝焊接在內，具有殘留的焊接應力。

因此，易有沿晶應力腐蝕龜裂（IGSCC）之中間側板附裝焊接與其它周圍的焊接都被提供機制。

在任何側板周邊縫焊之受熱影響的區域內的 IGSCC 降低爐心側板 110 的完整性，該爐心側板垂直地且水平地支撐上引導件 114 及側板頭 122。詳言之，一龜裂的爐心側板 110 增加了冷卻劑損生意外（LOCA）或地震負荷（seismic load）所引起的風險。在 LOCA 期間，來自 PRV 100 的冷卻劑損失會產生側板頭 122 上方的壓力損失且在爐心側板 110 內部（即，在側板頭 122 底下）壓力的上升。其結果為，側板頭 122 上及爐心側板 110 上固定了該側板頭 122 的上部上的抬升力量提高。如果爐心側板 110 具有完全龜裂的周邊焊接的話，則在 LOCA 期間產生的抬舉力量會造成爐心側板 110 沿著龜裂的區域分離，產生所不想要的反應爐冷卻劑的滲漏。而且，如果爐心側板 110 的焊接區域因為 IGSCC 而失效的話，則存在著因地震負荷而誤對準及傷及爐心 102 與控制棒構件的風險，這將不利地養響到控制棒的插入與安全停機。

因此，爐心側板 110 必需週期性地加以檢查用以決定其結構的完整性及是否需要修理。超音波檢查為一種用來偵測在核子反應爐構件中的龜裂之習知的技術。主要的檢查區域為爐心側板 110 在水平及/或垂直的中間側板附裝焊接處的外表面。然而，爐心側板 110 很難接近。安裝出入口侷限在介於爐心側板 110 的外側與 PRV 100 的內側之間的環形空間。掃描式操作接近處更被侷限在介於爐心側

板 110 與噴射泵組件 138 之間的狹窄空間中，在某些地點其寬度僅約 0.5 英吋。檢查區域是有高度輻射性的且位在水中離作業員工作平台下方約 50 英呎。因此，爐心側板 110 及 / 或 PRV 100 的檢查以及在降流環 108 內之所有其它的檢查，保養，及修理通常是困難的且複雜的。

檢查爐心側板 110 的問題的解決方案已在美國專利第 5,586,155 號中（下文中簡稱為 '155 號專利）被提出。155' 號專利的揭示內容藉由此參照而被併入本文中。155' 號專利並沒有包括與本發明類似之用於核子反應爐的檢查，保養及修理的設備與方法。

【發明內容】

本發明的示範實施例係有關於核子反應爐的檢查，保養，及修理設備與方法。此外，本發明的示範實施例係有關於在核子反應爐的狹小空間內，譬如在介於反應爐壓力槽與爐心側板之間的降流環內，檢查，保養，及修理設備與方法。

在一示範性實施例中，一種檢查一核子反應爐的方法包括：操作性地連接一固定裝置，一第一軌道，一臂，及一施作器（effector）用以形成一檢查設備；將該檢查設備插入該反應爐中；將該檢查設備固定到該反應爐內；及 / 或操作該檢查設備。該臂可具有一收縮的長度。該臂可具有一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

在另一示範性實施例中，一種在一核子反應爐中實施保養的方法包含：操作性地連接一固定裝置，一第一軌道，一臂，及一或多個工具用以形成一保養設備；將該保養設備插入該反應爐中；將該保養設備固定到該反應爐內；及/或操作該保養設備。該臂可具有一收縮的長度。該臂可具有一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

在另一示範性實施例中，一種修理一核子反應爐的方法包含：操作性地連接一固定裝置，一第一軌道，一臂，及一或多個感測器，一或多個工具，或一或多個感測器與一或一個工具用以形成一修理設備；將該修理設備插入該反應爐中；將該修理設備固定到該反應爐內；及/或操作該修理設備。該臂可具有一收縮的長度。該臂可具有一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

在另一示範性實施例中，一種檢查一核子反應爐的設備包括：一第一軌道；一臂；一固定裝置；及/或一施作器（effector）。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該施作器被操作性地連接至該臂。該臂具有一收縮的長度。該臂具有一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

在另一示範性實施例中，一種檢查一核子反應爐的設備包括：一第一軌道；一臂，一固定裝置；及/或一施作器（effector）。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該施作器被操作

性地連接至該臂。該第一軌道包括一或多個馬達其被設計來將該臂相對於該第一軌道移動。

在另一示範性實施例中，一種對一核子反應爐實施保養的設備包括：一第一軌道；一臂，一固定裝置；及/或一或多個工具。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該一或多個工具被操作性地連接至該臂。該臂可具有一收縮的長度。該臂具有一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

在另一示範性實施例中，一種對一核子反應爐實施保養的設備包括：一第一軌道；一臂，一固定裝置；及/或一或多個工具。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該一或多個工具被操作性地連接至該臂。該第一軌道包括一或多個馬達其被設計來將該臂相對於該第一軌道移動。

在另一示範性實施例中，一種修理一核子反應爐的設備包括：一第一軌道；一臂；一固定裝置；一或多個感測器；及/或一或多個工具。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該一或多個感測器，或該一或多個工具，或該一或多個感測器及該一或多個工具被操作性地連接至該臂。該臂具有一收縮的長度。該臂具有一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

在另一示範性實施例中，一種修理一核子反應爐的設

備包括：一第一軌道；一臂；一固定裝置；一或多個感測器；及/或一或多個工具。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該一或多個感測器，或該一或多個工具，或該一或多個感測器及該一或多個工具被操作性地連接至該臂。該第一軌道包括一或多個馬達其被設計來將該臂相對於該第一軌道移動。

在另一額外的示範性實施例中，一種用於檢查，實施保養，或修理應核子反應爐的套件包括：一第一軌道；一臂；及/或一固定裝置。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該臂具有一收縮的長度。該臂具有一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

在另一額外的示範性實施例中，一種用於檢查，實施保養，或修理應核子反應爐的套件包括：一第一軌道；一臂；及/或一固定裝置。該臂被操作性地連接至該第一軌道。該固定裝置被操作性地連接至該第一軌道。該第一軌道包括一或多個馬達其被設計來將該臂相對於該第一軌道移動。

【實施方式】

現將參考附圖來更完整地描述示範性實施例。然而，之實施例可以許多不同的形式加以體現且本發明不應被解讀為侷限於本文中所提充的這些示範性實施例。相反地，這些示範性實施例被提出使得此揭露內容更加徹底及完整

，且將更完整地傳達範圍給熟習此技藝者。

將可被瞭解的是，當一構件被表達為“在之上（on）”，“連接至”，“耦接至”，或“固定至”另一構件時，它可以是直接位在該另一構件上或直接連接至，耦接至或固定至該另一構件，或者亦可存在著中間構件。相反地，當一構件被表達為“直接在之上（on）”，“直接連接至”，“直接耦接至”，或“直接固定至”另一構件時，則不存在有中間構件。當“及/或”一詞使用於本文中時，其包括所列出項目的一或多個項目的任何及所有可能的組合。

將被理解的是，雖然第一，第二，第三等詞被使用於本文中來描述不同的元件，構件，區域，層，及/或區段，但這些元件，構件，區域，層，及/或區段不應被侷限於至些用詞。這些用詞只是用來將一個元件，構件，區域，層，或區段與另一個元件，構件，區域，層，或區段作出分別。因此在下文中被描述的一第一元件，構件，區域，層，或區段可用一第二元件，構件，區域，層，及/或區段來描述，而不會偏離這些示範性實施例的教導。

特別相關的用詞，譬如像是“底下（beneath）”，“下（lower）”，“上方（above）”，“上（upper）”及類此者可為了易於描述而被使用於本文中，用以說明一個構件及/或特徵如附圖所示地相關於另一個構件及/或特徵，或其它構件及/或特徵。將被瞭解的是，這些空間相關性的用詞是爲了要包含除了附圖中所示的方位之外該裝置在使用時或操作時其它不同的方位。

本文中所使用的術語只是爲了描述特定的示範性實施例，而不是限制性的用語。在本文中，單數形式的用詞“一（a，an）”及“該（the）”亦包括了複數形式，除非在內文中清楚作出與此相反的表述。將進一步被理解的是，當說明書中使用到“包含（comprise，comprising）”及“包括（include，including）”的用詞時具體的表示有所述的特徵，事物，步驟，操作，元件，及/或構件存在，但並不排除還有一或多個其它的特徵，事物，步驟，操作，元件，及/或構件存在。

除非被相反地界定，否則本文中所使用之所有的用詞（包括技術及科學用詞）都具有與熟習示範性實施例所屬領域之技藝者共同理解的意義相同的意義。將進一步被理解的是，一些用詞，譬如像是被一般性地界定於字典中的用詞，應被解讀爲具有與它們在相關領域的背景中的意義一致的含意，而不應以一理想化的或極度形式上的意義加以解讀。現將參考附圖中所示的示範性實施例來說明，其中相同的標號代表在所有圖中相同的構件。

圖 2 爲依本發明的一示範性實施例之用於核子反應爐的檢查，保養，及修理的設備的立體圖。如圖 2 所示，用於核子反應爐的檢查，保養，及修理的設備 200 可包括：臂 202，第一軌道 204，固定裝置 206，及/或施作器 208。臂 202 可被操作性地連接至第一軌道 204。固定裝置 206 可被操作性地連接至第一軌道 204。施作器 208 可被操作性地連接至臂 202。設備 200 可允許用於完整或有限

的檢查，保養，及/或修理之數量減少的運動。至少一部分的結果為，該設備 200 可縮短檢查週期及/或簡化檢查計畫。

臂 202 可具有一收縮的長度及一伸展的長度。該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。例如，該伸展的長度可以是該收縮的長度的 2.5，3，3.5，4，4.5，5，5.5，6，6.5，7，7.5，8 倍或更多倍。此外，該第一軌道 204 可包括一或多個馬達其被設計來將該臂 202 相關於該第一軌道 204 移動。

臂 202 可被設計來相關於該第一軌道 204 移動。例如，臂 202 可被設計來沿著第一軌道 204 移動，用以將臂 202 的操作性連接 210 相對於第一軌道 204 移動，及/或相關於第一軌道 204 轉動。

施作器 208 可包括一或多個感測器。例如，該一或多個感測器可包括至少一個攝影機，至少一個換能器，至少一個超音波換能器，及/或至少一掃描器。該一或多個感測器中的至少一者可以例如是對於觸碰及/或壓力，濕度，溫度，pH，導電性，及/或化學物的存在及/或濃度敏感的感測器。此外，該施作器 208 可包括一或多個工具，譬如像是用於清潔該反應爐的工具，用於找尋及/或取得反應爐構件的工具，用於焊接，及/或放電加工（“EDM”）的工具。

在一示範性實施例中，該設備 200 可在一連接至轉接器組件 212 的長桿子（未示出）的端部上被插入到該反應

爐中。該桿子的長度至少部分地因為在該反應爐上方之作業員平台至該反應爐本身的一或多個距離，在該作業員平台及該反應爐的區域內的輻射曝照，及在該設備 200 被插入到該反應爐中時該反應爐內充滿了水等原因而可以是約 60 呎至約 80 呎長。一或多個工作人員可控制該桿子用以將該設備 200 放置在該反應爐內。該位置例如可以是介於該爐心側板 110 的外面與 RPV 100 的裡面之間，且該第一軌道 204，施作器 208 及/或一或多隻可調整的腳 214 實質上接觸該爐心側板 110 及/或該固定裝置 206 實質上接觸該 RPV 100。該設備 200 亦可使用一遠端操作的車輛（“ROV”）（未示出），一電纜/鏈條絞車（未示出），或類似的裝置而被插入到反應爐中。

當將該設備 200 插入到該反應爐中時，臂 202 可被轉動用以實質上平行於第一軌 204。此平行有助於該一或多個工作人員迅速地將該設備 200 放置於該反應爐內。

在一示範性實施例中，一旦設備 200 被適當地放置之後，該一或多個工作人員即可促使該固定裝置 206 施加壓力至該 RPV 100 上用以迫使第一軌道 204，施作器 208，及/或一或多隻可調整的腳 214 接觸該爐心側板 110，將該設備 200 固定在定位處。設備 200 亦可被一桅桿，掃描臂，或可被連接至爐心側板 110 及/或側板頭凸緣（未示出），或可跨騎在該反應爐的蒸汽圓頂室（未示出）上的等效結構等形式的該固定裝置 206 固定在定位上。

當該設備 200 位於定位上時，施作器 208 可使用臂

202 及第一軌道 204 如所需地被設置。例如，假設第一軌道 204 被固定在一垂直的方位上，鄙 202 可沿著第一軌道 204 被移動用以升高或降低該操作性連接 210（即，藉以升高或降低該施作器 208），臂 202 可相關於該操作性連接 210 被移動（即，藉以改變該施作器 208 離該操作性連接 210 的距離），及/或臂 202 可相關於第一軌道 204 被轉動用以改變臂 202 相關於第一軌道 204 的角度（即，藉以改變施作器 208 的角度位置）。該臂 202 與施作器 208 的窄型設計可允許施作器 208 進入其它裝置，譬如 ROV，無法進入之狹小空間內。

施作器 208 可用者些“自由度”中的任何一者獨立地或兩個或多個自由度同步地來加以設置。此外，施作器 208 可具有除了上文所述的“自由度”以外的自由度。某些例子被包括在下文中有關臂 202 的描述中。

設備 202 可進一步包括一纜索管理系統。該纜索管理系統有助於管理一或多條臍狀的纜索（未示出），其可供應動力（即，電力，氣動力，及/或液壓力（以水為基礎）至該設備 200，可提供控制訊號至該設備 200，及/或可提供該一或多個工作人員來自該設備 200 之感測器訊號。該一或多條臍狀纜索可從一作業員平台到達該設備 200 及/或施作器 208。

第一軌道 204 可包括該纜索管理系統的至少一部分。相同地，臂 202 可包括該纜索管理系統的至少一部分。在一示範性實施例中，第一軌道 204 可包括該纜索管理系統

的一第一部分及該臂 202 可包括該纜索管理系統的一第二部分。

圖 3 為圖 2 的設備的臂的一分解立體圖，而圖 4 為圖 3 的臂的一背面分解立體圖。如圖 3 及 4 所示，臂 202 可包括第軌道 300；交叉桿 302；引導塊 304；引導件 306 及/或 308；滾筒托架 310，312，及/握 314；滾筒 316，318，及/或 320；及/或施作器托架 322。

第二軌道 300 可包括三個或更多個區段。典型地，因為這些區段被疊置，所以區段愈多第二軌道 300 就愈厚。

第二軌道 300 的區段可用一標準化的曲率半徑或多個標準化的曲率半徑來製造。然而，第二軌道 300 的曲率半徑並不需要與爐心側板 110，PRV 100 等等的曲徑完全相符。例如，如果施作器 208 無需與爐心側板 110，PRV 100 等等直接接觸的話，上述的情況即可為真。此外，上述情況亦為真如果該施臥器 208 使用該施作器托架 322 操作性地連接至臂 202 且施作器托架 322 受彈簧力或等效力以影響施作器 208 使其朝向該爐心側板 110，RPV 100 等等的話。

在一示範性實施例中，交叉桿 302 主要功能係作為一結構支撐件。除了上文中討論到的自由度之外，該施作器 208 還具有額外的自由度。例如，施作器 208 可使用一平衡環或一些其它的裝置而被操作性地連接至臂 202。在一示範性實施例中，施作器 208 可被操作性地連接至臂 202 上的任何位置。

如上文中討論的，臂 202 可包括至少一部分的纜索管理系統。該部分的纜索管理系統可包括例如一或多個引導塊 304；引導件 306 及/或 308；滾筒托架 310，312，及/或 314；滾筒 316，318，及/或 320。圖 5 為圖 3 的臂 202 的第二軌道 300 的一正面立體圖，圖 6 為圖 5 的第二軌道 300 的頂視圖，及圖 7 為圖 6 的第二軌道 300 的後視圖。圖 8 為圖 7 的第二軌道 300 的第一細部圖，圖 9 為圖 7 的第二軌道 300 的第二細部圖，及圖 10 為圖 7 的第二軌道 300 的第三細部圖。如圖 5-9 所示，第二軌道 300 可括第一區段 500，第二區段 502，第三區段 504 及/或第四區段 506。第四區段 506 可被固定至第一軌道 204。

第一區段 500 可包括骨幹 900，上齒條 902，上軌條 904，及/或下軌條 906。第二區段 502 可包括骨幹 908，下齒條 910，一或多個內管筒 912，及/或一或多個外滾筒 914。第三區段 504 可包括骨幹 916，內上齒條 918，外上齒條 920，內上軌條 922，內下軌條 924，外上軌條 926，及/或外下軌條 928。第四區段 506 包括骨幹 930，下齒條 932，及/或一或多個滾筒（未示出）。

在圖 9 中，該第一區段 500 的上軌條 904 及下軌條 906 被顯示為 V 形的軌條。雖然其它的形狀亦是可能的，但第二區段 502 的一或多個內滾筒 912 跨騎在上軌條 904 與下軌條 906 的一或兩者上。相同地，第三區段 504 的內上軌條 922 與內下軌條 924 被顯示為 V 形軌條。雖然其它的形狀亦是可能的，但第二區段 502 的一或多個外滾筒

914 跨騎在內上軌條 922 與內下軌條 924 的一或兩者上。用此相同的方式，第三區段 504 的外上軌條 926 及外下軌條 928 被顯示為 V 形，雖然其它的形狀亦是可能的，但第四區段 506 的一或多個滾筒（未示出）跨騎在為上軌條 926 與外下軌條 928 的一或兩者上。

上齒條 902 與上齒條 918 藉由一第一惰齒輪（未示出）相連接，使得當第二軌道 300 因為外上齒條 920 的驅動而伸展或收縮時，第一區段 500 被第三區段 504 驅動。相同地，下齒條 910 與下齒條 932 可藉由一第二惰齒輪（未示出）相連接，使得當第二軌道 300 因外上齒條 920 的驅動而被伸展或收縮時，第二區段 502 被第四區段 506 驅動。以此方式，當第二軌道 300 因外上齒條 920 的驅動而被伸展或收縮時，第一區段 500，第二區段 502，及第三區段 504 可全部同時相關於該第四區段 506 移動。在一第一示範性實施例中，此同時運動的伸展在區段與區段之間是成比例的。在一第二示範性實施例中，此同時運動的伸展在區段與區段之間是成比例的。此同時運動的伸展在區段與區段之間是相同的。

圖 8 顯示附裝至第一區段 500 的軌條調整器 800。圖 10 顯示附裝至第三區段 504 之軌條調整器 1000。這些軌條調整器可調整上及下軌條對之間（即，介於第一區段 500 的上軌條 904 與下軌條 906 之間）的張力。

在另一示範性實施例中，用於核子反應爐的檢查，保養，及修理的設備 200 可包括：臂 202，第一軌道 204，

固定裝置 206，及/或施作器 208。臂 202 可包括一第二軌道其具有一與第二軌道 300 的曲率相反的曲。在此例子中，該設備 200 可被設置在例如該爐心側板 110 的外面與該 RPV 100 的裡面之間，其中該第一軌道 204，施作器 208，及/或一或多個可調整的腳 214 實質上與該 RPV 100 接觸及/或該固定裝置 206 實質上與該爐心側板 110 接觸。該設備 200 可被用來例如檢查該 RPV 100 的內表面。在一進一步的示範性實施例中，用於核子反應爐的檢查，保養，及修理的該設備 200 可包括：臂 202，第一軌道 204，固定裝置 206，及/或施作器 208。臂 202 可包括一第二軌道其實質上是筆直的。在此例子中，該設備可被用來檢查該反應爐中任何實質上平的表面。

在一進一步的示範性實施例中，用於核子反應爐的檢查，保養，及修理的該設備 200 可包括：臂 202，第一軌道 204，固定裝置 206，及/或施作器 208。臂 202 可包括一或多個第二軌道。該一或多個第二軌道中的至少一第二軌道可以是一彎曲的軌道。此外，該一或多個第二軌道中的至少一第二軌道可以是一筆直的軌道。此外，該一或多個第二軌道中的至少一第二軌道可包括至少三個區段。在一示範性實施例中，該至少三個區段可被設計來將該臂 202 收縮至該收縮的長度及/或將該臂 202 伸展至該伸展的長度。

圖 11 為圖 2 的設備的第一軌道 204 的分解立體圖，而圖 12 為圖 11 的第一軌道 204 的背面分解立體圖，圖 13

爲圖 11 的第一軌道 204 的第一部分的一背面分解立體圖，及圖 14 爲圖 11 的第一軌道 204 的第二部分的一背面分解立體圖。

如圖 11-14 所示，第一軌道 204 可包括第一馬達 1200，第二馬達 1202，及/或第三馬達 1204。第一軌道 204 亦可包括第一軸 1206，第二軸 1208，及/或第三軸 1210。此外，該第一軌道 204 可包括第一軌條 1212 及/或第二軌條 1214。

第一軌道 204 的其它構件可包括外殼 1216，馬達箱 1218，馬達箱蓋 1220，上支撐板 1222，上支撐側板 1224，轉動塊組件 1226，纜索護件 1228，纜索引導件 1230 及 1232，滑輪 1234 及 1236，雙滑輪組件 1238；及/或齒輪 1240。與該轉動塊組件 1226 的齒輪 1240 可在圖 3 及 11 中看得最清楚。

此外，第一軌道 204 可包括熟習此技藝者所習知之額外的構件（如圖 11-14 所示），譬如像是一或多個球珠軸承，支架，纜索引導件，蓋子，驅動齒輪，襯墊，惰齒輪，鎖合螺帽，轉向齒輪，小齒輪，螺絲，密封件，軸延長部，間隔件，墊圈，及蝸輪。在一示範性實施例中，第一軌道 204 包括三個齒輪——小齒輪，一惰齒輪及一蝸輪——以用於第一馬達 1200，第二馬達 1202 及第三馬達 1204 的每一者（該馬達轉動該小齒輪，該小齒輪轉動該惰齒輪，及該惰齒輪轉動該蝸輪）。

在一第一示範性實施例中，該第一軌道 204 可包括一

或多個被設計來將該臂 202 相關於該第一軌道 204 移動之馬達（即，第一馬達 1200，第二馬達 1202 及/或第三馬達 1204）。在一第二範性實施例中，該第一軌道 204 可包括一或多個被設計來將該臂 202 沿著第一軌道 204 移動的馬達。在一第三範性實施例中，該第一軌道 204 可包括一或多個被設計來將該臂 202 相關於該操作性連接 210 移動的馬達。在一第四範性實施例中，該第一軌道 204 可包括一或多個被設計來將該臂 202 相關於該第一軌道 204 轉動的馬達。在一第五示範性實施例中，該第一軌道 204 可包含第一馬達 1200，第二馬達 1202，及第三馬達 1204，其中第一馬達 1200 被設計來將該臂 202 相關於該操作性連接 210 移動，其中該第二馬達 1202 被設計來將該臂 202 沿著該第一軌道 204 移動，及其中該第三馬達 1204 被設計來相關於該第一軌道 204 轉動。

如上文中討論的，該第一軌道 204 可包括至少一部分的纜索管理系統。該部分可包括例如一或多個纜索護件 1228，纜索引導件 1230 及 1232，滑輪 1234 及 1236，及/或雙滑輪組件 1238，以及一些熟習此技藝這所習知之額外的構件。

在一示範性實施例中，該纜索管理系統的臍狀纜索通過該纜索引導件 1230 與該滑輪 1234 之間，然後通過纜索引導件 1232 與滑輪 1236 之間，然後通過第一軌道 204 到達雙滑輪組件 1238，然後到達該引導塊 1236 底下且繞在引導件 306 及 308 之一或兩者周圍，然後到達該施作器

208，非必要地接觸滾筒 316，318 及 320 中的一或多個。在第一示範性實施例中，張力被維持在通過該纜索引導件 1230 與該滑輪 1234 之間的該臍狀纜索上。在一第二示範性實施例中，張力被保持實質上固定不變。在一第三示範性實施例中，該張力藉由使用一緊抓塊（snatch-block）配置而被保持實質上固定不變。

第一馬達 1200 與第一軸 1206 可驅動臂 202 用以相關於該操作性連接 210 移動。此運動可將臂 202 伸展（即，讓第一區段 500，第二區段 502，第三區段 504，及第四區段 506 伸展開來），或此運動將臂 202 收縮起來（即，將第一區段 500，第二區段 502，第三區段 504，及第四區段 506 疊置在一起）。在一示範性的實施例中，臂 202 可伸展至該操作性連接 210 的任一端或另一端，以提供在該設備 200 在使用上的額外彈性。

如上文中討論的，第三軌道 300 可包括三個或更多個區段。例如，第二軌道 300 可包括三個，四個，五個，六個，七個，八個，或更多個區段。區段的數量可以是偶數也可以是奇數。可被使用之區段的數目主要是用來建構第二軌道 300，第一軌條 1212，及第二軌條 1214 的材料的強度的一個函數（第一軌條 1212 及第二軌條 1214 實質上支撐該伸展開的第二軌條 300 的整個負荷用以有效地防止此負荷衝擊到第一軸 1206，第二軸 1208，及/或第三軸 1210 的性能，及第一馬達 1200，第二馬達 1202，及/或第三馬達 1204 的性能）。

第二馬達 1202 及第二軸 1208 可驅動臂 202 用以沿著第一軌道 204 移動。此“垂直的”運動是由該第一軌條 1212 及第二軌條 1214 來引導。

第三馬達 1204 及第三軸 1210 可驅動臂 202 用以相關於第一軌道 204 轉動。該驅動系 (drive train) 亦可包括例如，齒輪 1240。該轉動可以是順時鐘亦可以是逆時鐘。因此，臂 202 可在轉動中被驅動至任何相關於該第一軌道 204 的角度位置。如上文中討論的，當將該設備 200 插入到該反應爐中時（且在將該設備 200 從該反應爐中取出時），臂 202 可被轉動成實質平行於第一軌道 204。

臂 202 可被第一馬達 1200/第一軸 1206，第二馬達/第二軸 1208，或第三馬達 1204/第三軸 1210 單獨地驅動。此外，臂 202 可被第一馬達 1200/第一軸 1206，第二馬達/第二軸 1208，或第三馬達 1204/第三軸 1210 的任何組合同時地驅動。

圖 15 為圖 2 的設備 200 的固定裝置 206 的一立體圖，而圖 16 為圖 15 的固定裝置 206 的一背面立體圖。如圖 15 及 16 所示，固定裝置 206 可包括基座 1500，多隻腳 1502，及/或一或多個氣動或液壓活塞 1504。較佳地，圖 15 及 16 的該固定裝置 206 可從一單一驅動點擴展而成。該一或多個氣動或液壓活塞 1504 可以各種形態被設置，定向，及/或連接至基座 1500 及/或 1502，就如熟習此技藝者所習知的。

在一第一示範性實施例中，該固定裝置 206 可以是一

剪刀型千斤頂。在一第二示範性實施例中，該固定裝置 206 可包括一或多個剪刀型千斤頂。在一第三示範性實施例中，該固定裝置 206 可包括一或多個液壓缸及/或一或多個氣壓缸。在一第四示範性實施例中，該固定裝置 206 可包括一或多個液壓活塞及/或一或多個氣動活塞。典型地，在反應爐中的液壓系統係以水為基礎的，且液壓及氣動必需嚴格地遵守潔淨度與純度控制。

在另一第一示範性實施例中，一種檢查一核子反應爐的方法包括：操作性地連接一第一裝置，一第一軌道，一臂，及一施作器用以形成一檢查設備；將該檢查設備插入該反應爐中；將該檢查設備固定於該反應爐內；及操作該檢查設備。

在另一第二示範性實施例中，一種操作一核子反應爐的方法可包括：將該核子反應爐停機；如上文所述地檢查該核子反應爐；及啓動該核子反應爐。

在另一第三示範性實施例中，一種在一核子反應爐上實施保養的方法可包括：操作性地連接一固定裝置，一第一軌道，一臂，及一或多個工具用以形成一保養設備；將該保養設備插入該反應爐中；將該保養設備固定到該反應爐內；及操作該保養設備。

在另一第四示範性實施例中，一種操作一核子反應爐的方法可包括：將該核子反應爐停機；如上文所述地在該核子反應爐實施保養；及啓動該核子反應爐。

在另一第五示範性實施例中，一種修理一核子反應爐

的方法包含：操作性地連接一固定裝置，一第一軌道，一臂，及一或多個感測器，一或多個工具，或一或多個感測器與一或多個工具用以形成一修理設備；將該修理設備插入該反應爐中；將該修理設備固定到該反應爐內；及操作該修理設備。

在另一第六示範性實施例中，一種操作一核子反應爐的方法可包括：將該核子反應爐停機；如上文所述地修理該核子反應爐；及啓動該核子反應爐。

在以上六個示範性實施例的每一者中，該臂可具有一伸展的長度，且該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

雖然示範性實施例已具體被顯示及描述，但熟習此技藝者將可理解的是，可在不偏離由下面的申請專利範圍所界定之本發明的精神與範圍下對示範性實施例作出各種在形式上及細節上的改變。

【圖式簡單說明】

本發明之上述及/或其它態樣從下文中參考附圖之示範性實施例的詳細說明中將會變得更為明顯及更容易被瞭解，其中：

圖 1 為在 BWR 內一典型的 RPV 的剖面圖；其中有部分被切除；

圖 2 為依本發明的一示範性實施例之用於核子反應爐的檢查，保養，及修理的設備的立體圖；

圖 3 爲圖 2 的設備的臂的一分解立體圖；

圖 4 爲圖 3 的臂的一背面分解立體圖；

圖 5 爲圖 3 的臂的第二軌道的一正面分解立體圖；

圖 6 爲圖 5 的第二軌道的頂視圖；

圖 7 爲圖 6 的第二軌道的後視圖；

圖 8 爲圖 7 的第二軌道的第一細部圖；

圖 9 爲圖 7 的第二軌道的第二細部圖；

圖 10 爲圖 7 的第二軌道的第三細部圖；

圖 11 爲圖 2 的設備的第一軌道的分解立體圖；

圖 12 爲圖 11 的第一軌道的背面分解立體圖；

圖 13 爲圖 11 的第一軌道的第一部分的一背面分解立體圖；

圖 14 爲圖 11 的第一軌道的第二部分的一背面分解立體圖；

圖 15 爲圖 2 的設備的固定裝置的一立體圖；及

圖 16 爲圖 15 的固定裝置的一背面立體圖。

【主要元件符號說明】

100：反應爐壓力容器

102：爐心

104：給水入口

106：給水噴口

108：降流環

110：爐心側板

- 112：燃料束組件
- 114：上引導件
- 116：爐心板
- 118：爐心下充氣室
- 120：爐心上充氣室
- 122：側板頭
- 124：豎管
- 126：汽水分離器
- 128：混合室
- 130：蒸汽乾燥器
- 132：蒸汽圓頂室
- 134：蒸汽出口
- 136：循環水出口
- 138：噴射泵組件
- 140：循環水入口
- 142：入口混合器
- 144：肘管
- 146：入口進水升管
- 148：擴散器
- 200：設備
- 202：臂
- 204：第一軌道
- 206：固定裝置
- 208：施作器

210：操作性連接

212：配接器組件

214：可調整的腳

300：第二軌道

302：交叉桿

304：引導塊

306：引導件

308：引導件

310：滾筒支架

312：滾筒支架

314：滾筒支架

316：滾筒

318：滾筒

320：滾筒

322：施作器支架

500：第一區段

502：第二區段

504：第三區段

506：第四區段

800：軌條調整器

900：骨幹

902：上齒條

904：上軌條

906：下軌條

908：骨 幹
910：下 齒 條
912：內 滾 筒
914：外 滾 筒
916：骨 幹
918：上 齒 條
920：外 上 齒 條
922：內 上 軌 條
924：內 下 軌 條
926：外 上 軌 條
928：外 下 軌 條
930：骨 幹
932：下 齒 條
1000：軌 條 調 整 器
1200：第 一 馬 達
1202：第 二 馬 達
1204：第 三 馬 達
1206：第 一 軸
1208：第 二 軸
1210：第 三 軸
1212：第 一 軌 條
1214：第 二 軌 條
1216：外 殼
1218：馬 達 箱

- 1220 : 馬達箱蓋
- 1222 : 上支撐板
- 1224 : 上支撐側板
- 1226 : 轉動塊組件
- 1228 : 纜索護件
- 1230 : 纜索護件
- 1232 : 纜索護件
- 1234 : 滑輪
- 1236 : 滑輪
- 1238 : 雙滑輪組件
- 1240 : 齒輪
- 1500 : 基座
- 1502 : 腳
- 1504 : 氣動或液壓活塞

十、申請專利範圍

1. 一種檢查，實施保養，或修理一核子反應爐的方法，該核子反應爐在一反應爐壓力容器和一爐心側板之間有一環形空間，該方法包含：

操作性地連接一固定裝置（206），一第一軌道（204），一包括一或多個第二軌道（300）的弧形臂（202），及一施作器（208）用以形成一設備（200）；

將該設備（200）插入該反應爐之介於該反應爐壓力容器（100）和該爐心側板（110）之間有該環形空間中；

將該固定裝置（206）附裝到該反應爐壓力容器（100）的一內壁；及

操作該設備（200）；

其中該臂（202）具有一收縮的長度，

其中該臂（202）具有一伸展的長度，及

其中該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

2. 一種用於檢查一核子反應爐的設備（200），該設備（200）包含：

一第一軌道（204）；

一包括一或多個第二軌道的臂（202）；

一固定裝置（206）；及

一施作器（208）；

其中該臂（202）被操作性地連接至該第一軌道（204），

其中該一或多個第二軌道（300）的至少一者包括至

少三個區段，且該至少三個區段每一區段都是弧形，

其中該固定裝置（206）被操作性地連接至該第一軌道（204），

其中該施作器（208）被操作性地連接至該臂（202），

其中該臂（202）具有一收縮的長度，

其中該臂（202）具有一伸展的長度，及

其中該伸展的長度比該收縮的長度的兩倍還大。

3.如申請專利範圍第 2 項之設備（200），其中該第一軌道（204）包含一或多個馬達（1200，1202，1204）其被設計來相關於該第一軌道（204）移動該臂（202）。

4.如申請專利範圍第 2 項之設備（200），其中該第一軌道（204）包含一或多個馬達（1200，1202，1204）其被設計來沿著該第一軌道（204）移動該臂（202）。

5.如申請專利範圍第 2 項之設備（200），其中該第一軌道（204）包含一或多個馬達（1200，1202，1204）其被設計來相關於該臂（202）至該第一軌道（204）之操作性連接來移動該臂（202）。

6.如申請專利範圍第 2 項之設備（200），其中該第一軌道（204）包含一或多個馬達（1200，1202，1204）其被設計來相關於該第一軌道（204）轉動該臂（202）。

7.如申請專利範圍第 2 項之設備（200），其更包含：

一纜索管理系統。

8.如申請專利範圍第 2 項之設備（200），其中該施
作器（208）包含一或多個感測器。

圖1
(先前技術)

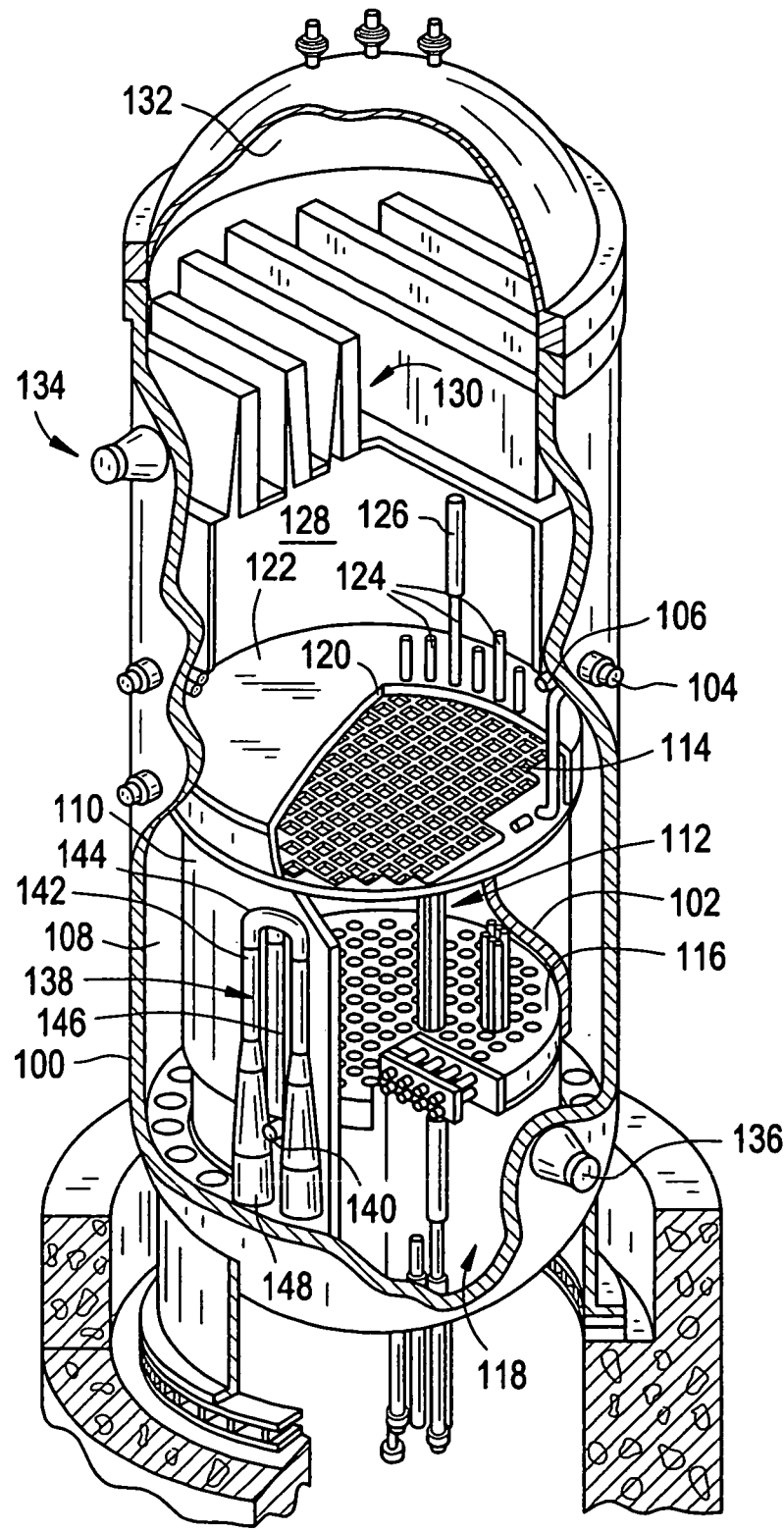


圖 2

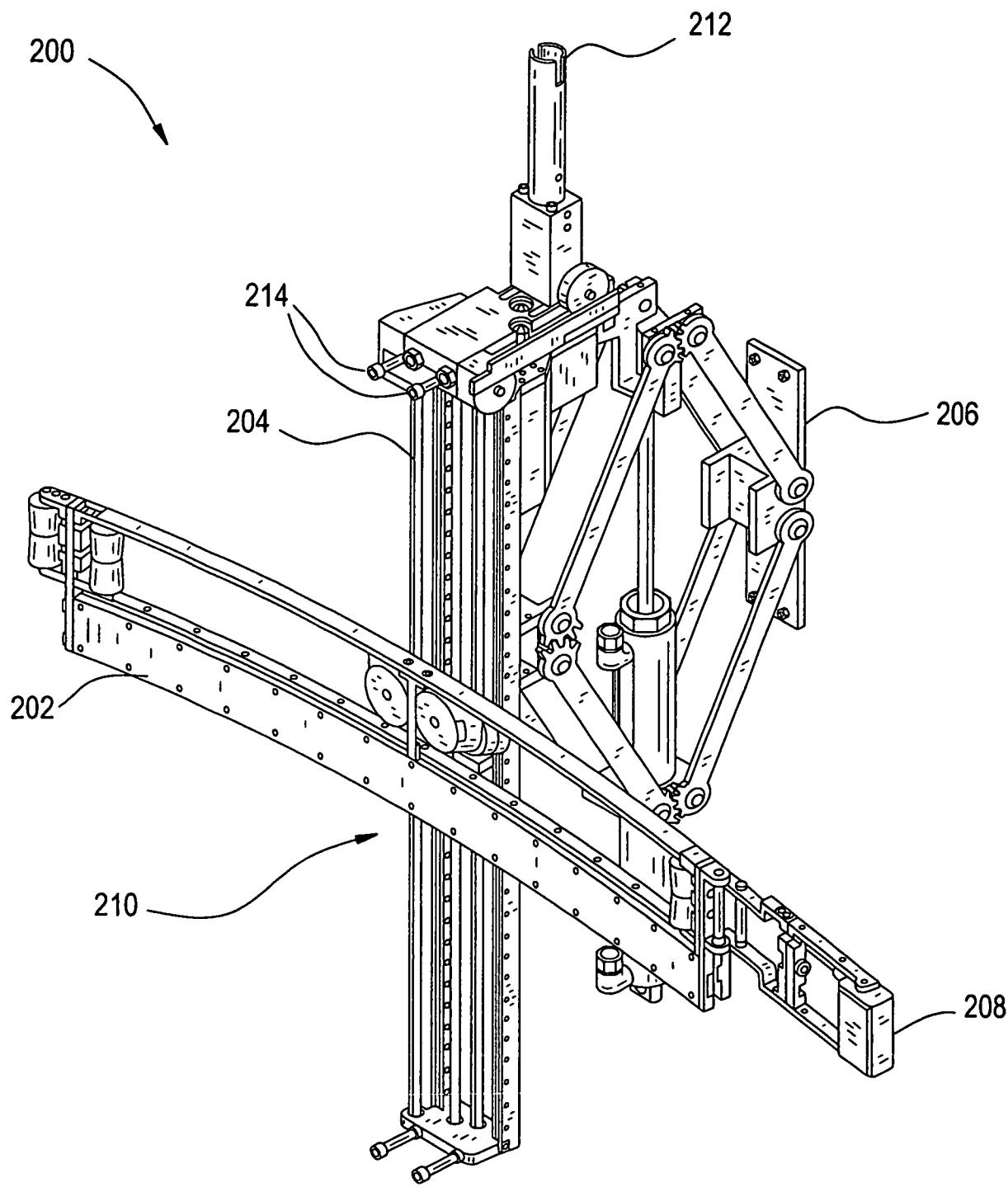


圖3

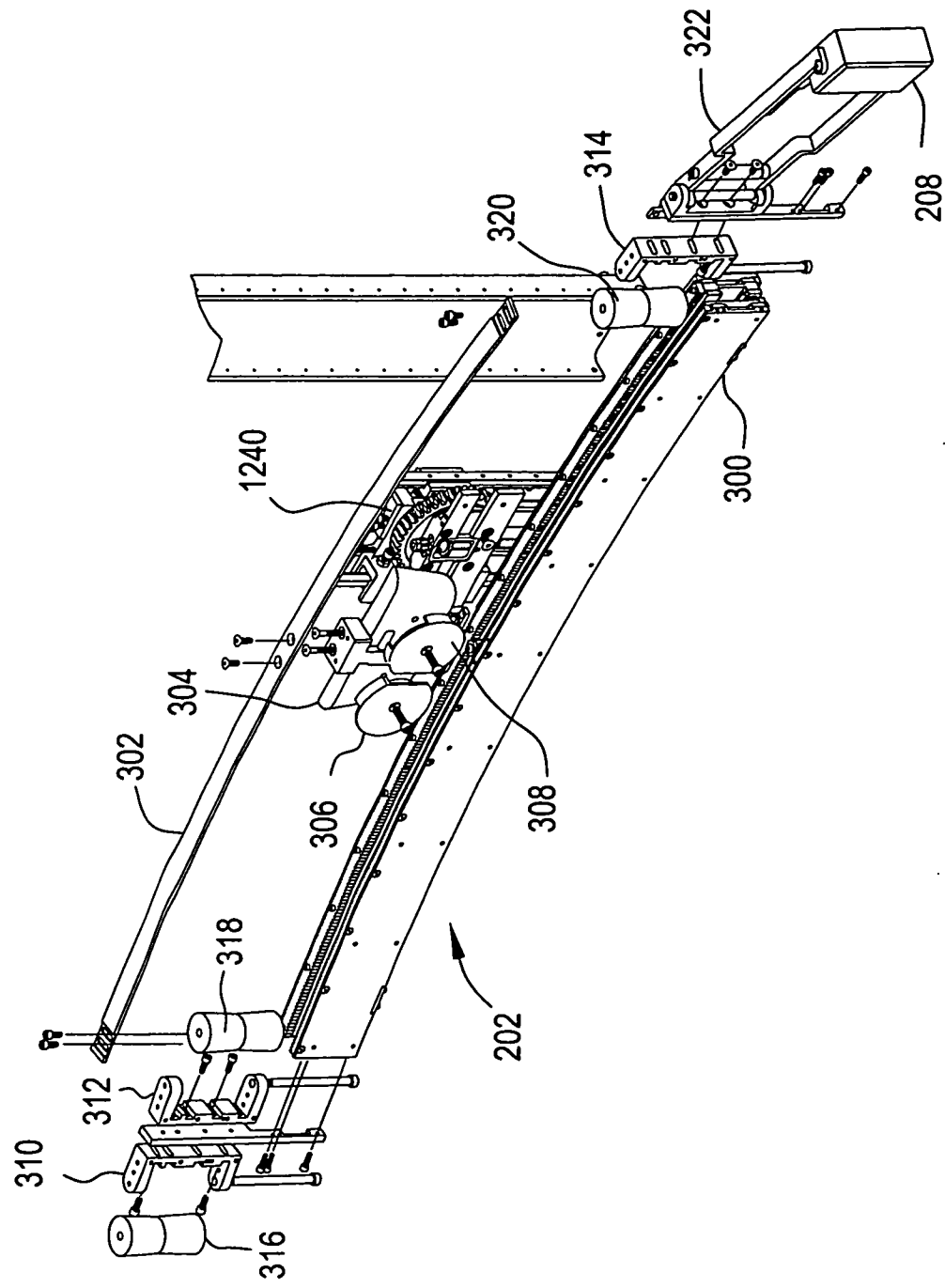


圖 4

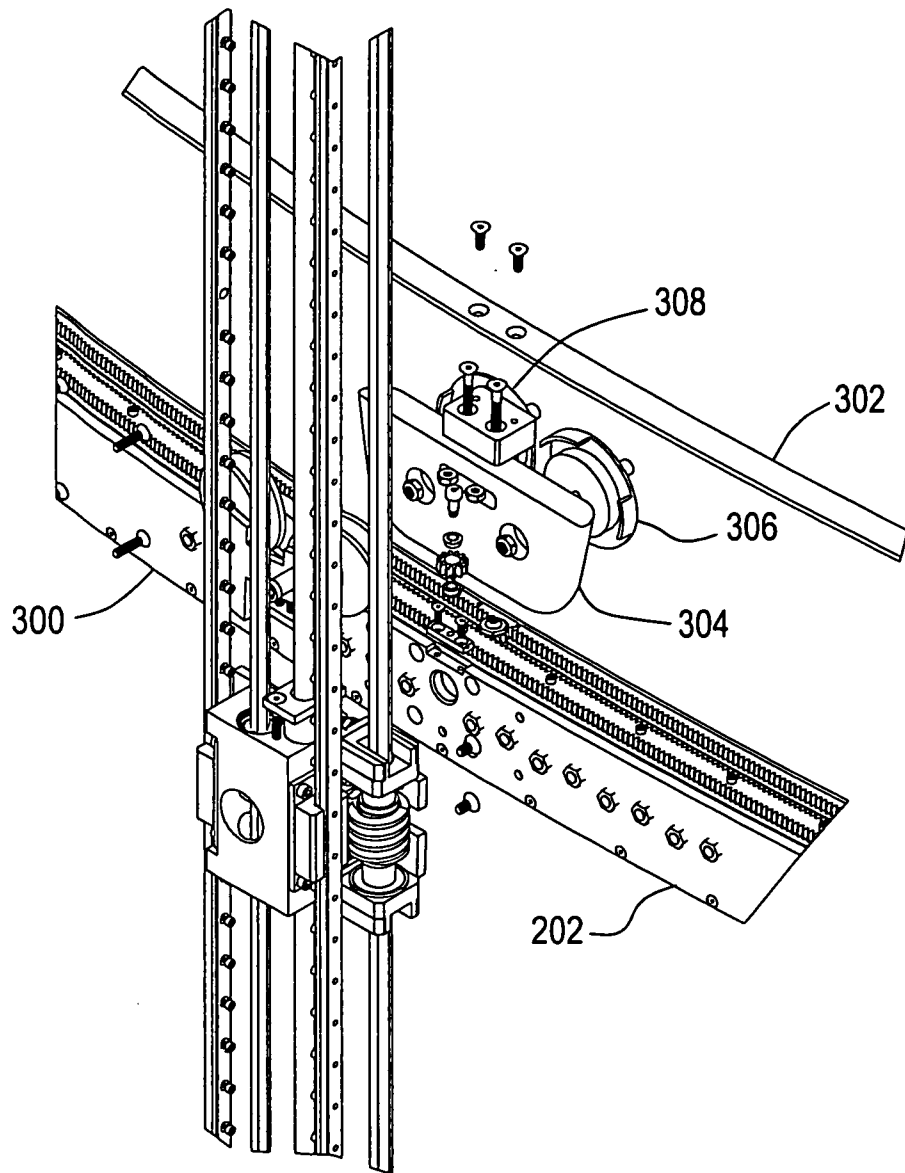


圖5

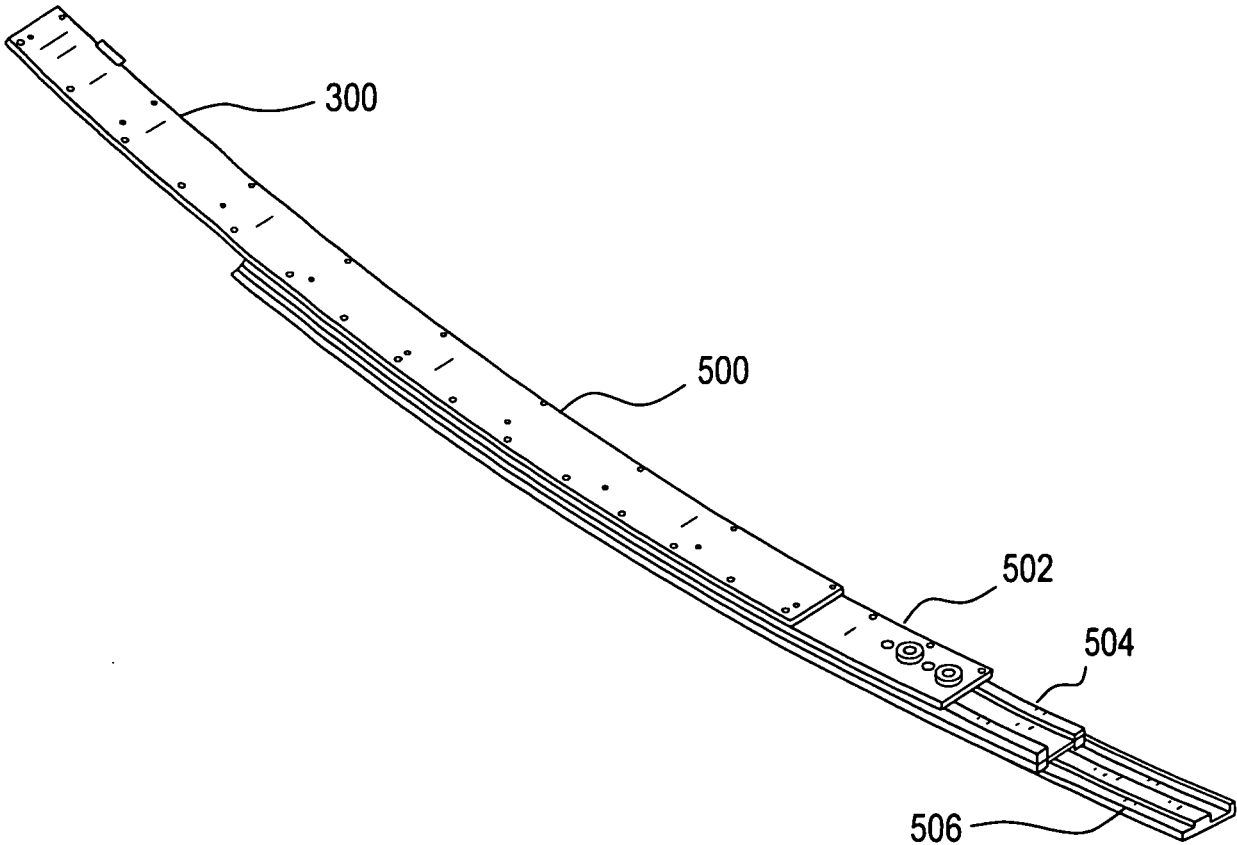


圖6

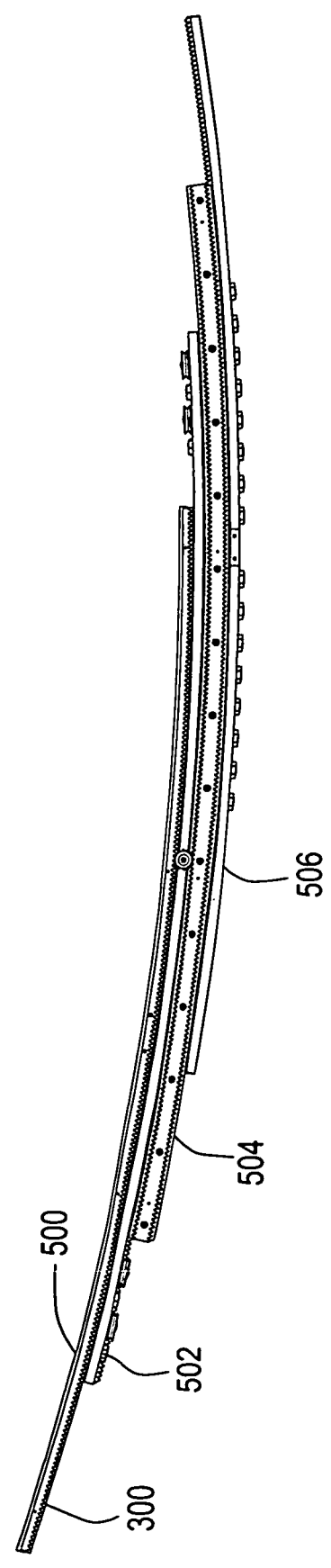


圖7

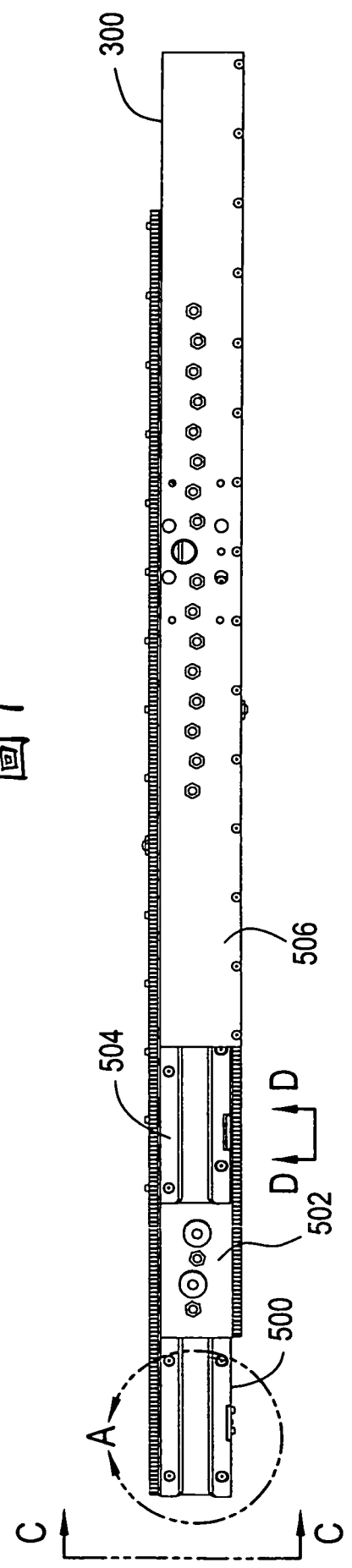


圖 8

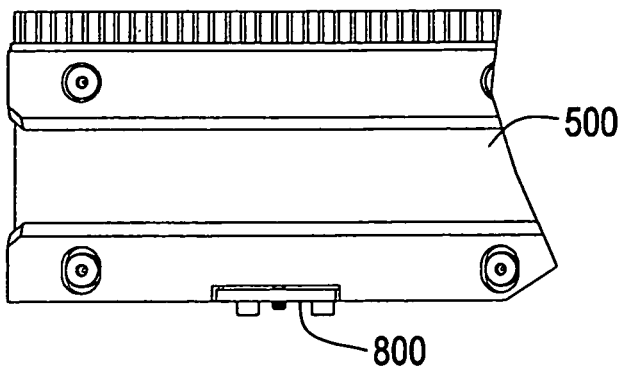


圖 9

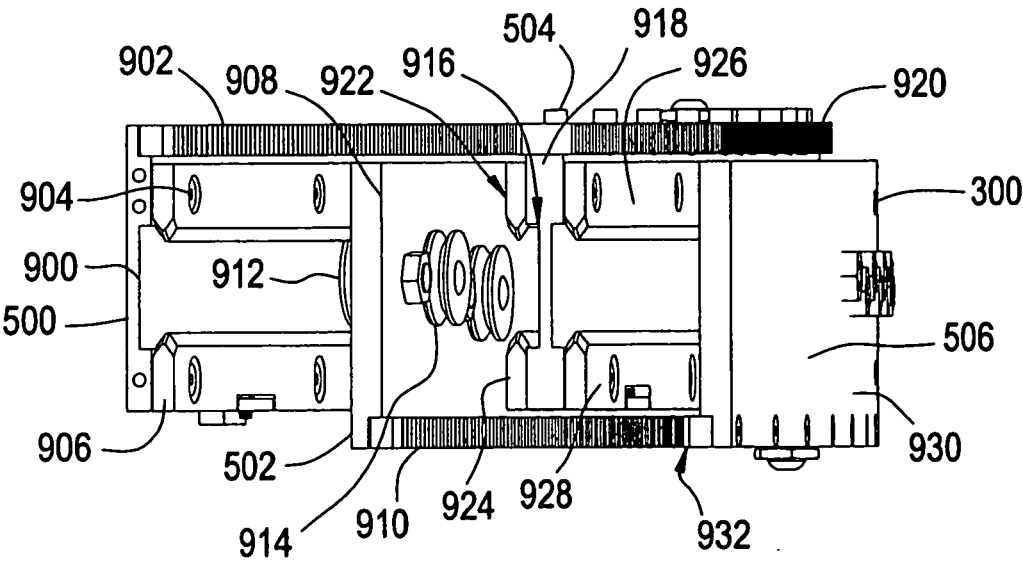


圖 10

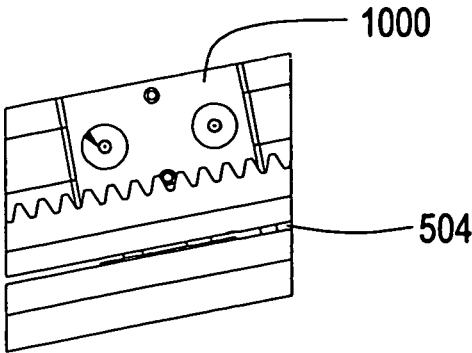


圖 11

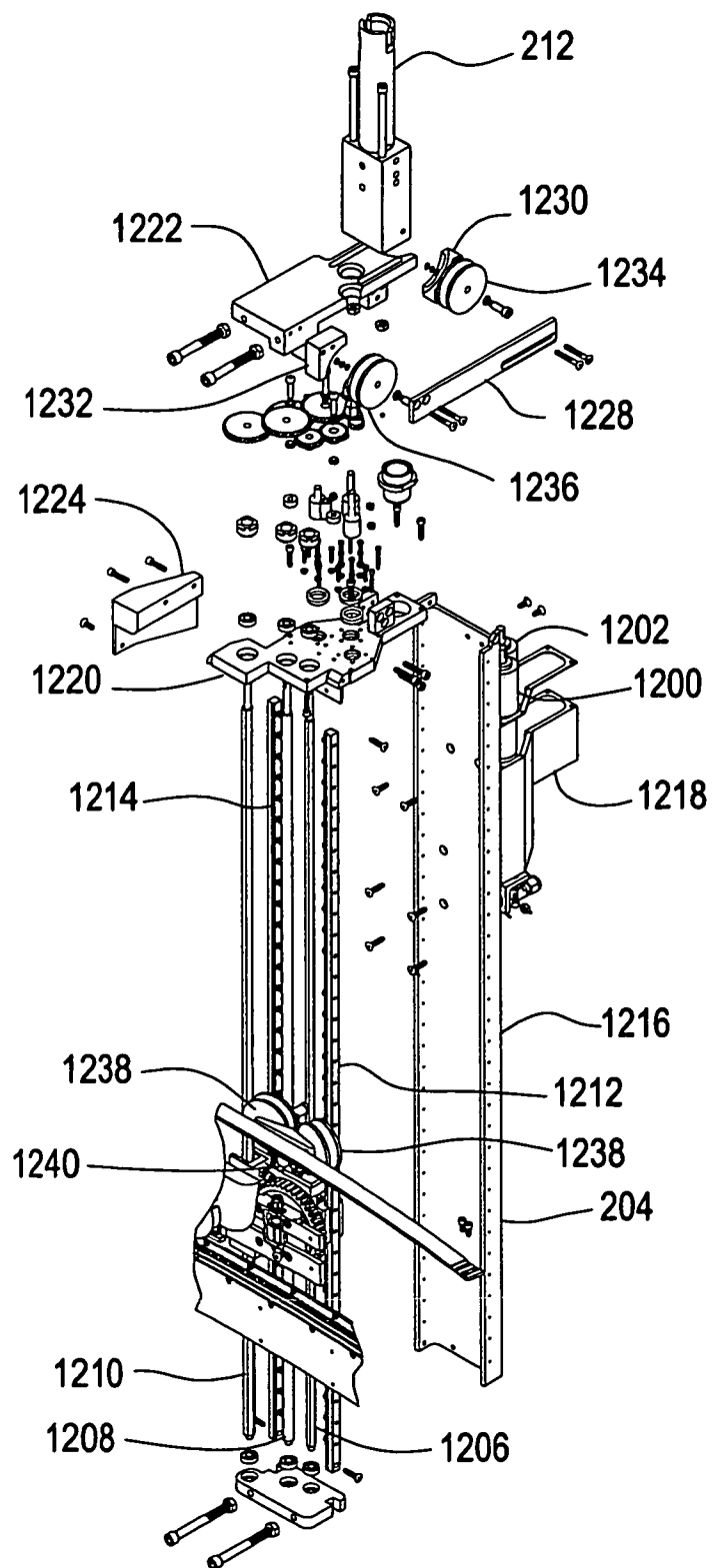


圖12

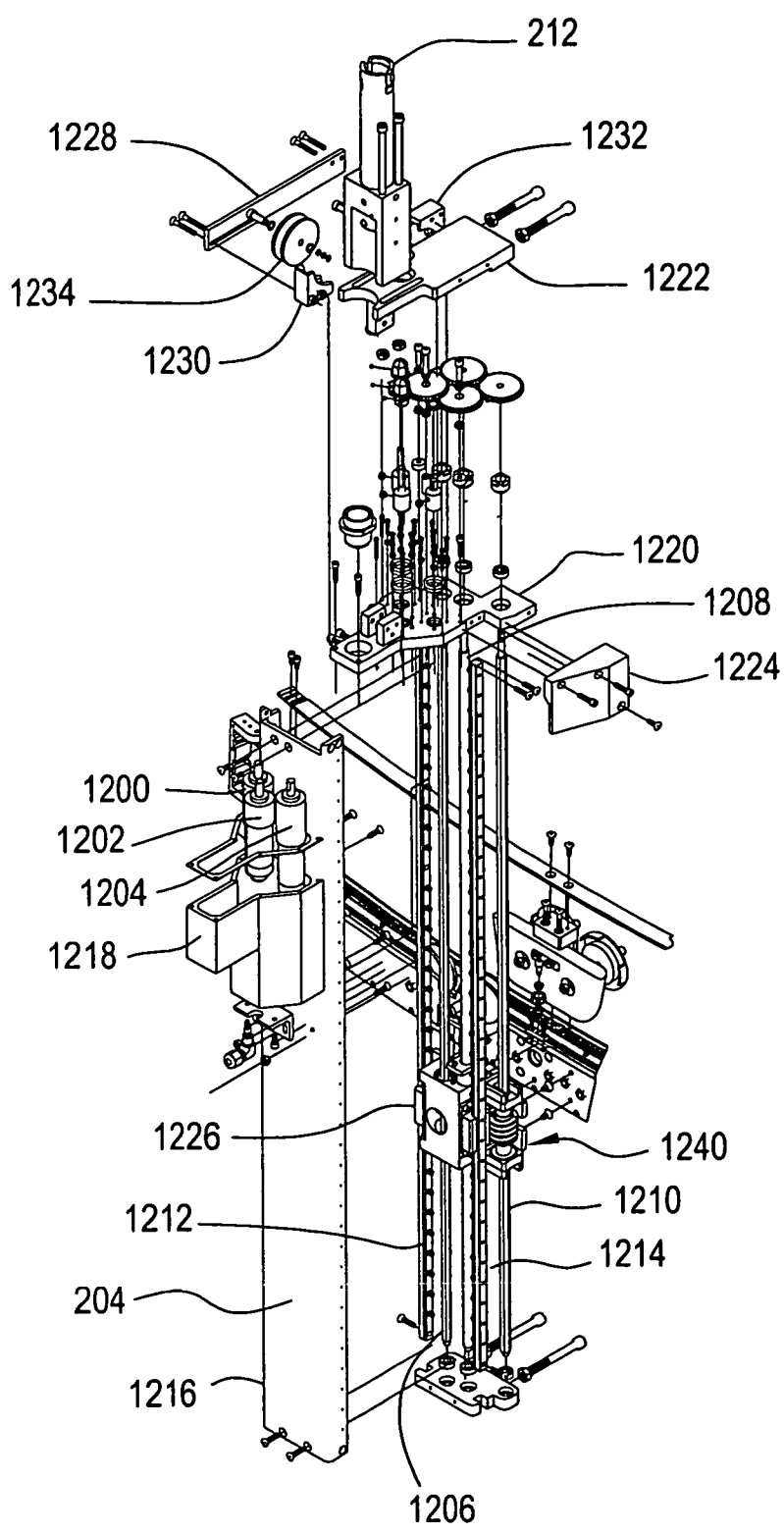


圖 13

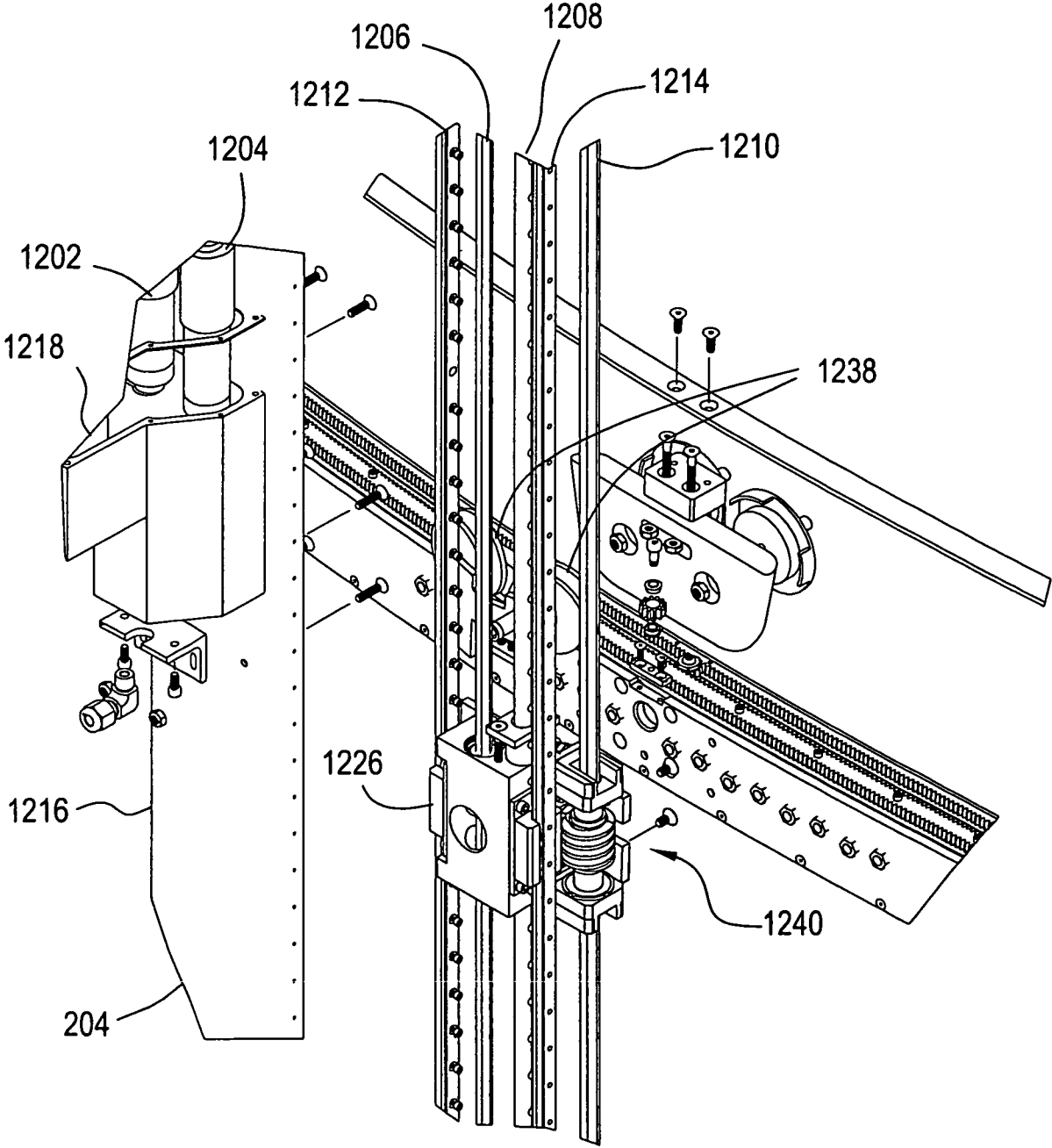


圖 14

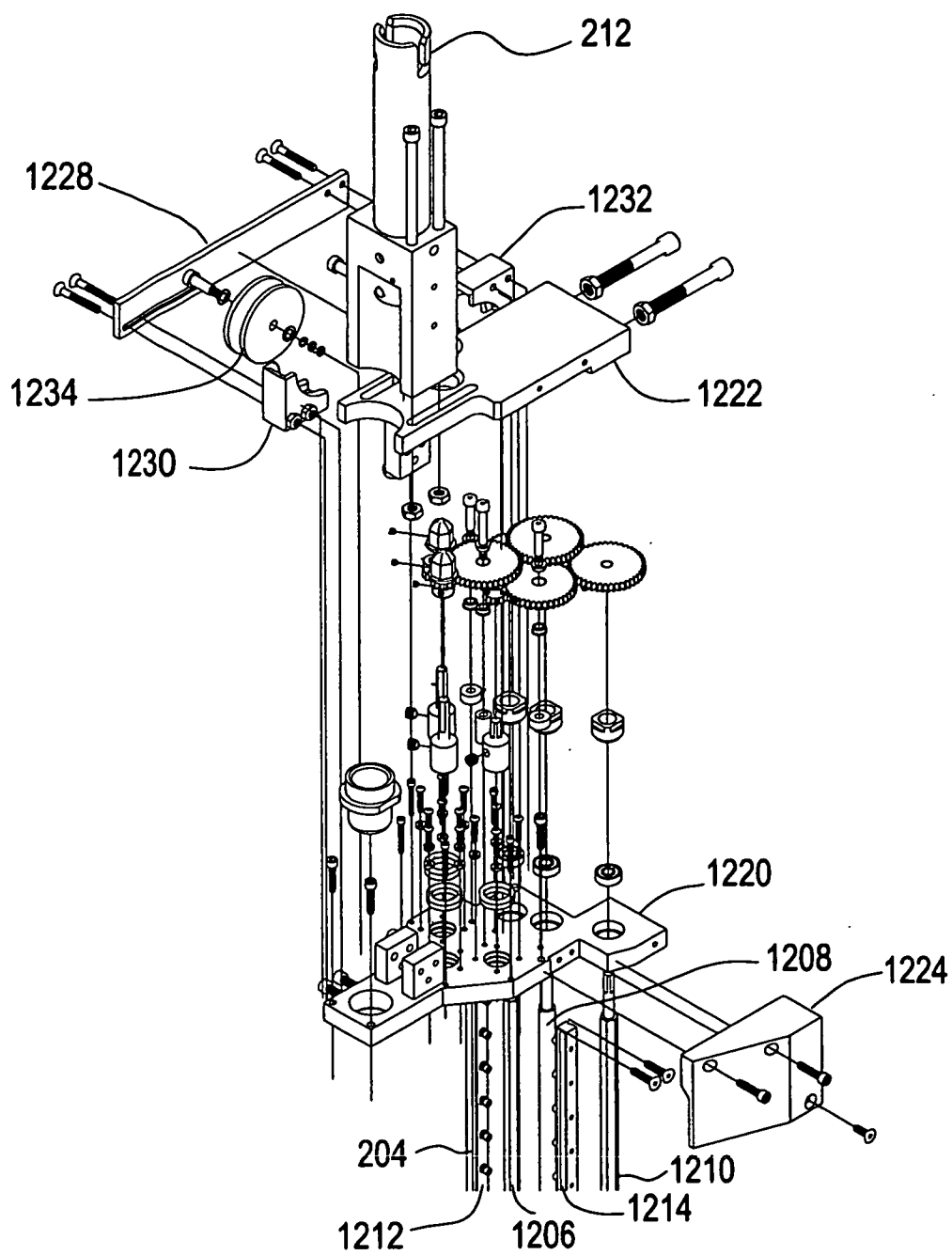


圖 15

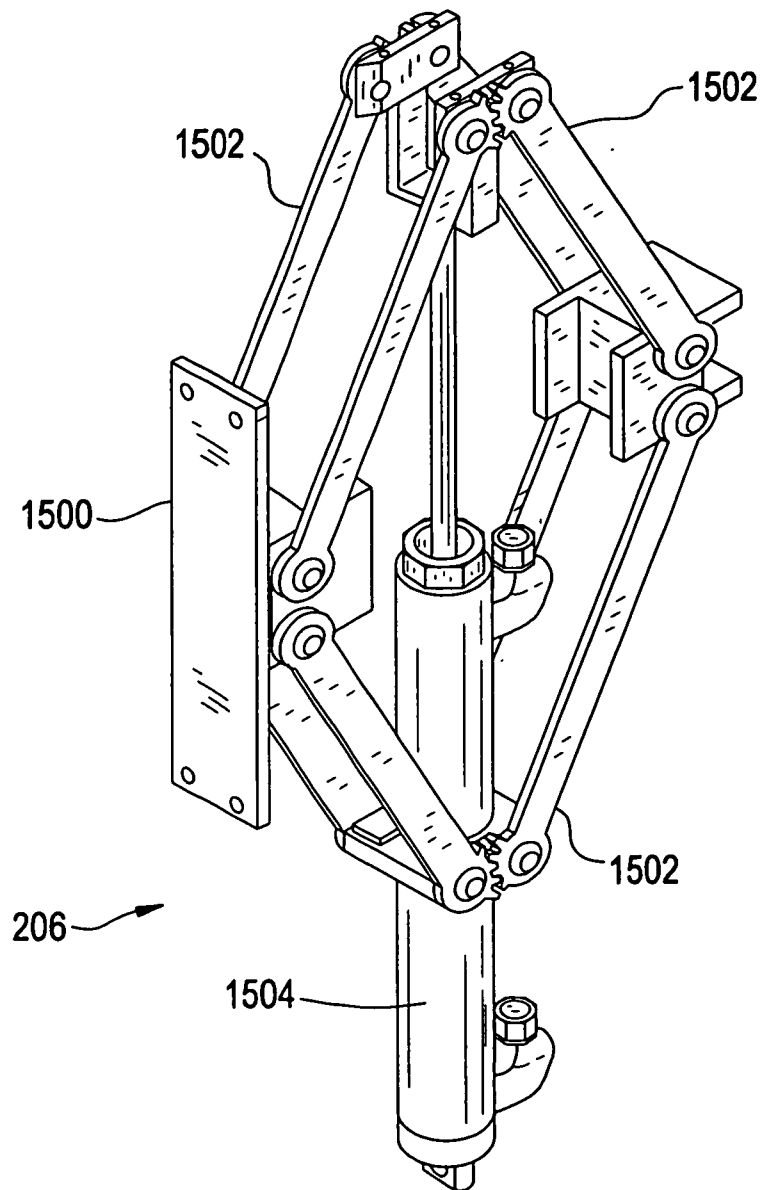


圖 16

