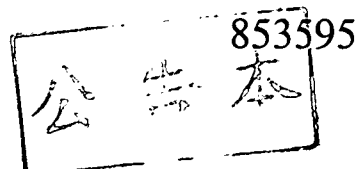


(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書



(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：96147054

※申請日期：96 年 12 月 10 日

※IPC 分類：

G21C 3/14 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 控制棒引導管及提供冷卻劑至核子反應爐燃料組件的方法

(英) Control rod guide tube and method for providing coolant to a nuclear reactor fuel assembly

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 環球核能燃料美國有限公司

(英) GLOBAL NUCLEAR FUEL-AMERICAS LLC

代表人：(中) 1. 麥克 吉尼伯斯

(英) 1. GNIBUS, MICHAEL M.

地 址：(中) 美國北卡羅來納州威明頓卡瑟海尼路三九〇一號

(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 3 人)

1. 姓 名：(中) 柏羅 亞塔斯

(英) AKTAS, BIROL

國 籍：(中) 土耳其

(英) TURKEY

2. 姓 名：(中) 卡爾頓 克拉克

(英) CLARK, CARLTON W.

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

3. 姓 名：(中) 威廉 羅素二世

(英) RUSSELL, II, WILLIAM EARL

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 ; 2006/12/22 ; 11/644,485 ☒ 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：控制棒引導管及提供冷卻劑至核子反應爐燃料組件的方法

一種核子反應爐 10 的控制棒引導管 30 包含具有界定下端部份 44 及上端部份 42 的軸向長度的本體 40、及在本體 40 的絕大部份長度內的空腔 46。本體 40 的上端部份及下端部份 42、44 包含孔口 48、50。控制棒容室 52 位在空腔 46 內且形成為用來接收控制棒 28。多個通口 38 與空腔 46 連通，且被定位在距離本體 40 的上方端部 42 一段顯著的長度處。空腔 46 內也包含有至少兩個流動槽道 58，而流動槽道 58 延伸於本體 40 的軸向長度的絕大部份。每一個流動槽道 58 與通口 38 中的一個或多個流體連通以用來接收來自本體 40 的外部的流體流，且與靠近本體 40 的上端部份 42 的出口 62 連通以用來提供所接收的流體流。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

CONTROL ROD GUIDE TUBE AND METHOD FOR PROVIDING COOLANT TO A NUCLEAR REACTOR FUEL ASSEMBLY

Control rod guide tubes 30 for a nuclear reactor 10 having a body 40 with an axial length that defines a lower end portion 44 and an upper end portion 42 and a cavity 46 within a substantial length of the body 40. Orifices 48, 50 are included at the upper and lower end portions 42, 44 of the body 40. A control rod chamber 52 is located within the cavity 46 and is configured for receiving a control rod 28. A plurality of ports 38 is coupled to the cavity 46 and is positioned at a substantial length from the upper end portion 42 of the body 40. Also included are at least two flow channels 58 within the cavity 46 that extend a substantial portion of the axial length of the body 40. Each flow channel 58 is fluidly coupled to one or more of the ports 38 for receiving fluid flow from outside the body 40 and an outlet 62 proximate to the upper end portion 42 of the body 40 for providing the received fluid flow.

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：

38：通口

40：控制棒引導管本體

42：控制棒引導管上端部份

44：控制棒引導管下端部份

46：空腔

48：控制棒引導管上方孔口

50：控制棒引導管下方孔口

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】

本發明相關於核子反應爐，且更明確地說，係相關於用來支撐從反應爐爐心抽出的控制棒及用來為冷卻劑流提供槽道至反應爐爐心中的燃料支架及燃料組件的控制棒引導管。

【先前技術】

此部份的陳述只是提供與本案揭示有關的背景資訊而並不構成習知技術。

核子反應爐壓力容器（RPV）具有大致圓柱形的形狀，且在兩端部處藉著例如底蓋及可移去的頂蓋而被封閉。頂部導件在RPV內的爐心板件的上方間隔開。爐心側板或圍板圍繞爐心板件且由側板支撐結構支撐。特別是，側板具有大致圓柱形的形狀，且圍繞爐心板件及頂部導件二者。頂部導件包含數個開口，而燃料組件被插入通過開口且由爐心板件支撐。爐心板件包含由多個樑件支撐的平坦板件。

核子反應爐爐心包含具有會影響爐心操作的策略的不同特性的多個個別的燃料組件。例如，核子反應爐爐心典型上具有有不同特性的數百個個別的燃料組件，而每一個燃料組件包含多個燃料棒。燃料組件被配置在反應爐爐心內成為使得燃料組件之間的相互作用滿足管理規定及反應爐設計的指導原則及限制。另外，爐心的配置決定循環能

量，其為反應爐爐心在爐心必須補足新的燃料元件之前所產生的能量大小，而爐心加載配置較佳地使爐心循環能量最佳化。

爐心循環是從一個週期性反應爐爐心更換燃料至第二次反應爐爐心更換燃料來決定。在操作循環的過程期間，界定爐心的能量能力（energy capability）的過剩反應率（excess reactivity）是以兩個方式被控制。明確地說，可燃燒的毒物例如氧化釷（gadolinia）被結合在新的燃料中。可燃燒的毒物一開始的量是由設計的限制來決定，而設計的限制典型上是由用途及由 National Regulatory Commission（NRC）設定。可燃燒的毒物控制過剩反應率的大部份，但是並非全部。第二方式是經由操縱爐心內的控制棒。控制棒控制過剩反應率。明確地說，反應爐爐心含有確保安全關機及提供用來控制極大功率尖峰因數（maximum power peaking factor）的主要機制的控制棒。可有的控制棒的總數目隨著爐心尺寸及幾何形狀而改變，且典型上是在 50 與 269 個之間。控制棒的位置（亦即完全插入位置、完全抽出位置、或在二者之間的某處的位置）是根據控制過剩反應率及滿足其他操作限制例如極大的爐心功率尖峰因數的需求。

冷卻劑被引入爐心內以冷卻爐心以及被轉換成成為用以產生能量的工作流體的蒸汽。常態冷卻劑流成為具有稍微次冷（sub-cooled）的冷卻劑的單相流（single phased flow）從燃料支架進入燃料組件。此冷卻劑流鉛垂向上繞

控制棒引導管流動，然後在進入側邊入口時水平地轉向至支撐燃料組件的燃料支架。然後，冷卻劑流在燃料支架內九十度地轉向且向上，直到其經過燃料支架的孔口，以提供壓力降來輔助冷卻劑對燃料組件的分佈。然後，冷卻劑流轉向鉛垂方向，且進入在燃料組件的下方繫板（tie plate）上的內腔（lumen）而被分佈於燃料組件的個別燃料棒的周圍。

已知的反應爐包含在爐心內的燃料支架孔口區域，其中一個在周邊附近而一個靠近中心。周邊區域包含繞爐心的周邊的所有燃料位置，而中心區域包含其餘位置。燃料支架孔口被設計成將在周邊區域中流至燃料組件的流體流限制為中心區域的每個燃料元件的流體流的大約一半。以此量來限制周邊流體流會讓非常低功率的周邊燃料元件使冷卻劑流飽和，但是保持仍然遠比其他較高功率區域低的出口品質（exit quality）及平均空泡（average void）。此不一致的出口品質及平均空泡可能會產生缺乏效率的蒸汽分離及核子緩和（nuclear moderation）。

也已知冷卻劑流可經由改變燃料組件的設計而被調整。例如，已知每一個燃料組件可包含具有主要的固定冷卻劑流的主冷卻劑流槽道及入口。但是，燃料組件也可包含一或多個副冷卻劑流槽道，其可改變以調整特定燃料組件中的冷卻劑流。在一些情況中，三種類型的燃料組件可提供三種不同的副冷卻劑流。每一種燃料組件均可被定位在爐心中以提供所想要的冷卻劑流。例如，三種不同的燃

料組件可被配置於三個或三個以上的爐心區域內。根據三種不同燃料組件的位置，在各區域中通過各燃料組件的冷卻劑流可不同於通過其他各區域中的燃料組件的冷卻劑流。但是，此必須製造三種不同的燃料組件及/或繫板。

在已知的反應爐配置中，流入燃料支架內且然後流入燃料組件的下方繫板內的流體流並不對稱且不穩定。

【發明內容】

本發明人已成功地設計可使改進的對稱且/或穩定的流體流流入燃料支架內且然後流入燃料組件內的控制棒引導管。另外，本發明人已設計出用來提供冷卻劑至燃料組件內的反應爐爐心流體流組件及方法，其中與提供流體流至燃料支架且因此至燃料組件相關聯的壓力降被減小。

根據一方面，核子反應爐的控制棒引導管包含具有界定下端部份及上端部份的軸向長度的本體、及在本體的絕大部份長度內的包含在本體的上端部份及下端部份處的孔口的空腔。位在空腔內的控制棒容室形成為用來接收控制棒。多個通口與空腔連通，且被定位在距離本體的上端部份一段顯著的長度處。空腔內也包含有至少兩個流動槽道，而流動槽道延伸於本體的軸向長度的絕大部份。每一個流動槽道與通口中的一個或多個流體連通以用來接收來自本體的外部的流體流，且與靠近本體的上端部份的出口連通以用來提供所接收的流體流。

根據另一方面，核子反應爐的控制棒引導管包含具有

圓柱形壁的本體，而圓柱形壁界定上端部份、下端部份、由圓柱形壁的內表面界定且從上端部份延伸至下端部份的空腔、及軸向地沿著上端部份與下端部份之間的圓柱形壁定位以用來提供流體流至本體空腔內的多個通口。也包含有尺寸成為可被定位在本體空腔內的插入件，此插入件具有上端部份及下端部份，且包含可用來接收控制棒的控制棒容室、及至少部份地在本體空腔內界定一或多個流動槽道的多個槽道配件。流動槽道形成為用來接收通過本體的通口中的一個或多個的流體流，為所接收的流體流在本體空腔內於下端部份與上端部份之間提供通道，及將流體流供應至本體的上端部份。

根據另一方面，核子反應爐的控制棒引導管包含用來接收控制棒的機構、及用來為實質上對稱的流體流提供通道至燃料支架的燃料組件空腔的下方孔口內的機構。

根據另一方面，在核子反應爐內穩定流至燃料組件的流體流的方法包含在控制棒引導管的本體的空腔內圍封一控制棒容室。此控制棒容室可用來接收控制棒。多個軸向流動槽道被定位在控制棒引導管的本體空腔內。此方法也包含將本體耦接於具有可用來提供流體流至燃料組件的多個燃料組件空腔的燃料支架。此耦接包含使軸向流動槽道的每一個流體匹配（fluidly mating）於相應的燃料組件空腔。

根據另一方面，核子反應爐中的流動控制管理方法包含經由控制棒引導管所界定的一個或多個通口將流體流接

收至控制棒引導管的流動槽道內、將所接收的流體流從流動槽道提供至燃料支架的空腔、及將流體流從燃料支架空腔提供至在燃料組件的下方繫板上的內腔。

本發明的另外方面有部份很明顯而有部份會在以下指出。應可瞭解所揭示的各種不同方面可個別地或彼此組合地實施。也應可瞭解指示一些例示性的實施例的詳細敘述及圖式只是爲了舉例說明的目的，而不應被解讀爲限制所揭示的範圍。

應可瞭解相應的參考數字於所有的圖式中標示相同或相應的部份及特徵。

【實施方式】

以下的敘述的本質只是舉例說明，而非要限制此處的揭示或是此處揭示的應用或使用。

在一些實施例中，核子反應爐的控制棒引導管包含具有界定下端部份及上端部份的軸向長度的本體、及在本體的絕大部份長度內的包含在本體的上端部份及下端部份處的孔口的空腔。位在空腔內的控制棒容室形成爲用來接收控制棒。多個通口與空腔連通，且被定位在距離本體的上端部一段顯著的長度處。空腔內也包含有至少兩個流動槽道，而流動槽道延伸於本體的軸向長度的絕大部份。每一個流動槽道與通口中的一個或多個流體連通以用來接收來自本體的外部的流體流，且與靠近本體的上端部份的出口連通以用來提供所接收的流體流。此可參考圖式而有更

佳的瞭解。

如藉著圖 1 的例示性操作環境所見的，傳統的沸水反應爐（BWR）具有反應爐壓力容器 10 及同心地配置在反應爐壓力容器 10 內的爐心側板 12，而二者之間具有環狀區域，亦即降流環（downcomer annulus）14。爐心側板 12 為環繞核子燃料爐心 13 的不銹鋼圓筒。特別是，爐心側板 12 包含用來支撐側板頂蓋（未顯示）的側板頂蓋凸緣 12a、具有熔接於側板頂蓋凸緣 12a 的頂端的圓柱形上方側板壁 12b、熔接於上方側板壁 12b 的底端的環狀頂部導件支撐環件 12c、成為熔接於頂部導件支撐環件 12c 的熔接組件的圓柱形中間側板壁 12d、及熔接於中間側板壁 12d 的底部及下方側板壁 12f 的頂部的環狀爐心板件支撐環件 12e。如圖 1 中所見的，側板 12 由多個側板支撐腿 16 直立地支撐，而側板支撐腿 16 的每一個被熔接於反應爐壓力容器 10 的底蓋 17。爐心側板 12 由環狀側板支撐板件 18 橫向地支撐，而環狀側板支撐板件 18 在其內部直徑處被熔接於爐心側板 12 且在其外部直徑處被熔接於反應爐壓力容器 10。側板支撐板件 18 具有多個圓形開孔 20，其與多個噴射泵總成（未顯示）的擴散器流體連通。

BWR 的燃料爐心 13 包含配置成陣列的多個直立且平行的燃料組件 22（也被稱為燃料束），而每一個燃料組件 22 包含在由以鋯為基礎的合金製成的燃料槽道內部的燃料棒的陣列。每一個燃料束或組件的陣列在頂部處是由頂部導件 24 支撐，且在底部處是由爐心板件 26 及其下

方的支撐結構 27 支撐。爐心板件 26 將反應爐細分為燃料爐心 13 及下方充氣部 (lower plenum) 15。爐心頂部導件 24 對燃料組件 22 的頂部提供側向的支撐，而爐心板件 26 對燃料組件 22 的底部提供側向的支撐。此側向的支撐保持每一個陣列中正確的燃料槽道間隔，以容許包含多個控制棒板 29 的控制棒 28 可在燃料組件 22 之間直立行進。

反應爐的功率位準是藉著在將燃料組件 22 固持成為固定不動之下將控制棒 28 在爐心 13 內上下定位而被保持及調整。每一個燃料棒 28 具有由彼此成直角的四個翼部或控制棒板 29 構成的十字形截面。每一個控制棒板 29 由熔接成一系列的多個平行管件構成，而每一個管件含有充填有中子吸收材料的堆疊膠囊。每一個控制棒 28 是在控制棒引導管 30 的支撐下藉著相關聯的控制棒驅動器 33 而被升高或降低，而控制棒驅動器 33 可藉著在其頂部處的插銷 (spud) 而可釋放地耦接於在控制棒 28 的底部的插座。

控制棒驅動器 33 被用來在 BWR 中定位控制棒 28 以控制分裂率及分裂密度，以及提供過剩負反應率 (excess negative reactivity) 來在爐心壽命的最高反應活性時間 (most reactive time) 將反應爐從任何常態操作或意外情況關機。每一個控制棒驅動器 33 被直立地安裝在熔接於短管 34 的控制棒驅動器殼體 32 中，而短管 34 又被熔接於反應爐壓力容器 10 的底蓋 17。控制棒驅動器 33 為雙

動式 (double-acting) 機械式地門鎖的液壓缸筒。控制棒驅動器 33 可將控制棒 28 以緩慢的受控制的速率插入或抽出以進行常態的反應爐操作，且可在必須將反應爐快速地關機的緊急事件中提供快速的控制棒 28 的插入 (急停 (scram)) 。

控制棒驅動器殼體 32 具有以螺栓連接於控制棒引導管 30 的下方凸緣的上方凸緣。每一個控制棒引導管 30 座落在與其相關聯的控制棒驅動器殼體 32 的頂部上且由與其相關聯的控制棒驅動器殼體 32 直立地支撐。控制棒引導管 30 的最上方部份穿過爐心板件 26 的相應圓形開孔。可有多於 140 個控制棒引導管 30 穿過爐心板件 26 的相等數目的圓形開孔 35，而每一個開孔 35 具有稍微大於控制棒引導管 30 的外部直徑的直徑。

控制棒驅動器殼體 32 及控制棒引導管 30 具有兩個作用或功能，亦即 (1) 分別收容控制棒驅動器 33 的機構及控制棒 28，及 (2) 支撐燃料組件 22 中的燃料的重量。燃料重量反作用在被定位在控制棒引導管 30 的頂部上的燃料支架 36 的孔口處。控制棒引導管 30 及殼體 32 作用成爲承載燃料的重量的支柱。

在反應爐的操作期間，下方充氣部 15 中的水進入控制棒引導管 30 的通口 38。水在控制棒引導管 30 內以其爲槽道流動至燃料支架 36 的孔口且流進燃料組件 22 的下方繫板的內腔內。水在絕大部份的水量轉變成爲被用來產生電能的蒸汽之下繼續在燃料組件 22 中及在燃料爐心 13

中上升。

如由圖 2 至 5 的例示性實施例所示，控制棒引導管 30 具有有界定上端部份 42 及下端部份 44 的軸向長度的本體 40、及在本體 40 的絕大部份長度內的空腔 46。孔口 48 位在本體 40 的上端部份 42 處，且孔口 50 位在本體 40 的下端部份 44 處。上端部份 42 可成為用來耦接於燃料支架 36 的底部，以用來將流動槽道流體連通於燃料支架 36 的底部孔口，且可成為用來耦接於與燃料支架 36 的頂部接合或被定位在燃料支架 36 的頂部上的燃料組件 22。下端部份 44 可成為用來耦接於控制棒驅動器殼體 32，以用來將控制棒引導管 30 支撐在下方充氣部 15 內且與控制棒驅動器 33 對準。此可包含可附著於本體 40 的下端部份以用來可釋放地耦接控制棒引導管 30 的耦接配件（顯示在圖 6 中）。

控制棒容室 52（如圖 3、4、及 5 中以舉例的方式顯示的）位在空腔 46 內。控制棒容室 52 可被配置成、形成為、及/或被定尺寸成為用來接收控制棒 28。因為控制棒 28 概括而言具有十字形的形狀，所以控制棒容室 52 也可具有相應的十字形形狀。控制棒容室 52 可藉著一或多個在此處被概括地稱為插入件 54 的結構而被至少部份地界定在空腔 46 內。插入件可為單體式，或可由一起形成插入件 54 且至少部份地在空腔 46 內界定控制棒容室 52 的一或多個插入件元件組成。

多元件插入件 54A 的一個例子以舉例方式顯示在圖 3

中。在此實施例中，插入件 54A 包含每一個具有曲線狀形狀的四個插入件流動配件 56，而此四個插入件流動配件 56 在以其凸出部份背對背組裝時界定十字形的控制棒容室 52。另外，每一個插入件流動配件 56 藉著其凸出形狀而界定流動槽道 58 的一部份。在一些實施例中，每一對的插入件流動配件 56（此處也被稱為槽道配件）在外周邊處耦接而形成界定控制棒容室 52 的一部份的中空臂 61，此中空臂 61 形成為用來接收控制棒 28 的控制棒板 29。

單體式插入件 54B 的例示性實施例顯示在圖 4 中。在此實施例中，十字形的控制棒容室 52 在每一個控制棒板 29 的端部處被完全地圍封。流動槽道 58 也沿著此實施例的插入件 54B 的外部凸出表面被設置。選擇性地，一或多個控制棒入口 60 可提供冷卻劑流至控制棒容室 52 內且因此使冷卻劑流圍繞容納在控制棒容室 52 內的控制棒 28 及其控制棒板 29。

通口 38 連通於空腔 46 且被定位在距離本體 40 的上端部份 42 一段顯著的長度處。一般而言，此處所述的一段顯著的長度包含總實質本體長度中的一段長度，而此段長度使得在空腔 46 內從通口 38 至上端部份 42 的流動變得穩定，或是否則流動就是大致上對稱或不具有大幅的不對稱量或紊流量。此顯著長度可如圖 2 所示接近下端部份 44，或是可在任何比靠近或接近上端部份 42 大的距離處。如此，一段顯著的長度可包含任何比一段小長度大的

長度，而並非是要表示必須為本體 40 的總長度的大部份或較大部份的長度。

另外，雖然圖 2 及 5 顯示沿著本體 40 的四側定位的五個通口 38，但是可有更多或較少的通口，其仍然在此處揭示的範圍內。另外，通口 38 的截面面積以及沿著本體 40 軸向排列的通口數目可改變。

如所述的，控制棒引導管 30 包含在空腔 46 內的至少兩個流動槽道 58。在一些實施例中，流動槽道 58 部份是由插入件 54 界定且部份是由本體 40 的內表面界定。一般而言，在一些實施例中，流動槽道 58 延伸於本體 40 的軸向長度的絕大部份。每一個流動槽道 58 與一或多個通口 38 流體連通以用來接收來自下方充氣部 15 的流體流，且與靠近本體 40 的上端部份 42 及/或由本體 40 的上端部份 42 界定的出口 62 流體連通。出口 62 提供流體流至耦接的燃料支架 36 的孔口。一般而言，在一些實施例中，每一個流動槽道 58 的截面面積大約等於或小於耦接的燃料組件的孔口（未顯示）的截面面積。在一個實施例中，多個通口 38 連通於流動槽道 58，並且連通的通口 38 的組合的截面面積大於連通的流動槽道 58 的截面面積。以此方式，從下方充氣部 15 流入流動槽道 58 的流體流不會在通口 38 處受限制，因而可減少紊流。

應注意在一些實施例中，插入件 54 可相對於本體 40 被固定於定位。例如，插入件 54A 的插入件流動配件 56 可被熔接或以其他方式黏附在空腔 46 內，例如界定空腔

46 的內表面。此可包含將插入件 54 固定地附著於內表面，使得每一個流動槽道 58 實質上由內表面的一部份及插入件 54 圍封，以減少插入件 54 的未圍封或敞開或未附著的部份及內表面所可能造成或可能與其有關的任何紊流。

另外，單體式插入件 54B 也可被黏附在本體 40 的空腔 46 內。在其他實施例中，插入件 54 可在空腔 46 內旋轉。具有可旋轉的插入件 54 除其他作用外還可在更換燃料操作期間將控制棒 28 在控制棒引導管 30 內旋轉，而不須移去控制棒 28 及/或控制棒引導管 30。

現在參考圖 6，圖中以底部立體圖顯示燃料支架 36 的一個實施例。如圖所示，一般而言，燃料支架 36 也包含十字形的容室，用來容許控制棒 28 通過至燃料爐心 13 內。燃料支架 36 包含多個孔口 66，用來接收來自控制棒引導管 30 的流動槽道 58 的流體流。燃料支架 36 的下端部份 68 可成為用來耦接於本體 40 的上端部份 42。此可包含藉著熔接或任何其他合適的附著方法。如圖 7 所示，燃料支架 36 及控制棒引導管 30 耦接成為使流動槽道 58 與孔口 66 對準。如圖所示，插入件流動配件 56 被對準成為界定提供流體流至每一個孔口 66 內的流動槽道 58。如上所述，流動槽道 58 的截面面積可大約等於或小於連通的孔口 66 的截面面積。在此種實施例中，極小或沒有任何壓力增加會發生在流動槽道 58 與孔口 66 之間的界面點處。在一些實施例中，相當的截面面積可在此界面處提供

壓力降。

圖 8 顯示控制棒引導管 30 的一個實施例，其與黏附於上端部份 42 的燃料支架 36 及黏附於下端部份 44 的耦接配件 70 組裝在一起。

根據其他實施例，在核子反應爐內穩定流至燃料組件的流體流的方法包含在控制棒引導管的本體的空腔內圍封一控制棒容室，其中此控制棒容室可成為用來接收控制棒。此方法也包含在控制棒引導管的本體空腔內界定多個軸向流動槽道。此方法另外包含將本體耦接或連通於具有可用來提供流體流至燃料組件的多個燃料組件空腔的燃料支架。此耦接或連通包含使軸向流動槽道的每一個流體匹配 (fluidly mating) 於相應的燃料組件空腔。

此可包含對於每一個軸向流動槽道在本體上設置一或多個通口，且/或將軸向流動槽道界定成為具有小於或等於流體匹配的燃料組件空腔的截面面積。

在另一選擇性實施例中，核子反應爐中的流動控制管理方法包含經由控制棒引導管所界定的一個或多個通口將流體流接收至控制棒引導管的流動槽道內。此方法也包含將所接收的流體流從流動槽道提供至燃料支架的空腔、及將流體流從燃料支架空腔提供至在燃料組件的下方繫板上的內腔。一般而言，此可包含從通口中的一個或多個接收流體流，用來減小流動通道內的流動不對稱性，以及減小從流動槽道至耦接的燃料組件的孔口所造成的流動不對稱性。

在一些實施例中，此方法也可包含將流體流從流動槽道提供至燃料支架孔口或空腔成為使得所提供的流體流不會經歷或導致如由控制棒引導管所造成的流體壓力的增加（且在一些實施例中為在顯著的增加內）。此可為由傳統的在燃料支架的側部上的入口所提供的流體流的改進。在此例示性方式中，反應爐的燃料支架或其他流體處理部份可被修改，以利用由如此處揭示的各種不同實施例所述的控制棒引導管所提供的流體壓力的減小。

在一些實施例中，此可包含減小橫越控制棒引導管的流體流在引導管內由引導管所造成的壓力降，以及增加橫越燃料支架及下方繫板的流體流的壓力降，而此為入口流體流減少的結果，而此減少係為與燃料支架的側部入口相比由控制棒引導管所提供者。對於反應爐的進一步操作益處可藉著將燃料支架或其孔口或空腔形成為或修改為進一步修改流至燃料組件的流體流而提供。

當敘述元件或特徵及/或其實施例時，冠詞「一」、「此」、及「該」是意欲表示有一個或多個元件或特徵。術語「包含」、「包括」、及「具有」是意欲為開放性的且表示在所明確敘述者之外可有額外的元件或特徵。

熟習此項技術者會認知到在不離開此處揭示的範圍下，可對以上所述的例示性實施例及實施方式進行各種不同的改變。因此，以上敘述中所包含或所附圖式中所顯示的所有內容應被解讀為舉例說明而非限制性的意義。

應進一步瞭解到此處所述的過程或步驟不應被解讀為

必定要要求其以所討論或顯示的特定順序被實施。也應瞭解到可採用額外或另外選擇的過程或步驟。

【圖式簡單說明】

圖 1 為適合於一些例示性實施例的核子反應爐操作環境的剖開側視圖。

圖 2 為根據一個例示性實施例的控制棒引導管本體的側向立體圖。

圖 3 為根據控制棒引導管的一個例示性實施例的具有四個插入件配件的多元件插入件的側向立體圖。

圖 4 為根據控制棒引導管的另一個例示性實施例的單體插入件的側向立體圖。

圖 5 為根據一個例示性實施例的控制棒引導管的端部立體圖。

圖 6 為適合於耦接或連通於本發明的一些控制棒引導管實施例的燃料支架的底部立體圖。

圖 7 為具有耦接的燃料支架的部份地拆卸的控制棒引導管的底部視圖，顯示根據一個例示性實施例的控制棒引導管插入件與燃料支架的對準。

圖 8 為根據一個例示性實施例的包含一個例示性的控制棒引導管、耦接的燃料支架、及附加的耦接配件的組合的側向立體圖。

【主要元件符號說明】

- 10：反應爐，反應爐壓力容器
- 12：爐心側板
- 12a：側板頂蓋凸緣
- 12b：上方側板壁
- 12c：導件支撐環件
- 12d：側板壁
- 12e：板件支撐環件
- 12f：下方側板壁
- 13：爐心
- 14：降流環
- 15：下方充氣部
- 16：側板支撐腿
- 17：底蓋
- 18：側板支撐板件
- 20：開孔
- 22：燃料組件
- 24：頂部導件
- 26：爐心板件
- 27：下方的爐心板件支撐結構
- 28：控制棒
- 29：控制棒板
- 30：控制棒引導管
- 32：控制棒驅動器殼體
- 33：控制棒驅動器

- 34：短管
- 35：爐心板件開孔
- 36：燃料支架
- 38：通口
- 40：控制棒引導管本體
- 42：控制棒引導管上端部份
- 44：控制棒引導管下端部份
- 46：空腔
- 48：控制棒引導管上方孔口
- 50：控制棒引導管下方孔口
- 52：控制棒容室
- 54：插入件
- 54A：插入件
- 54B：插入件
- 56：插入件配件
- 58：流動槽道
- 60：控制棒入口
- 61：插入件中空臂
- 62：控制棒引導管出口
- 66：燃料支架孔口
- 68：燃料支架的下端部份
- 70：耦接配件

十、申請專利範圍

1.一種核子反應爐（10）的控制棒引導管（30），包含：

本體（40），其具有界定下端部份（44）及上端部份（42）的軸向長度；

空腔（46），其在該本體（40）的絕大部份長度內，該空腔（46）包含在該本體（40）的該上端部份（42）及該下端部份（44）處的一或多個孔口（48，50）；

控制棒容室（52），其在該空腔（46）內，用來接收控制棒（28）；

多個通口（38），其與該空腔（46）連通，且被定位在距離該本體（40）的該上方端部（42）一段顯著的長度處；及

至少兩個流動槽道（58），其在該空腔（46）內延伸於該本體（40）的該軸向長度的絕大部份，該流動槽道（58）的每一個與該通口（38）中的一個或多個流體連通以用來接收來自該本體（40）的外部的流體流，且與靠近該本體（40）的該上端部份（42）的出口（62）連通以用來提供所接收的該流體流。

2.如申請專利範圍第1項所述的核子反應爐（10）的控制棒引導管（30），其中該控制棒容室（52）具有十字形形狀。

3.如申請專利範圍第1項所述的核子反應爐（10）的控制棒引導管（30），其中該本體（40）的該上端部份

(42) 可成為用來耦接於燃料支架(36)的底部，以用來使該流動槽道(58)的每一個流體連通於由該燃料支架(36)所界定的燃料組件空腔的孔口(66)。

4.如申請專利範圍第3項所述的核子反應爐(10)的控制棒引導管(30)，其中該流動槽道(58)的每一個的截面面積大約等於或小於該耦接的燃料組件孔口(66)的截面面積。

5.如申請專利範圍第1項所述的核子反應爐(10)的控制棒引導管(30)，其中連通於該流動槽道(58)的每一個的該通口(38)的組合的截面面積大於該連通的流動槽道(58)的截面面積。

6.如申請專利範圍第1項所述的核子反應爐(10)的控制棒引導管(30)，另外包含定位在該空腔(46)內的插入件(54)，該插入件(54)在該空腔(46)內界定該控制棒容室(52)，且與界定該空腔(46)的該本體(40)的內表面一起界定該流動槽道(58)的每一個。

7.如申請專利範圍第6項所述的核子反應爐(10)的控制棒引導管(30)，其中該插入件(54)可在該空腔(46)內旋轉。

8.如申請專利範圍第6項所述的核子反應爐(10)的控制棒引導管(30)，其中該插入件(54)固定地附著於該本體(40)的該內表面。

圖 1

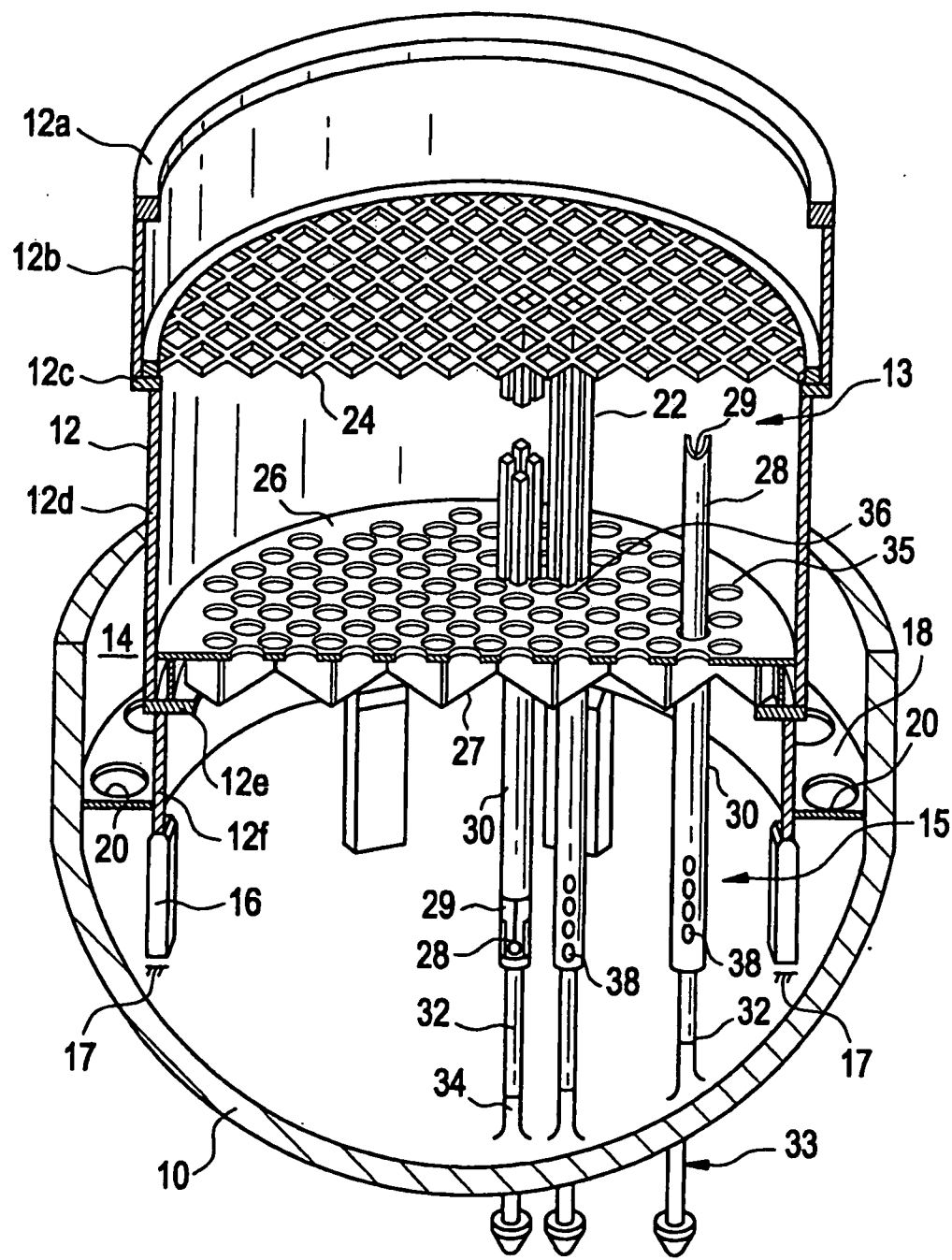


圖2

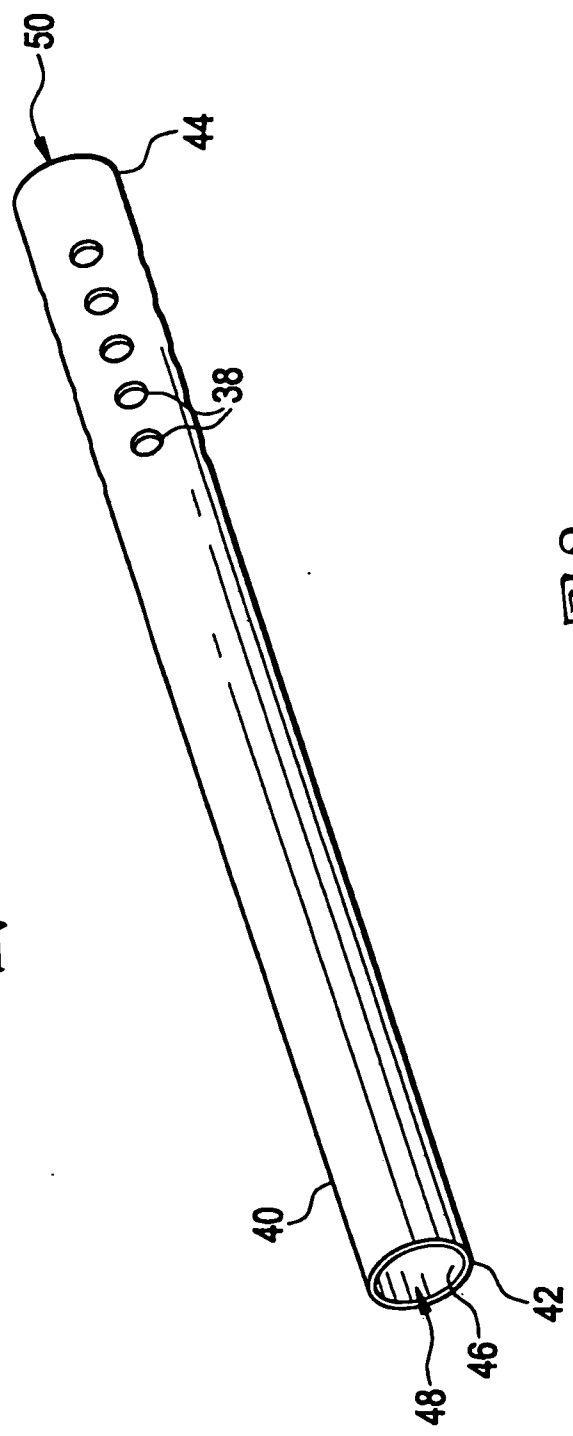


圖3

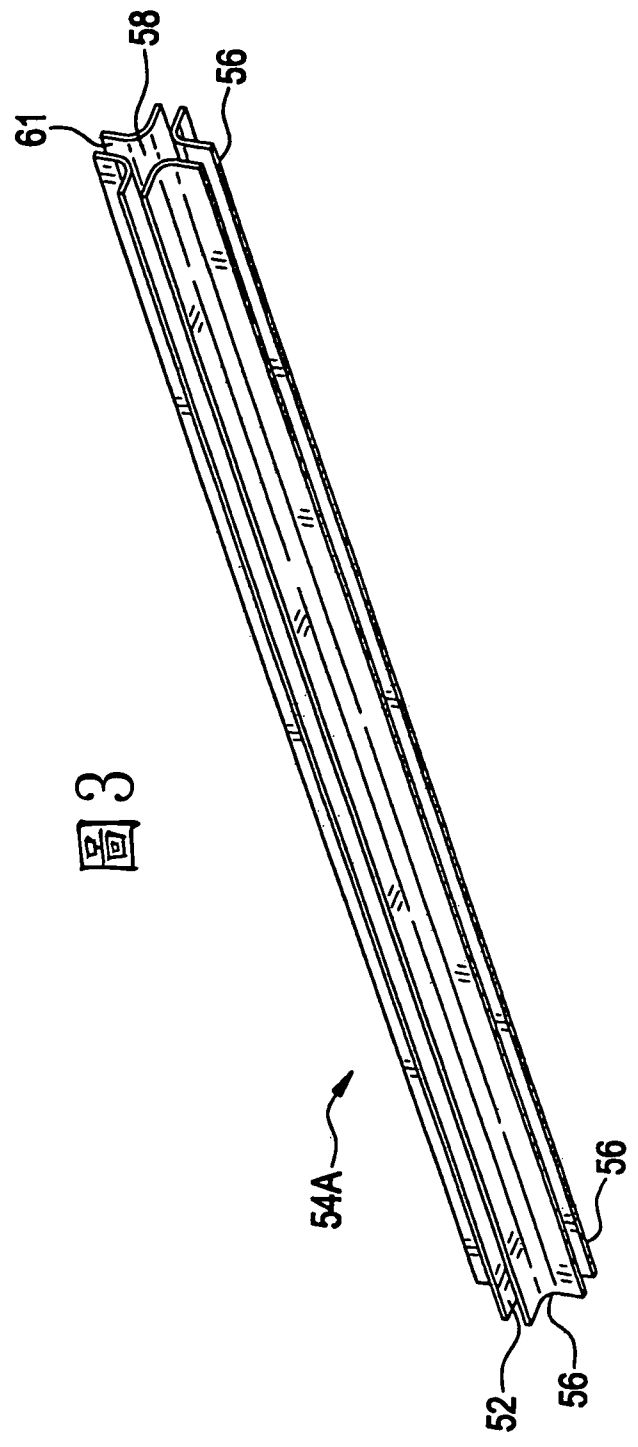


圖4

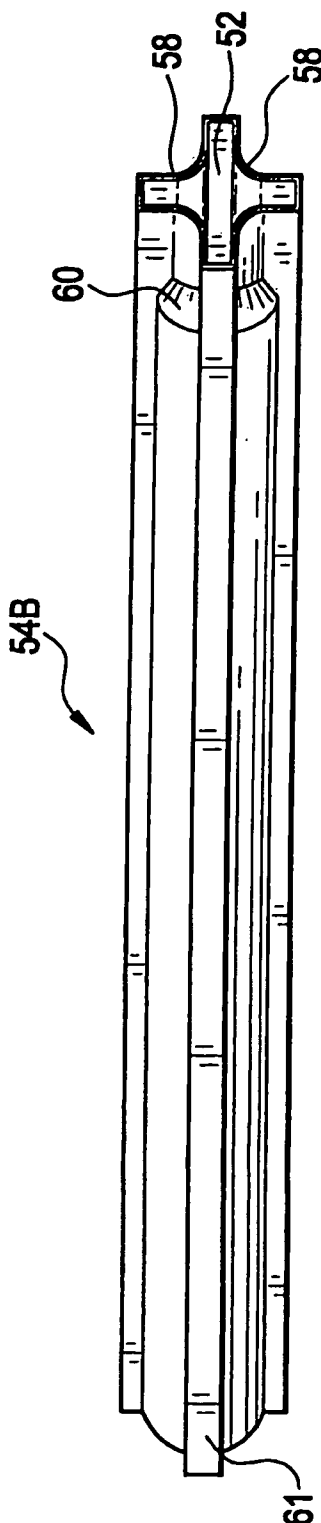


圖5

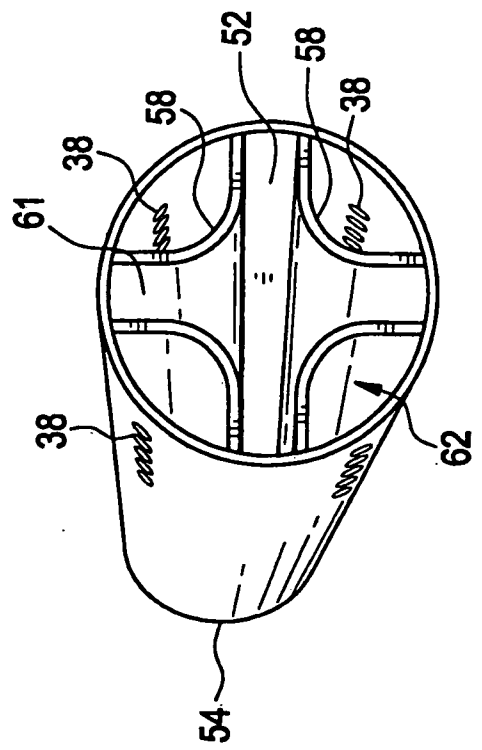


圖6

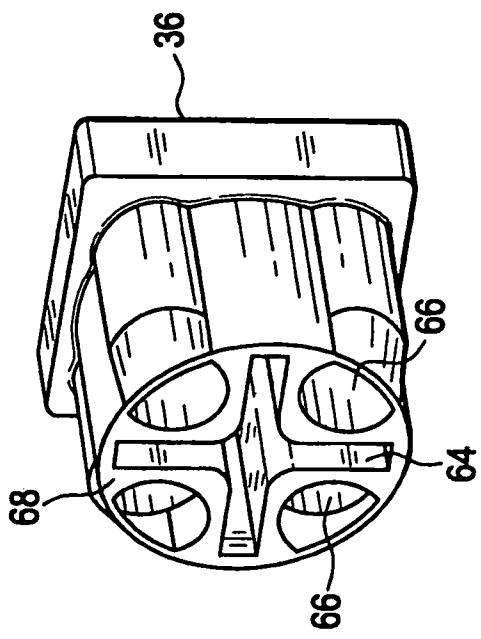


圖7

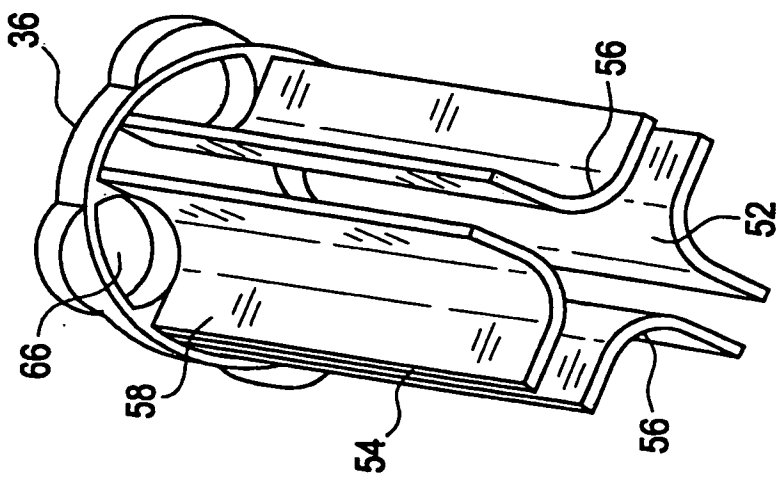


圖8

