



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201629983 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 16 日

(21) 申請案號：105104097 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 05 日

(51) Int. Cl. : G21C3/14 (2006.01) G21C7/30 (2006.01)

(30) 優先權：2015/02/09 世界智慧財產權組織 PCT/EP2015/052646

(71) 申請人：阿海珐集團公司 (德國) AREVA GMBH (DE)

德國

(72) 發明人：里赫特湯瑪士法比安 RICHTER, THOMAS FABIAN (DE)；洛塔爾維斯圖巴 WISTUBA, LOTHAR (DE)；加法爾雷拉 JAAFAR, LEILA (DE)；阿恩特奧利佛 ARNDT, OLIVER (DE)；斯托爾烏維 STOLL, UWE (DE)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：5 共 23 頁

(54) 名稱

放射核種的產生系統

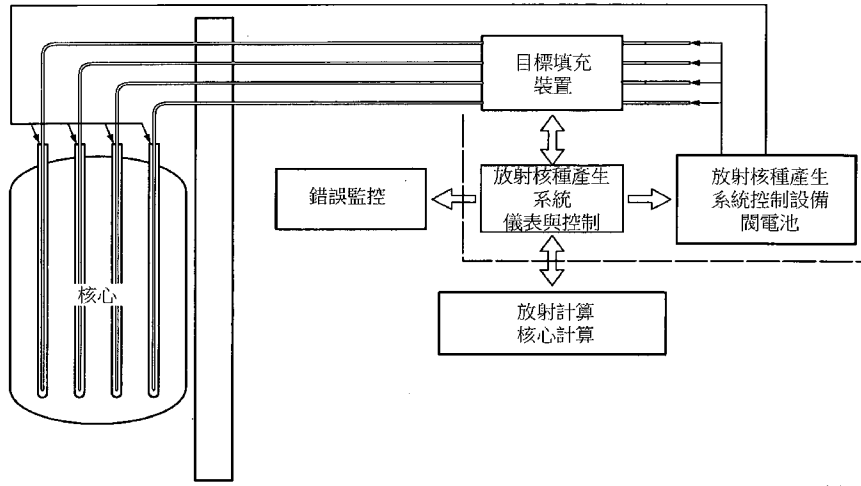
RADIONUCLIDE GENERATION SYSTEM

(57) 摘要

一種放射核種的產生系統包括一管系統與一放射目標驅動系統，該管系統經配置以允許將多數放射目標插入至一核反應爐的儀表指部之中及移除，該放射目標驅動系統經配置以將該等放射目標插入至該儀表指部，並將該等放射目標自該儀表指部移除。該放射核種產生系統進一步包括一儀表與控制單元，其鏈結至一線上核心監控系統，並經配置以根據由該線上核心監控系統所提供該反應爐的真實狀態計算該等放射目標於該儀表指部中的較佳放射位置。

A radionuclide generation system comprises a tube system configured to permit insertion and removal of irradiation targets into an instrumentation finger of a nuclear reactor, and an irradiation target drive system configured to insert the irradiation targets into the instrumentation finger and to remove the irradiation targets from the instrumentation finger. The radionuclide generation system further comprises an instrumentation and control unit which is linked to an online core monitoring system and being configured to calculate preferred irradiation locations of the irradiation targets in the instrumentation finger based on the actual state of the reactor as provided by the online core monitoring system.

指定代表圖：



第1圖

【中文發明名稱】放射核種的產生系統

【英文發明名稱】Radionuclide Generation System

【中文】

一種放射核種的產生系統包括一管系統與一放射目標驅動系統，該管系統經配置以允許將多數放射目標插入至一核反應爐的儀表指部之中及移除，該放射目標驅動系統經配置以將該等放射目標插入至該儀表指部，並將該等放射目標自該儀表指部移除。該放射核種產生系統進一步包括一儀表與控制單元，其鏈結至一線上核心監控系統，並經配置以根據由該線上核心監控系統所提供該反應爐的真實狀態計算該等放射目標於該儀表指部中的較佳放射位置。

【英文】

A radionuclide generation system comprises a tube system configured to permit insertion and removal of irradiation targets into an instrumentation finger of a nuclear reactor, and an irradiation target drive system configured to insert the irradiation targets into the instrumentation finger and to remove the irradiation targets from the instrumentation finger. The radionuclide generation system further comprises an instrumentation and control unit which is linked to an online core monitoring system and being configured to calculate preferred irradiation locations of the irradiation targets in the instrumentation finger based on the actual state of the reactor as provided by the online core monitoring system.

【指定代表圖】第(1)圖。

201629983

申請案號：105104097

申請日：105年2月5日

IPC分類：

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】放射核種的產生系統

【英文發明名稱】Radionuclide Generation System

【發明領域】

【0001】 本發明與一種放射核種的產生系統有關。

【先前技術】

【0002】 放射核種在各種的科技與科學中使用，也用於醫學的目的。通常，放射核種係於研究反應爐與迴旋加速器中製造。然而，因為放射核種的商業化生產設施數量係已經有限且預計將減少，因此希望能提供替代的生產場所。

【0003】 在一商業核反應爐核心中的中子通量密度係被測量，特別是利用引入固體球形探頭，也稱為「飛行球」至儀表管（「指部」）之中通過該反應爐核心，並以加壓空氣驅動該等空氣至一管系統中的方式進行。有許多建議都為了放射核種產生使用所述的球體測量系統。

【0004】 EP 2 093 773 A2說明一種放射核種產生系統，其中在一商業的輕水核反應爐中透過核融合方式產生具有醫學應用性的短期放射性同位素。現有的儀表轉，傳統上用於包住中子偵測器，係用於在該反應爐的正常操作期間產生放射核種。球形放射目標係被線性推入該等儀表管並自該等儀表管移除。而該反應爐核心的軸向中子通量剖面係被認為為已知或可計算的，在該反

應爐核心中該等目標的最佳位置與暴露時間量係至少根據此參數所決定。一種驅動齒輪系統、一致動器或一氣動驅動機可用於移動並保持該等放射目標。一自動流控制系統保持此球形測量系統所有子系統之間的同步性。

【0005】 同樣的系統也可從US 8 842 798 B2及US 2013/0170927 A1知悉，其具體敘述許多驅動系統具體實施例（對於該等目標的路徑與傳輸機制），例如，根據於一現有的移動芯內探頭（TIP）系統。類似一種終止閥或閘閥的元件可用於在特定時間與特定形式與分配放射目標連接。US 2013/0315361 A1建議一種用於密封一儀表管底部的閥。替代路徑則提供用以保留對現有TIP管索引器的接取，或用以提供至需要目標的替代路徑。在US 2013/0177126 A1中，說明一種固持組件，其包含一種類似叉子的限制結構，以選擇性阻擋放射目標移動通過一路徑，及/或從儀表管進/出。

【發明內容】

【0006】 本發明的一項目標是改良放射核種的生產。

【0007】 以上目標係由如請求項1的放射核種產生系統所解決。本發明的有利與適宜具體實施例係於該等相關的請求項中所指明，其可以彼此獨立組合。

【0008】 本發明提供一種放射核種產生系統，其包括一管系統與一放射目標驅動系統，該管系統經配置以允許將多數放射目標插入至一核反應爐的儀表指部之中及移除，而該放射目標驅動系統經配置以將該等放射目標

插入至該儀表指部，並將該等放射目標自該儀表指部移除。根據本發明，該放射核種產生系統進一步包括一儀表與控制單元，該儀表與控制單元鏈結至一線上核心監控系統，並經配置以根據由該線上核心監控系統所提供該反應爐的真實狀態計算該等放射目標於該儀表指部中的較佳放射位置。

【0009】本發明係以發現現有或未來核反應爐可以用於生產放射核種為基礎，而核反應爐的主要目的係為/將為電力的產生。實際上，所述商業反應爐的現有或計劃的球形測量系統或是其他放射系統可經修改及/或添加，以能夠達成有效果及有效率的放射核種生產。

【0010】如同已經提到的，球形測量系統為一種在該反映核心中多數不同位置處測量中子通量密度的系統。至少所述球形測量系統之該等儀表指部與連接管的某些部分，可用於引導飛行球，其包含一適宜的母材，至該反應爐核心之中，並在適宜的母材放射之後，引導該等飛行球離開該反應爐核心。特別值得注意的是，該放射處理可由考慮該反應爐的實際狀態而最佳化，特別是目前的中子通量、燃耗、反應爐功率及/或負載。因此，可為了最佳結果計算該等放射目標於該儀表指部中的較佳放射位置、最佳放射時間以及該放射處理的其他參數。關於以本發明為基礎的主要想法中，該實際計算是否於該儀表與控制單元中施行或由該球形測量系統的適用線

上核心監控系統施行並不重要。據此，兩者方法都應該被包含於其中。

【0011】根據本發明一複雜具體實施例，進一步的參數，特別是該等放射目標的最佳放射時間係由該儀表與控制單元從該線上核心監控系統所提供的資訊所計算。

【0012】較佳的是，由該線上核心監控系統提供至該儀表與控制單元的資訊包含以下至少一項：中子通量（來自芯外或芯內偵測器）、來自現有球形測量系統的活化數值、燃耗、反應爐功率、負載、（多數）棒位置、流率、入口溫度、壓力、時間同步。有越多關於該反應爐的資訊被考量做為輸入資料，便可以對最佳放射時間進行更精確的結果計算。該等前述參數可以包含即時數值與任何衍生數值，像是隨時間的發展。

【0013】該放射核種產生系統係由該核反應爐的主冷卻劑所環繞。為了能夠立即感知該系統中的任何洩漏，該放射核種產生系統進一步包括至少一感測器，用以偵測主冷卻劑的進入。

【0014】用於偵測主冷卻劑進入的感測器較佳地係位於該儀表指部處或位於該管系統之一元件處。

【0015】根據本發明之一特別態樣，該感測器為一種以火星塞為基礎的濕度感測器，該火星塞經修改以測量電阻。

【0016】根據本發明一較佳具體實施例，該驅動系統包括一種像是氣動系統的閥電池，用以區分該管系統中

該等放射目標的傳輸控制。機與所述控制區分，該正規的球形測量系統（用於決定該核心中的中子通量）與根據本發明之放射核種產生系統可被分別驅動。

【0017】 根據本發明一較佳具體實施例，該管系統包括一分離元件，該分離元件在該反應爐壓力容器頭部上方的電纜橋處及/或在該核反應爐的連接器板處，將該等管分裂。

【0018】 根據本發明一較佳具體實施例，該驅動系統包括一目標填充裝置，用以將該等放射目標插入至該儀表指部之中，並在放射之後將該等放射目標自該儀表指部移除，以在該管系統中進一步傳輸。

【0019】 在該目標填充裝置的安全與可靠操作觀點下，該儀表與控制單元係經配置，因此該目標填充裝置的多數閥操作係為至少部分自動。

【0020】 根據本發明一較佳具體實施例，該驅動系統包括一閘裝置，用以在放射之後將該等放射目標排出至一收集容器之中。

【0021】 根據本發明一較佳具體實施例，該驅動系統包括多數感測器，用以監控該等放射目標及/或通過該管系統之多數指示球的存在性與運行期間。

【0022】 有關這些感測器的測量原理為，可以使用當該等放射目標及/或指示球通過該等感測器時的磁通量變化。此外，或做為一種替代，可以運用感測該等放射目標及/或指示球之輻射的輻射感測器。

【0023】 根據本發明一較佳具體實施例，該儀表與控制單元係經鏈結至該核反應爐的至少一錯誤監控系統，特別是一球形測量系統的錯誤監控系統。

【0024】 根據本發明一較佳具體實施例，提供包含一處理單元的操作器站台，用以控制該驅動系統該等機械元件的特定操作參數，特別是該閥電池。

【0025】 該儀表與控制單元可經有利配置以自動控制該管系統中的壓力，特別是在放射目標的每次入料之後。

【0026】 根據本發明一較佳具體實施例，該放射核種產生系統之該等元件的電力係由一球形測量系統的裝載櫃及/或由一控制櫃所管理。

【圖式簡單說明】

【0027】 本發明之進一步特徵與優點將從以下的敘述與其所參考的附圖而變的顯而易見。在該等圖式中：

【0028】 第1圖說明根據本發明之一放射核種產生系統(MAS)設定的示意草圖；

【0029】 第2圖說明整合至一球形測量系統之中之一MAS I&C的實例；

【0030】 第3圖說明在一球形測量系統中一MAS I&C的修改實例；

【0031】 第4圖說明提供對於儀表指部總量、其配備有球形測量偵測器與其在該核反應爐核心內分佈之資訊的示意圖；及

【0032】 第5圖說明部分以MAS飛行球及部分以指示球所填入之一儀表指部。

【實施方式】

【0033】 第1圖描述在商業核電廠中一放射核種產生系統的基本設定，特別是具備EPRTM或西門子DWR核反應爐的電廠。放射核種產生系統的基礎為一種現有或是計劃的球形測量系統，其主要目的係用於測量該核反應爐核心中的中子通量密度。該球形測量系統包含一驅動系統，經配置以將飛行球插入至儀表指部之中，儀表指部延伸至該核心之中，並在放射之後將該等飛行球從該等儀表指部移除。

【0034】 該球形測量系統係經調整為也能夠處理特殊放射目標，其也形成為一種具有直徑1.9毫米的飛行球，但包含用於產生放射核種的適宜母材，而能於醫學及/或其他目的中使用。為更容易參考，在此後以現有或計劃球形測量系統為基礎的放射核種產生系統將參考醫療飛行球系統(MAS)。

【0035】 如第1圖所示，該MAS的儀表與控制(I&C)係鏈結至一目標填充裝置(入料/出料機構)、包含閥電池的一機械控制設備、該球形測量系統的適用線上放射控制系統，及一錯誤監控系統。

【0036】 在以下敘述中，該MAS的主要元件，其對於現有或計劃球形測量系統而言為需要增添，或是需要被

修改的，將根據第2圖與第3圖加以敘述。在第2圖與第3圖係以粗體線與斜體字指明所增添或修改的元件。

【0037】 使用閥電池做為額外的氣動系統，用以區分該管系統中該等MAS的控制。該閥電池可被實作為額外於該球形測量系統該等閥電池的其他子系統，或以完整的新系統進行設置。

【0038】 一分離元件在該反應爐壓力容器頭部上方的電纜橋處及/或在該連接器板處，將該等管分裂，透過此方法該等管被引導離開該反應爐井。

【0039】 一目標填充裝置（入料/出料機構）將該等MAS飛行球插入至該等儀表指部之中，並在放射之後將其從該等儀表指部移除，以進一步於該管系統中傳輸。

【0040】 使用包含許多（電動）機械裝置的閘系統，以將該等放射目標填入一管之中，以傳輸至該反應爐核心，並在放射之後將該等MAS飛行球排出至一收集容器之中。

【0041】 提供許多濕度感測器以偵測任何主冷卻劑（或任何其他液體）進入至該MAS系統之中的情況。必須瞭解到用於該MAS之該等儀表管係直接與該主冷卻水體接觸，該主冷卻水體環繞該核反應爐的核心。該等濕度感測器係以火星塞為基礎，該火星塞經修改以測量電阻。

【0042】 提供進一步的感測器以監控通過該等管之MAS飛行球的存在性與運行期間。這些感測器較佳地係

佈置在該等儀表管貫穿該核心的位置。該測量原則係以當該等MAS飛行球（或任何用於測量傳輸時間與完成度指示之指示球）通過時造成之磁通量的變化偵測為基礎。

【0043】 透過一介面，MAS I&C控制單元係與該適用線上核心監控系統軟體連接。該控制單元進一步連接至該MAS之該等機械元件，包含該等感測器。為了放射核種的有效率產生，將決定最佳放射條件以及該等MAS飛行球的時間。實際上用於此計算的所有相關輸入資料都可從該球形測量系統的線上放射控制系統所獲得，例如由A r e v a所供應的POWERTRAX/S核心監控軟體系統。因此，該控制單元，其被連接至此（適用）系統，可以計算該最佳放射時間與其他參數，像是在一儀表指部中的MAS飛行球總量（定義該個別目標柱的實際長度與在該目標柱內個別飛行球的位置）。根據這些計算結果，該控制單元及/或該操作者可據此操作該等機械MAS元件。該控制單元也連接至該球形測量系統的更新錯誤監控系統，用以回報該MAS中的任何錯誤。

【0044】 該最佳放射時間與其他參數的線上計算並不只是根據於一估計定常中子通量的假設，而是考量該反應爐的真實狀態，特別是以下參數至少一者：中子通量、來自現有球形測量系統的活化數值、燃耗、反應爐功率、負載、（多數）棒位置、流率、入口溫度、壓力、時間同步。並不只能考慮這些參數的即時數值，也可以考慮這些參數隨時間的發展。

【0045】 第4圖示意描繪提供對於儀表指部總量、其配備有球形測量偵測器與其在該核反應爐核心內分佈之資訊的圖式。根據第4圖中繪示的示例，從該球形監測系統取用四個球形測量位置以在該MAS中使用。

【0046】 第5圖說明一儀表指部10的簡化描述，該儀表指部10係用於該MAS。在該線上核心監控系統的協助下，便可能決定該儀表指部中該中子通量對於產生放射核種為過低的區域12，以及該中子通量在所需放射目標要求以上並因此適宜產生所需要之放射核種的區域14。該儀表指部10的上方區域16可為空白。如果該等指示球通過該感測器時，在該等指示球位於該儀表指部中該等目標下方的情況下，該等感測器監控在吹出處理期間已經離開該指部的所有球體。

【0047】 第5圖也象徵性地說明一濕度感測器18，其理論尚可被佈置在該儀表指部10處。然而，該等濕度感測器通常係佈置於該管系統於該反應爐壓力容器外側的元件處。

【0048】 在一操作器站台可透過一處理單元施行該MAS的手動操作。該處理單元係被安裝於一控制櫃空間中的分離控制櫃處（參考第2圖與第3圖）。該處理單元係具備有顯示器，並允許特別是進行該MAS閥電池的特定參數控制。

【0049】 在該操作器站台處，可以監控於放射期間以及剩餘放射期間的該等MAS放射目標狀態。當已經超過

一儀表指部中一組目標的計算放射時間時，一訊息提示該操作者開始對於此儀表指數進行出料處理。該入料/出料機構之各種閥操作係為部分自動，因此可以更安全且更可靠的施行重複性動作。

【0050】 在新放射目標的每次入料之後，以完全自動的方式檢查及調節該管系統。該控制單元也收集表現某些系統條件的進一步數位訊號。特別是該濕度感測器的訊號能進行洩漏監控，亦即用於監控是否有任何主冷卻劑已經進入該MAS的管系統。

【0051】 用於該等MAS元件的電力，包含該閥電池與該MAS櫃的處理單元，係透過該球形測量系統的負載櫃加以實現。就此點而言，具有適宜保險絲的其他電力變換器係被安裝於該負載櫃中。也可能使用整合於該控制櫃空間中的額外24伏供應器。

【0052】 該MAS也可以安裝於一核電廠中，而不具有一球形測量系統。如以上敘述的球形測量系統只是基礎，其使得所需要的放射核種產生系統設置更加容易，因為對於該MAS而言不需要設置管或指部等等。用於所述應用的可能反應爐可為CANDU (CANada Deuterium Uranium) 反應爐。

【符號說明】

【0053】

10 儀表指部

12 中子通量過低區域

1 4 適宜放射核種區域

1 6 上方空白區域

1 8 濕度感測器

【生物材料寄存】

【 0 0 5 4 】 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 5 5 】 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種放射核種產生系統，該系統包括：

一管系統，該管系統經配置以允許將多數放射目標插入至一核反應爐的儀表指部之中及移除，

一放射目標驅動系統，該放射目標驅動系統經配置以將該等放射目標插入至該儀表指部，並將該等放射目標自該儀表指部移除，及

一儀表與控制單元，該儀表與控制單元鏈結至一線上核心監控系統，並經配置以根據由該線上核心監控系統所提供該反應爐的真實狀態計算該等放射目標於該儀表指部中的較佳放射位置。

【第2項】 如請求項1所述之放射核種產生系統，其特徵在於從由該線上核心監控系統所提供的資訊，由該儀表與控制單元計算進一步的參數，特別是對於該等放射目標的最佳放射時間。

【第3項】 如請求項1或請求項2所述之放射核種產生系統，其特徵在於由該線上核心監控系統提供至該儀表與控制單元的資訊包含以下至少一項：中子通量、來自現有球形測量系統的活化數值、燃耗、反應爐功率、負載、（多數）棒位置、流率、入口溫度、壓力、時間同步。

【第4項】 如前述請求項任一項所述之放射核種產生系

統，其特徵在於該放射核種產生系統進一步包括至少一感測器，用以偵測主冷卻劑的進入。

【第5項】如請求項4所述之放射核種產生系統，其特徵在於該感測器位於該管系統的一元件處，較佳的是位於該核反應爐的壓力容器外側。

【第6項】如請求項4或請求項5所述之放射核種產生系統，其特徵在於該感測器為一種以火星塞為基礎的濕度感測器，該火星塞經修改以測量電阻。

【第7項】如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於該驅動系統包括一種像是氣動系統的閥電池，用以區分該管系統中該等放射目標的傳輸控制。

【第8項】如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於該管系統包括一分離元件，該分離元件在該反應爐壓力容器頭部上方的電纜橋處及/或在該核反應爐的連接器板處，將該等管分裂。

【第9項】如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於該驅動系統包括一目標填充裝置，用以將該等放射目標插入至該儀表指部之中，並在放射之後將該等放射目標自該儀表指部移除，以在該管系統中進一步傳輸。

【第10項】如前述請求項任一項所述之放射核種產

生系統，其特徵在於該儀表與控制單元係經配置，因此該目標填充裝置的多數閥操作係為至少部分自動。

【第11項】 如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於該驅動系統包括一閘裝置，用以在放射之後將該等放射目標排出至一收集容器之中。

【第12項】 如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於該驅動系統包括多數感測器，用以監控該等放射目標及/或通過該管系統之多數指示球的存在性與運行期間。

【第13項】 如請求項12所述之放射核種產生系統，其特徵在於該等用於監控該等放射目標及/或通過該管系統之多數指示球的存在性與運行期間的感測器，係測量當該等放射目標及/或指示球通過該等感測器時的輻射及/或磁通量的變化。

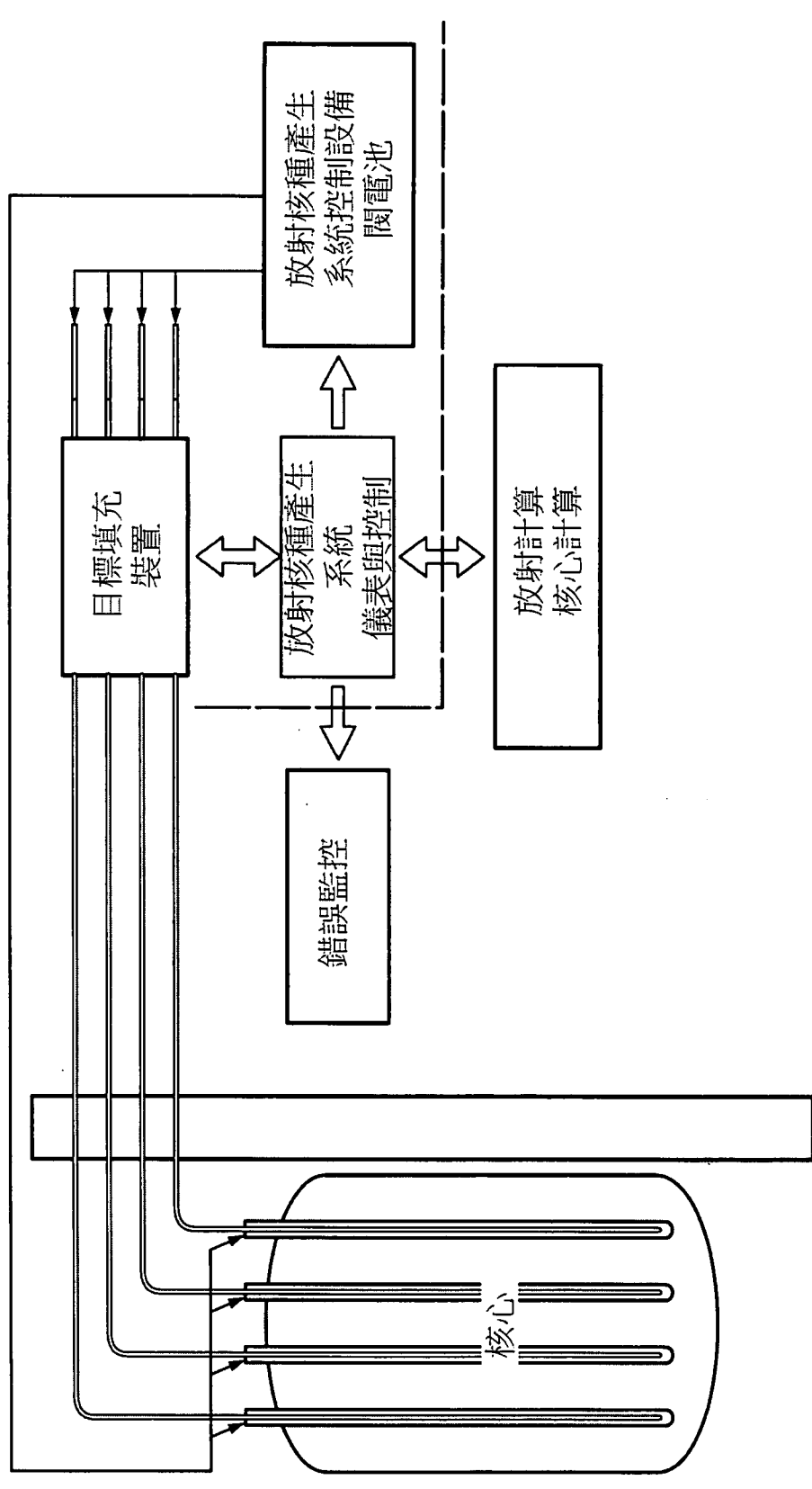
【第14項】 如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於該儀表與控制單元係經鏈結至該核反應爐的至少一錯誤監控系統，特別是一球形測量系統的錯誤監控系統。

【第15項】 如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於由一操作器站台包含一處理單元，用以控制該驅動系統該等機械元件的特定操作參數，特別是該閥電池。

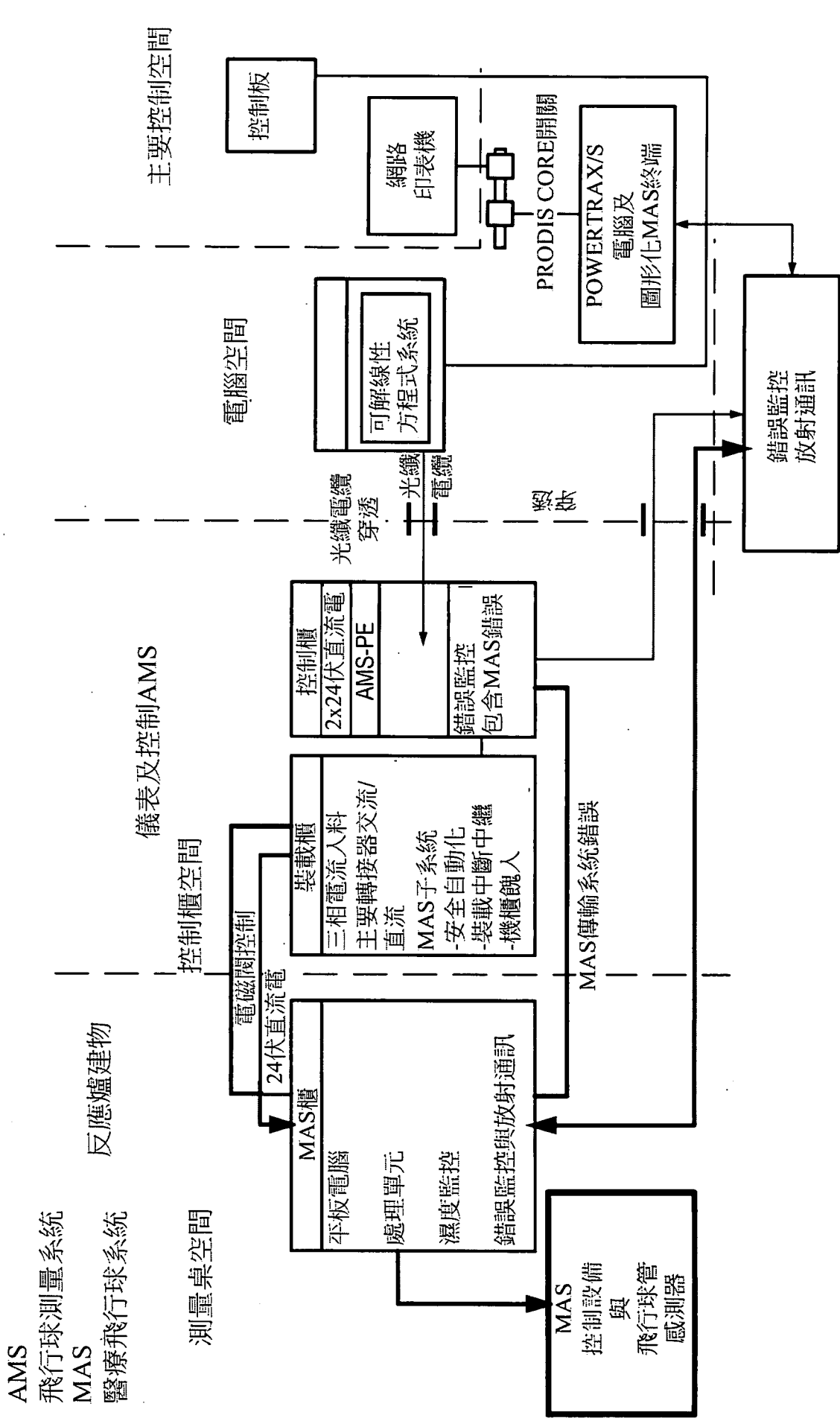
【第16項】 如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於該儀表與控制單元係經配置以自動控制該管系統中的壓力。

【第17項】 如前述請求項任一項所述之放射核種產生系統，其特徵在於用於該放射核種產生系統之該等元件的電力係由一球形測量系統的裝載櫃及/或由一控制櫃所管理。

圖式



第1圖



第2圖

AMS
飛行球測量系統
MAS
醫療飛行球系統

反應爐建物

測量桌空間

儀表及控制AMS

控制櫃空間

電腦空間

主要控制空間

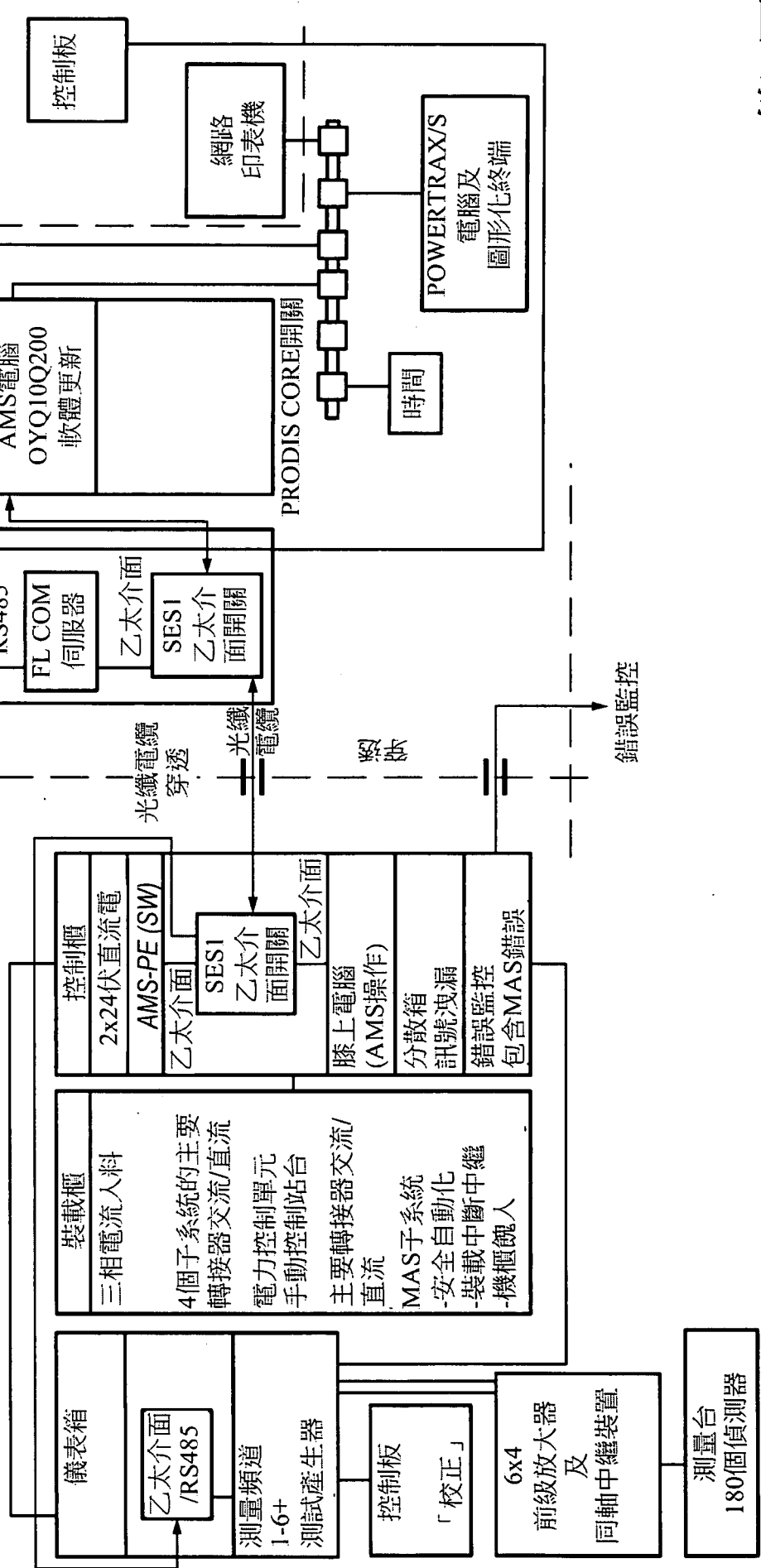
AMS
飛行球測量系統
MAS
醫療飛行球系統

反應爐建物
儀表及控制AMS

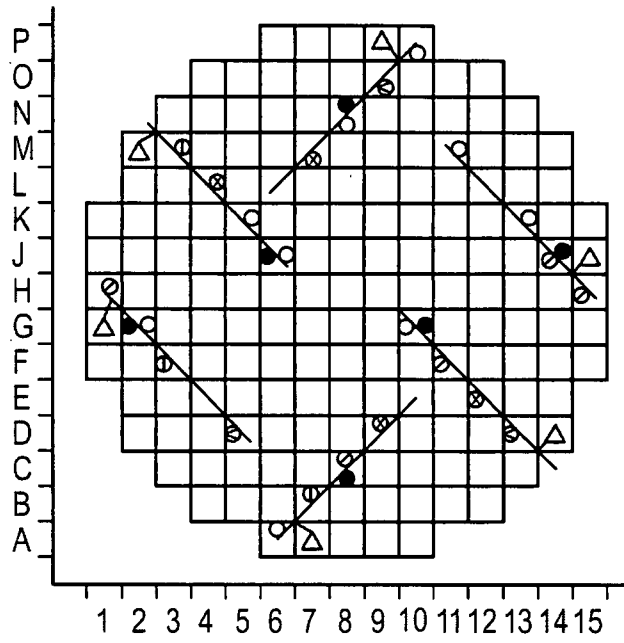
測量桌空間

控制櫃空間

主要控制空間

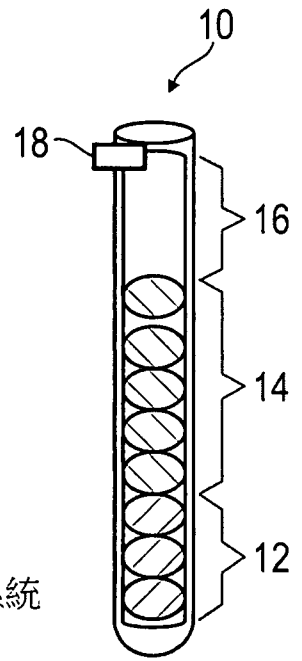


第3圖



第4圖

- ⊙ 子系统1
- 子系统2
- ⊙ 子系统3
- ⊙ 子系统4
- 6n-β 偵測器
- △ 柄
- ⊙ 放射核種產生系統 (MAS) 位置



第5圖