



(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 I543194 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：101104035

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 08 日

(51)Int. Cl. : G21D5/04 (2006.01)

G21C9/00 (2006.01)

(30)優先權：2011/02/08 美國

61/440,545

2011/07/28 美國

61/512,644

2012/02/06 美國

13/366,909

(71)申請人：巴布考克及威科斯核能股份有限公司(美國) BABCOCK & WILCOX NUCLEAR ENERGY, INC. (US)

美國

(72)發明人：諾爾 詹姆士 NOEL, JAMES L. (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 63-282692A

JP 9-49894A

JP 2001-235585A

US 2009/0129531A1

US 2010/0303192A1

審查人員：蔡志明

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 31 頁

(54)名稱

核能發電設施

NUCLEAR POWER FACILITY

(57)摘要

核島包含至少一核反應器。渦輪機島包含至少一渦輪機建築物，該建築物容納藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動的至少一渦輪機。受保護區域具有藉由至少一圍牆所保護之周邊。隔離區包圍該受保護區域及包含闖入偵測裝置，該闖入偵測裝置被建構來偵測朝該受保護區域之未經授權的接近。該核島被設置在該受保護區域內側，且該渦輪機島被設置在該受保護區域的外面並與該受保護區域隔開。

A nuclear island includes at least one nuclear reactor. A turbine island includes at least a turbine building housing at least one turbine driven by steam generated by the nuclear reactor. A protected area has a perimeter protected by at least one fence. An isolation zone surrounds the protected area and includes intrusion detection devices configured to detect unauthorized approach toward the protected area. The nuclear island is disposed inside the protected area, and the turbine island is disposed outside of and spaced apart from the protected area.

指定代表圖：

符號簡單說明：

150 . . . 受保護區域

151 . . . 核島

152 . . . 交戰空間

154 . . . 闖入偵測裝置

156 . . . 安全性受控制區域

158 . . . 渦輪機島

160 . . . 冷凝器

162 . . . 開關場

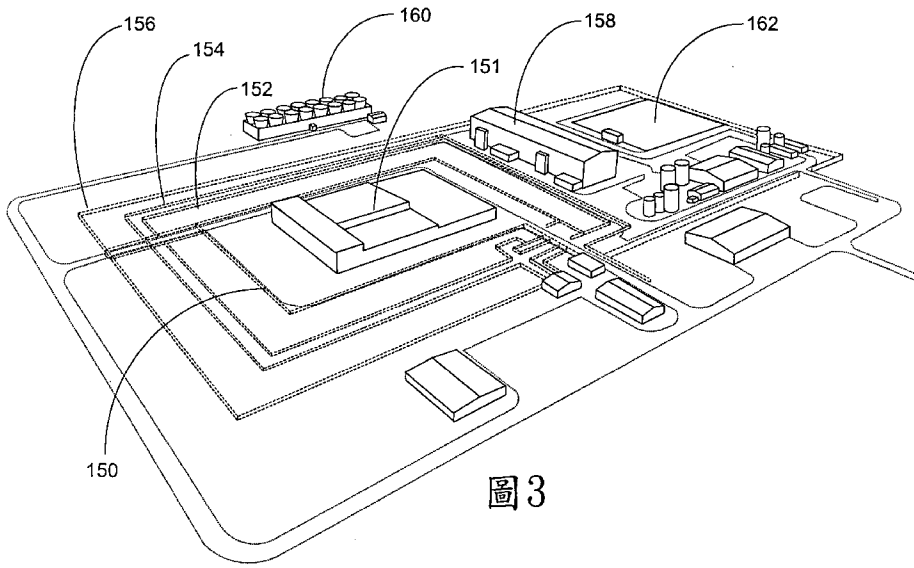
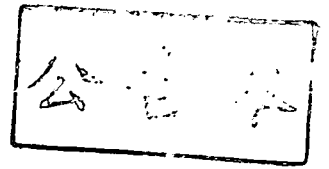


圖3



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101104035

※申請日：101年02月08日

※IPC分類：G21D 5/04 (2006.01)
G21C 9/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

核能發電設施

Nuclear power facility

二、中文發明摘要：

核島包含至少一核反應器。渦輪機島包含至少一渦輪機建築物，該建築物容納藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動的至少一渦輪機。受保護區域具有藉由至少一圍牆所保護之周邊。隔離區包圍該受保護區域及包含闖入偵測裝置，該闖入偵測裝置被建構來偵測朝該受保護區域之未經授權的接近。該核島被設置在該受保護區域內側，且該渦輪機島被設置在該受保護區域的外面並與該受保護區域隔開。

三、英文發明摘要：

A nuclear island includes at least one nuclear reactor. A turbine island includes at least a turbine building housing at least one turbine driven by steam generated by the nuclear reactor. A protected area has a perimeter protected by at least one fence. An isolation zone surrounds the protected area and includes intrusion detection devices configured to detect unauthorized approach toward the protected area. The nuclear island is disposed inside the protected area, and the turbine island is disposed outside of and spaced apart from the protected area.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

150：受保護區域

151：核島

152：交戰空間

154：闖入偵測裝置

156：安全性受控制區域

158：渦輪機島

160：冷凝器

162：開關場

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：

本申請案之美國基礎案主張 2011 年 7 月 28 日提出的美國臨時申請案第 61/512,644 號之利益。該申請案亦主張 2011 年 2 月 8 日提出的美國臨時申請案第 61/440,545 號之利益。2011 年 7 月 28 日提出的美國臨時申請案第 61/512,644 號係全部以引用的方式併入本文中。2011 年 2 月 8 日提出的美國臨時申請案第 61/440,545 號係全部以引用的方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

下文有關該等核能發電技術、核能發電設施技術、核反應器發電設施規劃技術、及相關技術。

【先前技術】

建構核能發電設施係多方面的工作。透過工廠設計及結構來產生電力輸出之最初概念可費時超過十年或更長，及能花費數億美元或更多。

核能發電設施被設計為一安全位址。緊急爐心冷卻系統（ECCS）會同該核反應器被設計，以萬一冷卻劑意外之損失（LOCA）、熱沉意外之損失、或潛在地影響安全性之其他事件時使該核反應器安全地停機。另外，核能發電設施對於恐怖份子、暴力的激進主義團體等可為一吸引人之目標。據此，大部份國家採取行動，以使核能發電設施沒有遭受外部攻擊的危險。

於美國，藉由該核能管理委員會（NRC）所公佈之法規指定用於使核能發電設施沒有遭受外部攻擊的危險之規則。例如見 10 C.F.R. Part 73（可在 <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part073/> 得到，最後存取時間為 2011 年 1 月 28 日）。按照 NRC 法規，受保護區域被界定，其周邊被限制接近進入該受保護區域的實體障礙物所保護。10 C.F.R. § 73.55（e）（8）。包含至少該反應器控制室、該用過燃料池、及某些重要的警報零組件之極重要區域係位於該受保護區域內。10 C.F.R. § 73.55（e）（9）。隔離區被維持在毗連受保護區域周邊障礙物的戶外區域中。10 C.F.R. § 73.55（e）（7）。亦同該隔離區之尺寸被設計成允許在該受保護區域障礙物的任一側面上之活動的無阻礙觀察及評估，且係以合適之闖入偵測裝置來監視該闖入偵測裝置能夠在該受保護區域周邊障礙物的達成穿透之前，偵測及記錄該受保護區域周邊障礙物之企圖或實際穿透。

雖然 NRC 法規指定核子設施安全性之某些態樣，其被認知每一設施呈現獨特之地理的、地帶、設施尺寸、及其他考量。據此。為每一核能發電設施開發特定位址之安全性計畫。大致上見 C.F.R. 標題 10 第 73 部分。

在美國之外的管轄權典型具有類似於 NRC 之管制機構，其公佈用於使核能發電設施安全的法規。

【發明內容】

按照在此中所揭示之某些態樣，發電設施包括：核島，包含至少一核反應器；渦輪機島，包含至少一渦輪機建築物，該建築物容納藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動的至少一渦輪機；受保護區域，具有藉由至少一圍牆所保護之周邊；及隔離區，其包圍該受保護區域及包含闖入偵測裝置，該闖入偵測裝置被建構來偵測朝該受保護區域之未經授權的接近。該核島被設置在該受保護區域內側，且該渦輪機島被設置在該受保護區域的外面並與該受保護區域隔開。

按照在此中所揭示之某些態樣，發電設施包括：核島，包含至少一核反應器；渦輪機建築物，容納藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動的至少一渦輪機；受保護區域，具有藉由至少一圍牆所保護之周邊；及隔離區，其包圍該受保護區域及包含闖入偵測裝置，該闖入偵測裝置被建構來偵測朝該受保護區域之未經授權的接近。該隔離區包含一包圍該受保護區域與具有至少 30 呎寬之實體障礙場之交戰空間，及包圍該交戰空間且被建構來偵測朝該交戰空間之未經授權的接近之感應器陣列。

按照在此中所揭示之某些態樣，發電設施包括：核島，包含至少一核反應器；與渦輪機島，包含藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動的至少一渦輪機。該核島及該渦輪機島係彼此隔開。於一些實施例中，該核島及該渦輪機島間之間距係 50 呎，且更好是 100 呎，及又更好是 130 呎。於一些實施例中，該核島被維持在比該渦輪機島較高的

安全性等級。

按照在此中所揭示之某些態樣，發電設施包括：至少一核反應器；至少一渦輪機，其藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動；及最後之散熱器，設置在地下並與該核反應器運作地連通。

【實施方式】

核能發電設施典型被設計用於特別之電力輸出，並設定該核反應器與相關輻射圍阻及緊急爐心冷卻系統（ECCS）、該發電渦輪機或諸渦輪機等等之尺寸及其他特徵。該反應器係位在一圍阻建築物中，重要的 ECCS 零組件及反應器支援系統（亦即用過的燃料、輻射廢料）係位在該圍阻建築物內側或極接近該圍阻建築物，如此形成“核島”。包含渦輪機、冷凝器、該電力配電網（亦即，該“配電間”）的其餘零組件（亦即，該“渦輪機廠房電廠輔助設施”）係位於靠近該核島。用於產生電力的渦輪機係藉由該核島所產生之蒸汽來驅動，且被安置在極接近該核島的渦輪機建築物中。這使接連至該渦輪機建築物的蒸汽管線及接連至該核島之給水管線減至最小，如此使在此連合內之瞬變熱損失、管道考量、及附加功率損失（亦即，泵）減至最小，並用於安全性目的能夠使該核島及渦輪機建築物構成單一連續的受保護區域。該設施位址係基於各種考量來選擇，諸如至電力顧客之地理接近度、基礎建築物支撐、地震穩定性、用於冷卻的水之可用率等。

設施設計亦併入安全性，尤其用於“極重要的發電設施”，其被該核能管理委員會（NRC）定義為“任何設備、系統、裝置、或材料，其故障、破壞、或釋放能藉由暴露至輻射而直接或間接地危害該公眾健康及安全性。將在此故障、破壞、或釋放之後被求來作用於保護公眾健康及安全性的設備或系統亦被考量為極重要的”。10 C.F.R. §73.2。所有極重要的設備必需位於極重要的區域中，該極重要的區域依序必需位於受保護的區域中。10 C.F.R. §73.55（e）（9）。該受保護區域係一有限之接近區域，其係藉由安全人員所慣常地巡邏且係藉由實體障礙所保護。見10 C.F.R. §73.55（e）（8）。該受保護區域依序係藉由戶外區域中之隔離區所包圍，其尺寸被設計成可於該隔離區及該受保護區域兩者中施行不受阻礙的觀察活動，且以自動（與記錄）闖入偵測感應器及警報器來監視。在美國之外的管轄權典型藉由類似安全性法規或準則所操縱。

傳統上，該核能發電設施係以小巧之規劃所製成，使該渦輪機建築物與極接近核島形成連續之受保護區域的核心。於一些設施規劃中，渦輪機廠房電廠輔助設施之其他部份、諸如該配電間及／或冷凝器亦被包含在該受保護區域內。為容納升高的結構、諸如用於該渦輪機建築物之屋頂安裝式冷激器，守衛塔被建立在靠近該受保護區域周邊之合適位置，以確保該安全人員具有該整個受保護區域周邊之連續、不受阻礙、及重疊的視野。

如在此中所揭示，朝核能發電設施規劃之傳統方式具有某些缺點，其係藉由在此中所揭示之改良所克服。

在用於核能發電設施的現存規劃中，操作及維護成本為高的。譬如，安全性成本被估計為每年大約美金25,000,000-30,000,000。此成本對於較小的核能發電設施可為有問題的，諸如所提出之小型模組化反應器（SMR）設計，其產生僅只300百萬瓦（電）。再者，守衛塔之使用可為有問題的因為駐守於該等守衛塔中之人員係坐定不動的，其對於安全人員所想要之持續警戒係無幫助的。鑒於此，固定不動之警衛駐守任務理想上應具有每隔二小時左右之人員輪換。因固定不動之位置，對於任何外部攻擊，靠近該周邊之守衛塔亦被得知及為定義明確的目標。

現存之核子電廠發電設施規劃亦使建構、維護、修理、及升級操作複雜化。在該核島上、或於該渦輪機建築物中、或在該受保護區域內之別的地方所執行之任何工作必需被授權於該受保護區域中工作的人員所施行。在此工作係藉由包商或其他“外面”人員所施行，這些人員當在該受保護區域內側時必需被護衛。再者，在該受保護區域內之主要升級、諸如將新渦輪機加至現存設施的受保護區域內之渦輪機島，可能需要被一或多個調節管制機構所審查及認可。

又再者，雖然現存核能發電設施為小巧的，它們在該受保護區域內放置很多操作零組件。這導致相當大量之人員存在該小巧之受保護區域內側，這以安全性、人員撤離

程序等等之觀點可為有問題的。

參考圖 1，在此中所揭示之改良的核能發電設施係以平面圖顯示（亦即，概略的上方視圖）。該核能發電設施包含一核島，其包括圍阻建築物 10，且含有至少一台核反應器（說明性之圖 1 顯示“二組”，含有二台核反應器 12、14，且亦顯示一在該圍阻建築物 10 內側之用過燃料池 16，用於在該用過燃料由該反應器移除之後儲存該用過燃料）；及一渦輪機島，包含容納至少一台渦輪機之至少一渦輪機建築物 20。該核反應器或諸反應器 12、14 可包括利用主迴路及蒸汽迴路之大體上任何型式的核反應器，且於較佳實施例中，包括一壓水反應器（PWR）。該核反應器或諸反應器可為經由主冷卻劑環路與外部蒸汽產生器（未示出，但於此等實施例中亦容納在該圍阻建築物內）有效運作地連接。於該說明性範例中，該核反應器 12、14 為“一體式”核反應器，其中該等蒸汽產生器係位在該等反應器容器內側。此後面結構的一些範例係在 Thome 等人於 2010 年 12 月 16 日發表之美國專利公告第 2010/0316181 A1 號的“一體式螺旋管壓水核反應器”提出，其全部以引用的方式併入本文中，且在 http://www.babcock.com/products/modular_nuclear/（最後存取時間為 2011 年 1 月 29 日）（敘述該 B&W mPower™ 一體式小型模組化反應器設計，其係正在開發中）。美國專利公告第 2010/0316181 A1 號揭示一體式 PWR，其採用具有螺旋管的蒸汽產生器；然而，更為普遍的是，該一體

式蒸汽產生器可採用直管，例如直立管直流蒸汽產生器（OTSG）或另一管件組構，且該二次冷卻劑可流動在該等管內側（管側），使該主冷卻劑流動環繞該等管，或該二次冷卻劑可在包圍該等管的殼體（殼體側）中流動，使該主冷卻劑流動經過該等管。不論是否一體式蒸汽產生器或分開的蒸汽產生器被採用，該蒸汽產生器之目的係將流動於該反應器中之主冷卻劑（典型為輕水，雖然另一型式之主冷卻劑、諸如重水亦被考量）帶入與二次冷卻水（亦即，“給水”）熱相通，該二次冷卻水藉此被加熱及轉換成蒸汽。雖然在該蒸汽產生器內於該主冷卻劑及二次冷卻劑之間有熱相通，該主冷卻劑及二次冷卻劑保持流體分離，亦即，在此於該主冷卻劑及二次冷卻劑之間無混雜。

該二次冷卻蒸汽經由一蒸汽管線由該核島流動至該渦輪機島，以驅動渦輪機（或渦輪機/發電機總成）來產生電力，該電力藉由該配電間被分配至客戶或其他終端用戶。於一些實施例中，該二次冷卻水在密閉迴路路徑中流動，其中該蒸汽在該渦輪機島或冷凝器 21 被冷凝回液態水（亦即，液態之二次冷卻水），且經由給水管線倒流至該核島。該蒸汽管線及選擇性給水管線經由公用溝槽 22 通過該核島及該渦輪機島之間。

其將被了解雖然概略的圖 1 顯示二台核反應器（亦即，“二組”），更為普遍的是該核島可包含一台核反應器、二台核反應器、三台核反應器、四台核反應器、五台核反應器、六台核反應器等等。當多數反應器被包含時，其

被考量將該核島分成二或更多不連續的受保護區域，或另一選擇係將該多數反應器設置在單一連續之受保護區域（如在說明性的圖 1 中）內。再者，其將被了解該概略的圖 1 僅只顯示所選擇之顯著特色，而省略在該技術中習知之極多特色。

持續參考圖 1，受保護區域 30 具有藉由至少一道圍牆 32 所保護之周邊。隔離區 34 包圍該受保護區域 30 及包含闖入偵測裝置 36（於圖 1 中藉由包圍該受保護區域 30 之虛線所圖解地指示；亦適當地被稱為“PIDAS”周邊，在此該縮寫字“PIDAS”代表“周邊闖入偵測及評估系統”），諸如熱成像照相機、震動感應器、微波偵測器、動作偵測照相機、其各種組合等等，且被建構來偵測朝該受保護區域 30 之未經授權的接近。在意欲用於美國之實施例中，感應器之型式及密度、在該隔離區中所採用之實體障礙物的型式及數目、在該受保護區域中之警報器等等適當地遵從用於該隔離區及受保護區域的 NRC 法規，譬如，如在 10 C.F.R. § 73.55 中所提出者。

如在圖 1 中所視，該核島被設置在該受保護區域 30 內側。（如果多數反應器被設置在多數連續及／或不連續的核島處，該受保護區域包圍所有這些連續及／或不連續的核島-在該說明性範例中，該二核反應器 12、14 被設置在該單一連續的受保護區域 30 中）。然而，該渦輪機島被設置在該受保護區域 30 外側並與該受保護區域 30 隔開。此配置充份利用在此中所達成之認知，即（1）該渦輪

機與相關零組件不是必需在該受保護區域中之極重要的設備，及（2）該渦輪機與相關零組件可定位在離該核島相當遙遠處。

關於項目（1），該渦輪機島不是一極重要的區域，因為該渦輪機島之故障、破壞、或另一損壞未能直接或間接地導致輻射之釋放，且該渦輪機島係不要求起作用，以在任何可認知的緊急事件期間保護公眾健康及安全性。參考 10 C.F.R. § 73.2。該渦輪機係藉由該核島所產生之蒸汽來驅動；然而，驅動該渦輪機之蒸汽係未以任何放射性材料所污染的二次冷卻劑。由該核島延伸至該渦輪機島的蒸汽管線中之破裂（或另一故障或關閉）、或由該渦輪機島延伸至該核島的給水管線中之破裂（或另一故障或關閉）將不會（直接或間接地）造成放射性材料之釋放。最多，此一破裂或故障或關閉能構成熱沉事件之損失，其中該核反應器藉由該蒸汽產生器中之二次冷卻劑的流動之熱沉可被危及。在該圍阻建築物內側設置有該反應器的緊急爐心冷卻系統（ECCS）藉由馬上使該反應器停爐、使藉由熱沉之損失所造成的任何瞬變壓力上昇減壓、及開始該反應器爐心之冷卻來調節熱沉事件之任何損失。該 ECCS 使用停爐控制棒、可溶解之中子吸收劑注入、位在該圍阻建築物內之蒸汽冷凝器、儲存於位在該圍阻建築物內的換料用水貯存箱（RWST）中之冷卻水、或另一合適之設備來施行此停爐，而不會將任何主冷卻劑釋放進入該圍阻建築物周遭（遠少於進入該外部環境）。

關於項目（2），其在此中被認知該渦輪機及相關零組件可被定位在離該核島相當遙遠處。此配置充份利用在該前置許可階段中於汽輪機廠房電廠輔助設施（亦即該核島外側之結構）上開始建構的能力，且其後以渦輪機廠房電廠輔助設施支撐該核島之平行構造，藉此能夠實現以別的方式難獲得之構造利益。

傳統上，該渦輪機係位於極接近該核島，以便使由該核島延伸至該渦輪機建築物之蒸汽管線的長度減至最小。用於此之理論係該蒸汽管線承載藉由該核反應器經由該蒸汽產生器所加熱之蒸汽，且如此較長之蒸汽管線導致更多熱損失及降低的效率。然而，與諸如化石燃料設施的其他型式之設施比較，指示此關係被誤放，且大約 100 呎或更長之蒸汽管線係可實行的，而沒有熱損失之問題。

於一些實施例中，該蒸汽管線及該給水管線係在地平面或低於地平面，例如於圖 1 中之說明性公用溝槽 22 中。以能夠有較大的熱絕緣數量之觀點，以便進一步減少該蒸汽管中之任何熱損失，這可為有利的。掩埋這些管線亦對預防以這些管線為目標的外部攻擊提供改善之安全性。額外或另一選擇係，於一些實施例中，該核島係至少局部地下的。於一些實施例中，該核島係低於地面，且該受保護區域 30 具有少於 20 呎之最大標高。於一些實施例中，該核島係低於地面，且該受保護區域 30 具有少於 36 呎之最大標高。

雖然在較低標高（例如局部或完全地下）之設施大致

上被考量為易遭受來自較高標高的攻擊，其在此中被認知由安全性之觀點，局部或完全地下的設施具有某些優點。藉由局部或完全地掩蔽該核島及將該渦輪機放置於該受保護區域外面，該受保護區域之最大標高可被作成低的，例如於一些實施例中少於 20 呎、及於一些實施例中少於 10 呎。這減少在該受保護區域中具有任何堵住的視野之可能。實際上，於一些實施例中，其被考量為沒有守衛塔，因為它們不被要求遍及該整個受保護區域提供無阻礙的視野。該地下的配置亦可對預防空中或飛彈攻擊提供增強之保護。

於一些實施例中，該最後熱沉（UHS）係皆地下的及亦位在該受保護區域內側，該受保護區域係在該核島內或極接近該核島。譬如，於說明之圖 1 中，複數 UHS 池 38 係位於該受保護區域 30 中。此配置進一步減少外部攻擊能切割連接該 ECCS 與該最後之熱沉的管子以便危及 ECCS 操作之可能性。

實際上，如在此中所揭示，用於圖 1 之核能發電設施的安全性計畫大體上係與傳統上在核能發電設施所採用者不同。這些目的係：（1）使該受保護區域之尺寸減至最小（甚至以較大的整個核能發電設施之代價）；（2）使該受保護區域內之標高減至最小；（3）使延遲元件最大化；及（4）使操作效率最大化。

項目（3）係在圖 1 之說明範例中達成，其藉由建立一環繞該受保護區域 30 且具有至少 30 呎寬之實體障礙場

的交戰空間 40；及部署該感應器陣列 36 環境該交戰空間 40 且被建構來偵測朝該交戰空間 40 之未經授權的接近。該實體障礙場適當地包括帶刺鐵絲網、帶狀鐵蒺藜網（barbed tape）、或刀片刺網之場地，且具有一寬度（在圖 1 中標示為 W_{pb} ），該寬度係足以實質上延遲經由該周圍感應器陣列偵測闖入及此闖入之穿透至該受保護區域 30 的周邊（例如圍牆 32）間之時間。朝此目的，雖然該實體障礙場係至少 30 呎寬，其更佳地係至少 80 呎寬，且又更佳地係至少 100 呎寬。會同此目的，該渦輪機島及該受保護區域 30 間之間距（在圖 1 中標示為 “ $d_{turbine}$ ”）較佳地係至少 50 呎、及更佳地係至少 100 呎、且又更佳地係至少 130 呎。於攻擊者進入該受保護區域的任何可能性之前，低標高受保護區域及該寬廣的實體障礙場之組合確保任何攻擊者在偵測之後遍及一延長的時期被暴露。此延遲典範亦被併入至該受保護區域 30 的所設計之入口道路。譬如，參考圖 1，通入該受保護區域 30 的道路 50 係藉由安裝在滑軌等上之可移動的實體障礙場部份 52 所阻斷（除了藉由亦實施適當的車輛搜尋協定之警衛隊來監視以外），以致該部份 52 可被移離該道路，以在車輛已被搜尋及認可進入之後允許經授權的車輛通過。相同地，由安全性建築物 56 接連至該受保護區域 30 的安全人員進入路徑 54 包含一配備有可展開的延遲障礙物之延伸轉折，以致獲得對該安全性建築物 56 之進入的權利及企圖經由該安全人員進入路徑 54 進入該受保護區域 30 的任何侵入者將在

該交戰空間 40 內被延遲達一延長的時期。朝此目的，該安全人員進入路徑 54 較佳地係地面上及於該受保護區域 30 之無阻礙的視野中。

於此安全性典範中，安全人員係佈置在該受保護區域 30 中用作機動巡邏及／或安置在該反應器建築物內，且在離多數發射保護防禦位置為短距離內。於一些實施例中，無守衛塔或其他固定不動之警衛駐守任務。藉由採用機動巡邏、及多數防禦位置，安全人員當他們時常移動時傾向於保持警戒。該受保護區域 30 之低標高確保該整個受保護區域 30 及隔離區 34 之無阻礙的視野，且該交戰空間 40 之寬廣的實體障礙場確保該任何企圖闖入將被延遲達一延長的時期。

持續參考圖 1，於一些實施例中，另一安全性周邊 60 被界定在該隔離區／受保護區域外面。此另一安全性區在此中被稱為安全性受控制區域 62，且其包圍該隔離區／受保護區域及該核能發電設施之其他部份、諸如該渦輪機島及該等冷凝器 21 兩者。於圖 1 之實施例中，該安全性受控制區域 62 不包含電開關場 64；然而，於一些實施例中，該安全性受控制區域包圍該開關場。該安全性受控制區域 62 包圍該核島及該渦輪機島，且比該受保護區域 30 具有較低的安全性。於說明性之圖 1 中，該安全性受控制區域 62 包括該警戒的周邊圍牆 60 與包圍該安全性受控制區域 62 的外周邊 60 之車輛障礙系統、及在進入該安全性受控制區域 62 之每一條道路的入口之車輛搜尋站 64。於一

些實施例中，由該安全性受控制區域 62 的外周邊 60 至該受保護區域 30 之最短距離係大於藉由爆炸分析所決定的爆炸半徑。於此案例中，如果未消除，載有爆炸物的車輛之起爆能在該受保護區域 30 內造成損壞的可能性被減至最小。由此，於一些實施例中，其係考量使用於該核反應器發電設施之停車場 66 位在該安全性受控制區域 62 的外側，而在該入口至該停車場 66 沒有任何車輛搜尋站。反之，僅只進入該安全性受控制區域 62 的車輛被搜尋（在說明性圖 1 中之車輛搜尋站 64）。

所揭示之核能發電設施規劃為給定之操作人手水平有利地提供增加的安全性。譬如，既然進入該停車場 66 之車輛不需要被搜尋（因此等車輛保留在藉由爆炸分析所決定的爆炸半徑外側），將以別的方式被分派來搜尋進入該停車場之車輛的人員可替代地被分配至其他有關安全性、維護、工廠檢查等等之工作。該受保護區域 30 外側的渦輪機島之配置同樣能夠使該渦輪機附近的人力資源之更有效率的分派，及／或允許一些此等人員之重新分配至該核島。

所揭示之方式的另一優點係其有利於核能發電設施之模組化建構。典型地，建構不能開始，直至對於該整個核能發電設施的最後之認可已被該 NRC 或另一控制監管實體所答應。以在此中所揭示之改良的規劃，其可為可能用於該核島的最後認可已被答應之前，開始在位於該受保護區域 30 外面的渦輪機島及其他設施上之建構。

圖 1 之說明性核能發電設施係一說明性“二組”設計，其中該圍阻建築物 10 於該說明性單一連續之受保護區域 30 中被建構為二鄰接的圍阻建築物。每一圍阻建築物含有二個小型模組化反應器（SMR）單元 12、14 的其中一者，使每一 SMR 單元輸出僅只 300 百萬瓦（電）。於一些實施例中，該二 SMR 單元 12、14 係二台小型模組化壓水反應器（PWR）。此實施例之核島係幾乎完全在地下的，在地平面之上僅只有一稍微突出部份。隨同渦輪機島在該受保護區域 30 外側之配置，這允許該受保護區域 30 具有低標高輪廓，且遍及該整個受保護區域及鄰接包圍之隔離區給與安全人員無阻礙的視野。

參考圖 2，另一說明性核能發電設施之平面圖被顯示。圖 2 所示之核能發電設施規劃係“4 組”規劃，其包含四台模組化 PWR 反應器。圖 2 之平面圖顯示二反應器服務建築物 100，其包含或（被設置在地下室之上）輻射廢料設施、燃料處理功能/設備、進出控制、控制室、該等反應器圍阻建築物、及最後之熱沉。適當地為 SMR 的四台反應器之位置大約對應於四處所說明之反應器建築物設備影線 102，而經過該等反應器服務建築物 100 提供至該 SMR 之進出。其他說明性特色包含：二渦輪機建築物 104；該配電間 106；氣冷式冷凝器 108；及隧道 110（例如用於使該給水及蒸汽管線通過該核島及該渦輪機島之間）。受保護區域 112 係與圖 1 之二組設計的受保護區域 30 類似地被建構。包圍該受保護區域 112 的交戰空間 114 係等

同於圖 1 之實施例的交戰空間 40，且包含帶刺鐵絲網、帶狀鐵蒺藜網、或刀片刺網之實體障礙物。闖入偵測裝置之陣列或 PIDAS 116 包圍該交戰空間 114，且係等同於圖 1 之實施例的 PIDAS 36。安全性受控制區域 118 係等同於圖 1 之實施例的安全性受控制區域 62。進入該受保護區域的道路 120 係在該交戰空間 114 中藉由裝上發動機的刀片刺網滑軌 122 所控制，並提供等同於藉由該可移動實體障礙場部份 52 所提供之進出控制。該停車場 124 係再次位在該安全性受控制區域 118 的外側。

所揭示之改良的核能發電設施被適當地採用於實質上任何型式之核能發電設施。就產生僅只 300 百萬瓦（電）的小型模組化反應器設施之情況而言，與所揭示之改良有關的已減少之操作及管理成本係特別有用的。

參考圖 3，一實施例被顯示，其又包含受保護區 150，該受保護區 150 含有藉由交戰空間 152 所包圍之核島 151，並藉由包圍之 PIDAS 154 監視該交戰空間，且具有最外邊之安全性控制區域 156。如於先前之實施例中，該渦輪機島 158 係位在該受保護區 150 的外側，但在該安全性受控制區域 156 內側。然而，於圖 3 之另一選擇實施例中，該等冷凝器 160 係位在該周邊圍牆的外側（亦即，在該安全性受控制區域 156 的外側）。該配電間 162 係在該周邊圍牆的內部（亦即，在該安全性受控制區域 156 的內側），且該周邊圍牆內部的額外建築物被部署在另一選擇之位置。

本申請案已敘述一或多個較佳實施例。對於其他人在閱讀及了解該前述之詳細敘述時可發生修改及變更。該申請案係意欲被解釋為包含所有此等修改及變更，如同它們落在所附申請專利或其均等項之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 圖解地顯示包含具有二個核反應器之核島的“二組”核能發電設施之上方（亦即平面）視圖。

圖 2 圖解地顯示包含具有四個核反應器之核島的“4組”核能發電設施之上方（亦即平面）視圖。

圖 3 圖解地顯示核能發電設施的上方（亦即平面）視圖，其中該等冷凝器係位在該周邊圍牆的外側。

【主要元件符號說明】

- 10：圍阻建築物
- 12：核反應器
- 14：核反應器
- 16：用過的燃料池
- 20：渦輪機建築物
- 21：渦輪機島
- 22：公用溝槽
- 30：受保護區域
- 32：圍牆
- 34：隔離區

- 36：闖入偵測裝置
- 38：最後熱沉池
- 40：交戰空間
- 50：道路
- 52：實體障礙場部份
- 54：進入路徑
- 56：安全性建築物
- 60：安全性周邊
- 62：安全性受控制區域
- 64：開關場
- 66：停車場

- 100：反應器服務建築物
- 102：設備影線
- 104：渦輪機建築物
- 106：開關場
- 108：冷凝器
- 110：隧道
- 112：受保護區域
- 114：交戰空間
- 116：闖入偵測裝置
- 118：安全性受控制區域
- 120：道路
- 122：滑軌
- 124：停車場

- 150 : 受保護區域
- 151 : 核島
- 152 : 交戰空間
- 154 : 闖入偵測裝置
- 156 : 安全性受控制區域
- 158 : 渦輪機島
- 160 : 冷凝器
- 162 : 開關場

七、申請專利範圍：

1. 一種發電設施，包括：

核島，包含至少一核反應器；

渦輪機島，包含至少一渦輪機建築物，該建築物容納藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動的至少一渦輪機；

受保護區域，具有藉由至少一圍牆所保護之周邊；及

隔離區，其包圍該受保護區域及包含闖入偵測裝置，該闖入偵測裝置被建構來偵測朝該受保護區域之未經授權的接近；

其中該核島被設置在該受保護區域內側；及

其中該渦輪機島被設置在該受保護區域的外面並與該受保護區域隔離。

2. 如申請專利範圍第 1 項之發電設施，其中該隔離區包括：

交戰空間，其包圍該受保護區域並具有至少 30 呎寬之實體障礙場；及

感應器陣列，其包圍該交戰空間並被建構來偵測朝該交戰空間之未經授權的接近。

3. 如申請專利範圍第 2 項之發電設施，其中該交戰空間具有一至少為 80 呎寬之實體障礙場。

4. 如申請專利範圍第 2 項之發電設施，其中該實體障礙場包括帶刺鐵絲網、帶狀鐵蒺藜網 (barbed tape)、或刀片刺網之場地。

5. 如申請專利範圍第 1 項之發電設施，另包括：

安全性受控制之區域，其包圍該核島及該渦輪機島，該安全性受控制之區域具有比該受保護區域較低的安全性。

6.如申請專利範圍第 5 項之發電設施，其中該安全性受控制之區域包括：

圍牆，其包圍該安全性受控制之區域的外周邊；

車輛障礙系統，在進入該安全性受控制之區域的每一條道路之入口包括車輛搜尋站；及

停車場，設置在該安全性受控制之區域的外側，而在至該停車場的入口沒有車輛搜尋站。

7.如申請專利範圍第 6 項之發電設施，其中由該安全性受控制之區域的外周邊至該受保護區域之最短距離係大於藉由爆炸分析所決定的爆炸半徑。

8.如申請專利範圍第 1 項之發電設施，其中該發電設施不包含任何守衛塔。

9.如申請專利範圍第 1 項之發電設施，其中該核島係在地面下方，且該受保護區域具有少於 36 呎之最大標高。

10.如申請專利範圍第 1 項之發電設施，其中由該核島流動蒸汽至該渦輪機島之蒸汽管線被設置在地平面或在地平面下方。

11.如申請專利範圍第 1 項之發電設施，其中該核島及該渦輪機島之操作組合係一被評定為產生僅只 300 百萬瓦的電力之小型模組化反應器。

12. 如申請專利範圍第 1 項之發電設施，其中該核島及該渦輪機島係彼此隔開達至少 50 呎。

13. 如申請專利範圍第 12 項之發電設施，其中至少二層防禦物分開該核島及該渦輪機島。

14. 如申請專利範圍第 12 項之發電設施，其中該核島被維持在比該渦輪機島較高的安全性等級。

15. 如申請專利範圍第 14 項之發電設施，其中該核島及該渦輪機島係彼此隔開達至少 100 呎。

16. 如申請專利範圍第 12 項之發電設施，其中該核島係在比該渦輪機島相當低的標高。

17. 一種發電設施，包括：

核島，包含至少一核反應器；

渦輪機建築物，容納藉由該核反應器所產生之蒸汽來驅動的至少一渦輪機；

受保護區域，具有藉由至少一圍牆所保護之周邊；及

隔離區，其包圍該受保護區域及包含闖入偵測裝置，該闖入偵測裝置被建構來偵測朝該受保護區域之未經授權的接近，該隔離區包含一包圍該受保護區域與具有至少 30 呎寬之實體障礙場的交戰空間，及包圍該交戰空間且被建構來偵測朝該交戰空間之未經授權的接近之感應器陣列。

18. 如申請專利範圍第 17 項之發電設施，其中該交戰空間具有一至少為 100 呎寬之實體障礙場。

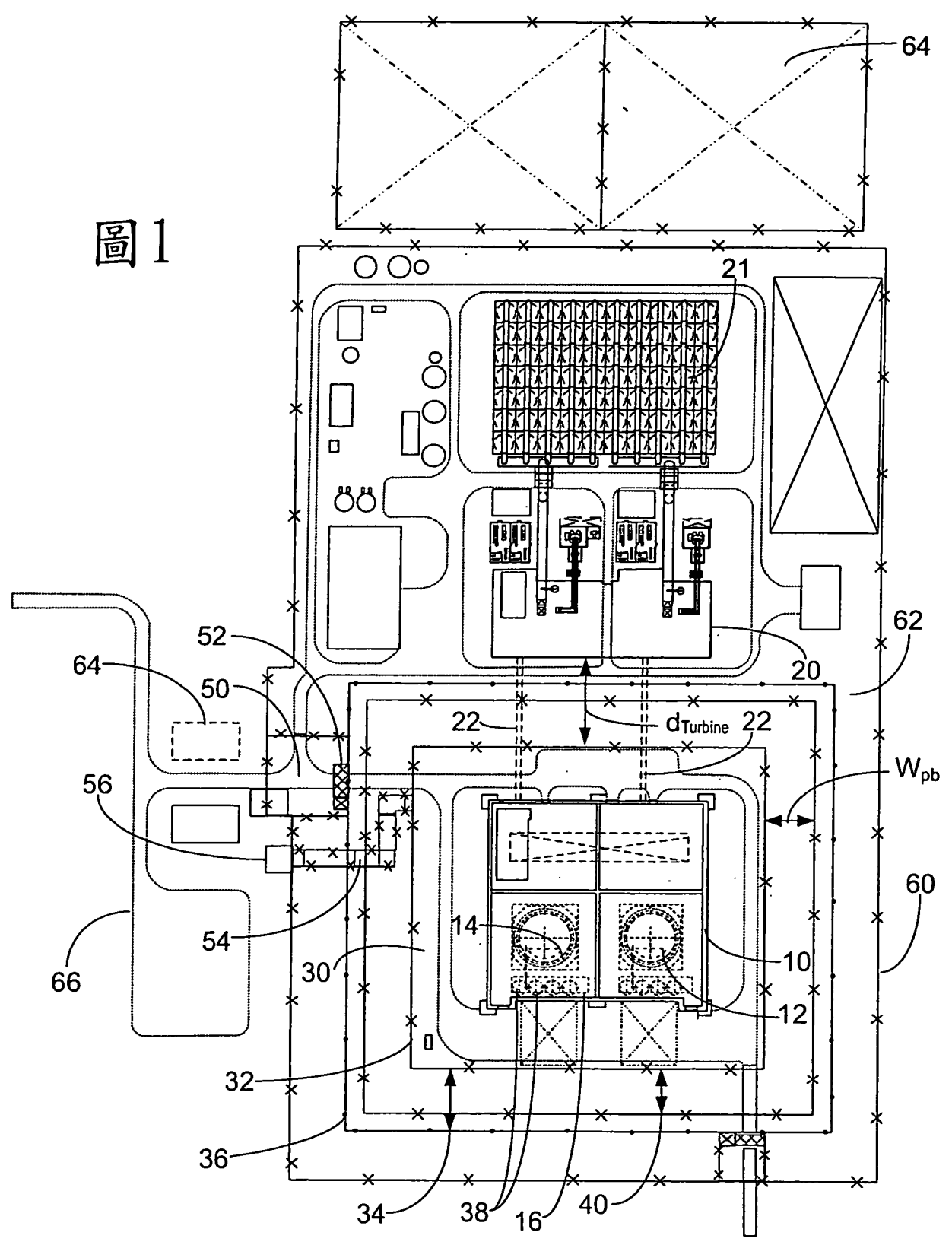
19. 如申請專利範圍第 17 項之發電設施，其中該發電設施不包含任何守衛塔，且該核島係在地面下方，及該受

保護區域具有少於 36 呎之最大標高。

20. 如申請專利範圍第 17 項之發電設施，其進一步包括：

最後之散熱器，設置在地下並與該核反應器運作地連通。

圖 1



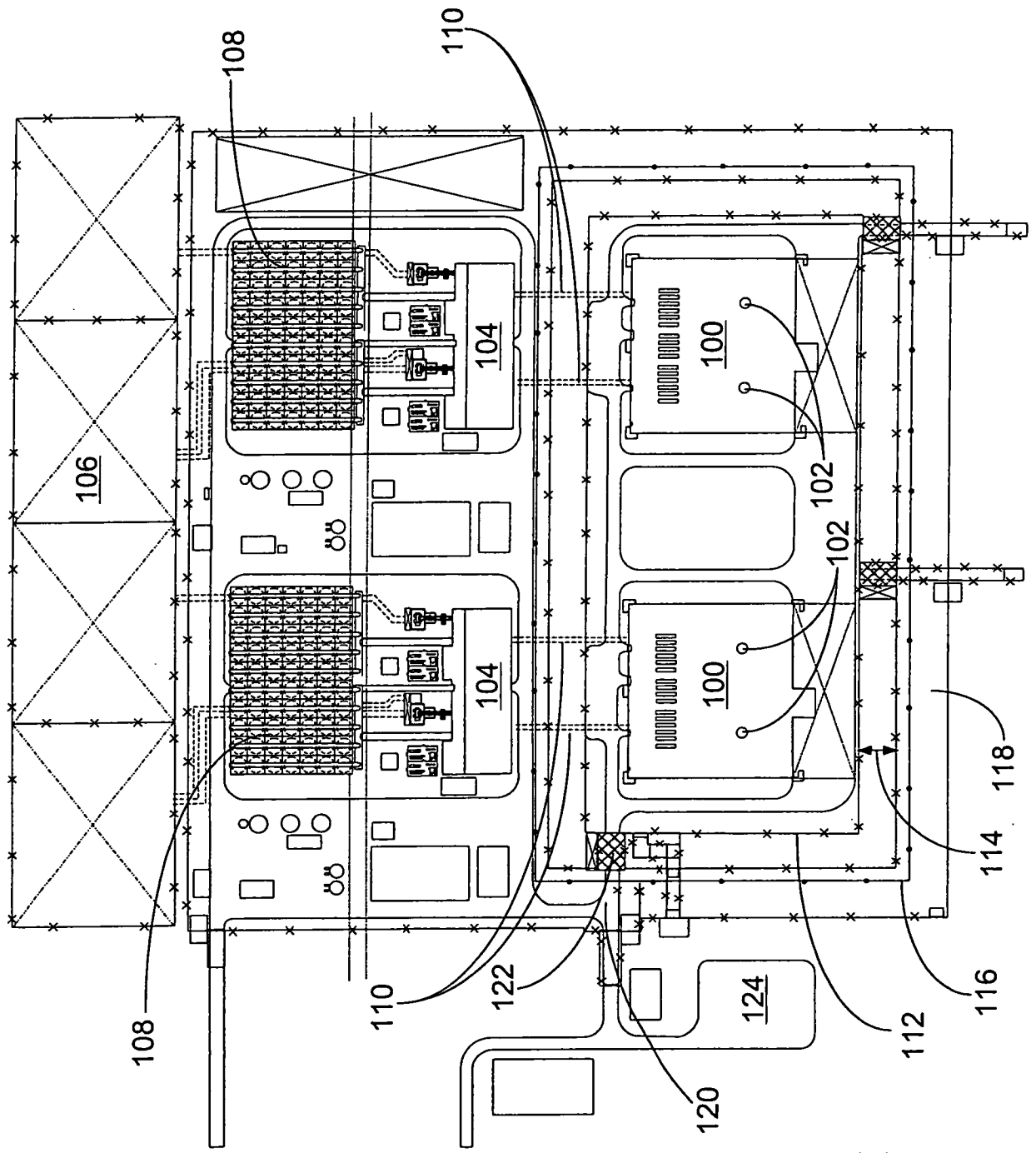


圖 2

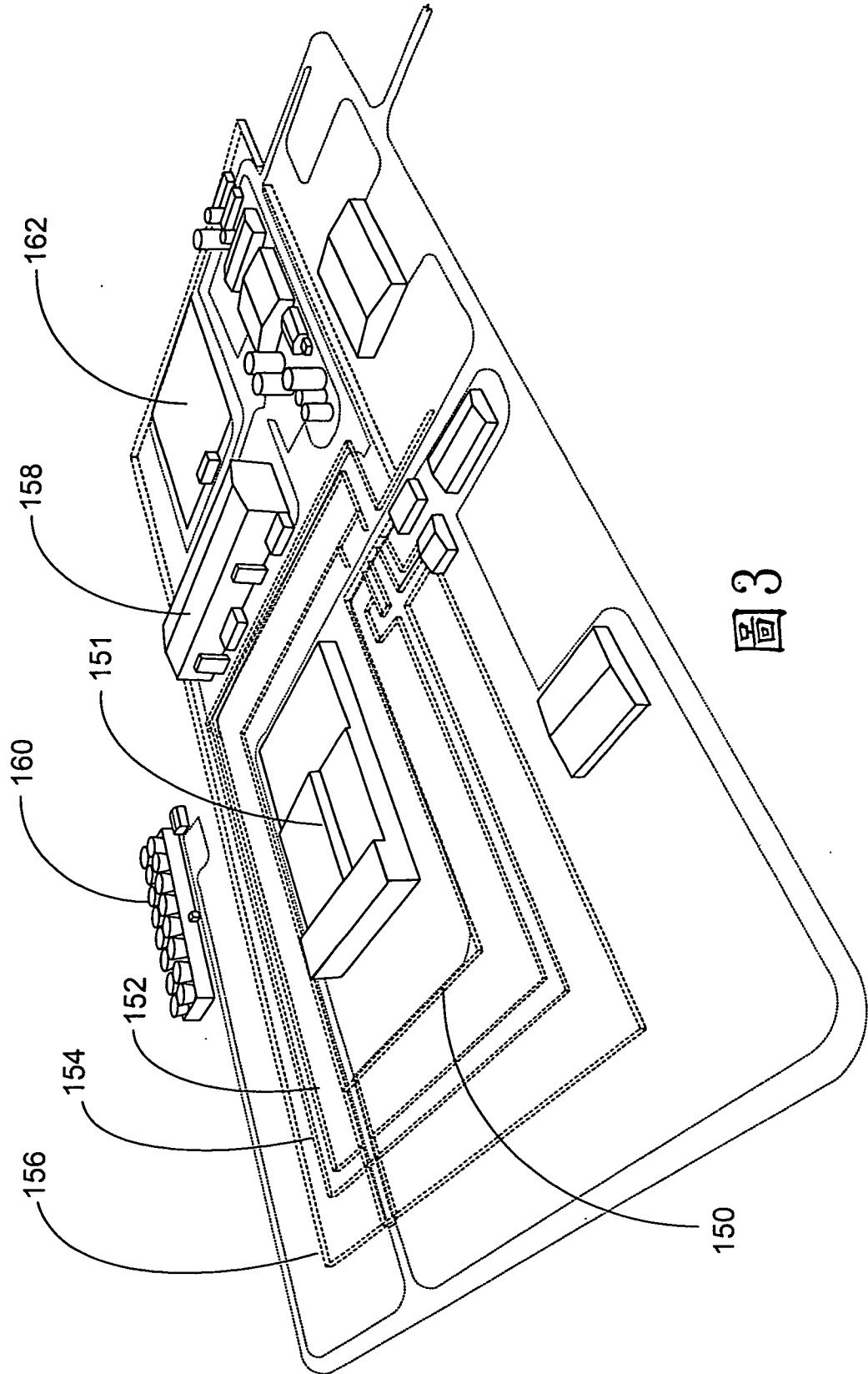


圖3