

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

PCT 2001年05月18日 PCT/US01/16035 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝
訂
線

五、發明說明 (1)

發明背景

本發明概略關於核子反應爐，尤其關於用以增加沸水反應爐之熱功率輸出。

制式沸水反應爐(BWR)，包含內置核燃料爐心之壓力容器，該爐心浸泡於可自核子燃料中移去熱量之諸如水的循環冷劑中。水被煮沸以生成蒸氣，用以驅動蒸氣渦輪發電機以生成電力。蒸氣接著被冷凝，且水液在一閉路系統中回流至壓力容器。管路載送蒸氣至渦輪中，同時將再循環水或進給水載回內含核子燃料之壓力容器。

BWR包含數種習知之閉路控制系統，其因應需求控制各種BWR之個別控制。譬如，控制棒驅動控制系統(CRDCS)控制反應器爐心內之控制棒位置，因而控制爐心內之棒件數量，其將決定其內之反應活動，同時接著決定反應爐爐心之輸出功率。再循環流量控制系統(RFCS)控制爐心流量率，其改變爐心內之蒸氣/水關係，同時可用以改變反應爐爐心之輸出功率。這些雙控制系統相互搭配工作，俾及時在任何已知點上，控制反應爐爐心之輸出功率。渦輪控制系統(TCS)根據壓力調節或負荷需求，控制BWR至渦輪間之蒸氣流量。

這些系統以及其他BWR控制系統，利用BWR之各種監測參數加以控制。某些監測參數包含：受到RFCS影響之爐心流量及流量率，反應爐系統壓力，其為自壓力容器流至渦輪之蒸氣壓力，其可在反應爐圓頂處或在渦輪入口處量測、中子通量或爐心功率、進給水溫度及流量率、供應至

五、發明說明 (2)

渦輪之蒸氣流量率，以及BWR系統之各種現況表示。許多監測參數被直接量測，而諸如爐心熱功率之其他參數，使用已量測之參數計算。來自感測器及已量測參數之輸出值，被輸入至一緊急保護系統，用以確保核電廠之安全跳電、視需要將反應爐與外界隔絕，同時防止在任何緊急事件過程中之反應爐爐心的過熱。

以往，反應爐經設計而在一熱功率輸出高於被核能管制單位許可之額定熱功率標準之情況下操作。為了符合調節許可引導線之標準，反應爐在最大熱功率輸出小於反應爐可以承受之最大熱功率輸出之範圍內操作。另亦可決定操作參數及/或裝備修改之改變，將容許在更高最大熱功率輸出下(高至及高於最初許可功率之120%)，安全操作反應爐。

期望提供一種方法，用以在符合工廠實體外形及自有/操作電廠之財力準則方式下，安全增加沸水反應爐之熱功率輸出。

發明概論

一種在一實施例中，增加沸水核反應爐電力廠之電腦控制方法，包含決定沸水核反應爐熱功率輸出之最佳上限。最佳上限包含最佳之最大熱功率輸出。此方法亦包含在一預定程式下產生輸出，俾便使用者自一核能管制單位中獲得修改許可，用以在確認之最佳最大熱功率輸出下，操作沸水核反應爐。

此方法另外包含產生輸出數據，俾便使用者修改沸水核

五、發明說明 (3)

反應爐而在目標熱功率輸出較小或等於核能管制單位認可之最大熱功率輸出下操作。增加之熱功率輸出，可藉由保持恒定反應爐壓力，或是在變通實施例中藉由增加反應爐壓力而得。此外，此方法包含產生輸出以利使用者藉由改變熱功率輸出而在恒定電力輸出下操作核子功率廠，使得沸水核反應爐之熱輸出，不會超出由核能管制單位認可之最大熱輸出。

上述方法容許核子功率廠之持有人/操作者發展一種利多方法以提升功率廠輸出。此方法容許持有人/操作者考量核廠實際外形及核廠財力準則以決定最佳之提升步驟。此外，上述方法容許核功率廠在核廠渦輪發電機之最大電力定額下操作，用以保持全年之恒定電力輸出。

圖式簡單說明

圖1為內含渦輪發電機及沸水核反應爐之功率生成系統基本元件之概示圖。

圖2為額定熱功率對應爐心流量之百分率圖形，說明圖1中所示沸水反應爐之擴大操作範圍以及功率提升。

圖3為一電腦控制方法之流程圖，用以根據本發明一實施例以增加圖1中所示沸水核反應爐之功率輸出。

圖4為一由電腦生成成本效益圖之圖示。

圖5為顯示許可功率提升與目標功率提升間關係之圖式。

圖6為當熱功率輸出恒定時，顯示熱功率輸出與電力輸出間關係之圖形。

圖7為根據本發明一實施例而當熱功率輸出恒定時，顯

五、發明說明 (4)

示熱功率輸出與電力輸出間關係之圖形。

發明詳細說明

圖1為功率產生系統8基本元件之概示圖。此系統包含一內置反應爐爐心12之沸水核反應爐10。水液14以反應爐爐心12之熱功率煮沸，其通過水-氣階段16而變為蒸氣18。蒸氣18經由蒸氣流路20中管線，流至控制進入蒸氣渦輪24之蒸氣18量的渦輪流量控制閥22。蒸氣18被用以驅動渦輪24，其接著驅動產生電力之發電機26。蒸氣18流至一冷凝器28，其在該處回復為水14。水液14藉由供水泵浦30經由供水路徑32泵回至反應爐10。

反應爐10之操作範圍40，概示於圖2中之反應爐熱功率及爐心流量之圖形中。基本上，反應爐容許在或低於流量控制/桿線條42下操作，其特徵為操作點44由100%之最初額定熱功率及100%之額定爐心流量界定。在某些情況，反應爐容許在較大範圍內操作，但會限制在特徵為由100%最初額定熱動及75%額定爐心流量所界定之操作點48而在或低於流量控制/桿線條46下操作。

期望在一熱功率大於100%最初額定許可熱功率之情況下操作，其有時稱之為功率提升。線條50代表操作範圍40之潛在上限。為了在操作範圍40之上限區域內操作，需要操作條件及/或裝備之修改。最佳功率上限標準，根據功率廠之實際能力及其持有人/操作者之財力目標而定。

圖3為一電腦控制方法60之流程圖，其根據本發明一實施例，增加沸水核反應爐10之功率輸出。在實施例中，方

五、發明說明 (5)

法 60 包含決定 62 沸水核反應爐 10 之熱功率輸出最佳上限。最佳上限包含最佳之最大熱功率輸出。方法 60 亦包含在預定程式內產生 64 輸出，俾便使用者自一核能管制單位中獲得修改許可，用以在認可之最佳最大熱功率輸出中，操作沸水核反應爐 10。方法 60 另外包含產生 66 輸出數據，俾便使用者修改沸水核反應爐 10 之廠房裝備及/或操作參數，同時產生 68 輸出數據以利使用者在一目標熱功率輸出小於或等於被核能管制單位同意且認可之新生成最大熱功率輸出之情況下操作反應爐 10。在一變通實施例中，方法 60 包含產生 70 輸出數據，俾便使用者藉由改變熱功率輸出而在恒定電力輸出下，操作功率產生系統 8，使得沸水核反應爐 10 之熱輸出，不會超過由核能管制單位認可之最大熱輸出。

參考圖 4，決定 62 熱功率輸出之最佳上限，涉及執行利多分析以產生電腦生成之成本效益圖 80。潛在廠房裝備修改及/或操作參數修改之決定，可以生成各種程度之熱功率提升。成本考量包含與廠房裝備及/或操作參數修改相關之成本。譬如，改變包含高壓渦輪、低壓渦輪、發電機、變壓器、供水渦輪、等相冷卻裝置(isophase bus cooling)以及類似件之修改及/或更換。成本效益圖 80 被用以藉由與特定百分比上限相關之 \$/KW(每千瓦金額數)成本與產生電輸出最終成本相較而決定最佳熱功率提升。關鍵點根據實際系統修改及其對應成本而確認。譬如關鍵點 82，84，86，88 及 90 定義成本效益圖。

五、發明說明 (6)

點 82 表示在 2500 萬成本時之達到最初認可爐心功率之 X_1 百分比上限。在此範例中， X_1 百分比功率上限，產生 364 元/KW 之電輸出相關成本。點 84 表示總成本約為 2700 萬元之 X_2 百分比上限的最初認可爐心功率，以及大約 306 元/KW 之最終電輸出成本，該總成本包含實際系統修改成本。點 86 表示總成本大約為 3700 萬元之 X_3 百分比上限的最初認可爐心功率，以及 271 元/KW 之最終電輸出成本，該總成本包含系統修改成本。點 88 表示總成本大約為 4200 萬元之 X_4 百分比上限的最初認可爐心功率，以及 274 元/KW 之最終電輸出成本，該總成本包含系統修改成本。點 90 表示總成本大約為 5500 萬元之 X_5 百分比上限的最初認可爐心功率，以及 312 元/KW 之最終電輸出成本，該總成本包含系統修改成本。

圖 4 顯示之成本效益圖，認同 X_3 百分比上限之最初認可爐心功率為最佳功率提升，其假定內含系統修改及提升成本之 3700 萬元總成本，符合持有人/操作者之財力參數。 X_3 百分比上限，產生最初成本電力。

功率提升可以增加或不需增加現有廠房操作壓力而成。反應爐壓力控制經由程式化之電腦指示維持。當趨近於恒定壓力時(未增加操作反應爐頂壓力)，功率提升將包含減少範圍之安全評估，同時當修正許可獲得同意時即可實施。接近之恒定壓力由於設計功率與最初許可功率間之自然極限而適用於相同或小於 105 百分比最初許可爐心熱功率輸出之功率提升。因此，功率提升將現有發電廠能量之使用作最大發揮。由於用於等於或小於 105 百分比上限之

五、發明說明(7)

接近恒壓，不含實際系統修改，功率提升可以不需關斷反應爐而加以運用。

有時，採用固有安全極限無法獲得105百分比之功率提升，因此有必要做系統修改。增加壓力之趨近，將減少必要之系統修改。當功率提升大於105百分比時，則幾乎必需做系統修改，而選定之操作壓力，相當於計劃之硬體修改及/或更換。

圖5為一顯示認可功率提升92與代表渦輪發電機26功率等級能量之目標功率提升94間關係之圖形。為了符合操作許可，目標功率提升94必需小於或等於許可之功率提升92。長時間之接近功率提升應用之相位，包含選定一小於許可功率提升92之目標功率提升94，其容許發電系統8之持有人/操作者，在各階段實施必要之系統修改。

圖6顯示當熱功率輸出96恒定時之熱功率輸出96與發電系統8熱電力輸出98間習知關係之圖形。外圍條件下之季節變化，影響渦輪24效率(圖1中所示)，其接著造成系統8電力輸出98中之跳動。一般而言，在高電力需求之季節中，由於諸如冷氣機之電氣品使用，渦輪效率將因溼熱條件降低而造成電力輸出下降。

此問題可如圖7中圖形所示，在恒定電力輸出98下，藉由操作發電系統8而克服。為了在恒定電力輸出下操作，熱功率輸出96在降低之渦輪效率過程中增多以克服較低之渦輪效率。如上所述在方法60中計得之最佳功率提升水平，在降低之渦輪效率過程中，跳動期盼之最大熱功率水

五、發明說明 (8)

平。此方法容許發電廠8之持有人/操作者，在其安裝之發電機26的全年最大能量條件下操作，其可獲得最大發電量，以及得自持續售電之最大收益。

上面範例式實施例中說明之電腦控制方法60，可以網連且在商業實務網站中運作。在另一範例或實施例中，電腦控制方法60，可讓商業實務壁壘外具有進入許可之個人，經由網站完全進入。在另一範例式實施例中，電腦控制方法60在一視窗NT環境下，或在簡單之具有CPU、記憶體以及使用者界面之獨立式電腦系統下運作。在另一範例式實施例中，電腦控制方法60可簡單地藉由利用連負軟體運作。

雖然本發明已藉由各種特定實施例說明，但熟諳此藝者將認知本發明可在申請專利範圍之精神及範疇下進行修改。

四、中文發明摘要(發明之名稱:增加沸水反應爐功率輸出之方法)

一種用以增加沸水核子反應爐電廠(8)功率輸出之方法(60),包含:決定(62)沸水反應爐(10)之熱功率輸出(96)最佳提升,產生(64)輸出,便於使用者自一核能管制單位中獲得修正許可,用以在一認可之最佳最大熱功率輸出中操作沸水核子反應爐;以及產生(66)輸出,便於使用者修正沸水核子反應爐而在一少於或等於最大許可熱功率輸出之目標功率輸出中操作。此外,本方法包含產生輸出,俾便於使用者藉由改變熱功率輸出而在一恒定之電力輸出(98)中操作核電廠,使得沸水核子反應爐之熱輸出,不會超出許可之最大熱輸出。

英文發明摘要(發明之名稱:"METHOD FOR INCREASING POWER OUTPUT OF BOILING WATER REACTORS")

A method (60) for increasing power output of boiling water nuclear reactor electric power plants (8) includes determining (62) an optimum uprate of thermal power output (96) of the boiling water nuclear reactor (10), generating (64) output to facilitate a user in obtaining a license amendment from a nuclear regulatory body for operation of the boiling water nuclear reactor at the identified optimum maximum thermal power output, and generating (66) output to facilitate a user in modifying the boiling water nuclear reactor to operate at a target thermal power output that is less than or equal to the licensed maximum thermal power output. Further, the method includes generating output to facilitate the user in operating the nuclear power plant at a constant electrical power output (98) by varying the thermal power output so that the thermal output of the boiling water nuclear reactor does not exceed the licensed maximum thermal output.

六、申請專利範圍

1. 一種電腦控制方法(60)，用以增加沸水核反應爐發電廠(8)之功率輸出，其包含下列步驟：
決定(62)沸水核反應爐(10)之最佳熱功率輸出(96)上限，最佳上限包含最佳之最大熱功率輸出；以及
以一預定程式產生輸出(64)，俾便使用者自一核能管制單位中獲得修正許可，用以在認可之最佳最大熱功率輸出中，操作沸水核反應爐。
2. 根據申請專利範圍第1項之方法(60)，另外包含產生輸出(66)之步驟，俾讓使用者修改沸水核反應爐而在一目標熱功率輸出(96)中操作，目標熱功率輸出小於或等於由核能管制單位認可之最大熱功率輸出。
3. 根據申請專利範圍第2項之方法(60)，另外包含產生輸出(70)之步驟，俾讓使用者藉由改變熱功率輸出(96)而在恒定電力輸出(98)下，操作該電廠(8)，使得沸水核反應爐(10)之熱輸出，不會超過核能管制單位認可之最大熱輸出。
4. 根據申請專利範圍第3項之方法(60)，其中在一恒定電力輸出(98)下操作核電廠(8)，包含在一恒定最大電力輸出下，操作核電廠。
5. 根據申請專利範圍第1項之方法(60)，其中決定(62)沸水核反應爐(10)之最佳熱功率輸出上限，包含之步驟為藉由計算在各種增加輸出等級中增加之爐心熱功率(96)的成本，以及將此成本與和每一增加熱功率輸出等級有關之效益相較下，執行成本效益分析。

六、申請專利範圍

6. 根據申請專利範圍第5項之方法(60)，其中執行成本效益分析，包含如下步驟：

確認需用以獲得每一增加熱輸出(96)等級之系統修改及/或操作修改；

計算每一增加熱功率輸出等級之估算總上限成本，總上限成本包含與系統修改及/或操作修改有關之成本；

計算在每一增加熱輸出等級中之電力輸出的單位KW(千瓦)之總成本；以及

比較每一熱輸出等級之估算總上限成本及單位KW電力輸出(98)之相關成本。

7. 根據申請專利範圍第6項之方法(60)，其中決定(62)沸水核反應爐(10)之最佳熱功率輸出(96)上限，另外包含之步驟為選擇一最佳之最大熱輸出等級，其根據總上限成本及相關之單位KW電力輸出成本且搭配預定之財力限制而選定。

8. 一種用以增加沸水核反應爐發電廠(8)功率輸出之系統，該系統包含一電腦，用以：

藉由成本效益分析決定沸水核反應爐(10)之最佳最大熱功率輸出(96)，其將在各種熱功率輸出等級中增加之爐心熱功率(96)的成本，與和每一增加熱功率輸出等級有關之效益相比較；以及

產生輸出數據，俾便使用者自核能管制單位中獲得修改許可，用以在認可之最佳最大熱功率輸出中，操作沸水核反應爐。

六、申請專利範圍

9. 根據申請專利範圍第8項之系統，其中該電腦可另外產生輸出數據，俾便使用者修改沸水核反應爐(10)而在一目標功率輸出(96)中操作，目標熱功率輸出小於或等於由核能管制單位認可之最大熱功率輸出。
10. 根據申請專利範圍第9項之系統，其中該電腦另外產生輸出，俾便使用者藉由改變熱功率輸出而在恒定電力輸出(98)中操作(10)電廠(8)，使得沸水核反應爐之熱輸出(96)，不會超出由核能管制單位認可之最大熱輸出。
11. 根據申請專利範圍第8項之系統，其中該電腦另外可以：
- 確認需用以獲得每一增加熱功率輸出(96)等級之系統修改及/或操作修改；
 - 計算用於每一增加熱功率輸出等級之估計總成本，總成本包含與每一系統修改及/或操作修改有關之成本；
 - 計算在每一增加熱輸出等級中之單位KW電力輸出(98)成本；以及
 - 比較評估總成本及每一熱輸出等級中單位KW電力輸出之相關成本。
12. 根據申請專利範圍第11項之系統，其中該電腦另外可選定一最佳之最大熱輸出等級，其根據總成本及相關之單位KW電力輸出(98)成本且搭配財力限制而選擇。

申請日期	90.11.9
案 號	90127889
類 別	G21D ⁵ /00, G21C ¹ /08

A4
C4

529038

(以上各欄由本局填註)

中文說明書替換本(91年12月)

~~發 明 新 型~~ 專 利 說 明 書

一、 <u>發明名稱</u> <u>新 型</u>	中 文	增加沸水反應爐功率輸出之方法
	英 文	"METHOD FOR INCREASING POWER OUTPUT OF BOILING WATER REACTORS"
二、 <u>發明人</u> <u>創 作</u>	姓 名	1.胡 X. 航 HOA X. HOANG 2.艾沙宜尼爾 ISRAEL NIR 3.艾瓦波皮 IRA POPPEL
	國 籍	均美國
三、申請人	住、居所	1.美國加州米皮塔市塔沙拉道820號 2.美國加州沙拉圖卡市歐規路20605號 3.美國加州山橋市羅奇葵路6550號
	姓 名 (名稱)	美商奇異電器公司 GENERAL ELECTRIC COMPANY
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國紐約州司安納他地市河道路1號
	代 表 人 姓 名	傑·L·喬斯更 JAY L. CHASKIN

裝
訂
線

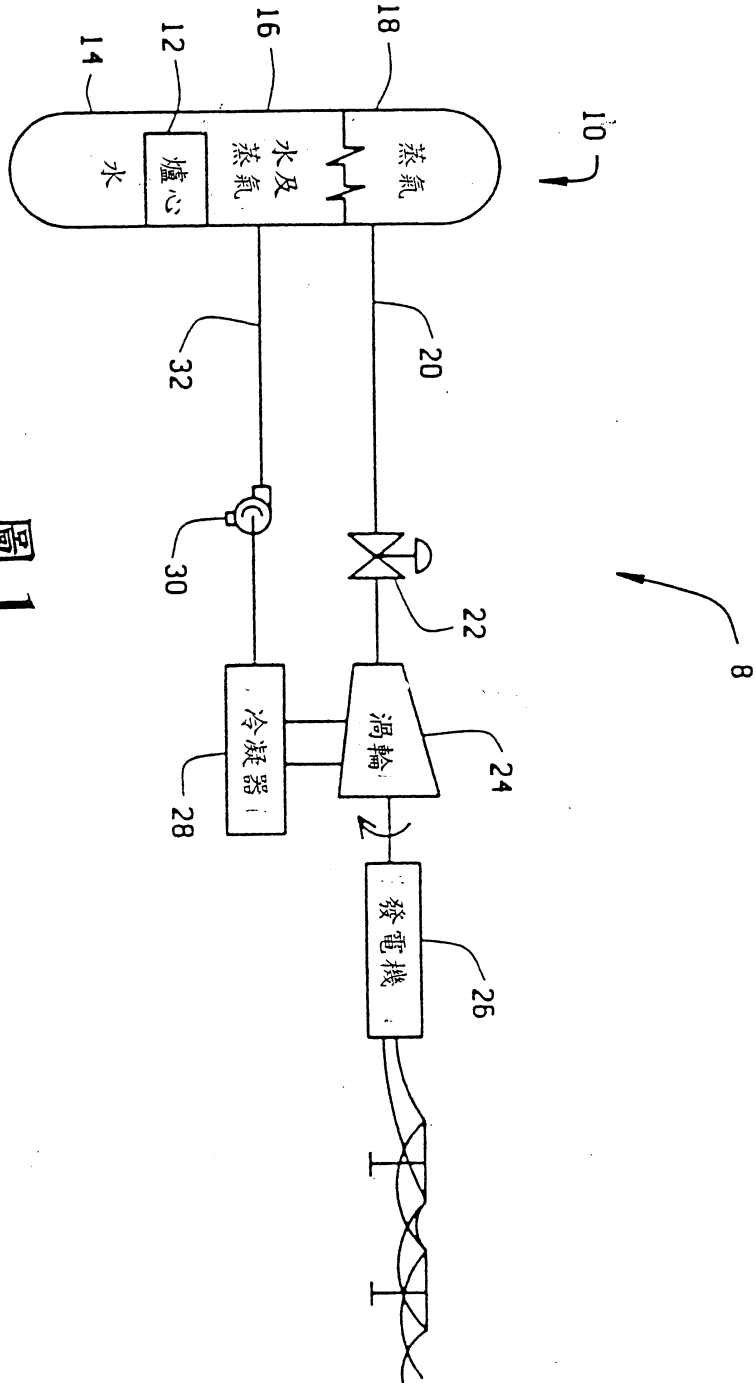


圖 1

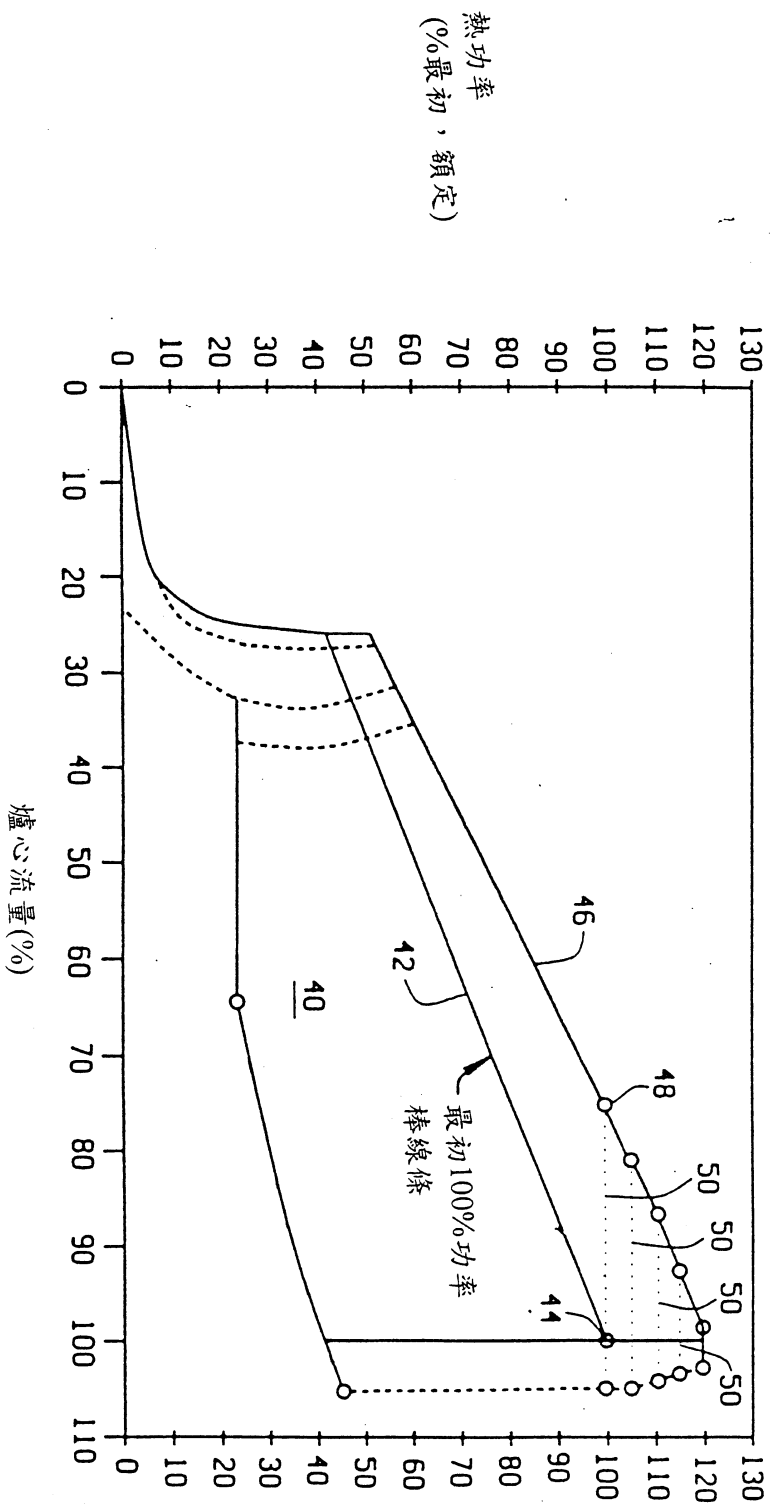


圖 2

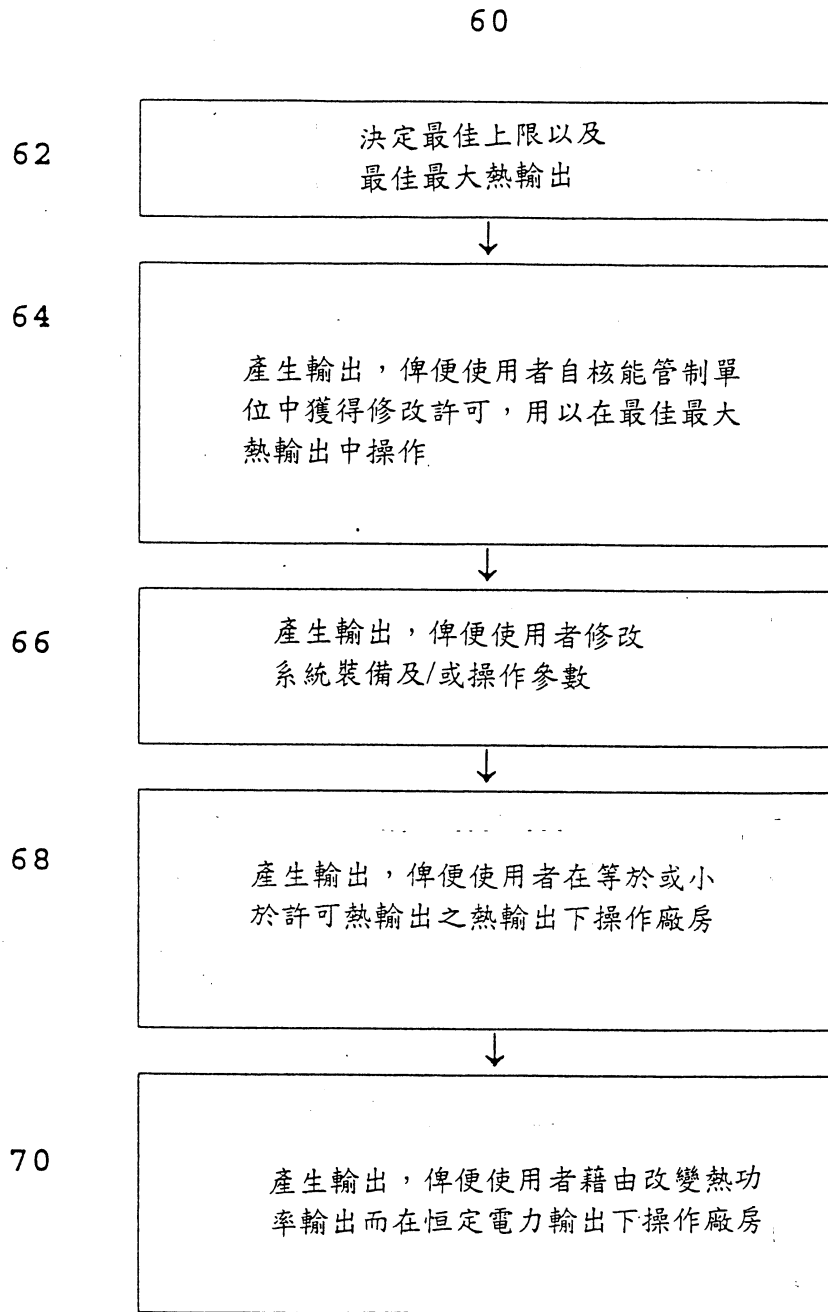


圖 3

成本側面圖

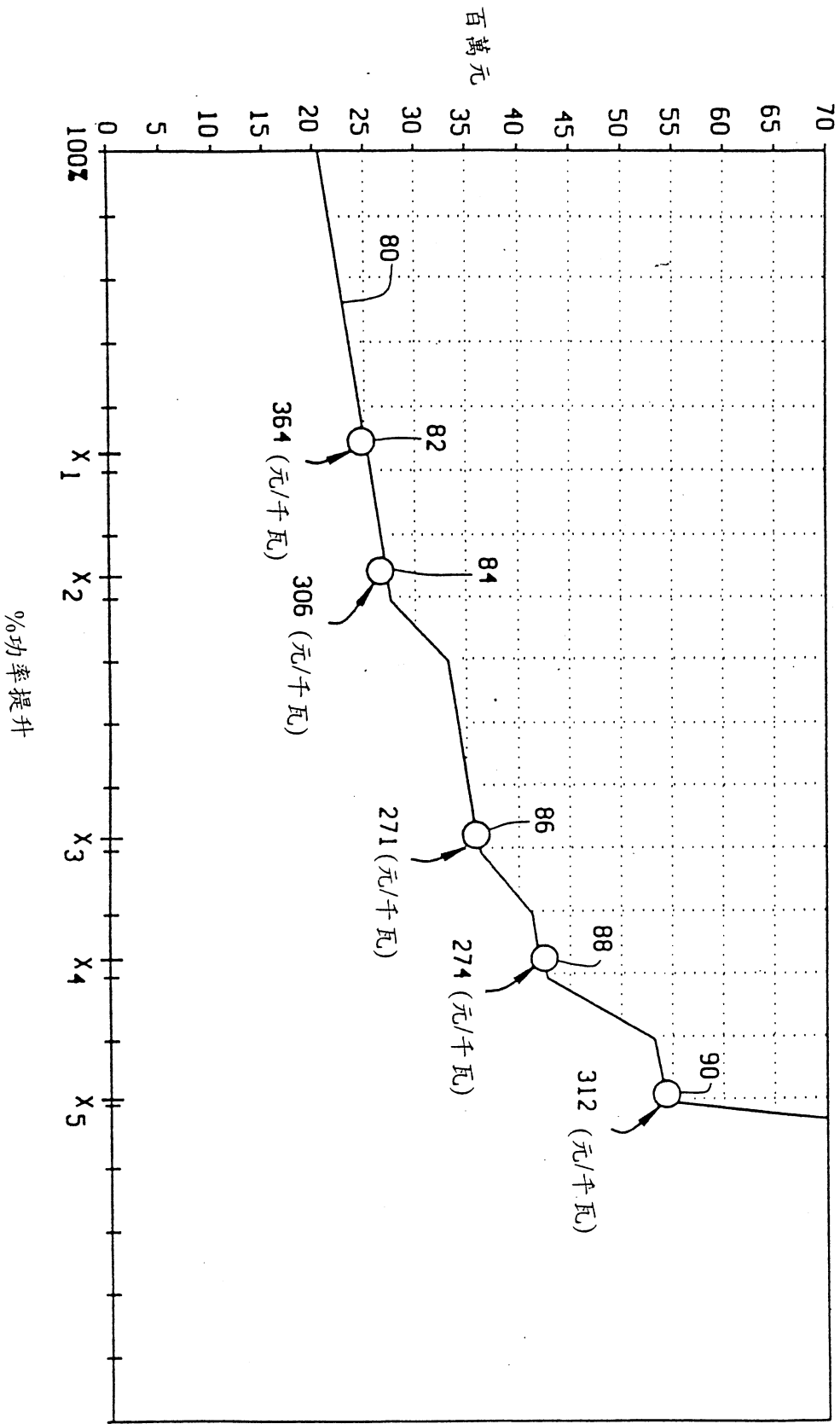


圖 4

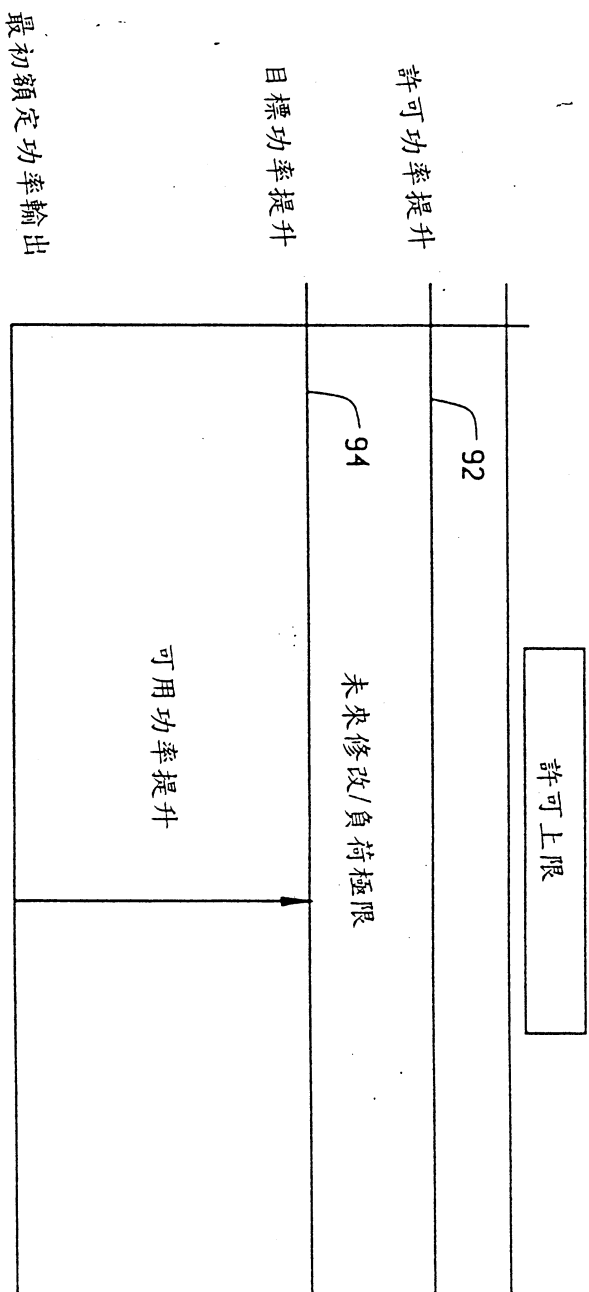


圖 5

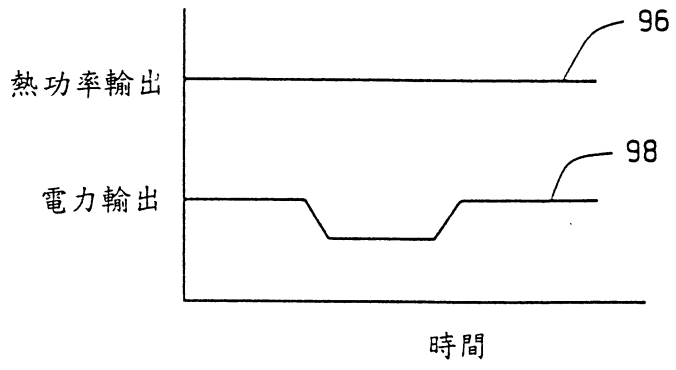


圖 6

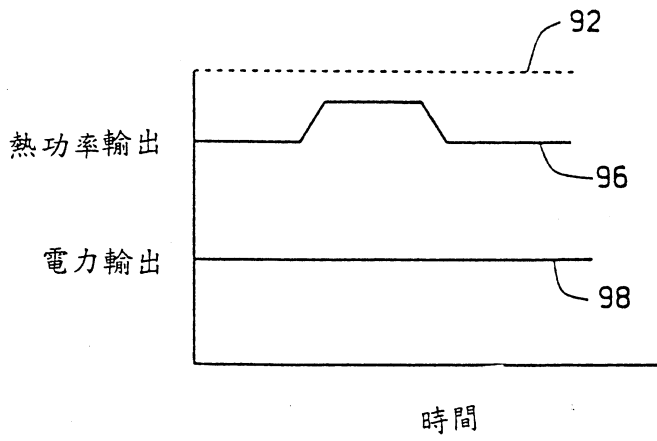


圖 7