

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：96119973

※申請日期：96 年 06 月 04 日

※IPC 分類：G21C17/00 2006.01

一、發明名稱：

(中) 監視核子反應器內貴金屬沉積的方法和其沉積監視器

(英) Method of monitoring deposition of a noble metal in a nuclear reactor and deposition monitor therefor

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 通用電機股份有限公司

(英) GENERAL ELECTRIC COMPANY

代表人：(中) 1. 威廉 伍德本

(英) 1. WOODBURN, WILLIAM A.

地 址：(中) 美國紐約州·斯克奈塔第河濱路一號

(英) 1 River Road, Schenectady, N.Y. 12345, USA

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 魯西爾 西門

(英) SEEMAN, RUSSELL

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

2. 姓 名：(中) 湯瑪士 凱恩

(英) CAINE, THOMAS ALFRED

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

3. 姓 名：(中) 坦納 圖

(英) TU, THANH

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 ; 2006/06/16 ; 11/453,808 ☒ 有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明之示範具體實施例係大致上有關一用於監視在核子反應器的金屬反應器側板壁面中之晶間應力腐蝕龜裂（IGSCC）中之貴金屬沉積的方法，及有關一用於該反應器之表面裂縫沉積監視。

【先前技術】

典型地，一核子反應器之金屬反應器側板壁面的內部表面對於一或多個 IGSCCs 之形成及／或傳播可為敏感的，該等 IGSCCs 在該核子反應器之運轉期間形成。

【發明內容】

本發明的一示範具體實施例係針對在監視核子反應器的金屬反應器側板壁面中之晶間應力腐蝕龜裂（IGSCC）中之貴金屬沉積的方法。於該方法中，一金屬樣本可被放置在靠近該金屬反應器側板壁面的一內部表面內的一位置。該樣本可被浸沒在該反應器中之水位線下方，且包含至少一熱疲勞龜裂。該樣本被維持在該位置達一給定期間，且在將該樣本維持於該位置時，將一給定數量之貴金屬加入反應器水。接著移除該樣本。本發明之另一示範具體實施例係針對用於一反應器之表面裂縫沉積監視器。該監視器包含一流動調整器，其配置在一頂部導引夾板及一錨固夾板之間；及至少一樣本夾具，其連接於該頂部導引夾板

及流動調整器之間。

【實施方式】

本發明之以下敘述係關於其各種非限制性示範具體實施例所提供。以下之敘述未意指至不當地限制或局限本發明。在此所敘述示範具體實施例之變化係在本發明之範圍內。

由於前文，在此後將更詳細地敘述一為安全性關係，監視該金屬反應器側板壁面內所形成及／或傳播之 IGSCC 的範圍之方法（例如，如果該等龜裂變得太深，該金屬反應器側板之結構完整性可為減少至低於一機能性或安全性極限）。在此亦將敘述一減慢、停止及／或局部或大體上修補在該金屬反應器側板壁面內之 IGSCC 或其形成及／或傳播的方法。

於範例本發明的一具體實施例中，一樣本（例如一金屬樣本或一由其它合適材料所製成之樣本）係浸沒在該金屬反應器側板內所包含之反應器冷卻劑（例如水）的表面液位下方。該樣本係設計成包含至少一 IGSCC。此一 IGSCC（在該樣本中）在此被稱為一熱疲勞龜裂（TFC），因為已建立該 TFC，以便模擬一可在該金屬反應器側板壁面內形成及／或傳播之 IGSCC。如此，該 TFC 已根據本發明的一示範具體實施例有目的地形成在該樣本中。

所形成之樣本係接著放置在一距離處，譬如在離該金屬反應器側板壁面之內表面達大約 6 英吋或更少之距離

。該樣本可被放置在其它合適之距離處（例如遠離該金屬反應器側板壁面之內表面超過 6 英吋）。於一範例中，一固持該樣本之樣本夾具可在該最靠近燃料束之大約 4 英吋（及／或在離任何燃料束之大約 4-10 英吋的範圍）內定位鄰接該側板壁面的一內表面，以固持該樣本。於另一範例中，該樣本夾具可譬如被用來固持探針及／或其它指示器或取樣裝置。

隨著時間之消逝，其係希望該樣本（例如一金屬，諸如碳鋼、不鏽鋼、諸如 304L 不鏽鋼之低碳不鏽鋼等）將大體上模擬該金屬反應器側板壁面之內部表面的行為／性能，因其與 IGSCC 之形成及／或傳播有關。如此，譬如，吾人相信如果該樣本顯示 TFCs 之過度形成及／或傳播，該過度之形成或傳播應為該金屬反應器側板壁面本身中所形成或傳播之 IGSCCs 的範圍之反映。

換句話說，TFC 在該樣本內形成及／或傳播之程度將反映 IGSCC 在該金屬反應器側板壁面內形成及／或傳播之程度。如此，為在一時期間監視一金屬反應器側板之結構完整性，其係可能藉由密切地檢查該樣本而如此做監視，該樣本已於該反應器操作期間放置及至少局部地維持在該金屬反應器側板中。在一適當／方便之時間間隔下，如果在該樣本已由該金屬反應器側板移除之後施行檢查係更容易的。為了 TFCs 之形成及／或傳播而檢查及分析該移除之樣本。

根據本發明之另一示範具體實施例，譬如，當該核子

反應器為維修之目的典型被關掉時（已知為一運行中斷），至少一樣本（如果使用多數樣本）可藉由各種方法所移除及檢查，該等方法包含、但不限於脫酸分析或在掃描電子顯微鏡（SEM）或以別的方式之下的檢查。基於樣本龜裂（TFC）用於在其中已沉積之貴金屬的範圍/程度之檢查，可調整被注射進入該反應器冷卻劑的貴金屬之數量（例如增加、減少、或以別的方式變更），以抵消該金屬反應器側板壁面本身中之 IGSCCs 的形成及／或傳播。這是可能的，因為該反應器冷卻劑將與該金屬反應器側板之內表面直接接觸。

吾人相信該貴金屬不只在該樣本 TFCs 內、同時也在該金屬反應器側板壁面本身內所存在（形成及／或傳播）之龜裂（IGSCCs）內擴散進入該等龜裂。該貴金屬最後可分別找出其進入該 IGSCCs 及該 TFCs 之路徑，並使其本身沉積在其中。該貴金屬可更深地擴散進入該 IGSCC，遠超出溶解氧可貫穿進入該 IGSCC 本身之處。如此，吾人相信該貴金屬能夠防止、減輕、或減慢該 IGSCC 之形成及／或傳播，吾人相信將藉由該反應器冷卻劑中之溶解氧的存在所加速及／或惡化。

於藉由任一脫酸分析、掃描電子顯微鏡（SEM）檢查或以別的方式之檢查中，典型可決定應沉積進入該龜裂的貴金屬之數量。基於該龜裂（TFC）之深度、及／或貴金屬沉積在該龜裂（TFC）內之位準，注射進入該反應器冷卻劑的貴金屬之程度可如所需地增加、減少（或以別的方式）。

式調整)，以減輕、減少、消除、或以別的方式減少一金屬反應器側板壁面內之 IGSCC 的形成及／或傳播。吾人相信該貴金屬可比該溶解之氧更加深入地貫穿該 IGSCC。

於該等圖面中，編號係一致地用於意指其相同之零組件或零件。注意一 IGSCC 30 係模製成將在下面藉由參考圖 4、5A、及 6A 至 6C 之熱疲勞龜裂（TFCs）及標明為龜裂 30a 及 30b 詳細地敘述。

圖 1 係一反應器中之金屬反應器側板的內部壁面／表面之橫截面視圖，說明一樣本，在此分子擬態溶解氧分子及一貴金屬貫穿進入該金屬反應器側板之 IGSCC，使該樣本具有至少一或多個形成在其中的 TFCs。

參考圖 1，一金屬反應器側板 20 的一部份之內表面 10 係描述成具有 IGSCC 30 之說明。圖 1 係該金屬反應器側板之內部壁面的一橫截面視圖，顯示流動通過該金屬反應器側板 20 壁面的厚度內之 IGSCC 30 的反應器冷卻劑（例如水）之流動方向 40。雖然顯示為由左至右流動，該冷卻劑之流動方向可同樣在一相反（或其它）方向中流動。

在金屬反應器側板 20 內流動之反應器冷卻劑包含溶解氧分子 33。這些溶解氧分子 33 典型能造成該 IGSCC 30 更深地形成及／或傳播進入該金屬反應器側板壁面之橫截面。箭頭 31 及 32 可說明氧之移動進入該 IGSCC 30。隨著時間之消逝，該龜裂 30 典型持續更深地貫穿進入該金屬反應器側板 20，譬如於箭頭 31 及 32 之一般方向中。該 IGSCC 30 典型亦可由該等表面散佈進入該金屬反應器側

板壁面（未示出）。

圖 1 亦顯示氧及一貴金屬貫穿進入該 IGSCC 30。該金屬反應器側板 20 具有一內表面 10，並隨同溶解氧分子 33 及貴金屬分子 35 兩者使反應器冷卻劑流動於方向 40 中（僅只顯示由左至右之流動當作一範例）。該等氧分子 33 及貴金屬分子 35 係描述為貫穿進入該 IGSCC 30。吾人相信該等貴金屬分子 35 比該等溶解氧分子 33 更深地貫穿進入該 IGSCC。藉由如此做，吾人相信該等貴金屬分子（及／或其微粒）防止及／或以別的方式減輕該溶解氧分子 33 之效應，諸如潛在地造成 IGSCC 30 更深地或進一步形成及／或傳播進入該金屬反應器側板 20 之內部。該貴金屬之如此敘述的效應可藉由圖 1 中在 36 之 "X" 所描述。圖 2 係按照本發明之示範具體實施例的包含三樣本之範例樣本夾具總成。於圖 2 中，顯示樣本 200 其可為由一金屬或另一合適之材料所製成。該樣本 200 可為由與用於形成該金屬反應器側板 20 相同之材料所製成。圖 2 所示樣本 200 包含至少一已形成之 IGSCC，其在此中稱為一熱疲勞龜裂（TFC）。

該樣本內的 TFC 係意欲模擬一金屬反應器側板內之 IGSCC。該樣本 200 係意欲放置於該金屬反應器側板 20 中，如在此中所敘述。於另一範例中，該樣本可被放置在離該金屬反應器側板壁面之內表面達大約 6 英吋或更少之距離處，典型在流動於該金屬反應器側板 20 中之反應器冷卻劑的表面下方（例如，在某一深度，其能為可變的，

只要其係在該側板內之水位線的表面之下。

圖 2 之樣本 200 包含二 TFCs 30a 及 30b。然而，1、2、3 或另一倍數之 TFCs 可被提供於樣本 200 中。雖然樣本 200 係描述為具有一長方形之形狀，樣本 200 之表面 10a 亦可為相當平坦的，及／或可模擬該金屬反應器側板 20 的內表面 10 之曲率。該樣本 200 可為任何形狀，不論其是否為長方形，或以別的方式，只要該形狀允許該樣本 200 模擬一金屬反應器側板壁面內的 IGSCC 之形成及／或傳播特性。如此，可使用任何允許相同效果之形狀或結構。

根據本發明之一示範具體實施例，該樣本 200 可為由譬如碳鋼鐵或不鏽鋼、某些以鋼為基礎之合金、或其某一組合之金屬所製成。再者，該樣本 200 之金屬可為與用於形成該金屬反應器側板壁面本身之金屬相同。該金屬反應器側板壁面係由碳鋼鐵所製成、及該金屬樣本 200 由不鏽鋼（譬如 304L 不鏽鋼或低碳鋼）所製成、或反之亦然係可能的。

於另一範例中，該樣本 200 之金屬可包含一或多個 TFCs 30a、30b，該等 TFCs 在長度、寬度及深度中具有各種尺寸。譬如，一熱疲勞龜裂可具有至少大約 0.5 英吋之長度、至少大約 0.5 毫英吋（0.0005 英吋）之寬度、及至少大約 100 毫英吋（0.1 英吋）之深度。於一範例中，用於該 TFC 30a、30b 之其它尺寸包含至少大約 0.75 英吋之長度、至少大約 0.001 英吋之寬度、及至少大約 0.5 英吋

之深度。用於該 TFC 30a、30b 之另一尺寸可為最少大約 1 英吋之長度、至少大約 0.0015 英吋之寬度、及至少大約 0.75 英吋之深度。提供如 $L \times W \times D$ 的 TFC 尺寸之範例係 $1/2" \times 0.005" \times 0.1"$ ； $3/4" \times 0.001" \times 0.5"$ ； $1" \times 0.0015" \times 0.75"$ ； $1/2" \times W \times 0.1"$ ； $3/4" \times W \times 0.5"$ ； $1" \times W \times 0.75"$ ，在此 $W=0.002"$ ； $0.0025"$ ； $0.003"$ ； $0.0035"$ ； $0.004"$ ； $0.0045"$ ；或 $0.005"$ 。可使用在一樣本內用於該 TFC 之其它尺寸。

根據本發明之另一示範具體實施例，該樣本 200 可被提供於一夾具中，其組構成可在其中固持一或多個樣本。譬如，該樣本夾具可被組構成在其內固持 1、2、3、4、5 或更多樣本。於另一選擇中，該樣本夾具可譬如被用來固持探針及／或其它指示器或取樣裝置。

根據本發明之另一範例具體實施例，包含至少一 TFC 30a、30b 之金屬樣本 200 可被放置於該樣本夾具中，該樣本夾具本身係接著在一地點放置毗連該金屬反應器側板 20 的一內表面，以致該金屬樣本 200 本身係固持在該反應器冷卻劑之表面下方。該反應器冷卻劑環繞核子反應器內之各種燃料束，且接觸該金屬反應器側板 20 之內表面 10 與該樣本 200 之表面 10a。於諸如沸水式反應器之核子反應器中，至少五標準深度液位被認知為深度液位 H1、H2、H3、H4 或 H5。這些液位之每一個代表該反應器冷卻劑之表面或水位線下方的一深度，及橫跨該水位線下方的範圍，於該爐心底板（燃料之底部）及該反應器爐心的底部間之任何位置。該 H1-H5 液位可連續地代表該金屬反應器的

反應器冷卻劑水位線下方之更深的深度地帶或區域。

於一範例中，該 H1 液位可為一帶狀區域，且係離該金屬反應器側板內所包含之反應器冷卻劑的表面由大約 0 至大約 9 英吋之任何位置。該 H2 液位可為離該表面由大約 9 英吋至大約 40 英吋之任何位置（例如 >9-40”）。該 H3 液位可為離該表面由大約 40 英吋至大約 54 英吋之任何位置（例如 >40-54”），該 H4 液位可為離該表面由大約 54 英吋至大約 105 英吋之任何位置（例如 >54-105”），且該 H5 液位可為離該表面由大約 105 英吋至大約 194 英吋之任何位置（例如 >105-194”）。該樣本夾具之使用係選擇性地，只要該樣本 200 係以別的方式維持在該金屬反應器側板 20 內之反應器冷卻劑水位線下方的一想要深度。

根據一範例，該樣本 200 係浸沒在該反應器冷卻劑內，且在其中維持達至少 2 星期之久或更久。再者，具有一或多個 TFCs 30a、30b（例如 2、3、4、5 或更多）之一或多個樣本 200（例如 2、3、4、5 或更多），可如上面所述被放置於該金屬反應器側板 20 中。如果使用多數樣本 20，每一樣本可在不同時間間隔移除，以於該金屬反應器側板 20 壁面中獲得 IGSCCs 30 之形成及／或傳播的錯開式暫時構思，如藉由該一或多個樣本 200 中之一或多個 TFCs 30a、30b 的檢查所反映者。

於該金屬反應器側板 20 中，將該樣本 200 維持在該反應器冷卻劑 2 內達至少 2 星期之目的係將該樣本 200 暴露至相同之條件，該等條件係存在於該金屬反應器側板本

身內。因此，當一樣本 200 係由該金屬反應器側板 20 移除供檢查時，當其於該樣本 200 被移除供檢查之時間存在時，該樣本 200 可提供該金屬反應器側板 20 壁面之條件的一快照。

爲了若干理由，一貴金屬可被注射進入該反應器冷卻劑，以便停止形成及／或防止或減慢一金屬反應器側板 20 壁面內之 IGSCC 的傳播。各種貴金屬可被用於此目的。譬如，一供會同本發明之各種示範具體實施例使用的示範貴金屬包含、但不限於鉑、銻、鈮、銀、金、銥或其一組合或多種組合。於一特定之範例中，鉑、銻或其組合可被使用。於另一範例中，一鉑／銻混合物可被使用，其比率可隨著不同工廠而有不同變化，諸如 2：1 鉑對銻之比率。於一些工廠中，僅只鉑可被用作該貴金屬添加劑。

如在此先前關於本發明之各種示範具體實施例所述，吾人相信注射進入該反應器冷卻劑之貴金屬係藉由該反應器冷卻劑帶入該金屬反應器側板 20 壁面內之 IGSCC 30 及進入該樣本 200 內之 TFC 30a、30b，該樣本被固持浸沒在該反應器冷卻劑內。吾人相信該貴金屬貫穿進入該 IGSCC 30 及／或該 TFC 30a、30b，以停止形成及／或分別減少、減至最小、或減慢該金屬反應器側板 20 壁面及該樣本 200 內之 IGSCC 30 與該 TFC 30a、30b 的傳播。

根據本發明的一示範具體實施例，當該反應器係在運轉中（例如產生電力）時，一貴金屬被導入該反應器流體。該貴金屬可在一比率下注射，該比率足以於該反應器流

體（例如水）中維持至少大約每兆 100 份（ppt）之液位達大約 2 星期之時期。這典型需要譬如大約每小時 0.3 克之進入該反應器流體（例如給水）的貴金屬注射速率。可使用其它合適之注射速率、貴金屬液位、及用於將貴金屬導入該反應器流體之方法。可譬如根據共同分派之美國專利第 5,600,961；5,608,766；5,602,888；5,818,893；5,805,653；5,130,080；5,130,081；5,135,709 及 5,164,152 號所提供之細節進行貴金屬之注射。

如圖 1 所示，該貴金屬可抵消吾人相信將由於該反應器冷卻劑內之溶解氧而發生的有害之 IGSCC 30 形成及／或傳播。這是譬如藉由對應於元件 36 之 "X" 所顯示。

根據本發明之另一示範具體實施例，浸沒在該反應器冷卻劑內的樣本 200 係在一給定之時間間隔移除。該樣本可接著被分析用於評估該金屬反應器側板 20 中所形成之 IGSCCs 30 的狀態。這可藉由檢查該樣本 200 內之 TFCs 30a、30b 所達成。

圖 3 係包含一樣本夾具之金屬反應器側板的一部份之切開視圖；及圖 4 係一切開視圖，僅只顯示該樣本夾具，而沒有側板。參考圖 3 及 4，在此顯示用於固持一或多個樣本 200 之夾具 100。該夾具 100 可包含一頂部導引夾板 50、一錨固夾板 60、一用於在該夾具 100 內固持樣本 200 之機件、及一配置在一位置下方之流動調整器 70，在此位置，樣本 200 可被固持在該樣本夾具 100 內。

該流動調整器 70 可具有一長度 L 及一深度 D。該尺

寸 D 可譬如在由頂部導引夾板 50 至錨固夾板 60 之方向中往下逐漸變小至較小值，如圖 4 所示。以 L/D 之比率的觀點，該流動調整器 70 之尺寸可提供用於越過該樣本 200 的表面 10a 之反應器冷卻劑的一較平順之流動（如藉由箭頭 40 所描述）。雖然已描述圖 3 及 4 之特別樣本夾具 100，任何其它同等樣本夾具可被使用。然而，如果該樣本 200 能被固持在適當位置，在此需要或想要充分地施行該需要之監視功能，一樣本夾具係選擇性地。

參考圖 4 中之流動調整器 70，可調整其尺寸 L 及 D，以便允許反應器冷卻劑以相當平順、不間斷、及／或無干擾之方式流動通過樣本 200 之表面 10a。由於其楔子形狀，該流動調整器 70 可提供一想要之流動（例如以相當不間斷、無干擾及／或平順之方式），其中在該流動調整器 70 之頂部（較接近該頂部導引夾板 50）比在其底部端部（較接近該錨固夾板 60）的深度 D 接近零（或為較小）。於一範例中， L/D 之比率可有由大約 1：1 至大約 20：1 之不同變化。其它介入之 L/D 值亦可會同本發明之具體實施例與流動調整器 70 一起使用。如此，譬如，適合會同本發明之示範具體實施例一起使用，用於該流動調整器 70 之另一 L/D 比率可能譬如包含大約 5：1 至 15：1 之範圍及大約 12：1 之特定比率。

參考圖 3，該樣本 200 可為位於毗連該側板壁面 20 之內表面 10、或離該金屬反應器側板 20 壁面之內表面 10 隔一段大約 2-3”或更少之距離。於一範例中，表面 10 及表

面 10a 間之距離可為 6" 或更少。於另一範例中，該樣本夾具 100 可被定位鄰接該金屬反應器側板 20 壁面之內表面 10，以便位於至其最靠近之燃料束的大約 4" 內（及／或在離任何燃料束達大約 4-10 英吋之範圍內），以固持該樣本。可提供一鎖固機件 80，用於鎖固該樣本夾具 100，使其樣本 200 位在適當位置，並可提供一栓塞 95，用於將該錨固夾板 60 鎖固至該金屬反應器側板 20。

圖 5A 係樣本夾具的一部份之放大視圖，顯示一樣本如何可被固持在該樣本夾具之孔隙內；及圖 5B 顯示圖 5A 中之樣本夾具的一子夾具部份。圖 5A 係該樣本夾具 100 的一部份之特寫視圖，並使樣本 200 固持在適當位置，在此該樣本如所示包含二 TFCs 30a、30b。該樣本夾具 100 可包含一桿棒 110 及一鎖固機件 120，以將樣本 200 鎖固及維持在適當位置。其它鎖固機件可被使用。

圖 5B 顯示樣本 200 如何可使用子夾具 100a 裝入一孔隙 100b。於圖 5B 中，該孔隙 100b 承接樣本 200。樣本 200 係藉由鎖固機件 120 鎖固在其中，其係經由一基座（未示出）承接在該子夾具 100a 之任一側面上。

圖 6A-6C 說明由該金屬反應器側板移除之樣本，在此一或多個龜裂被剖開，以致該樣本斷裂成二部份，並暴露其一內表面。參考圖 6A-6C，於一核子反應器之運轉期間，在已暴露至該金屬反應器側板 20 內之條件達一時期之後，該樣本 200 被移除，且接著該樣本 200 內之龜裂（30a 或 30b）被分開，以將該樣本分裂為部件 200a 及 200b

，並暴露內部龜裂表面（30'a 或 30'b）。

圖 7 說明使用掃描電子顯微鏡（SEM）之示範過程，以揭示一貴金屬在該龜裂的表面上之沉積。此後，藉由各種方法分析 TFC 30a、30b（期待模擬該金屬反應器側板 20 內之 IGSCCs 30 的特徵）之內表面（30'a 及／或 30'b），該等方法之一可為在一顯微鏡下之分析，並顯示一視野 300 及揭示貴金屬分子 35（或其微粒）可已在該 TFC 30a、30b 內沉積在表面 30'a 及／或 30'b 上之何處。代替 SEM 檢查，可使用剝離分析法。

脫酸分析意指一在化學實驗室中施行之分解製程，以由一樣本之表面移除所沉積之貴金屬。譬如，一載有貴金屬之樣本係置於包含鹽酸（HCl-例如大約 15-25 重量百分比之水、諸如百分之 22）、及硝酸（HNO₃-例如大約 15-25 重量百分比之水、諸如百分之 20）的混合物之燒杯中，且被帶至煮沸達大約 2 分鐘之時期。根據一具體實施例，所使用之酸的混合物譬如可藉由混合 HCl 之儲存溶液（例如 35-40 重量百分比之 HCl）與 HNO₃ 之儲存溶液（例如 80 重量百分比之 HNO₃）所製備，其中該混合物係 HCl：HNO₃ 之 3：1 體積混合物。其它合適之酸混合物可被使用。

該酸混合物由該樣本表面溶解該貴金屬。包含該樣本的酸之燒杯可接著被選擇性地放置於一超音波中，以進一步有利於由該表面移除該貴金屬。該樣本係接著由該燒杯移除，且該酸性溶液被稀釋至譬如 50 毫升。該溶液係接

著以感應耦合電漿質譜儀（ICPMS）或其它質譜儀分析，並具有合適之解析度，以決定在及／或環繞著該 TFC 30a、30b 所沉積之貴金屬的數量。可使用其它適合用於決定或測量在或環繞著該 TFC 30a、30b 所沉積之貴金屬的數量之方法。

譬如，可進行 SEM 檢查。SEM 檢查意指在一掃描電子顯微鏡之下於合適之倍率及／或合適之波長檢查諸如 30'a 及／或 30'b 之表面，以在表面 30'a 及／或 30'b 提供或說明關於貴金屬能已沉積在此等表面上之範圍的充分細節。如果不足數量之貴金屬係沉積在表面、諸如 30'a 及／或 30'b 上，可導入或注射進入該反應器流體的貴金屬之數量可增加、減少、或以別的方式調整，以達成待沉積在表面 30'a 及／或 30'b 上之貴金屬的想要程度。藉由如此調整注射進入該反應器流體的貴金屬之數量，貴金屬之沉積進入 TFCs 30a、30b 及 IGSCCs30 係期待被改善的。

根據一具體實施例，當吾人相信待沉積在一 IGSCC 內的貴金屬之數量被期待少於或等於大約 0.1 微克/平方公分時，貴金屬係注射進入該反應器流體。可被導入及／或注射進入該反應器流體之最多數量的貴金屬典型應為不超過大約 30 克/年，其係等同於不超過大約 30 微克/平方公分之貴金屬沉積在包覆於該核子反應器內之燃料棒上。當吾人相信該電化學腐蝕電位（EPC）在該標準氫電極（SHE）係期待為低於大約 -230 毫伏特時，該貴金屬亦可被導入／注射進入該反應器流體。如此，譬如，如果該 ECP

在該 SHE 係期待為大約 -230 毫伏特，則貴金屬應被導入或注射進入該反應器流體。

按照一具體實施例，如適當地，該貴金屬可在大約 0.1 克/小時、大約 0.2 克/小時、大約 0.3 克/小時、0.4 克/小時、及 0.5 克/小時或更多之速率下注射。如果已經滿足 30 克/年之最大設定值（根據一具體實施例），則 H₂ 可被加至該反應器流體，以在該 SHE 將該 ECP 調整至高於大約 -230 毫伏特。

圖 8 說明當該龜裂/裂縫係暴露至每十億份鉑包含 39 份之水時，在人工造成龜裂/裂縫的內表面之測試不鏽鋼樣本（使用一不鏽鋼墊圈當作填隙片所形成）。像大圓石之結構 900 代表一形成在該龜裂/裂縫的內表面上之氧化物（例如氧化鐵）。該粒狀微粒 35 係沉積之鉑微粒。已經敘述本發明之各種具體實施例，提供以下之範例，以說明本發明之各種非限制性態樣。

範例 1

TFC 可藉由以下之程序形成在一不鏽鋼樣本（或其它金屬）中。

（1）固持金屬樣本及以一負載拉動樣本之二端部，該負載充分施加一張應力至該樣本；

（2）在張應力之下以交替（或另一合適之）方式施加熱及冷材料至樣本，而足以於該樣本開始及／或傳播一 TFC。此熱及冷材料之施加可包含使用一極熱之水噴流，

且隨後施加一極冷之水噴流。

(3) 如需要，重複步驟(1)及／或(2)，以其長度、寬度及深度之觀點產生一具有該想要尺寸之 TFC。

已經敘述各種具體實施例，以下之申請專利範圍被附加在下面。本發明係如此敘述，其將明顯的是本發明能在許多方面作變化。此等變化係不被視為由本發明之精神及範圍脫離，且如對於一熟諳此技藝者將為明顯的，所有此等修改係意欲包含在以下申請專利之範圍內。

【圖式簡單說明】

本發明之示範具體實施例將由取自會同所附圖面／圖示之詳細敘述更清楚地了解。在此所提供之圖面／圖示係僅只用於說明之目的。它們說明本發明之各種具體實施例的各種非限制性態樣。其它變化可為可能的。亦如該等圖面／圖示係提供用於說明之目的，它們可能未按照一定之比例畫出。再者，各種圖面／圖示可顯示選擇性設備，該設備係根據界定不需用於實踐本發明者。

圖 1 係一反應器中之金屬反應器側板的內部壁面／表面之橫截面視圖，並說明一樣本，在此分子擬態溶解氧分子及貴金屬貫穿進入該金屬反應器側板之 IGSCC，使該樣本具有至少一或多個形成在其中的 TFCs。

圖 2 係按照本發明之示範具體實施例的範例樣本夾具總成，並包含三樣本。

圖 3 係包含一樣本夾具之金屬反應器側板的一部份之

切開視圖。

圖 4 係一切開視圖，僅只顯示沒有側板之樣本夾具。

圖 5A 係該樣本夾具的一部份之放大視圖，並顯示一樣本如何可被固持在該樣本夾具之孔隙內。

圖 5B 顯示圖 5A 中之樣本夾具的一子夾具部份。

圖 6A-6C 說明由該金屬反應器側板移除之樣本，在此一或多個龜裂被剖開，以致該樣本斷裂成二部份，並暴露其一內部表面。

圖 7 說明使用掃描電子顯微鏡（SEM）之示範製程，以揭露一貴金屬在該龜裂表面上之沉積。

圖 8 係一測試不鏽鋼樣本之 SEM 照片（在 100,000 倍）。

【主要元件符號說明】

10：內表面

10a：表面

20：金屬反應器側板

30：晶間應力腐蝕龜裂

30a：熱疲勞龜裂

30b：熱疲勞龜裂

36'a：內部龜裂表面

36'b：內部龜裂表面

31：箭頭

32：箭頭

33：氧分子

35：貴金屬分子

36：X

40：方向

50：頂部導引夾板

60：錨固夾板

70：流動調整器

100：樣本夾具

100a：子夾具

100b：孔腔

110：桿棒

120：鎖固機件

200：樣本

200a：樣本部件

200b：樣本部件

300：視野

900：像大圓石之結構

五、中文發明摘要

發明之名稱：監視核子反應器內貴金屬沉積的方法和其沉積監視器

在監視核子反應器的金屬反應器側板（20）壁面中之晶間應力腐蝕龜裂（IGSCC）（30）中之貴金屬（35）沉積的方法中，一金屬樣本（200）可被放置在靠近該金屬反應器側板壁面的一內部表面（10）內的一位置。該樣本可被浸沒在該反應器中之水位線下方，且包含至少一熱疲勞龜裂（30a，30b）。該樣本被維持在該位置達一給定期間，且在將該樣本維持於該位置時，將一給定數量之貴金屬加入反應器水。接著移除該樣本。於一範例中，用於一反應器之表面裂縫沉積監視器包含一流動調整器（70），其配置在一頂部導引夾板（50）及一錨固夾板（60）之間；及至少一樣本夾具（100），其連接於該頂部導引夾板及流動調整器之間。

六、英文發明摘要

發明之名稱：**METHOD OF MONITORING DEPOSITION OF A NOBLE METAL IN A NUCLEAR REACTOR AND DEPOSITION MONITOR THEREFOR**

In a method of monitoring deposition of a noble metal (35) in an intergranular stress corrosion crack (IGSCC) (30) in a metal reactor shroud (20) wall of a nuclear reactor, a metal sample (200) may be placed at a location within near an inner surface (10) of the metal reactor shroud wall. The sample may be submerged below a water line in the reactor and includes at least one thermal fatigue crack (30a, 30b). The sample is maintained at the location for a given duration, and a given amount of the noble metal is added into the reactor water while the sample is maintained at the location. The sample is then removed. In an example, a surface crevice deposition monitor for a reactor includes a flow conditioner (70) arranged between a top guide clamp (50) and an anchor clamp (60), and at least one sample holder (100) connected between the top guide clamp and flow conditioner.

十、申請專利範圍

1.一種監視核子反應器的金屬反應器側板（20）壁面中之晶間應力腐蝕龜裂（IGSCC）（30）中之貴金屬沉積的方法，該方法包含下列步驟：

將一金屬樣本（200）放置在該金屬反應器側板壁面的一內部表面之大約六吋或更少內的一位置，該樣本浸沒在該反應器中之水位線下方，該金屬樣本包含至少一熱疲勞龜裂（30a，30b）；

將該樣本維持在該位置達一給定期間；

在將該樣本維持於該位置時，將一給定數量之貴金屬（35）導入反應器水內；及

由該位置移除該樣本。

2.如申請專利範圍第1項監視核子反應器的金屬反應器側板壁面中之晶間應力腐蝕龜裂中之貴金屬沉積的方法，其中該樣本被維持在該位置達至少二星期，且該熱疲勞龜裂具有一於大約0.0005至0.005英吋範圍中之開口。

3.如申請專利範圍第1項監視核子反應器的金屬反應器側板壁面中之晶間應力腐蝕龜裂中之貴金屬沉積的方法，另包含藉由脫酸分析或藉由掃描電子顯微鏡（SEM）檢查分析該貴金屬之沉積。

4.如申請專利範圍第3項監視核子反應器的金屬反應器側板壁面中之晶間應力腐蝕龜裂中之貴金屬沉積的方法，其中導入該貴金屬包含基於該脫酸分析之結果或SEM檢查之結果調整被導入貴金屬之數量。

5.如申請專利範圍第 1 項監視核子反應器的金屬反應器側板壁面中之晶間應力腐蝕龜裂中之貴金屬沉積的方法，其中該貴金屬係鉑、鉻或其組合之一。

6.一種用於核子反應器之表面裂縫沉積監視器，包含：

一流動調整器（70），其配置在一頂部導引夾板（50）及一錨固夾板（60）之間，及

至少一樣本夾具（100），其連接於該頂部導引夾板及流動調整器之間。

7.如申請專利範圍第 6 項用於核子反應器之表面裂縫沉積監視器，其中該流動調整器被具體化為一錐形尖劈，該尖劈具有一高達大約 20：1 之長度對深度（L/D）比率。

8.如申請專利範圍第 7 項用於核子反應器之表面裂縫沉積監視器，其中該 L/D 比率係於大約 5：1 至大約 15：1 之範圍中。

9.如申請專利範圍第 8 項用於核子反應器之表面裂縫沉積監視器，其中該 L/D 比率係 12：1

10.如申請專利範圍第 6 項用於核子反應器之表面裂縫沉積監視器，其中該樣本夾具係設計成適於固持一或多個探針、指示器、金屬樣本、或其它取樣裝置之任一個。

圖 1

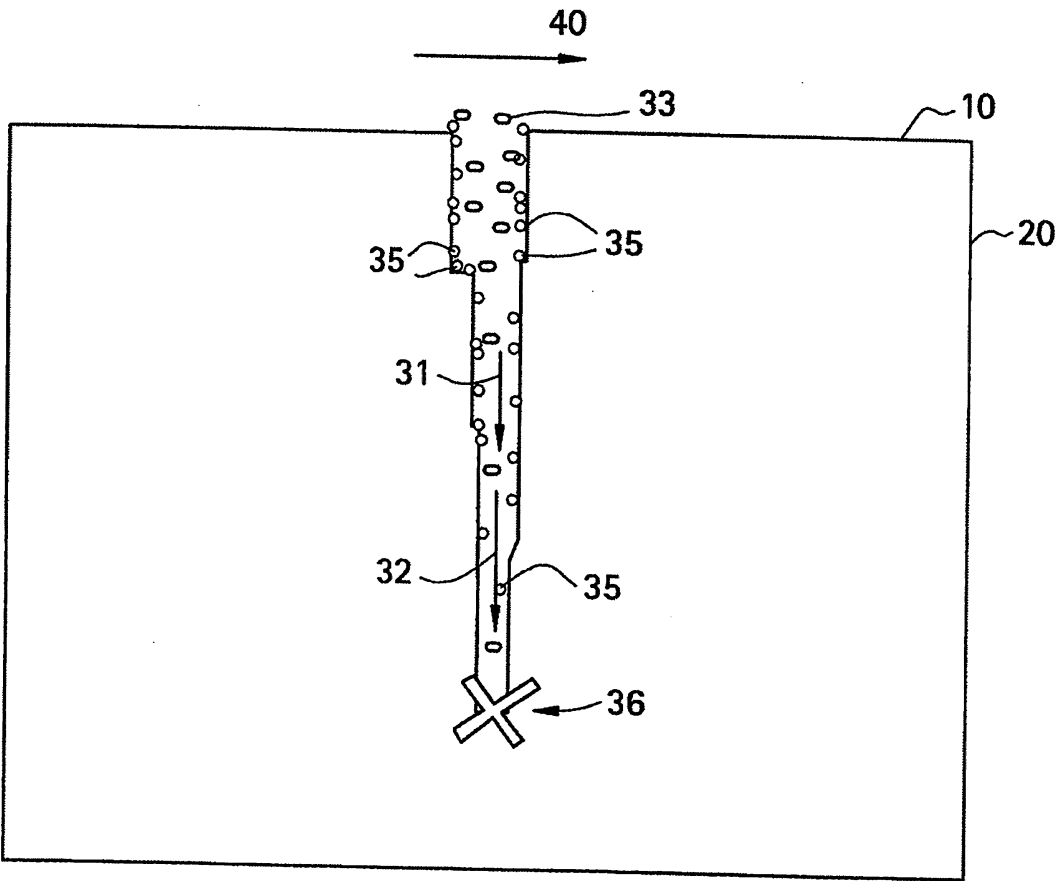


圖2

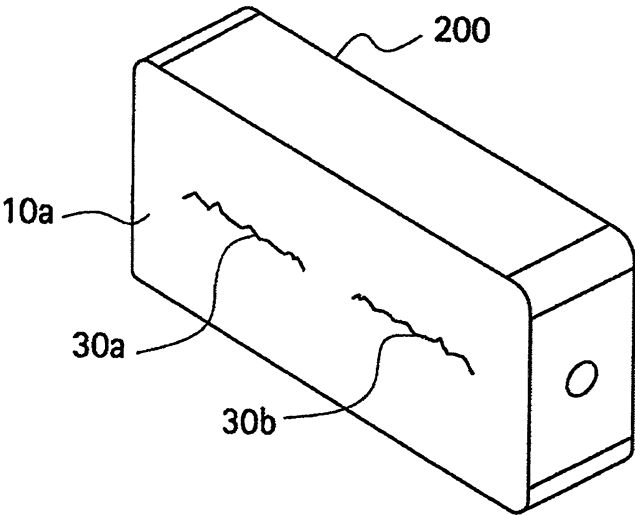


圖3

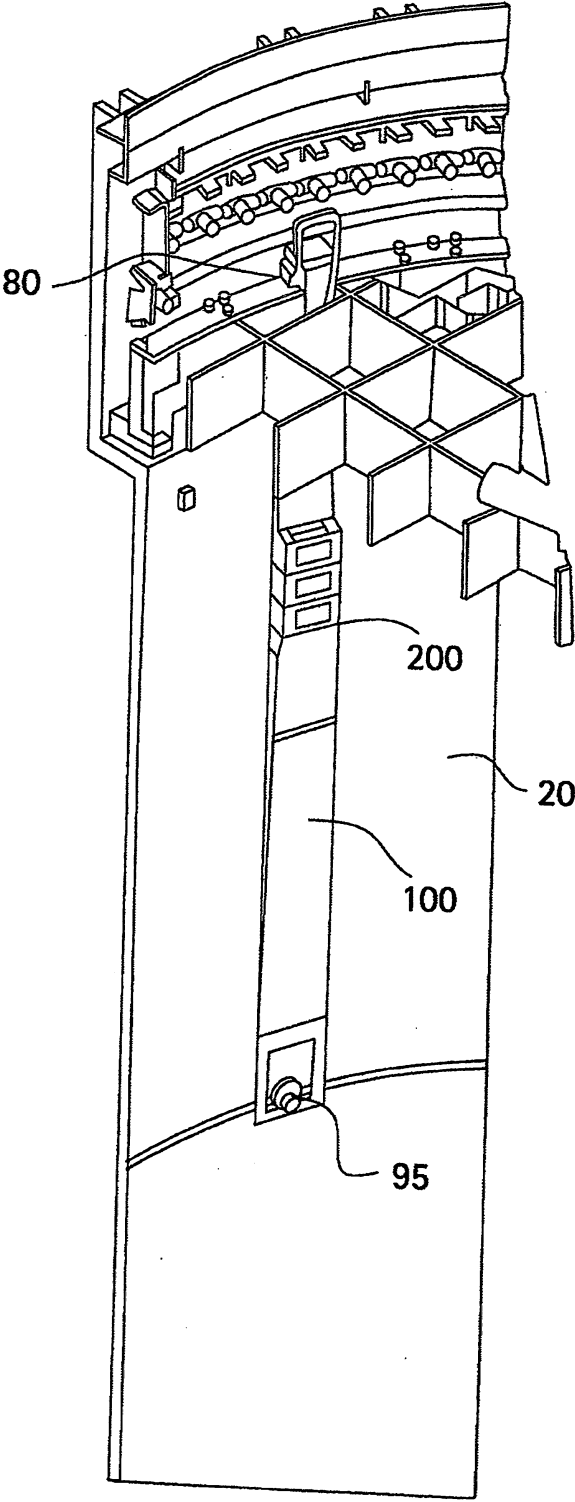


圖 4

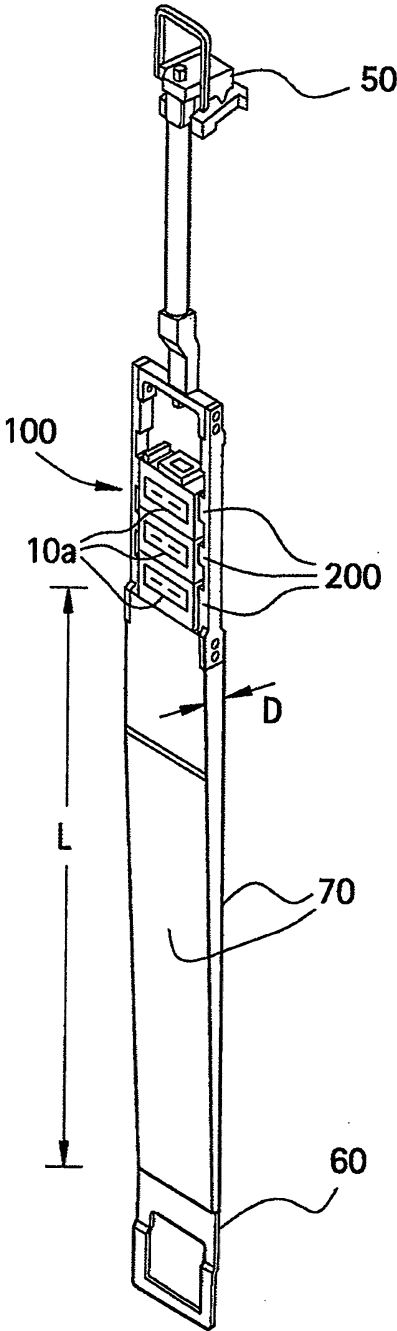


圖 5A

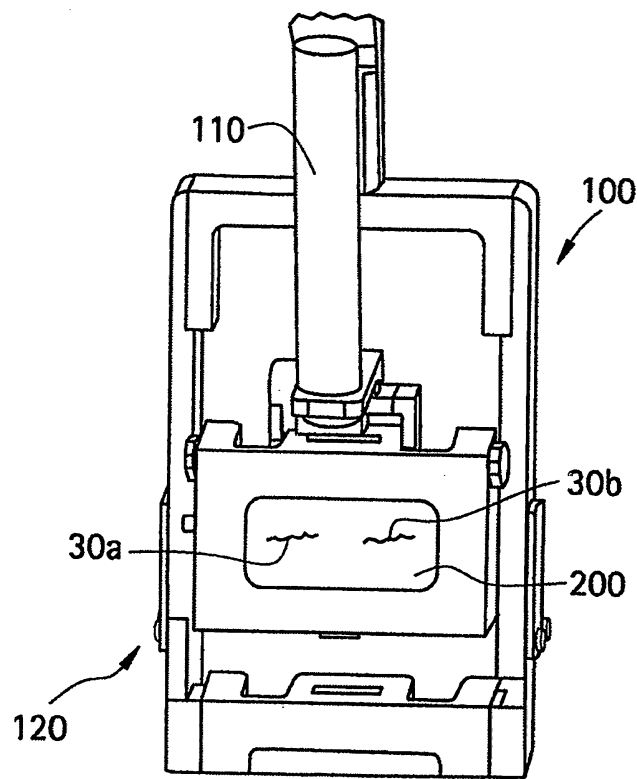
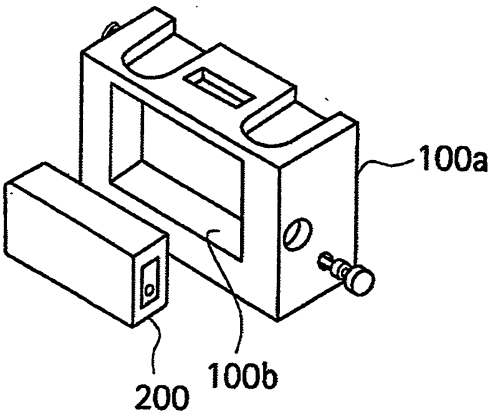
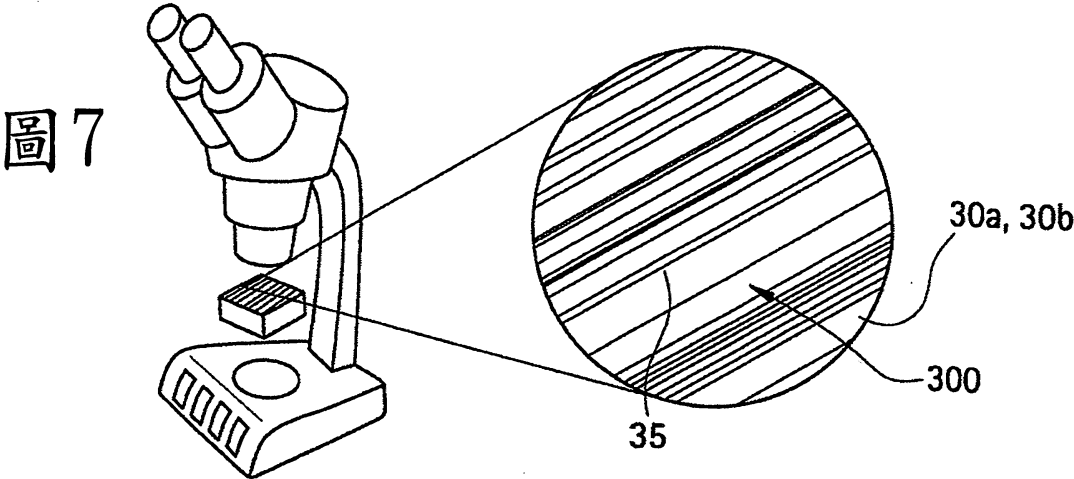
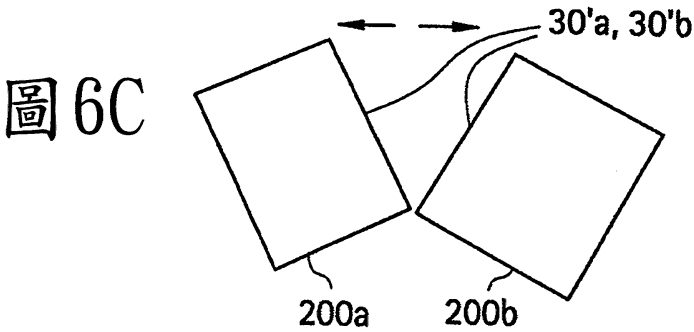
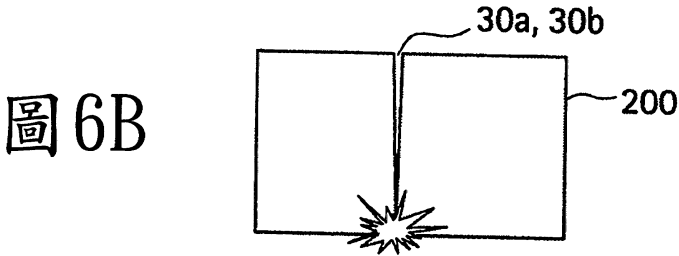
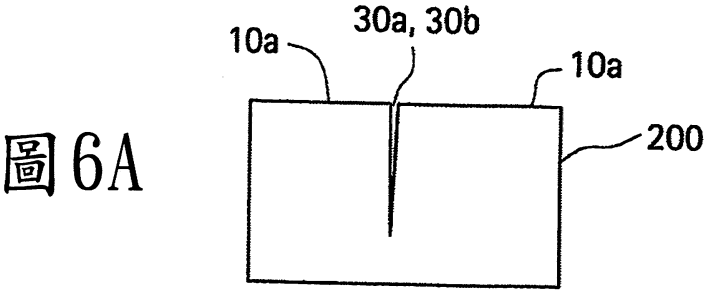


圖 5B





七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (1) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 10 內表面
- 20 金屬反應器側板
- 31 箭頭
- 32 箭頭
- 33 氧分子
- 35 貴金屬分子
- 36 X
- 40 方向

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：