

公告本

申請日期	89 年 11 月 29 日
業 號	89125377
類 別	G21C 3/60

A4
C4

463179

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	燃料通道箱及其製造方法
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	(1) 中山道夫 (2) 瀨戶武裕 (3) 關辰郎
	國 籍	(1) 日本 (2) 日本 (3) 日本
	住、居所	(1) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所(股)知的所有權本部內 (2) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所(股)知的所有權本部內 (3) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所(股)知的所有權本部內
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 日立製作所股份有限公司 株式会社日立製作所
	國 籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國東京都千代田區神田駿河台四丁目六番 地
	代 表 人 姓 名	(1) 庄山悅彦

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

463179

申請日期	89 年 11 月 29 日
案 號	89125377
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

新 型

一、發明 名稱	中 文	
	英 文	
二、發明人 創作	姓 名	(4) 栗原勇夫
	國 籍	(4) 日本
	住、居所	(4) 日本國東京都千代田區丸之內一丁目五番一號 新丸大樓日立製作所(股)知的所有權本部內
三、申請人	姓 名 (名稱)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

463179

(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

日本 2000年1月21日 2000-017752 有主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

發明之背景

本發明係關於構成沸水式原子爐用燃料集合體之燃料通道箱，特別是關於具有由於中子照射之彎曲變形少之特性之燃料通道箱及其製造方法。

爲了防止起因於中子照射量之不均勻之燃料通道箱之彎曲變形（以下，稱爲照射彎曲），更換爐心之燃料集合體之裝置位置以使中子照射量均勻正被檢討著。但是，無法防止照射彎曲。由於此照射彎曲，產生控制棒移動用之空間之減少或核分裂反應度之變化，成爲限制燃料通道箱之壽命之主要原因。

防止燃料通道箱之照射彎曲之方法，在特開昭59-229475號、特開昭62-200286號、特開平5-17837號、特開平5-80170號、特開平9-249927號公報記載有使結晶粒之方位成爲隨機之技術。

特別是在特開平9-249927號公報記載：不使加熱用線圈與燃料通道箱之間隙變化地，使加熱用線圈之上下部藉由滾輪不使左右、前後動，以將燃料通道箱之板寬之全體加熱爲均勻之溫度之技術。

但是，燃料通道箱爲熔接構造物，在容許尺寸內，存在長度方向之彎曲、扭曲等。因此，加熱用線圈與燃料通道箱之間隙變化。由於此間隙之變化，在燃料通道箱之對向面產生溫度差。由於此對向面之溫度差，在對向面之長度方向（壓延方向）之定向率（FL值）產生差異之故，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝
訂
線

五、發明說明(2)

產生彎曲。

爲了使此對向面之定向率之差 $\Delta F L$ 變小，雖然也有進行複數次之熱處理之方法，但是在此情形，產生效率降低。

又，在特開昭 59-16956 號公報以及 U S P 4, 548, 657 中記載：將燃料通道箱之一對之相鄰壁部加熱在 β 域內之溫度，使殘餘之壁部加熱在 $\alpha + \beta$ 域內之溫度，以控制彎曲之方向之技術。在此情形，並未考慮降低由於對向面之溫度差之彎曲之發生。

發明之概要

本發明之目的在於提供：即使在燃料通道箱之製造時，存在彎曲等，照射彎曲少而且生產效率高之燃料通道箱及其製造方法。

在本發明中，於將鋯基合金（以下，單稱爲 Z r 合金）製之燃料通道箱加熱製包含 β 相之溫度區域（ β 硬化處理）之際，降低其之對向面之溫度差地，控制加熱用線圈與燃料通道箱之距離。所謂包含 β 相之溫度區域係意指超過 980°C 之溫度範圍，最好爲 $1050 \sim 1350^{\circ}\text{C}$ ，更理想爲 $1050 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ 之溫度範圍。

在其它之本發明中，在將 Z r 合金製之燃料通道箱加熱爲包含 β 相之溫度區域之際，控制其之對向面之溫度插在 50°C 以下。最好控制對向面之溫度差在 10°C 以下。

如後述般地，藉由施行上述之 β 硬化處理，本發明之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

五、發明說明(3)

燃料通道箱具有由於燃燒度 $55 \text{ GWd} / \text{t}$ 之中子照射之彎曲變形成為 1.8 mm 以下之特性。最好本發明之燃料通道箱具有燃燒度 $70 \text{ GWd} / \text{t}$ 之中子照射之彎曲變形成為 1.6 mm 以下之特性。

合適之實施例之說明

以下，利用圖面說明本發明之實施例。圖 1 係顯示依據本發明之燃料通道箱（以下，單稱為通道箱）之製造方法之流程圖。如圖 1 所示般地，在步驟 S 1 中，將通道箱之素材之 Zr 合金藉由沖壓而彎曲為 U 字狀。在步驟 S 2 中，將被彎曲為 U 字狀之 2 個素材相互對合熔接，形成四角筒狀之筒狀體。

接著，在步驟 S 3 中，為了獲得高耐蝕性，對於此筒狀體進行熔體化處理（ β 硬化處理）。處理條件例如為加熱溫度 1100°C 、保持時間 10 秒。藉由此種處理條件， β 硬化處理後之 FL 值約成為 0.333，結晶方位被隨機化。在此種處理條件下，使通道箱之對向面之溫度差降低地，使加熱用線圈移動，控制加熱用線圈與通道箱之距離（間隔，以下稱為加熱距離）。

接著，在步驟 S 4 中，為了產出通道箱之尺寸精度，進行尺寸整形處理。在此處理中，也進行通道箱之定寸切斷。最後，在步驟 S 5 中，進行精細加工。在精細加工中，於筒狀體之通道箱本體 1 a 安裝夾片 1 b 以及 1 c、通道間隔物 1 d 等。圖 2 顯示步驟 S 5 終了時之通道箱之概

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝
訂
線

五、發明說明(4)

略構造。

圖3係顯示在圖1之步驟S3使用之通道箱之硬化處理裝置之概略構成。此硬化處理裝置係由：加熱線圈(高周波誘導線圈)2、噴嘴3、線圈移動裝置5、直線型滾輪導引6、非接觸溫度計8、電源9、冷卻水供給裝置10、控制裝置11等構成。

直線型滾輪導引6係使通道箱1在其之長度方向(中心軸方向,圖3之上下方向)連續地移動。控制裝置11藉由透過驅動馬達12控制滾珠導螺桿7之旋轉速度,控制使往通道箱1之長度方向之移動速度幾乎成爲一定。往此長度方向之移動速度如控制爲可以進行藉由加熱線圈2之通道箱1之 β 硬化處理之相當低之速度即可。藉由此移動,通道箱1涵蓋長度方向之幾乎全長被施行 β 硬化處理。

加熱線圈2被形成爲橫剖面爲概略正方形, β 硬化處理Zr合金製之通道箱1。線圈移動裝置5使加熱線圈2在垂直於通道箱1之中心軸之方向移動。換言之,線圈移動裝置5使加熱線圈2在通道箱1之橫剖面內移動。電源9對加熱線圈2以及線圈移動裝置5供電。控制裝置11係使 β 硬化處理之處理條件成爲加熱溫度1100℃、保持時間爲10秒地,控制藉由直線型滾輪導引6之通道箱1之移動速度、以及由電源9供給加熱線圈2之高頻電力。

非接觸溫度計8分別被設置於通道箱1之4個之面,

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(5)

量測各面之溫度。量測溫度之位置係對應於以加熱線圈 2 被加熱之表面(加熱面)。控制裝置 11 依據非接觸溫度計 8 之量測值，使加熱面之溫度成為被設定之加熱溫度(1100℃)地，控制由電源 9 被供給於加熱線圈 2 之高頻電力。又，控制裝置 11 由非接觸溫度計 8 之量測值求得對向面之溫度差，如後述般地，使此溫度差成為最小地，透過線圈移動裝置 5 控制加熱距離。實際上，如後述般地，如控制溫度差在 50℃ 以下，可以作成照射彎曲少之通道箱。藉由此，通道箱 1 幾乎均勻地被 β 硬化處理。

冷卻水供給裝置 10 對噴嘴 3 供給冷卻水，噴嘴 3 對通道箱 1 噴射冷卻水。噴嘴 3 分別被設置於通道箱 1 之 4 個面，以冷卻水冷卻以加熱線圈 2 被 β 硬化處理之通道箱 1 之表面。控制裝置 11 使通道箱 1 之降溫速度例如成為 100 ~ 250℃ / 秒之範圍地，透過冷卻水供給裝置 10 控制由各噴嘴噴射之冷卻水之流量。冷卻水之溫度由於為了防止由於急遽冷卻之變形，以 40 ~ 90℃ 為佳。由各噴嘴噴射出之冷卻水之流量期望相等。藉由此，被 β 硬化處理之通道箱 1 幾乎被均勻冷卻。又，藉由上述之往長度方向之移動，通道箱 1 之加熱面涵蓋長度方向之幾乎全長，被充分冷卻。

接著，利用圖 4 以及圖 5，說明圖 1 之步驟 S3 之加熱距離之控制方法。圖 4 係顯示加熱距離之控制方法之流程圖，圖 5 係顯示伴隨加熱距離之控制方法之通道箱 1 與加熱線圈 2 之相對位置關係圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(6)

通道箱 1 之長度方向存在彎曲或扭曲等之情形，只以直線型滾輪導引 6 使通道箱 1 在其之長度方向移動，加熱距離成爲不均勻。因此，在通道箱 1 之對向面產生溫度差。在圖 5 (a) 之橫剖面圖中，顯示通道箱 1 之下側（前側）之加熱距離比上側（後側）小，左側與右側之加熱距離相等之情形。圖 5 之一點虛線係顯示加熱線圈 2 之中心線。

相對於此，在圖 4 之步驟 S 3 1 中，使用非接觸溫度計 8 量測通道箱 1 之各面之溫度，在步驟 S 3 2 算出對向面之溫度差。例如在圖 5 (a) 中，由通道箱 1 之上面（後面）、下面（前面）、左面、右面之量測溫度 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ，求得上面與下面之溫度差 $T_1 - T_2$ 、左面與右面之溫度差 $T_3 - T_4$ 。

接著，在步驟 S 3 3 中，依據對向面之溫度差，算出加熱線圈 2 之移動量（補正量）。在圖 5 (a) 之情形，下側之加熱距離比上側小之故，成爲溫度差 $T_1 - T_2 < 0$ 。加熱線圈 2 之上下方向（前後方向）之移動量 Δy 係由 $\Delta y = k (T_1 - T_2)$ 求得。k 係溫度差與移動量之轉換係數。 $\Delta y < 0$ 係意指往下方向之移動， $\Delta y > 0$ 係意指往上方向之移動。轉換係數 k 可以預先以實驗或解析求得溫度差與移動量之關係即可。

另一方面，左側與右側之加熱距離相等之故，溫度差 $T_3 - T_4 = 0$ 。因此，加熱線圈 2 之左右方向之移動量 Δx 係成爲 $\Delta x = 0$ 。 $\Delta x < 0$ 意指往右方向之移動，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

一

裝

訂

線

五、發明說明(7)

$\Delta x > 0$ 意指往左方向之移動。移動量 Δx 也與 Δy 同樣地，由溫度差與轉換係數求得即可。步驟 S 3 2 之溫度差計算以及步驟 S 3 3 之移動量計算係控制裝置 1 1 所進行。

於圖 5 (a) 中，轉換係數 $k = 0.002 \text{ mm} / ^\circ\text{C}$ ($2 \mu\text{m} / ^\circ\text{C}$) 之情形，例如如溫度差 $T_1 - T_2 = -60^\circ\text{C}$ ，往下方向之移動量 Δy 成爲 $\Delta y = 120 \mu\text{m}$ 。又，如溫度差 $T_1 - T_2 = -10^\circ\text{C}$ ，往下方向之移動量 Δy 成爲 $\Delta y = 20 \mu\text{m}$ 。

接著，在步驟 S 3 4 中，使加熱線圈 2 在橫剖面之上下方向（前後方向）或左右方向只移動算出之移動量。圖 5 (a) 之情形，加熱線圈 2 只在下方向只被移動移動量 Δy 。加熱線圈 2 之移動係藉由控制裝置 1 1 透過電源 9 控制線圈移動裝置 5 而被實行。

由於將此加熱線圈 2 之移動與通道箱 1 之長度方向之移動相比，可以十分迅速進行，可以使對向面之溫度差最小，而涵蓋通道箱 1 之長度方向之幾乎全長可以實施 β 硬化處理。此結果爲：即使通道箱 1 之製造時存在彎曲等之情形，也可以提供照射彎曲小之通道箱。又，以 1 次之熱處理可以對應之故，生產效率也變高。

接著，利用圖 6 說明成爲使用期間之目標之燃燒度與被容許之通道箱之對向面之 FL 值的差 ΔFL 之關係。圖 6 係顯示解析求得以 ΔFL 爲參數時之燃燒度與通道箱之照射彎曲 δ 之關係之結果。圖中所示容許值係對應高燃燒

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 · · · · · 訂 · · · · · 線

五、發明說明(8)

度 (45 ~ 55 G W d / t) 用之 120 密爾 (m i l) (板厚 2 . 98 ~ 3 . 12 m m) 之通道箱與控制棒之間隙。即，照射彎曲 δ 如在此容許值以下，可以不妨礙控制棒之移動地使用通道箱。又，此容許值也考慮伴隨燃燒度之增加之通道箱之照射膨脹。

如圖 6 所示般地， $\Delta F L = 0 . 12$ 之線與容許值之線之交叉點成爲燃燒度 58 . 5 G W d / t、 $\delta = 1 . 8$ m m。即，明白藉由使通道箱之 $\Delta F L$ 在 0 . 12 以下，可以至燃燒度 58 . 5 G W / t 爲止地使用此通道箱。又， $\Delta F L = 0 . 008$ 之線與容許值之線之交叉點成爲燃燒度 71 G W d / t、 $\delta = 1 . 62$ m m。即，明白藉由使通道箱之 $\Delta F L$ 在 0 . 008 以下，可以至燃燒度 71 G W d / t 爲止地使用此通道箱。

接著，利用圖 7 說明通道箱之對向面之 $\Delta F L$ 與溫度差 ΔT 之關係。圖 7 係顯示實驗地求得通道箱之對向面之 $\Delta F L$ 與溫度差 ΔT 之關係之量測例。通道箱係使用寬約 132 m m 者。各面之溫度係在由各面之一方之端面約 45 m m 之位置 (1 個地方) 量測。各面之 F L 值由各面之兩端約 45 m m 之位置 (2 個地方) 量測，將這 2 個地方之量測值之平均當成各面之 F L 值。加熱溫度設爲 1100 °C，保持時間設爲 10 秒。由如此量測之各面之溫度以及 F L 值求得通道箱之長度方向之同一位置 (同一高度) 之 $\Delta F L$ 與 ΔT 之關係。

如圖 7 所示般地，通道箱之長度方向之兩端部 (○ 印

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

) 係 $\Delta T = 49^\circ\text{C}$ 、 $\Delta FL = 0.011 \sim 0.012$ 。如此成爲比較大之溫度差 (FL 值之差) 之理由係由於兩端部至加熱溫度爲止之昇溫過程以及由加熱溫度之降溫過程之途中通過加熱線圈之故。另一方面, 通道箱之長度方向之中央部 (O 印) 係 $\Delta T = 0 \sim 10^\circ\text{C}$ 、 $\Delta FL = 0 \sim 0.075$ 。即, 在到達加熱溫度 1100°C 之中央部中, ΔT 在 10°C 以下, ΔFL 在 0.075 以下。圖 7 係 $\Delta T = 75^\circ\text{C}$ 時之 ΔFL 之量測值也當成比較例 (● 印) 而加以顯示。在 $\Delta T = 75^\circ\text{C}$, $\Delta FL = 0.0205$, 了解到伴隨 ΔT 之增加, ΔFL 也增加。

由圖 6 以及圖 7 之結果, 藉由使通道箱之對向面之溫度差 ΔT 最多在 50°C 以下, 可以至燃燒度 $55 \text{ GWd} / \text{t}$ 爲止地使用此通道箱。進而, 藉由使通道箱之對向面之溫度差 ΔT 最多在 10°C 以下, 可以至燃燒度 $70 \text{ GWd} / \text{t}$ 爲止地使用此通道箱。

在上述實施例中, 雖就使對向面之溫度差 ΔT 成爲最小之情形而做說明, 但是藉由使 ΔT 最多也在 50°C 以下, 可以至燃燒度 $55 \text{ GWd} / \text{t}$ 爲止地使用照射彎曲少之通道箱。進而, 藉由使藉由使 ΔT 最多也在 10°C 以下, 可以至燃燒度 $70 \text{ GWd} / \text{t}$ 爲止地使用照射彎曲少之通道箱。藉由此, 能夠謀求燃料通道箱之長壽命化, 可以有助於信賴性之提升。

又, 在上述實施例中, 雖就只使加熱線圈移動以調整加熱距離之方法而做說明, 但是也可以使用只使通道箱移

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(10)

動以調整加熱距離之方法，或使加熱線圈與通道箱之兩方移動以調整加熱距離之方法。

又，在上述實施例中，作為 β 硬化處理之處理條件雖就使用加熱溫度 1100°C 、保持時間10秒之情形而做說明，但是也可以使用加熱溫度為 $1050\sim 1350^{\circ}\text{C}$ 之範圍內之指定溫度、保持時間在 $5\sim 60$ 秒之範圍內之指定時間。

又，在上述實施例中，雖就個別設置使加熱線圈在前後方向以及左右方向移動之機構，以及使通道箱在其之長度方向移動之機構之情形而做說明，但是也可以使用使加熱線圈在前後方向、左右方向以及在通道箱之長度方向移動之機構。

圖面之簡單說明

圖1係顯示依據本發明之燃料通道箱之製造方法之流程圖。

圖2係顯示圖1之步驟S5終了時之通道箱之概略構造圖。

圖3係在圖1之步驟S3使用之通道箱之硬化處理裝置之概略構成圖。

圖4係顯示圖1之步驟S3之加熱距離之控制方法之流程圖。

圖5A係顯示圖4之加熱線圈之移動前之通道箱與加熱線圈之相對位置關係圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · · · · · 訂 · · · · · 線

五、發明說明 (11)

圖 5 B 係顯示圖 4 之加熱線圈之移動前之通道箱與加熱線圈之相對位置關係圖。

圖 5 C 係顯示圖 4 之加熱線圈之移動後之通道箱與加熱線圈之相對位置關係圖。

圖 6 係燃燒度與通道箱之照射彎曲之關係圖。

圖 7 係通道箱之對向面之 $\Delta F L$ 與溫度差 ΔT 之關係圖。

主要元件對照表

1	通道箱
2	加熱線圈
3	噴嘴
5	線圈移動裝置
6	直線型滾輪導引
7	滾珠導螺桿
8	非接觸溫度計
9	電源
1 0	冷却水供給裝置
1 1	控制裝置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

四、中文發明摘要(發明之名稱: 燃料通道箱及其製造方法)

本發明係關於構成沸水式原子爐用燃料集合體之燃料通道箱，特別是關於具有由於中子照射之彎曲變形少之特性之燃料通道箱及其製造方法。在 β 硬化處理Zr合金製之燃料通道箱之際，使其之對向面之溫度差降低地，控制加熱用線圈與燃料通道箱之距離。又，在將Zr合金製之燃料通道箱加熱為包含 β 相之溫度區域之際，控制其之對向面之溫度差在 50°C 以下。如依據本發明，即使在燃料通道箱之製造時，存在彎曲之情形，也可以提供照射彎曲少而且生產效率高之燃料通道箱以及其之製造方法。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫)

裝

訂

線

英文發明摘要(發明之名稱:)

六、申請專利範圍

1. 一種燃料通道箱之製造方法，其係具有將銻基合金製之燃料通道箱加熱至包含 β 相之溫度區域後冷卻之工程之燃料通道箱之製造方法，其特徵為：

在前述加熱時，降低對向面之溫度差地，控制加熱用線圈與燃料通道箱之距離。

2. 如申請專利範圍第1項記載之燃料通道箱之製造方法，其中使用前述對向面之溫度差，求得加熱用線圈與燃料通道箱之距離之補正量，使前述加熱用線圈以及前述燃料通道箱之至少其中一方依循前述補正量而移動。

3. 一種燃料通道箱之製造方法，其係具有將銻基合金製之燃料通道箱加熱至包含 β 相之溫度區域後冷卻之工程之燃料通道箱之製造方法，其特徵為：

在前述加熱時，控制對向面之溫度差在 50°C 以下。

4. 如申請專利範圍第3項記載之燃料通道箱之製造方法，其中在前述加熱時，控制對向面之溫度差在 10°C 以下。

5. 如申請專利範圍第1至第4項之其所記載之燃料通道箱之製造方法，其中前述冷卻工程之降溫速度在 $100\sim 250^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 。

6. 如申請專利範圍第1至第4項之其所記載之燃料通道箱之製造方法，其中前述冷卻工程之降溫速度在 $40\sim 90^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 。

7. 如申請專利範圍第1至第4項之其所記載之燃料通道箱之製造方法，其中前述包含 β 相之溫度區域為

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

六、申請專利範圍

1050 ~ 1200 °C。

8. 一種燃料通道箱之製造方法，其係具有將鉛基合金製之燃料通道箱加熱至1050 ~ 1350 °C之溫度區域後冷卻之工程之燃料通道箱之製造方法，其特徵為：

在前述加熱時，降低對向面之溫度差地，控制加熱用線圈與燃料通道箱之距離。

9. 一種燃料通道箱，其特徵為：

具有藉由施以 β 硬化處理，使由於燃燒度55 GWd / t之中子照射之彎曲變形在1.8 mm以下之特性。

10. 一種燃料通道箱，其特徵為：

具有藉由施以 β 硬化處理，使由於燃燒度70 GWd / t之中子照射之彎曲變形在1.6 mm以下之特性。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

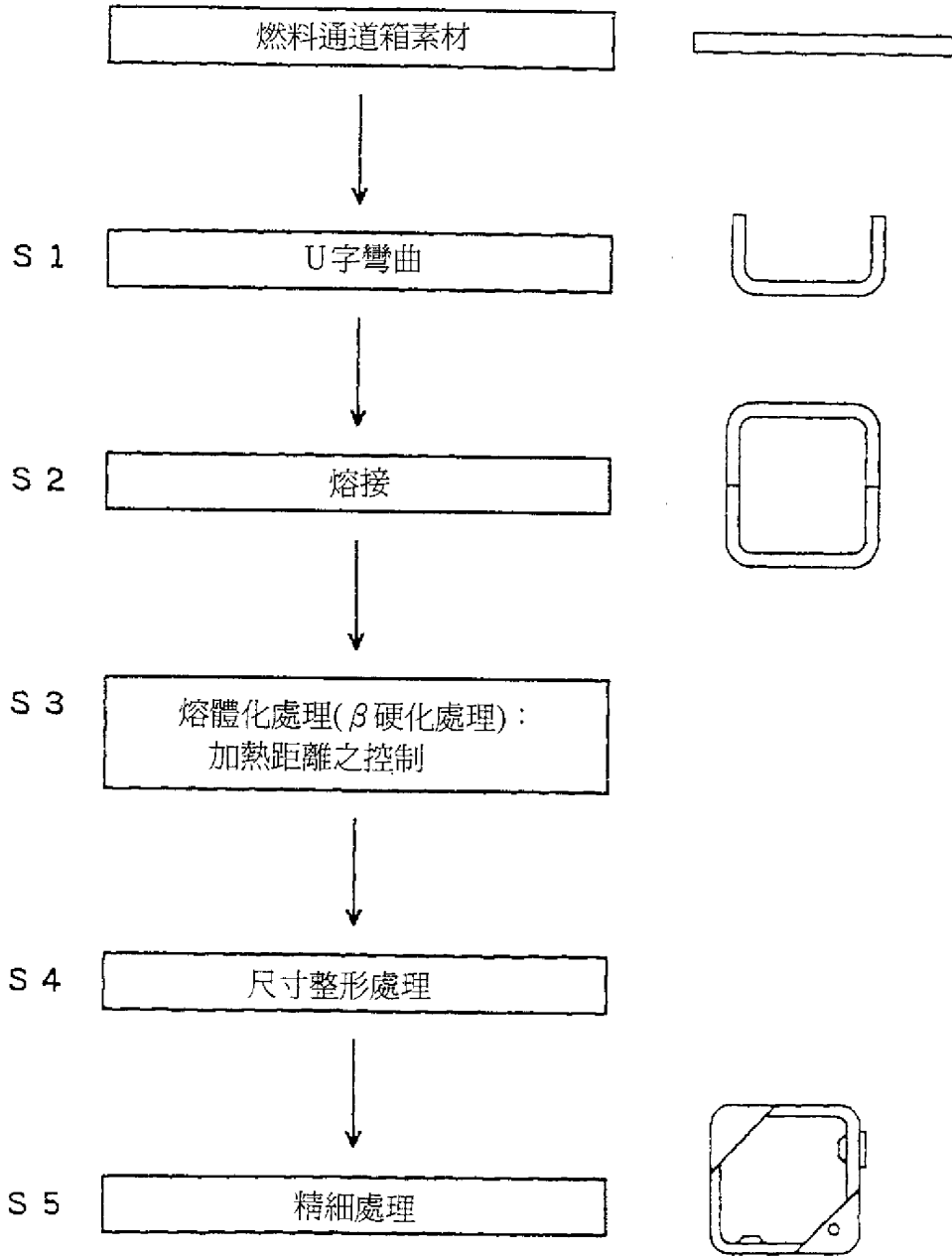
裝

訂

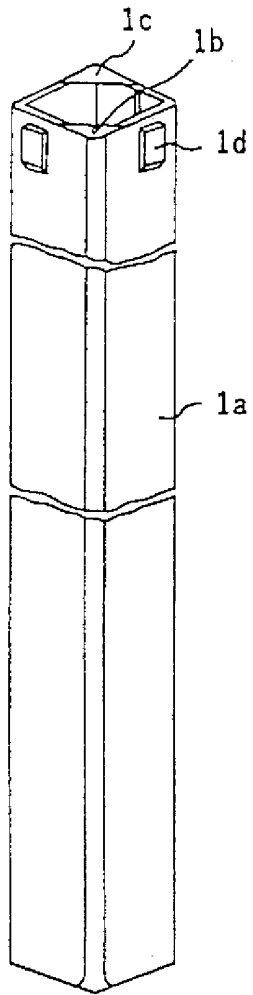
線

891-5377

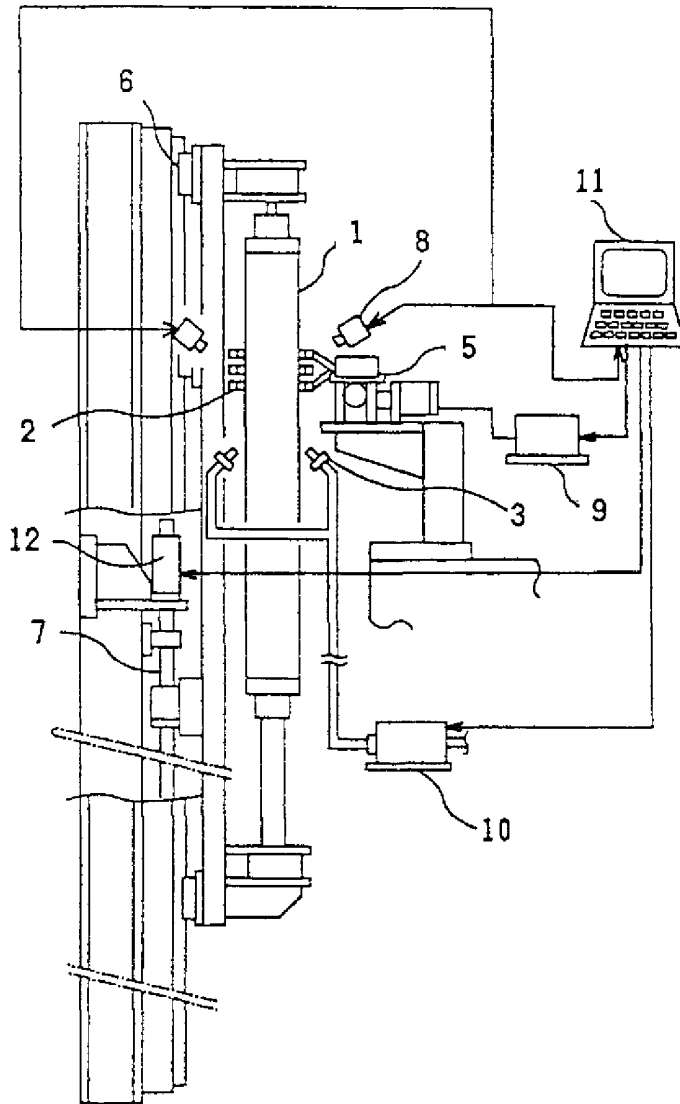
第 1 圖



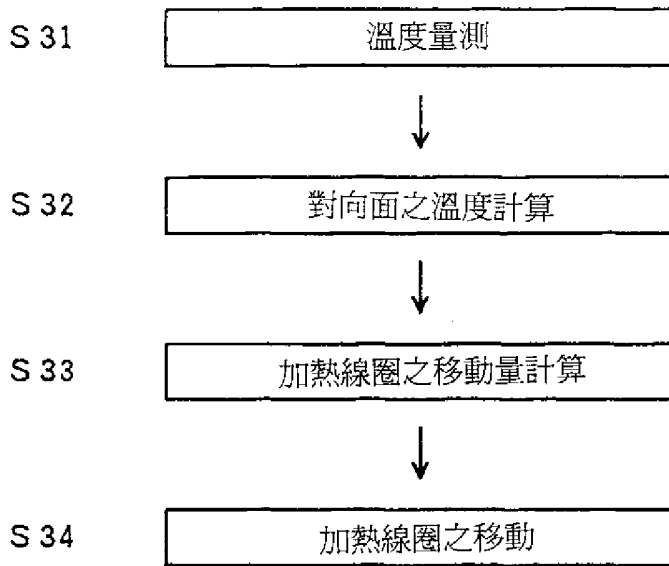
第 2 圖



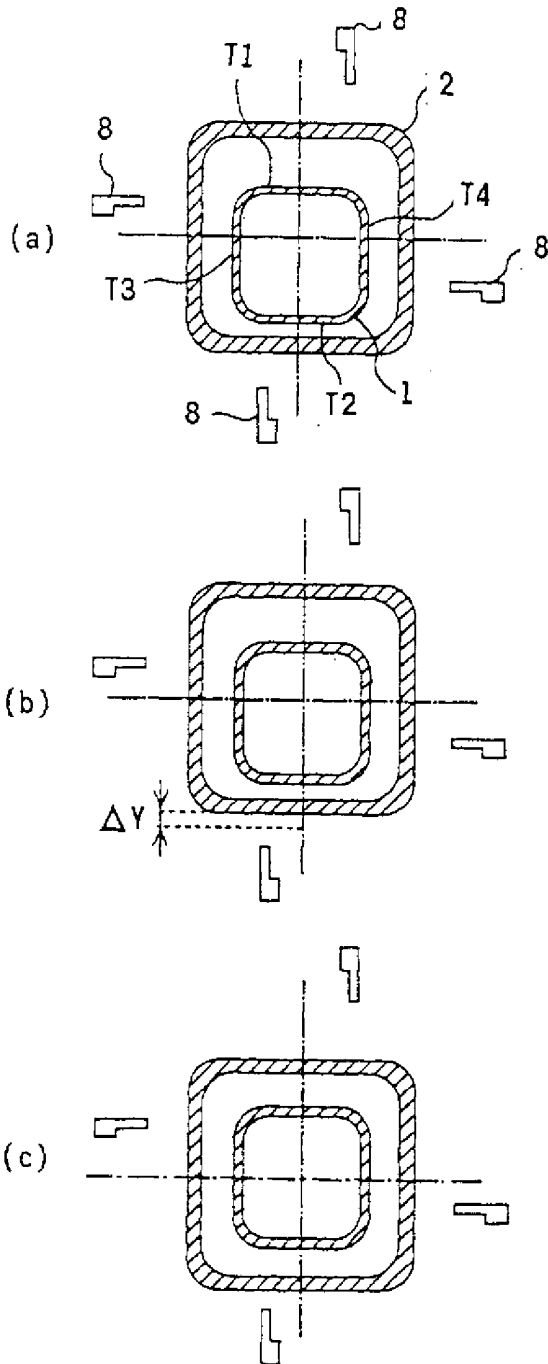
第 3 圖



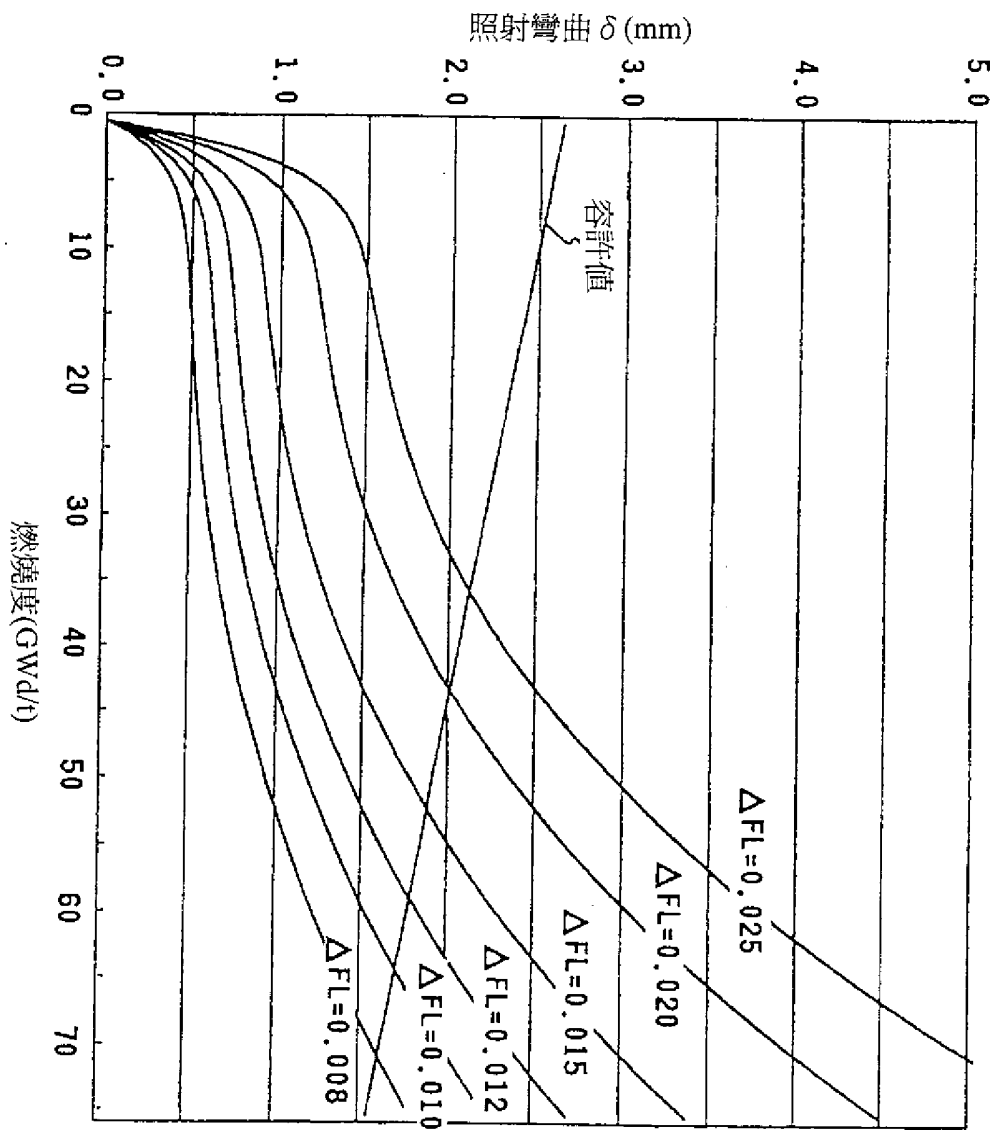
第 4 圖



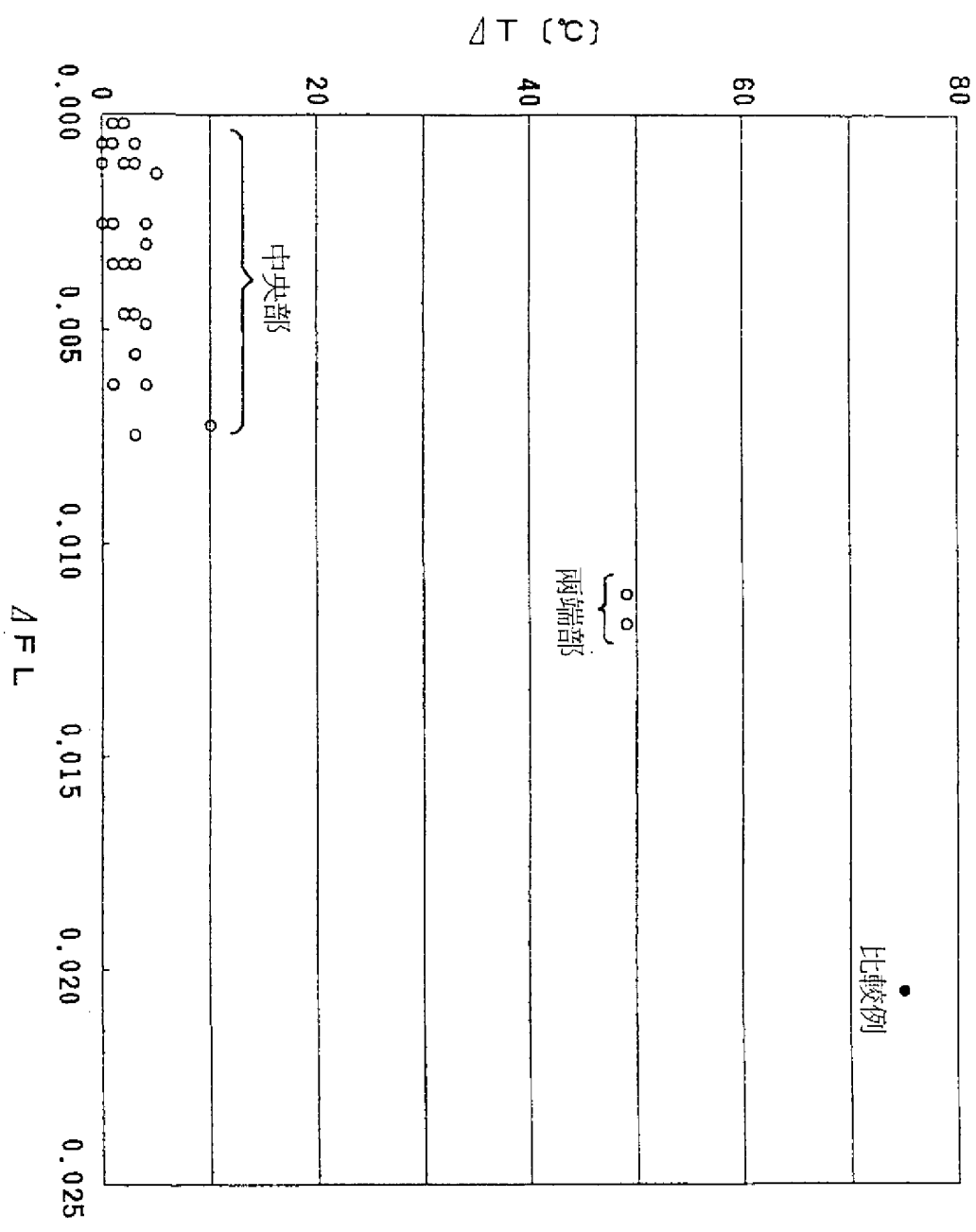
第 5 圖



第6圖



第7圖



463179