



(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 I603341 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：104102685 (22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 27 日

(51)Int. Cl. : **G21C15/25 (2006.01)** **F04F5/10 (2006.01)**
F04F5/44 (2006.01) **F04F5/46 (2006.01)**

(30)優先權：2014/02/07 日本 2014-022677

(71)申請人：東芝股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)
日本(72)發明人：渡邊勝信 WATANABE, MASANOBU (JP)；松川梢 MATSUKAWA, KOZUE
(JP)；塩山勉 SHIOYAMA, TSUTOMU (JP)；衣笠邦彦 KINUGASA, KUNIHICO
(JP)；竹山大基 TAKEYAMA, DAIKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	201111634A	JP	2010-242581A
JP	2011-196887A	US	2002/0106281A1

審查人員：劉守禮

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：9 共 36 頁

(54)名稱

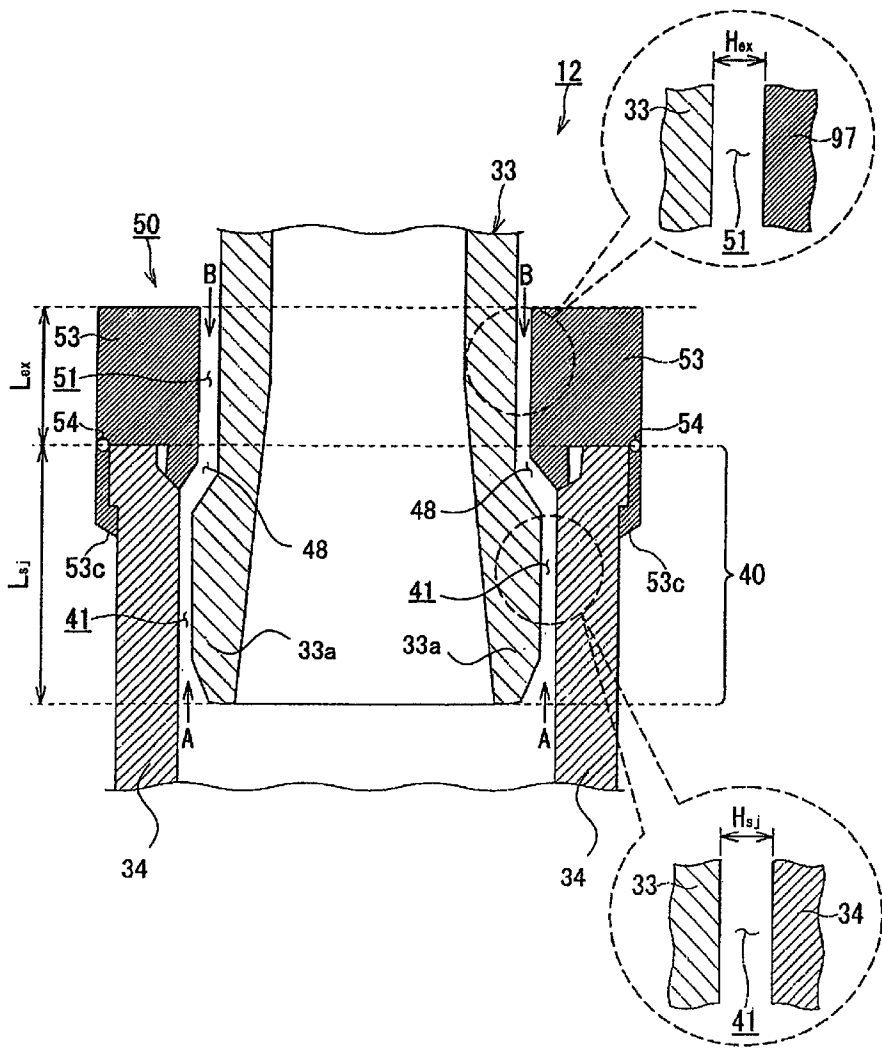
噴射泵浦的振動抑制裝置及噴射泵浦

(57)摘要

本發明提供一種噴射泵浦的振動抑制裝置及噴射泵浦，除了在漏泄流為順流的情況，即便是在逆流的情況，仍可以抑制因滑動接頭的漏泄流所引起的自激振動。實施形態的噴射泵浦的振動抑制裝置，係設置於沸水式反應爐的反應爐壓力容器內的噴射泵浦，其特徵為，具備：延伸套筒，其係設置於漸擴管的上部，且在藉由漸擴管的內周面和入口混合器管的外周面所形成的滑動用間隙之順流的漏泄流(A、B)之下游側構成延伸流路，且延伸套筒是以具有延伸流路的流路寬度成為一定的區域的方式來設定形狀。

指定代表圖：

第 5 圖



符號簡單說明：

- 12 . . . 噴射泵浦
- 33 . . . 入口混合器管
- 33a . . . 膨出部
- 34 . . . 漸擴管
- 40 . . . 滑動接頭
- 41 . . . 間隙(滑動用間隙)
- 48 . . . 擴大型間隙流路
- 50 . . . 振動抑制裝置
- 51 . . . 延伸流路
- 53 . . . 延伸套筒
- 53c . . . 扣接部
- 54 . . . 螺釘
- A、B . . . 漏泄流
- Hex . . . 流路寬度
- Hsj . . . 最小流路寬度
- Lex . . . 流路長度
- Lsj . . . 流路長度

發明摘要

※申請案號：104102685

※申請日：104 年 01 月 27 日

※IPC 分類：G21C 1/35 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

F04F 7/00 (2006.01)

F04F 5/44 (2006.01)

噴射泵浦的振動抑制裝置及噴射泵浦 F04F 5/46 (2006.01)

【中文】

本發明提供一種噴射泵浦的振動抑制裝置及噴射泵浦，除了在漏泄流為順流的情況，即便是在逆流的情況，仍可以抑制因滑動接頭的漏泄流所引起的自激振動。實施形態的噴射泵浦的振動抑制裝置，係設置於沸水式反應爐的反應爐壓力容器內的噴射泵浦，其特徵為，具備：延伸套筒，其係設置於漸擴管的上部，且在藉由漸擴管的內周面和入口混合器管的外周面所形成的滑動用間隙之順流的漏泄流（A、B）之下游側構成延伸流路，且延伸套筒是以具有延伸流路的流路寬度成為一定的區域的方式來設定形狀。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(5)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

12：噴射泵浦

33：入口混合器管

33a：膨出部

34：漸擴管

40：滑動接頭

41：間隙（滑動用間隙）

48：擴大型間隙流路

50：振動抑制裝置

51：延伸流路

53：延伸套筒

53c：扣接部

54：螺釘

A、B：漏泄流

Hex：流路寬度

Hsj：最小流路寬度

Lex：流路長度

Lsj：流路長度

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

噴射泵浦的振動抑制裝置及噴射泵浦

【技術領域】

[0001] 本發明的實施形態係關於一種不需要更換噴射泵浦 (jet pump) 的構成零件，就可以抑制因滑動接頭 (slip joint) 的漏泄流 (leak flow) 所引起的自激振動 (self-excited vibration) 的噴射泵浦的振動抑制裝置及噴射泵浦。

【先前技術】

[0002] 在沸水式反應爐 (boiling water reactor) 中，作為用於爐水流量調整的再循環系統機器之一種的噴射泵浦，是在反應爐壓力容器與設置於其內側的爐心側板 (core shroud) 之間的環狀空間，隔開間隔地設置複數個於圓周方向。該噴射泵浦，主要是包含有升流管 (riser pipe)、肘 (elbow) 部、入口混合器管 (inlet mixer pipe)、以及漸擴管 (diffuser)。

[0003] 升流管，係藉由熔接於反應爐壓力容器壁的升流管拉條 (riser brace) 所固定。漸擴管，係在升流管的下端被固定於圓環狀的泵浦甲板 (pump deck)。入口混合器管，係位在被固定於升流管的升流管托架 (riser

bracket) 中，藉由楔子 (wedge) 及固定螺釘 (set screw) 所支撐，而在入口混合器管的下部係藉由漸擴管上部和滑動接頭所結合。

[0004] 滑動接頭，係為了確保熱膨脹的吸收或噴射泵浦設置時的調整量而設置些微的間隙（滑動用間隙），且藉由泵浦內的壓送壓力而產生從間隙洩漏出的漏泄流。

[0005] 當該漏泄流的流量持續增大時，就會在超過某界限值的時間點變成不穩定狀態，且伴隨被稱為自激振動的大振幅所帶來的振動有可能發生於噴射泵浦。此種特異的自激振動，係有必要以不會在通常的運轉狀態下發生的方式來設計。

[0006] 另一方面，雖然噴射泵浦的振動振幅微少，但是會發生因噴射泵浦內部之流動的擾動所引起的隨機振動。雖然該隨機振動，並非會對噴射泵浦本體帶來損傷，但是當長期間曝露時，就有可能在使入口混合器管固定於升流管的楔子或固定螺釘與升流管托架之間滑動磨損。當滑動磨損持續進行時，入口混合器管的支撐性能就會喪失且剛性會降低。因此，因滑動接頭的漏泄流而發生自激振動的流量的界限值會降低，結果造成容易發生自激振動的狀況。

[0007] 已知有以下的方法來解決此問題：在固定於升流管的升流管托架設置調整楔子，以降低在支撐入口混合器管的楔子或固定螺釘與升流管托架之間發生磨損或振動。

[0008] 另一方面，在美國先行實施的既有核能發電廠的輸出增加方面，也可考慮使爐心流量增加。在使爐心流量增加的情況下，也會增加滑動接頭的間隙部的洩漏流量，結果造成容易發生自激振動的狀況。

[0009] 為了抑制因該滑動接頭的漏泄流所引起的自激振動，已知有：改善因漏泄流所引起的自激振動的發生原因，而抑制振動的方法；或是增加入口管的支撐部以提高剛性的技術。申請人已有提出 JP2010-242581A 申請案作為抑制自激振動的先行發明。

[0010] 在核能發電廠的輸出增加中，有爐心流量增加的情況下，滑動接頭的漏泄流量也會隨著爐心流量的增加而增加。又，即便爐心流量不增加，在發生因長期間運轉而使包層（clad）附著於漸擴管內周面所引起的漸擴管的壓力損失的增加、或是發生因經年變化所引起的爐心壓力損失增大的情況下，滑動接頭的漏泄流量仍會增加。在此種狀態下，只要滑動接頭的漏泄流量增加，就不可否認發生自激振動的可能性。

[0011] 又，當噴射泵浦的入口混合器管和漸擴管的滑動接頭的漏泄流的流量增加時，就會在超過某界限值的時間點變成不穩定狀態，且有可能發生伴隨被稱為自激振動的大振幅所帶來的振動。為了避開該自激振動的發生現象，可考慮如專利文獻 1 所述的方法：將滑動接頭的間隙形狀，形成為對漏泄流方向形成頭尖型之穩定的流路形狀，作為改善因漏泄流所造成的自激振動的發生原因，而

抑制振動的方法。對流動成為頭尖型的漏泄流的流路形狀，係具有自激振動抑制功效。然而，由於要變更入口混合器管的形狀，所以必須交換入口混合器管本身。

[0012] 又，隨著爐心流量增加或爐心壓損增加，其前提就要抑制從噴射泵浦之內側朝向外側的接頭部的漏泄流增加之情況下的自激振動的發生風險。在實際機器工廠中，通常是以二台送入噴射泵浦之驅動流的反應爐再循環泵浦來運轉，即便爐心流量不增加，滑動接頭的漏泄流仍會些微地從噴射泵浦的內側朝向外側發生。

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

[0013] 但是，有依工廠而很少以一台被稱為單向作業（single operation）的反應爐再循環泵浦來運轉的情況。在此種的條件下，滑動接頭的漏泄流就並非為從通常的噴射泵浦的內側朝向外側的順流，而是可能成為從噴射泵浦外側朝向內側的逆流。在逆流的情況下，無法以對順流形成為頭尖的流路形狀來抑制自激振動。

[0014] 在本發明的實施形態中，係為了解決上述習知技術的課題而開發完成者，其目的在於提供一種除了在漏泄流為順流的情況，即便是在逆流的情況，仍可以抑制因滑動接頭的漏泄流所引起的自激振動的噴射泵浦的振動抑制裝置及噴射泵浦。

[解決問題之手段]

[0015] 本發明的實施形態的噴射泵浦的振動抑制裝置，為了解決上述課題，係設置於沸水式反應爐的反應爐壓力容器內，且具備入口混合器管及漸擴管的噴射泵浦的振動抑制裝置，該入口混合器管係連結於升流管，該漸擴管係藉由滑動接頭而連結於該入口混合器管，其特徵為：在前述漸擴管的上部，具備延伸套筒（extension sleeve），該延伸套筒係在藉由前述漸擴管的內周面和前述入口混合器管的外周面的相嵌合所形成的滑動用間隙之順流的漏泄流之下游側構成延伸流路，前述延伸套筒是以具有前述延伸流路的流路寬度成為一定的區域的方式來設定形狀。

又，本發明的實施形態的噴射泵浦，係設置於沸水式反應爐的反應爐壓力容器內，且具備入口混合器管及漸擴管的噴射泵浦，為了解決上述課題，該入口混合器管係連結於升流管，該漸擴管係藉由滑動接頭而連結於該入口混合器管，其特徵為：在前述漸擴管的上部，具備延伸套筒，該延伸套筒係在藉由前述漸擴管的內周面和前述入口混合器管的外周面的相嵌合所形成的滑動用間隙之順流的漏泄流之下游側構成延伸流路，前述延伸套筒，係以具有前述延伸流路的流路寬度成為一定的區域的方式來設定形狀。

[0016] 依據本發明的實施形態，則除了在漏泄流為順流的情況，即便是在逆流的情況，仍可以抑制因滑動接

頭的漏泄流所引起的自激振動。

【圖式簡單說明】

[0017]

第 1 圖係顯示沸水式反應爐（BWR）的縱剖面構造的構成圖。

第 2 圖係顯示設置於 BWR 之反應爐壓力容器內的噴射泵浦的實施形態的構成圖。

第 3 圖係沿著第 2 圖的 III-III 線的俯視剖面圖。

第 4 圖係顯示形成於噴射泵浦的漸擴管和入口混合器管的連結部的滑動接頭的平面的主要部分剖視圖。

第 5 圖係顯示設置於噴射泵浦的振動抑制裝置的第 1 實施形態的縱剖視圖。

第 6 圖係顯示第 1 實施形態的振動抑制裝置中所備置的延伸套筒的分解及組裝狀態的立體圖。

第 7 圖係顯示在順流的情況之規定相對流路寬度時的相對流路長度和發生自激振動的界限流量之關係的特性圖。

第 8 圖係顯示在逆流的情況之規定相對流路寬度時的相對流路長度和發生自激振動的界限流量之關係的特性圖。

第 9 圖（A）係顯示設置於噴射泵浦的振動抑制裝置的第 2 實施形態的縱剖視圖；第 9 圖（B）係顯示設置於入口混合器管的狀態的延伸套筒的俯視剖視圖。

【實施方式】

[0018] 有關本發明的實施形態，係參照附圖加以說明。

[0019]

[第 1 實施形態]

第 1 圖係顯示本發明的實施形態的沸水式反應爐（以下，稱為 BWR）10 的縱剖面構造的構成圖；第 2 圖係顯示設置於 BWR10 之降流區（downcomer）部 11 的噴射泵浦 12 的概要圖。

[0020] BWR10，係在反應爐壓力容器 13 內設置有爐心 15。在包圍該爐心 15 的爐心側板 16 與反應爐壓力容器 13 之間，係形成有套筒狀或是環狀的降流區部 11。在該降流區部 11 係沿著圓周方向而設置有複數台的噴射泵浦 12。然後，藉由該噴射泵浦 12，使反應爐壓力容器 13 內的一次冷卻材料從爐心下部充氣室（plenum）17 強制循環至爐心 15 內。符號 19，為用以支撐爐心側板 16 的側板支撐板 19。

[0021] 在爐心 15 的上方，係設置有用以覆蓋爐心上部充氣室 18 的側板頂蓋（shroud head）20。又，在側板頂蓋 20 的上方，係透過豎管（stand pipe）22 而設置有汽水分離器（steam-water separator）21。在汽水分離器 21 的上方，係設置有蒸汽乾燥器 24。該汽水分離器 21，係使汽水分離後的蒸汽乾燥，且作為主蒸汽通過主蒸汽系統

而供應至未圖示的蒸汽渦輪機，藉此使蒸汽渦輪機驅動。

[0022] 另一方面，在反應爐壓力容器 13 的外側，係設置有二個反應爐再循環系統 25。該反應爐再循環系統 25，係使反應爐壓力容器 13 內的一次冷卻材料，藉由作為外部泵浦的反應爐再循環泵浦 26 透過噴射泵浦 12 而強制循環至爐心 15，且取出在爐心 15 產生後的熱。反應爐再循環系統 25，係控制反應爐再循環泵浦 26 的泵浦速度，以使供應至爐心 15 的冷卻材料供應流量產生變化，藉此控制爐熱輸出（發生蒸汽量）。

[0023] 噴射泵浦 12，係在反應爐壓力容器 13 內的降流區部 11 配置有複數台、例如 16 台或是 20 台。將噴射泵浦 12 在爐心 15 的外側沿著圓周方向配置複數台，藉此使反應爐壓力容器 13 內的冷卻材料強制循環。

[0024] 噴射泵浦 12 的驅動流體，為反應爐再循環泵浦 26 的吐出流。該驅動流體，係從反應爐壓力容器 13 內的下方的降流區部 11 經由吸入管 28 而導引至反應爐再循環泵浦 26 且升壓。在反應爐再循環泵浦 26 升壓後的驅動流體，係通過吐出管 29 並利用管集箱管（header pipe）（未圖示）來分歧成複數個，且導引至各噴射泵浦 12。

[0025] 又，反應爐再循環泵浦 26，係具有使作為冷卻材料的爐水進行循環的功能。從反應爐再循環泵浦 26 吐出的爐水（驅動流體），係通過吐出管 29 而流動至反應爐壓力容器 13 的內部的噴射泵浦 12 的升流管 31，且更進一步利用肘部 32 來反轉並導引至入口噴嘴 35。在入

口噴嘴 35，係一邊捲入周圍的爐水（被驅動流體）一邊導引至入口混合器管 33，且使驅動流體和吸入流體充分地混合。該混合流體，係利用漸擴管 34 來回復壓力並從爐心下部充氣室 17 送至爐心 15。

[0026] 可是，如第 2 圖所示，噴射泵浦 12，主要是包含有：升流管 31，其係從再循環入口噴嘴 30 上升至降流區部 11（圖 1）；及呈 180 度彎曲的肘部 32，其係設置於該升流管 31 的頂部；及入口混合器管 33，其係設置於該肘部 32 的下游側；以及漸擴管 34，其係設置於入口混合器管 33 的下游側。肘部 32，係將上升於升流管 31 內的驅動流體分歧成左右兩側，且分別使之反轉並導引至入口噴嘴 35。

[0027] 噴射泵浦 12 的入口混合器管 33，係使來自鐘形口（bellmouth）36 的驅動流體和被驅動流體混合，該鐘形口 36 係用以導引藉由從與肘部 32 連接的入口噴嘴 35 噴射的驅動流體所捲入的被驅動流體（吸入流體）。與入口混合器管 33 的下游側連接的漸擴管 34，係以其下端固定於泵浦甲板 37。

[0028] 噴射泵浦 12，係在肘部 32 的入口部及漸擴管 34 設置有機械性的相嵌合部 39、40。然後，藉由相嵌合部 39、40，將形成一體構成的肘部 32 及入口噴嘴 35、鐘形口 36、入口混合器管 33 構成為能夠卸下。

另一方面，入口混合器管 33 的下端部，係被插入於漸擴管 34 的上部並予以相嵌合，而可構成作為滑動接頭

40。

[0029] 又，噴射泵浦 12 的升流管 31，係由被熔接於反應爐壓力容器 13 的內周壁的升流管拉條 43 所固定支撐。在該升流管 31 的兩側，係如第 3 圖所示地固定有用以保持入口混合器管 33 的升流管托架 44。藉由楔子 45 及二個固定螺釘 46 使入口混合器管 33 以三點支撐、固定於該升流管托架 44。如第 3 圖所示，藉由升流管托架 44 所進行的固定，係以升流管 31 為中央而左右對稱。

[0030] 如第 4 圖所示，在入口混合器管 33 的下端部，係形成有膨出部 33a。另一方面，在入口混合器管 33 的下部和漸擴管 34 的上部所重疊的部位，係構成作為相嵌合部的滑動接頭 40。滑動接頭 40，係為了確保熱膨脹的吸收或設置時的調整量而設置些微的間隙 41（滑動用間隙），且形成藉由該滑動用間隙 41 所構成的流路。在形成於入口混合器管 33 和漸擴管 34 所重疊的滑動接頭 40 的滑動用間隙 41，係產生藉由噴射泵浦 12 內的流體壓送壓力所引起的順流的漏泄流 A 作為間隙流。

[0031] 滑動用間隙 41，係形成朝向漏泄流 A 的下游側逐漸擴開的擴大型間隙流路形狀。由於滑動用間隙 41，是形成擴大型間隙流路形狀，所以漏泄流 A 的附加衰減容易作為負的衰減力來發揮作用。

[0032] 作為實際現象，流體的流動是在漏泄流 A 的流量超過某界限值的時間點變成不穩定狀態，且可能發生伴隨被稱為自激振動的大振幅所帶來的振動。反之，在滑

動用間隙 41 的形狀，是對漏泄流 A 的方向呈頭尖型的間隙流路形狀的情況下，漏泄流 A 的附加衰減就會作為正的衰減力而使振動制振力發揮作用，藉此可抑制自激振動。

[0033] 在入口混合器管 33 與漸擴管 34 之間所構成之作為機械性的相嵌合部的滑動接頭 40，係形成於小於等於 1mm、較佳為 0.13mm 至 0.3mm 的滑動用間隙 41。因此，雖然經由滑動用間隙 41 而流動於擴大型間隙流路 48 的漏泄流 A 的流量，為噴射泵浦 12 的整體流量的 0.1% 左右或是小於等於該程度的微少流量，但仍存在每分鐘數十公升至每分鐘數百公升左右。隨著該漏泄流 A，而有發生自激振動之虞。

[0034] 又，有依工廠而很少以一台被稱為單向作業的反應爐再循環泵浦來運轉的情況。在此種的條件下，滑動接頭 40 的漏泄流就並非為從通常的噴射泵浦 12 的內側朝向外側的順流（A），而是可能成為如第 4 圖所示從噴射泵浦 12 外側朝向內側的逆流（B）。又，該逆流的漏泄流 B 係有也會依反應爐再循環泵浦 26 的低流量運轉而發生的情況。

[0035] 對逆流的漏泄流 B 而言，對順流的漏泄流 A 形成為頭尖型的流路係不具功效的。

[0036] 因而，無論是順流及逆流的哪一個都進行假設，並有必要防止因流動於滑動接頭 40 的漏泄流 A、B 所引起的自激振動的發生。

在第 1 實施形態中，無論是在順流 A 及逆流 B 的哪

一個，都是為了防止此種的自激振動，而如第 5 圖所示，要在漸擴管 34 的上部設置振動抑制裝置 50。

[0037] 振動抑制裝置 50，係在漸擴管 34 的頂部，構成使滑動接頭 40 的擴大型間隙流路 48 延長的延伸流路 51。如第 6 圖所示，振動抑制裝置 50，係將二分割型的半圓筒狀的套筒構件 (sleeve member) 53a、53b 合在一起而形成延伸套筒 53。然後，將鎖緊連結板 56 從外側貼放在該延伸套筒 53 的相合面，並用螺栓 57 予以固定。因相合面的形狀，係用以防止流體洩漏，故而也可形成為附段差面，且除了平面形狀以外還可考慮各種形狀。在此，雖然是假設結合二個套筒構件 53a、53b，但是也可結合二個以上的套筒構件。

[0038] 延伸流路 51，係形成於延伸套筒 53 的內周面和入口混合器管 33 的外周面之間。延伸套筒 53 的前端，係在擴大型間隙流路 48 的下端，以與漸擴管 34 密接而接合的方式插入。

[0039] 該延伸套筒 53，係具備用螺釘 54 所連接的扣接部 53c。然後，藉由將該扣接部 53c 搭扣於漸擴管 34 的頂部的突起來維持使延伸套筒 53 密接於漸擴管 34 的狀態。另外，將金屬密封配置於漸擴管 34 及延伸套筒 53 的接觸部位，藉此也可以提高密接性。

[0040] 擴大型間隙流路 48 係可藉由被插入的延伸套筒 53 而朝向入口混合器管 33 的外周面側縮小。雖然該擴大型間隙流路 48 經縮小而形成的流路的流路寬度，較佳

為固定，但是只要是突起等使產生正負的衰減力的形狀就沒有必要為固定。

[0041] 該縮小後的流路，係藉由延伸套筒 53，直接順利地超過漸擴管 34 的頂部並沿著入口混合器管 33 的外周面而延長。該延長後的延伸流路 51 的流路寬度 H_{ex} ，係維持固定所形成。

[0042] 藉由以此種形狀來延長滑動用間隙 41，就會在漏泄流為順流的情況和逆流的情況，使流路的擴大、頭尖的條件成為相同。換句話說，無論是延伸流路 51 及擴大型間隙流路 48 的哪一個，都不形成擴大型及頭尖型的其中一種，藉此漏泄流 A、或漏泄流 B，就不受流動的方向影響而可以維持穩定狀態。

[0043] 在此，以下係如數式（1）、數式（2）般地分別定義相對流路長度 L 及相對流路寬度 H 。

$$L = L_{ex} / L_{sj} \quad (1)$$

$$H = H_{ex} / H_{sj} \quad (2)$$

其中， L_{ex} 係表示延伸流路 51 的流路長度，流路寬度 H_{ex} 係表示延伸流路 51 的流路寬度， L_{sj} 係表示滑動用間隙 41 的流路長度， H_{sj} 係表示滑動用間隙 41 的最小流路寬度。當相對流路長度 L 變大時，就表示 L_{ex} 變得比 L_{sj} 還大，且指藉由有關正負的衰減力的滑動接頭 40 所引起的構造上的影響會變大之意。

[0044] 在此，第 7 圖係顯示說明在順流（漏泄流 A）的情況之規定相對流路寬度 H 時的相對流路長度 L 和

發生自激振動的界限流量之關係的說明圖。將相對流路寬度 H 作為參數，且藉由理論分析來預測出使相對流路長度 L 產生變化的情況之開始發生自激振動的漏泄流 A 的流量（發生自激振動的界限流量）。然後，第 8 圖係說明在逆流（漏泄流 B ）的情況之規定相對流路寬度 H 時的相對流路長度 L 和發生自激振動的界限流量之關係的說明圖。

第 8 圖係就逆流的情況在與第 7 圖同條件下進行理論分析的結果。

[0045] 第 7 圖及第 8 圖的縱軸都是有裝設振動抑制裝置 50 的情況之界限流量對未裝設振動抑制裝置 50 的情況之界限流量的相對值。亦即，其意指只要發生自激的界限流量超過 1，就藉由振動抑制裝置 50，來提高發生自激振動的界限流量。

[0046] 根據第 7 圖，可明白：在相對流路寬度 H 為小於等於 2.5 的情況下，發生自激的界限流量就不受相對流路長度 L 影響，而始終成為大於等於 1。因而，相對流路寬度 H ，係可以取比 0 還大且小於等於 2.5（更佳為小於等於 2.46）的值。

因而，根據第 7 圖及第 8 圖，可明白：當滿足相對流路寬度 H 為大於等於 0 且小於等於 2.5、又相對流路長度 L 為大於等於 0.1 的條件時，無論是順流（漏泄流 A ）及逆流（漏泄流 B ）的哪一個情況，都可藉由裝設振動抑制裝置 50 來發揮抑制發生自激振動的功效。

[0047] 另外，由於在滑動接頭 40 的上方係存在有升

流管托架 44，所以延伸流路 51 的上端係到達比升流管托架 44 的下表面更低的位置。

[0048] 如此，用具有固定的流路寬度 H_{ex} 的延伸流路 51，來延長滑動用間隙 41，藉此無論是在流動於延伸流路 51 的順流及逆流的任一個之漏泄流 A、B，都不會使負的衰減力起作用，而可以謀求振動抑制。又，藉由延伸流路 51，作為整體的滑動用間隙 41 的流路、延伸流路 51 就會變長，而原本較大的滑動用間隙 41 的漏泄流 A、B 的壓力損失則會更進一步增加。

[0049] 因而，由於可以降低流動於滑動用間隙 41 的流路和延伸流路 51 的漏泄流 A、B 的流量，所以可以抑制自激振動。又，第 1 實施形態，係在漸擴管 34 的上部設置振動抑制裝置 50。因而，正當進行振動抑制裝置 50 之設置的時候，因沒有必要在形成延伸流路 51 時變更入口混合器管 33 的形狀，故而沒有必要交換入口混合器管 33。

[0050] 換句話說，即便抑制自激振動的發生，仍可維持噴射泵浦 12 的流動特性。

噴射泵浦 12 的流動特性，係對應噴射泵浦 12 的 MN 特性，且可以表示對核能發電廠所需的流量，需要哪種程度的泵浦驅動的 MN 比的大小來判斷。

[0051] 另外，MN 特性，係顯示以下的關係：顯示與驅動流量相對的總流量的 M 比、和顯示與驅動揚程相對的噴射泵浦 12 之揚程的 N 比的關係。

具體而言，噴射泵浦 12 的性能，係可以藉由流量比（：M 比 = Q_s/Q_n ）、壓力比（：N 比 = $(P_d - P_s) / (P_n - P_d)$ ）來表示。又，噴射泵浦 12 的效率，係以 $\eta = \text{M 比} \times \text{N 比} \times 100 (\%)$ 來表示。P 係表示壓力（全壓），Q 係表示流量，並且下標 n、s、d 係分別表示噴嘴流（驅動流）、吸入流（被驅動流）、漸擴管流（吐出流）。

[0052] 如第 6 圖所示，振動抑制裝置 50，係以圓環狀安裝於入口混合器管 33 的周圍而形成分割構造。亦即，此構造係在振動抑制裝置 50 的套筒構件 53a、53b 設置螺栓孔 58，並在設置於漸擴管 34 的上部之後，透過鎖緊連結板 56 並藉由螺栓 57 來鎖緊連結延伸套筒 53。藉此，不用將入口混合器管 33 從漸擴管 34 卸下就可以安裝或設置振動抑制裝置 50。

[0053] 在第 1 實施形態的振動抑制裝置 50 中，延伸套筒 53，係以因流體所引起的附加衰減成為正的方式來設定延伸流路 51 的形狀，該流體係作用於將滑動用間隙 41 的流路和延伸流路 51 相加後的長度的間隙流路。因流體所引起的附加衰減，係以流動於前述長度的間隙流路的漏泄流（微少流、洩漏流）的流體慣性（力）和流路抵抗（力）的關係所決定。在因流體所引起的附加慣性為正的情況下，不會發生自激振動。

[0054] 在第 1 實施形態的振動抑制裝置 50 中，係以因流體所引起的附加衰減成為負的條件被消除，且成為實際機器核能發電廠的運轉條件外的方式，來設定延伸流路

51 的形狀，該流體係作用於將滑動用間隙 41 的流路和延伸套筒 53 的延伸流路 51 相加後的長度的間隙流路。

[0055]

（第 1 實施形態的功效）

依據第 1 實施形態，則藉由設置振動抑制裝置 50，就可以在作為入口混合器管 33 和漸擴管 34 之結合部的滑動接頭 40 中，即便發生因噴射泵浦 12 之內部的壓送壓力而產生的順流及逆流的其中任一個漏泄流 A、B，仍使發生自激振動的界限流量增加，並擴展對自激振動的餘裕度。

又，藉由振動抑制裝置 50，則由於作為整體的間隙流路會變長，且漏泄流 A、B 的壓力損失會增加，所以也可以降低漏泄流 A、B 的流量本身。

[0056] 藉由上述的各自功效，則可以抑制滑動接頭 40 中的自激振動。又，依據第 1 實施形態，則沒有必要使作為入口混合器管 33 及漸擴管 34 之結合部的滑動接頭 40 中的形狀變形。換句話說，在設置振動抑制裝置 50 時，由於沒有必要進行入口混合器管 33 及漸擴管 34 的交換，所以也具有可以維持噴射泵浦 12 的流動特性的功效。

[0057]

[第 2 實施形態]

其次，就本發明的第 2 實施形態，參照第 9 圖（A）及（B）加以說明。在說明第 2 實施形態時，由於沸水式

反應爐 10 的整體構成，係與第 1 圖及第 2 圖所示的 BWR 相同所以省略重複的說明。

[0058] 第 9 圖 (A) 係顯示適用於 BWR10 的噴射泵浦 12 的振動抑制裝置 50 的第 2 實施形態的縱剖視圖。第 2 實施形態的噴射泵浦 12 的振動抑制裝置 50，係與第 1 實施形態同樣，包含有：滑動接頭 40，其係設置於入口混合器管 33 和漸擴管 34 的結合部；以及延伸套筒 53，其係設置於漸擴管 34 的上部。

[0059] 又，第 2 實施形態的振動抑制裝置 50，係與第 1 實施形態同樣，被設定於漸擴管 34 的上部，並形成使滑動接頭 40 的擴大型間隙流路 48 延長的延伸流路 51。而且，延伸流路 51 無論是對順流及逆流的哪一個漏泄流 A、B 都成為一定的流路寬度 H_{ex} ，此點也是與第 1 實施形態同樣。

[0060] 另一方面，在第 2 實施形態中，例如第 9 圖 (B) 的俯視剖視圖所示，延伸套筒 53，係形成為橢圓形等的非正圓的圓形。換句話說，對該漏泄流 A 的流動方向為固定的流路寬度 H_{ex} ，係沿著入口混合器管 33 的外周面的圓周方向而變化。然後，在非正圓的形狀的短徑部以 1 點以上的接觸點 CP 設置於入口混合器管 33。該接觸點 CP 係在施工時例如僅有 1 點，而在噴射泵浦 12 動作時則也可依入口混合器管 33 或漸擴管 34 的熱膨脹而成為複數點。

[0061] 當延伸套筒 53 與入口混合器管 33 具有接觸

點 CP 時，延伸套筒 53 就會藉由接觸而對振動與入口混合器管 33 保持機械式的接觸並接受構造性的衰減力。

[0062] 換句話說，藉由接觸點 CP，除了發揮將延伸套筒 53 固定於入口混合器管 33 的功效以外，也因隨著機械式的接觸會成為振動時的阻力而發揮振動抑制的功效。又，藉由使其以預定的接觸點 CP 來接觸，就可以容易地固定延伸套筒 53 的設置姿勢，並也容易進行延伸套筒 53 的施工。

[0063] 因而，與第 1 實施形態的功效同樣，可以提高對自激振動的餘裕度，且抑制自激振動。另外，延伸流路 51 的流路長度 L_{ex} ，係滿足第 1 實施形態所示的條件。

[0064] 雖然在不使延伸套筒 53 接觸的情況下仍可藉由因流體所引起的正的衰減力效應來抑制，但是當使其接觸時就可藉由機械性的接觸來增加因構造所引起的正的衰減力且更進一步提高抑制功效。當更進一步以接觸點 CP 在入口混合器管 33 加上橫向荷重時，此將成為入口混合器管 33 振動時的阻力並有縮小振動振幅的功效。

[0065]

（第 2 實施形態的功效）

因在第 2 實施形態中，即便設置振動抑制裝置 50，仍沒有必要使入口混合器管 33 或漸擴管 34 的形狀變形，故而沒有必要交換該等構件，而可維持噴射泵浦 12 的流動特性，且有與第 1 實施形態同樣的作用功效。

[0066] 又，依據第 2 實施形態，則在作為入口混合器管 33 和漸擴管 34 之結合部的滑動接頭 40 中，無論是藉由噴射泵浦 12 的壓送壓力而產生的順流及逆流的哪一個，都會使漏泄流 A、B 的發生自激振動的界限流量增加，並擴大對自激振動的餘裕度，而可以提高振動抑制功效。

[0067] 以上，雖然已說明本發明的幾個實施形態，但是此等的實施形態，係提示為例，並未意圖限定發明的範圍。此等新穎的實施形態，係能夠以其他的各種形態來實施，且只要在不脫離發明之要旨的範圍內，都可以進行各種的省略、置換、變更。此等實施形態或其變化，都涵蓋於發明的範圍或要旨中，並且涵蓋於申請專利範圍所述的發明和其均等的範圍中。

[0068] 例如，在本發明的各實施形態中，雖然抑制振動裝置的延伸套筒 53，係已顯示將二個半圓筒狀的套筒構件 53a、53b 組合在一起所構成之例，但是延伸套筒 53，既可形成為可以分割成三個以上的套筒構件，又可由一個圓筒狀套筒構件所構成。在以圓筒狀套筒構件來構成延伸套筒 53 的情況下，就不需要鎖緊連結手段。延伸套筒 53 之對入口混合器管 33 的安裝，係可以藉由使入口混合器管 33 從漸擴管 34 浮起、升降，而輕易地進行。

【符號說明】

[0069]

10：沸水式反應爐（BWR）

11：降流區部

12：噴射泵浦

13：反應爐壓力容器

15：爐心

16：爐心側板

17：爐心下部充氣室

18：爐心上部充氣室

19：側板支撐板

20：側板頂蓋

21：汽水分離器

22：豎管

24：蒸汽乾燥器

25：反應爐再循環系統

26：反應爐再循環泵浦

28：吸入管

29：吐出管

30：再循環入口噴嘴

31：升流管

32：肘部

33：入口混合器管

33a：膨出部

34：漸擴管

35：入口噴嘴

- 36：鐘形口
- 37：泵浦甲板
- 39、40：嵌合部
- 40：滑動接頭
- 41：間隙（滑動用間隙）
- 43：升流管拉條
- 44：升流管托架
- 45：楔子
- 46：固定螺釘
- 48：擴大型間隙流路
- 50：振動抑制裝置
- 51：延伸流路
- 53：延伸套筒
- 53a、53b：套筒構件
- 53c：扣接部
- 54：螺釘
- 56：鎖緊連結板
- 57：螺栓
- 58：螺栓孔
- A、B：漏泄流
- CP：接觸點
- H：相對流路寬度
- Hex：流路寬度
- Hsj：最小流路寬度

L：相對流路長度

Lex：流路長度

Lsj：流路長度

申請專利範圍

1.一種噴射泵浦的振動抑制裝置，係設置於沸水式反應爐的反應爐壓力容器內，且具備入口混合器管及漸擴管的噴射泵浦的振動抑制裝置，該入口混合器管係連結於升流管，該漸擴管係藉由滑動接頭而連結於該入口混合器管，其特徵為：

在前述漸擴管的上部，具備延伸套筒，該延伸套筒係在藉由前述漸擴管的內周面和前述入口混合器管的外周面的相嵌合所形成的滑動用間隙之順流的漏泄流之下游側構成延伸流路，

前述滑動用間隙，是包含朝向上方逐漸擴開的擴大型間隙流路，

前述延伸套筒，其一部分插入於擴大型間隙流路，以使前述擴大型間隙流路的寬度縮小成為一定寬度，

前述延伸套筒是以具有前述延伸流路的流路寬度成為一定的區域的方式來設定形狀。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的噴射泵浦的振動抑制裝置，其中，前述延伸流路的前述流路寬度，是比前述滑動用間隙的最小流路寬度的 0 倍還大，且為小於等於 2.5 倍。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的噴射泵浦的振動抑制裝置，其中，前述延伸流路的流路長度，是大於等於前述滑動用間隙的流路長度的 0.1 倍，且前述延伸流路的上端是比升流管托架的下表面還低。

4.如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的噴射泵浦的振動抑制裝置，其中，前述延伸套筒的前述內周面的水平剖面的形狀為非正圓，

前述延伸流路的前述流路寬度，是沿著入口混合器管的外周面的圓周方向而變化。

5.如申請專利範圍第 4 項所述的噴射泵浦的振動抑制裝置，其中，前述內周面的水平剖面，係形成為橢圓形狀。

6.如申請專利範圍第 1 項所述的噴射泵浦的振動抑制裝置，其中，前述延伸套筒，係與前述入口混合器管具有接觸點。

7.如申請專利範圍第 1 項所述的噴射泵浦的振動抑制裝置，其中，在前述漸擴管的內周面和前述入口混合器管的外周面的相嵌合部位所生成的擴大型空隙流路的下段，是以前述延伸套筒的端部密接於前述漸擴管的方式所接合。

8.一種噴射泵浦，係設置於沸水式反應爐的反應爐壓力容器內，且具備入口混合器管及漸擴管的噴射泵浦，該入口混合器管係連結於升流管，該漸擴管係藉由滑動接頭而連結於該入口混合器管，其特徵為：

在前述漸擴管的上部，具備延伸套筒，該延伸套筒係在藉由前述漸擴管的內周面和前述入口混合器管的外周面的相嵌合所形成的滑動用間隙之順流的漏泄流之下游側構成延伸流路，

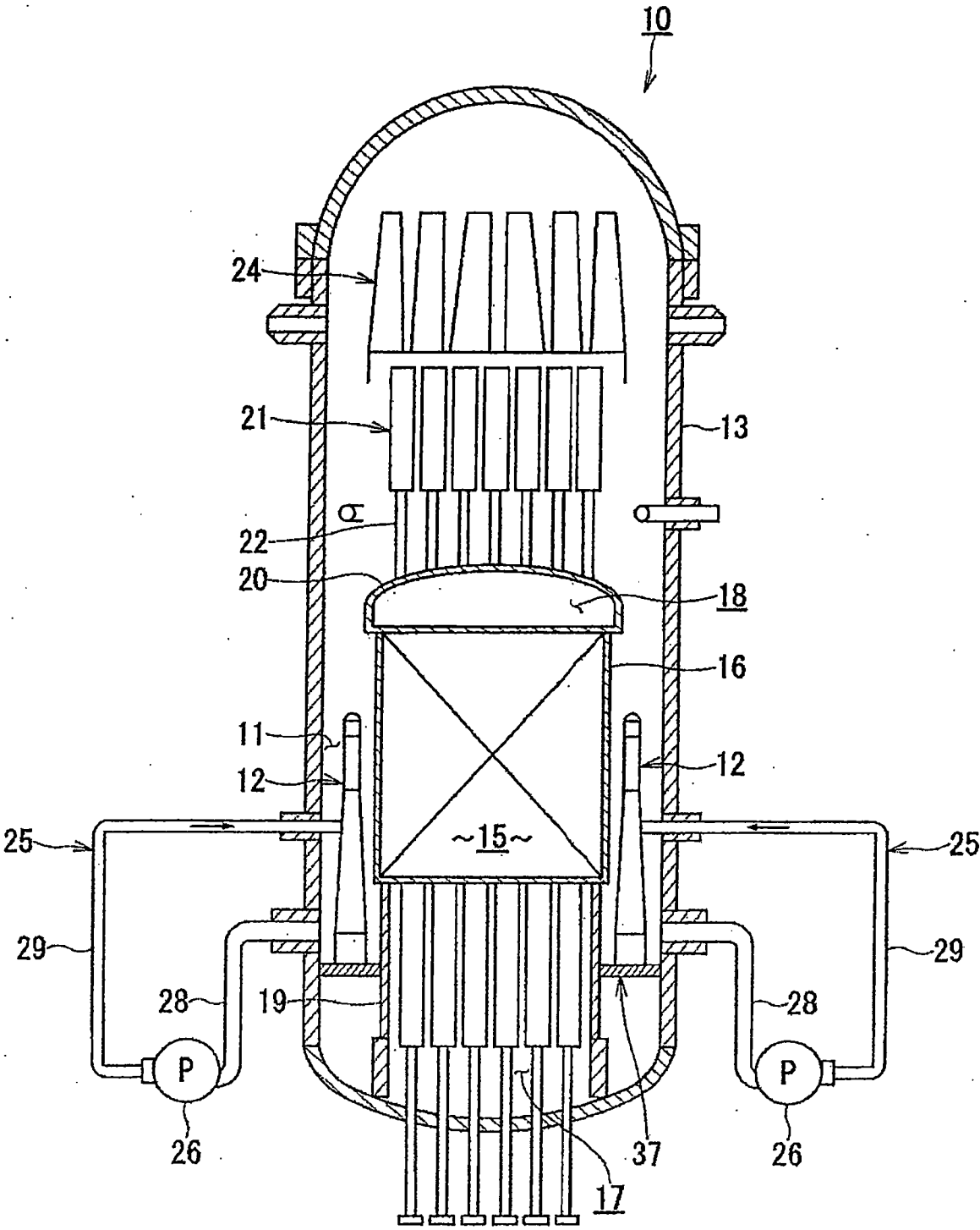
前述滑動用間隙，是包含朝向上方逐漸擴開的擴大型間隙流路，

前述延伸套筒，其一部分插入於擴大型間隙流路，以使前述擴大型間隙流路的寬度縮小成為一定寬度，

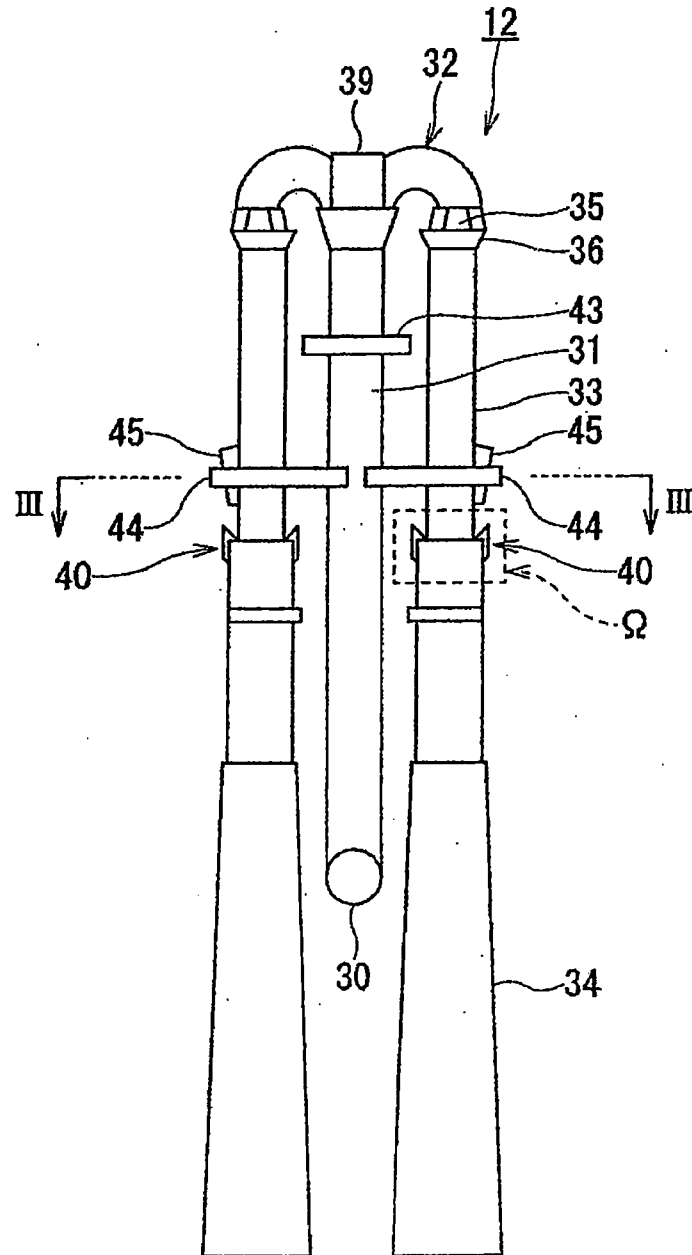
前述延伸套筒，係以具有前述延伸流路的流路寬度成為一定的區域的方式來設定形狀。

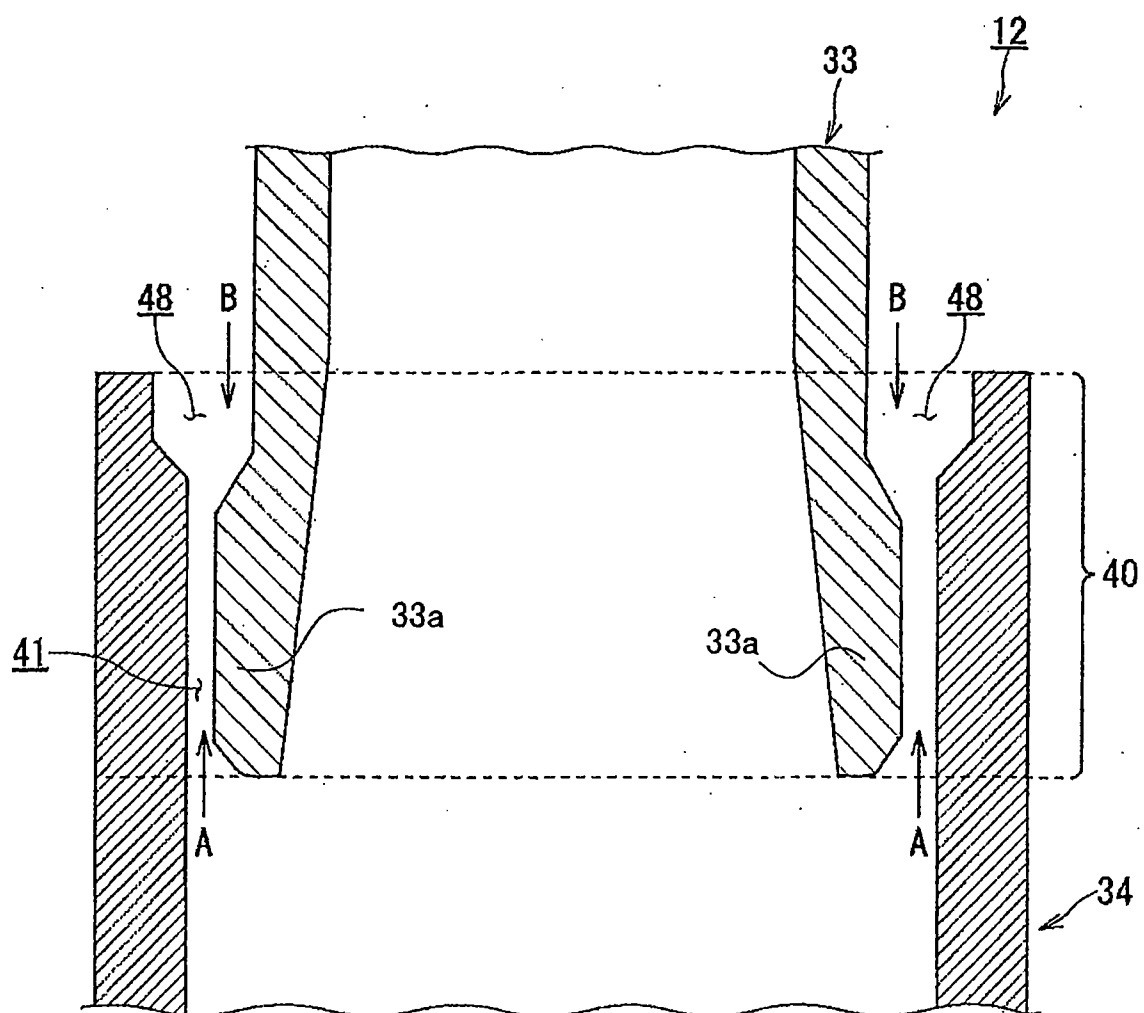
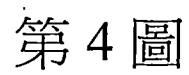
圖式

第 1 圖

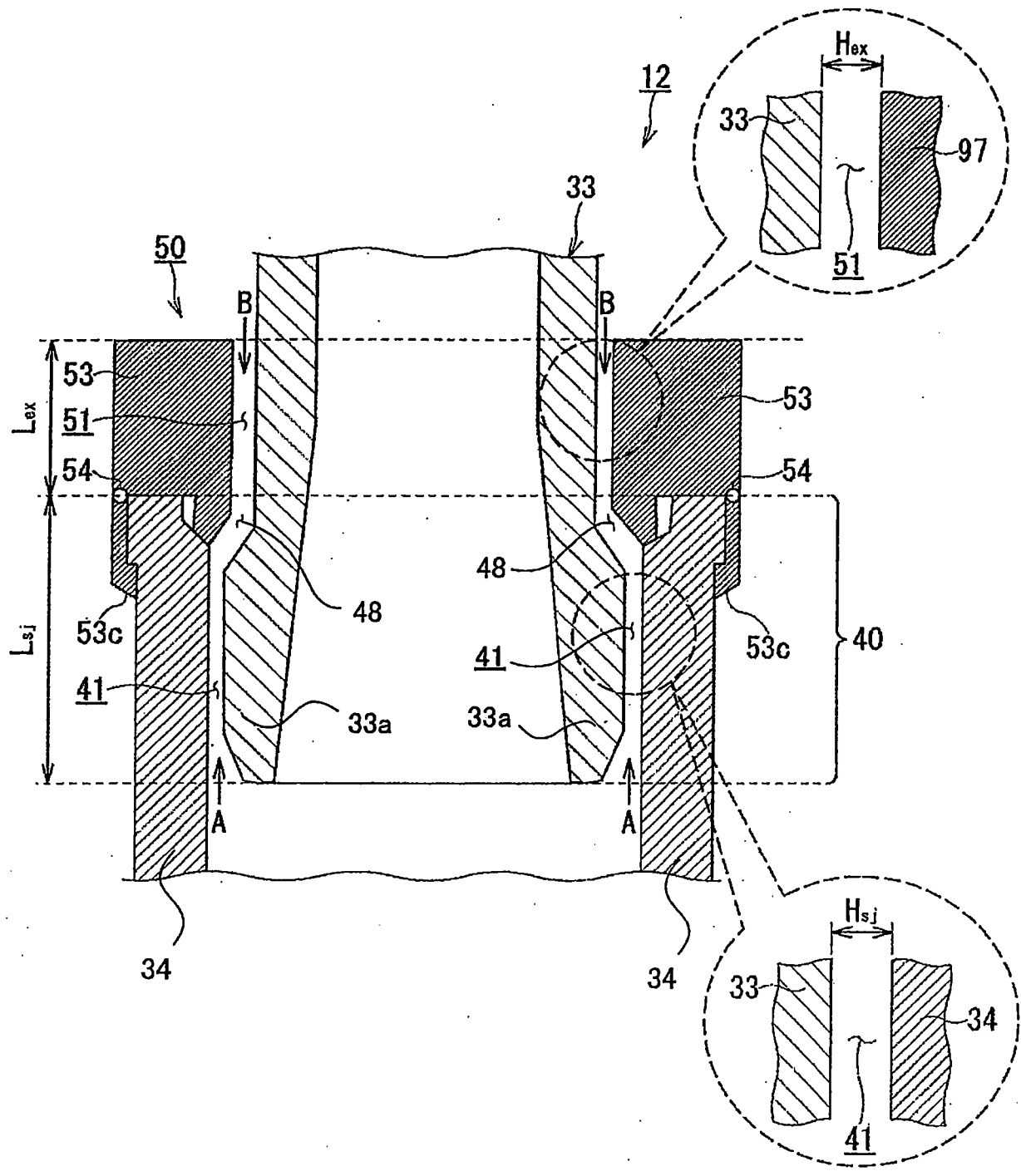


第 2 圖

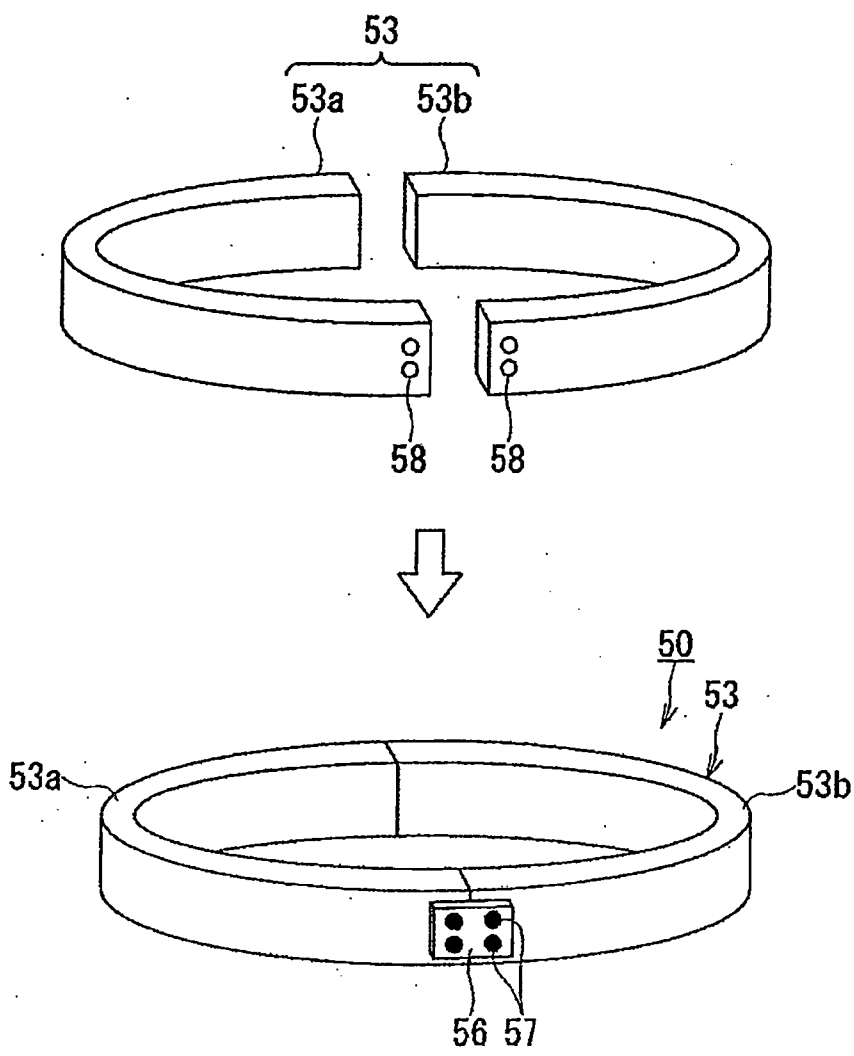




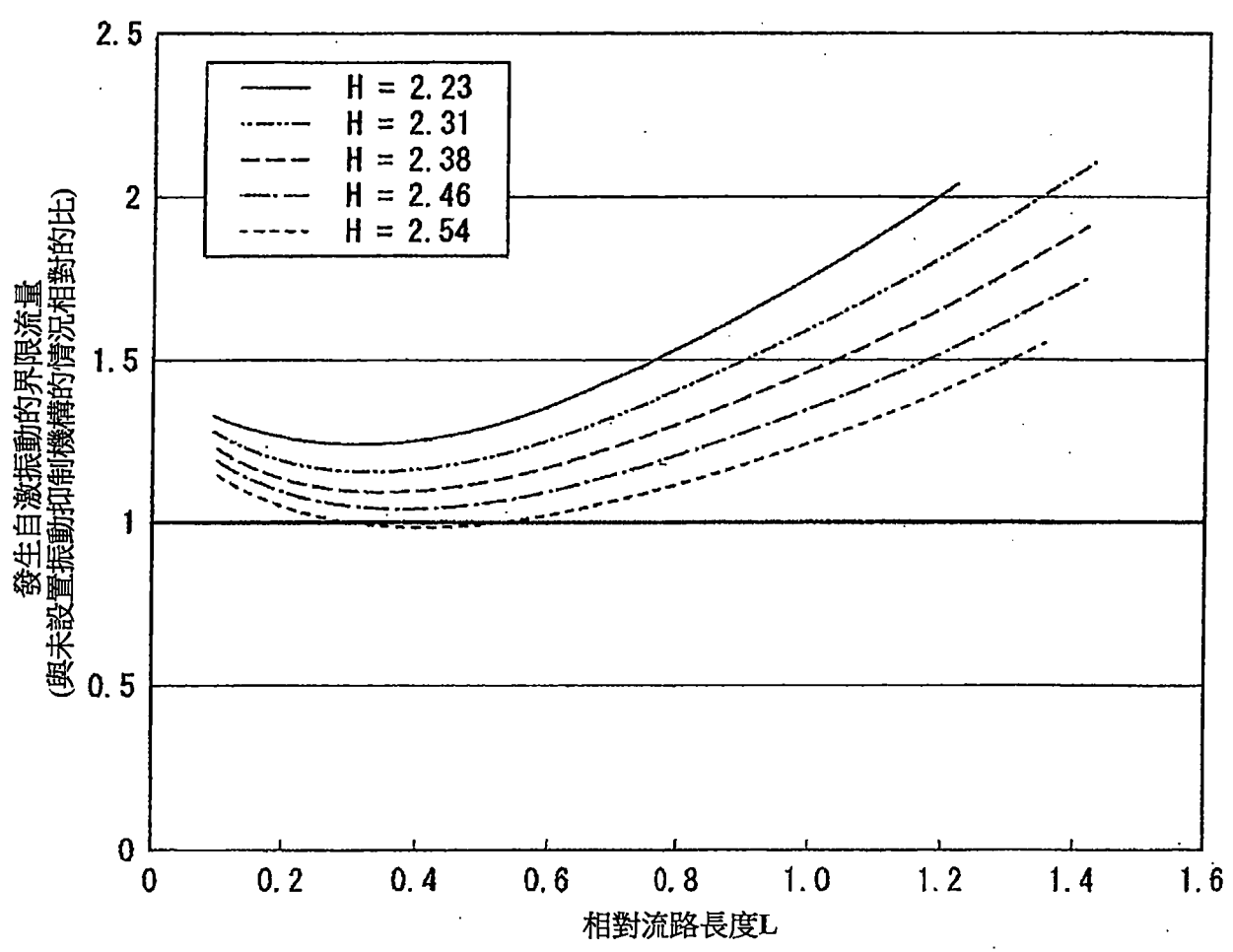
第 5 圖



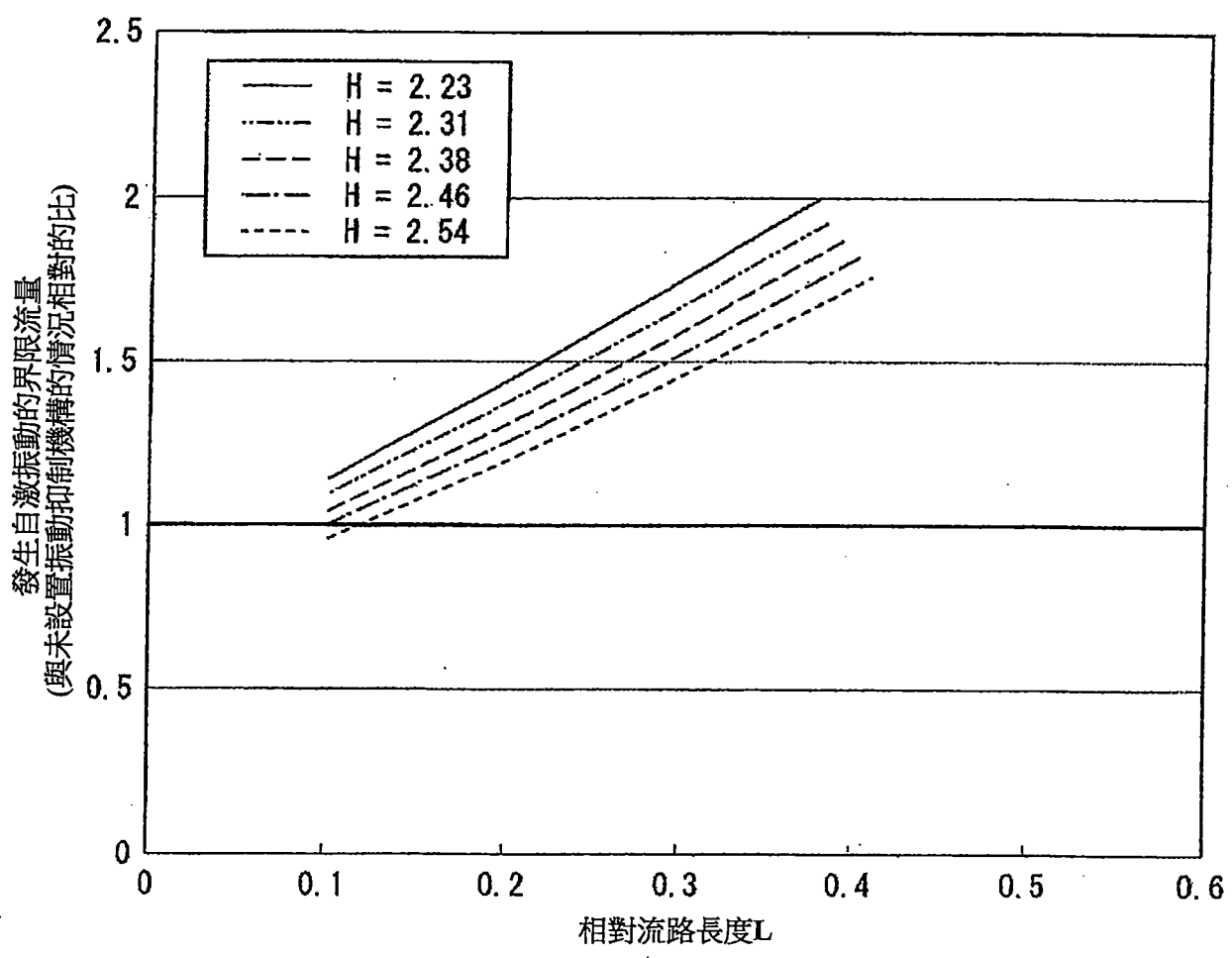
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



(A)

