

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎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. 日本；1999/04/02；11-097060

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

發明領域

本發明是有關於一種不鏽鋼配管及其接合方法，且特別是有關於一種伴隨著與流通管內壁接觸的同時，極端避免氧化物等不純物混入的不鏽鋼配管及其接合方法，應用在製造半導體所使用的半導體製造裝置，以及供給氣體所使用之配管。

習知技藝

在半導體製造設備中，或是在將半導體製造用的材料氣體供給至該半導體製造設備時所使用的配管中，因為所使用的氣體其腐蝕性強等因素，接觸這些氣體的設備或配管，大多使用耐蝕性高的不鏽鋼。然而，在考慮到將這些不鏽鋼配管以特定之長度接續並配備的情形下之接合焊接時，一般多使用惰性氣體保護鎢極電弧焊接法(tungsten-inert-gas arc welding, TIG)。且，若考慮半導體製造設備或附設於其上的氣體等之供給配管，在這些氣體等流通的流路配管內，不希望存在有稱為空艙(dead space)之不必要的且多餘的死角空間出現。

即，若配管內一存在空艙，則該空艙中將有粒子等微小的粉塵堆積，此堆積的粒子將引發程度不等的衝擊，並伴隨著流通的氣體排出。

又，若供給腐蝕性氣體的配管一存在空艙，則要除去存在於該空艙內的水份將變得困難，且這些水份會溶解腐蝕性氣體，使誘發隙間腐蝕變得容易。而一但產生隙間腐蝕，金屬腐

蝕生成物將由內壁剝離，此剝離的腐蝕生成物將成爲不純物而污染氣體。

然而，上述之空艙，多是在配管或設備的加工製造時，且，特別是在接續焊接加工時所形成。例如，在不鏽鋼配管的接續焊接部產生溶混不足的情況下，此不鏽鋼配管的焊接部內壁面將殘存有未焊接之圓切面對圓切面接合部份，而此微小間隙將形成空艙。因此，爲使焊接用的熔融金屬能到達焊接部的內壁面，施行完全溶混的焊接是必要的。

但是，若熔融金屬到達不鏽鋼配管焊接部之內壁面，由熔融金屬產生，被稱爲煙霧(fume)的極微細金屬顆粒將於管內發生，作爲污染流通氣體的污染源。因此，雖然希望使用不純物含有量少的高價不鏽鋼配管，卻總是無法避免煙霧的形成。

若更進一步地描述，施行完全溶混焊接的接合部，將因爲耐蝕性低之熔融金屬與熱影響部的存在，在此範圍中亦可能發生腐蝕的問題。

發明所欲解決之課題

因此本發明根據上述情況，提供不鏽鋼配管，其管之焊接接合部的管內壁面不會產生空艙，且焊接接合部的管內，可獲得來自基於煙霧之金屬微粒子的污染極端地少之不鏽鋼配管，不但可供給無不純物污染之供給氣體，亦可提供管之接合部耐蝕性極端良好的不鏽鋼配管。本發明之課題即在提供獲得

此不鏽鋼配管的接合方法。

解決課題之手段

本發明爲了解決課題，須將上述之不方便與問題關鍵解決。

與申請專利範圍第 1 項有關的發明是以圓切面對圓切面焊接接合的不鏽鋼配管，此不鏽鋼配管的接合部，是由不鏽鋼配管之圓切面對圓切面接合部的外壁面部側接合部溶混接合，與不鏽鋼配管之圓切面對圓切面接合部的內壁面部側接合部於未熔融狀態固相接合而成，此不鏽鋼配管之特徵爲部份溶混並以圓切面對圓切面的方式焊接。

與申請專利範圍第 2 項有關的發明是管壁之厚度大於 1 毫米的不鏽鋼配管，此不鏽鋼配管未熔融之固相接合部份的長度 t_s ，是由接合部之管內壁面爲基準並往外壁計算，大小約爲 $0 < t_s \leq 0.7$ (毫米)。

而與申請專利範圍第 3 項有關的發明是管壁之厚度小於 1 毫米的不鏽鋼配管，此不鏽鋼配管未熔融之固相接合部份的長度 t_s ，是由接合部之管內壁面爲基準並往外壁計算，若管壁之厚度爲 t ，則 t_s 的大小約爲 $0 < t_s \leq 0.7t$ (毫米)。

且，與申請專利範圍第 4 項有關的發明是一種不鏽鋼配管之接合方法，將必須接合之不鏽鋼配管的圓切面接合部以圓切面對圓切面的方式接合，此不鏽鋼配管是在管內充滿背屏氣體

(back shield gas)，或是在真空環境下焊接，此不鏽鋼配管的圓切面接合部其內壁面部側接合部是以未熔融部份的型態殘存，並從管外壁面溶混而以圓切面對圓切面的方式焊接，再將前述未熔融部份形成固相接合部。

與申請專利範圍第 5 項有關的發明是一種不鏽鋼配管之接合方法，該不鏽鋼配管在充滿背屏氣體或在真空環境下所使用之氧化性氣體含量小於 10ppm。

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之簡單說明：

第 1 圖繪示本發明不鏽鋼配管沿接合部的管軸方向橫切之擴大部份剖面圖；

第 2 圖繪示本發明不鏽鋼配管沿接合部之徑向方向橫切之剖面模型圖；

第 3 圖繪示伸張強度 T 對熔混深度 t_w 之變化關係圖；以及

第 4 圖繪示伸張強度 T 對背屏氣體中氧氣濃度之關係圖。

圖式之標記說明：

1：配管接合部

2：管之圓切面對圓切面接合部

2a：外壁面部側接合部(熔混圓切面對圓切面接合部)

2b：內壁面部側接合部(未熔融圓切面對圓切面接合部)

3：管之外壁面

4：管之內壁面

W：熔混接合部

S：固相接合部

t：管壁壁厚

t_w ：熔混接合部的熔混深度

t_s ：未熔融圓切面對圓切面接合部之深度

發明之實施形態

關於本發明不鏽鋼配管的實施形態，是參照第 1 圖與第 2 圖作如下說明。第 1 圖是爲了說明本發明不鏽鋼配管的接合部，沿接合部的管軸方向橫切之部份擴大剖面圖。第 2 圖同樣地，是爲了說明本發明不鏽鋼配管的接合部，沿接合部之徑向方向橫切之剖面模型圖。

本發明不鏽鋼配管，是以圓切面對圓切面的方式焊接接合的不鏽鋼配管，配管之接合部 1，是由管的圓切面對圓切面接合部 2 之外壁面部側接合部(溶混圓切面對圓切面接合部)2a 佔有溶混深度 t_w 之溶混接合部 W，以及內壁面部側接合部(未熔融之圓切面對圓切面接合部)2b 在未熔融狀態下壓接時未熔融深度爲 t_s 之固相接合部 S 所形成。作爲以所謂部份溶混並以圓切面對圓切面的方式焊接爲特徵的不鏽鋼配管，配管之內壁面

4 將不會形成空艙，亦不會生成煙霧，是一緊密接合的不鏽鋼配管。

然而，特別是在接合之配管其管壁厚度大於 1 毫米的情況下，先以弧光(arc)由外壁面 3 向內壁面 4 照射，將配管之圓切面對圓切面接合部熔融後焊接。前述內壁面部側接合部(未熔融之圓切面對圓切面接合部)2b 之未熔融部的深度 t_s ，是由圓切面對圓切面接合部 2 之管內壁面 4 為基準向外壁面 3 起算，約 $0 < t_s \leq 0.7(\text{mm})$ ；且外壁面部側接合部(溶混圓切面對圓切面接合部)2a 是由外壁面 3 為基準向內壁面 4 起算的溶混深度 t_w ，約為 $0.3 \leq t_w < 1(\text{mm})$ 。如此溶混焊接形成之圓切面對圓切面接合部 2 之內壁面 4 將不會形成空艙，且能獲得管之內壁面部側接合部 2b 中不會生成煙霧而包括形成壓接固相接合部 S 之不鏽鋼配管。

且，在接合之配管其管壁厚度小於 1 毫米的情況下，前述內壁面部側接合部(未熔融之圓切面對圓切面接合部)2b 之未熔融部的深度 t_s ，是由圓切面對圓切面接合部 2 之管內壁面 4 為基準向外壁面 3 起算，若管壁厚度為 t ，則 $0 < t_s \leq 0.7t(\text{mm})$ ；且外壁面部側接合部(溶混圓切面對圓切面接合部)2a 由外壁面 3 為基準向內壁面 4 起算的溶混深度 t_w ，約為 $0.3t \leq t_w < t(\text{mm})$ 。如此溶混焊接形成之圓切面對圓切面接合部 2 之內壁面 4 將不會形成空艙，且能獲得管之內壁面部側接合部 2b 中不會生成

煙霧而包括形成壓接固相接合部 S 之不鏽鋼配管。

更進一步地，為獲得具有上述構造之不鏽鋼配管，其管之接合方法如下：首先，對不鏽鋼配管施行圓切面對圓切面之焊接，將應接合之不鏽鋼配管其圓切面對圓切面接合部 2 以圓切面對圓切面的方式對齊，並於配管內充滿背屏氣體，或於真空環境下焊接，管之圓切面對圓切面接合部 2 之內壁面部側接合部 2b 是以未熔融圓切面對圓切面接合部的形式殘存，管之外壁面部側接合部 2a 是以溶混圓切面對圓切面接合部的形式焊接，將前述未熔融部份 2b 以固相接合 S 密接的方式接合。且，應接合之不鏽鋼配管，其圓切面對圓切面接合部的表面粗糙程度若約在 30 微米以下，則為一理想的接合。

即，此固相接合部 S，是伴隨著焊接金屬之熔融池其凝固時的收縮，根據配管方向的作用應力，將熔融池內未熔融之兩圓切面對圓切面接合部 2b 壓接在一起。且更進一步地，根據焊接金屬所產生之熱傳導，為了使未熔融之兩圓切面對圓切面接合部 2b 升溫，將未熔融之兩圓切面對圓切面接合部 2b 保持在固相而接合，即，於配管之接合部內壁面不產生空腔的密接狀態下接合。

有關配管的焊接，是藉著弧光焊接、電子光束焊接、以及雷射焊接，以沿著圓切面對圓切面接合部 2 之周壁一次或一次以上的方式焊接，一邊保持熔融之金屬部份其溶混圓切面對圓

切面接合部 2a(W)的深度(t_w)，一邊使投入總熱量增加，並根據未熔融狀態，增加圓切面對圓切面接合部 2b 之加熱保持時間，由該未熔融圓切面對圓切面接合部 2b 確實形成一層固相接合部 S。

且，上述熔混圓切面對圓切面焊接，是隨管壁的厚度而有所不同，使得焊接速度在 600mm/min 以下，較理想的範圍是 50~300mm/min。於焊接速度在 600mm/min 以上的快速焊接下，為使圓切面對圓切面接合部 1 的溫度保持時間縮短，未熔融接合部 2b 的加熱將變得不充分，無法獲得滿意的固相接合部 S。另一方面，若是在 50mm/min 以下的焊接速度下，為了施行可形成所希望之未熔融固相接合部 S 的熔混圓切面對圓切面焊接，將使得焊接在極度低電流的條件下進行，而無法穩定地進行。若不論焊接條件，皆使圓切面對圓切面接合部 2 之焊接熔融金屬到達管內壁面 4，則在一般圓切面對圓切面焊接的情況下，無法完成可形成所希望之未熔融固相接合部 S 的熔混焊接。

又，關於接合作業，須進行焊接的不鏽鋼配管，是在背屏氣體環境中，或是在真空環境下焊接。若配管內存在含有氧氣的空氣或氧化性氣體，形成固相接合部 S 的圓切面對圓切面接合部 2b 中，將形成厚的酸化皮膜，而無法形成良好的固相接合部 S。適當的氧化性氣體含有量是在 10ppm 以下。

然而，上述所稱之背屏氣體，是選自由氫氣、氮氣、以及

氮氣所組成族群中之元素，亦可在其中添加氫氣而適當地使用。

若要將須接合之不鏽鋼配管其圓切面對圓切面接合部 2 之表面粗度 R_y 限制在 $30 \mu m$ 以下，則須施行部分熔混之圓切面對圓切面焊接。若將此圓切面對圓切面接合部 2 之粗度 R_y 限制在 $30 \mu m$ 以上之粗度，則兩圓切面對圓切面接合部無法密接，成爲空隙、空洞等發生的原因。且，圓切面對圓切面接合部 2 之表面粗度 R_y 若在 $30 \mu m$ 以下，可獲得極端良好的固相接合部 S。

本發明根據上述條件，施行部分熔混圓切面對圓切面焊接，因爲高溫的焊接熔融金屬無法到達配管的內壁面 4，可大幅降低被稱爲煙霧的極微粒金屬粒子的產生。

且，因爲圓切面對圓切面接合部 2 其內壁面 4 側之接合部 2b 的溫度可以控制在較完全熔混圓切面對圓切面焊接低的溫度下，所以根據熱影響，耐蝕性的劣化範圍將極端地縮小。或者，由於耐蝕性低之焊接熔融金屬無法到達配管的內壁面 4，可以作爲耐蝕性佳的不鏽鋼配管。

更進一步地，由於入熱量小，殘留應力可抑制在較低的範圍，使引起應力腐蝕裂痕的危險性降低，並且，可抑制焊接所產生的角變形在較低的範圍。

第一實施例

以下，爲了確立本發明不鏽鋼配管之特徵，使管的內壁面 4 側之未熔融圓切面對圓切面接合部 2b 形成固相接合部 S 的狀態，進行以下的實驗。

(i) 特定由外壁面 3 起算之熔混圓切面對圓切面接合部 2a 之熔混深度 t_w (mm)(實驗 1)。

(ii) 特定焊接速度(實驗 2)。

(iii) 特定焊接環境(實驗 3)。

(iv) 特定圓切面對圓切面接合部 2 之表面粗度 R_y (實驗 4)。

實驗中所使用的共同焊接機器、焊接條件、以及試驗用配管等之各部份原始規格如下：

【焊接機器】

- 自動焊接機：ARC Machine Co. Inc.製 model 207
- 焊接頭：ARC Machine Co. Inc.製 model 750
- 電源：附設脈衝振動器，脈衝發生時間：0.1/0.1 秒

【焊接條件】

- 弧長(標準電壓)：0.8mm(8V)
- 焊接速度：120mm/min
- 焊接起始位置及運行：於 3 點鐘方向起始，以橫向
向下焊接
- 背屏氣體：氬氣 4L/min
- 屏蔽(shield)氣體：氬氣 10L/min

- 焊接前後的淨化(purge)時間：30 秒以上

【試驗用配管】

- 材質：不鏽鋼 SUS 316 L
- 外徑：9.53mm(3/8 inch)
- 壁厚：1mm

(實驗一)

由上述壁厚 1mm、外徑 9.53mm 之 SUS 316 L 不鏽鋼配管所備製的試驗用配管，分成編號 N₀₁~ N₀₈ 之 8 個樣品。並各別將這些樣品達到所希望的熔混深度 t_w mm，以表 1 所列的各層次之焊接電流值進行焊接。

且，作為在熔混圓切面對圓切面焊接中所使用的焊接法，可以由惰性氣體保護鎢極電弧焊接法等弧光焊接法、電子光束焊接法、以及雷射焊接法等之焊接法中，選用適宜且適當的焊接法來使用。

然而，根據這些焊接法的焊接，是如第 2 圖所示，將配管應焊接的圓切面對圓切面接合部 2 的剖面區分開來，根據所在的位置，適當地調節焊接電流以施行焊接。亦即，將管之中心作為原點，根據(X-X')軸、(Y-Y')軸區分為 4 個象限，其中第 1 象限作為層次①、第 2 象限作為層次④、第 3 象限作為層次③、第 4 象限作為層次②。(X-X')軸將配管接合部 1 的剖面橫切，以表示 3 點鐘方向的位置作為起始點而開始焊接，沿著管外壁

面 3 之周面，以順時針方向移動，根據層次②-層次③-層次④-層次①-層次②的順序，以弧光或光束等一邊照射一邊移動，此時，在前述各層次中，須適當地調整適宜之焊接電流以進行焊接。

表 1

樣品	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	NO.8
層次 1	17/11	18/11	19/12	21/13	23/14	25/15	25/16	25/1 6
層次 2	16/11	17/11	18/12	20/13	22/14	24/15	24/16	25/1 6
層次 3	13/11	14/11	16/12	18/13	20/14	22/15	22/16	22/1 6
層次 4	12/11	13/11	14/12	16/13	18/14	20/15	20/16	21/1 6
平均熔混深度 $t_w(\text{mm})$	0.11	0.20	0.30	0.37	0.49	0.70	0.75	1.00
未熔融固相 接合部 $t_s(\text{mm})$	0.89	0.80	0.70	0.63	0.51	0.30	0.25	0

接著，根據如此獲得的各熔混深度 t_w 的差異，進行確認伸張強度 T 之變化的試驗。

伸張試驗是將長度為 700mm 的試驗片以圓切面對圓切面接合部為中心，在間隔維持 45mm 的攫取端中保持兩端，並將金屬芯以保持 20mm 的間隔插入。接著，以伸張試驗機(島津製作所股份有限公司製 AG-5000D)進行試驗。由於使用 5 噸的負載傳感器(load cell)，伸張速度為 20mm/min。

試驗的結果，以第 3 圖伸張強度 $T(\text{kgf}/\text{mm}^2)$ 對熔混深度 t_w 變化的圖形來表示。

正如第 3 圖的圖形所示，若平均熔混深度是 0.3mm(使用配管之管壁厚度的 30%)，伸張強度 T 將超過 50 kgf/mm^2 而達到約 54 kgf/mm^2 之值。然而，若平均熔混深度 t_w 是在 0.3mm 以上，伸張強度 T 將不會增加，而是與熔混深度 t_w 為 1.0mm(使用配管之管壁厚度的 100%)的完全熔混接合狀態具有同樣的伸張強度 T 。且，此伸張強度 T 之值大於 JIS G3459「配管用不鏽鋼管」所規定的伸張強度，其值為 $480\text{N}/\text{mm}^2(48.98 \text{kgf}/\text{mm}^2)$ 。

由此結果觀之，若欲形成平均熔混深度 t_w 為 0.3mm(使用配管之管壁厚度的 30%)以上的圓切面對圓切面接合部 2a，可以確認的是，將獲得與完全熔混接合具有同樣伸張強度 T 的固相接合配管。亦即，若形成圓切面對圓切面接合部 2 之內壁面部側接合部其未熔融圓切面對圓切面接合部 2b 的深度 t_s 在 0.7mm(使用配管之管壁厚度 t 的 70%)以下，可以確認此焊接是適當的。

(實驗二)

接著，爲了能獲得滿意固相接合部 S，以下進行確認適當熔接速度的實驗。

此實驗是使用上述共通外徑爲 9.53mm、壁厚爲 1mm 之試驗用配管，焊接速度可以在 15mm/min、120mm/min、以及 600mm/min 之 3 種速度間變化，爲了使各試驗用配管的熔混深度 t_w 爲 0.3mm，將如表 2 所示調整焊接電流，並以高純度的氬氣作爲背屏氣體，施行部份熔混焊接，將如此獲得的接合部進行伸張試驗。且，此伸張試驗是如同實驗一所述的方法進行。實驗的結果如表 2 所示。

表 2

焊接速度 (mm/min)	15	120	600
平均焊接電流 (A)	10	14	50
伸張強度 (kgf/mm ²)	53.7	53.6	52.9

如同表 2 所示，不論何者的焊接速度，只須根據焊接速度適當的調節焊接電流，即可滿意地得到具有合適伸張強度 480N/mm²(48.98 kgf/mm²)以上之熔混深度 0.3mm，即固相接合部 0.7mm，的圓切面對圓切面接合配管。但是，若考慮焊接速

度為 600mm/min 的焊接，其伸張強度較其他焊接速度所得到的伸張強度略差。

這是因為當焊接速度快時，固相接合部的溫度保持時間縮短的緣故。

(實驗三)

接著，是關於焊接時充滿於環境中之背屏氣體所造成之影響的實驗。本實驗使用上述共通外徑 9.53mm、管壁壁厚 1mm 之試驗用配管，並以高純度氬氣作為背屏氣體，且，在此高純度氬氣中添加氧氣，使氧氣的濃度在 10%~10ppm 間變化。在包含這些氧氣濃度的氬氣環境下，為使熔混深度 t_w 成為 0.3mm，以焊接速度 120mm/min 施行圓切面對圓切面焊接。又，所獲得之配管的伸張強度，以與實驗 1 相同的方法來試驗，其結果以第 4 圖所繪示之伸張強度 T 對背屏氣體中的氧氣濃度關係圖來表示。

如第 4 圖所示，若含有之氧氣濃度大於 10ppm (0.001%)，伸張強度 T 的值將小於 49 kgf/mm²，所以，若要得到大於 JIS 所規定之伸張強度 T 之值，480N/mm²(48.98 kgf/mm²)，必須將氧氣濃度抑制在 10ppm(0.001%)以下。

且，在檢查接合部的斷面時，若考慮以含有氧氣濃度高於 1%以上之氬氣作為背屏氣體而焊接的試驗用配管，其斷面將全部被氧化；但，若考慮以含有氧氣濃度在 10ppm(0.001%)以上，

1%以下之氫氣作為背屏氣體的焊接步驟，可以證實有些部份氧化而使配管無法接合。

還原性氣體(氫氣+7 容量%氫氣)可以替代前述高純度氫氣，或是惰性氣體之氮氣亦可作為背屏氣體，以下根據這些氣體所含有之氧氣濃度，同樣地對其影響作試驗。試驗的結果與使用上述高純度氫氣時的結果相同。

如上所述，背屏氣體中之氧氣或氧化性氣體的含量必須抑制在 10ppm 以下。

(實驗四)

且，為了獲得所須要的固相接合部 S，在此證實位於配管接合部 1 之圓切面對圓切面接合部 2 其表面粗度之影響，本實驗是使用上述共通外徑 9.53mm、管壁壁厚 1mm 之試驗用配管，使接合部 2 的表面粗度 R_y 變化，隨後，將這些具有不同表面粗度的配管置於作為背屏氣體的高純度氫氣中，並使熔混深度 t_w 維持在 0.3mm，以 120mm/min 的焊接速度施行圓切面對圓切面接合。接著，將如此獲得，以各種表面粗度進行接合的試驗用配管，進行如同實驗 1 所述之伸張強度試驗。試驗結果以表 3 來表示表面粗度 R_y 之差異對伸張強度 T 之變化。

表 3

表面粗度 R_y (μ	52	38	29	20	3
m)					

伸張強度 (kgf/mm ²)	21	43	51	54	52
--------------------------------	----	----	----	----	----

如同表 3 所示，隨著表面粗度變小，伸張強度將變大，若要獲得 JIS 所規定之伸張強度值 $480\text{N/mm}^2(48.98\text{kgf/mm}^2)$ ，可以證實，須使用表面粗度 R_y 為 $30\mu\text{m}$ 以下之平滑面。

其次，為了證實本發明不鏽鋼配管的性能，將依據由實驗 1 至實驗 4 所獲得之結果，使用外徑 9.53mm ($3/8\text{inch}$)、管壁壁厚 1mm 之不鏽鋼配管(SUS 316 L)，先將圓切面對圓切面接合部 2 由外壁面 3 熔融，使熔混深度 t_w 為 0.3mm ，形成圓切面對圓切面接合部(W)，並形成未熔融深度 t_s 為 0.7mm 之固相接合部(S)。本發明不鏽鋼配管將以實施例來製作。

接著，進行(1)焊接部剖面觀察、(2)伸張試驗、(3)彎曲試驗、(4)粒子發生量測定、以及(5)腐蝕試驗。

且，為了明確得知上述性能，將以比較例與實施例作比較，使用與實施例相同的不鏽鋼配管作為試驗用配管，以習知完全熔混之焊接方法製作接合之不鏽鋼配管，之後，施行上述各實驗與外觀檢查，將實施例之不鏽鋼配管與比較例之不鏽鋼配管的性能試驗結果作比較。

第二實施例

本發明之不鏽鋼配管將於下述焊接條件下製作。

【焊接條件】

- 弧長(標準電壓)：0.8mm(8V)
- 焊接速度：120mm/min
- 焊接起始位置及運行：於 3 點鐘方向起始，以橫向
向下焊接

- 背屏氣體：高純度氬氣 4L/min
- 屏蔽氣體：高純度氬氣 10L/min
- 焊接前後的淨化時間：30 秒以上
- 圓切面對圓切面接合部 2 的表面粗度：

平均粗度(Ry_{av}) 0.29 μ m

最大粗度(Ry_{max}) 0.31 μ m

- 焊接機器：使用與上述實驗相同的自動焊接機
- 電源：附設脈衝振動器，脈衝發生時間：0.1/0.1 秒

關於焊接，是如第 2 圖所示，以圓切面對圓切面接合部 2 的 3 點鐘方向為起始位置，橫向向下進行焊接，各層次的焊接電流與焊接時間將如表 4 所列之值來調整。

表 4

本發明之焊接法	層次 ①	層次 ②	層次 ③	層次 ④
焊接電流(A)	19/12	18/12	15/12	14/12
焊接時間	5.5	3.7	3.7	5.0

(秒)				
-----	--	--	--	--

(比較例)

使用與實施例相同的不鏽鋼配管作為試驗用配管，以習知完全熔混焊接法製作接合之不鏽鋼配管。

本比較例之熔接條件與上述實施例之熔接條件相同，為使根據完全熔混焊接所形成的內圈(bead)幅度為 2mm，將根據表 5 所示之值調節各層次之焊接電流與焊接時間。

表 5

完全熔混焊接法	層次 ①	層次 ②	層次 ③	層次 ④
焊接電流(A)	31/17	30/17	25/17	24/17
焊接時間 (秒)	5.5	3.7	3.7	5.0

(性能試驗)

將上述實施例獲得之本發明部分熔混圓切面對圓切面焊接接合之不鏽鋼配管與根據習知技藝施行之完全熔混圓切面對圓切面焊接接合之不鏽鋼配管兩者之性能，以如下之試驗作比較。

(1) 焊接部剖面觀查

將根據本發明熔混深度為 0.3mm 之部分熔混圓切面對圓

切面焊接方法所獲得之不鏽鋼配管，沿著圓切面對圓切面接合部 1 的管軸橫切，觀察圓切面對圓切面接合部 1 的組織。結果，管內壁面 4 側之未熔融圓切面對圓切面接合部 2b(虛線之內壁面 4 側)有結晶粒貫通全管，而兩未熔融圓切面對圓切面接合部 2b 可以固相接合。

(2) 伸張試驗

將上述實施例中根據本發明部分熔混圓切面對圓切面焊接所接合之不鏽鋼配管，與比較例中根據習知技藝施行之完全熔混圓切面對圓切面焊接所接合之不鏽鋼配管，作實驗要領如下之伸張試驗。

(伸張試驗要領)

- 試驗片長：700mm
- 攫取端部分間隔：45mm
- 金屬芯插入間隔：20mm
- 伸張速度：20mm/min
- 負載傳感器：5 噸

島津製作所股份有限公司製 AG-5000D 是所使用之伸張試驗機，並製作 3 種樣品來作試驗。其結果如附有基材伸張強度之表 6 所示。

表 6

(單位：kgf/mm²)

	基材	本發明焊接法(實施例)	完全熔混焊接法(比較例)
伸張強度平均值	54.3	53.6	53.7
伸張強度最大值	54.4	54.4	54.0
伸張長度最小值	54.1	52.1	53.4

如同表 6 所示，本發明實施例製作之依據部分熔混圓切面對圓切面焊接所接合的不鏽鋼配管，其伸張強度為 52.1 至 54.4 kgf/mm²，較基材伸張強度的範圍，54.1 至 54.3 kgf/mm²，略差。比較例中根據習知技藝施行之完全熔混圓切面對圓切面焊接所接合之不鏽鋼配管，其伸張強度為 53.4 至 54.4 kgf/mm²，與本發明相若。以上伸張強度之值皆超過 JIS 所規定之 480N/mm²(48.98 kgf/mm²)，為可充分使用之合適的數值。

且，在上述伸張實驗中，令負荷過重，使圓切面對圓切面接合部斷裂，並將此斷裂面以掃描式電子顯微鏡觀察。殘存之坡口加工面(prepared edge)(未熔融圓切面對圓切面接合部 2a)會被波紋(dimple)覆蓋，且根據焊接時的熱傳導使接合部 2 升溫。伴隨著升溫，接合部 2 之熱膨脹與熔融池凝固時之收縮應力會相互纏結，為圓切面對圓切面接合部 2 之未熔融圓切面對

圓切面接合部 2b 壓接形成固相接合部的狀態。更進一步地，圓切面對圓切面接合部 2 之未熔融圓切面對圓切面接合部 2b 其管斷裂時，切削的痕跡會消失，兩未熔融之圓切面對圓切面接合部 2b 可以百分之百固相接合。

由於比較例的不鏽鋼配管是以習知的方法焊接，其檢查只是確認是否為外觀適切之完全熔混圓切面對圓切面焊接。

(3) 彎曲試驗

更進一步地，將實施例中所製作藉由本發明部分熔混圓切面對圓切面焊接所形成的不鏽鋼配管其接合部的管壁以管軸方向細長狀地切斷(約 1/4 周)，並以外壁面 3 側的熔混圓切面對圓切面接合部 2a 為支點，向外側彎曲約 180 度，且將未熔融的圓切面對圓切面接合部 2b 施加使其開口的外力。且，雖然進行此實驗，未熔融的圓切面對圓切面接合部 2b 沒有剝離現象，亦不會形成開口，可以證實未熔融的圓切面對圓切面接合部 2b 會形成強固的固相接合部。

(4) 粒子發生量測定

以下，在實施例中以本發明部分熔混圓切面對圓切面焊接接合的焊接情況下，將關於比較例中習知完全熔混圓切面對圓切面焊接接合的焊接之種種，以表 7 所示之實驗要領，使用粒子計數器，測定焊接煙霧產生量與各焊接時間內管內所流動氣體中之粒子含量。

表 7

粒子計數器	KANOMAX 製 UCPC-2010
最大測定粒徑	3nm
最大測定規格	100000 個/cm ²
測定方法	等速吸引法
擴散管內徑	7.53mm
吸引管內徑	約 1.7mm
背屏氣體流量	11.7L/min
吸引量	1.5L/min

如上所示，以平常條件進行的圓切面對圓切面焊接，是在管壁焊接 1 周的情況下，此時，粒子將大量產生，而使粒子計數器溢位(count over)。所以，在只焊接管周壁 1/4 周時即施行測定，並使背屏氣體流量增加至 27L/min，最後，於量測結束後施行換算而求得粒子個數。

在實施例中以本發明部分熔混圓切面對圓切面焊接而接合的焊接情形下，其量測結果是 3 次試驗粒子數的平均值，為 8.128 個/cm²。

另一方面，在比較例中以習知完全熔混圓切面對圓切面焊接接合的焊接情況下，3 次試驗中粒子個數的平均值為 208.569 個/cm²。亦即，根據本發明部分熔混焊接而接合之粒子發生量，

激減至根據習知技藝完全混焊接而接合之粒子發生量的 4%，因此，本發明的接合法即因此效果而顯得優異。

(5) 腐蝕試驗

接著，施行實施例中所製作本發明之不鏽鋼配管其圓切面對圓切面接合部與比較例中以習知技藝所製作之不鏽鋼配管其圓切面對圓切面接合部的腐蝕試驗。本試驗的要領是將各接合部曝露在表 8 所示之腐蝕環境中腐蝕後，在定量評價其腐蝕量。

表 8

腐蝕媒體	氮氣+50%氯化氫
水分濃度	100ppm
封入壓力	$1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$
封入時間	168 小時
試驗溫度	298K

對於腐蝕量的定量評價，是在曝露於表 8 所示之腐蝕環境後，以 5%硝酸注入腐蝕部分之內部並保持 5 分鐘，再採取溶出之腐蝕生成物，對溶出之金屬成份作定量分析。

接著，作為對照組的背景環境(background)，是將沒有施行腐蝕試驗(沒有曝露在表 8 所表示的腐蝕環境)的基材，以同樣的溶出方法採取溶出成份，並以同樣的方法作定量分析。

所要分析的元素，包括作為不鏽鋼主成份的鉻(Cr)、鎳

(Ni)、以及鐵(Fe)，還有作為熔融煙霧成份的錳(Mn)。

且，作為分析手段所使用的分析儀器，是對分析成份元素 Cr、Ni、以及 Mn 施行誘導結合電漿發光分析法(ICP-MS)，而對成份元素 Fe 施行原子吸光分析法(AAS)。

此結果以表 9 表示。

表 9 (單位：μg)

	Mn	Cr	Ni	Fe	合計
基材	0.02	6.13	5.47	22.5	33.6
	1			5	7
本發明之焊接 法	0.02	7.12	5.30	29.7	42.2
	9			5	0
完全熔混焊接 法	1.20	11.1	14.1	63.9	90.4
	0	7	0	3	0

由表 9 所示之溶出金屬含量，是以基材溶出量作為背景環境，實施例中以本發明部分熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管，由其試料片所溶出之各金屬元素溶出量，以及比較例中以習知技藝完全熔混焊接法所接合的不鏽鋼配管，由其試料片所溶出之各金屬元素溶出量之值，皆較基材的值為大。這是因為實施例以及比較例的試料片皆經由焊接而使其表面遭受污染，煙霧的產生以及不安定金屬表面的形成亦為其因。

如表 9 所示，對於實施例中以本發明部分熔混焊接法所接

合之不鏽鋼配管，由於焊接處理，使其各金屬溶出量較基材的各金屬溶出量多，但兩者的金屬溶出量並沒有很大的差異。

另一方面，比較例中以習知技藝完全熔混焊接法所接合的不鏽鋼配管，其各金屬溶出量較基材之各金屬溶出量增加許多，特別是由於煙霧發生量所引起之金屬元素 Mn 之增加，以及起因於不安定金屬表面之形成的金屬元素 Fe 之增加，皆非常顯著。

根據上文，以本發明部分熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管，在不論及基材的情形下，將其表面污染程度、煙霧發生程度、以及不安定之金屬表面形成程度等，與習知技藝完全熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管相比較，可發現是顯著地減少，特別是煙霧發生量減少的程度尤著。且，由於上述情事，以本發明可形成固相接合部 S 之部分熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管，較習知技藝完全熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管，具有顯著增加的耐蝕性。

如上所述，將以本發明部分熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管之性能，與以習知技藝完全熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管相比較，可以發現，本發明之不鏽鋼配管，以粒子發生量降低，與耐蝕性增加為其顯著之優點。且，為了使以本發明部分熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管，與以習知技藝完全熔混焊接法所接合之不鏽鋼配管同樣地不存在空腔，不會產生引起此現象之

隙間腐蝕或供給流通氣體污染等不妥當的問題。

雖然上述實施例中是使用管之外徑為 9.53mm(3/8 inch)、管壁壁厚為 1mm 之不鏽鋼配管，本發明並不限制使用管壁較薄的管，所以不論深度為何的管皆能適用，特別是可以用合適使用之不鏽鋼配管。若管壁太厚，則焊接較為困難，例如配管基本直徑為(nominal diameter)250A (267.4mm)、Schedule10S(4mm)等之管，則先形成 V 型、U 型、或 \angle 型坡口，並於焊接時在圓切面對圓切面接合部間使未熔融圓切面對圓切面接合部由內壁面部向外壁面起算之厚度在 0.7mm 以下，再施行本發明部分熔混焊接使其接合，理所當然地，即可獲得具有固相接合部之本發明不鏽鋼配管。

在上述說明中，「配管」一詞是包括直管、彎管、以及 T 型管。

發明的效果

本發明不鏽鋼配管及其接合方法，是以上述之型態實施，並具有以下之功效。

即兩不鏽鋼配管根據圓切面對圓切面焊接以接合之時，順利地熔融至管之內壁面部。在欲接合之管其管壁厚度大於 1mm 時，則由管之內壁面部往外壁面起算，形成 0mm 以上、0.7mm 以下之未熔融圓切面對圓切面接合部；或是在管壁厚度小於 1mm 時，由管之內壁面部往外壁面起算，形成管壁厚度 0%以

上、70%以下之未熔融圓切面對圓切面接合部。根據部分熔混焊接，上述未熔融圓切面對圓切面接合部，是先形成固相接合部，並在配管內壁面不存在熔融部時，與習知技藝根據完全熔混焊接法形成圓切面對圓切面接合部同樣地，爲了使空艙不存在，獲得與習知技藝，根據完全熔混焊接法接合具有同等以上強固之圓切面對圓切面接合部的接合配管。

而且，由於熔融部並未到達管之內壁面部，可以抑制配管內煙霧的發生，並可根據配管內的不純物來防止污染。再者，由於加熱所直接產生的熱影響無法達到管內壁面，可以抑制配管內壁面耐蝕性的惡化，即使經過長時間，仍可保持耐蝕性。

根據上述情事，由本發明所獲得之不鏽鋼配管，是極端地厭惡伴隨著不純物氣體之供給，且希望供給沒有混入不純物之高純度氣體，而作爲供給半導體製造用氣體之配管，可以極度有效地活用。特別是在供給趨向高性能，高積極化的半導體製造工業中所使用的高純度氣體時，可作爲不會損壞的配管而發揮顯著的效果。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者爲準。

伍、中文發明摘要：

爲了不使供給氣體遭到污染，並盡可能地於保持高純度的情況下供給，在此提供耐蝕性佳、且適用於半導體製造用氣體供給之不鏽鋼配管。以圓切面對圓切面接合之不鏽鋼配管接合部 1，是由管之圓切面對圓切面接合部 2 之外壁面 3 部側圓切面對圓切面接合部 2a 形成熔混焊接部 W 以接合，並由內壁面部側接合部 2b 形成未熔融狀態的固相接合部 S 而接合之以部分熔混圓切面對圓切面焊接接合之不鏽鋼配管及其接合方法。

陸、英文發明摘要：

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 () 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

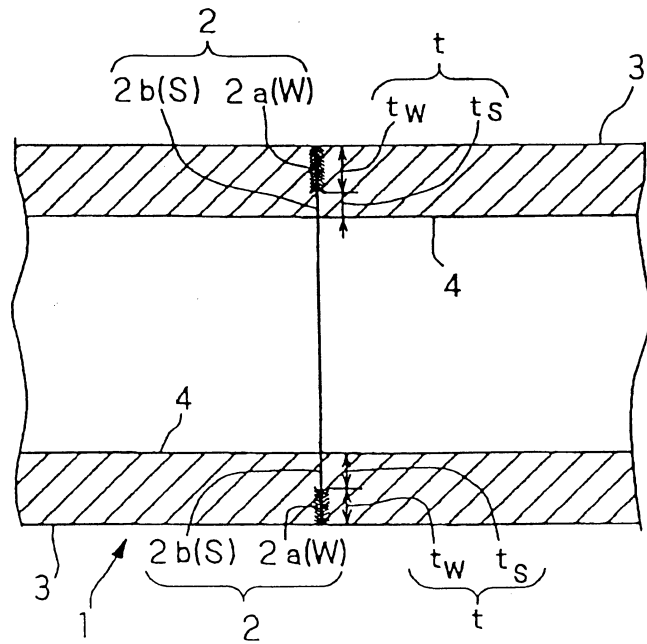
捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

拾、申請專利範圍：

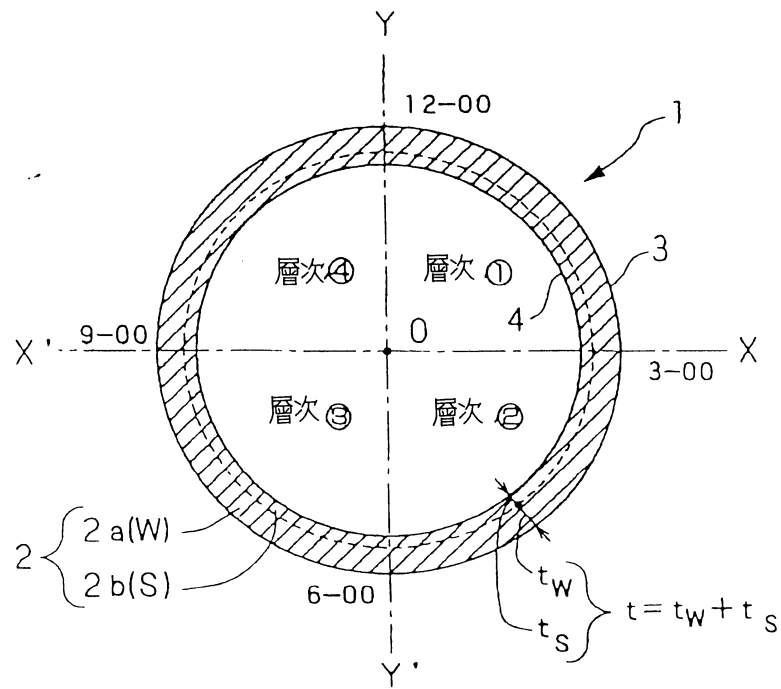
1.一種不鏽鋼配管，以圓切面對圓切面的方式焊接接合，其中包括一接合部，是由溶混接合該不鏽鋼配管之該接合部之一外壁面部側接合部以及在未熔融狀態下固相接合該不鏽鋼配管之該接合部之一內壁面部側接合部所形成，其特徵在於該不鏽鋼配管是部份溶混並以圓切面對圓切面的方式焊接，並且當該不鏽鋼配管管壁之厚度大於 1 毫米，其中未熔融之固相接合部份的深度 t_s ，是由該接合部之管內壁面為基準並往外壁計算為 $0 < t_s \leq 0.7$ (毫米)，當該不鏽鋼配管管壁之厚度小於 1 毫米，且未熔融之固相接合部份的長度 t_s ，是由該接合部之管內壁面為基準並往外壁計算，若管壁之厚度為 t ，則 t_s 的大小為 $0 < t_s \leq 0.7t$ (毫米)。

2.一種不鏽鋼配管之接合方法，該方法是將必須接合之該不鏽鋼配管的圓切面接合部以圓切面對圓切面的方式接合，該不鏽鋼配是在管內充滿背屏氣體，或是在真空環境下焊接，該不鏽鋼配管的圓切面接合部其內壁面部側接合部是以未熔融部份的型態殘存，並從管外壁面溶混而以圓切面對圓切面的方式焊接，再將前述未熔融部份形成固相接合部。

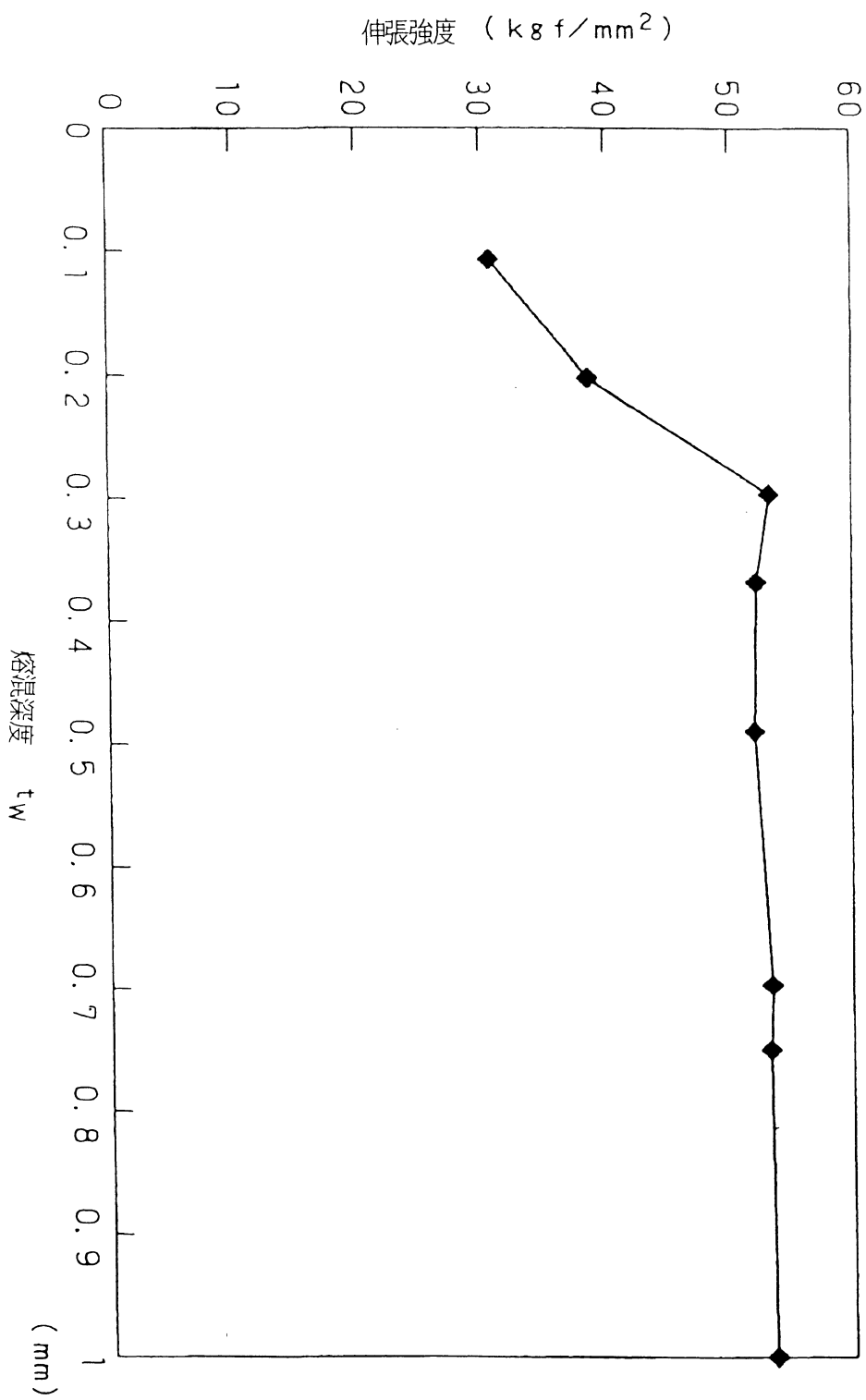
3.如申請專利範圍第 2 項所述之不鏽鋼配管之接合方法，其中該不鏽鋼配管在充滿背屏氣體或在真空環境下所使用之氧化性氣體的含量小於 10ppm。



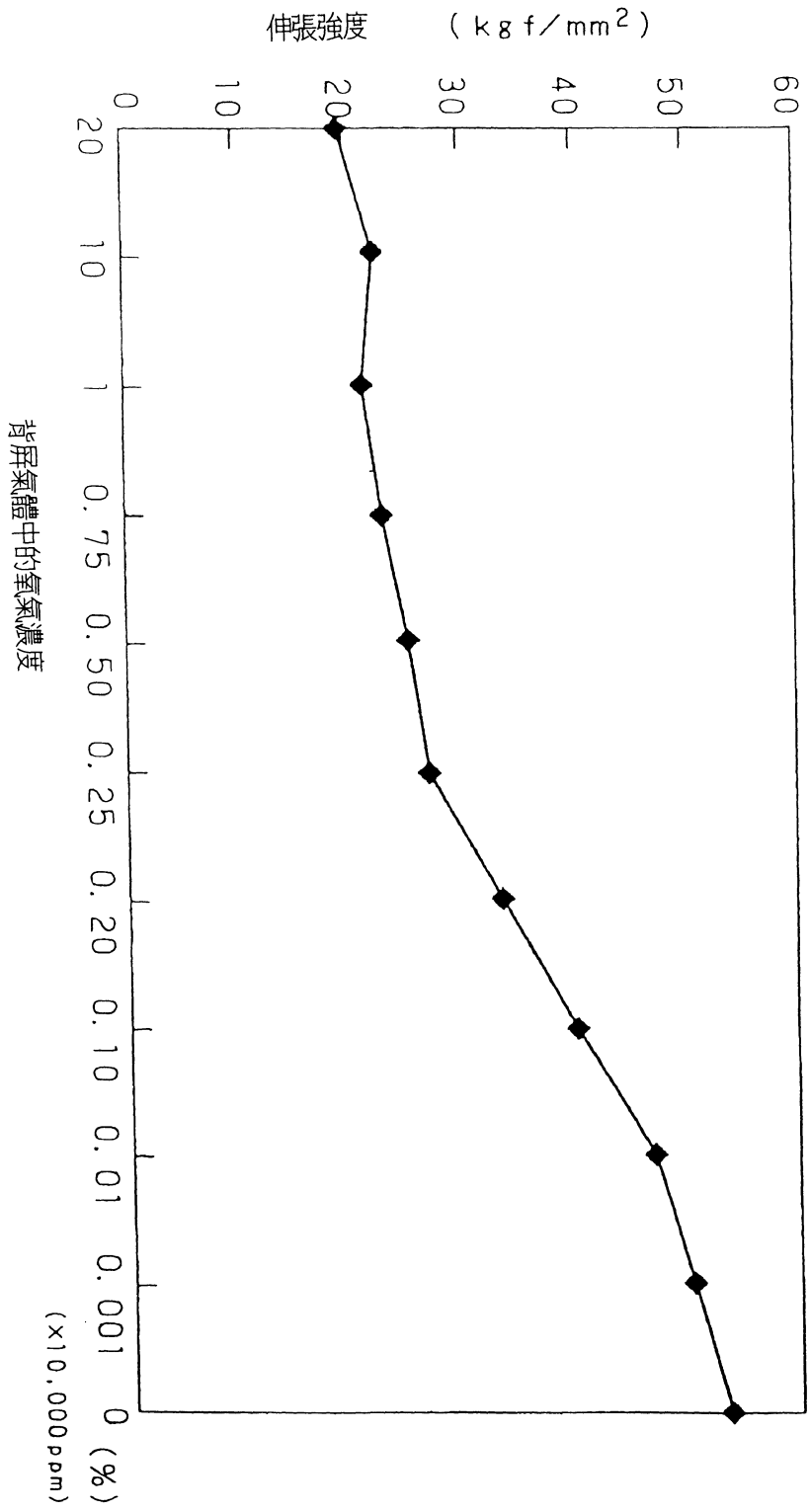
第 1 圖



第 2 圖



第3圖



第 4 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：89102405

※申請日期：89.2.14

※IPC 分類：F16L13/02; B23K9/16;
F17D1/04

壹、發明名稱：(中文/英文)

不鏽鋼配管及其接合方法

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日本酸素股份有限公司/NIPPON SANSO CORPORATION

代表人：(中文/英文) 田口 博/TAGUCHI, HIROSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都港區西新橋1丁目16番7號

16-7, Nishi-shinbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中文/英文) 日本/JAPAN

參、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 木村 裕
2. 中村 幸司

住居所地址：(中文/英文)

1-2. 日本東京都港區西新橋1丁目16番7號

16-7, Nishi-shinbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中文/英文)

1-2. 日本/JAPAN