



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 277 619**

51 Int. Cl.:
F16L 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02745965 .0**

86 Fecha de presentación : **11.07.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1408269**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **14.04.2004**

54 Título: **Junta roscada para tuberías.**

30 Prioridad: **13.07.2001 JP 2001-213469**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.07.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.07.2007

73 Titular/es: **SUMITOMO METAL INDUSTRIES, Ltd.**
5-33, Kitahama 4-chome
Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0041, JP
VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS FRANCE

72 Inventor/es: **Maeda, Jun**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 277 619 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Junta roscada para tuberías.

5 **Campo técnico**

Esta invención se refiere a una junta roscada para tuberías que tiene una porción de junta de estanqueidad de metal a metal y que es para usarla con tuberías para pozos petrolíferos usadas en el desarrollo, producción, y transporte de petróleo y gas natural, por ejemplo.

10 **Técnica antecedente**

Las condiciones de uso de juntas para conectar tuberías para pozos petrolíferos usadas en el desarrollo y producción de petróleo y gas natural se están haciendo más rigurosas según los pozos petrolíferos y pozos de gas se hacen más profundos, y se requiere un mayor nivel de rendimiento de los mismos con respecto a resistencia y hermeticidad (denominado también en este documento más adelante como propiedades de junta).

En dichos pozos, con juntas tubulares roscadas tales como juntas de refuerzo o juntas roscadas redondas que se han usado convencionalmente en las que la unión se realiza únicamente mediante ajuste roscado de roscas convencionales API, no es posible proporcionar resistencia o propiedades de junta adecuadamente.

Por lo tanto, se han propuesto juntas tubulares especiales que tienen una porción de junta de estanqueidad de metal a metal y que tienen una resistencia de junta adecuada y una excelente hermeticidad, y son estas las que se usan realmente.

Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 4.732.416 propone una junta roscada para tuberías que puede evitar la concentración de tensiones formando una porción de junta de estanqueidad de metal a metal con una forma en la que una superficie curvada entra en contacto con una superficie curvada.

La Patente de Estados Unidos N° 4.623.173 propone una junta roscada para tuberías en la que una superficie de sellado en el lado de rosca macho de una porción de junta de estanqueidad de metal a metal se especifica como una superficie convexa que tiene un radio de curvatura de al menos 100 mm, y una superficie de sellado sobre el lado de rosca hembra se especifica como una superficie biselada (una superficie cónica) que tiene un ángulo progresivo de 1,0 - 4,7°, y la presión P aplicada a la porción de contacto de metal a metal de la superficie de sellado (denominada en lo sucesivo simplemente "porción de contacto") se especifica como (la presión interna aplicada a la junta roscada) < P < (el límite elástico del material de la junta roscada).

Las Patentes de Estados Unidos N° 5.137.310 y 5.423.579 proponen juntas roscadas para tuberías en las que una porción de junta de estanqueidad de metal a metal tiene una forma en la que una superficie cónica entra en contacto con una superficie cónica.

En el documento JP A 61-124792, se propone una junta roscada para tuberías en la que la rugosidad superficial (Ry) de una superficie de sellado de una porción de junta de estanqueidad de metal a metal se especifica como $5 - 25 \mu\text{m}$ Rmax.

El documento JP A 06-10154 propone una junta roscada para tuberías que tiene una porción de junta de estanqueidad de metal a metal que se ha sometido a tratamiento superficial para formar un recubrimiento de tratamiento superficial con un espesor que satisface una relación prescrita con la rugosidad superficial (Ry) (dentro del intervalo de $5 - 20 \mu\text{m}$) de un sustrato.

El documento JP A 07-217777 propone una junta roscada que pretende mejorar la resistencia a la acción abrasiva haciendo que el espesor de un recubrimiento de tratamiento superficial formado sobre una porción de junta de estanqueidad de metal a metal sea mayor que la rugosidad superficial Rmax (Ry) de un sustrato.

El documento JP A 08-145248 propone una junta roscada de acero de alto contenido de Cr que contiene al menos el 10% en masa de Cr en la que la dureza superficial de una superficie de sellado de una porción de junta de estanqueidad de metal a metal se hace al menos 10 Hv mayor que la de la otra superficie de sellado, y la rugosidad media de la superficie que tiene la mayor dureza se hace para que esté en el intervalo de $0,25 - 1,00 \mu\text{m}$.

El documento EP 0364413 describe una junta para tubería metálica hermética en la que la superficie de contacto de la junta metálica tiene una extensión en longitud de entre 0,5 y 2,5 mm.

Sin embargo, incluso con juntas roscadas especiales que tienen una porción de junta de estanqueidad de metal a metal como se ha descrito anteriormente, si la rugosidad superficial de la superficie de sellado es grande, pueden ocurrir fugas fácilmente. En particular, cuando el fluido es un gas como en los pozos de gas, es fácil que ocurran fugas. Por lo tanto, aumenta la presión que es necesario aplicar a las porciones de contacto de las superficies de sellado para evitar fugas cuando la rugosidad superficial es grande. Dependiendo del estado de contacto de las superficies de

sellado o las condiciones de la carga aplicada, no es posible aplicar una presión suficiente a las superficies de sellado, y puede que las juntas no presenten las propiedades de junta deseadas.

Con las juntas tubulares que tiene una porción de junta de estanqueidad de metal a metal, debería ser posible obtener buenas propiedades de junta reduciendo la rugosidad superficial de las superficies de sellado y aumentando la presión aplicada a las porciones de contacto. Sin embargo, reducir la rugosidad superficial requiere una alta precisión de trabajo, el tiempo de trabajo de alarga, y hay pérdidas desde el punto de vista de la eficacia de trabajo y los costes aumentan. Por otro lado, cuando la fuerza de contacto aplicada a la porción de junta de estanqueidad aumenta, la presión se hace alta si la anchura de las porciones de contacto es estrecha, y se facilita que tenga lugar la acción abrasiva, conduciendo al deterioro de la junta.

Sin embargo, ninguna de las juntas roscadas descritas anteriormente que tienen una porción de junta de estanqueidad de metal a metal tiene en cuenta la relación de la rugosidad superficial y la presión aplicada con las propiedades de junta.

Por ejemplo, las juntas tubulares para tuberías propuestas en las Patentes de Estados Unidos N° 4.732.416; 4.623.173; 5.137.310 y 5.423.579 no mencionan la rugosidad superficial de una superficie de sellado o la presión aplicada.

Por otro lado, con cada una de las juntas roscadas para tuberías descritas en los documentos JP A 61-124792, JP A 06-10154, JP A 07-217777, y JP A 08-145248, la rugosidad superficial se prescribe en la relación con el tratamiento superficial, y no se menciona la relación entre la rugosidad superficial y la presión aplicada y la anchura de la porción de contacto, o de la relación entre éstas y las propiedades de junta.

De esta manera, con las juntas roscadas especiales que tienen la porción de junta de estanqueidad de metal a metal propuesta hasta ahora, era difícil evitar con certeza problemas tales como la acción abrasiva o la fuga de fluidos.

Descripción de la invención

Los presentes inventores descubrieron que los problemas mencionados anteriormente de la junta roscada especial están provocadas por las relaciones de la rugosidad superficial de la superficie de sellado con la presión aplicada y con la anchura en la dirección axial de la porción de contacto sobre la que está actuando la presión en la superficie de sellado, y que optimizando estas relaciones, es posible conferir económicamente buenas propiedades de junta a una junta tubular que tiene una porción de junta de estanqueidad de metal a metal.

La presente invención se refiere a una junta roscada para tuberías que tiene una porción de junta de estanqueidad de metal a metal y que comprende una rosca macho y una superficie de sellado no roscada formada sobre un extremo de una tubería de acero, y una rosca hembra y una superficie de sellado no roscada que se forman en la superficie interna de un acoplamiento, engranándose de manera roscada la rosca hembra con la rosca macho y apoyándose la superficie de sellado no roscada del acoplamiento contra la superficie de sellado de la tubería de acero y formando una porción de contacto anular.

La presente invención proporciona una junta roscada para tuberías que tiene una porción de junta de estanqueidad de metal a metal y que comprende una rosca macho y una superficie de sellado no roscada formada sobre un extremo de una tubería de acero, y una rosca hembra y una superficie de sellado no roscada formada sobre la superficie interna de un acoplamiento, engranándose de forma roscada la rosca hembra con la rosca macho y apoyándose la superficie de sellado no roscada del acoplamiento sobre la superficie de sellado de la tubería de acero y formando una porción de contacto anular, caracterizada porque la rugosidad superficial R_y de las superficies de sellado no roscadas de la tubería de acero y el acoplamiento es como mucho de $30\text{ }\mu\text{m}$, y tras la preparación de la junta roscada, se forma una porción de junta de estanqueidad de metal a metal en la que la presión media P_m de la porción de contacto anular satisface $P_m/P_y \geq 3$, y la anchura en la dirección axial de la porción que recibe una presión P_s que satisface $P_s/P_y \geq 1$ en la porción de contacto anular es al menos 2 mm o al menos 1 mm si R_y es como mucho $25\text{ }\mu\text{m}$, en la que P_y es la presión de deformación de la superficie interna de la tubería, siendo la presión P_s la fuerza por unidad de área aplicada en la dirección perpendicular a la superficie de sellado y obteniéndose la presión P_m dividiendo la integral de la distribución de presión en la dirección axial en la porción de contacto anular a lo largo de la longitud en la dirección axial de la porción de contacto por la longitud de contacto.

Preferiblemente, la tubería de acero tiene una porción de apoyo sobre su superficie final y, en consecuencia, el acoplamiento tiene también una porción de apoyo que sostiene la porción de apoyo de la superficie final de la tubería de acero.

En la presente invención, la rugosidad superficial R_y de las superficies de sellado no roscadas significa la rugosidad superficial modificada del material base de acero que constituye la junta roscada. Por consiguiente, en el caso de una junta roscada que se ha sometido a tratamiento superficial, R_y no es la rugosidad del recubrimiento de tratamiento superficial sobre la superficie de sellado sino que es la rugosidad superficial de la superficie de sellado antes de realizar el tratamiento superficial.

La presión P_s aplicada a la porción de contacto anular significa la fuerza por unidad de área aplicada en la dirección perpendicular a la superficie de sellado, y la anchura en la dirección axial de la porción de contacto anular que recibe la presión es una longitud medida a lo largo de la superficie de sellado. Es decir, la dirección de la presión P_s y la dirección axial de la porción de contacto anular son perpendiculares entre sí.

La presión P_s se aplica mediante el ajuste roscado de las roscas de la tubería de acero y el acoplamiento para formar la junta roscada. El valor de la presión P_s se determina mediante las dimensiones y la forma de las roscas y las superficies de sellado que se modifican dentro de un intervalo predeterminado sobre una cantidad predeterminada de ajuste roscado de las roscas. El establecer la cantidad de ajuste roscado normalmente se realiza detectando soportes del momento de torsión o situándolo mediante las marcas apropiadas.

P_s/P_y indica la proporción de la presión P_s de las porciones de contacto a la presión de deformación interna de Von Mises P_y y es un valor adimensional. Por lo tanto, si $P_s/P_y \geq 1$, la presión de las porciones de contacto es siempre mayor que o igual a la presión interna. En una junta roscada para tuberías de acuerdo con la presente invención, un valor de P_s que satisface $P_s/P_y \geq 1$ se especifica como la presión eficaz, y en la porción de contacto anular que forma la porción de junta de estanqueidad de metal a metal, la anchura en la dirección axial de la porción que recibe esta presión eficaz se especifica que es de al menos 1 mm o al menos 2 mm, como se ha descrito anteriormente.

La presión media P_m es un valor obtenido dividiendo la integral de la distribución de presión en la dirección axial en la porción de contacto anular a lo largo de la longitud en la dirección axial de la porción de contacto (la longitud de la presión distribución) por la longitud de contacto. Es la presión suponiendo que una presión uniforme actúa a lo largo de la longitud de la porción de contacto. Aunque el valor de P_m podría determinarse mediante las medidas de presión, puede determinarse por análisis usando el método de elementos finitos (FEM) del estado de distribución de tensión de la porción de junta tras el ajuste roscado usando los datos de las dimensiones medidas de la porción de junta y las propiedades del material.

La anchura en la dirección axial de la porción de contacto que recibe una presión P_s que satisface $P_s/P_y \geq 1$ puede determinarse por el método de elementos finitos.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática del montaje de una junta roscada para tuberías que tiene una porción de junta de estanqueidad de metal a metal.

La Figura 2 es una vista ampliada que muestra las proximidades de la porción de junta de estanqueidad de metal a metal de la junta roscada.

La Figura 3 es una figura que muestra la proporción de presión media P_m/P_y y los resultados de un ensayo de sellado para juntas roscadas para tuberías que tienen una rugosidad superficial R_y del orden de 25 μm .

La Figura 4 es una figura que muestra la proporción de presión media P_m/P_y y los resultados de un ensayo de sellado para juntas roscadas para tuberías que tienen una rugosidad superficial R_y del orden de 12,5 μm .

La Figura 5 es una figura que muestra la proporción de presión media P_m/P_y y los resultados de un ensayo de sellado para juntas roscadas para tuberías que tienen una rugosidad superficial R_y del orden de 30 μm .

La Figura 6 es una vista esquemática explicativa que muestra el método usado en un ensayo de sellado.

La Figura 7 es una figura que muestra los resultados del ensayo de sellado como la relación entre la proporción de presión media P_m/P_y y la rugosidad superficial R_y .

Realizaciones de la invención

Los presentes inventores investigaron la relación de la rugosidad superficial de la superficie de sellado, la presión, y la anchura en la dirección axial de la porción de contacto anular que recibe la presión con las propiedades de junta para una porción de junta de estanqueidad de metal a metal de una junta roscada mediante el siguiente método.

Una tubería de acero que tiene un diámetro externo nominal de 88,9 mm y un espesor de pared nominal de 6,45 mm y hecha de acero con bajo contenido de carbono para tuberías para pozos petrolíferos (L-80 de normas API) se preparó como una tubería de ensayo. Como se muestra en las Figuras 1 y 2, una rosca macho 1b y una superficie de sellado no roscada 1a para proporcionar contacto de plano a plano (una superficie cónica de sellado no roscada como la propuesta en la Patente de Estados Unidos N° 5.137.310) se formaron modificando la superficie periférica externa de ambos extremos de la tubería de ensayo (en su punta, en ambos extremos). La tubería de ensayo tenía una porción de apoyo 1c en cada extremo.

ES 2 277 619 T3

Un acoplamiento 2 hecho del mismo material como se ha descrito anteriormente para la conexión a la tubería de ensayo 1 tenía una rosca hembra 2b para ajuste roscado con la rosca macho 1b de la tubería de ensayo y una superficie de sellado no roscada 2a para apoyarse contra la superficie de sellado 1a de la tubería de ensayo formada sobre su superficie periférica interna en sus dos extremos. Tenía una porción de apoyo interna 2c para apoyarse contra la porción de apoyo 1c de la tubería de acero.

Las superficies de sellado no roscadas 1a y 2a de la tubería de ensayo 1 y el acoplamiento 2 se modificaron de manera que la rugosidad superficial R_y de cada una fue de aproximadamente $25\text{ }\mu\text{m}$, que se cree que es el límite superior de la rugosidad superficial R_y aplicada a una junta roscada habitual.

Las juntas roscadas para ensayo (denominadas en lo sucesivo “muestras”) que tienen una porción de junta de estanqueidad de metal a metal se prepararon uniendo una tubería de ensayo 1 a cada extremo de un acoplamiento 2 por ajuste roscado como se muestra en la Figura 1. En esta investigación, se prepararon ocho muestras A1-A8 ajustándose la cantidad de interferencia de la porción de junta de estanqueidad de acuerdo con la presión de manera que el valor de la proporción P_m/P_y de la presión media P_m en la porción de contacto anular (denominada en lo sucesivo “porción de contacto”) respecto a la presión interna de deformación P_y (denominándose en lo sucesivo la proporción P_m/P_y “proporción de presión media”) variada en incrementos de aproximadamente 0,5 en el intervalo de 1,0-4,5. Estas muestras se sometieron a un ensayo de sellado, y se investigaron las propiedades de junta. La interferencia de las roscas se hizo cero de manera que no tuviera influencia sobre la porción de junta de estanqueidad, y un ajuste roscado se detuvo cuando los salientes 1c se apoyaron (es decir, la cantidad de ajuste roscado de las roscas se ajustó mediante la detección de los soportes del momento de torsión).

La proporción de presión media P_m/P_y que se determinó por análisis usando el método de elementos finitos basado en las dimensiones medidas de cada porción de las porciones de junta roscada y los datos de las propiedades del material se muestran en la Tabla 1 y Figura 3 junto con la rugosidad superficial de las superficies de sellado, los resultados de el ensayo de sellado, y la anchura de contacto.

Como se muestra en la Figura 6, el ensayo de sellado se realizó manteniendo una presión interna prescrita de gas nitrógeno (presión de deformación en el extremo tapado: la presión de deformación interna de Von Mises P_y) durante una hora en el interior de una junta roscada de ensayo. Para detectar fugas de la junta roscada durante el ensayo, como se muestra en la figura, se proporcionó un casquillo 3 en la porción de extremo roscado en ambos extremos del acoplamiento 2, gas de fuga se condujo a través del casquillo 3 y un conducto 4 hacia el agua 5, y la aparición de fugas se determinó si se generaban o no burbujas de aire.

En los resultados del ensayo de sellado en la Tabla 1, el signo O indica que no se produjeron fugas durante una hora de ensayo, y el signo X indica que se produjeron fugas. De forma similar, en la Figura 3, el signo ● indica que no se produjeron fugas, y el signo X indica que se produjeron fugas. Como se muestra en la Figura 1, puede formarse una junta roscada en cada extremo de un acoplamiento, y se evaluó como X si se produjo una fuga en cualquiera de ellos.

La rugosidad superficial R_y de una muestra mostrada en la Tabla 1 y en la Figura 3 era el valor medido de la rugosidad superficial de las superficies de sellado de la tubería y el acoplamiento que se modificaron para que tuvieran una rugosidad superficial R_y de $25\text{ }\mu\text{m}$ (longitud medida: 0,5 mm, la media para las superficies de sellado en un total de 4 locaciones para la tubería y el acoplamiento de las dos juntas roscadas en ambos extremos del acoplamiento).

La anchura de contacto en la Tabla 1 es la anchura en la dirección axial de la porción de la porción de contacto para la que $P_s/P_y \geq 1$ y se determinó junto con la presión media P_m por el método de elementos finitos.

El método de evaluación y el método de medida descritos anteriormente se emplearon también para las Tablas 2, 3, y 5 y las Figuras 4-5.

TABLA 1

Nº de Muestra	Rugosidad superficial Ry (μm)	Proporción de presión media Pm/Py	Resultados del ensayo de sellado	Anchura de contacto* (mm)
A-1	24,3	4,0	O	1,30
A-2	25,1	3,2	O	1,17
A-3	25,7	2,6	X	1,05
A-4	25,2	1,6	X	0,84
A-5	24,9	3,4	O	1,21
A-6	24,1	1,3	X	0,77
A-7	23,5	1,9	O	0,91
A-8	25,2	4,3	O	1,32

* Anchura en la dirección axial de la porción de la porción de contacto para la que $P_s/P_y \geq 1$.

A partir de la Tabla 1 y la Figura 3, puede decirse que cuando la rugosidad superficial Ry de la superficie de sellado de la junta roscada es de $25 \mu\text{m}$, no se producen fugas si la proporción de presión media Pm/Py es al menos 3. Se piensa que no se produjeron fugas con la muestra A-7 porque resultó que la rugosidad superficial era la más pequeña. Por supuesto, se supone que las fugas tampoco se producen en el caso en el que la proporción de presión media Pm/Py es al menos 3 y la rugosidad superficial Ry es menor de $25 \mu\text{m}$.

Por consiguiente, puede concluirse que las fugas no se producen cuando la proporción de presión media Pm/Py es al menos 3 y la rugosidad superficial Ry de las superficies de sellado es como mucho $25 \mu\text{m}$. De forma similar, a partir de los resultados de análisis mediante el método de elementos finitos, se determinó que las fugas no se producen cuando la anchura en la dirección axial de la porción en la que la presión Ps en la porción de contacto es al menos la presión interna de deformación Py (es decir, la anchura de contacto en la Tabla 1) es generalmente al menos 1,0 mm, como se muestra en la Tabla 1.

De lo anterior, de acuerdo con un primer modo de la presente invención, haciendo que la proporción de presión media Pm/Py en la porción de contacto sea de al menos 3, la anchura en la dirección axial de la porción en la que $P_s/P_y \geq 1$ es de al menos 1 mm, y la rugosidad superficial media de ambas superficies de sellado al menos $25 \mu\text{m}$, las propiedades de junta en la porción de junta de estanqueidad de metal a metal pueden garantizarse con certeza.

A continuación, de la misma manera que como se ha descrito anteriormente excepto que la modificación se realizó de manera que la rugosidad superficial Ry de las superficies de sellado no roscadas de la tubería y el acoplamiento era de $12,5 \mu\text{m}$, se prepararon ocho muestras B-1 a B-8 ajustando la cantidad de interferencia de la porción de junta de estanqueidad de acuerdo con la presión de manera que la proporción de presión media Pm/Py varió en incrementos de aproximadamente 0,5 dentro del intervalo de 0,5 - 3. Estas se sometieron al mismo ensayo de sellado como se ha descrito anteriormente. El valor de la proporción de presión media Pm/Py que se determinó por análisis usando el método de elementos finitos basado en las dimensiones medidas y en los datos de propiedades del material de cada porción de junta se muestran junto con los resultados del ensayo de sellado, la rugosidad superficial, y la anchura de contacto en la Tabla 2 y en la Figura 4.

TABLA 2

Nº de Muestra	Rugosidad superficial Ry (μm)	Proporción de presión media Pm/Py	Resultados del ensayo de sellado	Anchura de contacto* (mm)
B-1	12,6	0,4	X	0,76
B-2	12,2	0,9	X	1,01
B-3	12,4	1,6	O	1,29
B-4	12,9	2,2	O	1,48
B-5	12,0	2,5	O	1,57
B-6	12,1	3,1	O	1,74
B-7	12,8	0,6	X	0,86
B-8	13,0	1,2	X	1,15

* Anchura en la dirección axial de la porción de la porción de contacto para la que $P_s/P_y \geq 1$.

A partir de la Tabla 2 y la Figura 4, puede decirse que cuando la rugosidad superficial Ry de las superficies de sellado de una junta roscada es de aproximadamente $12,5 \mu\text{m}$, no se produjeron fugas si la proporción de presión media Pm/Py era mayor de 1,5. Por supuesto, se supone que las fugas no se producen cuando la rugosidad superficial Ry es menor de $12,5 \mu\text{m}$ si la proporción de presión media Pm/Py es mayor de 1,5.

Si la rugosidad superficial Ry se aproxima al límite de cero, es decir, si se convierte en una superficie especular, las superficies de sellado se cierran herméticamente por completo, por lo que siempre y cuando se garantice una pequeña presión, no se producirán fugas. Es decir, según la rugosidad superficial Ry se aproxima al límite de cero, el valor de la proporción de presión media Pm/Py necesario para evitar fugas en la porción de junta de estanqueidad se aproxima al límite de 1.

Desde los tres puntos extremos ($P_m/P_y = 3$, $R_y = 25 \mu\text{m}$), ($P_m/P_y = 1,5$, $R_y = 12,5 \mu\text{m}$), y ($P_m/P_y = 1,0$, $R_y = 0$) obtenidos a partir de los resultados experimentales mostrados en la Tabla 1 y Tabla 2 y el límite sobre Ry, una ecuación de segundo orden usando la presión media Pm/Py y la rugosidad superficial Ry (μm) y que describe los límites para la presencia o ausencia de fugas es $P_m/P_y = 0,0032 \times R_y^2 + 1,0$.

En un segundo modo de la presente invención, pueden garantizarse las propiedades de junta si $P_m/P_y \geq 0,0032 \times R_y^2 + 1,0$. Sin embargo, en este modo también, la anchura de contacto (la anchura en la dirección axial de la porción de la porción de contacto en la que $P_s/P_y \geq 1$) se hace de al menos 1,0 mm.

En la ecuación anterior que describe condiciones, la proporción de presión media Pm/Py se usa como un índice porque la presión media Pm indica la fuerza de presión sobre la superficie de sellado por unidad de longitud o por unidad de área, y cuando la fuerza de presión de las superficies que tienen una rugosidad superficial una contra otra es grande, los huecos entre las superficies de contacto que se producen por la rugosidad superficial se aplastan y disminuyen, y se cree que las propiedades de junta de las superficies de sellado mejoran.

A continuación, de la misma manera a como se ha descrito anteriormente excepto que la modificación se realizó de manera que la rugosidad superficial Ry de las superficies de sellado no roscadas era un valor mayor (aproximadamente $30 \mu\text{m}$), se prepararon ocho muestras C-1 a C-8 ajustando la cantidad de interferencia de la porción de junta de estanqueidad de acuerdo con la presión de manera que la proporción de presión media Pm/Py varió en incrementos de aproximadamente 0,5 dentro del intervalo de 1,0 - 4,5, y estas se sometieron al ensayo de sellado como se ha descrito anteriormente. El valor de la proporción de presión media Pm/Py que se determinó por análisis usando el método de elementos finitos basado en las dimensiones medidas y en los datos de propiedades del material de cada porción de junta se muestra junto con los resultados del ensayo de sellado, la rugosidad superficial, y la anchura de contacto en la Tabla 3 y en la Figura 5.

TABLA 3

Nº de Muestra	Rugosidad superficial Ry (μm)	Proporción de presión media Pm/Py	Resultados del ensayo de sellado	Anchura de contacto* (mm)
C-1	30,2	1,1	X	1,63
C-2	29,7	1,7	X	1,80
C-3	29,9	2,1	X	1,91
C-4	30,5	2,4	X	2,07
C-5	30,1	2,9	O	2,11
C-6	29,6	3,6	O	2,13
C-7	30,7	3,8	X	1,27
C-8	29,5	4,2	O	2,21

* Anchura en la dirección axial de la porción de la porción de contacto para la que $P_s/P_y \geq 1$.

A partir de la Tabla 3 y la Figura 5, puede observarse que en el caso de que la rugosidad superficial Ry de las superficies de sellado sea de hasta $30 \mu\text{m}$, de acuerdo con el tercer modo de la presente invención, si la anchura en la dirección axial de la porción de contacto de la porción que recibe una presión Ps de al menos la presión interna de deformación Py (en la que $P_s/P_y \geq 1$) es al menos 2 mm y la proporción de presión media Pm/Py es al menos 3, las propiedades de junta pueden garantizarse con certeza.

Sin embargo, incluso con una junta roscada para tuberías de acuerdo con cualquiera de los modos anteriores de la presente invención, es fácil que ocurra la acción abrasiva si la proporción de presión media Pm/Py es demasiado grande. El límite superior de Pm/Py de manera que no ocurra la acción abrasiva depende del material y de si se realiza pretratamiento o no, aunque en general, el valor de Pm/Py es preferiblemente como mucho 5, y más preferiblemente es como mucho 4,5. Para evitar la acción abrasiva, es ventajoso ajustar la proporción de presión media Pm/Py próxima al límite inferior prescrito por la presente invención. Haciendo esto, incluso con un material o condiciones en las que tiene lugar fácilmente la acción abrasiva, hay una buena posibilidad de evitar la acción abrasiva con certeza.

En cualquier caso, como para la presión Ps, desde el punto de vista de resistencia a la acción abrasiva, se prefiere que la presión Ps no supere el límite de fluencia del material ($P_s/Y_s < 1$).

Dependiendo del material que forma la junta roscada y las condiciones de preparación, puede realizarse un tratamiento superficial apropiado sobre ambas roscas y las superficies de sellado no roscadas para conferir resistencia a la acción abrasiva. Algunos ejemplos de dicho tratamiento superficial son tratamiento con fosfato, tratamiento con lubricante sólido, recubrimiento electrolítico, y recubrimiento electrolítico basado en voladura de zinc. El tratamiento superficial puede realizarse sobre las roscar y las superficies de sellado no roscadas de una ambas, de la tubería de acero y el acoplamiento. Una grasa o aceite adecuado se aplica normalmente a una junta roscada antes de la preparación, pero dependiendo del tratamiento superficial, dicha aplicación puede no ser necesaria.

La forma de la porción de junta de estanqueidad de metal a metal de una junta roscada para tuberías de acuerdo con la presente invención puede ser una forma en la que las superficies de sellado formadas sobre la porción final de la tubería de acero y sobre el acoplamiento son ambas superficie cónicas, o una forma en la que una es una superficie curvada y la otra es una superficie cónica, una forma en la que ambas son superficies curvadas, o similares. Sin embargo, teniendo en cuenta la deformación del final de la tubería o del acoplamiento debido al ajuste roscado de la porción de junta de estanqueidad, es necesario satisfacer la condición descrita anteriormente sobre la anchura en la dirección axial de la porción de la porción de contacto en la que $P_s/P_y \geq 1$.

Ejemplos

Usando tuberías de ensayo y acoplamientos que tienen las mismas dimensiones y de los mismos materiales descritos anteriormente, se prepararon diversas juntas roscadas para ensayo (muestras), y las propiedades de junta se investigaron mediante el mismo ensayo de sellado descrito anteriormente.

ES 2 277 619 T3

Cada muestra se preparó de manera que la proporción de presión media P_m/P_y y la rugosidad superficial R_y de las superficies de sellado no roscadas 1a y 2a de la tubería de ensayo y el acoplamiento, respectivamente, tenían los valores mostrados en la Tabla 4. La cantidad de interferencia de las roscas se hizo cero de manera que no influyera sobre la porción de junta de estanqueidad, y la tirantez se detuvo cuando el saliente 1c se apoyó.

Como se muestra en la Figura 1, la muestra tenía dos tuberías de ensayo 1 teniendo cada una una rosca macho 1b y una superficie de sellado no roscada 1a formada sobre la superficie periférica externa de su extremo dispuesto en ambos extremos de un acoplamiento 2 que tiene una rosca hembra 2b y una superficie de sellado no roscada 2a formada sobre su superficie periférica interna en ambos extremos. Por consiguiente, cada muestra tenía dos porciones de junta roscada, y el número de identificación se hizo 1-A y 1-B, por ejemplo (la junta roscada en el lado A y en el lado B para la muestra N° 1).

Como se muestra en la Tabla 4, con algunas muestras, la rugosidad superficial R_y de las superficies de sellado de dos juntas roscadas A y B de la misma muestra eran diferentes entre sí. Sin embargo, los valores modificados de la rugosidad superficial R_y de las superficies de sellado de las tuberías y el acoplamiento en una única junta roscada eran iguales. La media de los valores medidos de la rugosidad superficial de la tubería y el acoplamiento para cada junta se muestra en la Tabla 5.

En cada muestra preparada, se realizó un ensayo de sellado en el que una presión interna (presión de deformación del extremo tapado: presión de deformación interna de Von Mises P_y) se mantuvo durante una hora de la manera descrita anteriormente para determinar las propiedades de junta. Los resultados se muestran en la Tabla 5 y en la Figura 7 junto con los resultados de la modificación de las tuberías de ensayo.

En la Tabla 5 y la Figura 7, los resultados de ensayo de sellado marcados con un * indican que la acción abrasiva ocurrió cuando la junta se aflojó después del ensayo de sellado. El "número de modo correspondiente" en Tabla 5 significa el número de uno de los modos descritos anteriormente de la presente invención.

La Figura 7 es un gráfico que representa la proporción de presión media P_m/P_y en las ordenadas y la rugosidad superficial R_y de las superficies de sellado en las abscisas. La curva mostrada por la línea discontinua en la figura indica $P_m/P_y = 0,0032 \times R_y^2 + 1,0$.

TABLA 4

N° de ID de Muestra	Rugosidad superficial R_y (μm)	Proporción de presión media P_m/P_y	N° de ID de Muestra	Rugosidad superficial R_y (μm)	Proporción de presión media P_m/P_y
1-A	15	3	5-B	5	0.5
1-B	20	3	6-A	30	4
2-A	25	3	6-B	30	5
2-B	30	3	7-A	25	2.5
3-A	15	2	7-B	25	1.5
3-B	15	1	8-A	20	2
4-A	10	2	8-B	12.5	1.5
4-B	10	1	9-A	7.5	1
5-A	5	2	9-B	3	1.5

ES 2 277 619 T3

TABLA 5

Nº de ID de la muestra	Rugosidad superficial Ry (μm)	Proporción de presión media Pm/Py	$0,0032 \times R_y^2 + 1$	Resultados del ensayo de sellado	Anchura de contacto ¹ (mm)	Número de modo correspondiente
1-A	14	2,9	1,63	O	1,68	(2)
1-B	19,5	3,1	2,22	O	1,11	(1)
2-A	24	3,0	2,84	O	1,13	(1)
2-B	28,5	3,1	3,60	O	2,10	(3)
3-A	15,5	1,9	1,77	O	1,35	(2)
3-B	16	1,1	1,82	X	1,10	comparativo
4-A	9	1,9	1,26	O	1,40	(2)
4-B	11	0,9	1,39	X	1,00	comparativo
5-A	6	2,1	1,12	O	1,51	(2)
5-B	4	0,5	1,05	X [‡]	0,80	comparativo
6-A	30	4,0	3,88	O	2,20	(3). (2)
6-B	32	5,2	4,28	O [‡]	2,31	(2)
7-A	26	2,6	3,16	X	1,04	comparativo
7-B	24	1,7	2,84	X	0,86	comparativo
8-A	19,5	1,8	2,22	X	0,89	comparativo
8-B	12,5	1,5	1,50	O	1,24	(2)
9-A	8	1,0	1,20	X	1,06	comparativo
9-B	3	1,6	1,03	O [‡]	1,30	(2)

[‡]: la acción abrasiva ocurre durante el aflojamiento

¹: la anchura en la dirección axial de la porción de la porción de contacto para la que $P_s/P_y \geq 1$.

A partir de la Figura 7 y la Tabla 5, se confirmó que con las muestras de junta roscada que satisfacen cualquiera de las condiciones de la presente invención (es decir, las muestras de la Tabla 5 distintas de los ejemplos comparativos), pueden garantizarse unas buenas propiedades de junta. Por otro lado, todas las muestras de junta roscada de los ejemplos comparativos que no satisfacían ninguna de las condiciones de la presente invención generaron fugas.

La acción abrasiva ocurrió con la Muestra con Nº de ID 9-B en lugar de por una pequeña proporción de presión media Pm/Py de 1,6 porque la rugosidad superficial era muy pequeña (3 μm).

De acuerdo con la presente invención, sin hacer la rugosidad superficial de la superficie de sellado excesivamente pequeña y prolongando de esta manera el tiempo de mecanizado o aumentando los costes de modificación o con las dificultades de prueba y error repetidas para encontrar un punto de compromiso entre los costes y las propiedades de junta, puede determinarse la menor rugosidad superficial necesaria para una presión que se aplica teniendo en cuenta la resistencia a la acción abrasiva, y puede obtenerse una junta roscada más racional y económica que tenga una junta de estanqueidad de metal a metal.

REIVINDICACIONES

1. Una junta roscada para tuberías que tienen una porción de junta de estanqueidad de metal a metal y que comprende una rosca macho (1b) y una superficie de sellado no roscada (1a) formada sobre un extremo de una tubería de acero, y una rosca hembra (2b) y una superficie de sellado no roscada (2a) formada sobre la superficie interna de un acoplamiento (2), engranándose de forma roscada la rosca hembra (2b) con la rosca macho (1b) y la superficie de sellado no roscada (2a) del acoplamiento que se apoya contra la superficie de sellado (1a) de la tubería de acero y que forma una porción de contacto anular,

caracterizada porque la rugosidad superficial R_y de las superficies de sellado no roscadas de la tubería de acero y el acoplamiento es como mucho $30\text{ }\mu\text{m}$,

y tras la preparación de la junta roscada, una porción de junta de estanqueidad de metal a metal formada en la que la presión media P_m de la porción de contacto anular satisface $P_m/P_y \geq 3$, y la anchura en la dirección axial de la porción que recibe una presión P_s que satisface $P_s/P_y \geq 1$ en la porción de contacto anular es al menos 2 mm o al menos 1 mm si R_y es como mucho $25\text{ }\mu\text{m}$, en la que P_y es la presión de deformación de la superficie interna de la tubería, la presión P_s es la fuerza por área unitaria aplicada en la dirección perpendicular a la superficie de sellado y la presión P_m se obtiene dividiendo la integral de la distribución de presión en la dirección axial en la porción de contacto anular a lo largo de la longitud en la dirección axial de la porción de contacto por la longitud de contacto.

2. Una junta roscada para tuberías de acuerdo con la reivindicación 1, en la que se satisface la siguiente ecuación:

$$P_m/P_y \geq 0,0032 \times R_y^2 + 1,0.$$

3. Una junta roscada para tuberías como se ha descrito en cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que la superficie final de la tubería de acero tiene una porción de apoyo (1c), y en consecuencia el acoplamiento también tiene una porción de apoyo (2c) que puede apoyarse contra la porción de apoyo final de la tubería de acero.

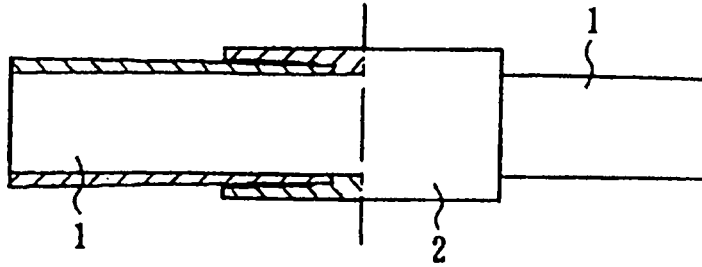


Fig. 1

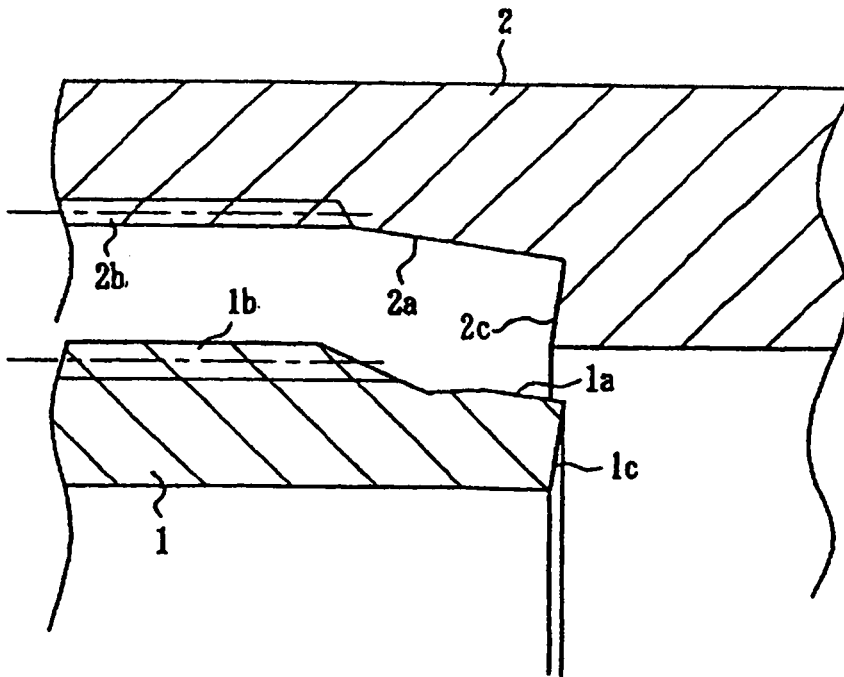


Fig. 2

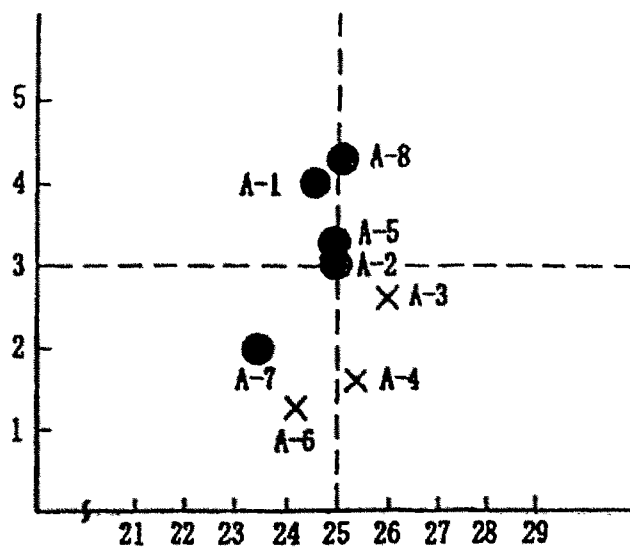


Fig. 3

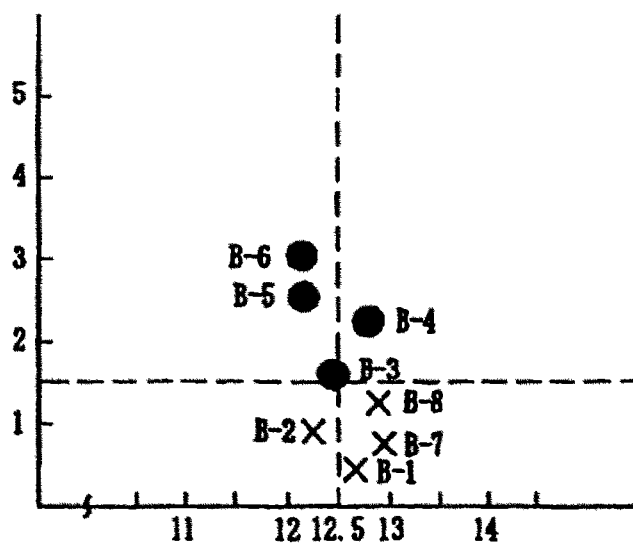


Fig. 4

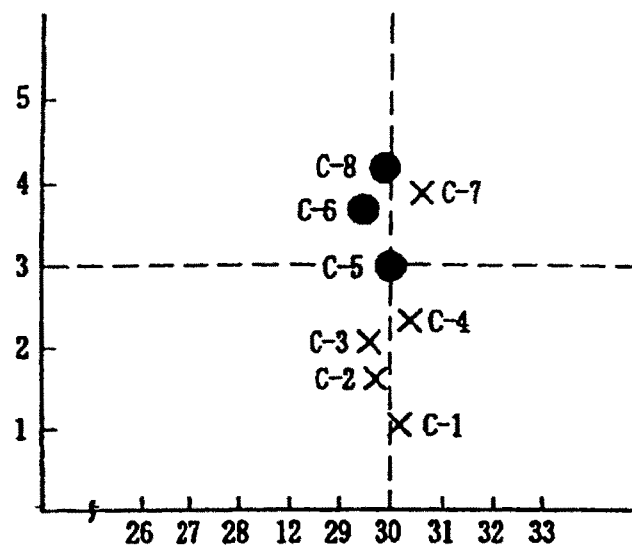


Fig. 5

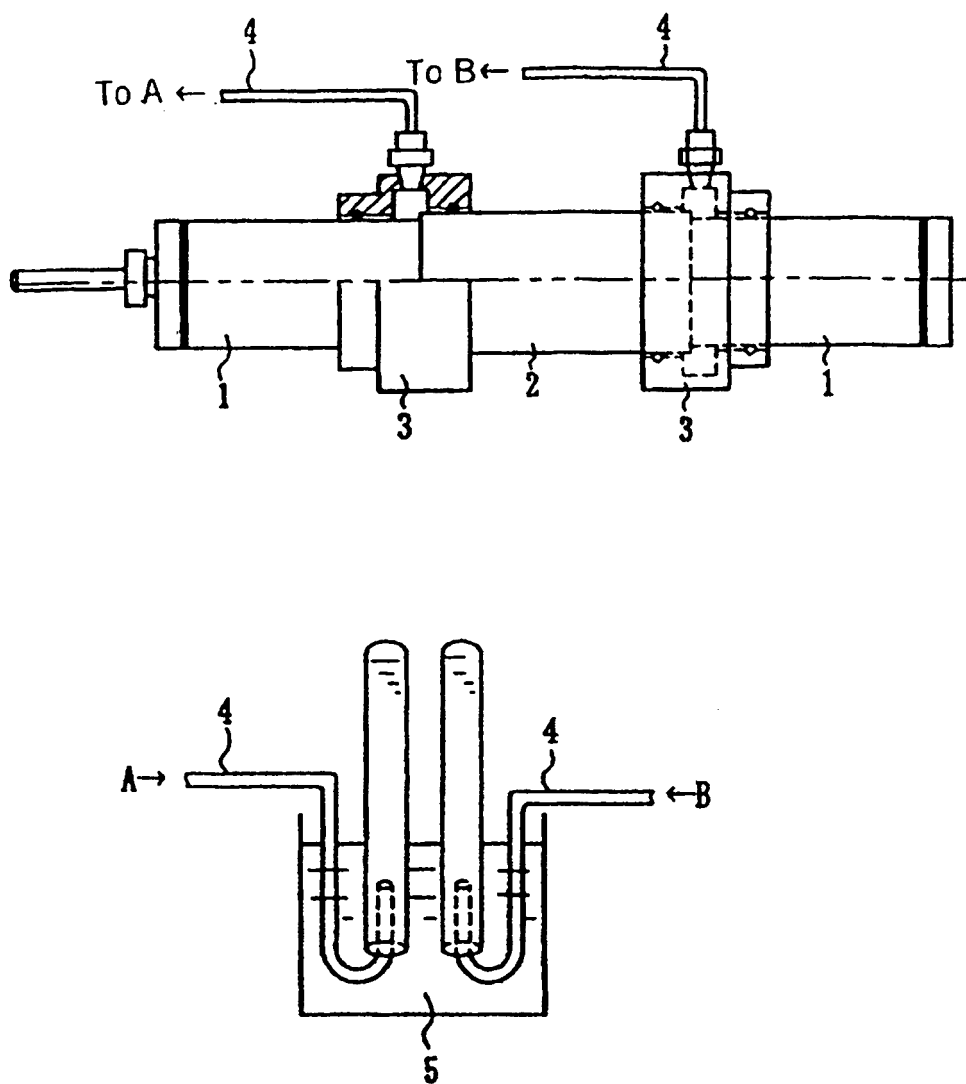


Fig. 6

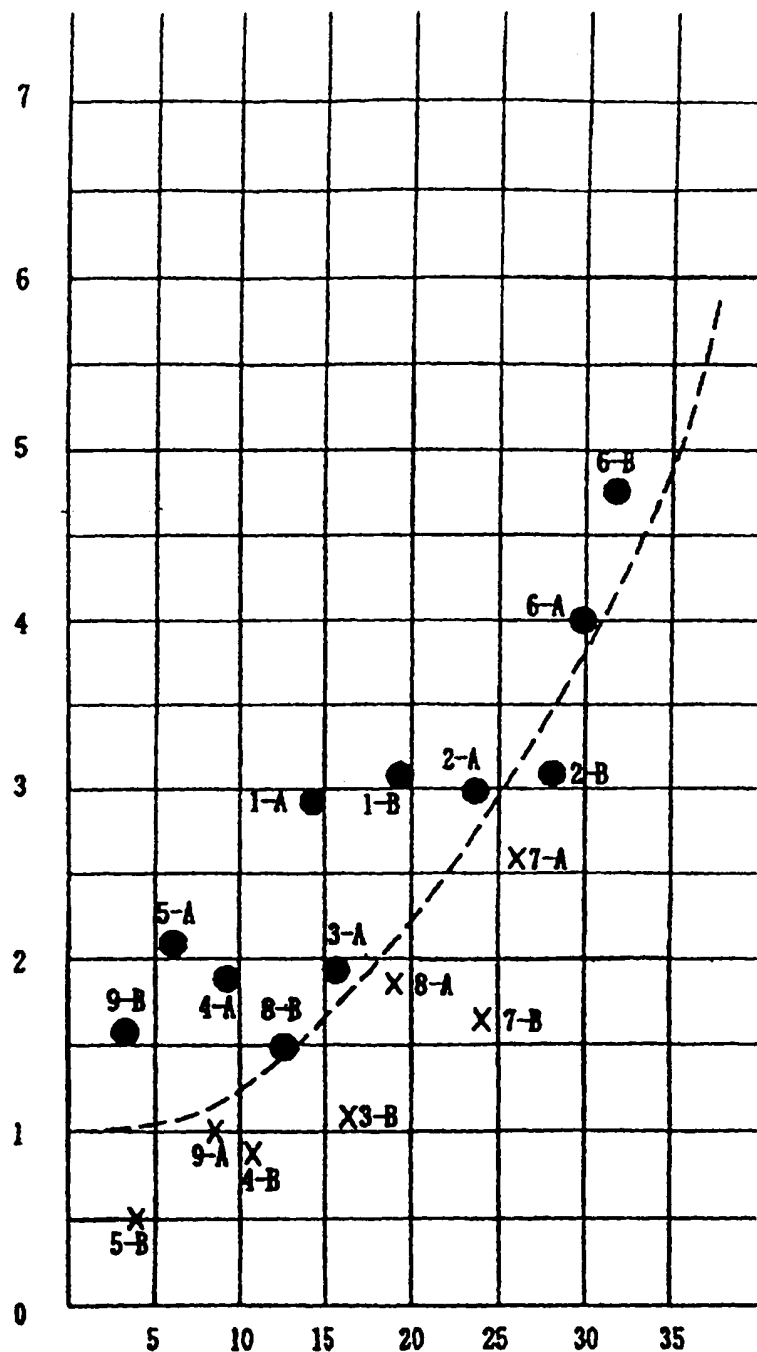


Fig. 7