

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial

(10) ES

(11)

NUMERO

471.276

(10) A1

(21)

FECHA DE PRESENTACION

29-6-78

(22)

AH



Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ESPAÑA

PATENTE DE INVENCION

(20) PRIORIDADES:	(22) FECHA	(23) PAIS
(21) NUMERO		
816,338	12-7-77	Estados Unidos

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B95K/621C	

(64) TITULO DE LA INVENCION
 METODO PARA SOLDAR TUBOS DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO.

(71) SOLICITANTE (S)
 GENERAL ELECTRIC COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
 1 River Road - Schenectady, New York 12305 - ESTADOS UNIDOS

(72) INVENTOR (ES)
 Rodney Elton Hanneman, de nacionalidad estadounidense.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE
 D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

La presente invención se refiere de manera general a la prevención de la corrosión y está relacionada más particularmente con un nuevo método de construcción de un tubo de acero austenítico destinado a ser utilizado en reactores nucleares, que consiste en soldar conjuntamente tramos de tubo in situ sin aumentar sustancialmente la tendencia del conjunto a la fisuración por tensocorrosión, y la invención está igualmente relacionada con el nuevo conjunto de tubos soldados a tope resultantes.

Desde hace mucho tiempo se reconoce que la fisuración por tensocorrosión de las zonas afectadas por el calor de la soldadura en los tubos de acero inoxidable utilizados en reactores nucleares constituye un problema importante. Uno de los procedimientos propuestos hasta la fecha para aportar una solución a este problema, el método de soldadura de recrecimiento o de soldadura hacia atrás descrito y reivindicado en la Patente de los Estados Unidos No. 4.049.186, parece tener como principal mérito el de reducir la tendencia a la fisuración por tensocorrosión en las instalaciones de tubo existentes, particularmente porque evita la necesidad de cortar segmentos de tubo o incluso abrir la tubería. Sin embargo, existe todavía la necesidad de un método o de unos medios para construir in situ un conjunto de tubos soldados o para reparar una soldadura deteriorada, que no necesita las operaciones de inspección especiales ni las precauciones que han de ser empleadas con la soldadura de recrecimiento u otros procedimientos parecidos para obtener una protección contra la fisuración por tensocorrosión en las condiciones de funcionamiento de los reactores nucleares, permitiendo sin embargo, en gran parte, la utilización de las existencias disponibles de tubo de acero

inoxidable potencialmente susceptible a este tipo de corrosión.

La presente invención satisface la necesidad ex
puesta más arriba porque permite la construcción in situ de
5 tuberías de acero inoxidable soldadas que presentan la resis-
tencia adecuada a la fisuración por tensocorrosión sin las pre-
cauciones y limitaciones especiales de los procedimientos de
la técnica anterior tales como la soldadura de recrecimiento,
lo que permite utilizar en gran parte las existencias disponi-
10 bles de tubo de acero inoxidable potencialmente susceptible a
este tipo de corrosión.

Además, este nuevo resultado se obtiene de mane-
ra relativamente cómoda y económica sin necesitar ningún adies-
tramiento especial o suplementario in situ y necesitando como
15 operaciones suplementarias en su modo de realización preferido
solamente la soldadura y el termotratamiento de solubilización
en la fábrica de tubos.

Los nuevos conceptos que permiten obtener este
nuevo resultado consisten esencialmente en reducir tanto los
20 esfuerzos aplicados como los esfuerzos residuales en la región
de diámetro interno de la zona afectada por el calor de la sol-
dadura, con el fin de reducir notablemente el comportamiento
de sensibilización local, y aumentar mucho el factor de inten-
sidad de esfuerzos crítico que se necesita para la iniciación
25 de la fisuración por tensocorrosión intergranular en el tubo
dentro de cada una de estas zonas afectadas por el calor de la
instalación del tubo. Estos conceptos se llevan a la prácti-
ca de acuerdo con la invención utilizando piezas en forma de
manguito con una nueva combinación de forma y material, sol-
30 dando a tope estas piezas en las extremidades de cada tramo

de tubo, y uniendo los subconjuntos resultantes los unos con los otros extremo con extremo utilizando unas soldaduras efectuadas entre piezas en forma de manguito opuestas para obtener el nuevo conjunto de tubo de acero inoxidable resistente a la fisuración por tensocorrosion.

Las piezas en forma de manguito que se describen más particularmente están hechas con una aleación de acero inoxidable preferentemente menos sensible que la aleación sustancialmente menos costosa que se utiliza corrientemente para la fabricación de los tramos de tubo de acero inoxidable destinados a ser utilizados en tubería de agua de reactores nucleares. Igualmente, la aleación de la pieza en forma de manguito es una aleación compatible, en las condiciones de funcionamiento normales de los reactores, con la aleación de los tramos de tubo asociados y al mismo tiempo tiene un límite aparente de elasticidad igual o preferentemente superior al que es necesario para el acero inoxidable del tubo de base. Además, estas piezas en forma de carrete están hechas cada una de modo que tengan una porción relativamente corta con espesor de pared más importante adyacente a una extremidad donde la soldadura que une el subconjunto de pieza en forma de carrete y tramo de tubo con otro subconjunto idéntico debe realizarse en el emplazamiento de instalación de la tubería. En la práctica, los beneficios especiales que se obtienen mediante la utilización de piezas en forma de manguito hechas con este material son máximas cuando se da al espesor de la pared más gruesa un valor aproximadamente doble del espesor del tramo de tubo standard (es decir aproximadamente 19,05 mm - 0,75 pulgada - para un tubo tipo 80 de 101 mm - 4 pulgadas -) y terminando la porción ensanchada por una superficie pseudocónica destinada a en

5 trar en contacto con el metal de la soldadura de unión del sub
conjunto con el tubo de base. Unos ejemplos de aleaciones que
tienen una utilidad particular en la fabricación de las piezas
en forma de manguito incluyen la aleación 316LN (con un lími-
te aparente de elasticidad igual o superior al que se necesi-
ta para el acero inoxidable 304), las aleaciones 304LN y 347LN
(calidades que satisfacen el criterio de dicha aleación 316N),
las aleaciones 304L y 347L tratadas para que tengan un tamaño
de grano suficientemente pequeño para conseguir un límite apa-
10 rente de elasticidad igual o superior al del material 304, y
aceros inoxidables dobles con niveles de ferrita incluidos en-
tre 8 y 13%.

15 Como se ha indicado más arriba, otra caracterís-
tica de la presente invención consiste en el tratamiento tér-
mico de cada subconjunto constituido por un tramo de tubo y
una pieza en forma de manguito, antes de su utilización para la
construcción de una instalación de tubería. En realidad, esta
operación incluye un recocido por solubilización seguido por
un enfriamiento rápido con el fin de eliminar la sensibiliza-
20 ción que resulta de la operación de soldadura realizada en la
fábrica. Este procedimiento elimina también cualquier esfuer-
zos residuales debidos a soldadura y operaciones de mecaniza-
ción en las regiones soldadas anteriormente.

25 Otra característica de la invención, en su modo
de realización preferido, consiste en mantener el líquido de
refrigeración en contacto con la superficie interna del conjun-
to de tubos y en particular con las piezas en forma de man-
guito, mientras se efectúa la soldadura de los subconjuntos
los unos con los otros después de terminar la pasada de solda-
30 dura raíz.

En general, el método según la invención incluye las operaciones que consisten en situar en cada extremidad de cada tramo de tubo una pieza en forma de manguito realizada separadamente con un espesor de pared notablemente más importante en su extremidad libre, en colocar los subconjuntos resultantes con las piezas en forma de manguito en contacto a tope para formar una cavidad anular entre cada par de piezas en forma de manguito opuestas, y finalmente en soldar los subconjuntos los unos con los otros formando metal de soldadura fundido en cada cavidad, y dejando que el metal de la soldadura se solidifique en contacto con las superficies pseudocónicas de las piezas en forma de manguito. A continuación estos subconjuntos constituidos cada uno por una pieza en forma de manguito y un tramo de tubo se someten a una operación de recocido por solubilización para desensibilizar las zonas afectadas por el calor de sus soldaduras respectivas.

El conjunto de tubos según la presente invención que se describe aquí incluye una pluralidad de subconjuntos de tramo de tubo y pieza en forma de manguito del tipo descrito más arriba, en los cuales las piezas en forma de manguito están dotadas cada una de una porción de extremidad con un diámetro interno y un espesor de pared sustancialmente idénticos a los de los tramos de tubo y otra porción de extremidad que tiene el mismo diámetro interior pero un diámetro externo sustancialmente más importante y una pared sustancialmente más gruesa y con un contorno de forma ahusada desde la extremidad libre abierta definida por una superficie plana generalmente pseudocónica. Además, los tramos de tubo de base de este conjunto consisten en acero inoxidable potencialmente sensible a la fisuración por tensocorrosión, tal como el acero tipo 304,

mientras que las piezas en forma de manguito y el metal de la soldadura están hechos de acero inoxidable menos sensible a la fisuración por tensocorrosión aunque de límite aparente de elasticidad por lo menos comparable, respectivamente...

5 Las principales características nuevas y ventajas de la invención se ilustran en los dibujos adjuntos que forman parte de la presente Memoria, y en los cuales:

La figura 1 es una vista en sección transversal diagramática de una unión de tubo de acero inoxidable soldada que representa la relación entre la soldadura y su zona afectada por el calor en las superficies interna y externa del tubo;

La figura 2 es una vista en sección longitudinal parcial de un subconjunto de trozo de tubo - pieza en forma de manguito, que representa la zona afectada por el calor de la soldadura;

La figura 3 es una vista idéntica a la figura 2, de dos subconjuntos tratados por recocido de solubilización, dispuestos con un anillo de Grinnel entre las piezas en forma de manguito opuestas con el objeto de preparar los elementos para soldarlos conjuntamente;

La figura 4 es una vista idéntica a la figura 3 que representa la soldadura que une las piezas en forma de manguito opuestas y las zonas afectadas por el calor de la soldadura en las piezas en forma de manguito en el caso de una operación de soldadura normal con refrigeración por aire; y

La figura 5 es una vista similar a la figura 4, que representa el efecto, sobre las zonas afectadas por el calor de la soldadura, del líquido de refrigeración en contacto con la superficie interna de las piezas polares mientras se

efectúa la soldadura de los subconjuntos el uno con el otro.

Como se describe en la Patente de los Estados Unidos No. 4.049.186 mencionada más arriba, el perfil de la soldadura (debido a la geometría de la soldadura y al refuerzo localizado de la deformación por contracción de la soldadura) parece afectar la configuración de los esfuerzos del diámetro interno a través de la región soldada de una unión entre tubos. Por ejemplo, como se representa en la figura 1, un tubo soldado típico A de 101,6 mm (4 pulgadas) hecho de a 5 cero inoxidable 304 presenta un material B de cordón de soldadura hecho de acero inoxidable 308 y una banda T sensibilizada alfa de la zona de soldadura B afectada por el calor. En 10 la superficie del diámetro interno del tubo, la banda C se extiende un poco más allá del perfil de soldadura o de la zona de coacción reforzada del cordón de la soldadura y, por tanto, cuando se aplica un esfuerzo axial elevado típico o un es- 15 fuerzo de flexión apropiado puede existir una región de coacción elevada coincidente con la superficie descubierta del material sensibilizado de manera relativamente elevada, en el ca- 20 so de tubos de un tamaño inferior a un tamaño determinado. Cuando el tubo A está sometido a un ciclo de servicio suficientemente intenso y a condiciones del reactor de agua hirviente suficientemente agresivas, se produce una fisuración por ten- 25 socorrosión del tubo A. En el caso de acero inoxidable austenítico del tipo 80, los tamaños de tubo iguales o inferiores a 30,48 cm (12 pulgadas) de diámetro son susceptibles a fallos de este tipo.

En el caso de la figura 2, el tubo E de las mismas dimensiones y de la misma aleación que el tubo A está soldado a tope a la pieza en forma de manguito F de acero inoxi- 30

dable 316 o de un acero inoxidable menos susceptible, por medio de la soldadura G de acero inoxidable 308. El tubo E presenta una zona sensibilizada H, y la pieza en forma de manguito F tiene una zona similar afectada por el calor J y, conjuntamente, estas zonas, lo mismo que la banda sensibilizada C se extienden más allá de la zona de coacción del cordón de soldadura G en las superficie sinternas del tubo y de la pieza en forma de manguito. De acuerdo con el modo de realización preferido del invento, sin embargo, este subconjunto K que se prepara adecuadamente en la fábrica en lugar de realizarse in situ, se somete a un recocido por solubilización y se enfría rápidamente para eliminar la sensibilización de esta soldadura del subconjunto. En cualquier caso, los subconjuntos K y K' así desensibilizados se ensamblan in situ como se representa en la figura 3 y a continuación se unen íntegramente por medio de una soldadura M que se realiza llenando la cavidad anular definida por las superficies extremas opuestas de las piezas en forma de manguito F y F' de los subconjuntos K y K', respectivamente.

Las piezas en forma de manguito F y F' tienen sustancialmente la misma forma y las mismas dimensiones, y cada una de ellas tiene un diámetro interno idéntico al de los tramos de tubo E y E' y tiene una porción de extremidad con un espesor de pared que se adapta al de estos últimos tramos. La otra parte extrema de la pieza en forma de manguito tiene, en cada caso, un diámetro externo superior al diámetro externo de la extremidad unida al tramo de tubo, siendo aproximadamente doble o más. La superficie extrema libre de cada una de estas piezas en forma de manguito tiene generalmente una forma pseudocónica de tal manera que se obtenga entre los

subconjuntos una cavidad adecuada W destinada a recibir el metal de la soldadura. Se observará igualmente que las piezas en forma de manguito tienen una forma tal que la parte de sección transversal ensanchada se extiende más allá de la zona afectada por el calor en el diámetro interno de cada pieza en forma de manguito, con una forma ahusada hacia la porción de extremidad de menor sección transversal.

Cualquier número de subconjuntos de este tipo pueden ser soldados a tope conjuntamente de la manera ilustrada en los dibujos, para realizar la instalación de tubería deseada y este trabajo se realizará de manera muy adecuada in situ, es decir en el lugar de la instalación, utilizando subconjuntos preparados en la fábrica donde se produce el tubo.

En el caso de la figura 5, se entenderá que el agua puede fluir a través del conjunto de tubo como en el funcionamiento normal de la tubería del reactor, o que puede suministrarse bajo la forma de una pulverización orientada contra la superficie interna del tubo en la región donde debe aplicarse la soldadura que une los subconjuntos, aunque preferentemente, para evitar la formación de bolsas de vapor y obtener una mejor transferencia del calor, esta soldadura no se realiza cuando el agua situada en esta región no está circulando. En casos especiales pueden utilizarse otros refrigerantes fluidos no agresivos en el diámetro interno del tubo durante la operación de soldadura. Como consecuencia de esta operación, la zona afectada por el calor en la región de la superficie interna del tubo se elimina o se reduce sustancialmente.

Para ilustrar más detalladamente las caracterís

licas especiales y las ventajas de la presente invención, sin limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas, en lo que sigue se da un ejemplo detallado de la puesta en práctica de la presente invención.

5

EJEMPLO

Con el objeto de verificar el concepto de la invención, se fabricaron ocho subconjuntos a partir de ocho tubos de acero inoxidable 304 de 101,6 mm (4 pulgadas) de diámetro, y ocho piezas en forma de manguito de acero inoxidable 316 del mismo diámetro interior que el tubo y con la forma y las dimensiones descritas detalladamente más arriba y que se ilustran en las figuras 2-5. En estas condiciones, la extremidad más pequeña de cada pieza en forma de manguito se unió por soldadura a tope con una extremidad de su tramo de tubo utilizando anillos de Grinnel y metal de relleno de acero inoxidable 308L y un arco de tungsteno en gas (argon). Después los subconjuntos se sometieron durante una hora a la temperatura de 1.100°C en argon y se enfriaron en agua durante 10 segundos y después se sumergieron durante 4 minutos en una solución constituida por 5% de ácido fluorhídrico, 30% de ácido nítrico y 60% de agua, a la temperatura ambiente, y se enjuagaron, se frotaron con cepillos de fibras y finalmente se sumergieron de nuevo en la solución ácida durante 4 minutos y se enjuagaron con agua. A continuación se dispusieron los subconjuntos en cuatro pares con un anillo de Grinnel de acero 308L situado entre las superficies extremas opuestas de cada pieza en forma de manguito para obturar el acceso lateral al paso a través del conjunto. Dos de los pares ensamblados se unieron con soldaduras utilizando un arco de tungsteno en gas en primer lugar para sujetar el anillo de Grinnel en su sitio

10

15

20

25

30

mientras se enfriaban las superficies internas de las piezas en forma de manguito con una circulación de gas argón de protección, y a continuación para fundir el anillo de Grimmel y aplicar el segundo cordón de capa de soldadura con un alambre de relleno de acero 308L de 2,38 mm (3/32 pulgadas). La unión de las piezas en forma de manguito se completó a continuación en cada caso mediante la aplicación de una serie de capas de metal de soldadura 308L utilizando un soldador de arco con protección del metal.

Los otros dos pares ensamblados se unieron idénticamente con soldaduras utilizando la misma técnica así como los mismos materiales y el mismo equipo salvo que durante las segunda y siguientes operaciones de soldadura de capa las superficies internas de las piezas en forma de manguito opuestas se sometieron a una pulverización con agua utilizando un dispositivo de enfriamiento móvil.

Uno de los primeros dos conjuntos del tipo descrito más arriba se sometió a un tratamiento térmico de sensibilización a baja temperatura consistiendo en calentarlo a 500°C en gas argón durante 24 horas y en dejar que se enfriara en el horno. De la misma manera, uno de los segundos pares de conjuntos se calentó a 500°C en gas argón durante aproximadamente 40 horas y se dejó que se enfriara en el horno. Estos tratamientos de sensibilización a baja temperatura son conocidos por su eficacia en la verificación acelerada de cualquier susceptibilidad a la fisuración por tensocorrosión intergranular.

Los cuatro pares están sometidos actualmente a una serie de pruebas aceleradas destinadas a determinar sus características y la formación de fisuración por tensocorro-

si3n, y los resultados preliminares indican que los primeros dos conjuntos demuestran ser superiores a los tubos de acero inoxidable soldados de las instalaciones de la t3cnica anterior, salvo la soldadura del tipo de recrecimiento complementaria que sirve para prolongar la vida de las soldaduras existentes y que se menciona en la Patente de los Estados Unidos No. 4.049.186.

En resumen, la presente Patente de invenci3n que se solicita deber3 recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1.) M3todo para soldar tubos de acero inoxidable austen3tico los unos con los otros sin aumentar sustancialmente la tendencia a la formaci3n de fisuraci3n por tensocorrosi3n del conjunto de tuberia resultante, caracterizado por que incluye las operaciones que consisten en situar en cada extremidad de cada tramo de tubo una pieza en forma de manguito separada que tiene una porci3n de extremidad libre de secci3n transversal radial sustancialmente m3s importante y una superficie generalmente pseudoc3nica y que tiene otra porci3n de extremidad sujeta en la prolongaci3n del tramo de tubo, en situar dos subconjuntos de este tipo con las porciones de extremidad libre de sus piezas en forma de manguito enfrentadas para definir una cavidad anular entre los subconjuntos, y en soldar conjuntamente los dos subconjuntos llenando sustancialmente la cavidad anular con metal de soldadura.

2.) M3todo seg3n la reivindicaci3n 1, caracterizado porque cada pieza en forma de manguito se sujeta por soldadura a tope a su tramo de tubo correspondiente, y porque el subconjunto constituido por la pieza en forma de manguito y el tramo de tubo se somete a continuaci3n a un recocido por

solubilización.

5 3.) Método según la reivindicación 2, caracterizado porque las piezas en forma de manguito están hechas de acero austenítico que presenta una menor susceptibilidad a la tensocorrosión que el material del tubo principal, y porque las piezas en forma de manguito tienen sustancialmente el mismo diámetro interior que los tramos de tubo y están dispuestos coaxialmente con relación a los tramos de tubo correspondientes.

10 4.) Método según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado porque los tramos de tubo están hechos de acero inoxidable tipo 304, y porque el metal de soldadura está hecho de acero inoxidable tipo 308.

15 5.) Método según las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque los tramos de tubo están hecho de acero inoxidable tipo 304, las piezas en forma de manguito están hechas con un acero inoxidable menos susceptible que el metal del tubo de base incluyendo 316L, 316LN, 304L, 304LN, 347L, 321L, y porque el método incluye la operación que consiste
20 en soldar a tope las piezas en forma de manguito con las extremidades abiertas de los tramos de tubo.

25 6.) Método según las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque los subconjuntos constituidos por la pieza en forma de manguito y el tramo de tubo se sitúan con un anillo de Grinnel entre las porciones extremas libres opuestas de las piezas en forma de manguito y se funden para cerrar el paso a través del conjunto, y porque se hace fluir líquido refrigerante en contacto con las superficies internas de las piezas en forma de manguito durante las siguientes
30 pasadas de soldadura mientras se efectúa la soldadura de los

subconjuntos el uno con el otro.

7.) Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
METODO PARA SOLDAR TUBOS DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO.

5


Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de quince páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 29 de junio de 1.978

BERNARDO UNGRIA

p.p.

10

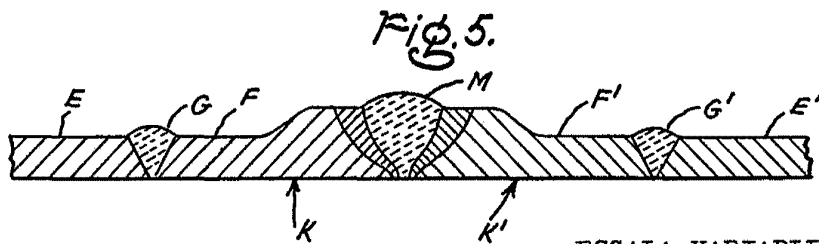
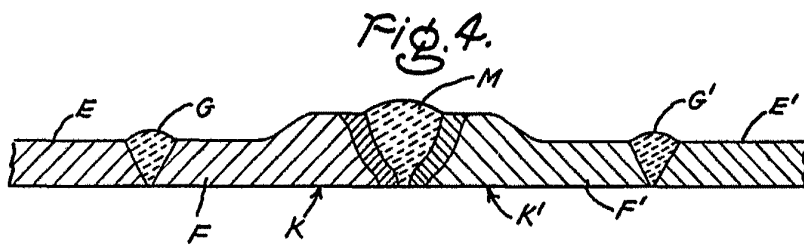
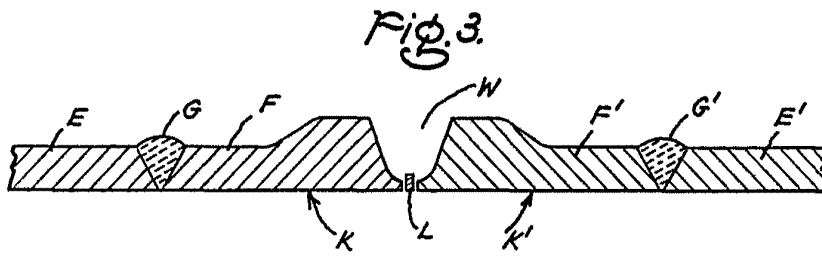
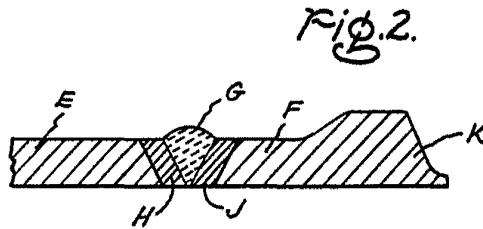
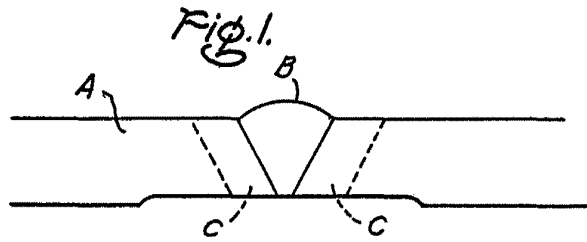


15

20

25

30



ESCALA VARIABLE
Madrid, 29 junio 1.978
- BERNARDO UNGRIA
p.p.