



310275

P A T E N T E

D E

I N T R O D U C C I O N

a favor de SUSTAN, S.A., entidad española, domiciliada en Barcelona, Avda. Puerta del Angel, 40, por "PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA TERMICA".

- . -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere de forma general a un procedimiento para la soldadura térmica de metales y otros materiales termoplásticos.

5. Aunque la unión de metales no férricos comunes es relativamente fácil, la unión de aluminio con aluminio, y de aluminio con otros metales es algo más difícil. Esto ha retardado la substitución de otros metales no férricos por el aluminio donde se requieren muchas uniones seguras, como la unión entre tubos y a otros recipientes para sistemas de refrigeración y otras aplicaciones. Ya que el coste
- 10.



300275

de otros metales no férricos comunes ha aumentado mucho más rápidamente que el del aluminio, es urgente tener disponibles métodos mejores y más económicos de hacer nuevas y mejores uniones para unir tubos de aluminio, y recipientes y tubos de aluminio y depósitos a tubos de otro metal.

5.

Estos objetos y otros se consiguen en la primera forma representada en que los extremos de los tubos son telescópicos y están firmemente fijos en un molde apropiado.

Quando están fijos así, se hace girar a gran velocidad y

10.

se fuerza a través del tubo una herramienta rotatoria de diámetro substancialmente igual al diámetro interior del tubo en los lados opuestos de la junta, para generar calor por fricción y expulsar las porciones superpuestas de la unión para producir un ánima substancialmente lisa, y por el calor y presión resultante hacia fuera, fundir y soldar las porciones superpuestas de tubo en una unión hermética al gas. Puede usarse calor externo para acelerar el proceso de soldado.

15.

En una segunda forma de <sup>la</sup> invención, se hace girar alrededor del tubo una herramienta hueca en contacto con la superficie exterior del extremo acampanado para calentar y presionar por fricción el extremo acampanado convirtiéndolo en una junta soldada con un recipiente u objeto similar.

20.

Quando se sueldan por fricción de la forma indicada metales como acero inoxidable y aluminio, las altas presiones y temperaturas resultantes aplicadas en el área de soldadura pueden hacer que la pieza de aluminio se rompa junto al área de soldadura.

25.



310275

- También puede haber un exceso de aluminio rechazado o desplazado a causa de su menor resistencia al calor. Además, los materiales de diferentes puntos de fusión, conductividades, difusividades u otras propiedades, pueden ser
5. difíciles de soldar y los materiales frágiles pueden agrietarse, astillarse o desconcharse en la soldadura a fricción convencional. Por tanto otro objeto de esta invención es proveer un método por el que el aluminio pueda ser satisfactoriamente soldado por fricción al acero, el acero inoxidable
  10. pueda ser soldado al molibdeno, el circonio pueda ser soldado al acero o al acero inoxidable, el metal monel pueda soldarse por fricción al aluminio, y puedan unirse otros metales distintos.

- Otra característica de esta invención es la soldadura por fricción de piezas de materiales distintos interponiendo entre las piezas un delgado depósito electrolítico o lámina de un material soluble en los dos materiales distintos y preferiblemente de un punto de fusión intermedio de modo que la soldadura resultante tiene un área en
15. que la delgada capa interpuesta puede no quedar en estado puro, sino que esté aleada o dispersa en los materiales distintos de las piezas soldadas.
  - 20.

- Otra característica de esta invención es la unión de cerámica a metales rociando a la llama una superficie cerámica intermedia sobre el extremo de contacto de
25. la barra metálica, y usando el área cerámica agregada como la superficie de soldadura para unir una segunda cerámica, por ejemplo óxido de aluminio a la primera pieza de metal.



300975

Muchos otros objetos, ventajas y características de la invención residen en la práctica de esta invención como se verá en la siguiente descripción y dibujos en los que:

- La figura 1 es una vista, parcialmente diagramática, que muestra los extremos telescópicos de dos tubos en un molde montado en un taladro vertical provisto de una herramienta rotatoria para soldar los extremos de los tubos;
5. la figura 2 es una vista similar a la figura 1 mostrando la herramienta en el tubo formado la junta soldada: la figura 3 es una vista aumentada en sección que muestra la junta acabada;
10. la figura 4 es una vista en alzado parcialmente diagramático, de una segunda forma de la invención, en la que el extremo acampanado del tubo se hace girar para formar una junta con un recipiente: la figura 5 es una vista en sección de la junta acabada;
15. la figura 6 es una vista en sección de la junta acabada después de la expansión hidráulica del recipiente; la figura 7 es un gráfico de presiones y de velocidades relativas, mostrando las zonas en las cuales la soldadura a fricción puede ser mejor realizada;
20. la figura 8 es una vista del extremo de una pieza de trabajo que debe ser soldada a fricción; la figura 9 es una vista lateral de dos piezas de trabajo que deben ser soldadas a fricción; la figura 10 es una vista lateral de dichas dos piezas, una de las cuales gira con relación a la otra, estando ambas afectadas en su zona de separación de un ciclo de soldadura a fricción;
25. la figura 11 es una vista lateral de las mismas cuando el ciclo de soldadura a fricción ha terminado; las figuras 12 y 13 son secciones longi-

340275



- tudinales de fragmentos de dos piezas de trabajo soldadas a fricción mostrando la zona de soldadura y el prensado tal como aparece generalmente, cuando dichas piezas de trabajo son soldadas a fricción por el procedimiento habitual; la figura 14 es una sección longitudinal de un fragmento de dos piezas soldadas a fricción mostrando la zona de soldadura y el prensado, tal como aparece cuando las piezas son soldadas a fricción de acuerdo con la presente invención; la figura 15 es un gráfico de la potencia requerida con relación a la duración de la soldadura en segundos para un ciclo habitual de soldadura a fricción y por el procedimiento de la invención, la figura 16 es un gráfico del par requerido con relación a la duración de la soldadura para un ciclo habitual de soldadura a fricción y por el procedimiento de la presente invención y, la figura 17 es un gráfico de la presión aplicada a las dos piezas de trabajo con relación a la duración de la soldadura en segundos para un ciclo habitual de soldadura a fricción de acuerdo con la presente invención; la figura 18 es una vista lateral de dos piezas antes de ser soldadas a fricción; las figuras 19 y 20 muestran las piezas siendo desengrasadas antes de la soldadura por fricción; la figura 21 muestra una cara de una pieza siendo decapada con chorro de arena; la figura 22 muestra la cara decapada de una pieza siendo recubierta a la llama rociada; la figura 23 muestra la superficie decapada de una pieza siendo recubierta electrolíticamente; la figura 24 muestra la superficie decapada de una pieza siendo recubierta por laminación; la figura 25 muestra dos piezas sol-
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.

300975-2



dadas por fricción, y la figura 26 es una sección longitudinal aumentada a través de la zona de soldura de dos piezas, que muestra la estructura en el área de soldadura.

- Haciendo ahora referencia a los dibujos y más particularmente a la figura 1, se muestra parcialmente en forma diagramática por causas de ilustración de un método para desarrollar la invención, utilizando un taladro vertical provisto de un eje rotatorio que tiene un mandril de sujeción -1- en su extremo inferior. El eje está montado giratorio en el alojamiento del eje -2-, provisto de una cremallera -3- que coopera con un piñón -4- que se hace girar por la manivela -5- para elevar y bajar el alojamiento-2- del eje y el mandril -1-. Las partes restantes del taladro son convencionales y no se representan por esta razón. El mandril -1- sostiene una herramienta rotatoria -6- que tiene un extremo -7- perforante y expulsor con un contorno tal que pueda expulsar el metal hacia afuera. El diámetro exterior de esta herramienta -6- debe ser ligeramente inferior al diámetro interior del tubo más allá de la junta.

- Para ilustrar la invención se ha mostrado una pieza superior de tubo -8- que puede ser de cobre o aluminio, y una pieza inferior -9- que puede ser de aluminio u otro metal dúctil. El extremo inferior de la pieza superior de tubo está adelgazado y penetra en el extremo superior de la pieza inferior de tubo -9-. La longitud de la superposición debe ser aproximadamente igual al diámetro del tubo. La unión de los tubos está firmemente inmovilizado en una abertura -10- <sup>con</sup> surcos anulares entre los bloques de molde -11- y -12- mediante un perno -13- y tuerca manual -14- apropiados.

- 7 -  
3'0275



Los bloques -11- y -12- del molde pueden estar enfriados o bien calentados para mantener en el bloque una temperatura elevada apropiada, como 177-191° C por un sistema apropiado, como unos elementos de resistencia eléctrica -15- alimentados por energía eléctrica bajo el control de un termostato ajustable -16-. El termostato puede ser ajustado doblando una de sus partes.

Los bloques -11- y -12- del molde están provistos de unos surcos anulares superior -17- e inferior -18-. El surco superior -17- está aproximadamente a la mitad de la porción de superposición o telescópica mientras que el surco inferior -18- corresponde al extremo inferior de la junta superpuesta. Estos surcos sirven para dirigir el flujo de metal durante el proceso de soldadura para hacer una junta que tiene una mejor unión y ninguna tendencia a abrisarse al ser doblada. Los surcos -17- y -18- forman los nervios anulares -19- y -20-. El nervio -19- está situado substancialmente en el centro de la junta mientras que el nervio -20- está sobre el fondo de la junta.

En el ejemplo específico mostrado, el tubo tiene un diámetro exterior de aproximadamente 7,9 mm. y un espesor de pared inferior a 1,6 mm. El tubo telescópico proporciona una superposición con un espesor doble de la pared. La herramienta -6- tiene un diámetro exterior de aproximadamente 4,8 mm. y gira a una velocidad de aproximadamente 6000 r.p.m. La superficie periférica de la herramienta tiene una velocidad lineal de unos 90 m/min. A velocidades inferiores se requieren una presión a fuerza más altas, y a ma-

310275

- 2 M



- por velocidades se requieren menos presión o fuerza para soldar la junta. La herramienta está provista de una punta cónica pero si se desea usarse otras formas de superficies finales de expulsión. A tales velocidades se ha encontrado
5. que es práctica una herramienta de acero rápida, pero pueden usarse otros materiales. Para conseguir la soldadura, la herramienta se baja desde la posición representada en la figura 1 al interior del tubo, como se muestra en la figura 2, y se refuerza a través de la junta con fuerza suficiente para
10. que el calor y la presión ablanden el tubo en la junta y lo expulsen al exterior para reducir el espesor de la pared en la junta. El calor formado por el contacto de fricción de la herramienta girando a una gran velocidad con la superficie interior del tubo superior calienta el metal su-
15. ficientemente y el extremo de la herramienta proporciona una fuerza de expulsión suficiente sobre el metal para que el calor de fricción y la presión sean suficientes para unir entre sí los extremos de los tubos para producir una firme junta hermetica.
20. Bajo ciertas condiciones se acelera y mejora la soldadura y formación de la junta con calor adicional proporcionado calentando los bloques del molde. El método de la invención provee una superficie interior substancialmente lisa con una superficie interior uniforme lisa a todo lo largo
25. del área unida. Las superficies ranuradas del bloque del molde resisten al movimiento y flojo axiales y ayudan a la distribución de la presión a los metales a unir para ayudar así el proceso de soldadura. Las ranuras son preferentemente circulares y sin fin, mejor que helicoidales. La naturaleza cir-

310275



cular de las ranuras ayuda a hacer hermética la junta.

5. Si se desea, la abertura del molde puede hacerse suave o rugosa en otras formas. Aunque el interés primario está en la unión de los tubos de aluminio, el proceso puede aplicarse para unir otros tubos dúctiles que pueden ser soldados o unidos entre sí mediante calor y temperatura.

10. La segunda forma de la invención se refiere a la unión de tubo a un recipiente u otro objeto. Este método y aparato se representa en las figuras -4- a -6-. En la figura 4 se muestra una manga -21- montada rotatoria en un cojinete -22- en el extremo del brazo -23-. Fijada a la manga -21- está una polea -24- con surco en V que se hace girar con una correa -25- en V a alguna velocidad apropiada, como 5000 r.p.m. En el extremo inferior de la manga se rosca o foja de otra forma una pieza rotatoria cilíndrica hueca -26-. Esta herramienta rotatoria es hueca de forma que el tubo -27- puede pasar a través de la manga dentro la herramienta -26-. El extremo del tubo -27- está ensanchado como se muestra en -28-. La herramienta rotatoria está provista de un extremo inferior redondeado que al girar se apoya contra la superficie exterior del extremo ensanchado -28-.

15. Como ejemplo de un recipiente al que puede unirse el tubo se muestra un recipiente unido por laminación -29- que tiene una lámina superior -30- y otra inferior -31- unidas entre sí en sus bordes periféricos y en ciertos sitios intermedios, como se ilustra. Este depósito -29- en su forma aplanada está apoyada en una placa o mesa -32- que puede ser de material cerámico o piedra o metal y puede estar pro-

310275



- vista de un calentador eléctrico -33- apropiado. Este calentador eléctrico puede estar conectado a una fuente de energía eléctrica bajo el control de un termostato apropiado -34- para elevar su temperatura a un valor apropiado, como 149° C. para evitar pérdida de calor por la placa cuando se forma la junta. La placa-32- puede subirse o bajarse por el tornillo horizontal-35- que tiene un extremo montado rotatorio en el bloque estacionario -36- y su extremo opuesto provisto de una manivela apropiada -37-. El tornillo -35- está provisto de una tuerca móvil -38- conectada a las palancas superior e inferior -39- y -40-, unidas a la base -41- y a la placa o mesa -32-
- 5.
- 10.

- En la operación, el tubo -27- se enfila en la manga -21- y herramienta -26- provisto del extremo ensanchado -28- representado. Entonces se hace girar la polea -24- y la herramienta -26- a una velocidad apropiada, por ejemplo 5000 r.p.m. y se calienta la placa o mesa -32- a una temperatura apropiada, como 149° C. El recipiente -29- se coloca en la mesa o placa -37- y el recipiente se mueve hasta formar contacto con el extremo inferior ensanchado del tubo -27- y por tanto se sube lentamente, de forma que la herramienta -26- forma contacto de fricción con la superficie exterior ensanchada del extremo inferior del tubo -27- como se muestra en la figura 4. Esto calienta por fricción el extremo inferior del tubo y la gradual elevación de la placa o mesa -32- aplica una fuerza creciente entre la herramienta rotatoria -3- y el extremo ensanchado -28- del tubo -27-. Esto crea una gran cantidad de fricción que calienta el extremo ensan-
- 15.
- 20.
- 25.

310275



- chado ablandándolo así, de forma que el extremo ensanchado se deforma y aplana contra la superficie superior del recipiente -29-. El movimiento ascendente sucesivo de la mesa o placa -32- y el recipiente -29- aplica presión junto con el calor de fricción desarrollado suficientemente para presio-  
nar el extremo ensanchado aplanado del tubo para formar una firme unión de soldadura con el recipiente para formar una junta como la que se ha representado en la figura 5. Tan pronto como se ha hecho la soldadura se detiene la ro-  
tación de la herramienta, pero continua la presión para permitir que la soldadura se enfrie hasta tener la resistencia suficiente para ser manejado.
- Puede perforarse un orificio a través del tubo en el miembro superior -30- del recipiente -29-. Sin embargo si se desea, este orificio puede formarse antes de soldar el tubo al recipiente. Aplicando un líquido a presión alta al tubo -27- al recipiente -29- puede expansionarse hidráulicamente a la forma mostrada en la figura 6, en que los pasos entre las láminas -30- y -31- están expansionadas a un tamaño satisfactorio. El tubo -27- y el recipiente -29- puede ser de aluminio o cobre u otros metales dúctiles soldables o plásticos, o pueden ser de materiales diferentes, como aluminio y cobre, latón o bronce.
- Aunque la forma de realización de la invención que se ha descrito constituye una forma preferida, debe entenderse que pueden adaptarse otras formas, que entren en el alcance de las reivindicaciones que siguen.

340275



En las figuras 7 a 17 se indica algunas consideraciones teóricas relacionadas con el método de soldadura de la invención.

5. En un grupo de muestras sometidas a ensayos, el diámetro exterior de la pieza -42- era de 31,75 mm, mientras que el de la canal -43- era de 22,2 mm:

10. Tal como se halla representado en las figuras -9- la pieza -42- y una pieza idéntica -44- son dispuestas para ser soldadas entre sí a fricción, siendo necesario para ello, que al menos una de ellas gira rápidamente con relación a la otra. Como se representa en la figura -10-, una de las piezas avanza hacia la otra durante esta rotación relativa, desprendiéndose al mismo tiempo calor por rozamiento hasta que, llegado un momento dado, cesa la rotación rápidamente, siendo a continuación las piezas -42- -44- forzadas una con otra originándose la compresión -45-, siendo el descrito el método base según el cual se realiza toda clase de soldaduras a fricción:

20. Si las dos piezas -42- y -44- son de acero, por ejemplo de 1045 o 4140, el intervalo de presiones y velocidades superficiales relativas, se indica en la figura 7 en la zona representada por la cifra -46-. El número -47- indica la zona en la que sueldan a fricción los aceros de aleación y los de herramientas, mientras que el -48- indica aquella en la cual lo hacen el bronce, el aluminio y el cobre.

25. En las citadas zonas -46-, -47- y -48- se utilizan presiones relativamente elevadas para mantener las piezas una contra otra durante el período de su rotación relativa, siendo al

310275

-2



mismo tiempo la velocidad superficial relativa de la zona de contacto entre las piezas de trabajo sensiblemente débil. De la comparación de numerosas muestras soldadas, se deduce que los procedimientos dados originan un forjado a baja presión o una soldadura en fase sólida, de manera que es principalmente la fuerte presión aplicada durante la rotación la que permite el material volverse plástico y fluír.

5. Según las figuras -15- y -17-, si dos piezas de trabajo -42- y -44- de acero son soldadas a fricción por las técnicas de los casos anteriores reuniendo las dimensiones indicadas, la línea punteada -49- de la figura -17- indica la manera de aplicar la presión durante el ciclo de soldadura habitual, el cual exige relativamente poco tiempo, generalmente de 5 a 20 segundos, Mientras actúa durante la rotación de las piezas de trabajo una presión relativamente elevada, puede ser aplicada una presión sensiblemente superior al cesar la rotación, la cual no aparece indicada en la figura -17- Como se representa en la figura -15- la potencia requerida durante un ciclo habitual de soldadura indicada por la línea de puntos -50-, apenas variando durante el ciclo de soldadura. De la misma manera, el par entre las piezas de trabajo permanece relativamente elevado durante todo el ciclo tal como se representaba en la línea de puntos -51- de la figura 16.

10. Cuando se utiliza la técnica de soldadura de los casos anteriores, en lugar de realizar unas soldaduras apropiadas a las piezas de acero, es preciso mantener ciertas presiones de compresión, adquiriendo la compresión -52- y -53- de un ciclo habitual de soldadura un aspecto particular, según

15.

20.

25.

340275



5. se halla representado en las figuras -12- y -13-, formando una curva dirigida hacia arriba y hacia el exterior a partir de la zona de soldadura, comportando sobre dos superficies exterior dirigidas hacia el interior de los dentellones circulares característicos -54- en forma de limadura.

10. Refiriéndonos de nuevo a la figura 7, el intervalo general de presiones y velocidades superficiales relativas se indica por la zona que lleva el número -55-. Como se ve, las velocidades superficiales son sensiblemente superiores a las utilizadas en las técnicas anteriores de soldadura a fricción, siendo las presiones creadas durante el calentamiento sensiblemente más débiles.

15. Según las figuras 15, 16 y 17, el ciclo de soldadura de acuerdo con la presente invención, exige a menudo una mayor duración del ciclo de soldadura descrita antes, pudiendo ser para las piezas de trabajo -42- y -44- hasta 45 segundos.

20. Como se representa en la figura -17-, se aumenta progresivamente la presión durante el periodo de rotación relativa de las piezas de trabajo, hasta que a partir de un momento dado, se mantiene constante. La línea -56- muestra las presiones típicas aplicadas a las piezas en relación a la duración en segundos de la soldadura. El segmento -57- de la línea -56- muestra el aumento progresivo de las presiones durante la primera fase de la rotación relativa de las piezas. El segmento -58- que la línea -56- indica el periodo de presión constante durante el ciclo de soldadura, el cual puede variar considerablemente según las dimensio-

25.

340275



5. nes de los objetos a soldar y los materiales de que están hechos. El segmento -59- de la línea -56-, empieza el final de la rotación relativa de las piezas de trabajo e indica las presiones de impulsión sensiblemente superiores aplicadas a las piezas cuando su rotación relativa ha cesado.

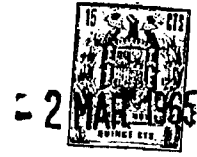
10. En la realización de la presente invención, raramente estas posiciones de impulsión son tan elevadas como las requeridas en un ciclo habitual de soldadura a fricción. El segmento -54- de la línea <sup>-56-</sup> indica el tiempo que dura la aplicación de la presión de impulsión, cuando se suelta acero 1020, y los segmentos -60- y -61- indican la última duración de la aplicación de la presión de impulsión en los aceros 1045 y 4140.

15. Según la figura -16- se vuelve a tomar el par aplicado durante el ciclo de soldadura de la presente invención para ciertos aceros con referencia a la duración en segundos de dicha soldadura, indicado con la línea -62-. Según se indica en el segmento -63- de la línea -62- el par entre las piezas de trabajo aumenta hasta una cima durante los quince primeros segundos de este ciclo de soldadura.

20. En dicho momento, como se indica en el segmento -64- de la línea -62-, el par entre las piezas varía rápidamente. En el segmento -65- de la línea -62- el par entre las piezas de trabajo continúa disminuyendo y se aproxima a un valor constante durante el resto del ciclo de soldadura que la rotación relativa entre las piezas de trabajo se para rápidamente, como se indica en el segmento -66- de la línea -62-. El instante en que la rotación relativa de las piezas de trabajo cesa, depende del acero o del material a soldar. La línea -66- indica

25.

340275



el instante general de paro para el acero 1020, la -67- para acero y la -68- para el acero 4140.

Como se representa en la figura -15- la potencia requerida para el presente ciclo de soldadura está trazada en relación a la duración de la soldadura en segundos y se indica por la línea -69-, cuyo segmento -70- en el cual la potencia requerida alcanza un máximo casi al mismo tiempo en que lo alcanza el par entre las piezas de trabajo, tal como representa el segmento -71- de la línea -69-, en el cual la potencia requerida disminuye progresivamente aproximándose a un valor constante durante el resto del ciclo de soldadura de la presente invención, hasta que la rotación relativa de las piezas de trabajo cesa rápidamente. Dicha potencia requerida, en principio idéntica al par, salvo en lo que confiere a las pérdidas por frotamiento en el aparato de soldadura. Las líneas -72-, -73- y -74- indican los momentos de paro para diferentes aceros.

El ciclo de soldadura a fricción de acuerdo con la presente invención, da lugar a un fenómeno completamente nuevo, de manera que las velocidades superficiales más elevadas y las presiones más débiles permiten que el metal de las piezas de trabajo -42- y -44- se vuelva fluido en la zona de soldadura.

Dicha delgada capa fluida de la zona de soldadura es susceptible de servir de soporte hidrodinámico en el curso de la última etapa de dicho ciclo de soldadura.

Como se representa en las figuras -15-, -16- y 17- el par comienza a disminuir a partir del máximo del segmento de la línea -62-, cuando el soporte hidrodinámico -63- es formado irregularmente y se produce el agarrotamiento intermi-

3 0275



- tente indicado por el segmento en zig-zag -64-, Durante el tiempo indicado por el segmento -65- de la línea -62- existe metal fundido entre las piezas de trabajo -42- y -44-, en el curso de cuyo periodo después de la formación de la película de metal fundido, se puede constatar que la potencia requerida disminuye después del segmento -75- de la línea -69-, como queda representado por el elemento -71- de la línea -69-.
5. Los segmentos en zig-zag -64- y -75- de las figuras 15 y 16 pueden interpretarse por la teoría según la cual la película de metal fundido se forma y desaparece alternativamente, de manera que hay agarrotamientos intermitentes en la zona de soldadura, hasta formación del calor suficiente que asegura la formación de una película fundida continua, disminuyendo a continuación gradualmente la intensidad del par, como
10. está representado por el segmento -65- de la línea -62- y el -71- de la -69-.

- Tal como se representa en la figura -17-, cuando la rotación relativa de las piezas de trabajo -42- y -44- cesa, se aplica una presión de compresión, indicada por los
20. segmentos -59-, y -60-, 61- de la línea -56-, lo cual permite que el metal fundido y plástico fluya y forme la compresión -76-, representada en la figura -14-. Esta compresión -76- se caracteriza por el hecho de ser sensiblemente menor que la -52- del procedimiento anterior de soldadura a fricción.
25. Además, dicha compresión -76- se caracteriza por formar superficies exteriores lisas -77-, pero careciendo de los dentellones circulares relativamente importantes -54- de las compresiones habituales -52- y -53-.

Refiriendonos de nuevo a la figura 7 las velocidades



310275

des superficiales relativas en la zona de soldadura -55-, previstas según la presente invención en la soldadura a fricción de ciertos aceros, varían entre 4,60 m/s y 21, 5m/s.

Para la soldadura propiamente dicha, las presiones que actúan en la rotación deben ser por lo menos de 70 kg/cm<sup>2</sup> para

5. el acero y no sobrepasar los 350 kg/ cm<sup>2</sup>, pues a partir de dicha presión la película de metal, formada durante el ciclo de calentamiento, se rompe y se produce un agarrotamiento localizado, lo cual da lugar asimismo a la formación de estrías y a una falta de uniformidad en la soldadura. Por consiguiente, los límites superiores de las presiones que pueden ser utilizadas en el presente procedimiento, son los que tienen tendencia a romper la película delgada fundida con una capacidad de carga notablemente elevada.
- 10.
15. Como se presente igualmente en la figura 7, la zona -55-, en la cual el ciclo de soldadura de la presente invención puede ser efectuado para ciertos aceros, está sensiblemente alejado de la zona -46-, en la cual se efectúa un ciclo según se ha descrito antes de soldadura para dichos aceros.
20. Entre las citadas dos zonas, se encuentra otra zona, en la cual la soldadura a fricción no se realiza bien con una potencia o un par excesivos, una importante compresión, agarrotamiento entre las piezas de trabajo, obteniéndose, en caso de que éstos ocurra, soldaduras a fricción discontinuas e irregulares.
- 25.

Haciendo referencia a las figuras 18 a 26 de acuerdo con otra realización preferida, si debe unirse una pieza de acero inoxidable -78- a una pieza de aluminio -79- estas piezas se preparan de la siguiente manera. Como se muestra

310275



5. en las figuras -19- y -20- las superficies -80- y -87- de las piezas deben ser desengrasadas o limpiadas sumergiéndolas en un tanque -88- de un fluido desengrasante apropiado -84a- como benceno. Las superficies pueden ser desengrasadas también por sistemas ultrasónicos o de cualquier otra manera apropiada.

10. Como se muestra en la figura 21, la superficie desengrasada -80- de la pieza de acero inoxidable -78- se desbasta entonces con un aparato apropiado de decapado por chorro de arena -20-, por ejemplo para el propósito del rociado por llama. El aparato decapante de chorro de arena debe decapar la superficie -80- de la pieza -78- de acero inoxidable con partículas -91- de óxido de hierro o aluminio enfriadas, como del tamaño S.A.E. nº 15. Como se muestra en las figuras 22, 23 y 24 la pieza de acero inoxidable -78- se prepara para la soldadura a fricción, por cualquiera de varios métodos. Haciendo referencia a la figura -22- un aparato rociador -92- termina en dos tubos concéntricos -93- y -94-. Se forma una llama reductora -95- cuando los gases combustibles arden después de ser expulsados desde la parte frontal del aparato rociador -92- entre los tubos -93- y -94-. Unas pequeñas partículas de níquel -96- se expeden por un gas apropiado a gran velocidad que pasa por el tubo interior -94-. Las partículas de níquel -96- son calentadas en la llama reductora -95- que evita que se oxiden. Cuando las partículas calientes -96- inciden sobre la superficie -80- de la pieza -78- se adhieren a ella formando una delgada capa de níquel.

25. Como se representa en la figura -23-, la superficie -80- de la pieza puede tener un delgado recubrimien-

310275



- to de metal, como níquel depositado encima por electrolisis. La superficie -80 de la pieza -78- y un electrodo de níquel -97- son inmensos en un electrolito apropiado -98- contenido en un tanque -99-. Cuando el electrodo -97- y la pieza -78-
5. se conectan a una fuente de corriente apropiada -100- se deposita una delgada película de níquel en la superficie -80-. Haciendo referencia a la figura -24-, la superficie decapada -80- de la pieza-78- puede tener una delgada película de níquel fijada a ella por unión mecánica, o puede soldarse primero
10. directamente una delgada arandela de níquel en la superficie de una de las piezas, proporcionando así una nueva superficie de níquel para soldar por fricción con la segunda pieza. También se prensa una delgada capa o lámina de níquel -101- contra la superficie decapada -80- con una herramienta
15. apropiada -102-. Cualquiera que sea el método usado, la lámina o capa de níquel depositada en la superficie -80- de la pieza -78- debe tener entre 1 y 25 mm. de grueso.
- Haciendo ahora referencia a la figura 18 la pieza de aluminio -79- que ha sido desengrasada en su cara -81- se
20. hace girar rápidamente. La pieza de acero inoxidable -78- que tiene su superficie -80- decapada y recubierta con una delgada capa de níquel, es forzada contra la pieza -79- en rotación rápida. Como en un proceso convencional de soldadura por fricción, cuando las superficies -80- y -81- entran en contacto
25. entre sí, el calor de fricción formado funde rápidamente la lámina de níquel de la superficie -80-. Después que ha pasado un intervalo de tiempo suficiente y se ha desarrollado el calor adecuado, se para rápidamente la rotación de la pieza -79-, y las piezas -78- y -79- se comprimen entre sí hasta

310275

+2



que se sueldan, como muestra en la figura -25-.

- Haciendo referencia ahora a la figura -26- puede verse que el aluminio de la pieza -79- se transforma en una aleación de aluminio-níquel -103- en el área de soldadura,
5. mientras que la unión mecánica entre el níquel y el acero se transforma en una soldadura cuando el níquel se difunde en el acero inoxidable para formar una aleación de acero-níquel -104-. Estas aleaciones de níquel pueden ser más fuertes que el níquel puro y formar así una fuerte soldadura. Además,
10. se necesitan menores presiones y temperaturas de forma que es más difícil que se formen grietas o se desplace el aluminio de la pieza -79- en el área de soldadura.

- Aunque se ha mostrado y descrito la soldadura por fricción de aluminio y acero inoxidable, puede soldarse el
15. aluminio a cualquier acero si éste se recubre con una delgada capa de plata o níquel. De una manera similar el acero inoxidable puede soldarse efectivamente a molibdeno usando níquel o cualquier otro material intermediario, y el metal monel puede soldarse por fricción al aluminio usando níquel o cobre
20. como material intermedio. Así, por medio de este proceso de soldadura, metales que no son solubles entre sí pueden soldarse satisfactoriamente por fricción colocando una delgada capa o arandela de material mutuamente compatible entre las dos piezas. La delgada capa de metal intermedio debe ser realmente soluble en ambos metales para que se suelden satisfactoriamente. Como se muestra en la figura 26 un material intermedio puede no quedar necesariamente en el área de soldadura en estado puro al hacer una soldadura a fricción fuerte
- 25.

310275



según esta invención, pero en este ejemplo, sólo queda en el área de soldadura un aleación relativamente fuerte de aluminio-níquel y acero níquel.

5. Si el material intermedio hemedece las superficies de las dos piezas originales pero queda como una delgada capa de su propia composición después de completar la soldadura el proceso puede ser descrito como soldadura a fricción. Es evidente que las mismas funciones se producen cuando se trata de soldar metales distintos de los mencionados a título de ejemplo y, en general, todos los materiales susceptibles de adquirir plasticidad por aportación de calor, tales como las resinas sintéticas termoplásticas.
- 10.

- . -

#### N O T A

Se reivindica como objeto de la presente patente de introducción:

15. 1. Procedimiento de soldadura térmica, caracterizado esencialmente por el hecho de fijar las dos partes a soldar en sendos dispositivos de sujeción de forma que las dos caras a unir se hallen enfrentadas, siendo estos dos dispositivos acercados mutuamente de forma que dichas caras entran en contacto, después de lo cual este contacto es mantenido
20. bajo condiciones de presión controlada y al menos una de estas piezas es sometida a una rotación tal que el rozamiento generado bajo las condiciones de presión eleva la temperatura

3:0275

- 2



de las superficies en contacto hasta el punto de fusión de los materiales que las forman, deteniendo finalmente la rotación mutua de las partes de manera que la película fundida que se forma entre ellas se solidifica y las une.

5.

2. Procedimiento de soldadura térmica, según la reivindicación 1, para la unión de los extremos de tubos dúctiles, caracterizado por el hecho de unir telescópicamente los extremos de los tubos a soldar, fijar las superficies exterior de dichos tubos en y junto a los extremos telescópicos y el hacer girar una herramienta a una velocidad periférica de unos 90 metros por minuto, desplazando al mismo tiempo, axialmente, dicha herramienta hacia el interior del tubo, en los extremos superpuestos, a una velocidad lineal suficiente para calentar por fricción a apretar los extremos telescópicos radialmente, formando una junta soldada firme, teniendo esta herramienta un diámetro mayor que le diámetro mínimo de la superposición.

10.

15.

20.

25.

3. Procedimiento de soldadura térmica, según la reivindicación 1, para unir un tubo de metal a un objeto metálico, caracterizado por el hecho de comprender el ensanchamiento del extremo del tubo y la colocación del extremo ensanchado del mismo en contacto con el objeto, la rotación de una herramienta coaxialmente con el tubo con un contacto superficial anular de fricción con 360° de la superficie exterior del extremo ensanchado, moviendo al mismo tiempo la herramienta y el objeto, acercándolos entre sí y generando de esta manera suficiente calor y presión hasta que el ex-

310275



- 2

tremo ensanchado se aplana y suelda al objeto.

4. Procedimiento de soldadura térmica, según la reivindicación, 1, para unir tubo de metal a una superficie substancialmente plana sobre un objeto metálico, caracterizado por el hecho de colocar el extremo del tubo en contacto con dicha superficie y hacer girar una herramienta que tiene contacto anular con la porción final del tubo respecto al objeto, para girar y forzar el tubo a entrar en contacto con el mismo, y generar así suficiente calor y presión para formar una junta soldada.
- 5.
- 10.

5. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 2, para unir los extremos del tubo dúctil, caracterizado por el hecho de comprender la unión telescópica de los extremos de tubo a unir, fijación de las superficies exteriores del tubo en y junto los extremos, telescópicos y la entrada forzada a través del tubo, por los extremos superpuestos, de una herramienta rotatoria que tiene un diámetro mayor que el diámetro mínimo en la región de los extremos superpuestos, girando a una velocidad suficiente para calentar por fricción y apretar radialmente los extremos telescópicos hasta soldarlos en una unión firme.
- 15.
- 20.

6. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1, 2 y 5, para unir los extremos de tubos dúctiles, caracterizado por el hecho de comprender la reducción de diámetro de uno de los extremos en una longitud mayor que su diámetro interno, hasta que forma unión telescópica con el otro extremo y uniendo telescópicamente los dos extremos en una longitud mayor que el diámetro interno de cualquier extremo para superponerlos, la fijación de las su-
- 25.

310275



- perfiles exteriores del tubo en y junto a los extremos superpuestos, y la entrada forzada al interior del tubo en los extremos superpuestos, de una herramienta rotatoria que tiene un diámetro substancialmente igual al diámetro interno del tubo más allá de los extremos superpuestos, a una velocidad rotacional y axial suficiente para calentar y ablandar por fricción las porciones adyacentes de tubo y apretar y soldar los extremos entre sí para formar una junta hermética al aire.
- 5.
10.                   7. Procedimiento de soldadura térmica, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de establecer una rotación relativa entre las piezas de trabajo con una velocidad superficial relativa media comprendida entre 4,60 y 21,50 metros por segundo, forzar estas piezas la una contra la otra con una presión comprendida entre 70 y 350 kg/ cm<sup>2</sup>. en la zona de contacto mutuo, interrumpiendo rápidamente la rotación relativa de dichas piezas y aplicando luego una presión más elevada, forzando las piezas la una contra la otra y haciendo fluir el material fundido en la zona de contacto.
- 15.
- 20.
8. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 7, caracterizado por el hecho de mantener la presión en la zona de soldadura hasta que el metal se enfría y endurece.
- 25.
9. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1, 7 y 8, caracterizado por el hecho de que el período de rotación relativa de las piezas dura más de 30 segundos.

- 26 -  
310275



5. 10. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 7 a 9, caracterizado por el hecho de que la detención del giro relativo de las piezas y el principio de la aplicación de la presión más elevada dura menos de 2 segundos.

10. 11. Procedimiento de soldadura térmica, según la reivindicación, 1, para la unión de piezas de metales distintos, caracterizado por el hecho de formar entre las dos piezas una delgada capa de un tercer metal, diferente y soluble en los metales de cada una de aquéllas, haciendo girar rápidamente dichas piezas entre sí, forzándolas conjuntamente contra dicho tercer metal, deteniendo rápidamente la rotación relativa de las piezas manteniéndolas aún fuertemente unidas y formando así una soldadura en la que el tercer metal está al menos parcialmente aleado con cada uno de los otros metales.

20. 12. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de formar en cada una de las piezas una delgada capa de metal, de 1 a 25 mm. de grueso, y soluble en cada una de ellas.

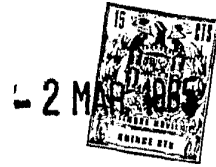
25. 13. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de que una delgada capa de metal se suelda a fricción en la superficie de la primera pieza después de lo que se sueldan las piezas.

14. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de que el punto de fusión de la delgada capa de metal es intermedio entre los de las piezas.



15. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de unir al menos tres metales diferentes, seleccionados del grupo consistente en aluminio, acero y acero inoxidable, molibdeno, circonio, metal, monel, níquel, cobre y plata, fuertemente entre sí, por calentamiento a fricción, estando el tercer metal en forma de una delgada capa soluble en cada uno de los metales laterales primero y segundo.
- 5.
16. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de comprender los pasos de desengrasar una superficie de la primera pieza, arenado de una superficie de la segunda pieza, formación de una película de 1 a 25 mm. de grueso de un metal soluble en el metal de ambas piezas en la superficie arenada de la segunda pieza, rotación rápida de la primera pieza, aproximación de la superficie arenada y recubierta con la película de la segunda pieza contra la superficie desengrasada de la primera pieza en rotación, y detención rápida de la rotación relativa de las piezas mientras continúan manteniéndose unidas entre sí las piezas.
- 10.
- 15.
- 20.
17. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de comprender los pasos de desengrasado de una superficie de la segunda pieza, arenado de una superficie de la primera pieza, formación de una película de metal soluble en los metales de las dos piezas en la superficie arenada de la primera pieza, rotación rápida de la segunda pieza, aproximación de la superficie arenada y recubierta de la primera pieza
- 25.

310275



5.                    contra la superficie desengrasada de la segunda pieza, y la detención rápida de la rotación relativa de las piezas mientras se continua manteniendo unidas las piezas formando una soldadura en que el metal de la película está completamente aleado con los metales de las piezas.
18. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de que la superficie de la primera pieza es arena con un material de tamaño 15 a 25.
10.                   19. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1, 11 y 18, caracterizado por el hecho de que la primera pieza es de acero, la segunda aluminio y la delgada capa de metal es de níquel.
20. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1, 11 y 18, caracterizado por el hecho de que la primera pieza es de acero, la segunda pieza es de aluminio, y la delgada lámina de metal está formada por plata.
15.                   21. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1, 11 y 18, caracterizado por el hecho de que la primera pieza es de metal monel, la segunda pieza es de aluminio, y la delgada lámina de metal está formada por níquel.
20.                   22. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1, 11 y 18, caracterizado por el hecho de que la primera pieza es de metal monel, la segunda pieza es de aluminio, y la delgada lámina de metal está formada por cobre.
- 25.



310275

23. Procedimiento de soldadura térmica, según las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de comprender los pasos de desengrasado de una superficie de la pieza de aluminio, desengrasado de una superficie de la pieza de acero inoxidable, arenado de la superficie desengrasada de la pieza de acero inoxidable con un material de tamaño 15 a 25, formación de un recubrimiento de níquel de 1 a 25 mm. de grueso en la superficie arenada de la pieza de acero inoxidable, rotación rápida de la pieza de aluminio, forzado de la superficie arenada y recubierta contra la superficie desengrasada de la pieza de aluminio, y detención rápida de la rotación relativa de las piezas formando una soldadura por fricción con solamente aleaciones aluminio-níquel y acero-níquel en el área de la soldadura.

15. 24. Procedimiento de soldadura térmica.

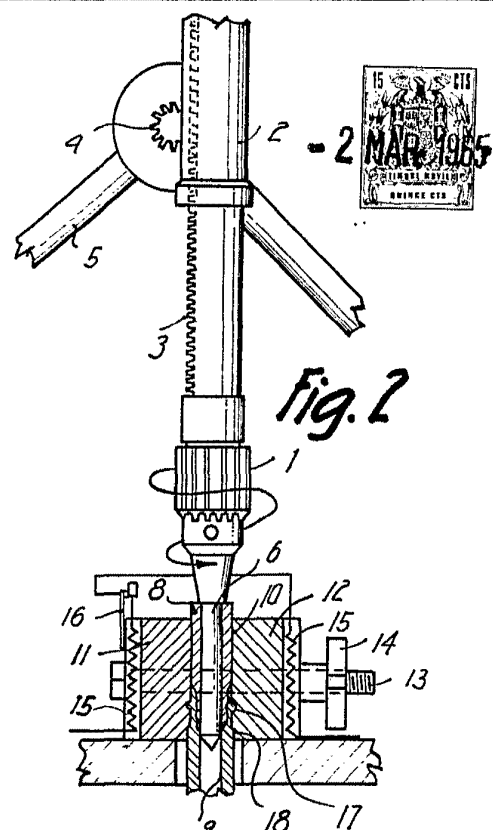
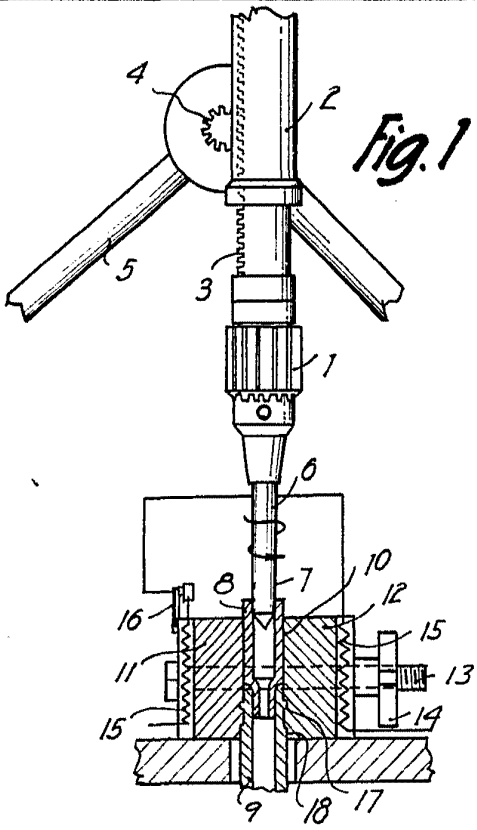
La presente memoria consta de veintinueve hojas foliadas escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 2 de marzo de 1965.

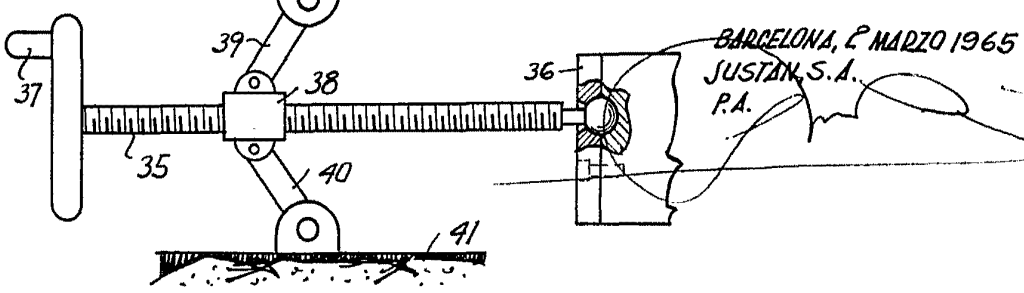
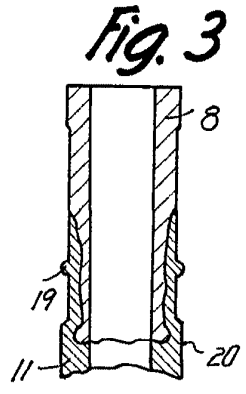
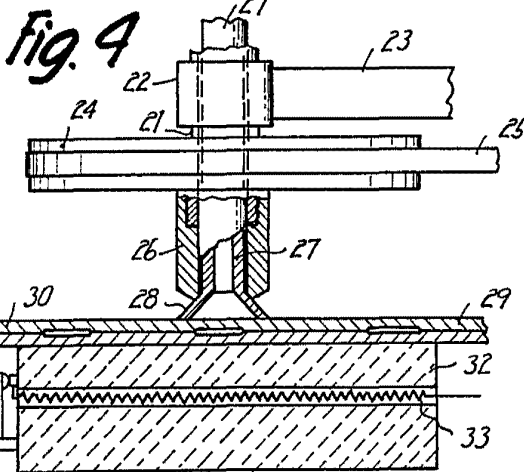
SUSTAN, S.A.

p.a.

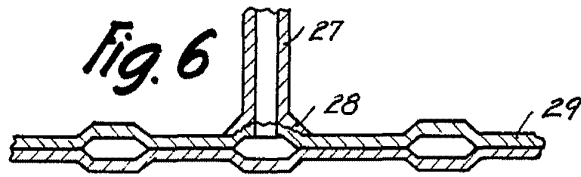
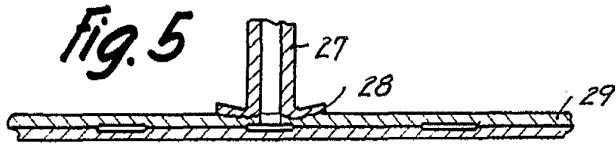




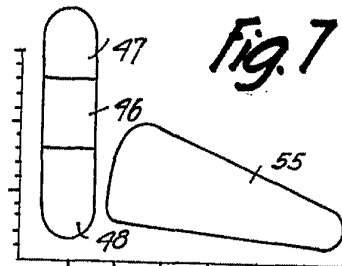
12136



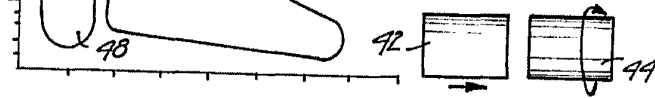
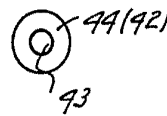
BARCELONA, 2 MARZO 1965  
SUSTAN, S.A.  
P.A.



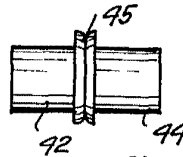
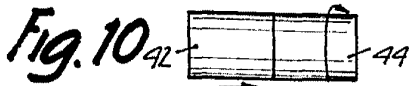
2 MAR 1965



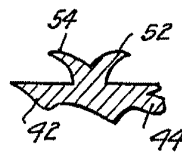
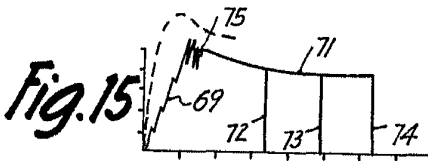
**Fig. 8**



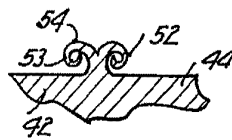
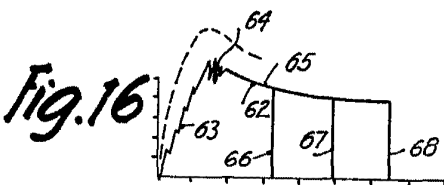
**Fig. 9**



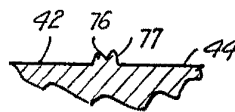
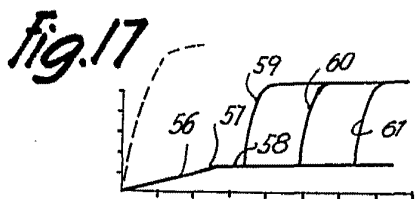
**Fig. 11**



**Fig. 12**



**Fig. 13**



**Fig. 14**

BARCELONA 2 MARZO 1965  
SUSTAN, S.A.  
P.A.

12136

310275



Fig. 18

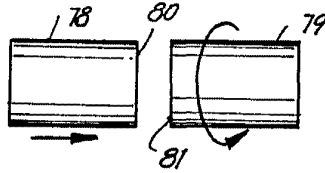


Fig. 19

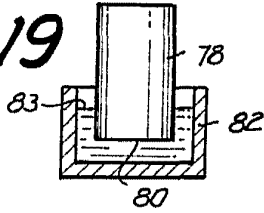


Fig. 20

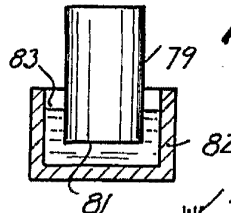


Fig. 21

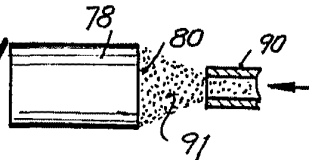


Fig. 23

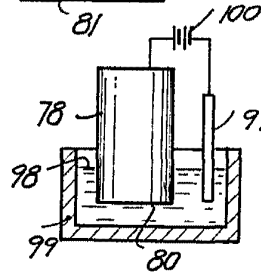


Fig. 22

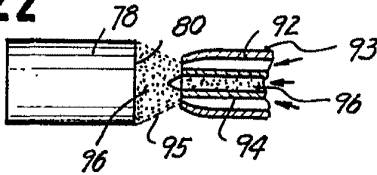


Fig. 24

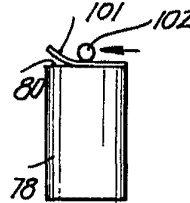


Fig. 26

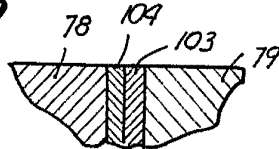
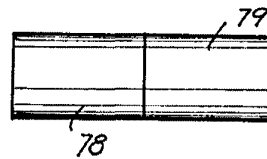


Fig. 25



12736

BARCELONA, 2 MARZO 1965  
SUSTAN, S.A.  
P.A.