

437113  
PATENTE DE INVENCION  
File JS-32

Int. Cl.<sup>2</sup>: B23K 9/08; H01F 1/04-

# Memoria Descriptiva

sobre:

Procedimiento y aparato para soldar con arco eléctrico en rotación.

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

*Solicitante:* SCIAKY INTERTECHNIQUE, S.A., entidad suiza, residente en Fribourg, Suiza.

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

La invención se refiere a un procedimiento y aparato para soldar y, de un modo más específico, a un procedimiento de soldadura por medio de un arco eléctrico que se propulsa por medios magnéticos por un trayecto a lo largo del cual se desea efectuar una

5.

5. soldadura. En los métodos de soldar por medio de un arco en rotación, anteriores a éste invento, como, por ejemplo, el que se describe en la patente EE.UU. número 3484.578 del 17 de Diciembre del 1.969, el arco entre los extremos de dos tubos que se desean soldar se hace girar a lo largo del trayecto circular definido por los extremos del tubo mediante la introducción de un campo magnético que se mueve radialmente a través del espacio de separación entre los extremos de los tubos. La reacción entre el campo magnético creado alrededor del arco, debido a la corriente que pasa entre los extremos de los dos tubos y el campo magnético radial, hace que el arco se mueva en un trayecto circular.

10. Se han realizado intentos para soldar tubos utilizando fuentes de corriente continua para ambos solenoides que abastecen el campo magnético radial y el suministro para la elevada corriente del arco, pero las soldaduras producidas con estas fuentes de energía han demostrado ser defectuosas en dos respectos. En primer lugar, se forma un cráter a lo largo del borde de una de las piezas depositándose el metal perdido sobre el extremo de la segunda pieza. La acumulación de metal tiene lugar en el extremo del tubo conectado al terminal positivo de la fuente de corriente de soldadura por arco de elevada energía. En segundo lugar, se ha descubierto también que el extremo del tubo conectado al terminal negativo o catódico de la fuente de energía para el arco se eleva a una temperatura mucho mayor que la que alcanza el tubo conectado al terminal positivo. Para obtener la temperatura deseada en el extremo del tubo conectado al terminal positivo ha sido necesario aumentar la corriente del arco. Este aumento produce un calentamiento excesivo del tubo conectado al terminal catódico dando por resultado un recocido excesivo del tubo y la incapacidad

15.

20.

25.

30.

- de poder forjar el material apropiadamente después de la soldadura debido a la cantidad de material que se ha vuelto plástico. El mayor calentamiento hace también que una cantidad excesiva de material en los cantos del tubo se descarbure por lo que después del recalado queda presente en el empalme una cantidad excesiva de acero descarburado. Esto produce una zona de soldadura que tiene una menor resistencia a la tracción que el metal original y una dureza reducida. Además de las deficiencias e inconvenientes anteriores, se ha averiguado también que existe limitaciones en el espesor de pared de los tubos que se pueden soldar por los procedimientos de arcos en rotación. Esto se debe al hecho de que el arco tiene un área de sección transversal limitada, quedando limitado el diámetro del punto a un máximo de aproximadamente de 6,35 a 7,94 mm, dependiendo de la corriente utilizada. Cuando se intenta soldar tubos que tiene un espesor de pared superior a 6,35 mm se puede observar que el arco choca sobre una banda en el borde interior de los tubos que se limita al tamaño del punto del arco por lo que se produce un calentamiento incompleto de las superficies del canto. A causa de esto se produce una fusión incompleta de los cantos de los tubos que se sueldan con la consiguiente deficiencia de empalme de la soldadura. El presente invento tiene por objeto la producción de soldaduras por un arco en rotación que no tienen los inconvenientes descritos.

- El presente invento tiene por objeto proporcionar un sistema de soldadura por medio del arco en rotación que se puede utilizar para soldar tubos con espesores de pared superiores al diámetro del punto del arco. Otro objeto de este invento es proporcionar un método por el cual ambos extremos

del tubo que se han de empalmar se calientan al mismo grado por medio de un arco en rotación.

5. Otro objeto del invento es proporcionar un procedimiento y aparato por los cuales se forma un mínimo de descarbonización del material en el área soldada.

Otro objeto de éste invento es proporcionar un método por el cual se puede conseguir soldaduras de gran eficacia de empalme.

10. Para describir mejor el invento, se hace referencia a las ilustraciones que forman parte de la memoria descriptiva. La figura 1 es una ilustración esquemática en sección transversal parcial del método anterior utilizado para producir un arco en rotación.

15. La figura 2 es una vista en sección transversal de un tubo de paredes gruesas que ilustra la información del arco entre los extremos del tubo.

La figura 3 ilustra en sección transversal una forma de preparación de los cantos en los extremos de tubos de paredes gruesas que se han de soldar.

20. La figura 4 ilustra en sección transversal los extremos del tubo después de la soldadura.

25. La figura 5 ilustra en sección transversal simbólica parcial los elementos de una máquina de soldar por arco en rotación para poner en práctica el procedimiento del presente invento.

La figura 6y7 son detalles que ilustran algunas de las fuerzas que actúan sobre el arco en rotación.

30. La figura 8 es una ilustración en sección transversal simbólica parcial y en perspectiva, que ilustra la relación entre los campos magnéticos que causan el movimiento del arco.

La figura 9 ilustra el trayecto seguido por el arco durante la operación de soldadura.

5. La figura 10 es un gráfico que representa la relación de la corriente del arco con respecto al tiempo.

La figura 11 es una ilustración en perspectiva de una máquina para poner en práctica el invento.

La figura 12 es una vista en sección de un elemento conductor eléctrico utilizado para poner en práctica el invento.

10. Refiriéndonos ahora a la figura 1, que es una representación esquemática en sección de algunos de los elementos en el equipo de arco en rotación anterior al invento, la referencia 1 y 2 indican tubos que se han de soldar entre sus cantos adyacentes, la referencia 3 representa dos bobinas de solenoides separadas colocadas fuera de los tubos 1 y 2 y

15. a través de las cuales se hace pasar corriente continua para generar un campo magnético 4 que pasa radialmente a través del espacio de separación entre los dos tubos. Los tubos 1 y 2 se conectan, respectivamente, a los terminales negativo y

20. positivo de una fuente de suministro de energía de corriente continua para soldar por arco (27). El arco entre los dos extremos de los tubos se puede formar haciendo pasar una chispa de alta frecuencia a través de los cantos adyacentes de los tubos. Entonces se formará un arco de corriente continua

25. de gran potencia entre los cantos de los tubos, y el campo magnético generado por el arco reaccionará con el campo magnético radial generado por las bobinas de solenoide 3 y hará que el arco se muevan en un trayecto circular a lo largo de los cantos de los tubos que se sueldan en las mordazas previstas en la máquina de soldar. A medida que el arco gira,

30. los cantos de los dos tubos se calientan por la elevada tem-

- peratura del arco y se deja que aumente la temperatura de los cantos hasta que alcanzan la temperatura de soldadura en cuyo momento los cantos se ponen a tope uniéndose con una gran fuerza de forja generada por un gato hidraulico o neumática. Para evitar la formación de festones a lo largo de los bordes de los tubos o la transferencia de metal desde un tubo hasta el otro o el recalentamiento del canto de un tubo si se compara con el canto del segundo tubo la corriente del arco se puede abastecer empleando una fuente de suministro de energía de arco de corriente alterna. Cuando se utiliza esta fuente de energía, la dirección de rotación del arco cambiará con el cambio de dirección de la corriente a través del arco. El arco puede describir entonces varias revoluciones en una dirección durante un semiciclo de la fuente de corriente alterna y varias revoluciones en dirección opuesta durante el semiciclo siguiente de la corriente de soldadura por arco.

- Este último método es eficaz y útil en la soldadura del tubo de pared delgada con un diámetro relativamente pequeño. Por ejemplo, un tubo de 51 a 76 mm de diámetro con un espesor de pared no superior a 6,35 mm. Si se intentan soldar tubos que tengan un espesor de pared superior a 6,35 mm, la acción será según se ilustra en la figura 2, donde se representa el hecho de que el arco 5 se forma entre los extremos del tubo 1 y 2 en una parte limitada del espesor de pared de los tubos, por lo que es imposible soldar estos tubos de paredes más gruesas por el antiguo método de arco en rotación.

- Un método intermedio de soldar tubos de paredes más gruesas se puede utilizar reparando los extremos de los tubos que se han de soldar entre sí con una operación de mecanización que forma un canal en J en los extremos de los tubos, según

se ilustra en las figuras 3 a 7, dejando una sección de tubo en el fondo del canal donde los cantos de los dos tubos, cuando se colocan adyacentes entre sí, quedarán paralelos uno con respecto al otro sobre un espesor de aproximadamente 6,35 mm. Esta sección del tubo se puede soldar entonces por el método de arco en rotación para formar una soldadura de raíz según indica la referencia 6, después de los cuales los dos tubos soldados ahora entre sí por la soldadura 6 se pueden soldar completamente rellenando el canal formado entre los dos cantos gracias al uso del proceso de soldadura por gas inerte o cualquier otro proceso de soldadura apropiado mediante el cual se pueda depositar metal en el canal. La figura 4 ilustra el empalme completo de los dos tubos 1 y 2, por la soldadura formada con el proceso de arco en rotación en 6 y el metal de relleno depositado en 8.

Para producir una soldadura entre tubos de espesor de pared superior a 6,35 mm completamente mediante el uso de arco en rotación y sin recurrir a la preparación de los extremos con canal en J o metal de relleno, se puede utilizar el nuevo método ilustrado en la figura 5. Las referencias 1 y 2 representan tubos de paredes gruesas que se desean soldar, la referencia 3 representa los solenoides o imanes permanentes que crean el campo magnético radial para producir la rotación del arco. Además de esto, se utiliza un tambor conductor eléctrico hueco dentro de los tubos que se han de soldar y situado de forma que quede centrado dentro de los tubos en el espacio de separación entre los mismos. Una fuente de energía de corriente continua suministra una corriente unidireccional que pasa en la dirección ilustrada por las flechas a través del tambor 9. El campo magnético generado por la corriente

- que pasa a través de la parte del tambor a corta distancia de los tubos que se cuelgan, reacciona con el campo magnético alrededor del arco en rotación y hace que el arco se mueva hacia fuera o hacia dentro dependiendo de la dirección de flujo de corriente en el tambor con respecto a la dirección del flujo de corriente en el arco. Las figuras 6 y 7 ilustran esquemáticamente la acción que resulta el efecto de estos campos magnéticos. En la figura 6, el arco y la dirección del flujo de corriente a través del arco entre los cantos de los tubos 1 y 2 están indicados por la referencia 5. Un segmento del tambor que corre paralelo al eje de los tubos está indicado por la referencia 11, representando la flecha la dirección del flujo de corriente a través del segmento. Debido a la corriente que fluye a través del arco y a través del segmento, se generará una fuerza entre el arco y el segmento en tanto que fluyan las corrientes en la misma dirección, que actuará en la dirección necesaria para unir el arco y los segmentos. Como el segmento está fijado del tambor, el arco se moverá hacia el interior en dirección al segmento a lo largo de un trayecto espiral resultante de las fuerzas circunferenciales y radial que actúan sobre el arco. La figura 7 ilustra esquemáticamente las fuerzas que existen entre el segmento 11 y el arco 5 cuando las corrientes llevan direcciones opuestas. En éste caso, la fuerza lleva tal dirección que causa la separación entre las dos por lo que el arco se mueve hacia fuera.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- La figura 8 es una ilustración esquemática en perspectiva que representa los diversos campos y corrientes que actúan sobre el arco. La corriente que pasa a través del tambor, indicada por las flechas, hace que se forme un flujo 12 concéntrico a los tubos 1 y 2 en el espacio de separación y que

5. reaccione con el campo magnético alrededor del arco para producir movimiento espiral del arco según se indica en la figura 9 por la línea espiral de puntos y rayas 10. Se ha descubierto, cuando se utiliza un suministro de energía de corriente alterna de baja frecuencia para la corriente del arco, que después de formarse el arco entre los cantos de los tubos que se han de soldar, saldrá progresivamente en espiral hacia el borde exterior, y cuando se invierte la polaridad de la corriente, el arco seguirá en espiral hacia el interior y continuará en espiral alternativamente hacia el interior y hacia el exterior hasta que la temperatura de las dos superficies alcanza el nivel apropiado para la fusión.

10. También se ha descubierto que la programación de la corriente del arco con respecto al tiempo, según ilustra el gráfico de la figura 10, es útil para producir una soldadura con un mínimo de descarburación, un mínimo de recalado y una resistencia máxima.

15. Refiriéndonos al gráfico, se puede observar que la corriente del arco se inicia a un bajo nivel y aumenta a un ritmo lento para permitir que las superficies extremas de los tubos que se han de soldar se pongan en condiciones y alcance la temperatura apropiada. Durante esta primera parte del programa de soldadura, la temperatura en el extremo del tubo se mantiene por debajo de la temperatura a la que se produce una descarburación rápida. Hacia el final del programa de soldadura, la corriente aumenta a un ritmo rápidamente acelerado y se pone rápidamente a la temperatura de fusión apropiada donde se mantiene durante un corto periodo de tiempo (la "altiplanicie" al final del programa). La corriente se corta entonces simultáneamente con la aplicación de la fuerza de

20.

25.

30.

forja y de éste modo se completa la soldadura.

5. Empleando este procedimiento, solamente una delgada capa de material en los cantos de las piezas alcanza el estado líquido y se deja permanecer en estado líquido durante un periodo de tiempo muy corto antes de ponerse a tope durante el recalado del material. Debido a esta operación, solamente una cantidad mínimo de material en la zona interfacial pierde contenido de carbono, alcanzando muy poco material detrás de la superficie líquida el punto plástico, por lo que se recalca muy poco material. Como el programa de corriente del arco descrito pone solamente un volumen muy limitado de metal en estado plástico, la base de metal sólido al lado de esta zona plástica permite una transmisión más eficaz de la fuerza de forja a la soldadura. El programa de la corriente de arco se puede conseguir fácilmente mediante el empleo de un transformador variable movido a motor que alimenta la energía del arco o mediante el empleo de un reactor saturable controlado por un controlador programable apropiado.

10. Una máquina típica para utilizarse en la práctica del procedimiento del presente invento se ilustra en la figura 11. El bastidor de la máquina adopta la forma de un banco sobre el que se monta una placa fija 12 y un carro móvil 13 que llevan los dispositivos de sujeción 14, los cuales funcionan por accionadores de presión hidráulico o neumáticos 15, que se sostienen por dos estructuras similares 16, una montada en el banco fijo y la otra montada en el carro móvil. Cuando los cilindros hidráulicos o neumáticos 15 se activan, las mordazas 14 descenderán acoplándose a las dos secciones del tubo 19 que se han de soldar. Una barra de apoyo rígida 17 se utiliza en la parte izquierda fija de la máquina, por lo que cuando

el banco 13 y se desplaza hacia la izquierda durante el periodo de forja, la fuerza aplicada al tubo de la derecha por el bloque 18, que vá unido al carro móvil es absorbida por la reacción del bloque fijo 17. Los imanes permanentes o los electroimanes que proporcionan el campo magnético para hacer girar el arco, se sujetan en las mordazas 14, y la corriente de la fuente de suministro de corriente del arco se alimenta a las piezas por conexiones hechas al banco fijo y al carro móvil que se aislar del bastidor y de la placa fija. El cilindro que a través del cual pasa corriente para producir el campo magnético que hace que el arco se mueva hacia fuera durante la operación de soldadura se sostiene por el bloque de apoyo 17 mediante un elemento conductor que se aísla de dicho bloque 17 y se sujeta al mismo. Un conductor similar en el extremo opuesto del cilindro se apoya contra un terminal de contacto accionado por resorte que lleva corriente desde la fuente de suministro de corriente continua a través del terminal hasta la barra conductora, a través del cilindro y a través de la primera barra conductora volviendo entonces a la fuente de suministro de energía. Por éste medio se alimenta corriente para la producción del campo magnético que es concéntrico con el eje geométrico del tubo, y el bloque 18 montado en el carro 13 se puede mover libremente sin dañar al conductor en el interior del tubo.

Otros medios para sostener el cilindro pero permitiendo el movimiento del carro se ilustran en la figura 12a. El cilindro hueco de cobre 9 se sostiene por una barra conductora 20 que se sujeta al bloque de apoyo 17, el cual se pone a tierra al bastidor de la máquina. La barra conductora 21, que se puede deslizar libremente en un cojinete de casquillo con

- ductor 26 se empuja hacia la derecha por acción del muelle 22 que está retenido por retenes de muelles 24 y 25. Un aislamiento eléctrico 23 evita que pase corriente a través del muelle. Cuando el carro se mueve al extremo de la derecha, las partes que se han de soldar pueden deslizarse sobre el cilindro y sujetarse en posición mediante las mordazas 14. La corredera se lleva entonces hacia la izquierda y cuando las piezas que se han de soldar se aproximan una a la otra llegando a la posición de soldadura, el extremo de la barra conductora 21 hacia contacto con el terminal 28 ilustrado en la figura 12b que se monta sobre la barra de apoyo de la derecha 18 pero se aísla de la misma mediante aisladores 29. Una fuente de suministro de energía apropiada, cuya salida es controlable, se conecta entre este terminal 28 y el bastidor de la máquina, por lo que puede pasar corriente desde la fuente de suministro de energía a través del cilindro hueco con el fin de generar el campo magnético que hará que el arco se mueva hacia fuera y hacia dentro según gira entre los cantos de las piezas que se sueldan. Durante el periodo de recalado, cuando las piezas se ponen a tope por movimiento del carro hacia la izquierda, la barra conductora 21 se deslizará dentro del cojinete de casquillo, para que se pueda aplicar fuerza de forja sin restricción en las piezas que se sueldan.
- Creemos que resultarán evidentes por la descripción anterior las diversas características y ventajas del invento. Indudablemente, a los expertos en la materia se les ocurrirán otras diversas características y ventajas no mencionadas específicamente, así como modificaciones de la modalidad ilustrada, las cuales se pueden conseguir sin desviarse del espíritu y alcance del invento según se define en las reivindicaciones adjuntas.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el número 490.306 de 22 de julio de 1.974, acogéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA SOLDAR CON ARCO ELECTRICO EN ROTACION, caracterizándose por lo siguiente:

- 5.
- 10.
15.           1.- Procedimiento y aparato para soldar con arco eléctrico en rotación, especialmente para soldar dos piezas a lo largo de sus cantos adyacentes, procedimiento caracterizado porque comprende las etapas de: sujetar las dos piezas que se han de soldar de forma que sus cantos adyacentes queden separados por un espacio; hacer que se produzca un arco eléctrico a través del espacio; generar un campo magnético radial entre los cantos para hacer que el arco se mueva a lo largo de los mismos; generar un segundo campo magnético concéntrico a las piezas entre los cantos para hacer que el arco se ven obligado a seguir una dirección radial mientras es propulsado por el primer campo magnético mencionado de forma que el arco describa un movimiento espiral; controlar la corriente del arco del modo que siga un programa predeterminado de corriente de arco con respecto al tiempo; y comprimir las piezas entre
- 20.
- 25.
- 30.

sí en los citados cantos.

5. 2.- Aparato para la aplicación del procedimiento según la reivindicación 1, caracterizados porque comprenden: medios para sostener las dos piezas que se han de soldar de forma que sus cantos adyacentes queden separados por un espacio; medios para hacer que se produzca un arco eléctrico a través del espacio; un primer dispositivo para generar un campo magnético entre los cantos que hace que el arco se mueva a lo largo de los mismos; un segundo dispositivo para generar un segundo campo magnético entre los cantos que hará que el arco se vea obligado a seguir una dirección radial mientras es propulsado por el primer campo magnético; medios para controlar la corriente del arco y los medios citados para generar campos magnéticos; y medios para comprimir dichas piezas entre sí.

10. 3.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque los medios empleados para producir un arco eléctrico consisten en una fuente de suministro de corriente alterna.

15. 4.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque el primer dispositivo para generar un campo magnético es un imán permanente.

20. 5.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque los medios empleados para generar un segundo campo magnético comprenden un cilindro conductor eléctrico hueco sostenido concéntricamente y adyacente a los tubos que se sueldan.

25. 6.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende medios para controlar la corriente del arco, de forma que la corriente del arco se eleve lentamente durante la parte inicial del periodo de soldadura hasta que los cantos alcanzan una temperatura predeterminada, después de lo

30.

cual se hace que aumente la corriente rápidamente hasta que se forma una delgada capa de material fundido en los cantos adyacentes de las piezas citadas.

5. 7.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende medios para recalcar la zona soldada.

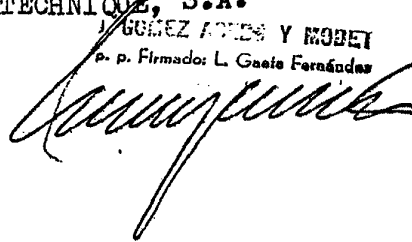
8.- Procedimiento y aparato para soldar con arco eléctrico en rotación, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

10. Esta Memoria consta de quince hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 28 ABR. 1975

SOLAKY INTERTECHNIQUE, S.A.

GÓMEZ ACEDOS Y ROBAY  
p. p. Firmado: L. Gasís Fernández



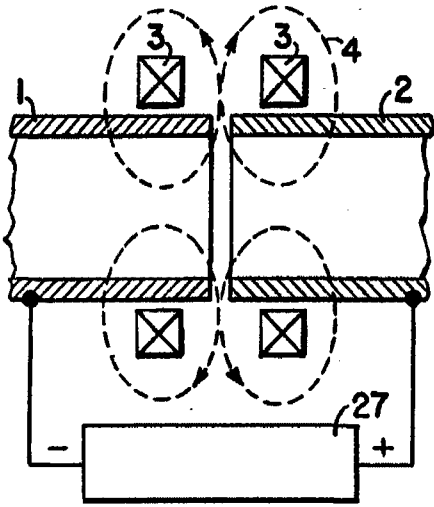


FIG. 1

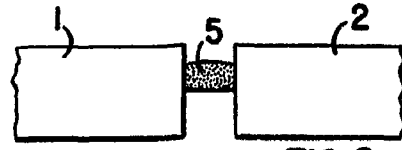


FIG. 2

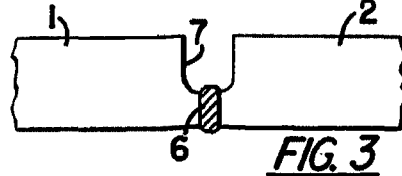


FIG. 3

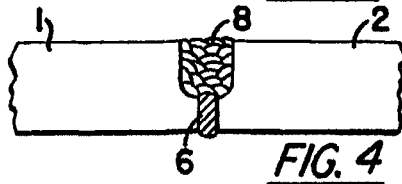


FIG. 4

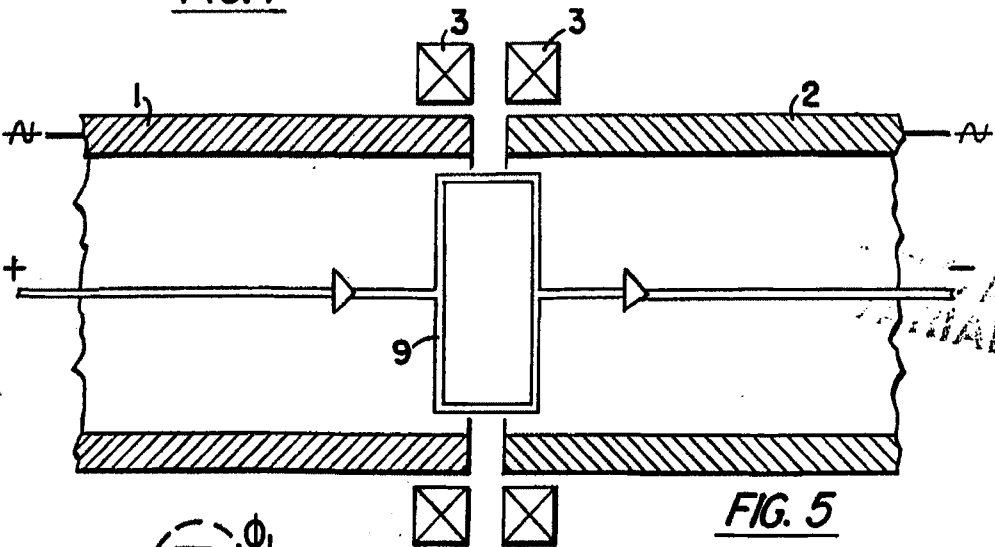


FIG. 5

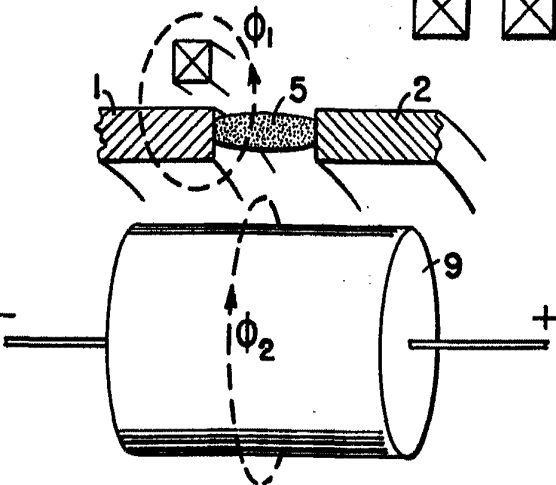


FIG. 8

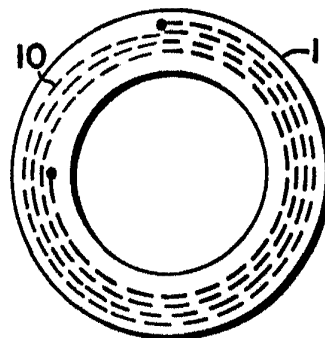


FIG. 9

Stamp: VALOR 2.5 ABR 1958  
Handwritten signature

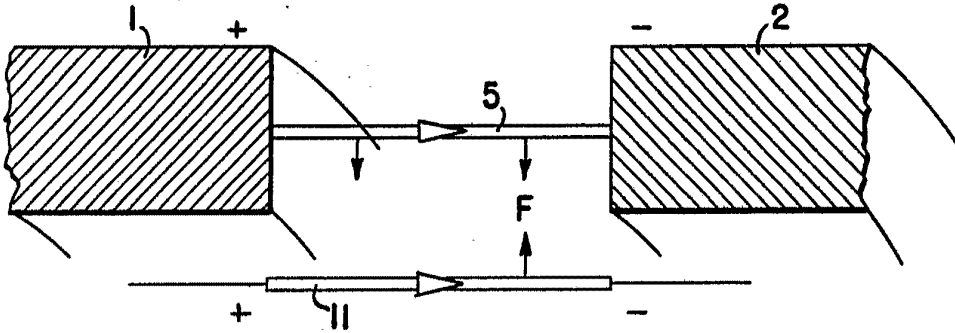


FIG. 6

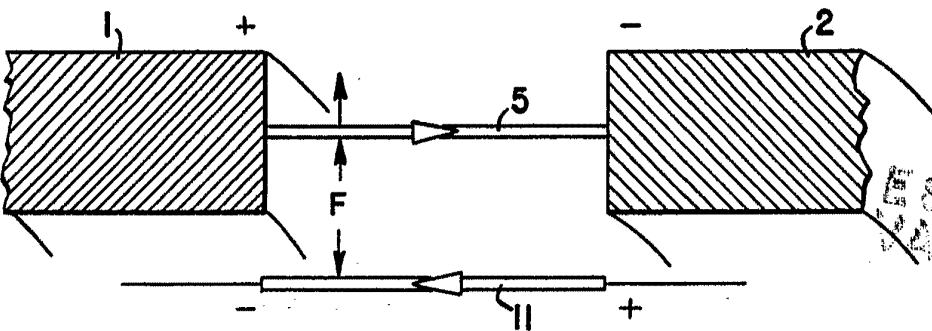


FIG. 7

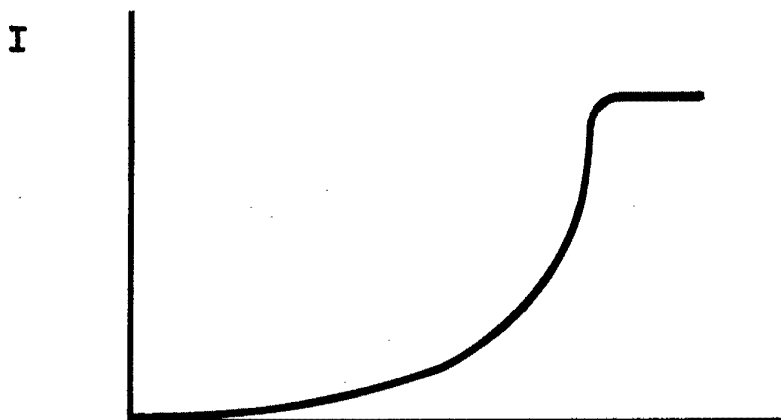


FIG. 10

28 APR 1975  
L. G. ...  
[Handwritten signature]

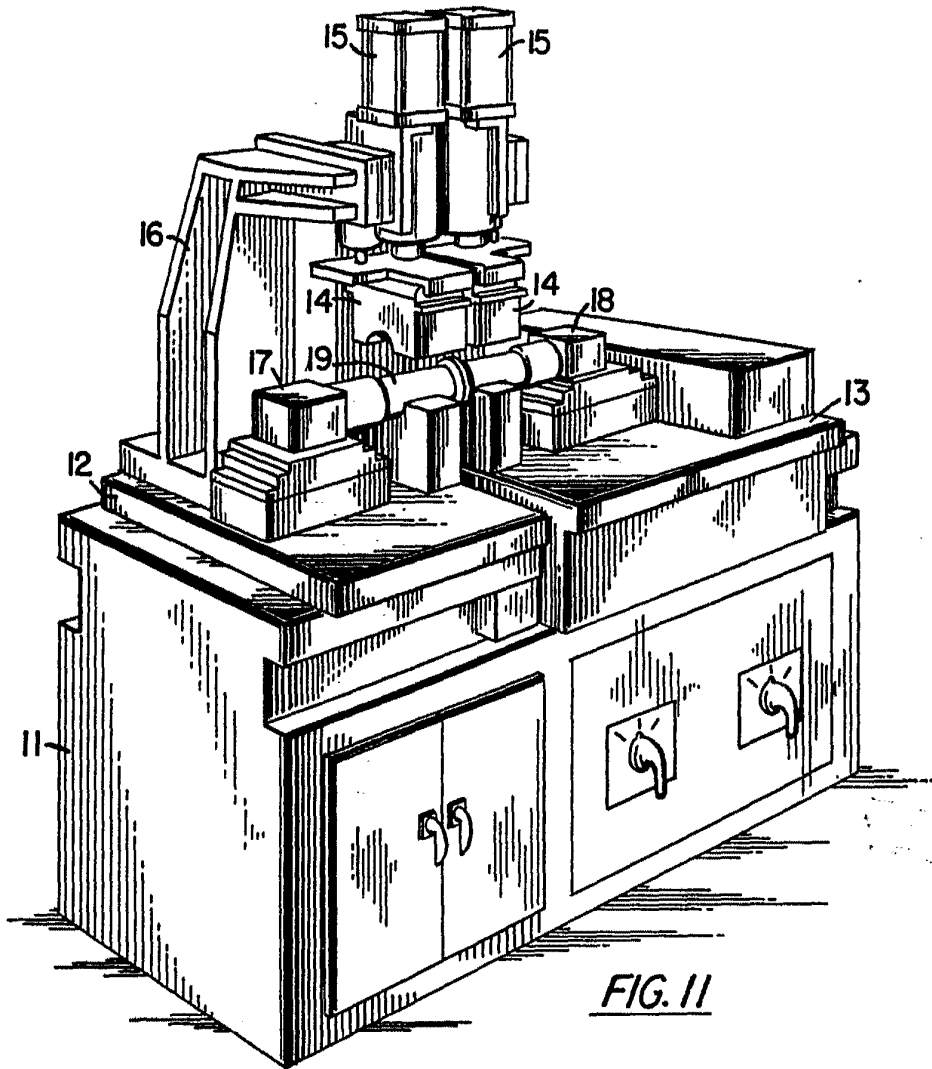


FIG. 11

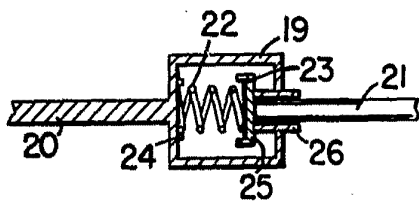


FIG. 12a

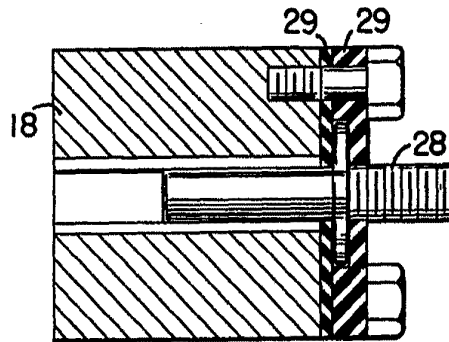


FIG. 12b

28 ABR 1972

*[Handwritten signature]*