

PATENTE DE INVENCION

FILE No. 73-165 (G)
No. 73-126 (G)

435250

Int. Cl. C21D

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA UNIR DE MANERA FUSIBLE
UN MATERIAL DE REVESTIMIENTO A UN ARTICULO METALICO.

=====

Solicitante: CATERPILLAR TRACTOR CO., entidad norteamericana,
residente en 100, N.E. Adams Street, Peoria, Es-
tado de Illinois, 61602, EE. UU. de A.

=====

La presente invención se refiere a un procedimien-
to y aparato para unir de manera fusible un material de
revestimiento a un articulo metálico.

La aleación superficial de metales se realiza gene-
ralmente por procesos de soldeo o diversas técnicas de me-

5.

5. talización por aspersión con llama y plasma. Los procesos de
soldeo utilizan una fuente de energía eléctrica o gaseosa con
un nivel de potencia muy variable que es difícil de controlar.
Como resultado, se dirige normalmente al artículo que se recu-
bre un exceso de calor y con frecuencia su microestructura
quedada afectada negativamente de manera que se necesita después
un tratamiento térmico adicional. Si bien la resistencia de la
unión entre el revestimiento superficial y el artículo puede
ser suficiente en estos procesos de soldeo, normalmente se
10. proporciona un revestimiento excesivamente grueso debido a
las irregularidades en la tasa de deposición y la falta de una
completa capacidad para controlar su colocación. Este exceso
de revestimiento debe ser mecanizado, en muchos casos, para
obtener el contorno superficial final deseado con un gasto
15. adicional. Por otra parte, los procesos de soldeo se realizan
fundamentalmente a una velocidad de deposición del material
más lenta y los problemas de control correspondientes llevan
frecuentemente a impurezas en la microestructura, grietas o
posidad u otras formas de defectos metalúrgicos perjudiciales
20. que tienden a disminuir la resistencia del revestimiento y
su unión al artículo.

A título de ejemplo, la industria de los motores
diesel ha adoptado ampliamente unas válvulas de motor de ace-
ro austenítico de cromo-niquel-silicio con material de revestimiento
25. de Stellite N° 6 unido o fusiblemente al mismo
alrededor de la porción anular del asiento de la válvula del
mismo. Este material de revestimiento puede solicitarse a la
Stellite Division of Cabot Corp., Kokomo, Indiana. Estas vál-
vulas se producen por un proceso de fabricación relativamente
30. complejo que utiliza sopletes gaseosos para calentar amplia-

- mente la cabeza de la válvula antes, durante, y después de la deposición sobre la misma del material de revestimiento de Stellite. A este proceso se le conoce con el nombre de "soldado pudelado". Los inconvenientes de este proceso caro y relativamente lento incluyen dirigir una cantidad excesiva de calor al material de la base y enfriar lentamente el revestimiento. Esto da lugar a una zona de difusión general relativamente gruesa o región de unión intersticial de aproximadamente 0,020" entre el material de la base y el revestimiento así como la segregación dentrítica y la cristalización ampliada del material de revestimiento con la consiguiente disminución en la dureza del mismo. Además, la gruesa zona de difusión representa una región que no tiene ni las propiedades deseables del material de la base ni las del revestimiento. Por ejemplo, se sabe que el hierro en el acero degrada la Stellite cuando está presente en solo cantidades relativamente pequeñas. En consecuencia, la duración de estas válvulas no están prolongada como sería de desear.
- Por otra parte, las técnicas de metalización por aspersión con llama y plasma aplican un material de revestimiento a un artículo sin calentar sustancialmente el artículo, con el resultado de que ocurre una unión metalúrgica relativamente mala. Esta técnica se suele limitar a un espesor del revestimiento de unas milésimas de pulgada con una resistencia generalmente baja. La patente de los Estados Unidos Nº3.310.423 concedida el 21 de marzo de 1967 a H.S. Ingham, Jr., expone un proceso de pulverización por llama para aplicar un revestimiento utilizando ráfagas instantáneas de energía de un rayo laser para elevar la temperatura de las partículas metalizadas previamente y calentadas con llama cuando se dirigen ha-
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

5. cia la superficie de un artículo. Las partículas sustancialmente fundidas se supone que se adhieren a la superficie del artículo cuando se ponen en contacto con la misma con una mejor unión que en los procesos convencionales de metalización por aspersión, que se sabe que por lo general producen una unión relativamente débil entre el revestimiento y el artículo, y porosidad en el revestimiento. Este procedimiento es más caro porque necesita calentamiento doble y, además, el espesor de las capas aplicadas se limita solo unas milésimas de pulgada. Debido a estas deficiencias, los procesos de metalización por aspersión han sido considerados totalmente insatisfactorios para cementar, por ejemplo, una válvula de motor.

10. Otras fuentes de calentamiento tales como el posible uso de la energía solar o del rayo electrónico parece plantear problemas aún más difíciles. En la energía solar, se necesita un sistema amplio y caro para recoger el calor con el fin de obtener niveles suficientes de energía de densidad de potencia y la fuente de energía de amplio espectro está cambiando. De igual modo, en la energía de los rayos electrónicos se necesitan normalmente un sistema de evacuación relativamente caro, que restringe en gran medida el proceso de fabricación de las partes que se quiere recubrir. Por ejemplo, la presión de vapor del material de revestimiento o del artículo podría quedar negativamente afectada y algunos materiales podrían volatizarse, imponiendo ulteriores límites a la aleación de material que quede ya limitada por el mismo proceso de soldado por rayo electrónico. Son ilustrativas de la amplia gama de esfuerzos para resolver el problema particular de aplicar un revestimiento de superficie dura

15.

20.

25.

30.

- a la cabeza de una válvula de motor, por ejemplo, la Patente de los Estados Unidos 3.147.747 de LeRoy O. Kittelson; la Patente de los Estados Unidos 3.362.057 de Gerhard Kubera et al.; y la Patente de los Estados Unidos 3.649.380 de Max J. Tauschek. La Patente de los Estados Unidos 3.478.441 de Alexander Goloff et al. y cedida a la cesionaria de la presente invención expone igualmente un procedimiento de soldado por fricción de una pieza de material de revestimiento a una válvula de motor para proporcionar a la misma un asiento resistente a los choques. No obstante, ninguno de estos procedimientos resuelve totalmente los diversos problemas, incluyendo la necesidad frecuente de mecanizar el revestimiento en exceso, ni los resuelve de manera suficientemente económica. Otro procedimiento, el de la Patente de los Estados Unidos n. 3.663.793 de James Petro et al., describe la forma de aplicar un revestimiento a una lámpara de cristal o similar para fines decorativos, utilizando el calor procedente de un rayo laser o un rayo electrónico. No obstante, este procedimiento emplea un paso adicional de calentamiento y no menciona la mejora de la resistencia al desgaste y a los choques ni la duración del revestimiento ni su unión con el artículo principal a lo que se dirige particularmente la presente invención.

- Un objeto pues de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento y aparato perfeccionados para unir de manera fusible un material de revestimiento a la superficie de un artículo metálico en el que se obtiene una unión intersticial de resistencia relativamente elevada.

- Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento perfeccionado capaz de aplicar un revestimiento superficial duro relativamente uniforme a un

artículo de material distinto por licuefacción térmica del material y la porción adyacente del artículo.

5. Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento relativamente rápido para unir de manera fusible un material sólido de revestimiento colocado contra la superficie de un artículo metálico con el fin de disminuir la transferencia térmica a todo el artículo y acelerar de ese modo su enfriamiento desde su estado licuado una vez que se ha retirado del mismo la fuente de calor.

10. La invención proporciona a título de ejemplo una válvula de motor perfeccionada con un asiento anular de válvula unido de manera fusible a la misma mediante el procedimiento de la invención y que tiene una estructura cristalina relativamente fina para aumentar su dureza y resistencia al desgaste, y una mejor posibilidad de controlar su estructura metalúrgica.

15. Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento perfeccionado del tipo descrito en el que un rayo de onda continua de energía relativamente alta de energía electromagnética se enfoca con exactitud sobre una superficie relativamente pequeña del artículo que se recubre con el fin de disminuir la transmisión térmica a todo el artículo.

20. Otros objetos y ventajas de la presente invención se harán fácilmente evidentes con referencia a los dibujos adjuntos y a la descripción que siga.

25. La figura 1 es una perspectiva de un aparato para sostener un artículo para unir de manera fusible un material de revestimiento a un artículo metálico según el nuevo procedimiento de la presente invención.

30.

5. La figura 2 es una porción pulida y atacada químicamente de un artículo y el revestimiento endurecido correspondiente producido por el procedimiento de la presente invención con un aumento de aproximadamente 225 veces su verdadero tamaño.

La figura 3 es similar a la figura 2, solo ampliada hasta un aumento de aproximadamente 860 veces su verdadero tamaño para mostrar la superficie de contacto entre el artículo y el revestimiento.

10. La figura 4 es una exploración de línea con microsonda electrónica a través de un artículo y el revestimiento endurecido correspondiente producido por el procedimiento y aparato de la presente invención, y particularmente una válvula de motor que tiene un material de base de acero austenítico de cromo-níquel-silicio y un revestimiento de Stellite número 6 en el asiento de la válvula.

15. La figura 5 es una exploración de línea con microsonda electrónica de una válvula de motor convencional producida por soldeo de pudelado con un material de base de acero austenítico de cromo-níquel-silicio y un revestimiento de Stellite nº 6 en el asiento de la válvula a efectos de comparación con la figura 4, y al doble de la longitud de exploración de la misma.

20. La figura 6 es una porción pulida y atacada con ácido de la válvula de motor convencionalmente soldada por pudelado con un aumento de aproximadamente 225 veces su verdadero tamaño a efectos de comparación con la figura 2.

25. La figura 1 de los dibujos muestra un aparato para sostener un artículo 10 para unir de manera fusible un material de revestimiento de polvo fusible 12 a la superficie de
30.

5. un artículo metálico ferroso 14, tal como una válvula de motor o similar según el procedimiento de la presente invención. En esta realización, el polvo de Stellita número 6 se une eficazmente a la válvula del motor 14 de material distinto tal como por ejemplo un acero austenítico de cromo-niquel-silicio. El aparato para sostener el artículo 10 que soporta giratoriamente la válvula de motor incluye una base similar a un armazón 16 que soporta una placa de montaje que mira oblicuamente hacia arriba 18 sobre la que va montado giratoriamente un disco de soporte de artículo 20 con un rebaje cilíndrico 22 dispuesto concéntricamente formado en el mismo.

10. La válvula de motor 14 incluye una porción de vástago que se extiende hacia arriba 24 y una porción inferior de cabeza 26 adaptada para ser recibida en relación friccionalmente deslizante dentro del rebaje cilíndrico 22 en el disco de soporte giratorio 20. De esta forma la válvula de motor se encuentra colocada oblicuamente en un ángulo de aproximadamente 45° en relación con un plano horizontal gracias a la disposición relativa de la placa de montaje 18 y el disco de soporte del artículo 20. Esto da convenientemente como resultado de que un asiento anular 28 en la porción de cabeza de la válvula se mantiene en un plano sustancialmente horizontal en la porción superior o el apogeo de la válvula giratoria y sustancialmente adyacente a dicha porción, como se representa generalmente con el número de referencia 29. Un motor de accionamiento de velocidad variable 30 se une de manera apropiada a la base 16 del aparato de mantenimiento 10 en relación de accionamiento con el disco de mantenimiento del artículo 20 para girar la válvula del motor a una velocidad predeterminada relativamente rápida, por ejemplo cinco segundos por re-

15.

20.

25.

30.

volución.

5. Un refuerzo en ángulo 32 va fijado de manera ajustable a la base 16 del dispositivo de mantenimiento del artículo 10 de la presente invención para mantener un tubo de suministro de polvo alimentado por la gravedad 34 en forma generalmente vertical por encima y hacia dentro junto con la periferia de la porción de cabeza 26 de la válvula 14. El tubo de suministro o alimentación tiene en su extremo superior una tolva 36 adaptada para recibir de manera conveniente el polvo fusible 12, y un extremo inferior cónico 38 dispuesto en relación predeterminada relativamente cerca del asiento anular 28 de la válvula 14.

10. Un espejo reflector 40, sustancialmente plano y enfriado por agua va soportado de manera universalmente ajustable sustancialmente por encima de la cabeza de la válvula 26 sobre un par de conexiones separadas de pivote, 42, alineadas horizontalmente, de una horquilla dependiente 44 y sobre una conexión vertical de pivote 46 intermedia entre la horquilla y un brazo vertical 48 fijado a la base 16. Un rayo fijo de energía electromagnética coherente 50 de potencia relativamente elevada, tal como por ejemplo un rayo laser de onda continua de muchos kilowatios, se proyecta de manera sustancialmente horizontal sobre el espejo 40 como se representa en las líneas discontinuas a partir de una fuente apropiada (no representada). El rayo laser de onda continua 50 se refleja entonces hacia abajo por el espejo y se enfoca sobre el asiento anular 28 de la válvula 14 para proporcionar una zona de interacción de energía térmica relativamente elevada como se indica con el número de referencia 52. Esta zona de interacción térmica coincide sustancialmente con el apogeo 29 de la

15.

20.

25.

30.

válvula giratoria.

5. La fusión efectiva del polvo 12 y el asiento anular 28 en la zona de interacción 52 se obtiene utilizando el rayo laser 50 con una forma de la sección transversal del rayo aproximadamente toroidal. Específicamente, la forma toroidal preferida del rayo laser tiene 4,76 mm. de diámetro exterior y 1,58 mm. de diámetro interior, lo que da como resultado una densidad de potencia de 1.055.782 calorías/segundo/cm².

10. El tubo de alimentación de polvo 34 se encuentra dispuesto en arco y desviado del apogeo 29 de la válvula 14 y muy cerca y por encima del asiento anular 28 para proporcionar una zona de deposición del polvo indicado en general con el número de referencia 54. No obstante, esta zona de deposición del polvo se encuentra relativamente cerca del apogeo de manera que el asiento anular 28 está dispuesto sustancialmente horizontal y el polvo fusible 12 se retiene mejor sobre el mismo. Además, la porción de extremo inferior cónica 38 del tubo de alimentación 34 y su emplazamiento más cercano a la porción de la cabeza de válvula 26 sirve para dosificar la alimentación del polvo al asiento anular. Por ejemplo, el polvo llena el espacio que se encuentra entre ellos y no ocurre ningún flujo mientras que la válvula permanece fija, y sin embargo ocurre a la velocidad deseada con una sección de auto-nivelación al girar la válvula a la velocidad deseada.

25. El dispositivo de mantenimiento del artículo 10 de la presente invención, incluyendo el tubo de alimentación de polvo 34, el espejo reflector 40 y el rayo laser 50 produce efectivamente una capa de aleación dura o superficie 56 sobre la válvula de motor 14. Esa superficie se hace sustancialmente
30. sólida en una zona de solidificación 58 que se encuentra tam-

bién relativamente cerca del apogeo 29 de la válvula de motor de manera que la fusión del polvo 12 y porción adyacente de la válvula que se licúa en la zona de interacción térmica 52 permanece sustancialmente horizontal y no fluye apreciablemente antes de dicho endurecimiento.

5.

Es muy significativo apreciar que utilizando el procedimiento de fabricación de la presente invención para aplicar la capa de aleación dura 56 sobre la válvula de motor 14 la porción de cementado del coste puede reducirse a aproximadamente la mitad que con las técnicas convencionales de soldeo de pudelado.

10.

Si bien el funcionamiento de la presente invención consideramos que se deduce con claridad de la descripción anterior, a continuación se ampliará aún más en el breve resumen que se expone de dicho funcionamiento. El motor 30 el rayo

15.

laser de onda continua 50 se accionan simultáneamente para iniciar la deposición del polvo 12 sobre el asiento anular 28 de la válvula de motor 14 en la zona de deposición 54, y también para dirigir el rayo laser muy caliente sobre dicho

20.

asiento, en la zona de interacción térmica 52. Cuando se hace girar el dicho de soporte del artículo 20 y la válvula de motor por la acción del motor en la dirección de las agujas del reloj tal como se muestra por la flecha de la figura 1, el

25.

rayo laser enfocado licúa térmicamente y de manera relativamente rápida tanto el polvo como la porción adyacente de la cabxa de válvula 26 en la zona de interacción sin calentamiento excesivo de toda la válvula del motor. La fusión resultante se dirige a continuación más allá del calor del rayo laser en la zona de interacción, y la transferencia rápida del calor desde dicha zona a la masa relativamente fría de la

30.

- válvula del motor, junto con el enfriamiento por el aire ambiente o de la sala de la misma, da rápidamente como resultado la obtención de una superficie de aleación dura 56 en la zona de solidificación 58. Esta superficie de aleación es relativamente gruesa, por ejemplo de 1,27 mm, y tiene una sección transversal muy uniforme con una excelente unión intersticial.
5. Se ha comprobado que esta superficie dura, es tan uniforme en su perfil que solo se necesita un mínimo mecanizado final de la misma para producir la válvula de motor completa.
10. La eficacia del procedimiento de unión fusible y del aparato de la presente invención se observa en la microfotografía de la figura 2. Esta microfotografía indica claramente la unión intersticial relativamente fina pero de gran calidad obtenida entre la superficie de aleación metálica dura 56 y el material metálico de base de la válvula de motor 14.
15. La parte superior de la fotomicrografía muestra la microestructura relativamente fina de la superficie de Stellita número 6, mientras que la parte inferior de la misma muestra la distribución uniforme de carburos finos en una matriz austenítica asociada al acero austenítico de cromo-niquel-silicio de la válvula del motor. Entre estas dos zonas hay una zona de difusión general relativamente fina o región de unión intersticial que ilustra claramente la fusión relativamente completa de la misma, la falta de grietas o huecos, y la ausencia de inclusiones de óxido o similares que afectaría negativamente a la estructura. Esta fina región de unión intersticial se
20. indica gráficamente que es de aproximadamente de 0,075 mm de espesor, y con la línea oscura resultante del reactivo utilizado que represente una superficie de contacto sustancialmente plana. Como se muestra más claramente en la fotomicro-
- 25.
- 30.

grafía mucho más ampliada de la figura 3, esta superficie de contacto plana es de solo unos 0,012 mm, de espesor y sin embargo su uniformidad indica la elevada resistencia de la unión.

5. Como se representa mejor en la figura 4, una exploración de línea de microsonde electrónica de la válvula de motor 14 de la presente invención indica una composición metalúrgica muy uniforme del material ferroso de base y del revestimiento metálico, dispuestos respectivamente a la izquierda y a la derecha del gráfico. Se muestran los valores de concentración relativa, cualitativa, no cuantitativa, de los elementos hierro (Fe), cromo, (Cr), carbono (C), y cobalto (Co), mientras que para mejorar la ilustración se han omitido del gráfico los valores de concentración de los elementos primarios restantes níquel, silicio y volframio. Es evidente que la suavidad de las líneas de exploración confirman la estructura de grano fino del revestimiento, así como la zona fina de unión intersticial similar a la representada en la fotomicrografía de la figura 2. Por otra parte, al inspeccionar la figura 5 que muestra una exploración de línea de una válvula de motor soldada por pudelado de manera convencional, es evidente que el espesor de la zona de unión intersticial es de aproximadamente 0,5 mm., que representa aproximadamente de la figura 4. Obsérvese también en la figura 5 la extensión muy significativa de la disolución del hierro (Fe) presente en el material de base en el interior del revestimiento de la válvula de motor de la técnica anterior, que puede hacerse gravemente quebradiza y reducir la resistencia a la oxidación de la misma. Esta disolución es convenientemente despreciable en la válvula de motor de la
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

presente invención como se representa por la bajada relativamente abrupta de la línea de hierro en la figura 4. De igual modo, las crestas y valles coincidentes en las líneas de exploración del cromo (Cr), cobalto (Co) y carbono (C) del revestimiento de la técnica anterior en la figura 5 son prueba de la formación de grandes cristales, tales como carburos de cromo, que acompaña a la elevada entrada de calor y a la lenta operación de refrigeración o enfriamiento del soldo de pudelado. Obsérvese que estas crestas faltan prácticamente en la exploración de línea del revestimiento de la figura 4, indicando su estructura de grano fino.

Como se muestra mejor en la fotomicrografía de la figura 6, el revestimiento de la técnica anterior muestra formaciones dendríticas relativamente grandes con carburos en una matriz de cobalto, y esto es notablemente distinto de la estructura de revestimiento mucho más fina de la presente invención según se representa en la figura 2. Esta diferencia metalúrgica se refleja en lecturas de dureza Rockwell de R_c 65-67 en el revestimiento de Stellita de la presente invención, en comparación con las habituales lecturas del revestimiento de Stellita de R_c 62-65 de la técnica anterior. Este aumento en la dureza da como resultado una mayor resistencia al desgaste en la válvula de motor.

Así pues, el procedimiento y aparato de la unión fusible de la presente invención se ha demostrado ser muy eficaz para cementar una válvula de motor utilizando como fuente térmica una energía de laser de onda continua. Un examen de la microestructura de la superficie de la aleación dura y del artículo metálico ha demostrado una excelente fusión entre ellos y una unión intersticial relativamente estrecha pero

de gran resistencia. Por otra parte, se ha comprobado que el rayo laser de potencia relativamente elevada puede controlarse perfectamente para disminuir la transmisión térmica en el resto del artículo, y por consiguiente un rápido enfriamiento del mismo. Por otra parte, el rayo puede enfocarse o colimarse fácilmente para proporcionar una distribución uniforme en un recorrido relativamente ancho. Por ejemplo, se obtienen fácilmente anchuras de rayo laser superiores a 3,175 mm., mientras que las anchuras de los rayos electrónicos se limitan normalmente a menos de 1,59 mm. Por consiguiente, utilizando el procedimiento de la presente invención, pueden cementarse superficies aún mayores.

Se comprenderá que el procedimiento y el aparato de la presente invención pueden adaptarse fácilmente para obtener un artículo metálico compuesto aplicando un material de revestimiento relativamente sólido con una forma previamente dispuesta al material de base. Por ejemplo, en vez de depositar solo el polvo relativamente limpio y puro 12 en la válvula de motor 14 como ocurre en este caso, este polvo puede mezclarse con un aglutinante apropiado disponiéndose en un anillo anular. El anillo puede colocarse entonces en la válvula y someterse a la energía de calentamiento del rayo laser 50 sustancialmente como se ha descrito anteriormente sin apartarse del ámbito de la presente invención. Es evidente que utilizando estos principios puede aplicarse rápidamente y en una sola pasada diversas capas relativamente gruesa de material distinto al material de la base, del orden de 1,27 mm, de espesor. Esto elimina la necesidad de efectuar pasadas múltiples que pueden calentar excesivamente el artículo.

Si bien la invención se ha descrito y se ha represen-

5. tado con referencia particular a una realización preferida, es evidente que pueden introducirse otras modificaciones en la misma que entran dentro del ámbito de la presente invención, que no se pretenda que quede limitada excepto tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

N O T A

10. 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 se refiere a una solicitud de Patente presentada en Norteamérica con fecha de 4 de marzo de 1.974 y 24 de enero de 1.975 y nº 447.971 y 543.191, acogiéndose por lo tanto a los
15. beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicite Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA UNIR DE MANERA FUSIBLE UN MATERIAL DE REVESTIMIENTO A UN ARTICULO METALICO,
20. caracterizándose por lo siguiente:

25. 1.- Procedimiento y aparato para unir de manera fusible un material de revestimiento a un artículo metálico, procedimiento caracterizado porque comprende las etapas de depositar material de revestimiento en forma sólida en la superficie del artículo metálico; licuar térmicamente y de manera sustancialmente simultánea el material de revestimiento y la superficie del artículo metálico enfocando sobre ellas un rayo de onda continua de energía electromagnética de potencia relativamente elevada; y posteriormente retirar el rayo enfocado de energía electromagnética de dicho artículo permitir
- 30.

su enfriamiento y endurecimiento con el fin de proporcionar una capa solidificada de superficie con una unión intersticial relativamente fina pero fuerte entre dicha capa y el artículo metálico.

5. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de enfocar un rayo de energía electromagnética incluye la selección de una fuente de rayo que genere un rayo que tenga las características de un rayo laser de onda continua.

10. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de depositar el material de revestimiento incluye dosificar de manera controlable un metal en polvo sobre dicha superficie.

15. 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el artículo metálico es una válvula de motor que tiene una porción de asiento anular en la misma, y porque se hace girar dicha válvula de motor con relación al rayo de energía electromagnética para que el metal en polvo se una de manera fusible al asiento anular para formar sobre el mismo una capa superficial relativamente dura.

20. 5.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores caracterizado por las etapas de depositar el material de revestimiento en forma de polvo sólido en una parte de la superficie del artículo; licuar térmicamente y de manera simultánea el material de revestimiento y la porción de superficie del artículo enfocando sobre los mismo un rayo laser de onda continua y de energía relativamente elevada; y retirar posteriormente el citado rayo laser enfocando sobre ellos para permitir su enfriamiento por el aire ambiente y su endurecimiento con el fin de conseguir una fuerte unión intersti-

25.

30.

cial entre dicha capa superficial de aleación y el artículo.

5. 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque incluye la etapa de hacer que el rayo laser choque contra el material de revestimiento y la porción superficial del artículo en una zona de interacción térmica con una forma en sección transversal del rayo sustancialmente toroidal.

10. 7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque se utiliza un rayo laser que tiene un nivel de potencia que da lugar a una densidad de potencia de aproximadamente de 1.055.782 calorías/segundo/cm²., en dicha zona de interacción térmica.

15. 8.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para unir de manera fusible un material de revestimiento a una válvula de motor que tiene en la misma una porción de asiento anular, el procedimiento que comprende las etapas de depositar el material de revestimiento en forma sólida en la citada porción anular de la válvula de motor; al mismo tiempo licuar térmicamente el material de revestimiento y la porción anular de asiento de la 20. válvula de motor enfocando sobre ellos un rayo laser de onda continua; y posteriormente retirar de los mismos el rayo laser enfocado para permitir su enfriamiento al aire ambiente y su endurecimiento con el fin de proporcionar una capa superficial de aleación dura relativamente resistente al desgaste y a los golpes en la porción del asiento de dicha 25. válvula de motor.

30. 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque incluye la etapa de hacer girar la válvula de motor para mover la citada porción anular de asiento y el

material depositado de revestimiento a través del rayo laser enfocado.

5. 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque incluye la etapa de depositar el material de revestimiento en la porción anular de asiento de la válvula de motor antes de que pase a través del rayo laser enfocado.

10. 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque incluye la etapa de depositar de manera controlable el material de revestimiento en forma de polvo sobre la porción anular de asiento, a través de un tubo de alimentación de dosificación y nivelación del polvo relativamente cerca del rayo laser enfocado y desviado en arco del mismo.

15. 12.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores caracterizados porque para unir de manera fusible un material metálico a un artículo ferroso para proporcionar una capa de superficie dura con una zona fuerte y relativamente fina de unión intersticial con el artículo, el procedimiento comprende la etapa de: colocar a tope el material metálico contra una superficie del artículo mientras el citado material se encuentra en forma de polvo; dirigir de manera concentrada y continua un rayo laser de onda continua y de energía relativamente elevada sobre el material para licuarlo térmicamente junto con la citada porción de superficie adyacente del artículo; y retirar de ello de forma relativamente rápida el citado rayo laser para disminuir la transmisión térmica al interior del artículo y permitir un enfriamiento relativamente rápido del mismo, proporcionando de esa forma una capa superficial con una estructura metalúrgica cristalina relativamente fina para aumentar su dureza.

30. 13.- Procedimiento según las reivindicaciones an-

5. teriores caracterizados porque para depositar una capa superficial resistente al desgaste y relativamente dura sobre un artículo el precedente se realiza mediante las etapas de depositar de manera controlable un polvo sólido sobre una parte de la superficie del artículo; licuar térmicamente y de manera relativamente rápida el polvo sólido y la citada porción de superficie del artículo haciendo chocar contra ellos un rayo laser de onda continua y de energía relativamente elevada; efectuar un movimiento relativo entre el artículo y el rayo laser de manera que se permita el polvo sólido licuado y la porción superficial licuada se enfríen y se endurezcan rápidamente con el fin de obtener dicha capa superficial resistente al desgaste y dura con una región relativamente fina de unión intersticial entre la misma y dicho artículo.
- 10.
15. 14.- Aparato para la aplicación del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 13 para proporcionar sobre el artículo una capa superficial, de polvo caracterizado porque se constituye por medios de mantenimiento para soportar de manera liberable el artículo; medios de depósito para depositar de manera dosificable el citado material de revestimiento en polvo sólido sobre una superficie del artículo; y un rayo de energía electromagnética y onda continua dirigido de manera seleccionable sobre el material de revestimiento y la superficie del artículo para su licuación térmica relativamente rápida, disminuyendo en lo posible la transmisión térmica al interior de dicho artículo y permitiendo posteriormente el rápido endurecimiento del material de revestimiento después de la retirada del rayo para proporcionar dicha capa superficial con una unión intersticial relativamente fuerte pero fina entre la misma y el artículo.
- 20.
- 25.
- 30.

15.- Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque el rayo de energía electromagnética continua es un rayo laser de energía relativamente elevada.

5.

16.- Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque el material de revestimiento es un metal en polvo y los medios de depósito incluyen un tubo de alimentación para colocar de manera controlable el citado polvo sobre el artículo.

10.

17.- Aparato según la reivindicación 16, caracterizado porque los medios de sujeción pueden moverse y el rayo laser es fijo de manera que el artículo y el polvo metálico depositado sobre el mismo pasan a través del rayo laser para efectuar la unión fusible de los mismos.

15.

18.- Aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque el artículo tiene el mismo una porción anular que puede recibir el metal en polvo a partir del tubo de alimentación, y los medios de sujeción hacen girar el artículo de manera que la porción anular y el polvo metálico pasan a través del rayo laser para proporcionar un anillo de material endurecido sobre el artículo.

20.

19.- Aparato según la reivindicación 18, caracterizado porque cuando incluye un bastidor y un motor de accionamiento fijado de manera libre al mismo, los medios de sujeción incluyen un disco giratorio accionado por el motor de accionamiento a una velocidad predeterminada para hacer girar el artículo y el polvo metálico situado sobre el mismo a través del citado rayo laser.

25.

20.- Aparato según la reivindicación 19, caracterizado porque incluye un espejo soportado por el armazón para dirigir el rayo laser y enfocarlo sobre el artículo y el polvo

30.

metálico.

5. 21.- Procedimiento y aparato para unir de manera fusible un material de revestimiento a un artículo metálico, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de veintidos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 4 JUL 1975

CATERPILLAR TRACTOR CO.

J. GOMEZ ALONSO Y ENRIQUE
p. Firmado: L. Gaste Fernández

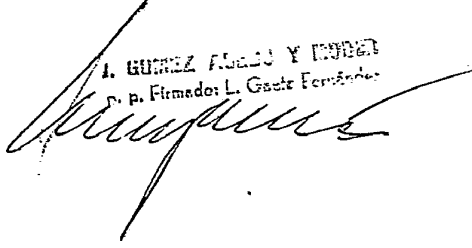
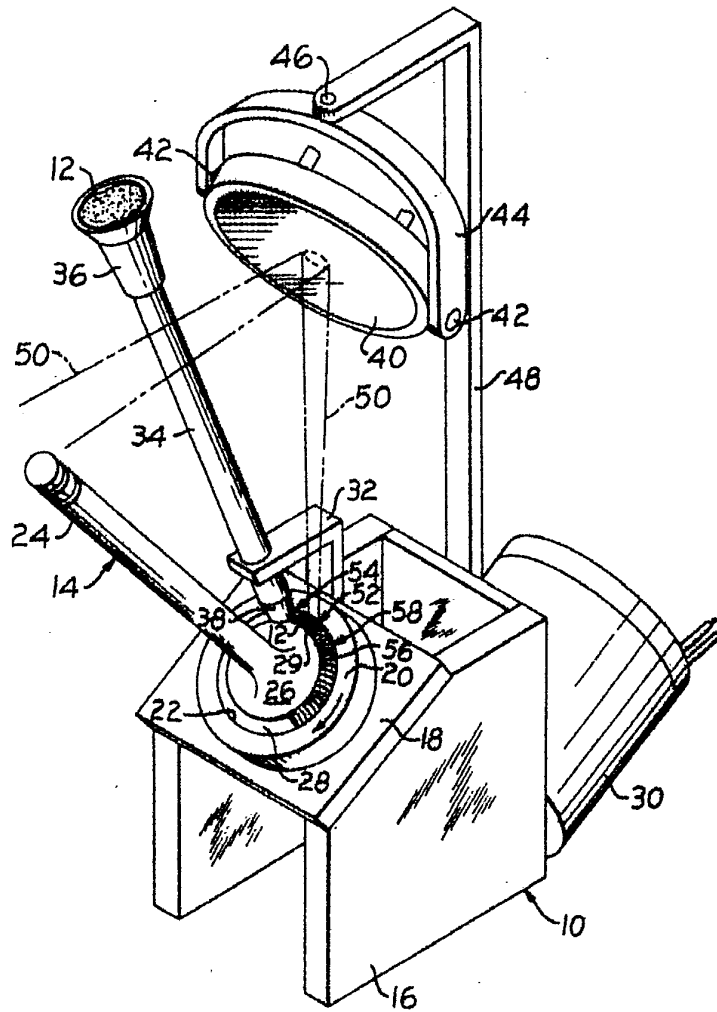


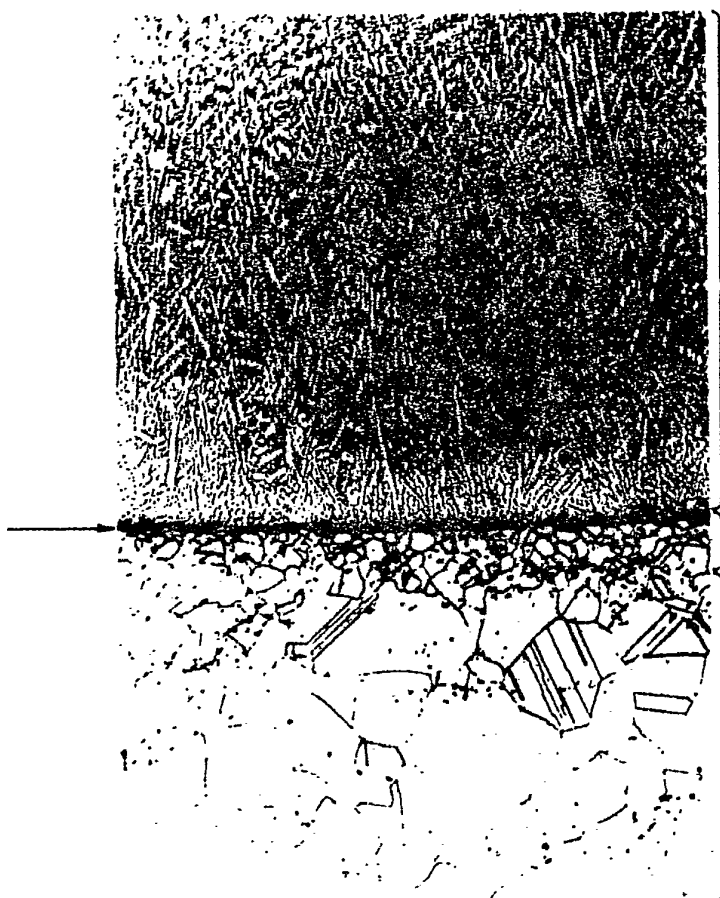
Fig. 1.



JUL 1975

[Handwritten signature]

FIG - 2 -



ESCALA

225X

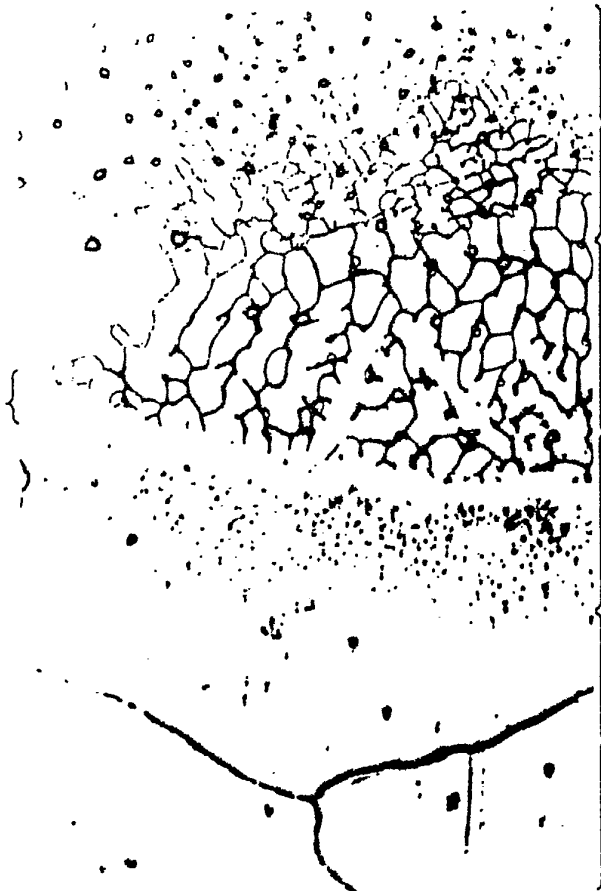
4 JUL 1975

RECIBO

LABORATORIO Y MUESTRA
DE LA COM. DE INVESTIGACIONES

A handwritten signature in black ink, written over the printed text of the receipt.

FIG - 3 -



860X

ESCALA

4 JUL. 1975

LABORATORIO Y HORTA
Alexander L. García Fernández
[Handwritten Signature]

FIG-4

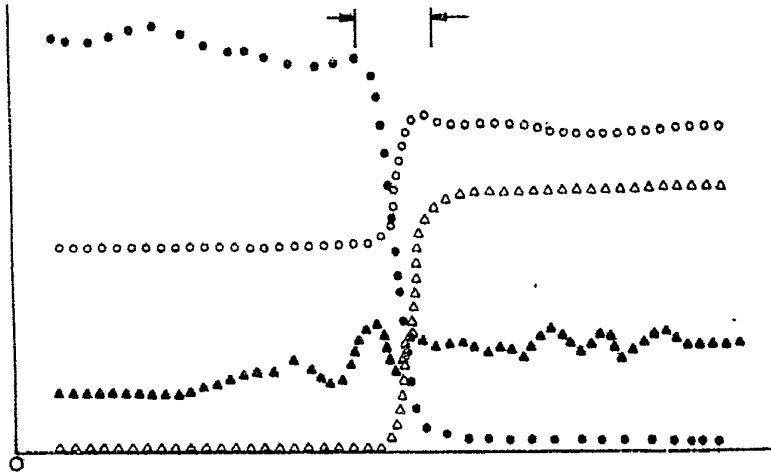
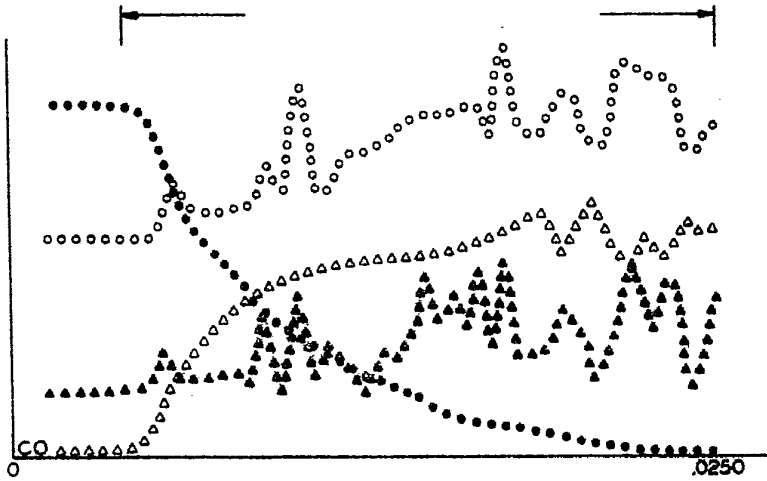


FIG-5



SECRET

- 4 JUL 1975

SECRET

Emisor: L. Costa Fernández



225X

ESCALA
VARIABLE

Fig. 5.

- 4 JUL. 1975

Madrid

J. BUENZ ACEO Y MODE
D. Firmador: L. Goetz Fernández