

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

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

19 ES	11 1174268	10 A1
21	22	
FECHA DE PRESENTACION		
17 OCT. 1978		

5 MAR. 1979

PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:		
51 NUMERO	52 FECHA	53 PAIS
843.141	17 de Octubre de 1.977	EE.UU. de A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21D	
54 TITULO DE LA INVENCION		
Procedimiento y aparato para endurecer superficialmente metales por medio de un haz concentrado de electrones.		
71 SOLICITANTE (S)		
SCIAKY BROS., INC.,		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
4915 West 67th Street, Chicago, Illinois 60638, EE.UU. de A.		
72 INVENTOR (ES)		
John Francis Connors, Douglas Dean Bass, Michael G. Bell, Stanley L. Ream.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. Jose Miguel Gomez-Acebo y Pombo.		

La presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para tratar térmicamente superficies metálicas y, en particular, para el endurecimiento superficial por medio de un haz electrónico concentrado a una gran densidad de energía.

5. El tratamiento térmico de metales es un proceso industrial importante, que se utiliza para inducir al metal propiedades convenientes como son la tenacidad o la dureza. Para algunas aplicaciones, cuando se utilizan aceros para herramientas para trabajar metales, es necesario que el material se endurezca hasta la mayor profundidad posible de modo que la herramienta conserve sus propiedades de corte para que se pueda afilar periódicamente según se desgasta. El acero a la temperatura ambiente consiste en dos fases:

10. 1) Ferrita, que es esencialmente hierro que tiene cantidades muy pequeñas de carbono disuelto y elementos de aleación;

15. y
2) Carburos, que están compuestos principalmente por elementos de aleación y carbono.

20. Para endurecerse, el acero se debe calentar por encima de una cierta temperatura, en la cual la ferrita se transforma en otra estructura llamada austenita. La cantidad de carbono que puede aceptar la austenita depende de la temperatura y esta cantidad se reduce a medida que baja la temperatura. Si la austenita se enfría rápidamente a un régimen suficientemente rápido, el

25. carbono no se puede precipitar de la solución y permanece confinado en la estructura. El carbono confinado produce una solución supersaturada en la ferrita, que se llama martensita. Es precisamente la capacidad del acero para mantener el carbono en solución y experimentar la transformación martensítica lo que supone un

30. factor importante en el endurecimiento. Existe una gran variedad

de aceros al carbono para herramientas y aceros aleados cada uno de los cuales, cuando se someten al tratamiento térmico apropiado, da por resultado un producto que tiene las características deseadas para cada aplicación específica.

5. Mientras que en las herramientas para el trabajo de metales se exige dureza en todo el material, existen muchas piezas industriales que exigen una superficie dura resistente al desgaste y un núcleo o alma dúctil o tenaz. Las superficies de dichas piezas se endurecen por cementado, nitruración, cianuración o carbonitruración.

10. El cementado exige que las piezas se expongan a un gas de cementación a temperaturas elevadas durante periodos de aproximadamente 5 a 72 horas o se envuelvan en un compuesto de cementación durante este periodo. El monóxido de carbono o metano es el gas vehículo y el carbón se disuelve en la austenita y penetra por debajo de la superficie por difusión.

15. En la nitruración, las piezas se calientan en una atmósfera de amoníaco a 450-540°C por espacio de 8 a 96 horas. El material se endurece hasta una profundidad de 7,62 mm.

20. En la cianuración, las piezas pequeñas como engranajes, dientes de trinquetes y bujes, se calientan en un baño fundido de cianuro sódico desde 10 minutos hasta 4 horas y después se enfrían rápidamente en agua o aceite. Las piezas se pueden endurecer por este método hasta una profundidad de 0,635 mm.

25. En el proceso de carbonitruración, las piezas se someten a una atmósfera gaseosa que contiene hidrocarburos y amoníaco a una temperatura de 649 a 899°C.

- Otro procedimiento por el cual se pueden endurecer piezas de acero es el procedimiento de calentamiento por inducción. Las piezas se mantienen adyacente a una bobina, o dentro de la misma,

30.

a través de la cual pasa corriente alterna. Se emplean altas frecuencias para pequeñas piezas o para el calentamiento superficial y se utilizan bajas frecuencias para el calentamiento en profundidad.

5. Los procedimientos de carburación o cementado, nitruración y cianuración son molestos y exigen tiempo. El endurecimiento mediante el empleo del proceso de calentamiento por inducción exige algo menos de tiempo, y se puede realizar en base de una producción en cadena, pero exige el empleo de bobinas con formas especiales para cada aplicación.

10. Aparte del peligro que supone el trabajar con gases y líquidos nocivos y venenosos en la producción de contaminantes del aire formados durante el proceso de endurecimiento, todos los procedimientos anteriores tienen el inconveniente resultante de que las piezas que se endurecen se deforman porque se someten a elevadas temperaturas durante periodos prolongados de tiempo. Si las piezas se deforman, es necesario volverlas a mecanizar a las tolerancias exigidas, lo cual es un procedimiento costoso que es aún más costoso porque las piezas se tienen que mecanizar en estado endurecido.

15. La presente invención se refiere al tratamiento térmico superficial de materiales a velocidades extraordinariamente elevadas y es útil para resolver las deficiencias en los métodos de tratamiento térmico empleados con anterioridad. El nuevo procedimiento de tratamiento térmico utiliza la gran densidad de energía disponible en el haz electrónico que se genera acelerando un haz de electrones por medio de un campo electrostático de alto potencial y dirigiendo el haz electrónico por enfoque y deflexión del mismo a lo largo de dos ejes mutuamente perpendiculares de modo que el haz se enfoca sobre el trabajo en una configuración o modo

- lo bidimensional deseado. De esta manera, las piezas se pueden tratar térmicamente en diversas áreas localizadas sin que sea necesario poner la masa total de la pieza a la temperatura apropiada para el tratamiento térmico. A causa de esto, la energía total exigida por este nuevo procedimiento es solamente una fracción de la energía que se debe utilizar en los procedimientos antiguos para el tratamiento térmico de las mismas piezas. El tipo de piezas que se prestan a este método de tratamiento térmico comprenden levas, ejes, rotores, anillos de rodamiento, estátores de embrague, anillos de pistón, extremos de unión de herramientas, juntas cardánicas o rótulas, encamisados de cilindros, álaves de turbinas, superficies de máquinas herramientas, asientos de válvulas, etc. Con este procedimiento, la superficie localizada que se ha de tratar térmicamente se pone con rapidez a la temperatura apropiada, mantenida durante un periodo de tiempo apropiado y el área tratada se suele enfriar rápidamente de un modo automático por la masa circundante del metal en la pieza. No hay necesidad de emplear un medio de enfriamiento rápido, como un chorro de agua o baño de aceite. Durante el procedimiento de tratamiento térmico, el movimiento del haz electrónico está bajo control de un minior-denador que se ha programado para controlar las bobinas deflectoras del cañón electrónico a lo largo de dos ejes, por lo que el haz pasa de una forma progresiva e instantánea de un punto al siguiente en un modelo o configuración predeterminada. El haz permanece fijo en cada punto durante un intervalo de tiempo predeterminado, para producir un modelo o configuración de puntos de calor sobre la superficie que se trata térmicamente. La concentración de puntos puede variar de un área a otra sobre la superficie que se trata térmicamente. Para poder trabajar con la forma particular de la pieza sometida al tratamiento térmico según la inven-
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

- ción, el ordenador se organiza de modo que el operario pueda programarlo para producir el patrón de tratamiento térmico deseado mediante el empleo de un teclado unido al ordenador. El programa del patrón o modelo de tratamiento térmico se representa, según
5. la invención, en un osciloscopio de rayos catódicos. Una vez que el programa se ha introducido en el ordenador y almacenado en su memoria, se puede volver a pedir introduciendo un código apropiado. La presente invención tiene por objeto hacer posible el tratamiento térmico de piezas con formas intrincadas y con el mínimo
10. gasto de energía y empleo de tiempo.

Otro objeto de la invención es producir un patrón o modelo de puntos de calor sobre una superficie de trabajo en un área localizada de una pieza.

15. Otro objeto de la invención es producir una rápida elevación de la temperatura sobre un área localizada de la pieza.

Otro objeto es producir un modelo o patrón de puntos de incidencia del haz electrónico sobre una superficie localizada de una pieza en la cual la concentración de puntos por unidad de área varía sobre la superficie calentada.

20. Otro objeto es permitir el almacenamiento de un número de modelos o patrones diferentes de tratamiento térmico en la memoria del ordenador.

25. Otro objeto es proporcionar un método relativamente sencillo de introducir un patrón o modelo de tratamiento térmico en la máquina de tratamiento térmico.

Un objeto auxiliar es proporcionar un sistema de tratamiento térmico que no exige baños o dispositivos de enfriamiento rápido separados.

30. Otro objeto es proporcionar medios para el tratamiento térmico superficial de áreas elegidas sobre la superficie de un

objeto por generación de un haz electrónico y control de la corriente, voltaje y foco del haz electrónico y la aplicación dinámica del haz sobre el área que se detratara térmicamente por medio de un dispositivo de control por ordenador.

5. Otro objeto de la invención es endurecer superficialmente una pieza sin deformación apreciable en la pieza debido al proceso de endurecimiento.

10. Estos y otros objetos y ventajas resultarán evidentes a la vista de la descripción detallada que sigue, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de conjuntos que ilustra los elementos esenciales del aparato según la invención.

15. La figura 2 es un dibujo esquemático de los elementos esenciales de un cañón de haz electrónico y su fuente de alimentación.

La figura 3 ilustra una pluralidad de modelos o patrones de tratamiento térmico y representa los puntos en los cuales se aplica el haz electrónico a la superficie de la pieza en elaboración.

20. Las figuras 4, 5 y 6 y 7 ilustran diversas piezas de máquinas apropiadas para la aplicación del proceso de tratamiento térmico por haz electrónico.

25. La figura 8 representa la macroestructura de una sección de la pieza ilustrada en la figura 7 después del tratamiento térmico por el haz electrónico.

La figura 9 representa la macroestructura de otra sección 9-9 del área tratada térmicamente de la pieza ilustrada en la figura 7.

30. La figura 10 es un gráfico que ilustra un modo de operación de la invención. La tabla 11 expone las instrucciones del

ordenador para producir el perfil de energía de la figura 10 para aplicación a la configuración representada en la figura 12.

Refiriendonos ahora a la figura 1, que ilustra el sistema completo para el tratamiento térmico por un haz electrónico

5. bajo control de un ordenador el cañón del haz electrónico 1 está provisto de una bobina de enfoque 2 para enfocar el haz electrónico sobre la pieza y bobinas deflectoras 3 para desviar el haz a lo largo de dos ejes mutuamente perpendiculares por lo que el haz incide en la pieza que se ha de tratar térmicamente de acuerdo con un programa predeterminado que se ha puesto previamente en la memoria del control del ordenador 8 por acción del operador del sistema. La pieza 4 se monta sobre un carro 5 dentro de una cámara de vacío 12 que se mantiene a una presión baja apropiada para el proceso de tratamiento térmico por haz electrónico mediante un sistema de bombeo de vacío 11. El movimiento del carro 5 se efectúa a lo largo de varios ejes de movimiento requerido por medio de un servomotor 6 que se controla por una servotransmisión 7. El motor sitúa el carro dentro de la cámara de modo que la pieza de elaboración se sitúe apropiadamente con respecto a la posición de reposo del haz electrónico 13 que se desvia por la acción de los campos magnéticos de las bobinas de deflexión de los ejes X e Y, controladas por amplificadores de deflexión del haz 9 que, a su vez, se controlan por la información previamente almacenada en la memoria de control del ordenador. El
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- ordenador 8 no solamente controla el programa de deflexión del haz, si no que controla también los parámetros del cañón del haz electrónico relativos a potencial de aceleración, corriente del haz, corriente de la bobina de enfoque, así como el sistema de bombeo de vacío y las servotransmisiones que se utilizan para situar en secuencia una partida de piezas sostenidas por un aparato

- de contención apropiado dentro de la cámara. Para tratar térmica-
mente una partida de piezas, el operario montaría las piezas so-
bre un aparato de sustentación dentro de la cámara de vacío, cer-
ca de la pu rta de la cámara de vacío, e iniciaría el funcionamien-
to de la máquina oprimiendo un botón de puesta en marcha. El con-
5. trol del ordenador entra entonces en acción haciendo que las vál-
vulas de vacío funcionen de modo que la cámara de vacío 12, en la
cual se han colocado las piezas, se rarifique rápidamente, se ac-
tive el cañón de haz electrónico y el haz electrónico se controle
10. de modo que se proyecte el modelo patrón de tratamiento térmico
deseado sobre la pieza en el periodo de tiempo deseado, se desac-
tive el cañón electrónico y se mueva a su sitio la pieza siguien-
te bajo el cañón de haz electrónico y se mueva a su sitio la pie-
za siguiente bajo el cañón de haz electrónico. La operación es ex-
15. traordinariamente rápida; una cámara de $0,283 \text{ m}^3$ se puede rarifi-
car en menos de 30 segundos y cada pieza a tratarse en cuestión
de 2 o 3 segundos para conseguir una elaboración de piezas múlti-
ples a ritmos de producción muy elevados. Además de controlar el
funcionamiento de la máquina, todos los parámetros se verifican
20. por transductores apropiados y los cambios en el valor de cual-
quiera de los parámetros aparecen en un osciloscopio de rayos ca-
tódicos 24. Por medio de un teletipo 14 u otro dispositivo de en-
trada, el ordenador se programa para que proporcione una salida
continua de información de coordenadas X/Y de dos canales. Estas
25. dos señales de salida se proporcionan en el terminal de entrada
de un amplificador de corriente 9 que controla las corrientes en
un conjunto de bobinas de deflexión electromagnéticas X/Y 3. El
conjunto de bobinas de deflexión 3 se utiliza para desviar el haz
electrónico que pasa a través de la misma a lo largo de dos ejes
30. mutuamente perpendiculares. De este modo, la salida del ordenador

- se utiliza para desviar el haz electrónico en un modelo o patrón de programa para la finalidad de efectuar un calentamiento superficial elegido. En intentos anteriores en el tratamiento térmico por haz electrónico, se han alimentado formas de ondas rectangulares, triangulares y parabólicas de diversas frecuencias a las bobinas de deflexión X e Y del sistema de cañón electrónico para hacer que el haz barriera las superficie de la pieza de elaboración de acuerdo con las figuras de Lissajou o de exploración en espiral a las bobinas de deflexión. Los modelos o patrones desarrollados en la pieza en elaboración han demostrado no ser satisfactorios y de aplicación limitada. El empleo de un ordenador para controlar directamente la posición del haz electrónico proporciona un control infinitamente variable de la potencia del haz electrónico por término medio y en la distribución de la potencia del haz electrónico sobre la superficie deseada. En su forma más sencilla, se programa una matriz de 11 x 11 de 121 puntos en el ordenador 8 por medio del teletipo 14. El programa maestro dentro del ordenador hace que la información de dos ejes se alimente a las bobinas de deflexión 3 de una forma repetida a un ritmo previamente programado, por ejemplo de 100 matrices (o encuadres) por segundo. Las ventajas de la deflexión controlada por ordenador sobre el método intentado anteriormente son diversas:
- 1). Cuando se proyecta la figura de Lisajou sobre la superficie de trabajo, se producen lógicamente muchos puntos de cruce y, por consiguiente, aparecen condiciones de temperatura excesiva en estos puntos. Con la deflexión controlada por ordenador se eliminan los puntos de cruzamiento del trayecto del haz electrónico. El régimen de calentamiento superficial puede ser, por lo tanto, más rápido y se puede controlar con precisión, puesto que la energía alimentada por el haz electrónico a la superficie

del trabajo en cada punto es la misma por cada punto o puede variar para omitir la aplicación particular.

5. 2). El promedio de densidad de potencia del haz se puede controlar con gran precisión para proporcionar las potencias térmicas necesarias para las geometrías de piezas complejas como son los engranajes y levas.

10. 3). Empleando memoria de ordenador u otros dispositivos de almacenamiento tales como cinta de papel, tambores o cintas magnéticas, se puede almacenar información de modelo o patrones para una variedad de tratamientos térmicos que se pueden recuperar y aplicar rápidamente.

15. 4). Se pueden utilizar programas de ordenador más complicados para alterar continuamente el promedio de potencia en el haz sometido a deflexión de modo que se puedan tratar térmicamente geometrías complejas, como la de los engranajes, por rotación del engranaje por debajo del haz sometido a deflexión.

20. 5). La información del modelo de deflexión en el ordenador se puede utilizar para programar otros dispositivos de memoria tales como memorias electrónicas que proporcionan señales de salida del modelo o patrón y permiten utilizar el ordenador para otras funciones de la máquina.

25. La figura 2 ilustra en forma esquemática la disposición general de los elementos principales de un cañón de haz electrónico y sus fuentes de alimentación eléctricas correspondientes. Los elementos de un cañón de haz electrónico comprenden un filamento 15, un cátodo 16, un ánodo 17, una bobina de enfoque 18, bobinas de deflexión 3 y sus fuentes de alimentación correspondientes 20, 21, 22, y 23. La fuente de alimentación de corriente del filamento 20 alimenta corriente al filamento 15 y pone la
30. temperatura del filamento al nivel en el cual está en condiciones

de emitir electrones. Una fuente de alimentación de alto voltaje 22 alimenta un potencial de 60.000 voltios al ánodo 17 con respecto al filamento 15 para hacer que los electrones se aceleren hacia el ánodo y a través de una abertura en el ánodo para formar un haz de electrones que se mueven a una velocidad que puede alcanzar la velocidad de la luz. El cátodo 16 y el ánodo 17 se conforman de tal manera que crean un campo electrostático entre el ánodo y el cátodo que hace que el haz electrónico se dirija hacia un punto a corta distancia fuera del ánodo. Una fuente de alimentación de corriente continua ajustable 21 de aproximadamente 2.000 voltios se alimenta entre el filamento y el cátodo y por este medio se puede controlar la intensidad de la corriente del haz electrónico. Aumentando el potencial negativo en el cátodo con respecto al filamento se reduce la corriente del haz electrónico y viceversa. Más allá de la abertura en el cátodo existe un espacio libre de campo a través del cual pasa el haz electrónico por la bobina de enfoque 18 donde se enfoca a un punto deseado sobre una pieza de elaboración ajustando la corriente de enfoque suministrada a la bobina de enfoque por la fuente de alimentación 23. Directamente por debajo de la bobina de enfoque, las bobinas de deflexión 3 hacen que el haz se desvie a lo largo de dos ejes para hacer que el haz incida en un punto deseado sobre el trabajo. La potencia de todas las diversas fuentes de alimentación de corriente y tensión para el cañón del haz electrónico se pueden controlar por el ordenador y se pueden programar todas de modo que estos valores puedan modificarse y variar durante la generación de los puntos en la matriz o variar por cada matriz completa. Por ejemplo, cada matriz sucesiva puede diferir en corriente del haz durante el paso de una serie de matrices para producir el efecto de calentamiento deseado sobre la pieza. La matriz de

la figura 3 representa los puntos en los cuales se programa para que incida el haz electrónico. Esta matriz se puede representar en la pantalla del osciloscopio de rayos catódicos al oprimir el usuario el código apropiado en el teclado del teletipo. El brillo de los puntos en la pantalla son una indicación de la duración de tiempo que permanece el haz en dicho punto particular. Los puntos más brillantes indican una mayor duración del haz. El ordenador se puede programar para que envíe una matriz de puntos de aplicación del haz que se calculan a medida en su forma y duración en el lugar para adaptarlos a las exigencias particulares de las piezas que se han de tratar térmicamente. La matriz puede ser rectangular, triangular, circular, ovalada, anular o de cualquier otra forma que se desee. La densidad de los puntos se puede programar también para que varíe de área a área sobre la matriz. Este tipo de matriz con densidad de potencia desuniforme es conveniente en aquellos casos en los que la masa del material bajo la superficie o rodeandola varía en espesor o densidad de punto a punto. Estas áreas de las que el calor se eliminaría con mayor rapidez se tratarían con un mayor número de puntos por unidad de área, mientras que aquellas áreas de las cuales el calor pudiera transferirse solamente a un régimen muy lento se tratarían con un número menor de puntos por unidad de área. De esta manera, la temperatura sobre la superficie del área sometida a tratamiento puede ser uniforme y las superficies se puede poner muy próxima a la temperatura a la cual se fundiría el material, para que la cantidad de carbono que puede afectar la austenita sea el máximo para producir el efecto mayor de endurecimiento a la máxima velocidad. En el instante en que se quita la matriz del haz electrónico de la superficie de la pieza en elaboración cortando la corriente del haz electrónico, la temperatura de la su-

- perficie calentada se reduce rápidamente por debajo del punto de transformación puesto el calor se conduce rápidamente en la masa del material por debajo de la superficie por lo que se precipita un mínimo de carbono del área endurecida. La figura 3, ilustra diversas variaciones en el programa de la matriz. La figura 3e ilustra una matriz de puntos que se ha de utilizar para el tratamiento térmico de la pieza ilustrada en la figura 3f sobre la superficie indicada. El programa que se almacena en el ordenador, que ha de dirigir a la máquina en las fases deseadas de movimiento del haz electrónico, se representa en la tabla 3g. El ordenador se organiza para que acepte tiempo de detención posicional del haz, número de puntos por cada 25,4 mm la dirección del haz durante el movimiento de rotación y la información de los parámetros de la pistola del haz electrónico mediante el empleo de un código de preparatorio. Por ejemplo, G0 seguido por las coordenadas de posición definirán un punto. G1 definirá una línea que contiene una multiplicidad de puntos. PD seguido por un número, definirá el número de puntos por cada 25,4 mm, F seguido por un número, definirá el tiempo de detención momentánea por punto en microsegundos. Refiriendonos a la tabla 3d, el primer bloque de información dirigirá el haz para que vaya al punto inicial definido por la coordenada X-.310 y la coordenada Y .310 y se detenga momentáneamente en dicho punto durante 200 microsegundos. El siguiente bloque de información G1, YD -.300 PD 10 dirigirá el haz para que se mueva progresivamente desde el primer punto definido anteriormente hasta Y -.300 a 10 puntos por cada 25,4 mm, permaneciendo el haz en cada punto durante un periodo de 200 microsegundos (F200), después de lo cual se mueve rápidamente al punto siguiente a lo largo de la línea. El tercer bloque de información dirige el haz para que se mueva desde el punto defini-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- do por $X = .310$ $Y = .3$ hasta $X = .103$ $Y = .3$ y permanezca en este punto durante 150 microsegundos (F150). El bloque cuarto dirige el haz para que se mueva por incrementos desde el último punto definido hasta $X = .103$ $Y = .300$ con 10 puntos por cada 25,4 mm,
5. permaneciendo en cada posición durante un periodo de 150 microsegundos. El programa continua a través del bloque 8 y hará que el haz se mueva de lugar a lugar de acuerdo con el modelo y trayecto indicado en la figura 3A, acabando en el punto $X = .310$ y $Y = .300$ y permaneciendo durante un periodo de 200 microsegundos. Si
10. se desea, el modelo o patrón se puede repetir tantas veces como se considere necesario. En el programa ilustrado anteriormente, se utilizó un valor de puntos por cada 25,4 mm y se utilizaron dos valores de tiempo de detención del haz. Mediante instrucciones apropiadas, la corriente del haz, corriente de enfoque del
15. haz y potencial de aceleración del haz se puede programar bien por separado o de una vez, para que varíen exponencialmente de acuerdo con cualquier ley que se desee durante la aplicación del haz electrónico de la superficie de trabajo para enviar a la superficie de trabajo energía por incrementos de acuerdo con un
20. programa o perfil de energía deseado contra el tiempo. Un programa normal para producir dicho perfil de energía se ilustra en la tabla 11 que dirige el haz en el primer bloque de instrucciones para producir o enviar el modelo N° 1 que se ha programado previamente en el ordenador de acuerdo con instrucciones similares
25. a las ilustradas en la tabla 3B y para enviar una corriente del haz BC de 300 miliamperios y una corriente de enfoque del haz BF de 420 miliamperios. De acuerdo con el programa de la tabla 11, mediante la instrucción M3 el voltaje elevado se conectará y se formará el modelo N° 1 con una corriente del haz de 300 miliamperios y una corriente de enfoque del haz de 420 miliamperios y
- 30.

permanecerá conectado durante un periodo de 0,2 segundos (F20).

El tercer bloque de información dirige el haz para que cambie con interpolación lineal de 300 a 260 miliamperios de corriente del haz y el enfoque del haz de 420 a 425 miliamperios durante un periodo de 0,2 segundos.

5.

El cuarto bloque dirige la corriente del haz para reducirse de 260 miliamperios a 200 miliamperios y para que la corriente de enfoque del haz aumente de 425 miliamperios a 430 miliamperios en un periodo de 0,4 segundos. El cuarto bloque reduce una corriente de su último nivel a 150 miliamperios y aumenta la corriente de enfoque a 435 miliamperios durante un periodo de 0,4 segundos.

10.

El sexto bloque dirige la caída de corriente a 100 miliamperios durante los siguientes 0,4 segundos. El séptimo bloque dirige el voltaje elevado para que se desconecte (M5) y permanezca desconectado durante 4 segundos. La instrucción M2 del octavo bloque sig-

15.

nifica el final de un programa. la figura 12 ilustra una parte de una pieza de elaboración que exige la aplicación de diferentes magnitudes de energía en diferentes puntos durante el ciclo de tratamiento térmico. El área A que es de un rincón doble exigiría la máxima cantidad de potencia térmica debido a la transmisión de calor fuera del área que sería máxima. El área B, un rincón interior, exigiría una energía ligeramente menor. El área C, un rincón interior-exterior, exigiría todavía menos. El área D, una esquina exterior y el área E abierta en dos lados exigiría

20.

una potencia de energía menor. Poniendo en proporción la potencia energética de este modo, la temperatura sobre la superficie del área que se desea tratar térmicamente se puede poner a una temperatura uniforme en toda la pieza de modo que no se desarrollen puntos de fusión debido a una potencia calorífica demasiado elevada o una deficiente transmisión térmica desde dicha área parti-

25.

30.

cular. La figura 4 es un ejemplo de una parte que se puede tratar térmicamente de una forma eficaz por medio de este nuevo procedimiento y aparato. Se utiliza un plato giratorio en este caso para graduar la pieza de una posición a la siguiente. La máquina se programa para repetir un programa de tratamiento térmico fijo sucesivamente por cada una de las 10 áreas correspondientes al área 26.

La figura 5 es un dibujo de una pieza de motor de automóvil que se endurece superficialmente en las áreas 27 y 28.

La figura 6 es un dibujo de un brazo de balancín componente de un motor automóvil que se endurece en el área 29.

La figura 7 ilustra un vástago de rótula de automóvil que se trata térmicamente por haz electrónico en dos áreas separadas sobre el vástago.

La figura 8 ilustra la macroestructura de una sección tomada en 8-8.

La figura 9 ilustra la macroestructura de una sección tomada en 9-9 vista desde la parte superior e ilustra la profundidad del tratamiento térmico 25. En todos los ejemplos ilustrados en la presente memoria, una pieza se somete a la matriz del haz electrónico durante un periodo que no dura más de 2 a 3 segundos. La superficie del área tratada se pone rápidamente a la temperatura apropiada, gracias a la densidad elevada de energía del haz electrónico que llega a alcanzar hasta 10^8 kilowatios por por milímetro cuadrado, y la pieza se mantiene a esta temperatura programando la corriente del haz durante un período suficientemente prolongado para conseguir la dureza y profundidad de penetración deseadas.

Lo expuesto anteriormente es una descripción de una modalidad de la presente invención y no deberá interpretarse en un sentido de limitación si no solamente como descripción de los con

ceptos expuestos. La invención habrá de interpretarse limitada solamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5. 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.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento y aparato para endurecer superficialmente metales por medio de un haz concentrado de electrones, procedimiento caracterizado porque comprende las fases de generar un haz de electrones; dirigir y enfocar el haz de electrones a una zona deseada sobre las superficie de la pieza de elaboración; hacer que el haz se mueva por incrementos de un punto al siguiente de un modelo o configuración predeterminada de puntos sobre la superficie de trabajo, dirigiendose el haz a cada punto por turno durante un periodo de tiempo predeterminado y moviendose el haz de punto a punto a un régimen relativamente rápido; repetir el modelo mencionado de desplazamiento del haz electrónico un número de veces predeterminadas de modo que el material de la superficie alcance una temperatura por encima de la temperatura de transformación del material; controlar el haz electrónico para mantener la temperatura durante un tiempo predeterminado; cortar el flujo de corriente del haz electrónico y dejar que el material se enfríe rápidamente.
- 10.
- 15.
20. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la fase de variar los parámetros del haz electrónico durante el tiempo que se aplica el haz electrónico a las piezas de elaboración.
25. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la parte del material que se ha calentado por el haz electrónico se deja que se enfríe rápidamente solo por acción del material circundante de la pieza que se trata térmicamente.
30. 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los segmentos enfriados de un mandril segmentado se ponen en contacto con la masa de la pieza de elaboración después

de terminar la corriente del haz electrónico para reducir su temperatura rápidamente.

5. 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la fase de variar el modelo de desplazamiento del haz electrónico sobre la superficie de trabajo que se trata térmicamente durante el tiempo de aplicación del haz electrónico sobre la superficie de trabajo.

10. 6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la fase de hacer girar piezas de elaboración con forma cilíndrica alrededor de su eje longitudinal durante el proceso de tratamiento térmico.

15. 7.- Aparato para la aplicación del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque comprende, una cámara de vacío; un generador de haz electrónico asociado con la cámara; medios para generar, acelerar y enfocar un haz electrónico; medios para desviar el haz electrónico de acuerdo con un programa predeterminado de traslación del haz y tiempo de detección momentánea sobre una pieza de elaboración; un dispositivo para sujetar las piezas de elaboración dentro de la cámara de vacío;

20. medios para situar la pieza de elaboración sobre el dispositivo de sujeción de la pieza; medios para rarificar la cámara de vacío; y medios de ordenador programable para controlar los parámetros del cañón del haz electrónico, bombas de vacío y dispositivo de traslación de la pieza de elaboración y todas las funciones de

25. la máquina.

8.- Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque comprende medios en el ordenador para almacenar programas predeterminados de traslación del punto del haz y tiempo de detección momentánea.

30. 9.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado por-

que comprende medios para producir una matriz predeterminada de puntos de parada del punto del haz electrónico sobre la superficie de la pieza de elaboración.

5. 10.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque comprende medios para controlar la corriente a través de bobinas de deflexión asociadas con el generador del haz electrónico para hacer que el haz electrónico se traslade sobre la superficie de trabajo de acuerdo con el programa predeterminado de traslación del punto del haz y tiempo de detención momentánea.

10. 11.- Aparato según la reivindicación 9, caracterizado por que comprende medios para programar una multiplicidad de matrices diferentes y almacenar los programas en un banco de memoria del ordenador.

15. 12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque comprende medios para aplicar una serie de matrices en secuencia a la superficie de la pieza de elaboración.

20. 13.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque comprende medios para producir una matriz de puntos de incidencia del haz electrónico sobre una superficie de trabajo en la cual varía la densidad de potencia del haz electrónico de punto a punto sobre el área de la matriz.

14.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque comprende medios para enfriar rápidamente partes elegidas de la pieza de elaboración.

25. 15.- Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque los medios de enfriamiento rápido consisten en un mandril segmentado dispuesto para ponerse en contacto con la pieza después que ha terminado la corriente del haz de tratamiento térmico.

30. 16.- Aparato según la reivindicación 15, caracterizado

porque comprende medios neumáticos e hidráulicos para hacer funcionar el mandril segmentado.

5. 17.- Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque comprende medios para trasladar la pieza de elaboración de modo que se pueda situar para que la posición de reposo del haz electrónico incida aproximadamente en el centro de una serie de superficies elegidas sobre la pieza de elaboración.

10. 18.- Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque comprende medios para hacer girar piezas de elaboración cilíndricas desde servoaccionadores eléctricos montados fuera de la cámara de vacío.

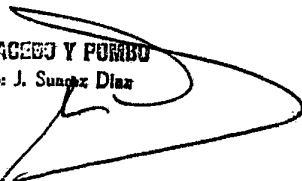
15. 19.- Procedimiento y aparato para endurecer superficialmente metales por medio de un haz concentrado de electrones, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

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

Madrid, 17 OCT. 1978

SCIAPY BROS., INC.

J. M. GOMEZ ACEBO Y PUNBO
p. p. Firmado: J. Suarez Diaz



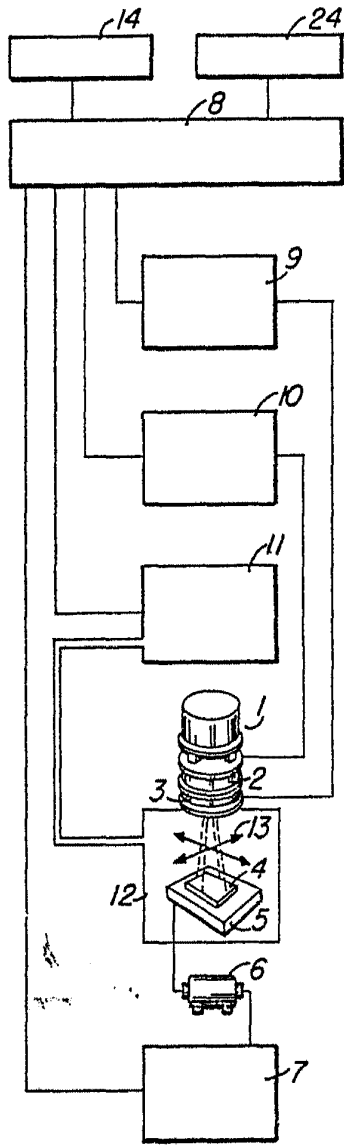


FIG. 1

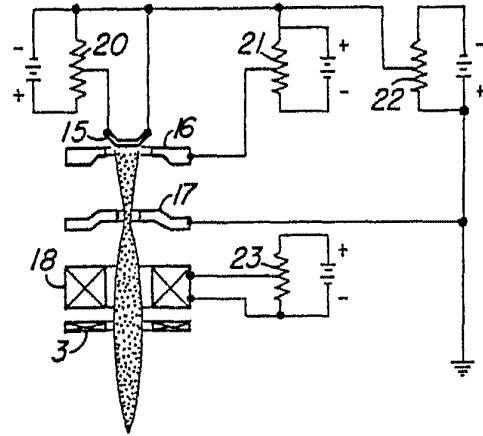


FIG. 2

17 OCT. 1973
Madrid
J. M. GONZALEZ...
P. P. FERNANDEZ...
[Signature]

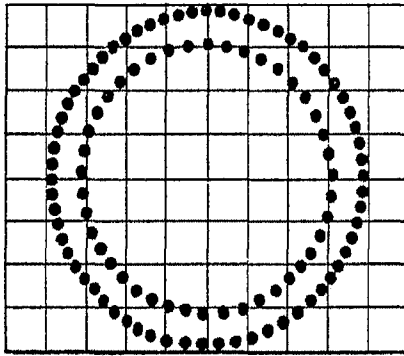


FIG. 3a

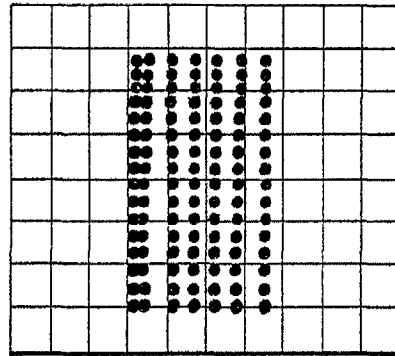


FIG. 3b

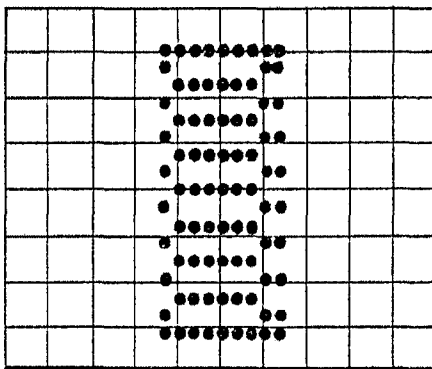


FIG. 3c

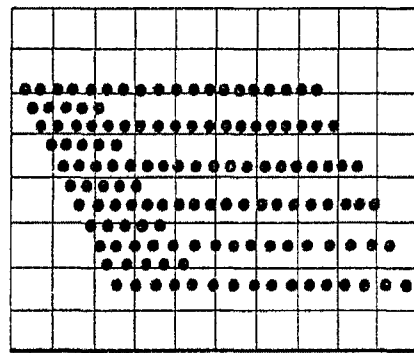


FIG. 3d

FIG. 3

ESCALA
VARIABLE

17 OCT. 1973

J. M. ...
P. B. ...

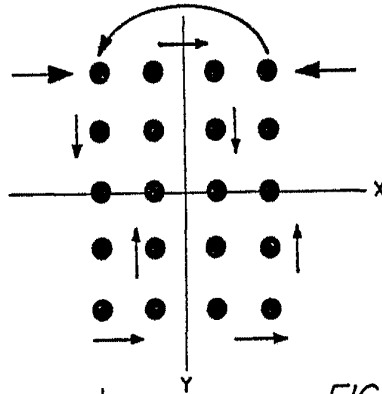


FIG. 3e

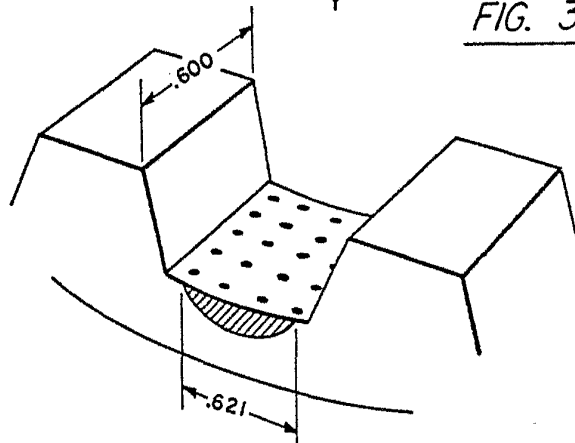


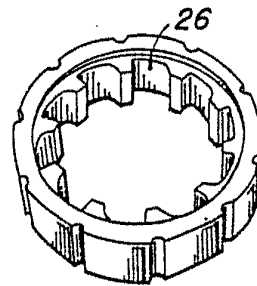
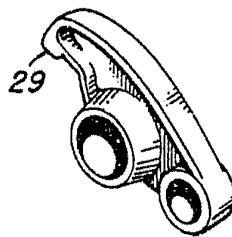
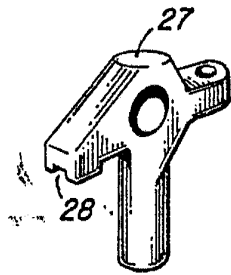
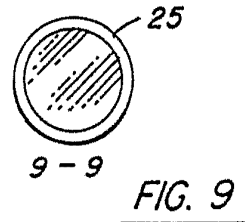
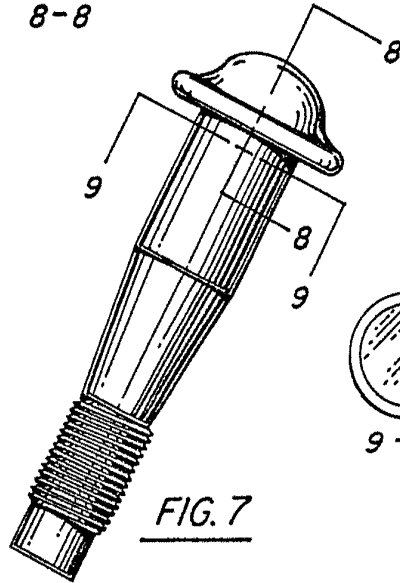
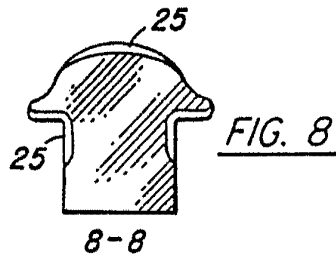
FIG. 3f

GO	XD-.310	YD .300	F200
GI	YD-.300	PD 10	
GO	XD-.103	F150	
GI	YD .300		
GO	XD .103		
GI	YD-.300		
GO	XD .310	F200	
GI	YD .300		

3g

ESCALA
VARIABLE

FIG. 3g
7 OCT 1978
S. F. L...



ESCALA
VARIABLE

Madrid

17 OCT. 1973
J. M. GONZALEZ AGUIRRE Y CA
p. p. Figueras, J. C.

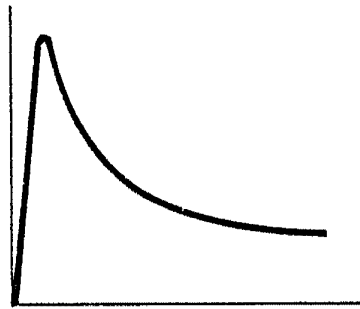


FIG. 10

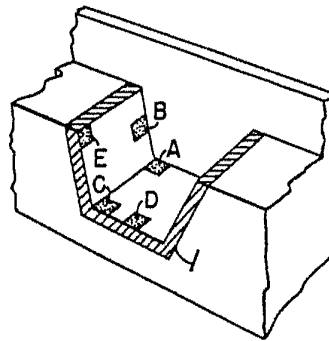


FIG. 12

GO	PAT 1	BC300	BF420
GI	M3	F20	
GI	BC260	BF425	F20
GI	BC200	BF430	F40
GI	BC150	BF435	F40
GI	BC100	BF440	F40
GO	M5	F400	
GI	M2		

//

ESPAÑA
VARIABLE

Madrid 7 OCT 1978

J. M. GOMEZ ABEJO Y PARRA
p.º Firmador J. Cuervo Dint