



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 343 370**

⑯ Int. Cl.:

**B23P 9/04** (2006.01) **C21D 7/04** (2006.01)  
**B24B 39/00** (2006.01) **B24B 47/00** (2006.01)  
**H02K 33/16** (2006.01) **H01F 7/16** (2006.01)  
**H01F 7/121** (2006.01) **H02P 25/02** (2006.01)

⑫

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Número de solicitud europea: **06775830 .0**

⑯ Fecha de presentación : **09.08.2006**

⑯ Número de publicación de la solicitud: **1915231**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **30.04.2008**

④ Título: **Procedimiento para el microforjado en frío de cualesquiera superficies tridimensionales de forma libre.**

⑩ Prioridad: **09.08.2005 DE 10 2005 037 544**

⑦ Titular/es: **Christian Locker**  
**Im Heienkamp 8**  
**59510 Lippetal-Herzfeld, DE**

④ Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.07.2010**

⑦ Inventor/es: **Locker, Christian**

④ Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.07.2010**

⑦ Agente: **García Egea, Isidro José**

**ES 2 343 370 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el microforjado en frío de cualesquiera superficies tridimensionales de forma libre.

### 5 Campo de la invención

La invención se refiere a un método electromecánico para el pulido y el endurecimiento en frío de la superficie de herramientas, maquinaria, y otras piezas por el martilleo en la superficie de dichas piezas para su alojamiento en una máquina de transformación o un robot.

10

### Antecedentes de la invención

La solicitud alemana de patente publicada DE 102 43 415 A1 describe un dispositivo en el que el movimiento de la cabeza se realiza por la transformación del ultrasonido en un movimiento mecánico. Sin embargo, este documento no revela el modo y manera de la transformación del ultrasonido en el movimiento de la cabeza de impacto y no se ocupa en lo más mínimo sobre la amplitud del impacto.

La patente estadounidense A-4 641 510 describe un procedimiento electromecánico, según el preámbulo de la reivindicación 1, para el endurecimiento en frío de piezas de trabajo en el que la cabeza de impacto es impulsada por dos diferentes flujos magnéticos. Estos flujos magnéticos surten sus efectos de forma conjunta por un exacto control de la frecuencia de impacto, la amplitud de impacto y la energía de impacto de las herramientas. Estos parámetros se adecuan de forma variable con respecto a las características de las piezas de trabajo. Sin embargo, en la patente estadounidense A 4 641 510 no se revelan detalles con relación al control de la distancia del punto instantáneo sin voltaje de la frecuencia de impacto de la superficie de la pieza. Ambos flujos magnéticos descritos en la patente estadounidense A 4 641 510 son empleados para el impulso de la cabeza de impacto y no para el soporte de la cabeza de impacto en posición de descanso. Tampoco se menciona una corriente magnética pulsada con o sin un componente de corriente continua para la producción de flujos magnéticos.

De la patente estadounidense 2001/043133 se sabe que el impacto de una cabeza sin corriente magnética se mantiene por medio de un flujo magnético en una posición de reposo. Sin embargo, el dispositivo electromecánico de acuerdo con la patente estadounidense 2001/043133 A1 es un actor y no un dispositivo de impacto. Tampoco se menciona un control de la distancia del punto instantáneo sin voltaje de la frecuencia de impacto de la superficie de la pieza.

Comparando con el estado de la técnica, el objeto de la invención se fundamenta en alisar y solidificar la superficie de herramientas, piezas de trabajo y partes de máquinas con un mínimo de desgaste, abrasión y esfuerzo energético, por medio del ajuste variable de la frecuencia y amplitud de impacto así como del ajuste variable del punto instantáneo sin voltaje de la frecuencia de impacto en la forma local, grosor y grado de dureza de las partes.

40 Este objeto se consigue, según esta invención, con las características detalladas en la reivindicación 1.

Las reivindicaciones dependientes describen desarrollos ventajosos de la invención.

A causa de la suspensión magnética con una posición de reposo de la cabeza de impacto variable, pero definida, unida al control y/o la regulación de la frecuencia y amplitud del impacto, independiente de la materia de trabajo y de parámetros geométricos, eléctrica y electrónica, se determina y se adapta la frecuencia y amplitud de impacto óptima así como la posición de reposo de la cabeza de impacto, según la invención, para cada posición de la superficie de una pieza de trabajo, con lo que se consigue el mejor resultado en el tiempo más breve con un mínimo esfuerzo energético.

50 En la realización más sencilla, un dispositivo tiene una cabeza de impacto, por regla general, de forma esférica, que consta de un material muy duro. La cabeza de impacto está dispuesta, de forma intercambiable, en un portador. También puede ser sustituida por otra forma, como por ejemplo, la de punzón, con objeto de producir superficies con textura.

55 Al menos una parte del portador de la cabeza de impacto es conductora magnética y se mantiene en una preferente posición de reposo a través de un flujo magnético con forma de anillo flexible. Dicho flujo es conducido y retenido, de forma lateral, por medio de cojinetes radiales, cojinetes magnéticos u otros tipos de almacenamiento, de tal forma que puede implementar desviaciones axiales desde su posición de reposo. Este flujo magnético primario es producido, o bien por medio de un anillo magnético continuo axialmente magnetizado, que rodea coaxialmente la parte magnética del soporte de la cabeza de impacto que, por su parte, es axialmente ajustable, o bien por medio de una bobina con forma cilíndrica por la que pasa una corriente regular, que se sitúa coaxialmente en la parte magnética del soporte de la cabeza de impacto. En última instancia, la bobina puede consistir de múltiples partes bobinadas, las cuales están conectadas, según las necesidades, en las intensidades de campos magnéticos y en la posición de reposo de la cabeza de impacto, en fila, en paralelo o de forma opuesta y por las que pasa una corriente.

65 La cabeza de impacto, estimulada por medio de la aplicación de una corriente regular y/o pulsada con o sin una parte de corriente continua por medio de una segunda bobina, situada en el mismo campo magnético o en una segunda rama, por ejemplo, en un flujo externo del mismo campo magnético, que está fijada en el portador de la cabeza de

## ES 2 343 370 T3

5 impacto y dispuesta de forma coaxial con respecto al mismo, es desplazada, en vibraciones axiales, con una frecuencia y amplitud definidas, lo que permite a la zona central, esto es, el punto instantáneo sin voltaje de las vibraciones de impacto, regularse a voluntad. Por consiguiente, la frecuencia de impacto, la amplitud de impacto, y la zona central, esto es, el punto instantáneo sin voltaje de las vibraciones de impacto, están adecuadas a las proporciones geométricas y las características mecánicas de las piezas de trabajo.

10 En un ejemplo ulterior de realización ventajosa de la invención se prevé que, en lugar del anillo magnético permanente, estén dispuestos sobre un cilindro, en la parte magnética del soporte de la cabeza de impacto, varios pequeños imanes permanentes cilíndricos paralelos entre sí. De manera similar, los pequeños imanes permanentes pueden ser reemplazados, respectivamente, por pequeñas bobinas de flujo de corriente continua. Por medio de esta constelación de imanes permanentes o de bobinas, surgen dos diferentes flujos magnéticos, un flujo interior y otro exterior. El flujo magnético interior se ocupa de que el soporte de la cabeza de impacto ocupe una posición definida. Las espiras de la bobina de estímulo pueden, en este caso, encontrarse en el flujo magnético interior, en el flujo magnético exterior o en ambos flujos magnéticos. En este último caso, las espiras de ambas bobinas son bobinadas de forma opuesta entre sí, 15 ya que las direcciones de flujo magnético son dirigidas en sentido contrario.

20 Un dispositivo concebido de esta forma puede tratar, martillar, alisar y solidificar en frío, de forma parcialmente diferente, las superficies de herramientas de trabajo y de piezas de trabajo. Por medio de la adaptación -electrónica y regulada por un programa- de la distancia de la posición central de las vibraciones de impacto sobre la superficie de las piezas de trabajo, se optimiza el grado de eficacia del dispositivo y, en consecuencia, se minimizan las pérdidas de productividad. Así, por ejemplo, los bordes son trabajados con mayor frecuencia y menor amplitud, para conservar la forma y el diseño del componente y no limitar las aberturas de los orificios.

25 Una utilización ventajosa del dispositivo prevé la combinación de este dispositivo electromagnético con un sistema analítico CAM desarrollado específicamente con este cometido, como un nuevo procedimiento.

30 Los sistemas CAM de uso habitual en el comercio trabajan la superficie de una pieza de trabajo de forma continua por medio del paralelo direccionamiento de la herramienta de trabajo sobre la superficie deseada de la pieza de trabajo, el así llamado procedimiento *Offset*. Por el contrario, el procedimiento según la invención trabaja con un sistema CAM analítico. Tras el análisis de la superficie tridimensional deseada mediante datos geométricos, se calcula el radio más reducido de la curva de la superficie y se determina como el mayor radio de esfera de la herramienta de trabajo. Tras la elección del radio de la herramienta de trabajo, el Sistema CAM de la invención calcula la trayectoria del punto medio de la herramienta de impacto y fresado, de forma esférica, en el que una esfera de igual radio se desenrolla sobre la completa superficie deseada y calcula el lugar geométrico del punto medio de la esfera como 35 una nueva superficie tridimensional para la guía del punto medio de la herramienta de trabajo. A continuación, son calculadas y analizadas las curvaturas de las nuevas superficies tridimensionales, y, con ello, se determina la vía óptima de direccionamiento del punto medio de la herramienta de trabajo, de tal forma que son minimizadas las muescas en el fresado y los bultos en el golpeo.

40 El sistema CAM analítico de la invención conoce, en consecuencia, a cada momento, el punto de contacto actual de la herramienta de trabajo con la superficie de la pieza de trabajo y puede actuar adecuadamente. Las vías en la superficie son tratadas con otra estrategia, como vías más fuertemente curvadas o esquinas de orificios, depresiones, ranuras o bordes de piezas de trabajo.

45 La combinación y acoplamiento electrónico del dispositivo con el sistema analítico CAM descrito, con o sin integración de un procedimiento de medición de superficie, mecánico o de contacto, como, por ejemplo, medición por láser de la superficie de la pieza de trabajo durante su tratamiento, lleva a un procedimiento de impacto y fresado inteligente y autónomo en el sentido de la técnica de regulación.

50 La forma de la superficie tridimensional, la tolerancia de forma y posición, así como las parciales solidez y aspereza de la superficie deseadas son adoptadas según el programa de firma de este sistema inteligente e implementadas de forma automática.

55 Este sistema inteligente detecta todos los bordes y otras vulnerabilidades, como, por ejemplo, paredes más delgadas de la pieza de trabajo, y las trata, en consecuencia, de forma suave.

60 Ya que se conoce el punto de contacto real e instantáneo de la herramienta de golpeo con la pieza de trabajo, el eje longitudinal del dispositivo puede ser siempre orientado y dirigido, como regla general, hacia la tangente de la superficie en el punto de contacto de la superficie de la pieza de trabajo. Con ello, se alcanza un óptimo proceso de golpeo y se consigue el mejor resultado actual.

Se muestra detalladamente:

65 Fig. 1: Muestra un corte transversal a través del dispositivo con una bobina de carcasa sólida como imán duradero y con una bobina de estímulo axialmente flexible de la cabeza de impacto

Fig. 2 Muestra una sección transversal a través del dispositivo con un anillo magnético permanente de anillo de carcasa sólida o de anillos permanentes más pequeños, esto es, bobinas con forma de anillo dispuestas en el soporte

# ES 2 343 370 T3

de la cabeza de impacto como imanes duraderos y una o dos bobinas, axialmente flexibles, de estímulo de la cabeza de impacto.

Las partes idénticas tienen las mismas cifras o las mismas letras. Diferentes índices caracterizan diversas zonas o 5 diferentes realizaciones o múltiples colocaciones de un mismo componente.

Según la figura 1, una cabeza de impacto (1a) se sujet a, de forma intercambiable, a un soporte ligero y no magnético (1b). El soporte (1b) se ubica, de forma radial, en una carcasa (2), de tal manera que sólo puedan ejecutarse movimientos axiales en la dirección de su eje longitudinal (A). La carcasa (2) se fija, por medio del acoplamiento 10 correspondiente, en una máquina de elaboración como, por ejemplo, una máquina de fresado, o en un robot o hexápodo. El soporte de la cabeza de impacto (1b) puede estar continuamente hueco, o estar hueco en su zona media.

Los cables, las sondas o la radiación ligera lo hacen posible. Se sujet a un receptáculo ferromagnético al soporte (1b), de forma coaxial, que ocupa una posición concreta, como posición de reposo, en un campo magnético (B1).

15 En el receptáculo (1c) se encuentra, de forma coaxial, una bobina (3a) dispuesta cétricamente, sujet a una carcasa (2), por la que corre una corriente continua, para formar un campo magnético (B1a). La bobina (3a) puede consistir de una sola bobina o de bobinas más pequeñas, que son conectadas, según las necesidades, en paralelo electrónico o en serie o combinadas, para transformar la fuerza de resistencia y la posición de la cabeza de impacto. La bobina (3a) 20 puede también estar diseñada de forma axialmente ajustable mecánicamente, para transformar la posición de reposo de la cabeza de impacto manualmente o de forma electromotora o de forma electromagnética.

En el soporte de la cabeza de impacto (1b) se encuentra una segunda bobina (4a), de tal forma que sus espiras de hilo metálico permanezcan perpendiculares a las líneas del campo magnético (B1a). Por la bobina (4a) corre una 25 corriente alterna (I2a), regulada en su frecuencia y amplitud, y/o una corriente pulsada (I2a) con o sin un componente de corriente continua. Con ello, la cabeza de impacto se mueve de arriba abajo con una frecuencia y amplitud definidas. La frecuencia de impacto se determina por la frecuencia de pulso y la fuerza de impacto por la altura y anchura del pulso.

30 De acuerdo a la figura 2, la construcción mecánica del dispositivo, es, fundamentalmente, similar a la de la figura 1, pero el campo magnético (B1a) es generado, o bien por medio de un anillo magnético permanente axialmente magnetizado (3) o por medio de múltiples imanes permanentes de forma cilíndrica dispuestos coaxialmente en el receptáculo (1c), que también pueden ser reemplazados por bobinas individuales (3b, 3c, ...). Por medio de esta disposición del anillo magnético permanente o de los imanes permanentes o de las bobinas, se producen dos flujos magnéticos con 35 forma de tubo anular, un flujo magnético interior (B1b) y un flujo magnético exterior (B2). El flujo magnético interior (B1b) se ocupa, conjuntamente, con el receptáculo (1c), de la posición de descanso de la cabeza de impacto, mientras que la bobina (4b) se encuentra en el flujo magnético exterior (B2) con la corriente alterna, esto es, la corriente pulsada (12b) y se ocupa del movimiento hacia arriba y debajo de la cabeza de impacto.

40 En esta disposición de los campos magnéticos (B1b, B2), se puede colocar, en el campo magnético interior, situada en el soporte (1b) de la cabeza de impacto, una ulterior bobina de estímulo, cuya dirección de corriente (12C) fluya en sentido opuesto a la dirección de la corriente (12b) de la primera bobina de estímulo, de tal forma que los campos magnéticos muestren diferentes direcciones.

45 Las características de la invención divulgadas en la descripción anterior, en los dibujos y en las reivindicaciones, pueden ser tomadas en consideración para la realización de la invención, tanto de forma individual como en cualquier combinación. Todas las características divulgadas son esenciales para la invención.

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

- 5        1. Procedimiento electromagnético para el tratamiento, el pulido y el endurecimiento en frío de la superficie de  
herramientas, partes de máquinas y otras partes por el martilleado de una cabeza de impacto (1a) sobre la superficie  
de dichas partes por medio del alojamiento de las mismas en un maquina de elaboración o en un robot **caracterizado**  
porque la cabeza de impacto (1a) sin corriente magnética (12) se mantiene en una posición de descanso por un fluido  
magnético (B1) y la frecuencia de impacto y la amplitud de impacto por el flujo de una corriente alternativa o de  
10      una corriente magnética pulsada (12), con o sin un componente de corriente continua variable a través de las espiras  
de al menos una bobina (4) ubicada dentro del mismo flujo magnético (B1) o de un diferente flujo magnético (B2),  
se producen en tal forma variable que la distancia del punto instantáneo sin voltaje de modificada por la corriente  
magnética (12).
- 15      2. El procedimiento de la reivindicación 1, **caracterizado** porque los campos magnéticos (B1, B2) se producen  
por un anillo axialmente magnetizado (3) o por una pluralidad de imanes permanentes cilíndricos, dispuestos en un  
cilindro hueco.
- 20      3. El procedimiento de la reivindicación 1, **caracterizado** porque el campo magnético (B1a) se produce por una  
bobina (3a) y los campos magnéticos (B1b, B2) se producen por una pluralidad de bobinas (3b, 3c,...) dispuestas  
coaxialmente al eje A, en el que cada bobina puede consistir, a su vez, de una pluralidad de bobinas que pueden ser  
conectadas por vía electrónica en paralelo y/o en serie.
- 25      4. El procedimiento de cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque el dispositivo de im-  
pacto es dirigido por una maquina herramienta o por un robot por un sistema CAM analítico.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, **caracterizado** porque el dispositivo de impacto y/o la fuerza del man-  
tenimiento magnético de la cabeza de impacto y/o la corriente magnética (12) y de la frecuencia magnética de las  
oscilaciones de impacto esta acoplada a un sistema CAM analítico y controlada o regulada por este último sobre la  
base de los datos geométricos.

30

35

40

45

50

55

60

65

