

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 196**

51 Int. Cl.:

B23K 9/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2004 E 04014916 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2016 EP 1498209**

54 Título: **Procedimiento de mecanización térmica de una pieza de trabajo, máquina de mecanización térmica para dicho procedimiento**

30 Prioridad:

16.07.2003 DE 10332422

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

20.04.2016

73 Titular/es:

**MESSER CUTTING SYSTEMS GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Strasse 2-4
64823 Gross-Umstadt, DE**

72 Inventor/es:

**FAUST, JOSEF;
ALBERT, HANS-JOACHIM y
FENNER, BURKARD**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 567 196 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 de mecanización térmica de una pieza de trabajo, máquina de mecanización térmica para dicho procedimiento

5 Antecedentes técnicos

La presente invención se refiere a un procedimiento de mecanización térmica de una pieza de trabajo de un material ferromagnético mediante una herramienta de mecanización térmica que se puede desplazar a lo largo de la superficie de la pieza de trabajo según el preámbulo de la reivindicación 1, generándose un campo magnético alternante junto a la superficie de la pieza de trabajo, que actúa tanto en el área superficial de la pieza de trabajo como en un cuerpo de sensor de propiedades ferromagnéticas por encima de la superficie de la pieza de trabajo, registrándose el campo magnético o sus variaciones mediante un dispositivo de medida y evaluándose las señales medidas en el dispositivo de medida para regular la distancia de trabajo.

La invención se refiere además a una máquina de mecanización térmica para la mecanización de una pieza de trabajo de un material ferromagnético según el preámbulo de la reivindicación 5, pudiéndose desplazar la herramienta de mecanización térmica a lo largo de la superficie de la pieza de trabajo y que presenta un cabezal quemador donde están fijadas de forma intercambiable herramientas de corte o soldadura que se extienden entre el cabezal quemador y la superficie de la pieza de trabajo, e incluyendo una regulación de distancia para ajustar la distancia de trabajo predeterminada entre la herramienta de mecanización y la superficie de la pieza de trabajo, incluyendo la regulación de distancia un elemento excitador que se puede mover con la herramienta de mecanización para generar un campo magnético que actúa en un cuerpo de sensor de propiedades ferromagnéticas por encima de la superficie de la pieza de trabajo y en la zona de la superficie de la pieza de trabajo, un dispositivo de medida para registrar el campo magnético o sus variaciones y una unidad de evaluación con la que se evalúan las señales de medida del dispositivo de medición para regular una magnitud de ajuste de la regulación de distancia.

La mecanización térmica de piezas de trabajo incluye soldadura y corte.

En la mecanización térmica de materiales, cada vez adquiere más importancia el control de proceso en línea, con vistas a una alta calidad de los trabajos de soldadura y corte. Para estas automatizaciones se deben controlar las operaciones de mecanización con el fin de evitar errores de proceso que podrían conducir a un fallo o a una interrupción de su desarrollo. Además, se debe prestar atención a lograr la alta calidad más uniforme posible de un corte o un cordón de soldadura. En este contexto, es esencial mantener una distancia de trabajo constante entre la herramienta de mecanización y la pieza de trabajo. Ya se conocen diferentes dispositivos de medición y regulación de distancias de funcionamiento inductivo, capacitivo o manual.

Estado actual de la técnica

Por ejemplo, el documento DE 41 32 651 C describe un procedimiento de medición capacitiva de distancias. Los sensores capacitivos se disponen concéntricamente o desplazados con respecto a la herramienta de mecanización; por ejemplo en forma de elementos de medida fijados en la herramienta frente a la pieza de trabajo a mecanizar. La distancia entre el elemento de medida y la pieza de trabajo corresponde a una capacitancia determinada, que se mide electrónicamente y se utiliza para regular la distancia.

Sin embargo, la medida capacitiva de la distancia entre la pieza de trabajo y la herramienta de mecanización tiene la desventaja de que el valor capacitivo medido se ve influido por capacitancias parásitas, como óxido adherido a la pieza de trabajo, revestimientos superficiales, agua, vapor de agua o condiciones ambientales variables. El entorno perturbador del elemento sensor fijado en la herramienta de mecanización o de su soporte influyen en el valor de medida. Además, los efectos perturbadores se intensifican cuando la herramienta de mecanización y los componentes dispuestos a su alrededor se ensucian por el rebote de material durante la mecanización.

También se utilizan máquinas de mecanización donde el área de mecanización está rodeada por una camisa de agua para reducir la salida de contaminantes. El charco de agua conductora que se forma también conduce a un resultado erróneo en una medición capacitiva de distancias. Por tanto, no es posible un registro de datos bajo agua con sensores capacitivos.

También se conoce la utilización de sensores inductivos para medir distancias, donde alrededor del quemador están dispuestas una o más bobinas de inducción,

cada una de ellas conectada como elemento determinante de frecuencias a un circuito oscilante que, mediante una variación de la inductividad de la bobina como consecuencia de una variación de la distancia a la herramienta, provoca un cambio de frecuencia. La evaluación de estos cambios de frecuencia se realiza
5 mediante circuitos o filtros de paso de banda conocidos.

En el caso de los sensores inductivos se generan los mismos problemas relativos a las magnitudes perturbadoras que los arriba descritos en relación con los sensores capacitivos. Además, los sensores inductivos tienen la desventaja de que sólo son adecuados para medir distancias de trabajo pequeñas, ya que no
10 pueden resistir altas cargas térmicas y, en consecuencia, no pueden disponerse muy cerca del proceso de mecanización.

El documento DE 37 23 844 A1 describe un procedimiento y una máquina de mecanización térmica, así como una herramienta de mecanización del tipo mencionado en la introducción. La regulación de la distancia de trabajo entre la
15 boquilla de corte de un soplete y la pieza de trabajo a mecanizar se produce mediante un sensor en forma de sistema magnético. El sensor incluye un cuerpo anular de un material férreo que rodea el cabezal de quemador y que presenta cuatro yugos magnéticos que se extienden hacia abajo y que están distribuidos concéntrica y uniformemente alrededor del perímetro de la boquilla de corte. Cada
20 uno de los cuatro yugos porta una bobina, extendiéndose su eje paralelo al eje longitudinal del quemador. Dos bobinas opuestas se conectan en serie en el mismo sentido y se utilizan como bobinas de excitación al circular por las mismas una corriente alterna de alta frecuencia, con lo que generan un campo magnético alternante en el cuerpo de sensor. El segundo par de bobinas opuestas son
25 bobinas de medida donde se induce una corriente alterna basada en el campo magnético alternante.

Siempre que el campo magnético alternante generado entre los yugos magnéticos sea atenuado por la pieza de trabajo, las corrientes inducidas en las bobinas de medida están influidas por la topografía y la distancia de la pieza de trabajo
30 situada debajo del sensor. Esta atenuación, además de la distancia entre la boquilla de corte y la pieza de trabajo, también depende de las propiedades del material de la pieza de trabajo, tales como la permeabilidad magnética y su conductividad eléctrica.

Por consiguiente, la distancia entre la boquilla de corte del soplete y la superficie
35 de la pieza de trabajo es función de la tensión inducida en las bobinas de medida,

de modo que ésta puede transformarse, en un sistema electrónico posterior, con ayuda de una curva característica establecida de antemano para el proceso correspondiente, en una tensión proporcional a la distancia y que se utiliza como magnitud de ajuste para regularlas distancias. En el dispositivo de regulación se
5 pueden almacenar las curvas características correspondientes para diferentes topografías y materiales y los valores nominales típicos para las distancias de trabajo.

En el dispositivo conocido es necesario que el yugo magnético, y con él las bobinas de excitación y medición, se encuentren cerca de la pieza de trabajo a
10 mecanizar. Allí están sometidos a una alta carga térmica. Por consiguiente, el funcionamiento correcto del dispositivo puede verse perjudicado debido a las altas temperaturas o también al rebote del material de la pieza de trabajo mecanizada.

El yugo magnético independiente, que rodea el propio soplete de corte, produce un amplio punto de medición que va acompañado de una baja exactitud en la
15 misma. Por ello, se ha comprobado que la evaluación de la medida de distancias en los procedimientos conocidos adolece de un gran error de medida.

En caso de cambios de los parámetros de proceso, por ejemplo del material a mecanizar, su topografía o en caso de un cambio de la herramienta de mecanización, para regular la distancia de trabajo se requiere una nueva curva
20 característica, que es costosa de generar.

Del documento US-A-4 677 275, que describe el preámbulo de la reivindicación 1 o el preámbulo de la reivindicación 5, se conoce una regulación de distancias en una máquina de mecanización que funciona con arco voltaico (plasma). En este caso, para regular distancias se utiliza la corriente o la tensión de arco. La señal
25 correspondiente se suministra al sistema sensor existente para hallar el primer valor de la distancia. El sistema sensor para hallar el primer valor es un dispositivo de medición capacitiva o inductiva. En ningún caso el dispositivo de medición incluye un sensor para evaluar un campo magnético y tampoco existe, entre el quemador y la pieza de trabajo, ningún circuito cerrado magnético evaluable para
30 medir distancias.

Planteamiento de objetivos técnicos

Por tanto, la invención tiene por objetivo proporcionar un procedimiento para la mecanización térmica de una pieza de trabajo que permita ajustar y regular de forma sencilla y al mismo tiempo con gran precisión la distancia de trabajo entre la

herramienta de mecanización y la pieza de trabajo, y que sea en gran medida insensible a las influencias externas perturbadoras.

La invención tiene por objetivo además proporcionar una máquina de mecanización adecuada que posibilite una medida puntual de la distancia de trabajo y que también sea adecuada para medir grandes distancias.

Sumario de la invención

En lo que respecta al procedimiento, dicho objetivo se resuelve según la invención a partir del procedimiento mencionado en la introducción, utilizando el cabezal de quemador y al menos una de las herramientas de corte o soldadura como cuerpo de sensor.

En el procedimiento según la invención, para ajustar la distancia de trabajo entre la superficie de la pieza de trabajo y la herramienta de mecanización térmica se utiliza un sistema magnético donde el cuerpo de sensor está formado por el cabezal de quemador y al menos una de las herramientas de corte o soldadura fijadas en el mismo.

Por ello, el cabezal quemador y la o las herramientas de corte o soldadura tienen propiedades ferromagnéticas. Estas piezas están hechas total o parcialmente de un material ferromagnético. Un revestimiento de las piezas, por ejemplo como protección antioxidante, no perjudica al procedimiento según la invención.

En general, las herramientas de corte o soldadura conectadas en total con el cabezal quemador son una boquilla de corte, que frecuentemente está rodeada por una boquilla de calentamiento, o un electrodo (soplete de plasma). Con frecuencia, las boquillas de corte y calentamiento se fijan al cabezal quemador mediante un anillo de sujeción que las rodea a modo de caperuza. Una de estas piezas entre el cabezal quemador y la superficie de la pieza de trabajo (como: boquilla, electrodo, boquilla de calentamiento, caperuza de sujeción), varias de estas piezas o todas ellas tienen propiedades ferromagnéticas y también se denominan en adelante "punta de sensor".

La pérdida de intensidad de campo magnético es menor cuanto mayor es la sección transversal del material ferromagnético desde el punto de excitación hasta la superficie de la pieza de trabajo. En general, el material con propiedades ferromagnéticas es hierro o en una aleación ferrosa. El cabezal quemador y la punta de sensor son del mismo material o de materiales diferentes. Es esencial

que el material del cuerpo de sensor sea polarizable magnéticamente en total en un campo eléctrico alternante y que la intensidad del campo magnético sea mensurable en el área de la superficie de la pieza de trabajo y sea atenuada por ésta.

- 5 Mediante el cuerpo de sensor se transmite la polarización magnética desde el lugar de excitación hacia la superficie de la pieza de trabajo, lo que se puede representar esquemáticamente mediante líneas de campo magnético, que se extienden en una vía cerrada desde el lugar de excitación a través del cabezal quemador y la punta de sensor y que, en su camino de vuelta, interaccionan con
- 10 la pieza de trabajo de modo que el campo magnético se atenúa. Por consiguiente, un cambio de la distancia entre la punta de sensor y la superficie de la pieza de trabajo se hace perceptible como un cambio de las propiedades del campo magnético. Este cambio de las propiedades del campo magnético se utiliza para regular distancias, tal como se explica con mayor detalle más abajo.
- 15 El cuerpo de sensor está formado por el cabezal quemador y la punta de sensor y, gracias a él, el campo magnético generado se lleva hasta la superficie de la pieza de trabajo y se enfoca así en el área del proceso de corte. De este modo se facilita una regulación de distancias con exactitud puntual. Aquí no es necesario un cuerpo sensor independiente que se deba disponer fuera del cabezal de
- 20 quemador (como se propone en el estado actual de la técnica).

La excitación del campo magnético tiene lugar a una distancia de la superficie de la pieza de trabajo que, por un lado, perjudica poco al medio de excitación debido a la temperatura de proceso y que, por otro lado, asegura una intensidad de campo magnético en la zona de la superficie de trabajo lo suficientemente grande

25 como para la evaluación. El lugar de la excitación de campo magnético está en el área del cabezal quemador o fuera. En vista de la exactitud de medida, resulta favorable que el cabezal quemador tenga unas dimensiones relativamente grandes en las herramientas de mecanización habituales y que, por tanto, por encima del cabezal quemador se pueda proporcionar una sección transversal

30 grande de material ferromagnético para que las pérdidas en el campo eléctrico alternante sean pequeñas.

Un perfeccionamiento del procedimiento según la invención se logra generando el campo magnético con una bobina de excitación a través de la cual se extiende el cuerpo de sensor, de modo que éste es atravesado por las líneas de campo

35 magnético por encima y por debajo de un plano de sección transversal por el que

se extiende un plano medio de la bobina de excitación, siendo registradas las líneas de campo magnético por encima del plano de bobina mediante un elemento de medición superior y generándose una primera señal de medición que presenta una primera amplitud y una primera fase, siendo registradas las líneas
5 de campo magnético por debajo del plano de bobina mediante un elemento de medición inferior y generándose una segunda señal de medición que presenta una segunda amplitud y una segunda fase, y determinándose la posición relativa entre la primera fase y la segunda fase y empleándose ésta como desplazamiento de fase para regular la distancia de trabajo.

10 En este contexto, para generar el campo magnético se utiliza una bobina de excitación que rodea el cuerpo de sensor, de modo que en éste se puede generar un campo magnético con simetría de rotación y coaxial con respecto a un eje longitudinal del cuerpo de sensor. Mediante la simetría de rotación del campo magnético se evitan direcciones preferentes o efectos de sombra, de modo que la
15 medida de distancias actúa por igual en todas las direcciones laterales, lo que conduce a una mayor exactitud.

En relación con el cuerpo de sensor, la bobina de excitación está dispuesta de modo que éste se extiende por encima y por debajo de la bobina de excitación, en particular se extiende por encima y por debajo de un plano de sección transversal
20 donde se encuentra el plano medio de la bobina de excitación. El plano medio de bobina se encuentra a media altura de la bobina de excitación. Una parte del campo magnético así generado está situada por encima del plano de medio bobina y otra parte está situada por debajo del mismo. Estas partes del campo magnético se registran por separado mediante un elemento de medida superior y
25 uno inferior, respectivamente.

Por consiguiente, están previstos al menos dos elementos de medida que generan en cada caso una señal de medición en forma de un campo eléctrico alternante que presenta una amplitud que depende de la intensidad del campo magnético en el área correspondiente, y que presenta en cada caso una posición
30 de fase determinada para el paso por cero.

De acuerdo con la invención, para regular la distancia de trabajo no se evalúa la amplitud, sino la posición relativa entre las fases de la primera y la segunda señal de medición, pues se ha comprobado que un cambio de la distancia de trabajo no sólo influye en la amplitud, sino también en la posición de fases de las señales de
35 medición. Un cambio de la distancia de trabajo produce un desplazamiento

relativo de la posición de fases de la primera y la segunda señal de medición. Este desplazamiento de fase se utiliza de acuerdo con la invención para regular la distancia de trabajo, pues además se ha comprobado que el desplazamiento de fases reacciona a las magnitudes perturbadoras en el área del campo magnético de forma menos sensible que la amplitud de la señal de medición, de modo que la
5 evaluación del desplazamiento de fase produce un resultado de mayor exactitud.

Además, en el procedimiento según la invención se evita la necesidad de elaborar una curva característica para evaluar las señales de medición en relación con la distancia de trabajo. Para regular la distancia es suficiente establecer el valor
10 inicial en el valor nominal de la distancia de trabajo y, en caso de desviaciones de éste, regular la distancia.

Preferentemente, el elemento de medida superior está configurado como bobina de medida superior y el elemento de medida inferior está configurado como bobina de medida inferior, estando ambas bobinas, de medición superior y de
15 medición inferior, conectadas entre sí de modo que la primera y la segunda amplitud se compensan entre sí al menos parcialmente.

La configuración de los elementos de medida en forma de bobinas de medida da como resultado una señal de medición esencialmente independiente de la temperatura. Las bobinas de medida están conectadas de modo que las
20 amplitudes de las dos señales de medición se compensan entre sí al menos parcialmente. De este modo se facilita la evaluación del desplazamiento de fase. Para generar una señal eléctrica no es necesario un movimiento de piezas conductoras eléctricas dentro de las bobinas.

Cuando se utiliza una bobina de excitación que se extiende en dirección coaxial
25 alrededor de un eje central del cuerpo de sensor se obtiene un resultado especialmente favorable.

Mediante la utilización de una bobina de excitación que se extiende en dirección coaxial alrededor de un eje central del cuerpo de sensor se genera un campo magnético con simetría de rotación que está enfocado en el punto del proceso de
30 corte y, por tanto, no tiene una dirección preferente. En asociación con un registro también con simetría de rotación del campo magnético mediante bobinas de medida que se extienden en dirección coaxial alrededor del eje central del cuerpo de sensor se logra una alta exactitud de medida.

En lo que respecta a la herramienta de mecanización térmica, el objetivo arriba mencionado se resuelve según la invención a partir de la herramienta de mecanización genérica de la siguiente manera: el cabezal quemador y al menos una de las herramientas de corte o soldadura contienen material ferromagnético y constituyen al menos una parte del cuerpo de sensor.

De acuerdo con la invención, para regular la distancia de trabajo entre la superficie de la pieza de trabajo y la herramienta de mecanización térmica se utiliza un sistema magnético en el que el cuerpo de sensor está formado por el cabezal quemador y al menos una de las herramientas de corte o soldadura fijadas en el mismo.

Por tanto, el cabezal quemador y la o las herramientas de corte o soldadura correspondientes tienen propiedades ferromagnéticas. Estas piezas están hechas total o parcialmente de un material ferromagnético. Un revestimiento de las piezas, por ejemplo como protección antioxidante, no perjudica esencialmente al resultado.

Las herramientas de corte o soldadura conectadas en total con el cabezal quemador son, en general, una boquilla de corte rodeada por una boquilla de calentamiento. Con frecuencia, las boquillas de corte y calentamiento se fijan al cabezal quemador mediante un anillo de sujeción que rodea las boquillas a modo de caperuza. En caso de un soplete de plasma, el electrodo constituye una herramienta de corte o soldadura en el sentido de la invención. Una de estas piezas entre el cabezal quemador y la superficie de la pieza de trabajo, varias de estas piezas o todas ellas tienen propiedades ferromagnéticas y también se denominan en adelante "punta de sensor".

La pérdida de intensidad de campo magnético es menor cuanto mayor es la sección transversal del material ferromagnético desde el punto de excitación hasta la superficie de la pieza de trabajo. El material de propiedades ferromagnéticas en general es hierro o una aleación ferrosa. El cabezal quemador y la punta de sensor son del mismo material o de materiales diferentes. Es esencial que el material del cuerpo de sensor sea polarizable magnéticamente en total en un campo eléctrico alternante y que la intensidad de campo magnético sea mensurable en el área de la superficie de la pieza de trabajo y sea atenuada por la pieza de trabajo.

Mediante el cuerpo de sensor se transmite la polarización magnética desde el lugar de excitación hacia la superficie de la pieza de trabajo, lo que se puede representar esquemáticamente mediante líneas de campo magnético, que se extienden en una vía cerrada desde el lugar de excitación a través de la cabeza
5 de quemador y la punta de sensor y que en su camino de vuelta interaccionan con la pieza de trabajo de modo que el campo magnético se atenúa. Por consiguiente, un cambio de la distancia entre la punta de sensor y la superficie de la pieza de trabajo se hace perceptible como un cambio de las propiedades del campo magnético. Este cambio de las propiedades del campo magnético se utiliza para
10 regularla distancia, tal como se explica más arriba en relación con el procedimiento según la invención.

El cuerpo de sensor está formado por el cabezal quemador y la punta de sensor y, gracias al mismo, el campo magnético generado se lleva hasta la superficie de la pieza de trabajo y se enfoca así en la zona del proceso de corte. De este modo
15 se facilita una regulación de distancias con exactitud puntual. Aquí no es necesario un cuerpo sensor independiente que se deba disponer fuera del cabezal quemador (como se propone en el estado actual de la técnica).

La excitación del campo magnético tiene lugar a una distancia de la superficie de la pieza de trabajo que, por un lado, apenas perjudica al medio de excitación por la
20 temperatura de proceso y que, por otro lado, asegura una intensidad de campo magnético en el área de la superficie de trabajo suficientemente grande para la evaluación. El lugar de excitación de campo magnético se encuentra en el área de la cabeza de quemador o fuera de ésta. En vista de la exactitud de medición, resulta favorable que el cabezal quemador tenga unas dimensiones relativamente
25 grandes en las herramientas de mecanización habituales y que, por tanto, por encima del mismo se pueda proporcionar una sección transversal grande de material ferromagnético para que las pérdidas de campo eléctrico alternante sean pequeñas.

Se ha comprobado que resulta ventajoso configurar el elemento de excitación
30 como una bobina de excitación a través de la cual se extiende el cuerpo de sensor, de modo que en éste se extienden líneas de campo magnético por encima y por debajo de una superficie de sección transversal que incluye el plano medio de la bobina de excitación, estando previstos un elemento de medida superior y un elemento de medida inferior y extendiéndose el elemento de medida

superior en el área situada por encima del plano medio de bobina y el elemento de medida inferior en el área situada por debajo del plano medio de bobina.

De acuerdo con la invención, el elemento de excitación está configurado como una bobina de excitación que rodea el cuerpo de sensor. El cuerpo de sensor está
5 dispuesto dentro de la bobina de excitación de modo que en él se genera una polarización magnética con líneas de campo por encima y por debajo de una superficie de sección transversal en la que se encuentra el plano medio de la bobina de excitación. Por encima y por debajo de este plano de bobina están previstos un elemento de medida superior y un elemento de medida inferior que
10 forman parte del dispositivo de medición. El elemento de medida superior se extiende al menos en parte a lo largo del cuerpo de sensor en la zona por encima del plano medio de bobina, y el elemento de medida inferior se extiende al menos en parte a lo largo del área situada por debajo del plano medio de bobina. En el caso más simple, el elemento de medida superior está dispuesto por encima de la
15 bobina de excitación y el elemento de medida inferior está dispuesto por debajo de la misma. Al disponer las bobinas de excitación y los elementos de medida uno sobre otro resulta una construcción lateral reducida, lo que posibilita una herramienta de mecanización especialmente delgada. Alternativamente, los dos elementos de medida están dispuestos por ejemplo directamente uno sobre otro
20 delante o detrás de la bobina de excitación.

El dispositivo de medición permite evaluar señales de medida utilizando el desplazamiento de fase de la señal de medición, tal como se explica con mayor detalle más arriba en relación con el procedimiento según la invención.

Los elementos de medida están dispuestos por ejemplo lateralmente con respecto
25 al cuerpo de sensor. No obstante, en una forma de realización especialmente preferente de la herramienta de mecanización según la invención, los elementos de medida están configurados en forma de una bobina de medida superior y una bobina de medida inferior, presentando la bobina de medida superior, la bobina de medida inferior y la bobina de excitación un eje central común en el que se
30 extiende el cuerpo de sensor.

La configuración de los dispositivos de medición en forma de bobinas de medida en lugar de otros dispositivos de medición de campo magnético, como sensores Hall o sensores de campo magnético, tiene la ventaja de que la medida obtenida es esencialmente independiente de la temperatura.

La disposición coaxial de la bobina de excitación y las bobinas de medida alrededor de un eje central común en el que se extiende el cuerpo de sensor posibilita la generación y evaluación de un campo magnético con simetría de rotación, que está enfocado en el punto del proceso de corte, así como un registro
5 simétrico a éste del campo magnético mediante las bobinas de medida.

Cuando la bobina de medidas superior y la bobina de medida inferior están dimensionadas de modo que las tensiones generadas en las bobinas se compensan en la posición de trabajo de la herramienta de mecanización se obtienen resultados especialmente buenos.

10 El número de espiras y el tamaño de las bobinas son tales que, en la posición de trabajo, las amplitudes de las tensiones generadas en las bobinas de medida suman aproximadamente cero. De este modo se asegura que, en caso de cambiar la posición de trabajo, las señales de medición de las dos bobinas de medida varían de forma aproximadamente proporcional, lo que facilita evaluar el
15 desplazamiento de fase tal como se ha descrito más arriba en relación con el procedimiento según la invención.

Ventajosamente, el cabezal quemador y la o las herramientas de corte o soldadura están hechas por completo de un material ferromagnético.

En vista de la exactitud de medición, resulta favorable que mediante el cabezal
20 quemador se proporcione una sección transversal grande de material ferromagnético, para que las pérdidas en el campo eléctrico alternante sean pequeñas. Un cabezal quemador de material ferromagnético puede estar provisto de un revestimiento, por ejemplo como protección antioxidante del material ferroso. Esto es igualmente aplicable a la o las herramientas de corte o soldadura.

25 Ejemplo de realización

La invención se describe más detalladamente a continuación por medio de ejemplos de realización y figuras. Las figuras muestran, en concreto en representación esquemática,

30 **Figura 1:** una forma de realización de la herramienta de mecanización según la invención en forma de soplete de oxicorte;

Figura 2: una representación esquemática del desarrollo de las líneas de campo magnético dentro y fuera del soplete; y

Figura 3: la forma de realización de la herramienta de mecanización según la invención según la Figura 1, completado con un esquema de conexiones para evaluarlas señales de medida.

La Figura 1 muestra un soplete de oxicorte que tiene asignado en conjunto el número de referencia 1. El soplete de oxicorte 1 incluye un cabezal quemador 2 donde una boquilla de corte 3 y una boquilla de calentamiento 4 que rodea la boquilla de corte 3 están sujetas mediante una caperuza de sujeción 5. Para la presente invención es esencial que el cabezal quemador 2 y al menos una de las herramientas de corte o soldadura (3, 4, 5) tengan propiedades ferromagnéticas. En el ejemplo de realización, tanto el cabezal quemador 2 como la boquilla de corte, la boquilla de calentamiento 4 y la caperuza de sujeción 5 están hechas de una aleación ferromagnética de hierro-silicio con un 3 a un 4% en peso de silicio. Para protegerlas de la oxidación, todas estas piezas (2, 3, 4 y 5) están provistas de un revestimiento de un material denso resistente a la corrosión, por ejemplo cromo, titanio, nitruro de cromo (o un material de efectos similares).

El cabezal quemador 2 tiene un eje central 8 a lo largo del cual se extiende un conducto 11 para suministrar oxígeno de corte a la boquilla de corte 3. También está previsto un conducto 12 para suministrar gas combustible.

El cabezal quemador 2, la boquilla de corte 3, la boquilla de calentamiento 4 y la caperuza de sujeción 5 están mecánicamente en contacto entre sí y se polarizan magnéticamente con polaridad alternante mediante una bobina de excitación 6, que está conectada con un generador de tensión alterna 20. El generador de tensión alterna 20 puede estar configurado como un componente independiente o puede utilizar la frecuencia de la red. Mediante la magnetización se forman las líneas de campo magnético 13, representadas esquemáticamente en la Figura 2, que atraviesan las piezas de material ferromagnético (2, 3, 4, 5) y la pieza de trabajo 7, que también es de un material ferromagnético.

Otra particularidad de la herramienta de mecanización térmica según la invención es que la bobina de excitación 6 rodea el cabezal quemador 2 en dirección coaxial con el eje central 8 de éste, con lo que se genera un campo magnético con simetría de rotación, tal como se puede ver en la representación esquemática de la Figura 2.

Por encima de la bobina de excitación 6 está prevista una bobina de medida superior 9 y por debajo de está prevista una bobina de medida inferior 10. Éstas

rodean el cabezal quemador 2 también en dirección coaxial con respecto a su eje central 8, lo que posibilita un registro con simetría de rotación de las líneas de campo magnético 13, tal como se puede ver en la Figura 2. Debido a la disposición asimétrica de la bobina de excitación 6 con respecto a la altura del cuerpo de sensor (piezas 2, 3, 4, 5), también se produce una asimetría inicial correspondiente en la distribución de las líneas de campo. Las dos bobinas de medida 9, 10 están dimensionadas y conectadas eléctricamente entre sí de modo que, a pesar de dicha asimetría, las amplitudes de sus señales de salida con la distancia de trabajo "A" predeterminada se compensan más o menos. La bobina de excitación 6 presenta un plano medio de bobina 14 por encima del cual se extiende una parte de las líneas de campo 13, cuya intensidad de campo es registrada por la bobina de medida superior, y por debajo del cual se extiende una parte de las líneas de campo 13 cuya intensidad de campo es registrada por la bobina de medida inferior 10.

15 A continuación, se describe el procedimiento según la invención para la mecanización de una pieza de trabajo ilustrativa con referencia a la Figura 3.

En la Figura 3, para identificar los componentes del soplete de oxicorte según la invención 1 se utilizan los mismos números de referencia que en la Figura 1. Mediante el generador de tensión alterna 20, en el área de la bobina de excitación 6 se genera un campo eléctrico alternante de baja frecuencia, que produce a su vez una polarización magnética del material ferromagnético del cabezal quemador 2, donde el polo norte y el polo sur se alternan con la misma frecuencia. Las líneas de campo magnético 13 generadas por la magnetización alternante fluyen a través del soplete de oxicorte y la pieza de trabajo 7. Así, en las dos bobinas de medida 9, 10 se genera una señal eléctrica con una amplitud opuesta y una posición de fase determinada del paso por cero.

En caso de cambios de la distancia entre el soplete de oxicorte 1 y la pieza de trabajo 7, las líneas de campo se alargan o acortan. De este modo, para las dos bobinas de medida 9, 10 no sólo se produce una variación de la amplitud de la señal respectiva, sino también un desplazamiento de la posición de fase. Para regular la distancia de trabajo no se evalúa la amplitud de la señal de las bobinas de medida 9, 10, sino únicamente los desplazamientos de fase de las tensiones generadas en estas bobinas 9, 10.

La Figura 3 muestra una forma de realización para este tipo de evaluación de la posición de fase de las señales de medición obtenidas mediante el dispositivo

según la invención con el fin de regular la distancia de trabajo entre la superficie de la pieza de trabajo y el soplete de oxicorte 1.

Para ello, las señales registradas por la bobina de medida superior 9 y la bobina de medida inferior 10 se introducen en cada caso en un filtro selectivo de frecuencia 21, eliminándose el ruido de señal. Las señales seleccionadas se conducen a un potenciómetro 22. En el ejemplo de realización, la tensión de salida en el potenciómetro 22 se ajusta a cero con ayuda de un ordenador. Mediante el balance de cero, la asimetría inicial arriba mencionada de la distribución de las líneas de campo se compensa teniendo en cuenta la distancia de trabajo nominal predeterminada, si esto no ha tenido lugar ya mediante el dimensionado de las bobinas de medida 9, 10. Por consiguiente, las amplitudes de las señales de tensión de las bobinas de medida 9 y 10 se compensan entre sí teniendo en cuenta la distancia de trabajo nominal, y la señal residual se ajusta al valor cero. Esta medida facilita la evaluación del desplazamiento de fase en caso de una variación de la distancia de trabajo "A" entre el soplete de oxicorte 1 y la superficie de la pieza de trabajo 7.

La señal del potenciómetro llega a través de un amplificador 23 a un discriminador de fase 24, donde se compara con una señal de referencia sincrónica tomada del generador de tensión alterna 20 (simbolizado por un comparador 25). Las variaciones de la señal de salida del generador de tensión alterna 20 durante un proceso de mecanización, por ejemplo debidas a una deriva de la temperatura, repercuten por igual en la señal de referencia y en las señales de salida de las bobinas de medida 9, 10.

El discriminador de fase 24 es un rectificador de fase con el que se puede determinar si un desplazamiento de fase actual está por encima o por debajo del "cero" previamente ajustado. Las señales de salida del discriminador de fase 24 se integran con el signo correcto en el filtro 25 y a continuación son conducidas, a través de otro amplificador 26, como magnitud de ajuste para regular la distancia, a un control de motor 27 para el movimiento del soplete de oxicorte 1.

30

Reivindicaciones

1. Procedimiento de mecanización térmica de una pieza de trabajo de un material ferromagnético mediante una herramienta de mecanización térmica (1) que se puede desplazar a lo largo de la superficie de la pieza de trabajo (7), caracterizado porque para regular la distancia de trabajo (A) entre la herramienta de mecanización (1) y la superficie de la pieza de trabajo (7) se genera un campo magnético alternante que actúa tanto en el área de la superficie de la pieza de trabajo (7) como en un cuerpo de sensor de propiedades ferromagnéticas por encima de la superficie de la pieza de trabajo (7), registrándose el campo magnético alternante o las variaciones del mismo mediante un dispositivo de medida (9; 10), evaluándose las señales de medición del dispositivo de medida (9; 10) para regular la distancia de trabajo (A), y utilizándose como cuerpo de sensor (2; 3; 4; 5) un cabezal quemador (2) y al menos una de las herramientas de corte o soldadura (3; 4; 5).
5
10
15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el campo magnético es generado por una bobina de excitación (6) a través de la cual se extiende el cuerpo de sensor (2; 3; 4; 5) de modo que es atravesado por las líneas de campo magnético (13) por encima y por debajo de un plano de sección transversal por el que se extiende un plano medio de bobina (14) de la bobina de excitación (6), porque las líneas de campo magnético (13) por encima del plano de bobina (14) se registran con un elemento de medida superior (9), generándose una primera señal de medición que tiene una primera amplitud y una primera fase, y porque las líneas de campo magnético (13) por debajo del plano de bobina (14) se registran con un elemento de medida inferior (10), generándose una segunda señal de medición que tiene una segunda amplitud y una segunda fase, determinándose la posición relativa entre la primera fase y la segunda fase y utilizándose un desplazamiento de fase para regular la distancia de trabajo (A).
20
25
30
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el elemento de medida superior está configurado como bobina de medida superior (9) y el elemento de medida inferior está configurado como bobina de medida inferior (10), y porque la bobina de medida superior (9) y la bobina de

medidainferior (10) están conectadas entre sí de modo que la primera y la segunda amplitud se compensan entre sí al menos parcialmente.

- 5
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque se utiliza una bobina de excitación (6) que se extiende en dirección coaxial alrededor de un eje central (8) del cuerpo de sensor (2; 3; 4; 5).
- 10
5. Máquina de mecanización térmica para mecanizar una pieza de trabajo de un material ferromagnético con una herramienta de mecanización térmica (1) que se puede desplazar a lo largo de la superficie de la pieza de trabajo (7) y que presenta un cabezal quemador (2) donde están fijadas de forma intercambiable herramientas de corte o de soldadura (3; 4; 5) que se extienden entre el cabezal quemador (2) y la superficie de la pieza de trabajo (7), y con una regulación de distancia para ajustar una distancia de trabajo predeterminada (A) entre la herramienta de mecanización (1) y la superficie de la pieza de trabajo (7), caracterizada porque la regulación de distancia incluye un elemento excitador (6) que se puede mover con la herramienta de mecanización (1) para generar un campo magnético que actúa en un cuerpo de sensor de propiedades ferromagnéticas por encima de la superficie de la pieza de trabajo (7) y en el área de la superficie de la pieza de trabajo (7), un dispositivo de medida (9; 10) para registrar el campo magnético o sus variaciones y una unidad de evaluación (21 - 27) con la que se evalúan las señales de medición del dispositivo de medición para regular una magnitud de ajuste de la regulación de distancia, conteniendo el cabezal quemador (2) y al menos una de las herramientas de corte o soldadura (3; 4; 5) un material ferromagnético y constituyendo las mismas al menos una parte del cuerpo de sensor (2; 3; 4; 5).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
6. Máquina de mecanización según la reivindicación 5, caracterizada porque el elemento de excitación está configurado como una bobina de excitación (6) a través de la cual se extiende el cuerpo de sensor (2; 3; 4; 5) de modo que en el mismo se extienden líneas de campo magnético (13) por encima y por debajo de una superficie de sección transversal que incluye el plano medio de bobina (14) de la bobina de excitación (6), estando previstos un elemento de medida superior (9) y un elemento de medida inferior (10), y extendiéndose el elemento de medida superior (9) en el área situada por encima del plano medio de bobina (14) y el elemento de medida inferior (10) en el área situada por debajo del plano medio de bobina (14).

- 5
7. Máquina de mecanización según la reivindicación 6, caracterizada porque los elementos de medida están configurados en forma de una bobina de medida superior (9) y una bobina de medida inferior (10), presentando la bobina de medidasuperior (9), la bobina de medida inferior (10) y la bobina de excitación (6) un eje central común (8) en el que se extiende el cuerpo de sensor (2; 3; 4; 5).
- 10
8. Máquina de mecanización según la reivindicación 7, caracterizada porque la bobina de medida superior (9) y la bobina de medida inferior (10) están dimensionadas de modo que las tensiones generadas en las bobinas de medida (9; 10) se compensan en la posición de trabajo de la herramienta de mecanización (1).
- 15
9. Máquina de mecanización según una de las reivindicaciones anteriores 5 a 8, caracterizada porqueel cabezal quemador (2) y al menos una de las herramientas de corte o soldadura (3, 4; 5) son de un material ferromagnético.

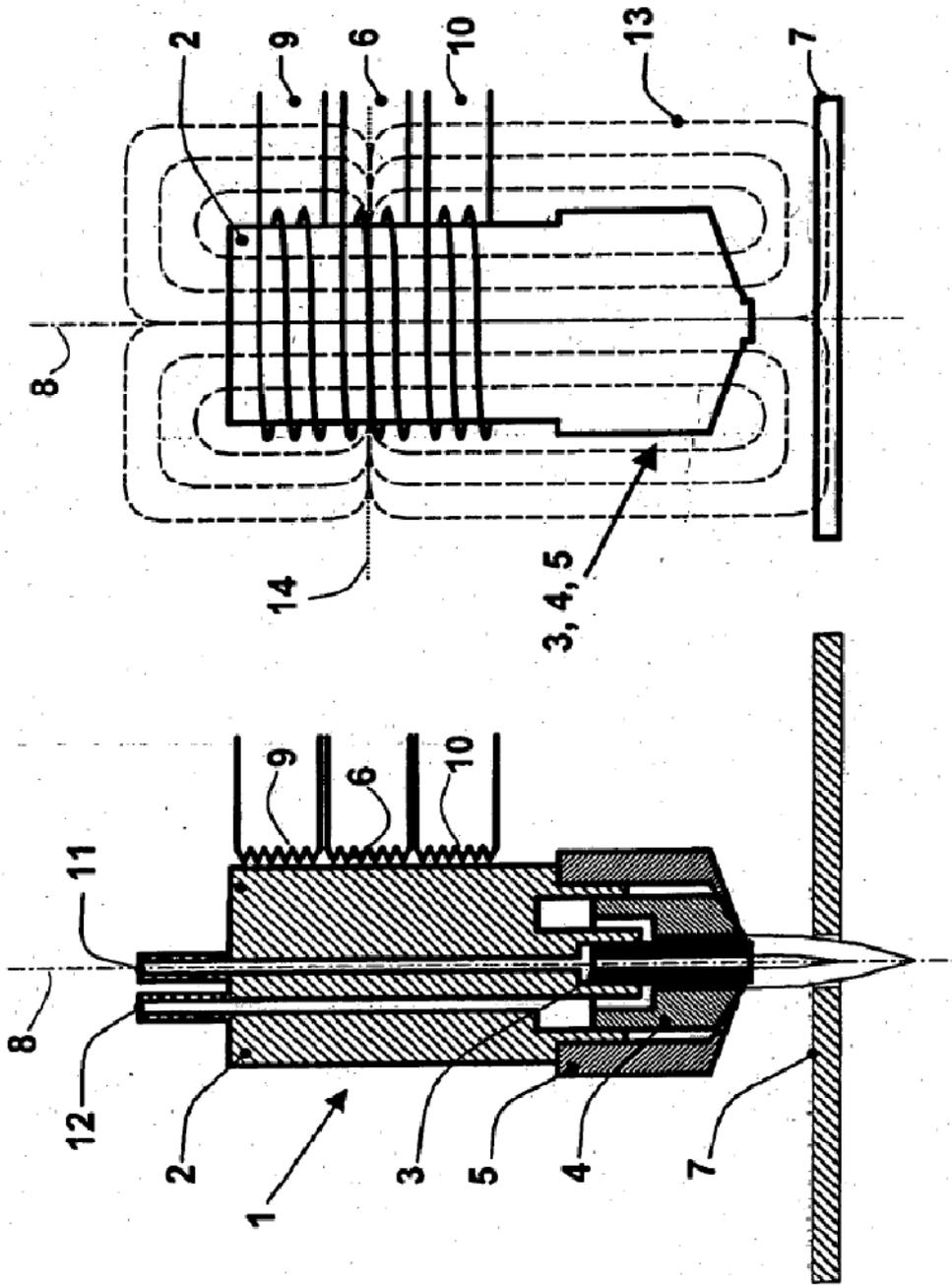


Fig. 2

Fig. 1

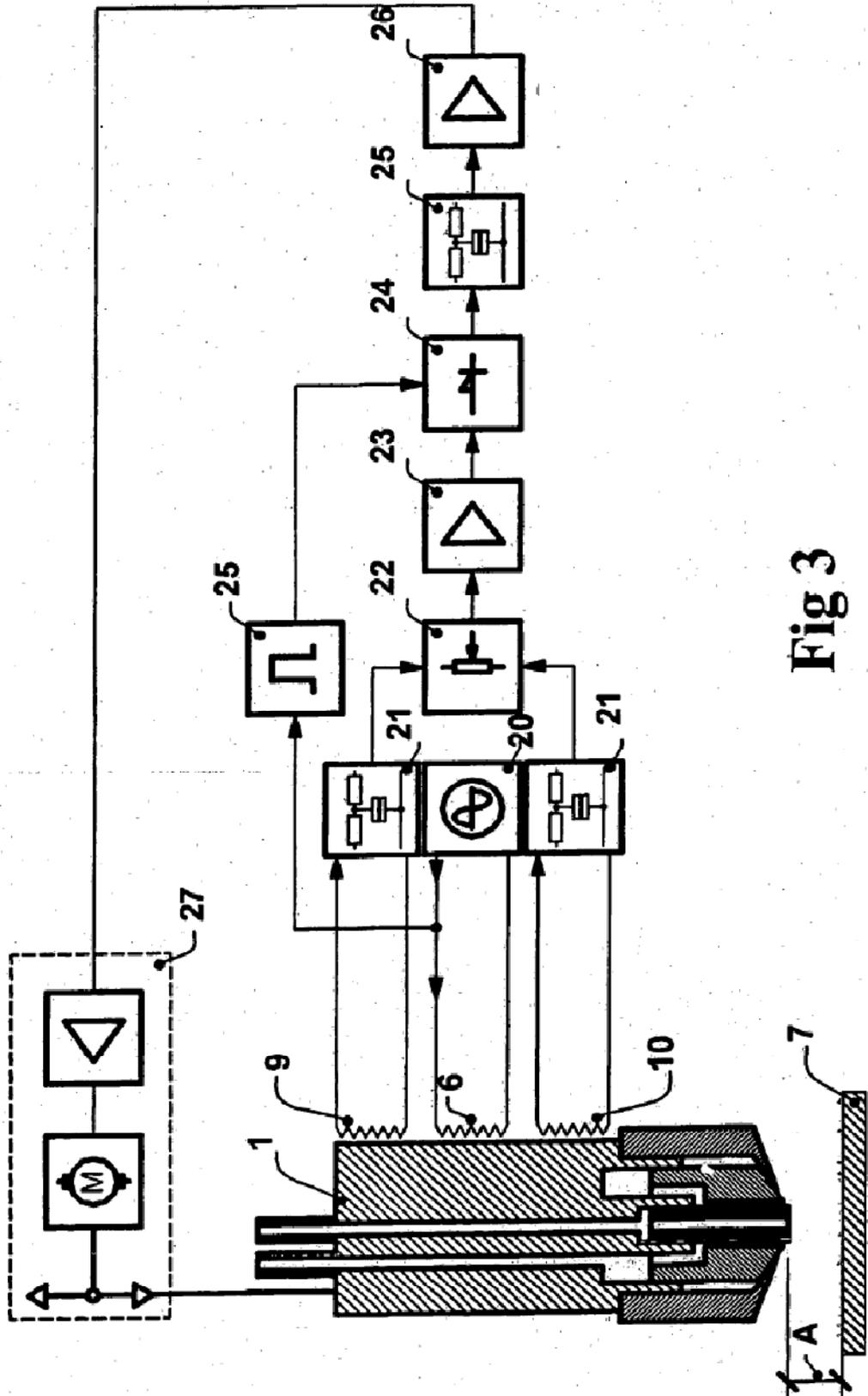


Fig 3