

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 069**

51 Int. Cl.:
B23Q 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10166891 .1**
96 Fecha de presentación: **22.06.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2272627**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.01.2011**

54 Título: **HUSILLO DE TRABAJO CON UN DISPOSITIVO PARA CONTROLAR LA POSICIÓN DE UNA HERRAMIENTA O UN SOPORTE DE HERRAMIENTA EN UN HUSILLO DE TRABAJO.**

30 Prioridad:
01.07.2009 DE 102009031404

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.11.2011

73 Titular/es:
**Ott-Jakob Spanntechnik GmbH
Industriestrasse 3-7
87663 Lengenwang**

72 Inventor/es:
**Gast, Stephan;
Hörger, Winfried;
Greif, Josef;
Bechteler, Wolfgang y
Bonerz, Stefan**

74 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 369 069 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

Husillo de trabajo con un dispositivo para controlar la posición de una herramienta o un soporte de herramienta en un husillo de trabajo

5

La invención se refiere a un husillo de trabajo con un dispositivo para controlar la posición de una herramienta o un soporte de herramienta en el husillo de trabajo según el preámbulo de la reivindicación 1.

En las máquinas herramientas, debido a la suciedad en las superficies de asiento de la herramienta, puede producirse una tensión de la herramienta que no alcanza los valores óptimos. La suciedad puede originarse especialmente por virutas de material que se originan forzosamente durante el tratamiento de una pieza de trabajo. En consecuencia, debido a una posición inclinada o a un desfase axial de la herramienta, puede producirse un tratamiento deficiente. Este efecto se intensifica adicionalmente debido al uso de herramientas largas. Para mejorar la calidad de fabricación y para reducir la proporción de piezas defectuosas es deseable poder detectar ya antes del comienzo del tratamiento la existencia de una tensión deficiente de la herramienta. Por tanto, se propone ya el comprobar, en máquinas herramientas, la calidad de la tensión de la herramienta mediante un control del contacto plano de la herramienta.

Un concepto conocido es el control del contacto plano de la herramienta mediante aire comprimido. Para ello se utiliza un sistema de aire comprimido que se activa en caso de un cambio en la herramienta. Una tensión óptima de la herramienta conlleva una formación de presión en el área del espacio hueco del tensor de la herramienta, mientras que una tensión deficiente de la herramienta no permite ninguna formación de presión o solo una formación de presión reducida. La corrección de la tensión de la herramienta puede detectarse mediante una medición de la presión. Sin embargo, una condición previa para ello es un sistema de canales de aire en el husillo de trabajo o en el tensor de la herramienta así como una alimentación de aire comprimido correspondiente.

El documento DE10351347A1 describe el control de las fuerzas que se presentan en el dispositivo tensor de una máquina herramienta mediante un sistema de sensores sensibles a la presión, la tensión o la fuerza. El objetivo que se persigue con ello consiste en el control simultáneo de la correcta tensión de la herramienta y de las fuerzas que se presentan durante el tratamiento para poder optimizar parámetros del proceso durante el tratamiento. Para ello los sensores deben estar integrados en el dispositivo de tensión de modo que estén incluidos en el flujo de fuerzas que se presentan allí durante el tratamiento.

El documento DE19959778A1 muestra el uso de un sistema de telemetría con sistema de sensores que miden la separación para el control simultáneo del estado de tensión y el contacto plano del alojamiento de la herramienta en el husillo. Sin embargo, el documento no contiene datos más precisos sobre la configuración del sistema de sensores y la unidad de telemetría.

El objetivo de la invención es crear una nueva y conveniente solución para controlar el contacto plano de una herramienta o un soporte de herramienta en un husillo de trabajo que pueda realizarse de forma sencilla y económica.

Este objetivo se alcanza, según la invención, mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones secundarias se indican variantes ventajosas.

45

La invención prevé facilitar, entre una parte estacionaria (estator) y una parte giratoria (rotor), mediante el acoplamiento eléctrico de dos líneas de alta frecuencia, una conexión inalámbrica en la que alimentar con una fuente de señales una señal de medición de alta frecuencia a la línea de alta frecuencia del lado del estator, e influenciar el comportamiento de reflexión de la línea de alta frecuencia del lado del rotor mediante una pluralidad de elementos sensores en función de la posición de la herramienta o el soporte de la herramienta en relación con el husillo de trabajo de modo que la posición mencionada pueda determinarse en el lado del estator mediante un dispositivo de medición de la reflexión. En este caso no se trata de la determinación total de la posición de la herramienta sino únicamente de poder responder a la pregunta de si la herramienta o el soporte de la herramienta está o no en contacto de forma plana con una superficie de asiento de la herramienta del husillo de trabajo.

55

De forma ventajosa, las líneas de alta frecuencia del lado del estator y del lado del rotor están configuradas en cada caso como líneas de microbandas y están dispuestas contiguas entre sí de modo que entre ellas existe un acoplamiento eléctrico con la dirección de propagación preferida de la señal transmitida, es decir, se facilita la función de un acoplador direccional.

En el lado del rotor pueden estar previstas varias líneas de alta frecuencia independientes que están asociadas en cada caso a diferentes segmentos angulares del rotor, o una única línea de alta frecuencia. Se entiende que varias líneas independientes de alta frecuencia tienen como consecuencia forzosamente un funcionamiento multiplex de la medición de reflexión.

En una primera forma de realización de la invención, los elementos sensores son resonadores dieléctricos que, en caso de un contacto plano de la herramienta o del soporte de la herramienta, se encuentran en resonancia y, en caso de que la herramienta o el soporte de la herramienta estén levantados, operan fuera de resonancia, lo que se manifiesta en un claro cambio de la impedancia de entrada y, con ello, también del comportamiento de reflexión de la línea o líneas de alta frecuencia del lado del rotor, lo cual puede determinarse en la línea de alta frecuencia del lado del estator mediante una medición de la reflexión.

En una segunda forma de realización de la invención, los elementos sensores son líneas de derivación que finalizan abiertos en la superficie de asiento de la herramienta de modo que se cortocircuitan mediante el contacto de la herramienta. Esto tiene como consecuencia un cambio importante de la impedancia de entrada de estas líneas de derivación que repercute en el comportamiento de reflexión de las líneas de alta frecuencia del lado del rotor, lo que puede determinarse a su vez en el lado del estator mediante una medición de la reflexión. En este caso están previstas preferiblemente varias líneas de alta frecuencia independientes a las que está asociada en cada caso una línea de derivación propia.

El uso de líneas de alta frecuencia acopladas eléctricamente con un comportamiento de reflexión dependiente del contacto plano de la herramienta ofrece ventajas esenciales. El contacto plano de la herramienta puede controlarse de forma continua durante el funcionamiento del husillo de trabajo. En la parte giratoria no es necesario disponer ningún sistema electrónico activo sino únicamente componentes pasivos del tipo más sencillo que no requieren ninguna alimentación de corriente propia. No se produce ninguna comunicación de datos costosa y propensa a fallos entre la parte estacionaria y la parte giratoria, sino que el control de la posición de la herramienta se reduce a una sencilla medición de la reflexión en una línea de alta frecuencia.

A continuación, se describen ejemplos de realización de la invención haciendo referencia a los dibujos. En estos muestran

la fig. 1, una vista frontal de un husillo de trabajo con superficies de asiento de la herramienta,

la fig. 2, una vista esquemática parcialmente seccionada longitudinalmente de una tensión deficiente de la herramienta,

la fig. 3, una vista esquemática parcialmente seccionada de una disposición de líneas según la invención vista en la dirección axial del husillo de trabajo,

la fig. 4, una vista esquemática seccionada de la disposición de líneas de la figura 3 vista en el sentido de giro del husillo de trabajo,

la fig. 5, la sección final de la parte del lado del estator de la disposición de líneas de las figuras 3 y 4 vista en la dirección radial R del husillo de trabajo,

la fig. 6, el principio de funcionamiento de un acoplador regresivo en forma de un esquema equivalente,

la fig. 7, una configuración básica para el funcionamiento de un resonador dieléctrico,

la fig. 8, un esquema equivalente de un resonador dieléctrico,

la fig. 9, el diagrama de bloques de una primera forma de realización de un dispositivo de control según la invención,

la fig. 10, el diagrama de bloques de una variación de la primera forma de realización de un dispositivo de control según la invención, y

la fig. 11, el diagrama de bloques de una segunda forma de realización de un dispositivo de control según la invención.

La figura 1 muestra la vista frontal de un husillo de trabajo 1 que forma parte de una máquina de tratamiento, no mostrada, en especial, de una máquina herramienta. El husillo de trabajo 1 presenta en su lado frontal una superficie de asiento 2 con la que, en el estado tensado, debe entrar en contacto de forma plana una herramienta o un soporte de herramienta. También pueden estar previstas varias superficies de asiento que se disponen exactamente de forma plano paralela entre sí en un plano único. Para el uso de determinadas herramientas o soportes de herramienta en el husillo de trabajo 1, pudiendo alojar el soporte de herramienta a su vez diferentes herramientas, presentan en su lado posterior también una superficie de asiento correspondiente en el lado frontal. En caso de un contacto plano de la superficie de asiento del lado de la herramienta o el lado del soporte de herramienta en la superficie de asiento 2 del lado del husillo, el eje longitudinal de la herramienta o del soporte de herramienta discurre exactamente en paralelo al eje longitudinal del husillo de trabajo 1. El centrado de la herramienta o el soporte de herramienta respecto al husillo de trabajo 1 tiene lugar mediante superficies de asiento cónicas en el interior del husillo de trabajo 1.

15 En caso de que se ensucie la superficie de asiento 2 ya no es posible un contacto plano de la herramienta o el soporte de la herramienta con el husillo de trabajo 1. En especial, un ensuciamiento de este tipo puede producirse por las virutas que se originan durante el tratamiento de una pieza de trabajo. En la figura 2 se muestra una situación de este tipo de forma esquemática. En la parte derecha de la superficie de asiento 2 se encuentra una viruta 3 que, al sujetar la herramienta 4 en el husillo de trabajo 1, queda atrapada entre este y la herramienta 4 y ocasiona que exista un intersticio cuneiforme entre ambos. Durante el tratamiento de una pieza de trabajo con una herramienta 4 inclinada de este modo no cabe esperar un resultado que se ajuste a las medidas adecuadas, sino piezas defectuosas. En el husillo de trabajo 1 están previstos varios orificios 5 que se extienden desde la superficie de asiento 2 en la dirección axial del husillo de trabajo 1 y en los que está dispuesto en cada caso un elemento sensor 6. Más adelante se explicarán de forma más detallada los elementos sensores 6 con ayuda de los cuales puede registrarse electrónicamente la posición de la herramienta 4 en relación con la superficie de asiento 2 y debe permitirse la detección de una posición inclinada.

A continuación, se describe primero la conexión según la invención entre los elementos sensores 6 que giran con el husillo de trabajo 1 y un sistema electrónico de medición dispuesto de forma estacionaria en la máquina de tratamiento. Para ello la figura 3 muestra una vista esquemática parcialmente seccionada de una disposición de líneas según la invención que está formada por dos líneas de microbandas 7 y 8 que están separadas entre sí por un intersticio de aire 9. La línea de microbandas 7 está dispuesta en una superficie periférica interior de una parte estacionaria de la máquina de tratamiento, denominada en lo sucesivo estator 10, la otra línea de microbandas 8 está dispuesta en una superficie periférica exterior de una parte que gira con el husillo de trabajo 1, denominada en lo sucesivo rotor 11, que también puede ser directamente el husillo de trabajo 1. La dirección en que se observa la figura 3 es la dirección axial del husillo de trabajo 1.

La figura 4 muestra una vista en corte de la disposición de líneas de la figura 3 en la dirección periférica a la altura de la línea A-A. Como puede observarse, la línea de microbandas 7 del lado del estator está formada por una superficie de masa 71, un dieléctrico 72, un conductor de bandas 73 y una capa de cubierta 74 que también es un dieléctrico. Asimismo, la línea de microbandas 8 del lado del rotor está compuesta por una superficie de masa 81, un dieléctrico 82, un conductor de bandas 83 y una capa de cubierta 84. La estructura básica de una línea de microbandas 7 u 8 es conocida en los círculos especializados. Las líneas de microbandas 7 y 8 son unidades acabadas hechas de material flexible que pueden fijarse de forma sencilla mediante adhesivo al estator 10 o el rotor 11 y se adaptan a la curvatura de la superficie correspondiente. Las capas de cubierta 74 y 84 ofrecen protección frente a los combustibles utilizados en una máquina herramienta tales como líquidos oleosos y similares.

Las dos líneas de microbandas 7 y 8 están dispuestas en el estator 10 o en el rotor 11 de modo que los dos conductores de bandas 73 y 83 están dirigidos uno al otro. Entre las dos líneas de microbandas 7 y 8 existe un acoplamiento eléctrico que permite una transmisión inalámbrica de señales a través del intersticio de aire 9. Para compensar un desfase axial uno de los dos conductores de microbandas 73 u 83 puede estar realizado más ancho de modo que se solapa al otro en la dirección axial, tal como se ilustra a modo de ejemplo en la figura 4 en el conductor de microbandas 83 del lado del rotor mediante líneas discontinuas. Si al menos una de las dos líneas de microbandas 7 y 8 se extiende prácticamente por todo el contorno del estator 10 o el rotor 11, entonces la característica de transmisión del acoplamiento eléctrico es independiente de la posición angular del rotor 11 respecto al estator 10. En la figura 3 se muestra el caso en el que la línea de microbandas 8 cubre prácticamente todo el contorno del rotor 11, mientras que la línea de microbandas 7 solo cubre un segmento limitado del contorno del estator 10.

El dieléctrico que actúa en total entre los conductores de bandas 73 y 83 está formado por las dos capas de cubierta 74 y 84 y el intersticio de aire 9. El intersticio de aire 9 entre las capas de cubierta 74 y 84 de las dos líneas de microbandas 7 u 8 debería ser tan estrecho como fuera posible para generar un espacio relleno de forma prácticamente homogénea con un dieléctrico. Dentro de este espacio, las dos líneas de microbandas 7 y 8 se transforman para formar líneas de bandas que se comportan de forma diferente en su impedancia y su velocidad de fase en comparación con las líneas de microbandas. Mediante la configuración de la separación mutua de los conductores de bandas 73 y 83 y la longitud del conductor de bandas 73 que se encuentra en el estator 10 puede conferirse a la disposición de líneas la característica de un acoplador direccional.

- 10 En la figura 5 puede observarse una vista en planta de una parte de la línea de microbandas 7 del lado del estator en la dirección radial, es decir, de forma correspondiente a la flecha R de la figura 3. El conductor de bandas 73 presenta una sección 73B que discurre en la dirección periférica de la superficie interior del estator 10, y dos secciones 73A y 73C que discurren en la dirección axial. Una continuación de la sección 73A axial, no mostrada en la figura 5, conduce a un sistema electrónico de medición dispuesto en el estator 10 que alimenta una señal de medición a la línea de microbandas 7 y valora su reflexión, mientras que la otra sección 73C axial finaliza en una resistencia terminal 73D. La sección 73B que discurre en la dirección periférica está posicionada en la dirección axial de modo que se dispone en frente, de forma correspondiente a la figura 4, del conductor de bandas 83 de la línea de microbandas 8 del lado del rotor. La longitud de la sección 73B es, en el caso ideal, un cuarto de la longitud de onda que se presenta en la sección 73B a la frecuencia operativa de la disposición de líneas, sin embargo, en otras formas de realización puede diferenciarse de esto.

Una señal de medición alimentada por el sistema electrónico de medición al conductor de bandas 73 a través de su sección 73A axial se acopla parcialmente a la línea de microbandas 8 en la sección 73B de forma correspondiente al factor de acoplamiento que se produce por la separación de esta sección 73B del conductor de bandas 83 enfrente de la línea de microbandas 8 del lado del rotor. La onda acoplada se desplaza en la línea de microbandas 8 del lado del rotor en la figura 3 en contra del sentido horario, es decir, en contra del sentido de desplazamiento que tiene la onda en la sección periférica 73A de la línea de microbandas 7 del lado del estator. La potencia no sobreacoplada en la línea de microbandas 8 del lado del rotor se absorbe sin reflexión en el lado del estator en la resistencia terminal 73D.

- 30 La línea de microbandas 8 del lado del rotor está cerrada en el sentido horario de la figura 3 por una resistencia terminal, no mostrada en la figura 3, en sentido antihorario de la figura 3, es decir, en el sentido de la propagación de la señal de medición acoplada por la sección 73B de la línea de microbandas 7, la línea de microbandas 8 conduce a los elementos sensores mencionados anteriormente en relación con las figuras 1 y 2, que se explicarán posteriormente.

En relación con la técnica de conexión, la disposición de líneas descrita anteriormente en relación con las figuras 3 y 5, actúa como acoplador direccional. Este es un elemento estructural recíproco pasivo con ayuda del cual pueden escindirse señales en diferentes proporciones direccionales. La figura 6 muestra en relación con ello el principio de funcionamiento del acoplador regresivo mediante dos líneas acopladas entre sí de forma capacitiva e inductiva. Una corriente I_1 en la línea inferior genera en la línea superior, mediante el acoplamiento capacitivo, un flujo de corriente I_C y un flujo de corriente I_M mediante un acoplamiento inductivo. En el lado dirigido a la señal, el lado izquierdo en la figura 6, se suman estas corrientes I_C e I_M de forma constructiva, en el lado opuesto a la señal, el lado derecho en la figura 6, de forma destructiva. En el caso ideal, se eliminan totalmente. Las resistencias terminales R terminan las líneas, es decir, impiden una reflexión de la señal en los extremos de las líneas. Con ayuda de un acoplador direccional de este tipo puede predeterminarse la dirección de la señal, es decir, en el ejemplo mostrado en la figura 6, la dirección de la corriente, al lado receptor, es decir, en la figura 6, en la línea superior. En la disposición de líneas mostrada aquí como ejemplo de realización, predomina la proporción capacitiva del acoplamiento.

- 50 Los elementos sensores 5 mencionados en relación con las figuras 1 y 2 son, en una primera forma de realización de la invención, resonadores dieléctricos, es decir, cuerpos de una determinada forma geométrica hechos de material con determinadas propiedades dieléctricas. En la tecnología de alta frecuencia, se utilizan de forma preferida resonadores dieléctricos para la realización de osciladores de alta frecuencia. Estos osciladores se conocen por la abreviatura DRO (Dielectric Resonator Oscillator). La figura 7 muestra la configuración básica para el funcionamiento de un resonador dieléctrico. Comprende una línea de microbandas 8 que, tal como puede observarse ya a partir de la figura 4, está formada por una superficie de masa 81, un dieléctrico 82 y un conductor de bandas 83, así como un resonador 12 dieléctrico dispuesto de forma contigua a la línea de microbandas 8 en forma de un cuerpo cilíndrico (eventualmente también en forma de prisma) formado por un dieléctrico con determinados parámetros de material.

Si se conduce una señal de alta frecuencia en la línea de microbandas 8 a una distancia definida de un resonador 12 dieléctrico, mediante el campo magnético que se configura de la corriente que fluye en el conductor de bandas 83, se estimula el resonador 12 en función de la frecuencia. En caso de resonancia, este extrae energía del campo magnético mencionado en una medida significativa, con lo que se modifica la impedancia efectiva de la línea de microbandas 8. Esta modificación puede registrarse mediante la técnica de medición y valorarse. En la figura 7 se ilustra con líneas discontinuas el campo magnético H conectado con la corriente de desplazamiento en el resonador 12.

10 La frecuencia de resonancia del resonador 12 puede desintonizarse mediante el posicionamiento contiguo de un objeto 13 metálico, preferiblemente en la dirección vertical, tal como se muestra en la figura 7. En esta dirección existe la máxima sensibilidad de la frecuencia de resonancia respecto a una variación de la distancia entre el resonador 12 y el objeto 13 metálico, tal como se ilustra en la figura 7 mediante la doble flecha vertical. El acoplamiento magnético es más intenso cuanto menor es la distancia del resonador 12 respecto al conductor de 15 bandas 83.

Un esquema eléctrico equivalente sencillo de un resonador 12 dieléctrico estimulado mediante una línea de microbandas 8 contigua se muestra en la figura 8. En él se muestra la línea de microbandas 8 mediante un esquema equivalente de tipo convencional para una línea con capa capacitiva, inductiva y de resistencia, y el resonador 12 20 dieléctrico mediante un circuito eléctrico oscilante en serie. Entre la línea y el circuito oscilante existe un acoplamiento magnético. En caso de resonancia, la corriente en el circuito oscilante es máxima y se transforma allí la máxima potencia efectiva que debe extraerse de la línea 8.

Tal como se ilustra en las figuras 7 y 8 mediante el uso del número de referencia 8 para la línea de microbandas allí 25 mostrada, en una primera forma de realización de la presente invención, la línea de microbandas 8 del lado del rotor citada previamente en relación con las figuras 3 y 4 está combinada con un resonador dieléctrico 12, es decir, los elementos sensores 6 citados en relación con las figuras 1 y 2 se forman mediante este tipo de resonadores 12 dieléctricos. El cuerpo 13 metálico, de cuya separación respecto al resonador 12 dieléctrico depende la frecuencia de resonancia de este último, es en este caso la herramienta 4 (figura 2), cuyo contacto plano con el husillo de 30 trabajo 1 debe controlarse. Una posición errónea de la herramienta 4, tal como se muestra en la figura 2, está vinculada con una separación anormalmente grande de la misma respecto de al menos uno de los elementos sensores 6, lo que en el sentido de la figura 7 se corresponde con una ampliación de la separación del cuerpo 13 metálico respecto del resonador dieléctrico 12 y tiene como consecuencia un desplazamiento de la frecuencia de resonancia del resonador 12 afectado.

35 Con la integración de varios resonadores 12, es decir, al menos tres resonadores distribuidos de forma radial simétrica como elementos sensores 6 que en el husillo de trabajo 1 llegan hasta la superficie de asiento de la herramienta 2 puede controlarse el contacto plano de la herramienta. Si la herramienta 4 hace contacto de forma plana, la frecuencia de resonancia de todos los resonadores 12 es igual entre sí y se encuentra en un intervalo de 40 frecuencias que se determina mediante las propiedades geométricas de los resonadores 12 así como mediante su situación de montaje. Un empeoramiento del contacto plano de la herramienta 4 debido a suciedad significa una elevación de la herramienta 4 y, con ello, conduce a un desfase de resonancia. Este desfase de resonancia puede valorarse eléctricamente midiendo la impedancia de entrada de la línea de microbandas 8 durante el funcionamiento a frecuencia de resonancia vigente con el contacto plano original, es decir, perfecto. Mediante la sencilla detección 45 del valor umbral puede generarse entonces una señal digital y facilitarse el control de las máquinas como indicación del contacto plano.

A continuación, se explica mediante el diagrama de bloques mostrado en la figura 9 cómo se realiza el tratamiento de las señales para la detección del contacto plano en la forma de realización antes descrita de la invención. 50 Mediante un oscilador 14 se alimenta una señal A de alta frecuencia a la línea de microbandas 7 del lado del estator, una parte de la cual se desacopla mediante un primer acoplador direccional 15, mientras que la parte principal se conduce adicionalmente a un segundo acoplador direccional 16. Este acoplador direccional 16, que se forma mediante la disposición de líneas descrita en relación con las figuras 3 a 5, acopla una parte de la señal que le llega a la línea de microbandas 8 del lado del rotor, mientras que la parte restante discurre hasta la resistencia terminal 55 73D y se absorbe allí.

La línea de microbandas 8 del lado del rotor está terminada en ambos extremos con resistencias terminales 17. La parte de la línea de microbandas 8 que se dispone en la dirección de desplazamiento de la onda acoplada por la línea de microbandas 7 discurre en el husillo de trabajo 1 de forma contigua a tres elementos sensores 6 (figuras 1 y

- 2) en forma de resonadores 12 dieléctricos que en la figura 9 están simbolizados de forma meramente esquemática mediante circuitos oscilantes eléctricos. La estructura real de estos resonadores 12 y el tipo de acoplamiento de estos con la línea de microbandas 8 están configurados tal como se ha explicado anteriormente mediante las figuras 7 y 8. Debido a su forma al menos aproximadamente cilíndrica, tal como se muestra en la figura 7, estos resonadores 12 son muy adecuados para la aplicación como elementos sensores 6 en orificios 5 en el husillo de trabajo 1. La línea de microbandas 8 se conduce en el lado posterior del husillo de trabajo 1 a lo largo de una vía circular y pasa en este caso por los extremos posteriores de los resonadores 12 en cada caso con una reducida separación.
- 10 La frecuencia operativa del oscilador 14 se ha elegido de modo que, en caso de un contacto plano perfecto de la herramienta 4 con el husillo de trabajo 1, todos los resonadores 12 previstos como sensores 6 se excitan a su frecuencia de resonancia mediante la señal de alta frecuencia acoplada a la línea de microbandas 8 del lado del rotor. Si uno de los resonadores 12 está fuera de resonancia como consecuencia de un contacto deficiente de la herramienta, disipa menos potencia, lo que equivale a una modificación de la impedancia de entrada de la línea de microbandas 8 del lado del rotor en el acoplador direccional 16. Esta modificación tiene como consecuencia en la línea de microbandas 7 del lado del estator una modificación correspondiente de la relación de las potencias de la señal A alimentada por el oscilador 14 y de la señal B reflejada, es decir, la señal que retorna a la línea de microbandas 7 desde el acoplador direccional 16 en la dirección del oscilador 14.
- 20 Mediante un acoplador direccional 18 adicional se desacopla una parte a la señal B que retorna a la línea de microbandas 7. Las partes de las señales A o B alimentadas y reflejadas, desacopladas mediante los acopladores direccionales 15 y 18, se alimentan en cada caso a un detector 19 o 20 que determina la potencia correspondiente de la señal. Los detectores 19 y 20 están conectados con una unidad de valoración 21 que genera la relación de las dos potencias A y B. Los acopladores direccionales 15 y 18, los detectores 19 y 20 y la unidad de valoración 21 forman juntos un dispositivo de medición de la reflexión 22. La relación de potencia A/B proporciona información sobre la impedancia de la línea de microbandas 8 del lado del rotor. Mediante una comparación con un valor umbral puede derivarse de esta relación una indicación binaria sobre el correcto contacto plano de la herramienta con el husillo de trabajo 1. El valor umbral puede determinarse en este caso mediante el valor de la relación A/B en caso de un contacto plano perfecto.
- 30 La forma de realización antes descrita de la invención puede variarse disponiendo en el rotor 11 no solo una única línea de microbandas 8 de modo que esté acoplada con varios resonadores 12 dieléctricos, sino, en lugar de ello, disponiendo en el rotor 11 varias líneas de microbandas 8 independientes entre sí, cada una de las cuales está acoplada con un único resonador dieléctrico 12 de varios resonadores 12 dieléctricos. La figura 10 muestra un diagrama de bloques de esta variante en el que, para mayor sencillez, los elementos del lado del estator que no se ven afectados por esta variación no están dotados con números de referencia.
- En esta disposición, durante el funcionamiento el husillo de trabajo 1 depende de la posición angular momentánea del rotor 11 respecto al estator 10 (figura 3), el cual, de las varias líneas de microbandas 8 del lado del rotor, está acoplado eléctricamente a través del acoplador direccional 16 precisamente con la única línea de microbandas 7 del lado del estator, es decir, en el elemento sensor 6 que puede comprobarse precisamente el contacto plano de la herramienta 4 con el husillo de trabajo 1. Cada línea de microbandas 8 individual del lado del rotor de las varias líneas de microbandas 8 se extiende en este caso solo por un segmento limitado del contorno del rotor 11. Por otra parte, una disposición de líneas de este tipo en la que la línea de microbandas 8 del lado del rotor está dividida en varios segmentos independientes permite generar de forma sencilla una predicción sobre en qué punto de la superficie de colocación 2 del husillo de trabajo 1 está elevada, dado el caso, una herramienta 4. En caso de una única línea de microbandas del lado del rotor 8 esto solo sería posible en cualquier caso con un elevado gasto en cuanto a la técnica de medición.
- 50 Todas las demás características de la primera forma de realización antes descrita son válidas del mismo modo para la variante según la figura 10. Sin embargo, la unidad de valoración 21 emite en este caso no solo una única señal de salida, sino varias señales de salida diferentes, en concreto, una señal de salida propia para cada línea de microbandas 8 del lado del rotor o cada resonador 12, estando estas señales desfasadas temporalmente entre sí y dependiendo la frecuencia multiplex del número de líneas de microbandas 8 del lado del rotor así como del número de revoluciones del rotor 11 durante el funcionamiento del husillo de trabajo 1.

A continuación, se describe una segunda forma de realización de la invención mediante el diagrama de bloques de la figura 11. En el lado del rotor se disponen aquí, al igual que en la variante de la primera forma de realización descrita en último caso mediante la figura 10, varias líneas de microbandas 108, tres en el ejemplo mostrado, que

están acopladas eléctricamente de forma alterna periódicamente con una línea de microbandas 107 en el lado del estator. Este acoplamiento eléctrico se corresponde con el acoplamiento eléctrico de las dos líneas de microbandas 8 y 7 de la primera forma de realización de la invención descrita en relación con las figuras 3 a 6 y se materializa en la figura 11 mediante el acoplador direccional 116, que se corresponde con el acoplador direccional 16 de la primera forma de realización. Los demás acopladores direccionales 115 y 118 indicados en la figura 11 se corresponden en su funcionamiento con los acopladores direccionales 15 y 18. Lo mismo es válido para el oscilador 114 y el oscilador 14.

Cada una de las líneas de microbandas 108 del lado del rotor está finalizada sin reflexión en ambos extremos con una resistencia 117A o 117B correspondiente. Desde las líneas de microbandas 108 del lado del rotor se extienden en cada caso, directamente delante las resistencias terminales 117A que finalizan las líneas de microbandas 108 en la dirección de desplazamiento de la señal acoplada mediante el acoplador direccional 116, líneas de derivación 112 en la dirección de la superficie de asiento de la herramienta 2 del husillo de trabajo (véanse las figuras 1 y 2). Estas líneas de derivación 112 forman aquí los elementos sensores 6, mediante los cuales se controla el contacto plano de la herramienta 4 en la superficie de asiento de la herramienta 2. Para ello, las líneas de derivación 112 finalizan en la superficie de asiento de la herramienta 2 de tal modo que, en cada caso, si no existe contacto de una herramienta 4, predomina una marcha sin carga y, si existe un contacto plano de una herramienta 4, predomina un cortocircuito eléctrico entre el conductor de bandas correspondiente y la superficie de masa, generándose el cortocircuito directamente mediante la herramienta 4 metálicamente conductora.

La longitud de las líneas de derivación 112 y la frecuencia operativa del oscilador 114 están adaptadas entre sí de modo que la longitud de las líneas de derivación 112 es un múltiplo impar de un cuarto de la longitud de onda de la señal acoplada a las líneas de microbandas 108 del lado del rotor, por tanto, las líneas de derivación son las denominadas líneas $\lambda/4$. Estas operan, como es sabido, como transformadores duales, es decir, transforman marcha sin carga en cortocircuito y a la inversa, cortocircuito en marcha sin carga.

Por tanto, en función del estado de contacto de la herramienta 4 con la superficie de asiento de la herramienta 2 se produce un cambio drástico de la impedancia de entrada correspondiente de las líneas de derivación 112. En caso de una herramienta 4 que hace contacto plano, las líneas de derivación no producen una carga ciega digna de mención que se añade a la impedancia de las resistencias terminales 117A contiguas, de modo que la señal de microondas que se produce se absorbe prácticamente sin problemas en las resistencias terminales 117A. Por el contrario, en caso de una herramienta 2 elevada, como consecuencia del efecto de cortocircuito de las líneas de derivación 112 afectadas, la señal de microondas que se produce se refleja prácticamente por completo con un giro de fase de 180 grados y, mediante el acoplador direccional 116, en parte se acopla de nuevo en dirección al oscilador 114, y en parte se absorbe sin reflexión en la resistencia terminal 117B dispuesta enfrente.

En el lado del estator pueden detectarse las dos situaciones diferentes, al igual que en la primera forma de realización descrita, mediante una medición de reflexión, para lo cual también están previstos aquí acopladores direccionales 115 y 118, detectores 119 y 120 conectados posteriormente en cada caso y una unidad de valoración 121 para la formación de la relación. El modo de funcionamiento y la conexión de estos componentes se corresponde con la primera forma de realización de la invención en la variante según la figura 10 con varias líneas de microbandas independientes en el lado del rotor. Los componentes indicados forman juntos un dispositivo de medición de la reflexión 122 que se corresponde con el dispositivo de medición de la reflexión 22 de la primera forma de realización. La transición entre un contacto correcto y un contacto deficiente de la herramienta 4 en la superficie de asiento 2 se expresa en una modificación clara del factor de reflexión de al menos una línea de microbandas 108, no obstante, normalmente en varias líneas de microbandas 108 del lado del rotor. Con ello, debido al acoplamiento, cambia también el factor de reflexión de la línea de microbandas 107 del lado del estator, lo que se constata mediante el dispositivo de medición de la reflexión 122.

La segunda forma de realización con líneas de derivación 112 como elementos sensores 6 puede realizarse, en analogía con la primera forma de realización, también con solo una única línea de microbandas 108 en el lado del rotor. No obstante, entonces ya no pueden derivarse todas las líneas de derivación 112 directamente antes de una resistencia terminal 117A de la línea de microbandas 108 del lado del rotor. Por tanto, se obtiene una situación global algo más compleja, aunque también es válido aquí que una línea de derivación 112 que actúa como transformador dual actúe como cortocircuito en caso de elevación de la herramienta a la posición de su derivación de la línea de microbandas 108 del lado del rotor y se ocasione una reflexión de señal con un giro de fase de aproximadamente 180°. Esto conduce a su vez a una reflexión de señal elevada mediante el acoplador direccional 116 nuevamente a la línea de microbandas 107 del lado del estator, lo cual se constata mediante el dispositivo de medición de la reflexión 122. Debido a la analogía existente respecto a la variante de la primera forma de realización

según la figura 9, a esta variante de la segunda forma de realización no está dedicada ninguna figura propia.

En los ejemplos de realización anteriormente descritos se basa la configuración de las líneas de alta frecuencia del lado del rotor y del estator como líneas de microbandas. Esto resulta ventajoso, aunque no es forzosamente necesario. Así, por ejemplo, las dos líneas podrían configurarse también como líneas coaxiales y el acoplamiento podría estar realizado mediante secciones ranuradas de forma adecuada de las dos líneas en las que las ondas electromagnéticas que discurren a lo largo de las líneas pueden presentarse en la dirección de la otra línea en cada caso. Una modificación de este tipo y similares quedan a disposición de los expertos y deben estar comprendidas por la protección de las reivindicaciones.

10

REIVINDICACIONES

1. Husillo de trabajo (1) con un dispositivo para controlar el contacto plano de una herramienta (4) o un soporte de herramienta en el husillo de trabajo (1), en especial, en una máquina de tratamiento, caracterizado porque en una parte estacionaria (10) del husillo de trabajo (1) está dispuesta una primera línea de alta frecuencia (7; 107) y en una parte giratoria (11) del husillo de trabajo (1) está dispuesta al menos una segunda línea de alta frecuencia (8; 108) acoplada eléctricamente con la primera, porque la primera línea de alta frecuencia (7; 107) está conectada con una fuente de señales (14; 114) y con un dispositivo de medición de la reflexión (22; 122), y porque en la parte giratoria (11) del husillo de trabajo (1) está dispuesta una pluralidad de elementos sensores (6) que influyen en el comportamiento de reflexión de la segunda línea de alta frecuencia (8; 108) en función de la posición de la herramienta (4) o el soporte de herramienta en relación con el husillo de trabajo (1).
2. Husillo de trabajo según la reivindicación 1, caracterizado porque están previstos al menos tres elementos sensores (6) en una disposición regular respecto a la dirección periférica del husillo de trabajo (1).
3. Husillo de trabajo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la primera y la segunda línea de alta frecuencia están configuradas como líneas de microbandas (7; 107, 8; 108) que discurren al menos parcialmente en la dirección circunferencial de la rotación, y porque están dispuestas enfrentadas entre sí, estando los conductores de bandas (73, 83) correspondientes dirigidos unos a otros.
4. Husillo de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la disposición de la primera y la segunda línea de alta frecuencia (7; 107, 8; 108) forma un acoplador direccional (16; 116) que acopla una señal que se propaga a lo largo de una de las dos líneas de alta frecuencia (7; 107, 8; 108) a la otra línea de alta frecuencia (8; 108, 7; 107) y con ello predetermina el sentido de propagación en la otra línea de alta frecuencia (8; 108, 7; 107).
5. Husillo de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque está prevista una pluralidad de segundas líneas de alta frecuencia (8; 108), y porque cada una de estas está asociada a un elemento sensor (6) propio y está dispuesta de modo que influye en su comportamiento de reflexión correspondiente.
6. Husillo de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en la parte giratoria (11) está dispuesta de forma precisa una segunda línea de alta frecuencia (8) y está conducida allí de modo que pasa sucesivamente varios elementos sensores (6) que influyen en su comportamiento de reflexión.
7. Husillo de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los elementos sensores (6) son resonadores dieléctricos (12) que están dispuestos en o dentro del husillo de trabajo (1) de modo que su frecuencia de resonancia correspondiente depende de la distancia respecto a una herramienta (4) o soporte de herramienta, y porque la frecuencia operativa de la fuente de señales (14) se elige de modo que la frecuencia de resonancia de los resonadores dieléctricos (12) se estimula en caso de un contacto plano de la herramienta (4) o el soporte de herramienta con una superficie de asiento de la herramienta (2) en el husillo de trabajo (1).
8. Husillo de trabajo según la reivindicación 7, caracterizado porque los resonadores dieléctricos (12) son cuerpos hechos de material dieléctrico que están dispuestos en orificios (5) en el husillo de trabajo (1) que finalizan en una superficie de asiento de herramienta (2) determinada para el contacto plano con una herramienta (4) o un soporte de herramienta.
9. Husillo de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los elementos sensores (6) son trozos de líneas de alta frecuencia (112) que se extienden desde la segunda línea de alta frecuencia (108) en dirección a una superficie de asiento de herramienta (2) del husillo de trabajo (1) y cuyos extremos están conducidos en cada caso a la superficie de asiento de la herramienta (2) de modo que solo están cortocircuitados en caso de un contacto plano de una herramienta (4) o soporte de herramienta con la superficie de asiento de la herramienta (2) y, en caso contrario, están abiertos.
10. Husillo de trabajo según la reivindicación 9 o 10, caracterizado porque la longitud de los trozos de líneas de alta frecuencia (112) está adaptada a la frecuencia operativa de la fuente de señales (114) de modo que es un múltiplo impar de un cuarto de la longitud de onda de una señal acoplada desde la primera línea de alta frecuencia (7) a la segunda línea de alta frecuencia (108).

11. Husillo de trabajo según una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado porque están previstas varias segundas líneas independientes de alta frecuencia (108), de las cuales derivan, en cada caso directamente antes de resistencias terminales (117A) que finalizan las segundas líneas de alta frecuencia (108) en la dirección de propagación de una señal acoplada por un acoplador direccional (116), los trozos de líneas de alta frecuencia (112) que actúan como elementos sensores (6).

12. Husillo de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el dispositivo de medición de la reflexión (22; 122) comprende acopladores direccionales (15; 115, 18; 118) para el desacoplamiento de, una cada caso, una proporción predeterminada de una señal de medición (A) emitida por la fuente de señales (1; 114) y una señal de medición (B) reflejada en la dirección de la fuente de señales, detectores para la medición de la potencia correspondiente de la proporción de señal desacoplada y una unidad de valoración (21, 121) para determinar la relación entre las dos potencias.

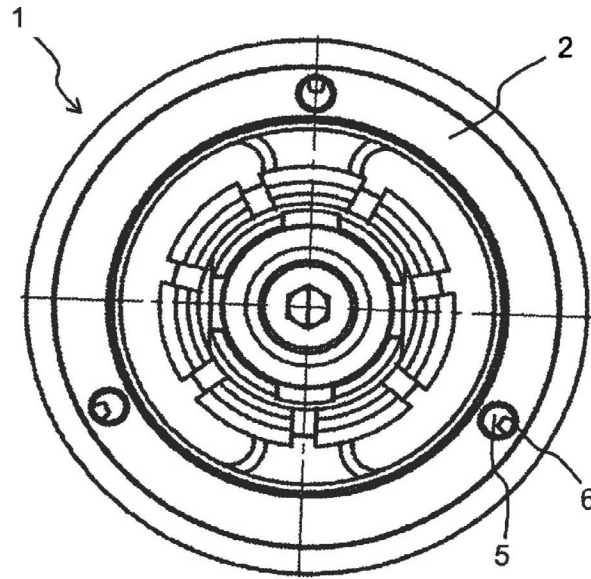


Fig. 1

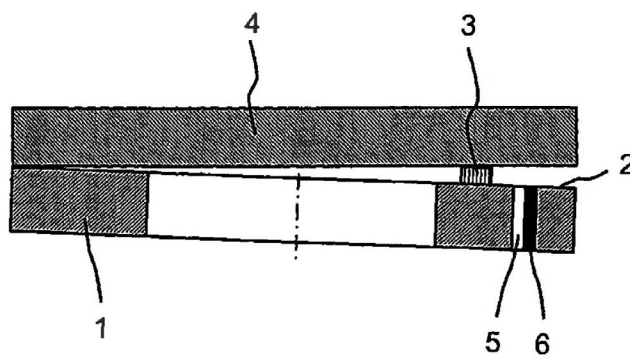


Fig. 2

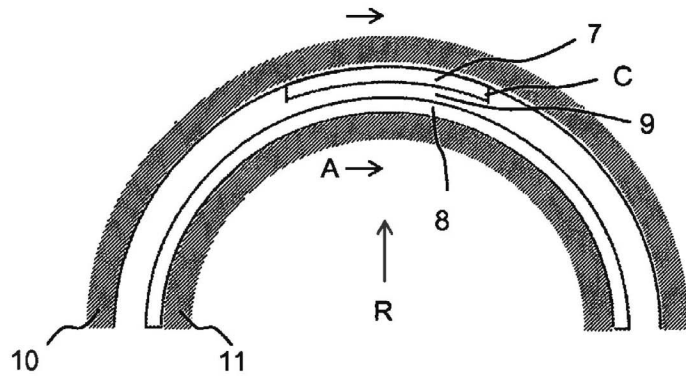


Fig. 3

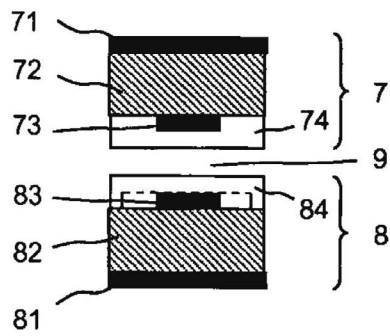


Fig. 4

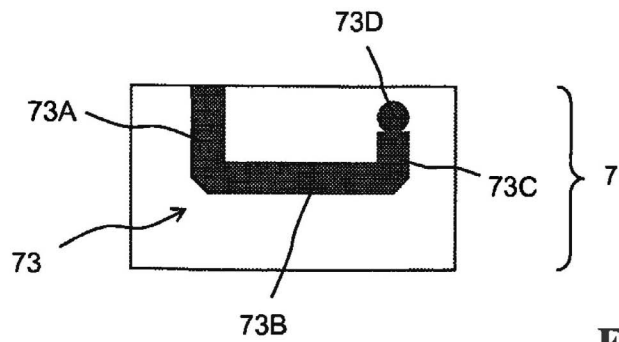


Fig. 5

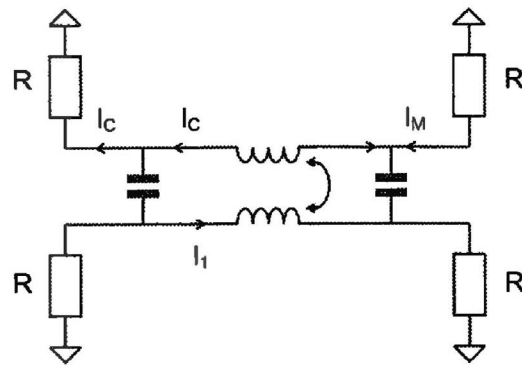


Fig. 6

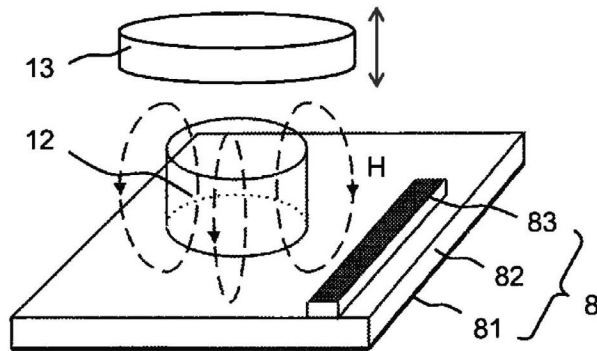


Fig. 7

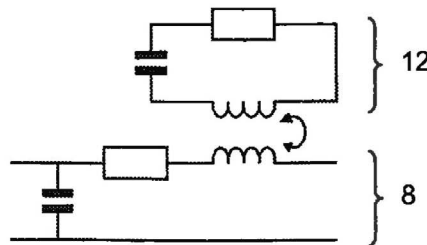


Fig. 8

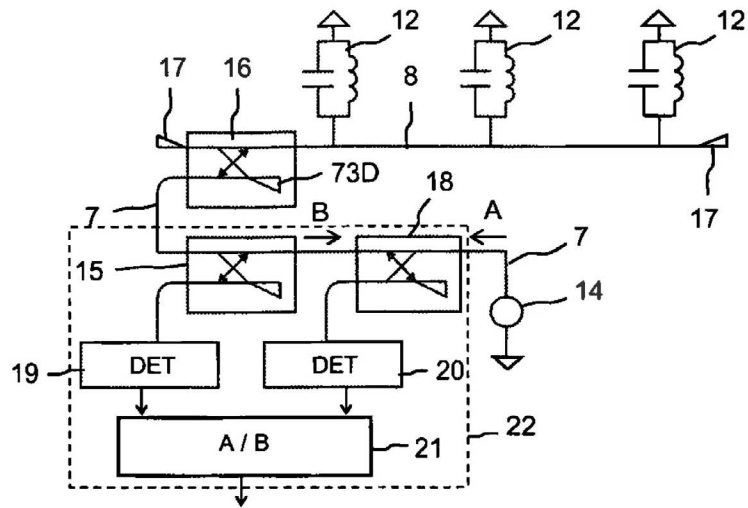


Fig. 9

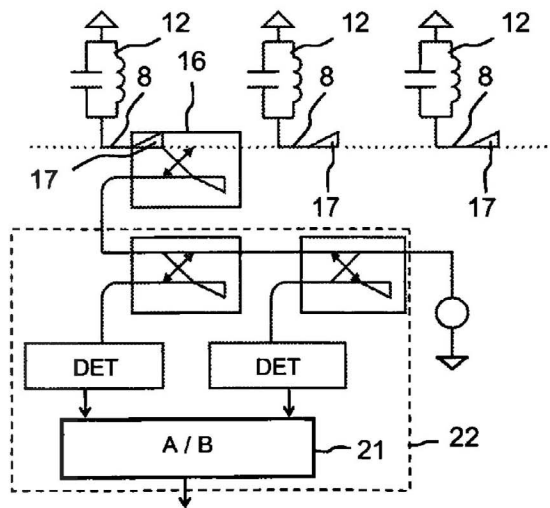


Fig. 10

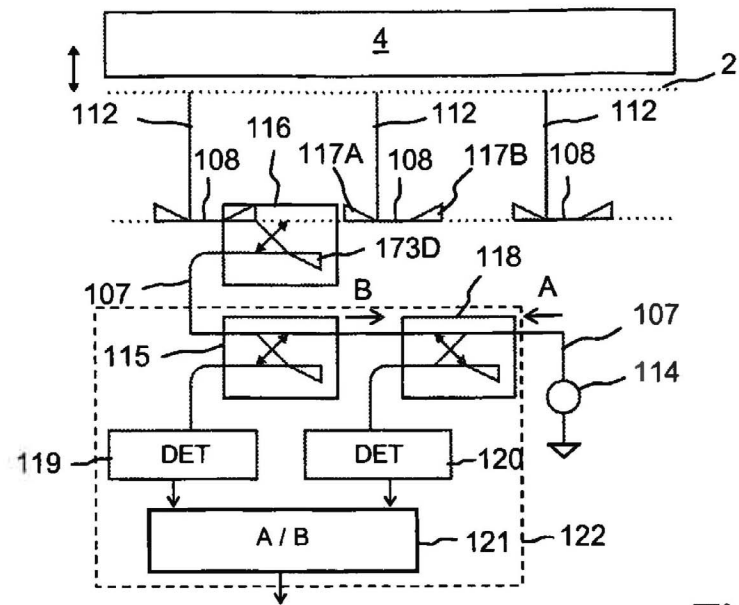


Fig. 11