

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 432**

51 Int. Cl.:

F16D 65/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2023** **E 23185287 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025** **EP 4332407**

54 Título: **Máquina de mecanizado, método e instalación de producción para la fabricación de discos de freno revestidos**

30 Prioridad:

25.08.2022 DE 102022208788

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2025

73 Titular/es:

NAGEL TECHNOLOGIES GMBH (100.00%)
Oberboihingerstraße 60
72622 Nürtingen, DE

72 Inventor/es:

LINTNER, JOHANNES;
GAZDIK, JOSEF;
ÖLKE, SVEN y
HEINZ, WILHELM

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 3 018 432 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

Máquina de mecanizado, método e instalación de producción para la fabricación de discos de freno revestidos

5 [0001] La invención se refiere a una máquina de mecanizado para su uso en la fabricación de un disco de freno revestido, a un método para la fabricación de un disco de freno revestido y a una instalación de producción para la fabricación de un disco de freno revestido.

10 [0002] Un disco de freno es la parte de un freno de disco conectada a la rueda de manera no giratoria y sobre la cual actúan las pastillas de freno fijadas a una pinza de freno para desacelerar un movimiento giratorio. Un disco de freno suele ser puntualmente simétrico o rotacionalmente simétrico con respecto a un centro de eje, a través del cual pasa el eje de rotación del disco de freno. Un disco de freno tiene la superficie de frenado real o la superficie de fricción y una sección de buje interior con la fijación del eje o el buje colocados. La superficie de frenado describe un anillo circular sobre el disco de freno.

15 [0003] Los discos de frenos convencionales para el mercado masivo suelen estar hechos de fundición gris. Los discos de freno de fundición gris alcanzan sus límites en cuanto a comportamiento frente a la corrosión y comportamiento frente al desgaste, entre otras cosas. También existen discos de freno fabricados con materiales cerámicos. Sin embargo, son caros y actualmente solo están disponibles para vehículos de elevado precio.

20 [0004] El próximo endurecimiento de las normativas sobre las emisiones de partículas finas de los automóviles significa que los futuros discos de freno para automóviles tendrán que diseñarse de tal forma que se liberen menos partículas finas durante el frenado. Una forma de lograrlo es revestir los discos de freno o sus secciones superficiales destinadas a actuar como superficies de fricción con una capa funcional fina de material más resistente al desgaste. Las superficies de fricción de los discos de freno normalmente se extienden en forma de anillo circular alrededor de una zona de buje central alrededor del eje de rotación del disco de freno. Por consiguiente, las secciones revestidas están diseñadas ventajosamente para tener una simetría rotacional con respecto al eje de rotación.

25 [0005] En el caso de la fabricación de discos de freno revestidos, el proceso de fabricación comprende al menos una operación de revestimiento para revestir el cuerpo de base metálico de un disco de freno con al menos una capa funcional, que, en general, consiste esencialmente en metal y puede tener, por ejemplo, una función de reducción del desgaste y/o de inhibición de la corrosión. Una capa funcional puede tener una o más capas con diferentes propiedades. Generalmente, a continuación, se realizan otras operaciones de mecanizado, en particular operaciones de rectificado, con el fin de preparar la superficie de la capa funcional para que pueda servir como superficie de fricción del disco de freno.

30 [0006] El documento WO 2021/122951 A1 muestra, por ejemplo, un dispositivo para el revestimiento de discos de freno, en particular mediante soldadura por deposición láser. El dispositivo comprende una base con una carcasa, que forma un espacio de trabajo, un soporte de piezas de trabajo en el espacio de trabajo, donde el soporte de piezas de trabajo está diseñado para recibir un cuerpo de base de un disco de freno, un cabezal de revestimiento, que está diseñado para producir un revestimiento sobre el cuerpo de base, un dispositivo de manipulación, que produce los movimientos relativos entre el soporte de piezas de trabajo y el cabezal de revestimiento, y un dispositivo de succión de múltiples etapas para succionar el exceso de material fuera del espacio de trabajo. Entre otras cosas, se describe el revestimiento de discos de freno mediante soldadura por deposición láser, en particular mediante métodos de soldadura por deposición láser de alta potencia, como, por ejemplo, el método EHLA. El sistema debe ser adecuado para una producción a gran escala.

35 [0007] La abreviatura "EHLA" significa "Extreme High-Speed Laser Material Deposition" ("deposición de material por láser de velocidad extremadamente alta"). En este caso se trata de una variante de la soldadura por deposición láser, en la que la fundición del polvo de deposición no tiene lugar sobre la superficie del cuerpo que se va a revestir (disco de freno), sino antes de que el material llegue a la superficie. Esto permite producir capas relativamente finas a una velocidad relativamente alta. Este método fue desarrollado en el Fraunhofer Institut for Laser Technology ILT y en la Universidad RWTH de Aachen.

40 [0008] El documento DE 10 2011 100 456 A1 describe un método de soldadura por deposición láser correspondiente, que está configurado para aplicar capas de protección contra el desgaste y/o capas de protección contra la corrosión a un cuerpo de base con una alta potencia de deposición. El método usa material en polvo, que se suministra a un componente y se funde y se adhiere al componente a una distancia de la superficie que se va a revestir utilizando energía térmica generada e introducida por un láser.

45 [0009] El documento EP 3 789 511 A1 describe un dispositivo de revestimiento para el revestimiento metálico de piezas de trabajo, en particular discos de freno. El dispositivo de revestimiento tiene una carcasa, que rodea un espacio de trabajo, y un dispositivo de retención para retener al menos una pieza de trabajo en el espacio de trabajo. En el espacio de trabajo están dispuestos al menos dos dispositivos de deposición, que están diseñados para la aplicación y fusión simultánea de polvo metálico. En un ejemplo de realización, un disco de freno está

dispuesto con un eje de rotación horizontal y revestido desde ambos lados simultáneamente. Esto tiene como objetivo una producción eficiente.

[0010] El documento DE 10 2020 007 581 A1 describe un dispositivo para el revestimiento de discos de freno que comprende al menos una mesa basculante con soportes de piezas de trabajo accionados para recibir el disco de freno que se va a revestir, al menos un dispositivo de calentamiento inductivo para precalentar y/o calentar el disco de freno, al menos una óptica de mecanizado, al menos una boquilla de deposición de polvo, donde se prevé al menos un sistema de sensores para medir el grosor de la capa, en el que la óptica de mecanizado, la boquilla de deposición de polvo y el sistema de sensores para medir el grosor de la capa se pueden accionar simultáneamente.

OBJETIVO Y SOLUCIÓN

[0011] En este contexto, el objetivo de la invención es proporcionar una máquina de mecanizado para su uso en la fabricación de un disco de freno revestido, un método para fabricar un disco de freno revestido, así como una instalación de producción para fabricar un disco de freno revestido, que permitan la fabricación de discos de freno revestidos con costes unitarios moderados a escala industrial.

[0012] Para lograr este objetivo, la invención proporciona una máquina de mecanizado que se puede utilizar en la fabricación de un disco de freno revestido con las características de la reivindicación 1. Además, se prevé un método para fabricar un disco de freno revestido con las características de la reivindicación 10, así como una instalación de producción con las características de la reivindicación 14, que comprende al menos una máquina de mecanizado. Los desarrollos adicionales preferidos se especifican en las reivindicaciones dependientes. El texto de todas las reivindicaciones se incorpora por referencia al contenido de la descripción.

[0013] Un disco de freno revestido tiene un cuerpo de base, que tiene una distribución de masa con simetría rotacional con respecto a un eje de rotación del disco de freno y comprende una sección de buje central y una sección de frenado en forma de anillo circular que rodea la sección de buje. La sección de frenado tiene dos superficies opuestas axialmente, que llevan respectivamente un revestimiento con simetría rotacional con respecto al eje de rotación, cuya superficie libre está diseñada como superficie de fricción del disco de freno. La macroestructura y microestructura deseadas de la superficie libre del revestimiento se pueden producir, por ejemplo, rectificando la superficie inicialmente rugosa, posiblemente ranurada y/u ondulada del revestimiento. El disco de freno (no revestido o revestido) también se denomina en esta solicitud "pieza de trabajo" de manera acortada.

[0014] Para llevar a cabo los pasos del método, se proporciona una máquina de mecanizado, que tiene un sistema de transporte, que tiene una unidad de soporte de husillo móvil, que lleva al menos un husillo portapiezas. Un husillo portapiezas es una unidad funcional o un componente con varios componentes con diferentes funciones. El husillo portapiezas está montado de manera que pueda girar con respecto a la unidad de soporte de husillo alrededor de un eje de rotación de husillo. Tiene un dispositivo de retención de piezas de trabajo, que está diseñado de tal manera que una pieza de trabajo en forma de un disco de freno o un cuerpo de base del disco de freno que está alojado en el dispositivo de retención de piezas de trabajo se rota alrededor del eje de rotación de husillo cuando el husillo portapiezas gira.

[0015] Como preparación para el mecanizado, la pieza de trabajo se fija al dispositivo de retención de piezas de trabajo, por ejemplo, mediante sujeción. En los discos de freno tiene lugar la fijación, de modo que el eje de rotación del disco de freno esté dispuesto de la manera más coaxial posible con el eje de rotación de husillo. La pieza de trabajo se fija preferiblemente en una fase en la que el husillo portapiezas no gira alrededor del eje de rotación de husillo, sino que se encuentra en reposo.

[0016] A continuación, se mueve la unidad de soporte de husillo del sistema de transporte para transportar la pieza de trabajo alojada en el husillo portapiezas a una posición de mecanizado de una estación de mecanizado. Por lo tanto, el lugar en el que se carga el husillo portapiezas con la pieza de trabajo se encuentra alejado del lugar en el que se realiza el mecanizado. El traslado interno de la máquina se realiza mediante el sistema de transporte.

[0017] Una máquina de mecanizado para llevar a cabo el método tiene, por consiguiente, varias estaciones de trabajo, es decir dos o más, dispuestas a lo largo de una vía de transporte y a las que se puede llegar mediante el husillo portapiezas, que comprenden una estación de carga y al menos una estación de mecanizado con al menos una unidad de mecanizado para mecanizar al menos un lado de la pieza de trabajo. En la estación de carga, la pieza de trabajo se fija al dispositivo de retención de piezas de trabajo del husillo portapiezas, que luego se mueve a la estación de mecanizado junto con la pieza de trabajo retenida en él.

[0018] Cuando la pieza de trabajo se encuentra en la posición de mecanizado de la estación de mecanizado, se lleva a cabo una operación de mecanizado, en la que se mecaniza en al menos un lado de la pieza de trabajo una sección que tiene simetría rotacional al eje de rotación de husillo y/o al eje de rotación de la pieza de trabajo.

En este caso, la pieza de trabajo gira alrededor del eje de rotación de husillo girando el husillo portapiezas a una velocidad de giro de trabajo. A continuación, la unidad de mecanizado mecaniza la pieza de trabajo giratoria.

[0019] El término "velocidad de giro de trabajo" puede describir una velocidad determinada que debería permanecer constante dentro de las tolerancias durante el proceso de mecanizado. Sin embargo, el término "velocidad de giro de trabajo" también comprende un rango de velocidad de giro más o menos amplio, que va desde una velocidad de giro mínima hasta una velocidad de giro máxima. La velocidad de giro de trabajo puede cambiar dentro de este rango durante el mecanizado, si es necesario de acuerdo con un perfil de velocidad de giro temporal especificado por el sistema de control. Por ejemplo, la velocidad de giro de trabajo puede variar de manera que una velocidad relativa entre una herramienta de mecanizado que actúa localmente y la superficie permanezca igual en todas las posiciones radiales.

[0020] Dependiendo de la técnica de mecanizado utilizada, en muchas formas de realización la pieza de trabajo giratoria y la unidad de mecanizado se mueven una con respecto a la otra durante la rotación de la pieza de trabajo para lograr un mecanizado de la superficie. Este movimiento relativo se puede generar, por ejemplo, moviendo una unidad de mecanizado, mientras que el husillo portapiezas con la pieza de trabajo alojada no se mueve a otra posición durante el mecanizado. Sin embargo, también puede darse el caso de que la unidad de mecanizado no se mueva durante el mecanizado, mientras que el husillo portapiezas se mueve con la pieza de trabajo giratoria que transporta. También es posible una combinación con una unidad de mecanizado móvil y simultáneamente un husillo portapiezas movido trasversalmente al eje de rotación de husillo. Si se utiliza una técnica de mecanizado, que actúa simultáneamente a lo largo de toda la expansión radial de la zona que se va a mecanizar, también se puede omitir un movimiento relativo provisto además de la rotación de la pieza de trabajo.

[0021] En algunas formas de realización, el mecanizado comprende la producción de un revestimiento funcional con simetría rotacional o una capa funcional sobre al menos una superficie de la sección de frenado. A continuación, el método y la máquina de mecanizado están configurados de tal manera que sean adecuados para producir una capa funcional con simetría rotacional sobre al menos una superficie de una pieza de trabajo. Una "capa funcional con simetría rotacional" es en este caso una capa más o menos fina de material con una función técnica determinada, que se aplica sobre la superficie que se va a revestir, de tal manera que el material de revestimiento se distribuya de forma esencialmente rotacional y simétrica con respecto a un eje de simetría de la capa funcional con simetría rotacional. En el caso de discos de freno, la capa funcional se aplica en una zona en forma de anillo circular alrededor del eje de rotación del disco de freno para proporcionar la superficie de fricción para las pastillas de freno. En el caso de un disco de freno completamente revestido, la capa funcional tiene a menudo varias capas con diferentes funciones, por ejemplo, una capa adherente y una capa de desgaste aplicada encima. Sin embargo, también son posibles capas funcionales de un solo revestimiento.

[0022] Otra forma de mecanizado es el rectificado de una capa funcional aplicada sobre la sección de frenado para alisar su superficie inicialmente demasiado rugosa y reducir las ondulaciones y/o variaciones de grosor existentes. Por lo tanto, la máquina de mecanizado también puede estar configurada como máquina rectificadora. Un mecanizado también puede consistir en activar una superficie para un mecanizado posterior, por ejemplo haciéndola rugosa con un láser o mecánicamente, o de otro modo. Un mecanizado también puede incluir una limpieza con o sin agentes de limpieza.

[0023] Una estación de trabajo también puede estar diseñada como una estación de medición, que generalmente no cambia la pieza de trabajo y, por lo tanto, no representa ningún mecanizado.

[0024] En una estación de mecanizado, la pieza de trabajo debe rotar alrededor del eje de rotación de husillo girando el husillo portapiezas a una velocidad de giro de trabajo. A continuación, una unidad de mecanizado mecaniza la pieza de trabajo giratoria.

[0025] Según un aspecto de la invención reivindicada, se prevé que el husillo portapiezas se ponga en rotación a una velocidad de giro creciente después de que la pieza de trabajo se haya fijado al dispositivo de retención de piezas de trabajo y antes de que se alcance la posición de mecanizado y que la pieza de trabajo alojada en el husillo portapiezas se mueva de este modo a la posición de mecanizado de manera giratoria a una velocidad de giro de entrada. Este significa que, después de que la pieza de trabajo se haya fijado al husillo portapiezas, ya se acelera y, por lo tanto, gira a una velocidad de giro creciente antes de que el husillo portapiezas llegue a la estación de mecanizado debido al movimiento de la unidad de soporte de husillo. El sistema de accionamiento y la unidad de control pueden estar configurados de manera correspondiente y están configurados de manera correspondiente en un modo de funcionamiento.

[0026] La aceleración del movimiento giratorio puede comenzar inmediatamente después de fijar la pieza de trabajo en el dispositivo de retención de piezas de trabajo, es decir, antes de que la unidad de soporte de husillo se ponga en movimiento para salir de la estación de carga y transportar el husillo portapiezas a la estación de mecanizado.

[0027] Gracias a este control del proceso, cuando la pieza de trabajo llega a la posición de mecanizado en la estación de mecanizado, rota a una velocidad de giro de entrada. Esta velocidad de giro de entrada puede corresponder esencialmente a la velocidad de giro de trabajo deseada para el mecanizado, de modo que el mecanizado puede comenzar sin demora tan pronto como la pieza de trabajo se encuentre en la posición de mecanizado. Sin embargo, la velocidad de giro de entrada también puede diferir de la velocidad de giro de trabajo, por ejemplo, ser inferior a la velocidad de giro de trabajo, de modo que se requiere una fase de aceleración adicional corta.

[0028] En cualquier caso, este procedimiento permite trasladar parcial o totalmente el tiempo de inactividad improductivo para acelerar el husillo portapiezas desde la parada hasta la velocidad de giro de trabajo a una fase anterior al inicio de la operación de mecanizado. De este modo, el tiempo de permanencia de la pieza de trabajo o del husillo portapiezas que lleva la pieza de trabajo en la estación de mecanizado se reduce esencialmente al tiempo necesario para mecanizar la pieza de trabajo giratoria, posiblemente más un período muy corto para cambiar la velocidad de giro de entrada a la velocidad de giro de trabajo.

[0029] En comparación con otros procedimientos en los que la pieza de trabajo se posiciona primero en la estación de mecanizado y solo después se lleva gradualmente a la velocidad de giro de trabajo, los métodos con aceleración previa pueden reducir significativamente el tiempo de permanencia de una pieza de trabajo en una estación de mecanizado porque al menos una parte de la fase de aceleración para generar la velocidad de giro de trabajo ya tiene lugar de antemano fuera de la estación de mecanizado.

[0030] Al acelerar la rotación de la pieza de trabajo entre la carga y el inicio de la operación de mecanizado en la estación de mecanizado, se puede lograr un ahorro de tiempo significativo, lo cual supone una ventaja considerable, especialmente para métodos con una alta potencia de mecanizado o con tiempos de permanencia correspondientemente cortos en la estación de mecanizado. Otra ventaja es que el husillo portapiezas dispone de más tiempo para acelerar desde la parada hasta la velocidad de giro de trabajo. Esto significa que también es posible acelerar gradualmente piezas con masas mayores sin sobrecargar los accionamientos y/o utilizar accionamientos de husillo más pequeños y/o más débiles y/o más económicos.

[0031] Esta aceleración del movimiento giratorio antes de alcanzar la estación de mecanizado puede estar prevista independientemente del tipo de la disposición del accionamiento de husillo. Se puede utilizar ventajosamente, por ejemplo, en máquinas de mecanizado con accionamientos de husillo "que se desplazan conjuntamente". La aceleración también puede proporcionarse en máquinas de mecanizado con al menos un accionamiento de husillo montado de manera fija sobre el bastidor según un desarrollo adicional de la invención que se describe a continuación.

[0032] Las ventajas de este procedimiento son particularmente evidentes en métodos de mecanizado en los que se pueden utilizar velocidades de giro de trabajo relativamente altas de la pieza de trabajo durante el mecanizado. Las velocidades de giro de trabajo típicas pueden estar, por ejemplo, en el rango de más de aproximadamente 100 r.p.m., preferiblemente en el rango de 150 r.p.m. a 600 r.p.m., por ejemplo, en el rango de 200 r.p.m. a 500 r.p.m. Esto significa que, por ejemplo, los métodos de soldadura por deposición láser u otros métodos aditivos se pueden realizar en tiempos de mecanizado cortos. Para otros métodos de mecanizado, pueden resultar más ventajosas velocidades de giro más bajas, en el rango de una o menos revoluciones de la pieza de trabajo por minuto, como en el caso del rectificado.

[0033] Como se ha mencionado, la máquina de mecanizado puede estar configurada, por ejemplo, como una máquina de revestimiento que se usa en un método de mecanizado.

[0034] Mediante el método de revestimiento y la máquina de revestimiento, es posible proporcionar a las piezas de trabajo una capa funcional con simetría rotacional solo en un lado.

[0035] Sin embargo, algunos ejemplos de realización están diseñados para un revestimiento bilateral, donde en una primera operación de revestimiento se aplica una primera capa funcional con simetría rotacional sobre una zona superficial de un primer lado y en una segunda operación de revestimiento se aplica una segunda capa funcional simétrica rotacionalmente sobre una zona superficial de un segundo lado.

[0036] En algunas variantes del método, las operaciones de revestimiento primera y segunda se llevan a cabo de manera superpuesta, es decir, en fases o de forma completamente simultánea. Para un revestimiento simultáneo de dos lados opuestos, puede ser ventajoso disponer la pieza de trabajo con un eje de rotación horizontal en la estación de revestimiento y revestir esencialmente los lados opuestos, que están esencialmente en planos verticales.

[0037] Sin embargo, en otras formas de realización las operaciones de revestimiento primera y segunda se llevan a cabo sucesivamente a lo largo del tiempo. En particular, puede darse el caso de que la pieza de trabajo se fije al dispositivo de alojamiento de piezas de trabajo en una primera orientación para la primera operación de mecanizado, se suelte del dispositivo de recepción de pieza de trabajo después de la primera operación de

mecanizado, se torne desde la primera orientación hasta una segunda orientación en una operación de torneado y se fije nuevamente al dispositivo de recepción de pieza de trabajo en la segunda orientación. Luego se puede revestir el segundo lado.

5 [0038] Aunque dichas operaciones de torneado también son posibles en formas de realización con ejes de rotación de husillo orientados horizontalmente, el torneado se utiliza preferiblemente en combinación con una disposición de la pieza de trabajo, en la que el eje de rotación de husillo del husillo portapiezas está orientado verticalmente, de modo que las superficies que se van a revestir estén esencialmente en un plano horizontal.

10 [0039] En el caso de un revestimiento simultáneo en dos lados opuestos de la pieza de trabajo, puede ser suficiente que la máquina de revestimiento tenga una única estación de trabajo diseñada como estación de revestimiento. Incluso en el caso de variantes del método, en las que la pieza de trabajo se torne entre una primera y una segunda operación de revestimiento, puede ser suficiente una única estación de revestimiento, siempre que se cree la posibilidad de torneado de la pieza de trabajo después de la primera operación de revestimiento y, a continuación, realizar la segunda operación de revestimiento. La estación de revestimiento puede tener, además, una unidad de torneado integrada.

15 [0040] Según un desarrollo adicional, la máquina de revestimiento está diseñada de tal manera que tiene al menos dos, en particular exactamente dos, estaciones de trabajo dispuestas por separado una de otra, que están diseñadas como estaciones de revestimiento.

20 [0041] Una máquina de revestimiento diseñada para este propósito según un desarrollo adicional comprende varias estaciones de trabajo dispuestas a lo largo de la vía de transporte del sistema de transporte, que tiene, en este orden, una estación de carga, una primera estación de revestimiento con al menos una unidad de revestimiento para revestir un primer lado de la pieza de trabajo, una estación de torneado para torneado una pieza de trabajo sujeta en un husillo portapiezas, y al menos una segunda estación de revestimiento para revestir un segundo lado de la pieza de trabajo. Por lo tanto, las etapas del método "revestir el primer lado", "torneado", "revestir el segundo lado" están separadas espacialmente y se abordan sucesivamente mediante transferencia o transporte interno de la máquina.

25 [0042] Para producir capas funcionales con simetría rotacional sobre dos secciones de superficie de una pieza de trabajo situadas en lados opuestos de la pieza de trabajo, se pueden llevar a cabo, por ejemplo, los siguientes pasos: disponer la pieza de trabajo en una primera orientación junto al dispositivo de alojamiento de pieza de trabajo de un husillo portapiezas en una operación de carga; transportar la pieza de trabajo alojada en el husillo portapiezas a una primera estación de revestimiento; producir una primera capa funcional con simetría rotacional en un primer lado de la pieza de trabajo en la primera operación de revestimiento, donde la pieza de trabajo es rotada por medio de un accionamiento de husillo girando el husillo portapiezas alrededor de un eje de rotación y el material de revestimiento se aplica mediante una unidad de revestimiento sobre la superficie del primer lado que se va a revestir; transportar la pieza de trabajo alojada en el husillo portapiezas a una estación de torneado; torneado la pieza de trabajo desde la primera orientación hasta una segunda orientación en una operación de torneado; transportar la pieza de trabajo torneada alojada en el husillo portapiezas a una segunda estación de revestimiento; producir una segunda capa funcional con simetría rotacional en el segundo lado de la pieza de trabajo en la segunda estación de revestimiento, donde la pieza de trabajo se rota por medio de un segundo revestimiento girando el husillo portapiezas alrededor de un eje de rotación y el material de revestimiento se aplica mediante una unidad de revestimiento sobre la superficie del segundo lado que se va a revestir; transportar la pieza de trabajo alojada en el husillo portapiezas a una estación de descarga; retirar la pieza de trabajo del husillo portapiezas en una operación de descarga.

30 [0043] Se puede proporcionar una estación de descarga separada de la estación de carga. Esto es útil, por ejemplo, si el sistema de transporte está diseñado para un transporte lineal, es decir, para un transporte a lo largo de una vía de transporte recta. Sin embargo, en formas de realización preferidas, se proporciona un sistema de transporte interno a la máquina con una vía de transporte cerrada, de modo que la estación de carga también funciona como estación de descarga. Esto permite cargar la máquina con piezas de trabajo no revestidas y retirar las piezas de trabajo revestidas en el mismo punto de transferencia. De este modo, se pueden realizar máquinas de revestimiento de alta eficiencia con dimensiones compactas y, por lo tanto, con requisitos de espacio o huella reducidos. Además, esto resulta esencialmente sencillo al conectar varias máquinas de revestimiento de este tipo con un sistema de transporte externo.

35 [0044] En algunas formas de realización, el sistema de transporte tiene una mesa redonda o mesa giratoria que puede girar alrededor de un eje giratorio de mesa como unidad de soporte de husillo. El eje giratorio de mesa puede estar orientado de manera vertical u horizontal y posiblemente también oblicuamente a la horizontal y a la vertical.

40 [0045] En el caso de una transferencia cerrada o una vía de transporte cerrada, la estación de carga también funciona como estación de descarga, es decir, se utiliza para cargar y descargar. Sin embargo, esto no es

obligatorio. Por ejemplo, también es posible una vía de transporte lineal, en la estación de carga y la estación de descarga ubicadas en diferentes extremos de la vía de transporte.

[0046] El método de revestimiento y la máquina de revestimiento se pueden realizar utilizando diferentes tecnologías de revestimiento. Según un desarrollo adicional, una unidad de revestimiento está diseñada como unidad de soldadura por deposición láser y está configurada para emitir un polvo metálico en la dirección de la superficie que se va a revestir y, al mismo tiempo, para guiar un rayo láser que se enfoca en una zona de enfoque, de tal manera que el polvo metálico se funda en la zona de enfoque y se deposite sobre la superficie de la pieza de trabajo para formar la capa funcional.

[0047] Es particularmente preferido que la unidad de revestimiento esté configurada para el denominado método EHLA. La abreviatura EHLA significa "Extrem-Hochgeschwindigkeits-Laser-Auftragsschweißen" (a veces también "Extreme High-Speed Laser Material Deposition") y permite velocidades de deposición particularmente altas, de modo que las superficies de revestimiento deseadas se pueden revestir en tiempos de revestimiento cortos. En el método EHLA, la interacción del polvo metálico con el rayo láser enfocado ocurre predominante o exclusivamente dentro de una zona de enfoque, que se encuentra a una distancia delante de la superficie que se va a revestir (véase, por ejemplo, el documento DE 10 2011 100 456 A1). También se pueden utilizar otros métodos de soldadura por deposición láser, en particular aquellos en los que el polvo metálico que incide se funde primero sobre la superficie de la pieza de trabajo.

[0048] Como alternativa a la soldadura por deposición láser, se pueden utilizar, por ejemplo, los siguientes métodos de revestimiento: proyección de llama, en particular proyección de llama a alta velocidad (HVOF, *High-Velocity-Oxygen-Fuel*) (combustible de oxígeno a alta velocidad), es decir, un método de revestimiento térmico para el mecanizado de superficies, un método de proyección en frío o similar.

[0049] En algunas formas de realización, se contribuye a un funcionamiento sin problemas con el menor riesgo posible para el medio ambiente mediante el hecho de que cada estación de revestimiento tiene una carcasa protectora separada que rodea un espacio de trabajo de la estación de revestimiento. En particular, si se utiliza como unidad de revestimiento una unidad de soldadura por deposición láser u otra unidad de revestimiento basada en láser, se puede aumentar la seguridad del entorno frente a una radiación láser mal dirigida. Además, se puede utilizar de forma más específica el arrastre de polvo, por ejemplo mediante succión. Además, se reducirá el riesgo de que el polvo se traslade a otra posición de mecanizado y/o a otro proceso.

[0050] En cada carcasa de protección solo se encuentra preferiblemente la superficie activa de una unidad de mecanizado, en particular una unidad de revestimiento láser. Esto facilita el cumplimiento de altos requisitos de seguridad y permite estructuras compactas. Además, se evita el arrastre de polvo en las unidades de revestimiento láser.

[0051] Según un desarrollo adicional, una característica especial del método y de la máquina de mecanizado reside en el modo en el que se acciona el (al menos un) husillo portapiezas. Según una formulación, un par de giro para girar el husillo portapiezas se transmite al husillo portapiezas por medio de un dispositivo de transmisión de par de giro desde un accionamiento de husillo estacionario que no se puede mover con la unidad de soporte de husillo. Por lo tanto, el sistema de accionamiento de la máquina de mecanizado tiene al menos un accionamiento de husillo montado de forma estacionaria, por ejemplo montado de manera fija sobre el bastidor (es decir, en el bastidor de máquina), y un dispositivo de transmisión de par de giro para transmitir pares de giro desde el accionamiento de husillo hasta al menos un husillo portapiezas asociado.

[0052] Este concepto permite prescindir de los denominados accionamientos de husillo "que se desplazan conjuntamente". Un accionamiento de husillo "que se desplaza conjuntamente" es un accionamiento de husillo que está fijado a la unidad de soporte de husillo y puede moverse con ella. Con un accionamiento de husillo que se desplaza conjuntamente, la transmisión de pares de giro desde el accionamiento del husillo hasta el husillo portapiezas se puede resolver con relativa facilidad. Por ejemplo, un árbol de salida del accionamiento de husillo puede estar montado coaxialmente con el husillo portapiezas. Sin embargo, esta ventaja constructiva en la transmisión de par de giro se ve contrarrestada por las importantes desventajas en términos de grados de libertad constructivos en el diseño de la máquina y en términos de la dinámica de los movimientos. La unidad de soporte de husillo no solo debe soportar el peso de al menos un husillo portapiezas y cualquier pieza de trabajo unida a él, sino también el peso del accionamiento de husillo correspondiente. Además, el suministro de energía y señales al accionamiento de husillo debe estar diseñado de tal manera que se mantengan incluso cuando la unidad de soporte de husillo esté en movimiento. Por el contrario, según los hallazgos de los inventores, la supresión de los accionamientos de husillo que se desplazan conjuntamente conlleva ventajas considerables. Aunque a la hora de diseñar el dispositivo de transmisión de par de giro o el tren de accionamiento puede ser necesario un cierto esfuerzo de diseño, esto supera con creces las ventajas de una carga de peso reducida en la unidad de soporte de husillo y la mayor dinámica asociada, así como las ventajas de un suministro más sencillo de energía y señales (normalmente eléctricas) al accionamiento de husillo.

[0053] Las ventajas tecnológicas son particularmente evidentes cuando una unidad de soporte de husillo lleva varios husillos portapiezas, por ejemplo dos, tres, cuatro o más husillos portapiezas. Si estos también se combinan con accionamientos de husillo que no se desplazan conjuntamente, el peso de la unidad de soporte de husillo con husillos portapiezas se mantiene moderado, la dinámica del sistema se mantiene alta y el control y el suministro de energía se pueden implementar de manera sencilla y confiable.

[0054] Según un desarrollo adicional, la unidad de soporte de husillo lleva varios husillos portapiezas, en particular tres o cuatro husillos portapiezas, donde para cada uno de los husillos portapiezas está previsto un accionamiento de husillo asociado montado de manera fija sobre el bastidor.

[0055] Es posible diseñar la construcción de tal manera que haya una conexión de accionamiento liberable entre el accionamiento de husillo y el husillo portapiezas. Por ejemplo, en cada estación de trabajo de una máquina de mecanizado de múltiples estaciones se puede prever un accionamiento de husillo montado de manera fija sobre el bastidor, que se acople temporalmente de manera respectiva al husillo portapiezas que se encuentra en la estación de trabajo.

[0056] Por el contrario, las formas de realización preferidas prevén que cada husillo portapiezas esté permanentemente en conexión de accionamiento con un accionamiento de husillo asociado (fijo). Esto elimina posibles causas de interferencias durante el acoplamiento y desacoplamiento entre el accionamiento de husillo y el husillo portapiezas. Además, un acoplamiento permanente permite entre el husillo portapiezas y el accionamiento de husillo asociado permite accionar también el husillo portapiezas incluso cuando la unidad de soporte de husillo se mueve para transferir el husillo portapiezas.

[0057] Según un desarrollo adicional se prevé que al menos un accionamiento de husillo accione simultáneamente varios husillos portapiezas, por ejemplo, exactamente dos. Desde el punto de vista constructivo, puede darse el caso de que el número de accionamientos de husillo sea menor que el número de husillos portapiezas, por ejemplo solo la mitad. Esto puede reducir el esfuerzo de diseño y los costos del sistema de accionamiento.

[0058] En formas de realización preferidas, la unidad de soporte de husillo tiene una mesa redonda, que se puede rotar alrededor de un eje giratorio de mesa redonda por medio de un accionamiento de mesa redonda. En el contexto de esta solicitud, el término "mesa redonda" se refiere al componente que se puede girar con respecto al bastidor de máquina, que normalmente tiene una forma de construcción plana y, por lo tanto, también se denomina tablero de mesa redonda. El componente giratorio puede ser circular, pero esto no es obligatorio. Una mesa redonda también puede tener forma de cruz, por ejemplo. En algunas formas de realización, el eje giratorio de mesa redonda está orientado verticalmente de modo que la mesa redonda se encuentra en un plano horizontal. Sin embargo, el eje giratorio de mesa redonda también puede estar orientado de forma oblicua o perpendicular a la dirección vertical, en particular en dirección horizontal. Los husillos portapiezas pueden estar dispuestos en la circunferencia de la mesa redonda de tal manera que se puedan transportar sobre una vía de transporte circular o en forma de arco circular entre las estaciones de trabajo de una máquina de mecanizado de múltiples estaciones. Dos husillos portapiezas pueden formar un par y ser accionados a través de un accionamiento de husillo común. Los husillos portapiezas pueden estar distribuidos, por ejemplo, de tal manera que haya pares de husillos portapiezas opuestos diametralmente. Según un desarrollo adicional, se prevé un accionamiento de husillo común para cada uno de los husillos portapiezas de un par de husillos portapiezas opuestos diametralmente. En dichas formas de realización, el número de accionamientos de husillo es solo la mitad del número de husillos portapiezas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0059] Otras ventajas y otros aspectos de invención surgen de las reivindicaciones y de la descripción de ejemplos de realización de la invención, que se explican más adelante con referencia a las figuras.

Figura 1 muestra una vista en perspectiva oblicua de un ejemplo de ejecución de una máquina de mecanizado, que está configurada como máquina de revestimiento para revestir discos de freno;

Figura 2 muestra una vista en sección dividida de un ejemplo de ejecución de una máquina de revestimiento de mesa redonda para explicar un ejemplo para un concepto de accionamiento;

Figura 3 muestra un ejemplo de una instalación de producción con varias máquinas de revestimiento y una máquina rectificadora situada debajo;

Figuras 4 a 6 muestran esquemáticamente conceptos de accionamiento alternativos según otros ejemplos de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

[0060] A continuación se explican mediante ejemplos diferentes aspectos de los métodos de fabricación de discos de freno revestidos y algunas de las máquinas de mecanizado y algunos de los sistemas que se pueden utilizar a modo de ejemplo.

[0061] La figura 1 muestra una vista en perspectiva oblicua de un ejemplo de realización de una máquina de mecanizado 100 diseñada como una máquina rotativa, que está configurada como una máquina de revestimiento para revestir piezas de trabajo en forma de discos de freno BS1 a BS4. La figura 2 muestra una vista en sección dividida de la máquina de revestimiento con componentes del sistema de accionamiento. En la figura 2, los planos de corte a la izquierda y a la derecha de un eje de mesa redonda 152 central están desplazados 90° entre sí, es decir, la representación muestra dos planos de corte girados 90° entre sí.

[0062] Cada uno de los discos de freno tiene, por ejemplo, un cuerpo de base que consiste en fundición gris con una sección de buje NA central, que sirve para fijar el disco de freno a un eje del vehículo, así como una sección de frenado BA en forma de anillo circular que rodea la sección de buje. La distribución de masa del cuerpo de base tiene generalmente simetría rotacional con respecto al eje de rotación RB del disco de freno. La sección de frenado tiene dos superficies paralelas y opuestas axialmente entre sí. Cada una de ellas debe estar provista de un revestimiento o una capa funcional con simetría rotacional con respecto al eje de rotación, cuya superficie libre debe servir en última instancia como superficie de fricción del disco de freno.

[0063] En el caso del ejemplo, las superficies de frenado en forma anillo circular de ambos lados deberían revestirse mediante una variante especial de la soldadura por deposición láser, es decir, mediante una variante de la soldadura por deposición láser de alta velocidad extrema, también conocida como "método EHLA".

[0064] La máquina de revestimiento 100 está configurada como una máquina de transferencia rotativa controlada numéricamente con un total de cuatro estaciones de trabajo. Todas las funciones se implementan a través de comandos de control desde una unidad de control 190, que puede estar dispuesta local (en o junto a la máquina) o remotamente, por ejemplo en otro espacio. En la parte frontal de la figura 1 se encuentra una estación de carga y descarga 110, que también se denomina en este caso primera estación ST1. Allí se aloja un disco de freno (en este caso BS1) en orientación horizontal, es decir, con un eje de rotación orientado verticalmente ("disposición de tablero giratorio"), sobre un husillo portapiezas que se describirá más adelante. La fijación se puede realizar, por ejemplo, mediante sujeción a un dispositivo de retención de piezas de trabajo del husillo portapiezas, de tal manera que el disco de freno quede sujeto o fijo de manera no giratoria y el eje de rotación del disco de freno sea coaxial con el eje de rotación de husillo. También se puede conseguir una conexión no giratoria con el husillo portapiezas manteniéndolo hacia abajo o sujetándolo firmemente.

[0065] Un disco de freno cargado de esta manera se transporta entonces girando la mesa redonda 90° en el sentido de las agujas del reloj a una posición de mecanizado en una primera estación de revestimiento láser 120-1, también denominada segunda estación ST2. En esta estación se reviste el primer lado superior de la sección de frenado del disco de freno. Un ciclo adicional de 90° mueve el disco de freno revestido por un lado a una estación de torneado 130 (tercera estación ST3), en la que el disco de freno revestido por un lado es agarrado por un manipulador, se retira del dispositivo de retención de piezas de trabajo y se gira 180° alrededor de un eje perpendicular al eje de rotación, de modo que el segundo lado previamente sin revestir, que estaba en la parte inferior, quede arriba. En esta orientación, el disco de freno se coloca nuevamente sobre el husillo portapiezas y se aprieta.

[0066] A continuación, un ciclo adicional de 90° lleva el disco de freno a una segunda estación de revestimiento láser 120-2 (cuarta estación ST4), en la que se reviste el segundo lado del disco de freno que previamente no estaba revestido.

[0067] A continuación, el disco de freno con revestimiento de doble cara es transportado mediante un giro de 90° hasta la primera estación ST1, es decir hasta la estación carga y descarga 110, desde donde se puede descargar, por ejemplo, mediante un robot u otro dispositivo de manipulación o manualmente.

[0068] Un disco de freno que se va a revestir por primera vez se puede fijar al husillo portapiezas que ha quedado libre, de modo que, a excepción de los tiempos de cambio, los cuatro husillos portapiezas estén equipados con discos de freno y se encuentran cada uno en diferentes fases de mecanizado o revestimiento.

[0069] En cada una de las dos estaciones de mecanizado láser 120-1, 120-2 hay una única unidad de mecanizado láser 122. El término "unidad de mecanizado láser" se refiere en este caso a un dispositivo de deposición, que emite una materia prima en polvo, generalmente un polvo metálico, en dirección a la superficie que se va a revestir y, al mismo tiempo, guía un rayo láser que, durante el método EHLA, se enfoca de tal manera que el polvo metálico se funda antes de llegar a la superficie de la pieza de trabajo y luego se deposite sobre la superficie de la pieza de trabajo en estado fundido para formar la capa funcional. El polvo metálico se almacena en recipientes de almacenamiento separados y se suministra a las unidades de mecanizado láser mediante transportadores de polvo 127.

[0070] Las unidades de mecanizado láser tienen respectivamente accionamientos para un movimiento horizontal o axial. Con el movimiento horizontal, la unidad de mecanizado láser se puede mover en dirección radial al eje de rotación de la pieza de trabajo para aplicar pistas de soldadura por deposición láser en forma de espiral sobre la superficie que se va a revestir. El movimiento axial se utiliza para alimentar y ajustar la distancia exacta a la superficie.

[0071] Es posible que la unidad de revestimiento diseñada como unidad de mecanizado láser esté orientada con respecto a la superficie que se va a revestir, de tal manera que el rayo láser de fusión esté orientado esencialmente a la dirección normal a la superficie. Sin embargo, en el ejemplo de realización, la unidad de revestimiento diseñada como unidad de soldadura por deposición láser tiene un eje principal que discurre paralelo a la dirección de salida del rayo láser, que está ajustado en un ángulo de inclinación de más de 5°, por ejemplo, hasta aproximadamente 10°, con respecto al eje de rotación de husillo y/o a la normal de la superficie que se va a revestir. De esta manera, se puede evitar que se produzcan interrupciones en el proceso de revestimiento causadas por la radiación láser reflejada desde la superficie que se va a revestir. Esto permite un funcionamiento continuo de la unidad de revestimiento con propiedades de deposición esencialmente uniformes y sin residuos de disparos significativos.

[0072] La estación de torneado 130 (tercera estación ST3) tiene una pinza 132 que puede agarrar el disco de freno en su circunferencia, así como un accionamiento para girar la pieza de trabajo girando la pinza alrededor de un eje giratorio horizontal. Para levantar y colocar se proporciona un eje de máquina de traslación vertical para la pinza.

[0073] Para transportar los discos de freno entre las estaciones de trabajo se utiliza un sistema de transporte interno de la máquina con una mesa redonda o mesa giratoria 150, que está montada sobre o en la base de máquina 160 de manera que pueda girar alrededor de un eje de mesa giratoria 152 vertical y puede girar sin límite alrededor del eje de mesa redonda vertical por medio de un accionamiento de mesa giratorio 155. La mesa redonda en forma de tablero está montada de forma giratoria sobre un tablero base 162 fijado al bastidor por medio de cojinetes de rodillos cruzados. Como se puede ver claramente en la figura 2, el accionamiento de mesa redonda 155 está montado lateralmente junto a la mesa redonda en el tablero base 162 y acciona la mesa redonda a través de una correa dentada 156, que recorre la circunferencia de la mesa redonda provista de un engranaje y una rueda dentada de accionamiento correspondiente sobre el árbol de salida del accionamiento de mesa redonda.

[0074] Para llevar a cabo el proceso de revestimiento, los discos de freno deben ser rotados por su eje de rotación, y, simultáneamente, se realiza el revestimiento láser más o menos en espiral, desde adentro hacia afuera o viceversa, desplazando las unidades de mecanizado láser radialmente al eje de rotación de los discos de freno. La velocidad de giro se modifica continuamente de modo que la velocidad de deposición local sea prácticamente constante en toda la parte de la sección de frenado que se va a revestir.

[0075] Para el proceso de revestimiento, los discos de freno deberían ajustarse a una rotación relativamente rápida, las velocidades de giro de trabajo típicas para el proceso de revestimiento pueden estar en el rango de varios cientos de revoluciones por minuto, por ejemplo, entre 200 r.p.m. y 600 r.p.m. Esto se consigue de la siguiente manera.

[0076] La mesa redonda 150 o el tablero de mesa redonda, que sirve como unidad de soporte de husillo 150, lleva cuatros husillos portapiezas 170-1 desplazados respectivamente de manera circunferencial 90° etc., en cuatro posiciones P1 a P4 desplazadas respectivamente de manera circunferencial 90° entre sí. En la figura 2 se pueden ver en sección longitudinal dos husillos portapiezas 170-1 y 170-2 en las posiciones P1 y P2 dispuestos en un ángulo de 90° entre sí.

[0077] Cada uno de los husillos portapiezas está colocado de forma giratoria en un manguito de cojinete 171 montado de manera fija en el lado superior de la mesa redonda 150 y puede girar sin límite alrededor de un eje de rotación de husillo 172 vertical con respecto al manguito de cojinete o a la mesa redonda 150. Cada husillo portapiezas que puede girar libremente tiene en su extremo superior un cabezal de sujeción 173, que sirve como dispositivo de alojamiento de pieza de trabajo 173 ajustable para la fijación del disco de freno BS. El cabezal de sujeción se acciona desde abajo por medio de un actuador 180 neumático. Una superficie de contacto plana del disco de freno descansa en este caso sobre el lado superior plano del cabezal de sujeción.

[0078] Los actuadores 180 para accionar el cabezal de sujeción o el dispositivo de retención de piezas de trabajo 173 no están unidos a la mesa redonda 150, sino que están montados respectivamente de manera fija sobre bastidor en una consola del bastidor de máquina 160 en la zona de la estación de carga y de la estación de torneado. El cabezal de sujeción 173 es accionado por una varilla de empuje 174, que sobresale del extremo inferior del husillo portapiezas. En la configuración de sujeción, el cabezal de sujeción está pretensado de modo que, en ausencia de presión, el cabezal de sujeción bloquea la pieza de trabajo. Una presión desde abajo sobre la varilla de empuje libera la pieza de trabajo.

[0079] En vez de un cabezal de sujeción, que se acciona desde el lateral del husillo portapiezas, también puede estar previsto, por ejemplo, un pisador.

[0080] Las zonas en forma de sector circular de los husillos portapiezas o de los discos de freno montados sobre ellos están separados mecánicamente entre sí en un lado superior de la mesa redonda 150. Para ello, en el lado superior de la mesa redonda está dispuesta una disposición con placas protectoras 157 verticales, que delimitan respectivamente un sector de 90° alrededor de un husillo portapiezas de los demás sectores.

[0081] Cada una de las estaciones de mecanizado láser 170-1, 170-2 tiene su propia cubierta o su propia carcasa 125-1, 125-2, que rodea en gran medida el espacio de trabajo correspondiente, es decir, la zona de interacción entre la unidad de mecanizado láser y el disco de freno. La unidad de mecanizado láser sobresale desde arriba a través de una abertura de paso superior de esta carcasa hacia el espacio de trabajo encerrado por la carcasa.

[0082] No se proporciona una cubierta general que cubra las dos estaciones de mecanizado láser, la estación de torneado y la estación de carga y descarga. De este modo, la estación de carga y descarga es de fácil acceso para realizar las operaciones de carga y descarga. En la zona de la estación de torneado 130 se pueden proporcionar dispositivos de protección para proteger a un operador de intervenciones involuntarias en la zona de torneado.

[0083] El sistema de accionamiento 200 para girar los husillos portapiezas o los discos de frenos alojados en ellos tiene algunas características especiales, que se explican con más detalle posteriormente, en particular con referencia a la figura 2.

[0084] Como se ha mencionado, los husillos portapiezas 170-1, etc. son soportados por la mesa redonda 150, que sirve como unidad de soporte de husillo 150. Los accionamientos para generar el movimiento giratorio de los husillos portapiezas, es decir, los accionamientos de husillo, no están fijados a la mesa redonda, sino que están fijados en una ubicación fija o fijados al bastidor en un componente del bastidor de máquina 160 en la zona por debajo del tablero base 162. Por lo tanto, la mesa redonda 150 no tiene ningún accionamiento de husillo que se desplaza conjuntamente para los husillos de la herramienta. Esto ahorra mucho peso.

[0085] Además, aunque se proporciona un accionamiento de husillo para cada husillo portapiezas, la construcción está diseñada de tal manera que solo se requieren dos accionamientos de husillos (primer accionamiento de husillo 220-1, segundo accionamiento de husillo 220-2) para los cuatro husillos portapiezas.

[0086] El par de giro para girar un husillo portapiezas se transmite respectivamente desde el accionamiento de husillo fijado al bastidor asociado al husillo portapiezas por medio de un dispositivo de transmisión de par de giro (número de referencia general 230).

[0087] El sistema de accionamiento 200 dispone de dos trenes de accionamiento independientes entre sí para los cuatro husillos portapiezas, donde dos husillos portapiezas diametralmente opuestos entre sí son accionados respectivamente por un accionamiento de husillo común. El accionamiento de husillo está acoplado de forma permanente mediante accionamiento a los dos husillos portapiezas, de modo que el par de giro se pueda transmitir no solo cuando el husillo portapiezas se encuentra en una de las posiciones de trabajo, sino también durante el giro de la mesa redonda para cambiar entre estaciones de trabajo. Por lo tanto, la transmisión del par de giro es independiente de las estaciones de trabajo. De este modo, es posible accionar un husillo portapiezas mientras la mesa redonda está girando.

[0088] Los accionamientos de husillo están instalados en una ubicación fija, lo que permite un fácil suministro de energía a los accionamientos. Ambos trenes de accionamiento discurren coaxialmente entre sí a lo largo de la vía y coaxialmente con el eje giratorio de mesa redonda. Para ello, en los trenes de accionamiento, están integrados árboles huecos situados unos dentro de otros, que tienen elementos de accionamiento y elementos de salida escalonados en altura.

[0089] Con referencia a la figura 2, se explica una posibilidad de implementación que se puede realizar en el ejemplo de realización de la figura 1. Para una mejor comprensión se indican nuevamente los siguientes significados de los términos. El ejemplo de realización de la máquina de revestimiento tiene cuatro estaciones de trabajo ST1 a ST4, es decir, la estación de carga y descarga (primera estación ST1), las dos estaciones de mecanizado láser (segunda estación ST2 y cuarta estación ST4) y la estación de torneado (tercera estación ST3). Estas estaciones están fijadas en el espacio o con respecto al bastidor de máquina 160.

[0090] El tablero 150 giratorio de la mesa redonda, que sirve como unidad de soporte de husillo, lleva cuatro husillos portapiezas en cuatro posiciones P1 a P4 desplazadas respectivamente de manera circunferencial 90° entre sí. Las "posiciones" de los husillos portapiezas giran con la mesa redonda. Cada posición de mesa redonda P1 a P4 llega sucesivamente a cada una de las estaciones de trabajo ST1 a ST4 moviendo la mesa redonda. En

la mesa redonda, las posiciones P1 y P3, así como las posiciones P2 y P4, están diametralmente opuestas entre sí con respecto al eje de mesa redonda.

[0091] La sección vertical de la parte izquierda de la figura 2 pasa por la estación de carga y descarga o la estación de torneado, que se encuentran diametralmente opuestas entre sí. Allí, donde el disco de freno BS está alojado en el lado superior de un husillo portapiezas (parte derecha de la figura 2), se encuentra, por ejemplo, una estación de mecanizado láser.

[0092] Los husillos portapiezas en la posición P1 y la posición P3 (no representados en la figura 2) de la mesa redonda están diametralmente opuestos entre sí con respecto al eje de mesa redonda. Son accionados por un primer accionamiento de husillo 220-1 común, que está montado fijamente en una ubicación fija en un componente del bastidor de máquina 160 con su árbol de salida orientado verticalmente. El primer accionamiento de husillo 220-1 está constantemente en conexión de accionamiento con los dos husillos portapiezas asociados a través de un dispositivo de transmisión de par de giro 230-1 que consta de varios componentes.

[0093] El dispositivo de transmisión de par de giro 230-1 comprende una rueda dentada 222 montada en el árbol de salida del primer accionamiento de husillo, que engrana con una corona dentada inferior de un primer árbol hueco 224-1, que está colocado de forma giratoria coaxialmente con el eje de mesa redonda 152 y tiene una corona dentada superior a una distancia axial por encima de la corona dentada inferior. Este engrana con una corona dentada inferior de un elemento de transmisión 226 colocado con un eje giratorio vertical, que tiene una corona dentada superior, que sirve como uno de los dos elementos de desviación para una correa dentada 228, cuyo otro elemento de desviación está equipado con engranajes en el husillo portapiezas 170-3.

[0094] En sentido diametralmente opuesto se encuentra una transmisión de par de giro análoga al tercer husillo portapiezas. De este modo, el primer accionamiento de husillo 220-1 está permanentemente en conexión de accionamiento con cada uno de los dos husillos portapiezas opuestos diametralmente en las posiciones P1 y P3.

[0095] Para los otros dos husillos portapiezas opuestos entre sí diametralmente en las posiciones P2 y P4 hay un segundo accionamiento de husillo 220-2, que está montado fijamente a la máquina y que acciona una rueda dentada que engrana con una corona dentada inferior de un segundo árbol hueco 224-2, que también está colocado de forma giratoria coaxialmente con el eje de mesa redonda 152. El segundo árbol hueco también tiene una corona dentada del lado de salida desplazada axialmente de la corona dentada del lado de accionamiento, que se puede ver en la figura 2 por encima de la corona dentada del lado de salida para el primer tren de accionamiento. A continuación, el giro se transmite de nuevo a los husillos portapiezas asociados a través de un elemento de transmisión con dos coronas dentadas y una correa dentada, que también rodea los husillos portapiezas.

[0096] Por lo tanto, los dos trenes de accionamiento para los respectivos pares de husillos portapiezas están dispuestos entonces coaxialmente entre sí y coaxialmente con el eje de mesa redonda 152 en la zona de los árboles huecos 224-1, 224-2 situados unos dentro de otros. Las coronas dentadas inferiores de los árboles huecos sirven respectivamente como elemento de accionamiento y las coronas dentadas superiores sirven como elemento de salida del respectivo árbol hueco.

[0097] Los dos árboles huecos se asientan sobre un manguito de cojinete 225 interior, que está fijado de manera centrada al eje de mesa redonda 152 en la mesa redonda 150. El manguito de cojinete tiene un canal de paso interno, que se puede utilizar como canal de suministro de conductos para conectar cualquier componente sobre la mesa redonda (opcional).

[0098] La máquina de revestimiento 100 puede funcionar de la siguiente manera. En un proceso de revestimiento, un disco de freno con revestimiento de doble cara acaba de ser retirado en la estación de carga y descarga 110 de forma manual, semiautomática o automática mediante un sistema de manipulación. Para ello, se accionó neumáticamente desde abajo mediante el actuador 180 la varilla de empuje 174 del cabezal de sujeción, de modo que liberó el disco de freno. Sobre el cabezal de sujeción ahora libre se fija un disco de freno nuevo todavía no revestido o bien su cuerpo de base. Al liberar el cabezal de sujeción, se cambia a una configuración de sujeción, que se almacena sin energía y, de este modo, engancha la pieza de trabajo de forma segura incluso en caso de fallos de funcionamiento. Al colocar la pieza de trabajo y sujetarla firmemente, el husillo portapiezas 170-1 no gira.

[0099] A continuación, el disco de freno no revestido se debe transportar a la primera estación de mecanizado láser 120-1 (primera estación ST1) continuando el ciclo de la mesa redonda 90° en el sentido de las agujas del reloj. Para que el proceso de revestimiento láser pueda comenzar inmediatamente después de la llegada de la pieza de trabajo, sin necesidad de acelerarlo, el husillo portapiezas en la posición P1 se gira a velocidad creciente inmediatamente después de que la pieza de trabajo se haya colocado y sujetado con ayuda del primer accionamiento de husillo 220-1 y, de este modo, se acelera. El aumento de velocidad también continúa cuando la mesa redonda gira para su transporte a la primera estación de mecanizado láser 120-1, de modo que la pieza de trabajo ya entra a la estación de mecanizado láser 120-1 con una velocidad de entrada considerable, de modo

que no es necesaria una aceleración adicional a la velocidad de trabajo requerida o se puede realizar en un tiempo muy corto. Por lo tanto, el proceso de revestimiento en la estación de mecanizado láser puede comenzar prácticamente de manera inmediata después de que la pieza de trabajo, que ya gira rápidamente, haya alcanzado la posición de mecanizado dentro de la estación de mecanizado láser.

[0100] Durante el desarrollo del proceso de revestimiento, en la estación de carga y descarga ya se puede retirar una nueva pieza de trabajo completamente y se puede insertar y fijar una nueva pieza de trabajo no revestida.

[0101] Una vez finalizado el revestimiento basado en láser, la mesa redonda se vuelve a colocar. Antes, durante o inmediatamente después del inicio del movimiento giratorio, se frena el accionamiento de husillo, de modo que se ralentiza el movimiento giratorio del disco de freno revestido por un lado y este llega a la estación de torneado 130 girando más o menos lentamente o ya parado. Allí, el disco de freno se agarra en su circunferencia exterior por medio de una pinza, se suelta del dispositivo de alojamiento de pieza de trabajo bajando el husillo portapiezas y/o levantando la pinza de la pieza de trabajo, se gira 180° y se vuelve a colocar sobre el husillo portapiezas. Para retirar, tornear y volver a colocar el cabezal de sujeción, se suelta presionando la varilla de empuje desde abajo. Una vez que se vuelve a colocar el disco de freno, se libera la presión y el cabezal de sujeción sujeta la pieza de trabajo automáticamente.

[0102] Inmediatamente después de finalizar la operación de torneado y, en su caso, antes de iniciar el siguiente ciclo, se vuelve a poner en marcha el accionamiento de husillo, de modo que el disco de freno revestido por un lado ya se acelera a su velocidad de trabajo en el camino hacia la segunda estación de mecanizado láser (estación ST3) y llega allí ya girando rápidamente, de manera que la operación de revestimiento láser puede comenzar inmediatamente después de que el husillo portapiezas llegue a la posición de trabajo correcta. Una vez completado esto, el primer accionamiento de husillo frena de nuevo el husillo portapiezas antes y durante el trayecto a la estación de carga y descarga, de modo que la pieza de trabajo se pueda descargar allí inmediatamente después de su llegada.

[0103] Se pueden realizar operaciones adicionales durante un ciclo de mecanizado. Entre otras cosas, un ejemplo de realización prevé que la pieza de trabajo se someta a una limpieza después de finalizar la primera operación de revestimiento y antes del inicio de la operación de torneado y/o después de la segunda operación de revestimiento y antes de su retirada. Esto permite eliminar el material de revestimiento y/o los restos de polvo, lo que evita la propagación de dichas impurezas a operaciones posteriores. La limpieza puede realizarse, por ejemplo, aspirando y/o soplando las impurezas. Como alternativa o adicionalmente, se puede estimular la pieza de trabajo con ultrasonidos para limpiarla o para apoyar la limpieza con el fin de eliminar impurezas débilmente unidas de la pieza de trabajo. Mediante dichas operaciones de limpieza se puede mejorar claramente en caso necesario la calidad final del disco de freno revestido.

[0104] Por lo tanto, una tal máquina de revestimiento puede coger inicialmente cuerpos de base de discos de freno no revestidos y proporcionarles una capa funcional en ambos lados. Para ello, se necesitan tiempos de ciclo muy cortos, ya que, en particular, los procedimientos de aceleración hasta la velocidad de trabajo se pueden iniciar y, si es necesario, completar antes de que el disco de freno llegue a la estación de mecanizado láser correspondiente. Esto significa que el tiempo de espera dentro de la estación de mecanizado láser es mínimo. Esto significa que, incluso con una alimentación continua de polvo en las estaciones de mecanizado láser, se desperdicia muy poco tiempo y material entre las operaciones de revestimiento individuales. Esto permite una fabricación altamente productiva de discos de freno con revestimiento de doble cara con bajos costos generales, especialmente para recursos operativos.

[0105] Con referencia a la figura 3 se explica un ejemplo de realización de una instalación de producción 400 para la producción de discos de frenos revestidos. En la instalación de producción están integradas dos máquinas de revestimiento 100A y 100B del tipo descrito, así como una máquina rectificadora 460, que también puede construirse como una máquina de mecanizado del tipo descrito en este documento (sin accionamientos de husillo que se desplaza conjuntamente). El revestimiento funcional para los discos de freno debe tener dos capas, a saber, una capa adherente aplicada directamente sobre el cuerpo de base metálico y una capa de desgaste aplicada encima, que es considerablemente más dura que el material de fundición gris del cuerpo de base.

[0106] La instalación de producción 400 comprende, en la figura 3 a la izquierda, una estación de prueba previa 410, en la que se prueban los cuerpos de base de discos de frenos suministrados para determinar su idoneidad para el revestimiento. En el caso del ejemplo, el reconocimiento de los tipos también se lleva a cabo en la estación de prueba previa. En este caso se miden técnicamente determinados rasgos característicos de los cuerpos de base suministrados (por ejemplo, diámetro exterior, tipo y tamaño de las superficies de contacto y/o distancia entre el eje de rotación y la superficie de fricción) para identificar el tipo de disco de freno. Dependiendo del tipo identificado, la programación de las máquinas de mecanizado se puede seleccionar automáticamente. Esto significa que, en principio, la instalación de producción es capaz de trabajar con series pequeñas hasta el tamaño de lote 1.

[0107] Los cuerpos de base utilizables estandarizados se transportan luego a un sistema de revestimiento 420 utilizando una vía de transporte lineal. Este comprende, en una disposición esencialmente circular, una estación de medición de entrada 422, una primera máquina de revestimiento 100A para producir la capa adherente en ambos lados, una unidad de control 424 situada en la parte inferior para controlar las propiedades de capa de la capa adherente, una segunda unidad de revestimiento 100B situada en la parte inferior para producir la capa de desgaste en ambos lados del disco de freno y una estación de control 426 situada en la parte inferior para controlar la calidad de la capa de desgaste. La transferencia a estas unidades individuales y los discos de freno ya mecanizados o inspeccionados desde estas unidades se logra a través de una unidad de robot 440 central, cuya zona de trabajo se extiende hasta las estaciones de carga y descarga de las dos máquinas de revestimiento, así como las estaciones correspondientes de las estaciones de control.

[0108] Una vez finalizadas las dos capas individuales del revestimiento funcional, los discos de freno revestidos por completo se han calentado y las temperaturas típicas pueden estar en el rango de hasta 200 °C o más. Además, la superficie libre de la capa de desgaste suele ser todavía relativamente rugosa o estriada porque está formada por los reversos libres de los cordones de soldadura por deposición láser. Además, los grosores de las capas en ambos lados pueden ser diferentes y/o el grosor total puede ser todavía demasiado grande. Para eliminar estos defectos, en la instalación de producción se ha previsto una estación de rectificado 460.

[0109] Para garantizar que la operación de rectificado posterior da como resultado discos de freno revestidos por completo que estén dentro de las tolerancias, entre las estaciones de revestimiento y la estación de rectificado está situada una vía de enfriamiento 470, en la que los discos de freno, que todavía están calientes después del revestimiento láser, pueden enfriarse aproximadamente a temperatura ambiente. La vía de enfriamiento también sirve como amortiguador para compensar posibles diferencias en las velocidades de trabajo entre el sistema de revestimiento y la máquina rectificadora.

[0110] De manera similar a la máquina de revestimiento, la máquina rectificadora puede tener una unidad de soporte de husillo móvil con dos o más husillos portapiezas, cuyos accionamientos de husillo asociados no se desplazan junto con la unidad de soporte de husillo, sino que están montados de manera fija sobre el bastidor. Dependiendo del tipo de proceso de rectificado (rectificado de un solo lado o rectificado sincrónico de ambos lados) puede estar prevista o no una estación de torneado. En el caso de ejemplo se rectifican ambas superficies simultáneamente mediante una variante de rectificado de superficies bilateral, de modo que se puede prescindir de una estación de torneado.

[0111] Si es necesario, se pueden implementar procesos de rectificado de múltiples etapas, por ejemplo, un proceso de rectificado de dos etapas con rectificado previo y rectificado fino. Estas operaciones pueden integrarse, en su caso, en una única máquina de mecanizado. También es posible proporcionar dos máquinas de mecanizado separadas para el rectificado previo y el rectificado fino posterior.

[0112] Una vez finalizada la operación de rectificado o las operaciones de rectificado, los discos de freno se transportan a una estación de lavado 480, desde donde salen en dirección a una estación de medición final 490. Toda la instalación de producción se controla a través de una unidad de control 405 central. Por lo tanto, se pueden coordinar los tiempos de ciclo de las estaciones de trabajo individuales, de manera que se puede realizar un proceso de producción continuo con un alto rendimiento unitario.

[0113] Se entiende que la figura 3 solo representa una posible variante para la construcción de una instalación de producción. Son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, los componentes podrían organizarse de manera diferente dependiendo del espacio disponible, por ejemplo, en una disposición en U, en una disposición en I o en una disposición en O. Las máquinas de mecanizado y otras estaciones pueden estar dispuestas a lo largo de una vía de transporte principal en sus lados y pueden ser operadas por transportadores transversales.

[0114] También existen numerosas posibilidades alternativas de realización para la construcción y el funcionamiento de la máquina de mecanizado dentro del alcance de la invención divulgada en este documento. Las figuras 4, 5 y 6 muestran diferentes alternativas a modo de ejemplo. Por razones de comparabilidad, se utilizan los mismos números de referencia para características y componentes idénticos o correspondientes que en el primer ejemplo de realización. El sistema de transporte asociado tiene en cada caso una unidad de soporte de husillo en forma de mesa redonda 150 con un eje de mesa redonda 152 vertical.

[0115] En la figura 4, los planos de corte a la izquierda y a la derecha del eje de mesa redonda 152 central están desplazados 90° entre sí, es decir, la representación muestra dos planos de corte girados 90° entre sí.

[0116] En la primera forma de realización alternativa de la figura 4, un soporte 156 internamente hueco está colocado centralmente en el bastidor de máquina 160 de modo que pueda girar alrededor del eje de mesa redonda 152 vertical. Este lleva el tablero de la mesa redonda 150, es decir, la unidad de soporte de husillo, y es accionado a través del accionamiento de mesa redonda 155, que engrana con el extremo inferior del elemento 155 mediante ruedas dentadas. Dentro del soporte 155 hueco está dispuesto el primer accionamiento de husillo

220-1, cuya salida es coaxial con el eje de mesa redonda y está acoplada a una rueda dentada, que se encuentra al nivel del tablero de mesa redonda.

[0117] A la izquierda, se muestra un husillo portapiezas 170-1, que lleva una corona dentada que está acoplada a la rueda dentada central de una manera que transmite el par de giro a través de una corona dentada intermedia más grande. En la mesa redonda real, la misma disposición se encuentra diametralmente opuesta, de modo que dos husillos portapiezas diametralmente opuestos entre sí son accionados juntos por el primer accionamiento de husillo 220-1 y están constantemente en conexión de accionamiento con él.

[0118] Los husillos portapiezas desplazados circunferencialmente 90° (figura parcial derecha) son accionados a través del segundo accionamiento de husillo 220-2. Su rueda dentada de salida engrana con la rueda dentada inferior de un árbol hueco 224-2, que está dispuesto concéntricamente al eje de mesa redonda 152 y que tiene una corona dentada superior a una distancia axial a la corona dentada inferior, que engrana con una corona dentada, que está fijada al extremo inferior de la unidad de husillo portapiezas 170-2. Al girar el motor de husillo, el árbol hueco rota alrededor del eje de mesa redonda y acciona, de este modo, el giro de los husillos portapiezas acoplados.

[0119] En esta solución está previsto en un solo tren de accionamiento (del segundo accionamiento de husillo) un árbol hueco coaxial con la mesa redonda 224-2.

[0120] En la figura 5 está representada una segunda opción de construcción alternativa del sistema de accionamiento. El accionamiento de mesa redonda 155 está dispuesto en este caso en el centro del eje giratorio de mesa redonda; puede ser, por ejemplo, un motor de torque central. El tablero de mesa redonda está montado sobre un árbol de soporte, que está colocado para que pueda girar en el bastidor de máquina 160. La figura parcial izquierda 220-1 muestra el primer accionamiento de husillo, que está acoplado a los husillos portapiezas en las posiciones P1 y P3. En el extremo superior del árbol de salida hay una rueda dentada de tracción, que engrana con una corona dentada inferior de un primer árbol hueco 224-1, que está situado de manera giratoria con engranajes orientados hacia adentro en el lado inferior de la mesa redonda 150 alrededor del eje de rotación de la mesa redonda. El árbol hueco tiene una corona dentada superior desplazada axialmente, cuyo engranaje dirigido hacia adentro engranan con una rueda dentada en el extremo inferior del husillo portapiezas 170-1 que se va a accionar.

[0121] La figura parcial derecha muestra el tren de accionamiento, que comienza desde el segundo motor de husillo 220-2 y acciona los husillos en las posiciones P2 y P4. Aquí, el dispositivo de transmisión de par de giro comprende un segundo árbol hueco 224-2, que está colocado de manera que pueda girar coaxialmente con el eje de mesa redonda 152 en un elemento de soporte unido al lado inferior de la mesa redonda. El engranaje superior orientado hacia fuera del segundo árbol hueco engrana con una rueda dentada en el extremo inferior del husillo portapiezas 170-2 correspondiente. Por lo tanto, esta solución utiliza dos árboles huecos 224-1, 224-2 que pueden girar respectivamente de manera coaxial con el eje de mesa redonda 152, que tienen engranajes en diferentes niveles axiales.

[0122] En la figura 6 está representada esquemáticamente una tercera alternativa, donde las figuras parciales a la izquierda y a la derecha del eje de mesa redonda representan respectivamente planos de corte desplazados 90°. La salida de la mesa redonda está montada dentro de la zona central del bastidor de máquina 160, por ejemplo, en la zona del eje de mesa redonda. El primer motor de husillo 220-1 representado a la izquierda para las posiciones P1 y P3 de los husillos de la herramienta acciona con su rueda dentada de salida un primer árbol hueco 224-1, que está montado en el bastidor de máquina con engranajes orientados hacia afuera para poder girar coaxialmente alrededor del eje de mesa redonda. La corona dentada superior del árbol hueco engrana con la rueda dentada de tracción del husillo portapiezas 170-2 en la posición P1.

[0123] En el segundo tren de accionamiento representado a la derecha desde el segundo accionamiento de husillo 220-2 hasta los husillos portapiezas en las posiciones P2 y P4, el dispositivo de transmisión de par de giro comprende un segundo árbol hueco 224-2, que está situado de manera giratoria con respecto al primer árbol hueco 224-1 y con respecto al bastidor de máquina 160 coaxialmente con el eje de mesa redonda. Este árbol hueco absorbe el movimiento giratorio de la rueda dentada de salida del segundo accionamiento de husillo y lo transmite a través de su corona dentada superior a la rueda dentada de tracción del lado de entrada del husillo portapiezas.

[0124] Un experto puede usar estas variantes o variaciones de estas, dependiendo de las condiciones ambientales y de las necesidades del accionamiento, para accionar husillos portapiezas con accionamientos de husillo montados de manera fija sobre el bastidor en una unidad de soporte de husillo que se mueve de manera giratoria (en este caso una mesa redonda). Mientras que la transmisión del par de giro de los ejemplos se realiza predominantemente a través de ruedas dentadas, en algunos puntos del tren de accionamiento también se pueden utilizar otros elementos de accionamiento, por ejemplo correas o similares.

REIVINDICACIONES

1. Máquina de mecanizado (100) para su uso en la fabricación de un disco de freno (BS) revestido, que tiene un cuerpo de base que tiene una distribución de masa con simetría rotacional con respecto a un eje de rotación (RA) del disco de freno y una sección de buje (NA) central y una sección de frenado (BA) en forma de anillo circular que rodea la sección de buje, donde la sección de frenado tiene dos superficies opuestas axialmente, que llevan respectivamente una capa funcional con simetría rotacional con respecto al eje de rotación, cuya superficie libre está diseñada como superficie de fricción del disco de freno, donde la máquina de mecanizado comprende:

una base de máquina (160);

un sistema de transporte con una unidad de soporte de husillo (150) que se puede mover con respecto a la base de máquina, que lleva al menos un husillo portapiezas (170), que está montado de manera giratoria con respecto a la unidad de soporte de husillo (150) alrededor de un eje de rotación de husillo (172) y que tiene un dispositivo de retención de piezas de trabajo (173), que está diseñado de tal manera que un cuerpo de base alojado en el dispositivo de retención de piezas de trabajo (173) puede rotar cuando el husillo portapiezas (170) gira sustancialmente alrededor del eje de rotación (RA) coaxial con el eje de rotación de husillo (172);

varias estaciones de trabajo (ST1 a ST4) dispuestas a lo largo de una vía de transporte y a las que se puede llegar mediante el husillo portapiezas (170), que comprenden una estación de carga (110, ST1) y al menos una estación de mecanizado (120-1, 120-2) con al menos una unidad de mecanizado (125) para mecanizar al menos un lado de la sección de frenado;

un sistema de accionamiento (200) con al menos un accionamiento de husillo (220) para generar movimientos giratorios del husillo portapiezas (170) alrededor del eje de rotación de husillo en respuesta a señales de control de una unidad de control (190),

caracterizada por el hecho de que

el sistema de accionamiento (200) y la unidad de control (190) están configurados de tal manera que, después de fijar un disco de freno al dispositivo de retención de piezas de trabajo en la estación de carga (110) antes de llegar a la estación de mecanizado, un husillo portapiezas (170) se puede poner en rotación con una velocidad de giro de creciente mediante un accionamiento de husillo asociado, de modo que la pieza de trabajo alojada en el husillo portapiezas se pueda mover de manera rotacional hacia la posición de mecanizado con una velocidad de giro de entrada.

2. Máquina de mecanizado según la reivindicación 1, **caracterizada por el hecho de que** el sistema de accionamiento (200) y la unidad de control (190) están configurados de tal manera que una aceleración de un movimiento giratorio del husillo portapiezas comienza inmediatamente después de fijar la pieza de trabajo al dispositivo de retención de piezas de trabajo, antes de se ponga en movimiento la unidad de soporte de husillo para transportar el husillo portapiezas a la estación de mecanizado.

3. Máquina de mecanizado según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por el hecho de que** el sistema de accionamiento (200) y la unidad de control (190) están configurados de tal manera que el husillo portapiezas se acelera hasta una velocidad de giro de trabajo de más de 100 r.p.m. prevista para una operación de mecanizado en la estación de trabajo, en particular hasta una velocidad de giro de trabajo en el rango de 150 r.p.m. a 600 r.p.m., donde la velocidad de giro de entrada corresponde esencialmente a la velocidad de giro de trabajo deseada para la operación de mecanizado, de modo que la operación de mecanizado pueda comenzar sin demora tan pronto como la pieza de trabajo se encuentre en la posición de mecanizado, o donde la velocidad de giro de entrada es inferior a la velocidad de giro de trabajo, por lo que aun se requiere una fase de aceleración adicional corta.

4. Máquina de mecanizado según la reivindicación 1, 2 o 3, **caracterizada por el hecho de que** el sistema de accionamiento (200) tiene al menos un accionamiento de husillo (220) montado de manera fija sobre el bastidor y un dispositivo de transmisión de par de giro (230) para transmitir pares de giro desde el accionamiento de husillo hasta el menos un husillo portapiezas (170) asociado, donde la unidad de soporte de husillo (150) lleva preferiblemente varios husillos portapiezas, en particular tres o cuatro husillos portapiezas (170-1 a 170-4) y, para cada uno de los husillos portapiezas, está previsto un accionamiento giratorio de husillo (220-1, 220-2) asociado montado de manera fijo sobre el bastidor.

5. Máquina de mecanizado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** el sistema de accionamiento está configurado de tal manera que cada husillo portapiezas (170) está permanentemente en conexión de accionamiento con un accionamiento de husillo (220) asociado, en particular también durante un movimiento de la unidad de soporte de husillo (150).

6. Máquina de mecanizado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** el sistema de transporte tiene como unidad de soporte de husillo (150) tiene una mesa redonda (150), que se puede rotar alrededor de un eje de mesa redonda (152) preferiblemente vertical mediante un accionamiento de mesa redonda (155) y de que en la mesa redonda están dispuestos varios husillos portapiezas (170), de tal

manera que se pueden transportar sobre una vía de transporte circular o en forma de arco circular entre las estaciones de trabajo (ST1 a ST4) de la máquina de mecanizado, donde los husillos portapiezas (170) están distribuidos preferiblemente en la mesa redonda (150), de modo que haya pares de husillos portapiezas, donde se proporciona un accionamiento de husillo (220-1, 220-2) común respectivamente para dos husillos portapiezas (170-1, 170-3, 170-2, 170-4) de un par, donde los husillos portapiezas de un par se encuentran diametralmente opuestos entre sí con respecto al eje de mesa redonda (152) y/o donde un árbol hueco (224) que puede girar coaxialmente con el eje de mesa redonda (152) está integrado en al menos un dispositivo de transmisión de par de giro entre un accionamiento de husillo (220) y varios husillos portapiezas (170) acoplados mediante accionamiento a este, donde este árbol hueco tiene un elemento de accionamiento y un elemento de salida escalonados axialmente, donde dos trenes de accionamiento con árboles huecos (224-1, 224-2) situados unos dentro de otros están integrados preferiblemente con elementos de accionamiento y elementos de salida escalonados en altura.

7. Máquina de mecanizado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** la máquina de mecanizado está configurada como máquina de revestimiento (100), donde al menos una estación de mecanizado está configurada como una estación de revestimiento con al menos una unidad de revestimiento, donde la máquina de revestimiento (100) tiene preferiblemente al menos dos, en particular exactamente dos, estaciones de trabajo dispuestas de manera separada entre sí, que están diseñadas como estaciones de revestimiento.

8. Máquina de mecanizado según la reivindicación 7, **caracterizada por el hecho de que** la máquina de revestimiento (100) está diseñada para un revestimiento bilateral de un disco de freno, preferiblemente de tal manera que una primera operación de revestimiento para el revestimiento de un primer lado y una segunda operación de revestimiento para el revestimiento de un segundo lado de la sección de frenado axialmente opuesto al primer lado se pueden llevar a cabo sucesivamente a lo largo del tiempo y/o **caracterizada por el hecho de que** la máquina de revestimiento (100) tiene varias estaciones de trabajo (ST1 a ST4) dispuestas a lo largo de la vía de transporte del sistema de transporte, que en este orden tiene una estación de carga (110), una primera estación de revestimiento (120-1) con al menos una unidad de revestimiento para el revestimiento de un primer lado de un disco de freno, una estación de torneado (130) para el torneado de un disco de freno alojado en un husillo portapiezas y al menos una segunda estación de revestimiento (120-2) para el revestimiento de un segundo lado del disco de freno y una estación de descarga, donde la estación de carga también funciona preferiblemente como estación de descarga.

9. Máquina de mecanizado según la reivindicación 7, o 8, **caracterizada por el hecho de que** una unidad de revestimiento está diseñada como dispositivo de soldadura por deposición láser que, durante el funcionamiento, emite un polvo metálico en dirección a la superficie que se va a revestir y al mismo tiempo guía un rayo láser, que preferiblemente se enfoca de tal manera que el polvo metálico se funde antes de llegar a la superficie de la pieza de trabajo y se deposite sobre la superficie de la pieza de trabajo en estado fundido para formar la capa funcional y/o que una unidad de revestimiento se puede desplazar vertical y horizontalmente bajo control de accionamiento y/o se puede revestir una superficie en el lado orientado hacia arriba de la pieza de trabajo en cada operación de revestimiento.

10. Método para fabricar un disco de freno (BS) revestido, que tiene un cuerpo de base, que tiene una distribución de masa con simetría rotacional con respecto a un eje de rotación (RA) del disco de freno y comprende una sección de buje (NA) central y una sección de frenado (BA) en forma de anillo circular que rodea la sección de buje, donde la sección de frenado (BA) tiene dos superficies opuestas axialmente, que llevan respectivamente una capa funcional con simetría rotacional con respecto al eje de rotación, cuya superficie libre está diseñada como superficie de fricción del disco de freno, donde el método comprende los siguientes pasos:

proporcionar un sistema de transporte con una unidad de soporte de husillo (150) móvil, que lleva al menos un husillo portapiezas (170), que está montado de manera giratoria alrededor de un eje de rotación de husillo (172) con respecto a la unidad de soporte de husillo y tiene un dispositivo de retención de piezas de trabajo (173), que está diseñado de tal manera que el cuerpo de base de un disco de freno alojado en el dispositivo de retención de piezas de trabajo se rota esencialmente alrededor del eje de rotación (RA) del cuerpo de base cuando el husillo portapiezas gira;

fixar el cuerpo de base al dispositivo de retención de piezas de trabajo (170);

mover la unidad de soporte de husillo (150) del sistema de transporte para transportar el cuerpo de base alojado en el husillo portapiezas a una posición de mecanizado de una estación de trabajo (120);

mecanizar la sección de frenado (BA) en al menos uno de los lados, donde la pieza de trabajo se rota alrededor del eje de rotación de husillo girando el husillo portapiezas (170) con una velocidad de giro de trabajo,

caracterizado por el hecho de que

el husillo portapiezas (170), después de fijar la pieza de trabajo al dispositivo de retención de piezas de trabajo (173), antes de alcanzar la posición de mecanizado, se pone en rotación con una velocidad de giro

creciente y la pieza de trabajo alojada en el husillo portapiezas se mueve de manera rotacional hacia la posición de revestimiento con una velocidad de giro de entrada.

11. Método según la reivindicación 10, **caracterizado por el hecho de que** la aceleración del movimiento giratorio comienza inmediatamente después de fijar la pieza de trabajo al dispositivo de retención de piezas de trabajo, antes de que se ponga en movimiento la unidad de soporte de husillo, para transportar el husillo portapiezas a la estación de mecanizado.

12. Método según la reivindicación 10 o 11, **caracterizado por el hecho de que** el husillo portapiezas se acelera hasta una velocidad de giro de trabajo de más de 100 r.p.m. prevista para una operación de mecanizado en la estación de mecanizado, en particular hasta una velocidad de giro de trabajo en el rango de 150 r.p.m. a 600 r.p.m., donde la velocidad de giro de entrada corresponde esencialmente a la velocidad de giro de trabajo deseada para la operación de mecanizado, de modo que la operación de mecanizado pueda comenzar inmediatamente sin demora tan pronto como la pieza de trabajo se encuentre en la posición de mecanizado, o donde la velocidad de giro de entrada sea inferior a la velocidad de giro de trabajo, por lo que aun se requiere una fase de aceleración adicional corta.

13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por el hecho de que** el mecanizado comprende la producción de un revestimiento funcional con simetría rotacional con respecto al eje de rotación en al menos un lado de la sección de frenado en una operación de revestimiento, donde el cuerpo de base se rota alrededor del eje de rotación de husillo girando el husillo portapiezas con una velocidad de giro de trabajo y el material de revestimiento se aplica mediante una unidad de revestimiento a la superficie que se va a revestir, donde la pieza de trabajo tiene preferiblemente un primer lado y un segundo lado opuestos en una dirección axial y, en una primera operación de revestimiento, se aplica una primera capa funcional con simetría rotacional a una zona superficial del primer lado y, en una segunda operación de revestimiento, se aplica una segunda capa funcional con simetría rotacional a una zona superficial del segundo lado, donde la primera y la segunda operación de revestimiento se llevan a cabo preferiblemente de manera sucesiva a lo largo del tiempo y/o donde la pieza de trabajo para la primera operación de revestimiento se fija al dispositivo de alojamiento de pieza de trabajo en una primera orientación, se libera del alojamiento de pieza de trabajo después de la primera operación de revestimiento, se torna desde la primera orientación hasta una segunda orientación en una operación de torneado y se fija al dispositivo de alojamiento de pieza de trabajo en la segunda orientación.

14. Instalación de producción para fabricar discos de freno (BS) revestidos, que tienen un cuerpo de base, que tiene una distribución de masa con simetría rotacional con referencia a un eje de rotación (RA) del disco de freno y comprende una sección de buje (NA) central y una sección de frenado (BA) en forma de anillo circular que rodea la sección de buje, donde la sección de frenado tiene dos superficies opuestas axialmente, que llevan respectivamente una capa funcional con simetría rotacional con respecto al eje de rotación, cuya superficie libre está diseñada como superficie de fricción del disco de freno,

caracterizada por el hecho de que

la instalación de producción tiene al menos una máquina de mecanizado (100A, 100B) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

15. Instalación de producción según la reivindicación 14, **caracterizada por** al menos una de las siguientes características:

- (i) la instalación de producción tiene una o más máquinas de mecanizado, que están configuradas como máquina de revestimiento (100A, 100B) para el revestimiento bilateral de un disco de freno, donde una máquina de revestimiento tiene preferiblemente al menos una unidad de soldadura por deposición láser, que está configurada para emitir un polvo metálico en dirección a la superficie que se va a revestir y al mismo tiempo guiar un rayo láser, que se enfoca en una zona de enfoque de tal manera el polvo metálico se funda en la zona de enfoque y se deposita sobre la superficie de la pieza de trabajo para formar la capa funcional;
- (ii) la instalación de producción tiene al menos una máquina rectificadora (460) situada debajo de la última máquina de revestimiento, que está diseñada preferiblemente como máquina de mecanizado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde entre la máquina de revestimiento y la máquina rectificadora está dispuesta preferiblemente una vía de enfriamiento (470) para enfriar los discos de freno revestidos.

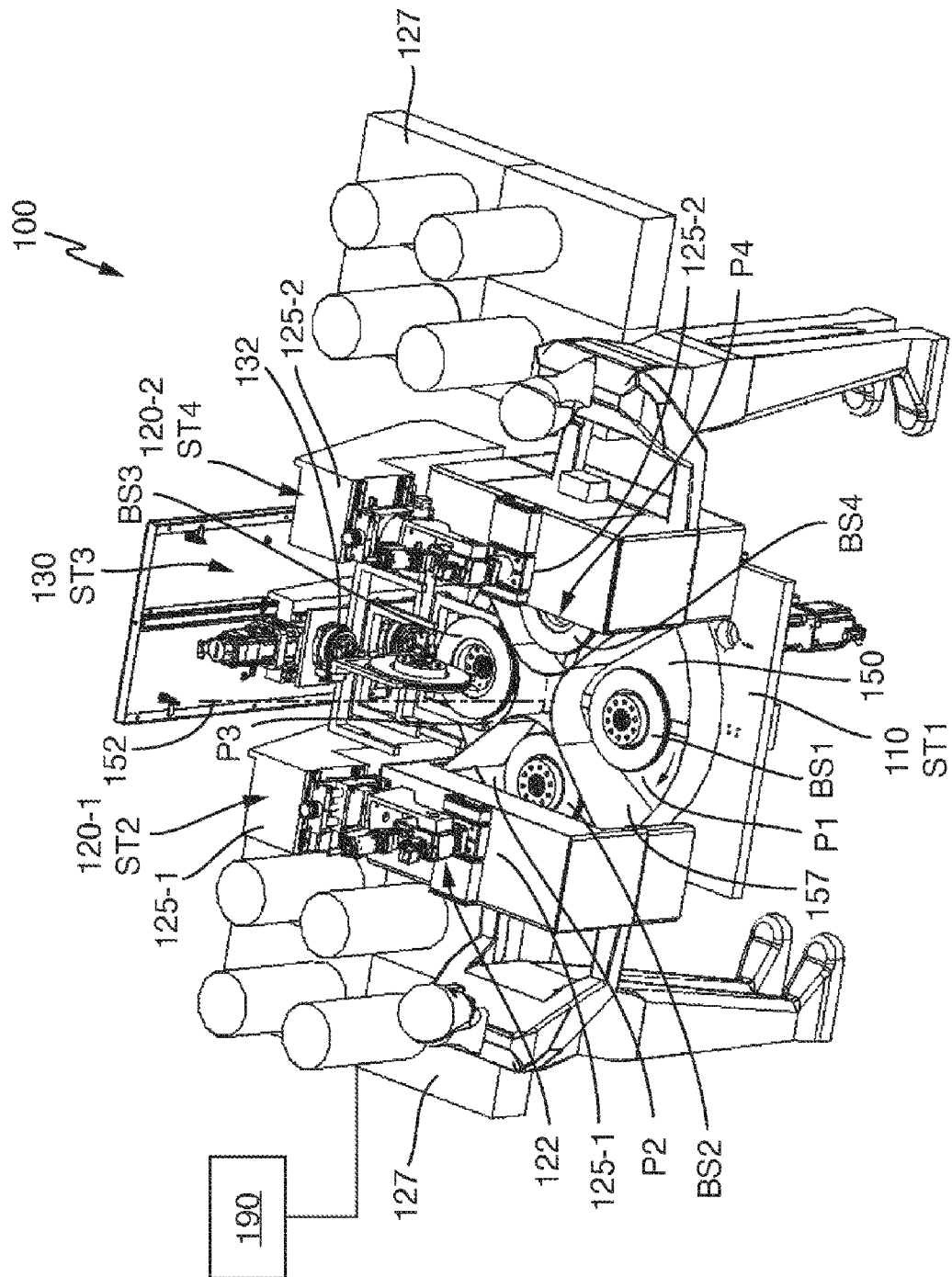


Fig. 1

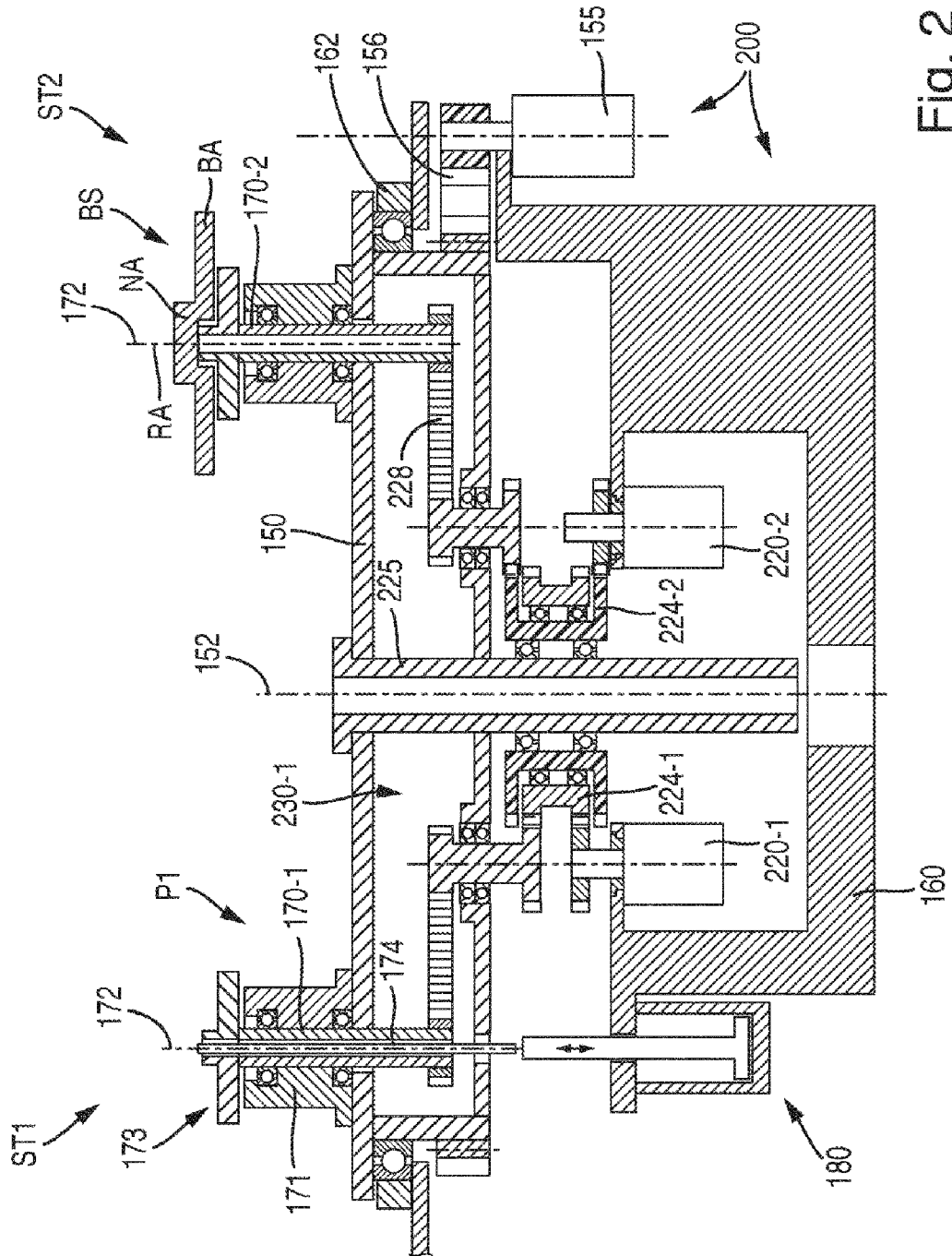


Fig. 2

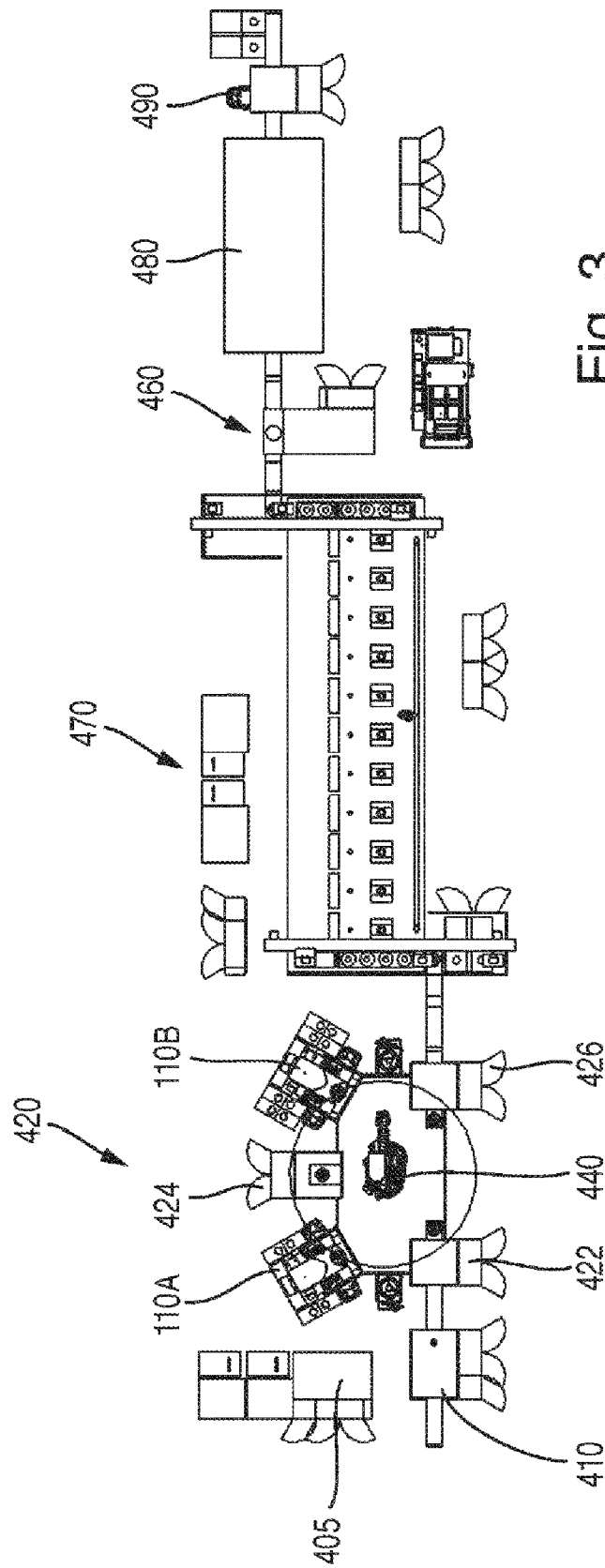
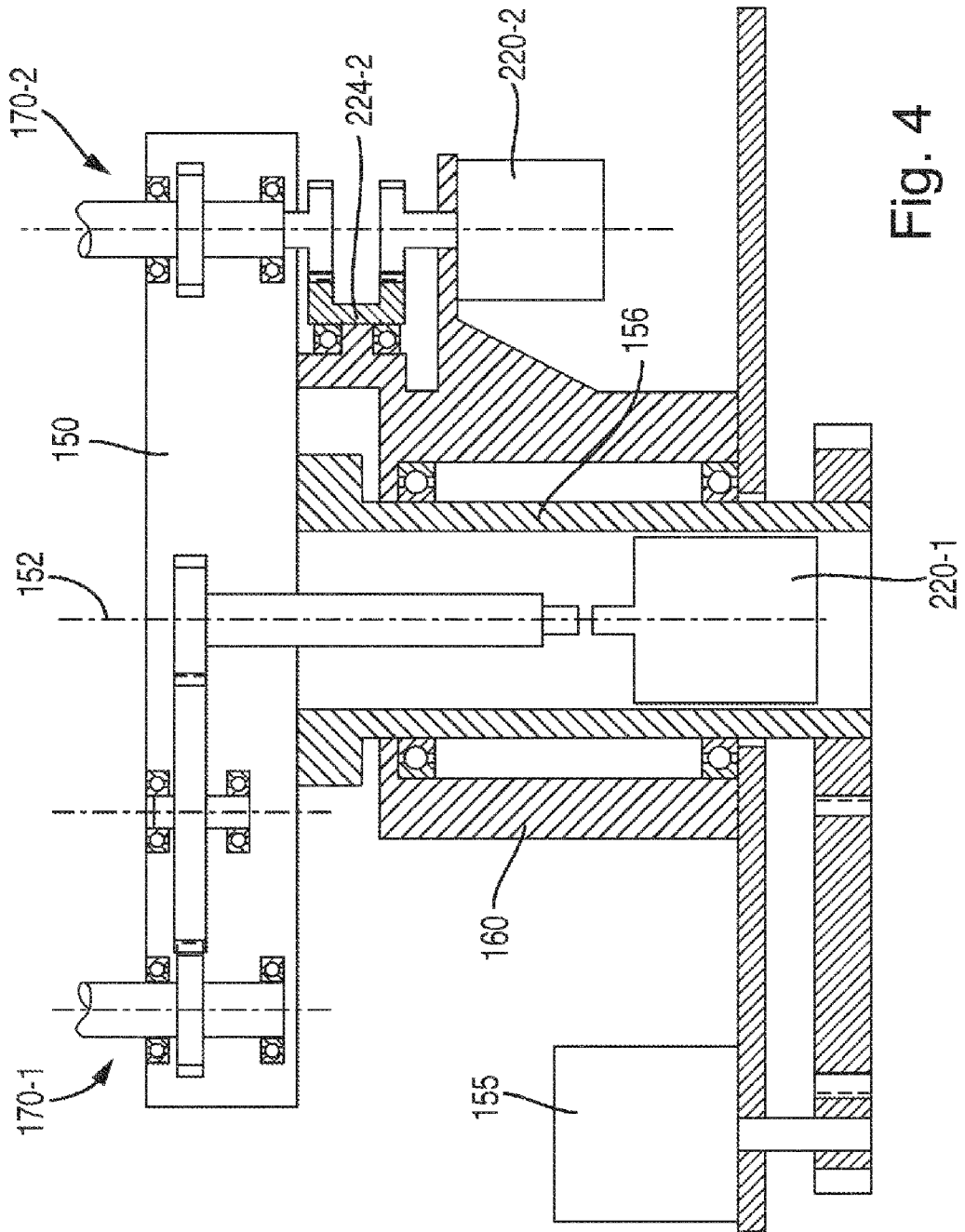


Fig. 3



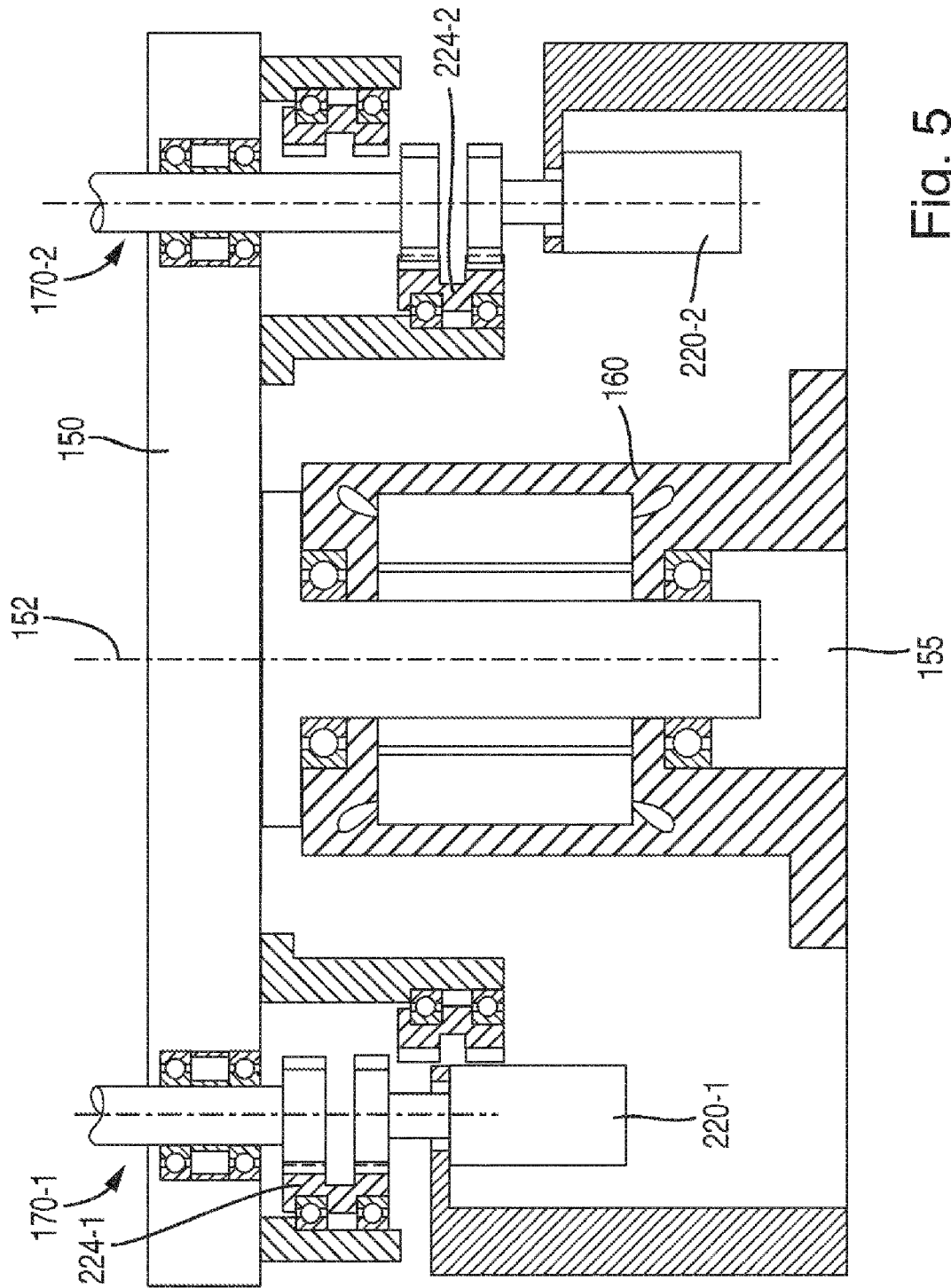


Fig. 5

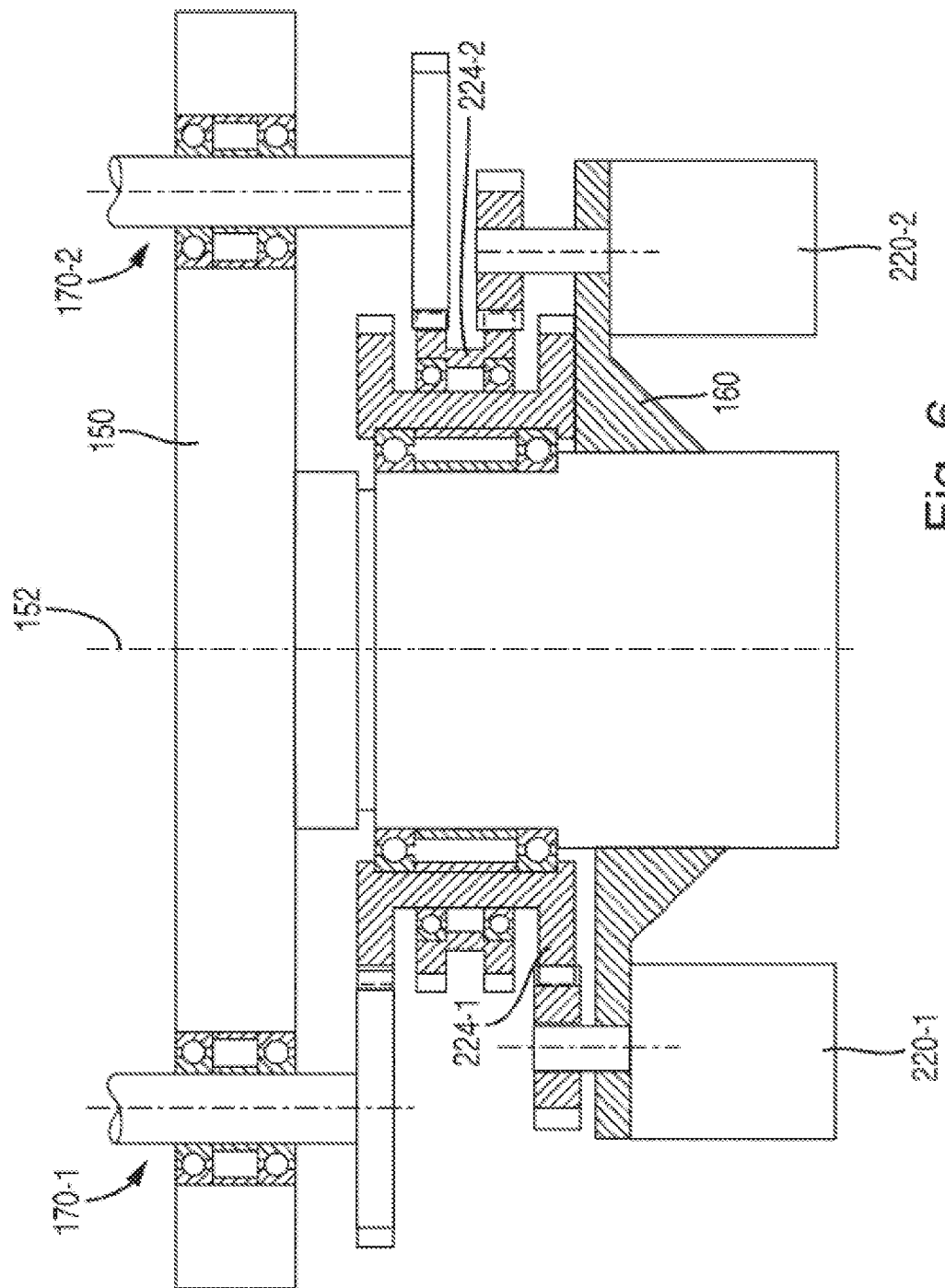


Fig. 6