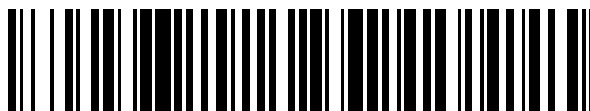


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 513**

51 Int. Cl.:

**B24B 1/00** (2006.01)

**B24B 5/04** (2006.01)

**B24B 41/06** (2012.01)

**B24B 49/04** (2006.01)

**B24B 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2010 E 10800733 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2516109**

54 Título: **Procedimiento para rectificación cilíndrica de barras redondas largas y finas y máquina de rectificación cilíndrica para la realización del procedimiento con una luneta posterior de autocentrado**

30 Prioridad:

**21.12.2009 DE 102009059897**

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

**26.11.2013**

73 Titular/es:

**ERWIN JUNKER MASCHINENFABRIK GMBH  
(100.0%)  
Junkerstrasse 2  
77787 Nordrach, DE**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, HUBERT**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 431 513 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para rectificación cilíndrica de barras redondas largas y finas y máquina de rectificación cilíndrica para la realización del procedimiento con una luneta posterior de autocentrado

5 La invención se refiere a un procedimiento para la rectificación cilíndrica de barras redondas largas y finas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Un procedimiento de este tipo se conoce a partir del documento DE 103 08 292 B4 de la solicitante. El procedimiento conocido está destinado para la fabricación de herramientas de metal duro, estando pensado especialmente para barras redondas de metal duro sinterizado como material de partida. De acuerdo con el procedimiento conocido, se “trabaja desde la barra continua”, es decir, que la barra redonda que forma el material de  
 15 en el extremo en primer lugar todavía está empotrada entre el cabeza de la pieza de trabajo y un contrapunto. Por lo tanto, que debe empotrarse para la fijación firme en un cuerpo hueco, que se encuentra en una pinola del contrapunto.

20 Por lo tanto, solamente ya debido a la exactitud del cono frontal deben rectificarse uno o dos asientos de luneta en la zona extrema sobresaliente de la barra redonda. Las lunetas previstas para ello deben estar colocadas en cualquier caso cuando se rectifica el cono frontal. El rectificado redondo siguiente de la zona extrema empotrada por los dos  
 25 lados debe realizarse con preferencia en el procedimiento de rectificación por pelado; en este caso, no se considera absolutamente necesaria la colocación de las lunetas. El procedimiento conocido se ha revelado como ventajoso, pero no es adecuado en la forma propuesta para la rectificación de barras redondas largas y finas. Como ejemplo de las barras redondas contempladas debe mencionarse una longitud de 400 mm con un diámetro de 4 mm. A pesar de la utilización de un contrapunto, durante la rectificación de barras redondas con una relación correspondiente entre  
 30 longitud y diámetro serían necesarias varias lunetas a distancia axial entre sí, cada una de las cuales tendrían como condición previa el rectificado de un asiento de luneta propio. Pero la disposición de numerosas lunetas con los tiempos de rectificación correspondientemente largos para los asientos de las lunetas es antieconómica. Las lunetas deberían ser, además, desplazables en dirección axial, para tener en cuenta, en el caso de piezas de trabajo diferentes, también relaciones diferentes entre la longitud y el diámetro. En el caso de la rectificación redonda de  
 35 piezas de trabajo más cortas, sería incluso necesario retirar totalmente las lunetas, para que se pueda aproximar el contrapunto suficientemente cerca del cabezal de la pieza de trabajo.

40 Se conoce a partir del documento DE 694 21 859 T2 una máquina rectificadora cilíndrica, que está destinada de la misma manera para la rectificación de barras redondas largas, finas. Con esta máquina deben conseguir especialmente relaciones entre longitud y diámetro de más de 100. En este caso, un cabezal de pieza de trabajo  
 45 está dispuesto desplazable en la dirección de su eje del husillo, que es al mismo tiempo el eje de rotación de la pieza de trabajo empotrada, sobre la bancada de la máquina. La pieza de trabajo larga, fina, empotrada en voladizo en el husillo de la pieza de trabajo (pinola) es conducida con su extremo libre entre dos discos abrasivos, cuyos ejes de rotación se extienden paralelamente al eje de la pieza de trabajo. Los dos discos abrasivos se encuentran  
 50 aproximadamente en el mismo plano radial y dejan libre entre sí un intersticio, en el que se puede introducir la pieza de trabajo. Los dos discos abrasivos, uno de los cuales puede servir para la mecanización gruesa y el otro para la mecanización fina, son ajustados a la pieza de trabajo en una dirección perpendicularmente a sus ejes de rotación en la pieza de trabajo.

55 En la zona axial entre el cabezal de la pieza de trabajo y los dos discos abrasivos y en concreto estrechamente junto a los discos abrasivos está dispuesto un apoyo con una escotadura en forma de V; un cilindro de presión propio hace que la pieza de trabajo esté retenida fijamente en esta escotadura. La máquina de rectificación cilíndrica conocida de acuerdo con el documento DE 694 21 859 T2 debe trabajar de tal forma que el cabezal de la pieza de trabajo guía la pieza de trabajo en su dirección axial a lo largo de los discos abrasivos hasta que está rectificada toda la longitud del diámetro a rectificar de la pieza de trabajo. Pero en este caso, la pieza de trabajo se encuentra en la escotadura del apoyo con una superficie circunferencial, que no debe trabajar en esta máquina, y la pieza de  
 60 trabajo debe girarse con esta superficie circunferencial en la escotadura. Esto solamente es posible, con respecto al resultado de la rectificación cuando la pieza de trabajo está ya rectificada en su caña cilíndrica. Por lo tanto, con la máquina rectificadora cilíndrica según el documento DE 694 21 859 T2 no se pueden rectificar piezas de trabajo, que tienen todavía su contorno bruto – por ejemplo torneado.

65 Por último, el documento DE 198 57 364 A1 muestra que también en el caso de rectificado de pelado se puede realizar con éxito una medición y control durante el proceso. En el caso de rectificado de pelado, se rectifican el diámetro exterior a generar de una pieza de trabajo en una única carrera longitudinal. Esto implica durante la medición y control la dificultad de que el diámetro exterior ya rectificado no se puede corregir posteriormente, cuando no se ha alcanzado la medida teórica. De acuerdo con la propuesta del documento DE 198 57 364 A1, durante la

- rectificación de la pieza de trabajo se mide de forma permanente y continua la pieza de trabajo con respecto a la medida real existente y al mismo tiempo se corrige la medida real medida de forma continua y automática con respecto a una medida teórica en función del tiempo de rectificación. De esta manera, se evita que la pieza de trabajo a rectificar sea rectificada a una medida inferior. En la realización práctica según el documento DE 198 57 364 A1, en este caso unos miembros de exploración del dispositivo de medición se apoyan constantemente en el miso plano radial que el disco abrasivo en la pieza de trabajo, y ésta está empotrada en ambos extremos, es decir, entre un cabezal de la pieza de trabajo y un contrapunto.
- La invención tiene el cometido de crear un procedimiento del tipo mencionado al principio, que trabaja de una manera rápida y económica, es fácil de realizar y conduce a resultados de rectificación de alta exactitud.
- La solución de este cometido se consigue con la totalidad de las características de la reivindicación 1.
- El principio del procedimiento de acuerdo con la invención se basa en que en la operación de rectificación el disco abrasivo y la luneta forman conjuntamente una unidad de construcción operativa fija y en que esta unidad de construcción se mueve con relación a la barra redonda en su dirección longitudinal. La asociación longitudinal fija se da en este caso porque la luneta se apoya en la parte de la barra redonda ya rectificada a través del rectificado de pelado. Por lo tanto, la luneta está desplazada frente a la zona de rectificación – es decir, la zona, en la que el disco abrasivo contacta con la barra redonda – lateralmente en dirección al cabezal de la pieza de trabajo. El disco abrasivo actúa siempre el primero en la barra redonda no rectificada, de manera que se puede hablar de un seguimiento de la luneta. En la zona rectificada de la barra redonda, en la que se apoya la luneta, no está activo ya el disco abrasivo.
- “Fijo operativamente” significa en la reivindicación 1 que la luneta y el disco abrasivo deben estar retenidos al menos en la operación de rectificación en esta asociación longitudinal fija. Esto se puede realizar de manera sencilla porque un husillo de rectificación, que aloja el disco abrasivo, está montado junto con la luneta fijamente sobre un carro o mesa de rectificación, que se desplaza axialmente frente a un cabezal de la pieza de trabajo fijo, en el que está empotrada la barra redonda.
- También es posible la disposición inversa con unidad fija formada por el disco abrasivo y la luneta así como con barra redonda móvil. Por último, puede ser ventajoso que la luneta sea desplazable por sí en dirección axial frente al disco abrasivo. Esto aporta ventajas durante la rectificación de contornos especiales así como durante la carga y descarga de la máquina rectificadora.
- En cualquier caso, el procedimiento de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que la luneta está siempre estrechamente cerca del disco abrasivo. De esta manera, en principio, es suficiente una única luneta, porque ésta se encuentra siempre en la posición óptima. Pero tampoco se excluye la disposición de otras lunetas en caso necesario cuando se trata de barras redondas especialmente largas y de barras redondas que tienden a la flexión. El apoyo en la zona de la barra redonda ya rectificada a través de rectificación longitudinal conduce a una guía segura y exacta y es otra condición previa para conseguir un resultado de rectificación de alta exactitud. Por lo tanto, el procedimiento se puede realizar como anteriormente a través de rectificación por pelado, y las barras redondas se pueden empotrar con su contorno bruto en el cabezal de la pieza de trabajo, En comparación con el procedimiento según el documento DE 694 21 859 T1, de esta manera se suprime la tapa especial precedente del procedimiento, en la que debe rectificarse la caña cilíndrica de la pieza de trabajo / pieza bruta. El apoyo seguro de la barra redonda estrechamente junto al disco abrasivo implica la ventaja adicional de que el procedimiento se puede realizar sólo con empotramiento en voladizo de la barra redonda en el cabezal de la pieza de trabajo; por lo tanto, no es absolutamente necesario apoyar el otro extremo de la barra redonda en un contrapunto.
- Puesto que el procedimiento de acuerdo con la invención con una única luneta y empotramiento en voladizo conduce a máquinas rectificadoras de estructura sencilla, estas máquinas se pueden adaptar con pocos procesos de reequipamiento para piezas de trabajo de otras dimensiones o contornos. Por lo tanto, el procedimiento de acuerdo con la invención es especialmente adecuado para la rectificación de series pequeñas, en las que los tiempos de reequipamiento contribuyen en una proporción alta a los costes totales de fabricación.
- Los desarrollos ventajosos del procedimiento de acuerdo con la invención se indican en las reivindicaciones 2 a 4.
- Está previsto que la medición y control en proceso del diámetro rectificado se realice también en el procedimiento de acuerdo con la invención. Puesto que, en efecto, la luneta debe desplazarse frente al plano de rotación del disco abrasivo lateralmente en dirección hacia el cabezal de la pieza de trabajo, los miembros de exploración de un dispositivo de medición se pueden apoyar, como anteriormente, en la zona de rectificación del disco abrasivo, en la barra redonda. La medición se realiza en cada caso en la medida acabada de una pasada de rectificación. El procedimiento de acuerdo con la invención se puede realizar de esta manera con exactitud especial a través de reajuste constante y corrección de la intervención de rectificación.
- El procedimiento de acuerdo con la invención se realiza con una luneta que se reajusta y se centra de forma automática. De esta manera, se asegura que el eje de rotación de la barra redonda giratoria sea retenido siempre en

la posición predeterminada por el cabezal de la pieza de trabajo. De este modo se puede conseguir un resultado de rectificación óptima.

5 A través de la mecanización con una luneta centradora que se reajusta de forma automática se consigue, además, la ventaja de que también sin medidas adicionales se pueden rectificar estructuras cónicas a partir de la barra redonda, como se indica en la reivindicación 2.

A continuación se indica cómo se puede realizar en la práctica el procedimiento de acuerdo con la invención cuando la barra redonda se mueve en la operación de rectificación en su dirección longitudinal o está parada. Todos los procesos de movimiento y control descritos se pueden controlar por CNC.

10 La diferencia básica con respecto a la máquina rectificadora cilíndrica según el estado de la técnica consiste en que el cabezal de la pieza de trabajo tira de la barra redonda en la operación de rectificación a lo largo del disco abrasivo giratorio, con lo que la luneta se apoya en la zona ya rectificada de la barra redonda. En la máquina rectificadora cilíndrica accionada de acuerdo con la invención se rectifica de esta manera constantemente un asiento de luneta nuevo preciso, con lo que la luneta activa directamente junto al disco abrasivo proporciona un apoyo especialmente preciso y una redondez perfecta. De esta manera, se consiguen las ventajas que han sido descritas ya en conexión con el procedimiento.

15 Una máquina rectificadora de este tipo se puede realizar de una manera especialmente sencilla porque la luneta, el lugar de medición del dispositivo de medición y el husillo de rectificación están dispuestos fijamente sobre una bancada de máquina, mientras que el cabezal de la pieza de trabajo es estirado en la dirección de empotramiento de la barra redonda giratoria, linealmente y de forma efectiva para la rectificación por delante del disco abrasivo. También la inversión cinemática con un cabezal de husillo de pieza de trabajo dispuesto fijamente y con una unidad lineal móvil compuesta por luneta, cabezal de medición y husillo rectificador es relativamente fácil de realizar.

25 Es ventajoso que se trabaje con una mesa rectificadora, que es accionada de forma móvil paralelamente a la dirección de movimiento del cabezal de la pieza de trabajo y está guiada de forma controlada. Cuando en este caso la luneta y el cabezal de medición están dispuestos fijamente sobre la mesa rectificadora, la máquina rectificadora cilíndrica continúa siendo todavía relativamente sencilla, puesto que la estructura básica de una máquina de este tipo se conoce a partir de las máquinas rectificadoras universales y ha dado buen resultado. En la operación de rectificación, la mesa rectificadora está entonces parada, mientras que el cabezal de la piezas de trabajo móvil y controlado mueve la barra redonda a lo largo del disco abrasivo giratorio. La posibilidad adicional de modificar la distancia entre el disco abrasivo, por una parte, y la luneta junto con el cabezal de medición, por otra parte, puede ser ventajoso durante la rectificación de contornos especiales.

A continuación se explica la invención todavía en detalle en ejemplos de realización. En las figuras se representa lo siguiente:

35 La figura 1 es una vista desde arriba sobre un dispositivo, con el que se realiza el procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra otros detalles del dispositivo según la figura 1 en la vista parcialmente en sección representada allí, de acuerdo con la línea A-A.

La figura 3 es una vista similar a la figura 2 de acuerdo con la línea A – A en la figura 1 en otra fase de trabajo del dispositivo.

40 La figura 4 es una vista parcialmente en sección de acuerdo con la línea B-B en la figura 1.

La figura 5 muestra una vista desde arriba sobre una máquina rectificadora, que se basa en la estructura de principio de una máquina rectificadora universal, para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 6 muestra un detalle C de la figura 5 en representación ampliada.

La figura 7 es una vista correspondiente a la figura 5 en otra fase de procesamiento.

45 La figura 8 ilustra las relaciones durante la rectificación de un contorno cónico.

La figura 9 muestra cómo se pueden rectificar contornos escalonados con el procedimiento de acuerdo con la invención.

50 De acuerdo con la figura 1 se representan en una vista desde arriba esquemáticamente las partes más importantes de un dispositivo, con el que se realiza el procedimiento de acuerdo con la invención. En este caso, la figura 1 sirve sobre todo para explicar el principio básico del procedimiento. Con 1 se designa el cabezal de la pieza de trabajo de una máquina rectificadora. El cabezal de la pieza de trabajo 1 sirve para el alojamiento de un mandril de fijación 2. En

- el mandril de fijación 2 está empotrada la barra redonda 3, es decir, la pieza de trabajo a rectificar, en uno de sus extremos. El otro extremo opuesto puede estar empotrado de manera conocida en un contrapunto, que no se representa en la figura 1. Pero también es posible realizar el proceso de rectificación con empotramiento en voladizo, es decir, sin contrapunto. El cabezal de la pieza de trabajo 1 tiene un accionamiento de motor eléctrico y desplaza la barra redonda 3 empotrada en rotación alrededor de su eje longitudinal 4.
- Con 5 se designa un disco abrasivo de contorno esencialmente cilíndrico, que gira alrededor del eje de rotación 6. Durante la rectificación cilíndrica, se ajusta el disco abrasivo 5 en la dirección de ajuste 7 en la barra redonda 3, y el diámetro de partida D0 de la barra redonda 3 se reduce en este caso a la medida acabada D1.
- Sobre el lado de la barra redonda 3, que está opuesto al disco abrasivo, una luneta 9, un prisma de colocación previa 10 y el cabezal de medición 13 de un dispositivo de medición del diámetro están dispuestos sobre un zócalo común 8. El zócalo 8 ilustra que las tres partes 9,10 y 13 mencionadas deben formar un grupo de construcción común agrupado, que se puede desplazar, de acuerdo con la forma de realización, también en conjunto paralelamente al eje medio común 4, ver la flecha de dirección 15b.
- La luneta 9 sirve de manera conocida para apoyar la pieza de trabajo y para absorber la presión de rectificación del disco abrasivo 5, para que ésta no doble la pieza de trabajo durante la rectificación. El prisma de colocación previa 10 está dispuesto en la luneta 9 de forma pivotable alrededor de un eje de articulación 12 y sirve como apoyo temporal para la pieza de trabajo durante la carga y descarga, como se explicará todavía más adelante. A tal fin, el prisma de colocación previa 10 está provisto con un tope longitudinal 11. El cabezal de medición 13 tiene uno o varios miembros de exploración 14 móviles que, durante la operación de rectificación, se ponen en contacto con la zona de rectificación 3c de la barra redonda 3. Ésta es aquella zona circunferencial de la barra redonda 3, en la que el disco abrasivo 5 contacta con la barra redonda 3. La zona de rectificación 3c se encuentra entre la zona no rectificada 3a y la zona rectificada 3b, en la que se apoya la luneta 9 con sus mordazas de luneta 19. A través de los miembros de exploración 14 se mide continuamente el diámetro alcanzado en cada caso en la zona de rectificación 3c durante la operación de rectificación y se procesa a través del control CNC del dispositivo para obtener otras señales de ajuste para el disco rectificador 5. Se toma una disposición tal que los miembros de exploración 14 están colocados directamente opuestos al disco abrasivo 5 en la zona de rectificación 3c.
- Para el tipo de funcionamiento del dispositivo según la figura 1 son esenciales las flechas de dirección 15a (disco abrasivo 5), 15b (zócalo 8) y 16 (cabezal de la pieza de trabajo 1). Es interesante que durante la rectificación tenga lugar un movimiento relativo, dirigido opuesto, entre el cabezal de la pieza de trabajo 1, por una parte, (flecha de dirección 16) y el disco abrasivo 5, por otra parte, en el diámetro rectificado de la pieza de trabajo junto con el zócalo (flechas de dirección 15a, 15b). En este caso, uno de los dos grupos de construcción movidos en sentido opuesto puede estar también parado. Con preferencia, el disco abrasivo 5 con el husillo rectificador correspondiente y el zócalo 8 pueden estar parados en la dirección paralelamente al eje medio común 4; entonces se estira el cabezal de la pieza de trabajo 1 con la barra redonda 3 en la dirección de la flecha de dirección 16. En este caso, la barra redonda 3 es estirada bajo reducción continua de su diámetro por delante del disco abrasivo 5, pero la luneta se encuentra siempre continuamente en la zona del disco abrasivo 5. En efecto, solamente está presente una única luneta 9, pero ésta actúa siempre en el lugar óptimo.
- A la inversa, naturalmente, también el cabezal de la pieza de trabajo 1 junto con la barra redonda 3 podría estar parado, y el disco abrasivo 5 se movería junto con el zócalo 8 en la dirección común 15a, 15b. Entonces el disco abrasivo 5 se desplaza sobre la barra redonda 3 en la figura 1 desde la izquierda hacia la derecha, y la luneta 9 sigue al disco abrasivo 5 a continuación a una distancia longitudinal reducida. También en este caso se consigue que la barra redonda 3 esté apoyada óptimamente durante la rectificación. Naturalmente, en los dos casos mencionados anteriormente, también el cabezal de medición 13 permanece siempre en su disposición frente al disco abrasivo 5.
- Cuando el disco abrasivo 5 y el zócalo 8 están dispuestos parados paralelamente al eje longitudinal común 4 resulta una máquina rectificadora de estructura en principio sencilla; puesto que en este caso para la rectificación solamente debe desplazarse todavía el cabezal de la pieza de trabajo 1 en la dirección del eje longitudinal común 4. Pero también existen motivos para partir, para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, de máquinas rectificadoras, que tienen la estructura básica de máquinas rectificadoras universales, es decir, que están equipadas con mesas rectificadoras móviles para el cabezal de la pieza de trabajo y para el contrapunto y que presentan carros de guía o carros cruzados para el movimiento de uno o varios cabezales rectificadores. Además, de la ventaja de que se recurre en este caso a tipos de máquinas especialmente probados, a través de la realización a modo de máquinas rectificadoras universales para el procedimiento de acuerdo con la invención, existen también otras posibilidades para cerrar contornos especiales, como se mostrada todavía más adelante.
- La figura 2 muestra detalles del grupo de construcción que está constituido por la luneta 9, el prisma de colocación previa 10 y el cabezal de medición 13 sobre el zócalo común 8 en una vista lateral que corresponde a la línea A-A en la figura 1. Corresponde también a la fase de trabajo de la rectificadora mostrada en la figura 1. Se puede reconocer que el zócalo 8 está colocado sobre una bancada de máquina 17 y que el prisma de colocación previa 10

se encuentra en un brazo de articulación, que se puede regular alrededor del eje de articulación 12. Las dos direcciones de articulación posibles están indicadas por medio de dobles flechas curvadas 18. En la figura 2, el prisma de colocación previa 10 está bajado a su posición de reposo y está vacío. La barra redonda 3 está retenida por el cabezal de la pieza de trabajo 1 en uno de sus extremos y está accionada en rotación. El disco abrasivo 5 gira de la misma manera y está ajustado a la barra redonda 3. Las mordazas de la luneta 19 dispuestas junto al prisma se encuentran en su posición extendida, retienen la barra redonda 3 y la apoyan contra la presión de rectificación. La barra redonda 3 está retenida y apoyada en este caso a una distancia lateral solamente reducida del disco abrasivo 5 (ver la figura 1) por las mordazas de la luneta 19 ahora extendidas. A pesar del movimiento mutuo del disco abrasivo 5 y de la barra redonda 3, la asociación mutua del disco abrasivo 5 y de la luneta 8 en la dirección longitudinal se mantiene siempre la misma, de manera que se garantiza un desgaste óptimo de la barra redonda 3 y, por lo tanto, una alta exactitud de rectificación.

Otra fase de trabajo en la misma dirección de la visión A – A de la figura 1 se representa en la figura 3. Ésta es la fase de carga y descarga. El disco abrasivo 5 está retraído, y el cabezal de la pieza de trabajo 1 está parado. El prisma de colocación previa 10 está elevado en su posición superior, que es la posición de carga y descarga. Sobre el prisma de colocación previa 10 descansa el extremo derecho en la figura 1 de una barra redonda 3 y choca en este caso en el tope longitudinal 11, ver también la figura 6. Las mordazas de la luneta 19 que se encuentran junto al prisma de colocación previa 10 están retraídas a su posición que no se apoya en una pieza de trabajo.

Las lunetas 9 mostradas aquí a modo de ejemplo no sólo pueden apoyar la barra redonda 3 y contrarrestar la presión de rectificación, sino que actúan también con efecto de centrado. Las lunetas de este tipo siguen con mucha precisión de forma automática el diámetro que se va reduciendo de las barras redondas 3 en el sentido del centrado. Pertenecen al estado de la técnica; como un ejemplo de muchos se menciona el documento EP 0 554 506 B1. Por lo tanto, no es necesaria una descripción adicional.

La figura 4 muestra en la vista parcialmente en sección según la línea B-B en la figura 1 cómo se ajustan los miembros de exploración 14 del dispositivo de medición 13 en su dirección de ajuste 20 en la barra redonda 3. También los dispositivos de medición de este tipo pertenecen al estado de la técnica, ver el documento DE 198 57 364 A1. Posibilitan dimensionar continuamente en paralelo con el tiempo el diámetro de la barra redonda 3 que se encuentra precisamente en la zona de rectificación 3c. Sobre la base de estas mediciones se pueden compensar inmediatamente desviaciones de la medición respecto de la medida teórica a través del control numérico de la máquina rectificadora.

En la figura 5 se representa en una vista desde arriba una máquina rectificadora, que corresponde en su disposición básica a una máquina rectificadora universal y que está instalada para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención. Sobre la bancada de la máquina 17 de esta máquina rectificadora está dispuesto un carro de guía 21, que se puede deslazar en la dirección 28 (dirección-X) sobre la bancada de la máquina 17. Sobre el carro de guía 21 se encuentra un cabezal de rectificación 22, que lleva, por su parte, un primer husillo de rectificación 23 con un primer disco abrasivo 24 y un segundo husillo rectificador 25 con un segundo disco abrasivo 26. En este caso, el cabezal rectificador 22 se puede articular sobre el carro de guía 21 alrededor de un eje de articulación vertical 27 (eje-B). Los discos abrasivos 24 y 26 de los husillos rectificadores 23, 25 se pueden acoplar y desacoplar de esta manera en posición operativa.

En la zona delantera de la máquina rectificadora está dispuesta una mesa de rectificación 29, que se puede desplazar en la dirección 30 (eje-Z1). Sobre la mesa de rectificación 29 está formado de forma móvil el cabezal de la pieza de trabajo 1, que presenta de la manera ya descrita el mandril de fijación 2 para el alojamiento de la barra redonda 3. El cabezal de la pieza de trabajo 1 accionado con motor eléctrico tiene un eje medio central, que es al mismo tiempo el eje de rotación del mandril de fijación 2 y el eje longitudinal de la barra redonda 3 empotrada. Éste es el eje medio (eje-Z2) común ya explicado con la ayuda de la figura 1. La disposición está configurada de tal forma que los ejes 30 y 4 se extienden paralelos entre sí y de tal modo que el cabezal de la pieza de trabajo 1 se puede desplazar sobre la mesa de rectificación 29 independientemente de ésta en la dirección del eje medio común 4. La dirección del movimiento 28 del carro de guía 21 está dirigida esencialmente perpendicular a los dos ejes 29 y 4 y corresponde, por lo tanto, a la dirección de ajuste 7 de la figura 1. Con 31 se designan cubiertas de protección en forma de fuelles de pliegues, que cubren las trayectorias de deslizamiento de la mesa de rectificación 29 y del cabezal de la pieza de trabajo 1.

Sobre la mesa de rectificación 29 está montada fija la unidad de construcción correspondiente que está constituida por la luneta 9, el prisma de colocación previa 10 y el cabezal de medición 13. En la figura 6 se representa de nuevo ampliada esta unidad de construcción común como detalle C. Corresponde en gran medida a la representación según la figura 1; sin embargo, las mordazas de la luneta 19 están insertadas en el interior de la luneta 9, y los miembros de exploración 14 del cabezal de medición 13 están igualmente retraídos. En el prisma de colocación previa 10 está insertada con su extremo libre la barra redonda 3 y choca en este caso con su lado frontal en el tope longitudinal 11. A la vista desde arriba según la figura 6 pertenece la vista lateral según la figura 3.

A continuación se describe el desarrollo del procedimiento de rectificación sobre la máquina rectificadora según las

figuras 5 y 7. El estado representado en la figura 5 corresponde a la etapa del procedimiento de la carga. En este caso, la barra redonda 3 debe ser insertada con su extremo izquierdo en la figura 5 en el mandril de fijación del cabezal de la pieza de trabajo 1. El extremo derecho opuesto de la barra redonda 3 se inserta sobre el prisma de colocación previa 10 que está articulado hacia arriba, como se deduce a partir de la figura 3. En este caso, desde el tope longitudinal 11 se ejerce una presión ligera sobre el ladro frontal de la barra redonda 3. La presión de apriete tiene lugar a través del elemento de presión, aquí un elemento de presión elástica en el mandril de fijación. Además de mandriles de fijación usuales, puede ser ventajoso también un sistema de pinzas de fijación para la finalidad designada aquí. El cabezal de la pieza de trabajo 1 está desplazado para el proceso de carga sobre una distancia asociada a la medida longitudinal de la barra redonda 3 en su dirección de movimiento 30 hacia la izquierda.

Cuando el extremo izquierdo en la figura 5 de la barra redonda 3 está insertada y empotrada fijamente totalmente en el mandril de fijación 2 se baja el prisma de colocación previa 10 desde su posición elevada mostrada en la figura 3 hasta la posición según la figura 2. A continuación se desplaza la mesa de rectificación 29 en su trayectoria de movimiento 30 hacia la izquierda, hasta que se ha alcanzado la posición representada en la figura 7. Junto con ello o a continuación de ello se desplaza el cabezal de la pieza de trabajo 1 sobre la mesa de rectificación 29 hacia la derecha, de manera que al final adopta de nuevo su posición absoluta sobre la bancada de la máquina 1. En este estado, la unidad de construcción común formada por la luneta 9, el prisma de colocación previa 10 y el cabezal de medición 13 se encuentra estrechamente junto al mandril de fijación 2 del cabezal de la pieza de trabajo 1. Por último, también el carro de guía 21 se desplaza en su trayectoria de movimiento 28 hacia delante hasta que el primer disco abrasivo 24 del primer husillo rectificador 23 está ajustado a la barra redonda 3. Éste es el estado de las unidades de construcción individuales representado en la figura 7.

El cabezal de la pieza de trabajo 1 ha desplazado entretanto la barra redonda en rotación, de manera que se puede iniciar el proceso de rectificación cilíndrica a través del primer disco abrasivo giratorio 24. En este caso de la manera ya descrita, se desplaza el cabezal de la pieza de trabajo 1 en su trayectoria de movimiento 30 continuamente hacia la izquierda. Después de la rectificación de una zona parcial corta de la longitud de la pieza de trabajo 3 se puede ajustar ahora la luneta 9 a la pieza de trabajo 3 para su apoyo. Con referencia a la figura 1 está claro que a la derecha del disco abrasivo 5 se encuentra la zona no rectificada 3a de la barra redonda 3, mientras que la luneta 9 se apoya a la izquierda de la zona rectificada 30 junto al disco abrasivo 5. A continuación se prosigue el proceso de rectificación hasta que está rectificada toda la longitud de la barra redonda 3 que sobresale desde el mandril de fijación 2. La barra redonda 3 es insertada en este caso en cierto modo desde la derecha hacia la izquierda a través de la luneta 9 y en este caso está siempre apoyada con seguridad y centrada. A este respecto, se rectifica en el procedimiento de pelado. Las mordazas de la luneta 19, los miembros de exploración 14 y el prisma de colocación previa 10 se encuentran en este caso en la posición, que se muestra en las figuras 1 y 2. El diámetro de la barra redonda 3 se reduce en este caso desde el diámetro de partida D0 al diámetro final D1 (ver la figura 1), siendo medido y corregido continuamente con el cabezal de medición 13 el diámetro alcanzado y estando apoyada, por lo demás, la barra redonda 3 a través de la luneta 9 con efecto de auto-centrado herméticamente en el disco abrasivo 5 y 24, respectivamente.

Cuando toda la longitud de la barra redonda 3 ha sido extendida por delante del disco abrasivo 24, resulta de nuevo la fase de descarga y de carga con la función ya descrita del prisma de colocación previa 10. El mandril de fijación 2 del cabezal de la pieza de trabajo 1 se abre y se extrae la barra redonda 3 rectificada acabada fuera de la máquina rectificadora. Finalmente deben separarse todavía el extremo izquierdo en las figuras 5 y 7 de la barra redonda 3, que se había empotrado en el mandril de fijación 2.

Pero también es posible realizar el proceso de separación en la máquina rectificadora según las figuras 5 y 7. A tal fin, cuando la barra redonda 3 está girando se realiza con un disco de separación un corte de separación estrechamente junto al mandril de fijación 2. La barra redonda 3 se corta en este caso hasta un collar de unión central de diámetro reducido. A continuación se ajusta el movimiento de rotación de la barra redonda 3, la barra redonda 3 rectificada acabada resultante es retenida por una unidad de pinzas especial y finalmente se termina el proceso de separación a través de la eliminación por rectificación del collar de unión. Esto se conoce a partir del documento DE 103 08 292 B4 de la solicitante. Con el modo de proceder descrito se consigue que a través de la extracción desde la máquina rectificadora especialmente en barras redondas 3 de materiales frágiles como cerámica y metal duro no se produzcan daños.

Las máquinas rectificadoras de acuerdo con las figuras 5 y 7 se caracterizan por posibilidades especiales de movimiento y de ajuste entre el cabezal de la pieza de trabajo 1 y la unidad de construcción común formada por la luneta 9, el prisma de colocación previa 10 y el cabezal de medición 13. Esta movilidad resulta a partir de que el cabezal de la pieza de trabajo 1 está dispuesto móvil ya por sí mismo. También es concebible la disposición inversa, en el sentido de que, en efecto, el cabezal de la pieza de trabajo 1 está conectado fijamente con la mesa de rectificación 29, mientras que dicha unidad de construcción común se puede desplazar, por ejemplo, sobre el zócalo común 8 ya mencionado por sí adicionalmente a la mesa de rectificación 29. Esta movilidad doble repercute no sólo durante el proceso de rectificación propiamente dicho, sino también en los procesos importantes de la carga y descarga de una manera ventajosa.

Con la ayuda de la figura 8 se explica cómo se obtiene a partir de una barra redonda 3 a través de rectificación una pieza de trabajo, en la que una sección cilíndrica 32 de diámetro mayor D1A está conectada con otra sección cilíndrica 33 de diámetro menor D1B a través de una sección de unión cónica 34. También un contorno de este tipo se puede fabricar con el procedimiento de acuerdo con la invención y con las máquinas rectificadoras correspondientes. A tal fin, se aprovechan las propiedades de las lunetas 9 auto-centradoras, que siguen automáticamente, cuyas mordazas de las lunetas 19 se ajustan de forma automática a los diámetros modificados de rectificación. Esto es posible porque las mordazas de las lunetas 19 pueden estar configuradas con placas de desgaste, que pueden estar constituidas de diamante policristalino (PKD) o de nitruro de boro centrado cúbicamente (CBN). Estas placas de desgaste está realizadas abombadas en la dirección del eje longitudinal de la pieza de trabajo resultante. Por este motivo, se pueden rectificar estrechamientos cónicos en la pieza de de trabajo en el mismo ciclo de procedimiento que la rectificación del diámetro. Aquí como en todas las formas de realización restantes del procedimiento de acuerdo con la invención se pueden aprovechar de manera ventajosa las propiedades ventajosas del control numérico CNC de procesos de rectificación. La línea envolvente de la sección de transición cónica 34 puede ser lineal o curvada.

Con la ayuda de la figura 9 debe explicarse que con el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden rectificar también piezas de trabajo con zonas escalonadas del diámetro. En este caso se rectifica en primer lugar la zona 32 de diámetro mayor S1A de acuerdo con el procedimiento básico, existiendo en este caso algo más que la longitud teórica L de esta sección 32, ver el sobrante  $\ddot{U}$  en a figura 9. A continuación se detiene el avance longitudinal de la rectificación (ver la dirección de la flecha 16) y se baja el disco abrasivo 5 desde la barra redonda 3 en una medida reducida. La luneta 9 se retrae a continuación en contra de la dirección de avance 16 con relación al disco abrasivo 5, de manera que el disco abrasivo 5 y las mordazas de la luneta 19 están colocados opuestos, ver la representación de trazos con 5' y 19'. A continuación se ajusta el disco de rectificación 5 de nuevo a la barra redonda 3 hasta que se ha alcanzado un diámetro menor D1B. Esto se posibilita porque se utiliza una luneta 9 siguiente; es decir, que las mordazas de la luneta 19 siguen con efecto de autocentrado durante el ajuste al disco abrasivo 5 sobre el diámetro menor de la pieza de trabajo. A través de este modo de proceder, la barra redonda 3 permanece apoyada continuamente. Después del ajuste del disco abrasivo 5 sobre el diámetro menor a rectificar se puede continuar rectificando según el modo de proceder ya descrito. Por lo tanto, se ajusta de nuevo la distancia axial entre las mordazas de la luneta 19 y el disco abrasivo 5. La barra redonda 3 se conduce ahora de nuevo de la manera habitual a lo largo del disco abrasivo 5 en el avance de rectificación longitudinal. Este modo de proceder solamente es posible porque existe la movilidad doble ya descrita del cabezal de la pieza de trabajo 1 y de la mesa de rectificación 29. Además, este modo de proceder va unido a que las modificaciones del diámetro permanecen en la medida rectificada, de modo que no se exceda la profundidad máxima de mecanización por arranque de virutas para el disco abrasivo durante la rectificación por pelado. En el caso de que esto sea así, se rectifica la pieza de trabajo en varias etapas hasta la medida acabada.

#### Lista de signos de referencia

- 1       Cabezal de la pieza de trabajo
- 2       Mandrill de fijación
- 3       Barra redonda / pieza de trabajo (3a zona no rectificada, 3b zona rectificada, 3c zona a rectificar)
- 4       Eje longitudinal, eje medio común
- 5, 5'   Disco abrasivo
- 6       Eje de rotación del disco abrasivo
- 7       Dirección de ajuste del disco abrasivo
- 8       Zócalo común
- 9       Luneta
- 10      Prisma de colocación previa
- 11      Tope longitudinal
- 12      Eje de articulación
- 13      Cabezal de medición
- 14      Miembro de exploración
- 15a, b  Flecha de dirección
- 16      Flecha de dirección
- 17      Bancada de la máquina
- 18      Dirección de articulación del prisma
- 19, 19' Mordazas de la luneta
- 20      Dirección de ajuste de los miembros de exploración
- 21      Carro de guía
- 22      Cabezal rectificador
- 23      Primer husillo rectificador
- 24      Primer disco abrasivo
- 25      Segundo husillo rectificador
- 26      Segundo disco rectificador



- 27 Eje de articulación vertical
- 28 Dirección del carro de guía
- 29 Mesa rectificadora
- 30 Dirección del movimiento de la mesa rectificadora
- 5 31 Cubierta de protección
- 32 Sección cilíndrica con diámetro grande
- 33 Sección cilíndrica con diámetro pequeño
- 34 Sección de transición

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para la rectificación cilíndrica de barras redondas largas, finas a través de rectificación de pelado, en el que un disco abrasivo giratorio y una barra redonda giratoria se mueven relativamente entre sí en la dirección longitudinal de la barra redonda y la barra redonda se apoya sobre al menos una luneta, caracterizado porque están previstas las siguientes etapas del procedimiento:
- a) en la operación de rectificación, la luneta (9) está dispuesta en la dirección longitudinal de la barra redonda (3) estrechamente adyacente y en asociación longitudinal fija operativa al disco abrasivo (5);
- b) la luneta (9) está activa en el seguimiento del disco abrasivo (5) y se apoya en la zona (3b) ya rectificada a través de rectificación de pelado de la barra redonda (3);
- 10 c) en la operación de rectificación, se mide constantemente la medida real de la barra redonda (3) y se evalúa para la compensación de desviaciones de medida respecto de la medida teórica, siendo realizada la medición en la barra redonda (3) en la zona de rectificación (3c) del disco abrasivo (5, 24);
- d) la luneta (19) configurada con tres brazos de luneta mantiene el eje longitudinal (4) de la barra redonda giratoria (3) constantemente en su posición predeterminada a través de reajuste y centrado automáticos.
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque se rectifican estructuras cónicas a partir de la barra redonda (3), en el que el ajuste del disco abrasivo (5) es controlado de acuerdo con un contorno cónico y la luneta (9) que se reajusta y se centra de forma automática sigue este contorno.
- 20 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque en la operación de rectificación el disco abrasivo giratorio (5) y la luneta (9) se encuentran en la dirección longitudinal de la barra redonda (3) en el estado estacionario y la barra redonda giratoria (3) es estirada a lo largo del disco abrasivo giratorio (5).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque en la operación de rectificación, la barra redonda giratoria (3) está parada en su dirección longitudinal y porque el disco abrasivo giratorio (5) es conducido en asociación longitudinal fija con a luneta (9) a lo largo de la barra redonda (3).

25

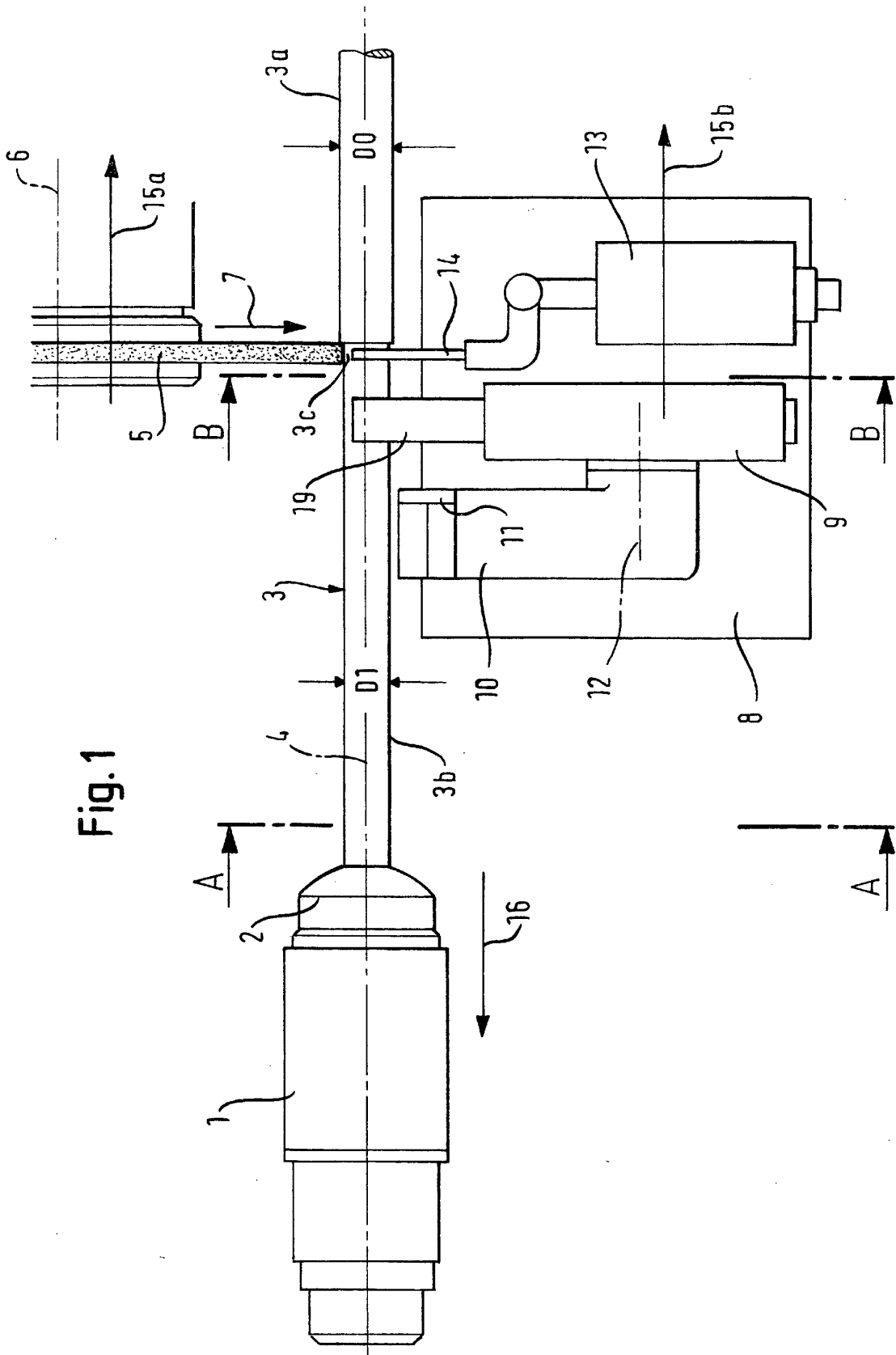


Fig. 1

Fig. 2

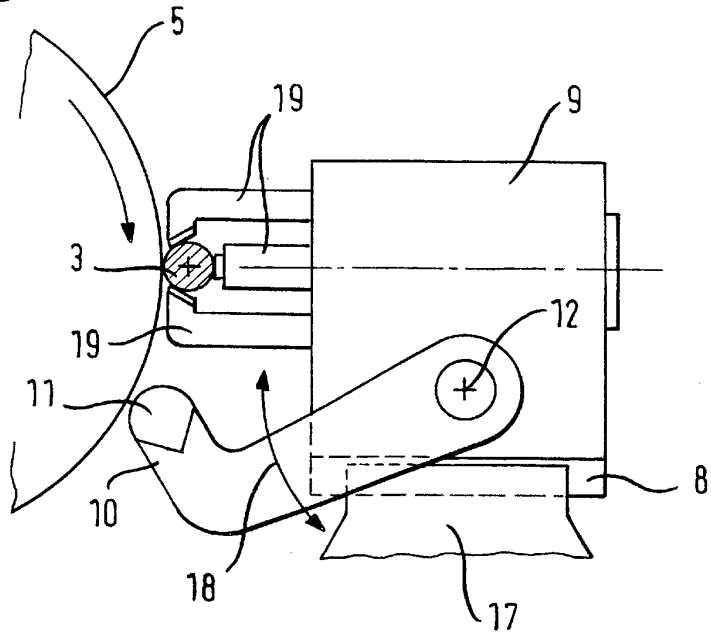


Fig. 3

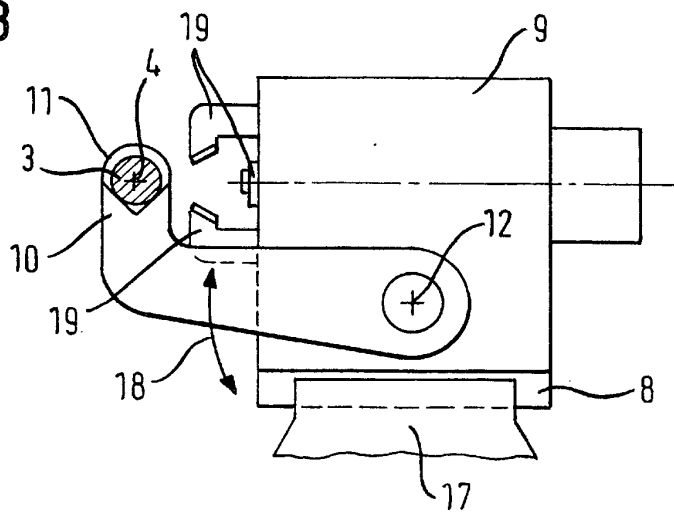
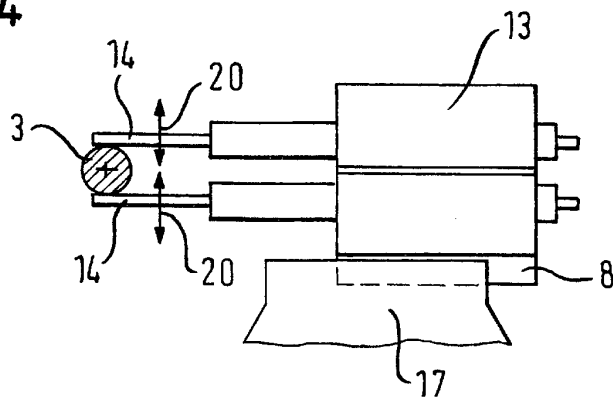


Fig. 4



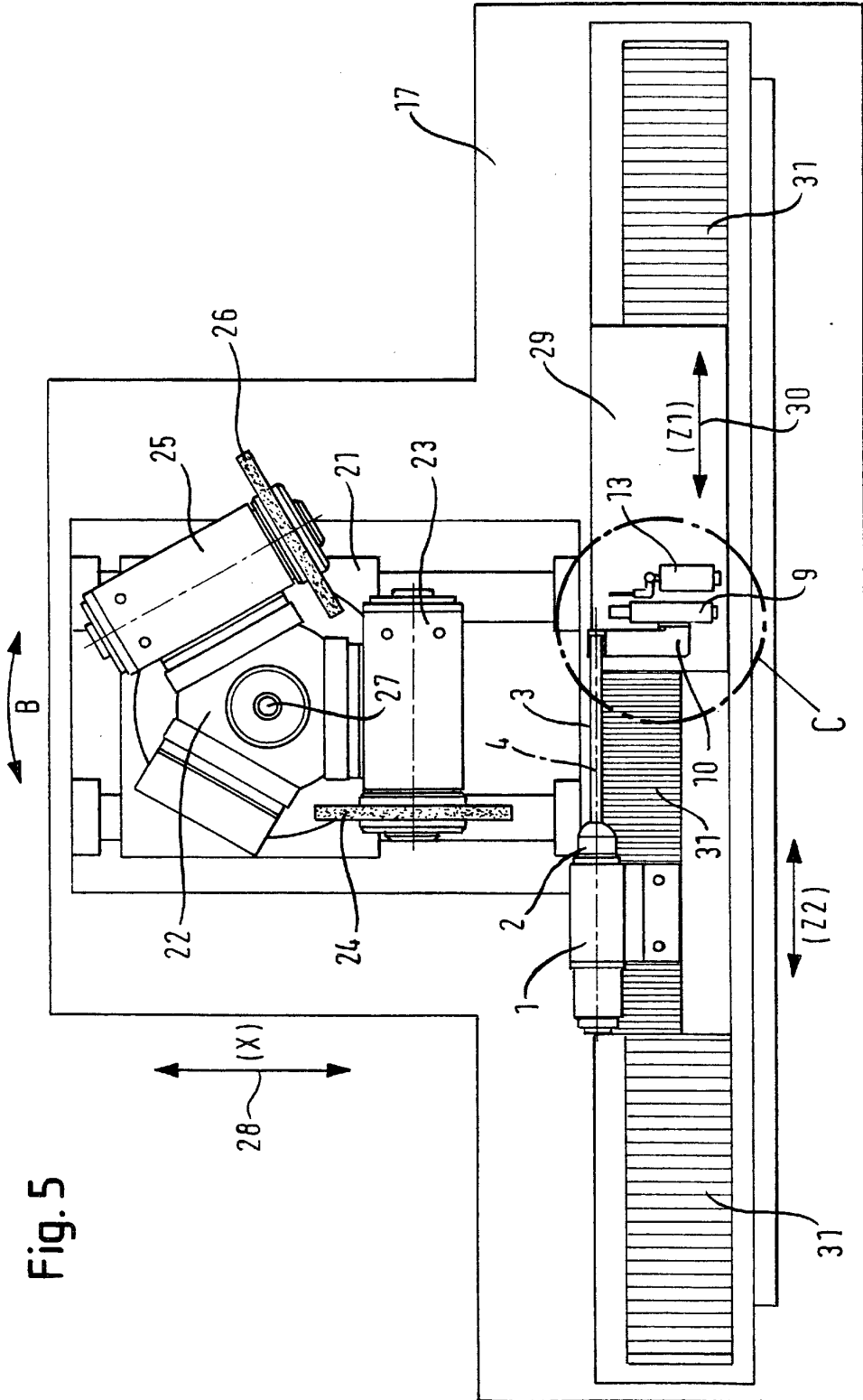


Fig. 6

