

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 623**

51 Int. Cl.:

B24B 19/12 (2006.01)

B24B 49/12 (2006.01)

B24B 5/42 (2006.01)

B24B 5/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2010 E 10768752 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 2490859**

54 Título: **Máquina rectificadora así como procedimiento para la rectificación y el desbarbado**

30 Prioridad:

20.10.2009 DE 102009051586

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

27.11.2013

73 Titular/es:

**SCHAUDT MIKROSA GMBH (100.0%)
Saarländer Strasse 25
04179 Leipzig, DE**

72 Inventor/es:

STROPPEL, BERTHOLD

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 431 623 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 rectificadora así como procedimiento para la rectificación y el desbarbado

5 La invención se refiere a una máquina rectificadora para la rectificación de una pieza de trabajo, en particular de levas, con un banco de máquina, una muela abrasiva que presenta un perfil con una zona de rectificación que discurre fundamentalmente de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva, un husillo portamuela en el que está dispuesta la al menos una muela abrasiva y que está dispuesto de manera que se puede desplazar sobre el banco de máquina, y con una unidad de control para el control del proceso rectificador. La
 10 invención se refiere además a un procedimiento para la rectificación de una pieza de trabajo, en particular de levas, sobre un elemento de sujeción. Una máquina rectificadora de este tipo se conoce por el documento WO 2009/023979 A1. La máquina rectificadora conocida presenta un banco de máquina en el que están alojados un dispositivo portapiezas con un cabezal fijo y un cabezal móvil para el alojamiento de piezas de trabajo. En el banco de máquina está previsto además un dispositivo portaherramientas para el alojamiento y el accionamiento de muelas
 15 abrasivas con las que se pueden mecanizar las piezas de trabajo. Además la máquina rectificadora conocida presenta un dispositivo de medición que está configurado para medir sin contacto las piezas de trabajo alojadas. Por el documento GB 2 208 275 A se conoce una disposición de muelas abrasivas en la que por ejemplo una primera muela abrasiva está fijada permanentemente en un husillo, pudiendo fijarse adicionalmente una segunda muela abrasiva de manera separable en el husillo. Una de las dos muelas abrasivas se puede emplear para el mecanizado
 20 en grueso, la otra para el mecanizado de precisión.

Máquinas rectificadoras adicionales de un tipo similar se conocen por ejemplo por el prospecto "*CamGrind - Produktionslösungen für das Schleifen von Nockenwellen*" ("CamGrind – Soluciones de producción para la rectificación de árboles de leva") de la empresa Studer Schaudt GmbH, Stuttgart de Octubre de 2006. A este
 25 respecto por ejemplo los modelos "CamGrind S" y "Cam- Grind L" presentan dispositivos rectificadores que están compuestos por una muela abrasiva grande y una muela abrasiva pequeña y que sobre todo están concebidos para la rectificación de árboles de leva. A este respecto mediante una potencia elevada se rectifican previamente en primer lugar las levas con la muela abrasiva grande y se mecanizan los asientos de cojinete, mientras que la muela abrasiva pequeña sirve para terminar de rectificar las formas de leva o también para la rectificación de los asientos de cojinete. Para el mecanizado del árbol de leva éste está dispuesto en un dispositivo portapiezas, que en un lado
 30 presenta un cabezal fijo portapieza que lleva el árbol de leva a la rotación deseada alrededor de su eje longitudinal, y en el otro lado presenta un cabezal móvil que hace que el árbol de leva siempre esté orientado y centrado durante el mecanizado. Con respecto a estos componentes constructivos por regla general estacionarios del dispositivo portapiezas las muelas abrasivas o los husillos portamuelas correspondientes se pueden mover dentro del plano x-z
 35 con respecto al árbol de leva.

Si hasta ahora o a continuación se ha hablado o se habla de los ejes o direcciones x y z, con ello siempre se hace referencia a los dos ejes que abarcan el plano que forma el banco de máquina. A este respecto el eje z se extiende de manera paralela con respecto a la extensión longitudinal de la pieza de trabajo, en este caso por ejemplo del
 40 árbol de leva, y el eje x se extiende como eje perpendicular con respecto al mismo que por tanto corresponde a un movimiento de una herramienta lateralmente hacia la pieza de trabajo correspondiente o alejándose de la misma. Una dirección perpendicular con respecto al eje x y el eje z se denomina adicionalmente eje y o dirección y. Por consiguiente discurre de manera perpendicular con respecto al banco de máquina.

45 La rectificación de las levas directamente sobre el árbol se realiza con fines de precisión para que las levas estén conformadas exactamente con respecto al árbol. Sin embargo, con respecto a este método de producción establecido también se utiliza cada vez más la rectificación de levas individuales, ya que ahora los fabricantes de los árboles de leva consiguen ensamblar las levas individuales de manera muy exacta sobre un árbol. La rectificación exacta de las levas individuales se realiza a este respecto de forma individual o como grupos de varias levas que en
 50 la mayoría de los casos se mecanizan sobre un dispositivo de alojamiento de piezas de trabajo, por regla general un mandril, en una máquina rectificadora.

En las operaciones de rectificación y los mecanizados con las máquinas rectificadoras mencionadas al inicio siempre se forma a lo largo de cantos de la pieza de trabajo rectificadas, en este caso por ejemplo de las levas, una
 55 acumulación de rebaba. Esta rebaba básicamente no se desea para el uso posterior de las piezas de trabajo rectificadas, de modo que ésta se elimina en instalaciones separadas, por ejemplo desbarbadoras a alta presión o estaciones de cepillado. Para ello el dispositivo rectificado se extrae de la máquina rectificadora y se inserta en estas instalaciones separadas, de modo que las piezas de trabajo se pueden mecanizar posteriormente en las mismas. Por tanto esto tiene como consecuencia una etapa de mecanizado adicional con un tiempo de mecanizado adicional
 60 y de nuevo una sujeción de la pieza de trabajo, y tiene además el inconveniente de que se debe adquirir y proporcionar para fines de producción un dispositivo/máquina adicionales separados. Además del espacio requerido relacionado con ello esto tiene además un efecto negativo con respecto a los aspectos económicos de la producción, ya que las instalaciones separadas de este tipo además de costes adicionales de mantenimiento y conservación también tienen unos costes relativamente altos de adquisición.

65

La presente invención se basa por tanto en el objetivo de proporcionar una máquina rectificadora para la rectificación de una pieza de trabajo así como un procedimiento para la rectificación de una pieza de trabajo en el que o bien se evite la formación de rebaba o bien se posibilite el desbarbado dentro de la misma máquina rectificadora durante o después de la operación de rectificación.

5 Según la invención este objetivo se soluciona en una máquina rectificadora según el tipo mencionado al inicio por que la muela abrasiva presenta al menos un tramo de perfil que no discurre de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva, y por que la unidad de control está configurada para desplazar, mediante información de posición de posiciones de cantos de la pieza de trabajo en la dirección hacia un eje longitudinal de la
10 pieza de trabajo, la muela abrasiva de tal modo en la dirección hacia el eje longitudinal que al final de la rectificación de la pieza de trabajo se desbarban o biselan de manera sucesiva los cantos de la pieza de trabajo con el al menos un tramo de perfil de la muela abrasiva.

15 La combinación de las muelas abrasivas perfiladas según la invención con la unidad de control según la invención tiene la ventaja de que durante la operación de rectificación, preferiblemente al final de esta operación de rectificación, el tramo de perfil oblicuo correspondiente, que no discurre de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva, llega contra el canto de la pieza de trabajo rectificada, y según la colocación de la muela abrasiva elimina mecánicamente la rebaba de este canto o también bisela el canto de la pieza de trabajo. Para posibilitar esto se determinan previamente con precisión las posiciones de las piezas de trabajo y sus cantos,
20 de modo que la orientación de las muelas abrasivas a lo largo de las piezas de trabajo se puede ajustar óptimamente para estas etapas de desbarbado o biselado.

Esto permite que la pieza de trabajo en esta máquina rectificadora según la invención se obtenga como un producto listo para su embalaje. Un traspaso adicional a un dispositivo adicional para eliminar la rebaba no es necesario.
25 También se permite mediante este dispositivo realizar el desbarbado ya en las últimas fases del proceso rectificador, de modo que la pérdida de tiempo por el desbarbado se minimiza aún más. A este respecto entonces ya no es necesario introducir una etapa adicional de desbarbado, ya que ésta ya forma parte de todo el proceso rectificador.

30 En una configuración adicional de la invención la muela abrasiva presenta un perfil de tejado con dos tramos de perfil que no discurren de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva y entre los que está dispuesta una zona de rectificación que discurre fundamentalmente de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva.

35 Por "perfil de tejado" se debe entender a este respecto un rebaje en el material de rectificación que se puede observar en la sección transversal de una muela abrasiva que interseca la muela abrasiva en un plano que contiene tanto su eje de rotación como un radio. El recorrido de este rebaje es tal que, visto desde un borde de la muela abrasiva, de manera paralela con respecto al eje de rotación en la dirección hacia el otro borde de la muela abrasiva, existe en cada caso por delante y por detrás un mayor radio de la muela abrasiva que en una zona que se sitúa entre medias, estando unidas estas zonas mediante una transición que no discurre de manera paralela con respecto
40 al eje de rotación de la muela abrasiva, de modo que el perfil de sección transversal que se obtiene de este modo recuerda a la forma de un tejado.

45 El hecho de prever la muela abrasiva con dos tramos de perfil que no discurren de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva, de modo que se obtiene en la sección transversal la forma de un perfil de tejado, tiene la ventaja de que de este modo se pueden desbarbar o biselar dos cantos de una pieza de trabajo, en particular situados fuera, en particular de levas. Para ello son necesarias diferentes posiciones de desplazamiento de las muelas abrasivas a lo largo del eje z, de modo que se puede mecanizar en una posición de desplazamiento el primer canto y en una segunda posición de desplazamiento el segundo canto de la pieza de trabajo. Para ello la unidad de control está configurada de modo que ajusta tanto la una como la otra posición de desplazamiento
50 mediante la información de posición de las posiciones de los cantos de la pieza de trabajo para la muela abrasiva. Mediante las muelas abrasivas con el perfil de tejado así como con la unidad de control según la invención se puede realizar en un proceso rectificador tanto la rectificación de una pieza de trabajo, en particular de una leva, como el desbarbado o biselado de dos cantos de una pieza de trabajo.

55 En una configuración adicional de la invención el al menos un tramo de perfil está configurado de modo que la distancia con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva de cada punto en el perfil a lo largo de la extensión del tramo de perfil se reduce hacia el vértice. Esta configuración tienen la ventaja de que la zona de rectificación de la muela abrasiva dispuesta por regla general en la zona central queda situada más cerca del eje de rotación que los cantos exteriores del al menos un tramo de perfil, de modo que, al desplazar la muela abrasiva en la dirección hacia el eje z manteniendo al mismo tiempo el contacto de la zona de rectificación con la pieza de trabajo, finalmente el al
60 menos un tramo de perfil entra en contacto con el canto de la pieza de trabajo que se va a rectificar. De este modo este al menos un tramo de perfil puede eliminar correspondientemente la rebaba existente y/o biselar el canto existente de la pieza de trabajo.

65 En una configuración adicional de la invención la máquina rectificadora presenta una entrada de datos para recibir la información de posición. La puesta a disposición de una entrada de datos mediante la máquina rectificadora para

recibir la información de posición tiene la ventaja de que por tanto es posible transmitir los datos de posición determinados de las piezas de trabajo directamente a la máquina rectificadora en la que se proporcionan entonces de forma autónoma a la unidad de control. Por tanto no es necesaria una introducción o transmisión laboriosa de los datos de otro modo, por lo que se posibilita una mayor velocidad de rendimiento y automatización.

5 En una configuración adicional de la invención la máquina rectificadora presenta un dispositivo de medición para la determinación de la información de posición. Esto tiene la ventaja de que las piezas de trabajo que se van a mecanizar no se tienen que transmitir adicionalmente a un dispositivo separado para medirse en el mismo, después de lo cual se deben modificar y transmitir entonces los datos. El dispositivo de medición está adaptado por
10 consiguiente también a las circunstancias espaciales dentro de la máquina rectificadora y puede determinar las posiciones correspondientes de forma adecuada para ello.

15 En una configuración adicional de la invención el dispositivo de medición está configurado para determinar la información de posición sin contacto, en particular mediante una determinación de distancia mediante láser o mediante un iniciador. Esto tiene la ventaja de que esta determinación de posición o distancia se realiza de manera relativamente rápida. Un palpado mecánico de las piezas de trabajo sería muy lento con respecto a ello. Así por ejemplo un láser posibilita determinar todos los datos de posición necesarios en el intervalo de subsegundos al recorrer o escanear de manera sencilla y rápida las piezas de trabajo que se van a mecanizar.

20 En una configuración adicional de la invención las piezas de trabajo están alojadas en un elemento de sujeción y el dispositivo de medición está configurado para determinar al menos una primera posición con respecto a un tope longitudinal del elemento de sujeción de las piezas de trabajo. Esto es ventajoso por que siempre existe una referencia mecánica fija con respecto a la que se puede orientar la pieza de trabajo o el dispositivo portapiezas a la hora de engancharse en el interior de la máquina rectificadora. Para ello este tope longitudinal por ejemplo se coloca
25 allí en un punto fijo previamente establecido de forma mecánica en la máquina rectificadora, de modo que como consecuencia las posiciones determinadas se pueden considerar también como distancia con respecto a este tope mecánico fijo en la máquina. Una determinación adicional de la ubicación de las piezas de trabajo dentro de la máquina rectificadora adicionalmente a los datos de posición relativos se omite, lo que vuelve a simplificar adicionalmente el proceso rectificador.

30 En una configuración adicional de la invención el dispositivo de medición está configurado para determinar todas las posiciones con respecto al tope longitudinal del elemento de sujeción de las piezas de trabajo. Esta determinación de posición tiene la ventaja con respecto al proceso rectificador que la unidad de control según la invención así tiene datos absolutos con respecto a todas las piezas de trabajo, de modo que cada pieza de trabajo se puede poner en
35 marcha de forma individual, lo que aumenta la flexibilidad de la máquina rectificadora según la invención en forma de sus posibles procesos rectificadores.

40 En una configuración alternativa el dispositivo de medición está configurado para determinar las posiciones restantes unas con respecto a otras. La indicación de posición relativa es ventajosa con respecto al proceso rectificador de la máquina rectificadora según la invención cuando la unidad de control según la invención active la máquina rectificadora o las muelas abrasivas correspondientes de modo que las piezas de trabajo se deben mecanizar de forma sucesiva. Para ello la máquina rectificadora entonces sólo necesita datos respecto a cómo llegar de una pieza de trabajo a la siguiente. A este respecto entonces nos son necesarios cálculos adicionales, de modo que se puede realizar un desplazamiento sencillo de las muelas abrasivas o de los husillos portamuelas mediante los datos de
45 posición en forma de las indicaciones relativas.

50 En una configuración adicional de la invención el dispositivo de medición está dispuesto fuera de un espacio interior de la máquina rectificadora. La disposición en particular como dispositivo separado alejado de los dispositivos rectificadores tiene la ventaja de que la operación de medición para la determinación de la información de posición puede tener lugar como un elemento independiente con respecto al tiempo en todo el desarrollo de proceso de la rectificación. Esto se debe a que la medición o la determinación de la información de posición de una pieza de trabajo, por ejemplo de un árbol de leva, puede tener lugar al mismo tiempo que una operación de rectificación en marcha dentro de la máquina rectificadora. Si entonces esta operación de rectificación está finalizada, entonces la pieza de trabajo ya medida mientras tanto se puede insertar directamente en la máquina rectificadora que ahora ya
55 está lista de nuevo y se puede rectificar y mecanizar mediante la información de posición determinada al mismo tiempo. Por tanto no existe un tiempo improductivo durante el que la máquina rectificadora no puede estar en funcionamiento, ya que tiene lugar una medición de las piezas de trabajo.

60 En otra configuración de la invención el dispositivo de medición está dispuesto dentro de un espacio interior de la máquina rectificadora. Esto tiene la ventaja de que de este modo no es necesario más espacio adicional fuera de la máquina. Tanto el dispositivo de medición como la máquina rectificadora se disponen en un espacio en la máquina rectificadora, realizando el dispositivo de medición en particular la determinación de la información de posición en una pieza de trabajo ya enganchada en la máquina rectificadora. Esto minimiza los errores que se pueden producir a la hora de traspasar las piezas de trabajo desde un dispositivo de medición externo a la máquina rectificadora, ya
65 que la información de posición se refiere en este caso directamente a la posición dentro de la máquina rectificadora y no se trata de indicaciones relativas con respecto a un determinado tramo de la pieza de trabajo que por ejemplo

en el caso de una inserción errónea en la máquina rectificadora pueden llevar a posiciones no correctas.

5 En una configuración adicional de la invención la unidad de control está configurada de modo que los cantos de la pieza de trabajo con el al menos un tramo de perfil de la muela abrasiva sólo se desbarban o biselan tras un 50 a un 95 %, en particular tras un 60 a un 80 % del tiempo total de mecanizado. La ventaja de esta configuración de la unidad de control según la invención consiste en que así en primer lugar pueda tener lugar la operación de rectificación general con la zona de rectificación de la muela abrasiva sin que tenga lugar un efecto recíproco adicional entre los tramos de perfil que discurren de manera oblicua y la pieza de trabajo. El caso es que un efecto recíproco de este tipo significa también una mayor carga para los tramos de perfil correspondientes que discurren de manera oblicua y por consiguiente una abrasión de material y desgaste mayores en la muela abrasiva. Dado que a la hora de disponer el al menos un tramo de perfil en el canto de la pieza de trabajo que se va a rectificar se trata en particular de eliminar la rebaba que se ha producido o biselar este canto, es suficiente por tanto un contacto relativamente corto entre el al menos un tramo de perfil y el canto correspondiente de la pieza de trabajo.

15 Por consiguiente la pieza de trabajo se coloca en la configuración preferida de la muela abrasiva con el perfil de tejado preferiblemente en primer lugar en la zona central de la muela abrasiva, es decir, en la zona de rectificación, sin que tenga lugar un efecto recíproco entre los tramos de perfil que discurren de manera oblicua con los cantos. La etapa de desbarbado o biselado por tanto tiene lugar de manera ventajosa sólo al final de toda la operación de rectificación. Sin embargo, a este respecto sigue formando parte de la operación de rectificación normal, ya que la zona de rectificación sigue estando en contacto con la pieza de trabajo.

25 Un objeto adicional de la presente invención es un procedimiento para la rectificación de una pieza de trabajo, en particular de levas, sobre un elemento de sujeción con una máquina rectificadora de manera correspondiente a las exposiciones anteriores.

Este procedimiento incluye según la invención las siguientes etapas:

- a) Determinar la posición de la al menos una pieza de trabajo sobre el elemento de sujeción,
- b) Retransmitir la información de posición a una unidad de control para el control del proceso rectificador,
- 30 c) Colocar la muela abrasiva para una operación de rectificación en la dirección del eje longitudinal del elemento de sujeción de la al menos una pieza de trabajo y de manera perpendicular con respecto a este eje longitudinal basándose en la información de posición,
- d) Rectificar la al menos una pieza de trabajo con la zona de rectificación de la muela abrasiva,
- 35 e) Desplazar la muela abrasiva en la dirección del eje longitudinal del elemento de sujeción de la al menos una pieza de trabajo basándose en la información de posición, de modo que un tramo de perfil de la muela abrasiva que no discurre de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva desbarba o bisela un canto de la pieza de trabajo.

40 En una configuración preferida de este procedimiento según la invención, este procedimiento incluye además la siguiente etapa adicional:

- f) Desplazar la muela abrasiva en la dirección opuesta del eje longitudinal del elemento de sujeción de la al menos una pieza de trabajo basándose en la información de posición, de modo que otro tramo de perfil de la muela abrasiva que no discurre de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva desbarba o bisela un canto adicional de la pieza de trabajo.

50 Este procedimiento permite utilizar óptimamente la máquina rectificadora según la invención mencionada al inicio. Para ello es necesaria una determinación exacta de la posición de las piezas de trabajo. Con ayuda de esta información de posición se activan entonces directamente las muelas abrasivas, de modo que éstas por un lado se orientan óptimamente para la operación de rectificación general y al final de la operación de rectificación de una pieza de trabajo se desplazan en la dirección hacia el eje longitudinal del elemento de sujeción de la al menos una pieza de trabajo, es decir, en la dirección hacia el eje z, de modo que los tramos de perfil oblicuos desbarban o biselan tanto un canto como preferiblemente otro canto de la pieza de trabajo.

55 Esto tiene la clara ventaja de manera correspondiente a las exposiciones realizadas al inicio que el desbarbado o el biselado pueda tener lugar dentro de la misma máquina y además incluso también tenga lugar temporalmente dentro de la verdadera operación de rectificación como medida exhaustiva. Así, finalmente no sólo se ahorra tiempo por que la pieza de trabajo no se tiene que traspasar a una máquina adicional sino también por que la etapa de desbarbado o biselado transcurre como parte de la verdadera operación de rectificación. Dicho de otro modo, se omite por tanto casi el tiempo completo para una etapa adicional de desbarbado o biselado. Esto tiene por tanto un efecto positivo con respecto al tiempo de producción, los costes de producción y en total con respecto a la productividad del procedimiento.

65 Se entiende que las características mencionadas anteriormente y las características que aún se explicarán a continuación no sólo se pueden utilizar en la combinación indicada en cada caso sino también en otras combinaciones o de forma aislada sin salir del marco de la presente invención.

La invención se describe y se explica a continuación en más detalle mediante ejemplos de realización elegidos en relación con los dibujos adjuntos. Muestran:

- 5 La figura 1, una máquina rectificadora según la invención en su totalidad como vista lateral,
- La figura 2, una vista en detalle de un conjunto de husillos portamuelas según la invención de la máquina rectificadora de la figura 1,
- 10 La figura 3, una máquina rectificadora según la invención en una vista desde arriba,
- Las figuras 4a y 4b, una vista lateral de un conjunto de husillos portamuelas según la invención con las posiciones diferentes en cada caso de los husillos portamuelas,
- 15 La figura 5, una vista en detalle segmentada de la máquina rectificadora según la invención de las figuras 1 y 3 en una vista lateral con una colocación de los conjuntos de husillos portamuelas, adecuada para la rectificación previa de las piezas de trabajo,
- La figura 6, una vista en detalle segmentada de manera correspondiente a la figura 5 con una colocación de los conjuntos de husillos portamuelas, adecuada para terminar de rectificar las piezas de trabajo,
- 20 La figura 7, una vista lateral esquemática de un árbol de leva como pieza de trabajo de la máquina rectificadora según la invención,
- 25 Las figuras 8a a 8c, vistas en detalle segmentadas de diferentes colocaciones de una muela abrasiva pequeña con un perfil de tejado para el desbarbado o biselado de una pieza de trabajo,
- La figura 9, la máquina rectificadora de la figura 1 con una representación esquemática adicional de un dispositivo de medición según la invención, una entrada de datos y una unidad de control, y
- 30 Las figuras 10a y 10b, una vista lateral adicional de un conjunto de husillos portamuelas según la invención con las posiciones diferentes en cada caso de los husillos portamuelas.

35 Una máquina rectificadora descrita en más detalle a continuación se designa a continuación en su totalidad con el número de referencia 10. En la figura 1 se puede ver que la máquina rectificadora 10 presenta un banco de máquina 12, dos conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14', así como un cabezal fijo portapieza 16 y un cabezal móvil 18 que están dispuestos en un espacio interior 19. Entre el cabezal fijo portapieza 16 y el cabezal móvil 18 está enganchada en este caso una pieza de trabajo 20 en forma de un árbol de leva 22.

40 Este árbol de leva 22, o en general la pieza de trabajo 20, se puede hacer girar a través del cabezal fijo portapieza 16 y el cabezal móvil 18 alrededor de su eje longitudinal 24 y durante este movimiento se mecaniza o rectifica según procedimientos conocidos en general a través de los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' que se pueden desplazar lateralmente a lo largo de los ejes x y z.

45 Los dos conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' están configurados de forma idéntica en el presente caso. Su respectiva configuración se aclara a modo de ejemplo en la figura 2 mediante el conjunto de husillos portamuelas 14, aunque es válida de manera correspondiente para el conjunto de husillos portamuelas 14'.

50 Debido a la configuración idéntica del conjunto de husillos portamuelas 14 y el conjunto de husillos portamuelas 14' se utilizan para los componentes de los dos los mismos números de referencia que en cada caso se diferencian sólo por un apóstrofo. Por consiguiente, aunque no se menciona cada vez explícitamente, las características para un componente del conjunto de husillos portamuelas 14 se aplican también para el componente correspondiente del otro conjunto de husillos portamuelas 14' y viceversa, siempre que no se indique lo contrario.

55 El conjunto de husillos portamuelas 14 está compuesto por un primer husillo portamuela 26 y un segundo husillo portamuela 28 que es más pequeño en este caso. Estos husillos portamuelas están compuestos en cada caso por un bloque de husillos 30 o 32 y una muela abrasiva 34 o 36 dispuestos en cada caso en dispositivos de alojamiento de muelas abrasivas 35 o 37 de los husillos portamuelas 26 o 28. A este respecto en el presente caso la muela abrasiva 34 está configurada como una muela abrasiva grande y la muela abrasiva 36 como una muela abrasiva pequeña en comparación debido a las relaciones de tamaño.

60

A pesar de estas relaciones de tamaño elegidas evidentemente también son concebibles otras relaciones de tamaño, de modo que también el husillo portamuela 28 con la muela abrasiva 36 puede estar configurado más grande o igual de grande que el husillo portamuela 26 con la muela abrasiva 34.

65

La orientación del husillo portamuela 28 con respecto al husillo portamuela 26 es tal que las muelas abrasivas 36 y 34 llegan a situarse una encima de otra de manera correspondiente a la vista de la figura 2, lo que con respecto a toda la máquina rectificadora 10 tiene tal efecto que las dos muelas abrasivas 34 y 36 llegan a situarse dentro de un plano que discurre de manera perpendicular con respecto a una dirección del eje z. Los husillos portamuelas 26 y 26' están dispuestos sobre un carro 38 o 38' que en la figura 2 no se muestra en más detalle, aunque se puede ver en la figura 1, y se pueden desplazar sobre éste de manera independiente entre sí sobre el banco de máquina 12 en la dirección x y la dirección z. Los husillos portamuelas 28 y 28' están dispuestos a través de un soporte 40 en el husillo portamuela 26 o 26' en el caso representado en sus bloques de husillos 30 o 30'. Este soporte 40 presenta en este caso un manguito 42 y un elemento de sujeción 44, tal como se puede ver en la figura 2. El elemento de sujeción 44 sirve para alojar y fijar directamente el husillo portamuela 28 y lo dispone por tanto en el manguito 42. El manguito 42 está configurado de manera correspondiente al bloque de husillos 30 del husillo portamuela 26, está dispuesto en el mismo y está montado de manera que puede pivotar con respecto a un eje de rotación 46 del husillo portamuela 26.

Debido a esta configuración es posible hacer pivotar, a través del manguito 42 y el elemento de sujeción 44, el husillo portamuela 28 con la muela abrasiva 36 con respecto al eje de rotación 46 del husillo portamuela 26. Este pivotamiento se realiza mediante una unidad de accionamiento no mostrada en más detalle en este caso que puede estar configurada y dispuesta según los conocimientos de un experto en la técnica en este campo de las máquinas rectificadoras para obtener una funcionalidad deseada de esta posibilidad de pivotamiento. A modo de ejemplo se mencionan en este punto accionamientos neumáticos e hidráulicos o también accionamientos mediante ruedas dentadas o correas.

Para proteger la muela abrasiva 34 ésta está dotada de una cubierta de protección 47, tal como se puede ver en particular en la figura 2. Esta cubierta de protección 47 está dispuesta en la posición mostrada en la figura 2 de modo que libera la zona de la muela abrasiva 34 dirigida al observador, de modo que se puede rectificar una pieza de trabajo que se encuentra en este lado dirigida al observador.

La cubierta de protección 47 también se puede hacer pivotar o girar alrededor del eje de rotación 46 al estar montada de manera giratoria en un eje 50. Para conseguir un pivotamiento simultáneo del husillo portamuela 28 y la cubierta de protección 47 ésta última está unida a través de un alma 52 con el soporte 40, en particular con el elemento de sujeción 44 en el presente ejemplo de realización. Mediante esta unión operativa en caso de un movimiento pivotante del husillo portamuela 28 alrededor del eje de rotación 46 del husillo portamuela 26 se hace pivotar también la cubierta de protección 47, de modo que la zona de la muela abrasiva 34 dirigida al observador en la figura 2 ahora se cubre mediante la cubierta de protección 47. Esto se puede ver por ejemplo en la vista desde arriba de la figura 3.

También se puede ver en la vista de la figura 3 cómo está presente la posición del husillo portamuela 28 tras la operación de pivotamiento dentro de toda la máquina rectificadora 10. Mientras que en la vista de la figura 1 la posición del husillo portamuela 26 y del husillo portamuela 28 es tal que la muela abrasiva 34 del husillo portamuela 26 está dispuesta libremente para un mecanizado y una rectificación de las piezas de trabajo 20, en la posición representada en la figura 3 la muela abrasiva 36 del husillo portamuela 28 se encuentra entre la pieza de trabajo 20 y la muela abrasiva más grande 34 del husillo portamuela 26 con respecto a la dirección del eje x. Por consiguiente la muela abrasiva 36 del husillo portamuela 28 está dispuesta de modo que se puede utilizar para mecanizar y rectificar la pieza de trabajo 20, en este caso el árbol de leva 22.

Esta disposición de una muela abrasiva grande 34 para la rectificación previa de un árbol de leva 22 y un husillo portamuela pequeño 28 dispuesto de manera pivotante en el husillo portamuela 26 de la muela abrasiva grande 34 con la muela abrasiva 36 tiene la ventaja de que mediante esta combinación se obtiene un ahorro de espacio considerable. Las ventajas que se obtienen mediante la disposición de las muelas abrasivas 36 y 34 dentro del plano de husillo común anteriormente mencionado que discurre de manera perpendicular con respecto a una dirección del eje z se describen a continuación de manera aún más detallada.

Las figuras 4a y 4b aclaran otra vez el principio de la muela abrasiva pequeña pivotante 36 con respecto a la muela abrasiva grande 34. La figura 4a muestra en este caso el estado también mostrado en la figura 1 y la figura 2 en el que la muela abrasiva pequeña 36 con el husillo portamuela 28 está dispuesta por encima de la muela abrasiva grande 34 con respecto a las vistas de las figuras 1, 2 y 4a o 4b. La muela abrasiva grande 34 está cubierta a este respecto en la zona derecha representada en la figura 4a mediante la cubierta de protección 47, sin embargo está liberada en la zona izquierda, de modo que se puede realizar una rectificación de piezas de trabajo, en este caso por ejemplo de una leva 48 de un árbol de leva 22. Cuando esté finalizada esta rectificación previa con la muela abrasiva grande 34, el conjunto de husillos portamuelas se puede desplazar correspondientemente mediante el carro 38 en la dirección x y a continuación puede tener lugar un giro alrededor del eje de rotación 46 del husillo portamuela 26, tal como se indica en este caso mediante la flecha doble 50.

Esta rotación termina en la posición representada en la figura 4b de la muela abrasiva pequeña 36 y del husillo portamuela 28 no mostrado en más detalle en este caso en una posición que de manera correspondiente a la representación de la figura 4b está a la izquierda al lado de la muela abrasiva grande 34. Mediante un giro del husillo

portamuela 28 con la muela abrasiva pequeña 36 se gira también en este ejemplo de realización la cubierta de protección 47, tal como ya se describió anteriormente, de modo que ahora la zona de la muela abrasiva grande 34, dirigida a la pieza de trabajo 20, queda cubierta o protegida por la cubierta de protección 47. Así la muela abrasiva pequeña 36 puede terminar de rectificar la leva 48, mientras que la muela abrasiva grande 34 no se puede dañar por materiales de abrasión o materiales fragmentados.

Si se debe utilizar de nuevo la muela abrasiva grande 34 para operaciones de rectificación, evidentemente se puede hacer pivotar a la inversa de vuelta la muela abrasiva pequeña 36 con el husillo portamuela 28 de manera correspondiente a lo expuesto anteriormente, de modo que de nuevo de manera correspondiente al movimiento pivotante, que se indica mediante la flecha doble 50, la muela abrasiva pequeña 36 adopta una posición por encima de la muela abrasiva grande 34, tal como se representa en la figura 4a.

En las figuras 10a y 10b se representa también una forma de configuración de la máquina rectificadora 10 de manera correspondiente a las figuras 4a y 4b. A este respecto se pueden ver en particular también en este caso las muelas abrasivas 34 y 36 y la cubierta de protección 47 en sus respectivas posiciones antes y después del pivotamiento del husillo portamuela 28.

Tal como ya se mencionó al inicio, la máquina rectificadora según la invención es adecuada en particular para rectificar o mecanizar al mismo tiempo piezas de trabajo dispuestas de manera muy adyacente sobre un elemento de sujeción, por ejemplo en los ejemplos de realización representados en este caso de la figura 5 y siguientes las levas 48' y 48" sobre el árbol de leva 22. A este respecto se mecaniza en cada caso una de las levas 48' y 48" por un conjunto de husillos portamuelas 14 o 14'.

En el ejemplo de realización de la figura 5 se representa para ello la colocación de los conjuntos de husillos portamuelas en la que las levas 48' y 48" se rectifican previamente sobre el árbol de leva 22 con las muelas abrasivas grandes 34, 34'. Para ello los conjuntos de husillos portamuelas están juntos en la dirección del eje z y están orientados en cada caso a la altura de una leva 48', 48" de modo que las muelas abrasivas grandes 34, 34' en cada caso de una de estas levas 48' y 48" se oponen con respecto a la dirección del eje z. Se entiende que a continuación de ello o al mismo tiempo también se realiza una orientación con respecto al eje x para que las muelas abrasivas 34, 34' puedan entrar en un contacto correspondiente con las levas 48', 48" para poder realizar así de manera correspondiente a los procedimientos conocidos una operación de rectificación. También las orientaciones correspondientes dentro de la dirección del eje x para la adaptación a la forma de las piezas de trabajo, en este caso de las levas 48 en la rotación del árbol de leva 22 alrededor de su eje longitudinal 24, tiene lugar según los procedimientos conocidos en general y con parámetros correspondientes.

Las muelas abrasivas grandes 34 y 34' se pueden aproximar entre sí en esta operación de rectificación previa de las levas 48' y 48" hasta pocos milímetros en la dirección del eje z. De este modo se posibilita una rectificación previa simultánea de este par de levas 52 que se forma a partir de las levas 48' y 48". La distancia mínima entre las dos muelas abrasivas 34 y 34' en la aproximación anteriormente mencionada en la dirección del eje z sólo se establece previamente por el ancho de las cubiertas de protección 47 y 47'.

Cuando haya finalizado la operación de rectificación previa mediante las muelas abrasivas grandes 34, 34' los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' se pueden distanciar con respecto al árbol de leva 22 en la dirección del eje x, después de lo cual, de manera correspondiente a las exposiciones anteriores, los husillos portamuelas 28 y 28' se hacen pivotar con las muelas abrasivas pequeñas 36 y 36' alrededor de los ejes de rotación 46 y 46' de los husillos portamuelas 26 y 26', de modo que las muelas abrasivas 36 y 36' llegan a situarse a una altura por encima del banco de máquina o quedan distanciadas de manera correspondiente con respecto al mismo, de modo que las muelas abrasivas 36 y 36' se pueden emplear ahora para un mecanizado de las piezas de trabajo 20, esto es, en este caso de las levas 48' y 48".

También a este respecto se realiza de nuevo una orientación correspondiente de los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14', es decir, por tanto también de las muelas abrasivas 36 y 36', en la dirección del eje z, de modo que estas muelas abrasivas 36 y 36' llegan a situarse relativamente cerca una con respecto a la otra para poder mecanizar posteriormente o rectificar un par de levas correspondiente 52, en este caso las levas 48' y 48". Esta colocación se aclara en la figura 6.

Se ve en este caso que, desde la vista del observador de la figura 6, las muelas abrasivas pequeñas 36 y 36' llegan a situarse detrás de las levas 48' y 48" y que detrás de las mismas se pueden ver a su vez las cubiertas de protección 47 y 47' que cubren o protegen las muelas abrasivas 34 y 34'. Además se ve también que, con respecto a la representación de la figura 5, los husillos portamuelas 28 y 28' ahora ya no llegan a situarse por encima de los husillos portamuelas 26 y 26' sino que están dispuestos entre el árbol de leva 22 y los husillos portamuelas 26 y 26'.

Mediante esta disposición entre el árbol de leva 22 y los husillos portamuelas 26 y 26' así como con las muelas abrasivas 36 y 36' en un plano paralelo con respecto a la dirección del eje z junto con las muelas abrasivas grandes correspondientes 34 y 34' también es posible en este caso mecanizar al mismo tiempo un par de levas 52.

Se entiende que también en este caso la orientación de los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' en la dirección del eje x se realiza así según procedimientos conocidos y con parámetros correspondientes de modo que las muelas abrasivas 36 y 36' siempre tienen también el contacto necesario y deseado con las piezas de trabajo 20, en este caso las levas 48' y 48", para que se consiga un mecanizado y una rectificación con éxito.

5 Además de los ejemplos de realización representados en este caso de las figuras 1 a 6 en los que los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' están dispuestos y se pueden desplazar sobre el banco de máquina 12 sobre un lado común de la pieza de trabajo 20 o del árbol de leva 22, evidentemente también es concebible disponer de manera desplazable los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' sobre lados diferentes de la pieza de trabajo 20 o del árbol de leva 22 de manera correspondiente a los conocimientos de un experto en la técnica en el campo de las máquinas rectificadoras de este tipo. Además también es concebible, a pesar del mecanizado común simultáneo mostrado en este caso en particular en relación con las figuras 5 y 6 de un par de levas 48', 48", que dos levas correspondientes 48' y 48" o en general piezas de trabajo se mecanicen de manera independiente entre sí.

15 La figura 7 muestra la estructura esquemática de un árbol de leva 22 con el árbol 54 sobre el que están dispuestas las levas 48. De estas levas 48 siempre dos levas 48' y 48" forman un par de levas 52. Este par de levas está caracterizado por que las levas correspondientes asociados 48' y 48" se sitúan relativamente cerca una al lado de otra, al menos más cerca que la distancia de un par de levas con respecto a otro par de levas, y por que las levas correspondientes 48' y 48" están dispuestas y orientadas de manera idéntica dentro de un par de levas 52 de este tipo en su disposición con respecto a la rotación alrededor del árbol 54. Si este árbol de leva 22 se inserta en la máquina rectificadora 10, entonces la orientación del árbol de leva 22 dentro de la máquina rectificadora 10 se realiza de modo que un tope longitudinal 56 que por ejemplo se inserta en el cabezal fijo portapieza 16 siempre adopta la misma posición dentro de esta máquina rectificadora 10.

25 Esta orientación mediante el tope longitudinal 56 se puede utilizar por tanto para determinar la posición de las levas 48 sobre el árbol 54 con una precisión de hasta unos pocos micrómetros con respecto a este tope longitudinal 56. Esta determinación se puede realizar a este respecto de modo que se determina información de posición de las levas 48 que se refiere en su totalidad al tope longitudinal 56, o también de modo que una leva correspondiente 48 se describe en cuanto a su posición de modo que la información de posición se refiere a una leva anterior 48 en el árbol 54. Así por ejemplo se podría describir la posición de una leva 48" de la figura 7 mediante la distancia con respecto al tope longitudinal 56, o también se podría indicar como información de posición con respecto a la leva anterior 48'.

35 Los dispositivos necesarios para la determinación y el procesamiento de la información de posición se muestran en la figura 9. El dispositivo de medición 90 puede estar dispuesto tanto como dispositivo separado fuera de la máquina rectificadora 10 como en el espacio interior 19 de la máquina para realizar en el mismo la determinación de posición de las levas 48 directamente en el árbol de leva 22 enganchado. La primera variante tiene la ventaja de que se pueden determinar las posiciones de las levas mientras que la máquina rectificadora 10 ya se está operando con otra operación de rectificación. Por tanto se evitan tiempos improductivos que se provocan por la medición y por tanto bloquean la máquina rectificadora 10 para el proceso rectificador.

45 La otra variante con la disposición del dispositivo de medición 90 dentro de la máquina rectificadora 10 tiene la ventaja con respecto a ello que no sea necesario un espacio adicional fuera de la máquina rectificadora 10. Además se evitan errores que se pueden producir a la hora de enganchar el árbol de leva 22 en la máquina rectificadora 10 y por los que se puede producir un desplazamiento de la posición determinada anteriormente.

50 La determinación de la posición mediante el dispositivo de medición 90 se puede realizar según la invención preferiblemente mediante procedimientos sin contacto, en particular mediante láseres o iniciadores. Sin embargo, además son concebibles evidentemente también otros procedimientos que conoce un experto en la técnica en este campo de la medición sin contacto y de la medición con contacto de las piezas de trabajo, tales como por ejemplo procedimientos de palpado mecánicos.

55 Los datos determinados mediante el dispositivo de medición 90 se retransmiten a una entrada de datos 92 de la máquina rectificadora 10, tal como se indica de manera esquemática mediante la flecha 91. De la entrada de datos 92 los datos llegan entonces a un dispositivo de procesamiento de datos 94 de la máquina rectificadora 10, tal como se indica de manera esquemática mediante la flecha 93. El dispositivo de procesamiento de datos 94 prepara los datos de manera correspondiente a un procedimiento que conoce un experto en la técnica en este campo y los suministra a continuación a una unidad de control 96, tal como se indica mediante la flecha 95. La unidad de control 96 sirve para el control directo de los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14'. Esto incluye tanto el desplazamiento de los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' sobre el banco de máquina 12 como la colocación de los husillos portamuelas 28 y 28' mediante pivotamiento y la operación de las muelas abrasivas 34, 34', 36 y 36', de manera correspondiente a las exposiciones anteriores. El control de los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' mediante la unidad de control 96 se indica en la figura 9 de manera esquemática mediante las flechas 97 y 97'. Con respecto a ello las flechas 91, 93 y 95 representan de manera correspondiente a las exposiciones anteriores el transcurso principal de la información de posición.

- La determinación de la información de posición de las levas individuales 48 del árbol de leva 22 es por un lado ventajosa por que los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14' debido a esta información de posición se pueden orientar mediante una unidad de control no mostrada en más detalle en este caso de modo que se puede realizar una rectificación de las levas 48, tal como se ha indicado por ejemplo mediante las figuras 5 y 6 y se ha descrito en el contexto. Dado que las muelas abrasivas no pueden tener un ancho cualquiera debido a la aproximación íntima de las muelas abrasivas 34 y 34' o 36 y 36' que se sitúa en el intervalo de 10 mm, a este respecto ya es necesaria una cierta precisión de la información de posición.
- Además, debido a esta información de posición exacta se posibilita también un desbarbado o biselado de las piezas de trabajo 20, en este caso de las levas 48, tal como se describe a continuación en más detalle en relación con las figuras 8a a 8c.
- En la figura 8a se puede ver una muela abrasiva 58 que representa una forma de realización especial de las muelas abrasivas pequeñas 36 o 36'. Esta muela abrasiva 58 está orientada en una pieza de trabajo 60, por ejemplo una leva 48, para el mecanizado de la misma. Tal como se puede ver en las figuras 8a a 8c, esta muela abrasiva 58 presenta en su material de rectificación 62 un denominado perfil de tejado 64. Este perfil de tejado 64 está señalado mediante un rebaje en el material de rectificación 62 en el lado dirigido a la pieza de trabajo 60. De este modo se obtienen superficies de rectificación circundantes 66 situadas más en el exterior con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva 58 no mostrado en más detalle en este caso y una superficie de rectificación circundante 68 situada más en el interior. Estas superficies de rectificación 66 y 68 están unidas entre sí mediante tramos de perfil oblicuos 70 y 72 orientados de manera no paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva 58 como transición. Mediante este desplazamiento entre los extremos 66 y 68 así como mediante los tramos de perfil oblicuos 70 y 72 se obtiene el perfil de tejado 64 que se puede ver en la vista de las figuras 8a a 8c.
- Este perfil de tejado 64 tiene por tanto mediante el material de rectificación 62 una zona de rectificación 74 que coincide con el extremo interior 68, y los tramos de perfil 70 y 72 que discurren de manera oblicua que son adecuados para el desbarbado y el biselado, tal como se describe a continuación en más detalle.
- Se entiende que, además de la exposición anterior con respecto al perfil de tejado 64 que se puede ver en las figuras 8a a 8c, el término "perfil de tejado" quiere decir y comprende en este caso, a continuación y en general en el marco de la presente invención también perfiles en muelas abrasivas con sólo un tramo de perfil 70, 72 así como también con una zona de rectificación 74 que discurre de manera no paralela con respecto al eje de rotación.
- Si se debe terminar de rectificar una pieza de trabajo 60, por ejemplo una leva 48, con una muela abrasiva 58 de este tipo de manera análoga a las muelas abrasivas pequeñas 36, esta muela abrasiva 58 se orienta en primer lugar de tal modo en la pieza de trabajo 60 que ésta preferiblemente se mecaniza exclusivamente mediante la zona de rectificación 74. Esta colocación se representa en la figura 8a a modo de ejemplo. Para obtener con éxito esta orientación se utiliza la información de posición tal como se describieron en más detalle anteriormente.
- Durante la operación de rectificación con la zona de rectificación 74 se forma en los cantos 76' y 76" de la pieza de trabajo 60 a menudo una cierta cantidad de rebaba no mostrada en más detalle en este caso.
- Si ahora se desplaza la muela abrasiva 58 en una dirección del eje z, que en este caso se representa a modo de ejemplo mediante la flecha 78, la transición de la zona de rectificación 74 al tramo de perfil 70 en la zona de un vértice 80 se encuentra con el canto 76' correspondiente de la pieza de trabajo 60 al que está adherida rebaba. Esta colocación se representa en la figura 8b a modo de ejemplo. Esto puede tener lugar tras el verdadero proceso rectificador o al final del proceso rectificador, en particular en un momento que corresponde aproximadamente a desde un 60 hasta un 100 % del tiempo total de mecanizado de la pieza de trabajo individual.
- Por consiguiente por tanto tiene lugar al mismo tiempo una rectificación adicional con la zona de rectificación 74 además del desbarbado o biselado del canto 76' a través del tramo de perfil 70. Tras finalizar la operación de desbarbado o biselado en el canto 76' la muela abrasiva 58 se desplaza en la dirección contraria a la anterior, lo que se indica en la figura 8b mediante la flecha 82. La posición final de este desplazamiento a lo largo de la dirección de la flecha 82 es la posición de la muela abrasiva 58 en la pieza de trabajo 60, representada en la figura 8c, llegando a situarse en este caso sólo el canto 76" de la pieza de trabajo 60 en la zona del vértice 84 entre la zona de rectificación 74 y el tramo de perfil 72.
- En esta colocación de la muela abrasiva 58 en la pieza de trabajo 60 entonces, de manera correspondiente a las exposiciones anteriores en relación con la figura 8b, se elimina de manera análoga una rebaba formada en el canto 76" a través del tramo de perfil 72 de la muela abrasiva 58. Además se bisela entonces dado el caso el canto 76" de la pieza de trabajo 60 a través de este tramo de perfil 72.
- Para poder realizar este desbarbado o biselado de manera exacta es necesario que la información de posición anteriormente mencionada acerca de las piezas de trabajo 60, esto es, por ejemplo de las levas 48, existan con la mayor precisión posible, ya que por un lado las distancias con respecto a los vértices 80 y 84 en la verdadera operación de rectificación de manera correspondiente a la figura 8a son pequeñas en comparación para evitar un

5 ancho no necesario de la muela abrasiva 58. Por otro lado a menudo no se debe realizar un biselado de la pieza de trabajo 60 en sus cantos 76' y 76", de modo que la disposición de los tramos de perfil 70 o 72 de la muela abrasiva 58 en estos cantos 76' y 76" correspondientes de la pieza de trabajo 60 se debe realizar justo de modo que el efecto rectificador de los tramos de perfil 70 y 72 anteriormente mencionados justo es suficiente para el desbarbado de la pieza de trabajo 60 en sus cantos 76' y 76".

10 Se entiende que, a pesar de las exposiciones anteriores, un desplazamiento de la muela abrasiva 58 en el orden inverso, es decir, primero en la dirección de la flecha 82 y a continuación en la dirección de la flecha 78, se sitúa en el marco de la presente invención y de manera análoga lleva a los mismos resultados.

15 De manera correspondiente a las exposiciones anteriores en particular en relación con las figuras 8a a 8c y la figura 9, un procedimiento según la invención para la rectificación de piezas de trabajo 60 de este tipo, en particular de levas 48, se realiza de modo que en primer lugar se determinan las posiciones de las piezas de trabajo 60 en un elemento de sujeción, por ejemplo el árbol 54, no mostrado en más detalle en las figuras 8a a 8c. Esto se puede realizar mediante un dispositivo de medición 90. Esta información de posición se retransmite entonces a la unidad de control 96 de la máquina rectificadora 10 que controla el proceso rectificador y por tanto también los husillos portamuelas 26, 26', 28 y 28' de los conjuntos de husillos portamuelas 14 y 14'. Si es necesario se puede realizar antes de ello además una preparación y adaptación de la información de posición mediante el dispositivo de procesamiento de datos 94. Basándose en esta información de posición esta unidad de control 96 controla por ejemplo los husillos portamuelas 28 y 28', o por tanto de forma indirecta la muela abrasiva 58, o por ejemplo las muelas abrasivas 36 y 36', en la dirección del eje z así como también en la dirección del eje x hacia la pieza de trabajo 60. Tal como se muestra en la figura 8a, se rectifica entonces en primer lugar la pieza de trabajo 60 a través de la zona de rectificación 74 de la muela abrasiva 58, después de lo cual la muela abrasiva 58 se desplaza de manera correspondiente a las exposiciones anteriores en relación con las figuras 8b y 8c en la dirección del eje z, tal como se indica mediante las flechas 78 y a continuación 82, para desbarbar o biselar los cantos 76' y 76" de la pieza de trabajo 60. Estas etapas del desplazamiento a lo largo del eje z se basan, tal como ya se expuso anteriormente, en la información de posición exacta que se determinó en la primera etapa de determinar la posición de las piezas de trabajo 60.

30 Mediante este desplazamiento el desbarbado y/o el biselado se puede realizar de forma independiente con respecto al tiempo en la máquina rectificadora 10, por lo que se omite una etapa adicional que por regla general requiere una máquina adicional para el desbarbado y/o el biselado de las piezas de trabajo 60, tal como se realizó hasta el momento.

REIVINDICACIONES

1. Máquina rectificadora para la rectificación de una pieza de trabajo (20, 22, 48, 60), en particular de levas (48, 60), con
- 5
- un banco de máquina (12),
 - una muela abrasiva (58, 36, 36') que presenta un perfil con una zona de rectificación (74) que discurre fundamentalmente de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva (58, 36, 36'),
 - un husillo portamuela (28, 28') en el que está dispuesta la al menos una muela abrasiva (58, 36, 36') y que
- 10
- está dispuesto de manera que se puede desplazar sobre el banco de máquina (12),
 - una unidad de control (96) para el control del proceso rectificador,
- caracterizada por que** la muela abrasiva (58, 36, 36') presenta al menos un tramo de perfil (70, 72) que no discurre de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva (58, 36, 36'), y por que la unidad de control (96) está configurada para desplazar, mediante información de posición de posiciones de cantos (76', 76'') de la pieza de trabajo en la dirección de un eje longitudinal (24) de la pieza de trabajo (20, 22, 48, 60), la muela abrasiva (58, 36, 36') de tal modo en la dirección del eje longitudinal (24), que al final de la rectificación de la pieza de trabajo (20, 22, 48, 60) se desbarban o biselan de manera sucesiva los cantos (76', 76'') de la pieza de trabajo (20, 22, 48, 60) con el al menos un tramo de perfil (70, 72) de la muela abrasiva (58, 36, 36').
- 15
2. Máquina rectificadora según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la muela abrasiva (58, 36, 36') presenta un perfil de tejado (64) con dos tramos de perfil (70, 72) que no discurren de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva (58, 36, 36') y entre los que está dispuesta una zona de rectificación (74) que discurre fundamentalmente de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva (58, 36, 36').
- 20
3. Máquina rectificadora según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el al menos un tramo de perfil (70, 72) está configurado de modo que la distancia con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva (58, 36, 36') de cada punto en el perfil a lo largo de la extensión del tramo de perfil (70, 72) se reduce hacia el vértice (80, 82).
- 25
4. Máquina rectificadora según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la máquina rectificadora presenta una entrada de datos (92) para recibir la información de posición.
- 30
5. Máquina rectificadora según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** la máquina rectificadora presenta un dispositivo de medición (90) para determinar la información de posición.
- 35
6. Máquina rectificadora según la reivindicación 5, **caracterizada por que** el dispositivo de medición (90) está configurado para determinar la información de posición sin contacto, en particular mediante determinaciones de distancia mediante láser o un iniciador.
- 40
7. Máquina rectificadora según la reivindicación 5 o 6, **caracterizada por que** las piezas de trabajo (20, 48, 60) están alojadas en un elemento de sujeción (54) y por que el dispositivo de medición (90) está configurado para determinar al menos una primera posición con respecto a un tope longitudinal (56) del elemento de sujeción (54) de las piezas de trabajo (20, 48, 60).
- 45
8. Máquina rectificadora según la reivindicación 7, **caracterizada por que** el dispositivo de medición (90) está configurado para determinar todas las posiciones con respecto al tope longitudinal (56) del elemento de sujeción (54) de las piezas de trabajo (20, 48, 60).
- 50
9. Máquina rectificadora según la reivindicación 7, **caracterizada por que** el dispositivo de medición (90) está configurado para determinar las posiciones restantes unas con respecto a otras.
- 55
10. Máquina rectificadora según una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizada por que** el dispositivo de medición (90) está dispuesto fuera de un espacio interior (19) de la máquina rectificadora.
- 60
11. Máquina rectificadora según una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizada por que** el dispositivo de medición (90) está dispuesto dentro de un espacio interior (19) de la máquina rectificadora.
- 65
12. Máquina rectificadora según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada por que** la unidad de control (96) está configurada de modo que los cantos (76', 76'') de la pieza de trabajo (20, 22, 48, 60) con el al menos un tramo de perfil (70, 72) de la muela abrasiva (58, 36, 36') se desbarban o biselan sólo tras un 50 a un 95 %, en particular tras un 60 a un 80 % del tiempo total de mecanizado.
13. Procedimiento para la rectificación de una pieza de trabajo (20, 48, 60), en particular de levas (48, 60), sobre un elemento de sujeción (54) con una máquina rectificadora (10) según una de las reivindicaciones 1 a 12, con las siguientes etapas:

- 5 a) Determinar la posición de la al menos una pieza de trabajo (20, 48, 60) sobre el elemento de sujeción (54),
b) Retransmitir la información de posición a una unidad de control (96) para el control del proceso rectificador,
c) Colocar la muela abrasiva (58, 36, 36') para una operación de rectificación en la dirección del eje longitudinal (24) del elemento de sujeción (54) de la al menos una pieza de trabajo (20, 48, 60) y de manera perpendicular con respecto a este eje longitudinal (24) basándose en la información de posición,
d) Rectificar la al menos una pieza de trabajo (20, 48, 60) con una zona de rectificación (74) de la muela abrasiva (58, 36, 36'),
e) Desplazar la muela abrasiva (58, 36, 36') en la dirección del eje longitudinal (24) del elemento de sujeción (54) de la al menos una pieza de trabajo (20, 48, 60) basándose en la información de posición, de modo que un tramo de perfil (70, 72) de la muela abrasiva (58, 36, 36') que no discurre de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva (58, 36, 36') desbarba o bisela un canto (76', 76") de la pieza de trabajo (20, 48, 60).
- 10
- 15 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por** la siguiente etapa adicional:
- 15 f) Desplazar la muela abrasiva (58, 36, 36') en la dirección opuesta del eje longitudinal (24) del elemento de sujeción (54) de la al menos una pieza de trabajo (20, 48, 60) basándose en la información de posición, de modo que otro tramo de perfil (72, 70) de la muela abrasiva (58, 36, 36') que no discurre de manera paralela con respecto al eje de rotación de la muela abrasiva (58, 36, 36') desbarba o bisela un canto adicional (76', 76") de la pieza de trabajo (20, 48, 60).
- 20

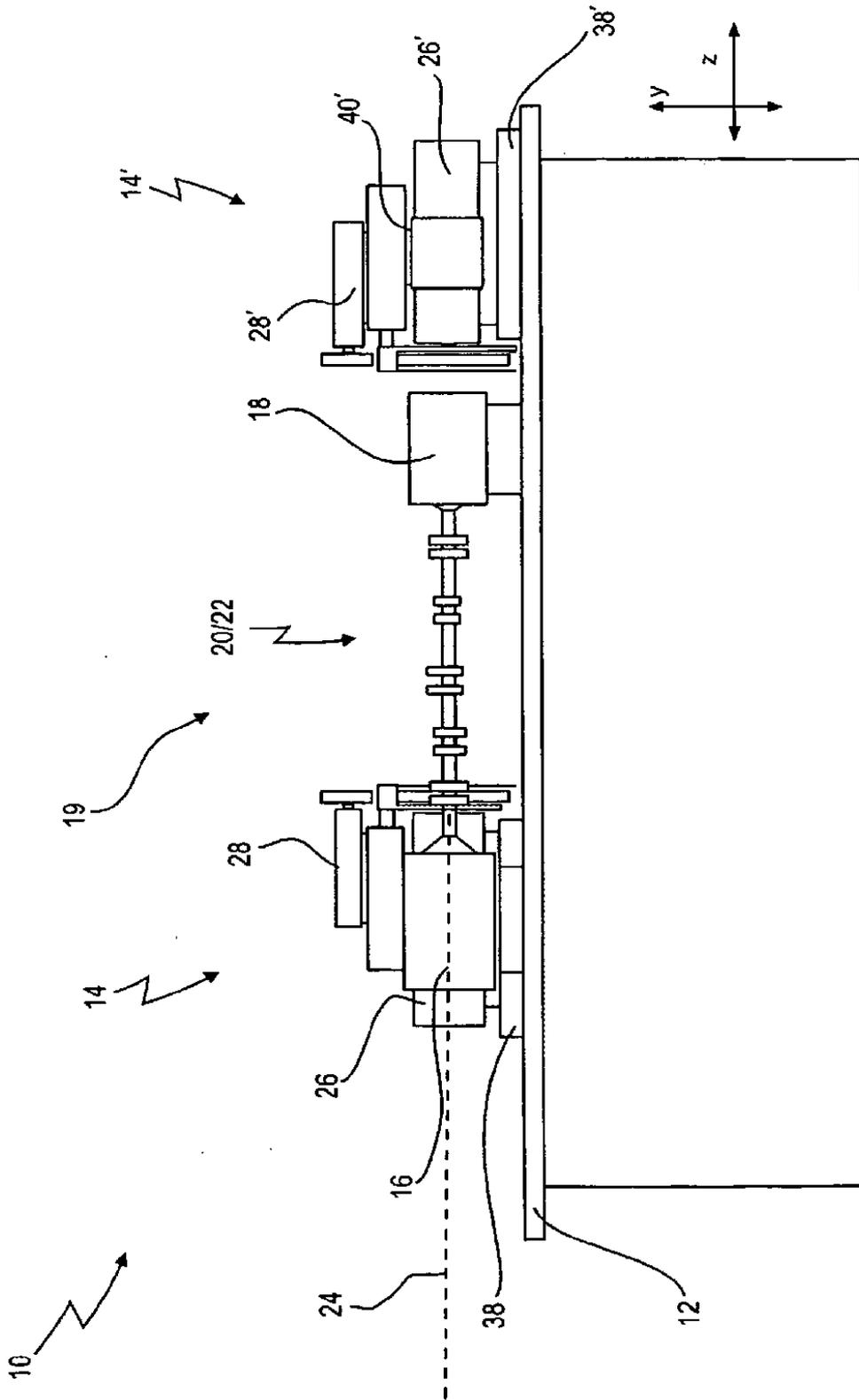


Fig. 1

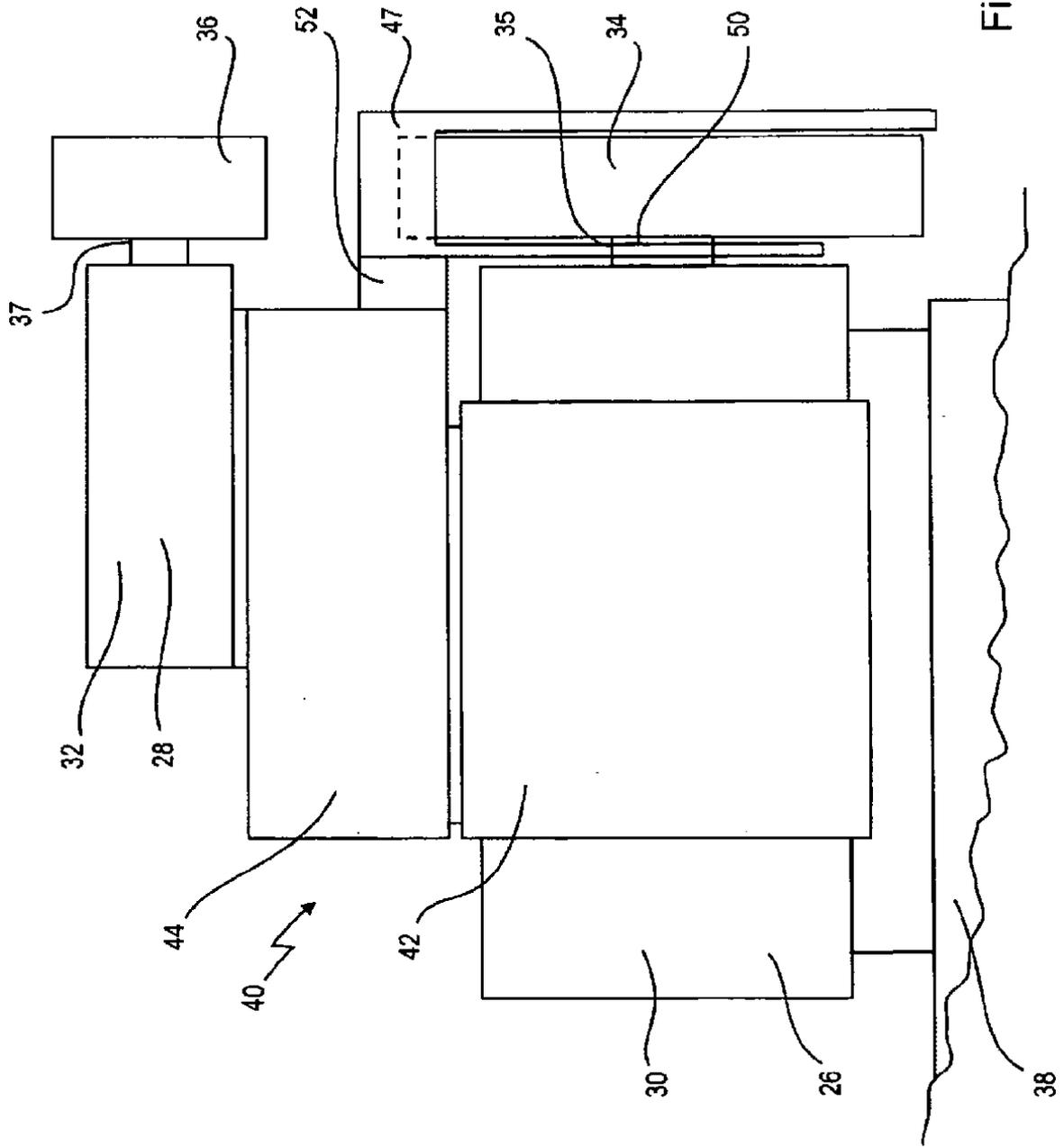


Fig. 2

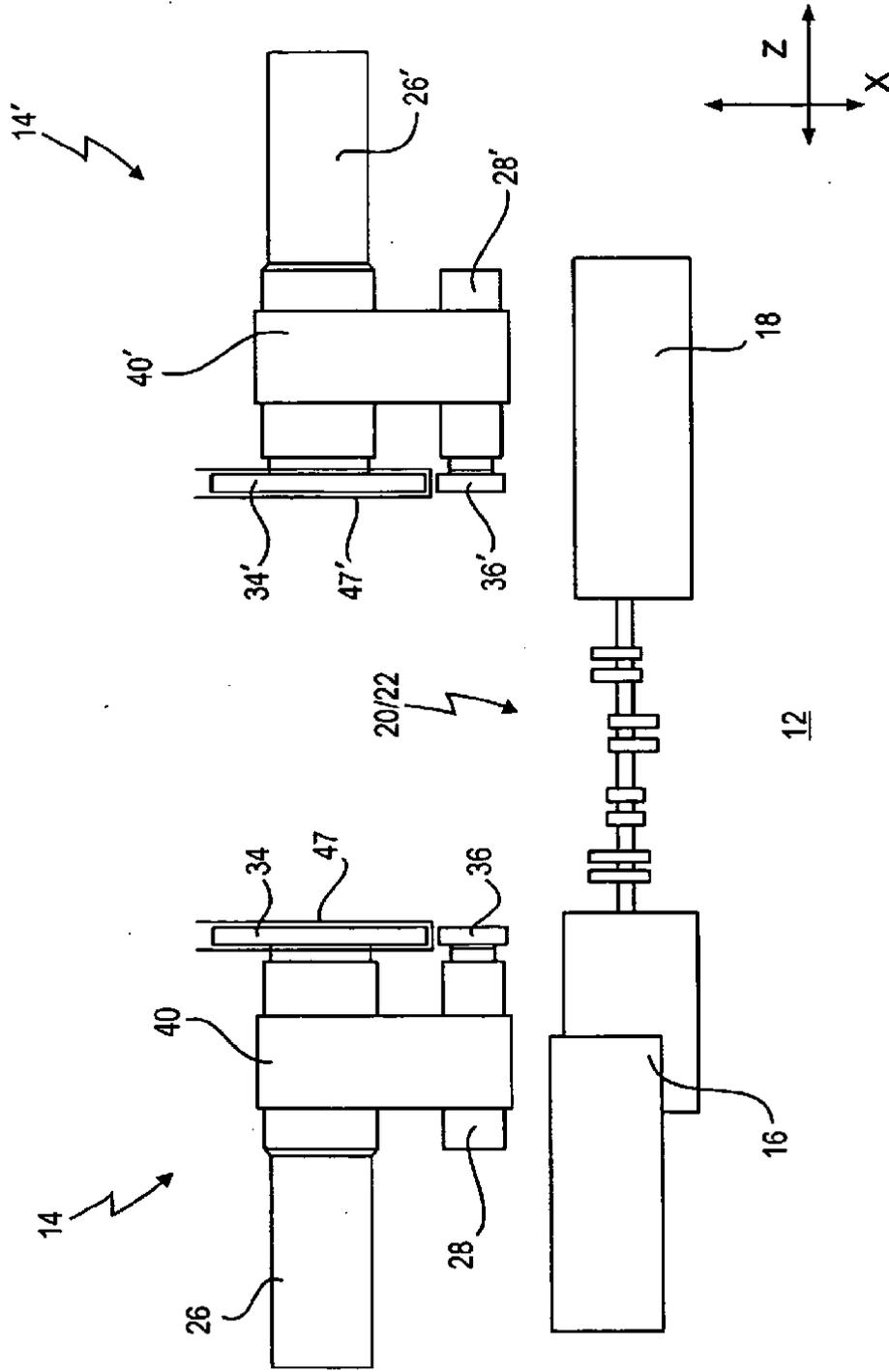


Fig. 3

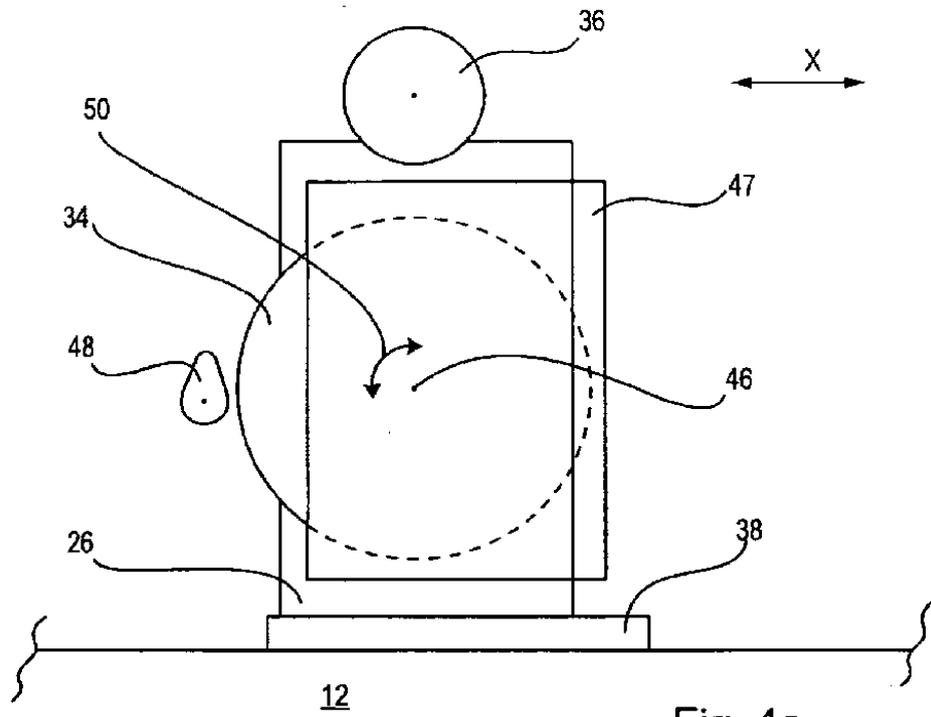


Fig. 4a

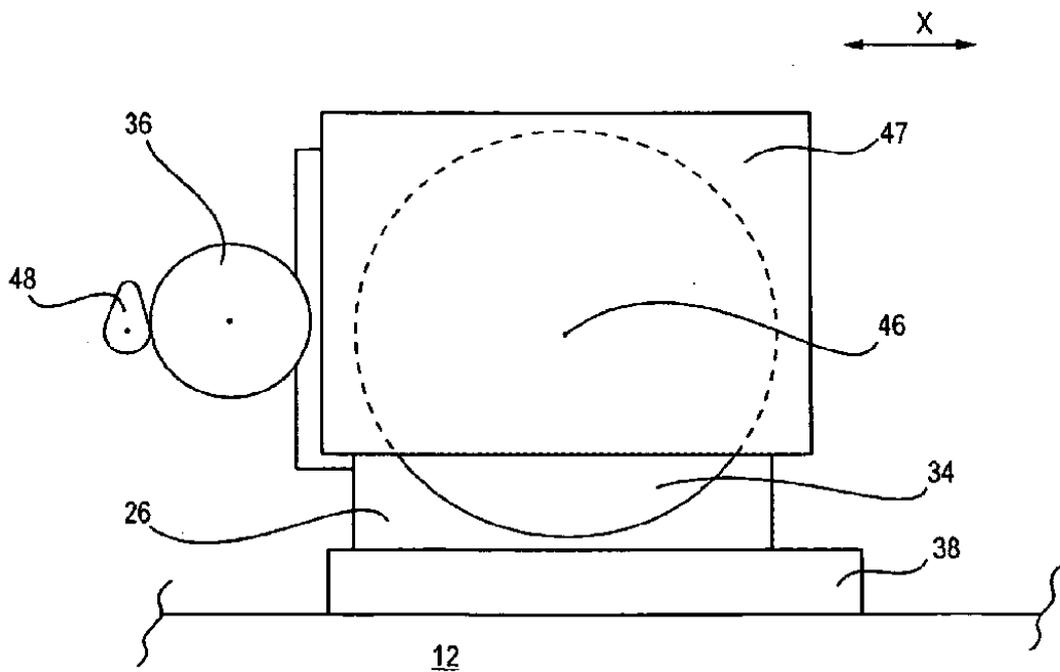


Fig. 4b

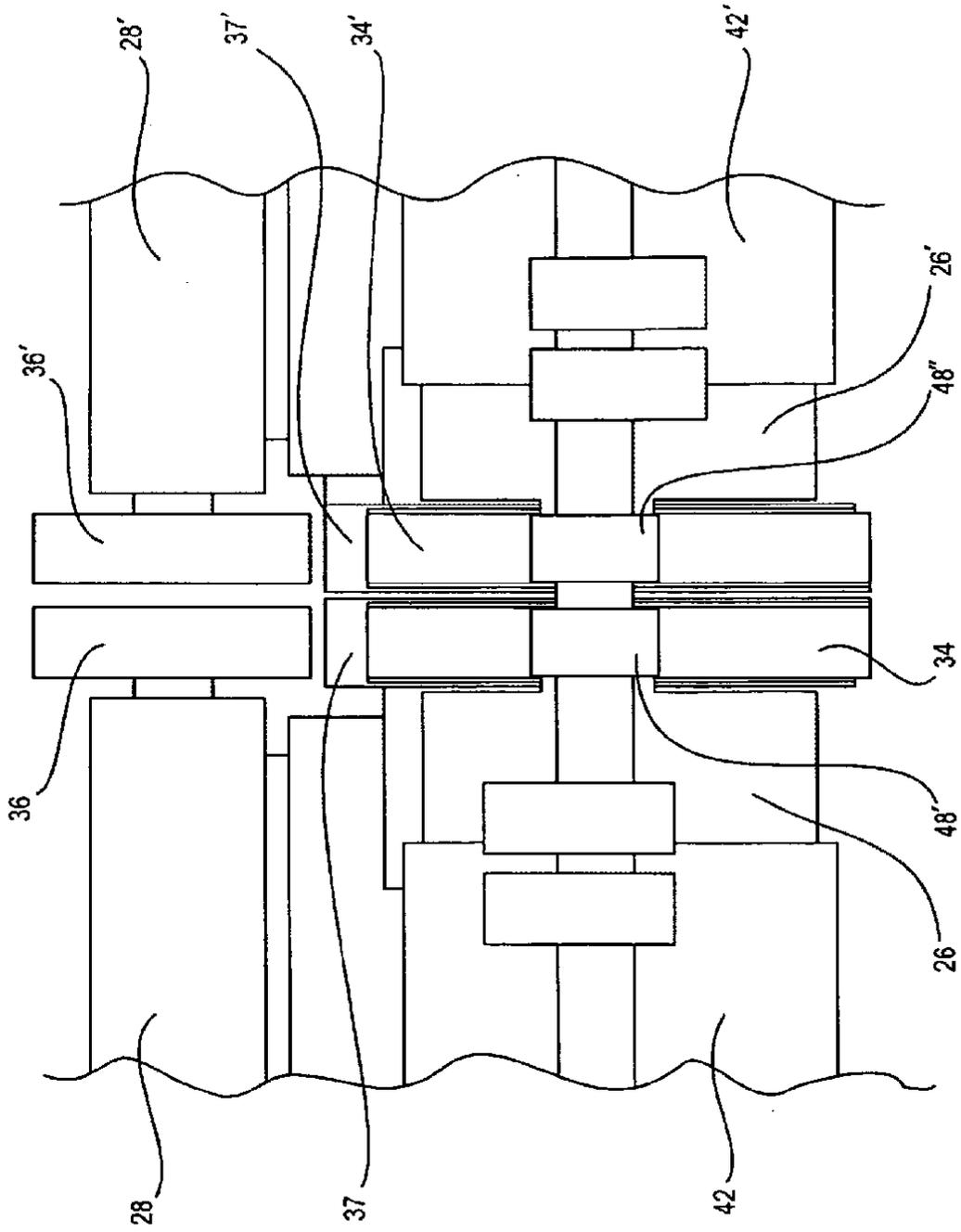


Fig. 5

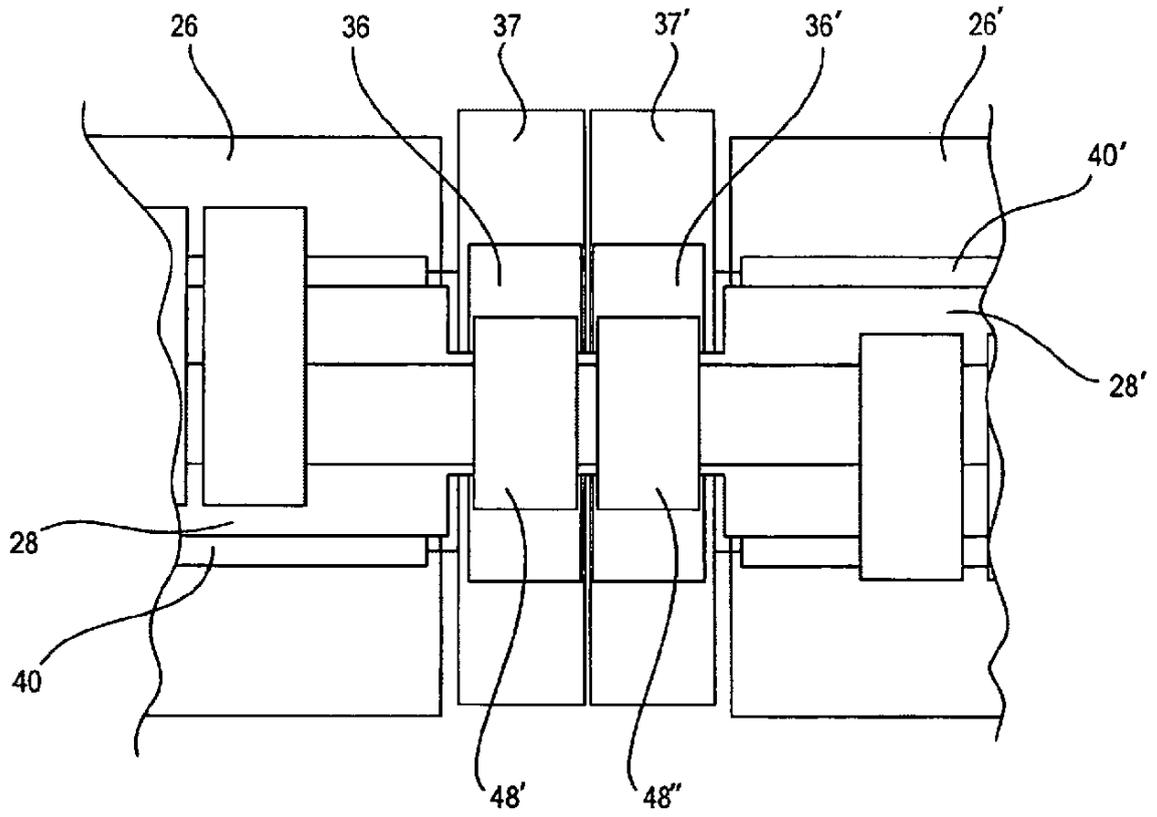


Fig. 6

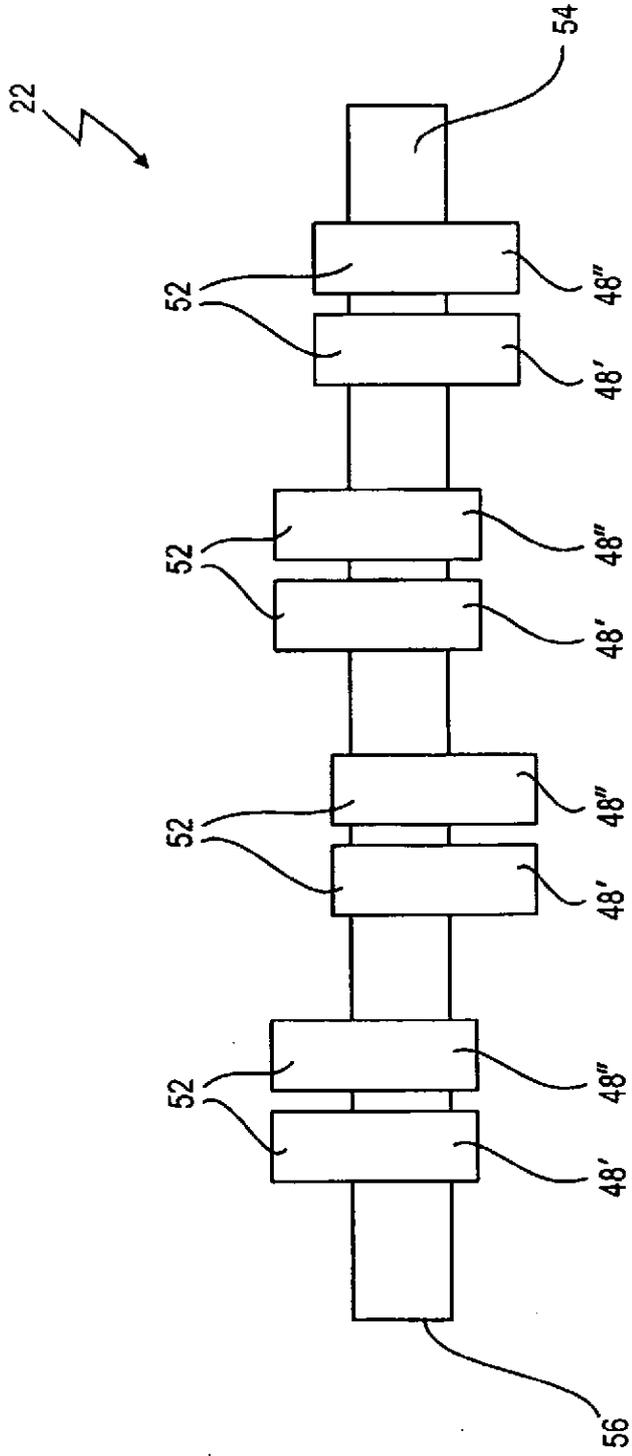


Fig. 7

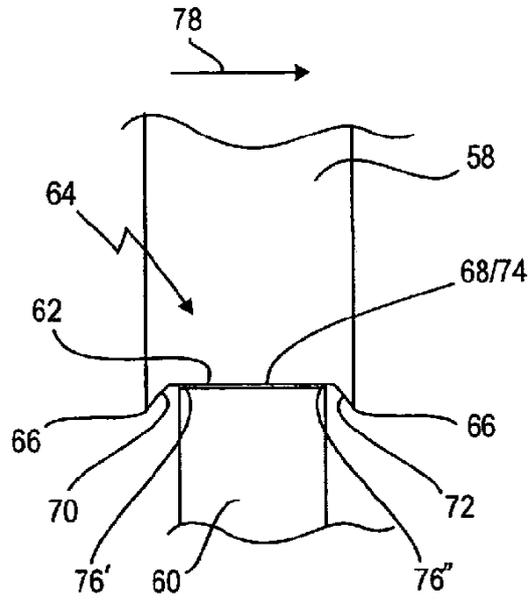


Fig. 8a

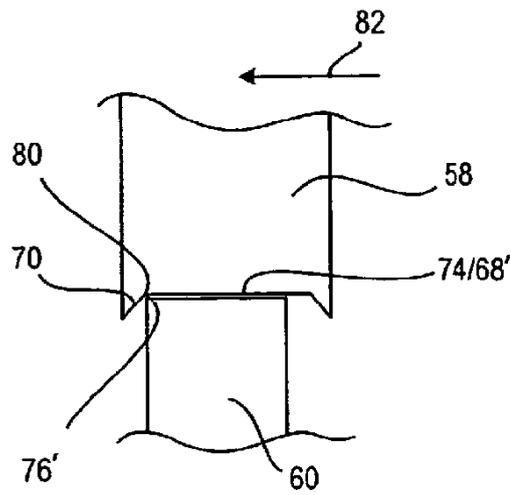


Fig. 8b

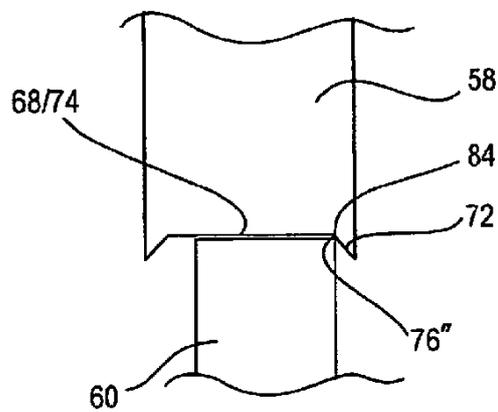


Fig. 8c

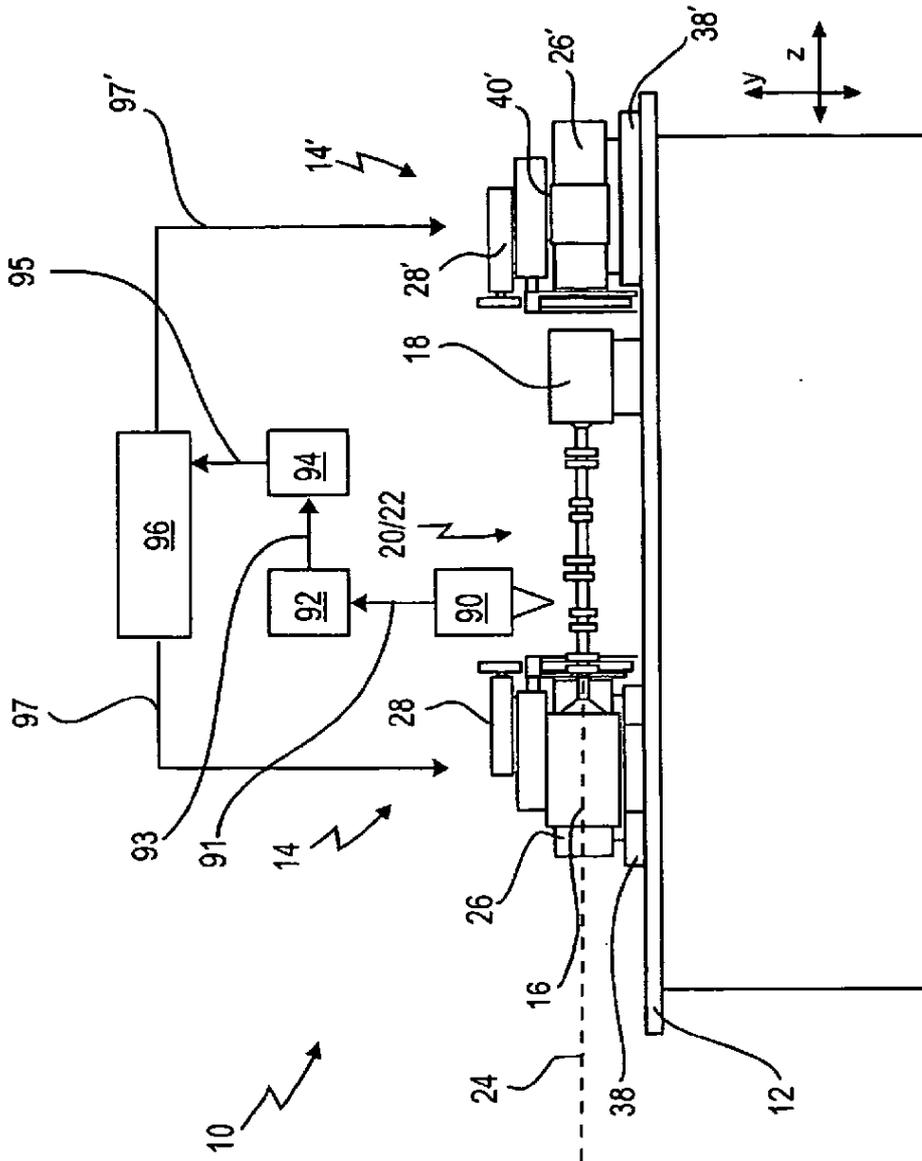


Fig. 9

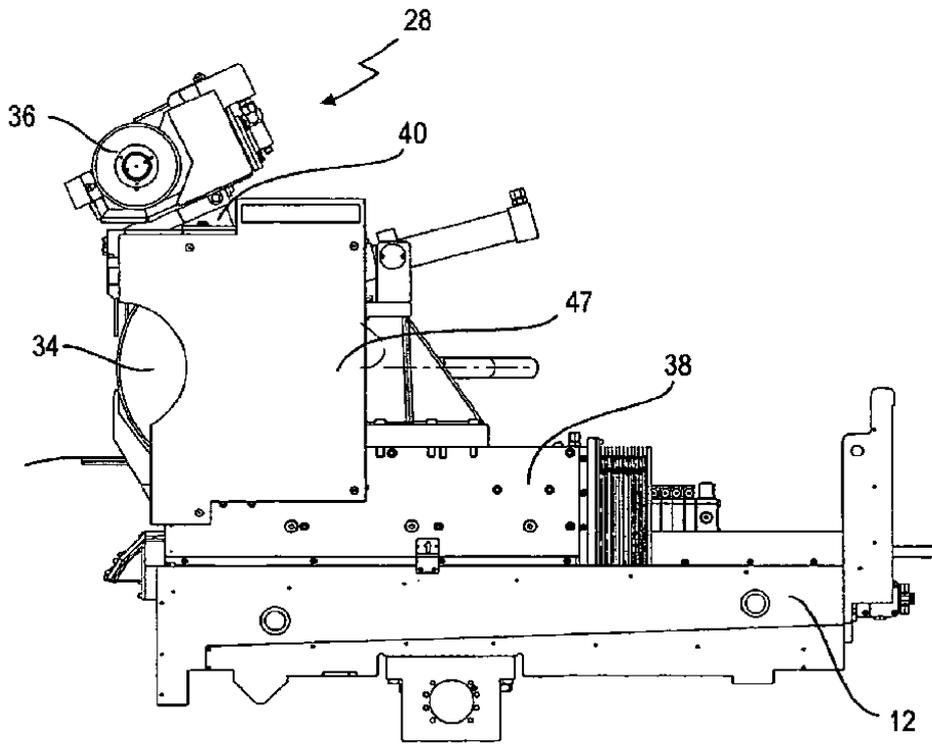


Fig. 10a

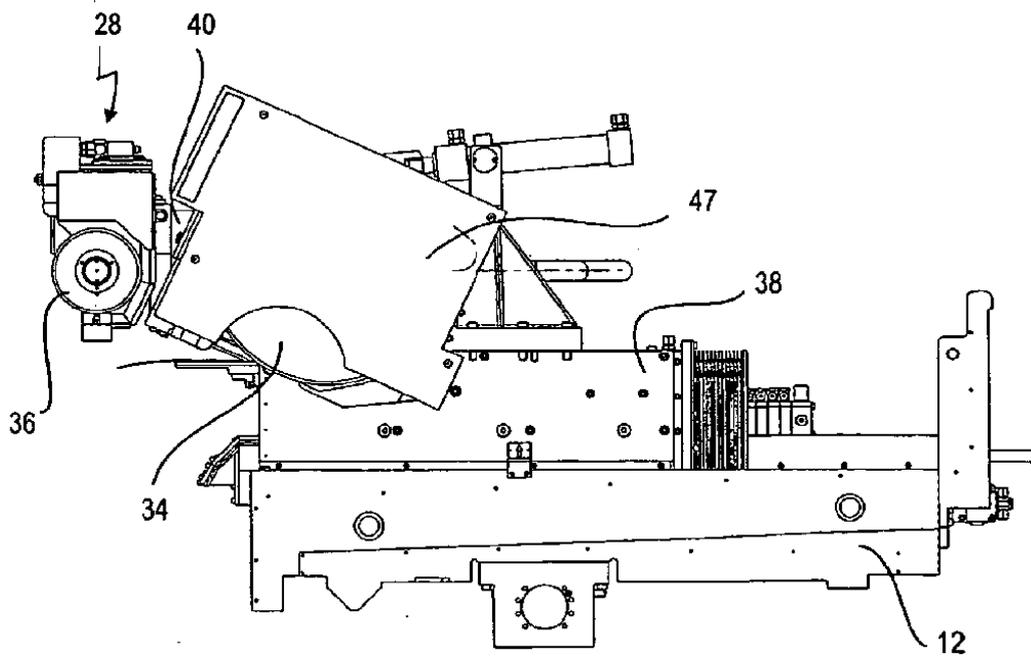


Fig. 10b