



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 295**

51 Int. Cl.:  
**B21H 5/00** (2006.01)  
**B21H 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08803126 .5**  
96 Fecha de presentación : **21.08.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2190607**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.06.2010**

54 Título: **Máquina herramienta para la producción de dentados en piezas y procedimiento para la producción de un dentado en una pieza mediante una máquina herramienta.**

30 Prioridad: **07.09.2007 DE 10 2007 044 283**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.09.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.09.2011**

73 Titular/es: **MAG IAS GmbH**  
**Stuttgarter Strasse 50**  
**73033 Göppingen, DE**

72 Inventor/es: **Meidar, Moshe Israel;**  
**Horn, Wolfgang;**  
**Stanik, Markus y**  
**Kolb, Holger**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 365 295 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 herramienta para la producción de dentados en piezas y procedimiento para la producción de un dentado en una pieza mediante una máquina herramienta.

- 5 La invención se refiere a una máquina herramienta para la producción de dentados en piezas, comprendiendo un dispositivo de sujeción de piezas, una instalación de laminación en frío para la producción por laminación en frío de un dentado bruto en por lo menos una pieza sujeta mediante el dispositivo de sujeción de piezas, y una instalación de mecanizado por arranque de viruta para el mecanizado de precisión por arranque de viruta del dentado bruto de la por lo menos una pieza que está sujeta en el dispositivo de sujeción de piezas.
- 10 La invención se refiere además a un procedimiento para la producción de un dentado en una pieza mediante una máquina herramienta, donde una pieza está amarrada en un portapiezas.
- 15 Por el documento WO 01/94048 A1 se conoce una máquina de laminación en frío con dos barras de laminación perfiladas accionadas en sentido opuesto que están apoyadas cada una por medio de un carro sobre una guía y que están en contacto con una pieza apoyada de modo giratorio entre las barras de laminación. Está previsto un dispositivo de avance con por lo menos un accionamiento de avance por medio del cual se pueden ajustar las barras de laminación durante el proceso de laminación en el sentido de contacto.
- 20 Por el documento WO 2006/045566 A1 se conoce una máquina de laminación en frío que comprende un primer soporte de barra de laminación móvil y un segundo soporte de barra de laminación móvil. Por medio de los soportes de barras de laminación se pueden mover una primera barra de laminación y una segunda barra de laminación de una pareja de barras de laminación en sentido opuesto entre sí en una dirección de conducción, pudiendo ajustarse éstas en el sentido de ajuste en dirección transversal a la dirección de conducción durante un proceso de laminación. Está previsto un dispositivo de sujeción de piezas con una pluralidad de portapiezas.
- 25 Por el documento DE 26 04 281 A1 se conoce una máquina para afeitar y/o perfilar el dentado de ruedas dentadas con una herramienta dentada rotativa para el mecanizado de acabado de los dientes, una pieza para soportar la rueda dentada a lo largo de su eje de rotación, un motor de accionamiento para el movimiento de rotación de la herramienta y un dispositivo para provocar un movimiento relativo en sentido opuesto de los ejes de rotación de la herramienta y de la rueda que se trata de mecanizar. Por medio del dispositivo se pueden generar por lo menos dos movimientos ortogonales por medio de motores, de los cuales cada uno presenta, igual que el motor de accionamiento para el movimiento de rotación de la herramienta, un circuito de regulación electrónico propio unido a un generador de una magnitud de consigna.
- 30 Por el documento DE 196 50 350 C2 se conoce una herramienta para laminar a presión una pieza con un dentado, que presenta un contorno generador del perfil con dientes de herramienta cuya altura de diente se extiende desde un círculo de pie de los dientes de la herramienta hasta un círculo de cabeza de los dientes de la herramienta, entre los cuales están situados flancos de dientes de la herramienta que están realizados como un negativo respecto a las zonas de los flancos de dientes de la pieza que transmiten la fuerza. Un extremo del lado de cabeza de los flancos de dientes de la herramienta está claramente distanciado del círculo de cabeza de los dientes de la herramienta, estando realizado en el diente de la herramienta, entre el extremo del lado de cabeza de los flancos de dientes de la herramienta y el círculo de cabeza de dientes de la herramienta una zona de cabeza del diente de la herramienta que se estrecha hacia el extremo del lado de pie de los flancos de dientes de la herramienta, que está claramente distanciado del círculo del pie de dientes de la herramienta y donde entre los extremos del lado del pie de diente están situados flancos de dientes de herramienta opuestos entre sí de dos dientes de la herramienta y al círculo del pie de diente de la herramienta le corresponde una zona de ranura que se estrecha hacia el círculo del pie de diente de la herramienta.
- 35 Por el documento DE 3 20 54 740 que constituye la base del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 14, se conoce una máquina laminadora de engranajes con un dispositivo de amarre que puede girar alrededor del eje de la pieza, para la pieza que rueda sobre la herramienta de laminación. Está prevista por lo menos una herramienta de corte que se puede poner en contacto con la pieza sujeta en el dispositivo de amarre para eliminar mediante arranque de viruta el material recalcado durante la laminación y que sobresale del contorno de consigna.
- 40 La invención tiene como objetivo proporcionar una máquina herramienta de la clase citada inicialmente, mediante la cual se puedan producir de forma sencilla dentados de alta calidad.
- 45 Este objetivo se resuelve, partiendo del documento DE 2054740 conforme a la invención por el hecho de estar prevista una instalación de transferencia mediante la cual se puede transferir una pieza desde una herramienta de laminación en frío a una herramienta de arranque de viruta que haga contacto con el dentado bruto y que en la instalación de transferencia presenta un dentado.
- 50

- 5 En la solución conforme a la invención está formada en una máquina herramienta una "estación de laminación en frío" y una "estación de mecanizado por arranque de viruta". De este modo se pueden producir de modo rápido y eficaz dentados de alta calidad. Un proceso de laminación en frío es un proceso de conformado durante el cual se desplaza material de la pieza dentro de los espacios libres de las herramientas de laminación en frío. Mediante laminación en frío se puede producir rápidamente un dentado bruto. Mediante un subsiguiente mecanizado por arranque de viruta se obtiene una alta calidad de dentado. La calidad de dentado se puede mejorar por ejemplo en 20  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$  (mínimo). De este modo se pueden emplear por ejemplo las piezas correspondientes como piezas para engranajes de transmisión.
- 10 Si se emplean procedimientos especiales de mecanizado por arranque de viruta tales como mortajado o afeitado entonces se puede realizar la máquina herramienta de forma sencilla, ya que los procedimientos de mecanizado correspondientes presentan una cinemática semejante a la del procedimiento de laminación en frío.
- 15 Está prevista una instalación de transferencia por medio de la cual se puede transferir una pieza desde una herramienta de laminación en frío a una herramienta de arranque de viruta, mientras engrana el dentado bruto. De este modo se puede conseguir que el dentado bruto que se ha producido no deje de engranar con un dentado de una herramienta. De este modo no se pierde la orientación de la pieza. De este modo se puede realizar rápidamente el mecanizado de precisión ya que no se requiere tiempo de preparación para localizar de nuevo la orientación de la pieza.
- 20 La instalación de transferencia presenta el correspondiente dentado para mantener el engrane. La instalación de transferencia se puede considerar como una herramienta que permite la transferencia entre la laminación en frío y el arranque de viruta.
- 25 Es conveniente que el dispositivo de sujeción de la pieza comprenda por lo menos un portapiezas en el cual se pueda fijar una pieza de modo giratorio alrededor de un eje de la pieza. Entonces, durante un proceso de laminación en frío y también durante un proceso de mecanizado por arranque de viruta, se puede efectuar un giro de la pieza accionado por medio de herramientas.
- 30 Es conveniente que el dispositivo de sujeción de la pieza presente por lo menos un dispositivo de desplazamiento por medio del cual se pueda desplazar una pieza en dirección coaxial o paralela respecto a un eje de la pieza. De este modo se tiene la posibilidad de transferir una pieza desplazándola desde el dispositivo de sujeción de la pieza al dispositivo de mecanizado por arranque de viruta.
- 35 De modo alternativo o adicional se tiene la posibilidad de que el dispositivo de sujeción de la pieza comprenda por lo menos un dispositivo de giro mediante el cual se pueda ajustar una posición angular de una pieza para el mecanizado de precisión por arranque de viruta. Girando la pieza se puede transferir ésta desde la instalación de laminación en frío a la instalación de mecanizado por arranque de viruta, estando las herramientas debidamente configuradas.
- 40 Está previsto entonces especialmente que la posición angular se pueda ajustar con relación a un eje de movimiento de las herramientas de laminación en frío. Si se emplean herramientas redondas, el eje de movimiento puede ser un eje de giro, o en el caso de utilizarse herramientas planas que se muevan en sentidos opuestos entre sí, un eje lineal.
- 45 Además es conveniente que se pueda ajustar la posición angular con relación a una herramienta de arranque de viruta. De este modo se puede realizar el mecanizado por arranque de viruta definido como mecanizado de precisión.
- 50 En particular está prevista por lo menos una combinación de herramienta de laminación en frío con la primera herramienta de laminación en frío y la segunda herramienta de laminación en frío teniendo las herramientas de laminación en frío un accionamiento de movimiento síncrono. Mediante el correspondiente movimiento sincronizado se puede realizar un proceso de laminación en frío con una pieza entre las herramientas de laminación en frío.
- El dispositivo de sujeción de la pieza está realizado en particular de tal modo que entre la primera herramienta de laminación en frío y la segunda herramienta de laminación en frío se pueda posicionar por lo menos una pieza.
- En un ejemplo de realización, la primera herramienta de laminación en frío y la segunda herramienta de laminación en frío son herramientas planas, y en particular barras de laminación en frío. En este caso es posible que las correspondientes barras de laminación en frío presenten un perfil uniforme o un perfil variable adaptado al dentado bruto que se ha de producir.
- El eje de movimiento para el movimiento de vaivén de la primera herramienta de laminación en frío y de la segunda herramienta de laminación en frío está situado preferentemente perpendicular a un eje de la pieza para provocar un conformado laminado en frío.
- También es posible que la primera herramienta de laminación en frío y la segunda herramienta de laminación en frío

sean herramientas redondas.

En ese caso está previsto especialmente que un eje de giro transcurra paralelo a un eje de la pieza.

5 Es conveniente que esté prevista una instalación de avance por medio de la cual se pueda avanzar la primera herramienta de laminación en frío y la segunda herramienta de laminación en frío en una dirección transversal a un eje de la pieza. De este modo se pueden emplear por ejemplo barras de laminación en frío con perfil uniforme. A este respecto se remite al documento WO 01/94048 A1, al que se hace referencia expresamente.

10 Es especialmente ventajoso si está prevista por lo menos una herramienta de arranque de viruta para el mecanizado de precisión por arranque de viruta. La por lo menos una herramienta de arranque de viruta puede ser por ejemplo una herramienta de afeitado o una herramienta de mortajado o una herramienta de generación por descortezado o una herramienta de fresado por generación o una herramienta de bruñido del dentado. Entonces se puede realizar, en un mismo amarre y seguido en el tiempo al proceso de laminación en frío, un mecanizado de precisión del dentado bruto que se ha producido.

Para ello es posible que por lo menos una herramienta de arranque de viruta sea una herramienta plana o una herramienta redonda.

15 También está previsto que una superficie activa de la por lo menos una herramienta de arranque de viruta tenga una orientación formando ángulo agudo con un eje de la pieza. De este modo se puede realizar el correspondiente proceso de arranque de viruta para poder realizar un mecanizado de precisión del dentado bruto.

20 El ajuste angular se puede efectuar mediante posicionamiento y/o realización de la por lo menos una herramienta de arranque de viruta y/o posicionamiento de la pieza que se trata de mecanizar. En este último caso tiene lugar por ejemplo un giro de orientación de la pieza después del proceso de laminación en frío.

El dentado de la instalación de transferencia está realizado en particular de tal modo que presente una holgura tan grande y una anchura de dentado tan reducida que la pieza se pueda transferir desde la herramienta de laminación en frío a la por lo menos una herramienta de arranque de viruta sin que deje de estar engranada la pieza. La transferencia de la pieza puede efectuarse mediante un movimiento lineal y/o mediante un giro.

25 El dispositivo de transferencia está dispuesto especialmente entre la herramienta de laminación en frío y la por lo menos una herramienta de arranque de viruta con el fin de permitir realizar una transferencia efectiva y que por lo tanto ahorre tiempo.

30 En una forma de realización está prevista por lo menos una herramienta que presenta una huella de laminación en frío como huella de perfil y una huella para el mecanizado por arranque de viruta, como huella para el corte. En un proceso de laminación en frío se emplea la huella de laminación en frío y en el mecanizado por arranque de viruta se emplea la correspondiente huella para el mecanizado por arranque de viruta. La transferencia puede realizarse entonces de forma sencilla.

35 En particular está dispuesta entonces entre la huella de laminación en frío y la huella de arranque de viruta una huella de transferencia (de un dispositivo de transferencia) para permitir una transferencia efectiva de la pieza sin que tenga que ser necesario ponerla fuera de contacto.

40 Existe la posibilidad de que la huella de laminación en frío y la huella de arranque de viruta estén dispuestas una detrás de la otra con relación a un eje de movimiento de la herramienta. Durante el movimiento de la herramienta durante la laminación en frío se pone solamente en contacto con la pieza la huella de laminación en frío. Una vez terminado el proceso de laminación en frío se realiza un desplazamiento tal que durante el mecanizado por arranque de viruta solamente esté en contacto la huella de arranque de viruta.

45 Existe la posibilidad de que la huella de laminación en frío y la huella de arranque de viruta estén dispuestas en un perfil común, formando en particular una herramienta combinada. Durante la laminación en frío se expone solamente una determinada zona de este perfil en contacto activo con la pieza. Para el mecanizado por arranque de viruta se pone en contacto activo otra zona. El perfil se puede desplazar de modo sencillo mediante uno o varios carros, y en particular mover en uno y otro sentido.

50 También puede estar previsto que la huella de laminación en frío y la huella de arranque de viruta estén dispuestas una junto a la otra y en particular en paralelo con relación al eje de movimiento de la herramienta. Durante el proceso de laminación en frío actúa entonces sobre la pieza únicamente la huella de laminación en frío. Para que la huella de arranque de viruta pueda actuar sobre la pieza es necesario desplazar la pieza o la herramienta en el sentido de separación de la huella de laminación en frío y de la huella de arranque de viruta.

Existe la posibilidad de que la huella de laminación en frío y la huella de arranque de viruta estén dispuestas en perfiles distintos. En principio existe también la posibilidad de que estén situados en un mismo perfil formando una herramienta combinada. La invención tiene además el objetivo de proporcionar un procedimiento de la clase citada inicialmente, mediante el cual se puedan producir de modo efectivo dentados de alta calidad.

5 Este objetivo se resuelve conforme a la invención por el hecho de que se produce un dentado bruto mediante laminación en frío mediante una primera herramienta de laminación en frío y una segunda herramienta de laminación en frío, se realiza el mecanizado de precisión del dentado bruto mediante por lo menos una herramienta de arranque de viruta en la misma máquina herramienta y en el mismo amarre y que la pieza se desplace a la por lo menos una herramienta de arranque de viruta por medio de un dentado de transferencia, provocando el dentado de transferencia que la pieza se mantenga engranada.

10 El procedimiento conforme a la invención presenta las ventajas ya citadas con relación a la máquina herramienta conforme a la invención.

Otras realizaciones ventajosas del procedimiento conforme a la invención ya se han expuesto también con relación a la máquina herramienta objeto de la invención.

15 Durante la laminación en frío se mueven de modo síncrono la primera herramienta de laminación en frío y la segunda herramienta de laminación en frío. El movimiento síncrono puede ser un movimiento lineal en sentidos opuestos o un movimiento de giro en un mismo sentido. Las herramientas de laminación en frío están sincronizadas para esto.

20 En principio existe la posibilidad de que las herramientas de laminación en frío (si se trata de herramientas planas) se realicen con un perfil que vaya variando, que permita la producción del correspondiente dentado bruto. Es ventajoso que la primera herramienta de laminación en frío y la segunda herramienta de laminación en frío se aproximen durante la laminación en frío en una dirección transversal respecto a un eje de movimiento de la herramienta y transversal respecto a un eje de la pieza. De este modo se pueden emplear para la producción del dentado bruto, por ejemplo barras de laminación en frío que presenten el mismo perfil en toda la longitud de las barras de laminación en frío.

25 La pieza está amarrada en particular de forma giratoria. Entonces su movimiento de giro es accionado por el movimiento de las herramientas de laminación en frío que engranan con la pieza.

En particular, después de la laminación en frío se gira la pieza con un eje de la pieza girado y/o se desplaza de forma lineal. De este modo existe la posibilidad de mantener por lo menos una herramienta de arranque de viruta engranada con la pieza.

30 Es conveniente que después de la laminación en frío se desplace la pieza con su dentado bruto a por lo menos una herramienta de arranque de viruta. De este modo se puede conseguir que no se pierda la orientación de la pieza.

La pieza se acerca a la por lo menos una herramienta de arranque de viruta a un dentado de transferencia, consiguiéndose mediante el dentado de transferencia que la pieza permanezca engranada.

35 El mecanizado de precisión es por ejemplo un mecanizado de mortajado y/o un mecanizado de afeitado y/o un mecanizado de generación por descortezado y/o un mecanizado de fresado por generación y/o un mecanizado de bruñido del dentado. De este modo se puede producir un dentado de alta calidad que se puede utilizar por ejemplo como dentado para engranajes de transmisión.

La siguiente descripción de formas de realización preferentes sirve en combinación con los dibujos para dar una explicación más detallada de la invención. Estos muestran:

40 la figura 1, una representación esquemática de un ejemplo de realización de una máquina herramienta conforme a la invención;

la figura 2(a) una representación ampliada de una zona parcial de la máquina herramienta según la figura 1, durante un proceso de laminación en frío;

la figura 2(b) una vista en sección a lo largo de la línea b-b según la figura 2(a);

la figura 2(c) una vista frontal de la zona según la figura 2(a);

45 la figura 3(a) la misma vista que la figura 2(a), pero durante un mecanizado por arranque de viruta;

la figura 3(b) una vista en sección a lo largo de la línea b-b según la figura 3(a);

la figura 4(a) una vista parcial semejante a la figura 2(a) en otro ejemplo de realización de una máquina herramienta

conforme a la invención durante un proceso de laminación en frío;

la figura 4(b) una vista en sección a lo largo de la línea b-b según la figura 4(a);

la figura 4(c) una vista frontal de la zona según la figura 4(a);

la figura 5(a) la misma vista que en la figura 4(a) durante un mecanizado por arranque de viruta;

5 la figura 5(b) una vista en sección a lo largo de la línea b-b según la figura 5(a);

la figura 6(a) una vista ampliada de una zona parcial de otro ejemplo de realización de una máquina herramienta conforme a la invención durante un proceso de laminación en frío;

la figura 6(b) una vista en sección a lo largo de la línea b-b según la figura 6(a);

la figura 6(c) una vista frontal de la zona según la figura 6(a);

10 la figura 7(a) la misma vista que en la figura 6(a) durante un proceso de mecanizado por arranque de viruta;

la figura 7(b) una vista en sección a lo largo de la línea b-b según la figura 7(a); y

la figura 8 una representación parcial de otro ejemplo de realización de una máquina herramienta conforme a la invención.

15 Un ejemplo de realización de una máquina herramienta conforme a la invención que está representada en la figura 1 y que está designada allí en su conjunto por 10, comprende un bastidor inferior de máquina 12 por medio del cual la máquina herramienta 10 está colocada sobre un suelo. Con el bastidor inferior de la máquina 12 está unido un armazón 14 en forma de C.

20 Este armazón 14 presenta una primera zona de sujeción 16 y frente a ésta una segunda zona de sujeción 18. Las dos zonas de sujeción 16 y 18 están unidas entre sí a través de una zona de conexión 20. La primera zona de sujeción 16 sobresale en dirección transversal z sobre la zona de conexión 20. La segunda zona de sujeción 18 también sobresale en dirección transversal z de la zona de conexión 20. La primera zona de sujeción 16 y la segunda zona de sujeción 18 forman de este modo respectivas mordazas de sujeción en las cuales va sujeto de forma móvil respectivamente un primer portaherramientas 22 (en la primera zona de sujeción 16) y un segundo portaherramientas 24 (en la segunda zona de sujeción 18). Los dos portaherramientas 22, 24 están enfrentados entre sí. En estos se pueden fijar en cada uno, una o varias herramientas.

25 Entre los portaherramientas 22 y 24 está situado un dispositivo de sujeción de piezas 25 con uno o varios portapiezas 27, que van fijados por lo menos por uno de los lados en la zona de conexión 20 (figura 2). En un portapiezas 27 se puede colocar respectivamente una pieza 29, quedando sujeta por el portapiezas en la máquina herramienta 10 con posibilidad de giro alrededor de un eje de pieza 31 para poder llevar a cabo un proceso de laminación en frío para la producción de un dentado bruto en la pieza 29 y un mecanizado de precisión por arranque de viruta del dentado bruto.

30 Frente a la zona de conexión 20 está situada entre la primera zona de sujeción 16 y la segunda zona de sujeción 18 una brida de refuerzo 30. Ésta presenta en la zona de los portaherramientas un orificio pasante 32 a través del cual pueden penetrar las partes de un contrapunto de un portapiezas 27.

35 En el ejemplo de realización representado los portaherramientas 22 y 24 se pueden desplazar cada uno en una dirección longitudinal x, y en la dirección transversal y respecto a la dirección longitudinal x.

40 La primera zona de sujeción 16 y la segunda zona de sujeción 18 presentan para ello cada uno una pista de conducción inclinada 34 y 36 respectivamente, en la que va guiado un primer carro en cuña 38 o un segundo carro en cuña 40 respectivamente. La pista de conducción 34 está inclinada un ángulo agudo respecto a la dirección x. La pista de conducción 36 de la segunda zona de sujeción 18 es paralela a la pista de conducción 34 de la primera zona de sujeción 16.

Según la posición de los carros en cuña 38, 40 sobre sus pistas de conducción 34, 36 se puede ajustar la separación entre los portaherramientas 22, 24 en la dirección y.

Para la conducción de los carros en cuña 38, 40 están realizadas en las zonas de sujeción 16 y 18 por ejemplo unas escotaduras 42, 44 en las que penetran perfiles de conducción 46, 48 de los respectivos carros en cuña 38, 40.

45 Por medio de la conducción de los carros en cuña 38, 40 se pueden aproximar las herramientas 26a, 26b y 28a, 28b a una pieza en la dirección y. En particular, se pueden ajustar las herramientas 26a, 26b y 28a, 28b durante un proceso

de laminación y durante un mecanizado de precisión por arranque de viruta, en dirección radial con relación a la pieza.

El movimiento de los carros en cuña 38, 40 sobre sus pistas de conducción 34 y 36 respectivamente, está motorizado. Para ello está previsto el correspondiente accionamiento (que no está representado en el dibujo). En cuanto a la configuración del accionamiento se remite al documento WO 01/94048 A1 y al US 2004/0007034 A1.

- 5 En el primer carro en cuña 38 va conducido con desplazamiento lineal en dirección x un primer carro portaherramientas 50. En el segundo carro en cuña 40 va conducido con desplazamiento lineal en dirección x un segundo carro portaherramientas 52, teniendo las direcciones de conducción de los dos carros portaherramientas 50, 52 una orientación paralela. Sobre los carros portaherramientas 50, 52 están colocadas las herramientas 26a, 26b o 28a, 28b fijadas directamente (figura 2), es decir que no tienen movilidad respecto a estos.
- 10 Para la conducción de los carros portaherramientas 50, 52, los carros en cuña 38, 40 presentan unas pistas de conducción 54, 56 enfrentadas entre sí. Sobre éstas están colocados respectivamente los carros portaherramientas 50, 52, estando motorizados sus movimientos en la dirección x. Los correspondientes accionamientos no están representados en el dibujo. A este respecto se remite al documento WO 01/94048 A1 o al US 2004/0007034 A1.
- 15 Durante el mecanizado de una pieza, los carros portaherramientas 50, 52 separados entre sí en dirección y, tienen accionamiento síncrono en sentidos opuestos; durante el movimiento del carro portaherramientas 50 en la dirección +x, el otro carro portaherramientas 52 se desliza en la dirección -x, y viceversa.
- 20 Por medio de los portaherramientas 22, 24 se pueden desplazar las herramientas 26a, 26b, 28a, 28b en la dirección x y en la dirección y. El movimiento en la dirección y se puede realizar en particular también durante el proceso de mecanizado. Para el desplazamiento en la dirección x, los carros portaherramientas 50 y 52 se mueven motorizados sobre sus respectivas pistas de conducción 54, 56. Para el movimiento en la dirección y, los carros en cuña 38, 40 se desplazan motorizados sobre sus respectivas pistas de conducción 34, 36.
- 25 Un carro portaherramientas 50, 52 puede llevar una herramienta o una pluralidad de herramientas. Cuando lleva una pluralidad de herramientas entonces se pueden realizar en una pieza diferentes procesos de mecanizado de perfilado de modo sucesivo. En particular y dada la correspondiente realización de las herramientas, se pueden aplicar diferentes clases de perfiles, por ejemplo un perfil se realiza mediante un mecanizado basto (por laminación en frío) y un mecanizado de precisión (mediante un mecanizado por arranque de viruta), sin que sea necesario realizar un cambio de herramientas exterior ni un cambio de amarre de la pieza.
- 30 El carro portaherramientas 52 (y de modo correspondiente el carro portaherramientas 50) presenta un dispositivo de fijación para una o varias herramientas. Por medio del dispositivo de fijación, la herramienta o las herramientas se pueden posicionar fijas en el carro portaherramientas 52 en una posición x, y, y z. Por ejemplo se pueden posicionar una tras otra varias herramientas en la dirección x. También cabe la posibilidad de efectuar un desplazamiento lateral en dirección z o un desplazamiento en altura en dirección y. De este modo se obtienen numerosas posibilidades para la producción de perfiles en una pieza.
- 35 La máquina herramienta 10 presenta un dispositivo de control 60 (indicado esquemáticamente en la figura 1). Este dispositivo de control 60 está situado por ejemplo en un armario de control. Por medio del dispositivo de control 60 se puede controlar la máquina herramienta 10. En particular se puede controlar el movimiento de los portaherramientas 22 y 24 en la dirección x, y el avance en la dirección y. Además se puede controlar la posición de los carros portaherramientas 50 y 52 respecto a la elección de las herramientas (26a y 28a o 26b y/o 28b).
- 40 Un portaherramientas 27 comprende en cada caso un primer elemento de asiento 62 y un segundo elemento de asiento 64 con los respectivas puntos de asiento 66, 68 entre los cuales se puede amarrar una pieza 29. Una pieza amarrada 29 puede girar alrededor del eje 70 del respectivo portaherramientas 27. El eje 27 del respectivo portaherramientas 64 está situado entre los puntos 66 y 68. El eje de giro 31 de una pieza 29 que está amarrada en el respectivo portaherramientas 27 es un eje de la pieza y coincide con este eje 70.
- 45 Un portapiezas 27 presenta por ejemplo una parte de cabezal de husillo fijo sobre el cual está dispuesto o formado el primer elemento de asiento 62. Un portapiezas 27 presenta además una parte de contrapunto, sobre el cual está formado o dispuesto el segundo elemento de asiento 64. La parte de contrapunto es desplazable en una dirección que está orientada especialmente paralela al eje 70. Mediante la parte del contrapunto se puede amarrar una pieza 29 en el correspondiente portapiezas 27. El portapiezas 27 puede ser desplazable y/u orientable como conjunto, tal como se explica más adelante.
- 50 En un ejemplo de realización (figuras 2 y 3) el dispositivo portapiezas 25 comprende un dispositivo orientable 72 por medio del cual se puede girar el portapiezas 27 alrededor de un eje de giro 74, pudiendo ajustarse de este modo una posición angular del eje 70, y con ello del eje de la pieza, con relación a la dirección x.

La máquina herramienta 10 comprende un dispositivo de laminación en frío 76 por medio del cual se puede producir en la pieza 29 un dentado bruto mediante laminación en frío. También comprende un dispositivo de mecanizado por arranque de viruta 78 por medio del cual y después de haberse producido el dentado bruto, se puede realizar un mecanizado de precisión del dentado bruto mediante un procedimiento por arranque de viruta.

- 5 Para formar el dispositivo de laminación en frío 76 está situada en el primer carro portaherramientas 50 una herramienta combinada 80, que comprende las herramientas 26a y 26b. En el segundo carro portaherramientas 52 está situada una herramienta 82, que comprende las herramientas 28a y 28b. La herramienta 26a de la herramienta combinada 80 es una herramienta de laminación en frío, en particular en forma de una mordaza de laminación en frío con un perfil que viene dado por el dentado bruto que se trata de producir. La herramienta 26b de la herramienta combinada 80 es una herramienta de arranque de viruta tal como por ejemplo una herramienta de mortajar o una herramienta de afeitar. La herramienta 26a forma una primera herramienta de laminación en frío.

Las herramientas 26a y 26b están situadas en el mismo perfil de la herramienta combinada 80, donde están situadas una tras otra en la dirección x, y distanciadas entre sí.

- 15 Entre la herramienta de laminación en frío 26a y la herramienta de arranque de viruta 26b está situada una instalación de transferencia 84. Ésta está realizada como dentado de transferencia que permite la transferencia de la herramienta 29 desde la primera herramienta de laminación en frío 26a a la herramienta de arranque de viruta 26b, sin que la pieza 29 deje de estar engranada, es decir que el dentado bruto de la pieza 29 que fue producido por medio de las herramientas de laminación en frío 26a y 28a, se mantiene engranando con el dentado de transferencia 84 durante la transferencia al dentado de la herramienta de arranque de viruta 26b.

- 20 El dentado del dispositivo de transferencia 84 presenta con respecto al dentado (bruto) de la pieza 29, que se ha producido mediante laminación en frío, una holgura tan grande y una anchura de dentado tan reducida que permite efectuar la transferencia.

La herramienta 28a es una segunda herramienta de laminación en frío. Las herramientas 26a y 28a forman así una combinación de herramientas de laminación en frío entre las cuales está posicionada la pieza 29.

- 25 En principio es suficiente que solamente una de las herramientas combinadas 80 u 82 presente una herramienta de arranque de viruta (26b o 28b).

Para la producción del dentado bruto en la pieza 29 se amarra la correspondiente pieza bruta en el portapiezas 27. El eje de giro 31 y el eje de la pieza 70 tienen en este caso una orientación transversal, y en particular perpendicular a la dirección x en dirección z.

- 30 Las herramientas de laminación en frío 26a y 28a se mueven durante un proceso de laminación en frío síncronas en sentido opuesto en la dirección x, siendo aproximadas a la pieza 29 en dirección y. La herramienta de arranque de viruta 26b o 28b no llega a tocar la pieza 29 durante el proceso de laminación en frío.

El proceso de laminación en frío está representado esquemáticamente en las figuras 2(a), (b) y (c).

- 35 Durante la laminación en frío se mueven las herramientas de laminación en frío 26a y 28a síncronas y en sentido opuesto por medio de sus respectivos carros portapiezas 50 y 52. Las herramientas de laminación en frío 26a y 28a presentan un perfilado. Las herramientas 26a y 28a inciden simultáneamente sobre la pieza 29. La pieza se hace girar alrededor del eje 31, primeramente mediante un acoplamiento de fricción y después mediante un acoplamiento positivo. El material se desplaza al interior de los espacios libres de las herramientas perfiladas 26a, 28a. La laminación en frío es una técnica de conformado sin arranque de viruta. Los dentados se pueden producir mediante la laminación en frío con mucha mayor rapidez que mediante un mecanizado por arranque de viruta.

- 40 En un ejemplo de realización con avance en la dirección y se pueden realizar las herramientas 26a y 28a con una profundidad de perfil uniforme. A este respecto se hace referencia al documento WO 01/94048 A1 y al WO 3006/045566 A1.

- 45 Una vez terminado el proceso de laminación en frío se transfiere la pieza 29, que presenta ahora un dentado bruto, a la herramienta 26b (herramienta de arranque de viruta), tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3. Esto tiene lugar mediante un desplazamiento de la herramienta combinada 80. La herramienta combinada 82 también se desplaza de tal modo que deja de estar engranando con la pieza 29. Durante el desplazamiento de la pieza 29 a la zona de transferencia 84 se coloca la pieza 29 mediante el dispositivo de giro 72 en una posición girada, es decir que el eje 31 y por lo tanto también el eje de la pieza 70 se sitúa con un ángulo finito (ángulo distinto a 0° y distinto a 90°) respecto a la dirección x. Este ángulo finito es en particular un ángulo agudo.

- 50 Para el mecanizado de precisión del dentado bruto 86 se desplaza la herramienta de arranque de viruta 26b junto a la



pieza 29, efectuándose un avance de aproximación en dirección y.

La herramienta de arranque de viruta 26b lleva a cabo un mecanizado de precisión en el dentado bruto. Tiene lugar una rodadura y un desplazamiento transversal. Los filos de corte de la herramienta 26b están dispuestos inclinados respecto a la pieza 29.

5 Durante el mecanizado de precisión se mejora la calidad del dentado. Se ha comprobado por ejemplo que para dentados de engranajes de transmisión la calidad del dentado es demasiado escasa con la laminación en frío, aproximadamente en 20 µm a 30 µm. Mediante el mecanizado por arranque de viruta con la herramienta 26b se logra una calidad de dentado que es por ejemplo suficiente para dentados de engranajes de transmisión.

10 La herramienta de arranque de viruta 26b está realizada por ejemplo como herramienta de mortajar o herramienta de afeitar.

15 El proceso de laminación en frío y el mecanizado por arranque de viruta tienen en principio una cinemática semejante. Por este motivo se puede realizar la laminación en frío mediante la instalación de laminación en frío 76 para la producción del dentado bruto 86 y el subsiguiente mecanizado de precisión por arranque de viruta mediante la instalación de mecanizado por arranque de viruta 78, en la misma máquina herramienta 10, sin que sea necesario modificar el amarre (la sujeción) de la pieza 29. Durante la laminación en frío, los carros 50 y 52 realizan un movimiento sincrónico de ida y vuelta. Durante el mecanizado por arranque de virutas, se desplaza en uno y otro sentido el carro 50 que soporta la herramienta de arranque de viruta 26b. En ambos casos tiene lugar una aproximación de avance en dirección y hacia la pieza.

20 Por medio de la instalación de transferencia 84 se puede realizar una transferencia desde las herramientas de laminación en frío 26a, 28a a la herramienta de arranque de viruta 26b, siendo posible el giro; el dentado bruto 86 que se ha producido no deja de estar engranado con la herramienta combinada 80, de modo que no se pierde la orientación de la pieza.

25 Si una vez terminado el proceso de laminación en frío se alcanza el extremo de la herramienta 26a al desplazar la herramienta combinada 80, entonces se puede iniciar un proceso de giro de la pieza 29 que ha de estar terminado al alcanzar el comienzo de la herramienta de arranque de viruta 26b. Durante el movimiento sobre el dentado de transferencia de la instalación de transferencia 84 hay que realizar el desplazamiento forzoso entre el movimiento de avance de la herramienta combinada 80 en dirección x, y el movimiento de giro de la pieza 29 por el dispositivo de giro 72, sólo con relativa imprecisión.

30 Durante un proceso de laminación en frío se mueven los carros portaherramientas 50 y 52 sólo de tal modo que las herramientas de laminación en frío 26a y 28a se encuentren en permanente unión activa con la pieza 29. Durante el mecanizado de precisión por arranque de viruta se mueve la herramienta combinada 80 (después de retirar la herramienta combinada 82) únicamente lo necesario para que actúe sobre la pieza 29 solamente la herramienta de arranque de viruta 26b.

35 Tal como ya se ha mencionado antes, es posible que solamente una de las herramientas combinadas 80 y 82 presente una herramienta de arranque de viruta. Puede conseguirse un desgaste uniforme si tanto las herramientas combinadas 80 como también la 82 presentan cada una, una herramienta de arranque de viruta, que se emplean de modo alternativo (en caso de piezas distintas) para lograr un desgaste uniforme de la herramienta.

40 La herramienta combinada presenta en dirección x unas pistas dispuestas una detrás de la otra, concretamente la pista de perfil de la herramienta de laminación en frío 26a y la pista de los filos de corte de la herramienta de arranque de viruta 26b, que están unidas por el dispositivo de transferencia 84.

45 En otro ejemplo de realización que está representado esquemáticamente en las figuras 4 y 5 va sujeta en el primer carro portaherramientas 50 una primera herramienta de laminación en frío 88. En el primer carro portaherramientas 50 va sujeta paralela a la primera herramienta de laminación en frío 88 una herramienta de arranque de viruta 90. La primera herramienta de laminación en frío 88 presenta una pista de perfil que es paralela a una pista de filos de corte de la herramienta de arranque de viruta 90. La primera herramienta de laminación en frío 88 y la herramienta de arranque de viruta 90 están formadas en perfiles independientes. Pero en principio existe también la posibilidad de que estén formadas en el mismo perfil, y en particular que estén dispuestas en una herramienta combinada.

50 En el segundo carro portaherramientas 52 va soportada una segunda herramienta de laminación en frío 92. Un dispositivo de sujeción de piezas 94 en el que está dispuesto el portapiezas 27 (que en principio tiene la misma configuración a la antes descrita) presenta un dispositivo de desplazamiento 96 mediante el cual se puede desplazar una pieza en dirección coaxial o paralela al eje 70 del portapiezas 27, y en particular desplazarlo en la dirección z.

Adicionalmente está previsto un dispositivo de giro correspondiente al dispositivo de giro 72 para ajustar la posición

angular del eje de la pieza 70 con relación a la dirección x.

De este modo, y tal como está representado esquemáticamente en la figura 5(b), y una vez que se haya realizado el proceso de laminación en frío mediante las herramientas de laminación en frío 88 y 92, la pieza con la zona de dentado bruto 86 que se ha producido, se puede desplazar hacia la herramienta de arranque de viruta 90. Para ello las herramientas de laminación en frío 88 y 92 se han situado fuera de engrane.

De acuerdo con la invención se ha previsto entre la primera herramienta de laminación en frío 88 y la herramienta de arranque de viruta 90 una instalación de transferencia para permitir la transferencia sin que el dentado deje de estar engranado.

Por lo demás se realiza la producción del dentado en la forma antes descrita, es decir que primeramente se lleva a cabo mediante las herramientas de laminación en frío 88 y 92 un proceso de laminación en frío para la producción del dentado bruto 86. A continuación se lleva la zona de dentado bruto a establecer un acoplamiento activo con la herramienta de arranque de viruta 90 que lleva a cabo el mecanizado de precisión del dentado bruto. La herramienta de arranque de viruta 90 es a su vez por ejemplo una herramienta de mortajar, o una herramienta de afeitar o una herramienta de fresado por generación o una herramienta de generación por descortezado o una herramienta de bruñido del dentado.

En los ejemplos de realización según las figuras 2 a 5, las herramientas son herramientas planas (herramientas de mordaza plana), y en particular barras de laminación en frío y barras de arranque de viruta (tales como barras de afeitadoras).

En principio existe también la posibilidad de que para el procedimiento conforme a la invención se emplee para la laminación en frío como primera herramienta de laminación en frío 98 una barra de laminación en frío, y como segunda herramienta de laminación en frío 100 también una barra de laminación en frío. Como herramienta de arranque de viruta 102 se emplea una herramienta redonda que pueda girar alrededor de un eje 104 y en particular que pueda rotar. El eje 104 está dispuesto en particular formando un ángulo (y en particular un ángulo agudo) respecto al eje 70 del portapiezas 27.

Tiene lugar primeramente un proceso de laminación en frío mediante las barras de laminación en frío 98 y 100 (figura 6). A continuación y mediante el desplazamiento en dirección z se lleva el dentado bruto que se ha producido a establecer un engrane activo con la herramienta de arranque de viruta 104. Ésta lleva a cabo entonces un mecanizado de precisión por arranque de viruta del dentado bruto, por ejemplo mediante mortajado o afeitado.

Por ejemplo existe también la posibilidad, tal como está indicado en la figura 8, de emplear como primera herramienta de laminación en frío 106 una herramienta redonda (rodillo de laminación en frío), y como segunda herramienta de laminación en frío 108 igualmente una herramienta redonda (rodillo de laminación en frío), que puedan girar alrededor de ejes de giro 107 y 109 respectivamente.

En un proceso de laminación en frío estos se aproximan avanzándolos para la producción del dentado bruto 86.

Tal como se ha descrito anteriormente, después del proceso de laminación en frío se lleva la zona de dentado bruto 86 a establecer un acoplamiento activo con una herramienta de arranque de viruta 110. La herramienta de arranque de viruta 110 puede ser una herramienta plana o una herramienta redonda.

En el procedimiento conforme a la invención se realiza en primer lugar un proceso "convencional" de laminación en frío con herramientas de laminación en frío motorizadas enfrentadas entre sí con movimiento síncrono en sentido contrario (en el caso de herramientas planas) o en el mismo sentido (en el caso de herramientas redondas). Las herramientas de laminación en frío pueden ser para ello herramientas planas con movimiento lineal en sentido opuesto o herramientas redondas que giren en el mismo sentido. El proceso de laminación en frío es un proceso de conformado sin arranque de viruta.

Con el mismo amarre de la pieza, que ahora presenta un dentado bruto, se realiza en la misma máquina herramienta una transferencia a una herramienta de arranque de viruta tal como por ejemplo una herramienta de afeitado o una herramienta de mortajado. Para ello se desplaza por ejemplo la pieza linealmente y/o se gira por medio de un dispositivo de transferencia con un dentado de transferencia. Para ello las herramientas de laminación en frío se llevan fuera del acoplamiento activo con la pieza. Una vez alcanzada la herramienta de arranque de viruta tiene lugar el mecanizado por arranque de viruta mediante el cual se mejora la calidad del dentado. El mecanizado por arranque de viruta tiene lugar mediante un movimiento lineal (en particular movimiento de vaivén) de la herramienta de arranque de viruta o por medio de un movimiento de giro, en ambos casos con avance y. Por ejemplo mediante mortajado y/o afeitado y/o fresado por generación y/o generación por descortezado y/o bruñido del dentado se obtiene una calidad de dentado que es por ejemplo adecuada para dentados de engranajes de transmisión.

En la solución conforme a la invención se pueden emplear para la laminación en frío herramientas planas o herramientas redondas. Para el mecanizado de precisión por arranque de viruta se puede emplear una correspondiente herramienta plana o herramienta redonda.

- 5 La laminación en frío y el mecanizado por arranque de viruta se realizan de modo sucesivo en el tiempo. Para el mecanizado por arranque de viruta es necesario modificar la posición angular. Esto se puede realizar modificando la posición angular de la pieza y/o mediante el correspondiente ajuste de la posición angular de la herramienta de arranque de viruta.

## REIVINDICACIONES

5 1.- Máquina herramienta para la producción de dentados en piezas (29), comprendiendo un dispositivo de sujeción de piezas (25), una instalación de laminación en frío (76) para la producción de un dentado bruto (86) mediante laminación en frío, en por lo menos una pieza (29) sujeta mediante el dispositivo de sujeción de piezas (25), y una instalación de mecanizado por arranque de viruta (78) para el mecanizado de precisión por arranque de viruta del dentado bruto (86) de la por lo menos una pieza (29) que está sujeta en el dispositivo de sujeción de piezas (25),

**caracterizada porque**

10 está prevista una instalación de transferencia (84) mediante la cual se puede transferir una pieza desde una herramienta de laminación en frío (26a) a una herramienta de arranque de viruta (26b) con engrane del dentado bruto (86), y porque la instalación de transferencia (84) presenta un dentado.

2.- Máquina herramienta según la reivindicación 1,

**caracterizada porque**

15 el dispositivo de sujeción de piezas (25) comprende por lo menos un portapiezas (27) en el cual se pueda fijar una pieza (29) de modo giratorio alrededor de un eje de la pieza.

3.- Máquina herramienta según la reivindicación 1 o 2,

**caracterizada porque**

el dispositivo de sujeción de piezas (25) presenta por lo menos una instalación de desplazamiento (96) mediante la cual se pueda desplazar una pieza (29) en una dirección coaxial o paralela a un eje de la pieza.

4.- Máquina herramienta según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

20 el dispositivo de sujeción de piezas (25) presenta por lo menos un dispositivo de giro (72) mediante el cual se puede ajustar una posición angular de una pieza para el mecanizado de precisión por arranque de viruta.

5.- Máquina herramienta según la reivindicación 4,

**caracterizada porque**

25 la posición angular se puede ajustar con relación a un eje de movimiento de las herramientas de laminación en frío (26a, 28a) y en particular porque se puede ajustar la posición angular con relación a la herramienta de arranque de viruta (26b).

6.- Máquina herramienta según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada por**

30 presentar por lo menos una combinación de herramientas de laminación en frío con una primera herramienta de laminación en frío (26a; 106) y una segunda herramienta de laminación en frío (28a; 108) que pueden moverse con accionamiento síncrono, y en particular porque el dispositivo de sujeción de piezas (25) está realizado de tal modo que se pueda posicionar por lo menos una pieza entre la primera herramienta de laminación en frío (26a; 106) y la segunda herramienta de laminación en frío (28a; 108), y en particular porque la primera herramienta de laminación en frío (26a) y la segunda herramienta de laminación en frío (28a) son herramientas planas, donde en particular un eje de movimiento (x) de la primera herramienta de laminación en frío (26a) y de la segunda herramienta de laminación en frío (28a) es perpendicular a un eje de la pieza, y en particular porque está previsto un dispositivo de aproximación por medio del cual se puede aproximar la primera herramienta de laminación en frío (26a; 106) y la segunda herramienta de laminación en frío (28a; 108) a la pieza (29) en una dirección (z) transversal a un eje de la pieza.

40 7.- Máquina herramienta según una de las reivindicaciones 1 a 5,

**caracterizada por**

45 presentar por lo menos una combinación de herramientas de laminación en frío con una primera herramienta de laminación en frío (26a; 106) y una segunda herramienta de laminación en frío (28a; 108) que pueden moverse síncronas de forma motorizada, y en particular porque el dispositivo de sujeción de piezas (25) está realizado de tal modo que se pueda posicionar por lo menos una pieza entre la primera herramienta de laminación en frío (26a; 106) y

la segunda herramienta de laminación en frío (28a; 108), y en particular

5 porque la primera herramienta de laminación en frío (106) y la segunda herramienta de laminación en frío (108) son herramientas redondas, siendo en particular un eje de giro (107; 109) paralelo a un eje de la pieza, y en particular por estar previsto un dispositivo de aproximación mediante el cual se puede aproximar la primera herramienta de laminación en frío (26a; 106) y la segunda herramienta de laminación en frío (28a; 108) a la pieza (29) en una dirección (z) transversal a un eje de la pieza.

8.- Máquina herramienta según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada por**

10 presentar por lo menos una herramienta de arranque de viruta (26b; 90; 102; 110) para el mecanizado de precisión por arranque de viruta, y en particular porque la por lo menos una herramienta de arranque de viruta (26b; 90) es una herramienta plana y/o porque la por lo menos una herramienta de arranque de viruta (102; 110) es una herramienta redonda y/o porque la por lo menos una herramienta de arranque de viruta (26b; 90; 102; 110) es una herramienta de mortajar o una herramienta de afeitar o una herramienta de generación por descortezado o una herramienta de fresado por generación o una herramienta de bruñido del dentado.

15 9.- Máquina herramienta según la reivindicación 8,

**caracterizada porque**

20 una superficie activa de la por lo menos una herramienta de arranque de viruta (26b; 90; 102; 110) se puede orientar en un ángulo agudo respecto a un eje de la pieza, y en particular porque la posición angular puede efectuarse mediante el posicionamiento y/o formación de la por lo menos una herramienta de arranque de viruta (26b; 90; 102; 110) y/o el posicionamiento de la pieza (29) que se trata de mecanizar.

10.- Máquina herramienta según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

25 el dentado del dispositivo de transferencia (84) para la pieza (29) presenta una holgura tan grande y una anchura de dentado tan reducida que la pieza se pueda transferir desde la herramienta de laminación en frío (26a) a la por lo menos una herramienta de arranque de viruta (26b), sin que la pieza (29) deje de estar engranada.

11.- Máquina herramienta según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada porque**

30 el dispositivo de transferencia (84) está situado entre la herramienta de laminación en frío (26a) y la por lo menos una herramienta de arranque de viruta (26b).

12.- Máquina herramienta según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizada por**

35 presentar por lo menos una herramienta (80) que presenta una pista de laminación en frío y una pista para el mecanizado por arranque de viruta, y en particular porque entre la pista de laminación en frío y la pista de arranque de viruta está situada una pista de transferencia, y en particular porque la pista de laminación en frío y la pista de arranque de viruta están dispuestas una detrás de la otra con relación a un eje de movimiento de la herramienta (x).

13.- Máquina herramienta según la reivindicación 12,

**caracterizada porque**

40 la pista de laminación en frío y la pista de arranque de viruta están situadas en un perfil común o porque la pista de laminación en frío y la pista de arranque de viruta están dispuestas una junto a la otra con relación a un eje de movimiento de la herramienta (x), y en particular porque la pista de laminación en frío y la pista de arranque de viruta están dispuestas en perfiles distintos.

45 14.- Procedimiento para la producción de un dentado en una pieza mediante una máquina herramienta en la que se amarra una pieza en un portapiezas y se produce un dentado bruto mediante laminación en frío por medio de una primera herramienta de laminación en frío y de una segunda herramienta de laminación en frío, efectuándose el mecanizado de precisión del dentado bruto mediante una herramienta de arranque de viruta en la misma máquina

herramienta y en el mismo amarre,

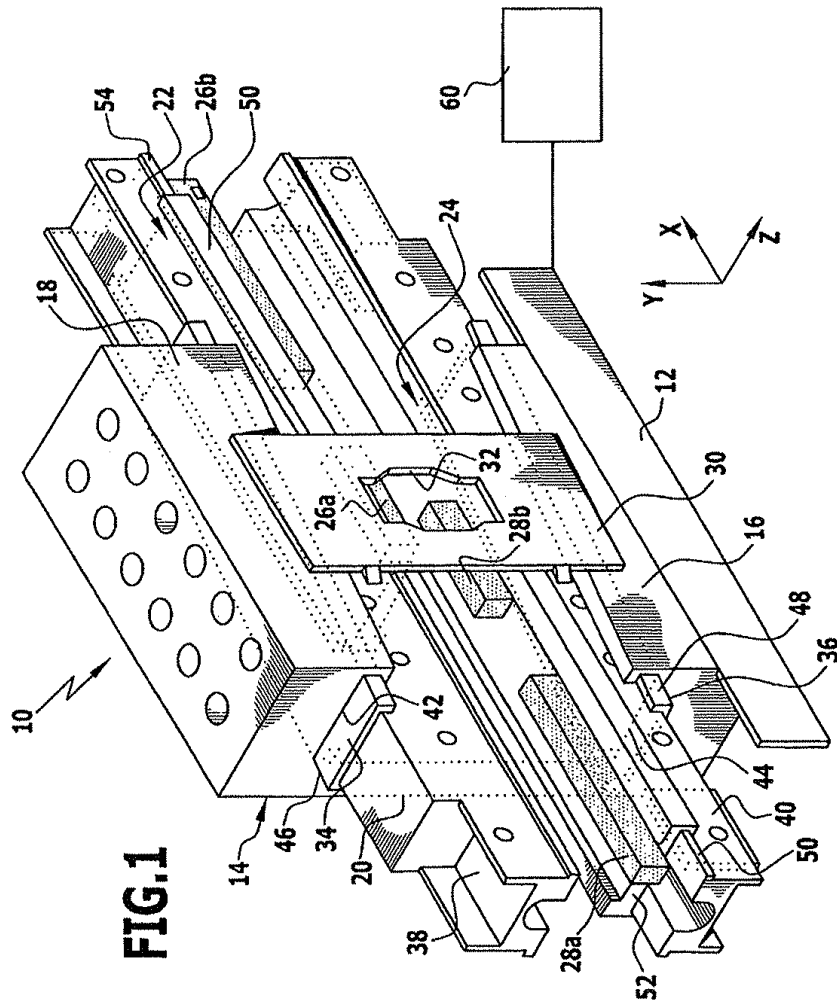
**caracterizado porque**

la pieza se conduce a la por lo menos una herramienta de arranque de viruta por medio de un dentado de transferencia, provocando el dentado de transferencia que la pieza se mantenga engranada.

5 15.- Procedimiento según la reivindicación 14,

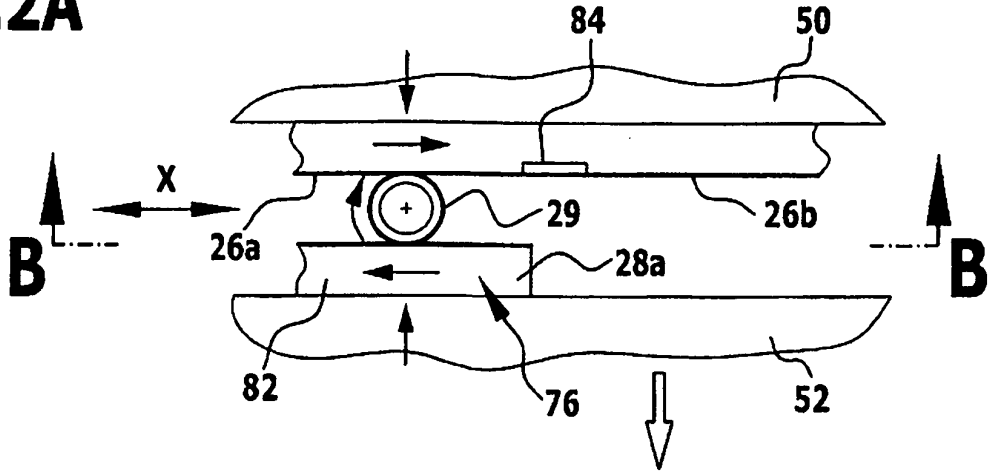
**caracterizado porque**

después de la laminación en frío se gira la pieza con un eje de pieza y/o se desplaza linealmente.

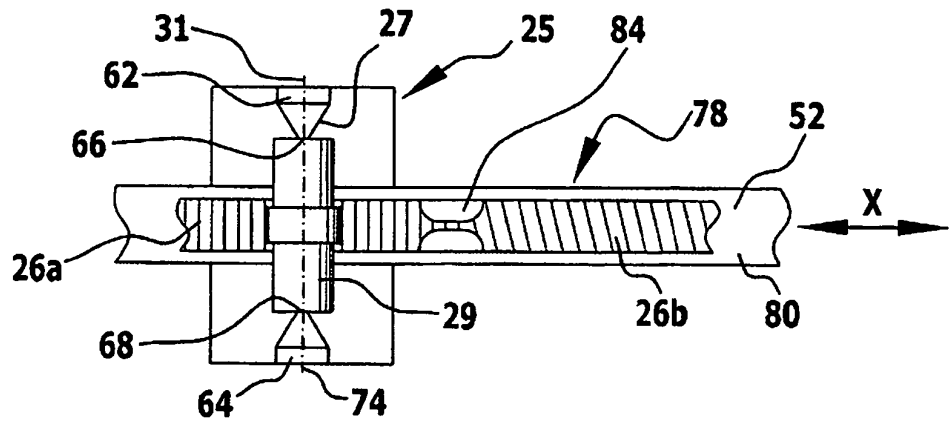


**FIG. 1**

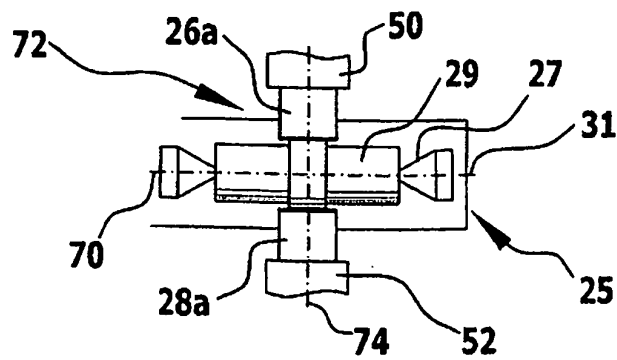
**FIG.2A**



**FIG.2B**

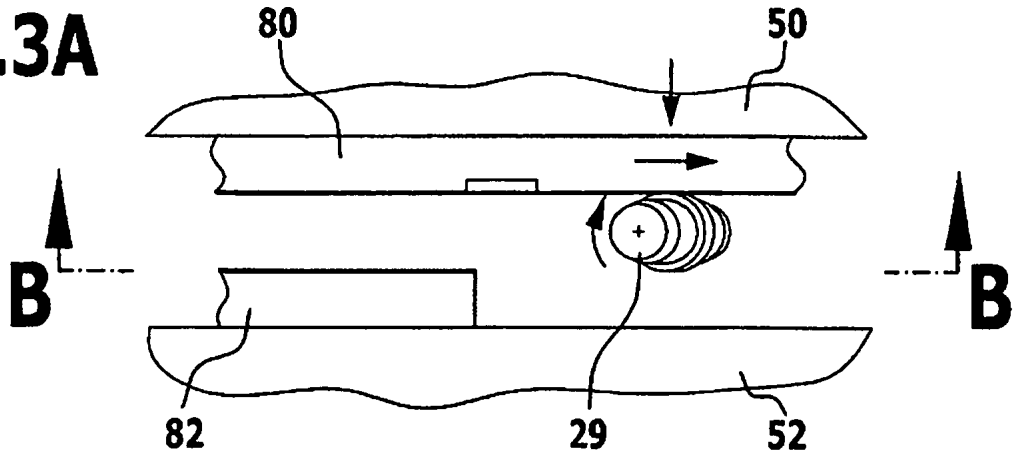


**FIG.2C**

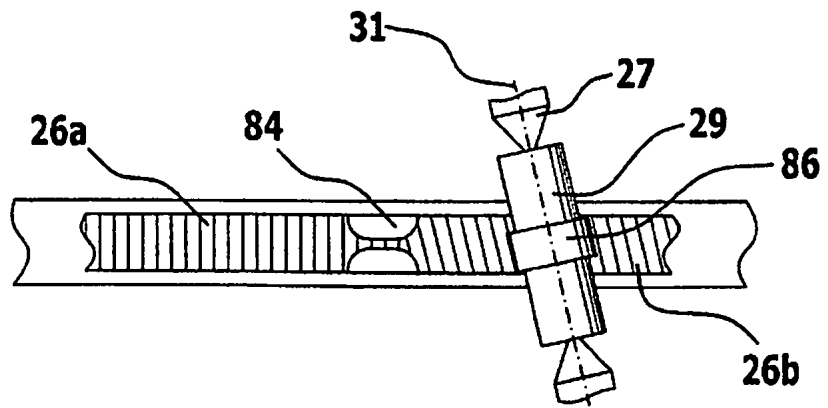




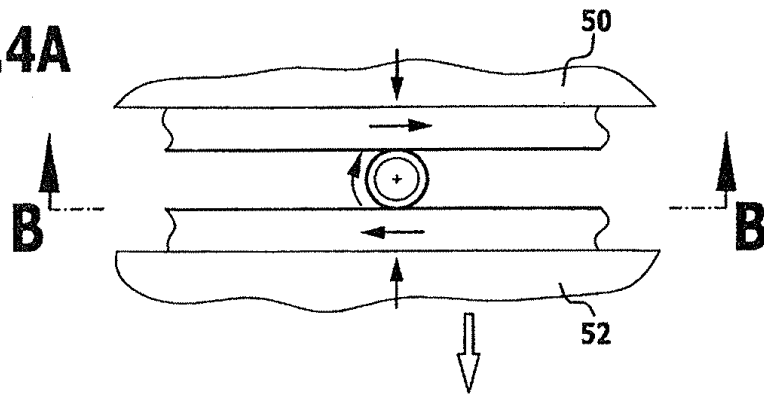
**FIG.3A**



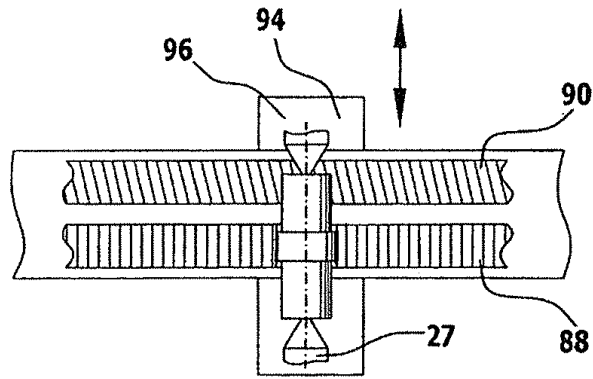
**FIG.3B**



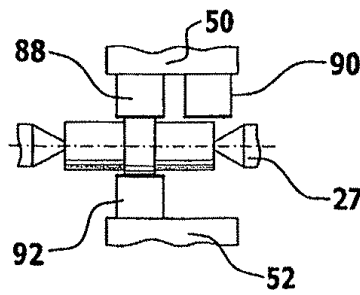
**FIG.4A**



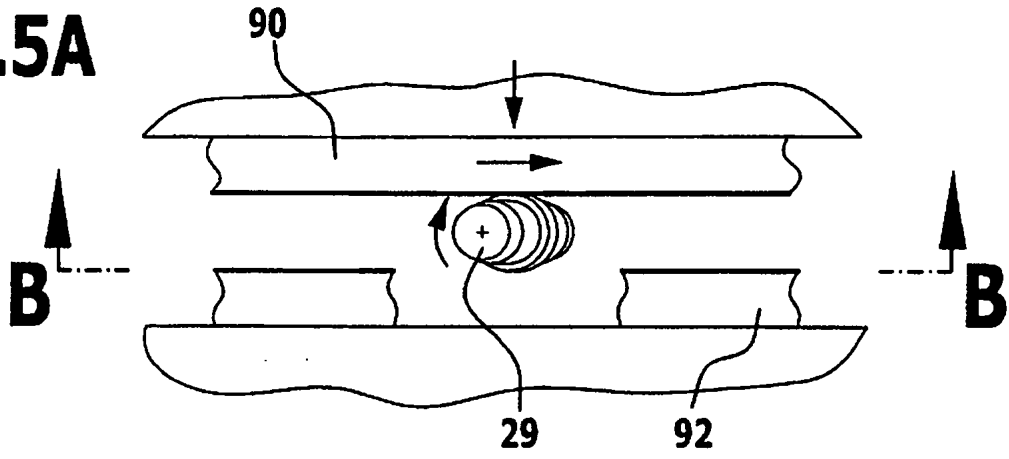
**FIG.4B**



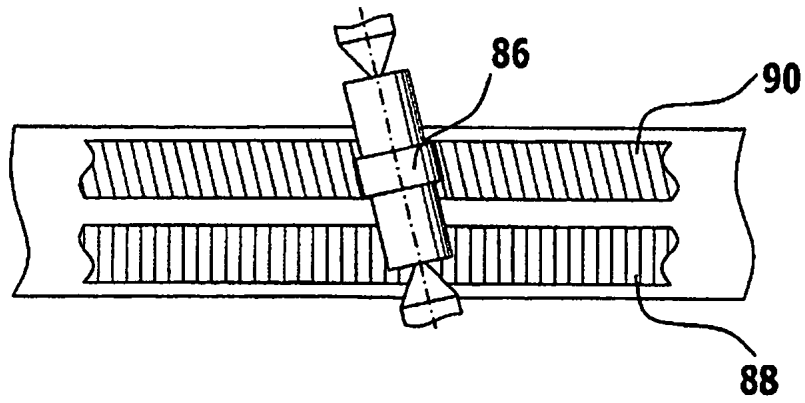
**FIG.4C**



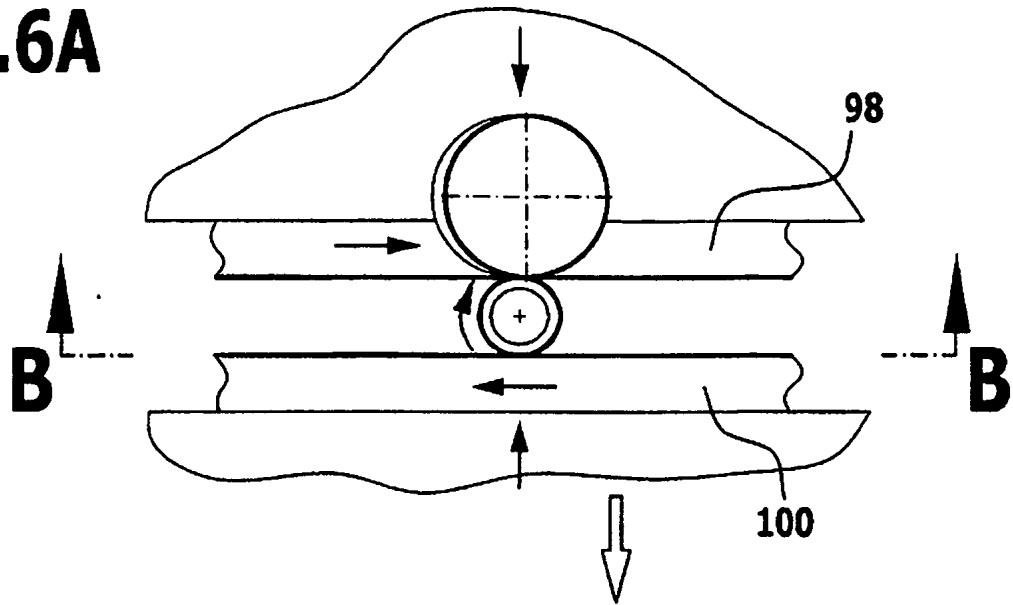
**FIG.5A**



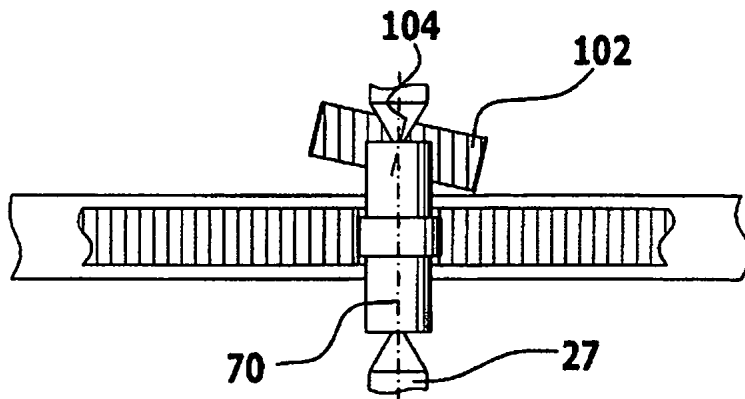
**FIG.5B**



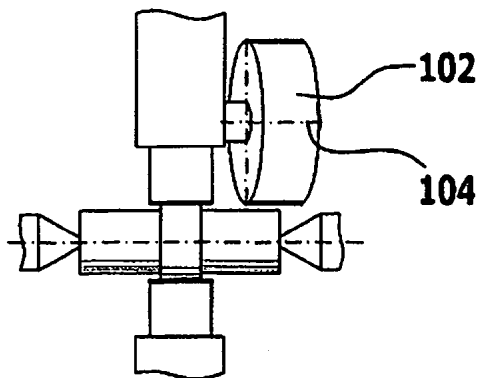
**FIG.6A**



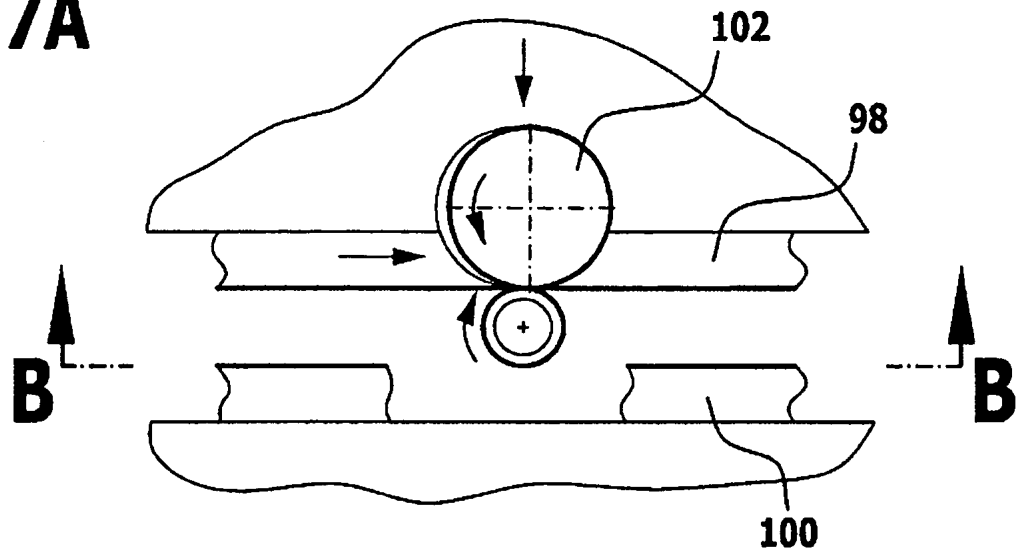
**FIG.6B**



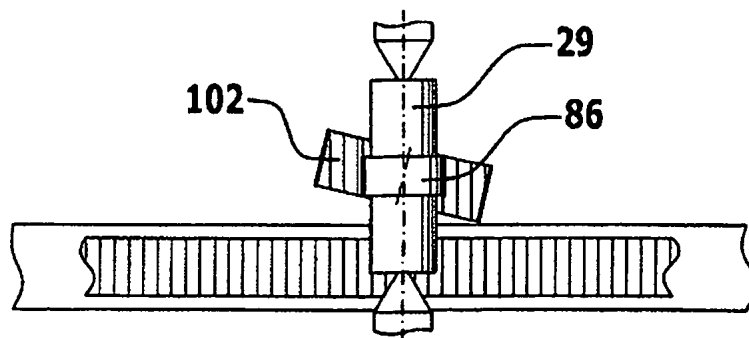
**FIG.6C**



**FIG.7A**



**FIG.7B**



**FIG.8**

